

北海道寿都郡寿都町
文献調査報告書

2024年11月

原子力発電環境整備機構

2024年11月 発行 原子力発電環境整備機構

本資料を利用する際は出典を記載してください。出典の記載方法は以下のとおりです。編集・加工等して利用する際には、以下の出典表記とは別に編集・加工等を行ったことを記載してください。

(出典の記載例)

原子力発電環境整備機構 (2024) 北海道寿都郡寿都町文献調査報告書

また、第三者（原子力発電環境整備機構以外のものをいいます。以下同じ。）の著作物が含まれる場合（例えば、原子力発電環境整備機構が第三者の図表等を用いて転載・編集・加工等している図表等）には、別途、第三者からの許諾が必要になることがあります。利用者の責任において、第三者が権利を有している部分を確認し、当該第三者から利用の許諾を得てください。

上記は、著作権法上認められている引用などの利用について、制限するものではありません。

目 次

| | |
|------------------------------------|----|
| はじめに..... | 1 |
| 1 機構の名称および住所..... | 3 |
| 2 文献調査対象地区の所在地..... | 3 |
| 3 文献調査対象地区の概況..... | 4 |
| 3.1 地理的な概況..... | 4 |
| 3.2 科学的特性マップの特性区分..... | 4 |
| 3.3 「調査の実施見込み」の確認と文献調査対象地区の範囲..... | 5 |
| 4 文献調査の項目、手法および結果..... | 6 |
| 4.1 項目および手法..... | 6 |
| 4.1.1 調査のよりどころ..... | 6 |
| (1) 最終処分法および同法施行規則..... | 6 |
| (2) 文献調査計画書..... | 7 |
| (3) 「考慮事項」..... | 7 |
| (4) 「文献調査段階の評価の考え方」..... | 9 |
| 4.1.2 調査の項目..... | 10 |
| (1) 最終処分法に定められた要件に対応した項目..... | 10 |
| (2) その他の項目..... | 10 |
| 4.1.3 調査の手法..... | 10 |
| (1) 文献・データの収集と情報の抽出..... | 10 |
| (2) 最終処分法に定められた要件に対応した項目の評価..... | 10 |
| (3) その他の項目の評価および検討..... | 10 |
| (4) 十分な評価が行えない場合..... | 11 |
| (5) 新知見への対応..... | 11 |
| 4.2 調査の結果..... | 11 |
| 4.2.1 文献・データの収集など..... | 11 |
| 4.2.2 最終処分法に定められた要件に対応した項目の評価..... | 13 |
| (1) 地震・活断層..... | 13 |
| (2) 噴火..... | 15 |
| (3) 隆起・侵食..... | 17 |
| (4) 第四紀の未固結堆積物..... | 19 |
| (5) 鉱物資源..... | 20 |
| 4.2.3 その他の項目の評価および検討..... | 22 |
| (1) 地熱資源..... | 22 |
| (2) 技術的観点からの検討..... | 23 |
| (3) 経済社会的観点からの検討..... | 27 |
| 5 文献調査対象地区の評価およびその理由..... | 30 |
| 5.1 評価のまとめ..... | 30 |
| 5.2 概要調査地区の候補..... | 31 |

| | |
|--|----|
| 5.3 概要調査に向けた考え方 | 32 |
| 5.3.1 概要調査の位置付けと調査・評価の考え方 | 32 |
| 5.3.2 概要調査に向けて留意すべきと考えられる事項について | 34 |
| 6 文献調査の一部を委託した法人の名称および住所ならびにその代表者の氏名 | 36 |
| 引用文献 | 37 |

図目次

| | |
|--|----|
| 図 3.2-1 寿都町における科学的特性マップの特性区分 | 4 |
| 図 3.2-2 寿都町における「好ましくない範囲」 | 5 |
| 図 4.2-1 文献調査対象地区およびその周辺地域の文献活断層の位置 | 15 |
| 図 4.2-2 マグマの貫入と噴出に関する主な評価結果の位置 | 17 |
| 図 4.2-3 鉱床の位置 | 22 |
| 図 4.2-4 坑井位置 | 23 |
| 図 4.2-5 寿都町および周辺地域陸域地質図（概要版） | 25 |
| 図 4.2-6 寿都町および周辺地域海域海底地質図 | 26 |
| 図 4.2-7 土地利用制限の概要ならびに北海道自然環境等保全条例，文化財保護法などによる 指定物 | 29 |
| 図 5.2-1 概要調査地区の候補ならびに避ける場所の基準に該当する可能性の観点から概要調 査に向けて留意すべきと考えられる事項の主な例の位置 | 32 |

表目次

| | |
|---|----|
| 表 4.1-1 「文献調査段階の評価の考え方」に示された基準の最終処分法および同法施行規則 ならびに「考慮事項」との関係 | 9 |
| 表 4.2-1 地形場別の過去 10 万年程度の侵食量 | 19 |
| 表 4.2-2 文献調査対象地区の第四紀の地層のうち未固結と考えられる地層とその分布 | 20 |
| 表 4.2-3 文献調査対象地区の 300 m 以上の深度の坑井における地温勾配および地温 | 23 |
| 表 5.3-1 最終処分法，同法施行令および同法施行規則で規定されている段階的な調査の概要 | 33 |
| 表 5.3-2 留意事項 | 35 |

添付資料

添付資料 A 概要調査地区の候補の区域ごとの特徴

別に添付する説明書などの一覧

地震・活断層に関する説明書

噴火に関する説明書

隆起・侵食に関する説明書

第四紀の未固結堆積物に関する説明書

鉱物資源・地熱資源に関する説明書

技術的観点からの検討のうち地形、地質・地質構造に関する説明書

技術的観点からの検討のうち地質環境特性に関する説明書

経済社会的観点からの検討に関する説明書

調査した文献・データの発行機関、学術雑誌などによる整理

収集し情報を抽出した文献・データのリスト

対話の場の状況を町のみなさまにお知らせした資料一式

はじめに

本報告書は、特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律（以下、最終処分法という。）施行規則第6条に示された構成に従い、北海道寿都郡寿都町の文献調査対象地区に関する文献調査結果を取りまとめたものである²。文献調査の項目ごとの詳細な調査・評価結果などについては、「別に添付する説明書などの一覧」に示す説明書などにまとめている。

本報告書は「文献調査段階の評価の考え方」および以下に示す処分地選定に向けた調査全体の考え方を踏まえて作成した。

処分地選定に向けた調査では段階的に調査対象範囲を絞りながら、先に広域的な現象である活断層や火山などを避け、その後岩盤や地下水などの地下の状況が適している場所を選ぶこととされている。文献調査では情報が既存の文献・データに限られることから、「文献調査段階の評価の考え方」に従い、不適切であることが「明らか」または「可能性が高い」場所を次の概要調査対象範囲から除外し、十分な評価ができなかった点は概要調査段階以降で把握し必要な評価を行う。このうち特に広域的な現象である活断層や火山などの影響については、基本的に概要調査段階で把握し、概要調査の次の精密調査対象範囲から除外する。岩盤や地下水などの地下の状況については概要調査、精密調査を経て適している場所を選ぶこととなる。

本報告書が示す「概要調査地区の候補」は、最終処分法が定める概要調査地区の選定に係る地層などの要件および「文献調査段階の評価の考え方」を充足すると考えられる区域である。概要調査地区の所在地の決定に当たっては、原子力発電環境整備機構が、本報告書の内容のみならず、最終処分法施行規則の規定に基づき述べられた本報告書の内容についての意見に配慮するとともに、経済産業大臣が北海道知事および寿都町長の意見を聴き、これを十分に尊重することとされている。経済産業大臣は、北海道知事または寿都町長から概要調査地区の選定につき反対の意見が示された状況においては、北海道知事または寿都町長の意見に反して、概要調査地区の選定は行わないこととしている。

寿都町が所在する北海道では、「北海道における特定放射性廃棄物に関する条例」（平成12年10月24日条例第120号）³において、「現時点では、その処分方法の信頼性向上に積極的に取り組んでいるが、処分方法が十分確立されておらず、その試験研究の一層の推進が求められており、その処分方法の試験研究を進める必要がある。私たちは、健康で文化的な生活を営むため、現在と将来の

¹平成12年通商産業省令第151号

²資源エネルギー庁に置かれた総合資源エネルギー調査会の特定放射性廃棄物小委員会および地層処分技術ワーキンググループの評価を受け、取りまとめたもの。

³同条例は、幌延町が「深地層の研究の推進に関する条例」（平成12年5月11日条例第25号）を制定し、「核燃料サイクル開発機構から立地の申し入れを受けた深地層の研究施設について、原子力政策の推進と地域の振興に資することから、これを受け入れるものとする」「深地層の研究を円滑に推進するために、研究の期間中及び終了後において、町内に放射性廃棄物の持ち込みは認めないものとする」との基本方針を示す中、北海道議会の平成12年第3回定例会（2000年10月16日）において、堀達也北海道知事が、深地層研究計画（2024年10月現在継続中。）について受け入れることが適当であるとした一方で、受入に当たり、幌延町が最終処分施設建設地になるのではないかと不安や懸念が北海道民の間にあった中で、北海道内に特定放射性廃棄物を受け入れる意思がないことを北海道内外に明らかにし、放射性廃棄物を持ち込ませないための担保措置として制定を発議し、制定に至ったもの。

また、第1回地層処分技術ワーキンググループ（令和6年2月13日開催）にて報告書案を公表した際、鈴木直道北海道知事が「文献調査報告書案の公表に伴う知事コメント」を以下のとおり公表している。「私としては、この条例制定の趣旨を踏まえ、仮に概要調査に移行しようとする場合には現時点で反対の意見を述べる考えであり、その表明にあたっては、NUMOの報告書が取りまとめられ、必要な国の手続きが経られた後に、道議会でのご議論はもとより、さまざまな機会を通じて把握した市町村や道民の皆様のご意見も踏まえ、適切に対応したいと考えております」（北海道庁ホームページより抜粋）。

世代が共有する限りある環境を、将来に引き継ぐ責務を有しており、こうした状況の下では、特定放射性廃棄物の持込みは慎重に対処すべきであり、受け入れ難い」旨の宣言がなされている。

寿都町における文献調査に当たっては、同町の協力を得て、地層処分事業への賛否に関わらず、地域の方々同士が自由に率直な議論を深めることを目的に、2021年4月に「対話の場」が設置された。「対話の場」は、2024年10月までに17回開催されており、地層処分事業やその安全性への懸念・理解や将来の町の在り姿などについて、地域の方々の間で多様な対話が重ねられており、地域からもさまざまな意見が寄せられている⁴。原子力発電環境整備機構は、「対話の場」において文献調査の実施状況などを説明するとともに、地域の方々の議論の様子などをホームページに掲載するなどして、広く地域の方々にお届けしている。

原子力発電環境整備機構は、今後、2023年12月28日に北海道より受領した「国民に向けた文献調査報告書の説明に関する要請」の趣旨を踏まえながら、最終処分法施行規則の規定に基づき、本報告書の記載事項を周知するための説明会を開催する。地域および全国の方々に、本報告書の内容について丁寧に説明を行っていく。説明会の開催と並行して、最終処分法施行規則の規定に基づき、本報告書の内容についての意見の提出を受け付け、国民のみなさまの声を広く聴くとともに、当該意見の概要などを北海道知事および寿都町長に共有していく。原子力発電環境整備機構は、概要調査地区の選定プロセスに当たって、当該意見に配慮していく。

⁴別に添付する「対話の場の状況を町のみなさまにお知らせした資料一式」のとおり。

1 機構の名称および住所

名称：原子力発電環境整備機構

住所：東京都港区芝4丁目1番23号

2 文献調査対象地区の所在地

北海道寿都郡寿都町

3 文献調査対象地区の概況

3.1 地理的な概況

寿都町は北海道南西部の後志総合振興局管内にあり日本海に面している。西側で島牧村、南側で黒松内町、東側で蘭越町と接し、海岸線に沿って国道 229 号線が通じている。町のほぼ中央部の低地を流れる朱太川が寿都湾に流れ込み、寿都湾を挟むように西側に寿都半島および月越山脈、東側に幌別山地がある（鈴木ほか, 1981 ; 山岸, 1984）。

3.2 科学的特性マップの特性区分

図 3.2-1 および図 3.2-2 に示すように、科学的特性マップおよびそれを構成する要件・基準別の地図（以下、個別条件図という。）（経済産業省資源エネルギー庁, 2017）では、「断層活動」の基準による「好ましくない特性があると推定される地域」が町中央に分布し、その他は「好ましい特性が確認できる可能性が相対的に高い地域」のうち「輸送面でも好ましい地域」である。町の東部および西部には、「鉱物資源」のうち金属鉱物に関する「好ましくない範囲」の分布位置が個別条件図に示されている。

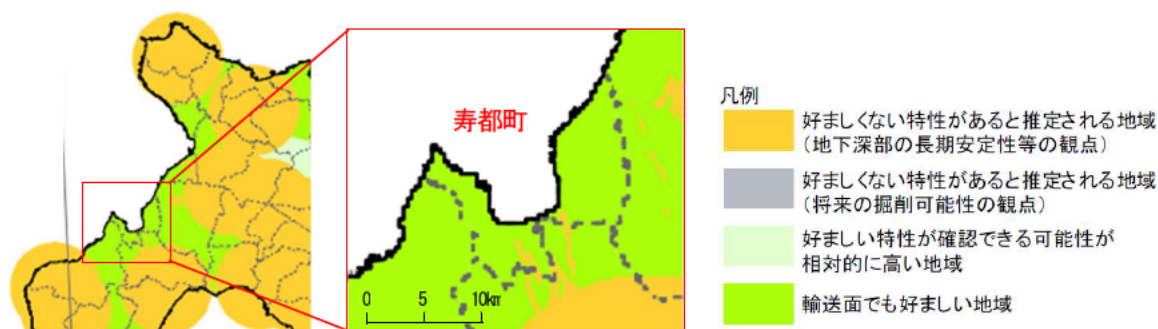
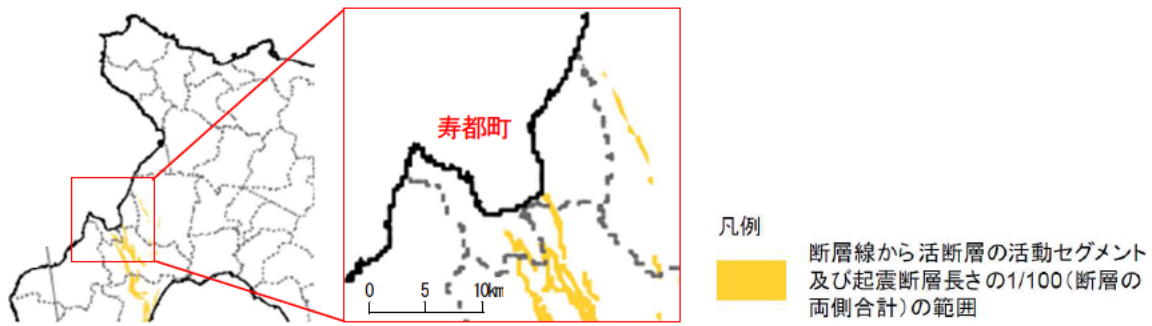
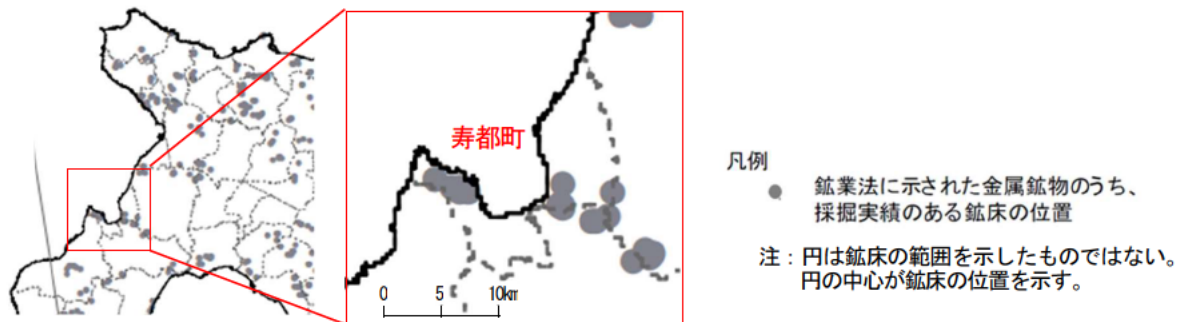


図 3.2-1 寿都町における科学的特性マップの特性区分

原子力発電環境整備機構（2020）を編集。左図は科学的特性マップ（縮尺 200 万分の 1）の抜粋であり、右図は左図を約 4 倍したものである。原典では反時計回りに 6 度回転させた緯線経線で方位を示している。この図では上方が概ね北を示す。



(a) 「断層活動」に関する個別条件図に示された「好ましくない範囲」



(b) 「鉱物資源」の金属鉱物に関する個別条件図に示された「好ましくない範囲」

図 3.2-2 寿都町における「好ましくない範囲」

原子力発電環境整備機構（2020）を編集。左図は個別条件図（縮尺 200 万分の 1）の抜粋であり，右図は左図を約 4 倍したものである。原典では反時計回りに 6 度回転させた緯線経線で方位を示している。この図では上方が概ね北を示す。

3.3 「調査の実施見込み」の確認と文献調査対象地区の範囲

文献調査の開始前に「調査の実施見込み」を，文献調査の対象となる個別の文献・データではなく全国規模の文献・データ，具体的には科学的特性マップの特性区分を用いて確認した。3.2 で示したように「好ましい特性が確認できる可能性が相対的に高い地域」の特性区分があることから寿都町は「調査の実施見込み」があるとし，寿都町全域を文献調査対象地区とした。これに加えて科学的特性マップでは対象とされていないその沿岸海底下についても文献調査対象地区に含めることとした（以上，原子力発電環境整備機構，2020）。

沿岸海底下については，沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会（2016）を踏まえて，海岸線から 15 km 程度以内の大陸棚の範囲を文献調査対象地区とした。

文献調査対象地区

- ・ 寿都町全域およびその沿岸海底下

4 文献調査の項目、手法および結果

4.1 項目および手法

4.1.1 調査のよりどころ

最終処分法に基づくとともに、文献調査開始に当たって原子力発電環境整備機構が2020年11月に公表した北海道寿都郡寿都町文献調査計画書（以下、文献調査計画書という。）に従って調査を進めた。その間、原子力規制委員会が2022年に「特定放射性廃棄物の最終処分における概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項」（以下、「考慮事項」という。）を公表し、最終処分法、「考慮事項」などを参照して経済産業省資源エネルギー庁は2023年に「文献調査段階の評価の考え方」を策定した。これらに基づいて概要調査地区の候補を検討した。

調査のよりどころ

- ・ 特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律（最終処分法）および同法施行規則
- ・ 北海道寿都郡寿都町文献調査計画書（原子力発電環境整備機構，2020）（文献調査計画書）
- ・ 特定放射性廃棄物の最終処分における概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項（原子力規制委員会，2022）（「考慮事項」）
- ・ 「文献調査段階の評価の考え方」（経済産業省資源エネルギー庁，2023）

それぞれの概要は以下のとおり。

(1) 最終処分法および同法施行規則

最終処分法第6条（概要調査地区の選定）の第1項において、次に掲げる事項について、文献その他の資料による調査が要求されている。

最終処分法第6条第1項抜粋

- 一 概要調査地区として選定しようとする地区及びその周辺の地域において過去に発生した地震等の自然現象に関する事項
- 二 前号の地区及び地域内に活断層があるときは、その概要に関する事項
- 三 その他経済産業省令で定める事項

第1号に示された「地震等の自然現象」については、第2条（定義）の第10項において、「地震、噴火、隆起、侵食その他の自然現象」とされている。

第3号のその他経済産業省令で定める事項については、最終処分法施行規則第5条（文献調査の調査事項）に以下のように示されている。

最終処分法施行規則第5条抜粋

- 一 概要調査地区として選定しようとする地区に第四紀の未固結堆積物があるときは、その存在状況の概要に関する事項
- 二 概要調査地区として選定しようとする地区に鉱物資源があるときは、その存在状況の概要に関する事項

最終処分法第6条（概要調査地区の選定）の第2項には、以下の要件が示され、これらのいずれにも適合していると認めるものの中から概要調査地区を選定しなければならない、とされている。

最終処分法第6条第2項抜粋

- 一 当該文献調査対象地区において、地震等の自然現象による地層の著しい変動の記録がないこと。
- 二 当該文献調査対象地区において、将来にわたって、地震等の自然現象による地層の著しい変動が生ずるおそれが少ないと見込まれること。
- 三 その他経済産業省令で定める事項

第3号のその他経済産業省令で定める事項については、施行規則第6条（概要調査地区の選定）の第2項に以下のように示されている。

最終処分法施行規則第6条第2項抜粋

- 一 当該概要調査地区として選定しようとする地区内の最終処分を行おうとする地層が、第四紀の未固結堆積物であるとの記録がないこと。
- 二 当該概要調査地区として選定しようとする地区内の最終処分を行おうとする地層において、その掘採が経済的に価値が高い鉱物資源の存在に関する記録がないこと。

(2) 文献調査計画書

文献調査対象地区、文献調査の進め方、文献・データの収集、文献・データに基づく評価などについて説明している。

また、断層や火山といった評価対象ごとに、評価に用いる情報の例、評価に用いる主要な文献・データの例などを示している。

(3) 「考慮事項」

最終処分施設建設地の選定時に、最終処分施設の設計による対応が困難であり、最終処分施設の設置を避けることにより対応する必要がある事項を対象に「考慮事項」として決定されている。

「考慮事項」は、文献調査段階だけでなく処分地選定のそれぞれの段階において、それぞれの時点で得られている情報に基づき、適切に考慮されるべきであるとされている。具体的には以下の4項目が設定されている。

「考慮事項」の4項目

1. 断層等

次に掲げる断層等を避けること。

- ① 後期更新世以降（約 12～13 万年前以降）の活動が否定できない断層等のうち震源として考慮する活断層
- ② 上記①の活断層の活動に伴い損傷を受けた領域
- ③ 後期更新世以降（約 12～13 万年前以降）の活動が否定できない断層等のうち地震活動に伴って永久変位が生じる断層及び変位を及ぼす地すべり面
- ④ 上記①及び③の断層等以外のものであって規模が大きい断層

ここで、後期更新世以降（約 12～13 万年前以降）の活動が否定できない断層等の認定に当たって、後期更新世（約 12～13 万年前）の地形面又は地層が欠如する等、後期更新世以降の活動性が明確に判断できない場合には、中期更新世以降（約 40 万年前以降）まで遡って地形、地質・地質構造及び応力場等を総合的に検討した上で活動性を評価すること。なお、活動性の評価に当たって、設置面^Aでの確認が困難な場合には、当該断層の延長部で確認される断層等の性状等により、安全側に判断すること。

2. 火山現象

次に掲げる場所を避けること。

- ① マグマの貫入による人工バリアの破壊が生ずるような第四紀（現在から約 258 万年前まで）における火山活動に係る火道、岩脈等の履歴が存在する場所
- ② 第四紀に活動した火山の活動中心からおおむね 15 キロメートル以内の場所
- ③ 第四紀に活動した火山が存在しない場所であっても、新たな火山が生じる可能性のある場所。

ここで、プレートの特性や運動と深い関係があるマグマの発生の傾向は今後 10 万年程度の間大きく変化することは想定し難いことを考慮した上で、新たな火山が生じる可能性について検討すること。

3. 侵食

中深度処分^Bより更に深い深度を確保すること。この際、隆起・沈降及び気候変動による大陸氷床量の増減に起因する海水準変動を考慮した侵食による深度の減少を考慮すること。

4. 鉱物資源等の掘採

資源利用のための掘削が行われる可能性がある十分な量及び品位の鉱物資源^Cの鉱床の存在を示す記録が存在しないこと並びに地温勾配が著しく大きくないこと。

^A 本考慮事項において、「設置面」とは人工バリアを設置しようとする場所を指す。

^B 地表から深さ 70 メートル以上の地下に設置された廃棄物埋設地において放射性廃棄物（廃炉等に伴い発生する比較的放射能レベルの高いもの）を埋設の方法により最終的に処分すること。核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則（昭和 63 年総理府令第 1 号）第 1 条の 2 第 1 項第 3 号に規定されているものをいう。

^C 鉱業法（昭和 25 年法律第 289 号）第 3 条第 1 項に規定されているものをいう。

(4) 「文献調査段階の評価の考え方」

最終処分法および同法施行規則、「考慮事項」ならびに地層処分に関する地域の科学的な特性の提示に係る要件・基準の検討結果（総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 地層処分技術 WG, 2017）のうち科学的特性マップ策定時の現象，特性に関する基本的な考え方を参照して，最終処分法に定められた要件が断層や火山といった項目ごとに基準化されるとともに，その基準への該当性の確認の仕方について定められている。最終処分法に定められた要件ではないものの「考慮事項」において示されている地熱資源も同様である。

最終処分法に定められた要件は，いずれも，「記録がない」または「おそれが少ない」こととされている。しかしながら，技術的には「地層の著しい変動」などの「記録がない」または「おそれが少ない」ことを確認することは難しい。その一方で，「地層の著しい変動」などの「記録がある」または「おそれが多い」ことが明らかなことまたは可能性が高いことを特定する方が，評価の確実性が高いと考えられる。このことから，過去の検討例（総合資源エネルギー調査会，2002；原子力安全委員会，2002）をもとに，地層の著しい変動などの「避けること」の「記録がある」または「おそれが多い」ことが，「明らか」または「可能性が高い」と考えられることを避けることにより，「記録がない」または「おそれが少ない」ものを選択することとされている。

最終処分法に定められた要件を断層や火山といった項目ごとに基準化することに加えて，技術的観点からの検討および経済社会的観点からの検討の考え方が整理されている。

技術的観点からの検討については，最終処分法に定められた要件への適合性以外の技術的な観点から，最終処分を行おうとする地層として適切ではない場所の回避やより好ましい場所の選択について検討する，とされている。

経済社会的観点からの検討については，土地利用が「原則許可されない地域」の有無を確認する，などの考え方が示されている。

「文献調査段階の評価の考え方」に示された基準は，最終処分法に定められたそれぞれの要件（最終処分法第6条第2項の第1，2号および同法施行規則第6条の第1，2号）に対応するとともに，「考慮事項」のそれぞれの事項（断層等，火山現象，侵食，鉱物資源等の掘採）にも対応している（表4.1-1）。

表 4.1-1 「文献調査段階の評価の考え方」に示された基準の最終処分法および同法施行規則ならびに「考慮事項」との関係

避ける場所の基準の項目ごとの（ア），（イ）などは4.2.2（1）～（5）および4.2.3（1）に示している。

| 避ける場所の基準 | 最終処分法および同法施行規則との関係 | 「考慮事項」との関係 |
|----------------------------|---|--|
| 断層等：（ア），（イ），（ウ），（エ）のいずれか | いずれも第6条第2項第1号および第2号に対応している。 | 「1. 断層等」に対応している。 |
| マグマの貫入と噴出：（ア），（イ），（ウ）のいずれか | （ア）が第6条第2項第1号および第2号，（イ），（ウ）が第2号に対応している。 | 「2. 火山現象」に対応している。 |
| 侵食：（ア），（イ）のいずれか | （ア）が第6条第2項第1号および第2号，（イ）が第2号に対応している。 | （イ）で「3. 侵食」に対応している。 |
| 第四紀の未固結堆積物：（ア）かつ（イ） | 「（ア）かつ（イ）」が施行規則第6条第1号に対応している。 | 該当なし。 |
| 鉱物資源：（ア），（イ）のいずれか | いずれも施行規則第6条第2号に対応している。 | 鉱物資源の（ア），（イ）のいずれかおよび地熱資源の（ア）で「4. 鉱物資源等の掘採」に対応している。 |
| 地熱資源：（ア），（イ）のいずれか | 該当なし。 | |

4.1.2 調査の項目

(1) 最終処分法に定められた要件に対応した項目

最終処分法第6条第1項では、地震等の自然現象による地層の著しい変動、活断層および同法施行規則第5条で定められた第四紀の未固結堆積物および鉱物資源について調査することを求められ、最終処分法第6条第2項および同法施行規則第6条第2項ではこれらについての要件が定められている。地震等の自然現象については、最終処分法第2条第10項において、地震、噴火、隆起、侵食その他の自然現象とされている。

したがって、以下を最終処分法に定められた要件に対応した項目とする。

- ・ 地震・活断層
- ・ 噴火
- ・ 隆起・侵食
- ・ 第四紀の未固結堆積物
- ・ 鉱物資源

(2) その他の項目

上記の鉱物資源には該当しないものの「考慮事項」において示された地熱資源（「鉱物資源等の掘採」において「地温勾配が著しく大きくないこと」とされている。）についても調査した。

このほかに、「文献調査段階の評価の考え方」および文献調査計画書に従い、地層、岩体や断層などの地下の状況や地質環境特性を取りまとめ、最終処分を行おうとする地層として適切ではない場所の回避やより好ましい場所の選択の検討を行う技術的観点からの検討および土地の利用制限などの経済社会的観点からの検討を実施した。

4.1.3 調査の手法

(1) 文献・データの収集と情報の抽出

品質が確保され一般的に入手可能な文献・データを収集し、評価に必要な情報を抽出した。最終処分法に定められた要件に対応した項目、地熱資源およびこれらの基礎情報である、地層や岩体、断層などの分布（地形、地質・地質構造）については、可能な限り見落としがないように収集した。

(2) 最終処分法に定められた要件に対応した項目の評価

「文献調査段階の評価の考え方」に示された、要件ごとの評価の基準および基準への該当性の確認の仕方に基づいて評価した。

以下の項目では、空中写真などを収集し、それを用いて変動地形、段丘面などを対象とした地形判読を行った。

- ・ 地震・活断層
- ・ 噴火
- ・ 隆起・侵食

(3) その他の項目の評価および検討

「考慮事項」において示されている地熱資源については、上記の最終処分法に定められた要件に

対応した項目と同様に、「文献調査段階の評価の考え方」に示された地熱資源に関する基準および基準への該当性の確認の仕方に基づいて評価した。

技術的観点および経済社会的観点からの検討についても「文献調査段階の評価の考え方」に示された考え方に基づいて検討を実施した。

なお、技術的観点からの検討については、放射性物質の閉じ込め機能（以下、閉じ込め機能という。）および掘削や施設収容性などの地下施設の建設可能性に関して検討した。経済社会的観点からの検討については、処分場建設の観点で法規制上、土地利用が「原則許可されない地域」の有無などを確認した。

(4) 十分な評価が行えない場合

「文献調査段階の評価の考え方」では、最終処分法に定められた要件に対応した項目について、文献調査で十分な評価が行えない場合は「仮に概要調査以降の調査を実施するとした際、取得が望ましいと考えられる情報などを整理しておく。」こととされており、その具体的方策が説明されている。この具体的方策に沿った整理を項目ごとに実施し、項目ごとの説明書に記載した。

(5) 新知見への対応

策定時点の最新の知見が反映されていると認識している「文献調査段階の評価の考え方」に従って評価した。「文献調査段階の評価の考え方」策定以降の最新知見についても情報収集に努め、それに基づいて評価した。具体的には、文献調査対象地区およびその周辺の地域に関する情報に加えて、断層や火山といった現象や特性そのものに関する情報も新たに収集し、必要に応じて新知見に基づく新たな観点で知見の整理や評価を行った。

今後も新知見に対しては、学術論文や学会などで進められる議論・検討状況の情報収集に努めるなど知見をよく確認し、それを地層処分の観点から段階的調査でどう扱うかを考える、という対応方針である。

4.2 調査の結果

4.2.1 文献・データの収集など

最終処分法に定められた要件に対応した項目、地熱資源およびこれらの基礎情報である技術的観点からの検討のうちの地層や岩体、断層などの分布（地形、地質・地質構造）については、下記①②に示した文献・データを調査して収集し、評価に必要な情報を抽出した。調査に当たっては③の方法も用いた。収集した文献・データの参考文献のうち、文献調査対象地区およびその周辺の地域に関するものも収集の対象とした。

- ① 産業技術総合研究所地質調査総合センターなどの公的な機関が公表している地質図、地質データなど⁵
- ② 学術雑誌、学会や学会の委員会などが編集した書籍、原子力規制委員会審査資料など
- ③ 信頼性のある文献データベースの検索

このように収集した文献・データについて以下のリストを作成した。

⁵ 地域のみで入手可能なものとして寿都町および札幌市内の図書館などの所蔵資料を含む。

○ 「別に添付する説明書などの一覧」

- ・ 「調査した文献・データの発行機関，学術雑誌などによる整理」

上記の①について機関名など，②について学術雑誌名など，③について利用した文献データベースをリストにした。結果として文献調査対象地区およびその周辺地域に関する情報を抽出できなかったものも含まれている。

- ・ 「収集し情報を抽出した文献・データのリスト」

情報を抽出した文献・データを項目ごと（地震・活断層，噴火など）に分けずにリストにした。

○ 項目ごと（地震・活断層，噴火など）に関する説明書

- ・ 添付資料

項目に関する情報を抽出した文献・データをリストにした。

- ・ 説明書巻末の引用文献

説明書の中で引用している文献・データをリストにした。この引用文献には，一般的な教科書類，調査のよりどころ（4.1.1）において示した文献・データなども含まれる。一方，収集・抽出の観点には該当するが評価に必要と考えられる情報が確認されなかった場合または情報が重複する（例えば，旧版・最新版，引用・被引用文献など）場合など，情報を抽出したリストに示した文献・データでも引用していないものがある。

なお，調査中にも「収集し情報を抽出した文献・データのリスト」と同様のリストを公表している（原子力発電環境整備機構，2022，2023a）が，ここでは，同時に調査を進めており近接し重複するものも多い神恵内村の調査分と分けずに示している。

技術的観点からの検討のうち地質環境特性においては，上記のそれぞれの項目に関する説明書の検討結果を活用するとともに，地温，地下水の性質については文献調査対象地区内のデータを調査し，岩盤の特性については，文献調査対象地区内には確認されなかったため，周辺の同種岩盤の情報を用いた。また，必要に応じて関連する情報を収集した。

経済社会的観点からの検討については，文献調査対象地区における土地の利用規制の指定状況などを確認するために，国土交通省・土地利用調整総合支援ネットワークシステム（LUCKY），環境省・環境アセスメントデータベース（EADAS）などを調査した。

最終処分法に定められた要件に対応した項目，地熱資源およびこれらの基礎情報である技術的観点からの検討のうちの地層や岩体，断層などの分布（地形，地質・地質構造）については，項目ごとに外部有識者に意見を伺った。文献・データの収集，情報の読み取りおよび学術的な理解について説明し，機構が本報告書を取りまとめるうえでのプロセスに関して意見をいただいている（原子力発電環境整備機構，2023b，2024a）。また，項目ごとの詳細な調査・評価結果に関して，文献・データをどのように解釈・分析しているかについて説明し，意見をいただいている（原子力発電環境整備機構，2024b）。

4.2.2 最終処分法に定められた要件に対応した項目の評価

(1) 地震・活断層

文献調査対象地区およびその周辺地域の地震については以下のように整理される。

- ・ 代表的な歴史被害地震としては、1993年北海道南西沖地震が挙げられる。文献調査対象地区内を震源とする歴史被害地震は確認されない。
- ・ 1983年～2022年3月に発生した通常地震の震源分布を深さ10kmごとに深さ30kmまで整理したところ、文献調査対象地区およびその周辺地域では深さ10～20kmの地震が多い。
- ・ 寿都町南方を震源とする2022年12月15日に後志地方西部で発生した地震の発震機構は、WNW-ESE方向の圧縮軸を持つ逆断層型と推定されている。

「文献調査段階の評価の考え方」において断層等の基準が以下のとおり示されている。これに付随して設定されている基準への該当性の確認の仕方に基づいて評価した。

なお、地震については、基準に含まれていない。

断層等の基準

最終処分法第六条第二項の第一号及び第二号に対して、最終処分を行おうとする地層について以下のいずれかに該当することが明らかまたは可能性が高い場所を避ける。

- (ア) 後期更新世以降（約12～13万年前以降）の活動が否定できない震源として考慮する活断層の断層面
- (イ) 後期更新世以降の活動が否定できない断層等のうち地震活動に伴って永久変位が生じる断層の断層面及び変位を及ぼす地すべり面
- (ウ) 上記（ア）または（イ）以外の、地表における延長がおおむね10km以上の断層の断層面
- (エ) 上記（ア）～（ウ）の断層コアの部分

評価結果は以下のとおり。ここでは、分かりやすいように断層名などを「」で囲んで示した。

- ・ 基準（ア）・基準（イ）の「永久変位が生じる断層の断層面」

文献調査対象地区およびその周辺地域において、文献で活断層として示された断層線または活断層の疑いのある地形要素（以下、文献活断層という。）を図4.2-1に示す。「黒松内低地断層帯」を構成する個別断層の名称については、「白炭断層」を「白炭」などと略して示している。

本調査で地形判読および既存の海上音波探査結果を用いた分析を実施したが、これらの文献活断層以外に相当すると考えられる変動地形および活構造は抽出されなかったことから、文献活断層ごとに、変動地形学的調査、地質調査および地球物理学的調査に関して文献・データから抽出した情報（上記の地形判読結果なども含む）を用いて検討した。また、地質・地質構造および応力場なども検討した。なお、文献活断層が示されていないものの文献調査対象地区中央部に当たることなどから、「黒松内低地断層帯北方延長部」についても検討対象とした。

陸域の「黒松内低地断層帯」を構成する「白炭断層」は文献調査対象地区外南方の地表付近では、基準（ア）または基準（イ）に該当することが明らかであるが、文献調査対象地区

内での分布は不明である。断層面が西傾斜の場合、地下では文献調査対象地区内に分布が及んでいる可能性がある。

海域については、「北海道電力（2015a）らの海底活断層」が、基準（ア）または基準（イ）に該当する可能性が高いものの、文献調査対象地区に含まれる大陸棚には分布していないと考えられる。

このほかの文献活断層の多くは基準（ア）および基準（イ）に対して、該当することが明らかまたは可能性が高いとはいえないと評価し、残りは該当しないことが明らか、該当しない可能性が高いと評価した。また、「黒松内低地断層帯北方延長部」については該当する断層はない可能性が高いと評価した。

- ・ 基準（イ）の「変位を及ぼす地すべり面」

地すべりの活動性に関する情報は確認されないため、文献調査対象地区内の地すべりに伴う地すべり面は基準（イ）に該当することが明らかまたは可能性が高いとはいえないと評価した。

- ・ 基準（ウ）

地質図などに示されている活断層以外の断層（説明書「地震・活断層」参照）について、該当するものは確認されなかった。

図 4.2-1 に示した文献活断層のうち、基準（ウ）の検討対象外となる上記の「白炭断層」および「北海道電力（2015a）らの海底活断層」を除いて評価した結果、「尻別川断層」、「中田（2015）の海底活断層」および「渡辺・鈴木（2015）らの海底活断層」が、該当することが明らかまたは可能性が高いとはいえないと評価し、それ以外は該当しないと評価した。

「黒松内低地断層帯北方延長部」については該当する断層はないと評価した。

- ・ 基準（エ）

「白炭断層」に該当する可能性が高い領域が存在し、地下では文献調査対象地区内に及んでいる可能性がある。「北海道電力（2015a）らの海底活断層」については情報が確認されなかった。

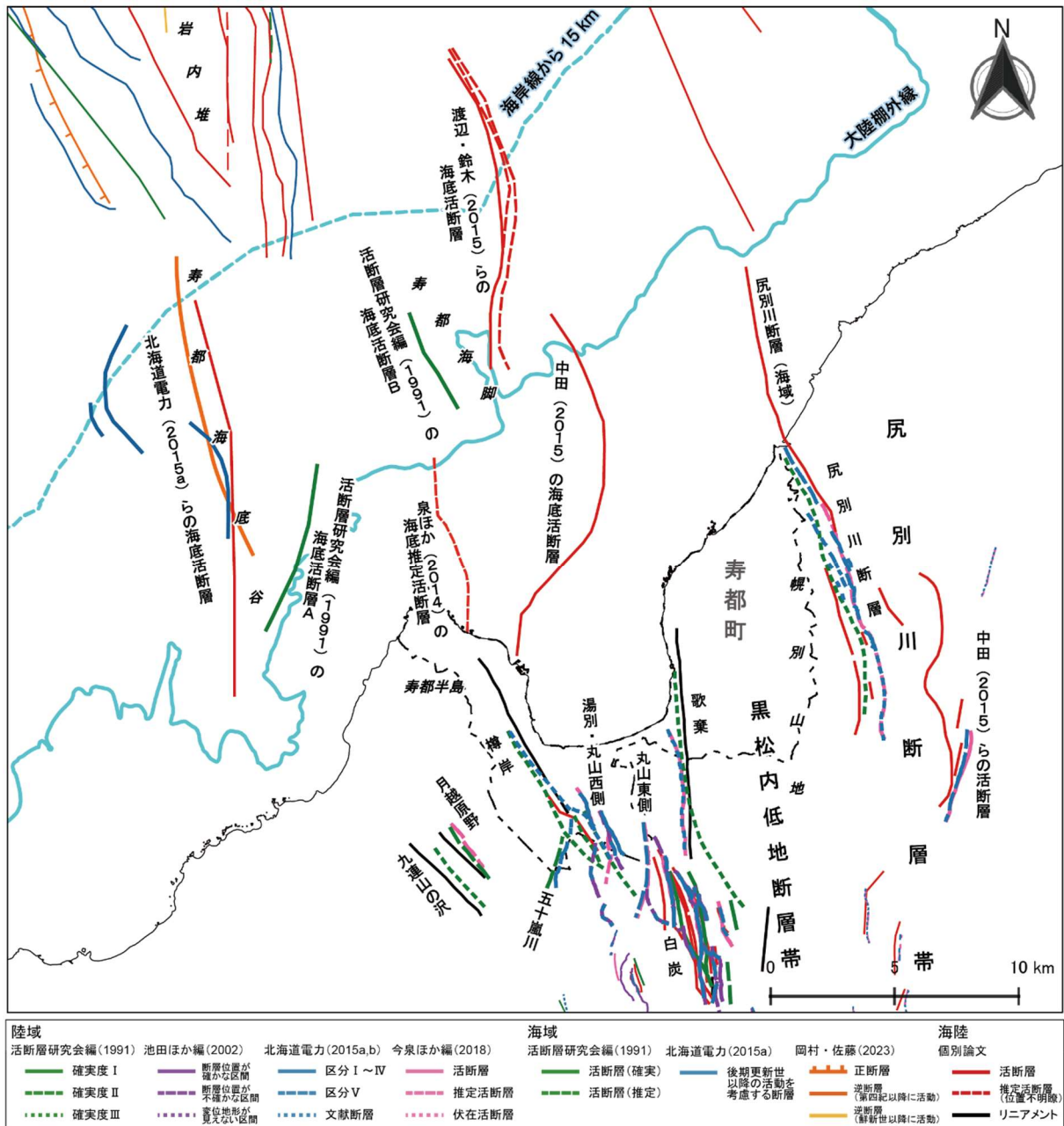


図 4.2-1 文献調査対象地区およびその周辺地域の文献活断層の位置

説明書「地震・活断層」で扱った断層線を太線で示している。文献ごとに断層線の位置の精度が異なる可能性がある。黒松内低地断層帯を構成する個別断層の名称については、「断層」、「リニアメント」、「付近の断層」などの記載を省略して表記。断層線が示されている文献は、凡例に示した活断層研究会編(1991)、池田ほか編(2002)、北海道電力(2015a,b)、今泉ほか編(2018)、岡村・佐藤(2023)の他に個別論文がある。個別論文については説明書「地震・活断層」に示す。海岸線は「国土数値情報(海岸線データ)」(国土交通省)に、寿都町行政界(二点鎖線)は「国土数値情報(行政区域データ)」(国土交通省)に基づく。

(2) 噴火

「文献調査段階の評価の考え方」においてマグマの貫入と噴出の基準が以下のとおり示されている。これに付随して設定されている基準への該当性の確認の仕方に基づいて評価した。

マグマの貫入と噴出の基準

最終処分法第六条第二項の第一号及び第二号に対して、以下に該当することが明らかまたは可能性が高い場所を避ける。

(ア) マグマの貫入等による人工バリアの破壊が生ずるような第四紀（現在から約 258 万年前まで）における火山活動に係る火道、岩脈、カルデラ等の履歴が存在する。

同第二号に対して、以下に該当することが明らかまたは可能性が高い場所を避ける。

(イ) 第四紀に活動した火山の活動中心からおおむね 15 キロメートル以内。

(ウ) 第四紀に活動した火山が存在しない場所であっても、新たな火山が生じる。

主な評価結果の位置を図 4.2-2 に示し、基準 (ア)、(イ) および (ウ) に関する評価結果を以下に示す。ここでは分かりやすいように、火山名に加えて、場所名を付した岩脈名なども「」で囲んで示した。

・ 基準 (ア) ・ 基準 (イ)

基準 (ア) に該当することが明らかまたは可能性が高いものは文献調査対象地区に確認されなかった。

基準 (イ) に該当しその 15 km 以内の範囲が文献調査対象地区を含む可能性があるものとして、文献調査対象地区外の東方の「ニセコ・雷電火山群」(図 4.2-2 に示す「雷電山」周辺から「ニセコアンヌプリ」周辺までを含む火山群)、南方の「写万部山」を検討した。

「ニセコ・雷電火山群」は、火道や火口が密集していることに加え、現在、その下の地殻内にマグマの存在が示唆されるなど、最も活動的な地点であると考えられている同火山群の東側の「イワオヌプリ」を活動中心として評価した。この活動中心から 15 km 以内の範囲に文献調査対象地区は含まれない。「ニセコ・雷電火山群」の西側の「雷電山」はその山体の半分程度が、この 15 km 以内の範囲の外であり、同火山群の東側とは別火山とする考え方がある。仮に、図 4.2-2 に示す「雷電山」の位置から 15 km 以内の範囲を設定すると、文献調査対象地区の北東部が含まれる可能性がある。一方で活動時期が古く同基準の確認の仕方に基づいて活動中心となる火道や火口を明確に定めることは難しいことが想定される。

「写万部山」は火道・火口は認められず、西来ほか編 (2012)、中野ほか編 (2013) に示される写万部山山頂が、活動中心の位置として大きくずれている可能性は低いと考え、文献が示す代表地点を暫定的な活動中心とした。この位置から 15 km 以内の範囲は文献調査対象地区には及ばない。

このほかに、第四紀の活動の可能性が指摘されているまたは活動時期が明らかでない、火山岩体、岩脈などが、文献調査対象地区および海域も含めた周辺地域に分布している。

このうち、第四紀の活動の可能性が指摘されているものとして、文献調査対象地区東端の「磯谷溶岩」と、文献調査対象地区外の「蘭越町尻別岬付近の岩脈」がある。これらは、「ニセコ・雷電火山群」と別の火山活動に伴うものである場合、基準 (イ) に関する評価が必要となる。「磯谷溶岩」は基準 (ア) に該当する可能性もある。

・ 基準（ウ）

文献調査対象地区南端付近の深さ 30 km 付近に、低周波地震の震源が局所的に分布していることが確認された。部分熔融域やそこから上昇する流体の存在を示唆している可能性が指摘されている。しかしながら、地下深部における他の情報の状況などを考慮すると、相対的な高温領域やマントル起源流体の供給の有無、地下深部の流体の存在や分布について明らかにできず、文献調査対象地区下にメルトが存在する可能性について判断できない。また、将来、より深部から地殻にメルトが貫入する可能性については評価できなかった。したがって、基準（ウ）に該当することが明らかまたは可能性が高いかを、現段階においては判断することはできなかった。

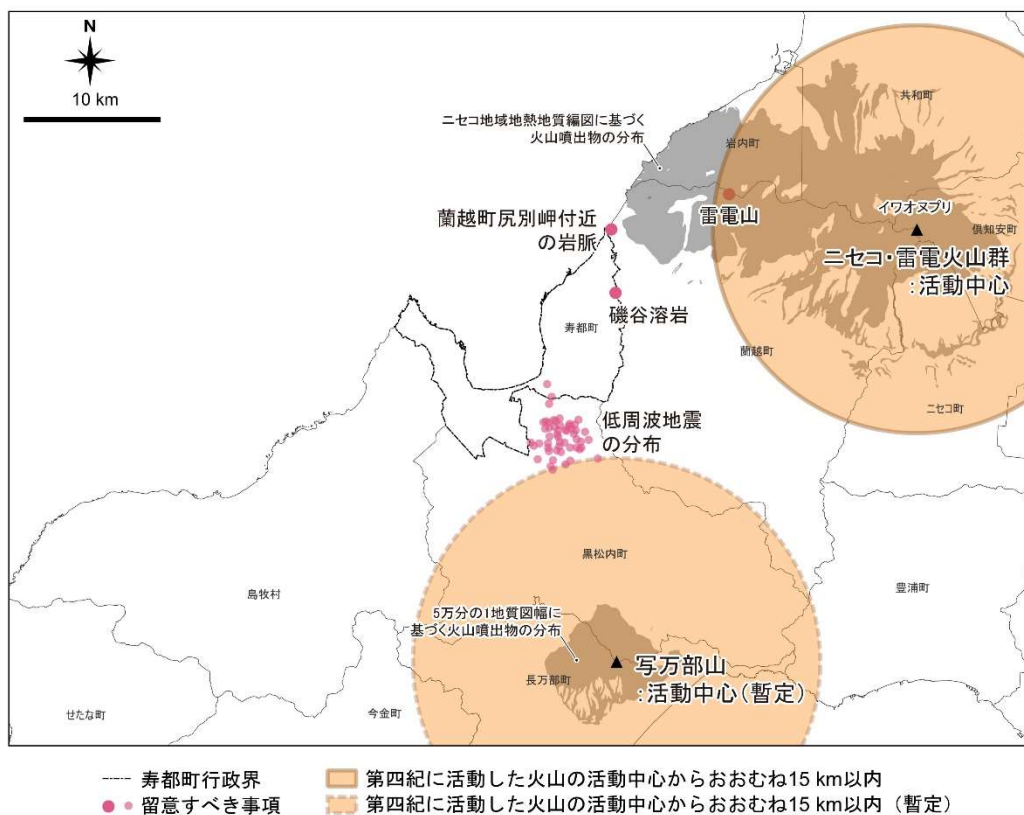


図 4.2-2 マグマの貫入と噴出に関する主な評価結果の位置

図に示す雷電山周辺からイワオヌプリ周辺までを含む火山群が「ニセコ・雷電火山群」である。上記の基準（ア）～（ウ）の評価結果のうち概要調査に向けて留意すべきと考えられる主な事項の位置を「留意すべき事項」として示している。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

(3) 隆起・侵食

「文献調査段階の評価の考え方」において侵食の基準が以下のとおり示されている。これに付随して設定されている基準への該当性の確認の仕方に基づいて評価した。

⁶ここでは、マグマおよび部分熔融域としている。

侵食の基準

最終処分法第六条第二項の第一号及び第二号に対して、以下に該当することが明らかまたは可能性が高い場所を避ける。

(ア) 過去 10 万年程度における最大侵食量が最終処分を行おうとする地層の深度を超えている。

同第二号に対して、以下に該当することが明らかまたは可能性が高い場所を避ける。

(イ) 侵食による深度の減少を考慮すると、10 万年後程度において、最終処分を行おうとする地層について、70m より更に深い深度を確保できない。

評価結果を以下に示す。

・ 基準 (ア)

地形場別に文献調査対象地区の過去 10 万年程度の最大侵食量を以下のように評価した。

沿岸部については、隆起量と侵食量が釣り合っているという仮定に基づき、海成段丘面から推定した過去 12～13 万年間の隆起量から約 12～29m と推定される。

沿岸部の沖積低地については、海水準低下による下刻量を幡谷ほか (2016) の経験的知見に基づき最大 100m とし、これに上記沿岸部の過去 12～13 万年間の隆起量を加えて 112～129m を超えることはないと考えられる。

大陸棚については、隆起傾向にあると判断し、隆起量と侵食量が釣り合っているという仮定のもと、沿岸部の隆起量を空間的に外挿し約 12～29m と推定される。

内陸部については、過去数十年程度の平均削剥速度から値の大きなものは、寿都半島で 30m、丸山丘陵で 20m、幌別山地で 50m と推定される。

以上の結果を表 4.2-1 にまとめる。最終処分を行おうとする地層の深度は具体化していないが、最終処分法に定められた最小限の深度である 300m をいずれの侵食量も下回っているため、どの地形場においても基準の (ア) に該当しない。

・ 基準 (イ)

文献調査対象地区が現在の地殻変動様式・応力場に置かれた時代は約 150 万年前からと推定されていることから、上記の過去 10 万年程度の侵食量を外挿して将来 10 万年後程度の侵食量を想定した。これらの侵食量は最終処分法に定められた最小限の深度である 300m から 70m を差し引いた 230m を十分下回っているため、基準 (イ) に該当しない。

沿岸部の沖積低地では、氷期の海面低下によって河口付近で下刻が生じると考えられる河川は、寿都低地を流れる朱太川であると考えられ、過去 10 万年程度において推定された最大侵食量に基づけば、約 56～66m であるため、(イ) の基準に該当しない。

マスマーブメントによる深度減少については、文献情報や既存データの読み取り・分析では評価することができなかった。

表 4.2-1 地形場別の過去 10 万年程度の侵食量

| 地形場 | 侵食量 |
|--------------------------------------|---|
| 沿岸部 | 海成段丘面の隆起量から約 12~29 m |
| 沿岸部の沖積低地 | 沿岸部の隆起量および瀨谷ほか（2016）の知見から、112~129 m を超えない。 |
| 大陸棚 | 隆起傾向と判断できることから沿岸部と同じ。 |
| 内陸部 a. 寿都半島 b. 丸山丘陵 c. 幌別山地 | 過去数十年程度の平均削剥速度から値の大きなもの。 a. 30 m b. 20 m c. 50 m |

(4) 第四紀の未固結堆積物

「文献調査段階の評価の考え方」において第四紀の未固結堆積物の基準が以下のとおり示されている。これに付随して設定されている基準への該当性の確認の仕方に基づいて評価した。

第四紀の未固結堆積物の基準

最終処分法施行規則第六条第二項第一号に対応して、最終処分を行おうとする地層が以下に該当することが明らかまたは可能性が高い場所を避ける。

(ア) 第四紀の地層であり、

かつ、

(イ) 未固結ないし固結度の低い砂質土や礫質土ならびに火山灰、火山礫、軽石等からなる火山噴出物等。

評価結果を以下に示す。

- ・ 基準 (ア) および基準 (イ) に該当すると考えられる地層の抽出

文献調査対象地区内において基準 (ア) および基準 (イ) に該当すると考えられる地層として、陸域は沖積堆積物、段丘堆積物および崖錐・地すべり堆積物、瀨棚層を、海域は海上保安庁水路部（1995）による $I_s \sim V_s$ 層、北海道電力（2015a, 2016）による I ~ IV 層、岡村・佐藤（2023）による Q 層を抽出した。

これらのうち瀨棚層については、説明書「地形、地質・地質構造」において、寿都半島基部に分布し、未固結の砂層・礫層の互層などとされている歌島層、月越山脈東側山麓および尻別川沿いに分布し、未固結の砂～礫からなるなどとされている尻別川層および黒松内低地帯周辺に広く分布している瀨棚層を一括したものである。

海上保安庁水路部（1995）による V_s 層は陸域の瀨棚層に対比される。北海道電力（2016）による IV 層は、半固結または固結した泥岩、砂岩などを含む堆積岩と推定されている。岡村・佐藤（2023）による Q 層は砂、泥とされている。

- ・ 基準 (ア) および基準 (イ) に該当すると考えられる地層の分布深度

抽出した地層について、地質図・地質データ、ボーリングデータおよび物理探査データに

より、その分布深度を調べた。陸域の瀬棚層については、尻別川左岸の文献調査対象地区東側境界部付近において、地下 300 m 以深に分布している可能性が考えられるが、その他については、最終処分を行おうとする地下 300 m 以深に分布している情報はなく、基準に該当する場所はなかった（表 4.2-2）。

表 4.2-2 文献調査対象地区の第四紀の地層のうち未固結と考えられる地層とその分布

| 未固結と考えられる第四紀の地層 | | 最終処分を行おうとする地層における分布 |
|-----------------|--|--|
| 陸域 | 沖積堆積物 | 地下 300 m 以深に分布している情報なし。 |
| | 段丘堆積物および崖錐・地すべり堆積物 | 地下 300 m 以深に分布している情報なし。 |
| | 瀬棚層 | 文献調査対象地区の尻別川左岸における地下 300 m 以深の分布は不明である。 ・山岸ほか（1976）では、瀬棚層に相当する尻別川層が層厚 500 m 以上の層厚で文献調査対象地区の境界部付近に東傾斜で分布しているとの記載があるが、文献調査対象地区での層厚は不明 ・北海道電力（2015a）では、文献調査対象地区には瀬棚層に相当する尻別川層は分布しないとの評価 |
| 海域 | 海上保安庁水路部（1995）： I _s ～V _s 層， 北海道電力（2015a, 2016）： I～IV層 岡村・佐藤（2023）：Q層 | 海底下 300 m 以深に分布している情報なし。 （寿都湾内および文献調査対象地区の東側境界部付近では、第四紀の未固結堆積物に該当する地層における下面の分布が一部で確認できない。） |

(5) 鉱物資源

「文献調査段階の評価の考え方」において鉱物資源の基準が以下のとおり示されている。これに付随して設定されている基準への該当性の確認の仕方に基づいて評価した。

鉱物資源の基準

最終処分法施行規則第六条第二項第二号に対応して、最終処分を行おうとする地層と重なる部分について、以下が存在することが明らかまたは可能性が高い場所を避ける。

(ア) 現在稼働中または近年稼働していた、鉱山の鉱床等（炭田、油田、ガス田含む）。

または、

(イ) 経済的、技術的に採掘できる可採埋蔵量等の鉱量等（炭量等を含む）が、同様の鉱種の現在稼働中または近年稼働していた鉱山の鉱床等（炭田、油田、ガス田含む）と同等である鉱床等。

評価結果を以下に示す。

- ・ 基準（ア）

文献調査対象地区には「現在稼働中の鉱山の鉱床等」は確認されず、鉱業権の設定も確認されなかった。また、「近年稼働していた鉱山の鉱床等」として、下記の基準（イ）で用いた近年の埋蔵鉱量の調査時点で稼働していた鉱山の鉱床等も確認されなかった。

- ・ 基準（イ）

「現在稼働中または近年稼働していた鉱山の鉱床等（炭田，油田，ガス田含む）」の「経済的，技術的に採掘できる可採埋蔵量等の鉱量等（炭量等を含む）」について，近年の埋蔵鉱量の調査結果（埋蔵鉱量統計調査など）から，金属鉱床，非金属鉱床を数鉱種ずつ，これに加えて原油，天然ガスおよび石炭について設定できた。

このように設定できた鉱種のうち，鉱量の記録が確認できたのは，文献調査対象地区の過去に稼働していた鉱山や未開発の鉱床（図 4.2-3）のうち，4 か所（寿都鉱山，正荘鉱山，永泰鉱山，潮路鉱山）である。これらは金鉱，銅鉱，鉛鉱および亜鉛鉱であり，「経済的，技術的に採掘できる可採埋蔵量等の鉱量等（炭量等を含む）」として設定した鉱量は，それぞれ 8t，1,131t，15,644t および 107,600t である。

寿都鉱山の鉱床の規模は，鉛，亜鉛の合計として 10 kt～100 kt であり，基準（イ）に該当すると考えられたが，この鉱床は 230 m 以深の記録が確認できず，最終処分を行おうとする地層についての判断はできなかった。

正荘鉱山の鉱床の規模は，銅，鉛，亜鉛の合計で 20 kt 程度とされ，上記の設定した鉱量と同等である可能性はあるが，鉱種ごとの内訳が不明であるため基準（イ）に該当することが明らかまたは可能性が高いとはいえない。

永泰鉱山および潮路鉱山の鉱床の規模は金鉱が 1 t 程度であり，いずれも上記の設定した鉱量と比べて少なく，基準（イ）に該当しないと考えられた。

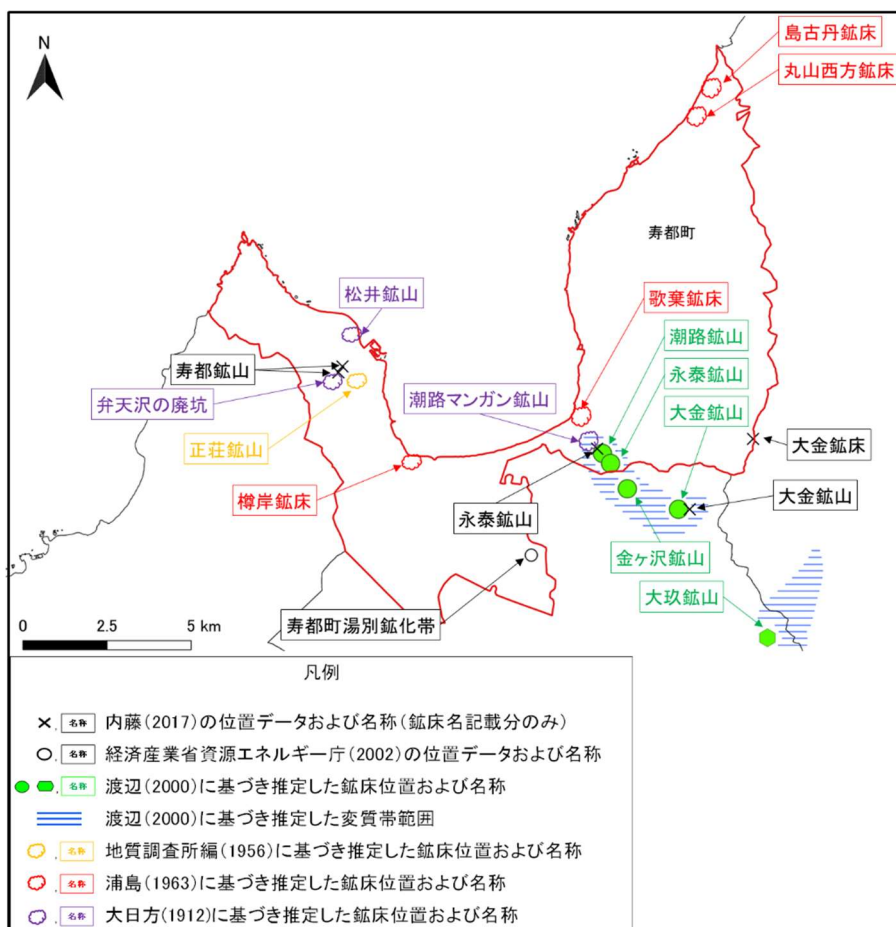


図 4.2-3 鉱床の位置

凡例に示した各文献に基づき作成。後述の図 5.2-1 においては上図に示した寿都鉱山のうち北側の位置を示している。寿都町の行政界（赤線）および周辺自治体の行政界（黒線）は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

4.2.3 その他の項目の評価および検討

(1) 地熱資源

「文献調査段階の評価の考え方」において地熱資源の基準が以下のとおり示されている。これに付随して設定されている基準への該当性の確認の仕方に基づいて評価した。

地熱資源の基準

以下に該当することが明らかまたは可能性が高い場所を避ける。

(ア) 地温勾配（地下増温率）が 100°C/キロメートルを大きく超える記録が確認されている。

または、

(イ) 周辺数キロメートルまでの範囲において発電の用に供する生産井が設置されている。

評価結果を以下に示す。

・ 基準 (ア)

記録がある町中央部の 300 m 以上の深度の坑井で計測された地温勾配は 50°C/km 程度であり (表 4.2-3), 該当しない。

・ 基準 (イ)

最も近いものは洞爺湖町にあり 10 km 以上離れているので該当しない。

表 4.2-3 文献調査対象地区の 300 m 以上の深度の坑井における地温勾配および地温

| 坑井の ID ^{※1} | 地温勾配 (°C/km) | 地温 | |
|----------------------|-------------------------------------|---|--|
| | | 測定深度 (m) / 温度 (°C) | |
| 437-004 | 51 ^{※2} , 52 ^{※3} | 1,040.1 / 63.6 ^{※4} , 1,054.6 / 63.5 ^{※2} , 1,055 / 63.3 ^{※5} , 1,101 / 62 ^{※6} | |

※1 高見ほか (2008), ※2 若浜ほか (1995), ※3 田中ほか (1999), ※4 坂川ほか (2004), ※5 松波ほか (1996) に基づく, ※6 藤本ほか編 (2004) の柱状図より読み取り。坑井位置を図 4.2-4 に示す。

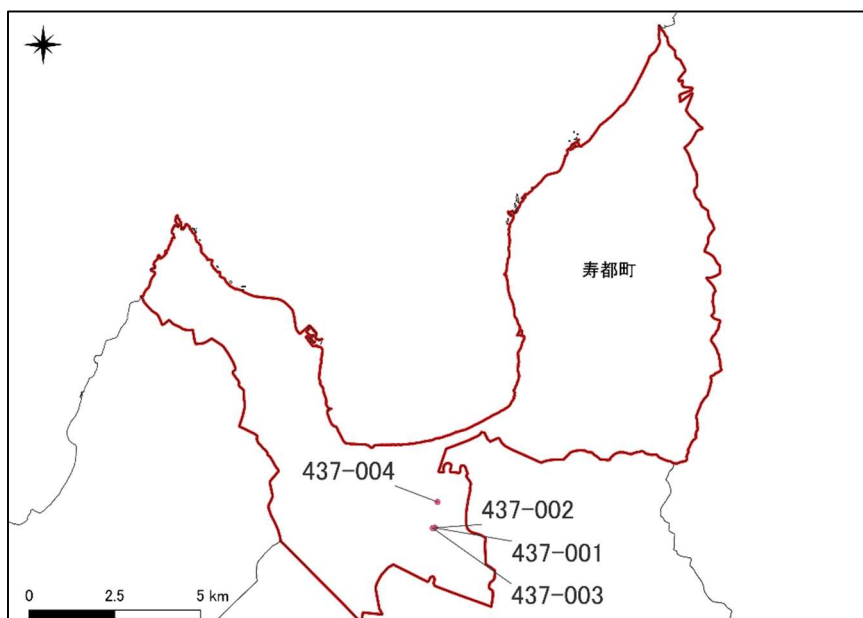


図 4.2-4 坑井位置

高見ほか (2008) の坑井位置 (437-004) を示す。海岸線は「国土数値情報 (海岸線データ)」 (国土交通省) に、行政界は「国土数値情報 (行政区域データ)」 (国土交通省) に基づく。寿都町の海岸線および行政界は赤線, その他は黒線で示している。

(2) 技術的観点からの検討

「文献調査段階の評価の考え方」に示された以下の考え方に基づいて検討した。

技術的観点からの検討の考え方

- ① 最終処分法に定められた要件への適合性の確認と同様に、技術的観点からの検討についても、地下の地質環境を対象として概要調査地区の候補を選定するために実施する。
- ② 最終処分法に定められた要件への適合性以外の技術的な観点から、最終処分を行おうとする地層（地下施設設置場所）として適切ではない場所の回避やより好ましい場所の選択について検討する。
- ③ 技術的な観点は、地層の著しい変動等の回避の次に重要となり、概要調査や精密調査においても調査事項とされている、放射性物質の閉じ込め機能に関して検討する。その上で、掘削や施設収容性等の観点からの地下施設の建設可能性についても検討する。
- ④ このような観点から、地層や岩体、断層等の分布といった地下の状況、地層処分への適性の観点からの地質環境特性を取りまとめ、地下施設設置場所としてのおおよその適性を把握する。検討の目的から、最終処分を行おうとする地層だけでなく上部を含めた周辺の地層も評価の対象とし、閉じ込め機能に関する特性についてはその継続期間も考慮する。
- ⑤ 既往の文献・データでは、地層や岩体、断層等の分布といった地下の状況については一定程度把握することが可能であるが、地層処分への適性の観点からの地質環境特性については文献調査対象地区の情報は限られていることから、周辺や同様の岩種について得られている特性を用いて推定する。
- ⑥ その上で、「科学的特性マップ」の策定時の考え方のうち「好ましい地質環境特性」や、これまでに設計や安全評価が実施されているモデルの地質環境特性と比較する。

考え方の④に関して、地層や岩体、断層などの分布を、寿都町および周辺地域陸域地質図として取りまとめた。図 4.2-5 に示すその概要版は、北側の寿都町（青破線が行政界）から南側の太平洋側内浦湾（噴火湾）沿岸部まで、その東西の周辺地域までを含んでいる。この地域は概ね北西-南東～南北方向に地層が分布し、中央部の黒松内低地帯もほぼ南北方向に延びる傾向がみられる。

寿都町西側の寿都半島には、新第三系中新統の寿都層（薄緑灰色）、同中新統～鮮新統の永豊層（明るい薄緑色）と鮮新統のガロ川噴出物層（濃い茶色）、同鮮新統～第四系更新統の瀬棚層（黄土色）および貫入岩（石英斑状デイサイト）（やや薄い赤色）が分布している。この貫入岩の貫入時期は鮮新世以前の可能性がある。

黒松内低地帯は、寿都町中央部の朱太川河口域から南方の内浦湾（噴火湾）沿岸域に至る。当低地帯には瀬棚層などが分布する。

寿都町東部の幌別山地には新第三系中新統～鮮新統の磯谷層（寿都層より薄い緑灰色）が広く分布する。幌別山地東麓には瀬棚層が分布し、北東部では第四紀の可能性が指摘されている磯谷溶岩（薄茶色）が分布する。

寿都町に広く分布する寿都層および磯谷層の概要は以下のとおり。

寿都層の下部は主に安山岩ハイアロクラスタイトなどからなり、海底火山噴出物およびそれに伴う二次堆積物である。上部は主にスコリア質玄武岩質安山岩凝灰岩および安山岩ハイアロクラスタイトなどからなり、砂岩やシルト岩の薄層を多数挟在⁸する。

⁷ 水冷破碎岩

⁸ 中に挟む。

磯谷層は幌別山地にドーム構造を形成して広く分布し、輝石安山岩ハイアロクラスタイトなどからなる。幌別山地北部にはシルト岩などが分布する。

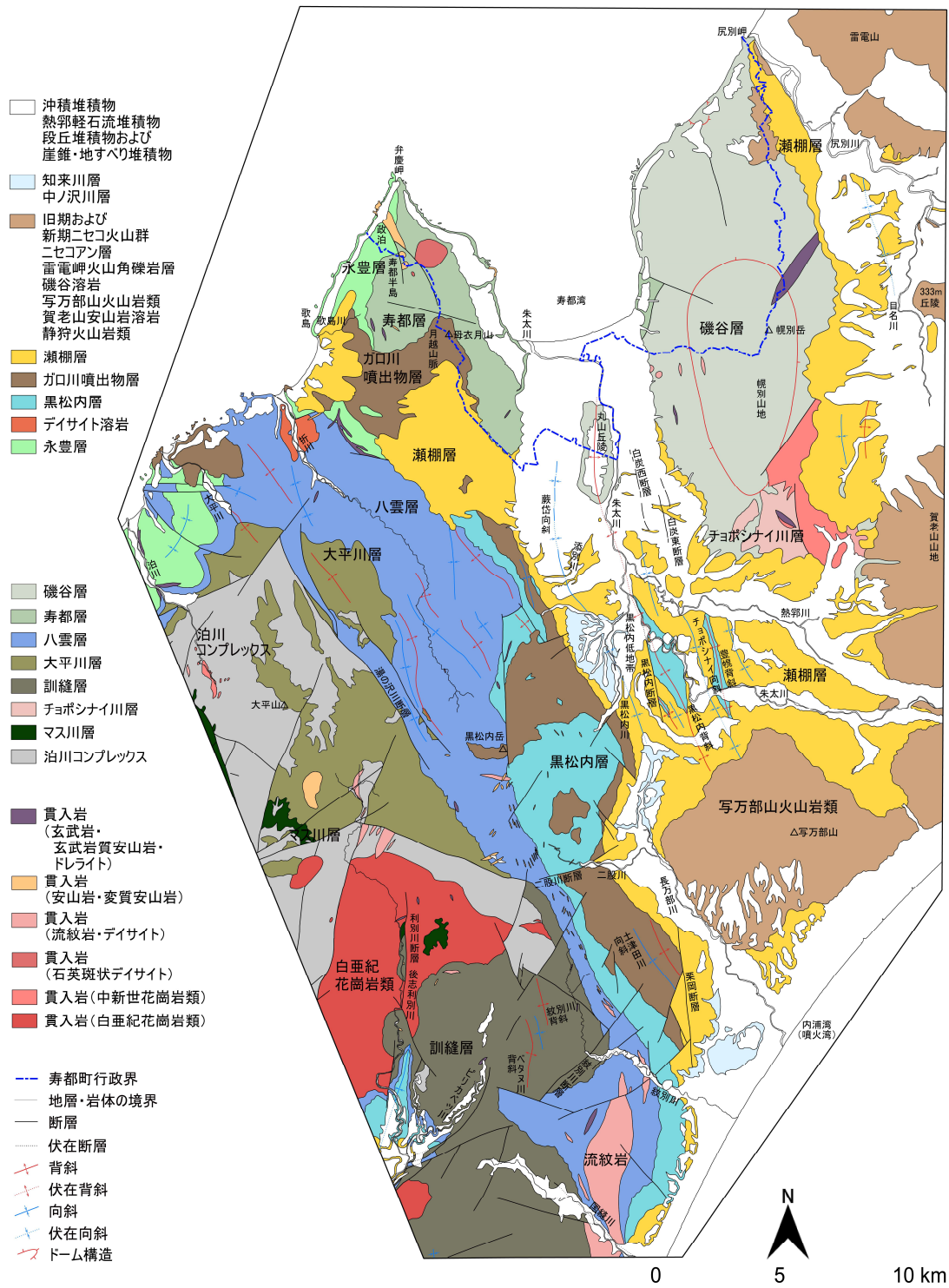


図 4.2-5 寿都町および周辺地域陸域地質図 (概要版)

鈴木ほか (1981), 山岸ほか (1976), 山岸 (1984), 久保ほか (1983), 久保ほか (1988) ©日本地質学会, 黒沢ほか (1993), 石田 (1983), 岡・三谷 (1981), 鈴木ほか (1967) を参照し, 編集して作成。寿都町行政界は「国土数値情報 (行政区域データ)」(国土交通省) に基づく。

寿都町および周辺地域海域海底地質図を図 4.2-6 に示す。古第三系始新統～新第三系上部中新統のⅥ層，新第三系鮮新統～第四系下部更新統のⅤ層，第四系下部更新統以上のⅣ層，第四系下部～中部更新統のⅢ層およびそれより若いⅡ層，Ⅰ層が分布する。また，貫入岩のⅧ層が分布する。大陸棚のうち，幌別山地の北方海域では陸側にⅥ層が，その沖合ではⅣ層およびⅤ層が，大陸棚外縁部付近ではⅢ層が分布する。寿都湾ではⅢ層とその周囲にⅣ層が分布し，沖合に向かってⅥ層，Ⅳ層，Ⅲ層が分布する。寿都半島周辺については，東側ではⅥ層が西側ではⅤ層が分布する。

Ⅵ層は，固結した泥岩，砂岩などを含む堆積岩または火山岩類，Ⅴ層は半固結または固結した泥岩，砂岩などを含む堆積岩または火山岩類，Ⅳ層は半固結または固結した泥岩，砂岩などを含む堆積岩，Ⅲ層は泥，砂およびその互層を主体とする半固結の堆積物と推定されている。

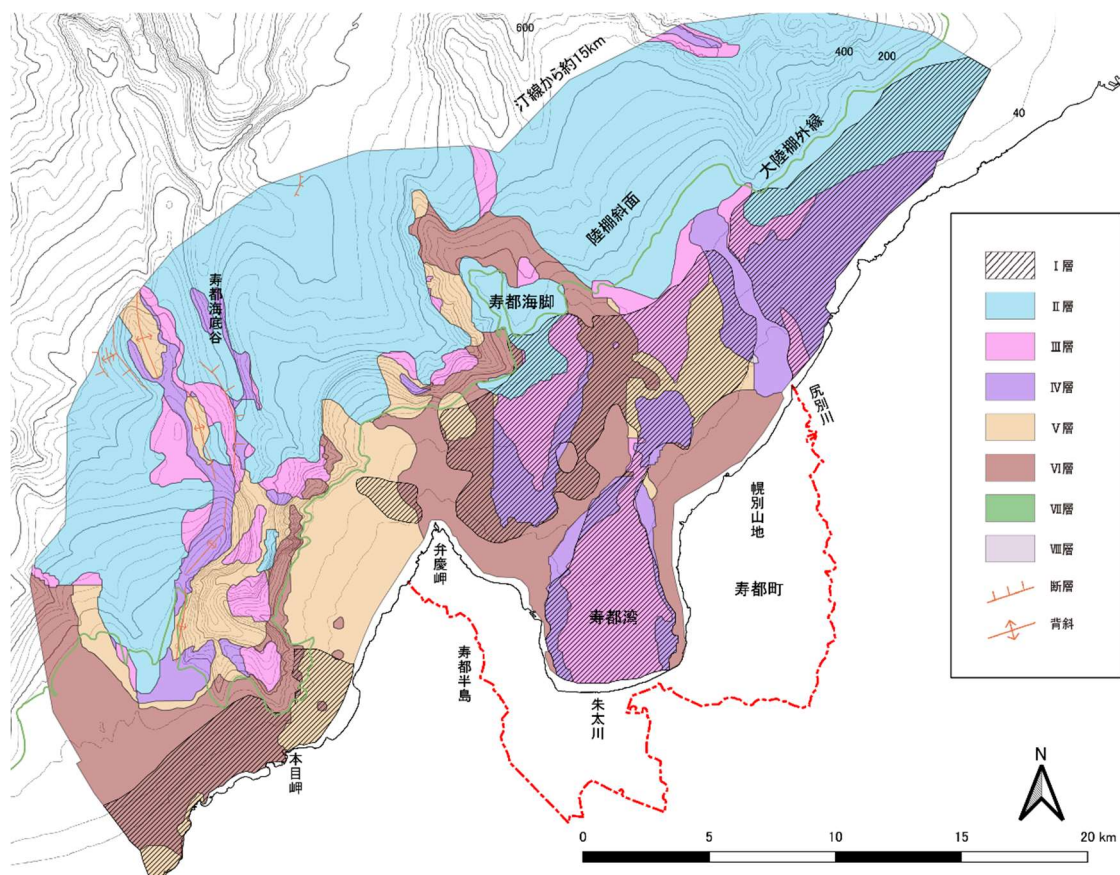


図 4.2-6 寿都町および周辺地域海域海底地質図

北海道電力（2015a）を参照して作成。Ⅷ層は，地質図作成範囲の海底面には分布しないが，海底面下に分布する。Ⅷ層は尻別川河口沖合に小さく分布する。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に，寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

以上のように取りまとめた結果に基づき，主な検討対象として文献調査対象地区の陸域および海域の 300 m 以深に分布する地層・岩体を抽出した。地質環境特性の整理に当たっては，その整理のための地層・岩種の区分を設けた。主な検討対象と地質環境特性整理のための地層・岩種の区分は以下のとおり。これらの上部および周辺の地層についても併せて整理・検討した。

○ 陸域

- ・ 磯谷層：新第三紀中新世堆積岩類およびハイアロクラスタイト
- ・ 寿都層下部：新第三紀中新世ハイアロクラスタイト
- ・ 貫入岩（石英斑状デイサイト）：新第三紀中新世火山岩類

○ 海域

- ・ VI層：新第三紀中新世堆積岩類（または火山岩類）

4.2.1に示したように、地温、地下水の性質については数が少ないものの文献調査対象地区内のデータを調査し、岩盤の特性については文献調査対象地区内には確認されなかったため、周辺の同種岩盤の情報を用いて地質環境特性を整理した。また、地下水の動水勾配については、直接的な情報が得られなかったため、文献調査対象地区を流れる河川勾配から地表付近の動水勾配を推定した。

このように整理した地質環境特性を用いて、考え方の③に示すように放射性物質の閉じ込め機能（以下、閉じ込め機能という。）と地下施設の建設可能性（以下、建設可能性という。）に関して、考え方の⑥に示す「好ましい地質環境特性」などを参照しつつ検討した。抽出した検討対象の地層・岩体について、陸域についてはその上部の岩種の分布の違いや動水勾配の違いに着目し、朱太川が流れる中央部地域、幌別山地が位置する東部地域および月越山脈が位置する西部地域の3つに区分し、海域については岩種の分布に明瞭な違いが認められないため地域区分せずに検討した。その結果、文献調査対象地区における地下深部を対象に原位置で取得された地質環境特性の情報が少ないことなどから、考え方の②に示す、最終処分を行おうとする地層（地下施設設置場所）として適切ではない場所の回避やより好ましい場所の選択には至らなかった。

一方、上記の検討を通じて、文献調査対象地区における地下深部の地質環境特性の情報が少ないながらも「好ましい地質環境特性」から外れる傾向が推察され、閉じ込め機能および建設可能性の観点から留意すべき事項が抽出された。また、これらの観点とは別に、概要調査に向けて現地調査における地質環境特性データ取得の観点から留意すべき事項も抽出された。これらを以下にまとめる。

○ 閉じ込め機能の観点

- ・ 地形から推定される比較的大きい動水勾配

○ 建設可能性の観点

- ・ 坑内作業環境の維持対策における深い場所での高い地温

○ 地質調査における地質環境特性データ取得の観点

- ・ 岩相変化が著しく、高い不均質性を有することが想定されるハイアロクラスタイトを含む海底火山噴出物など（各岩相の分布と特性の把握）

(3) 経済社会的観点からの検討

「文献調査段階の評価の考え方」に示された以下の考え方に従って検討した。

経済社会的観点からの検討の考え方

- ① 文献調査段階では、処分場建設の観点で法規制上、土地利用が「原則許可されない地域」の有無を確認する。あわせて、土地利用制限がある場合の許認可手続き等と配慮すべき点を整理する。
- ② そのうえで「原則許可されない地域」がある場合には、概要調査地区等の選定の際の検討事項に加える。
- ③ 現地調査に進む場合は、土地利用制限の状況に応じて、法規制等に対応する。

土地利用制限の概要および北海道自然環境等保全条例，文化財保護法などによる指定物を図4.2-7に示す。寿都半島西側に広く分布する国有林のほぼ全域，東側に広く分布する民有林の大部分が保安林に指定されている。寿都半島先端の弁慶岬近傍は道立自然公園である。寿都湾沿岸には，北海道自然環境等保全条例により指定されている記念保護樹木，文化財保護法による史跡名勝記念物がある。土地利用が「原則許可されない地域」は確認されなかった。

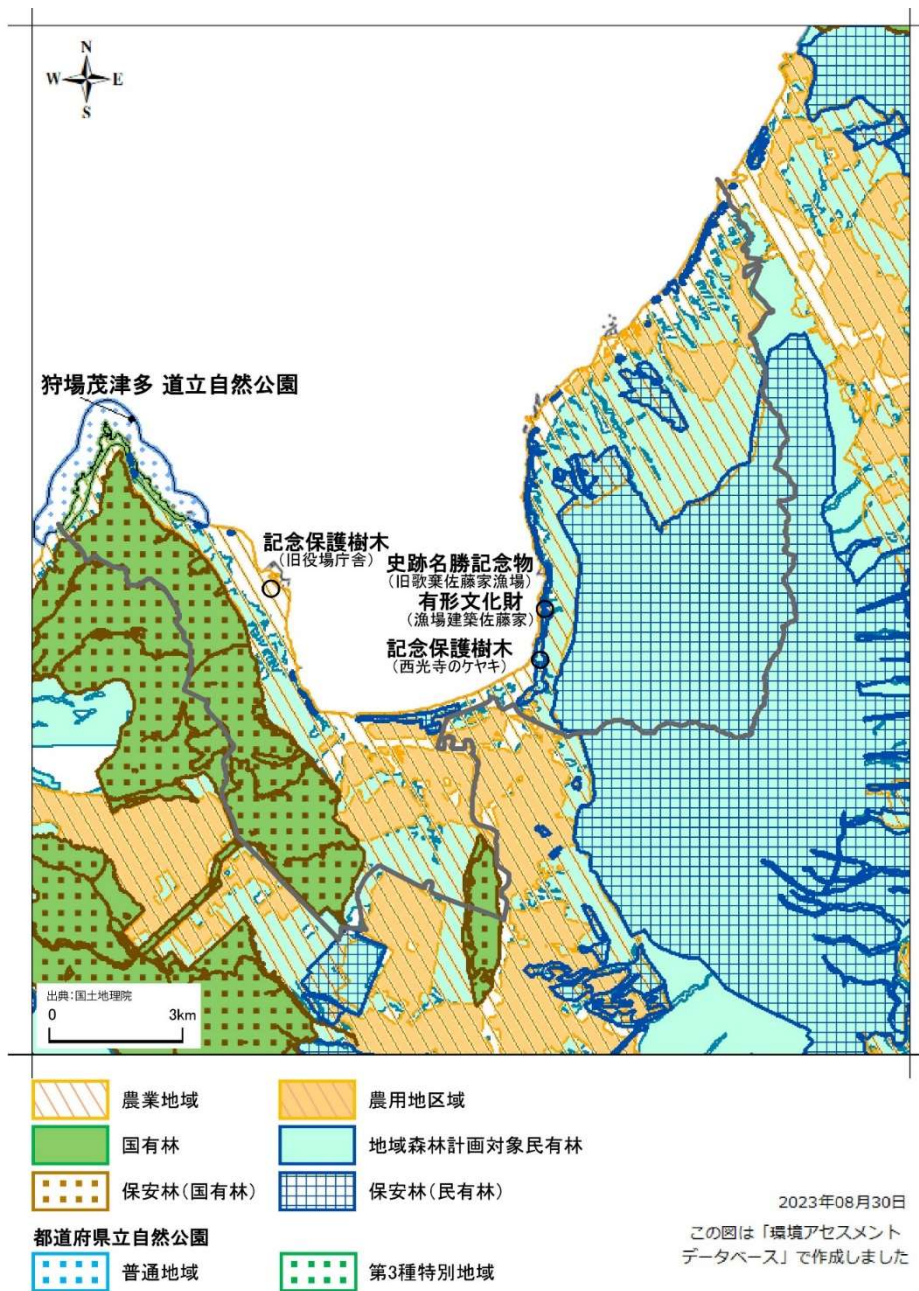


図 4.2-7 土地利用制限の概要ならびに北海道自然環境等保全条例，文化財保護法などによる指定物

「環境アセスメントデータベース」で作成後，行政界および凡例を明瞭にし，自然公園，記念保護樹木，史跡名勝記念物および有形文化財の説明を加筆。

5 文献調査対象地区の評価およびその理由

5.1 評価のまとめ

最終処分法に定められた要件に対応した項目（4.2.2）および地熱資源（4.2.3（1））について、「文献調査段階の評価の考え方」に示された避ける場所の基準に該当する場所は確認されなかった。

4.2 で示したそれぞれの項目に対する評価結果においては、このような避ける場所の基準に該当するとまでは評価できなかったものの、その可能性が考えられるものについても説明している。これらは、概要調査に向けて留意が必要となると考えられる。項目ごとに特徴があるため、基準該当の可能性や留意の程度は必ずしも揃っていないが、これらのうち主要と考えられる例を以下に示す。

○ 地震・活断層（4.2.2（1））

- ・ 文献調査対象地区外南方の地表付近で確認される白炭断層：基準（ア）または基準（イ）に該当することが明らかであり、地下では文献調査対象地区内に分布が及んでいる可能性がある。

○ 噴火（4.2.2（2））

- ・ 文献調査対象地区外の東方のニセコ・雷電火山群の西側の雷電山：基準（イ）について同火山群の活動中心とした東側のイワオヌプリから 15 km 以内の範囲の外側に山体の半分程度が分布する。同火山群の東側とは別火山とする考え方もあり、仮に雷電山から 15 km 以内の範囲を設定すると文献調査対象地区の北東部が含まれる可能性があるが、活動時期が古く活動中心を明確に定めることは難しい。
- ・ 文献調査対象地区外の蘭越町尻別岬付近の岩脈：第四紀の活動の可能性が指摘されており、基準（イ）の活動中心となる可能性が考えられる。
- ・ 文献調査対象地区東端の磯谷溶岩：第四紀の活動の可能性が指摘されており、基準（ア）および基準（イ）の活動中心に該当する可能性がある。
- ・ 文献調査対象地区南端付近の深さ 30 km 付近に震源が局所的に分布する低周波地震：基準（ウ）に該当することが明らかまたは可能性が高いかを判断できないが、部分熔融域やそこから上昇する流体の存在を示唆している可能性が指摘されている。

○ 第四紀の未固結堆積物（4.2.2（4））

- ・ 文献調査対象地区東端の尻別川左岸の瀬棚層：第四紀の未固結堆積物と考えられる瀬棚層がこの付近の最終処分を行おうとする深度に分布する可能性がある。

○ 鉱物資源（4.2.2（5））

- ・ 文献調査対象地区西側の寿都鉱山：鉱床が基準（イ）に該当するものの最終処分を行おうとする深度における分布が確認されていない。

「文献調査段階の評価の考え方」に示された基準に該当して避ける場所はないと考えられるため、最終処分法に定められた要件および「考慮事項」の観点からも避ける場所はないと考えられる（4.1.1（4）参照）。

最終処分法に定められた要件に対応した項目（4.2.2）および地熱資源（4.2.3（1））に関する評価

に加えて、技術的観点からの検討（4.2.3 (2)）および経済社会的観点からの検討（4.2.3 (3)）を行い、適切ではない場所の回避やより好ましい場所の選択には至らなかった。

技術的観点からの検討においては、文献調査対象地区における地下深部の地質環境特性の情報が少ないながらも「好ましい地質環境特性」から外れる傾向が推察され、閉じ込め機能、建設可能性の観点から留意すべきと考えられる事項をまとめた。これに加えて概要調査に向けて、現地調査における地質環境特性データ取得の観点から留意すべきと考えられる事項も抽出した。

5.2 概要調査地区の候補

最終処分法に定められた要件および「考慮事項」の観点から避ける場所はないと考えられ、その他の技術的観点、経済社会的観点からの検討からも適切ではない場所の回避やより好ましい場所の選択には至らなかったため、文献調査対象地区全体を概要調査地区の候補とする。文献調査対象地区は寿都町全域およびその沿岸海底下（海岸線から 15km 程度以内の大陸棚の範囲）である（3.3 参照）。

概要調査地区の候補

- ・ 文献調査対象地区（寿都町全域およびその沿岸海底下（海岸線から 15 km 程度以内の大陸棚の範囲））全域

概要調査地区の候補に加えて、避ける場所に関する基準に該当する可能性の観点から概要調査に向けて留意すべきと考えられる事項の主な例の位置を図 5.2-1 に示す。

図 5.2-1 では、概要調査地区の候補のおおよその範囲を水色のドットで示している。海域には自治体の行政区域が存在しないので、ここでは陸域の行政区域の境界を単純に海側に延長して示している。大陸棚の沖側の境界は地形的特徴から設定しており（説明書「地形・地質・地質構造」4.2.5）、海岸線から 15 km 未満の範囲である。

概要調査地区の候補の区域ごとの特徴を添付資料 A にまとめている。上記の避ける場所に関する基準に該当する可能性の観点から概要調査に向けて留意すべきと考えられる事項の主な例に加えて、技術的観点からの検討における主な検討対象地層などの観点も含めている。留意事項が各区域に及ぼす影響は、「噴火」に関する事項が多くの区域に及びそれに他の事項の影響が重なるという形である。

概要調査段階において、中心的に調査する「最終処分を行おうとする地層及びその周辺の地層」（最終処分法第 7 条第 1 項第 1 号）（以下、対象地層等という。）を選ぶために、この結果を参照する。多くの区域に影響が及ぶ「噴火」に関する留意事項は早い段階で確認する必要がある。

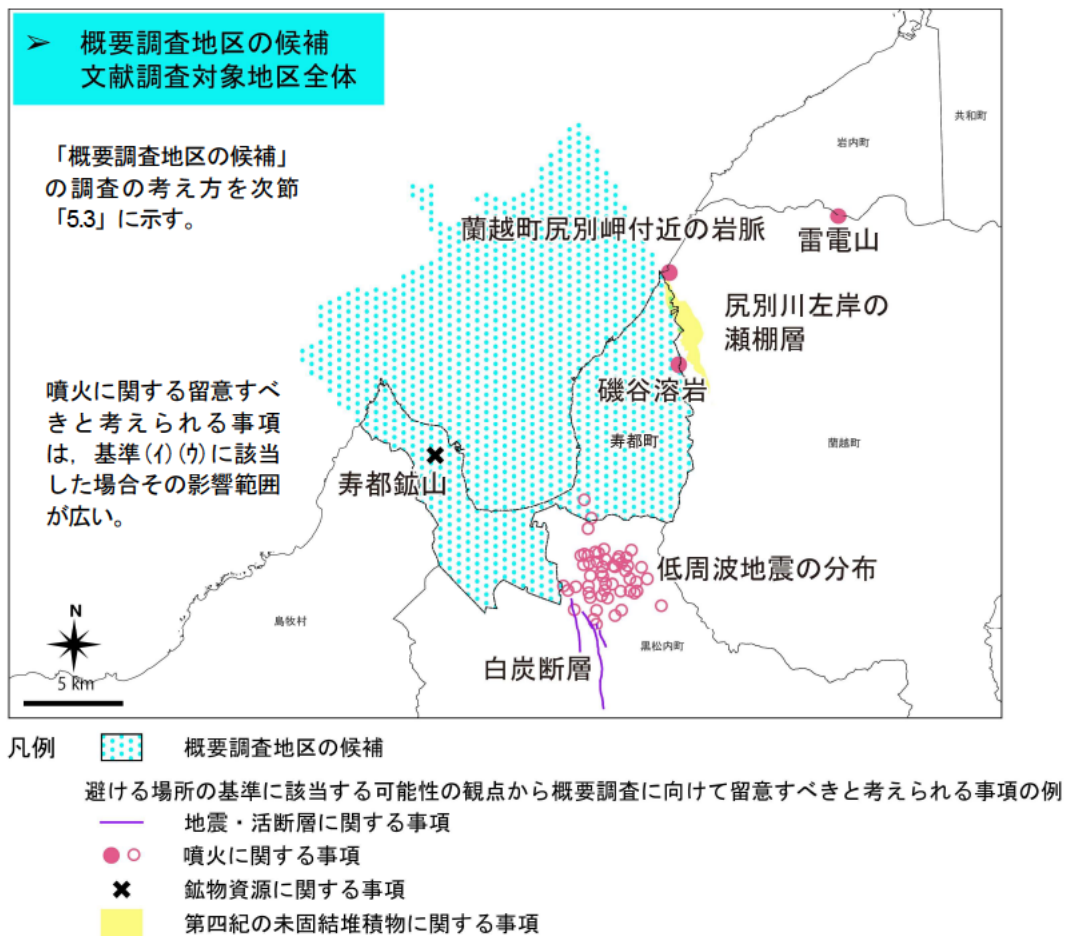


図 5.2-1 概要調査地区の候補ならびに避ける場所の基準に該当する可能性の観点から概要調査に向けて留意すべきと考えられる事項の主な例の位置

概要調査地区の候補のおおよその範囲を水色のドットで示している。海域には自治体の行政区域が存在しないので、ここでは陸域の行政区域の境界を単純に海側に延長して示している。沖側境界は大陸棚の範囲であり海岸線から 15 km 未満の範囲である。「尻別川左岸の瀨棚層」はその位置として地表における分布範囲を示している。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

5.3 概要調査に向けた考え方

5.3.1 概要調査の位置付けと調査・評価の考え方

表 5.3-1 に最終処分法などで規定されている段階的な調査の概要を示す。

表 5.3-1 最終処分法、同法施行令および同法施行規則で規定されている段階的な調査の概要

| | 文献調査 (概要調査地区の選定) | 概要調査 (精密調査地区の選定) | 精密調査 (最終処分施設建設地の選定) |
|------------|--|---|--|
| 概要 | <ul style="list-style-type: none"> ● 文献その他の資料による調査 | <ul style="list-style-type: none"> ● ボーリングの実施 ● 地表踏査 ● 物理探査 ● トレンチの掘削 | <ul style="list-style-type: none"> ● 地下施設での測定・試験 (調査事項に関する測定・試験装置を坑道に設置) |
| 調査事項 | <ul style="list-style-type: none"> ● 過去発生した地震等の自然現象 ● 活断層があるときは、その概要 ● 第四紀の未固結堆積物の存在状況の概要 ● 鉱物資源の存在状況の概要 | <ul style="list-style-type: none"> ● 地震等の自然現象による対象地層等の変動 ● 岩石の種類及び性状 ● 活断層の詳細 ● 破碎帯・地下水の水流の概要等 | <ul style="list-style-type: none"> ● 対象地層の物理的性質 (岩石の強度等) ● 対象地層の化学的性質 (水素イオン濃度等) ● 地下水の水流の詳細等 |
| 次段階への要件の概要 | 調査対象地区が以下に適合 <ul style="list-style-type: none"> ● 地層の著しい変動の記録がない ● 地層の著しい変動のおそれが少ない ● 第四紀の未固結堆積物の記録がない ● 経済的に価値が高い鉱物資源の存在に関する記録がない | 対象地層等が以下に適合 <ul style="list-style-type: none"> ● 地層の著しい変動が長期間なし ● 坑道の掘削に支障がない ● 活断層、破碎帯又は地下水の水流が地下施設に悪影響を及ぼすおそれが少ない等 | 対象地層内で以下が見込まれる <ul style="list-style-type: none"> ● 施設設置に適する物理的性質 ● 施設設置に適する化学的性質 ● 地下水やその水流が施設の機能に障害を及ぼすおそれが少ない等 |
| 条項 | 法第6条第1, 2項 施行規則第5条, 第6条第2項 | 法第2条第10項, 第7条第1, 2項 施行令第4条 | 法第2条第11項, 第8条第1, 2項 施行令第5条 |

対象地層：最終処分を行おうとする地層

対象地層等：最終処分を行おうとする地層及びその周辺の地層

文献調査の調査事項である「地震等の自然現象」および「活断層」は、概要調査でも引き続き調査事項として扱い、特に「活断層」については文献調査では「概要」を、概要調査では「詳細」を調べることとされている（最終処分法第6条第1項第1号および第2号ならびに第7条第1項第1号および第3号）。概要調査での調査結果の評価事項では、「地震等の自然現象による地層の著しい変動」、「坑道の掘削への支障」および「活断層、破碎帯又は地下水の水流による地下施設への悪影響」などがある（最終処分法第7条第2項）。

特に、文献調査での調査結果の評価事項にも含まれている「地震等の自然現象による地層の著しい変動」については、文献調査の評価要件に「記録がないこと」「将来にわたって（中略）生ずるおそれが少ないと見込まれること」が含まれるのに対し、概要調査の評価要件では「長期間生じていないこと」が含まれる（最終処分法第6条第2項第1号および第2号ならびに第7条第2項第1号）。加えて、概要調査を通じて選定する精密調査地区は、「最終処分を行おうとする地層が将来にわたって安定（中略）と考えられる概要調査地区内において（中略）調査する地区」とされている（最終処分法第2条第11項）。

文献調査の調査・評価事項である「第四紀の未固結堆積物」（最終処分法第6条第1項第3号ならびに最終処分法施行規則第5条第1号および第6条第2項第1号）については、概要調査では、調

査事項のうち「岩石の種類及び性状」、評価事項のうち「坑道の掘削への支障」として扱うことが考えられる（最終処分法第7条第1項第2号および第2項第2号）。文献調査の調査・評価事項である「鉱物資源」（最終処分法第6条第1項第3号ならびに最終処分法施行規則第5条第2号および第6条第2項第2号）は、現時点の最終処分法で概要調査の調査・評価事項として明記されていないものの、後述の様に原子力規制委員会の「考慮事項」では概要調査でも引き続き考慮することとされている。

概要調査での現時点での調査方針としては、「地震等の自然現象による地層の著しい変動」である活断層や火山などについては、影響が及ばないように対象地層等を選ぶことから、対象地層等からの距離などに応じて詳細度を変えて調査することを検討している。また、概要調査を通じて、「坑道の掘削への支障」、「活断層、破碎帯又は地下水の水流による地下施設への悪影響」などの要件を満たす対象地層等を選ぶために、文献調査報告書で示した概要調査地区の候補の区域ごとの特徴（5.2、添付資料A）も参照しながら、まず概要調査地区の候補全域を見たうえで、次に対象地層等を中心に段階的に調査していくことが考えられる。

「地震等の自然現象による地層の著しい変動」などの広域的な現象は、基本的に概要調査段階で把握し、許容リスク内である（「おそれが少ない」など）ことの確認が難しいものも含めてその影響が及ぶ範囲を、概要調査段階で対象地層等から除外する⁹。

一方、火山に関する岩脈や狭い範囲の鉱脈などは、精密調査段階や建設段階に地下の坑道などで新たな情報が取得された場合はその段階で改めて評価する可能性がある。

文献調査を通じて「断層等」の基準（ウ）として評価した「規模が大きい断層」は、概要調査以降では、地下水流動経路を通じた放射性物質の移動の促進などを防止する観点からも考える必要がある。なお、中深度処分に関する審査ガイド（原子力規制委員会、2021）では、「規模が大きい断層」や「永久変位が生じる断層及び変位を及ぼす地すべり」について、事業許可後の建設段階においてこれらが確認された場合の対応が想定されている。

原子力規制委員会の「考慮事項」（断層等、火山現象、侵食および鉱物資源等の掘採）では、文献調査段階だけでなく処分地選定のそれぞれの段階において、それぞれの時点で得られている情報に基づき適切に考慮されるべきであるとされている（4.1.1（3））。概要調査では、それぞれの考慮事項について、以上のような最終処分法における概要調査の位置づけなどを踏まえた調査・評価を実施する。

5.3.2 概要調査に向けて留意すべきと考えられる事項について

5.1 および図5.2-1にまとめた留意事項を簡単に再掲する。

⁹ 影響が及ぶ範囲の同定と影響が及びそうな範囲を避けた対象地層等の選択の両面から検討して、影響が及ぶ範囲およびその確認が難しい範囲を概要調査段階で対象地層等から除外する。「文献調査段階の評価の考え方」の項目ごとの「基準への該当性の確認の仕方」に記載された方法は、文献調査だけでなく現地調査である概要調査にも概ね適用できると考えられることから、影響が及ぶ範囲の同定においては、これらの方法などを参照することが可能である。

表 5.3-2 留意事項

| 調査項目（基準名） | 5.1 および図 5.2-1 にまとめた留意事項 |
|----------------|---|
| 地震・活断層（断層等） | 白炭断層 |
| 噴火（マグマの貫入と噴出） | 雷電山，磯谷溶岩，蘭越町尻別岬付近の岩脈，低周波地震の分布 |
| 隆起・侵食（侵食） | — |
| 第四紀の未固結堆積物（同左） | 尻別川左岸の瀬棚層 |
| 鉱物資源（同左） | 寿都鉱山 |
| 地熱資源（同左） | — |
| 技術的観点からの検討 | 地形から想定される比較的大きい動水勾配／坑内作業環境として深い場所での高い地温／岩相変化が著しく，高い不均質性を有することが想定されるハイアロクラスタイト |
| 経済社会的観点からの検討 | — |

概要調査では，5.2 までにまとめた留意事項も 5.3.1 で述べた考え方に沿って調査・評価していく。概要調査の過程において，文献調査で整理した留意事項に相当するような新たな情報を取得する可能性があり，これについても同様の考え方で調査・評価していく。

文献調査で整理した「断層等」などの避ける場所の基準に関する留意事項は，対象地層等からの距離などの影響の大きさに応じて詳細度を変えて調査・評価する。

評価の見通しについては，許容リスク内である（「おそれが少ない」など）ことの確認が難しいものも含めて，影響が及ぶ範囲を対象地層等から除外する，という結論を得ることが基本的にはできると考えられる。

技術的観点からの検討に関する留意事項は，「坑道の掘削への支障」，「活断層，破碎帯又は地下水の水流による地下施設への悪影響」の要件に照らした調査・評価などで扱う。

本報告書の項目ごとの説明書では，「文献調査段階の評価の考え方」に示されているように，概要調査以降の調査において取得が望ましいと考えられる情報をまとめているが，これに加えて，上記の考え方を踏まえた調査・評価の方法や評価の見通しを示している。調査・評価の方法については，全般的には，産業技術総合研究所深部地質環境研究センター編（2007），同研究所深部地質環境研究コア編（2012），原子力規制委員会（2021）などを参照する。項目ごとに参照する資料については，各説明書に示している。

6 文献調査の一部を委託した法人の名称および住所ならびにその代表者の氏名

契約時の情報を示す。

- 委託名：北海道寿都町及び神恵内村文献調査対象地区の「地震」及び「活断層」に関する情報の収集及び整理（2020年度及び2021年度）
 - ・ 委託の受託者名：応用地質株式会社
 - ・ 委託の受託者の住所：東京都千代田区神田美土代町7番地
 - ・ 委託の受託者の代表者名：成田 賢
- 委託名：北海道寿都町及び神恵内村文献調査対象地区の「噴火」に関する情報の収集及び整理（2020年度及び2021年度）
 - ・ 委託の受託者名：東電設計株式会社
 - ・ 委託の受託者の住所：東京都江東区東雲一丁目7番12号
 - ・ 委託の受託者の代表者名：大河原 正太郎
- 委託名：北海道寿都町及び神恵内村文献調査対象地区の「隆起・侵食」に関する情報の収集及び整理（2020年度及び2021年度）
 - ・ 委託の受託者名：株式会社ダイヤコンサルタント
 - ・ 委託の受託者の住所：東京都千代田区三番町6番地3号
 - ・ 委託の受託者の代表者名：野口 泰彦
- 委託名：北海道寿都町及び神恵内村文献調査対象地区の地形、地質・地質構造及び「第四紀の未固結堆積物」に関する情報の収集及び整理（2020年度及び2021年度）
 - ・ 委託の受託者名：基礎地盤コンサルタンツ株式会社
 - ・ 委託の受託者の住所：東京都江東区亀戸一丁目5番7号
 - ・ 委託の受託者の代表者名：柳浦 良行
- 委託名：北海道寿都町及び神恵内村文献調査対象地区の「鉱物資源」に関する情報の収集及び整理（2020年度及び2021年度）
 - ・ 委託の受託者名：北電総合設計株式会社
 - ・ 委託の受託者の住所：札幌市中央区北1条東3丁目1番地1
 - ・ 委託の受託者の代表者名：古谷 恵一

引用文献

- 地質調査所編（1956）日本鉱産誌 B I - b 主として金属原料となる鉱石・銅・鉛・亜鉛-, 東京地学協会.
- 沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会（2016）沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会とりまとめ.
- 藤本和徳, 高橋徹哉, 鈴木隆広編（2004）北海道市町村の地熱・温泉ボーリングデータ集, 北海道立地質研究所.
- 原子力安全委員会（2002）高レベル放射性廃棄物処分の概要調査地区選定段階において考慮すべき環境要件について.
- 原子力発電環境整備機構（2020）北海道寿都郡寿都町 文献調査計画書.
- 原子力発電環境整備機構（2022）文献・データのリスト.
- 原子力発電環境整備機構（2023a）寿都町・神恵内村の文献調査で収集し情報を抽出した文献・データのリスト（追加分）.
- 原子力発電環境整備機構（2023b）文献調査報告書作成に向けた有識者の方々からいただいたご意見 議事要旨.
- 原子力発電環境整備機構（2024a）文献調査報告書作成に向けた有識者の方々からいただいたご意見 議事要旨（2023年度実施分）.
- 原子力発電環境整備機構（2024b）文献調査報告書（案）の各項目に対して有識者の方々からいただいたご意見 議事要旨.
- 原子力規制委員会（2021）第二種廃棄物埋設の廃棄物埋設地に関する審査ガイド（最終改正：令和4年4月20日）.
- 原子力規制委員会（2022）特定放射性廃棄物の最終処分における概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項.
- 幡谷竜太, 柳田 誠, 鳥越祐司, 佐藤 賢（2016）後期更新世以降の現海岸線付近での下刻, 応用地質, 57, 1, pp. 15-26.
- 北海道電力（2015a）泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書（3号発電用原子炉施設の変更）.
- 北海道電力（2015b）第281回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合（2015年10月9日開催）.
- 北海道電力（2016）第404回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合（2016年9月30日開催）..
- 池田安隆, 今泉俊文, 東郷正美, 平川一臣, 宮内崇裕, 佐藤比呂志編（2002）第四紀逆断層アトラス, 東京大学出版会.
- 今泉俊文, 宮内崇裕, 堤 浩之, 中田 高編（2018）活断層詳細デジタルマップ（新編）, 東京大学出版会.
- 石田正夫（1983）国縫地域の地質, 地域地質研究報告（5万分の1図幅）, 札幌（4）第59号, 地質調査所.
- 海上保安庁水路部（1995）沿岸の海の基本図（5万分の1）寿都, 海図, 第6325号^{1S}.

- 環境省：環境アセスメントデータベース（EADAS），<https://www2.env.go.jp/eiadb/webgis/index.html>，
2023年8月30日閲覧。
- 活断層研究会編（1991）新編日本の活断層—分布図と資料，東京大学出版会。
- 経済産業省資源エネルギー庁（2002）平成13年度広域地質構造調査報告書北海道南部地域。
- 経済産業省資源エネルギー庁（2017）科学的特性マップ。
- 経済産業省資源エネルギー庁（2023）文献調査段階の評価の考え方。
- 国土交通省：国土数値情報（海岸線データ），<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>，2023年8月18日閲覧。
- 国土交通省：国土数値情報（行政区域データ），<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>，2023年8月18日閲覧。
- 国土交通省：土地利用調整総合支援ネットワークシステム（LUCKY），
<https://lucky.tochi.mlit.go.jp/Newlucky/index.html>，2023年9月15日閲覧。
- 久保和也，石田正夫，成田英吉（1983）長万部地域の地質，地域地質研究報告（5万分の1図幅），札幌（4）第48号，地質調査所。
- 久保和也，柴田賢，石田正夫（1988）西南北海道，長万部地域の第三紀火山岩類のK-Ar年代，地質学雑誌，94，10，pp. 789-972。
- 黒沢邦彦，田近淳，八幡正弘，山岸宏光（1993）5万分の1地質図幅「大平山」及び説明書，5万分の1地質図，札幌-第47号，北海道立地下資源調査所。
- 松波武雄，鈴木豊重，藤本和徳，秋田藤夫，若浜洋（1996）北海道地熱・温泉ボーリング井データ集1991～1995，北海道立地下資源調査所。
- 内藤一樹（2017）国内の鉱床・鉱徴地に関する位置データ集（第2版），地質調査総合センター速報，No.73。
- 中野俊，西来邦章，宝田晋治，星住英夫，石塚吉浩，伊藤順一，川辺禎久，及川輝樹，古川竜太，下司信夫，石塚治，山元孝広，岸本清行編（2013）日本の火山（第3版），200万分の1地質編集図，11，産業技術総合研究所地質調査総合センター。
- 中田高（2015）詳細DEM画像による日本列島周辺海域の変動地形学的研究，科学研究費助成事業研究成果報告書。
- 西来邦章，伊藤順一，上野龍之編（2012）第四紀火山岩体・貫入岩体データベース，地質調査総合センター速報，60，<https://unit.aist.go.jp/ievg/dger/db/QVDB/>，2022年5月11日閲覧。
- 大日方順三（1912）後志国及渡島国ノ鉱床調査報文後志国寿都地方ノ金属鉱，鉱物調査報告，12，pp. 41-72，地質調査所。
- 岡村行信，佐藤太一（2023）積丹半島付近海底地質図，海洋地質図，94，産業技術総合研究所地質調査総合センター。
- 岡孝雄，三谷勝利（1981）今金町の地質，今金町。
- 坂川幸洋，梅田浩司，鈴木元孝，梶原竜哉，内田洋平（2004）日本の坑井温度プロファイルデータベース，地震第2輯，57，1，pp. 63-67。
- 産業技術総合研究所深部地質環境研究センター編（2007）概要調査の調査・評価項目に関する技術資料—長期変動と地質環境の科学的知見と調査の進め方—，地質調査総合センター研究資料集，459。

産業技術総合研究所深部地質環境研究コア編（2012）概要調査の調査・評価項目に関する技術資料－立地要件への適合性とその根拠となる調査結果の妥当性－，地質調査総合センター研究資料集，560.

総合資源エネルギー調査会（2002）「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」における処分地選定プロセス及び技術ワーキング・グループの当面の検討の進め方について（案），原子力部会，高レベル放射性廃棄物処分専門委員会，技術ワーキング・グループ.

総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 地層処分技術 WG（2017）地層処分に関する地域の科学的な特性の提示に係る要件・基準の検討結果（地層処分技術 WG とりまとめ）.

鈴木 守，藤原哲夫，三谷勝利（1967）長万部町の地質，長万部町（北海道山越郡）.

鈴木 守，山岸宏光，高橋功二，庄谷幸夫（1981）5万分の1地質図幅「寿都」及び説明書，5万分の1地質図，札幌-第36号，北海道立地下資源調査所.

高見雅三，鈴木隆広，高橋徹哉，柴田智郎，小澤 聡，藤本和徳，秋田藤夫（2008）北海道地熱・温泉ボーリング井データ集および索引図（統合版），北海道立地質研究所.

田中明子，矢野雄策，笹田政克，大久保泰邦，梅田浩司，中司 昇，秋田藤夫（1999）坑井の温度データによる日本の地温勾配値のコンパイル，地質調査所月報，50，7，pp. 457-487.

浦島幸世（1963）寿都東部地域の鉱床調査報告，北海道地下資源調査資料，85，p. 26，北海道開発庁.

若浜 洋，秋田藤夫，松波武雄（1995）北海道地温勾配図及び説明書，60万分の1地質図，北海道立地下資源調査所.

渡辺満久，鈴木康弘（2015）「泊原子力発電所の新規制基準適合性に関わる審査」の問題点，科学，85，7，pp. 721-726.

渡辺 寧（2000）札幌-岩内地域マグマ-鉱化熱水系分布図，特殊地質図，38，地質調査所.

山岸宏光，国府谷盛明，安藤重幸（1976）5万分の1地質図幅「島古丹」及び説明書，5万分の1地質図，札幌-第26号，北海道立地下資源調査所.

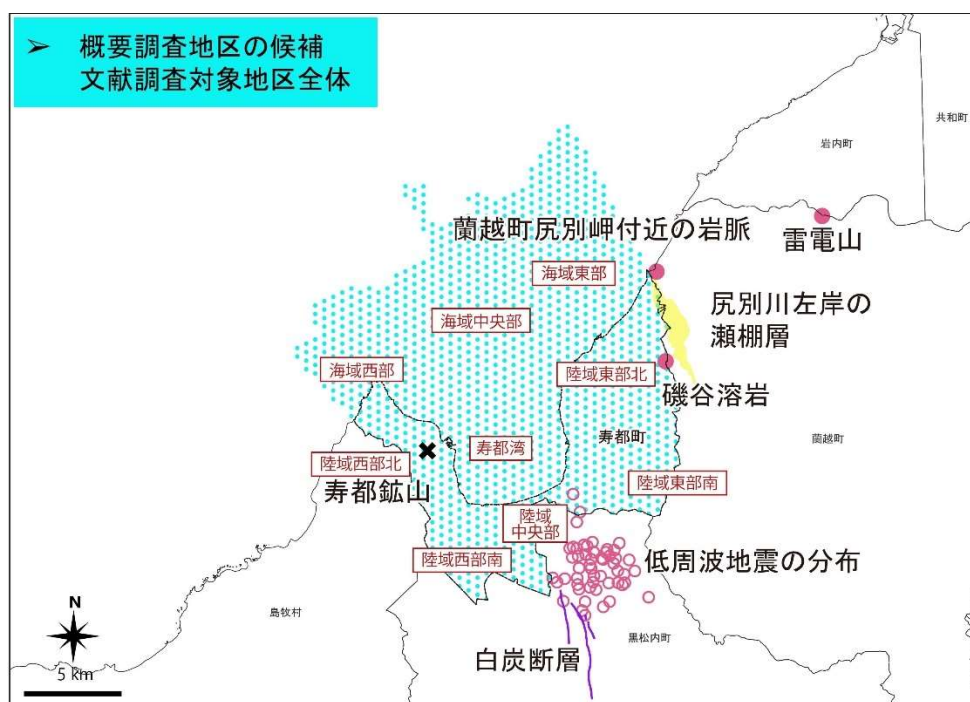
山岸宏光（1984）5万分の1地質図幅「歌棄」及び説明書，5万分の1地質図，札幌-第37号，北海道立地下資源調査所.

添付資料 A 概要調査地区の候補の区域ごとの特徴

○ 区域の設定と特徴の整理方法

概要調査地区の候補（図 5.2-1）を図 A-1 のように 9 つの区域に分け、設定した区域ごとに以下の観点から特徴を整理した。区域分けと区域ごとの情報量については次項「概要調査地区の候補の区域分けと区域ごとの情報量」で説明する。

- ① 避ける場所の基準に該当する可能性の観点から概要調査に向けて留意すべきと考えられる事項の主な例（以下、避ける場所の主な留意事項という。）
- ② 避ける場所の基準に該当する可能性の観点から概要調査に向けて留意すべきと考えられる事項のうち上記①以外（以下、その他の事項という。）
- ③ 将来 10 万年後程度の侵食量（以下、侵食量という。）
- ④ 技術的観点からの検討において抽出した主な検討対象地層（以下、主な検討対象地層という。）
- ⑤ 技術的観点からの検討のうち地質環境特性に関する留意事項（以下、地質環境特性に関する留意事項という。）
- ⑥ 経済社会的観点からの検討の土地の利用制限の状況（以下、土地の利用制限という。）



凡例 概要調査地区の候補

避ける場所の基準に該当する可能性の観点から概要調査に向けて留意すべきと考えられる事項の例

地震・活断層に関する事項

噴火に関する事項

鉱物資源に関する事項

第四紀の未固結堆積物に関する事項

図 A-1 概要調査地区の候補の区域の設定

○ 概要調査地区の候補の区域分けと区域ごとの情報量

図 A-1 に示すように、避ける場所についての主な留意事項は多く、「噴火」に関する事項の影響範囲は広いと見られるため、避ける場所の基準への適合性の観点で、概要調査地区の候補を区域分けすることは難しいと考えられることから、別の観点での区域分けを考える。

海域は陸域と比べると以下の様に全体として情報が少ないため、概要調査地区の候補を海域と陸域に区分することは妥当だと考える。

- ・ 一般的に、陸域と比べてボーリング調査などの地質調査が難しく、文献調査地区における地質図などの発刊数は陸域が多い（説明書「地形、地質・地質構造」を参照）。
- ・ 一般的に、海上音波探査は海岸線近傍における実施が難しく、文献調査対象地区の海岸線近傍でも海底地質図に空白部分がある（例えば、海上保安庁水路部、1995）。
- ・ 経済社会的観点からの検討において、国土利用計画法第9条第2項で定められている5地域区分のうち、海域において情報が確認されたのは、1地域区分のみであり（説明書「経済社会的観点からの検討」参照）、基本的に陸域の情報が多く確認された。

これに加え、文献調査対象地区は、地形・地質的な特徴から、西から順に月越山脈、黒松内低地帯（寿都湾）および幌別山地に区分され（説明書「地形、地質・地質構造」を参照）、これを概要調査地区の候補の区分にも適用可能と考える。後述するように地下施設設置の主な検討対象地層や好ましい地質環境特性の観点にもこのような区分が適していると考えられる。

以上の様に、「海域と陸域」の区分、「西部、中央部、東部」の区分が妥当であることと、陸域の北部の中央に寿都湾部分が入り込んでいる形であることから、以下の9つの区域を設定する。

- ・ 海域：海域西部、海域中央部、海域東部、寿都湾
- ・ 陸域：陸域西部北、陸域西部南、陸域中央部、陸域東部北、陸域東部南

基礎となる地質情報（「地形、地質・地質構造」、「第四紀の未固結堆積物」では主な情報となる）をこの9つの区域ごとに整理する（表 A-1）と、いずれの区域にも情報がある。海域については上述のように海岸線近傍に空白部分があるものの比較的多くの音波探査測線がいずれの区域にも確認できる。基礎となるものは他に地形データ（「隆起・侵食」の主な情報となる）があり、以下のデータは全区域をカバーしている。

- ・ 陸域：国土地理院数値標高データ
- ・ 海域：日本水路協会 M7000 シリーズ

このほかに、「地震・活断層」では活断層データベース（産業技術総合研究所ホームページ）、新編日本の活断層（活断層研究会編、1991）、地すべり地形 GIS データ（防災科学技術研究所ホームページ）、「噴火」では日本の火山（第3版）（中野ほか、2013）、第四紀火山（産業技術総合研究所ホームページ）、「隆起・侵食」では日本の海成段丘アトラス（小池・町田編、2001）、「鉱物資源」では鉱業原簿・鉱区図（北海道経済産業局）、日本油田・ガス田分布図第2版（矢崎、1976）、日本炭田図第2版（徳永ほか、1973）、国内の鉱床・鉱徴地に関する位置データ集（第2版）（内藤、2017）、「地熱資源」では全国地熱ポテンシャルマップ（村岡ほか、2009）などを用いており、陸域の全区域をカバーしている。海域は新編日本の活断層、日本油田・ガス田分布図第2版などがカバーしている。これに加えて個別論文などの情報を抽出している。

また後述の様に、区域ごとの特徴を整理した①～⑥の観点のうち、⑥の観点を除くいずれの観点においても情報量や詳細度の違いはあるものの区域ごとに記載できており、この規模の区域単位ではどの区域も評価に必要な情報はあったと考えられる。

表 A-1 地質の情報

各事項の後の括弧は区域の一部に限られる場合のおおよその範囲を示す。括弧がない場合は概ね区域全域であることを示す。海域は地質図のほかに区域内にある北海道電力（2013, 2015）の音波探査測線名（説明書「地形、地質・地質構造」の図 4.4 1 寿都町周辺海域海底地質図より）も示す。

| | 西部 | 中央部 | 東部 |
|--------|---|---|--|
| 海域 | <海域西部>北海道電力（2015）NESW2A, EW3A, EW4A, EW1W, EW5SA 岡村・佐藤（2023）（北部） | <海域中央部>北海道電力（2015）NESW2A, EW2A, EW1W, NS3W, NESW4W 岡村・佐藤（2023）（北部） | <海域東部>北海道電力（2015）EW1W, EW2A, NESW4W, NESW4.5W, NESW5W 岡村・佐藤（2023）（北部） |
| 陸域と寿都湾 | <陸域西部北> ・5万分の1地質図幅「寿都」 | <寿都湾>北海道電力（2015）NS3W, EW11W, EW12W, EW12B | <陸域東部北> ・5万分の1地質図幅「島古丹」（北部）, 「歌棄」（南部） |
| 陸域 | <陸域西部南> ・5万分の1地質図幅「寿都」, 「歌棄」（東部） | <陸域中央部> ・5万分の1地質図幅「歌棄」 | <陸域東部南> ・5万分の1地質図幅「歌棄」 |

○ 避ける場所の主な留意事項

「5.2 概要調査地区の候補」の図 5.2-1 には避ける場所の主な留意事項の位置を示しているが、それが概要調査地区の候補に与える影響はその位置だけにとどまらず、例えば「噴火」の基準（イ）についての事項であれば中心から 15 km 以内の範囲となる。このような事項の影響を図 A-1 で設定した各区域に、影響範囲が広い「噴火」とそれ以外に分けて記載した。「噴火」の低周波地震の影響は、範囲が明確ではないため、ここでは仮に近傍「陸域西部南」, 「陸域中央部」および「陸域東部南」に記載している。主な留意事項の影響が少ないのは「海域西部」である。「噴火」の影響を除いた場合は、「海域西部」, 「海域中央部」, 「海域東部」, 「寿都湾」および「陸域東南部」である。

表 A-2 避ける場所の主な留意事項の各区域への影響（噴火）

各事項の後の括弧は影響が区域の一部に限られる場合のおおよその範囲を示す。括弧がない場合は概ね区域全域への影響があることを示す。

| | 西部 | 中央部 | 東部 |
|--------|-----------------------------|------------------------------------|---|
| 海域 | <海域西部>磯谷溶岩（東） | <海域中央部>蘭越町尻別岬付近の岩脈, 磯谷溶岩 | <海域東部>雷電山, 蘭越町尻別岬付近の岩脈, 磯谷溶岩 |
| 陸域と寿都湾 | <陸域西部北>蘭越町尻別岬付近の岩脈（東）, 磯谷溶岩 | <寿都湾>蘭越町尻別岬付近の岩脈, 磯谷溶岩 | <陸域東部北>雷電山, 蘭越町尻別岬付近の岩脈, 磯谷溶岩 |
| 陸域 | <陸域西部南>磯谷溶岩, 低周波地震の分布 | <陸域中央部>蘭越町尻別岬付近の岩脈, 磯谷溶岩, 低周波地震の分布 | <陸域東部南>雷電山（北東）, 蘭越町尻別岬付近の岩脈, 磯谷溶岩, 低周波地震の分布 |

表 A-3 避ける場所の主な留意事項の各区域への影響（噴火以外）

各事項の後の括弧は影響が区域の一部に限られる場合のおおよその範囲を示す。括弧がない場合は概ね区域全域への影響があることを示す。

| | 西部 | 中央部 | 東部 |
|------------|---------------------|-----------------|--------------------------|
| 海域 | <海域西部> | <海域中央部> | <海域東部> |
| 陸域と 寿都湾 | <陸域西部北> 寿都鉦山（中央） | <寿都湾> | <陸域東部北> 尻別川左岸の瀬棚層（東端） |
| 陸域 | <陸域西部南> 白炭断層（東） | <陸域中央部> 白炭断層 | <陸域東部南> |

○ その他の事項

項目ごとに、避ける場所の主な留意事項とその他の事項の位置付けを説明し、その他の事項の主な例を表 A-4 に示す。基準への該当性が明らかではないため、文献調査地区に及ぼす影響ではなくその事項の位置を示している。そのため、「噴火」の基準（イ）に該当し 15 km 以内の影響範囲が概要調査地区の候補の範囲に及ぶ事項などは文献調査対象地区外の区域も設けて記載している。

- ・ 「地震・活断層」では、基準（ア）または基準（イ）に該当することが明らかで、かつ、文献調査対象地区の地下に及んでいる可能性がある「白炭断層」を主な留意事項としている（4.2.2(1)）。その他の事項のうち、基準に「該当することが明らかまたは可能性が高いとはいえない」として評価され、文献調査対象地区の地下に影響を及ぼす可能性が考えられる個別の断層（説明書「地震・活断層」の 5.1）の主な例を示した。
- ・ 「噴火」では、文献調査対象地区がその影響範囲に含まれる可能性から、基準（イ）について「雷電山」、「磯谷溶岩」および「蘭越町尻別岬付近の岩脈」を、基準（ウ）について文献調査対象地区南端付近の「低周波地震」を主な留意事項としている（4.2.2(2)）。その他の事項のうち、基準（ア）および基準（イ）の観点から文献調査対象地区に影響を及ぼす可能性が考えられる、活動時期が明らかでない火成岩類、貫入岩・岩脈（説明書「噴火」の 4.2.2 および 4.2.3 (2)）のうち主な例を示した。
- ・ 「鉱物資源」では、基準（イ）に該当するが最終処分を行おうと地層における分布が不明である「寿都鉦山」を主な留意事項としている（4.2.2(5)）。その他の事項として、基準（イ）への該当の可能性の観点から「正荘鉦山」（4.2.2(5)）を示した。

表 A-4 その他の事項の主な例の位置

基準への該当性が明らかではないため、文献調査地区に及ぼす影響ではなくその事項の位置を示している。「噴火」の事項などは、文献調査対象地区外の区域を設けて記載しているものがある。

| | 外 | 西部 | 中央部 | 東部 | 外 |
|--------|---------|----------------------------|---------------------------------|---------------|------------------------|
| | | | 火成岩類 | | |
| 海域 | | <海域西部> 泉ほか(2014)の海底推定活断層 | <海域中央部> 中田(2015)の海底活断層 | <海域東部> 貫入岩・岩脈 | 尻別川断層(海域), 火成岩類 |
| 陸域と寿都湾 | 火成岩類 | <陸域西部北> 火成岩類, 貫入岩・岩脈, 正荘鉱山 | <寿都湾> 中田(2015)の海底活断層 | <陸域東部北> | 尻別川断層 |
| 陸域 | ガロ川火山岩類 | <陸域西部南> 五十嵐川断層, ガロ川火山岩類 | <陸域中央部> 湯別・丸山西側付近の断層, 丸山東側付近の断層 | <陸域東部南> | 尻別川断層 賀老山 貫入岩・岩脈 |
| 外 | | ガロ川火山岩類 | | 貫入岩・岩脈 | 賀老山 |

○ 侵食量

避ける場所の基準のうち「侵食」については、基準に該当する可能性は小さいため、基準(イ)の将来10万年後程度の最大侵食量(説明書「隆起・侵食」の6.2)を区域ごとに示す。陸域中央部の沿岸や内陸の山地、丘陵が比較的大きい値を示すが、算出方法が異なることに留意が必要である。

表 A-5 将来10万年後程度の最大侵食量

過去10万年程度の最大侵食量をそのまま将来10万年後に想定される最大侵食量とみなしている(下刻を除く)。各事項の後の括弧は区域の一部に限られる場合のおおよその範囲を示す。括弧がない場合は概ね区域全域であることを示す。

| | 西部 | 中央部 | 東部 |
|--------|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
| 海域 | <海域西部> | <海域中央部> 約12~29 m | <海域東部> |
| 陸域と寿都湾 | <陸域西部北> 約12~29 m (沿岸), 約30 m (山地) | <寿都湾> 約12~29 m, 約56~66 m (現海岸線付近かつ将来の氷期における朱太川付近) | <陸域東部北> 約12~29 m (沿岸), 約50 m (山地) |
| 陸域 | <陸域西部南> 約30 m | <陸域中央部> 約56~66 m (低地), 約20 m (丘陵) | <陸域東部南> 約50 m |

○ 主な検討対象地層

説明書「地質環境特性」の3.3, 7.1においては、地層処分の対象深度となる地下300m以深において想定する地下施設の規模を踏まえ、数km²程度以上の広がりをもって分布すると考えられる地層・岩体を主な検討対象として抽出し、陸域の西部, 中央部, 東部と海域に分けて示している(表A-6)。どの区域にも新第三紀中新世の地層が存在しており大きな違いはない。

表 A-6 各区域の主な検討対象地層

岩種区分をゴシック体太字で、地層・岩体名を明朝体で示している。

| | 西部 | 中央部 | 東部 |
|------------|--|--|---|
| 海域 | <海域西部> | <海域中央部> 新第三紀中新世 堆積岩類, 火山岩類 (VI層) | <海域東部> |
| 陸域と 寿都湾 | <陸域西部北・南> 新第三紀中新世 ハイア ロクラスタイト (寿都層 下部: 安山岩ハイアロク ラスタイト・枕状角礫 岩・火山礫凝灰岩および 変質安山岩溶岩), 火山 岩類 (貫入岩: 石英斑状 デイサイト) | <寿都湾> 新第三紀中新世 堆積岩類, 火山岩類 (VI層) | <陸域東部北・南> 新第三紀中新世 堆積岩 類 (礫谷層シルト岩, 礫 谷層砂岩火山円礫岩互 層および火山円礫岩), ハイアロクラスタイト (礫谷層: 輝石安山岩ハ イアロクラスタイト (枕 状溶岩を伴う)) |
| 陸域 | | <陸域中央部> 新第三紀中新世 ハイアロクラスタイト (寿都 層下部: 安山岩ハイアロク ラスタイト・枕状角 礫岩・火山礫凝灰岩および変質安山岩溶岩, 礫 谷層: 輝石安山岩ハイアロクラスタイト (枕状 溶岩を伴う)) | |

○ 地質環境特性に関する留意事項

地質環境特性については、情報が少ないことなどから、適切ではない場所の回避やより好ましい場所の選択には至っていないことを確認したうえで、情報が少ないながらも「好ましい地質環境特性」から外れる傾向が推察され、留意すべきと考えられる事項をまとめている（説明書「地質環境特性」の7.1）。それを区域ごとに表 A-7 にまとめる。

表 A-7 各区域の地質環境特性に関する留意事項と情報の有無

地質環境特性についての情報の有無について明朝体で示し、十分ではないものの情報があり概要調査に向けて留意すべきと考えられる事項をゴシック体太字で示している。「地形から推定される動水勾配」は河川の上流端と河口位置の標高差を水平距離で除したもののから推定している。

| | 西部 | 中央部 | 東部 |
|------------|---|--|---|
| 海域 | <海域西部> | <海域中央部> ・岩種およびその分布以外の情報なし | <海域東部> |
| 陸域と 寿都湾 | <陸域西部北・南> (閉じ込め機能) ・地温, pH などの情報なし | <寿都湾> ・岩種およびその分布以外の情報なし | <陸域東部北・南> (閉じ込め機能) ・地温, pH などの情報なし |
| 陸域 | ・ 地形から推定される比較 的大きい動水勾配 (建設可能性) ・地温情報なし | <陸域中央部> (閉じ込め機能) ・地温, pH などの情報あり (建設可能性) ・ 坑内作業環境の維持対策における深い場 所での高い地温 | ・ 地形から推定される比較 的大きい動水勾配 (建設可能性) ・地温情報なし |

○ 土地の利用制限

経済社会的観点からの検討においては、土地利用が「原則許可されない地域」は確認されなかったが、制限があるものとして保安林の指定や自然公園などを示している (4.2.3(3))。

表 A-8 各区域の土地の利用制限の特徴

各事項の後の括弧は区域の一部に限られる場合のおおよその範囲を示す。括弧がない場合は概ね区域全域であることを示す。

| | 西部 | 中央部 | 東部 |
|------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| 海域 | <海域西部>自然公園（南） | <海域中央部> | <海域東部> |
| 陸域と 寿都湾 | <陸域西部北>自然公園（北） 保安林（西），保護樹木（沿岸） | <寿都湾> | <陸域東部北>保安林（南）， 記念物，文化財（沿岸） |
| 陸域 | <陸域西部南>保安林（西） | <陸域中央部>保護樹木 （沿岸） | <陸域東部南>保安林 |

引用文献

- 防災科学技術研究所ホームページ：地すべり地形 GIS データ，https://dil-opac.bosai.go.jp/publication/nied_tech_note/landslidemap/gis.html，2023 年 5 月 19 日閲覧。
- 北海道電力（2013）第 18 回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合（2013 年 9 月 11 日開催）。
- 北海道電力（2015）泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書（3 号発電用原子炉施設の変更）。
- 泉 紀明，西澤あずさ，堀内大嗣，木戸ゆかり，中田 高，後藤秀昭，渡辺満久，鈴木康弘（2014）3 秒グリッド DEM から作成した日本海東縁部の 3D 海底地形，海洋情報部研究報告，51，pp. 127-143.
- 海上保安庁水路部（1995）沿岸の海の基本図（5 万分の 1）寿都，海図，第 6325 号^{1-S}。
- 活断層研究会編（1991）新編日本の活断層—分布図と資料，東京大学出版会。
- 小池一之，町田 洋編（2001）日本の海成段丘アトラス，東京大学出版会。
- 国土地理院ホームページ：数値標高モデル，基盤地図情報ダウンロードサービス，<https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>，2023 年 8 月 17 日閲覧。
- 村岡洋文，阪口圭一，玉生志郎，佐々木宗建，茂野 博，水垣桂子，駒澤正夫（2009）全国地熱ポテンシャルマップ，数値地質図，GT-4，産業技術総合研究所地質調査総合センター。
- 内藤一樹（2017）国内の鉱床・鉱徴地に関する位置データ集（第 2 版），地質調査総合センター速報，73.
- 中野 俊，西来邦章，宝田晋治，星住英夫，石塚吉浩，伊藤順一，川辺禎久，及川輝樹，古川竜太，下司信夫，石塚 治，山元孝広，岸本清行編（2013）日本の火山（第 3 版），200 万分の 1 地質編集図，11，産業技術総合研究所地質調査総合センター。
- 中田 高（2015）詳細 DEM 画像による日本列島周辺海域の変動地形学的研究，科学研究費助成事業研究成果報告書。
- 日本水路協会（2008）海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ M7009 Ver.2.0 北海道西部。
- 岡村行信，佐藤太一（2023）積丹半島付近海底地質図，海洋地質図，94，産業技術総合研究所地質調査総合センター。
- 産業技術総合研究所ホームページ：活断層データベース，<https://gbank.gsj.jp/activefault/>，2023 年 9 月 25 日閲覧。
- 産業技術総合研究所ホームページ：第四紀火山，https://gbank.gsj.jp/volcano/Quat_Vol/index.html，2023 年 9 月 27 日閲覧。
- 鈴木 守，山岸宏光，高橋功二，庄谷幸夫（1981）5 万分の 1 地質図幅「寿都」及び説明書，5 万分の 1 地質図，札幌-第 36 号，北海道立地下資源調査所。
- 徳永重元，高井保明，曾我部正敏，谷 正巳，植田芳郎，井上英二，鈴木泰輔，尾上 亨（1973）日本炭田図 第 2 版，200 万分の 1 地質編集図，5，地質調査所。
- 山岸宏光，国府谷盛明，安藤重幸（1976）5 万分の 1 地質図幅「島古丹」及び説明書，5 万分の 1 地質図，札幌-第 26 号，北海道立地下資源調査所。
- 山岸宏光（1984）5 万分の 1 地質図幅「歌棄」及び説明書，5 万分の 1 地質図，札幌-第 37 号，北海道立地下資源調査所。
- 矢崎清貫（1976）日本油田・ガス田分布図 第 2 版，200 万分の 1 地質編集図，9，地質調査所。

鉱業原簿および鉱区図，北海道経済産業局。

北海道寿都郡寿都町
文献調査報告書

地震・活断層に関する説明書

2024年11月

原子力発電環境整備機構

2024年11月 発行 原子力発電環境整備機構

本資料を利用する際は出典を記載してください。出典の記載方法は以下のとおりです。編集・加工等して利用する際には、以下の出典表記とは別に編集・加工等を行ったことを記載してください。

(出典の記載例)

原子力発電環境整備機構 (2024) 北海道寿都郡寿都町文献調査報告書

また、第三者（原子力発電環境整備機構以外のものをいいます。以下同じ。）の著作物が含まれる場合（例えば、原子力発電環境整備機構が第三者の図表等を用いて転載・編集・加工等している図表等）には、別途、第三者からの許諾が必要になることがあります。利用者の責任において、第三者が権利を有している部分を確認し、当該第三者から利用の許諾を得てください。

上記は、著作権法上認められている引用などの利用について、制限するものではありません。

目 次

| | |
|------------------------------|----|
| 第1章 調査・評価の考え方..... | 1 |
| 1.1 調査のよりどころ..... | 1 |
| 1.1.1 文献調査計画書..... | 1 |
| 1.1.2 「考慮事項」..... | 1 |
| 1.1.3 「文献調査段階の評価の考え方」..... | 3 |
| 1.2 評価の考え方..... | 6 |
| 1.3 調査の進め方..... | 7 |
| 1.3.1 文献・データの収集・情報の抽出..... | 7 |
| 1.3.2 評価に必要な知見の整理..... | 7 |
| 1.3.3 基準に照らした評価..... | 7 |
| 第2章 文献・データの収集・情報の抽出..... | 9 |
| 2.1 収集対象範囲..... | 9 |
| 2.2 収集・抽出の観点..... | 11 |
| 2.3 抽出結果..... | 11 |
| 第3章 地震および断層等の概要..... | 12 |
| 3.1 地震の概要..... | 12 |
| 3.1.1 震源分布..... | 12 |
| 3.1.2 発震機構分布..... | 14 |
| 3.1.3 歴史地震・被害地震..... | 15 |
| 3.2 活断層の概要..... | 16 |
| 3.2.1 黒松内低地断層帯..... | 17 |
| 3.2.2 尻別川断層帯..... | 19 |
| 3.2.3 海域の活断層..... | 20 |
| 3.3 地すべり地形の概要..... | 21 |
| 3.4 地質断層の概要..... | 22 |
| 第4章 評価に必要な知見の整理..... | 23 |
| 4.1 活断層..... | 23 |
| 4.1.1 陸域の活断層..... | 26 |
| 4.1.2 海域の活断層..... | 52 |
| 4.2 地すべり地形および地すべり面..... | 64 |
| 4.2.1 陸域の地すべり地形および地すべり面..... | 65 |
| 4.2.2 海域の地すべり地形および地すべり面..... | 65 |
| 4.3 地質断層..... | 66 |
| 4.3.1 陸域の地質断層..... | 66 |
| 4.3.2 海域の地質断層..... | 67 |
| 4.4 既存文献・データと断層の関係..... | 68 |
| 4.4.1 海成段丘の高度分布..... | 68 |
| 4.4.2 地質構造..... | 70 |

| | |
|------------------------|----|
| 4.4.3 測地観測結果 | 73 |
| 4.4.4 地球物理学的調査結果 | 75 |
| 4.4.5 震源データ | 78 |
| 4.4.6 地殻流体の存在状況 | 80 |
| 第5章 基準に照らした評価 | 83 |
| 5.1 活断層 | 83 |
| 5.1.1 陸域の活断層 | 83 |
| 5.1.2 海域の活断層 | 89 |
| 5.2 地すべり面 | 92 |
| 5.3 地質断層 | 92 |
| 第6章 評価のまとめ | 93 |
| 6.1 基準に照らした評価 | 93 |
| 6.2 概要調査に向けた考え方 | 93 |
| 引用文献 | 96 |

図目次

| | | |
|----------|--|----|
| 図 1.3-1 | 評価対象の評価フロー | 8 |
| 図 2.1-1 | 沿岸部における地下施設設置のイメージ（沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会，2016） | 9 |
| 図 2.1-2 | 収集対象範囲 | 10 |
| 図 3.1-1 | 北海道地方および東北地方の震源分布の例（気象庁ホームページ a） | 12 |
| 図 3.1-2 | 深度別震源分布 | 13 |
| 図 3.1-3 | 西南北海道地域における震源深さの頻度分布と D10，D50，D90 | 13 |
| 図 3.1-4 | 西南北海道地域における地震の発震機構分布 | 14 |
| 図 3.1-5 | 2022 年 12 月 15 日後志地方西部の地震の初動発震機構解（気象庁ホームページ b） | 15 |
| 図 3.1-6 | 歴史地震・被害地震分布 | 16 |
| 図 3.2-1 | 主な文献活断層の位置 | 17 |
| 図 3.2-2 | 黒松内低地断層帯の位置（地震調査研究推進本部，2005） | 19 |
| 図 3.2-3 | 尻別川断層帯の位置（地震調査研究推進本部，2005） | 20 |
| 図 3.3-1 | 主な文献における地すべり地形の位置 | 21 |
| 図 3.4-1 | 地質断層の位置（5 万分の 1 地質図幅） | 22 |
| 図 4.1-1 | 文献調査対象地区およびその周辺地域の文献活断層の位置 | 25 |
| 図 4.1-2 | 文献調査対象地区およびその周辺地域における本調査の地形判読結果 | 26 |
| 図 4.1-3 | 樽岸リニアメントおよび五十嵐川断層相当の文献活断層ならびに付近の調査地点および本調査の地形判読結果 | 27 |
| 図 4.1-4 | 湯別・丸山西側付近の断層および丸山東側付近の断層相当の文献活断層ならびに付近の調査地点および本調査の地形判読結果 | 30 |
| 図 4.1-5 | 歌棄リニアメント相当の文献活断層ならびに付近の調査地点および本調査の地形判読結果 | 33 |
| 図 4.1-6 | 白炭断層相当の文献活断層ならびに付近の調査地点および本調査の地形判読結果 | 35 |
| 図 4.1-7 | 白炭東断層の断層崖東側の露頭 B 断面（山岸・木村，1981） | 38 |
| 図 4.1-8 | 白炭東断層の断層崖東側の露頭 C 断面（山岸・木村，1981） | 38 |
| 図 4.1-9 | 白炭地区ピット掘削の北壁面スケッチ（吾妻ほか，2004） | 39 |
| 図 4.1-10 | 下白炭川沿いの反射法地震探査記録に基づく地質断面図（北海道電力，2015b） | 40 |
| 図 4.1-11 | 月越原野断層および九連山の沢リニアメント相当の文献活断層ならびに付近の調査地点および本調査の地形判読結果 | 41 |
| 図 4.1-12 | 黒松内低地断層帯北方延長部における文献活断層，調査地点および本調査の地形判読結果 | 43 |
| 図 4.1-13 | 寿都湾東岸部の海上音波探査結果（嵯峨山ほか，2000） | 44 |
| 図 4.1-14 | 朱太川河口部付近の反射法地震探査記録（北測線）に基づく地質断面図（北海道電力，2015a） | 45 |
| 図 4.1-15 | 尻別川断層および中田（2015）らの活断層北部相当の文献活断層ならびに付近の調査地点および本調査の地形判読結果 | 46 |
| 図 4.1-16 | 尻別川断層の露頭（山岸，1986）@日本活断層学会 | 48 |

| | | |
|----------|--|----|
| 図 4.1-17 | 尻別川河口付近の反射法地震探査結果に基づく地質断面図（北海道電力，2015a） | 49 |
| 図 4.1-18 | ツバメの沢川周辺の反射法地震探査結果に基づく地質断面図（北海道電力，2015a） | 49 |
| 図 4.1-19 | 海上音波探査記録（測線 NESW5B）に基づく地質断面図（北海道電力，2013a） | 50 |
| 図 4.1-20 | 海上音波探査記録（測線 NESW4.5W）に基づく地質断面図（北海道電力，2013a） | 50 |
| 図 4.1-21 | 中田（2015）らの活断層南部相当の文献活断層ならびに付近の調査地点および本調査の地形判読結果 | 51 |
| 図 4.1-22 | 泉ほか（2014）の海底推定活断層および中田（2015）の海底活断層相当の文献活断層ならびに付近の調査地点および本調査の地形判読結果 | 53 |
| 図 4.1-23 | 海上音波探査記録（測線 a）に基づく地質断面図（北海道電力，2013a） | 54 |
| 図 4.1-24 | 測線 EW3B の海上音波探査記録（北海道電力，2013a） | 55 |
| 図 4.1-25 | 海上音波探査記録（測線 EW2A）に基づく地質断面図（北海道電力，2015a） | 56 |
| 図 4.1-26 | 北海道電力（2015a）らの海底活断層および活断層研究会編（1991）の海底活断層 A 相当の文献活断層ならびに付近の調査地点および本調査の地形判読結果 | 57 |
| 図 4.1-27 | 海上音波探査記録（測線 NESW1A）に基づく地質断面図（北海道電力，2015a） | 59 |
| 図 4.1-28 | 海上音波探査記録（測線 EW4A）に基づく地質断面図（北海道電力，2013a） | 59 |
| 図 4.1-29 | 活断層研究会編（1991）の海底活断層 B および渡辺・鈴木（2015）らの海底活断層相当の文献活断層ならびに付近の調査地点および本調査の地形判読結果 | 61 |
| 図 4.1-30 | 海上音波探査記録（測線 c）に基づく地質断面図（北海道電力，2015a） | 62 |
| 図 4.2-1 | 文献調査対象地区およびその周辺地域の地すべり地形分布図 | 64 |
| 図 4.3-1 | 文献調査対象地区およびその周辺地域の地質断層の位置 | 66 |
| 図 4.4-1 | 文献に示された狩場山北岸－雷電山西岸における海成段丘の高度 | 69 |
| 図 4.4-2 | 狩場山北岸－尻別岬における海成段丘の高度分布（投影断面図） | 70 |
| 図 4.4-3 | 文献調査対象地区およびその周辺地域における地質図および活断層（陸域） | 71 |
| 図 4.4-4 | 文献調査対象地区周辺海域の地質構造図 | 72 |
| 図 4.4-5 | 狩場山南西岸－尻別岬間における約 50 年間の上下変動量 | 74 |
| 図 4.4-6 | 最近 15 年間の上下変動速度 | 75 |
| 図 4.4-7 | 文献調査対象地区およびその周辺地域の重力構造（ブーゲー異常） | 76 |
| 図 4.4-8 | 文献調査対象地区およびその周辺地域の磁気異常（極磁力図） | 77 |
| 図 4.4-9 | 微小地震分布と主な文献活断層の位置 | 79 |
| 図 4.4-10 | 微小地震断面図 | 80 |

添付資料

- 添付資料 A 情報を抽出した文献・データのリスト
- 添付資料 B 各文献における活断層抽出手法および分布図の精度
- 添付資料 C 本調査による変動地形の分類
- 添付資料 D 地形面対比・編年および海域層序対比表
- 添付資料 E 本調査の地形判読などによる河成段丘の詳細
- 添付資料 F 基準（ウ）の評価に関連する補足情報

第1章 調査・評価の考え方

1.1 調査のよりどころ

本説明書は、文献調査の項目のうちの地震・活断層に関する説明書である。地震・活断層に関する調査のよりどころは以下のとおり。

特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律（以下、最終処分法という。）に基づき、文献調査開始に当たって原子力発電環境整備機構が2020年に公表した「北海道寿都郡寿都町 文献調査計画書」（以下、文献調査計画書という。）に従って調査を進めた。その間、原子力規制委員会（2022）の「特定放射性廃棄物の最終処分における概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項」（以下、「考慮事項」という。）が公表され、科学的特性マップ策定時の考え方¹および「考慮事項」などを参照して最終処分法の要件を具体化した経済産業省資源エネルギー庁（2023）の「文献調査段階の評価の考え方」（以下、「文献調査段階の評価の考え方」という。）が策定されており、これらに基づいて調査・評価を行った。それぞれの概要は以下のとおりである。

なお、最終処分法については文献調査報告書の4.1.1（1）に示したとおりである。

1.1.1 文献調査計画書

地震・活断層については評価する要件として、「断層活動」があり、その評価に用いる情報の例として、「活断層の存在、性状」、「断層破砕帯の幅、変形の及ぶ場所」および「活褶曲、活撓曲の存在および変形の及ぶ場所」が示されている。また、評価に用いる主要な文献・データとして、以下が示されている。

- ・ 活断層データベース（産業技術総合研究所ホームページ）
- ・ 活断層詳細デジタルマップ〔新編〕（今泉ほか編，2018）
- ・ 新編日本の活断層（活断層研究会編，1991）
- ・ 50万分の1活構造図「札幌」（寒川ほか，1984）

1.1.2 「考慮事項」

地震・活断層については「1. 断層等」として以下のとおり示されている。これらは、概要調査地区等の選定時において、それぞれの時点で得られている情報に基づき、適切に考慮されるべきであるとされている。

「考慮事項」の「1. 断層等」について

次に掲げる断層等を避けること。

- ① 後期更新世以降（約12～13万年前以降）の活動が否定できない断層等のうち震源として考慮する活断層
- ② 上記①の活断層の活動に伴い損傷を受けた領域
- ③ 後期更新世以降（約12～13万年前以降）の活動が否定できない断層等のうち地震活動に伴って永久変位が生じる断層及び変位を及ぼす地すべり面

¹総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 放射性廃棄物WG（以下、放射性廃棄物WGという。）（2017）。

④ 上記①及び③の断層等以外のものであって規模が大きい断層

ここで、後期更新世以降（約12～13万年前以降）の活動が否定できない断層等の認定に当たって、後期更新世（約12～13万年前）の地形面又は地層が欠如する等、後期更新世以降の活動性が明確に判断できない場合には、中期更新世以降（約40万年前以降）まで遡って地形、地質・地質構造及び応力場等を総合的に検討した上で活動性を評価すること。なお、活動性の評価に当たって、設置面^Aでの確認が困難な場合には、当該断層の延長部で確認される断層等の性状等により、安全側に判断すること。

^A本考慮事項において、「設置面」とは人工バリアを設置しようとする場所を指す。

なお、断層の活動時期を評価する期間の経緯については、「実用発電用原子炉に係る新規規制基準の考え方について」（原子力規制委員会，2016；2022年12月14日改訂）で以下のように記されている。

耐震設計審査指針において「活断層」を、第四紀全体（約180万年前（平成21年より約258万年前に変更）～現在）で活動が認められるものと定義した上で、第四紀の中でも地殻変動の様式や速度が異なることや地表地震断層や活断層のトレンチ調査の結果から得られる再来期間（活断層の活動間隔）を考慮して「耐震設計上考慮する活断層」として5万年前以降に活動したもの、又は再来期間が5万年未満のものを活断層評価の目安としていた。平成7年兵庫県南部地震以降に行われてきたトレンチ調査の結果から確認される再来期間は最長3万年であったが、再来期間が5万年を超える可能性を考慮するとともに、それまでの審査実績を踏まえ、「耐震設計上考慮する活断層」は、第四紀の後期更新世以降（12～13万年前以降）の活動が否定できないものとした

また、「考慮事項」④のように断層等の活動性にかかわらず規模の大きい断層を避けることとしているが、これについて「中深度処分における断層等に係る要求事項について」（原子力規制庁，2021）では、以下のように補足されている。

規模の大きい断層に関して、実用発電用原子炉等の原子力施設の操業期間に比べ、極めて長期の自然事象を考慮することとしている高レベル放射性廃棄物の地層処分に係る研究では、第四紀（約258万年前以降）に活動した断層でなくても、地表やその地下に規模の大きな断層が存在する場合は、ずれ破壊が及び得る範囲を考慮する必要があるとしている。

この点については、活動性にかかわらず、規模の大きい断層を避けて人工バリアを設置することを要求することにより、実用発電用原子炉等の原子力施設では考慮する必要のない古い断層が、当該原子力施設の操業期間を大きく超える長期において活動したとしても、その断層が新たな地下水流動経路となり放射性物質の移動を促進すること等を防止する効果を得ることができるとしている。

^DA. Torabi, M.U. Johannessen, T.S.S. Ellingsen (2019): Fault Core Thickness: Insights from Siliciclastic and Carbonate Rocks, Geofluids, Vol. 2019, Article ID 2918673.

^E小坂和夫, 金折裕司, 千木良雅弘, 吉田鎮男 (2010) : 日本の断層マップ, 培風館.

断層等の基準

最終処分法第六条第二項の第一号及び第二号に対して、最終処分を行おうとする地層について以下のいずれかに該当することが明らかまたは可能性が高い場所^Aを避ける。

- (ア) 後期更新世以降 (約 12～13 万年前以降) の活動が否定できない震源として考慮する活断層の断層面^B
- (イ) 後期更新世以降の活動が否定できない断層等のうち地震活動に伴って永久変位が生じる断層の断層面^B及び変位を及ぼす地すべり面
- (ウ) 上記 (ア) または (イ) 以外の、地表における延長がおおむね 10km 以上の断層の断層面^B
- (エ) 上記 (ア) ～ (ウ) の断層コアの部分

^A最終処分を行おうとする地層と重なる場所。

^Bずれ (断層変位) による人工バリア損傷防止の観点を確認するために「断層面」としている。

断層等の基準への該当性の確認の仕方

○震源として考慮する活断層、地震活動に伴って永久変位が生じる断層及び変位を及ぼす地すべり面

以下に示す審査ガイド^Aの説明や最近の知見を参考に、震源として考慮する活断層、地震活動に伴って永久変位が生じる断層及び変位を及ぼす地すべり面に該当するかどうかを確認する。

基準では、震源として考慮する活断層及び、地震活動に伴って永久変位が生じる断層及び変位を及ぼす地すべり面のいずれについても「避ける対象」としているため、必ずしもそれらを区別する必要はない。

<審査ガイドの説明>

「震源として考慮する活断層」については、「地下深部の地震発生層から地表付近まで破壊し、地震動による施設への影響を検討する必要があるもの」^Bとされている。

「地震活動に伴って永久変位が生じる断層及び変位を及ぼす地すべり面」については、以下のような留意点が示されている。

- ・ 地震活動に伴って永久変位が生じる断層及び支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面は、地震活動と同時に活動するとは限らない。
- ・ 逆断層では、例えば、断層の変位に伴って、上盤側に局所的な引張場が形成され別の正断層が形成される場合があること、当該断層とは傾斜が反対の別の逆断層 (バックスラスト) が形成される場合があること、これらの断層が活動して永久変位を起こすことがあることに留意する。
- ・ 伏在逆断層によって生じた断層関連褶曲に伴って、断層等が活動して永久変位を起こすことがあることに留意する。
- ・ 横ずれ断層では、例えば着目する亀裂等が横ずれ断層に伴うフラワー構造の一部である可

能性に留意する。

- ・ 地すべり面は、冠頂部で正断層、側方部で横ずれ断層、末端部で逆断層と似た様相を呈することがある。

○最終処分を行おうとする地層について (ア)、(イ)、(ウ)、(エ) のいずれかに該当

最終処分を行おうとする地層において、断層等の分布の位置や幅が確認できる／確度の高い推定ができる場合は、避ける場所とする。

地表付近の情報のみに限られる場合等、上記の検討が難しい場合には、「(ア)、(イ)、(ウ)、(エ) に該当する断層等」の可能性を想定し、最終処分を行おうとする地層において避ける位置については概要調査以降で確認するものとする。

○後期更新世以降（約 12～13 万年前以降）の活動の可能性

後期更新世以降の活動性が明確に判断できない場合には、中期更新世以降（約 40 万年前以降）まで遡って地形、地質・地質構造及び応力場等を総合的に検討した上で活動性を評価する^c。

後期更新世以降の活動性評価には、この時代の段丘面や地層の変位・変形に注目する方法が一般的である。中でも、酸素同位体ステージ 5e に対応づけられる中位段丘面や地層は分布及び保存が良好であることから有効である^a。

中期更新世以降の断層等の評価には、この時代の地形面や地層の変位・変形に注目することが一般的である。中でも酸素同位体ステージ 7、9、11 の温暖期（高海水準期）に対応づけられる段丘面や地層の利用が有効である^a。

○断層コアの部分

野外の露頭の観察、トレンチ調査結果やボーリングデータ等の文献・データによりこれらの領域を確認する。地すべり面については、その周辺の破碎部を断層コア相当とする。

○地表における延長がおおむね 10 km 以上の断層

地表地質図等で延長がおおむね 10 km 以上の断層を抽出する。抽出した断層について、個別の文献等により、存在の確実性や延長や「最終処分を行おうとする地層」部分への分布等を確認する。

^a原子力規制委員会（2013）：敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイド（2022 年最終改正）。

^b鈴木康弘（2014）：活断層の定義および位置精度に関する留意点，活断層研究，41，pp.11-18。

^c地層処分において安全確保上少なくとも考慮されるべき事項に関する検討（第 7 回目）－考慮事項の決定等－「別紙 2」。

このうち、基準（ウ）の地表における延長がおおむね 10 km 以上の断層について、その設定された背景として、以下が考えられる。

文献調査段階では、避ける場所の基準として、ずれ（断層変位）による人工バリア損傷防止の観点のみを考慮することとしている（経済産業省資源エネルギー庁，2023）。また、活動性にかかわらず、規模が大きい断層を避けることで、活動をしたとしても、地下水流動経路の形成などを防止する効果を得ることができる（原子力規制庁，2021；1.1.2 参照）。そのため、規模が大きい断層は、将

来数万年を超える長期における活動も想定されていることから、断層等の基準に含まれている（原子力発電環境整備機構，2023）。

また、文献調査段階では取得可能な地下の情報に限りがあることを考慮して、「大規模地下施設とそれを取り巻く地下地質環境に著しい影響を及ぼす可能性のある断層の規模と考えられる」断層の評価指標として、「日本の断層マップ」（小坂ほか，2010）を参考に、地表における延長が設定され、その長さはおおむね 10 km 以上とされている（経済産業省資源エネルギー庁，2023）。小坂（2010）では、断層の延長を概ね 10 km とした理由として以下が示されている。

- ・ 10 km 以上の延長を有していれば、断層を確認ないしは推定する根拠が複数以上あることが推定され、確実性が高いと判断されること。
- ・ 10km 以上の延長があれば地質的にある程度の構造的規模を反映していると考えられること。
- ・ 活断層を想定した場合、延長 10 km は M6.5 の地震規模に相当すること。
- ・ 大規模地下施設とそれを取り巻く地下地質環境に著しい影響を及ぼす可能性のある断層の規模と考えられること。

また、延長 10 km は M6.5 の地震規模に相当することの根拠として、内陸地震に伴う地表地震断層に関する知見が参考となる。地表地震断層の出現率は M6.5 と M6.8 の間で急激に増加し（武村，1998），松田の経験式（松田，1975）によれば、M6.5 で断層の長さが約 10 km となる。

しかし、松田の経験式の断層長さのデータには、地表地震断層長と震源断層長との両方が含まれており、実際に、地表地震断層長が震源断層長の 5 割以上となるのは、M6.5 以上の地震で 20% である（遠田，2013）。そのため、一回または数回の断層活動では、未成熟な短い断層としてその長さが 10 km 未満となる場合が考えられる。

一方、個々の断層活動が幾度も繰り返されることで成熟した長大な断層が形成されることが考えられている（例えば、Fossen, 2016）。そのため、一回の断層活動で出現する断層の長さが短いとしても、活断層の平均活動間隔である数千～数万年（例えば、松浦ほか，2019）ごとに活動を繰り返した断層は一定の長さを有すると考えられる。

上記のような、地表地震断層の出現率や出現した場合の長さおよび断層の成長過程に関する考えは、規模が大きい断層の指標として、地表における延長がおおむね 10 km 以上となった背景の一つと考えられる。

1.2 評価の考え方

文献調査対象地区の地震・活断層に関連する事項として、活断層については「文献調査段階の評価の考え方」に示された基準（ア）～（エ）、地すべり面については基準（イ）、（エ）、活断層以外の断層については基準（ウ）、（エ）と、それぞれの基準への該当性の確認の仕方（1.1.3 参照）に従って評価する。

地震については、上記基準に関する評価の対象とはならないものの、活断層に関連する情報として使用する。概要について 3.1 で、活断層との関係について 4.4.4 で述べる。

地震動について、深度 250 m 以深における地震加速度は、地表での観測値に対して 1/3～1/5 程度であること（藤川ほか，2012）、地下深部において人工バリアは耐震安定性を有すること（核燃料サイクル機構，1999a, 1999b）、埋め戻し後は地震力の影響が極めて小さくなること（原子力規制庁，2021）などから、著しい変動を与える事象とはならないと考えられ（総合資源エネルギー調査会電

力・ガス事業分科会原子力小委員会地層処分技術WG（以下、地層処分技術WGという。）、2014）、本説明書の評価対象とはしない。

1.3 調査の進め方

1.3.1 文献・データの収集・情報の抽出

収集対象範囲を設定（2.1参照）し、活断層、地すべり面および活断層以外の断層ならびにそれらの調査結果および関連情報について記載のある文献・データを収集する。

文献・データの収集に当たっては、「文献調査段階の評価の考え方」で示された文献・データの収集の考え方に従い、文献調査計画書に示した主要な文献・データに加え、公的な機関が公表している文献・データを収集し、また、学術雑誌に公表されている論文を収集するため、文献データベースで検索を行い収集する。収集した文献・データから、変動地形学的調査結果、地質調査結果、地球物理学的調査結果および地震学的調査・史料地震学的調査結果の情報を抽出する。

1.3.2 評価に必要な知見の整理

1.3.1で収集した文献・データより抽出した情報から、活断層、地すべり面および活断層以外の断層について確認し、これらの評価に必要な知見を整理する。併せて、地形判読および海上音波探査結果による地質構造の分析を行う。

また、「敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイド」（原子力規制委員会、2013）を参考に、地震活動、測地資料、変動地形、地質・地質構造および地球物理学的調査研究などに関する文献・データの知見を整理し、断層との関係などを確認する。

1.3.3 基準に照らした評価

1.3.2で整理した情報を用いて、1.2で示した評価の考え方に基づいて断層ごとや地域ごとに評価を行う。図1.3-1に評価のフローを示す。

活断層（4.1）の評価の流れについては、まずその活動性について評価するが、本報告書による評価で、後期更新世以降の活動性について明らかまたは可能性が高いといえない場合、地表における延長がおおむね10km以上への該当性を評価の対象とする。なお、既存文献データと断層の関係（4.4）では断層の存在や連続性などに関連する情報を整理し、その結果から文献で指摘されていない活断層が推定される場合、その推定された活断層も同様の評価の流れとなる。また、活断層以外の断層（4.3）については、活動性については評価対象とはせず、地表における延長がおおむね10km以上の該当性を評価する。さらに、地すべり面（4.2）については、その活動性を評価する。

このうち活動性の評価については、変動地形学的調査、地質調査および地球物理学的調査といった調査結果ならびに地形、地質・地質構造および応力場などを検討し、総合的な評価を行う必要がある（敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイド（原子力規制委員会、2013））。そのため、これらのデータの不足などによって総合的な評価ができない場合、例えば、変動地形学的調査結果のみの場合などには、文献調査段階の評価結果としては基準（ア）および（イ）に該当する可能性が高いとは評価しない。

上記の活動性または延長の評価により、明らかまたは可能性が高いと判断される場合、断層面（地すべり面）や断層コアの部分（地すべり破砕部）の評価に進む。

また、活断層の延長を評価することおよび活断層以外の断層の活動性を評価しないことの背景と

しては以下が挙げられる。

- ・ 基準（ウ）は、「大規模地下施設とそれを取り巻く地下地質環境に著しい影響を及ぼす可能性のある断層の規模と考えられる」断層の評価指標として、小坂ほか（2010）を参考に、「地表における延長がおおむね 10 km 以上」とされている（経済産業省資源エネルギー庁，2023）。
- ・ 基準（ウ）に関連する「規模が大きい断層」（原子力規制委員会，2022；考慮事項④，1.1.2 参照）については、活動性にかかわらず、規模が大きい断層を避けることで、活動をしたとしても、地下水流動経路の形成などを防止する効果を得ることができる（原子力規制庁，2021，1.1.2 参照）。

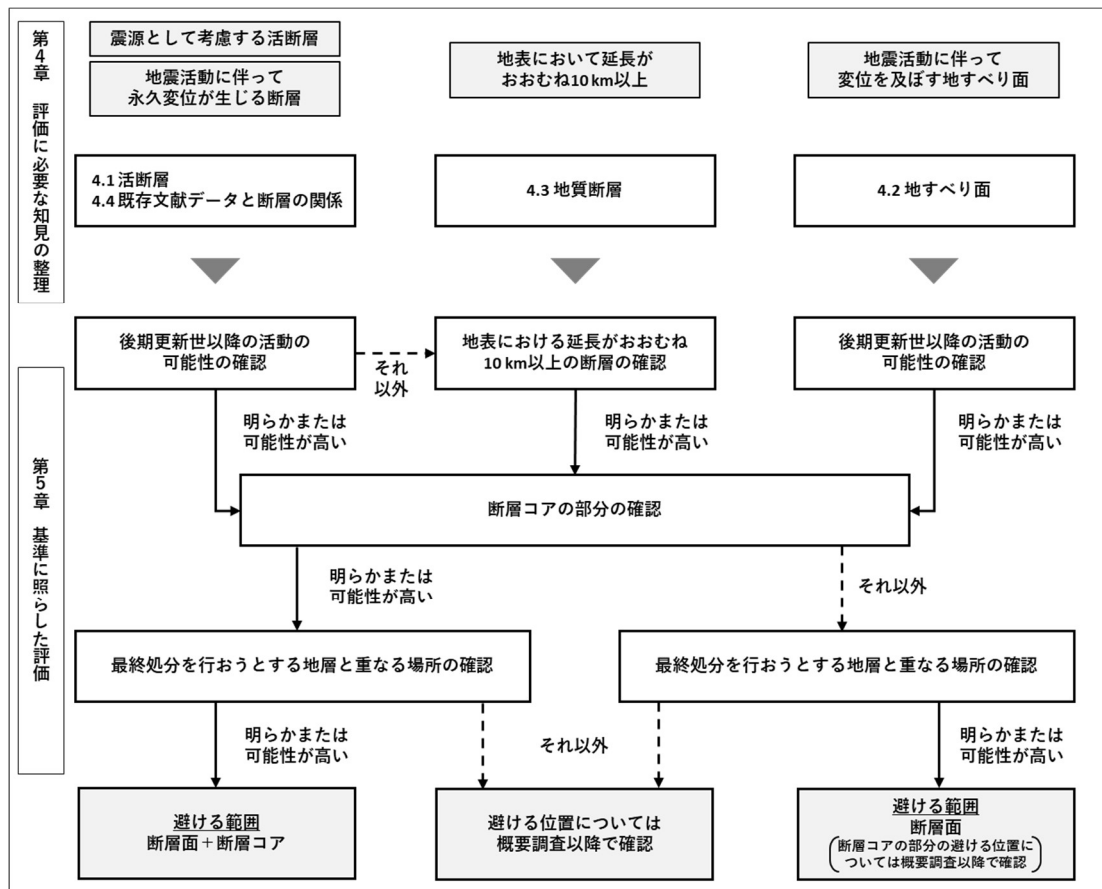


図 1.3-1 評価対象の評価フロー

第2章 文献・データの収集・情報の抽出

2.1 収集対象範囲

文献調査対象地区は、寿都町全域および海岸線から15km以内の大陸棚の範囲(図2.1-1)であり、これを包含する文献・データの収集対象範囲については、図2.1-2に示す。収集対象範囲は、最終処分を行おうとする地層について(ア)～(エ)のいずれかに該当することが明らかまたは可能性が高い場所(1.1.3)を検討すること、断層等が最終処分を行おうとする地層における位置と地表の分布位置で異なる(地層処分技術WG, 2017)ことを考慮し、寿都町とその周辺(最大で2万5000分の1地形図1区画分程度)に加え、文献調査対象地区内に分布する可能性のある黒松内低地断層帯(地震調査研究推進本部, 2005)と尻別川断層帯(今泉ほか編, 2018)が分布する2万5000分の1地形図の区画とその周辺(最大で2万5000分の1地形図1区画分程度)も収集対象範囲とした。また、海域については、寿都町前面付近の大陸棚を包含する海岸線から15km以内とした。

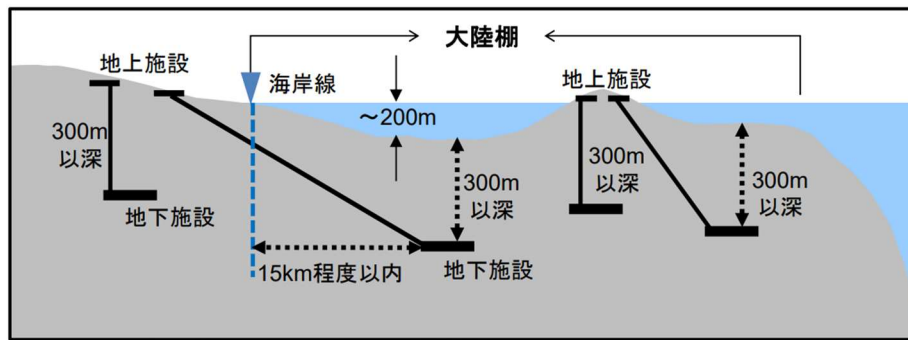


図 2.1-1 沿岸部における地下施設設置のイメージ
(沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会, 2016)

2.2 収集・抽出の観点

地震・活断層における収集・抽出の対象の調査結果は、「変動地形学的調査」、「地質調査」、「地球物理学的調査」および「地震学的調査・史料地震学的調査」に大別される。これらの対象とする情報の詳細について、以下の(1)～(4)に示す。

(1) 変動地形学的調査

活断層分布図および地すべり地形分布図などの地形判読結果、旧汀線（段丘面）高度分布など。

(2) 地質調査

地表地質調査結果、トレンチ・ピット調査結果、露頭調査結果、ボーリング調査結果やこれらに基づく地質図など。

(3) 地球物理学的調査

反射法地震探査結果、海上音波探査結果、重力探査結果、磁気探査結果など。

(4) 地震学的調査・史料地震学的調査

震源データ、発震機構解、地震波トモグラフィー、歴史地震・被害地震など。

2.3 抽出結果

2.1 および 2.2 に基づいて収集し、情報を抽出した文献・データを「添付資料 A 情報を抽出した文献・データのリスト」にまとめた。

また、本説明書において引用している文献・データは、「引用文献」として示した。この「引用文献」には、一般的な教科書類、原子力規制委員会、地層処分技術 WG などの文献・データも含まれる。なお、「情報を抽出した文献・データのリスト」においては 1 件としている文献・データを、引用箇所を明確にするためにいくつかに分けて扱っている場合もある（例えば、原子力規制委員会審査会合資料、書籍など）。一方、収集・抽出の観点には該当するが評価に必要と考えられる情報が確認されなかった場合または情報が重複する（例えば、旧版・最新版、引用・被引用文献など）場合など、情報を抽出したリストに示した文献・データでも引用していないものがある。

第3章 地震および断層等の概要

第3章では、第2章で収集し、情報を抽出した文献・データに基づき、第4章で知見を整理する基盤情報として、文献調査対象地区およびその周辺地域における地震および断層等（断層と地すべり面を合わせて「断層等」という；原子力規制庁，2021）の概要について示す。なお、本説明書では、地質図などに示される活断層以外の断層について、活断層として示される断層と区別するために「地質断層」という用語を用いる。

3.1 地震の概要

文献調査対象地区およびその周辺地域で発生する地震活動の特徴や震源分布、発震機構分布、歴史地震・被害地震について示す。

3.1.1 震源分布

(1) 北海道地方の地震の特徴

図3.1-1に示すように、北海道地方では、海域を中心に、1993年北海道南西沖地震の震源付近を含む日本海東縁や太平洋プレートの沈み込み帯付近での地震活動が活発である。これに対し、北海道南西部の渡島半島の地震活動は、道内の他地域や東北地方の内陸地震と比較して低調である。

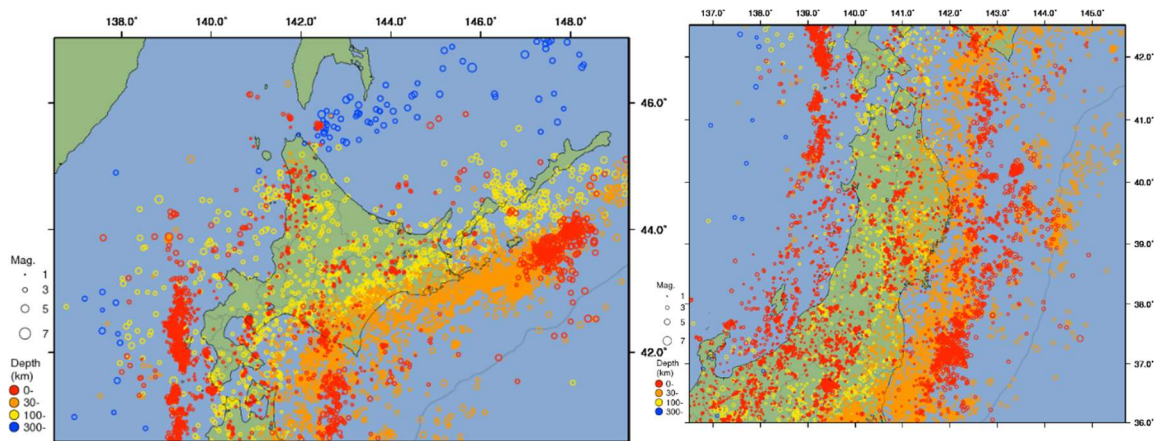


図 3.1-1 北海道地方および東北地方の震源分布の例（気象庁ホームページ a）

出典：地震月報（カタログ編）（気象庁ホームページ a）。2000年1月から2000年12月までの期間における震源分布を表示。

(2) 文献調査対象地区およびその周辺地域の地震の特徴

図3.1-2に文献調査対象地区を含む西南北海道地域で、1983年1月～2022年3月に発生した通常地震の震源分布を深度別に示す。これによると、文献調査対象地区周辺では深度10～20 kmの地震が多い。

上記期間より前の地震活動として、文献調査対象地区南方において1959年に1回、1966年に8回地震が観測され、このうち最大のものは1966年4月のM3.6で長万部にて震度3であった（宇津，1968）。また、文献調査対象地区付近において、1973年末に寿都にて最大震度1を含むまとまった地震が報告されている（本谷，1975）。これらの期間以外では、地震は全く発生していない（本谷，1981）。

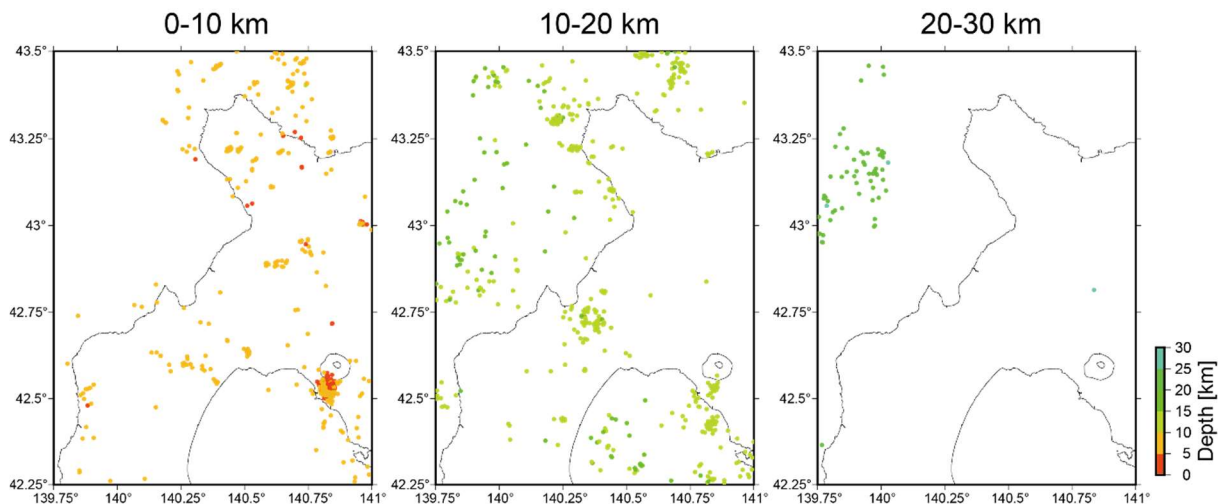


図 3.1-2 深度別震源分布

地震月報（カタログ編）（気象庁ホームページ a）に基づき作成。1983 年 1 月から 2022 年 3 月までの期間におけるマグニチュード 1 以上、震源の深さの標準誤差が 2 km 以下の通常地震を表示。

(3) 地震発生層

地震月報（カタログ編）（気象庁ホームページ a）の通常地震の震源データをもとに、地震発生層の指標として、D10、D50 および D90 を算出するとともに、震源深さのヒストグラムを図 3.1-3 に示す。図 3.1-2 の範囲内での地震数を浅いほうから数えて、10%、50% および 90% に達する深さ（D10、D50 および D90）は、それぞれ深度 4.5 km、7.3 km および 13.8 km である。

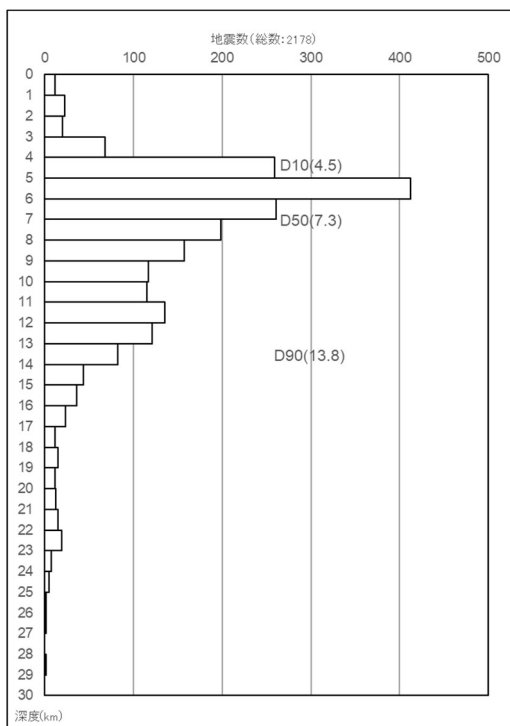


図 3.1-3 西南北海道地域における震源深さの頻度分布と D10、D50、D90

地震月報（カタログ編）（気象庁ホームページ a）に基づき作成。図 3.1-2 の範囲、1983 年 1 月～2022 年 3 月の期間、マグニチュード 1 以上および震源の深さの標準誤差 2 km 以下の通常地震から算出。

3.1.2 発震機構分布

西南北海道地域における発震機構分布を図3.1-4に示す。文献調査対象地区南方，黒松内低地の南部付近および内浦湾（噴火湾）では，概ね東西方向に圧力軸を持つ逆断層型の発震機構解が推定されている。寿都町南方を震源とする 2022 年 12 月 15 日後志地方西部で 13 時 30 分に発生した地震（Mj4.3）の初動発震機構解（図 3.1-5；気象庁ホームページ b） および同 15 時 58 分に発生した地震（Mj3.6）の F-net 地震のメカニズム情報（防災科学技術研究所ホームページ a）によると，これらの地震の発震機構は，WNW-ESE 方向に圧力軸を持つ逆断層型と推定される。

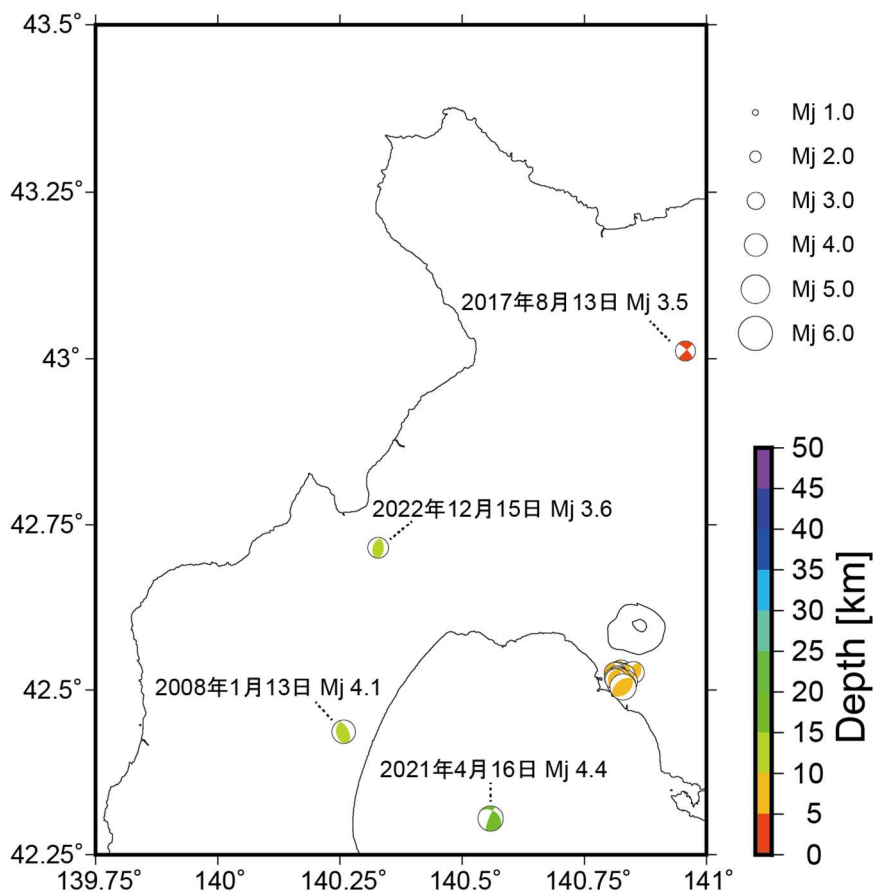
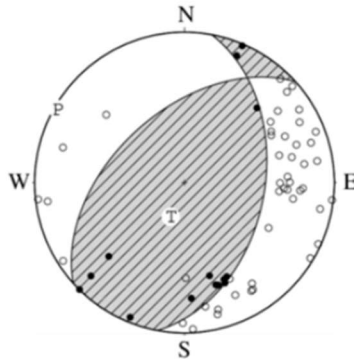


図 3.1-4 西南北海道地域における地震の発震機構分布

F-net メカニズム解データ（防災科学技術研究所ホームページ a）に基づき作成。1997 年 1 月から 2023 年 8 月までの期間のメカニズム解を表示。

震源球 (下半球等積投影)



震源情報

| 震源時刻 | 緯度 | 経度 | 深さ | M |
|------------------------|------------|-------------|------|-----|
| 2022年12月15日13時30分41.9秒 | 北緯42度42.8分 | 東経140度19.2分 | 13km | 4.3 |

発震機構解

| | 走向 | 傾斜 | すべり角 | | P軸 | T軸 | N軸 |
|-------|-----|----|------|----|-----|-----|----|
| 断層面解1 | 10 | 46 | 62 | 方位 | 300 | 202 | 31 |
| 断層面解2 | 228 | 51 | 116 | 傾斜 | 3 | 70 | 20 |

使用観測点数とスコア

| | | | |
|------|-----|-----|-----|
| 観測点数 | 61点 | スコア | 98% |
|------|-----|-----|-----|

図 3.1-5 2022 年 12 月 15 日後志地方西部の地震の初動発震機構解 (気象庁ホームページ b)

3.1.3 歴史地震・被害地震

文献調査対象地区周辺における代表的な歴史被害地震としては、1993年北海道南西沖地震（マグニチュード7.8，震源の深さ35km）が挙げられ，寿都町では震度5が観測され，寿都港では5mの津波到達高が測定されている（気象庁編，1995）。

文献調査対象地区内を震源とする歴史被害地震は確認されない。

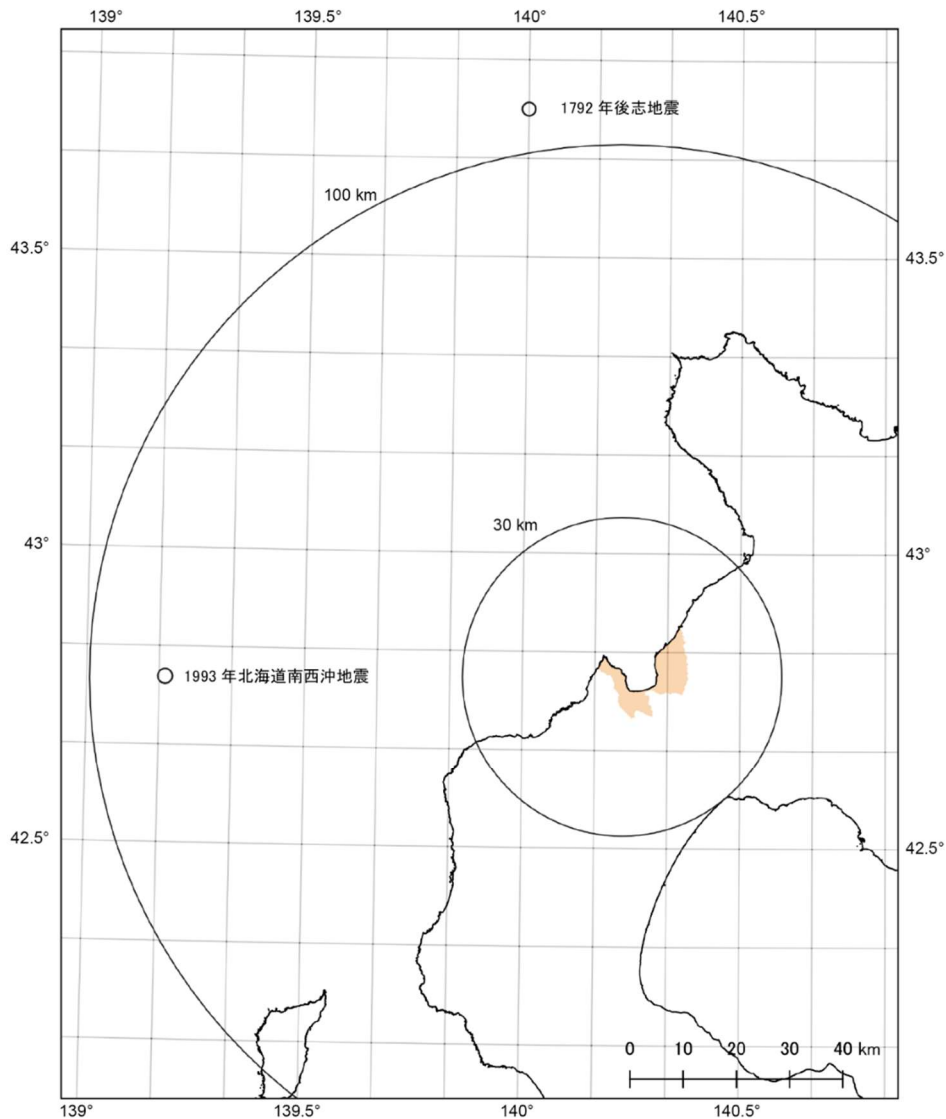


図 3.1-6 歴史地震・被害地震分布

震央位置は宇佐美ほか（2013）に基づき作成。距離円の中心は寿都町役場とした。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町の区域（塗りつぶし）は「国土数値情報（行政区画データ）」（国土交通省）に基づく。

3.2 活断層の概要

文献調査対象地区およびその周辺地域において、文献で活断層として示された断層線または活断層の疑いのある地形要素（以下、文献活断層という。）について図3.2-1に示す。これらの地域では、主にN-S～NNW-SSE方向の活断層が卓越している。陸域では、黒松内低地断層帯（例えば、地震調査研究推進本部、2005）や尻別川断層帯（今泉ほか編、2018）が知られており、黒松内低地断層帯は、地震調査研究推進本部（2005）により主要活断層帯として長期評価が実施されている。寿都町はこの黒松内低地断層帯の北部に位置する。

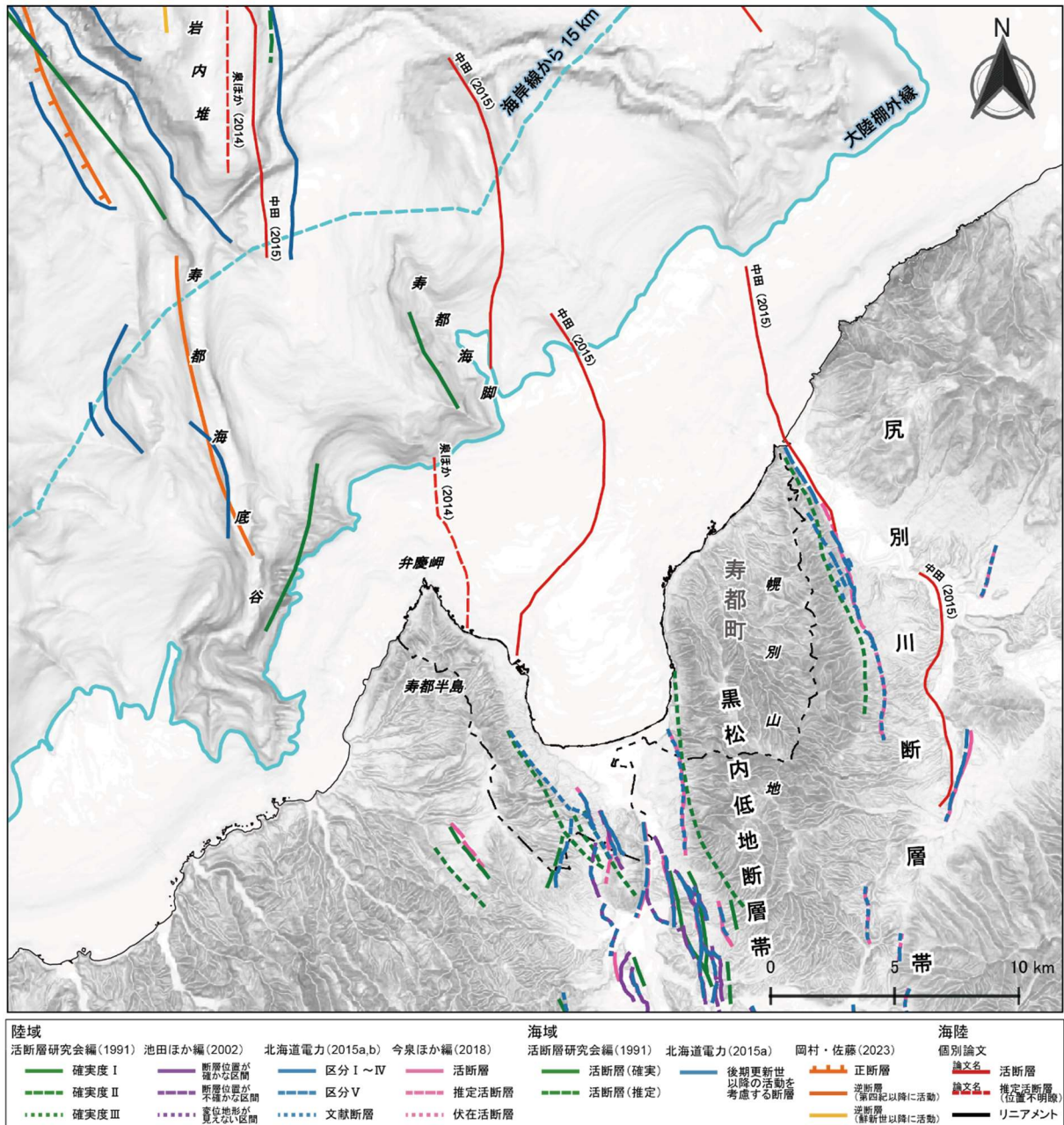


図 3.2-1 主な文献活断層の位置

赤線で示す個別論文に示された活断層は、地図上の断層線に沿ってその出典を示す。基図の元データには、陸域は国土地理院数値標高データを使用、海域は日本水路協会発行 M7000 シリーズを使用（（一財）日本水路協会承認第 2021006 号）。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町の行政界（二点鎖線）は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

3.2.1 黒松内低地断層帯

黒松内低地断層帯は、寿都湾と内浦湾（噴火湾）を結ぶ地溝状の低地である黒松内低地帯（長尾・佐々，1933）に分布する逆断層帯である。活断層研究会編（1980）で本断層帯の判読・認定が行われた（今泉・渡島半島活断層研究グループ，1982）。走向はほぼ南北であり、複数の並走する長さ数 km の断層から構成され、断層帯全体の長さは、約 32 km 以上（地震調査研究推進本部，2005）、46 km

(産業技術総合研究所ホームページ) および約 51 km (北海道電力, 2015a) とされている。主要な断層は、白炭断層 (白炭西断層および白炭東断層)、蕨岱断層および長万部断層など (池田ほか編, 2002) である。

黒松内低地断層帯の断層地形は、断層崖や撓曲崖が密に分布すること、それらの長さはほとんど 3~4 km 以下であること、断層変位による大小の高まり (丘) と凹地が数多く分布することに特徴付けられる (池田ほか編, 2002)。これらの断層や撓曲の分布は、全体として黒松内低地帯の方向と調和的な走向を示すが、必ずしも幌別山地や狩場山地を隆起あるいは黒松内低地付近を低下させるというような分布と変位センスの系統性はない (池田ほか編, 2002; 楮原ほか, 2013)。このような地形的特徴から、特定の断層だけでは応力の解放が不可能なほど圧縮が進行していると解釈できる (池田ほか編, 2002)。

傾斜方向に関しては、主に西傾斜の断層が卓越すると考えられており (地震調査研究推進本部, 2005; 今泉ほか編, 2018; 産業技術総合研究所ホームページ), 黒松内低地断層帯付近の震源断層モデルは西傾斜の逆断層が推定されていることが多い (宮内, 2012; 佐藤ほか, 2019; 地震調査研究推進本部, 2021)。一方で、基礎試錐「黒松内」を用いた地質断面図では黒松内町付近に東傾斜の逆断層 (例えば、八幡, 1989; 北海道鉱業振興委員会編, 1990) が、また、海成段丘の高度分布や地質構造の情報を用いた震源断層モデルでは幌別山地西縁に東傾斜の伏在断層が推定されている (佐藤ほか, 2019)。これらに加え黒松内低地帯における震源データが少ないことから、黒松内低地断層帯の傾斜方向は東西どちらが主であるかは明確には評価できないと考えられる。

また、黒松内低地断層帯は褶曲地帯に位置しており、本断層帯の活動度は B 級、水平短縮速度は 1 m/千年を超えると考えられる (今泉ほか編, 2018)。黒松内低地帯の形成に関与すると考えられる断層は存在せず、NNW-SSE 方向の地質構造は同方向の新第三系の褶曲軸に支配されている (池谷・林, 1982) といった報告もある。

以上のように、変位センスの系統性のなさ、傾斜方向の不確かさおよび断層変位と褶曲の関係などから、本断層帯の活動様式は非常に複雑であると考えられる (地震調査研究推進本部, 2005)。

文献調査対象地区内には、黒松内低地断層帯北部を構成する断層が分布しており、地表の位置が文献調査対象地区外であっても傾斜および伏在の可能性を考慮すると、文献調査対象地区付近の断層は文献調査対象地区の地下に分布している可能性がある。



図 3.2-2 黒松内低地断層帯の位置 (地震調査研究推進本部, 2005)

3.2.2 尻別川断層帯

尻別川断層帯は、蘭越町の尻別川河口付近から幌別山地の東麓に沿って黒松内町・黒松内インターチェンジ付近に至る逆断層帯である(今泉ほか編, 2018)。活断層研究会編(1980)および中田・今泉編(2002)で、本断層帯の判読・認定が行われた。走向はほぼ南北であり、それぞれの長さが10km程度かそれ未満の尻別川断層、三和付近の断層、目名付近の断層、上目名付近の断層、角十川付近の断層、(熱郇)赤井川付近の断層および白井川付近の断層(地震調査研究推進本部, 2005; 北海道電力, 2015a)から構成され、断層帯全体の長さは約20km(今泉ほか編, 2018)とされている。なお、地震調査研究推進本部(2005)は、尻別川断層帯を構成する断層の長さが短いこと、黒松内低地断層帯とは5km程度かそれ以上離れていること、多くは活断層であるか不確かさを伴っていることから、尻別川断層帯を主要活断層帯の長期評価の対象としていない。

断層変位地形は主として東向きの断層崖であり(今泉ほか編, 2018)、本断層帯北半部の震源断層モデルでも西傾斜と設定されているが(北海道電力, 2022)、南半部では西向きの逆向き断層崖も認められる(今泉ほか編, 2018)。文献調査対象地区の地表には分布しないが、本断層帯の震源断層と

して想定される傾斜方向を考慮すると、尻別川断層帯を構成する断層が文献調査対象地区の地下では分布している可能性がある。

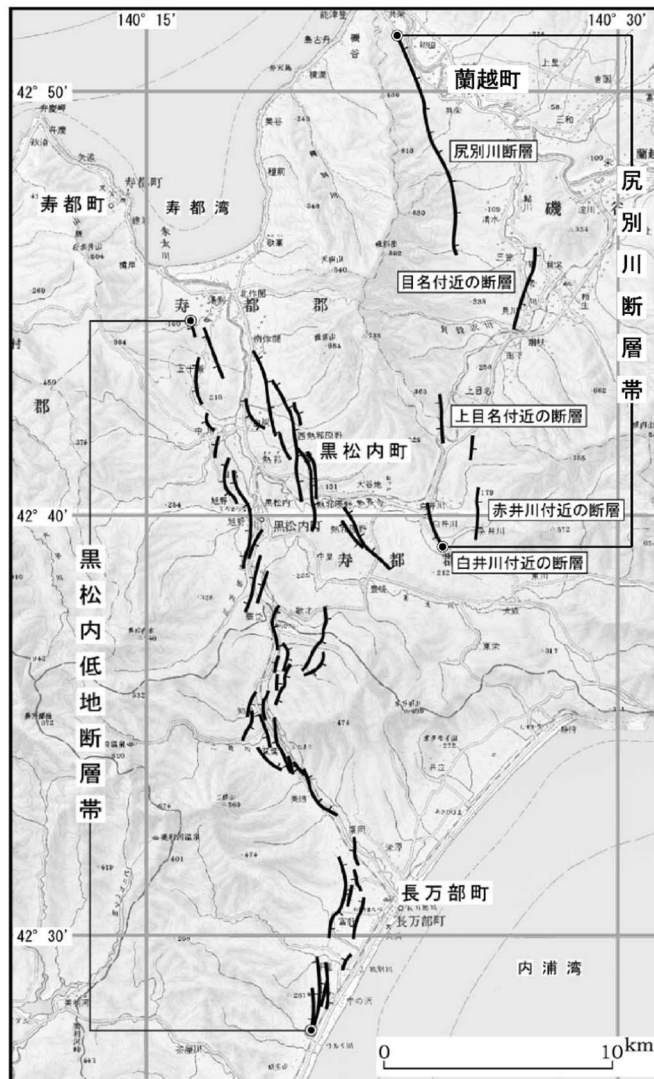


図 3.2-3 尻別川断層帯の位置（地震調査研究推進本部，2005）

地震調査研究推進本部（2005）に「尻別川断層帯」およびその範囲ならびに「蘭越町」を加筆。

3.2.3 海域の活断層

文献調査対象地区の海域を含む日本海東縁には N-S 方向の逆断層が卓越する（例えば、徳山ほか，2001；岡村・加藤，2002）。これらの逆断層は、上盤に非対称の背斜構造や撓曲帯を伴い地形的な高まりを形成していることから、このような背斜構造の形状は断層関連褶曲と推定されている（岡村・加藤，2002；岡村，2019）。

寿都町から 15 km 以内の海域には、海上音波探査や海底面の地形判読により、海底活断層が示されている（図 3.2-1：例えば、活断層研究会編，1991；泉ほか，2014；中田，2015；北海道電力，2015a；岡村・佐藤，2023）。これらの走向は概ね南北である。

3.3 地すべり地形の概要

文献調査対象地区およびその周辺地域において、主な文献に示されている陸域と海域の地すべり地形の分布位置について図3.3-1に示す。

文献調査対象地区付近は、山岸・伊藤（1993）の地すべり地形の頻度分布によると、北海道内では比較的地すべり地形の少ない地域であり、図3.3-1に示すように北東方向のニセコ・雷電火山群や南西方向の狩場山地付近と比べても、そのことが読み取れる。

海域では、森木ほか（2017）によれば、寿都海脚付近および寿都海底谷付近に地すべり地形が示されている。

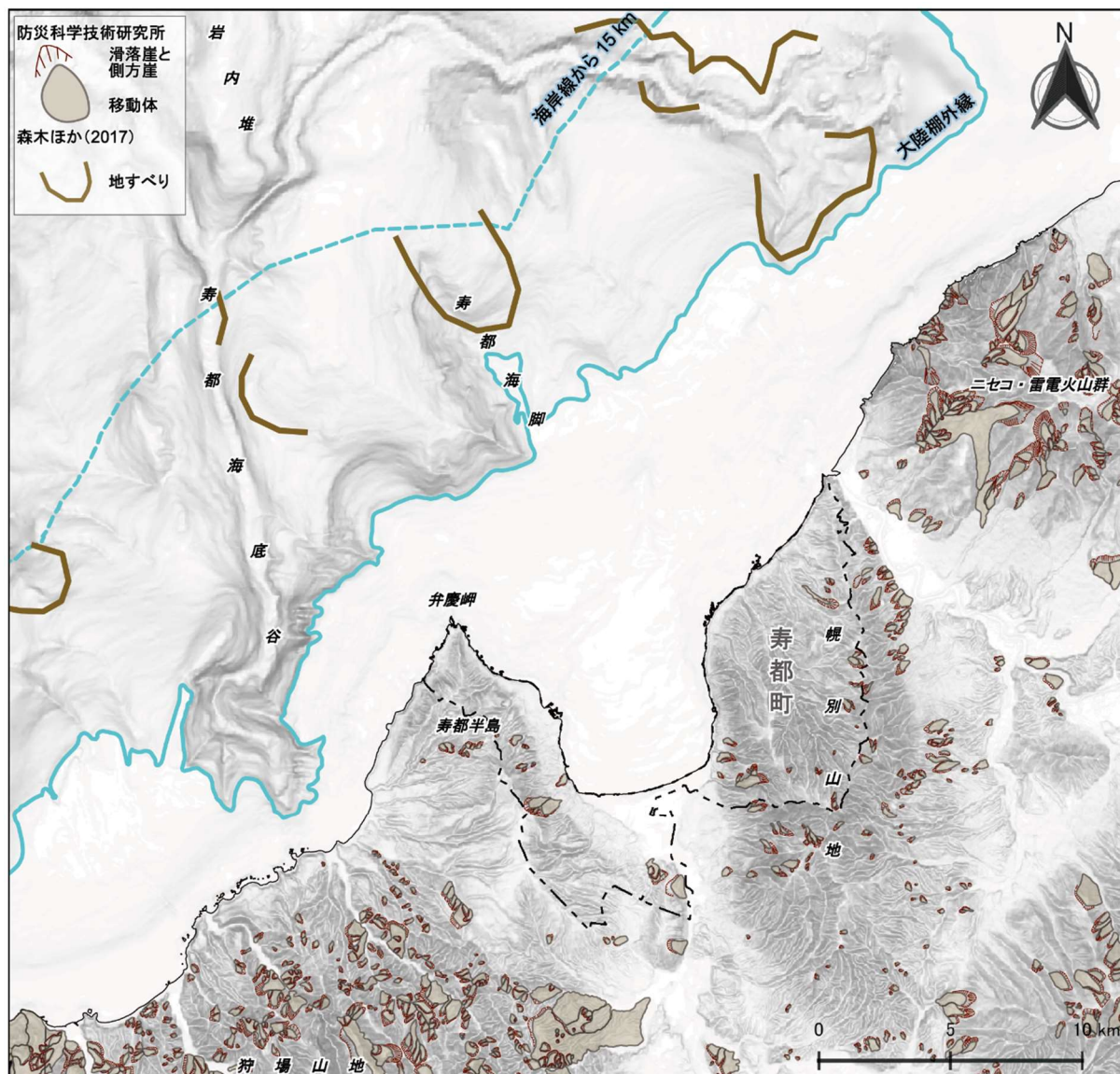


図 3.3-1 主な文献における地すべり地形の位置

陸域は地すべり地形 GIS データ（防災科学技術研究所ホームページ b）を、海域は森木ほか（2017）のうち海岸線から約 15km 以内のみを図示。基図の元データには、陸域は国土地理院数値標高データを使用、海域は日本水路協会発行 M7000 シリーズを使用（（一財）日本水路協会承認第 2021006 号）。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町の行政界（二点鎖線）は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

3.4 地質断層の概要

文献調査対象地区およびその周辺地域における5万分の1地質図幅（鈴木ほか，1981；山岸ほか，1976；山岸，1984）によると，文献調査対象地区西部の寿都半島では，北部に走向がNNW-SSEの断層が2本，南部に走向がWNW-ESEの断層が1本示されている。さらに，文献調査対象地区東部の幌別山地では，北部に走向がN-Sの断層が，西部に走向がWNW-ESEとNNE-SSWの断層が1本ずつ示されている。

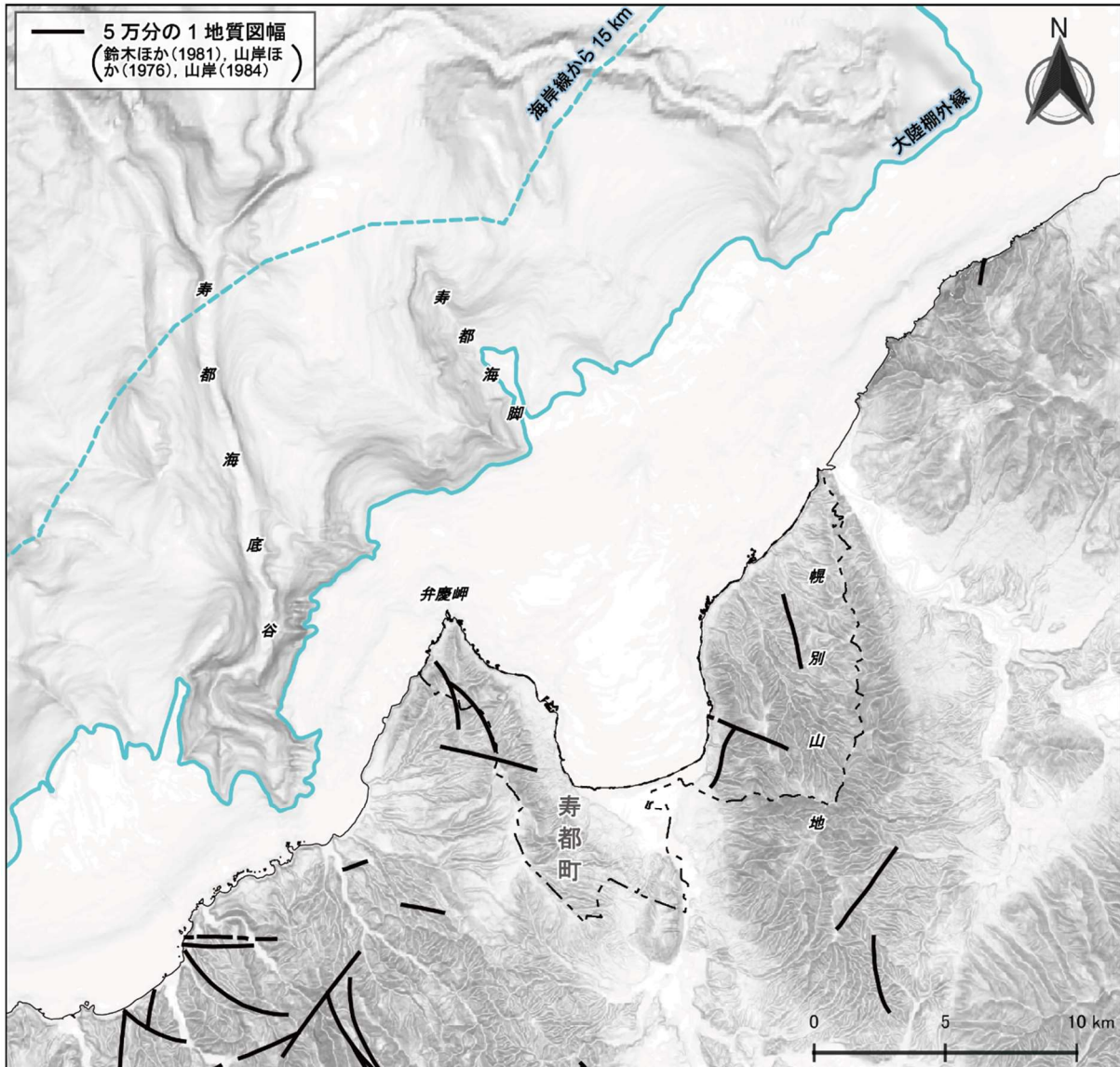


図 3.4-1 地質断層の位置（5万分の1地質図幅）

文献調査対象地区およびその周辺地域の5万分の1地質図幅（鈴木ほか，1981；山岸ほか，1976；山岸，1984）における「断層」を図示。基図の元データには，陸域は国土地理院数値標高データを使用，海域は日本水路協会発行M7000シリーズを使用（（一財）日本水路協会承認第2021006号）。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に，寿都町の行政界（二点鎖線）は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

第4章 評価に必要な知見の整理

第4章, 4.1 から 4.3 では, 文献に示された断層等(活断層, 地すべり地形および地すべり面, 地質断層)に関する情報ならびに本調査の地形判読および既存の海上音波探査結果を用いた本調査の分析に基づいて, 断層等の分布, 活動性および断層コアなどについて整理した結果を示す。また, 4.4 では海成段丘の高度分布, 地質構造, 測地観測結果および地球物理学的調査結果を整理する。

地図や図面上で断層等が示される位置の留意点として, 実際の位置との間に誤差が生じることが知られている(例えば, 産業技術総合研究所ホームページ; 鈴木, 2014)。位置情報の誤差について, 産業技術総合研究所ホームページは, 調査がよく進んでいる活断層で数メートル単位, 地形のみから推定されている活断層で数十メートルかそれ以上の誤差が生じる場合があると述べている。また, 鈴木(2014)は, 位置情報の誤差の要因として, 「判断における認識論的不確かさ」, 「地形変化による誤差」, 「デジタル等, 数値化作業における誤差」の3つを挙げている。本説明書に示された断層位置についても, これら3つの要因による位置情報の誤差が生じている可能性がある。このような各文献の位置精度に関する情報については添付資料Bに示す。

4.1 活断層

文献調査対象地区およびその周辺地域の文献活断層の分布を図4.1-1に示す。図4.1-1には, 文献活断層として, 今泉・渡島半島活断層研究グループ(1982), 奥村(1983), 活断層研究会編(1991), 池田ほか編(2002), 吾妻ほか(2003), 泉ほか(2014), 渡辺・鈴木(2015), 北海道電力(2015a, 2015b), 中田(2015)(位置を示す文献は森木ほか, 2017), Kumamoto et al.(2016), 今泉ほか編(2018), 小野・斉藤(2019), 岡村(2019)および岡村・佐藤(2023)の位置を示している。なお, 産業技術総合研究所ホームページについては, 「産業技術総合研究所が既存資料に基づき独自に編纂・簡略化したものであり, あくまでも概略の分布を示すもの」であるため, 4.1では扱っていない。

文献活断層は, 文献調査対象地区陸域の地表には, 黒松内低地断層帯を構成する樽岸リニアメント, 五十嵐川断層, 湯別・丸山西側付近の断層, 歌棄リニアメントおよび丸山東側付近の断層が示されている。断層の傾斜, 削剥および堆積作用などの影響を考慮すると, 地表では文献調査対象地区に示されていないが地下では分布する可能性があるものとして, 黒松内低地断層帯を構成する白炭断層, 月越原野断層および九連山の沢リニアメント, 尻別川断層帯を構成する尻別川断層および中田(2015)らの活断層が考えられる。

文献調査対象地区の大陸棚付近の海底面には, 泉ほか(2014)の海底推定活断層と中田(2015)の海底活断層が示されている。海底面では文献調査対象地区の大陸棚に分布していないが地下では分布している可能性のあるものとして, 北海道電力(2015a)らの海底活断層, 活断層研究会編(1991)の海底活断層AおよびB, 渡辺・鈴木(2015)らの海底活断層ならびに尻別川断層が考えられる。

次に, 本調査の地形判読結果を図4.1-2に示す。本調査の陸域の地形判読では, 2万分の1および4万分の1空中写真ならびに数値標高データから作成した地形表現図(赤色立体地図や傾斜量図など)を用いた。変動地形の分類は「原子力発電所耐震設計技術指針」(原子力規格委員会編, 2023)を判読基準とし, 断層の変位・変形を受けたと考えられる地形要素の判読に関しては「活断層地形要素判読マニュアル」(佐々木ほか, 2006)も参考にした。海域の地形判読では, 日本水路協会発行M7000シリーズから作成した海底地形アナグリフ(後藤, 2013, 2014)を作成し, Goto et al.(2022)な

ど²を参考に判読を試みた。本調査の地形判読における変動地形の分類についての詳細を添付資料 C に示す。加えて、海域に関しては、既存の海上音波探査結果を用いて、米倉 (1979)、緒方・本庄 (1981)、池原ほか (1990)、岡村 (2000) および岡村 (2019) を参考に、地質構造を分析した。

本調査の地形判読および既存の海上音波探査結果を用いた本調査の分析は、上述の文献活断層を包含する範囲で実施したが、これらの文献活断層以外に相当すると考えられる変動地形³および活構造は抽出されなかった。

したがって、4.1 では、文献活断層および本調査の地形判読結果については、文献活断層に基づく個別断層ごとに知見を整理する。しかし、黒松内低地断層帯北方延長部 (4.1.1 (9)) については、文献活断層および本調査の地形判読による変動地形が示されていないものの、文献調査対象地区中央部に当たることなどから、地域に焦点を当てて知見を整理する。

これらの活動性については、(i) 変動地形学的調査、(ii) 地質調査および (iii) 地球物理学的調査に関する文献・データを用いて検討する。具体的には、変動地形学的調査結果としては活断層分布図および地形判読結果などを、地質調査結果としては地表地質踏査結果、トレンチ・ピット掘削調査結果、露頭調査結果およびボーリング調査結果などを、地球物理学的調査結果としては反射法地震探査結果および海上音波探査結果などを用いる。これらの文献を用いて活動性を検討する際には、その文献における記載や情報を活用する。

本調査の地形判読結果を用いた変動地形の活動性を検討するに当たっては、段丘面の分布高度・連続性・開析度合い、文献により得られた年代資料などから推定された段丘面の形成年代を用いる。段丘面の対比・編年については添付資料 D に示す。これについて、さらに詳細には、海成段丘は「隆起・侵食に関する説明書」(以下、説明書「隆起・侵食」という。) に、河成段丘は添付資料 E に示す。また、本調査で実施した既存の海上音波探査結果を用いた活動性の検討に当たっては、その文献の層序の解釈を用いる。その層序については添付資料 D に、さらに詳細には説明書「地形、地質・地質構造」に示す。

²Goto et al. (2022) では解像度の問題から大陸棚を対象外としているため、本調査においては大陸棚について Goto et al. (2022) だけでなく、陸域の基準の「原子力発電所耐震設計技術指針」(原子力規格委員会編, 2023) や「活断層地形要素判読マニュアル」(佐々木ほか, 2006) も参考とした。

³本説明書では「地殻変動に起因する特徴的な地形」(原子力規格委員会編, 2023) という意味で使用する。

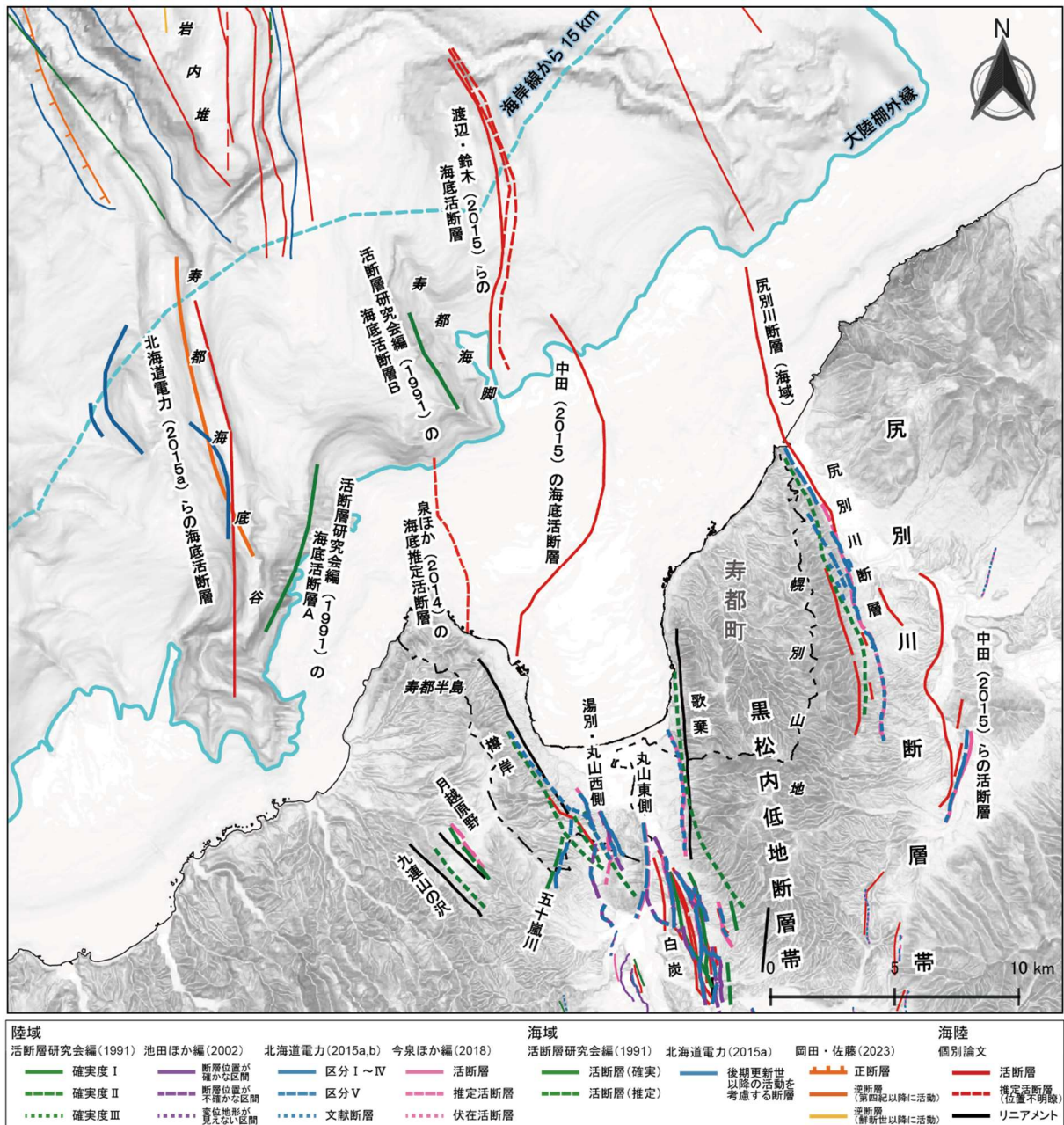


図 4.1-1 文献調査対象地区およびその周辺地域の文献活断層の位置

本説明書で扱う文献活断層を太線で示す。文献ごとに断層線の位置の精度が異なる可能性がある。個別論文の文献活断層(赤線および黒線)は、今泉・渡島半島活断層研究グループ(1982)、奥村(1983)、吾妻ほか(2003)、泉ほか(2014)、中田(2015)、渡辺・鈴木(2015)、Kumamoto et al.(2016)、小野・斉藤(2019)および岡村(2019)であり、これらの詳細は図 4.1-3 以降に示す。黒松内低地断層帯を構成する個別断層の名称については、「断層」、「リニアメント」、「付近の断層」などの記載を省略して表記。基図の元データには、陸域は国土地理院数値標高データを使用、海域は日本水路協会発行 M7000 シリーズを使用((一財)日本水路協会承認第 2021006 号)。海岸線は「国土数値情報(海岸線データ)」(国土交通省)に、寿都町の行政界(二点鎖線)は「国土数値情報(行政区域データ)」(国土交通省)に基づく。

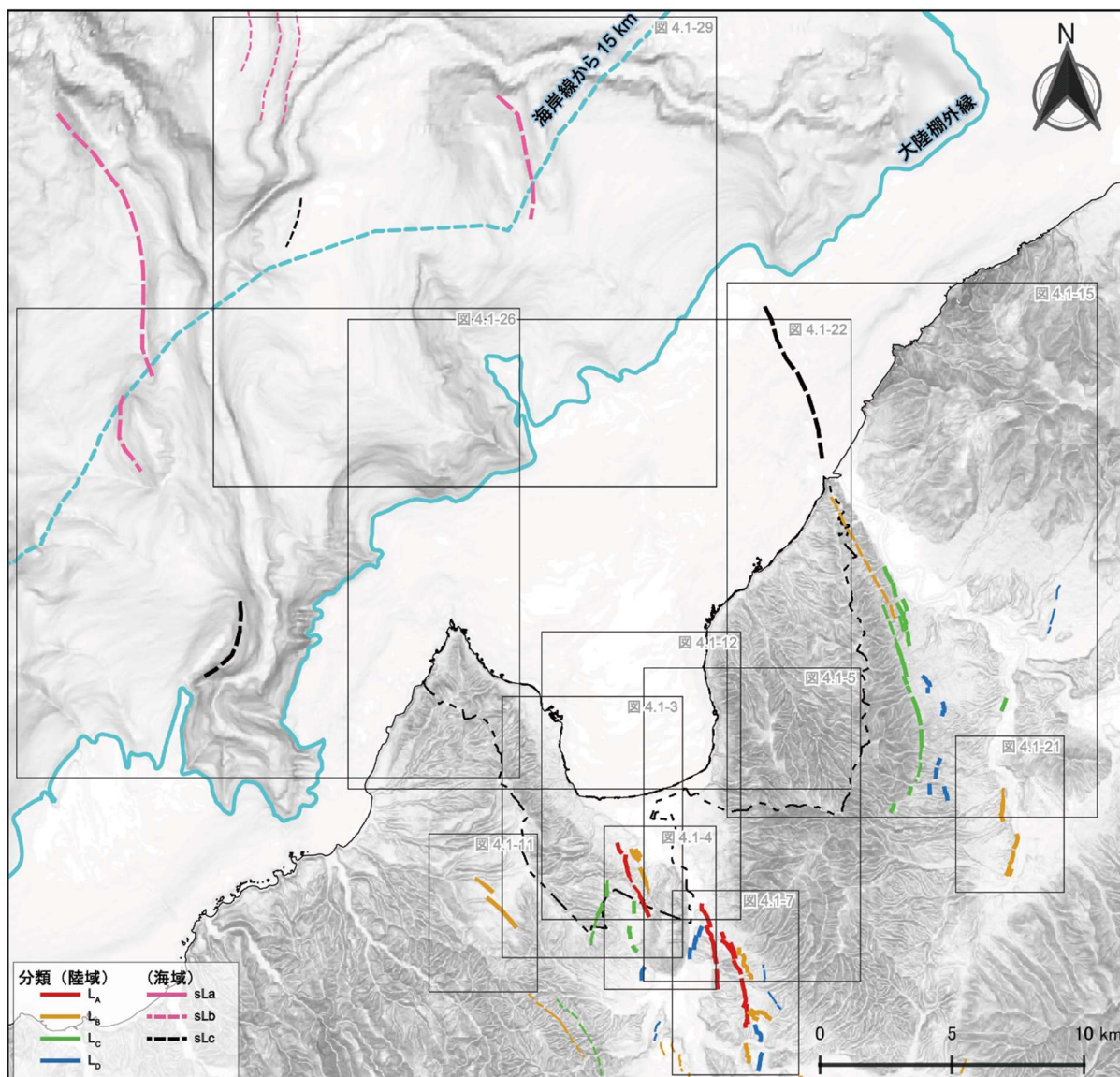


図 4.1-2 文献調査対象地区およびその周辺地域における本調査の地形判読結果

本説明書で扱う地形判読結果を太線で示す。図中の枠は各図の範囲を示す。変動地形の分類（陸域）については、「原子力発電所耐震設計技術指針」（原子力規格委員会編，2023）を判読基準とし、「活断層地形要素判読マニュアル」（佐々木ほか，2006）も地形要素の判読の参考にしている。分類（海域）については，Goto et al. (2022)²を参考にしている。これらの分類の詳細については，添付資料 C に示す。また，ここでは，地形判読結果として断層線のみ示しているが，撓みや勾配異常などを含めた詳細は図 4.1-3 以降に示す。基図の元データには，陸域は国土地理院数値標高データを使用，海域は日本水路協会発行 M7000 シリーズを使用（（一財）日本水路協会承認第 2021006 号）。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に，寿都町の行政区界（二点鎖線）は「国土数値情報（行政区データ）」（国土交通省）に基づく。

4.1.1 陸域の活断層

(1) 樽岸リニアメント

本リニアメントに相当する文献活断層は，奥村（1983），活断層研究会編（1991）および Kumamoto et al. (2016) に示されている。これらの文献では，本リニアメントは寿都半島東部（月越山脈東麓）に

示され、走向は概ね NNW-SSE、長さ⁴は約 3.2~7.1 km である (図 4.1-3)。名称は、活断層研究会編 (1980, 1991) の「樽岸」から名付けた北海道電力 (2015a) の「樽岸リニアメント」を採用した。

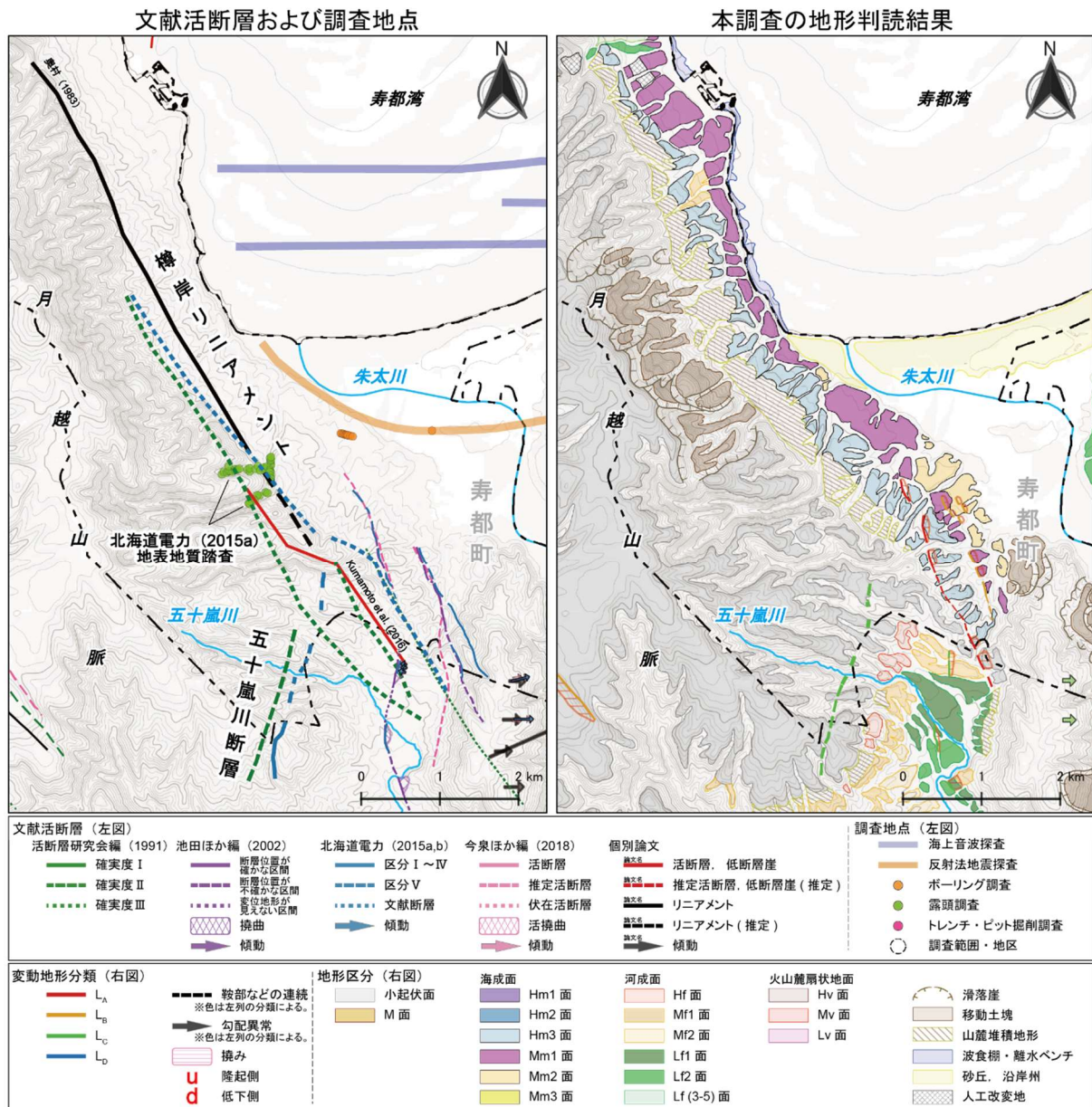


図 4.1-3 樽岸リニアメントおよび五十嵐川断層相当の文献活断層ならびに付近の調査地点および本調査の地形判読結果

樽岸リニアメントおよび五十嵐川断層に相当する文献活断層および本調査の地形判読結果を太線で示す。これらの断層に相当する個別論文の文献活断層の出典を地図上に記す。基図の等高線・等深線の間隔主曲線 10m、計曲線 50m。基図の元データには、陸域は国土地理院数値標高データを使用、海域は日本水路協会発行 M7000 シリーズを使用 ((一財) 日本水路協会承認第 2021006 号)。海岸線は「国土数値情報 (海岸線データ)」(国土交通省) に、寿都町の行政界 (二点鎖線) は「国土数値情報 (行政区域データ)」(国土交通省) に基づく。

⁴本説明書では断層の長さ (延長) は、文献に長さが示されていない場合、断層線における端点間の直線距離としている。

(i) 変動地形的調査

変動地形的調査によって本リニアメントを示しているのは、奥村(1983)、活断層研究会編(1991)およびKumamoto et al.(2016)である。

奥村(1983)は、リニアメントとして示しているが、活動性に関する情報は確認されなかった。活断層研究会編(1991)は、変位基準を山地斜面、活動度⁵B~C、確実度⁶Ⅲ(西側隆起)として示している。Kumamoto et al.(2016)は、活断層(active faults)を示しているが、活動性に関する情報は確認されなかった。北海道電力(2015a)は、山地と段丘面の地形境界およびその延長付近に北海道電力(2015a)の基準に該当する変位地形は認められないとし、活断層研究会編(1991)の記載を参考に抽出した「やや直線的な地形境界等」を「文献断層⁷」として示している。

本調査の地形判読では、文献で本リニアメントが示されている位置の一部に山地と山麓堆積地形の直線的な地形境界が判読されるが、ほかに断層による変位・変形を受けたと考えられる地形要素が判読されないため、判読基準に該当する変動地形は認められないと評価した。

(ii) 地質調査

北海道電力(2015a)は、本リニアメント周辺において地表地質踏査を実施し、「山地斜面の傾斜変換線の延長付近では、二股層の安山岩が広く分布しており、断層の存在を示唆するような破碎帯及び地層の不連続は認められない」とし、「一部で、山地斜面の傾斜変換線に並走して不明瞭な鞍部、遷緩線等が不連続に認められるが、これらは、異なる岩質の境界にあたり、両者の侵食に対する抵抗力の違いに起因する組織地形と判断」している。

(iii) 地球物理学的調査

本リニアメントの分布や活動性を対象とした地球物理学的調査結果は確認されなかった。

(2) 五十嵐川断層

本断層に相当する文献活断層は、活断層研究会編(1991)と北海道電力(2015a)に示されている。これらの文献では、本断層は丸山丘陵西方に示され、走向は概ねN-S~NNE-SSWで五十嵐川に直交し、長さは約1.5~2.7kmである(図4.1-3)。名称は、活断層研究会編(1980, 1991)の「五十嵐川断層」を採用した。

(i) 変動地形的調査

変動地形的調査によって本断層を示しているのは、活断層研究会編(1991)、北海道電力(2015a)および本調査の地形判読結果である。

活断層研究会編(1991)は、変位基準を山地斜面、活動度C、上下成分の断層変位10m、確実度

⁵活動度：松田(1975)は、平均変位速度を指標として、「10³年につき1m以上10m未満のものをA級とし、その1/10、1/100のものをそれぞれB級、C級」としている。活断層研究会編(1991)は、活動度について、松田(1975)に従っている。

⁶確実度Ⅲ：「活断層の可能性はあるが、変位の向きが不明であったり、他の原因、たとえば川や海の浸食による崖、あるいは断層に沿う浸食作用によってリニアメントが形成された疑いが残るもの」(活断層研究会編, 1991)。

⁷文献断層：文献に記載された活断層等のうち、空中写真判読で、文献に対応する活断層の存在を示す根拠が積極的に得られなかったもの等(北海道電力, 2015a)。

Ⅱ⁸（東側隆起）を示している。北海道電力（2015a）は、Hf1 段丘面や Hf2 段丘面上に区分Ⅲ⁹の変位地形を示している。

本調査の地形判読では、小起伏面上の遷緩線や鞍部の配列から成る長さ約 2.6km の区間を分類 Lc と評価したが、これらの地形の形成年代は不明である。

(ii) 地質調査

本断層の分布や活動性を対象とした地質調査結果は確認されなかった。

(iii) 地球物理学的調査

本断層の分布や活動性を対象とした地球物理学的調査結果は確認されなかった。

(3) 湯別・丸山西側付近の断層

本断層に相当する文献活断層は、池田ほか編（2002）、北海道電力（2015a）および今泉ほか編（2018）に示されている。これらの文献では、本断層は丸山丘陵西側付近に示され、走向は概ね NW-SE～NNW-SSE、長さは約 3.4～4.9km である（図 4.1-4）。名称は、北海道電力（2015a）の「湯別・丸山西側付近の断層」を採用した。

⁸確実度Ⅱ：「活断層であると推定されるもの。位置・変位のむきも推定できるが、確実度Ⅰと判定できる決定的な資料に欠けるもの」（活断層研究会編，1991）。

⁹区分Ⅲ：「変位地形と認定できる地形要素が認められるが、基準地形の認定に不確実さがあり、その他の成因による可能性があるもの、あるいは、不連続が認められるものの、基準地形での変位が不明瞭なもの」（北海道電力，2015a）。

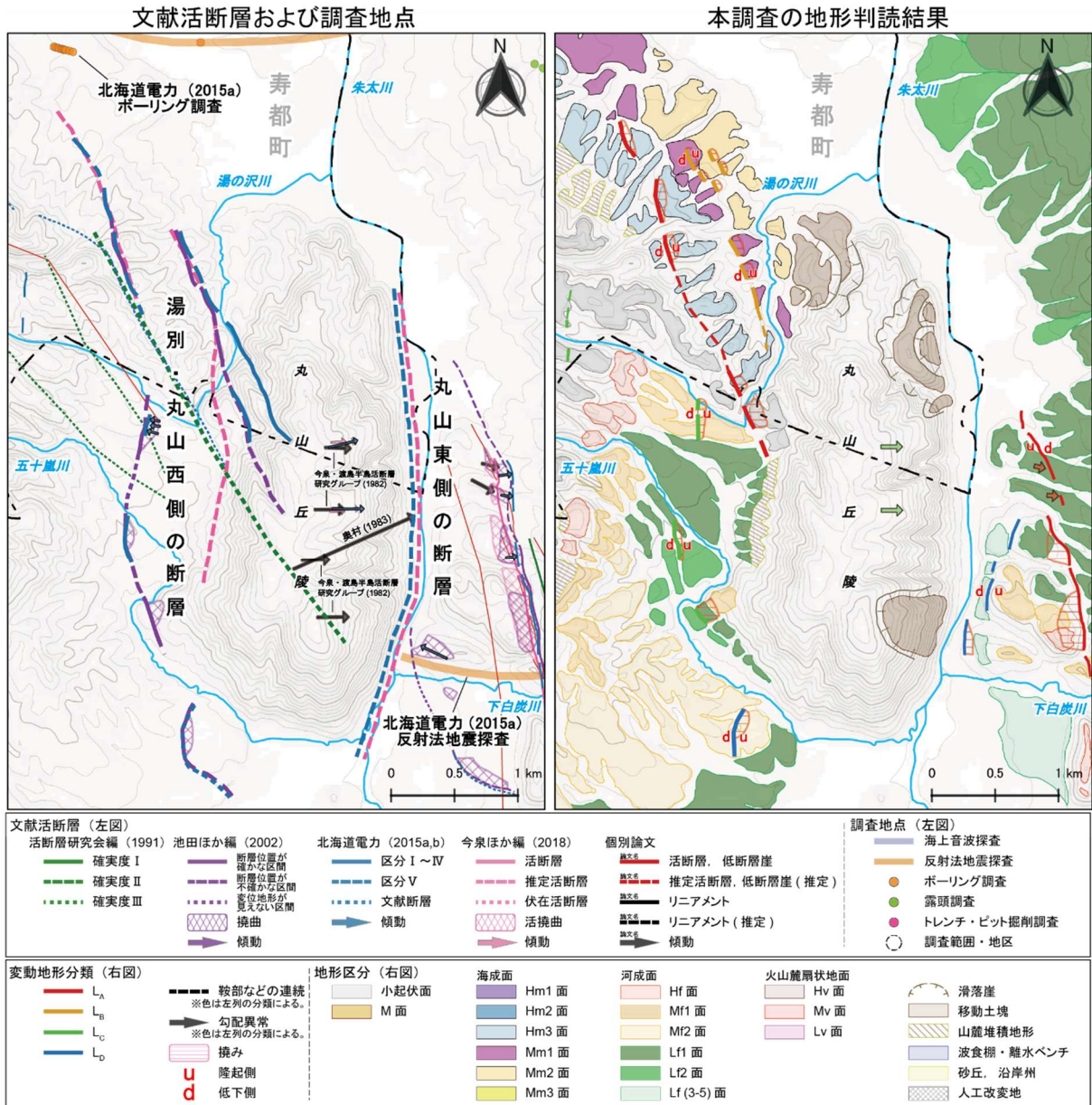


図 4.14 湯別・丸山西側付近の断層および丸山東側付近の断層相当の文献活断層ならびに付近の調査地点および本調査の地形判読結果

湯別・丸山西側の断層および丸山東側の断層に相当する文献活断層および本調査の地形判読結果を太線で示す。これらの断層に相当する個別論文の文献活断層 (赤線) の出典を地図上に記す。基図の等高線・等深線の間隔は主曲線 10 m, 計曲線 50 m。基図の元データには, 国土地理院数値標高データを使用。寿都町の行政界 (二点鎖線) は「国土数値情報 (行政区域データ)」(国土交通省) に基づく。

(i) 変動地形学的調査

変動地形学的調査によって本断層を示しているのは, 池田ほか編 (2002), 北海道電力 (2015a), 今泉ほか編 (2018) および本調査の地形判読結果である。

池田ほか編 (2002) は, 丸山丘陵西側付近において, 変位基準面である M 面 (最終間氷期以降) に変位量 5 m の撓曲崖 (東側隆起) を示している。北海道電力 (2015a) は, Hm3 段丘面 (Marine Isotope

Stage (以下, MIS という。) 7) や Hf2 段丘面, Mf1 段丘面 (MIS6) に区分Ⅱ¹⁰や区分Ⅲの東側隆起の変位地形を示している。今泉ほか編 (2018) では, 東側隆起の推定活断層として示されているが, 活動性についての情報は確認されなかった。

本調査の地形判読では, Hm3 面, Mf1 面, Mm1 面および Lf2 面などに東側隆起の撓みを伴う崖などから成る長さ約 5.1 km の区間を分類 L_A~L_D と評価した。

(ii) 地質調査

上記変動地形学的調査による変動地形について, 本断層の分布や活動性を直接示唆する地質調査結果は確認されなかった。なお, 北海道電力 (2015a) は, 本断層北方延長の Mm1 段丘面で群列ボーリング調査 (図 4.1-4) を実施し, 「瀬棚層は水平な構造を示し, 変位地形から推定されるような東側隆起の構造は認められない」と述べている。

(iii) 地球物理学的調査

本断層の分布や活動性を対象とした地球物理学的調査結果は確認されなかった。

(4) 丸山東側付近の断層

本断層に相当する文献活断層は, 北海道電力 (2015a) および今泉ほか編 (2018) に示されている。これらの文献では, 本断層は丸山丘陵東縁付近に示され, 走向は概ね N-S, 長さは約 3.7 km である (図 4.1-4)。名称は, 北海道電力 (2015a) の「丸山東側付近の断層」を採用した。

(i) 変動地形学的調査

変動地形学的調査によって本断層を示しているのは, 北海道電力 (2015a) および今泉ほか編 (2018) である。

北海道電力 (2015a) は, 丸山丘陵と朱太川沿いに広がる沖積低地との境界を, 丸山丘陵やその頂部の H0 段丘面の東方への傾動の形成に関連する断層の伏在の可能性を考慮して区分 V¹¹として示している。今泉ほか編 (2018) は推定活断層や丸山丘陵の頂部に傾動を示しているが, 活動性に関する情報は確認されなかった。ほかに, 丸山丘陵の頂部において, 今泉・渡島半島活断層研究グループ (1982), 奥村 (1983), 寒川ほか (1984) および池田ほか編 (2002) は, 東向き~東北東向きの傾動を示している。このうち, 今泉・渡島半島活断層研究グループ (1982) は傾動を示した頂部の面をそれぞれ高位段丘 (H₁) 面と区分し, 高位段丘 (H₁) 面を含む H 面群の形成時期を 15 万年以上前と仮定している。

本調査の地形判読では, 本断層が示されている位置は沖積平野と丘陵の地形境界にあたり, 判読基準に該当する変動地形は認められないと評価したが, 丸山丘陵頂部に東向きの勾配異常を判読し分類 L_Cとした。

¹⁰区分Ⅱ:「変位地形と認定できる地形要素が認められるが, 基準地形に不連続があることから, 位置に不確かさがあるもの, あるいは, 変位地形として認定できる地形要素が I よりも少なく, その他の成因によるものである可能性があるもの」(北海道電力, 2015a)。区分Ⅰに関しては脚注 13 を参照。

¹¹区分Ⅴ:「変位地形と認定できる地形要素は認められないが, 周囲の地形面や段丘面の分布から活断層等の伏在が推定されるもの」(北海道電力, 2015a)。

(ii) 地質調査

池谷・林(1982)は、丸山丘陵に背斜(熱帯背斜の北部)を示している。椿原ほか(1989)、能條ほか(1999)および北海道電力(2015a)は、丸山丘陵を形成する二股層にN-S方向の軸を持つ背斜構造を示している。なお、山岸(1984)は丸山丘陵頂部付近には後期更新世に対比される旧期扇状地堆積物が分布するとしているが、丸山頂部を覆う砂礫層は約30万年前以前に堆積したと考えられる(詳細は、説明書「隆起・侵食」を参照)。

(iii) 地球物理学的調査

北海道電力(2015b)が丸山丘陵東方の下白炭川沿いで実施した反射法地震探査は本断層を横断していない。本断層の分布や活動性を対象とした地球物理学的調査結果は確認されなかった。

(5) 歌棄リニアメント

本リニアメントに相当する文献活断層は、奥村(1983)、活断層研究会編(1991)および今泉ほか編(2018)に示されている。これらの文献では、本リニアメントは幌別山地西麓付近に示され、走向は概ねN-S、長さは約4.9~12kmである(図4.1-5)。名称は、活断層研究会編(1980, 1991)の「歌棄」から名付けた北海道電力(2015a)の「歌棄リニアメント」を採用した。

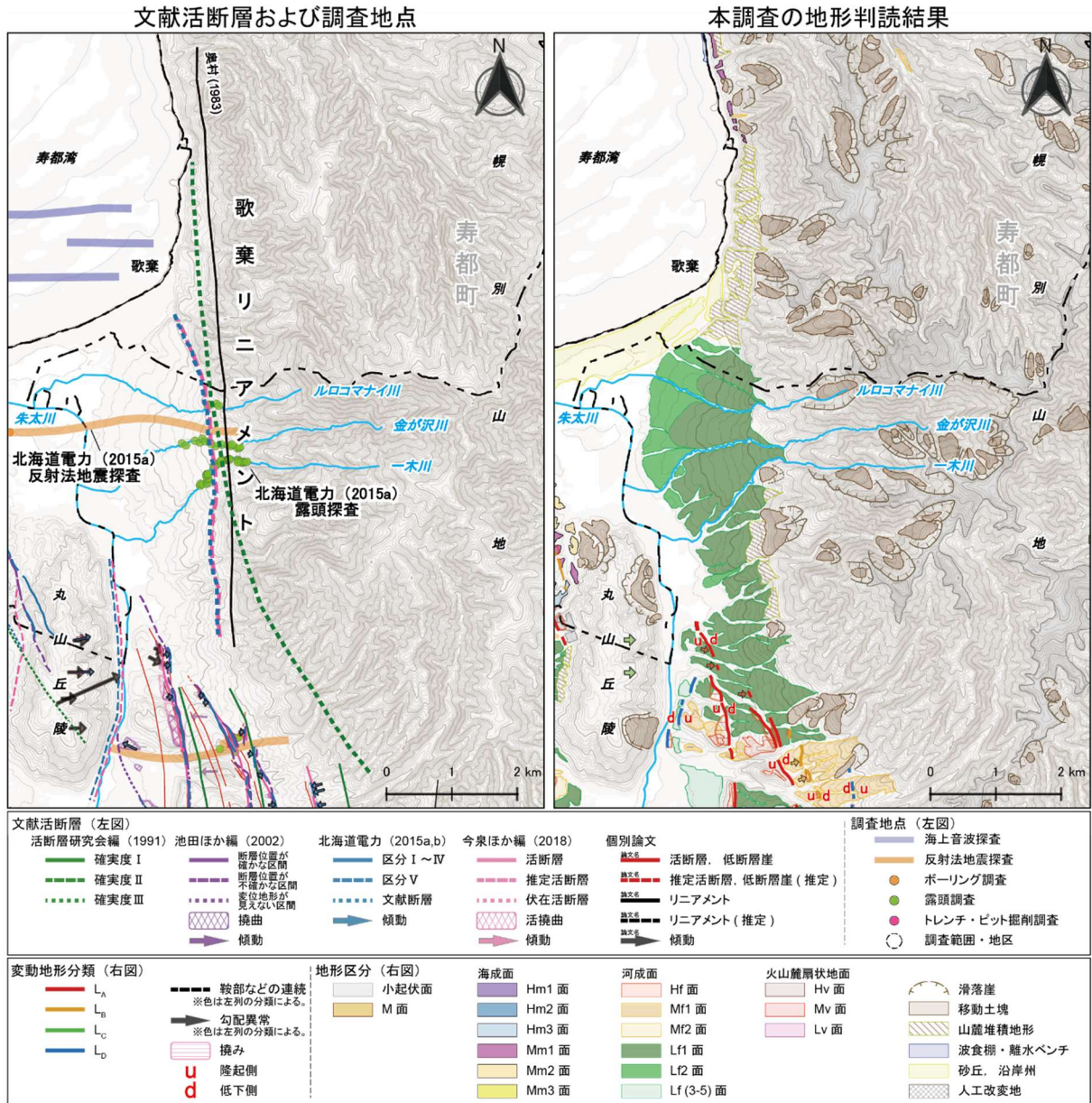


図 4.1-5 歌棄リニアメント相当の文献活断層ならびに付近の調査地点および本調査の地形判読結果
歌棄リニアメントに相当する文献活断層を太線で示す。本リニアメントに相当する個別論文の文献活断層 (黒線) の出典を地図上に記す。基図の等高線・等深線の間隔は主曲線 10m, 計曲線 50m。基図の元データには、陸域は国土地理院数値標高データを使用, 海域は日本水路協会発行 M7000 シリーズを使用 ((一財) 日本水路協会承認第 2021006 号)。海岸線は「国土数値情報 (海岸線データ) (国土交通省) に、寿都町の行政界 (二点鎖線) は「国土数値情報 (行政区域データ) (国土交通省) に基づく。

(i) 変動地形学的調査

変動地形学的調査によって本リニアメントを示しているのは、奥村 (1983), 活断層研究会編 (1991) および今泉ほか編 (2018) である。

奥村 (1983) はリニアメントとして示しているが、活動性に関する情報は確認されなかった。活断層研究会編 (1991) は、変位基準を山地高度, 活動度 C, 確実度 III (東側隆起) と示している。今泉ほか編 (2018) は、東側隆起の推定活断層として示しているが、活動性に関する情報は確認され

なかった。

北海道電力(2015a)は、山地斜面および段丘面の地形境界ならびに山地部に不鮮明な遷緩線および鞍部などが不連続に認められるが、これらの地形要素に挟まれる区間に北海道電力(2015a)の分類基準に該当する変位地形は認められないとし、上記の文献の記載を参考に抽出した「やや直線的な地形境界等」を「文献断層」として示している。

本調査による地形判読では、文献で本リニアメントが示されている位置の一部に山地と山麓堆積地形・Lf1面の直線的な地形境界が判読されるが、これに挟まれたLf1面や山麓に断層による変位・変形を受けたと考えられる地形要素が判読されないため、判読基準に該当する変動地形は認められないと評価した。

(ii) 地質調査

北海道電力(2015a)は、ルロコマナイ川、金が沢川および一木川において露頭調査を実施し(図4.1-5)、幌別山地と黒松内低地帯の境界付近に認められる遷緩線付近の約40mの連続露頭において、「露頭で認められる基盤の二股層の凝灰角礫岩は、割れ目の少ない塊状岩盤を呈し、一部で砂岩及び変質した安山岩が認められるが、断層は認められない。また、岩盤中には変質脈が4条認められるが破碎を伴う劣化部は認められない」としている。さらに、金が沢川では、歌棄リニアメントを横断して分布するLf2面段丘堆積物およびその下位のくさり礫まじり礫層の層理は、緩やかに下流傾斜を示していること、一木川では、歌棄リニアメントを付近に分布する「基盤岩である二股層の凝灰角礫岩に断層を示唆するような破碎帯及び地層の不連続は認められない」ことを示している。

(iii) 地球物理学的調査

北海道電力(2015a)は、本リニアメントを横断した反射法地震探査(北測線)を実施している(図4.1-14)。本調査では、本リニアメント位置は探査測線端部に当たり、この探査結果では本リニアメント付近の地質構造が明瞭でなく活動性の詳細は不明と評価した。

(6) 白炭断層

本断層に相当する文献活断層は、活断層研究会編(1991)、山岸・木村(1981)、今泉・渡島半島活断層研究グループ(1982)、奥村(1983)、寒川(1984)、山岸(1984)、池田ほか編(2002)、吾妻ほか(2003, 2004)、奥村(2003)、北海道電力(2015a)、Kumamoto et al.(2016)および今泉ほか編(2018)に示されている。これらの文献では、本断層は朱太川右岸の段丘付近に示され、走向は概ねNNW-SSE~N-S、長さは約4.7~8.3kmである(図4.1-6)。また、並走する複数の断層トレースが示されており、例えば活断層研究会編(1980, 1991)では「白炭西断層」および「白炭東断層」に分類されているが、これらは位置が近いことや走向や変位センスが同様であるため、地下で収れんするものまたは一連の変形によるものの可能性が高いと考えられる。よって、本説明書ではこれらをまとめて「白炭断層」とする。

活断層研究会編（1991）は、本断層について段丘面などを変位させる顕著な低断層崖や撓曲崖の縦ずれ断層とし、変位基準をH₂面（15万年以上前）、M₁面（7～8万年前）、M₂面（4～5万年前）などで、活動度B、平均変位速度は0.3～0.4m/千年（白炭東断層）および0.4～0.6m/千年（白炭西断層）、確実度I¹²（西側隆起）と記している。

山岸・木村（1981）は、高位扇状地面および低位扇状地面に本断層を示しており、白炭東断層付近では、高位扇状地面で比高30m以上および比高5～10mの逆向き低断層崖が形成されている一方で、北方の低位扇状地面の変位は不明瞭としている。

今泉・渡島半島活断層研究グループ（1982）は、白炭西断層について、H₂面（15万年以上前と仮定）、中位段丘（M₁）面（7～8万年前と仮定）およびM₂面（4～5万年前と仮定）におけるそれぞれの変位量が>50m、30～40m、20mであり、平均変位速度は0.4～0.5m/千年と示している。白炭東断層については、中位段丘（M₁）面およびM₂面におけるそれぞれの変位量が5m、25mおよび16mであり、平均変位速度は0.3～0.4m/千年と示している。

奥村（1983）は、白炭断層が扇状地面上に認められると述べている。

寒川（1984）は、「上部更新統、又は中位段丘堆積層」および「最上部更新統、又は低位段丘堆積層」分布域に「活断層（主として第四紀後期に活動したもの）」を示している。

山岸（1984）は、黒松内背斜の東側では、活断層が尻別川層を覆う旧期扇状地堆積物の地形面を変位させていると述べている。

池田ほか編（2002）は、白炭西断層について、変位基準面であるH面（最終間氷期以前）の変位量が30mの西側隆起の撓曲崖を、白炭東断層について、変位基準面であるM面（最終間氷期以降）の変位量が5m、M₂面（約5～2万年前）の変位量が16mの西側隆起の撓曲崖を示している。

吾妻ほか（2003）は、白炭東断層について、高位（中期更新世）および中位（後期更新世）の扇状地性の河成段丘を変位させる3本の逆向き断層崖を示している。

奥村（2003）は、M₂面（MIS 5c）、M₃面（MIS 5a-4）およびL₁面（MIS 2-3）上に西側隆起の断層とその南方延長部のM₂面に東向きの傾動を示している。

北海道電力（2015a）は、H₂段丘面とH₃段丘面の境界付近やH₃段丘面上、M₁段丘面（MIS 6）およびL₁段丘面上などに、西側隆起を示唆する連続性のよい鮮明な逆向き崖や撓曲崖などを区分I¹³やIIの変位地形として示している。

Kumamoto et al. (2016)は、活断層（active faults）を示しているが活動性に関する情報は確認されなかった。

今泉ほか編（2018）は、白炭西断層について、変位基準が高位面（最終間氷期以前：約15万年前以前）、中位面（最終間氷期—最終氷期：約13万年前～約3万年前）および低位面（最終氷期以降：約3万年前～約1万年前）に断層変位量がそれぞれ35m、15mおよび5mの活撓曲を伴う活断層を示している。白炭東断層について、変位基準が高位面と中位面に断層変位量がそれぞれ25mと3～30mの活撓曲を伴う活断層を示している。

本調査の地形判読では、M₁面やL₁面などに撓みを伴う崖の配列などから成る長さ約6.2kmの

¹²確実度I：「活断層であることが確実なもの」。尾根・谷の系統的な横ずれ、ひと続きであることが確かな地形面を切る崖線、変位の累積が認められる場合、同一地形面の変形（たわみ・傾斜など）、第四紀層を変位させている断層の露頭などの地形的特徴をもち、断層の位置、変位のむきがともに明確であるものをいう（活断層研究会編、1991）。

¹³区分I：「変位地形と認定できる地形要素が認められ、ほかの成因による可能性が否定でき、かつ、基準地形に累積的な不連続が認められ、その位置が確実に認定できるもの」（北海道電力、2015a）。

区間を分類 L_A , L_B および L_D と評価した。

(ii) 地質調査

地質調査結果としては、山岸 (1984) の野外調査結果 (地質図幅)、北海道電力 (2015a) の地表地質踏査結果、山岸・木村 (1981) の露頭観察調査結果、吾妻ほか (2003) のトレンチ掘削調査結果および吾妻ほか (2004) のピット掘削調査結果が挙げられる。

山岸 (1984) は、尻別川層について「断層崖に近づくにつれて本層が急傾斜になる傾向があることから、本層も活断層によって変位をうけているものと考えられ」、旧期扇状地堆積物について「下位の尻別川層とともに、褶曲や断層による変位を強くうけている」と述べている。北海道電力 (2015a) は、「瀬棚層には、ほぼ N—S 方向の背斜及び向斜構造が認められ、背斜軸の東翼に撓曲構造が認められる」と記述している。

山岸・木村 (1981) は、下白炭川北岸で 3 か所の断層露頭 (露頭 A, B, C) を発見している。露頭 A は「白炭東断層の断層崖に直交する断面」であり、黄色砂層や風化した礫層が「断層崖付近で直立し、顕著な褶曲構造を示している」と報告している。露頭 B (図 4.1-7) は「白炭東断層の断層崖東側の断層凹地およびふくらみをやや斜めに切る断面」で、ローム層よりも下位層は下部から上部に向かって傾斜が緩くなり、「見かけ上の落差 1m の、断層面をよく残す逆断層」により切られているが、ローム層では傾斜が水平で断層面も不明瞭となる。また、この断層面には、「厚さ 2mm の断層粘土が附着し、その上に水平線と約 40° 斜交した条線とそれに平行な、幅 5mm~1cm、長さ数 cm のにんじん型の溝状の構造がみられる」と報告している。露頭 C (図 4.1-8) は、白炭東断層の「最も東側の低断層崖の西側の N40°W 方向にのびる小さなふくらみの断面」であり、下位の礫層から最上位のローム質粘土層が「見かけ上 50cm の落差を示す N40°W, 46°W 方向および同じく 15cm の落差の N8°W, 35°E 方向の逆断層で切られている」ことを確認している。

吾妻ほか (2003) は、上記の山岸・木村 (1981) の断層露頭付近でトレンチ掘削調査を実施した結果、「約 200 年前頃に湿地の上にローム層が覆いかぶさるイベントが生じた」ことを指摘している。この結果と、1792 年西蝦夷地方の地震 (宇佐美ほか (2013) の 1792 年後志地震に対比される可能性がある) や白炭東断層の活動との関係については明らかになっていない。

吾妻ほか (2004) は、上記の吾妻ほか (2003) のトレンチ掘削調査地点から 50~100m 南方でピット掘削調査を実施した結果、図 4.1-9 のように、傾斜が 15 度以下で西に傾く数本の逆断層および最終氷期以降に堆積したと推定されている s2 層に及んだ変位を示している。

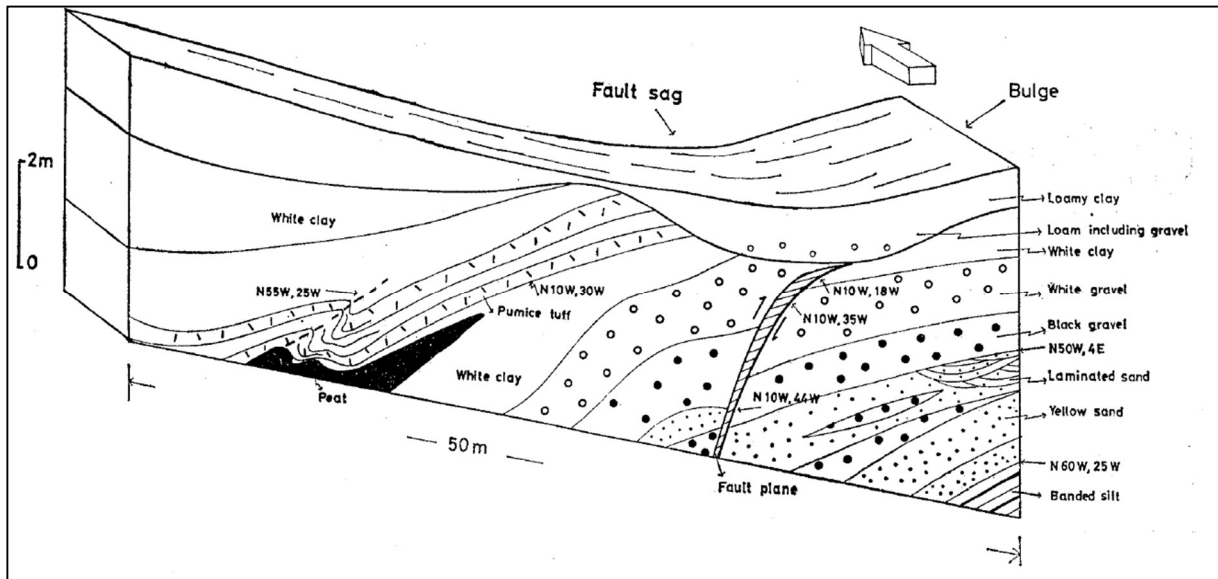


図 4.1-7 白炭東断層の断層崖東側の露頭 B 断面 (山岸・木村, 1981)

出典：山岸・木村 (1981)。露頭位置は下白炭川北岸で、おおよその位置は図 4.1-6 を参照。

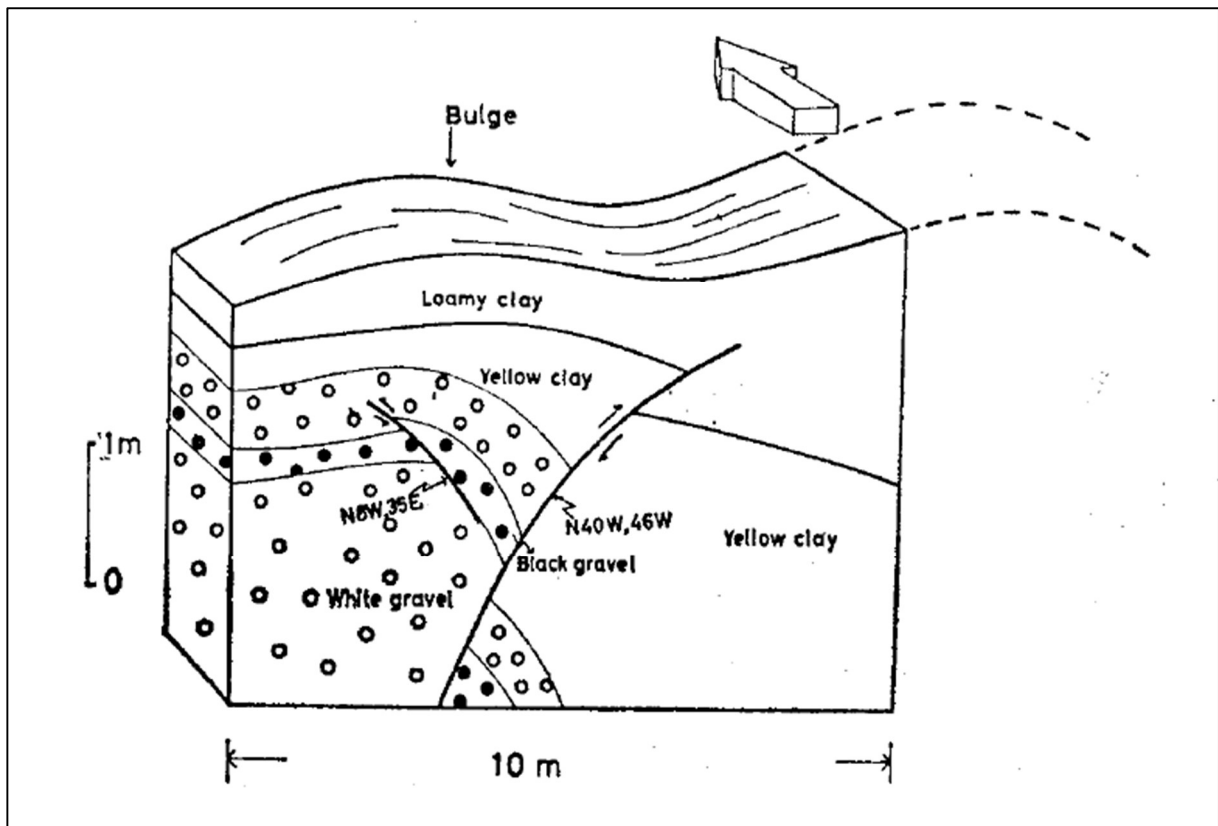


図 4.1-8 白炭東断層の断層崖東側の露頭 C 断面 (山岸・木村, 1981)

出典：山岸・木村 (1981)。露頭位置は下白炭川北岸で、おおよその位置は図 4.1-6 を参照。

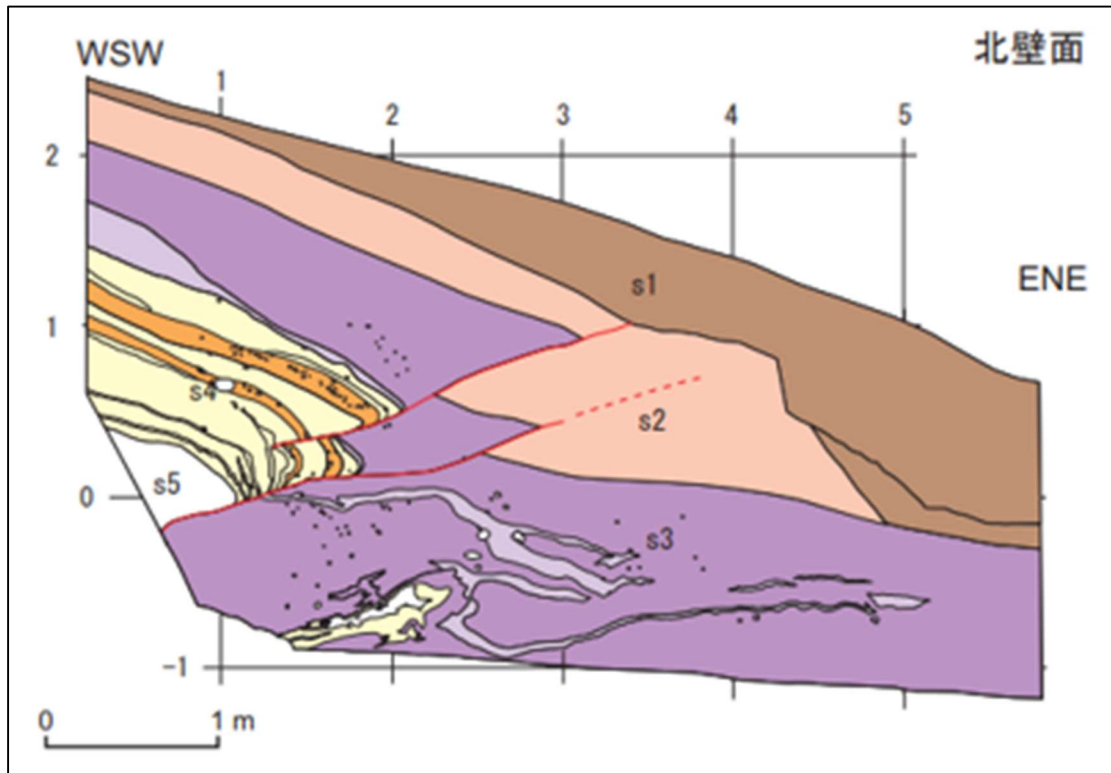


図 4.1-9 白炭地区ピット掘削の北壁面スケッチ（吾妻ほか，2004）

出典：吾妻ほか（2004）。ピット掘削のおおよその位置は図 4.1-6 を参照。

(iii) 地球物理学的調査

地球物理学的調査結果としては、吾妻ほか（2003）の S 波浅層反射法地震探査結果と北海道電力（2015a, 2015b）の反射法地震探査結果が挙げられる。

吾妻ほか（2003）は、同文献のトレンチ掘削地点から約 20 m 南方の長さ約 300 m の測線で S 波浅層反射法地震探査を実施した。その結果、断層の存在を明瞭に示す反射波構造は認められなかったが、向斜構造や西上がりの地層の累積的な変形が認められるとしている。

北海道電力（2015a, 2015b）は、下白炭川沿いで反射法地震探査（図 4.1-10；北海道電力，2015b）を実施し、「丸山の東側の距離 1,000 m 付近に、西上がりの撓曲構造を示唆する非対称な向斜構造が認められ、白炭断層付近には地表付近で瀬棚層以下の短縮変形させる断層や撓曲が認められる」としている。

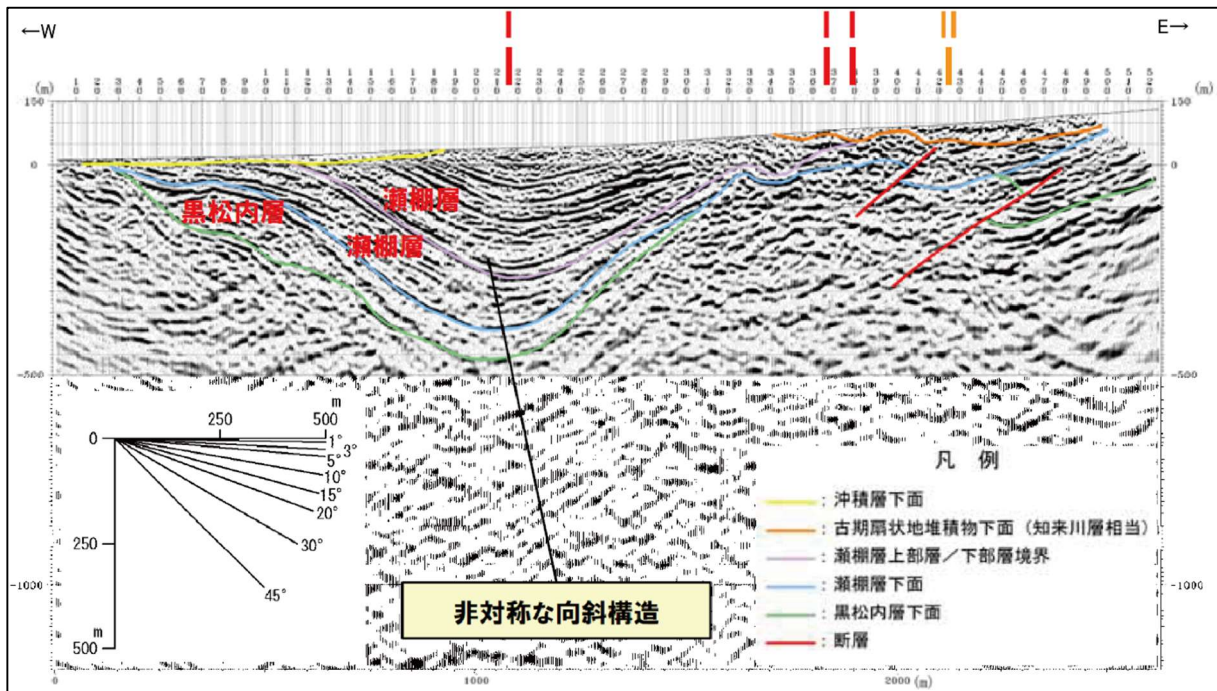


図 4.1-10 下白炭川沿いの反射法地震探査記録に基づく地質断面図 (北海道電力, 2015b)
 図上部の線は北海道電力 (2015b) の変位地形位置を表す。北海道電力 (2015b) の地質断面図に方位 (W および E) を加筆。

(7) 月越原野断層

本断層に相当する文献活断層は、活断層研究会編 (1991), 奥村 (1983) および今泉ほか編 (2018) に示されている。これらの文献では、本断層は月越原野に示され、走向は概ね NW-SE, 長さは約 2.0 ~ 2.5 km である (図 4.1-11)。名称は、活断層研究会編 (1980, 1991) の「月越原野断層」を採用した。

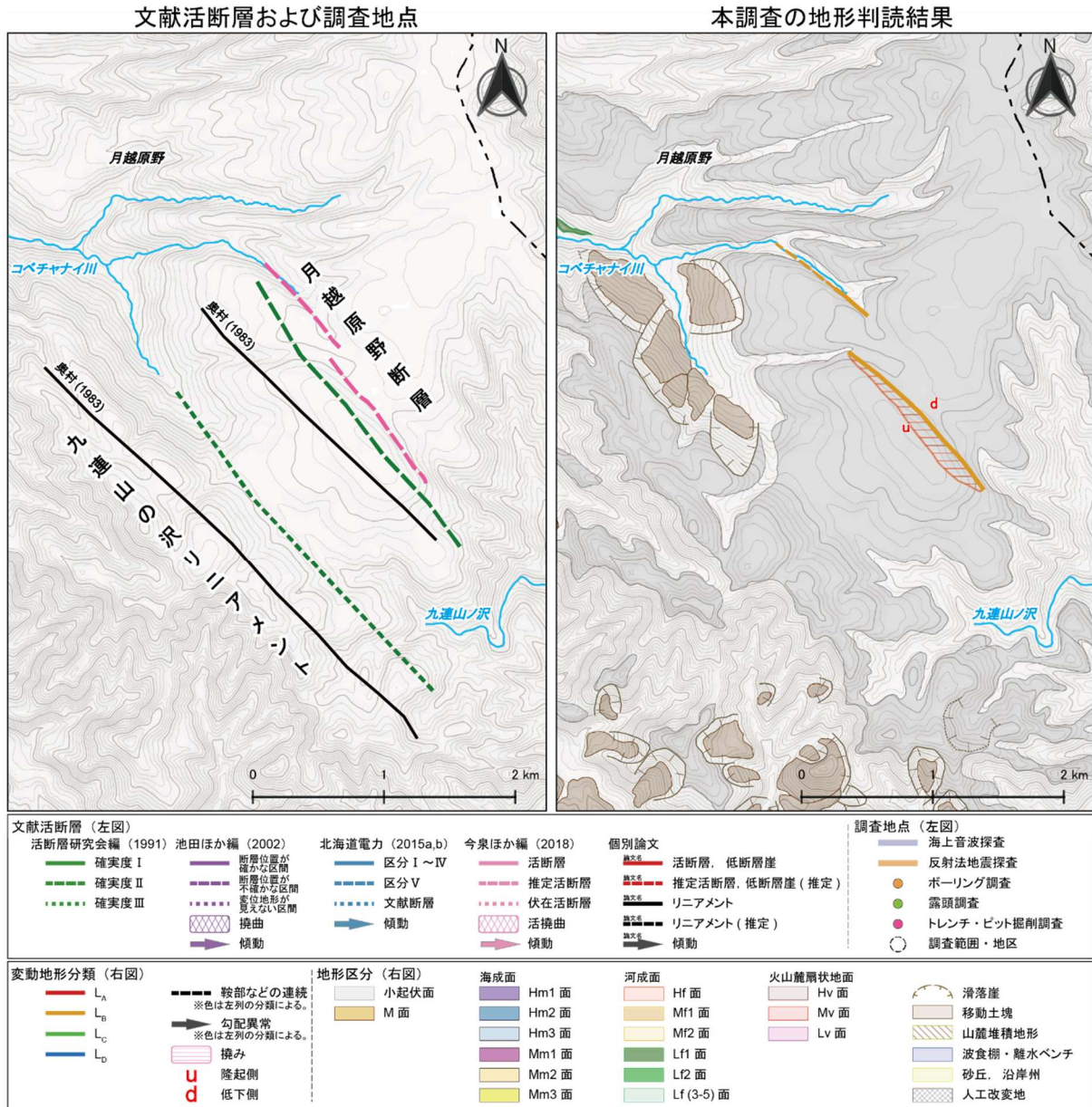


図 4.1-11 月越原野断層および九連山の沢リニアメント相当の文献活断層ならびに付近の調査地点
および本調査の地形判読結果

月越原野断層および九連山の沢リニアメントに相当する文献活断層および本調査の地形判読結果を太線で示している。これらの断層に相当する個別論文の文献活断層（黒線）の出典を地図上に記す。基図の等高線の間隔は主曲線 10m, 計曲線 50m。基図の元データには、国土地理院数値標高データを使用。寿都町の行政界（二点鎖線）は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

(i) 変動地形学的調査

変動地形学的調査において本断層を示しているのは、奥村（1983）、活断層研究会編（1991）、今泉ほか編（2018）および本調査の地形判読結果である。

奥村（1983）はリニアメントとして示しているが、活動性に関する情報は確認されなかった。活断層研究会編（1991）は、変位基準を山頂緩斜面、活動度 B~C、上下成分の断層変位 15m、確実度 II（南西側隆起）を示している。今泉ほか編（2018）は推定活断層を示しているが、活動性に関する

る情報は確認されなかった。

本調査の地形判読では、月越原野における小起伏面上の撓みを伴う崖やそれに連続する直線谷から成る長さ約 2.4 km の区間を分類 L_B と評価したが、これらの地形の形成年代は不明である。

(ii) 地質調査

本断層の分布や活動性を対象とした地質調査結果は確認されなかった。

(iii) 地球物理学的調査

本断層の分布や活動性を対象とした地球物理学的調査結果は確認されなかった。

(8) 九連山の沢リニアメント

本リニアメントに相当する文献活断層は、奥村（1983）と活断層研究会編（1991）に示されている。これらの文献では、本リニアメントは月越原野に示され、走向は概ね NW-SE、長さは約 4.0 km である（図 4.1-11）。名称は、活断層研究会編（1980, 1991）の「九連山の沢」を採用し、同文献において断層と名付けられていないことと、奥村（1983）でリニアメントとして示されていることから「リニアメント」を付記した。

(i) 変動地形学的調査

変動地形学的調査によって本リニアメントを示しているのは、奥村（1983）および活断層研究会編（1991）である。

奥村（1983）はリニアメントとして示しているが、活動性に関する情報は確認されなかった。活断層研究会編（1991）は、変位基準を山頂緩斜面、活動度 B~C、确实度Ⅲ（南西側隆起）と示している。

本調査の地形判読では、小起伏面上に谷中分水界を含むやや直線的な谷が判読され、この直線谷の西側の標高が系統的に高いが、やや直線的な谷が不鮮明でほかに断層の変位・変形を受けたと考えられる地形要素が確認されないため、判読基準に該当する変動地形は認められないと評価した。

(ii) 地質調査

本リニアメントの分布や活動性を対象とした地質調査結果は確認されなかった。

(iii) 地球物理学的調査

本リニアメントの分布や活動性を対象とした地球物理学的調査結果は確認されなかった。

(9) 黒松内低地断層帯北方延長部

4.1.1 (9) では、黒松内低地断層帯の北部および北方延長は文献調査対象地区中央部に当たること、ならびに、宮内（2012）および佐藤（2019）の震源断層モデルの北端は寿都湾付近に設定されていることを考慮して、寿都湾およびその周辺陸域の知見の整理を行った。また、このような背景から、黒松内低地断層帯の震源断層モデルについても 4.1.1 (9) で整理した。

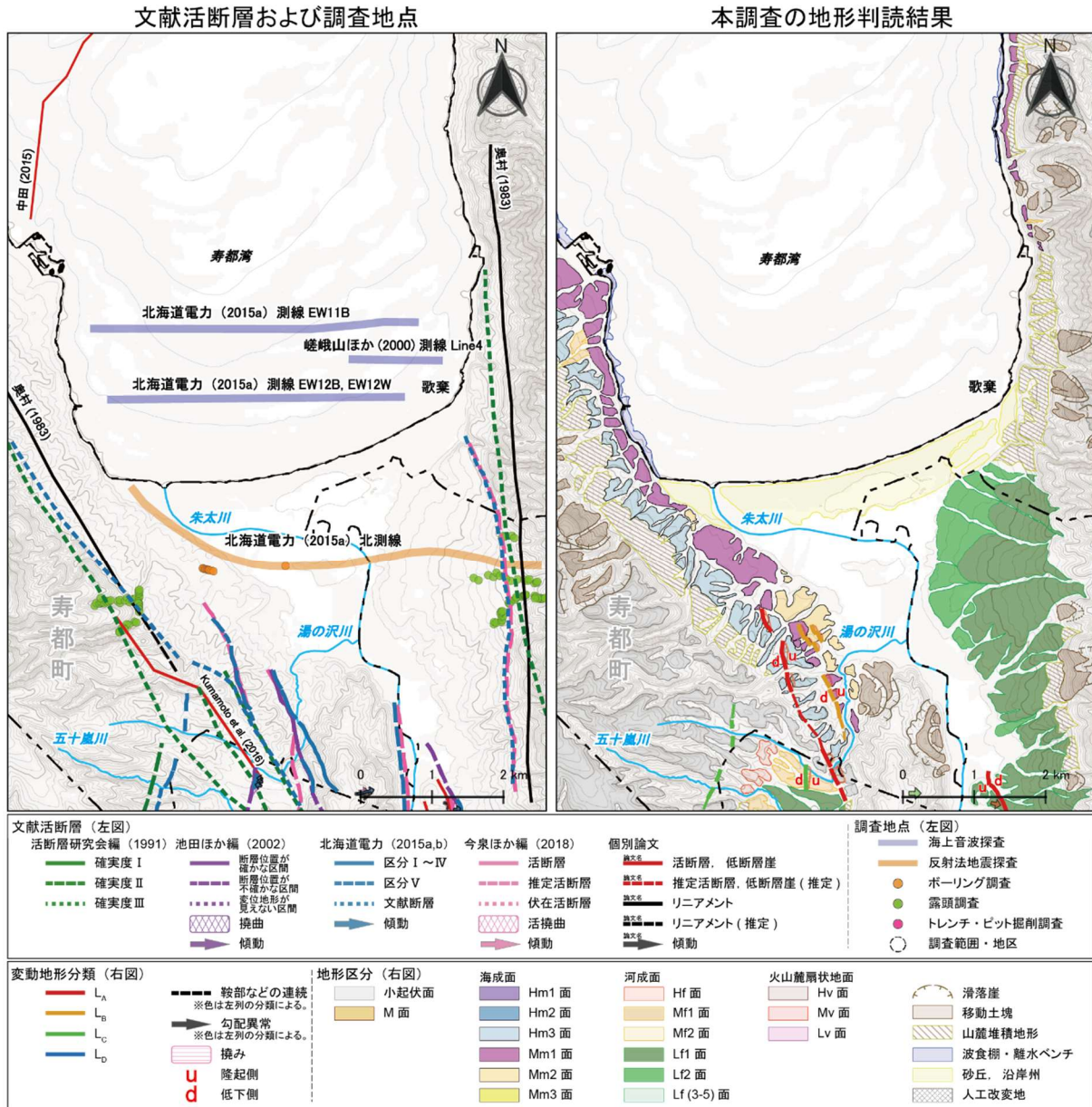


図 4.1-12 黒松内低地断層帯北方延長部における文献活断層，調査地点および本調査の地形判読結果

個別論文の文献活断層（赤線および黒線）の出典を記す。基図の等高線・等深線の間隔は主曲線 10m，計曲線 50 m。基図の元データには、陸域は国土地理院数値標高データを使用，海域は日本水路協会発行 M7000 シリーズを使用（（一財）日本水路協会承認第 2021006 号）。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町の行政界（二点鎖線）は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

(i) 変動地形学的調査

寿都湾およびその周辺陸域では、樽岸リニアメント (4.1.1 (1))，歌棄リニアメント (4.1.1 (5)) および中田 (2015) の海底活断層 (4.1.2 (2)) が示されている（奥村，1983；活断層研究会編，1991；中田，2015；今泉ほか編，2018）。本調査の地形判読では、これらの文献活断層付近を除き、同区域に断層の変位・変形を受けたと考えられる地形要素は判読されなかった。

北海道電力 (2015a) は、空中写真判読による地形面の高度に加え露頭観察やボーリング調査によ

る段丘堆積物の確認を行い、「寿都湾周辺では、標高約 19 m～約 29 m で Mm1 段丘堆積物の分布を確認しており、その分布高度から、西側隆起を示唆するような Mm1 段丘の高度不連続は認められない」と述べている。奥村（2003）も同様に「寿都湾をはさんで東西の海岸に分布する海成段丘には、ほとんど高度差がない」とし、これに加え「寿都湾の海底地形には明瞭な背斜状の起伏を認めることはできない」と述べている。

(ii) 地質調査

北海道電力（2015a）のボーリング調査による段丘堆積物の確認については (i) に記載したとおり。

(iii) 地球物理学的調査

地球物理学的調査結果としては、嵯峨山ほか（2000）の海上音波探査結果および北海道電力（2015a）の海上音波探査結果と反射法地震探査結果が挙げられる。

嵯峨山ほか（2000）は寿都湾東岸部で実施した海上音波探査結果のうち、測線 Line4（図 4.1-13）について「反射面 B に不連続部分が推定されるものの、他の測線の記録では概ね緩やかに連続し、最上部の反射面 A には構造運動に伴う変位は確認されない」とし、「更新世から現世にかけて活動した断層は存在しないと思われる。しかし、河口域の現世の堆積物の下位に断層構造が存在する可能性はある」と解釈している。

北海道電力（2015a）は寿都湾で実施した海上音波探査結果より、「中部更新統に対比される地層に変位及び変形は認められない」と述べ、加えて朱太川河口部付近で実施した反射法地震探査結果（北測線）（図 4.1-14）より、「沖積層、瀬棚層がほぼ水平に堆積」していることを確認している。

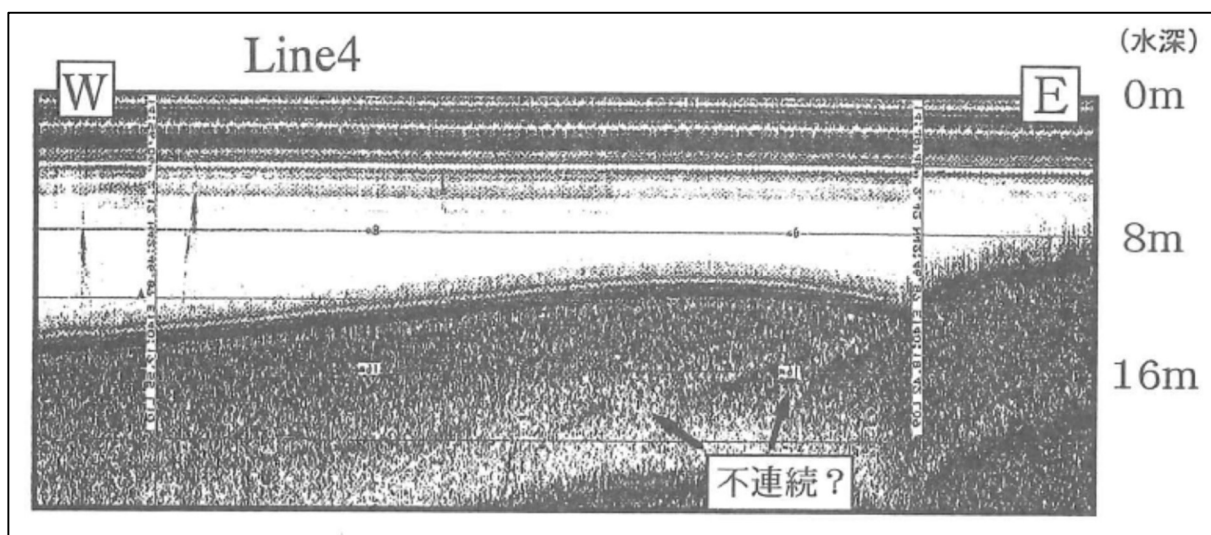


図 4.1-13 寿都湾東岸部の海上音波探査結果（嵯峨山ほか，2000）

測線位置は図 4.1-12 を参照。出典：嵯峨山ほか（2000）。

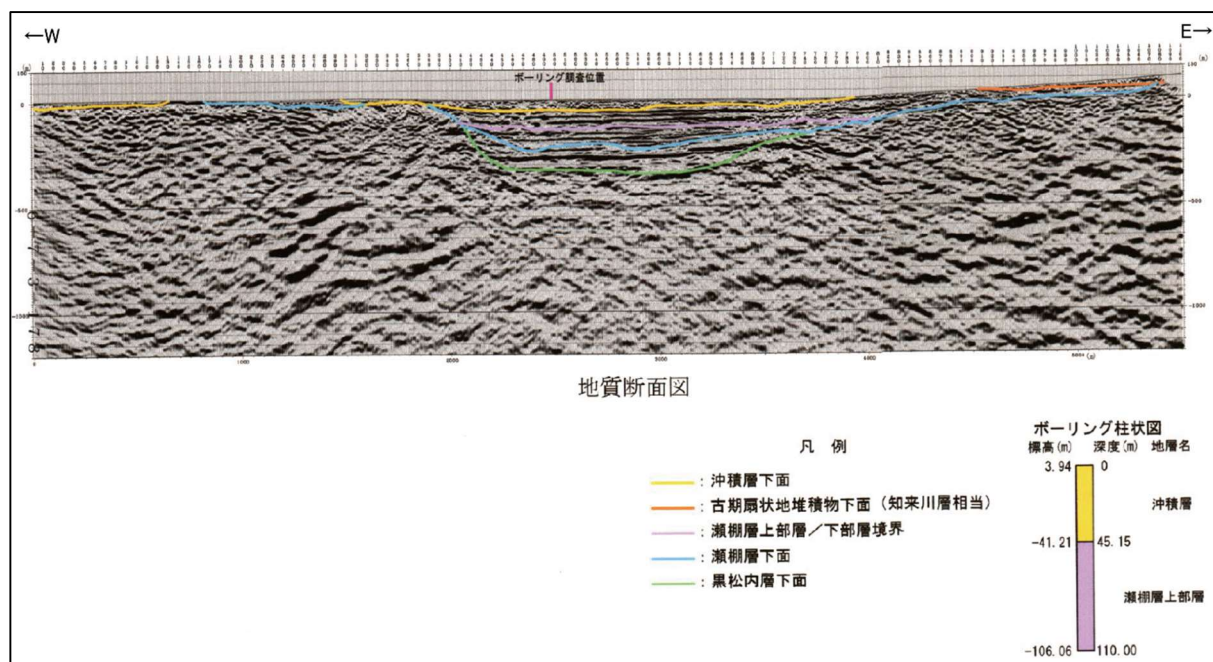


図 4.1-14 朱太川河口部付近の反射法地震探査記録（北測線）に基づく地質断面図（北海道電力，2015a）

測線位置は図 4.1-12 を参照。北海道電力（2015a）の地質断面図に方位（W および E）を加筆。

(iv) 震源断層モデル

宮内（2012）は、12.5 万年前の旧汀線分布高度より推定される垂直変位量分布と相似となるように設定した推定震源断層のうち、黒松内低地帯～寿都湾にかけて、長さ 55 km、傾斜方向 W の推定震源断層を示している。佐藤ほか（2019）は、幌別山地と黒松内低地帯の境界付近（OS01）と黒松内低地帯西側付近（OS02）に震源断層の矩形モデルを示している。OS01 は、「幌別山地は南北方向のドーム状の構造を示し、鮮新世～更新世に隆起したと推定されている」こと（山岸，1984）に加え、「幌別山地北縁の海岸部の同位体ステージ 5e の海成段丘の高度分布」（小池・町田編，2001）から、東傾斜の伏在断層として推定されている。また、OS02 は、黒松内低地帯断層帯に相当し、「低地内に分布する厚い新第三系・第四系の中に褶曲-断層帯を形成し、低角度の断層が推定されている」こと（池田ほか編，2002）と、「東北日本弧の新第三系基盤岩中の逆断層が中角度であることが多いこと」から、西傾斜の 45 度の断層として推定されている。なお、OS01 として推定した断層は、「OS02 の黒松内断層帯に比べ、不確実ではある」と述べられている。

(10) 尻別川断層

本断層に相当する文献活断層は、活断層研究会編（1991）、北海道電力（2015a）、中田（2015）、Kumamoto et al.（2016）および今泉ほか編（2018）に示されている。これらの文献では、本断層は幌別山地東麓付近から尻別川河口北方の海域にかけて示され、走向は概ね N-S～NNW-SSE、長さは約 6.4～16 km である（図 4.1-15）。名称は、活断層研究会編（1980，1991）の「尻別川断層」を採用した。

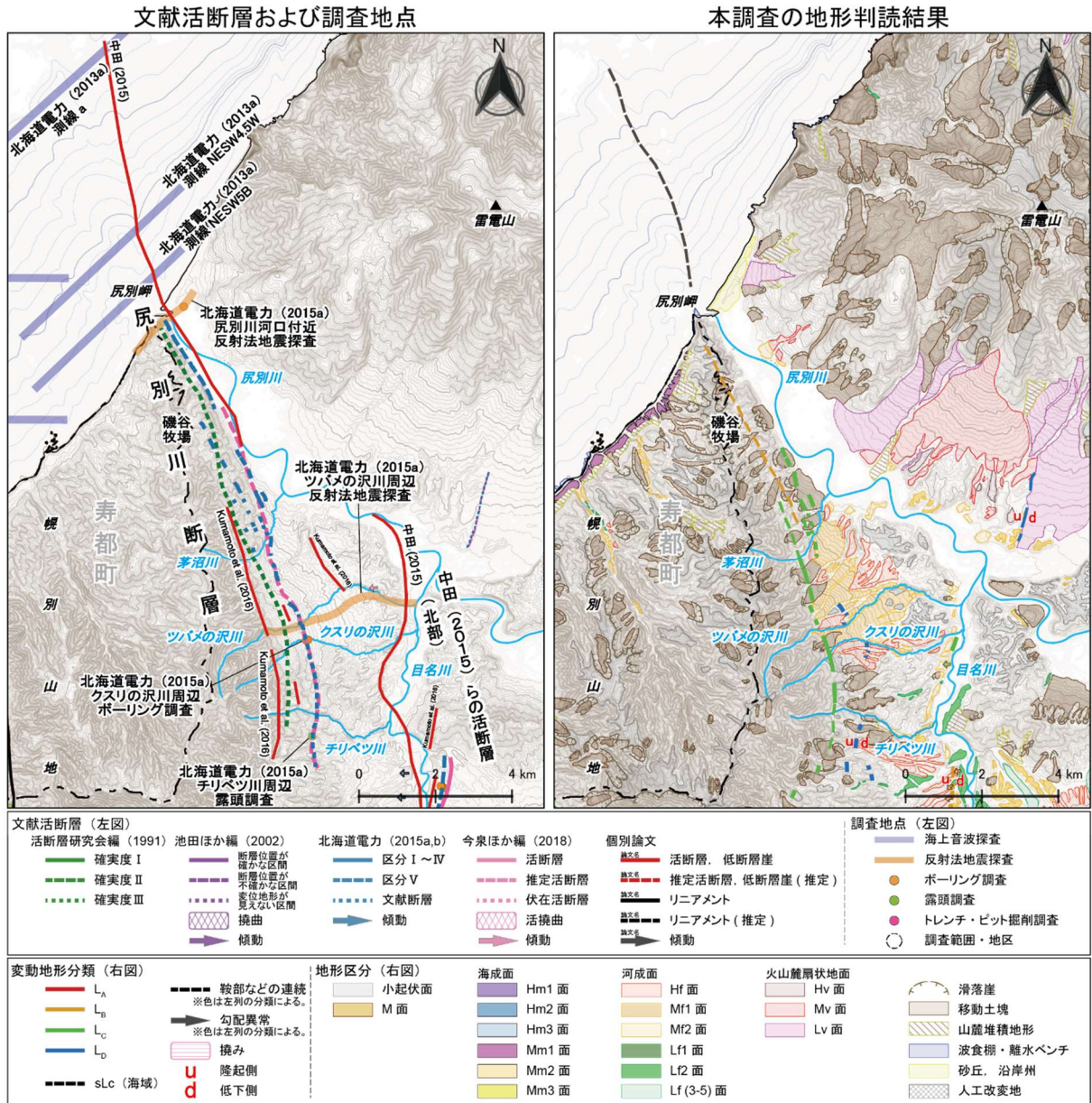


図 4.1-15 尻別川断層および中田 (2015) らの活断層北部相当の文献活断層ならびに付近の調査地点および本調査の地形判読結果

尻別川断層および中田 (2015) らの活断層に相当する文献活断層および本調査の地形判読結果を太線で示す。これらの断層に相当する個別論文の文献活断層 (赤線) の出典を地図上に記す。山岸 (1986) の活断層露頭位置は、図 4.1-16 に示している。基図の等高線・等深線の間隔は主曲線 10m, 計曲線 50m。基図の元データには、陸域は国土地理院数値標高データを使用、海域は日本水路協会発行 M7000 シリーズを使用 ((一財) 日本水路協会承認第 2021006 号)。海岸線は「国土数値情報 (海岸線データ)」(国土交通省) に、寿都町の行政界 (二点鎖線) は「国土数値情報 (行政区域データ)」(国土交通省) に基づく。

(i) 変動地形学的調査

変動地形学的調査によって本断層を示しているのは、活断層研究会編 (1991), 北海道電力 (2015a), 中田 (2015), Kumamoto et al. (2016), 今泉ほか編 (2018) および本調査の地形判読結果である。

活断層研究会編 (1991) は、変位基準を山地高度および尻別川層, 活動度 C, 確実度 III (西側隆

起)として示している。

北海道電力(2015a)は、山地斜面やHf2段丘面、Hf3段丘面、Mf1段丘面(MIS6)に区分ⅡとⅢ、尻別川沿いの山地と沖積面との地形境界には「沖積層下に断層等が伏在する可能性が考慮されること」から区分Ⅴの変位地形を示している。

中田(2015)およびKumamoto et al.(2016)では活断層が示されているが、活動性に関する情報は確認されなかった。

今泉ほか編(2018)は、推定活断層を示しているが、平均変位速度や活動履歴は不明としている。

本調査の地形判読では、山地斜面、地すべり移動体上、山地斜面とMf1面との境界付近、Hf3面とMf1面の境界付近などの崖、遷緩線および鞍部の配列から成る長さ約12.0kmの区間を分類L_B、L_CおよびL_Dと評価した。海域については、陸域の尻別川断層北方延長部の地形的高まり東縁付近の谷線から成る長さ約6kmの区間を分類sL_Cと評価した。

また、北海道電力(2016a)が示すMm1段丘堆積物(MIS5e)上面高度分布によると、尻別岬付近から歌棄に至る海岸部では、東に向かって高度が徐々に高くなる傾向が認められ、その高度差は尻別岬と歌棄で約10mである。歌棄の段丘堆積物上面高度については、「調査地点が沢に挟まれていることから、侵食による可能性が考えられる」(北海道電力, 2016a)ため、低く見積もられている可能性がある。

(ii) 地質調査

地質調査結果としては、山岸ほか(1976)の野外調査結果(地質図幅)や北海道電力(2015a)の地表地質踏査結果、山岸(1986)と北海道電力(2015a)の露頭観察調査結果、北海道電力(2015a)のボーリング調査結果が挙げられる。

山岸ほか(1976)は、尻別川層について、「尻別川左岸では、N10°~40°W、50°~60°Eの走向・傾斜の単斜構造をとっている」と記載している。

北海道電力(2015a)は、「尻別川左岸の磯谷牧場付近から茅沼川付近にかけては、磯谷層と尻別川層の地質境界付近の急傾斜帯で特徴付けられ、NNW-SSEの走向で60°~80°東北東へ傾斜した撓曲構造を呈す」と述べている。これより北側では、「地層境界付近の尻別川層は10°~30°程度で東北東へ傾斜、これより南側では、「尻別川層の地質構造は概ねNNW-SSEの走向で、10°~30°程度東北東へ傾斜」するとし、上記の磯谷牧場付近から茅沼川付近と比べ尻別川層の傾斜は緩くなることを示している。

山岸(1986)は、本断層の断層露頭において、尻別川層が「60°~75°東に傾き、見かけ上落差10~100cmの逆断層(N20°W~60°W)が多く認められる」ことを確認している(図4.1-16)。なお、この断層露頭の詳細な位置は不明である。

北海道電力(2015a)は、チリベツ川周辺の露頭調査を実施し、露頭では尻別川層が連続しており、「断層の存在を示唆するような破碎帯及び地層の不連続は認められない」と示している。

北海道電力(2015a)は、クスリの沢川周辺でボーリング調査を実施し、「Hf1段丘堆積物を覆うローム層の基底は、文献を参考に抽出した位置を挟んで緩やかに下流傾斜で連続している」と述べている。また、「ローム層中部より洞爺火山灰を確認している」。なお、北海道電力(2015a)は、洞爺火山灰の年代を町田・新井(2003)より、約11.2万年前~約11.5万年前と示している。

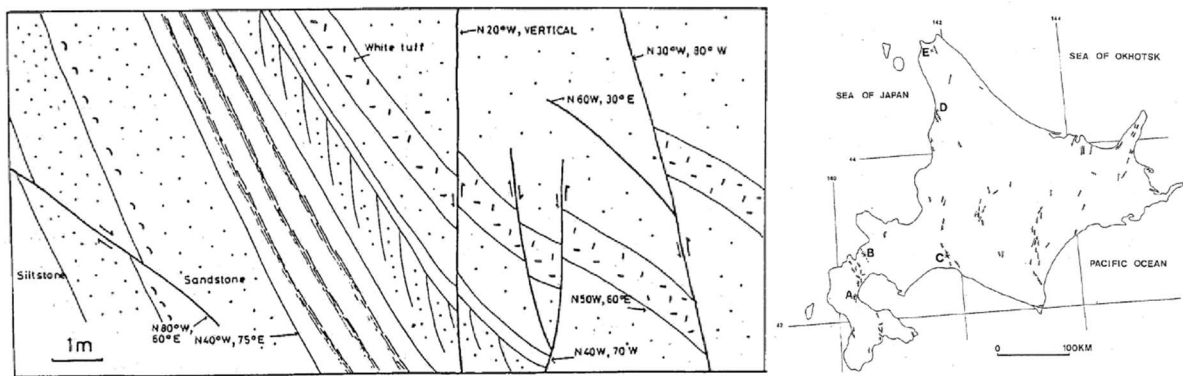


図 4.1-16 尻別川断層の露頭 (山岸, 1986) @日本活断層学会

出典：右図は山岸 (1986) 第 1 図, 左図は同第 4 図。右図の B が左図の露頭位置を示す。

(iii) 地球物理学的調査

地球物理学的調査結果としては、北海道電力 (2015a) の反射法地震探査結果、海上保安庁水路部 (1995)、嵯峨山ほか (2000) および北海道電力 (2013a) の海上音波探査結果がある。

北海道電力 (2015a) は、尻別川河口付近の反射法地震探査結果 (図 4.1-17) より、磯谷層の凝灰角礫岩および泥岩 (Itb および Imd) ならびに尻別川層 (sb) の砂岩が「尻別川に向かって東傾斜しているが、茅沼川周辺で認められるような急傾斜構造は認められない」とし、尻別川層を不整合で覆う雷電岬火山角礫岩層 (Qv) の上位の鮎川層 (Ak) がほぼ水平に堆積していることを示している。また、ツバメの沢川周辺の反射法地震探査結果 (図 4.1-18) より、「尻別川層、鮎川層及び Mf1 面段丘堆積物が分布するが、断層の存在を示唆するような系統的な地層の変位及び変形は認められない」と記載している。

海上保安庁水路部 (1995) は、尻別川河口付近の海域で海上音波探査を実施し、本断層西方の幌別山地北方に背斜軸と背斜軸 (伏在) をそれぞれ VI_s 層 (中新世～鮮新世) と V_s 層 (鮮新世～前期更新世) ～ I_s 層 (現世) に示し、「本調査区域には、褶曲構造が発達しており、断層は認められない」と記載している。なお、伏在とは、どの層までが褶曲運動の影響を受けているか判断することが困難なものであると述べている。

嵯峨山ほか (2000) は、尻別川河口付近の海域における海上音波探査結果より、「岩盤と砂質堆積物の境界付近の探査記録では、砂質堆積物内の反射面の形状は緩やかな変化を示すものの不連続は見い出せず、現在みられる海底地形は基盤岩 (磯谷層) の西上りを伴う構造運動により生じたと考えられるが、それ以降、現世にかけて断層運動による変位が生じた可能性はきわめて低い」と述べている。

北海道電力 (2015b) は尻別川河口沿岸近傍における海上音波探査結果より、「陸域に認められるような磯谷層及び尻別川層の急傾斜構造や後期更新世以降の活動を考慮する活構造は認められない」と評価している。なお、「磯谷層及び尻別川層の急傾斜構造や後期更新世以降の活動を考慮する活構造が認められない」としている探査測線 a を尻別川断層の活動を考慮する区間の北端としている。

既存の海上音波探査結果を用いた本調査による分析では、北海道電力 (2013a) の尻別川河口沿岸近傍の測線と本断層の交点付近において、凹部状の IV 層 (下部更新統) 上面を覆って III 層 (下部更新統～中部更新統) および I 層 (完新統) がほぼ水平に堆積していると考えられる (図 4.1-19 ; 図 4.1-20)。

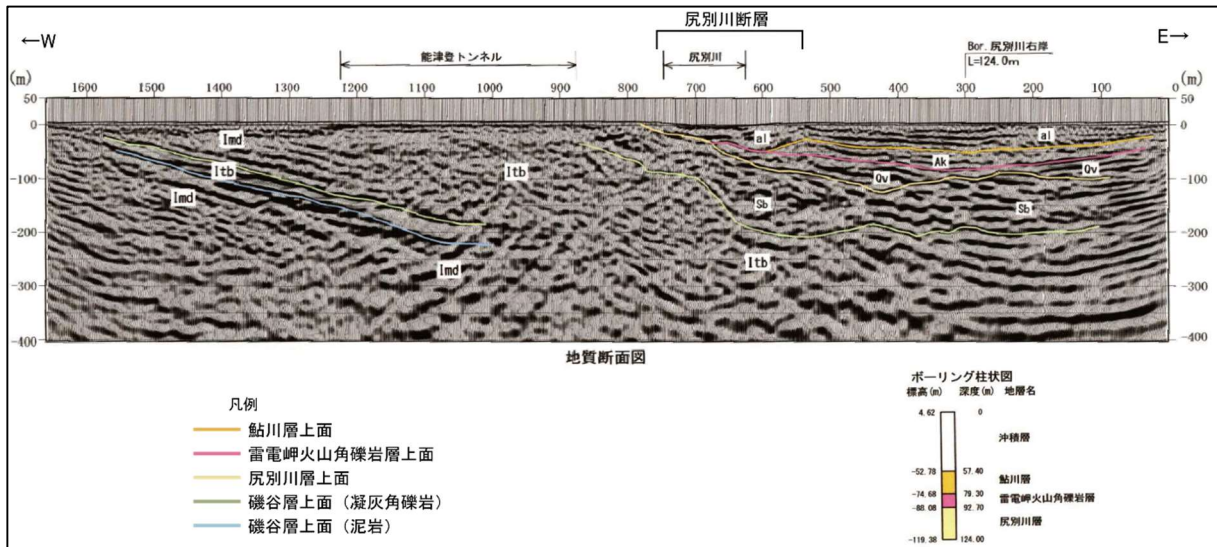


図 4.1-17 尻別川河口付近の反射法地震探査結果に基づく地質断面図（北海道電力，2015a）
 測線位置は図 4.1-15 を参照。図中の「尻別川断層」は中田（2015）の位置を表示。北海道電力（2015a）の地質断面図をもとに、ボーリング柱状図の配置を編集し、方位、凡例および尻別川断層の位置を加筆。

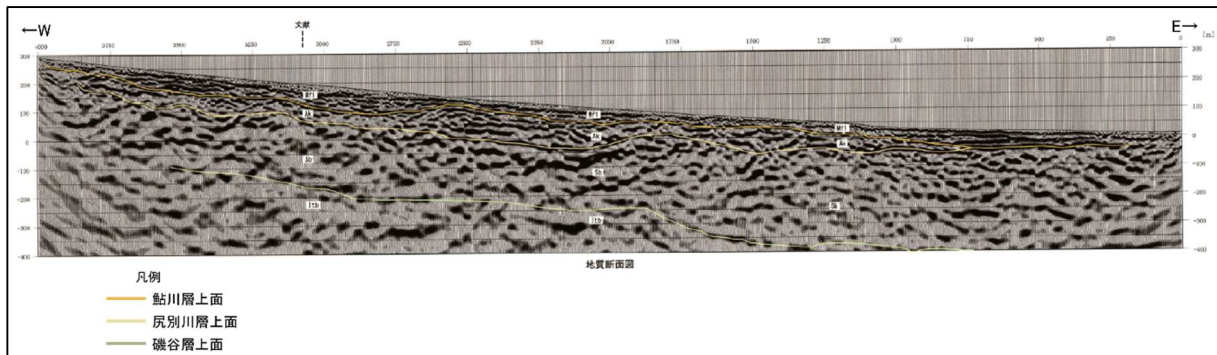


図 4.1-18 ツバメの沢川周辺の反射法地震探査結果に基づく地質断面図（北海道電力，2015a）
 測線位置は図 4.1-15 を参照。図中の「文献」は北海道電力（2015a）の文献断層位置を表示。北海道電力（2015a）の地質断面図に方位および凡例を加筆。

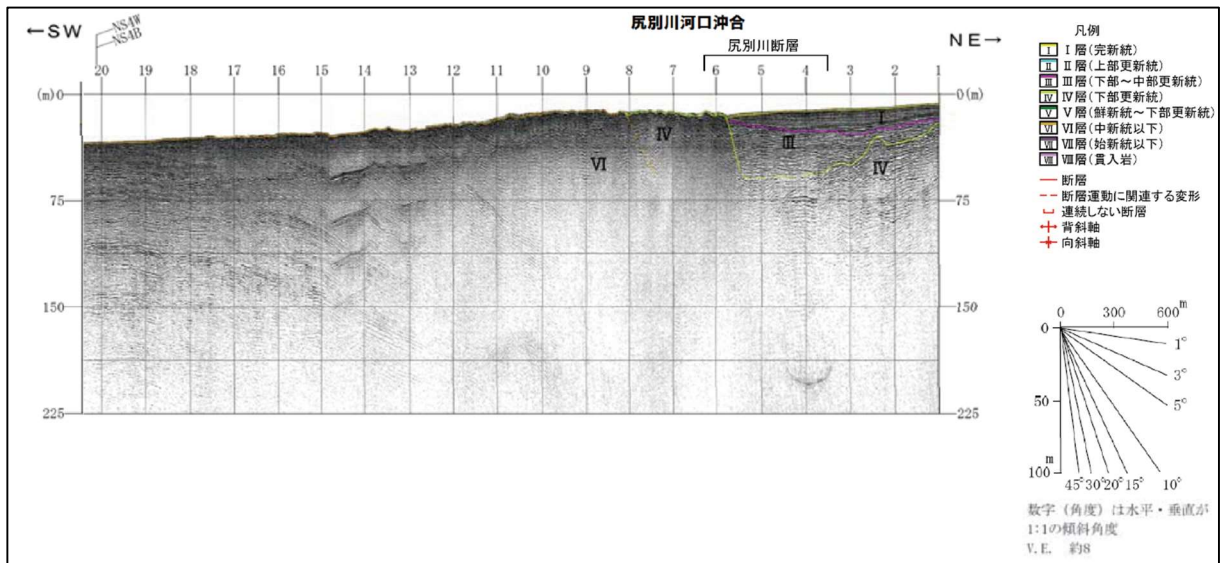


図 4.1-19 海上音波探査記録（測線 NESW5B）に基づく地質断面図（北海道電力，2013a）
 測線位置は図 4.1-15 を参照。図中の「尻別川断層」は中田（2015）の位置付近を表示。地質断面図および縮尺は北海道電力（2013a）から一部抜粋し，編集。地層の凡例は北海道電力（2016b）を編集。

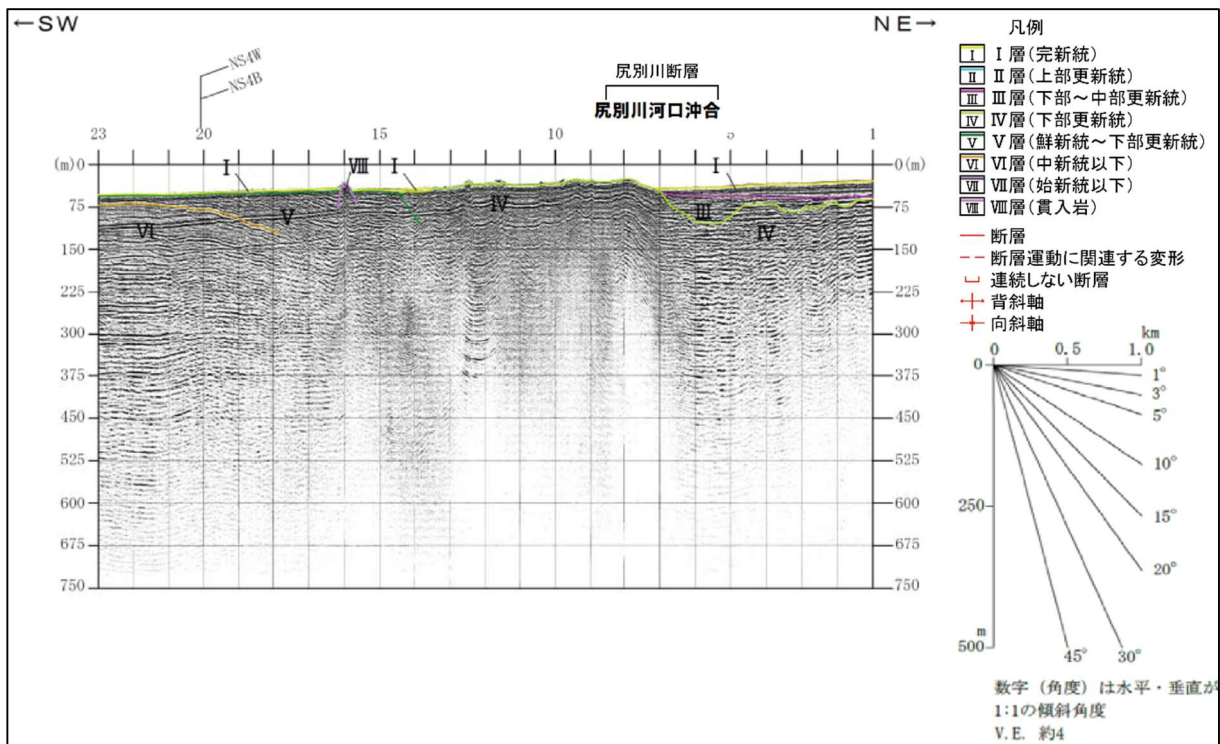


図 4.1-20 海上音波探査記録（測線 NESW4.5W）に基づく地質断面図（北海道電力，2013a）
 測線位置は図 4.1-15 を参照。図中の「尻別川断層」は中田（2015）の位置付近を表示。地質断面図および縮尺は北海道電力（2013a）から一部抜粋し，編集。地層の凡例は北海道電力（2016b）を編集。

(11) 中田 (2015) らの活断層

本断層に相当する文献活断層は、北海道電力 (2015a), 中田 (2015), Kumamoto et al. (2016) および今泉ほか編 (2018) に示されている。これらの文献では、本断層は蘭越町目名付近に示され、走向は概ね NW-SE~NNE-SSW, 長さは約 1.6 ~ 9.4 km である (図 4.1-15 および図 4.1-21)。名称は、中田 (2015) が示す活断層の範囲のうち、南部に北海道電力 (2015a), Kumamoto et al. (2016) および今泉ほか編 (2018) が活断層として示していることから、「中田 (2015) らの活断層」と仮称する。なお、南部については、地震調査研究推進本部 (2005) および北海道電力 (2015a) では、「目名付近の断層」として示されている。

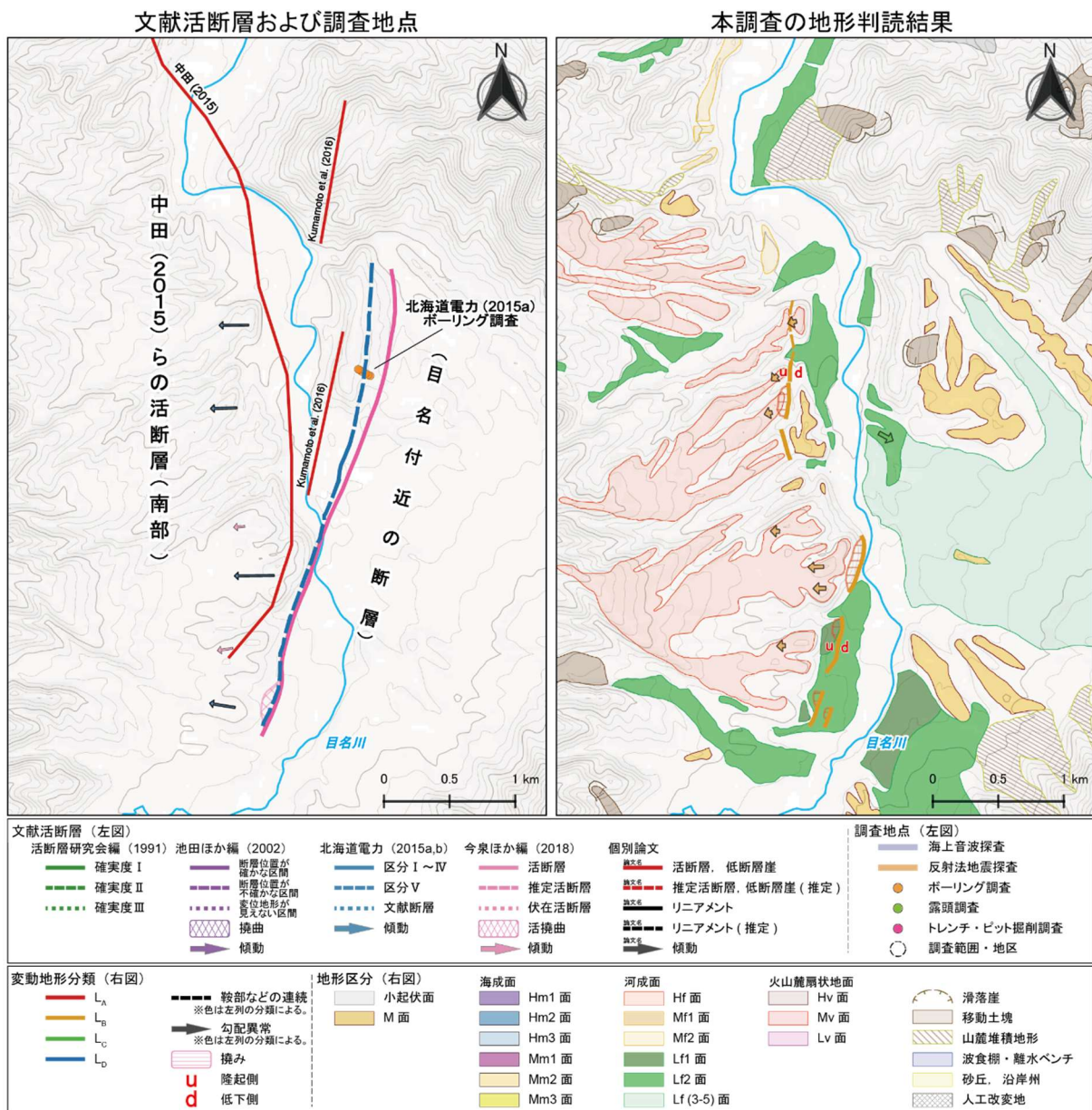


図 4.1-21 中田 (2015) らの活断層南部相当の文献活断層ならびに付近の調査地点および本調査の地形判読結果

個別論文の文献活断層 (赤線) の出典を地図上に記す。基図の等高線の間隔は主曲線 10 m, 計曲線 50 m。基図の元データには、国土地理院数値標高データを使用。

(i) 変動地形学的調査

変動地形学的調査によって本断層を示しているのは、中田 (2015)、北海道電力 (2015a)、Kumamoto et al. (2016)、今泉ほか編 (2018) および本調査の地形判読結果である。

中田 (2015) は、目名川と尻別川の合流点付近から南方に向かって活断層を示しているが、活動性に関する情報は確認されなかった。

北海道電力 (2015a) は、南部 (目名付近の断層) について、Lf2 段丘面と Af 段丘面の間の低崖に区分Ⅲ、Hf2 段丘面に西向きの変動を区分Ⅱとして示している。また、この変動が認められることから、目名川右岸の丘陵および洞爺火砕流堆積面ならびに Lf1 段丘面および Lf2 段丘面の境界に区分Ⅴとして断層の伏在を考慮している。

Kumamoto et al. (2016) は、南部 (目名付近の断層) およびその北方延長部に活断層 (active faults) を示しているが、活動性に関する情報は確認されなかった。

今泉ほか編 (2018) は、本断層北部の西方に西向きの変動を示しているが、活動性に関する情報は確認されなかった。また、南部 (目名付近の断層) について、目名川右岸の高位面 (最終間氷期以前: 約 15 万年前以前) と左岸の低位面 (最終氷期以降: 約 3 万年前～約 1 万年前) に断層変位量がそれぞれ 20 m と 5 m の活撓曲を伴う活断層が示されている。

本調査の地形判読では、北部の目名川とクスリの沢川の合流点付近において、Mf2 面の撓みおよび勾配異常から成る長さ約 0.7 km の区間を分類 L_C と評価した (図 4.1-15)。南部 (目名付近の断層) においては、Hf2 面と M 面 (洞爺火砕流堆積面 (109±ca.3 ka; 東宮・宮城, 2020) と推定) の境界付近、Lf1 面と Lf2 面の境界付近および Lf2 面上などに撓みを伴う崖ならびに N-S 方向に配列する Hf 面に西向きの変動異常から成る長さ約 3.2 km の区間を分類 L_B と評価した (図 4.1-21)。

(ii) 地質調査

地質調査結果としては、山岸 (1984) の野外調査結果 (地質図幅) と北海道電力 (2015a) の地表地質踏査およびボーリング調査結果が挙げられる。

山岸 (1984) は、本断層の北部の西側と南方延長部の西側に分布する尻別川層に褶曲軸を示している。

北海道電力 (2015a) は、地表地質踏査を実施し、本断層南部の西側には、「尻別川層内に N-S 方向の褶曲が認められ」、これらの褶曲構造のうち最も東側の背斜構造は、北海道電力 (2015a) による変動地形学的調査で本断層を抽出した区間と調和的であると述べている。さらに、ボーリング調査の結果から、「洞爺火砕流堆積物の基底は東傾斜で連続しており、堆積物中に断層を示唆する構造は認められない」が、ボーリング調査地点付近の洞爺火砕流堆積物の標高は周辺よりも若干高いと述べている。

(iii) 地球物理学的調査

本断層の分布や活動性を対象とした地球物理学的調査結果は確認されなかった。

4.1.2 海域の活断層

(1) 泉ほか (2014) の海底推定活断層

本断層に相当する文献活断層は、泉ほか (2014) に示されている。泉ほか (2014) では、本断層は弁慶岬の北東海域に示され、走向は概ね N-S、長さは約 7.1 km である (図 4.1-22)。名称は、海域に

において泉ほか（2014）に示される推定活断層であることから、「泉ほか（2014）の海底推定活断層」と仮称する。

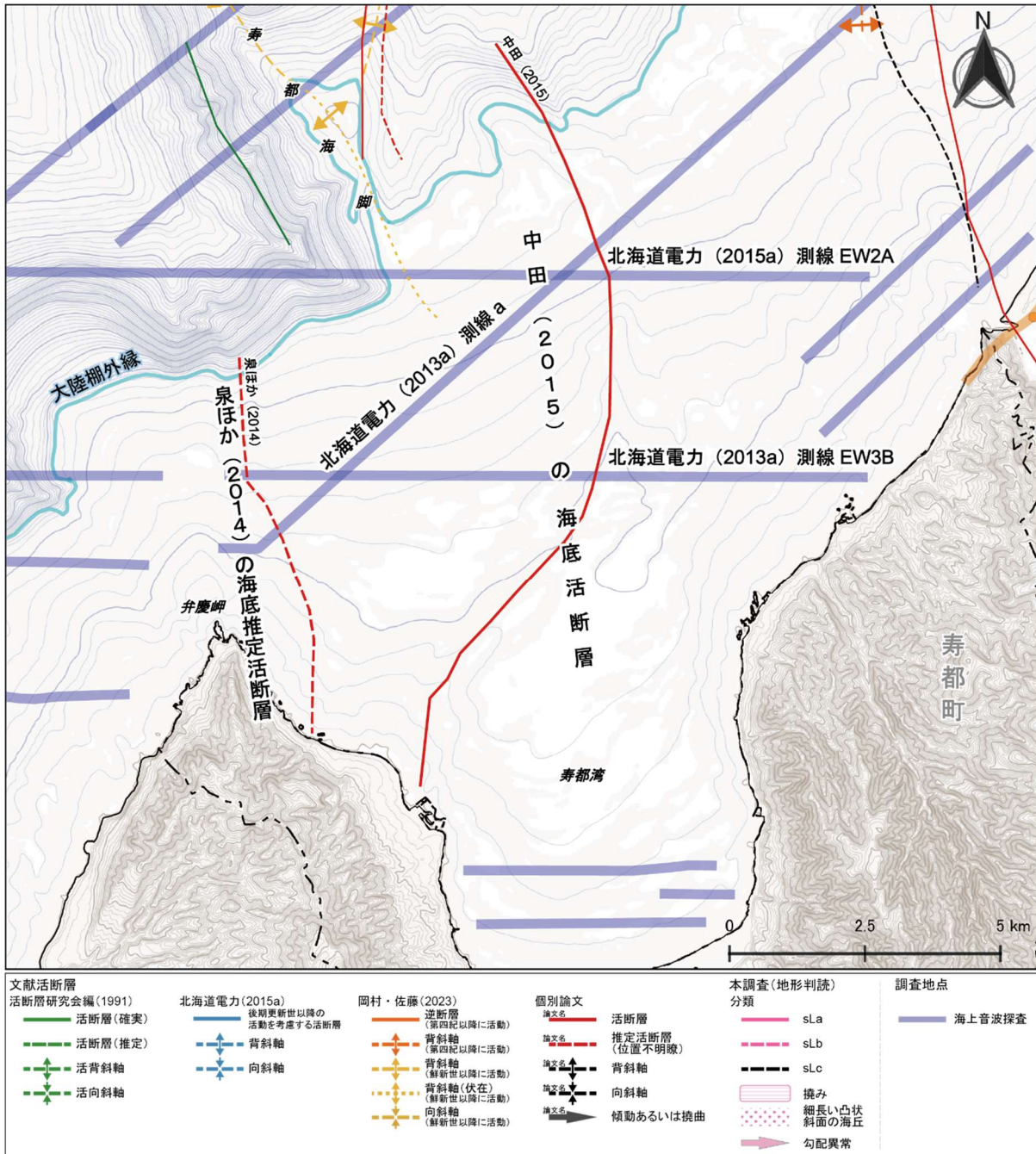


図 4.1-22 泉ほか（2014）の海底推定活断層および中田（2015）の海底活断層相当の文献活断層ならびに付近の調査地点および本調査の地形判読結果

泉ほか（2014）の海底推定活断層および中田（2015）の海底活断層に相当する文献活断層を太線で示す。これらの断層に相当する個別論文の文献活断層（赤線）の出典を地図上に記す。基図の等高線・等深線の間隔は主曲線 10 m, 計曲線 50 m。本データには、陸域は国土地理院数値標高データを使用, 海域は日本水路協会発行 M7000 シリーズを使用（(一財)日本水路協会承認第 2021006 号）。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町の行政界（二点鎖線）は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

(i) 変動地形的調査

変動地形的調査によって本断層を示しているのは泉ほか（2014）であるが、活動性に関する情報は確認されなかった。

本調査の地形判読では、本断層付近に判読される直線谷の両岸で様な高度差は認められず、南端付近の陸域にも断層による変位・変形を受けたと考えられる地形要素が判読されないため、変動地形は認められないと評価した。

(ii) 地質調査

本断層の分布や活動性を対象とした地質調査結果は確認されなかった。

(iii) 地球物理学的調査

北海道電力（2013a）は、「岩内堆東撓曲の南方延長～寿都湾口北方延長付近には岩内堆及び寿都湾から連続する構造は認められない」としている。

既存の海上音波探査結果を用いた本調査による分析では、北海道電力（2013a）の測線 a（図 4.1-23）のうち本推定活断層との交点付近において、VI層（中新統以下）が緩やかに北東方向に傾斜しているように見える。VI層より上位の地層は分布していない。

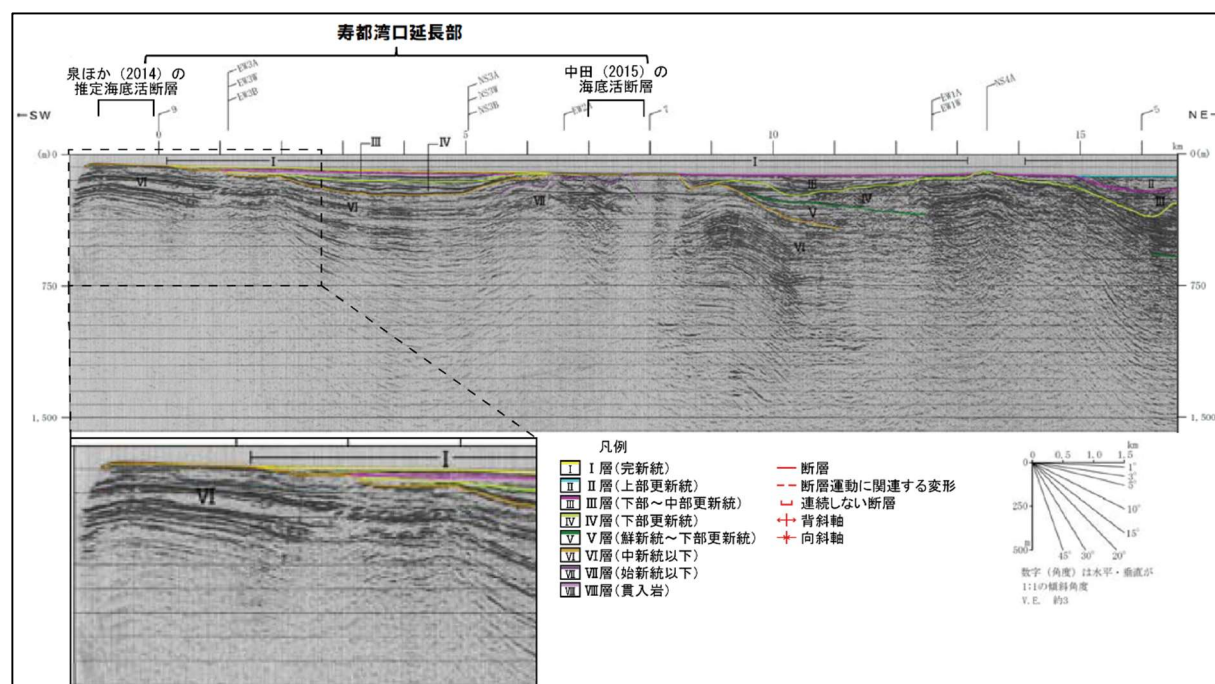


図 4.1-23 海上音波探査記録（測線 a）に基づく地質断面図（北海道電力，2013a）

測線位置は図 4.1-22 を参照。地質断面図，その拡大図および縮尺は北海道電力（2013a）から一部抜粋・編集し，泉ほか（2014）の示す海底活断層の位置を加筆。地層の凡例は北海道電力（2016b）を編集。

(2) 中田 (2015) の海底活断層

本断層に相当する文献活断層は、中田 (2015) に示されている¹⁴。中田 (2015) では、本断層は寿都湾北部から北方の大陸棚および陸棚斜面に示され、走向が概ねNE-SW～NNW-SSE、長さは約13.8 kmである(図4.1-22)。名称は、海域において中田 (2015) に示される活断層であることから、「中田 (2015) の海底活断層」と仮称する。

(i) 変動地形学的調査

変動地形学的調査によって本断層を示しているのは、中田 (2015) の海底地形判読結果だが、活動性に関する情報は確認されなかった。

本調査の地形判読では、本断層付近に地形的な高まりがみられるが、その両縁の基部と平坦面の境界は不鮮明であり、また、南端付近の陸域に断層による変位・変形を受けたと考えられる地形要素が判読されないため、変動地形は認められないと評価した。

(ii) 地質調査

本断層の分布や活動性を対象とした地質調査結果は確認されなかった。

(iii) 地球物理学的調査

北海道電力 (2013a) は、海上音波探査結果より「岩内堆東撓曲の南方延長～寿都湾口北方延長付近には岩内堆及び寿都湾から連続する構造は認められない」としている。

既存の海上音波探査結果を用いた本調査による分析では、北海道電力 (2013a) の測線EW3B(図4.1-24)において、本断層が示される付近の海底面に高まりがみられるが、この付近の地質構造の詳細は不明である。一方、北海道電力 (2015a) の測線EW2A(図4.1-25)のうち本断層との交点付近において、東方のV層およびVI層は褶曲しているように見えるが、翼部を覆うIII層は概ね水平に堆積しているように見える。しかし、層厚が薄く詳細な構造は不明である。

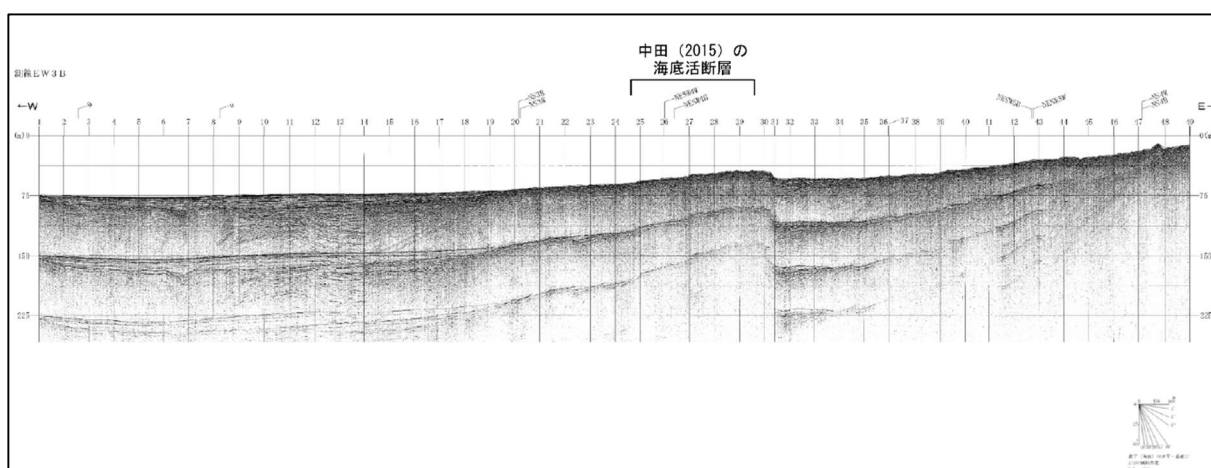


図 4.1-24 測線 EW3B の海上音波探査記録 (北海道電力, 2013a)

測線位置は図 4.1-22 を参照。北海道電力 (2013a) に中田 (2015) の海底活断層の位置を加筆。

¹⁴海底活断層の位置は森木ほか (2017) の図に示されているが、本説明書ではその位置が中田 (2015) の成果であることから、このように表記する。

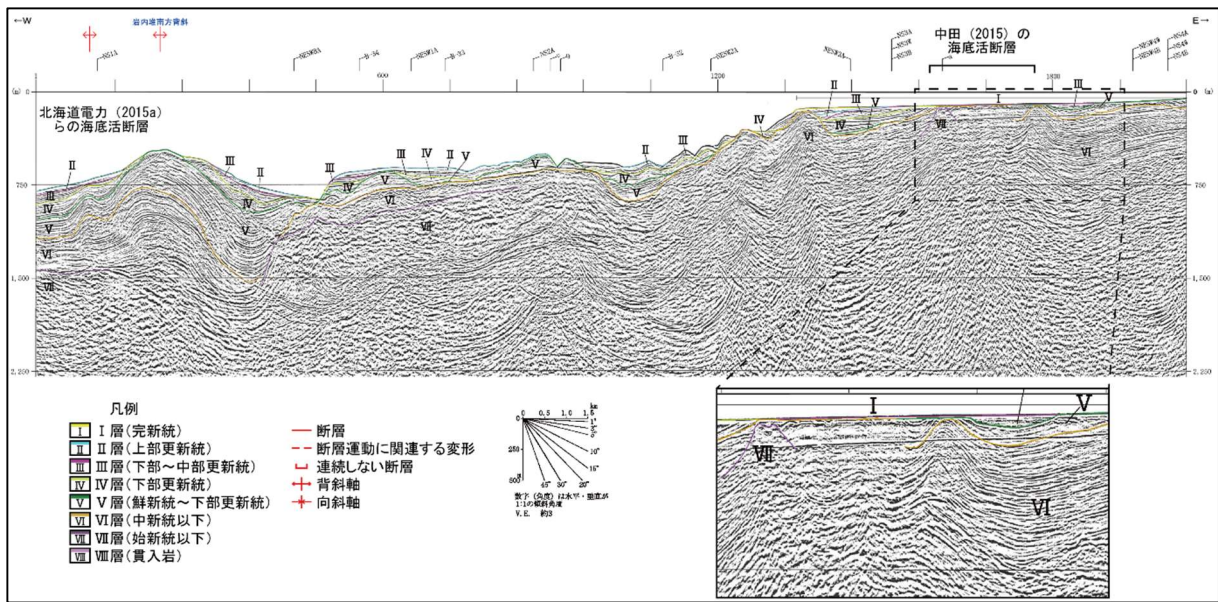


図 4.1-25 海上音波探査記録（測線 EW2A）に基づく地質断面図（北海道電力，2015a）

測線位置は図 4.1-22 を参照。地質断面図，その拡大図および縮尺は北海道電力（2015a）から一部抜粋・編集し，中田（2015）の海底活断層および北海道電力（2015a）らの海底活断層の位置を加筆。地層の凡例は北海道電力（2016b）を編集。

(3) 北海道電力（2015a）らの海底活断層

本断層に相当する文献活断層は，北海道電力（2015a），岡村（2019）および岡村・佐藤（2023）に示されている。これらの文献では，本断層は弁慶岬北西海域の寿都海底谷西側付近の岩内堆南方背斜の東側あるいは西側の基部付近に示され，走向は概ねN-S，長さは約9.4～16.0kmである（図4.1-26）。なお，岡村（2010）および北海道電力（2015a）では，岩内堆南方背斜を活背斜（活構造）として示している。名称は，海域において北海道電力（2015a）の示す後期更新世以降の活動を考慮する活断層および岡村（2019）の示す活断層であることから，「北海道電力（2015a）らの海底活断層」と仮称する。

浅層部の褶曲構造は，地下の断層の活動に伴う地層の変形である可能性が指摘されている（岡村，2010，2019 など）。このような断層関連褶曲の考え方によれば，岡村（2010）および北海道電力（2015a）が示す岩内堆南方背斜は本断層の活動によってその上盤側に形成された断層関連褶曲である可能性が高いことから，本説明書ではこれらを一つの構造体として扱う。

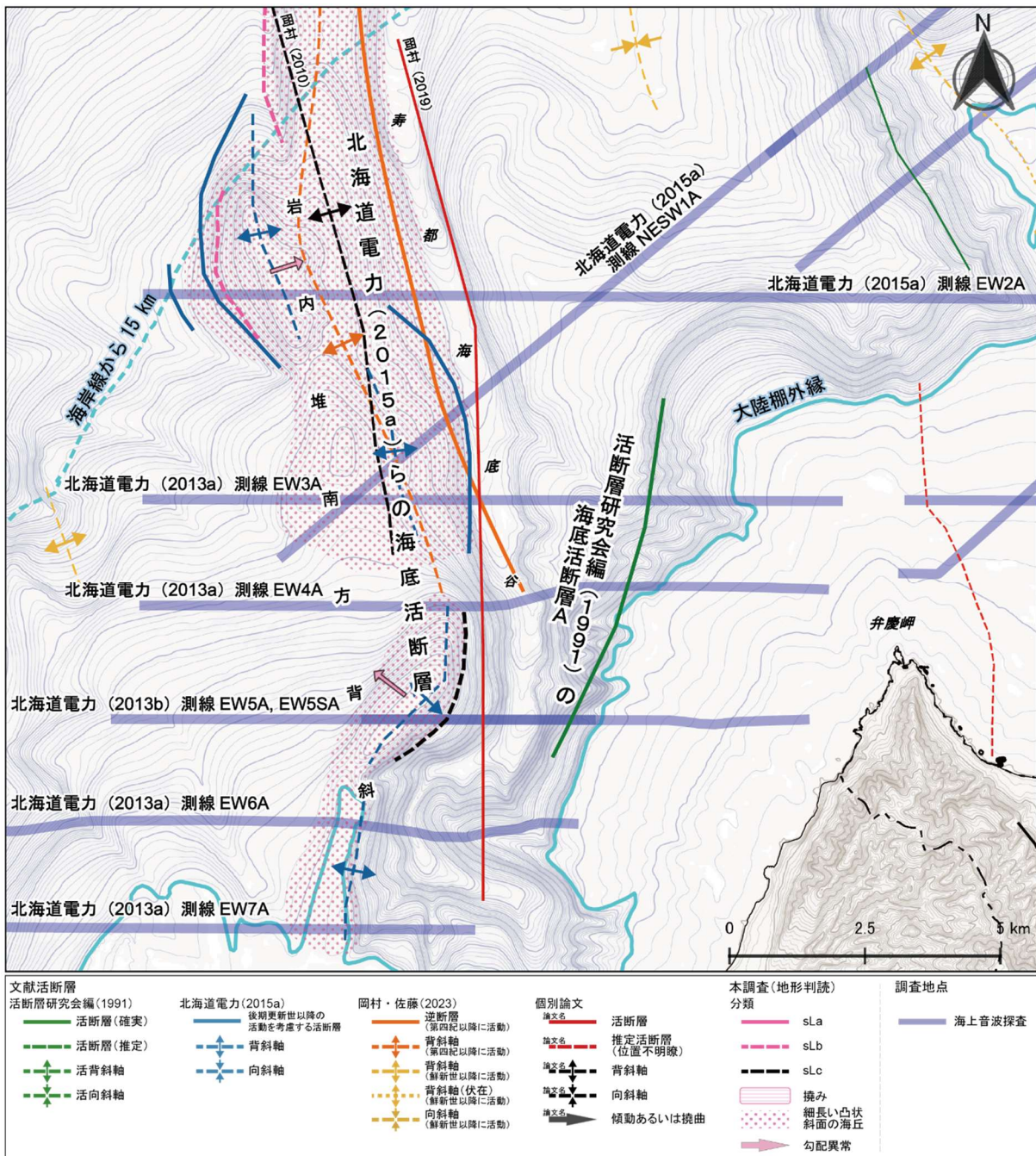


図 4.1-26 北海道電力 (2015a) らの海底活断層および活断層研究会編 (1991) の海底活断層 A 相当の文献活断層ならびに付近の調査地点および本調査の地形判読結果

北海道電力 (2015a) らの海底活断層および活断層研究会編 (1991) の海底活断層 A に相当する文献活断層および本調査の地形判読結果を太線で示す。これらの断層に相当する個別論文の文献活断層 (赤線) の出典を地図上に記す。基図の等高線・等深線の間隔は主曲線 10 m, 計曲線 50 m。基図の元データには、陸域は国土地理院数値標高データを使用, 海域は日本水路協会発行 M7000 シリーズを使用 ((一財) 日本水路協会承認第 2021006 号)。海岸線は「国土数値情報 (海岸線データ)」(国土交通省) に、寿都町の行政界 (二点鎖線) は「国土数値情報 (行政区域データ)」(国土交通省) に基づく。

(i) 変動地形学的調査

本断層の分布や活動性を示す変動地形学的調査結果は確認されなかった。

本調査の地形判読では、寿都海底谷西側に北海道電力（2015a）が示す背斜軸と同様の位置に3つの地形的高まりが認められ、これらを含む領域を細長い凸状斜面の海丘¹⁵と判読した。これらのうち、最も北の海丘では西翼基部付近に、北から3番目では東翼基部付近に、崖とこれらの崖に対して反対側の翼部に勾配異常が判読される。以上のことから判読した崖をそれぞれ sLb および sLc と評価した。

(ii) 地質調査

本断層の分布や活動性を対象とした地質調査結果は確認されなかった。

(iii) 地球物理学的調査

岡村（2010, 2019）および岡村・佐藤（2023）は、寿都海底谷付近に逆断層およびその西方に背斜軸の分布を示している。活動性について、岡村・佐藤（2023）は、逆断層と背斜軸ともに第四紀以降に活動したものとしている。なお、岡村・佐藤（2023）の逆断層や背斜軸の南端は、本文献の海域地質図の南端に当たるため、南方延長部に関しては不明である。また、岡村・佐藤（2023）は、本断層の分布範囲を「寿都隆起帯」の南部と示しており、「寿都隆起帯」は、「背斜が杉型に雁行配列しており、神威海嶺や奥尻海嶺に比べて複雑な構造を持つことから、横ずれ成分を含む短縮変形によって形成された可能性がある」と述べている。

北海道電力（2015a）は、岩内堆南方背斜について「測線 EW2A～測線 EW7A において、IV層に累積的な変形を与え、III層及びII層に変形が認められるか、又は層厚が薄いこと等により層理が不明瞭であることから、後期更新世以降の活動を考慮する」としている。

既存の海上音波探査結果を用いた本調査による分析では、北海道電力（2013a, 2015a）の測線 EW3A, NESW1A（図 4.1-27）および EW2A（図 4.1-25）のうち本断層との交点付近において、II層以上は欠けているか薄いものの、IV層～III層が変形している可能性がある。なお、これらの背斜構造を形成したと考えられる断層の傾斜については、両翼部の地層の傾斜の傾向から、最も北の地形的高まり（測線 EW2A；図 4.1-25）では東傾斜、北から2番目および3番目の地形的高まり（測線 EW3A, NESW1A；図 4.1-27, EW4A；図 4.1-28）では西傾斜の断層が推定される。

¹⁵Goto et al. (2022) の「long knoll with convex slopes on both side」。

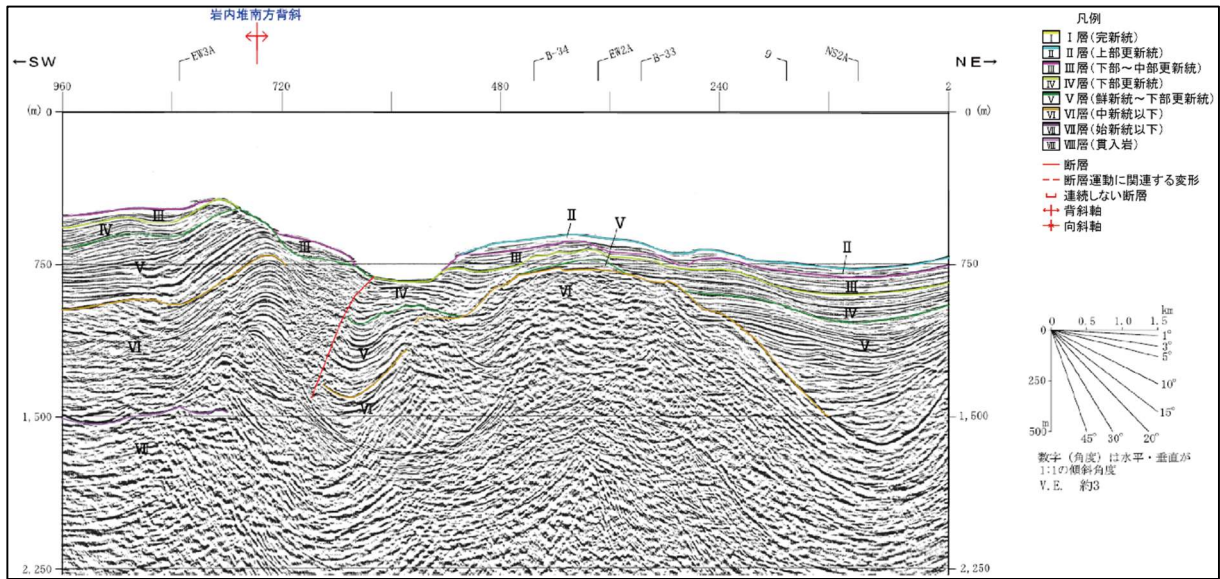


図 4.1-27 海上音波探査記録（測線 NESW1A）に基づく地質断面図（北海道電力，2015a）
 測線位置は図 4.1-26 を参照。北海道電力（2015a）から一部抜粋し，地層の凡例は北海道電力（2016b）を編集。

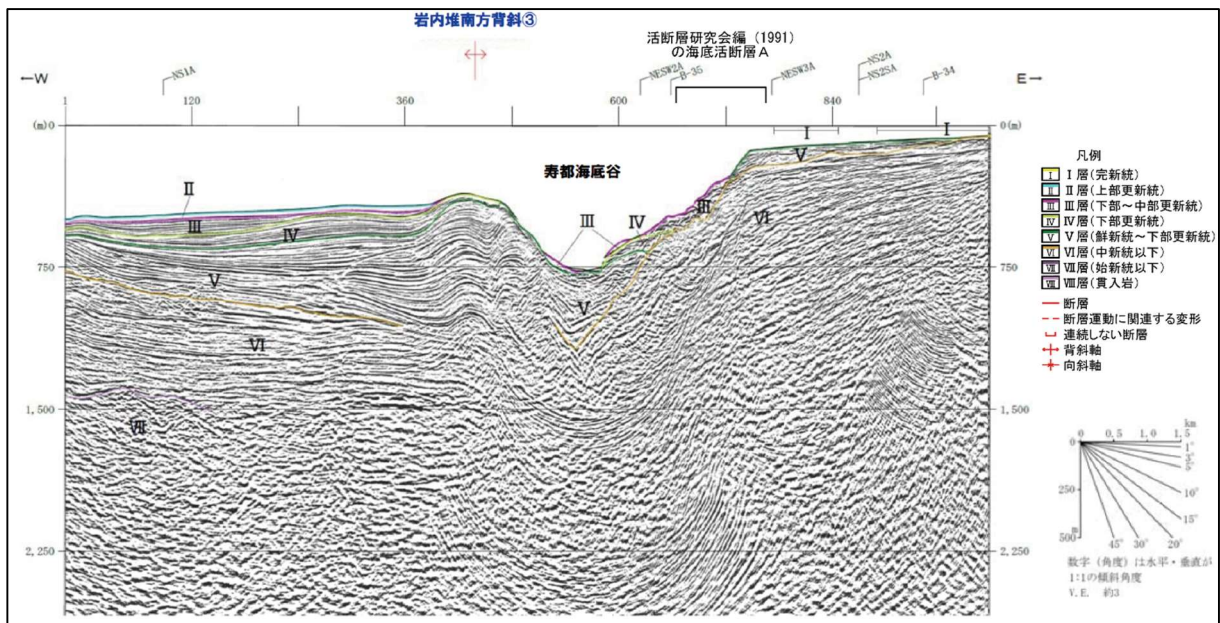


図 4.1-28 海上音波探査記録（測線 EW4A）に基づく地質断面図（北海道電力，2013a）
 測線位置は図 4.1-26 を参照。地質断面図および縮尺は北海道電力（2013a）から一部抜粋・編集し，活断層研究会編（1991）の海底活断層 A の位置を加筆。地層の凡例は北海道電力（2016b）を編集。

(4) 活断層研究会編（1991）の海底活断層 A

本断層に相当する文献活断層は、活断層研究会編（1991）に示されている。活断層研究会編（1991）では、本断層は弁慶岬北西海域の大陸棚外縁付近に示され、走向は概ね NNE-SSW、長さは約 7.0km である（図 4.1-26）。名称は、海域において活断層研究会編（1991）が示す活断層であることから、「活断層研究会編（1991）の海底活断層 A」と仮称する。

(i) 変動地形学的調査

本断層の分布や活動性を示す変動地形学的調査結果は確認されなかった。

本調査の地形判読では、本断層付近に、断層の変位・変形を受けたと考えられる地形要素が判読されなかった。

(ii) 地質調査

本断層の分布や活動性を対象とした地質調査結果は確認されなかった。

(iii) 地球物理学的調査

活断層研究会編（1991）は本断層を示しているが、活動性についての情報は確認されなかった。

既存の海上音波探査結果を用いた本調査による分析では、北海道電力（2013a, 2013b）の測線 EW5A・EW5SA, EW4A（図 4.1-28）および EW3A のうち本断層との交点付近において、VI層およびV層が西へ傾斜している。この付近は、海底面にステップ状の地形がみられることから、海底地すべり堆積物である可能性がある。

(5) 活断層研究会編（1991）の海底活断層 B

本断層に相当する文献活断層は、活断層研究会編（1991）に示されている。活断層研究会編（1991）では、本断層は寿都海脚西側の陸棚斜面付近に示され、走向は概ね NNW-SSE、長さは約 4.2 km である（図 4.1-29）。名称は、海域において活断層研究会編（1991）が示す活断層であることから、「活断層研究会編（1991）の海底活断層 B」と仮称する。

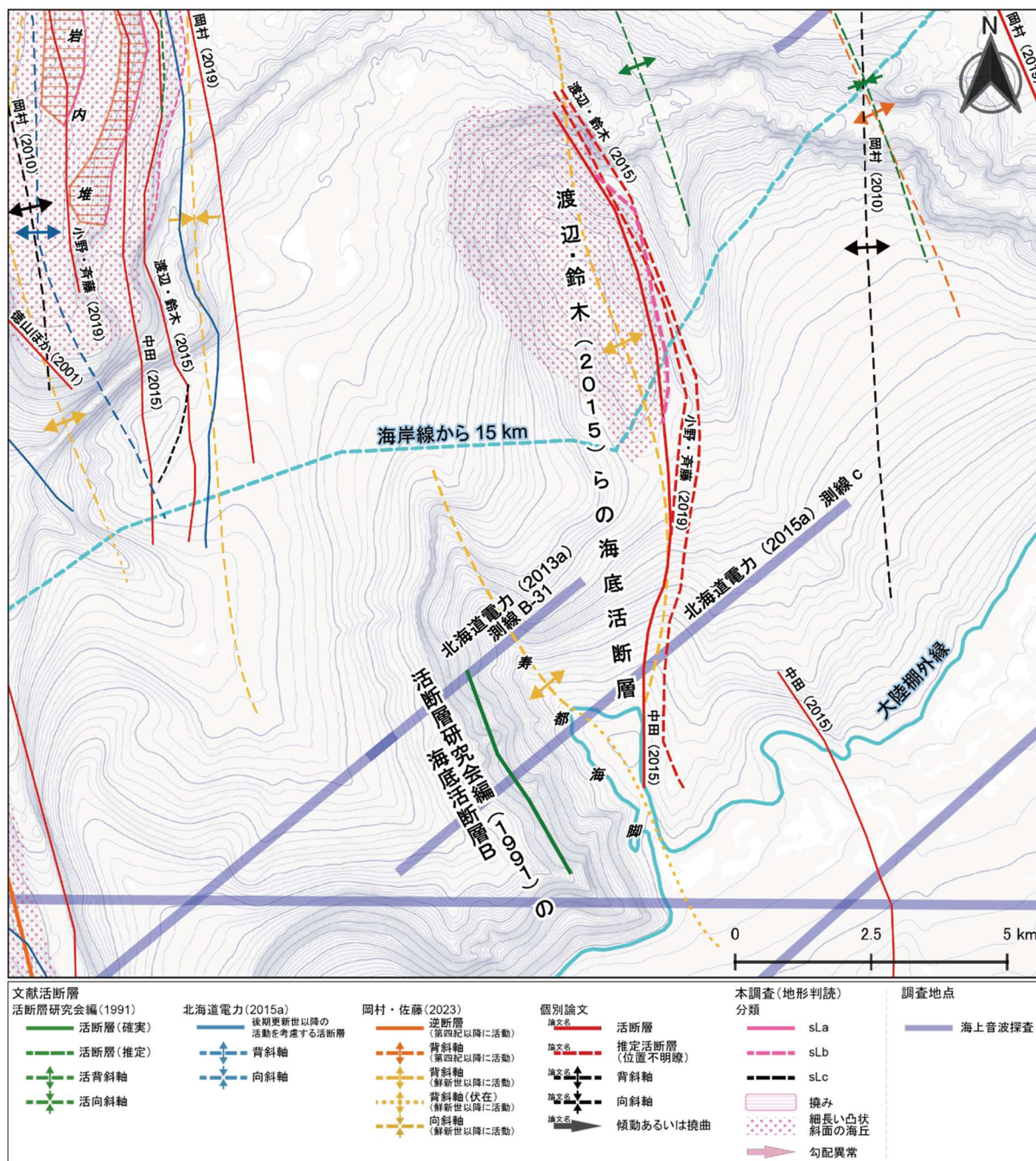


図 4.1-29 活断層研究会編(1991)の海底活断層 B および渡辺・鈴木(2015)らの海底活断層相当の文献活断層ならびに付近の調査地点および本調査の地形判読結果

北海道電力(2015a)らの海底活断層および活断層研究会編(1991)の海底活断層 B に相当する文献活断層および本調査の地形判読結果を太線で示す。個別論文の文献活断層(赤線)の出典を地図上に記す。基図の等深線の間隔は主曲線 10 m, 計曲線 50 m。基図の元データには、日本水路協会発行 M7000 シリーズを使用((一財)日本水路協会承認第 2021006 号)。

(i) 変動地形的調査

本断層の分布や活動性を示す変動地形的調査結果は確認されなかった。

本調査の地形判読では、本断層付近では地すべりなどによる開析により地形が不鮮明であり、断

層の変位・変形を受けたと考えられる地形要素が判読されなかった。

(ii) 地質調査

本断層の分布や活動性を対象とした地質調査結果は確認されなかった。

(iii) 地球物理学的調査

活断層研究会編 (1991) は本断層を示しているが、活動性についての情報は確認されなかった。

岡村・佐藤 (2023) は、本断層の東方の寿都海脚の P1 層 (前期鮮新世) に鮮新世以降に活動したとする背斜軸を示している。

既存の海上音波探査結果を用いた本調査による分析では、北海道電力 (2013a, 2015a) の測線 c (図 4.1-30) および測線 B-31 によると、寿都海脚は主に VII 層と VI 層より形成され、これらに褶曲構造がみられる。本断層付近では、VII 層～V 層に波長の短い背斜がみられるが、これらを覆う IV 層～II 層に褶曲構造はみられず、SW 方向に傾斜し陸棚斜面に調和して堆積しているように見える。一方で、寿都海脚南西側の陸棚斜面に分布する IV 層以上は、地層が欠損し、内部構造が不鮮明であることから海底地すべり堆積物の可能性がある。

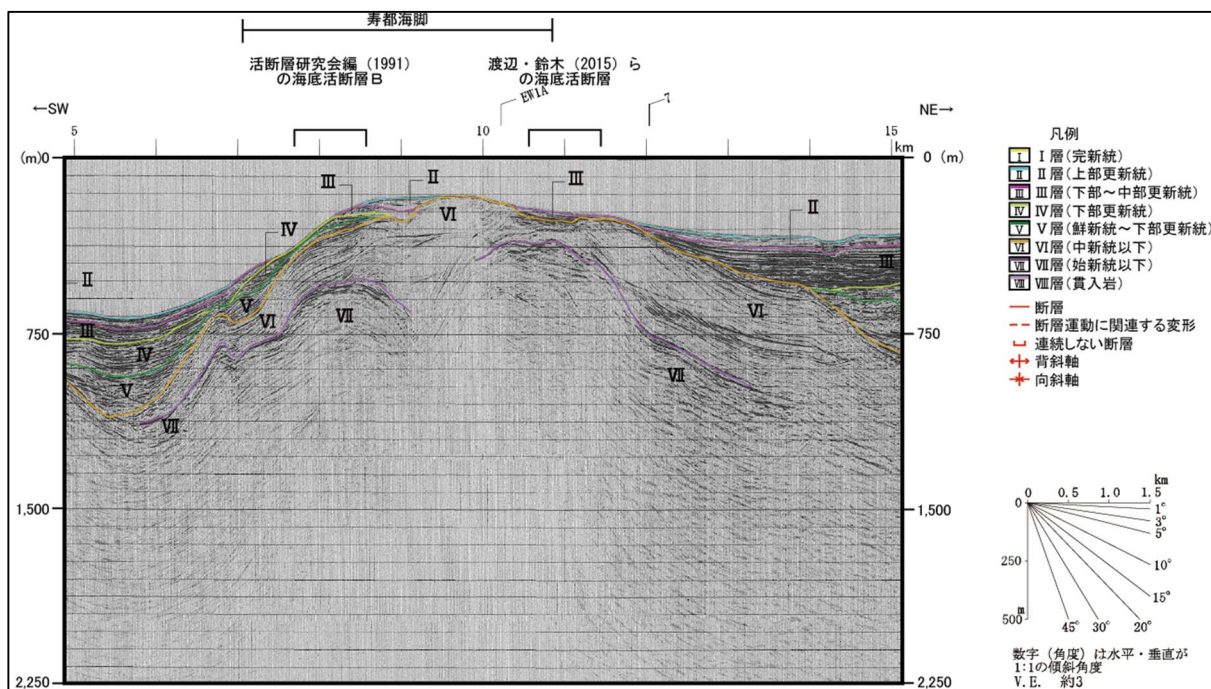


図 4.1-30 海上音波探査記録 (測線 c) に基づく地質断面図 (北海道電力, 2015a)

測線位置は図 4.1-29 を参照。地質断面図および縮尺は北海道電力 (2015a) から一部抜粋・編集し、活断層研究会編 (1991) の海底活断層 B および渡辺・鈴木 (2015) らの海底活断層の位置および地質断面図の目盛を加筆。地層の凡例は北海道電力 (2016b) を編集。

(6) 渡辺・鈴木 (2015) らの海底活断層

本断層に相当する文献活断層は、渡辺・鈴木 (2015), 中田 (2015) および小野・斉藤 (2019) に示されている。これらの文献では、本断層は寿都海脚東縁から北方の地形的高まりの東縁付近に示

され、走向は概ねN-S、長さは約8.4～13.1kmである(図4.1-29)。名称は、海域において渡辺・鈴木(2015)、中田(2015)および小野・斉藤(2019)が示す活断層であることから、「渡辺・鈴木(2015)らの海底活断層」と仮称する。

(i) 変動地形学的調査

本断層を示しているのは、渡辺・鈴木(2015)、中田(2015)および小野・斉藤(2019)である。これらの文献に活動性に関する情報は確認されなかった。

本調査の地形判読では、本断層の北部において細長い凸状斜面の海丘とその東縁の崖を判読し、分類sLbと評価した。

(ii) 地質調査

本断層の分布や活動性を対象とした地質調査結果は確認されなかった。

(iii) 地球物理学的調査

岡村・佐藤(2023)は、本断層の西方または重なる位置に背斜軸を示している。この背斜の活動性について、岡村・佐藤(2023)は、P2層(後期更新世)およびQ層(第四紀)が背斜を構成するP1層(前期鮮新世)にオンラップすることから、「後期鮮新世以前に成長したと考えられる」と解釈している。

既存の海上音波探査結果を用いた本調査による分析では、北海道電力(2015a)の測線c(図4.1-30)のうち本断層南部との交点付近において、VI層以下の地層に背斜構造がみられるが、これらを覆うIII層およびII層が薄く、詳細な構造は不明である。

4.2 地すべり地形および地すべり面

文献調査対象地区およびその周辺地域の地すべり地形分布図（陸域は、防災科学技術研究所ホームページ b, 山岸編（2012）および本調査の地形判読結果、海域は、森木ほか（2017）および本調査の地形判読結果）を図4.2-1に示す。

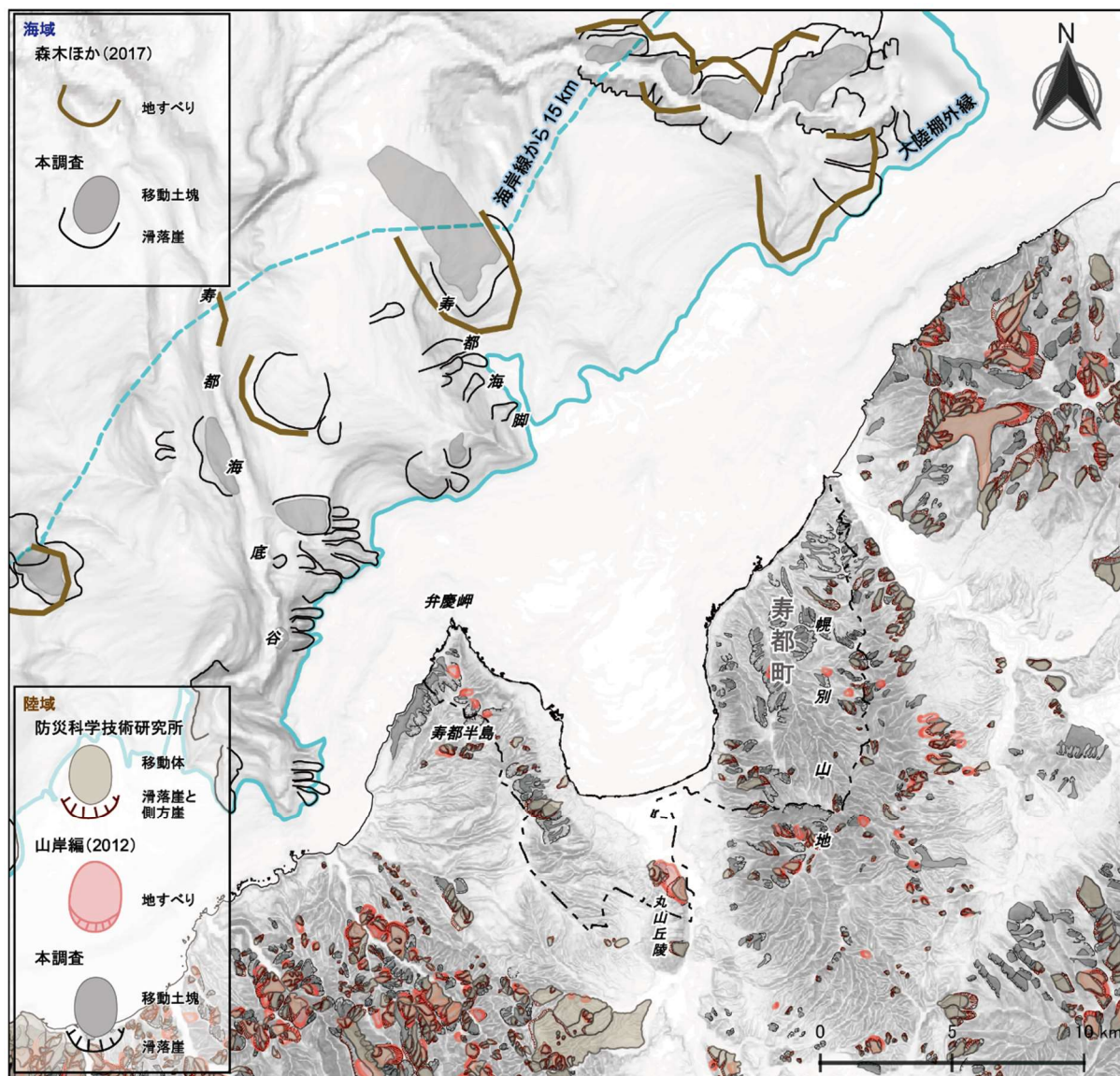


図 4.2-1 文献調査対象地区およびその周辺地域の地すべり地形分布図

陸域は、防災科学技術研究所ホームページ b, 山岸編（2012）および本調査の地形判読結果、海域は、森木ほか（2017）および本調査の地形判読結果を表示。海域は、海岸線から約 15km 以内の範囲の地すべり地形を図示。基図の元データには、陸域は国土地理院数値標高データを使用、海域は日本水路協会発行 M7000 シリーズを使用（(一財)日本水路協会承認第 2021006 号）。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町の行政界（二点鎖線）は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

4.2.1 陸域の地すべり地形および地すべり面

図4.2-1によると、文献調査対象地区陸域の寿都半島東部、丸山丘陵北部および幌別山地に山地斜面の傾斜方向と概ね同方向の滑落崖を持つ地すべり地形が示されている。

このうち平面上最大の移動体は、丸山丘陵北部付近に山岸編（2012）が示す幅約 1.8 km、奥行き約 0.9 km の大きさである。

陸域に分布する地すべり地形について、地下の地すべり面や活動性に関する情報は確認されなかった。

4.2.2 海域の地すべり地形および地すべり面

森木ほか（2017）では、寿都海脚の北部に滑落方向が北西と推定される地すべりが、寿都海底谷の東側には滑落方向が東および西と推定される地すべりが示されている。

本調査の地形判読では、大陸棚外縁から陸棚斜面に地すべり地形が判読され、特に寿都海底谷や寿都海脚付近に分布が集中している。

文献調査対象地区付近の海域においては寿都海脚の北部の地すべり地形が平面上最大であり、その最大幅は約 3.4 km である。

海域に分布する地すべり地形について、地下の地すべり面や活動性に関する情報は確認されなかった。

4.3 地質断層

文献調査対象地区およびその周辺地域の文献による地質断層分布図を図4.3-1に示す。なお、地表における延長が概ね 10 km 以上の断層を整理した小坂ほか（2010）には、文献調査対象地区に断層は示されていない。

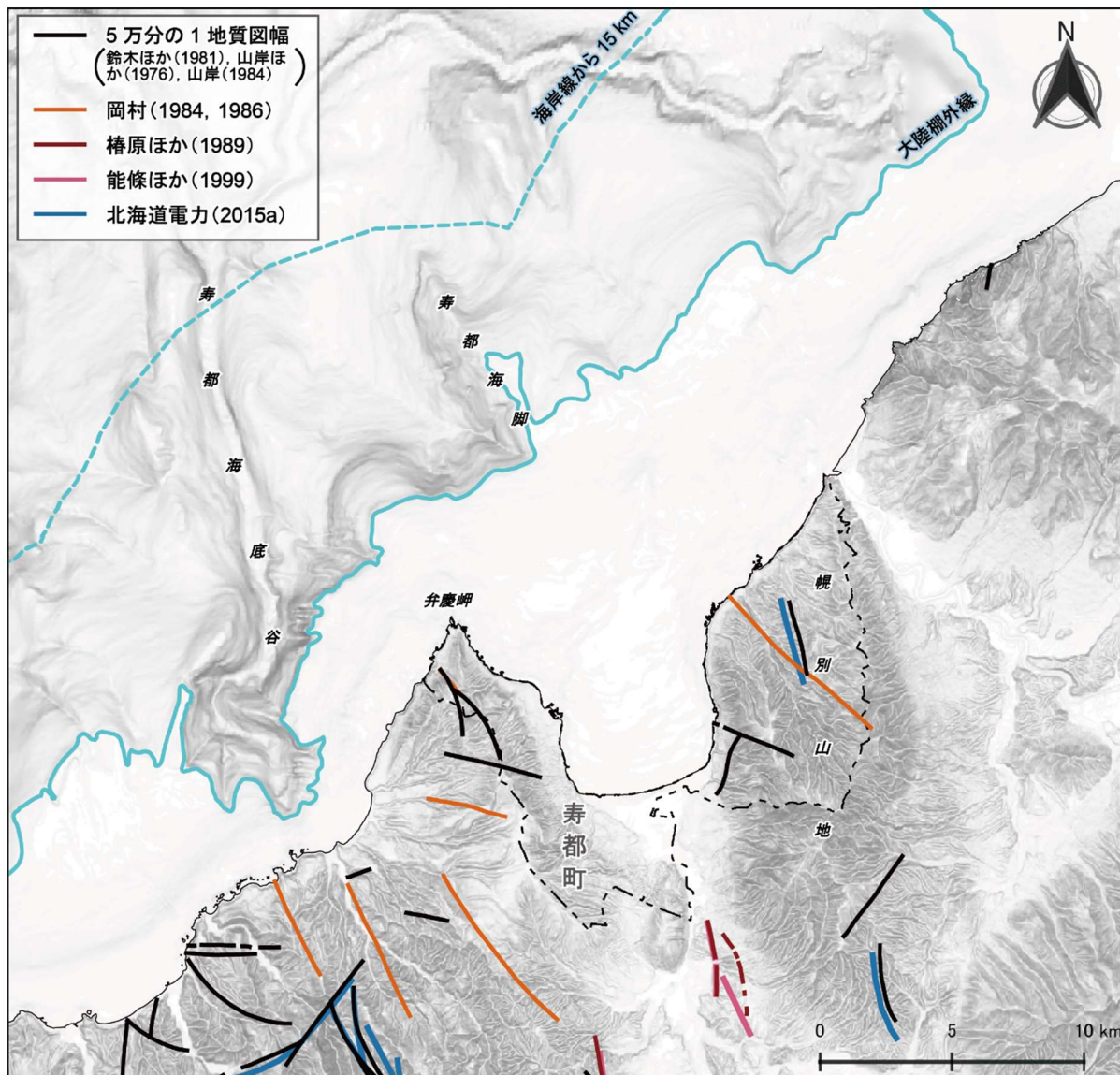


図 4.3-1 文献調査対象地区およびその周辺地域の地質断層の位置

文献の地質図などに示される活断層以外の断層を「地質断層」として図示。基図の元データには、陸域は国土地理院数値標高データを使用、海域は日本水路協会発行 M7000 シリーズを使用（（一財）日本水路協会承認第 2021006 号）。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町の行政界（二点鎖線）は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

4.3.1 陸域の地質断層

文献に示されている陸域の地質断層として、5 万分の 1 地質図幅（鈴木ほか，1981；山岸ほか，1976；山岸，1984），岡村（1984，1986），椿原ほか（1989），能條ほか（1999）および北海道電力（2015a）

を確認し、図4.3-1ではそれらに示されている断層の位置を示している。これらの断層の長さや走向などの情報について以下に示す。

文献調査対象地区西部の寿都半島では、走向が NNW-SSE～WNW-ESE で長さ約 1.1～3.7km の断層が示されている（鈴木ほか，1981；岡村，1984，1986）。

幌別山地北部では、岡村（1984）は走向が NW-SE で長さ約 7.3km の断層を、山岸（1984）は走向が NNW-SSE で長さ約 2.8 km の断層を示している。北海道電力（2015a）は、山岸（1984）と同様の位置に断層を示している。

幌別山地中央部西麓では、山岸（1984）は走向が NNE-SSW で長さ約 2.4km の断層と、これを切る同じく WNW-ESE で長さ約 3.2km の断層を示している。

丸山丘陵の南東方向には、走向が NNW-SSE の断層が示されており（椿原ほか，1989；能條ほか，1999），これらはその位置から白炭断層に相当すると考えられる。本断層は活断層と指摘する文献があるため，4.1.1（6）にて文献活断層として取り扱っている。

4.3.2 海域の地質断層

文献に示されている海域の地質断層として、海上保安庁水路部（1995）、嵯峨山ほか（2000）、片山ほか（2012）および北海道電力（2015a）を確認した結果、文献調査対象地区の海域に地質断層（推定断層および伏在断層を含む）を示している情報は確認されなかった。なお、片山ほか（2012）および北海道電力（2015a）では活断層以外の断層の凡例自体示されていない。また、上記の文献のうち、嵯峨山ほか（2000）を除いて、海岸線から数百 m 程度またはそれ以上の範囲に断層を含む海底地質などの情報は示されていない。

4.4 既存文献・データと断層の関係

「敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイド」(原子力規制委員会, 2013)を参考に、4.4では、地震活動、測地資料、変動地形、地質・地質構造および地球物理学的調査研究などに関する文献・データの知見を整理する。

4.4.1 海成段丘の高度分布

広域的な地殻変動の指標としては、同一時代に形成された段丘面の高度分布などが挙げられる。特に「沿岸海域の活断層が活動すると、地盤の隆起、沈降により海岸変動が生じることがある」ため、「旧汀線の高度分布パターンは、断層の位置、形状の推定において有効な拘束条件となる」(地震調査研究推進本部, 2010)ことから、4.4.1では海成段丘および旧汀線の分布高度について整理した。なお、海成段丘の対比や形成年代などの詳細は、説明書「隆起・侵食」に示す。

文献調査対象地区とその周辺地域の沿岸部である狩場山北岸から尻別岬における海成段丘の高度を図4.4-1に、投影断面図を図4.4-2に示す。図4.4-2には、本調査による旧汀線アングル分布高度の読み取り結果を文献情報と併せて示している。

北海道電力(2013c, 2016a)は、ボーリング調査による段丘堆積物上面の高度を示している。段丘面の背後に急斜面があり崖錐が厚く堆積する地域では、地表から推定する旧汀線アングルの高度よりも段丘堆積物上面の高度から求める隆起量は誤差が小さいと考えられる(Amano et al., 2018)。

幌別山地北岸について、旧汀線アングルの高度は概ね一定(小池・町田編, 2001; 本調査)であるが、MIS 5e段丘堆積物上面の高度は東に向かって徐々に高くなる傾向があり(北海道電力, 2013c, 2016a)、尻別岬から寿都湾付近の高度差は約10mである。北海道電力(2016a)は、この高度差について「震源として考慮する活断層として評価している尻別川断層が近接していることから、断層による影響も否定できない」としており、MIS 5e以降に尻別川断層の活動により幌別山地北岸に西向きの傾動が生じた可能性がある。

寿都半島東岸(湯別～弁慶岬)と西岸(弁慶岬～歌島)について、MIS 5eの旧汀線アングル高度は概ね標高約40～50mの範囲(小池・町田編, 2001; 奥村, 2003; 本調査)、MIS 5e段丘堆積物上面高度は標高約21～28m(北海道電力, 2013c)と概ね一定である。また、寿都半島西岸(弁慶岬～本目東方)におけるMIS 11～7の旧汀線アングルも概ね一定の高度を示すことから、寿都半島ではMIS 11以降一様な隆起が生じていると考えられる。

本目付近でMIS 5eの旧汀線アングル高度が約40mから60mになり、西に向かってMIS 11～5cの旧汀線アングル高度が増す傾向が読み取れ(小池・町田編, 2001; 奥村, 2003; 本調査)、狩場山北岸ではMIS 5eの旧汀線アングルが標高110mに達する(小池・町田編, 2001)。このことから、これらの段丘面は東方へ傾動している可能性があり、この要因として宮内(2012)が12.5万年前の旧汀線高度から推定した狩場山西岸沖にNW-SE方向に延びる東傾斜の逆断層の活動による可能性が考えられるが、推定された震源断層は文献調査対象地区に及ばない。

なお、これらの分析に用いた指標は、山麓堆積地形の影響を含んでいるものが多いことに留意する必要がある。

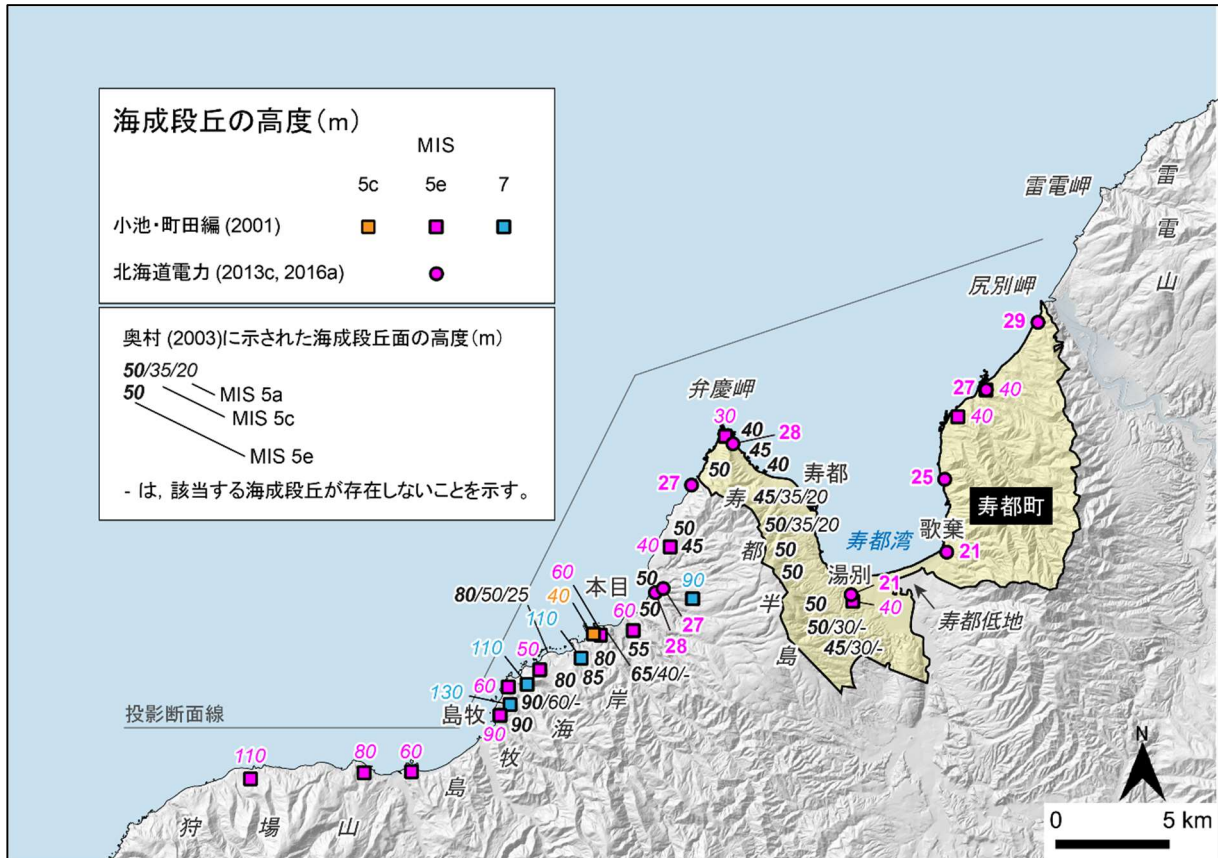


図 4.4-1 文献に示された狩場山北岸—雷電山西岸における海成段丘の高度

小池・町田編 (2001), 奥村 (2003), 北海道電力 (2013c, 2016a) に基づき作成。斜体の数字は旧汀線アングルの高度, 正体の数字は段丘堆積物上面の高度を示す。比較的狭い範囲において群列ボーリングなどにより段丘堆積物上面の高度が複数得られている場合, それらの中で最も高いものの高度のみを図示。奥村 (2003) に示された旧汀線高度は, 旧汀線アングルの高度 (海成段丘面の高度) と推察できることから, 本調査ではそのように記した。基図として地理院タイルの陰影起伏図を使用。海岸線は「国土数値情報 (海岸線データ)」 (国土交通省) に, 寿都町の行政界は「国土数値情報 (行政区域データ)」 (国土交通省) に基づく。本図の詳細は説明書「隆起・侵食」を参照。

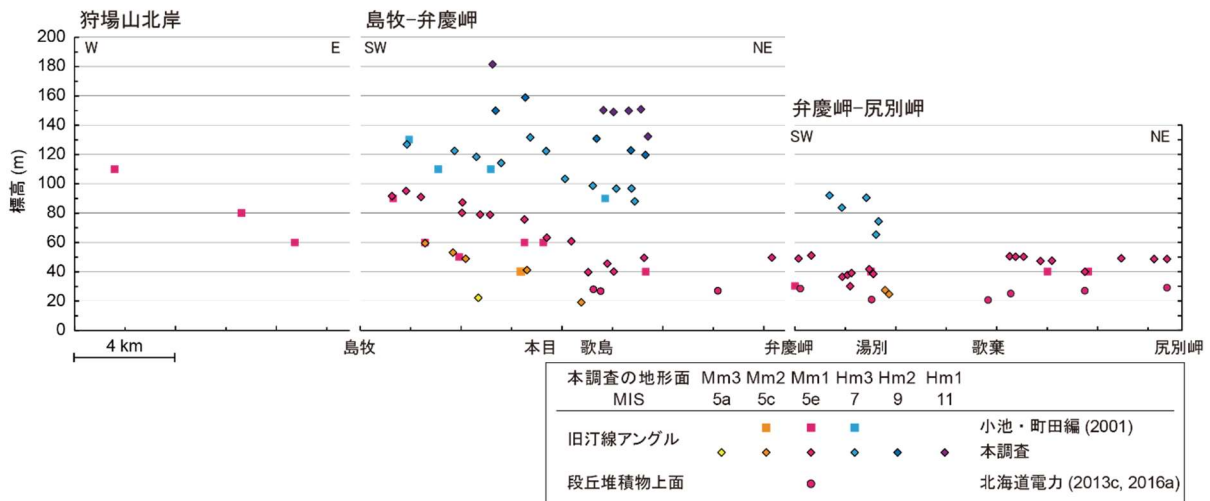


図 4.4-2 狩場山北岸－尻別岬における海成段丘の高度分布（投影断面図）
 投影断面線の位置については図 4.4-1 を、本図の詳細は説明書「隆起・侵食」を参照。

4.4.2 地質構造

地質構造やその連続性は、地下の震源断層や活断層の活動性などについて総合的に評価・検討する際の判断材料として用いられる（地震調査研究推進本部，2010；原子力規制委員会，2013）ことから、4.4.2 では文献調査対象地区およびその周辺地域の地質・地質構造について整理した。陸域の地質図を図 4.4-3 に、海域の地質構造図を図 4.4-4 に示す。なお、地質・地質構造の詳細は、説明書「地形、地質・地質構造」に示す。

月越山脈とその西方に分布する新第三系は概ね NW-SE 方向の軸を持つ褶曲構造に支配されて分布している。これらは、月越山脈南部の瀬棚層に覆われるが、下位層と調和するような褶曲構造がみられないことから、これらの褶曲構造の活動は瀬棚層堆積以降概ね停止していると考えられる。狩場山から弁慶岬の沿岸部の海域について、北海道電力（2013a）によると、これらの褶曲構造は、その北方延長海域でⅢ層に傾斜不整合で覆われ変形を与えていないことから、少なくとも中期更新世以降の活動は認められないと考えられる。この前面海域における寿都海底谷西方の背斜軸は、「岩内堆南方背斜」と呼ばれ、活構造として示されている（岡村，2010；北海道電力，2015a；岡村・佐藤，2023）。

黒松内低地帯北部には、概ね南北方向に規制された逆断層や褶曲構造などの短縮変形構造がみられ、白炭断層などの活構造の存在が指摘されている（例えば、池田ほか編，2002；地震調査研究推進本部，2005）。黒松内低地帯北方延長部の寿都湾には、中田（2015）の海底活断層が示されているが、黒松内低地帯にみられるような明らかな活構造はないという見解もある（嵯峨山ほか，2000；奥村，2003；北海道電力，2015a）。さらに北方の寿都海脚には、海脚の高まりと調和した背斜軸が示されている（海上保安庁水路部，1995；岡村・佐藤，2023）。

幌別山地は長軸がほぼ南北方向のドーム型の地質構造を呈している。山地の東縁付近には尻別川断層帯が推定され、この付近の瀬棚層（鮮新統～下部更新統，山岸ほか，1976；山岸，1986；北海道電力，2015a の尻別川層に相当）が急傾斜している地域であることが確認されている（山岸ほか，1976；山岸，1986；北海道電力，2015a）。幌別山地の成因については、東縁付近に推定されている尻別川断層帯の活動や南部に進入する中新世花崗岩類が起因している可能性がある。幌別山地北方海

域について、海上保安庁水路部（1995）は、大陸棚において、軸がほぼ南北方向の短波長の褶曲を示している。これらの褶曲構造は東方に推定されている尻別川断層が褶曲構造の形成に関連する可能性がある。

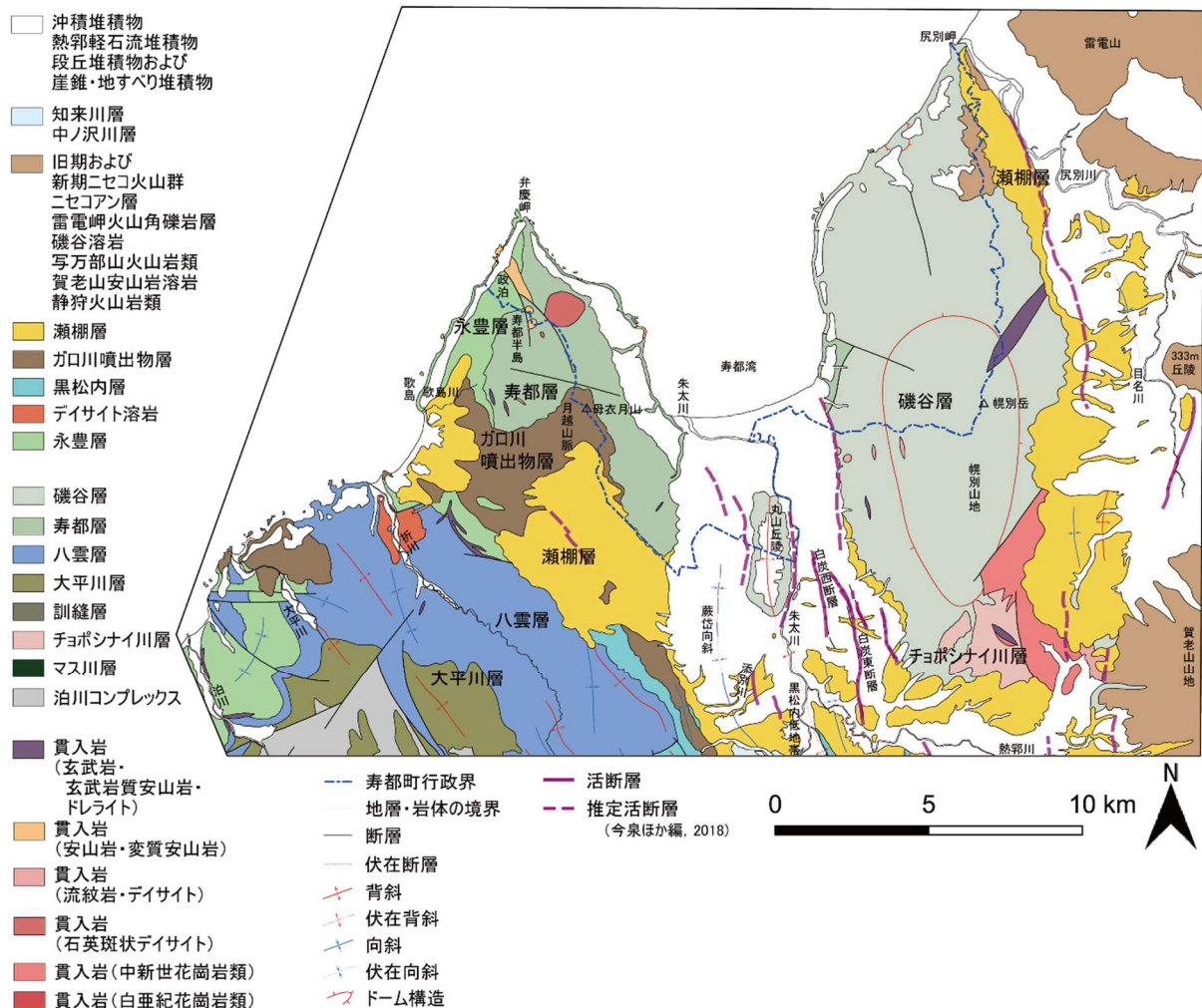


図 4.4-3 文献調査対象地区およびその周辺地域における地質図および活断層（陸域）

活断層は今泉ほか編（2018）の位置を示す。地質図の詳細は説明書「地形、地質・地質構造」を参照。寿都町の行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

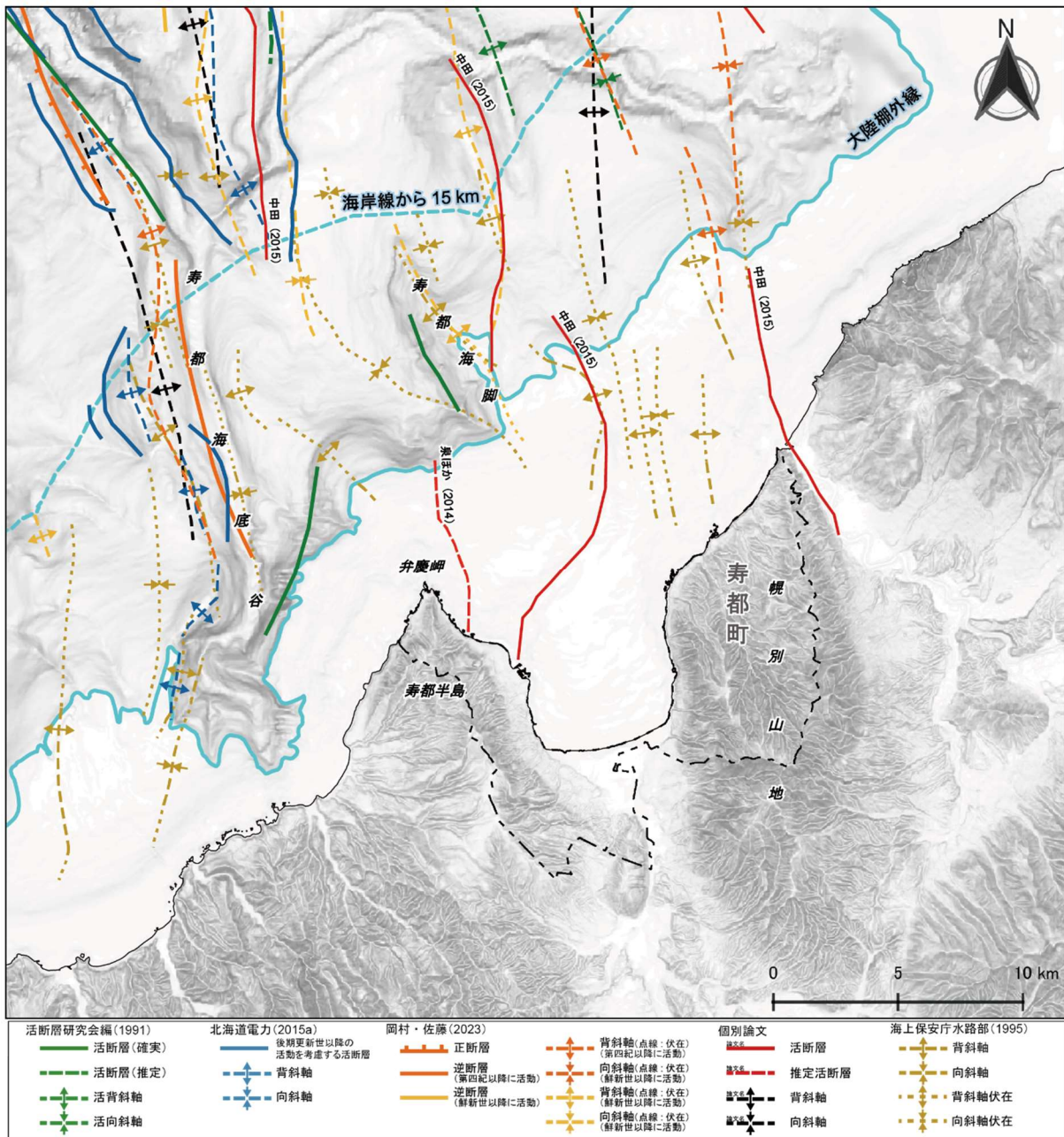


図 4.4-4 文献調査対象地区周辺海域の地質構造図

活断層は活断層研究会編 (1991), 北海道電力 (2015a), 岡村・佐藤 (2023), 泉ほか (2014) および中田 (2015) が示す海域の活断層に、褶曲構造は海上保安庁水路部 (1995), 岡村 (2010), 北海道電力 (2015a) および岡村・佐藤 (2023) の背斜軸および向斜軸に基づき作成。赤線で示す個別論文の文献活断層は、地図上の断層線に沿ってその出典を示している。基図の元データには、陸域は国土地理院数値標高データを使用、海域は日本水路協会発行 M7000 シリーズを使用 ((一財) 日本水路協会承認第 2021006 号)。海岸線は「国土数値情報 (海岸線データ)」(国土交通省) に、寿都町の行政界 (二点鎖線) は「国土数値情報 (行政区域データ)」(国土交通省) に基づく。

4.4.3 測地観測結果

測地観測結果を用いて文献調査対象地区周辺の地殻変動の傾向について整理した。

1954～2004年における約50年間の水準測量結果（国土地理院ホームページ a）を4期間に区切って、それぞれの上下変動量（基準：水準点交24）を図4.4-5に示す。

これによると、文献調査対象地区沿岸部（寿都湾岸）の観測期間における上下変動量に大きな変化はみられない。なお、水準点7147および同7388の急激な上方変位については、これらの両側の観測点の変化がほとんどないことから、地域的に限定された表層のみの変位を観測したもので構造運動によるものではないと考えられる。

文献調査対象地区の西方地域については、1986年までは西に向かって相対的に若干の隆起傾向がみられる。これ以降は沈降傾向となっており、前述した段丘面高度分布と逆の傾向である。

GNSS測量（国土地理院ホームページ b）による最近15年間の上下変動速度（図4.4-6）について、観測点数が少なく、詳細な分析は困難であるが、全体的に隆起傾向のようである。

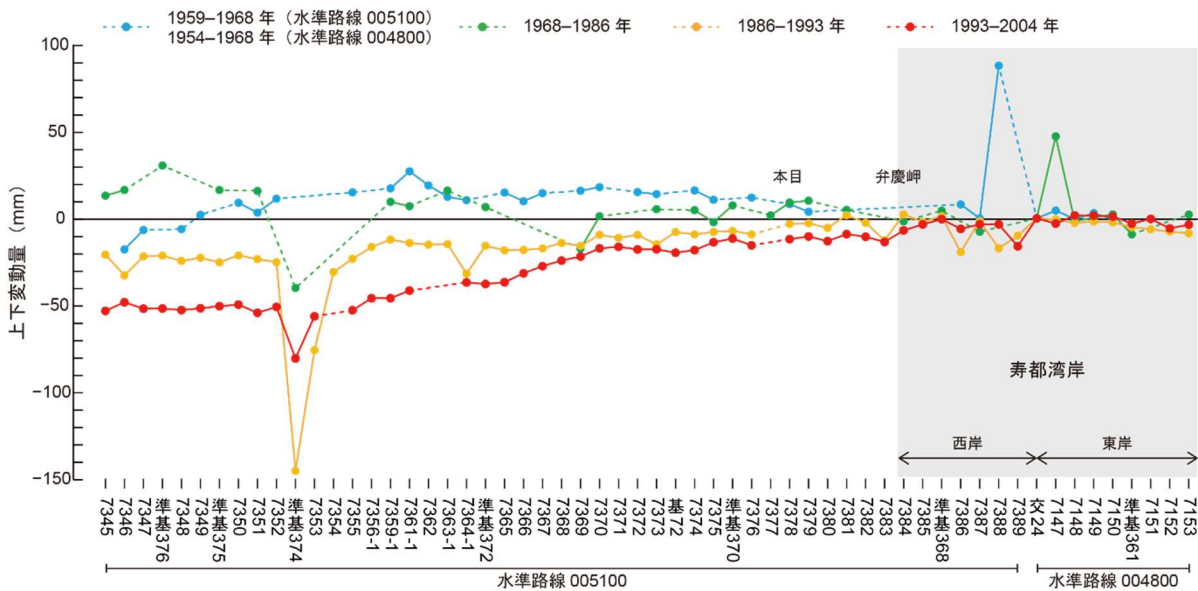
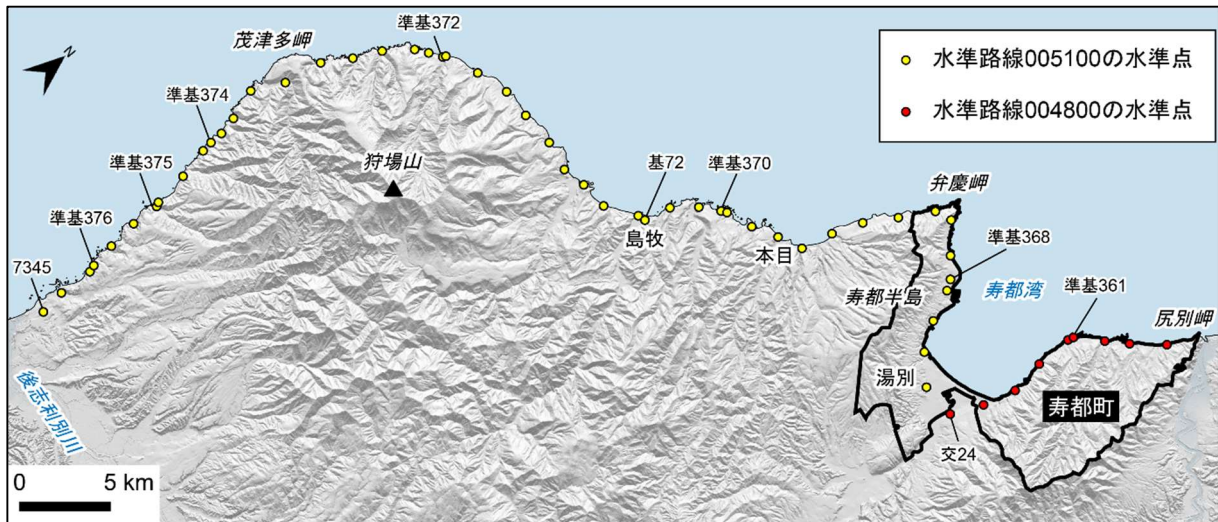


図 4.4-5 狩場山南西岸—尻別岬間における約 50 年間の上下変動量

(上) 解析対象とした水準路線。(下) 水準点における約 50 年間の上下変動量。水準路線 005100 の水準点は 1959～2004 年の上下変動量を、水準路線 004800 の水準点は 1954～2004 年の上下変動量を表す。基図として地理院タイルの陰影起伏図を使用。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」(国土交通省)に、寿都町の行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」(国土交通省)に基づく。

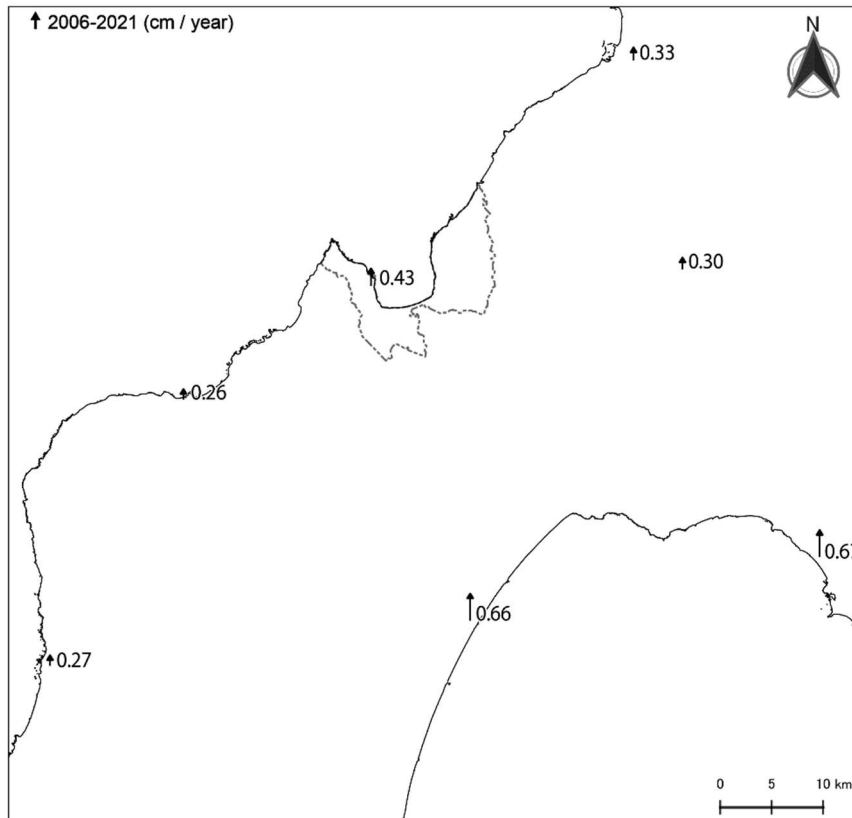


図 4.4-6 最近 15 年間の上下変動速度

矢印の位置は、国土地理院の GNSS 連続観測システムの観測点を示す。固定局は猿払。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町の行政界（二点鎖線）は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

4.4.4 地球物理学的調査結果

地下構造を面的に推定する地球物理学的な手法として、重力異常分布や磁気異常分布を用いる方法がある。断層が繰り返し動くことに伴って、断層の両側の岩質が違ってくことにより重力異常分布や磁気異常分布に特徴的なパターンが現れるため、これらは補完的に地下の断層の調査にも利用されることがある（地震調査研究推進本部，2010；産業技術総合研究所，2019）。

以上のことから、重力探査および磁気探査に関するデータを整理した。

(1) 重力探査結果

文献調査対象地区およびその周辺地域の重力異常（ブーゲー異常）を図 4.4-7 に示す。これによると内浦湾（噴火湾）付近の低重力異常域は、北方の黒松内低地帯に向かって NNW 方向に延びる。黒松内低地帯断層帯中央から南部は、概ね低重力異常域あるいは重力異常の急変域に概ね一致する。黒松内低地帯断層帯北部から寿都湾付近では、高重力異常域がみられ、この東縁の重力異常の急変部付近に尻別川断層帯の一部が位置する。

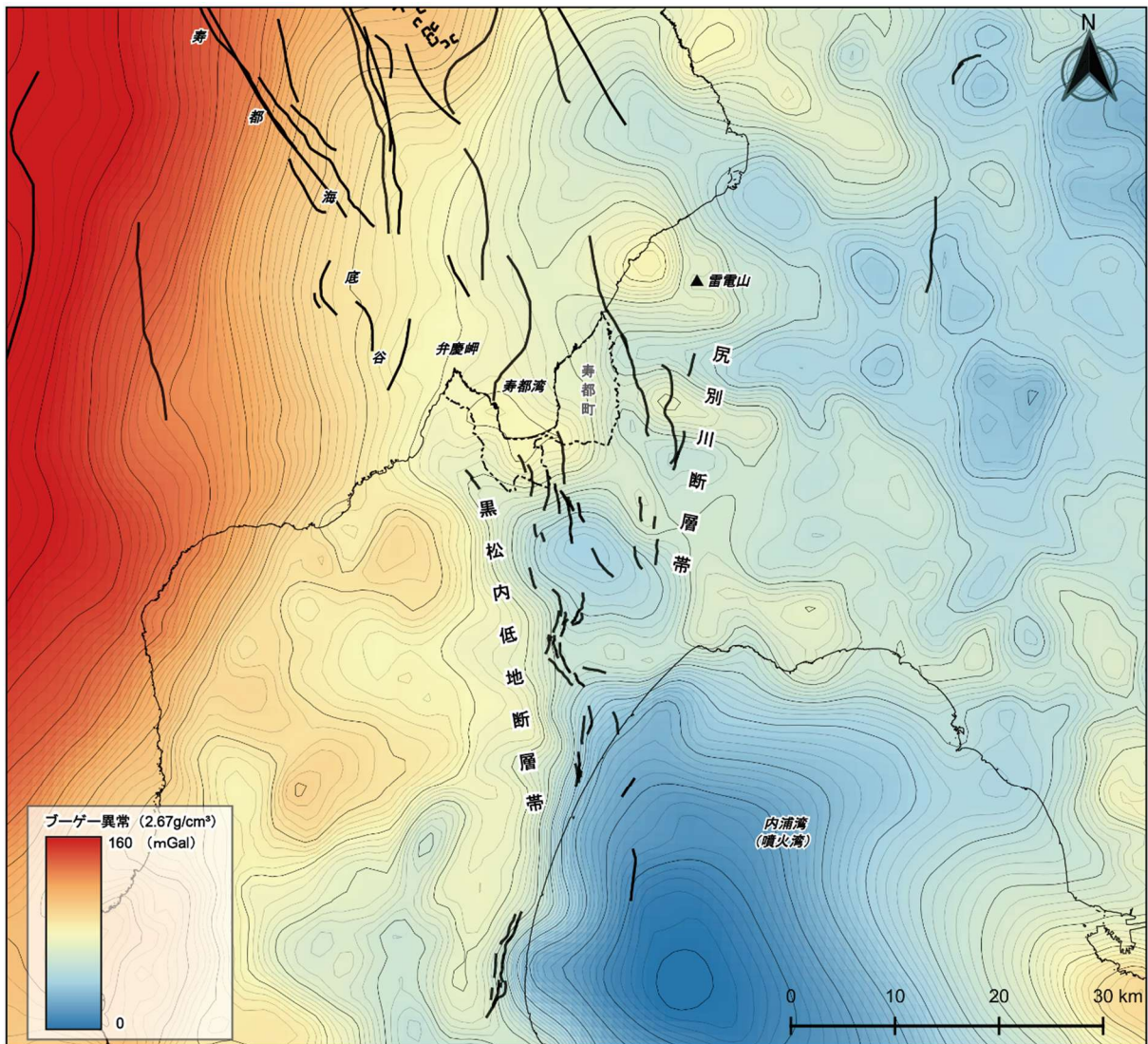


図 4.4-7 文献調査対象地区およびその周辺地域の重力構造（ブーゲー異常）

等値線の主曲線は 2 mGal, 計曲線は 10 mGal 間隔。日本重力データベース DVD 版（産業技術総合研究所, 2013）収録のブーゲー異常グリッドデータ（仮定密度：2.67g/cm³）に基づき作成。断層（太黒線）について、陸域は中田（2015）の活断層および今泉ほか編（2018）の活断層，推定活断層と伏在活断層，日本海海域は活断層研究会編（1991）の活断層と活撓曲，中田（2015）の活断層および北海道電力（2015a）の後期更新世以降の活動を考慮する活断層，太平洋海域は杉山ほか（2011）の活断層と活撓曲の位置を示している。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に，寿都町の行政界（二点鎖線）は「国土数値情報（行政区画データ）」（国土交通省）に基づく。

(2) 磁気探査結果

文献調査対象地区およびその周辺地域の磁気異常を図 4.4-8 に示す。黒松内低地断層帯北部の歌棄リニアメント，白炭断層と尻別川断層帯南部は，幌別山地南部の正の磁気異常域の急変部に位置するが，この付近の磁気異常は地表に露出または埋没する中新世花崗岩類や火山噴出物の影響も考えられる（詳細は説明書「地形，地質・地質構造」を参照）。

弁慶岬の西方海域では正の磁気異常域がみられる。寿都湾北部の正の磁気異常域およびその周辺

の急変域は、中田（2015）の海底活断層とほぼ同じ位置にあるが、海底地質図に示すVI層の分布域に概ね一致する（詳細は説明書「地形、地質・地質構造」を参照）。

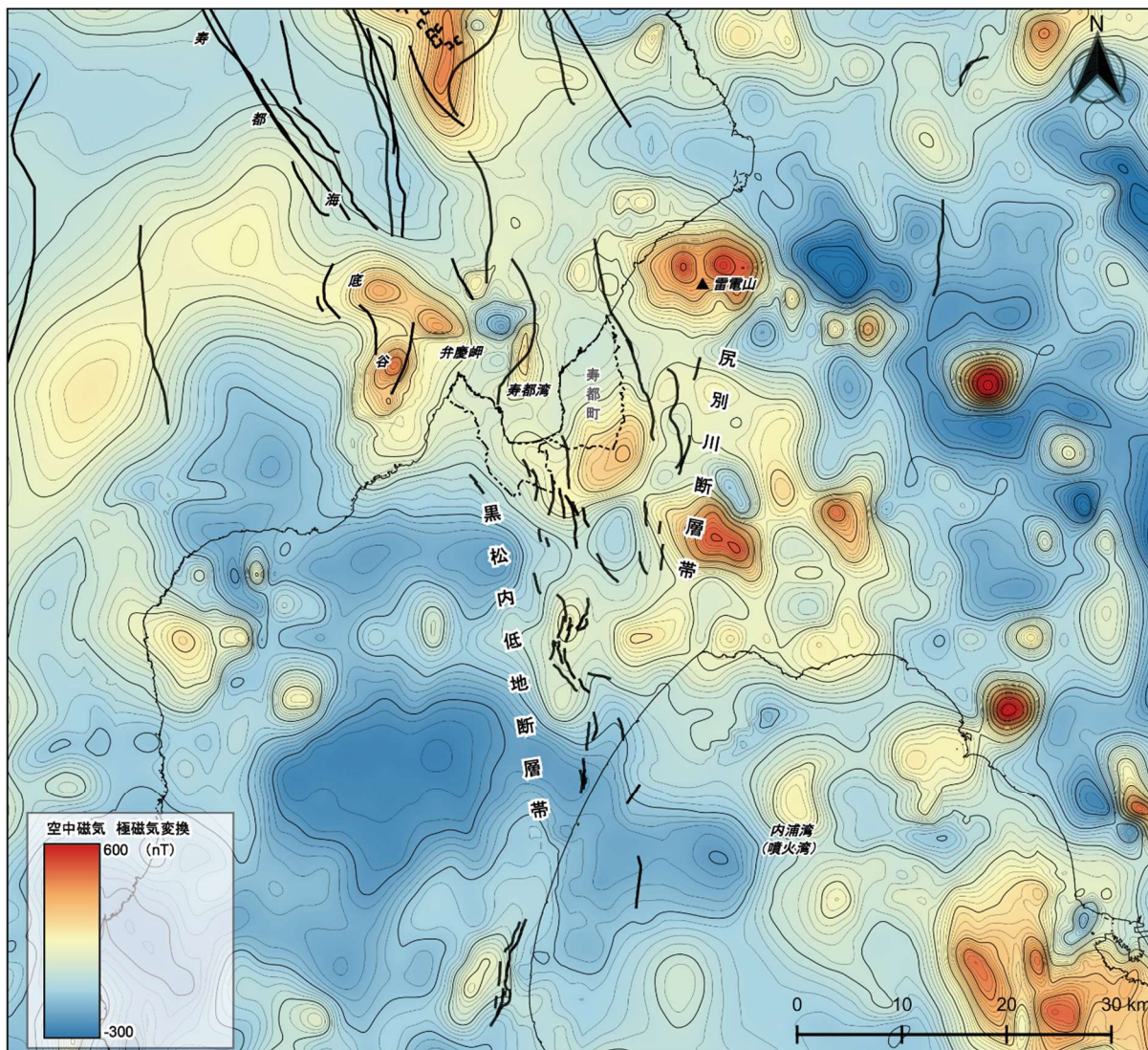


図 4.4-8 文献調査対象地区およびその周辺地域の磁気異常（極磁力図）

等値線の主曲線は 20 nT，計曲線は 100 nT 間隔。日本空中磁気データベース（産業技術総合研究所，2005）のうち北海道・東北部のデータに基づき作成。断層（太黒線）について，陸域は中田（2015）の活断層および今泉ほか編（2018）の活断層，推定活断層と伏在活断層，日本海海域は活断層研究会編（1991）の活断層と活撓曲，中田（2015）の活断層および北海道電力（2015a）の後期更新世以降の活動を考慮する活断層，太平洋海域は杉山ほか（2011）の活断層と活撓曲の位置を示している。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に，寿都町の行政界（二点鎖線）は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

4.4.5 震源データ

過去の大地震の分布や微小地震分布は、断層面の傾斜や地下の震源断層の長さを推定する情報の一つとして利用されている（地震調査研究推進本部，2010）ことから、震源分布について整理した。

文献調査対象地区およびその周辺地域の微小地震分布とその断面を図4.4-9および図4.4-10に示す。幌別山地南部付近に震源がまとまって分布する領域がみられる（図4.4-9）。これらは尻別川断層帯南部および黒松内低地断層帯北部の近傍に分布することから両断層帯に関連している可能性が考えられる。しかし、A断面（図4.4-10左）では南方への傾斜傾向でこれらの断層帯と不調和であること、B、C断面（図4.4-10中、右）では顕著な傾斜の傾向は認められないことから、これらの断層帯との関連性について詳細は不明である。

主に西傾斜と推定（地震調査研究推進本部，2005；今泉ほか編，2018；産業技術総合研究所ホームページ）されている黒松内低地断層帯の震源断層の推定分布域に当たる黒松内低地帯西縁から狩場山地東部付近の地震活動は少ない。

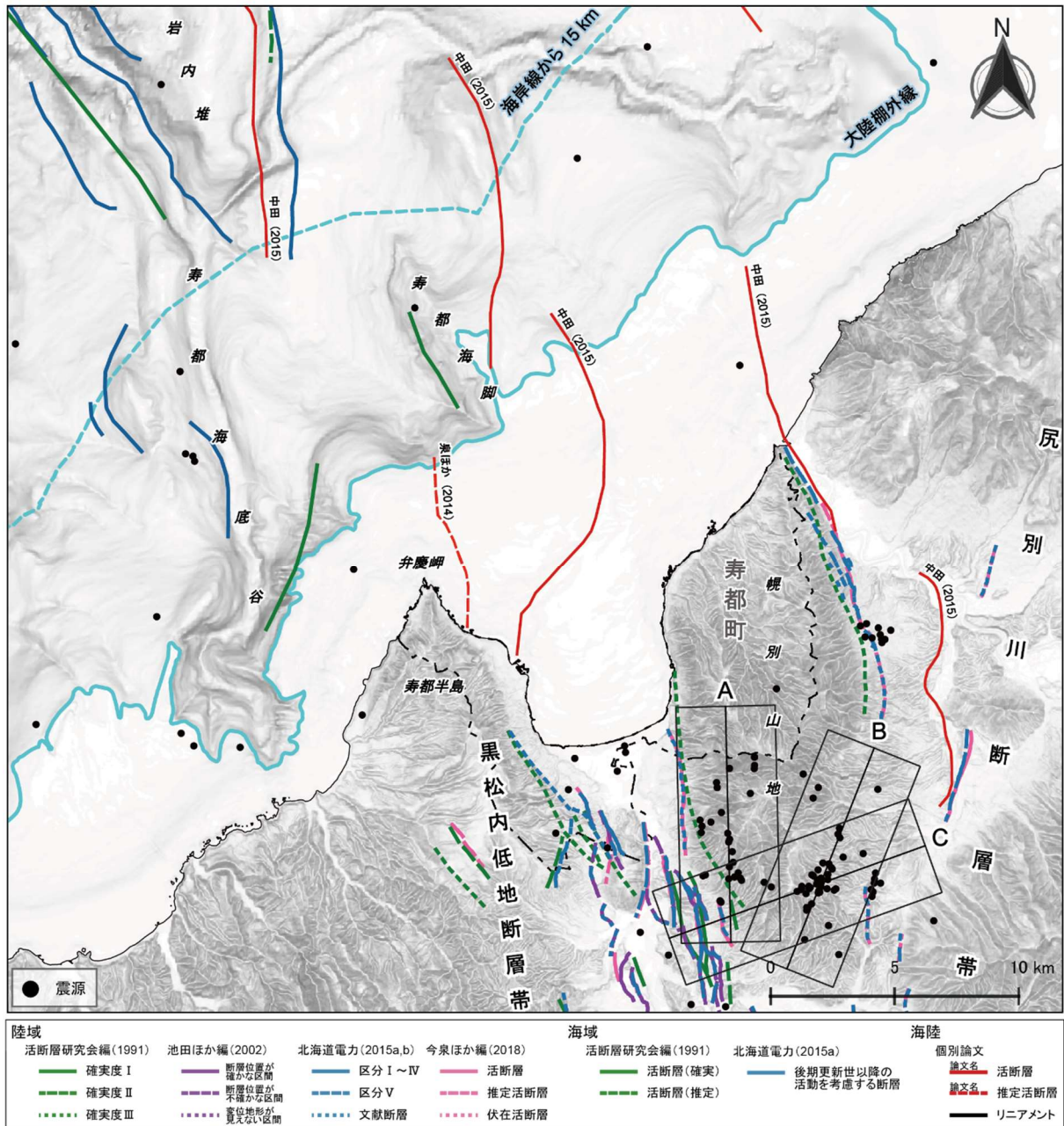


図 4.4-9 微小地震分布と主な文献活断層の位置

地震月報（カタログ編）（気象庁ホームページ a）に基づき作成。1983 年 1 月から 2022 年 3 月までの期間におけるマグニチュード 1 以上、震源の深さの標準誤差が 2 km 以下の通常地震を表示。基図の元データには、陸域は国土地理院数値標高データを使用、海域は日本水路協会発行 M7000 シリーズを使用（（一財）日本水路協会承認第 2021006 号）。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町の行政界（二点鎖線）は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

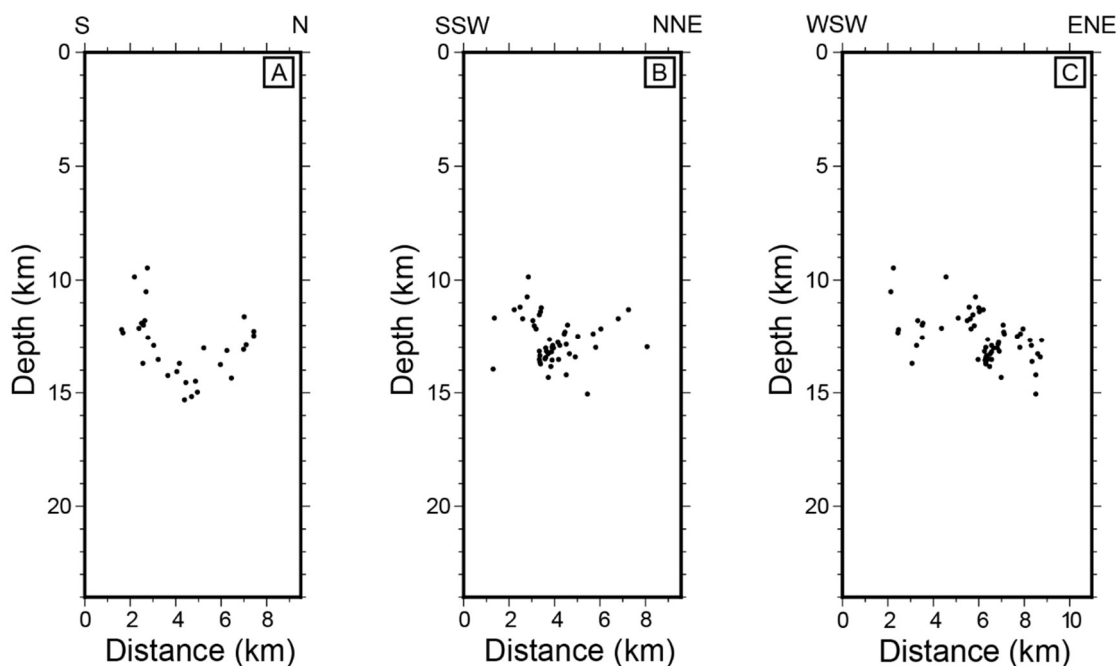


図 4.4-10 微小地震断面図

地震月報（カタログ編）（気象庁ホームページa）に基づき作成。1983年1月から2022年3月までの期間におけるマグニチュード1以上、震源の深さの標準誤差が2 km以下の通常地震を表示。断面位置は図 4.4-9 参照。（左）A断面、（中）B断面、（右）C断面。

4.4.6 地殻流体の存在状況

地下深部における地殻流体の上昇または断層への流入による地震の誘発および断層すべりの再活性化が議論されており（例えば, Zhao et al., 1996; 吉田ほか, 2002; Ohmi et al., 2004; Nakajima and Hasegawa, 2008; Umeda et al., 2008, 2009; Sibson, 2020; Nakajima, 2022; Nishimura et al., 2023）, 地殻流体の存在状況を検討することで活断層の存在について推定できる可能性がある。地殻流体の存在状況に関する情報については、地球物理学的調査によって推定、地殻流体の起源やその性質については、地球化学的なパラメータによって検討される（梅田・浅森, 2016）。さらに近年では、能登半島において、測地観測データの解析などにより、深部流体の上昇などのメカニズムを検討した事例も存在する（例えば, Nishimura et al., 2023）。

また、地下水などを対象とした地球化学的調査は、伏在断層の検出などを目的とした調査手法の一つとして活用できると考えられる。例えば、マントル起源物質の地表付近への供給を示すと考えられるヘリウム同位体比または Li/Cl 比などに着目した調査手法がある（例えば, Umeda and Ninomiya, 2009; 風早ほか, 2014）。

以上のことから、地下水などの化学特性および地下深部の物理特性に関するデータを整理し、地殻流体の存在状況について検討する。なお、測地観測データについては、文献調査対象地区およびその周辺地域において、上記の事例と比較し、本調査で得られた GNSS 測定の観測点の分布密度が非常に小さい（図 4.4-6）ことから、本説明書では検討しない。

(1) 地下水などの化学特性

(i) ヘリウム同位体比

国内の $^3\text{He}/^4\text{He}$ の測定値は草野ほか(2012)によって整理されている。これによると、文献調査対象地区における測定データは確認されず、その周辺地域における測定データは分布に乏しい(「噴火に関する説明書」(以下、説明書「噴火」という。)図4.3-5を参照)。

そのため、 $^3\text{He}/^4\text{He}$ の測定値の分布傾向は不明なため、断層を水みちとしたマントル起源ヘリウムの地表付近への供給は明らかでない。

(ii) Li/Cl比

風早ほか(2015)は、日本列島において200mg/L以上のCl濃度をもつ深層地下水・湧水を対象として、一定の範囲で区切ったメッシュごとのLi/Clを示している。これによると、文献調査対象地区では、東部および西部ではデータが示されていないものの、中央部から南方にかけてCl濃度が200mg/L以上かつLi/Clが0.001未満のデータが示され、スラブ起源深部流体に関する指標からは外れるが、スラブ起源深部流体が混合した可能性を否定しない領域が確認される(説明書「噴火」図4.3-6を参照)。

以上のことから、文献調査対象地区とその南方ではスラブ起源深部流体の寄与を明確に示すLi/Clは報告されていないが、スラブ起源深部流体が混合した可能性を否定しないLi/Clが報告されている。ただし、詳細な測定地点の位置が明らかでなく、断層を水みちとしたスラブ起源深部流体が混合した可能性を否定しない領域を明らかにすることができなかった。

(2) 地下深部の物理特性

(i) 低周波地震

文献調査対象地区およびその周辺地域の深さ50km以浅で発生した地震の震源分布(説明書「噴火」図4.3-4を参照)によると、文献調査対象地区南端付近を含む黒松内低地帯北部において低周波地震の震源が深さ30km程度において局所的に分布する。Shiina et al. (2018)は、この分布について、地殻深部に部分熔融域が存在することを示していると考えられ、部分熔融域に由来する流体が破碎帯に沿って輸送されたことを示唆すると解釈している。

以上のことから、低周波地震の分布に基づくと、流体が存在する可能性を否定できず、黒松内低地帯断層帯北部付近に断層が存在しその移行経路となっている可能性があるが、詳細は明らかではない。

(ii) 地震波速度構造および地震波減衰構造

文献調査対象地区を含む領域を対象とした地震波速度構造の推定は、多数の研究により行われている(例えば、Wang and Zhao, 2005; Niu et al., 2016; Shiina et al., 2018; Matsubara et al., 2017, 2019)。また、地震波減衰構造を推定した事例として、Kita et al. (2014), Wang et al. (2017), Wang and Zhao (2019), Hua et al. (2019)が挙げられる。これらの地震波不均質構造の空間分解能は、水平方向で約20kmから60km以上とさまざまである。

防災科学技術研究所提供の「日本列島下の三次元地震波速度構造(2022年度版)」(Matsubara et al., 2022)に基づく文献調査対象地区周辺の地震波速度構造(説明書「噴火」図4.3-8~図4.3-11を参照)によると、文献調査対象地区や黒松内低地帯北部の地下において、顕著なP波低速度体は見られず、

深さ 20~30km では S 波低速度体が見られるが、 V_p/V_s 比との対応は明瞭ではない。なお、この地震波速度モデルの空間分解能は、水平方向に約 20 km である (Matsubara et al., 2022)。

以上の特徴は、Niu et al. (2016), Shiina et al. (2018) などのそれぞれで推定された地震波速度構造や Kita et al. (2014) などによって示される地震波減衰構造と調和的な部分も見られるが、詳細な分布はそれぞれで異なる。例えば、Niu et al. (2016) によって推定された地震波速度構造では、黒松内低地帯下の低周波地震分布域の下位に地震波低速度体が局所的に分布するように読み取れるが、その分布域や有無についてはそれぞれの研究で異なる。このことは、それぞれの解析に使用された地震データが異なることや、空間分解能が低いことなどによる不確かさに起因すると考えられる。

以上のことから、文献調査対象地区や黒松内低地帯北部の地下において、流体の存在は明らかではない。

(iii) 比抵抗構造

文献調査対象地区の比抵抗構造を示した文献は見当たらない。なお、文献調査対象地区は含まないが、文献調査対象地区南方の黒松内低地帯中央部付近における比抵抗構造は、平田ほか (2009) により示されている。平田ほか (2009) では、黒松内低地帯を横断する深さ 10 km までの二次元比抵抗構造が示されている (説明書「地形、地質・地質構造」図 6.1-3 を参照)。これによると、複数の低比抵抗体が分布するが、これらは中新世の堆積層や先第三紀の地層に相当すると推定されており、深部流体との関連性については言及されていない。

第5章 基準に照らした評価

1.2に基づいて、第4章までに整理された情報をもとに、断層等を個別の活断層ごともしくは分布する地域ごとに、以下の基準に対する該当性を評価し、該当することが明らかまたは可能性が高い場合は、最終処分を行おうとする地層における避ける場所を検討する。

- (ア) 後期更新世以降（約 12～13 万年前以降）の活動が否定できない震源として考慮する活断層の断層面
- (イ) 後期更新世以降の活動が否定できない断層等のうち地震活動に伴って永久変位が生じる断層の断層面及び変位を及ぼす地すべり面
- (ウ) 上記（ア）または（イ）以外の、地表における延長がおおむね 10km 以上の断層の断層面
- (エ) 上記（ア）～（ウ）の断層コアの部分

上記（ア）～（エ）の確認の仕方については 1.1.3 に、本説明書における評価のフローについては 図 1.3-1 に示している。地表における延長がおおむね 10km 以上の該当性について、明らかまたは可能性が高い以外の評価となった断層等は、これ以降の評価に進まない。これらの断層等を含む、存在の確実性、延長、最終処分を行おうとする地層における分布および地質構造などのその他の情報については、基準（ウ）の評価に関する補足情報として、添付資料 F に示す。

（ア）および（イ）の該当性の判断については、変動地形学的調査、地質調査および地球物理学的調査といった調査結果ならびに地形、地質・地質構造および応力場などを検討し、総合的な評価を行う必要がある（敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイド（原子力規制委員会、2013））。本説明書では各断層等の調査データが少ないことにより総合的な判断に至らない場合があるが、これは概要調査地区選定段階の評価結果であって、概要調査以降に調査を実施する場合に（ア）および（イ）に該当しないと断言できるものではない。

また、文献調査対象地区における処分深度が未定であることから、法律により定められた最も浅い深度である地下 300m より深い場所を、最終処分を行おうとする地層と想定する。

5.1 活断層

5.1.1 陸域の活断層

(1) 樽岸リニアメント

(i) 後期更新世以降（約 12～13 万年前以降）の活動が否定できない震源として考慮する活断層の断層面および地震活動に伴って永久変位が生じる断層の断層面

変動地形学的調査において、本調査では変動地形は判読されず、文献からも本リニアメントの活動性は確認されていない。北海道電力（2015a）は、本リニアメント南部で実施した地表地質踏査により、断層の存在を示唆するような破碎帯および地層の不連続が認められないことから、本リニアメントは断層ではなく異なる岩質境界にあたり、両者の侵食に対する抵抗力の違いに起因する組織地形であると判断している。これらのことから、本リニアメントが後期更新世以降に活動した可能性は低いと考えられる。

以上より、樽岸リニアメントは、（ア）および（イ）に該当しない可能性が高い。

(ii) 地表における延長がおおむね 10 km 以上の断層

樽岸リニアメントは、地表における延長が 10km 未満のため、（ウ）に該当しない。

(2) 五十嵐川断層

(i) 後期更新世以降（約 12～13 万年前以降）の活動が否定できない震源として考慮する活断層の断層面および地震活動に伴って永久変位が生じる断層の断層面

変動地形学的調査において、本調査で判読された変動地形の活動時期は不明である。北海道電力（2015a）の地形判読結果より中期更新世（約 40 万年前）以降に活動した可能性はあるが、地層の変位・変形を直接確認するための地質調査や地球物理学的調査の情報が確認されないため、中期更新世以降および後期更新世以降の活動の有無に関する総合的な判断ができない。

以上より、五十嵐川断層は、(ア) または (イ) に該当することが明らかまたは可能性が高いとはいえない。

(ii) 地表における延長がおおむね 10 km 以上の断層

五十嵐川断層は、地表における延長が 10 km 未満のため、(ウ) に該当しない。

(3) 湯別・丸山西側付近の断層

(i) 後期更新世以降（約 12～13 万年前以降）の活動が否定できない震源として考慮する活断層の断層面および地震活動に伴って永久変位が生じる断層の断層面

変動地形学的調査において、池田ほか編（2002）や本調査の地形判読結果より本断層は後期更新世以降に活動した可能性はあるが、小池・町田編（2001）、奥村（2003）および北海道電力（2015a）などで本断層周辺の地形面の分布や形成年代の推定に異なる見解がある。また、地層の変位・変形を直接確認するための地質調査および地球物理学的調査の情報が確認されないため、後期更新世以降の活動の有無に関する総合的な判断ができない。

以上より、湯別・丸山西側付近の断層は、(ア) または (イ) に該当することが明らかまたは可能性が高いとはいえない。

(ii) 地表における延長がおおむね 10 km 以上の断層

湯別・丸山西側付近の断層は、地表における延長が 10 km 未満のため、(ウ) に該当しない。

(4) 丸山東側付近の断層

(i) 後期更新世以降（約 12～13 万年前以降）の活動が否定できない震源として考慮する活断層の断層面および地震活動に伴って永久変位が生じる断層の断層面

黒松内低地帯を対象とした変動地形学的調査において、本断層を示している文献（北海道電力、2015a；今泉ほか編，2018）と示していない文献（活断層研究会編，1991；池田ほか編，2002；本調査の地形判読結果）があるが、北海道電力（2015a）は丸山丘陵頂部の傾動が本断層の活動によって及ぼされた可能性を考慮していることを踏まえると、本断層は中期更新世（約 40 万年前）以降に活動した可能性はある。しかし、地層の変位・変形を直接確認するための地質調査および地球物理学的調査の情報が確認されないため、後期更新世以降の活動の有無に関する総合的な判断ができない。

以上より、丸山東側付近の断層は、(ア) または (イ) に該当することが明らかまたは可能性が高いとはいえない。

なお、丸山丘陵頂部の傾動については、丘陵の東西に白炭断層と湯別・丸山西側付近の断層が示されていること、また、池谷・林（1982）の指摘のように本地域の構造は褶曲軸に支配されている

可能性を考慮すると、丸山東側付近の断層の活動以外によって形成された可能性も考えられる。

(ii) 地表における延長がおおむね 10 km 以上の断層

丸山東側付近の断層は、地表における延長が 10 km 未満のため、(ウ) に該当しない。

(5) 歌棄リニアメント

(i) 後期更新世以降（約 12～13 万年前以降）の活動が否定できない震源として考慮する活断層の断層面および地震活動に伴って永久変位が生じる断層の断層面

変動地形学的調査において、本調査では変動地形は判読されず、文献からは本リニアメントの活動性は確認できない。北海道電力（2015a）は、本リニアメントの中央付近で水平方向に長さ約 40m にわたって連続する自然露頭で地質観察を行い、断層を示唆するような破砕帯や地層の不連続は認められないことを確認している。これらのことから、本リニアメントの後期更新世以降の活動性はないと判断される。

以上より、歌棄リニアメントは、(ア) および (イ) に該当しないことが明らかである。

(ii) 地表における延長がおおむね 10 km 以上の断層

歌棄リニアメントは、例えば、活断層研究会編（1991）では地表における延長が約 12 km と示されている。

北海道電力（2015a）は、前述したように本リニアメント付近に破砕帯や地層の不連続は認められないとしている。

以上より、歌棄リニアメントは地表での長さが 10 km 以上との情報があるが、断層を示唆するような情報は得られていないことから、(ウ) に該当しない。

(6) 白炭断層

(i) 後期更新世以降（約 12～13 万年前以降）の活動が否定できない震源として考慮する活断層の断層面および地震活動に伴って永久変位が生じる断層の断層面

変動地形学的調査において、活断層研究会編（1991）、池田ほか編（2002）および本調査の地形判読などにより、最終間氷期以降と推定している段丘面に断層崖や撓曲などが示されている。

地質調査において、山岸・木村（1981）は露頭調査結果より本断層に相当する逆断層を確認し、吾妻ほか（2004）はピット掘削調査結果より逆断層が最終氷期以降と推定している地層を変位させていることを確認している。

地球物理学的調査において、吾妻ほか（2003）および北海道電力（2015b）は反射法地震探査結果より、それぞれ「西上がりの、地層の累積的な変形」および「黒松内層及び瀬棚層に西上がりの撓曲構造を示唆する非対称な向斜構造」を確認している。

このように、白炭断層は、変動地形学的調査および地質調査から後期更新世以降に活動したこと、地球物理学的調査から本断層付近の地層に変形の累積性があることが評価される。

以上より、白炭断層は、(ア) または (イ) に該当することが明らかである。

(ii) 断層コアの部分

山岸・木村（1981）の露頭観察結果による変位を示唆する記載（「厚さ 2mm の断層粘土が附着し、

その上に水平線と約 40°斜交した条線とそれに平行な、幅 5 mm～1 cm、長さ数 cm のにんじん型の溝状の構造)より地表付近の断層コア相当の幅は 12 mm 程度(「断層粘土」の厚さ 2 mm と「にんじん型の溝状の構造」の幅 1 cm の和)であることが考えられる。

以上より、白炭断層に、(エ)に該当する可能性が高い領域が存在する。

(iii) 避ける場所

本地域を含む日本海東縁や周辺陸域は逆断層型の活断層が卓越していること(例えば、地震調査研究推進本部, 2001; 徳山ほか, 2001; 岡村・加藤, 2002)と、本断層は西上がりの変動地形として判読されていることから、西傾斜の逆断層と推定される。このことは、ピット掘削調査結果(吾妻ほか, 2004)で西傾斜の逆断層が確認されていることに整合する。断層面が西傾斜の場合、本断層は地表では文献調査対象地区東南方向に分布するが、地下では文献調査対象地区内に分布が及んでいる可能性がある。

一方、反射法地震探査結果(北海道電力, 2015b)では白炭断層付近の黒松内層および瀬棚層に向斜構造が認められるが、断層構造がみられるのは本断層東側の一部である。地表の変位センスと地下の向斜構造を考慮すると、本断層は向斜構造の形成に応じて生じた層面すべり断層である可能性がある。この場合、この向斜構造は後期更新世以降も活動していることになり、変形領域の評価が課題である。

また、本断層が北方延長部周辺の沖積面に伏在している場合には、上記のいずれにしても、本断層が文献調査対象地区内に及んでいる可能性がある。

以上より、白炭断層は、地表付近では(ア)または(イ)、および(エ)に該当する領域があるものの、最終処分を行おうとする地層において避ける場所については不明である。

(7) 月越原野断層

(i) 後期更新世以降(約 12～13 万年前以降)の活動が否定できない震源として考慮する活断層の断層面および地震活動に伴って永久変位が生じる断層の断層面

変動地形学的調査において、文献および本調査の地形判読では変動地形の活動時期は不明である。地形や地層の変位・変形を直接確認するための地質調査および地球物理学的調査の情報が確認されないため、後期更新世以降の活動の有無に関する総合的な判断ができない。

以上より、月越原野断層は、(ア)または(イ)に該当することが明らかまたは可能性が高いとはいえない。

(ii) 地表における延長がおおむね 10 km 以上の断層

月越原野断層は、地表における延長が 10 km 未満のため、(ウ)に該当しない。

(8) 九連山の沢リニアメント

(i) 後期更新世以降(約 12～13 万年前以降)の活動が否定できない震源として考慮する活断層の断層面および地震活動に伴って永久変位が生じる断層の断層面

変動地形学的調査について、本調査では変動地形は判読されず、文献で判読された変動地形の活動時期は不明である。地形や地層の変位・変形を直接確認するための地質調査および地球物理学的調査の情報が確認されないため、後期更新世以降の活動の有無に関する総合的な判断ができない。

以上より、九連山の沢リニアメントは、(ア) または (イ) に該当することが明らかまたは可能性が高いとはいえない。

(ii) 地表における延長がおおむね 10 km 以上の断層

九連山の沢リニアメントは、地表における延長が 10 km 未満のため、(ウ) に該当しない。

(9) 黒松内低地断層帯北方延長部

(i) 後期更新世以降(約 12~13 万年前以降)の活動が否定できない震源として考慮する活断層の断層面および地震活動に伴って永久変位が生じる断層の断層面

変動地形学的調査について、本地域において、本調査の地形判読では、文献活断層付近を除いて断層の変位・変形を受けたと考えられる地形要素が判読されなかったが、宮内(2012)は、本地域の 12.5 万年前の旧汀線高度分布から本西傾斜の震源断層を、佐藤ほか(2019)は海成段丘の高度分布や地質構造から西傾斜および東傾斜の震源断層を推定している。一方で、北海道電力(2015a)は、ボーリング調査により確認される Mml 段丘堆積物上面標高から、西側隆起を示唆するような高度不連続は認められないと評価している。また、朱太川河口付近における反射法地震探査結果および寿都湾における海上音波探査結果から、少なくとも後期更新世以降に断層活動があった形跡はみられない(嵯峨山ほか, 2000; 北海道電力, 2015a)。これらのことから、本地域において後期更新世以降に活動した断層は認められない。

以上より、黒松内低地断層帯北方延長部に(ア) または (イ) に該当する断層はない可能性が高い。

(ii) 地表における延長がおおむね 10 km 以上の断層

本地域の地表および海底面における延長が 10 km 以上のものは確認されないため、(ウ) に該当する断層はない。

(10) 尻別川断層

(i) 後期更新世以降(約 12~13 万年前以降)の活動が否定できない震源として考慮する活断層の断層面および地震活動に伴って永久変位が生じる断層の断層面

本断層については調査範囲が広く、調査内容および結果が地域によりさまざまであることから、本断層の活動性については、陸域北部(尻別川河口からツバメの沢川沿い)、陸域南部(ツバメの沢川以南)および海域部の3つの区間に分けて整理したうえで、まとめて評価する。

陸域北部の変動地形学的調査において、北海道電力(2015a)および本調査の地形判読結果より、形成年代が中期更新世(約 40 万年前以降)と推定される地形面に変動地形が判読されている。地質調査において、山岸ほか(1976)、山岸(1986)および北海道電力(2015a)は、尻別川断層が推定されている付近に分布する尻別川層が急傾斜であることを確認し、山岸(1986)は尻別川層中に本断層に相当する断層露頭を報告しているが、後期更新世以降の地層の変位・変形を直接確認した地質調査結果は確認されない。地球物理学的調査において、北海道電力(2015a)は、本区間の北端付近の尻別川河口域で反射法地震探査を実施し、前期~中期更新世の地層(鮎川層)がほぼ水平に堆積するとしている。

陸域南部において、本調査の地形判読で東西 2 本の変動地形が判読され、このうち東側の変動地

形は変位基準面の形成年代が中期更新世と推定される。東側の変動地形に関連する地質調査において、北海道電力（2015a）は、露頭観察より断層の存在を示唆するような破碎帯や地層の不連続は認められないことを確認している。加えて、北海道電力（2015a）は、クスリの沢川周辺で実施したボーリング調査より、Mfl 面段丘堆積物（MIS6）を覆う洞爺火山灰を含むローム層の基底が緩やかに傾斜して分布していることを確認している。同じく地球物理学的調査において、北海道電力（2015a）は、ツバメの沢川周辺の反射法地震探査より、尻別川層、鮎川層およびMfl 面段丘堆積物に断層を示唆するような系統的な地層の変位・変形が認められないことを確認している。一方、西側の変動地形については、後期更新世以降の地形や地層の変位・変形を直接確認するための地質調査や地球物理学的調査の情報が確認されない。

海域部について、中田（2015）および本調査の地形判読により変動地形が判読されている。判読された付近の海底では、既存の海上音波探査結果を用いた本調査の分析より、尻別川河口沖合海域の下部更新統の凹部を埋積する下部～中部更新統以上の地層が概ね水平に堆積していると考えられる。これは同様に尻別川河口沖合海域の海上音波探査結果から解釈した、嵯峨山ほか（2000）の磯谷層の西上がりの構造運動以降から「現世にかけて断層運動による変位が生じた可能性はきわめて低い」ことや、北海道電力（2015b）の「陸域に認められるような磯谷層及び尻別川層の急傾斜構造や後期更新世以降の活動を考慮するような活構造は認められない」ことと整合する。一方で、北海道電力（2016a）の段丘堆積物調査結果から、幌別山地北岸のMm1 段丘堆積物（MIS 5e）上面高度が、尻別岬付近から歌棄に至る範囲で東に向かって高度が徐々に高くなる傾向が認められ、北海道電力（2016a）は、この高度差に対して「尻別川断層が近接していることから、断層による影響も否定はできない」と述べている。

以上より、尻別川断層は、後期更新世以降の活動を示唆している情報と否定している情報があるため、(ア) または (イ) に該当することが明らかまたは可能性が高いとはいえない。

(ii) 地表における延長がおおむね 10 km 以上の断層

本断層は、変動地形学的調査において、例えば、活断層研究会編（1991）は約 12 km と示している。一方、地質調査においては、山岸（1986）が断層露頭にて尻別川層に逆断層を確認しているが、その延長については不明である。また、海域、尻別川河口付近およびツバメの沢川における地球物理学的調査（嵯峨山ほか、2000；北海道電力、2015a）においても明瞭な断層構造は確認されない。

以上より、尻別川断層は、(ウ) に該当することが明らかまたは可能性が高いとはいえない。

(11) 中田（2015）らの活断層

(i) 後期更新世以降（約 12～13 万年前以降）の活動が否定できない震源として考慮する活断層の断層面および地震活動に伴って永久変位が生じる断層の断層面

目名川左岸に示される本断層（北部および南部）は、今泉ほか編（2018）および本調査の地形判読結果より、後期更新世以降に活動した可能性がある。このほかに、目名川左岸付近では、後期更新世以降の段丘面や地層の変位・変形を直接確認するための地質調査および地球物理学的調査の情報が確認されないため、後期更新世以降の活動の有無に関する総合的な判断ができない。

目名川右岸に示される断層（南部のみ）では、北海道電力（2015a）および本調査の地形判読結果より、後期更新世以降に活動した可能性がある。目名川右岸における本断層を横断する群列ボーリング調査（北海道電力、2015a）では、調査地点付近の洞爺火砕流堆積物（後期更新世）の分布高度

が周辺より若干高いが、洞爺火砕流堆積物の基底が東傾斜で連続し、堆積物中に断層を示唆する構造は認められないことが、北海道電力（2015a）により指摘されている。そのため、目名川右岸では後期更新世以降の活動を示唆している情報と否定している情報がある。

以上より、中田（2015）らの活断層は、（ア）または（イ）に該当することが明らかまたは可能性が高いとはいえない。

(ii) 地表における延長がおおむね 10 km 以上の断層

中田（2015）らの活断層は、地表における延長が 10 km 未満のため、（ウ）に該当しない。

5.1.2 海域の活断層

(1) 泉ほか（2014）の海底推定活断層

(i) 後期更新世以降（約 12～13 万年前以降）の活動が否定できない震源として考慮する活断層の断層面および地震活動に伴って永久変位が生じる断層の断層面

泉ほか（2014）の変動地形学的調査により示された本断層に対して、既存の海上音波探査結果を用いた本調査の分析では、北海道電力（2013a）の探査測線において、中新統が変形している可能性があるが、これより上位の地層が分布していないため、後期更新世以降の活動の有無の判断ができない。

以上より、泉ほか（2014）の海底推定活断層は、（ア）または（イ）に該当することが明らかまたは可能性が高いとはいえない。

(ii) 地表における延長がおおむね 10 km 以上の断層

泉ほか（2014）の海底推定活断層は、海底面における延長が 10 km 未満のため、（ウ）に該当しない。

(2) 中田（2015）の海底活断層

(i) 後期更新世以降（約 12～13 万年前以降）の活動が否定できない震源として考慮する活断層の断層面および地震活動に伴って永久変位が生じる断層の断層面

中田（2015）の変動地形学的調査により示された本断層に対して、既存の海上音波探査結果を用いた本調査の分析では、北海道電力（2013a, 2015a）の探査測線において、本断層の南部では海底面に高まりがみられる。一方で北部では下部中新統～鮮新統に背斜構造がみられ、これの東翼を覆う下部～中部更新統以上はほぼ水平に堆積し変形していないように見えるが、層厚が薄く詳細な構造は不明であるため、後期更新世以降の活動の有無の判断に至っていない。

以上より、中田（2015）の海底活断層は、（ア）または（イ）に該当することが明らかまたは可能性が高いとはいえない。

(ii) 地表における延長がおおむね 10 km 以上の断層

本断層の変動地形学的調査による海底面における延長は約 13.8 km である。既存の海上音波探査結果を用いた本調査の分析では、北海道電力（2013a, 2015a）の探査測線において、本断層との交点付近における地層の変位は確認されない。

以上より、中田（2015）の海底活断層は、海底面での長さが 10 km 以上との情報があるが、その地

下に断層の存在を示唆する詳細な情報は確認されないことから、(ウ)に該当することが明らかまたは可能性が高いとはいえない。

(3) 北海道電力(2015a)らの海底活断層

(i) 後期更新世以降(約12~13万年前以降)の活動が否定できない震源として考慮する活断層の断層面および地震活動に伴って永久変位が生じる断層の断層面

既存の海上音波探査結果を用いた本調査の分析では、北海道電力(2013a, 2015a)の探査測線において、本断層および岩内堆南方背斜付近に分布する上部更新統は層厚が薄いものの変形している可能性があり、これに覆われる下部~中部更新統以下の地層に変形が認められる。よって、後期更新世以降の活動を否定できない。このことは、地球物理学的調査などに基づく北海道電力(2015a)や岡村・佐藤(2023)の本断層の活動性に関する解釈とも整合的である。

以上より、北海道電力(2015a)らの海底活断層は、(ア)または(イ)に該当する可能性が高い。

(ii) 断層コアの部分

一般に活断層には断層コア相当の部分が認められることが多いが、北海道電力(2015a)らの海底活断層に関する断層コアの情報は確認されないため、(エ)に該当することが明らかまたは可能性が高い領域は不明である。

(iii) 避ける場所

本地域を含む日本海東縁や周辺陸域は逆断層型の活断層が卓越していること(例えば、地震調査研究推進本部, 2001; 徳山ほか, 2001; 岡村・加藤, 2002)から、本断層が地形的高まりの東翼または西翼に位置するとき、それぞれ西傾斜もしくは東傾斜と推定される。

寿都海底谷西側において、北海道電力(2015a)が示す4つの背斜軸と同様の位置に4つの地形的高まりが認められる。このうち最も北の断層は西翼に示されていること(北海道電力, 2015a; 本調査の地形判読)および北海道電力(2015a)の海上音波探査結果(測線EW2A)を用いた本調査の分析から、東傾斜と推定されるが、文献調査対象地区の大陸棚との地理的關係から、文献調査対象地区内の最終処分を行おうとする地層に分布する可能性は低い。また、北から2番目および3番目の断層は、東翼に示されていること(2番目: 北海道電力, 2015a; 岡村, 2019; 岡村・佐藤, 2023, 3番目: 岡村, 2019; 岡村・佐藤, 2023; 本調査の地形判読)および北海道電力(2015a)の海上音波探査結果(測線EW3A, NESW1A, EW4A)を用いた本調査の分析から、西傾斜と推定されるが、文献調査対象地区から遠ざかる方向であるため、文献調査地区内の最終処分を行おうとする地層に分布しないと考えられる。

以上より、北海道電力(2015a)らの海底活断層は、文献調査対象地区周辺の大陸棚に分布していないと考えられる。

(4) 活断層研究会編(1991)の海底活断層A

(i) 後期更新世以降(約12~13万年前以降)の活動が否定できない震源として考慮する活断層の断層面および地震活動に伴って永久変位が生じる断層の断層面

活断層研究会編(1991)が地球物理学的調査結果などを用いて示した本断層に対して、既存の海上音波探査結果を用いた本調査の分析では、北海道電力(2013a, 2013b)の探査測線において、本断

層が示される陸棚斜面付近にステップ状の地形がみられることから、本断層付近を覆う地層は海底地すべり堆積物の可能性があると考えられ、後期更新世以降の活動の有無の判断ができない。

以上より、活断層研究会編（1991）の海底活断層 A は、(ア) または (イ) に該当することが明らかまたは可能性が高いとはいえない。

(ii) 地表における延長がおおむね 10 km 以上の断層

活断層研究会編（1991）の海底活断層 A は、海底面における延長が 10 km 未満のため、(ウ) に該当しない。

(5) 活断層研究会編（1991）の海底活断層 B

(i) 後期更新世以降（約 12～13 万年前以降）の活動が否定できない震源として考慮する活断層の断層面および地震活動に伴って永久変位が生じる断層の断層面

地球物理学的調査結果などを用いて、活断層研究会編（1991）は本断層を、岡村・佐藤（2023）は、東方の寿都海脚に鮮新世以降に活動したとする背斜軸を示している。一方、既存の海上音波探査結果を用いた本調査の分析では、北海道電力（2013a, 2015a）の探査測線において、本断層が示される陸棚斜面に中新統以下に背斜構造がみられるが、これらを覆う下部更新統以上の内部に乱れた反射面がみられることや地層が欠損していることから、これらは地すべり堆積物の可能性があるため、後期更新世以降の活動の有無の判断ができない。

以上より、活断層研究会編（1991）の海底活断層 B は、(ア) または (イ) に該当することが明らかまたは可能性が高いとはいえない。

(ii) 地表における延長がおおむね 10 km 以上の断層

活断層研究会編（1991）の示す海底活断層 B は、海底面における延長が 10 km 未満のため、(ウ) に該当しない。

(6) 渡辺・鈴木（2015）らの海底活断層

(i) 後期更新世以降（約 12～13 万年前以降）の活動が否定できない震源として考慮する活断層の断層面および地震活動に伴って永久変位が生じる断層の断層面

渡辺・鈴木（2015）、中田（2015）および小野・斉藤（2019）の変動地形学的調査により示された本断層に対して、岡村・佐藤（2023）は、地球物理学的調査結果から、本断層の西方または同様の位置に背斜軸を示し、その活動性は「後期鮮新世以前に成長したと考えられる」と解釈している。また、既存の海上音波探査結果を用いた本調査の分析では、北海道電力（2015a）の探査測線において、本断層が示される位置付近に上部更新統は堆積しておらず、下部～中部更新統も層厚が薄いため、後期更新世以降の活動の有無の判断ができない。

以上より、渡辺・鈴木（2015）らの海底活断層は、(ア) または (イ) に該当することが明らかまたは可能性が高いとはいえない。

(ii) 地表における延長がおおむね 10 km 以上の断層

本断層は、例えば、渡辺・鈴木（2015）が変動地形学的調査により延長を約 13.1 km と示している。既存の海上音波探査結果を用いた本調査の分析では、北海道電力（2015a）の探査測線におい

て、本断層との交点付近に地層の変位は確認されない。

以上より、渡辺・鈴木（2015）らの海底活断層は、海底面における延長が10km以上との情報があるが、その地下に断層の存在を示唆する詳細な情報は確認されないことから、（ウ）に該当することが明らかまたは可能性が高いとはいえない。

5.2 地すべり面

文献調査対象地区に分布する地すべりの活動性に関する情報は確認されないため、後期更新世以降の活動を否定できないことが明らかまたは可能性が高いとはいえないと判断される。

以上より、文献調査対象地区内の地すべりに伴う地すべり面は（イ）に該当することが明らかまたは可能性が高いとはいえない。

5.3 地質断層

4.3で示した地質断層はすべて地表における延長が10km未満のため、文献調査対象地区に分布する地質断層は（ウ）に該当しない。

第6章 評価のまとめ

6.1 基準に照らした評価

第5章に示したように、後期更新世以降（約12～13万年前以降）の活動が否定できない震源として考慮する活断層または地震活動に伴って永久変位が生じる断層に該当する断層は、白炭断層であるが、断層面および断層コアを含め最終処分を行おうとする地層において避ける場所は不明である。また、北海道電力（2015a）らの海底活断層は、後期更新世以降（約12～13万年前以降）の活動が否定できない震源として考慮する活断層または地震活動に伴って永久変位が生じる断層に該当する可能性が高いが、文献調査対象地区の最終処分を行おうとする地層に分布していない可能性が高い。

後期更新世以降（約12～13万年前以降）の活動が否定できない断層等のうち変位を及ぼす地すべり面、あるいは地表における延長がおおむね10 km以上の断層に該当する断層等として評価されるものはない。

6.2 概要調査に向けた考え方

文献調査において十分に評価できなかった点について、概要調査では、「断層等」などの影響が及ばないように「最終処分を行おうとする地層及びその周辺の地層」（対象地層等）を選ぶことから、個別の断層などを、対象地層等からの距離などの影響の大きさに応じて詳細度を変えて調査・評価する。

「断層等」を含む「地震等の自然現象による地層の著しい変動」などの広域的な現象は、基本的に概要調査により把握し、許容リスク内である（「おそれが少ない」など）ことの確認が難しいものも含めて、影響が及ぶ範囲を対象地層等から除外する、という結論を基本的には得ることができると考えられる。

文献調査において十分に評価できなかった点について、概要調査に向けて留意する事項として以下に示す。

白炭断層については、西傾斜の場合には地下で文献調査対象地区内に分布する可能性があること、また、本断層の変動地形学的調査による北端の延長部周辺に広がる沖積面下に伏在している場合には文献調査対象地区内に分布する可能性があることに留意する必要がある。

また、白炭断層以外の断層等について、第4章および第5章では、断層等の基準（ア）～（エ）への該当性の確認に際して、変動地形学的調査、地質調査および地球物理学的調査などによる総合的な評価を行うために不足する情報を、「確認されなかった」または「不明である」などと示している。これらの例を以下に示す。

○ 活動性について

- ・ 地質調査および地球物理学的調査、またはそのいずれかの調査が確認されなかったため、活動性の総合的な評価に至らない。
- ・ 文献・データの詳細が不明であり、活動性の判断ができていない。
- ・ 後期更新世以降の活動性を示唆する結果と否定する結果の両方があり、どちらが正しいか判断できる情報が不足している。

○ 位置について

- ・ 最終処分を行おうとする地層における断層面や断層コア（破碎部）の位置について不明である。

これらの調査・評価方法と概要調査での評価の見通しを基準別に示す。全般的には、産業技術総合研究所深部地質環境研究センター編（2007）、同研究所深部地質環境研究コア編（2012）、地震調査研究推進本部（2010）、および原子力規制委員会（2013、2021）なども必要に応じて参照する。

基準（ア）（イ）の活動性については、変動地形学的調査で示されている活断層が多く、これらに対して地質調査および地球物理学的調査の情報を拡充することで、後期更新世または中期更新世以降の活動性を総合的に評価することが可能である。また、これらの調査では、断層面や基準（エ）の断層コアの部分を確認することとなる。さらに、基準（ア）（イ）のどちらに該当するかは、原子力規制委員会（2013）を参照して、必要に応じて評価する。

基準（イ）のうち変位を及ぼす地すべり面については、地すべりの幅と深さの関係（上野，2001；地すべり災害復旧技術研究会編，2018）を考慮すると、文献調査対象地区内に分布する陸域の地すべり地形の地すべり面は最終処分を行おうとする地層に分布する可能性は低いと考えられる。そのため、概要調査以降では、最終処分を行おうとする地層を対象とする地質調査や地球物理学的調査によって伏在する地すべり面が存在していた場合には、その活動性について、地質調査や地球物理学的調査によって総合的に評価する必要がある。

基準（ウ）については、文献調査段階で取得可能な地下の情報に限りがあることを考慮して、「大規模地下施設とそれを取り巻く地下地質環境に著しい影響を及ぼす可能性のある断層の規模と考えられる」断層の評価指標として「地表における延長がおおむね 10 km 以上」とされている（経済産業省資源エネルギー庁，2023）。これは「規模が大きい断層」（原子力規制委員会，2022；考慮事項④，1.1.2 参照）を考慮した基準であるが、原子力規制委員会（2021）は「破碎帯の幅」および「累積の変位量」を「規模が大きい断層」の評価指標としている。そのため、基準（ア）（イ）に該当しない断層を評価する際には、これらの評価指標の差異に留意して、地質調査や地球物理学的調査を実施することが考えられる。

また、基準（イ）の断層等や上記の「規模が大きい断層」に関しては、「事業許可までの物理探査等の調査では、細かな断層等の判別や破碎帯の幅等の確認が困難であることも考えられるため、建設段階で断層等が確認された場合は詳細に調査を行う必要がある」（原子力規制庁，2021）。そのため、基準（イ）や「規模が大きい断層」の該当性については、概要調査以降から建設段階においても、評価が必要となる可能性が考えられる。なお、基準（イ）に該当するような副断層は、ある地点で副断層の断層変位が地表で発生する可能性などを評価する、確率論的断層変位ハザード解析（例えば、Youngs et al., 2003；高尾ほか，2013；鈴木ほか，2017 など）が参考となると考えられる。

基準（エ）については、文献調査段階において、ずれ（断層変位）による人工バリア損傷防止の観点のみを考慮していることから、断層面以外に断層コアの部分避けることとしている（経済産業省資源エネルギー庁，2023）。一方で、断層運動の影響としては、ずれ（断層変位）だけでなく、「地下水流動経路を通じた放射性物質の移動の促進等を防止する観点」（原子力規制庁，2021）を考慮する必要があり、原子力規制委員会（2022）は、後期更新世以降（約 12～13 万年前以降）の活動が否定できない断層等のうち震源として考慮すべき活断層の活動に伴い損傷を受けた領域を避けることとしている。概要調査では、地表地質踏査、ボーリング調査または地球物理学的調査により、その領域を評価することが可能と考えられる。

これらに加えて、断層の地下での連続性および文献調査で検出されていない伏在する活断層などについて、海域を含む詳細な地形情報、段丘の高度分布、地質構造、測地観測データ、重力異常、磁気異常、震源データ、地下水等の化学特性のデータおよび地下深部における物理特性のデータな

どを拡充することで、文献調査段階よりも確からしい評価が可能と考えられる。

引用文献

- Amano, H., Suzuki, S., Sato, M., Yanagida, M. (2018) A new method of terrace analysis to determine precise altitudes of former shoreline, OKAYAMA University Earth Science Reports, 25, 1, pp. 31–38.
- 吾妻 崇, 下川浩一, 寒川 旭, 杉山雄一, 桑原拓一郎, 奥村晃史, 黒澤英樹, 信岡 大, 三輪敦志 (2003) 黒松内低地断層帯における断層活動履歴調査, 活断層・古地震研究報告, 3, pp. 1–22.
- 吾妻 崇, 後藤秀昭, 下川浩一, 奥村晃史, 寒川 旭, 杉山雄一, 町田 洋, 黒澤英樹, 信岡 大, 三輪敦志 (2004) 黒松内低地断層帯の最新活動時期と地下地質構造, 活断層・古地震研究報告, 4, pp. 45–64.
- 防災科学技術研究所ホームページ a : F-net 広帯域地震観測網, <https://www.fnet.bosai.go.jp/top.php?LANG=ja>, 2023年9月11日閲覧.
- 防災科学技術研究所ホームページ b : 地すべり地形 GIS データ, https://dil-opac.bosai.go.jp/publication/nic_d_tech_note/landslidemap/gis.html, 2023年5月19日閲覧.
- Choi, J. H., Edwards, P., Ko, K., Kim, Y. S. (2016) Definition and classification of fault damage zones: A review and a new methodological approach, Earth-Science Reviews, 152, pp. 70–87.
- 沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会 (2016) 沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会 とりまとめ.
- Fossen, H. (2016) Structural Geology, 2nd edition, Cambridge University Press.
- 藤川 智, 奥村俊彦, 岡田康男, 窪田 茂, 末広俊夫, 玉田潤一郎, 藤崎 淳 (2012) 地下深部の地震動特性に関する基礎的検討, 土木学会第 67 年次学術講演会講演概要集, pp. 1081–1082.
- 原子力発電環境整備機構 (2020) 北海道寿都郡寿都町 文献調査計画書.
- 原子力発電環境整備機構 (2023) 文献調査段階の評価の考え方 (案) (最終処分法で定められた要件に照らした評価及び技術的観点からの検討), 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 地層処分技術 WG (「文献調査段階の評価の考え方 (案) (最終処分法で定められた要件に照らした評価及び技術的観点からの検討)」に対する審議のまとめ), 参考資料.
- 原子力規格委員会編 (2023) 原子力発電所耐震設計技術指針, 電気技術指針原子力編 JEAG 4601-2021, 日本電気協会.
- 原子力規制庁 (2021) 中深度処分の規制基準における断層等に係る要求事項に対する科学的・技術的意見の募集について, 令和 2 年度第 56 回原子力規制委員会, 資料 3.
- 原子力規制委員会 (2013) 敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイド (改正令和 4 年 6 月 8 日) .
- 原子力規制委員会 (2016) 実用発電用原子炉に係る新規規制基準の考え方 (令和 4 年 12 月 14 日改訂) .
- 原子力規制委員会 (2021) 第二種廃棄物埋設の廃棄物埋設地に関する審査ガイド (最終改正 : 令和 4 年 4 月 20 日) .
- 原子力規制委員会 (2022) 特定放射性廃棄物の最終処分における概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項.
- 後藤秀昭 (2013) 等深線データから作成した日本列島周辺の海底地形アナグリフ—解説と地図—, 広島大学大学院文学研究科論集, 73, 特輯号.
- 後藤秀昭 (2014) 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ—解説と地図—, 広島大学大学院文学研究科論集, 74, 特輯号.

- Goto, H., Moriki, H., Kumamoto, T., Nakata, T. (2022) Revealing the distribution of active submarine faults off the coast of Oga Peninsula using high-resolution stereoscopic topographic images, *Geomorphology*, 418, 108465, doi: 10.1016/j.geomorph.2022.108465.
- 平田貴一, 茂木 透, 山谷祐介, 長谷英彰, 市原 寛 (2009) MT法による黒松内地域の地下構造, 北海道大学地球物理学研究報告, 72, pp.387-398.
- 北海道電力 (2013a) 第18回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合 (2013年9月11日開催) .
- 北海道電力 (2013b) 第56回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合 (2013年12月11日開催) .
- 北海道電力 (2013c) 泊発電所 平成23年東北地方太平洋沖地震の知見等を踏まえた原子力施設への地震動及び津波の影響に関する安全性評価 地質調査結果報告書.
- 北海道電力 (2015a) 泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書 (3号発電用原子炉施設の変更) .
- 北海道電力 (2015b) 第281回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合 (2015年10月9日開催) .
- 北海道電力 (2016a) 第410回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合 (2016年10月21日開催) .
- 北海道電力 (2016b) 第404回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合 (2016年9月30日開催) .
- 北海道電力 (2022) 泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書 (1号及び2号発電用原子炉施設の変更) .
- 北海道鉱業振興委員会編 (1990) 北海道の石油・天然ガス資源—その探査と開発 (昭和52年~63年) .
- Hua, Y., Zhao, D., Xu, Y., Wang, Z. (2019) Arc-arc collision caused the 2018 Eastern Iburi earthquake (M 6.7) in Hokkaido, Japan, *Scientific Reports*, 9:13914, doi: 10.1038/s41598-019-50305-x.
- 池田安隆, 今泉俊文, 東郷正美, 平川一臣, 宮内崇裕, 佐藤比呂志編 (2002) 第四紀逆断層アトラス, 東京大学出版会.
- 池原 研, 佐藤幹夫, 山本博文 (1990) 高分解能音波探査記録からみた隠岐トラフの堆積作用, *地質学雑誌*, 96, 1, pp.37-49.
- 池谷仙之, 林 慶一 (1982) 北海道渡島半島黒松内地方の地質, *地質学雑誌*, 88, 7, pp.613-632.
- 今泉俊文, 渡島半島活断層研究グループ (1982) 黒松内低地帯の活断層, *日本地理学会予稿集*, 22, pp.98-99.
- 今泉俊文, 宮内崇裕, 堤 浩之, 中田 高編 (2018) 活断層詳細デジタルマップ [新編], 東京大学出版会.
- 泉 紀明, 西澤あずさ, 堀内大嗣, 木戸ゆかり, 中田 高, 後藤秀昭, 渡辺満久, 鈴木康弘 (2014) 3秒グリッドDEMから作成した日本海東縁部の3D海底地形, *海洋情報部研究報告*, 51, pp.127-143.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2001) 函館平野西縁断層帯の評価.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2005) 黒松内低地断層帯の長期評価について.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2010) 「活断層の長期評価手法」報告書 (暫定版) .

- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2021) 全国地震動予測地図 2020年版, https://www.jishin.go.jp/evaluation/seismic_hazard_map/shm_report/shm_report_2020/, 2022年5月24日閲覧.
- 地すべり災害復旧技術研究会編 (2018) 災害復旧事業における地すべり対策の手引き (増刷), 全国防災協会.
- 楮原京子, 黒澤英樹, 小坂英輝, 三輪敦志, 今泉俊文 (2013) 黒松内低地断層帯・熱帯原野の断層露頭, 活断層研究, 38, pp.17-28.
- 海上保安庁水路部 (1995) 沿岸の海の基本図 (5万分の1) 寿都, 海図, 第6325号¹⁵.
- 核燃料サイクル開発機構 (1999) わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性—地層処分研究開発第2次取りまとめ—総論レポート, JNC TN1400 99 020.
- 核燃料サイクル開発機構 (1999) わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性—地層処分研究開発第2次取りまとめ—分冊2 地層処分の工学技術, JNC TN1400 99-022.
- 片山 肇, 井内美郎, 池原 研 (2012) 積丹半島付近表層堆積図, 海洋地質図, 76 (CD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 活断層研究会編 (1980) 日本の活断層—分布図と資料, 東京大学出版会.
- 活断層研究会編 (1991) 新編日本の活断層—分布図と資料, 東京大学出版会.
- 風早康平, 高橋正明, 安原正也, 西尾嘉朗, 稲村明彦, 森川徳敏, 佐藤 努, 高橋 浩, 北岡豪一, 大沢信二, 尾山洋一, 大和田道子, 塚本 斉, 堀口桂香, 戸崎裕貴, 切田 司 (2014) 西南日本におけるスラブ起源深部流体の分布と特徴, 日本水文科学会誌, 44, 1, pp.3-16.
- 風早康平, 高橋正明, 切田 司, 内藤一樹, 渡部芳夫 (2015) 日本列島におけるスラブ起源水の上昇地域の分布図, 地質調査総合センター研究資料集, 616.
- 経済産業省資源エネルギー庁 (2023) 文献調査段階の評価の考え方, https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/radioactive_waste/20231102_literature.html, 2023年11月10日閲覧.
- 気象庁編 (1995) 平成5年 (1993年) 北海道南西沖地震調査報告—災害時自然事象報告書—, 気象庁技術報告, 117.
- 気象庁ホームページ a: 地震月報 (カタログ編), <https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/bulletin/index.html>, 2023年5月18日閲覧.
- 気象庁ホームページ b: 発震機構解 (精査後), <https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/mech/index.html>, 2023年5月15日閲覧.
- Kita, S., Nakajima, J., Hasegawa, A., Okada, T., Katsumata, K., Asano, Y., Kimura, T. (2014) Detailed seismic attenuation structure beneath Hokkaido, northeastern Japan: Arc-arc collision process, arc magmatism, and seismotectonics, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 119, pp. 6486-6511.
- 小池一之, 町田 洋編 (2001) 日本の海成段丘アトラス, 東京大学出版会.
- 国土地理院: 地理院タイル, <https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>, 2023年5月11日閲覧.
- 国土地理院ホームページ a: 一等水準点検測成果集録水準点変動図閲覧ページ, <https://vldb.gsi.go.jp/so-kuchi/level/KENSOKUSYUROKU/>, 2021年9月7日閲覧.
- 国土地理院ホームページ b: 数値標高モデル, 基盤地図情報ダウンロードサービス, <https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>, 2023年8月17日閲覧.
- 国土地理院: 電子基準点データ提供サービス, <https://terras.gsi.go.jp/>, 2021年8月18日閲覧.
- 国土交通省: 国土数値情報 (行政区画データ), <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>, 2023年8月18日閲覧.

- 国土交通省：国土数値情報（海岸線データ），<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>，2023年8月18日閲覧。
- 小坂和夫，金折裕司，千木良雅弘，吉田鎮男編（2010）日本の断層マップ，培風館。
- Kumamoto, T., Tsukada, M., Fujita, M. (2016) Multivariate Statistical Analysis for Seismotectonic Provinces Using Earthquake, Active Fault, and Crustal Structure Datasets, In: Kamae, K. (Eds.), Earthquakes, tsunamis and nuclear risks, Prediction and assessment beyond the Fukushima Accident, Springer Japan, pp. 31–41.
- 草野友宏，浅森浩一，梅田浩司（2012）日本列島における地下水・温泉ガスのヘリウム同位体比データベースの作成，JAEA-Data/Code 2012-017，日本原子力研究開発機構。
- 町田 洋，新井房夫（2003）新編火山灰アトラス 日本列島とその周辺，東京大学出版会。
- Matsubara, M., Sato, H., Uehira, K., Mochizuki, M., Kanazawa, T. (2017) Three-dimensional seismic velocity structure beneath Japanese Islands and surroundings based on NIED seismic networks using both inland and offshore events, Journal of Disaster Research, 12, 5, pp. 844–857.
- Matsubara, M., Sato, H., Uehira, K., Mochizuki, M., Kanazawa, T., Takahashi, N., Suzuki, K., Kamiya, S. (2019) Seismic velocity structure in and around the Japanese Island arc derived from seismic tomography including NIED MOWLAS Hi-net and S-net data, Seismic Waves—Probing Earth System, doi: 10.5772/intechopen.86936.
- Matsubara, M., Ishiyama, T., No, T., Uehira, K., Mochizuki, M., Kanazawa, T., Takahashi, N., Kamiya, S. (2022) Seismic velocity structure along the Sea of Japan with large events derived from seismic tomography for whole Japanese Islands including reflection survey data and NIED MOWLAS Hi-net and S-net data, Earth, Planets and Space, 74, 171, doi: 10.1186/s40623-022-01724-0.
- 松田時彦（1975）活断層から発生する地震の規模と周期について，地震第2輯，28，pp.269–283。
- 松浦一樹，塩崎 功，平松晋一（2019）活断層の一般的・平均的なイメージ（一般像・平均像）の把握，応用地質，59，6，pp.453–464。
- 宮内崇裕（2012）海岸部を襲う直下型地震：懸念される海底活断層と地震性地殻変動，科学，82，6，pp.651–661。
- 森木ひかる，隈元 崇，中田 高，後藤秀昭，泉 紀明，西澤あずさ（2017）アナグリフ画像による日本周辺の海底地すべりの判読と分布特性の検討，海洋情報部研究報告，54，pp.1–16。
- 本谷義信（1975）札幌地震観測所における地震観測—札幌周辺の地震活動（1973.7–1974）—，北海道大学地球物理学研究報告，34，pp.55–65。
- 本谷義信（1981）北海道南西部の群発地震活動，地震第2輯，34，pp.105–121。
- 長尾 巧，佐々保雄（1933）北海道西南部の新生代層と最近の地史（1），地質学雑誌，40，480，pp.555–577。
- Nakajima, J., Hasegawa, A. (2008) Existence of low-velocity zones under the source areas of the 2004 Chuetsu and 2007 Chuetsu-oki earthquakes inferred from travel-time tomography, Earth, Planets and Space, 60, pp. 1127–1130.
- Nakajima, J. (2022) Crustal structure beneath earthquake swarm in the Noto peninsula, Japan, Earth, Planets and Space, 74, 160, doi: 10.1186/s40623-022-01719-x.
- 中田 高，今泉俊文編（2002）活断層詳細デジタルマップ，東京大学出版会。
- 中田 高（2015）詳細 DEM 画像による日本列島周辺海域の変動地形学的研究，科学研究費助成事業研究成果報告書。
- 日本水路協会（2008）海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ M7006 Ver.2.1 津軽海峡東部。
- 日本水路協会（2008）海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ M7009 Ver.2.0 北海道西部。

- Nishimura, T., Hiramatsu, Y., Ohta, Y. (2023) Episodic transient deformation revealed by the analysis of multiple GNSS networks in the Noto Peninsula, central Japan, *Scientific Reports*, 13, 8381, doi: 10.1038/s41598-023-35459-z.
- Niu, X., Zhao, D., Li, J., Ruan, A. (2016) P wave azimuthal and radial anisotropy of the Hokkaido subduction zone, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 121, pp. 2636–2660.
- 丹羽正和, 島田耕史, 黒澤英樹, 三輪敦志 (2008) 圧縮性ステップにおける破砕帯の構造, *地質学雑誌*, 114, 10, pp. 495–515.
- 能條 歩, 長谷川四郎, 岡田尚武, 都郷義寛, 鈴木明彦, 松田敏孝 (1999) 西南北海道瀬棚層の広域的岩相層序区分と生層序年代, *地質学雑誌*, 105, 5, pp. 370–388.
- 緒方正虔, 本荘静光 (1981) 電力施設の耐震設計における断層活動性の評価, *応用地質*, 22, 1, pp. 67–87.
- Ohmi, S., Hirose, I., Mori, J. J. (2004) Deep low-frequency earthquakes near the downward extension of the seismogenic fault of the 2000 Western Tottori earthquake, *Earth, Planets and Space*, 56, pp. 1185–1189.
- 岡村 聡 (1984) 西南北海道寿都半島における新第三系と火山活動, *地質学雑誌*, 90, 6, pp. 383–391.
- 岡村 聡 (1986) 西南北海道寿都半島の新第三紀火山岩類, *地質学雑誌*, 92, 2, pp. 91–108.
- 岡村行信 (2000) 音波探査プロファイルに基づいた海底活断層の認定—fault related fold, growth strata 及び growth triangle の適用—, *地質調査所月報*, 51, 2/3, pp. 59–77.
- 岡村行信, 加藤幸弘 (2002) 海域の変動地形および活断層, 大竹政和, 平朝彦, 太田陽子編: 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 東京大学出版会, pp. 47–69.
- 岡村行信 (2010) 日本海東縁の地質構造と震源断層との関係, *地質学雑誌*, 116, 11, pp. 582–591.
- 岡村行信 (2019) 日本海における活断層の分布と今後の課題, *地震* 第2輯, 71, pp. 185–199.
- 岡村行信, 佐藤太一 (2023) 積丹半島付近海底地質図, *海洋地質図*, 94, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 奥村晃史 (1983) 黒松内低地帯の活構造と地形発達, *日本地理学会予稿集*, 23, pp. 30–31.
- 奥村晃史 (2003) 黒松内低地帯—半島を分断する凹地帯, 小疇 尚, 野上道男, 小野有五, 平川一臣編: 日本の地形2 北海道, 東京大学出版会, pp. 288–292.
- 小野有五, 斉藤海三郎 (2019) 北海道西部, 岩内平野の地形発達史—泊原発の敷地内断層と関連して—, *活断層研究*, 51, pp. 27–52.
- 嵯峨山 積, 内田康人, 大澤賢人, 菅 和哉, 濱田誠一, 村山泰司, 仁科健二 (2000) 北海道沿岸域の地質・底質環境—2—西南北海道海域, *北海道立地質研究所調査研究報告*, 29.
- 寒川 旭, 衣笠善博, 垣見俊弘 (1984) 50万分の1活構造図「札幌」, 50万分の1活構造図, 4, 地質調査所.
- 産業技術総合研究所 (2019) 自然事象等の評価手法に関する調査, 平成30年度原子力規制庁委託成果報告書.
- 産業技術総合研究所ホームページ: 活断層データベース, <https://gbank.gsj.jp/activefault/>, 2023年9月25日閲覧.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2005) 日本空中磁気データベース, *数値地質図*, P-6.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2013) 日本重力データベース DVD版, *数値地質図*, P-2.

- 産業技術総合研究所深部地質環境研究センター編（2007）概要調査の調査・評価項目に関する技術資料—長期変動と地質環境の科学的知見と調査の進め方—，地質調査総合センター研究資料集，459.
- 産業技術総合研究所深部地質環境研究コア編（2012）概要調査の調査・評価項目に関する技術資料—立地要件への適合性とその根拠となる調査結果の妥当性—，地質調査総合センター研究資料集，560.
- 佐々木清人，倉橋稔幸，脇坂安彦，阿南修司，品川俊介，柳田 誠，田中竹延，嵐 路博，佐藤 賢，福井謙三，石綿しげ子，尾高潤一郎，三浦健一郎，向山 栄，高見智之，萩原博之，三戸嘉之，松井和夫，斎藤 勝，佐護浩一，奥田英治，竹下秀敏，磯村 敬，安間 恵，森口安宏，山本高司，安藤 潤，徳間伸介，飯沼 清，中下恵勇，長谷川清史，高津茂樹，北村健一郎，松崎達二，細矢卓志，大鹿明文，橋本智雄，向中野勇一，照屋 純，鈴木弘明，大塚杉夫，傳井 哲，小原大輔，清水公二，角田隆彦，大石 朗，武井義和，米光功雄，柴田 悟，船山 淳，遠藤秀正，坂島俊彦，金子智幸，松本俊雄，山本 晃（2006）活断層の位置および規模の定量的認定法に関する研究（4）活断層地形要素判読マニュアル，土木研究所共同研究報告書.
- 佐藤比呂志，平田 直，石山達也，橋間昭徳，加藤尚子，Van Home, A., Claringbould, J. S., 野 徹雄，佐藤 壮，石川正弘，松原 誠，越谷 信，豊島剛志，小林健太，小菅正裕（2019）断層モデルの構築，平成30年度「日本海地震・津波調査プロジェクト」成果報告書，pp. 205–230.
- 重松紀生，大谷具幸，小林健太，奥平敬元，豊島剛志（2018）陸域断層の内部構造，地質学雑誌，124, 9, pp. 759–775.
- Shiina, T., Takahashi, H., Okada, T., Matsuzawa, T. (2018) Implications of seismic velocity structure at the junction of Kuril-northeastern Japan arcs on active shallow seismicity and deep low-frequency earthquakes, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 123, pp. 8732–8747.
- Sibson, R. H. (2020) Preparation zones for large crustal earthquakes consequent on fault-valve action, *Earth, Planets and Space*, 72, 31, doi: 10.1186/s40623-020-01153-x.
- 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 地層処分技術 WG（2014）最新の科学的知見に基づく地層処分技術の再評価—地質環境特性および地質環境の長期安定性について—.
- 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 地層処分技術 WG（2017）地層処分に関する地域の科学的な特性の提示に係る要件・基準の検討結果（地層処分技術 WG とりまとめ）.
- 杉山雄一，内田康人，村上文敏，津久井朗太（2011）黒松内低地断層帯南方延長部（内浦湾）の地質構造と活動性，活断層・古地震研究報告，11, pp. 21–53.
- 鈴木 守，山岸宏光，高橋功二，庄谷幸夫（1981）5万分の1地質図幅「寿都」及び説明書，5万分の1地質図，札幌-第36号，北海道立地下資源調査所.
- 鈴木康弘（2014）活断層の定義および位置精度に関する留意点，活断層研究，41, pp. 11–18.
- 鈴木義和，高尾 誠，谷 和夫，山崎晴雄，奥村晃史，小長井一男（2017）断層変位に対するリスク評価と工学的な対応策（その3）断層変位のハザード評価，日本原子力学会誌 ATOMOS, 59, 8, pp. 465–469.
- 高尾 誠，土山滋郎，安中 正，栗田哲史（2013）確率論的断層変位ハザード解析手法の日本における適用，日本地震工学会論文集，13, 1, pp. 17–36.

- 武村雅之 (1998) 日本列島における地殻内地震のスケーリング則—地震断層の影響および地震被害との関連—, 地震 第2輯, 51, 2, pp.211–228.
- 遠田晋次 (2013) 内陸地震の長期評価に関する課題と新たな視点, 地質学雑誌, 119, 2, pp.105–123.
- 徳山英一, 本座栄一, 木村政昭, 倉本真一, 芦 寿一郎, 岡村行信, 荒戸裕之, 伊藤康人, 徐 垣, 日野亮太, 野原 壯, 阿部寛信, 坂井眞一, 向山建二郎 (2001) 日本周辺海域中新世最末期以降の構造発達史, 海洋調査技術, 13, 1, pp.27–53, 付図.
- 東宮昭彦, 宮城磯治 (2020) 洞爺噴火の年代値, 火山, 65, 1, pp.13–18.
- Torabi, A., Johannessen, M. U., Ellingsen, T. S. S. (2019) Fault core thickness: Insights from siliciclastic and carbonate rocks, *Geofluids*, 2918673, doi: 10.1155/2019/2918673.
- 椿原慎一, 長谷川四郎, 丸山俊明 (1989) 西南北海道黒松内地域の上部新生界—とくに黒松内層の層序と微化石年代について—, 地質学雑誌, 95, 6, pp.423–438.
- 上野将司 (2001) 地すべりの形状と規模を規制する地形・地質要因の検討, 地すべり, 83, 2, pp.105–114.
- Umeda, K., Ninomiya, A., McCrank, G. F. (2008) High ^3He emanations from the source regions of recent large earthquakes, central Japan, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 9, 12, Q12003, doi: 10.1029/2008GC002272.
- Umeda, K., Ninomiya, A. (2009) Helium isotopes as a tool for detecting concealed active faults, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 10, 8, Q08010, doi: 10.1029/2009GC002501.
- Umeda, K., Ninomiya, A., Negi, T. (2009) Heat source for an amagmatic hydrothermal system, Noto Peninsula, central Japan, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 114, B01202, doi: 10.1029/2008JB005812.
- 梅田浩司, 浅森浩一 (2016) 地球科学の原子力安全への貢献 (その1) 地球科学からみた地殻流体と地層処分技術への応用, 日本原子力学会誌 ATOMOS, 58, 2, pp.110–114.
- 宇佐美龍夫, 石井 寿, 今村隆正, 武村雅之, 松浦律子 (2013) 日本被害地震総覧 599–2012, 東京大学出版会.
- 宇津徳治 (1968) 4.北海道およびその周辺の地震活動, 北海道大学地球物理学研究報告, 20, pp.51–75.
- Wang, Z., Zhao, D., Liu, X., Chen, C., Li, X. (2017) P and S wave attenuation tomography of the Japan subduction zone, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 18, pp. 1688–1710.
- Wang, Z., Zhao, D. (2019) Updated attenuation tomography of Japan subduction zone, *Geophysical Journal International*, 219, pp. 1679–1697.
- Wang, Z., Zhao, D. (2005) Seismic imaging of the entire arc of Tohoku and Hokkaido in Japan using P-wave, S-wave and sP depth-phase data, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 152, pp. 144–162.
- 渡辺満久, 鈴木康弘 (2015) 「泊原子力発電所の新規制基準適合性に関わる審査」の問題点, 科学, 85, 7, pp.721–726.
- 八幡正弘 (1989) 西南北海道北部の新生界とその特徴, 地質学論集, 32, pp.7–28.
- 山岸宏光, 国府谷盛明, 安藤重幸 (1976) 5万分の1地質図幅「島古丹」及び説明書, 5万分の1地質図, 札幌-第26号, 北海道立地下資源調査所.
- 山岸宏光, 木村 学 (1981) 黒松内低地帯の活断層露頭, 地球科学, 35, 2, pp.94–97.
- 山岸宏光 (1984) 5万分の1地質図幅「歌棄」及び説明書, 5万分の1地質図, 札幌-第37号, 北海道立地下資源調査所.
- 山岸宏光 (1986) 北海道におけるいくつかの活断層露頭, 活断層研究, 2, pp.19–28.

- 山岸宏光, 伊藤陽司 (1993) 北海道における地すべり地形の分布からみた地質分帯, 地すべり, 30, 2, pp. 1-9.
- 山岸宏光編 (2012) 北海道の地すべり地形デジタルマップ, 北海道大学出版会.
- 米倉伸之 (1979) 海底活断層の判定基準, 貝塚爽平: 活断層の分布・活動度と地震危険度, 文部省科学研究費自然災害特別研究研究成果, A-54-4, pp. 59-61.
- 吉田則夫, 奥澤 保, 塚原弘昭 (2002) 同位体比から見た松代群発地震地域の深部流体の起源, 地震第2輯, 55, 2, pp. 207-216.
- Youngs, R. R., Arabasz, W. J., Anderson, R. E., Ramelli, A. R., Ake, J. P., Slemmons, D. B., McCalpin, J. P., Doser, D. I., Fridrich, C. J., Swan, III, F. H., Rogers, A. M., Yount, J. C., Anderson, L. W., Smith, K. D., Bruhn, R. L., Knuepfer P. L. K., Smith, R. B., dePolo, C. M., O'Leary, D. W., Coppersmith, K. J., Pezzopane, S. K., Schwartz, D. P., Whitney, J. W., Olig, S. S., Toro, G. R. (2003) A methodology for probabilistic fault displacement hazard analysis (PFDHA), Earthquake Spectra, 19, 1, pp. 191-219.
- Zhao, D., Kanamori, H., Negishi, H., Wiens, D. (1996) Tomography of the source area of the 1995 Kobe earthquake: Evidence for fluids at the hypocenter?, Science, 274, 5294, pp. 1891-1894.

添付資料 A 情報を抽出した文献・データのリスト

北海道寿都郡寿都町の文献調査において、地震・活断層に関する情報を抽出した文献・データは、以下に示す 298 件であった。

A

Abdelwahed, M. F., Zhao, D. (2007) Deep structure of the Japan subduction zone, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 162, pp. 32–52.

赤松守雄 (2003) 北海道の自然史, 北海道企画センター.

青柳直樹, 内野栄治, 市橋大山 (2015) 北海道内温泉のラドン濃度, *温泉科学*, 64, pp. 422–434.

浅森浩一, 梅田浩司, 石丸恒存, 小松 亮 (2003) 温泉地化学データベースの作成, JNC TN7450 2002-003, 核燃料サイクル開発機構.

Asamori, K., Zhao, D. (2015) Teleseismic shear wave tomography of the Japan subduction zone, *Geophysical Journal International*, 203, pp. 1752–1772.

吾妻 崇 (2002) 黒松内低地の地形地質調査, *AFRC News*, 16, p. 2, 産業技術総合研究所活断層研究センター.

吾妻 崇 (2002) 黒松内低地断層帯の活動様式と今年度の調査計画—強震動評価につなげる活断層調査—, *AFRC News*, 14, p. 6, 産業技術総合研究所活断層研究センター.

吾妻 崇 (2002) 黒松内低地断層帯長万部断層のトレンチ掘削調査, *AFRC News*, 18, p. 3, 産業技術総合研究所活断層研究センター.

吾妻 崇 (2002) 黒松内低地断層帯長万部断層のトレンチ掘削調査第 2 報, *AFRC News*, 18, p. 3, 産業技術総合研究所活断層研究センター.

吾妻 崇, 下川浩一 (2002) 黒松内低地断層帯白炭地区のトレンチ掘削調査, *AFRC News*, 16, p. 2, 産業技術総合研究所活断層研究センター.

吾妻 崇, 下川浩一, 寒川 旭, 杉山雄一, 奥村晃史, 桑原拓一郎 (2002) 黒松内低地断層帯白炭地区のトレンチ掘削調査ほか, *AFRC News*, 18, p. 2, 産業技術総合研究所活断層研究センター.

Azuma, T., Okumura, K., Shimokawa, K., Sugiyama, Y., Sangawa, A., Kuwabara, T. (2003) Transition of neotectonics in the Kuromatsunai Lowland fault zone, Southwest Hokkaido, related to starting of convergence along the east margin of the Sea of Japan, *IUGG2003 Abstracts Week B*, p. 472.

吾妻 崇, 下川浩一, 寒川 旭, 杉山雄一, 桑原拓一郎, 奥村晃史, 黒澤英樹, 信岡 大, 三輪敦志 (2003) 黒松内低地断層帯における断層活動履歴調査, *活断層・古地震研究報告*, 3, pp. 1–22.

吾妻 崇, 下川浩一, 杉山雄一, 寒川 旭, 奥村晃史, 桑原拓一郎, 黒澤英樹, 信岡 大, 三輪敦志 (2003) 褶曲—衝上断層帯における活断層調査—黒松内低地断層帯における事例—, *地球惑星科学関連学会合同大会予稿集*, J027-P005.

吾妻 崇, 下川浩一, 杉山雄一, 寒川 旭, 桑原拓一郎, 奥村晃史 (2003) 黒松内低地断層帯における断層活動履歴調査, 第 2 回活断層研究センター研究発表会「活断層評価手法の高度化に向けて—」講演要旨集, p. 6.

吾妻 崇, 桑原拓一郎, 下川浩一, 杉山雄一, 寒川 旭, 奥村晃史, 黒澤英樹, 三輪敦志, 古澤 明 (2003) 黒松内低地断層帯調査で得られた放射性炭素同位体年代と火山灰, *日本第四紀学会講演要旨集*, 33, pp. 108–109.

吾妻 崇, 奥村晃史, 後藤秀昭, 黒澤英樹, 信岡 大, 三輪敦志, 下川浩一, 寒川 旭, 杉山雄一 (2004) 北海道南西部, 長万部付近にみられる段丘面の傾動と活褶曲運動, *日本第四紀学会講演要旨集*, 34, pp. 4–5.

吾妻 崇, 後藤秀昭, 下川浩一, 奥村晃史, 寒川 旭, 杉山雄一, 町田 洋, 黒澤英樹, 信岡 大, 三輪敦志 (2004) 黒松内低地断層帯の最新活動時期と地下地質構造, *活断層・古地震研究報告*, 4, pp. 45–64.

吾妻 崇, 後藤秀昭, 下川浩一, 杉山雄一, 寒川 旭, 奥村晃史, 黒澤英樹, 信岡 大, 三輪敦志 (2004) 黒松内低地断層帯における低角逆断層による地層変形とその活動時期, *地球惑星科学関連学会合同大会予稿集*, J027-009.

吾妻 崇 (2005) 黒松内低地断層帯の活動履歴と地下構造, *AFRC News*, 46, p. 13, 産業技術総合研究所活断層研究センター.

吾妻 崇, 奥村晃史, 後藤秀昭, 杉山雄一, 寒川 旭, 黒澤英樹, 三輪敦志 (2005) 黒松内低地断層帯蕨岱断層の活動間隔, *地球惑星科学関連学会合同大会予稿集*, J027-P003.

吾妻 崇, 後藤秀昭, 奥村晃史, 杉山雄一, 寒川 旭 (2005) 黒松内低地断層帯の最新活動時期と地下構造, *地質調査研究報告*, 56, 3/4, p. 164, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

B

防災科学技術研究所: F-net 広帯域地震観測網, <https://www.fnet.bosai.go.jp/top.php?LANG=ja>, 2023 年 9 月 11 日閲覧.

防災科学技術研究所: Hi-net 高感度地震観測網, <http://www.hinet.bosai.go.jp/>

s://www.hinet.bosai.go.jp/?LANG=ja, 2022年5月11日閲覧.
防災科学技術研究所: J-SHIS 地震ハザードステーション, <https://www.j-shis.bosai.go.jp/>, 2022年5月24日閲覧.
防災科学技術研究所: 強震観測網(K-NET, KiK-net), <https://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/>, 2023年11月27日閲覧.
防災科学技術研究所: 地すべり地形 GIS データ, http://dil-opac.bosai.go.jp/publication/nied_tech_note/landslidemap/gis.html, 2023年5月19日閲覧.
防災科学技術研究所: 日本全国高分解能再決定震源カタログ, <https://www.hinet.bosai.go.jp/topics/JUICE/?LANG=ja>, 2022年5月24日閲覧.
防災科学技術研究所: 日本列島下の三次元地震波速度構造(海域拡大2019年版), https://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo_kozo/, 2022年5月24日閲覧.

C

地質調査所編(1992)日本地質アトラス(第2版), 朝倉書店.
中央防災会議事務局(2004)北海道地域の深部地盤構造モデルについて, https://www.bousai.go.jp/kaigirep/chuobou/senmon/nihonkaiko_chisimajishin/hokkaido_wg/1/index.html, 2022年5月26日閲覧.

D

第四紀地殻変動研究グループ(1968)第四紀地殻変動図, 第四紀研究, 7, 4, pp. 182-187.
檀原 毅(1971)日本における最近70年間の総括的上下変動, 測地学会誌, 17, 3, pp. 100-108.
道家涼介, 谷川晋一, 安江健一, 中安昭夫, 新里忠史, 梅田浩司, 田中竹延(2012)日本列島における活断層の活動開始時期の空間的特徴, 活断層研究, 37, pp. 1-15.
道南グリーン・タフ団体研究グループ(1984)西南北海道・島牧地域の第三系—グリーン・タフ変動と島弧変動との関連性についての検討—, 地球科学, 38, 6, pp. 380-396.

F

藤原 治, 柳田 誠, 三箇智二(2004)日本列島の最近約10万年間の隆起速度の分布, 月刊地球, 26, 7, pp. 442-447.
深畑幸俊, 岡崎智久, 西村卓也(2022)GNSSデータに基づく日本列島の歪み速度場と島弧間および島弧内変動, 地学雑誌, 131, 5, pp. 479-496.

G

鴈澤好博(1992)西南北海道渡島半島の第三系層序と古地理, 地質学論集, 37, pp. 11-23.

H

長谷川 昭, 海野徳仁, 高木章雄, 鈴木貞臣, 本谷義信, 亀谷 悟, 田中和夫, 澤田義博(1983)北海道および東北地方における微小地震の震源分布—広域の驗震データの併合処理—, 地震 第2輯, 36, pp. 129-150.
長谷川 昭, 中島淳一, 内田直希, 梁田高広, 岡田知己, 趙 大鵬, 松澤 暢, 海野徳仁(2012)沈み込み帯の地震の発生機構—地殻流体に規定されて発生する沈み込み帯の地震—, 地学雑誌, 121, 1, pp. 128-160.
長谷川 昭, 中島淳一(2022)陸域下の低周波地震とその地震学のおよびテクトニクスの意義, 地学雑誌, 131, 3, pp. 289-315.
橋本 学, 多田 堯(1988)北海道地方の水平変動とテクトニクス, 地震 第2輯, 41, 1, pp. 29-38.
早川福利, 国府谷盛明(1968)寿都町弁慶岬周辺の温泉示徴, 地下資源調査所報告, 38, p. 90.
早川福利, 酒匂純俊, 和気 徹, 二間瀬 洸, 斉藤尚志, 松波武雄(1983)北海道の地質と資源 II 北海道の地熱温泉資源, 北海道立地下資源調査所.
平田貴一, 茂木 透, 山谷祐介, 長谷英彰, 市原 寛(2009)MT法による黒松内地域の地下構造, 北海道大学地球物理学研究報告, 72, pp. 387-398.
広島俊男, 牧野雅彦, 村田泰章, 森尻理恵, 駒澤正夫(1997)渡島地域重力図, 重力図, 8, 地質調査所.
広田知保(1995)北海道における活断層調査, 西南北海道の地震・火山災害, pp. 1-4.
北海道(1995)平成5年(1993年)北海道南西沖地震災害記録.
北海道電力(2009)泊発電所1号機及び2号機「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果 報告書.
北海道電力(2011)泊発電所 平成23年東北地方太平洋沖地震の知見等を踏まえた原子力施設への地震動及び津波の影響に関する安全性評価 中間報告書.
北海道電力(2011)平成23年東北地方太平洋沖地震を踏まえた新耐震指針に照らした既設発電用原子炉施設等の耐震安全性の評価結果の報告に係る原子力安全・保安院における検討に際しての意見の追加への対応に基づく報告について(平成23年5月).
北海道電力(2013)泊発電所 平成23年東北地方太平洋沖地震の知見等を踏まえた原子力施設への地震動及び津波の影響に関する安全性評価 地質調査結果報告書.
北海道電力(2013)泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書(1号及び2号発電用原子炉施設の変更).
北海道電力(2015)泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書(3号発電用原子炉施設の変更).
北海道電力(2022)泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書(1号及び2号発電用原子炉施設の変更).
北海道電力: 北海道電力株式会社 泊発電所(3号炉)

関連審査会合。
北海道電力：北海道電力株式会社 泊発電所（1・2号炉）関連審査会合。
北海道土木地質データ集作成委員会編（2017）北海道地方土木地質図および同解説書，日本応用地質学会北海道支部。
北海道開発庁（1968）特定鉱床開発促進調査報告：噴火湾海底砂鉄鉱床。
北海道鉱業振興委員会編（1990）北海道の石油・天然ガス資源—その探査と開発（昭和52年～63年）—。「北海道の地すべり2012」編集委員会編（2012）北海道の地すべり2012，北海道地すべり学会。
北海道立総合研究機構，産業技術総合研究所（2011）沿岸海域における活断層調査 黒松内低地断層帯（海域部）成果報告書，地震調査研究推進本部。
Hua, Y., Zhao, D., Xu, Y., Wang, Z. (2019) Arc-arc collision caused the 2018 Eastern Iburi earthquake (M 6.7) in Hokkaido, Japan, Scientific Reports, 9:13914, doi: 10.1038/s41598-019-50305-x.

I

Iinuma, T., Kato, T., Hori, M. (2005) Inversion of GPS velocity and seismicity data to yield changes in stress in the Japanese Islands, *Geophysical Journal International*, 160, 2, pp. 417–434.
池田安隆，今泉俊文，東郷正美，平川一臣，宮内崇裕，佐藤比呂志編（2002）第四紀逆断層アトラス，東京大学出版会。
池谷仙之，林 慶一（1982）北海道渡島半島黒松内地方の地質，*地質学雑誌*，88，7，pp. 613–632。
今井 登，寺島 滋，太田充恒，御子柴（氏家）真澄，岡井貴司，立花好子，富樫茂子，松久幸敬，金井 豊，上岡 晃，谷口政碩（2004）日本の地球化学図，産業技術総合研究所地質調査総合センター。
今井 登，寺島 滋，太田充恒，御子柴（氏家）真澄，岡井貴司，立花好子，池原 研，片山 肇，野田 篤，富樫茂子，松久幸敬，金井 豊，上岡 晃（2010）海と陸の地球化学図，産業技術総合研究所地質調査総合センター。
今泉俊文，渡島半島活断層研究グループ（1982）黒松内低地帯の活断層，*日本地理学会予稿集*，22，pp. 98–99。
今泉俊文，宮内崇裕，堤 浩之，中田 高編（2018）活断層詳細デジタルマップ [新編]，東京大学出版会。
石田正夫，秦 光男（1989）西南北海道渡島半島第三系の地質構造発達史，*地質学論集*，32，pp. 29–56。
石田正夫，三村弘二，広島俊男（1991）20万分の1地質図幅「岩内（第2版）」，20万分の1地質図，地質調査所。
石川典彦，橋本 学（1999）測地測量により求めた日

本の地震間の平均的な地殻水平ひずみ速度（Ⅱ），*地震* 第2輯，52，pp. 299–315。
石川有三（1998）日本海の変動帯，*月刊地球*，20，8，pp. 490–496。
磯見 博（1968）日本地質構造図，200万分の1地質編集図，12，地質調査所。
伊藤陽司，山岸宏光，川村信人，堀 俊和（1999）北海道における地すべり地形の特徴—地すべり地形データベースの解析から—，*地すべり*，35，4，pp. 7–15。
伊藤嘉秋，三浦 哲，太田雄策（2017）北海道・東北地方におけるGNSS速度場のクラスタ解析，*日本地震学会2017年度秋季大会講演予稿集*，S03-P05。
泉 紀明，西澤あずさ，堀内大嗣，木戸ゆかり，中田高，後藤秀昭，渡辺満久，鈴木康弘（2014）3秒グリッドDEMから作成した日本海東縁部の3D海底地形，*海洋情報部研究報告*，51，pp. 127–143。
泉 紀明，西澤あずさ，堀内大嗣，木戸ゆかり，中田高，後藤秀昭，渡辺満久，鈴木康弘（2015）日本海東縁部海底地形のアナグリフ画像，*水路新技術講演集*，28，P05，p. 28。

J

人文社編集部編（2005）日本の活断層地図 北海道・東北・新潟 活断層地図，人文社。
地震調査研究推進本部地震調査委員会（2003）日本海東縁部の地震活動の長期評価について。
地震調査研究推進本部地震調査委員会（2005）黒松内低地断層帯の長期評価について。
地震調査研究推進本部地震調査委員会編（2009）日本の地震活動—被害地震から見た地域別の特徴—〈第2版〉，*地震予知総合研究振興会地震調査研究センター*。
地震調査研究推進本部地震調査委員会（2021）全国地震動予測地図2020年版，https://www.jishin.go.jp/evaluation/seismic_hazard_map/shm_report/shm_report_2020/，2022年5月24日閲覧。
地震調査研究推進本部地震調査委員会：長期評価結果一覧，https://www.jishin.go.jp/evaluation/long_term_evaluation/te_summary/，2022年5月24日閲覧。
地震調査研究推進本部地震調査委員会：毎月の地震活動，https://www.jishin.go.jp/evaluation/seismicity_monthly/，2022年5月24日閲覧。
地震予知総合研究振興会：3D震源分布図，<https://www.adep.or.jp/kanren/singen.html>，2022年5月24日閲覧。
地震予知総合研究振興会：地震検索／メジャーイベント情報，https://www.adep.or.jp/kanren/search_ea_rth.html，2022年5月24日閲覧。
地すべり学会北海道支部編（1999）北海道の地すべり'99。

K

- 楮原京子, 黒澤英樹, 小坂英輝, 三輪敦志, 今泉俊文 (2013) 黒松内低地断層帯・熱帯原野の断層露頭, 活断層研究, 38, pp. 17-28.
- 海上保安庁水路部 (1995) 沿岸の海の基本図 (5 万分の 1) 寿都, 海図, 第 6325 号^{1-S}.
- 海上保安庁水路部 (2001) 日本海東縁部の海底地形と活構造, 地震予知連絡会会報, 66, 2-8, pp. 100-104, 国土地理院.
- 貝塚爽平 (1992) 300 万分の 1 日本と周辺の活断層・地震分布図, 地図, 30, 1, pp. 29-34.
- 垣見俊弘, 衣笠善博, 加藤碩一 (1978) 日本活断層図および説明書「活断層について」, 200 万分の 1 地質編集図, 18, 地質調査所.
- 垣見俊弘, 松田時彦, 相田 勇, 衣笠善博 (2003) 日本列島と周辺海域の地震地体構造区分, 地震 第 2 輯, 55, pp. 389-406.
- Kamae, K. (Eds.) (2016) Earthquakes, Tsunamis and Nuclear Risks : Prediction and assessment beyond the Fukushima Accident, SpringerOpen.
- 鎌谷紀子, 勝間田明男 (2004) 火山から離れた地域で発生している深部低周波微動・地震—その分布と発生原因—, 地震 第 2 輯, 57, pp. 11-28.
- 鹿野和彦, 栗本史雄, 巖谷敏光, 星住英夫, 松浦浩久, 牧本 博 (2002) 日本地質図第 5 版, 200 万分の 1 地質編集図, 4, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 片山 肇, 井内美郎, 池原 研 (2012) 積丹半島付近表層堆積図, 海洋地質図, 76 (CD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 片山 肇, 井内美郎, 池原 研 (2013) 奥尻島北方表層堆積図, 海洋地質図, 80 (CD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 加藤幸弘, 浅田 昭 (1998) 日本海東縁部の変動地形, 月刊地球, 20, 8, pp. 510-515.
- 活断層研究会編 (1980) 日本の活断層—分布図と資料, 東京大学出版会.
- 活断層研究会編 (1991) 新編日本の活断層—分布図と資料, 東京大学出版会.
- 勝俣 啓 (2005) 北海道地方の地殻内地震分布の上限・下限, 北海道大学地球物理学研究報告, 68, pp. 153-159.
- 風早康平, 高橋正明, 切田 司, 内藤一樹, 渡部芳夫 (2015) 日本列島におけるスラブ起源水の上昇地域の分布図, 地質調査総合センター研究資料集, 616.
- 気象庁編 (1995) 平成 5 年 (1993 年) 北海道南西沖地震調査報告—災害時自然事象報告書—, 気象庁技術報告, 117.
- 気象庁: 地震月報 (カタログ編), <https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/bulletin/index.html>, 2023 年 5 月 18 日閲覧.
- 気象庁: 主な地震の発震機構解 (速報値) 地震別詳細 2022 年 12 月 15 日 13 時 30 分頃 後志地方西部 M 4.3, <https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/mech/fi/g/mc2022121513300000N424200E14018000124243.html>, 2023 年 2 月 21 日閲覧.
- 気象庁: 震源リスト, https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/daily_map/index.html, 2022 年 5 月 11 日閲覧.
- 気象庁: 発震機構解 (精査後), <https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/mech/index.html>, 2023 年 5 月 15 日閲覧.
- Kita, S., Nakajima, J., Hasegawa, A., Okada, T., Katsumata, K., Asano, Y., Kimura, T. (2014) Detailed seismic attenuation structure beneath Hokkaido, northeastern Japan: Arc-arc collision process, arc magmatism, and seismotectonics, Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 119, pp. 6486-6511.
- 小疇 尚, 野上道男, 小野有五, 平川一臣編 (2003) 日本の地形 2 北海道, 東京大学出版会.
- 小池一之, 町田 洋編 (2001) 日本の海成段丘アトラス, 東京大学出版会.
- 国土地理院 (1986) 北海道地方の水平歪, 地震予知連絡会会報, 35, pp. 8-11.
- 国土地理院 (1997) 日本の地殻水平歪図, <https://www.gsi.jp/cais/HIZUMI-hizumi.html>, 2023 年 9 月 25 日閲覧.
- 国土地理院: 日本列島の地殻変動, <https://www.gsi.go.jp/kanshi/>, 2022 年 5 月 24 日閲覧.
- 国土庁土地局 (1975) 縮尺 20 万分の 1 土地分類図付属資料 北海道 I (石狩・後志・胆振支庁).
- 国土交通省: 日本海における大規模地震に関する調査検討会, https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/daikibojishinchousa/, 2022 年 5 月 24 日閲覧.
- 国立防災科学技術センター (1969) 第四紀地殻変動図.
- 国立防災科学技術センター (1973) 第四紀地殻変動図説明書 (概要).
- 国立天文台編 (2020) 理科年表 2021, 丸善出版.
- 小松原 琢 (2015) 活断層の変位速度からみた日本弧のプレート配置—特にアムールプレート南東縁に関して—, 活断層研究, 43, pp. 17-34.
- 駒澤正夫, 広島俊男, 村田泰章, 牧野雅彦, 森尻理恵 (1998) 札幌地域重力図 (ブーゲー異常), 重力図, 10, 地質調査所.
- 駒澤正夫, 広島俊男, 石原丈実, 村田泰章, 山崎俊嗣, 上嶋正人, 牧野雅彦, 森尻理恵, 志知龍一, 岸本清行, 木川栄一 (1999) 日本重力図 (ブーゲー異常), 地質調査所.
- 河野芳輝, 島谷理香, 寺島秀樹 (2009) 重力異常から推定される日本列島周辺の三次元地殻構造, 地震 第 2 輯, 61, 特集号, pp. S247-S254.
- 小坂和夫, 金折裕司, 千木良雅弘, 吉田鎮男編 (2010) 日本の断層マップ, 培風館.

- 小菅正裕, 野呂康平, 増川和真 (2017) 東北日本で発生する深部低周波地震の震源の時空間分布の特徴と地震波形の多様性, 地震研究所彙報, 92, pp. 63–80.
- 久保和也, 石田正夫, 成田英吉 (1983) 長万部地域の地質, 地域地質研究報告 (5 万分の 1 図幅), 札幌 (4) 第 48 号, 地質調査所.
- 久保和也, 柴田 賢, 石田正夫 (1988) 西南北海道, 長万部地域の第三紀火山岩類の K-Ar 年代, 地質学雑誌, 94, 10, pp. 789–792.
- 黒澤英樹, 小坂英輝, 三輪敦志, 楮原京子, 今泉俊文 (2013) 断層露頭の観測に基づく黒松内低地帯断層帯の活動性, 日本地球惑星科学連合大会予稿集, SSS32-P02.
- 黒沢邦彦, 田近 淳, 八幡正弘, 山岸宏光 (1993) 5 万分の 1 地質図幅「大平山」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 47 号, 北海道立地下資源調査所.
- 草野友宏, 浅森浩一, 梅田浩司 (2012) 日本列島における地下水・温泉ガスのヘリウム同位体比データベースの作成, JAEA-Data/Code 2012-017, 日本原子力研究開発機構.
- 桑原拓一郎 (2002) 黒松内低地帯知来川断層周辺の踏査と長万部断層トレンチの観察, AFRC News, 18, p. 3, 産業技術総合研究所活断層研究センター.
- L**
- Liu, X., Zhao, D., Li, S. (2013) Seismic heterogeneity and anisotropy of the southern Kuril arc: insight into megathrust earthquakes, *Geophysical Journal International*, 194, pp. 1069–1090.
- Liu, X., Zhao, D. (2016) Seismic velocity azimuthal anisotropy of the Japan subduction zone: Constraints from P and S wave traveltimes, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 121, pp. 5086–5115.
- Liu, X., Zhao, D. (2017) P-wave anisotropy, mantle wedge flow and olivine fabrics beneath Japan, *Geophysical Journal International*, 210, pp. 1410–1431.
- M**
- 牧野雅彦, 大久保泰邦, 中塚 正 (1992) 日本の磁気図及び説明書, 200 万分の 1 地質編集図, 23, 地質調査所.
- Matsubara, M., Sato, H., Uehira, K., Mochizuki, M., Kanazawa, T. (2017) Three-dimensional seismic velocity structure beneath Japanese Islands and surroundings based on NIED seismic networks using both inland and offshore events, *Journal of Disaster Research*, 12, 5, pp. 844–857.
- Matsubara, M., Sato, H., Uehira, K., Mochizuki, M., Kanazawa, T., Takahashi, N., Suzuki, K., Kamiya, S. (2019) Seismic velocity structure in and around the Japanese Island arc derived from seismic tomography including NIED MOWLAS Hi-net and S-net data, *Seismic Waves—Probing Earth System*, doi: 10.5772/intechopen.86936.
- Matsubara, M., Ishiyama, T., No, T., Uehira, K., Mochizuki, M., Kanazawa, T., Takahashi, N., Kamiya, S. (2022) Seismic velocity structure along the Sea of Japan with large events derived from seismic tomography for whole Japanese Islands including reflection survey data and NIED MOWLAS Hi-net and S-net data, *Earth, Planets and Space*, 74, 171, doi: 10.1186/s40623-022-01724-0.
- 松原 誠, 石山達也, 野 徹夫, 植平賢治, 望月将志, 金澤敏彦, 高橋成実, 神谷眞一郎 (2022) 日本列島下の三次元地震波速度構造 (2022 年度版), https://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo_kozou/, 2023 年 9 月 25 日閲覧.
- 松田時彦 (1975) 活断層から発生する地震の規模と周期について, *地震* 第 2 輯, 28, pp. 269–283.
- 松田時彦 (1990) 最大地震規模による日本列島の地震分帯図, *地震研究所彙報*, 65, pp. 289–319.
- 松田時彦, 吉川真季 (2001) 陸域の $M \geq 5$ 地震と活断層の分布関係—断層と地震の分布関係—その 2, *活断層研究*, 20, pp. 1–22.
- 松島 健, 大島弘光 (1989) 長周期微動を用いた地下構造の推定—黒松内低地帯における探査例—, *物理探査*, 42, 2, pp. 97–105.
- Miura, S., Sato, T., Hasegawa, A., Suwa, Y., Tachibana, K., Yui, S. (2004) Strain concentration zone along the volcanic front derived by GPS observations in NE Japan arc, *Earth, Planets and Space*, 56, pp. 1347–1355.
- Miyauchi, T. (1988) Late Pleistocene marine terrace correlation and chronology in the northern Northeast Japan, *Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University*, 23, pp. 29–47.
- 宮内崇裕 (1988) 海成段丘の変位から知られる東北日本弧北部の褶曲運動, *月刊地球*, 10, 9, pp. 561–567.
- 宮内崇裕 (1988) 東北日本北部における後期更新世海成面の対比と編年, *地理学評論*, 61 (Ser.A), 5, pp. 404–422.
- Miyauchi, T. (1990) Late Quaternary folding deduced from marine terrace deformation in the northern Northeast Japan arc, *Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University*, 25, pp. 99–108.
- 宮内崇裕 (1990) 旧汀線高度からみた東北日本弧北部の広域地殻変動, 米倉伸之, 岡田篤正, 森山昭雄編: 変動地形とテクトニクス, 古今書院, pp. 157–169.
- 宮内崇裕 (1990) 日本海東縁海岸地域の完新世地震性

- 地殻変動, 地学雑誌, 99, 4, pp. 390–391.
- 宮内崇裕 (2012) 海岸部を襲う直下型地震: 懸念される海底活断層と地震性地殻変動, 科学, 82, 6, pp. 651–661.
- 宮内崇裕 (2013) 旧汀線情報による海底震源断層モデリング—日本海東縁ひずみ集中帯の地震ポテンシャル評価に向けて—, 日本活断層学会秋季学術大会講演予稿集, pp. 42–43.
- 茂木昭夫 (1977) 日本近海海底地形誌—海底俯瞰図集 東京大学出版会.
- 文部科学省研究開発局, 国立研究開発法人海洋研究開発機構: 海域における断層情報総合評価プロジェクト (平成 25 年度~令和元年度), https://www.jishin.go.jp/database/project_report/kaiiki/, 2022 年 5 月 24 日閲覧.
- 文部科学省研究開発局, 東京大学地震研究所: 「日本海地震・津波調査プロジェクト」成果報告書 (平成 25 年度~令和 2 年度), http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/project/Japan_Sea/houkokusyo.html, 2022 年 5 月 24 日閲覧.
- 森 宏, 阿部信太郎, 青柳恭平, 大上隆史 (2019) 1993 年北海道南西沖地震震源域南部の地質構造と震源断層の関係, 地震 第 2 輯, 71, pp. 233–241.
- 森木ひかる, 隈元 崇, 中田 高, 後藤秀昭, 泉 紀明, 西澤あずさ (2017) アナグリフ画像による日本周辺の海底地すべりの判読と分布特性の検討, 海洋情報部研究報告, 54, pp. 1–16.
- 森谷武男 (1974) 北海道渡島半島における微小地震観測, 昭和 49 年度地震学会春季大会講演予稿集, 1, p. 41.
- 森谷武男 (1976) 北海道南西部における地震面の褶曲構造と地震波の減衰, [シンポジウム] 北海道およびその周辺の地下構造とその地学的意味, pp. 13–27.
- 森谷武男 (1984) 北海道内陸部における浅発地震のメカニズム解—1973 年以前とそれ以後の変化—, 地震学会講演予稿集昭和 59 年度春季大会, 1, p. 86.
- 森谷武男 (1986) 浅い地震活動と起震歪力から見た北海道のテクトニクス, 地団研専報, 31, pp. 475–485.
- 森谷武男 (1999) 北海道とその周辺における地震のメカニズム解から推定される地殻内部応力場, 月刊地球, 21, 9, pp. 557–564.
- 本谷義信 (1975) 札幌地震観測所における地震観測—札幌周辺の地震活動 (1973.7–1974)—, 北海道大学地球物理学研究報告, 34, pp. 55–65.
- 本谷義信 (1981) 北海道南西部の群発地震活動, 地震 第 2 輯, 34, pp. 105–121.
- 本谷義信 (1994) 北海道の活断層と微小地震, 北海道地区自然災害科学資料センター報告, 9, pp. 3–24.
- 向山 広, 中村真人, 井上雅弘, 木村 強 (1983) 東北日本におけるブロック運動と鮮新世以降の火山活動, 火山 第 2 集, 28, 4, pp. 395–408.
- 村上 亮, 小沢慎三郎 (2004) GPS 連続観測による日本列島上下地殻変動とその意義, 地震 第 2 輯, 57, pp. 209–231.
- 村岡洋文, 阪口圭一, 玉生志郎, 佐々木宗建, 茂野 博, 水垣桂子 (2007) 日本の熱水系アトラス, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

N

- 長尾 巧, 佐々保雄 (1933) 北海道西南部の新生代層と最近の地史 (1), 地質学雑誌, 40, 480, pp. 555–577.
- 長尾 巧, 佐々保雄 (1933) 北海道西南部の新生代層と最近の地史 (2), 地質学雑誌, 40, 483, pp. 750–755.
- 長尾 巧, 佐々保雄 (1934) 北海道西南部の新生代層と最近の地史 (3), 地質学雑誌, 41, 485, pp. 47–60.
- 長尾 巧, 佐々保雄 (1934) 北海道西南部の新生代層と最近の地史 (4), 地質学雑誌, 41, 488, pp. 211–260.
- Nakajima, J., Hasegawa, A. (2021) Prevalence of shallow low-frequency earthquakes in the continental crust, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 126, e2020JB021391, doi: 10.1029/2020JB021391.
- Nakamura, R., Shiina, T. (2019) Three-dimensional S-wave attenuation structure in and around source area of the 2018 Hokkaido Eastern Iburu Earthquake, Japan, *Earth, Planets and Space*, 71:114, doi: 10.1186/s40623-019-1095-6.
- 中田 高, 今泉俊文編 (2002) 活断層詳細デジタルマップ, 東京大学出版会.
- 中田 高 (2015) 詳細 DEM 画像による日本列島周辺海域の変動地形学的研究, 科学研究費助成事業研究成果報告書.
- 中塚 正, 大熊茂雄 (2009) 日本空中磁気 DB による対地 1,500m 平滑面での磁気異常分布データの編集, 地質調査総合センター研究資料集, 516.
- 日本地質学会編 (2010) 日本地方地質誌 1 北海道地方 朝倉書店.
- 日本第四紀学会編 (1987) 日本第四紀地図 解説, 東京大学出版会.
- 日本の地質『北海道地方』編集委員会編 (1990) 日本の地質 1 北海道地方, 共立出版.
- 日本の地質増補版編集委員会編 (2005) 日本の地質 増補版, 共立出版.
- 西村卓也 (2017) GNSS データから見出される日本列島のひずみ集中帯と活断層及び内陸地震, 活断層研究, 46, pp. 33–39.
- Niu, X., Zhao, D., Li, J., Ruan, A. (2016) P wave azimuthal and radial anisotropy of the Hokkaido subduction zone, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 121, pp. 2636–2660.

野原 壯, 郡谷順英, 今泉俊文 (2000) 活断層 GIS データを用いた地殻の歪速度の推定, 活断層研究, 19, pp. 23-32.
能條 歩, 長谷川四郎, 岡田尚武, 都郷義寛, 鈴木明彦, 松田敏孝 (1999) 西南北海道瀬棚層の広域的岩相層序区分と生層序年代, 地質学雑誌, 105, 5, pp. 370-388.

O

大嶋和雄, 横田節哉 (1983) 噴火湾の地形・地質, 沿岸海洋研究ノート, 20, 2, pp. 189-203.
大竹政和 (1998) 日本海東縁部の地震発生ポテンシャル, 月刊地球, 20, 8, pp. 449-453.
大竹政和, 平 朝彦, 太田陽子編 (2002) 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 東京大学出版会.
大園真子 (2013) GPS 観測に基づく北海道地方の 2011 年東北地方太平洋沖地震 (Mw9.0) に伴うひずみの時空間変化, 北海道大学地球物理学研究報告, 76, pp. 97-110.
岡村 聡 (1984) 西南北海道寿都半島における新第三系と火山活動, 地質学雑誌, 90, 6, pp. 383-391.
岡村 聡 (1986) 西南北海道寿都半島の第三紀火山岩類, 地質学雑誌, 92, 2, pp. 91-108.
岡村行信 (1998) 日本海東縁海域の逆断層と地殻短縮量推定の試み, 月刊地球, 20, 8, pp. 460-465.
岡村行信, 倉本真一, 佐藤幹夫 (1998) 日本海東縁海域の活構造およびその地震との関係, 地質調査所月報, 49, 1, pp. 1-18.
岡村行信 (2010) 日本海東縁の地質構造と震源断層との関係, 地質学雑誌, 116, 11, pp. 582-591.
岡村行信 (2013) 日本海の地形・地質調査から分かる活断層, 地震予知連絡会会報, 90, pp. 530-536.
岡村行信 (2019) 日本海における活断層の分布と今後の課題, 地震 第 2 輯, 71, pp. 185-199.
岡村行信, 佐藤太一 (2023) 積丹半島付近海底地質図, 海洋地質図, 94, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
岡 孝雄 (1986) 北海道の後期新生代堆積盆の分布とその形成に関わるテクトニクス, 北海道の地質と構造運動, 地団研専報, 31, pp. 295-320.
岡 孝雄 (1996) 518 北海道とその周辺地域の第四紀地殻変動量解析結果とネオテクトニクス区分, 日本地質学会第 103 年学術大会講演要旨, p. 366.
岡 孝雄 (1997) 北海道とその周辺海域のネオテクトニクスに関する諸問題—付, 札幌付近での活断層の存在と地震発生についての考察—, 川村信人, 岡孝雄, 近藤 務編: 加藤誠教授退官記念論文集, 加藤誠教授退官記念論文集刊行委員会, pp. 427-449.
岡 孝雄 (1997) 北海道のネオテクトニクス区分と地震問題, 日本応用地質学会研究発表会講演論文集, pp. 41-44.
岡 孝雄 (1999) 北海道付近のネオテクトニクス像—

特にネオテクトニクスの地域区分と特徴—, 月刊地球, 21, 9, pp. 549-556.
奥村晃史 (1983) 黒松内低地帯の活構造と地形発達, 日本地理学会予稿集, 23, pp. 30-31.
奥村晃史, 八木浩司, 寒川 旭 (1984) 黒松内低地帯の後期更新世段丘に関する年代資料, 第四紀研究, 23, 3, pp. 209-212.
奥村晃史 (1988) 北海道の第四紀地殻変動とプレート運動, 日本地理学会予稿集, 34, pp. 18-19.
奥村晃史 (2013) 8-7 更新世海成段丘と広域地殻変動—北海道を例に—, 日本第四紀学会 50 周年電子出版編集委員会編: デジタルブック最新第四紀学 (第 2 刷), 日本第四紀学会, pp. 8-138-8-155.
Omuralieva, M. A., Hasegawa, A., Matsuzawa, T., Nakajima, J., Okada, T. (2012) Lateral variation of the cutoff depth of shallow earthquakes beneath the Japan Islands and its implications for seismogenesis, Tectonophysics, 518-521, pp. 93-105.
小野有五, 齊藤海三郎 (2019) 北海道西部, 岩内平野の地形発達史—泊原発の敷地内断層と関連して—, 活断層研究, 51, pp. 27-52.
小野有五 (2021) 寿都町, 神恵内村で明らかになった「核のゴミ」地層処分の問題点, 科学, 91, 1, pp. 90-104.
大谷武史 (1999) 北海道後志地方沿岸の波食棚について, 北海道地理, 73, pp. 57-68.
大槻憲四郎 (1989) 鉾脈による新第三紀東北本州弧の造構応力場復元, 地質学論集, 32, pp. 281-304.

S

嵯峨山 積, 内田康人, 村山泰司, 菅 和哉, 濱田誠一 (1999) 1998 年浅海域地質調査 (西南北海道海域) の概要—岩内海域および島牧・寿都海域—, 地下資源調査所報告, 70, pp. 149-160.
嵯峨山 積, 内田康人, 大澤賢人, 菅 和哉, 濱田誠一, 村山泰司, 仁科健二 (2000) 北海道沿岸域の地質・底質環境—2— 西南北海道海域, 北海道立地質研究所調査研究報告, 29.
Sagiya, T., Miyazaki, S., Tada, T. (2000) Continuous GPS array and present-day crustal deformation of Japan, Pure and Applied Geophysics, 157, pp. 2303-2322.
Sagiya, T. (2004) A decade of GEONET: 1994-2003—The continuous GPS observation in Japan and its impact on earthquake studies—, Earth, Planets and Space, 56, pp. xxix-xli.
鷺谷 威, 大坪 誠 (2019) 日本列島の地殻ひずみ速度—測地的データと地質・地形学的データの統一的理解—, 地学雑誌, 128, 5, pp. 689-705.
寒川 旭, 衣笠善博, 垣見俊弘 (1984) 50 万分の 1 活構造図「札幌」, 50 万分の 1 活構造図, 4, 地質調

- 査所。
産業技術総合研究所 (2005) 活断層調査研究成果報告書 11. 黒松内低地断層帯。
産業技術総合研究所：活断層データベース, <https://gbank.gsj.jp/activefault/>, 2023年9月25日閲覧。
産業技術総合研究所：高分解能音波探査断面データベース (3.5kHz SBP), https://gbank.gsj.jp/sbp_db/pages/cover.html, 2023年9月25日閲覧。
産業技術総合研究所地質調査総合センター (2005) 日本空中磁気データベース, 数値地質図, P-6。
産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2013) 日本重力データベース DVD 版, 数値地質図, P-2。
産業技術総合研究所地質調査総合センター (2022) 20万分の1日本シームレス地質図 V2, <https://gbank.gsj.jp/seamless/v2.html>, 2023年9月25日閲覧。
産業技術総合研究所地質調査総合センター：地殻応力場データベース, <https://gbank.gsj.jp/crstress/>, 2023年9月25日閲覧。
産業技術総合研究所地質調査総合センター：海域地質構造データベース, <https://gbank.gsj.jp/marineseisdb/>, 2023年9月25日閲覧。
産業技術総合研究所地質調査総合センター：地質図表示システム 地質図 Navi, <https://gbank.gsj.jp/geonavi/>, 2023年9月25日閲覧。
佐藤比呂志 (1989) 東北本州弧における後期新生界の変形度について, 地質学論集, 32, pp. 257-268。
瀬川秀良 (1967) 北海道寿都地方の海岸段丘, 東北地理, 19, 1, pp. 10-14。
瀬川秀良 (1974) 日本地形誌 北海道地方, 朝倉書店。
石油技術協会 (1993) 最近の我が国の石油開発 石油技術協会創立 60 周年記念。
Shiina, T., Takahashi, H., Okada, T., Matsuzawa, T. (2018) Implications of seismic velocity structure at the junction of Kuril-northeastern Japan arcs on active shallow seismicity and deep low-frequency earthquakes, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 123, pp. 8732-8747。
清水文健, 井口 隆, 大八木規夫 (2010) 地すべり地形分布図第 45 集「岩内」, 防災科学技術研究所研究資料, 339。
清水文健, 井口 隆, 大八木規夫 (2010) 地すべり地形分布図第 44 集「室蘭・久遠」, 防災科学技術研究所研究資料, 338。
Shimokawa, K., Azuma, T., Sugiyama, Y., Sangawa, A., Kuwabara, T., Okumura, K., Kurosawa, H., Miwa, A. (2003) Preliminary report of paleoseismological study on the Kuromatsunai lowland fault zone, Southwest Hokkaido, northern Japan., *EOS, Transactions, American Geophysical Union 2003 AGU Fall Meeting*, 84, 46 supplement, F1352。
杉山雄一, 村上文敏, 内田康人, 津久井朗太 (2010) 黒松内低地断層帯南方延長域 (内浦湾) の音波探査速報, 日本活断層学会秋季学術大会及び 1586 年天正地震シンポジウム講演予稿集, pp. 31-32。
杉山雄一, 村上文敏, 内田康人, 津久井朗太 (2011) 内浦湾西部のプーマー音波探査により明かにされた黒松内低地断層帯南方延長の地質構造と後氷期活動履歴, 日本地球惑星科学連合大会予稿集, HDS029-01。
杉山雄一, 内田康人, 村上文敏, 津久井朗太 (2011) 黒松内低地断層帯南方延長部 (内浦湾) の地質構造と活動性, 活断層・古地震研究報告, 11, pp. 21-53。
寿都町教育委員会編 (1974) 寿都町史, 寿都町。
鈴木 守, 藤原哲夫, 三谷勝利 (1967) 長万部町の地質, 長万部町 (北海道山越郡)。
鈴木 守, 山岸宏光, 高橋功二, 庄谷幸夫 (1981) 5 万分の 1 地質図幅「寿都」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 36 号, 北海道立地下資源調査所。
鈴木貞臣, 本谷義信 (1981) 北海道の微小地震活動—テレメータ観測による—, 地震 第 2 輯, 34, pp. 251-267。
鈴木尉元 (1979) 北海道とその周辺地域の中・深発地震の発震機構と地質構造との関係, 地球科学, 33, 6, pp. 313-318。
- T**
- 多田 堯, 橋本 学 (1985) 北海道地方の水平変動とテクトニクス, 地震学会講演予稿集昭和 60 年度秋季大会, 2, p. 33。
多田 堯 (1986) 北海道東部～南西部のテクトニクス, 地震学会講演予稿集昭和 61 年度春季大会, 1, p. 53。
田力正好, 中田 高, 堤 浩之, 後藤秀昭, 吾妻 崇 (2019) 北海道渡島半島中部、八雲断層帯とその周辺の活断層, 日本活断層学会秋季学術大会講演予稿集, pp. 40-41。
高橋浩晃, 宮村淳一, 郷家幸治 (1999) 北海道で発生した深部低周波地震, 北海道大学地球物理学研究報告, 62, pp. 25-41。
高橋浩晃, 宮村淳一 (2009) 日本列島における深部低周波地震の発生状況, 北海道大学地球物理学研究報告, 72, pp. 177-190。
高橋正明, 風早康平, 安原正也, 塚本 斉, 佐藤 努, 高橋 浩, 森川徳敏, 清水 徹, 宮越昭暢, 戸崎裕貴, 東郷洋子, 稲村明彦, 半田宙子, 仲間純子, 中村有理, 竹内久子, 大丸 純, 清水日奈子, 尾山洋一, 大和田道子, 切田 司 (2018) 深層地下水データベース (第 2 版), 地質調査総合センター研究資料集, 653。
高橋伸充, 斎藤節仁, 岡村 聡, 杉山佳生, 徳田恭一 (1988) 西南北海道黒松内・長万部地域の第三系と地質構造, 後期中生代～現世における陥没の形態とその発生機構に関する総合研究 (3), 文部省科学研究費補助金総合研究 (A) 研究成果報告書 (昭和 63

- 年度) (課題番号: No.603020), pp. 81–91.
- Takashima, R., Dick, M. H., Nishi, H., Mawatari, S. F., Nojo, A., Hirose, M., Gautam, P., Nakamura, K., Tanaka, T. (2008) Geology and sedimentary environments of the Pleistocene Setana formation in the Kuromatsunai district, southwestern Hokkaido, Japan, *Proceedings of International Symposium "The Origin and Evolution of Natural Diversity"*, pp. 75–82.
- 竹内 章 (1989) 西北北海道の新时期力場とテクトニクス, 日本地質学会第 96 年学術大会講演要旨, p. 455.
- 玉木賢策, 湯浅真人, 西村清和, 本座栄一, 宮崎輝旗, 石原文実 (1979) 北海道周辺日本海及びオホーツク海域広域海底地質図, 海洋地質図, 14, 地質調査所.
- 田村芳雄, 津 宏治, 中井順二 (1974) 積丹・奥尻海域空中磁気図, 空中磁気図, 10, 地質調査所.
- Terakawa, T., Matsu'ura, M. (2010) The 3-D tectonic stress fields in and around Japan inverted from centroid moment tensor data of seismic events, *Tectonics*, 29, TC6008, doi: 10.1029/2009TC002626.
- 徳山英一, 竹内 章, 徐 垣, 石井次郎, 嵯峨山 積, 菅 和哉, 宮下純夫, 倉本真一 (1991) 日本海東縁奥尻海嶺におけるバック・スラスト, 海洋科学技術センター試験研究報告書 ー第7回「しんかい2000」研究シンポジウムー, pp. 245–252.
- 徳山英一, 本座栄一, 木村政昭, 倉本真一, 芦 寿一郎, 岡村行信, 荒戸裕之, 伊藤康人, 徐 垣, 日野亮太, 野原 壯, 阿部寛信, 坂井真一, 向山建二郎 (2001) 日本周辺海域中新世最末期以降の構造発達史, 海洋調査技術, 13, 1, pp. 27–53, 付図.
- 椿原慎一, 長谷川四郎, 丸山俊明 (1989) 西南北海道黒松内地域の上部新生界—とくに黒松内層の層序と微化石年代について—, 地質学雑誌, 95, 6, pp. 423–438.
- 椿原慎一 (1990) 地殻の変形様式からみた西南北海道のテクトニクス, 日本地質学会第 97 年学術大会講演要旨, p. 366.
- 椿原慎一 (1991) 西南北海道黒松内低地帯の第四紀テクトニクス, 中川久夫教授退官記念地質学論文集, pp. 313–317.
- 対馬坤六 (1968) 20 万分の 1 地質図幅「岩内」, 20 万分の 1 地質図, NK-54-20, 地質調査所.
- 部の地殻内応力マップと微小地震の発震機構解のデジタルデータ, 地質調査総合センター研究資料集, 738, p. 6.
- 宇佐美龍夫, 石井 寿, 今村隆正, 武村雅之, 松浦律子 (2013) 日本被害地震総覧 599–2012, 東京大学出版会.
- 宇佐美龍夫編 (2020) 日本歴史地震総表 2020 416–1872.
- 宇津徳治 (1968) 4.北海道およびその周辺の地震活動, 北海道大学地球物理学研究報告, 20, pp. 51–75.
- 宇津徳治 (1982) 日本付近の M6.0 以上の地震および被害地震の表:1885 年~1980 年, 地震研究所彙報, 57, 3, pp. 401–463.
- 宇津徳治, 嶋 悦三, 吉井敏尅, 山科健一郎編 (2001) 地震の事典 第 2 版, 朝倉書店.
- W**
- Wang, J., Zhao, D. (2009) P-wave anisotropic tomography of the crust and upper mantle under Hokkaido, Japan, *Tectonophysics*, 469, pp. 137–149.
- Wang, Z., Zhao, D., Liu, X., Chen, C., Li, X. (2017) P and S wave attenuation tomography of the Japan subduction zone, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 18, pp. 1688–1710.
- Wang, Z., Zhao, D. (2019) Updated attenuation tomography of Japan subduction zone, *Geophysical Journal International*, 219, pp. 1679–1697.
- Wang, Z., Zhao, D. (2021) 3D anisotropic structure of the Japan subduction zone, *Science Advances*, 7, eabc9620, doi: 10.1126/sciadv.abc9620.
- Wang, Z., Zhao, D. (2005) Seismic imaging of the entire arc of Tohoku and Hokkaido in Japan using P-wave, S-wave and sP depth-phase data, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 152, pp. 144–162.
- 渡辺満久, 鈴木康弘 (2015) 「泊原子力発電所の新規制基準適合性に関わる審査」の問題点, *科学*, 85, 7, pp. 721–726.
- 渡辺満久 (2022) 泊原子力発電所の安全審査に関する問題—反論できないことは無視するのか, *科学*, 92, 1, pp. 7–10.
- 渡辺 寧 (1986) 鉾脈の方向から推定された広域応力場—北海道における中期中新世以降の鉾脈の例—, 鉾山地質, 36, 3, pp. 209–218.
- 渡辺 寧 (1993) 岩脈・火口配列に基づく西南北海道北部の新生代後期の応力場, 地質学雑誌, 99, 2, pp. 105–116.
- 渡辺 寧 (1993) 西南北海道における新生代後期の応力場の転換と鉾化作用, 資源地質, 43, 3, pp. 214–215.
- U**
- Uchide, T., Shiina, T., Imanishi, K. (2022) Stress map of Japan: Detailed nationwide crustal stress field inferred from focal mechanism solutions of numerous microearthquakes, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 127, e2022JB024036, doi: 10.1029/2022JB024036.
- 内出崇彦, 椎名高裕, 今西和俊 (2022) 日本全国内陸

Watanabe, Y. (1995) Epithermal vein-type mineralization in a compressive stress field, southwest Hokkaido, Japan, *Global Tectonics and Metallogeny*, 5, 1&2, pp. 19–27.

Y

八幡正弘, 山岸宏光 (1986) 島弧横断ルート No.4 (瀬棚・黒松内), 北村 信編: 新生代東北本州弧地質資料集, 宝文堂, 1, 4.

八幡正弘 (1989) 西南北海道北部の新生界とその特徴, *地質学論集*, 32, pp. 7–28.

山岸宏光, 国府谷盛明, 安藤重幸 (1976) 5 万分の 1 地質図幅「島古丹」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌・第 26 号, 北海道立地下資源調査所.

山岸宏光, 木村 学 (1981) 黒松内低地帯の活断層露頭, *地球科学*, 35, 2, pp. 94–97.

山岸宏光 (1982) 西南北海道北部の地質とテクトニクス, *日本地質学会第 89 年学術大会講演要旨*, p. 512.

山岸宏光 (1984) 5 万分の 1 地質図幅「歌棄」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌・第 37 号, 北海道立地下資源調査所.

山岸宏光 (1986) 北海道におけるいくつかの活断層露頭, *活断層研究*, 2, pp. 19–28.

山岸宏光, 渡辺 寧 (1986) 西南北海道における新生代後期の応力場の変遷—地質断層, 岩脈, 鉱脈および活断層の検討—, *北海道の地質と構造運動, 地団研専報*, 31, pp. 321–331.

山岸宏光, 伊藤陽司 (1993) 北海道における地すべり地形の分布からみた地質分帯, *地すべり*, 30, 2, pp. 1–9.

山岸宏光編 (1993) 北海道の地すべり地形 分布図とその解説, 北海道大学図書刊行会.

山岸宏光 (1998) 北海道における高速ランドスライド, *地すべり*, 34, 4, pp. 19–26.

山岸宏光編 (2012) 北海道の地すべり地形デジタルマップ, 北海道大学出版会.

山本明彦, 石川春義 (2002) 北海道渡島半島南部の重力異常と浅部地殻構造, *北海道大学地球物理学研究報告*, 65, pp. 247–290.

山井忠世, 加藤芳郎, 岡崎彦哉 (1995) 北海道南部における広域地質環境評価のための断裂系調査, 動力炉・核燃料開発事業団 契約業者報告書 PNC-TJ1361 95-001, アジア航測.

米倉伸之, 貝塚爽平, 野上道男, 鎮西清高編 (2001) 日本の地形 1 総説, 東京大学出版会.

structure of Japan subduction zone as derived from local, regional, and teleseismic events, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 99, pp. 22313–22329.

Zhao, D., Yanada, T., Hasegawa, A., Umino, N., Wei, W. (2012) Imaging the subducting slabs and mantle upwelling under the Japan Islands, *Geophysical Journal International*, 190, pp. 816–828.

Z

Zhao, D., Hasegawa, A. (1993) P wave tomographic imaging of the crust and upper mantle beneath the Japan Islands, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 98, pp. 4333–4353.

Zhao, D., Hasegawa, A., Kanamori, H. (1994) Deep

添付資料 B 各文献における活断層抽出手法および分布図の精度

表 B-1 文献調査対象地区陸域の主要文献における活断層抽出方法の概略と位置精度

| 文献 | 使用データ・手法 | 区分・認定基準 | 位置精度(分布図の縮尺) |
|----------------|--|--|--|
| 活断層研究会編 (1991) | <ul style="list-style-type: none"> 4万分の1空中写真(一部2万分の1空中写真)を用いた写真判読 5万分の1地形図に記入 結果が20万分の1地勢図にまとめられている。 野外研究・変位基準年代測定やトレンチ発掘調査の結果も取り入れている。 | <ul style="list-style-type: none"> 確実度I: 活断層であることが確実なもの。具体的には次のどれかの地形的特徴をもち、断層の位置、変位の向きがともに明確であるものをいう。1) 数本以上にわたる尾根・谷の系統的な横ずれ、2) ひと続きであることが確かな地形面を切る崖線、3) 時代を異にする地形面群を切っている崖線があり、古い地形面ほど変位が大きい(変位の累積が認められる)場合、4) 同一地形面の変形(たわみ・傾斜など)、5) 第四紀層を変位させている断層の露頭、など。 確実度II: 活断層であると推定されるもの。すなわち、位置・変位の向きも推定できるが、確実度Iと判定できる決定的な資料に欠けるもの。 確実度III: 活断層の可能性はあるが、変位の向きが不明であったり、他の原因、たとえば川や海の浸食による崖、あるいは断層に沿う浸食作用によってリニアメントが形成された疑いが残るもの。 | <ul style="list-style-type: none"> 20万分の1を約60%に縮小しているため、約33万分の1程度の図面に示されている。 |
| 池田ほか編 (2002) | <ul style="list-style-type: none"> 1万分の1および2万分の1空中写真 代表的な地域では、反射法地震探査やボーリング調査 作業結果は2.5万分の1地形図にまとめている。 トレンチ掘削調査等既存の成果 | <ul style="list-style-type: none"> 断層位置が確かな区間 地形面が新しいために変形地形が見えない区間 変位地形があっても侵食や人工改変等で断層位置が不確かと判断される区間 反射法地震探査等で地下に伏在する断層が予想されたところ | <ul style="list-style-type: none"> 都市圏活断層(国土地理院発行)や活断層詳細デジタルマップと同じ。 縮尺5万分の1の分布図に示されている(数値地図25000を50%縮小)。 |
| 北海道電力 (2015) | <ul style="list-style-type: none"> 国土地理院及び米軍で撮影された縮尺4万分の1、社団法人日本林業技術協会で撮影された縮尺2万分の1の空中写真 国土地理院発行の縮尺2万5千分の1の地形図 航空レーザー計測によるDEMにより作成した縮尺2千5百分の1の地形図等 地表地質調査、ボーリング調査による段丘堆積物、指標火山灰の分布の確認等 | <ul style="list-style-type: none"> 区分I: 変位地形と認定できる地形要素が認められ、ほかの成因による可能性が否定でき、かつ、基準地形に累積的な不連続が認められ、その位置が確実に認定できるもの 区分II: 変位地形と認定できる地形要素が認められるが、基準地形に不連続があることから、位置に不確かさがあるもの、あるいは、変位地形として認定できる地形要素がより少なく、その他の成因によるものである可能性があるもの 区分III: 変位地形と認定できる地形要素が認められるが、基準地形の認定に不確かさがあり、その他の成因による可能性があるもの、あるいは、不連続が認められるものの、基準地形での変位が不明瞭なもの 区分IV: 基準地形が古く、変位地形の可能性のある地形要素が開析されているもの、あるいは、基準地形面上に地形要素が認められるものの延長が短かく、その比高や屈曲量が小さいため、変位地形かその他の成因によるものか識別が困難なもの 区分V: 変位地形と認定できる地形要素は認められないが、周囲の地形面や段丘面の分布から活断層等の伏在が推定されるもの | <ul style="list-style-type: none"> 縮尺は様々だが、約25,000分の1~約7万分の1の地形図に示されている。 |
| 今泉ほか編 (2018) | <ul style="list-style-type: none"> 全国2万5000分の1地形図を基図としてマッピングされた断層線をデジタル化 文献に基づく情報 写真判読に基づく情報 | <ul style="list-style-type: none"> 活断層: 位置が明確なもの 位置が不確かな活断層: 活断層のうち活動の痕跡が、侵食や人工的な要因で改変されたため、位置および延長が明確には特定できないもの 活撓曲: 活断層のうち軟らかい地層内で変位が拡散し、地表には崖でなくたわみとして現れたもの 伏在活断層: 活断層のうち最新の活動以降の新たな地層に被覆され、変位を示す地形が直接現れていない部分 推定活断層: 地形的な特徴により活断層の存在が推定されるが、現時点では明確に特定できないもの 活撓曲: 現在も続いている地殻変動により生じている波状地形(背斜、向斜) 変位を示す河川: 横ずれ断層によって生じた河川の曲がり 地形面の傾動方向: 断層運動によって生じた地形面の傾き(その方向) | <ul style="list-style-type: none"> 数m~数十m |

表 B-2 文獻調査対象地区陸域の個別文獻における活断層抽出方法の概略と位置精度

| 文獻 | 使用データ・手法 | 区分・認定基準 | 位置精度(分布図の縮尺) |
|------------------------|--|---|--|
| 今泉・渡島半島活断層研究グループ(1982) | <ul style="list-style-type: none"> 活断層研究会編(1980)にて判読・認定 | <ul style="list-style-type: none"> 活断層研究会編(1980)と同等と推定される。 | <ul style="list-style-type: none"> 縮尺約5万分の1の地形図に示されている。 |
| 奥村(1983) | <ul style="list-style-type: none"> 変動地形の研究 | <ul style="list-style-type: none"> 不明 | <ul style="list-style-type: none"> 縮尺約40万分の1の地形図に示されている。 |
| 吾妻ほか(2003) | <ul style="list-style-type: none"> 1976年に撮影した縮尺1万分の1カラー写真及び1965年撮影の縮尺約2万分の1白黒写真を使用した活断層の分布及び地形面区分の確認 2.5万分の1地形図を使用 | <ul style="list-style-type: none"> 不明 | <ul style="list-style-type: none"> 縮尺約3万分の1および縮尺約6,000分の1の地形図に示されている。 |
| Kumamoto et al.(2016) | <ul style="list-style-type: none"> 空中写真判読 クロスチェックルールを適用 | <ul style="list-style-type: none"> 都市圏活断層図の基準や凡例と同様 | <ul style="list-style-type: none"> 縮尺約150万分の1の白地図に示されている。 |

表 B-3 文獻調査対象地区海域の文獻における変動地形学的調査による活断層抽出方法の概略と位置精度

| 文獻 | 使用データ・手法 | 区分・認定基準 | 位置精度(分布図の縮尺) |
|-------------|--|--|--|
| 泉ほか(2014) | <ul style="list-style-type: none"> 海底地形アナグリフ画像を立体視した地形判読 アナグリフ画像には、海上保安庁とJAMSTECの統合測深データ、日本周辺の250mグリッド地形(岸本, 1999)及び日本水路協会の海底地形デジタルデータ(M7000シリーズ)から3秒(約93m)グリッドデータを作成し使用 | <ul style="list-style-type: none"> 陸域と同様な変動地形学的な認定基準で海底活断層を認定 活断層と推定活断層に分類 | <ul style="list-style-type: none"> 縮尺約170万分の1の地形図に示されている。 |
| 中田(2015) | <ul style="list-style-type: none"> 高密度DEMから作成した分解能の高いアナグリフ画像を変動地形学的手法によって解析 | <ul style="list-style-type: none"> 陸上地形の空中写真立体視(実体視)と同様な方法で、海底の立体視画像を判読 | <ul style="list-style-type: none"> 縮尺約600万分の1のアナグリフ画像に示されている(森木ほか, 2017)。 |
| 渡辺・鈴木(2015) | <ul style="list-style-type: none"> 変動地形解析 | <ul style="list-style-type: none"> 海底活断層(位置がやや不明確なもの含む)、撓曲あるいは傾動方向に分類 | <ul style="list-style-type: none"> 縮尺約100万分の1の地図に示されている。 |
| 小野・齊藤(2019) | <ul style="list-style-type: none"> 渡辺・鈴木(2015)による分布図を1/20万海底地形図にトレース 渡辺満久氏に最新の資料にもとづきチェックを受けた。 | <ul style="list-style-type: none"> 海底活断層、位置がやや不明瞭な活断層および撓曲あるいは傾動方向に分類し、隆起側、沈降側を示している。 | <ul style="list-style-type: none"> 縮尺約60万分の1の海底地形図に示されている。 |

表 B-4 文献調査対象地区海域の文献における海上音波探査記録による活断層抽出方法の概略と位置精度

| 文献 | 使用データ・手法 | 区分・認定基準 | 位置精度(分布図の縮尺) |
|----------------|---|---|--|
| 活断層研究会編 (1991) | <ul style="list-style-type: none"> 海上保安庁水路部の20万分の1の「大陸棚の海の基本図」の「海底地形図」・「海底地質構造図」及びこれらを作成するための音波探査記録 地質調査所の20万分の1「海洋地質図」 海上保安庁水路部、地質調査所、東京大学海洋研究所等の刊行物や学術雑誌に発表されている海底地形・地質構造の調査結果 浅海域の地形や地質構造に関しては、水路部の「沿岸の海の基本図」(5万分の1)の成果および国土地理院の「沿岸海底地形図」と「沿岸海域土地条件図」(いずれも2万5千分の1)を参考している。 | <ul style="list-style-type: none"> ほぼ平坦な海底地形と海底面をつくる堆積層が明らかに切断されて、くいちがいが認められる場合 海底が傾動地塊や地溝の地形を示し、相互に対応する堆積層が地形境界や急崖を境にして不連続で、急斜面に堆積層が接している場合 堆積層が地形に平行している陸棚斜面に、海側の深海平坦面をつくる堆積層が接しており、その堆積層の下部ほど陸棚斜面の方へ傾斜している場合。しかし、断層というより非対称(陸側が急)な一種の向斜構造と考えた方がよいことが明らかな場合(室戸舟上海盆の内縁など)には、本書ではそれらの断層を削除した。 陸棚斜面の上部では、堆積層を示す反射面が斜面と平行していて撓曲構造を示すが、斜面下部では、より急傾斜となり反射面が急斜面と明らかに交わり切断されていて、撓曲から断層に移りかわっている場合 音響的基盤が高まりや凹地をなし、その上位の堆積層が背斜・向斜構造を示し、高まりから凹地に移る部分(背斜・向斜の翼の部分)で地形の傾斜が大きくなり、堆積層も不連続になっている場合 堆積層が断片的にしか分布せず、音響的不透明層からなり、断層を示す直接的証拠を読みとりにくい場所でも、急斜面、階段状のベンチ地形、幅がせまく細長い凹地や高まり、急斜面下での堆積層との接し方などから、地形的に断層を推定できる場合 | <ul style="list-style-type: none"> 縮尺100万分の1の分布図に示されている。 |
| 北海道電力 (2015) | <ul style="list-style-type: none"> 敷地より汀線方向約50km、沖合方向約35kmの範囲で実施した音波探査記録及び柱状試料の採取・分析結果等を用いて、海底の地形、地質及び地質構造の検討を実施し、活断層及び断層関連褶曲を抽出 海上保安庁水路部、地質調査所及び石油公団により実施された音波探査記録の解析 | <ul style="list-style-type: none"> 後期更新世以降の活動を考慮する断層、向斜軸、背斜軸に分類 断層の活動性及び連続性については、第四紀以降に形成された地質構造に着目し、地質構造図によりIV層基底の撓曲及び褶曲軸の連続性、IV層以上に認められる撓曲部での層厚の変化及び撓曲の幅等による断層変位の累積過程等を踏まえた上で、検討 | <ul style="list-style-type: none"> 縮尺約60万分の1の地形図に示されている。 |
| 岡村(2019) | <ul style="list-style-type: none"> 産総研の総計約5万 km以上に達する日本海における反射断面 地質構造解釈の基準を一貫して、すべての反射断面の見直しと再解釈 | <ul style="list-style-type: none"> 逆断層:断層変位によって背斜構造が成長すると、背斜の前翼や後翼を覆う地層は傾動する。傾動が海底地形に現れているか、海底直下の地層まで傾斜の増加が認められれば活断層と判断し、ほぼ同じ傾斜の地層に覆われる場合には、断層活動が停止したと判断 横ずれ断層:断層に沿って縦ずれ変位を伴い、幅数 km以下の地溝状或いは背斜状の構造、フラワー構造などが認められるので、注意深く反射断面を観察することで、認定することは可能である。海底直下の地層に変位が認められる場合を活断層と判断 活断層トレース:海底地形図及び反射断面で認められた断層及び背斜の位置に基づいている。 | <ul style="list-style-type: none"> 縮尺約100万分の1の陰影図に示されている。 |
| 岡村・佐藤 (2023) | <ul style="list-style-type: none"> エアガンを音源とするシングルチャンネル及びマルチチャンネル反射法地震探査、12 kHzシングルビーム測深器(PDR)による測深、プロトン磁力計による全磁力測定及び船上重力計による重力測定 底質採取 | <ul style="list-style-type: none"> 連続する反射面を同時間面と考え、反射断面上の不整合面とそれに連続する反射面を境界として層序区分を行った。ただし、地質構造が複雑で、水深も大きいため、反射面を連続的に追跡することが困難な領域もあり、不整合だけでなく、地質構造や反射面の特徴も考慮した。 地質構造は、正断層、逆断層(第四紀以降に活動)、逆断層(第四紀以前から活動)、背斜軸(第四紀以降に活動)、向斜軸(第四紀以降に活動)、背斜軸(鮮新世以降に活動)および向斜軸(鮮新世以降に活動)に分類 | <ul style="list-style-type: none"> 縮尺20万分の1の海底地質図に示されている。 |

引用文献（添付資料B）

- 吾妻 崇, 下川浩一, 寒川 旭, 杉山雄一, 桑原拓一郎, 奥村晃史, 黒澤英樹, 信岡 大, 三輪敦志 (2003) 黒松内低地断層帯における断層活動履歴調査, 活断層・古地震研究報告, 3, pp. 1-22.
- 北海道電力 (2015) 泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書 (3号発電用原子炉施設の変更).
- 池田安隆, 今泉俊文, 東郷正美, 平川一臣, 宮内崇裕, 佐藤比呂志編 (2002) 第四紀逆断層アトラス, 東京大学出版会.
- 今泉俊文, 渡島半島活断層研究グループ (1982) 黒松内低地帯の活断層, 日本地理学会予稿集, 22, pp. 98-99.
- 今泉俊文, 宮内崇裕, 堤 浩之, 中田 高編 (2018) 活断層詳細デジタルマップ [新編], 東京大学出版会.
- 泉 紀明, 西澤あずさ, 堀内大嗣, 木戸ゆかり, 中田 高, 後藤秀昭, 渡辺満久, 鈴木康弘 (2014) 3秒グリッドDEMから作成した日本海東縁部の3D海底地形, 海洋情報部研究報告, 51, pp. 127-143.
- 活断層研究会編 (1991) 新編日本の活断層-分布図と資料, 東京大学出版会.
- Kumamoto, T., Tsukada, M., Fujita, M. (2016) Multivariate statistical analysis for seismotectonic provinces using earthquake, active fault, and crustal structure datasets, In:Kamae, K. (Ed.), Earthquakes, tsunamis and nuclear risks: Prediction and assessment beyond the Fukushima Accident. Springer Japan, Tokyo, pp. 31-41.
- 森木ひかる, 隈元 崇, 中田 高, 後藤秀昭, 泉 紀明, 西澤あずさ (2017) アナグリフ画像による日本周辺の海底地すべりの判読と分布特性の検討, 海洋情報部研究報告, 54, pp. 1-16.
- 中田 高 (2015) 詳細 DEM 画像による日本列島周辺海域の変動地形学的研究, 科学研究費助成事業研究成果報告書.
- 岡村行信 (2019) 日本海における活断層の分布と今後の課題, 地震 第2輯, 71, pp. 185-199.
- 岡村行信, 佐藤太一 (2023) 積丹半島付近海底地質図, 海洋地質図, 94, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 奥村晃史 (1983) 黒松内低地帯の活構造と地形発達, 日本地理学会予稿集, 23, pp. 30-31.
- 小野有五, 齊藤海三郎 (2019) 北海道西部, 岩内平野の地形発達史-泊原発の敷地内断層と関連して-, 活断層研究, 51, pp. 27-52.
- 渡辺満久, 鈴木康弘 (2015) 「泊原子力発電所の新規制基準適合性に関わる審査」の問題点, 科学, 85, 7, pp. 721-726.

添付資料 C 本調査による変動地形の分類

表 C-1 陸域の変動地形の分類（原子力規格委員会編，2023）

| 分類 | 山地・丘陵 | | 段丘面・扇状地等の平坦面上 | |
|----|--|--|--|--|
| | 崖・鞍部等 | 尾根・水系の屈曲 | 崖・溝状凹地 | 撓み・傾斜面 |
| LA | 新鮮な崖，鞍部等の連続の良い配列からなり，連続区間が長く，両側の地形形態が類似し，一様な高度差が認められ，かつ，延長上の段丘面に同方向の崖が認められるもの | 尾根・水系が長い区間で同方向に屈曲し，かつ， (1) 屈曲は鮮明であり，河川の規模と屈曲量との相関があるいは， (2) 閉塞丘，風隙等の特異な地形のいずれかが認められるもの | 崖，溝状凹地等の連続の良い配列からなり，方向が水系の側刻方向と異なり，延長が長く，かつ， (1) 時代の異なる複数の段丘面に連続し，古い段丘面ほど比高が大きい (2) 崖面が山地・丘陵側に向き段丘面の傾斜方向とは逆向きを示す (3) 山地・丘陵内の明瞭な崖・鞍部等に連続するのいずれかが認められるもの | a. 撓み状の形態が鮮明であり，その量が大きいもの b. 平坦面の傾斜角が大きいもの 上記 a, b のうち，量や傾斜角に累積性があり，かつ，延長が長いもの |
| LB | 崖，鞍部等の連続の良い配列からなり，連続区間が長く，両側の地形形態が類似し，一様な高度差が認められ，かつ， (1) 地形形態は鮮明であるもの あるいは， (2) 地形形態はやや不鮮明であるが，延長上の段丘面に同方向の崖が認められるもの | 尾根・水系が同方向に屈曲し，屈曲は鮮明であり，かつ， (1) 連続区間は長い，河川の規模と屈曲量との相関があるいは，閉塞丘，風隙等の特異な地形のいずれも認められないもの あるいは， (2) 連続区間は短い，河川の規模と屈曲量との相関があるいは，閉塞丘，風隙等の特異な地形が認められるもの | 崖，溝状凹地等の連続の良い配列からなり，延長は短い方向が水系の側刻方向と異なるもの，あるいは，方向が水系の側刻方向であるが延長が長いものうち， (1) 時代の異なる複数の段丘面に連続し，古い段丘面ほど比高が大きい (2) 崖面が山地・丘陵側に向き段丘面の傾斜方向とは逆向きを示す (3) 山地・丘陵内の明瞭な崖・鞍部等に連続するのいずれかが認められるもの | 上記 a, b のうち，延長は短い，量や傾斜角に累積性があり，段丘面の傾斜方向とは逆向きであるもの，あるいは，累積性は認められないが，延長の長いもの。 撓み状の形態が鮮明であり，その量が小さいが，延長が長く，傾斜方向が段丘面の傾斜方向とは逆向きのもの |
| LC | 崖，鞍部等の配列からなり，両側で一様な高度差があるが，地形形態は一部で不鮮明，不連続か，あるいは，延長上の段丘面に崖が認められないもの | 尾根・水系が同方向に屈曲し，かつ， (1) 連続区間は長い，屈曲は不鮮明であり，屈曲量も小さく，河川の規模と屈曲量との相関が認められないもの あるいは， (2) 連続区間は短い，屈曲は鮮明であり，河川の規模と屈曲量との相関が認められるもの | 崖，溝状凹地等の配列からなり，かつ， (1) 方向が水系の側刻方向とやや異なり，時代の異なる複数の段丘面に連続するが，延長が短いもの あるいは， (2) 方向が水系の側刻方向であるが，延長が長いもの | 撓み状の形態が鮮明なものうち，上記以外のもの 撓み状の形態が不鮮明であり，平坦面の傾斜角も小さいが，延長が長いもの，あるいは，延長が短い段丘面の傾斜方向とは逆向きであるもの |
| LD | 崖，鞍部等の配列からなるが，配列が断続的か，あるいは地形形態が不鮮明であり，両側の高度差が一様ではないもの | 尾根・水系が同方向に屈曲しているが，連続区間が短く，屈曲が不鮮明であり，屈曲量が小さいもの | 崖，溝状凹地等の配列からなるが，延長が短いもの | 撓み状の形態が不鮮明なもの及び平坦面の傾斜角が小さいものうち，上記以外のもの |

C-1

表 C-2 海域の地形判読に用いた基準および対象とした地形形態

| 分類 | 本調査における定義 | Goto et al. (2022) の凡例 |
|-----|--|--------------------------------|
| sLa | 撓み、細長く両側の斜面が凸状斜面の海丘、海丘や堆などにおける異常勾配 (back tilt) および海底谷中の穿入蛇行や先行谷などの断層運動による変位・変形を受けた可能性のある地形要素を伴う崖や地形境界 | active fault |
| sLb | 撓み、細長く両側の斜面が凸状斜面の海丘、海丘や堆などにおける異常勾配 (back tilt) および海底谷中の穿入蛇行や先行谷などの断層運動による変位・変形を受けた可能性のある地形要素を伴う崖や地形境界からなるが、位置が不明瞭なもの | active fault (site indistinct) |
| sLc | 断層運動による変位・変形を受けたと可能性のある崖や地形境界からなるが、他の原因によってリニアメントが形成された疑いがあるいは地形が不明瞭なため成因の識別が困難なもの | presumed active fault |

引用文献 (添付資料 C)

原子力規格委員会編 (2023) 原子力発電所耐震設計技術指針, 電気技術指針原子力編 JEAG 4601-2021, 日本電気協会.

Goto, H., Moriki, H., Kumamoto, T., Nakata, T. (2022) Revealing the distribution of active submarine faults off the coast of Oga Peninsula using high-resolution stereoscopic topographic images, *Geomorphology*, 418, 108465, doi: 10.1016/j.geomorph.2022.108465.

添付資料 D 地形面对比・編年および海域層序対比表

| 地質時代 | MS | 年代 (ka) | 海成段丘面 | | | | | 河成段丘面 |
|------|-----|------------|-------------------|----------|----------|----------------------|--------|--------------|
| | | | 狩場山北岸、寿都半島、幌別山地北岸 | | | | | 黒松内 低地帯北部 |
| | | | 小池・町田編(2001) | 瀬川(1967) | 奥村(2003) | 北海道電力(2015) | 本調査 | |
| 第四紀 | 完新世 | 1 | mT1 | | | | | Lf3面 |
| | | 2 | | | | | | Lf2面 |
| | | 3 | | | | | | Lf1面 |
| | | 4 | | | | | | |
| | | 5a | | 矢追段丘 | M3面 | | Mm3面 | M2面 |
| | | 5b | | | | | | |
| | 5c | 100 | mT5c | 年代データなし | M2面 | Toya-r ¹⁾ | Mm2段丘面 | Mm2面 |
| | 5d | | | | | Toya ²⁾ | Toya | M面(Toya) |
| | 5e | 120 | mT5e | | 寿都段丘 ■ ※ | M1面 | Mm1段丘面 | Mm1面 |
| | 6 | | | | | | | Mf1面 |
| | 7 | 240 | mT7 | 本目段丘 | H2面 | | Hm3段丘面 | Hm3面 |
| | 8 | | | | | | | H面 |
| 9 | 320 | | | | Hm2段丘面 | Hm2面 | | |
| | | | | | | Hm1面 | | |
| | | | | | | Hm1段丘面 | | |
| | | | | | | H0段丘面群 | | |

図 D-1 文献調査対象地区とその周辺地域の地形面の対比・編年 (1/2)

現在と似た温暖な気候環境の大型植物化石 (■) と花粉 (※)。1) M2 面構成層中に含まれる多量の洞爺火砕流水成二次堆積物。2) M1 面を覆う土壌に含まれる洞爺火山灰。

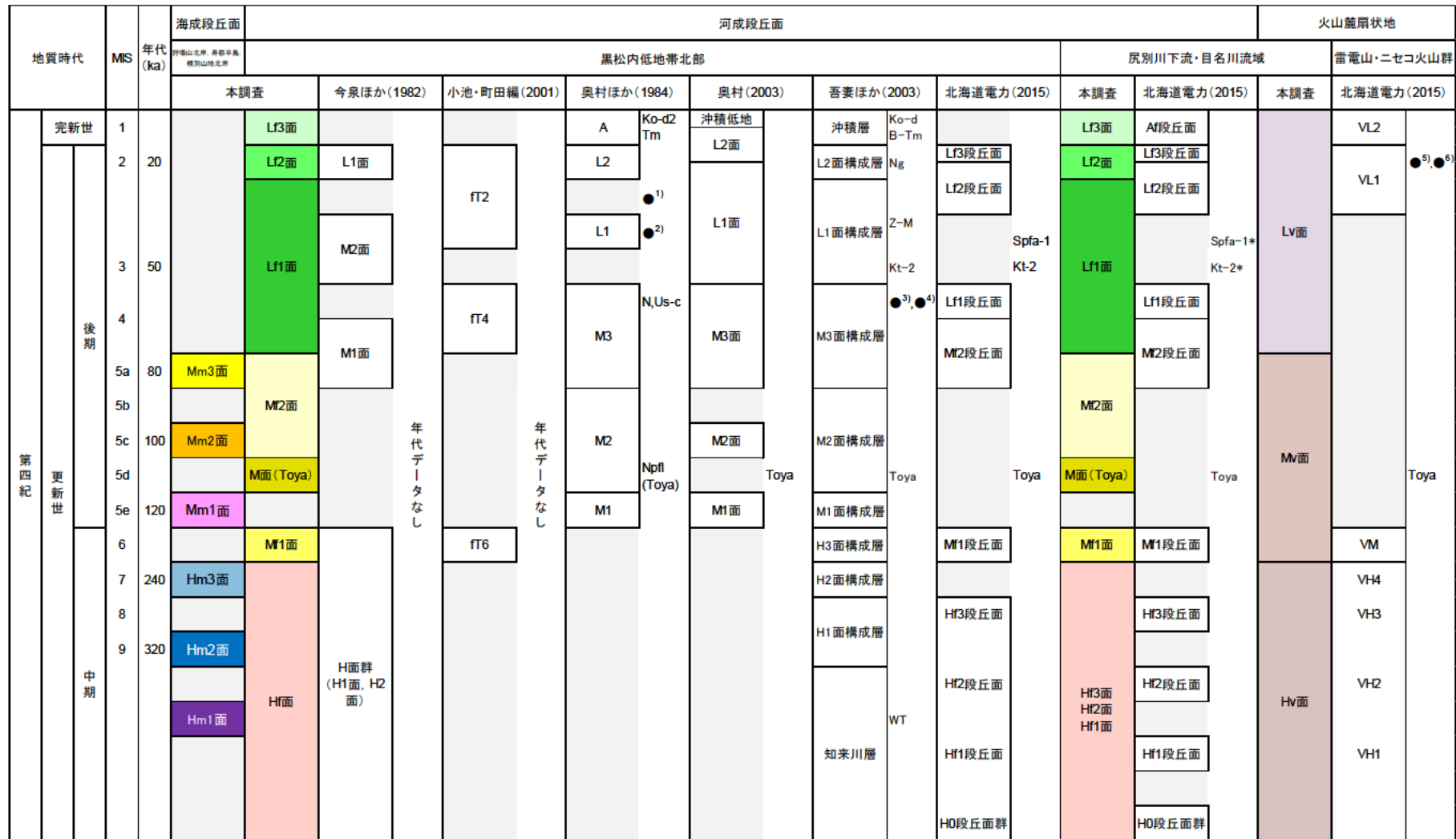


図 D-1 文献調査対象地区とその周辺地域の地形面の対比・編年 (2/2)

●¹⁾: ¹⁴C年代値; 約 26,000 y.B.P., ●²⁾: ¹⁴C年代値; >37,000 y.B.P., ●³⁾: ¹⁴C年代値; 43,700±290 y.B.P., ●⁴⁾: ¹⁴C年代値; 48,260±630 y.B.P., ●⁵⁾: ¹⁴C年代値; 21,980±90 y.B.P., ●⁶⁾: ¹⁴C年代値; 23,210±110 y.B.P. 図中の今泉ほか(1982)は, 今泉・渡島半島活断層研究グループ(1982)を表す。

表 D-1 文献調査対象地区とその周辺地域の海域層序対比表

| 地質年代 | 本説明書 | 北海道電力 (2016) | 海上保安庁水路部 (1995) 寿都 | | 岡村・佐藤 (2023) 積丹半島付近 | |
|-------|------|--------------|-----------------------|-------------------|------------------------|-----|
| | | | 堆積岩類 | 火成岩類 | 堆積岩 | 火山岩 |
| 第四紀 | 完新世 | I | I _s | VII _s | Q | Vp |
| | 後期 | II | II _s | | | |
| | | III | III _s | | | |
| | 更新世 | III | IV _s | | | |
| | 前期 | IV | V _s | | | |
| 第三紀 | 鮮新世 | V | VI _s | VIII _s | P2 | Vm |
| | | VI | | | P1 | |
| | 中新世 | VI | VII | Bs | | |
| | | | | | 前期 | |
| 古第三紀 | VII | VII | | | | |
| 先古第三紀 | | | | | | |

~~~~~: 不整合

## 引用文献（添付資料D）

- 吾妻 崇, 下川浩一, 寒川 旭, 杉山雄一, 桑原拓一郎, 奥村晃史, 黒澤英樹, 信岡 大, 三輪敦志 (2003) 黒松内低地断層帯における断層活動履歴調査, 活断層・古地震研究報告, 3, pp. 1-22.
- 北海道電力 (2015) 泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書 (3号発電用原子炉施設の変更).
- 北海道電力 (2016) 第404回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合 (2016年9月30日開催).
- 今泉俊文, 渡島半島活断層研究グループ (1982) 黒松内低地帯の活断層, 日本地理学会予稿集, 22, pp. 98-99.
- 海上保安庁水路部 (1995) 沿岸の海の基本図 (5万分の1) 寿都, 海図, 第6325号<sup>1-5</sup>.
- 小池一之, 町田 洋編 (2001) 日本の海成段丘アトラス, 東京大学出版会.
- 岡村行信, 佐藤太一 (2023) 積丹半島付近海底地質図, 海洋地質図, 94, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 奥村晃史, 八木浩司, 寒川 旭 (1984) 黒松内低地帯の後期更新世段丘に関する年代資料, 第四紀研究, 23, 3, pp. 209-212.
- 奥村晃史 (2003) 黒松内低地帯一半島を分断する凹地帯, 小疇 尚, 野上道男, 小野有五, 平川一臣編「日本の地形2 北海道」東京大学出版会, pp.288-292.
- 瀬川秀良 (1967) 北海道寿都地方の海岸段丘, 東北地理, 19, 1, pp. 10-14.

## 添付資料 E 本調査の地形判読などによる河成段丘の詳細

### ○ 調査方法

黒松内低地断層帯に属する黒松内低地帯北部に分布する河成段丘面と、尻別川断層帯に属する尻別川下流域および目名川流域に分布する河成段丘面と、火山麓扇状地を対象とした地形判読を実施した。地形判読に当たっては、河成段丘と火山麓扇状地の判読漏れや誤判読の発生可能性を低減するために、河成段丘面と火山麓扇状地以外の地形種（例えば、小起伏面、山麓堆積地形、地すべり・崩壊地形、砂丘・沿岸州）についても判読対象とした。地形面と地形種の同定は、縮尺 50,000～25,000 分の 1 の空中写真（1960～1970 年代に国土地理院撮影）の実体視判読に加え、地理院タイトルの赤色立体地図にあらわれる地形のテクスチャーの違いに基づいて行った。基図には、国土地理院発行の縮尺 25,000 分の 1 地形図を用いた。地形面と地形種の判読基準については、説明書「隆起・侵食」の添付資料 B に示す。

河成段丘面と火山麓扇状地の形成年代については、(1) 段丘面の分布高度・連続性・開析度合い、(2) 説明書「隆起・侵食」において区分・編年を示した海成段丘面との地形層序的關係、(3) 文献により得られた年代資料、(4) 洞爺火砕流堆積物（109±ca.3 ka；東宮・宮城，2020）の堆積面または年代が推定された段丘面との高度關係に基づいて推定した。

### ○ 黒松内低地帯北部

#### ・ 段丘面の分布と特徴

本地域に分布する河成段丘面の多くは、朱太川に流下する支谷の出口付近に発達する扇状地を起源とする。これらの河成段丘面を、低位面（Lf1～Lf3 面）、中位面（Mf1、Mf2 面）、高位面（Hf 面）に区分した（図 E-1）。低位面は現河床沿いに連続的に分布しており、段丘面の開析がほとんど進んでいないもの、中位面は低位面に比べると分布が断続的であり、段丘面の開析が進んだもの、高位面は分布が断片的であり、尾根状のわずかな平坦面を残すものである。また、熱郭川沿いには河成段丘面だけでなく、洞爺火砕流堆積物の堆積面が残されている（例えば、久保ほか，1983；山岸，1984；奥村，2003；北海道電力，2015；Goto et al., 2018）。本調査では、この堆積面を M 面と仮称する。

以下に各段丘面の分布と特徴について述べる。

**Hf 面：**月越山脈の南東麓、白炭川や下白炭川が形成する離水扇状地の扇端部、熱郭川に流下する支谷の標高 90～110 m 付近に分布する。現河床からの比高は 20～70 m 程度である。段丘面は開析が進んでおり、その外縁部が丸みを帯びた尾根状の地形として認められる。Hf 面は、分布高度の違いによりさらに細分化することが可能であるが、本調査では一括で扱うこととする。

**M 面：**久保ほか（1983）、山岸（1984）、奥村（2003）、北海道電力（2015）および Goto et al., (2018) から洞爺火砕流堆積物の堆積面と考えられる地形である。熱郭川沿いの標高 50～70 m 付近において、河谷を埋めるように発達する小規模な起伏を伴う地形面として認められる。現河床からの比高は 20～30 m 程度である。

**Mf1 面：**寿都低地よりも上流の標高 50～200 m 付近に分布する。現河床からの比高は 10～50 m 程度である。段丘面の開析は進んでいるが、比較的広い平坦面が残されている。例えば、朱太川に流下する支谷の出口付近に発達する Mf1 面は、残された平坦面の形状から扇状地起源であることが認識できる程度に平坦面が残されている。熱郭川と朱太川との出会い付近に発達するものは、M 面



よりも分布標高が高い。

Mf2 面：寿都低地よりも上流，黒松内低地帯北部の西側の標高 30～80 m 付近に分布する。現河床からの比高はおおよそ 10～30 m 程度である。Mf1 面よりも，段丘面が広く残されている。扇端部は M 面よりも分布標高が低い。

Lf1 面：月越山脈の南東麓，幌別山地西麓の，標高 20～140 m 付近に分布し，現河床からの比高は 5～20 m 程度である。その多くが，朱太川に流下する支谷の離水扇状地面と考えられる。段丘面の開析は進んでおらず，広い平坦面が残されている。

Lf2 面：月越山脈の南東麓，幌別山地西麓，朱太川，添別川，黒松内川沿いの標高 10～45 m 付近に分布し，現河床からの比高は数～10 m 程度である。その形状から，扇状地および蛇行原または氾濫原起源と考えられ，朱太川と白炭川の合流点より上流部では，低位面の中で最も発達の良い段丘面である。奥村ほか (1984) が述べるように，寿都湾に面したものの末端は海食崖に切られている。段丘面の開析は進んでいない。

Lf3 面：朱太川・添別川・黒松内川・熱郛川沿いの標高は 20～30 m 付近に断片的に分布する。現河床からの比高は数～10 m 程度である。その多くは蛇行原または氾濫原起源と考えられる。段丘面の開析は進んでいない。

#### ・ 段丘面の形成年代

本調査による段丘面区分と文献との対応について図 E-3 に示す。各段丘面の推定形成年代について以下に述べる。

Mf1 面は，熱郛川沿いにおいて M 面 (洞爺火砕流の堆積面) よりも高位に位置していることから，洞爺火砕流の流下 (109±ca.3 ka；東宮・宮城，2020) 以前に形成された河成段丘面であると考えられる。さらに，Mf1 面は，比較的広い段丘面を発達させていることから (図 E-1)，本調査では，この段丘面が，一つ前の氷期 (MIS 6) に形成されたものであると推定した (図 E-3)。

Lf1 面およびLf2 面は，MIS 5e と MIS 5c に対比される海成段丘面が発達する寿都低地において，MIS 5e と MIS 5c の旧汀線アングルに対応する高度に海食崖の発達がみられない (図 E-1) ため，Lf2 面の末端の海食は，完新世 (MIS 1) に受けたものと推定される。このことから，Lf1 面とLf2 面は，MIS 5c 以降，MIS 1 以前に形成された河成段丘面であると考えられる。文献で得られた<sup>14</sup>C年代値を参照すると，Lf1 面を構成すると考えられる礫層の上位に堆積した泥炭層の泥炭と木片から約 43,000～49,000 y.B.P (図 E-1；吾妻ほか，2003) という年代値が，同じくLf1 面を構成すると考えられる砂礫層に挟在するシルト層中の木片から>37,000 y.B.P (スケールアウト) (図 E-1；奥村ほか，1984) という年代値が，Lf2 面を構成すると考えられる砂礫層の下位のシルト層中の木片から約 26,000 y.B.P の年代値 (図 E-1；奥村ほか，1984) が，それぞれ得られている。これらの点から，本調査では，Lf1 面が最終氷期前半，Lf2 面が最終氷期後半 (MIS 2) にそれぞれ形成された河成段丘面であると推定した (図 E-3)。

上記以外の河成段丘面 (Hf 面，Mf2 面，Lf3 面) について，年代が推定された段丘面との高低関係から判断すると，Hf 面が MIS 6 以前，Mf2 面が洞爺火砕流堆積物の流下以降最終氷期以前，Lf3 面が MIS1 (完新世) に形成された河成段丘面であると考えられる (図 E-1)。

## ○ 尻別川下流および目名川流域

### ・ 段丘面の分布と特徴

本地域に分布する河成段丘面を低位面 (Lf1～Lf3 面), 中位面 (Mf1, Mf2 面), 高位面 (Hf1～Hf3 面) に区分した。低位面は現河床沿いに連続的に分布しており, 段丘面の開析がほとんど進んでいないもの, 中位面は低位面に比べると分布が断続的であり, 段丘面の開析が進んだもの, 高位面は中位面よりも分布が断片的になり, 尾根状の地形面として認識されるものである。

ニセコ・雷電火山群から尻別川に向かって発達する火山麓扇状地面についても河成段丘面と同様に低位面 (Lv 面), 中位面 (Mv 面), 高位面 (Hv 面) に区分した。低位面は現河床沿いに連続的に分布しており, 段丘面の開析がほとんど進んでいないもの, 中位面は低位面に比べると分布が断続的であり, 段丘面の開析が進んだもの, 高位面は中位面よりも分布が断片的となり尾根状に発達するものである。

本地域には, これらの段丘面に加えて, 洞爺火砕流堆積物の堆積面が残されている (例えば, 山岸, 1984; 北海道電力, 2015)。本調査では, この堆積面を M 面と仮称する。

以下に各段丘面の分布と特徴について述べる。

**Hf1 面** : 賀老山山地北西麓の標高 200～300 m 付近に分布する。現河床からの比高は 40～80 m 程度である。段丘面の開析が顕著に進んだ尾根上の地形として認識される。

**Hf2 面** : 幌別山地東麓, 賀老山山地北西麓の標高 50～200 m 付近に分布する。尻別川や目名川に流下する支谷の扇状地起源と考えられ, 現河床からの比高は 10～50 m 程度である。一般に段丘面の開析は進んでいるが, 目名川に流下する貝殻沢川～チリベツ川付近の Hf2 面には, 扇状地起源であることが認識できる程度に平坦面が広く残されている。

**Hf3 面** : 幌別山地東麓, 賀老山山地北西麓の標高は 50～300 m 付近, 尻別川や目名川に流下する支谷の扇状地起源と考えられ, 現河床からの比高は 10～35 m 程度である。段丘面の開析は進んでいるが, 全体的に Hf2 面よりも広く平坦面が残されている。

**M 面** : 山岸 (1984) および北海道電力 (2015) から洞爺火砕流堆積物の堆積面と考えられる地形である。尻別川と目名川沿いの標高 30～100 m 付近において, 現河床からの比高は 20～45 m 程度の小規模な起伏を伴う地形面として, 断片的に分布が認められる。

**Mf1 面** : 幌別山地東麓のツバメの沢川周辺に発達する離水扇状地面であり, 標高は 50～250 m 付近に分布する。現河床からの比高は 10～30 m 程度である。段丘面の開析は進んでいるが, 比較的広い平坦面が残されている。

**Mf2 面** : 尻別川および目名川沿いの標高 10～50 m 付近に断片的に分布する。現河床からの比高は 5～30 m 程度であり, 洞爺火砕流堆積物の堆積面である M 面よりも低位に位置する。段丘面の開析は, あまり進んでいない。

**Lf1 面** : 尻別川と目名川の合流点より上流部, 標高 80～100 m 付近に断片的に分布する。現河床からの比高は数～20 m 程度である。段丘面の開析は進んでおらず, 平坦面を良く残す。

**Lf2 面** : 尻別川と目名川の合流点より上流部, 標高 20～120 m 付近に断片的に分布する。低位面の中で最も広く発達する段丘面であり, 目名川に流下する支流沿いにも分布が認められる。現河床からの比高は数 m～15 m 程度である。Lf1 面と同様, 段丘面の開析は進んでおらず, 平坦面を良く残す。

**Lf3 面** : 賀老山山地北西麓に発達する扇状地面である。標高 50～130 m 付近に位置し, 現河床からの比高はおおよそ数 m～5 m 程度である。段丘面の開析は全く進んでいない。

Hv 面：標高 150～350 m 付近に発達する，現河床からの比高 10～55 m 程度の段丘面である。段丘面の開析は進んでおり，平坦面は Hf2 面と同程度残っている。

Mv 面：標高 30～300 m 付近に発達する，現河床からの比高 10～40 m 程度の段丘面である。段丘面の開析は進んでおり，平坦面は Mf1 面と同程度残っている。

Lv 面：標高 15～300 m 付近に発達する，現河床からの比高数～30 m 程度の段丘面である。洞爺火砕流堆積物の堆積物である M 面を切るようにして発達する。段丘面の開析は進んでおらず，広い平坦面が残されている。

#### ・ 段丘面の形成年代

本調査による段丘面区分と文献との対応について図 E-3 に示す。各段丘面の推定形成年代について以下に述べる。

北海道電力（2015）を参照すると，Hf3 面と Mf1 面を構成する段丘礫層の被覆層中には Toya が確認されている（図 E-2）。このことから，Hf3 面と Mf1 面，ともに Toya 降灰前に形成された段丘面であると推定される。これら两段丘面のうち，Mf1 面は，広い段丘面を発達させていることから，本調査では，Mf1 面が Toya 降灰の 1 つ前の氷期（MIS 6）に形成されたものであると推定した（図 E-3）。したがって，Hf3 面およびそれより高位に位置する Hf2 面，Hf1 面は MIS 6 以前に形成された河成段丘面であると考えられる（図 E-3）。

Lf1～Lf3 面については，いずれも段丘面の開析が進んでおらず広い平坦面を残していることから，最終氷期以降に形成された河成段丘面であると考えられる。本調査では，これらの段丘面のうち，最も広く発達する Lf2 面が最終氷期後半の MIS 2 面に形成された河成段丘面であると推定した（図 E-3）。この推定に基づけば，Lf1 面は最終氷期の前半，Lf3 面は MIS 1（完新世）に形成された河成段丘面であると考えられる（図 E-3）。

Mf2 面については，洞爺火砕流の堆積面である M 面よりも低位に位置し，Lf1 面よりも高位に位置する。このことから，Mf2 面は，洞爺火砕流の流下以降，最終氷期以前に形成された河成段丘面であると考えられる（図 E-3）

火山麓扇状地面である Lv 面は，洞爺火砕流の堆積面である M 面を切って発達していること，Lf1～Lf3 面と同様に段丘面の開析が進んでいないことから，最終氷期以降に形成された火山麓扇状地面であると考えられる（図 E-3）。一方，Mv 面と Hv 面については，段丘面の開析度合いが，それぞれ Mf1～Mf2 面と Hf2 面と同程度である。このことから，本調査では Mv 面は MIS 6 から最終氷期（MIS 6～5）に，Hv 面は MIS 6 以前に形成されたものと推定した（図 E-3）。

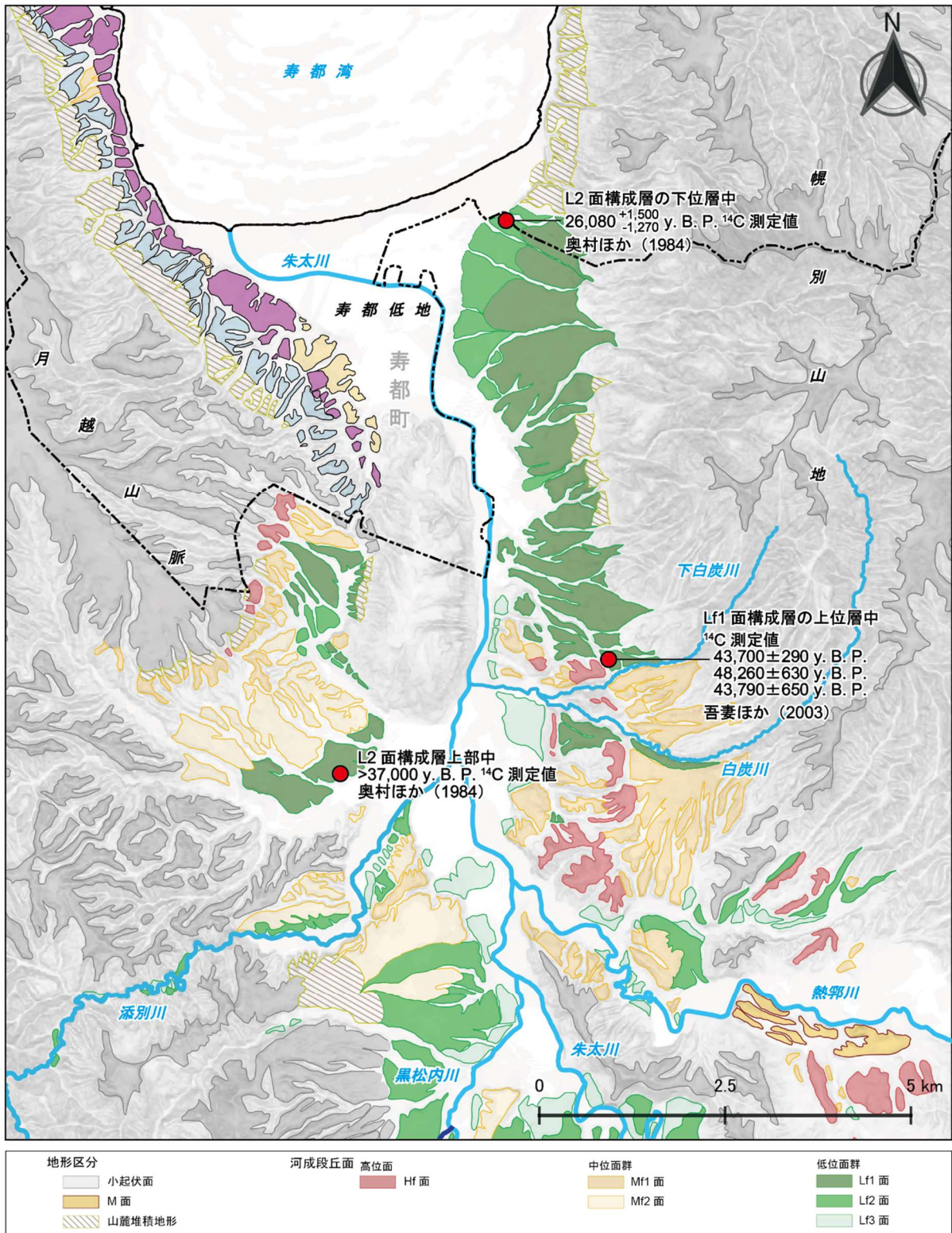


図 E-1 黒松内低地帯北部における主な地形面の分布

基図の元データには、陸域は国土地理院数値標高データを使用、海域は日本水路協会発行 M7000 シリーズを使用（（一財）日本水路協会承認第 2021006 号）。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町の行政界（二点鎖線）は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

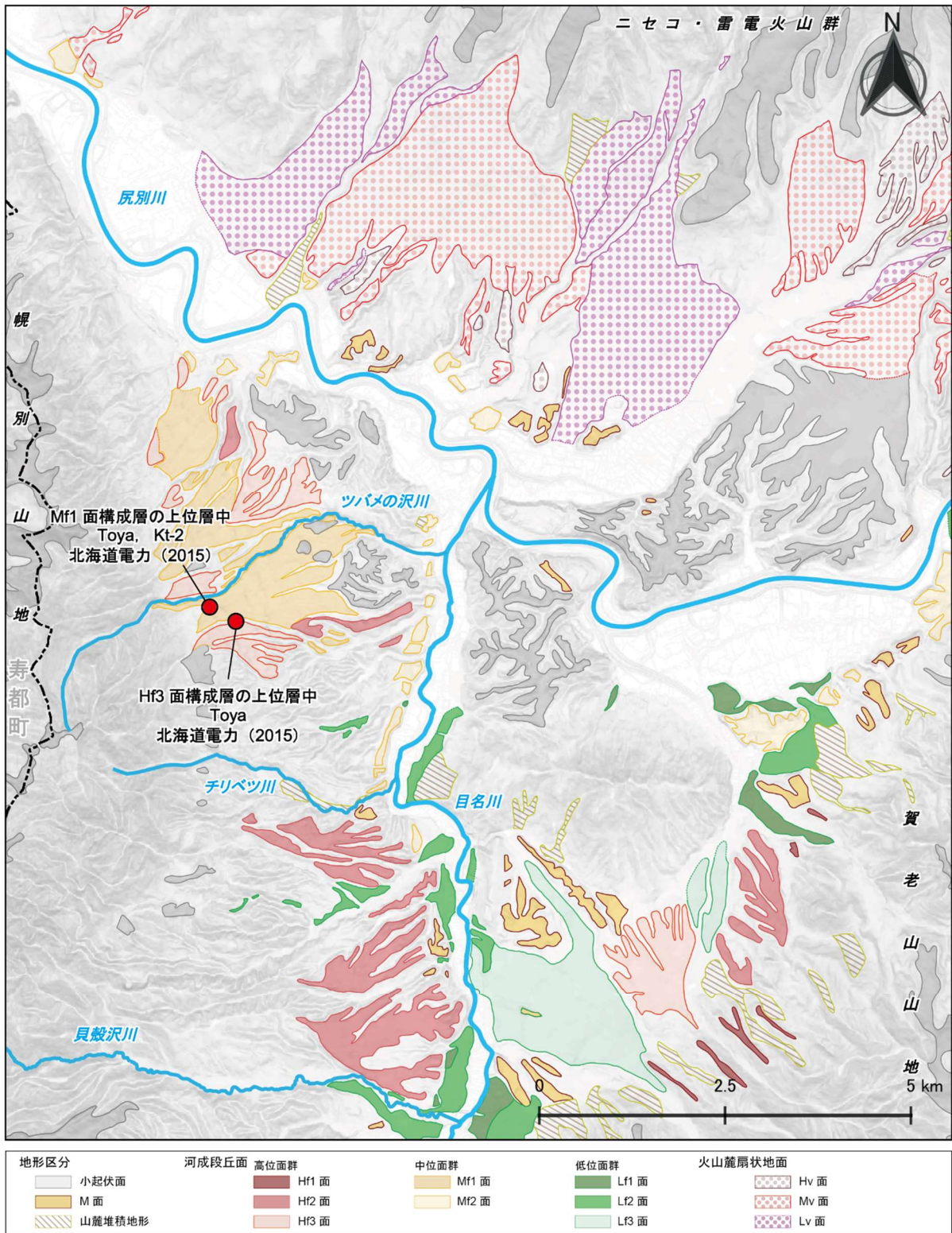


図 E-2 尻別川および目名川流域の主な地形面の分布

基図の元データには、国土地理院数値標高データを使用。寿都町の行政界（二点鎖線）は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

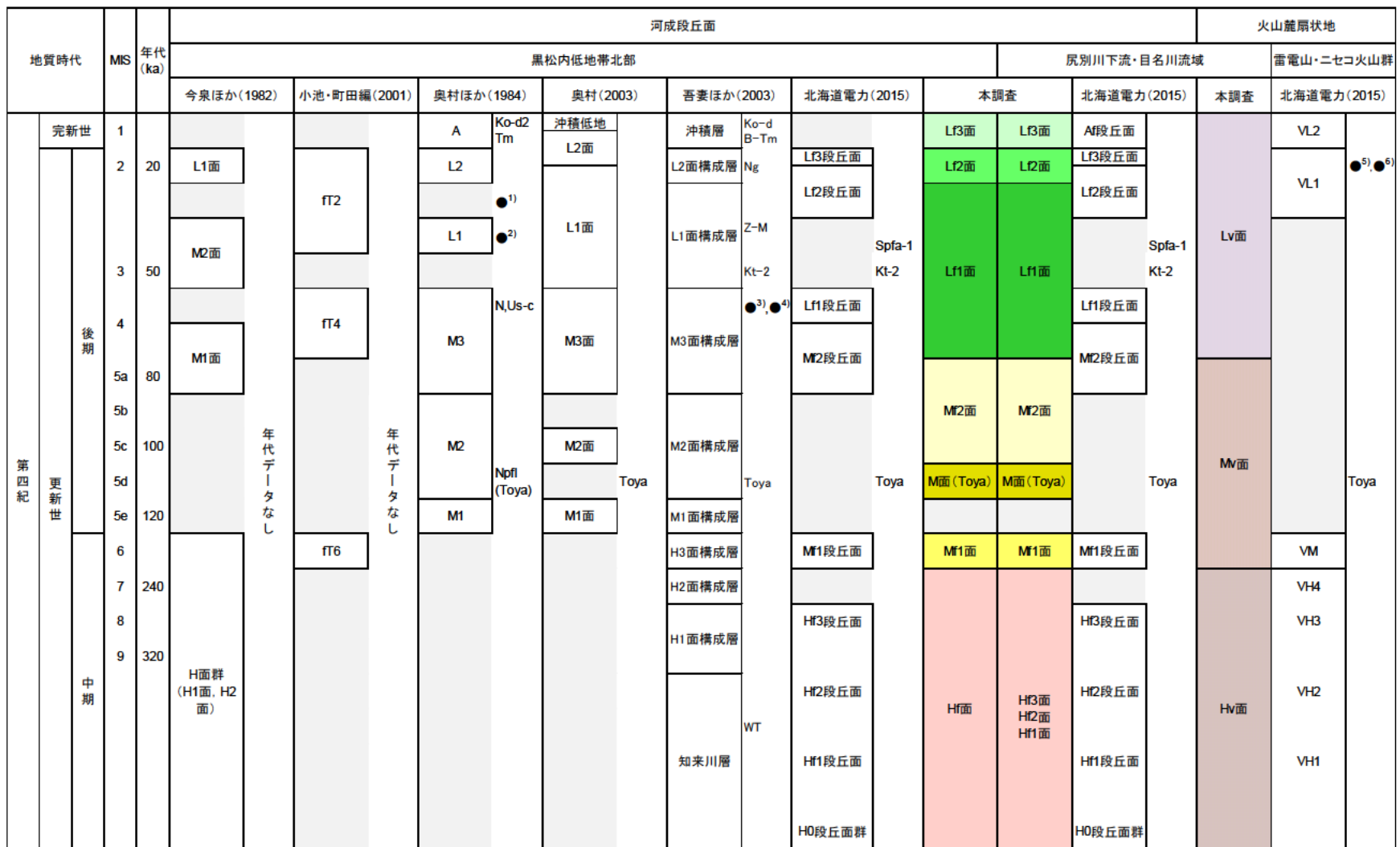


図 E-3 黒松内低地帯北部および尻別川下流・目名川流域における河成段丘面および火山麓扇状地の対比・編年

- <sup>1)</sup>: <sup>14</sup>C年代値: 26,080(+1,500, -1,270) y.B.P.
  - <sup>2)</sup>: <sup>14</sup>C年代値: >37,000 y.B.P.
  - <sup>3)</sup>: <sup>14</sup>C年代値: 43,700±290 y.B.P.
  - <sup>4)</sup>: <sup>14</sup>C年代値: 48,260±630 y.B.P.
  - <sup>5)</sup>: <sup>14</sup>C年代値: 21,980±90 y.B.P.
  - <sup>6)</sup>: <sup>14</sup>C年代値: 23,210±110 y.B.P.
- 図中の今泉ほか(1982)は、今泉・渡島半島活断層研究グループ(1982)を表す。

## 引用文献（添付資料E）

- 吾妻 崇, 下川浩一, 寒川 旭, 杉山雄一, 桑原拓一郎, 奥村晃史, 黒澤英樹, 信岡 大, 三輪敦志 (2003) 黒松内低地断層帯における断層活動履歴調査, 活断層・古地震研究報告, 3, pp. 1-22.
- Goto, Y., Suzuki, K., Shinya, T., Yamauchi, A., Miyoshi, M., Danhara, T., Tomiya, A. (2018) Stratigraphy and Lithofacies of the Toya Ignimbrite in Southwestern Hokkaido, Japan: Insights into the Caldera-forming Eruption at Toya Caldera, Journal of Geography (Chigaku Zasshi), 127, 2, pp. 191-227.
- 北海道電力 (2015) 泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書 (3号発電用原子炉施設の変更) .
- 今泉俊文, 渡島半島活断層研究グループ (1982) 黒松内低地帯の活断層, 日本地理学会予稿集, 22, pp. 98-99.
- 国土地理院: 地理院タイル, <http://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>, 2023年11月30日閲覧.
- 国土交通省: 国土数値情報 (行政区域データ), <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>, 2023年8月18日閲覧.
- 国土交通省: 国土数値情報 (海岸線データ), <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>, 2023年8月18日閲覧.
- 久保和也, 石田正夫, 成田英吉 (1983) 長万部地域の地質, 地域地質研究報告 (5万分の1図幅), 札幌 (4) 第48号, 地質調査所.
- 町田 洋, 新井房夫 (2003) 新編 火山灰アトラス 日本列島とその周辺, 東京大学出版会.
- 日本水路協会 (2008) 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ M7009 Ver.2.0 北海道西部.
- 奥村晃史, 八木浩司, 寒川 旭 (1984) 黒松内低地帯の後期更新世段丘に関する年代資料, 第四紀研究, 23, 3, pp. 209-212.
- 奥村晃史 (2003) 黒松内低地帯一半島を分断する凹地帯, 小疇 尚, 野上道男, 小野有五, 平川一臣編: 日本の地形2 北海道, 東京大学出版会, pp.288-292.
- 東宮昭彦, 宮城磯治 (2020) 洞爺噴火の年代値, 火山, 65, 1, pp. 13-18.
- 山岸宏光 (1984) 5万分の1地質図幅「歌棄」及び説明書, 5万分の1地質図, 札幌-第37号, 北海道立地下資源調査所.

## 添付資料 F 基準（ウ）の評価に関連する補足情報

説明書本文中において、基準（ウ）の地表における延長がおおむね 10 km 以上の断層の断層面について、明らかまたは可能性が高い以外の評価となった断層が存在する。これらの断層については、基準に照らした評価（1.3.3）に沿って、存在の確実性、延長および最終処分を行おうとする地層における分布を本文中で評価していない。本添付資料では、これらに加え、地質構造などのその他の情報（構造発達、変位の向き、累積変位量および断層コアなど）を補足情報として示す。

断層や地質構造に関する情報について図 F-1 に示す。本添付資料では、個別の断層ごとに情報を整理しており、文献調査対象地区およびその周辺地域に関する全体的な地質構造に関する情報については、本説明書 4.4.2 または説明書「地形、地質・地質構造」に記載している。

また、地質構造などのその他の情報として、累積変位量を読み取っている場合がある。文献調査対象地区が位置する北海道南西部から日本海東縁変動帯にかけての地形・地質構造は、南北方向と北西－南東方向のもの組み合わせからなり、東北日本弧の脊梁山脈およびその西方の北への延長部とみなされている（岡，1997，1999）。そのため、文献調査対象地区およびその周辺地域は、インバージョン・テクトニクス（例えば、岡村ほか，1992；Sato，1994）の影響が考えられる。この場合、正断層の変位量を逆断層の変位量が打ち消している可能性が考えられるので、累積変位量の読み取り値の解釈には留意が必要である。



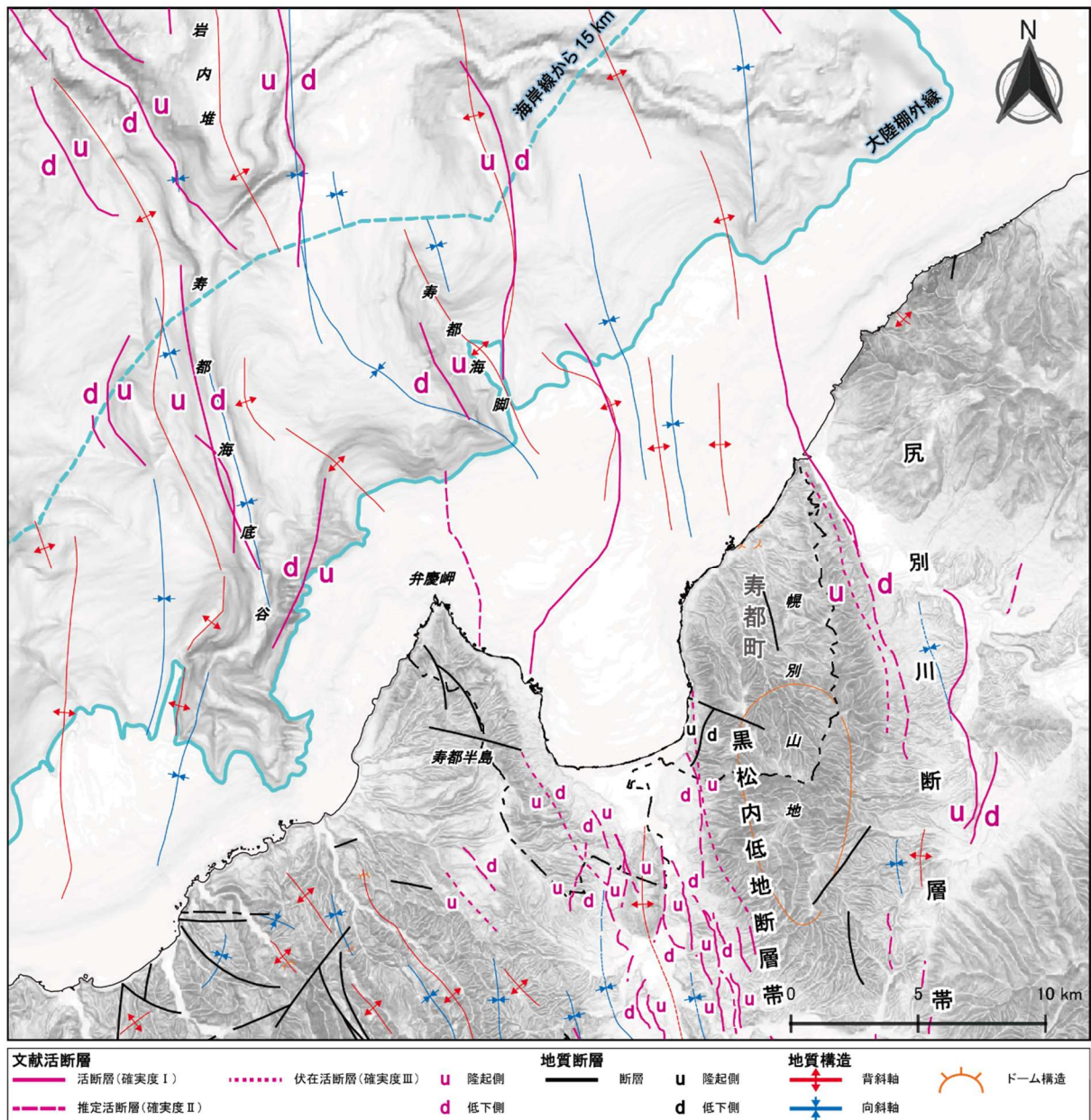


図 F-1 文献調査対象地区およびその周辺地域の地質構造

本図は各文献で同様の断層および構造を示していると考えられるものを単純化して示している。変位の向き（隆起側および低下側）については、文献などの情報を解釈して示している。陸域は、活断層については活断層研究会編（1991）、池田ほか編（2002）、中田（2015）、北海道電力（2015a）および今泉ほか編（2018）を、地質断層と地質構造については5万分の1地質図幅（鈴木ほか、1981；山岸ほか、1976；山岸、1984）を参照。海域は、活断層研究会編（1991）、海上保安庁水路部（1995）、泉ほか（2014）、北海道電力（2015a）、中田（2015）、渡辺・鈴木（2015）、小野・斉藤（2019）および岡村・佐藤（2023）を参照。基図の元データには、陸域は国土地理院数値標高データを使用、海域は日本水路協会発行M7000シリーズを使用（（一財）日本水路協会承認第2021006号）。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町の行政区界（二点鎖線）は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

- ◎ 活断層（陸域）
- 樽岸リニアメント
- ・ 地表における延長

本リニアメントの地表における延長は長さ約 3.2～7.1 km である（4.1.1 (1) 参照）。

- ・ 存在の確実性および最終処分を行おうとする地層における分布

変動地形学的調査で本リニアメントが示されている（奥村，1983；活断層研究会編，1991；Kumamoto et al., 2016）が，北海道電力（2015a）は，本リニアメント南部で実施した地表地質踏査により，断層の存在を示唆するような破碎帯および地層の不連続が認められないことから，本リニアメントは断層ではなく異なる岩質境界にあたり，両者の侵食に対する抵抗力の違いに起因する組織地形であると判断している。また，本リニアメントを横断する地質断面図でも，地下の分布は示されていない（図 F-2）。

以上より，本調査で得られた情報では，本リニアメントは断層としては存在しないと考えられる。

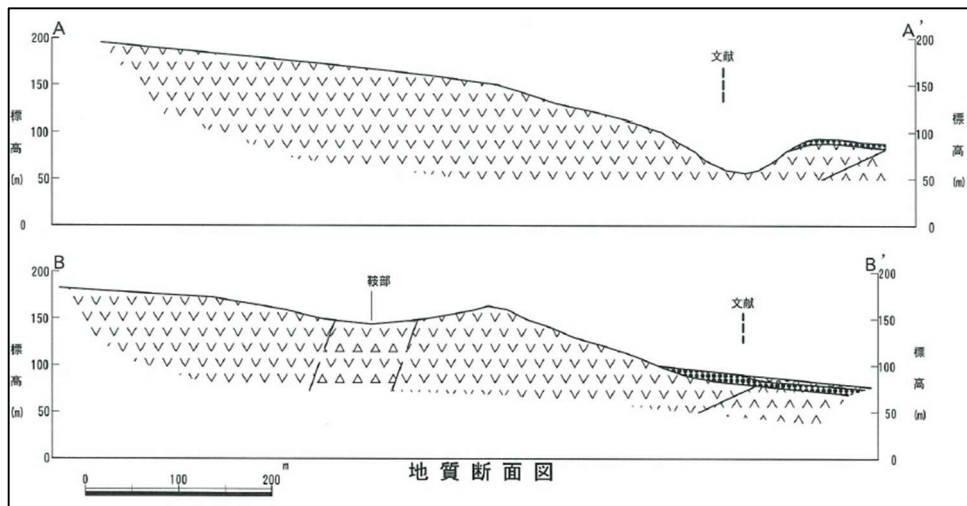


図 F-2 樽岸リニアメント付近の地質断面図（北海道電力，2015a）

北海道電力（2015a）の地質断面図を一部抜粋。断面図の位置の詳細および地層・岩体の凡例は北海道電力（2015a）を参照。

- ・ 地質構造などのその他の情報

変動地形学的調査において，活断層研究会編（1991）は，西側隆起で変位基準が山地斜面とされている。累積変位量などは不明である。

- 五十嵐川断層
- ・ 地表における延長

本断層の地表における延長は長さ約 1.5～2.7 km である（4.1.1 (2) 参照）。

- ・ 存在の確実性および最終処分を行おうとする地層における分布

変動地形学的調査で本断層が示されている（活断層研究会編，1991；北海道電力，2015a；本調査

の地形判読結果)が、地層の変位・変形を直接確認するための地質調査や地球物理学的調査の情報が確認されない。そのため、断層として存在する可能性および最終処分を行おうとする地層における分布は不明である。

・ 地質構造などのその他の情報

変動地形学的調査において、活断層研究会編(1991)は、山地斜面を変位基準とした上下成分の断層変位が10mで東側隆起としている。北海道電力(2015a)も同様に東側隆起として示している。

○ 湯別・丸山西側付近の断層

・ 地表における延長

本断層の地表における延長は長さ約3.4~4.9kmである(4.1.1(3)参照)。

・ 存在の確実性および最終処分を行おうとする地層における分布

変動地形学的調査で本断層が示されている(池田ほか編, 2002; 北海道電力, 2015a; 今泉ほか編, 2018; 本調査の地形判読結果)が、地層の変位・変形を直接確認するための地質調査や地球物理学的調査の情報が確認されない。そのため、断層として存在する確実性は不明である。

一方、本調査の推定地質断面図(C-C'断面:説明書「地形、地質・地質構造」)では、丸山丘陵にみられる背斜構造とその頂部の東への傾動、朱太川右岸地域の向斜構造および西傾斜と推定されている震源断層を説明する断層システムとして、ウェッジ・スラスト(例えば、池田ほか編, 2002など)を想定している(図F-3)。これは、本断層が逆断層と仮定すると、上記の変動地形学的調査で西側隆起として示されていることと整合する。したがって、本断層付近の地質構造を考慮すると、最終処分を行おうとする地層において、ウェッジ・スラストの形状で分布している可能性がある。

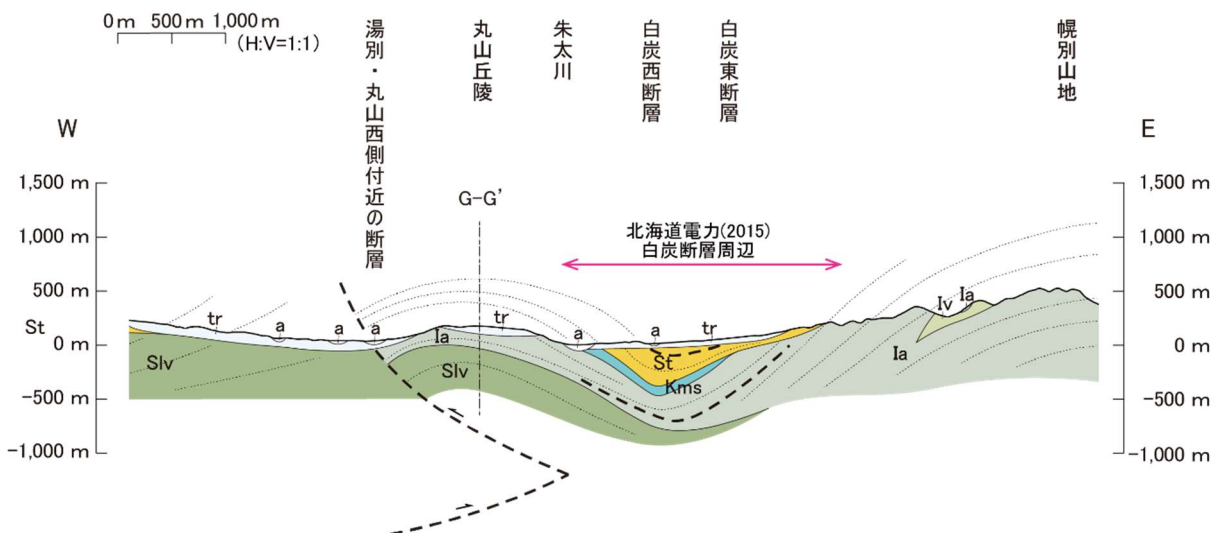


図 F-3 湯別・丸山西側付近における推定地質断面図(説明書「地形、地質・地質構造」)

Slv: 寿都層, la・lv: 磯谷層, Kms: 黒松内層, St: 瀬棚層, tr: 段丘堆積物および崖錐・地すべり堆積物, a: 沖積堆積物。説明書「地形、地質・地質構造」のC-C'推定地質断面図を一部抜粋、編集。断面図の位置は説明書「地形、地質・地質構造」を参照。

- ・ **地質構造などのその他の情報**

本調査の推定地質断面図（C-C' 断面：説明書「地形、地質・地質構造」）では、寿都層下部（Slv）に少なくとも鉛直方向に 140 m 程度の西側隆起の変位が読み取れる（図 F-3）。本断層が過去は東傾斜の正断層として活動していたが、その後東傾斜の逆断層の活動に変遷したと仮定すると、140 m 以上の変位量があった可能性も考えられる。

また、変動地形学的調査では、池田ほか編（2002）は、変位基準面である M 面（最終間氷期以降）に変位量 5 m の撓曲崖（東側隆起）を示している。

- **丸山東側付近の断層**

- ・ **地表における延長**

本断層の地表における延長は長さ約 3.7 km である（4.1.1 (4) 参照）。

- ・ **存在の確実性および最終処分を行おうとする地層における分布**

変動地形学的調査で本断層が示されている（北海道電力，2015a；今泉ほか編，2018）が、地層の変位・変形を直接確認するための地質調査や地球物理学的調査の情報が確認されない。そのため、断層として存在する確実性は不明である。

北海道電力（2015a）は、丸山丘陵と朱太川沿いに広がる沖積低地との境界を、丸山丘陵やその頂部の H0 段丘面の東方への傾動の形成に関連する断層の伏在の可能性を考慮して本断層を示している。一方、本調査の推定地質断面図では、丸山丘陵にみられる背斜構造とその頂部の東への傾動などを説明する断層システムとして、ウェッジ・スラストを想定している（図 F-3）。これに加え、丸山丘陵頂部の傾動については、丘陵の東西に白炭断層と湯別・丸山西側付近の断層が示されていること、また、池谷・林（1982）の指摘のように本地域の構造は褶曲軸に支配されている可能性を考慮すると、丸山東側付近の断層の活動以外によって形成された可能性も考えられる。したがって、最終処分を行おうとする地層において分布していない可能性がある。

- ・ **地質構造などのその他の情報**

累積変位量などは不明である。

- **歌棄リニアメント**

- ・ **地表における延長**

本リニアメントの地表における延長は長さ約 4.9～12 km である（4.1.1 (5) 参照）。

- ・ **存在の確実性および最終処分を行おうとする地層における分布**

変動地形学的調査で本リニアメントが示されている（奥村，1983；活断層研究会編，1991；今泉ほか編，2018）が、北海道電力（2015a）は、本リニアメントの中央付近で水平方向に長さ約 40 m にわたって連続する自然露頭で地質観察を行い、断層を示唆するような破碎帯や地層の不連続は認められないことを確認している。また、本リニアメントを横断する地質断面図でも、地下の分布は示されていない（図 F-4）。

以上より、本調査で得られた情報では、本リニアメントは断層としては存在しないと考えられる。

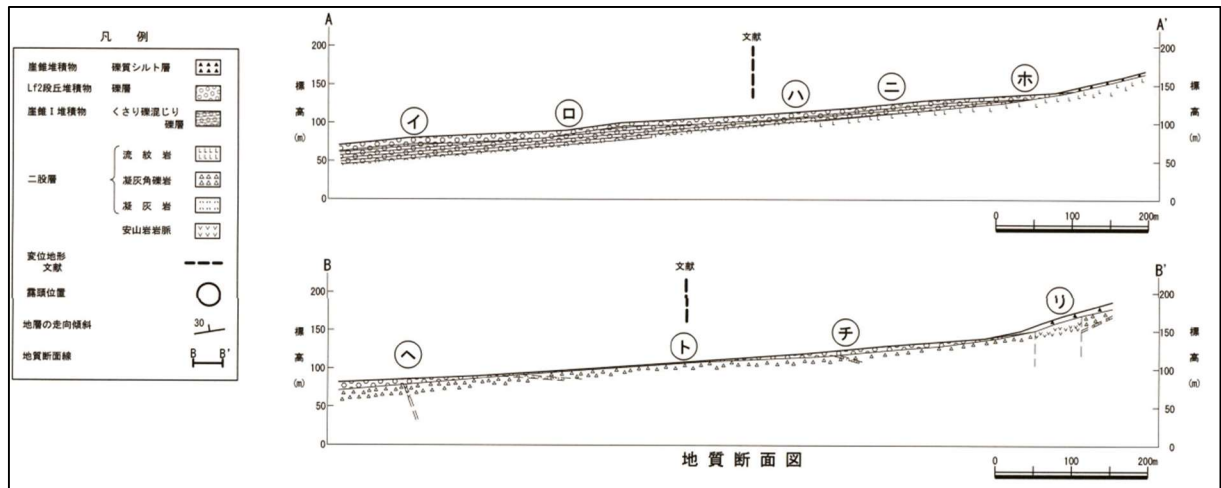


図 F-4 歌棄リニアメント付近の地質断面図（北海道電力，2015a）

北海道電力（2015a）の地質断面図を一部抜粋。断面図の位置の詳細は北海道電力（2015a）を参照。

・ 地質構造などのその他の情報

変動地形学的調査において、活断層研究会編（1991）は、東側隆起で変位基準が山地高度とされている。今泉ほか編（2018）も同様に、東側隆起として示している。累積変位量などは不明である。

○ 白炭断層

・ 地表における延長

本断層の地表における延長は長さ約 4.7～8.3 km である（4.1.1（6）参照）。

・ 存在の確実性および最終処分を行おうとする地層における分布

変動地形学的調査などで本断層が示されており（活断層研究会編，1991；山岸・木村，1981；今泉・渡島半島活断層研究グループ，1982；奥村，1983；寒川，1984；山岸，1984；池田ほか編，2002；吾妻ほか，2003，2004；奥村，2003；北海道電力，2015a；Kumamoto et al., 2016；今泉ほか編，2018），地層の変位が露頭調査（山岸・木村，1981）およびピット掘削調査（吾妻ほか，2004）により確認されている。そのため、断層として確実に存在する。

最終処分を行おうとする地層においては、反射法地震探査結果（図 4.1-10 北海道電力，2015b）では、本断層の東側では、西傾斜の断層面が示されているが、西側では、標高約 450 m 程度までの瀬棚層と黒松内層に向斜構造がみられ変動地形に対応した断層構造はみられない。この地下の向斜構造と地表の変位センスを考慮すると、本断層では黒松内層および瀬棚層における向斜構造の形成に応じて生じた層面すべり断層である可能性がある（詳細は説明書「地形、地質・地質構造」を参照）。したがって、最終処分を行おうとする地層については、本断層の東側では、西傾斜の断層が分布している可能性があり、その西側では、向斜構造の形成に応じて生じた層面すべりとして分布している可能性がある。

・ 地質構造などのその他の情報

変位量については、変動地形学的調査では、活断層研究会編（1991）（断層変位は、今泉・渡島半島活断層研究グループ，1982；変位基準は、今泉・渡島半島活断層研究グループ，1982；奥村，1983）

は、段丘面などを変位基準とした上下成分の断層変位が、H<sub>2</sub>面（15万年以上前）が>50 m、M<sub>1</sub>面（7～8万年前）が25 mおよび30～40 mならびにM<sub>2</sub>面（4～5万年前）が16 mおよび20 mとしている。池田ほか編（2002）は、変位基準面であるH面（最終間氷期以前）の変位量が30 m、M面（最終間氷期以降）が5 m、M<sub>2</sub>面（約5～2万年前）が16 mと示している。これらの変動地形学的調査結果では、いずれも西側隆起としている。今泉ほか編（2018）は、変位基準が高位面（最終間氷期以前：約15万年前以前）の断層変位量が25 mおよび35 m、中位面（最終間氷期—最終氷期：約13万年前～約3万年前）が15 mおよび3～30 mならびに低位面（最終氷期以降：約3万年前～約1万年前）が5 mの活撓曲を伴う活断層を示している。

地質調査では、断層露頭において0.15～1 mの落差（山岸・木村，1981）が、ピット掘削調査において最終氷期以降に堆積したと推定されている地層に0.2～0.3 m程度（本調査による読み取り値）の上下変位量（吾妻ほか，2004）が示されている。

地下については、反射法地震探査結果（北海道電力，2015b）を読み取ると、本断層の東側では、瀬棚層下面を上下に70 m程度、黒松内層下面を上下に100 m程度、西側隆起の逆断層として変位させている。また、西側では、本調査の推定地質断面図（C-C'断面：説明書「地形、地質・地質構造」）では、瀬棚層および黒松内層中に層面すべりを推定しているが、その変位量は不明である（図 F-3）。

上記で読み取れる上下成分に加えて、白炭断層では雁行配列（ミの字型）がみられ、山岸・木村（1981）は断層露頭で左横ずれ変位を確認していることから、縦ずれ変位だけでなく部分的に横ずれ変位を含んでいることも推定される。

さらに、変位を受けた部分として、山岸・木村（1981）の露頭観察結果による変位を示唆する記載（「厚さ2 mmの断層粘土が附着し、その上に水平線と約40°斜交した条線とそれに平行な、幅5 mm～1 cm、長さ数 cmのにんじん型の溝状の構造」）より地表付近の断層コア相当の幅は12 mm程度（「断層粘土」の厚さ2 mmと「にんじん型の溝状の構造」の幅1 cmの和）であることが考えられる。

## ○ 月越原野断層

### ・ 地表における延長

本断層の地表における延長は長さ約2.0～2.5 kmである（4.1.1（7）参照）。

### ・ 存在の確実性および最終処分を行おうとする地層における分布

変動地形学的調査で本断層が示されている（奥村，1983；活断層研究会編，1991；今泉ほか編，2018；本調査の地形判読結果）が、地層の変位・変形を直接確認するための地質調査や地球物理学的調査の情報が確認されない。そのため、断層として存在する可能性および最終処分を行おうとする地層における分布は不明である。

### ・ 地質構造などのその他の情報

変動地形学的調査において、活断層研究会編（1991）は、南西側隆起で変位基準が山地緩斜面とされている。累積変位量などは不明である。

○ 九連山の沢リニアメント

・ 地表における延長

本リニアメントの地表における延長は長さ約 4.0 km である (4.1.1 (8) 参照)。

・ 存在の確実性および最終処分を行おうとする地層における分布

変動地形学的調査で本リニアメントが示されている (奥村, 1983 ; 活断層研究会編, 1991) が, 地層の変位・変形を直接確認するための地質調査や地球物理学的調査の情報が確認されない。そのため, 断層として存在する可能性および最終処分を行おうとする地層における分布は不明である。

・ 地質構造などのその他の情報

変動地形学的調査において, 活断層研究会編 (1991) は, 山頂緩斜面を変位基準とした上下成分の断層変位が 15 m で南西側隆起とされている。

○ 黒松内低地断層帯

・ 存在の確実性および最終処分を行おうとする地層における分布

上記の黒松内低地断層帯北部を構成する個別の断層のうち, 存在が確実と考えられるのが, 白炭断層であり, それ以外の個別の断層の存在の確実性については明らかではない。

黒松内低地断層帯を構成する個別の断層でその存在が確実と考えられるのは, 白炭断層のほかには, 熱郛原野付近の断層, 蕨岱断層および長万部断層である。これらは, 楮原 (2013) の露頭調査 (図 F-5), トレンチ掘削調査 (図 F-6 : 吾妻ほか, 2004) ならびにトレンチ掘削調査 (吾妻ほか, 2003) および P 波反射法地震探査 (図 F-7 : 吾妻ほか, 2004) によって, 断層構造が確認されている。

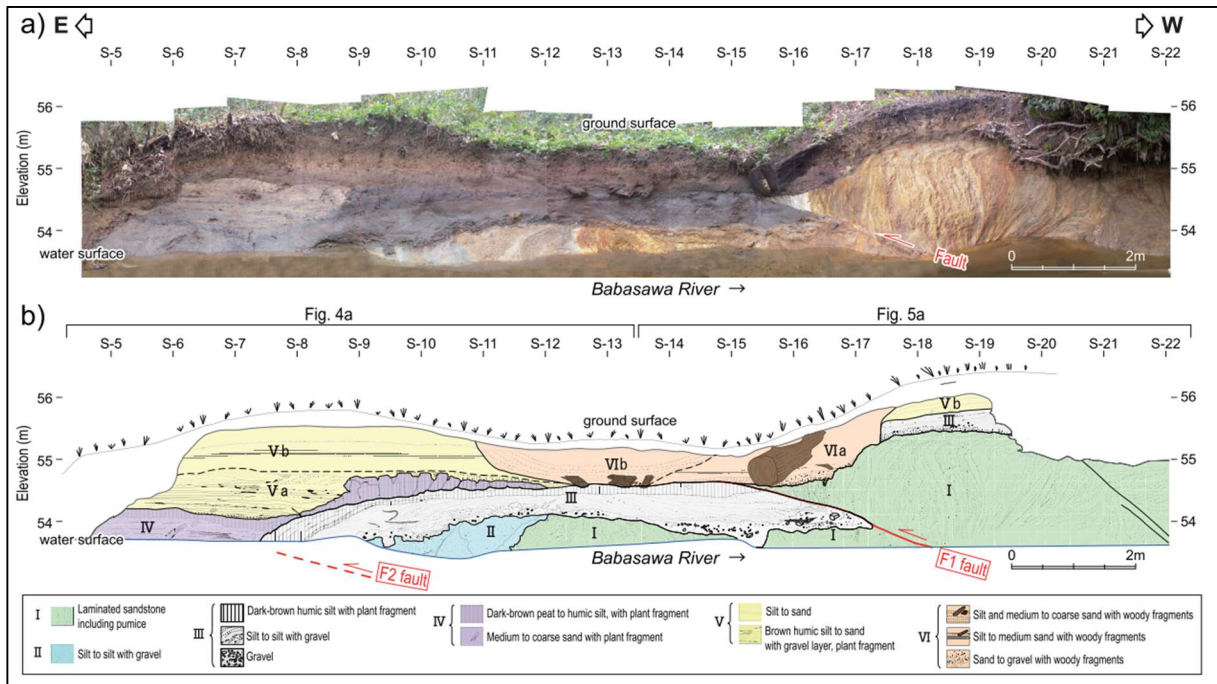


図 F-5 熱帯原野付近の断層の断層露頭の全景写真および露頭スケッチ (楮原ほか, 2013)

「F1 断層は、西側隆起を示す明瞭な断層構造として、S-18 の標高 53.6 m から S-14 の標高 54.6 m に認められる」(楮原ほか, 2013)。

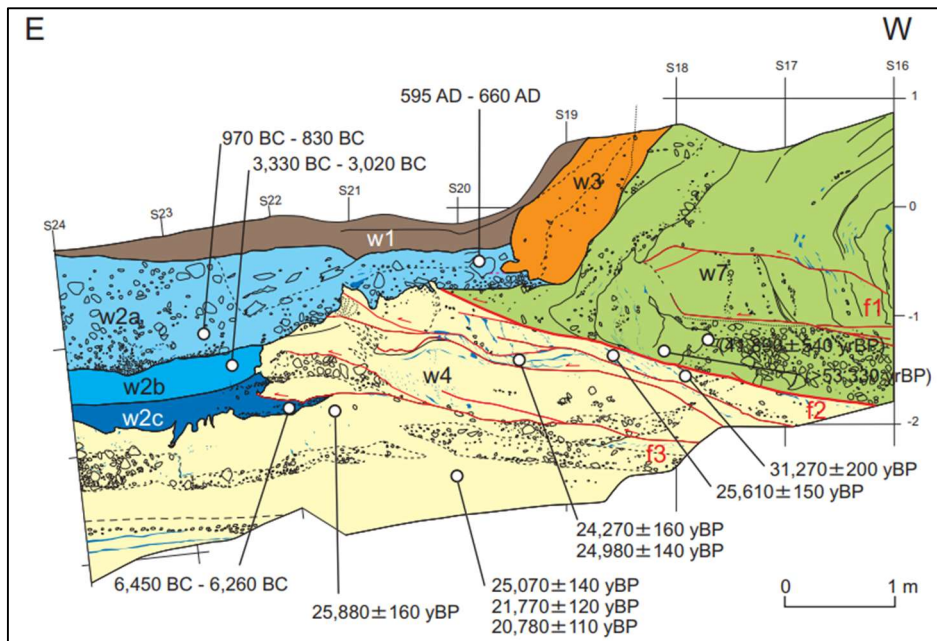


図 F-6 蕨岱断層付近のトレンチ南壁面の詳細スケッチおよび <sup>14</sup>C 年代測定結果 (吾妻ほか, 2004)

断層は、「南壁面では水平グリッドの S16 から S23 付近に認められた。断層は走向がほぼ南北で、西へ約 15 度傾斜する複数の低角逆断層であり、幅約 1 m の断層帯を形成している」(吾妻ほか, 2004)。



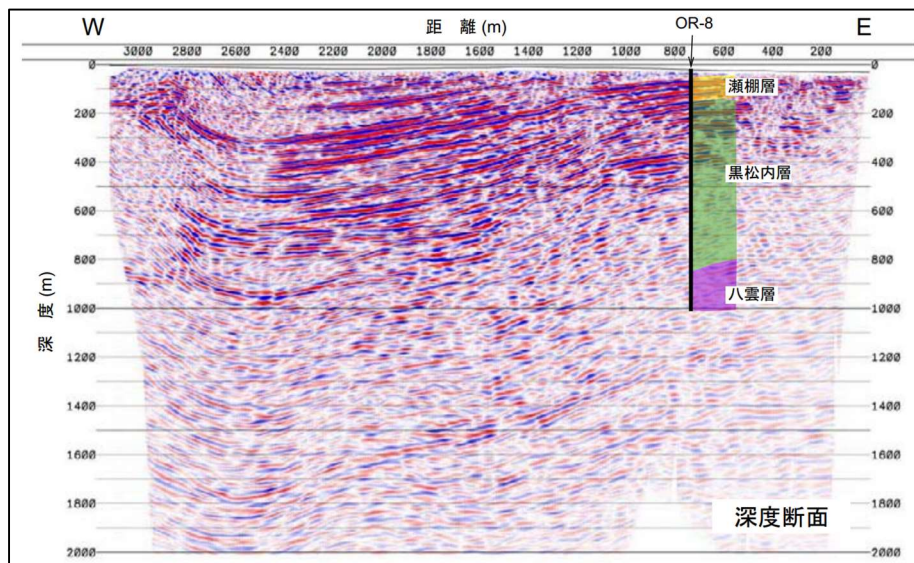


図 F-7 長万部断層付近の P 波反射法地震探査結果 (吾妻ほか, 2004)

「距離 2800 m よりも西側の深度 200 m 付近には、長万部断層と思われる逆断層構造が不明瞭ながら確認できる」(吾妻ほか, 2004)。

#### ・ 地表における延長

黒松内低地断層帯については、地表における延長は長さ約 32 km 以上～51 km (地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2005 ; 産業技術総合研究所ホームページ ; 北海道電力, 2015a ; 3.2.1 参照) とされている。

上記にまとめたように、黒松内低地断層帯を構成する個別の断層のうち、存在が確実と考えられる断層は、白炭断層、熱郭原野付近の断層、蕨岱原野付近の断層および長万部断層である。断層の確実性を考慮したうえで起震断層の区分方法 (松田, 1990 ; 産業技術総合研究所ホームページ) に従うと、これらの断層のうち、白炭断層、熱郭原野付近の断層および蕨岱断層は、同起震断層として評価され、その延長は 10 km よりも長い。そのため、これらは基準 (ウ) に該当する可能性が高い。

そのため、白炭断層は、基準 (ア) (イ) に該当することが明らかであると同時に、地表の延長がおおむね 10 km 以上の断層の断層面にも該当することとなる。しかし、基準 (ウ) は、基準 (ア) または (イ) 以外であることが条件であることから、基準 (ウ) には該当しない。なお、熱郭原野付近の断層や蕨岱断層については、文献調査地区から距離があり、本調査における避ける対象とはならない。

#### ○ 尻別川断層

##### ・ 地表における延長

本断層の地表における延長は長さ約 6.4～16 km である (4.1.1 (10) 参照)。

##### ・ 存在の確実性および最終処分を行おうとする地層における分布

変動地形学的調査で本断層が示されており (活断層研究会編, 1991 ; 北海道電力, 2015a ; 中田, 2015 ; Kumamoto et al., 2016 ; 今泉ほか編, 2018 ; 本調査の地形判読結果), 尻別川層の傾斜および

変位が露頭調査（山岸，1986）により確認されている。しかし，この断層露頭の詳細な位置は不明であり，北海道電力（2015a）などの地質調査による他の箇所の断層露頭は報告されていない。また，本断層を横断する地質断面図（山岸ほか，1976；北海道電力，2015a），反射法地震探査結果（北海道電力，2015a）および海上音波探査結果（海上保安庁水路部，1995；嵯峨山ほか，2000；北海道電力，2013）では，地層のずれを示唆する構造は示されていない。そのため，断層として一部存在する区間はあると考えられるが，その他の区間において存在する確実性は不明である。

また，断層変位地形は主として東向きの断層崖であり（今泉ほか編，2018），本断層付近の震源断層モデルでも西傾斜と設定されている（北海道電力，2022）。そのため，本断層の震源断層として想定される傾斜方向を考慮すると，文献調査対象地区の最終処分を行おうとする地層においては，西傾斜で分布している可能性があるが，その具体的な位置は不明である。

#### ・ 地質構造などのその他の情報

尻別川断層の西方（尻別川左岸）に分布する尻別川層（鮮新世～前期更新世：詳細は説明書「地形，地質・地質構造」を参照）は，「N10°～40°W，50°～60°E の走向・傾斜の単斜構造をとっている」（山岸，1976），また，「磯谷牧場付近から茅沼川付近にかけては，磯谷層と尻別川層の地質境界付近の急傾斜帯で特徴付けられ，NNW-SSE の走向で 60°～80°東北東へ傾斜した撓曲構造を呈す」（北海道電力，2015a）。磯谷牧場付近から茅沼川付近の北方および南方では，尻別川層の傾斜は比較的緩くなる（北海道電力，2015a）。また，磯谷牧場付近の北方，尻別川河口付近西方の海岸線沿いでは，Mm1 段丘面（MIS 5e）が発達し，その堆積物上面高度分布によると，尻別岬付近から歌棄に至る海岸部では，東に向かって高度が徐々に高くなる傾向が認められ，その高度差は尻別岬と歌棄で約 10 m である（北海道電力，2016a）。尻別川断層が磯谷牧場付近から茅沼川付近の区間を中心に西側を隆起させる逆断層型として運動したと仮定すると，このような尻別川層の単斜構造や段丘堆積物高度の差異が形成された現象を説明できる。

一方，反射法地震探査（北海道電力，2015a）によると，尻別川河口付近では，尻別川層が「尻別川に向かって東傾斜しているが，茅沼川周辺で認められるような急傾斜構造は認められない」とし，上位の前期～中期更新世の地層（鮎川層）がほぼ水平に堆積していることを示している（北海道電力，2015a）。また，茅沼川より南方のツバメの沢川付近では，「尻別川層，鮎川層及び Mf1 面段丘堆積物が分布するが，断層の存在を示唆するような系統的な地層の変位及び変形は認められない」（北海道電力，2015a）。さらに，上記の陸域の北方延長部である海域では，海上音波探査が実施されており，明瞭な活構造は認められていない（嵯峨山ほか，2000；北海道電力，2015a）。これらの結果は，尻別川断層の活動区間を示す可能性がある。変動地形学的調査では，活断層研究会編（1991）は，山地高度および尻別川層を変位基準とした西側隆起として示している。北海道電力（2015a）では東側隆起および西側隆起のどちらも示されている。以上から，本断層は主には西傾斜の逆断層型であるが，浅層部では部分的に変位・変形が分散している可能性がある。

また，本断層では，詳細な位置は不明であるが，断層露頭において尻別川層における変位が確認されている（山岸，1986）。変位量として「見かけ上落差 10～100 cm の逆断層（N20°W～60°W）が多く認められる」（山岸，1986）ことを確認しているが，断層コアや破碎帯の情報は確認されなかった。

○ 中田ほか（2015）らの活断層

・ 地表における延長

本断層の地表における延長は長さ約 1.6～9.4 km である（4.1.1（11）参照）。

・ 存在の確実性および最終処分を行おうとする地層における分布

変動地形学的調査で本断層が示されている（北海道電力，2015a；中田，2015；Kumamoto et al., 2016；今泉ほか編，2018；本調査の地形判読結果）が，目名川右岸における本断層を横断する群列ボーリング調査（北海道電力，2015a）では，堆積物中に断層を示唆する構造は認められていない。そのため，現段階の情報では，断層として存在は確実とはいえない。

また，今泉ほか編（2018），北海道電力（2015a）および本調査の地形判読結果では，本断層の西方に西向きの傾動または勾配異常が示されている。また，同様にして西方に，尻別川層に N-S 方向の褶曲軸が示されている（山岸，1984；北海道電力，2015a）。そのため，最終処分を行おうとする地層においては，西傾斜の逆断層型として分布している可能性があるが，その具体的な位置は不明である。

・ 地質構造などのその他の情報

変動地形学的調査では，今泉ほか編（2018）は，本断層南部（目名付近の断層）について，目名川右岸の高位面（最終間氷期以前：約 15 万年前以前）と左岸の低位面（最終氷期以降：約 3 万年前～約 1 万年前）に断層変位量がそれぞれ 20 m と 5 m の活撓曲を伴う活断層を示している。

◎ 活断層（海域）

○ 泉ほか（2014）の海底活断層

・ 地表における延長

本断層の海底面における延長は長さ約 7.1 km である（4.1.2（1）参照）。

・ 存在の確実性および最終処分を行おうとする地層における分布

変動地形学的調査で本断層が示されている（泉ほか，2014）が，本断層を横断する海上音波探査結果（図 4.1-23：北海道電力，2013）では，明瞭な断層を示唆する構造がないように見える（本調査による分析）。そのため，断層として存在は確実とはいえない。

また，泉ほか（2014）の地形判読結果では変位の向きが示されておらず，上記の海上音波探査結果（北海道電力，2013）では，VI層（中新統以下）が緩やかに北東方向に傾斜しているように見える（本調査の分析）が，本断層との関連性は不明である。そのため，最終処分を行おうとする地層における分布は不明である。

・ 地質構造などのその他の情報

本断層西方の狩場山から弁慶岬の沿岸部の海域について，南方の陸域では NW-SE 方向の軸を持つ褶曲構造が分布しているが，これらの褶曲構造は，その北方延長海域でⅢ層に傾斜不整合で覆われ変形を与えていない（北海道電力，2013）ことから，少なくとも中期更新世以降の活動は認められないと考えられる。本断層との関連性については不明である。

○ 中田（2015）の海底活断層

・ 地表における延長

本断層の海底面における延長は長さ約 13.8 km である（4.1.2（2）参照）。

・ 存在の確実性および最終処分を行おうとする地層における分布

変動地形学的調査で本断層が示されている（中田，2015）が，本断層を横断する海上音波探査結果（図 4.1-25：北海道電力，2015a）では，明瞭な断層を示唆する構造がないように見える（本調査による分析）。そのため，断層として存在は確実とはいえない。

また，中田（2015）の地形判読結果では変位の向きが示されておらず，上記の海上音波探査結果（北海道電力，2013，2015a）では，本断層東方のV層（鮮新統～下部更新統）およびVI層（中新統以下）が褶曲しているように見えるが，本断層との関連性は不明である。そのため，最終処分を行おうとする地層における分布は不明である。

・ 地質構造などのその他の情報

本断層が分布する寿都湾は黒松内低地断層帯の北方延長部に位置し，本断層のほかにも，海上保安庁水路部（1995）は，本断層北部の位置に背斜軸，その東方に褶曲構造を示している。しかし，黒松内低地帯にみられるような明らかな活構造はないという見解もある（嵯峨山ほか，2000；奥村，2003；北海道電力，2015a）。

○ 北海道電力（2015a）らの海底活断層

・ 地表における延長

本断層の海底面における延長は長さ約 9.4～16.0 km である（4.1.2（3）参照）。

・ 存在の確実性および最終処分を行おうとする地層における分布

本断層を横断する海上音波探査結果（図 4.1-27：北海道電力，2015a）では，西傾斜の断層面が示されている。

そのため，断層として存在は確実と考えられ，最終処分を行おうとする地層においては，文献調査対象地区の大陸棚から遠ざかるように西傾斜で分布していると考えられる。

・ 地質構造などのその他の情報

本断層または寿都海底谷の西方の背斜軸は，「岩内堆南方背斜」と呼ばれ，活構造として示されている（岡村，2010；北海道電力，2015a；岡村・佐藤，2023）。この背斜構造は，本断層の活動によってその上盤側に形成された断層関連褶曲である可能性が高い。また，本断層は，寿都隆起帯を構成する断層として，横ずれ変位を含む可能性がある（岡村・佐藤，2023）。

変位量について，海上音波探査結果（図 4.1-27：北海道電力，2015a）から単純に地層境界の高度差を読み取ると，本断層はV層上を 330 m 程度，VI層上面を 720 m 程度である。

○ 活断層研究会編（1991）の海底活断層 A

・ 地表における延長

本断層の海底面における延長は長さ約 7.0 km である（4.1.2（4）参照）。

- ・ **存在の確実性および最終処分を行おうとする地層における分布**

活断層研究会編（1991）で本断層が示されているが、本断層を横断する海上音波探査結果（図 4.1-28：北海道電力，2013）では、詳細な構造は不明である（本調査による分析）。そのため、断層として存在は不明である。

また、活断層研究会編（1991）では南西側隆起として示されているが、上記の海上音波探査結果（北海道電力，2013）では、VI層およびV層が西へ傾斜しているが、本断層との関連性は不明である。そのため、最終処分を行おうとする地層における分布は不明である。

- ・ **地質構造などのその他の情報**

本断層は陸棚斜面に沿って、大陸棚側を隆起させるような位置に示されているが、本断層に沿った地質構造などのそのほかの情報は確認されず、大陸棚形成との関連性は不明である。

- **活断層研究会編（1991）の海底活断層 B**

- ・ **地表における延長**

本断層の海底面における延長は長さ約 4.2 km である（4.1.2（5）参照）。

- ・ **存在の確実性および最終処分を行おうとする地層における分布**

活断層研究会編（1991）で本断層が示されているが、本断層を横断する海上音波探査結果（図 4.1-30：北海道電力，2015a）では、V層などに背斜構造が見られるが、一部地層が欠損し、内部構造が不鮮明であるため、詳細な構造は不明である（本調査による分析）。そのため、断層として存在の確実性は不明である。

また、活断層研究会編（1991）では北東側隆起として示されている。上記の海上音波探査結果（北海道電力，2015a）では、寿都海脚は主にVII層とVI層より形成され、これらに褶曲構造がみられ、本断層付近では、VII層～V層に波長の短い背斜がみられるが、これらを覆うIV層～II層に褶曲構造はみられない。これと岡村・佐藤（2023）が示す鮮新世以降に活動したとする背斜軸は矛盾しない。これらの構造から、本断層は東傾斜で分布している可能性があるが、最終処分を行おうとする地層における具体的な位置は不明である。

- ・ **地質構造などのその他の情報**

海上保安庁水路部（1995）および岡村・佐藤（2023）は、本断層の東方の寿都海脚に背斜軸を示しており、上記のように東傾斜の可能性のある本断層と関連する可能性はあるが、詳細は不明である。

- **渡辺・鈴木（2015）らの海底活断層**

- ・ **地表における延長**

本断層の海底面における延長は長さ約 8.4～13.1 km である（4.1.2（6）参照）。

- ・ **存在の確実性および最終処分を行おうとする地層における分布**

変動地形学的調査で本断層が示されている（渡辺・鈴木，2015；中田，2015；小野・斉藤，2019）が、本断層を横断する海上音波探査結果（図 4.1-30：北海道電力，2015a）では、詳細な構造は不明

である（本調査による分析）。そのため、断層として存在は確実とはいえない。

また、渡辺・鈴木（2015）では西側隆起として示されている。上記の海上音波探査結果（北海道電力，2015a）ではVI層以下の地層に褶曲構造がみられ、岡村・佐藤（2023）では、本断層西方付近に背斜軸が示されている。これらの構造から、本断層は西傾斜で分布している可能性があるが、最終処分を行おうとする地層における具体的な位置は不明である。

- ・ **地質構造などのその他の情報**

海上保安庁水路部（1995）および岡村・佐藤（2023）は、本断層の西方または重なる位置に背斜軸を示している。この背斜の活動性について、岡村・佐藤（2023）は、P2層（後期更新世）およびQ層（第四紀）が背斜を構成するP1層（前期鮮新世）にオンラップすることから、「後期鮮新世以前に成長したと考えられる」と解釈している。

- ◎ **地質断層（陸域）**

- **月越山脈に分布する地質断層**

- ・ **地表における延長**

月越山脈に分布する地質断層の地表における延長は長さ約1.1～3.7 kmである（4.3.1参照）。

- ・ **存在の確実性および最終処分を行おうとする地層における分布**

鈴木ほか（1981）および岡村（1984，1986）に月越山脈に分布する断層が示されているが、断層露頭を確認したといった情報は確認されなかった。そのため、断層として存在の確実性は不明である。

一方、本調査の推定地質断面図（A-A'断面：説明書「地形、地質・地質構造」）では、寿都層が西へ傾斜して分布し、同層はNNW-SSE～NW-SEの2本の断層に切られている。これらの断層は、地表において東方へ張り出すような弧状であることから、西傾斜の逆断層と考えられる。走向が周囲の寿都層の走向に概ね調和的であることから、これらの断層は鮮新世に開始したと考えられる褶曲運動に伴う層面すべり断層である可能性がある（図 F-8）。そのため、最終処分を行おうとする地層においては、寿都層中に西傾斜の断層として分布している可能性がある。

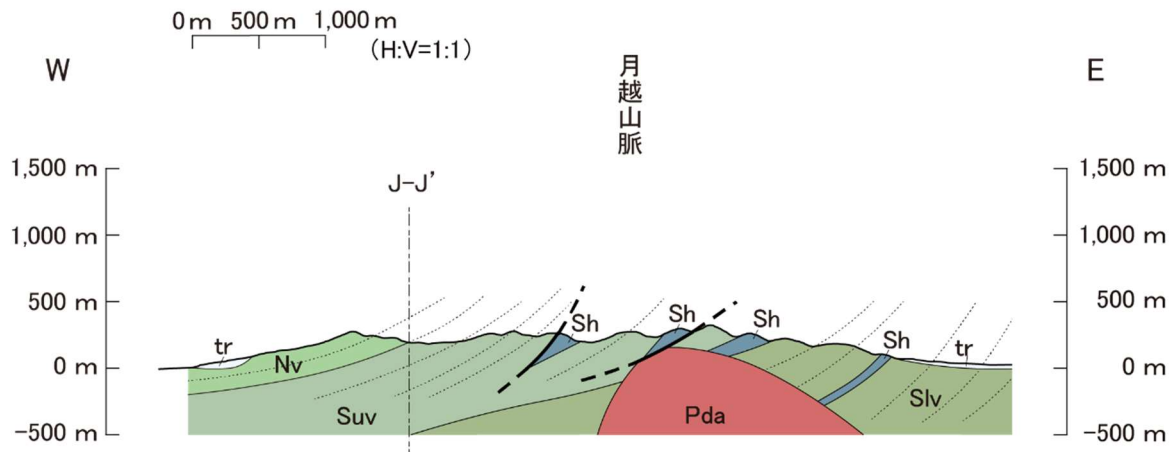


図 F-8 月越山脈付近の推定地質断面図（説明書「地形、地質・地質構造」）

Slv・Sh：寿都層，Nv：永豊層，Pda：貫入岩VI，tr：段丘堆積物および崖錐・地すべり堆積物。説明書「地形、地質・地質構造」のA-A'推定地質断面図を一部抜粋，編集。断面図の位置は説明書「地形、地質・地質構造」を参照。

- ・ 地質構造などのその他の情報

月越山脈に分布する走向がWNW-ESEの断層（鈴木ほか，1981）については，寿都層を横ずれ変位させているように読み取れるが，詳細な構造は不明である。

- 幌別山地北部に分布する地質断層

- ・ 地表における延長

幌別山地北部に分布する地質断層の地表における延長は，岡村（1984）は走向がNW-SEで長さ約7.3 kmの断層を，山岸（1984）は走向がNNW-SSEで長さ約2.8 kmの断層を示している（4.3.1参照）。

- ・ 存在の確実性および最終処分を行おうとする地層における分布

山岸（1984）は，「図幅北部の幌別川右岸側，歌棄海岸付近および南部の上目名西方では，隣接する岩相が構造的に連続しないので，その間に断層を推定した」と述べている。また，岡村（1984）および山岸（1984）に断層露頭を確認したといった情報およびこれらの断層を横断する地質断面図は確認されなかった。そのため，断層として存在の確実性は不明である。

本調査の推定地質断面図（H-H'断面：説明書「地形、地質・地質構造」）では，本断層の地表分布の北北西に連続する段丘堆積物の下位にも本断層が分布するとしている。したがって，本断層付近の地質構造を考慮すると，最終処分を行おうとする地層においては，西傾斜の逆断層として分布する可能性がある。

- ・ 地質構造などのその他の情報

幌別山地北部に分布する地質断層についての，地質構造などのその他の情報は確認されなかった。

○ 幌別山地中央部西麓に分布する地質断層

・ 地表における延長

幌別山地中央部西麓に分布する地質断層の地表における延長は、山岸（1984）は走向が NNE-SSW で長さ約 2.4 km の断層と、これを切る同じく WNW-ESE で長さ約 3.2 km の断層を示している（4.3.1 参照）。

・ 存在の確実性および最終処分を行おうとする地層における分布

山岸（1984）は、「図幅北部の幌別川右岸側，歌棄海岸付近および南部の上目名西方では，隣接する岩相が構造的に連続しないので，その間に断層を推定した」と述べている。また，断層露頭を確認したといった情報は確認されなかった。そのため，断層として存在の確実性は不明である。

本調査の推定地質断面図（A-A'断面：説明書「地形，地質・地質構造」）では，寿都層が，走向が WNW-ESE の断層で磯谷層と接している（図 F-9）。また，走向が NNE-SSW の断層は，地表では示されていないが，地下では連続している可能性を考慮して，本調査の推定地質断面図（B-B'断面：説明書「地形，地質・地質構造」）に図示している（図 F-10）。そのため，最終処分を行おうとする地層においては，寿都層と磯谷層の境界に分布する西傾斜の断層として分布している可能性がある。

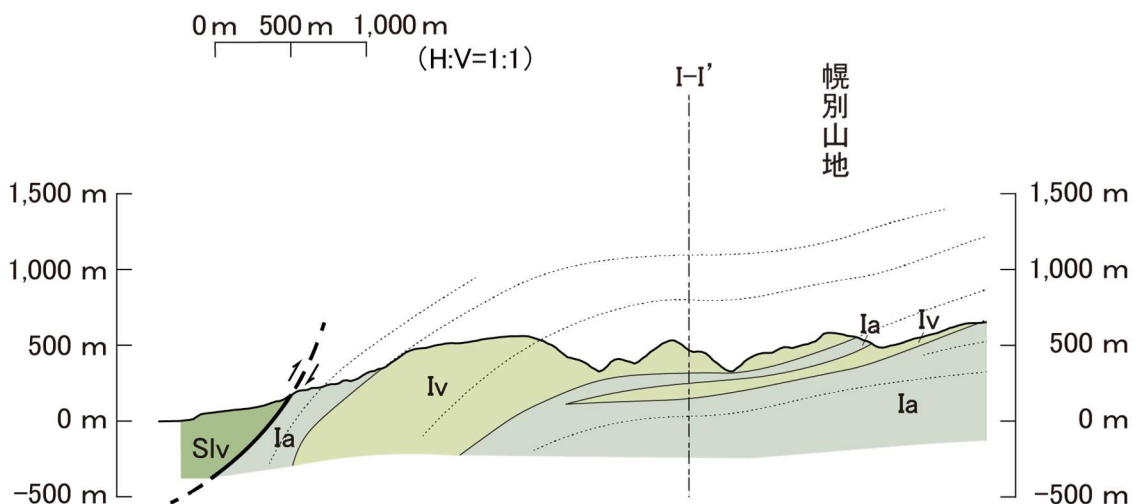


図 F-9 幌別山地中央部西麓推定地質断面図（北側）（説明書「地形，地質・地質構造」）

Slv：寿都層，Ia・Iv：磯谷層。説明書「地形，地質・地質構造」の A-A' 推定地質断面図を一部抜粋，編集。断面図の位置は説明書「地形，地質・地質構造」を参照。



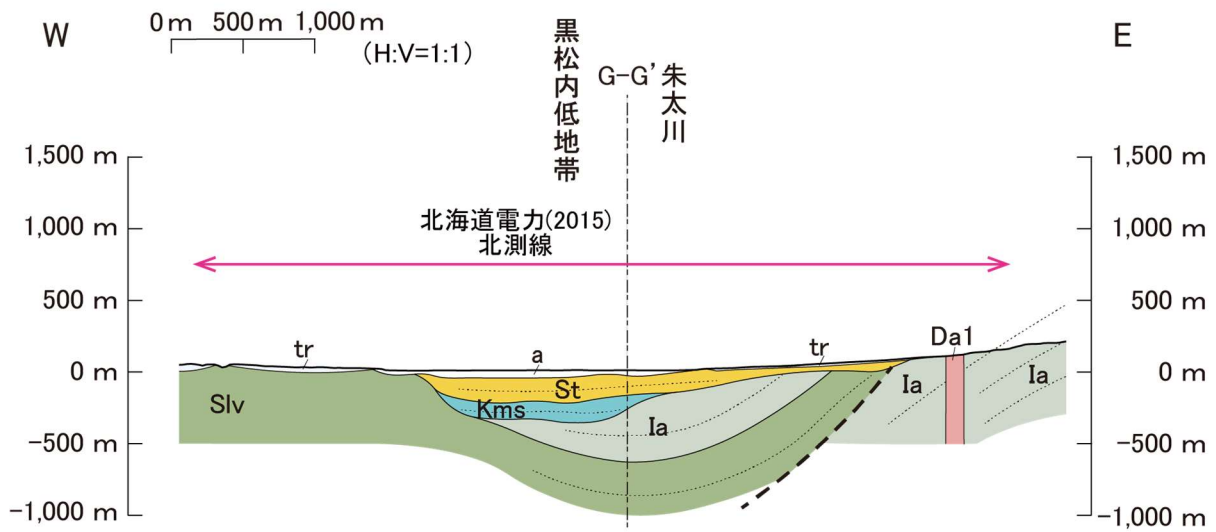


図 F-10 幌別山地中央部西麓推定地質断面図（南側）（説明書「地形、地質・地質構造」）

Slv：寿都層，Da1：貫入岩区，Ia：磯谷層，Kms：黒松内層，St：瀬棚層，tr：段丘堆積物および崖錐・地すべり堆積物，a：沖積堆積物。説明書「地形、地質・地質構造」の B-B' 推定地質断面図を一部抜粋，編集。断面図の位置は説明書「地形、地質・地質構造」を参照。

・ 地質構造などのその他の情報

幌別山地中央部西麓に分布する地質断層については，西傾斜を推定しているが，その変位量は不明である。

## 引用文献（添付資料F）

- 吾妻 崇, 下川浩一, 寒川 旭, 杉山雄一, 桑原拓一郎, 奥村晃史, 黒澤英樹, 信岡 大, 三輪敦志 (2003) 黒松内低地断層帯における断層活動履歴調査, 活断層・古地震研究報告, 3, pp. 1-22.
- 吾妻 崇, 後藤秀昭, 下川浩一, 奥村晃史, 寒川 旭, 杉山雄一, 町田 洋, 黒澤英樹, 信岡 大, 三輪敦志 (2004) 黒松内低地断層帯の最新活動時期と地下地質構造, 活断層・古地震研究報告, 4, pp. 45-64.
- 北海道電力 (2013) 第 18 回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合 (2013 年 9 月 11 日開催) .
- 北海道電力 (2015a) 泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書 (3 号発電用原子炉施設の変更) .
- 北海道電力 (2015b) 第 281 回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合 (2015 年 10 月 9 日開催) .
- 北海道電力 (2016a) 第 410 回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合 (2016 年 10 月 21 日開催) .
- 北海道電力 (2022) 泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書 (1 号及び 2 号発電用原子炉施設の変更) .
- 池田安隆, 今泉俊文, 東郷正美, 平川一臣, 宮内崇裕, 佐藤比呂志編 (2002) 第四紀逆断層アトラス, 東京大学出版会.
- 池谷仙之, 林 慶一 (1982) 北海道渡島半島黒松内地方の地質, 地質学雑誌, 88, 7, pp. 613-632.
- 今泉俊文, 渡島半島活断層研究グループ (1982) 黒松内低地帯の活断層, 日本地理学会予稿集, 22, pp. 98-99.
- 今泉俊文, 宮内崇裕, 堤 浩之, 中田 高編 (2018) 活断層詳細デジタルマップ [新編], 東京大学出版会.
- 泉 紀明, 西澤あずさ, 堀内大嗣, 木戸ゆかり, 中田 高, 後藤秀昭, 渡辺満久, 鈴木康弘 (2014) 3 秒グリッド DEM から作成した日本海東縁部の 3D 海底地形, 海洋情報部研究報告, 51, pp. 127-143.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2005) 黒松内低地断層帯の長期評価について.
- 楮原京子, 黒澤英樹, 小坂英輝, 三輪敦志, 今泉俊文 (2013) 黒松内低地断層帯・熱帯原野の断層露頭, 活断層研究, 38, pp. 17-28.
- 海上保安庁水路部 (1995) 沿岸の海の基本図 (5 万分の 1) 寿都, 海図, 第 6325 号 1-S.
- 活断層研究会編 (1991) 新編日本の活断層—分布図と資料, 東京大学出版会.
- 国土地理院: 数値標高モデル, 基盤地図情報ダウンロードサービス, <https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>, 2023 年 8 月 17 日閲覧.
- 国土交通省: 国土数値情報 (行政区域データ), <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>, 2023 年 8 月 18 日閲覧.
- 国土交通省: 国土数値情報 (海岸線データ), <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>, 2023 年 8 月 18 日閲覧.
- Kumamoto, T., Tsukada, M., Fujita, M. (2016) Multivariate Statistical Analysis for Seismotectonic Provinces Using Earthquake, Active Fault, and Crustal Structure Datasets, In: Kamae, K. (Eds.), Earthquakes, tsunamis and nuclear risks, Prediction and assessment beyond the Fukushima Accident, Springer Japan, pp. 31-41.

- 松田時彦 (1990) 最大地震規模による日本列島の地震分帯図, 地震研彙報, 65, pp. 289–319.
- 中田 高 (2015) 詳細 DEM 画像による日本列島周辺海域の変動地形学的研究, 科学研究費助成事業研究成果報告書.
- 日本水路協会 (2008) 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ M7009 Ver.2.0 北海道西部.
- 岡 孝雄 (1997) 北海道のネオテクトニクス区分と地震問題, 日本応用地質学会研究発表会講演論文集, pp. 41–44.
- 岡 孝雄 (1999) 北海道付近のネオテクトニクス像—特にネオテクトニクスの地域区分と特徴—, 月刊地球, 21, 9, pp. 549–556.
- 岡村 聰 (1984) 西南北海道寿都半島における新第三系と火山活動, 地質学雑誌, 90, 6, pp. 383–391.
- 岡村 聰 (1986) 西南北海道寿都半島の新第三紀火山岩類, 地質学雑誌, 92, 2, pp. 91–108.
- 岡村行信, 佐藤幹夫, 渡辺真人, 山本博文 (1992) 日本海南東部のインバージョン・テクトニクス, 構造地質, 38, pp. 47–58.
- 岡村行信 (2010) 日本海東縁の地質構造と震源断層との関係, 地質学雑誌, 116, 11, pp. 582–591.
- 岡村行信, 佐藤太一 (2023) 積丹半島付近海底地質図, 海洋地質図, 94, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 奥村晃史 (1983) 黒松内低地帯の活構造と地形発達, 日本地理学会予稿集, 23, pp. 30–31.
- 奥村晃史 (2003) 黒松内低地帯—半島を分断する凹地帯, 小疇 尚, 野上道男, 小野有五, 平川一臣編: 日本の地形 2 北海道, 東京大学出版会, pp. 288–292.
- 小野有五, 斉藤海三郎 (2019) 北海道西部, 岩内平野の地形発達史—泊原発の敷地内断層と関連して—, 活断層研究, 51, pp. 27–52.
- 嵯峨山 積, 内田康人, 大澤賢人, 菅 和哉, 濱田誠一, 村山泰司, 仁科健二 (2000) 北海道沿岸域の地質・底質環境—2— 西南北海道海域, 北海道立地質研究所調査研究報告, 29.
- 寒川 旭, 衣笠善博, 垣見俊弘 (1984) 50 万分の 1 活構造図「札幌」, 50 万分の 1 活構造図, 4, 地質調査所.
- 産業技術総合研究所ホームページ: 活断層データベース, <https://gbank.gsj.jp/activefault/>, 2023 年 9 月 25 日閲覧.
- Sato, H. (1994) The relationship between late Cenozoic tectonic events and stress field and basin development in northeast Japan, Journal of Geophysical research : Solid Earth, 99, B11, pp. 22261–22274.
- 鈴木 守, 山岸宏光, 高橋功二, 庄谷幸夫 (1981) 5 万分の 1 地質図幅「寿都」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 36 号, 北海道立地下資源調査所.
- 渡辺満久, 鈴木康弘 (2015) 「泊原子力発電所の新規制基準適合性に関わる審査」の問題点, 科学, 85, 7, pp. 721–726.
- 山岸宏光, 国府谷盛明, 安藤重幸 (1976) 5 万分の 1 地質図幅「島古丹」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 26 号, 北海道立地下資源調査所.
- 山岸宏光, 木村 学 (1981) 黒松内低地帯の活断層露頭, 地球科学, 35, 2, pp. 94–97.
- 山岸宏光 (1984) 5 万分の 1 地質図幅「歌棄」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 37 号, 北海道立地下資源調査所.
- 山岸宏光 (1986) 北海道におけるいくつかの活断層露頭, 活断層研究, 2, pp. 19–28.

北海道寿都郡寿都町  
文献調査報告書

噴火に関する説明書

2024年11月

原子力発電環境整備機構

2024年11月 発行 原子力発電環境整備機構

本資料を利用する際は出典を記載してください。出典の記載方法は以下のとおりです。編集・加工等して利用する際には、以下の出典表記とは別に編集・加工等を行ったことを記載してください。

(出典の記載例)

原子力発電環境整備機構 (2024) 北海道寿都郡寿都町文献調査報告書

また、第三者（原子力発電環境整備機構以外のものをいいます。以下同じ。）の著作物が含まれる場合（例えば、原子力発電環境整備機構が第三者の図表等を用いて転載・編集・加工等している図表等）には、別途、第三者からの許諾が必要になることがあります。利用者の責任において、第三者が権利を有している部分を確認し、当該第三者から利用の許諾を得てください。

上記は、著作権法上認められている引用などの利用について、制限するものではありません。

## 目 次

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| 第1章 調査・評価の考え方                             | 1  |
| 1.1 調査のよりどころ                              | 1  |
| 1.1.1 文献調査計画書                             | 1  |
| 1.1.2 「考慮事項」                              | 1  |
| 1.1.3 「文献調査段階の評価の考え方」                     | 2  |
| 1.2 評価の考え方                                | 3  |
| 1.2.1 第四紀の火山活動による火山噴出物であることの確認            | 4  |
| 1.2.2 地質の観点から第四紀に貫入、噴出した火道、岩脈等と判断するもの     | 4  |
| 1.2.3 地形の観点から基づいた第四紀に貫入、噴出した火道、岩脈等と判断するもの | 5  |
| 1.2.4 火山の活動中心の確認                          | 5  |
| 1.2.5 現在、メルトが存在する可能性の確認                   | 5  |
| 1.3 調査の進め方                                | 5  |
| 第2章 文献・データの収集・情報の抽出                       | 8  |
| 2.1 収集対象範囲                                | 8  |
| 2.2 収集・抽出の観点                              | 9  |
| 2.3 抽出結果                                  | 10 |
| 第3章 火山・火成活動および地熱・熱水活動の概要                  | 11 |
| 3.1 第四紀における火山活動                           | 11 |
| 3.1.1 北海道の火山・火成活動                         | 11 |
| 3.1.2 西南北海道の火山活動史と分布の規則性                  | 12 |
| 3.1.3 西南北海道の応力場                           | 13 |
| 3.1.4 文献調査対象地区周辺の第四紀火山                    | 13 |
| 3.2 地熱・熱水活動                               | 17 |
| 3.2.1 鉱床および熱水変質帯                          | 17 |
| 3.2.2 泉温および地温・地温勾配                        | 19 |
| 3.2.3 噴気                                  | 23 |
| 3.2.4 地下水の pH                             | 23 |
| 第4章 評価に必要な知見の整理                           | 26 |
| 4.1 既知の第四紀火山                              | 26 |
| 4.1.1 検討方法                                | 26 |
| 4.1.2 個々の火山に関する整理                         | 28 |
| 4.2 その他の火山活動                              | 43 |
| 4.2.1 第四紀の活動の可能性が指摘されている火山                | 44 |
| 4.2.2 噴出時期が明らかでない火成岩類                     | 47 |
| 4.2.3 貫入岩・岩脈                              | 63 |
| 4.3 新たな火山が生じる可能性                          | 76 |
| 4.3.1 火成活動のメカニズム                          | 76 |
| 4.3.2 地殻～マントル最上部におけるメルトの存在                | 77 |

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.3.3 マントルウェッジにおけるメルトの生成と移動.....                                                    | 89 |
| 第5章 基準に照らした評価.....                                                                  | 92 |
| 5.1 マグマの貫入等による人工バリアの破壊が生ずるような第四紀（現在から約 258 万年前<br>まで）における火山活動に係る火道，岩脈，カルデラ等の履歴..... | 93 |
| 5.2 第四紀に活動した火山の活動中心からおおむね 15 km 以内.....                                             | 93 |
| 5.3 第四紀に活動した火山が存在しない場所であっても，新たな火山が生じる可能性.....                                       | 94 |
| 5.4 概要調査に向けた考え方.....                                                                | 95 |
| 引用文献 .....                                                                          | 98 |

## 図目次

|          |                                           |    |
|----------|-------------------------------------------|----|
| 図 1.3-1  | 噴火に関する説明書の構成 .....                        | 7  |
| 図 2.1-1  | 収集対象範囲 .....                              | 9  |
| 図 3.1-1  | 東北日本のプレート配置と火山フロント .....                  | 11 |
| 図 3.1-2  | 新生代の各ステージにおける西南北海道の火山岩分布（広瀬ほか，2000） ..... | 12 |
| 図 3.1-3  | 文献調査対象地区周辺の第四紀火山の分布 .....                 | 14 |
| 図 3.2-1  | 文献調査対象地区周辺の鉱床および熱水変質帯の分布 .....            | 18 |
| 図 3.2-2  | 文献調査対象地区周辺の鉱床分布 .....                     | 19 |
| 図 3.2-3  | 文献調査対象地区の坑井分布 .....                       | 20 |
| 図 3.2-4  | 文献調査対象地区周辺の泉温分布 .....                     | 21 |
| 図 3.2-5  | 文献調査対象地区周辺の地温勾配分布 .....                   | 22 |
| 図 3.2-6  | 坑井 437-004 における温度プロファイル .....             | 23 |
| 図 3.2-7  | 文献調査対象地区周辺における地下水の pH 分布 .....            | 24 |
| 図 4.1-1  | 5 万分の 1 地質図幅によるニセコ・雷電火山群周辺の火山噴出物の分布 ..... | 29 |
| 図 4.1-2  | 5 万分の 1 地質図幅による地質層序（ニセコ・雷電火山群） .....      | 31 |
| 図 4.1-3  | ニセコ地域地熱地質編図によるニセコ・雷電火山群周辺の火山噴出物の分布 .....  | 32 |
| 図 4.1-4  | ニセコ地域地熱地質編図による火山層序（ニセコ・雷電火山群） .....       | 33 |
| 図 4.1-5  | 噴出量－時間階段図（ニセコ火山群）（山元，2014） .....          | 34 |
| 図 4.1-6  | ニセコ・雷電火山群周辺の火口・火道の分布 .....                | 36 |
| 図 4.1-7  | ニセコ・雷電火山群の地形判読結果 .....                    | 37 |
| 図 4.1-8  | イワオヌプリ周辺の地形判読結果 .....                     | 38 |
| 図 4.1-9  | ニセコ・雷電火山群を代表する地点の分布 .....                 | 40 |
| 図 4.1-10 | 5 万分の 1 地質図幅「長万部」による写万部山周辺の火山噴出物の分布 ..... | 41 |
| 図 4.1-11 | 5 万分の 1 地質図幅「長万部」による地質層序（写万部山） .....      | 42 |
| 図 4.1-12 | 写万部山周辺の個々の噴出・貫入地点の分布 .....                | 43 |
| 図 4.2-1  | 5 万分の 1 地質図幅による磯谷溶岩の分布 .....              | 45 |
| 図 4.2-2  | 5 万分の 1 地質図幅による地質層序（磯谷） .....             | 46 |
| 図 4.2-3  | 5 万分の 1 地質図幅による賀老山周辺の火山噴出物の分布 .....       | 49 |
| 図 4.2-4  | 5 万分の 1 地質図幅による地質層序（賀老山） .....            | 50 |
| 図 4.2-5  | ニセコ地域地熱地質編図による賀老山周辺の火山噴出物の分布 .....        | 51 |
| 図 4.2-6  | ニセコ地域地熱地質編図による地質層序（賀老山） .....             | 52 |
| 図 4.2-7  | 5 万分の 1 地質図幅による火山噴出物の分布 .....             | 54 |
| 図 4.2-8  | 5 万分の 1 地質図幅による地質層序（ガロ川火山岩類） .....        | 55 |
| 図 4.2-9  | 長万部地域地質層序表（久保ほか，1988） .....               | 56 |
| 図 4.2-10 | 5 万分の 1 地質図幅による地質層序（その他の火成岩類） .....       | 57 |
| 図 4.2-11 | 沿岸の海の基本図による層序（沿岸海域の火成岩類） .....            | 59 |
| 図 4.2-12 | 沿岸の海の基本図による海域の火成岩類の分布 .....               | 60 |
| 図 4.2-13 | 積丹半島付近海底地質図による層序（沿岸海域の火成岩類） .....         | 61 |
| 図 4.2-14 | 積丹半島付近海底地質図による海域の火成岩類の分布 .....            | 62 |



|          |                                          |    |
|----------|------------------------------------------|----|
| 図 4.2-15 | 神恵内堆とその東側に広がる火山体を横断する反射断面（岡村・佐藤，2023）    | 63 |
| 図 4.2-16 | 5 万分の 1 地質図幅による第四紀の貫入岩・岩脈の分布             | 65 |
| 図 4.2-17 | ニセコ地域地熱地質編図による第四紀の貫入岩・岩脈の分布および年代測定値      | 66 |
| 図 4.2-18 | 貫入時期が明らかでない貫入岩・岩脈の分布（5 万分の 1 地質図幅）       | 67 |
| 図 4.2-19 | 貫入時期が明らかでない貫入岩・岩脈の分布（ニセコ地域地熱地質編図）        | 70 |
| 図 4.2-20 | その他の文献に示される貫入岩・岩脈の分布                     | 71 |
| 図 4.2-21 | 第四紀の活動でないことが明らかな貫入岩・岩脈の分布（5 万分の 1 地質図幅）  | 73 |
| 図 4.2-22 | 第四紀の活動でないことが明らかな貫入岩・岩脈の分布                | 75 |
| 図 4.3-1  | 東北日本における流体の移動経路に関する概念図（長谷川ほか，2004）       | 77 |
| 図 4.3-2  | 北海道におけるキュリー点深度等深線図                       | 78 |
| 図 4.3-3  | 文献調査対象地区周辺の地殻熱流量分布                       | 79 |
| 図 4.3-4  | 文献調査対象地区周辺の震源分布                          | 80 |
| 図 4.3-5  | 文献調査対象地区周辺の $^3\text{He}/^4\text{He}$ 分布 | 81 |
| 図 4.3-6  | 文献調査対象地区周辺の Li/Cl 分布                     | 82 |
| 図 4.3-7  | 北海道における地下水の水素・酸素同位体比                     | 83 |
| 図 4.3-8  | 文献調査対象地区周辺における P 波速度偏差の分布                | 85 |
| 図 4.3-9  | 文献調査対象地区周辺における S 波速度偏差の分布                | 86 |
| 図 4.3-10 | 文献調査対象地区周辺における $V_p/V_s$ の分布             | 87 |
| 図 4.3-11 | 文献調査対象地区周辺の地震波速度断面図                      | 88 |
| 図 4.3-12 | 北海道における P 波速度偏差の分布                       | 91 |
| 図 5.3-1  | 基準に照らした評価の対象とそのおおよその位置                   | 95 |

## 表目次

|         |                                 |    |
|---------|---------------------------------|----|
| 表 3.1-1 | ニセコ・雷電火山群の概要                    | 15 |
| 表 3.1-2 | 羊蹄山の概要                          | 15 |
| 表 3.1-3 | 写万部山の概要                         | 16 |
| 表 3.1-4 | 狩場山の概要                          | 16 |
| 表 3.1-5 | カスベ岳の概要                         | 17 |
| 表 3.2-1 | 文献調査対象地区の坑井などにおける泉温             | 21 |
| 表 3.2-2 | 文献調査対象地区の坑井における地温および地温勾配        | 23 |
| 表 3.2-3 | 文献調査対象地区の坑井などにおける地下水の pH        | 25 |
| 表 4.1-1 | 地形判読の判読基準                       | 27 |
| 表 4.1-2 | ニセコ・雷電火山群を代表する地点に関する情報          | 39 |
| 表 4.2-1 | 第四紀の活動を否定できない火成岩類（5 万分の 1 地質図幅） | 48 |

## 添付資料

添付資料 A 情報を抽出した文献・データのリスト

## 第1章 調査・評価の考え方

### 1.1 調査のよりどころ

本説明書は、文献調査の項目のうちの噴火に関する説明書である。噴火に関する調査のよりどころは以下のとおり。

特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律（以下、最終処分法という。）に基づき、文献調査開始に当たって原子力発電環境整備機構が2020年に公表した「北海道寿都郡寿都町 文献調査計画書」（以下、文献調査計画書という。）に従って調査を進めた。その間、原子力規制委員会（2022）の「特定放射性廃棄物の最終処分における概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項」（以下、「考慮事項」という。）が公表され、科学的特性マップ策定時の考え方<sup>1</sup> および「考慮事項」などを参照して最終処分法の要件を具体化した経済産業省資源エネルギー庁（2023）の「文献調査段階の評価の考え方」（以下、「文献調査段階の評価の考え方」という。）が策定されており、これらに基づいて調査・評価を行った。

それぞれの概要は以下のとおりである。なお、最終処分法については文献調査報告書の4.1.1（1）に示したとおりである。

#### 1.1.1 文献調査計画書

噴火については評価する要件として「火山・火成活動など」があり、その評価に用いる情報の例として、「第四紀の火山、火口の存在」、「火山噴出物や貫入岩の分布・年代」、「火山周辺の地温」および「地下水の酸性度など」が示されている。また、評価に用いる主要な文献・データとして、以下が示されている。

- ・ 日本の火山（第3版）（中野ほか編，2013）
- ・ 日本の第四紀火山カタログ（第四紀火山カタログ委員会編，1999）
- ・ 全国地熱ポテンシャルマップ（村岡ほか，2009）
- ・ 日本の火山データベース（産業技術総合研究所地質調査総合センターホームページ a）
- ・ 札幌地熱資源図（玉生ほか，2001）

#### 1.1.2 「考慮事項」

噴火については「2. 火山現象」として以下のとおり示されている。これらは、概要調査地区等の選定時において、それぞれの時点で得られている情報に基づき、適切に考慮されるべきであるとされている。

---

<sup>1</sup> 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 地層処分技術WG（以下、地層処分技術WGという。）（2017）。

## 「考慮事項」の「2. 火山現象」について

次に掲げる場所を避けること。

- ① マグマの貫入による人工バリアの破壊が生ずるような第四紀（現在から約 258 万年前まで）における火山活動に係る火道、岩脈等の履歴が存在する場所
- ② 第四紀に活動した火山の活動中心からおおむね 15 キロメートル以内の場所
- ③ 第四紀に活動した火山が存在しない場所であっても、新たな火山が生じる可能性のある場所。ここで、プレートの特性や運動と深い関係があるマグマの発生の傾向は今後 10 万年程度の間大きく変化することは想定し難いことを考慮した上で、新たな火山が生じる可能性について検討すること。

### 1.1.3 「文献調査段階の評価の考え方」

噴火については、マグマの貫入と噴出の基準および基準への該当性の確認の仕方が以下のとおり示されている。

この基準の対象としなかった地熱活動（非火山性を含む）、火山性熱水や深部流体の移動・流入については、技術的観点からの検討として好ましい地質環境特性の観点から検討するとされている。

#### マグマの貫入と噴出の基準

最終処分法第六条第二項の第一号及び第二号に対して、以下に該当することが明らかまたは可能性が高い場所を避ける。

- (ア) マグマの貫入等<sup>A</sup>による人工バリアの破壊が生ずるような第四紀（現在から約 258 万年前まで）における火山活動に係る火道、岩脈、カルデラ等の履歴が存在する。

同第二号に対して、以下に該当することが明らかまたは可能性が高い場所を避ける。

- (イ) 第四紀に活動した火山の活動中心からおおむね 15 キロメートル以内。  
(ウ) 第四紀に活動した火山が存在しない場所であっても、新たな火山が生じる。

<sup>A</sup> マグマの貫入を伴わない水蒸気噴火

#### マグマの貫入と噴出の基準への該当性の確認の仕方

##### ○ 第四紀の火山活動

地質図等の資料に記載される火山噴出物の年代測定データ及び層序等に基づいて、第四紀火山及びその活動に伴う噴出物であることを確認する。

##### ○ マグマの貫入等による人工バリアの破壊が生ずるような第四紀（現在から約 258 万年前まで）における火山活動に係る火道、岩脈、カルデラ等の履歴

第四紀にマグマが噴出・貫入した場所や水蒸気噴火が生じた場所を直接的に示すものとして、地質の観点から火道、貫入岩、岩脈、シル及びそれらを指すもの<sup>A</sup>、地形の観点からカルデラ、火口及びそれらを指すもの<sup>B</sup>を対象とする。

○ 第四紀に活動した火山の活動中心

文献・データ<sup>C</sup>に示された火道・火口等の情報に基づき、活動中心の位置を定める。活動中心とする妥当性が十分に得られない場合は、概要調査段階以降に判断する。

○ 新たな火山の発生

プレートの特性や運動と深い関係があるマグマの発生の傾向は今後 10 万年程度の間大きく変化することは想定し難いことを考慮した上で、火山の発生メカニズムに関する地域性の観点から、現在マグマの発生条件が成立していることが否定できない場合、以下を行う。

文献調査対象地区下の地殻及びマントル最上部にメルトが存在する可能性を地球物理学的、地球化学的な観測データ<sup>D</sup>を用いて評価する。

将来、より深部から地殻にメルトが貫入する可能性については、「現時点においてマグマの発生条件の成立を否定できない地域について、新たな火山の発生の蓋然性を評価する場合には、マントルウェッジの対流や沈み込む海洋プレートの特性等を加味した評価モデル等の構築によって評価することが考えられるが、研究段階であり、現時点においては確立された評価方法は見当たらない<sup>E</sup>とされていることから、関連する情報<sup>F</sup>を整理しておく。

<sup>A</sup> 文献によって、岩床、フィダーダイク等と記載されている場合がある。

<sup>B</sup> 文献によって、爆裂火口、火口列等と記載されている場合がある。

<sup>C</sup> 科学的特性マップ（図の精度は縮尺 200 万の 1 程度）においては、第四紀火山の中心から 15km の好ましくない範囲を描画するに当たって、全国規模で利用可能な文献・データである「日本の火山（第 3 版）」および「日本の第四紀火山カタログ」の情報を用いて火山の中心を設定している。日本の火山（第 3 版）では、火山の中心の位置は示されておらず、「火山を代表する位置（最高標高点）が示され（中略）日本の第四紀火山カタログでは多くの火山について主火道の位置等の情報をもとに火山中心の位置を評価・特定している」とされている。一方で、これらの文献に示されている火山の位置については、設定した根拠、理由等が必ずしも詳細には説明されていないため、文献調査においてはこれらの文献に加えて、個別の研究論文等を調査し、火道・火口等の情報を詳細に評価するものとする。

<sup>D</sup> 例えば、地殻熱流量、地震波速度構造、比抵抗構造、ヘリウム同位体比、低周波地震、地震波減衰構造の観測データ。

<sup>E</sup> 地層処分において安全確保上少なくとも考慮されるべき事項に関する検討（第 3 回目）－火山の専門家への意見聴取結果－2022 年 5 月 18 日 原子力規制庁。

<sup>F</sup> 例えば、マントルウェッジにおける脱水・溶融の数値シミュレーションや現在の高温域・流体分布に係る不均質構造等が挙げられる。

## 1.2 評価の考え方

文献調査対象地区の噴火に関連する事項として、「文献調査段階の評価の考え方」に示された基準（ア）、（イ）、（ウ）および基準への該当性の確認の仕方（1.1.3 参照）に従って評価する。

（ア）については、文献調査対象地区内に分布する第四紀の火道、岩脈、カルデラ等を整理し、避ける場所の評価を行う。（イ）については、文献調査対象地区からおおむね 15 km 以内に分布する第四紀の火山や噴出物を確認し、火道、火口等の情報に基づいて火山の活動中心を定め、その中心から半径 15 km 以内を避ける場所として評価する。（ウ）については、まず、文献調査対象地区での新たな火山の発生に関与する現象として、現在におけるマグマの発生条件の成立性について、火山の発生メカニズムに関する地域性の観点から確認を行う。これを明確に否定できると判断される場合は、以降の評価は行わない。一方、現在におけるマグマの発生条件の成立性を否定できないと判断される場合は、文献調査対象地区下の地殻およびマントル最上部に現在、マグマが存在する可能性を評価する。マグマの存在を示唆する情報として、地下深部の温度構造や地下水等の化学特性、

地下深部の物理特性に関する情報を確認し、総合的に評価する。これらは、既存の文献に示される情報などに基づき、以下に示す考え方によって必要な事項を確認することで行う。

なお、2009年に国際地質科学連合（IUGS）によって第四紀の始まり（下限）が約180万年前から約260万年前（本説明書では、「文献調査段階の評価の考え方」に従い約258万年前とする）に変更されたことから、2009年以前に発行された地質図等の文献において「鮮新世」に区分されている地層・岩体は、第四紀に区分される可能性があることを前提として分析を行った。本説明書では、2009年以前の定義に基づく、第四紀、更新世、鮮新世などの時代区分に\*を補記することとし、例えば、「第四紀\*」、「更新世\*」、「鮮新世\*」のように表記する。2009年以降の定義に基づく時代区分については補記をせず、「第四紀」、「更新世」、「鮮新世」のように表記する。

### 1.2.1 第四紀の火山活動による火山噴出物であることの確認

「日本の第四紀火山カタログ」（第四紀火山カタログ委員会編、1999）あるいは「日本の火山 第3版」（中野ほか編、2013）において第四紀火山であることが認定されており、その火山噴出物の年代測定データおよび層序等に基づいて、活動時期が第四紀に及ぶことが確認できるものを第四紀火山とする。

また、第四紀火山であることが認定されていない火山に由来する火山噴出物、または給源とする火山が明らかでない火山噴出物については、その年代測定データおよび層序等に基づいて、第四紀に噴出したことが確認できるものを第四紀の活動による火山噴出物とする。具体的には、以下の両者に該当する場合、「明らかまたは可能性が高い」とする。

- ・ 対象とする地層（火山噴出物）において、年代測定値が文献によって示されており、第四紀に噴出したことに対して相反する見解<sup>2</sup>が認められない。
- ・ 対象とする地層（火山噴出物）の噴出時期が第四紀であることが、明確な根拠<sup>3</sup>に基づく層序によって示されており、これに相反する見解が認められない。

### 1.2.2 地質の観点から第四紀に貫入、噴出した火道、岩脈等と判断するもの

第四紀に形成された地層に貫入したことを示す火道、岩脈等、あるいは年代測定値に基づいて第四紀に噴出したことが確認できる火道、岩脈等を基準（ア）に該当する「地質の観点から火道、貫入岩、岩脈、シル及びそれらを指すもの」とする。具体的には、以下のいずれかに該当する場合、「明らかまたは可能性が高い」とする。

- ・ 第四紀に形成された地層に貫入した火山噴出物であることが、明確な根拠<sup>4</sup>に基づく層序によって示されており、これに相反する見解<sup>5</sup>が認められない。
- ・ 対象とする火山噴出物において、年代測定値が示されており、第四紀に貫入あるいは噴出したことに対して相反する見解<sup>5</sup>が認められない。

<sup>2</sup> 既往の文献による指摘、データおよびNUMOによる推定を含む。

<sup>3</sup> 例えば、対象とする地層（火山噴出物）やその上位層、下位層の形成年代。

<sup>4</sup> 例えば、母岩の形成年代に関する年代測定データ、貫入に伴い母岩との接触部で観察される特徴等の記載。

<sup>5</sup> 既往の文献による指摘、データ及びNUMOによる推定を含む（例えば、被覆する地層がある場合はその形成時代・年代）。

### 1.2.3 地形の観点から基づいた第四紀に貫入、噴出した火道、岩脈等と判断するもの

第四紀の火山噴出物の分布域に位置する火口等、あるいは第四紀の火山活動により形成されたことが確認できるカルデラを基準（ア）に該当する「地形の観点からカルデラ、火口及びそれらを指すもの」とする。具体的には、以下のいずれかに該当する場合、「明らかまたは可能性が高い」とする。

- ・ 火山地形の観点に基づいて示されていることが確認できる<sup>6</sup>。
- ・ 第四紀に形成されたカルデラであることが、明確な根拠<sup>7</sup>に基づいて示されており、これに相反する見解<sup>8</sup>が認められない。

### 1.2.4 火山の活動中心の確認

火山の活動中心は、調査で収集・整理した火道・火口の情報に基づき、活動中心の位置としての妥当性を総合的に検討して評価する。例えば、噴出量、活動形式、山体形状などとの整合性を検討する。

また、基準（ア）の履歴が（イ）の範囲に収まることを確認する。（イ）の範囲に収まらない履歴が確認された場合は、岩脈発達の方向性、活動期の区分や活動場の変遷等を考慮して避けるべき範囲を評価する。

これらの評価に十分な情報が得られない場合には、概要調査以降の調査で避けるべき範囲を判断する。

### 1.2.5 現在、メルトが存在する可能性の確認

火山地域と同様に、以下の特徴がそれぞれの観点で認められ、それらの場所が概ね整合的であり、これに相反する見解が認められない場合に、可能性が高いと評価する。

- ・ 地下温度構造に関する情報より、周囲に比べて高温の領域であることを示唆する特徴（例えば、高温を示すデータのピークが位置する）が複数種の情報に認められる。さらに、その位置が概ね整合的であり、これに相反する見解が認められない。
- ・ 地下水等の化学特性に関する情報より、マントル起源流体の供給を示唆する特徴（例えば、火山地域と同等の値が観測されている）が複数種の情報に認められる。さらに、その位置が概ね整合的であり、これに相反する見解が認められない。
- ・ 地下深部の物理特性に関する情報より、流体の存在を示唆する特徴（例えば、顕著な地震波低速度体が認められる）が複数種の情報に認められる。さらに、その位置が概ね整合的であり、これに相反する見解が認められない。

## 1.3 調査の進め方

文献調査対象地区およびその周辺地域の噴火に係る文献・データを収集し、評価に必要な情

<sup>6</sup> 地形判読に基づく火山地形のほか、「日本の火山第3版」に示されるカルデラリム（「基本的に直径5 km以上のカルデラ地形のみを示した」と記載されている）。

<sup>7</sup> 例えば、カルデラ周辺における火山活動履歴。

<sup>8</sup> 既往の文献による指摘、データおよびNUMOによる推定を含む。

報を抽出する。文献・データの収集に当たっては、文献調査計画書に示した主要な文献・データに加え、公的研究機関が公表している文献・データ、学術雑誌に公表されている論文を収集し、さらに学術雑誌に公表されている論文を収集するため、文献データベースで検索を行い収集する。また、収集した文献から情報の抽出を行うに当たっては、火山活動の履歴、地下温度、地下水の化学特性などの観点から情報の抽出を行う。なお、地熱活動（非火山性を含む）および火山性熱水や深部流体の移動・流入については評価の対象としないが、これらに関連する情報も抽出する。第2章では、これらの文献・データの収集対象範囲や結果について示す。

第3章では、文献調査対象地区およびその周辺地域の火山・火成活動と地熱・熱水活動について概要を整理する。これには評価の対象とならない情報を含むが、噴火に関連して文献調査対象地区やその周辺地域で生じている現象の概要を示す。

第4章では、「マグマの貫入と噴出」の評価に必要な情報や知見を整理する。基準（ア）および（イ）に必要な情報として、4.1では既知の第四紀火山に由来する火山噴出物等について、4.2ではその他の火山噴出物等について文献・データの分析を行い、第四紀の火山活動に該当するものを抽出・整理する。4.3では基準（ウ）について、まず、現在におけるマグマの発生条件の成立性について示し、地殻およびマントル最上部に現在、マグマが存在する可能性を評価するために必要な情報、数値シミュレーションや不均質構造に関する知見を整理する。

第5章では、第4章で整理した情報や知見をもとに評価を行う。5.1では基準（ア）に係る評価として、文献調査対象地区内を対象に、第4章で抽出・整理した第四紀の火山活動が明らか、または可能性が高いに該当する火道、岩脈、カルデラの分布に基づいて避ける場所を評価する。5.2では基準（イ）に係る評価として、文献調査対象地区およびその周辺地域を対象に、第4章で抽出・整理した第四紀火山の活動中心を火道・火口等の情報に基づいて定めるとともに、その中心からおおむね15km以内を避ける場所として評価する。5.3では、基準（ウ）に係る評価として、マグマの存在を示唆するデータを総合的に考慮し、避ける場所を評価する。第4章と第5章の関係について、図1.3-1に示す。



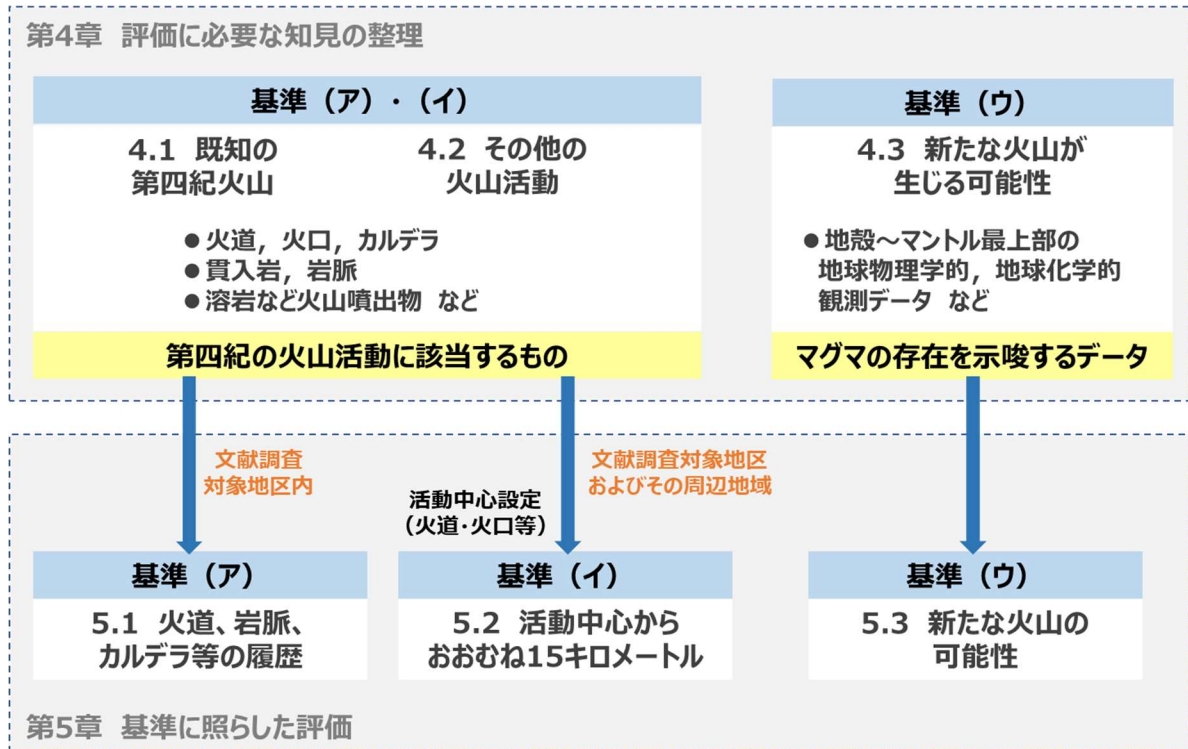


図 1.3-1 噴火に関する説明書の構成

## 第2章 文献・データの収集・情報の抽出

### 2.1 収集対象範囲

文献調査対象地区は、文献調査計画書にも記載のとおり、寿都町全域に加えて沿岸海底下を含めることとしている。

陸域の文献・データの収集対象範囲は、「文献調査段階の評価の考え方」の基準（イ）に示される範囲を踏まえ、寿都町の行政界からおおむね 15 km の範囲とした。海域の文献・データの収集対象範囲は、「文献調査段階の評価の考え方」の基準（イ）に示される範囲に加えて、沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会（2016）により、「地層処分場の地下施設が設置される可能性がある地理的範囲として（中略）沿岸部の海域側は工学的対応の観点から海岸線から 15 km 程度以内を検討範囲の目安とした」と示されていることも踏まえて、寿都町の海岸線から 30 km 沖合までの範囲とした。

また、火山活動などに伴う熱的または化学的な影響は、火山から数 km 以上の範囲に及ぶこと（例えば、小松・梅田，1999；梅田ほか，1999）、地殻～マントル最上部におけるメルトが存在する可能性の検討に必要な地球物理学的、地球化学的な情報の空間分解能は、測定地点の粗密などに依存して数 km～数十 km である場合がある（例えば、中島，2016 など）。このため、地下水の化学特性、地下構造等に関する情報は、既知の第四紀火山が分布する領域と文献調査対象地区を含む広域的な範囲を対象として収集を行った（図 2.1-1）。

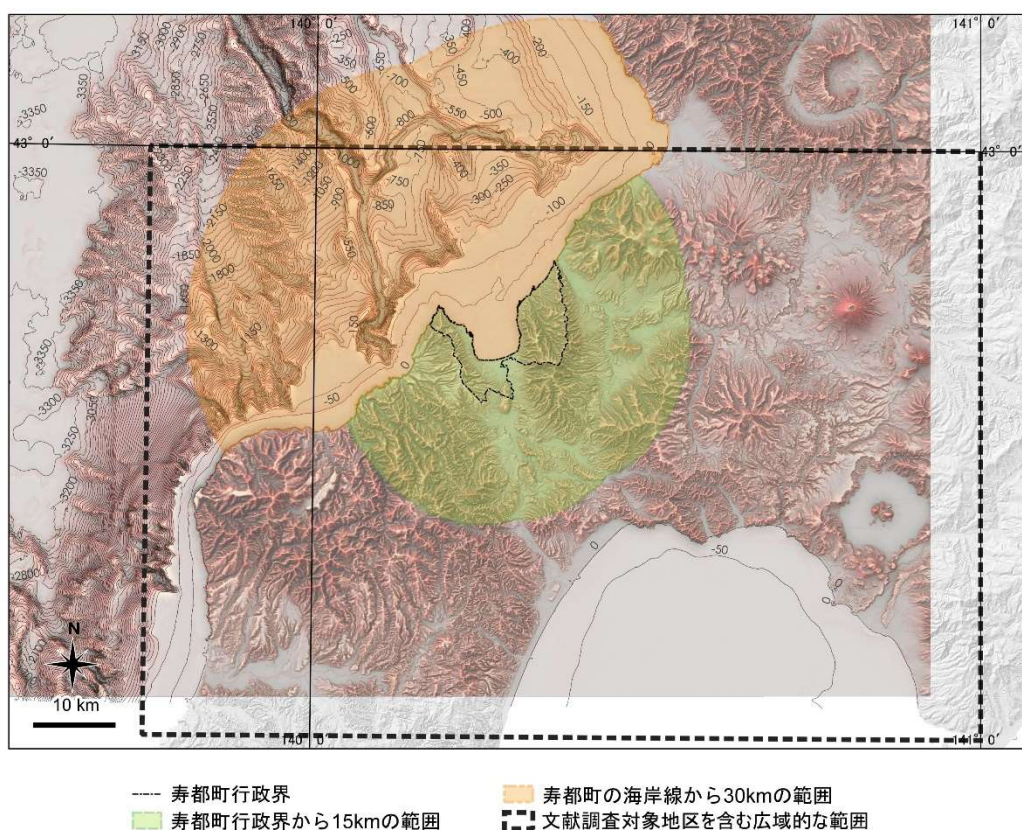


図 2.1-1 収集対象範囲

基図として「地理院タイル（陰影起伏図）」（国土地理院）および「アジア航測：赤色立体地図（陸域は国土地理院数値標高データ、海域は日本水路協会発行 M7000 シリーズ（（一財）日本水路協会承認 第 2021006 号）を使用）」を使用。海域の等深線図は日本水路協会発行「海底地形デジタルデータ（M7009 北海道西部および M7010 秋田沖）（（一財）日本水路協会承認第 2021006 号）」を用いて作成（等深線の間隔は 50 m）。寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

## 2.2 収集・抽出の観点

2.1 に示した収集対象範囲において、評価の考え方（1.2 参照）および調査の進め方（1.3 参照）に従った情報の整理や評価に必要な以下の情報が示されている文献を収集し、情報を抽出した。

- ・ 火山活動の履歴  
 火口・側火山，噴気，岩脈，貫入岩，火山噴出物，火山地形，活動様式・変遷 など
- ・ 熱水活動の履歴  
 熱水変質帯，熱水鉱床の分布・鉱化年代 など
- ・ 地下温度  
 泉温，地温・坑井温度，地温勾配 など
- ・ 地下水の化学特性  
 pH，同位体組成 など
- ・ 地下構造  
 地震発生層，地震波速度・減衰構造，比抵抗構造 など

- ・ 地殻変動  
地殻応力・ひずみ など

## 2.3 抽出結果

2.1 および2.2 に基づいて収集し、情報を抽出した文献・データを添付資料 A に「情報を抽出した文献・データのリスト」としてまとめた。

また、本説明書において引用している文献・データは、「引用文献」として示した。この引用文献には、一般的な教科書類、原子力規制委員会、地層処分技術 WG などの文献・データも含まれる。なお、「情報を抽出した文献・データリスト」においては1件としている文献・データを、引用箇所を明確にするためにいくつかに分けて扱っている場合もある（例えば、学会編の単行本を著者別のパートに分けるなど）。一方、収集・抽出の観点には該当するが評価に必要と考えられる情報が確認されなかった場合または情報が重複する（例えば、旧版・最新版、引用・被引用文献など）場合など、情報を抽出したリストに示した文献・データでも引用していないものがある。

### 第3章 火山・火成活動および地熱・熱水活動の概要

#### 3.1 第四紀における火山活動

##### 3.1.1 北海道の火山・火成活動

一般に、地球上の火山活動の分布は地域的に限られており、プレートの沈み込み境界の陸側地帯（島弧、活動的大陸縁）と生産境界（大洋中央海嶺中軸部と大陸内の断裂帯）にその大部分が集中する（下鶴ほか編, 2008）。プレートの沈み込み帯である日本列島では、西南日本の日本海側を除き、陸のプレートの下に沈み込んだ海のプレートからの水の働きによって上部マントルの一部が融けて上昇していき、マグマが形成される。このような過程で形成されたマグマは、一旦地殻内のマグマだまりに蓄えられるなどした後、地表に噴出し、これが島弧の火山になると考えられている（地層処分技術WG, 2017）。東北日本のプレート配置と火山フロントを図 3.1-1 に示す。島弧の火山は海溝にほぼ平行に発達し、明瞭な火山フロントがみられる場合が多く（中島, 2016）、火山フロントより内陸側である背弧域は、多数の火山で特徴づけられる（高橋, 2017）。文献調査対象地区は背弧域に位置しており、その周辺には複数の火山が分布している。

北海道では、北米プレート（またはオホーツクプレート）の下に太平洋プレートが沈み込んでおり、火山フロントが見られる（例えば、野上, 2003）。また、北海道の第四紀火山は、その分布や安山岩の主成分濃度の広域変化から、西南北海道地域、阿寒―知床地域、大雪―十勝―然別地域の三つに分けられ（中川ほか, 1995）、このうち、文献調査対象地区の周辺には西南北海道地域に属する第四紀火山が分布する。

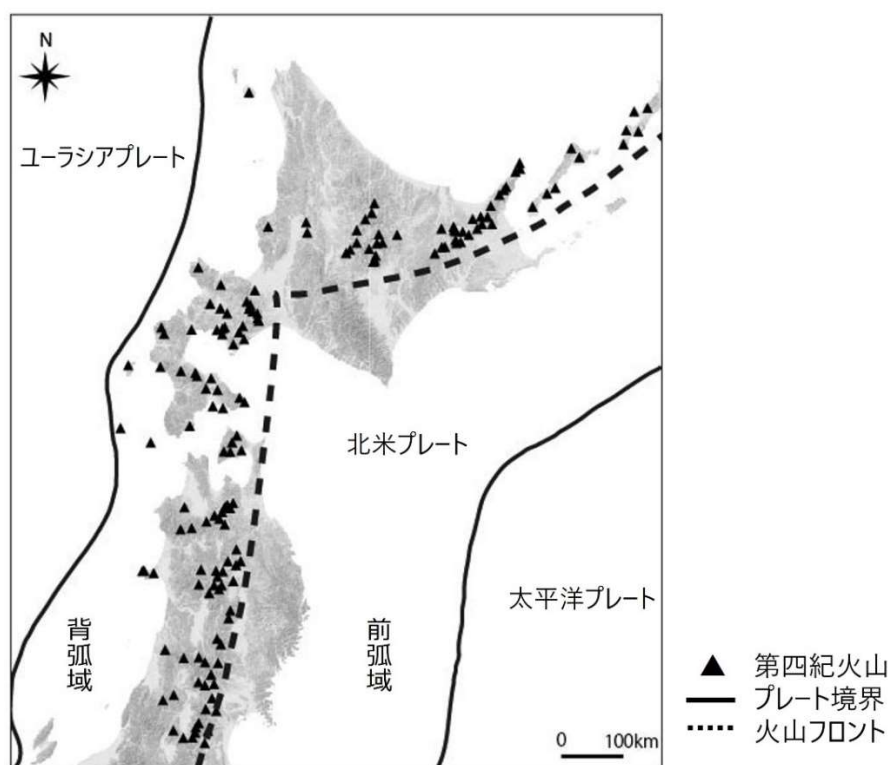


図 3.1-1 東北日本のプレート配置と火山フロント

プレート境界は核燃料サイクル開発機構（1999）、火山フロントは産業技術総合研究所地質調査総合センターホームページc、第四紀火山は中野ほか編（2013）に基づき作成。基図として「地理院タイル（陰影起伏図および傾斜量図）」（国土地理院）を使用。

### 3.1.2 西南北海道の火山活動史と分布の規則性

文献調査対象地区が位置する西南北海道には前期中新世以降の火山岩類が広く分布する。広瀬ほか(2000)では、この地域における火山活動史が火山岩の時空分布(図 3.1-2)、活動様式および火山岩の化学組成に基づいて推定されている。西南北海道では12 Ma 頃(Ma: 100 万年前を表す時間の単位)には島弧火成活動が始まっており、伏在火山岩類も含めると火山活動域は本地域全域に及んでいたことを指摘している。また、西南北海道の南半部では、12-5 Ma の火山フロントは現在とほぼ同じ位置にあったこと、5 Ma 以降も各地で引き続いて活発な火山活動が続いたが、1.7 Ma 頃から地域北部の広い範囲で火山活動が停止したことを指摘している。

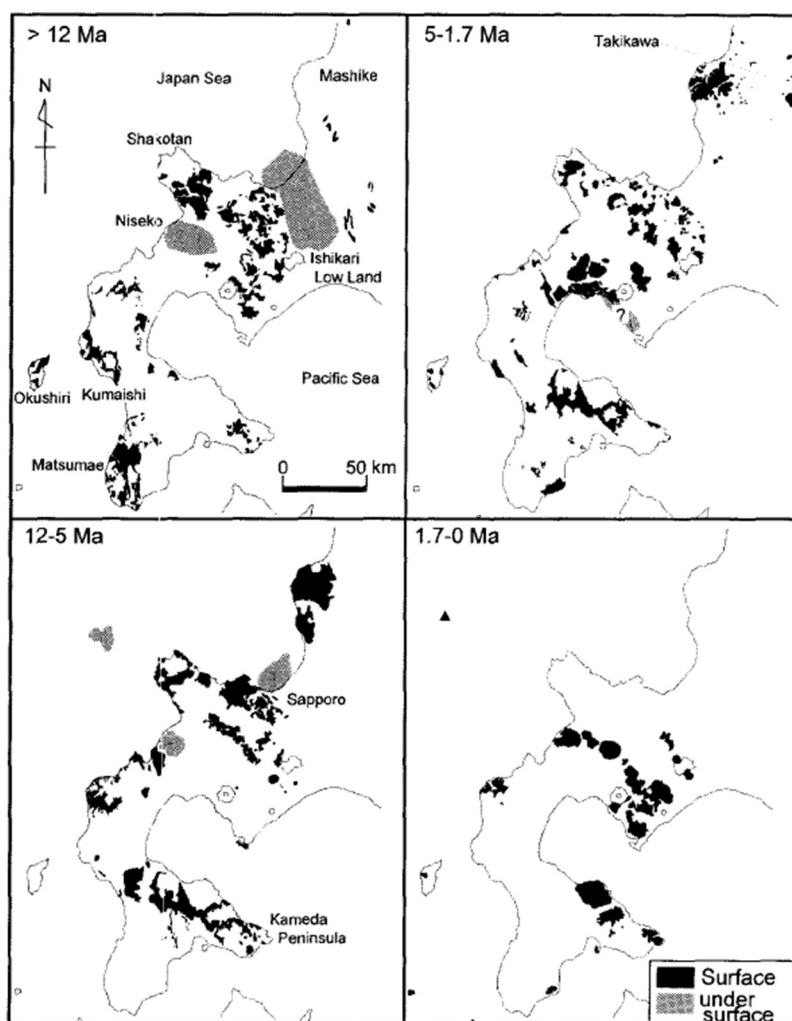


図 3.1-2 新生代の各ステージにおける西南北海道の火山岩分布(広瀬ほか, 2000)

火山分布の特徴については、Tamura et al. (2002)やWatanabe (1990)などによって以下のように指摘されている。Tamura et al. (2002)は、東北地方から西南北海道に至る広域的なスケールでの傾向として、島弧に直交する方向に細長く分布する第四紀\*火山の分布域が平均 50 km の幅をもつ 10 個のクラスターに分けられることを指摘し、東北地方北端部から西南北海道地域までの第四紀\*火山を 3 個のクラスターに区分している。

また、より詳細な空間スケールでの傾向として、Watanabe (1990)は、札幌-岩内地域の溶岩の分

布と年代に基づき、前期鮮新世 (4.2-3.7 Ma)、後期鮮新世\* (3.3-2.0 Ma)、更新世\* (2.0-0.01 Ma) の北西-南東方向に延びる3つの火山列が見られること、これらの火山列をなす火山活動は時代の変遷とともに南西に移動したことを指摘している。渡辺 (1993a) によると、このうち更新世\*には、ニセコ火山群から羊蹄山を通り倶多楽カルデラに向かう列と札幌岳から樽前山にかけての2列の火山列が形成され、羊蹄山や樽前山・倶多楽カルデラでは完新世まで火山活動が続いていることが指摘されている。渡辺 (1993b) では、これらの火山列を4列~5列と見ることができ、火山列を構成する火山が北西から南東に向かって形成されていくことを指摘している。また、このうち積丹-漁火山列を除くニセコ-羊蹄火山列などの方位や、南東方向に向かう火山列の成長には、その形成時の広域的な最大圧縮主応力軸 ( $\sigma_1$ ) の方位が関与していることが、応力集中による割れ目の成長の観点に基づいた仮説として提案されている。

### 3.1.3 西南北海道の応力場

火山体の分布形態は、マグマの性質のほかには火山体周辺の応力場などによって大きく変化する(三浦ほか, 2006)と考えられている。また、3.1.2に示したように、西南北海道で見られる火山列の方位には、その形成時の応力場が関与した可能性(渡辺, 1993b)が指摘されている。

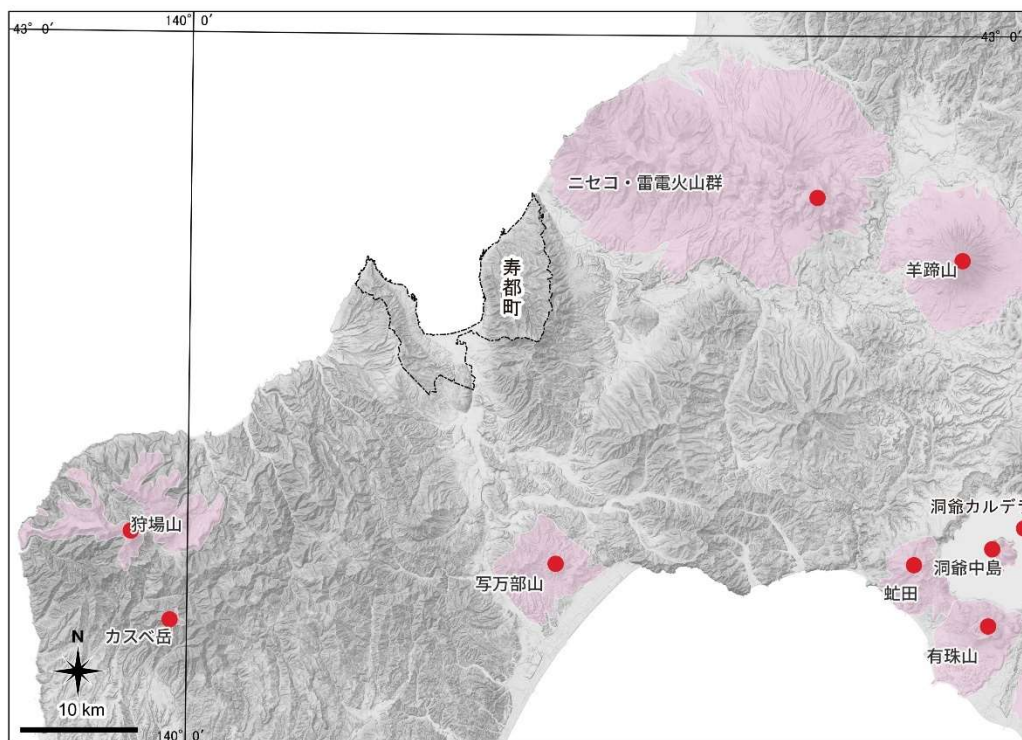
西南北海道の過去の応力場は、山岸・渡辺 (1986)、大槻 (1989)、渡辺 (1993a) などにより、岩脈、火口配列や鉞脈を用いて推定されている。渡辺 (1993a) は、岩脈・火口列の方向に基づいて、後期新生代(中期中新世以降)の西南北海道北部における主応力軸の方位を推定している。これによると、この地域の応力場は時期によって変化しており(第1期: ~約13 Ma, 第2期: 13-10 Ma, 第3期: 約10-6 Ma, 第4期: 約6-0 Ma)、このうち最も新しい時期である約6-0 Maの最大圧縮主応力軸 ( $\sigma_1$ ) の方位は、西北西~北北西方向であると指摘している。このような第四紀\*を含む最近の時代の最大圧縮主応力軸の方位は、ほかの研究(山岸・渡辺, 1986; 渡辺, 1986; Watanabe, 2002)においても概ね同様の結果が示されており、東西~北北西-南南東方向であると推定されている。

一方、現在の応力場は、Terakawa and Matsu'ura (2010)やUchide et al. (2022)などにより、地震観測データや測地観測データの解析に基づいて推定されている。Terakawa and Matsu'ura (2010)では、日本列島下の深さ10 kmおよび40 kmにおける三次元応力パターンが推定されており、文献調査対象地区周辺では北西-南東から東西方向の圧縮かつ逆断層型の応力パターンであることが示されている。このような現在の応力場の特徴は、ほかの研究(Iinuma et al., 2005; Uchide et al., 2022)においても概ね同様の結果が示されており、北西から西北西方向の圧縮を示していると推定されている。

### 3.1.4 文献調査対象地区周辺の第四紀火山

文献調査対象地区およびその周辺地域における第四紀火山の分布などについては、「日本の火山(第3版)」(中野ほか編, 2013)、「日本の第四紀火山カタログ」(第四紀火山カタログ委員会編, 1999)、「第四紀火山岩体・貫入岩体データベース」(西来ほか編, 2012)などの文献・ウェブサイトにおいて取りまとめられている。なお、「日本の火山(第3版)」(中野ほか編, 2013)の情報は、産業技術総合研究所地質調査総合センターがウェブサイトで公開しているデータベース「日本の火山データベース 第四紀火山」(産業技術総合研究所地質調査総合センターホームページ a)に収録されており、これらは新たな研究成果に基づき、適宜、更新が行われている。

これらによると、文献調査対象地区およびその周辺地域には、第四紀に活動した火山として、ニセコ・雷電火山群、羊蹄山、写万部山、狩場山、カスベ岳などが示されている(図 3.1-3)。



● 第四紀火山の位置(原典資料では「位置」)    ■ 第四紀火山の火山岩分布(原典資料では「第四紀火山分布」)

図 3.1-3 文献調査対象地区周辺の第四紀火山の分布

中野ほか編(2013)のデジタルデータを引用。基図として「地理院タイル(陰影起伏図および傾斜量図)」(国土地理院)を使用。寿都町行政界は「国土数値情報(行政区域データ)」(国土交通省)に基づく。

#### (1) ニセコ・雷電火山群

ニセコ・雷電火山群は文献調査対象地区の北東かつ積丹半島の南方に位置する火山であり、「ニセコ」として活火山(概ね過去1万年以内に噴火した火山および現在活発な噴気活動のある火山)に認定されている(気象庁ホームページ a)。古くから硫黄や褐鉄鉱の賦存地域で大規模に採掘されたこともあり、その当時(1910年代)の硫黄鉱床に関する研究に始まり、火山地形などに関する研究が進められてきた(大場, 1960)。1980年代には地熱有望地域の一つとして着目され、新エネルギー総合開発機構(NEDO)が昭和59年度から昭和61年度にかけて実施した全国地熱資源総合調査(第2次)の対象地域にも選定され、最近では超臨界地熱資源有望地域として再度、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)による調査が行われた(例えば、新エネルギー・産業技術総合開発機構, 2021)。

産業技術総合研究所地質調査総合センターホームページ a による概要は表 3.1-1 のとおり。



表 3.1-1 ニセコ・雷電火山群の概要

(産業技術総合研究所地質調査総合センターホームページ a より一部抜粋)

|            |                                                                                                                                                                                                |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 標高         | 1,309 m                                                                                                                                                                                        |
| 主な活動期      | 前期更新世前半(ジェラシアン期)–完新世                                                                                                                                                                           |
| 活動年代・最新活動年 | 約 200 万年前以降, 最新の噴火, 約 6,000 年前                                                                                                                                                                 |
| 火山の型式・構造   | 複成火山, 溶岩ドーム                                                                                                                                                                                    |
| 主な岩石       | 安山岩                                                                                                                                                                                            |
| 災害・噴火記録    | 2023 年 6 月 29 日 地熱発電調査用の掘削孔から蒸気噴出(大湯沼北東約 300m)                                                                                                                                                 |
| 火山の概要・補足事項 | 200~50 万年前の雷電山は古期火山群と位置づけ。80 万年前以降のニセコアンヌプリ, イワオヌプリ(硫黄山), ニトヌプリ, チセヌプリなど中期, 新期の火山群をあわせてニセコ・雷電火山群と呼ぶ。時代を追うごとに活動場が大局的に西から東へ移動しているので, 一連のものと考えても差し支えない。イワオヌプリが噴気活動中。2003 年の活火山見直しで新たに活火山として認定された。 |

## (2) 羊蹄山

羊蹄山は文献調査対象地区の東方に位置する活火山である。産業技術総合研究所地質調査総合センターホームページ b によれば, 最新の活動はおよそ 1,000 年前とされているが, 詳細な調査が進んでいないため, 過去 1 万年間の噴火イベントを網羅できていないとされている。気象庁ホームページ a によれば, 羊蹄山の活動は約 5~6 万年前から開始し, 過去 1 万年以降では山頂火口の活動が中心となっているが, 現在, 噴気活動は認められないとされている。

産業技術総合研究所地質調査総合センターホームページ a による概要は表 3.1-2 のとおり。

表 3.1-2 羊蹄山の概要

(産業技術総合研究所地質調査総合センターホームページ a より一部抜粋)

|            |                                     |
|------------|-------------------------------------|
| 標高         | 1,898 m                             |
| 主な活動期      | 後期更新世 - 完新世                         |
| 活動年代・最新活動年 | 遅くとも 5 万年前以降。最新の噴火:約 2,500 年前       |
| 火山の型式・構造   | 複成火山, 火砕丘, 溶岩ドーム                    |
| 主な岩石       | 安山岩, デイサイト                          |
| 火山の概要・補足事項 | 2003 年 1 月の活火山見直しで, 新たに活火山として認定された。 |

## (3) 写万部山

写万部山は文献調査対象地区の南方に位置し, 噴火湾に隣接する火山である。研究例は少なく, 矢島・陸川 (1939) および久保ほか (1983) といった地質図において, その存在が指摘されている。

産業技術総合研究所地質調査総合センターホームページ a による概要は表 3.1-3 のとおり。

表 3.1-3 写万部山の概要

(産業技術総合研究所地質調査総合センターホームページ a より一部抜粋)

|            |                                                                            |
|------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 標高         | 499 m                                                                      |
| 主な活動期      | 前期更新世前半(ジェラシアン期)                                                           |
| 活動年代・最新活動年 | 2.6-2.5 Ma                                                                 |
| 火山の型式・構造   | 複成火山                                                                       |
| 主な岩石       | 安山岩                                                                        |
| 火山の概要・補足事項 | 久保ほか(1988)によって $2.63 \pm 0.15$ Ma, $2.54 \pm 0.16$ Ma という K-Ar 年代が報告されている。 |

#### (4) 狩場山

狩場山は文献調査対象地区の南西に位置し、「カスベ岳」の北西に隣接する火山である。矢島(1937)によると、昭和 10・11 年の北海道工業試験場の調査によりほぼその全貌を知り得たと記載されている。その後、Kaneoka et al. (1987)により溶岩の年代に関する研究などが報告されている。

産業技術総合研究所地質調査総合センターホームページ a による概要は表 3.1-4 のとおり。

表 3.1-4 狩場山の概要

(産業技術総合研究所地質調査総合センターホームページ a より一部抜粋)

|            |               |
|------------|---------------|
| 標高         | 1,520 m       |
| 主な活動期      | 中期更新世(チバニアン期) |
| 活動年代・最新活動年 | 約 80 万~25 万年前 |
| 火山の型式・構造   | 複成火山          |
| 主な岩石       | 安山岩           |
| 火山の概要・補足事項 | —             |

#### (5) カスベ岳

カスベ岳は文献調査対象地区の南西に位置し、「狩場山」の南東に隣接する火山である。土居ほか(1977)により溶岩の存在が指摘され、山岸・黒沢(1987)は、「露頭はないが、転石によると暗黒色緻密な輝石安山岩である」と記載している。

産業技術総合研究所地質調査総合センターホームページ a による概要は表 3.1-5 のとおり。

表 3.1-5 カスベ岳の概要

(産業技術総合研究所地質調査総合センターホームページaより一部抜粋)

|            |                                           |
|------------|-------------------------------------------|
| 標高         | 1,049 m                                   |
| 主な活動期      | 前期更新世後半(カラブリアン期)                          |
| 活動年代・最新活動年 | 前期更新世                                     |
| 火山の型式・構造   | 成層火山                                      |
| 主な岩石       | 安山岩                                       |
| 火山の概要・補足事項 | 山岸・黒沢(1987)によって更新世*とされているが, 詳細な年代値は不明である。 |

## 3.2 地熱・熱水活動

### 3.2.1 鉱床および熱水変質帯

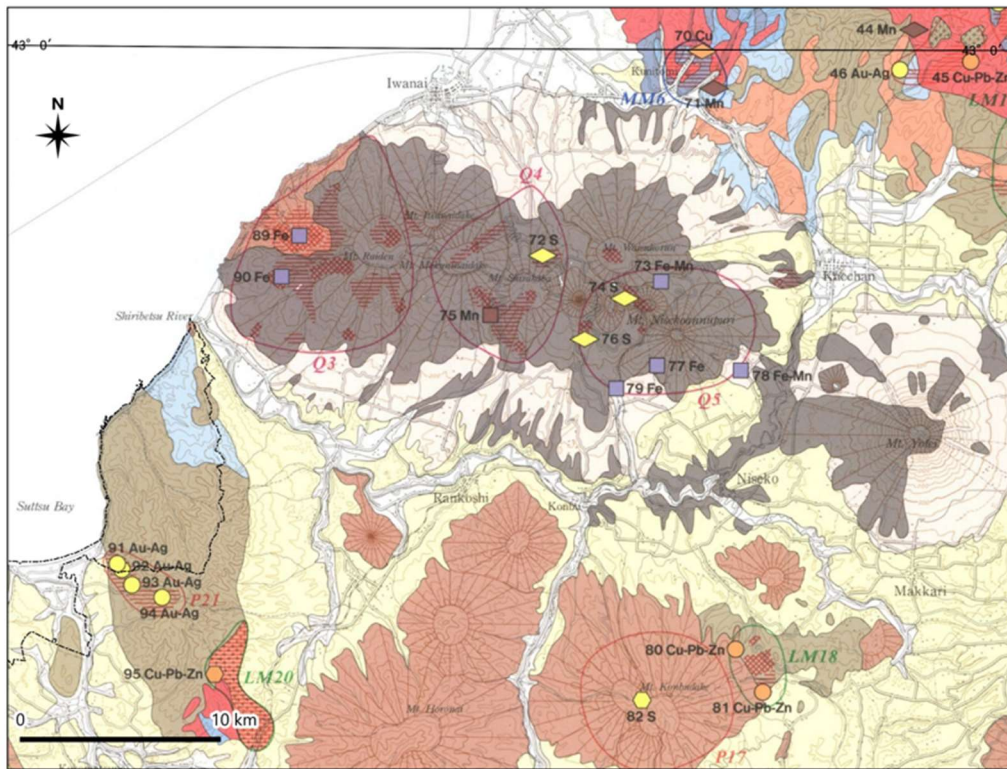
文献調査対象地区を含む西南北海道における鉱床の分布は, 齊藤ほか(1963), 長谷川ほか(1983)などによって取りまとめられている。このうち, 石原ほか(1992), 成田ほか(1996), 渡辺(2000)は, その分布に加えて年代測定値や形成時期を取りまとめている。

熱水変質帯については, 資源開発を目的とした新エネルギー総合開発機構(NEDO)による全国地熱資源総合調査(新エネルギー総合開発機構, 1987a)などにより, 調査が行われてきた。これらの調査により明らかとなった主な変質帯の分布は, 地質調査所(現・産業技術総合研究所地質調査総合センター)が既存資料に基づき引用・編集を行った札幌-岩内地域マグマ-鉱化熱水系分布図(渡辺, 2000)や札幌地熱資源図(玉生ほか, 2001)などにおいて取りまとめられている。

文献調査対象地区周辺における鉱床および熱水変質帯の分布(渡辺, 2000), 鉱床の分布(長谷川ほか, 1983)をそれぞれ図 3.2-1, 図 3.2-2 に示す。ニセコ・雷電火山群の東部(ニセコ)では山体およびその近傍に, 第四紀の火山活動に伴う鉱床や熱水変質帯が多数分布している(玉生ほか, 2001; 渡辺, 2000)。

文献調査対象地区に分布する鉱床(およびその鉱化年代)は, 正荘, 寿都(4.8 Ma: 成田ほか, 1996;  $7.7 \pm 0.4$  Ma,  $5.9 \pm 0.2$  Ma: Ono et al., 2004), 潮路, 永泰( $6.0 \pm 0.2$  Ma: 平井ほか, 2001), 金ヶ沢( $5.6 \pm 0.3$  Ma: 平井ほか, 2001)である。また, 渡辺(2000)および岡村(1984)によれば, これらの鉱床の周囲には熱水変質帯が分布することが示されている。なお, このほか文献調査対象地区の近傍には大金( $11.4 \pm 0.4$  Ma ~  $9.0 \pm 0.3$  Ma: 平井ほか, 2001), 大玖, 熱鄂( $10.8 \pm 0.3$  Ma: 平井ほか, 2001)などの鉱床が分布する。

鉱床や熱水変質帯の形成年代は必ずしもすべてが明らかとなっているわけではないが, 文献調査対象地区で最も新しく形成されたと考えられる鉱床および熱水変質帯は4.8 Maのものであり, それ以降の時代に熱水活動があったことを示唆する情報は示されていない。



Hydrothermal alteration zone

- Argillic, propylitic and sericitic alteration zone
- Advanced argillic alteration zone

Hydrothermal system

- Quaternary hydrothermal system
- Pliocene hydrothermal system
- Late Miocene hydrothermal system
- Middle Miocene hydrothermal system

Type of deposits

- Vein
- Replacement, disseminated
- Strata-bound including Kuroko and sublimation sulfur
- Sedimentary

Commodity of minerals

- Cu, Pb, Zn
- Au, S
- As, Hg
- Ba
- Fe
- Mn

図 3.2-1 文献調査対象地区周辺の鉱床および熱水変質帯の分布

渡辺 (2000) より, 文献調査対象地区およびその周辺地域を一部抜粋して方位記号とスケールを追記した。文献調査対象地区周辺の主な鉱床の名称 (数字は図中の番号に対応) : 91 潮路, 92 永代 (永泰), 93 陰の沢 (金ヶ沢), 94 大金, 95 大玖

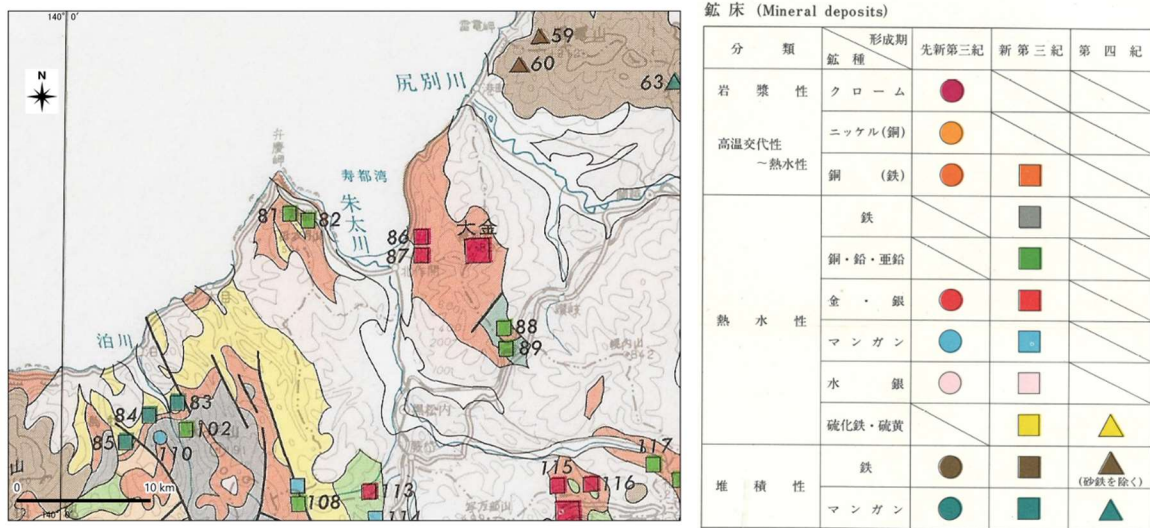


図 3.2-2 文献調査対象地区周辺の鉱床分布

長谷川ほか(1983)より、文献調査対象地区およびその周辺地域を一部抜粋して方位記号とスケールを追記した。鉱床の名称(数字は図中の番号に対応): 60 磯谷, 81 正荘, 82 寿都, 83 西島牧, 86 潮路, 87 永泰(永代), 88 大玖, 89 熱鄂

### 3.2.2 泉温および地温・地温勾配

一般に、火山およびその周辺地域では、地下に存在するマグマ溜り(熱源)から放出される熱および揮発性物質によって、熱的な影響や化学的な影響を受ける(例えば、小松・梅田, 1999)。このうちマグマから放出された熱などによって加熱された地下水(熱水)は、温泉として湧出し、坑井での水温(泉温)として観測される。これと同様に、岩盤への熱的な影響は地温または地温勾配などの空間的な変化として捉えられる。

国内における泉温、地温、地温勾配の情報は、種々のデータベースにより取りまとめられている。これらのデータベースには測定地点の位置情報として座標値が示されているものの、小縮尺の位置図からの読み取りなどによって推定されている(例えば、産業技術総合研究所地質調査総合センターホームページd)場合もあれば、異なる測地系に基づいた座標が混在している可能性も考えられ、データベース間で同一の坑井を示している場合であっても、座標値の表記が若干異なっている場合が見受けられた。このため、同一の坑井との対応に留意しつつ、これらの情報を整理した。

図 3.2-3 に、文献調査対象地区における坑井の分布を示す。これによると、文献調査対象地区の中央部に4ヵ所の坑井が分布し、互いに近接する。以下に、文献調査対象地区周辺の泉温および地温・地温勾配について、それぞれの概要を示す。

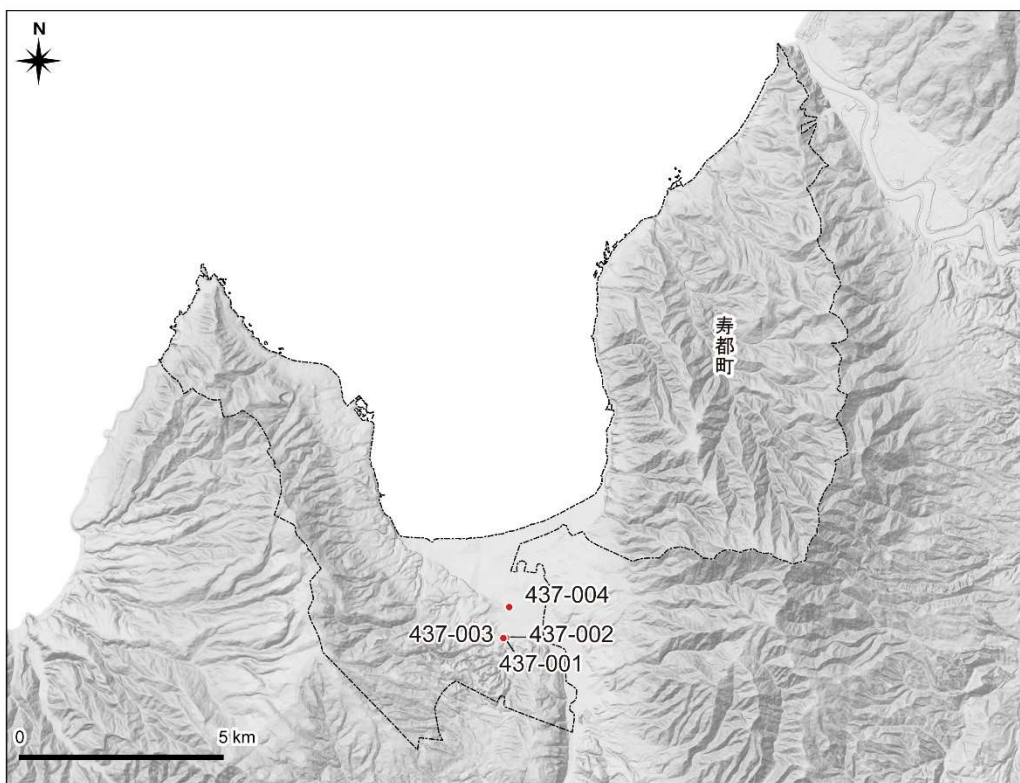


図 3.2-3 文献調査対象地区の坑井分布

基図として「地理院タイル（陰影起伏図および傾斜量図）」（国土地理院）を使用。図中に数字で示す坑井のコード番号は高見ほか（2008），寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

#### (1) 泉温

国内の泉温の測定値やその位置情報は，産業技術総合研究所地質調査総合センター（2005）や村岡ほか（2009）などにより整理されている。村岡ほか（2009）に基づく文献調査対象地区周辺の泉温分布を図 3.2-4 に示す。これによると，泉温の測定地点は偏在しており，特にニセコ・雷電火山群の周辺や狩場山およびカスベ岳の東方に多く分布する。このうちニセコ・雷電火山群の周辺では，70℃以上の泉温を示す地点が多く分布する。また，狩場山およびカスベ岳の東方においても 60℃以上の泉温を示す地点が複数分布する。

表 3.2-1 に，文献調査対象地区の坑井等における泉温を示す。各坑井との対応は，松波ほか（1991，1996），高見ほか（2008）に基づく坑井のコード番号を参照して整理した。文献調査対象地区の坑井での泉温は，28.5～48.4℃である。玉生ほか（2001）によると，文献調査対象地区の中央部は 42℃以上の地熱流体が得られている地域であることから，第四紀\*火山に関連しない地熱資源賦存地域に区分されている。なお，これらの坑井以外で測定された可能性があるものとして，斎藤（1962）および早川・国府谷（1968）により，湯別微温泉，政泊冷泉，弁慶岬周辺としてその泉温が示されているが，最も高い泉温は 30℃である。ただし，これらの泉温が測定された地点はそれぞれの文献に記載されておらず，明らかでない。

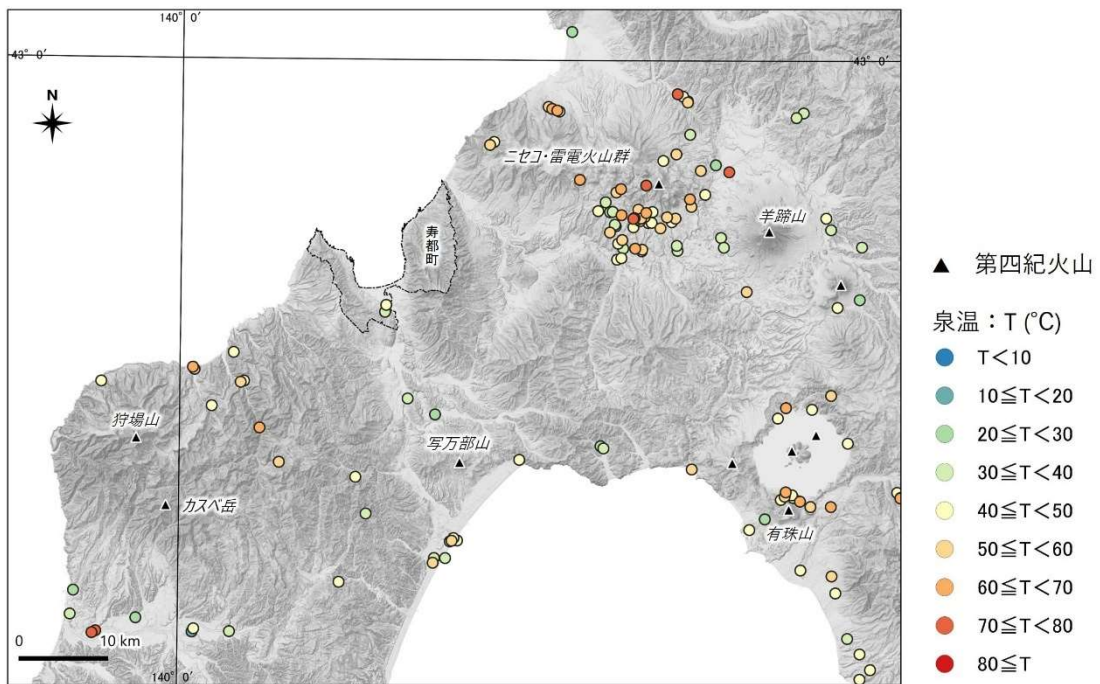


図 3.2-4 文献調査対象地区周辺の泉温分布

泉温は村岡ほか（2009），第四紀火山は中野ほか編（2013）に基づき作成。基図として「地理院タイル（陰影起伏図および傾斜量図）」（国土地理院）を使用。寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

表 3.2-1 文献調査対象地区の坑井などにおける泉温

| 坑井のコード番号 <sup>※1</sup> または名称 | 泉温（°C）                                  |
|------------------------------|-----------------------------------------|
| 437-001                      | 28.5 <sup>※3</sup>                      |
| 437-002                      | 33.5 <sup>※3</sup>                      |
| 437-003                      | 35.8 <sup>※3</sup>                      |
| 437-004                      | 48.4 <sup>※4</sup>                      |
| 湯別微温泉 <sup>※2</sup>          | 30°C <sup>※5</sup> , 26°C <sup>※5</sup> |
| 政泊冷泉 <sup>※2</sup>           | 14°C <sup>※5</sup> , 15°C <sup>※5</sup> |
| 弁慶岬周辺 <sup>※2</sup>          | 約16°C <sup>※6</sup>                     |
| 寿都温泉 <sup>※7</sup>           | 43.6°C <sup>※7</sup>                    |
| 湯別温泉 <sup>※7</sup>           | 35.6°C <sup>※7</sup>                    |

※1 坑井の位置は図 3.2-3 を参照，※2 坑井以外で測定された可能性があり詳細な位置は不明，※3 松波ほか（1991）に基づく，※4 松波ほか（1996）に基づく，※5 斎藤（1962）に基づく，※6 早川・国府谷（1968）に基づく，※7 寿都温泉ゆべつのゆホームページに基づく。

## (2) 地温・地温勾配

国内の地温勾配値は、田中ほか（1999）や田中ほか（2019）などにより整理されている。このうち、田中ほか（2019）に基づく文献調査対象地区周辺の地温勾配分布を図 3.2-5 に示す。これによると、地温勾配の測定地点は偏在しており、特にニセコ・雷電火山群の周辺や狩場山およびカスベ岳の東方に多く分布する。ニセコ・雷電火山群の周辺では、 $100^{\circ}\text{C}/\text{km}$  以上を示す地点が多く分布し、山体の東部で最も高い地温勾配（ $152^{\circ}\text{C}/\text{km}$ ）が示されている。また、狩場山およびカスベ岳の東方においても  $75^{\circ}\text{C}/\text{km}$  以上を示す地点が複数分布する。

表 3.2-2 に、文献調査対象地区の坑井における地温および地温勾配を示す。地温勾配は、1カ所の坑井（437-004）についてのみ示されており、 $51\sim 52^{\circ}\text{C}/\text{km}$  である。この値は、梅田ほか（1999）に示される北海道の広域的な地温勾配値、 $30\sim 50^{\circ}\text{C}/\text{km}$  よりもやや高い。

文献調査対象地区の坑井のうち、坑井 437-004 では坂川ほか（2004）により温度プロファイルが示されている（図 3.2-6）。これによると、深度の増加に伴って温度も増加し、深度  $1,040.1\text{ m}$  で  $63.6^{\circ}\text{C}$  となる。坑井 437-002 および 437-003 については、松波ほか（1991）によって深度  $167\text{ m}$  および  $160\text{ m}$  での地温が示されており（表 3.2-2）、それらは坑井 437-004 における同深度での地温と比べると高い。なお、坑井 437-001 の地温を示している文献は認められなかった。

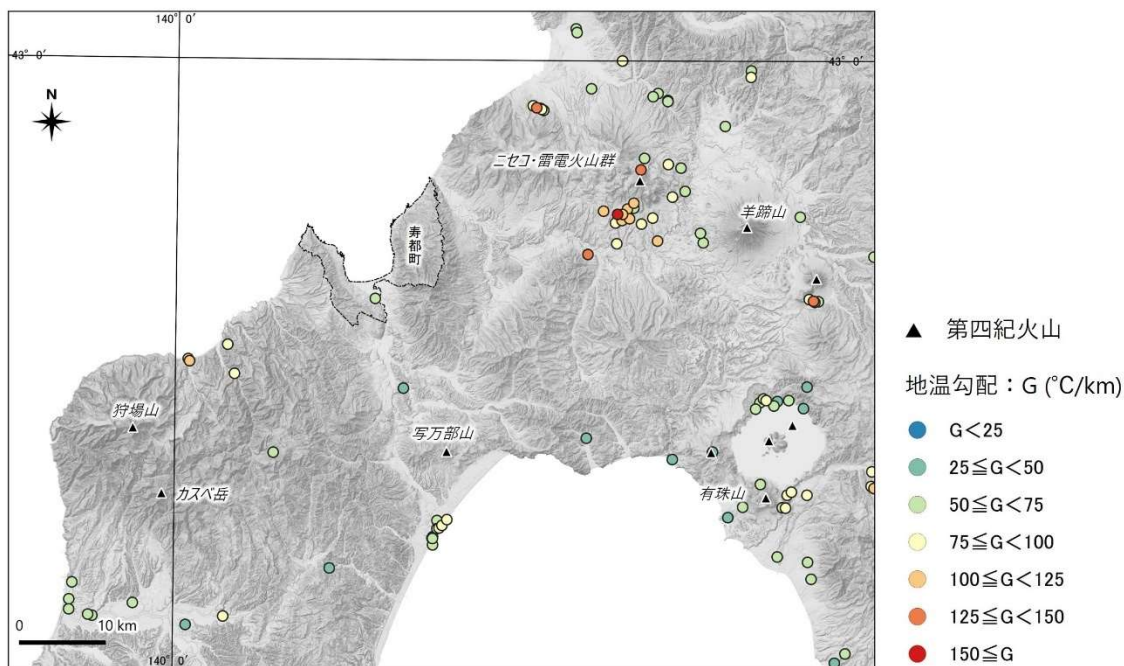


図 3.2-5 文献調査対象地区周辺の地温勾配分布

地温勾配は田中ほか（2019）、第四紀火山は中野ほか編（2013）に基づき作成。基図として「地理院タイル（陰影起伏図および傾斜量図）」（国土地理院）を使用。寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。



表 3.2-2 文献調査対象地区の坑井における地温および地温勾配

| 坑井のコード番号※1 | 地温勾配 (°C/100 m) | 地温                        |
|------------|-----------------|---------------------------|
|            |                 | 測定深度 (m) / 温度 (°C)        |
| 437-001    | -               | -                         |
| 437-002    | -               | 167/36.1※4                |
| 437-003    | -               | 160/34.6※4                |
| 437-004    | 5.1※2, 5.2※3    | 1055/63.3※5, 1054.6/63.5※ |

※1 坑井の位置は図 3.2-3 を参照, ※2 若浜ほか (1995) に基づく, ※3 田中ほか (2019) に基づく, ※4 松波ほか (1991) に基づく, ※5 松波ほか (1996) に基づく。

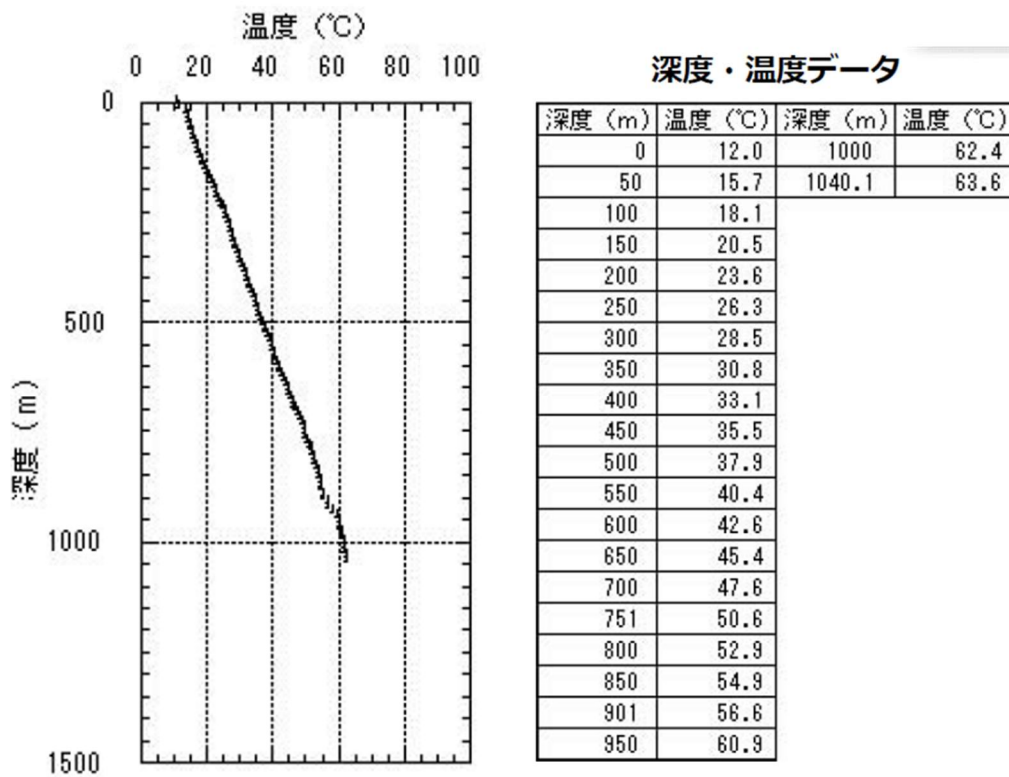


図 3.2-6 坑井 437-004 における温度プロファイル  
坂川ほか (2004) の温度プロファイルを一部抜粋し, 配置を編集。

### 3.2.3 噴気

文献調査対象地区の周辺において噴気が認められた地点については, 酒匂ほか (1977), 金原・阪口 (1989) や玉生ほか (2001) により示されている。これらによると, ニセコ・雷電火山群の東部に位置するチセヌプリおよびイワオヌプリの周辺で 57.5~96.8°Cの噴気が存在が示されているが, 文献調査対象地区には分布しない。

### 3.2.4 地下水の pH

一般に, 火山およびその周辺地域では, 地下に存在するマグマ溜り (熱源) から放出される熱お

よび揮発性物質によって、熱的な影響や化学的な影響を受ける（例えば、小松・梅田，1999）。小松・梅田（1999）および浅森ほか（2002）によると、pH 4.8 未満を示す低 pH の地下水は火山付近に集中して見られ、火山から離れるに従って pH が大きくなることなどから、火山活動は酸性地下水を生み出す支配的な要因となっていることが指摘されている。

国内の地下水の pH は、産業技術総合研究所地質調査総合センター（2005）や村岡ほか（2009）などにより整理されている。このうち、村岡ほか（2009）に基づく文献調査対象地区周辺の pH の分布を図 3.2-7 に示す。これによると、ニセコ・雷電火山群の山体東部では、周辺に比べて低い 4.8 未満の pH を示す地下水が多く分布する。

表 3.2-3 に、文献調査対象地区の坑井などにおける pH を示す。各坑井との対応は、松波ほか（1991，1996）、高見ほか（2008）に基づく坑井のコード番号を参照して整理した。坑井 437-002，437-003，437-004 における pH は 7.6～9.1 である。これらの坑井以外で測定された可能性があるものとして、斎藤（1962）および早川・国府谷（1968）により、湯別微温泉，政泊冷泉，弁慶岬周辺として測定値が示されているが、それらの pH は 8.0～8.3 である。このように、pH 4.8 未満を示す地下水は認められなかった。

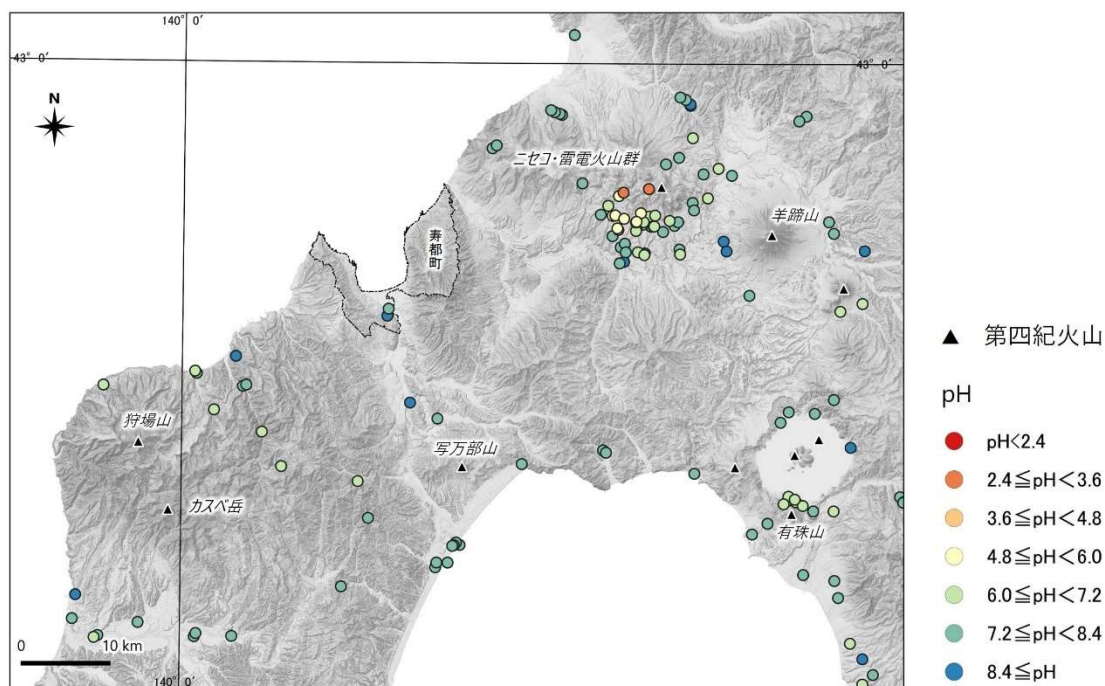


図 3.2-7 文献調査対象地区周辺における地下水の pH 分布

pH は村岡ほか（2009），第四紀火山は中野ほか編（2013）に基づき作成。基図として「地理院タイル（陰影起伏図および傾斜量図）」（国土地理院）を使用。寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

表 3.2-3 文献調査対象地区の坑井などにおける地下水の pH

| 坑井のコード番号 <sup>※1</sup> または名称 | pH                |
|------------------------------|-------------------|
| 437-001                      | -                 |
| 437-002                      | 9.1 <sup>※3</sup> |
| 437-003                      | 8.8 <sup>※3</sup> |
| 437-004                      | 7.6 <sup>※4</sup> |
| 湯別微温泉 <sup>※2</sup>          | 8.3 <sup>※5</sup> |
| 政泊冷泉 <sup>※2</sup>           | 8.2 <sup>※5</sup> |
| 弁慶岬周辺 <sup>※2</sup>          | 8.0 <sup>※6</sup> |
| 寿都温泉 <sup>※7</sup>           | 7.2 <sup>※7</sup> |
| 湯別温泉 <sup>※7</sup>           | 8.8 <sup>※7</sup> |

※1 坑井の位置は図 3.2-3 を参照，※2 坑井以外で測定された可能性があり詳細な位置は不明，※3 松波ほか（1991）に基づく，※4 松波ほか（1996）に基づく，※5 斎藤（1962）に基づく，※6 早川・国府谷（1968）に基づく，※7 寿都温泉ゆべつのゆホームページに基づく。

## 第4章 評価に必要な知見の整理

### 4.1 既知の第四紀火山

本節では、「日本の火山（第3版）」（中野ほか編，2013）において第四紀の活動が指摘されている火山体を対象に，火山噴出物の分布と層序，火口・カルデラなどの分布および火山を代表する地点に関する情報を整理した。

#### 4.1.1 検討方法

##### (1) 火山噴出物の分布と層序

既知の第四紀火山も含め，対象噴出物が第四紀の火山・火成活動に該当するか分析を行うため，以下の地質図幅および地質図を参照し，検討を行った。

- ・ 5万分の1地質図幅  
「島古丹」（山岸ほか，1976）  
「岩内」（広川・村山，1955）  
「寿都」（鈴木ほか，1981）  
「歌棄」（山岸，1984）  
「狩太」（国府谷・土居，1961）  
「大平山」（黒沢ほか，1993）  
「長万部」（久保ほか，1983）  
「豊浦」（土居ほか，1958）
- ・ ニセコ地域地熱地質編図（1：100,000）（新エネルギー総合開発機構，1987a）


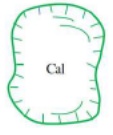
検討に使用した地質図幅および地質図の選定理由としては，第四紀の火山噴出物の分布について記載されており，検討に必要な解像度を有することが挙げられる。なお，地層・岩体の名称等については，現在使用されていない「石英安山岩」や「石英斑岩」などの用語を含め，特に断りのない限り原著のとおりに記載している。

また，地質図幅・地質図間の境界部において地層・岩体の分布は必ずしも整合しないため，地層・岩体が不連続となる箇所については，複数の地質図等を参考にその分布について整理を行った。さらに，個別論文等で年代測定値が得られている場合は，火山噴出物の分布と層序を可能な限り区分したうえで，年代測定地点との対応を整理した。

加えて，地形判読を実施することにより，火山体を構成する溶岩等の重なりを詳細に整理した。地形判読を行うに当たっては，判読区域ごとに空中写真を実体視し，陰影起伏図（地理院タイル）および赤色立体地図も参照するとともに，表 4.1-1 の判読基準に従い，火山体を構成する地形種を抽出した。なお，判読基準を定めるにあたり，鈴木（2012）を参考にした。

表 4.1-1 地形判読の判読基準

鈴木 (2012) を参考に作成。

| 名称                                     | 凡例・記号                                                                               | 判読基準                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 火口(Crater)<br>・割れ目火口<br>(Fissure vent) |    | 火山の山頂部および山腹・山麓に見られる凹地のうち、直径約2 km 以下のもの(C)を判読。線状に発達する割れ目火口(F)も判読対象とした。                                                                                                                                                                 |
| 溶岩流<br>(Lava flow)                     |    | 舌状の細長い地形(L)を判読。末端は急峻な崖になることが多く、台地状となる。上面に溶岩じわ、側面に溶岩堤防が認められることもある。                                                                                                                                                                     |
| 溶岩円頂丘<br>(Lava dome)                   |    | 腕を伏せたような小丘上の地形を判読。頂部は平坦～緩斜面で、中腹はやや急峻、末端部は崖錐を伴う急峻な地形を呈する。マグマが地表に噴出して冷え固まったものを溶岩円頂丘(Ld)、マグマが地表に噴出せずに地表付近の地盤を押し上げたものを潜在円頂丘(Cd)とする。ただし、両者の識別が困難な場合、円頂丘(D)として判読する。粘性の高いマグマの噴出によって形成されたため、流下距離に対して厚さが大きくなる。厚さ/底径が1/8以上であることを目安として、溶岩流と区別する。 |
| 潜在円頂丘<br>(Crypt dome)                  |    |                                                                                                                                                                                                                                       |
| 円頂丘(Dome)                              |   |                                                                                                                                                                                                                                       |
| 火山原面<br>(Volcanic original surface)    |  | 削剥が進み、上述した溶岩流や溶岩円頂丘などの具体的な火山地形は判読できないが、火山形成時の斜面が断片的に識別できる場合は、このカテゴリ(Vs)で表記する。                                                                                                                                                         |
| カルデラ<br>(Caldera)                      |  | 火山活動で生じた直径約2 km 以上の巨大な凹地(Cal)を判読。カルデラを囲む環状の山稜をカルデラ縁または外輪山と呼び、その形状は、円形・楕円形・四角形・馬蹄形など多様である。                                                                                                                                             |

## (2) 火口・カルデラなどの分布

既存文献に示される火口等の情報について整理するとともに、(1)に示した地形判読により把握した。

## (3) 火山を代表する地点

火山の位置情報(座標値)が示されている以下の文献を対象に、それぞれの文献で示される位置情報を整理した。

- ・ 日本の火山(第3版)(中野ほか編, 2013)
- ・ 第四紀火山カタログ(第四紀火山カタログ委員会編, 1999)

- ・ 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース（西来ほか編，2012）
- ・ 日本活火山総覧（第4版）（気象庁ホームページ a）

各文献で位置情報の意味は以下のとおり，異なっている。

中野ほか編（2013）の情報を収録した「日本の火山データベース 第四紀火山」（産業技術総合研究所地質調査総合センターホームページ a）では，「各火山（火山群）の緯度経度は，火山活動の中心地点ではなく，「火山の最高標高点。単成火山群の場合は最も高い標高点，あるいは代表的な火山の最高標高点」を示したものであるとしている。

第四紀火山カタログ委員会編（1999）では，「地形的」および「主火道」の緯度・経度が示されるとともに，それぞれについて，以下のように記載されている。

- ・ 地形的：現在残存している地形に基づいて判断した，火山体の最高点あるいは中心位置。
- ・ 主火道：新鮮な地形が残されている場合でも，浸食された山体しか残されていない場合でも，共に主要な火道（マグマの通路）を推定してその位置を示す。必ずしも，現在の最高点や主峰の位置ではない。

なお，すべての火山で「地形的」および「主火道」の緯度・経度が両方示されているわけではなく，どちらか一方の緯度・経度しか示されていない火山もある。また，このカタログに記載されている火山の多くが，実際には複数の火山体の集合であることから，個々の構成要素である火山体一つ一つを別個に記述した「個別火山体カタログ」も本文献に集録されている。

西来ほか編（2012）では，「主要な位置」として各火山岩体・貫入岩体の緯度・経度の情報が掲載されている。定義は示されていないが，多くは中野ほか編（2013）と座標値が一致することから，火山の最高標高点を主要な位置として示しているものと推察される。

気象庁ホームページ a では，活火山（概ね過去1万年以内に噴火した火山および現在活発な噴気活動のある火山）に関する情報が掲載されており，山体の最高点の緯度・経度が記載されている。ただし，最高点以外にも火山活動がある位置に三角点がある場合，その点も付記されている。

#### 4.1.2 個々の火山に関する整理

2.1 に示した調査範囲を踏まえ，文献調査対象地区から 15 km 以内に火山噴出物が分布する（1）ニセコ・雷電火山群，（2）写万部山の2つの火山を検討対象とした。

##### （1）ニセコ・雷電火山群

ここでは，日本の火山（第3版）（中野ほか編，2013）などの文献において示される範囲に認められる，雷電山，岩内岳，目国内岳，前目国内岳，白樺山，シャクナゲ岳，ワイスホルン，チセヌプリ，ニセコアンヌプリ，モイワ山，ニトヌプリ，イワオヌプリなどを包括して，「ニセコ・雷電火山群」として検討する。

##### （i）火山噴出物の分布と層序

5万分の1地質図幅（山岸ほか，1976；広川・村山，1955；国府谷・土居，1961）および「ニセコ地域地熱地質編図」（新エネルギー総合開発機構，1987a）に基づき，「ニセコ・雷電火山群」の活動に伴うものと考えられる火山噴出物の分布を整理した（図 4.1-1 および図 4.1-3）。また，それぞれ

の地質図幅および地質図による地質・火山層序を図 4.1-2 および図 4.1-4 に示す。これらによると、火山噴出物の分布範囲は、東西約 30 km、南北約 20 km にわたり、その範囲は寿都町に及ばないものと読み取ることができる。ただし、雷電岬火山角礫岩層は文献調査対象地区の行政界近傍に分布している。

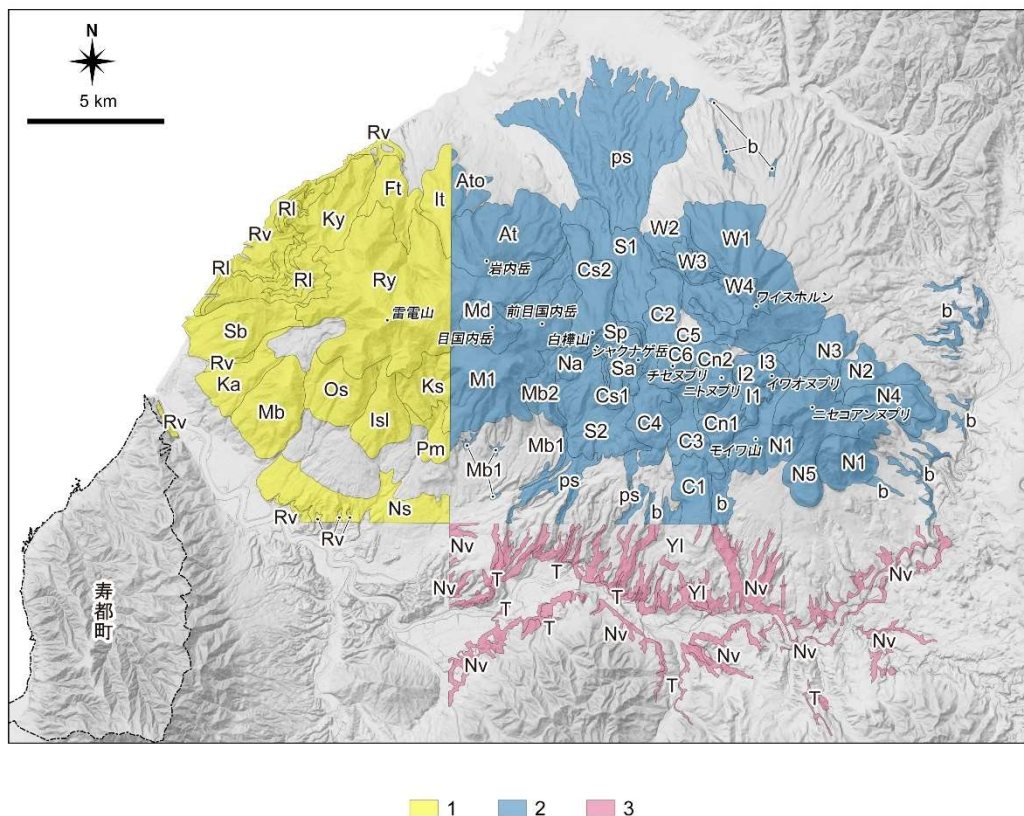


図 4.1-1 5 万分の 1 地質図幅によるニセコ・雷電火山群周辺の火山噴出物の分布

1：山岸ほか (1976)，2：広川・村山 (1955)，3：国府谷・土居 (1961) に基づき作成。基図として「地理院タイル (陰影起伏図および傾斜量図)」(国土地理院) を使用。寿都町行政界は「国土数値情報 (行政区域データ)」(国土交通省) に基づく。図中の記号 (地層・岩体名など) については以下を参照。

1：5 万分の 1 地質図幅「島古丹」(山岸ほか，1976) より，Rv：雷電岬火山角礫岩層 - 塊状溶岩 - 火山円礫岩，水冷破碎岩，RI：雷電岬火山角礫岩層 - 塊状溶岩 - 普通輝石しそ輝石安山岩，Ns：ニセコアン層 - 凝灰角礫岩，Pm：旧期ニセコ火山群 - パンケ目国内溶岩 - 普通輝石しそ輝石安山岩，Ka：コックリ湖溶岩 - 普通輝石しそ輝石安山岩，Ks：上里溶岩 - 普通輝石しそ輝石安山岩，Os：オサンナイ溶岩 - 普通輝石しそ輝石安山岩，Ky：熊野山溶岩 - かんらん石普通輝石しそ輝石安山岩，Ft：藤袋溶岩 - かんらん石普通輝石しそ輝石安山岩，Sb：セバチ鼻溶岩 - かんらん石普通輝石しそ輝石安山岩，Isl：岩城溶岩 - 普通輝石しそ輝石安山岩，Mb：森別溶岩 - 普通輝石しそ輝石安山岩，It：岩内岳筍山溶岩 - かんらん石普通輝石しそ輝石安山岩，Ry：雷電山溶岩 - 普通輝石しそ輝石安山岩

2：5 万分の 1 地質図幅「岩内」(広川・村山，1955) より，b：岩雄登火山 - 基底噴出物 - 凝灰角礫岩および熔岩，W1~4：岩雄登火山 - ワイスホルン噴出物 - 集塊岩 - 両輝石安山岩，N1~4：岩雄登火山 - ニセコアンヌプリ噴出物 - 舞台状熔岩 (熔岩および火山砕屑岩) - 両輝石安山岩および橄欖石含有両輝石安山岩，N5：岩雄登火山 - ニセコアンヌプリ噴出物 - ニセコアンヌプリ熔岩 - 両輝石安山岩，ps：岩雄登火山 - チセヌプリ噴

出物 - 軽石層 - 軽石 (両輝石安山岩)・スコリア (橄欖石両輝石安山岩) および両輝石安山岩, S1~2: 岩雄登火山 - チセヌプリ噴出物 - しゃくなぎ山凝灰角礫岩 - 両輝石安山岩, Na: 新見熔岩 - 橄欖石含有両輝石安山岩, Sp: 岩雄登火山 - チセヌプリ噴出物 - しゃくなぎ山軽石質凝灰角礫岩 - 両輝石安山岩, Cs1~2: 岩雄登火山 - チセヌプリ噴出物 - チセヌプリ熔岩 - しゃくなぎ山熔岩 - 石英角閃石含有橄欖石両輝石安山岩, Cn1~2: 岩雄登火山 - チセヌプリ噴出物 - チセヌプリ熔岩 - ニトヌプリ熔岩 - 角閃石含有橄欖石両輝石安山岩, C1: 岩雄登火山 - チセヌプリ噴出物 - チセヌプリ熔岩 - 日ノ出泥流 - 石英角閃石含有橄欖石両輝石安山岩, C2: 岩雄登火山 - チセヌプリ噴出物 - チセヌプリ熔岩 - 長沼泥流 - 石英角閃石含有橄欖石両輝石安山岩, C3: 岩雄登火山 - チセヌプリ噴出物 - チセヌプリ熔岩 - 湯本熔岩 - 石英角閃石含有橄欖石両輝石安山岩, C4: 岩雄登火山 - チセヌプリ噴出物 - チセヌプリ熔岩 - 旭台熔岩 - 石英角閃石含有橄欖石両輝石安山岩, C5: 岩雄登火山 - チセヌプリ噴出物 - チセヌプリ熔岩 - 舞台状熔岩 - 石英角閃石含有橄欖石両輝石安山岩, C6: 岩雄登火山 - チセヌプリ噴出物 - チセヌプリ熔岩 - 熔岩円頂丘 - 石英角閃石含有橄欖石両輝石安山岩, Sa: 岩雄登火山 - チセヌプリ噴出物 - しゃくなぎ山円頂丘 - 橄欖石両輝石安山岩, I1: 岩雄登火山 - 岩雄登噴出物 - 舞台状熔岩 - 両輝石安山岩および橄欖石含有両輝石安山岩, I2: 岩雄登火山 - 岩雄登噴出物 - 小岩雄登円頂丘 - 両輝石安山岩, I3: 岩雄登火山 - 岩雄登噴出物 - 大岩雄登円頂丘 - 両輝石安山岩, Ato: 雷電火山 - 岩内岳噴出物 - 岩内岳筍山熔岩 - 両輝石橄欖石安山岩, At: 雷電火山 - 岩内岳噴出物 - 岩内岳熔岩 - 両輝石安山岩および橄欖石含有両輝石安山岩, Mb1~2: 雷電火山 - 目国内岳噴出物 - 目国内岳凝灰角礫岩 - 両輝石安山岩, M1: 雷電火山 - 目国内岳噴出物 - 目国内岳基底熔岩 - 角閃石橄欖石含有両輝石安山岩, Md: 雷電火山 - 目国内岳噴出物 - 目国内岳熔岩 - 角閃石含有両輝石安山岩

3: 5万分の1地質図幅「狩太」(国府谷・土居, 1961)より, T: 立川層 - 砂岩, 礫岩, 凝灰岩, Nv: ニセコアン層 - 浮石, 礫, 砂, 粘土, Yb: 湯山別熔岩 - 普通輝石しそ輝石安山岩



(a) 5万分の1地質図幅「島古丹」

| 時代   | 層序   |                             |                                                                                                                     |
|------|------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 第四紀* | 現世   | 砂丘堆積物<br>現河床堆積物<br>扇状地堆積物   |                                                                                                                     |
|      | 洪積世* | 第2段丘堆積物<br>第1段丘堆積物<br>崖錐堆積物 |                                                                                                                     |
|      |      | ニセコ新期火山群                    | 雷電山溶岩 (Ry)<br>岩内岳筍山溶岩 (It)<br>森別溶岩 (Mb)<br>岩城溶岩 (Is)                                                                |
|      |      | ニセコ旧期火山群                    | セバチ鼻溶岩 (Sb)<br>藤岱溶岩 (Ft)<br>熊野山溶岩 (Ky)<br>オサンナイ溶岩 (Os)<br>上里溶岩 (Ks)<br>コックリ湖溶岩 (Ka)<br>パンケ目国内溶岩 (Pm)<br>ニセコアン層 (Ns) |
|      | 鮮新世* | 磯谷溶岩<br>雷電山火山角礫岩層 (Rv) ※    |                                                                                                                     |
|      |      | 尻別川層                        |                                                                                                                     |
|      |      | 中新世                         | 火山角礫岩部層<br>磯谷層<br>シルト岩部層<br>硬質頁岩シルト岩互層                                                                              |

(b) 5万分の1地質図幅「岩内」

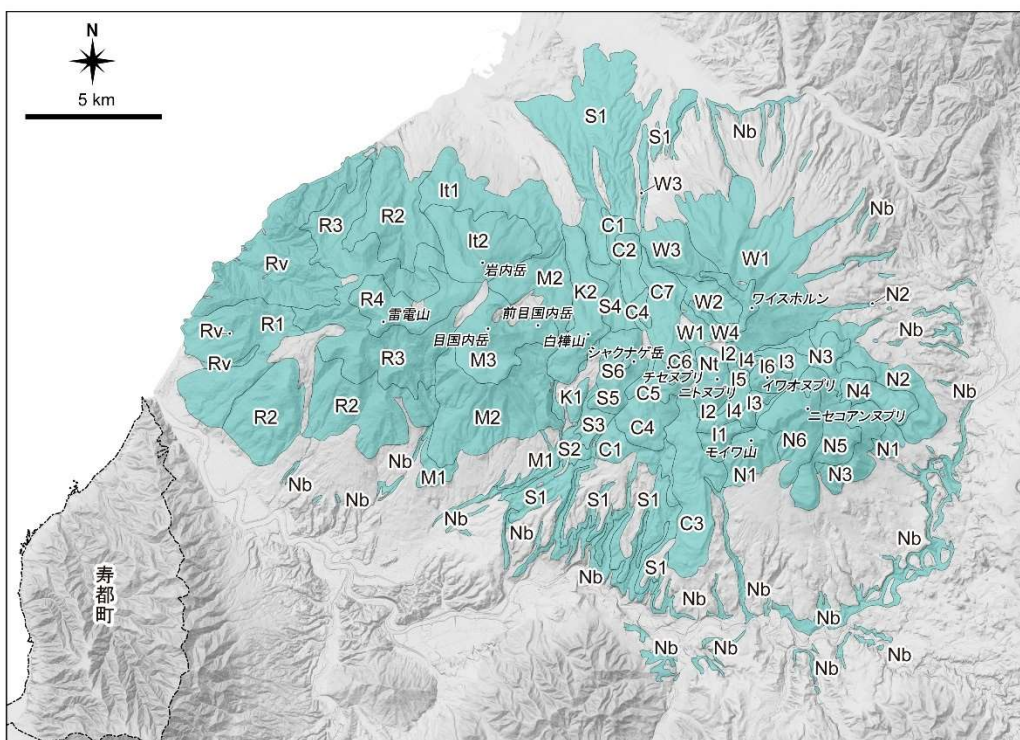
| 年代区分 | 堆積岩              |                                      | 噴出岩類                                   |
|------|------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|
|      | 層序               |                                      |                                        |
| 第四紀* | 沖積世<br>↓<br>洪積世* | 氾濫原堆積物<br>砂丘層<br>俱知安盆地堆積層            | 崖錐<br>火山碎屑物<br>岩雄登火山<br>雷電火山<br>後方羊蹄火山 |
|      |                  | 岩内砂層<br>横似火山灰層 (留寿都層)<br>比羅夫層 (昆布層群) |                                        |
|      | 鮮新世*             | 無沢層                                  | 安山岩                                    |
|      |                  | 後期 八雲層<br>初期 訓経層                     | バンノ沢頁岩層 (柏谷状頁岩層)<br>小沢凝灰角礫岩層 (国富凝灰岩)   |

(c) 5万分の1地質図幅「狹太」

| 時代   | 層序   |                                                                                                     |                                                    |                                                |
|------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 第四紀* | 現世   | 現河床堆積物<br>羊蹄第1熔岩<br>第2河岸段丘堆積物<br>第1河岸段丘堆積物<br>扇状地堆積物および岩錐堆積物                                        |                                                    |                                                |
|      | 更新世* | 真狩別層<br>狩太層<br>留寿都層<br>湯山別熔岩 (YI)<br>ニセコアン層 (Nv)<br>模範林熔岩<br>昆布岳上部熔岩<br>昆布岳下部熔岩<br>柳ノ沢集塊岩層<br>桂ノ沢熔岩 |                                                    |                                                |
|      |      | 鮮新世*                                                                                                | 榎ノ沢熔岩<br>真狩別太熔岩<br>立川層 (T) 美和層<br>幌内山集塊岩層<br>五十戸熔岩 |                                                |
|      |      |                                                                                                     | 中新世                                                | バンケホロナイ層 新富上部熔岩<br>立川集塊岩層<br>シヒボドーパッピ溶岩 新富下部熔岩 |
|      |      |                                                                                                     |                                                    | 真狩川層<br>プロピライト熔岩<br>花園綠色凝灰岩                    |

図 4.1-2 5万分の1地質図幅による地質層序 (ニセコ・雷電火山群)

(a) は山岸ほか (1976), (b) は広川・村山 (1955), (c) は国府谷・土居 (1961) より一部抜粋し, デジタイジングを行った。太文字は図 4.1-1 に示す火山噴出物に相当する。※は, 地質図幅の凡例においては「雷電岬火山角礫岩層 (Rv)」とされている。



1

図 4.1-3 ニセコ地域地熱地質編図によるニセコ・雷電火山群周辺の火山噴出物の分布

1: 新エネルギー総合開発機構(1987a)に基づき作成。基図として「地理院タイル(陰影起伏図および傾斜量図)」(国土地理院)を使用。寿都町行政界は「国土数値情報(行政区域データ)」(国土交通省)に基づく。図中の記号(地層・岩体名など)については以下を参照。

1: 「ニセコ地域地熱地質編図 1/100,000」(新エネルギー総合開発機構, 1987a)より, Rv: 雷電岬火山角礫岩層 - 安山岩質火山角礫岩, 砂質凝灰角礫岩, 玄武岩溶岩, 両輝石安山岩溶岩, Nb: 基底噴出物 - 凝灰角礫岩, 凝灰岩, 礫岩, 軽石, 砂礫, シルト, 玄武岩質両輝石安山岩溶岩, R1~4: 雷電火山群 - 雷電山噴出物 - カンラン石含有両輝石安山岩溶岩, 同質火砕岩, M1~3: 雷電火山群 - 目国内岳噴出物 - カンラン石・角閃石含有ガラス質両輝石安山岩溶岩, 同質火砕岩, It1~2: 雷電火山群 - 岩内岳噴出物 - 角閃石・カンラン石含有両輝石安山岩溶岩, 同質火砕岩, W1~4: ニセコ火山群 - ワイスホルン噴出物 - ガラス質ピジョン輝石含有両輝石安山岩溶岩, 同質火砕岩, N1~6: ニセコ火山群 - ニセコアンヌプリ噴出物 - 両輝石安山岩溶岩, 同質火砕岩, S1~6: ニセコ火山群 - シャクナゲ岳噴出物 - カンラン石・角閃石・石英含有両輝石安山岩溶岩, 同質火砕岩, K1~2: ニセコ火山群 - カンラン石・角閃石含有両輝石安山岩溶岩, 同質火砕岩, C1~7: ニセコ火山群 - チセヌプリ噴出物 - カンラン石・角閃石・石英含有両輝石安山岩溶岩, 同質火砕岩, Nt: ニセコ火山群 - ニトヌプリ噴出物 - 角閃石・カンラン石含有両輝石安山岩溶岩, I1~6: ニセコ火山群 - イワオヌプリ噴出物 - 角閃石含有両輝石安山岩溶岩, 同質火砕岩, 湖成堆積物

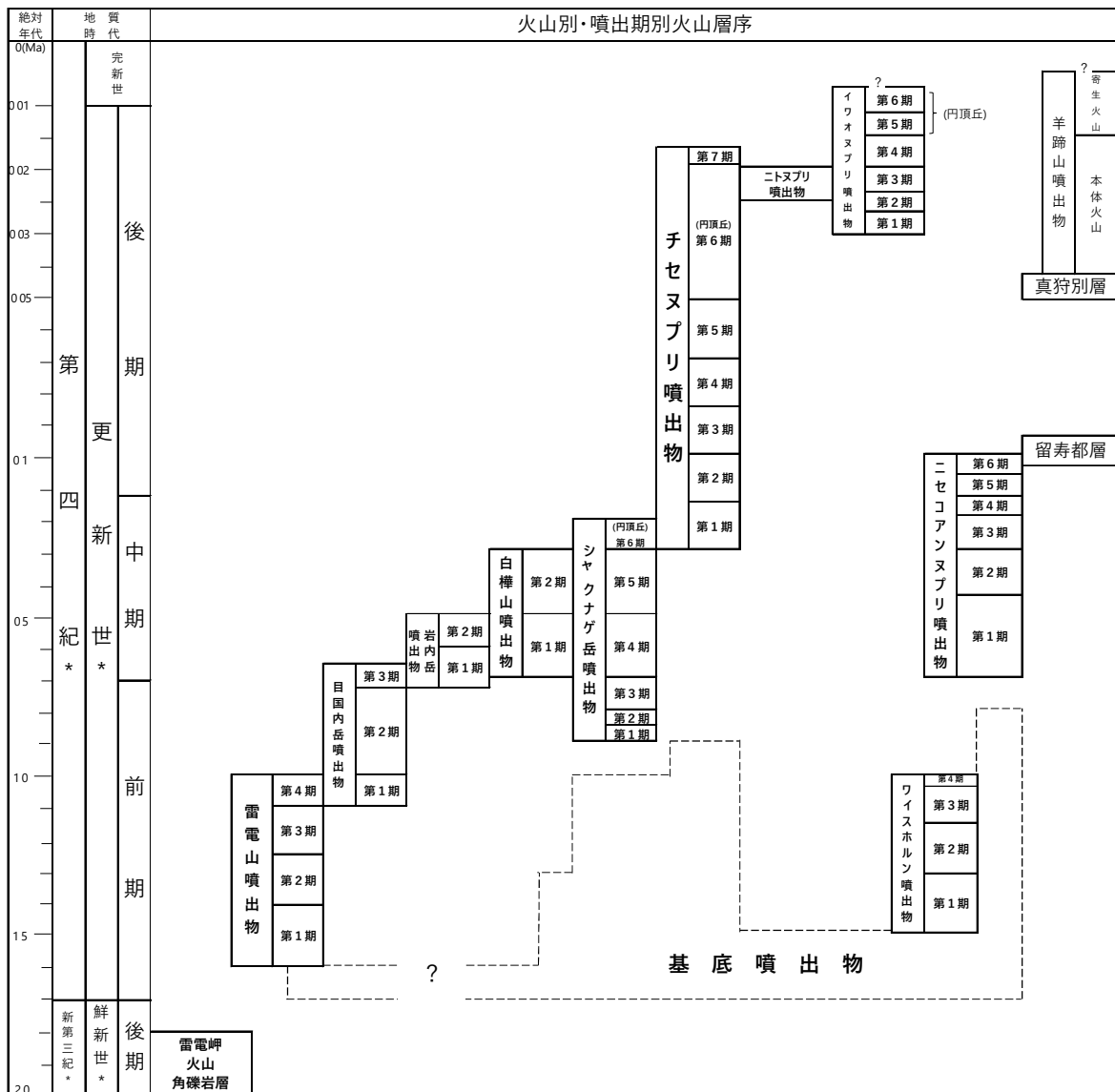


図 4.1-4 ニセコ地域地熱地質編図による火山層序 (ニセコ・雷電火山群)

新エネルギー総合開発機構 (1987a) より一部抜粋し、デジタイジングを行った。太文字は図 4.1-3 に示す火山噴出物に相当する。

本火山群の活動に伴って形成されたと考えられる地層・岩体は、山岸ほか (1976) では 14 種 (Rv・Rl・Ns・Pa・Ka・Ks・Os・Ky・Ft・Sb・Isl・Mb・It・Ry), 広川・村山 (1955) では 34 種 (W1~4・N1~5・ps・S1・S2・Na・Sp・Cs1~2・Cn1~2・C1~6・Sa・I1~3・Ato・At・Mb1~2・M1・Md), 国府谷・土居 (1961) では 3 種 (T・Nv・Yb) に区分されており、図幅間でそれらの区分が整合しない箇所が多い (図 4.1-1)。新エネルギー総合開発機構 (1987a) では、本火山群の活動に伴って形成されたと考えられる 43 種 (Rv・Nb・R1~4・M1~3・It1~2・W1~4・N1~6・S1~6・K1~2・C1~7・Nt・I1~6) の地層・岩体が記載されている (図 4.1-3)。図 4.1-2 および図 4.1-4 の地質・火山層序に基づけば、これらの地層・岩体のうち、もっとも古いものは、山岸ほか (1976) および新エネルギー総合開発機構 (1987a) に示される「雷電岬火山角礫岩層」であり、新エネルギー総合開発機構 (1986) では火山岩の年代として  $2.03 \pm 0.28 \text{ Ma}$ ,  $1.50 \pm 0.09 \text{ Ma}$  (いずれも全岩 K-Ar

年代)などが示され、同文献において、「上位の雷電山噴出物との関係などから、本層の活動期は、鮮新世\*後期の2.0~1.8 Maである」と論じられている。

以上のことから、「ニセコ・雷電火山群」は、最も古い地層・岩体と考えられる「雷電岬火山角礫岩層」から第四紀と評価できる年代測定値が得られており、以降に形成されたすべての地層・岩体について、第四紀における火山活動の履歴であることが明らかといえる。

また、山元(2014)によれば、ニセコ火山群の積算噴出量は、64 DRE km<sup>3</sup>を超えることが示されており(図 4.1-5)、古期火山群に区分される雷電山の活動に伴う噴出物の量が最も大きい。なお、活動時期が最も新しいのはイワオヌプリであり、その活動時期は0.3 Ma以降で噴気活動も確認されている。

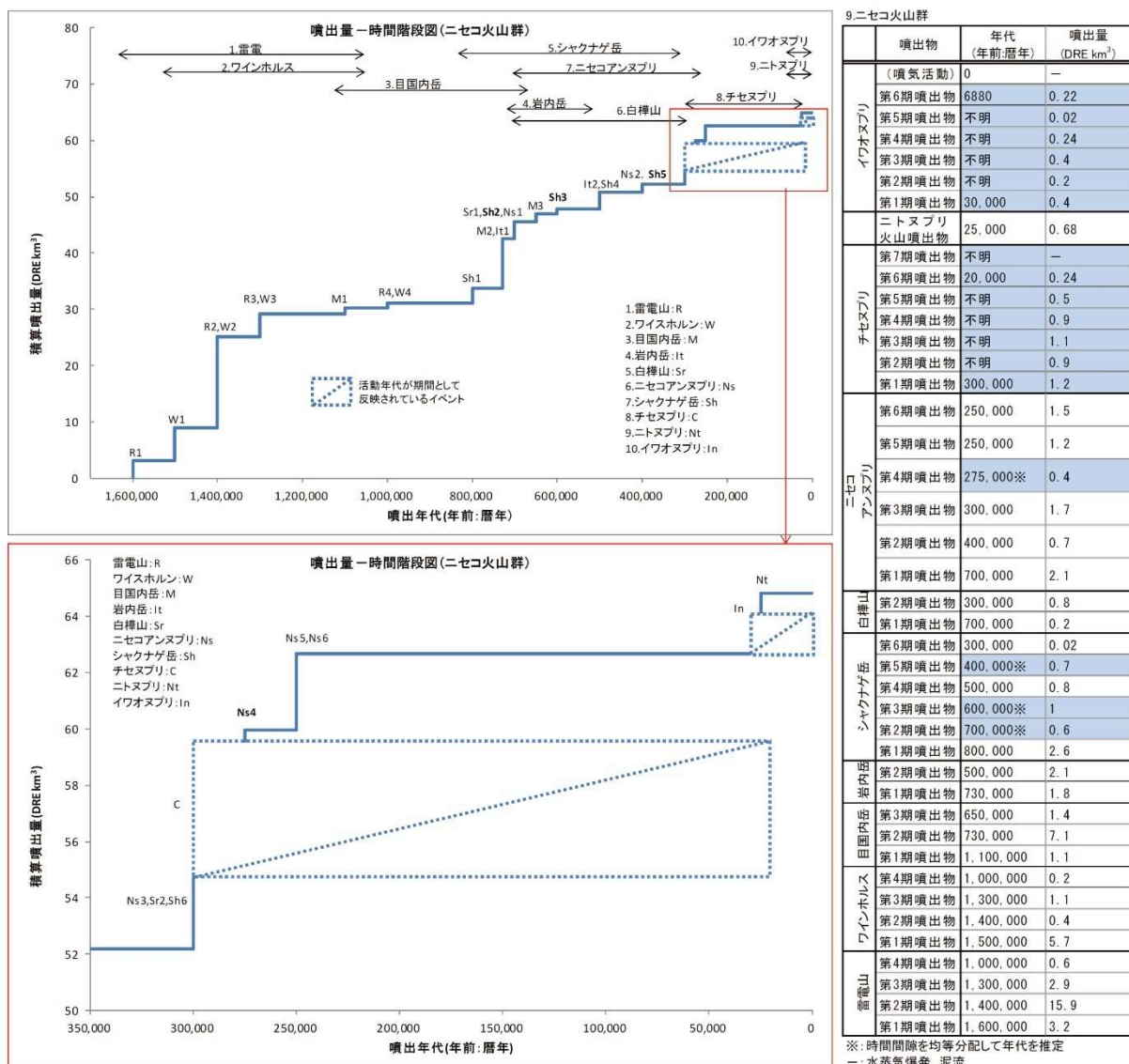


図 4.1-5 噴出量-時間階段図(ニセコ火山群)(山元, 2014)

(ii) 火口・カルデラなどの分布

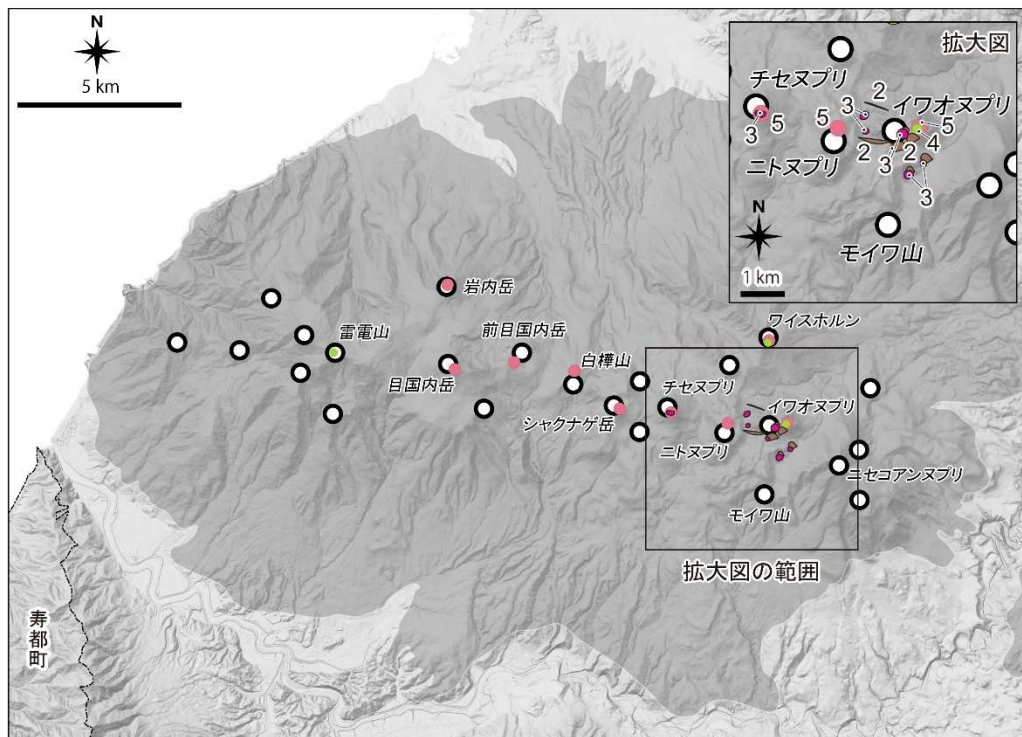
既存文献に基づく火口および火道の分布を図 4.1-6 に示す。

守屋（2003）に示される地形分類図では、ニセコ火山群全体で「火道」が25ヵ所存在すると記載されている。ただし、判読基準などの詳細は示されていない。

五十嵐・横田（1970）においても、イワオヌプリ周辺に「火口および爆裂火口」の位置が複数示されており、新エネルギー総合開発機構（1987b）の「航空写真判読図」でも同様に、イワオヌプリ周辺に爆裂火口が3ヵ所、爆裂火口の可能性がある凹地が4ヵ所示されている。

第四紀火山カタログ委員会編（1999）では、「ニセコ火山群（イワオヌプリなど）」の主火道の位置がイワオヌプリ山頂付近に示されており、個別火山体である「雷電」の主火道が雷電山山頂の三角点、「ワイスホルン」の主火道がワイスホルン山頂の三角点に示されている。これら主火道の位置は、「主要な火道（マグマの通路）を推定してその位置を示す」と説明されており、推定した理由・根拠等については記されていない。

西来ほか編（2012）では、第四紀火山の主要な位置とは別に、「個々の噴出・貫入地点」として9ヵ所の地点が描かれており、その定義や抽出基準については記されていないが、それぞれの地点は、火山群を構成する山々の山頂に位置している。



○ 1 □ 2 ■ 3 ● 4 ● 5 第四紀火山の火山岩分布

図 4.1-6 ニセコ・雷電火山群周辺の火口・火道の分布

1：守屋（2003），2：五十嵐・横田（1970），3：新エネルギー総合開発機構（1987b），4：第四紀火山カタログ委員会編（1999），5：西来ほか編（2012），濃灰色部：中野ほか編（2013）に基づき作成。基図として「地理院タイル（陰影起伏図および傾斜量図）」（国土地理院）を使用。寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。各文献で対象とされているものについては以下を参照。

1：「ニセコ火山群の地形分類図」（守屋，2003）より，火道 2：「ニセコ火山東部地域地質図」（五十嵐・横田，1970）より，火口および爆裂火口 3：「航空写真判読図」（新エネルギー総合開発機構，1987b）より，爆裂火口および可能性のある凹地 4：「第四紀火山カタログ」（第四紀火山カタログ委員会編，1999）より，主火道 5：「第四紀火山岩体・貫入岩体データベース」（西来ほか編，2012）より，個々の噴出・貫入地点 濃灰色部：「日本の火山（第3版）」（中野ほか編，2013）より，火山岩分布域

また，本調査で行った地形判読の結果，火口・割れ目火口が，ニセコ・雷電火山群の東部に位置するイワオヌプリ近傍の複数地点で認められた（図 4.1-7 および図 4.1-8）。また，その周囲には溶岩円頂丘が複数地点で判読されたが，カルデラとみられる地形は認められなかった。

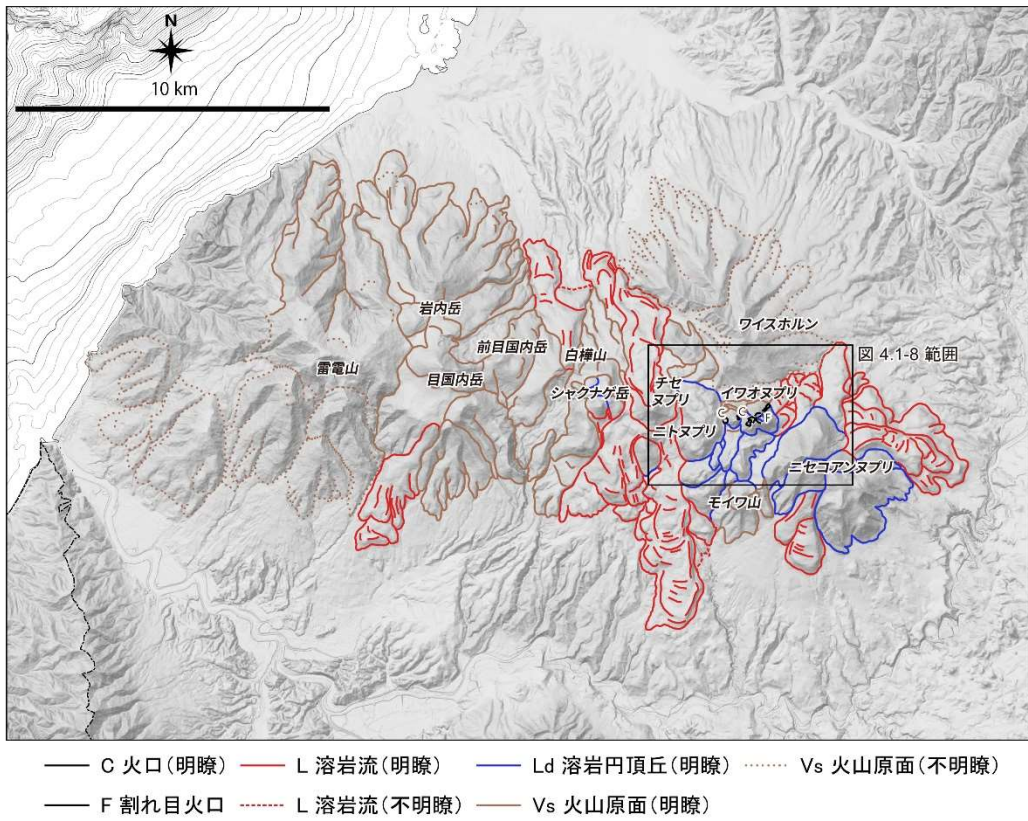


図 4.1-7 ニセコ・雷電火山群の地形判読結果

基図として「地理院タイル（陰影起伏図および傾斜量図）」（国土地理院）を使用。海域の等深線図は日本水路協会発行「海底地形デジタルデータ（M7009 北海道西部）（（一財）日本水路協会承認第 2021006 号）」を用いて作成（等深線の主曲線の間隔は 10 m，計曲線の間隔は 50 m）。寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

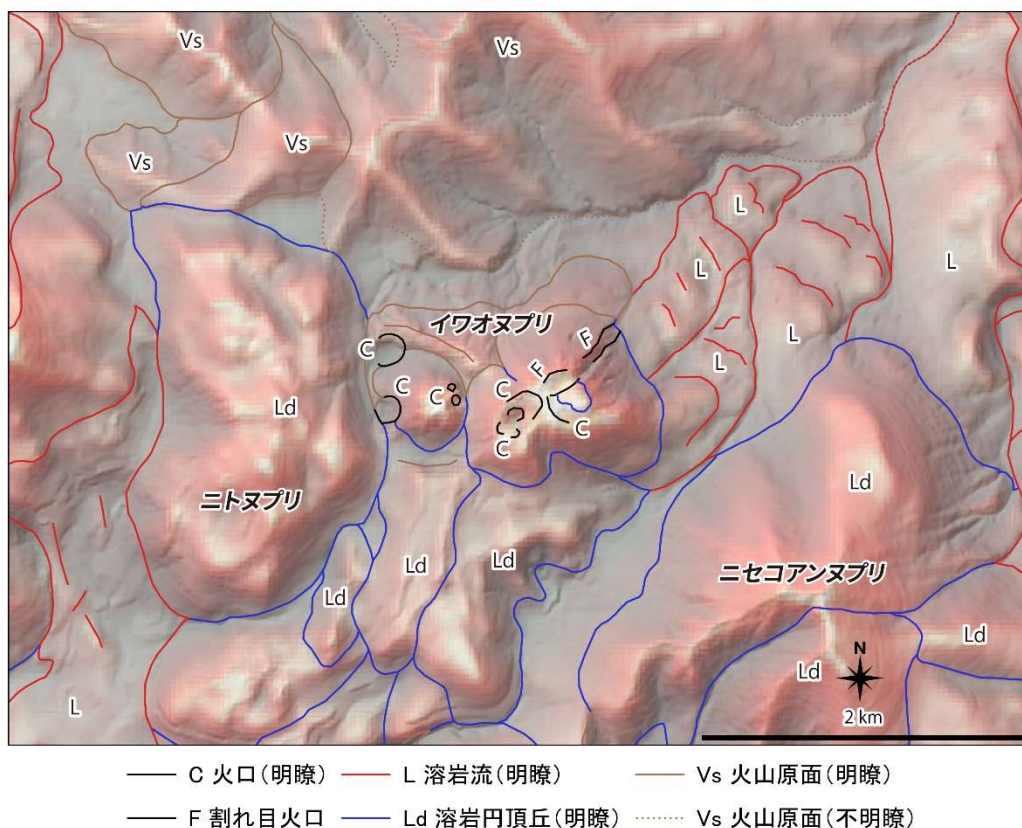


図 4.1-8 イワオヌプリ周辺の地形判読結果

基図として「地理院タイル（陰影起伏図および傾斜量図）」（国土地理院）、「アジア航測：赤色立体地図（国土地理院数値標高データを使用）」を使用。

以上の地形的観点に基づく情報から、「ニセコ・雷電火山群」の活動に伴い形成された火口、火道が認められ、それらの分布は特に、イワオヌプリの周辺に集中している傾向が確認された。

なお、新エネルギー総合開発機構（1987a）によると、雷電山は、「未だに溶岩流の形態を山腹の一部に残してはいるものの、火山性熱水変質を受けた地帯では集中的に地滑り及び崩壊が発生し、山容が変化しつつある」とされており、雷電山の周辺で火道や火口の位置を明確に示している情報を確認することはできなかった。

### (iii) 火山を代表する地点

火山を代表する地点は各文献において、表 4.1-2 および図 4.1-9 のとおり示されている。それらの位置は、いずれの文献においても山頂やその近傍に相当する。多くの文献では、西側の雷電山周辺から東側のニセコアンヌプリ周辺までを含めて1つの火山群としている。なお、新エネルギー総合開発機構（1987a）などでは「ニセコ火山連峰を構成する火山群を2群に分け、西側を雷電火山群、東側をニセコ火山群とした」と説明があり、2つの火山群として捉える考え方も存在する。



表 4.1-2 ニセコ・雷電火山群を代表する地点に関する情報

|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>日本の火山<br/>(第3版)</p>              | <p>地質図においては、雷電山周辺からニセコアンヌプリ周辺までを含む範囲を着色しており、これを「ニセコ・雷電火山群」と示している。解説書においては、「ニセコ・雷電火山群」の火山の最高標高点(4.1.1参照)の緯度・経度を示しており、ニセコアンヌプリ山頂の三角点と一致する。</p> <p>なお、日本の火山(第2版)(小野ほか編, 1981)の地質編集図においては、日本の火山(第3版)と同様の範囲を着色し、これを2分して「雷電」および「ニセコ火山群(イワオヌプリなど)」と示している。</p>                                                                                                       |
| <p>第四紀火山<br/>カタログ</p>               | <p>付図においては、第四紀*火山の地質として、雷電山周辺からニセコアンヌプリ周辺までを含む範囲を着色しており、その中に、第四紀*火山の位置として、イワオヌプリの位置を示している。</p> <p>付図裏面の一覧表においては、「ニセコ火山群(イワオヌプリなど)」の緯度・経度が示されており、イワオヌプリの山頂位置と一致する。</p> <p>データベースでは、「地形的」および「主火道」(4.1.1参照)の緯度・経度を示している。「ニセコ火山群(イワオヌプリなど)」については、「地形的」は示されておらず、「主火道」の緯度・経度が示されており、付図と一致する。</p> <p>また、イワオヌプリの山頂位置以外に、個別火山体として「雷電」、「ワイスホルン」の「主火道」の緯度・経度も確認できる。</p> |
| <p>第四紀火山岩体・<br/>貫入岩体<br/>データベース</p> | <p>既知の第四紀火山として、「雷電山」と「ニセコ火山群」を独立して取り扱っている。「雷電山(雷電山, 岩内岳, 目国内岳)」の緯度・経度が示されており、雷電山山頂の三角点と一致する。「ニセコ火山群(ニセコアンヌプリ, イワオヌプリ(硫黄山), ニトヌプリ, チセヌプリなど)」の緯度・経度が示されており、ニセコアンヌプリ山頂の三角点(中野ほか編(2013)と同位置)と一致する。</p>                                                                                                                                                           |
| <p>日本活火山総覧<br/>(第4版)</p>            | <p>「ニセコ火山群」を、雷電火山, ワイスホルン火山, 目国内岳火山, 岩内岳火山, 白樺火山, シャクナゲ岳火山, ニセコアンヌプリ火山, チセヌプリ火山, ニトヌプリ火山, イワオヌプリ火山からなるとしている。「ニセコ火山群」の最高点の位置(4.1.1参照)としてニセコアンヌプリ山頂の三角点を、最高点以外にも火山活動がある位置(4.1.1参照)としてイワオヌプリの標高点を示している。</p> <p>なお、「イワオヌプリ火山が最新の火山活動で形成され、江戸時代後半や20世紀初頭には山頂部で噴気活動があったことが記録されている」との記載がある。</p>                                                                     |

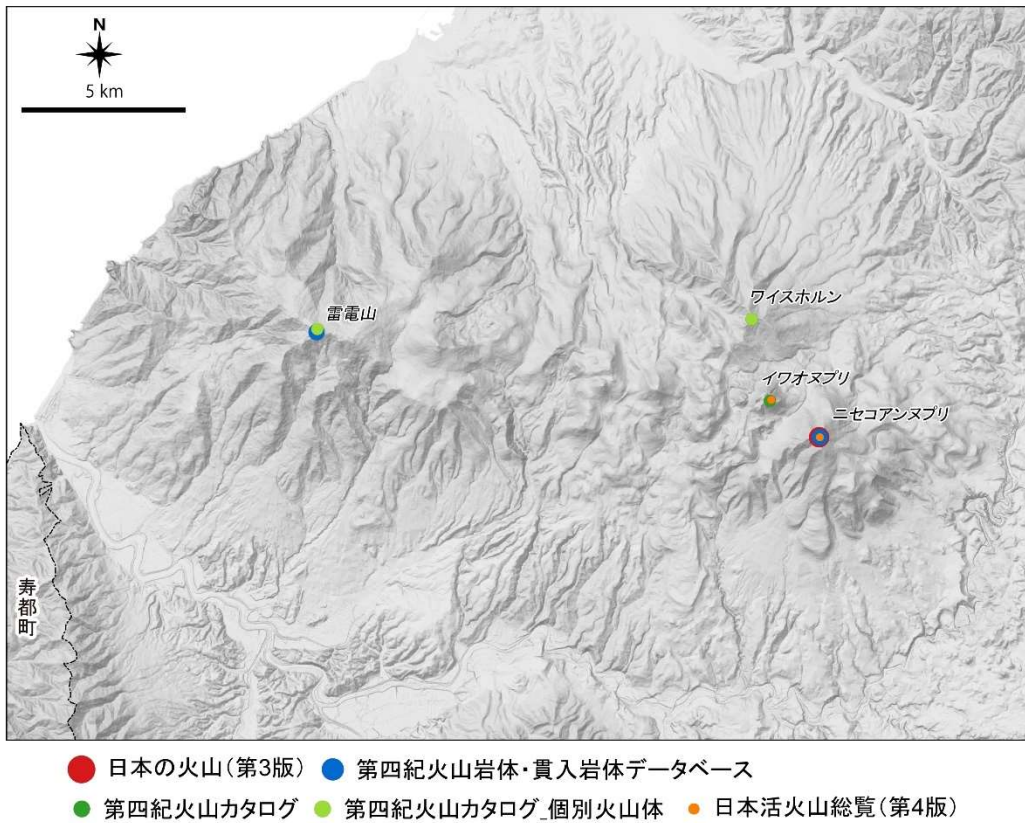


図 4.1-9 ニセコ・雷電火山群を代表する地点の分布

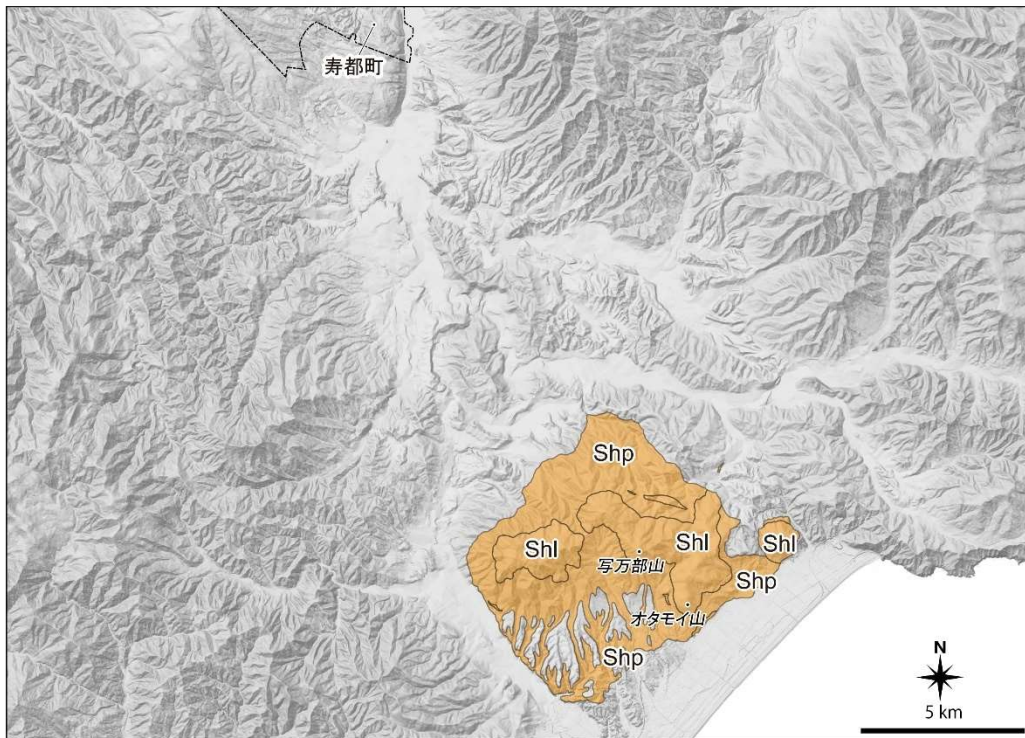
第四紀火山カタログ委員会編 (1999), 西来ほか編 (2012), 中野ほか編 (2013), 気象庁ホームページ a に基づき作成。基図として「地理院タイル (陰影起伏図および傾斜量図)」(国土地理院) を使用。寿都町行政界は「国土数値情報 (行政区域データ)」(国土交通省) に基づく。

## (2) 写万部山

ここでは、日本の火山 (第3版) (中野ほか編, 2013) などの文献において示される範囲に認められる、写万部山, オタモイ山などを包括し、「写万部山」として検討する。

### (i) 火山噴出物の分布と層序

5 万分の 1 地質図幅 (久保ほか, 1983) に基づき、写万部山の活動に伴うものと考えられる火山噴出物の分布を整理した (図 4.1-10)。また、地質図幅による地質層序を図 4.1-11 に示す。これらによると火山噴出物の分布範囲は、東西、南北とも 10 km に満たず、寿都町に及ばない。



1

図 4.1-10 5 万分の 1 地質図幅「長万部」による写万部山周辺の火山噴出物の分布

1: 久保ほか (1983) に基づき作成。基図として「地理院タイル (陰影起伏図および傾斜量図)」(国土地理院) を使用。寿都町行政界は「国土数値情報 (行政区域データ)」(国土交通省) に基づく。図中の記号 (地層・岩体名など) については以下を参照。

1: 5 万分の 1 地質図幅「長万部」(久保ほか, 1983) より, Shl: 写万部山火山岩類 - 紫蘇輝石普通輝石安山岩溶岩及び岩脈, Shp: 写万部山火山岩類 - 紫蘇輝石普通輝石安山岩及び角閃石安山岩の火砕岩

| 時代     |         | 層 序                                             |                    |
|--------|---------|-------------------------------------------------|--------------------|
| 第四紀 *  | 完新世     | 氾濫原堆積物, 砂丘堆積物<br>湿原堆積物<br>駒ヶ岳火山灰<br>扇状地堆積物      |                    |
|        | 更新世 *   | 熱郭軽石流堆積物<br>河岸段丘堆積物<br>海岸段丘堆積物<br>知来川層<br>中ノ沢川層 |                    |
| 新第三紀 * | 鮮新世 *   | 黒松内岳火山岩類                                        | 瀨棚層                |
|        |         |                                                 | 写万部山火山岩類 (Shp・Shi) |
|        |         | ガロ川火山岩類                                         |                    |
|        | 黒松内層    | シルト岩部層                                          | 凝灰角礫岩部層            |
|        | 変質安山岩部層 |                                                 |                    |
| 中新世 *  | 訓縫層     | 八雲層                                             |                    |
|        |         | 上部砂岩部層                                          |                    |
|        |         | 泥岩部層                                            |                    |
|        |         | 下部砂岩部層                                          |                    |
|        |         | 礫岩部層                                            |                    |
| 白亜紀    |         | 花崗岩類                                            |                    |
| 先白亜紀   |         | 堆積岩類                                            |                    |

図 4.1-11 5万分の1地質図幅「長万部」による地質層序（写万部山）

久保ほか（1983）より一部抜粋し，デジタル化を行った。太文字は図 4.1-10 に示す火山噴出物に相当する。

本火山の活動に伴って形成された地層・岩体は，久保ほか（1983）により「写万部山火砕岩類」，「写万部山溶岩類及び岩脈」の2つに区別されている（図 4.1-10）。一方，久保ほか（1988）は，これらの火山噴出物を「写万部山火山岩類」と一括して示し，このうち，写万部山頂上（標高 499 m）の北方約 1.5 km 付近（標高約 300 m）に分布する「火山角礫岩中の角礫」の全岩 K-Ar 年代を測定している。その結果は， $2.59 \pm 0.11$  Ma であり，誤差を考慮すると第四紀を含む年代測定値である。

以上より，「写万部山」はその火山岩類の分布域から第四紀の活動の可能性が否定できない年代測定値が得られていることから，第四紀における火山活動の履歴が存在する可能性が高いといえる。

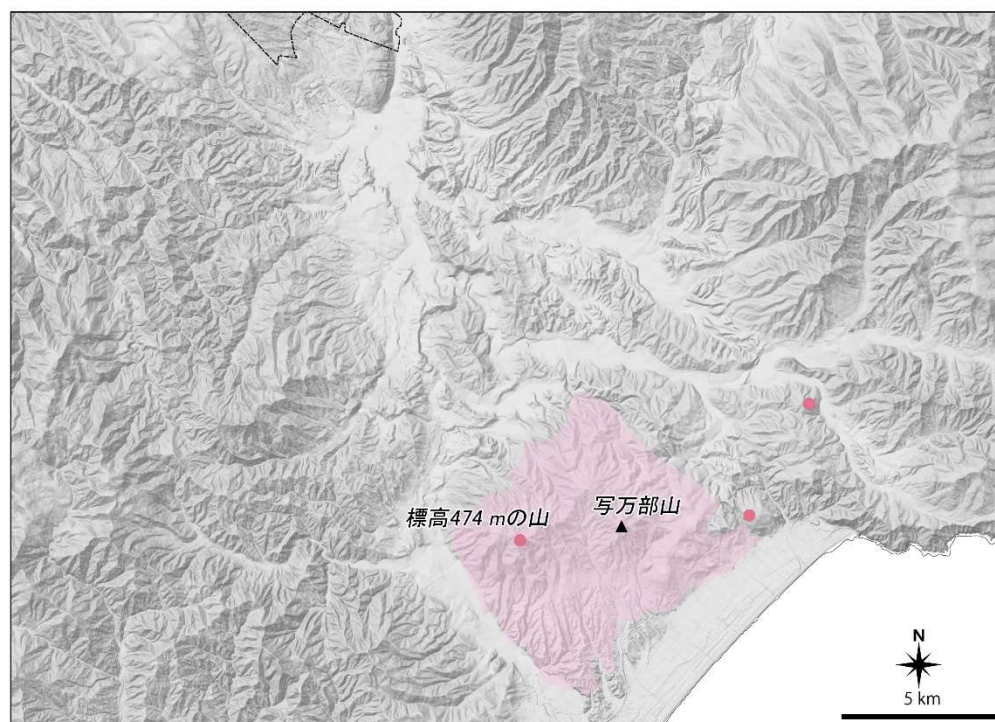
#### (ii) 火口・カルデラなどの分布

既存文献に基づく情報として，西来ほか編（2012）は，第四紀火山の主要な位置とは別に，「個々の噴出・貫入地点」を描いている（図 4.1-12）。その定義や抽出基準については記されていないが，

その位置は標高 474 m の山の山頂を示している。

また、本調査で行った地形判読の結果、火口と考えられる明瞭な凹地形は認められず、カルデラとみられる地形も認められなかった。

以上のことから、地質や地形の観点に基づいて、写万部山の活動に伴い形成された火口、火道、カルデラであることが明確に確認できる地点は認められない。



● 個々の噴出・貫入地点 ▲ 主要な位置 ■ 第四紀火山の火山岩分布

図 4.1-12 写万部山周辺の個々の噴出・貫入地点の分布

西来ほか編（2012）、中野ほか編（2013）に基づき作成。基図として「地理院タイル（陰影起伏図および傾斜量図）」（国土地理院）を使用。寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

### (iii) 火山を代表する地点

火山を代表する地点として、中野ほか編（2013）は、写万部山山頂の三角点を火山の最高標高点として示している（図 4.1-10）。西来ほか編（2012）は中野ほか編（2013）と同じ座標を示している（図 4.1-12）。第四紀火山カタログ委員会編（1999）および気象庁ホームページ a に写万部山に関する記載はない。

## 4.2 その他の火山活動

本節では、4.1「既知の第四紀火山」のほかに「第四紀の活動の可能性が指摘されている火山」、「噴出時期が明らかでない火山」について、1.2.1～1.2.3 に示す評価の考え方に従い、必要な情報の整理・検討を行った。さらに、火山活動の痕跡を示すものとして、「貫入岩・岩脈」についても同様に実施した。

#### 4.2.1 第四紀の活動の可能性が指摘されている火山

本項では、第四紀火山岩体・貫入岩体データベース（西来ほか編，2012）において第四紀の活動の可能性が指摘されているものを対象として、火山噴出物の分布や新旧関係の整理を行った。

西来ほか編（2012）によると、本データベースは「従来の第四紀火山データベースでは認識されていない“第四紀”に活動した火山岩体および、“第四紀”に貫入・固結し、その後の隆起・侵食作用によって地表に露出した貫入岩体を採録」したものと記載されている。また、「文献調査で最終判断がつかずに要検討と判断されるものは、“追加研究の必要性有”として明記の上、データベースに取り込んで」いること、「各データは現時点までに得られている調査研究結果に基づくものであり、今後の調査研究の進展に伴い大幅に変更される場合もある」ことが注意点として記載されている。さらに、「“第四紀”に活動した可能性のある火山岩体・貫入岩体の拾い漏れをできる限り少なくするため、データ採録の範囲を3Ma以内とし」、「厳密には、第四紀に帰属しない可能性のある火山岩体・貫入岩体も含まれている可能性」があるとしている。

文献調査対象地区から15km以内には、「磯谷」（西来ほか編，2012）が示されている。「磯谷」周辺の火山噴出物の分布を5万分の1地質図幅（山岸ほか，1976；山岸，1984）に基づいて整理し、ここでは「磯谷溶岩」として第四紀の活動性に関する検討を行った。

「磯谷溶岩」に相当する火山噴出物の分布を図4.2-1に、また、地質図幅による地質層序を図4.2-2に示す。

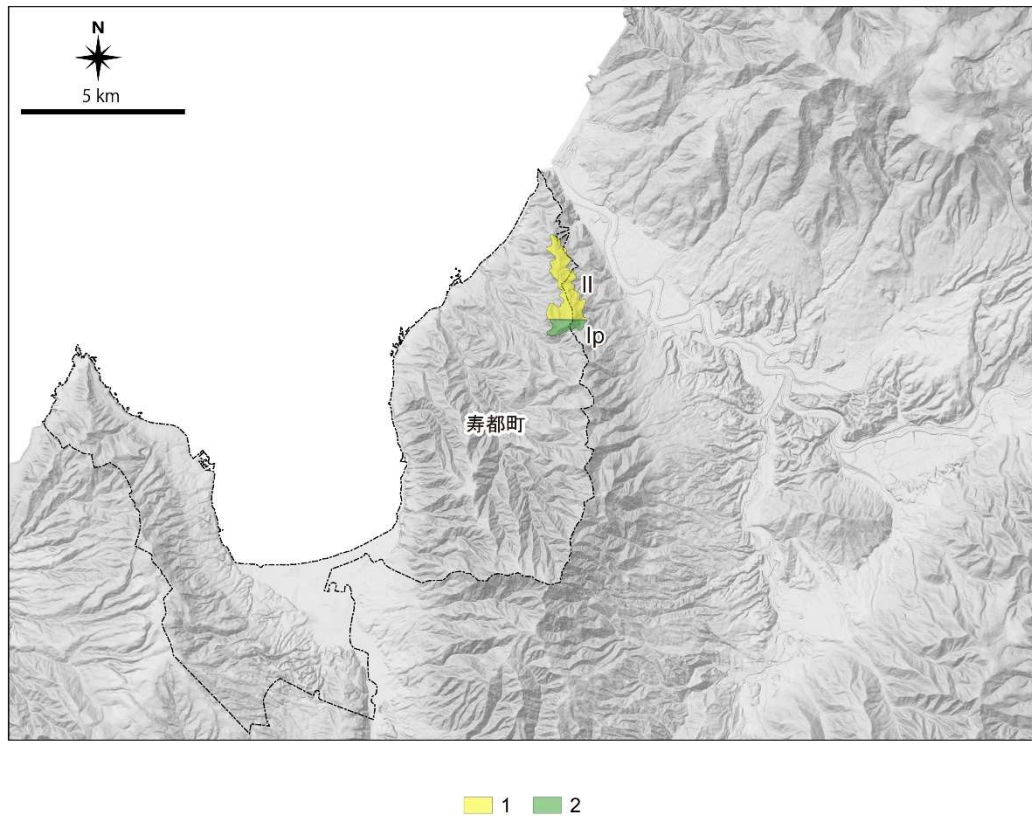


図 4.2-1 5万分の1地質図幅による磯谷溶岩の分布

1：山岸ほか（1976），2：山岸（1984）に基づき作成。基図として「地理院タイル（陰影起伏図および傾斜量図）」（国土地理院）を使用。寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。図中の記号（地層・岩体名など）については以下を参照。

1：5万分の1地質図幅「島古丹」（山岸ほか，1976）より，II：磯谷溶岩 - しそ輝石普通輝石安山岩

2：5万分の1地質図幅「歌棄」（山岸，1984）より，Ip：磯谷溶岩 - 輝石安山岩

(a) 5万分の1地質図幅「島古丹」

| 時代        |          | 層序         |           |  |
|-----------|----------|------------|-----------|--|
| 第四紀*      | 現世       | 砂丘堆積物      |           |  |
|           |          | 現河床堆積物     |           |  |
|           |          | 扇状地堆積物     |           |  |
|           | 洪積世*     | 第2段丘堆積物    |           |  |
|           |          | 第1段丘堆積物    |           |  |
|           |          | 崖錐堆積物      |           |  |
|           |          | ニセコ新期火山群   | 雷電山溶岩     |  |
|           |          |            | 岩内岳筍山溶岩   |  |
|           |          |            | 森別溶岩      |  |
|           |          |            | 岩城溶岩      |  |
|           |          | ニセコ旧期火山群   | セバチ鼻溶岩    |  |
|           |          |            | 藤岱溶岩      |  |
|           |          |            | 熊野山溶岩     |  |
|           |          |            | オサンナイ溶岩   |  |
|           | 上里溶岩     |            |           |  |
|           | コックリ湖溶岩  |            |           |  |
|           | パンケ目国内溶岩 |            |           |  |
|           |          | ニセコアソ層     |           |  |
|           | 新第三紀*    | 鮮新世*       | 礫谷溶岩 (II) |  |
| 雷電山火山角礫岩層 |          |            |           |  |
| 中新世       |          | 礫谷層        | 尻別川層      |  |
|           |          |            | 火山角礫岩部層   |  |
|           |          |            | シルト岩部層    |  |
|           |          | 硬質頁岩シルト岩互層 |           |  |

(b) 5万分の1地質図幅「歌棄」

| 時代   |      | 地層名       |          |         |  |
|------|------|-----------|----------|---------|--|
| 第四紀* | 現世   | 現河床・海浜堆積物 |          |         |  |
|      |      | 第2段丘堆積物   |          |         |  |
|      | 更新世* | 新期扇状地堆積物  |          |         |  |
|      |      | 熱郭軽石流堆積物  |          |         |  |
|      |      | 第1段丘堆積物   |          |         |  |
|      |      | 旧期扇状地堆積物  |          |         |  |
|      |      | 礫谷溶岩      |          |         |  |
|      |      | 鮮新世*      | 尻別川層     | 安賀山溶岩   |  |
|      |      |           |          | 賀老山     |  |
|      | 中新世  |           | 礫谷層      | 賀老川火山岩類 |  |
|      |      |           |          | 永豊層     |  |
|      |      | 折川層       |          |         |  |
|      | 第三紀* |           | チヨボ川層シライ |         |  |

図 4.2-2 5 万分の 1 地質図幅による地質層序（礫谷）

(a) は山岸ほか (1976), (b) は山岸 (1984) より一部抜粋し, デジタイジングを行った。太文字は図 4.2-1 に示す火山噴出物に相当する。

これらによると, 火山噴出物の分布範囲は, 東西約 1.5 km, 南北約 3 km にわたり, 寿都町の北東端部に及んでいる。また, この岩体は, 山岸ほか (1976) および山岸 (1984) のそれぞれにおいて「礫谷溶岩」として分布が示されており (図 4.2-1), 分布の連続性から同じ火山噴出物を指しているものと考えられる。なお, 岡村 (1984) では貫入岩としてその分布が記載されている。

山岸ほか (1976) によれば, 「礫谷溶岩」は礫谷層および尻別川層を不整合に覆って分布し, これらの地層よりも新しい時期に形成された溶岩であるとされるが, それらの地層との接触関係を示す記載は見られない。形成時期については, 「風化の状態や山体の開析度などからみて, 鮮新世\*に属するもの」と指摘している。山岸 (1984) によれば, 礫谷層上部のシルト岩を不整合に覆う更新世



\*の溶岩と考えられているが、詳細な年代値は不明であることが指摘されている。なお、「磯谷溶岩」の年代測定値に関する情報および、これを覆う地層に関する記載は、ほかの文献においても見当たらない。

「磯谷溶岩」に覆われる磯谷層の年代については、放射年代（新エネルギー総合開発機構、1985）や珪藻化石（北海道電力、2015；菅原・嵯峨山、2022）により、後期中新世から前期鮮新世と推定されている。なお、菅原・嵯峨山（2022）は、磯谷層の火山角礫岩部層中に確認される蘭越町尻別岬付近の岩脈（新エネルギー総合開発機構、1987a）（4.2.3（1）参照）で測定された  $2.3 \pm 0.3$  Ma（全岩 K-Ar 年代）（新エネルギー総合開発機構、1985）の年代値について、「火山角礫岩部層の年代として矛盾しない」としている。ただし、本岩脈は、新エネルギー総合開発機構（1986）では「磯谷層（安山岩溶岩部層）を貫く」という記載のみで詳細は記されておらず、磯谷層のフィーダーであるか、あるいは別の活動によるものかなどは不明である。また、磯谷層の上位層であり、同じく「磯谷溶岩」に覆われる尻別川層は、放射年代（能條ほか、1996；北海道電力、2015）から、前期更新世に至る可能性が示されている。ただし、菅原・嵯峨山（2022）によると、尻別川層の模式地である蘭越地域の尻別川層は、磯谷層と一連の堆積物であり、尻別川層の名称を使用するのは不適當であるという見解（能條ほか、1996）も踏まえ、蘭越地域の磯谷層と尻別川層については更なる調査が必要であることも指摘している。

以上のことから、「磯谷溶岩」は、西来ほか編（2012）により第四紀の活動の可能性が指摘されているものの“追加研究の必要性有”と記されており、ほかの文献においても、年代測定値が得られていないことや、層序の観点からも本溶岩の活動年代の特定に資するデータが得られていないことなどから、第四紀における火山活動の有無を判断できない。よって、第四紀における火山活動の履歴が存在することが明らか、または可能性が高いとはいえない。

#### 4.2.2 噴出時期が明らかでない火成岩類

本項では、中野ほか編（2013）や西来ほか編（2012）などの既存文献では指摘されていないものの、地質図幅および地質図の記述から、第四紀の活動を否定できない地層・岩体を抽出し、最新活動時期に関する検討を行った。なお、4.1.2 および 4.2.1 で検討対象とした地層・岩体および 4.2.3 で対象とする貫入岩や岩脈は別に示す。

「鮮新世\*」以降の地層・岩体を漏れなく抽出するため（1.2 参照）、ここでは新第三紀\*～第四紀\*に区分されている地層・岩体を対象とし、文献調査対象地区の行政界からおおむね 15 km 以内に分布が及ぶものを抽出した。これらについて、第四紀の活動を否定できないものと、否定できるものとの判別を行った。

5 万分の 1 地質図幅を確認した結果、前述で抽出した地層・岩体のうち、第四紀の活動を否定できない火成岩として 16 の地層・岩体を抽出した（表 4.2-1）。これらの分布などを考慮して、以下のようにグルーピングし、それぞれ最新活動時期に関する検討を行った。

地質図幅等に基づき、賀老山付近（333 m-yama を含む）の 6 つの地層・岩体をまとめたうえ、15 km 以遠ではあるがこれと分布が連なる地層・岩体も含めて「(1) 賀老山」とした。また、黒松内岳を中心に北北西—南南東に広く分布するガロ火山岩類を構成する 7 つの地層・岩体をまとめ、15 km 以遠のものも含めて「(2) ガロ川火山岩類」とした。これらのほかにも、3 つの地層・岩体（表 4.2-1 参照）を「(3) その他の火成岩類」とした。なお、第四紀に活動したことが明確な地層・岩体は新たに抽出されなかった。

表 4.2-1 第四紀の活動を否定できない火成岩類 (5 万分の 1 地質図幅)

| 記載箇所        | 抽出した地層・岩体名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1)賀老山      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 賀老山安山岩溶岩(Gl) (山岸, 1984)</li> <li>・ 幌内山集塊岩層-しそ輝石安山岩集塊岩(Hag) (国府谷・土居, 1961)</li> <li>・ 五十戸熔岩-しそ輝石安山岩(Gl) (国府谷・土居, 1961)</li> <li>・ パンケホロナイ層-角礫凝灰岩, 砂岩, 凝灰質頁岩(Pa) (国府谷・土居, 1961)</li> <li>・ 新富上部熔岩-ガラス質しそ輝石普通輝石安山岩(Sul) (国府谷・土居, 1961)</li> <li>・ 内川集塊岩層-紫蘇輝石普通輝石安山岩質集塊岩(Ng) (土居ほか, 1958)</li> </ul>                                                                                                     |
| (2)ガロ川火山岩類  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ガロ川噴出物層-火山円礫岩・火山角礫岩(Gv) (鈴木ほか, 1981)</li> <li>・ 賀老川火山岩類-輝石安山岩質水冷破碎岩・枕状溶岩および火山円礫岩(Gv) (山岸, 1984)</li> <li>・ 黒松内層-複輝石安山岩溶岩(Ka) (黒沢ほか, 1993)</li> <li>・ 黒松内層-安山岩質ハイアロクラスタイト(凝灰角礫岩を伴う)(Kb) (黒沢ほか, 1993)</li> <li>・ 黒松内岳火山岩類-紫蘇輝石普通輝石安山岩溶岩及び岩脈(Krl) (久保ほか, 1983)</li> <li>・ 黒松内岳火山岩類-紫蘇輝石普通輝石安山岩及び角閃石安山岩の火砕岩(Krp) (久保ほか, 1983)</li> <li>・ ガロ川火山岩類-紫蘇輝石普通輝石安山岩溶岩・火砕岩及びハイアロクラスタイト(G) (久保ほか, 1983)</li> </ul> |
| (3)その他の火成岩類 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 永豊層-安山岩質火砕岩層-水冷破碎岩・溶岩(Nv) (鈴木ほか, 1981)</li> <li>・ 石英安山岩溶岩-黒雲母角閃石石英安山岩(Dl) (鈴木ほか, 1981)</li> <li>・ 静狩火山岩類-角閃石安山岩火山角礫岩(Szh) (久保ほか, 1983)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                     |

また、ニセコ地域地熱地質編図(新エネルギー総合開発機構, 1987a)を確認した結果、第四紀の活動を否定できない火成岩として、1つの地層・岩体(賀老山溶岩類-玄武岩質両輝石安山岩溶岩, 同質火砕岩(G1~5))が抽出された。これは前述の「(1)賀老山」に相当する地層・岩体であることから、まとめて検討を行う。なお、第四紀に活動したことが明確な地層・岩体は新たに抽出されなかった。

海域に分布する火成岩については、「沿岸海の基本図(5万分の1)寿都」(海上保安庁水路部, 1995)および「積丹半島付近海底地質図」(岡村・佐藤, 2023)に基づき、「(4)沿岸海域の火成岩類」において分析を行った。

#### (1) 賀老山

ここでは、幌内山、賀老山を中心とした北北東-南南西に尾根筋を持つ山体および、その北西に位置する 333 m-yama (山岸, 1984 など)を構成する地層・岩体を「賀老山」として検討する。

5万分の1地質図幅（山岸，1984；国府谷・土居，1961；久保ほか，1983；土居ほか，1958）および「ニセコ地域地熱地質編図」（新エネルギー総合開発機構，1987a）に基づき，賀老山の活動に伴うものと考えられる火山噴出物の分布を整理した（図 4.2-3 および図 4.2-5）。また，それぞれの地質図幅および地質図による地質層序を図 4.2-4 および図 4.2-6 に示す。これらによると，火山噴出物の分布範囲は，東西約 10 km，南北約 20 km にわたり，寿都町には及んでいない。

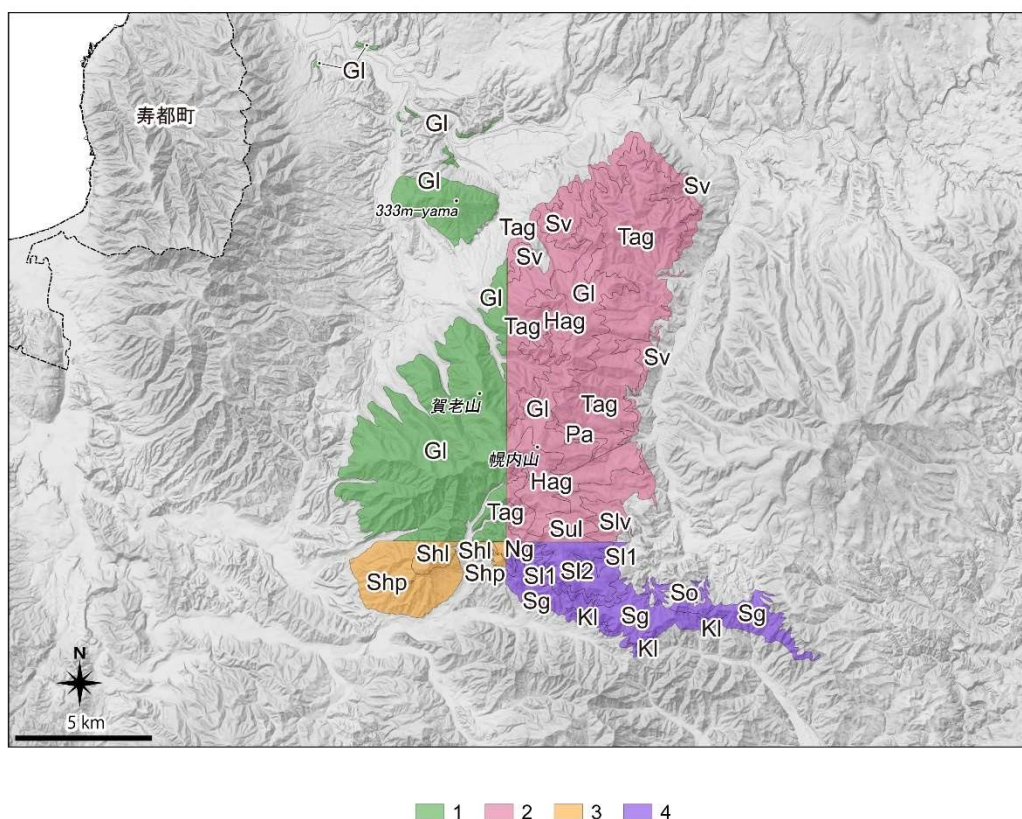


図 4.2-3 5万分の1地質図幅による賀老山周辺の火山噴出物の分布

1：山岸（1984），2：国府谷・土居（1961），3：久保ほか（1983），4：土居ほか（1958）に基づき作成。基図として「地理院タイル（陰影起伏図および傾斜量図）」（国土地理院）を使用。寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。図中の記号（地層・岩体名など）については以下を参照。

1：5万分の1地質図幅「歌棄」（山岸，1984）より，GI：賀老山安山岩溶岩 - 角閃石安山岩および輝石安山岩  
2：5万分の1地質図幅「狩太」（国府谷・土居，1961）より，Sv：シヒポンドペツピ溶岩 - しそ輝石安山岩，Tag：立川集塊岩層 - 含かんらん石普通輝石安山岩質集塊岩，SIV：新富下部溶岩 - しそ輝石普通輝石安山岩，Sul：新富上部溶岩 - ガラス質しそ輝石普通輝石安山岩，Pa：パンケホロナイ層 - 角礫凝灰岩，砂岩，凝灰質頁岩，GI：五十戸溶岩 - しそ輝石安山岩，Hag：幌内山集塊岩層 - しそ輝石安山岩集塊岩

3：5万分の1地質図幅「長万部」（久保ほか，1983）より，Shp：写万部山火山岩類 - 紫蘇輝石普通輝石安山岩及び角閃石安山岩の火砕岩，Shl：写万部山火山岩類 - しそ輝石普通輝石安山岩溶岩及び岩脈

4：5万分の1地質図幅「豊浦」（土居ほか，1958）より，KI：大岸溶岩 - 紫蘇輝石普通輝石安山岩，Sg：朱太川集塊岩層 - 紫蘇輝石普通輝石安山岩質集塊岩（安山岩質凝灰岩を伴う），So：壮滝別層 - 角礫凝灰岩，凝灰岩，砂岩，泥岩，SI1：新富下部溶岩 - 紫蘇輝石普通輝石安山岩，Ng：内川集塊岩層 - 紫蘇輝石普通輝石安山岩質集塊岩，SI2：新富上部溶岩 - ガラス質紫蘇輝石普通輝石安山岩

(a) 5万分の1地質図幅「歌棄」

| 時代   | 地層名     |           |
|------|---------|-----------|
| 第四紀  | 現世      | 現河床・海浜堆積物 |
|      | 更新世     | 第2段丘堆積物   |
|      |         | 新期扇状地堆積物  |
|      |         | 熱鄕軽石流堆積物  |
|      |         | 第1段丘堆積物   |
|      |         | 旧期扇状地堆積物  |
|      |         | 磯谷溶岩      |
|      |         | 尻別川層      |
|      | 鮮新世     | 賀老川火山岩類   |
|      |         | 永豊層       |
| 折川層  |         |           |
| 新第三紀 | 磯谷層     |           |
|      | チヨボシナイ層 |           |

(b) 5万分の1地質図幅「狩太」

| 時代   | 層序          |                |
|------|-------------|----------------|
| 第四紀  | 現世          | 現河床堆積物         |
|      | 更新世         | 羊蹄第1熔岩         |
|      |             | 第2河岸段丘堆積物      |
|      |             | 第1河岸段丘堆積物      |
|      |             | 扇状地堆積物および岩錐堆積物 |
|      |             | 真狩別層           |
|      |             | 狩太層            |
|      |             | 留寿都層           |
|      | 湯山別熔岩       |                |
|      | ニセコアン層      |                |
| 鮮新世  | 模範林熔岩       |                |
|      | 昆布岳上部熔岩     |                |
|      | 昆布岳下部熔岩     |                |
|      | 柳ノ沢集塊岩層     |                |
|      | 桂ノ沢熔岩       |                |
|      | 榎ノ沢熔岩       |                |
|      | 真狩別太熔岩      |                |
|      | 立川層         |                |
|      | 美和層         |                |
|      | 幌内山集塊岩層     |                |
| 新第三紀 | 五十戸熔岩       |                |
|      | 立川集塊岩層      |                |
|      | パンケホロナイ層    |                |
|      | シヒポンドーベツビ熔岩 |                |
|      | 新富上部熔岩      |                |
|      | 新富下部熔岩      |                |
|      | 真狩川層        |                |
|      | プロピライト熔岩    |                |
|      | 花園緑色凝灰岩     |                |
|      | 中新世         |                |

(c) 5万分の1地質図幅「長万部」

| 時代      | 層序   |                                           |
|---------|------|-------------------------------------------|
| 第四紀     | 完新世  | 氾濫原堆積物、砂丘堆積物<br>温原堆積物<br>駒ヶ岳火山灰<br>扇状地堆積物 |
|         | 更新世  | 熱鄕軽石流堆積物                                  |
|         |      | 河岸段丘堆積物                                   |
|         |      | 海岸段丘堆積物                                   |
|         |      | 知来川層                                      |
|         |      | 中ノ沢川層                                     |
|         | 新第三紀 | 黒松内岳火山岩類                                  |
|         |      | 瀨棚層                                       |
|         |      | 写万部山火山岩類 (Shp・Shl)                        |
|         |      | ガロ川火山岩類                                   |
| シルト岩部層  |      |                                           |
| 変質安山岩部層 |      |                                           |
| 凝灰角礫岩部層 |      |                                           |
| 八雲層     |      |                                           |
| 上部砂岩部層  |      |                                           |
| 泥岩部層    |      |                                           |
| 下部砂岩部層  |      |                                           |
| 礫岩部層    |      |                                           |
| 白亜紀     | 花崗岩類 |                                           |
| 先白亜紀    | 堆積岩類 |                                           |

(d) 5万分の1地質図幅「豊浦」

| 時代   | 層序       |        |
|------|----------|--------|
| 第四紀  | 現在       | 現河床堆積物 |
|      | 更新世      | 崖錐堆積物  |
|      |          | 河段丘堆積物 |
|      |          | 留寿都層   |
| 新第三紀 | 美和層      |        |
|      | 新富上部熔岩   |        |
|      | 内川集塊岩層   |        |
|      | 新富下部熔岩   |        |
|      | 桜岡熔岩     |        |
|      | 高岡熔岩     |        |
|      | 幌内熔岩     |        |
|      | 豊住熔岩     |        |
|      | 礼文華石英粗面岩 |        |
|      | 壮滝別層     |        |
| 大岸熔岩 |          |        |
| 中新世  | 朱太川集塊岩層  |        |
|      | 豊浦層      |        |
|      | プロピライト熔岩 |        |

図 4.2-4 5 万分の 1 地質図幅による地質層序 (賀老山)

(a) は山岸 (1984), (b) は国府谷・土居 (1961), (c) は久保ほか (1983), (d) は土居ほか (1958) より一部抜粋し, デジタイジングを行った。太文字は図 4.2-3 に示す火山噴出物に相当する。

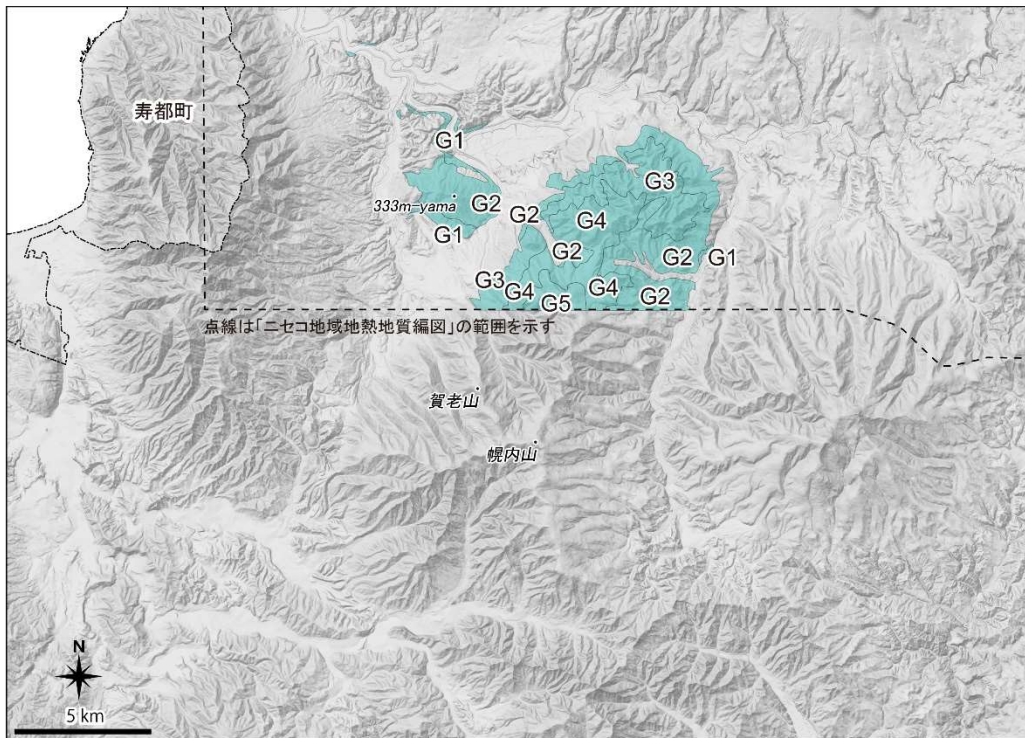


図 4.2-5 ニセコ地域地熱地質編図による賀老山周辺の火山噴出物の分布

1: 新エネルギー総合開発機構(1987a)に基づき作成。基図として「地理院タイル(陰影起伏図および傾斜量図)」(国土地理院)を使用。寿都町行政界は「国土数値情報(行政区域データ)」(国土交通省)に基づく。図中の記号(地層・岩体名など)については以下を参照。

1: 「ニセコ地域地熱地質編図 1/100,000」(新エネルギー総合開発機構, 1987a)より, G1~5: 賀老山溶岩類 - 玄武岩質両輝石安山岩溶岩, 同質火砕岩

| 地質系統                                                                  |             | 地層名           |        |           |  |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|--------|-----------|--|
|                                                                       |             | 北部地区          |        | 中部および南部地区 |  |
| 第<br>四<br>紀<br>*<br><br>鮮<br>新<br>世<br>*<br><br>新<br>第<br>三<br>紀<br>* | 完新世         | 泥濘原堆積物<br>砂丘層 |        | 二セコ火山群    |  |
|                                                                       | 更新世         | 岩内砂層/低位段丘堆積物  |        | ニセコ火山群    |  |
|                                                                       |             | 赤井川溶岩         |        | ニセコ火山群    |  |
|                                                                       |             | 長沢層           |        | ニセコ火山群    |  |
|                                                                       |             | 赤井川火山噴出物      |        | ニセコ火山群    |  |
|                                                                       |             | 雷電火山群         |        | ニセコ火山群    |  |
|                                                                       | 鮮新世         | 蘭越層           |        | ニセコ火山群    |  |
|                                                                       |             | 雷電岬火山<br>角礫岩層 |        | ニセコ火山群    |  |
|                                                                       |             | 積の沢<br>溶岩     |        | ニセコ火山群    |  |
|                                                                       |             | 真狩別太<br>溶岩    |        | ニセコ火山群    |  |
| 尻別川層                                                                  |             | ニセコ火山群        |        |           |  |
| 新第三紀                                                                  | 賀老山溶岩類      |               | ニセコ火山群 |           |  |
|                                                                       | 俱知安層群       | クトサン四号川層      | 磯谷層    | 小花井層      |  |
|                                                                       |             | パンノ沢層         | 磯谷層    | 小花井層      |  |
|                                                                       | 古平層群        | 小沢層           | 磯谷層    |           |  |
|                                                                       |             | 大和層           | 磯谷層    |           |  |
|                                                                       |             | 国富層           | 花園層    |           |  |
| 然別川層                                                                  |             | 花園層           |        |           |  |
| 定山深層群                                                                 | ベイバナ<br>イ川層 | 右股川層          | 花園層    |           |  |
| 完新第三紀                                                                 | 基盤岩類        |               | 花園層    |           |  |

図 4.2-6 ニセコ地域地熱地質編図による地質層序（賀老山）

新エネルギー総合開発機構（1987a）より一部抜粋し、デジタイジングを行った。太文字は図 4.2-5 に示す火山噴出物に相当する。

賀老山の活動に伴うと考えられる地層・岩体は、山岸（1984）で1つ、国府谷・土居（1961）で7つ、久保ほか（1983）で2つ、土居ほか（1958）で6つ示されているが（図 4.2-4）、図幅間で地層・岩体の区分は整合しない（図 4.2-3）。新エネルギー総合開発機構（1987a）では、「賀老山溶岩類」が示されており、岩相により下位から G1～G5 相に細分されている（図 4.2-5）。

新エネルギー総合開発機構（1985）によると、新エネルギー総合開発機構（1987a）に示される G3 相の分布域から  $3.7 \pm 0.8$  Ma の全岩 K-Ar 年代が得られているが、G3 相より上位の地層として G4 および G5 相が区分されている。国府谷・土居（1961）によれば、G4 に相当すると考えられる五十戸溶岩、G5 に相当すると考えられる幌内山集塊岩層ともに、「鮮新世\*」の地層とされているが、こ

これらの年代測定値に関する情報は、ほかの文献においても見当たらない。

山岸（1984）によれば、「本溶岩の主体は、図幅北部の尻別川流域で、尻別川層に夾在している部分が認められる」とされている。一方で、新エネルギー総合開発機構（1987a）によれば、賀老山溶岩類は「歌棄図幅（山岸，1984）では、本層は尻別川層中に挟まれているとされているが、本図幅地域では賀老山溶岩類の下位に尻別川層は確認されなかった」とされ、尻別川層については「本層の上部層が賀老山溶岩類にアバットし（中略）本層の上部層が賀老山溶岩類を不整合に覆うのが観察される」とされている。以上のように、賀老山と尻別川層の層位学的関係については課題がある。なお、北海道電力（2015）は尻別川層に夾在する凝灰岩から約3.2～1.7MaのFT年代を報告している。

333m-yamaについては、年代測定値や層序に関する情報が確認できなかった。

以上のことから、「賀老山」は、鮮新世の噴出年代を示すデータが得られているものの最新活動時期を特定できる年代測定値が得られていないことや、層序の観点からも最新活動時期の特定に資するデータが得られていないことなどから、第四紀における火山活動の有無を判断できない。よって、第四紀における火山活動の履歴が存在することが明らか、または可能性が高いとはいえない。

## (2) ガロ川火山岩類

ここでは、黒松内岳を中心に北北西—南南東に広く分布する火山岩体を「ガロ川火山岩類」として検討する。

5万分の1地質図幅（鈴木ほか，1981；山岸，1984；黒沢ほか，1993；久保ほか，1983）に基づき、火山噴出物の層序区分や分布の連続性を考慮して、分布を整理した（図4.2-7）。また、それぞれの地質図幅による地質層序を図4.2-8に示す。これらによると、火山噴出物の分布範囲は、南北約30kmにわたり、寿都町西端部に及んでいる。

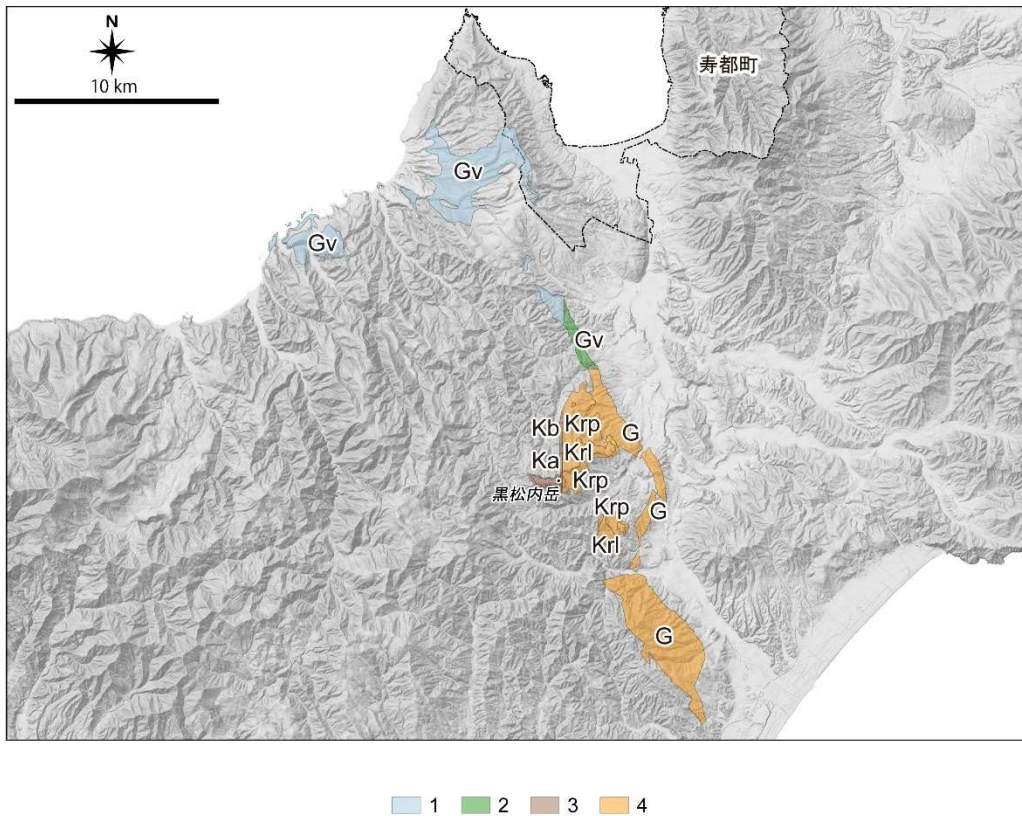


図 4.2-7 5 万分の 1 地質図幅による火山噴出物の分布

1：鈴木ほか（1981），2：山岸（1984），3：黒沢ほか（1993），4：久保ほか（1983）に基づき作成。基図として「地理院タイル（陰影起伏図および傾斜量図）」（国土地理院）を使用。寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。図中の記号（地層・岩体名など）については以下を参照。

1：5 万分の 1 地質図幅「寿都」（鈴木ほか，1981）より，Gv：ガロ川噴出物層 - 火山円礫岩・火山角礫岩

2：5 万分の 1 地質図幅「歌棄」（山岸，1984）より，Gv：賀老川火山岩類 - 輝石安山岩質水冷破碎岩・枕状溶岩および火山円礫岩

3：5 万分の 1 地質図幅「大平山」（黒沢ほか，1993）より，Kb：黒松内層 - 安山岩質ハイアロクラスタイト（凝灰岩角礫岩を伴う），Ka：黒松内層 - 複輝石安山岩溶岩

4：5 万分の 1 地質図幅「長万部」（久保ほか，1983）より，G：ガロ川火山岩類 - 紫蘇輝石普通輝石安山岩溶岩・火砕岩及びハイアロクラスタイト，Krp：黒松内岳火山岩類 - 紫蘇輝石普通輝石安山岩及び角閃石安山岩の火砕岩，Krl：黒松内岳火山岩類 - 紫蘇輝石普通輝石安山岩溶岩及び岩脈



(a) 5万分の1地質図幅「寿都」

| 時代    | 地層名     |           |
|-------|---------|-----------|
| 第四紀*  | 現世      | 現河床・海浜堆積物 |
|       | 更新世*    | 第2段丘堆積物   |
|       |         | 第1段丘堆積物   |
|       |         | 安山岩溶岩     |
| 新第三紀* | 歌島層     |           |
|       | ガロ川噴出物層 |           |
|       | 永豊層     |           |
|       | 中新世     | 寿都層       |
|       |         | 折川層       |
|       | 中新世     | ?         |
| 中新世   | 太平川層    |           |
| 先第三紀  | 先第三系    |           |

(b) 5万分の1地質図幅「歌棄」

| 時代    | 地層名      |           |
|-------|----------|-----------|
| 第四紀*  | 現世       | 現河床・海浜堆積物 |
|       | 更新世*     | 第2段丘堆積物   |
|       |          | 新期扇状地堆積物  |
|       |          | 熱帯軽石流堆積物  |
|       |          | 第1段丘堆積物   |
|       |          | 旧期扇状地堆積物  |
|       |          | 磯谷溶岩      |
|       |          | 尻別川層      |
|       |          | 賀老山溶岩     |
|       |          | 賀老山       |
| 新第三紀* | 賀老川火山岩類  |           |
|       | 永豊層      |           |
|       | 折川層      |           |
|       | 磯谷層      |           |
| 中新世   | チヨボシナイ川層 |           |

(c) 5万分の1地質図幅「太平山」

| 時代    | 層序   |        |
|-------|------|--------|
| 第四紀*  | 完新世  | 沖積層    |
|       | 更新世* | 段丘堆積物  |
|       |      | 狩場山溶岩  |
|       |      | カスベ岳溶岩 |
| 新第三紀* | 鮮新世* | 黒松内層   |
|       |      | 上部層    |
|       | 中新世  | 八雲層    |
|       |      | 訓縫層    |
|       |      | 上部層    |
|       |      | 大平川層   |
|       |      | 下部層    |
|       |      | メツブ沢層  |
|       | 中新世  | マス川層   |
|       | 白亜紀  | 花崗岩類   |
| 後白亜紀  | 泊川層群 |        |
|       | 金山川層 |        |

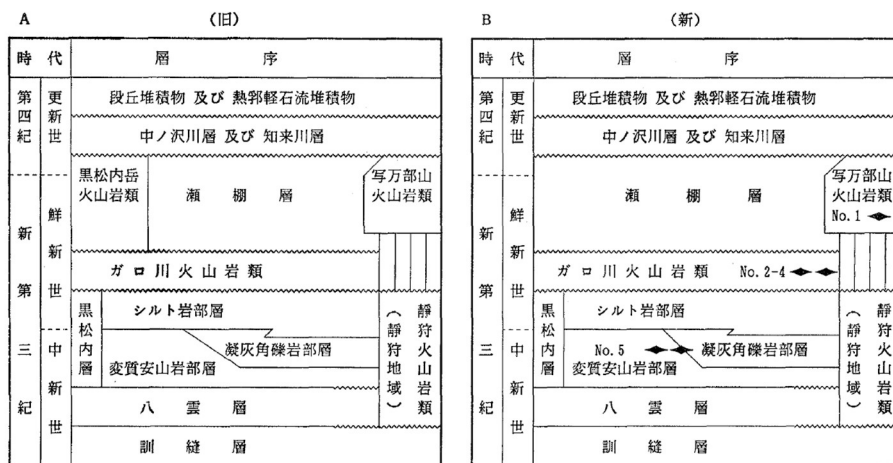
(d) 5万分の1地質図幅「長万部」

| 時代       | 層序   |                    |
|----------|------|--------------------|
| 第四紀*     | 完新世  | 氾濫原堆積物、砂丘堆積物       |
|          | 更新世* | 湿原堆積物              |
|          |      | 駒ヶ岳火山灰             |
|          |      | 扇状地堆積物             |
|          |      | 熱帯軽石流堆積物           |
|          |      | 河岸段丘堆積物            |
|          |      | 海岸段丘堆積物            |
|          |      | 知来川層               |
|          |      | 中ノ沢川層              |
|          |      | 黒松内岳火山岩類 (Krp・Krl) |
| 瀨棚層      |      |                    |
| 写万部山火山岩類 |      |                    |
| 新第三紀*    | 鮮新世* | ガロ川火山岩類 (G)        |
|          |      | シルト岩部層             |
|          | 中新世  | 変質安山岩部層            |
|          |      | 凝灰角礫岩部層            |
|          |      | 八雲層                |
|          |      | 訓縫層                |
| 白亜紀      | 花崗岩類 |                    |
| 先白亜紀     | 堆積岩類 |                    |

図 4.2-8 5 万分の 1 地質図幅による地質層序 (ガロ川火山岩類)

(a) は鈴木ほか (1981), (b) は山岸 (1984), (c) は黒沢ほか (1993), (d) は久保ほか (1983) より一部抜粋し、デジタル化を行った。太文字は図 4.2-7 に示す火山噴出物に相当する。

ガロ川火山岩類の活動に伴うと考えられる地層・岩体は、鈴木ほか（1981）、山岸（1984）、黒沢ほか（1993）、久保ほか（1983）の記載に基づけば、「黒松内岳火山岩類」と「ガロ川火山岩類」に大別され（図 4.2-8）、図幅間の分布は連続している。このうち、「黒松内岳火山岩類」は、久保ほか（1983）において命名された火山岩類であるが、久保ほか（1988）において、「黒松内岳火山岩類としたものの大部分はガロ川火山岩類に属し、その一部（最下部）は黒松内層の火山岩類に相当すると思われる」こと、「久保ほか（1983）により写万部山火山岩類と同時期とされた黒松内岳火山岩類は存在しないようである」ことを指摘しており、地質層序が修正されている（図 4.2-9）。これにより、黒松内火山岩類はガロ川火山岩類に統合されている。



©日本地質学会

図 4.2-9 長万部地域地質層序表（久保ほか，1988）

久保ほか（1988）は、久保ほか（1983）に示されるガロ川火山岩類の分布域から  $4.38 \pm 0.44$  Ma の全岩 K-Ar 年代を報告しているが、火山噴出物の分布はこの年代測定箇所とは連続しない地域にも及んでいる（図 4.2-7）。このうち文献調査対象地区近傍の「ガロ川噴出物層」においては、「地質時代を決定しうるものは今までの所ないが、周辺のほかの地層と比較して、鮮新世\*中～下部と推定した」（鈴木ほか，1981）とされている。これらの年代測定値に関する情報は、ほかの文献において見当たらない。

また、ガロ川噴出物層は寿都半島基部付近では歌島層に不整合に覆われ（鈴木ほか，1981）、歌島層上部の凝灰岩から FT 年代として 1.2 Ma が示されている（北海道電力，2015）。

以上のことから「ガロ川火山岩類」は、鮮新世の活動年代を示すデータが得られているものの最新活動時期を特定できる年代測定値が得られていないことや、層序の観点からも最新活動時期の特定に資するデータが得られていないことなどから、第四紀における火山活動の有無を判断できない。よって、第四紀における火山活動の履歴が存在することが明らか、または可能性が高いとはいえない。

なお、鈴木ほか（1981）では寿都半島に分布する「ガロ川噴出物層」について、「半島北西部から島牧海岸に分布するものは、火山円礫岩・同角礫岩などの 2 次堆積物から」なることも指摘している。このことから、本層は噴出した場所から移動して再堆積した地層である可能性も考えられる。

(3) その他の火成岩類

前述の「賀老山」, 「ガロ川火山岩類」以外に, 5 万分の 1 地質図幅から, 山体を形成しないもの, 第四紀の活動を否定できない火成岩として, 3 つの地層・岩体を抽出した (図 4.2-10)。

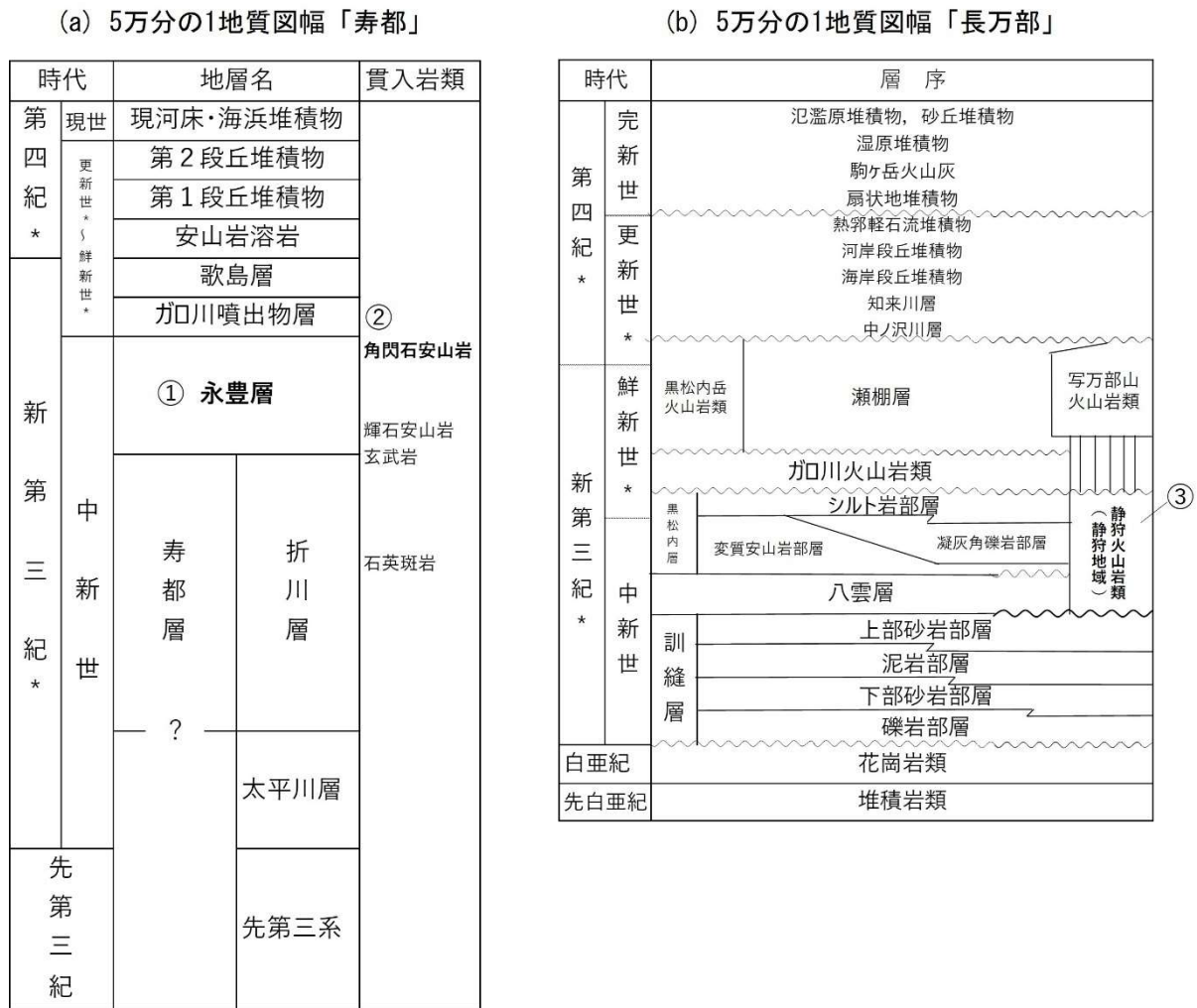


図 4.2-10 5 万分の 1 地質図幅による地質層序 (その他の火成岩類)

(a) は鈴木ほか (1981), (b) は久保ほか (1983) より一部抜粋し, デジタイジングを行った。太文字および数字は抽出した地層・岩体に相当する。なお, (a) の寿都層および折川層, (b) の黒松内層一凝灰角礫岩部層以前に区分される地層・岩体については, 第四紀の活動でないことが明らかと判断し, 本調査の検討に含めなかった。

各地層・岩体の活動時期について, 以下のように分析を行った。

① 永豊層一安山岩質火砕岩層一水冷破碎岩・溶岩 (Nv) (鈴木ほか, 1981)

鈴木ほか (1981) は, 「永豊層を構成するシルト岩は珪藻質で, 西南北海道の標準層序の黒松内層と同質である。しかも折川東縁のものは, 南東の模式地の黒松内層に連続すると思われる。しかし, 本層が黒松内層に対比されるかどうかは明らかではないので, 本図幅では中新世末期の地層としておく」と記載している。

道南グリーン・タフ団体研究グループ（1984）は、永豊層（鈴木ほか，1981）に一部相当すると考えられる「本目層石英安山岩質軽石凝灰岩層」において、 $4.7 \pm 0.9$  Ma のジルコン FT 年代を取得しており、前期鮮新世の年代を示す。ただし、本年代試料の採取位置は、鈴木ほか（1981）における永豊層の分布と整合しておらず、鈴木ほか（1981）におけるガロ川噴出物層あるいは折川層が分布する領域に相当すると読み取れることに加え、本年代測定試料が採取された以外の領域にも永豊層は広く分布していることから、この年代測定値のみで当該地層の活動時期を判断することはできない。

また、北海道電力（2015）は、永豊層上部の泥岩より *Neodenticula Koizumii*—*N.kamtschatica* 帯（斎藤（1999）では  $3.95 - 3.53 \sim 2.68 - 2.61$  Ma）に対比される珪藻化石群集の産出を確認しており、後期鮮新世の年代を示すが、化石の産出位置や、火砕岩層との関係について詳細は記されていない。

なお、本層の上位層であるガロ川噴出物層との関係は、「直接観察できないが、傾斜不整合を示すのが知られている」（鈴木ほか，1981）と記載されているが、ガロ川噴出物層の最新活動時期は特定できていない（4.2.2（2）参照）。

以上のことから、永豊層の安山岩質火砕岩層は、鮮新世の活動年代を示すデータが得られているものの最新活動時期を特定できる年代測定データが得られていないことや、層序の観点からも当該火砕岩層の最新活動時期の特定に資するデータが得られていないことなどから、第四紀における火山活動の有無を判断できない。よって、第四紀における火山活動の履歴が存在することが明らか、または可能性が高いとはいえない。

## ② 石英安山岩溶岩—黒雲母角閃石石英安山岩（DI）（鈴木ほか，1981）

本溶岩について、鈴木ほか（1981）は、「永豊層（補記：中新世末期の地層）堆積後期の噴出と思われるが、確実な時期は明らかでない」と記載している。また、本溶岩の上位層のガロ川噴出物層は、「石英安山岩溶岩以下の地層を不整合におおっている」（鈴木ほか，1981）と記されているが、ガロ川噴出物層の最新活動時期は明らかでない（4.2.2（2）参照）。このほか、年代測定データに係る情報は無い。

以上のことから、石英安山岩溶岩については、最新活動時期を特定できる年代測定データが得られていないことや、層序の観点からも当該溶岩の最新活動時期の特定に資するデータが得られていないことなどから、第四紀における火山活動の有無を判断できない。よって、第四紀における火山活動の履歴が存在することが明らか、または可能性が高いとはいえない。

## ③ 静狩火山岩類—角閃石安山岩火山角礫岩（Szh）（久保ほか，1983）

久保ほか（1983）は、「写万部山火山岩類より以前に活動したと推定される火山岩を一括して、静狩火山岩類と命名」と記しており、当該角閃石安山岩火山角礫岩については、「写万部山火山岩類の火山角礫岩及び溶岩によって覆われ、またその岩脈によって貫ぬかれている」と記載している。このことから、写万部山（ $2.59 \pm 0.11$  Ma : 4.1.2 参照）以前の活動とも考えられるが、当該角閃石安山岩火山角礫岩の分布域は、4.1.2 において検討した「写万部山」の山体からは数 km 離れており、4.2.2（1）に示した「賀老山」の活動に係る噴出物に覆われている。「賀老山」の最新活動時期は特定できていないため（4.2.2（1）参照）、当該角閃石安山岩火山角礫岩の活動時期も特定することはできない。

また、広瀬ほか（2000）は、「Shizukari volcanic rocks」より  $3.05 \pm 0.18$  Ma（後期鮮新世）の K-Ar 年代を報告しているが、本年代測定試料の採取位置は、久保ほか（1983）における「静狩火山岩類－変質安山岩溶岩・岩脈及び火砕岩」の分布域に相当し、当該火山岩類の分布域とは数 km 離れた位置で測定された結果である。よって、この年代測定値のみで当該角閃石安山岩火山角礫岩の活動時期を判断することはできない。

以上のことから、静狩火山岩類の角閃石安山岩火山角礫岩については、最新活動時期を特定できる年代測定データが得られていないことや、層序の観点からも最新活動時期の特定に資するデータが得られていないことなどから、第四紀における火山活動の有無を判断できない。よって、第四紀における火山活動の履歴が存在することが明らか、または可能性が高いとはいえない。

#### (4) 沿岸海域の火成岩類

海域の火成岩類を示した文献として、「沿岸海の基本図（5 万分の 1）寿都」（海上保安庁水路部，1995）が挙げられる。本文献では、「音波探査記録の解析結果により、調査海域の海底地質を陸上地質等に対比させ、音響的層相の特徴、分布状況及び層厚等相互関係から検討して（中略）火成岩は VII<sub>s</sub> 層と VIII<sub>s</sub> 層の 2 層」に区分したと記載されており（図 4.2-11）、文献調査対象地区から 30 km 以内に分布する火成岩類として、2 ヶ所、分布が示されている（図 4.2-12）。

| 時 代   |        | 陸上地質層序  |        | 音波探査層相           |                  |
|-------|--------|---------|--------|------------------|------------------|
|       |        | 堆積岩類    | 火成岩類   | 堆積岩類             | 火成岩類             |
| 第四紀*  | 現世     | 沖積層     |        | I <sub>s</sub>   |                  |
|       | 後期更新世  | 低位段丘堆積物 | ニセコ火山群 | II <sub>s</sub>  | VII <sub>s</sub> |
|       |        | 高位段丘堆積物 |        | III <sub>s</sub> |                  |
|       | 中期更新世  | 知来層     | 雷電山火山群 | IV <sub>s</sub>  |                  |
|       | 前期更新世* | 瀬棚層     |        | V <sub>s</sub>   |                  |
| 新第三紀* | 鮮新世*   | 黒松内層    |        | VI <sub>s</sub>  |                  |
|       | 中新世    | 八雲層     |        |                  |                  |

図 4.2-11 沿岸の海の基本図による層序（沿岸海域の火成岩類）

海上保安庁水路部（1995）より一部抜粋し、デジタイジングを行った。太文字は図 4.2-12 に示す火成岩類に相当する。

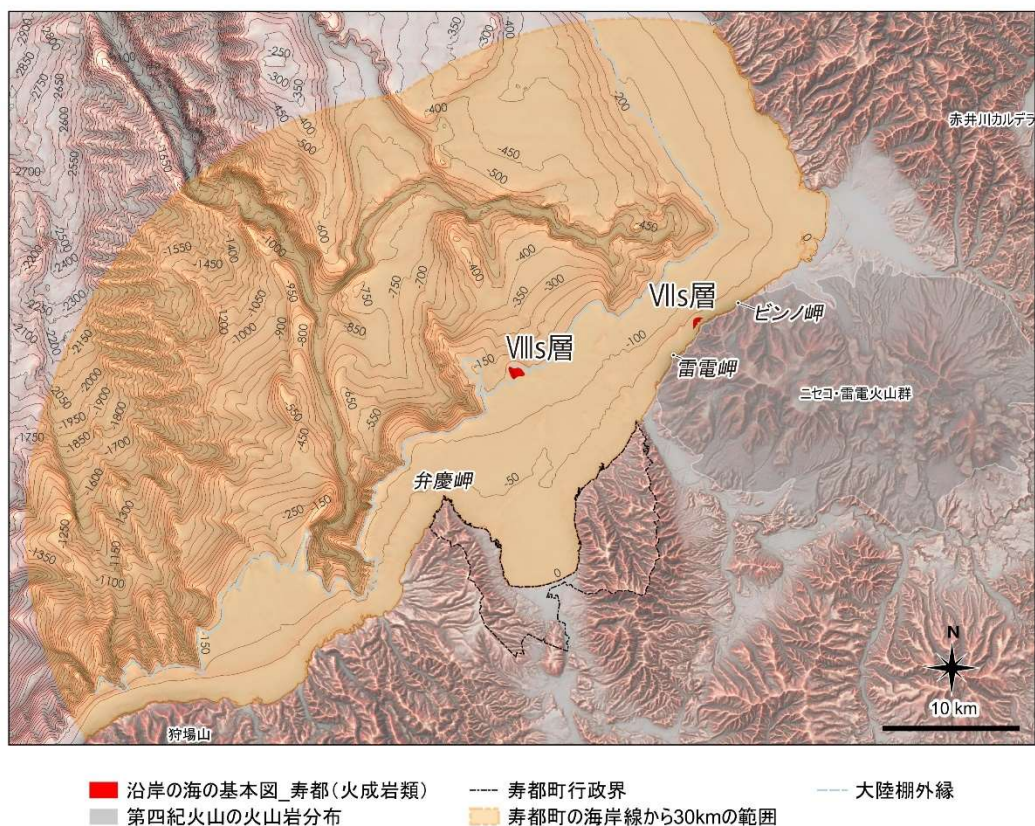


図 4.2-12 沿岸の海の基本図による海域の火成岩類の分布

海上保安庁水路部（1995）に基づき作成。基図として「地理院タイル（陰影起伏図）」（国土地理院）および「アジア航測：赤色立体地図（陸域は国土地理院数値標高データ、海域は日本水路協会発行 M7000 シリーズ（（一財）日本水路協会承認 第 2021006 号）を使用）」を使用。海域の等深線図は日本水路協会発行「海底地形デジタルデータ（M7009 北海道西部および M7010 秋田沖）（（一財）日本水路協会承認第 2021006 号）」を用いて作成（等深線の間隔は 50 m）。寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

ビンノ岬と雷電岬の中間地点の沿岸部で認められる VIIs 層は、「音響的不透過層で、起伏に富む上面で強い反射を示す」とされ、「更新統\*の火山岩」に対比されているが、その明確な根拠はない。また、年代測定データに関する情報は示されておらず、ほかの文献においても見当たらない。

弁慶岬から北東へ 10 km 沖合の大陸棚外縁で認められる VIIIs 層は、「音響的不透過層で、起伏に富む上面で強い反射を示す」とされ、「鮮新統\*から中新統の火山岩に対比される」と記されている。さらに、VIIIs 堆積時には、「渡島半島周辺の大部分が海面下であったと考えられ、水中の火山活動により VIIIs 層を形成」したと記されているものの、その明確な根拠はない。また、年代測定データに関する情報は示されておらず、ほかの文献においても見当たらない。

以上のことから、VIIs 層および VIIIs 層はともに、最新活動年代を評価できる年代測定データが得られていないこと、文献に示された層序についてその明確な根拠が確認できないため、第四紀における火山活動の有無を判断できない。よって、第四紀における火山活動の履歴が存在することが明らか、または可能性が高いとはいえない。

また、「積丹半島付近海底地質図」（岡村・佐藤，2023）では、「火山岩類は Vm 層、Vp 層に区分した」と記載されており、これに加えて「内部構造が不明瞭な音響基盤」とされる Bs 層も火山

岩の可能性がある地層・岩体として区分されている（図 4.2-13）。文献調査対象地区の海岸線から 30 km 以内に分布するこれらの地層・岩体は、3 ヶ所で確認できる（図 4.2-14）。

|       | 堆積岩 | 火山岩       |
|-------|-----|-----------|
| 第四紀   | Q   | <b>Vp</b> |
| 後期鮮新世 | P2  |           |
| 前期鮮新世 | P1  |           |
| 中新世   | M   | Vm        |
| ～中新世  | Bs  | <b>Bs</b> |

図 4.2-13 積丹半島付近海底地質図による層序（沿岸海域の火成岩類）

岡村・佐藤（2023）より一部抜粋し、デジタイジングを行った。太文字は図 4.2-14 に示す火成岩類に相当する。

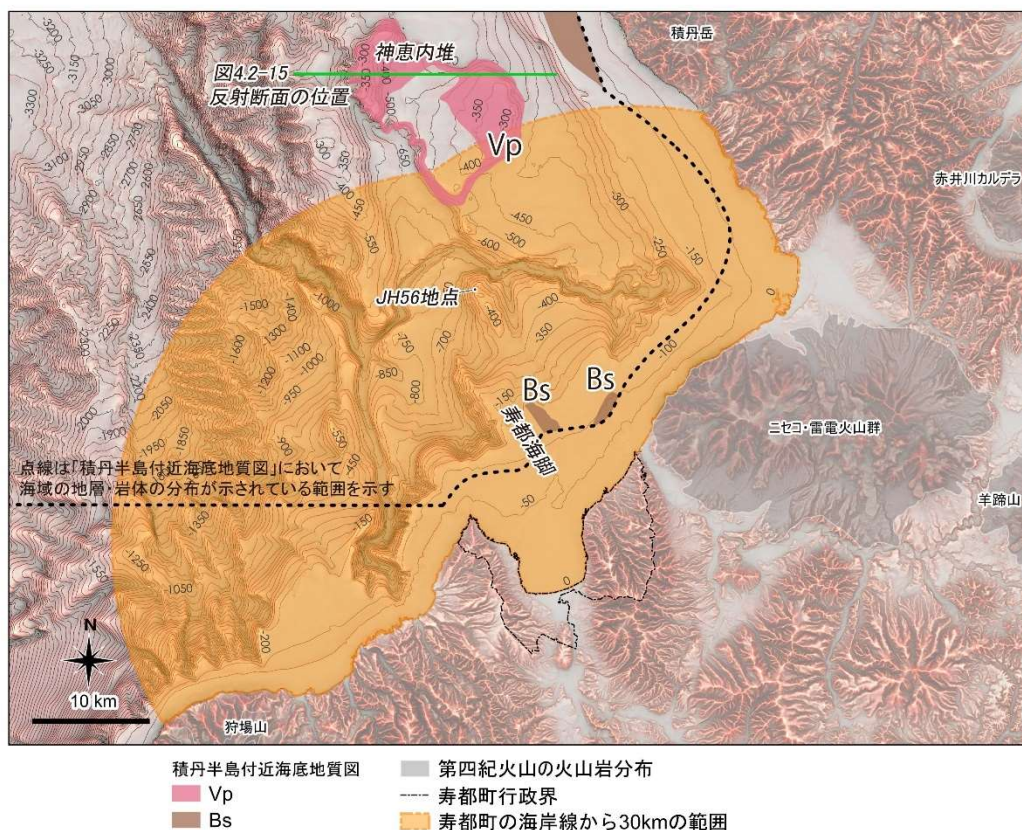


図 4.2-14 積丹半島付近海底地質図による海域の火成岩類の分布

岡村・佐藤（2023）に基づき作成。基図として「アジア航測：赤色立体地図（陸域は国土地理院数値標高データ、海域は日本水路協会発行 M7000 シリーズ（（一財）日本水路協会承認 第 2021006 号）を使用）」を使用。海域の等深線図は日本水路協会発行「海底地形デジタルデータ（M7009 北海道西部）（（一財）日本水路協会承認第 2021006 号）」を用いて作成（等深線の間隔は 50 m）。寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。図中の記号（地層・岩体名など）については以下を参照。

「積丹半島付近海底地質図」（岡村・佐藤，2003）より，Bs：音響基盤—火成岩類，堆積岩類，Vp：Vp 層—安山岩，玄武岩

Bs 層は内部構造が不明瞭な音響基盤とされており、「内部反射が不明瞭でマウンド状の形態を確認できない場合は年代不詳の音響基盤とした」と記載がある。地質図の凡例では「火成岩類，堆積岩類」とされているが，この他の情報がなく，そのいずれであるかを判断することはできない。なお，上述した海上保安庁水路部（1995）に示される VIIIs 層と分布域が一部，重なる箇所が確認できる。VIIIs 層（海上保安庁水路部，1995）は「鮮新統\*から中新統の火山岩に対比される」と記されており，第四紀に活動した可能性を否定できない。ただし，年代測定データはいずれの領域においても取得されておらず，Bs 層の明確な形成時期を明らかにすることはできない。

以上のことから，Bs 層は火山岩類であるかも定かではなく，年代測定データも得られていないため，第四紀における火山活動の有無を判断できない。よって，第四紀における火山活動の履歴が存在することが明らか，または可能性が高いとはいえない。

神恵内堆周辺に分布する Vp 層は，「水深 300 m の直径 10 km 程度の西に傾動した浸食平坦面を持つ火山」を構成しており（図 4.2-15），「火山の南側ではこの火山構成層（Vp 層）と P1 層とが漸移



的な関係に見えること」と、P1層が分布するJH56地点（図 4.2-14）において「安山岩角礫を含む火山碎屑岩が得られ、その中の安山岩は4.14 Maの年代を示す」ことから、「前期鮮新世の火山と推定される」との記載がある（岡村・佐藤，2023）。

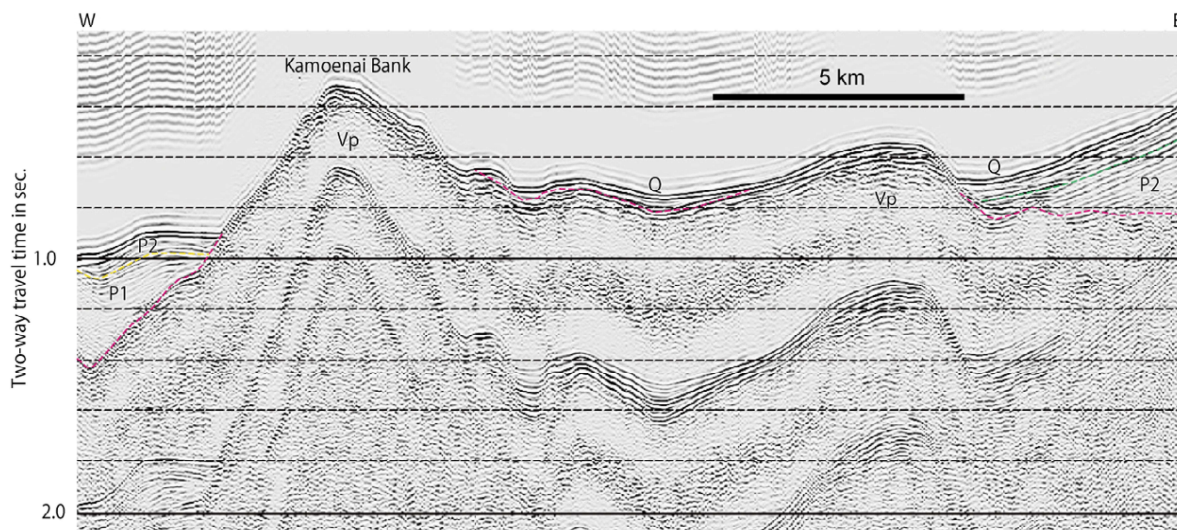


図 4.2-15 神恵内堆とその東側に広がる火山体を横断する反射断面（岡村・佐藤，2023）

また、P1層は寿都海脚まで連続する背斜構造を構成していることから、「（寿都海脚も）同じ年代の火山性の堆積物からなる可能性が考えられる」とも記載している。ただし、これらの見解はあくまで推定であり、現段階でこれらの火山活動の明確な時期と範囲を明らかにすることはできない。

なお、北海道電力（2015，2016）は、岡村・佐藤（2023）が示すVp層の分布域を先第三紀～古第三紀の地層に区分しており、年代観について異なる見解を示している。

以上のことから、Vp層は火山体を構成しており、その形成時期は著者により前期鮮新世との見解が示されているが、Vp層そのもので測定された年代測定データは得られていない。よって、第四紀における火山活動の履歴が存在することが明らか、または可能性が高いとはいえない一方で、その可能性を完全に否定することもできない。

### 4.2.3 貫入岩・岩脈

本項では、文献調査対象地区の行政界からおおむね15 km以内に分布が及ぶ貫入岩、岩脈、岩床、フィーダー岩脈の分布を整理する。5万分の1地質図幅（山岸ほか，1976；広川・村山，1955；鈴木ほか，1981；山岸，1984；国府谷・土居，1961；黒沢ほか，1993；久保ほか，1983；土居ほか，1958）やニセコ地域地熱地質編図（新エネルギー総合開発機構，1987a）に基づいて分布と層序を整理し、さらに、個別文献（秋葉，1957；秋葉・庄谷，1970；岡村，1984；西来ほか編，2012；北海道電力，2015；北海道電力，2016）から貫入岩、岩脈に関する情報を抽出し、年代測定値を確認することなどにより、(1) 第四紀の貫入岩・岩脈、(2) 貫入時期が明らかでない貫入岩・岩脈、(3) 第四紀より前の活動であることが明らかな貫入岩・岩脈に整理した。なお、文献において、古第三紀より前に区分されている基盤岩類等については、第四紀の活動でないことが明らかであると判断し、検討対象に含めなかった。

#### (1) 第四紀の貫入岩・岩脈

文献調査対象地区およびその周辺地域において、5万分の1地質図幅に基づき貫入岩・岩脈の分布を整理した結果、第四紀の火成活動に伴うものである可能性が高い5つの岩脈が認められた(図4.2-16)。このうち4つは、「島古丹」図幅(山岸ほか, 1976)に示される「安山岩岩脈-普通輝石しそ輝石安山岩(Ad)」である。同図幅説明書では、「雷電岬火山角礫岩を貫く多数の小岩脈がみられる。これらの岩脈は(中略)雷電岬火山角礫岩層には含まれる塊状溶岩とよく似ており、それらの火山岩けいの可能性がある」とされている。4.1.2に示したとおり、「雷電岬火山角礫岩層」は第四紀の活動に伴う地層・岩体であり、これを貫く岩脈であることから、本岩脈は第四紀の火成活動に伴う岩脈と考えられる。また、もう1つは「岩内」図幅(広川・村山, 1955)に示される「雷電火山-岩内岳噴出物-岩脈-橄欖石玄武岩(B)」であり、同図幅説明書では、岩内岳熔岩の「頂上近くには岩脈状をなし、堅硬、緻密な橄欖石玄武岩が突出している」と示されている。4.1.2に示したとおり、「岩内岳熔岩」は第四紀の火成活動に伴う地層・岩体であり、この活動に伴う岩脈であることが読み取れることから、本岩脈も第四紀の活動に伴う岩脈と考えられる。なお、これらはすべて文献調査対象地区内には分布しない。

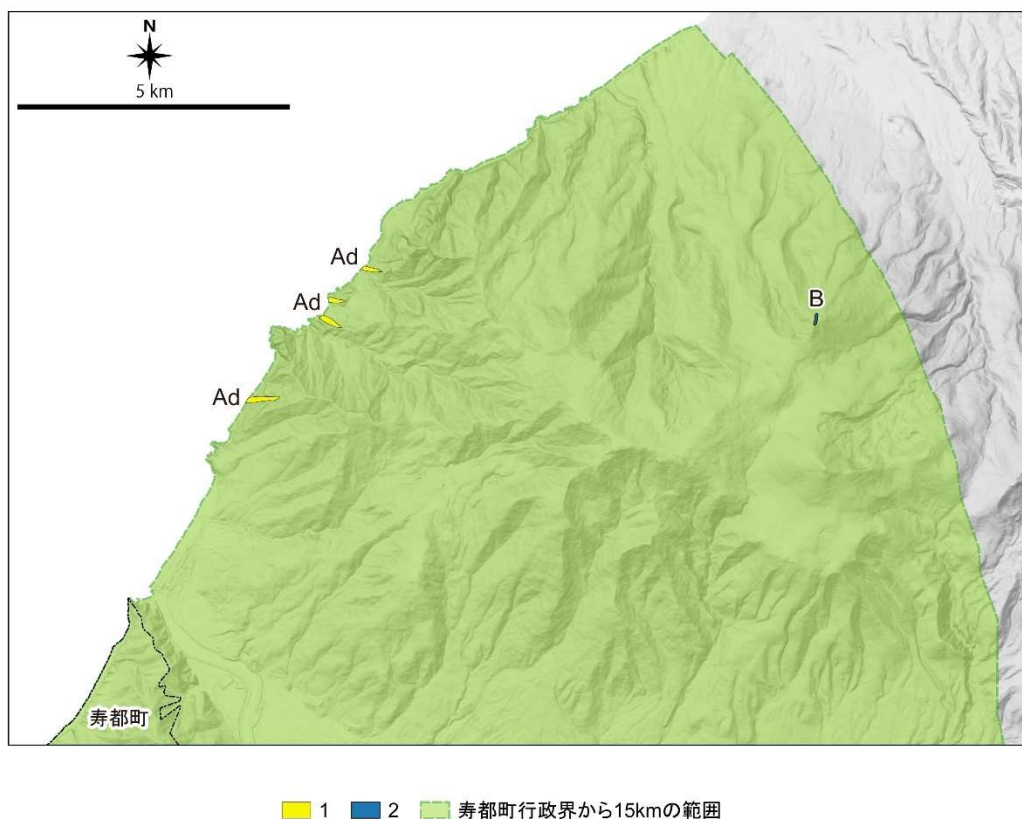


図 4.2-16 5 万分の 1 地質図幅による第四紀の貫入岩・岩脈の分布

1：山岸ほか（1976），2：広川・村山（1955）に基づき作成。基図として「地理院タイル（陰影起伏図および傾斜量図）」（国土地理院）を使用。寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。図中の記号（地層・岩体名など）については以下を参照。

1：5 万分の 1 地質図幅「島古丹」（山岸ほか，1976）より，Ad：安山岩岩脈 - 普通輝石しそ輝石安山岩

2：5 万分の 1 地質図幅「岩内」（広川・村山，1955）より，B：雷電火山 - 岩内岳噴出物 - 岩脈 - 橄欖石玄武岩

さらに，ニセコ地域地熱地質編図（新エネルギー総合開発機構，1987a）に基づき貫入岩・岩脈の分布を整理した結果，第四紀の火成活動に伴うものであることが明らかであると考えられる 8 つの貫入岩・岩脈が認められた（図 4.2-17）。

これらはすべて「貫入岩類 - 両輝石安山岩（An）」として地質図に示されており，このうち，7 つの岩脈は雷電岬火山角礫岩層を貫いている。新エネルギー総合開発機構（1987a）では「雷電岬火山角礫岩層の活動中に貫入したものと考えられる」とされており，岩内町セバチ鼻北方の岩脈で  $2.0 \pm 0.2 \text{ Ma}$ （新エネルギー総合開発機構，1985），岩内町雷電温泉北方の岩脈において  $2.37 \pm 0.51 \text{ Ma}$ （新エネルギー総合開発機構，1986）の全岩 K-Ar 年代が得られていることから，第四紀の火成活動に伴う貫入岩・岩脈であることが明らかといえる。

また，残りの 1 つである蘭越町尻別岬付近の岩脈は，「磯谷層を貫く岩脈」（新エネルギー総合開発機構，1986）であるが，詳細は記されておらず，ニセコ・雷電火山群の活動に伴うものか，あるいは別の活動によるものかなどは不明である。 $2.3 \pm 0.3 \text{ Ma}$  の全岩 K-Ar 年代（新エネルギー総合開発機構，1985）が得られていることから，第四紀の火成活動に伴う貫入岩・岩脈であることは明ら

かといえる。

なお、これらの貫入岩・岩脈は、いずれも文献調査対象地区内には分布しないが、蘭越町尻別岬付近の岩脈は文献調査対象地区の近傍に位置している。

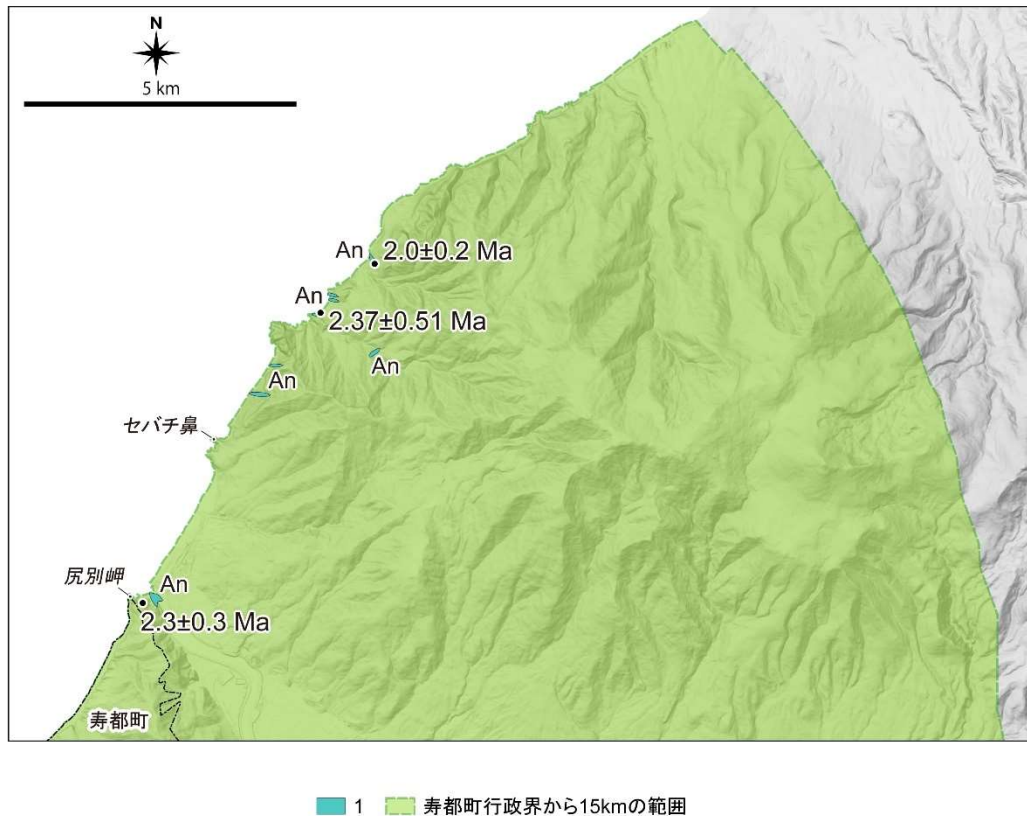


図 4.2-17 ニセコ地域地熱地質編図による第四紀の貫入岩・岩脈の分布および年代測定値  
新エネルギー総合開発機構（1985, 1986, 1987a）に基づき作成。基図として「地理院タイル（陰影起伏図および傾斜量図）」（国土地理院）を使用。寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。図中の記号（地層・岩体名など）については以下を参照。

1：「ニセコ地域地熱地質編図 1/100,000」（新エネルギー総合開発機構, 1987a）より, An：貫入岩類 - 両輝石安山岩

## (2) 貫入時期が明らかでない貫入岩・岩脈

ここでは、5万分の1地質図幅に基づき、文献調査対象地区およびその周辺地域における貫入時期が明らかでない貫入岩・岩脈の分布を整理した。その結果を図 4.2-18 に示す。

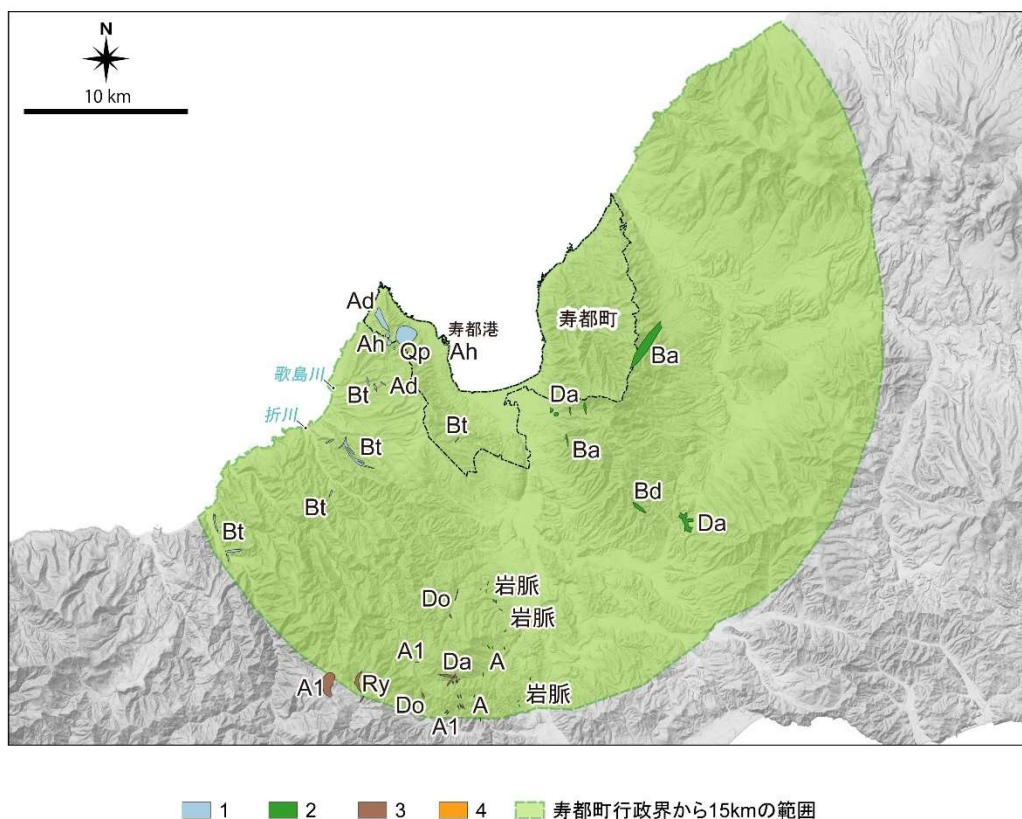


図 4.2-18 貫入時期が明らかでない貫入岩・岩脈の分布（5万分の1地質図幅）

1：鈴木ほか（1981），2：山岸（1984），3：黒沢ほか（1993），4：久保ほか（1983）に基づき作成。基図として「地理院タイル（陰影起伏図および傾斜量図）」（国土地理院）を使用。寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。図中の記号（地層・岩体名など）については以下を参照。

1：5万分の1地質図幅「寿都」（鈴木ほか，1981）より，Qp：貫入岩類 - 石英斑岩，Bt：貫入岩類 - 玄武岩，Ah：貫入岩類 - 角閃石安山岩，Ad：貫入岩類 - しそ輝石普通輝石安山岩

2：5万分の1地質図幅「歌棄」（山岸，1984）より，Ba：玄武岩岩脈，Da：石英安山岩岩脈，Bd：玄武岩質安山岩岩脈

3：5万分の1地質図幅「大平山」（黒沢ほか，1993）より，Do：貫入岩類 - 粗粒玄武岩，A1：貫入岩類 - 安山岩 I，Da：貫入岩類 - 石英安山岩，Ry：貫入岩類 - 流紋岩

4：5万分の1地質図幅「長万部」（久保ほか，1983）より，A：貫入岩類 - 変質安山岩，岩脈：ガロ川火山岩類 - 紫蘇輝石普通輝石安山岩岩脈

このうち，文献調査対象地区内に分布する貫入岩・岩脈の貫入時期については，以下の記載がある。

- 石英斑岩（Qp）（鈴木ほか，1981）は，寿都層（中新世）を貫くとされ，「进入時期は，岩質と被进入岩などから，中新世後期と推定される」と記載があるものの，明確に第四紀の活動によるものでないことを否定できる根拠は見当たらない。当該石英斑岩の年代測定データは得られていないが，本岩体のうち大きいものの西縁が断層で切られており，この断層は鮮新世に開始したと考えられる褶曲運動に伴う層面すべり断層である可能性（技術的観点からの

検討のうち地形、地質・地質構造に関する説明書（以下、説明書「地形、地質・地質構造」という）を参照）を考慮すると、貫入時期は鮮新世以前であることも考えられる。

- ・ 角閃石安山岩 (Ah) (鈴木ほか, 1981) は、寿都港南側と歌島川最上流部で岩質に相違があるとの説明がある。寿都港南側の貫入岩は、「強く変質していることから、寿都層（補記：中新世）の下部安山岩質火砕岩層堆積直後の貫入」と推定され、歌島川最上流のものは、「永豊層（補記：中新世）の安山岩質火砕岩層中に見出される角閃石安山岩とほぼ同時期であろう」と推定されているが、明確な根拠はない。なお、上述の石英斑岩 (Qp) と同様に、本岩体の西縁も断層で切られており、この断層は鮮新世に開始したと考えられる褶曲運動に伴う層面すべり断層である可能性（説明書「地形、地質・地質構造」を参照）を考慮すると、貫入時期は鮮新世以前であることも考えられる。
- ・ 紫蘇輝石普通輝石安山岩 (Ad) (鈴木ほか, 1981) は、「寿都半島や折川などに小岩脈として発達しており、侵入方向は一定していない。永豊層（補記：中新世）の安山岩質火砕岩層を貫いている」との説明がある。また、図幅から、折川右岸で八雲層および石英安山岩溶岩 (DI) に貫入していると読み取ることができる。また、上述の石英斑岩 (Qp) および角閃石安山岩 (Ah) と同様に、本岩体の西縁も断層で切られており、この断層は鮮新世に開始したと考えられる褶曲運動に伴う層面すべり断層である可能性（説明書「地形、地質・地質構造」を参照）を考慮すると、貫入時期は鮮新世以前であることも考えられる。
- ・ 玄武岩 (Bt) (鈴木ほか, 1981) についても、「折川層・寿都層および永豊層（補記：いずれも中新世）を貫いている」（鈴木ほか, 1981）とされているが、このほかの情報がなく、貫入時期は明らかでない。
- ・ 山岸 (1984) に示される玄武岩岩脈 (Ba) は、「磯谷層の水冷破砕岩を貫いている」と記載があり、図幅からは尻別川層に覆われていると読み取れる。よって、尻別川層堆積以前の活動に伴うものであると推定されるが、北海道電力 (2015) は尻別川層に挟在する凝灰岩から約 3.2~1.7 Ma の FT 年代を報告しており、第四紀の活動に伴うものである可能性が残されている。

このほか、文献調査対象地区の外に分布する貫入岩・岩脈の貫入時期については、以下の記載がある。

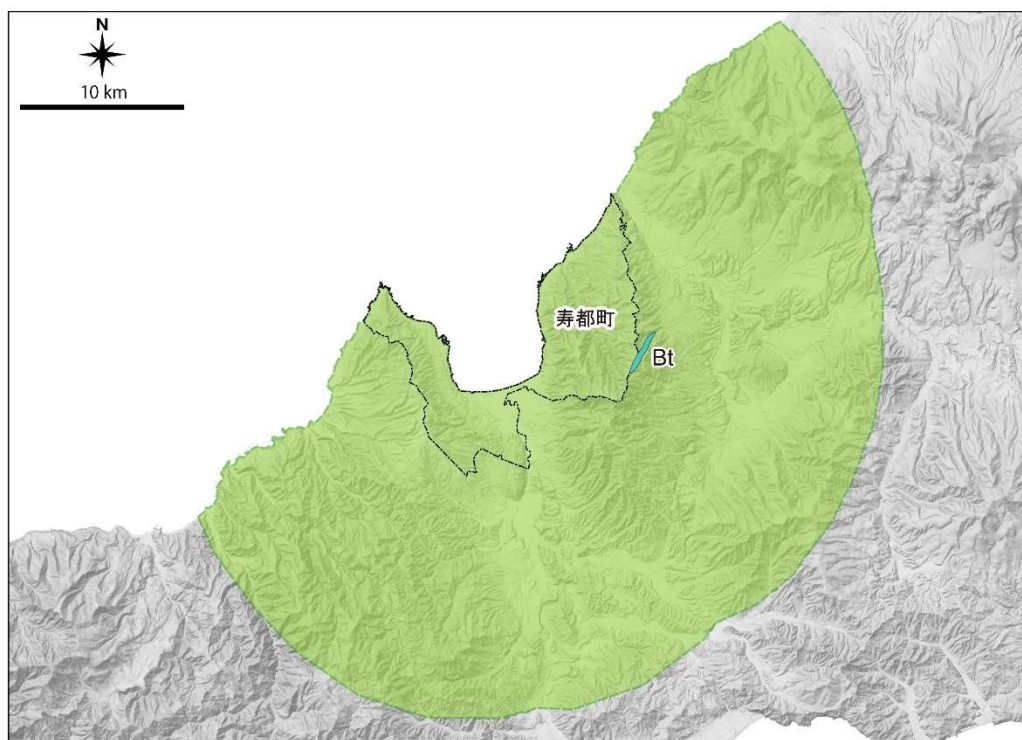
- ・ 山岸 (1984) に示される石英安山岩岩脈 (Da) は、「図幅中央部の石英安山岩は磯谷層の水冷破砕岩などを貫き、図幅南東部のそれは、花こう岩と磯谷層の境界部を貫いている」と記載があるが、このほかの情報がなく、貫入時期は明らかでない。
- ・ また、玄武岩質安山岩岩脈 (Bd) (山岸, 1984) は、「チョポシナイ川層の流紋岩類と花崗岩類を貫いている」と記載があるが、このほかの情報がなく、貫入時期は明らかでない。
- ・ 黒沢ほか (1993) に示される貫入岩類—粗粒玄武岩 (Do) は、「図幅の東部に分布し、花崗岩類・訓縫層・八雲層および黒松内層に貫入している」と記載があるが、黒松内層堆積後の活動であり、第四紀に活動した可能性を否定できない。
- ・ 貫入岩類—安山岩 I (A1) (黒沢ほか, 1993) は、「マス川層、訓縫層、メップ沢層および八雲層に貫入」と記載があるが、このほかの情報がなく、貫入時期は明らかでない。
- ・ 貫入岩類—石英安山岩 (Da) (黒沢ほか, 1993) は、「黒松内川北方において、ほぼ東西方向

に八雲層の泥岩中に貫入（中略）本岩脈がさらに安山岩 I によって貫入されている」と記載があるものの、安山岩 I と同様に貫入時期は明らかでない。

- ・ 貫入岩類一流紋岩 (Ry) (黒沢ほか, 1993) は, 「泊川層群およびマス川層などにおもに岩脈状に貫入しているのが認められる」と記載があるが, このほかの情報がなく, 貫入時期は明らかでない。
- ・ 久保ほか (1983) に示される貫入岩類 - 変質安山岩 (A) は, 「八雲層上部の硬質頁岩中に幅数 m の規模で産する (中略) 一部は黒松内層変質安山岩部層中にも貫入している (中略) その位置関係や鏡下の特徴から, 前記変質安山岩部層と同一の火成活動によってできたと考えられる」と記載があるものの, 詳細な活動時期に関する情報はなく, 貫入時期は明らかでない。
- ・ ガロ川火山岩類 - 紫蘇輝石普通輝石安山岩岩脈 (久保ほか, 1983) は, ガロ川火山岩類は 4.2.2 (2) に示すとおり, 第四紀の活動に伴うものであることを否定できず, 本岩脈も同様と判断する。なお, 図幅から, 一部の岩脈は第四紀\* - 完新世の氾濫原堆積物の分布域に跨って発達していると読み取ることができるが, 詳細は記されていない。

以上のことから, 5 万分の 1 地質図幅 (山岸ほか, 1976 ; 広川・村山, 1955 ; 鈴木ほか, 1981 ; 山岸, 1984 ; 国府谷・土居, 1961 ; 黒沢ほか, 1993 ; 久保ほか, 1983 ; 土居ほか, 1958) から抽出された貫入岩・岩脈については, 貫入時期を特定できる年代測定データや層序の情報が得られていないことから, 第四紀における火山活動の有無を判断できない。よって, 第四紀における火山活動の履歴が存在することが明らか, または可能性が高いとはいえない。

また, ニセコ地域地熱地質編図 (新エネルギー総合開発機構, 1987a) に基づき, 文献調査対象地区およびその周辺地域における貫入時期が明らかでない貫入岩・岩脈の分布を整理した。その結果を図 4.2-19 に示す。



■ 1 ■ 寿都町行政界から15kmの範囲

図 4.2-19 貫入時期が明らかでない貫入岩・岩脈の分布（ニセコ地域地熱地質編図）

1：新エネルギー総合開発機構（1987a）に基づき作成。基図として「地理院タイル（陰影起伏図および傾斜量図）」（国土地理院）を使用。寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。図中の記号（地層・岩体名など）については以下を参照。

1：「ニセコ地域地熱地質編図 1/100,000」（新エネルギー総合開発機構，1987a）より，Bt：貫入岩類 - 玄武岩，粗粒玄武岩

当該貫入岩は、文献調査対象地区内に分布しており、分布位置からみて5万分の1地質図幅「歌棄」（山岸，1984）の玄武岩岩脈（Ba）に対応すると考えられるが、山岸（1984）とは異なり、尻別川層に覆われる様子は描かれておらず、新エネルギー総合開発機構（1987a）では「磯谷層を貫いている」とのみ記載がある。このほかの情報もなく、貫入時期は明らかでない。以上のことから、当該玄武岩岩脈は、貫入時期を特定できる年代測定データや層序の情報が得られていないことから、第四紀における火山活動の履歴が存在することが明らか、または可能性が高いとはいえない。

さらに、個別文献を調査した結果、秋葉（1957）、秋葉・庄谷（1970）、岡村（1984）、西来ほか編（2012）、北海道電力（2015）、北海道電力（2016）において、文献調査対象地区およびその周辺地域の貫入岩・岩脈に関する記載が認められた（図 4.2-20）。



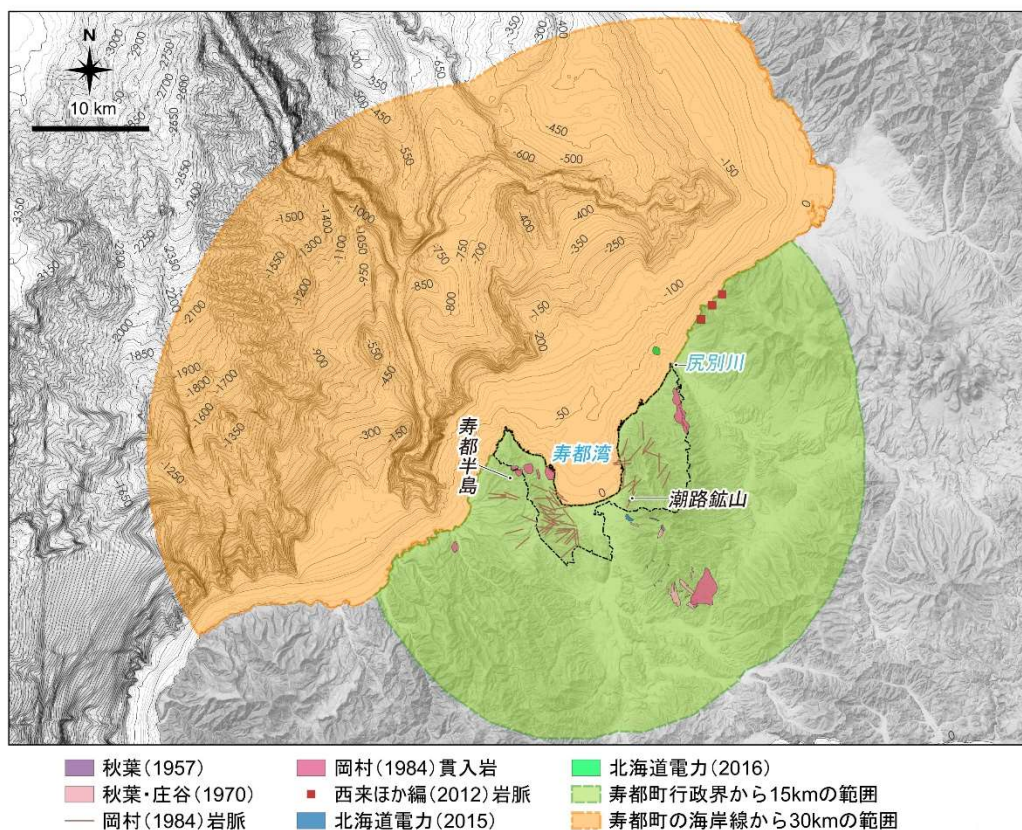


図 4.2-20 その他の文献に示される貫入岩・岩脈の分布

秋葉 (1957), 秋葉・庄谷 (1970), 岡村 (1984) ©日本地質学会, 西来ほか編 (2012), 北海道電力 (2015), 北海道電力 (2016) に基づき作成。基図として「地理院タイル (陰影起伏図および傾斜量図)」(国土地理院) を使用。海域の等深線図は日本水路協会発行「海底地形デジタルデータ (M7009 北海道西部および M7010 秋田沖) ((一財) 日本水路協会承認第 2021006 号)」を用いて作成 (等深線の主曲線の間隔は 10 m, 計曲線の間隔は 50 m)。寿都町行政界は「国土数値情報 (行政区域データ)」(国土交通省) に基づく。

いずれも年代測定データの報告はない。以下に、各文献の記載内容の概要を示す。

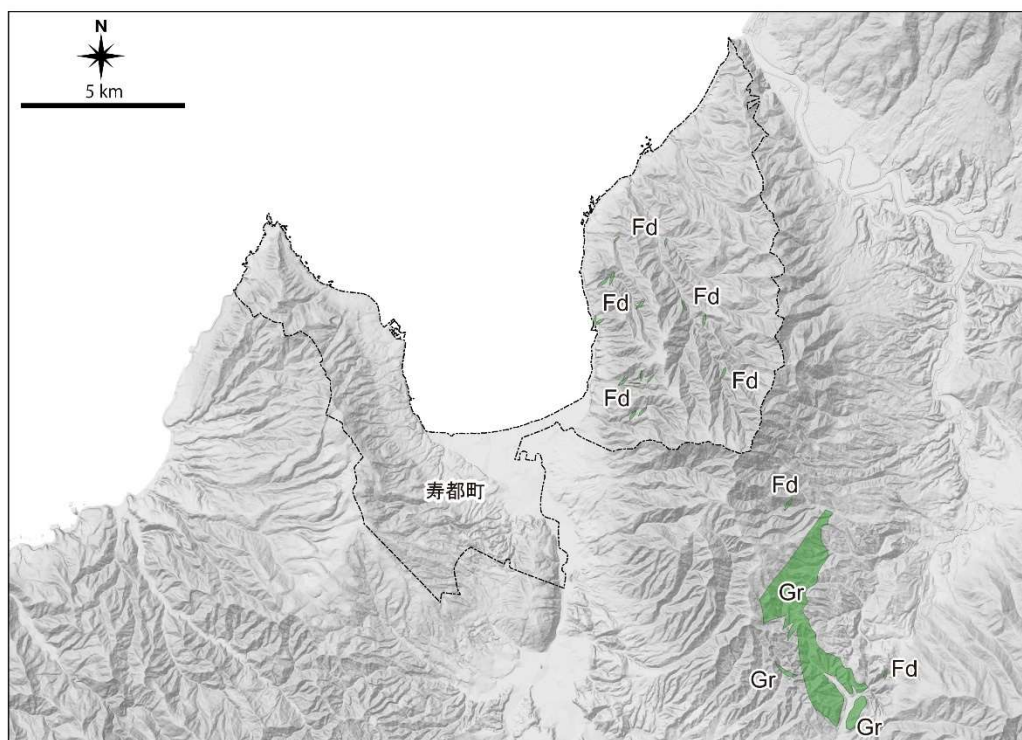
- ・ 岡村 (1984) は、寿都半島北部に認められる 5 つの貫入岩体について、「いずれも円形～楕円形に近い平面形態を示す岩株である」と記載しており、岩脈については、「寿都湾周辺には岩脈が多数認められる。これらの多くは周囲のハイアロクラスタイトと同質岩であることから、フィーダーダイクと考えられる」と記載している。また、寿都湾を中心とした放射状岩脈が貫入していると考えられること、月越火砕岩層は寿都湾を中心とする中心噴火によってもたらされたものと考えられることも指摘している。ただし、月越火砕岩層や岩脈の年代測定データに関する情報はなく、これらの活動時期を特定することはできない。なお、「安山岩質貫入岩類」として文献調査対象地区北東端部に示される貫入岩は、4.2.1 に示した磯谷溶岩に対応するものと考えられる。
- ・ 秋葉 (1957) では、寿都町内、潮路鉱山附近に「角閃石石英安山岩々脈」が示されている。中新世およびそれ以前の活動によるものとされている「含石英角閃石安山岩」を貫くとされているが、そのほかの情報はない。

- ・ 北海道電力（2015）では、寿都町外に分布する貫入岩類として、流紋岩の位置が示されている。
- ・ 西来ほか編（2012）では、寿都町の北東、沿岸地域において複数箇所、「岩脈」としてその位置が示されている。ただし、その抽出方法など、詳細については記されていない。
- ・ 北海道電力（2016）では、尻別川河口の西方沖に、新第三紀鮮新世に形成されたとする貫入岩Ⅷの分布が局所的に示されている。ただし、北海道電力（2015）の地層対比表では、第四紀中期更新世として示されており、異なる見解が示されている。本貫入岩は、鮮新世～前期更新世に堆積したとされるⅤ層に貫入しており、その活動時期は第四紀を含む可能性があるが、年代測定データに関する情報はない。これらの層序区分の根拠として北海道電力（2015）は、「海上音波探査で認められる反射面の連続性、下位層との不整合関係、堆積構造及び反射パターンの特徴」を挙げている。

以上のことから、個別文献から抽出された貫入岩・岩脈については、貫入時期を特定できる年代測定データや層序の情報が得られていないため、第四紀における火山活動の有無を判断できない。よって、第四紀における火山活動の履歴が存在することが明らか、または可能性が高いとはいえない。

### （3）第四紀より前の活動であることが明らかな貫入岩・岩脈

5 万分の 1 地質図幅をもとに貫入岩・岩脈の分布を整理した結果、第四紀の活動でないことが明らかであるものとして、図 4.2-21 に示す貫入岩・岩脈が認められた。



■ 1

図 4.2-21 第四紀の活動でないことが明らかな貫入岩・岩脈の分布（5万分の1地質図幅）

1：山岸（1984）に基づき作成。基図として「地理院タイル（陰影起伏図および傾斜量図）」（国土地理院）を使用。寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。図中の記号（地層・岩体名など）については以下を参照。

1：5万分の1地質図幅「歌棄」（山岸，1984）より，Gr：花崗岩類，Fd：礫谷層－輝石安山岩質ファイダーダイク

山岸（1984）に示される「花崗岩類（Gr）」は、「チョポシナイ川層の流紋岩類と礫谷層の水冷破碎岩類を貫くか、またはそれらと断層で接している。なお、河野・植田（1967）によると、K-Ar年代は8 Maとされている」との記載があり、年代測定値から後期中新世の活動によるものと考えられ、層位学的関係にも矛盾は見られない。なお、石原ほか（1998）は、「河野・植田（1967）による上月名岩体（当該花崗岩類のことを指す）の測定値は新しい壊変常数に基づく9.3 Maと再計算される」と記載しており、当該花崗岩類の活動時期は8 Maよりもやや古い可能性が考えられる。

以上のことから、「花崗岩類（Gr）」は、年代測定値が明確に中新世の年代を示し、それに相反する見解が認められないことから、第四紀以前の活動に伴う貫入岩であることが明らかであると認められる。

また、同じく山岸（1984）に示される「礫谷層輝石安山岩質ファイダーダイク（Fd）」について、「（礫谷層の）水冷破碎岩には、これらを供給したファイダーダイクが多数ともなわれる」と説明されている。広瀬ほか（2000）において、礫谷層のK-Ar年代は $8.48 \pm 0.43$  Maと示されており、新エネルギー総合開発機構（1985）においても、 $6.6 \pm 0.4$  Ma,  $5.1 \pm 1.1$  Maの全岩K-Ar年代が測定されている。

さらに、本層より、以下の生層序区分帯に属する珪藻化石が産出している。

- Koizumi (1985)の *Neodenticula*<sup>9</sup> *kamtschatica* 帯 (6.60~5.10 Ma) (Sagayama, 1997)
- *Denticulopsis katayamae* 帯 (斎藤 (1999) では, 9.16~8.6 Ma) (北海道電力, 2015)
- Yanagisawa and Akiba (1998)の *N. kamtschatica* 帯 7Ba および 7Bb (6.4~3.9-3.5 Ma) (菅原・嵯峨山, 2022)

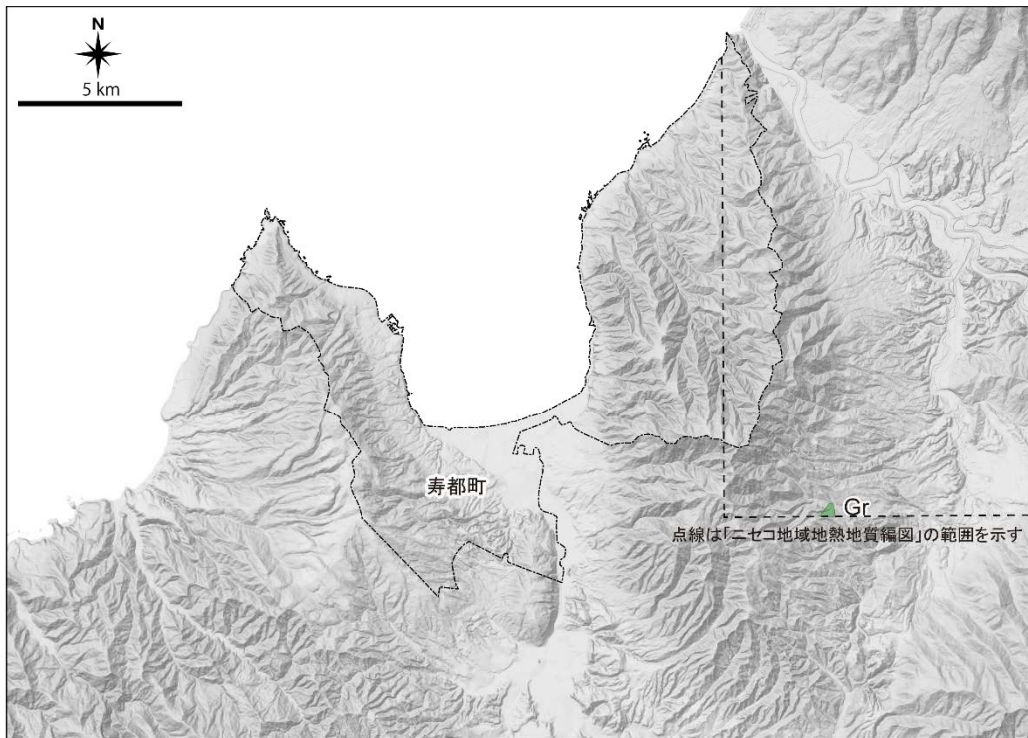
これらのことから磯谷層は中新世~鮮新世の地層と判断でき、磯谷層を供給した当該フィーダー岩脈も同時期に活動したものと判断した。

以上のことから、「磯谷層輝石安山岩質ファイダーダイク (Fd)」は、磯谷層との関係が明示されており、年代測定値が明確に中新世の年代を示すことから、第四紀より前の活動に伴う貫入岩であることが明らかであると認められる。

また、ニセコ地域地熱地質編図 (新エネルギー総合開発機構, 1987a) をもとに貫入岩・岩脈の分布を整理した結果、第四紀の活動でないことが明らかであるものとして、図 4.2-22 に示す貫入岩が認められた。

---

<sup>9</sup> Koizumi (1985)では「*Denticulopsis*」の表記だが、ここではSagayama (1997)の表記に従っている。Koizumi (1985)出版後の属変更を反映しているものと考えられる。



■ 1

図 4.2-22 第四紀の活動でないことが明らかな貫入岩・岩脈の分布

1: 新エネルギー総合開発機構(1987a)に基づき作成。基図として「地理院タイル(陰影起伏図および傾斜量図)」(国土地理院)を使用。寿都町行政界は「国土数値情報(行政区域データ)」(国土交通省)に基づく。図中の記号(地層・岩体名など)については以下を参照。

1: 「ニセコ地域地熱地質編図 1/100,000」(新エネルギー総合開発機構, 1987a)より, Gr: 貫入岩類-花崗岩

「貫入岩類-花崗岩(Gr)」は、「K-Ar年代は $7.9 \pm 0.4$  Maを示し、歌棄図幅内に分布する花崗岩のK-Ar年代の8 Maとほぼ等しい」と記載があることから、中新世の活動によるものと判断した。

以上のことから、「貫入岩類-花崗岩(Gr)」は、年代測定値が明確に中新世の年代を示し、それに相反する見解が認められないことから、第四紀より前の活動に伴う貫入岩であることが明らかであると認められる。

### 4.3 新たな火山が生じる可能性

本節では、文献調査対象地区における新たな火山が生じる可能性について検討するため、関連する情報を整理する。具体的には、評価の考え方 (1.2 参照) に従って、火山の発生メカニズムの地域性を踏まえたマグマの発生条件の成立性について示したうえで (4.3.1)、現在の地殻およびマントル最上部におけるメルトの存在に関する知見を整理する (4.3.2)。さらに、より深部から地殻にメルトが貫入する可能性に関連する情報として、マントルウェッジにおけるメルトの生成と移動に関連する知見を整理する (4.3.3)。

#### 4.3.1 火成活動のメカニズム

文献調査対象地区が位置する東北日本では、北米プレート (またはオホーツクプレート) の下に太平洋プレートが沈み込んでおり (以下、沈み込んだプレートを「スラブ」という。)、西南北海道以南の東北日本弧とそれ以北の千島弧から構成される。北海道では火山フロントが見られ、文献調査対象地区はその背弧域に位置している (3.1.1 参照)。

スラブの沈み込みに伴う火成活動のメカニズムは、以下のように考えられている (例えば、中島、2016)。

- ① スラブの沈み込みに伴う温度、圧力の上昇による含水鉱物の脱水分解と高温のマントルウェッジへの水の放出
- ② 加水に伴うカンラン岩の融点低下によるマントルウェッジ中心付近でのメルトの生成
- ③ マントル上昇流によるマントルウェッジ内でのメルトの移動とモホ面直下での蓄積
- ④ 地殻内へのメルトの貫入とマグマ溜りの形成
- ⑤ マグマ溜りから供給されたマグマの地表への到達による火山噴火

メルトは、①のスラブからの流体の供給と、②の含水カンラン岩が溶融する温度・圧力が達成される場所で生じることになる。中島 (2016) による既存文献のレビューによると、スラブ起源流体の付加によりカンラン岩の融点は約 1,000°C に低下すること、この融点は圧力 (深さ) にほとんど依存しないこと、背弧側のマントルウェッジでは広い範囲で 1,000°C 以上の温度を維持できることが指摘されている。

③のスラブから放出された流体や生成されたメルトの移動経路は、主に地震波不均質構造に基づいて議論されている (例えば、Nakajima et al., 2001 ; Kita et al., 2014)。東北地方や北海道のマントルウェッジでは、図 4.3-1 に示すように、背弧域の深部から火山フロント下のモホ面付近まで連続する顕著な地震波低速度域が、沈み込む太平洋プレートにほぼ平行に分布しており、この分布域がメルトの供給路であると考えられている (中島, 2017)。また、長谷川ほか (2004, 2012) によると、東北地方の背弧域ではメルトの一部が離脱し、直上に上昇するモデルが示されている。

以上のように東北日本では、背弧域のマントルウェッジで生成されたメルトが上昇し、地表から噴出することで、火山が形成されると考えられている。このように理解されている大局的なメカニズムから見れば、現在マグマの発生条件が背弧域で成立していることを単純に否定することは難しい。

①～④の過程で生じる現象については、様々な研究が行われている。①および②については、これに関与するマントルウェッジの温度構造等に関する数値シミュレーションに基づいて、メルトの生成場と火山の分布傾向との関連性について説明が試みられている (4.3.3 (1) 参照)。③について

も同様に、地震波不均質構造と火山の分布傾向との関連性について説明が試みられている(4.3.3(2)参照)。④については、地下の温度構造、物性値の分布、地下水等の化学特性に関する情報を用いて、地殻やマントル最上部にメルトが賦存する領域を推定した事例が報告されている(例えば、Umeda et al., 2007)。4.3.2 ではこれらの情報を整理する。

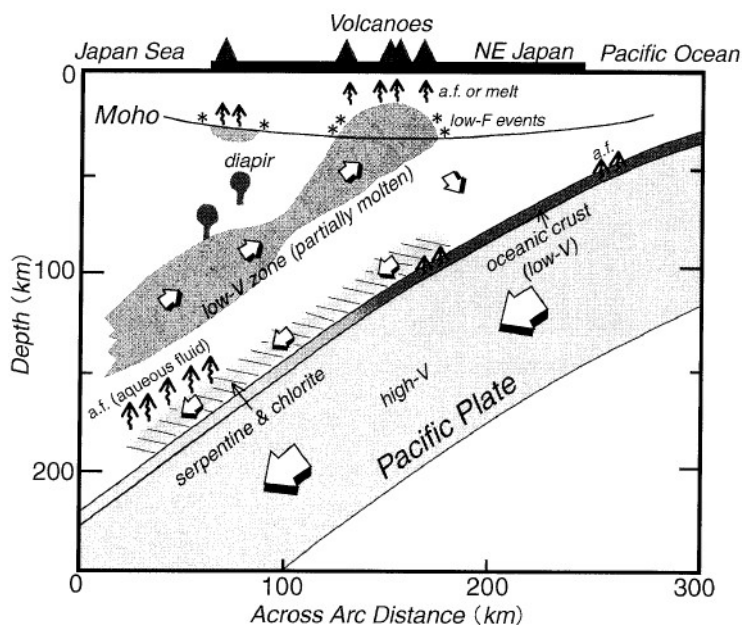


図 4.3-1 東北日本における流体の移動経路に関する概念図(長谷川ほか, 2004)

#### 4.3.2 地殻～マントル最上部におけるメルトの存在

地殻～マントル最上部のメルト(本項では、マグマや部分熔融域を含むものとする)の存否や分布については、地下の熱源を示す温度構造に関する情報に加えて、流体の分布を示す地震波速度構造等の物理特性に関する情報、マントル起源物質の地表への供給を示す地下水・付随ガスのヘリウム同位体比( $^3\text{He}/^4\text{He}$ )等の地球化学的情報を用いて推定された事例が報告されている(例えば、Umeda et al., 2007)。本項では1.2.5に示す評価の考え方に従い、4.3.2(1)に地下温度構造に関する情報(地殻熱流量、キュリー点深度、地震発生層の下面深度)、4.3.2(2)に地下水等の化学特性に関する情報(地下水・付随ガスのヘリウム同位体比、Li/Cl比)、4.3.2(3)に地下深部の物理特性に関する情報(地震波速度・減衰構造、比抵抗構造、低周波地震)を整理する。

##### (1) 地下温度構造に関する情報

###### (i) キュリー点深度

キュリー点深度は、岩石が磁性を失う温度に達する深度を指し(大久保, 1984)、地下の熱構造をとらえるために用いられている(例えば、田中ほか, 1997)。ただし、キュリー点深度に対応する温度は、約 $450^\circ\text{C}$ (Okubo et al., 1989)や $500^\circ\text{C}$ 前後(大久保ほか, 1997)といったようにその見積りには幅がある。また、キュリー点深度は比較的広範囲の平均的な温度構造を反映すると考えられ、数十～数百 km 四方の平均的な深度となる。そのため火山の局所的な熱異常は無視されることが多いこと(田中ほか, 1997; 大久保ほか, 1998)に留意が必要である。

日本列島のキュリー点深度は、等深度線図として大久保(1984)およびOkubo et al.(1989)により

示されている。大久保（1984）によると、地熱地帯のほとんどではキュリ一点深度が浅く、最も浅い地域で7 km 以浅となること、逆に最も深いキュリ一点深度は15~16 km であること、深度8 km 以浅を示す浅いキュリ一点深度の地域と火山フロントはよく一致することが指摘されている。

図 4.3-2 に、大久保（1984）によるキュリ一点深度の等深線図のうち、北海道における分布を示す。これによると、文献調査対象地区および周辺のキュリ一点深度は6~10 km であることが示されている。このうちニセコ・雷電火山群の周辺では最も浅く、周辺に比べて高温であることを示唆する相対的に浅いキュリ一点深度（深さ6~7 km）の領域が分布する。

文献調査対象地区はこの領域の周縁部に位置し、火山フロントと同程度の概ね7~8 km であることが示されている。ただし、これは数十~数百 km 四方の平均的な深度を示している（大久保ほか、1998）ことに留意が必要である。

このことを考慮すると、ニセコ・雷電火山群の地下深部は周囲に比べて高温である可能性が考えられるが、文献調査対象地区の地下深部が周囲に比べて高温である可能性については明らかでない。

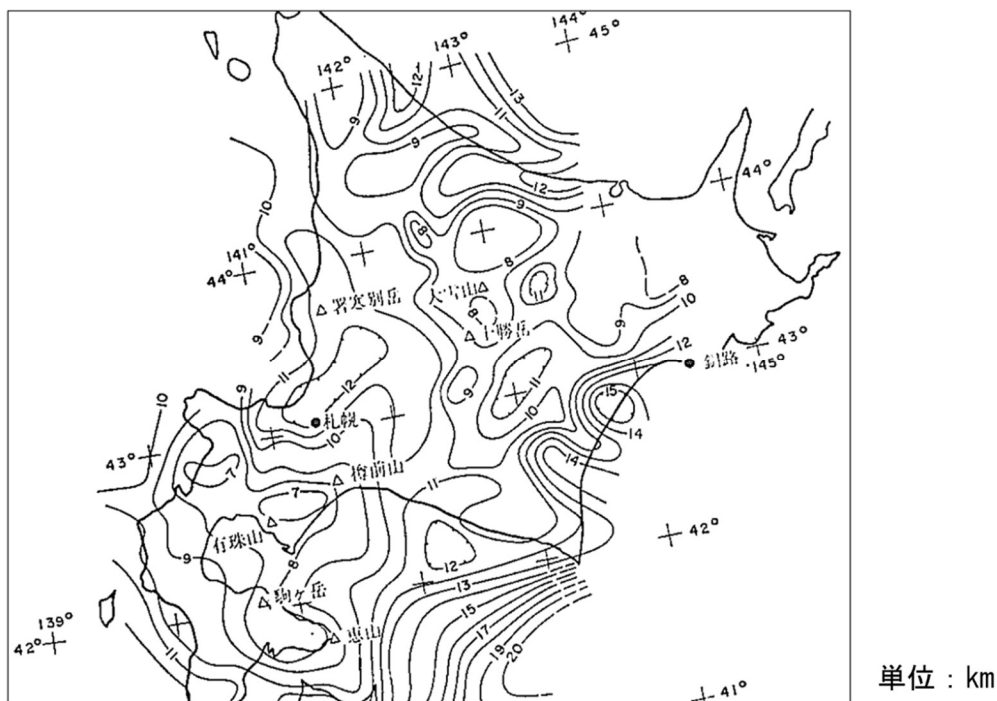


図 4.3-2 北海道におけるキュリ一点深度等深線図  
大久保（1984）より一部抜粋し、北海道地方のみを転載した。

## (ii) 地殻熱流量

地殻熱流量（単位面積、単位時間あたりの熱流出量）は、地球内部から地表に向かって熱伝導により運ばれる熱のことであり、火山や地熱地帯などで顕著にみられる物質の流動に伴って放出される熱量は含まない（田中ほか、2004）。地殻熱流量から解釈される温度構造の多くは、比較的地下浅部で卓越する流体による熱移動を無視できる地域の地下数十 km 程度にわたるものであり、地下深部の熱源分布に関するものである（大久保、1993）。Tanaka et al. (2004)によると、国内で高い地殻熱流量を示す領域は火山地帯や地熱地帯によく対応すること、とくに九州南部では火山から遠ざかるにつれて低下する傾向が認められることが指摘されている。



国内の地殻熱流量の分布は、田中ほか (2004)、Tanaka et al. (2004)などによって示されており、それらの測定データは田中ほか (2019) に取りまとめられている。図 4.3-3 に、田中ほか (2019) に基づく地殻熱流量の分布を示す。これによると、地殻熱流量の測定点は、主にニセコ・雷電火山群とその周辺地域に分布し、その他の地域における測定データは僅かである。このうち最も高い地殻熱流量はニセコ・雷電火山群の東部で認められ、 $275 \text{ mW/m}^2$ を示す。

しかし、文献調査対象地区には測定点が分布しておらず、温度構造は明らかでない。

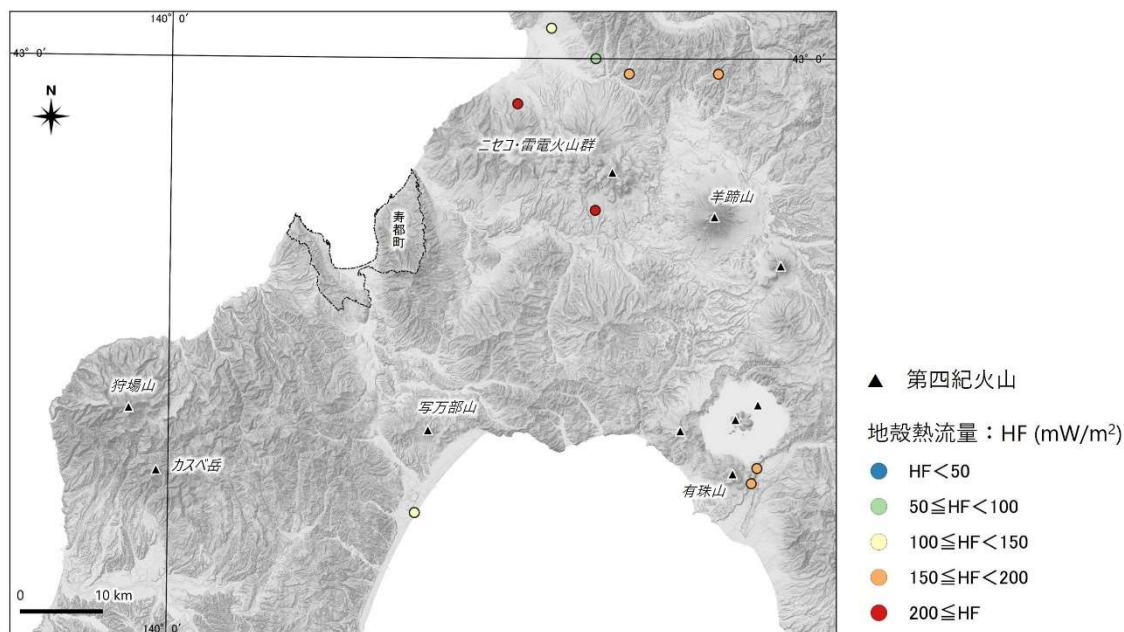


図 4.3-3 文献調査対象地区周辺の地殻熱流量分布

第四紀火山は中野ほか編 (2013)、地殻熱流量は田中ほか (2019) に基づき作成。基図として「地理院タイル (陰影起伏図および傾斜量図)」(国土地理院) を使用。寿都町行政界は「国土数値情報 (行政区域データ)」(国土交通省) に基づく。

### (iii) 地震発生層の下限深度

鉛直方向における浅発地震 (低周波地震を除く) の活動範囲を指す地震発生層の深さは、場所により異なることが知られており、地震発生層の深さの下限 (以下、下限深度という。) と地殻深部の温度構造の関連性が指摘されている (例えば、田中, 2009 ; Omuralieva et al., 2012)。例えば、東北地方の脊梁山地における事例によると、上部マントルからの高温物質の貫入により温度が局所的に高くなり、下限深度は局所的に浅くなる (長谷川ほか, 2004) ことが指摘されている。

図 4.3-4 に、気象庁の「地震月報」(気象庁ホームページ b) に基づき、文献調査対象地区周辺の深さ 50 km 以浅で発生した地震の震源分布を示す。図に示す地震は、国内の地震検知能力が飛躍的に向上したとされる 1997 年 10 月 (中村, 2006) から 2022 年 3 月までの期間において深さ 50 km 以浅で発生し、震源決定精度が良好と考えられる<sup>10</sup> 通常地震および低周波地震である。このうち通

<sup>10</sup> 震源を固定せずに震源決定され、マグニチュードが推定されており、参考震源とされていないものを震源決定精度が良好なデータとみなした。

常地震は、震源深さの誤差が 2 km よりも小さい震源データを震源決定精度が良好なデータとしてプロットした。低周波地震は発生の有無に着目するため (4.3.2 (3) (i) 参照), 震源深さの誤差による制限を設けずにプロットした。

これによると下限深度は、場所によって異なるものの深さ 10~15 km 程度であると見られる。また、ニセコ・雷電火山群, 写万部山, 狩場山, カスベ岳の近傍では、深さ 10 km またはそれよりも浅く、その周辺では相対的に深い傾向が見られる。これに対して低周波地震の震源が分布する黒松内低地帯北部では、これらの第四紀火山の近傍に比べて深く、下限深度は 15 km 程度であると読み取ることができる。

文献調査対象地区の陸域では深さ 10 km 以深に少数の震源が分布するが、地震活動度は低い。このため、下限深度は明瞭ではなく、温度構造は明らかでない。なお、Omuralieva et al. (2012) には国内の地震発生層下限深度分布が示されている。詳細な深さは異なるが、以上に示した下限深度のパターン・傾向と大きく矛盾しないと考えられる。

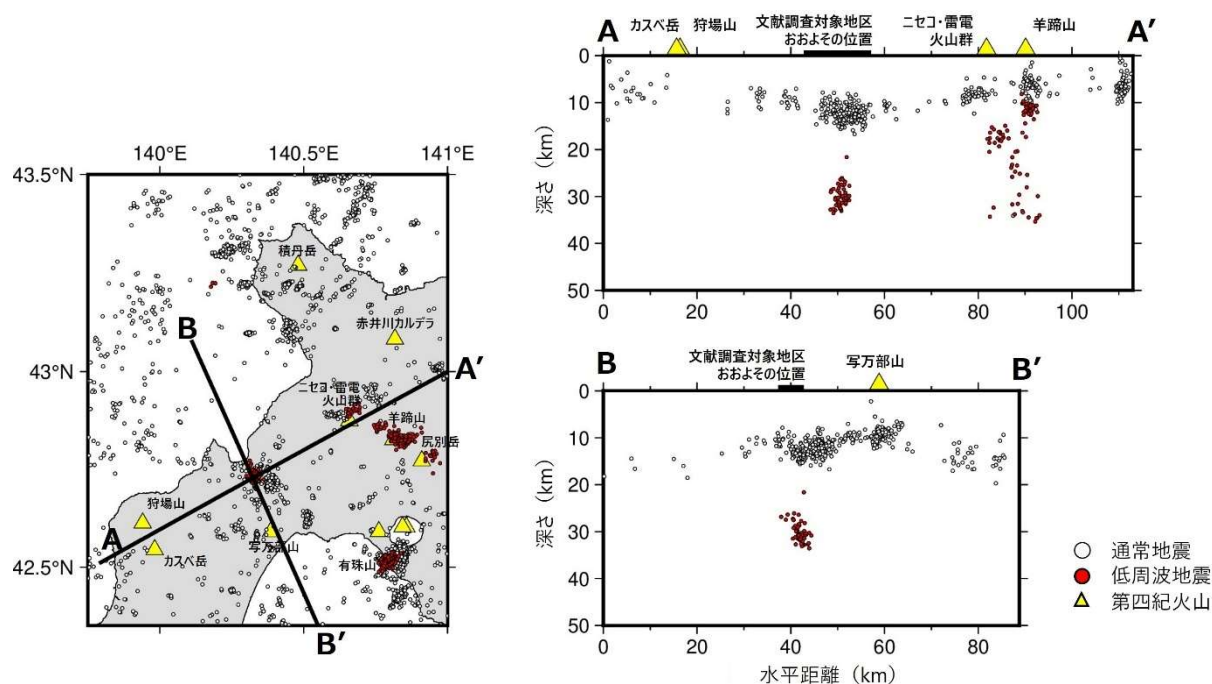


図 4.3-4 文献調査対象地区周辺の震源分布

震源分布は気象庁ホームページ b (データ期間: 1997 年 10 月から 2022 年 3 月), 第四紀火山の分布は中野ほか編 (2013) に基づき作成。断面図に示す震源は断面位置から片幅 10 km 以内で発生した地震。

## (2) 地下水等の化学特性に関する情報

### (i) ヘリウム同位体比

森川ほか (2019) によると、上部マントル起源のヘリウムはマグマや熱水流体を介して地表付近に運ばれるため、火山ガス, 深層ガス, 温泉水・ガスなどに含まれるヘリウムガスの同位体比 ( $^3\text{He}/^4\text{He}$ ) を測ることにより、マントル物質およびマントルを通過した流体の地球表層への到達を検出できるとされている。ここで、大気の  $^3\text{He}/^4\text{He}$  ( $=1.4 \times 10^{-6}$ ) を 1 Ra とした場合、地殻で生成される  $^3\text{He}/^4\text{He}$  は、岩石中のウランやトリウム放射壊変の影響が大きく、約 0.01 Ra 程度と非常に低い。

一方、上部マントル起源のヘリウムは  $8 \pm 1 \text{ Ra}$  (森川ほか, 2019) であることが知られている。

日本列島における地下水等の  $^3\text{He}/^4\text{He}$  を示した Sano and Nakajima (2008)によれば、 $4 \text{ Ra}$  以上の高い  $^3\text{He}/^4\text{He}$  は主に火山地域に分布し、 $2 \text{ Ra}$  未満の低い  $^3\text{He}/^4\text{He}$  は主に非火山地域に分布する傾向があることが指摘されている。また、Sakamoto et al. (1992)では、御岳や草津白根などの火山について、 $^3\text{He}/^4\text{He}$  が火山からの距離とともに減少する傾向が見られることが示されている。

国内の測定値は草野ほか (2012) によって整理されている。図 4.3-5 に、草野ほか (2012) に基づく  $^3\text{He}/^4\text{He}$  の分布を示す。これによると、 $^3\text{He}/^4\text{He}$  の測定データは分布に乏しく、ニセコ・雷電火山群の東部において  $7.64 \times 10^{-6}$  (大気の  $^3\text{He}/^4\text{He} (=1.4 \times 10^{-6})$  と仮定して換算すると約  $5.5 \text{ Ra}$ ) (Sano and Wakita, 1985) を示す。

文献調査対象地区における測定データはなく、火山地域で見られているようなマントル起源ヘリウムの地表への供給は明らかでない。

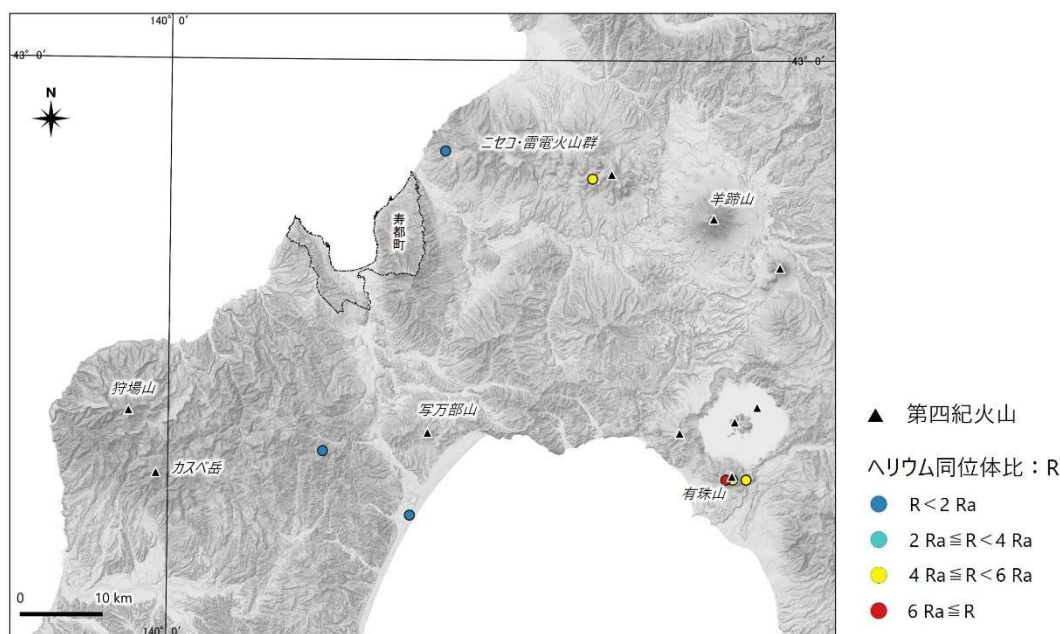


図 4.3-5 文献調査対象地区周辺の  $^3\text{He}/^4\text{He}$  分布

$^3\text{He}/^4\text{He}$  は草野ほか (2012)、第四紀火山は中野ほか編 (2013) に基づき作成。 $^3\text{He}/^4\text{He}$  ( $R$ ) の分布は大気の  $^3\text{He}/^4\text{He} (=1.4 \times 10^{-6})$  を  $1 \text{ Ra}$  として表示。基図として「地理院タイル (陰影起伏図および傾斜量図)」(国土地理院) を使用。寿都町行政界は「国土数値情報 (行政区域データ)」(国土交通省) に基づく。

#### (ii) $\text{Li}/\text{Cl}$ 比

$\text{Li}/\text{Cl}$  は、風早ほか (2014) により提案された、マグマ起源水を含むスラブ起源深部流体の地下水への混入に関する指標であり、深部から上昇してくる高温を経験した熱水成分の  $\text{Li}$  濃度が高いこと、深部から上昇する熱水が  $\text{NaCl}$  型であると考えられることに基づいている。風早ほか (2014) によると、上記の指標を  $\text{Cl}$  濃度  $200 \text{ mg/L}$  以上かつ  $\text{Li}/\text{Cl}$  が  $0.001$  以上の水 (地下水) としており、山陰の火山列上などの地域で  $\text{Li}/\text{Cl}$  が高い流体の上昇が認められることを指摘している。ただし、風早ほか (2015) は、 $\text{Li}/\text{Cl}$  が  $0.001$  未満であっても  $\text{Cl}$  濃度  $200 \text{ mg/L}$  以上である場合について、この指標からは外れるが、低い  $\text{Li}/\text{Cl}$  を持つ古い海水とスラブ起源水が混合した結果の可能性を否定し

ない値を持つことを指摘している。

風早ほか（2015）は、日本列島において 200 mg/L 以上の Cl 濃度をもつ深層地下水・湧水を対象として、一定の範囲で区切ったメッシュごとの Li/Cl を示している。図 4.3-6 に、文献調査対象地区周辺の Li/Cl 分布（風早ほか，2015）を示す。これによると、文献調査対象地区の南西方および南方に Cl 濃度 200 mg/L 以上かつ Li/Cl が 0.001 以上に該当する領域が示されている。

文献調査対象地区では、東部および西部ではデータが示されていないものの、中央部では Cl 濃度が 200 mg/L 以上かつ Li/Cl が 0.001 未満のデータが示され、スラブ起源深部流体に関する指標からは外れるが、スラブ起源深部流体が混合した可能性を否定しない領域が確認される。

以上のことから、文献調査対象地区ではスラブ起源深部流体の寄与を明確に示す Li/Cl は報告されていないが、スラブ起源深部流体が混合した可能性を否定しない Li/Cl が報告されている。ただし、詳細な測定地点の位置が明らかでなく、スラブ起源深部流体が混合した可能性を否定しない領域を明らかにすることはできなかった。

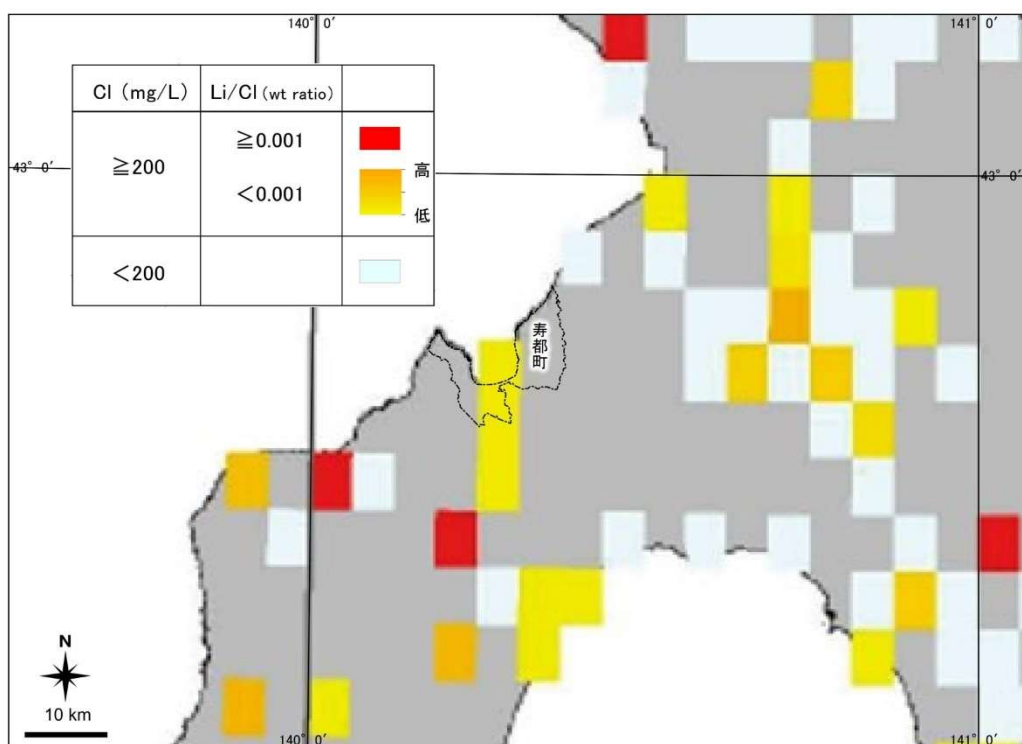


図 4.3-6 文献調査対象地区周辺の Li/Cl 分布

風早ほか（2015）に行政界を追記。寿都町行政界は「国土数値情報（行政区画データ）」（国土交通省）に基づく。

### (iii) 水素・酸素同位体比

地下水中に含まれる天水起源の水、マグマ起源水、下部地殻やスラブから供給される深部上昇水、海水などの各種起源の水はそれぞれ特徴的な同位体組成を持っていることが知られており（産業技術総合研究所深部地質環境研究センター，2007）、水素・酸素同位体比は地下水の起源推定にしばしば用いられる。

文献調査対象地区を含めた北海道の地下水の起源については、この水素・酸素同位体比等を用い

て松波 (1995) および松波・鈴木 (1997) によって推定されている。図 4.3-7 に、松波・鈴木 (1997) による水素・酸素同位体比を示す。文献調査対象地区の坑井における測定値は、松波 (1995) と松波・鈴木 (1997) とで異なる名称で示されているが、両者の水素・酸素同位体比組成の値が一致することから一つの坑井で測定されたものであるとみなした。また、松波 (1995) に示されている各種の化学組成分析値が産業技術総合研究所地質調査総合センターホームページ d に示される分析値と整合的であることから、坑井 437-004 における測定値であるとみなした。

松波 (1995) によれば、この水素・酸素同位体比は天水と海水を結ぶラインに接近してプロットされることから、海水と天水の混合系であると指摘されている。また、松波・鈴木 (1997) によると、図 4.3-7 に示される北海道において測定された水素・酸素同位体比については、「高温火山ガス ( $\delta D \approx -15 \sim -35\%$ ,  $\delta^{18}O \approx +5 \sim +8\%$ ) が明らかに関与していると推定されるものは含まれていないとみられる」と指摘されている。

以上のことから、文献調査対象地区において水素・酸素同位体比をもとに地下水の起源を推定した事例は乏しく、マグマ起源水の関与を明らかに示す知見は見られない。

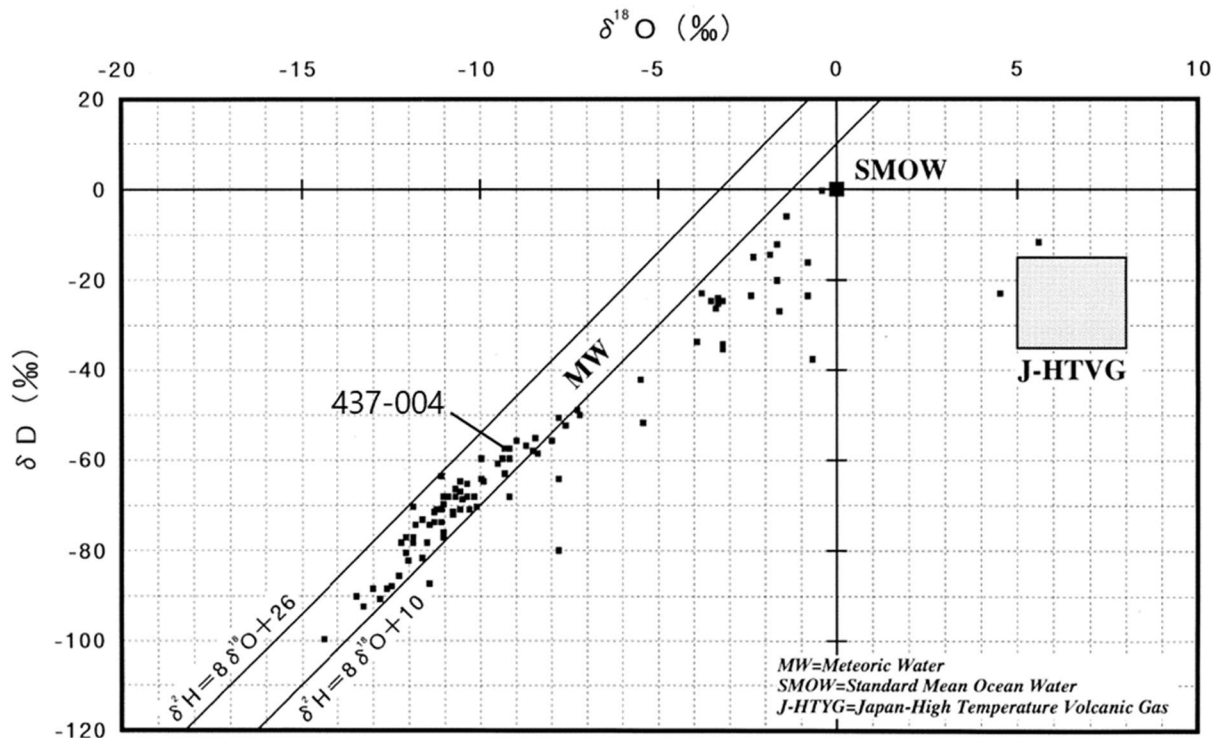


図 4.3-7 北海道における地下水の水素・酸素同位体比

松波・鈴木 (1997) に坑井のコード番号を一部加筆 (図中の一部で D が  $^2H$  とされている)。対応する坑井は名称などを参考に整理。坑井の位置は図 3.2-3 を参照。

### (3) 地下深部の物理特性に関する情報

#### (i) 低周波地震

通常の地震に比べて周期の長い地震波が卓越する低周波地震は、その多くが火山の火口や火道近傍の地殻極浅部や火山周辺の下部地殻～マントル最上部で発生し、マグマあるいは  $H_2O$  を主成分とする地殻流体の移動で (あるいはそれに密接に関わって) 発生すると考えられてきたが、最近では、

火山周辺に限らず、火山から遠く離れた地域の上部地殻を含め、日本列島の広い範囲で発生していることが明らかになり、詳細な発生メカニズムについては現在も議論されている（例えば、長谷川・中島，2022）。

一方、低周波地震が火山周辺で発生することは古くから知られており、メルトの分布を推定した事例（例えば、Umeda et al., 2007）では、地震波速度構造（4.3.2（3）（ii））や比抵抗構造（4.3.2（3）（iii））といった地下の物性値の分布や温度構造に関連する情報に加えて、低周波地震の震源分布も参照されている。

図 4.3-4 に、気象庁の「地震月報」（気象庁ホームページ b）に基づき、文献調査対象地区周辺の深さ 50 km 以浅で発生した地震の震源分布を示す。これによると、ニセコ・雷電火山群の東部、羊蹄山、有珠山の近傍および黒松内低地帯北部において、低周波地震の震源が局所的に分布する。これらの震源の多くは下部地殻～マントル最上部に相当する深さ 20～35 km 程度に分布するが、ニセコ・雷電火山群の東部および羊蹄山では上部地殻に相当する深さ 10 km 程度の領域において低周波地震の発生が認められる。

低周波地震は、文献調査対象地区南端付近の深さ 30 km 付近にも局所的に分布する。この周辺に火山は分布しないが、Shiina et al. (2018)はこの低周波地震が、地殻深部の部分熔融域やそこから上昇する流体の存在を示唆すると指摘している。なお、以上の低周波地震の震源分布に関する傾向は、Nakajima and Hasegawa (2021)により示された震源分布と矛盾しない。

以上のことから、低周波地震は火山周辺に限らず日本列島の広い範囲で発生しており、その詳細な発生メカニズムは明らかでないが、文献調査対象地区南端付近の下部地殻からマントル最上部において発生している低周波地震が、メルトの存在を示唆している可能性があることに留意が必要である。

#### (ii) 地震波速度構造および地震波減衰構造

一般に、地震波速度は地下の高温の領域やメルトなどの流体の存在に応じて低下する。また、地震波の減衰はメルトの存在により大きくなることが知られている（例えば、中島，2016）。さらに、P 波速度 ( $V_p$ ) と S 波速度 ( $V_s$ ) から計算される  $V_p/V_s$  比も併せて用いることでメルトの存在を検討した事例も報告されており、 $V_p$  と  $V_s$  が低く、 $V_p/V_s$  比が高い場合にメルトの存在を示唆すると解釈されている（Nakajima and Hasegawa, 2003；中島，2017）。ただし、地震波トモグラフィーによって得られる地震波速度構造および地震波減衰構造は、その空間分解能が解析に用いられた地震の分布や地震観測点の配置に依存する（例えば、中島，2016）ことに留意が必要である。

文献調査対象地区を含む領域を対象とした地震波速度構造の推定は、多数の研究により行われている（例えば、Wang and Zhao, 2005；Niu et al., 2016；Shiina et al., 2018；Matsubara et al., 2017, 2019）。また、地震波減衰構造を推定した事例として、Kita et al. (2014), Wang et al. (2017), Wang and Zhao (2019), Hua et al. (2019)が挙げられる。これらの地震波不均質構造の空間分解能は、水平方向で約 20 km から 60 km 以上とさまざまである。

防災科学技術研究所提供の「日本列島下の三次元地震波速度構造（2022 年度版）」（Matsubara et al., 2022）に基づく文献調査対象地区周辺の地震波速度構造を図 4.3-8～図 4.3-11 に示す。この地震波速度モデルの空間分解能は、水平方向に約 20 km である（Matsubara et al., 2022）。これによると、積丹岳～赤井川カルデラ、狩場山、カスベ岳の深さ約 10～20 km に P 波低速度体が分布するが（図 4.3-8）、より深部への連続性は確認できない。同領域の  $V_s$  は深さ 20 km で低速度であるが（図 4.3-

9),  $V_p/V_s$  比との対応は明瞭でない (図 4.3-10)。ニセコ・雷電火山群では深さ 20 km で  $V_s$  が小さいが,  $V_p$  では顕著ではない。

文献調査対象地区や黒松内低地帯北部の地下において, 顕著な P 波低速度体は見られないが, 深さ 20~30 km では S 波低速度体が見られ, その端部に位置すると読み取ることができる。

以上の特徴は, Niu et al. (2016), Shiina et al. (2018)などのそれぞれで推定された地震波速度構造や Kita et al. (2014)などによって示される地震波減衰構造と調和的な部分も見られるが, 詳細な分布はそれぞれで異なる。例えば, Niu et al. (2016)によって推定された地震波速度構造では, 黒松内低地帯下の低周波地震分布域の下位に地震波低速度体が局所的に分布するように読み取れるが, その分布域や有無についてはそれぞれの研究で異なる。このことは, それぞれの解析に使用された地震データが異なることや, 空間分解能が低いことなどによる不確かさに起因すると考えられる。

以上のことから, 文献調査対象地区の地下に流体の存在を示唆する特徴は認められない。

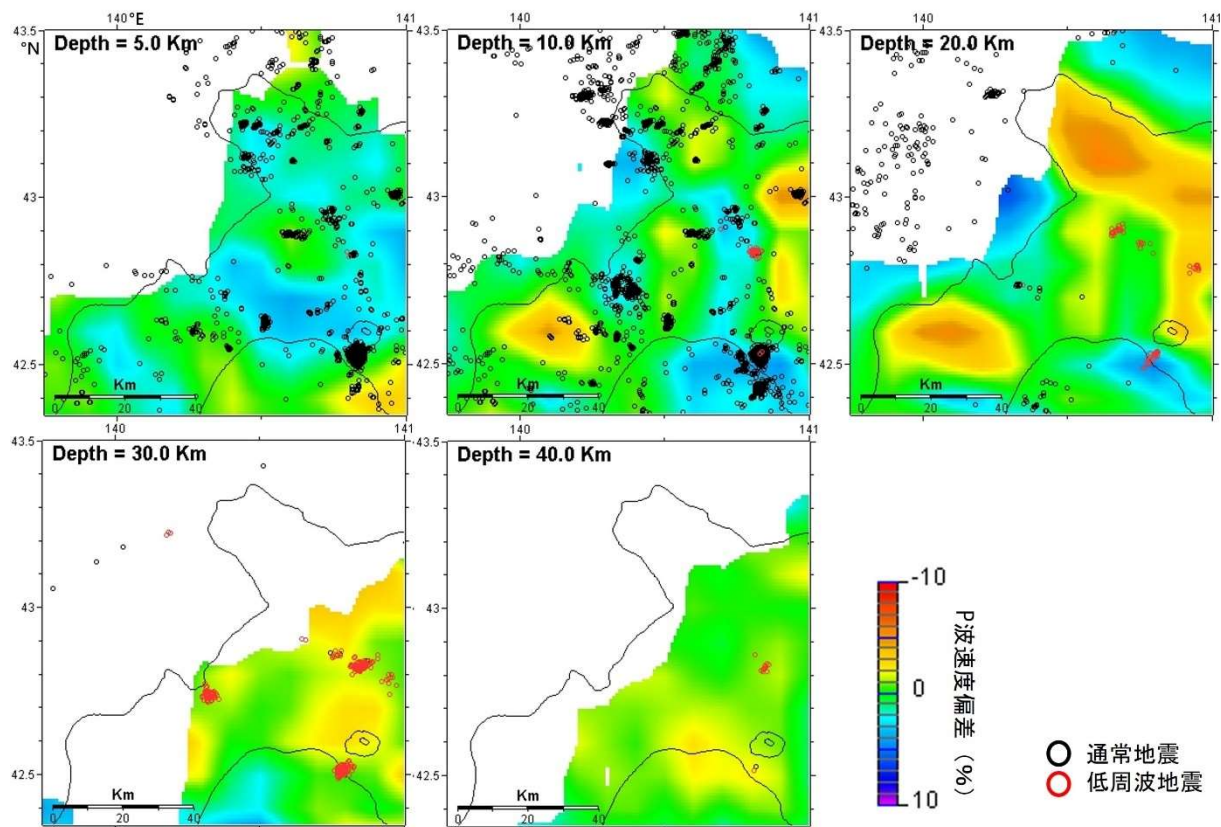


図 4.3-8 文献調査対象地区周辺における P 波速度偏差の分布

Matsubara et al. (2022)および防災科学技術研究所ホームページを用いて作成した図を編集。震源分布は気象庁ホームページ b (データ期間: 1997 年 10 月から 2022 年 3 月) に基づき作成。図中に示す地震は各深度から 5 km 以内の深さで発生した地震の震源。

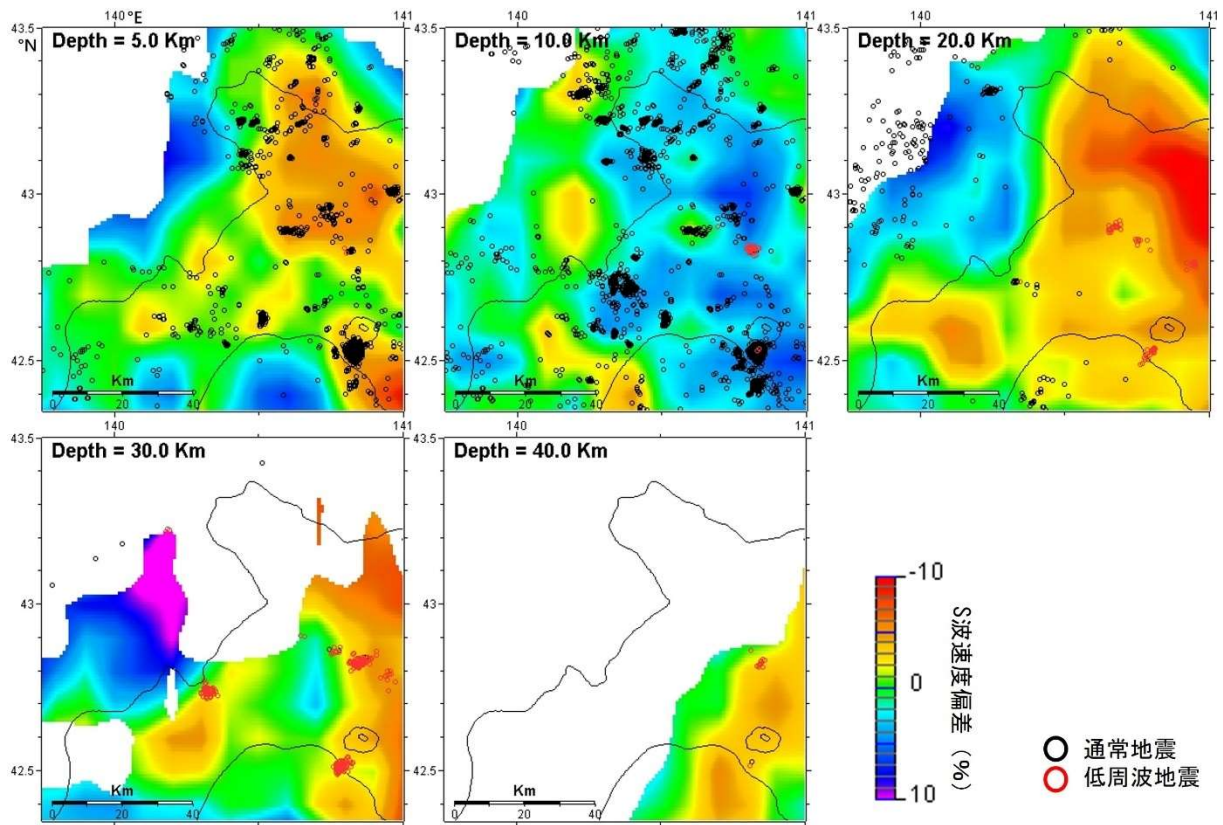


図 4.3-9 文献調査対象地区周辺における S 波速度偏差の分布

Matsubara et al. (2022)および防災科学技術研究所ホームページを用いて作成した図を編集。震源分布は気象庁ホームページb（データ期間：1997年10月から2022年3月）に基づき作成。図中に示す地震は各深度から5 km 以内の深さで発生した地震の震源。



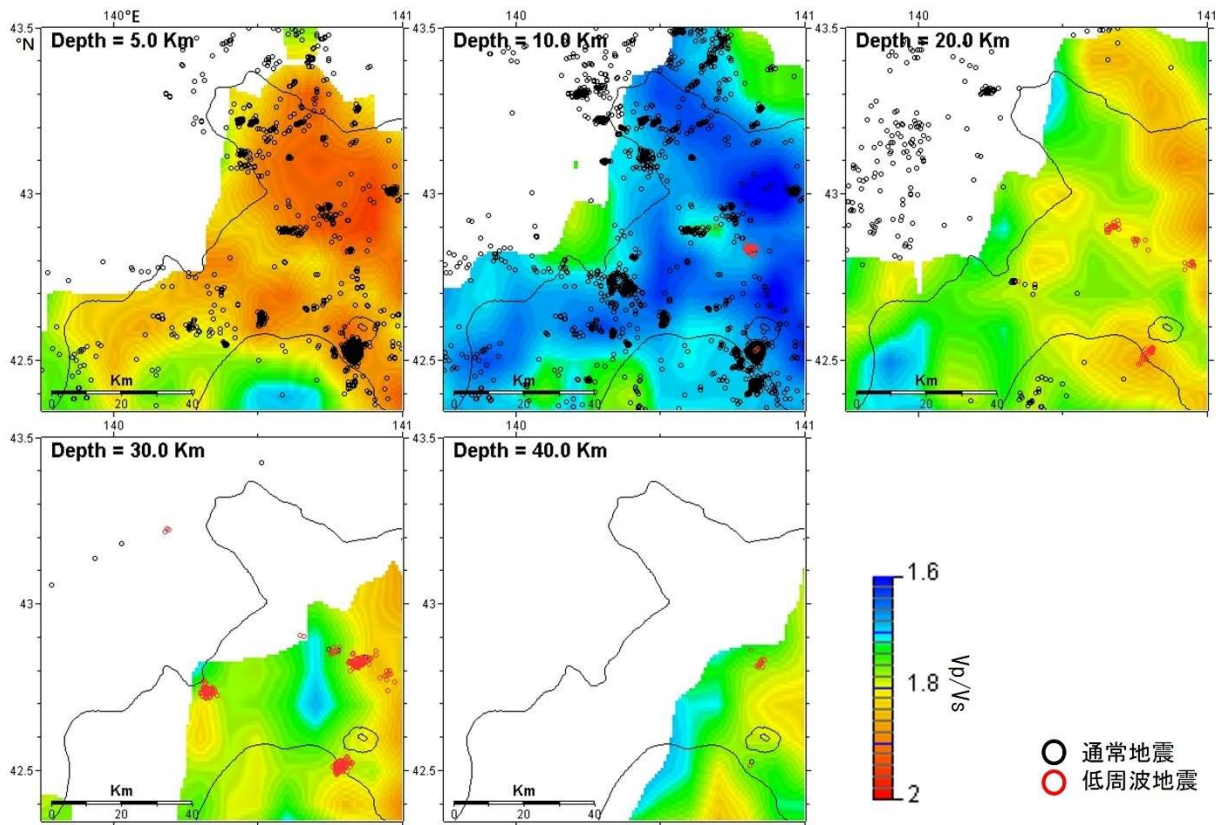


図 4.3-10 文献調査対象地区周辺における  $V_p/V_s$  の分布

Matsubara et al. (2022)および防災科学技術研究所ホームページを用いて作成した図を編集。震源分布は気象庁ホームページb（データ期間：1997年10月から2022年3月）に基づき作成。図中に示す地震は各深度から5 km 以内の深さで発生した地震の震源。

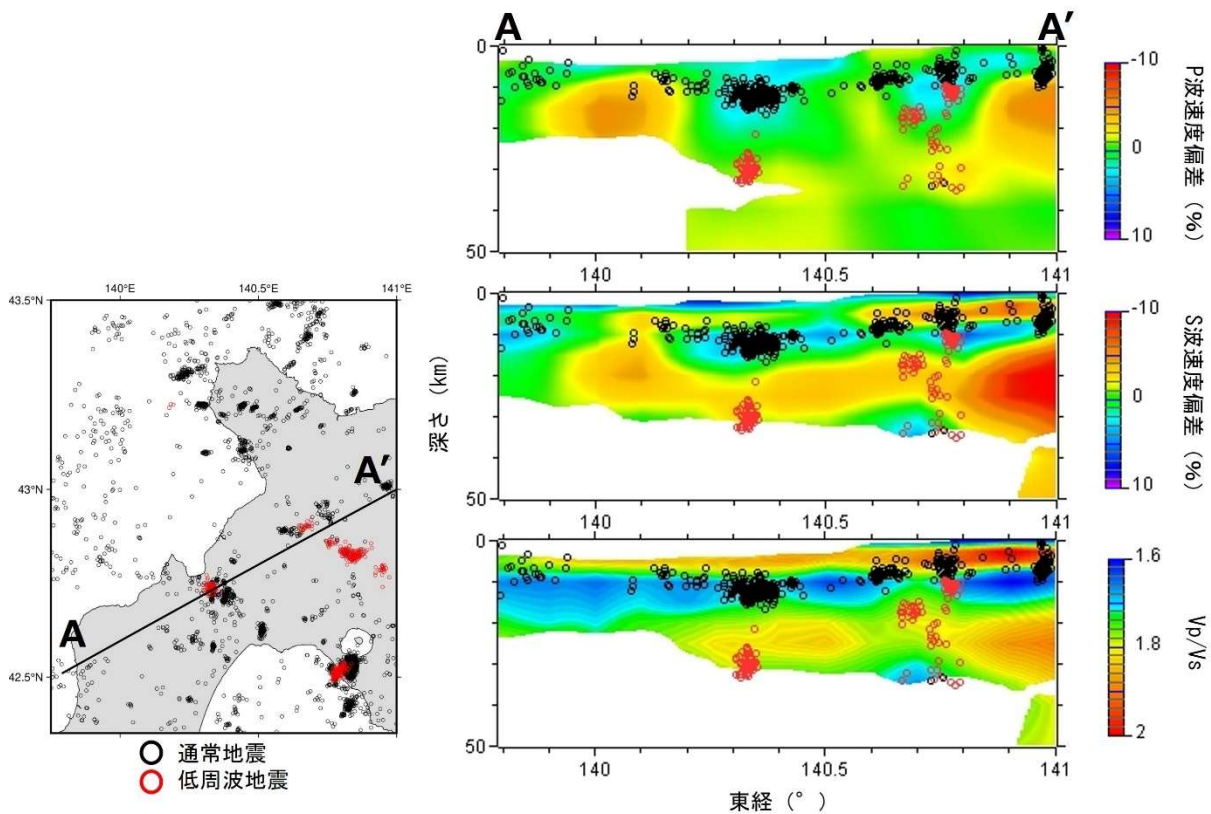


図 4.3-11 文献調査対象地区周辺の地震波速度断面図

Matsubara et al. (2022)および防災科学技術研究所ホームページを用いて作成した図を編集。震源分布は気象庁ホームページb（データ期間：1997年10月から2022年3月）に基づき作成。図中に示す地震は断面位置から片幅10 km以内で発生した地震の震源。

### (iii) 比抵抗構造

一般に、電磁探査によって推定される比抵抗は、岩石の状態を反映して変化する物性値である。地下にメルトなどの流体が存在する場合、比抵抗は大きく低下することが知られており（例えば、中島，2016）、富士山下の比抵抗構造を推定した事例（Aizawa et al., 2004）では、マグマ溜りを示唆する顕著な低比抵抗体が深さ15 km以深に認められている。このことから、比抵抗構造は、上述した地震波速度構造などとともに、特に地表から地殻深部またはマントル最上部までの領域におけるメルトなどの流体の分布を把握するために用いられている（例えば、Umeda, 2009）。

文献調査対象地区の比抵抗構造を示した文献は見当たらない。なお、文献調査対象地区は含まないが、その周辺における比抵抗構造は、平田ほか（2009）、Tamura et al. (2022)、Oka et al. (2023)により示されている。このうち平田ほか（2009）では、黒松内低地帯を横断する深さ10 kmまでの二次元比抵抗構造が示されている。これによると、複数の低比抵抗体が分布するが、これらは中新世の堆積層や先第三紀の地層に相当すると推定されており、火山活動との関連性については言及されていない。また、文献調査対象地区の北東方に位置するニセコ地域（ニセコ・雷電火山群の東部）では、Tamura et al. (2022)によって深さ12 kmまでの三次元比抵抗構造が推定されている。これによると、火山性流体の存在を示唆する低比抵抗体が地下2 km以深において鉛直に分布し、マグマの上昇システムの存在を示唆していることを指摘している。さらにOka et al. (2023)は、この低比抵抗体

や坑井温度などの情報を考慮して、イワオヌプリおよびチセヌプリの深さ約 3 km にマグマ溜りが存在し、それによって火山活動が引き起こされた可能性を指摘している。

以上の比抵抗構造に関する情報に基づくと、文献調査対象地区の地下に流体の存在を示唆する特徴は認められない。

#### 4.3.3 マントルウェッジにおけるメルトの生成と移動

本項では、将来、深部のマントルウェッジから地殻へメルトが貫入し、新たな火山を生じさせる可能性を検討するための情報として、メルトの生成に関連する温度構造についての数値シミュレーションと現在の高温域・流体分布に関連する不均質構造に関する知見を整理した。ただし、「文献調査段階の評価の考え方」の基準への該当性の確認の仕方に示されるように (1.1.3 参照)、新たな火山の発生の蓋然性を具体的な地点において評価する手法は確立されておらず、今回、整理した知見に基づいて評価を行うことはできない。よって、研究の現状について整理するに留めることとする。

##### (1) メルトの生成に関連する温度構造についての数値シミュレーション

4.3.1 で述べたように、カンラン岩の熔融やスラブの脱水にはマントルウェッジやスラブの温度構造が関与する。本項では、スラブの沈み込みを仮定した数値シミュレーションによるマントルウェッジの温度構造、それに基づくメルトの生成、これらと火山の分布傾向との関連性が検討された研究事例から、現状の知見について整理する。

東北日本に沈み込む太平洋スラブの沈み込みを仮定した数値シミュレーションは、Honda and Yoshida (2005)、Lee and Wada (2017, 2021)、Morishige (2015)、Wada et al. (2015)などによって行われており、典型的な沈み込み帯である東北地方を対象とした研究が多い。東北地方では、第四紀\*火山が島弧に直交する方向に細長く分布する複数のクラスターに分けられる (Tamura et al., 2002) ことが指摘されているが (3.1.2 参照)、数値シミュレーションによって推定された温度構造等をもとに、このような火山の分布傾向に関する説明が試みられており、主に以下のことが指摘されている。

- ・ マントルウェッジでは、粘性・温度などの物性の不均質やスラブの沈み込みなどに起因して、高温域と低温域が島弧に沿って交互に形成され得ること (例えば、Honda and Yoshida, 2005 ; Lee and Wada, 2017, 2021)
- ・ このうち高温域ではマントルウェッジでの熔融がとくに促進されること (例えば、Yoo and Lee, 2020)
- ・ マントルウェッジにおけるこれらの温度不均質により、火山がクラスター化するに至った可能性 (例えば、Lee and Wada, 2017)

ただし、数値シミュレーションの初期条件や境界条件などのほか、三次元的な対流が生じる原因に関する見解は、それぞれの研究で異なる。また、Nakajima et al. (2013)によると、地震観測データから推定されるマントルウェッジの地震波減衰構造が島弧に沿って顕著な変化を示さないことから、火成活動はマントルウェッジの温度分布ではなく、部分熔融の程度に依存している可能性を指摘している。

文献調査対象地区は東北日本弧の北東端部に位置するが (米倉ほか, 2001)、沈み込む太平洋スラブは西南北海道で屈曲し、それ以南では西方向に、以東では北西方向に傾斜する (例えば、Hasegawa et al., 2009)。この東北日本弧と千島弧の会合部を対象とした研究事例として、Wada et al. (2015)お

び Morishige and van Keken (2014)が挙げられる。

Wada et al. (2015)は北海道地方から東北地方を対象に、北海道～東北の間で蝶番のように屈曲している太平洋スラブの形状をモデル化し、プレート沈み込み帯の三次元数値シミュレーションを行っている。これによると、西南北海道では、屈曲したスラブの沈み込みによって生じる三次元的なマントル対流の影響を受けて、マントルウェッジの温度が周囲よりも低温となることが指摘されている。さらに、このマントル対流の向きが、北海道東部で火山が雁行配列している(中川ほか, 1999)ことの重要な要因となっている可能性を指摘している。一方で、文献調査対象地区の周辺で北西-南東方向に卓越する火山列(例えば, Watanabe, 1990)や、北海道の火山地域が三つに区分されること(中川ほか, 1995)(3.1.1 参照)とマントル対流の関連性についての指摘はない。

Morishige and van Keken (2014)では、太平洋スラブを単純な形状でモデル化して三次元数値シミュレーションを行い、スラブ表面の温度構造を推定している。これによると、解析ケースによってはスラブの屈曲部で高温になり得ることが指摘されており、Wada et al. (2015)とは逆のパターンを示している。これらの温度構造と火山分布の関連性については言及されていない。

以上の数値シミュレーションに関する知見を整理した結果、マントルウェッジの温度構造に基づくメルトの生成場と火山の分布傾向との関連性については、定性的な説明が試みられている段階であることが判明した。

## (2) 現在の高温域・流体分布に関連する不均質構造

4.3.1 で述べたように、マントルウェッジで生じたメルトはモホ面直下まで移動し、地殻への貫入と地表への噴出によって火山が形成される。このうちマントルウェッジでのメルトの供給路は、地震波不均質構造などに基づいて議論されている。本項では、文献調査対象地区を含む北海道地域のマントルウェッジにおける現在の不均質構造と火山の分布傾向の関連性が検討された研究事例を整理する。

一般に、地震波や電磁場の観測データを解析することによって推定される地球内部の地震波速度、地震波の減衰、比抵抗は、岩石中のメルトや水といった流体の存在や温度の違いなどに依存する。このため、東北日本弧や千島弧を含む多くの沈み込み帯では、地震波速度構造、地震波減衰構造、比抵抗構造等の空間分布をもとに、地表の火山に供給する地球内部の流体や高温域の存在・分布の推定が試みられている(例えば, Nakajima et al., 2001)。

北海道地域のマントルウェッジの地震波速度構造は、Wang and Zhao (2005), Niu et al. (2016), Shiina et al. (2018), Matsubara et al. (2017, 2019, 2022)などによって推定されている。地震波減衰構造は、Kita et al. (2014), Wang et al. (2017), Wang and Zhao (2019), Hua et al. (2019)によって推定されている。その一例として、防災科学技術研究所提供の「日本列島下の三次元地震波速度構造(2022年度版)」

(Matsubara et al., 2022)に基づく地震波速度構造(P波速度偏差)を図4.3-12に示す。なお、比抵抗構造を推定した事例は見当たらない。

これらの研究によると、メルトを含む流体や高温域の存在を示唆する地震波低速度体や地震波高減衰域が、北海道地域のマントルウェッジに認められることが指摘されている(例えば, Matsubara et al., 2019)。また、いくつかの研究では、北海道全域あるいは一部の地域に対して見られる大局的な特徴として、地震波低速度域や地震波高減衰域が背弧域の深部から火山フロント下のマントル最上部まで連続し、火山に供給するメルト等の存在を示唆することが指摘されている(Wang and Zhao, 2005; Kita et al., 2014; Shiina et al., 2018)(4.3.1 参照)が、火山の分布傾向との関連性については言

及されていない。

北海道における第四紀火山の分布傾向（3.1.2 参照）と地下の高温域・流体分布に関連する不均質構造の関連性を指摘した研究は、Kita et al. (2014)である。これによると、北海道全域を対象として推定されたおよそ 120 km までの深さの地震波減衰構造に基づけば、背弧域では深部から火山下のマントル最上部に延びる地震波高減衰域が認められ、非火山地域ではこの特徴が顕著に見られないことを指摘している。ただし、より詳細な空間スケールとして、例えば、文献調査対象地区の周辺で指摘されている北西-南東に卓越する火山列（例えば、Watanabe, 1990）との関連性は指摘されていない。

以上のことから、現在のマントルウェッジにおける高温域・流体分布に関連する不均質構造については、広域的な火山分布の傾向との関連性について説明が試みられている段階であることが判明した。

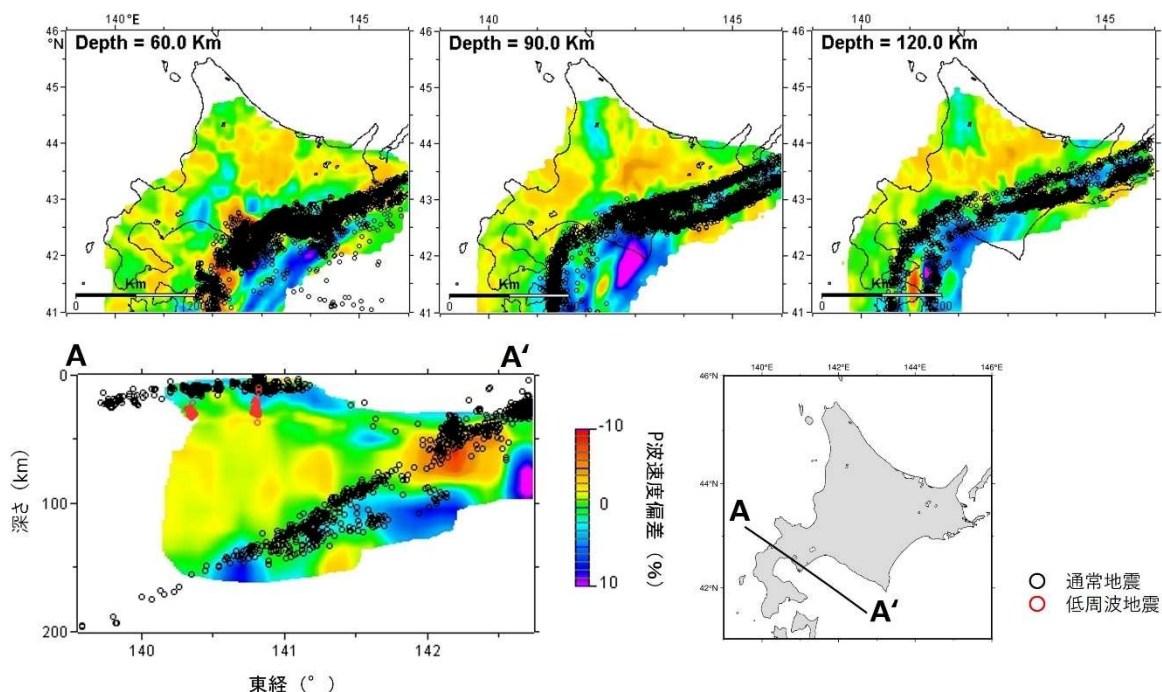


図 4.3-12 北海道における P 波速度偏差の分布

Matsubara et al. (2022)および防災科学技術研究所ホームページを用いて作成した図を編集。震源分布は気象庁ホームページ b（データ期間：1997 年 10 月から 2022 年 3 月）に基づき作成。平面図中に示す地震は各深度から 5 km 以内の深さで発生した地震の震源，断面図中に示す地震は断面位置から片幅 10 km 以内で発生した地震の震源。

## 第5章 基準に照らした評価

本章では、1.1.3 に示した「文献調査段階の評価の考え方」に従って、第4章で整理した情報や知見をもとに評価を行った。以下に「文献調査段階の評価の考え方」を再掲する。なお、「第四紀に活動した火山の活動中心」については、1.2.4 に示したように、活動中心の位置としての妥当性を総合的に検討し、基準（ア）の履歴が（イ）の範囲に収まることを確認する必要がある。

### マグマの貫入と噴出の基準

最終処分法第六条第二項の第一号及び第二号に対して、以下に該当することが明らかまたは可能性が高い場所を避ける。

（ア）マグマの貫入等<sup>A</sup>による人工バリアの破壊が生ずるような第四紀（現在から約258万年前まで）における火山活動に係る火道、岩脈、カルデラ等の履歴が存在する。

同第二号に対して、以下に該当することが明らかまたは可能性が高い場所を避ける。

（イ）第四紀に活動した火山の活動中心からおおむね15キロメートル以内。

（ウ）第四紀に活動した火山が存在しない場所であっても、新たな火山が生じる。

<sup>A</sup> マグマの貫入を伴わない水蒸気噴火

### マグマの貫入と噴出の基準への該当性の確認の仕方

#### ○ 第四紀の火山活動

地質図等の資料に記載される火山噴出物の年代測定データ及び層序等に基づいて、第四紀火山及びその活動に伴う噴出物であることを確認する。

#### ○ マグマの貫入等による人工バリアの破壊が生ずるような第四紀（現在から約258万年前まで）における火山活動に係る火道、岩脈、カルデラ等の履歴

第四紀にマグマが噴出・貫入した場所や水蒸気噴火が生じた場所を直接的に示すものとして、地質の観点から火道、貫入岩、岩脈、シル及びそれらを指すもの<sup>A</sup>、地形の観点からカルデラ、火口及びそれらを指すもの<sup>B</sup>を対象とする。

#### ○ 第四紀に活動した火山の活動中心

文献・データ<sup>C</sup>に示された火道・火口等の情報に基づき、活動中心の位置を定める。活動中心とする妥当性が十分に得られない場合は、概要調査段階以降に判断する。

#### ○ 新たな火山の発生

プレートの特性や運動と深い関係があるマグマの発生の傾向は今後10万年程度の間大きく変化することは想定し難いことを考慮した上で、火山の発生メカニズムに関する地域性の観点から、現在マグマの発生条件が成立していることが否定できない場合、以下を行う。

文献調査対象地区下の地殻及びマントル最上部にメルトが存在する可能性を地球物理学的、地球化学的な観測データ<sup>D</sup>を用いて評価する。

将来、より深部から地殻にメルトが貫入する可能性については、「現時点においてマグマの発生条件の成立を否定できない地域について、新たな火山の発生の蓋然性を評価する場合には、マントルウェッジの対流や沈み込む海洋プレートの特性等を加味した評価モデル等の構築によって評価することが考えられるが、研究段階であり、現時点においては確立された評価方法は見当たらない<sup>E</sup>とされていることから、関連する情報<sup>F</sup>を整理しておく。

A 文献によって、岩床、フィダーダイク等と記載されている場合がある。

B 文献によって、爆裂火口、火口列等と記載されている場合がある。

C 科学的特性マップ（図の精度は縮尺 200 万の 1 程度）においては、第四紀火山の中心から 15km の好ましくない範囲を描画するに当たって、全国規模で利用可能な文献・データである「日本の火山（第 3 版）」および「日本の第四紀火山カタログ」の情報を用いて火山の中心を設定している。日本の火山（第 3 版）では、火山の中心の位置は示されておらず、「火山を代表する位置（最高標高点）が示され（中略）日本の第四紀火山カタログでは多くの火山について主火道の位置等の情報をもとに火山中心の位置を評価・特定している」とされている。一方で、これらの文献に示されている火山の位置については、設定した根拠、理由等が必ずしも詳細には説明されていないため、文献調査においてはこれらの文献に加えて、個別の研究論文等を調査し、火道・火口等の情報を詳細に評価するものとする。

D 例えば、地殻熱流量、地震波速度構造、比抵抗構造、ヘリウム同位体比、低周波地震、地震波減衰構造の観測データ。

E 地層処分において安全確保上少なくとも考慮されるべき事項に関する検討（第 3 回目）－火山の専門家への意見聴取結果－2022 年 5 月 18 日 原子力規制庁。

F 例えば、マントルウェッジにおける脱水・溶融の数値シミュレーションや現在の高温域・流体分布に係る不均質構造等が挙げられる。

## 5.1 マグマの貫入等による人工バリアの破壊が生ずるような第四紀（現在から約 258 万年前まで）における火山活動に係る火道、岩脈、カルデラ等の履歴

第 4 章で整理した内容に基づき、基準（ア）に係る評価を以下のとおり行った。

第四紀における火山活動に伴うことが明らか、またはその可能性が高いと考えられる火道、岩脈、カルデラを示す明瞭な地質学的・地形学的な特徴は、文献調査対象地区内に認められず、避ける場所はないものと評価した。

## 5.2 第四紀に活動した火山の活動中心からおおむね 15 km 以内

第 4 章で整理した内容に基づき、基準（イ）に係る評価を以下のとおり行った。

文献調査対象地区の行政界からおおむね 15 km 以内に火山噴出物が分布する第四紀火山として、ニセコ・雷電火山群および写万部山が挙げられる。

ニセコ・雷電火山群は、4.1.2 (1) に示したように、雷電山周辺からニセコアンヌプリ周辺までを含む火山群として本調査では検討を行ったが、雷電火山群とニセコ火山群を独立した火山とする考え方も存在する。その山体は東西に長く延びており、時代を追うごとに活動場が大局的に西から東へ移動している（表 3.1-1 参照）。4.1.2 (1) に示したように、第四紀火山カタログ委員会編（1999）はニセコ・雷電火山群の主火道を推定し、「イワオヌプリ」の位置を示している。その活動時期は 0.3 Ma 以降とされており、ニセコ・雷電火山群の中で最も新しい活動とされている。また、火口等の地形もイワオヌプリの周辺に集中して分布している傾向がみられる。さらに、イワオヌプリは、噴気活動中であるとも指摘されており（中野ほか編，2013）、Tamura et al. (2022)や Oka et al. (2023)により、チセヌプリおよびイワオヌプリ下の地殻内にマグマの存在が指摘されている（4.3.2 参照）。イワオヌプリはニセコ・雷電火山群の山体の中で、最も活動的な地点であると考えられる。一方、山元（2014）の噴出量階段図によると、雷電山を供給源とした噴出物の量が最も大きく、第四紀火山

カタログ委員会編（1999）でも、個別火山体の主火道の一つとして、「雷電」が示されている。

以上のことから、ニセコ・雷電火山群の活動中心については、「基準への該当性の確認の仕方」に従い、火道や火口が密集しているイワオヌプリに定めた。イワオヌプリは、現在地殻内にマグマが示唆されるなど、最も活動的な地点であると考えられており、火山の活動中心として妥当性が高いと考えられる。

また、写万部山は、4.1.2 (2) に示したように、火道や火口に関する情報は認められなかった。西来ほか編（2012）は、写万部山山頂を「主要な位置」として示している。これは、中野ほか編（2013）が示している座標位置に一致する。地層処分技術WG（2017）によれば、「複成火山は、中心火口から繰り返し噴出物を放出することで山が成長するため、火山中心が最も高くなるのが一般的」とされている。写万部山は「複成火山」に該当し（3.1.4 参照）、その最高標高点は、西来ほか編（2012）、中野ほか編（2013）に示される位置と一致している。

以上のことから、写万部山の活動中心については、「基準への該当性の確認の仕方」に従って、火道・火口等の情報に基づいて位置を定めることはできないが、西来ほか編（2012）などの文献に示される写万部山山頂（写万部山の最高標高点）の位置が火山の活動中心として大きくずれている可能性は低いと考え、この位置を暫定的な活動中心とした。

図 5.3-1 に、ニセコ・雷電火山群および写万部山の活動中心から 15 km 以内の範囲を示す。文献調査対象地区において、これらの範囲に含まれる領域は認められず、避ける場所はないものと評価した。

### 5.3 第四紀に活動した火山が存在しない場所であっても、新たな火山が生じる可能性

第4章で整理した内容に基づき、基準（ウ）に係る評価を以下のとおり行った。

4.3.1 に示したように、文献調査対象地区は背弧域に位置しており、新たな火山の発生に寄与するマグマの発生条件の成立性を否定することはできないと判断し、以下の評価を行った。

4.3.2 で示したように、文献調査対象地区南端付近の深さ 30 km 付近に、低周波地震の震源が局所的に分布していることが確認された（図 5.3-1）。この低周波地震は、部分熔融域やそこから上昇する流体の存在を示唆している可能性（Shiina et al., 2018）が指摘されている。一方で、低周波地震は火山周辺に限らず、火山から遠く離れた地域の上部地殻を含め、日本列島の広い範囲で発生していることが明らかになり、詳細な発生メカニズムについては現在も議論されていること（例えば、長谷川・中島、2022）にも留意する必要がある。さらに、このほかの情報には、データの粗密や空間分解能の制約、文献による相違があり（4.3.2 参照）、文献調査の段階で、相対的な高温領域やマントル起源流体の供給の有無、地下深部の流体の存在や分布について明らかにすることはできなかった。

また、4.3.3 で示したように、将来、より深部から地殻にメルトが貫入する可能性については、新たな火山の発生の蓋然性を具体的な地点において評価する手法は確立されておらず、今回、整理した知見に基づいて評価を行うことはできなかった。

以上のことから、文献調査対象地区下にメルトが存在する可能性について判断できず、将来、より深部から地殻にメルトが貫入する可能性については評価できなかった。したがって、基準（ウ）に該当することが明らかまたは可能性が高いかを判断することはできず、現段階においては避ける場所はないものと評価する。



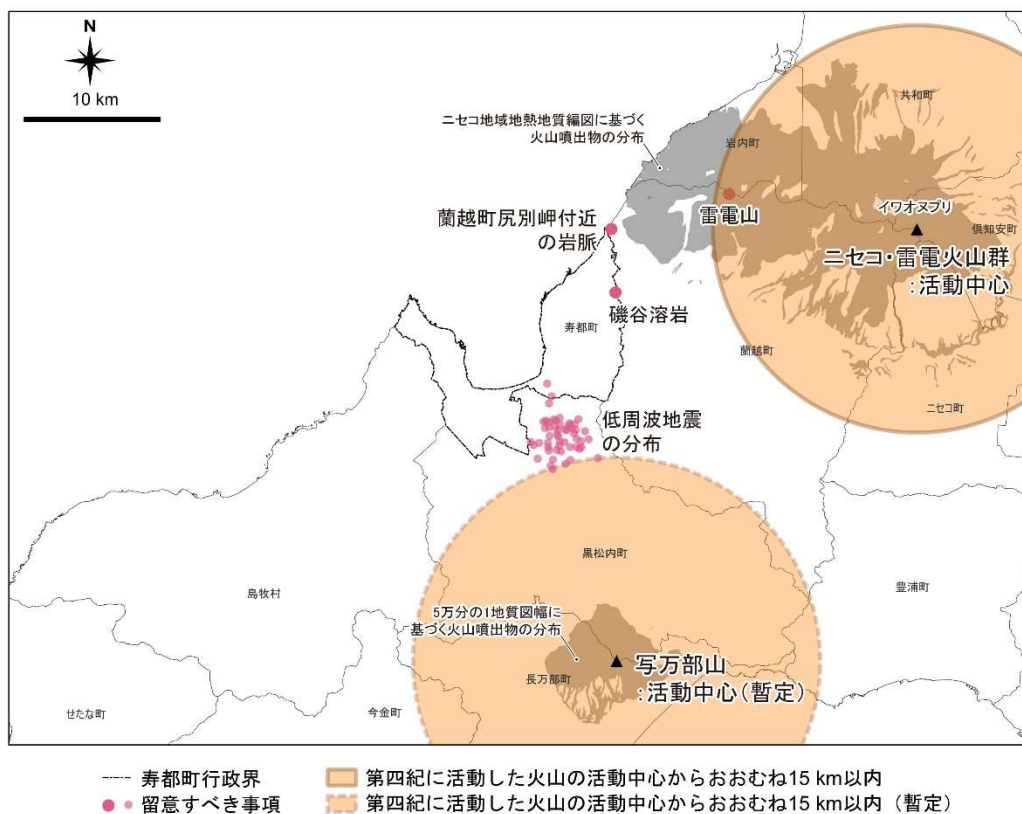


図 5.3-1 基準に照らした評価の対象とそのおおよその位置  
基図として「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）を使用。

#### 5.4 概要調査に向けた考え方

文献調査において十分評価できなかった点について、概要調査では、精密調査地区として選定しようとする地区に対して「マグマの貫入と噴出」などに伴う影響が及ぶおそれがないかを確認し、評価を行う。したがって、精密調査地区として選定しようとする地区からの距離に応じて、個別の火山などに対する調査・評価の詳細度が変わる可能性がある。また、影響が及ぶおそれがないことの確認が難しい領域については、その領域から離隔距離を取ったうえで精密調査地区を選定することとする。特に、基準（イ）および（ウ）の評価に際しては、大きく離隔距離を取る必要が生じる可能性があり、精密調査地区として選定しようとする地区が残らないと結論づけられる場合も考えられる。

上記の考え方で調査・評価していくことにより、文献調査において情報の不足により十分に評価できなかった点についても結論を得ることができる見通しである。

概要調査では、産業技術総合研究所深部地質環境研究センター編（2007）や産業技術総合研究所深部地質環境研究コア編（2012）、原子力規制委員会（2013）などを参照し、空中や地上の物理探査、地形調査、地表踏査、ボーリング調査及び岩石、地下水試料などの分析を組み合わせ、調査・評価を行う。特に基準（ウ）に関しては、飯豊山地を例とした Umeda et al.（2006, 2007）などの既往の調査・評価例なども参照する。

本調査において十分に評価できなかった点のうち、概要調査に向けて留意すべき事項を以下に示す。

基準（ア）については、以下のとおり。

- ・ 文献調査対象地区東端に火山噴出物が分布する「磯谷溶岩」（4.2.1 参照）（図 5.3-1）は第四紀に活動した可能性が指摘されているが、年代測定データが確認できなかったため、情報を拡充する必要がある。
- ・ 活動時期が明らかでない火山岩体、貫入岩・岩脈が、文献調査対象地区内に複数分布しているが、年代測定データまたは層序に関する情報が不足しているため、情報を拡充する必要があるが、情報が拡充できたとしても火道、岩脈等の形成時期を明らかにすることが難しい可能性も考えられる。

基準（イ）については、以下のとおり。

- ニセコ・雷電火山群の西側では、雷電山の活動に伴う火山噴出物および雷電山の山体の半分程度の領域が、火山の活動中心から 15 km 以内の範囲を超えて分布している。雷電山とニセコ火山群を独立した火山とする考え方も存在することから、雷電山周辺に活動中心をもつ 15 km 以内の範囲を追加で設定することも考えられる。ただし、その際は以下のような事項を考慮する必要がある。
  - ・ 雷電山はニセコ・雷電火山群の中で最も活動時期が古いことに加え、火山性熱水変質を受けた地帯では集中的に地すべりおよび崩壊が発生し、山容が変化しつつある（新エネルギー総合開発機構、1987a）ことから、地形判読では明確な火道や火口の情報を確認できない。
  - ・ 火道・火口等の情報に基づいて活動中心を定めるためには、現地で情報を拡充する必要があるが、新エネルギー総合開発機構（1987a）などによりすでに地形や地質、地質構造等に関する相当の調査が実施されていることから、今後、新たな知見が多く得られるとは考えにくく、活動の中心を確認することが難しい可能性がある。このため、既に得られている噴出量、山体の広がりなどから活動中心を評価せざるを得ないことも想定される。
  - ・ 仮に雷電山の山頂に活動中心を設定した場合、文献調査対象地区の北東部が火山の活動中心から 15 km 以内に含まれる可能性がある。
- 4.2 に示したように、第四紀の活動の可能性が指摘されている、または、活動時期が明らかでない火山岩体、岩脈などが、文献調査対象地区および海域も含めた周辺地域に分布している。このうち、5.1 にも示した「磯谷溶岩」（図 5.3-1）や、文献調査対象地区のごく近傍に分布し、第四紀の K-Ar 年代が得られている蘭越町尻別岬付近の岩脈（図 5.3-1）は、ニセコ・雷電火山群の近傍に分布するが、別の火山活動に伴うものである可能性も考えられる。岩石の組成などについて調査し、ニセコ・雷電火山群とは関連のない火山活動と認定される場合には、基準（イ）の評価について検討する必要がある。

基準（ウ）については、以下のとおり。

- ・ 地震探査、電磁探査などの物理探査やボーリング調査により、本調査で十分に検討することができなかった地下深部の温度構造、地下水等の化学特性、地震波速度構造を含む物理特性に関する情報を拡充する必要がある。
- ・ ただし、「現在、地殻及びマントル最上部にメルトが存在する可能性」については、地下の情報が拡充できたとしても必ずしも評価が可能となるわけではないことに留意が必要である。

- ・ 「将来、より深部から地殻にメルトが貫入する可能性」については4.3.3で整理したように、メルトの生成に関連する温度構造についての数値シミュレーションを通じて、マントルウェッジの温度構造に基づくメルトの生成場と火山の分布傾向との関連性の定性的な説明が試みられている段階であること、現在の高温域・流体分布に関連する不均質構造については、広域的な火山分布の傾向との関連性について説明が試みられている段階であることを把握している。したがって、概要調査においては、現時点で確立された評価方法自体が見当たらない（原子力規制庁，2022）状況であることも踏まえ、関連する数値モデルやシミュレーション、不確実性評価に関する技術的進展や適用性を精査し、可能性を有する手法を用いた評価の実施を検討する。

## 引用文献

- Aizawa, K., Yoshimura, R., Oshiman, N. (2004) Splitting of the Philippine Sea Plate and a magma chamber beneath Mt. Fuji, *Geophysical Research Letters*, 31, L09603, doi: 10.1029/2004GL019477.
- 秋葉 力 (1957) 北海道後志国大金鉱山附近の地質および鉱床 特に西谷鍾群について, *鉱山地質*, 7, 3, pp. 30–48.
- 秋葉 力, 庄谷幸夫 (1970) 黒松内東北部地域の地質と鉱床, *北海道地下資源調査資料*, 118, pp. 47–55, 北海道開発庁.
- 浅森浩一, 石丸恒存, 岩月輝希 (2002) 日本列島における火山周辺の酸性地下水分布, *サイクル機構技報*, 15, pp. 103–111.
- 防災科学技術研究所: 日本列島三次元地震波速度構造表示ソフトウェア, [https://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo\\_kozo/software.php](https://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo_kozo/software.php), 2023年6月8日閲覧.
- 第四紀火山カタログ委員会編 (1999) 日本の第四紀火山カタログ, 日本火山学会.
- 土居繁雄, 松井公平, 藤原哲夫 (1958) 5万分の1地質図幅「豊浦」及び説明書, 5万分の1地質図, 札幌-第49号, 北海道開発庁.
- 土居繁雄, 長谷川 潔, 寺島克之, 高橋功二, 斎藤昌之, 小山内 熙, 五十嵐昭明, 岡部賢二, 鈴木 哲, 財原浩美, 坂下正弘, 秋元友造, 横平 弘 (1977) 特定鉱床開発促進調査資料 泊川上流地域, 北海道開発局長官房.
- 道南グリーン・タフ団体研究グループ (1984) 西南北海道・島牧地域の第三系—グリーン・タフ変動と島弧変動との関連性についての検討—, *地球科学*, 38, 6, pp. 380–396.
- 沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会 (2016) 沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会 とりまとめ.
- 原子力発電環境整備機構 (2020) 北海道寿都郡寿都町 文献調査計画書.
- 原子力規制庁 (2022) 「地層処分において安全確保上少なくとも考慮されるべき事項に関する検討 (第3回目) —火山の専門家への意見聴取結果—」, 令和4年度第10回, 原子力規制委員会資料 2, 令和4年5月18日.
- 原子力規制委員会 (2013) 原子力発電所の火山影響評価ガイド (改正令和元年12月18日).
- 原子力規制委員会 (2022) 特定放射性廃棄物の最終処分における概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項.
- 長谷川 昭, 中島淳一, 海野徳仁, 三浦 哲, 諏訪謡子 (2004) 東北日本弧における地殻の変形と内陸地震の発生様式, *地震* 第2輯, 56, 4, pp. 413–424.
- Hasegawa, A., Nakajima, J., Uchida, N., Okada, T., Zhao, D., Matsuzawa, T., Umino, N. (2009) Plate subduction, and generation of earthquakes and magmas in Japan as inferred from seismic observations: An overview, *Gondwana Research*, 16, pp. 370–400.
- 長谷川 昭, 中島淳一, 内田直希, 梁田高広, 岡田知己, 趙 大鵬, 松澤 暢, 海野徳仁 (2012) 沈み込み帯の地震の発生機構—地殻流体に規定されて発生する沈み込み帯の地震—, *地学雑誌*, 121, 1, pp. 128–160.
- 長谷川 昭, 中島淳一 (2022) 陸域下の低周波地震とその地震学およびテクトニクスの意義, *地学雑誌*, 131, 3, pp. 289–315.

- 長谷川 潔, 寺島克文, 黒沢邦彦 (1983) 北海道の地質と資源 III 北海道の金属鉱物資源, 北海道立地下資源調査所.
- 早川福利, 国府谷盛明 (1968) 寿都町弁慶岬周辺の温泉示徴, 地下資源調査所報告, 38, p. 90.
- 平井浩二, 小野修司, 松枝大治 (2001) 西南北海道寿都-長万部地域における熱水性金銀鉱床の鉱化年代, 資源地質学会第 51 回年会講演会講演要旨集, P-36.
- 平田貴一, 茂木 透, 山谷祐介, 長谷英彰, 市原 寛 (2009) MT 法による黒松内地域の地下構造, 北海道大学地球物理学研究報告, 72, pp. 387-398.
- 広川 治, 村山正郎 (1955) 5 万分の 1 地質図幅「岩内」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 27 号, 地質調査所.
- 広瀬 亘, 岩崎深雪, 中川光弘 (2000) 北海道中央部～西部の新第三紀火成活動の変遷: K-Ar 年代, 火山活動様式および全岩化学組成から見た東北日本弧北端の島弧火成活動の変遷, 地質学雑誌, 106, 2, pp. 120-135.
- 北海道電力 (2015) 泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書 (3 号発電用原子炉施設の変更) .
- 北海道電力 (2016) 第 404 回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合 (2016 年 9 月 30 日開催) .
- Honda, S., Yoshida, T. (2005) Application of the model of small-scale convection under the island arc to the NE Honshu subduction zone, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 6, 1, Q01002, doi: 10.1029/2004GC000785.
- Honda, S., Yoshida, T., Aoike, K. (2007) Spatial and temporal evolution of arc volcanism in the northeast Honshu and Izu-Bonin Arcs: Evidence of small-scale convection under the island arc?, *Island Arc*, 16, pp. 214-223.
- Hua, Y., Zhao, D., Xu, Y., Wang, Z. (2019) Arc-arc collision caused the 2018 Eastern Iburi earthquake (M 6.7) in Hokkaido, Japan, *Scientific Reports*, 9:13914, doi: 10.1038/s41598-019-50305-x.
- 五十嵐昭明, 横田節哉 (1970) 北海道ニセコ火山東部地域の第四紀鉱化作用, 地質調査所月報, 21, 6, pp. 361-385.
- Iinuma, T., Kato, T., Hori, M. (2005) Inversion of GPS velocity and seismicity data to yield changes in stress in the Japanese Islands, *Geophysical Journal International*, 160, 2, pp. 417-434.
- 石原舜三, 佐々木 昭, 佐藤興平 (1992) 日本鉱床生成図 深成岩活動と鉱化作用 (3) 第三紀-第四紀, 200 万分の 1 地質編集図, 15-3, 地質調査所.
- 石原舜三, 笠原裕子, 松枝大治 (1998) 北海道南西部における新第三紀花崗岩類の発見, 地質調査所月報, 49, 9, pp. 461-467.
- 海上保安庁水路部 (1995) 沿岸の海の基本図 (5 万分の 1) 寿都, 海図, 第 6325 号<sup>1-S</sup>.
- 核燃料サイクル開発機構 (1999) わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性—地層処分研究開発第 2 次取りまとめ—分冊 1 わが国の地質環境, JNC TN1400 99-021.
- Kaneoka, I., Yamagishi, H., Yahata, M. (1987) K-Ar ages of the Neogene submarine volcanic rocks and overlying Quaternary subaerial lavas from the Mt. Karibayama area, Southwest Hokkaido, *Bulletin of the Volcanological Society of Japan, Second Series*, 32, 4, pp. 329-333.
- 河野義礼, 植田良夫 (1967) 本邦火成岩の K-Ar dating (VI)—花崗岩類, 総括—, 岩石鉱物鉱床学会誌, 57, 5, pp. 177-187.
- 風早康平, 高橋正明, 安原正也, 西尾嘉朗, 稲村明彦, 森川徳敏, 佐藤 努, 高橋 浩, 北岡豪一,

- 大沢信二, 尾山洋一, 大和田道子, 塚本 斉, 堀口桂香, 戸崎裕貴, 切田 司 (2014) 西南日本におけるスラブ起源深部流体の分布と特徴, 日本水文科学会誌, 44, 1, pp. 3–16.
- 風早康平, 高橋正明, 切田 司, 内藤一樹, 渡部芳夫 (2015) 日本列島におけるスラブ起源水の上昇地域の分布図, 地質調査総合センター研究資料集, 616.
- 経済産業省資源エネルギー庁 (2023) 文献調査段階の評価の考え方.
- 金原啓司, 阪口圭一 (1989) 日本の主要地熱地域の地質と温泉・変質帯分布, 地質調査所報告, 270.
- 気象庁 a: 日本活火山総覧 (第4版) Web 掲載版, [https://www.data.jma.go.jp/vois/data/tokyo/STOCK/souran/menu\\_jma\\_hp.html](https://www.data.jma.go.jp/vois/data/tokyo/STOCK/souran/menu_jma_hp.html), 2022年5月11日閲覧.
- 気象庁 b: 地震月報 (カタログ編), <https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/bulletin/index.html>, 2023年10月20日閲覧.
- Kita, S., Nakajima, J., Hasegawa, A., Okada, T., Katsumata, K., Asano, Y., Kimura, T. (2014) Detailed seismic attenuation structure beneath Hokkaido, northeastern Japan: Arc-arc collision process, arc magmatism, and seismotectonics, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 119, pp. 6486–6511.
- Koizumi, I. (1985) Diatom biochronology for late Cenozoic northwest Pacific, *The Journal of the Geological Society of Japan*, 91, 3, pp. 195–211.
- 国土地理院: 地理院タイル, <https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>, 2023年5月11日閲覧.
- 国土交通省: 国土数値情報 (行政区域データ第3.1版), [https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N03-v3\\_1.html](https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N03-v3_1.html), 2023年8月18日閲覧.
- 小松 亮, 梅田浩司 (1999) 日本列島における温泉・熱水変質帯について, サイクル機構技報, 4, pp. 121–128.
- 国府谷盛明, 土居繁雄 (1961) 5万分の1地質図幅「狩太」及び説明書, 5万分の1地質図, 札幌-第38号, 北海道立地下資源調査所.
- 久保和也, 石田正夫, 成田英吉 (1983) 長万部地域の地質, 地域地質研究報告 (5万分の1図幅), 札幌 (4) 第48号, 地質調査所.
- 久保和也, 柴田 賢, 石田正夫 (1988) 西南北海道, 長万部地域の新第三紀火山岩類のK-Ar年代, 地質学雑誌, 94, 10, pp. 789–792.
- 黒沢邦彦, 田近 淳, 八幡正弘, 山岸宏光 (1993) 5万分の1地質図幅「大平山」及び説明書, 5万分の1地質図, 札幌-第47号, 北海道立地下資源調査所.
- 草野友宏, 浅森浩一, 梅田浩司 (2012) 日本列島における地下水・温泉ガスのヘリウム同位体比データベースの作成, JAEA-Data/Code 2012-017, 日本原子力研究開発機構.
- Lee, C., Wada, I. (2017) Clustering of arc volcanoes caused by temperature perturbations in the back-arc mantle, *Nature Communications*, 8, 15753, doi: 10.1038/ncomms15753.
- Lee, C., Wada, I. (2021) Volcano clustering promoted by the cessation of back-arc spreading and ensuing nascent lithospheric drips, *Geophysical Research Letters*, 48, e2020GL091433, doi: 10.1029/2020GL091433.
- Matsubara, M., Sato, H., Uehira, K., Mochizuki, M., Kanazawa, T. (2017) Three-dimensional seismic velocity structure beneath Japanese Islands and surroundings based on NIED seismic networks using both inland and offshore events, *Journal of Disaster Research*, 12, 5, pp. 844–857.
- Matsubara, M., Sato, H., Uehira, K., Mochizuki, M., Kanazawa, T., Takahashi, N., Suzuki, K., Kamiya, S. (2019) Seismic velocity structure in and around the Japanese Island arc derived from seismic

- tomography including NIED MOWLAS Hi-net and S-net data, *Seismic Waves—Probing Earth System*, doi: 10.5772/intechopen.86936.
- Matsubara, M., Ishiyama, T., No, T., Uehira, K., Mochizuki, M., Kanazawa, T., Takahashi, N., Kamiya, S. (2022) Seismic velocity structure along the Sea of Japan with large events derived from seismic tomography for whole Japanese Islands including reflection survey data and NIED MOWLAS Hi-net and S-net data, *Earth, Planets and Space*, 74, 171, doi: 10.1186/s40623-022-01724-0.
- 松波武雄, 秋田藤夫, 高見雅三, 若浜 洋, 岡崎紀俊 (1991) 北海道地熱・温泉ボーリング井データ集 ~1990, 北海道立地下資源調査所.
- 松波武雄 (1995) 北海道の海岸地域に分布する高濃度塩水について, 地下資源調査所報告, 67, pp. 41–58.
- 松波武雄, 鈴木豊重, 藤本和徳, 秋田藤夫, 若浜 洋 (1996) 北海道地熱・温泉ボーリング井データ集 1991~1995, 北海道立地下資源調査所.
- 松波武雄, 鈴木隆広 (1997) 道内温泉水等の水素・酸素同位体比, 地下資源調査所報告, 68, pp. 149–152.
- 三浦大助, 土志田 潔, 幡谷竜太, 阿部信太郎 (2006) 活火山の火口移動に関する検討—電力重要構造物の立地に関わる基本的留意点—, 電力中央研究所報告, N05024.
- 森川徳敏, 角森史昭, 風早康平, 松本則夫 (2019) ヘリウム同位体を用いた地殻流体計測, 地学雑誌, 128, 5, pp. 785–795.
- Morishige, M., van Keken, P. E. (2014) Along-arc variation in the 3-D thermal structure around the junction between the Japan and Kurile arcs, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 15, pp. 2225–2240.
- Morishige, M. (2015) A new regime of slab-mantle coupling at the plate interface and its possible implications for the distribution of volcanoes, *Earth and Planetary Science Letters*, 427, pp. 262–271.
- 守屋以智雄 (2003) 羊蹄・ニセコ火山群とその周辺—新しい成層火山と円頂丘群, 小疇 尚, 野上道男, 小野有五, 平川一臣編: 日本の地形2 北海道, 東京大学出版会, pp. 269–274.
- 村岡洋文, 阪口圭一, 玉生志郎, 佐々木宗建, 茂野 博, 水垣桂子, 駒澤正夫 (2009) 全国地熱ポテンシャルマップ, 数値地質図, GT-4, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 中川光弘, 丸山裕則, 船山 淳 (1995) 北海道第四紀火山の分布と主成分化学組成の広域変化, 火山, 40, 1, pp. 13–31.
- 中川光弘, 広瀬 亘, 岩崎深雪 (1999) 北海道の6Ma以降の火山活動の時空変遷から見た千島弧—東北日本弧会合部のテクトニクス変遷, 月刊地球, 21, 9, pp. 543–548.
- Nakajima, J., Matsuzawa, T., Hasegawa, A. (2001) Three-dimensional structure of Vp, Vs, and Vp/Vs beneath northeastern Japan: Implications for arc magmatism and fluids, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 106, pp. 21843–21857.
- Nakajima, J., Hasegawa, A. (2003) Tomographic imaging of seismic velocity structure in and around the Onikobe volcanic area, northeastern Japan: implications for fluid distribution, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 127, 1–2, pp. 1–18.
- Nakajima, J., Hada, S., Hayami, E., Uchida, N., Hasegawa, A., Yoshioka, S., Matsuzawa, T., Umino, N. (2013) Seismic attenuation beneath northeastern Japan: Constraints on mantle dynamics and arc magmatism, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 118, pp. 5838–5855.
- 中島淳一 (2016) プレーートの沈み込みと島弧マグマ活動, 火山, 61, 1, pp. 23–36.

- 中島淳一 (2017) 東北地方の火山周辺の地震波速度・減衰構造：地殻構造と低周波地震・S波反射面との関係, 地震研究所彙報, 92, pp. 49–62.
- Nakajima, J., Hasegawa, A. (2021) Prevalence of shallow low-frequency earthquakes in the continental crust, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 126, e2020JB021391, doi: 10.1029/2020JB021391.
- 中村浩二 (2006) 1999年8月以前の一元化震源の中の低周波地震, 駿震時報, 69, pp. 177–191.
- 中野 俊, 西来邦章, 宝田晋治, 星住英夫, 石塚吉浩, 伊藤順一, 川辺禎久, 及川輝樹, 古川竜太, 下司信夫, 石塚 治, 山元孝広, 岸本清行編 (2013) 日本の火山 (第3版), 200万分の1地質編集図, 11, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 成田英吉, 矢島淳吉, 太田英順, 渡辺 寧, 羽坂俊一, 羽坂なな子, 平野英雄, 須藤定久 (1996) 鉱物資源図 北海道 (東部・西部), 鉱物資源図, 1, 地質調査所.
- 日本水路協会 (2008a) 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ M7009 Ver.2.0 北海道西部.
- 日本水路協会 (2008b) 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ M7010 Ver.2.0 秋田沖.
- 西来邦章, 伊藤順一, 上野龍之編 (2012) 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース, 地質調査総合センター速報, 60, <https://unit.aist.go.jp/iev/dger/db/QVDB/>, 2022年5月11日閲覧.
- Niu, X., Zhao, D., Li, J., Ruan, A. (2016) P wave azimuthal and radial anisotropy of the Hokkaido subduction zone, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 121, pp. 2636–2660.
- 野上道男 (2003) 北海道とその周辺の大地形, 小疇 尚, 野上道男, 小野有五, 平川一臣編: 日本の地形2 北海道, 東京大学出版会, pp. 3–11.
- 能條 歩, 鈴木明彦, 松田敏孝, 都郷義寛 (1996) 西南北海道における黒松内層相当層の再検討, 日本地質学会第103年学術大会講演要旨, p. 110.
- 大場与志男 (1960) ニセコ火山群の岩石について, 地質学雑誌, 66, 783, pp. 788–799.
- Oka, D., Tamura, M., Mogi, T., Nakagawa, M., Takahashi, H., Ohzono, M., Ichianagi, M. (2023) Conceptual model of supercritical geothermal system in Shiribeshi Region, Hokkaido, Japan, *Geothermics*, 108, 102617, doi: 10.1016/j.geothermics.2022.102617.
- 岡村 聰 (1984) 西南北海道寿都半島における新第三系と火山活動, 地質学雑誌, 90, 6, pp. 383–391.
- 岡村行信, 佐藤太一 (2023) 積丹半島付近海底地質図, 海洋地質図, 94, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 大久保泰邦 (1984) 全国のキュリー点解析結果, 地質ニュース, 362, pp. 12–17, 地質調査所.
- Okubo, Y., Tsu, H., Ogawa, K. (1989) Estimation of Curie point temperature and geothermal structure of island arcs of Japan, *Tectonophysics*, 159, 3–4, pp. 279–290.
- 大久保泰邦 (1993) 日本列島の温度勾配図, 日本地熱学会誌, 15, 1, pp. 1–21.
- 大久保泰邦, 秋田藤夫, 田中明子 (1997) 北海道の温度勾配図とシミュレーション, 地質ニュース, 517, pp. 24–29, 地質調査所.
- 大久保泰邦, 秋田藤夫, 田中明子 (1998) 地温勾配図作成と地下温度構造を求める試み—北海道の例—, 日本地熱学会誌, 20, 1, pp. 15–29.
- Omuralieva, M. A., Hasegawa, A., Matsuzawa, T., Nakajima, J., Okada, T. (2012) Lateral variation of the cutoff depth of shallow earthquakes beneath the Japan Islands and its implications for seismogenesis, *Tectonophysics*, 518–521, pp. 93–105.



- 小野晃司, 曾屋龍典, 三村弘二編 (1981) 日本の火山 (第2版), 200万分の1地質編集図, 11, 地質調査所.
- Ono, S., Hirai, K., Matsueda, H., Kabashima, T. (2004) Polymetallic mineralization at the Suttu vein-type deposit, southwestern Hokkaido, Japan, *Resource Geology*, 54, 4, pp. 453–464.
- 大槻憲四郎 (1989) 鉍脈による新第三紀東北本州弧の造構応力場復元, *地質学論集*, 32, pp. 281–304.
- Sagayama, T. (1997) Evidence of lower sea-level stage during 10.5 to 5.5 Ma in the hot spring drill hole of Niseko, southwest Hokkaido, Japan, *Commemorative Volume for Professor Makoto Kato*, p. 381–387.
- 斎藤 仁 (1962) 北海道の鉍泉資源, *地下資源調査所報告*, 28, pp. 1–88.
- 斉藤正雄, 五十嵐昭明, 番場猛夫, 沢 俊明, 山田敬一, 成田英吉 (1963) 北海道金属非金属鉍床総覧 I. 新第三紀後期-第四紀の鉍化作用, 地質調査所.
- 斎藤常正 (1999) 最近の古地磁気層序の改訂と日本の標準微化石層序, *石油技術協会誌*, 64, 1, pp. 2–15.
- 坂川幸洋, 梅田浩司, 鈴木元孝, 梶原竜哉, 内田洋平 (2004) 日本の坑井温度プロファイルデータベース, *地震* 第2輯, 57, 1, pp. 63–67.
- Sakamoto, M., Sano, Y., Wakita, H. (1992)  $^3\text{He}/^4\text{He}$  ratio distribution in and around the Hakone volcano, *Geochemical Journal*, 26, 4, pp. 189–195.
- 酒匂純俊, 和気 徹, 早川福利, 二間瀬 洌, 横山英二, 松波武雄, 斉藤尚志, 内田 豊 (1977) 北海道の地熱・温泉 (B) 西南北海道北部, *地下資源調査所調査研究報告*, 4.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2005) 日本温泉・鉍泉分布図及び一覧 (第2版) CD-ROM版, 数値地質図, GT-2.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センターa: 第四紀火山, [https://gbank.gsj.jp/volcano/Quat\\_Vol/index.html](https://gbank.gsj.jp/volcano/Quat_Vol/index.html), 2023年9月27日閲覧.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センターb: 日本の活火山, [https://gbank.gsj.jp/volcano/Quat\\_Vol/index.html](https://gbank.gsj.jp/volcano/Quat_Vol/index.html), 2022年5月10日閲覧.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センターc: 日本の火山データベース 1 万年噴火イベントデータ集 (ver. 2.5) 活火山分布図, <https://gbank.gsj.jp/volcano/cgi-bin/map.cgi>, 2023年6月15日閲覧.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センターd: 地熱情報データベース (GRES-DB), <https://gbank.gsj.jp/gres-db/>, 2022年5月11日閲覧.
- 産業技術総合研究所深部地質環境研究センター編 (2007) 概要調査の調査・評価項目に関する技術資料—長期変動と地質環境の科学的知見と調査の進め方—, *地質調査総合センター研究資料集*, 459.
- 産業技術総合研究所深部地質環境研究コア編 (2012) 概要調査の調査評価項目に関する技術資料—立地要件への適合性とその根拠となる調査結果の妥当性—, *地質調査総合センター研究資料集*, 560.
- Sano, Y., Wakita, H. (1985) Geographical distribution of  $^3\text{He}/^4\text{He}$  ratios in Japan: Implications for arc tectonics and incipient magmatism, *Journal of Geophysical Research*, 90, B10, pp. 8729–8741.
- Sano, Y., Nakajima, J. (2008) Geographical distribution of  $^3\text{He}/^4\text{He}$  ratios and seismic tomography in Japan, *Geochemical Journal*, 42, 1, pp. 51–60.
- Shiina, T., Takahashi, H., Okada, T., Matsuzawa, T. (2018) Implications of seismic velocity structure

- at the junction of Kuril-northeastern Japan arcs on active shallow seismicity and deep low-frequency earthquakes, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 123, pp. 8732–8747.
- 下鶴大輔, 荒牧重雄, 井田喜明, 中田節也編 (2008) 火山の事典〈第2版〉, 朝倉書店.
- 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (2021) 2018年度～2020年度成果報告書 超臨界地熱発電技術研究開発/超臨界地熱資源の評価と調査井仕様の詳細設計/東日本・九州地域における超臨界地熱資源有望地域の調査と抽熱可能量の推定.
- 新エネルギー総合開発機構 (1985) 昭和59年度全国地熱資源総合調査(第2次)火山性熱水対流系地域タイプ①(ニセコ地域)調査 火山岩分布年代調査報告書.
- 新エネルギー総合開発機構 (1986) 昭和60年度全国地熱資源総合調査(第2次)火山性熱水対流系地域タイプ①(ニセコ地域)調査 火山岩分布年代調査報告書.
- 新エネルギー総合開発機構 (1987a) 全国地熱資源総合調査(第2次)火山性熱水対流系地域タイプ①ニセコ地域火山地質図及び地熱地質編図.
- 新エネルギー総合開発機構 (1987b) 昭和61年度全国地熱資源総合調査(第2次)火山性熱水対流系地域タイプ①(ニセコ地域)地熱調査成果図集.
- 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 地層処分技術WG (2017) 地層処分に関する地域の科学的な特性の提示に係る要件・基準の検討結果(地層処分技術WGとりまとめ).
- 菅原 誠, 嵯峨山 積 (2022) 西南北海道北部, 磯谷地域の新第三紀磯谷層の珪藻生層序, 総合地質, 6, 1, pp. 39–46.
- 寿都温泉ゆべつのゆ: 温泉成分分析表, <http://yubetsunoyu.com/onsen/>, 2023年12月5日閲覧.
- 鈴木 守, 山岸宏光, 高橋功二, 庄谷幸夫 (1981) 5万分の1地質図幅「寿都」及び説明書, 5万分の1地質図, 札幌-第36号, 北海道立地下資源調査所.
- 鈴木隆介 (2012) 建設技術者のための地形図読図入門 第4巻 火山・変動地形と応用読図 改訂版, 古今書院.
- 高橋雅紀 (2017) 東西日本の地質学的境界【第七話】火山フロントのずれ, *GSJ地質ニュース*, 6, 5, pp. 149–157, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 高見雅三, 鈴木隆広, 高橋徹哉, 柴田智郎, 小澤 聡, 藤本和徳, 秋田藤夫 (2008) 北海道地熱・温泉ボーリング井データ集および索引図(統合版), 北海道立地質研究所.
- 玉生志郎, 松波武雄, 金原啓司, 川村政和, 駒澤正夫, 高橋正明, 阪口圭一 (2001) 50万分の1札幌地熱資源図及び同説明書, 特殊地質図, 31-4, 地質調査所.
- Tamura, M., Oka, D., Okazaki, N., Suzuki, K., Hashimoto, T., Mogi, T. (2022) Magnetotelluric survey and three-dimensional resistivity structure in and around the Niseko area, southwestern Hokkaido, *Geothermics*, 105, 102496, doi: 10.1016/j.geothermics.2022.102496.
- Tamura, Y., Tatsumi, Y., Zhao, D., Kido, Y., Shukuno, H. (2002) Hot fingers in the mantle wedge: new insights into magma genesis in subduction zones, *Earth and Planetary Science Letters*, 197, pp. 105–116.
- 田中明子, 大久保泰邦, 松林 修 (1997) 東・東南アジア地域のキュリー点深度解析, 地震 第2輯, 50, pp. 183–194.
- 田中明子, 矢野雄策, 笹田政克, 大久保泰邦, 梅田浩司, 中司 昇, 秋田藤夫 (1999) 坑井の温度データによる日本の地温勾配値のコンパイル, 地質調査所月報, 50, 7, pp. 457–487.

- Tanaka, A., Yamano, M., Yano, Y., Sasada, M. (2004) Geothermal gradient and heat flow data in and around Japan (I): Appraisal of heat flow from geothermal gradient data, *Earth, Planets and Space*, 56, pp. 1191–1194.
- 田中明子, 山野 誠, 矢野雄策, 笹田政克 (2004) 日本列島及びその周辺域の地温勾配及び地殻熱流量データベース, 数値地質図, P-5, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 田中明子 (2009) 地球浅部の温度構造—地震発生層との関連—, *地震* 第2輯, 61, 特集号, pp. s239–s245.
- 田中明子, 濱元栄起, 山野 誠, 後藤秀作 (2019) 日本列島及びその周辺域の熱データベース, [https://www.gsj.jp/Map/JP/docs/jm100\\_doc/jm\\_geothermal-db.html](https://www.gsj.jp/Map/JP/docs/jm100_doc/jm_geothermal-db.html), 2022年5月11日閲覧.
- Terakawa, T., Matsu'ura, M. (2010) The 3-D tectonic stress fields in and around Japan inverted from centroid moment tensor data of seismic events, *Tectonics*, 29, TC6008, doi: 10.1029/2009TC002626.
- Uchide, T., Shiina, T., Imanishi, K. (2022) Stress map of Japan: Detailed nationwide crustal stress field inferred from focal mechanism solutions of numerous microearthquakes, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 127, e2022JB024036, doi: 10.1029/2022JB024036.
- 梅田浩司, 小松 亮, 中司 昇 (1999) 坑井データによる地下温度構造の推定, *サイクル機構技報*, 2, pp. 29–36.
- Umeda, K., Asamori, K., Negi, T. Ogawa, Y. (2006) Magnetotelluric imaging of crustal magma storage beneath the Mesozoic crystalline mountains in a nonvolcanic region, northeast Japan, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 7, 8, Q08005, doi: 10.1029/2006GC001247.
- Umeda, K., Asamori, K., Ninomiya, A., Kanazawa, S., Oikawa, T. (2007) Multiple lines of evidence for crustal magma storage beneath the Mesozoic crystalline Iide Mountains, northeast Japan, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 112, B05207, doi: 10.1029/2006JB004590.
- Umeda, K. (2009) An Integrated Approach for Detecting Latent Magmatic Activity beneath Non-volcanic Regions: An Example from the Crystalline Iide Mountains, Northeast Japan, *Stability and Buffering Capacity of the Geosphere for Long-term Isolation of Radioactive Waste: Application to Crystalline Rock*, NEA No. 6362, pp. 289–301, OECD Publishing.
- Wada, I., He, J., Hasegawa, A., Nakajima, J. (2015) Mantle wedge flow pattern and thermal structure in Northeast Japan: Effects of oblique subduction and 3-D slab geometry, *Earth and Planetary Science Letters*, 426, pp. 76–88.
- 若浜 洋, 秋田藤夫, 松波武雄 (1995) 北海道地温勾配図及び説明書, 60万分の1地質図, 北海道立地下資源調査所.
- Wang, Z., Zhao, D., Liu, X., Chen, C., Li, X. (2017) P and S wave attenuation tomography of the Japan subduction zone, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 18, pp. 1688–1710.
- Wang, Z., Zhao, D. (2019) Updated attenuation tomography of Japan subduction zone, *Geophysical Journal International*, 219, pp. 1679–1697.
- Wang, Z., Zhao, D. (2005) Seismic imaging of the entire arc of Tohoku and Hokkaido in Japan using P-wave, S-wave and sP depth-phase data, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 152, pp. 144–162.
- 渡辺 寧 (1986) 鉾脈の方向から推定された広域応力場—北海道における中期中新世以降の鉾脈の例—, *鉾山地質*, 36, 3, pp. 209–218.

- Watanabe, Y. (1990) Pliocene to Pleistocene volcanism and related vein-type mineralization in Sapporo-Iwanai district, Southwest Hokkaido, Japan, *Mining Geology*, 40, 5, pp. 289–298.
- 渡辺 寧 (1993a) 岩脈・火口配列に基づく西南北海道北部の新生代後期の応力場, *地質学雑誌*, 99, 2, pp. 105–116.
- 渡辺 寧 (1993b) 西南北海道北部の火山列—ニセコ-羊蹄火山列はなぜ曲がったのか?—, 石井次郎教授追悼論文集, pp. 147–154.
- 渡辺 寧 (2000) 札幌-岩内地域マグマ-鉍化熱水系分布図, *特殊地質図*, 38, 地質調査所.
- Watanabe, Y. (2002) Late Cenozoic metallogeny of Southwest Hokkaido, Japan, *Resource Geology*, 52, 3, pp. 191–210.
- 矢島澄策 (1937) 狩場火山に就いて (豫報), *地質学雑誌*, 44, 525, pp. 476–477.
- 矢島澄策, 陸川正明 (1939) 長萬部圖幅説明書, 北海道工業試験場地質調査報告, 3.
- 山岸宏光, 国府谷盛明, 安藤重幸 (1976) 5 万分の 1 地質図幅「島古丹」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 26 号, 北海道立地下資源調査所.
- 山岸宏光 (1984) 5 万分の 1 地質図幅「歌棄」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 37 号, 北海道立地下資源調査所.
- 山岸宏光, 渡辺 寧 (1986) 西南北海道における新生代後期の応力場の変遷—地質断層, 岩脈, 鉍脈および活断層の検討—, *北海道の地質と構造運動, 地団研専報*, 31, pp. 321–331.
- 山岸宏光, 黒沢邦彦 (1987) 5 万分の 1 地質図幅「原歌および狩場山」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 35, 46 号, 北海道立地下資源調査所.
- 山元孝広 (2014) 日本の主要第四紀火山の積算マグマ噴出量階段図, *地質調査総合センター研究資料集*, 613.
- Yanagisawa, Y., Akiba, F. (1998) Refined Neogene diatom biostratigraphy for the northwest Pacific around Japan, with an introduction of code numbers for selected diatom biohorizons, *The Journal of the Geological Society of Japan*, 104, 6, pp. 395–414.
- 米倉伸之, 加藤 茂, 長岡正利 (2001) 日本列島とその周辺の地形区分, 米倉伸之, 貝塚爽平, 野上道男, 鎮西清高編: 日本の地形 1 総説, 東京大学出版会.
- Yoo, S., Lee, C. (2020) Correlation of Quaternary volcano clusters with partial melting of mantle wedge, Northeast Japan: A numerical model study, *Geophysical Research Letters*, 47, e2019GL086205, doi: 10.1029/2019GL086205.

## 添付資料 A 情報を抽出した文献・データのリスト

北海道寿都郡寿都町の文献調査において、噴火に関する情報を抽出した文献・データは、以下に示す 366 件であった。

- A**
- Abdelwahed, M. F., Zhao, D. (2007) Deep structure of the Japan subduction zone, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 162, pp. 32–52.
- 秋葉 力 (1957) 北海道後志国大金鉱山附近の地質および鉱床 特に西谷鍾群について, *鉱山地質*, 7, 3, pp. 30–48.
- 秋葉 力, 庄谷幸夫 (1970) 黒松内東北部地域の地質と鉱床, *北海道地下資源調査資料*, 118, pp. 47–55, 北海道開発庁.
- 秋田藤夫 (2014) 北海道における地熱開発調査の現状と課題, 第 52 回試錐研究会講演資料集, pp. 13–21, 北海道立総合研究機構環境・地質研究本部地質研究所.
- 青柳直樹, 内野栄治, 市橋大山 (2015) 北海道内温泉のラドン濃度, *温泉科学*, 64, pp. 422–434.
- 浅森浩一, 石丸恒存, 岩月輝希 (2002) 日本列島における火山周辺の酸性地下水分布, *サイクル機構技報*, 15, pp. 103–111.
- 浅森浩一, 梅田浩司, 石丸恒存, 小松 亮 (2003) 温泉地化学データベースの作成, JNC TN7450 2002-003, 核燃料サイクル開発機構.
- Asamori, K., Zhao, D. (2015) Teleseismic shear wave tomography of the Japan subduction zone, *Geophysical Journal International*, 203, pp. 1752–1772.
- B**
- 防災科学技術研究所: F-net 広帯域地震観測網, <https://www.fnet.bosai.go.jp/top.php?LANG=ja>, 2023 年 9 月 11 日閲覧.
- 防災科学技術研究所: Hi-net 高感度地震観測網, <https://www.hinet.bosai.go.jp/?LANG=ja>, 2022 年 5 月 11 日閲覧.
- 防災科学技術研究所: 日本列島下の三次元地震波速度構造 (海域拡大 2019 年版), [https://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo\\_kozou/](https://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo_kozou/), 2022 年 5 月 24 日閲覧.
- C**
- 地学団体研究会札幌支部 (1960) 北海道地域の第三紀構造発達史, *地球科学*, 52, pp. 30–36.
- 地質調査所編 (1992) 日本地質アトラス (第 2 版), 朝倉書店.
- 地質調査所燃料部石油課 (1959) 天然ガス徴候の見方と見つけ方, *地質ニュース*, 53, pp. 6–13.
- 地質調査所燃料部石油課 (1959) 油徴とはどんなものか(2), *地質ニュース*, 58, pp. 9–13.
- 地質調査所燃料部石油課 (1960) 最近発見された日本の新
- 油田・新ガス田 (その 2), *地質ニュース*, 72, pp. 7–11.
- 地質調査所燃料部石油課 (1961) 日本北部の天然ガス, *地質ニュース*, 83, pp. 7–11.
- D**
- 第四紀火山カタログ委員会編 (1999) 日本の第四紀火山カタログ, 日本火山学会.
- 土居繁雄, 松井公平, 藤原哲夫 (1958) 5 万分の 1 地質図幅「豊浦」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 49 号, 北海道開発庁.
- 土居繁雄 (1960) 洞爺湖温泉の泉温低下について, *地下資源調査所報告*, 24, pp. 45–49.
- 土居繁雄, 長谷川 潔, 寺島克之, 高橋功二, 斎藤昌之, 小山内 熙, 五十嵐昭明, 岡部賢二, 鈴木 哲, 財原浩美, 坂下正弘, 秋元友造, 横平 弘 (1977) 特定鉱床開発促進調査資料 泊川上流地域, 北海道開発局長官房.
- 道南グリーン・タフ団体研究グループ (1984) 西南北海道・島牧地域の第三系—グリーン・タフ変動と島弧変動との関連性についての検討—, *地球科学*, 38, 6, pp. 380–396.
- E**
- 江原幸雄, 西田直樹, 横山 泉 (1970) 北海道における地殻熱流量の測定 (その 1), *北海道大学地球物理学研究報告*, 24, pp. 125–139.
- 江原幸雄, 横山 泉 (1971) 北海道における地殻熱流量の測定 (その 2), *北海道大学地球物理学研究報告*, 26, pp. 67–84.
- F**
- 藤林紀枝, 渡辺 寧, 加々美寛雄, 川野良信 (1995) 東北日本弧北端, 積丹半島-支笏湖地域における中新世後期～鮮新世火山岩類の化学組成の時空変遷, *地質学論集*, 44, pp. 181–195.
- 藤本和徳 (1995) 道内市町村の地熱・温泉ボーリング, 第 33 回試錐研究会講演資料集, pp. 55–65, 北海道立地下資源調査所.
- 藤本和徳, 高橋徹哉, 鈴木隆広編 (2004) 北海道市町村の地熱・温泉ボーリングデータ集, 北海道立地質研究所.
- 二間瀬 洌, 松波武雄 (1985) 北海道の地熱・温泉—1985 年・I 版— (A) 西南北海道中南部 (1975 年～1983 年) (B) 西南北海道北部 (1976 年～1983 年), *地下資源調査所調査研究報告*, 15.

- G**  
鷹澤好博 (1992) 西南北海道渡島半島の第三系層序と古地理, 地質学論集, 37, pp. 11–23.
- H**  
長谷川 昭, 中島淳一, 海野徳仁, 三浦 哲, 諏訪謡子 (2004) 東北日本弧における地殻の変形と内陸地震の発生様式, 地震 第2輯, 56, 4, pp. 413–424.  
Hasegawa, A., Nakajima, J., Uchida, N., Okada, T., Zhao, D., Matsuzawa, T., Umino, N. (2009) Plate subduction, and generation of earthquakes and magmas in Japan as inferred from seismic observations: An overview, *Gondwana Research*, 16, pp. 370–400.  
長谷川 昭, 中島淳一, 内田直希, 梁田高広, 岡田知己, 趙 大鵬, 松澤 暢, 海野徳仁 (2012) 沈み込み帯の地震の発生機構—地殻流体に規定されて発生する沈み込み帯の地震—, 地学雑誌, 121, 1, pp. 128–160.  
長谷川 昭, 中島淳一 (2022) 陸域下の低周波地震とその地震学のおよびテクトニクスの意義, 地学雑誌, 131, 3, pp. 289–315.  
長谷川 潔, 寺島克文, 黒沢邦彦 (1983) 北海道の地質と資源 III 北海道の金属鉱物資源, 北海道立地下資源調査所.  
橋本 亘, 石川俊夫, 船橋三男, 斉藤昌之, 長尾捨一編 (1958) 20万分の1北海道地質図 (1~6) 説明書, 20万分の1地質図, 北海道立地下資源調査所.  
早川福利, 国府谷盛明 (1968) 寿都町弁慶岬周辺の温泉示徴, 地下資源調査所報告, 38, p. 90.  
早川福利, 酒匂純俊, 和気 徹, 二間瀬 洌, 斉藤尚志, 松波武雄 (1983) 北海道の地質と資源 II 北海道の地熱温泉資源, 北海道立地下資源調査所.  
早坂一郎, 鈴木 醇, 原田準平, 佐々保雄, 石川俊夫, 根本忠寛, 小林 勇, 沼辺武堤, 大島正夫, 齋藤 仁, 長尾捨一, 矢部伊太郎, 橋本 亘編 (1953) 二十万分之一北海道地質図 (1) 西部, 20万分の1地質図, 北海道立地下資源調査所.  
平井浩二, 小野修司, 松枝大治 (2001) 西南北海道寿都-長万部地域における熱水性金銀鉱床の鉱化年代, 資源地質学会第51回年会講演会講演要旨集, P-36.  
平田貴一, 茂木 透, 山谷祐介, 長谷英彰, 市原 寛 (2009) MT法による黒松内地域の地下構造, 北海道大学地球物理学研究報告, 72, pp. 387–398.  
広川 治, 村山正郎 (1955) 5万分の1地質図幅「岩内」及び説明書, 5万分の1地質図, 札幌-第27号, 地質調査所.  
広瀬 亘, 岩崎深雪, 中川光弘 (2000) 北海道中央部~西部の新第三紀火成活動の変遷: K-Ar年代, 火山活動様式および全岩化学組成から見た東北日本弧北端の島弧火成活動の変遷, 地質学雑誌, 106, 2, pp. 120–135.  
広島俊男, 牧野雅彦, 村田泰章, 森尻理恵, 駒澤正夫 (1997) 渡島地域重力図, 重力図, 8, 地質調査所.  
広田知保, 和田信彦, 横山英二, 菅 和哉 (1985) 北海道水理地質図「倶知安」及び説明書, 北海道水理地質図幅, 7, 北海道立地下資源調査所.  
広田知保 (2001) 黒松内町丸山地区地下水調査報告, 北海道立地質研究所報告, 72, pp. 123–124.  
北海道電力 (2013) 泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書 (1号及び2号発電用原子炉施設の変更).  
北海道電力 (2015) 泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書 (3号発電用原子炉施設の変更).  
北海道電力: 北海道電力株式会社 泊発電所 (3号炉) 関連審査会合.  
北海道電力: 北海道電力株式会社 泊発電所 (1・2号炉) 関連審査会合.  
北海道立地下資源調査所広報紙編集委員会編 (1989) 地域エネルギーが身近に—昭和63年度地域エネルギー開発振興事業成果—, 地下資源調査所ニュース, 5, 4, p. 2.  
北海道立地下資源調査所広報紙編集委員会編 (1989) 北海道の自然公園めぐり, その1—ニセコ積丹小樽海岸国立公園—, 地下資源調査所ニュース, 5, 3, pp. 2–3.  
北海道立地下資源調査所広報紙編集委員会編 (1990) 地熱エネルギーの開発が盛ん—平成元年度地域エネルギー開発振興事業の成果—, 地下資源調査所ニュース, 6, 3, p. 2.  
北海道立地質研究所広報委員会編 (2003) 活火山定義見直し—新たに利尻山・羊蹄山・ニセコなど—, 地質研究所ニュース, 19, 2.  
北海道立地質研究所広報委員会編 (2009) ニセコ地域での温泉調査—持続可能な温泉利用をめざして—, 地質研究所ニュース, 25, 1, p. 2.  
北海道立総合研究機構環境・地質研究本部地質研究所広報委員会編 (2012) ニセコ山麓の温泉の生い立ちをさぐる, 地質研究所ニュース, 28, 2.  
Honda, S., Yoshida, T. (2005) Application of the model of small-scale convection under the island arc to the NE Honshu subduction zone, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 6, 1, Q01002, doi: 10.1029/2004GC000785.  
Honda, S., Yoshida, T., Aoike, K. (2007) Spatial and temporal evolution of arc volcanism in the northeast Honshu and Izu-Bonin Arcs: Evidence of small-scale convection under the island arc?, *Island Arc*, 16, pp. 214–223.  
堀 昌雄, 高木慎一郎, 玉生志郎, 村岡洋文, 品田正一, 清川 求 (1986) 全国地熱資源総合調査の地域レポート (1) ニセコ地域 (火山性熱水対流系地域タイプ①), 地熱エネルギー, 11, 4, pp. 340–368, 新エネルギー財団地熱本部.  
Hua, Y., Zhao, D., Xu, Y., Wang, Z. (2019) Arc-arc collision caused the 2018 Eastern Iburi earthquake (M 6.7) in Hokkaido, Japan, *Scientific Reports*, 9:13914, doi: 10.1038/s41598-019-50305-x.

## I

- 五十嵐昭明, 横田節哉 (1970) 北海道ニセコ火山東部地域の第四紀鉍化作用, 地質調査所月報, 21, 6, pp. 361-385.
- Iinuma, T., Kato, T., Hori, M. (2005) Inversion of GPS velocity and seismicity data to yield changes in stress in the Japanese Islands, *Geophysical Journal International*, 160, 2, pp. 417-434.
- 池谷仙之, 植松健児 (1968) 瀬棚層と黒松内層との関係について—北海道渡島半島八雲・今金・瀬棚地域の地質—, 地質学雑誌, 74, 1, pp. 21-36.
- 池谷仙之, 林 慶一 (1982) 北海道渡島半島黒松内地方の地質, 地質学雑誌, 88, 7, pp. 613-632.
- Imai, I., Issiki, N., Nozawa, T., Tanaka, K., Yamada, N., Yoshida, T. (1982) Geological map of Japan, 1:5,000,000 (Fourth edition), Geological Survey of Japan.
- 今井 登, 寺島 滋, 太田充恒, 御子柴 (氏家) 真澄, 岡井貴司, 立花好子, 富樫茂子, 松久幸敬, 金井 豊, 上岡 晃, 谷口政碩 (2004) 日本の地球化学図, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 今井 登, 寺島 滋, 太田充恒, 御子柴 (氏家) 真澄, 岡井貴司, 立花好子, 池原 研, 片山 肇, 野田 篤, 富樫茂子, 松久幸敬, 金井 豊, 上岡 晃 (2010) 海と陸の地球化学図, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 石田正夫, 秦 光男 (1986) 50 万分の 1 地質図「札幌」, 50 万分の 1 地質図幅, 4, 地質調査所.
- 石田正夫, 秦 光男 (1989) 西南北海道渡島半島第三系の地質構造発達史, 地質学論集, 32, pp. 29-56.
- 石田正夫, 三村弘二, 広島俊男 (1991) 20 万分の 1 地質図幅「岩内 (第 2 版)」, 20 万分の 1 地質図, 地質調査所.
- 石原舜三, 佐々木 昭, 佐藤興平 (1992) 日本鉍床生成図 深成岩活動と鉍化作用 (3) 第三紀—第四紀, 200 万分の 1 地質編集図, 15-3, 地質調査所.
- 石原舜三, 笠原裕子, 松枝大治 (1998) 北海道南西部における新第三紀花崗岩類の発見, 地質調査所月報, 49, 9, pp. 461-467.
- 石川俊夫, 勝井義雄, 大場与志男, 佐藤博之 (1969) 北海道のカルデラについての 2・3 の問題, 火山 第 2 集, 14, 2, pp. 97-108.
- 磯見 博 (1968) 日本地質構造図, 200 万分の 1 地質編集図, 12, 地質調査所.
- 板木拓也, 能條 歩 (2004) 西南北海道今金地域の新第三系黒松内層から産出した放射虫化石による生層序年代, 地質学雑誌, 110, 5, pp. 325-328.
- 泉 紀明, 西澤あずさ, 堀内大嗣, 木戸ゆかり, 中田 高, 後藤秀昭, 渡辺満久, 鈴木康弘 (2014) 3 秒グリッド DEM から作成した日本海東縁部の 3D 海底地形, 海洋情報部研究報告, 51, pp. 127-143.

## J

- 地震調査研究推進本部地震調査委員会編 (2009) 日本の地

震活動—被害地震から見た地域別の特徴—<第 2 版>, 地震予知総合研究振興会地震調査研究センター.

## K

- 海上保安庁 (1996) 20 万分の 1 海底地形図「日本北海道西岸石狩湾西方」, 第 6657 号.
- 海上保安庁水路部 (1995) 沿岸の海の基本図 (5 万分の 1) 寿都, 海図, 第 6325 号 1<sup>S</sup>.
- 鎌谷紀子, 勝間田明男 (2004) 火山から離れた地域で発生している深部低周波微動・地震—その分布と発生原因—, 地震 第 2 輯, 57, pp. 11-28.
- Kaneoka, I., Yamagishi, H., Yahata, M. (1987) K-Ar ages of the Neogene submarine volcanic rocks and overlying Quaternary subaerial lavas from the Mt. Karibayama area, Southwest Hokkaido, *Bulletin of the Volcanological Society of Japan, Second Series*, 32, 4, pp. 329-333.
- 環境省: 再生可能エネルギー情報提供システム, <https://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/index.html?msclkid=7b06bf8fcf7b11ec854afd71371b3b91>, 2022 年 5 月 13 日閲覧.
- 鹿野和彦, 山岸宏光, 宇井忠英, 小野晃司, 星住英夫, 巖谷敏光, 中野 俊, 山元孝広, 宇都浩三, 川辺禎久, 曾屋龍典, 湯浅真人編 (2000) 日本の新生代火山岩の分布と産状 Ver.1.0, 数値地質図, G-4, 地質調査所.
- 鹿野和彦, 栗本史雄, 巖谷敏光, 星住英夫, 松浦浩久, 牧本 博 (2002) 日本地質図第 5 版, 200 万分の 1 地質編集図, 4, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 片山 肇, 井内美郎, 池原 研 (2012) 積丹半島付近表層堆積図, 海洋地質図, 76 (CD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 片山 肇, 井内美郎, 池原 研 (2013) 奥尻島北方表層堆積図, 海洋地質図, 80 (CD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- Katsumata, A. (2010) Depth of the Moho discontinuity beneath the Japanese islands estimated by traveltimes analysis, *Journal of Geophysical Research*, 115, B04303, doi: 10.1029/2008JB005864.
- 勝俣 啓 (2005) 北海道地方の地殻内地震分布の上限・下限, 北海道大学地球物理学研究報告, 68, pp. 153-159.
- 川村政和 (1998) 北海道ニセコ地域山麓における河川源流の水温とアニオン濃度分布の地域的特徴について, 地質調査所月報, 49, 8, pp. 413-424.
- 河野義礼, 植田良夫 (1966) 本邦産火成岩の K-A dating (IV)—東北日本の花崗岩類—, 岩石鉍物鉍床学会誌, 56, 2, pp. 41-55.
- 河野義礼, 植田良夫 (1967) 本邦火成岩の K-Ar dating (VI)—花崗岩類, 総括—, 岩石鉍物鉍床学会誌, 57, 5, pp. 177-187.
- 風早康平, 高橋正明, 切田 司, 内藤一樹, 渡部芳夫 (2015) 日本列島におけるスラブ起源水の上昇地域の分布図, 地質調査総合センター研究資料集, 616.

- 経済企画庁 (1967) 50 万分の 1 土地分類図 (表層地質図 I) 北海道地方, 50 万分の 1 土地分類基本調査, 経済企画庁.
- 金原啓司, 阪口圭一 (1989) 日本の主要地熱地域の地質と温泉・変質帯分布, 地質調査所報告, 270.
- 気象庁: 地震月報 (カタログ編), <https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/bulletin/index.html>, 2023 年 5 月 18 日閲覧.
- 気象庁: 震源リスト, [https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/daily\\_map/index.html](https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/daily_map/index.html), 2022 年 5 月 11 日閲覧.
- 気象庁: 日本活火山総覧 (第 4 版) Web 掲載版, [https://www.data.jma.go.jp/vois/data/tokyo/STOCK/souran/menu\\_jma\\_hp.html](https://www.data.jma.go.jp/vois/data/tokyo/STOCK/souran/menu_jma_hp.html), 2022 年 5 月 11 日閲覧.
- 気象庁: 発震機構解 (精査後), <https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/mech/index.html>, 2023 年 5 月 15 日閲覧.
- Kita, S., Hasegawa, A., Nakajima, J., Okada, T., Matsuzawa, T., Katsumata, K. (2012) High-resolution seismic velocity structure beneath the Hokkaido corner, northern Japan: Arc-arc collision and origins of the 1970 M 6.7 Hidaka and 1982 M 7.1 Urakawa-oki earthquakes, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 117, B12301, doi: 10.1029/2012JB009356.
- Kita, S., Nakajima, J., Hasegawa, A., Okada, T., Katsumata, K., Asano, Y., Kimura, T. (2014) Detailed seismic attenuation structure beneath Hokkaido, northeastern Japan: Arc-arc collision process, arc magmatism, and seismotectonics, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 119, pp. 6486–6511.
- 小崎 尚, 野上道男, 小野有五, 平川一臣編 (2003) 日本の地形 2 北海道, 東京大学出版会.
- 児玉 浩, 宇井忠英 (1996) イワオヌプリ火山, ニトヌプリ火山, チセヌプリ火山における火山地質学的, 岩石学的研究, 日本火山学会講演予稿集, B6.
- 国土地理院 (1997) 日本の地殻水平歪図, <https://www.gsi.go.jp/cais/HIZUMI-hizumi.html>, 2023 年 9 月 25 日閲覧.
- 国土地理院: 日本列島の地殻変動, <https://www.gsi.go.jp/kanishi/>, 2022 年 5 月 24 日閲覧.
- 小松 亮, 梅田浩司 (1999) 日本列島における温泉・熱水変質帯について, サイクル機構技報, 4, pp. 121–128.
- 駒澤正夫, 広島俊男, 村田泰章, 牧野雅彦, 森尻理恵 (1998) 札幌地域重力図 (ブーゲー異常), 重力図, 10, 地質調査所.
- 駒沢正夫, 広島俊男, 石原丈実, 村田泰章, 山崎俊嗣, 上嶋正人, 牧野雅彦, 森尻理恵, 志知龍一, 岸本清行, 木川栄一 (1999) 日本重力図 (ブーゲー異常), 地質調査所.
- 国府谷盛明, 土居繁雄 (1961) 5 万分の 1 地質図幅「狩太」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 38 号, 北海道立地下資源調査所.
- 輿水達司, 山崎 淳, 加藤 誠 (1986) 西南北海道渡島半島新生界のフィッシュン・トラック年代, 地質学雑誌, 92, 11, pp. 771–780.
- 小菅正裕, 野呂康平, 増川和真 (2017) 東北日本で発生する深部低周波地震の震源の時空間分布の特徴と地震波形の多様性, 地震研究所彙報, 92, pp. 63–80.
- Koulakov, I., Kukarina, E., Fathi, I. H., El Khrepy, S., Al-Arifi, N. (2015) Anisotropic tomography of Hokkaido reveals delamination-induced flow above a subducting slab, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 120, pp. 3219–3239.
- 久保和也, 石田正夫, 成田英吉 (1983) 長万部地域の地質, 地域地質研究報告 (5 万分の 1 図幅), 札幌 (4) 第 48 号, 地質調査所.
- 久保和也, 柴田 賢, 石田正夫 (1988) 西南北海道, 長万部地域の第三紀火山岩類の K-Ar 年代, 地質学雑誌, 94, 10, pp. 789–792.
- 黒沢邦彦, 田近 淳, 八幡正弘, 山岸宏光 (1993) 5 万分の 1 地質図幅「大平山」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 47 号, 北海道立地下資源調査所.
- 日下 哉, 鹿島愛彦, 伊藤田直史, 能條 歩, 美利河海牛調査研究会 (1996) 日本で初めて発見された温水カルスト—北海道南西部今金町ピリカ鍾乳洞—, 地球科学, 50, 5, pp. 403–407.
- 草野友宏, 浅森浩一, 梅田浩司 (2012) 日本列島における地下水・温泉ガスのヘリウム同位体比データベースの作成, JAEA-Data/Code 2012-017, 日本原子力研究開発機構.

## L

- Lee, C., Wada, I. (2017) Clustering of arc volcanoes caused by temperature perturbations in the back-arc mantle, *Nature Communications*, 8, 15753, doi: 10.1038/ncomms15753.
- Lee, C., Wada, I. (2021) Volcano clustering promoted by the cessation of back-arc spreading and ensuing nascent lithospheric drips, *Geophysical Research Letters*, 48, e2020GL091433, doi: 10.1029/2020GL091433.
- Liu, X., Zhao, D., Li, S. (2013) Seismic heterogeneity and anisotropy of the southern Kuril arc: insight into megathrust earthquakes, *Geophysical Journal International*, 194, pp. 1069–1090.
- Liu, X., Zhao, D. (2016) Seismic velocity azimuthal anisotropy of the Japan subduction zone: Constraints from P and S wave traveltimes, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 121, pp. 5086–5115.
- Liu, X., Zhao, D. (2017) P-wave anisotropy, mantle wedge flow and olivine fabrics beneath Japan, *Geophysical Journal International*, 210, pp. 1410–1431.

## M

- 町田 洋, 新井房夫 (2003) 新編 火山灰アトラス 日本列



- 島とその周辺, 東京大学出版会.
- 牧野雅彦, 大久保泰邦, 中塚 正 (1992) 日本の磁気図及び説明書, 200 万分の 1 地質編集図, 23, 地質調査所.
- 丸茂克美 (1985) 西南北海道洞爺湖周辺地域に分布する変質帯の地質・鉱物学的検討, 鉱山地質, 35, 5, pp.331-344.
- 丸茂克美, 沢井長雄 (1986) 西南北海道グリーンタフ地域のいくつかの鉱床産変質岩の K-Ar 年代, 鉱山地質, 36, 1, pp. 21-26.
- Matsubara, M., Sato, H., Uehira, K., Mochizuki, M., Kanazawa, T. (2017) Three-dimensional seismic velocity structure beneath Japanese Islands and surroundings based on NIED seismic networks using both inland and offshore events, *Journal of Disaster Research*, 12, 5, pp. 844-857.
- Matsubara, M., Sato, H., Uehira, K., Mochizuki, M., Kanazawa, T., Takahashi, N., Suzuki, K., Kamiya, S. (2019) Seismic velocity structure in and around the Japanese Island arc derived from seismic tomography including NIED MOWLAS Hi-net and S-net data, *Seismic Waves—Probing Earth System*, doi: 10.5772/intechopen.86936.
- Matsubara, M., Ishiyama, T., No, T., Uehira, K., Mochizuki, M., Kanazawa, T., Takahashi, N., Kamiya, S. (2022) Seismic velocity structure along the Sea of Japan with large events derived from seismic tomography for whole Japanese Islands including reflection survey data and NIED MOWLAS Hi-net and S-net data, *Earth, Planets and Space*, 74, 171, doi: 10.1186/s40623-022-01724-0.
- 松原 誠, 石山達也, 野 徹夫, 植平賢治, 望月将志, 金澤敏彦, 高橋成実, 神谷眞一郎 (2022) 日本列島下の三次元地震波速度構造 (2022 年度版), [https://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo\\_kozo/](https://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo_kozo/), 2023 年 9 月 25 日閲覧.
- 松井公平 (1965) 岩内町雷電温泉, 地下資源調査所報告, 34, p. 70.
- 松波武雄, 秋田藤夫, 高見雅三, 若浜 洋, 岡崎紀俊 (1991) 北海道地熱・温泉ボーリング井データ集 ~1990, 北海道立地下資源調査所.
- 松波武雄, 秋田藤夫, 高見雅三, 若浜 洋, 岡崎紀俊 (1991) 北海道地熱・温泉ボーリング井索引図 ~1990, 北海道立地下資源調査所.
- 松波武雄 (1992) 北海道の高濃度塩化物泉について, 地下資源調査所報告, 64, pp. 17-30.
- 松波武雄, 高見雅三, 二間瀬 洌 (1994) ニセコ山系北麓岩内周辺の熱水系について, 地下資源調査所報告, 66, pp. 1-26.
- 松波武雄 (1995) 北海道の海岸地域に分布する高濃度塩水について, 地下資源調査所報告, 67, pp. 41-58.
- 松波武雄, 鈴木豊重, 藤本和徳, 秋田藤夫, 若浜 洋 (1996) 北海道地熱・温泉ボーリング井データ集 1991~1995, 北海道立地下資源調査所.
- 松波武雄, 鈴木豊重, 藤本和徳, 秋田藤夫, 若浜 洋 (1996) 北海道地熱・温泉ボーリング井索引図 1991~1995, 北海道立地下資源調査所.
- 松波武雄, 鈴木豊重 (1997) 西部北海道の基盤岩類と伝導卓越系温泉について, 地下資源調査所報告, 68, pp. 1-16.
- 松波武雄, 鈴木隆広 (1997) 道内温泉水等の水素・酸素同位体比, 地下資源調査所報告, 68, pp. 149-152.
- 松波武雄 (1998) 北海道の中性~アルカリ性硫酸塩泉について, 地下資源調査所報告, 69, pp. 1-13.
- 松波武雄, 藤本和徳, 鈴木隆広 (2000) 北海道の温泉井と“新規温泉地”について, 北海道立地質研究所報告, 71, pp. 13-25.
- 松波武雄, 秋田藤夫, 柴田智郎, 藤本和徳, 鈴木隆広, 高橋徹哉 (2001) 北海道地熱・温泉ボーリング井データ集 1996~2000, 北海道立地質研究所.
- 松波武雄, 秋田藤夫, 柴田智郎, 藤本和徳, 鈴木隆広, 高橋徹哉 (2001) 北海道地熱・温泉ボーリング井索引図 1996~2000, 北海道立地質研究所.
- 松尾良子, 中川光弘 (2017) 北海道南西部ニセコ火山群, イワオヌブリ火山の形成史と活動年代, 日本地球惑星科学連合大会予稿集, SVC50-P13.
- Miura, S., Sato, T., Hasegawa, A., Suwa, Y., Tachibana, K., Yui, S. (2004) Strain concentration zone along the volcanic front derived by GPS observations in NE Japan arc, *Earth, Planets and Space*, 56, pp. 1347-1355.
- Mizutani, Y., Sugiura, T. (1982) Variations in chemical and isotopic compositions of fumarolic gases from Showashinzan volcano, Hokkaido, Japan, *Geochemical Journal*, 16, 2, pp. 63-71.
- 森野祐助, 大森一人, 鈴木隆広 (2020) ニセコ地域における表流水の水素・酸素安定同位体比分布, 北海道地質研究所報告, 91, pp. 23-28.
- Morishige, M., van Keken, P. E. (2014) Along-arc variation in the 3-D thermal structure around the junction between the Japan and Kurile arcs, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 15, pp. 2225-2240.
- Morishige, M. (2015) A new regime of slab-mantle coupling at the plate interface and its possible implications for the distribution of volcanoes, *Earth and Planetary Science Letters*, 427, pp. 262-271.
- 守屋以智雄 (1979) 日本の第四紀火山の地形発達と分類, *地理学評論*, 52, 9, pp. 479-501.
- 守屋以智雄 (1979) 日本の第四紀前半の火砕流台地, *火山*, 24, 2, p. 119.
- 守屋以智雄 (1983) 日本の火山地形, *UP Earth Science*, 東京大学出版会.
- 村上 亮, 小沢慎三郎 (2004) GPS 連続観測による日本列島上下地殻変動とその意義, *地震* 第 2 輯, 57, pp.209-

231.  
村松容一 (2018) 日本の水溶性天然ガス田におけるかん水の水質形成機構(予察)―続成変質による間隙水の進化―, 温泉科学, 68, pp. 66–83.
- 村岡洋文, 阪口圭一, 玉生志郎, 佐々木宗建, 茂野 博, 水垣桂子 (2007) 日本の熱水系アトラス, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 村岡洋文, 阪口圭一, 玉生志郎, 佐々木宗建, 茂野 博, 水垣桂子, 駒澤正夫 (2009) 全国地熱ポテンシャルマップ, 数値地質図, GT-4, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- N**
- 長尾捨一 (1969) 北海道の構造性天然ガスについて, 地下資源調査所報告, 40, pp. 1–59.
- 長尾 巧, 佐々保雄 (1933) 北海道西南部の新生代層と最近の地史 (1), 地質学雑誌, 40, 480, pp. 555–577.
- 長尾 巧, 佐々保雄 (1933) 北海道西南部の新生代層と最近の地史 (2), 地質学雑誌, 40, 483, pp. 750–755.
- 長尾 巧, 佐々保雄 (1934) 北海道西南部の新生代層と最近の地史 (3), 地質学雑誌, 41, 485, pp. 47–60.
- 長尾 巧, 佐々保雄 (1934) 北海道西南部の新生代層と最近の地史 (4), 地質学雑誌, 41, 488, pp. 211–260.
- 内藤一樹 (2017) 国内の鉱床・鉱微地に関する位置データ集 (第2版), 地質調査総合センター速報, 73.
- Nakagawa, M. (1992) Spatial variation in chemical composition of Pliocene and Quaternary volcanic rocks in southwestern Hokkaido, northeastern Japan arc, *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University. Series 4, Geology and mineralogy*, 23, 2, pp. 175–197.
- 中川光弘, 丸山裕則, 船山 淳 (1995) 北海道第四紀火山の分布と主成分化学組成の広域変化, *火山*, 40, 1, pp. 13–31.
- 中川光弘, 広瀬 亘, 岩崎深雪 (1999) 北海道の6Ma以降の火山活動の時空変遷から見た千島弧―東北日本弧会合部のテクトニクス変遷, *月刊地球*, 21, 9, pp. 543–548.
- 中川光弘, 清野寛子 (2000) 東北日本弧背弧側、第四紀火山の成因: 日本海盆沈み込み可能性, *日本地質学会第107年学術大会講演要旨*, O-315.
- 中川光弘 (2016) 北海道の活火山の活動の現況と今後, 第54回試錐研究会講演資料集, pp. 1–26, 北海道立総合研究機構環境・地質研究本部地質研究所.
- 中川良三 (1985) 北海道の地熱地帯の噴気によって放出される水銀量, *日本化学会誌*, 4, pp. 703–708.
- Nakajima, J., Hasegawa, A. (2021) Prevalence of shallow low-frequency earthquakes in the continental crust, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 126, e2020JB021391, doi: 10.1029/2020JB021391.
- Nakamura, M., Yoshida, Y., Zhao, D., Takayama, H., Obana, K., Katao, H., Kasahara, J., Kanazawa, T., Kodaira, S., Sato, T., Shiobara, H., Shinohara, M., Shimamura, H., Takahashi, N., Nakanishi, A., Hino, R., Murai, Y., Mochizuki, K. (2008) Three-dimensional P- and S-wave velocity structures beneath Japan, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 168, pp. 49–70.
- Nakamura, R., Shiina, T. (2019) Three-dimensional S-wave attenuation structure in and around source area of the 2018 Hokkaido Eastern Iwate Earthquake, Japan, *Earth, Planets and Space*, 71:114, doi: 10.1186/s40623-019-1095-6.
- 中野 俊, 西来邦章, 宝田晋治, 星住英夫, 石塚吉浩, 伊藤順一, 川辺禎久, 及川輝樹, 古川竜太, 下司信夫, 石塚 治, 山元孝広, 岸本清行編 (2013) 日本の火山 (第3版), 200万分の1地質編集図, 11, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 中田英二, 田中和広 (2001) マグマの貫入が岩盤に与える影響―活火山周辺に分布するマグマ噴出跡の分布―, *日本応用地質学会平成13年度研究発表会講演論文集*, pp. 55–58.
- 成田英吉, 矢島淳吉, 太田英順, 渡辺 寧, 羽坂俊一, 羽坂なな子, 平野英雄, 須藤定久 (1996) 鉱物資源図 北海道 (東部・西部), 鉱物資源図, 1, 地質調査所.
- 日本地質学会編 (2010) 日本地方地質誌1 北海道地方, 朝倉書店.
- 日本の地質『北海道地方』編集委員会編 (1990) 日本の地質1 北海道地方, 共立出版.
- 日本の地質増補版編集委員会編 (2005) 日本の地質 増補版, 共立出版.
- 西田泰典, 橋本武志 (2007) 北海道における地殻, 上部マントルの熱的構造: 総合報告, 北海道大学地球物理学研究報告, 70, pp. 1–12.
- 西来邦章, 伊藤順一, 上野龍之編 (2012) 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース, 地質調査総合センター速報, 60, <https://unit.aist.go.jp/ievg/dger/db/QVDB/>, 2022年5月11日閲覧.
- 西来邦章, 伊藤順一, 上野龍之, 内藤一樹, 塚本 斉 (2014) 第四紀噴火・貫入活動データベース, [https://gbank.gsj.jp/quaternary/index\\_qvir.php](https://gbank.gsj.jp/quaternary/index_qvir.php), 2022年5月11日閲覧.
- Niu, X., Zhao, D., Li, J., Ruan, A. (2016) P wave azimuthal and radial anisotropy of the Hokkaido subduction zone, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 121, pp. 2636–2660.
- 能條 歩, 都郷義寛, 鈴木明彦, 嵯峨山 積 (1994) 西南北海道今金地域の新第三系黒松内層の岩相層序と年代, *地質学雑誌*, 100, 10, pp. 771–786.
- 能條 歩, 鈴木明彦, 日下 哉, 都郷義寛 (1994) 西南北海道今金地域の黒松内層今金火山岩類のK-Ar年代, *地球科学*, 48, 1, pp. 57–62.
- 能條 歩, 鈴木明彦, 松田敏孝, 都郷義寛 (1996) 西南北海道における黒松内層相当層の再検討, *日本地質学会第103年学術大会講演要旨*, p. 110.
- 能條 歩, 鈴木明彦, 都郷義寛, 美利河海牛化石調査研究

- 会(1996) 西南北海道瀬棚層の堆積年代, 今金地域研究, 2, pp. 15–22.
- 能條 歩, 松田敏孝(1997) 西南北海道今金-上八雲地域の瀬棚層の“不整合”, 今金地域研究, 3, pp. 15–28.
- 能條 歩, 都郷義寛, 鈴木明彦, 嶋田智恵子, 板木拓也(1997) 西南北海道日本海側熊石-乙部地域の鮮新統~更新統の堆積年代, 地球科学, 51, 3, pp. 245–250.
- 能條 歩, 長谷川四郎, 岡田尚武, 都郷義寛, 鈴木明彦, 松田敏孝(1999) 西南北海道瀬棚層の広域的岩相層序区分と生層序年代, 地質学雑誌, 105, 5, pp. 370–388.
- O**
- 大場与志男(1960) ニセコ火山群の岩石について, 地質学雑誌, 66, 783, pp. 788–799.
- 小倉信雄, 鈴木良一(1971) 国富鉱山付近の地質構造, 火成活動および鉱化作用について, 鉱山地質, 21, 3, pp. 195–207.
- 大森一人, 鈴木隆広, 石畑隆史(2016) 地熱水化学成分のモニタリング結果—洞爺湖温泉地区 地熱調査ボーリング(KH-1 井)—, 北海道地質研究所報告, 88, pp. 31–35.
- 大森一人, 鈴木隆広, 田村 慎, 石畑隆史(2016) 地熱水化学成分のモニタリング結果—洞爺湖温泉地域における地熱構造ボーリング井(KH-1)—, 平成28年度環境・地質研究本部 調査研究成果発表会地質研究所要旨集, p. 10.
- 大森一人(2018) 泉質分析による温泉水の起源と成因の推定, 平成30年度調査研究成果発表会資料集, p. 48, 北海道立総合研究機構環境・地質研究本部地質研究所.
- 大森一人, 鈴木隆広(2018) ニセコ火山群周辺の温泉水の化学組成(その1), 北海道地質研究所報告, 90, pp. 49–55.
- 大森一人(2020) 化学成分から分類した温泉水の起源と地理的關係, 産業技術環境研究本部 エネルギー・環境・地質研究所 調査研究成果資料集 令和2年度(2020年度), S-3.
- 大森一人, 鈴木隆広(2020) ニセコ火山群周辺の温泉水の化学組成(その2), 北海道地質研究所報告, 91, pp. 17–22.
- Ohta, E., Kawano, Y., Nakagawa, M., Kagami, H. (1998) Petrochemistry of late Miocene to Quaternary igneous rocks and metallogenesis in Southwest Hokkaido, Japan, Resource Geology, 48, 3, pp. 183–196.
- 大津 直(1991) 真狩村の地質と温泉ボーリング, 第29回試錐研究会講演資料集, pp. 85–94, 北海道立地下資源調査所.
- 大園真子(2013) GPS観測に基づく北海道地方の2011年東北地方太平洋沖地震(Mw9.0)に伴うひずみの時空間変化, 北海道大学地球物理学研究報告, 76, pp. 97–110.
- 及川輝樹(2011) 江戸時代における北海道の噴煙活動と噴火活動の關係, 日本火山学会講演予稿集, B1-14.
- 岡 大輔(2018) 重力探査・電磁探査による地下構造調査, 平成30年度調査研究成果発表会資料集, p. 47, 北海道立総合研究機構環境・地質研究本部地質研究所.
- Oka, D., Tamura, M., Mogi, T., Nakagawa, M., Takahashi, H., Ohzono, M., Ichiyangi, M. (2023) Conceptual model of supercritical geothermal system in Shiribeshi Region, Hokkaido, Japan, Geothermics, 108, 102617, doi: 10.1016/j.geothermics.2022.102617.
- 岡村 聰(1984) 西南北海道寿都半島における新第三系と火山活動, 地質学雑誌, 90, 6, pp. 383–391.
- 岡村 聰(1986) 西南北海道寿都半島の新第三紀火山岩類, 地質学雑誌, 92, 2, pp. 91–108.
- 岡村行信, 佐藤太一(2023) 積丹半島付近海底地質図, 海洋地質図, 94, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 大久保泰邦(1984) 全国のキュリー点解析結果, 地質ニュース, 362, pp. 12–17, 地質調査所.
- Okubo, Y., Tsu, H., Ogawa, K. (1989) Estimation of Curie point temperature and geothermal structure of island arcs of Japan, Tectonophysics, 159, 3-4, pp. 279–290.
- 大久保泰邦(1993) 日本列島の温度勾配図, 日本地熱学会誌, 15, 1, pp. 1–21.
- 大久保泰邦, 秋田藤夫, 田中明子(1997) 北海道の温度勾配図とシミュレーション, 地質ニュース, 517, pp. 24–29, 地質調査所.
- 大久保泰邦, 秋田藤夫, 田中明子(1998) 地温勾配図作成と地下温度構造を求める試み—北海道の例—, 日本地熱学会誌, 20, 1, pp. 15–29.
- 奥野 充(2003) ニセコ・イワオヌブリ, 大雪山・旭岳, 屈斜路・アトサヌブリにおける最新噴火の年代学的研究, 北海道における完新世火山の火山活動特性の評価, 平成12年度~平成14年度科学研究費補助金(基礎研究(C)(2))研究成果報告書(課題番号 12640461), pp. 13–23.
- Omuralieva, M. A., Hasegawa, A., Matsuzawa, T., Nakajima, J., Okada, T. (2012) Lateral variation of the cutoff depth of shallow earthquakes beneath the Japan Islands and its implications for seismogenesis, Tectonophysics, 518-521, pp. 93–105.
- 小野晃司, 曾屋龍典, 三村弘二編(1981) 日本の火山(第2版), 200万分の1地質編集図, 11, 地質調査所.
- 小野修司, 平井浩二, 松枝大治(2001) 西南北海道寿都鉱床の多金属鉱化作用, 資源地質学会第51回年会講演会講演要旨集, P-35.
- Ono, S., Hirai, K., Matsueda, H., Kabashima, T. (2004) Polymetallic mineralization at the Suttu vein-type deposit, southwestern Hokkaido, Japan, Resource Geology, 54, 4, pp. 453–464.
- 太田良平(1956) 5万分の1地質図幅「虻田」及び説明書, 5万分の1地質図, 札幌第50号, 地質調査所.
- 大槻憲四郎(1989) 鉱脈による新第三紀東北本州弧の造構応力場復元, 地質学論集, 32, pp. 281–304.

S

- Sagayama, T. (1997) Evidence of lower sea-level stage during 10.5 to 5.5 Ma in the hot spring drillhole of Niseko, southwest Hokkaido, Japan, Commemorative Volume for Professor Makoto Kato, pp. 381–387.
- 嵯峨山 積, 内田康人, 村山泰司, 菅 和哉, 濱田誠一 (1999) 1998年浅海域地質調査(西南北海道海域)の概要—岩内海域および島牧・寿都海域—, 地下資源調査所報告, 70, pp. 149–160.
- 嵯峨山 積, 内田康人, 大澤賢人, 菅 和哉, 濱田誠一, 村山泰司, 仁科健二 (2000) 北海道沿岸域の地質・底質環境—2— 西南北海道海域, 北海道立地質研究所調査研究報告, 29.
- Sagiya, T., Miyazaki, S., Tada, T. (2000) Continuous GPS array and present-day crustal deformation of Japan, Pure and Applied Geophysics, 157, pp. 2303–2322.
- Sagiya, T. (2004) A decade of GEONET: 1994–2003 — The continuous GPS observation in Japan and its impact on earthquake studies—, Earth, Planets and Space, 56, pp. xxix–xli.
- 斎藤 仁 (1962) 北海道の鉱泉資源, 地下資源調査所報告, 28, pp. 1–88.
- 斉藤正雄, 五十嵐昭明, 番場猛夫, 沢 俊明, 山田敬一, 成田英吉 (1963) 北海道金属非金属鉱床総覧 I. 新第三紀後期-第四紀の鉱化作用, 地質調査所.
- 斉藤正雄, 番場猛夫, 沢 俊明, 成田英吉, 五十嵐昭明, 山田敬一, 佐藤博之 (1967) 北海道金属非金属鉱床総覧 地質調査所.
- 斎藤正次 (1953) 300万分の1日本地質図, 地質調査所.
- 斎藤昌之, 藤原哲夫, 石山昭三, 松井公平 (1956) 5万分の1地質図幅「留寿都」及び説明書, 5万分の1地質図, 札幌-第39号, 北海道開発庁.
- 坂川幸洋, 梅田浩司, 鈴木元孝, 梶原竜哉, 内田洋平 (2004) 日本の坑井温度プロファイルデータベース, 地震 第2輯, 57, 1, pp. 63–67.
- 酒匂純俊, 佐藤 巖, 二間瀬 洌, 重山 武 (1966) 島牧村の温泉資源について, 地下資源調査所報告, 36, pp. 39–47.
- 酒匂純俊, 和気 徹, 早川福利, 二間瀬 洌, 横山英二, 斎藤尚志, 松波武雄, 内田 豊 (1976) 北海道の地熱・温泉 (A) 西南北海道中南部, 地下資源調査所調査研究報告, 3.
- 酒匂純俊, 和気 徹, 早川福利, 二間瀬 洌, 横山英二, 松波武雄, 斎藤尚志, 内田 豊 (1977) 北海道の地熱・温泉 (B) 西南北海道北部, 地下資源調査所調査研究報告, 4.
- 酒匂純俊, 鈴木 守, 長谷川 潔, 高橋功二, 松下勝秀, 舟橋三男 (1980) 北海道の地質と資源 I 北海道の地質—北海道地質図—, 60万分の1地質図, 北海道立地下資源調査所.
- 産業技術総合研究所: 高分解能音波探査断面データベース (3.5kHz SBP), [https://gbank.gsj.jp/sbp\\_db/pages/co](https://gbank.gsj.jp/sbp_db/pages/co)
- ver.html, 2023年9月25日閲覧.
- 産業技術総合研究所: 地下構造可視化システム, <https://gbank.gsj.jp/subsurface/>, 2022年5月11日閲覧.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2002) 北海道地質ガイド第2版, 数値地質図, G-7.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2003) 100万分の1日本地質図第3版 CD-ROM 版第2版, 数値地質図, G-1.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2003) 200万分の1日本地質図第5版 CD-ROM 版, 数値地質図, G-10.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2005) 日本温泉・鉱泉分布図及び一覧 (第2版) CD-ROM 版, 数値地質図, GT-2.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2005) 日本空中磁気データベース, 数値地質図, P-6.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2013) 日本重力データベース DVD 版, 数値地質図, P-2.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) 20万分の1日本火山図 (Ver. 1.0d), <https://gbank.gsj.jp/volcano/vmap/>, 2022年9月25日閲覧.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2022) 20万分の1日本シームレス地質図 V2, <https://gbank.gsj.jp/seamless/v2.html>, 2023年9月25日閲覧.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター: 地殻応力場データベース, <https://gbank.gsj.jp/crstress/>, 2023年9月25日閲覧.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター: 海域地質構造データベース, <https://gbank.gsj.jp/marineseisdb/>, 2023年9月25日閲覧.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター: 第四紀火山, [https://gbank.gsj.jp/volcano/Quat\\_Vol/index.html](https://gbank.gsj.jp/volcano/Quat_Vol/index.html), 2023年9月27日閲覧.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター: 地質図表示システム 地質図 Navi, <https://gbank.gsj.jp/geonavi/>, 2023年9月25日閲覧.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター: 地熱情報データベース (GRES-DB), <https://gbank.gsj.jp/gres-db/>, 2022年5月11日閲覧.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター: 日本の活火山, [https://gbank.gsj.jp/volcano/Act\\_Vol/index.html](https://gbank.gsj.jp/volcano/Act_Vol/index.html), 2022年5月10日閲覧.
- Sano, Y., Wakita, H. (1985) Geographical distribution of  $^3\text{He}/^4\text{He}$  ratios in Japan: Implications for arc tectonics and incipient magmatism, Journal of Geophysical Research, 90, B10, pp. 8729–8741.
- 沢井長雄, 板谷徹丸 (1993) 西南北海道積丹—洞爺地域の黒鉱型鉱床の K-Ar 年代, 資源地質, 43, 3, pp. 165–172.
- 沢井長雄, 板谷徹丸 (2015) 西南北海道積丹—洞爺地域の熱水鉱床の K-Ar 年代, 地質技術, 5, pp. 1–10.
- 沢 俊明, 山田敬一, 成田英吉, 斎藤正雄, 番場猛夫, 五十嵐昭明 (1963) 北海道金属非金属鉱床総覧 II. 新第三

- 紀の鈹化作用, 地質調査所.
- 柴田智郎, 高橋徹哉, 岡崎紀俊, 廣瀬 亘, 秋田藤夫, 高橋 良 (2010) ニセコ地域の温泉資源に関する研究 (東部～南部地域), 平成 22 年地質研究所調査研究成果報告会報告資料集, p. 28, 北海道立総合研究機構地質研究所.
- 柴田智郎 (2011) 化学組成からみたニセコ地域の温泉—南部から東部の温泉の特徴—, 第 49 回試錐研究会講演資料集, pp. 50–56, 北海道立総合研究機構環境・地質研究本部地質研究所.
- 柴田智郎, 高橋徹哉, 岡崎紀俊, 高橋 良, 秋田藤夫 (2011) ニセコ地域南部から東部山麓における温泉の地域的特徴について, 北海道地質研究所報告, 82, pp. 1–8.
- 柴田智郎, 秋田藤夫, 高橋徹哉, 岡崎紀俊 (2011) ニセコ地域における温泉湧出量と降水量の関係, 北海道地質研究所報告, 83, pp. 63–65.
- 茂野 博 (2011) 北海道 胆振地方, 白老地域と周辺 3 広域地域の「温泉水」の地球化学・同位体化学的な特徴と起源—「深層熱水型資源」・「大深度 (掘削) 温泉」の事例研究—, 地質調査研究報告, 62, 3/4, pp. 143–176.
- Shiina, T., Takahashi, H., Okada, T., Matsuzawa, T. (2018) Implications of seismic velocity structure at the junction of Kuril-northeastern Japan arcs on active shallow seismicity and deep low-frequency earthquakes, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 123, pp. 8732–8747.
- 島田忠夫, 矢崎清貫, 狛 武 (1955) 北海道長万部町における天然ガス試掘井 (長万部 R-1 号) のコア試験およびリフト試験について, 石油技術協会誌, 20, 5, pp. 164–171.
- 島田忠夫, 矢崎清貫 (1959) 北海道長万部町天然ガス地質調査報告, 北海道地下資源調査資料, 48, pp. 61–67, 北海道開発庁.
- 島田忠夫, 矢崎清貫, 狛 武 (1959) 北海道長万部町天然ガス地化学探査報告, 北海道地下資源調査資料, 48, pp. 1–59, 北海道開発庁.
- 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (2021) 2018 年度～2020 年度成果報告書 超臨界地熱発電技術研究開発/超臨界地熱資源の評価と調査井仕様の詳細設計/東日本・九州地域における超臨界地熱資源有望地域の調査と抽熱可能量の推定.
- 新エネルギー総合開発機構 (1983) 胆振地域, 地熱開発促進調査報告書, 4.
- 新エネルギー総合開発機構 (1985) 昭和 59 年度全国地熱資源総合調査 (第 2 次) 火山性熱水対流系地域タイプ① (ニセコ地域) 調査 火山岩分布年代調査報告書.
- 新エネルギー総合開発機構 (1985) 昭和 59 年度全国地熱資源総合調査 (第 2 次) 火山性熱水対流系地域タイプ① (ニセコ地域) 調査 火山岩分布年代調査報告書 要旨.
- 新エネルギー総合開発機構 (1986) 昭和 60 年度全国地熱資源総合調査 (第 2 次) 火山性熱水対流系地域タイプ① (ニセコ地域) 調査 火山岩分布年代調査報告書.
- 新エネルギー総合開発機構 (1987) 全国地熱資源総合調査 (第 2 次) 火山性熱水対流系地域タイプ①ニセコ地域火山地質図及び地熱地質編図.
- 新エネルギー総合開発機構 (1987) 昭和 61 年度全国地熱資源総合調査 (第 2 次) 火山性熱水対流系地域タイプ① (ニセコ地域) 地熱調査成果図集.
- 四宮 博 (2001) 洞爺湖温泉の泉源管理と噴火による影響, 第 39 回試錐研究会講演資料集, pp. 65–84, 北海道立地質研究所.
- 須田芳朗, 矢野雄策編 (1991) 日本の地熱調査における坑井データ その 2 検層データおよび地質柱状図データ, 地質調査所報告, 273.
- 菅原 誠, 嵯峨山 積 (2022) 西南北海道北部, 磯谷地域の新第三紀磯谷層の珪藻生層序, 総合地質, 6, 1, pp. 39–46.
- 角 清愛 (1975) 日本温泉分布図 (第 2 版), 200 万分の 1 地質編集図, 8, 地質調査所.
- 角 清愛, 金原啓司, 高島 勲 (1979) 日本の熱水変質帯分布図 1. 鮮新世後期—完新世, 200 万分の 1 地質編集図, 19-1, 地質調査所.
- 角 清愛 (1980) 日本温泉放熱量分布図, 200 万分の 1 地質編集図, 21, 地質調査所.
- 角 清愛, 高島 勲編 (1980) 日本地熱資源賦存地域分布図, 200 万分の 1 地質編集図, 20, 地質調査所.
- 寿都温泉ゆべつゆ: 温泉成分分析表, <http://yubetsunoyu.com/onsen/>, 2023 年 12 月 5 日閲覧.
- 鈴木明彦 (1989) 西南北海道黒松内地域の瀬棚層の貝類化石群, 地球科学, 43, 5, pp. 277–289.
- 鈴木 守, 藤原哲夫, 三谷勝利 (1967) 長万部町の地質, 長万部町 (北海道山越郡).
- 鈴木 守, 山岸宏光, 高橋功二, 庄谷幸夫 (1981) 5 万分の 1 地質図幅「寿都」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 36 号, 北海道立地下資源調査所.
- 鈴木豊重, 川森博史, 内田 豊, 竹林 勇 (1976) ニセコ町の温泉ボーリング調査報告, 地下資源調査所報告, 48, pp. 117–122.
- 鈴木豊重, 川森博史, 高橋徹哉, 大津 直, 鈴木隆広, 藤本和徳編 (1995) 北海道市町村の地熱・温泉ボーリング—地域エネルギー開発利用施設整備事業— (昭和 55 年度～平成 5 年度), 北海道立地下資源調査所.

## T

- 田次将太, 中川光弘 (2019) 西南北海道, 第四紀狩場火山群の地質学・岩石学的研究: 山体形成史とマグマ変遷の解明, 日本地球惑星科学連合大会予稿集, SVC36-P12.
- 高橋浩晃, 宮村淳一, 郷家幸治 (1999) 北海道で発生した深部低周波地震, 北海道大学地球物理学研究報告, 62, pp. 25–41.
- 高橋浩晃, 宮村淳一 (2009) 日本列島における深部低周波地震の発生状況, 北海道大学地球物理学研究報告, 72, pp. 177–190.
- 高橋正明, 風早康平, 安原正也, 塚本 齊, 佐藤 努, 高橋 浩, 森川徳敏, 清水 徹, 宮越昭暢, 戸崎裕貴, 東

- 郷洋子, 稲村明彦, 半田宙子, 仲間純子, 中村有理, 竹内久子, 大丸 純, 清水日奈子, 尾山洋一, 大和田道子, 切田 司 (2018) 深層地下水データベース (第 2 版), 地質調査総合センター研究資料集, 653.
- 高橋伸充, 斎藤節仁, 岡村 聡 (1990) 西南北海道, 長万部地域の新第三系—上部新生界の火山層序と対比—, 春日井昭教授退官記念論文集, pp. 33–46.
- 高橋徹哉, 柴田智郎, 高橋 良, 林 圭一, 四宮 博, 大塚行紀 (2016) 洞爺湖温泉金比羅山火口近傍における地熱調査ボーリング(KH-1), 北海道地質研究所報告, 88, pp. 1–16.
- 高橋裕平 (2000) 西南北海道, 今金花崗岩類の地質と岩石記載, 地質調査所月報, 51, 12, pp. 649–656.
- 高見雅三, 鈴木隆広, 高橋徹哉, 柴田智郎, 小澤 聡, 藤本和徳, 秋田藤夫 (2008) 北海道における地熱・温泉利用の現状—2007 年版—, 北海道立地質研究所.
- 高見雅三, 鈴木隆広, 高橋徹哉, 柴田智郎, 小澤 聡, 藤本和徳, 秋田藤夫 (2008) 北海道地熱・温泉ボーリング井データ集および索引図 (統合版), 北海道立地質研究所.
- 高島 勲, 山崎哲良, 中田英二, 湯川公靖 (1992) 北海道洞爺湖周辺の第四紀火砕岩及び火山岩の TL 年代, 岩鉱, 87, 5, pp. 197–206.
- Takashima, R., Dick, M. H., Nishi, H., Mawatari, S. F., Nojo, A., Hirose, M., Gautam, P., Nakamura, K., Tanaka, T. (2008) Geology and sedimentary environments of the Pleistocene Setana formation in the Kuromatsunai district, southwestern Hokkaido, Japan, Proceedings of International Symposium "The Origin and Evolution of Natural Diversity", pp. 75–82.
- 玉木賢策, 湯浅真人, 西村清和, 本座栄一, 宮崎輝旗, 石原文実 (1979) 北海道周辺日本海及びオホーツク海域広域海底地質図, 海洋地質図, 14, 地質調査所.
- 玉生志郎, 松波武雄, 金原啓司, 川村政和, 駒澤正夫, 高橋正明, 阪口圭一 (2001) 50 万分の 1 札幌地熱資源図及び同説明書, 特殊地質図, 31-4, 地質調査所.
- 玉生志郎, 高橋正明, 松波武雄, 金原啓司, 川村政和, 駒澤正夫, 阪口圭一 (2002) 50 万分の 1 地熱資源図「札幌」及び「青森」, 地質ニュース, 572, pp. 21–23, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 田村 慎, 高橋徹哉, 秋田藤夫, 岡崎紀俊, 柴田智郎, 荻野 激, 鈴木隆広, 茂木 透, 橋本武志 (2008) 有珠山西山地区における温泉開発可能性, 平成 20 年北海道立地質研究所調査研究成果報告会報告資料集, pp. 10–13.
- 田村 慎, 柴田智郎, 鈴木隆広, 岡 大輔, 林 圭一, 大森一人, 高橋 良, 岡崎紀俊, 大津 直, 高橋徹哉 (2016) 有珠山周辺の地熱・温泉資源に関する研究, 平成 28 年度環境・地質研究本部 調査研究成果発表会地質研究所要旨集, p. 6.
- 田村 慎 (2018) 岩内町における地熱・温泉資源の開発可能性について, 平成 30 年度調査研究成果発表会資料集, p. 40, 北海道立総合研究機構環境・地質研究本部地質研究所.
- 田村 慎 (2020) MT 法探査による 3 次元比抵抗構造, 産業技術環境研究本部 エネルギー・環境・地質研究所 調査研究成果資料集 令和 2 年度 (2020 年度), S-2.
- 田村 慎 (2020) ニセコ地域における地熱資源探査, 第 58 回試錐研究会講演資料集, pp. 43–48, 北海道立総合研究機構環境・地質研究本部地質研究所.
- Tamura, M., Oka, D., Okazaki, N., Suzuki, K., Hashimoto, T., Mogi, T. (2022) Magnetotelluric survey and three-dimensional resistivity structure in and around the Niseko area, southwestern Hokkaido, Geothermics, 105, 102496, doi: 10.1016/j.geothermics.2022.102496.
- Tamura, Y., Tatsumi, Y., Zhao, D., Kido, Y., Shukuno, H. (2002) Hot fingers in the mantle wedge: new insights into magma genesis in subduction zones, Earth and Planetary Science Letters, 197, pp. 105–116.
- 田村芳彦 (2003) 東北日本弧と大和海盆周辺のマグマの成因関係—「熱い指」のダイナミックモデル—, 地学雑誌, 112, 5, pp. 781–793.
- 田村芳雄, 津 宏治, 中井順二 (1974) 積丹・奥尻海域空中磁気図, 空中磁気図, 10, 地質調査所.
- 田中明子, 大久保泰邦, 松林 修 (1997) 東・東南アジア地域のキュリー点深度解析, 地震 第 2 輯, 50, pp. 183–194.
- 田中明子, 矢野雄策, 笹田政克, 大久保泰邦, 梅田浩司, 中司 昇, 秋田藤夫 (1999) 坑井の温度データによる日本の地温勾配値のコンパイル, 地質調査所月報, 50, 7, pp. 457–487.
- Tanaka, A. (2004) Geothermal gradient and heat flow data in and around Japan (II): Crustal thermal structure and its relationship to seismogenic layer, Earth, Planets and Space, 56, pp. 1195–1199.
- Tanaka, A., Yamano, M., Yano, Y., Sasada, M. (2004) Geothermal gradient and heat flow data in and around Japan (I): Appraisal of heat flow from geothermal gradient data, Earth, Planets and Space, 56, pp. 1191–1194.
- 田中明子, 山野 誠, 矢野雄策, 笹田政克 (2004) 日本列島及びその周辺域の地温勾配及び地殻熱流量データベース, 数値地質図, P-5, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 田中明子, 濱元栄起, 山野 誠, 後藤秀作 (2019) 日本列島及びその周辺域の熱データベース, [https://www.gsj.jp/Map/JP/docs/jm100\\_doc/jm\\_geothermal-db.html](https://www.gsj.jp/Map/JP/docs/jm100_doc/jm_geothermal-db.html), 2022 年 5 月 11 日閲覧.
- Terakawa, T., Matsuura, M. (2010) The 3-D tectonic stress fields in and around Japan inverted from centroid moment tensor data of seismic events, Tectonics, 29, TC6008, doi: 10.1029/2009TC002626.
- 椿原慎一, 長谷川四郎, 丸山俊明 (1989) 西南北海道黒松内地域の上部新生界—とくに黒松内層の層序と微化石年

- 代について—, 地質学雑誌, 95, 6, pp. 423–438.
- Tsuchiya, N., Ishii, J., Yamazaki, T., Shuto, K. (1989) A newly discovered Quaternary volcano from northeast Japan Sea: K-Ar age of andesite dredged from the Shiribeshi Seamount, *Journal of Mineralogy, Petrology and Economic Geology*, 84, 11, pp. 391–397.
- 対馬坤六 (1968) 20 万分の 1 地質図幅「岩内」, 20 万分の 1 地質図, NK-54-20, 地質調査所.
- U**
- Uchide, T., Shiina, T., Imanishi, K. (2022) Stress map of Japan: Detailed nationwide crustal stress field inferred from focal mechanism solutions of numerous microearthquakes, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 127, e2022JB024036, doi: 10.1029/2022JB024036.
- 内出崇彦, 椎名高裕, 今西和俊 (2022) 日本全国内陸部の地殻内応力マップと微小地震の発震機構解のデジタルデータ, 地質調査総合センター研究資料集, 738, p. 6.
- 内野栄治, 青柳直樹, 市橋大山, 中山憲司 (2011) 湧出形態別に見た道内温泉のホウ素濃度, *温泉科学*, 61, 1, pp. 2–22.
- 上澤真平, 伊藤久敏 (2020) 北海道南西部, 羊蹄火山東麓に分布する緑色凝灰岩層のジルコン U-Pb 年代, 地質学雑誌, 126, 10, pp. 589–595.
- 梅田浩司, 小松 亮, 中司 昇 (1999) 坑井データによる地下温度構造の推定, *サイクル機構技報*, 2, pp. 29–36.
- W**
- Wada, I., He, J., Hasegawa, A., Nakajima, J. (2015) Mantle wedge flow pattern and thermal structure in Northeast Japan: Effects of oblique subduction and 3-D slab geometry, *Earth and Planetary Science Letters*, 426, pp. 76–88.
- 若浜 洋, 秋田藤夫, 松波武雄 (1995) 北海道地温勾配図及び説明書, 60 万分の 1 地質図, 北海道立地下資源調査所.
- Wang, J., Zhao, D. (2009) P-wave anisotropic tomography of the crust and upper mantle under Hokkaido, Japan, *Tectonophysics*, 469, pp. 137–149.
- Wang, Z., Zhao, D., Liu, X., Chen, C., Li, X. (2017) P and S wave attenuation tomography of the Japan subduction zone, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 18, pp. 1688–1710.
- Wang, Z., Zhao, D. (2019) Updated attenuation tomography of Japan subduction zone, *Geophysical Journal International*, 219, pp. 1679–1697.
- Wang, Z., Zhao, D. (2021) 3D anisotropic structure of the Japan subduction zone, *Science Advances*, 7, eabc9620, doi: 10.1126/sciadv.abc9620.
- Wang, Z., Zhao, D. (2005) Seismic imaging of the entire arc of Tohoku and Hokkaido in Japan using P-wave, S-wave and sP depth-phase data, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 152, pp. 144–162.
- 渡辺 寧 (1986) 鉾脈の方向から推定された広域応力場—北海道における中期中新世以降の鉾脈の例—, *鉾山地質*, 36, 3, pp. 209–218.
- Watanabe, Y. (1990) Pliocene to Pleistocene volcanism and related vein-type mineralization in Sapporo-Iwanai district, Southwest Hokkaido, Japan, *Mining Geology*, 40, 5, pp. 289–298.
- Watanabe, Y. (1991) Mineralization ages of Ofukeshi, Shizukari, Yakumo and Jokoku deposits and structural movements related to vein-type mineralization in Southwest Hokkaido, *Mining Geology*, 41, 3, pp. 141–146.
- 渡辺 寧 (1993) 岩脈・火口配列に基づく西南北海道北部の新生代後期の応力場, 地質学雑誌, 99, 2, pp. 105–116.
- 渡辺 寧 (1993) 西南北海道における新生代後期の応力場の転換と鉾化作用, *資源地質*, 43, 3, pp. 214–215.
- 渡辺 寧 (1993) 西南北海道北部の火山列—ニセコ-羊蹄火山列はなぜ曲がったのか?—, *石井次郎教授追悼論文集*, pp. 147–154.
- 渡辺 寧 (2000) 札幌-岩内地域マグマ-鉾化熱水系分布図, *特殊地質図*, 38, 地質調査所.
- Watanabe, Y. (2002) Late Cenozoic metallogeny of Southwest Hokkaido, Japan, *Resource Geology*, 52, 3, pp. 191–210.
- 渡辺 寧 (2002) 札幌-岩内地域マグマ-鉾化熱水系分布図, *地質ニュース*, 572, pp. 24–25, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- Wirth, E. A., Korenaga, J. (2012) Small-scale convection in the subduction zone mantle wedge, *Earth and Planetary Science Letters*, 357–358, pp. 111–118.
- Y**
- 八幡正弘 (1989) 西南北海道北部の新生界とその特徴, *地質学論集*, 32, pp. 7–28.
- 八幡正弘, 五十嵐八枝子, Gautam, P., 和田信彦 (1989) 西南北海道洞爺湖東方の鮮新—更新統について—堆積相・花粉層序・古地磁気層序—, *地球科学*, 43, 5, pp. 261–276.
- 八幡正弘 (2002) 北海道における後期新生代の鉾化作用および熱水活動の時空変遷, *北海道立地質研究所報告*, 73, pp. 151–194.
- 八幡正弘, 野呂田 晋 (2003) 西北海道, 虻田地域における更新世熱水活動, *北海道立地質研究所報告*, 74, pp. 1–14.
- 八幡正弘 (2005) 北海道の新生代鉾床区における熱水活動履歴, *地球科学*, 59, 3, pp. 193–212.
- 八幡正弘, 鈴木隆広, 西戸裕嗣, 八木公史 (2014) 西南北海道, 洞爺湖地域の新生代後期の熱水活動, *資源地質*, 64, 1, pp. 1–17.
- 矢島淳吉, 羽坂俊一, 太田英順, 渡辺 寧, 中川 充, 成

- 田英吉 (1991) 北海道における金属・非金属資源産出量とその特徴—特に新第三紀—第四紀鉍化作用について—, 地質調査所月報, 42, 10, pp. 527–542.
- 矢島澄策 (1937) 狩場火山に就いて (豫報), 地質学雑誌, 44, 525, pp. 476–477.
- 矢島澄策, 陸川正明 (1939) 長萬部圖幅説明書, 北海道工業試験場地質調査報告, 3.
- 山田直利, 齋藤英二, 村田泰章 (1990) コンピューター編集による日本地質図及び説明書, 200 万分の 1 地質編集図, 22, 地質調査所.
- 山岸宏光, 国府谷盛明, 安藤重幸 (1976) 5 万分の 1 地質図幅「島古丹」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 26 号, 北海道立地下資源調査所.
- 山岸宏光 (1984) 5 万分の 1 地質図幅「歌棄」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 37 号, 北海道立地下資源調査所.
- 山岸宏光, 渡辺 寧 (1986) 西南北海道における新生代後期の応力場の変遷—地質断層, 岩脈, 鉍脈および活断層の検討—, 北海道の地質と構造運動, 地団研専報, 31, pp. 321–331.
- 山岸宏光, 黒沢邦彦 (1987) 5 万分の 1 地質図幅「原歌および狩場山」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 35, 46 号, 北海道立地下資源調査所.
- 山岸宏光 (1989) 西南北海道における新第三紀火山岩相の特徴と噴火活動略史, 地質学論集, 32, pp. 385–397.
- 山岸宏光, 和氣 徹 (1995) 島牧村の地質と資源・環境, 島牧村.
- 山口久之助, 小田切敏夫, 小原常弘 (1954) 胆振支庁管内有珠郡洞爺湖畔温泉調査報告 北海道地下資源調査報告 13, pp. 22–30, 北海道地下資源調査所.
- 山口久之助, 佐藤 巖 (1971) 羊蹄山麓湧泉調査報告書, 北海道立地下資源調査所.
- 山口昇一, 秦 光男, 沢 俊明, 齋藤正雄, 番場猛夫, 山田敬一, 成田英吉, 五十嵐昭明, 佐藤博之, 石田正夫, 対馬坤六 (1965) 北海道金属非金属鉍床総覧 IV. 北海道地質図, 地質調査所.
- 山元孝広 (2014) 日本の主要第四紀火山の積算マグマ噴出量階段図, 地質調査総合センター研究資料集, 613.
- 矢野雄策, 田中明子, 高橋正明, 大久保泰邦, 笹田政克, 梅田浩司, 中司 昇 (1999) 日本列島地温勾配図, 地質調査所.
- 矢崎清貫 (1976) 日本油田・ガス田分布図 第 2 版, 200 万分の 1 地質編集図, 9, 地質調査所.
- 横山英二, 松波武雄 (1998) 北海道の温泉付随ガス, 地下資源調査所報告, 69, pp. 75–91.
- Yokoyama, K., Shigeoka, M., Otomo, Y., Tokuno, K., Tsutsumi, Y. (2016) Uraninite and thorite ages of around 400 granitoids in the Japanese Islands, *Memoirs of the National Museum of Nature and Science*, 51, pp. 1–24.
- 米倉伸之, 貝塚爽平, 野上道男, 鎮西清高編 (2001) 日本の地形 1 総説, 東京大学出版会.
- Yoo, S., Lee, C. (2020) Correlation of Quaternary volcano clusters with partial melting of mantle wedge, Northeast Japan: A numerical model study, *Geophysical Research Letters*, 47, e2019GL086205, doi: 10.1029/2019GL086205.
- Yuningsih, E. T., Matsueda, H., Syafrie, I. (2018) Ore-microscopy and geochemistry of gold-silver telluride mineralization in southwestern Hokkaido, Japan, *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 113, pp. 293–309.
- Yu, Z., Zhao, D. (2020) Seismic evidence for water transportation in the forearc off Northern Japan, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 125, doi: 10.1029/2019JB018600.

## Z

- Zhao, D., Hasegawa, A. (1993) P wave tomographic imaging of the crust and upper mantle beneath the Japan Islands, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 98, pp. 4333–4353.
- Zhao, D., Hasegawa, A., Kanamori, H. (1994) Deep structure of Japan subduction zone as derived from local, regional, and teleseismic events, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 99, pp. 22313–22329.
- Zhao, D., Yanada, T., Hasegawa, A., Umino, N., Wei, W. (2012) Imaging the subducting slabs and mantle upwelling under the Japan Islands, *Geophysical Journal International*, 190, pp. 816–828.



北海道寿都郡寿都町  
文献調査報告書

隆起・侵食に関する説明書

2024年11月

原子力発電環境整備機構

2024年11月 発行 原子力発電環境整備機構

本資料を利用する際は出典を記載してください。出典の記載方法は以下のとおりです。編集・加工等して利用する際には、以下の出典表記とは別に編集・加工等を行ったことを記載してください。

(出典の記載例)

原子力発電環境整備機構（2024）北海道寿都郡寿都町文献調査報告書

また、第三者（原子力発電環境整備機構以外のものをいいます。以下同じ。）の著作物が含まれる場合（例えば、原子力発電環境整備機構が第三者の図表等を用いて転載・編集・加工等している図表等）には、別途、第三者からの許諾が必要になることがあります。利用者の責任において、第三者が権利を有している部分を確認し、当該第三者から利用の許諾を得てください。

上記は、著作権法上認められている引用などの利用について、制限するものではありません。

目 次

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 第1章 調査・評価の考え方                     | 1  |
| 1.1 調査のよりどころ                      | 1  |
| 1.1.1 文献調査計画書                     | 1  |
| 1.1.2 「考慮事項」                      | 1  |
| 1.1.3 「文献調査段階の評価の考え方」             | 2  |
| 1.2 評価の考え方                        | 2  |
| 1.3 調査の進め方                        | 3  |
| 第2章 文献・データの収集・情報の抽出               | 5  |
| 2.1 収集対象範囲                        | 5  |
| 2.2 収集・抽出の観点                      | 6  |
| 2.3 抽出結果                          | 7  |
| 第3章 文献から得られた知見                    | 8  |
| 3.1 隆起・沈降                         | 8  |
| 3.1.1 $10^0\sim 10^2$ 年スケール       | 8  |
| 3.1.2 $10^2\sim 10^5$ 年スケール       | 8  |
| 3.1.3 $10^5\sim 10^6$ 年スケール       | 11 |
| 3.2 侵食                            | 14 |
| 3.2.1 山地の削剥速度                     | 14 |
| 3.2.2 河川による下刻                     | 15 |
| 3.2.3 海食                          | 16 |
| 3.2.4 マスマーブメント                    | 16 |
| 3.3 気候・海水準変動                      | 18 |
| 3.3.1 気温・降水量の変化                   | 18 |
| 3.3.2 古環境の変化                      | 19 |
| 3.3.3 氷河性海水準変動                    | 19 |
| 第4章 文献・データの分析                     | 21 |
| 4.1 隆起・沈降                         | 21 |
| 4.1.1 測地観測データに基づく隆起・沈降量           | 21 |
| 4.1.2 海成段丘に基づく隆起量・隆起速度            | 24 |
| 4.1.3 鮮新世～更新世の地層の分布高度に基づく隆起量・隆起速度 | 34 |
| 4.1.4 大陸棚における地殻変動の傾向              | 36 |
| 4.2 侵食                            | 41 |
| 4.2.1 沿岸部における最大下刻量                | 41 |
| 4.2.2 マスマーブメントによる削剥               | 46 |
| 第5章 隆起・侵食に関する知見のまとめ               | 50 |
| 5.1 隆起・沈降に関する知見のまとめ               | 50 |
| 5.1.1 地殻変動の枠組み                    | 50 |
| 5.1.2 隆起・沈降の傾向                    | 52 |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 5.1.3 隆起・沈降の量・速度.....          | 53 |
| 5.2 侵食に関する知見のまとめ.....          | 55 |
| 5.2.1 山地の削剥速度.....             | 55 |
| 5.2.2 下刻量.....                 | 56 |
| 5.2.3 海食速度.....                | 56 |
| 5.2.4 マスマーブメント.....            | 57 |
| 第6章 基準に照らした評価.....             | 58 |
| 6.1 過去10万年程度における最大侵食量.....     | 58 |
| 6.2 10万年後程度における侵食による深度の減少..... | 59 |
| 6.3 概要調査に向けた考え方.....           | 59 |
| 引用文献.....                      | 62 |

## 図目次

|          |                                                 |    |
|----------|-------------------------------------------------|----|
| 図 1.2-1  | 概要調査地区選定段階（文献調査の段階）における隆起・侵食の評価の流れ.....         | 3  |
| 図 1.3-1  | 隆起・侵食の説明書の構成.....                               | 4  |
| 図 2.1-1  | 収集対象範囲.....                                     | 5  |
| 図 3.1-1  | 本地域における海成段丘の断面模式図.....                          | 10 |
| 図 3.1-2  | 狩場山北岸一尻別岬における海成段丘の高度分布.....                     | 10 |
| 図 3.1-3  | 文献に示された狩場山北岸一尻別岬における海成段丘の高度分布（投影断面図）.....       | 11 |
| 図 3.1-4  | 文献調査対象地区およびその周辺地域に分布する後期鮮新世～中期更新世の地層.....       | 13 |
| 図 3.2-1  | ダム堆砂量と地形量との関係から推定された年平均削剥速度.....                | 15 |
| 図 3.2-2  | 文献調査対象地区（陸域）におけるマスマーブメント地形分布.....               | 17 |
| 図 3.2-3  | 文献調査対象地区（海域）およびその周辺地域における海底地すべりの分布.....         | 18 |
| 図 4.1-1  | 電子基準点データに基づく約 15 年間の上下変動量.....                  | 22 |
| 図 4.1-2  | 狩場山南西岸一尻別岬間における約 50 年間の上下変動量.....               | 23 |
| 図 4.1-3  | 狩場山南西岸一尻別岬間における上下変動量.....                       | 24 |
| 図 4.1-4  | 狩場山北岸一尻別岬にかけての海成段丘面区分図.....                     | 27 |
| 図 4.1-5  | 狩場山北岸一尻別岬における海成段丘の高度分布（投影断面図）.....              | 28 |
| 図 4.1-6  | 海岸部の地形断面.....                                   | 28 |
| 図 4.1-7  | 文献調査対象地区とその周辺地域の海成段丘面の対比・編年.....                | 30 |
| 図 4.1-8  | 海成段丘面の分布高度に基づく隆起量・隆起速度.....                     | 33 |
| 図 4.1-9  | 寿都半島西岸における Hm 面群を MIS 9 以前に対比した場合の隆起量・隆起速度..... | 34 |
| 図 4.1-10 | 大陸棚における地層の累重様式と地殻変動との関係.....                    | 38 |
| 図 4.1-11 | 既存の音波探査記録から推定される大陸棚の地殻変動の傾向.....                | 39 |
| 図 4.1-12 | 文献調査対象地区およびその周辺の大陸棚における既存地質解釈断面.....            | 41 |
| 図 4.2-1  | 沖積層の基底深度とその読み取りに用いた文献・データ.....                  | 43 |
| 図 4.2-2  | 海水準低下に対する河川の応答.....                             | 45 |
| 図 4.2-3  | 海水準低下に対する河川の応答について検討した河川.....                   | 46 |
| 図 4.2-4  | マスマーブメントにより形成される地形の概念.....                      | 47 |
| 図 4.2-5  | 文献調査対象地区（陸域）におけるマスマーブメント地形の分布.....              | 48 |
| 図 4.2-6  | 文献調査対象地区（海域）とその周辺地域における海底マスマーブメント地形の分布.....     | 49 |
| 図 5.1-1  | 文献調査対象地区における隆起・沈降に関する知見のまとめ.....                | 50 |

## 表目次

|         |                                                                  |    |
|---------|------------------------------------------------------------------|----|
| 表 2.2-1 | 隆起・侵食における文献・データの収集・情報の抽出の観点.....                                 | 7  |
| 表 3.1-1 | 測地観測結果から読み取った文献調査対象地区における鉛直変動速度.....                             | 8  |
| 表 3.3-1 | 海洋酸素同位体ステージ (MIS) の年代と海水準高度.....                                 | 20 |
| 表 4.1-1 | 海成段丘面の分布高度に基づく隆起量・隆起速度 (海水準: Siddall et al., 2007) ...           | 32 |
| 表 4.1-2 | 海成段丘面の分布高度に基づく隆起量・隆起速度 (海水準: Spratt and Lisiecki, 2016)<br>..... | 32 |
| 表 4.1-3 | 寿都半島西岸における Hm 面群を MIS 9 以前に対比した場合の隆起量・隆起速度                       | 34 |
| 表 5.2-1 | 文献調査対象地区における侵食量・侵食速度に関する知見のまとめ.....                              | 55 |

## 添付資料

- 添付資料 A 情報を抽出した文献・データのリスト
- 添付資料 B 地形判読の基準
- 添付資料 C 文献調査対象地区およびその周辺の大陸棚の既存地質解釈断面図
- 添付資料 D 沖積層基底深度の読み取り根拠
- 添付資料 E 河川-浅海底のシームレス地形断面図

## 第1章 調査・評価の考え方

### 1.1 調査のよりどころ

本説明書は、文献調査の項目のうちの隆起・侵食に関する説明書である。隆起・侵食に関する調査のよりどころは以下のとおり。

特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律（以下、最終処分法という。）に基づき、文献調査開始に当たって原子力発電環境整備機構が2020年に公表した「北海道寿都郡寿都町 文献調査計画書」（以下、文献調査計画書という。）に従って調査を進めた。その間、原子力規制委員会（2022）の「特定放射性廃棄物の最終処分における概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項」（以下、「考慮事項」という。）が公表され、科学的特性マップ策定時の考え方<sup>1</sup>および「考慮事項」などを参照して最終処分法の要件を具体化した経済産業省資源エネルギー庁（2023）の「文献調査段階の評価の考え方」（以下、「文献調査段階の評価の考え方」という。）が策定されており、これらに基づいて調査・評価を行った。それぞれの概要は以下のとおりである。

なお、最終処分法については文献調査報告書の4.1.1（1）に示したとおりである。

#### 1.1.1 文献調査計画書

隆起・侵食については評価する要件として、「隆起・侵食」があり、その評価に用いる情報の例として、「段丘面の分布と年代」および「侵食の規模」が示されている。また、評価に用いる主要な文献・データとして、以下が示されている。

- ・ 日本列島と地質環境の長期安定性「付図5 最近10万年間の隆起速度の分布」（地質環境の長期安定性評価研究委員会編，2011）
- ・ 日本の海成段丘アトラス（小池・町田編，2001）
- ・ 日本列島における侵食速度の分布（藤原ほか，1999）

#### 1.1.2 「考慮事項」

隆起・侵食については「3. 侵食」として以下のとおり示されている。これらは、概要調査地区等の選定時において、それぞれの時点で得られている情報に基づき、適切に考慮されるべきであるとされている。

#### 「考慮事項」の「3. 侵食」について

中深度処分<sup>A</sup>より更に深い深度を確保すること。この際、隆起・沈降及び気候変動による大陸氷床量の増減に起因する海水準変動を考慮した侵食による深度の減少を考慮すること。

<sup>A</sup> 地表から深さ70メートル以上の地下に設置された廃棄物埋設地において放射性廃棄物（廃炉等に伴い発生する比較的放射能レベルの高いもの）を埋設の方法により最終的に処分すること。核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則（昭和63年総理府令第1号）第1条の2第2項第3号に規定されているものをいう。

<sup>1</sup>総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 地層処分技術WG（以下、地層処分技術WGという。）（2017）。

### 1.1.3 「文献調査段階の評価の考え方」

隆起・侵食については、侵食の基準および基準への該当性の確認の仕方が以下のとおり示されている。

#### 侵食の基準

最終処分法第六条第二項の第一号及び第二号に対して、以下に該当することが明らかまたは可能性が高い場所<sup>A</sup>を避ける。

(ア) 過去 10 万年程度における最大侵食量が最終処分を行おうとする地層の深度<sup>B</sup>を超えている。同第二号に対して、以下に該当することが明らかまたは可能性が高い場所<sup>A</sup>を避ける。

(イ) 侵食による深度の減少を考慮すると、10 万年後程度において、最終処分を行おうとする地層について、70mより更に深い深度<sup>C</sup>を確保できない。

<sup>A</sup> (ア) または (イ) に該当する比較的浅い部分。それより深い部分は候補として残ることとなる。

<sup>B</sup> 最終処分を行おうとする地層の深度は、地下施設の配置という工学的対策により対応可能な部分がある。

<sup>C</sup> 「70mより更に深い深度」の具体化には、工学的対策（設計）や安全評価が関連すると考えられることから、文献調査段階では、「明らかに、又は可能性が高く」、更に深い深度が確保できない場所を避けることとする。

#### 侵食の基準への該当性の確認の仕方

○過去 10 万年程度における最大侵食量

地形場別に以下のように考える。

- ・ 沿岸部：過去 10 万年程度の期間の隆起量<sup>A</sup>
- ・ 沿岸部の沖積低地：過去 10 万年程度の隆起量<sup>A</sup>+沖積層の基底深度
- ・ 大陸棚：過去 10 万年程度の期間の隆起量<sup>A, B</sup>
- ・ 内陸部：過去 10 万年程度の隆起量，削剥量，侵食量

○10 万年後程度における、侵食による深度の減少

前項で示した変動量のうち、現在の地殻変動様式・応力場になったと考えられる時代における変動量・変動速度に基づいて、将来 10 万年後程度における侵食量を想定する。

マスマーブメントの可能性がある場合は、それによる深度の減少を上記の深度の減少量に加えることを検討する。

<sup>A</sup> 隆起した分だけ侵食される（隆起量=侵食量）という保守的な仮定に基づいて評価する。

<sup>B</sup> 地層の累重様式から大陸棚が沈降していること、ないしは安定している（隆起と沈降が生じていない）ことが確認できない場合、安全側の評価とするため、隆起している大陸棚と仮定し、沿岸部において推定された隆起量を外挿する。

## 1.2 評価の考え方

文献調査対象地区の隆起・侵食に関連する事項として、「文献調査段階の評価の考え方」に示された基準への該当性の確認の仕方に従い、文献調査対象地区を「内陸部」（山地）、「沿岸部」（陸域）、「沿岸部の沖積低地」（臨海沖積低地）、「大陸棚」の 4 つの地形場に区分し、各地形場の最終処分を行おうとする地層を対象に次の（ア）と（イ）に該当することが明らかまたは可能性が高い場所の有無について評価する。



- (ア) 過去 10 万年程度における最大侵食量が最終処分を行おうとする地層の深度を超えている。
- (イ) 侵食による深度の減少を考慮すると、10 万年後程度において、最終処分を行おうとする地層について、70 m より更に深い深度を確保できない。

評価の流れは、図 1.2-1 のようにまとめることができる。

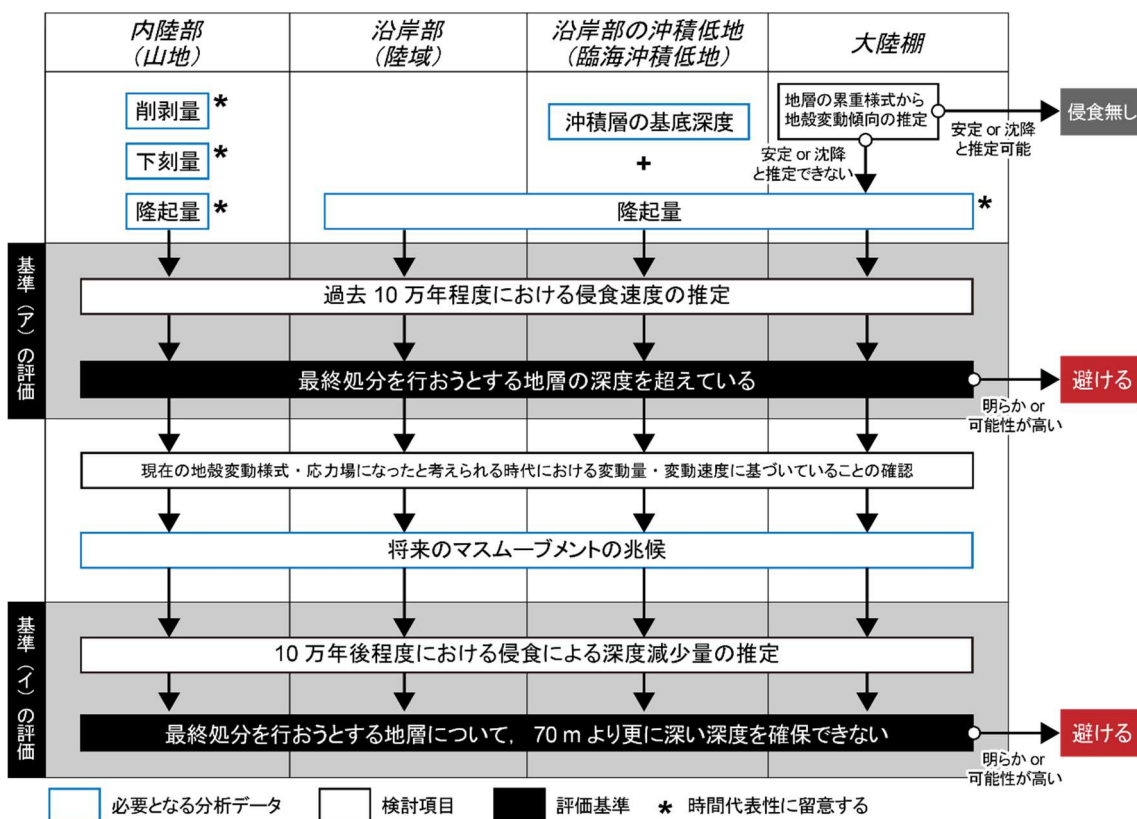


図 1.2-1 概要調査地区選定段階（文献調査の段階）における隆起・侵食の評価の流れ

### 1.3 調査の進め方

調査の進め方について、まず、文献の収集に当たっては、「文献調査段階の評価の考え方」で示された文献・データの収集の考え方に従い、文献調査計画書に示した主要な文献・データに加え、公的な機関が公表している文献・データを収集し、また、学術雑誌に公表されている論文を収集するため、文献データベースで検索を行い収集する。文献・データの収集後、隆起・沈降および侵食・堆積によって生じる地形発達や地形変化量に関する情報と、隆起・沈降および侵食・堆積に影響を与えるテクトニクスや気候・海水準変動に関する情報を網羅的に抽出する。そして、抽出した情報から得られた知見や文献・データの分析をまとめたものに基づいて、基準に照らした評価(図 1.2-1)を行う。この考えに沿った本説明書の構成と調査の流れを図 1.3-1 に示す。各章の概要について以下に記す。

第 3 章では、収集した文献・データから抽出した情報を用いて文献から得られた知見を整理する。テーマは、「考慮事項」(1.1.2 参照)に示されるように「隆起・沈降」、「侵食」、「気候・海水準変動」

に大別される。「隆起・沈降」の対象は、(a) 数年～数百万年スケールで生じる地殻変動（隆起・沈降）に係る情報、(b) その背景にあるテクトニック・セッティングや地殻変動様式に関する情報である。「侵食」の対象は、山地における削剥、河川・波浪による侵食、マスマーブメント（特に地すべり・崩壊）による削剥といった広義の侵食に関する情報である。「気候・海水準変動」の対象は、気温・降水量、古環境、氷河性海水準変動に関する情報である。

第4章では、文献から得られた知見を踏まえた文献・データの分析（例えば、地形判読）を行う。本調査では、「隆起・沈降」において、その傾向や隆起量・隆起速度の推定を、「侵食」において、侵食量・侵食速度の推定に加えて地すべり・崩壊の地形的兆候である線状凹地などの山体重力変形地形の分布確認を行う。

第5章では、第3章と第4章で得られた知見を統合し、文献調査対象地区とその周辺地域における隆起・沈降と侵食に伴う地形発達や地形変化量について取りまとめる。そして、最終章となる第6章では、第5章で取りまとめた知見に基づいて基準に照らした評価（評価の流れについては図 1.2-1 を参照）を行う。

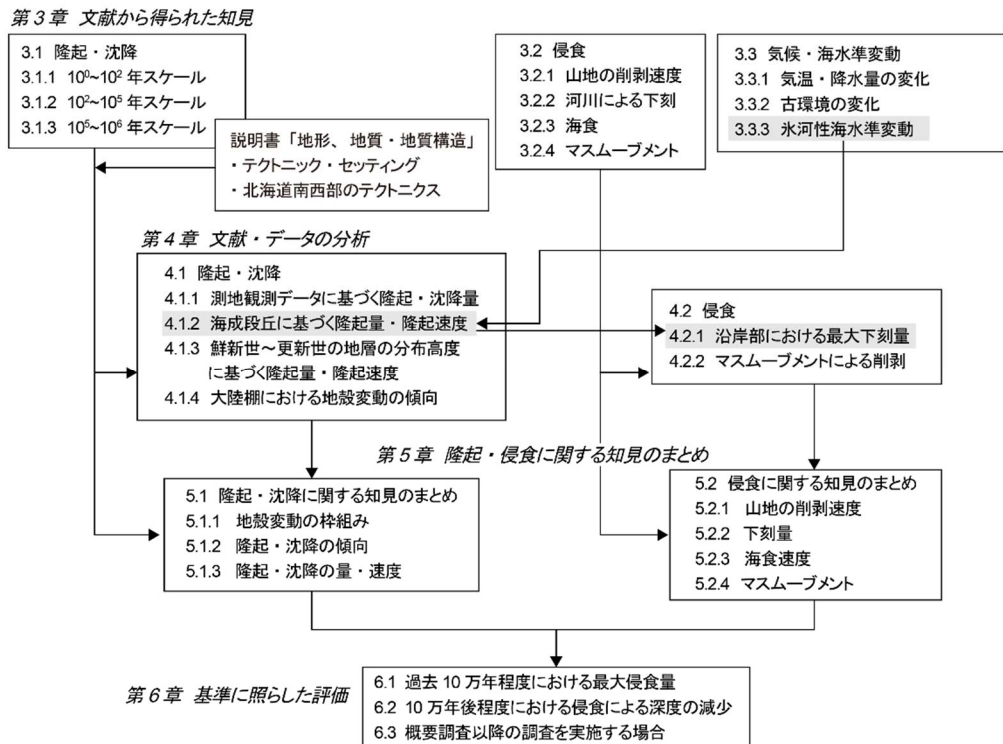


図 1.3-1 隆起・侵食の説明書の構成

文献・データの収集・情報の抽出（第2章）後の構成を示す。灰色のハイライトで示した項で得られた知見は、矢印の先の項で利用していく。

## 第2章 文献・データの収集・情報の抽出

### 2.1 収集対象範囲

文献・データの収集対象範囲を図 2.1-1 に示す。文献調査対象地区における「隆起・沈降運動」、「侵食・堆積作用」の特徴の把握・理解においては、文献調査対象地区における情報だけでなく、それらを数十～百 km 程度の地理的広がりの中で位置付けるために文献調査対象地区外における情報も必要である。

文献調査対象地区である寿都町は、寿都半島（月越山脈）、寿都低地、幌別山地からなる。これらのうち寿都低地は、活構造帯である黒松内低地帯（例えば、小疇ほか編、2003）の北端部に当たる。また、寿都町を流れる朱太川の流域は町内に収まらず、その上流域は太平洋側に位置する（図 2.1-1）。

こうした点を考慮して、本調査では寿都半島、黒松内低地帯、幌別山地に朱太川の流域を加えた範囲を陸域の文献・データの収集対象範囲とした。さらに小池・町田編（2001）から、10 万年スケールでの隆起量の指標となる海成段丘が狩場山地北岸からニセコ・雷電火山群西岸にかけて分布することが確認できる。このことから寿都半島から狩場山地北岸までの間およびその流域ならびに幌別山地北岸からニセコ・雷電火山群西岸までの間およびその流域も文献・データの収集対象範囲に含めた。

海域の文献・データの収集対象範囲については、沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会（2016）において沿岸部海域側の検討対象範囲として示された「海岸線から 15 km 程度以内」に則り、陸域の対象範囲のうち寿都町が位置する日本海側の対象範囲から海域に 15 km 延長した範囲とした。

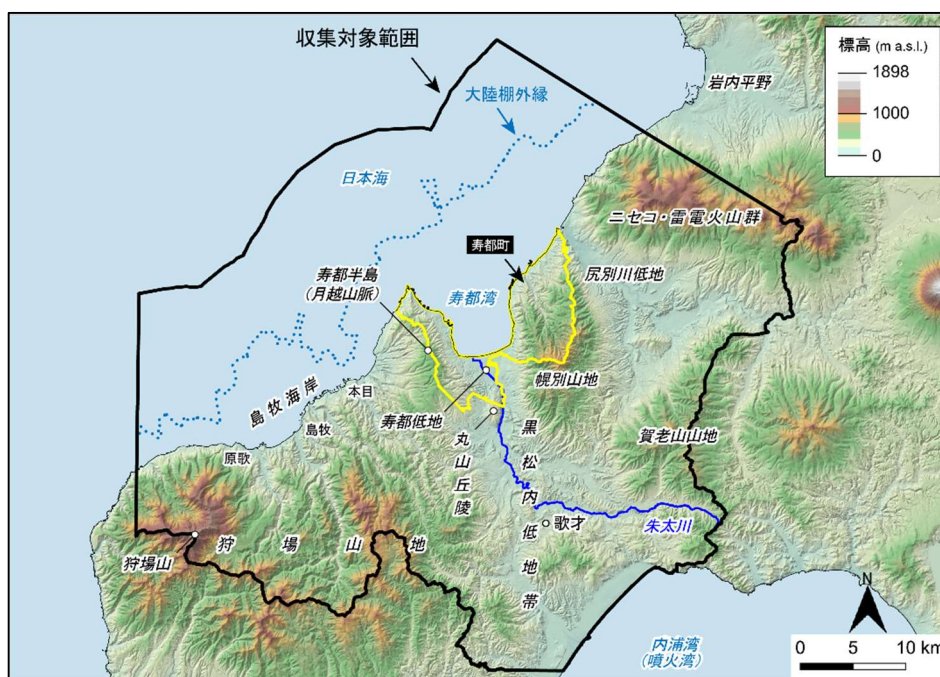


図 2.1-1 収集対象範囲

陰影段彩図には、地理院タイルの陰影起伏図に国土地理院数値標高データを用いて作成した高度段彩を重ねたものを使用。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、河川は「国土数値情報（河川データ）」（国土交通省）に、寿都町の行政界は「国土数値情報（行政区画データ）」（国土交通省）に基づく。大陸棚外縁については、海底地形の特徴に基づいて描いた地形線を使用（技術的観点からの検討のうち地形、地質・地質構造に関する説明書（以下、説明書「地形、地質・地質構造」という。）を参照）。

## 2.2 収集・抽出の観点

本調査における文献・データの収集・情報の抽出の観点を表 2.2-1 に示す。隆起・侵食における収集・抽出対象のテーマは、「隆起・沈降」、「侵食」、「気候・海水準変動」に大別される。

これらのうち「隆起・沈降」に関しては、(a) 文献調査対象地区が属する大～中地形の配列および地質構造を規定したテクトニック・セッティングと現行の地殻変動の特徴にかかわる情報と、(b) その枠組みの中で過去数十万年～数百万年程度の期間に生じた隆起・沈降量にかかわる情報、の取得を目的とした。(a) については、プレート配置、広域応力場、測地観測データに基づく地殻水平ひずみ、地震学データに基づく地殻応力情報、活構造・活断層などに関する文献・データを対象とした。(b) については、海成段丘や河成段丘（例えば、Terrace to terrace 法；吉山・柳田，1995）に基づく  $10^5$  年スケールでの隆起量に関する文献・データと共に、測地観測データ、離水海岸地形（例えば、海食洞、離水ベンチ）や完新世の海成層に基づくより短い時間スケールでの隆起・沈降量や、侵食小起伏面や鮮新世～中期更新世の海成層に基づくより長い時間スケールでの隆起・沈降量に関する文献・データを対象とした。

「侵食」に関しては、(a) 山地における数十年～数百万年スケールでの削剥量・削剥速度にかかわる情報、(b) 河川による数千年～数十年スケールでの下刻量・下刻速度にかかわる情報、(c) 海食にかかわる情報、(d) マスマーブメント地形の分布・特徴にかかわる情報の取得を目的とした。

(a) については、堆砂量データ、宇宙線生成核種データ、熱年代データに基づいた削剥量・削剥速度に関する文献・データを対象とした。(b) については、河川下流部の沖積低地においては最終氷期に形成された埋没谷の形状およびその谷埋め堆積物である沖積層の基底深度に関する文献・データを、河川の中～上流部においては河成段丘や環流旧河谷といった離水河成地形に基づく下刻量・下刻速度に関する文献・データを対象とした。(c) については、海食崖の後退量・後退速度に関する文献・データを対象とした。(d) については、陸域では、地すべり地質区分や地すべり・崩壊の分布・規模に関する文献・データ、海域では、大陸棚の削剥にかかわる海底地すべりの分布・規模に関する文献・データを対象とした。

「気候・海水準変動」に関しては、(a) 古気候、特に氷期の古気候条件と周氷河環境にかかわる情報と、(b) 氷河性海水準変動にかかわる情報の取得を目的とした。(a) については、花粉分析による植生復元に関する文献・データや化石周氷河現象に関する文献・データを対象とした。(b) については、最終氷期最盛期における侵食基準面（海水準）の高さや海成段丘の分布高度から隆起量を算出する際に必要となる高海水準期（間氷期）の海水準高度を把握するために、中期更新世以降の氷河性海水準変動の海洋酸素同位体ステージ（Marine Isotope Stage；以下、MIS という。）の年代と海水準高度を示した文献・データを対象とした。

表 2.2-1 隆起・侵食における文献・データの収集・情報の抽出の観点

| 項目       | 目的            | 対象                                                             |
|----------|---------------|----------------------------------------------------------------|
| 隆起・沈降    | テクトニック・セッティング | プレート配置, 広域応力場, 測地データ(地殻水平ひずみ), 地震学データ(地殻応力情報), 活構造・活断層         |
|          | 隆起・沈降の量・速度    | 測地観測データ, 地形データ(離水海岸地形, 海成段丘, 河成段丘, 侵食小起伏面), 地質データ(鮮新世～完新世の海成層) |
| 侵食       | 山地の削剥量・削剥速度   | 堆砂量データ, 宇宙線生成核種データ, 熱年代データ                                     |
|          | 河川の下刻量・下刻速度   | 地形データ(埋没谷と沖積層, 河成段丘, 環流旧河谷)                                    |
|          | 海食            | 海食崖の後退量・後退速度                                                   |
|          | マスマーブメント      | マスマーブメント地形, 海底地すべり                                             |
| 気候・海水準変動 | 古気候           | 古植生, 化石周氷河現象                                                   |
|          | 海水準変動         | 中期更新世以降の氷河性海水準変動                                               |

## 2.3 抽出結果

2.1 および2.2 に基づいて収集し, 情報を抽出した文献・データを「添付資料 A 情報を抽出した文献・データのリスト」にまとめた。

また, 本説明書において引用している文献・データは「引用文献」として示した。この「引用文献」には, 一般的な教科書類, 原子力規制委員会, 地層処分技術 WG などの文献・データも含まれる。なお, 「情報を抽出した文献・データのリスト」においては1件としている文献・データを, 引用箇所を明確にするためにいくつかに分けて扱っている場合もある(例えば, 原子力規制委員会審査会合審査資料, 書籍, 論文集)。一方, 収集・抽出の観点には該当するが評価に必要と考えられる情報が確認されなかった場合または情報が重複する(例えば, 旧版・最新版, 引用・被引用文献など)場合など, 情報を抽出したリストに示した文献・データでも引用していないものがある。

### 第3章 文献から得られた知見

#### 3.1 隆起・沈降

文献調査対象地区およびその周辺地域の隆起・沈降に関する文献情報を、2.2 に示した収集・抽出の観点別にレビューしたうえで取りまとめた。その結果を (a) 測地観測データに基づいて  $10^0 \sim 10^2$  年スケールで把握できるもの、(b) 離水海岸地形、海成段丘、海成層に基づいて  $10^2 \sim 10^5$  年スケールで把握できるもの、(c) 侵食小起伏面や新第三紀末～第四紀の地層に基づいて  $10^5 \sim 10^6$  年スケールで把握できるものの3つに大別し、短い時間スケールのものから順に以下の各項で説明する。なお、これら  $10^0 \sim 10^6$  年スケールの隆起・沈降運動の背景にあるテクトニック・セッティングや地殻変動様式に関するレビュー結果については、説明書「地形、地質・地質構造」および 5.1.1 に示す。

##### 3.1.1 $10^0 \sim 10^2$ 年スケール

測地観測データに基づいて日本列島の鉛直変動速度分布を示した文献には、水準測量による檀原 (1971) ならびに水準測量および GPS 連続観測による村上・小沢 (2004) がある。

これらの文献から、文献調査対象地区における  $10^0 \sim 10^2$  年スケールの鉛直変動速度（隆起方向が +、沈降方向が -）を読み取った結果を表 3.1-1 に示す。水準測量に基づく鉛直変動速度は、70 年間平均が  $-2 \sim 0$  mm/yr、約 40 年間平均が  $0 \sim 2$  mm/yr である。また、GPS 連続観測に基づく鉛直変動速度は、約 5～7 年平均で  $6 \sim 8$  mm/yr であり、水準測量に基づく数十年スケールでの鉛直変動速度とは傾向・速度共に大きく異なる。

表 3.1-1 測地観測結果から読み取った文献調査対象地区における鉛直変動速度

| 文献           | 測地観測手法  | 観測期間                                   | 変動速度※<br>(mm/yr) |
|--------------|---------|----------------------------------------|------------------|
| 檀原 (1971)    | 水準測量    | 70年間<br>(1895～1965年)                   | $-2 \sim 0$      |
| 村上・小沢 (2004) | GPS連続観測 | 最長: 1996年～2003年<br>最短: 1998年～2003年     | $6 \sim 8$       |
|              | 水準測量    | 約40年間<br>(1947～1961年<br>および1986～1999年) | $0 \sim 2$       |

※図からの読み取りによる。

##### 3.1.2 $10^2 \sim 10^5$ 年スケール

文献調査対象地区とその周辺地域における  $10^2 \sim 10^5$  年スケールの隆起・沈降のうち、最も短い時間スケール ( $10^2 \sim 10^3$  年スケール) での特徴を記録している可能性があるのが離水波食棚 (ベンチ) や完新世海成段丘である。

離水波食棚 (ベンチ) については、狩場山北岸から寿都湾東岸 (幌別山地沿岸) にかけて良く発達する (大谷, 1999)。寿都半島の先端付近に発達する最高位の完新世海成段丘は標高 5 m に旧汀線高度をもつ (宮内, 1990)。しかし、これらの離水時期や離水要因、特に歴史地震との関係については不明である (宮内, 1990; 大谷, 1999)。そのため、離水波食棚 (ベンチ) に基づいて隆起・沈

降の傾向や量・速度についての情報を得ることはできなかった。

10<sup>5</sup>年スケールの隆起・沈降のうち、隆起については藤原ほか（2004, 2005）、地質環境の長期安定性研究委員会（2011）が日本列島全域を対象に最近約10万年間の平均隆起速度を5万分1地形図の図幅単位で示している。それらに示された隆起速度は、幌別山地から寿都低地までの区間で0.0～0.3 mm/yr、寿都半島から島牧海岸（図 2.1-1）までの区間で0.3～0.6 mm/yr、狩場山北岸で0.6～0.9 mm/yrである。より詳細な空間スケールでの隆起量とその空間的变化については、更新世の海成段丘面の分布高度から把握することができる。

文献調査対象地区とその周辺地域において更新世の海成段丘面の分布高度や編年結果を示した文献には、瀬川（1967）、宮内（1988）、小池・町田編（2001）、奥村（2003）、北海道電力（2013a, 2016a）がある。これらの文献では、文献調査対象地区とその周辺地域の海成段丘面は2～5面に区分され、それらは古いものから順にMIS 7以前、MIS 5e, MIS 5c, MIS 5aに対比されている。

MIS 5e（または最終間氷期）に対比された海成段丘面については、その段丘堆積物中の泥炭層に現在と似た温暖な気候環境の花粉や大型植物化石が含まれ（瀬川, 1967）、被覆層には風成のToya火山灰（109±3 ka；東宮・宮城, 2020）の降灰層準に相当する箇所が確認されている（奥村, 2003；北海道電力, 2013a, 2016a）。また、MIS 5cに対比された海成段丘面の段丘堆積物中には、多量の洞爺火砕流水成二次堆積物が確認されている（奥村, 2003）。

文献調査対象地区とその周辺地域に分布する海成段丘面の後面段丘崖麓部（旧汀線アングル；図 3.1-1）の高度（小池・町田編, 2001；奥村, 2003）と崖錐や風成層からなる被覆層の厚さを除去した段丘堆積物上面（図 3.1-1）の高度（北海道電力, 2013a, 2016a）を図 3.1-2に、その投影断面図を図 3.1-3に示す。

更新世の海成段丘面のうち最も連続性良く発達するのが、MIS 5eに対比される海成段丘面である。その旧汀線アングル高度は、寿都半島の西岸から寿都湾の東岸（幌別山地）までの区間でほとんど差がみられないとされ（奥村, 2003）、小池・町田編（2001）で30～40 m、奥村（2003）で40～50 mである。この区間におけるMIS 5eの段丘堆積物上面高度についても高度不連続は認められないとされ（北海道電力, 2013a）、その高度は20～30 mである。ただし、尻別岬付近における段丘堆積物上面高度が相対的に高いことについて、北海道電力（2016a）は、北西-南東方向に延びる西上がりの逆断層である尻別川断層の断層運動による影響を否定していない。

MIS 5eの旧汀線アングル高度に地域差が認められるのは、寿都半島の西岸以西（本目以西の島牧海岸）の地域である（宮内, 1988；小池・町田編, 2001；奥村, 2003）。その高度は、本目付近から西に向かうにつれ増していき、狩場山北岸において110 mに達する（小池・町田編, 2001）。同様の傾向は、MIS 7の旧汀線アングルの高度変化においても確認できる。

MIS 5c, MIS 5aの海成段丘面については、寿都半島および島牧海岸の一部にMIS 5eの海成段丘面と共に発達する。MIS 5cの旧汀線アングル高度は、寿都半島東岸で30～35 m（奥村, 2003）、島牧海岸で40～60 m（小池・町田編, 2001；奥村, 2003）であり、MIS 5eおよびMIS 7の旧汀線アングル高度における地域差と同様の傾向がみられる。MIS 5aの海成段丘面は、寿都半島東岸の寿都において認められており、その旧汀線アングル高度は20 mである（奥村, 2003）。

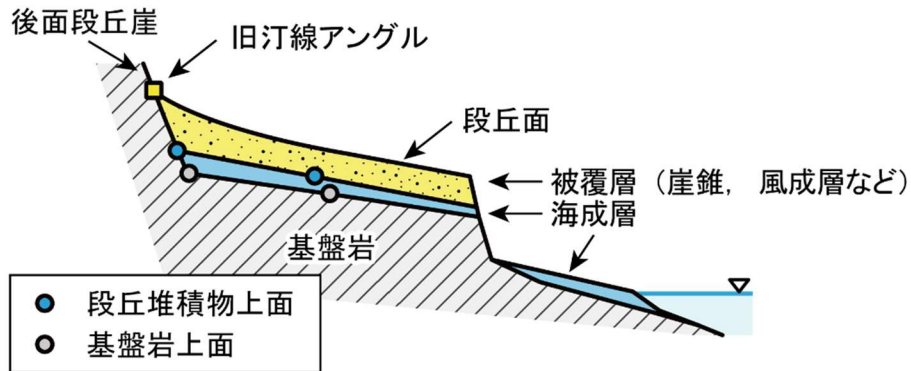


図 3.1-1 本地域における海成段丘の断面模式図

本調査では、海成段丘の分布高度として主に旧汀線アングル（段丘面の最も高い所、つまり後面段丘崖の崖麓部）、段丘堆積物上面、基盤岩上面における高度をとりあげる。

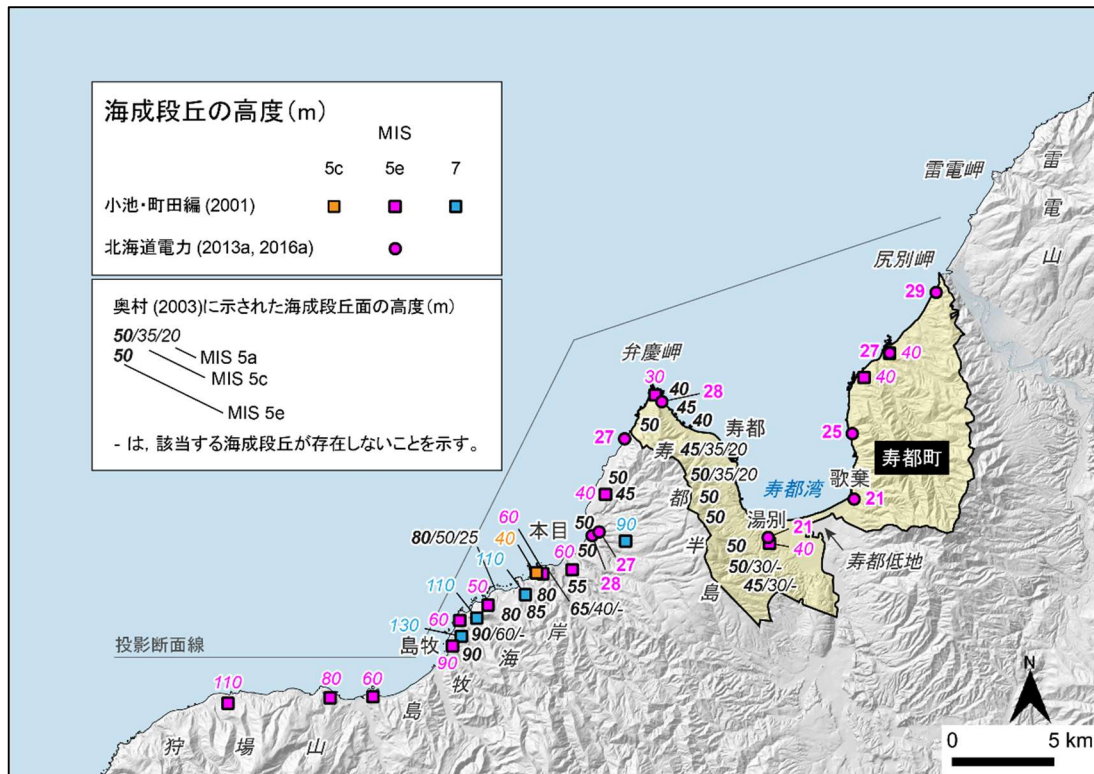


図 3.1-2 狩場山北岸—尻別岬における海成段丘の高度分布

小池・町田編（2001）、奥村（2003）、北海道電力（2013a、2016a）に基づき作成。斜体の数字は旧汀線アングルの高度、正体の数字は段丘堆積物上面の高度を示す。比較的狭い範囲において群列ボーリングなどにより段丘堆積物上面の高度が複数得られている場合、それらの中で最も高いものの高度のみを図示した。奥村（2003）に示された旧汀線高度は、旧汀線アングルの高度（海成段丘面の高度）と推察できることから、本調査ではそのように記した。海成段丘高度の投影断面図については図 3.1-3 に示す。ベースマップとして地理院タイルの陰影起伏図を使用。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町の行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。



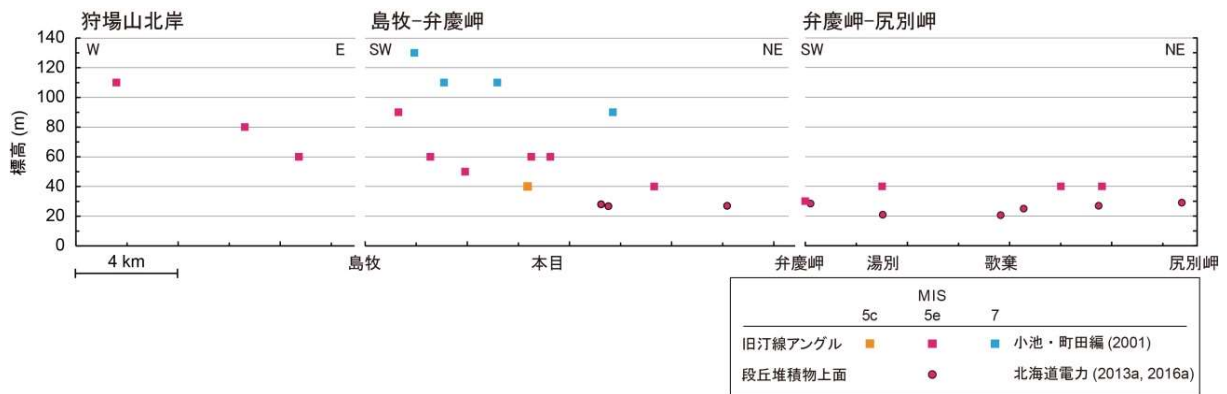


図 3.1-3 文献に示された狩場山北岸—尻別岬における海成段丘の高度分布（投影断面図）

### 3.1.3 10<sup>5</sup>～10<sup>6</sup>年スケール

10<sup>5</sup>～10<sup>6</sup>年スケールでの隆起・沈降量については、日本列島を対象に作成された第四紀の隆起沈降量図（国立防災科学技術センター，1969）に示された数値から把握することができる。そのほかにも、文献調査対象地区とその周辺地域に分布する数百万年前から数十万年前の地層の堆積過程や分布高度に関する情報も、10<sup>5</sup>～10<sup>6</sup>年スケールで生じる隆起・沈降量を知る手がかりになる。以下では、これらのトピックに関する情報について述べる。

#### (1) 第四紀の隆起沈降量

文献調査対象地区およびその周辺地域の第四紀を通した隆起量の総和については、第四紀地殻変動研究グループが作成した日本列島における第四紀の隆起沈降量図（集成隆起沈降量図）（国立防災科学技術センター，1969）から読み取ることができる。この隆起沈降量図は、新第三紀末（原本では第三紀末）または第四紀初めに形成された侵食平坦面の高度と堆積岩の新第三紀（原本では第三紀）—第四紀境界層準の分布上限高度または深度に基づいて作成されている（国立防災科学技術センター，1973）。図に示された隆起量は、寿都半島から寿都低地で 250～500 m，幌別山地で 500～750 m である。

#### (2) 後期鮮新世～中期更新世の海成層の分布

黒松内低地帯とその周辺地域では、鮮新世末から前期更新世または中期更新世にかけて堆積した貝化石を含む海成堆積物が、歌島層（鈴木ほか，1981），瀬棚層（例えば，池谷・林，1982；久保ほか，1983；鈴木，1989；椿原ほか，1989；能條ほか，1999），尻別川層（山岸，1976，1984），瀬棚層を不整合で覆う中ノ沢川層（久保ほか，1983）といった地層において確認されている（詳細については説明書「地形，地質・地質構造」を参照）。説明書「地形，地質・地質構造」では、歌島層，瀬棚層，尻別川層を「瀬棚層」としてひとまとめにして、「瀬棚層」と中ノ沢川層の分布を地質図に示している。その地質図に基づく、文献調査対象地区およびその周辺地域では「瀬棚層」のみ確認できる。文献調査対象地区とその周辺地域における「瀬棚層」の分布を図 3.1-4 に示す。

図 3.1-4 から「瀬棚層」は、寿都半島基部の山頂部（分布の最高標高は 420 m）や幌別山地の山麓部（分布の最高標高は 450 m）といった比較的高所から寿都低地の沖積層下まで、さまざまな高度に分布していることが分かる。しかし、「瀬棚層」から貝化石が確認されているのは、現時点では、(a) 寿都半島西部の歌島周辺（鈴木ほか，1981），(b) 黒松内低地帯の丸山丘陵南部の添別川，朱

太川、白炭川沿い（例えば、山岸，1984；鈴木，1989；能條ほか，1999），(c) 尻別川流域の貝殻沢川沿い（山岸，1984）に限られる（図 3.1-4）。

さらに、蕨岱向斜近くの標高 25 m 付近に位置する添別セクション<sup>2</sup>では、「瀬棚層」の堆積過程が明らかにされている（図 3.1-4）。この添別セクションでは、能條・鈴木（1999）により、瀬棚層上部の添別砂岩部層（能條ほか，1999）に当たる 95～83 万年前の堆積物が、氷河性海水準変動による海進・海退の影響を受けていたことや、最大水深時（温暖期のピーク）に 150～190 m 深にあったが最終的には陸化に至ったことが明らかにされている。

### (3) 丘陵を覆う更新世の地層

寿都低地の南端部には、黒松内背斜の背斜軸に沿って盛り上がった丸山丘陵（最高標高 218 m；文献調査対象地区内での最高標高は 184 m）が存在する（図 3.1-4）。5 万分の 1 地質図幅「歌棄」（山岸，1984）に基づくと、丸山丘陵は、中新世～鮮新世の磯谷層からなり、その頂部は、後期更新世に対比される旧期扇状地堆積物（くさり礫が含まれる場合もある扇状地堆積物を主とした砂礫層）に覆われる。

その一方で、今泉・渡島半島活断層研究グループ（1982）、奥村（1983）、北海道電力（2015）が示した地形分類図では、丸山丘陵の頂部は、それぞれ H1 面、H0 面（未区分高位面）、H0 段丘面群として判読されている。これらのうち、H0 段丘面群が含まれる高位段丘群における堆積物の特徴については、「著しく風化したくさり礫や円磨された風化礫が認められ、ローム層が厚く覆うことが多い」（北海道電力，2015）と記されている。これらの段丘面の形成年代について、各文献において直接的に言及されているわけではないが、H1 面と H0 面は、少なくとも MIS 5e よりも古い時代に、H0 段丘面群は、中期更新世でも、少なくとも MIS 7 よりも古い時代にそれぞれ位置付けられているようである。

---

<sup>2</sup>セクション：地層の断面。地層の観察ができる崖（岡田，2022）。例えば、GSSP（Global Boundary Stratotype Section and Point）として認定された「千葉セクション」にこの用語が用いられている。

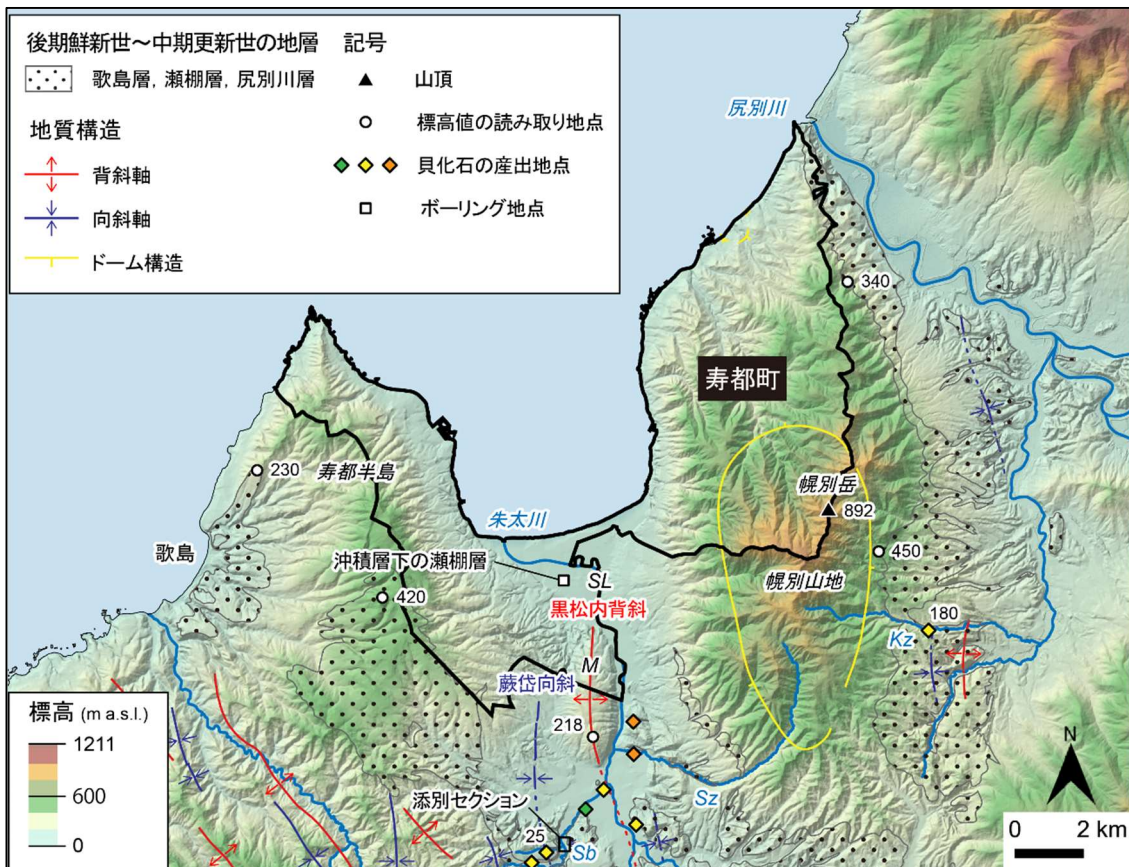


図 3.1-4 文献調査対象地区およびその周辺地域に分布する後期鮮新世～中期更新世の地層  
 M：丸山丘陵，SL：寿都低地，Kz：貝殻沢川，b：添別川，Sz：白炭川。数字は標高（m）。後期鮮新世から中期更新世の堆積物である歌島層，瀬棚層，尻別川層の分布を示す。これらの地層と地質構造の分布については，山岸ほか（1976），鈴木ほか（1981），山岸（1984）に基づき作成（詳細については説明書「地形，地質・地質構造」を参照）。貝化石の産出地点については山岸（1984）に，ボーリング地点については北海道電力（2013a）に，「添別セクション」については能條・鈴木（1999）に基づき作成。山岸（1984）における記述に基づき，産出した貝化石のうち，前期鮮新世から前期更新世に対比されるものを橙色，前期～中期更新世に対比されるものを黄色，中ノ沢川層に産するものと共通するものを緑色で示した。陰影段彩図には，地理院タイルの陰影起伏図に国土地理院数値標高データを用いて作成した高度段彩を重ねたものを使用。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に，河川は「国土数値情報（河川データ）」（国土交通省）に，寿都町の行政区界は「国土数値情報（行政区画データ）」（国土交通省）に基づく。

## 3.2 侵食

文献調査対象地区およびその周辺地域の侵食に関する文献情報を、2.2 に示した文献・データの収集・抽出の観点別、すなわち、「山地の削剥速度」、「河川による下刻」、「海食」、「マスマーブメント」といったテーマに分け、レビューした。その結果を以下の各項において説明する。

### 3.2.1 山地の削剥速度

山地の平均削剥速度は、観測可能な時間スケール ( $10^0 \sim 10^2$  年)、地形学的な時間スケール ( $10^2 \sim 10^3$  年)、地質学的な時間スケール ( $\geq 10^5$  年) で把握することができる。これらのうち  $10^0 \sim 10^2$  年スケールで山地の平均削剥速度を把握する方法には、ダムと比較堆砂量からダム流域の平均削剥速度を直接的に把握する方法 (例えば、藤原ほか, 1999) とダムの比較堆砂量とダム流域の地形量との関係式からダムの有無によらず山地の平均削剥速度を推定する方法 (例えば、長谷部ほか, 2005) がある。

文献調査対象地区およびその周辺地域では、後者の方法を用いた文献・データが確認できた。該当するのは、(a) ダム堆砂量と基準高度分散量との関係に基づいて藤原ほか (1999) が作成した 6 km メッシュの削剥速度分布図を再録・加筆した削剥速度データ (藤原ほか, 2001) と、(b) ダム堆砂量、メッシュ傾斜 (約 1 km メッシュごとに算出した 250 m メッシュの最大傾斜の中央値)、表層地質との関係に基づいて長谷川ほか (2005) が作成した 1 km メッシュの「侵食速度ポテンシャルマップ」である。

これら 2 つの文献・データから作成した文献調査対象地区およびその周辺地域の削剥速度分布図を図 3.2-1 に示す。図 3.2-1 の藤原 (2001) から読み取れる文献調査対象地区の平均削剥速度は、寿都半島付近で  $0.1 \sim 0.3$  mm/yr、丸山丘陵で  $0 \sim 0.1$  mm/yr、幌別山地で  $0.1 \sim 0.5$  mm/yr である。一方、図 3.2-1 の長谷川ほか (2005) から読み取れる比較堆砂量 (単位は  $10^3 \text{ m}^3 / \text{km}^2 / \text{yr}$ ;  $\equiv$  流域の平均削剥速度) は、寿都半島付近で  $0 \sim 0.2$ 、丸山丘陵で  $0 \sim 0.2$ 、幌別山地で  $0.2 \sim 0.5$  である。

$10^2 \sim 10^3$  年スケールの山地流域における平均削剥速度は、宇宙線生成核種法に基づき定量的に把握することができるが (例えば、Korup et al., 2014; 松四ほか, 2014)、文献調査対象地区およびその周辺地域において取得された宇宙線生成核種データを確認することはできなかった。また、 $\geq 10^5$  年スケールの山地の平均削剥速度は、低温領域の熱年代法を用いることで算出でき (末岡ほか, 2015; 末岡・田上, 2019)、日本列島において取得された低温領域の熱年代データは「日本列島の基盤岩類における低温領域の熱年代データベース」(Sueoka and Tagami, 2019) にまとめられている。しかし、このデータベースにおいて文献調査対象地区およびその周辺地域で取得された熱年代データを確認することはできなかった。

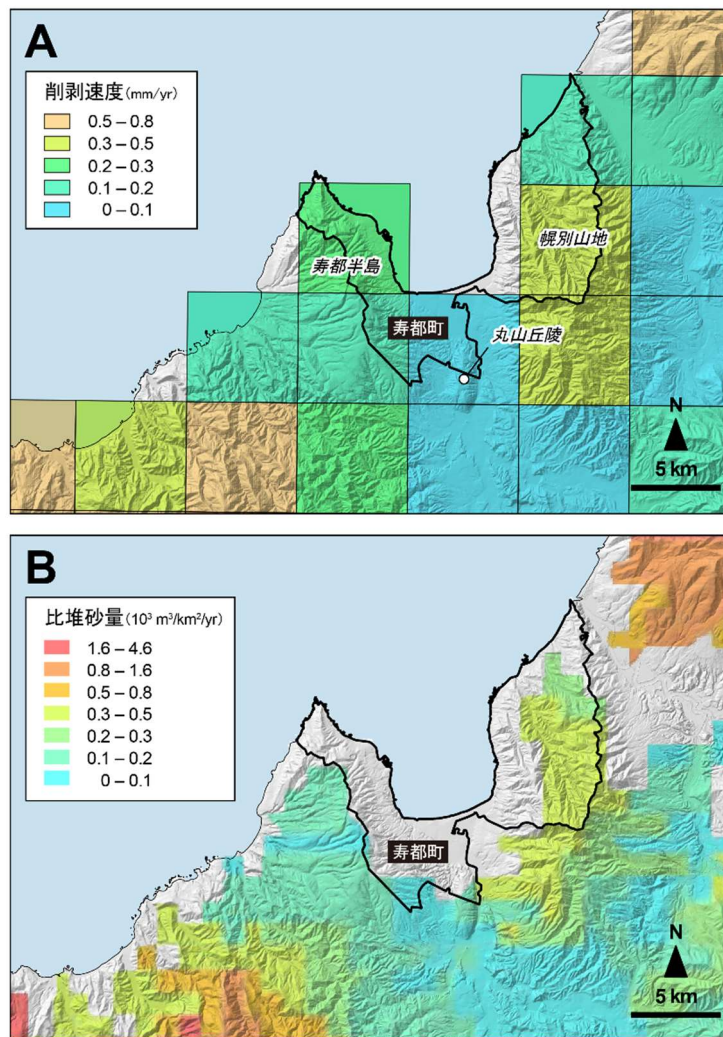


図 3.2-1 ダム堆砂量と地形量との関係から推定された年平均削剥速度

(A) 6 km メッシュの基準高度分散量から推定された年平均削剥速度。藤原ほか (2001) を編集。(B) メッシュ傾斜 (約 1 km メッシュごとに算出した 250 m メッシュの最大傾斜の中央値) から推定された年平均削剥速度。長谷川ほか (2005) の「全国の流域単位の侵食速度ポテンシャルマップ」を編集。本調査では、(年平均) 比堆砂量 (単位は  $10^3 \text{ m}^3 / \text{km}^2 / \text{yr}$ ) を年平均削剥速度に読み替えて論ずる。ベースマップとして地理院タイルの陰影起伏図を使用。海岸線は「国土数値情報 (海岸線データ)」(国土交通省) に、寿都町の行政界は「国土数値情報 (行政区域データ)」(国土交通省) に基づく。

### 3.2.2 河川による下刻

沿岸部における沖積層基底 (最終氷期最盛期における沖積層基底礫層の基底) の深さは、後期更新世以降の河川による線的な侵食量 (下刻量) の実績と見做すことができる (幡谷ほか, 2016)。朱太川河口の沖積低地である寿都低地における沖積層の深度もしくは層厚にかかわる記載は、岡 (2006) と北海道電力 (2013a) において確認できる。岡 (2006) は、北海道水理地質図 No. 7 「倶知安」 (広田ほか, 1985) に示された水井戸 (寿都町地下水調査井) のボーリング資料の読み取りから砂礫質の沖積層が深度 20 m まで確認できると記述している。また、北海道電力 (2013a) は、湯別 (標高 3.94 m 地点) でのボーリング調査から、沖積層がほぼ水平に堆積しており、その厚さが 45.15 m で

あることを示している。

内陸部における河川の下刻量・下刻速度に関する情報を有する文献・データについては、確認することはできなかった。

### 3.2.3 海食

波浪侵食による海食崖の後退速度について、文献調査対象地区において直接取得されたデータを確認することはできなかったが、日本列島の多地点において海食崖の平均後退速度を求めた文献として、貝塚（1998）と上野・山岸（2002）を確認した。

貝塚（1998）は、現在みられる海食崖と浅海底が後氷期の海面がほぼ現在の水準に達した 5,000 年前から現在までの期間に形成されたものと考え、日本列島各地の水深 10 m 以浅の波食台の幅を計測し、その幅を 5,000 年で除すことで海食崖の平均後退速度を求めている。

海食崖の平均後退速度がまとめられた図（貝塚，1998 の図 5.31）から、文献調査対象地区の波食台を構成する火山岩と新第三紀層を対象に値の読み取りを行った。この読み取りに基づく海食崖の平均後退速度は、火山岩で 2～8 cm/yr（n=6）、新第三紀層で 4～28 cm/yr（n=11）である。

一方、上野・山岸（2002）は、貝塚（1998）とほぼ同様の考え方により海食崖の平均後退速度を算出しているが、(a) 現在みられる海食崖や浅海底が 6,000 年前以降に形成されたものとして海食崖の後退速度を求めていること、(b) 岩盤崩壊のあった海食崖とその基部の海食台を対象としていることが貝塚（1998）と異なる。上野・山岸（2002）に基づく、硬質な岩盤からなる海食崖の平均後退速度は 3～10 cm/yr である。

### 3.2.4 マスムーブメント

文献調査対象地区の陸域の大部分は、地すべり地質区分図（山岸・伊藤，1993）に示された 1～5 のうちのどの地すべり地質区にも属していない（図 3.2-2 A）。ただし、寿都半島の西岸は、「4. 渡島半島東部新第三紀泥岩地域」（山岸・伊藤，1993）に属する。この地域は、(a) 層理の発達した新第三紀泥岩層が広く分布し、緩傾斜の頁岩で特徴付けられ、(b) それらにはすべり面となる粘土化しやすい流紋岩質凝灰岩が頻繁に挟まれるため、層すべりタイプの地すべり地形が多い、とされる（山岸・伊藤，1993）。防災科学技術研究所の地すべり地形分布図（清水ほか，2010）からは、比較的小規模な地すべり地形が文献調査対象地区内に散在することが読み取れる（図 3.2-2 B）。

文献調査対象地区を含む北海道南西部の日本海沿岸部では、1980 年代や 1990 年代に発生した岩盤崩壊が確認されている（例えば、山岸，1998；北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会，2000；上野・山岸，2002）。しかし、北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会（2000）が示した崩壊規模 100 m<sup>3</sup> 以上の岩盤崩壊跡の分布図の中に文献調査対象地区で発生した岩盤崩壊は認められない（図 3.2-2 B）。

文献調査対象地区の周辺海域における海底地すべりの分布については、森木ほか（2017）と北海道電力（2013b）に示されているものから把握することができる。海底地すべりのうち、文献調査対象地区周辺の海岸線から 15 km 圏内に分布するものは、森木ほか（2017）においてのみ確認できる。森木ほか（2017）に示された海底地すべりを図 3.2-3 に示す。これらの海底地すべりの面積は、森木ほか（2017）によれば、いずれも 10 km<sup>2</sup> 以下である。大陸棚の外縁付近を直接削剥している海底地すべりについては、岩内海底谷および茂津多海底谷の谷頭部付近ならびに寿都海脚付近において確認することができる（図 3.2-3）。

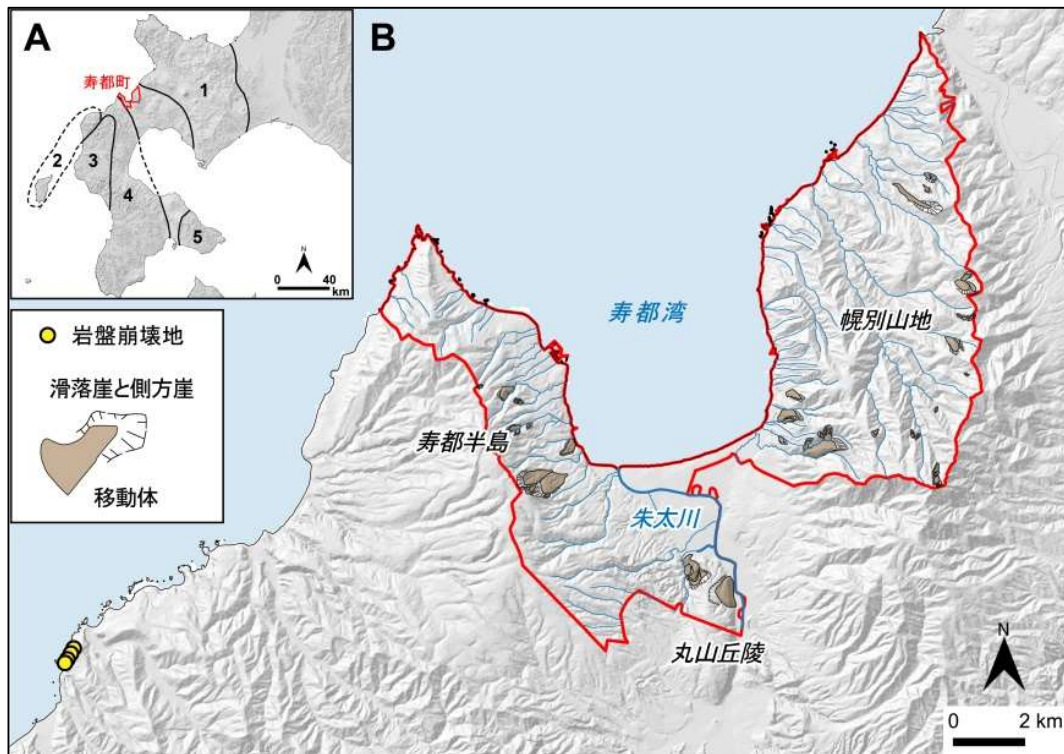


図 3.2-2 文献調査対象地区（陸域）におけるマスムーブメント地形分布

(A) 北海道南西部の地すべり地質区分図（山岸・伊藤，1993に基づき作成）。(B) 地すべり地形分布図。地すべり地形 GIS データ（防災科学技術研究所「6440 岩内」のデータ（原図は清水ほか（2010））に基づき作成。岩盤崩壊地の分布については，北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会（2000）に基づく。ベースマップとして地理院タイルの陰影起伏図を使用。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に，河川は「国土数値情報（河川データ）」（国土交通省）に，寿都町の行政界は「国土数値情報（行政区画データ）」（国土交通省）に基づく。

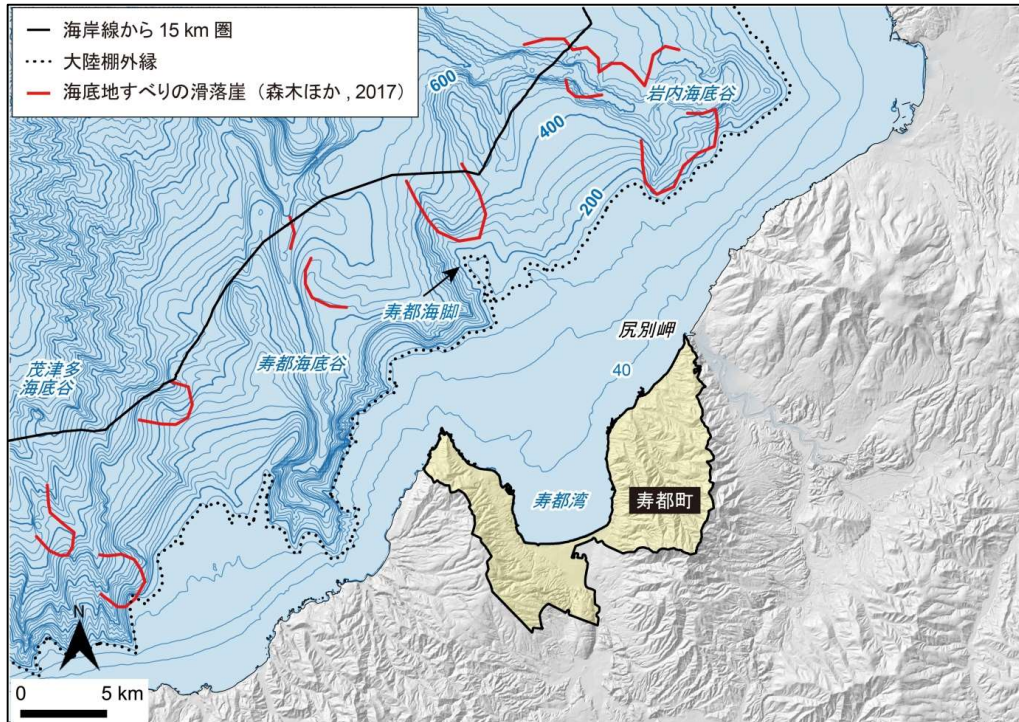


図 3.2-3 文献調査対象地区（海域）およびその周辺地域における海底地すべりの分布

森木ほか（2017）に示された海底地すべりの滑落崖のうち、海岸線から 15 km 圏内に分布するものを図示。等深線の主曲線の間隔は 40 m，計曲線の間隔は 200 m。地理院タイトルの陰影起伏図を使用。海域の等深線図は、日本水路協会発行 M7000 シリーズを用いて作成（一財）日本水路協会承認第 2021006 号。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町の行政区界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

### 3.3 気候・海水準変動

文献調査対象地区およびその周辺地域の気候・海水準変動に関する文献情報を、2.2 に示した文献・データの収集・抽出の観点別にレビューし、まとめた。その結果を (a) 気温・降水量の変化、(b) 古環境の変化、(c) 氷河性海水準変動に大別し、以下の各項において説明する。

#### 3.3.1 気温・降水量の変化

文献調査対象地区およびその周辺地域において定量的に古気候を復元した文献・データを確認することはできなかった。その一方で、最終氷期寒冷期の年平均気温や年平均降水量を復元した文献・データには、例えば、日本列島を対象にした松末ほか（2000）や北海道北部を対象とした五十嵐ほか（2012）がある。

松末ほか（2000）は、現在の花粉化石群集と温かさの指数との関係式を求め、その関係式を最終氷期寒冷期の花粉化石群集データに適用することで日本列島における最終氷期寒冷期の年平均気温を算出している。それによると文献調査対象地区が位置する緯度範囲（北緯 42.00°～42.99°）における最終氷期最寒冷期の年平均気温は $-2.0^{\circ}\text{C}$ であり、現在（松末ほか（2000）執筆時点）との差は $-9.0^{\circ}\text{C}$ である。

また、北海道東部が対象となるが、最終氷期以降の年平均降水量は、Heusser and Morley (1985) が太平洋北西沖で取得した海底コア中の花粉分析に基づいて推定されている。それによると、最終氷



期の約 8～2 万年前までの年平均降水量は～1,000 mm、氷河環境でなかった約 1 万～4,000 年前は >1,200 mm である（松末ほか、2000）。

五十嵐ほか（2012）は、北海道北部の剣淵盆地（北緯約 44°）において花粉分析に基づいて MIS 7 以降の植生変遷史を復元し、その花粉組成が似るサハリンの気象データとの比較に基づいて古気候を復元している。それによると、剣淵盆地での MIS 2 における年平均気温は-8～-9℃と、年平均降水量は現在（五十嵐ほか（2012）執筆時点）よりも 720～750 mm 程度少なかったと推定されている。

### 3.3.2 古環境の変化

最終氷期の北海道では、標高 750 m 以上の山地に連続永久凍土帯が広がり、周辺の低地は不連続永久凍土帯であったと考えられている（小野、1990）。ただし、化石周氷河現象の分布を示した日本第四紀地図（日本第四紀学会編、1987）の文献調査対象地区周辺に、アイスウェッジカスト（永久凍土の存在を示す化石周氷河現象）の分布を確認することはできない。

最終氷期の北海道の植生景観と周氷河環境については、現在のタイガ帯南縁部に近かったと推定されている（小野、1990）。石狩低地帯から渡島半島にみられた最終氷期の植生景観は、グイマツを主とする亜寒帯針葉樹林であったと考えられている（小野・五十嵐、1991）。文献調査対象地区に近い黒松内低地帯の歌才（図 2.1-1）では、最終氷期最盛期には現在みられるブナ林ではなくカバノキ属とマツ属を主とする亜寒帯針葉樹林と草原が広がっていたと考えられている（Sakaguchi, 1989 ; Igarashi, 2016）。

### 3.3.3 氷河性海水準変動

文献調査対象地区およびその周辺地域に発達する最上位の海成段丘面については、後述（4.1.2 (5) 参照）するように MIS 11 または MIS 13 に対比される可能性を有する。この点を考慮に入れ、本調査では中期更新世以降の氷河性海水準変動のうち MIS 13 以降のものを対象とした。比較的最近の文献（Siddall et al., 2007 ; Spratt and Lisiecki, 2016 ; Creveling et al., 2017）に示された MIS 13 以降の主な高海面期の年代と海水準高度をまとめたものを表 3.3-1 に示す。

最終氷期最盛期（2.1 万年前）と完新世の高海面期（約 6,000 年前）における日本列島周辺の海水準高度については、Okuno et al. (2014) により氷河性地殻均衡（Glacial Isostatic Adjustment, GIA）を考慮したものが示されている。Okuno et al. (2014) の読み取りに基づく最終氷期最盛期における文献調査対象地区の大陸棚付近の海水準は、-128～-132 m である。完新世の高海面期における海水準については、文献調査対象地区の海岸線付近に示された数値を Okuno et al. (2014) から読み取った。読み取った海水準は、その算出において用いられた氷床融解史モデルによって異なるが、1 m または -1 m である。

表 3.3-1 海洋酸素同位体ステージ (MIS) の年代と海水準高度

| Siddall et al. (2007) |              |                | Spratt and Lisiecki (2016) |              |                       | Creveling et al. (2017) |             |                |
|-----------------------|--------------|----------------|----------------------------|--------------|-----------------------|-------------------------|-------------|----------------|
| MIS                   | 年代<br>(万年前)  | 海水準<br>(現在比:m) | MIS                        | 年代<br>(万年前)  | 海水準<br>(現在比:m)        | MIS                     | 年代<br>(万年前) | 海水準<br>(現在比:m) |
| -                     | -            | -              | -                          | -            | -                     | 5a                      | 8           | -10.5±5.5      |
| -                     | -            | -              | -                          | -            | -                     | 5c                      | 10          | -11.1±6.6      |
| 5e                    | 11.6 to 13.2 | 0 to 6         | 5e                         | 11.9 to 12.6 | 6 to 9 <sup>**</sup>  | -                       | -           | -              |
| 7a                    | 19.0 to 20.1 | -15 to -5      | 7a-c                       | 19.7 to 21.4 | -7                    | -                       | -           | -              |
| 7c                    | 21.2 to 22.0 | -15 to -5      | -                          | -            | -                     | -                       | -           | -              |
| 7e                    | 23.0 to 23.5 | -15 to -5      | 7e                         | 23.6 to 25.5 | -9                    | -                       | -           | -              |
| 9c                    | 31.8 to 32.4 | -3 to 8        | 9                          | 31.5 to 33.1 | -1                    | -                       | -           | -              |
| 11                    | 39.8 to 41.0 | -3 to 18       | 11                         | 39.9 to 40.8 | 6 to 13 <sup>**</sup> | -                       | -           | -              |
| 13                    | -            | -20 to 0       | 13                         | 48.6 to 50.2 | -11                   | -                       | -           | -              |

※氷河性地殻均衡 (Glacial Isostatic Adjustment, GIA) 補正がなされた値。MIS 5eはDutton et al. (2015), MIS 11はRaymo and Mitrovica (2012) の推定値。

## 第4章 文献・データの分析

### 4.1 隆起・沈降

4.1 では、4.1.1～4.1.3 において文献調査対象地区およびその周辺地域の現在の陸域における隆起・沈降の傾向および量・速度について、時間スケール別（ $10^0$ ～ $10^2$  年スケール、 $10^5$  年スケール、 $10^5$ ～ $10^6$  年スケール）に推定した結果を述べる。これらの推定結果は、短い時間スケールのものから、それぞれ (a) 測地観測データ（電子基準点データと水準測量データ）の解析、(b) 地形判読による更新世の海成段丘面の認定・区分・編年、(c) 鮮新世および更新世の地層の堆積年代や分布高度の分析、に基づいた。続く 4.1.4 では、文献では情報を得ることのできなかつた文献調査対象地区およびその周辺地域の現在の海域における  $10^5$ ～ $10^6$  年スケールでの隆起・沈降の傾向について、大陸棚を構成する地層の累重様式に基づいて推定した結果を述べる。

なお、 $10^2$ ～ $10^5$  年スケールに関して、離水波食棚（ベンチ）を判読したが、これらの離水時期や離水要因、特に歴史地震との関係が不明であるため、隆起・沈降の傾向や量・速度についての情報を得ることはできなかった。

#### 4.1.1 測地観測データに基づく隆起・沈降量

##### (1) 電子基準点データ

国土地理院の GNSS (Global Navigation Satellite System) 連続観測システム (GEONET : GNSS Earth Observation Network System) の観測点は、文献調査対象地区およびその周辺地域では、寿都半島西部の寿都、島牧海岸の島牧に設置されている (図 4.1-1)。ここでは、GEONET で公開されている GNSS 観測点データ (国土地理院 : 電子基準点データ提供サービス) を用いて、上記 2 点における上下変動量 (隆起・沈降量) を示す。

観測データについては、2006 年 5 月 31 日～2021 年 5 月 31 日に取得された約 15 年間分のデータ (F5 解<sup>3</sup>) を使用した。得られた観測データから国土地理院により公開されている機器交換のタイミングで生じたオフセットを除去した。そして、北海道北東部の猿払観測点を固定局として、各観測点の 15 年間の変位量を求めた。得られた結果を図 4.1-1 に示す。

過去約 15 年間の変位量について見ると、寿都では約 6.5 cm、島牧では約 3.9 cm の隆起を示した。このことから、過去 15 年間の変位量に基づくと、寿都湾西岸は、狩場山地北岸よりも隆起量が大きいといえる。

<sup>3</sup>これまでの解析ストラテジが開発から 10 年以上経過し、最新の GPS 衛星に対応していないことや、準拠する測地基準座標系が古くなるなどの課題を解決するために更新した解析ストラテジ。2021 年 4 月 1 日より運用を開始している (村松ほか, 2021)。

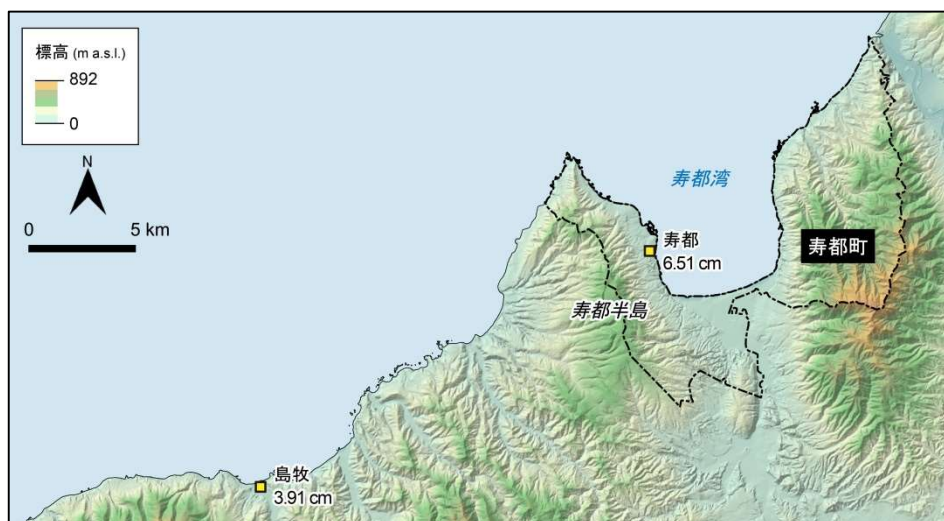


図 4.1-1 電子基準点データに基づく約 15 年間の上下変動量

黄色の四角は、国土地理院の GNSS 連続観測システムの観測点を示す。観測点横の文字は観測点名、数字は約 15 年間の上下変動量（隆起方向が+、沈降方向が-）を示す。陰影段彩図には、地理院タイルの陰影起伏図に国土地理院数値標高データを用いて作成した高度段彩を重ねたものを使用。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町の行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

## (2) 水準測量データ

明治時代以降（1883 年以降）、国土地理院により行われている水準測量の結果に基づいて文献調査対象地区およびその周辺地域における隆起・沈降量の特徴を把握する。対象とした水準測量路線は、寿都湾東岸から幌別山地北岸（尻別岬）にかけて設置されている 004800 と寿都湾西岸から狩場山の南西岸にかけて設置されている 005100 である（図 4.1-2）。水準路線 004800 では 1954 年から 2004 年までの 6 期間の水準点上下変動量が、水準路線 005100 では 1959～2004 年までの 5 期間の水準点上下変動量が、「一等水準点検測成果収録 水準点変動図閲覧ページ」（国土地理院）において公開されている。これらの水準点上下変動図を収集し、両路線の交点となる水準点「交 24」を基点として整理した。このため、「交 24」との相対的な傾向である。得られた結果を以下に記す。

水準路線 004800 と水準路線 005100 における過去約 50 年間の総隆起量・総沈降量を図 4.1-2 に、期間別にみた隆起・沈降量を図 4.1-3 にそれぞれ示す。まず、過去約 50 年間の総隆起量・総沈降量についてみる。寿都湾東岸では、水準点 7147 を除けば、ほとんど「交 24」に対する変動がみられない。一方、寿都湾西岸から狩場山南西岸までの区間では、本目付近までは、はっきりとした傾向を捉えることはできないが、本目以西では、西に向かうほど相対的な沈降量が大きくなるような傾向が認められる。その量は、寿都半島東岸で約-2 cm、本目付近で約 0 cm、茂津多岬付近で約-4 cm、狩場山南西岸で約-8 cm である。

次に期間別に示した隆起・沈降量について、相対的にみて極端に大きい変動量を示す水準点を除いた傾向をみる。寿都湾東岸では、期間を通して「交 24」に対する変動がほとんど認められない。一方、寿都湾西岸以西の区間では、1954/1959～1968 年および 1968～1986 年には、全体的に隆起する傾向が認められるが、それらが 1986～1993 年および 1993～2004 年には沈降する傾向に転じている。この隆起から沈降に反転する傾向は、寿都半島北端の弁慶岬以西の区間からはっきりと認める

ことができる。その隆起傾向については、明確な地域差を認めることができないが、沈降傾向については、西に向かうほど大きくなる。

以上、過去約 50 年間の水準点の上下変動に基づくと、文献調査対象地区周辺における 10<sup>0</sup>~10<sup>2</sup> 年スケールでの隆起・沈降の様式は、(a) 寿都湾岸と (b) 弁慶岬以西とで異なっているものと考えられる。(a) 内では、約 50 年という期間において明瞭な隆起や沈降の傾向の時空間的な変化を認めることができない。一方、(b) からみた (a) は、約 50 年間で相対的に沈降から隆起、(a) からみた (b) は相対的に隆起から沈降に転じているといった時間的な変化が認められる。さらに (b) の弁慶岬以西の区間では、この沈降に転じた期間における沈降量が西に向かうほど大きくなるような空間的な変化も認められる。

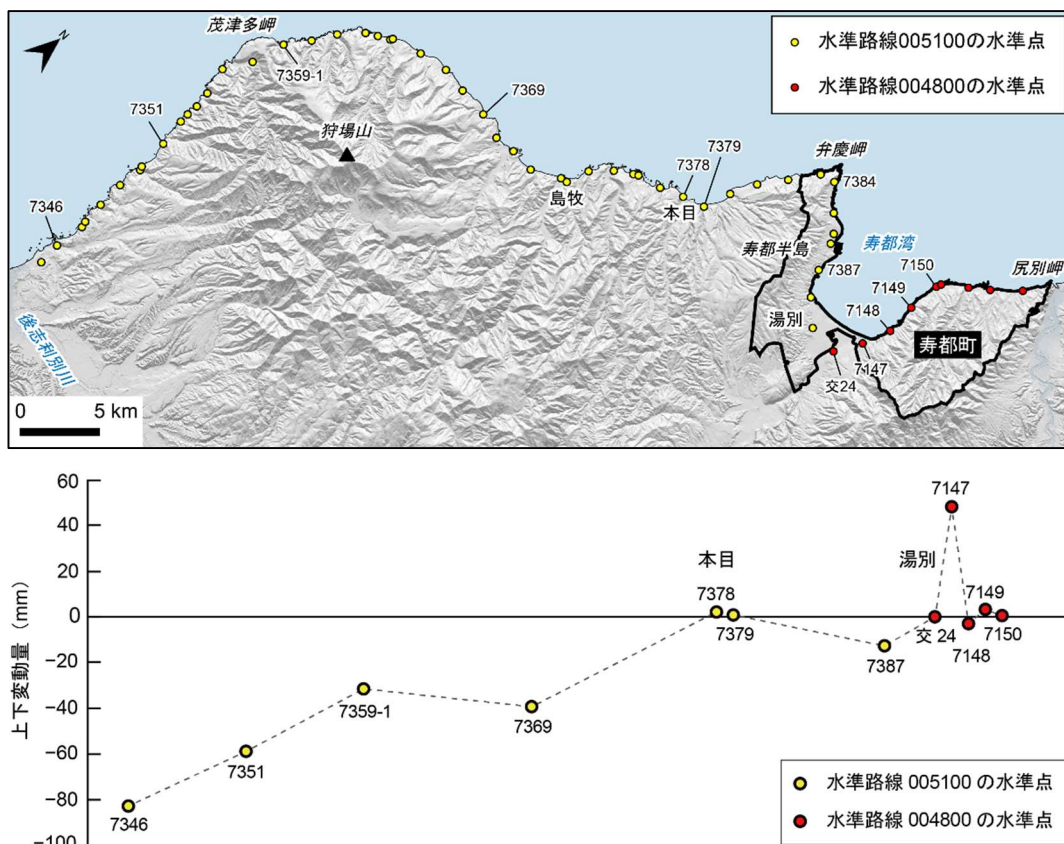


図 4.1-2 狩場山南西岸—尻別岬間における約 50 年間の上下変動量

(上) 解析対象とした水準路線。(下) 水準点における約 50 年間の上下変動量。水準路線 005100 の水準点は 1959~2004 年の上下変動量を、水準路線 004800 の水準点は 1954~2004 年の上下変動量をあらわす。ベースマップとして地理院タイルの陰影起伏図を使用。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」(国土交通省)に、寿都町の行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」(国土交通省)に基づく。

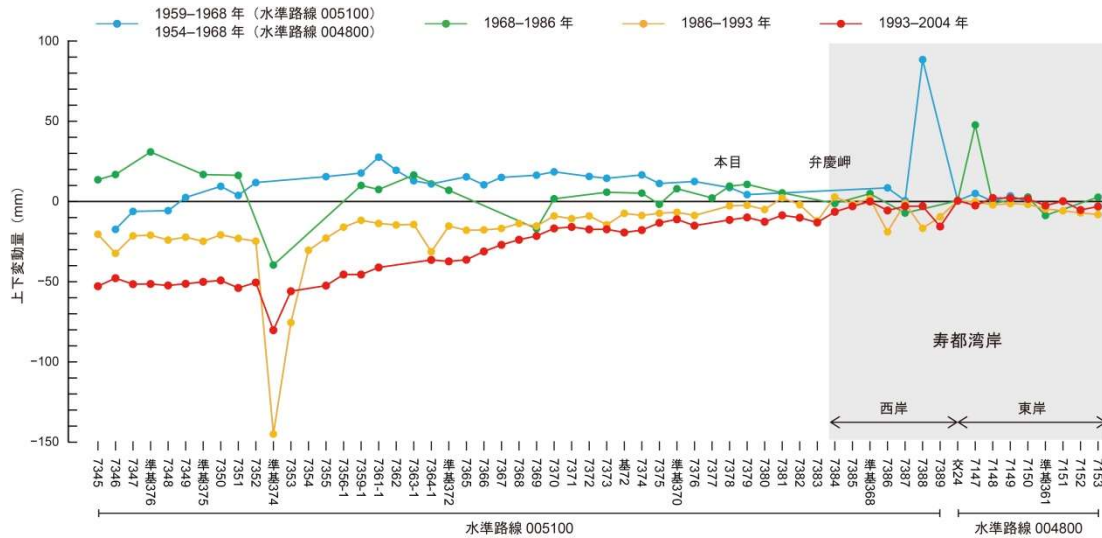


図 4.1-3 狩場山南西岸－尻別岬間における上下変動量  
 灰色部は、寿都湾岸における上下変動量。

#### 4.1.2 海成段丘に基づく隆起量・隆起速度

##### (1) 調査方法

文献調査対象地区を含む狩場山北岸から幌別山地北岸の尻別岬までの沿岸部を対象とした海成段丘面区分図を作成する。海成段丘面区分図の作成に当たっては、海成段丘面の判読漏れや誤判読の発生可能性を低減するため、海成段丘面だけでなく、河成面、火山麓扇状地面、小起伏面といった地形面、および崖錐・麓屑面・沖積錐、地すべり・崩壊地形、扇状地、砂丘・沿岸州、波食棚・離水ベンチといった地形種も判読対象とした。これらの地形面、地形種の同定は、縮尺約 40,000 分の 1 (一部約 20,000 分の 1) の空中写真 (1960～1970 年代に国土地理院撮影) の実体視判読に加え、地理院タイルの赤色立体図にあらわれる地形のテクスチャーの違いに基づいて行った。基図には、国土地理院発行の 2 万 5 千分 1 地形図を用いた。地形面、地形種の判読基準については、添付資料 B に示す。

地形面の区分と対比については、地形面の分布高度の連続性、地形面の開析度合い、文献による地形面構成層やその被覆層の堆積年代に基づいて行った。沿岸部では特に、MIS 5c に対比されると考えられる海成段丘面との関係を軸にして地形面の新旧関係を判断した。

海成段丘面に基づく  $10^5$  年スケールの隆起量・隆起速度の算出においては、(a) 海成段丘面の分布高度、(b) 間氷期の海水準と時代、に関するデータが必要である。(a) のデータには、作成した海成段丘面区分図から読み取った旧汀線アングルの高度と、既存文献・データに示された旧汀線アングル高度、段丘堆積物上面高度 (3.1.2 参照) を用いた。旧汀線アングルの高度の読み取り値に関しては、25,000 分の 1 地形図 (等高線間隔が 5～10 m) から作成された 10 mDEM (Digital Elevation Model ; 数値標高モデル) に基づいているため、高さ方向で  $\pm 5$  m の誤差を有しているものと考えられる (例えば、Matsu'ura et al., 2019)。(b) のデータについては、比較的最近の知見である Siddall et al. (2007), Sparatt and Lisiecki (2016), Creveling et al. (2017) に示されたものを用いた (表 3.3-1 と 3.3.3 参照)。これらのデータを用いて、隆起量については、海成段丘面の分布高度からその海成段丘面に対比される間氷期の海水準を差し引くことで、隆起速度については、隆起量を間氷期の時代で除すことで算出した。

## (2) 海成段丘面の分布と特徴

海成段丘面区分図、海成段丘面の投影断面図、地形断面図をそれぞれ図 4.1-4、図 4.1-5、図 4.1-6 に示す。海成段丘面は、島牧海岸の島牧から幌別山地の北東端（尻別岬）にかけて連続的に発達する。その多くが、この地域に広く発達する小起伏面の斜面下方において認められる（図 4.1-6 C, D, E）。海成段丘面は 6 面に区分でき、本調査ではそれらを高位のものから順に Hm1, Hm2, Hm3, Mm1, Mm2, Mm3 面と呼ぶ。これらの海成段丘面の発達は、寿都半島西岸から島牧までの区間、寿都半島東岸、幌別山地沿岸の 3 区間でそれぞれ異なった様相を呈す。寿都半島西岸から島牧までの区間では、Hm1 面から Mm3 面までの 6 面すべての発達が認められる一方で、寿都半島東岸では、Hm3 面、Mm1 面、Mm2 面の 3 面の発達が、幌別山地沿岸では Mm1 面のみの発達が認められるにすぎない（図 4.1-4）。これらの海成段丘面の旧汀線アングルの平面分布は、概ね現在の海岸線に沿った形状を示す。しかし、Hm3, Mm1, Mm2 面の旧汀線アングルについては、寿都湾東岸の樽岸から丸山丘陵にかけての範囲で現在の海岸線よりも内陸方向に入り込むような分布形状をとる（図 4.1-4）。以下に各面の分布と特徴について図 4.1-4、図 4.1-5、図 4.1-6 に基づいて述べる。

Hm1 面の分布は、寿都半島西岸の歌島から本目までの区間に限られる。開析が進んでおり、段丘面の幅は狭い。本調査による旧汀線アングルの高度は、130～180 m である。

Hm2 面の分布は、Hm1 面と同じように寿都半島西岸の歌島から本目までの区間に限られる。段丘面の保存度合いは、Hm1 面とほぼ同程度である。本調査による旧汀線アングルの高度は、120～160 m である。

Hm3 面は、寿都半島西岸の歌島から島牧までの区間と寿都半島東岸の寿都から湯別までの区間にみられるが、幌別山地の沿岸では確認されない。Hm1, Hm2 面と比較して段丘面の発達・保存度合いが良く、寿都半島西岸のコペチャナイ川河口付近、本目岬付近では、Mm1 面よりも広く発達する。Hm3 面の多くが山麓堆積地形に覆われており、特に寿都湾東岸では、そうした山麓堆積地形の発達が良い。山麓堆積地形の比高は、数十 m から最も大きいところで 60 m に及ぶ。本調査による旧汀線アングルの高度は、65～130 m である。ただし、この高度分布は、段丘面を覆う山麓堆積地形の発達規模による影響を排除した値ではないことに注意が必要である。

Mm1 面は、島牧海岸の島牧から幌別山地の北東端にかけて連続的に分布が認められる。寿都半島の歌島から寿都までの区間や幌別山地沿岸では、Mm1 面の発達しか認められない。全体的にみて段丘面の発達・保存度合いは、Hm3 面よりも良い。しかし、寿都半島東岸の湯別から丸山丘陵にかけての範囲は例外的であり、Mm1 面は、開析が進んだ丸みを帯びた丘陵状の地形として分布する。それらと後面に分布する Hm3 面との境界付近には鞍部列からなるリニアメントが認められる（地震・活断層に関する説明書（以下、説明書「地震・活断層」という。）を参照）。

Mm1 面においても、Hm3 面と同様に段丘面は、比高数十 m の山麓堆積地形に覆われる（図 4.1-6 A）。特に幌別山地の沿岸では、そうした山麓堆積地形の発達が良く、その中には完全に段丘面を覆っていると考えられるものもある。例えば、歌島周辺では、Mm1 面は認められないが、20～30 m の高さの海食崖に切られる比高 60～70 m の山麓堆積地形が発達する（図 4.1-6 B）。この山麓堆積地形の地下には、北海道電力（2016a）によるボーリング調査により、海成段丘堆積物（その上面高度は標高 20.6 m）が存在することが確認されている。本調査による Mm1 面の旧汀線アングルの高度は、30～100 m である。しかし、この高度分布についても、段丘面を覆う山麓堆積地形の発達規模による影響を排除した値ではないことに注意が必要である。

Mm2 面は、寿都半島西岸では歌島から島牧までの区間に、寿都半島東岸では湯別周辺に分布する。

段丘面の発達・保存度合いは Mm1 面と同程度である。本調査による旧汀線アングルの高度は、20～60 m である。

Mm3 面は、島牧海岸の栄磯付近においてのみ認められる。段丘面の縦断長が 50～60 m 程度の小規模な発達を示す。段丘面の開析は認められない。本調査による旧汀線アングルの高度は、22 m である。



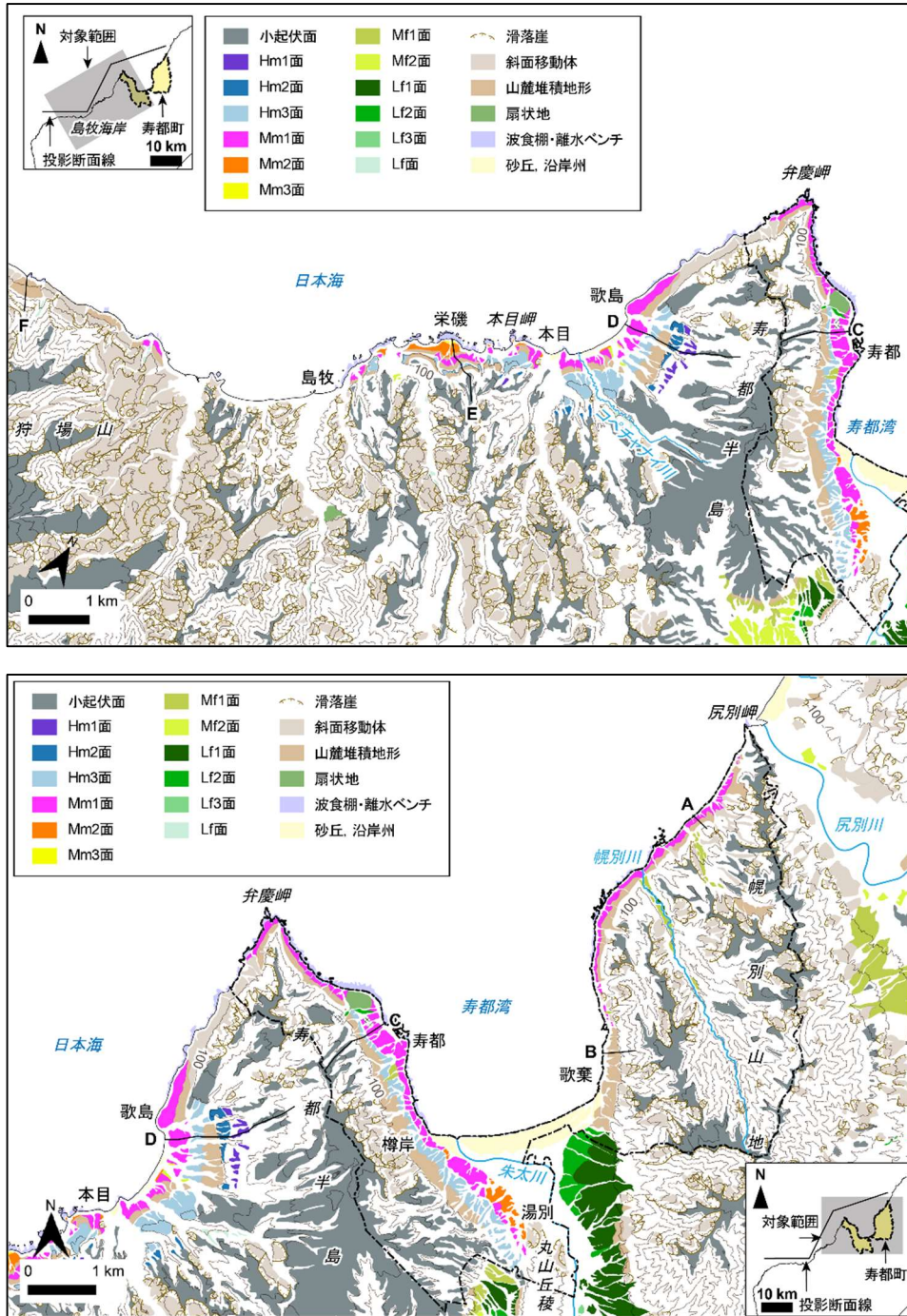


図 4.1-4 狩場山北岸－尻別岬にかけての海成段丘面区分図

海成段丘面（Hm1～3面，Mm1～3面）の説明については本文参照。測線A，B，C，D，E，Fの地形断面図については図4.1-6に，海成段丘高度の投影断面図については図4.1-5にそれぞれ示す。等高線（国土地理院数値標高データを用いて作成）は100m間隔。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に，河川は「国土数値情報（河川データ）」（国土交通省）に，寿都町の行政界は「国土数値情報（行政区画データ）」（国土交通省）に基づく。

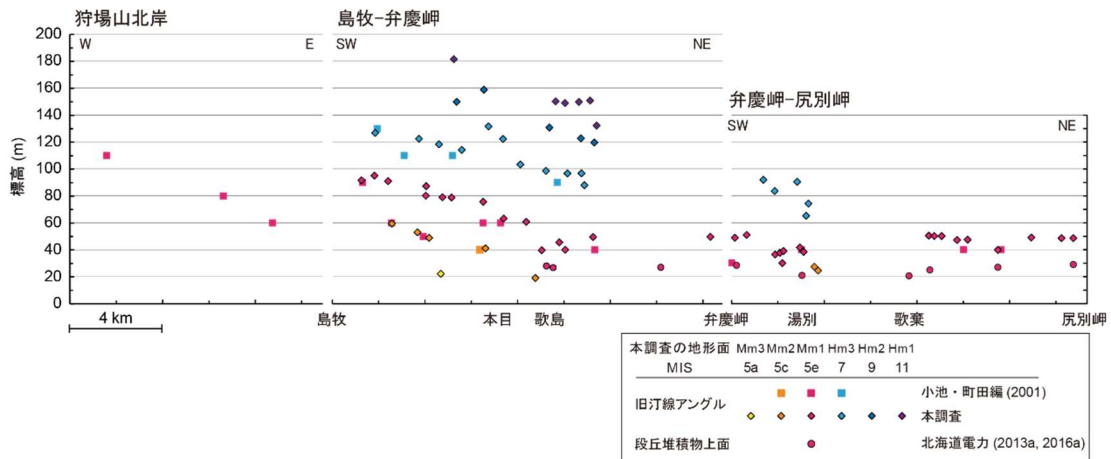


図 4.1-5 狩場山北岸—尻別岬における海成段丘の高度分布（投影断面図）

投影断面線の位置については、図 4.1-4 を参照。本調査の海成段丘面と MIS の対比は 4.1.2 (3) 参照。

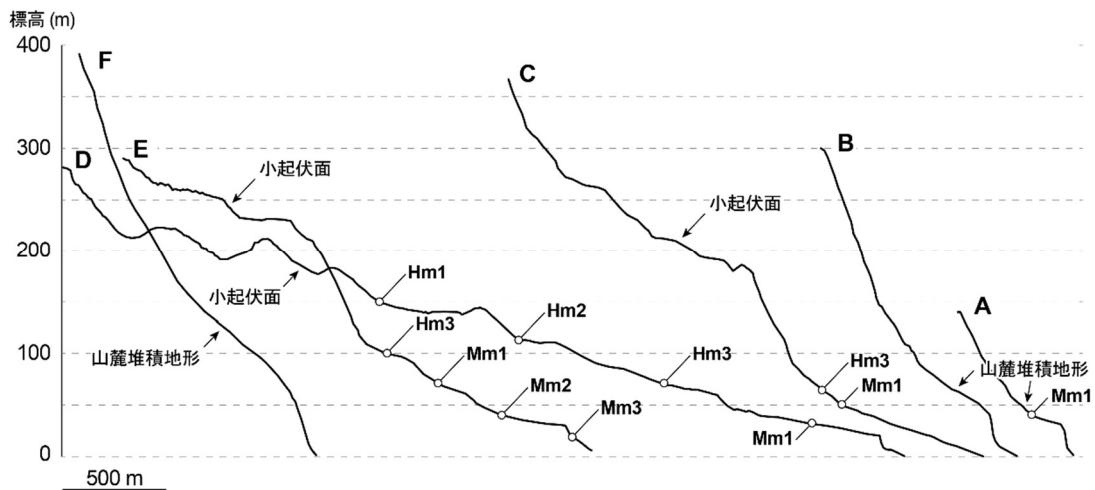


図 4.1-6 海岸部の地形断面

地形断面の位置については、図 4.1-4 を参照。

### (3) 海成段丘面の対比と編年

本調査による海成段丘面区分と文献との対比や編年について図 4.1-7 に示す。以下に、文献調査対象地区およびその周辺地域に分布する海成段丘面群と MIS との対比について述べる。

Mm1 面は、段丘面の広がりや保存度合いに基づくと、文献調査対象地区およびその周辺地域において最も発達の良い海成段丘面である。この海成段丘面と分布範囲において重なるのが、最終間氷期または MIS 5e に対比される寿都段丘（瀬川，1967），M1 面（奥村，2003），mT5e 面（小池・町田編，2001），Mm1 段丘面（北海道電力，2013a，2016a）である。寿都段丘の段丘堆積物中の泥炭層には、現在と似た温暖な気候環境の花粉や大型植物化石が含まれること（瀬川，1967），M1 面と Mm1 段丘面の被覆層には風成の Toya 火山灰の降灰層準に相当する箇所が確認されている（奥村，2003；北海道電力，2015）。こうした事実は、MIS 5e の海成段丘面編年の信頼性の高さを意味する。以上を考慮し、本調査では、Mm1 面の形成期を MIS 5e に対比した。

小池・町田編（2001）に基づくと MIS 5e の海成段丘面は、島牧以西の狩場山北岸においても分布

が確認されている。しかし、本調査では、一部を除きその区間に発達する Mm1 面を確認することはできなかった。小池・町田編（2001）により MIS 5e の海成段丘面と判読された地形については、主に海食崖に切られた山麓堆積地形や地すべり・崩壊による堆積地形として判読した（図 4.1-6 F）。ただし、判読した山麓堆積地形や地すべり・崩壊による堆積地形が、歌棄周辺で確認された事例のように、MIS 5e の海成段丘面を完全に覆っている可能性は考えられる。

Mm1 面より低位に位置する Mm2 面、Mm3 面については、地形層序に基づき、それぞれ MIS 5c、MIS 5a に対比した。Mm2 面と分布範囲が概ね重なるのは奥村（2003）の M2 面で、小池・町田編（2001）の mT5c 面および北海道電力（2015）の Mm2 段丘面とも一部重なる。Mm3 面と分布範囲が重なるのは、栄磯付近における奥村（2003）の M3 面であり、さらに奥村（2003）は M3 面を寿都付近にも示しており、これは瀬川（1967）の矢追段丘と分布範囲が重なる。これらのうち、M2 面の段丘堆積物中には、多量の洞爺火砕流水成二次堆積物<sup>4</sup>が確認されている（奥村，2003）。この事実は、M2 面（および M2 面と分布範囲の重なる Mm2 面）と MIS 5c との対比の妥当性を裏付ける。

奥村（2003）には、島牧海岸の栄磯と寿都半島東岸の寿都の 2 地点において、M1、M2、M3 面の 3 面が揃って発達することが示されている。本調査による地形判読では、前者の地点において奥村（2003）と同様、Mm1、Mm2、Mm3 面の分布を確認した（図 4.1-4）。その一方で、後者の地点では Mm1 面のみの確認にとどまった。これは、寿都では建造物が密集し、人工改変の可能性がある地形もみられたことから、空中写真判読や 10 mDEM を基図とした地形断面図の読み取りでは、Mm1 面と Mm2 面、Mm2 面と Mm3 面を境する段丘崖の認定が困難であったためである。

一方、島牧海岸の栄磯から島牧にかけての区間では、小池・町田編（2001）が MIS 5e の海成段丘面（mT5e）と判読した段丘面を、奥村（2003）は M2 面に区分している。この区間を含む本目周辺から島牧までの区間では、Hm3、Mm1、Mm2 面の 3 面の発達がよく、これらの海成段丘面の連続性を追跡しやすい。本調査では、これらの海成段丘面の連続性に基づいて、当該段丘面を、奥村（2003）と同じく MIS 5c に対比される Mm2 面に対比した。

Mm1 面より上位に位置する Hm3、Hm2、Hm1 面については、地形層序に基づき、それぞれ MIS 7、9、11 に対比した。現時点では、この対比の妥当性を裏付ける、言い換えれば MIS 5e 以前の海成段丘面の形成時期を直接的に推定できる年代指標や年代測定結果に関する情報を確認することはできない。Hm3、Hm2、Hm1 面と対応する文献の海成段丘面については、図 4.1-7 に示したとおりである。これら 3 面の海成段丘面の分布範囲については、文献間でも、かなり異なっているが、Hm3 面については、瀬川（1967）の本目段丘、奥村（2003）の H2 面の分布範囲とほぼ重なる。

<sup>4</sup>洞爺噴火の年代は 109±3 ka（東宮・宮城，2020）。

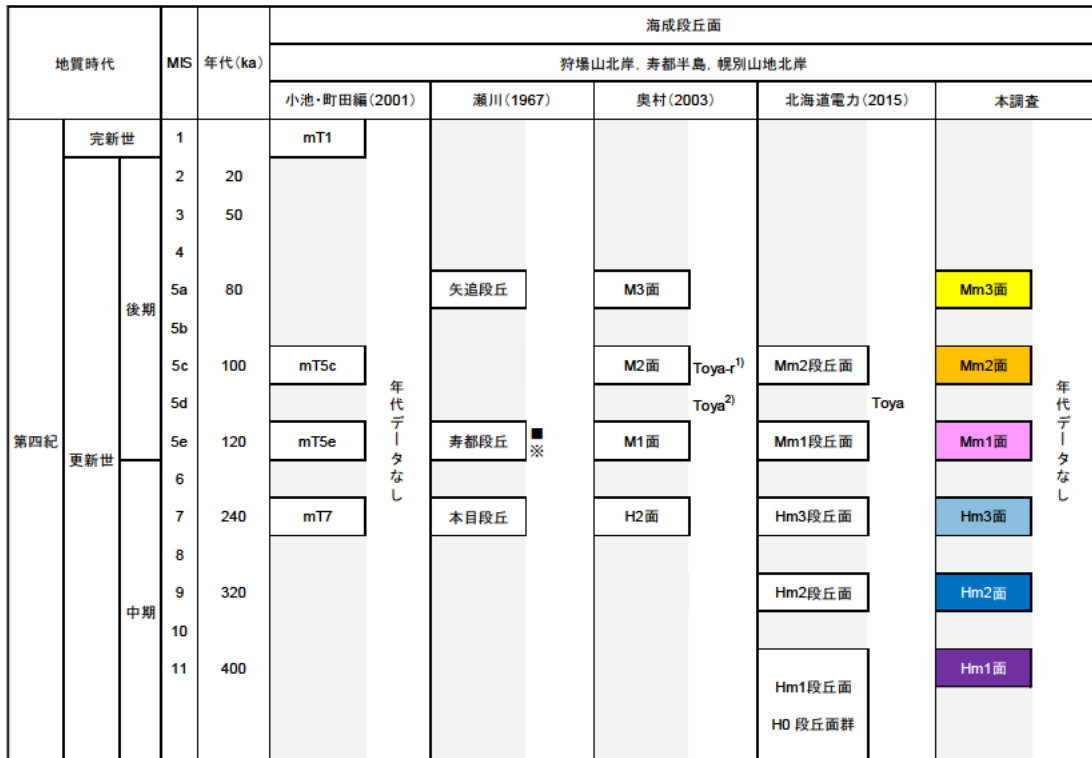


図 4.1-7 文献調査対象地区とその周辺地域の海成段丘面の対比・編年

現在と似た温暖な気候環境の大型植物化石 (■) と花粉 (※)。1) M2 面構成層中に含まれる多量の洞爺火砕流水成二次堆積物。2) M1 面を覆う土壌中に含まれる洞爺火山灰。

#### (4) 地殻変動様式の推定

旧汀線アングルの高度分布に基づいて、文献調査対象地区およびその周辺地域における  $10^5$  年スケールでの地殻変動の様式を推定する。ここで注意すべきは 4.1.2 (2) で述べたように、この地域に発達する Hm3 面と Mm1 面の多くが、数十 m 程度の比高をもつ山麓堆積地形に覆われることにある。このことは、これらの海成段丘面の旧汀線アングル高度の読み取りにおいて、被覆層の厚さに起因する数十 m 程度の誤差が含まれていることを示唆する。例えば、寿都湾東岸の寿都から湯別の区間 (投影断面図上の水平距離で 2~3 km) では、Hm3 面の高度分布が 65~92 m とばらつき、Mm1 面の高度分布も周辺よりも 10~20 m 程度低い 30~40 m となる (図 4.1-5)。

そのため、本調査では、このような比較的狭い範囲における数十 m 程度の高度分布のばらつきについては、海成段丘面の被覆層の厚さに影響を受けたものであると判断し、地殻変動に起因する高度変化を示すものとは解釈しなかった。

旧汀線アングルの高度分布 (図 4.1-5) から一様に隆起していると考えられるのが、寿都半島西岸の本目付近から幌別山地の尻別岬までの区間である。この区間では、Mm1 面の旧汀線アングルの高度分布が概ね一定である。また、歌島付近に限られるが、Hm1, Hm2, Hm3 面の分布高度もほぼ一定である。一方、寿都半島西岸の本目付近から島牧までの区間では、Hm1, Hm2, Hm3, Mm1, Mm2 面の分布高度が西に向かって増していくことから、東への傾動が生じている可能性がある。しかし、この区間における各海成段丘面間の比高は、ほぼ一定であり、高位に位置する海成段丘面の分布の傾きほど大きくなるという傾向 (= 傾動の累積) を読み取ることはできない。

### (5) 隆起量・隆起速度の推定

10<sup>5</sup>年スケールでの隆起量・隆起速度を、旧汀線アングル高度と北海道電力（2013a, 2016a）が示した段丘堆積物上面高度（3.1.2を参照）に基づき算出する。対象としたのは、寿都半島西岸の歌島から弁慶岬までの区間と寿都湾岸（寿都半島東岸と幌別山地沿岸）である。前者の区間を対象としたのは、Hm1, Hm2, Hm3, Mm1, Mm2 面がそれぞれ一定の高度で分布していることから、Hm1面形成後の地殻変動の一樣継続性について検討できるためである。

寿都湾岸については、Hm3面が幌別山地沿岸において分布しないことや、幌別山地沿岸では尻別川断層の影響が否定できないこと（北海道電力, 2016a）から、対象区間を寿都半島東岸と幌別山地沿岸に分けて隆起量・隆起速度を算出することとした。また、MIS 7に対比されるHm3面については、MIS 7eに対比される場合とMIS 7cに対比される場合に分けて隆起量・隆起速度を算出した。隆起速度は、隆起量の最小値をMISの年代の最大値で、隆起量の最大値をMISの年代の最小値で、それぞれ除すことで、最小値と最大値で示している。

10<sup>5</sup>年スケールでの隆起量・隆起速度とその算出に用いたパラメータを表4.1-1に、地殻変動の一樣継続性の検討のために隆起量を時間軸上に示したグラフを図4.1-8にそれぞれ示す。

対象とした3区間におけるMIS 5eの海成段丘面の段丘堆積物上面高度から算出される隆起量および隆起速度は、MIS 5eの海水準・年代をSiddall et al. (2007)に基づく14.6~30.0 mおよび0.11~0.26 mm/yr, Spratt and Lisiecki (2016)に基づく11.6~24.0 mおよび0.09~0.20 mm/yrとなる。したがって、これらの区間のMIS 5e以降（過去12~13万年間）の隆起量および隆起速度は、約12~30 mおよび0.1~0.3 mm/yr程度であると推定される。

Hm1面形成後の地殻変動の一樣継続性については、旧汀線アングル高度から推定される隆起量に注目する。寿都半島西岸（歌島~弁慶岬）と寿都半島東岸での推定結果を見ると、MIS 5eの旧汀線アングル高度から推定される隆起速度は、MIS 7の旧汀線アングル高度から推定される隆起速度よりも小さくなるのが分かる。このことに対する解釈の一つは、MIS 7以降に寿都半島の沿岸部における隆起速度が変化（低下）したということである。

等速隆起となる条件は、Hm3面の形成期がMIS 9であること、Mm2およびHm3~Hm1面の被覆層厚を形成年代に応じて仮定することである。寿都半島に分布するHm3面の形成期がMIS 7ではなくMIS 9である場合、Hm2面、Hm1面は、それぞれMIS 11, MIS 13に対比されることになる。これに加え、Mm2, Hm3, Hm2, Hm1面の被覆層厚をそれぞれ、10 m, 30 m, 40 m, 50 m程度と仮定し、Mm2, Hm3, Hm2, Hm1面の旧汀線アングル高度から、その分を差し引いた高度に基づいて隆起速度を推定すると、0.1~0.3 mm/yr程度で等速隆起してきたという結果が得られる（表4.1-3；図4.1-9）。この隆起速度は、MIS 5eの海成段丘面の段丘堆積物上面高度から算出される隆起速度とも概ね整合的な値である。つまり、寿都半島では、Hm3面がMIS 9に対比されることおよび被覆層厚を考慮することで、Hm1面形成以降、一定速度で隆起してきたという解釈が可能になる。

MIS 7の海水準は、一般的にMIS 5eの海水準よりも低かったため、MIS 7の海成段丘面は、隆起速度次第では、その後のMIS 5eの海進期に侵食されて失われるか、その時期の堆積物に不整合に覆われる可能性がある（例えば、須貝ほか, 2013）。例えば、寿都半島および寿都湾岸において推定される隆起速度と概ね等しい速さ（0.2 mm/yr）で、MIS 11以降に等速隆起している関東平野南部の横浜では、MIS 11, MIS 9, MIS 5eの海成段丘面は発達するが、MIS 7の海成段丘面は未発達である（須貝ほか, 2013）。そのため、寿都半島においてもMIS 7の海成段丘面が未発達であったという可能性は否定できない。しかし、上述した2つの解釈のうち、どちらの解釈が妥当であるかの判断

は、少なくとも Hm3 面の段丘堆積物の上面高度や、その堆積時期に関する情報に基づかない限りは、難しいものと考えられる。

表 4.1-1 海成段丘面の分布高度に基づく隆起量・隆起速度（海水準：Siddall et al., 2007）

| 地域             | 海成段丘 | MIS | 年代 (ka) <sup>※</sup> | 隆起指標    | 隆起指標の標高 (m) | ユースタティックな海面高度(m) <sup>※</sup> | 隆起量 (m)       | 隆起速度 (mm/yr) |
|----------------|------|-----|----------------------|---------|-------------|-------------------------------|---------------|--------------|
| 寿都半島西岸(歌島-弁慶岬) | Mm2  | 5c  | 100 ~ 100            | 旧汀線アングル | 19 ~ 19     | -17.7 ~ -4.5                  | 23.5 ~ 36.7   | 0.24 ~ 0.37  |
| "              | Mm1  | 5e  | 116 ~ 132            | "       | 40 ~ 50     | 0 ~ 6                         | 34.0 ~ 50.0   | 0.26 ~ 0.43  |
| "              | Hm3  | 7c  | 212 ~ 220            | "       | 88 ~ 99     | -15 ~ -5                      | 93.0 ~ 114.0  | 0.42 ~ 0.54  |
| "              | Hm3  | 7e  | 230 ~ 235            | "       | 88 ~ 99     | -15 ~ -5                      | 93.0 ~ 114.0  | 0.40 ~ 0.50  |
| "              | Hm2  | 9c  | 318 ~ 324            | "       | 120 ~ 131   | -3 ~ 8                        | 112.0 ~ 134.0 | 0.35 ~ 0.42  |
| "              | Hm1  | 11  | 398 ~ 410            | "       | 132 ~ 151   | -3 ~ 18                       | 114.0 ~ 154.0 | 0.28 ~ 0.39  |
| "              | Mm1  | 5e  | 116 ~ 132            | 段丘堆積物上面 | 26.8 ~ 30.0 | 0 ~ 6                         | 20.8 ~ 30.0   | 0.16 ~ 0.26  |
| 寿都半島東岸         | Mm2  | 5c  | 100 ~ 100            | 旧汀線アングル | 25 ~ 28     | -17.7 ~ -4.5                  | 29.5 ~ 45.7   | 0.30 ~ 0.46  |
| "              | Mm1  | 5e  | 116 ~ 132            | "       | 30 ~ 51     | 0 ~ 6                         | 24.0 ~ 51.0   | 0.18 ~ 0.44  |
| "              | Hm3  | 7c  | 212 ~ 220            | "       | 66 ~ 92     | -15 ~ -5                      | 71.0 ~ 107.0  | 0.32 ~ 0.50  |
| "              | Hm3  | 7e  | 230 ~ 235            | "       | 66 ~ 92     | -15 ~ -5                      | 71.0 ~ 107.0  | 0.30 ~ 0.47  |
| "              | Mm1  | 5e  | 116 ~ 132            | 段丘堆積物上面 | 20.9 ~ 28.4 | 0 ~ 6                         | 14.9 ~ 28.4   | 0.11 ~ 0.24  |
| 幌別山地沿岸         | Mm1  | 5e  | 116 ~ 132            | 旧汀線アングル | 40 ~ 51     | 0 ~ 6                         | 34.0 ~ 51.0   | 0.26 ~ 0.44  |
| "              | Mm1  | 5e  | 116 ~ 132            | 段丘堆積物上面 | 20.6 ~ 29.0 | 0 ~ 6                         | 14.6 ~ 29.0   | 0.11 ~ 0.25  |

※MISの年代と海水準について、5cと5aはCreveling et al. (2017) に、それら以外のステージはSiddall et al.(2007) に基づく。

表 4.1-2 海成段丘面の分布高度に基づく隆起量・隆起速度（海水準：Spratt and Lisiecki., 2016）

| 地域             | 海成段丘 | MIS | 年代 (ka) <sup>※</sup> | 隆起指標    | 隆起指標の標高 (m) | ユースタティックな海面高度(m) <sup>※</sup> | 隆起量 (m)       | 隆起速度 (mm/yr) |
|----------------|------|-----|----------------------|---------|-------------|-------------------------------|---------------|--------------|
| 寿都半島西岸(歌島-弁慶岬) | Mm2  | 5c  | 100 ~ 100            | 旧汀線アングル | 19 ~ 19     | -17.7 ~ -4.5                  | 23.5 ~ 36.7   | 0.24 ~ 0.37  |
| "              | Mm1  | 5e  | 119 ~ 126            | "       | 40 ~ 50     | 6 ~ 9                         | 31.0 ~ 44.0   | 0.25 ~ 0.37  |
| "              | Hm3  | 7c  | 197 ~ 214            | "       | 88 ~ 99     | -7 ~ -7                       | 95.0 ~ 106.0  | 0.44 ~ 0.54  |
| "              | Hm3  | 7e  | 236 ~ 255            | "       | 88 ~ 99     | -9 ~ -9                       | 97.0 ~ 108.0  | 0.38 ~ 0.46  |
| "              | Hm2  | 9c  | 315 ~ 331            | "       | 120 ~ 131   | -1 ~ -1                       | 121.0 ~ 132.0 | 0.37 ~ 0.42  |
| "              | Hm1  | 11  | 399 ~ 408            | "       | 132 ~ 151   | 6 ~ 13                        | 119.0 ~ 145.0 | 0.29 ~ 0.36  |
| "              | Mm1  | 5e  | 119 ~ 126            | 段丘堆積物上面 | 26.8 ~ 30.0 | 6 ~ 9                         | 17.8 ~ 24.0   | 0.14 ~ 0.20  |
| 寿都半島東岸         | Mm2  | 5c  | 100 ~ 100            | 旧汀線アングル | 25 ~ 28     | -17.7 ~ -4.5                  | 29.5 ~ 45.7   | 0.30 ~ 0.46  |
| "              | Mm1  | 5e  | 119 ~ 126            | "       | 30 ~ 51     | 6 ~ 9                         | 21.0 ~ 45.0   | 0.17 ~ 0.38  |
| "              | Hm3  | 7c  | 197 ~ 214            | "       | 66 ~ 92     | -7 ~ -7                       | 73.0 ~ 99.0   | 0.34 ~ 0.50  |
| "              | Hm3  | 7e  | 236 ~ 255            | "       | 66 ~ 92     | -9 ~ -9                       | 75.0 ~ 101.0  | 0.29 ~ 0.43  |
| "              | Mm1  | 5e  | 119 ~ 126            | 段丘堆積物上面 | 20.9 ~ 28.4 | 6 ~ 9                         | 11.9 ~ 22.4   | 0.09 ~ 0.19  |
| 幌別山地沿岸         | Mm1  | 5e  | 119 ~ 126            | 旧汀線アングル | 40 ~ 51     | 6 ~ 9                         | 31.0 ~ 45.0   | 0.25 ~ 0.38  |
| "              | Mm1  | 5e  | 119 ~ 126            | 段丘堆積物上面 | 20.6 ~ 29.0 | 6 ~ 9                         | 11.6 ~ 23.0   | 0.09 ~ 0.19  |

※MISの年代と海水準について、5cと5aはCreveling et al. (2017) に、それら以外のステージはSpratt and Lisiecki (2016) に基づく。

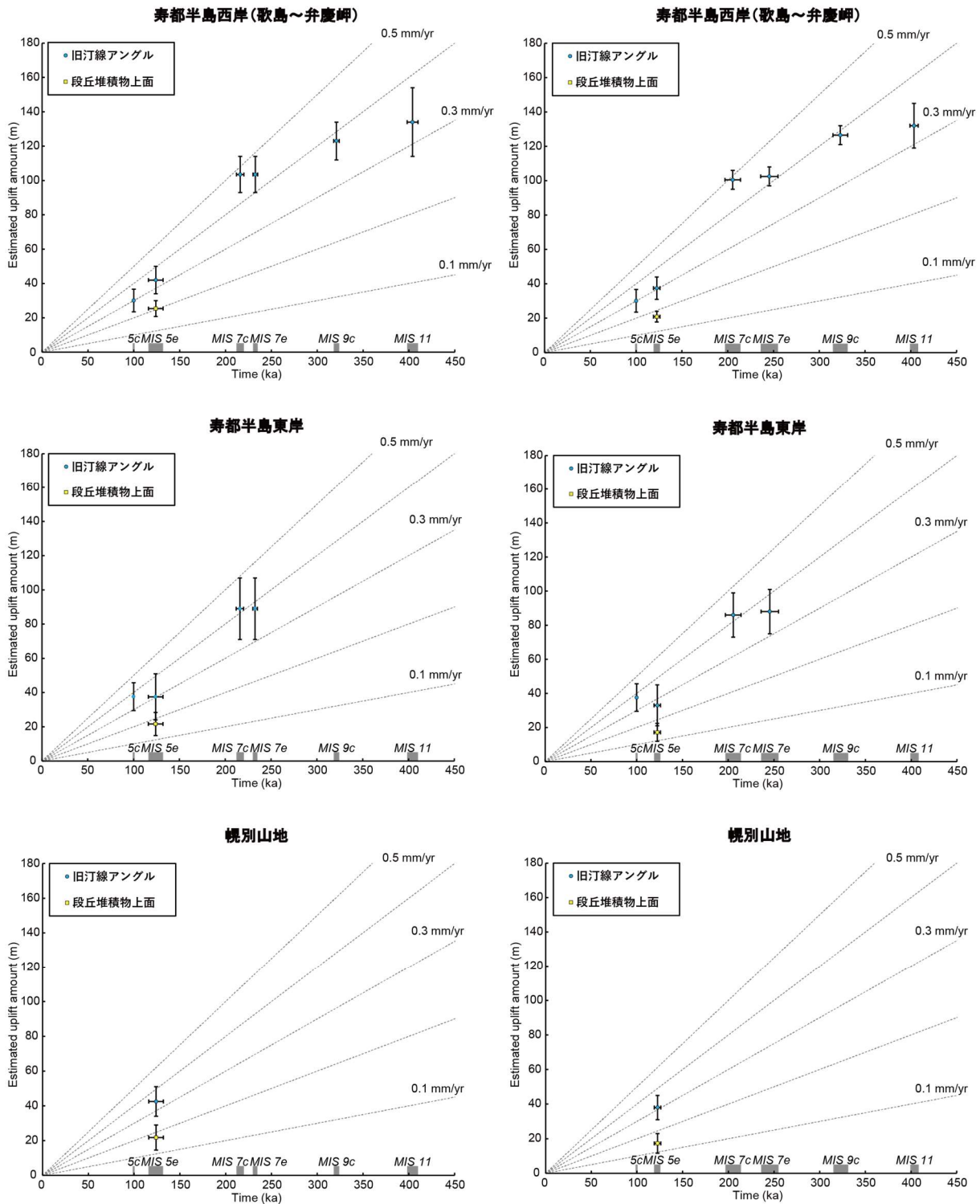


図 4.1-8 海成段丘面の分布高度に基づく隆起量・隆起速度

表 4.1-1 および表 4.1-2 を図化。MIS の時代と海水準について、左は Siddall et al. (2007) と Creveling et al. (2017) に、右は Spratt and Lisiecki (2016) と Creveling et al. (2017) に基づく (表 3.3-1 参照)。本図、表 4.1-1 および表 4.1-2 は、Matsu'ura et al. (2019) を参照して作成。

表 4.1-3 寿都半島西岸における Hm 面群を MIS 9 以前に対比した場合の隆起量・隆起速度

| 地域             | 海成段丘 | MIS | 年代 (ka) <sup>※1</sup> | 隆起指標                      | 隆起指標の標高 (m) | ユースタティックな海面高度(m) <sup>※1</sup> | 隆起量 (m)      | 隆起速度 (mm/yr) |
|----------------|------|-----|-----------------------|---------------------------|-------------|--------------------------------|--------------|--------------|
| 寿都半島西岸(歌島-弁慶岬) | Mm2  | 5c  | 100 ~ 100             | 旧汀線アングル-10m <sup>※2</sup> | 9 ~ 9       | -17.7 ~ -4.5                   | 13.5 ~ 26.7  | 0.14 ~ 0.27  |
| 〃              | Mm1  | 5e  | 116 ~ 132             | 段丘堆積物上面                   | 26.8 ~ 30.0 | 0 ~ 6                          | 20.8 ~ 30.0  | 0.16 ~ 0.26  |
| 〃              | Hm3  | 9   | 318 ~ 324             | 旧汀線アングル-30m <sup>※2</sup> | 58 ~ 69     | -3 ~ 8                         | 50.0 ~ 72.0  | 0.15 ~ 0.23  |
| 〃              | Hm2  | 11  | 398 ~ 410             | 旧汀線アングル-40m <sup>※2</sup> | 80 ~ 91     | -3 ~ 18                        | 62.0 ~ 94.0  | 0.15 ~ 0.24  |
| 〃              | Hm1  | 13  | 486 ~ 502             | 旧汀線アングル-50m <sup>※2</sup> | 82 ~ 101    | -20 ~ 0                        | 82.0 ~ 121.0 | 0.16 ~ 0.25  |

※1 MISについて、5cの海水準と年代はCreveling et al. (2017) に、13の年代はSpratt and Lisiecki (2016) に、それら以外はSiddall et al.(2007)に基づく。  
※2 MIS 5c, 9, 11, 13に対比した海成段丘面群の被覆層の厚さを10, 30, 40, 50 mと仮定し、その分を旧汀線アングルの高度から差し引いている。

| 地域             | 海成段丘 | MIS | 年代 (ka) <sup>※1</sup> | 隆起指標                      | 隆起指標の標高 (m) | ユースタティックな海面高度(m) <sup>※1</sup> | 隆起量 (m)      | 隆起速度 (mm/yr) |
|----------------|------|-----|-----------------------|---------------------------|-------------|--------------------------------|--------------|--------------|
| 寿都半島西岸(歌島-弁慶岬) | Mm2  | 5c  | 100 ~ 100             | 旧汀線アングル-10m <sup>※2</sup> | 9 ~ 9       | -17.7 ~ -4.5                   | 13.5 ~ 26.7  | 0.14 ~ 0.27  |
| 〃              | Mm1  | 5e  | 119 ~ 126             | 段丘堆積物上面                   | 26.8 ~ 30.0 | 6 ~ 9                          | 17.8 ~ 24.0  | 0.14 ~ 0.20  |
| 〃              | Hm3  | 9   | 315 ~ 331             | 旧汀線アングル-30m <sup>※2</sup> | 58 ~ 69     | -1 ~ -1                        | 59.0 ~ 70.0  | 0.18 ~ 0.22  |
| 〃              | Hm2  | 11  | 399 ~ 408             | 旧汀線アングル-40m <sup>※2</sup> | 80 ~ 91     | 6 ~ 13                         | 67.0 ~ 85.0  | 0.16 ~ 0.21  |
| 〃              | Hm1  | 13  | 486 ~ 502             | 旧汀線アングル-50m <sup>※2</sup> | 82 ~ 101    | -11 ~ -11                      | 93.0 ~ 112.0 | 0.19 ~ 0.23  |

※1 MISの年代と海水準について、5cはCreveling et al. (2017) に、5e, 9, 11, 13はSpratt and Lisiecki (2016) に基づく。

※2 MIS 5c, 9, 11, 13に対比した海成段丘面群の被覆層の厚さを10, 30, 40, 50 mと仮定し、その分を旧汀線アングルの高度から差し引いている。

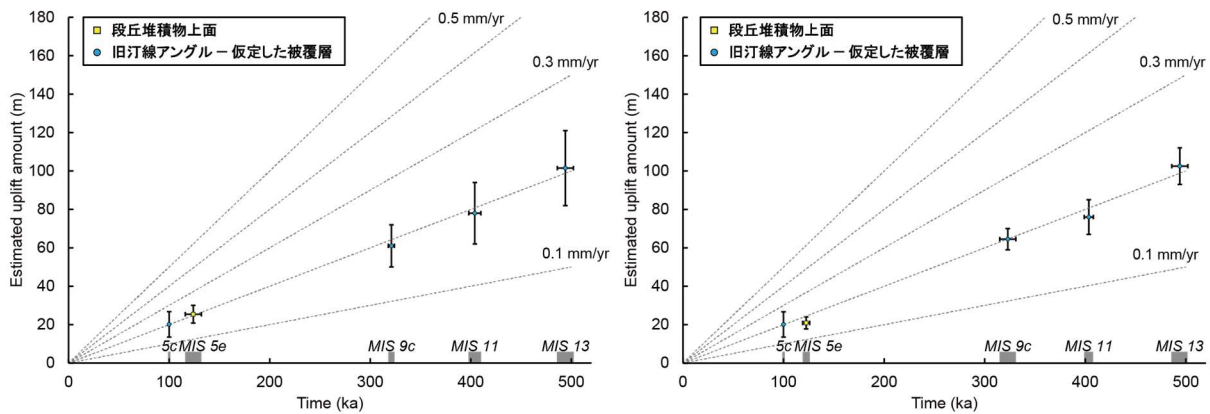


図 4.1-9 寿都半島西岸における Hm 面群を MIS 9 以前に対比した場合の隆起量・隆起速度

MIS 5c, MIS 9, MIS 11, MIS 13 に対比した海成段丘面の被覆層の厚さをそれぞれ 10 m, 30 m, 40 m, 50 m と仮定。表 4.1-3 を図化。MIS の時代と海水準について、左図は Siddall et al. (2007) と Creveling et al. (2017) に、右図は Spratt and Lisiecki (2016) と Creveling et al. (2017) に基づく (表 3.3-1 参照)。ただし、MIS 13 の時代については左図についても Spratt and Lisiecki (2016) に基づく。MIS5c, MIS 9, MIS 11, MIS13 に対比した海成段丘面群の被覆層の厚さを形成年代に応じて仮定し、その分を旧汀線アングルの高度から差し引いていることに注意。本図および表 4.1-3 は Matsu'ura et al. (2019) を参照して作成。

#### 4.1.3 鮮新世～更新世の地層の分布高度に基づく隆起量・隆起速度

3.1.3 で述べたように、文献調査対象地区およびその周辺地域には、鮮新世～更新世にかけて堆積した海成層と丘陵頂部を覆う更新統が確認されている。4.1.3 では、これらの地層の分布高度に基づいて、 $10^5 \sim 10^6$  年スケールでの隆起量と隆起速度を推定する。



### (1) 鮮新世～更新世の海成層に基づく隆起量・隆起速度

文献調査対象地区およびその周辺地域において後期鮮新世から中期更新世にかけて堆積したと考えられる「瀬棚層」(本調査で定義; 詳細については説明書「地形、地質・地質構造」参照) は、3.1.3

(2) で述べたように、山地の尾根部、山麓部、沖積層の下といったさまざまな高度に分布する(図 3.1-4)。この「瀬棚層」の中で、貝化石が産出することが確認されているのは、(a) 寿都半島西部の歌島周辺(鈴木ほか, 1981)、(b) 黒松内低地帯の丸山丘陵南部の添別川、朱太川、白炭川沿い(例えば、山岸, 1984; 鈴木, 1989; 能條ほか, 1999)、(c) 尻別川流域の貝殻沢川沿い(山岸, 1984)である。これらの場の中で貝化石の産出地点の高度を把握することができるのが(b)と(c)である。よって、以下では、仮定を交えて(b)と(c)の場における $10^5$ ~ $10^6$ 年スケールでの隆起量・隆起速度について推定する。

まず、(b)における隆起量・隆起速度について推定する。(b)では、標高 25 m 付近に位置する添別セクションを対象とする。添別セクションでは、3.1.3 (2) で述べたように、95~83 万年前の堆積物の陸化に至るまでの堆積過程が、能條・鈴木(1999)によって復元されている。この堆積物は、海水温の低下に伴い陸化したことが能條・鈴木(1999)から読み取れることから、その陸化は、氷期の低海水準期に生じたと考えられる。

以上を踏まえたうえで、本調査では、隆起量の過小評価を避けるという観点から、この堆積物の陸化のタイミングを 83 万年前に最も近い MIS 20 (81.4~79.0 万年前; Lisiecki and Raymo, 2005) の最低位海水準期であったと仮定した。MIS 20 の最低位海水準については、Berends et al. (2021) を参照すると、-80 m 程度であったと考えられる。したがって、添別セクションでの過去約 80 万年間の隆起量は、80 m に現在の標高値である 25 m を加えた 105 m となる。この隆起量を年平均隆起速度に読み替えると、約 0.1 mm/yr となる。添別セクションが蕨岱向斜の向斜軸に近い場に位置することを考慮すると、算出された隆起速度は、黒松内低地帯の中でも相対的に隆起速度が小さい場での値を示している可能性がある。

次に、(c)における隆起量・隆起速度について推定する。(c)における貝化石の産出地点の高度は、2万5千分1地形図の読み取りによれば、標高 180 m である(図 3.1-4)。山岸(1984)により、この地点の尻別川層から、前期～中期更新世に対比される貝化石が産出することが確認されている。山岸(1984)は、黒松内低地帯においても同時代に対比される貝化石を確認しており、それらの産出地点は能條ほか(1999)が示した瀬棚層(下位より中里砂礫岩部層と添別砂岩部層)の分布範囲と重なる(図 3.1-4)。この瀬棚層の堆積年代については、能條ほか(1999)が、浮遊性有孔虫化石と石灰質ナノ化石に基づく生層序学的な検討により、1.2~0.6 Ma と推定している。

以上より、本調査では、(c)における尻別川層は、能條ほか(1999)の瀬棚層に相当する地層であり、1.2~0.6 Ma に堆積したものと仮定した。この仮定に基づけば、(c)における尻別川層は、過去 120~60 万年間で 180 m 以上隆起したことになる。しかし、より正確な隆起量、隆起速度については、地層の堆積環境(堆積水深)や堆積時の海水準によって値が大きく変化することから、推定することはできない。

### (2) 丘陵を覆う更新世の地層に基づく隆起量・隆起速度

寿都低地の南端部には、黒松内背斜の背斜軸に沿った地形的な高まりである丸山丘陵がある。丸山丘陵は、中新世～鮮新世の礫谷層からなり、その頂部最高標高が 218 m であり、3.1.3 (3) で述べたように、くさり礫を含む砂礫層に覆われている。丸山丘陵が位置する黒松内低地帯では、後期鮮

新世から中期更新世にかけて広く海が広がり、貝化石を含む瀨棚層（例えば、池谷・林，1982；能條ほか，1999）を堆積させたと考えられる（3.1.3 (2) や説明書「地形、地質・地質構造」参照）。しかし、地質図（例えば、山岸，1984；北海道電力，2015）を見る限り、丸山丘陵頂部には、その周辺に分布する瀨棚層が認められない。このことから、可能性の一つとして、黒松内背斜の活動による隆起に伴って、丸山丘陵を覆っていた瀨棚層が削剥されたことが考えられる。

丸山丘陵における隆起量・隆起速度の推定においては、その頂部を覆う砂礫層の堆積時期の情報が必要となる。文献では、その堆積時期を後期更新世に対比したもの（山岸，1984）と中期更新世に対比したもの（今泉・渡島半島活断層研究グループ，1982；北海道電力，2015）に、見解が分かれる（3.1.3 (3) 参照）。そこで、本調査では、砂礫層にくさり礫が含まれる点に注目し、全国 50 地域の河成・海成段丘を対象に、くさり礫が含まれる河成・海成段丘の時代を調べた濱田・幡谷(2011)を参照した。濱田・幡谷(2011)に基づくと、北海道地方と東北地方北部では、くさり礫の記載が見られる河成・海成段丘は、MIS 8 (30.0～24.3 万年前；Lisiecki and Raymo, 2005) より古い段丘に限られるとされる。このことから、本調査では、丸山丘陵頂部を覆う、くさり礫を含む砂礫層は、後期更新世ではなく、中期更新世の堆積物であると考えられる。そのため、少なくとも中期更新世以降の堆積時の標高から現最高標高の 218 m まで隆起したことになる。

しかし、正確な隆起量、そして隆起速度については、地層の堆積時の標高、堆積時の年代および海水準によって値が大きく変化することから、推定することはできない。

#### 4.1.4 大陸棚における地殻変動の傾向

4.1.4 では、まず、大陸棚を構成する地層の累重様式から地殻変動の傾向を推定するために必要となる両者の関係について説明する。そして、その関係に基づいた考え方を文献調査対象地区とその周辺の大陸棚における既存音波探査記録の地質解釈断面に適用するとともに、海岸部における隆起・沈降の傾向（3.1.2, 4.1.2 を参照）も踏まえ、大陸棚における  $10^5 \sim 10^6$  年スケールでの地殻変動の傾向について推定する。

##### (1) 地層の累重様式と地殻変動との関係

地層の累重様式に基づいて大陸棚の地殻変動を推定・モデル化した文献には、岡村(1990)、Choi et al. (2019)、佐藤(2022)がある。本調査では、これらの文献に示されたモデルを参考にして、大陸棚における地層の累重様式と地殻変動、具体的には、隆起、安定、沈降、傾動の 4 タイプの地殻変動との関係について、図 4.1-10 にまとめた。

図 4.1-10 には、佐藤(2022)に示された整理方法に倣い、沖側に前進(成長)できる陸棚斜面(堆積性陸棚)と、沖側に前進できない陸棚斜面(構造的陸棚)に分けて模式化した地層の累重様式を示している。大陸棚を構成する地層の単位は氷期-間氷期サイクル、つまり約 10 万年ごとの堆積層(堆積シーケンス)であり、現成の海底堆積物がそれらを覆う。地殻変動の傾向を判別するうえで注目すべきは、現成の海底堆積物ではなく、その下に発達する堆積層の累重様式である。以下に、大陸棚における地層の累重様式と地殻変動との関係について詳述する。

前進可能な大陸棚が隆起している場合(図 4.1-10 A①)、(a) 堆積空間が海側に向かうこと、(b) 隆起に伴い古い堆積層の上部が次の氷期の最低位海水準期に陸化することで侵食される(失われる)と考えられることから、堆積層は、沖側に付加していくものと考えられる。これに対して、前進できない大陸棚が隆起している場合(図 4.1-10 A②)、ちょうど前進可能な大陸棚の陸側、S3 層の断

面に示されるように、新たな堆積層は大陸棚上に保存されないものと考えられる。

前進可能な大陸棚において隆起・沈降が生じていない（安定している）場合（図 4.1-10 A③）は、氷期－間氷期サイクルごとに、新しい堆積層が古い堆積層を覆いながら沖側に前進していくものと考えられる。この時、大陸棚外縁の水深は、氷期－間氷期サイクルを経ても変化しないため、各堆積層に認められる大陸棚外縁を示す遷急点は、一定の水深に位置するものと考えられる。

その一方で、前進できない大陸棚（図 4.1-10 A④）では、氷期－間氷期サイクルごとに堆積層は陸化に伴い侵食されるため（失われるため）、前進できない大陸棚が隆起している場合と同様に、大陸棚上に新たな堆積層が保存されることはないと考えられる。このことは、前進できない大陸棚では、地層の累重様式に基づいて、隆起しているか、安定しているかを判別することはできないことを意味する。

沈降が生じている大陸棚（図 4.1-10 A⑤⑥）では、前進できる場合も前進できない場合も、沈降に伴って堆積空間が生じることから、堆積層は上方に累重していくものと考えられる。そのため、前進できる大陸棚の場合、大陸棚外縁を示す遷急点は古い堆積層のものほど深い水深に保存されていくものと考えられる。また、沈降している大陸棚では、陸棚斜面が前進するだけでなく、陸棚斜面が後退するように、古い堆積層の上に新しい堆積層が累重するケースも確認されている（例えば、岡村，1990；図 4.1-10 B）。

傾動が生じている大陸棚については、前進できる大陸棚の事例のみを挙げる。大陸棚外縁付近が沈降し陸側が隆起するような傾動が生じている場合（図 4.1-10 C）、大陸棚の外縁付近では、沈降している大陸棚にみられるように堆積層の上方への累重が生じると考えられる。したがって、大陸棚外縁を示す遷急点は、古い堆積層のものほど深い水深に認められるものと考えられる。一方で、大陸棚の陸側においては、傾動に伴う隆起により氷期の低海水準期には侵食場になることから、古い堆積層から新しい堆積層まで等しく侵食を受けるものと考えられる。

以上は、各氷期－間氷期サイクルに対応した堆積層（堆積シーケンス）の累重様式に基づいたモデルであるが、本調査で利用する海域の地質解釈断面上に示された地層は、堆積シーケンスの考えに基づいて区分されたものではない。しかし、基本的な大陸棚の地下構造は、氷期－間氷期サイクルごとの堆積シーケンスが侵食面を挟んで重なり、最表層を現成の泥質堆積物が覆うとされる（例えば、佐藤，2022）ことを考慮すると、不整合面に着目する一般的な地層区分においても、そのような侵食面（堆積シーケンスの境界；例えば、図 4.1-10 の S1 と S2 の境界）を認識して地層境界にしているものと考えられる。つまり、不整合面に着目して区分された大陸棚の地層（特に更新統）は、堆積シーケンスに近いものであると考えられる。そのため、本調査では、大陸棚における地質解釈断面上に示された地層が堆積シーケンスではなくとも、上述のモデル（図 4.1-10）を当てはめて、その累重様式から地殻変動の傾向を推定した。

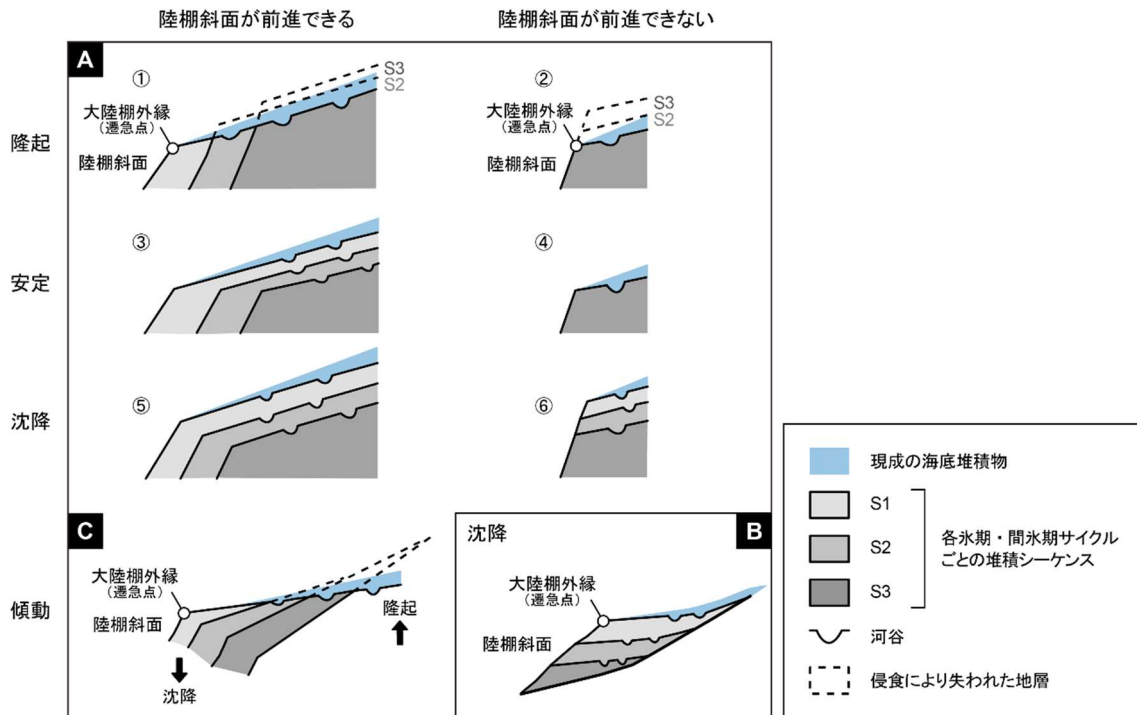


図 4.1-10 大陸棚における地層の累重様式と地殻変動との関係

Aについては佐藤（2022）を、Bについては岡村（1990）を、Cについては Choi et al. (2019) を参照して作成。分類モデルについては、佐藤（2022）を参照し、その分類モデルに新たにBとCを組み入れた。各パターンの説明については、本文を参照。

## (2) 推定方法

本調査では、大陸棚を構成する地層の累重様式を把握するために、まず、海上音波探査記録から数百 m 深に及ぶ地質解釈断面が作成されている測線のうち、主として大陸棚外縁に対して直交する方向に延びる測線を選択した。選択した測線および地質解釈断面は、海上保安庁水路部（1995）と北海道電力（2013c, 2015）によるものである。図 4.1-11 にそれらの測線位置図を示す。

次に、選択した測線の地質解釈断面から大陸棚付近の地質解釈断面を切り出し、向きと縦横比を統一したうえでそれらをトレースした。地質層序については、北海道電力（2016b）が、海上保安庁水路部（1995）による地質層序区分を踏まえて整理したものに従った。作成した地質解釈断面図のうち、代表的なものを図 4.1-12 に、それ以外を添付資料 C に示す。

最後に、作成した地質解釈断面図に対して図 4.1-10 に示した考え方を当てはめて、大陸棚における地殻変動の傾向を推定した。その際、海成層や海成段丘の分布から推定される海岸部における隆起・沈降の傾向（3.1.2, 4.1.2 を参照）についても参考にした。

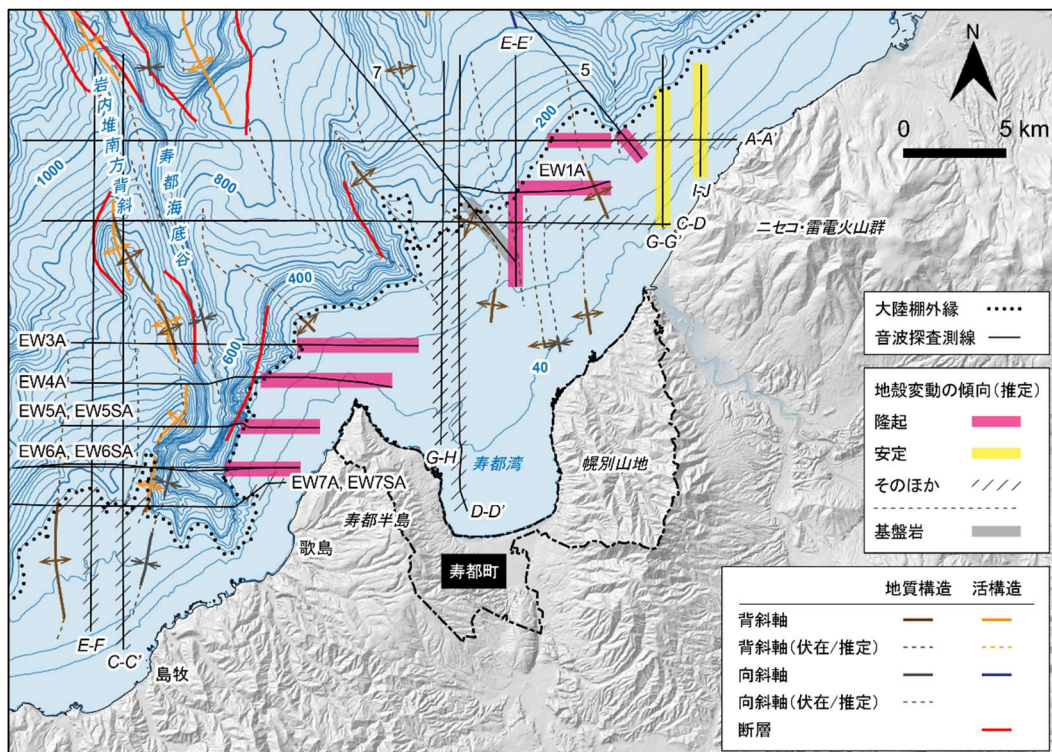


図 4.1-11 既存の音波探査記録から推定される大陸棚の地殻変動の傾向

地質構造の分布については海上保安庁水路部(1995)による。活構造の分布については活断層研究会編(1991)と北海道電力(2015)による。音波探査測線については、海上保安庁水路部(1995)(斜体の測線名)と北海道電力(2015)(正体の測線名)による。大陸棚の地殻変動の傾向については、各測線における地質解釈断面の読み取りに基づき推定。その説明については、本文を参照。そのほかは、褶曲構造の影響により地殻変動の傾向を評価できないと推定したもの。等深線の主曲線の間隔は40 m、計曲線の間隔は200 m。地理院タイルの陰影起伏図を使用。海域の等深線図は、日本水路協会発行 M7000 シリーズを用いて作成。海岸線は「国土数値情報(海岸線データ)」、(国土交通省)に、寿都町の行政界は「国土数値情報(行政区域データ)」、(国土交通省)に基づく。

### (3) 推定結果

文献調査対象地区およびその周辺の大陸棚は、全体的に隆起が生じている場、安定している場、そのほか(地殻変動の傾向について評価できない場)に区分することができる。図 4.1-11 にその推定結果を示す。

大陸棚が全体的に隆起していると考えられる場合は、(a) 寿都半島東岸沖から幌別山地沖までの範囲と、(b) 寿都半島西岸沖、すなわち寿都半島の先端から歌島沖までの範囲、に認められる。まず、(a) の地質解釈断面(測線 5, A-A', E-E') について見ると、より新しい地層が沖側に付加していくと共に、それらの上面が刈り取られたようなパターン(図 4.1-10 A①) が認められる。例えば、測線 5 では、III 層と II 層において、測線 E-E' では、Vs 層, IVs 層, IIIs 層, IIs 層において、測線 A-A' では、大陸棚の外縁付近に限られるが、IVs 層, IIIs 層, IIs 層において、そうしたパターンが認められる(図 4.1-12)。この隆起運動の開始時期について、地質解釈断面上で確認できる最も古い地層に基づけば、それは測線 E-E' に示された Vs 層形成後(前期更新世以降)となる。

次に、(b) の地質解釈断面について見ると、この範囲の大陸棚上面をつくるのは、測線 EW6A、

EW6SA に示されるように V 層であり、V 層以降の更新統の堆積は認められない。この範囲の大陸棚は、水深 800 m に及ぶ寿都海底谷に面しているため、陸棚斜面が沖側に前進（成長）できないものと考えられる。そのため、既述したように、隆起している大陸棚か安定している大陸棚かを判別することはできない（図 4.1-10 A②④）。しかし、寿都半島西岸には、鮮新世末～前期更新世にかけて堆積した貝化石を含む歌島層（鈴木ほか，1981）が分布すること、MIS 11, MIS 9, MIS 7, MIS 5e, MIS 5c に対比されると考えられる海成段丘面の発達が良いこと（4.1.2 参照）を考慮すると、大陸棚は全体的に隆起しているものと考えられる。この大陸棚の全体的な隆起の開始時期は、地質解釈断面に基づくと、V 層形成後（前期更新世以降）となる。

大陸棚が安定していると考えられる場合は、ニセコ・雷電火山群沖に認められる。地殻変動が安定している大陸棚における典型的な地層の累重様式は、測線 G-G' にみられる。この地質解釈断面では、VI<sub>s</sub> 層から II<sub>s</sub> 層までの地層が、現在の大陸棚外縁をつくる II<sub>s</sub> 層と似た形状をとりつつ、沖側に前進するようにして堆積している。これら各地層に認められる過去の大陸棚外縁と考えられる遷急点は、ほぼ同一水深にあることから、沈降運動による地層の累重様式とは区別できる（図 4.1-10 A③）。地質解釈断面に基づくと、この大陸棚は Vs 層形成後（前期更新世以降）、安定していると考えられる。

4.1.4 (1) に示した考え方では、地殻変動の傾向を評価できない場合は、構造運動による影響が強い、または強かったと考えられる大陸棚である。そうした大陸棚には、例えば、寿都半島西岸の歌島以西の島牧沖が挙げられる。この大陸棚の外縁付近には、活背斜（後期更新世以降も活動；北海道電力，2015）である岩内堆南方背斜の南端が位置する。測線 EW7A, EW7SA に示された地質解釈断面上にも、岩内堆南方背斜にかかわる褶曲運動に起因するとみられる地層の累重が認められる。同様に、地殻変動の傾向について評価できなかった測線 D-D'、測線 G-H、測線 C-D、測線 A-A'（測線 5 との交点付近）の地質解釈断面上においても、第四紀における活動性については不明ではあるが、褶曲構造に起因すると考えられる地層の累重が認められる（図 4.1-12 および添付資料 C 参照）。

以上、文献調査対象地区およびその周辺の大陸棚において推定される地殻変動の傾向をまとめると、寿都半島西岸沖から幌別山地沖までの大陸棚は、前期更新世以降、隆起傾向にあると考えられ、ニセコ・雷電火山群沖の大陸棚は、前期更新世以降、安定傾向にあると考えられる。このことは、寿都半島西岸から幌別山地の海岸部において海成段丘面の発達が良く、ニセコ・雷電火山群の海岸部において海成段丘面の発達が悪いこととも整合的である。しかし、その一方で、寿都半島西岸の歌島以西の島牧沖や寿都湾内の大陸棚における地殻変動の傾向については、褶曲構造の影響などから推定することができなかった。

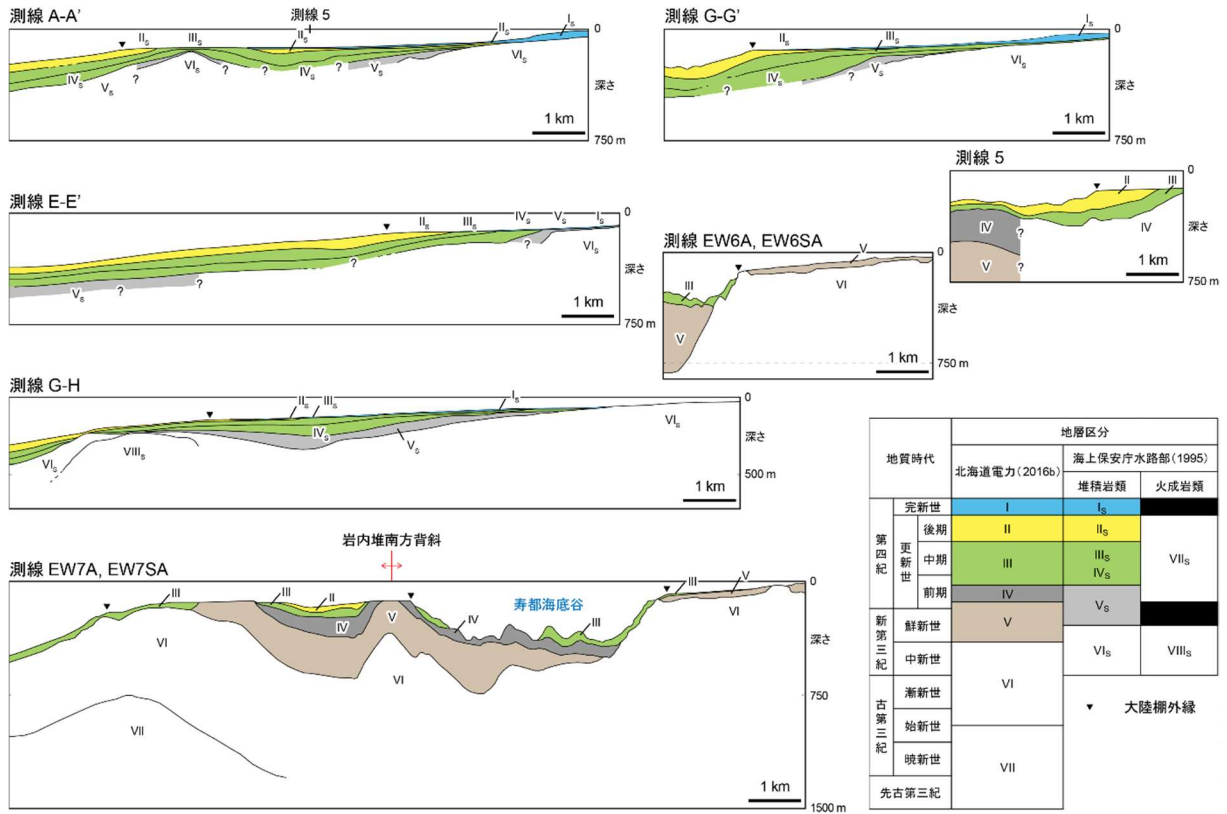


図 4.1-12 文献調査対象地区およびその周辺の大陸棚における既存地質解釈断面

文献調査対象地区およびその周辺の大陸棚の地形・地質学的特徴をあらわす地質解釈断面の中から代表的なものを示す。測線の位置については、図 4.1-11 を参照。測線 A-A'、G-G'、E-E'、G-H については海上保安庁水路部（1995）により、測線 5、EW6A と EW6SA、EW7A と EW7SA については北海道電力（2013c、2015）による。これらの文献に示された大陸棚付近の地質解釈断面図をトレースして作成。測線 A-A' については原図の縦横比を、測線 G-G'、E-E'、G-H については原図の向きと縦横比を変更してトレースした。地層区分における層序については、北海道電力（2016b）の分析結果に基づき、海上保安庁水路部（1995）の III<sub>s</sub> 層と IV<sub>s</sub> 層を III 層（前期～中期更新統）に対比した。

## 4.2 侵食

4.2 では、(a) 沿岸部の沖積低地における MIS 5e 以降（過去 12～13 万年間）の最大下刻量の推定、(b) 陸域および海域におけるマスマーブメント地形の確認を行った。その結果について、以下の各項において説明する。

### 4.2.1 沿岸部における最大下刻量

4.2.1 では、まず、河川が形成した臨海沖積低地を対象に、最終氷期最盛期の最大海面低下期における最深の下刻の実績とみなせる沖積層基底の深さ（埋没谷の深さ）について調べる。次に、得られたデータに基づいて、MIS 5e 以降（過去 12～13 万年間）の最大下刻量を推定する。最後に、河川と浅海底の縦断面形の特徴に基づいて、文献調査対象地区において海水準低下に応答して下刻が生じる可能性のある河川を抽出する。

### (1) 沖積層の基底深度

文献調査対象地区において、明瞭な沖積低地を形成しているのは、朱太川沿いである。よって、ここでは朱太川が形成した沖積低地（寿都低地）と沿岸海域（寿都湾）における沖積層の基底の深さを文献・データに示されたボーリング柱状図や音波探査断面の読み取りに基づいて把握する。

寿都低地におけるボーリング柱状図については、広田ほか（1985）、藤本ほか（2004）、北海道電力（2013a）、KuniJiban（国土交通省）に示されたものがあり、寿都湾における音波探査断面については、北海道電力（2015）による調査結果がある。本調査では、これらのデータを対象に沖積層の基底深度を読み取った。その読み取り対象は、ボーリング柱状図については鮮新統に区分された地層を覆う現河床堆積物、地表から続く一連の砂礫層、基盤岩上に堆積した粘土・細砂・砂礫と記載された地層、沖積層および扇状地堆積物に区分された地層を覆う粘土・細砂・砂礫と記載された地層、<sup>14</sup>C年代や岩相などから沖積層基底礫層と判断した地層であり、音波探査断面については沖積層に区分された地層である。

沖積層の基底深度については、取得した沖積層の層厚から各調査地点における標高値（文献に記載された値または国土数値標高データに基づく値）を減ずることによって求めた。そのようにして取得した沖積層の基底深度の分布図を図 4.2-1 に、沖積層の基底深度の読み取り根拠を添付資料 D の表 D-1 にそれぞれ示す。音波探査断面とボーリング柱状図からの沖積層の読み取りに基づく、寿都低地から寿都湾にかけて確認できる最も深い沖積層の基底深度は、湯別付近において標高-44.6 m（沖積層の層厚は 48.5 m；添付資料 D の表 D-1）に位置する。



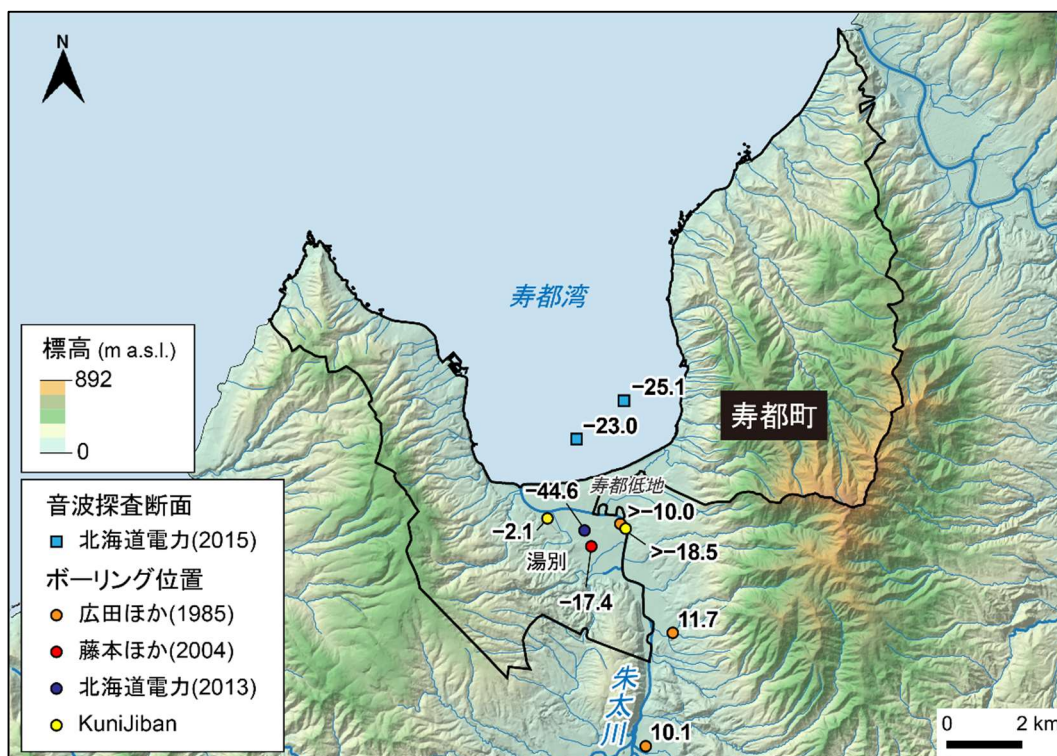


図 4.2-1 沖積層の基底深度とその読み取りに用いた文献・データ

ボーリング地点横の数字は、ボーリング柱状図から読み取った沖積層（沖積層基底礫層を含む）の基底深度の標高（単位:m）を示す。陰影段彩図には、地理院タイルの陰影起伏図に国土地理院数値標高データを用いて作成した高度段彩を重ねたものを使用。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、河川は「国土数値情報（河川データ）」（国土交通省）に、寿都町の行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

## (2) MIS 5e 以降（過去 12～13 万年間）の最大下刻量

MIS 5e 以降（過去 12～13 万年間）の最大下刻量は、沖積層基底深度と MIS 5e 以降の隆起量の和を用いて検討できる（幡谷ほか, 2016）。寿都低地において確認されている沖積層の基底深度のうち、最も深いものの標高は-44.6 m である。一方、寿都低地付近（湯別および歌棄）の MIS 5e の海成段丘面の段丘堆積物上面高度（20.6～20.9 m；北海道電力, 2013a, 2016a；図 3.1-2）から推定される約 12～13 万年間の隆起量は、約 12～21 m（11.6～20.9 m）となる。したがって、寿都低地における MIS 5e 以降（過去 12～13 万年間）の最大下刻量は、約 56～66 m と推定される。ただし、この最大下刻量の推定に用いた沖積層基底深度は、現海岸線から 2 km 程度上流に位置する地点のものである。過去において海水準低下に伴う下刻が最も深く及んだのは現海岸線付近であると考えられることから（幡谷ほか, 2016）、寿都低地における MIS 5e 以降（過去 12～13 万年間）の最大下刻量は本調査において推定した値よりも大きくなる可能性がある。

また、寿都低地以外の文献調査対象地区の河川沿いでは、沖積低地がほとんど発達しておらず、沖積層の基底深度を示した文献・データについても確認されない。そのため、幡谷ほか（2016）による「現河口／現海岸線付近において、後期更新世以降現在までに生じた下刻量は、少なくとも隆起域については、その期間の隆起量に 100 m を加えたものに相当する深さが限度となる」という考え方に基づいて寿都低地以外の文献調査対象地区の現河口付近における MIS 5e 以降（過去 12～13

万年間)の最大下刻量を推定する。文献調査対象地区の寿都半島東岸～幌別山地沿岸に分布する MIS 5e の海成段丘面の段丘堆積物上面高度から推定される約 12～13 万年間の隆起量は、約 12～29 m (表 4.1-1, 表 4.1-2) となる。したがって、上述の幡谷ほか (2016) に基づけば、寿都低地以外の文献調査対象地区以外の現河口付近における MIS 5e 以降 (過去 12～13 万年間) の最大下刻量は、寿都半島東岸～幌別山地沿岸における MIS 5e 以降の隆起量である約 12～29 m に 100 m を加えた 112～129 m を超えることはないものと考えられる。

### (3) 海水準低下に対する河川の応答

海水準低下に対する河川の応答は、河川と浅海底の縦断面形の関係から、「下刻」、「堆積」のどちらか (野上, 1981), または「下刻」、「堆積」、「下刻・堆積ともに生じない」の 3 パターンのいずれか (八木下, 2011) をとるものと考えられている。ここでは、海水準 S-L1 が低下し、海水準 S-L2 になった時の河川の応答パターンについて、八木下 (2011) に示された模式図 (図 4.2-2) に基づいて説明する。

河口付近における河川の勾配が浅海底の勾配よりも緩い場合、河川は河口付近を下刻し、侵食谷を形成する (図 4.2-2 A ; 野上, 1981 ; 八木下, 2011)。逆に、河口付近における河川の勾配が、浅海底の勾配よりも急な場合は、海面低下によって河口が前進し、河床の上昇 (堆積) を引き起こす (図 4.2-2 C ; 野上, 1981 ; 八木下, 2011)。そして、河川と浅海底の勾配がほぼ同一の場合は、下刻・堆積共に生じない (図 4.2-2 B ; 八木下, 2011)。

文献調査対象地区の河川が、海水準低下に対して図 4.2-2 の A, B, C のどのパターンをとるのかについて河川と浅海底の縦断面形に基づいて評価する。河川と浅海底の縦断面形と評価結果については添付資料 E に示し、ここでは得られた結果の要点を以下に記す。

評価対象とした河川は、主要な河川を選定するためのストレーラー法による水系次数が河口において 3 次以上の河川で、全部で 10 河川ある (図 4.2-3)。これらのうち、海水準低下に伴い河口付近が下刻される河川と評価されたのが朱太川である。また、下刻・堆積共に生じないと評価された河川が、幌別川と S-1 である。これら以外の 6 河川については、海水準低下に伴い堆積が生じると考えられる。

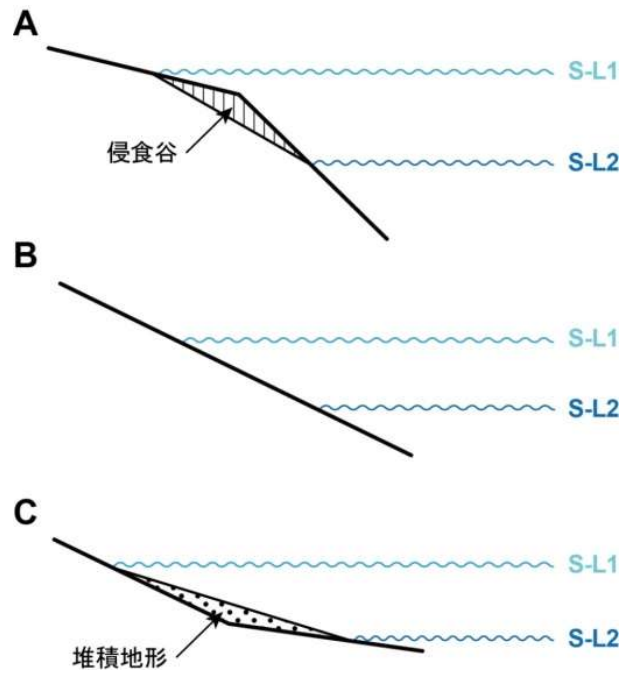


図 4.2-2 海水準低下に対する河川の応答

八木下 (2011) の図 10-14 を編集。海水準 S-L1 が低下し、S-L2 になった時に、陸域 (河川) と浅海域の勾配との関係によって河川の応答は A, B, C の 3 パターンに分かれる。各パターンの説明については本文を参照。

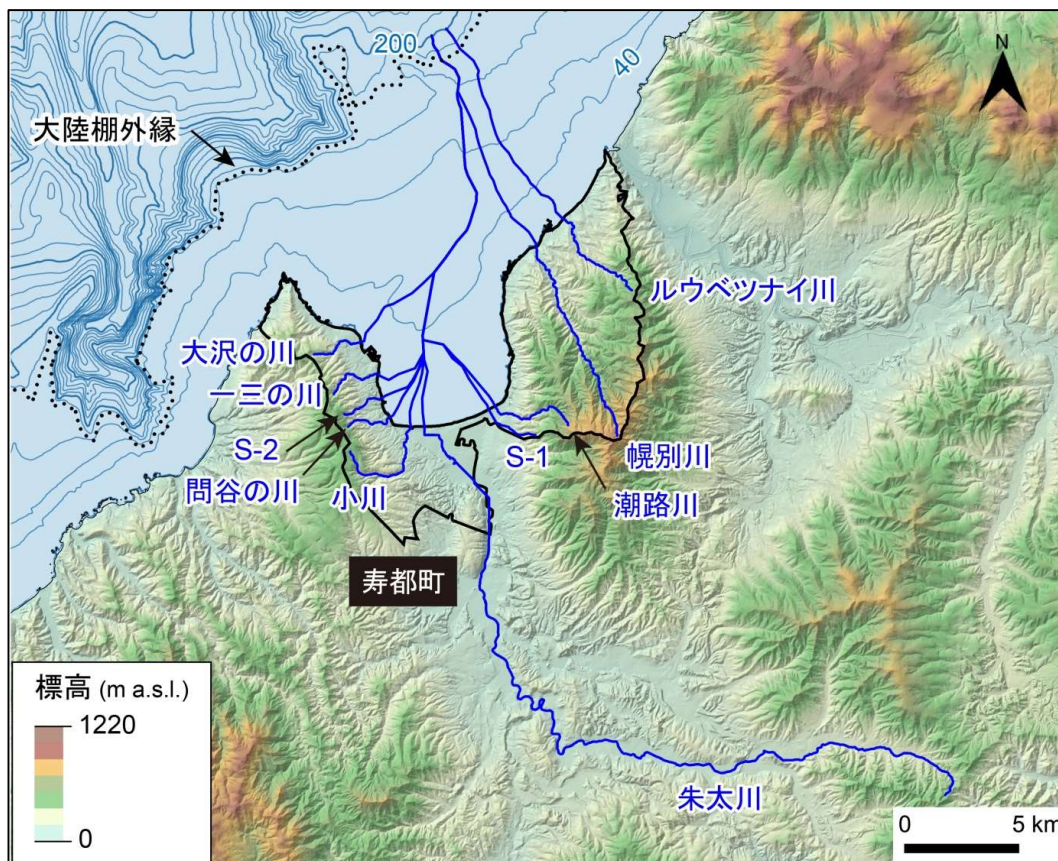


図 4.2-3 海水準低下に対する河川の応答について検討した河川

河口における水系次数が3次以上の河川を対象。S-1、S-2は仮称。等深線の主曲線の間隔は40 m、計曲線の間隔は200 m。陰影段彩図には、地理院タイルの陰影起伏図に国土地理院数値標高データを用いて作成した高度段彩を重ねたものを使用。海域の等深線図は、日本水路協会発行 M7000 シリーズを用いて作成。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町の行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

#### 4.2.2 マスマーブメントによる削剥

4.2.2 では、地すべり現象には再滑動性・周期性があること（例えば、大八木ほか、2015）および山体重力変形が地すべり・崩壊の前兆現象であること（例えば、千木良、2015；小嶋、2018）に着目し、地下施設設置深度の減少をもたらす地すべり・崩壊が将来発生する可能性のある場およびその崩壊深度を推定する。

まず、マスマーブメントの地形的痕跡である地すべり・崩壊地形（滑落崖・斜面移動体）および山麓堆積地形（崖錐・麓屑面・沖積錐）ならびに地すべり・崩壊の地形的兆候である山体重力変形地形（線状凹地・山向き小崖・谷向き小崖・不規則凹凸斜面）の分布を確認する。これらの地形と現象の関係については、その概念を図 4.2-4 に示す。

次に、地すべり・崩壊地形および山体重力変形地形が確認された場を対象に、地質断面図や物理探査などの文献・データを用いてマスマーブメントが発生した場合の崩壊深度について検討する。

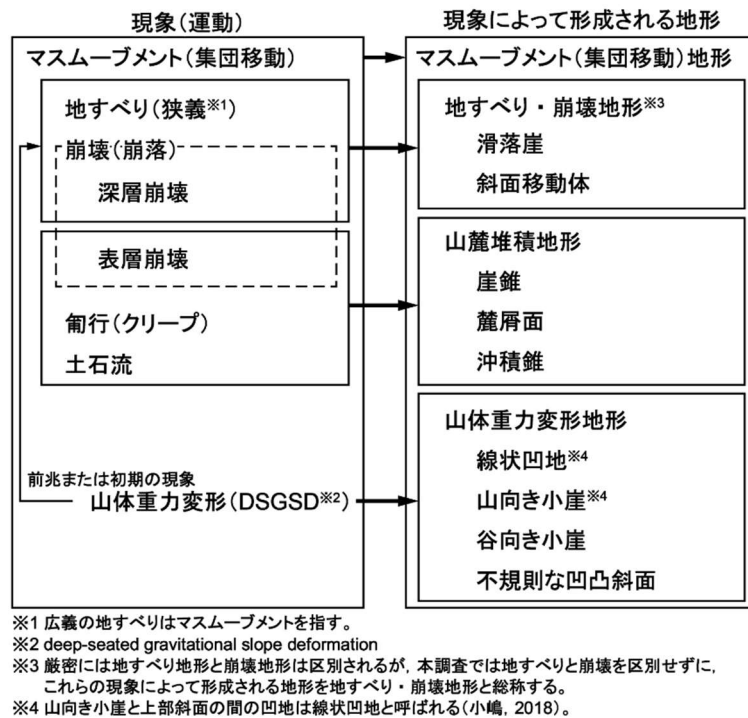


図 4.2-4 マスムーブメントにより形成される地形の概念

鈴木 (2000), 日本地形学連合編 (2017), 大八木ほか (2015), 国土地理院 (2015), 千木良 (2015), 高見 (2015) および小嶋 (2018) に基づいて作成。本図は、マスムーブメントについて、現象、形成される地形およびこれらの関係を平易化して表している。より詳細には先述の文献などに示されている。

### (1) 陸域

まず、文献調査対象地区の陸域において、地すべり・崩壊地形および山麓堆積地形の判読を行った(判読基準は添付資料 B を参照)。これらの地形を含む本調査による地形判読の判読方法については 4.1.2 (1) に、判読結果については図 4.1-4 に示した(図 4.2-5 にも示す)。

文献調査対象地区の陸域においては、地すべり・崩壊地形については、幌別山地、寿都半島および丸山丘陵に、山麓堆積地形については海岸沿いにその発達が認められる。

次に、地すべり・崩壊の地形的兆候に着目した山体重力変形地形の判読を行った(判読基準は添付資料 B を参照)。この地形判読は、縮尺 20,000 分の 1 の空中写真(国土地理院撮影)を用いて行った。

山体重力変形地形を含めたマスムーブメント地形の判読結果を図 4.2-5 に示す。文献調査対象地区において判読された地すべり・崩壊の地形的兆候として考えられる山体重力変形地形は、線状凹地、谷向き小崖および不規則凹凸斜面であり、幌別山地および寿都半島に分布する。線状凹地および谷向き小崖は、尾根付近に、不規則凹凸斜面は、幌別山地北岸付近の斜面に認められ、その下方は海食崖または河食崖となっている。

地すべり・崩壊の崩壊深度の予測には、ボーリング調査や物理探査などによる地質構造、地下水状況および比抵抗分布などの詳細な情報で作成された断面図を用いる手法が示されている(例えば、木下ほか, 2016)。しかし、判読した地すべり・崩壊地形および山体重力変形地形付近におけるこれらの情報を用いた詳細な断面図は得られなかった。

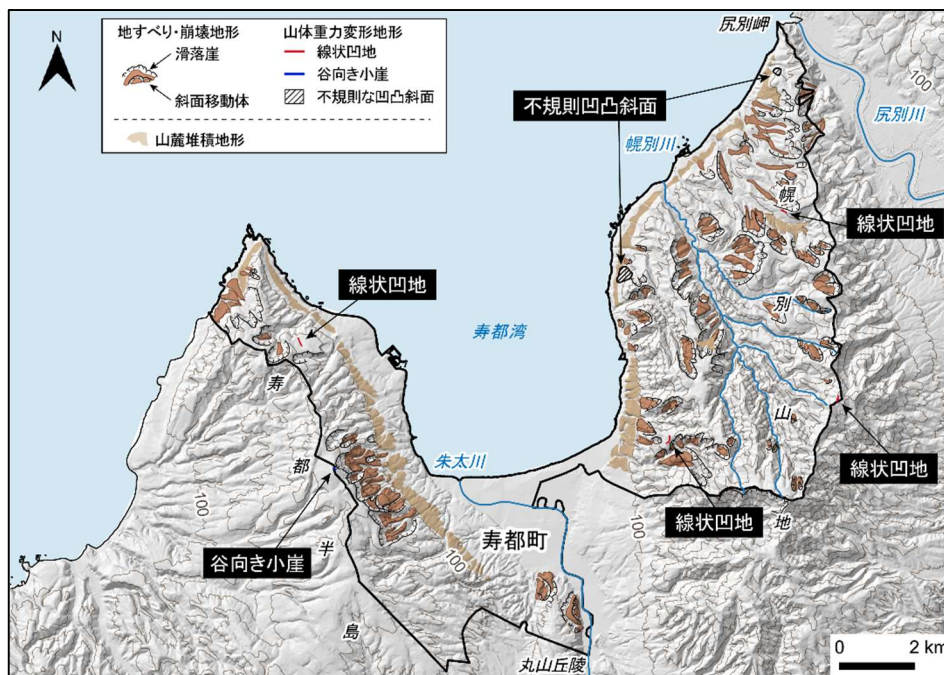


図 4.2-5 文献調査対象地区（陸域）におけるマスマーブメント地形の分布

地すべり・崩壊地形と山麓堆積地形については、4.1.2 で実施した地形判読の結果に基づく。地理院タイルの陰影起伏図に国土地理院数値標高データを用いて作成した等高線（100 m 間隔）を重ねたものを使用。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、河川は「国土数値情報（河川データ）」（国土交通省）に、寿都町の行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

## (2) 海域

まず、文献調査対象地区およびその周辺の海域を対象に、海底地すべり地形の判読を行った（判読基準は添付資料 B を参照）。海底地形アナグリフは、日本水路協会発行 M7000 シリーズから作成した 30 m メッシュのラスターデータを使用して作成した。作成方法については、後藤（2013, 2014）を参照した。海底地形アナグリフを用いた本調査による海底地すべり地形判読結果に森木ほか(2017)に示された海底地すべりの分布を重ね合わせたものを図 4.2-6 に示す。

文献調査対象地区およびその周辺の大陸棚と陸棚外縁斜面において判読できた海底地すべり地形は、滑落崖と斜面移動体である。海底地すべりの滑落崖は、茂津多海底谷、寿都海底谷、岩内海底谷の谷壁斜面や谷頭部に当たる場、寿都海脚の北側斜面と西側斜面に分布している。滑落崖には、比較的規模が小さくガリー状の細長い平面形をもつ凹地として判読されるものと、比較的規模の大きい U 字形または馬蹄形の平面形を持つ凹地として判読されるものが認められる。後者のタイプの滑落崖については、森木ほか（2017）と同じような場に判読できる。また、そうした滑落崖のうち、茂津多海底の谷壁斜面や谷頭部、寿都海底谷の谷壁斜面、寿都海脚の北側斜面に発達するものの下方には、斜面移動体が認められる。

次に、海底地形アナグリフを用いた地すべり・崩壊の地形的兆候に着目した山体重力変形地形の判読を行った（判読基準は添付資料 B を参照）。その結果、地すべり・崩壊の地形的兆候である線状凹地などの山体重力変形地形については、本調査で用いた海底地形アナグリフの空間分解能では検出することはできなかった。

崩壊深度の予測については、陸域と同様に、判読した海底地すべり地形における詳細な断面図は

得られなかった。

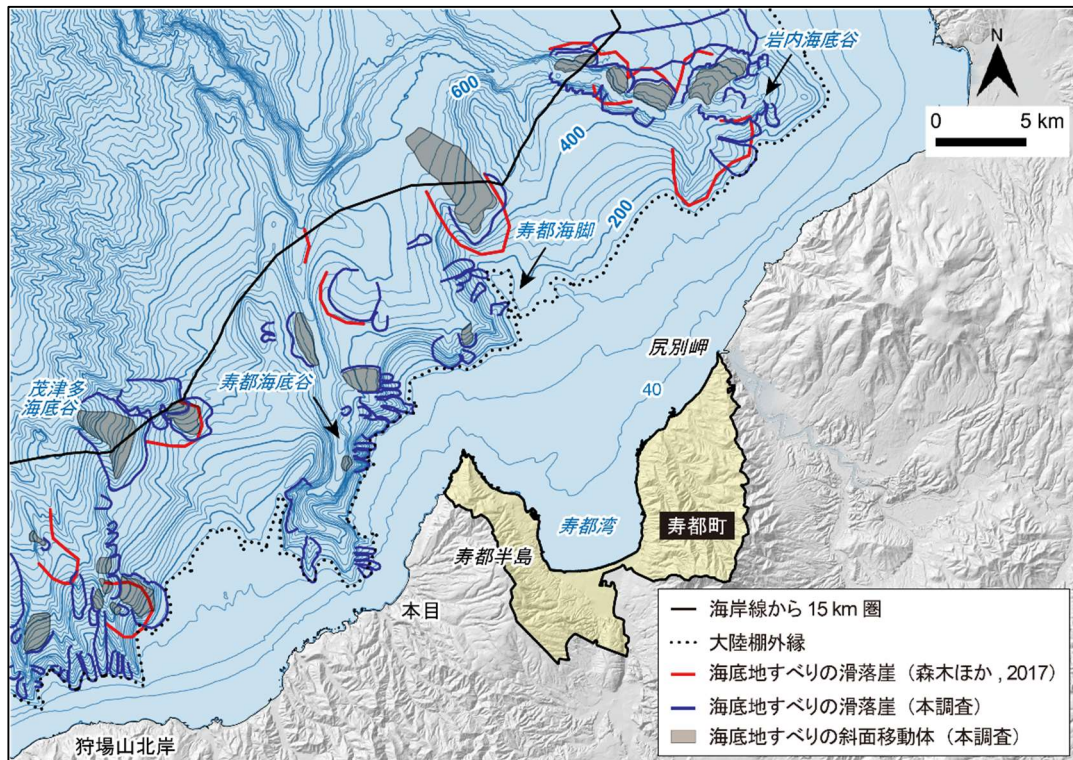


図 4.2-6 文献調査対象地区（海域）とその周辺地域における海底マスムーブメント地形の分布  
図 3.2-3 に本調査による判読結果を重ね合わせた。地理院タイルの陰影起伏図を使用。海域の等深線図は、日本水路協会発行 M7000 シリーズを用いて作成（(一財)日本水路協会承認第 2021006 号）。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町の行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

## 第5章 隆起・侵食に関する知見のまとめ

### 5.1 隆起・沈降に関する知見のまとめ

第3章と第4章から得られた隆起・沈降に関する知見と、その背景の理解に必要となるテクトニクス・セッティングに関する知見（詳細は、説明書「地形、地質・地質構造」参照）を図5.1-1に編年表の形でまとめた。5.1では、図5.1-1に基づいて、まず、文献調査対象地区およびその周辺地域が置かれた場の地殻変動の枠組みについて記す。そのうえで、文献調査対象地区およびその周辺地域における隆起・沈降の傾向と量・速度についての知見の整理結果とそれら解釈について記す。

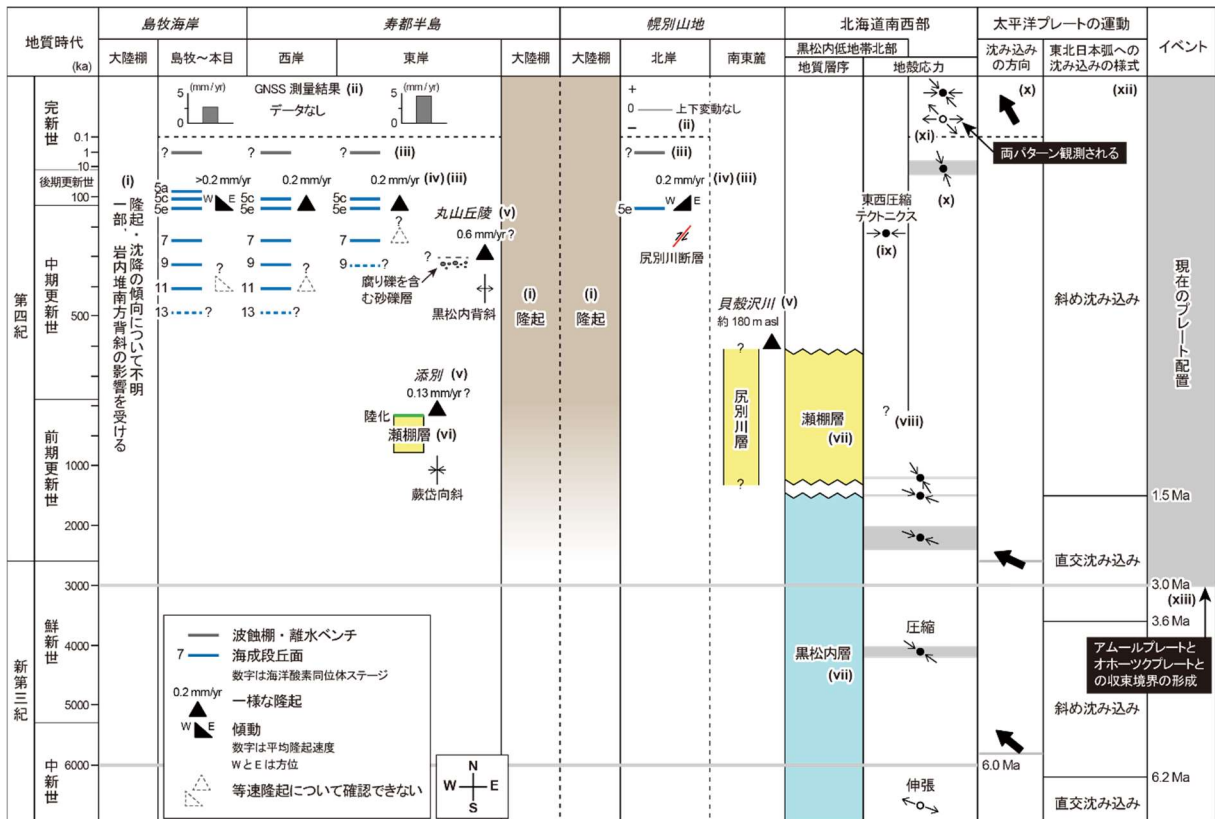


図 5.1-1 文献調査対象地区における隆起・沈降に関する知見のまとめ

図の説明については、5.1を参照。ローマ数字は参照先を示す；(i) 4.1.4, (ii) 4.1.1 (1), (iii) 3.1.2, (iv) 4.1.2 (3), 4.1.2 (4), 4.1.2 (5), (v) 4.1.3, (vi) 能條・鈴木 (1999), (vii) 能條ほか (1999), (viii) 吾妻ほか (2004), (ix) 説明書「地震・活断層」もしくは説明書「地形、地質・地質構造」, (x) 渡辺 (1993a, b), (xi) 国土地理院 (1997), Sagiya et al. (2000), Iinuma et al. (2005), Terakawa and Matsu'ura (2010), Uchide et al. (2022), (xii) Watanabe (2002), (xiii) 平 (2002)。

#### 5.1.1 地殻変動の枠組み

北海道とその周辺海域日本海東縁においてアムールプレートとオホーツクプレートの収束境界が存在し、現在のテクトニクス様式は3 Maに開始し、2 Maに確立されたと考えられる（平，2002）。そして、3 Ma以降、北海道南西部から日本海東縁にかけての範囲には、地殻の短縮歪みが集中した地質学的歪み集中帯として、島弧とほぼ平行に延びる逆断層を伴う褶曲帯が幾つも発達したと考えられている（岡村，2002）。しかし、文献調査対象地区が位置する北海道南西部の北部における広域応力場の変遷（例えば、渡辺，1993a, 1993b）に基づくと、それ以前の6 Ma頃から、概ね東西～



北西－南東方向からの圧縮を受ける圧縮応力場にあったと考えられる。ただし、6 Ma 以降の北海道南西部の北部に掛かる水平最大圧縮応力の方向や強さは必ずしも一定だったわけではなく、太平洋プレートの沈み込みの方向や収束速度に対応して微妙に変化していたようである（渡辺, 1993a, 1993b）。その強さについては3.6～1.5 Ma 頃に相対的に最も高まり、1.5 Ma 頃から現在までは減衰傾向であると考えられる（Watanabe, 1995, 2002）。

北海道南西部において明らかにされている現在の地殻応力は、上述のテクトニクスの概要と概ね整合的であり、地震学データ（Terakawa and Matsu'ura, 2010 ; Uchide et al., 2022）や測地観測データ（国土地理院, 1997 ; Iinuma et al., 2005）からも、北海道南西部は東西または北西－南東方向からの圧縮を受ける圧縮応力場であることが推定される。ただし、観測期間によっては、北西－南東または東西方向の伸長歪みも卓越すること（国土地理院, 1997 ; Sagiya et al., 2000）に注意が必要である。長期的には圧縮場と考えられる北海道南西部において、このような伸長歪みが卓越する期間がある原因については、日本海東縁変動帯で生じた1983年の日本海中部地震や1993年の北海道南西沖地震の余効変動による影響が考えられている（鷲谷, 2002）。

次に、北海道南西部から空間スケールを狭めて、文献調査対象地区がその北端部を占める黒松内低地帯において推定される地殻応力についての知見を整理する。黒松内低地帯は、上述の地質学的歪み集中帯の中に位置しており、そこには東西方向の地殻短縮に起因すると考えられる南北性の逆断層を伴う褶曲帯の発達がみられる。これらの南北性の断層・褶曲帯は、前期～中期更新世に堆積した瀬棚層や段丘堆積物を変形させている（詳細は、説明書「地震・活断層」、説明書「地形、地質・地質構造」参照）。この南北性の断層・褶曲帯の活動開始時期については、黒松内低地帯南部に位置する長万部付近で推定された結果に基づいて0.8 Ma 頃と考えられている（吾妻ほか, 2004 ; 道家ほか, 2012）。瀬棚層の堆積時期は、能條ほか（1999）に基づく、1.2～0.6 Ma と推定されていることから、黒松内低地帯では、瀬棚層の堆積期間中から東西方向の地殻短縮に伴う構造運動が顕著になり、それが現在まで継続していると考えられる。

続いて、文献調査対象地区とその周辺地域における地殻変動様式についての知見を整理する。文献調査対象地区とその周辺の海岸部、すなわち島牧海岸、寿都半島、幌別山地北岸の海岸部には、更新世の海成段丘面群の発達がみられる。このことから、これらの場では10<sup>5</sup>年スケールで隆起傾向にあるといえる。また、地層の累重様式に基づき判断すると、寿都半島沖と幌別山地北岸沖の大陸棚については、海岸部と同様に隆起していると考えられる。そうした隆起運動の開始時期について、各海岸に分布する最も古い海成段丘面の推定形成時期に基づけば、島牧海岸から寿都半島西岸ではMIS 11 または MIS 13 以降、寿都半島東岸ではMIS 7 または MIS 9 以降、幌別山地北岸ではMIS 5e 以降となる。その一方で、大陸棚の地層の累重様式に基づく、寿都半島沖と幌別山地北岸沖に限られるが、その隆起開始時期は共に前期更新世以降と推定される。この隆起運動の開始時期は、黒松内低地帯において東西方向の地殻短縮に伴う構造運動が顕著になった時代とも整合的である。

以上のことから、文献調査対象地区とその周辺地域における地殻変動の枠組みは、次の(a)～(d)のようにまとめることができる。(a) 6 Ma 以降、北海道南西部は、基本的には東西または北西－南東方向の圧縮応力が卓越するテクトニクス場に置かれ、3 Ma 頃に日本海東縁においてアムールプレートとオホーツクプレートとの収束境界が形成されたことで現在のプレート配置となる。(b) 1.5 Ma 頃を境に現在のような水平最大圧縮応力の方向と強さとなる。(c) そうしたテクトニクス場のもと、文献調査対象地区とその周辺地域では、0.8 Ma 頃から東西方向の地殻短縮の影響が地表に顕著に表

れるようになり、それが現在に至るまで続いている。(d) そして、それとほぼ同じような時代から、寿都半島と幌別山地の海岸部と大陸棚は共に隆起していると考えられる。

## 5.1.2 隆起・沈降の傾向

### (1) $10^0\sim 10^2$ 年スケール

文献調査対象地区とその周辺の海岸部では、GEONETによりGNSS観測点が、島牧～本目の島牧および寿都半島東岸の寿都の計2地点に設置され、また幌別山地北岸から狩場山の南西岸にかけて水準点が設置され水準測量が行われていることから、これらの観測点データに基づいて $10^0\sim 10^2$ 年スケールでの地殻変動の傾向について把握することができる。

GNSS観測点における過去15年間(2006～2021年)の変位量から、島牧では約3.9 cm、寿都では約6.5 cmの隆起が認められた。寿都が島牧よりも相対的に隆起していることは、約50年間の水準測量結果(4.1.1参照)に整合的である。また、 $10^0\sim 10^2$ 年スケールにおいて島牧～本目および寿都半島東岸が隆起傾向であることは、これらの沿岸部に更新世の海成段丘面が発達し、 $10^5$ 年スケールでは隆起傾向であることに整合的である。

一方で、得られた $10^0\sim 10^2$ 年スケールでの隆起量を平均隆起速度に換算すると、島牧では約2.6 mm/yr、寿都では約4.3 mm/yrとなる。また、文献調査対象地区における全国的な水準測量から導出された鉛直変動速度は、1895～1965年が $-2\sim 0$  mm/yr(檀原, 1971)、1947～1961年および1986～1999年が $0\sim 2$  mm/yr(村上・小沢, 2004)となる。したがって、測地観測から得られた $10^0\sim 10^2$ 年スケールの隆起速度は、海成段丘面の分布高度に基づいて推定された $10^5$ 年スケールでの隆起速度に比して1桁ほど大きい、または傾向が異なる。このことは、測地観測データから推定される地殻変動の傾向・量を、 $10^5$ 年スケールでの地殻変動の傾向・量にそのまま当てはめることができないことを示唆する。

### (2) $10^5$ 年スケール

文献調査対象地区とその周辺の海岸部における $10^5$ 年スケールでの地殻変動の傾向は、更新世の海成段丘面の高度分布に基づく、(a) 寿都半島、(b) 寿都半島西岸の本目以西、(c) 幌別山地沿岸、で異なっており、それぞれの区間において、一様な隆起、東への傾動、西への緩やかな傾動が生じていると考えられる。これらに大陸棚を加えて、以下で、それぞれ詳述する。

寿都半島では、西岸の本目付近から東岸の湯別付近までの区間において、MIS 5eに対比されるMm1面の旧汀線アングルは概ね一定の高度を示す(図 4.1-5)。また、寿都半島西岸に限られるが、それぞれMIS 11, MIS 9, MIS 7 (MIS 13, MIS 11, MIS 9)に対比されると考えられるHm1, Hm2, Hm3面の旧汀線アングルもほぼ一定の高度を示す。このことから、寿都半島では、MIS 11 (MIS 13)以降、一様な隆起が生じていると考えられる。

寿都半島西岸の本目付近から島牧までの区間では、Hm1, Hm2, Hm3, Mm1, Mm2面の旧汀線アングル高度が西に向かって増していくことから(図 4.1-5)、東への傾動が生じている可能性がある。この傾動については、文献(例えば、宮内, 1988; 小池・町田編, 2001; 奥村, 2003)においても指摘されており、宮内(2012)は、その原因として狩場山西岸沖に想定したNW-SE方向に延びる東傾斜の海底逆断層の運動を考えている。

幌別山地沿岸では、Mm1面の旧汀線アングルは、概ね一定の高度を示す(図 4.1-5)。そして、その高度は、寿都半島におけるMm1面の旧汀線アングルともほぼ同じである。しかし、Mm1面の

段丘堆積物上面高度については、歌棄付近よりも尻別岬付近のものが 10 m 程度高く、その原因として、北海道電力 (2016a) は、北西-南東方向に延びる西上がりの逆断層である尻別川断層の断層運動の影響を否定していない (3.1.2 参照)。このことから、幌別山地沿岸では、尻別川断層の断層運動による西への傾動が生じている可能性がある。

寿都半島から幌別山地前面の大陸棚は、前期更新世以降、隆起傾向にあると考えられ、寿都半島西岸から幌別山地の海岸部において海成段丘面の発達が良いことと整合的である。しかし、その一方で、寿都半島西岸の歌島以西の島牧沖の大陸棚における地殻変動の傾向については、岩内堆南方背斜にかかわる褶曲運動による影響などから推定することができず、地殻変動の傾向について不明である。

### 5.1.3 隆起・沈降の量・速度

文献調査対象地区とその周辺地域において  $10^5 \sim 10^6$  年スケールでの隆起量・隆起速度を推定できたのは、海岸部では、寿都半島、幌別山地沿岸、内陸部では、添別周辺、幌別山地南東麓、丸山丘陵である。推定した隆起量・隆起速度について以下で詳述する。

#### (1) 海岸部

##### (i) $10^5$ 年スケールでの隆起量・隆起速度

文献調査対象地区とその周辺地域における  $10^5$  年スケールでの隆起量・隆起速度については、MIS 5e に対比される海成段丘面の段丘堆積物上面高度に基づく推定が、現段階では最も信頼性が高いと考えられる。その理由として、(a) MIS 5e の海成段丘堆積物の編年が地形層序だけでなく、テフロクロロジーに基づいて行われていること、(b) 海成段丘堆積物上面高度に基づくことで、それらを覆う被覆層の厚さ分だけ隆起量を過大評価せずに済むこと、が挙げられる。

文献調査対象地区とその周辺地域において MIS 5e に対比される海成段丘面の段丘堆積物上面高度が明らかにされているのは、寿都半島と幌別山地沿岸においてである (3.1.2 参照)。これらの区間において求めた  $10^5$  年スケールでの隆起量・隆起速度およびそれらの算出に当たって用いたパラメータについて、表 4.1-1 および表 4.1-2 に示した。表 4.1-1、表 4.1-2 および図 4.1-8 に示されるように、MIS 5e の海水準・年代の設定によって、算出された隆起量・隆起速度は異なっているが、隆起量は約 12~30 m、隆起速度は 0.09~0.26 mm/yr であり、寿都半島と幌別山地沿岸における  $10^5$  年スケールの隆起速度は、0.1~0.3 mm/yr 程度であると推定される。

一方、寿都半島西岸の本目以西では、MIS 5e の海成段丘面の発達が認められるものの、それらの段丘堆積物上面高度については、明らかになっていない。しかし、MIS 5e の旧汀線アンクル高度については把握することが可能であり、その高度は、寿都半島において認められる MIS 5e の旧汀線アンクル高度よりも高い (4.1.2 参照)。このことから、寿都半島西岸の本目以西における  $10^5$  年スケールの隆起速度は、0.2 mm/yr 程度以上と考えられる。

##### (ii) 地殻変動の傾向および一様継続性

狩場山北岸から尻別岬にかけて、MIS 5e に対比されると考えられる海成段丘面が発達している。そのため、文献調査対象地区およびその周辺地域の沿岸部では、少なくとも MIS 5e 以降に隆起してきたことが分かる。また、寿都半島では、その西岸に MIS 11, MIS 9, MIS 7, MIS 5 に対比されると考えられる海成段丘面が、その東岸に MIS 7, MIS 5 に対比されると考えられる海成段丘面が発

達する (4.1.2 (3) 参照)。そのため、寿都半島については、少なくとも MIS 11 以降は隆起してきたと考えられる。さらに、これらの旧汀線アングル高度から隆起量・隆起速度を推定することで、MIS 11 または MIS 7 以降の地殻変動の一様継続性について検討できる。

寿都半島に分布する MIS 11 以降または MIS 7 以降の海成段丘面の旧汀線アングル高度から推定した隆起速度について見ると、MIS 5e の隆起速度よりも、特に MIS 7 の隆起速度では、最大で 0.3 mm/yr 程度大きくなる可能性がある (4.1.2 (5) 参照)。このことに対する解釈は 2 とおり考えられ、その一つは、何らかの要因で MIS 7 以降に寿都半島の沿岸部における隆起速度が低下したという解釈であり、これとは別の解釈は、MIS 7 に対比した海成段丘面が、実際は、より古い MIS 9 に対比される海成段丘面であると解釈するものである (詳細については 4.1.2 (5) 参照)。これら 2 つの解釈のうち、どちらの解釈が妥当であるかの判断は、少なくとも MIS 7 に対比した海成段丘面 (Hm3 面) の段丘堆積物上面高度や、その堆積時期に関するデータに基づかない限りは難しいものと考えられる。そのため、寿都半島における隆起運動の一様継続性、または MIS 5e の海成段丘面から推定された隆起速度の時間代表性については課題として残される。

## (2) 内陸部

文献調査対象地区とその周辺の内陸部における  $10^5 \sim 10^6$  年スケールの隆起量・隆起速度については、(a) 日本列島を対象に作成された第四紀の隆起沈降量図 (国立防災科学技術センター, 1969) と、(b) 数百万年前から数十万年前の地層の堆積過程や分布高度、から推定できる。

しかし、(a) において隆起量の推定に用いられた侵食平坦面 (いわゆる小起伏面) については、(i) 形成された年代や高度の推定が困難、(ii) 氷期の周氷河作用によって形成された可能性がある、(iii) 隆起と侵食の速度が釣り合った平衡状態にあることによってもたらされた可能性がある、といった隆起指標としての問題点が指摘されている (田力・池田, 2013)。それゆえ、小起伏面を用いた隆起量の推定は、信頼性の劣る手法であると考えられる (池田, 1990; 米倉, 1990)。したがって、本調査では、第四紀の隆起沈降量図に示された隆起量については考慮しないものとした。

一方、(b) について、本調査では、鮮新世～更新世にかけて堆積した海成層と丘陵部を覆う河成礫層 (扇状地堆積物) の分布高度に着目した。対象とした場合は、蕨岱向斜の向斜軸に近い添別周辺、幌別山地南東麓、黒松内背斜の背斜軸が位置する丸山丘陵である。丸山丘陵についてはその推定に至らなかったため (4.1.3 参照)、ほかの 2 つの場についての隆起量・隆起速度の推定結果の概要を以下に記す。

推定された隆起速度は、添別周辺では約 80 万年間平均で約 0.1 mm/yr である。また、幌別山地南東麓において推定された 120～60 万年間の総隆起量は 180 m 以上となるが、注意すべきは、隆起量・隆起速度の算出において、対象とした地層の堆積過程、堆積年代についていくつかの仮定を置いたことである。そのため、海成段丘の段丘堆積物上面高度に基づいて推定した隆起量・隆起速度と比較し、ここに示した隆起量・隆起速度の信頼性は低い。上記の  $10^5 \sim 10^6$  年スケールの隆起量・隆起速度の信頼性を高めるためには、対象とした地層の堆積過程の情報と堆積年代の情報が必要である。

## (3) 大陸棚

文献調査対象地区前面の大陸棚における隆起・沈降については、本調査で実施した推定方法では、地殻変動の傾向の推定に留まるため、その量や速度については不明である。

## 5.2 侵食に関する知見のまとめ

5.2 では、第3章と第4章から得られた山地の削剥、河川侵食、海食、マスマーブメントに関する知見の整理結果とその解釈について記す。得られた知見のうち、侵食量・侵食速度に関してまとめたものを表 5.2-1 に示す。

表 5.2-1 文献調査対象地区における侵食量・侵食速度に関する知見のまとめ

| 侵食の種類  | 場所/地質        | 地形変化の速さ・量                                    | 用いた指標・データ                                  | 備考                                                     |
|--------|--------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 山地の削剥  | 寿都半島         | 0.1~0.3 mm/yr                                | 基準高度分散量に基づく数十年スケールの削剥速度                    | 藤原ほか(2001)からの読み取り                                      |
|        | 丸山丘陵         | 0~0.1 mm/yr                                  | 同上                                         | 同上                                                     |
|        | 幌別山地         | 0.1~0.5 mm/yr                                | 同上                                         | 同上                                                     |
|        | 寿都半島         | 0~0.2 10 <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /yr   | 傾斜量に基づく数十年スケールの削剥速度                        | 長谷川ほか(2005)からの読み取り                                     |
|        | 丸山丘陵         | 0~0.2 10 <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /yr   | 同上                                         | 同上                                                     |
|        | 幌別山地         | 0.2~0.5 10 <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /yr | 同上                                         | 同上                                                     |
| 下刻     | 寿都低地         | 56~66 m<br>(12~13万年間)                        | 沖積層の基底深度にMIS 5eの海成段丘堆積物上面高度から推定される隆起量を加えた値 | 沖積層の基底深度については北海道電力(2013a)を、隆起量については本調査の検討結果(4.1.2)を参照。 |
|        | 寿都低地以外の現河口付近 | 112~129 mを超えることはない<br>(12~13万年間)             | MIS 5e以降の隆起量に100 mを加えた値                    | 幡谷ほか(2016)の経験的知見を適用。隆起量については本調査の検討結果(4.1.2)を参照。        |
| 海食崖の後退 | 火山岩          | 20~80 mm/yr                                  | 地形計測に基づく約5,000年間の推定値                       | 貝塚(1998)からの読み取り                                        |
|        | 新第三紀層        | 40~280 mm/yr                                 | 同上                                         | 同上                                                     |
|        | 硬質な岩盤        | 30~100 mm/yr                                 | 地形計測に基づく約6,000年間の推定値                       | 上野・山岸(2002)                                            |

### 5.2.1 山地の削剥速度

文献調査対象地区周辺の山地における平均削剥速度については、3.2.1 で述べたようにダム堆砂量と地形量との関係に基づいて推定されている 10<sup>0</sup>~10<sup>2</sup>年スケールの情報しか得られていない。文献から読み取った 10<sup>0</sup>~10<sup>2</sup>年スケールでの平均削剥速度を表 5.2-1 に示す。

藤原ほか(2001)による平均削剥速度(6 km 四方の平均値)は、寿都半島で 0.1~0.3 mm/yr、丸山丘陵で 0~0.1 mm/yr、幌別山地で 0.1~0.5 mm/yr である。長谷川ほか(2005)による比堆砂量(≡流域の平均削剥速度; 単位は 10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/yr; 1 km 四方の平均値)は、寿都半島と丸山丘陵で 0~0.2、幌別山地で 0.2~0.5 である。藤原ほか(2001)と長谷川ほか(2005)では、使用データや着目した地形量が異なっているが、推定された平均削剥速度およびその空間分布において顕著な違いは認められない。

文献調査対象地区の山地における過去または将来約 10 万年間の削剥量は、現時点では、上述の 10<sup>0</sup>~10<sup>2</sup>年スケールでの平均削剥速度に 10 万年を乗ずることによって推定する方法があるが、削剥速度の時間代表性に対する信頼性の向上という観点からは、宇宙線生成核種法に基づいて山地流域における 10<sup>2</sup>~10<sup>3</sup>年スケールの平均削剥速度を定量的に把握すること(例えば、松四ほか, 2014)が考えられる。しかし、仮に 10<sup>2</sup>~10<sup>3</sup>年スケールの平均削剥速度が求められたとしても、その値は、完新世(約 1.2 万年前から現在まで)の比較的温暖・湿潤な気候環境下におけるものであることに注意が必要である。完新世以前の約 11 万年間は氷期であり、現在と比較して寒冷・乾燥な気候環境下にあった(3.3 参照)ため、氷期における削剥作用および削剥速度は、間氷期のものとは異なっ

いた可能性が考えられるからである（例えば、Marshall et al., 2015 ; Raab et al., 2019）。このことは、 $10^2 \sim 10^3$ 年スケールの平均削剥速度に 10 万年を乗じた値が、過去約 10 万年間の削剥量の実態を示したものになるとは限らないことを意味する。

なお、氷期-間氷期サイクルを複数回経た期間、すなわち数十万年よりも長い時間スケールにおける山地の平均削剥速度については、低温領域の熱年代法を文献調査対象地区および周辺の山地に適用できれば推定できる可能性がある（末岡ほか, 2015 ; 小形・末岡, 2021）。さらに、低温領域の熱年代法により山地の削剥史を明らかにすることは、文献調査対象地区およびその周辺地域における第四紀の地殻変動史の理解にも貢献すると考えられる。

## 5.2.2 下刻量

寿都低地において最終氷期最盛期に生じた下刻の深さは、確認されている沖積層の基底深度のうち最も深いものの深度に基づく 44.6 m である。MIS 5e 以降（過去 12~13 万年間）の最大下刻量は、この深度に MIS 5e 以降の隆起量を加えることで検討できる（幡谷ほか, 2016）。寿都湾岸に分布する MIS 5e 以降（過去 12~13 万年間）の隆起量は約 12~21 m (11.6~20.9 m) であることから、寿都低地における MIS 5e 以降（過去 12~13 万年間）の最大下刻量は約 56~66 m と推定される（4.2.1 参照 ; 表 5.2-1）。ただし、この推定に用いた沖積層基底深度は、現海岸線から 2 km 程度上流に位置する地点のものである。過去の海水準低下に伴う下刻が最も深く及んだのは現海岸線付近であると考えられることから（幡谷ほか, 2016）、寿都低地における最大下刻量は推定値を超える可能性があることに注意が必要である。

また、寿都低地以外の文献調査対象地区の河川沿いでは、沖積低地がほとんど発達しておらず、埋没谷の形状や沖積層の基底深度を示す文献・データを確認することができなかったため、最終氷期最盛期に生じた下刻の深さは不明である。しかし、MIS 5e 以降（過去 12~13 万年間）の最大下刻量については、幡谷ほか（2016）による経験的知見に基づく、文献調査対象地区における現河口付近の MIS 5e 以降（過去 12~13 万年間）の隆起量である約 12~29 m に 100 m を加えた約 112~129 m を超えることはないと考えられる（4.2.1 参照 ; 表 5.2-1）。

上記の値については、文献調査対象地区の大陸棚における各河川の現河口付近の埋没谷沿いについても適用可能と考えられる。一方、文献調査対象地区の河川の中～上流部における下刻量・下刻速度に関する情報については、確認することができなかった。

## 5.2.3 海食速度

文献調査対象地区では山地が直接海と接している場が多いことから、岩石海岸の発達が良い。文献調査対象地区の岩石海岸における海食崖の後退速度について、観測や地形計測に基づいて推定した文献・データを確認することはできない。その一方で、日本列島の多地点を対象に現在みられる海食崖と浅海底が、後氷期の海面がほぼ現在の水準に達した 6,000 年前または 5,000 年前から現在までの期間に形成されたという考えに基づいて  $10^3$  年スケールでの海食崖の平均後退速度を推定した文献に、貝塚（1998）と上野・山岸（2002）がある（3.2.3 参照）。これらの文献から読み取った海食崖の平均後退速度を表 5.2-1 に示す。

貝塚（1998）に示された海食崖の平均後退速度から、文献調査対象地区の浅海底を構成する地質である火山岩と新第三紀層からなる場における値を選択的に読み取ると、その値は火山岩で 2~8 cm/yr, 新第三紀層で 4~28 cm/yr となる。また、上野・山岸（2002）に示された硬質な岩盤からな

る海食崖の平均後退速度は3～10 cm/yr である。

将来の海食崖の後退量については、さまざまな要因（将来の海水準変動、メカニズム、気候変動など）が影響し、それぞれの推定には不確実性が大きいことから、単純に上記を外挿して推定することは難しい。

例えば、中期更新世以降の海水準変動と同様の傾向が将来においても繰り返されるのであれば、将来の約10万年間は氷期であり、現在よりも海水準が低くなると予想される。したがって、その期間の海食に伴う海食崖の後退量は、比較的小さいものと考えられる。

その一方で、人為起源の温室効果ガスの影響により現在の間氷期から氷期への移行が5万年程度遅れるというシミュレーション結果がある（例えば、Berger and Loutre, 2002; Ganopolski et al., 2016）。その場合、現在と同程度またはより高い海水準が将来の約5万年間にわたって継続することが予想され、上述の海食崖の平均後退速度に基づくと、km オーダーでの海食崖の後退が生じると考えられる。いずれにしても、将来の海水準変動の進み方には不確かさがあるため、将来約10万年間またはより長期間において生じる海食崖の後退量の推定には、シミュレーションにより検討する方法が考えられる。

#### 5.2.4 マスムーブメント

文献調査対象地区の陸域では、地すべり・崩壊地形の分布図から比較的小規模な地すべりが散在していることを確認できる（図 3.2-2；図 4.2-5）。なお、北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会（2000）が示した崩壊規模100 m<sup>3</sup>以上の岩盤崩壊跡の分布図の中に文献調査対象地区において発生した岩盤崩壊を確認することはできない。将来の地すべり・崩壊の地形的兆候である山体重力変形地形（線状凹地、谷向き小崖、不規則凹凸斜面）については、幌別山地および寿都半島の7地点で認められた（図 4.2-5）。

文献調査対象地区の海域において判読された海底地すべりの分布については、図 4.2-6 に示すとおりである。図 4.2-6 から、大陸棚の外縁付近を直接剝する海底地すべりの分布を確認することができる。山体重力変形地形については、海底地形判読に用いた海底地形データの空間分解能では検出することはできなかった。

文献調査対象地区の陸域・海域共に、予測される地すべり・崩壊の崩壊深度については、判読した地すべり・崩壊地形および山体重力変形地形付近における詳細な断面図は得られなかったため、推定できなかった。そのため、概要調査地区選定段階（文献調査の段階）のデータでは、文献調査対象地区において将来発生する地すべり・崩壊の規模や、地すべり・崩壊による地下施設設置深度の減少量について評価までは至らなかった。

## 第6章 基準に照らした評価

文献調査対象地区を「内陸部」、「沿岸部」、「沿岸部の沖積低地」、「大陸棚」の4つの地形場に区分し、各地形場を対象に、次の（ア）と（イ）の基準に該当する場所の有無や範囲について、それぞれ評価する。

- （ア） 過去 10 万年程度における最大侵食量が最終処分を行おうとする地層の深度を超えている。
- （イ） 侵食による深度の減少を考慮すると、10 万年後程度において、最終処分を行おうとする地層について、70 m より更に深い深度を確保できない。

4つの地形場の範囲については以下とした（図 2.1-1）。

- ・ 内陸部：寿都半島（月越山脈）、丸山丘陵、幌別山地
- ・ 沿岸部：寿都半島から幌別山地までの海成段丘面が発達する区間
- ・ 沿岸部の沖積低地：朱太川河口に位置する寿都低地およびそれ以外の現河口付近
- ・ 大陸棚：寿都町の海岸線から地形的特徴に基づく大陸棚外縁（説明書「地形、地質・地質構造」参照）までの区間

最終処分を行おうとする地層の深度を 300 m とした。これは、文献調査対象地区における地下施設設置深度が未定であることから、法律により定められた最も浅い深度（深度 300 m）での処分を想定したためである。

### 6.1 過去 10 万年程度における最大侵食量

内陸部における過去 10 万年程度の最大侵食量について過去数十年程度の平均削剥速度（5.2.1 参照）に 10 万年を乗じた値から推定する。この方法において推定される過去 10 万年程度の最大削剥量のうち、値の大きなものは、寿都半島で 30 m、丸山丘陵で 20 m、幌別山地で 50 m となる。ここで、これらの推定値については、計算に用いた削剥速度の時間代表性について確認できていないことに注意が必要である。

沿岸部における過去 10 万年程度の最大侵食量については、隆起量と侵食量が釣り合っているという仮定に基づき、MIS 5e に対比される海成段丘面から推定された過去 12～13 万年間の隆起量から推定する。MIS 5e の海成段丘堆積物上面高度に基づく、文献調査対象地区における過去 12～13 万年間の隆起量は約 12～29 m と推定される。また、この値に影響を与えるような文献調査対象地区およびその周辺地域の隆起の状況は見当たらない。

沿岸部の沖積低地における過去 10 万年程度の最大侵食量については、過去 12～13 万年間の下刻量から推定した（4.2.1, 5.2.2 参照）。過去 12～13 万年間の下刻量は、沖積層の基底深度に MIS 5e の海成段丘面から推定された過去 12～13 万年間の隆起量を足し合わせることで求められる。朱太川河口に位置する寿都低地では、沖積層の基底深度のうち、最も深いものの深度は、44.6 m であり（4.2.1 参照）、過去 12～13 万年間の隆起量は約 12～21 m（11.6～20.9 m）と推定されることから、過去 12～13 万年間の下刻量は両者の和、すなわち約 56～66 m と推定される。また、寿都低地以外の文献調査対象地区の河川沿いでは、幡谷ほか（2016）による経験的知見に基づき推定すると、MIS 5e の海成段丘堆積物上面高度から推定される文献調査対象地区の隆起量は、上記のとおり約 12～29 m であり、これに 100 m を加えた 112～129 m を超えることはないと考えられる。



大陸棚における過去 10 万年程度の最大侵食量については、文献調査対象地区の大陸棚が地殻変動の傾向が不明な地域もあるものの、全体的に隆起傾向にあると判断できることから(5.1.2 (2) 参照)、隆起量と侵食量が釣り合っているという仮定のもと、過去 10 万年程度の隆起量から推定する。大陸棚における過去 10 万年程度の隆起量については、MIS 5e の海成段丘面堆積物上面高度から推定される文献調査対象地区の隆起量により、上記のとおり、12~29 m と推定できる。また、上記の沿岸部の沖積低地の値を、現海岸線付近の大陸棚に適用すると、旧朱太川の埋没谷沿いで約 56~66 m、それ以外の埋没谷沿いで 112~129 m を超えることはないと考えられる。

以上のことから、文献調査対象地区では、(ア) の基準に該当する場所、すなわち過去 10 万年程度における最大侵食量が 300 m を超える場所は認められない。

## 6.2 10 万年後程度における侵食による深度の減少

将来 10 万年後程度における侵食量について、概要調査地区選定段階(文献調査の段階)では以下の仮定を置いて推定する。

- ・ 現在の地殻変動様式・応力場になったと考えられる時代以降、10 万年スケールでの隆起・沈降運動は一定の速さで継続している。
- ・ 過去約 12~13 万年間の気候・海水準変動が将来 10 万年後程度においても繰り返される。

文献調査対象地区が現在の地殻変動様式・応力場に置かれた時代は、約 150 万年前からと推定される(5.1.1 参照) ことから、上記の仮定に基づけば、基本的には過去 10 万年程度において推定された最大侵食量を、そのまま将来 10 万年後に想定される最大侵食量とみなすことができる。文献調査対象地区およびその周辺地域では、約 20 万年前(MIS 7) から約 10 万年前(MIS 5e) にかけて隆起速度が小さくなった可能性はあるが(5.1.3 (1) (ii) 参照)、上記の最大侵食量よりは小さくなる方向である。そのほかにもこのような推定の方法に影響を与えるような状況は、文献調査対象地区およびその周辺地域には見当たらない(5.1.2, 5.2.2 など)。したがって、過去 10 万年程度において推定された最大侵食量に基づけば、文献調査対象地区では、(イ) の基準に該当する場所、すなわち 10 万年後程度における最大侵食量が 230 m を超える場所は認められない。

なお、沿岸部の沖積低地では、氷期の海面低下によって河口付近で下刻が生じると考えられる河川は、寿都低地を流れる朱太川であると考えられ、過去 10 万年程度において推定された最大侵食量に基づけば、約 56~66 m であるため、(イ) の基準に該当しない。

一方、マスマーブメントにより、将来 10 万年後に(イ) の基準に該当する規模、すなわち 230 m を超える深度減少量をもたらす可能性のある場の有無や範囲については、文献情報や既存データの読み取り・分析では評価することができない(5.2.4 参照)。

## 6.3 概要調査に向けた考え方

文献調査において十分に評価できなかった点について、概要調査では、「侵食」などの影響が及ばないように「最終処分を行おうとする地層及びその周辺の地層」(対象地層等)を選ぶことから、個別の現象を対象地層等からの距離などの影響の大きさに応じて詳細度を変えて調査・評価する。

「侵食」を含む「地震等の自然現象による地層の著しい変動」などの広域的な現象は、基本的に概要調査により把握し、許容リスク内である(「おそれが少ない」など) ことの確認が難しいものも含めて、影響が及ぶ範囲を対象地層等から除外する、という結論を得ることが基本的にはできると

考えられる。

第5章では、基準（ア）および基準（イ）への該当性の確認のための知見を整理している。これらのうち、基準の該当性の十分な評価ができなかったものについて、以下に示す。

- ・ 内陸部の下刻量については、河川の中～上流部における下刻量・下刻速度に関する情報を確認することができなかった。
- ・ 将来発生する地すべり・崩壊による地下施設設置深度の減少量については、得られた文献・データでは評価することができていない。

また、評価の過程では、必ずしも（ア）（イ）の基準に抵触するわけではないが、評価の信頼性向上のために必要と考えられる点について、その例を以下に示す。

- ・ 内陸部の過去数十万年の隆起について評価するための更新世の地層の堆積過程や年代の情報が不足している。削剥については、文献調査対象地区およびその周辺地域における低温領域の熱年代法を適用した事例がなく、時間代表性を確認できていない。
- ・ 寿都半島沿岸部について、MIS 5eの海成段丘面から推定される過去12～13万年間の隆起速度より、それより前の海成段丘面から推定される隆起速度のほうが大きい可能性がある。この可能性を判断するために必要なMIS 7以前の段丘面の段丘堆積物上面高度や堆積時期の年代に関する情報が不足している。
- ・ 朱太川河口に位置する寿都低地の河川による下刻量について、得られた沖積層基底深度の位置が現海岸線よりやや上流でありやや過小評価している可能性がある。また、朱太川以外の現河口付近の沖積層基底深度については確認されなかった。

これらの調査・評価方法と概要調査での評価の見通しを示す。全般的には、産業技術総合研究所深部地質環境研究センター編（2007）、同研究所深部地質環境研究コア編（2012）、原子力規制委員会（2021）などを必要に応じて参照する。

内陸部の下刻量・下刻速度については、文献調査対象地区およびその周辺地域における形成年代が制約された河成段丘（例えば、高木ほか、2000；山元、2006；渡壁ほか、2014）および穿入蛇行跡の流路堆積物（例えば、安江ほか、2014；小形ほか、2021）の現河床からの比高を調査することで、河川の中～上流部における下刻量・下刻速度を評価できる可能性がある。

内陸部の $10^5\sim 10^6$ 年スケールの隆起量・隆起速度の信頼性を高めるためには、対象とした地層（瀬棚層、尻別川層および鮎川層など）の堆積過程の情報と堆積年代の情報が必要である。また、氷期・間氷期サイクルに対応して形成された河成段丘面における1サイクル分の地形面オフセット量に基づいた過去10万年程度の隆起量（吉山・柳田、1995；田力・池田、2005；幡谷、2006）が、文献調査対象地区またはその周辺地域において適用可能であれば、さらに信頼性を高めることができる。

内陸部の削剥量・削剥速度については、低温領域の熱年代法を文献調査対象地区およびその周辺の山地に適用できれば、数十万年よりも長い時間スケールにおける山地の平均削剥速度を推定できる可能性がある（末岡ほか、2015；小形・末岡、2021）。また、宇宙生成核種法によって山地流域における $10^2\sim 10^3$ 年スケールの削剥速度（松四ほか、2014）についても同様に用いることができる可能性がある。これらを組み合わせることにより、内陸部の削剥量・削剥速度の信頼性を高めることができる。

沿岸部の隆起量・隆起速度については、文献調査対象地区およびその周辺地域における段丘面の

段丘堆積物上面高度や堆積時期の年代を取得することで、信頼性を高めることができる。特に情報が不足している MIS 7 以前の段丘の情報の取得により、過去における地殻変動の傾向の推定に関する信頼性が向上すると考えられる。また、同様の目的として、沖積平野における沖積層中の旧海面高度指標を認定できれば、その高度と後氷期における地域特有のハイドロアイソスタシーの影響を含んだ相対的海水準との差から、その地点の  $10^2 \sim 10^3$  年スケールでの隆起・沈降の傾向ならびに、その速度についても推定することができる（例えば、Niwa and Sugai, 2020, 2021）。

沿岸部の下刻量・下刻速度については、朱太川を含む現河口付近において、ボーリング調査により沖積層基底深度を得ることで、信頼性を高めることができる。

将来発生する地すべり・崩壊による地下施設設置深度の減少量については、航空レーザ測量データおよびマルチビーム音響測深による地形情報、ボーリング調査や物理探査などによる地質構造ならびに地下水状況および比抵抗分布などの詳細な地下の地質情報の拡充により（例えば、木下ほか, 2016）、評価が可能であると考えられる。

河川の側方侵食については、反射法地震探査やボーリング調査などにより、埋没谷の内部構造を空間的に把握することで、過去の谷幅を評価できる可能性がある。また、海食については、将来の海水準変動には不確かさがあるため、将来約 10 万年間またはより長期間において生じる海食崖の後退量の推定には、地形発達シミュレーション（例えば、野上, 2011；井上・田中, 2013；日本原子力研究開発機構, 2021）により検討する方法が考えられる。同様に、河川の側方侵食についても、地形発達シミュレーションの適用が考えられる。

## 引用文献

- 吾妻 崇, 後藤秀昭, 下川浩一, 奥村晃史, 寒川 旭, 杉山雄一, 町田 洋, 黒澤英樹, 信岡 大, 三輪敦志 (2004) 黒松内低地断層帯の最新活動時期と地下地質構造, 活断層・古地震研究報告, 4, pp. 45–64.
- Berends, C. J., De Boer, B., Van De Wal, R. S. W. (2021) Reconstructing the evolution of ice sheets, sea level, and atmospheric CO<sub>2</sub> during the past 3.6 million years, *Climate of the Past*, 17, 1, pp. 361–377.
- Berger, A., Loutre, M. F. (2002) An exceptionally long interglacial ahead?, *Science*, 297, 5585, pp. 1287–1288.
- 千木良雅弘 (2015) 深層崩壊の場所の予測と今後の研究展開について, *応用地質*, 56, 5, pp. 200–209.
- 地質環境の長期安定性研究委員会 (2011) 地質リーフレット 4, 日本列島と地質環境の長期安定性, 日本地質学会.
- Choi, D. L., Lee, Y. K., Shin, D. H., Jung, S. K., Kum, B. C. (2019) Pleistocene forced regressive deposits on the Korea Strait shelf influenced by tectonic and ocean currents, *Geo-Marine Letters*, 39, 6, pp. 493–511.
- Creveling, J. R., Mitrovica, J. X., Clark, P. U., Waelbroeck, C., Pico, T. (2017) Predicted bounds on peak global mean sea level during marine isotope stages 5a and 5c, *Quaternary Science Reviews*, 163, pp. 193–208.
- 檀原 毅 (1971) 日本における最近 70 年間の総括的上下変動, *測地学会誌*, 17, 3, pp. 100–108.
- 道家涼介, 谷川晋一, 安江健一, 中安昭夫, 新里忠史, 梅田浩司, 田中竹延 (2012) 日本列島における活断層の活動開始時期の空間的特徴, *活断層研究*, 37, pp. 1–15.
- Dutton, A., Carlson, A. E., Long, A. J., Milne, G. A., Clark, P. U., DeConto, R., Horton, B. P., Rahmstorf, S., Raymo, M. E. (2015) Sea-level rise due to polar ice-sheet mass loss during past warm periods, *Science*, 349, 6244, doi: 10.1126/science.aaa4019.
- 沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会 (2016) 沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会 とりまとめ.
- 藤本和徳, 高橋徹哉, 鈴木隆広編 (2004) 北海道市町村の地熱・温泉ボーリングデータ集, 北海道立地質研究所.
- 藤原 治, 三箇智二, 大森博雄 (1999) 日本列島における侵食速度の分布, *サイクル機構技報*, 5, pp. 85–93.
- 藤原 治, 三箇智二, 大森博雄 (2001) 日本列島における侵食速度の分布 (CD-ROM 版), JNC TN7410 2001-015, 核燃料サイクル開発機構 東濃地科学センター.
- 藤原 治, 柳田 誠, 三箇智二 (2004) 日本列島の最近約 10 万年間の隆起速度の分布, *月刊地球*, 26, 7, pp. 442–447.
- 藤原 治, 柳田 誠, 三箇智二, 守屋俊文 (2005) 地層処分からみた日本列島の隆起・侵食に関する研究, *原子力バックエンド研究*, 11, 2, pp. 113–124.
- Ganopolski, A., Winkelmann, R., Schellnhuber, H. J. (2016) Critical insolation–CO<sub>2</sub> relation for diagnosing past and future glacial inception, *Nature*, 529, pp. 200–203.
- 原子力発電環境整備機構 (2020) 北海道寿都郡寿都町 文献調査計画書.
- 原子力規制委員会 (2021) 第二種廃棄物埋設の廃棄物埋設地に関する審査ガイド (最終改正: 令和 4 年 4 月 20 日).
- 原子力規制委員会 (2022) 特定放射性廃棄物の最終処分における概要調査地区等の選定時に安全確

保上少なくとも考慮されるべき事項.

- 後藤秀昭 (2013) 等深線データから作成した日本列島周辺の海底地形アナグリフ—解説と地図—, 広島大学大学院文学研究科論集, 73, 特輯号.
- 後藤秀昭 (2014) 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ—解説と地図—, 広島大学大学院文学研究科論集, 74, 特輯号.
- 濱田崇臣, 幡谷竜太 (2011) 河成段丘を用いた内陸部隆起量評価手法の適用性の検討: 経験的指標を重視したアプローチ, 電力中央研究所報告, N10050.
- 長谷川浩一, 若松加寿江, 松岡昌志 (2005) ダム堆砂データに基づく日本全国の潜在的侵食速度分布, 自然災害科学, 24, 3, pp. 287–301.
- 幡谷竜太 (2006) 河成段丘を用いた第四紀後期の隆起量評価手法の検討 (3) —過去 10 万年間の隆起量分布により明らかにされる内陸部の地殻運動—, 電力中央研究所報告, N05017.
- 幡谷竜太, 柳田 誠, 鳥越祐司, 佐藤 賢 (2016) 後期更新世以降の現海外線付近での下刻, 応用地質, 57, 1, pp. 15–26.
- Heusser, L. E., Morley, J. J. (1985) Pollen and radiolarian records from deep-sea core RC14-103: Climatic reconstructions of northeast Japan and Northwest Pacific for the last 90,000 years, Quaternary Research, 24, 1, pp. 60–72.
- 広田知保, 和田信彦, 横山英二, 菅 和哉 (1985) 北海道水理地質図「倶知安」及び説明書, 北海道水理地質図幅, 7, 北海道立地下資源調査所.
- 北海道電力 (2013a) 第 33 回原子力発電所の新規規制基準適合性に係る審査会合 (2013 年 10 月 16 日開催) .
- 北海道電力 (2013b) 第 18 回原子力発電所の新規規制基準適合性に係る審査会合 (2013 年 9 月 11 日開催) .
- 北海道電力 (2013) 泊発電所 平成 23 年東北地方太平洋沖地震の知見等を踏まえた原子力施設への地震動及び津波の影響に関する安全性評価 地質調査結果報告書.
- 北海道電力 (2015) 泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書 (3 号発電用原子炉施設の変更) .
- 北海道電力 (2016a) 第 410 回原子力発電所の新規規制基準適合性に係る審査会合 (2016 年 10 月 21 日開催) .
- 北海道電力 (2016b) 第 404 回原子力発電所の新規規制基準適合性に係る審査会合 (2016 年 9 月 30 日開催) .
- 北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会 (2000) 北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会報告書.
- 五十嵐八枝子, 成瀬敏郎, 矢田貝真一, 檀原 徹 (2012) 北部北海道の剣淵盆地における MIS 7 以降の植生と気候の変遷史—特に MIS 6/5e と MIS 2/1 について, 第四紀研究, 51, 3, pp. 175–191.
- Igarashi, Y. (2016) Vegetation and climate during the LGM and the last deglaciation on Hokkaido and Sakhalin Islands in the northwest Pacific, Quaternary International, 425, pp. 28–37.
- Iinuma, T., Kato, T., Hori, M. (2005) Inversion of GPS velocity and seismicity data to yield changes in stress in the Japanese Islands, Geophysical Journal International, 160, 2, pp. 417–434.
- 池田安隆 (1990) 侵食と隆起: 山脈形成論の観測的基礎, 地震 第 2 輯, 43, pp. 137–152.
- 池谷仙之, 林 慶一 (1982) 北海道渡島半島黒松内地方の地質, 地質学雑誌, 88, 7, pp. 613–632.
- 今泉俊文, 渡島半島活断層研究グループ (1982) 黒松内低地帯の活断層, 日本地理学会予稿集, 22,

pp. 98–99.

井上 信, 田中 靖 (2013) グリット型地形発達シミュレーションモデルの現実地形への適用, 地形, 34, 2, pp. 147–165.

海上保安庁水路部 (1995) 沿岸の海の基本図 (5 万分の 1) 寿都, 海図, 第 6325 号<sup>1-S</sup>.

貝塚爽平 (1998) 発達史地形学, 東京大学出版会.

活断層研究会編 (1991) 新編日本の活断層—分布図と資料, 東京大学出版会.

経済産業省資源エネルギー庁 (2023) 文献調査段階の評価の考え方, [https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku\\_gas/radioactive\\_waste/20231102\\_literature.html](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/radioactive_waste/20231102_literature.html), 2023 年 11 月 10 日閲覧.

木下篤彦, 石塚忠範, 高原晃宙, 瀬戸秀治, 野池耕平, 森 加代子, 水野秀明 (2016) 深層崩壊の発生する恐れのある斜面抽出技術手法及びリスク評価手法に関する研究, 土木研究所資料, 4333.

小疇 尚, 野上道男, 小野有五, 平川一臣編 (2003) 日本の地形 2 北海道, 東京大学出版会.

小池一之, 町田 洋編 (2001) 日本の海成段丘アトラス, 東京大学出版会.

小嶋 智 (2018) 応用地質学的視点からみた山体重力変形地形研究の進展と展望, 地質学雑誌, 124, 11, pp. 889–897.

国土地理院 (1997) 日本の地殻水平歪図, <https://www.gsi.go.jp/cais/HIZUMI-hizumi.html>, 2023 年 9 月 25 日閲覧.

国土地理院 (2015) 治水地形分類図解説書, 国土地理院技術資料, D1, 746.

国土地理院: 一等水準点検測成果集録 水準点変動図閲覧ページ, <https://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/level/KENSOKUSYUROKU/>, 2021 年 9 月 7 日閲覧.

国土地理院: 数値標高モデル, 基盤地図情報ダウンロードサービス, <https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>, 2023 年 8 月 17 日閲覧.

国土地理院: 地理院タイル, <https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>, 2023 年 5 月 11 日閲覧.

国土地理院: 電子基準点データ提供サービス, <https://terras.gsi.go.jp/>, 2021 年 8 月 18 日閲覧.

国土交通省: 国土地盤情報検索サイト KuniJiban, <http://www.kunijiban.pwri.go.jp>, 2023 年 11 月 27 日閲覧.

国土交通省: 国土数値情報 (行政区域データ), <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>, 2023 年 8 月 18 日閲覧.

国土交通省: 国土数値情報 (海岸線データ), <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>, 2023 年 8 月 18 日閲覧.

国土交通省: 国土数値情報 (河川データ), <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>, 2022 年 4 月 21 日閲覧.

国立防災科学技術センター (1969) 第四紀地殻変動図.

国立防災科学技術センター (1973) 第四紀地殻変動図説明書 (概要) .

Korup, O., Hayakawa, Y., Codilean, A. T., Matsushi, Y., Saito, H., Oguchi, T., Matsuzaki, H. (2014) Japan's sediment flux to the Pacific Ocean revisited, *Earth-Science Reviews*, 135, pp. 1–16.

久保和也, 石田正夫, 成田英吉 (1983) 長万部地域の地質, 地域地質研究報告 (5 万分の 1 図幅), 札幌 (4) 第 48 号, 地質調査所.

Lisiecki, L. E., and Raymo M. E. (2005) A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic  $\delta^{18}\text{O}$  records, *Paleoceanography*, 20, PA1003, doi: 10.1029/2004PA001071.

Marshall, J. A., Roering, J. J., Bartlein, P. J., Gavin, D. J., Granger, D. E., Rempel, A. W., Praskievicz, S. J.,

- Hales, T. C. (2015) Frost for the trees: Did climate increase erosion in unglaciated landscapes during the late Pleistocene?, *Science Advances*, 1, 10, e1500715, doi: 10.1126/sciadv.1500715.
- 松四雄騎, 松崎浩之, 千木良雅弘 (2014) 宇宙線生成核種による山地流域からの長期的土砂生産量の推定, *応用地質*, 54, 6, pp. 272–280.
- 松末和之, 藤原 治, 末吉哲雄 (2000) 日本列島における最終氷期最寒冷期の気候, *サイクル機構技報*, 6, pp. 93–104.
- Matsu'ura, T., Komatsubara, J., Wu, C. (2019) Accurate determination of the Pleistocene uplift rate of the NE Japan forearc from the buried MIS 5e marine terrace shoreline angle, *Quaternary Science Reviews*, 212, pp. 45–68.
- 宮内崇裕 (1988) 東北日本北部における後期更新世海成面の対比と編年, *地理学評論*, 61 (Ser.A), 5, pp. 404–422.
- 宮内崇裕 (1990) 日本海東縁海岸地域の完新世地震性地殻変動, *地学雑誌*, 99, 4, pp. 390–391.
- 宮内崇裕 (2012) 海岸部を襲う直下型地震: 懸念される海底活断層と地震性地殻変動, *科学*, 82, 6, pp. 651–661.
- 森木ひかる, 隈元 崇, 中田 高, 後藤秀昭, 泉 紀明, 西澤あずさ (2017) アナグリフ画像による日本周辺の海底地すべりの判読と分布特性の検討, *海洋情報部研究報告*, 54, pp. 1–16.
- 村上 亮, 小沢慎三郎 (2004) GPS 連続観測による日本列島上下地殻変動とその意義, *地震 第2輯*, 57, pp. 209–231.
- 村松弘規, 高松直史, 阿部 聡, 古屋智秋, 加藤知瑛, 大野圭太郎, 畑中雄樹, 攪上泰亮, 大橋和幸 (2021) 新しいGEONET 解析ストラテジによる電子基準点日々の座標値 (F5 解・R5 解) の公開, *国土地理院時報*, 134, pp. 19–32.
- 日本地形学連合編 (2017) 地形の辞典, 朝倉書店.
- 日本第四紀学会編 (1987) 日本第四紀地図 解説, 東京大学出版会.
- 日本原子力研究開発機構 (2021) 廃棄物埋設における性能評価に関する研究, 令和2年度原子力規制庁委託成果報告書.
- 日本水路協会 (2008) 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ M7009 Ver.2.0 北海道西部.
- Niwa, Y., Sugai, T. (2020) An assessment of coastal tectonics along the Sanriku coast, northeast Japan, from a Holocene sedimentary succession in the Kuji plain, *Marine Geology*, 424, 106165, doi: 10.1016/j.margeo.2020.106165.
- Niwa, Y., Sugai, T. (2021) Millennial-scale vertical deformation of the Hachinohe coastal plain (NE Japan), *Geomorphology*, 389, 107835, doi: 10.1016/j.geomorph.2021.107835.
- 野上道男 (1981) 河川縦断面形の発達過程に関する数学モデルと多摩川の段丘形成のシミュレーション, *地理学評論*, 54, 2, pp. 86–101.
- 野上道男 (2011) 地形発達シミュレーションの枠組みと実行例, *地学雑誌*, 120, 3, pp. 486–501.
- 能條 歩, 鈴木明彦 (1999) 貝殻密集層のタフォノミー—軟体動物化石と有孔虫化石の複合解析による堆積過程の復元—, *地質学論集*, 54, pp. 35–54.
- 能條 歩, 長谷川四郎, 岡田尚武, 都郷義寛, 鈴木明彦, 松田敏孝 (1999) 西南北海道瀬棚層の広域的岩相層序区分と生層序年代, *地質学雑誌*, 105, 5, pp. 370–388.
- 小形 学, 小松哲也, 中西利典 (2021) 長石光ルミネッセンス (OSL) 年代測定法を用いた穿入蛇行河川堆積物の年代推定: 紀伊山地十津川の事例, *第四紀研究*, 60, 2, pp. 27–41.

- 小形 学, 末岡 茂 (2021) 光ルミネッセンス (OSL) を用いた超低温領域の熟年代学, *RADIOISOTOPES*, 70, 3, pp. 159–172.
- 岡田 誠 (2022) チバニアン GSSP の特徴と, その学術上の意義, *学術の動向*, 27, 11, pp. 73–77.
- 岡村行信 (1990) 四国沖の海底地質構造と西南日本外帯の第四紀地殻変動, *地質学雑誌*, 96, 3, pp. 223–237.
- 岡村行信 (2002) 新第三紀以降の歪集中帯, 大竹政和, 平 朝彦, 太田陽子編: 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 東京大学出版会, pp. 111–121.
- 岡 孝雄 (2006) 北海道沿岸域の沖積層研究の現状, *地質学論集*, 59, pp. 53–72.
- 奥村晃史 (1983) 黒松内低地帯の活構造と地形発達, *日本地理学会予稿集*, 23, pp. 30–31.
- 奥村晃史 (2003) 黒松内低地帯—半島を分断する凹地帯, 小疇 尚, 野上道男, 小野有五, 平川一臣編: 日本の地形 2 北海道, 東京大学出版会, pp. 288–292.
- Okuno, J., Nakada, M., Ishii, M., Miura, H. (2014) Vertical tectonic crustal movements along the Japanese coastlines inferred from late Quaternary and recent relative sea-level changes, *Quaternary Science Reviews*, 91, pp. 42–61.
- 小野有五 (1990) 北の陸橋, *第四紀研究*, 29, 3, pp. 183–192.
- 小野有五, 五十嵐八枝子 (1991) 北海道の自然史—氷期の森林を旅する—, 北海道大学図書刊行会.
- 大谷武史 (1999) 北海道後志地方沿岸の波食棚について, *北海道地理*, 73, pp. 57–68.
- 大八木規夫, 内山庄一郎, 小倉 理 (2015) 地すべり地形分布図 第 60 集「関東中央部」地すべり地形分布図の作成方法と活用の手引き, *防災科学技術研究所研究資料*, 394, pp. 1–14.
- Raab, G., Egli, M., Norton, K., Dahms, D., Brandová, D., Christl, M., Scarciglia, F. (2019) Climate and relief-induced controls on the temporal variability of denudation rates in a granitic upland, *Earth Surface Processes and Landforms*, 44, 13, pp. 2570–2586.
- Raymo, M. E., Mitrovica, J. X. (2012) Collapse of polar ice sheets during the stage 11 interglacial, *Nature*, 483, 7390, pp. 453–456.
- Sagiya, T., Miyazaki, S., Tada, T. (2000) Continuous GPS array and present-day crustal deformation of Japan, *Pure and Applied Geophysics*, 157, pp. 2303–2322.
- 鷺谷 威 (2002) 明治期以降の歪み集中帯, 大竹政和, 平 朝彦, 太田陽子編: 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 東京大学出版会, pp. 133–150.
- 産業技術総合研究所深部地質環境研究センター編 (2007) 概要調査の調査・評価項目に関する技術資料—長期変動と地質環境の科学的知見と調査の進め方—, *地質調査総合センター研究資料集*, 459.
- 産業技術総合研究所深部地質環境研究コア編 (2012) 概要調査の調査・評価項目に関する技術資料—立地要件への適合性とその根拠となる調査結果の妥当性—, *地質調査総合センター研究資料集*, 560.
- 佐藤智之 (2022) 沿岸域の地下構造モデル構築を目指して—周辺の陸域地質・地質背景との関連性—, *号外地球*, 73, pp. 79–86.
- 瀬川秀良 (1967) 北海道寿都地方の海岸段丘, *東北地理*, 19, 1, pp. 10–14.
- 清水文健, 井口 隆, 大八木規夫 (2010) 地すべり地形分布図第 45 集「岩内」, *防災科学技術研究所研究資料*, 339.
- Siddall, M., Chappell, J., Potter, E. K. (2007) Eustatic sea level during past interglacials, In: Sirocko, F.,



- Claussen, M., Sánchez Goñi, M. F., Litt, T. (Eds.), *The Climate of Past Interglacials*, Elsevier, pp. 75–92.
- 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 地層処分技術 WG (2017) 地層処分に関する地域の科学的な特性の提示に係る要件・基準の検討結果 (地層処分技術 WG とりまとめ) .
- Spratt, R. M., Lisiecki, L. E. (2016) A Late Pleistocene sea level stack, *Climate of the Past*, 12, pp. 1079–1092.
- 末岡 茂, 堤 浩之, 田上高広 (2015) 低温領域の熱年代学の発展と日本の山地の隆起・削剥史研究への応用, *地球科学*, 69, 1, pp. 47–70.
- Sueoka, S., Tagami, T. (2019) Low-temperature thermochronological database of bedrock in the Japanese Islands, *Island Arc*, 28, 4, e12305, doi: 10.1111/iar.12305.
- 末岡 茂, 田上高広 (2019) 低温領域の熱年代学の原理と地殻浅部のテクトニクスへの応用, *地学雑誌*, 128, 5, pp. 707–730.
- 須貝俊彦, 松島 (大上) 紘子, 水野清秀 (2013) 過去 40 万年間の関東平野の地形発達史—地殻変動と氷河性海水準変動の関わりを中心に—, *地学雑誌*, 122, 6, pp. 921–948.
- 鈴木明彦 (1989) 西南北海道黒松内地域の瀬棚層の貝類化石群, *地球科学*, 43, 5, pp. 277–289.
- 鈴木 守, 山岸宏光, 高橋功二, 庄谷幸夫 (1981) 5 万分の 1 地質図幅「寿都」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 36 号, 北海道立地下資源調査所.
- 鈴木隆介 (2000) 建設技術者のための地形図読図入門 第 3 巻 段丘・丘陵・山地, 古今書院.
- 平 朝彦 (2002) 日本海東縁の変動と日本列島のテクトニクス, 大竹政和, 平 朝彦, 太田陽子編: 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 東京大学出版会, pp. 3–15.
- 田力正好, 池田安隆 (2005) 段丘面の高度分布からみた東北日本弧中部の地殻変動と山地・盆地の形成, *第四紀研究*, 44, 4, pp. 229–245.
- 田力正好, 池田安隆 (2013) 8-8 島弧規模の大地形, および島弧内の山地・盆地の形成—特に東北日本弧を中心として—, 日本第四紀学会 50 周年電子出版編集委員会編: デジタルブック最新第四紀学 (第 2 刷), 日本第四紀学会, pp. 8-156–8-201.
- 高木俊男, 柳田 誠, 藤原 治, 小澤昭男 (2000) 河岸段丘から推定した河床高度変化の歴史, *地学雑誌*, 109, 3, pp. 366–382.
- 高見智之 (2015) 細密 DEM を活用した地形解析に基づく重力変形斜面の類型化, *応用地質*, 56, 5, pp. 210–218.
- Terakawa, T., Matsu'ura, M. (2010) The 3-D tectonic stress fields in and around Japan inverted from centroid moment tensor data of seismic events, *Tectonics*, 29, TC6008, doi: 10.1029/2009TC002626.
- 東宮昭彦, 宮城磯治 (2020) 洞爺噴火の年代値, *火山*, 65, 1, pp. 13–18.
- 椿原慎一, 長谷川四郎, 丸山俊明 (1989) 西南北海道黒松内地域の上部新生界—とくに黒松内層の層序と微化石年代について—, *地質学雑誌*, 95, 6, pp. 423–438.
- Uchide, T., Shiina, T., Imanishi, K. (2022) Stress map of Japan: Detailed nationwide crustal stress field inferred from focal mechanism solutions of numerous microearthquakes, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 127, e2022JB024036, doi: 10.1029/2022JB024036.
- 上野将司, 山岸宏光 (2002) わが国の岩盤崩壊の諸例とその地形地質学的検討—とくに発生場と発生周期について—, *地すべり*, 39, 1, pp. 40–47.
- 渡壁卓磨, 松四雄騎, 小玉芳敬, 進木美穂, 松崎浩之 (2014) 宇宙線生成核種  $^{10}\text{Be}$  を用いた岩盤侵食河川の下刻速度の推定: 鳥取県小鹿溪谷の例, *地形*, 35, 2, pp. 131–146.

- 渡辺 寧 (1993a) 岩脈・火口配列に基づく西南北海道北部の新生代後期の応力場, 地質学雑誌, 99, 2, pp. 105–116.
- 渡辺 寧 (1993b) 西南北海道北部の火山列—ニセコ-羊蹄火山列はなぜ曲がったのか?—, 石井次郎教授追悼論文集, pp. 147–154.
- Watanabe, Y. (1995) Epithermal vein-type mineralization in a compressive stress field, southwest Hokkaido, Japan, *Global Tectonics and Metallogeny*, 5, 1&2, pp. 19–27.
- Watanabe, Y. (2002) Late Cenozoic metallogeny of Southwest Hokkaido, Japan, *Resource Geology*, 52, 3, pp. 191–210.
- 八木下晃司 (2011) 岩相解析および堆積構造 増補・改訂版, 古今書院.
- 山岸宏光, 国府谷盛明, 安藤重幸 (1976) 5 万分の 1 地質図幅「島古丹」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 26 号, 北海道立地下資源調査所.
- 山岸宏光 (1984) 5 万分の 1 地質図幅「歌棄」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 37 号, 北海道立地下資源調査所.
- 山岸宏光, 伊藤陽司 (1993) 北海道における地すべり地形の分布からみた地質分帯, 地すべり, 30, 2, pp. 1–9.
- 山岸宏光 (1998) 北海道における高速ランドスライド, 地すべり, 34, 4, pp. 19–26.
- 山元孝広 (2006) 宇都宮市宝積寺段丘で掘削された UT05 コアの層序記載と鬼怒川の堆積侵食履歴, 地質調査研究報告, 57, 7/8, pp. 217–228.
- 安江健一, 高取亮一, 谷川晋一, ニノ宮 淳, 棚瀬充史, 古澤 明, 田力正好 (2014) 内陸部における侵食速度の指標に関する検討: 環流丘陵を伴う旧河谷を用いた研究, 地質学雑誌, 120, 12, pp. 435–445.
- 米倉伸之 (1990) 展望: 日本における変動地形研究, 米倉伸之, 岡田篤正, 森山昭雄編: 変動地形とテクトニクス, 古今書院, pp. 203–222.
- 吉山 昭, 柳田 誠 (1995) 河成地形面の比高分布からみた地殻変動, 地学雑誌, 104, 6, pp. 809–826.

## 添付資料 A 情報を抽出した文献・データのリスト

北海道寿都郡寿都町の文献調査において、隆起・侵食に関する情報を抽出した文献・データは、以下に示す 207 件であった。

### A

赤松守雄 (2003) 北海道の自然史, 北海道出版企画センター。

吾妻 崇, 下川浩一, 寒川 旭, 杉山雄一, 桑原拓一郎, 奥村晃史, 黒澤英樹, 信岡 大, 三輪敦志 (2003) 黒松内低地断層帯における断層活動履歴調査, 活断層・古地震研究報告, 3, pp. 1-22.

吾妻 崇, 後藤秀昭, 下川浩一, 奥村晃史, 寒川 旭, 杉山雄一, 町田 洋, 黒澤英樹, 信岡 大, 三輪敦志 (2004) 黒松内低地断層帯の最新活動時期と地下地質構造, 活断層・古地震研究報告, 4, pp. 45-64.

### B

防災科学技術研究所: 強震観測網 (K-NET, KiK-net), <https://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/>, 2023 年 11 月 27 日閲覧。

防災科学技術研究所: 地すべり地形 GIS データ, [https://dil-opac.bosai.go.jp/publication/nied\\_tech\\_note/landslidemap/gis.html](https://dil-opac.bosai.go.jp/publication/nied_tech_note/landslidemap/gis.html), 2023 年 5 月 19 日閲覧。

### C

地質環境の長期安定性研究委員会 (2011) 地質リーフレット 4, 日本列島と地質環境の長期安定性, 日本地質学会。  
Creveling, J. R., Mitrovica, J. X., Clark, P. U., Waelbroeck, C., Pico, T. (2017) Predicted bounds on peak global mean sea level during marine isotope stages 5a and 5c, *Quaternary Science Reviews*, 163, pp. 193-208.

### D

第四紀地殻変動研究グループ (1968) 第四紀地殻変動図, 第四紀研究, 7, 4, pp. 182-187.

檀原 毅 (1970) 日本における平均海面の永年変化とそれにともなう問題点について, 測地学会誌, 16, 1-2, pp. 1-8.

檀原 毅 (1971) 日本における最近 70 年間の総括的上下変動, 測地学会誌, 17, 3, pp. 100-108.

道家涼介, 谷川晋一, 安江健一, 中安昭夫, 新里忠史, 梅田浩司, 田中竹延 (2012) 日本列島における活断層の活動開始時期の空間的特徴, 活断層研究, 37, pp. 1-15.

### F

藤本和徳 (1995) 道内市町村の地熱・温泉ボーリング, 第 33 回試錐研究会講演資料集, pp. 55-65, 北海道立地下資源調査所。

藤本和徳, 高橋徹哉, 鈴木隆広編 (2004) 北海道市町村の

地熱・温泉ボーリングデータ集, 北海道立地質研究所。  
藤原 治, 三箇智二, 大森博雄 (1999) 日本列島における侵食速度の分布, サイクル機構技報, 5, pp. 85-93.

藤原 治, 三箇智二, 大森博雄 (2001) 日本列島における侵食速度の分布 (CD-ROM 版), JNC TN7410 2001-015, 核燃料サイクル開発機構 東濃地科学センター。

藤原 治, 柳田 誠, 三箇智二 (2004) 日本列島の最近約 10 万年間の隆起速度の分布, 月刊地球, 26, 7, pp. 442-447.

藤原 治, 柳田 誠, 三箇智二, 守屋俊文 (2005) 地層処分からみた日本列島の隆起・侵食に関する研究, 原子力バックエンド研究, 11, 2, pp. 113-124.

深畑幸俊, 岡崎智久, 西村卓也 (2022) GNSS データに基づく日本列島の歪み速度場と島弧間および島弧内変動, 地学雑誌, 131, 5, pp. 479-496.

福田正己 (1982) 北海道における凍結・融解の繰返し出現頻度の分布—ソリフラクションに関連して—, 若松五郎編: 北海道全域における積雪の分布と特性およびにそれが地面凍結, 植生, 昆虫生態に及ぼす影響に関する研究, 北海道大学低温科学研究所, pp. 77-86.

### H

萩原法子 (1990) 黒松内低地帯における更新世中期の古環境, 春日井昭教授退官記念論文集, pp. 87-92.

萩原法子, 矢野牧夫 (1994) 渡島半島におけるブナ林の北限到達年代, 北海道開拓記念館研究年報, 22, pp. 1-9.

長谷川浩一, 若松加寿江, 松岡昌志 (2005) ダム堆砂データに基づく日本全国の潜在的侵食速度分布, 自然災害科学, 24, 3, pp. 287-301.

橋本 学, 多田 堯 (1988) 北海道地方の水平変動とテクトニクス, 地震 第 2 輯, 41, 1, pp. 29-38.

広瀬 亘, 岩崎深雪, 中川光弘 (2000) 北海道中央部～西部の新第三紀火成活動の変遷: K-Ar 年代, 火山活動様式および全岩化学組成から見た東北日本弧北端の島弧火成活動の変遷, 地質学雑誌, 106, 2, pp. 120-135.

広田知保, 和田信彦, 横山英二, 菅 和哉 (1985) 北海道水理地質図「俱知安」及び説明書, 北海道水理地質図幅, 7, 北海道立地下資源調査所。

広田知保, 和田信彦, 横山英二, 菅 和哉 (1986) 北海道水理地質図「伊達・八雲」及び説明書, 北海道水理地質図幅, 12, 北海道立地下資源調査所。

北海道電力 (2009) 泊発電所 1 号機及び 2 号機「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果 報告書。

北海道電力 (2011) 泊発電所 平成 23 年東北地方太平洋沖地震の知見等を踏まえた原子力施設への地震動及び津波

- の影響に関する安全性評価 中間報告書。  
北海道電力 (2011) 平成 23 年東北地方太平洋沖地震を踏  
まえた新耐震指針に照らした既設発電用原子炉施設等の  
耐震安全性の評価結果の報告に係る原子力安全・保安院  
における検討に際しての意見の追加への対応に基づく報  
告について (平成 23 年 5 月)。  
北海道電力 (2013) 泊発電所 平成 23 年東北地方太平洋沖  
地震の知見等を踏まえた原子力施設への地震動及び津波  
の影響に関する安全性評価 地質調査結果報告書。  
北海道電力 (2013) 泊発電所の発電用原子炉設置変更許可  
申請書 (1 号及び 2 号発電用原子炉施設の変更)。  
北海道電力 (2015) 泊発電所の発電用原子炉設置変更許可  
申請書 (3 号発電用原子炉施設の変更)。  
北海道電力:北海道電力株式会社 泊発電所 (3 号炉) 関連  
審査会合。  
北海道電力:北海道電力株式会社 泊発電所 (1・2 号炉)  
関連審査会合。  
北海道土木地質データ集成分委員会編 (2017) 北海道地方  
土木地質図および同解説書, 日本応用地質学会北海道支  
部。  
北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会  
(2000) 北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討  
委員会報告書。  
「北海道の地すべり 2012」編集委員会編 (2012) 北海道  
の地すべり 2012, 北海道地すべり学会。  
北海道立総合研究機構, 産業技術総合研究所 (2011) 沿岸  
海域における活断層調査 黒松内低地断層帯 (海域部) 成  
果報告書, 地震調査研究推進本部。  
星野フサ, 萩原法子, 神谷美由紀, 曾禰多佳子, 土屋裕志,  
小原正寿, 松代理佳, 柳沢真弥子 (1990) 中期更新世以  
降の古環境変遷—特に黒松内低地帯について—, 春日井  
昭教授退官記念論文集, pp. 77-86.
- I**  
五十嵐八枝子 (1990) 花粉化石から探る森林の歴史—北海  
道の 3 万年間—, 日本林学会北海道支部論文集, 38, pp.  
1-9。  
五十嵐八枝子 (2010) 北海道とサハリンにおける植生と気  
候の変遷史—花粉から植物の興亡と移動の歴史を探る  
—, 第四紀研究, 49, 5, pp. 241-253。  
Igarashi, Y., Zharov, A. E. (2011) Climate and  
vegetation change during the late Pleistocene and  
early Holocene in Sakhalin and Hokkaido, northeast  
Asia, *Quaternary International*, 237, pp. 24-31。  
五十嵐八枝子, 成瀬敏郎, 矢田貝真一, 檀原 徹 (2012)  
北部北海道の剣淵盆地における MIS 7 以降の植生と気  
候の変遷史—特に MIS 6/5e と MIS 2/1 について—, 第四  
紀研究, 51, 3, pp. 175-191。  
Igarashi, Y. (2016) Vegetation and climate during the  
LGM and the last deglaciation on Hokkaido and  
Sakhalin Islands in the northwest Pacific, *Quaternary  
International*, 425, pp. 28-37。
- J**  
地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2005) 黒松内低地  
断層帯の長期評価について。  
地すべり学会北海道支部編 (1999) 北海道の地すべり'99。  
楢原京子, 黒澤英樹, 小坂英輝, 三輪敦志, 今泉俊文 (2013)  
黒松内低地断層帯・熱帯原野の断層露頭, 活断層研究,  
38, pp. 17-28。
- K**  
海上保安庁 (1996) 20 万分の 1 海底地形図「日本北海道  
西岸石狩湾西方」, 第 6657 号。  
海上保安庁水路部 (1995) 沿岸の海の基本図 (5 万分の 1)  
寿都, 海図, 第 6325 号 1S。  
垣見俊弘, 松田時彦, 相田 勇, 衣笠善博 (2003) 日本列  
島と周辺海域の地震地体構造区分, 地震 第 2 輯, 55,  
pp. 389-406。  
亀井節夫, ウルム氷期以降の生物地理総研グループ (1981)  
最終氷期における日本列島の動・植物相, 第四紀研究,  
20, 3, pp. 191-205。
- linuma, T., Kato, T., Hori, M. (2005) Inversion of GPS  
velocity and seismicity data to yield changes in stress  
in the Japanese Islands, *Geophysical Journal  
International*, 160, 2, pp. 417-434。  
池田安隆, 今泉俊文, 東郷正美, 平川一臣, 宮内崇裕, 佐  
藤比呂志編 (2002) 第四紀逆断層アトラス, 東京大学出  
版会。  
池谷仙之, 林 慶一 (1982) 北海道渡島半島黒松内地方の  
地質, 地質学雑誌, 88, 7, pp. 613-632。  
今泉俊文, 渡島半島活断層研究グループ (1982) 黒松内低  
地帯の活断層, 日本地理学会予稿集, 22, pp. 98-99。  
今泉俊文, 宮内崇裕, 堤 浩之, 中田 高編 (2018) 活断  
層詳細デジタルマップ [新編], 東京大学出版会。  
石田正夫, 久保和也, 広島俊男 (1983) 20 万分の 1 地質  
図幅「室蘭」, 20 万分の 1 地質図, NK-54-21, 地質調  
査所。  
石田正夫, 三村弘二, 広島俊男 (1991) 20 万分の 1 地質  
図幅「岩内 (第 2 版)」, 20 万分の 1 地質図, 地質調査  
所。  
石川典彦, 橋本 学 (1999) 測地測量により求めた日本の  
地震間の平均的な地殻水平ひずみ速度 (II), 地震 第 2  
輯, 52, pp. 299-315。  
伊藤陽司, 山岸宏光, 川村信人, 堀 俊和 (1999) 北海道  
における地すべり地形の特徴—地すべり地形データベー  
スの解析から—, 地すべり, 35, 4, pp. 7-15。  
伊藤嘉秋, 三浦 哲, 太田雄策 (2017) 北海道・東北地方  
における GNSS 速度場のクラスタ解析, 日本地震学会  
2017 年度秋季大会講演予稿集, S03-P05。  
泉 紀明, 西澤あずさ, 堀内大嗣, 木戸ゆかり, 中田 高,  
後藤秀昭, 渡辺満久, 鈴木康弘 (2014) 3 秒グリッド  
DEM から作成した日本海東縁部の 3D 海底地形, 海洋  
情報部研究報告, 51, pp. 127-143。

神谷美由紀, 杉山多佳子, 北村法子 (1984) 黒松内低地帯における中部更新統の花粉分析, 日本第四紀学会講演要旨集, 14, pp. 61–62.

片山 肇, 井内美郎, 池原 研 (2012) 積丹半島付近表層堆積図, 海洋地質図, 76 (CD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

片山 肇, 井内美郎, 池原 研 (2013) 奥尻島北方表層堆積図, 海洋地質図, 80 (CD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

加藤幸弘, 浅田 昭 (1998) 日本海東縁部の変動地形, 月刊地球, 20, 8, pp. 510–515.

活断層研究会編 (1980) 日本の活断層—分布図と資料, 東京大学出版会.

活断層研究会編 (1991) 新編日本の活断層—分布図と資料, 東京大学出版会.

木村 学 (2002) プレート収束帯のテクトニクス学, 東京大学出版会.

紀藤典夫 (2015) 東北・北海道における最終氷期以降のブナ林の拡大, 森林立地, 57, 2, pp. 69–74.

小疇 尚 (1977) 化石周氷河現象, 日本第四紀学会編: 日本の第四紀研究—その発展と現状, 東京大学出版会, pp. 163–170.

小疇 尚, 福田正己, 石城謙吉, 酒井 昭, 佐久間敏雄, 菊地勝弘編 (1994) 日本の自然 地域編 1 北海道, 岩波書店.

小疇 尚, 野上道男, 小野有五, 平川一臣編 (2003) 日本の地形 2 北海道, 東京大学出版会.

小池一之, 町田 洋編 (2001) 日本の海成段丘アトラス, 東京大学出版会.

国土地理院 (1986) 北海道地方の水平歪, 地震予知連絡学会報, 35, pp. 8–11.

国土地理院 (1997) 日本の地殻水平歪図, <https://www.gsi.go.jp/cais/HIZUMI-hizumi.html>, 2023年9月25日閲覧.

国土地理院: 日本列島の地殻変動, <https://www.gsi.go.jp/kanshi/>, 2022年5月24日閲覧.

国立防災科学技術センター (1969) 第四紀地殻変動図.

国立防災科学技術センター (1973) 第四紀地殻変動図説明書 (概要) .

小松原 琢 (2015) 活断層の変位速度からみた日本弧のプレート配置—特にアムールプレート南東縁に関して—, 活断層研究, 43, pp. 17–34.

国府谷盛明, 土居繁雄 (1961) 5万分の1地質図幅「狩太」及び説明書, 5万分の1地質図, 札幌-第38号, 北海道立地下資源調査所.

久保和也, 石田正夫, 成田英吉 (1983) 長万部地域の地質, 地域地質研究報告 (5万分の1図幅), 札幌 (4) 第48号, 地質調査所.

黒沢邦彦, 田近 淳, 八幡正弘, 山岸宏光 (1993) 5万分の1地質図幅「大平山」及び説明書, 5万分の1地質図, 札幌-第47号, 北海道立地下資源調査所.

日下 哉, 瀬川秀良, 矢野牧夫, 山田悟郎, 尾上博章 (1981)

北海道黒松内低地帯の更新統から産出した植物遺体について, 日本第四紀学会講演要旨集, 11, p. 143.

## M

町田 洋, 新井房夫, 宮内崇裕, 奥村晃史 (1987) 北日本を広くおおむ洞爺火山灰, 第四紀研究, 26, 2, pp. 129–145.

松末和之, 藤原 治, 末吉哲雄 (2000) 日本列島における最終氷期最寒冷期の気候, サイクル機構技報, 6, pp. 93–104.

Miyauchi, T. (1988) Late Pleistocene marine terrace correlation and chronology in the northern Northeast Japan, Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University, 23, pp. 29–47.

宮内崇裕 (1988) 海成段丘の変位から知られる東北日本弧北部の褶曲運動, 月刊地球, 10, 9, pp. 561–567.

宮内崇裕 (1988) 東北日本北部における後期更新世海成面の対比と編年, 地理学評論, 61 (Ser.A), 5, pp. 404–422.

Miyauchi, T. (1990) Late Quaternary folding deduced from marine terrace deformation in the northern Northeast Japan arc, Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University, 25, pp. 99–108.

宮内崇裕 (1990) 旧汀線高度からみた東北日本弧北部の広域地殻変動, 米倉伸之, 岡田篤正, 森山昭雄編: 変動地形とテクトニクス, 古今書院, pp. 157–169.

宮内崇裕 (1990) 日本海東縁海岸地域の完新世地震性地殻変動, 地学雑誌, 99, 4, pp. 390–391.

宮内崇裕 (2012) 海岸部を襲う直下型地震: 懸念される海底活断層と地震性地殻変動, 科学, 82, 6, pp. 651–661.

宮内崇裕 (2013) 旧汀線情報による海底震源断層モデリング—日本海東縁ひずみ集中帯の地震ポテンシャル評価に向けて—, 日本活断層学会秋季学術大会講演予稿集, pp. 42–43.

茂木昭夫 (1977) 日本近海海底地形誌—海底俯瞰図集, 東京大学出版会.

森木ひかる, 隈元 崇, 中田 高, 後藤秀昭, 泉 紀明, 西澤あずさ (2017) アナグリフ画像による日本周辺の海底地すべりの判読と分布特性の検討, 海洋情報部研究報告, 54, pp. 1–16.

村上 亮, 小沢慎三郎 (2004) GPS 連続観測による日本列島上下地殻変動とその意義, 地震 第2輯, 57, pp. 209–231.

## N

長尾 巧, 佐々保雄 (1933) 北海道西南部の新生代層と最近の地史 (1), 地質学雑誌, 40, 480, pp. 555–577.

長尾 巧, 佐々保雄 (1933) 北海道西南部の新生代層と最近の地史 (2), 地質学雑誌, 40, 483, pp. 750–755.

中川光弘, 広瀬 亘, 岩崎深雪 (1999) 北海道の6Ma以降の火山活動の時空変遷から見た千島弧—東北日本弧合部のテクトニクス変遷, 月刊地球, 21, 9, pp. 543–548.

那須孝悌 (1985) 先土器時代の環境, 近藤義郎, 横山浩一,

- 甘粕 健, 加藤晋平, 佐原 真, 田中 琢, 戸沢充則編: 岩波講座 日本考古学 2 人間と環境, 岩波書店, pp. 51-109.
- 日本地質学会編 (2010) 日本地方地質誌 1 北海道地方, 朝倉書店.
- 日本第四紀学会編 (1987) 日本第四紀地図 解説, 東京大学出版会.
- 日本の地質『北海道地方』編集委員会編 (1990) 日本の地質 1 北海道地方, 共立出版.
- 日本の地質増補版編集委員会編 (2005) 日本の地質 増補版, 共立出版.
- 西村卓也 (2017) GNSS データから見出される日本列島のひずみ集中帯と活断層及び内陸地震, 活断層研究, 46, pp. 33-39.
- 能條 歩, 鈴木明彦, 松田敏孝, 都郷義寛 (1996) 西南北海道における黒松内層相当層の再検討, 日本地質学会第103年学術大会講演要旨, p. 110.
- 能條 歩, 鈴木明彦 (1999) 貝殻密集層のタフォノミー—軟体動物化石と有孔虫化石の複合解析による堆積過程の復元—, 地質学論集, 54, pp. 35-54.
- 能條 歩, 長谷川四郎, 岡田尚武, 都郷義寛, 鈴木明彦, 松田敏孝 (1999) 西南北海道瀬棚層の広域的岩相層序区分と生層序年代, 地質学雑誌, 105, 5, pp. 370-388.
- 能條 歩, 板木拓也, 石村豊穂 (2003) 北海道における新生界の微化石研究—1990年以降の研究成果の総括と今後の課題—, 地球科学, 57, 6, pp. 343-355.
- O**
- 大森博雄 (1973) 北海道南部の「三万年段丘」について, 日本第四紀学会講演要旨集, 2, p. 20.
- 大森博雄 (2001) 日本島山地における隆起と侵蝕のダイナミックス, 月刊地球, 号外 32, pp. 14-21.
- 大竹政和, 平 朝彦, 太田陽子編 (2002) 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 東京大学出版会.
- 大園真子 (2013) GPS 観測に基づく北海道地方の 2011 年東北地方太平洋沖地震 (Mw9.0) に伴うひずみの時空間変化, 北海道大学地球物理学研究報告, 76, pp. 97-110.
- 岡村行信, 倉本真一, 佐藤幹夫 (1998) 日本海東縁海域の活構造およびその地震との関係, 地質調査所月報, 49, 1, pp. 1-18.
- 岡村行信 (2010) 日本海東縁の地質構造と震源断層との関係, 地質学雑誌, 116, 11, pp. 582-591.
- 岡村行信 (2019) 日本海における活断層の分布と今後の課題, 地震 第 2 輯, 71, pp. 185-199.
- 岡村行信, 佐藤太一 (2023) 積丹半島付近海底地質図, 海洋地質図, 94, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 岡 孝雄 (1986) 北海道の後期新生代堆積盆の分布とその形成に関わるテクトニクス, 北海道の地質と構造運動, 地団研専報, 31, pp. 295-320.
- 岡 孝雄 (1996) 518 北海道とその周辺地域の第四紀地殻変動量解析結果とネオテクトニクス区分, 日本地質学会第 103 年学術大会講演要旨, p. 366.
- 岡 孝雄 (1997) 北海道とその周辺海域のネオテクトニクスに関する諸問題—付, 札幌付近での活断層の存在と地震発生についての考察—, 川村信人, 岡 孝雄, 近藤 務編: 加藤誠教授退官記念論文集, 加藤誠教授退官記念論文集刊行委員会, pp. 427-449.
- 岡 孝雄 (1997) 北海道のネオテクトニクス区分と地震問題, 日本応用地質学会研究発表会講演論文集, pp. 41-44.
- 岡 孝雄 (1999) 北海道付近のネオテクトニクス像—特にネオテクトニクスの地域区分と特徴—, 月刊地球, 21, 9, pp. 549-556.
- 岡 孝雄 (2006) 北海道沿岸域の沖積層研究の現状, 地質学論集, 59, pp. 53-72.
- 奥村晃史 (1983) 黒松内低地帯の活構造と地形発達, 日本地理学会予稿集, 23, pp. 30-31.
- 奥村晃史, 八木浩司, 寒川 旭 (1984) 黒松内低地帯の後期更新世段丘に関する年代資料, 第四紀研究, 23, 3, pp. 209-212.
- 奥村晃史 (1988) 北海道の第四紀地殻変動とプレート運動, 日本地理学会予稿集, 34, pp. 18-19.
- 奥村晃史 (2013) 8-7 更新世海成段丘と広域地殻変動—北海道を例に—, 日本第四紀学会 50 周年電子出版編集委員会編: デジタルブック最新第四紀学 (第 2 刷), 日本第四紀学会, pp. 8-138-8-155.
- Okuno, J., Nakada, M., Ishii, M., Miura, H. (2014) Vertical tectonic crustal movements along the Japanese coastlines inferred from late Quaternary and recent relative sea-level changes, Quaternary Science Reviews, 91, pp. 42-61.
- 尾上博章, 日下 哉, 瀬川秀良, 山田悟郎, 三野紀雄, 矢野牧夫 (1981) 渡島半島黒松内低地帯の更新統から産出する植物化石, 北海道開拓記念館研究年報, 9, pp. 17-25.
- Ono, Y. (1984) Last Glacial paleoclimate reconstructed from glacial and periglacial landforms in Japan, Geographical Review of Japan, 57 (Ser. B), 1, pp. 87-100.
- 小野有五 (1988) 最終氷期における東アジアの雪線高度と古気候, 第四紀研究, 26, 3, pp. 271-280.
- 小野有五 (1990) 北の陸橋, 第四紀研究, 29, 3, pp. 183-192.
- Ono, Y. (1991) Glacial and periglacial paleoenvironments in the Japanese Islands, The Quaternary Research, 30, 2, pp. 203-211.
- 小野有五, 五十嵐八枝子 (1991) 北海道の自然史—氷期の森林を旅する—, 北海道大学図書刊行会.
- Ono, Y., Irino, T. (2004) Southern migration of westerlies in the Northern Hemisphere PEP II transect during the Last Glacial Maximum, Quaternary International, 118-119, pp. 13-22.
- 小野有五 (2021) 寿都町, 神恵内村で明らかになった「核のゴミ」地層処分の問題点, 科学, 91, 1, pp. 90-104.

- Ooi, N. (2016) Vegetation history of Japan since the last glacial based on palynological data, *Japanese journal of historical botany*, 25, 1-2, pp. 1-101.
- 大谷武史 (1999) 北海道後志地方沿岸の波食棚について, *北海道地理*, 73, pp. 57-68.
- 太田陽子, 松島義章, 海津正倫 (1988) 日本列島の縄文海進高頂期の海岸線図について, *地図*, 26, 1, pp. 25-29.
- Ota, Y., Omura, A. (1991) Late Quaternary shorelines in the Japanese Islands, *The Quaternary Research*, 30, 2, pp. 175-186.
- 大槻憲四郎 (1989) 鉞脈による新第三紀東北本州弧の造構応力場復元, *地質学論集*, 32, pp. 281-304.
- S**
- 嵯峨山 積, 内田康人, 村山泰司, 菅 和哉, 濱田誠一 (1999) 1998年浅海域地質調査(西南北海道海域)の概要—岩内海域および島牧・寿都海域—, *地下資源調査所報告*, 70, pp. 149-160.
- 嵯峨山 積 (2000) 北海道の新生界中部中新統~鮮新統層序と堆積盆の動き, *北海道立地質研究所報告*, 71, pp. 59-102.
- 嵯峨山 積, 内田康人, 大澤賢人, 菅 和哉, 濱田誠一, 村山泰司, 仁科健二 (2000) 北海道沿岸域の地質・底質環境—2— 西南北海道海域, *北海道立地質研究所調査報告*, 29.
- Sagiya, T., Miyazaki, S., Tada, T. (2000) Continuous GPS array and present-day crustal deformation of Japan, *Pure and Applied Geophysics*, 157, pp. 2303-2322.
- Sagiya, T. (2004) A decade of GEONET: 1994-2003—The continuous GPS observation in Japan and its impact on earthquake studies—, *Earth, Planets and Space*, 56, pp. xxix-xli.
- 鷺谷 威, 大坪 誠 (2019) 日本列島の地殻ひずみ速度—測地学的データと地質・地形学的データの統一的理解—, *地学雑誌*, 128, 5, pp. 689-705.
- Sakaguchi, Y. (1989) Some pollen records from Hokkaido and Sakhalin, *Bulletin of the Department of Geography, University of Tokyo*, 21, pp. 1-17.
- 寒川 旭, 衣笠善博, 垣見俊弘 (1984) 50万分の1活構造図「札幌」, 50万分の1活構造図, 4, *地質調査所*.
- 瀬川秀良 (1966) 噴火湾西岸北部海岸段丘構成物の堆積環境, *東北地理*, 18, 1, p. 37.
- 瀬川秀良 (1967) 北海道寿都地方の海岸段丘, *東北地理*, 19, 1, pp. 10-14.
- 瀬川秀良 (1971) 渡島半島における周氷河現象の例, *東北地理*, 23, 2, p. 118.
- 瀬川秀良 (1972) 噴火湾における長万部段丘礫層上の泥炭層の<sup>14</sup>C年代, *地質学雑誌*, 78, 1, pp. 51-52.
- 瀬川秀良 (1974) 日本地形誌 北海道地方, 朝倉書店.
- 石油技術協会 (1993) 最近の我が国の石油開発 石油技術協会創立60周年記念.
- 嶋村 清 (2008) 改訂「日本列島海底谷系図」—海底谷の地形的特徴と問題点—, *地質学雑誌*, 114, 11, pp. 560-576.
- 清水文健, 井口 隆, 大八木規夫 (2010) 地すべり地形分布図第45集「岩内」, *防災科学技術研究所研究資料*, 339.
- 清水文健, 井口 隆, 大八木規夫 (2010) 地すべり地形分布図第44集「室蘭・久遠」, *防災科学技術研究所研究資料*, 338.
- Siddall, M., Chappell, J., Potter, E. K. (2007) Eustatic sea level during past interglacials, In: Sirocko, F., Claussen, M., Sánchez Goñi, M. F., Litt, T. (Eds.), *The Climate of Past Interglacials*, Elsevier, pp. 75-92.
- 相馬寛吉, 辻 誠一郎 (1988) 植物化石からみた日本の第四紀, *第四紀研究*, 26, 3, pp. 281-291.
- Spratt, R. M., Lisiecki, L. E. (2016) A Late Pleistocene sea level stack, *Climate of the Past*, 12, pp. 1079-1092.
- Sueoka, S., Tagami, T. (2019) Low-temperature thermochronological database of bedrock in the Japanese Islands, *Island Arc*, 28, 4, e12305, doi: 10.1111/iar.12305.
- 杉山雄一, 内田康人, 村上文敏, 津久井朗太 (2011) 黒松内低地断層帯南方延長部(内浦湾)の地質構造と活動性, *活断層・古地震研究報告*, 11, pp. 21-53.
- 鈴木明彦 (1989) 西南北海道黒松内地域の瀬棚層の貝類化石群, *地球科学*, 43, 5, pp. 277-289.
- 鈴木秀夫 (1962) 低位周氷河現象の南限と最終氷期の気候区界, *地理学評論*, 35, 2, pp. 67-76.
- 鈴木秀夫 (1966) 日本における凍結融解交代日数の分布(短報), *地理学評論*, 39, 4, pp. 267-270.
- 鈴木 守, 山岸宏光, 高橋功二, 庄谷幸夫 (1981) 5万分の1地質図幅「寿都」及び説明書, 5万分の1地質図, 札幌-第36号, 北海道立地下資源調査所.
- T**
- 多田 堯, 木村 学 (1987) 千島弧南西端における衝突現象と地殻変動, *地震* 第2輯, 40, 2, pp. 197-204.
- Takashima, R., Dick, M. H., Nishi, H., Mawatari, S. F., Nojo, A., Hirose, M., Gautam, P., Nakamura, K., Tanaka, T. (2008) Geology and sedimentary environments of the Pleistocene Setana formation in the Kuromatsunai district, southwestern Hokkaido, Japan, *Proceedings of International Symposium "The Origin and Evolution of Natural Diversity"*, pp. 75-82.
- Terakawa, T., Matsu'ura, M. (2010) The 3-D tectonic stress fields in and around Japan inverted from centroid moment tensor data of seismic events, *Tectonics*, 29, TC6008, doi: 10.1029/2009TC002626.
- 椿原慎一, 長谷川四郎, 丸山俊明 (1989) 西南北海道黒松内地域の上部新生界—とくに黒松内層の層序と微化石年代について—, *地質学雑誌*, 95, 6, pp. 423-438.

- 椿原慎一 (1991) 西南北海道黒松内低地帯の第四紀テクトニクス, 中川久夫教授退官記念地質学論文集, pp. 313-317.
- Tsukada, M. (1985) Map of vegetation during the last glacial maximum in Japan, *Quaternary Research*, 23, pp. 369-381.
- 対馬坤六 (1968) 20 万分の 1 地質図幅「岩内」, 20 万分の 1 地質図, NK-54-20, 地質調査所.
- U**
- Uchide, T., Shiina, T., Imanishi, K. (2022) Stress map of Japan: Detailed nationwide crustal stress field inferred from focal mechanism solutions of numerous microearthquakes, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 127, e2022JB024036, doi: 10.1029/2022JB024036.
- 上野将司, 山岸宏光 (2002) わが国の岩盤崩壊の諸例とその地形地質学的検討—とくに発生場と発生周期について—, 地すべり, 39, 1, pp. 40-47.
- W**
- 渡辺 寧 (1986) 鉾脈の方向から推定された広域応力場—北海道における中期中新世以降の鉾脈の例—, 鉾山地質, 36, 3, pp. 209-218.
- Watanabe, Y. (1991) Mineralization ages of Ofukeshi, Shizukari, Yakumo and Jokoku deposits and structural movements related to vein-type mineralization in Southwest Hokkaido, *Mining Geology*, 41, 3, pp. 141-146.
- 渡辺 寧 (1993) 岩脈・火口配列に基づく西南北海道北部の新生代後期の応力場, 地質学雑誌, 99, 2, pp. 105-116.
- 渡辺 寧 (1993) 西南北海道北部の火山列—ニセコ・羊蹄火山列はなぜ曲がったのか?—, 石井次郎教授追悼論文集, pp. 147-154.
- Watanabe, Y. (1995) Epithermal vein-type mineralization in a compressive stress field, southwest Hokkaido, Japan, *Global Tectonics and Metallogeny*, 5, 1&2, pp. 19-27.
- Watanabe, Y. (2002) Late Cenozoic metallogeny of Southwest Hokkaido, Japan, *Resource Geology*, 52, 3, pp. 191-210.
- Wei, D. and Seno, T. (1998) Determination of the Amurian Plate Motion, In: Flower, M. F., Chung, S. L., Lo, C. H., Lee, T. Y. (Eds.), *Mantle Dynamics and Plate Interactions in East Asia*, Geodynamics Series, American Geophysical Union, 27, pp. 337-346.
- Y**
- 八幡正弘, 山岸宏光 (1986) 島弧横断ルート No.4 (瀬棚-黒松内), 北村 信編: 新生代東北本州弧地質資料集, 宝文堂, 1, 4.
- 八幡正弘 (1989) 西南北海道北部の新生界とその特徴, 地質学論集, 32, pp. 7-28.
- 山田悟郎, 矢野牧夫, 三野紀雄, 瀬川秀良, 尾上博章 (1979) 北海道渡島半島の第四系より産出する植物化石Ⅲ, 北海道開拓記念館研究年報, 7, pp. 17-35.
- 山田悟郎, 三野紀雄, 矢野牧夫, 瀬川秀良, 尾上博章, 日下 哉 (1980) 北海道渡島半島の第四系より産出する植物化石Ⅳ, 北海道開拓記念館研究年報, 8, pp. 37-50.
- 山岸宏光, 国府谷盛明, 安藤重幸 (1976) 5 万分の 1 地質図幅「島古丹」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 26 号, 北海道立地下資源調査所.
- 山岸宏光, 木村 学 (1981) 黒松内低地帯の活断層露頭, 地球科学, 35, 2, pp. 94-97.
- 山岸宏光 (1984) 5 万分の 1 地質図幅「歌棄」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 37 号, 北海道立地下資源調査所.
- 山岸宏光, 渡辺 寧 (1986) 西南北海道における新生代後期の応力場の変遷—地質断層, 岩脈, 鉾脈および活断層の検討—, 北海道の地質と構造運動, 地団研専報, 31, pp. 321-331.
- 山岸宏光, 黒沢邦彦 (1987) 5 万分の 1 地質図幅「原歌および狩場山」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 35, 46 号, 北海道立地下資源調査所.
- 山岸宏光, 伊藤陽司 (1993) 北海道における地すべり地形の分布からみた地質分帯, 地すべり, 30, 2, pp. 1-9.
- 山岸宏光編 (1993) 北海道の地すべり地形 分布図とその解説, 北海道大学図書刊行会.
- 山岸宏光 (1998) 北海道における高速ランドスライド, 地すべり, 34, 4, pp. 19-26.
- 山岸宏光編 (2012) 北海道の地すべり地形デジタルマップ, 北海道大学出版会.
- 柳町 治 (1992) 現在の日本における周氷河帯およびその推移帯と永久凍土帯との関係, 地理学評論, 65A, 2, pp. 143-157.
- 矢野牧夫, 三野紀雄, 山田悟郎, 藤田郁男, 尾上博章 (1975) 北海道渡島半島の第四系より産出する植物化石, 北海道開拓記念館調査報告, 9, pp. 15-25.
- 矢野牧夫 (1983) 黒松内低地帯南部の中・上部更新統と古環境, 日本地質学会北海道支部・日本応用地質学会北海道支部学術シンポジウム講演要旨集, pp. 27-29.
- 矢野牧夫, 日下 哉, 尾上博幸, 大室道夫 (1983) 黒松内低地帯における中部更新統の植物遺体と絶対年代, 日本第四紀学会講演要旨集, 13, pp. 106-107.
- 矢野牧夫 (1984) 渡島半島における中期更新世以降のグイマツの出現時代, 日本第四紀学会講演要旨集, 14, pp. 57-58.
- 矢野牧夫 (1984) 黒松内低地帯の中部更新統から産出する *Picea* (トウヒ) 属の遺体について, 北海道開拓記念館研究年報, 12, pp. 55-65.
- 矢野牧夫 (1985) 渡島半島の更新統から産出する *Larix* (カラマツ) 属の遺体について, 北海道開拓記念館研究年報, 13, pp. 11-21.
- 矢野牧夫 (1989) 北海道の更新世におけるブナ林の消長,



- 北海道開拓記念館研究年報, 17, pp. 1-11.
- 八島邦夫, 今井健三, 西沢邦和 (1982) 100 万分の 1 海底地形図「北海道」・「東北日本」と海底地形, 水路部研究報告, 17, pp. 93-162.
- 安田喜憲, 成田健一 (1981) 日本列島における最終氷期以降の植生回復元への一資料, 地理学評論, 54, 7, pp. 369-381.

## 添付資料 B 地形判読の基準

表 B-1 文献調査対象地区およびその周辺の陸域における地形判読の基準

| 地形種                     | 判読基準                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                          |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 小起伏面                    | 周囲の山腹斜面に比べて不連続的に緩傾斜で、浅い谷に刻まれた小起伏な斜面または流域。定高性を持つ背面の連なりであったり、部分的に平坦面を残していたりして、かつて段丘面を構成していた可能性があるかと推察されるものも含める。                                                                                                                                           |                                                                          |
| 段丘面                     | 一方または四方を崖または急斜面で縁取られ、周囲より不連続的に高い平坦面または緩斜面。段丘面の形態と分布の特徴に基づいて段丘面を、高いものより順に高位（H）面、中位（M）面、低位（L）面の3つに区分する。さらに段丘面が区分できる場合は、高位に位置するものから順に1, 2, 3・・・と名付ける。H, M, L面の形成時期に係る年代観は、海洋酸素同位体ステージ（MIS）7以前、MIS 6～5、MIS 4～1とする。H, M, L面への位置づけが難しい段丘面についてはUnknown（U）面とする。 |                                                                          |
|                         | 海成段丘面<br>(Hm, Mm, Lm, Um)                                                                                                                                                                                                                               | 段丘面の最大傾斜方向が海岸線にほぼ直交し、段丘面に接する山麓線または後面段丘崖の一般的方向が、その付近の海岸線の一般的方向に一致しているもの。  |
|                         | 河成段丘面<br>(Hf, Mf, Lf, Uf)                                                                                                                                                                                                                               | 段丘面の大局的な傾斜方向（縦断方向）、段丘面に接する山麓線または後面段丘崖の一般的方向が、その付近の主要河川の一般的方向にほぼ一致しているもの。 |
| 火山麓扇状地面<br>(Hv, Mv, Lv) | 火山体斜面を開析する放射谷から低地にむかって扇形に発達する半円錐形状の地形が段丘化したもの。                                                                                                                                                                                                          |                                                                          |
| 波食棚・離水ベンチ               | 海岸に分布し、テクスチャーから基盤岩であると判断される平坦面。地形図では海岸沿いに分布する岩の記号と海岸線とに挟まれた範囲が相当。                                                                                                                                                                                       |                                                                          |
| 砂丘、沿岸州                  | 臨海低地に発達する帯状の微高地。                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                          |
| 扇状地                     | 河川の谷口から低地に向かって扇形に発達する半円錐形状の地形。                                                                                                                                                                                                                          |                                                                          |
| 山麓堆積地形<br>(崖錐・麓屑面・沖積錐)  | 急崖～緩斜面の基部に発達する凹型直線斜面または等斉直線斜面（崖錐、麓屑面）、比較的傾斜の大きな流域の谷口から低地に向かって扇形に発達する半円錐状の地形（沖積錐）。                                                                                                                                                                       |                                                                          |
| 滑落崖                     | 半円形、U字形、馬蹄形、コ字形の平面形をもつ急崖や急斜面に囲まれた相対的低所（滑落崖）と、その低所から下方に張り出す緩傾斜な微起伏地（斜面移動体）。斜面移動体には流れ山や崩壊堆積物も含む。                                                                                                                                                          |                                                                          |
| 斜面移動体                   |                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                          |
| 山体<br>重力<br>変形<br>地形    | 線状凹地                                                                                                                                                                                                                                                    | 山稜にほぼ平行する凹地。山向き小崖と上部斜面の間の凹地。                                             |
|                         | 谷向き小崖                                                                                                                                                                                                                                                   | 斜面の途中で形成された小崖。山向き小崖、尾根向き小崖、逆向き小崖、谷向き小崖の総称。小崖は、崖のうち比高が10 mを目安とする。         |
|                         | 不規則凹凸斜面                                                                                                                                                                                                                                                 | 不規則形状の凹凸で特徴づけられる斜面。                                                      |
| 人工改変地                   | 盛土・切り土・埋立地により大規模な地形改変を伴うもの。                                                                                                                                                                                                                             |                                                                          |

鈴木（1998, 2000, 2012）を参考に作成。山体重力変形地形は千木良（2015）、Kaneda and Kono（2017）および小嶋（2018）。

## 引用文献（添付資料 B）

- 千木良雅弘（2015）深層崩壊の場所の予測と今後の研究展開について，応用地質，56，5，pp. 200–209.
- Kaneda, H., Kono, T. (2017) Discovery, Controls, and Hazards of Widespread Deep-Seated Gravitational Slope Deformation in the Etsumi Mountains, Central Japan, *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 122, pp. 2370–2391.
- 小嶋 智（2018）応用地質学的視点からみた山体重力変形地形研究の進展と展望，地質学雑誌，124，11，pp. 889–897.
- 鈴木隆介（1998）建設技術者のための地形図読図入門 第2巻 低地，古今書院.
- 鈴木隆介（2000）建設技術者のための地形図読図入門 第3巻 段丘・丘陵・山地，古今書院.
- 鈴木隆介（2012）建設技術者のための地形図読図入門 第4巻 火山・変動地形と応用読図 改訂版，古今書院.

添付資料 C 文献調査対象地区およびその周辺の大陸棚における既存地質解釈断面

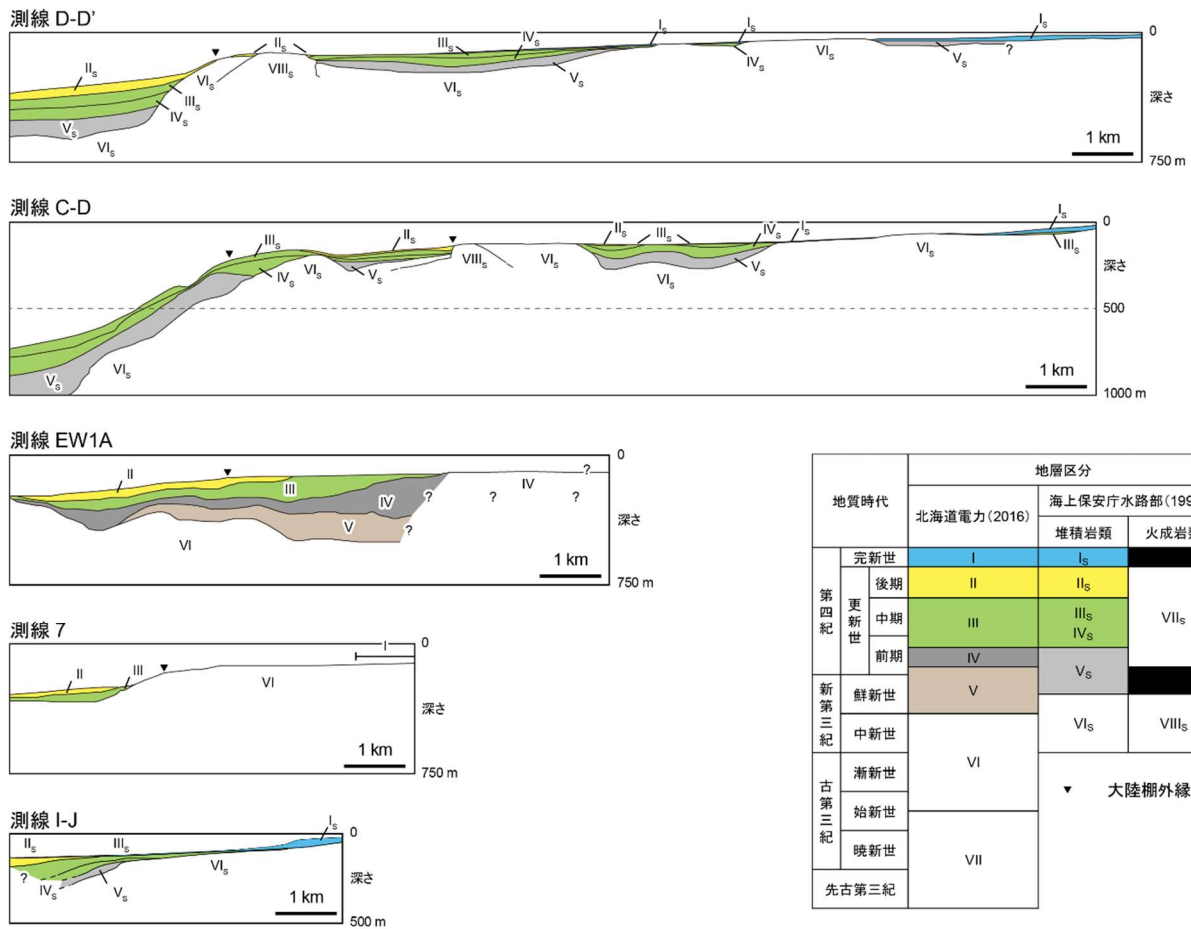


図 C-1 寿都湾とニセコ・雷電火山群沖の既存地質解釈断面

文献調査対象地区およびその周辺の大陸棚の地形・地質学的特徴をあらわす地質解釈断面の中から代表的なものを示す。測線の位置については、本編の図 4.1-11 を参照。測線 D-D', C-D, I-J については海上保安庁水路部（1995）により、測線 EW1W と EW1WA, 7 については北海道電力（2015, 2016）による。これらの文献に示された大陸棚付近の地質解釈断面図をトレースして作成。測線 EW1A については原図の向きを、測線 D-D', C-D, I-J については原図の向きと縦横比を変更してトレースした。地層区分における層序については、北海道電力（2016）の分析結果に基づき、海上保安庁水路部（1995）の III<sub>s</sub> 層と IV<sub>s</sub> 層を III 層（前期～中期更新統）に対比した。

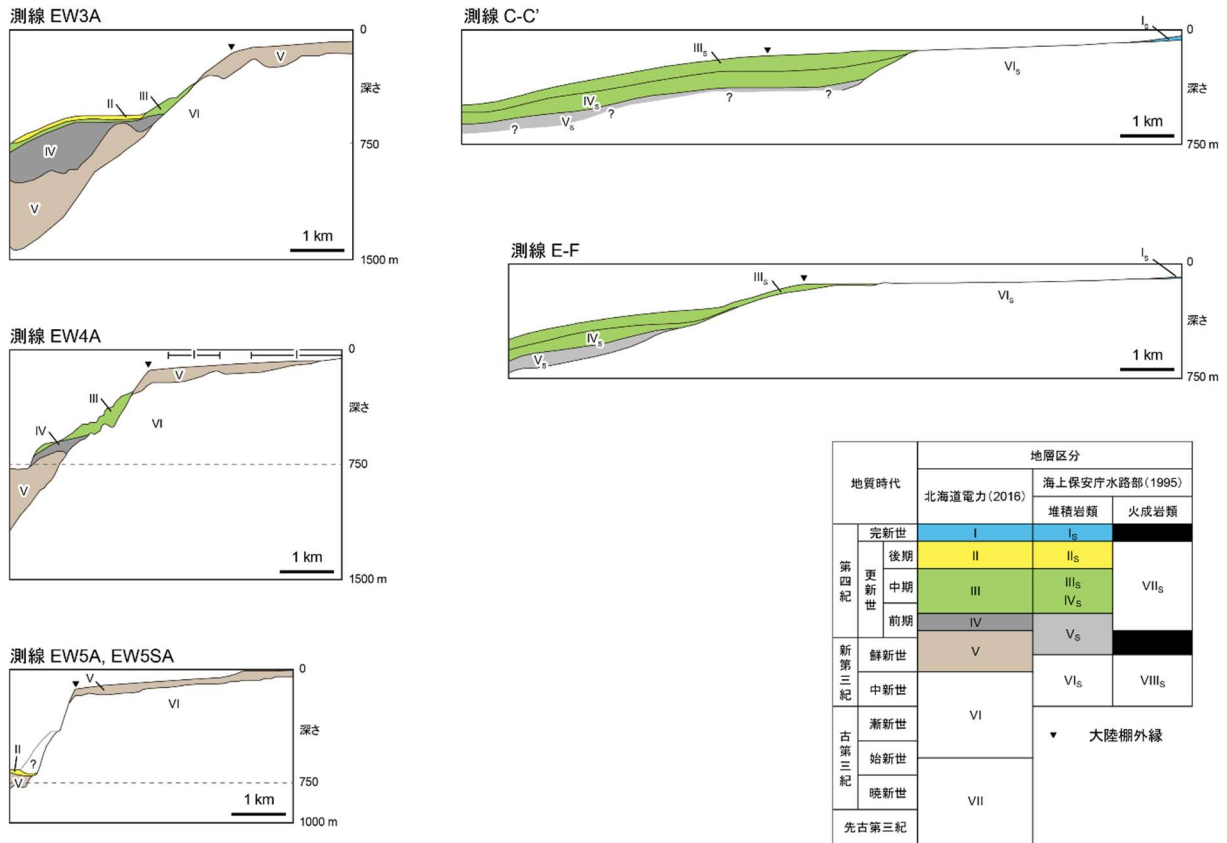


図 C-2 寿都半島西岸沖の既存地質解釈断面

文献調査対象地区およびその周辺の大陸棚の地形・地質学的特徴をあらわす地質解釈断面の中から代表的なものを示す。測線の位置については、本編の図4.1-11を参照。測線C-C', E-Fについては海上保安庁水路部(1995)により、測線EW3A, EW4A, EW5AとEW5SAについては北海道電力(2013)による。これらの文献に示された大陸棚付近の地質解釈断面図をトレースして作成。測線C-C', E-Fについては原図の向きと縦横比を変更してトレースした。地層区分における層序については、北海道電力(2016)の分析結果に基づき、海上保安庁水路部(1995)のIII<sub>s</sub>層とIV<sub>s</sub>層をIII層(前期~中期更新統)に対比した。

### 引用文献(添付資料C)

北海道電力(2013) 第18回原子力発電所の新規規制基準適合性に係る審査会合(2013年9月11日開催)。

北海道電力(2015) 泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書(3号発電用原子炉施設の変更)。

北海道電力(2016) 第404回原子力発電所の新規規制基準適合性に係る審査会合(2016年9月30日開催)。

海上保安庁水路部(1995) 沿岸の海の基本図(5万分の1) 寿都, 海図, 第6325号<sup>1-5</sup>。

添付資料 D 朱太川河口付近における沖積層基底面深度の読み取り

表 D-1 朱太川河口付近における沖積層基底面深度の読み取り結果

| No. | 文献・データ      | 図表番号       | 地点番号<br>／ボーリング名 | 地表面の標高<br>(m a.s.l.) | 沖積層の厚さ <sup>3)</sup><br>(m) | 沖積層基底面深度<br>(m a.s.l.) | 備考                                                                                                                                                                           |
|-----|-------------|------------|-----------------|----------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | 広田ほか(1985)  | 付図         | 92              | 10.0 <sup>1)</sup>   | >20                         | >-10.0                 | シルト～粘土層を挟在する砂礫層からなり、ボーリング孔底は基盤岩に達していない。よって、沖積層の厚さは、この砂礫層の層厚以上だと解釈した。                                                                                                         |
| 2   | 広田ほか(1985)  | 付図         | 90              | 15.7 <sup>1)</sup>   | 4.0                         | 11.7                   | 古期扇状地堆積物の上に乗る現河床堆積物の層厚の読み取り。                                                                                                                                                 |
| 3   | 広田ほか(1985)  | 付図         | 88              | 14.2 <sup>1)</sup>   | 4.1                         | 10.1                   | 鮮新統の上に乗る現河床堆積物の層厚の読み取り。                                                                                                                                                      |
| 4   | 北海道電力(2015) | 第7.3.2.50図 | EW11B           | -17.0 <sup>1)</sup>  | 8.1                         | -25.1                  | I層(完新統)の層厚の読み取り。                                                                                                                                                             |
| 5   | 北海道電力(2015) | 第7.3.2.50図 | EW12B           | -11.7 <sup>1)</sup>  | 11.3                        | -23.0                  | I層(完新統)の層厚の読み取り。                                                                                                                                                             |
| 6   | 北海道電力(2013) | (p.31)     | 北測線             | 3.94 <sup>2)</sup>   | 48.5                        | -44.6                  | 堆積物の厚さは110 m以上。沖積層基底礫層は、14C年代で約10,000 yBPの年代が得られた炭化物を含むシルト(深度約43.1 m)と14C年代がスケールアウトした礫層中の植物片(深度約56.3 m)との間に位置すると考えられる。本調査では、この区間の完新世の粘土・シルト・砂層直下に分布する約3～4 mの礫層を沖積層基底礫層と解釈した。 |
| 7   | 藤本ほか(2004)  | p.50       | 437-004         | 9.6 <sup>1)</sup>    | 27                          | -17.4                  | 中新統の上に乗る「沖積層及び扇状地堆積物」のうち、粘土・細砂・砂礫からなる地層を沖積層と解釈し、その層厚を読み取った。                                                                                                                  |
| 8   | Kunijiban   | -          | No.1-2          | 10.72 <sup>2)</sup>  | 12.85                       | -2.1                   | 流紋岩質水砕砕岩上に乗る細砂～粘土層を挟在する砂礫層の層厚の読み取り。                                                                                                                                          |
| 9   | Kunijiban   | -          | R2 B-5          | 6.98 <sup>2)</sup>   | >25.5                       | >-18.5                 | シルト～粘土層を挟在する砂礫層からなり、ボーリング孔底は基盤岩に達していない。よって、沖積層の厚さは、この砂礫層の層厚以上だと解釈した。                                                                                                         |

1) 陸域については国土地理院数値標高データから作成した数値標高モデルからの読み取り、海域についてはM7000シリーズから作成した数値標高モデルからの読み取りによる。

2) 文献・データに記された標高。

3) 本調査による文献・データからの読み取りに基づく。

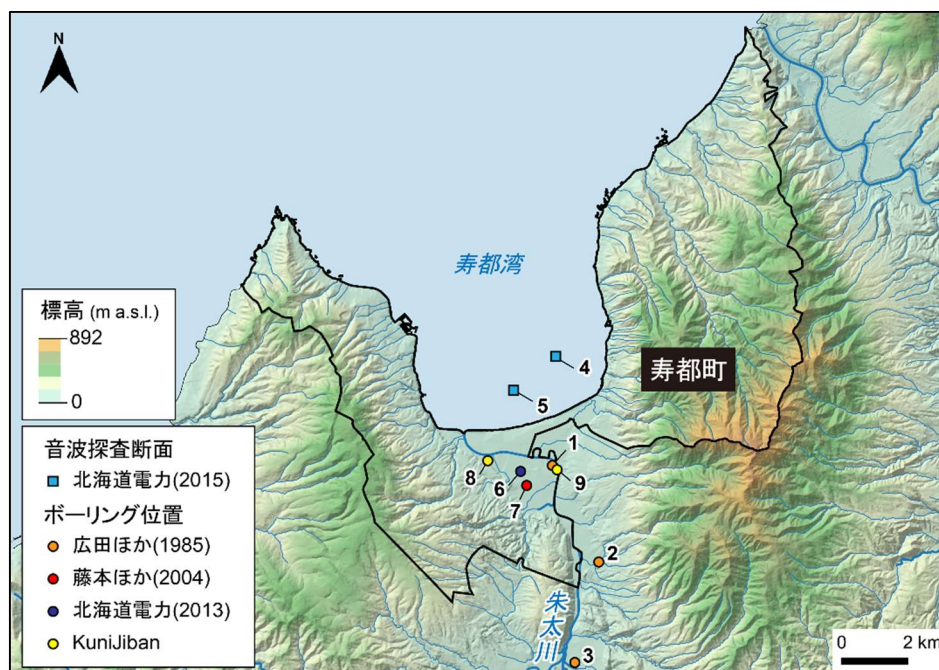


図 D-1 沖積層の層厚の読み取りに用いた既往データの分布

ボーリング地点横の数字は、表 D-1 の No. に対応。陰影段彩図には、地理院タイルの陰影起伏図に国土地理院数値標高データを用いて作成した高度段彩を重ねたものを使用。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、河川は「国土数値情報（河川データ）」（国土交通省）に、寿都町の行政区界は「国土数値情報（行政区データ）」（国土交通省）に基づく。

### 引用文献（添付資料 D）

藤本和徳，高橋徹哉，鈴木隆広編（2004）北海道市町村の地熱・温泉ボーリングデータ集，北海道立地質研究所。

広田知保，和田信彦，横山英二，菅 和哉（1985）北海道水理地質図「倶知安」及び説明書，北海道水理地質図幅，7，北海道立地下資源調査所。

北海道電力（2013）泊発電所 平成 23 年東北地方太平洋沖地震の知見等を踏まえた原子力施設への地震動及び津波の影響に関する安全性評価 地質調査結果報告書。

北海道電力（2015）泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書（3号発電用原子炉施設の変更）。  
国土交通省：国土数値情報検索サイト KuniJiban, <http://www.kunijiban.pwri.go.jp>, 2023 年 11 月 27 日閲覧。

国土交通省：国土数値情報（行政区データ），<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>, 2023 年 8 月 18 日閲覧。

国土交通省：国土数値情報（海岸線データ），<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>, 2023 年 8 月 18 日閲覧。

国土交通省：国土数値情報（河川データ），<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>, 2022 年 4 月 21 日閲覧。

添付資料 E 文献調査対象地区における河川－浅海底のシームレス地形断面図

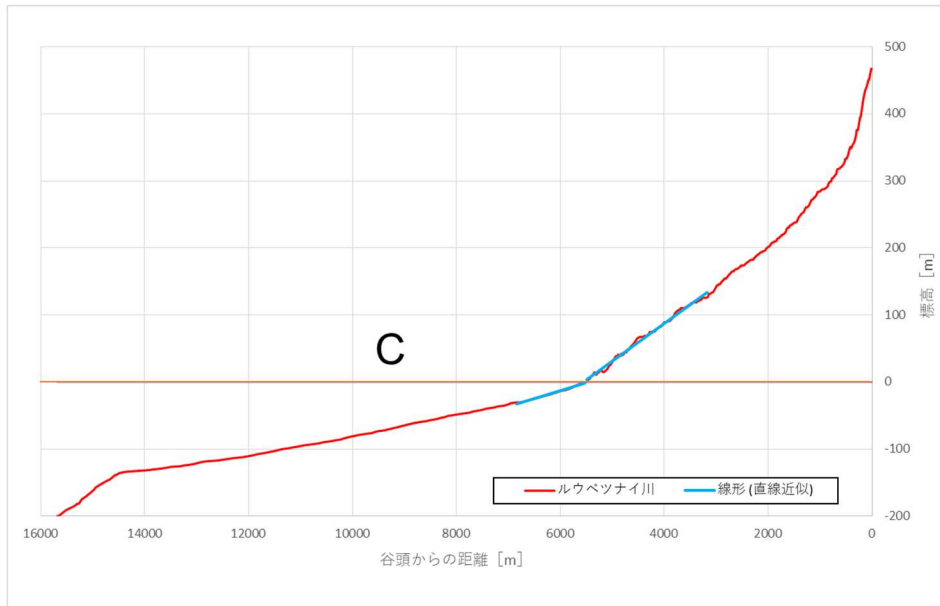


図 E-1 ルウベツナイ川から浅海底にかけての縦断面図

アルファベットは、図 4.2-2 に示した海水準低下に対する河川の応答パターン A, B, C に対応。

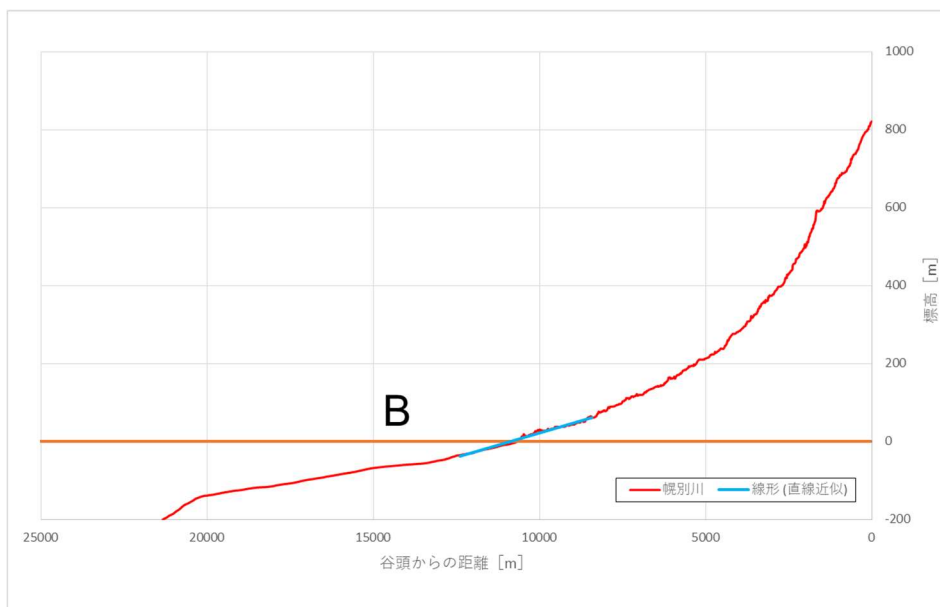


図 E-2 幌別川から浅海底にかけての縦断面図

アルファベットは、図 4.2-2 に示した海水準低下に対する河川の応答パターン A, B, C に対応。



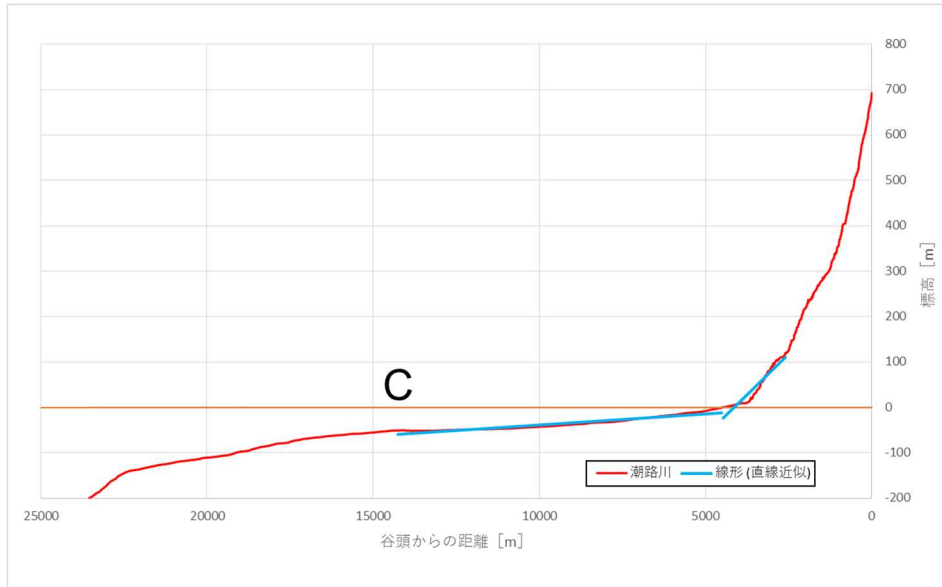


図 E-3 潮路川から浅海底にかけての縦断面図

アルファベットは、図 4.2-2 に示した海水準低下に対する河川の応答パターン A, B, C に対応。

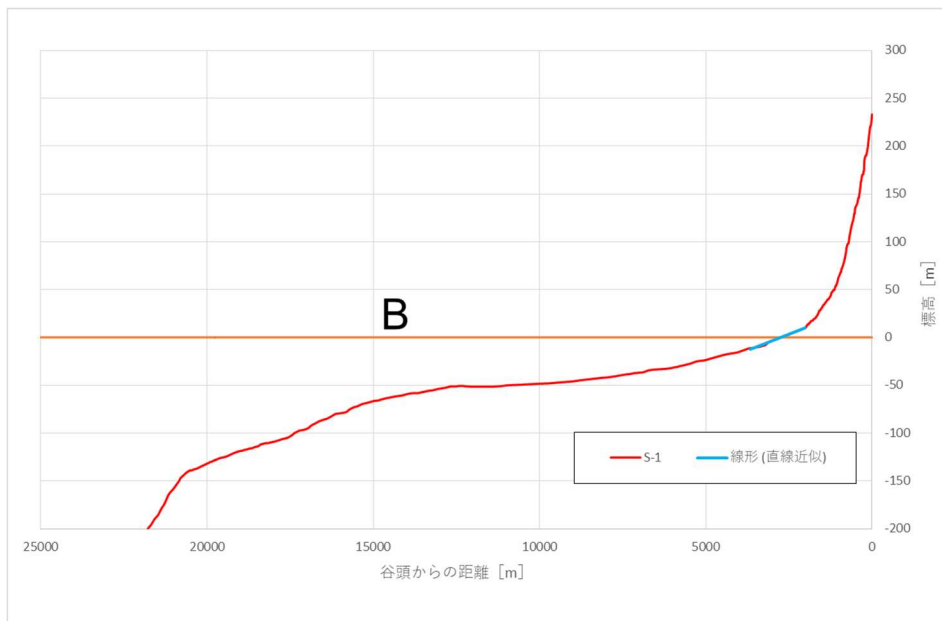


図 E-4 S-1 から浅海底にかけての縦断面図

アルファベットは、図 4.2-2 に示した海水準低下に対する河川の応答パターン A, B, C に対応。

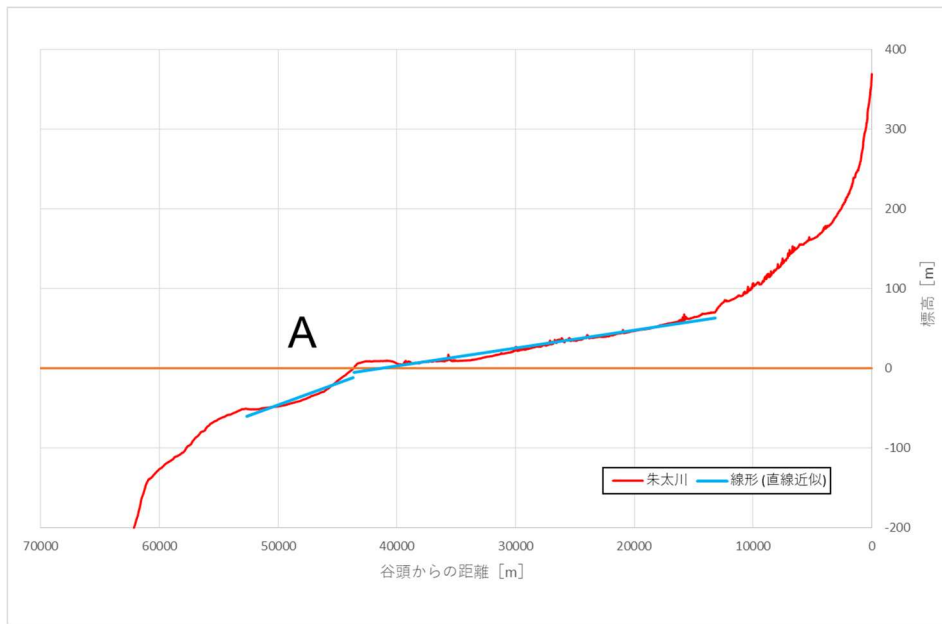


図 E-5 朱太川から浅海底にかけての縦断面図

アルファベットは、図 4.2-2 に示した海水準低下に対する河川の応答パターン A, B, C に対応。

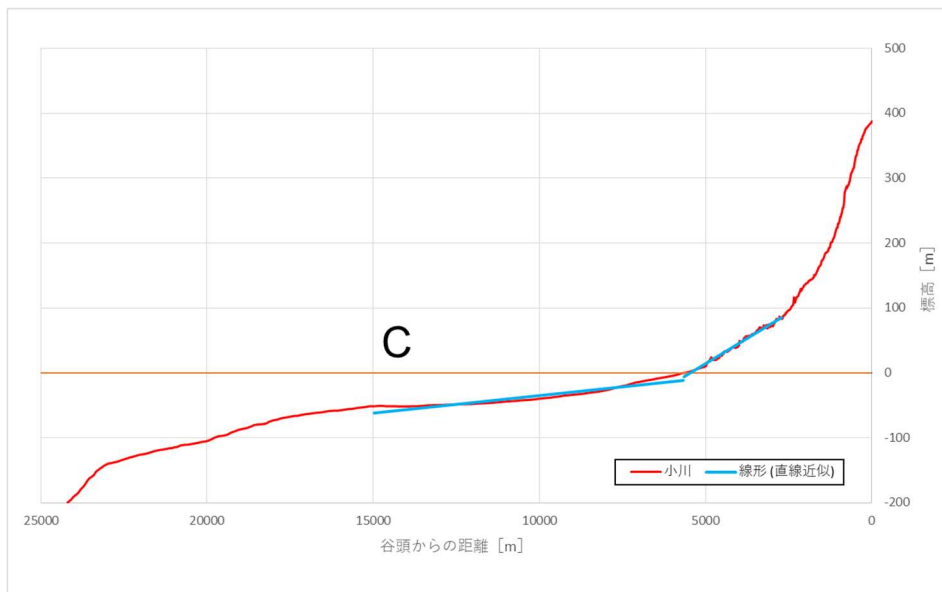


図 E-6 小川から浅海底にかけての縦断面図

アルファベットは、図 4.2-2 に示した海水準低下に対する河川の応答パターン A, B, C に対応。

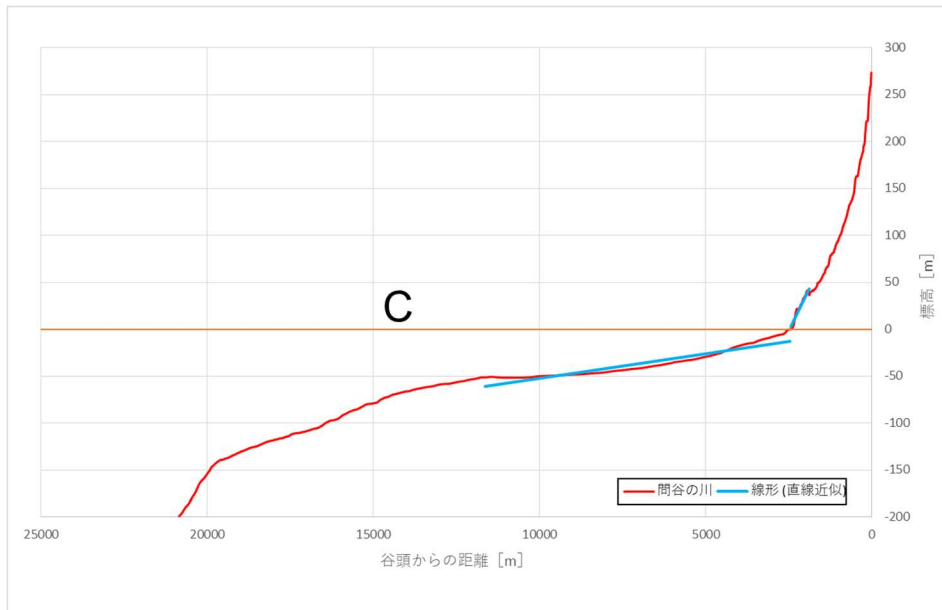


図 E-7 問谷の川から浅海底にかけての縦断面図

アルファベットは、図 4.2-2 に示した海水準低下に対する河川の応答パターン A, B, C に対応。

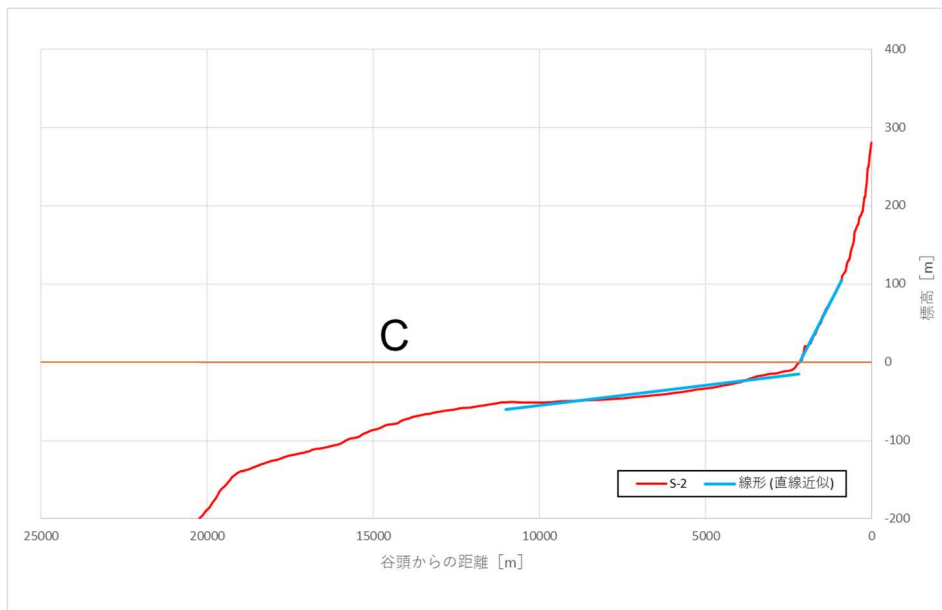


図 E-8 S-2 から浅海底にかけての縦断面図

アルファベットは、図 4.2-2 に示した海水準低下に対する河川の応答パターン A, B, C に対応。

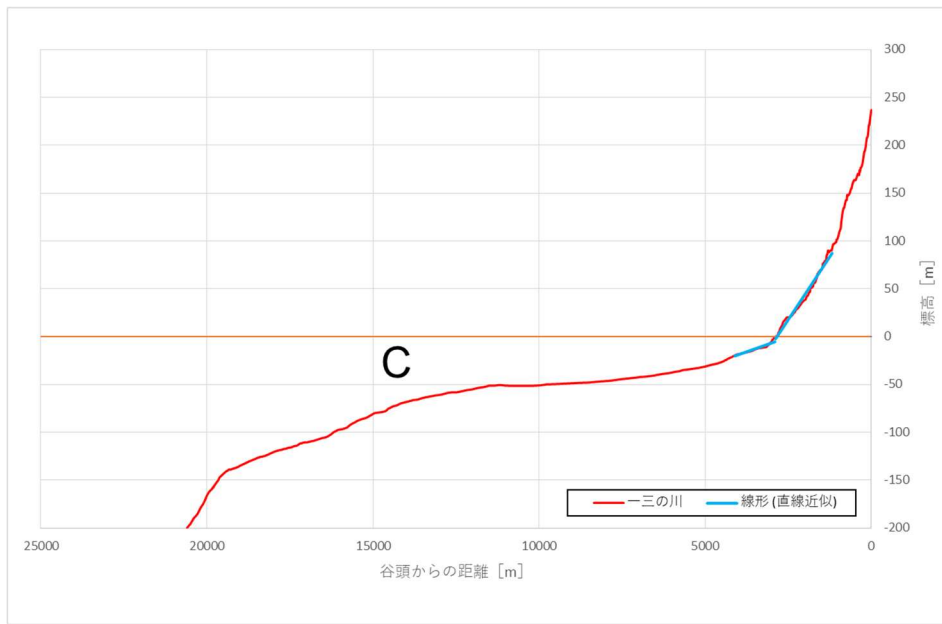


図 E-9 一三の川から浅海底にかけての縦断面図

アルファベットは、図 4.2-2 に示した海水準低下に対する河川の応答パターン A, B, C に対応。

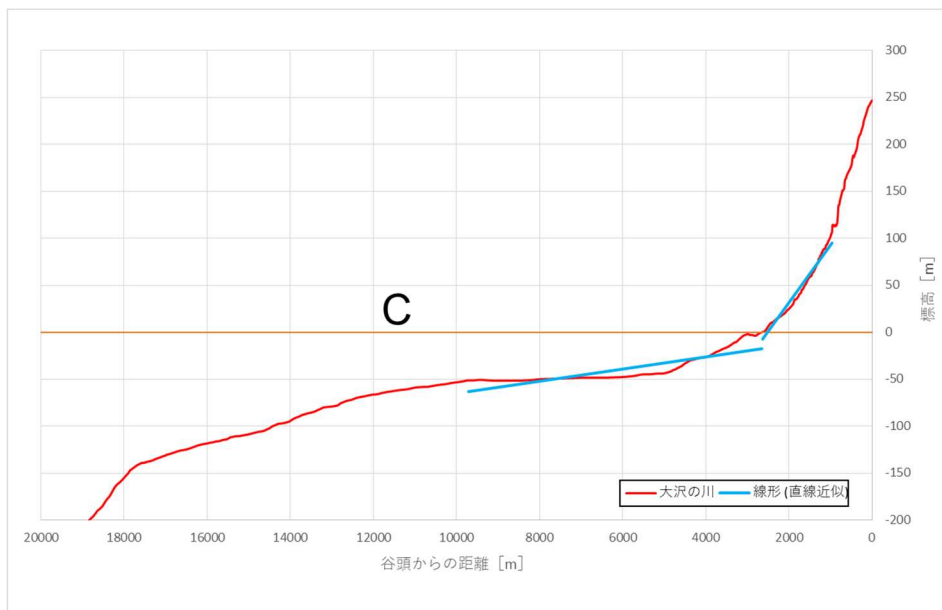


図 E-10 大沢の川から浅海底にかけての縦断面図

アルファベットは、図 4.2-2 に示した海水準低下に対する河川の応答パターン A, B, C に対応。

北海道寿都郡寿都町  
文献調査報告書

第四紀の未固結堆積物に関する説明書

2024年11月

原子力発電環境整備機構

2024年11月 発行 原子力発電環境整備機構

本資料を利用する際は出典を記載してください。出典の記載方法は以下のとおりです。編集・加工等して利用する際には、以下の出典表記とは別に編集・加工等を行ったことを記載してください。

(出典の記載例)

原子力発電環境整備機構（2024）北海道寿都郡寿都町文献調査報告書

また、第三者（原子力発電環境整備機構以外のものをいいます。以下同じ。）の著作物が含まれる場合（例えば、原子力発電環境整備機構が第三者の図表等を用いて転載・編集・加工等している図表等）には、別途、第三者からの許諾が必要になることがあります。利用者の責任において、第三者が権利を有している部分を確認し、当該第三者から利用の許諾を得てください。

上記は、著作権法上認められている引用などの利用について、制限するものではありません。

## 目次

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 第1章 調査・評価の考え方                  | 1  |
| 1.1 調査のよりどころ                   | 1  |
| 1.1.1 文献調査計画書                  | 1  |
| 1.1.2 「文献調査段階の評価の考え方」          | 1  |
| 1.2 評価の考え方                     | 2  |
| 1.3 調査の進め方                     | 2  |
| 第2章 文献・データの収集・情報の抽出            | 4  |
| 2.1 収集対象範囲                     | 4  |
| 2.2 収集・抽出の観点                   | 5  |
| 2.3 抽出結果                       | 5  |
| 第3章 第四紀の未固結堆積物に該当する地層の抽出       | 6  |
| 3.1 陸域                         | 6  |
| 3.1.1 黒松内層                     | 6  |
| 3.1.2 瀬棚層                      | 6  |
| 3.1.3 磯谷溶岩                     | 7  |
| 3.1.4 段丘堆積物および崖錐・地すべり堆積物       | 7  |
| 3.1.5 沖積堆積物                    | 7  |
| 3.2 海域                         | 10 |
| 3.2.1 海上保安庁水路部（1995）での地層区分     | 10 |
| 3.2.2 北海道電力（2015, 2016a）での地層区分 | 10 |
| 3.2.3 岡村・佐藤（2023）での地層区分        | 11 |
| 3.3 該当する地層の抽出                  | 13 |
| 第4章 最終処分を行おうとする地層における分布の確認     | 14 |
| 4.1 地質図・地質データ                  | 14 |
| 4.1.1 第四紀の地層                   | 14 |
| 4.1.2 瀬棚層                      | 15 |
| 4.1.3 段丘堆積物および崖錐・地すべり堆積物       | 17 |
| 4.1.4 沖積堆積物                    | 18 |
| 4.2 ボーリングデータ                   | 18 |
| 4.3 物理探査データ                    | 20 |
| 4.3.1 陸域                       | 20 |
| 4.3.2 海域                       | 21 |
| 第5章 基準に照らした評価                  | 23 |
| 5.1 基準に照らした評価                  | 23 |
| 5.2 概要調査に向けた考え方                | 24 |
| 引用文献                           | 25 |

## 図目次

|         |                                         |    |
|---------|-----------------------------------------|----|
| 図 1.3-1 | 調査・評価の手順.....                           | 3  |
| 図 2.1-1 | 収集対象範囲.....                             | 4  |
| 図 3.1-1 | 文献調査対象地区および周辺陸域地質図.....                 | 8  |
| 図 3.2-1 | 文献調査対象地区および周辺海域海底地質図.....               | 12 |
| 図 4.1-1 | 第四紀の地層の層厚.....                          | 15 |
| 図 4.1-2 | 山岸ほか（1976）における尻別川層の分布状況.....            | 16 |
| 図 4.1-3 | 北海道電力（2015）における尻別川層の分布状況.....           | 17 |
| 図 4.2-1 | 地下 300 m 以深まで達しているボーリング位置図.....         | 18 |
| 図 4.3-1 | 反射法地震探査で確認された第四紀の未固結堆積物に該当する地層の最大分布厚    | 20 |
| 図 4.3-2 | 海上音波探査で確認された第四紀の未固結堆積物に該当する地層の分布状況..... | 22 |

## 表目次

|         |                                     |    |
|---------|-------------------------------------|----|
| 表 1.3-1 | 確認に用いる文献・データおよび情報.....              | 3  |
| 表 3.1-1 | 文献調査対象地区における第四紀の地質層序表.....          | 9  |
| 表 3.2-1 | 文献調査対象地区および周辺海域における第四紀の地質層序対比表..... | 13 |
| 表 4.2-1 | 地下 300 m 以深まで達しているボーリング情報.....      | 19 |
| 表 5.1-1 | 評価結果.....                           | 23 |

## 添付資料

添付資料 A 情報を抽出した文献・データのリスト



## 第1章 調査・評価の考え方

### 1.1 調査のよりどころ

本説明書は、文献調査の項目のうちの第四紀の未固結堆積物に関する説明書である。第四紀の未固結堆積物に関する調査のよりどころは以下のとおり。

特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律（以下、最終処分法という。）および同法施行規則に基づき、文献調査開始に当たって原子力発電環境整備機構が2020年に公表した「北海道寿都郡寿都町文献調査計画書」（以下、文献調査計画書という。）に従って調査を進めた。その間、原子力規制委員会（2022）の「特定放射性廃棄物の最終処分における概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項」（以下、「考慮事項」という。）が公表され、科学的特性マップ策定時の考え方<sup>1</sup>および「考慮事項」などを参照して最終処分法の要件を具体化した経済産業省資源エネルギー庁（2023）の「文献調査段階の評価の考え方」（以下、「文献調査段階の評価の考え方」という。）が策定されており、これらに基づいて調査・評価を行った。それぞれの概要は以下のとおりである。

なお、最終処分法および同法施行規則については文献調査報告書の4.1.1（1）に示したとおりである。また、「考慮事項」では第四紀の未固結堆積物については言及されていない。

#### 1.1.1 文献調査計画書

未固結堆積物について評価する要件があり、評価に用いる情報の例として、「未固結堆積物の分布、性状」が示されている。また、評価に用いる主要な文献・データとして、以下が示されている。

- ・ 日本列島における地下水賦存量の試算に用いた堆積物の地層境界面と層厚の三次元モデル（第一版）（越谷・丸井，2012）
- ・ 5万分の1地質図幅および説明書「寿都」（鈴木ほか，1981）
- ・ 5万分の1地質図幅および説明書「歌棄」（山岸，1984）
- ・ 5万分の1地質図幅および説明書「島古丹」（山岸ほか，1976）
- ・ 20万分の1地質図幅「岩内（第2版）」（石田ほか，1991）

#### 1.1.2 「文献調査段階の評価の考え方」

第四紀の未固結堆積物の基準および基準への該当性の確認の仕方が以下のとおり示されている。

#### 第四紀の未固結堆積物の基準

最終処分法施行規則第六条第二項第一号に対応して、最終処分を行おうとする地層が以下に該当することが明らかまたは可能性が高い場所<sup>A</sup>を避ける。

（ア） 第四紀の地層であり、

かつ、

（イ） 未固結ないし固結度の低い砂質土や礫質土ならびに火山灰、火山礫、軽石等からなる火

<sup>1</sup> 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 地層処分技術WG（以下、地層処分技術WGという。）（2017）。

<sup>2</sup> 2009年に国際地質科学連合（IUGS, International Union of Geological Sciences）は、それまで約180万年前としていた新第三紀と第四紀の境界を約258万年前に変更し、翌年わが国でもこれを受け入れている。本説明書では、第四紀は（断りのない限り）約258万年前から現在までの期間としている。

山噴出物等。

A (ア) かつ (イ) が最終処分を行おうとする地層と重なる部分。

#### 第四紀の未固結堆積物の基準への該当性の確認の仕方

- 最終処分を行おうとする地層が第四紀の地層であること  
表 2 (補記：本説明書の表 1.3-1 の内容と同様) に示す形成年代や分布の情報から、確認対象の地層の年代と深度を確認する。
- 最終処分を行おうとする地層が、未固結ないし固結度の低い砂質土や礫質土ならびに火山灰、火山礫、軽石等からなる火山噴出物等であること  
表 2 (補記：本説明書の表 1.3-1 の内容と同様) に示す地層の性状や物性の情報から、確認対象の地層が基準 (イ) に該当するかを確認する。ボーリング柱状図等は、直接的な情報であり、物性の観点からも観察されている可能性があるため、得られればその情報を重視する。特に、岩相の記載が基準 (イ) に該当するかを確認する。
- 定量的な評価について  
最終処分を行おうとする 300 m 以深の岩盤強度に関する文献・データは少ないことから、そのような定量的な評価は概要調査において、現地調査で岩石の性状を調べることにより、「坑道の掘削に支障のない」ことを確認するとされていると考えられる。概要調査段階で行う定量的な評価はトンネルの地山評価方法、その中の基本的指標としては地山強度比が考えられる。一方、文献調査では、定性的な情報であっても明らかに未固結であると考えられる堆積物を避けることが目的と考えられる。仮に、最終処分を行おうとする 300 m 以深の岩盤強度に関する文献・データの情報があつた場合は、明らかに「未固結」かどうかを判断するものとする。その場合、概要調査段階で行う定量的な評価を想定して、最も等級が低い地山分類の地山強度比よりも明らかに小さいこと等を目安とすることが考えられる。

## 1.2 評価の考え方

文献調査対象地区の第四紀の未固結堆積物に関連する事項として、「文献調査段階の評価の考え方」で示された基準 (ア), (イ) および基準への該当性の確認の仕方に従い、最終処分を行おうとする地層<sup>3</sup>における第四紀の未固結堆積物の分布の有無を評価する。

## 1.3 調査の進め方

表 1.3-1 に記載の項目について記載のある文献・データを収集し、情報を抽出・整理する。

収集に当たっては、「文献調査段階の評価の考え方」で示された文献・データの収集の考え方に従い、文献調査計画書に示した主要な文献・データに加え、公的研究機関が公表している文献・データを収集し、また、学術雑誌に公表されている論文を収集するため、文献データベースで検索を行い収集する。第四紀の未固結堆積物に関する本調査での調査・評価の手順を図 1.3-1 に示す。

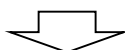
<sup>3</sup> 本調査では地下 300 m 以深の場所とする。

表 1.3-1 確認に用いる文献・データおよび情報

(出典：「文献調査段階の評価の考え方」)

| 確認に用いる文献・データ    | 確認に用いる情報         |
|-----------------|------------------|
| 地質図・地質データ       | 地層の性状, 形成年代, 分布  |
| ボーリングデータ (柱状図等) | 地層の性状, 物性        |
| 物理探査データ         | 推定される地層の性状, 形成年代 |

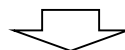
第2章 文献・データの収集・情報の抽出



第3章 第四紀 (基準 (ア)) の未固結堆積物 (基準 (イ)) に該当する地層の抽出

(確認に用いる文献・データおよび情報)

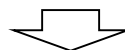
- ・ 地質図・地質データ
- ・ 技術的観点からの検討のうち地形, 地質・地質構造に関する説明書  
(以下, 説明書「地形, 地質・地質構造」という。)



第4章 最終処分を行おうとする地層における分布の確認

(確認に用いる文献・データおよび情報)

- ・ 地質図・地質データ
- ・ ボーリングデータ
- ・ 物理探査データ



第5章 基準に照らした評価

「基準 (ア) かつ (イ) に該当することが明らかまたは可能性が高い場所を避ける」

図 1.3-1 調査・評価の手順

## 第2章 文献・データの収集・情報の抽出

### 2.1 収集対象範囲

1.2, 1.3 で記載のとおり、本説明書では文献調査対象地区における地下 300 m 以深の第四紀の未固結堆積物の有無を評価するため、文献調査対象地区である寿都町に関する情報を含む文献・データを収集対象とする。

文献調査対象地区には、文献調査計画書にも記載のとおり、寿都町全域に加えて沿岸海底下を含めることとしている。沿岸海底下については「沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会 とりまとめ」(沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会, 2016) における検討範囲を参考に、文献調査対象地区の海岸線から 15 km 程度以内かつ大陸棚の範囲とし、これらの範囲を収集対象範囲とした (図 2.1-1)。

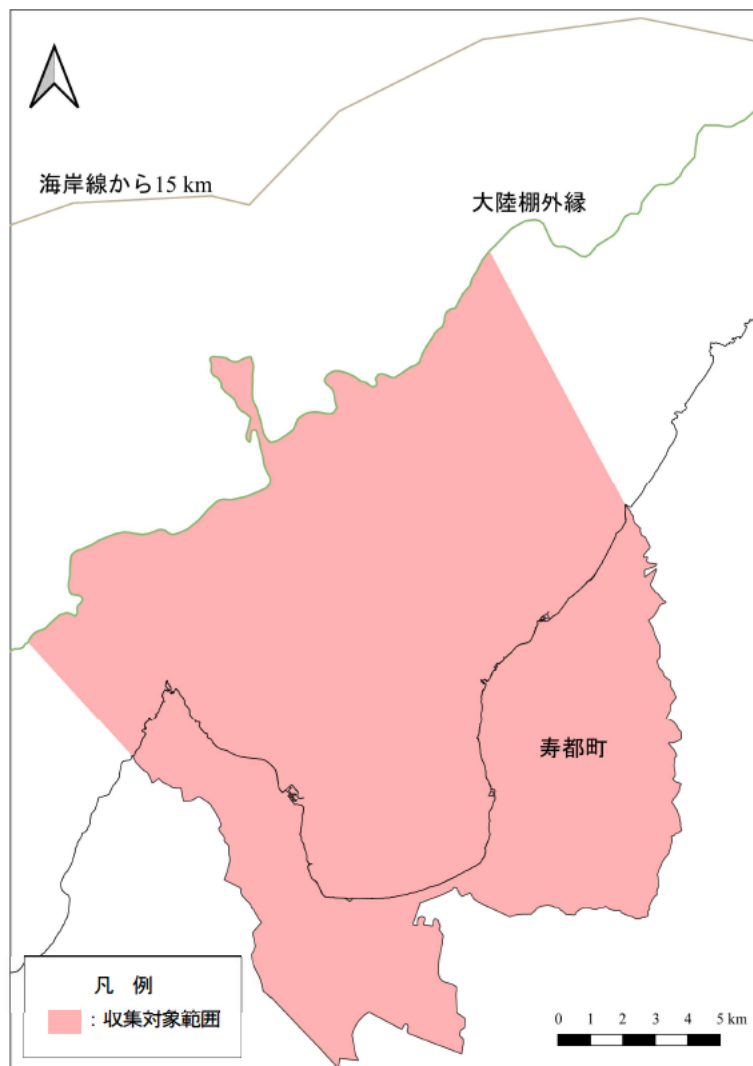


図 2.1-1 収集対象範囲

大陸棚外縁は、海底地形の特徴に基づいて描いた地形線を使用 (説明書「地形、地質・地質構造」を参照)。海岸線は「国土数値情報 (海岸線データ)」(国土交通省) に、寿都町行政界は「国土数値情報 (行政区域データ)」(国土交通省) に基づく。

## 2.2 収集・抽出の観点

2.1 に示した収集対象範囲において分布する第四紀の地層の性状、物性、年代、層序、分布などに関する文献・データを収集し、情報を抽出した。

## 2.3 抽出結果

2.1 および2.2 に基づいて収集し、情報を抽出した文献・データを「添付資料 A 情報を抽出した文献・データのリスト」にまとめた。

また、本説明書において引用している文献・データは、「引用文献」として示した。この「引用文献」には、一般的な教科書類、原子力規制委員会、地層処分技術 WG などの文献・データも含まれる。なお、「情報を抽出した文献・データのリスト」において 1 件としている文献・データを、引用箇所を明確にするためにいくつかに分けて扱っている場合もある（例えば、原子力規制委員会審査会合資料）。一方、収集・抽出の観点には該当するが評価に必要と考えられる情報が確認されなかった場合または情報が重複する（例えば、旧版・最新版、引用・被引用文献など）場合など、情報を抽出したリストに示した文献・データでも引用していないものがある。

### 第3章 第四紀の未固結堆積物に該当する地層の抽出

文献調査対象地区の地質・地質構造、地質分布に関する主要な文献・データには、山岸ほか(1976)、鈴木ほか(1981)、山岸(1984)、池谷・林(1982)、岡村(1984)、広田ほか(1985)、石田ほか(1991)、海上保安庁水路部(1995)、北海道電力(2015)、岡村・佐藤(2023)などがある。

これらの文献・データにより、文献調査対象地区に分布する第四紀の地層の地質概要(岩相など)を把握し、第四紀の未固結堆積物に該当する地層を抽出する。

なお、地下300m以深の岩盤強度に関する文献・データは、4.2のボーリングデータに示すように文献調査対象地区では確認されないことから、定量的な評価により明らかに未固結であると考えられる地層は抽出されない。

#### 3.1 陸域

文献調査対象地区および周辺陸域地質図を図3.1-1に、文献調査対象地区における第四紀の地質層序表を表3.1-1に示す。これらは、説明書「地形、地質・地質構造」に示す地質図および地質層序表に基づき、第四紀かつ文献調査対象地区に分布する地層を対象に整理したものである(地質図および地質層序表の詳細は説明書「地形、地質・地質構造」を参照)。

文献調査対象地区において、第四紀の地層は、黒松内層が黒松内低地帯およびその周辺に、瀬棚層が寿都半島基部および尻別川沿いに、磯谷溶岩が尻別川下流域の西方の山稜部に、段丘堆積物および崖錐・地すべり堆積物が海岸線沿い、山腹斜面および山麓に、沖積堆積物が河川沿いと寿都湾に面する海浜に分布している。

文献調査対象地区に分布する第四紀の地層について、文献・データから抽出した性状、年代などに関する情報を以下に示す。

##### 3.1.1 黒松内層

黒松内層は、黒松内低地帯およびその周辺に分布しており、北海道電力(2015)によれば、主に安山岩質火砕岩、泥岩および砂岩からなるとされている。

本層の堆積・噴出年代について、説明書「地形、地質・地質構造」では後期中新世～前期更新世としている。

##### 3.1.2 瀬棚層

瀬棚層は、寿都半島基部および尻別川沿いに分布している。このうち、寿都半島基部に分布するものを鈴木ほか(1981)および岡村(1984)では歌島層としており、月越山脈の東側山麓および尻別川沿いに分布するものを山岸ほか(1976)および山岸(1984)では尻別川層としている。また、北海道電力(2015)では黒松内低地帯周辺に広く分布しているものを瀬棚層としており、尻別川沿いに分布しているものを尻別川層としている。本説明書および説明書「地形、地質・地質構造」では、これらの地層を瀬棚層に一括している。

寿都半島基部では、鈴木ほか(1981)によれば、主に礫岩からなっており、レンズ状に砂岩をはさむとされているほか、岡村(1984)によれば、未固結の砂層・礫層の互層からなるとされている。また、尻別川沿いでは、山岸ほか(1976)によれば葉理の発達した中～粗粒砂岩を主とするとしてされているほか、池谷・林(1982)によれば山岸ほか(1976)の尻別川層に相当する瀬棚層貝殻淵砂礫部層は主として未固結の砂～礫からなるとされている。

本層の堆積年代について、説明書「地形、地質・地質構造」では鮮新世～前期更新世としている。

### 3.1.3 磯谷溶岩

磯谷溶岩は、尻別川下流域西方の山稜部で南北に細長く分布しており、山岸ほか（1976）、山岸（1984）によれば暗灰黒色塊状で多孔質のしそ輝石普通輝石安山岩からなるとされている。

本岩体の噴出年代について、説明書「地形、地質・地質構造」では鮮新世～前期更新世としている。

### 3.1.4 段丘堆積物および崖錐・地すべり堆積物

段丘堆積物および崖錐・地すべり堆積物は、海岸線沿いに分布するとされる山岸ほか（1976）、鈴木ほか（1981）、山岸（1984）らによる段丘堆積物に加えて、山腹斜面および山麓に分布するとされる山岸（1984）の旧期扇状地堆積物、池谷・林（1982）による扇状地堆積物、広田ほか（1985）による古期崖錐堆積物および北海道電力（2015）による崖錐堆積物の一部に相当する。

本堆積物は、鈴木ほか（1981）、山岸（1984）によれば礫、砂および粘土からなるとされている。

本堆積物の堆積年代について、説明書「地形、地質・地質構造」では中期更新世～完新世としている。

### 3.1.5 沖積堆積物

沖積堆積物は、山岸（1984）による現河床・海浜堆積物、広田ほか（1985）による現河床堆積物、北海道電力（2015）による沖積層に相当する。山岸（1984）によれば各河川沿いに分布する礫および砂と、寿都湾に面する海浜に分布する砂丘を構成する砂層などからなるとされている。

本堆積物の堆積年代について、説明書「地形、地質・地質構造」では完新世としている。

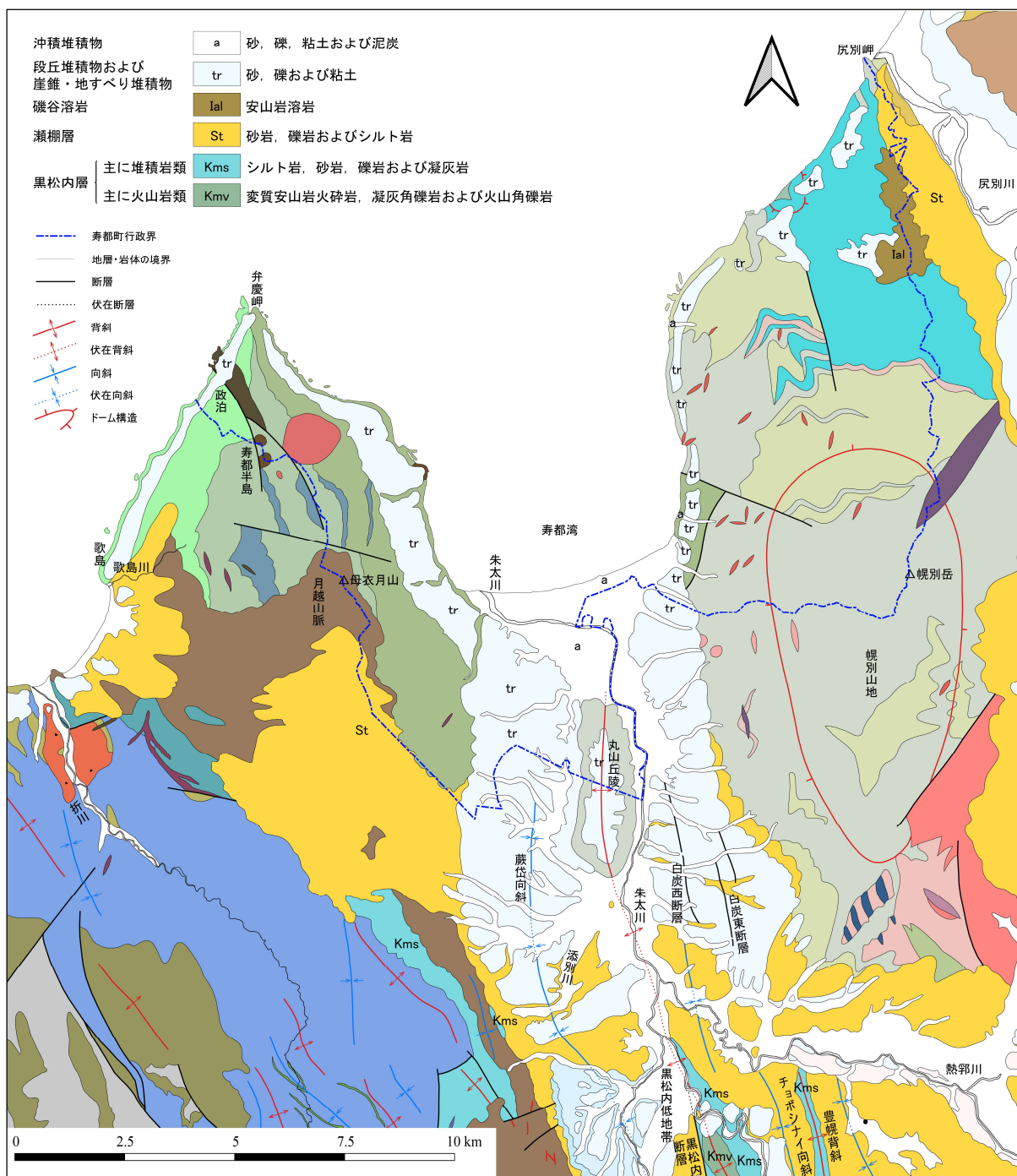


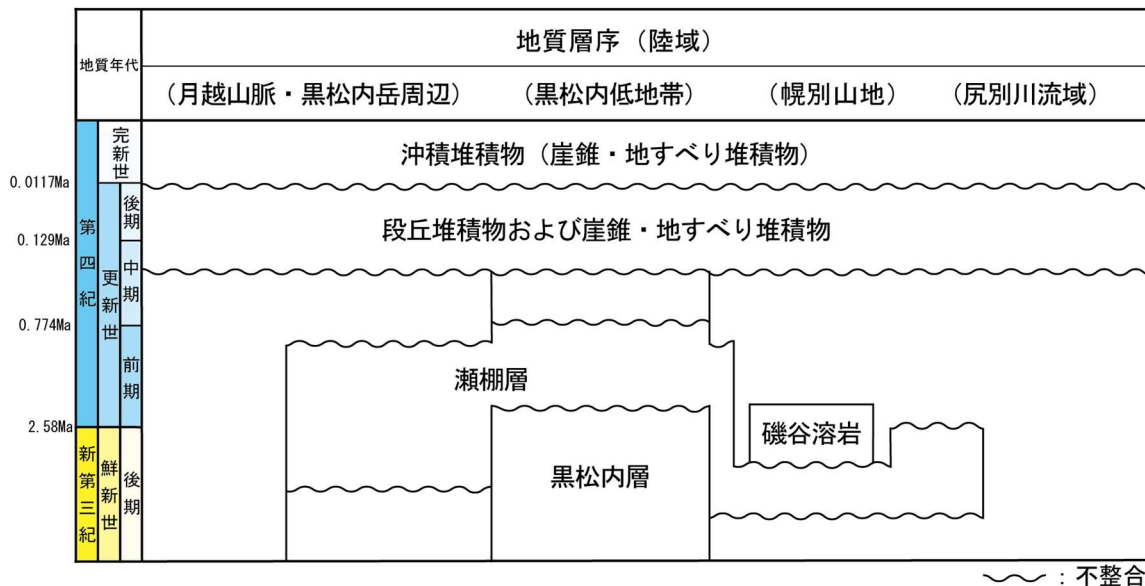
図 3.1-1 文献調査対象地区および周辺陸域地質図

説明書「地形、地質・地質構造」に示す寿都町および周辺地域陸域地質図に基づき、第四紀かつ文献調査対象地区に分布する地層について凡例などを一部抜粋し編集。地質図は山岸ほか(1976)、山岸(1984)、久保ほか(1983)、久保ほか(1988) ©日本地質学会、鈴木ほか(1981)、黒沢ほか(1993)を参照し、編集して作成。寿都町行政界は「国土数値情報(行政区域データ)」(国土交通省)に基づく。



表 3.1-1 文献調査対象地区における第四紀の地質層序表

説明書「地形、地質・地質構造」に示す寿都町および周辺地域陸域層序表のうち、第四紀かつ文献調査対象地区に分布する地層を一部抜粋して編集。地質年代の数値は日本地質学会執行理事会（2023）に基づく。



## 3.2 海域

文献調査対象地区および周辺海域海底地質図を図 3.2-1 に、文献調査対象地区および周辺海域における第四紀の地質層序対比表を表 3.2-1 に示す。

説明書「地形、地質・地質構造」では、北海道電力（2015, 2016a）に基づき海底地質図および地質層序を整理している（詳細は説明書「地形、地質・地質構造」を参照）。また、海域の地層について地層区分を行っている文献・データには、海上保安庁水路部（1995）、嵯峨山ほか（2000）、北海道電力（2015, 2016a）、岡村・佐藤（2023）がある。嵯峨山ほか（2000）については、浅海域を対象に水深 50 m 程度までの地質断面図が示されているが、海底下 300 m 以深の情報は確認されなかった。本説明書では海上保安庁水路部（1995）、岡村・佐藤（2023）についても第四紀の未固結堆積物に該当する地層の分布確認のため用いる。

なお、北海道電力（2016a）では、海上保安庁水路部（1995）と北海道電力（2015）の海上音波探査測線の交点において、両者の地質断面図の対比を実施し、同年代の堆積物が概ね同程度の深度に認められることを確認している。

### 3.2.1 海上保安庁水路部（1995）での地層区分

海上保安庁水路部（1995）では、海域の地質を上位から堆積岩類を I<sub>s</sub>～VI<sub>s</sub> 層の 6 層に、火成岩類を VII<sub>s</sub> 層、VIII<sub>s</sub> 層の 2 層に区分されており、以下のように記載されている。ただし、VII<sub>s</sub> 層は文献調査対象地区には分布しないとされているため省略する。

- ・ I<sub>s</sub> 層：最終氷期最大海退期以降の堆積物と考えられる。
- ・ II<sub>s</sub> 層：上部更新統の低位段丘堆積物に相当すると考えられる。
- ・ III<sub>s</sub> 層：上部更新統の高位段丘堆積物に相当すると考えられる。
- ・ IV<sub>s</sub> 層：中部更新統<sup>4</sup>に相当すると考えられる。
- ・ V<sub>s</sub> 層：下部更新統の瀬棚層に対比される。
- ・ VI<sub>s</sub> 層：鮮新統から中新統の堆積岩に対比される。
- ・ VIII<sub>s</sub> 層：鮮新統から中新統の火山岩に対比される。

VI<sub>s</sub> 層および VIII<sub>s</sub> 層は、鮮新統から中新統の堆積岩・火山岩と対比されているが、第四紀の定義変更前の文献であり、本層の一部が第四紀の地層に含まれる可能性があると考えられる。

なお、海上保安庁水路部（1995）によれば、VI<sub>s</sub> 層および VIII<sub>s</sub> 層は陸域の黒松内層に対比されている。

### 3.2.2 北海道電力（2015, 2016a）での地層区分

北海道電力（2015, 2016a）では、海域の地質を上位から I 層、II 層、III 層、IV 層、V 層、VI 層および VII 層に、貫入岩を VIII 層に区分されており、第四紀の地層である I～V 層について、以下のように記載されている。

- ・ I 層：本層は泥及び砂を主体とする未固結の堆積物と推定される。本層は最終氷期以降に堆積した第四系完新統と判断される。

<sup>4</sup> 原典である海上保安庁水路部（1995）では、中部中新統と記載されているが、同文献での上位および下位層の年代や層序区分表を踏まえると中部更新統と考えられるため、本説明書では中部更新統と記載している。

- ・ II層：本層は泥、砂及びその互層を主体とする未固結または半固結の堆積物と推定される。本層は第四系上部更新統と判断される。
- ・ III層：本層は泥、砂及びその互層を主体とする半固結の堆積物と推定される。本層は第四系下部～中部更新統と判断される。
- ・ IV層：本層は半固結または固結した泥岩、砂岩等を含む堆積岩と推定され、雷電岬付近では火山岩類と推定される。本層は下部更新統と判断される。
- ・ V層：本層は半固結または固結した泥岩、砂岩等を含む堆積岩又は火山岩類と推定される。本層は新第三系鮮新統～第四系下部更新統と判断される。

なお、北海道電力（2016a）によれば、「IV層は第四系下部更新統の野塚層（下部層相当）に対比される。」「野塚層（下部層相当）は瀬棚層の下部に対比される。」とされている。また、北海道電力（2015）によれば、「V層は陸域の黒松内層、余別層及び永豊層に相当し、新第三系鮮新統～第四系下部更新統と判断される。」とされている。

### 3.2.3 岡村・佐藤（2023）での地層区分

岡村・佐藤（2023）では、海域の地質を上位から堆積層をD層、Q層、P2層、P1層、M層に、火山岩類をVp層、Vm層に、最下位層を音響基盤（Bs層）に区分されており、第四紀の地層であるQ層、P2層について、以下のように記載されている。ただし、D層、Vp層は文献調査対象地区には分布しないとされているため省略する。

- ・ Q層：砂、泥。Q層は石狩湾海底地質図（岡村，2008）の第四系石狩湾層群に相当。
- ・ P2層：砂岩、泥岩。上部鮮新統と推定。

なお、岡村（2008）によれば、石狩湾層群（原典では、石狩沖層群）はデルタ性の堆積物であり、第四系であるとされている。

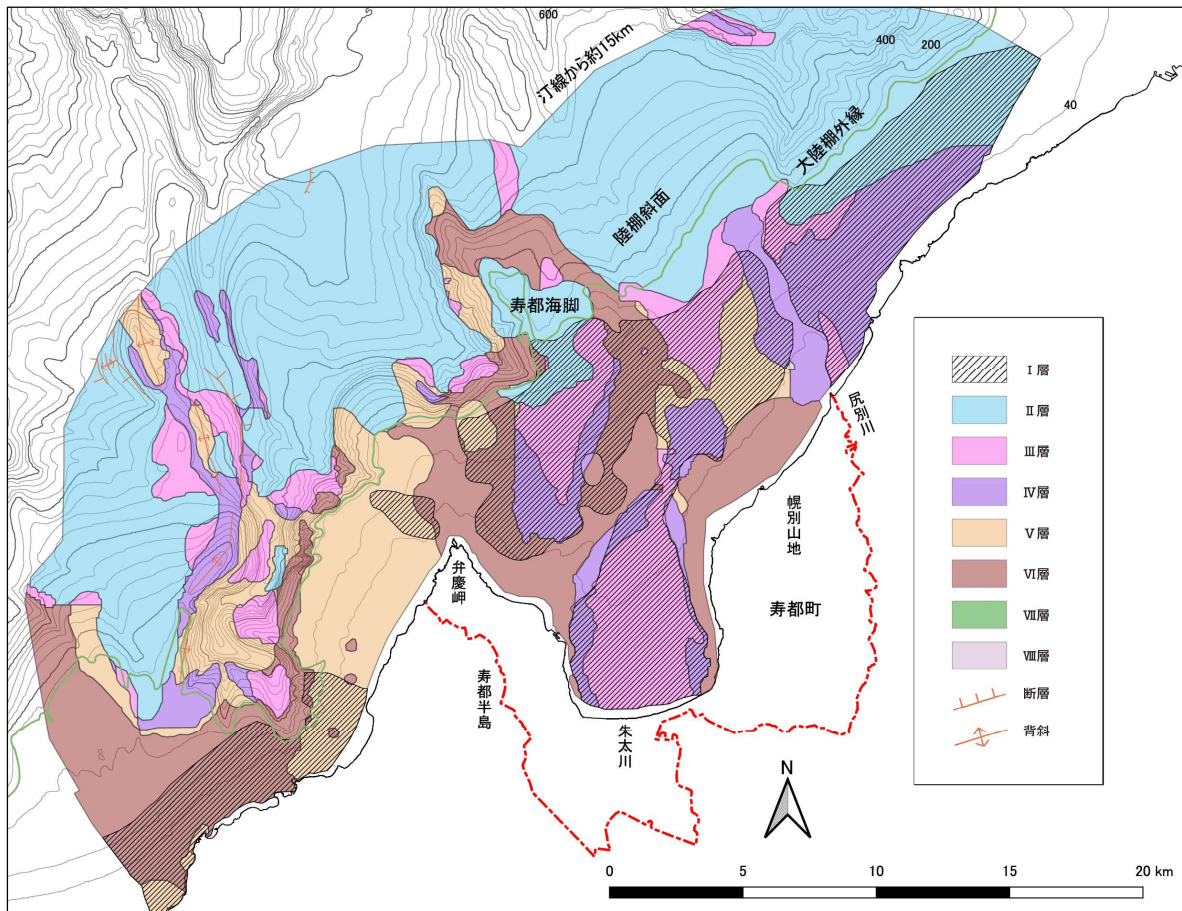


図 3.2-1 文献調査対象地区および周辺海域海底地質図

説明書「地形、地質・地質構造」に示す寿都町周辺海域海底地質図に基づき図示範囲などを編集。地質図は北海道電力（2015）を参照して作成。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、赤線で示す寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。海域の等深線図は、日本水路協会発行 M7000 シリーズを使用（（一財）日本水路協会承認第 2021006 号）。

表 3.2-1 文献調査対象地区および周辺海域における第四紀の地質層序対比表

説明書「地形、地質・地質構造」に示す寿都町周辺海域層序対比表のうち、新第三紀後期鮮新世以降の範囲を一部抜粋して編集。地質年代の数値は日本地質学会執行理事会（2023）に基づく。

| 地質年代                                     | 地質層序（海域）       | 北海道電力（2016a） | 海上保安庁水路部（1995）<br>寿都                |                   | 岡村・佐藤（2023）<br>積丹半島付近 |                |
|------------------------------------------|----------------|--------------|-------------------------------------|-------------------|-----------------------|----------------|
|                                          |                |              | 堆積岩類                                | 火山岩類              | 堆積岩                   | 火山岩            |
| 0.0117Ma<br>0.129Ma<br>0.774Ma<br>2.58Ma | 完新世<br>後期<br>I | I            | I <sub>s</sub>                      |                   | Q                     | V <sub>p</sub> |
|                                          | II             | II           | II <sub>s</sub><br>III <sub>s</sub> | VII <sub>s</sub>  |                       |                |
|                                          | III            | III          | IV <sub>s</sub>                     |                   |                       |                |
|                                          | IV             | IV           | V <sub>s</sub>                      |                   |                       |                |
| 鮮新世<br>後期<br>V                           | V              | V            | VI <sub>s</sub>                     | VIII <sub>s</sub> | P2                    |                |

〰️ : 不整合

### 3.3 該当する地層の抽出

本説明書で評価対象とする第四紀の未固結堆積物に該当する地層は、3.1 および 3.2 で整理した情報を「文献調査段階の評価の考え方」の基準（イ）の未固結堆積物の定義に従って判断し、陸域は瀬棚層、段丘堆積物および崖錐・地すべり堆積物、沖積堆積物とし、海域は海上保安庁水路部（1995）による I<sub>s</sub>～V<sub>s</sub>層、北海道電力（2015, 2016a）による I～IV層、岡村・佐藤（2023）による Q 層とする。

## 第4章 最終処分を行おうとする地層における分布の確認

文献調査対象地区における第四紀の未固結堆積物の分布情報を記載した文献・データには、越谷・丸井 (2012)、山岸ほか (1976)、鈴木ほか (1981)、山岸 (1984)、池谷・林 (1982)、岡村 (1984)、広田ほか (1985)、石田ほか (1991)、北海道電力 (2015) などがある。

3.3 で抽出した第四紀の未固結堆積物に該当する地層の分布について、文献・データから抽出した情報を以下に示す。

### 4.1 地質図・地質データ

#### 4.1.1 第四紀の地層

全国規模で整備された堆積物の年代と層厚に関する文献・データである越谷・丸井 (2012) には、文献調査対象地区の陸域と海域を含めた全域の堆積物の層厚モデルデータが示されている。越谷・丸井 (2012) で示された三次元モデルデータは、数値地質図とボーリングデータから地球統計学的手法を用いて構築されたものであり、鹿野ほか編 (1991) の地質時代区分に基づいて地層を区分している。なお、地下水盆以外の箇所 (例えば、山地や火山地) では、モデルが存在するものの信頼性は低いとされている。

越谷・丸井 (2012) で示された約 1 km メッシュあたりの地層境界面と層厚の三次元モデルデータに基づき作図した「文献調査対象地区における第四紀の地層の層厚」を図 4.1-1 に示す。ここで示す第四紀の地層の層厚は、鹿野ほか編 (1991) の地質時代区分で更新世以降 (1.7 Ma 以降) の堆積物と区分された地層の層厚の総和であり、「文献調査段階の評価の考え方」で示された基準 (ア) のみに該当するものであることに留意する。

陸域では、弁慶岬付近で層厚 80 m 程度、月越山脈の東側山麓付近で層厚 60 m 程度の第四紀の地層の分布が推定されている。海域では、弁慶岬の北方約 10 km 沖合で層厚 250 m 程度の第四紀の地層の分布が推定されている。

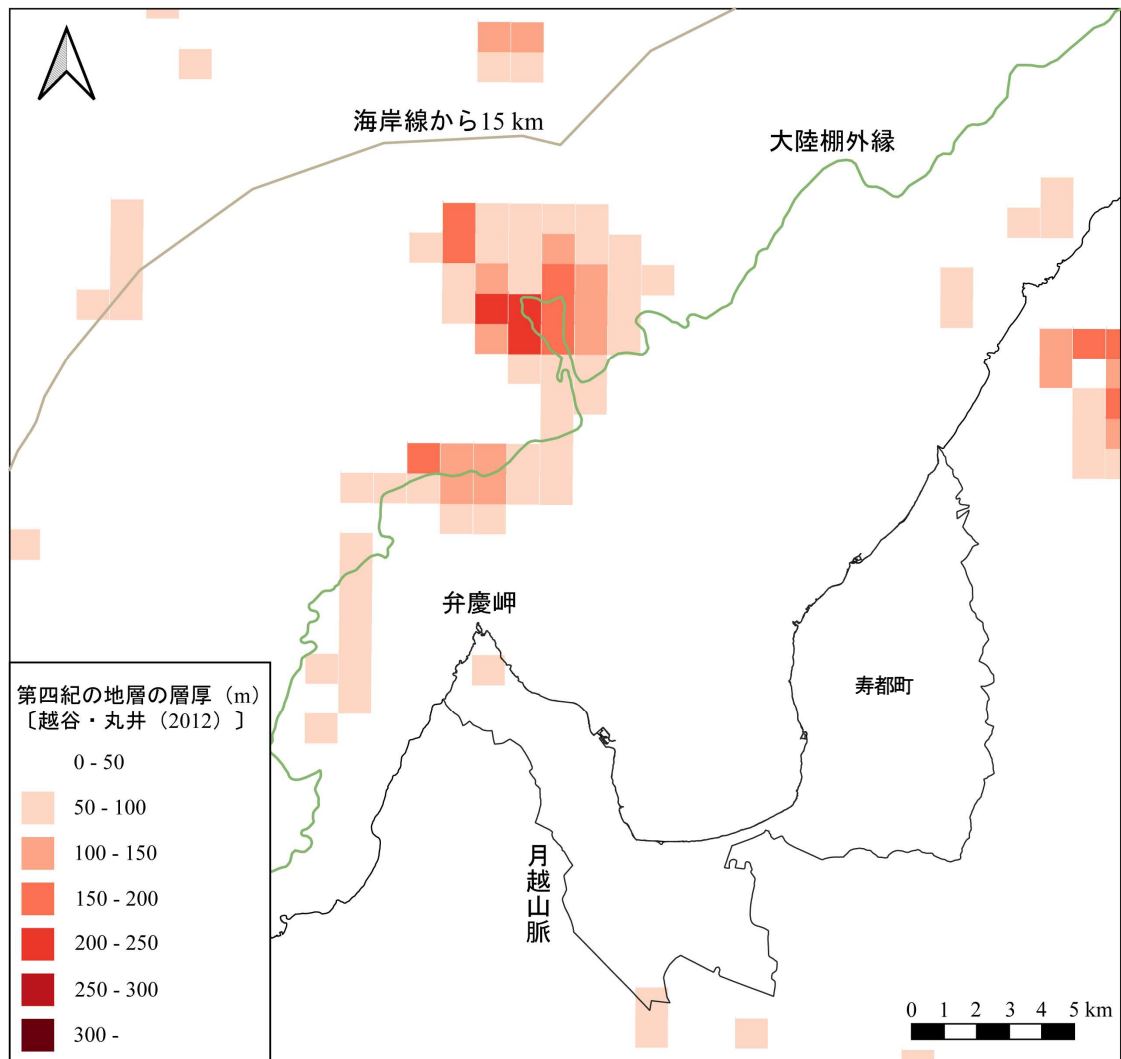


図 4.1-1 第四紀の地層の層厚

第四紀の地層の層厚は越谷・丸井（2012）の三次元モデルデータを用いて作成。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

#### 4.1.2 瀨棚層

瀨棚層は寿都半島基部および尻別川沿いに分布している。寿都半島基部に分布している瀨棚層の層厚は、鈴木ほか（1981）によれば160 m、岡村（1984）によれば黒松内町内で300 mとされている。

尻別川沿いに分布しているものは、山岸ほか（1976）によれば、瀨棚層に相当する尻別川層の層厚は500 m以上（原典では500 m+）とされているものの、寿都町と蘭越町の境界付近に東傾斜で分布しており（図 4.1-2 参照）、文献調査対象地区における層厚は不明である。また、池谷・林（1982）によれば、層厚は約300 mとされている。北海道電力（2015）では尻別川断層沿いで地表地質踏査などを実施しており、尻別川河口付近では尻別川左岸側に尻別川層が東傾斜で分布し、右岸側に雷電岬火山角礫岩層や鮎川層などからなる第四系が分布しているが、文献調査対象地区には瀨棚層に相当する尻別川層は地表には分布しないとされている（図 4.1-3 参照）。

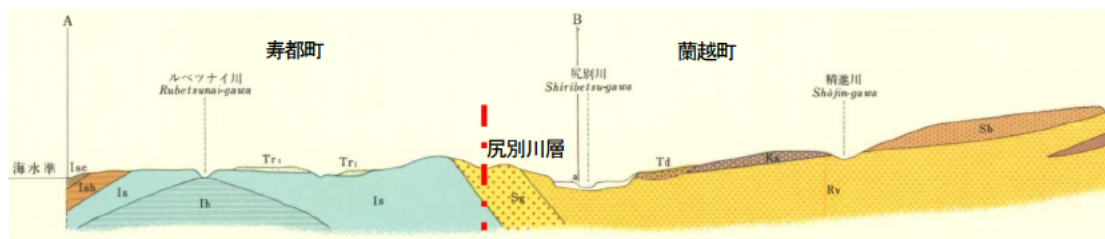


図 4.1-2 山岸ほか (1976) における尻別川層の分布状況

(上図：地質図，下図：地質断面図)

山岸ほか (1976) にスケールおよび方位を加筆し，寿都町行政界を赤点線，地質断面図位置を青実線で加筆。行政界は「国土数値情報 (行政区域データ)」 (国土交通省) に基づく。



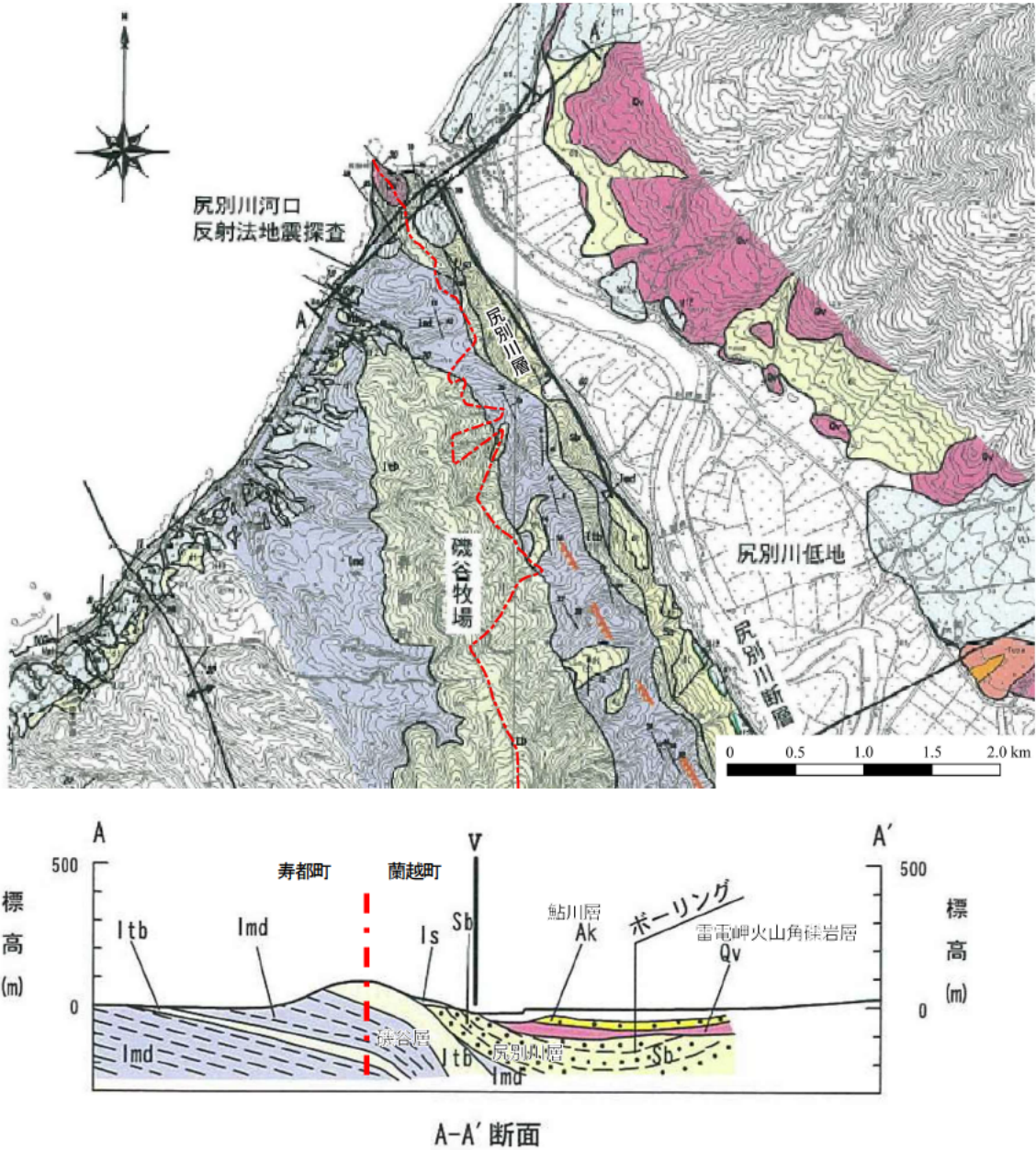


図 4.1-3 北海道電力（2015）における尻別川層の分布状況

（上図：地質図，下図：地質断面図）

北海道電力（2015）にスケールおよび地層名（尻別川層ほか）を加筆し，寿都町行政界を赤点線で加筆。行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

#### 4.1.3 段丘堆積物および崖錐・地すべり堆積物

段丘堆積物および崖錐・地すべり堆積物は，海岸線沿いに分布する段丘堆積物，山腹斜面および山麓に分布する崖錐・地すべり堆積物よりなる。段丘堆積物の層厚は，山岸（1984）によれば 5～10 m，広田ほか（1985）によれば数 m～20 m 程度とされている。

崖錐・地すべり堆積物の層厚について，具体的な数値を記載した文献・データはないが，池谷・林（1982）では断面図上に薄く記載されている。

#### 4.1.4 沖積堆積物

沖積堆積物は、各河川沿いと寿都湾に面する海浜に分布している。広田ほか（1985）によれば、朱太川の河口付近では海岸から数 km 奥まで 50～60 m の層厚で分布するとされている。

#### 4.2 ボーリングデータ

文献調査対象地区におけるボーリングデータには、越谷・丸井（2012）の三次元モデルを構築する際に用いられているデータ、国土盤情報検索サイト「KuniJiban」、強震観測網（K-NET）観測点および北海道電力（2015, 2016b）がある。

このうち、最終処分を行おうとする地層である地下 300 m 以深まで達しているボーリングは、越谷・丸井（2012）に用いられているデータである藤本ほか編（2004）に掲載の寿都町泉源（朱太温泉）のボーリングのみである。ボーリング位置を図 4.2-1 に示す。

掘削深度は 1,101 m で、地表から 53 m までは粘土・細砂・砂礫からなっており、第四紀の未固結堆積物に該当する沖積堆積物、段丘堆積物および崖錐・地すべり堆積物と考えられる。それ以深は変質安山岩・火山角礫岩からなる岩盤となっている（表 4.2-1 参照）。なお、上述のボーリングデータには、地下 300 m 以深を含め岩盤強度についての定量的な情報は記載されていない。

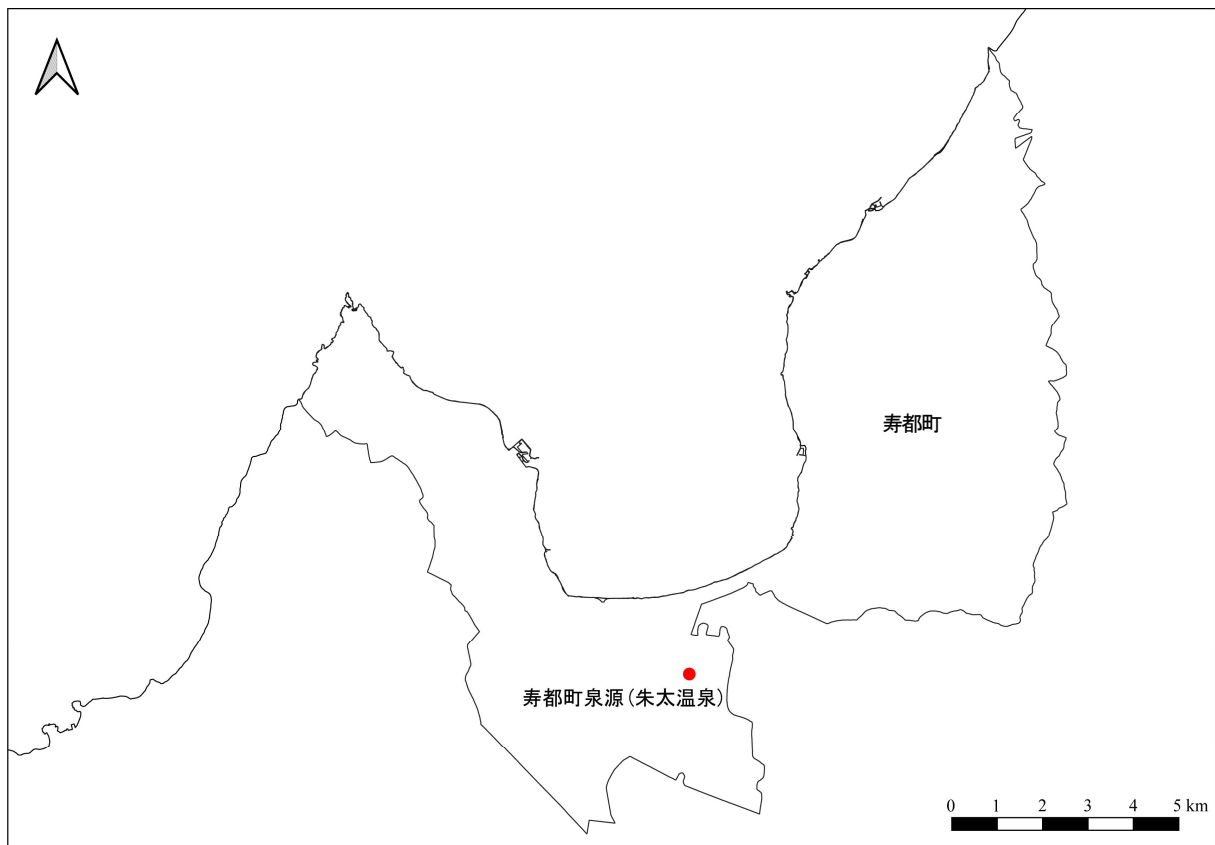


図 4.2-1 地下 300 m 以深まで達しているボーリング位置図

赤丸で示すボーリング位置は高見ほか（2008）に基づき作成。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

表 4.2-1 地下 300 m 以深まで達しているボーリング情報

| 坑井名          | 坑井深度 (m)           | 岩盤より上の地質              | 左記の下限深度 (m)     |
|--------------|--------------------|-----------------------|-----------------|
| 寿都町泉源 (朱太温泉) | 1,101 <sup>※</sup> | 粘土・細砂・砂礫 <sup>※</sup> | 53 <sup>※</sup> |

※ 藤本ほか編 (2004)

## 4.3 物理探査データ

### 4.3.1 陸域

文献調査対象地区の陸域における物理探査データには、北海道電力（2015）がある。

北海道電力（2015）は朱太川河口と尻別川河口で反射法地震探査を実施している。反射法地震探査測線位置を図 4.3-1 に示す。

朱太川河口部では、北海道電力（2015）によれば、朱太川河口を横断する東西約 7km の区間で反射法地震探査を実施し、沖積層および瀬棚層がほぼ水平に堆積しているとしており、本調査での判読によると、第四紀の未固結堆積物に該当する地層である瀬棚層の下面は最大で地下 220 m 程度の位置に認められる。

また、尻別川河口部では、北海道電力（2015）によれば、尻別川河口を横断する約 1.6 km の区間で実施し、尻別川層（本説明書では瀬棚層に含む）は尻別川に向かって東傾斜しているとしており、本調査での判読によると、第四紀の未固結堆積物に該当する地層の分布は文献調査対象地区では認められない。

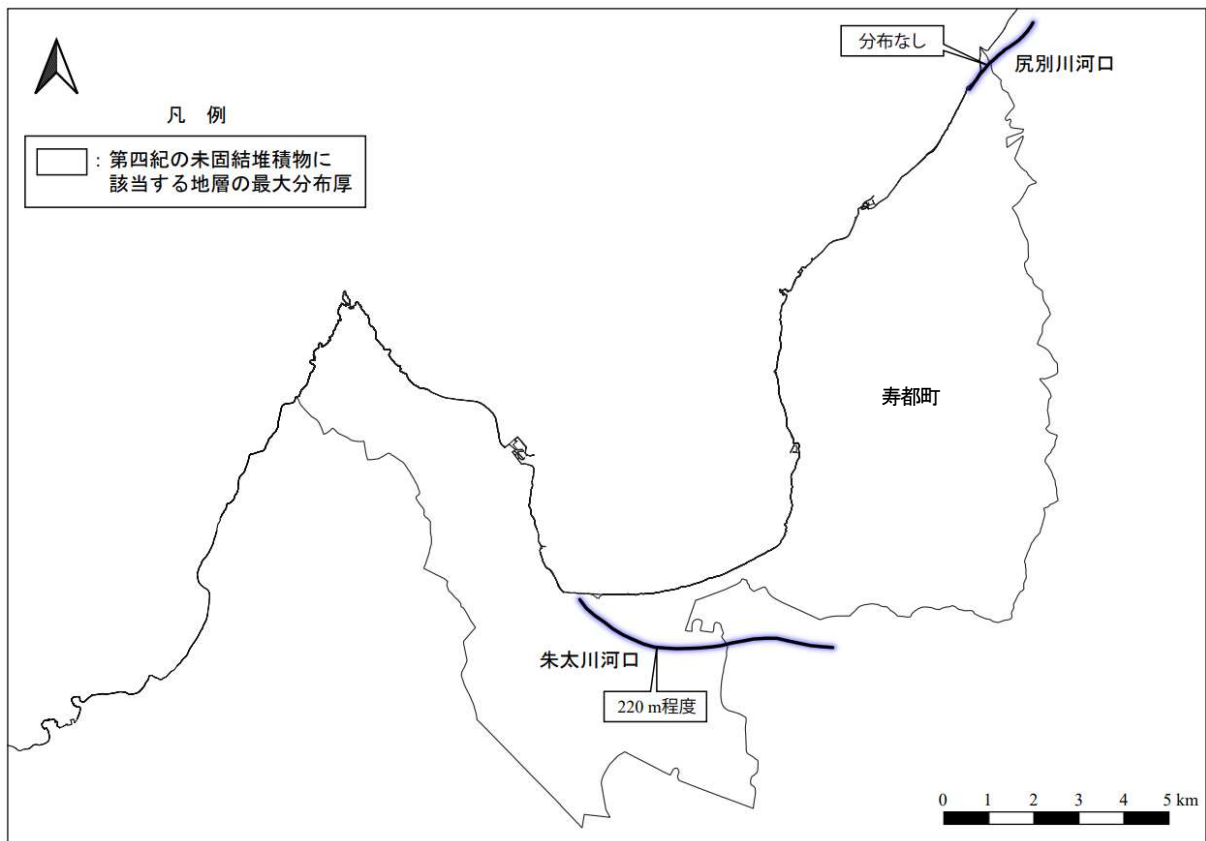


図 4.3-1 反射法地震探査で確認された第四紀の未固結堆積物に該当する地層の最大分布厚  
青線で示す反射法地震探査測線位置は北海道電力（2015）に基づき作成。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

#### 4.3.2 海域

文献調査対象地区の海域における物理探査データには海上保安庁水路部（1995）および北海道電力（2013, 2015）があり、海域で海上音波探査を実施している。また、岡村・佐藤（2023）では、過去に実施された海上音波探査記録に基づいて海底地質図を作成している。

海上音波探査による第四紀の未固結堆積物に該当する地層の分布状況を図 4.3-2 に示す。

##### (1) 海上保安庁水路部（1995）の海上音波探査データおよび海底地質図

海上保安庁水路部（1995）は、文献調査対象地区において海上音波探査を実施し、音波探査記録の解析により地層を区分した断面図を作成している。寿都町の前面海域における各測線および断面での第四紀の未固結堆積物に該当する地層の分布状況について、本調査で判読した内容を以下に記載する。

- ・ A-A'測線では、Vs層の下面が確認できない。
- ・ D-D'測線では、Vs層の下面が最大で海底下100m程度の位置に認められる。Vs層の下面が寿都湾奥部で確認できない。
- ・ E-E'測線およびI-I'測線では、Vs層の下面が一部で確認できない。
- ・ F-F'測線では、Vs層の下面が最大で海底下30m程度の位置に認められる。
- ・ C-D断面では、Vs層の下面が最大で海底下150m程度の位置に認められる。
- ・ G-H断面では、Vs層の下面が最大で海底下200m程度の位置に認められる。

##### (2) 北海道電力（2013, 2015）の海上音波探査データ

北海道電力（2013, 2015）は、文献調査対象地区において海上音波探査を実施し、音波探査記録の解析により地層を区分した断面図を作成している。寿都町の前面海域における各測線での第四紀の未固結堆積物に該当する地層の分布状況について、本調査で判読した内容を以下に記載する。

- ・ 測線EW12W, 測線EW11B, 測線EW12Bおよび測線NS3Wでは、IV層の下面が寿都湾奥部で確認できない。
- ・ 測線EW4Aおよび測線7では、I層が海底面付近に認められる。
- ・ 測線EW3AおよびNESW2Aでは、第四紀の未固結堆積物に該当する地層は認められない。
- ・ 測線EW2Aでは、IV層の下面が最大で海底下200m程度の位置に認められる。
- ・ 測線NESW4Wでは、IV層の下面が最大で海底下70m程度の位置に認められる。文献調査対象地区の東側境界部付近ではIV層の下面が確認できない。
- ・ 測線NESW5Wでは、IV層の下面が最大で海底下130m程度の位置に認められる。文献調査対象地区の東側境界部付近ではIV層の下面が確認できない。
- ・ 測線NESW4.5Wでは、IV層の下面が文献調査対象地区の東側境界部付近で確認できない。
- ・ 測線aでは、IV層の下面が最大で海底下240m程度の位置に認められる。

##### (3) 岡村・佐藤（2023）の海底地質図

岡村・佐藤（2023）は、文献調査対象地区において過去に実施された海上音波探査記録（高分解能音波探査断面データベース：GH95, GH96, GH99）の解析により地層を区分した断面図を作成している。寿都町の前面海域における本調査での判読によると、Q-R断面では第四紀の未固結堆積物に該当する地層は認められない。

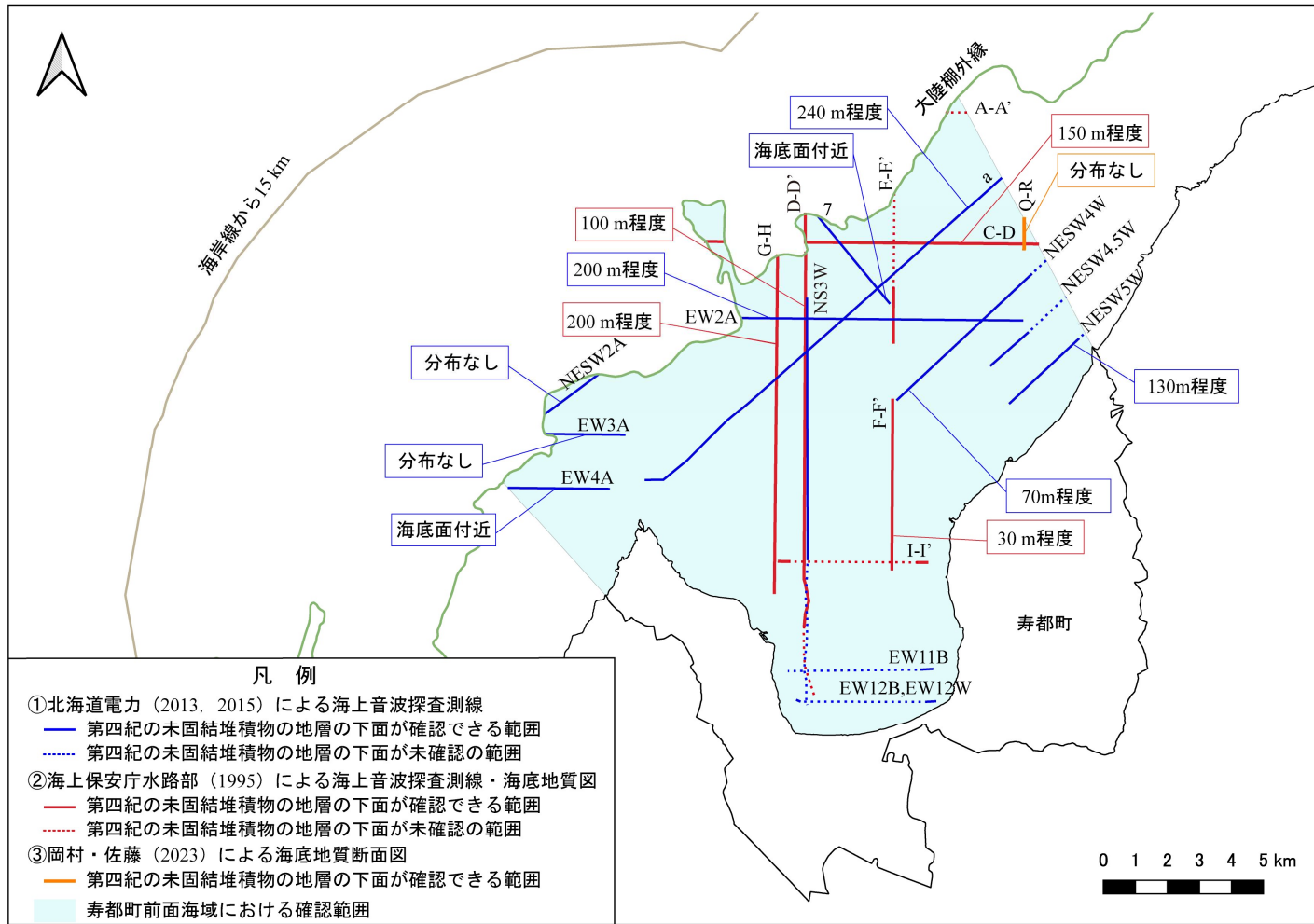


図 4.3-2 海上音波探査で確認された第四紀の未固結堆積物に該当する地層の分布状況

海上音波探査測線および地質断面位置は海上保安庁水路部（1995）、北海道電力（2013，2015）、岡村・佐藤（2023）に基づき作成。本調査で判読した各測線・断面における第四紀の未固結堆積物に該当する最大分布厚を示す。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

## 第5章 基準に照らした評価

### 5.1 基準に照らした評価

表 5.1-1 に評価結果を示す。「文献調査段階の評価の考え方」の基準に該当することが明らかまたは可能性が高い場所は文献調査対象地区にはなく、避ける場所はない。

陸域では、山岸ほか（1976）によれば、瀬棚層に相当する尻別川層が 500 m 以上の層厚で文献調査対象地区の境界部付近（尻別川左岸）に東傾斜で分布するとしているものの、文献調査対象地区での層厚は不明である。なお、北海道電力（2015）では、文献調査対象地区には瀬棚層に相当する尻別川層は分布しないと評価している（4.1.2, 4.3.1 参照）。以上より、尻別川左岸では、第四紀の未固結堆積物が地下 300 m 以深に分布する可能性はあるが、明らかまたは可能性が高いとはいえない。

海域では、海上保安庁水路部（1995）および北海道電力（2013, 2015）によれば、寿都湾内および文献調査対象地区の東側境界部付近で第四紀の未固結堆積物に該当する地層の下面が一部確認できない箇所があるが、海底下 300 m 以深において第四紀の未固結堆積物に該当する地層が分布している情報はない。

なお、地下 300 m 以深の岩盤強度に関する文献・データについて、文献調査対象地区では確認されないことから、定量的な評価は実施していない。

表 5.1-1 評価結果

| 第四紀の未固結堆積物（基準（ア）かつ（イ））に該当する地層 |                                                                                                          | 最終処分を行おうとする地層における分布                                                                                                                                                            | 基準に照らした評価 |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 陸域                            | 沖積堆積物                                                                                                    | 地下 300 m 以深に分布している情報なし                                                                                                                                                         | 避ける場所はない  |
|                               | 段丘堆積物および崖錐・地すべり堆積物                                                                                       | 地下 300 m 以深に分布している情報なし                                                                                                                                                         |           |
|                               | 瀬棚層                                                                                                      | 尻別川左岸における地下 300 m 以深の分布は不明<br>・ 山岸ほか（1976）では、瀬棚層に相当する尻別川層が 500 m 以上の層厚で文献調査対象地区の境界部付近に東傾斜で分布しているとの記載があるが、文献調査対象地区での層厚は不明。<br>・ 北海道電力（2015）では、文献調査対象地区には瀬棚層に相当する尻別川層は分布しないとの評価。 |           |
| 海域                            | 海上保安庁水路部（1995）<br>： I <sub>s</sub> ～V <sub>s</sub> 層<br>北海道電力（2015, 2016a）<br>： I～IV層<br>岡村・佐藤（2023）： Q層 | 海底下 300 m 以深に分布している情報なし<br>（寿都湾内および文献調査対象地区の東側境界部付近では第四紀の未固結堆積物に該当する地層における下面の分布が一部で確認できない）                                                                                     |           |

## 5.2 概要調査に向けた考え方

概要調査段階以降の調査を実施する場合には、陸域の尻別川左岸における瀬棚層、海域の寿都湾内および文献調査対象地区の東側境界部付近における第四紀の未固結堆積物の分布に留意する必要がある。

概要調査では、「第四紀の未固結堆積物」に関する検討は「坑道の掘削への支障」の要件に照らした調査・評価の中で扱う。概要調査では、「坑道の掘削への支障」がないように「最終処分を行おうとする地層及びその周辺の地層」（以下、対象地層等という。）を選ぶことから、個別の地層や岩体を対象地層等からの距離などに応じて詳細度を変えて調査・評価する。「第四紀の未固結堆積物」は「最終処分を行おうとする地層」から除外する。

概要調査においては、説明書「地形、地質・地質構造」にて取りまとめた地質図、推定地質断面図などを踏まえ、地表踏査や物理探査等により地下の物性（岩盤の硬さを示す地震波が伝わる速さなど）分布の概要を比較的広範囲で把握したうえで、着目する対象地層等においてボーリング調査を実施し、岩相の分布の確認やボーリング孔を用いた原位置試験や岩石試料を用いた試験により、岩盤の硬さなどを詳しく調べる。

これまでに整備されている現地調査まで含めた調査・評価手法をまとめたものとして、トンネル標準示方書[山岳工法編]・同解説（土木学会，2016）、また既往の事例として瑞浪超深地層研究所および幌延深地層研究センターにおける深地層研究成果、一般の大深度のトンネル建設事例などを参照する。



## 引用文献

- 防災科学技術研究所：強震観測網（K-NET, KiK-net），<https://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/>，2023年11月27日閲覧。
- 土木学会（2016）トンネル標準示方書〔共通編〕・同解説／〔山岳工法編〕・同解説。
- 沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会（2016）沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会とりまとめ。
- 藤本和徳，高橋徹哉，鈴木隆広編（2004）北海道市町村の地熱・温泉ボーリングデータ集，北海道立地質研究所。
- 原子力発電環境整備機構（2020）北海道寿都郡寿都町 文献調査計画書。
- 原子力規制委員会（2022）特定放射性廃棄物の最終処分における概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項。
- 広田知保，和田信彦，横山英二，菅 和哉（1985）北海道水理地質図「倶知安」及び説明書，北海道水理地質図幅，7，北海道立地下資源調査所。
- 北海道電力（2013）第18回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合（2013年9月11日開催）。
- 北海道電力（2015）泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書（3号発電用原子炉施設の変更）。
- 北海道電力（2016a）第404回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合（2016年9月30日開催）。
- 北海道電力（2016b）第410回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合（2016年10月21日開催）。
- 池谷仙之，林 慶一（1982）北海道渡島半島黒松内地方の地質，地質学雑誌，88，7，pp.613-632。
- 石田正夫，三村弘二，広島俊男（1991）20万分の1地質図幅「岩内（第2版）」，20万分の1地質図，地質調査所。
- 海上保安庁水路部（1995）沿岸の海の基本図（5万分の1）寿都，海図，第6325号<sup>1-5</sup>。
- 鹿野和彦，加藤碩一，柳沢幸夫，吉田史郎編（1991）日本の新生界層序と地史，地質調査所報告，274。
- 経済産業省資源エネルギー庁（2023）文献調査段階の評価の考え方。
- 国土交通省：国土地盤情報検索サイト KuniJiban，<http://www.kunijiban.pwri.go.jp>，2023年11月27日閲覧。
- 国土交通省：国土数値情報（行政区域データ），<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>，2023年8月18日閲覧。
- 国土交通省：国土数値情報（海岸線データ），<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>，2023年8月18日閲覧。
- 越谷 賢，丸井敦尚（2012）日本列島における地下水賦存量の試算に用いた堆積物の地層境界面と層厚の三次元モデル（第一版），地質調査総合センター研究資料集，564。
- 久保和也，石田正夫，成田英吉（1983）長万部地域の地質，地域地質研究報告（5万分の1図幅），札幌（4）第48号，地質調査所。
- 久保和也，柴田 賢，石田正夫（1988）西南北海道，長万部地域の新第三紀火山岩類のK-Ar年代，地質学雑誌，94，10，pp.789-792。

- 黒沢邦彦, 田近 淳, 八幡正弘, 山岸宏光 (1993) 5万分の1地質図幅「大平山」及び説明書, 5万分の1地質図, 札幌-第47号, 北海道立地下資源調査所.
- 日本地質学会執行理事会 (2023) 地質系統・年代の日本語記述ガイドライン 2023年9月改訂版, <https://geosociety.jp/name/content0062.html>, 2024年6月26日閲覧.
- 岡村 聡 (1984) 西南北海道寿都半島における新第三系と火山活動, 地質学雑誌, 90, 6, pp.383-391.
- 岡村行信 (2008) 石狩湾海底地質図, 海洋地質図, 67 (CD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 岡村行信, 佐藤太一 (2023) 積丹半島付近海底地質図, 海洋地質図, 94, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 嵯峨山 積, 内田康人, 大澤賢人, 菅 和哉, 濱田誠一, 村山泰司, 仁科健二 (2000) 北海道沿岸域の地質・底質環境—2— 西北海道海域, 北海道立地質研究所調査研究報告, 29.
- 産業技術総合研究所: 高分解能音波探査断面データベース (3.5kHz SBP), [https://gbank.gsj.jp/sbp\\_db/pages/cover.html](https://gbank.gsj.jp/sbp_db/pages/cover.html), 2023年9月25日閲覧.
- 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 地層処分技術WG (2017) 地層処分に関する地域の科学的な特性の提示に係る要件・基準の検討結果 (地層処分技術WGとりまとめ) .
- 鈴木 守, 山岸宏光, 高橋功二, 庄谷幸夫 (1981) 5万分の1地質図幅「寿都」及び説明書, 5万分の1地質図, 札幌-第36号, 北海道立地下資源調査所.
- 高見雅三, 鈴木隆広, 高橋徹哉, 柴田智郎, 小澤 聡, 藤本和徳, 秋田藤夫 (2008) 北海道地熱・温泉ボーリング井データ集および索引図 (統合版), 北海道立地質研究所.
- 山岸宏光, 国府谷盛明, 安藤重幸 (1976) 5万分の1地質図幅「島古丹」及び説明書, 5万分の1地質図, 札幌-第26号, 北海道立地下資源調査所.
- 山岸宏光 (1984) 5万分の1地質図幅「歌棄」及び説明書, 5万分の1地質図, 札幌-第37号, 北海道立地下資源調査所.

## 添付資料 A 情報を抽出した文献・データのリスト

北海道寿都郡寿都町の文献調査において、第四紀の未固結堆積物に関する情報を抽出した文献・データは、以下に示す 77 件であった。

- A**  
秋葉 力 (1957) 北海道後志国大金鉱山附近の地質および鉱床 特に西谷鍾群について、鉱山地質, 7, 3, pp. 30-48.
- B**  
防災科学技術研究所：強震観測網 (K-NET, KiK-net), <https://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/>, 2023 年 11 月 27 日閲覧。  
防災科学技術研究所：日本列島下の三次元地震波速度構造 (海域拡大 2019 年版), [https://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo\\_kozou/](https://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo_kozou/), 2022 年 5 月 24 日閲覧。
- F**  
藤本和徳, 高橋徹哉, 鈴木隆広編 (2004) 北海道市町村の地熱・温泉ボーリングデータ集, 北海道立地質研究所。
- H**  
広島俊男, 牧野雅彦, 村田泰章, 森尻理恵, 駒澤正夫 (1997) 渡島地域重力図, 重力図, 8, 地質調査所。  
広田知保, 和田信彦, 横山英二, 菅 和哉 (1985) 北海道水理地質図「倶知安」及び説明書, 北海道水理地質図幅, 7, 北海道立地下資源調査所。  
北海道電力 (2009) 泊発電所 1 号機及び 2 号機「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果 報告書。  
北海道電力 (2013) 泊発電所 平成 23 年東北地方太平洋沖地震の知見等を踏まえた原子力施設への地震動及び津波の影響に関する安全性評価 地質調査結果報告書。  
北海道電力 (2013) 泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書 (1 号及び 2 号発電用原子炉施設の変更)。  
北海道電力 (2015) 泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書 (3 号発電用原子炉施設の変更)。  
北海道電力：北海道電力株式会社 泊発電所 (3 号炉) 関連審査会合。  
北海道電力：北海道電力株式会社 泊発電所 (1・2 号炉) 関連審査会合。  
北海道土木地質データ集作成委員会編 (2017) 北海道地方土木地質図および同解説書, 日本応用地質学会北海道支部。
- I**  
池谷仙之, 林 慶一 (1982) 北海道渡島半島黒松内地方の地質, 地質学雑誌, 88, 7, pp. 613-632。  
石田正夫, 秦 光男 (1989) 西南北海道渡島半島第三系の地質構造発達史, 地質学論集, 32, pp. 29-56。
- 石田正夫, 三村弘二, 広島俊男 (1991) 20 万分の 1 地質図幅「岩内 (第 2 版)」, 20 万分の 1 地質図, 地質調査所。  
板木拓也, 能條 歩 (2004) 西南北海道今金地域の第三系黒松内層から産出した放射虫化石による生層序年代, 地質学雑誌, 110, 5, pp. 325-328。  
伊藤陽司, 山岸宏光, 川村信人, 堀 俊和 (1999) 北海道における地すべり地形の特徴—地すべり地形データベースの解析から—, 地すべり, 35, 4, pp. 7-15。
- K**  
海上保安庁水路部 (1995) 沿岸の海の基本図 (5 万分の 1) 寿都, 海図, 第 6325 号 1-S。  
片山 肇, 井内美郎, 池原 研 (2012) 積丹半島付近表層堆積図, 海洋地質図, 76 (CD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター。  
片山 肇, 井内美郎, 池原 研 (2013) 奥尻島北方表層堆積図, 海洋地質図, 80 (CD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター。  
経済産業省資源エネルギー庁 (2001) 平成 12 年度 広域地質構造調査報告書 北海道南部地域。  
小嶋 尚, 野上道男, 小野有五, 平川一臣編 (2003) 日本の地形 2 北海道, 東京大学出版会。  
小池一之, 町田 洋編 (2001) 日本の海成段丘アトラス, 東京大学出版会。  
国土庁土地局 (1975) 縮尺 20 万分の 1 土地分類図付属資料 北海道 I (石狩・後志・胆振支庁)。  
国土交通省：国土情報検索サイト KuniJiban, <http://www.kunijiban.pwri.go.jp>, 2023 年 11 月 27 日閲覧。  
駒澤正夫, 広島俊男, 村田泰章, 牧野雅彦, 森尻理恵 (1998) 札幌地域重力図 (ブーゲー異常), 重力図, 10, 地質調査所。  
駒沢正夫, 広島俊男, 石原文実, 村田泰章, 山崎俊嗣, 上嶋正人, 牧野雅彦, 森尻理恵, 志知龍一, 岸本清行, 木川栄一 (1999) 日本重力図 (ブーゲー異常), 地質調査所。  
越谷 賢, 丸井敦尚, 伊藤成輝, 吉澤拓也 (2011) 日本列島における三次元水文地質モデルの構築と地下水賦存量の試算, 地下水学会誌, 53, 4, pp. 357-377。  
越谷 賢, 丸井敦尚 (2012) 日本列島における地下水賦存量の試算に用いた堆積物の地層境界面と層厚の三次元モデル (第一版), 地質調査総合センター研究資料集, 564。  
久保和也, 石田正夫, 成田英吉 (1983) 長万部地域の地質, 地域地質研究報告 (5 万分の 1 図幅), 札幌 (4) 第 48 号, 地質調査所。  
久保和也, 柴田 賢, 石田正夫 (1988) 西南北海道, 長万部地域の第三紀火山岩類の K-Ar 年代, 地質学雑誌,

94, 10, pp. 789–792.  
黒沢邦彦, 田近 淳, 八幡正弘, 山岸宏光 (1993) 5 万分の 1 地質図幅「大平山」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 47 号, 北海道立地下資源調査所.

## M

松原 誠, 石山達也, 野 徹夫, 植平賢治, 望月将志, 金澤敏彦, 高橋成実, 神谷眞一郎 (2022) 日本列島下の三次元地震波速度構造 (2022 年度版), [https://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo\\_kozo/](https://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo_kozo/), 2023 年 9 月 25 日閲覧.

松波武雄, 秋田藤夫, 高見雅三, 若浜 洋, 岡崎紀俊 (1991) 北海道地熱・温泉ボーリング井データ集 ~1990, 北海道立地下資源調査所.

松波武雄, 秋田藤夫, 高見雅三, 若浜 洋, 岡崎紀俊 (1991) 北海道地熱・温泉ボーリング井索引図 ~1990, 北海道立地下資源調査所.

松波武雄, 鈴木豊重, 藤本和徳, 秋田藤夫, 若浜 洋 (1996) 北海道地熱・温泉ボーリング井データ集 1991~1995, 北海道立地下資源調査所.

松波武雄, 鈴木豊重, 藤本和徳, 秋田藤夫, 若浜 洋 (1996) 北海道地熱・温泉ボーリング井索引図 1991~1995, 北海道立地下資源調査所.

松波武雄, 秋田藤夫, 柴田智郎, 藤本和徳, 鈴木隆広, 高橋徹哉 (2001) 北海道地熱・温泉ボーリング井データ集 1996~2000, 北海道立地質研究所.

松波武雄, 秋田藤夫, 柴田智郎, 藤本和徳, 鈴木隆広, 高橋徹哉 (2001) 北海道地熱・温泉ボーリング井索引図 1996~2000, 北海道立地質研究所.

## N

長尾 巧, 佐々保雄 (1933) 北海道西南部の新生代層と最近の地史 (1), 地質学雑誌, 40, 480, pp. 555–577.  
日本地質学会編 (2010) 日本地方地質誌 1 北海道地方, 朝倉書店.

日本の地質『北海道地方』編集委員会編 (1990) 日本の地質 1 北海道地方, 共立出版.

日本の地質増補版編集委員会編 (2005) 日本の地質 増補版, 共立出版.

能條 歩, 都郷義寛, 鈴木明彦, 嵯峨山 積 (1994) 西南北海道今金地域の新第三系黒松内層の岩相層序と年代, 地質学雑誌, 100, 10, pp. 771–786.

能條 歩, 長谷川四郎, 岡田尚武, 都郷義寛, 鈴木明彦, 松田敏孝 (1999) 西南北海道瀬棚層の広域的岩相層序区分と生層序年代, 地質学雑誌, 105, 5, pp. 370–388.

## O

岡村 聰 (1984) 西南北海道寿都半島における新第三系と火山活動, 地質学雑誌, 90, 6, pp. 383–391.

岡村 聰 (1986) 西南北海道寿都半島の新第三紀火山岩類, 地質学雑誌, 92, 2, pp. 91–108.

岡村行信, 佐藤太一 (2023) 積丹半島付近海底地質図, 海

洋地質図, 94, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

岡 孝雄 (2006) 北海道沿岸域の沖積層研究の現状, 地質学論集, 59, pp. 53–72.

奥村晃史, 八木浩司, 寒川 旭 (1984) 黒松内低地帯の後期更新世段丘に関する年代資料, 第四紀研究, 23, 3, pp. 209–212.

## S

嵯峨山 積 (2000) 北海道の新生界中部中新統~鮮新統層序と堆積盆の動き, 北海道立地質研究所報告, 71, pp. 59–102.

嵯峨山 積, 内田康人, 大澤賢人, 菅 和哉, 濱田誠一, 村山泰司, 仁科健二 (2000) 北海道沿岸域の地質・底質環境—2— 西南北海道海域, 北海道立地質研究所調査研究報告, 29.

酒匂純俊, 和気 徹, 早川福利, 二間瀬 洸, 横山英二, 斎藤尚志, 松波武雄, 内田 豊 (1976) 北海道の地熱・温泉 (A) 西南北海道中南部, 地下資源調査所調査研究報告, 3.

産業技術総合研究所: 高分解能音波探査断面データベース (3.5kHz SBP), [https://gbank.gsj.jp/sbp\\_db/pages/cover.html](https://gbank.gsj.jp/sbp_db/pages/cover.html), 2023 年 9 月 25 日閲覧.

産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2003) 100 万分の 1 日本地質図第 3 版 CD-ROM 版第 2 版, 数値地質図, G-1.

産業技術総合研究所地質調査総合センター (2005) 日本空中磁気データベース, 数値地質図, P-6.

産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2013) 日本重力データベース DVD 版, 数値地質図, P-2.

産業技術総合研究所地質調査総合センター (2022) 20 万分の 1 日本シームレス地質図 V2, <https://gbank.gsj.jp/seamless/v2.html>, 2023 年 9 月 25 日閲覧.

産業技術総合研究所地質調査総合センター: 海域地質構造データベース, <https://gbank.gsj.jp/marineseisdb/>, 2023 年 9 月 25 日閲覧.

産業技術総合研究所地質調査総合センター: 地質図表示システム 地質図 Navi, <https://gbank.gsj.jp/geonavi/>, 2023 年 9 月 25 日閲覧.

瀬川秀良 (1967) 北海道寿都地方の海岸段丘, 東北地理, 19, 1, pp. 10–14.

清水文健, 井口 隆, 大八木規夫 (2010) 地すべり地形分布図第 45 集「岩内」, 防災科学技術研究所研究資料, 339.

新エネルギー総合開発機構 (1987) 昭和 61 年度全国地熱資源総合調査 (第 2 次) 火山性熱水対流系地域タイプ① (ニセコ地域) 地熱調査成果図集.

須田芳朗, 村田泰章, 菊地恒夫, 花岡尚之 (1991) 岩石物性値データベース (PROCK), 地質調査所研究資料集, 155, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

鈴木 守, 山岸宏光, 高橋功二, 庄谷幸夫 (1981) 5 万分の 1 地質図幅「寿都」及び説明書, 5 万分の 1 地質図,

札幌-第 36 号, 北海道立地下資源調査所.

## T

高見雅三, 鈴木隆広, 高橋徹哉, 柴田智郎, 小澤 聡, 藤本和徳, 秋田藤夫 (2008) 北海道地熱・温泉ボーリング井データ集および索引図 (統合版), 北海道立地質研究所.

椿原慎一, 長谷川四郎, 丸山俊明 (1989) 西南北海道黒松内地域の上部新生界—とくに黒松内層の層序と微化石年代について—, 地質学雑誌, 95, 6, pp. 423–438.

対馬坤六 (1968) 20 万分の 1 地質図幅「岩内」, 20 万分の 1 地質図, NK-54-20, 地質調査所.

## Y

八幡正弘 (1989) 西南北海道北部の新生界とその特徴, 地質学論集, 32, pp. 7–28.

八幡正弘 (2002) 北海道における後期新生代の鉱化作用および熱水活動の時空変遷, 北海道立地質研究所報告, 73, pp. 151–194.

矢島澄策, 古館兼治, 陸川正明 (1939) 壽都圖幅説明書, 北海道工業試験場地質調査報告, 4.

山岸宏光, 国府谷盛明, 安藤重幸 (1976) 5 万分の 1 地質図幅「島古丹」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 26 号, 北海道立地下資源調査所.

山岸宏光 (1984) 5 万分の 1 地質図幅「歌棄」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 37 号, 北海道立地下資源調査所.

山岸宏光 (1989) 西南北海道における新第三紀火山岩相の特徴と噴火活動略史, 地質学論集, 32, pp. 385–397.

山岸宏光, 伊藤陽司 (1993) 北海道における地すべり地形の分布からみた地質分帯, 地すべり, 30, 2, pp. 1–9.

山岸宏光編 (1993) 北海道の地すべり地形 分布図とその解説, 北海道大学図書刊行会.

北海道寿都郡寿都町  
文献調査報告書

鉱物資源・地熱資源に関する説明書

2024年11月

原子力発電環境整備機構

2024年11月 発行 原子力発電環境整備機構

本資料を利用する際は出典を記載してください。出典の記載方法は以下のとおりです。編集・加工等して利用する際には、以下の出典表記とは別に編集・加工等を行ったことを記載してください。

(出典の記載例)

原子力発電環境整備機構 (2024) 北海道寿都郡寿都町文献調査報告書

また、第三者(原子力発電環境整備機構以外のものをいいます。以下同じ。)の著作物が含まれる場合(例えば、原子力発電環境整備機構が第三者の図表等を用いて転載・編集・加工等している図表等)には、別途、第三者からの許諾が必要になることがあります。利用者の責任において、第三者が権利を有している部分を確認し、当該第三者から利用の許諾を得てください。

上記は、著作権法上認められている引用などの利用について、制限するものではありません。

## 目 次

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 第1章 調査・評価の考え方               | 1  |
| 1.1 調査のよりどころ                | 1  |
| 1.1.1 文献調査計画書               | 1  |
| 1.1.2 「考慮事項」                | 1  |
| 1.1.3 「文献調査段階の評価の考え方」       | 2  |
| 1.2 評価の考え方                  | 3  |
| 1.2.1 基準への該当性の確認（鉱物資源）      | 4  |
| 1.2.2 基準への該当性の確認（地熱資源）      | 8  |
| 1.3 調査の進め方                  | 8  |
| 第2章 文献・データの収集・情報の抽出         | 10 |
| 2.1 収集対象範囲                  | 10 |
| 2.2 収集・抽出の観点                | 10 |
| 2.2.1 鉱物資源の収集・抽出の観点         | 11 |
| 2.2.2 地熱資源の収集・抽出の観点         | 11 |
| 2.3 抽出結果                    | 11 |
| 第3章 検討対象の抽出および鉱物資源に関する情報の概要 | 13 |
| 3.1 鉱業権                     | 13 |
| 3.2 油田・ガス田および炭田             | 13 |
| 3.2.1 油田・ガス田                | 13 |
| 3.2.2 炭田                    | 14 |
| 3.3 金属鉱物・非金属鉱物              | 15 |
| 3.3.1 内藤（2017）による鉱床等の位置情報   | 15 |
| 3.3.2 その他の文献・データにおける鉱床等の情報  | 19 |
| 第4章 鉱物資源に関する基準に照らした評価       | 21 |
| 4.1 油田・ガス田および炭田             | 21 |
| 4.1.1 油田・ガス田                | 21 |
| 4.1.2 炭田                    | 21 |
| 4.2 金属鉱物および非金属鉱物            | 22 |
| 4.2.1 金属鉱物・非金属鉱物に関するまとめ     | 22 |
| 4.2.2 寿都鉱山の鉱床               | 25 |
| 4.2.3 正荘鉱山の鉱床               | 28 |
| 4.2.4 永泰鉱山の鉱床               | 31 |
| 4.2.5 潮路鉱山の鉱床               | 32 |
| 4.2.6 島古丹鉱床                 | 33 |
| 4.2.7 樽岸鉱床                  | 34 |
| 4.2.8 歌棄鉱床                  | 35 |
| 4.2.9 丸山西方鉱床                | 36 |
| 4.2.10 寿都町湯別鉱化帯             | 37 |



|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 4.2.11 松井鉱山の鉱床.....                 | 39 |
| 4.2.12 弁天沢の廃坑の鉱床.....               | 42 |
| 4.2.13 潮路マンガン鉱山の鉱床.....             | 43 |
| 4.2.14 変質帯および近接する鉱山.....            | 46 |
| 第5章 地熱資源に関する基準に照らした評価.....          | 47 |
| 5.1 地温勾配.....                       | 47 |
| 5.2 発電の用に供する生産井.....                | 49 |
| 第6章 評価のまとめ.....                     | 51 |
| 6.1 鉱物資源.....                       | 51 |
| 6.1.1 現在稼働中または近年稼働していた鉱山の鉱床等.....   | 51 |
| 6.1.2 経済的, 技術的に採掘できる可採埋蔵量等の鉱量等..... | 51 |
| 6.1.3 基準に照らした評価.....                | 51 |
| 6.1.4 概要調査に向けた考え方.....              | 52 |
| 6.2 地熱資源.....                       | 52 |
| 6.2.1 地温勾配.....                     | 52 |
| 6.2.2 発電の用に供する生産井.....              | 52 |
| 6.2.3 基準に照らした評価.....                | 52 |
| 6.2.4 概要調査に向けた考え方.....              | 53 |
| 引用文献.....                           | 54 |

## 図目次

|          |                            |    |
|----------|----------------------------|----|
| 図 1.3-1  | 調査・評価の手順と各章との対応            | 9  |
| 図 2.1-1  | 収集対象範囲                     | 10 |
| 図 3.2-1  | 油田・ガス田の分布                  | 13 |
| 図 3.2-2  | 石油・天然ガス賦存のポテンシャルのあるエリア     | 14 |
| 図 3.2-3  | 炭田の分布                      | 15 |
| 図 3.3-1  | 文献調査対象地区内の鉱床・鉱徴地           | 17 |
| 図 3.3-2  | 文献調査対象地区および隣接自治体の鉱山・鉱床     | 19 |
| 図 4.1-2  | 島牧含炭地地質図                   | 22 |
| 図 4.2-1  | 鉱床位置                       | 23 |
| 図 4.2-2  | 寿都鉱山位置                     | 27 |
| 図 4.2-3  | 寿都鉱山坑道図                    | 28 |
| 図 4.2-4  | 鉱石分析結果                     | 28 |
| 図 4.2-5  | 正荘鉱山の位置                    | 30 |
| 図 4.2-6  | 寿都町湯別鉱化帯位置                 | 39 |
| 図 4.2-7  | 後志国寿都地方金属鉱山分布図（松井鉱山周辺）     | 41 |
| 図 4.2-8  | 後志国寿都鉱山付近地質図（松井鉱山周辺）       | 41 |
| 図 4.2-9  | 後志国寿都鉱山付近地質図（弁天沢の廃坑周辺）     | 43 |
| 図 4.2-10 | 後志国寿都地方金属鉱山分布図（潮路マンガン鉱山周辺） | 45 |
| 図 4.2-11 | 後志国潮路マンガン山地質図              | 45 |
| 図 4.2-12 | 変質帯の分布                     | 46 |
| 図 5.1-1  | 坑井位置                       | 47 |
| 図 5.1-2  | 坑井 437-004 における温度プロファイル    | 48 |
| 図 5.1-3  | 地温勾配評価結果                   | 49 |
| 図 5.2-1  | 地熱発電所が立地する市町村との位置関係        | 50 |

## 表目次

|         |                        |    |
|---------|------------------------|----|
| 表 1.2-1 | 埋蔵鉱量（2009年度）           | 6  |
| 表 1.2-2 | 埋蔵鉱量（2004年度の金属鉱物）      | 6  |
| 表 1.2-3 | 金鉱の埋蔵鉱量                | 6  |
| 表 1.2-4 | 耐火粘土の埋蔵鉱量の比較           | 6  |
| 表 1.2-5 | 比較対象の鉱量等の設定結果          | 7  |
| 表 1.2-6 | 比較対象の鉱量等の設定結果（石油，天然ガス） | 7  |
| 表 1.2-7 | 比較対象の鉱量等の設定結果（石炭）      | 8  |
| 表 3.3-1 | 文献調査対象地区内の鉱床・鉱徴地       | 16 |
| 表 4.2-1 | 基準に照らした評価のまとめ          | 24 |
| 表 4.2-2 | 寿都鉱山に関する記載のまとめ         | 25 |

|          |                          |    |
|----------|--------------------------|----|
| 表 4.2-3  | 正荘鉱山に関する記載のまとめ           | 29 |
| 表 4.2-4  | 永泰鉱山に関する記載のまとめ           | 31 |
| 表 4.2-5  | 潮路鉱山に関する記載のまとめ           | 32 |
| 表 4.2-6  | 島古丹鉱床に関する記載のまとめ          | 34 |
| 表 4.2-7  | 樽岸鉱床に関する記載のまとめ           | 35 |
| 表 4.2-8  | 歌棄鉱床に関する記載のまとめ           | 36 |
| 表 4.2-9  | 丸山西方鉱床に関する記載のまとめ         | 37 |
| 表 4.2-10 | 寿都町湯別鉱化帯に関する記載のまとめ       | 38 |
| 表 4.2-11 | 松井鉱山に関する記載のまとめ           | 39 |
| 表 4.2-12 | 弁天沢の廃坑の鉱床に関する記載のまとめ      | 42 |
| 表 4.2-13 | 潮路マンガン鉱山の鉱床に関する記載のまとめ    | 44 |
| 表 5.1-1  | 文献調査対象地区の坑井における地温勾配および地温 | 48 |
| 表 6.1-1  | 基準に照らした評価（鉱物資源）          | 52 |
| 表 6.2-1  | 基準に照らした評価（地熱資源）          | 53 |

## 添付資料

添付資料 A 情報を抽出した文献・データのリスト

## 第1章 調査・評価の考え方

### 1.1 調査のよりどころ

本説明書は、文献調査の項目のうちの鉱物資源・地熱資源に関する説明書である。鉱物資源・地熱資源に関する調査のよりどころは以下のとおり。

特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律（以下、最終処分法という。）および同法施行規則に基づき、文献調査開始に当たって原子力発電環境整備機構が2020年に公表した「北海道寿都郡寿都町文献調査計画書」（以下、文献調査計画書という。）に従って調査を進めた。その間、原子力規制委員会（2022）の「特定放射性廃棄物の最終処分における概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項」（以下、「考慮事項」という。）が公表され、科学的特性マップ策定時の考え方および「考慮事項」などを参照して最終処分法の要件を具体化した経済産業省資源エネルギー庁（2023）の「文献調査段階の評価の考え方」（以下、「文献調査段階の評価の考え方」という。）が策定されており、これらに基づいて調査・評価を行った。それぞれの概要は以下のとおりである。

なお、最終処分法および同法施行規則については文献調査報告書の4.1.1（1）に示したとおりである。

#### 1.1.1 文献調査計画書

鉱物資源について評価する要件があり、評価に用いる情報の例として、「鉱物資源の種類、分布、規模、品質」および「権利関係」が示されている。また、評価に用いる主要な文献・データとして、以下が示されている。

- ・ 日本油田・ガス田分布図（第2版）（矢崎，1976）
- ・ 日本炭田図（第2版）（徳永ほか，1973）
- ・ 国内の鉱床・鉱徴地に関する位置データ集（第2版）（内藤，2017）
- ・ 鉱物資源図「北海道（東部・西部）」（成田ほか，1996）
- ・ 鉱業原簿および鉱区図（北海道経済産業局）

#### 1.1.2 「考慮事項」

鉱物資源・地熱資源については、「4. 鉱物資源等の掘採」として以下のとおり示されている。これらは、概要調査地区等の選定時において、それぞれの時点で得られている情報に基づき、適切に考慮されるべきであるとされている。

#### 「考慮事項」の「4. 鉱物資源等の掘採」について

資源利用のための掘削が行われる可能性がある十分な量及び品位の鉱物資源<sup>A</sup>の鉱床の存在を示す記録が存在しないこと並びに地温勾配が著しく大きくないこと。

<sup>A</sup> 鉱業法（昭和25年法律第289号）第3条第1項に規定されているものをいう。

<sup>1</sup> 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 地層処分技術WG（以下、地層処分技術WGという。）（2017）。

### 1.1.3 「文献調査段階の評価の考え方」

鉱物資源、地熱資源については、それぞれの基準および基準への該当性の確認の仕方が以下のとおり示されている。

#### (1) 鉱物資源

##### 鉱物資源に関する基準の前提条件

「鉱物資源」に関する基準は、偶発的な人間侵入（掘削により、掘削者が放射性廃棄物に接近するおそれ、生活環境に放射性物質が放出されるおそれ）の可能性をできるだけ低減させることを目的としている<sup>A</sup>。

対象とする「鉱物資源」は、鉱業法第三条第一項に規定されているものとする。したがって、石炭、石油、可燃性天然ガス等の燃料鉱物も含まれる。

最終処分法施行規則第六条第二項第二号に記載されている「掘採が経済的に価値が高い」については、現在の経済的価値に基づくものとする。

<sup>A</sup> 最終処分施設、廃棄物埋設地ではなく、その周辺における掘削の影響については、施設の配置や地下水流動評価といった、工学的対策、安全評価と関連することから、概要調査以降で考慮していく。

##### 鉱物資源の基準

最終処分法施行規則第六条第二項第二号に対応して、最終処分を行おうとする地層と重なる部分について、以下が存在することが明らかまたは可能性が高い場所を避ける。

(ア) 現在稼働中または近年稼働していた、鉱山の鉱床等（炭田、油田、ガス田含む）。

または、

(イ) 経済的、技術的に採掘できる可採埋蔵量等の鉱量等（炭量等を含む）が、同様の鉱種の現在稼働中または近年稼働していた鉱山の鉱床等（炭田、油田、ガス田含む）と同等である鉱床等。

##### 鉱物資源の基準への該当性の確認の仕方

○ 現在稼働中または近年稼働していた、鉱山の鉱床等（炭田、油田、ガス田含む）

「現在稼働中の鉱山の鉱床等」は鉱業権が設定され、休止していない鉱山の鉱床等とする。また、「近年稼働していた鉱山の鉱床等」は公的機関等の埋蔵鉱量調査時点<sup>A</sup>で稼働していた鉱山の鉱床等とする<sup>B</sup>。

○ 経済的、技術的に採掘できる可採埋蔵量等の鉱量等（炭量等を含む）<sup>C</sup>

鉱業法施行規則第二十七条に係る施業案等、JIS に基づく鉱量評価が確認できる場合は、その鉱量等とする。JIS に基づく鉱量評価が確認できない場合は、鉱物資源図の鉱床規模評価結果等、公的機関等がとりまとめたデータベース等の結果を鉱量等とする。

最終処分を行おうとする地層に鉱物資源が存在するかどうかについては、鉱量等を計算した区画等を以下のような資料から確認する。

- ・ 日本産業規格（JIS）鉱量計算基準（M1001-1994）解説図 10 に準ずる図面、坑道図等（深度方向）

- ・ 文献（ボーリング結果、深度方向の鉱床評価結果、等）

○ 現在稼働中または近年稼働していた鉱山の鉱床等の鉱量等（比較の対象）<sup>D</sup>

文献調査対象地区の評価対象鉱床等と同鉱種であって、同地区外で現在稼働中または近年稼働していた鉱山の鉱床等と比較する。鉱業法施行規則第二十七条に係る施業案等、JIS に基づく鉱量評価が確認できる場合は、その鉱量等とする。確認できない場合は、公的機関等がとりまとめた統計資料（埋蔵鉱量統計<sup>A</sup>）や調査結果（埋蔵量に関する調査結果に記載された可採埋蔵量）から設定する。

<sup>A</sup> 最近の埋蔵鉱量統計としては、2009年度分、2004年度分がある。

<sup>B</sup> 所管の各経済産業局で鉱業権の設定状況と稼働状態を確認する。

<sup>C</sup> 不明の場合は、十分な評価が行えないとする。

<sup>D</sup> 存在しない場合、「経済的に価値が高いとは言えない」とする。

## (2) 地熱資源

### 地熱資源の基準

以下に該当することが明らかまたは可能性が高い場所を避ける。

(ア) 地温勾配（地下増温率）が100°C/キロメートルを大きく超える記録が確認されている。

または、

(イ) 周辺数キロメートルまでの範囲において発電の用に供する生産井が設置されている。

### 地熱資源の基準への該当性の確認の仕方

○ 地温勾配（地下増温率）が100°C/キロメートルを大きく超える記録

坑井データを調べる。坑井データがない場合は文献<sup>A</sup>等を参照するが、測定点以外の場所は推定であること、概要調査以降では「記録」に限らず、現地調査による確認も考えられていることを踏まえて、判断する。

○ 周辺数キロメートルまでの範囲において発電の用に供する生産井

周辺10km内の、稼働している地熱発電所の位置を資料<sup>B</sup>等で確認する。

<sup>A</sup> 村岡洋文, 阪口圭一, 玉生志郎, 佐々木宗建, 茂野博, 水垣桂子, 駒澤正夫 (2009) : 全国地熱ポテンシャルマップ, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

<sup>B</sup> 火力原子力発電技術協会 (2020) : 地熱発電の現状と動向.

## 1.2 評価の考え方

文献調査対象地区の鉱物資源および地熱資源に関連する事項として、「文献調査段階の評価の考え方」に示された基準（ア）、（イ）および基準への該当性の確認の仕方に従って評価する。

基準への該当性の確認方法を以下に示す。

## 1.2.1 基準への該当性の確認（鉱物資源）

### (1) 確認方法

鉱物資源<sup>2</sup>の基準（ア）について、文献調査対象地区における鉱山の鉱床等の鉱業権の設定状況や稼働状況を所管の各経済産業局などで確認する。

基準（イ）については、1.1.3 (1) に基づき文献調査対象地区の「経済的、技術的に採掘できる可採埋蔵量等の鉱量等（炭量等を含む）」を確認する。確認した鉱量等が、1.1.3 (1) に基づき「現在稼働中または近年稼働していた鉱山の鉱床等の鉱量等（比較の対象）」として設定する比較対象の鉱量等（1.2.1 (2) 参照）と同等以上の場合は、基準（イ）に該当する鉱床等として評価する。また、埋蔵鉱量統計調査などで結果が確認されず、比較対象の鉱量等が設定できない鉱種の鉱床等は、基準（イ）に該当しない鉱床等として評価する。

以上により、基準（ア）または（イ）に該当する鉱床等が、最終処分を行おうとする地層と重なる部分に存在することが明らかまたは可能性が高い場合、避ける場所として評価する。

### (2) 比較対象の鉱量等の設定

比較対象の鉱量等の設定においては、1.1.3 (1) に基づき埋蔵鉱量を JIS 鉱量計算基準などの一定の基準により、至近に計算されたものを用いることを基本とするが、JIS 鉱量計算基準などに基づく鉱量評価結果が確認されなかったため、本調査では公的機関などが取りまとめた埋蔵鉱量統計などを参照した。これらのデータでは、個々の鉱山の可採埋蔵量等のデータが公表されていなかったため、公表されている調査時点で稼働している鉱山（不明の場合は調査された鉱山）の1ヵ所当たりの平均値を比較対象の鉱量等とした。

なお、埋蔵鉱量統計は2009年の調査以降は総務省の基幹統計としての指定が解除されたため<sup>3</sup>、参照可能な記録は古い（2004年、2009年以前）。統計が取りまとめられた時点と現在の状況を比べると、金属鉱業の事業所数は漸減傾向にあることから<sup>4</sup>、経済性をやや過大評価し、避ける場所が多くなる可能性があることに留意しておく。

<sup>2</sup> 対象とする鉱物資源は「考慮事項」に従い、鉱業法（昭和25年法律第289号）第3条第1項に規定されているものとした。令和4年5月20日法律第46号による改正（令和5年4月1日施行）で希土類金属鉱が追加されるとともに一部鉱物名の表記が改められた。本説明書では同改正内容を反映している。

第三条 この条以下において「鉱物」とは、金鉱、銀鉱、銅鉱、鉛鉱、ビスマス鉱、すず鉱、アンチモン鉱、亜鉛鉱、鉄鉱、硫化鉄鉱、クロム鉄鉱、マンガン鉱、タングステン鉱、モリブデン鉱、砒鉱、ニッケル鉱、コバルト鉱、ウラン鉱、トリウム鉱、希土類金属鉱、りん鉱、黒鉛、石炭、亜炭、石油、アスファルト、可燃性天然ガス、硫黄、石膏、重晶石、明ばん石、螢石、石綿、石灰石、ドロマイト、けい石、長石、ろう石、滑石、耐火粘土（ゼーゲルコーン番号三十一以上の耐火度を有するものに限る。以下同じ。）及び砂鉱（砂金、砂鉄、砂すずその他沖積鉱床をなす金属鉱をいう。以下同じ。）をいう。

<sup>3</sup> 埋蔵鉱量統計は、日本国内に埋蔵されている鉱物（石炭、亜炭、石油、アスファルト及び可燃性天然ガスを除く。）の実態を明らかにすることを目的として、埋蔵鉱量統計調査（基幹統計調査）により作成される調査統計である。埋蔵鉱量統計は、主に鉱物資源の合理的利用及び資源の安定供給を図ることを目的とした国内探鉱開発政策を推進するための基礎資料として利用されてきたが、鉱物資源が海外鉱山から調達されたものが大宗を占める状況となったことなどを背景に同調査の必要性は低下されたとされるなどの理由から、2009年の調査を最後に埋蔵鉱量統計は基幹統計としての指定が解除された（統計委員会、2013）。

<sup>4</sup> 総務省・経済産業省（2012、2021）によれば、鉱業部門の金属鉱業の事業所数は2012年調査では14事業所、2021年調査では7事業所とされている。なお、この事業所数には探鉱活動のみを行っている事業所が含まれている。

(i) 石油、天然ガス、石炭など燃料資源を除く鉱業法対象鉱物

経済産業省資源エネルギー庁により実施された最近の埋蔵鉱量統計調査結果には 2009 年度および 2004 年度分があり、2009 年度の調査結果では、金鉱、けい石、ろう石、石灰石、ドロマイトおよび耐火粘土の可採粗鉱量が示されている（表 1.2-1）。

金鉱について、2009 年度の調査結果と 2004 年度の調査結果（表 1.2-2）を比較すると、2004 年度に対し 2009 年度の金鉱の可採粗鉱量が大幅に減少していた。加えて、金鉱の可採粗鉱量（確定、推定および予想の合計）について調査年度ごとに比較すると、2009 年度は粗鉱量が約 4,000 kt、含有量は約 150 t 減少していた（表 1.2-3）。この理由は、金鉱山として 2022 年現在も稼働し、可採金量が約 170 t（実松，2017）とされている菱刈鉱山の埋蔵鉱量が 2009 年度の調査結果には計上されていないためと推定した。これを踏まえ、現在も稼働している鉱山の鉱量を含めるため、比較対象の鉱量等は 2004 年度の埋蔵鉱量統計調査結果を参照して設定し、2004 年度以降に生産がない鉱種や埋蔵鉱量統計調査の結果がない鉱種については、比較対象の鉱量等が設定できない鉱種とする。

2004 年度の埋蔵鉱量統計調査では、埋蔵鉱量統計調査規則に定める 26 鉱種<sup>5</sup>を対象に実施されているが、マンガン鉱、すず鉱、アンチモン鉱、水銀鉱、クロム鉄鉱、タングステン鉱、モリブデン鉱、重晶石、螢石、硫黄および石膏については該当鉱山がなしとされていたため、これらは比較対象の鉱量等が設定できない鉱種とした。

また、同調査では、硫化鉄鉱、砂鉄、黒鉛、石綿、けい石（炉材けい石）および耐火粘土（頁岩粘土）は、対象鉱山数が 1 または 2 のため旧統計法第 14 条（秘密の保護）の規定により結果が公表されていなかった。2004 年度の品目別の生産量を取りまとめた経済産業省経済産業政策局調査統計部（2005）によれば、白・炉材けい石および木節・頁岩粘土の生産量は示されているが、硫化鉄鉱、砂鉄、黒鉛および石綿の生産量については該当無しとされていた。以上より、硫化鉄鉱、砂鉄、黒鉛および石綿は比較対象の鉱量等が設定できない鉱種とした。比較対象の鉱量等が設定できない鉱種については、鉱物資源としての需要が少なくなったものが含まれる。例えば硫化鉄鉱は、「石油天然ガス精製に伴う回収硫黄、Cu・Pb・Zn 硫化鉱の精錬ガスからの硫黄、化石燃料の燃焼に伴う排煙脱硫硫黄などの供給のため、1972 年日本の鉱石硫黄（補記：硫黄および硫化鉄鉱）の生産は途絶えた。」（地学団体研究会編，2024）とされている。

なお、けい石の埋蔵鉱量は白けい石、天然けい砂および蛙目けい砂についてそれぞれ示されているが（経済産業省資源エネルギー庁，2005）、このうち、白けい石の調査結果から設定することとした。耐火粘土については、カオリン、木節粘土、頁岩粘土の中で調査鉱山数 1 ヶ所当たりの平均値が最も小さい木節粘土から設定した（表 1.2-4）。

以上より、2004 年度の埋蔵鉱量統計調査結果などを参照し、比較対象の鉱量等を設定した（表 1.2-5）。また、同表に記載がない鉱種は、比較対象の鉱量等が設定されなかった。

比較対象の鉱量等の設定において参照した調査結果は、比較的確実度が高い可採埋蔵鉱量（確定）とし、金属鉱物は含有量、非金属鉱物は粗鉱量とした。

なお、参照した記録が統計調査結果であり、合計値と調査鉱山数のみの公表に留まることから、調査鉱山数 1 ヶ所当たりの平均値として比較対象の鉱量等を求めた。

<sup>5</sup> 金鉱、銀鉱、銅鉱、鉛鉱、亜鉛鉱、硫化鉄鉱、鉄鉱、砂鉄、マンガン鉱、すず鉱、アンチモン鉱、水銀鉱、クロム鉄鉱、タングステン鉱、モリブデン鉱、黒鉛、重晶石、螢石、石綿、硫黄、石膏、けい石、ろう石、石灰石、ドロマイトおよび耐火粘土の 26 鉱種が対象とされている（経済産業省資源エネルギー庁，2005）。



表 1.2-1 埋蔵鉱量（2009 年度）

経済産業省資源エネルギー庁（2010）に基づき作成。

| 鉱種         | 調査鉱山数 | 可採粗鉱量（確定分）   |
|------------|-------|--------------|
| 金鉱         | 4     | 2 t（含有量）     |
| けい石（白けい石）  | 17    | 91,739 kt    |
| ろう石        | 15    | 21,834.6 kt  |
| 石灰石        | 154   | 5,945,736 kt |
| ドロマイト      | 12    | 285,760 kt   |
| 耐火粘土（カオリン） | 5     | 2,384.7 kt   |
| 耐火粘土（木節粘土） | 15    | 1,659.8 kt   |
| 耐火粘土（蛙目粘土） | 12    | 5,153.3 kt   |

表 1.2-2 埋蔵鉱量（2004 年度の金属鉱物）

経済産業省資源エネルギー庁（2005）に基づき金属鉱物を抜粋し作成。

| 鉱種    | 調査鉱山数 | 可採粗鉱量（確定分）                           |
|-------|-------|--------------------------------------|
| 金鉱    | 8     | 71 t（含有量）                            |
| 銀鉱    | 9     | 443 t（含有量）                           |
| 銅鉱    | 4     | 4,525 t（含有量）                         |
| 鉛・亜鉛鉱 | 4     | 鉛 62,577 t（含有量）<br>亜鉛 430,400 t（含有量） |
| 鉄鉱    | 4     | 84,585 t（含有量）                        |

表 1.2-3 金鉱の埋蔵鉱量

経済産業省資源エネルギー庁（2005,2010）に基づき作成。

| 調査年度    | 可採粗鉱量（確定，推定，予想の合計） |       |
|---------|--------------------|-------|
|         | 粗鉱量                | 含有量   |
| 2004 年度 | 6,965 kt           | 159 t |
| 2009 年度 | 2,941 kt           | 8 t   |

表 1.2-4 耐火粘土の埋蔵鉱量の比較

カオリンおよび木節粘土は、経済産業省資源エネルギー庁（2005）、頁岩粘土は、2004 年度の結果は調査鉱山数が少なく非公表のため、1997 年度の結果である通商産業省資源エネルギー庁（1998）に基づき作成。

| 種別   | 粗鉱量      | 調査鉱山数 | 1 ヶ所あたり平均 |
|------|----------|-------|-----------|
| カオリン | 2,193 kt | 6     | 365 kt    |
| 木節粘土 | 3,084 kt | 35    | 88 kt     |
| 頁岩粘土 | 435.5 kt | 3     | 145 kt    |

表 1.2-5 比較対象の鉱量等の設定結果

石油，天然ガス，石炭等燃料資源を除く鉱業法対象鉱物について，  
経済産業省資源エネルギー庁（2005）に基づき作成。

| 鉱種    | 埋蔵鉱量<br>(含有量または粗鉱量) | 調査鉱山数<br>(ヵ所) | 設定結果<br>(1ヵ所あたり平均) |
|-------|---------------------|---------------|--------------------|
| 金鉱    | 71 t                | 8             | 8 t (含有量)          |
| 銀鉱    | 443 t               | 9             | 49 t (含有量)         |
| 銅鉱    | 4,525 t             | 4             | 1,131 t (含有量)      |
| 鉛鉱    | 62,577 t            | 4             | 15,644 t (含有量)     |
| 亜鉛鉱   | 430,400 t           | 4             | 107,600 t (含有量)    |
| 鉄鉱    | 84,585 t            | 4             | 21,146 t (含有量)     |
| けい石   | 194,819 kt          | 30            | 6,493 kt (粗鉱量)     |
| ろう石   | 21,484 kt           | 26            | 826 kt (粗鉱量)       |
| 石灰石   | 9,182,301 kt        | 277           | 33,149 kt (粗鉱量)    |
| ドロマイト | 338,568 kt          | 17            | 19,915 kt (粗鉱量)    |
| 耐火粘土  | 3,084 kt            | 35            | 88 kt (粗鉱量)        |

(ii) 石油，天然ガス

全国規模で整理された天然ガス鉱業会編（2023）のデータを参照し，比較対象の鉱量等を設定した。

埋蔵量は同文献が示す 2021 年度末の陸域の原油・天然ガスの埋蔵量<sup>6</sup>を参照した。また，個別の油田，ガス田の埋蔵量が確認されなかったため，同文献の油・ガス田別生産量一覧表（2021 年度）において生産があったとされる油田またはガス田<sup>7</sup>の数を計上し，1ヵ所あたりの平均値を比較対象の鉱量等として設定した（表 1.2-6）。

以上より，比較対象の鉱量等について，油田は1ヵ所あたりの埋蔵量が 24.8 万kℓ程度，ガス田は1ヵ所あたりの埋蔵量が 6.3 億 m<sup>3</sup>程度として設定した。

表 1.2-6 比較対象の鉱量等の設定結果（石油，天然ガス）

天然ガス鉱業会編（2023）に基づき作成

| 種別   | 埋蔵量                  | 油田，ガス田数<br>(ヵ所) | 設定結果<br>(1ヵ所あたり平均)   |
|------|----------------------|-----------------|----------------------|
| 原油   | 423 万kℓ              | 17              | 24.8 万kℓ             |
| 天然ガス | 240 億 m <sup>3</sup> | 38              | 6.3 億 m <sup>3</sup> |

(iii) 石炭，亜炭

全国規模で整理されたカーボンフロンティア機構（JCOAL）のデータを参照し，比較対象の鉱量

<sup>6</sup> 2021 年度末の陸域の原油・天然ガスの埋蔵量は、「海域および水溶性を除く大手数社の計。」としている。

<sup>7</sup> 油・ガス田別生産量一覧表（2021 年度）の油田またはガス田は，陸域，海域ならびに水溶性のものを含む。また，「この統計は，当会会員，会友および子会社分のみで国内の全生産量ではない。」としている。

等を設定した。

石油天然ガス・金属鉱物資源機構（2023）によれば、日本の石炭可採埋蔵量<sup>8</sup>は「瀝青炭と無煙炭を合わせて3億5,500万トンと評価されている（出典：一般財団法人石炭フロンティア機構（JCOAL）コールデータバンク）」としている。また、カーボンフロンティア機構（2023）によれば、2021年1月時点で稼働している炭鉱は7カ所（留萌炭田：1，石狩炭田：5，釧路炭田：1）とされていることから、これを参照し1カ所あたりの平均値を比較対象の鉱量等として設定した（表 1.2-7）。

以上より、炭鉱の比較対象の鉱量等は1カ所あたりの可採埋蔵量が5,071万トン程度として設定した。

表 1.2-7 比較対象の鉱量等の設定結果（石炭）

カーボンフロンティア機構（2023）、石油天然ガス・金属鉱物資源機構（2023）に基づき作成

| 種別          | 可採埋蔵量      | 炭鉱数<br>(カ所) | 設定結果<br>(1カ所あたり平均) |
|-------------|------------|-------------|--------------------|
| 石炭（瀝青炭，無煙炭） | 3億5,500万トン | 7           | 5,071万トン           |

### 1.2.2 基準への該当性の確認（地熱資源）

地温勾配（地下増温率）が100℃/キロメートルを大きく超える記録について、文献調査対象地区内の地温が計測されている坑井データから地温勾配の確認を行う。そのような坑井データのある地点以外については、全国地熱ポテンシャルマップ（村岡ほか，2009）などの文献・データを参照する。このとき、測定点以外は推定であることを踏まえる。

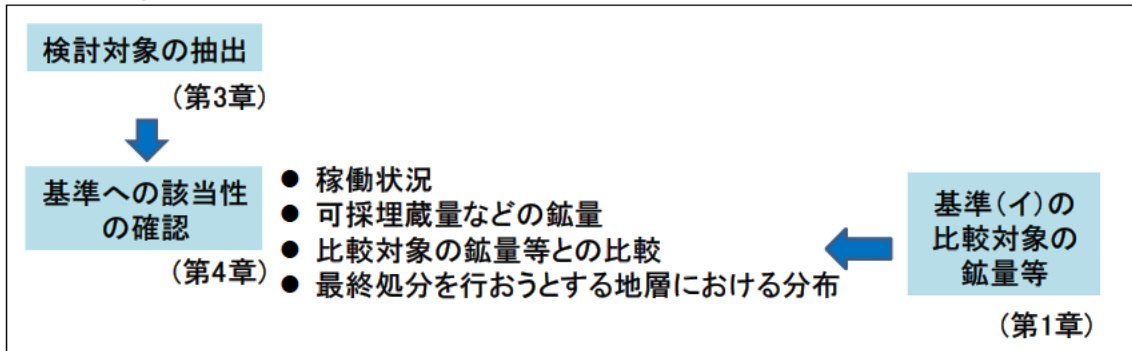
また、周辺数キロメートルまでの範囲において発電の用に供する生産井について、文献調査対象地区およびその周辺の地熱発電所の設置状況を火力原子力発電技術協会で行きまとめられた情報などにより確認する。

### 1.3 調査の進め方

鉱物資源や地熱資源について記載のある文献・データを収集し、情報を抽出する。収集に当たっては文献調査計画書に示した主要な文献・データに加え、公的研究機関が公表している文献・データを収集し、また、学術雑誌に公表されている論文を収集するため、文献データベースで検索を行い収集する。収集した文献から、文献調査対象地区内の鉱物資源の賦存状況や地熱情報に関する地温勾配などの分布状況に関する情報を取得する。これにより抽出した検討対象について、基準への該当性の確認方法に従い調査・評価を行う。調査・評価の手順と各章の対応を図 1.3-1 に示す。

<sup>8</sup> 石炭可採埋蔵量に相当すると考えられる可採炭量は、JISM0104 石炭利用技術用語では、「埋蔵炭量のうち、経済的に採取し得る石炭の量」とされている。埋蔵炭量は石炭可採埋蔵量とは別の指標であり、「ある範囲に賦存していると推定される石炭の量」として JISM1002 炭量計算基準により理論的に算出される。富田（2010）は炭量計算基準に基づく既往の埋蔵炭量調査結果による埋蔵炭量から 1956 年度から 2008 年度までの累計生産量を減じ、日本の残存確定埋蔵量を約 49 億トンと評価している。

< 鉱物資源 >



< 地熱資源 >

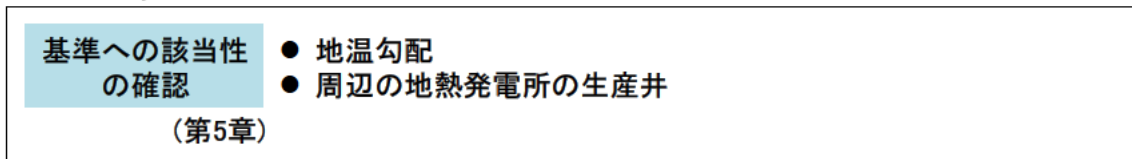


図 1.3-1 調査・評価の手順と各章との対応

## 第2章 文献・データの収集・情報の抽出

### 2.1 収集対象範囲

鉱物資源および地熱資源に関する文献・データなどを確認する収集対象範囲は以下のとおりとする。

文献調査対象地区は、文献調査計画書にも記載のとおり、寿都町全域に加えて沿岸海底下を含めることとしている。沿岸海底下については「沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会 とりまとめ」(沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会, 2016)における検討範囲を参考に文献調査対象地区の海岸線から 15 km 程度以内かつ大陸棚の範囲とし、これらの範囲を収集対象範囲とした(図 2.1-1)。

なお、隣接自治体についても、文献調査対象地区に鉱山などの分布範囲が及ぶかどうかを確認するため文献・データを収集する。

また、日本炭田図などの全国規模で整理された文献についても、文献調査対象地区内の鉱物資源などの記載の有無の確認や鉱床規模の比較資料とするため収集を行う。

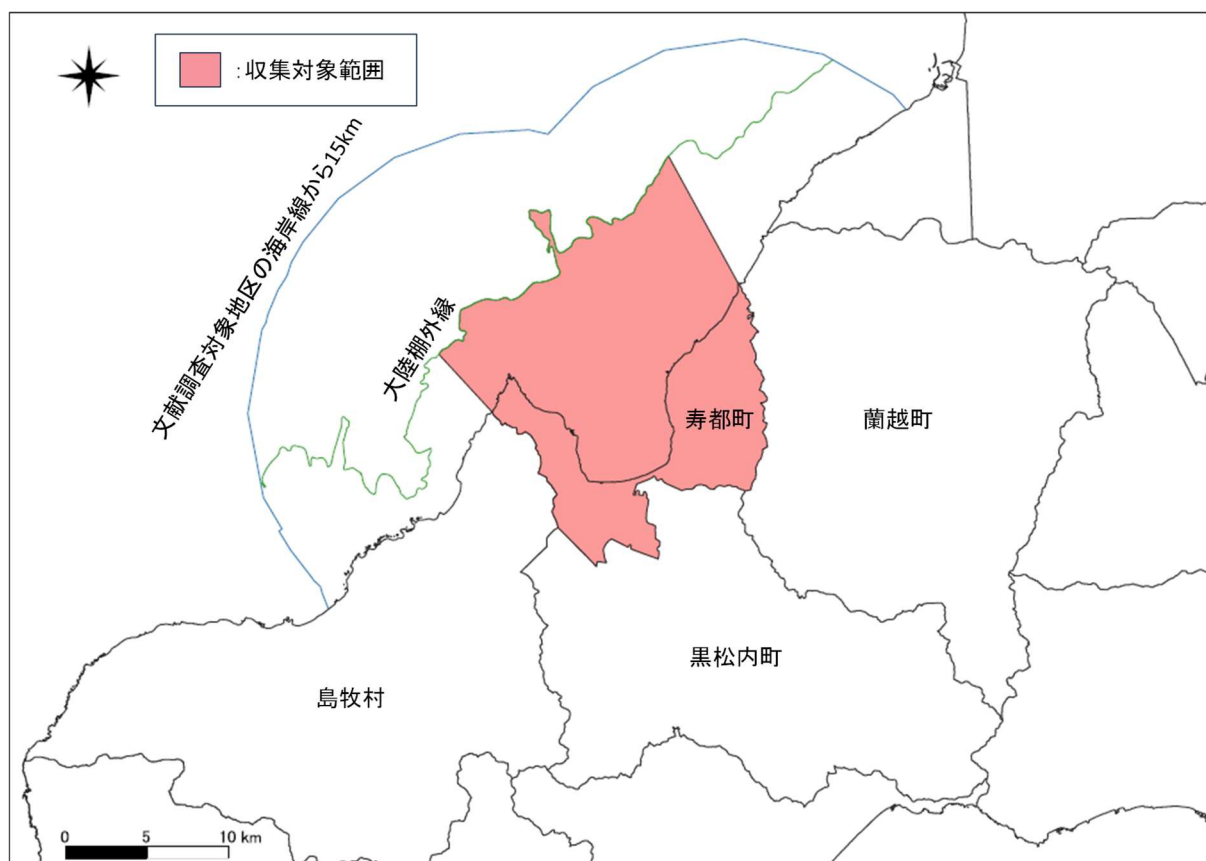


図 2.1-1 収集対象範囲

大陸棚外縁は、海底地形の特徴に基づいて描いた地形線を使用(技術的観点からの検討のうち地形、地質・地質構造に関する説明書参照)。海岸線は「国土数値情報(海岸線データ)」(国土交通省)に、文献調査対象地区および周辺自治体の行政界(黒線)は「国土数値情報(行政区域データ)」(国土交通省)に基づき作成。

### 2.2 収集・抽出の観点

2.1 に示した収集対象範囲の鉱物資源および地熱資源に関する文献・データを収集し、以下の観点

で情報（位置、地質、規模、品位、鉱山の稼働状況、坑井データ、地熱発電所の設置状況など）を抽出する。

### 2.2.1 鉱物資源の収集・抽出の観点

鉱物資源に関する情報（位置、地質、規模、品位、鉱山の稼働状況など）を以下のとおり抽出する。

- ・ 稼働中の鉱山の鉱床  
稼働中の鉱山を抽出する。
- ・ 閉山した鉱山の鉱床  
過去に稼働していた鉱山を抽出する。また、鉱業権が放棄され、鉱業原簿および鉱区図が確認できない場合もあるため、そのほかの文献・データにより過去に稼働していた鉱山を抽出する。  
抽出した各鉱山の鉱床について、最終処分を行おうとする地層<sup>9</sup>での鉱床の賦存に関する情報および経済的、技術的に採掘できる可採埋蔵量等の鉱量に関する情報を整理する。
- ・ 未開発の鉱床  
過去に採掘された記録がないが、文献・データに鉱化帯などと記載されている範囲を抽出する。  
抽出した各鉱床について、最終処分を行おうとする地層での鉱床の賦存に関する情報および経済的、技術的に採掘できる可採埋蔵量等の鉱量に関する情報を整理する。

### 2.2.2 地熱資源の収集・抽出の観点

地熱資源に関する情報（坑井データ、地熱発電所の設置状況など）を以下のとおり抽出する。

- ・ 地温勾配が著しく大きい範囲  
文献調査対象地区内の地温勾配が100°C/キロメートルを超過する範囲を抽出する。
- ・ 地熱発電所の設置状況  
文献調査対象地区およびその周辺の地熱発電所の設置位置を確認し、その生産井の位置からの距離が10 kmの範囲を抽出する。

## 2.3 抽出結果

2.1 および2.2 に基づいて収集し、情報を抽出した文献・データを「添付資料 A 情報を抽出した文献・データのリスト」にまとめた。

また、本説明書において引用している文献・データは、「引用文献」として示した。この「引用文献」には、一般的な教科書類、原子力規制委員会、地層処分技術WGなどの文献・データも含まれる。なお、「情報を抽出した文献・データのリスト」においては1件としている文献・データを、引用箇所を明確にするためにいくつかに分けて扱っている場合もある。一方、収集・抽出の観点には該当するが評価に必要と考えられる情報が確認されなかった場合または情報が重複する（例えば、

<sup>9</sup> 本調査では地下300 m以深の場所とする。

旧版・最新版，引用・被引用文献など）場合など，情報を抽出したリストに示した文献・データでも引用していないものがある。

### 第3章 検討対象の抽出および鉱物資源に関する情報の概要

第2章で収集した文献・データから、鉱物資源として油田・ガス田、炭田および金属・非金属鉱物に関する情報が確認された。以下にその概要を示す。

#### 3.1 鉱業権

鉱業原簿および鉱区図を確認した結果、2024年2月現在で文献調査対象地区において鉱業権は設定されていない。

#### 3.2 油田・ガス田および炭田

##### 3.2.1 油田・ガス田

矢崎（1976）によれば、文献調査対象地区およびその周辺の状況について、陸域は「火成碎屑岩地帯（炭化水素鉱床の期待できない地域）」、海域は「推定・予想産油・産ガス地帯（海域）」としている（図 3.2-1）。海域の推定・予想産油・産ガス地帯については、地質調査所（1982）の油田・ガス田分布図解説によれば、「産油・産ガス層が分布しており堆積層の厚さが 1,000±400 m 内外を目安としている」と記載されている。

なお、経済産業省（2019）は、石油・天然ガスの賦存ポテンシャルのある範囲を示しているが、文献調査対象地区は含まれていない（図 3.2-2）。

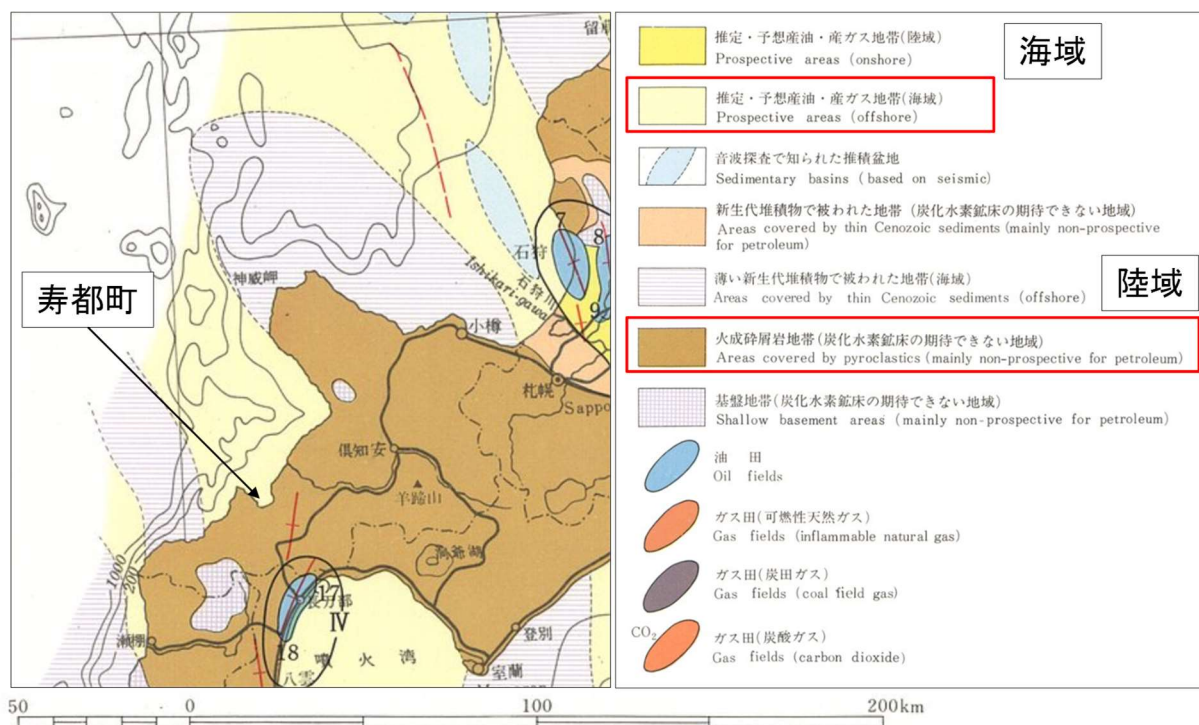


図 3.2-1 油田・ガス田の分布

矢崎（1976）の日本油田・ガス田分布図と凡例を一部抜粋し配置を編集。図の上が北を示す。文献調査対象地区の位置および該当する区分に赤枠を加筆。



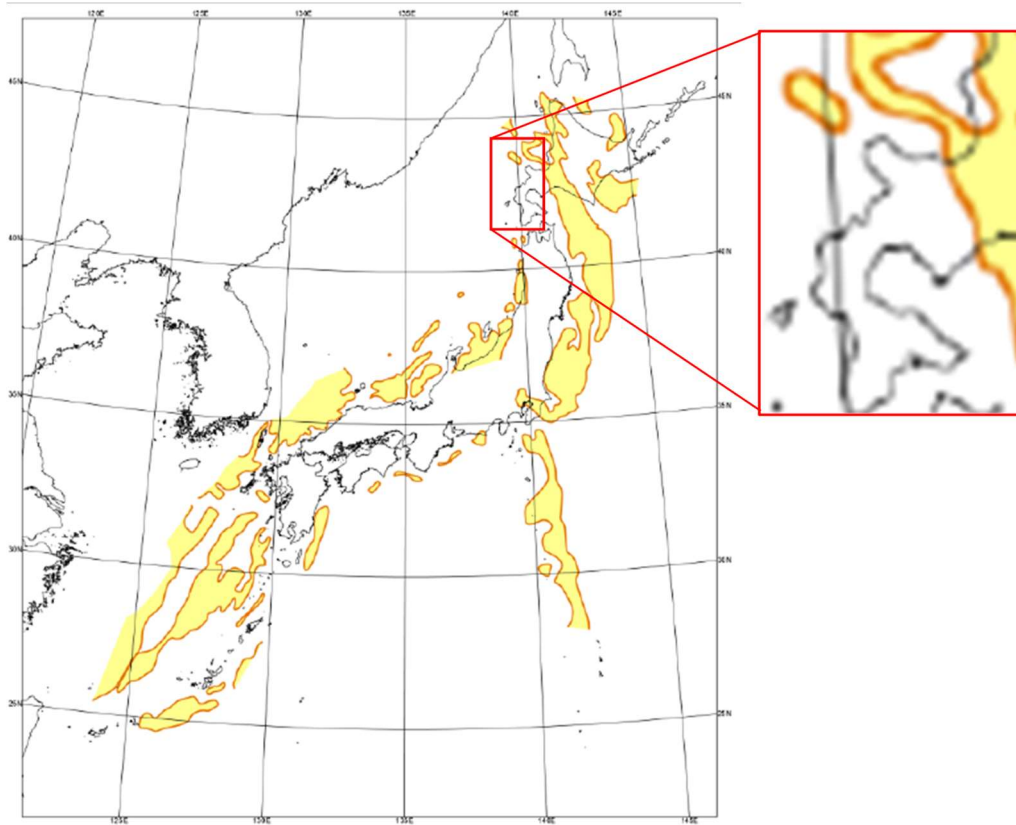


図 3.2-2 石油・天然ガス賦存のポテンシャルのあるエリア

経済産業省（2019）の堆積物の厚さ 2,000 m 以上の堆積盆（石油・天然ガス賦存のポテンシャルがあるエリア）に文献調査対象地区周辺を抜粋・拡大したものを加筆。

### 3.2.2 炭田

徳永ほか（1973）では、陸海域共に文献調査対象地区に炭田はないが、西に位置する島牧村には島牧含炭地（かつ炭 新第三紀）が記載されている（図 3.2-3）。地質調査所編（1960）には、島牧含炭地について、地質・鉱床の分布が記載されている。

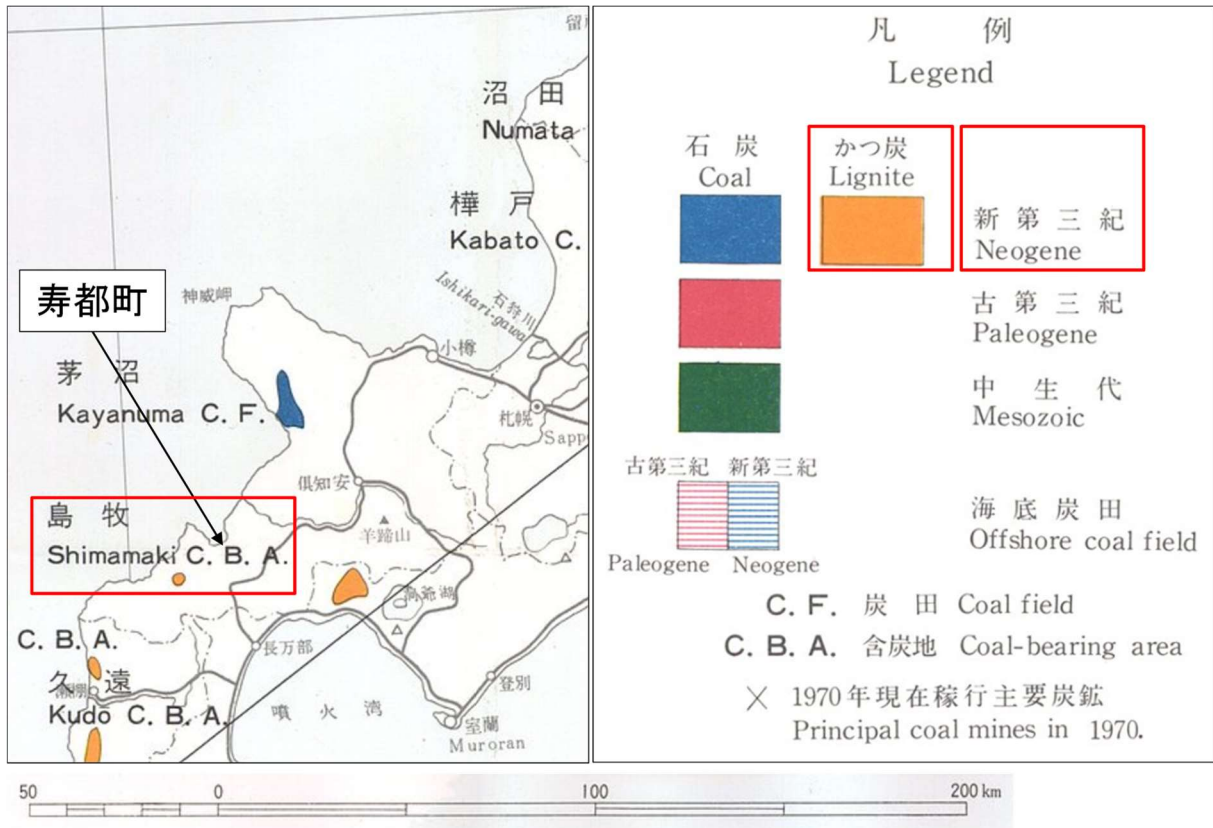


図 3.2-3 炭田の分布

徳永ほか（1973）の日本炭田図と凡例を一部抜粋し配置を編集。図の上が北を示す。文献調査対象地区、島牧含炭地の配置および該当する区分に赤枠、矢印、地名を加筆。

### 3.3 金属鉱物・非金属鉱物

金属鉱物・非金属鉱物（石油、天然ガス、石炭など燃料資源を除く鉱業法対象鉱物）は、「国内の鉱床・鉱徴地に関する位置データ集（第2版）」（内藤，2017）から、文献調査対象地区および隣接自治体の鉱床・鉱徴地を確認した。

また、内藤（2017）以外の収集した文献・データの情報からも鉱床等の位置など確認した。以上の情報により整理した鉱床等の位置および賦存状況などについては4.2で詳述する。

#### 3.3.1 内藤（2017）による鉱床等の位置情報

##### (1) 文献調査対象地区内の鉱床・鉱徴地

内藤（2017）から、文献調査対象地区内に計15カ所の鉱床・鉱徴地を確認した（表3.3-1，図3.3-1）。このうち、鉱山名が記載されていない11カ所については、内藤（2017）が参照した地質図幅などを以下(i)～(xi)のとおり確認し、鉱床名を推定した。

表 3.3-1 文献調査対象地区内の鉱床・鉱徴地

内藤（2017）の文献調査対象地区内の鉱床・鉱徴地データに基づき作成。

表の右列は本調査で推定した鉱床名を示す。

| ID <sup>※1</sup> | 出典文献<br>(地質図幅) | 鉱種            | 鉱山名  | 凡例表記  | 採掘歴 <sup>※2</sup> | 本調査において<br>推定した鉱床名 |         |
|------------------|----------------|---------------|------|-------|-------------------|--------------------|---------|
| 8663             | 対馬（1968）       | 鉄             | —    | 鉱産地   | 0                 | (i)                | 樽岸      |
| 8666             | 対馬（1968）       | 金, 銀          | —    | 鉱産地   | 1                 | (ii)               | 潮路または永泰 |
| 12750            | 成田ほか（1996）     | 金, 銀          | —    | 鉱床    | 2                 | (iii)              | 潮路または永泰 |
| 8668             | 山岸（1984）       | 金, 銀          | —    | 休廃止鉱山 | 2                 | (iv)               | 潮路または永泰 |
| 8667             | 石田ほか（1991）     | 金, 銀          | 永泰鉱山 | 休廃止鉱山 | 2                 | —                  | —       |
| 12751            | 成田ほか（1996）     | 金, 銀, 鉛       | 大金   | 鉱床    | 2                 | —                  | —       |
| 12749            | 成田ほか（1996）     | 金, 銀          | —    | 鉱床    | 2                 | (v)                | 潮路または永泰 |
| 8680             | 鈴木ほか（1981）     | 鉛, 亜鉛, 鉄      | —    | 休廃止鉱山 | 2                 | (vi)               | 寿都または正荘 |
| 12757            | 成田ほか（1996）     | 亜鉛, 鉛, 硫化鉄    | 寿都   | 鉱床    | 2                 | —                  | —       |
| 8681             | 石田ほか（1991）     | 鉛, 亜鉛, 鉄      | 寿都鉱山 | 休廃止鉱山 | 2                 | —                  | —       |
| 8682             | 鈴木ほか（1981）     | 鉛, 亜鉛, 鉄      | —    | 休廃止鉱山 | 2                 | (vii)              | 寿都または正荘 |
| 8684             | 対馬（1968）       | 銅, 鉛, 亜鉛      | —    | 鉱産地   | 1                 | (viii)             | 寿都      |
| 12756            | 成田ほか（1996）     | 金, 銅, 鉛       | —    | 鉱床    | 2                 | (ix)               | 正荘      |
| 8690             | 対馬（1968）       | 銅, 鉛, 黄鉄鉱, 亜鉛 | —    | 鉱産地   | 1                 | (x)                | 正荘      |
| 8731             | 対馬（1968）       | 鉄             | —    | 鉱産地   | 0                 | (xi)               | 島古丹     |

※1 ID は内藤（2017）において付されている番号

※2 採掘歴は内藤（2017）での分類（0：図幅の記載からは採掘歴の有無を判断できないもの、1：ほかの縮尺の図幅の記載から採掘歴有りとは判断されたもの、2：出典図幅の記載から採掘歴有りとは判断されたもの）

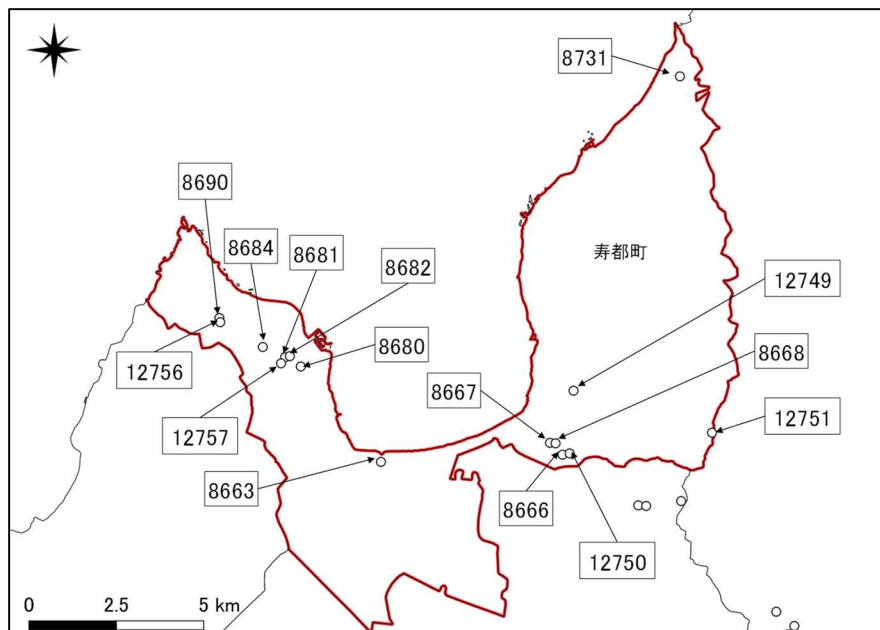


図 3.3-1 文献調査対象地区内の鉱床・鉱徴地

内藤（2017）に基づき文献調査対象地区の鉱床・鉱徴地を図示し、ID 番号を付記。寿都町の行政界（赤線）および隣接自治体の行政界（黒線）は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

(i) ID8663 の鉱床（鉄）

対馬（1968）が鉱産地を参照したとされる斉藤ほか（1967）によれば、本鉱床周辺の砂鉄鉱床は、樽岸および島古丹の 2 ヲ所である。

本鉱床の位置から樽岸鉱床を示すと考えられる。

(ii) ID8666 の鉱床（金，銀）

対馬（1968）が鉱産地を参照したとされる沢ほか（1963）によれば、本鉱床周辺の金・銀鉱床は、潮路および永泰の 2 ヲ所である。

このため、本鉱床は潮路鉱床または永泰鉱床を示すと考えられる。

(iii) ID12750 の鉱床（金，銀）

成田ほか（1996）には引用文献が明確に記載されていないが、沢ほか（1963）によれば、本鉱床周辺の金・銀鉱床は、潮路および永泰の 2 ヲ所である。

このため、本鉱床は潮路鉱床または永泰鉱床を示すと考えられる。

(iv) ID8668 の鉱床（金，銀）

山岸（1984）は本鉱床の周辺に潮路鉱床および永泰鉱床を示している。

このため、本鉱床は潮路鉱床または永泰鉱床を示すと考えられる。

(v) ID12749 の鉱床（金，銀）

成田ほか（1996）には引用文献が明確に記載されていないが、沢ほか（1963）によれば、本鉱床周辺の金・銀鉱床は、潮路または永泰の 2 ヲ所である。

このため、本鉱床は潮路鉱床または永泰鉱床を示すと考えられる。

(vi) ID8680 の鉱床（鉛，亜鉛，鉄）

鈴木ほか（1981）は、本鉱床の周辺に寿都鉱山および正荘鉱山を示している。

このため、本鉱床は寿都鉱床または正荘鉱床を示すと考えられる。

(vii) ID8682 の鉱床（鉛，亜鉛，鉄）

鈴木ほか（1981）は、本鉱床の周辺に寿都鉱山および正荘鉱山を示している。

このため、本鉱床は寿都鉱床または正荘鉱床を示すと考えられる。

(viii) ID8684 の鉱床（銅，鉛，亜鉛）

対馬（1968）が鉱産地を参照したとされる沢ほか（1963）によれば、本鉱床周辺の銅・鉛・亜鉛鉱床は、寿都および正荘の2カ所である。

本鉱床の位置から寿都鉱床を示すと考えられる。

(ix) ID12756 の鉱床（金，銅，鉛）

成田ほか（1996）には引用文献が明確に記載されていないが、沢ほか（1963）によれば、本鉱床周辺の銅・鉛・亜鉛鉱床は、寿都および正荘の2カ所である。

内藤（2017）では寿都鉱床を ID12757 としていることから、本鉱床は正荘鉱床を示すと考えられる。

(x) ID8690 の鉱床（銅，鉛，黄鉄鉱，亜鉛）

対馬（1968）が鉱産地を参照したとされる沢ほか（1963）によれば、本鉱床周辺の銅・鉛・亜鉛鉱床は、寿都および正荘の2カ所である。

本鉱床の位置から正荘鉱床を示すと考えられる。

(xi) ID8731 の鉱床（鉄）

対馬（1968）が鉱産地を参照したとされる斉藤ほか（1967）によれば、砂鉄鉱床は樽岸および島古丹の2カ所である。

本鉱床の位置から島古丹鉱床を示すと考えられる。

(2) 文献調査対象地区の隣接自治体の鉱山

文献調査対象地区の隣接自治体の鉱山位置の情報として、内藤（2017）が示す鉱山・鉱徴地データのうち、鉱山名が記載されているデータを抽出した（図 3.3-2）。文献調査対象地区付近では、黒松内町北部の大金鉱山が確認される。

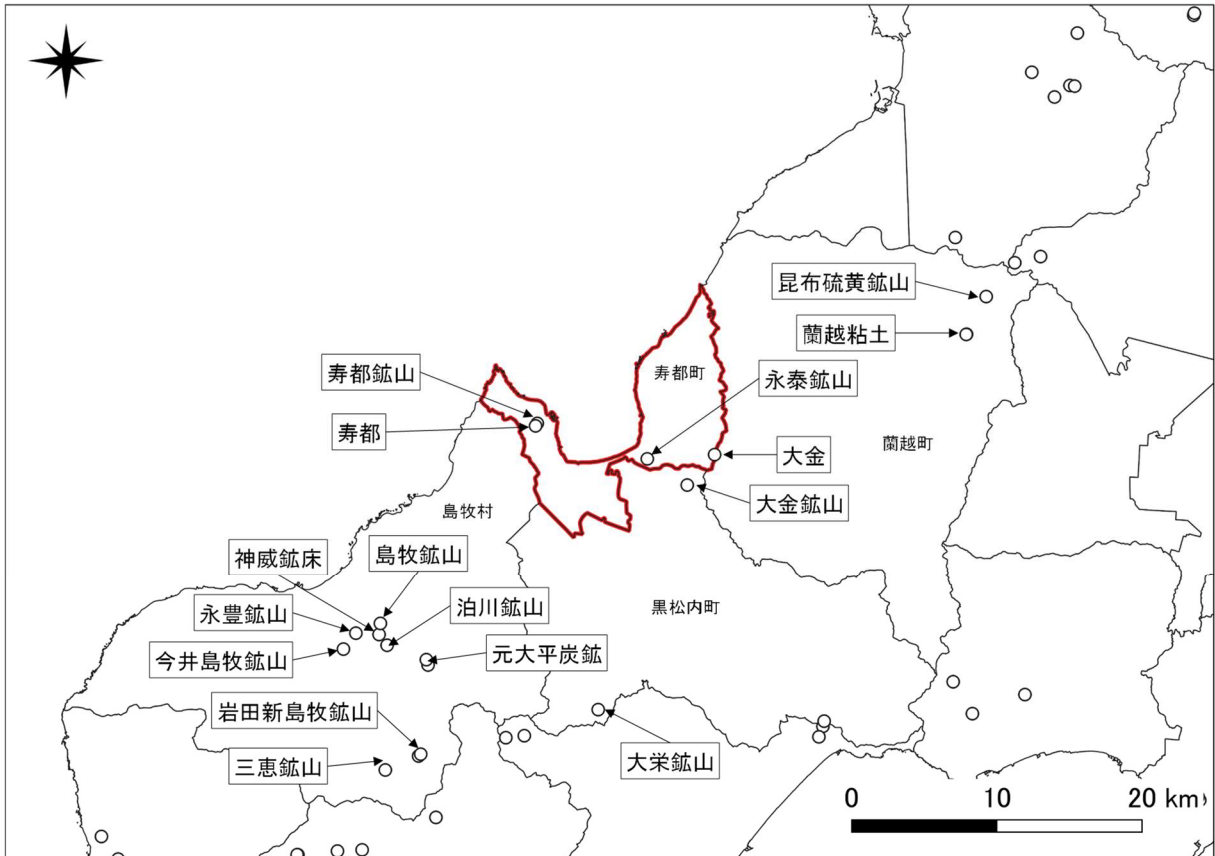


図 3.3-2 文献調査対象地区および隣接自治体の鉱山・鉱床

内藤（2017）に基づき、鉱山名が記載された鉱床・鉱徴地を図示。文献調査対象地区および隣接自治体については、内藤（2017）に基づく鉱山名を付記。寿都町の行政界（赤線）および周辺自治体の行政界（黒線）は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

### 3.3.2 その他の文献・データにおける鉱床等の情報

内藤（2017）以外に収集した文献・データから以下の情報を確認した。鉱床名は、3.3.1 に示した鉱床のほか、歌棄鉱床、丸山西方鉱床、寿都町湯別鉱化帯、松井鉱山、弁天沢の廃坑および潮路マンガン鉱山を確認した。また、文献調査対象地区付近の寿都町東部周辺に分布する変質帯を確認した。

- ・ 経済産業省資源エネルギー庁（2002）は、寿都町湯別鉱化帯の露頭位置を示している。
- ・ 経済産業省資源エネルギー庁（2001）は、寿都鉱床および潮路・永泰鉱床の鉱石の分析結果を示している。
- ・ 渡辺（2000）は、文献調査対象地区東部周辺の変質帯の分布およびこの付近の鉱山の位置を示しており、文献調査対象地区については、永泰鉱床および潮路鉱床の位置と鉱床の概要（タイプ、鉱種、規模および生成時期）について述べている。
- ・ 成田ほか（1996）は、主な鉱床として寿都鉱山および名称未記載の鉱床3ヵ所について、鉱種、鉱床規模（既生産量+埋蔵量）および鉱床タイプを示している。
- ・ 長谷川ほか（1989）は、レアアース（希土類金属鉱）について「北海道で、これらの金属元素を伴う鉱床はまだ知られていない」としている。

- ・ 山岸（1984）は、永泰鉱床および潮路鉱床の地質、鉱床および生産量を示している。
- ・ 長谷川ほか（1983）は、正荘鉱床、寿都鉱床、永泰鉱床および潮路鉱床の鉱床タイプ、鉱種、規模および生成時期を示している。
- ・ 鈴木ほか（1981）は、寿都鉱山および正荘鉱山の地質、鉱床および生産量を示している。
- ・ 斉藤ほか（1967）は、銅・鉛・亜鉛鉱床として寿都鉱床および正荘鉱床、金・銀鉱床として永泰鉱床および潮路鉱床、砂鉄鉱床として島古丹鉱床および樽岸鉱床を示し、位置、地質、鉱床、品位および生産量について述べている。
- ・ 浦島（1963）は、潮路鉱床、永泰鉱床、寿都鉱床および正荘鉱床の位置、地質、品位および生産量を示している。また、砂鉄鉱床として、島古丹鉱床、歌棄鉱床および丸山西方鉱床を示している。
- ・ 地質調査所編（1956）は、銅・鉛・亜鉛鉱床として、寿都鉱山および正荘鉱山の位置、地質、鉱床、品位および生産量を示している。
- ・ 伊藤（1948）は、広尾鉱山（寿都鉱山）の地質、鉱脈規模および品位を示している。
- ・ 大日方（1912）は、寿都鉱山、松井鉱山、弁天沢の廃坑および潮路マンガン鉱山について述べている。

## 第4章 鉱物資源に関する基準に照らした評価

第3章において抽出した検討対象および鉱物資源に関する記録により、基準への該当性の確認方法に従い評価を行う。

### 4.1 油田・ガス田および炭田

#### 4.1.1 油田・ガス田

文献調査対象地区内に現在稼働中または過去に稼働していた油田・ガス田の記録は確認されなかった。

また、矢崎（1976）は沿岸海域に「推定・予想産油・産ガス地帯（海域）」（図 3.2-1）の分布を示している。同分布は、地質調査所（1982）によれば、「産油・産ガス層が分布しており堆積層の厚さが1,000±400 m内外を目安」とされているが、埋蔵量に関する情報は確認されない。

以上より、文献調査対象地区に基準（ア）および（イ）に該当する油田・ガス田は確認されなかった。

#### 4.1.2 炭田

文献調査対象地区内に現在稼働中または過去に稼働していた炭田の記録は確認されなかった。

徳永ほか（1973）は、文献調査対象地区西方に島牧含炭地を示しているが（図 3.2-3）、地質調査所編（1960）による炭層の分布範囲（図 4.1-1）によれば、その範囲は文献調査対象地区の隣接自治体である島牧村に位置する大平山周辺に限られ、文献調査対象地区に及ばない。そのほか、沿岸海域を含めて炭田の存在を示す記録は確認されなかった。

以上より、文献調査対象地区に基準（ア）および（イ）に該当する炭田は確認されなかった。



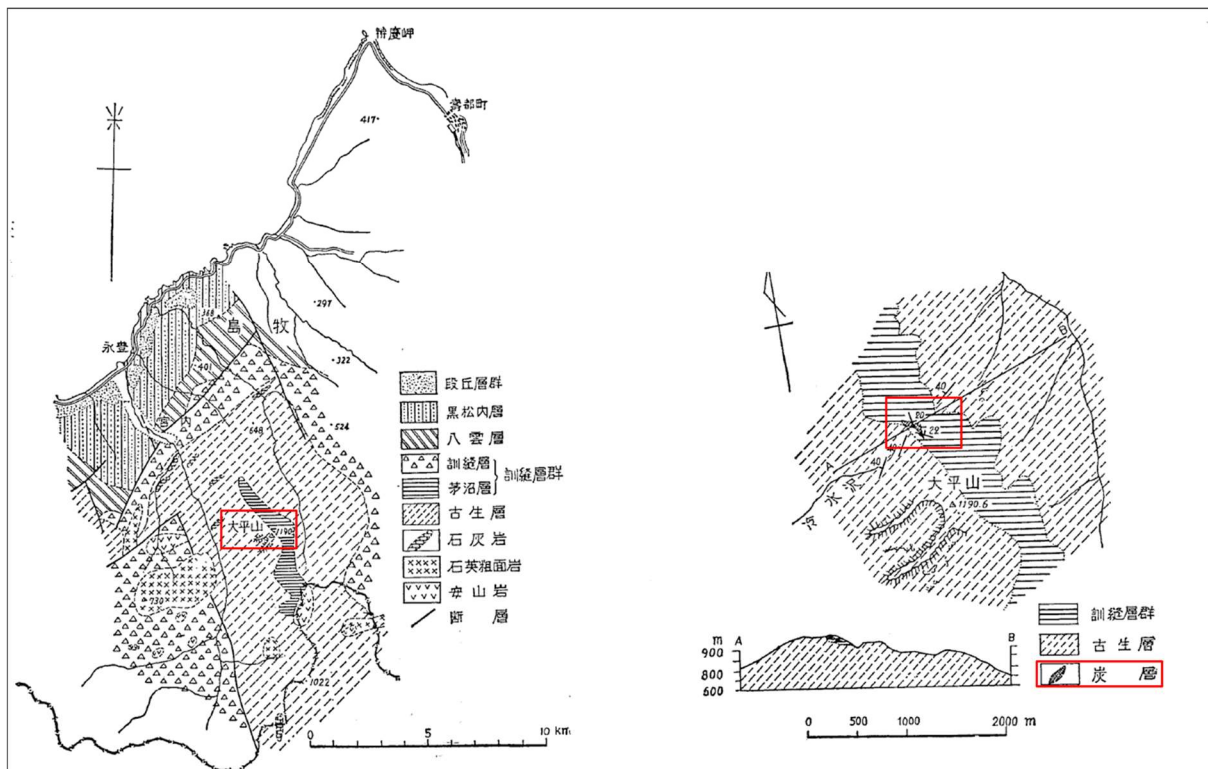


図 4.1-1 島牧含炭地地質図

左図は地質調査所編(1960)の島牧含炭地付近地質図に赤枠を加筆して位置を図示。右図は地質調査所編(1960)の島牧含炭地大平山地域地質図に位置と凡例中の炭層に赤枠を加筆。

## 4.2 金属鉱物および非金属鉱物

### 4.2.1 金属鉱物・非金属鉱物に関するまとめ

文献調査対象地区およびその近傍で確認された鉱床の位置を図 4.2-1 に示す。文献・データに位置が座標値で示されているもの以外は文献・データの位置図などから推定した概略位置である。

また、基準に照らした評価のまとめを表 4.2-1 に示す。各鉱床の調査結果を 4.2.2 以降に述べる。

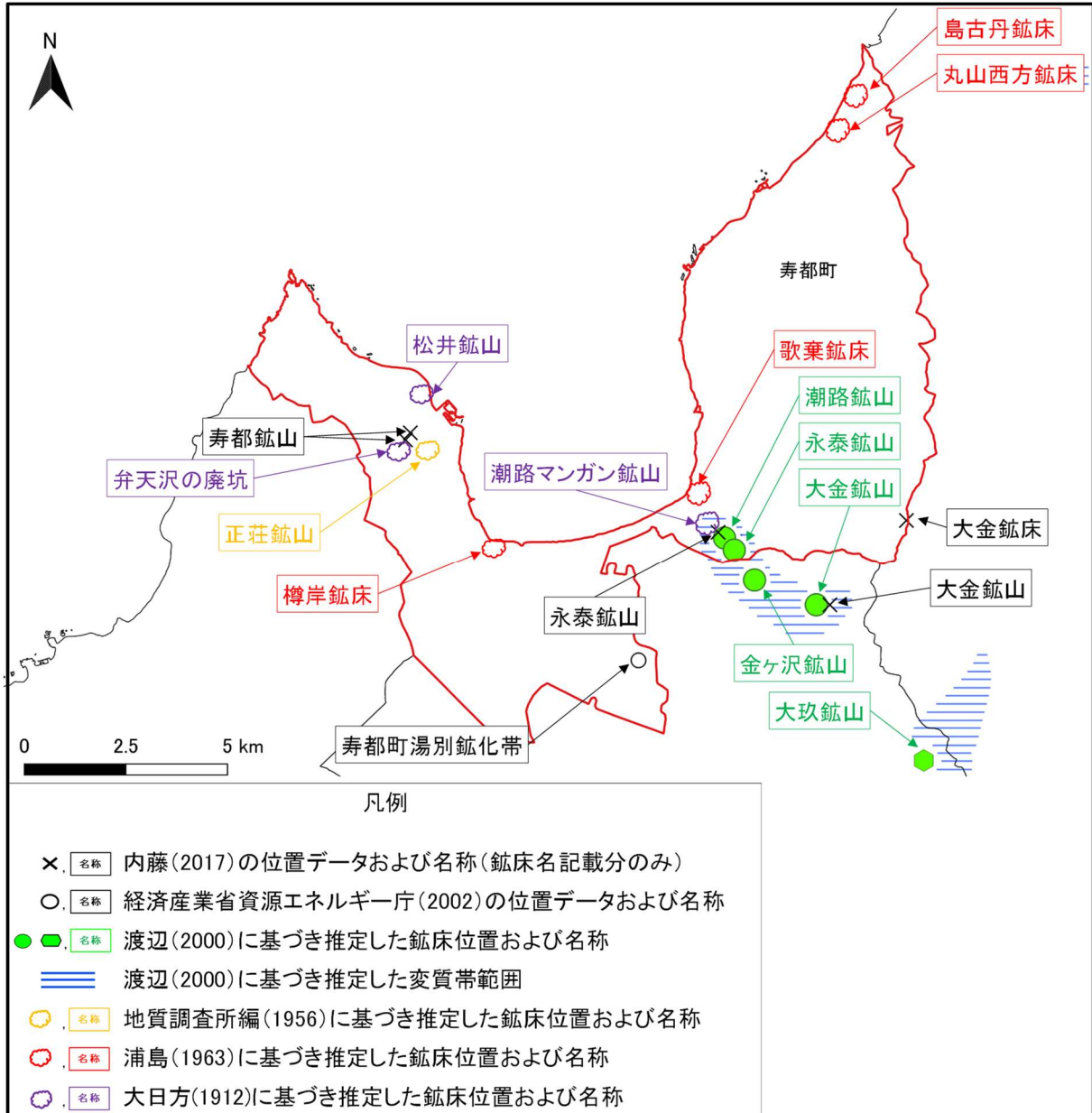


図 4.2-1 鉱床位置

凡例に示した各文献に基づき作成。寿都町の行政界(赤線)および周辺自治体の行政界(黒線)は「国土数値情報(行政区域データ)」(国土交通省)に基づく。

表 4.2-1 基準に照らした評価のまとめ

| 名称              | 稼働状況：<br>基準（ア）への該<br>当性                                                                                                                                                                                                    | 主な鉱種と鉱量：<br>基準（イ）への該当性                                                       | 存在状況<br>（深度方向）                                 | 基準に照らした評価                                               |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 寿都 鉾山の鉾床        | 1962 年秋休山。その後稼働した記録なし。                                                                                                                                                                                                     | 鉛，亜鉛鉍の合計 10kt～100kt，比較対象の鉱量等と比較して同程度である。硫化鉄鉍 200kt～2Mt（比較対象の鉱量等が設定されなかった鉍種）。 | 主脈が垂直～75°傾斜で深度 230m 以上。地下 230m 以深の記録は確認されなかった。 | 基準（ア）に該当しない。基準（イ）に該当するが，最終処分を行おうとする地層と重なる部分の存在状況は不明である。 |
| 正 荘 鉾山の鉾床       | 1936-1938 年頃一時採掘 1950 年採鉍後休山。1951-1952 年採掘。その後稼働した記録なし。                                                                                                                                                                    | 銅，鉛，亜鉛鉍の合計：20kt 未満<br>比較対象の鉱量等と同等である可能性はあるが，鉍種毎の内訳が不明である。                    | 記録は確認されなかった。                                   | 鉍種毎の内訳が不明であるため，基準（イ）に該当することが明らかまたは可能性が高いとはいえない。         |
| 永泰 鉾山の鉾床        | 1942 年休山。その後稼働した記録なし。                                                                                                                                                                                                      | 金鉍：1t 未満<br>比較対象の鉱量等と比較して小さい。                                                | 記録は確認されなかった。                                   | 基準（ア）および（イ）に該当しない。                                      |
| 潮路 鉾山の鉾床        | 1958 年以降休山。その後稼働した記録なし。                                                                                                                                                                                                    | 金鉍：1t 未満<br>比較対象の鉱量等と比較して小さい。                                                | 記録は確認されなかった。                                   | 基準（ア）および（イ）に該当しない。                                      |
| 島古丹 鉾床          | 1962 年 4 月～10 月に稼働。近年稼働した記録なし。                                                                                                                                                                                             | 砂鉄約 10,000t，3,000t（比較対象の鉱量等が設定されなかった鉍種）                                      | 打上げ砂鉄が濃集，厚さ 20～60cm 程度。地表面付近の記録のみ。             | 基準（ア）および（イ）に該当しない。                                      |
| 樽岸 鉾床           | 1950 年操業。近年稼働した記録なし。                                                                                                                                                                                                       | 砂鉄約 110kt（比較対象の鉱量等が設定されなかった鉍種）                                               | 低位段丘で 0.3～1.1m，高位段丘で 1.3～3m 以上。地表面付近の記録のみ。     | 基準（ア）および（イ）に該当しない。                                      |
| 歌 棄 鉾床          | 稼働していた記録は確認されなかった。                                                                                                                                                                                                         | 砂鉄 80,000t（比較対象の鉱量等が設定されなかった鉍種）                                              | 段丘砂層厚約 10m。地表面付近の記録のみ。                         | 基準（ア）および（イ）に該当しない。                                      |
| 丸山 西方 鉾床        | 稼働していた記録は確認されなかった。                                                                                                                                                                                                         | 砂鉄 20,000t（比較対象の鉱量等が設定されなかった鉍種）                                              | 段丘砂層厚 2～5m。地表面付近の記録のみ。                         | 基準（ア）および（イ）に該当しない。                                      |
| 寿都町 湯別 鉍化帯      | 稼働していた記録は確認されなかった。                                                                                                                                                                                                         | 金（鉍量の記録は確認されなかった）                                                            | 記録は確認されなかった。                                   | 基準（ア）および（イ）に該当しない。                                      |
| 松井 鉾山の鉾床        | 明治時代に試掘。その後稼働した記録なし。                                                                                                                                                                                                       | 銀鉍，鉛鉍，亜鉛鉍（鉍量の記録は確認されなかった）                                                    | 地表から約 12m 試掘。深度 12m 以上の記録は確認されなかった。            | 基準（ア）および（イ）に該当しない。                                      |
| 弁天沢の 廃坑の 鉍床     | 1892～1895 年，1910 年に試掘。その後稼働した記録なし。                                                                                                                                                                                         | 銅鉍，鉛鉍，亜鉛鉍，硫化鉄鉍（鉍量の記録は確認されなかった）                                               | 記録は確認されなかった。                                   | 基準（ア）および（イ）に該当しない。                                      |
| 潮路 マンガン 鉾山の 鉍床  | 1909 年以後休止。その後稼働した記録なし。                                                                                                                                                                                                    | マンガン（鉍量の記録は確認されなかった）                                                         | 記録は確認されなかった。                                   | 基準（ア）および（イ）に該当しない。                                      |
| 変質帯 および 近接する 鉾山 | <ul style="list-style-type: none"> <li>大金鉾山～永泰鉾山～潮路鉾山にかけての範囲が変質帯とされているが，変質帯とされている範囲の鉍床の分布に関する記録は確認されなかった。</li> <li>大金鉾山の金鉍の鉍床規模は 1t～10t とされており，比較対象の鉱量等を上回る可能性があるが，当該鉾山の鉍床は黒松内町に分布していることから，文献調査対象地区には及ばないと評価した。</li> </ul> |                                                                              |                                                | 基準（ア）および（イ）に該当しない。（文献調査対象地区内に及ぶ鉾山の鉍床に関する情報は確認されない。）     |

#### 4.2.2 寿都鉱山の鉱床

寿都鉱山は、斉藤ほか（1967）、鈴木ほか（1981）によれば、旧寿都鉄道寿都駅から約 500m に位置し、昭和 37 年（1962 年）まで稼働したとされているが、その後稼働した記録はなく、基準（ア）に該当する鉱山ではない。

本鉱床において、経済的、技術的に採掘できる可採埋蔵量等の鉱量等に関する記録として、鉱床規模の評価結果が確認された鉱種は、鉛鉱、亜鉛鉱および硫化鉄鉱である。このうち、硫化鉄鉱は、1.2.1（2）において比較対象の鉱量等が設定されなかった鉱種であり、基準（イ）に該当しない。鉛鉱、亜鉛鉱の鉱床規模は、成田ほか（1996）によれば、10kt～100kt と示されており、これは、1.2.1 で設定した比較対象の鉱量等と同程度である。一方、深度方向の存在状況については、鉱脈の規模が深度 230m 以上との記録があるが、地下 300m 以深の記録は確認されなかった。以上のことから、本鉱床は、基準（イ）に該当するが、地下 300m 以深の情報は不明であり、最終処分を行おうとする地層における基準への該当性については判断できない。

以下に本鉱床に関する記載のまとめ（表 4.2-2）と収集した文献の記載概要を示す。

表 4.2-2 寿都鉱山に関する記載のまとめ

| 項目           | 文献の記載状況                                                                                                                   |                       |                               |                   |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------|
| 稼働状況         | <ul style="list-style-type: none"> <li>昭和 37 年（1962 年）に休山（斉藤ほか，1967；鈴木ほか，1981）</li> <li>鉱業権の設定なし（2024 年 2 月現在）</li> </ul> |                       |                               |                   |
| 存在状況<br>（深度） | 主脈の本鍾はほぼ EW で垂直～S に 75°の傾斜を示し、深度 230m 以上<br>（斉藤ほか，1967；鈴木ほか，1981）                                                         |                       |                               |                   |
| 鉱種，<br>鉱量    | 鉱業法                                                                                                                       | 鉱石                    | 鉱量                            | 比較対象の鉱量等          |
|              | 金鉱                                                                                                                        | 不明                    | 不明                            | 8 t               |
|              | 銀鉱                                                                                                                        | 不明                    | 不明                            | 49 t              |
|              | 銅鉱                                                                                                                        | 黄銅鉱，四面銅鉱（鈴木ほか，1981）   | 不明                            | 1,131 t           |
|              | 鉛鉱                                                                                                                        | 方鉛鉱<br>（斉藤ほか，1967）    | 鉛，亜鉛の合計 10kt～100kt（成田ほか，1996） | 15,644 t          |
|              | ビスマス鉱                                                                                                                     | 輝蒼鉛鉱<br>（斉藤ほか，1967）   | 不明                            | なし（基準（イ）に該当しない鉱種） |
|              | すず鉱                                                                                                                       | 錫石<br>（斉藤ほか，1967）     | 不明                            | なし（基準（イ）に該当しない鉱種） |
|              | アンチモン鉱                                                                                                                    | 輝安鉱<br>（斉藤ほか，1967）    | 不明                            | なし（基準（イ）に該当しない鉱種） |
|              | 亜鉛鉱                                                                                                                       | 閃亜鉛鉱<br>（斉藤ほか，1967）   | 鉛，亜鉛の合計 10kt～100kt（成田ほか，1996） | 107,600 t         |
|              | 硫化鉄鉱                                                                                                                      | 黄鉄鉱<br>（斉藤ほか，1967）    | 200 kt～2 Mt（成田ほか，1996）        | なし（基準（イ）に該当しない鉱種） |
|              | マンガン鉱                                                                                                                     | 菱マンガン鉱<br>（斉藤ほか，1967） | 不明                            | なし（基準（イ）に該当しない鉱種） |

### (1) 所在地

- ・ 旧寿都鉄道寿都駅裏から約 500 m (斉藤ほか, 1967 ; 鈴木ほか, 1981)
- ・ 寿都町提供の寿都鉱山位置を図 4.2-2 に示す。

### (2) 鉱床

- ・ 鉱種：銅・鉛・亜鉛 (鈴木ほか, 1981 ; 斉藤ほか, 1967)
- ・ 鉱床の形成時期：4.8 Ma (成田ほか, 1996), 新第三紀 (長谷川ほか, 1983)
- ・ 鉱床タイプ：熱水性鉱脈 (成田ほか, 1996), 鉱脈型 (長谷川ほか, 1983), 銅・鉛・亜鉛鉱脈 (沢ほか, 1963)
- ・ 鉱床：中新世の寿都層下部安山岩質火砕岩層中に胚胎する銅・鉛・亜鉛鉱脈である。主脈である本鍾は、ほぼ E-W で垂直～75°S の傾斜を示し、延長 350 m, 深度 230 m 以上, 脈幅最大 8 m, 平均約 1 m (鈴木ほか, 1981)。
- ・ 凝灰岩および変朽安山岩中に胚胎する銅・鉛・亜鉛鉱脈で、主脈である本鍾はほぼ EW で垂直ないし S に 75° の傾斜を示し、延長 350 m, 深度 230 m 以上, 脈巾最大 8 m, 平均 1 m 内外 (斉藤ほか, 1967)。本鍾 (延長 250 m, 深さ 170 m, 平均鍾幅 1.0 m), 東北鍾 (延長 100 m, 深さ 170 m, 平均鍾幅 0.5 m) (伊藤, 1948)。
- ・ 寿都町提供の寿都鉱山坑道図を図 4.2-3 に示す。

### (3) 鉱石品位

- ・ 鉱石鉱物として黄鉄鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱・黄銅鉱・赤鉄鉱などがあり、脈石鉱物として石英・マンガン方解石・重晶石・石膏・粘土鉱物などが伴われており、まれに菱マンガン鉱・四面銅鉱・ルズン銅鉱・ファマチナ鉱・錫石・黄錫鉱・テルル蒼鉛鉱・輝蒼鉛鉱・輝安鉱などが認められる (鈴木ほか, 1981)。
- ・ 黄鉄鉱・方鉛鉱・閃亜鉛鉱が普通でまれに、菱マンガン鉱・四面銅鉱・黄銅鉱・ルズン銅鉱・ファマチナ鉱・錫石・黄錫鉱・テルル蒼鉛鉱・輝蒼鉛鉱・輝安鉱などが認められる (斉藤ほか (1967))。
- ・ Pb 5.91%, Zn 9.78%, S 38.04% (昭和 18 年～31 年 3 月), Pb 2.75%, Zn 5.19%, S 23.50% (昭和 31 年 4 月～37 年 9 月) (斉藤ほか, 1967)。
- ・ 鉱石の分析結果を図 4.2-4 に示す (経済産業省資源エネルギー庁, 2001)。

### (4) 鉱床の規模, 生産量

- ・ 鉱床の規模：生産量+埋蔵量が鉛・亜鉛 (精鉱中含有量) の合計で 10 kt～100 kt<sup>10</sup>, 硫化鉄 (精鉱量) で 200 kt～2 Mt (成田ほか, 1996)
- ・ 生産量：過去の生産量として大正 3～10 年製錬高銀量 2,483 kg, 昭和 36～37 年精鉱中含有銅

<sup>10</sup> 成田ほか (1996) は鉱床規模の評価結果について、鉛、亜鉛の合計値と明記していないが、同文献では同一鉱床であっても鉱種ごとに鉱床規模を評価している鉱床があることから、本調査では合計値と解釈した。

量 38.3t, 昭和 21～37 年精鉱中含有鉛量 5,969.3t, 精鉱中含有亜鉛量 10,355.7t, 昭和 25～37 年精鉱中含有金量 39,346 g, 昭和 21～37 年精鉱中含有銀量 9,649 kg, 昭和 18～31 年 3 月粗鉱量鉛・亜鉛鉱 64,756t, 硫化鉄 8,795t, 昭和 31 年 4 月～37 年 9 月粗鉱量 131,350t (鈴木ほか, 1981 ; 斉藤ほか, 1967)。

(5) 稼働状況 (文献の記載時点での状況)

- ・ 「昭和 37 年秋休山」 (鈴木ほか, 1981 ; 斉藤ほか, 1967)

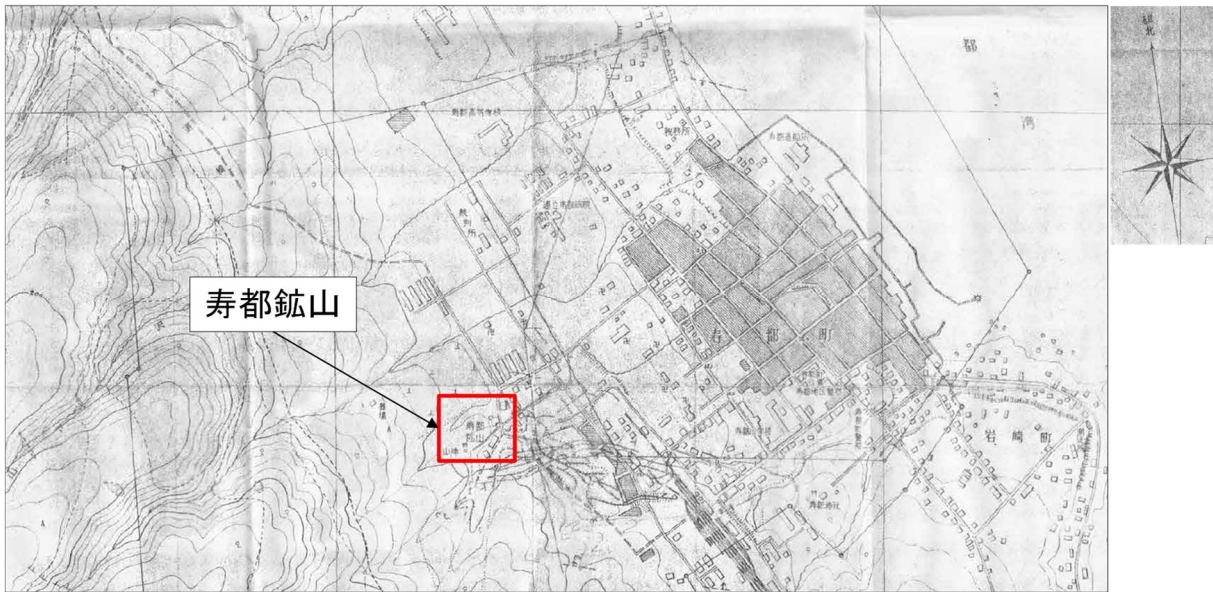


図 4.2-2 寿都鉱山位置

寿都町提供の寿都鉱山位置に赤枠, 名称および矢印を加筆。

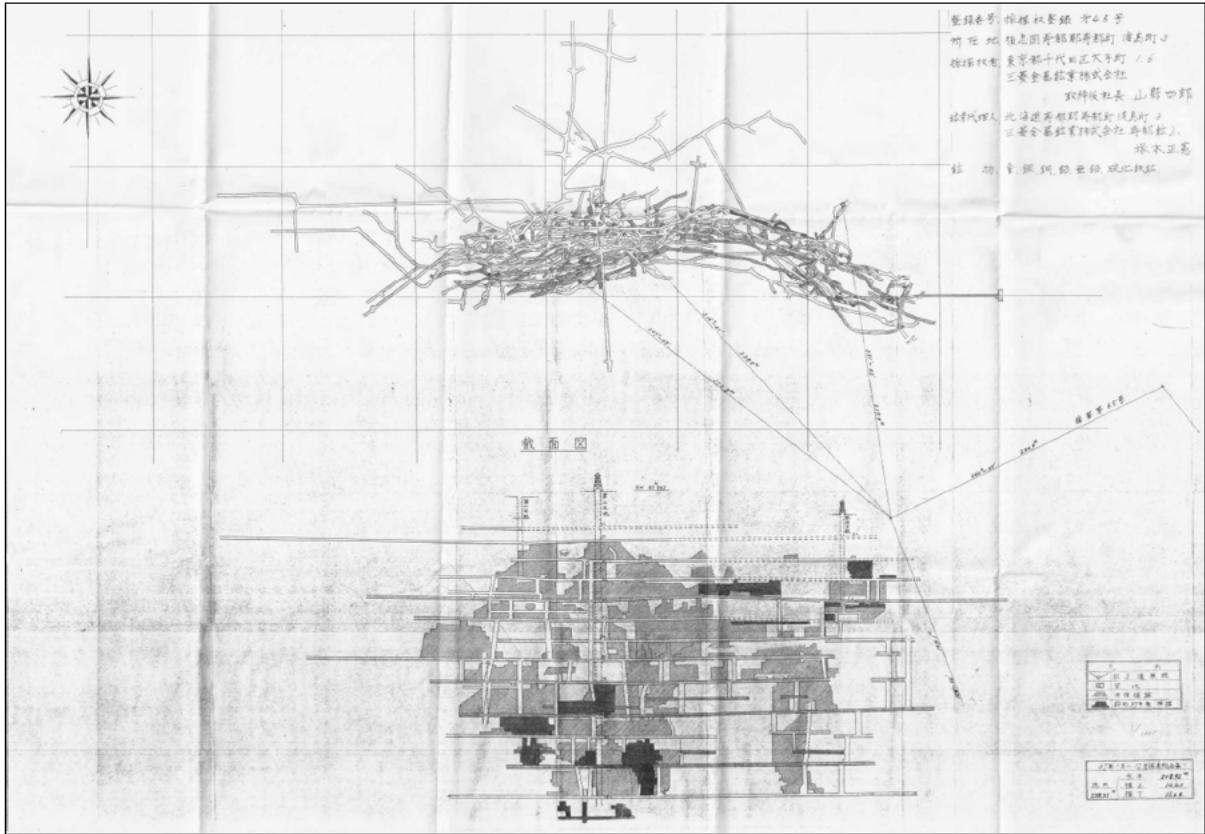


図 4.2-3 寿都鉱山坑道図

出典：寿都鉱山坑道図（寿都町提供）

分析結果

| NO. | 試料名     | Au<br>(ppm) | Ag<br>(ppm) | As<br>(ppm) | Sb<br>(ppm) | Hg<br>(ppb) | Cu<br>(ppm) | Pb<br>(ppm) | Zn<br>(ppm) | Fe<br>(%) | Te<br>(ppm) | Se<br>(ppm) | Sn<br>(ppm) | Bi<br>(ppm) |
|-----|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1   | STT- 03 | 5.52        | 379         | 259         | 115         | 20          | 31700       | 19500       | 67500       | 10.26     | 16100       | 5360        | 43000       | 35600       |
| 2   | STT- 04 | 6.23        | 104         | 15400       | 5130        | 210         | 109000      | 306         | 1320        | 1.21      | 390         | 376         | 24700       | 6080        |
| 3   | STT- 13 | 1.21        | 95.0        | 578         | 104         | 20          | 5220        | 98100       | 282000      | 10.82     | 31          | 11          | 289         | 74          |

図 4.2-4 鉱石分析結果

経済産業省資源エネルギー庁（2001）の分析結果より寿都鉱床に関する部分を抜粋。鉱業法対象鉱物に関連する元素部分に赤枠を加筆。

### 4.2.3 正荘鉱山の鉱床

正荘鉱山は、鈴木ほか（1981）、斉藤ほか（1967）によれば、旧寿都鉄道寿都駅の西方 1 km に位置し、昭和 26～27 年（1951～1952 年）に稼働したとされているが、その後稼働した記録はなく、基準（ア）に該当する鉱山ではない。

本鉱床において経済的、技術的に採掘できる可採埋蔵量等の鉱量等に関する記録として、鉱床規模の評価結果が確認された鉱種は、銅鉱、鉛鉱および亜鉛鉱である。長谷川ほか（1983）は、銅・鉛・亜鉛鉱の合計の鉱床規模を 20 kt 未満と示しており、1.21 で設定した比較対象の鉱量等と同等である可能性はあるが、鉱種ごとの内訳が不明であるため、基準（イ）に該当することが明らかまたは可能性が高いとはいえない。

なお、本鉱床の深度方向の存在状況に関する情報は確認されなかった。  
以下に本鉱床に関する記載のまとめ（表 4.2-3）と収集した文献の記載概要を示す。

表 4.2-3 正荘鉱山に関する記載のまとめ

| 項目           | 文献の記載状況                                                                                                                                                                                         |                     |                                   |                   |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------|-------------------|
| 稼働状況         | <ul style="list-style-type: none"> <li>昭和 11～13 年（1926～1928 年）頃に一時採掘され、昭和 25 年（1950 年）探鉱されたが間もなく休山（鈴木ほか，1981）。昭和 26～27 年（1951～1952 年）採掘（長谷川ほか，1983）。</li> <li>鉱業権の設定なし（2024 年 2 月現在）</li> </ul> |                     |                                   |                   |
| 存在状況<br>(深度) | 深度方向の記録なし                                                                                                                                                                                       |                     |                                   |                   |
| 鉱種， 鉱量       | 鉱業法                                                                                                                                                                                             | 鉱石                  | 鉱量                                | 比較対象の鉱量等          |
|              | 金鉱                                                                                                                                                                                              | 不明                  | 不明                                | 8 t               |
|              | 銅鉱                                                                                                                                                                                              | 黄銅鉱<br>(斉藤ほか，1967)  | 銅，鉛，亜鉛の合計：20 kt<br>未満（長谷川ほか，1983） | 1,131 t           |
|              | 鉛鉱                                                                                                                                                                                              | 方鉛鉱<br>(斉藤ほか，1967)  | 銅，鉛，亜鉛の合計：20 kt<br>未満（長谷川ほか，1983） | 15,644 t          |
|              | 亜鉛鉱                                                                                                                                                                                             | 閃亜鉛鉱<br>(斉藤ほか，1967) | 銅，鉛，亜鉛の合計：20 kt<br>未満（長谷川ほか，1983） | 107,600 t         |
|              | 硫化鉄鉱                                                                                                                                                                                            | 黄鉄鉱<br>(斉藤ほか，1967)  | 不明                                | なし（基準（イ）に該当しない鉱種） |

### (1) 所在地

- ・ 旧寿都鉄道寿都駅の西方 1 km（鈴木ほか，1981；斉藤ほか，1967）
- ・ 寿都鉱床の南西に隣接（浦島，1963）
- ・ 寿都鉱山付近地質図（地質調査所編，1956）に正荘鉱山の鉱脈が記載されている（図 4.2-5）。

### (2) 鉱床

- ・ 鉱種：銅・鉛・亜鉛（斉藤ほか，1967；鈴木ほか，1981）
- ・ 鉱床タイプ：鉱脈型（長谷川ほか，1983），銅・鉛・亜鉛鉱脈（沢ほか，1963）
- ・ 鉱床：
 

「寿都層下部安山岩質火砕岩層に挟在する凝灰岩・頁岩・砂岩互層に胚胎する銅・鉛・亜鉛鉱脈である。1号鍾と2号鍾からなり、鉱体はレンズ状～塊状である」（鈴木ほか，1981）。

「鉱床は凝灰岩・頁岩中に胚胎する銅・鉛・亜鉛鉱脈で、1号鍾・2号鍾からなっている。鉱体はレンズ状～塊状をなす」（斉藤ほか，1967）。



### (3) 鉱石品位

- ・ 鉱石鉱物は黄鉄鉱・黄銅鉱・方鉛鉱・閃亜鉛鉱，脈石鉱物は重晶石・石英など（斉藤ほか，1967）
- ・ 品位：Cu 0.4～1.2%，Pb 4～6%，Zn 2～8%（斉藤ほか，1967），Cu 0.4%，Pb 4～6%，Zn 2～8%（地質調査所編，1956）

### (4) 鉱床の規模，生産量

- ・ 鉱床の規模：銅・鉛・亜鉛（精鉱中含有量）合計<sup>11</sup>が 20 kt 未満（長谷川ほか，1983）
- ・ 生産量：昭和 11～13 年精鉱中含有銅量 4.5 t，昭和 12 年精鉱中含有金量 61 g，昭和 12～13 年，26～27 年精鉱量硫化鉄 307 t（斉藤ほか，1967）。

### (5) 稼働状況（文献の記載時点での状況）

- ・ 昭和 11～13 年頃に一時採掘され，昭和 25 年探鉱されたが間もなく休山（鈴木ほか，1981）。
- ・ 昭和 11-13 年，昭和 26-27 年採掘（長谷川ほか，1983）。

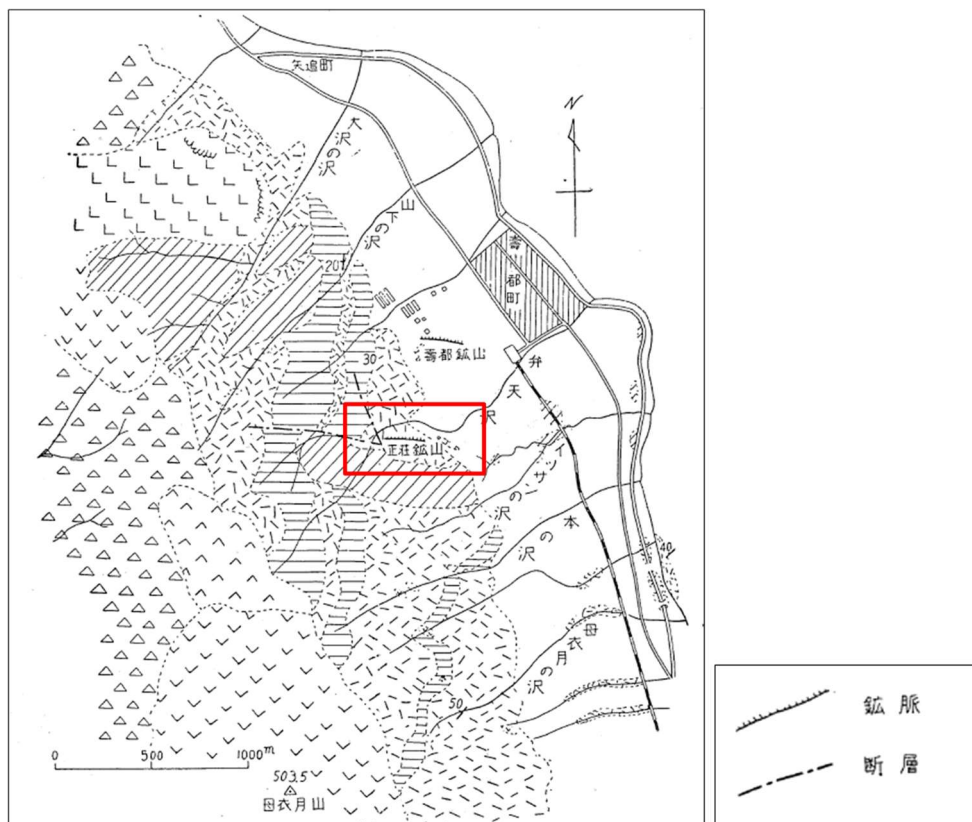


図 4.2-5 正荘鉱山の位置

地質調査所編（1956）の寿都鉱山付近地質図より正荘鉱山周辺を抜粋し，赤枠を加筆。

<sup>11</sup> 長谷川ほか（1983）では，銅・鉛・亜鉛の合計の積算基準を「Pb+Zn+2Cu」としているが，その内訳は示されていない。

#### 4.2.4 永泰鉱山の鉱床

永泰鉱山は、斉藤ほか（1967）によれば、旧寿都鉄道樽岸駅の東方約 6 km に位置するとされ、長谷川ほか（1983）では昭和 7 年（1932 年）、10 年（1935 年）採掘とされているが、その後稼働した記録はなく、基準（ア）に該当する鉱山ではない。

本鉱床において経済的、技術的に採掘できる可採埋蔵量等の鉱量等に関する記録として、鉱床規模の評価結果が確認された鉱種は金鉱である。金鉱の鉱床規模は、渡辺（2000）によれば 1 t 未満とされており、これは 1.2.1 で設定した比較対象の鉱量等を下回る。以上のことから、本鉱床は基準（イ）に該当しない。

なお、本鉱床の深度方向の存在状況に関する情報は確認されなかった。

以下に本鉱床に関する記載のまとめ（表 4.2-4）と収集した文献の記載概要を示す。

表 4.2-4 永泰鉱山に関する記載のまとめ

| 項目           | 文献の記載状況                                                  |    |                      |          |
|--------------|----------------------------------------------------------|----|----------------------|----------|
| 稼働状況         | ・ 1942 年に休山（山岸，1984；浦島，1963）<br>・ 鉱業権の設定なし（2024 年 2 月現在） |    |                      |          |
| 存在状況<br>（深度） | 深度方向の記録なし。                                               |    |                      |          |
| 鉱種， 鉱量       | 鉱業法                                                      | 鉱石 | 鉱量                   | 比較対象の鉱量等 |
|              | 金鉱                                                       | 不明 | 鉱床規模 1 t 未満（渡辺，2000） | 8 t      |
|              | 銀鉱                                                       | 不明 | 不明                   | 49 t     |

##### (1) 所在地

- ・ 後志国寿都郡寿都町潮路，寿都鉄道樽岸駅の東方直距離約 6 km，潮路市街の南南東 1.5 km（斉藤ほか，1967）
- ・ 潮路・潮路マンガン・永泰の各鉱床が寿都町歌棄市街の南東方約 1 km から約 2.5 km にわたって北から南に並んで分布（浦島，1963）。

##### (2) 鉱床

- ・ 鉱種：金・銀（斉藤ほか，1967；渡辺，2000）
- ・ 鉱床の形成時期：鮮新世（渡辺，2000），新第三紀（長谷川ほか，1983）
- ・ 鉱床のタイプ：鉱脈型（渡辺，2000；山岸，1984），金銀鉱脈（沢ほか，1963）
- ・ 鉱床：

母岩は磯谷層の変質安山岩・石英安山岩（山岸，1984）。

中新世の変朽安山岩中に胚胎する含金銀石英脈で満庵山鍾と永泰本坑鍾との 2 条の脈が知られ、満庵山鍾は巾 2～3 m で Au 5 g/t，Ag 200 g/t 程度，鉱石には 30% 程度の Mn を含む。永泰本坑鍾は走向 N40～50°W，鍾巾 3～5 m，マンガンを多量に伴い，その風化部が Au，Ag 高品位（Au 20～10 g/t，Ag 500～2,000 g/t）（斉藤ほか，1967）。

「安山岩中の石英脈または方解石石英脈で金銀鉱石，あるいは，二酸化マンガンを産す

る」(浦島, 1963)。

### (3) 鉱石品位

- ・ 昭和7～10年の生産実績で粗鉱品位 Au 5 g/t, Ag 250 g/t (斉藤ほか, 1967)

### (4) 鉱床の規模, 生産量

- ・ 鉱床の規模: Au の鉱床規模(精鉱中含有量)が1t未満(渡辺, 2000)
- ・ 生産量: 金銀鉱を20,000t出鉱(浦島, 1963; 山岸, 1984), 昭和7～10年で精鉱中含有の金20,368g, 銀903kg(斉藤ほか, 1967)。

### (5) 稼働状況(文献の記載時点での状況)

- ・ 昭和7, 10年採掘(長谷川ほか, 1983)
- ・ 「1942年に休山」(浦島, 1963; 山岸, 1984)

#### 4.2.5 潮路鉱山の鉱床

潮路鉱山は, 斉藤ほか(1967)によれば, 「寿都鉄道樽岸駅の東方5km」に位置し, 1958年以降休山(山岸, 1984)との記録があるが, その後稼働した記録はなく, 基準(ア)に該当する鉱山ではない。

本鉱床において, 経済的, 技術的に採掘できる可採埋蔵量等の鉱量等に関する記録として, 鉱床規模の評価結果が確認された鉱種は, 金鉱である。金鉱の鉱床規模は, 渡辺(2000)によれば1t未満とされており, これは1.2.1で設定した比較対象の鉱量等を下回る。以上のことから, 本鉱床は基準(イ)に該当しない。

なお, 本鉱床の深度方向の存在状況に関する情報は確認されなかった。

以下に本鉱床に関する記載のまとめ(表4.2-5)と収集した文献の記載概要を示す。

表 4.2-5 潮路鉱山に関する記載のまとめ

| 項目           | 文献の記載状況                                                                                                                      |    |                    |                   |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------------|-------------------|
| 稼働状況         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1958年以降は休山(山岸, 1984), 昭和13年休山(斉藤ほか, 1967)</li> <li>・ 鉱業権の設定なし(2024年2月現在)</li> </ul> |    |                    |                   |
| 存在状況<br>(深度) | 深度方向の記録なし。                                                                                                                   |    |                    |                   |
| 鉱種, 鉱量       | 鉱業法                                                                                                                          | 鉱石 | 鉱量                 | 比較対象の鉱量等          |
|              | 金鉱                                                                                                                           | 不明 | 鉱床規模1t未満(渡辺, 2000) | 8t                |
|              | 銀鉱                                                                                                                           | 不明 | 不明                 | 49t               |
|              | マンガン鉱                                                                                                                        | 不明 | 不明                 | なし(基準(イ)に該当しない鉱種) |

#### (1) 所在地

- ・ 寿都町潮路，寿都鉄道樽岸駅の東方 5 km（斉藤ほか，1967）
- ・ 潮路・潮路マンガン・永泰の各鉱床は，寿都町歌棄市街の南東方約 1 km から約 2.5 km にわたって北から南に並んで分布（浦島，1963）

#### (2) 鉱床

- ・ 鉱種：金・銀（斉藤ほか，1967；渡辺，2000）
- ・ 鉱床タイプ：鉱脈型（浦島，1963；長谷川ほか，1983；山岸，1984），金銀鉱脈（沢ほか，1963）
- ・ 鉱床の生成時期：鮮新世（渡辺，2000），新第三紀（長谷川ほか，1983）
- ・ 鉱床：  
磯谷層の変質安山岩・石英安山岩を母岩とする鉱脈タイプ（山岸，1984）  
「角閃石石英安山岩中の含金銀石英脈である。主脈 1 条で宝瑞坑脈は一般走向 N60°E，南に急傾斜，巾平均 0.3 m，走向延長 120 m，上下に 25 m，これと斜交して N80°±W の上盤脈がある。鉱脈は母岩片を含む縞状石英からなる」（斉藤ほか，1967）  
「安山岩中の石英脈または方解石石英脈で，金銀鉱石，あるいは，二酸化マンガン鉱石を産する」（浦島，1963）

#### (3) 鉱石品位

- ・ 昭和 9～13 年の生産で Au 6 g/t，Ag 141 g/t（斉藤ほか，1967）

#### (4) 鉱床の規模，生産量

- ・ 鉱床の規模：Au の鉱床規模（精鉱中含有量）が 1 t 未満（渡辺，2000）
- ・ 生産量：  
金・銀・マンガンを生産し，3,000 t を出鉱（山岸，1984）  
昭和 9～13 年の粗鉱量が金鉱 515 t，銀鉱 585 t（斉藤ほか，1967）

#### (5) 稼働状況（文献の記載時点での状況）

- ・ 「1958 年以降は休山」（山岸，1984）
- ・ 「昭和 13 年休山」（斉藤ほか，1967）

#### 4.2.6 島古丹鉱床

島古丹鉱床は，浦島（1963）によれば，「寿都町北東端」に位置する海浜砂鉄鉱床とされ，1962 年に出鉱したとの記録が示されているが，その後稼働した記録はなく，基準（ア）に該当する鉱山ではない。

本鉱床において，経済的，技術的に採掘できる可採埋蔵量等の鉱量等に関する記録が確認された

鉱種は砂鉄であるが、砂鉄については、1.2.1 (2) において比較対象の鉱量等が設定されなかった基準 (イ) に該当しない鉱種である。以上のことから、本鉱床は基準 (イ) に該当しない。

なお、本鉱床の深度方向の存在状況については、地表付近の記録以外は確認されなかった。以下に本鉱床に関する記載のまとめ (表 4.2-6) と収集した文献の記載概要を示す。

表 4.2-6 島古丹鉱床に関する記載のまとめ

| 項目           | 文献の記載状況                                                                                                              |    |                                                                                                      |                      |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 稼働状況         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・1962年4～10月に精鉄約2,400tを出鉄 (浦島, 1963)</li> <li>・鉱業権の設定なし (2024年2月現在)</li> </ul> |    |                                                                                                      |                      |
| 存在状況<br>(深度) | 打上げ砂鉄が濃集, 厚さは20～60cm程度 (斉藤ほか, 1967)。                                                                                 |    |                                                                                                      |                      |
| 鉱種, 鉱量       | 鉱業法                                                                                                                  | 鉱石 | 鉱量                                                                                                   | 比較対象の鉱量等             |
|              | 砂鉄                                                                                                                   | 砂鉄 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・約10,000t (浦島, 1963)</li> <li>・3,000t (斉藤ほか, 1967)</li> </ul> | なし (基準 (イ) に該当しない鉱種) |

#### (1) 所在地

- ・ 島古丹から北方能津登にかけての海浜に、汀線から数m離れたところから道路の石垣まで幅5～7mの間に打ち上げ砂鉄が濃集 (斉藤ほか, 1967)
- ・ 寿都町北東端に近い島古丹 (磯谷) の、国道29号に沿う海浜砂鉄鉱床 (浦島, 1963)

#### (2) 鉱床

- ・ 「巾5～7mの間に打ち上げ砂鉄が濃集している。その延長はほぼ2,300mにおよび、厚さは20～60cm程度である」 (斉藤ほか, 1967)。
- ・ 「海浜砂層は国道と海岸の間に細長く分布し、2～5m内外、長さ約1.5kmにわたる。」「砂鉄は、その砂中に濃集し、高品位部の着磁率は75%に達する」 (浦島, 1963)。

#### (3) 鉱床の規模

- ・ 「着磁率平均20%とみた鉱量は、ほぼ3,000tである。」 (斉藤ほか, 1967)
- ・ 「鉱量は幅2.5m×長さ1,000m×厚さ2.5m×比重2.0とすると、約10,000t (Fe 15%) と算定される」 (浦島, 1963)

#### (4) 稼働状況 (文献の記載時点での状況)

- ・ 1962年4～10月に「精鉄約2,400ton (Fe 60%) を出したといわれる」 (浦島, 1963)

#### 4.2.7 樽岸鉱床

樽岸鉱床は、斉藤ほか (1967) によれば、「後志国寿都町字樽岸町」に位置する砂鉄鉱床とされ、

昭和 25 年（1950 年）に出鉱したとの記録もあるが、その後稼働した記録はなく、基準（ア）に該当する鉱山ではない。

本鉱床において、経済的、技術的に採掘できる可採埋蔵量等の鉱量等に関する記録が確認された鉱種は砂鉄であるが、砂鉄については、1.2.1（2）において比較対象の鉱量等が設定されなかった基準（イ）に該当しない鉱種である。以上から、本鉱床は基準（イ）に該当しない。

なお、本鉱床の深度方向の存在状況については、地表付近の記録以外は確認されなかった。

以下に本鉱床に関する記載のまとめ（表 4.2-7）と収集した文献の記載概要を示す。

表 4.2-7 樽岸鉱床に関する記載のまとめ

| 項目           | 文献の記載状況                                                                                                            |    |                                     |                   |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------|-------------------|
| 稼働状況         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・昭和 25 年（1950 年）から操業（斉藤ほか，1967）</li> <li>・鉱業権の設定なし（2024 年 2 月現在）</li> </ul> |    |                                     |                   |
| 存在状況<br>（深度） | 磁鉄鉱含有量は低く、表土は低位砂丘で 0.3～1.1 m，高位砂丘で 1.3～3 m 以上に及ぶ（斉藤ほか，1967）。                                                       |    |                                     |                   |
| 鉱種， 鉱量       | 鉱業法                                                                                                                | 鉱石 | 鉱量                                  | 比較対象の鉱量等          |
|              | 砂鉄                                                                                                                 | 砂鉄 | 着磁率 20%とみた予想埋蔵鉱量は 11 万 t（斉藤ほか，1967） | なし（基準（イ）に該当しない鉱種） |

#### (1) 所在地

- ・ 「後志国寿都町字樽岸町，朱太川河口付近にある。」（斉藤ほか，1967）

#### (2) 鉱床

- ・ 砂鉄鉱床賦存範囲は延長 1,200 m 以上，巾 400 m であるが，砂層と互層をなすため，磁鉄鉱含有率は低い。広義の厚さは 1 m 内外とみたが，表土は低位砂丘で 0.3～1.1 m，高位砂丘で 1.3～3 m 以上におよんでいる（斉藤ほか，1967）。

#### (3) 鉱床の規模

- ・ 「着磁率 20%とみた予想埋蔵鉱量は 11 万 t」（斉藤ほか，1967）

#### (4) 稼働状況（文献の記載時点での状況）

- ・ 昭和 25 年から樽岸駅の東方 1.2 km の高位砂丘の数 m 下部の砂鉄を対象とし，操業している（斉藤ほか，1967）。

### 4.2.8 歌棄鉱床

歌棄鉱床は，浦島（1963）によれば，「寿都町歌棄の国道 29 号東側」に位置する「段丘砂鉄鉱床」とされているが，稼働した記録はなく，基準（ア）に該当する鉱山ではない。

本鉱床において、経済的、技術的に採掘できる可採埋蔵量等の鉱量等に関する記録が確認された鉱種は砂鉱であるが、砂鉱については、1.2.1 (2) において比較対象の鉱量等が設定されなかった基準（イ）に該当しない鉱種である。以上のことから、本鉱床は基準（イ）に該当しない。

なお、本鉱床の深度方向の存在状況については、地表付近の記録以外は確認されなかった。

以下に本鉱床に関する記載のまとめ（表 4.2-8）と収集した文献の記載概要を示す。

表 4.2-8 歌棄鉱床に関する記載のまとめ

| 項目           | 文献の記載状況                                                                                 |    |                      |                   |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|----------------------|-------------------|
| 稼働状況         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・稼働実績なし</li> <li>・鉱業権の設定なし（2024年2月現在）</li> </ul> |    |                      |                   |
| 存在状況<br>(深度) | 段丘堆積物は、約10mの厚さに及ぶことがあるが、砂鉄層はその下部3～4m（浦島，1963）。                                          |    |                      |                   |
| 鉱種， 鉱量       | 鉱業法                                                                                     | 鉱石 | 鉱量                   | 比較対象の鉱量等          |
|              | 砂鉱                                                                                      | 砂鉄 | 鉱量 80,000 t（浦島，1963） | なし（基準（イ）に該当しない鉱種） |

(1) 所在地

- ・ 「寿都町歌棄の国道29号東側」（浦島，1963）

(2) 鉱床

- ・ 段丘砂鉄鉱床、「段丘堆積物は約10mの厚さに及ぶことがあるが、砂鉄層はその下部3～4mである」（浦島，1963）。

(3) 鉱床の規模

- ・ 「鉱量は、東西幅50m×南北長さ400m×厚さ2m×比重2.0 = 80,000ton（Fe10%）と予想」（浦島，1963）。

(4) 稼働状況

- ・ 稼働状況に関する記載は確認されなかった。

4.2.9 丸山西方鉱床

丸山西方鉱床は、浦島（1963）によれば、「寿都町島古丹の南西方約1.5km」に分布する段丘砂鉄鉱床とされているが、稼働した記録はなく、基準（ア）に該当する鉱山ではない。

本鉱床において、経済的、技術的に採掘できる可採埋蔵量等の鉱量等に関する記録が確認された鉱種は砂鉱であるが、砂鉱については、1.2.1 (2) において比較対象の鉱量等が設定されなかった基準（イ）に該当しない鉱種である。以上のことから、本鉱床は基準（イ）に該当しない。

なお、本鉱床の深度方向の存在状況については、地表付近の記録以外は確認されなかった。以下に本鉱床に関する記載のまとめ（表 4.2-9）と収集した文献の記載概要を示す。

表 4.2-9 丸山西方鉱床に関する記載のまとめ

| 項目           | 文献の記載状況                                                                                 |    |                      |                   |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|----------------------|-------------------|
| 稼働状況         | <ul style="list-style-type: none"> <li>稼働実績なし。</li> <li>鉱業権の設定なし（2024年2月現在）。</li> </ul> |    |                      |                   |
| 存在状況<br>(深度) | 段丘砂層の厚さは2～5m（浦島，1963）。                                                                  |    |                      |                   |
| 鉱種，鉱量        | 鉱業法                                                                                     | 鉱石 | 鉱量                   | 比較対象の鉱量等          |
|              | 砂鉱                                                                                      | 砂鉄 | 鉱量 20,000 t（浦島，1963） | なし（基準（イ）に該当しない鉱種） |

#### (1) 所在地

- 「寿都町島古丹の南西方約 1.5 km に分布」（浦島，1963）

#### (2) 鉱床

- 段丘砂鉄鉱床，「段丘砂層の厚さは2～5mである。砂層中の砂鉄高品位部の着磁率は39%に達する」（浦島，1963）。

#### (3) 鉱床の規模

- 「鉱量は，幅 50m×長さ 200m×厚さ 1m×比重 2.0（Fe 10%）＝20,000 ton と予想」（浦島，1963）。

#### (4) 稼働状況

- 稼働状況に関する記載は確認されなかった。

### 4.2.10 寿都町湯別鉱化帯

寿都町湯別鉱化帯は，経済産業省資源エネルギー庁（2002）にその位置が示されているが（図 4.2-6），稼働した記録はなく，基準（ア）に該当する鉱山ではない。

本鉱化帯において，経済的，技術的に採掘できる可採埋蔵量等の鉱量等に関する記録が確認された鉱種はない。以上から基準（イ）に該当しない。

なお，本鉱化帯の深度方向の存在状況に関する情報は確認されなかった。

以下に本鉱化帯に関する記載のまとめ（表 4.2-10）と収集した文献の記載概要を示す。



表 4.2-10 寿都町湯別鉱化帯に関する記載のまとめ

| 項目           | 文献の記載状況                                                                                    |    |    |          |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----------|
| 稼働状況         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 稼働実績なし</li> <li>・ 鉱業権の設定なし (2024年2月現在)</li> </ul> |    |    |          |
| 存在状況<br>(深度) | 深度方向の記録なし                                                                                  |    |    |          |
| 鉱種, 鉱量       | 鉱業法                                                                                        | 鉱石 | 鉱量 | 比較対象の鉱量等 |
|              | 金鉱                                                                                         | 不明 | 不明 | 8 t      |

(1) 所在地

- ・ 湯別 (42°44'28"N, 140°17'27"E 露頭) (経済産業省資源エネルギー庁, 2002) (図 4.2-6)

(2) 鉱床

- ・ 「寿都町南東の湯別神社付近には小規模な粘土化変質帯と数条の石英細脈が分布する。この石英脈の Au 含有量は 0.3~1.5 ppm であり, 微弱ながら金の鉱化が認められた」(経済産業省資源エネルギー庁, 2002)。

(3) 鉱床の規模

- ・ 鉱床の規模に関する記載は確認されなかった。

(4) 稼働状況

- ・ 稼働状況に関する記載は確認されなかった。



図 4.2-6 寿都町湯別鉱化帯位置

経済産業省資源エネルギー庁（2002）の寿都町湯別鉱化帯の露頭位置を図示。寿都町の行政界（赤線）および周辺自治体の行政界（黒線）は「国土数値情報（行政区画データ）」（国土交通省）に基づく。

#### 4.2.11 松井鉱山の鉱床

松井鉱山は、大日方（1912）によれば、「寿都町字矢追町の海岸から約 50 m 台地の縁端の崖壁」に位置し、明治 44 年（1911 年）に試掘されたとされているが、その後稼働した記録はなく、基準（ア）に該当する鉱山ではない。

本鉱床において、経済的、技術的に採掘できる可採埋蔵量等の鉱量等に関する記録が確認された鉱種はない。以上から基準（イ）に該当しない。

なお、本鉱床の深度方向の存在状況については、地表付近の記録以外は確認されなかった。以下に本鉱床に関する記載のまとめ（表 4.2-11）と収集した文献の記載概要を示す。

表 4.2-11 松井鉱山に関する記載のまとめ

| 項目           | 文献の記載状況                                                                                                         |                    |    |           |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----|-----------|
| 稼働状況         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 試掘中の立坑（大日方，1912）（文献記載時点での状況）</li> <li>・ 鉱業権の設定なし（2024年2月現在）</li> </ul> |                    |    |           |
| 存在状況<br>（深度） | 地表から約 12 m まで試掘（大日方，1912）。                                                                                      |                    |    |           |
| 鉱種，鉱量        | 鉱業法                                                                                                             | 鉱石                 | 鉱量 | 比較対象の鉱量等  |
|              | 銀鉱                                                                                                              | 不明                 | 不明 | 49 t      |
|              | 鉛鉱                                                                                                              | 方鉛鉱（大日方，1912）      | 不明 | 15,644 t  |
|              | 亜鉛鉱                                                                                                             | 閃亜鉛鉱<br>（大日方，1912） | 不明 | 107,600 t |

(1) 所在地

- ・ 寿都町字矢追町の海岸から約 50 m 台地の縁端の崖壁の下に試掘中の堅坑がある（大日方, 1912）。
- ・ 後志国寿都地方金属鉱山分布図（大日方, 1912）に松井鉱山の位置が示されている（図 4.2-7）。

(2) 鉱床

- ・ 試掘中の堅坑は 40 尺（1 尺=0.303 m で換算すると約 12 m, 以下同じ）掘り下げている。鉱床は閃亜鉛鉱および方鉛鉱の帯状構造の鉱脈、石英を脈石としてこの凝灰岩中に胚胎、鉱脈は地表下 15 尺（約 4.5 m）内外のところ幅 3 寸～5 寸（1 寸=3 cm で換算すると、9 cm～15 cm, 以下同じ）を保って、走向は東西で南方に 80 度傾斜、堅坑の下底では幅を減じて 1 寸～3 寸（3 cm～9 cm）となり、走向は東微北で北方に 7, 80 度傾斜している。この鉱脈の走向延長上の海浜および海底には幅数寸の石英脈があり少しく閃亜鉛鉱を点在しほぼ東西に分布し、堅坑内の鉱脈と連続するものと推定される（大日方, 1912）。
- ・ 後志国寿都鉱山付近地質図（大日方, 1912）に松井鉱山および鉱床が記載されている（図 4.2-8）。

(3) 鉱石品位

- ・ 鉱石は閃亜鉛鉱、方鉛鉱。百分中で銀 0.0264 (264 g/t), 鉛 31.98, 亜鉛 17.88 (大日方, 1912)。

(4) 鉱床の規模

- ・ 鉱床の規模に関する記載は確認されなかった。

(5) 稼働状況（文献の記載時点の状況）

- ・ 「明治 43 年 8 月初めて開坑。同 44 年 9 月試掘中」（大日方, 1912）。



図 4.2-7 後志国寿都地方金属鉈山分布図（松井鉈山周辺）

大日方（1912）の後志国寿都地方金属鉈山分布図を抜粋。松井鉈山の位置に赤枠を加筆し明示。

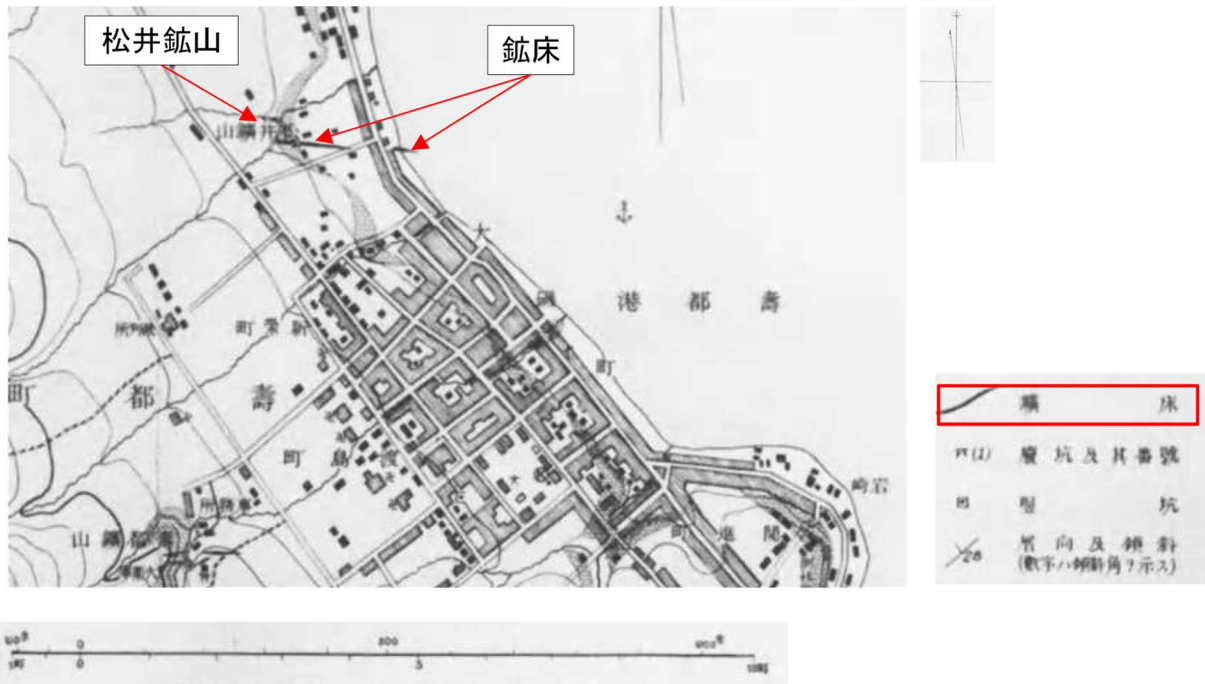


図 4.2-8 後志国寿都鉈山付近地質図（松井鉈山周辺）

大日方（1912）の後志国寿都鉈山付近地質図より松井鉈山周辺を抜粋し、凡例および方位の配置を編集。松井鉈山および鉈床の位置、名称を加筆。鉈床の凡例を赤枠で明示。

#### 4.2.12 弁天沢の廃坑の鉱床

弁天沢の廃坑は、大日方（1912）によれば、「寿都市街地の南部を流れる弁天沢の上流二股附近」に位置し、明治25～28年（1892～1895年）、明治43年（1910年）に探鉱されたとされているが、その後稼働した記録はなく、基準（ア）に該当する鉱山ではない。

本鉱床において、経済的、技術的に採掘できる可採埋蔵量等の鉱量等に関する記録が確認された鉱種はない。以上から基準（イ）に該当しない。

なお、本鉱床の深度方向の存在状況に関する情報は確認されなかった。

以下に本鉱床に関する記載のまとめ（表 4.2-12）と収集した文献の記載概要を示す。

表 4.2-12 弁天沢の廃坑の鉱床に関する記載のまとめ

| 項目           | 文献の記載状況                                                                                                                                   |                |    |                   |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----|-------------------|
| 稼働状況         | <ul style="list-style-type: none"> <li>明治25～28年（1892～1895年）、明治43年（1910年）に探鉱（大日方，1912）（文献記載時点での状況）</li> <li>鉱業権の設定なし（2024年2月現在）</li> </ul> |                |    |                   |
| 存在状況<br>（深度） | 深度方向の記録なし。                                                                                                                                |                |    |                   |
| 鉱種、鉱量        | 鉱業法                                                                                                                                       | 鉱石             | 鉱量 | 比較対象の鉱量等          |
|              | 銅鉱                                                                                                                                        | 黄銅鉱（大日方，1912）  | 不明 | 1,131 t           |
|              | 鉛鉱                                                                                                                                        | 方鉛鉱（大日方，1912）  | 不明 | 15,644 t          |
|              | 亜鉛鉱                                                                                                                                       | 閃亜鉛鉱（大日方，1912） | 不明 | 107,600 t         |
|              | 硫化鉄鉱                                                                                                                                      | 黄鉄鉱（大日方，1912）  | 不明 | なし（基準（イ）に該当しない鉱種） |

##### (1) 所在地

- ・ 寿都市街地の南部を流れる弁天沢の上流二股附近にある（大日方，1912）
- ・ 後志国寿都鉱山付近地質図（大日方，1912）に弁天沢の廃坑の位置が示されている（図 4.2-9）。

##### (2) 鉱床

- ・ 1番坑の鉱脈は方鉛鉱，黄銅鉱等よりなり，脈幅は初め1尺2，3寸（約36～39cm）で掘進するに随って，漸次細くなる。2番坑では帯緑灰色の緻密質凝灰岩が分解しかつ多少珪質化作用を受けており，これに黄鉄鉱，閃亜鉛鉱，方鉛鉱等が鉱染状に少し浸染し，この鉱染幅は1，2尺（約0.3～0.6m）で，走向は南60度東で南南西75度に傾斜。そのほかに3番坑の西60mの所にある滝の直下の川の北岸にも凝灰岩が分解し粘土状となって，その中に珪質化した堅い部分が塊状で埋存している箇所がある。これらの粘土状および珪質の岩石中に黄鉄鉱，閃亜鉛鉱および方鉛鉱などが少し浸染している。この鉱染作用を受けた部分は帯状に幅3，4尺（約0.9～1.2m）に達し，走向北50度西で南西80度に傾斜している（大日方，1912）。

### (3) 鉱床の規模

鉱床の規模に関する記載は確認されなかった。

### (4) 稼働状況（文献の記載時点での状況）

- 「1 番坑は明治 25 年より明治 28 年まで南 60 度東に約 30 間（1 間 1.8m で換算して約 54m, 以下同様）余り掘進。2 番坑は明治 43 年 4 月頃 4 間（約 7.2m）掘進探鉱。3 番坑は鉱床に達していない」（大日方, 1912）

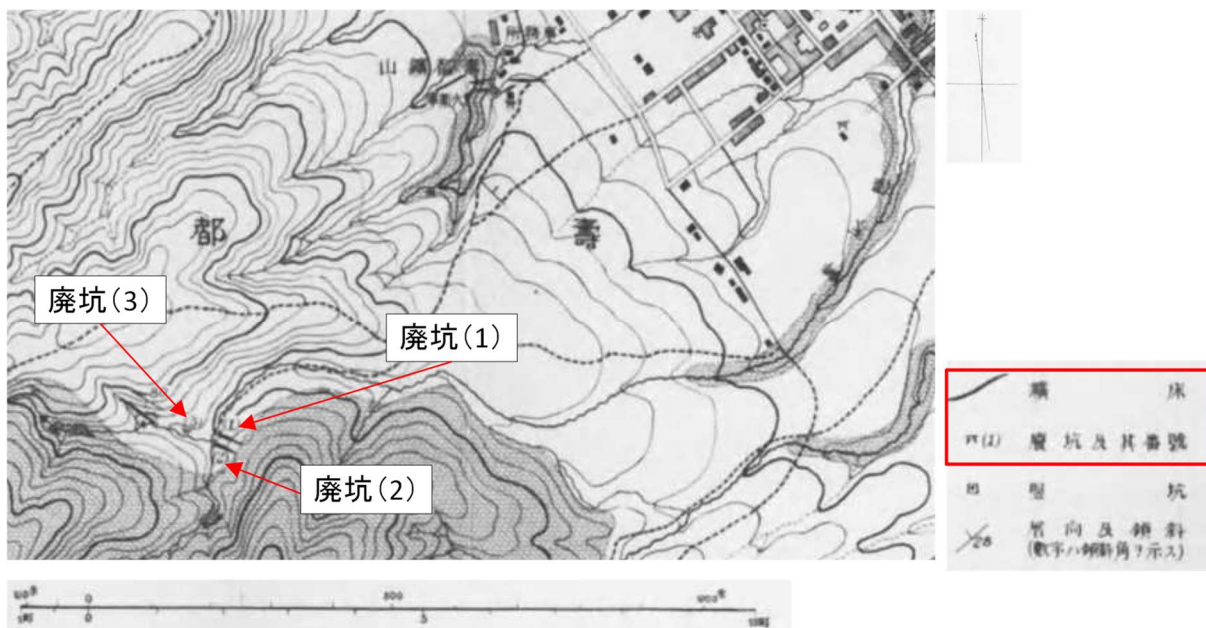


図 4.2-9 後志国寿都鉱山付近地質図（弁天沢の廃坑周辺）

大日方（1912）の後志国寿都鉱山付近地質図より弁天沢の廃坑周辺を抜粋し、凡例および方位の配置を編集。弁天沢の廃坑の位置および名称を加筆。鉱床および廃坑番号に関する凡例を赤枠で明示。

#### 4.2.13 潮路マンガン鉱山の鉱床

潮路マンガン鉱山は、大日方（1912）によれば、潮路市街地の南東山麓に位置し、明治 42 年（1909 年）に稼働していた記録はあるが、その後稼働した記録はなく、基準（ア）に該当する鉱山ではない。

本鉱床において、経済的、技術的に採掘できる可採埋蔵量等の鉱量等に関する記録が確認された鉱種はない。以上から基準（イ）に該当しない。

なお、本鉱床の深度方向の存在状況に関する情報は確認されなかった。

以下に本鉱床に関する記載のまとめ（表 4.2-13）と収集した文献の記載概要を示す。

表 4.2-13 潮路マンガン鉱山の鉱床に関する記載のまとめ

| 項目           | 文献の記載状況                                                                                                                |    |    |                   |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|-------------------|
| 稼働状況         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・明治42年(1909年)4月～7月まで経営,その後休止(大日方,1912)</li> <li>・鉱業権の設定なし(2024年2月現在)</li> </ul> |    |    |                   |
| 存在状況<br>(深度) | 深度方向の記録なし                                                                                                              |    |    |                   |
| 鉱種, 鉱量       | 鉱業法                                                                                                                    | 鉱石 | 鉱量 | 比較対象の鉱量等          |
|              | マンガン鉱                                                                                                                  | 不明 | 不明 | なし(基準(イ)に該当しない鉱種) |

#### (1) 所在地

- ・「潮路市街地より南東に8,9町(1町=109mで換算して,約872~981m)の山麓にある」(大日方,1912)。
- ・後志国寿都地方金属鉱山分布図(大日向,1912)に,潮路マンガン鉱山の位置が示されている(図4.2-10)。
- ・後志国潮路マンガン山地質図(大日方,1912)に,潮路マンガン鉱山の位置が示されている(図4.2-11)。
- ・潮路・潮路マンガン・永泰の各鉱床は,寿都町歌棄市街の南東方約1kmから約2.5kmにわたって北から南に並んで分布(浦島,1963)。

#### (2) 鉱床

- ・鉱石は黒色土状のマンガン土。安山岩中には西北西より東南東に向かって一条の石英脈があって鉱石はこれと伴隨して現出し,或いはその中に胚胎し幅は一定しない(大日方,1912)。
- ・潮路沢の廃坑について,石英を含む安山岩中に1条の石英脈が胚胎し,走向北25度西,傾斜は西南西に75度にして幅4寸(約12cm)。この廃坑ではこの石英脈を追跡したが,脈幅狭く長く続かない(大日方,1912)。
- ・「安山岩中の石英脈または方解石石英脈で,金銀鉱石,あるいは,二酸化マンガン鉱石を産する」(浦島,1963)。

#### (3) 鉱石品位

- ・2つの鉱石について,百分中の割合として,マンガン27.86%・二酸化マンガン42.42%およびマンガン33.53%・二酸化マンガン47.44%を示している(大日方,1912)。

#### (4) 鉱床の規模

鉱床の規模に関する記載は確認されなかった。





#### 4.2.14 変質帯および近接する鉱山

渡辺（2000）では、大金鉱山～永泰鉱山～潮路鉱山にかけての範囲が熱水変質帯と評価されている（図 4.2-12）。

この変質帯に分布している各鉱山の鉱床規模について、渡辺（2000）は大金鉱山が1t～10t（金）、それ以外は1t未満（金）としている。変質帯とされている範囲の鉱床の分布に関する記録は確認されなかったが、永泰鉱山および潮路鉱山の鉱床については、前述のとおり基準（ア）および（イ）に該当する鉱山ではないと評価している。

一方、大金鉱山の金鉱の鉱床規模は1.2.1で設定した比較対象の鉱量等（金鉱：8t）を上回る可能性があるが、下記のとおり当該鉱山の鉱床は黒松町内に分布するものと考えられ、文献調査対象地区には及ばないと評価した。

- ・ 斎藤（1953）では、大金鉱山は朱太川支流金ヶ沢の上流海拔600～700m付近に位置しており、当該支流の流域はすべて黒松内町に分布している。
- ・ 内藤（2017）は大金鉱山を寿都町内にプロットしているデータもあるが、斎藤ほか（1967）などによると鉱床の所在地は黒松内町とされている。

なお、渡辺（2000）において、金ヶ沢鉱山が寿都町南方に示されているが、浦島（1963）は金ヶ沢鉱山について「大金鉱山に属する」としており、文献調査対象地区に及ばない。

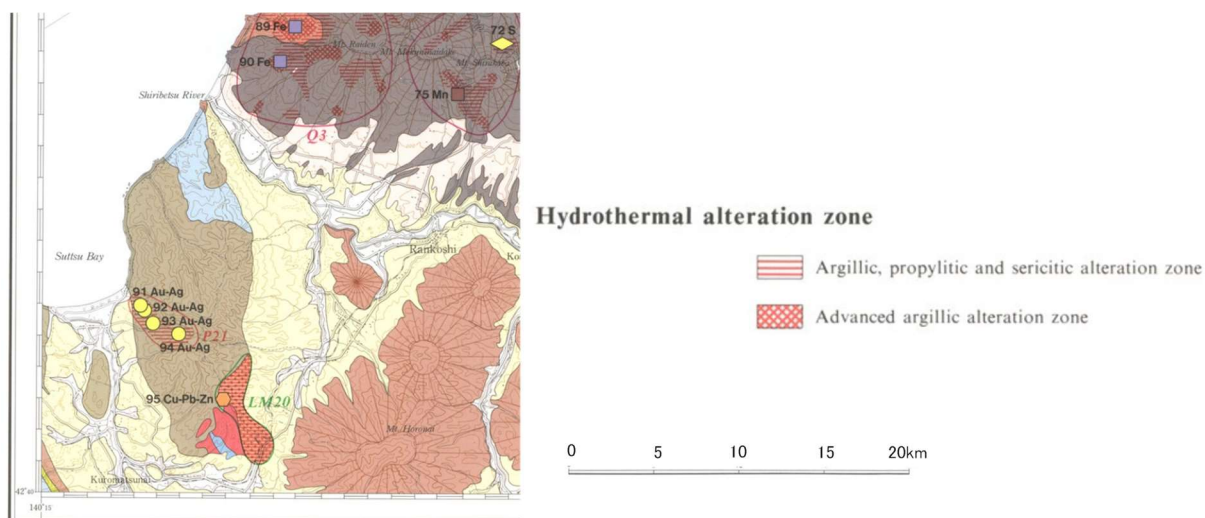


図 4.2-12 変質帯の分布

渡辺（2000）の図面および変質帯に係る部分の凡例を抜粋し配置を編集。図の上が北を示す。

## 第5章 地熱資源に関する基準に照らした評価

### 5.1 地温勾配

坑井データの確認結果として、図 5.1-1 に文献調査対象地区における坑井位置を、表 5.1-1 に各坑井の地温および地温勾配を示す。坑井は文献調査対象地区の中央部に4ヵ所分布し、これらのうち、深度 300 m 以深の地温が計測されているものは、寿都町泉源の坑井（図 5.1-1 中の 437-004）である。また、同坑井において、坂川ほか（2004）により温度プロファイルの取得が実施されている（図 5.1-2）。

地温勾配は、坑井 437-004（図 5.1-1）において、若松ほか（1995）による地温勾配<sup>12</sup>（ $^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ）と、田中ほか（1999）による地温勾配<sup>13</sup>（ $\text{K}/\text{km}$ ）が示されている。

また、村岡ほか（2009）は日本全国の地熱資源に関する基礎的情報を整理しており、これによると文献調査対象地区の北西端および東部に  $60\sim 70^{\circ}\text{C}/\text{km}$  の地温勾配を示している（図 5.1-3）。これらの地温勾配は  $100^{\circ}\text{C}/\text{キロメートル}$  を超過しない。

以上から、基準（ア）に該当する地温勾配の記録は確認されなかった。

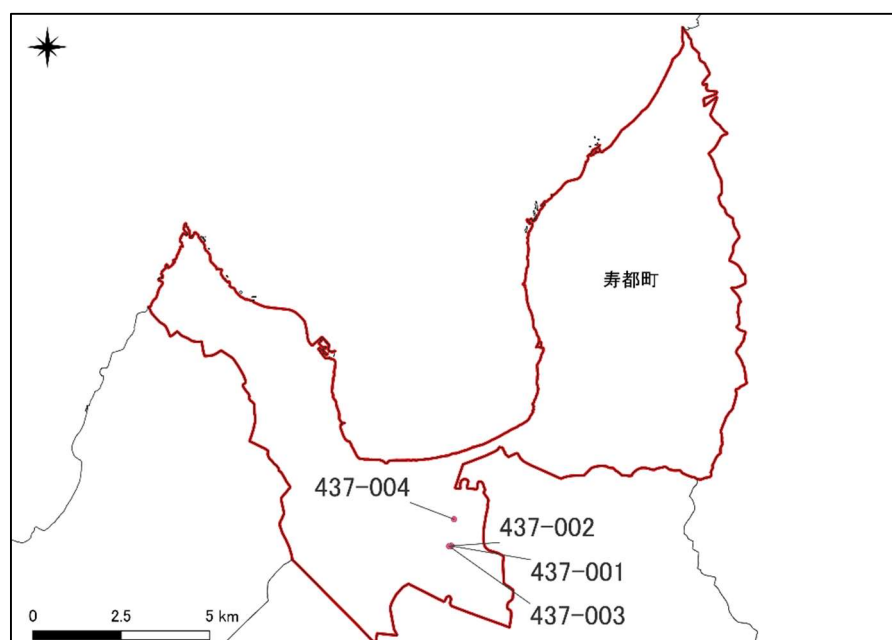


図 5.1-1 坑井位置

高見ほか（2008）の坑井 ID に基づき作成。寿都町の行政界（赤線）および隣接自治体の行政界（黒線）は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

<sup>12</sup> 若浜ほか（1995）によると「坑底（検層最深）温度と基準（地表）温度（ $10^{\circ}\text{C}$ ）の差を単純に、坑底（検層最深）深度で割って算定した」としている。

<sup>13</sup> 田中ほか（1999）によると「各坑井データの坑底温度もしくは最高温度と“地表の基準温度”の差を掘削深度もしくは最高温度を記録した深度で割ることにより、地温勾配値とした」とあり、地表の基準温度は各坑井最寄りの気象官署における平年気温（1961年～1990年）としている。また、「『60万分の1北海道地温勾配図』（若浜ほか、1995）と全く同じデータセットをもとにしているが、本論文では場所によって異なる基準温度を用い地温勾配を計算しているため、両者の間では地温勾配の値は異なる」としている。

表 5.1-1 文献調査対象地区の坑井における地温勾配および地温  
 松波ほか (1991), 若浜ほか (1995), 松波ほか (1996), 田中ほか (1999),  
 坂川ほか (2004), 藤本ほか編 (2004), 高見ほか (2008) に基づき作成。

| 坑井 ID <sup>※1</sup> | 地温勾配<br>(°C/km)                     | 地温                                                                                                          |
|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     |                                     | 測定深度 (m) / 温度 (°C)                                                                                          |
| 437-001             | —                                   | —                                                                                                           |
| 437-002             | —                                   | 167/36.1 <sup>※4</sup>                                                                                      |
| 437-003             | —                                   | 160/34.6 <sup>※4</sup>                                                                                      |
| 437-004             | 51 <sup>※2</sup> , 52 <sup>※3</sup> | 1,040.1/63.6 <sup>※5</sup> , 1,054.6/63.5 <sup>※2</sup> , 1,055/63.3 <sup>※6</sup> , 1,101/62 <sup>※7</sup> |

※1 高見ほか (2008) に基づく, ※2 若浜ほか (1995) に基づく, ※3 田中ほか (1999) に基づく, ※4 松波  
 ほか (1991) に基づく, ※5 坂川ほか (2004) に基づく, ※6 松波ほか (1996) に基づく, ※7 藤本ほか編 (2004)  
 の柱状図より読み取り。

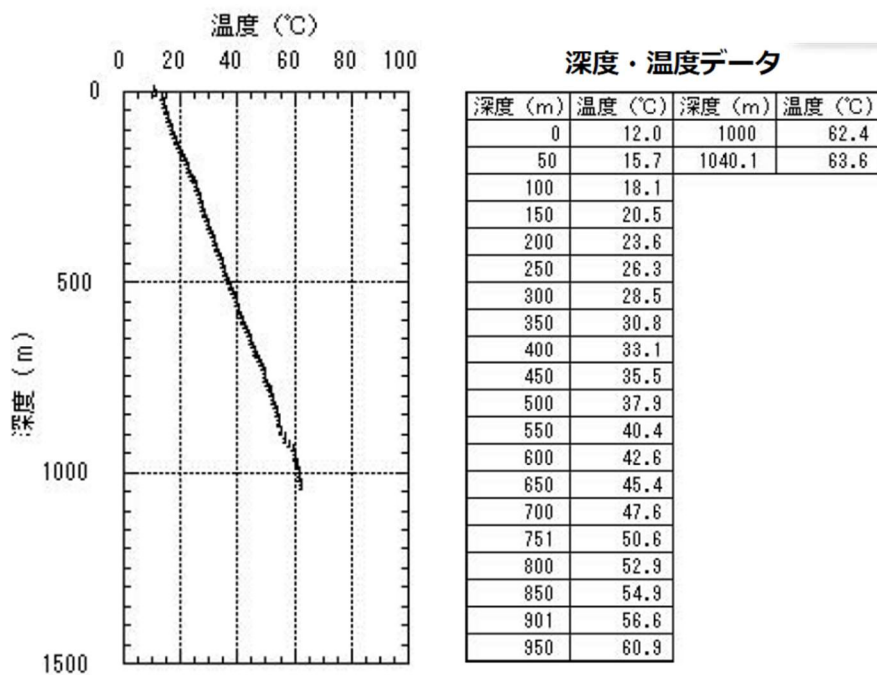


図 5.1-2 坑井 437-004 における温度プロファイル  
 坂川ほか (2004) の温度プロファイルから一部抜粋し, 配置を編集。

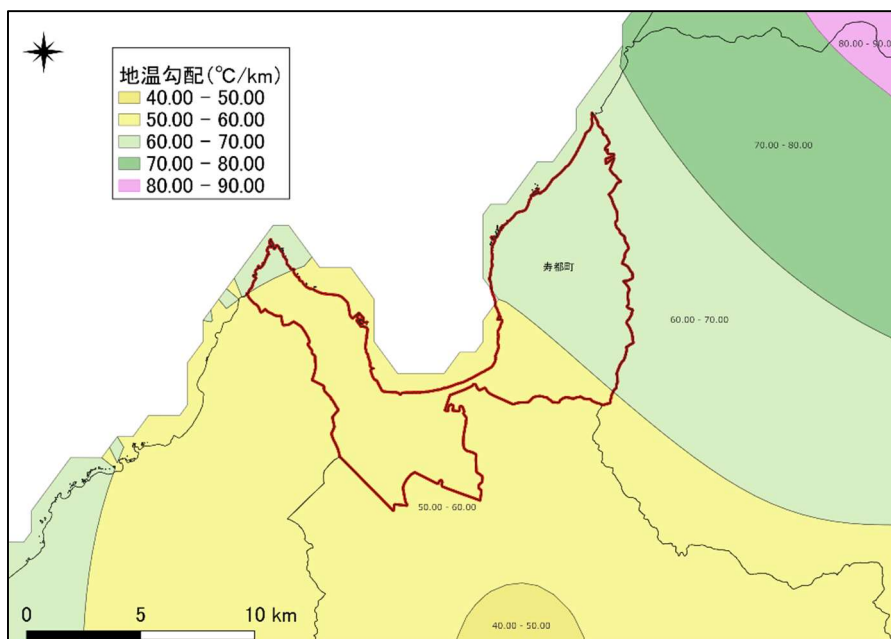


図 5.1-3 地温勾配評価結果

村岡ほか（2009）の地温勾配のデータを図示。寿都町の行政界（赤線）および隣接自治体の行政界（黒線）は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

## 5.2 発電の用に供する生産井

文献調査対象地区およびその周辺の地熱発電所の設置状況については、火力原子力発電技術協会編（2023）によれば、2021 年度末で北海道内において運転している地熱発電所が立地する市町村は、森町、弟子屈町、洞爺湖町、奥尻町である（図 5.2-1）。

これらの地熱発電所は文献調査対象地区から 10 km 以上離れており、基準（イ）に該当する生産井は確認されなかった。

なお、玉生ほか（2001）によれば、文献調査対象地区の一部（朱太川沿いの 437-004（図 5.1 1）周辺）が第四紀<sup>14</sup>火山に関連しない地熱資源賦存地域（ランク C）<sup>15</sup>とされている。

<sup>14</sup> 2009 年に国際地質科学連合（IUGS）は、それまで約 180 万年前としていた新第三紀と第四紀の境界を約 258 万年前に変更し、翌年我が国でもこれを受け入れている。玉生ほか（2001）は、2009 年以前の文献であることから、この時点では「約 180 万年前以降」。

<sup>15</sup> 第四紀火山に関連した地熱資源賦存地域及び深層熱水資源賦存地域以外で、42℃以上の地熱流体が得られる地点の周囲 5 km。ランク C は、ランク A（90℃以上の地熱流体が得られる地点が 1 箇所以上分布するか、70℃以上の地表地熱兆候及び 1 km<sup>2</sup>以上の変質帯が存在する地域）、ランク B（ランク A 以外で、地化学温度が 150℃以上）以外。

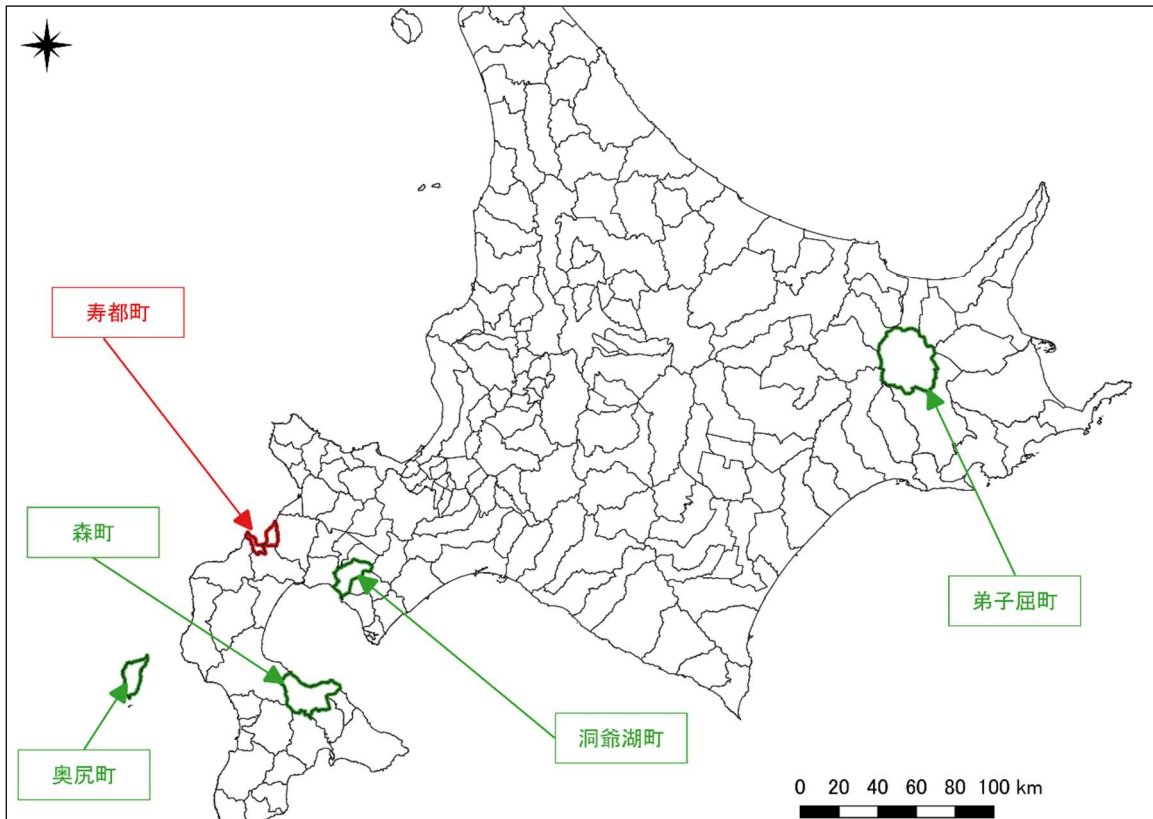


図 5.2-1 地熱発電所が立地する市町村との位置関係

文献調査対象地区と地熱発電所が立地する弟子屈町，洞爺湖町，森町および奥尻町の名称を加筆。寿都町の行政界（赤線），地熱発電所立地自治体（緑線）およびその他市町村（黒線）の行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

## 第6章 評価のまとめ

### 6.1 鉱物資源

#### 6.1.1 現在稼働中または近年稼働していた鉱山の鉱床等

第4章に示したとおり、文献調査対象地区において、「現在稼働中の鉱山の鉱床等」は確認されず、鉱業権の設定も確認されなかった。また、基準（イ）で用いる比較対象の設定（1.2.1（2））において参照した埋蔵鉱量等の調査時点以降を近年として「近年稼働していた鉱山の鉱床等」も確認されなかった。

以上のことから、文献調査対象地区に基準（ア）に該当する鉱山の鉱床等（炭田、油田、ガス田含む）はないと評価した。

#### 6.1.2 経済的、技術的に採掘できる可採埋蔵量等の鉱量等

第4章に示したとおり、文献調査対象地区において、1.2.1（2）で比較対象の鉱量を設定した鉱種のうち、経済的、技術的に採掘できる可採埋蔵量等の鉱量等に関する記録が確認された鉱種は、金鉱、銅鉱、鉛鉱および亜鉛鉱である。これらの鉱種の鉱床規模の記録が示されている鉱山は4ヵ所（寿都鉱山、正荘鉱山、永泰鉱山、潮路鉱山）である。このほかに、硫化鉄鉱などがあるが、比較対象の鉱量を設定した鉱種ではなく現在の経済的価値は小さいと考えられる。

上記のうち、寿都鉱山の鉛鉱、亜鉛鉱の合計は、1.2.1（2）で設定した比較対象の鉱量等と同程度の鉱床規模の評価結果が確認され（4.2.2）、基準（イ）に該当する。ただし、寿都鉱山における地下230 m以深の情報は確認されず、最終処分を行おうとする地層の鉱量等の存在状況は不明である。なお、230 m以深の寿都鉱山の情報が確認されない理由として、寿都鉱山稼働当時の技術的・経済的な観点から経済性が見出せないため、230 m以深の開発に至らなかった可能性も考えられる。また、正荘鉱山の鉱床の規模は、銅鉱、鉛鉱、亜鉛鉱の合計値として示されており（4.2.3）、1.2.1（2）で設定した比較対象の鉱量等と同等である可能性はあるが、鉱種毎の内訳が不明であるため基準（イ）に該当することが明らかまたは可能性が高いとは言えない。永泰鉱山および潮路鉱山の鉱床の規模は金鉱が1t程度であり（4.2.4および4.2.5）、いずれも1.2.1（2）で設定した比較対象の鉱量等と比べて少なく、基準（イ）に該当しないと考えられた。

#### 6.1.3 基準に照らした評価

表 6.1-1 のとおり、文献調査対象地区において基準（ア）に該当する鉱山の鉱床等はない。一方、基準（イ）については、寿都鉱山の鉱床が該当すると考えられたが、この鉱床は230 m以深の記録が確認できず、最終処分を行おうとする地層についての判断はできなかった。

表 6.1-1 基準に照らした評価（鉱物資源）

| 基準<br>(最終処分を行おうとする地層と重なる部分において、下記が存在することが明らかまたは可能性が高い場所を避ける。)                            | 基準に照らした評価               |                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------|
|                                                                                          | 基準に該当する<br>鉱山の鉱床等       | 最終処分を行うとする<br>地層と重なる部分                                    |
| (ア) 現在稼働中または近年稼働していた、鉱山の鉱床等（炭田，油田，ガス田含む）                                                 | 該当なし                    | —                                                         |
| (イ) 経済的，技術的に採掘できる可採埋蔵量等の鉱量等（炭量など含む）が，同様の鉱種の現在稼働中または近年稼働していた鉱山の鉱床等（炭田，油田，ガス田含む）と同等である鉱床等。 | 寿都鉱山の鉛鉱・亜鉛鉱の鉱床が基準に該当する。 | 寿都鉱山の鉱床における地下230 m 以深の記録が確認できず，最終処分を行おうとする地層についての判断はできない。 |

#### 6.1.4 概要調査に向けた考え方

文献調査において十分に評価できなかった点について，概要調査では，「鉱物資源」がないように「最終処分を行おうとする地層及びその周辺の地層」（対象地層等）を選ぶことから，対象地層等からの距離などに応じて詳細度を変えて調査することを検討する。

広域にわたる鉱床などは，基本的に概要調査により把握し，許容リスク内であることの確認が難しいものも含めて対象地層等から除外する，という結論を基本的には得ることができる見通しである。

十分に評価できなかった点については，公表されていない個別の鉱山ごとの記録を確認し調査すること，現地調査で得られた地層・岩体に関するデータなどに基づいて検討することを考える。

なお，資源の価値は技術革新やイノベーションによって今後市場価値が急激に変わること<sup>16</sup>などに留意する。

## 6.2 地熱資源

### 6.2.1 地温勾配

第5章に示したとおり，文献調査対象地区において，基準（ア）に該当する地温勾配の記録は確認されなかった。

### 6.2.2 発電の用に供する生産井

第5章に示したとおり，文献調査対象地区周辺10 km以内に，基準（イ）に該当する生産井は確認されなかった。

### 6.2.3 基準に照らした評価

基準に照らした評価結果についてのまとめを表 6.2-1 に示す。同表のとおり，文献調査対象地区において，基準に該当することが明らかまたは可能性が高い場所は確認されなかった。

<sup>16</sup> 鏡ほか（2023）は，「鉱物資源等の掘採に係る考慮事項の「十分な量」や「品位」の基準は時代により利用価値の変化及び技術の進歩によって変わるものであるが，「将来の社会環境を正確に予想することは困難であるため，現在の社会経済環境が将来も続くもの」（原子力規制庁，2022）と考え，考慮事項が設定されている。」としている。

表 6.2-1 基準に照らした評価（地熱資源）

| 基準<br>(下記に該当することが明らかまたは可能性が高い場所を避ける。)           | 基準に照らした評価 |
|-------------------------------------------------|-----------|
| (ア) 地温勾配（地下増温率）が 100°C/キロメートルを大きく超える記録が確認されている。 | 該当なし      |
| (イ) 周辺数キロメートルまでの範囲において発電の用に供する生産井が設置されている。      | 該当なし      |

#### 6.2.4 概要調査に向けた考え方

概要調査では、「地熱資源」がないように「最終処分を行おうとする地層及びその周辺の地層」（対象地層等）を選ぶことから、対象地層等からの距離などに応じて詳細度を変えて調査することを検討する。

「地熱資源」は広域にわたり、基本的に概要調査により把握し、許容リスク内であることの確認が難しいものも含めて、分布する範囲を対象地層等から除外する、という結論を基本的には得ることができる見通しである。

地温勾配についてはその値が確認された箇所が限られることから現地調査による確認も検討する。また、詳細な評価を行う場合、地下深部からの地熱水の対流など地熱資源の賦存状況についても考慮する。

なお、玉生ほか（2001）によれば、文献調査対象地区の一部（朱太川沿いの 437-004（図 5.1-1）周辺）が第四紀火山に関連しない地熱資源賦存地域（ランク C）とされている。



## 引用文献

- 地学団体研究会編（2024）最新 地学辞典，平凡社。
- 地質調査所編（1956）日本鉱産誌 B I - b 主として金属原料となる鉱石-銅・鉛・亜鉛-，東京地学協会。
- 地質調査所編（1960）日本鉱産誌 BV - a 主として燃料となる鉱石-石炭-，東京地学協会。
- 地質調査所（1982）日本地質アトラス。
- 沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会（2016）沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会 とりまとめ。
- 藤本和徳，高橋徹哉，鈴木隆広編（2004）北海道市町村の地熱・温泉ボーリングデータ集，北海道立地質研究所。
- 原子力発電環境整備機構（2020）北海道寿都郡寿都町 文献調査計画書。
- 原子力規制委員会（2022）特定放射性廃棄物の最終処分における概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項。
- 原子力規制庁（2022）地層処分において安全確保上少なくとも考慮されるべき事項に関する検討（第7回目）－考慮事項の決定等－，令和4年度第31回原子力規制委員会，資料1。
- 長谷川 潔，寺島克文，黒沢邦彦（1983）北海道の地質と資源 III 北海道の金属鉱物資源，北海道立地下資源調査所。
- 長谷川 潔，黒沢邦彦，庄谷幸夫，八幡正弘（1989）北海道のレアメタル資源（鉱物資源開発調査報告第7報），地下資源調査所報告，60，pp. 157-175。
- 石田正夫，三村弘二，広島俊男（1991）20万分の1地質図幅「岩内（第2版）」，20万分の1地質図，地質調査所。
- 伊藤昌介（1948）北海道後志国広尾鉱山鉛，亜鉛調査報告，商工省地下資源調査所速報，57。
- カーボンフロンティア機構（2023）石炭データブック（2023年版）。
- 鏡 健太，木嶋達也，青木広臣，志間正和，大村哲臣，直井佑希子（2023）地層処分の概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項の背景及び根拠，NRA 技術ノート，NTEN-2023-3001，原子力規制庁。
- 火力原子力発電技術協会編（2023）地熱発電の現状と動向 2022年。
- 経済産業省（2019）海洋エネルギー・鉱物資源開発計画。
- 経済産業省経済産業政策局調査統計部（2005）平成16年-2004- 本邦鉱業の趨勢，経済産業調査会。
- 経済産業省資源エネルギー庁（2001）平成12年度 広域地質構造調査報告書 北海道南部地域。
- 経済産業省資源エネルギー庁（2002）平成13年度 広域地質構造調査報告書 北海道南部地域。
- 経済産業省資源エネルギー庁（2005）平成16年度埋蔵鉱量統計調査。
- 経済産業省資源エネルギー庁（2010）平成21年度埋蔵鉱量統計調査。
- 経済産業省資源エネルギー庁（2023）文献調査段階の評価の考え方。
- 国土交通省：国土数値情報（行政区域データ），<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>，2023年8月18日閲覧。
- 国土交通省：国土数値情報（海岸線データ），<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>，2023年8月18日閲覧。

- 松波武雄, 秋田藤夫, 高見雅三, 若浜 洋, 岡崎紀俊 (1991) 北海道地熱・温泉ボーリング井データ集 ~1990, 北海道立地下資源調査所.
- 松波武雄, 鈴木豊重, 藤本和徳, 秋田藤夫, 若浜 洋 (1996) 北海道地熱・温泉ボーリング井データ集 1991~1995, 北海道立地下資源調査所.
- 村岡洋文, 阪口圭一, 玉生志郎, 佐々木宗建, 茂野 博, 水垣桂子, 駒澤正夫 (2009) 全国地熱ポテンシャルマップ, 数値地質図, GT-4, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 内藤一樹 (2017) 国内の鉱床・鉱徴地に関する位置データ集 (第2版), 地質調査総合センター速報, 73.
- 成田英吉, 矢島淳吉, 太田英順, 渡辺 寧, 羽坂俊一, 羽坂なな子, 平野英雄, 須藤定久 (1996) 鉱物資源図 北海道 (東部・西部), 鉱物資源図, 1, 地質調査所.
- 大日方順三 (1912) 後志国及渡島国ノ鉱床調査報文 後志国寿都地方ノ金属鉱, 鑛物調査報告 (北海道之部), 12, pp.41-72, 地質調査所.
- 斎藤正雄 (1953) 北海道歌棄郡大金鉱山金・銀鉱床調査報告, 地質調査所月報, 4, 7, pp.435-446.
- 斎藤正雄, 番場猛夫, 沢 俊明, 成田英吉, 五十嵐昭明, 山田敬一, 佐藤博之 (1967) 北海道金属非金属鉱床総覧, 地質調査所.
- 坂川幸洋, 梅田浩司, 鈴木元孝, 梶原竜哉, 内田洋平 (2004) 日本の坑井温度プロファイルデータベース, 地震 第2輯, 57, 1, pp.63-67.
- 実松健造 (2017) 鹿児島県菱刈金鉱床の氷長石-石英脈とその年代, GSJ 地質ニュース, 6, 2, pp.48-52, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 沢 俊明, 山田敬一, 成田英吉, 斎藤正雄, 番場猛夫, 五十嵐昭明 (1963) 北海道金属非金属鉱床総覧 II. 新第三紀の鉱化作用, 地質調査所.
- 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (2023) 令和4年度海外炭開発支援事業 海外炭開発高度化等事業「世界の石炭事情調査-2022年度-」.
- 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 地層処分技術WG (2017) 地層処分に関する地域の科学的な特性の提示に係る要件・基準の検討結果 (地層処分技術WGとりまとめ).
- 総務省・経済産業省 (2021), 令和3年度経済センサス-活動調査 産業別集計 (鉱業, 採石業, 砂利採取業) 結果.
- 総務省・経済産業省 (2012), 平成24年経済センサス-活動調査 鉱業, 採石業, 砂利採取業編.
- 鈴木 守, 山岸宏光, 高橋功二, 庄谷幸夫 (1981) 5万分の1地質図幅「寿都」及び説明書, 5万分の1地質図, 札幌-第36号, 北海道立地下資源調査所.
- 高見雅三, 鈴木隆広, 高橋徹哉, 柴田智郎, 小澤 聡, 藤本和徳, 秋田藤夫 (2008) 北海道地熱・温泉ボーリング井データ集および索引図 (統合版), 北海道立地質研究所.
- 玉生志郎, 松波武雄, 金原啓司, 川村政和, 駒澤正夫, 高橋正明, 阪口圭一 (2001) 50万分の1札幌地熱資源図及び同説明書, 特殊地質図, 31-4, 地質調査所.
- 田中明子, 矢野雄策, 笹田政克, 大久保泰邦, 梅田浩司, 中司 昇, 秋田藤夫 (1999) 坑井の温度データによる日本の地温勾配値のコンパイル, 地質調査所月報, 50, 7, pp.457-487.
- 天然ガス鉱業会編 (2023) 天然ガス資料年報-含 石油, LNG-.
- 統計委員会 (2013) 諮問第49号「埋蔵鉱量統計の指定の解除について」, 統計委員会 (第61回), 資料2.

- 徳永重元, 高井保明, 曾我部正敏, 谷 正巳, 植田芳郎, 井上英二, 鈴木泰輔, 尾上 亨 (1973) 日本炭田図 第2版, 200万分の1地質編集図, 5, 地質調査所.
- 富田新二 (2010) 日本の石炭資源量評価, JCOAL Journal, 16, pp.32-33, 石炭エネルギーセンター.
- 対馬坤六 (1968) 20万分の1地質図幅「岩内」, 20万分の1地質図, NK-54-20, 地質調査所.
- 通商産業省資源エネルギー庁 (1998) 平成9年度埋蔵鉱量統計調査.
- 浦島幸世 (1963) 寿都東部地域の鉱床調査報告, 北海道地下資源調査資料, 85, p.26, 北海道開発庁.
- 若浜 洋, 秋田藤夫, 松波武雄 (1995) 北海道地温勾配図及び説明書, 60万分の1地質図, 北海道立地下資源調査所.
- 渡辺 寧 (2000) 札幌-岩内地域マグマ-鉱化熱水系分布図, 特殊地質図, 38, 地質調査所.
- 山岸宏光 (1984) 5万分の1地質図幅「歌棄」及び説明書, 5万分の1地質図, 札幌-第37号, 北海道立地下資源調査所.
- 矢崎清貫 (1976) 日本油田・ガス田分布図 第2版, 200万分の1地質編集図, 9, 地質調査所.
- 鉱業原簿および鉱区図, 北海道経済産業局.
- 寿都鉱山坑道図 (添付図: 寿都鉱山地形図 (鉱区境界記載)). (寿都町ご提供)

## 添付資料 A 情報を抽出した文献・データのリスト

北海道寿都郡寿都町の文献調査において、鉱物資源・地熱資源に関する情報を抽出した文献・データは、以下に示す 143 件であった。

### A

秋葉 力 (1957) 北海道後志国大金鉱山附近の地質および  
鉱床 特に西谷鍾群について、鉱山地質, 7, 3, pp. 30-  
48.

秋葉 力 (1958) 北海道西南部における鉱床区, 新生代の  
研究, 27, pp. 623-632.

秋葉 力, 庄谷幸夫 (1970) 黒松内東北部地域の地質と鉱  
床, 北海道地下資源調査資料, 118, pp. 47-55, 北海道  
開発庁.

秋田藤夫 (2014) 北海道における地熱開発調査の現状と課  
題, 第 52 回試錐研究会講演資料集, pp. 13-21, 北海道  
立総合研究機構環境・地質研究本部地質研究所.

### B

番場猛夫, 松村 明, 斎藤正雄, 沢 俊明, 山田敬一, 五  
十嵐昭明 (1962) 北海道金属非金属鉱床総覧 III. 古生代  
後期-第三紀初期の鉱化作用, 地質調査所.

### C

地質団体研究会札幌支部 (1960) 北海道地域の新第三紀構  
造発達史, 地球科学, 52, pp. 30-36.

地質調査所編 (1954) 日本鉱産誌 B I - c 主として金属原  
料となる鉱石—鉄・鉄合金および軽金属—, 東京地学協  
会.

地質調査所編 (1954) 日本鉱産誌 B IV 物理的特性を利用  
する鉱物, 東京地学協会.

地質調査所編 (1955) 日本鉱産誌 B II 主として化学工業  
原料及び肥料原料となる鉱石, 東京地学協会.

地質調査所編 (1955) 日本鉱産誌 B I - a 主として金属原  
料となる鉱石—金・銀その他—, 東京地学協会.

地質調査所編 (1955) 日本鉱産誌 B III 主として窯業原料  
となる鉱石, 東京地学協会.

地質調査所編 (1955) 日本鉱産誌 B VI - b 水および地熱—  
地下水・地表水および海水—, 東京地学協会.

地質調査所編 (1956) 日本鉱産誌 B I - b 主として金属原  
料となる鉱石—銅・鉛・亜鉛—, 東京地学協会.

地質調査所編 (1956) 日本鉱産誌 B VII 土木建築材料, 東  
京地学協会.

地質調査所編 (1957) 日本鉱産誌 B V - b 主として燃料と  
なる鉱石—石油および可燃性天然ガス—, 東京地学協会.

地質調査所編 (1957) 日本鉱産誌 B VI - a 水および地熱—  
地熱および温泉・鉱泉—, 東京地学協会.

地質調査所編 (1959) 日本鉱産誌 A 総論, 東京地学協会.

地質調査所編 (1960) 日本鉱産誌 B V - a 主として燃料と  
なる鉱石—石炭—, 東京地学協会.

地質調査所 (1982) 日本地質アトラス.

### D

土居繁雄, 藤原哲夫 (1958) 寿都地区 (潮路-磯谷), 未  
利用鉄資源 第 4 輯, pp. 21-23, 通商産業省.

### F

Fujii, N., Igarashi, T., Togashi, Y. (1976) Distribution  
map of kaolin, pyrophyllite and sericite clay deposits in  
Japan, 1:2,000,000 map series, 17-1, Geological Survey  
of Japan.

藤本和徳 (1995) 道内市町村の地熱・温泉ボーリング, 第  
33 回試錐研究会講演資料集, pp. 55-65, 北海道立地下  
資源調査所.

藤本和徳, 高橋徹哉, 鈴木隆広編 (2004) 北海道市町村の  
地熱・温泉ボーリングデータ集, 北海道立地質研究所.  
藤原哲夫 (1955) 樽岸村地区, 未利用鉄資源 第 1 輯, pp.  
92-95, 通商産業省.

藤原哲夫, 二間瀬 洌 (1961) 北海道の砂チタンおよび含  
チタン砂鉄鉱石 (I) —とくに化学組成について—, 地  
下資源調査所報告, 25, pp. 57-78.

藤原哲夫 (1962) 北海道の砂チタンおよび含チタン砂鉄鉱  
石, 地下資源調査所報告, 27, pp. 1-48.

藤原哲夫, 渡辺 卓 (1962) 長万部町北部および黒松内町  
東部鉄鉱床調査報告, 北海道地下資源調査資料, 75, pp.  
1-14, 北海道開発庁.

藤原哲夫 (1983) 北海道の地質と資源 V 北海道の非金属  
資源, 北海道立地下資源調査所.

二間瀬 洌, 松波武雄 (1985) 北海道の地熱・温泉—1985  
年・I 版— (A) 西南北海道中南部 (1975 年~1983 年)  
(B) 西南北海道北部 (1976 年~1983 年), 地下資源調  
査所調査研究報告, 15.

### H

長谷川 潔, 寺島克文, 黒沢邦彦 (1983) 北海道の地質と  
資源 III 北海道の金属鉱物資源, 北海道立地下資源調査  
所.

長谷川 潔, 黒沢邦彦, 庄谷幸夫, 八幡正弘 (1989) 北海  
道のレアメタル資源 (鉱物資源開発調査報告第 7 報),  
地下資源調査所報告, 60, pp. 157-175.

早川福利, 国府谷盛明 (1968) 寿都町弁慶岬周辺の温泉示  
徴, 地下資源調査所報告, 38, p. 90.

早川福利, 酒匂純俊, 和気 徹, 二間瀬 洌, 斉藤尚志,  
松波武雄 (1983) 北海道の地質と資源 II 北海道の地熱  
温泉資源, 北海道立地下資源調査所.

平井浩二, 小野修司, 松枝大治 (2001) 西南北海道寿都-長  
万部地域における熱水性金銀鉱床の鉱化年代, 資源地質

学会第 51 回年会講演会講演要旨集, P-36.  
広川 治, 村山正郎 (1955) 5 万分の 1 地質図幅「岩内」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 27 号, 地質調査所.  
広田知保, 和田信彦, 横山英二, 菅 和哉 (1985) 北海道水理地質図「倶知安」及び説明書, 北海道水理地質図幅, 7, 北海道立地下資源調査所.  
北海道鉱業振興委員会編 (1990) 北海道の石油・天然ガス資源—その探査と開発 (昭和 52 年~63 年)—.  
北海道立地下資源調査所広報紙編集委員会編 (1990) 地熱エネルギーの開発が盛ん—平成元年度地域エネルギー開発振興事業の成果—, 地下資源調査所ニュース, 6, 3, p. 2.  
北海道総合研究機構地質研究所 (2016) 平成 27 年度地熱・温泉熱開発可能性調査業務報告書.

## I

五十嵐昭明, 小松直蔵 (1957) 後志国島牧村地内の銅・鉛・亜鉛・マンガン鉱床調査報告 II 永豊・今井島牧(湯沢)鉱山附近のマンガン鉱床, 北海道地下資源調査資料, 32, pp. 48-56, 北海道開発庁.  
五十嵐昭明 (1962) 長万部岳周辺地区金・銀・銅・鉛・亜鉛・硫化鉄・マンガン鉱床調査報告 II 島牧郡島牧村三恵鉱山の金・銀・銅・鉛・亜鉛・硫化鉄・マンガン鉱床調査報告, 北海道地下資源調査資料, 74, pp. 17-35, 北海道開発庁.  
五十嵐昭明 (1962) 長万部岳周辺地区金・銀・銅・鉛・亜鉛・硫化鉄・マンガン鉱床調査報告 III 島牧郡島牧村岩田新島牧鉱山のマンガン鉱床調査報告, 北海道地下資源調査資料, 74, pp. 37-41, 北海道開発庁.  
Igarashi, T. (1979) Distribution map of lead and zinc ore deposits in Japan, 1:2,000,000 map series, 17-2, Geological Survey of Japan.  
Igarashi, T., Kishimoto, F. (1979) Distribution map of copper ore deposits in Japan, 1:2,000,000 map series, 17-3, Geological Survey of Japan.  
五十嵐俊雄, 岡野武雄 (1979) 日本の硫黄・硫化鉄・石膏・重晶石鉱床分布図, 200 万分の 1 地質編集図, 17-6, 地質調査所.  
石田正夫, 三村弘二, 広島俊男 (1991) 20 万分の 1 地質図幅「岩内 (第 2 版)」, 20 万分の 1 地質図, 地質調査所.  
石原舜三, 佐々木 昭, 佐藤興平 (1992) 日本鉱床生成図 深成岩活動と鉱化作用 (3) 第三紀-第四紀, 200 万分の 1 地質編集図, 15-3, 地質調査所.  
伊藤昌介 (1948) 北海道後志国広尾鉱山鉛・亜鉛調査報告 商工省地下資源調査所速報, 57.

## K

環境省: 再生可能エネルギー情報提供システム, <https://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/index.html?msckid=7b06bf8fcf7b11ec854afd71371b3b91>, 2022 年 5 月 13 日閲覧.

火力原子力発電技術協会: 地熱発電関係の情報の収集及び提供, <https://www.tenpes.or.jp/mmnetc/>, 2023 年 1 月 20 日閲覧.

経済産業省 (2019) 海洋エネルギー・鉱物資源開発計画.  
経済産業省資源エネルギー庁 (2001) 平成 12 年度 広域地質構造調査報告書 北海道南部地域.  
経済産業省資源エネルギー庁 (2002) 平成 13 年度 広域地質構造調査報告書 北海道南部地域.  
木下龜城 (1939) 北海道の黒物鑛床, 九州鑛山學會誌, 10, 10, pp. 423-439.  
岸本文男, 五十嵐俊雄, 椎名則子 (1979) 日本の金・銀・アンチモン・水銀・ひ素鉱床分布図, 200 万分の 1 地質編集図, 17-5, 地質調査所.  
国府谷盛明, 土居繁雄 (1961) 5 万分の 1 地質図幅「狩太」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 38 号, 北海道立地下資源調査所.  
久保和也, 石田正夫, 成田英吉 (1983) 長万部地域の地質, 地域地質研究報告 (5 万分の 1 図幅), 札幌 (4) 第 48 号, 地質調査所.  
黒沢邦彦, 田近 淳, 八幡正弘, 山岸宏光 (1993) 5 万分の 1 地質図幅「大平山」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 47 号, 北海道立地下資源調査所.

## M

丸茂克美, 岡部賢二 (1983) 北海道蘭越町旭台の粘土鉱床, 未開発陶磁器原料資源調査報告書 (昭和 57 年度), pp. 1-20, 地質調査所.  
丸山敏彦, 田辺雄三, 高野明富, 作田庸一, 高橋 徹, 藤原達郎, 長谷川 潔, 高橋功二, 庄谷幸夫, 黒沢邦彦 (1988) 昭和 62 年度共同研究報告書 レアメタル資源調査及び回収・精製技術, 北海道立工業試験場, 北海道立地下資源調査所.  
松村 明 (1957) 後志国島牧村地内の銅・鉛・亜鉛・マンガン鉱床調査報告 I オープンセサミ鉱山の銅・鉛・亜鉛鉱床, 北海道地下資源調査資料, 32, pp. 38-47, 北海道開発庁.  
松波武雄, 秋田藤夫, 高見雅三, 若浜 洋, 岡崎紀俊 (1991) 北海道地熱・温泉ボーリング井データ集 ~1990, 北海道立地下資源調査所.  
松波武雄, 秋田藤夫, 高見雅三, 若浜 洋, 岡崎紀俊 (1991) 北海道地熱・温泉ボーリング井索引図 ~1990, 北海道立地下資源調査所.  
松波武雄, 鈴木豊重, 藤本和徳, 秋田藤夫, 若浜 洋 (1996) 北海道地熱・温泉ボーリング井データ集 1991~1995, 北海道立地下資源調査所.  
松波武雄, 鈴木豊重, 藤本和徳, 秋田藤夫, 若浜 洋 (1996) 北海道地熱・温泉ボーリング井索引図 1991~1995, 北海道立地下資源調査所.  
松波武雄, 鈴木豊重 (1997) 西部北海道の基盤岩類と伝導卓越系温泉について, 地下資源調査所報告, 68, pp. 1-16.  
松波武雄, 秋田藤夫, 柴田智郎, 藤本和徳, 鈴木隆広, 高

- 橋徹哉 (2001) 北海道地熱・温泉ボーリング井データ集 1996~2000, 北海道立地質研究所.
- 松波武雄, 秋田藤夫, 柴田智郎, 藤本和徳, 鈴木隆広, 高橋徹哉 (2001) 北海道地熱・温泉ボーリング井索引図 1996~2000, 北海道立地質研究所.
- 村岡洋文, 阪口圭一, 玉生志郎, 佐々木宗建, 茂野 博, 水垣桂子 (2007) 日本の熱水系アトラス, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 村岡洋文, 阪口圭一, 玉生志郎, 佐々木宗建, 茂野 博, 水垣桂子, 駒澤正夫 (2009) 全国地熱ポテンシャルマップ, 数値地質図, GT-4, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- N**
- 長尾捨一 (1969) 北海道の構造的天然ガスについて, 地下資源調査所報告, 40, pp. 1-59.
- 内藤一樹 (2017) 国内の鉱床・鉱徴地に関する位置データ集 (第2版), 地質調査総合センター速報, 73.
- 成田英吉, 矢島淳吉, 太田英順, 渡辺 寧, 羽坂俊一, 羽坂なな子, 平野英雄, 須藤定久 (1996) 鉱物資源図 北海道 (東部・西部), 鉱物資源図, 1, 地質調査所.
- 日本地熱資源開発促進センター (1979) 地熱開発基礎調査報告書 No.8 大平山 そのⅢ (昭和 53 年度).
- 日本地質学会編 (2010) 日本地方地質誌1 北海道地方, 朝倉書店.
- 日本鉱業協会探査部会 (1965) 日本の鉱床総覧 (上巻), 日本鉱業協会.
- 日本鉱業協会探査部会 (1968) 日本の鉱床総覧 (下巻), 日本鉱業協会.
- 日本の地質『北海道地方』編集委員会編 (1990) 日本の地質1 北海道地方, 共立出版.
- 日本の地質増補版編集委員会編 (2005) 日本の地質 増補版, 共立出版.
- O**
- 小原常弘, 松下勝秀, 佐藤泰子 (1985) 北海道の地質と資源 IV 北海道の水資源, 北海道立地下資源調査所.
- 大日方順三 (1912) 後志国及渡島国ノ鉱床調査報文 後志国寿都地方ノ金属鉱, 鑛物調査報告 (北海道之部), 12, pp. 41-72, 地質調査所.
- 小野修司, 平井浩二, 松枝大治 (2001) 西南北海道寿都鉱床の多金属鉱化作用, 資源地質学会第 51 回年会講演会講演要旨集, P-35.
- Ono, S., Hirai, K., Matsueda, H., Kabashima, T. (2004) Polymetallic mineralization at the Suttu vein-type deposit, southwestern Hokkaido, Japan, Resource Geology, 54, 4, pp. 453-464.
- S**
- 斎藤 紘, 神山 敦, 坂下正弘 (1990) 北海道の金属・非金属鉱物資源, 浦島幸世教授退官記念論文集, pp. 303-314.
- 斎藤 仁 (1962) 北海道の鉱泉資源, 地下資源調査所報告, 28, pp. 1-88.
- 斎藤正雄 (1953) 北海道歌楽郡大金鉱山金・銀鉱床調査報告, 地質調査所月報, 4, 7, pp. 435-446.
- 斎藤正雄, 五十嵐昭明, 番場猛夫, 沢 俊明, 山田敬一, 成田英吉 (1963) 北海道金属非金属鉱床総覧 I. 新第三紀後期-第四紀の鉱化作用, 地質調査所.
- 斎藤正雄, 番場猛夫, 沢 俊明, 成田英吉, 五十嵐昭明, 山田敬一, 佐藤博之 (1967) 北海道金属非金属鉱床総覧 地質調査所.
- 坂川幸洋, 梅田浩司, 鈴木元孝, 梶原竜哉, 内田洋平 (2004) 日本の坑井温度プロフィールデータベース, 地震 第2輯, 57, 1, pp. 63-67.
- 酒匂純俊, 佐藤 巖, 二間瀬 洌, 重山 武 (1966) 島牧村の温泉資源について, 地下資源調査所報告, 36, pp. 39-47.
- 酒匂純俊, 和気 徹, 早川福利, 二間瀬 洌, 横山英二, 斎藤尚志, 松波武雄, 内田 豊 (1976) 北海道の地熱・温泉 (A) 西南北海道中南部, 地下資源調査所調査研究報告, 3.
- 酒匂純俊, 鈴木 守, 長谷川 潔, 高橋功二, 松下勝秀, 舟橋三男 (1980) 北海道の地質と資源 I 北海道の地質—北海道地質図—, 60 万分の 1 地質図, 北海道立地下資源調査所.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2002) 北海道地質ガイド第2版, 数値地質図, G-7.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2005) 日本温泉・鉱泉分布図及び一覧 (第2版) CD-ROM 版, 数値地質図, GT-2.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター: 地熱情報データベース (GRES-DB), <https://gbank.gsj.jp/gres-db/>, 2022 年 5 月 11 日閲覧.
- 笹木 敏, 藤田定美 (1963) 樽岸地区, 国内鉄鋼原料調査第1報, pp. 89-92, 通商産業省.
- 沢 俊明, 山田敬一, 成田英吉, 斎藤正雄, 番場猛夫, 五十嵐昭明 (1963) 北海道金属非金属鉱床総覧 II. 新第三紀の鉱化作用, 地質調査所.
- 石油技術協会 (1993) 最近の我が国の石油開発 石油技術協会創立 60 周年記念.
- 浅成金銀鉱床探査に関する研究会編 (1990) 日本金山誌 第2編 北海道, 資源・素材学会.
- 資源庁鉱山保安局 (1952) 寿都鉱山地形図.
- 新エネルギー総合開発機構 (1987) 全国地熱資源総合調査 (第2次) 火山性熱水対流系地域タイプ①ニセコ地域火山地質図及び地熱地質編図.
- 新エネルギー総合開発機構 (1987) 昭和 61 年度全国地熱資源総合調査 (第2次) 火山性熱水対流系地域タイプ① (ニセコ地域) 地熱調査成果図集.
- 須田芳朗, 矢野雄策編 (1991) 日本の地熱調査における坑井データ その 2 検層データおよび地質柱状図データ, 地質調査所報告, 273.
- 須藤定久 (1998) 200 万分の 1 総合鉱物資源図 (試作版),

地質調査総合センター研究資料集, 355.  
須藤定久, 小笠原正継 (2005) 鉱物資源図 南西諸島, 鉱物資源図, 7, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.  
杉本良也 (1962) 北海道の重晶石鉱床, 地下資源調査所報告, 26, pp. 1-66.  
角 清愛, 金原啓司, 高島 勲 (1979) 日本の熱水変質帯分布図 1. 鮮新世後期-完新世, 200 万分の 1 地質編集図, 19-1, 地質調査所.  
角 清愛 (1980) 日本温泉放熱量分布図, 200 万分の 1 地質編集図, 21, 地質調査所.  
寿都温泉ゆべつゆ: 温泉成分分析表, <http://yubetsunoyu.com/onsen/>, 2023 年 12 月 5 日閲覧.  
寿都町教育委員会編 (1974) 寿都町史, 寿都町.  
鈴木 守, 山岸宏光, 高橋功二, 庄谷幸夫 (1981) 5 万分の 1 地質図幅「寿都」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 36 号, 北海道立地下資源調査所.

## T

高見雅三, 鈴木隆広, 高橋徹哉, 柴田智郎, 小澤 聡, 藤本和徳, 秋田藤夫 (2008) 北海道における地熱・温泉利用の現状—2007 年版—, 北海道立地質研究所.  
高見雅三, 鈴木隆広, 高橋徹哉, 柴田智郎, 小澤 聡, 藤本和徳, 秋田藤夫 (2008) 北海道地熱・温泉ボーリング井データ集および索引図 (統合版), 北海道立地質研究所.  
Takashima, K., Igarashi, T. (1973) Metallogenic map of Japan, 1:2,000,000 map series, 14, Geological Survey of Japan.  
Takashima, K., Igarashi, T. (1979) Distribution map of manganese ore deposits in Japan, 1:2,000,000 map series, 17-4, Geological Survey of Japan.  
玉生志郎, 松波武雄, 金原啓司, 川村政和, 駒澤正夫, 高橋正明, 阪口圭一 (2001) 50 万分の 1 札幌地熱資源図及び同説明書, 特殊地質図, 31-4, 地質調査所.  
田中明子, 矢野雄策, 笹田政克, 大久保泰邦, 梅田浩司, 中司 昇, 秋田藤夫 (1999) 坑井の温度データによる日本の地温勾配値のコンパイル, 地質調査所月報, 50, 7, pp. 457-487.  
田中明子, 山野 誠, 矢野雄策, 笹田政克 (2004) 日本列島及びその周辺域の地温勾配及び地殻熱流量データベース, 数値地質図, P-5, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.  
田中明子, 濱元栄起, 山野 誠, 後藤秀作 (2019) 日本列島及びその周辺域の熱データベース, [https://www.gsj.jp/Map/JP/docs/jm100\\_doc/jm\\_geothermal-db.html](https://www.gsj.jp/Map/JP/docs/jm100_doc/jm_geothermal-db.html), 2022 年 5 月 11 日閲覧.  
種村光郎 (1952) 北海道後志国蘭越粘土鉱床概査報告, 地質調査所月報, 3, 9, pp. 447-449.  
徳永重元, 高井保明, 曾我部正敏, 谷 正巳, 植田芳郎, 井上英二, 鈴木泰輔, 尾上 亨 (1973) 日本炭田図 第 2 版, 200 万分の 1 地質編集図, 5, 地質調査所.  
対馬坤六 (1968) 20 万分の 1 地質図幅「岩内」, 20 万分

の 1 地質図, NK-54-20, 地質調査所.  
通商産業省資源エネルギー庁, 地質調査所 (1979) 地熱開発基礎調査報告書 No.8 大平山その I (昭和 52 年度).

## U

浦島幸世 (1963) 寿都東部地域の鉱床調査報告, 北海道地下資源調査資料, 85, p. 26, 北海道開発庁.

## W

若浜 洋, 秋田藤夫, 松波武雄 (1995) 北海道地温勾配図及び説明書, 60 万分の 1 地質図, 北海道立地下資源調査所.  
渡辺 寧 (2000) 札幌-岩内地域マグマ-鉱化熱水系分布図, 特殊地質図, 38, 地質調査所.  
渡辺 寧 (2002) 札幌-岩内地域マグマ-鉱化熱水系分布図, 地質ニュース, 572, pp. 24-25, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

## Y

八幡正弘 (2002) 北海道における後期新生代の鉱化作用および熱水活動の時空変遷, 北海道立地質研究所報告, 73, pp. 151-194.  
矢島淳吉, 羽坂俊一, 太田英順, 渡辺 寧, 中川 充, 成田英吉 (1991) 北海道における金属・非金属資源産出量とその特徴—特に新第三紀-第四紀鉱化作用について—, 地質調査所月報, 42, 10, pp. 527-542.  
矢島澄策, 古舘兼治, 陸川正明 (1939) 寿都圖幅説明書, 北海道工業試験場地質調査報告, 4.  
山田敬一, 須藤定久, 佐藤壮郎, 藤井紀之, 沢 俊明, 服部 仁, 佐藤博之, 相川忠之 (1980) 全国金属鉱山基礎資料集 第 1 巻 東北日本 地質調査所報告, 第 260 号 別冊 1.  
山田敬一, 須藤定久, 佐藤壮郎, 藤井紀之, 沢 俊明, 服部 仁, 佐藤博之, 相川忠之 (1980) 全国金属鉱山基礎資料集 第 2 巻 西南日本 地質調査所報告, 第 260 号 別冊 2.  
山岸宏光, 国府谷盛明, 安藤重幸 (1976) 5 万分の 1 地質図幅「島古丹」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 26 号, 北海道立地下資源調査所.  
山岸宏光 (1984) 5 万分の 1 地質図幅「歌棄」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 37 号, 北海道立地下資源調査所.  
山岸宏光, 黒沢邦彦 (1987) 5 万分の 1 地質図幅「原歌および狩場山」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 35, 46 号, 北海道立地下資源調査所.  
山岸宏光, 和氣 徹 (1995) 島牧村の地質と資源・環境, 島牧村.  
山口久之助, 小原常弘 (1960) 水井戸および温泉の電気検層記録, 地下資源調査所報告, 24, pp. 77-84.  
山口昇一, 秦 光男, 沢 俊明, 斎藤正雄, 番場猛夫, 山田敬一, 成田英吉, 五十嵐昭明, 佐藤博之, 石田正夫, 対馬坤六 (1965) 北海道金属非金属鉱床総覧 IV. 北海道

地質図, 地質調査所.

矢崎清貫 (1976) 日本油田・ガス田分布図 第2版, 200万  
分の1地質編集図, 9, 地質調査所.

横山英二, 松波武雄 (1998) 北海道の温泉付随ガス, 地下  
資源調査所報告, 69, pp. 75-91.

Yuningsih, E. T., Matsueda, H., Syafrie, I. (2018) Ore-  
microscopy and geochemistry of gold-silver telluride  
mineralization in southwestern Hokkaido, Japan,  
Journal of Mineralogical and Petrological Sciences, 113,  
pp. 293-309.

#### その他

鉛業原簿および鉛区図, 北海道経済産業局.

寿都鉛山坑道図(添付図:寿都鉛山地形図(鉛区境界記載)).  
(寿都町ご提供)



北海道寿都郡寿都町  
文献調査報告書

技術的観点からの検討のうち  
地形、地質・地質構造に関する説明書

2024年11月

原子力発電環境整備機構

2024年11月 発行 原子力発電環境整備機構

本資料を利用する際は出典を記載してください。出典の記載方法は以下のとおりです。編集・加工等して利用する際には、以下の出典表記とは別に編集・加工等を行ったことを記載してください。

(出典の記載例)

原子力発電環境整備機構 (2024) 北海道寿都郡寿都町文献調査報告書

また、第三者（原子力発電環境整備機構以外のものをいいます。以下同じ。）の著作物が含まれる場合（例えば、原子力発電環境整備機構が第三者の図表等を用いて転載・編集・加工等している図表等）には、別途、第三者からの許諾が必要になることがあります。利用者の責任において、第三者が権利を有している部分を確認し、当該第三者から利用の許諾を得てください。

上記は、著作権法上認められている引用などの利用について、制限するものではありません。

## 目 次

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| 第1章 調査, 検討の考え方 .....                    | 1  |
| 1.1 基本的な考え方 .....                       | 1  |
| 1.1.1 文献調査計画書 .....                     | 1  |
| 1.1.2 「文献調査段階の評価の考え方」 .....             | 1  |
| 1.2 調査, 検討の進め方 .....                    | 2  |
| 第2章 文献・データの収集・情報の抽出 .....               | 3  |
| 2.1 収集対象範囲 .....                        | 3  |
| 2.2 収集・抽出の観点 .....                      | 5  |
| 2.3 抽出結果 .....                          | 5  |
| 第3章 地質・地質構造に係る既存情報の概要および取りまとめの考え方 ..... | 6  |
| 3.1 地質・地質構造に係る既存情報の概要 .....             | 6  |
| 3.1.1 陸域 .....                          | 6  |
| 3.1.2 海域 .....                          | 7  |
| 3.2 地質・地質構造の取りまとめの考え方 .....             | 8  |
| 3.2.1 陸域 .....                          | 8  |
| 3.2.2 海域 .....                          | 14 |
| 第4章 地形, 地質・地質構造 .....                   | 15 |
| 4.1 ネオテクトニクスの概要 .....                   | 15 |
| 4.1.1 テクトニック・セッティング .....               | 15 |
| 4.1.2 北海道南西部におけるテクトニクス .....            | 16 |
| 4.2 地形概説 .....                          | 18 |
| 4.2.1 黒松内低地帯とその周辺の地形 .....              | 18 |
| 4.2.2 黒松内低地帯 .....                      | 18 |
| 4.2.3 黒松内低地帯周辺の山地 .....                 | 19 |
| 4.2.4 文献調査対象地区陸域の地形 .....               | 19 |
| 4.2.5 文献調査対象地区海域とその周辺海域の地形 .....        | 20 |
| 4.3 陸域の地質概説および地質各論 .....                | 22 |
| 4.3.1 陸域の地質概説 .....                     | 22 |
| 4.3.2 陸域の地質 .....                       | 23 |
| 4.3.3 陸域の地質構造 .....                     | 43 |
| 4.4 海域の地質概説および地質各論 .....                | 53 |
| 4.4.1 海域の地質概説 .....                     | 53 |
| 4.4.2 海域の地質 .....                       | 53 |
| 4.4.3 海域の地質構造 .....                     | 55 |
| 第5章 地史 .....                            | 62 |
| 5.1 文献調査対象地区および周辺地域の地史 .....            | 62 |
| 第6章 地形, 地質・地質構造に係るその他のデータ .....         | 66 |
| 6.1 地球物理学的データ .....                     | 66 |

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 6.1.1 重力異常.....       | 66 |
| 6.1.2 磁気異常.....       | 68 |
| 6.1.3 電磁探査.....       | 70 |
| 6.1.4 微動アレイ観測 .....   | 71 |
| 第7章 まとめ.....          | 72 |
| 7.1 調査, 検討のまとめ .....  | 72 |
| 7.2 概要調査に向けた考え方 ..... | 72 |
| 引用文献.....             | 74 |

## 図目次

|         |                                                           |    |
|---------|-----------------------------------------------------------|----|
| 図 1.2-1 | 調査、検討の手順.....                                             | 2  |
| 図 2.1-1 | 沿岸部における地下施設設置のイメージ（沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会，2016）..... | 3  |
| 図 2.1-2 | 収集対象範囲.....                                               | 4  |
| 図 3.2-1 | 文献調査対象地区および周辺地域の5万分の1地質図.....                             | 11 |
| 図 3.2-2 | 黒松内低地帯北部の5万分の1地質図.....                                    | 12 |
| 図 3.2-3 | 黒松内低地帯西方の5万分の1地質図.....                                    | 13 |
| 図 4.1-1 | 北海道およびその周辺海域におけるテクトニック・セッティング.....                        | 16 |
| 図 4.2-1 | 北海道南西部，黒松内低地帯とその周辺の地形概要.....                              | 18 |
| 図 4.2-2 | 文献調査対象地区とその周辺の海底地形の概要.....                                | 21 |
| 図 4.3-1 | 寿都町および周辺地域陸域地質図（概要版）.....                                 | 49 |
| 図 4.3-2 | 寿都町および周辺地域陸域推定地質断面図（概要版）.....                             | 50 |
| 図 4.3-3 | 寿都町付近の活断層図.....                                           | 52 |
| 図 4.4-1 | 寿都町周辺海域海底地質図.....                                         | 57 |
| 図 4.4-2 | 寿都町周辺海域海底地質断面図（その1）.....                                  | 58 |
| 図 4.4-3 | 寿都町周辺海域海底地質断面図（その2）.....                                  | 59 |
| 図 4.4-4 | 寿都町周辺海域海底地質断面図（その3）.....                                  | 60 |
| 図 4.4-5 | 寿都町周辺海域海底地質断面図（その4）.....                                  | 61 |
| 図 5.1-1 | 寿都町および周辺地域推定古地理図（その1）.....                                | 64 |
| 図 5.1-2 | 寿都町および周辺地域推定古地理図（その2）.....                                | 65 |
| 図 6.1-1 | 文献調査対象地区および周辺地域の重力異常（ブーゲー異常）.....                         | 67 |
| 図 6.1-2 | 文献調査対象地区および周辺地域の磁気異常（極磁力図）.....                           | 69 |
| 図 6.1-3 | 二次元インバージョンによる比抵抗構造とその位置図（平田ほか，2009）.....                  | 70 |
| 図 6.1-4 | S波速度垂直分布と位置図（松島・大島，1989）.....                             | 71 |

## 表目次

|         |                             |    |
|---------|-----------------------------|----|
| 表 4.3-1 | 寿都町および周辺地域地質層序表.....        | 39 |
| 表 4.3-2 | 寿都町および周辺地域陸域層序対比表（その1）..... | 40 |
| 表 4.3-3 | 寿都町および周辺地域陸域層序対比表（その2）..... | 41 |
| 表 4.3-4 | 寿都町および周辺地域陸域層序対比表（その3）..... | 42 |
| 表 4.4-1 | 寿都町周辺海域層序対比表.....           | 56 |

## 添付資料

添付資料 A 情報を抽出した文献・データのリスト

付 図

付図1 寿都町および周辺地域陸域地質図

付図2 寿都町および周辺地域陸域推定地質断面図

## 第1章 調査、検討の考え方

### 1.1 基本的な考え方

特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律（以下、最終処分法という。）に定められた要件への適合性の確認と同様に、技術的な観点からの検討について、原子力発電環境整備機構が2020年に公表した「北海道寿都郡寿都町 文献調査計画書」（以下、文献調査計画書という。）および経済産業省資源エネルギー庁（2023）の「文献調査段階の評価の考え方」（以下、「文献調査段階の評価の考え方」という。）に基づき、放射性物質の閉じ込め機能、地下施設の建設可能性の検討の観点から、地下の状況と地質環境特性を取りまとめる。

本説明書では、最終処分法に定められた要件に照らした評価の基礎情報として必要な文献調査対象地区である寿都町における地層や岩体、断層などの分布といった地下の状況に関する情報の収集・抽出・整理を行う。また、地層処分への適性の観点からの地質環境特性については、「技術的観点からの検討のうち地質環境特性に関する説明書」で行う。

#### 1.1.1 文献調査計画書

文献調査計画書では、「6 文献・データに基づく評価」において、以下のとおり示されている。

文献調査では、最終処分法に定める文献調査で評価する要件を満足せず、明らかに適切でない場所を除外する作業を中心に、概要調査地区の候補を検討します。

さらに、技術的な観点、経済社会的な観点からの検討も実施します。例えば、上記の評価の過程で文献調査対象地区の地層や岩体、断層などの分布といった地下の状況について整理し、どの地層がより好ましいと考えられるかなどの検討や、土地の利用制限などの検討を実施します。

また、文献調査対象地区およびその周辺の地質・地質構造の評価に用いる文献・データとして、5万分の1地質図幅および同説明書、20万分の1地質図幅などが示されている。

#### 1.1.2 「文献調査段階の評価の考え方」

「文献調査段階の評価の考え方」では、「技術的観点からの検討の考え方」において、以下のとおり示されている。

④ このような観点から、地層や岩体、断層等の分布といった地下の状況、地層処分への適性の観点からの地質環境特性を取りまとめ、地下施設設置場所としてのおおよその適性を把握する。検討の目的から、最終処分を行おうとする地層だけでなく上部を含めた周辺の地層も評価の対象とし、閉じ込め機能に関する特性についてはその継続期間も考慮する。

また、「地層や岩体、断層等の分布といった地下の状況のとりまとめ」について、以下のとおり示されている。

文献調査対象地区の地質・地質構造について、地表地質図・主要な断面における地質断面図・地質層序表・地史のような図表及びその説明書を作成する。その際には、収集した文献・データ

(公的機関が発行した地質図幅及びその説明書や個別の研究論文等) から得られた情報を総合的に評価して作成する。なお、既往の文献・データから得られる情報には限界があるため、「主要な断面における地質断面図」等作成できるものに限界があること、不確実性が残ることに留意する。

## 1.2 調査、検討の進め方

本調査では、文献調査対象地区および周辺地域における地形、地質・地質構造に係る既存の文献・データを収集し、その情報を抽出し取りまとめる。本調査での調査、検討の手順を図 1.2-1 に示す。

第2章では、文献調査対象地区および周辺地域において、地形、地質・地質構造について記載のある文献・データを収集し、その情報を抽出する。収集に当たっては、「文献調査段階の評価の考え方」で示された文献・データの収集の考え方に従い、文献調査計画書に示した文献・データに加え、公的な機関が公表している文献・データを収集し、また、学術雑誌に公表されている論文を収集するため、文献データベースで検索を行い収集する。

第3章では、地質図および推定地質断面図の作成にあたり、地質・地質構造についての既存情報の概要、その取りまとめの考え方を示す。

第4章では、文献調査対象地区および周辺地域について、ネオテクトニクスの概要、地形概説、地質概説および地質各論を示す。

第5章では、第4章で示した内容から推定した地史を示す。

第6章では、第4章で示した内容と地球物理学的データとの対応を示す。

第7章では、本調査のまとめを示す。

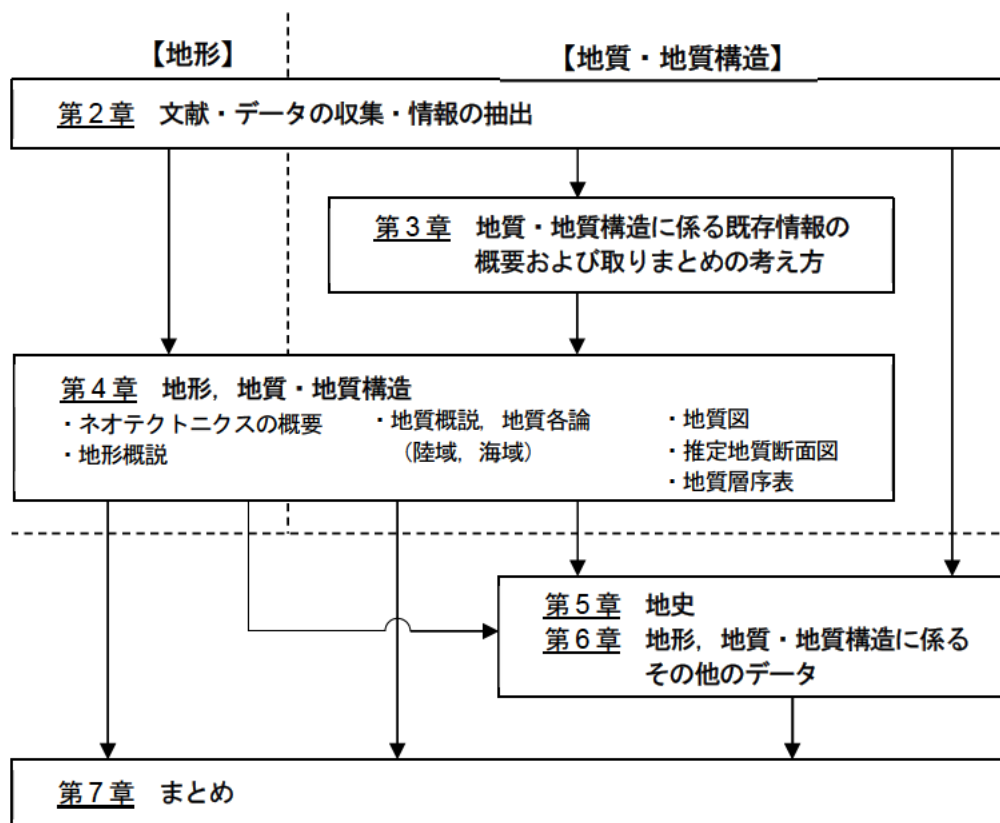


図 1.2-1 調査、検討の手順



## 第2章 文献・データの収集・情報の抽出

### 2.1 収集対象範囲

文献調査対象地区は、寿都町全域および海岸線から15km程度以内の大陸棚の範囲(図 2.1-1)である。

文献調査対象地区の地形、地質・地質構造を取りまとめるうえでは、一連の堆積過程を理解し、周辺地域の褶曲構造や断層などを含めて理解することが好ましいことから、文献調査対象地区周辺の地形や分布する地質の情報に基づき収集対象範囲を設定した。

文献調査対象地区および周辺の陸域には、主に新第三紀中新世以降に海底で堆積した火山岩類や堆積岩類が広く分布する(詳細は4.3参照)。これらは新第三紀以降に現在の黒松内低地帯周辺に形成されたと考えられる堆積盆を埋積した地層であり、これらを規制する地質構造の方向は文献調査対象地区から概ね南方へ連続している。以上のことを踏まえて、堆積盆の広がりとこれを埋積した新第三系最下位層(マス川層)が分布する地域を含む範囲を陸域の収集対象範囲とした(図 2.1-2)。

海域については、文献調査対象地区陸域前面付近の大陸棚を包含する、文献調査対象地区の海岸線から約15kmの範囲とした。

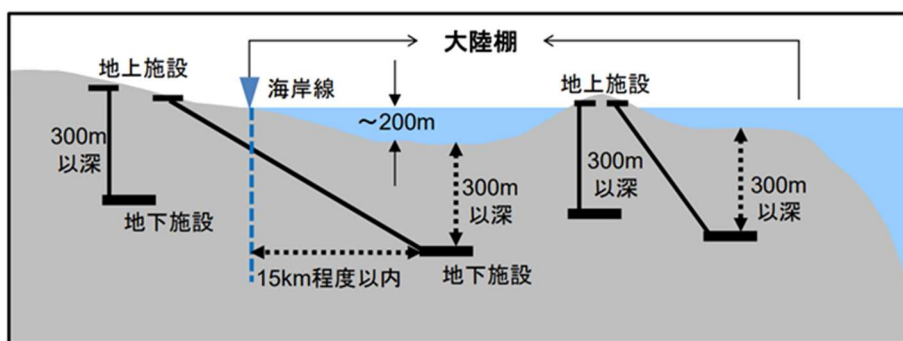


図 2.1-1 沿岸部における地下施設設置のイメージ  
(沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会, 2016)

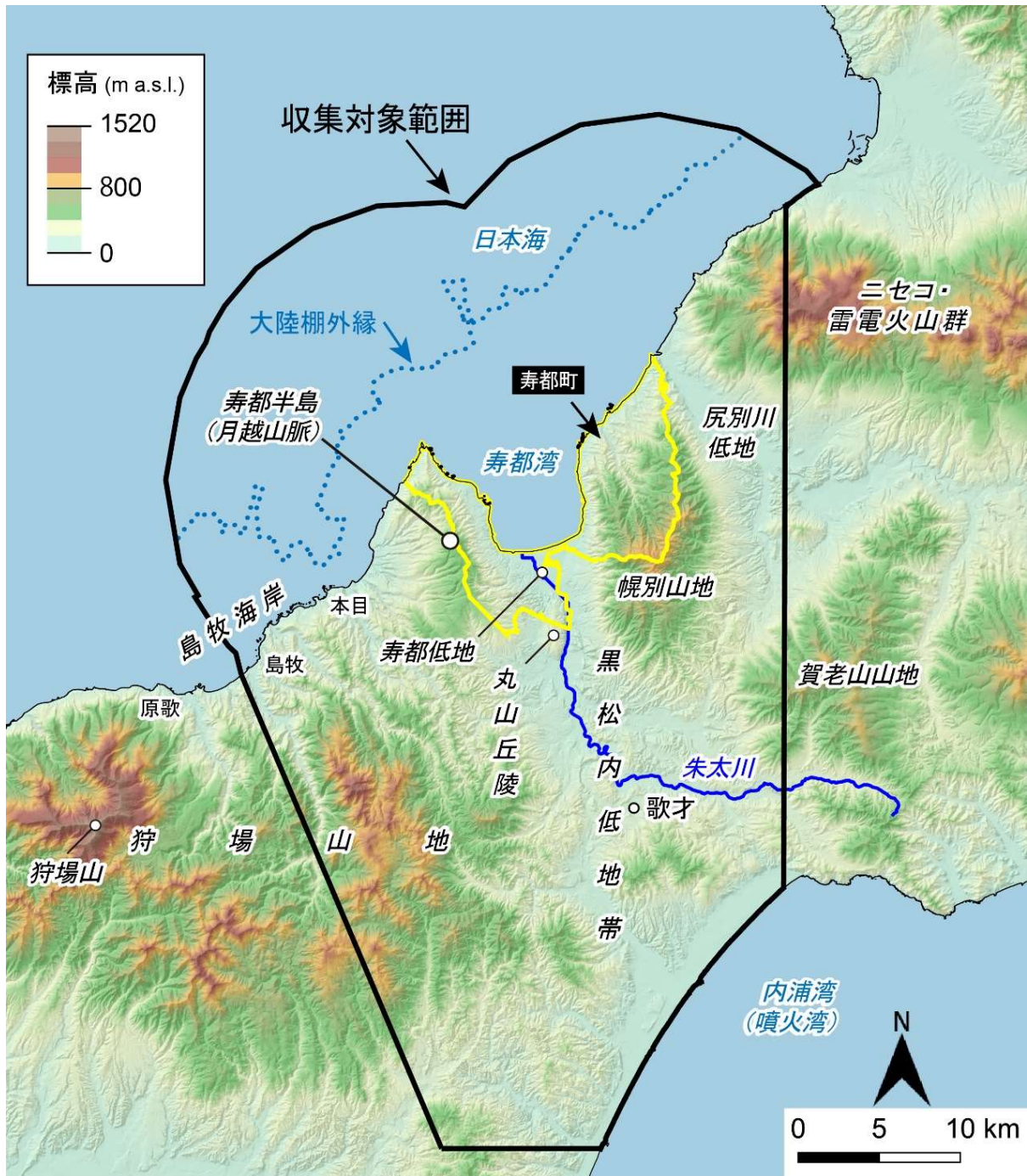


図 2.1-2 収集対象範囲

ベースマップは地理院タイルの陰影起伏図に基づく。高度段彩は国土地理院数値標高データに基づき作成。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町の行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

## 2.2 収集・抽出の観点

2.1 に示した収集対象範囲に分布する地層・岩体の岩相、年代情報および地質構造などに関する文献・データや、ネオテクトニクス、文献調査対象地区およびその前面の沿岸域における地形に関する文献・データを収集し、情報を抽出した。

文献調査対象地区およびその周辺地域の地形、地質・地質構造に関連した公的機関公表資料や学会誌、一般書籍、北海道電力泊発電所関連資料などの文献・データを収集した。

収集対象とした公的機関は、産業技術総合研究所地質調査総合センター、国土交通省北海道局、北海道立総合研究機構産業技術環境研究本部エネルギー・環境・地質研究所、海上保安庁海洋情報部、国土地理院、防災科学研究所、新エネルギー総合開発機構および各自治体などである。

## 2.3 抽出結果

2.1 および 2.2 に基づいて収集し、情報を抽出した文献・データを「添付資料 A 情報を抽出した文献・データのリスト」にまとめた。

また、本説明書において引用している文献・データは「引用文献」として示した。この「引用文献」には、一般的な教科書類などの文献・データも含まれる。なお、「情報を抽出した文献・データのリスト」においては 1 件としている文献・データを、引用箇所を明確にするためにいくつかに分けて扱っている場合もある（例えば、原子力規制委員会審査会合資料）。一方、収集・抽出の観点には該当するがその内容について本調査との関連性が小さい場合または情報が重複する（例えば、旧版・最新版、引用・被引用文献など）場合など、情報を抽出したリストに示した文献・データでも引用していないものがある。

### 第3章 地質・地質構造に係る既存情報の概要および取りまとめの考え方

本調査では地質図および推定地質断面図を作成することから、地質・地質構造については、既存の文献・データから得られる情報の概要およびその取りまとめの考え方を陸域および海域のそれぞれで整理する。

#### 3.1 地質・地質構造に係る既存情報の概要

##### 3.1.1 陸域

「日本の地質図史」(加藤ほか編, 2011)によると、明治9年(1876年)に200万分の1「日本蝦夷地質要略之図」(Lyman et al., 1876)が作成され、これがわが国最初の広域地質図となった。

長尾・佐々(1933a, 1933b, 1934a, 1934b)は、黒松内地方の地質図と地質層序を示し、下位より訓縫統、八雲統、黒松内統、ガロ川噴出物層および瀬棚統に区分した。さらに、黒松内付近を南北に通じる凹地帯を黒松内低地帯と呼んだ。

北海道立地下資源調査所および地質調査所は、地表地質調査を行い、2.1で示した収集対象範囲について以下の5万分の1地質図幅および説明書を発行した。

- ・ 山岸ほか(1976) 島古丹, 北海道立地下資源調査所
- ・ 山岸(1984) 歌棄, 北海道立地下資源調査所
- ・ 久保ほか(1983) 長万部, 地質調査所(久保ほか(1988)で、地質層序および地質図の一部を改訂。)
- ・ 石田(1983) 国縫, 地質調査所
- ・ 鈴木ほか(1981) 寿都, 北海道立地下資源調査所
- ・ 黒沢ほか(1993) 大平山, 北海道立地下資源調査所

加えて、長万部町、今金町および島牧村は、町村内の地質・地質構造を整理し、以下の5万分の1地質図および説明書を発行した。

- ・ 鈴木ほか(1967) 長万部町の地質, 長万部町
- ・ 岡・三谷(1981) 今金町の地質, 今金町
- ・ 山岸・和氣(1995) 島牧村の地質と資源・環境, 島牧村

地質調査所は、西南北海道地域の20万分の1地質図幅「岩内」(対馬, 1968), 「岩内」第2版(石田ほか, 1991)および「室蘭」(石田ほか, 1983)を発行した。

以下では、既存情報を、まず概ね幌別山地、寿都半島、黒松内低地帯および今金の地域ごとに整理し、その後全体論、ボーリング調査結果などについて整理する。

池谷・林(1982)は、幌別山地周辺および黒松内低地帯の地質層序に関する従来の各種の見解を整理したうえで、独自の調査結果に基づいて各地層および地質構造を詳細に記載するとともに、地層区分や各構造線などを再定義した。

岡村(1984)は、寿都半島の新第三系地質層序に関して月越火砕岩層を定義し、同層は寿都湾の東側地域にも分布すること、および寿都湾周辺に多数認められる岩脈の性状・分布から、月越火砕岩層が寿都湾を中心とする噴火によってもたらされたものとした。その後、岡村(1986a)は、寿都半島に分布する新第三紀火山岩類について岩石記載や全岩化学組成分析などを実施し、岩石学的特徴から2つの岩群に区分されるなどとした。また、岡村(1986b)は、西南北海道の新第三紀火山岩

類の岩石化学的性質について検討し、さらに同地域の第四紀火山岩類と比較し、新第三紀以降の火山岩類の化学組成の時間変遷とその成因について考察した。

道南グリーン・タフ団体研究グループ（1984）は、島牧地域に分布する新第三系の地質・地質構造について整理した。

北海道電力（2015）は、弁慶岬西方地域、黒松内低地帯地域および尻別川地域の地質・地質構造について整理した。

高橋ほか（1990）は、狩場山地東部長万部地域に分布する地層の整理を行った。

椿原（1991）は、黒松内低地帯にみられる褶曲軸や断層はほぼ南北に延びることから、これらは広域的な東西水平圧縮力に起因すると考えた。

鴈澤（1992）は、島牧および長万部地域を含む西南北海道の新第三系層序を整理し、併わせて前期中新世以降の古地理図を作成した。

池谷・林（1982）、椿原ほか（1989）および能條ほか（1999）は、化石層序や岩相区分などを整理して、黒松内地域に分布する本説明書のガロ川噴出物層および黒松内層に相当すると考えられる地層とこれより上位の地質層序についての見解を示した。

能條・鈴木（1999）は、黒松内低地帯に分布する瀬棚層の貝殻密集層の軟体動物化石と有孔虫化石の複合解析を行って、堆積過程の復元を行った。

Goto, et al. (2018)は洞爺火砕流堆積物の調査を行い、黒松内町熱郭で厚さ 10 m 以上の火砕流堆積物を確認した。

Sawada (1962)、橋本ほか（1963）および池谷・植松（1968）は、国縫川および後志利別川流域の地質・地質構造および地質層序について整理した。能條ほか（1994a）、能條ほか（1994b）および能條ほか（1996）は、今金地域の後志利別川流域に分布する黒松内層および瀬棚層の K-Ar 年代測定を含む岩相層序を整理した。

八幡（1989）は、西南北海道北部の地質区および堆積盆地に関する知見を整理した。

石田・秦（1989）は、既存の研究成果をもとに渡島半島地域の各堆積区における第三系の概要と地質構造発達史を取りまとめた。

嵯峨山（2000）は、珪藻生層序と放射性年代値などを用いて北海道における新第三系の層序の検討・対比を行うとともに、堆積物の層相によって海水準変動を復元した。

日本地質学会編（2010）は、北海道地方の地質・地質構造について取りまとめた。

寿都町中央部の丸山丘陵北側では、深度 1,101 m の温泉ボーリング調査が実施されている（高見ほか、2008；藤本ほか編、2004）。

黒松内町中央部の黒松内背斜軸部付近では、深度 3,310 m の基礎試錐調査（石油技術協会、1993）と深度 1,304 m の温泉ボーリング調査（高見ほか、2008；藤本ほか編、2004）が実施されている。

尻別川および朱太川河口付近と丸山丘陵東方（白炭断層付近）では反射法地震探査が実施されている（北海道電力、2015）。

### 3.1.2 海域

海上保安庁水路部（1995、1979a）は、文献調査対象地区海域を含む海域の地質調査（音波探査、底質調査）などを実施し、当該海域の海底地質構造図を作成した。

嵯峨山ほか（2000）は、渡島半島日本海側海域の地形・底質調査を実施し地質・底質図を作成した。

片山ほか（2012）は、積丹半島北部から西岸、尻別川に至る日本海側海域の表層堆積物の採取および粒度分析や音波探査などを実施し表層堆積図を作成した。

北海道電力（2015）は、渡島半島日本海側海域に対して海上音波探査などの海域地質調査を実施して地質・地質構造の整理を行った。このなかで、地質層序をⅠ～Ⅷ層に区分し地質年代と対比した。なお、北海道電力（2016）において海域層序の一部が改訂されている。

岡村・佐藤（2023）は、1995年～1999年に実施されたGH95航海、GH96航海およびGH99航海の海上音波探査結果などに基づき、積丹半島付近の海底地質図を作成した。

### 3.2 地質・地質構造の取りまとめの考え方

本調査では、2.1で収集・抽出した情報に基づき、文献調査対象地区および周辺地域の地質・地質構造について、地表地質図、主要な断面における地質断面図、地質層序表を作成するため、陸域および海域それぞれにおける地質・地質構造の取りまとめの考え方について述べる。なお、「文献調査段階の評価の考え方」に記載のとおり、「既往の文献・データから得られる情報には限界がある」こと、「作成できるものに限界がある」こと、および「不確実性が残る」ことに留意する必要がある。

また、本調査での取りまとめに際して、以下に記載するような用語や時代の統一の対応を行っている。

- ・ 現在使用されていない地質用語については、現在使用されている用語に読み換える（例えば、「石英安山岩」を「デイサイト」とする、「累層」を「層」とする、鉱物名として廃止されている「紫蘇輝石」を「直方（斜方）輝石（以下、直方輝石）」とする、半深成岩に対し使用されてきた「斑岩」を用いない、など）。
- ・ 2009年に国際地質科学連合（IUGS）によって、それまで約181万年前とされていた第四紀の始まりが変更されたことにより、本調査では、第四紀の始まりを約258万年前（「文献調査段階の評価の考え方」より）とする。これ以前に発行された文献・データについては、第四紀の始まりを約181万年前とみなし、鮮新世の一部が第四紀に含まれるものとする。

#### 3.2.1 陸域

##### (1) 地質図

陸域の地質図の作成に当たって収集し、情報を抽出した文献は以下の文献①～⑪である。

- ① 山岸ほか（1976）5万分の1地質図幅「島古丹」および説明書
- ② 山岸（1984）5万分の1地質図幅「歌棄」および説明書
- ③ 久保ほか（1983）長万部地域の地質  
（久保ほか（1988）により、地質層序および地質図の一部を改訂。）
- ④ 石田（1983）国縫地域の地質
- ⑤ 鈴木ほか（1981）5万分の1地質図幅「寿都」および説明書
- ⑥ 黒沢ほか（1993）5万分の1地質図幅「大平山」および説明書
- ⑦ 鈴木ほか（1967）長万部町の地質、長万部町
- ⑧ 岡・三谷（1981）今金町の地質、今金町
- ⑨ 山岸・和氣（1995）島牧村の地質と資源・環境、島牧村

- ⑩ 石田ほか (1991) 20 万分の 1 地質図幅「岩内 (第 2 版)」
- ⑪ 石田ほか (1983) 20 万分の 1 地質図幅「室蘭」

これらのうち、文献①～⑨は 5 万分の 1 縮尺、文献⑩、⑪は 20 万分の 1 縮尺の地質図である。文献⑩、⑪での縮尺レベル (20 万分の 1 縮尺) では、文献①～⑨に比べると地層や岩相の統合や走向・傾斜記号の省略などがなされており、本調査での取りまとめにあたり情報量が少ないと考えられる。

これより、本調査における地質図の作成に当たっては、5 万分の 1 縮尺とし、5 万分の 1 地質図幅を用いることを基本とする。また、地質図の作成範囲については、文献調査対象地区からの地質・地質構造の連続性を考慮し、図 3.2-1 に示す範囲とする。図 3.2-1 に示すとおり、この範囲には、5 万分の 1 地質図幅の文献①～⑥があるが、5 万分の 1 地質図幅が未刊行である南西部の区画 (今金) では、町発行の文献⑦、⑧があることから、これらを用いる。なお、文献⑨については、範囲が文献⑤、⑥に包含されることから、文献⑤、⑥を優先して用いる。

地質図の塗分けは文献①～⑧を参考に、寿都層、磯谷層などの地層をさらに岩相ごとに分けて行うことを基本とする。地層・岩体名および岩相については、文献①～⑧を参照して整理する。なお、地層・岩体名をさらに細分化している場合 (例えば、「寿都層下部」など) や、いくつかの岩相をまとめて示している場合 (例えば、「黒松内層 主に堆積岩類」など) がある。

地質層序については、文献①～⑧に加え、ほかの文献から得た年代測定値や生層序データなどを含めて整理する。整理結果は地質層序表に取りまとめる。また、既存文献の地質層序との対比のため、層序対比表を作成する。層序対比表の作成に当たっては、各既存文献における地質層序表や模式柱状図などを参照する。

貫入岩については、読図および収集・抽出した年代測定値に基づき、地質図の凡例では、貫入すると考えられる最も若い地層の上位に記載する。

断層については、以下のように断層と伏在断層の 2 種類を示す。

- ・ 文献②では活断層が示されているが、断層の活動性は別途、「地震・活断層に関する説明書」(以下、説明書「地震・活断層」という。)にて評価することから、本調査ではこれを活断層としてではなく、断層として扱う。
- ・ 文献②では地質推定断層が、文献④、⑥では推定断層が示されているが、地質図上で地層・岩体に変位が認められることから、本調査ではこれらを断層として扱う。
- ・ 伏在断層については文献③、④、⑧で示されているものを原典のとおり示す。なお、文献①、②、⑤、⑥、⑦では伏在断層が示されていない。

褶曲軸については、走向・傾斜および地層・岩体の分布に基づき記載する。

地質図の作成に当たっては、文献①～⑧間において、地層・岩体や断層に不連続がある。本調査では、当該の岩相や地形などを踏まえ、それらを編集して作成する。以下に例を示す。

- ・ 文献調査対象地区中央部の黒松内低地帯の東西両側には、ほぼ同時代の地層と考えられる寿都層と磯谷層が分布する。文献⑤では寿都層下部 (水冷破碎岩・ピローブレッチャ・火山礫凝灰岩) が分布するが、その南東方向延長部では文献②において磯谷層 (変質安山岩溶岩・水冷破碎岩) が分布し、さらに低地帯を挟んで寿都町歌棄付近の幌別山地西麓に同層の同岩相が分布する (図 3.2-2)。地層の連続性や岩相が類似すること、および文献②に磯谷層 (変質安山岩溶岩・水冷破碎岩) が文献⑤の寿都層下部に相当する旨が記載されていることから、

本調査ではこれらを寿都層下部とする。

- 同様に、図 3.2-3 に示す黒松内低地帯西部の黒松内層と永豊層は、それらの分布が既存図幅間で概ね連続していることと岩相が類似していることから、本調査では一つの地層（黒松内層）として扱う。
- 久保ほか（1988）では、文献③の地質層序および地質図の一部改訂が行われており、その内容を反映した。この過程で、黒松内岳溶岩をガロ川噴出物層（文献③のガロ川火山岩類に相当）に変更している。これに伴い、本層が連続し、岩相が類似する文献⑥の黒松内層安山岩質ハイアロクラスタイト（凝灰角礫岩を伴う）および複輝石安山岩溶岩についても、ガロ川噴出物層に変更する。

## (2) 地質断面図

推定地質断面図の作成に当たっては、上記の地質図などにおける表層地質情報に加え、収集・抽出したボーリング調査結果や反射法地震探査結果を参照する。この際に、表層地質情報などから相対的な確度が高い断層を「断層」として、それ以外の断層を「推定断層」として示す。断面位置は、地形および地質・地質構造を踏まえて設定する。なお、深度方向の情報には限りがあることから、深度が増すにつれて、不確実性が高まる。



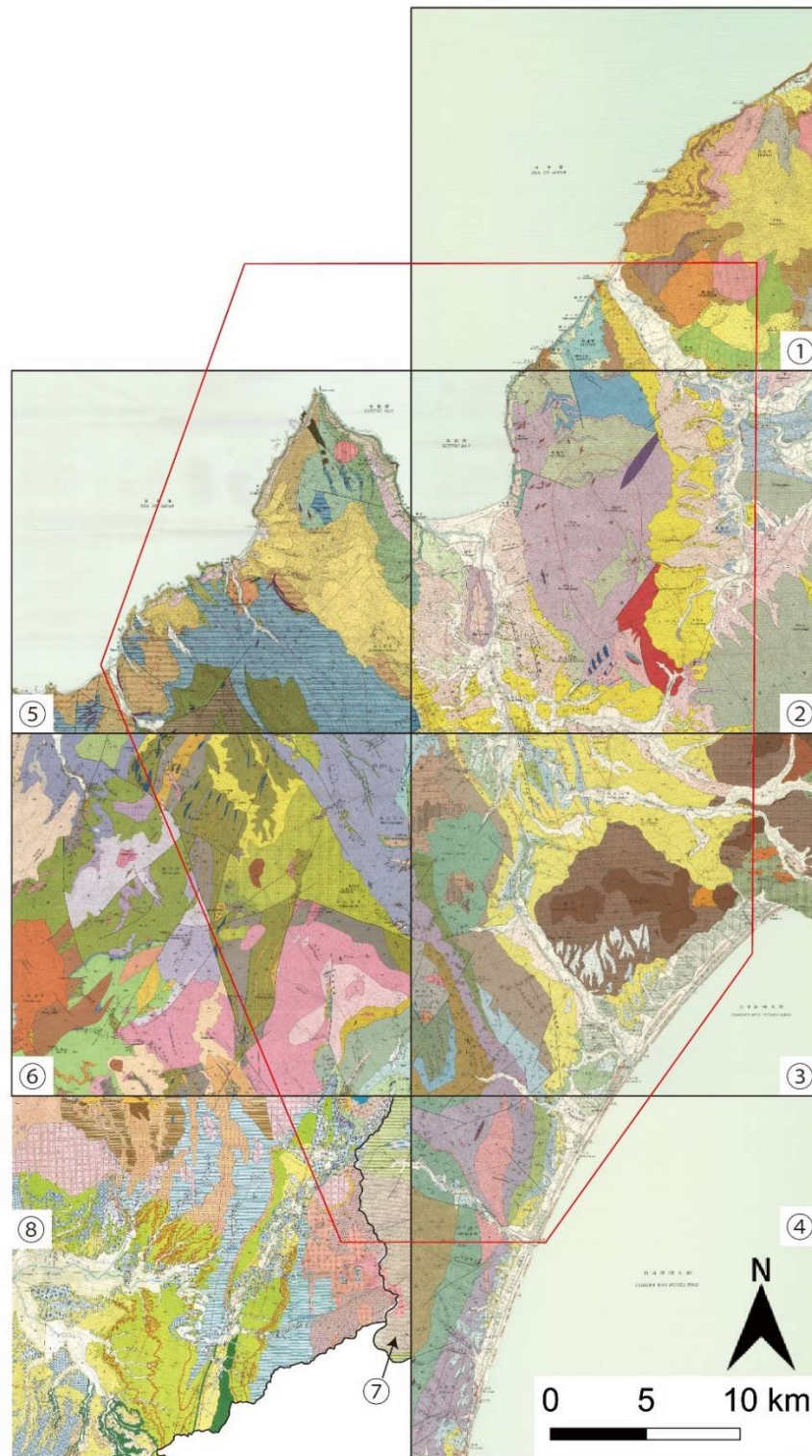


図 3.2-1 文献調査対象地区および周辺地域の5万分の1地質図

本図は文献①～⑧の地質図を貼り合わせたものである。黒線は各地質図の境界を、赤枠は本調査での地質図作成範囲を示す。①山岸ほか（1976）、②山岸（1984）、③久保ほか（1983）、④石田（1983）、⑤鈴木ほか（1981）、⑥黒沢ほか（1993）、⑦鈴木ほか（1967）および⑧岡・三谷（1981）に各地質図の境界、文献の番号、本調査での地質図作成範囲、方位および縮尺を加筆。⑦鈴木ほか（1967）および⑧岡・三谷（1981）についてはトリミングを実施。⑦⑧南側の白地部分は⑦⑧において地質分布が示されていない範囲（八雲町）である。

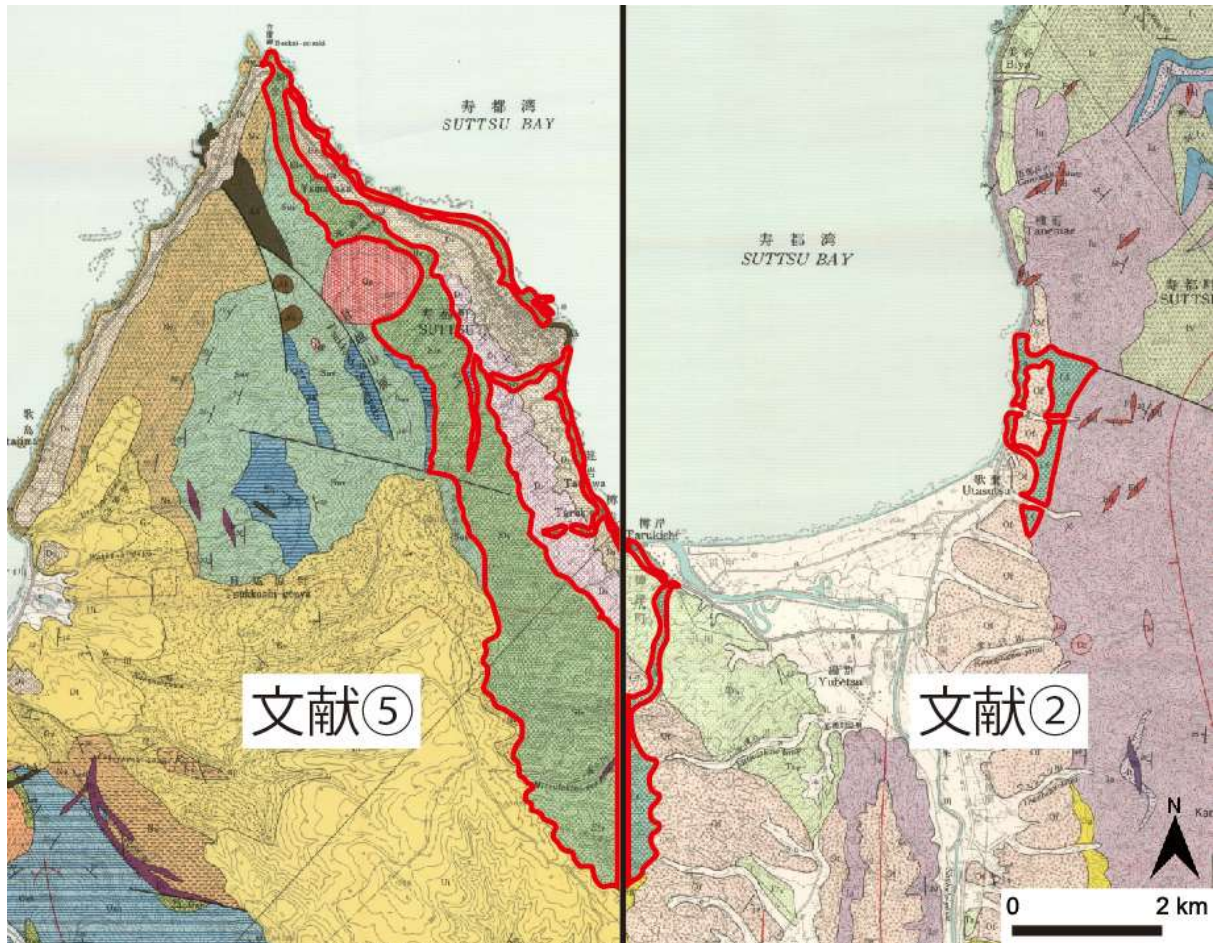


図 3.2-2 黒松内低地帯北部の5万分の1地質図

黒線は両文献（⑤鈴木ほか（1981）および②山岸（1984））の境界を、赤枠はそれぞれ文献⑤による寿都層下部（水冷破碎岩・ピロープレッチャ・火山礫凝灰岩）の、文献②による磯谷層（変質安山岩溶岩・水冷破碎岩）の分布を示す。⑤鈴木ほか（1981）および②山岸（1984）に各地質図の境界、文献の番号、対象地層の分布、方位および縮尺を加筆。

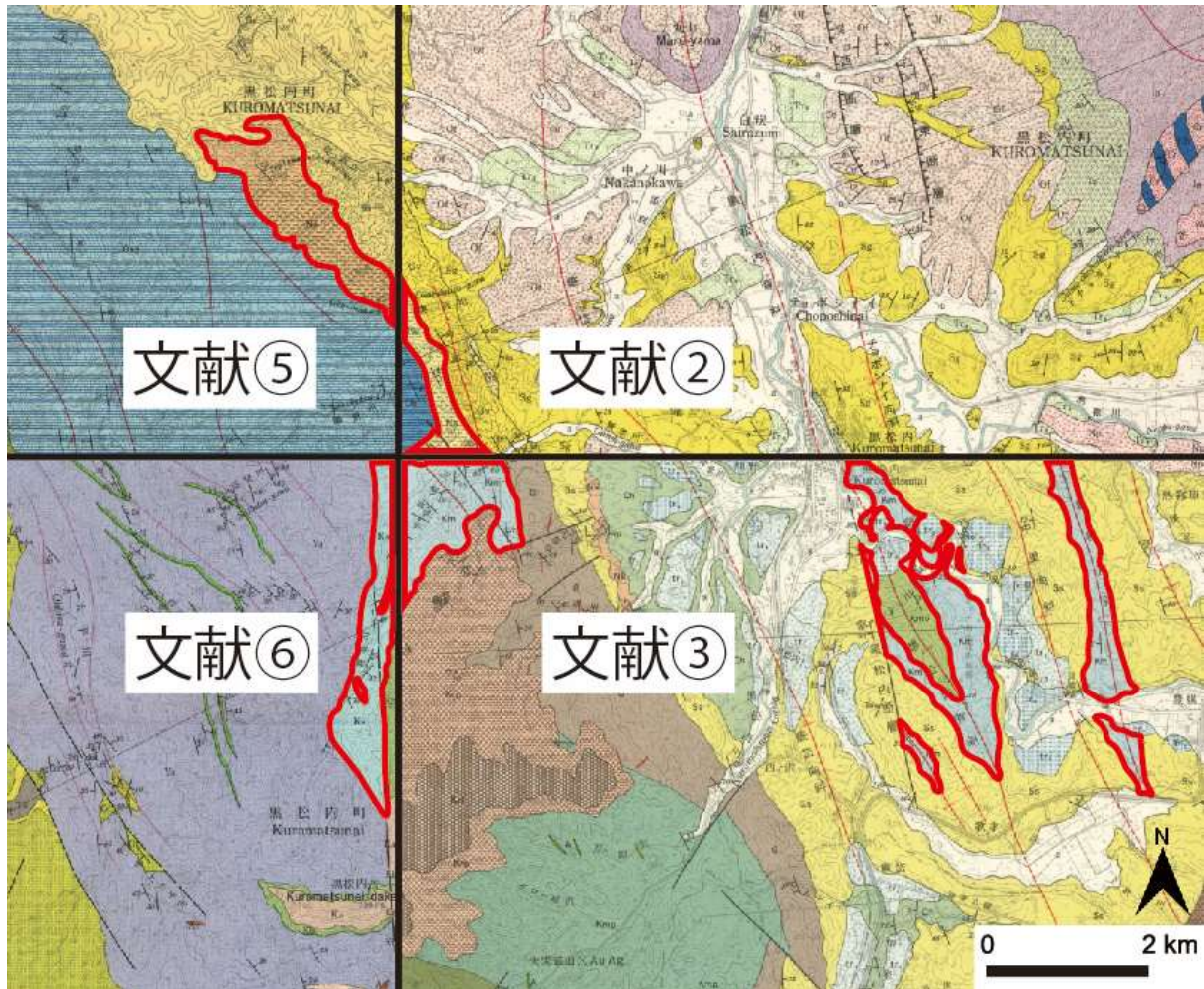


図 3.2-3 黒松内低地帯西方の5万分の1地質図

黒線は各文献(②山岸(1984), ③久保ほか(1983), ⑤鈴木ほか(1981)および⑥黒沢ほか(1993))の境界を, 赤枠はそれぞれ文献②による永豊層(シルト岩・砂岩およびスコリヤ凝灰岩)の, 文献③による黒松内層(シルト岩部層 シルト岩・砂岩・礫岩および凝灰岩(凝灰角礫岩を伴う))の, 文献⑤による永豊層(砂岩・シルト岩層 砂岩・珪藻質シルト岩)の, 文献⑥による黒松内層(シルト岩(砂岩および凝灰岩を伴う))の分布を示す。②山岸(1984), ③久保ほか(1983), ⑤鈴木ほか(1981)および⑥黒沢ほか(1993)に各地質図の境界, 文献の番号, 対象地層の分布, 方位および縮尺を加筆。

### 3.2.2 海域

海域の地質図の作成に当たって収集し、情報を抽出した文献は以下の⑫～⑰である。

- ⑫ 海上保安庁水路部（1995）沿岸の海の基本図（5万分の1）寿都
- ⑬ 海上保安庁水路部（1979a）沿岸の海の基本図（5万分の1）茂津多岬
- ⑭ 嵯峨山ほか（2000）北海道沿岸域の地質・底質環境 -2- 西南北海道海域
- ⑮ 片山ほか（2012）積丹半島付近表層堆積図（20万分の1）
- ⑯ 北海道電力（2015）泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書（3号発電用原子炉施設の変更）および関連審査会合資料（例えば、北海道電力，2013，2016）
- ⑰ 岡村・佐藤（2023）積丹半島付近海底地質図（20万分の1）

これらのうち、表層を主な対象としている文献⑭、⑮を除いたうち、文献⑫、⑯は収集対象範囲を概ね包含し、文献⑰は半分程度を包含する。文献⑬は収集対象範囲のごく一部を包含するが、その範囲はより新しい文献⑫にほぼ内包される。

文献⑯は、文献⑫を参考文献に含み、既存文献<sup>1</sup>の年代測定値や生層序データを用いた地質年代との対比とともに陸域層序との対比が行われている。これらに加えて海上ボーリングや指標テフラを用いた地質年代との対比が行われており、海上音波探査記録の解釈図など、公表資料が豊富である。

以上より、海域の地質図・地質断面図・地質層序表の作成に当たっては、主に文献⑯を参照する。地質図の作成は収集対象範囲を対象とする。地質断面図については、文献⑯における海上音波探査記録の解釈図を参照し、寿都町前面海域における主要な断面図を作成する。

さらに、文献⑫、⑰との層序対比表を作成する。地質層序表は層序対比表と合わせて示す。

---

<sup>1</sup> 渡辺真人（2000）、本山（2000）、石塚ほか（2000）など。

## 第4章 地形、地質・地質構造

第4章では、文献調査対象地区および周辺地域について、ネオテクトニクスの概要、地形概説、地質概説および地質各論を示す。

### 4.1 ネオテクトニクスの概要

#### 4.1.1 テクトニック・セッティング

北海道およびその周辺海域におけるテクトニック・セッティングについてまとめたものを図 4.1-1 に示す。図 4.1-1 に示されるように、北海道は、東北日本弧と同じくオホーツクプレートに属し、その東側に太平洋プレートが、西側にアムールプレートが位置する。

太平洋プレートは、千島海溝と日本海溝においてオホーツクプレートの下に沈み込んでおり、このとき、太平洋プレートは千島海溝から斜めに沈み込むため、それに引きずられる前弧（千島前弧スリバー）は南西方向に移動し、東北日本弧に衝突したと考えられている（平，2000；木村，2002）。千島弧と東北日本弧の衝突は、前期中新世に生じたと考えられており（日本地質学会編，2010）、千島前弧スリバーの西進は現在に至るまで継続していると考えられている（例えば，多田・木村，1987；日本地質学会編，2010）。しかし、北海道における後期中新世以降の火山活動の時空変遷から見ると、千島弧での太平洋プレートの斜め沈み込みの程度は、鮮新世を通じて次第に弱くなっており、そのことに呼応して千島前弧スリバーの西進運動が衰えたと考えられている（中川ほか，1999）。

一方、アムールプレートは、オホーツクプレートと日本海の東縁部において収束する（Wei and Seno, 1998）。この収束境界は日本海東縁変動帯と呼ばれ、単一のプレート境界断層によって境されるものではなく、場所によって変形の幅が変化する複雑な境界であると推定されている（平，2002）。日本海東縁変動帯は、日本海拡大時のリフト境界が圧縮境界に転じたものと考えられており、その活動開始時期については、約 300 万年前と推定されている（平，2002；岡村・加藤，2002）。

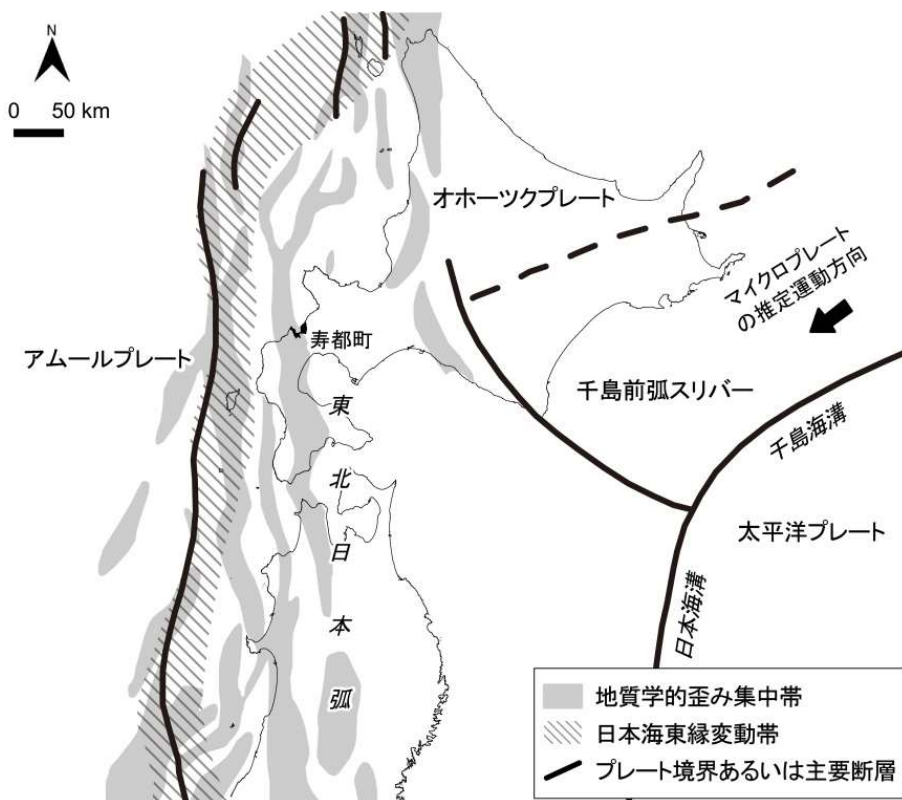


図 4.1-1 北海道およびその周辺海域におけるテクトニック・セッティング

日本海東縁変動帯、プレート境界、主要断層の分布については平（2002）を、地質学的歪み集中帯の分布については岡村（2002）を参照して作成。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

#### 4.1.2 北海道南西部におけるテクトニクス

文献調査対象地区が位置する北海道南西部から日本海東縁変動帯にかけての地形・地質構造は、南北方向と北西－南東方向のもの組み合わせからなり、東北日本弧の脊梁山脈およびその西方の北への延長部とみなされている（岡，1997，1999）。この範囲には、東北日本弧から延びる南北性の逆断層を伴う褶曲帯がいくつも発達する。逆断層は約 300 万年前以降に成長し始めたと考えられることから、断層・褶曲帯は過去約 300 万年間に地殻の短縮歪みが集中した地質学的歪み集中帯を表すものと考えられている（岡村，2002）。

北海道南西部における応力情報については、新生代岩脈群の走向分布、新生代鉞脈、地質断層、活断層の方向とセンス、火山・火口の配列などの地質学データ、地震学データ、三角・三辺測量や GNSS 観測による測地観測データから得ることができる。地質学データに基づいて広域応力場を推定した既存文献には、大槻（1989）、山岸・渡辺（1986）、Watanabe（1991）、渡辺（1986，1993a，1993b）、Watanabe（1995，2002）が挙げられる。これらの推定結果のうち、渡辺（1993a）によると、文献調査対象地区が位置する北海道南西部の北部における広域応力場は、6 Ma 頃に、最小水平圧縮応力が西北西－東南東方向の伸張場から、最大水平圧縮応力が西北西～北北西－東南東～南南東方向の圧縮場に転換したとされる。この 6 Ma 以降の圧縮方向は、後期中新世以降もしくは鮮新世頃以降の北海道南西部における広域応力場が、最大水平圧縮応力が概ね東西もしくは北西－南東方向の圧縮場にあると推定した大槻（1989）、渡辺（1986）、山岸・渡辺（1986）とも整合する。

6 Ma 以降の北海道南西部の北部における最大水平圧縮応力の方向について、岩脈および火口の方向と年代に基づいてより詳しく見ると、それらは時代により変化しており、4.2~4.0 Ma に N55°W、2.4~2.0 Ma と 1.5 Ma に N70°W、1.2~0 Ma に N33°W、30~6 ka に N25-15°W であったと推定されている (渡辺, 1993a)。このような応力方位の変化は、この地域の鉱脈や火山列の方向からも見出されている (Watanabe, 1991 ; 渡辺, 1993b)。こうした変化は、太平洋プレートの最大水平圧縮応力軸の方向の変化、すなわち、5.8 Ma 以降、N51°W から反時計回りに回転し、2.6 Ma には N65°W になり、その後時計回りに回転して N30°W になった変化に対応して生じたと考えられている (渡辺, 1993a, 1993b)。さらに Watanabe (2002) を参照すると、3.6~1.5 Ma 頃に太平洋プレートが東北日本弧へ直交に沈み込み、その収束速度が 15 Ma 以降で最も高くなったこと、1.5 Ma 以降は太平洋プレートが東北日本弧へ斜めに沈み込み、その収束速度が減少したことが読み取れる。東北日本弧に直交に沈み込む太平洋プレートは、それ自体が北海道南西部を圧縮するように働くだけでなく、千島前弧スリバーに斜めに沈み込むことで、千島前弧スリバーの西進も強化したと考えられることから、3.6~1.5 Ma 頃は、北海道南西部における水平圧縮応力が相対的に高まった時期だと考えることができる (Watanabe, 1995, 2002)。

上述の地質学データに基づいて推定された 6 Ma 以降の広域応力場の推定結果は、地震学データに基づく現在の地殻応力の情報、例えば、地震のモーメントテンソル解を用いて推定された三次元応力パターン (Terakawa and Matsu'ura, 2010) から、北海道南西部では東西~北西-南東方向の圧縮かつ逆断層型の応力場が卓越していることが読み取れること、地震のメカニズム解を用いて推定された地殻の水平最大主応力 (Uchide et al., 2022) から、黒松内低地帯北部では北西-南東方向と読み取れること、とも整合的である。その一方で、測地観測データから把握された地殻水平歪みについて見ると、北海道南西部では北西-南東方向の圧縮歪み (国土地理院, 1997 ; Inuma et al., 2005) だけでなく、観測期間によっては、北西-南東~東西方向の伸長歪みが卓越するようである。例えば、明治以降の約 100 年間の三角・三辺測量データ (国土地理院, 1997 ; Sagiya et al., 2000) からは、北西-南東方向の伸長歪みが卓越していることが読み取れ、1997~99 年の GNSS 観測データ (Sagiya et al., 2000) からは、東西方向の伸長歪みが卓越していることが読み取れる。鷲谷 (2002) は、前者の原因については 1983 年の日本海中部地震時に伸長歪みが生じた可能性を、後者の原因については 1993 年の北海道南西沖地震の余効変動による影響の可能性を、それぞれ指摘している。

## 4.2 地形概説

### 4.2.1 黒松内低地帯とその周辺の地形

文献調査対象地区は、北海道南西部の中心付近を南北に横切る幅 10~15 km の相対的な凹地、「黒松内低地帯」の北端部に位置する。黒松内低地帯は、その東側を幌別山地と賀老山山地に、その西側を狩場山地と月越山脈(寿都半島)によってそれぞれ境され、その南部には第四紀火山である「写万部山」(西来ほか編, 2012)がある(図 4.2-1)。以下では、黒松内低地帯とその周辺に位置する山地の地形的特徴について述べる。

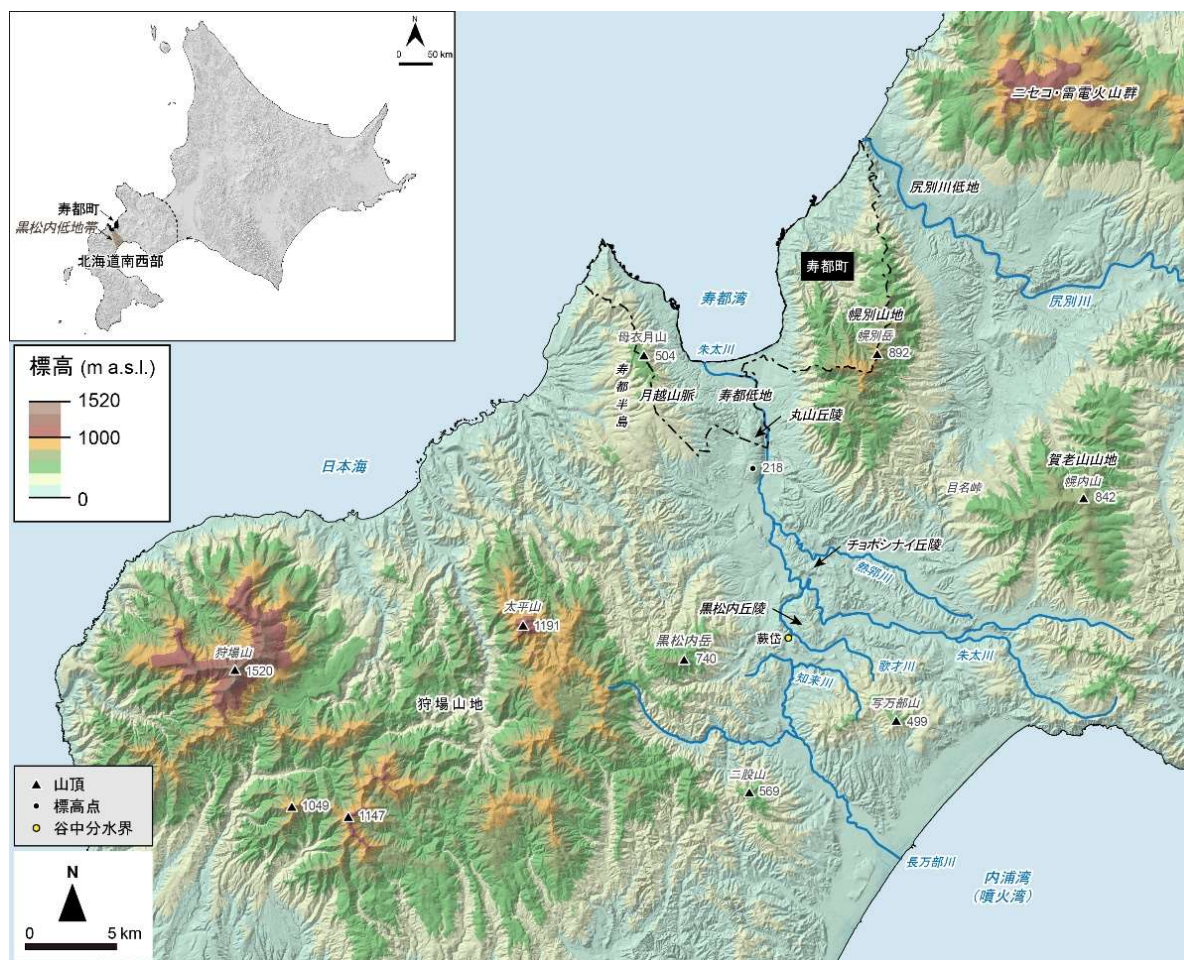


図 4.2-1 北海道南西部, 黒松内低地帯とその周辺の地形概要

黒の一点鎖線は寿都町行政界を、数字は標高 (m) をそれぞれ示す。ベースマップは地理院タイルの陰影起伏図に基づく。高度段彩は国土地理院数値標高データに基づき作成。海岸線は「国土数値情報 (海岸線データ)」(国土交通省)に、寿都町行政界は「国土数値情報 (行政区画データ)」(国土交通省)に基づく。

### 4.2.2 黒松内低地帯

黒松内低地帯は、鮮新世から前期更新世にかけての堆積盆の名残りであり、第四紀に隆起傾向にある低地帯の中軸が、河川による侵食を受けた結果、形成された地域であると考えられている(奥村, 2003)。そのため、低地帯と名付けられているが、その地形は起伏に富む。

この低地帯では、南北性の活褶曲の発達が見られる。低地帯の中軸部では、丸山丘陵、チョボシナイ丘陵、黒松内丘陵が形成され、逆断層により地形面に変形が生じている(例えば、活断層研究



会編, 1991; 池田ほか, 2002; 奥村, 2003; 今泉ほか, 2018)。

黒松内低地帯を流下する河川は、日本海(寿都湾)に向かって流れる河川水系(例えば、朱太川、熱郭川、歌才川)と太平洋(内浦湾(噴火湾))に向かって流れる河川水系(例えば、知来川、長万部川)に分かれる。両水系の分水界は、現在、低地帯中央部の蕨岱付近に形成された谷中分水界に置かれるが(図 4.2-1)、蕨岱周辺の河成段丘の分布状況から、最終氷期には、知来川は、この谷中分水界を越えて日本海に向かって流れていたと考えられている(奥村, 2003)。

黒松内低地帯において日本海に向かって流れる河川は、その中～下流部で文献調査対象地区を流下する朱太川に合流する。

#### 4.2.3 黒松内低地帯周辺の山地

月越山脈と狩場山地は、共に黒松内低地帯の西縁をなす山地である(図 4.2-1)。月越山脈は、日本海に向かって突き出す寿都半島を形成する山地であり、その最高標高は母衣月山の 504 m である。一方、狩場山地は、西から順に第四紀火山である「狩場山」(西来ほか編, 2012; 最高標高は狩場山の 1,520 m)、標高 1,191 m の太平山に代表されるような主稜部の標高が 1,000 m を超える山地、その東側に付け加えられたように分布する一段低い山地(例えば、標高 740 m の黒松内岳、標高 569 m の二股山)から構成される山塊である。地質図(付図 1 および図 4.3-1)との比較によると、この標高の違いは山地を構成する地質の違いに対応しているようであり、高い方の山地は、中生代の地層とそれらを貫く花崗岩類からなり、低い方の山地は主に新第三紀の堆積岩類・火山岩類からなる。なお、国土庁土地局(1975)や小疇ほか編(2003)では月越山脈を狩場山地に含めているが、本調査では、(1)月越山脈の方が全体的に低い山地であること、(2)山地を刻む開析谷の発達度合いに起因する山体斜面のテクスチャー(きめ)の違い、すなわち狩場山地が深い谷に密に刻まれた山地である一方で月越山脈は小起伏面が広く発達する山地であり、開析谷の密度も低い山地であること、から両者を区別して扱うこととした。

幌別山地と賀老山山地は、共に黒松内低地帯の東縁をなす山地である(図 4.2-1)。幌別山地は、南北方向の長軸をもつ楕円形の平面形態をもつ山地であり、その最高峰は標高 892 m の幌別岳である。一方、賀老山山地は、頂角が北東方向に向いた二等辺三角形の平面形態をもつ山地であり、その最高峰は標高 842 m の幌内山である。また、賀老山山地、幌別山地、ニセコ・雷電火山群に境された場には、正三角形の平面形態をとる盆地状の低地が形成されている。この盆地状低地の中の尻別川沿いに形成された低地が、尻別川低地である。

写万部山は、写万部山火山岩類(久保ほか, 1983)からなる火山体である(西来ほか編, 2012)。その最高峰は、標高 499 m の写万部山である。

#### 4.2.4 文献調査対象地区陸域の地形

文献調査対象地区は、黒松内低地帯の北端部に位置する。文献調査対象地区を構成する主な地形は、寿都湾の湾頭部に広がる寿都低地とその南側に位置する丸山丘陵、寿都低地の西側と東側に位置する月越山脈と幌別山地である(図 4.2-1)。

寿都低地は、朱太川の河口に形成された沖積低地である。海岸線に沿って標高 6~11 m の砂丘・海岸州が発達し、朱太川には西向きの顕著な河口偏倚が認められる。寿都低地の周縁部は、月越山脈と幌別山地の山麓に発達する開析扇状地または 1~2 段の海成段丘によって限られ、その南端は丸山丘陵によって限られる(詳細は、「隆起・侵食に関する説明書」(以下、説明書「隆起・侵食」

という。)参照)。丸山丘陵は、南北方向に延びる長さ4km程度の紡錘状の高まりであり、その最高標高は218mである。山岸(1984)には、その頂部に黒松内背斜の背斜軸が示され、今泉ほか編(2018)には、その東端に沿って流下する朱太川沿いに活断層が示されている。

月越山脈は、寿都半島を形成する山地であり、その形態的特徴として、(1)東側斜面が西側斜面よりも急傾斜な非対称山稜であること、(2)主稜線部から西側斜面にかけて比較的広く小起伏面が発達すること、が挙げられる。海岸部には、波食棚・離水波食棚(ベンチ)と海成段丘が発達する(例えば、小池・町田編, 2001; 詳細は、説明書「隆起・侵食」参照)。

幌別山地は、寿都低地と尻別川低地の間に位置する山地である。この山地に属する幌別岳の標高892mが文献調査対象地区における最高標高点となる。海岸部には、波食棚・離水波食棚(ベンチ)、海成段丘が発達し(例えば、小池・町田編, 2001)、海岸部を除いた山麓部には、開析扇状地が発達する。開析扇状地の中には断層運動により変形したものも報告されている(例えば、山岸, 1986; 吾妻ほか, 2003; 詳細は、説明書「地震・活断層」参照)。

#### 4.2.5 文献調査対象地区海域とその周辺海域の地形

本調査では、大陸棚の広がりの規定する大陸棚外縁を八島ほか(1982)と吉川(1997)の考えにならない、大洋底に向かって下る顕著な遷急部のうち、最も海側に連なるものと定義する。そのように定義した大陸棚外縁を書き入れた海底地形の概観図を図4.2-2に示す。以下では、図4.2-2に基づいて、狩場山北岸から岩内までの区間における沿岸海域にみられる海底地形の特徴を中心に述べる。

狩場山北岸から岩内までの区間における沿岸海域の海底地形のうち、大陸棚外縁以深の特徴は、南北～北西-南東方向に延びる堆・海脚と小海盆、大陸棚外縁から発する海底谷である。前者の堆・海脚には、岩内堆からその南方に位置する大陸棚外縁付近まで追跡できる尾根状の高まり、寿都海脚、神恵内堆と寿都海脚の間に発達する尾根状の高まり(岩内-寿都堆と仮称)が相当し、小海盆には、岩内堆と岩内-寿都堆の間に発達する紡錘状の平面形態をとる相対的凹地が相当する。これらの地形のうち、岩内堆とその南方に続く尾根状の高まりは、活背斜と考えられる(北海道電力, 2015)。

大陸棚外縁から発する海底谷には、岩内沖(または尻別川河口沖)の岩内海底谷(仮称)、歌島一本目沖の寿都海底谷、狩場山北岸沖の茂津多海底谷がある。岩内海底谷は、西方向に流下し、岩内-寿都堆を横断して、岩内堆南方において寿都海底谷と合流する。しかし、合流部付近の海底は、それよりも上流と比較して水深がやや浅いことから、寿都海底谷との合流部分の流路はすでに放棄されている可能性も指摘されている(片山ほか, 2012)。寿都海底谷と茂津多海底谷は、共に後志舟状海盆(水深3,200~3,300m; 日本の地質「北海道地方」編集委員会編, 1990)に向かって流下する。

次に、狩場山北岸から岩内までの区間に発達する大陸棚の特徴について述べる。この区間に発達する大陸棚の幅は5~10km程度である。大陸棚上には、地形的な高まりが2カ所で認められる。幌別山地北端の尻別岬から北西方向に延びる幅1~2kmの尾根状地形、寿都半島東部の寿都から北東方向に延びる逆L字状の幅1~2kmの尾根状地形が、そうした高まりに相当する。これらの地形的な高まりのうち、尻別岬から北西方向に延びるものは、活断層として認識されている尻別川断層(例えば、活断層研究会編, 1991; 今泉ほか, 2018)の海域延長部に位置する(詳細は、説明書「地震・活断層」参照)。

大陸棚外縁の平面形態は、直線または弧状の一様な形状ではなく、場所によって半島状、湾入状もしくはジグザグ状の不定形な形状を示す。例えば、寿都海脚や岩内堆南方の南延長部が位置する場では、大陸棚外縁が半島状に北に向かって突き出す。また、海底谷または海底地すべりの滑落崖と考えられる地形（詳細は、説明書「隆起・侵食」参照）が大陸棚を開析している場では、大陸棚外縁の平面形態は湾入状またはジグザグ状である。そのような場は、寿都半島以西の狩場山北岸までの大陸棚外縁に多くみられる。

大陸棚外縁の水深は、概ね 120～150 m であるが、大陸棚外縁の平面形態が不定形な形状を示す場においては、その限りではない。例えば、海底谷または海底地すべりの滑落崖と考えられる地形が大陸棚を開析する場では、大陸棚外縁の水深は浅くなる。大陸棚外縁の水深が最も浅くなるのが、寿都海底谷の谷頭部が大陸棚を開析している場であり、その水深は 40 m 程度である。



図 4.2-2 文献調査対象地区とその周辺の海底地形の概要

アジア航測：赤色立体地図，陸域には国土地理院数値標高データを使用，海域には日本水路協会発行 M7000 シリーズを使用（（一財）日本水路協会承認第 2021006 号）。黒の一点鎖線は、寿都町行政界を、数字は水深（m）をそれぞれ示す。等深線は、水深 200 m 以浅で 40 m 間隔，水深 200 m 以深で 500 m 間隔となる。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

### 4.3 陸域の地質概説および地質各論

文献調査対象地区および周辺地域の地質概説および地質各論を以下に述べる。

5万分の1縮尺の地質図および推定地質断面図をそれぞれ付図1および付図2に示す。地質層序表を表4.3-1に示す。層序対比表を表4.3-2～表4.3-4に示す。付図1および付図2に示した岩相を地層ごとにまとめて表記するなどした地質図(概略版)および推定地質断面図(概略版)を図4.3-1および図4.3-2にそれぞれ示す。

付図2および図4.3-2の推定地質断面図の作成の結果、付図1および図4.3-1の地質図に対応しない伏在断層が一部生じている。

#### 4.3.1 陸域の地質概説

本地域では、概ね北西-南東～南北方向に地層が分布し、本地域中央部の黒松内低地帯もほぼ南北方向に延びる傾向がみられる。これらを考慮して、月越山脈・黒松内岳周辺(狩場山地東部)、黒松内低地帯、幌別山地および尻別川流域の地質層序を整理した(表4.3-1)。

月越山脈・黒松内岳周辺では、主に堆積岩類からなる中生代付加体(泊川コンプレックス)とこれに貫入する珪長質深成岩体(貫入岩Iおよび貫入岩II(詳細は、4.3.2(6)参照))、これらを覆う新第三紀以降の堆積物などが分布する。なお、泊川コンプレックスは渡島帯の一部である。この周囲に分布する新生界は、下位からマス川層、訓縫層、大平川層、八雲層、寿都層、永豊層、黒松内層、デイサイト溶岩、ガロ川噴出物層、瀬棚層とこれより若い下部～中部更新統および完新統である。凝灰角礫岩などからなるマス川層は、泊川コンプレックスと貫入岩Iを不整合に覆って分布する。安山岩火山角礫岩や凝灰質砂岩を主体とする訓縫層と凝灰岩などを主体とする大平川層は、泊川コンプレックス周辺に分布する。主に安山岩ハイアロクラスタイトおよび硬質頁岩からなる寿都層は、寿都半島に分布する。主に硬質頁岩からなる八雲層、変質安山岩火砕岩とシルト岩などからなる黒松内層および安山岩火山円礫岩と同火山角礫岩などからなるガロ川噴出物層は、本地域東部に南北方向にわたって分布する。安山岩ハイアロクラスタイトおよび砂岩などからなる永豊層、およびデイサイト溶岩は、寿都半島およびその西方に分布する。礫岩や砂岩などからなる瀬棚層は山麓部や寿都半島南西に堆積している。寿都半島北部では、貫入岩VIが寿都層に貫入する。これらは、概ね北西-南東～南北方向の軸を持つ褶曲構造や断層に規制されて分布する。

黒松内低地帯は、朱太川河口域から長万部川河口域に至る。本低地帯付近では、下位から寿都層、磯谷層、黒松内層、瀬棚層、中ノ沢川層および知来川層とこれより若い地層が分布する。寿都層は寿都湾付近に分布する。安山岩ハイアロクラスタイトおよびシルト岩などからなる磯谷層は本低地帯北部の丸山丘陵付近に分布し、黒松内層は本低地帯中央部の黒松内背斜軸部および豊幌背斜軸部などに分布する。瀬棚層は本低地帯中央から南部にかけて、共に砂などからなる中ノ沢川層および知来川層は本低地帯中央部などに分布する。これらは、概ね北北西-南南東～南北方向の断層や褶曲構造に規制されて分布する。本低地帯南部では安山岩溶岩などからなる写万部山火山岩類が分布する。

幌別山地および尻別川流域付近では、下位からチョポシナイ川層、寿都層、磯谷層、瀬棚層、磯谷溶岩、雷電岬火山角礫岩層とこれより若い地層が分布する。主に流紋岩ハイアロクラスタイトからなるチョポシナイ川層は幌別山地南部に分布する。寿都層は幌別山地西麓に、磯谷層は同山地にドーム構造を呈して分布し、両者は断層で接する。瀬棚層は幌別山地東麓から南麓および目名川流域に堆積している。主に安山岩溶岩からなる磯谷溶岩は、幌別山地北部に分布する。火山円礫岩お

よびハイアロクラスタイトなどからなる雷電岬火山角礫岩層が、尻別川河口域左岸にみられる。幌別山地南部では、貫入岩 VIII がチョポシナイ川層および磯谷層に貫入し、瀬棚層に覆われる。幌別山地の東には、主に火山噴出物からなる旧期および新期ニセコ火山群、ニセコアン層、賀老山安山岩溶岩および静狩火山岩類が、北から分布する。

本地域では、新第三紀中新世から鮮新世にかけて水中で堆積した火山噴出物が広く分布し、安山岩からなる地層が支配的であると考えられる（詳細は、4.3.2 参照）。

#### 4.3.2 陸域の地質

##### (1) 中生界

##### (i) 泊川コンプレックス

本岩体の内容は、黒沢ほか（1993）の泊川層群を主に参考にして整理した。

本岩体は、渡島帯に属し、ジュラ紀前後に形成された付加体の一部である（日本地質学会編, 2010）ことから、川村ほか（2000）および日本地質学会編（2010）を参考に、名称は泊川コンプレックスとし、岩体の区分については付加体の記載方法に基づいた。

本岩体は、本地質図の西部に分布し、2つのユニットに区分され、頁岩砂岩互層やチャートを主体とする金山川ユニットと、頁岩および砂岩、含チャート石灰岩礫凝灰岩、ハイアロクラスタイトおよび玄武岩溶岩を主体とするガロ沢川ユニットからなる。マス川層や訓縫層、大平川層に不整合に覆われ、東縁は八雲層と断層で接する。

本岩体の年代について、田近ほか（1984）は、本岩体から後期三畳紀のコノドント化石および後期ジュラ紀～白亜紀初期の放散虫化石などを報告しているが、本調査では日本地質学会編（2010）を参考にして本岩体が付加した時期をジュラ紀前後としている。

なお、本コンプレックスは、鈴木ほか（1981）の先第三紀砂岩粘板岩層および石灰岩層、および久保ほか（1983）の先白亜紀堆積岩類に相当すると考えられる。

##### (2) 新第三系下部中新統～中部中新統

##### (i) マス川層

本層の内容は、黒沢ほか（1993）のマス川層を参考にして整理した。

本層は、本地質図に分布する新第三系最下部層にあたり、後志利別川沿いおよびその東方、大平山の南方に分布する。本層は、貫入岩 I を不整合に覆い、上位の訓縫層と大平川層に不整合に覆われる。

本層は、主に凝灰角礫岩、溶結凝灰岩および凝灰質砂岩からなる。本層に溶結凝灰岩が含まれることと、植物化石が産出されていることから、本層は堆積環境に陸が含まれていたと考えられる。

本層の年代について、溶結凝灰岩から FT 年代  $15.1 \pm 1.2$  Ma および  $17.2 \pm 1.4$  Ma が得られていることから、本層の年代は、前期～中期中新世と考えられる。

##### (ii) チョポシナイ川層

本層の内容は、山岸（1984）のチョポシナイ川層を主に参考にして整理した。

本層は、本地質図東部の幌別山地南部付近に分布する。本層の岩相は、流紋岩ハイアロクラスタイトおよび同溶岩を主体とし、黒色頁岩や緑色凝灰岩を挟在する。全体の構造は明らかではない。貫入岩 VIII および貫入岩 X が本層に貫入している。

本層の年代について、年代値は得られていないものの、嵯峨山（2000）において、本層が訓縫層に含まれていることから、本調査では本層の年代を訓縫層の年代に含めている。

### (iii) 訓縫層

本層の内容は、久保ほか（1983）、石田（1983）および黒沢ほか（1993）の訓縫層を主に参考にして整理した。

本層は、本地質図南部の国縫川、ピリカベツ川および後志利別川流域付近などに分布し、泊川コンプレックス、貫入岩 I およびマス川層を不整合に覆い、紋別川背斜およびベタヌ背斜などの概ね北北西－南南東方向の軸を持つ褶曲を伴って分布する。国縫川付近では概ね走向が西北西－東南東方向で北傾斜となる。

本層の岩相は、凝灰岩や堆積岩類を主体とする部分と火山岩類を主体とする部分からなる。前者は凝灰質砂岩や凝灰岩を主体とし、泥岩や礫岩を伴う。後者は主に安山岩火山角礫岩、同凝灰角礫岩および同溶岩を主体とし、凝灰岩や凝灰質砂岩を伴う。後志利別川付近では、貫入岩 I とマス川層を基底礫岩とその上位の砂岩が覆う。黒松内低地帯中央部で実施された基礎試錐（黒松内）のボーリング調査結果（石油技術協会、1993）では、標高約-3,100 m 以深に本層が確認されている。上位の八雲層とは整合関係である。本層より *Cyclammina* spp.などの有孔虫化石の産出が報告されている（石田、1983）ことから、本層は主に海成層と考えられる。

本層の堆積年代について、今金地域に分布する本層から Blow (1969) の N.8～N.9 帯 (16.4～14.8 Ma (斎藤、1999)) に相当する浮遊性有孔虫化石を産出する（高橋ほか、1980）。このこと、および前述のマス川層の年代より、本層の堆積年代は、中期中新世と考えられる。

なお、本層は、鈴木ほか（1967）の緑色凝灰岩層に、岡・三谷（1981）および北海道電力（2015）の訓縫層に相当すると考えられる。

### (iv) 大平川層

本層の内容は、鈴木ほか（1981）および黒沢ほか（1993）の大平川層を主に参考にして整理した。

本層は、本地質図西部の大平山東部に分布し、マス川層および泊川コンプレックスを不整合に覆う。湯の沢川断層以東では、概ね北西－南東方向の軸を持つ褶曲構造を伴って分布する。

本層の岩相は、下部は砂岩および礫岩を主体とし、上部は凝灰岩、凝灰角礫岩および凝灰質砂岩などからなる。大平山北方では、本層基底の礫岩が泊川コンプレックスを不整合に覆い、礫のほとんどは泊川コンプレックス起源である。本層より *Ostera* sp.などの貝化石の産出が報告されている（道南グリーン・タフ団体研究グループ、1984）ことから、本層は主に海成層と考えられる。

本層の堆積年代について、年代値は得られていないものの、訓縫層と同様に下位のマス川層と不整合かつ上位の八雲層と整合であることを考慮すると、訓縫層と同年代と考えられる。

## (3) 新第三系上部中新統～鮮新統

### (i) 八雲層

本層の内容は、鈴木ほか（1981）の折川層および黒沢ほか（1993）の八雲層を主に参考にして整理した。

本層は、本地質図北西部から南に向かって国縫川付近までほぼ南北方向に連続し、北西－南東～北北西－南南東方向の軸を持つ褶曲構造に規制されて分布する。本地質図南部の後志利別川流域に

も分布し、北北東—南南西方向の軸を持つ向斜構造に規制されて分布する。黒松内低地帯中央部で実施された基礎試錐（黒松内）のボーリング調査結果（石油技術協会，1993）では、標高約-2,000～-3,100 m 付近に本層が確認されている。

本層の岩相は、硬質頁岩および泥岩を主体とし、凝灰岩を挟む。本地質図北西部では安山岩ハイアロクラスタイト、同火山角礫岩、同火山円礫岩および流紋岩軽石質凝灰岩などがみられ、黒松内岳北方では凝灰岩の薄層を挟在する。

本層の堆積年代について、佐藤（1985）は本層から産出した珪藻化石を小泉（1977<sup>2</sup>，1979）の *Denticulopsis kamtschatica* 帯の b Subzone（後期中新世）、秋葉（1982）<sup>3</sup>の *Thalassionema schraderi* 帯および *D. kamtschatica* 帯の B Subzone（後期中新世）に対比している。このこと、および本層は訓縫層と大平川層を整合に覆うことから、本層の堆積年代は、後期中新世と考えられる。

なお、本層は、鈴木ほか（1967）の硬質頁岩・泥岩層のうち硬質頁岩層に、岡村（1984）、山岸（1984）および北海道電力（2015）の折川層に、岡・三谷（1981）、石田（1983）、久保ほか（1983）、久保ほか（1988）および北海道電力（2015）の八雲層に相当すると考えられる。

## (ii) 寿都層

本層の内容は、鈴木ほか（1981）の寿都層を主に参考にして整理した。

本層は、本地質図北西部の月越山脈および幌別山地西麓付近に分布し、概ね西方へ傾斜して分布する。本層の岩相は、主に安山岩火砕岩からなり、層厚が約 20～100 m 程度の硬質頁岩を挟在する。硬質頁岩は石灰質団塊を含むこともある。岩相と岩質の違いにより上部と下部に区分され、下部は全般に強い変質を受けた安山岩によって占められており、上部はやや変質した岩相である。下部は、主に安山岩ハイアロクラスタイト、同枕状角礫岩、同枕状溶岩、同火山礫凝灰岩、変質安山岩溶岩および火山円礫岩などからなる。特に、ハイアロクラスタイト、枕状角礫岩および枕状溶岩などは、フィーダー岩脈を伴うことがある。いずれも海底火山噴出物およびそれに伴う二次堆積物である。上部は、主にスコリア質玄武岩質安山岩凝灰岩および安山岩ハイアロクラスタイトなどからなり、砂岩やシルト岩の薄層を多数挟在する。厚さ 2～5 m の安山岩および流紋岩の軽石質凝灰岩を数枚挟在する。岡村（1984）は、寿都湾周辺における岩脈の岩相や分布から、本層などを噴出した寿都湾を中心とする放射状岩脈群の分布を推定している。

本層は、寿都鉾床および正荘鉾床の胚胎層である。

本層と八雲層の層位学的関係について、北海道電力（2015）は、本層に相当すると考えられる二股層の下位に、八雲層に相当すると考えられる折川層が分布することを確認している。一方、鈴木ほか（1981）は、以下の理由で、本層と折川層が同時異相の関係であると述べている。

- ・ 寿都層は折川層と同様のいわゆる硬質頁岩を挟在している。
- ・ 寿都層を構成する火砕岩類の多くは変質安山岩であり、折川層にも同質の火砕岩が含まれている。しかも、折川層下位の折川層は流紋岩火砕岩である点で大きく異なる。
- ・ 寿都層および折川層共に、上位の永豊層と整合関係にある。

本層と八雲層（折川層）が地下で接すると推定される寿都半島南部でガロ川噴出物層が下位層を

<sup>2</sup> Koizumi(1977)を指すと考えられるが、ここでは原文のまま記載している。本説明書での引用文献は Koizumi(1977)としている。

<sup>3</sup> Akiba(1982)を指すと考えられるが、ここでは原文のまま記載している。本説明書での引用文献は Akiba(1982)としている。

覆っているなどの理由から、本層と八雲層の層位学的関係は不明な点が多いが、本調査では、観察記載内容がより詳細な鈴木ほか（1981）の考え方を参考にして、本層と八雲層を同時異相の関係としている。

幌別山地に分布する磯谷層と本層の関係について、幌別山地西麓で寿都層下部が西傾斜の逆断層によって磯谷層と接していると考えられることと、両層の間に岩相および年代に大きな差がないことから、黒松内低地帯下では寿都層下部を磯谷層が整合に覆い、一部は同時異相の関係にあると推定される。なお、岡村（1984）や北海道電力（2015）は、磯谷層と本層を同じ地層（それぞれ月越火砕岩層および二股層）としているなど、両層の地層区分について留意する必要がある。

本層の年代について、軽石質凝灰岩より FT 年代約 5.7 Ma および K-Ar 年代約 7.4～約 5.6 Ma（北海道電力，2015）が得られている。泥岩より NPD7A 帯の上部層準（斎藤（1999）では 7.4-7.3～6.65 Ma）を示す珪藻化石群集が確認されている（北海道電力，2015）。これらのこと、および本層は八雲層と同時異相の関係であることから、本層の年代は、後期中新世と考えられる。

なお、本層は、北海道電力（2015）の二股層の一部（弁慶岬西方地域）に、岡村（1984）の月越火砕岩層-I，月越火砕岩層-II および折川層の一部に相当すると考えられる。

### (iii) 磯谷層

本層の内容は、山岸ほか（1976）および山岸（1984）の磯谷層を主に参考にして整理した。

本層は、本地質図北東部の幌別山地にドーム構造を形成して広く分布し、黒松内低地帯北部の丸山丘陵にもみられる。輝石安山岩ハイアロクラスタイト、同枕状溶岩、砂岩火山円礫岩互層、火山円礫岩、軽石質凝灰岩およびシルト岩などからなる。幌別山地中央部に分布する輝石安山岩ハイアロクラスタイトは、同フィーダー岩脈を伴い、これらの貫入方向は北東-南西を示すものが多く、周囲には厚さ数 m の枕状溶岩がみられることもある。

幌別山地北部では、砂岩火山円礫岩互層、火山円礫岩、輝石安山岩ハイアロクラスタイト、同枕状溶岩、軽石質凝灰岩、シルト岩および硬質頁岩シルト岩互層が分布する。幌別山地北部海岸域に硬質頁岩シルト岩互層が緩傾斜のドーム構造を形成して分布する。幌別山地南部に分布するチョボシナイ川層とは構造的に不整合とされている。

本層は、潮路鉱床、永泰鉱床および大金鉱床の胚胎層である。

本層の年代について、全岩 K-Ar 年代  $8.48 \pm 0.43$  Ma（広瀬ほか，2000）、同  $6.6 \pm 0.4$  Ma および  $5.1 \pm 1.1$  Ma（新エネルギー総合開発機構，1986）が得られている。また、本層より、以下の生層序区分帯に属する珪藻化石が産出している。

- Koizumi (1985) の *Neodenticula*<sup>4</sup> *kamtschatica* 帯 (6.60～5.10 Ma) (Sagayama, 1997)
- *D. katayamae* 帯 (斎藤 (1999) では、9.16～8.6 Ma) (北海道電力，2015)
- Yanagisawa and Akiba (1998) の *N. kamtschatica* 帯 7Ba および 7Bb (6.4～3.9-3.5 Ma) (菅原・嵯峨山，2022)

以上より、本層の年代は、後期中新世～鮮新世と考えられる。なお、5 万分の 1 地質図幅（山岸ほか，1976）に記載されていないことから本地質図には表示していないものの、尻別岬付近において、本層を貫く両輝石安山岩岩脈およびその全岩 K-Ar 年代  $2.3 \pm 0.3$  Ma が報告されている（新エネ

<sup>4</sup> Koizumi (1985) では「*Denticulopsis*」の表記だが、ここでは Sagayama (1997) の表記に従っている。Koizumi (1985) 出版後の学名変更を反映しているものと考えられる。



ルギー総合開発機構，1987，1986）（詳細は、「噴火に関する説明書」参照）。

なお、本層は、北海道電力（2015）の二股層の一部（黒松内低地帯地域）および磯谷層に相当すると考えられる。

#### (iv) 永豊層

本層の内容は、鈴木ほか（1981）の永豊層を主に参考にして整理した。

本層は、本地質図北西部に分布し、寿都半島西岸では下位の寿都層と同様に西へ傾斜して分布する。折川下流域とその東方では、東へ傾斜して分布し、大平川と泊川の間では、概ね北東－南西方向の軸をもつ向斜構造に規制されて分布する。

本層の岩相は、砂岩・珩藻質シルト岩を主体とするものおよび安山岩火砕岩を主体とするものに区分される。前者は、折川下流域とその東方、大平川下流域と泊川下流域の間付近に分布する。一般に、塊状の珩藻質シルト岩が卓越し、火山性砂岩を伴い互層状を呈することもある。また、軽石を含む凝灰角礫岩やスコリア質凝灰岩などを挟在する。砂岩はその大部分が新鮮な安山岩の粒子からなる。

後者は、寿都半島弁慶岬の西海岸、大平川と泊川の下流域に分布する。寿都層上部から整合漸移し、ハイアロクラスタイトを主体とし、火山円礫岩やシルト岩を伴っている。鉄サポナイトにより緑色化した火砕岩が寿都層上部とされ、変質を受けていない部分から上部が永豊層とされている。

ハイアロクラスタイトは、輝石安山岩のものと普通角閃石安山岩のものがある。輝石安山岩のものは弁慶岬から政泊付近まで、普通角閃石安山岩のものはそのより南方で、歌島付近にかけて分布している。一般に、輝石安山岩のものは、単層の厚さは10m内外で、径十数cmの角礫と凝灰質の部分からなっている。ときに径数m以上にセピローを含むことがある。斑晶として斜長石・直方輝石・普通輝石を含み、石基はハイアロピリティック組織を示す。また、基質部は多角形の種々のガラス質破片の集合からなり、よりガラス質の破片にはパーライト状の割れ目が形成されている。普通角閃石安山岩のものは、主に径十数cmの角礫と凝灰質のマトリクスからなり、ところにより、数m以上の大きさの流理構造の顕著な岩塊を含んでいる。また幅数mの柱状節理の発達したフィーター岩脈や塊状溶岩を伴うことがある。

火山円礫岩は、ハイアロクラスタイト中に不規則な形態で発達する。一般に、径数十cmの円礫、亜角礫およびこれらを充填する粗粒砂岩からなる。しばしば、軟泥礫状のシルト岩、あるいは砂岩・シルト岩のレンズ状体を挟み、乱堆積状の構造を示すことがある。

本層の層位学的位置については、文献間で違いがある。鈴木ほか（1981）は、本層は寿都層および折川層の上にそれぞれ整合に累重していると述べている。一方、北海道電力（2015）は寿都層に相当すると考えられる二股層を不整合に覆うと述べている。本調査において地質図（付図1および図4.3-1）および推定地質断面図（付図2および図4.3-2）を作成した結果、本層は下位の寿都層および八雲層と構造の差がなく調和的であると推定されることから、本調査では、本層を寿都層および八雲層と整合関係としている。なお、本層中のシルト岩は珩藻質で、西南北海道標準層序の黒松内層と同質である（鈴木ほか，1981）。

本層の年代について、道南グリーン・タフ団体研究会（1984）は、本層に相当すると考えられる本目層のデイサイト軽石質凝灰岩からジルコンFT年代 $4.7 \pm 0.9 \text{ Ma}$ を、北海道電力（2015）は、本層上部の泥岩より *N. Koizumii*－*N. kamtschatica* 帯（斎藤（1999）では $3.95\text{-}3.53 \sim 2.68\text{-}2.61 \text{ Ma}$ ）に対比される珩藻化石群集の産出を報告している。これら、および本層は寿都層および八雲層と整合関

係であることから、本層の年代は後期中新世～鮮新世と考えられる。

なお、本層は、北海道電力（2015）の永豊層および道南グリーン・タフ団体研究会（1984）の本目層の一部に相当すると考えられる。本層シルト岩は、岡村（1984）の泥岩を主体とする島牧層に相当すると考えられる。

#### (v) デイサイト溶岩

本岩体の内容は、鈴木ほか（1981）の石英安山岩溶岩を参考にして整理した。なお、現在の岩石名称に合わせ、本調査では石英安山岩溶岩をデイサイト溶岩と読み替えている。

本岩体は、本地質図北西部の折川下流域に分布し、縞状の流理面の発達が顕著な灰白色の溶岩からなる。鏡下では、普通角閃石および斜長石の斑晶がみられ、短柱状の黒雲母もわずかにみられる。

本岩体の噴出年代について、年代値は得られていないものの、本岩体が八雲層を直接覆っている場合や永豊層の上ののっている場合があることから永豊層堆積後期の噴出と推察されている（鈴木ほか、1981）。これより、本岩体の噴出年代は鮮新世と考えられる。

### (4) 新第三系鮮新統～第四系下部更新統

#### (i) 黒松内層

本層の内容は、久保ほか（1983）および久保ほか（1988）の黒松内層を主に参考にして整理した。

本層は、本地質図中央付近の黒松内低地帯、後志利別川流域などに分布し、下位の八雲層と整合関係にある。後志利別川流域では、下位の八雲層と同様に、北北東－南南西方向の軸を持つ向斜構造に規制されて分布する。黒松内低地帯では、黒松内背斜軸部および豊幌背斜軸部などに分布する。

本層の岩相は、火山岩類を主体とする部分とシルト岩などの堆積岩類を主体とする部分からなる。火山岩類を主体とする部分のうち、黒松内岳東部付近では、青緑～緑灰色程度に変質した安山岩がみられ、主な岩相は溶岩、火山角礫岩、凝灰角礫岩および凝灰岩である。黒松内低地帯では、黒松内背斜軸部に凝灰角礫岩、火山角礫岩および凝灰質砂岩が分布する。堆積岩類を主体とする部分のうち、シルト岩は青緑灰～暗緑色の塊状であることが多く、比較的固結度が低く、凝灰質または珪藻質のものが多い。砂岩と互層する部分を主体とし、凝灰岩および礫岩を伴う。

本層の年代について、黒松内岳東部付近に分布するものは、黒松内岳周辺の安山岩より全岩 K-Ar 年代  $7.7 \pm 1.7$  Ma が得られていること（久保ほか、1988）、産出した珪藻化石が秋葉（1979）の *Coscinodiscus marginatus* 帯（後期中新世後期）に対比されること（高橋ほか、1980）、本層を覆うガロ川噴出物層から全岩 K-Ar 年代  $4.38 \pm 0.44$  Ma が得られている（久保ほか、1988）こと、および八雲層と整合関係で接することから、黒松内岳東部付近の本層の年代は後期中新世～鮮新世と考えられる。

また、黒松内低地帯に分布するものは、凝灰岩の FT 年代が約 2.6～約 2.4 Ma（北海道電力、2015）であること、産出した珪藻化石が Koizumi(1985)の *D. seminae* var. *fossilis* 帯 (2.50～1.89 Ma) に対比されること（椿原ほか、1989）、および産出した浮遊性有孔虫化石が米谷（1978）の *Globigerina pachyderma* (dext.) / *Globorotalia orientalis* 帯の下部（概ね鮮新世）に対比されること（椿原ほか、1989）、から、黒松内低地帯の本層の年代は鮮新世～前期更新世と考えられる。

なお、本層は、鈴木ほか（1967）の硬質頁岩・泥岩層のうち凝灰岩・泥岩層に、岡・三谷（1981）、石田（1983）および北海道電力（2015）の黒松内層に、高橋ほか（1990）の土津田川層の一部に相当すると考えられる。本層は、岩相、地層の連続性、層位学的位置および推定される地質年代から、

本地質図北西部の寿都半島付近に分布する永豊層と同時異相の関係である可能性が考えられる。

#### (ii) ガロ川噴出物層

本層の内容は、鈴木ほか（1981）のガロ川噴出物層、久保ほか（1983）のガロ川火山岩類と黒松内岳火山岩類、および久保ほか（1988）のガロ川火山岩類を主に参考にして整理した。

本層は、本地質図北西部の寿都半島南部および大平川下流域の沿岸部と黒松内低地帯の西側から黒松内岳付近に至る地域およびその南方に分布する。黒松内岳東方周辺では、黒松内層を覆って分布し、概ね北北西－南南東方向の軸を持つ褶曲構造を伴う。

寿都半島南部および大平川下流域の沿岸部に分布する本層は、安山岩火山円礫岩および同火山角礫岩からなる海底火山噴出物とそれに伴う二次堆積物などからなる。大平川下流域の沿岸部および寿都半島南部の西側については、二次堆積物が主体である。黒松内岳周辺に分布する本層の岩相は、安山岩凝灰角礫岩、同ハイアロクラスタイト、同溶岩および同岩脈などからなり、量的には安山岩凝灰角礫岩が最も多く、同ハイアロクラスタイトがこれに次ぐ。寿都半島南部および大平川下流域の沿岸部に分布するガロ川噴出物層は、黒松内岳周辺で噴出した海底火山噴出物が再堆積したものを主体としている可能性が考えられる。

長万部川下流域では、主に北北西－南南東方向のフィーダー岩脈が50本以上確認されている（高橋ほか、1990）。本層は、下位の八雲層、黒松内層および永豊層を不整合に覆い、瀬棚層に不整合に覆われる。

本層の噴出年代について、本層安山岩から全岩 K-Ar 年代  $4.47 \pm 0.45$  Ma,  $4.39 \pm 0.16$  Ma, および  $4.38 \pm 0.44$  Ma（久保ほか、1988）が得られていることから、本層の噴出年代は鮮新世と考えられる。寿都半島南部および大平川下流域の沿岸部に分布する本層の堆積年代は、これと同時代またはこれより若い可能性が考えられる。

なお、本層は、道南グリーン・タフ団体研究会（1984）の本目層の一部、高橋ほか（1990）の土津田川層の一部、北海道電力（2015）の黒松内層の一部に相当すると考えられる。また、高橋ほか（1990）は、土津田川層は下位の八雲層と整合関係であるとしている。

#### (iii) 静狩火山岩類

本岩体の内容は、久保ほか（1983）の静狩火山岩類を主に参考にして整理した。

本岩体は、本地質図南東部の写万部山東麓に分布し、岩相は主にデイサイト火山角礫岩、変質安山岩溶岩、同岩脈および同火砕岩などからなり、写万部山火山岩類に覆われる。

本岩体の噴出年代について、全岩 K-Ar 年代  $3.05 \pm 0.18$  Ma（広瀬ほか、2000）が得られていること、および本岩体が写万部山火山岩類に覆われることから、本岩体の噴出年代は鮮新世と考えられる。

#### (iv) 瀬棚層

本層の内容は、山岸ほか（1976）および山岸（1984）の尻別川層、鈴木ほか（1981）の歌島層、久保ほか（1983）および久保ほか（1988）の瀬棚層を主に参考にして整理した。

本層は、朱太川や尻別川、長万部川、後志利別川などの流域、山地の山麓部や寿都半島南西および内浦湾（噴火湾）付近の海岸部などに分布する。朱太川河口部では、北海道電力（2015）が実施した反射法地震探査結果によると、沖積堆積物の下位に分布する。本層は、下位のガロ川噴出物層、永豊層、黒松内層などを不整合に覆う。

本層は、主として、礫岩（層）、砂岩（層）およびシルト岩（層）などからなるが、地域により異なった岩相を示す。

寿都半島南西付近に分布する本層は、葉理の顕著な灰黒～灰黄色の砂層からなり、一部に縞状に砂質シルトを挟み、貝化石や炭化木片を含むことがある。同半島基部に分布する本層は、主に礫岩からなりレンズ状に砂岩を挟む。礫岩は、シルト岩・頁岩および安山岩の円礫（径 5～20 cm）を主とし、亜円礫（径 0.3～2 cm）を含むところもある。

黒松内低地帯中央部では、黒松内背斜やチョボシナイ向斜などの概ね北北西 - 南南東方向の軸を持つ褶曲構造を伴って分布する。添別川付近では、下位より礫層、灰青色シルトからなり、黒松内背斜付近や豊幌背斜付近では、下位より斜交葉理を示す灰黄色粗粒砂層、平行葉理を示す灰白色シルト層、礫層、粘土および泥炭層などからなる。同低地帯南部では、一般に粗粒砂岩・礫岩とシルト岩・砂質シルト岩とが互層する。

幌別山地東部～北東部、尻別川および目名川流域部では、礫層や含礫泥岩が卓越する。礫層や含礫泥岩は山地に近づくにつれて礫の量が増し、円磨度・分級度および淘汰が悪くなる傾向があること、およびチャンネル充填状の産状を示すことなどから、海底斜面を流下した扇状地性堆積物と考えられる（山岸，1984）。

本層の礫層、砂層およびシルト層からは多数の二枚貝化石を産し、添別川付近では化石床がみられる。

本層の堆積年代について、寿都半島付近では、弁慶岬西方の歌島川付近に分布し本層に相当すると考えられる歌島層上部の凝灰岩から FT 年代約 1.2 Ma が得られている（北海道電力，2015）。このこと、および本層が鮮新統ガロ川噴出物層を不整合に覆うことから、寿都半島付近の本層の堆積年代は、鮮新世～前期更新世と考えられる。

黒松内低地帯付近では、産出する浮遊性有孔虫化石が米谷（1978）の *G. pachyderma* (dext.) / *G. orientalis* 帯の上部（概ね前期更新世）（椿原ほか，1989）および米谷（1978）の *Neogloboquadrina*<sup>5</sup> *pachyderma* (sinist.) / *N. incompta* 帯の下部（1.2～1.1 Ma 以降；能條ほか，1999）（能條ほか，1999）に対比されること、石灰質ナンノ化石が Okada and Bukry (1980) の CN14a 亜帯（1.24-1.22 Ma 以降～0.46 Ma；斎藤，1999）（能條ほか，1999）に対比されること、*Acila nakazimai* および前期～中期更新世に対比される貝化石群を産出すること（山岸，1984）、下部更新統を含む黒松内層を不整合に覆うことから、黒松内低地帯付近の本層の堆積年代は、前期～中期更新世と考えられる。

尻別川および目名川流域付近では、本層に相当する尻別川層中の安山岩溶岩より K-Ar 年代 1.75 ± 0.9 Ma および 1.61 ± 0.8 Ma（能條ほか，1996）が、同じく尻別川層中の凝灰岩から FT 年代約 3.2～約 1.7 Ma（北海道電力，2015）が得られていること、下部更新統雷電岬火山角礫岩層が本層を整合に覆うことから、尻別川および目名川流域付近の本層の堆積年代は、後期鮮新世～前期更新世と考えられる。

なお、黒松内低地帯南部に分布する本層は、鈴木ほか（1967）の砂岩層、および硬質頁岩・泥岩層の一部に相当すると考えられる。月越山脈付近に分布する本層は、北海道電力（2015）の歌島層に相当すると考えられる。

一方で、能條ほか（1996）は、尻別川中～下流域の尻別川層と磯谷層の間に不整合関係が確認されなかったこと、尻別川層の模式露頭は周囲に地層が連続せず、根無しの巨大なブロックであるこ

<sup>5</sup> 米谷（1978）では「*Globigerina*」の表記だが、ここでは能條ほか（1999）の表記に従っている。米谷（1978）出版後の学名変更を反映しているものと考えられる。

と、尻別川河口付近の礫谷層が異常堆積相の一部分であることなどから、従来の定義により礫谷層や尻別川層の名称を用いることは不相当と述べている。以上のとおり、本層は広範囲にわたって分布するが、地域によって岩相や年代に違いがみられることから、地層区分や年代評価に留意する必要がある。

#### (v) 賀老山安山岩溶岩

本岩体の内容は、山岸（1984）の賀老山安山岩溶岩を主に参考にして整理した。

本岩体は、本地質図東部の賀老山山地および333m丘陵付近に分布し、主に安山岩溶岩からなる。

本岩体の噴出年代について、全岩 K-Ar 年代  $3.7 \pm 0.8$  Ma および  $3.5 \pm 0.2$  Ma（本岩体を G<sub>1</sub>~G<sub>5</sub>に区分し、このうち G<sub>3</sub>の年代値）（新エネルギー総合開発機構, 1986, 1987）、K-Ar 年代約 4.6 Ma（北海道電力, 2015）が得られている。以上より、本岩体の噴出年代は、鮮新世と考えられるが、G<sub>3</sub>より上位の G<sub>4</sub>および G<sub>5</sub>の年代値が得られていないこと、および本説明書の瀬棚層に相当する尻別川層に本溶岩が挟在する（山岸, 1984）ことを考慮すると、前述の年代値よりも若い噴出年代を含む可能性がある。なお、新エネルギー総合開発機構（1987）では、「歌棄図幅<sup>6</sup>では、本層は尻別川層中に挟まれているとされているが、本図幅地域では賀老山溶岩類の下位に尻別川層は確認されなかった」とされるとともに、尻別川層について、「本層の上部層が賀老山溶岩類にアバットし、蘭越町御成の土取場でも、本層の上部層が賀老山溶岩類を不整合に覆うのが観察される」とされている。本調査では、地質図を取りまとめるに当たって参照した山岸（1984）の地質層序の考え方を採用している。

なお、本層は北海道電力（2015）の賀老山火山岩類に相当すると考えられる。

#### (vi) 写万部山火山岩類

本岩体の内容は、久保ほか（1983）および久保ほか（1988）の写万部山火山岩類を参考にして整理した。

本岩体は、写万部山付近に分布し、直方輝石普通輝石安山岩溶岩などからなる。

本岩体の噴出年代について、全岩 K-Ar 年代  $2.59 \pm 0.11$  Ma（久保ほか, 1988）が得られていること、瀬棚層下部に写万部山火山岩類と推定される安山岩火山角礫岩が含まれることなどから、写万部山の火山活動は瀬棚層堆積期と推定される。以上より、本岩体の噴出年代は鮮新世～前期更新世と考えられる。

#### (vii) 礫谷溶岩

本岩体の内容は、山岸ほか（1976）および山岸（1984）の礫谷溶岩を主に参考にして整理した。

本岩体は、幌別山地北部の礫谷層と瀬棚層を覆って分布する。岩相は、多孔質の直方輝石普通輝石安山岩である。

本岩体の噴出年代について、年代値は得られていないが、山岸（1984）では、「更新世の溶岩と考えられる」とされている。また、第四紀火山岩体・貫入岩体データベース（西来ほか編, 2012）において、第四紀の活動の可能性が指摘されている。下位層との関係は直接確認されていないが、礫谷層と瀬棚層を不整合で覆うと考えられる。

<sup>6</sup> 山岸（1984）。

#### (5) 第四系更新統～完新統

##### (i) 雷電岬火山角礫岩層

本層の内容は、山岸ほか(1976)の雷電岬火山角礫岩層を主に参考にして整理した。

本層は、本地質図北東部の尻別川河口域左岸や雷電山南西麓などに分布し、下位からハイアロクラスタイトや火山円礫岩などからなる。ハイアロクラスタイトは、普通角閃石安山岩質で、径5～15 cmの淡黄灰色の角礫と、黄褐色の同じ岩質の細かい溶岩片からなる。火山円礫岩は、径10～20 cm、まれに50 cmに達する亜円礫や亜角礫の間を粗粒砂岩が充填したものである。礫は、輝石安山岩と普通角閃石安山岩が多い。また、斜層葉理<sup>7</sup>の発達や乱堆積構造を示す砂岩が挟まれていること、砂岩がブロックとして取り込まれていることがある。

下位の瀬棚層との関係は、山岸ほか(1976)は、尻別川の河口付近で観察した結果より、「尻別川層<sup>8</sup>の凝灰質砂岩をえぐるような状態で、溶岩がのっけていて、一見、不整合のようにみえる。しかし、下位の尻別川層の砂岩の中にも、上位の溶岩の破片が含まれているほか、溶岩中に尻別川層の砂岩が同時礫としてとりこまれている。したがって、このような事実から本層と尻別川層とは整合とみて問題はなかろう」と述べている。一方、北海道電力(2015)は、尻別川河口部で反射法地震探査を実施して、「雷電岬火山角礫岩層が尻別川層を不整合で覆い」と述べている。本調査では、地質図を取りまとめるに当たって参照した山岸ほか(1976)の地質層序の考え方を採用している。

本層の年代について、全岩 K-Ar 年代などからの解釈値 2.0～1.8 Ma(新エネルギー総合開発機構, 1986), K-Ar 年代約 1.2 Ma および約 1.4 Ma(北海道電力, 2015) が得られている。以上より、本層の年代は前期更新世と考えられる。

なお、本層は、新エネルギー総合開発機構(1987)および北海道電力(2015)の雷電岬火山角礫岩層に相当すると考えられる。

##### (ii) ニセコアン層

本層の内容は、山岸ほか(1976)のニセコアン層を主に参考にして整理した。

本層は、雷電山南麓に分布する。岩相は、黄褐色～褐色の粘土化した径1～3 cmの軽石と、径5 cm～2 mの角礫を含む安山岩凝灰角礫岩や同火山角礫岩である。層理は明らかでなく、詳細な構造は不明である。新エネルギー総合開発機構(1987)の基底噴出物の岩相と分布に共通するところがあり、本層の一部はこれに相当すると考えられる。

本層の年代について、全岩 K-Ar 年代  $1.6 \pm 0.3 \sim 0.8 \pm 0.07$  Ma(新エネルギー総合開発機構, 1986) が得られていること、および本層は雷電岬火山角礫岩層を不整合に覆うことから、本層の年代は前期更新世と考えられる。

##### (iii) 旧期および新期ニセコ火山群

旧期および新期ニセコ火山群の内容は、山岸ほか(1976)の旧期ニセコ火山群および新期ニセコ火山群を主に参考にして整理した。なお、本調査ではこれら2つを併せて取り扱っている。

これらの火山群は雷電山付近に分布する。主に普通輝石直方輝石安山岩溶岩からなる火山噴出物である。新エネルギー総合開発機構(1987)の雷電山噴出物に相当すると考えられ、全岩 K-Ar 年

<sup>7</sup> 斜交層理もしくは斜交葉理のことを指すと考えられる。ここでは山岸ほか(1976)原文のまま記載している。

<sup>8</sup> 本説明書の瀬棚層に相当。

代などからの解釈値 1.6~1.0 Ma (新エネルギー総合開発機構, 1986) が得られていることから、噴出年代は、前期更新世と考えられる。

#### (iv) 中ノ沢川層

本層の内容は、久保ほか (1983) の中ノ沢川層を主に参考にして整理した。

本層は、黒松内低地帯中央に分布し、下位の瀬棚層を不整合に覆う。主としてシルトもしくはシルト質粘土層および細粒砂層からなり、礫層および亜炭層を伴う。シルトおよびシルト質粘土層は、暗灰~青灰色を呈し、炭質物を多く含む。砂層は、シルト層・シルト質粘土層および礫層と互層する。礫層は、円摩された安山岩の細礫を主体とする。本層から貝化石や花粉化石、有孔虫化石が産出することなどから、本層は浅海~陸の環境下で堆積したと考えられる。

本層の堆積年代について、下位の瀬棚層および上位の知来川層の堆積年代を踏まえると、堆積年代は前期~中期更新世と考えられる。なお、本層から産出する貝化石は現生種が豊富で絶命種が極めて少なく瀬棚層から産出する化石群と異なる。

#### (v) 知来川層

本層の内容は、久保ほか (1983) の知来川層を主に参考にして整理した。

本層は、黒松内低地帯中央から南部に分布し、瀬棚層と中ノ沢川層を覆う。主として礫層・砂層および粘土層の互層からなり、多数の亜炭層を伴う。本層から海棲の貝化石の産出がなく、花粉化石が産出されることや、亜炭の挟在が多いことから、本層は主に陸で堆積したと推定される。

本層の堆積年代について、久保ほか (1983) は、亜炭層の花粉分析結果から前期~中期更新世と推定している。本層に相当すると考えられる蕨岱層上部の軽石層から FT 年代  $0.40 \pm 0.08$  Ma (矢野ほか, 1983) が、本層中の凝灰岩から FT 年代約 0.8 Ma (北海道電力, 2015) が得られている。萩原 (1990) は、本層に相当すると考えられる蕨岱層から産出した花粉化石から寒冷→温暖→寒冷の古環境変遷過程を推定し、前述した矢野ほか (1983) に対比されると考えられる火山灰を含むことから、蕨岱層はギュンツ氷期→ミンデル・リス間氷期→ミンデル氷期の堆積物を含むと推定している。以上より、本層の堆積年代は中期更新世と考えられる。

なお、本層は、鈴木ほか (1967) の砂質泥岩・砂岩層および挟亜炭砂礫層それぞれの一部、山田ほか (1980) の蕨岱層の一部および知来川層、北海道電力 (2015) の知来川層に相当すると考えられる。

#### (vi) 段丘堆積物および崖錐・地すべり堆積物

本堆積物の内容は、山岸 (1984) の旧期扇状地堆積物、第 1 段丘堆積物、新期扇状地堆積物および第 2 段丘堆積物を主に参考にして整理した。

本堆積物は、主に尻別川や朱太川の流域付近や海岸地域に分布し、扇状地堆積物や海成あるいは河成段丘を構成し、礫や砂、粘土および泥炭などからなる。

本堆積物の堆積年代は、中期~後期更新世と考えられるが、崖錐・地すべり堆積物は完新統も含まれると考えられる。

なお、本堆積物は、山岸ほか (1976) の崖錐堆積物、第 1 および第 2 段丘堆積物、久保ほか (1983) の海岸段丘堆積物、河岸段丘堆積物および扇状地堆積物、石田 (1983) の海岸段丘堆積物および河岸段丘堆積物、岡・三谷 (1981) の段丘堆積物、黒沢ほか (1993) の段丘堆積物、鈴木ほか (1981)

の第1および第2段丘堆積物、北海道電力（2015）の低位・中位・高位段丘堆積物、鮎川層および三和層に相当すると考えられる。

#### (vii) 熱郭軽石流堆積物

本堆積物の内容は、山岸（1984）および久保ほか（1983）の熱郭軽石流堆積物を主に参考にして整理した。

本堆積物は、熱郭川周辺などに分布する軽石質凝灰岩である。デイサイト火山灰からなり、火山灰中に軽石および少量の岩片を含む。瀬棚層などの下位層を不整合に覆う。

本堆積物は、町田・新井（2003）の洞爺テフラ（Toya）のうち洞爺火砕流堆積物（Toya(pf)）に相当すると考えられ、同文献において洞爺テフラの噴出年代が112～115 kaと推定されていることから、本堆積物の年代は後期更新世と考えられる。

なお、本堆積物は、Goto et al. (2018)の the Toya Ignimbrite（洞爺火砕流堆積物<sup>9</sup>）に相当すると考えられる。

#### (viii) 沖積堆積物

本堆積物の内容は、山岸（1984）の現河床・海浜堆積物層を主に参考にして整理した。

本堆積物は、主に完新世に堆積したもので、河川周辺や河口部、山麓部などに分布し、現河床や砂丘、扇状地などを形成する堆積物である。砂、礫、粘土、泥炭などから構成される。本地質図南～中部の国縫・長万部地域では、駒ヶ岳火山灰（Ko-d<sub>2</sub>、西暦1640年）が覆う（石田，1983；久保ほか，1983）。

なお、本堆積物は、山岸ほか（1976）の扇状地堆積物、現河床堆積物および砂丘堆積物、久保ほか（1983）の扇状地堆積物、湿原堆積物、砂丘堆積物および氾濫原堆積物、石田（1983）の扇状地堆積物、湿原堆積物、氾濫原堆積物および砂丘堆積物に、鈴木ほか（1967）の海浜および現河床氾濫原堆積物、泥炭地堆積物、砂丘堆積物および崖錐堆積物、岡・三谷（1981）の河川堆積物、黒沢ほか（1993）の沖積層、鈴木ほか（1981）の現河床・海浜堆積物に相当すると考えられる。

### (6) 貫入岩

#### (i) 貫入岩I (K.Gr)

本岩体の内容は、黒沢ほか（1993）の後志利別川周辺に分布する花崗岩類を主に参考にして整理した。なお、同文献の時代未詳貫入岩を含めて整理した。

本岩体は、後志利別川周辺およびその南方に広く分布し、主に黒雲母普通角閃石花崗閃緑岩、黒雲母花崗岩および花崗閃緑岩からなる。泊川コンプレックスに貫入し、マス川層、訓縫層および大平川層に覆われる。本岩体周辺の泊川コンプレックスは、ホルンフェルス化しているところがある。

本岩体の貫入時期は、黒雲母 K-Ar 年代 124 Ma（河野・植田，1966）が得られていることから、前期白亜紀と考えられる。

なお、本岩体は、岡・三谷（1981）の花崗閃緑岩 I に相当すると考えられる。

<sup>9</sup> Goto et al. (2018)での和訳。なお、Ignimbrite は溶結凝灰岩を指す。



(ii) 貫入岩 II (M.Gr1)

本岩体の内容は、黒沢ほか(1993)の花崗岩類黒雲母角閃石花崗閃緑岩のうち泊川上流域に分布する岩体を主に参考にして整理した。

本岩体は、大平山西方付近に分布する泊川コンプレックスに貫入し、主に黒雲母普通角閃石花崗閃緑岩からなる。

本岩体の貫入時期は、全岩 K-Ar 年代  $21.5 \pm 0.7 \text{ Ma}$  (石原ほか, 1998) が得られていることから、前期中新世と考えられる。

(iii) 貫入岩 III (B1)

本岩体の内容は、久保ほか(1983)の貫入岩類玄武岩を参考にして整理した。

本岩体は、紋別川上流域に分布する訓縫層に貫入する。青黒色の細粒岩で、鏡下では斜長石や普通輝石、直方輝石がみられる。

本岩体の年代値は得られていない。

(iv) 貫入岩 IV (R1)

本岩体の内容は、黒沢ほか(1993)の貫入岩類流紋岩を参考にして整理した。

本岩体は、大平山周辺に分布する泊川コンプレックス、訓縫層、貫入岩 I および大平川層に貫入する。岩脈状に貫入しているものが認められる。岩相は、黒雲母流紋岩および普通角閃石流紋岩で流理構造が発達する。

本岩体の年代値は得られていない。

(v) 貫入岩 V (R2)

本岩体の内容は、石田(1983)の貫入岩流紋岩を参考にして整理した。

本岩体は、本地質図南部の訓縫層および八雲層に貫入し、最も大きい岩体は国縫川河口付近から紋別川中流域周辺にかけてほぼ南北方向を長軸とする形状である。岩相は、斜長石流紋岩である。

本岩体の年代値は得られていない。

(vi) 貫入岩 VI (Pda)

本岩体の内容は、鈴木ほか(1981)の貫入岩類石英斑岩を参考にして整理した。なお、現在の岩石名称に合わせ、本調査では石英斑岩を石英斑状デイサイトと読み替えている。

本岩体は、寿都半島北部で寿都層に貫入し、2 ヶ所で露出する。灰白色を呈し、密堅硬で柱状節理が発達する。黄鉄鉱化などの変質を受け、やや緑色化している。

本岩体の年代値は得られていないが、本岩体のうち大きいものの西縁が断層で切られることと、4.3.3(2)で述べるように、この断層は鮮新世に開始したと考えられる褶曲運動に伴う層面すべり断層である可能性を考慮すると、貫入時期は鮮新世以前の可能性がある。

なお、本岩体は、岡村(1984)の貫入岩類角閃石デイサイトに相当すると考えられる。

(vii) 貫入岩 VII (A1)

本岩体の内容は、鈴木ほか(1981)の貫入岩類角閃石安山岩を参考にして整理した。

本岩体は、寿都半島東岸および弁慶岬南方で寿都層に貫入する。

寿都半島東岸の岩体は暗緑色を呈し、柱状節理が発達する。斜長石と、緑泥石やモンモリロナイトに置換された普通角閃石がみられ、石基は著しく変質し、初生的な組織は残っていない。弁慶岬南方の岩体は、普通角閃石、直方輝石、普通輝石および斜長石がみられる。

本岩体の年代値は得られていないが、弁慶岬南方の岩体の西縁が断層で切られることと、4.3.3(2)で述べるように、この断層は鮮新世に開始したと考えられる褶曲運動に伴う層面すべり断層である可能性を考慮すると、貫入時期は鮮新世以前である可能性がある。

#### (viii) 貫入岩 VIII (M.Gr2)

本岩体の内容は、山岸 (1984) の貫入岩類花崗岩類を主に参考にして整理した。

本岩体は、幌別山地南部に分布するチョポシナイ川層と磯谷層に貫入し、瀬棚層に覆われる。チョポシナイ川層と磯谷層には一部断層で接する。主に普通角閃石黒雲母花崗岩からなる。

本岩体の貫入時期は、黒雲母 K-Ar 年代 8 Ma (河野・植田, 1967) および 9.3 Ma (石原ほか, 1998) が得られていることから、後期中新世と考えられる。

#### (ix) 貫入岩 IX (Da1)

本岩体の内容は、山岸 (1984) の貫入岩類石英安山岩岩脈を参考にして整理した。なお、現在の岩石名称に合わせ、本調査では石英安山岩をデイサイトと読み替えている。

本岩体は、幌別山地西麓および南東部で磯谷層および貫入岩 VIII に貫入している。同山地西麓に分布するデイサイトは灰白色、粗粒な岩脈で鉍化変質を受けており、幅数 10 m 内外の小岩体である。同山地南東部では灰白色を呈し、風化のためマサ状となっている。

本岩体の年代値は得られていないが、同山地南東部では、瀬棚層および賀老山安山岩に覆われていることから、これらの堆積・噴出前には地表に露出していたと考えられる。

#### (x) 貫入岩 X (Ba)

本岩体の内容は、山岸 (1984) の貫入岩類玄武岩質安山岩を参考にして整理した。

本岩体は、幌別山地南部に分布するチョポシナイ川層および貫入岩 VIII に貫入し、緑青色を呈し塊状である。

本岩体の年代値は得られていない。

#### (xi) 貫入岩 XI (B2)

本岩体の内容は、山岸 (1984) の貫入岩類玄武岩岩脈を参考にして整理した。

本岩体は、幌別山地の磯谷層に貫入する。同山地東部の岩体は、北東-南西方向に延びる幅数 100 m の岩脈であり、柱状節理の発達した粗粒な暗黒色の岩相を示す。この岩体は、その東麓で瀬棚層に覆われることから、瀬棚層堆積開始前に地表に露出していたと考えられる。同山地西部の岩体は、小岩脈である。

本岩体の年代値は得られていない。

#### (xii) 貫入岩 XII (B3)

本岩体の内容は、鈴木ほか (1981) の貫入岩類玄武岩を参考にして整理した。

本岩体は、寿都半島基部および泊川下流域に分布する八雲層、寿都層および永豊層に貫入する。

鏡下では斜長石と普通輝石の斑晶が認められる。岩脈として産するものは、幅5～30mほどで、地層の走向にほぼ平行な貫入方向を示すが、枝分かれして層面に直交することもある。岩床として産するものの一部に枕状溶岩に移化するものがある。

本岩体の年代値は得られていない。

#### (xiii) 貫入岩 XIII (A2)

本岩体の内容は、鈴木ほか(1981)の貫入岩類しそ輝石普通輝石安山岩を参考にして整理した。

本岩体は、寿都半島政泊付近で寿都層および永豊層に貫入する。また、折川右岸で八雲層およびデイサイト溶岩に貫入する。寿都半島や折川などに小岩脈として発達しており、貫入方向は一定していない。比較的大きな岩体を形成するのは政泊付近に分布するもので、北北西-南南東方向を示す。岩相は、直方輝石普通輝石安山岩で、暗灰色を呈し堅硬で柱状節理が発達する。

本岩体の年代値は得られていないが、政泊付近の岩体の西縁が断層で切られることと、4.3.3(2)で述べるように、この断層は鮮新世に開始したと考えられる褶曲運動に伴う層面すべり断層である可能性を考慮すると、貫入時期は鮮新世以前である可能性がある。

#### (xiv) 貫入岩 XIV (Do)

本岩体の内容は、石田(1983)の貫入岩ドレライトおよび黒沢ほか(1993)の貫入岩類粗粒玄武岩を参考にして整理した。

本岩体は、本地質図南部に分布する貫入岩I、訓縫層、八雲層および黒松内層に貫入している。鏡下では、斜長石および単斜輝石の斑晶がみられる。

本岩体の年代値は得られていない。

#### (xv) 貫入岩 XV (Da2)

本岩体の内容は、黒沢ほか(1993)の貫入岩類石英安山岩を主に参考にして整理した。なお、現在の岩石名称に合わせ、本調査では石英安山岩をデイサイトと読み替えている。

本岩体は、黒松内岳南方で八雲層に貫入し、貫入岩XVIIに貫入されている。黒沢ほか(1993)に示される本岩体の分布と、久保ほか(1983)および久保ほか(1988)に示される黒松内層の分布を踏まえると、本岩体は黒松内層に貫入している可能性がある。岩相は、普通角閃石デイサイトであり、全体として多少変質している。

本岩体の年代値は得られていない。

#### (xvi) 貫入岩 XVI (A3)

本岩体の内容は、久保ほか(1983)の貫入岩類変質安山岩を参考にして整理した。

本岩体は、黒松内岳南方に分布する八雲層に貫入する岩脈で、幅数mの規模で産する。岩相は、直方輝石普通輝石安山岩および普通角閃石安山岩で、黒松内層中の変質安山岩の西縁部を構成する溶岩と同一である。岩脈の方向は、母岩の層理に調和的な場合と、量的には少ないが、急角度で斜交する場合がある。変質の程度は二俣川上流域で最も強く、南方に向かって弱くなる傾向がある。

本岩体の年代値は得られていない。

(xvii) 貫入岩 XVII (A4)

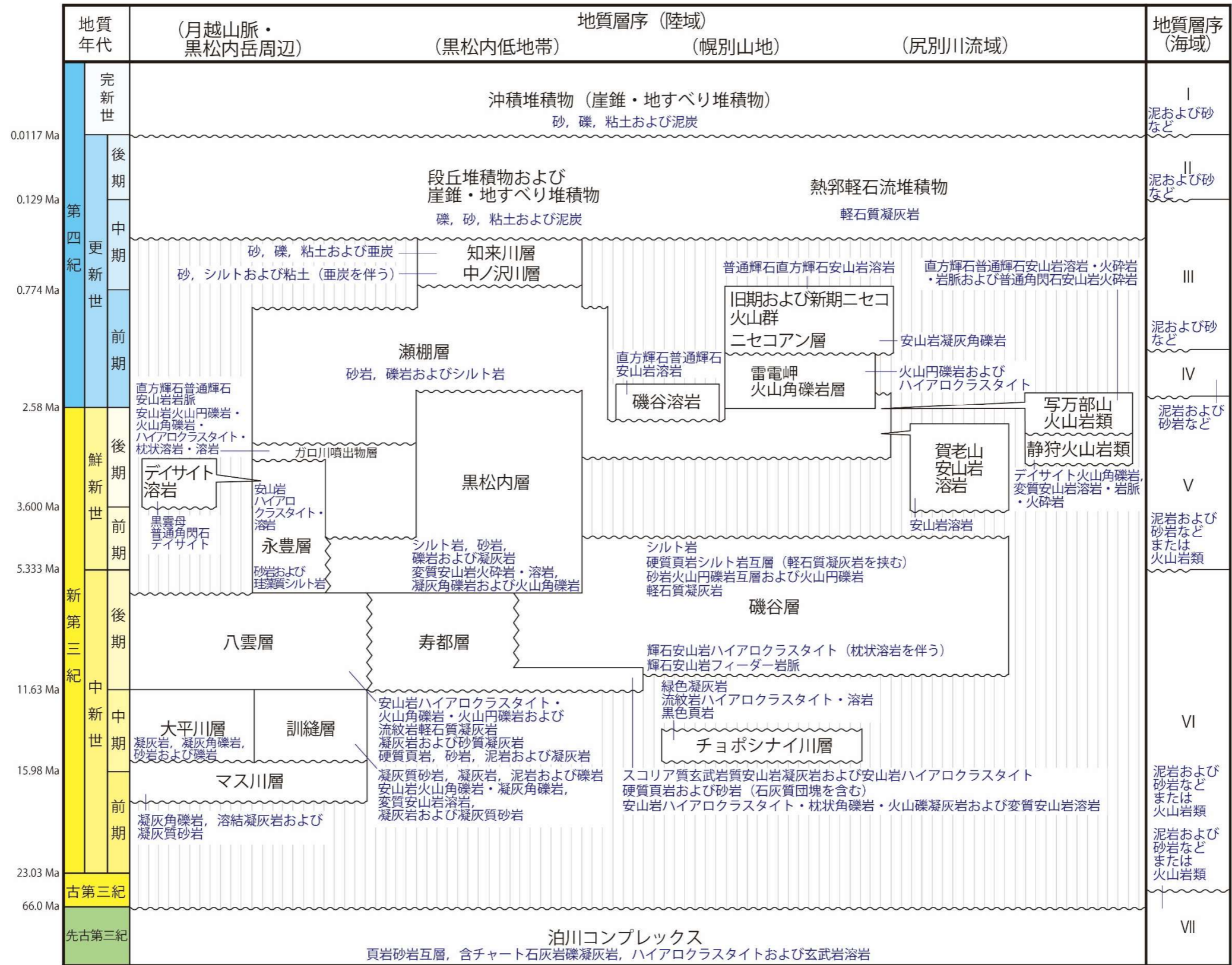
本岩体の内容は、黒沢ほか(1993)の貫入岩類安山岩 I を参考にして整理した。

本岩体は、大平山南方および黒松内岳南方に分布する大平川層、訓縫層、八雲層および貫入岩 XV に貫入する。また、大平山図幅(黒沢ほか, 1993)の東端における貫入岩類安山岩 I (本岩体)の分布および同図幅東側に接する長万部図幅(久保ほか, 1983)の西端における黒松内層の分布を踏まえると、本岩体は黒松内層に貫入している可能性が考えられる。黒松内岳付近の岩相は、複輝石安山岩および輝石安山岩で、変質しているものからほとんど未変質のものまでである。

本岩体の年代値は得られていない。

表 4.3-1 寿都町および周辺地域地質層序表

陸域の貫入岩は省略。地質年代の数値は日本地質学会執理事会（2023）に基づく。海域の貫入岩Ⅷ層は尻別川西方に局所的に分布し、Ⅴ層に貫入関係で接する（北海道電力，2015）。

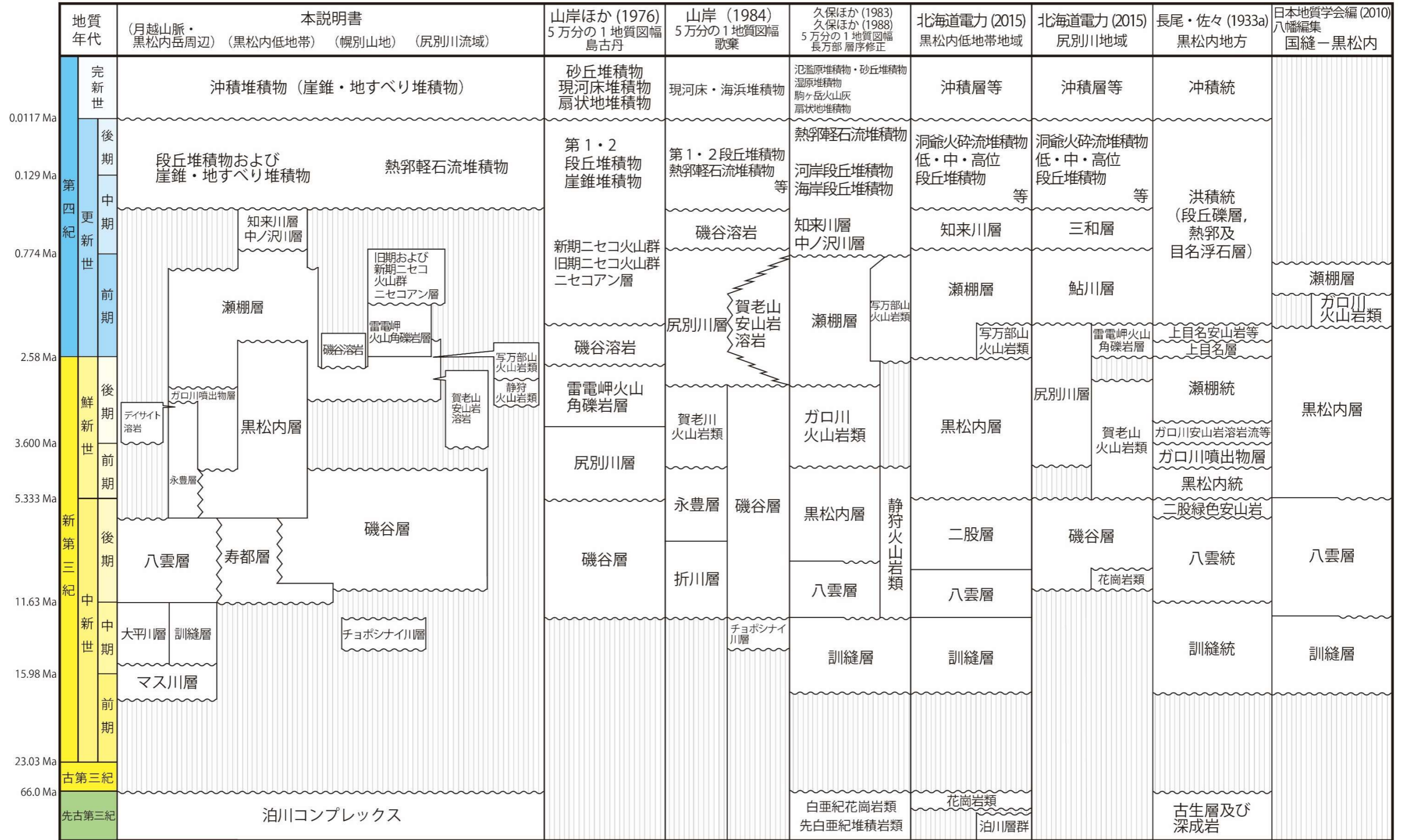


〰 : 不整合  
} : 同時異相



表 4.3-3 寿都町および周辺地域陸域層序対比表 (その2)

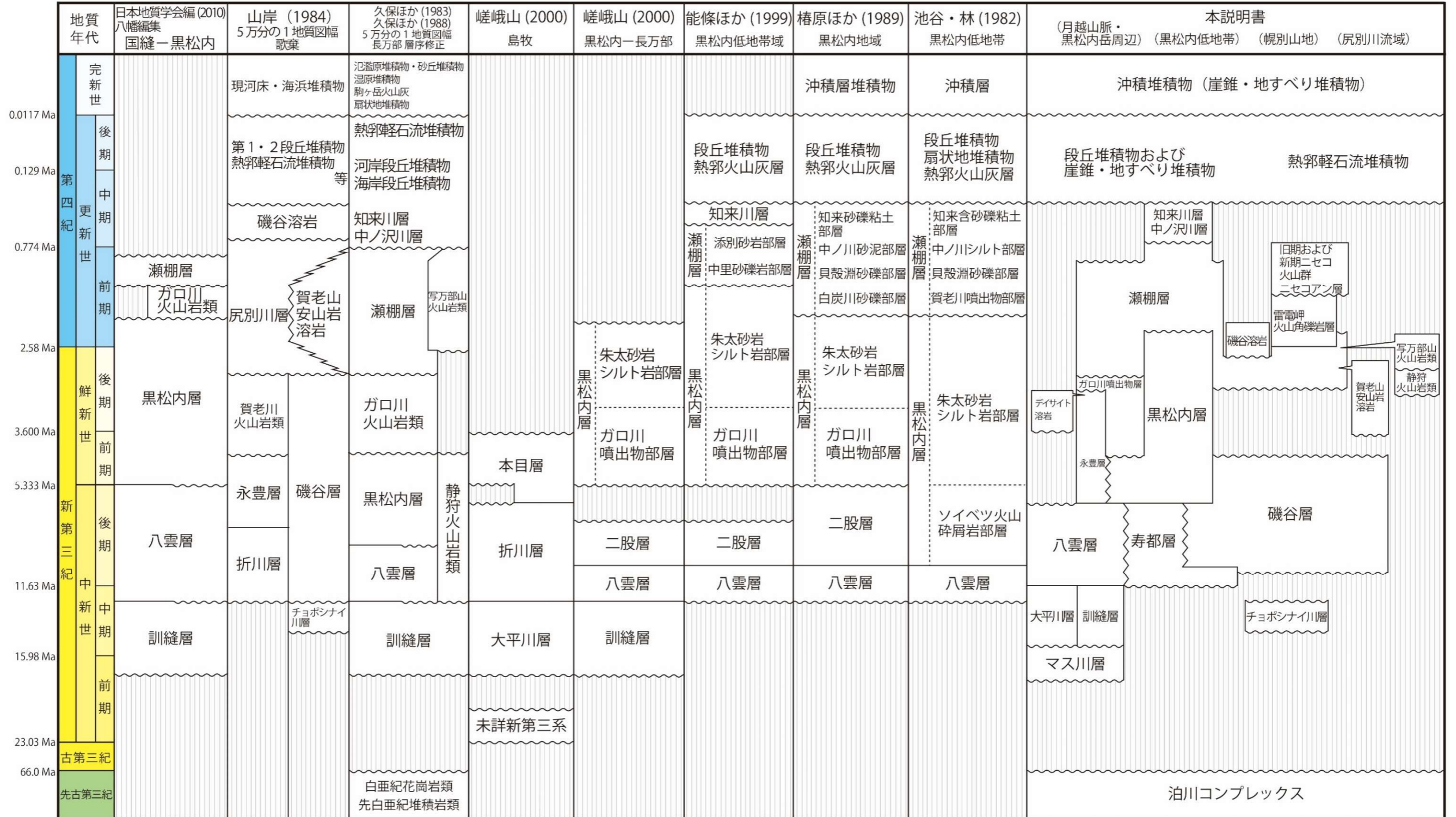
山岸ほか (1976), 山岸 (1984), 久保ほか (1983), 久保ほか (1988) ©日本地質学会, 北海道電力 (2015), 長尾・佐々 (1933a) ©日本地質学会 および日本地質学会編 (2010) を参照し, 編集して作成。地質年代の数値は日本地質学会執行理事会 (2023) に基づく。地理的な位置関係を踏まえ, 本説明書の層序は左側に表示。各文献の地質層序で地質年代が不明確な部分については, 各文献中の層序対比表などを参考に加筆して本表に反映している。



~ : 不整合  
} : 同時異相

表 4.3-4 寿都町および周辺地域陸域層序対比表 (その3)

日本地質学会編 (2010), 山岸 (1984), 久保ほか (1983), 久保ほか (1988) ©日本地質学会, 嵯峨山 (2000), 能條ほか (1999) ©日本地質学会, 椿原ほか (1989) ©日本地質学会 および池谷・林 (1982) ©日本地質学会 を参照し, 編集して作成。地質年代の数值は日本地質学会執行理事会 (2023) に基づく。地理的な位置関係を踏まえ, 本説明書の層序は右側に表示。各文献の地質層序で地質年代が不明確な部分については, 各文献中の層序対比表などを参考に加筆して本表に反映している。



~ : 不整合  
 } : 同時異相



### 4.3.3 陸域の地質構造

文献調査対象地区および周辺地域の地質構造に対する概要（付図1および図4.3-1）と、推定地質断面図（付図2および図4.3-2）について以下に述べる。

#### (1) 概要

本地域の地質構造は、月越山脈・黒松内岳周辺（狩場山地東部）、黒松内低地帯および幌別山地で特徴がそれぞれ異なる。

月越山脈・黒松内岳周辺では、泊川コンプレックスとこれに貫入する花崗岩類（貫入岩I）が分布し、これらを覆いさらに東側に新第三紀以降の堆積物や貫入岩が分布する。訓縫層および大平川層からガロ川噴出物層までの地層は、概ね北西－南東方向軸の褶曲構造を持つ。黒松内岳北方では、八雲層と黒松内層の翼部が急傾斜に折りたたまれた褶曲構造がみられるが、寿都半島ではこれらと同層準と考えられる寿都層と永豊層が、翼部の傾斜が緩く西へ開いた向斜構造を呈している。両地域の間は、ガロ川噴出物層と瀬棚層が下位層を不整合に覆っているため、地質構造の差異の詳細については不明である。寿都半島基部付近に分布する瀬棚層は、下位層に調和した褶曲構造はみられない。以上のことから、瀬棚層の下位層を支配する褶曲活動は、鮮新世に開始し、この付近に分布する瀬棚層堆積開始前に概ね終了していたと考えられる。寿都半島中央やその西方の折川および大平流域などにみられる、東西～西北西－東南東あるいは東北東－西南西方向の断層について、一部がガロ川噴出物層または瀬棚層に覆われ、地表に現れていない。よって、これらの断層のガロ川噴出物層堆積以降の顕著な活動はないものと考えられる。

黒松内低地帯では、磯谷層とこれより若い地層が概ね南北～北北西－南南東方向の断層や褶曲構造に規制されて分布する。本低地帯では瀬棚層とこれより上位の地層が広く分布、丸山丘陵や黒松内背斜などでは磯谷層や黒松内層が露出している。丸山丘陵を形成する磯谷層は背斜構造を呈し、南南東方向の黒松内背斜の方へ連続すると考えられる。本低地帯でみられる概ね南北～北北西－南南東方向に規制された地形および地質構造は、本低地帯付近を同方向に縦断し、東西方向を最大主応力軸とする黒松内低地帯断層帯の活動による影響が大きいと考えられ、本低地帯には白炭断層などの活構造が示されている（詳細は、4.3.3(3)および説明書「地震・活断層」参照）。本断層帯について、個別の断層では断層両側の地質層序関係より、東上がりとし上がり両方の逆断層が推定されるが、月越山脈・黒松内岳周辺地域が黒松内低地帯に対して地形的に隆起側であり、かつ黒松内低地帯に分布する地層よりも下位の地層が分布しているため、主断層は西上りの逆断層と考えられる。

上記のとおり、月越山脈・黒松内岳周辺と黒松内低地帯の地質構造については、方向と褶曲時期に違いがみられる。その要点は以下のとおりである。

- ・ 地質構造について、月越山脈・黒松内岳周辺では概ね北西－南東方向の、黒松内低地帯では南北～北北西－南南東方向の褶曲構造や断層が卓越する。
- ・ 月越山脈付近では、永豊層、黒松内層およびガロ川噴出物層は概ね北西－南東方向の軸を持つ褶曲構造を伴うが、これらを覆う瀬棚層に顕著な褶曲構造がみられないことから、瀬棚層堆積以降に顕著な地殻変動を受けていないと考えられる。
- ・ 黒松内低地帯では、瀬棚層とこれ以降の地層に褶曲構造がみられるため、瀬棚層堆積以降の褶曲活動が考えられる。

上記のとおり、両地域の地質構造の違いは、応力場の変化および褶曲場の変遷の結果と考えられ

る。

幌別山地では主に海底火山噴出物からなる礫谷層が広く分布し、南東部では貫入岩 VIII が礫谷層などに貫入している。礫谷層に着目すると、南北方向の長軸を持つドーム構造を形成し、頂部では傾斜が 20°程度で側方に向かって傾斜が増し、山麓部では 40~50°に達する。山岸ほか (1976) では、幌別山地北端部の礫谷層分布域に硬質頁岩シルト岩互層を中心にしたドーム構造が報告されている。幌別山地周辺では、瀬棚層が礫谷層および貫入岩 VIII などを不整合関係で覆って分布している。5 万分の 1 地質図幅 (山岸ほか, 1976 ; 山岸, 1984) に記載されていないことから、本地質図には表示していないものの、山地北東部から東部に走向が北北西-南南東の尻別川断層や目名川流域付近には同じく北北東-南南西の「目名付近の断層」などの活構造が示されている文献もある (詳細は、説明書「地震・活断層」参照)。尻別川断層は、幌別山地の成因の一つである可能性がある。東南部の貫入岩 VIII は、礫谷層と断層を介して接していることから、断層の北側にあたる幌別山地の中央~北部に深成岩体が分布する可能性も考えられる。なお、この深成岩体の貫入も幌別山地の成因の一因である可能性がある。

## (2) 推定地質断面図

本地質図では、地形や地質構造に南北~北西-南東方向の傾向がみられることから、これらに直交する方向の A-A'~F-F' 断面を設定した。加えて、本地質図中央部の黒松内低地帯を縦断する南北~北北西-南南東方向に G-G' 断面、文献調査対象地区北東の尻別川河口部右岸から寿都湾、月越山脈を通り大平川中流域付近に至る北東-南西方向に H-H' 断面、文献調査対象地区東部の幌別山地北部と賀老山山地に至る北西-南東方向に I-I' 断面、および寿都半島西部から南南東方向に黒松内川中流域付近に至りここから西方へ黒松内岳付近に至る J-J' 断面を作成した。推定地質断面図の作成に当たっては、地表地質情報に加えてボーリング調査や反射法地震探査などの結果を参照した。各断面における地質・地質構造について以下に示す。

### (i) A-A' 断面

本断面は、文献調査対象地区の中央を通り、西から月越山脈、寿都湾および幌別山地に至る東西方向の断面である。

月越山脈では永豊層と寿都層が西へ傾斜して分布する。寿都層は本断面の北方で貫入岩 VI に貫入されている。また、同層は月越山脈中央部の 2 本の断層に切られている。これらの断層は、地表において東方へ張り出すような弧状であることから、西傾斜の逆断層と考えられる。走向が周囲の寿都層の走向に概ね調和的であることから、これらの断層は鮮新世に開始したと考えられる褶曲運動に伴う層面すべり断層である可能性がある。

東部の幌別山地では、主に礫谷層が長軸を概ね南北方向とするドーム構造を形成して分布する。幌別山地西麓付近では、寿都層が断層で礫谷層と接するが、寿都湾を挟んで東西陸側の地層の連続性および関係の詳細については、不明である。幌別岳北方では、貫入岩 XI が礫谷層に貫入している。幌別山地東麓では、瀬棚層が礫谷層を不整合関係で覆う。

### (ii) B-B' 断面

本断面は、文献調査対象地区の南部を通り、月越山脈や黒松内低地帯、幌別山地に至る東西方向の断面である。

月越山脈では、西方へ傾斜する永豊層と寿都層をガロ川噴出物層が不整合に覆い、さらにその上を瀬棚層が不整合に覆う。本断面西端部では、八雲層が分布する可能性がある。

黒松内低地帯では、沖積堆積物の下位に瀬棚層および黒松内層がほぼ水平に分布する（北海道電力，2015）。これ以深については、黒松内層の下位層である寿都層あるいは磯谷層が分布すると推定されるが、詳細は不明である。

本断面北方の幌別山地西麓に分布する北北東-南南西方向の断層は、地表では本断面まで連続しないものの、地下では連続している可能性があるため、本断面に図示している。

幌別山地では、磯谷層が A-A' 断面と同様にドーム構造を形成している。同山地西部では、貫入岩 IX が磯谷層に貫入しているが、貫入時期の詳細については不明である。ドーム構造の頂部では地層の傾斜が緩く、側部に向かって急になる。幌別山地東麓付近では、瀬棚層が磯谷層および貫入岩 VIII を不整合に覆い、東方に緩く傾斜して分布する。5 万分の 1 地質図幅（山岸，1984）に記載されていないことから、本地質図には表示していないものの、本断面東端付近では、「目名付近の断層」が分布する（例えば、北海道電力，2015）。

### (iii) C-C' 断面

本断面は、文献調査対象地域南端部付近を通る南西-北東～東西方向の断面である。

月越山脈南部では瀬棚層が下位層を不整合に覆っているため、本層以下の地質構造の推定に当たって、周辺の地質構造や地質層序を参考にした結果、本断面南の向斜構造軸部が本断面折れ点付近を通過すると考えられる。

本断面西端の大平山付近では、泊川コンプレックスが分布し、大平川層がこれを不整合に覆う。大平川層と八雲層が、泊川コンプレックス東縁の湯ノ沢 断層を境にして分布し、北西-南東方向の軸を持つ褶曲構造を伴う。湯の沢川断層は、東側に新第三紀以降の海成層（大平川層および八雲層など）が厚く分布することと、これらが本断層の走向とほぼ同じ方向（北西-南東）の軸を持つ褶曲構造に規制されていることを踏まえると、本断層は古第三紀～新第三紀に正断層として活動し、その後逆断層として再活動した可能性が考えられる。

寿都半島南部付近に分布する瀬棚層は、NS～N50°E、10～15°E の走向・傾斜を示し（鈴木ほか，1981）、下位層の褶曲構造とは非調和であることから、この付近では本層堆積以降に著しい褶曲活動を受けていないと考えられる。

本断面中央部の黒松内低地帯の丸山丘陵では磯谷層が背斜構造を呈し、頂部の高位段丘面は東へ傾動している（例えば、今泉・渡島半島活断層研究グループ，1982）。この背斜構造は、軸の方向などから、本断面南方の黒松内背斜へ連続すると考えられる。

丸山丘陵東側の朱太川右岸に白炭断層（白炭東断層および白炭西断層）に対応する変位地形（東落ち逆向き崖）が示されており（詳細は、説明書「地震・活断層」参照）、当該付近で北海道電力（2015）が実施した反射法地震探査の結果では、標高約 450 m 程度までの瀬棚層と黒松内層に向斜構造がみられるが、白炭断層に対応した断層構造は一部のみである。本調査では、丸山丘陵にみられる背斜構造とその頂部の東への傾動、朱太川右岸地域の向斜構造および西傾斜と推定されている震源断層（詳細は、説明書「地震・活断層」参照）を説明する断層システムとして、本断面図に示すようなウェッジ・スラスト（例えば、池田ほか編，2002 など）を想定している。この場合、白炭断層は、向斜構造の形成に伴った層面すべり断層である可能性が考えられる。

幌別山地では、磯谷層が A-A' 断面と同様にドーム構造を形成している。その東部では、貫入岩

VIII が礫谷層に断層で接し、この深成岩体は瀬棚層に覆われることから、瀬棚層堆積前に地表に露出していたと考えられる。この岩体は、本断面南方で礫谷層とチョポシナイ川層に貫入している。本地域は、鮮新世以降は圧縮場である（例えば、渡辺、1986；大槻、1989 など）ことを踏まえると、貫入岩 VIII と礫谷層の間の断層は南東傾斜の逆断層と推定される。この場合、礫谷層の下に本断層下盤側（北西側）の貫入岩 VIII が分布している可能性が考えられる。なお、この断層の北東端は瀬棚層に覆われることから、瀬棚層堆積以降の顕著な活動はないものと考えられる。

#### (iv) D - D' 断面

本断面は、文献調査対象地区南方の大平山付近から黒松内低地帯、賀老山山地に至る東西方向の断面である。

本断面西端の大平山付近では、C - C' 断面と同様に泊川コンプレックスが分布し、大平川層がこれを不整合に覆う。泊川コンプレックス東縁の湯の沢川断層を境にして大平川層と八雲層が分布し、北北西－南南東～北西－南東方向の軸を持つ褶曲構造を伴う。黒松内低地帯の西方では、ガロ川噴出物層が黒松内層を覆う。黒松内低地帯では、黒松内層とそれより上位の地層が北北西－南南東方向の軸を持つ褶曲構造（黒松内背斜、チョポシナイ向斜および豊幌背斜など）に伴って分布する。このうち、黒松内背斜軸部付近では、黒松内断層に沿って黒松内層が露出する。黒松内低地帯とその西方の黒松内岳周辺の地層の落差を考慮すると、これらは西傾斜で逆断層型の黒松内低地帯断層帯の活動に起因した短縮変形の一部と考えられる。本断面近傍の黒松内町付近で実施された「黒松内」基礎試錐調査結果（石油技術協会、1993）では、黒松内層の見かけの厚さが周囲と比べて厚いが、これは逆断層の活動によるものの可能性が考えられる。八雲層の厚さについて、月越山脈・黒松内岳周辺の表層地質から推定される厚さに比べて、当該基礎試錐から得られた黒松内低地帯下の厚さは薄い。なお、当該基礎試錐ではガロ川噴出物層に相当する地層が確認されないことから、ガロ川噴出物層の東西方向の分布は限定的であると考えられる。

熱郭川付近では洞爺火砕流堆積物（Toya, 115 ka；町田・新井、2003）に相当すると考えられる熱郭軽石流堆積物が地表を覆う。黒松内低地帯東部では、本説明書の瀬棚層および熱郭軽石流堆積物に相当すると考えられる地層とこれを覆う約2万年前以降の地層に変位を与える西傾斜の断層が確認されている（楮原ほか、2013）。

黒松内低地帯およびその西方の地下構造の推定について、地表の地質構造と「黒松内」基礎試錐調査結果（石油技術協会、1993）と黒松内町泉源のボーリング調査結果（高見ほか、2008；藤本ほか編、2004）、低地帯東部で確認された楮原ほか（2013）の断層露頭、西傾斜と推定されている震源断層（詳細は、説明書「地震・活断層」参照）を説明する断層システムとして、本断面図に示すような断層形状を想定している。

なお、本地質図では、ガロ川噴出物層内において直方輝石普通輝石安山岩岩脈を示しているが、岩体の規模が小さいことから、推定地質断面図では表記していない。

#### (v) E - E' 断面

本断面は、後志利別川右岸から長万部川左岸付近に至る東北東－西南西方向の断面である。

本断面西端付近では、貫入岩 I を訓縫層が不整合に覆う。訓縫層とこれより上位の地層は、北北西－南南東方向の軸を持つ褶曲を呈しながら長万部川右岸まで分布する。ガロ川噴出物層と瀬棚層は、それぞれ不整合関係で下位層を覆う。長万部川右岸周辺の地下には黒松内低地帯断層帯の存在が

推定されており（例えば、地震調査研究推進本部，2005；北海道電力，2015 など），ガロ川噴出物層と瀬棚層を境する栗岡断層は，当断層帯の一部である可能性が考えられる。

#### (vi) F - F' 断面

本断面は，国縫川中流域付近から内浦湾（噴火湾）に至る西南西－東北東方向の断面である。

西から東に向かって，訓縫層，八雲層，黒松内層および瀬棚層が分布する。八雲層は分布域の中央付近で貫入岩 V に貫入されている。

黒松内層は，瀬棚層とこれより上位の地層に不整合で覆われる。瀬棚層分布域の東縁付近に活断層に関する情報があり（例えば，地震調査研究推進本部，2005；北海道電力，2015 など。詳細は，4.3.3(3)および説明書「地震・活断層」参照），これらは黒松内低地断層帯の一部であると考えられる。

なお，本断面の北東で実施された OR-9 のボーリング調査結果（高見ほか，2008；藤本ほか編，2004）によると，瀬棚層が標高約400 m 付近まで，黒松内層が標高約-1,100 m 付近（孔底）まで分布する。

#### (vii) G - G' 断面

本断面は，文献調査対象地区中央の寿都湾から長万部川河口付近に至る南北～北北西－南南東方向の断面である。

北端部の朱太川河口付近では，黒松内層，瀬棚層および沖積堆積物がほぼ水平に堆積し（北海道電力，2015），その下位に，磯谷層ならびに寿都層が分布すると推定される。

丸山丘陵の周囲に黒松内層と瀬棚層が分布することから，本丘陵の隆起に伴ってこれらの地層が削剥された可能性が考えられる。

本丘陵付近では中ノ沢川層および知来川層が確認されないが，これより南側では中ノ沢川層および知来川層が分布する。本断面南部には写万部山火山岩類が分布する。

#### (viii) H - H' 断面

本断面は，大平川中流域付近から月越山脈，寿都湾を通り尻別川右岸に至る南西－北東方向の断面である。

本断面南西端部では，泊川コンプレックスの北東側に湯の沢川断層を境にして大平川層と八雲層が分布する。これらの地層は，北西－南東方向の軸を持つ褶曲構造に規制されている。月越山脈南部では，瀬棚層が永豊層などの下位層を不整合に覆う。この付近の地下構造に関する詳細な情報は確認されないため，周囲の地表地質情報などから考察した以下の内容に基づき本断面図を作成している。

- ・ 瀬棚層分布域の南でみられる，両翼の地層が高角度に折りたたまれた褶曲は，本断面付近あたりから北方に向かってほどけ始めていると推定される。
- ・ 八雲層の上位には永豊層とガロ川噴出物層が分布し，瀬棚層に覆われる。
- ・ 永豊層およびガロ川噴出物層は，向斜構造の軸部付近に分布する。
- ・ 瀬棚層の東方に分布する寿都層は，走向・傾斜の情報は乏しいが，周囲の地質情報からほぼ南北方向の走向で西傾斜であると推定されることを考慮すると，八雲層とほぼ同じ深度に分布する。

本断面北東部は、幌別山地北部にあたり、主に礫谷層が分布する。その中央では、同層硬質頁岩シルト岩互層を中心とする小規模なドーム構造がみられる（山岸ほか、1976）。

幌別山地東縁部に分布する瀨棚層は、礫谷層を不整合に覆い、概ね東へ 50～60°程度傾斜している。尻別川左岸では、雷電岬火山角礫岩層が瀨棚層を覆う。なお、5 万分の 1 地質図幅（山岸ほか、1976；山岸、1984）に記載されていないことから、本地質図には表示していないものの、この付近には西上がりの逆断層である尻別川断層が北北西－南南東方向に分布する（詳細は、4.3.3(3)および説明書「地震・活断層」参照）。

#### (ix) I-I' 断面

本断面は、文献調査対象地区東部の幌別山地北部と賀老山山地に至る北西－南東方向の断面である。

幌別山地では、礫谷層が A-A' 断面と同様にドーム構造を形成する。南東部では貫入岩 VIII が貫入し、その北西縁は、南東傾斜の逆断層と推定される断層で礫谷層と接する。幌別山地南東麓から目名川流域では、瀨棚層が同岩体を覆って分布し、周囲の地質情報を踏まえると、両者の間には礫谷層およびチョポシナイ川層が分布すると推定される。本断面南東端部には賀老山安山岩溶岩が分布する。

#### (x) J-J' 断面

本断面は、寿都半島西岸から南南東方向の黒松内川中流付近に至り、ここから西方の黒松内岳に至る北北西－南南東～東西方向の断面である。

本断面北北西端部では北西へ傾斜する永豊層および寿都層が分布する。本断面中央部は、北北西－南南東方向の軸を持つ向斜軸部を通る。

黒松内岳周辺では、八雲層および黒松内層を覆ってガロ川噴出物層が分布する。本層は、一部瀨棚層に覆われるものの月越山脈西麓まで分布する。

ガロ川噴出物層の下位には黒松内層とこれとほぼ同層準と考えられる永豊層が分布しており、これらは月越山脈南部の瀨棚層分布域付近で漸移していると推定される。

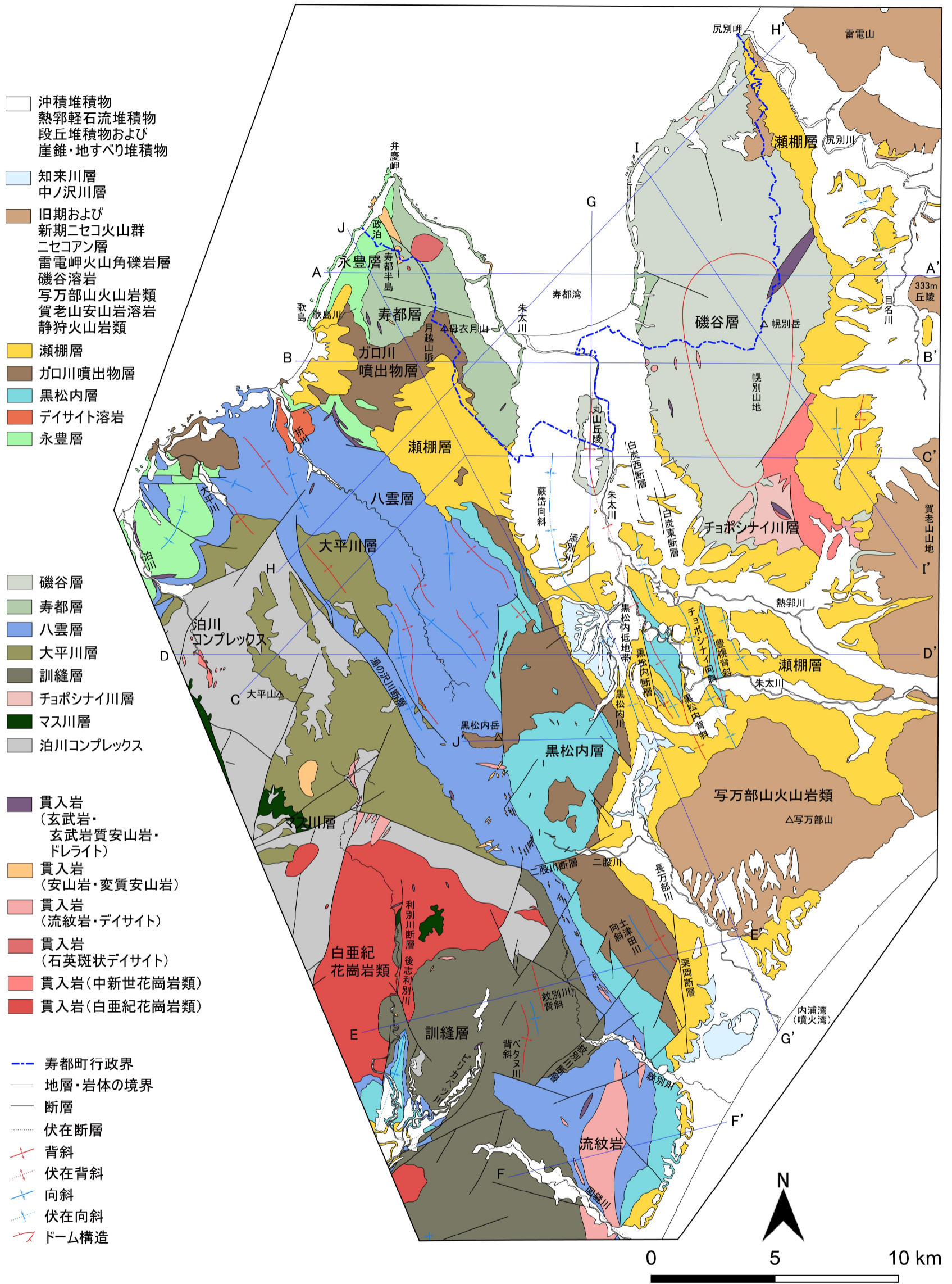
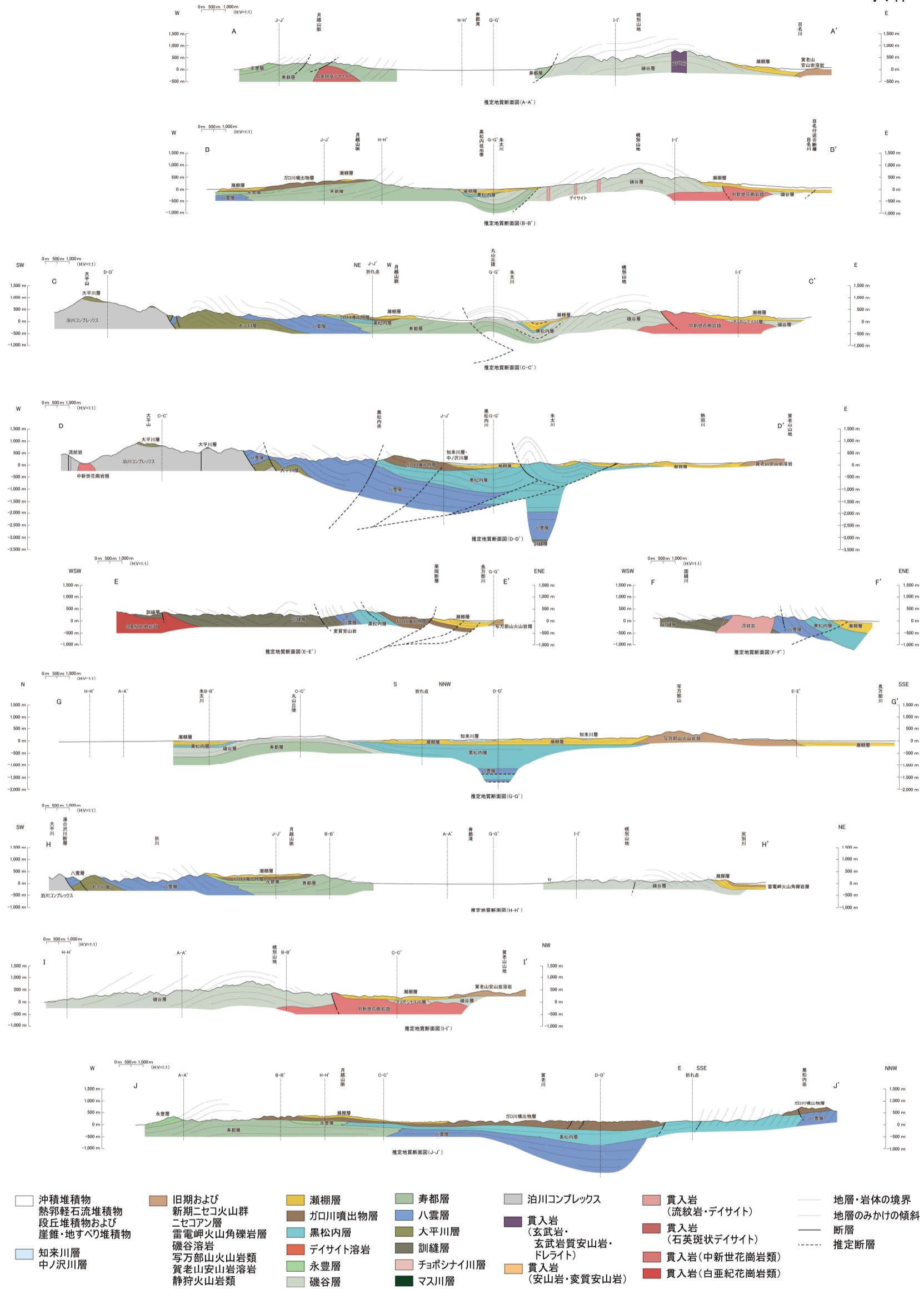


図 4.3-1 寿都町および周辺地域陸域地質図 (概要版)

鈴木ほか (1981), 山岸ほか (1976), 山岸 (1984), 久保ほか (1983), 久保ほか (1988) ©日本地質学会, 黒沢ほか (1993), 石田 (1983), 岡・三谷 (1981), 鈴木ほか (1967) を参照し, 編集して作成。参照, 編集の詳細は「3.2 地質・地質構造の取りまとめの考え方」参照。寿都町行政界は「国土数値情報 (行政区域データ)」 (国土交通省) に基づく。

V:H=1:1



- |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                             |                                                                                                                                                  |                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>□ 沖積堆積物</li> <li>□ 熱那軽石流堆積物</li> <li>□ 段丘堆積物および</li> <li>□ 崖錐・地すべり堆積物</li> <li>□ 知来川層</li> <li>□ 中ノ沢川層</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 旧期および</li> <li>■ 新期二セコ火山群</li> <li>■ ニセコアン層</li> <li>■ 雷電岬火山角礫岩層</li> <li>■ 礫谷溶岩</li> <li>■ 写方部山火山岩類</li> <li>■ 賀老山安山岩溶岩</li> <li>■ 静狩火山岩類</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 瀨棚層</li> <li>■ ガロ川噴出物層</li> <li>■ 黒松内層</li> <li>■ デイサイト溶岩</li> <li>■ 永豊層</li> <li>■ 礫谷層</li> <li>■ 寿都層</li> <li>■ 八雲層</li> <li>■ 大平川層</li> <li>■ 訓縫層</li> <li>■ チョボシナイ川層</li> <li>■ マス川層</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 泊川コンプレックス</li> <li>■ 貫入岩 (玄武岩・玄武岩質安山岩・トセライト)</li> <li>■ 貫入岩 (安山岩・変質安山岩)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 貫入岩 (流紋岩・デイサイト)</li> <li>■ 貫入岩 (石英斑状デイサイト)</li> <li>■ 貫入岩 (中新世花崗岩類)</li> <li>■ 貫入岩 (白亜紀花崗岩類)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>— 地層・岩体の境界</li> <li>— 地層のみかけの傾斜</li> <li>— 断層</li> <li>- - - 推定断層</li> </ul> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

図 4.3-2 寿都町および周辺地域陸域推定地質断面図 (概要版)

本図は付図1, ボーリングデータおよび反射法地震探査結果などを基に原子力発電環境整備機構が推定したものである。推定の詳細は「4.3.3 陸域の地質構造」参照。断面位置については図 4.3-1 参照。断層については, 表層地質情報などから相対的な確度が高いものを「断層」として, それ以外を「推定断層」として示している。地質断面図の推定の結果, 図 4.3-1 に対応しない伏在断層が一部生じている。削剥前の地層のみかけの傾斜および地下の地質を表記していない部分の推定断層は, 参考として記載している。陸域地形は国土地理院数値標高データに基づき作成 (測量法に基づく国土地理院長承認 (使用) R5JHs 154)。海域地形は日本水路協会発行 M7000 シリーズに基づき作成 ((一財) 日本水路協会承認 第 2021006 号)。



### (3) 活構造

文献調査対象地区および周辺地域の陸域には、黒松内低地断層帯と尻別川断層帯がみられる（図 4.3-3）。ここでは、地質構造形成の観点から考察した内容を述べる。なお、これらを構成する個々の断層に関する法定要件の観点からの評価は、説明書「地震・活断層」に述べる。

#### (i) 黒松内低地断層帯

黒松内低地帯とその周辺域に分布する新第三紀以降の堆積物は、本低地帯西方の大平山付近に分布する泊川コンプレックスの東側に形成された堆積盆を埋積したものであると考えられる。これらが圧縮場下で短縮変形し、本断層帯が形成されたと考えられる。

本断層帯には、黒松内低地帯をほぼ南北方向に縦断するように白炭断層などが分布する。地表では地下の断層活動によって形成されたと考えられる褶曲構造（黒松内背斜など）、断層崖（白炭断層など）、テクトニック・バルジ（丸山丘陵）、段丘面の傾動（長万部断層など）などがみられるが、これら個々の長さは断層帯全体の長さに比べて短いことが特徴である。また、推定される断層の変位センスも東側隆起または西側隆起があり一定でない（例えば、池田ほか編，2002；楮原ほか，2013 など）。

大局的にみると、当低地帯付近の地質構造は、断層および褶曲構造の配列や断層の変位センスなどからほぼ東西方向の圧縮場下で形成されてきたと推定されることと、本低地帯とその西方地域の間に西側隆起の地形的および層位学的落差がみられることから、主断層は西傾斜の逆断層であると考えられる。一方で、白炭断層は雁行配列（ミの字型）がみられ、山岸・木村（1981）は断層露頭で左横ずれ変位を確認していることから、縦ずれ変位だけでなく部分的に横ずれ変位を含んでいることも推定される。

本断層帯の北部は、丸山丘陵頂部地形面の東への傾動（例えば、今泉・渡島半島活断層研究グループ，1982）や、黒松内背斜軸部西側の断層が変位センスから東傾斜の逆断層と推定されることなどから、地表付近では東傾斜の断層が支配的であると考えられる。以上より、地下深部に想定される西傾斜の主断層への連続は、（北をみて）途中で逆くの字型に折れ曲がったウェッジ・スラストを形成していると推定される。

本断層帯の中央部では、黒松内背斜、チョポシナイ向斜や豊幌背斜などの複数の褶曲構造が東西幅 5～10 km 程度に配列することや、震源断層が想定されている黒松内低地帯西方地域の最近の地震活動は活発でないこと（詳細は、説明書「地震・活断層」参照）などから、周辺地域の歪みの解消は、地震活動よりも褶曲運動によるものが多い可能性が考えられる。

#### (ii) 尻別川断層帯

本断層帯は、尻別川断層および「目名付近の断層」などから構成され、大局的にみると不連続性および撓み・地形面の異常勾配などの地形的特徴および層位学落差などから西傾斜の逆断層と考えられる。これらの断層の地下深部への連続は不明な点が多いが、幌別山地東縁部付近に尻別川断層の存在が想定されることと、この付近に東方へ高傾斜する瀬棚層が確認される（例えば、山岸ほか，1976；北海道電力，2015）ことなどから、尻別川断層は幌別山地の形成要因の一つである可能性が考えられる。

本断層帯と黒松内低地帯断層帯は、共に走向がほぼ南北で西傾斜の逆断層を主体としていると考えられるが、両者の関係については不明である。

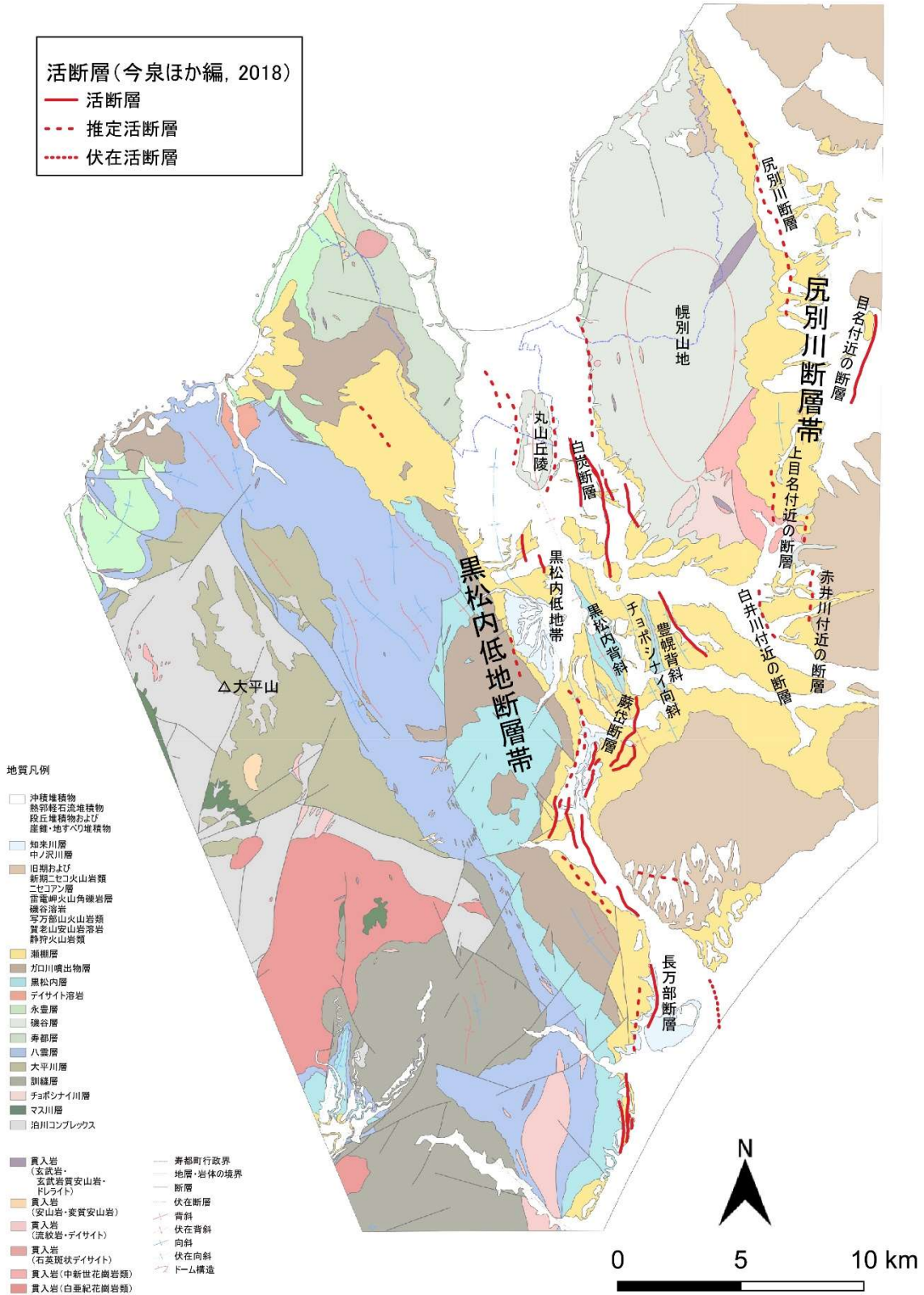


図 4.3-3 寿都町付近の活断層図

活断層分布は、今泉ほか編(2018)に基づく。各断層帯の名称は説明書「地震・活断層」に基づく。個別の断層名について、黒松内低地断層帯は池田ほか編(2002)、尻別川断層帯は地震調査研究推進本部(2005)に基づく。基図は図 4.3-1 に基づく。

## 4.4 海域の地質概説および地質各論

### 4.4.1 海域の地質概説

層序対比表を表 4.4-1 に示す。海底地質図および探査測線を図 4.4-1 に示す。海底地質断面図を図 4.4-2～図 4.4-5 に示す。

文献調査対象地区の海域のうち、大陸棚外縁より沖合には広くⅡ層が分布し、陸棚斜面の一部にはⅢ～Ⅵ層が分布する。

大陸棚のうち、幌別山地の北方海域では陸側にⅥ層が、その沖合ではⅣ層およびⅤ層が、大陸棚外縁部付近ではⅢ層が分布する。寿都湾ではⅢ層とその周囲にⅣ層が分布し、沖合に向かってⅥ層、Ⅳ層、Ⅲ層が分布する。寿都半島周辺については、東側ではⅥ層が西側ではⅤ層が分布する。

### 4.4.2 海域の地質

本調査では、3.2.2 に記載のとおり北海道電力（2013，2015，2016）を参照して整理した。

#### (1) Ⅶ層

Ⅶ層は、本海域における最下位層で、海底面には露出しないが、上位層に覆われ分布する。

本層は硬質な泥岩・砂岩などを含む堆積岩または火成岩類と推定されている。

本層の年代については、泊発電所周辺の陸域の地層分布との対比から積丹地域の茅沼層<sup>10</sup>より下位の地層に相当すると推定されることから、古第三紀始新世とそれ以前の地層と推定されている。本調査でも同様の年代としている。

#### (2) Ⅵ層

Ⅵ層は、Ⅶ層を不整合で覆い主に寿都町前面の海域、寿都海脚付近、弁慶岬前面の大陸棚、本目岬西方沿岸の大陸棚などに分布する。

本層は、固結した泥岩、砂岩などを含む堆積岩または火山岩類と推定されている。

本層の年代について、陸域の地層分布との対比から積丹地域の神恵内層<sup>11</sup>、古平層<sup>12</sup>および茅沼層<sup>10</sup>、黒松内低地帯地域の二股層以下に相当すると推定されることから、古第三紀始新世～新第三紀後期中新世と推定されている。本調査でも同様の年代としている。

#### (3) Ⅴ層

Ⅴ層は、主に寿都半島の西方沿岸の大陸棚および陸棚斜面、幌別山地の北方沖合の大陸棚に分布する。

本層は、主にⅥ層以下を不整合で覆うが、Ⅵ層の凹部では一部整合で覆う。本層は半固結または固結した泥岩、砂岩などを含む堆積岩または火山岩類と推定されている。

本層の年代について、以下の情報から新第三紀鮮新世～第四紀前期更新世とされている。

- ・ 石塚ほか（2000）は、本層が露出している範囲で採取された安山岩溶岩および火砕岩から全岩 K-Ar 年代  $4.14 \pm 0.08$  Ma を報告している。

<sup>10</sup> 北海道電力（2015）では、古第三紀始新世～新第三紀前期中新世とされている。

<sup>11</sup> 北海道電力（2015）では、後期中新世とされている。

<sup>12</sup> 北海道電力（2015）では、新第三紀前期中新世～後期中新世とされている。

- ・ 渡辺真人（2000）は、本層が露出している範囲で採取された試料の珪藻化石分析を行い、Yanagisawa and Akiba (1998)の *N. kamtschatica* 帯の *Thalassiosira oestrupii* 亜帯（NPD7Bb）における *T. temperei* 初産出層準より上位（5.4～3.9-3.5 Ma）の結果を報告している。
- ・ 本山（2000）は、本層が露出している範囲で採取された試料の放射虫化石分析を行い、本山・丸山（1998）の *Cycladophora sakaii* Zone 下部の結果を報告し、堆積年代を約 3.4～2.7 Ma と推定している。

本調査でも同様の年代としている。

#### (4) IV層

IV層は、主に幌別山地北方の大陸棚、寿都湾周辺、寿都半島西方の陸棚斜面に分布する。

本層は、V層の凹部ではV層を整合または不整合で覆い、VI層以下とは不整合で接する。本層は、半固結または固結した泥岩、砂岩などを含む堆積岩と推定されている。

本層の年代について、本層下位のV層上面が、海上保安庁水路部（1979b）における第四系下部更新統と新第三系鮮新統との境界に対応することから、第四紀前期更新世以降と判断している。本調査でも同様の年代としている。

#### (5) III層

III層は、主に寿都湾およびその北方沖合、寿都半島北西の陸棚斜面およびその沖合に分布する。

本層は、IV層の凹部ではIV層をほぼ整合で、凸部では不整合で覆い、V層以下とは不整合で接する。本層は泥、砂およびその互層を主体とする半固結の堆積物と推定されている。

本層の年代について、本層は海上保安庁水路部（1995）における第四系中部更新統に概ね対比され、本層下部は第四系下部～中部更新統の岩内層に対比されることから、第四紀前期～中期更新世と判断している。本調査でも同様の年代としている。

#### (6) II層

II層は、本海域の大陸棚外縁より沖合に広く分布する。

本層は、沿岸部ではIII層上面の侵食面を不整合で覆い、沖合部ではIII層をほぼ整合、一部不整合で覆い、さらにIV層以下とは不整合で接している。本層は、泥、砂およびその互層を主体とする未固結または半固結の堆積物と推定されている。

本層の年代について、以下の情報から第四紀後期更新世とされている。

- ・ 本層から採取した柱状試料に含まれる  $^{14}\text{C}$  法年代測定値 51,080 y.B.P.以前を示す有孔虫化石の直下部においてクッタラ第2火山灰と同定される火山灰を確認している。
- ・ 同様に本層の他地点から採取した柱状試料において 45,000 y.B.P.以前の  $^{14}\text{C}$  法年代測定値が得られている。
- ・ これらの  $^{14}\text{C}$  法年代測定値から本層の堆積速度が推定され、さらに層厚を考慮すると、本層の基底は第四系中部～上部更新統と推定される。
- ・ また、本層より下位のIII層が海上保安庁水路部（1995）における第四系中部更新統に概ね対比されることから、本層は同文献における第四系上部更新統に対比される。

本調査でも同様の年代としている。なお、町田・新井（2003）によると、クッタラ第1火山灰は43 ka 以前、クッタラ第3火山灰は47～51 ka 以前である。

#### (7) I層

I層は、本海域における最上位層で、本海域沿岸部沿いの大陸棚に広く分布する。

本層は、大陸棚に分布しているII層以下の地層上面の侵食面を不整合で覆い、海底面にほぼ平行に堆積している。また、大陸棚上の水深約150 m以浅に分布する。本層は、泥および砂を主体とする未固結の堆積物と推定されている。

本層の年代について、第四紀完新世とされている。本調査においても同様の年代としている。

#### (8) VIII層（貫入岩）

VIII層は、尻別川西方付近において局所的に分布する。

本層はV層に貫入関係で接し、無層理パターンを示す。

### 4.4.3 海域の地質構造

幌別山地北方海域では、同山地にみられるドーム構造の北方延長部にVI～V層が分布し（例えば、図 4.4-5 中の測線 NESW4.5W）、これらは陸域の磯谷層に相当する可能性がある。その東側の尻別川河口延長部に凹地とこれを埋めるIII層以上の地層が分布する（例えば、図 4.4-5 中の測線 a）。

寿都湾では、IV層以上の地層が堆積し（図 4.4-3 中の測線 EW12W および測線 NS3W）、これらは朱太川河口部に分布する黒松内層や瀬棚層に相当すると考えられる。

寿都半島東方海域ではVI層が分布し（例えば、図 4.4-5 中の測線 a）、寿都半島東部に分布する寿都層に相当する可能性がある。同半島東岸付近から寿都半島北部に向かっては尾根状にVI層が分布し、中新世あるいは鮮新世の海底火山噴出物である可能性がある。測線 NS3W（図 4.4-3）ではVI層の高まりがみられる。寿都半島西方海域では、V層が分布し（例えば、図 4.4-3 中の測線 EW4A）、寿都半島陸域西部に分布する鮮新統永豊層に相当すると考えられる。

大陸棚北部では、VI～III層が分布し（例えば、図 4.4-5 中の測線 a）、大局的に沖合に向かって若い地層が分布している。同外縁部ではII層も分布する。

陸棚斜面から海盆底にかけては、II層が広く分布する（例えば、図 4.4-4 中の測線 c）。寿都海脚周辺では、VI層およびV層が分布する。

表 4.4-1 寿都町周辺海域層序対比表

北海道電力（2016）、海上保安庁水路部（1995）および岡村・佐藤（2023）を参照し、編集して作成。本説明書および北海道電力（2016）の貫入岩Ⅷ層は省略。地質年代の数値は日本地質学会執行理事会（2023）に基づく。各文献の地質層序で地質年代が不明確な部分については、文献中の陸域層序との対比などを参考に加筆して本表に反映している。

| 地質年代                    | 本説明書     | 北海道電力（2016） | 海上保安庁水路部（1995）<br>寿都 |                  | 岡村・佐藤（2023）<br>積丹半島付近 |     |
|-------------------------|----------|-------------|----------------------|------------------|-----------------------|-----|
|                         |          |             | 堆積岩類                 | 火成岩類             | 堆積岩                   | 火山岩 |
| 0.0117 Ma<br>第四紀<br>更新世 | 完新世      | I           | I <sub>s</sub>       |                  | Q                     | Vp  |
|                         | 後期       | II          | II <sub>s</sub>      | VII <sub>s</sub> |                       |     |
|                         |          | III         | III <sub>s</sub>     |                  |                       |     |
|                         | 0.129 Ma | 中期          | IV                   | IV <sub>s</sub>  |                       |     |
| 0.774 Ma<br>更新世         | 前期       | IV          | V <sub>s</sub>       |                  |                       |     |
|                         | 2.58 Ma  | V           | V                    |                  | P2                    |     |
| 3.600 Ma<br>鮮新世         | 後期       | V           | V                    |                  | P1                    |     |
|                         | 5.333 Ma | 前期          | VI                   | VI <sub>s</sub>  | VIII <sub>s</sub>     | M   |
| 11.63 Ma<br>新第三紀<br>中新世 | 後期       | VI          | VI                   |                  |                       | Bs  |
|                         | 中期       |             |                      |                  |                       |     |
|                         | 15.98 Ma |             |                      |                  |                       |     |
| 23.03 Ma<br>古第三紀        | VII      | VII         |                      |                  |                       |     |
| 66.0 Ma<br>先古第三紀        |          |             |                      |                  |                       |     |

~~~~~：不整合

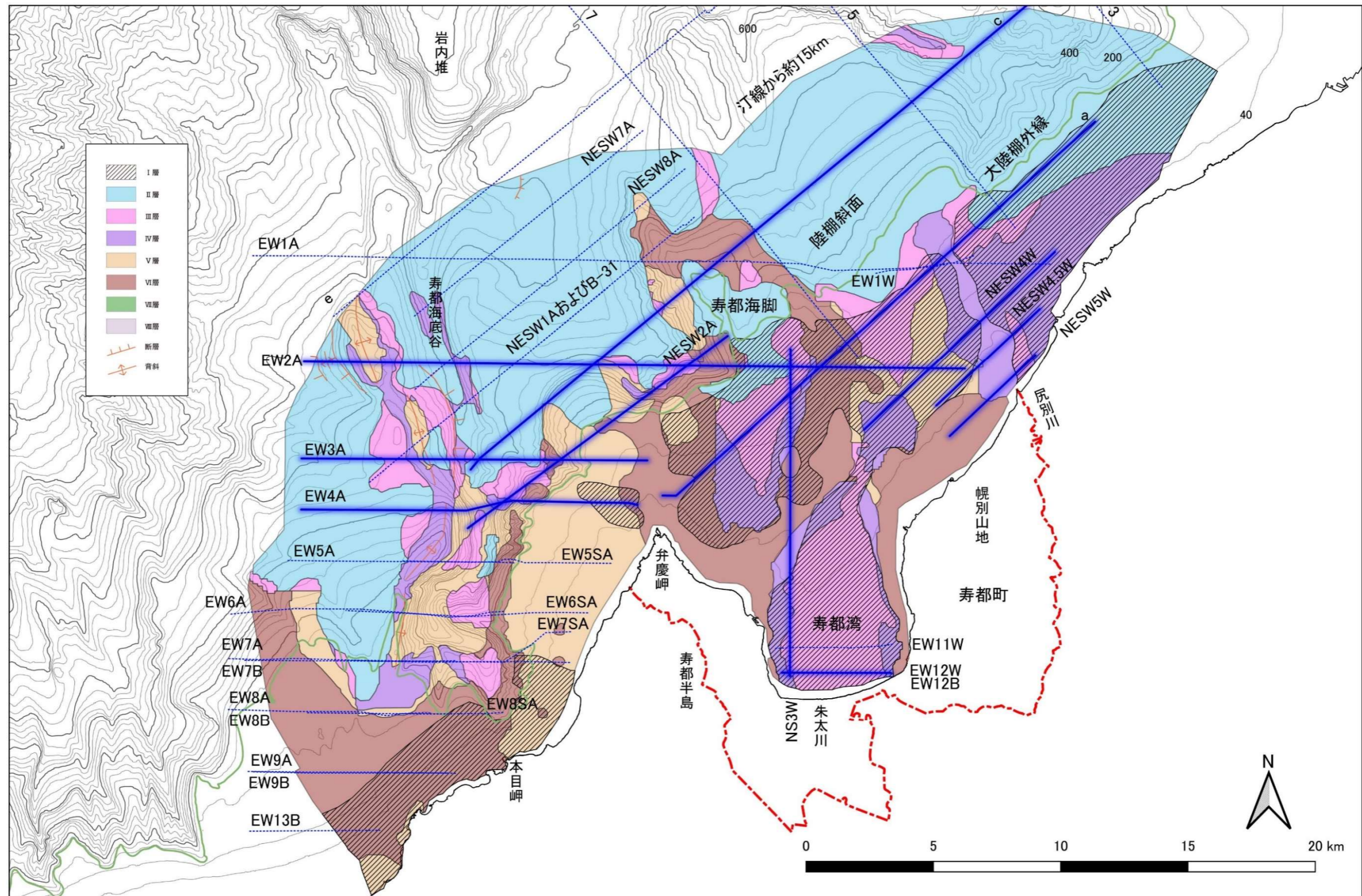
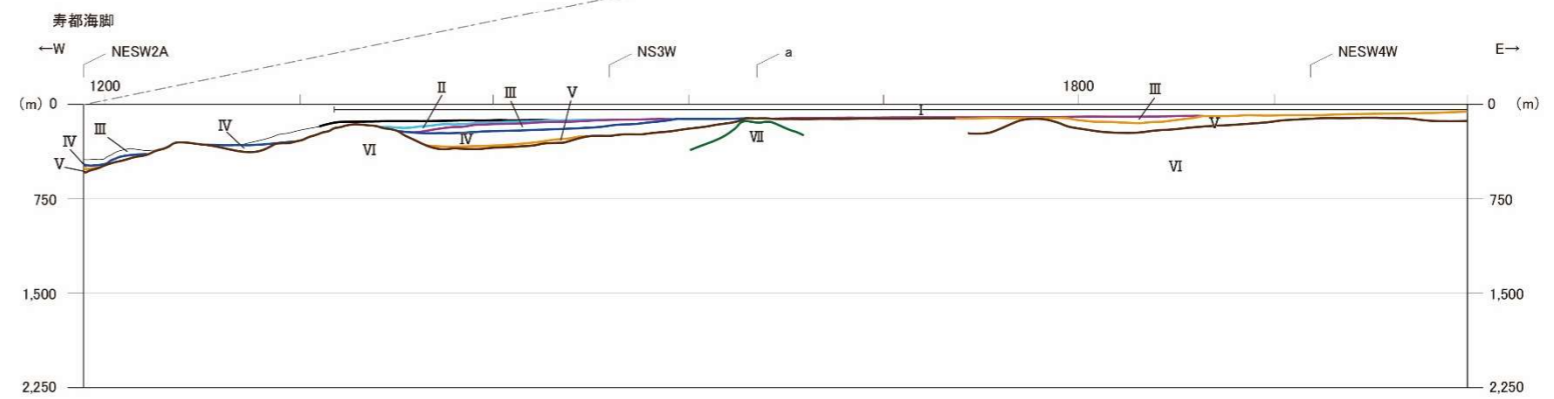
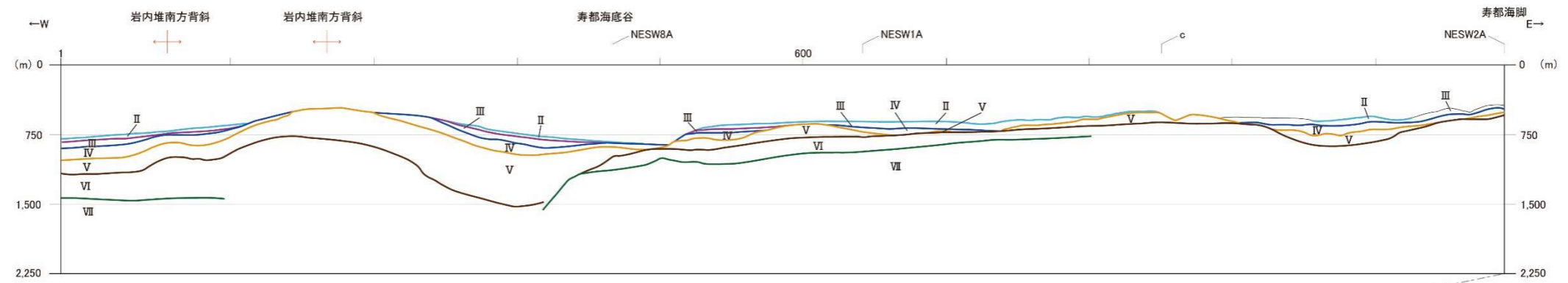
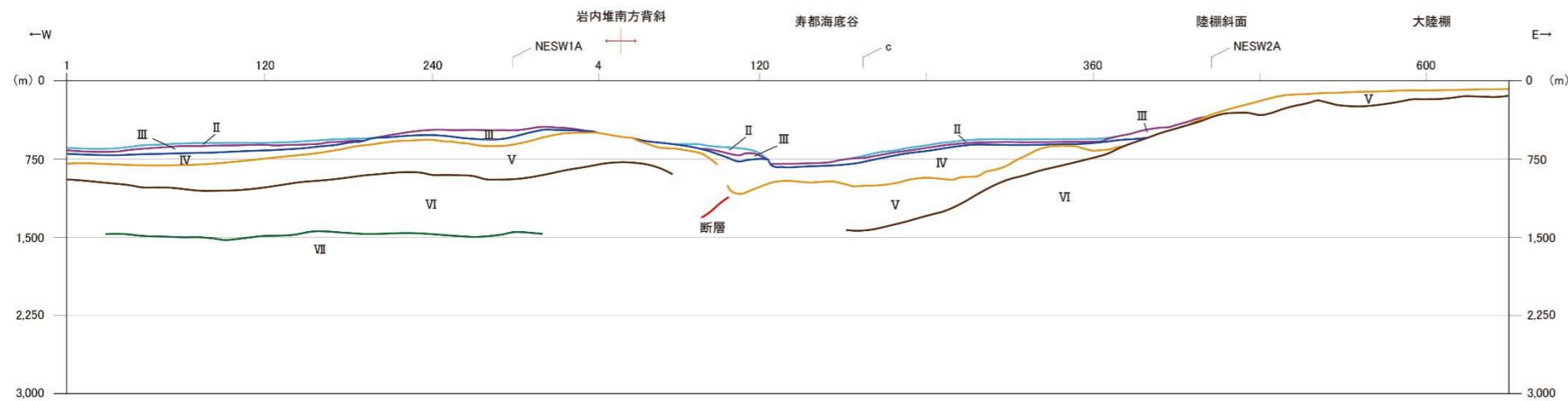


図 4.4-1 寿都町周辺海域海底地質図

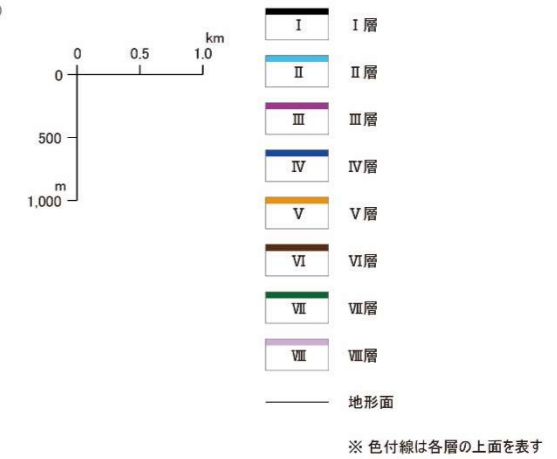
北海道電力（2015）を参照して作成。探査測線は、北海道電力（2013、2015）のうち地質図作成範囲の解釈図が含まれるものを抜粋。本説明書に断面図を示すものを実線で、それ以外を点線で示す。測線 EW12B は、本説明書で断面図を示す測線 EW12W とほぼ同一の測線である。断層および背斜は、北海道電力（2015）において「後期更新世以降の活動を考慮する断層及び褶曲」とされている。VII層は、地質図作成範囲の海底面には分布しないが、海底面下に分布する。VIII層は尻別川河口沖合に小さく分布する。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）、寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。海域の等深線は日本水路協会発行 M7000 シリーズに基づき作成（（一財）日本水路協会承認 第 2021006 号）。



測線EW2A



凡例



測線EW3A

図 4.4-2 寿都町周辺海域海底地質断面図（その1）

北海道電力（2013, 2015）を参照して作成。縦横比を1:1に編集。スケールについては凡例による。

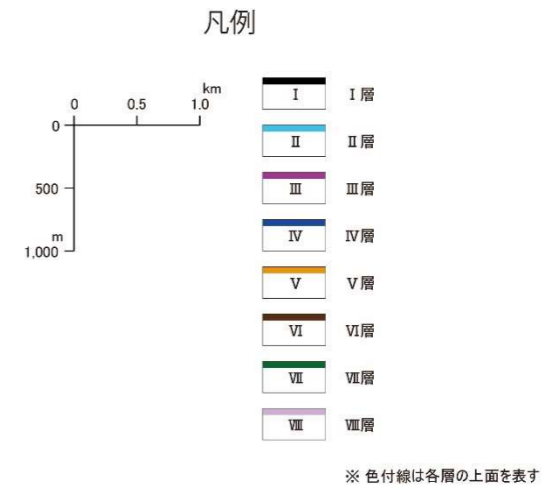
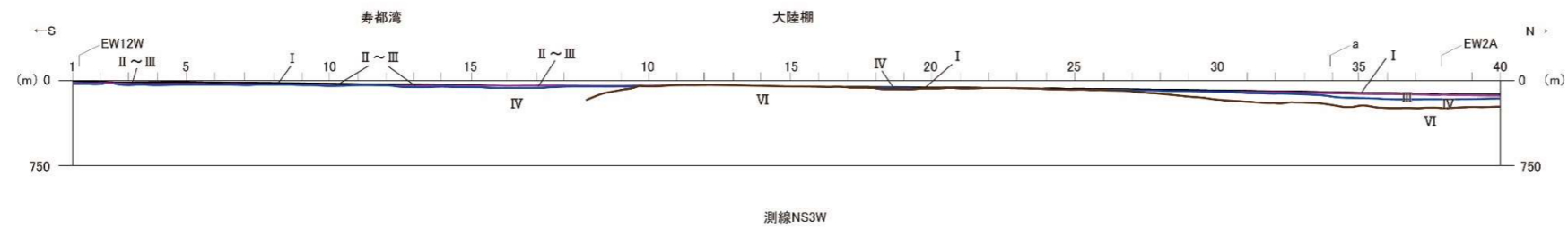
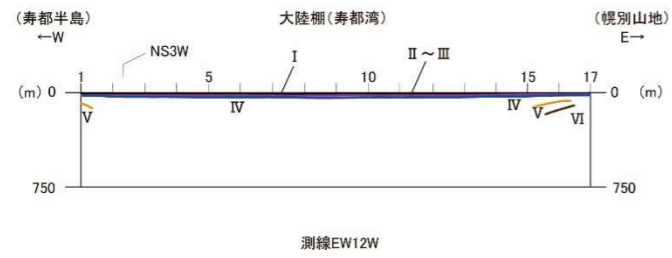
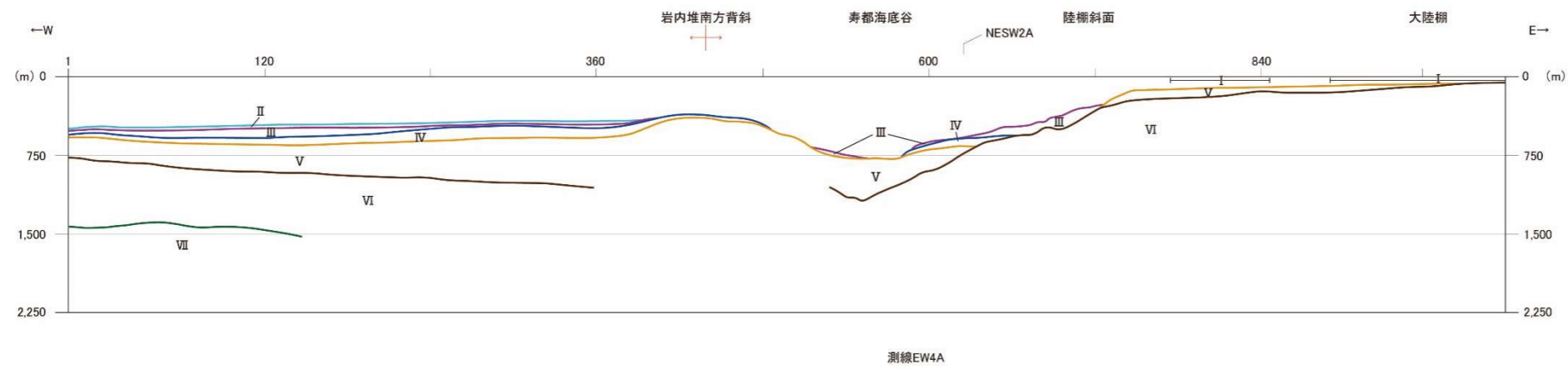
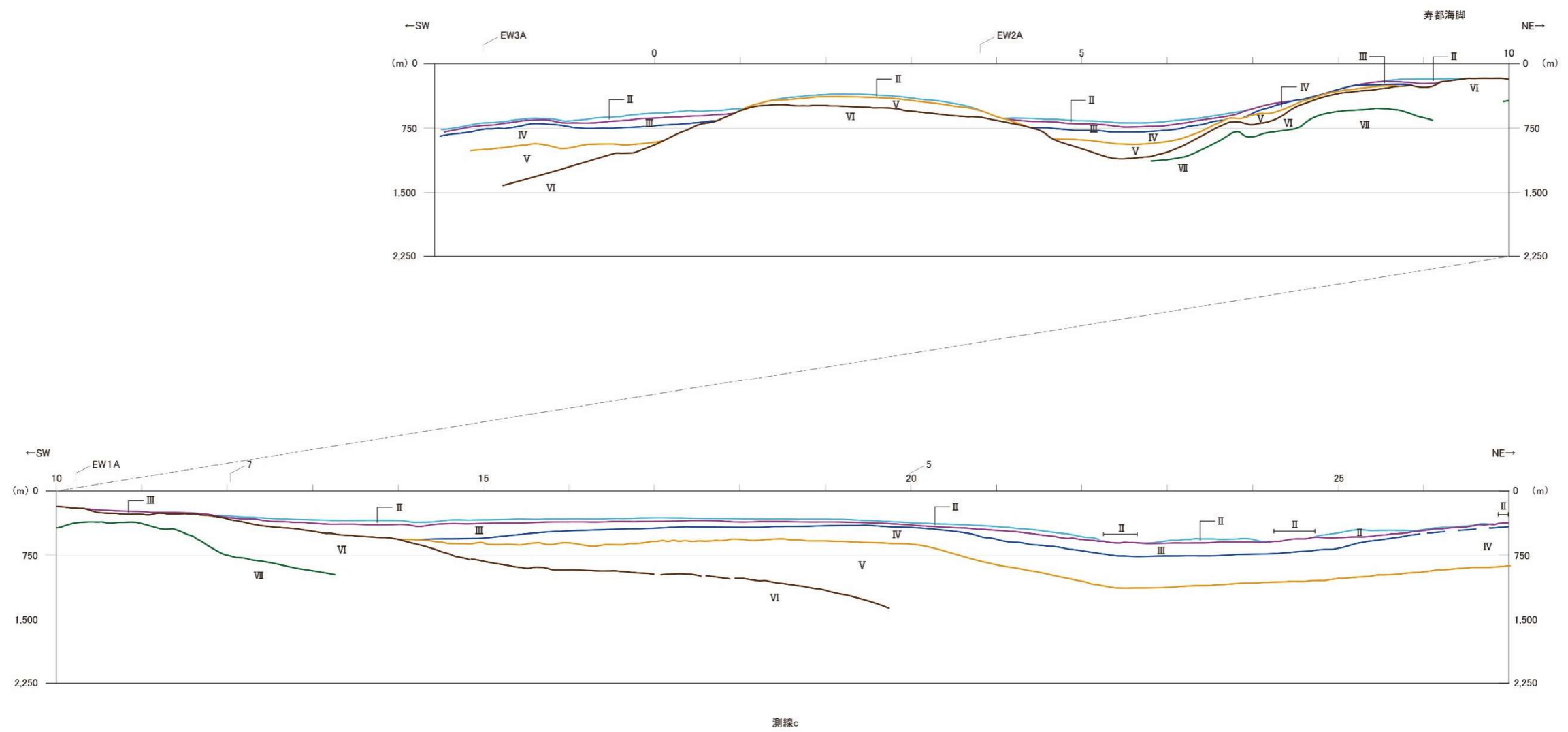


図 4.4-3 寿都町周辺海域海底地質断面図（その2）
 北海道電力（2013, 2015）を参照して作成。縦横比を1:1に編集。スケールについては凡例による。



凡例

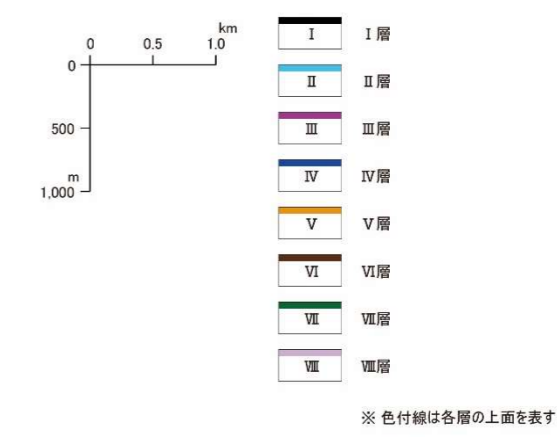


図 4.4-4 寿都町周辺海域海底地質断面図（その3）
 北海道電力（2015）を参照して作成。縦横比を 1:1 に編集。スケールについては凡例による。

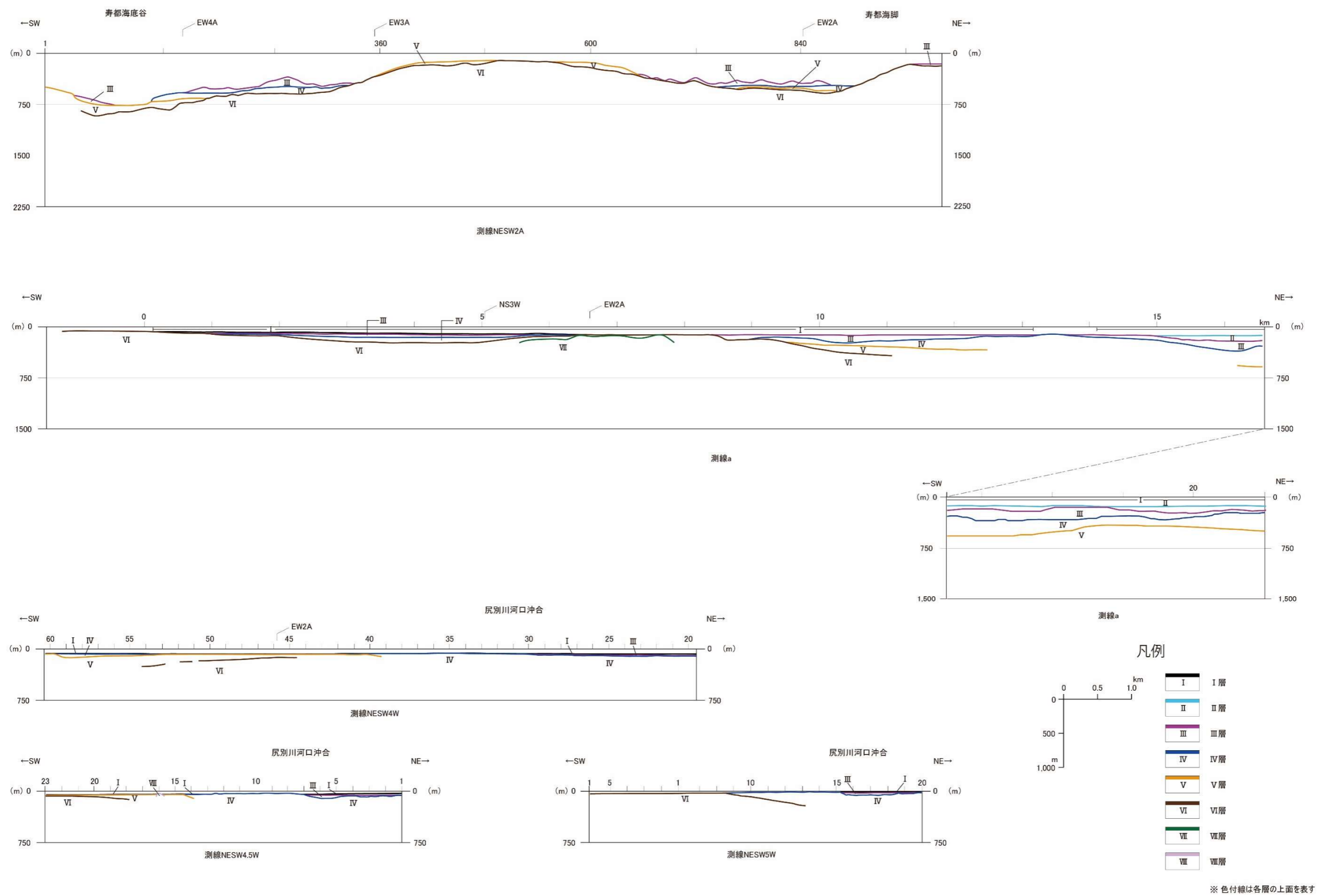


図 4.4-5 寿都町周辺海域海底地質断面図（その4）
 北海道電力（2013, 2015）を参照して作成。縦横比を1:1に編集。スケールについては凡例による。

第5章 地史

第4章で取りまとめた地形、地質・地質構造に基づき、文献調査対象地区および周辺地域の地史について考察した。

5.1 文献調査対象地区および周辺地域の地史

文献調査対象地区および周辺地域の地史を以下に示す。また、推定した古地理図を図 5.1-1 および図 5.1-2 に示す。

① 前期中新世（マス川層堆積期）

陸上で溶結凝灰岩などからなるマス川層が泊川コンプレックスおよび白亜紀花崗岩類（貫入岩 I）付近に堆積した。この時期は日本海拡大の時期（中嶋，2018）にあたり、周囲は海域であった。

② 中期中新世（大平川層・チョポシナイ川層・訓縫層堆積期）

主に以下の3地域で海底火山活動が生じた。

泊川コンプレックスの中央から北部を中心に、海底火山噴出物や砂岩・礫岩などからなる大平川層が水中で噴出・堆積した。

幌別山地南部では、流紋岩海底火山活動が活発化し、その噴出物などからなるチョポシナイ川層が堆積した。

泊川コンプレックス南方では、海底火山活動が活発化し、その噴出物や砂岩・礫岩・凝灰岩などからなる訓縫層が堆積した。

③ 後期中新世（八雲層・寿都層・磯谷層堆積期）

狩場山地東部周辺では火山活動が静穏化し、主に泥岩からなる八雲層が堆積した。一方、寿都半島および幌別山地周辺では、海底火山活動が活発化し、主に安山岩ハイアロクラスタイトおよび溶岩からなる寿都層および磯谷層が堆積した。幌別山地北部では、磯谷層のうちシルト層が堆積した。

熱水活動により、寿都鉱床および正荘鉱床が寿都層に、潮路鉱床、永泰鉱床および大金鉱床が磯谷層に生成された（八幡，2002）。

④ 後期中新世～前期鮮新世（永豊層・黒松内層・磯谷層堆積期）

幌別山地南部では、花崗岩類（貫入岩 VIII）の貫入に伴い、南部を中心に幌別山地が隆起した可能性がある。

寿都半島西部および狩場山地東部で、安山岩海底火山活動が活発化し、これらの噴出物とその周囲に堆積したシルト層からなる永豊層および黒松内層が堆積した。幌別山地北部では、磯谷層のうちシルト層が継続して堆積した。

⑤ 後期鮮新世（ガロ川噴出物層・黒松内層堆積期）

狩場山地東部において、黒松内岳付近を中心とする安山岩海底火山活動が活発化し、火山円礫岩などの再堆積物が寿都半島南部に流れ込み、主に海底火山噴出物とそれに伴う二次堆積物からなるガロ川噴出物層が堆積した。ガロ川噴出物層が下位層を不整合に覆うことから、⑥に示す北西-南東方向の軸を持つ褶曲活動は本層堆積前に開始していた可能性がある。また、ガロ川噴出物層は黒

松内岳付近以西に分布しないことも考え合わせると、この地域は陸化していた可能性がある。

黒松内低地帯では、主にシルト層からなる黒松内層が継続して堆積した。

幌別山地東麓から目名川および尻別川流域は、この時期の地層が欠損していることから、陸化していた可能性がある。

⑥ 後期鮮新世（⑤の時期および瀬棚層堆積前）

月越山脈・狩場山地東部周辺において、北西－南東方向の軸を持つ褶曲活動と陸化が生じた。瀬棚層以降の地層が現在ほとんど分布しないことから、幌別山地でも陸化が進んだ可能性がある。

⑦ 後期鮮新世～前期更新世（瀬棚層堆積期）

寿都半島南部および幌別山地東麓や目名川～尻別川付近では、下位層を不整合に覆って主に砂礫層からなる瀬棚層が堆積した。

黒松内低地帯では、主にシルト層からなる黒松内層の堆積が継続し、ほかの地域から遅れて瀬棚層が堆積した。

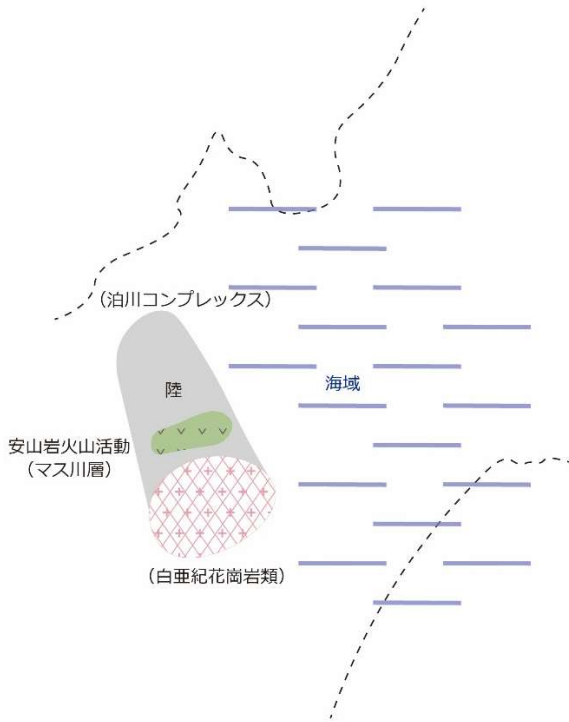
賀老山山地および写万部山などで安山岩火山活動が生じた。

⑧ 中期更新世以降（中ノ沢川層・知来川層堆積以降）

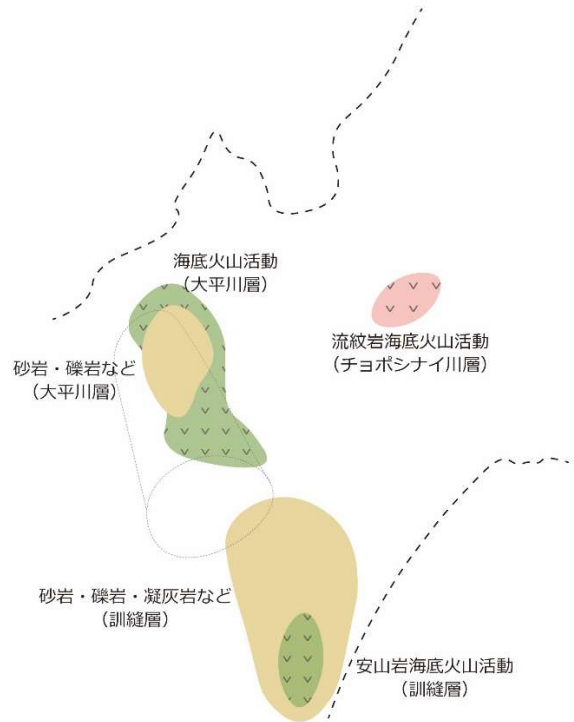
黒松内低地帯中央～南部で陸化が進み、主に陸成層からなる中ノ沢川層および知来川層が堆積した。

黒松内低地帯断層帯の活動により、丸山丘陵の隆起・傾動や低地帯中央の褶曲構造の形成が生じた。最終間氷期になると、洞爺火山を給源とする熱帯軽石流堆積物が堆積した。

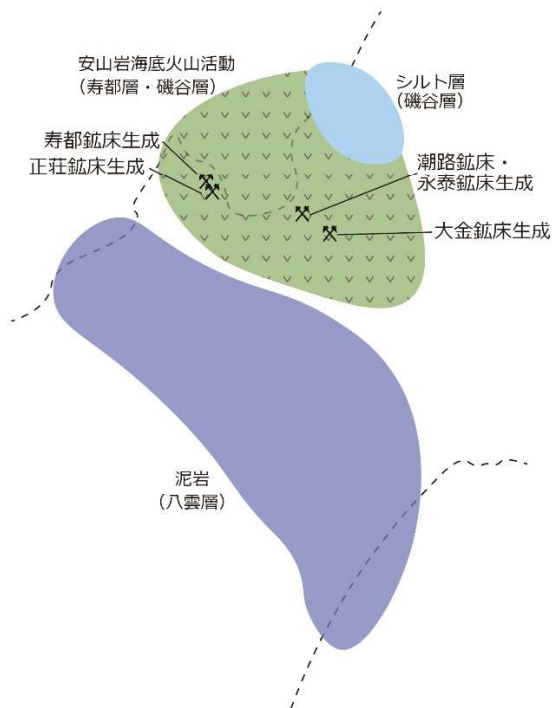
①: マス川層堆積期



②: 大平川層・チョボシナイ川層・訓縫層堆積期



③: 八雲層・寿都層・磯谷層堆積期



④: 永豊層・黒松内層・磯谷層堆積期

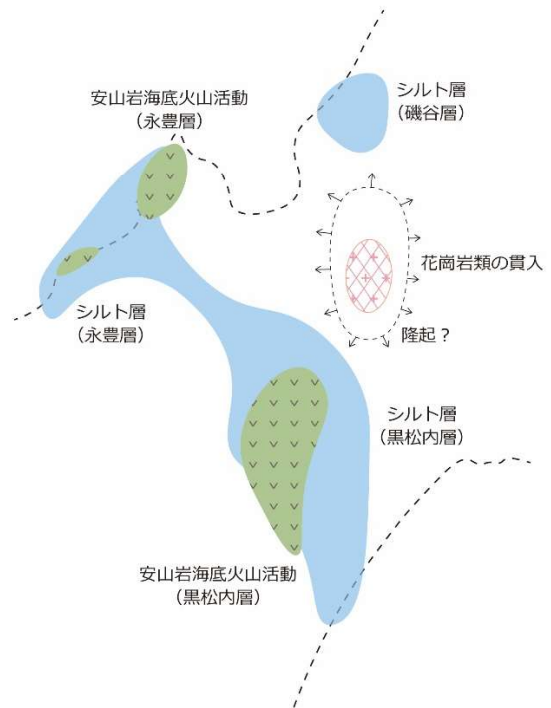
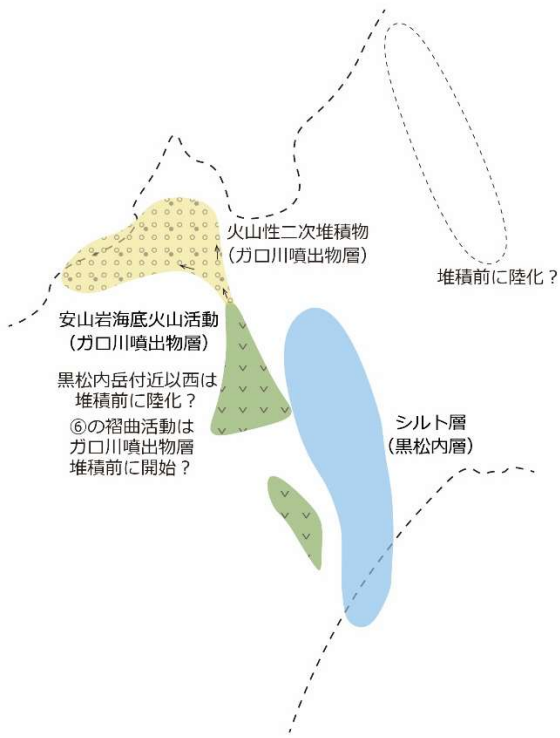
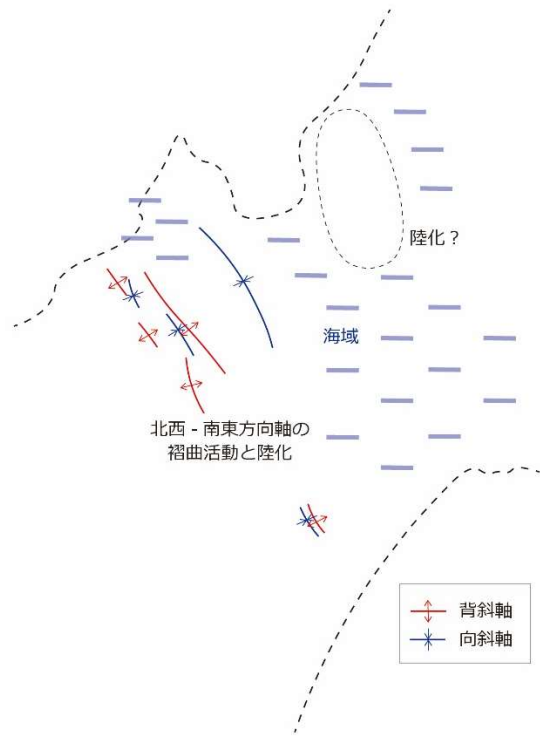


図 5.1-1 寿都町および周辺地域推定古地理図 (その 1)

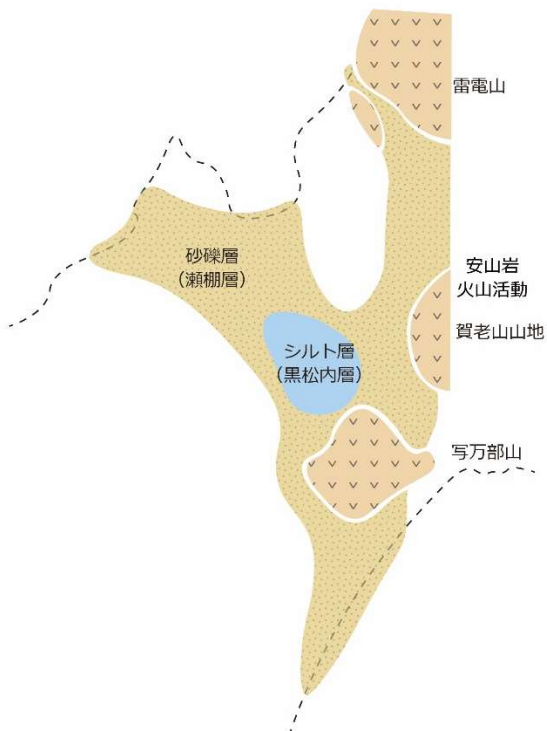
⑤: ガロ川噴出物層・黒松内層堆積期



⑥: ⑤の時期および瀬棚層堆積前



⑦: 瀬棚層堆積期



⑧: 中ノ沢川層・知来川層堆積以降

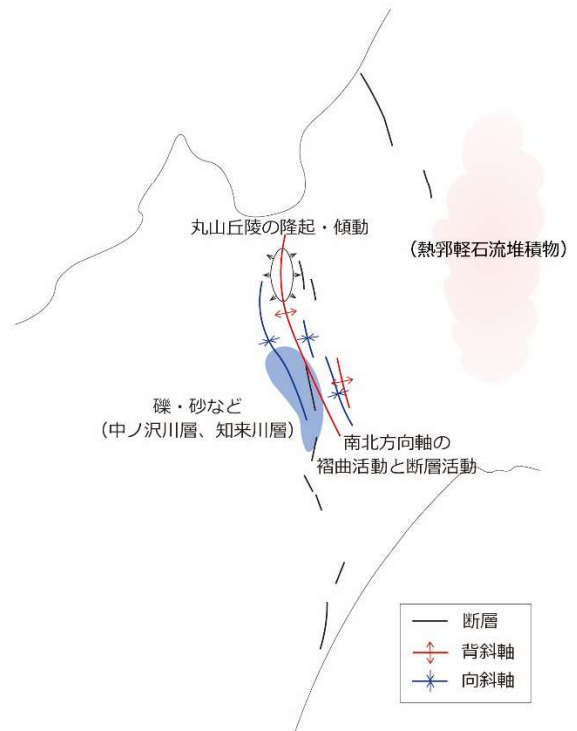


図 5.1-2 寿都町および周辺地域推定古地理図 (その2)

第6章 地形，地質・地質構造に係るその他のデータ

6.1 地球物理学的データ

第4章で取りまとめた地形，地質・地質構造について，地球物理学的データ（重力異常および磁気異常など）と比較を行い，関連性について考察した。

6.1.1 重力異常

文献調査対象地区および周辺地域の重力異常図を図 6.1-1 に示す。本図には第4章で示した陸域地質図の概要版，および海域地質図を重ねて表示している。

狩場山地東部に正の重力異常域が認められ，中生界からなる泊川コンプレックスが分布する。ここから東方の黒松内低地帯に向かっては負の重力異常を示す。これは，基礎試錐「黒松内」（石油技術協会，1993）の結果にも示されるように，新第三紀以降の堆積物が埋積した堆積盆を反映していると考えられる。黒松内低地帯の西縁部付近に，重力異常の急変帯がみられる。

寿都湾付近では，正の重力異常域が認められる。岡村（1984）の寿都湾を中心とする噴火活動の指摘や周囲の表層地質情報から推定すると，寿都湾海底下には寿都層や磯谷層に対比される後期中新生界火砕岩類が分布している可能性がある。

雷電火山や写万部山の火山地域や幌別山地南部では，正の重力異常域が認められる。これらは中新世花崗岩類（貫入岩 VIII）の分布域と概ね整合的である。

文献調査対象地区周辺の海域では，概ね東から西に向かって正の重力異常が大きくなる。

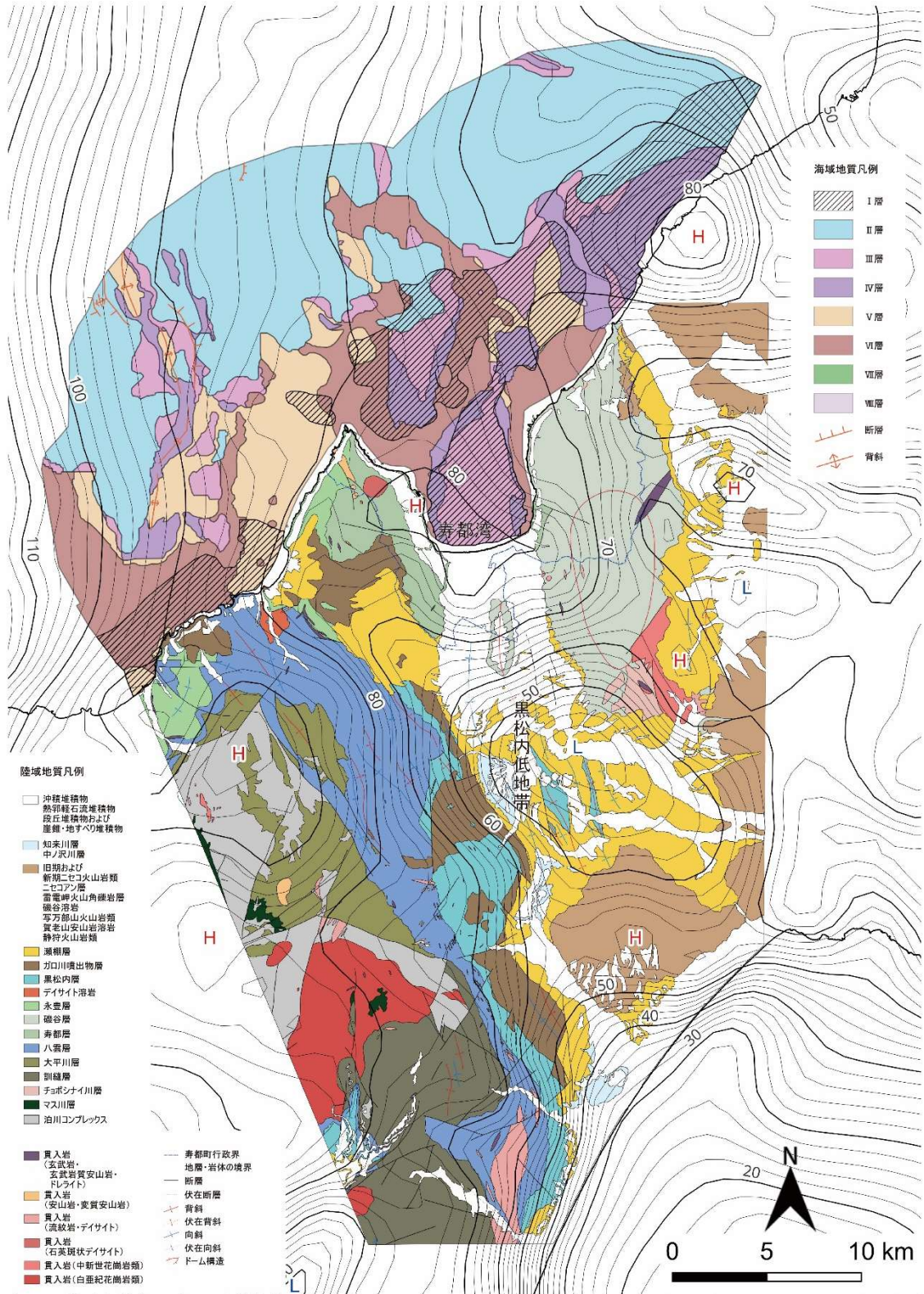


図 6.1-1 文献調査対象地区および周辺地域の重力異常（ブーゲー異常）

図中の H および L はそれぞれ相対的な正の重力異常および負の重力異常を示す。等値線の主曲線は 2 mGal、計曲線は 10 mGal 間隔。日本重力データベース DVD 版（産業総合技術研究所地質調査総合センター編, 2013）収録のブーゲー異常グリッドデータ（仮定密度：2.67g/cm³）に基づき作成。陸域の地質は図 4.3-1、海域の地質は図 4.4-1 に基づく。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に基づく。

6.1.2 磁気異常

文献調査対象地区および周辺地域の磁気異常図を図 6.1-2 に示す。本図には第 4 章で示した陸域地質図の概要版、および海域地質図を重ねて表示している。

正の磁気異常域は、火山噴出物が分布する雷電山、写万部山や併せて深成岩体が分布する幌別山地で認められる。一方、瀬棚層や沖積堆積物などの主に堆積岩類が分布する黒松内低地帯や、主に頁岩からなる八雲層が分布する狩場山地東部では、負の磁気異常となっている。このように、本地域における磁気異常の傾向は、表層地質が含有する磁性鉱物量を反映していると考えられる。

海域では、寿都湾北部に正の磁気異常域が認められる。当該付近の海底にはVI層が北北東－南南西方向に分布し、磁性鉱物を多く含む地層が分布している可能性が高い周囲の陸域地質を考慮すると、主にハイアロクラスタイトからなる寿都層や磯谷層に相当する地層が分布していると考えられる。

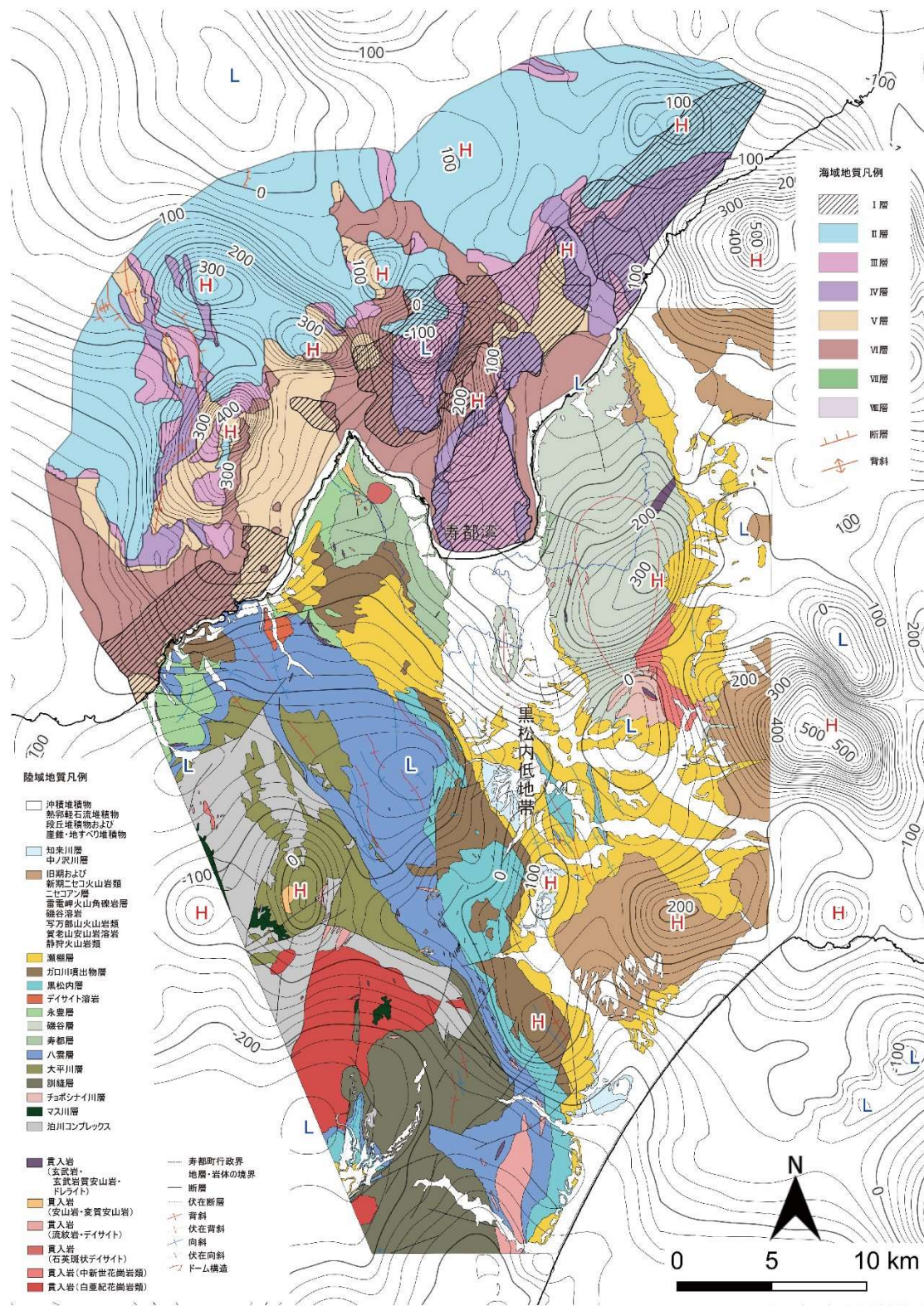


図 6.1-2 文献調査対象地区および周辺地域の磁気異常（極磁力図）

図中のHおよびLはそれぞれ相対的な正の磁気異常および負の磁気異常を示す。等値線の主曲線は20 nT、計曲線は100 nT 間隔。日本空中磁気データベース（産業総合技術研究所地質調査総合センター，2005）のうち北海道・東北北部のデータに基づき作成。相対的な正の磁気異常および負の磁気異常を加筆。陸域の地質は図4.3-1、海域の地質は図4.4-1に基づく。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に基づく。

6.1.3 電磁探査

平田ほか（2009）は、文献調査対象地区南方の黒松内低地帯を横切ってMT法電磁探査を行っている（図 6.1-3）。

本調査の陸域地質図によると、断面南西部の「Pre-Tertiary Sediments」は泊川コンプレックスに対比されると考えられる。これより北東側の「Middle to Lower Miocene」は、泊川コンプレックスより上位である訓縫層以上の地層に対比されると推定され、基礎試錐「黒松内」（石油技術協会，1993）の結果と整合している。

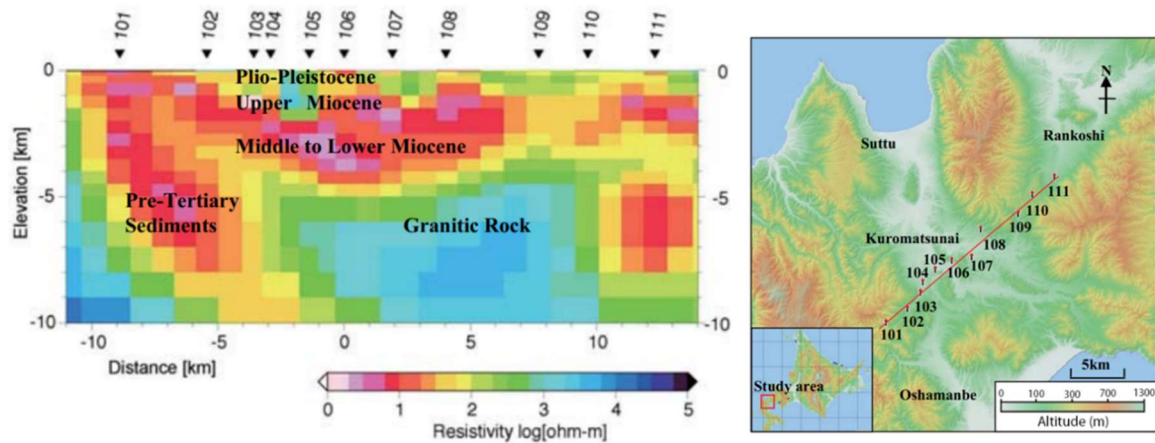


図 6.1-3 二次元インバージョンによる比抵抗構造とその位置図（平田ほか，2009）

6.1.4 微動アレイ観測

松島・大島（1989）は、文献調査対象地区南方の黒松内低地帯内において微動アレイ観測を行っている（図 6.1-4）。観測結果と試掘との対比から、「黒松内層の基底面は北から南に行くにつれて 1,100m から 1,600m と次第にその深度を増しており、このことは付近の重力探査の結果と調和的である」と述べている。このことは、本調査の陸域推定地質断面図ならびに陸域地質図と矛盾しない。

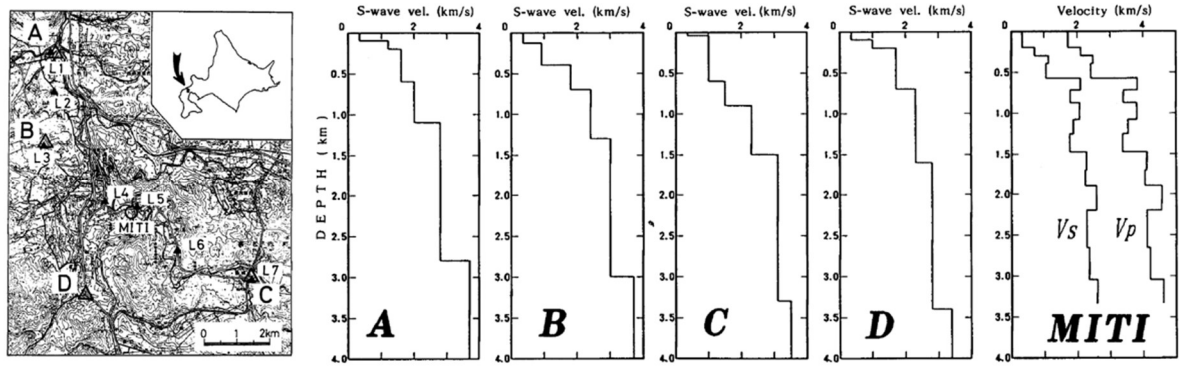


図 6.1-4 S 波速度垂直分布と位置図（松島・大島，1989）

第7章 まとめ

7.1 調査、検討のまとめ

最終処分法に定められた要件に照らした評価の基礎情報として、地形、地質・地質構造について以下を取りまとめた。

- ・ 地質・地質構造に係る既存情報の概要
- ・ ネオテクトニクスの概要
- ・ 地形概説
- ・ 陸域および海域の地質概説，地質各論，地質構造
- ・ 地史

取りまとめた図表のうち、主なものを以下に示す。②、③については大判の付図として添付している。

- ① 文献調査対象地区および周辺地域地質層序表
- ② 同陸域の地質図
- ③ 同陸域の推定地質断面図
- ④ 同海域の地質図
- ⑤ 同海域の地質断面図
- ⑥ 同推定古地理図

文献調査対象地区は北海道南西部に位置し、中央の黒松内低地帯およびその東西の山地からなる。陸域の地質は、下位より、新第三系の安山岩ハイアロクラスタイトなどを主体とする寿都層、礫谷層、永豊層、加えて火山円礫岩などを含むガロ川噴出物層、新第三系～第四系の礫岩、砂岩、およびシルト岩などを主体とする瀬棚層などからなる。周辺地域を含めて地質構造を俯瞰すると、狩場山地東部では概ね北西－南東～南北方向の、黒松内低地帯では南北～北北西－南南東方向の褶曲軸や断層が卓越する。

海域の地質は、古第三紀始新世とそれ以前の地層と推定されるⅦ層、主に新第三系と推定されるⅥおよびⅤ層、第四系と推定されるⅣ～Ⅰ層、および貫入岩類のⅧ層からなる。幌別山地北方海域では、同山地にみられるドーム構造の北方延長部にⅥ～Ⅴ層が、寿都湾では、Ⅳ層以上の地層が、寿都半島東方海域ではⅥ層が、寿都半島西方海域ではⅤ層が、大陸棚北部では、Ⅵ～Ⅲ層が、陸棚斜面から海盆底にかけてはⅡ層が分布する。

今回整理した地形、地質・地質構造に基づいて、文献調査対象地区および周辺地域の地史を考察した。

7.2 概要調査に向けた考え方

文献調査においては1.1.2で述べたように、既存の文献・データから得られる情報には限界があるため、作成できるものに限界があり、不確実性が残る。

概要調査では、用いる方法として、ボーリング、地表踏査、物理探査、トレンチの掘削（以上、最終処分法第2条および同法施行令第4条）などが想定されている。文献調査と同様に、最終処分法に定められた要件に照らした評価の基礎情報として地形、地質・地質構造を取りまとめ、さらに、放射性物質の閉じ込め機能、地下施設の建設可能性の検討などを実施していくことになると考えら

れ，これらの目的のために，調査が具体化されていく。文献調査で残る不確実性については，上記の目的の調査のなかでそれぞれの方法の特徴を踏まえて対応していくこととなる。

なお，概要調査において留意すべき主な点として，地下 300 m 以深の情報の拡充などに加えて，以下が考えられる。

- ・ 本地域に分布する中新世から鮮新世にかけての火山岩類（特に火砕岩や溶岩）は，安山岩からなる水中で堆積した火山噴出物が支配的である（4.3.1 など）ため，岩石学的な違いが小さいことや側方変化が大きいこと，および変質作用を受けている場合があることなどから，地層の同定や区分に留意する必要がある。

引用文献

- 秋葉文雄 (1979) *Denticula dimorpha* とその類縁種の形態, および新第三紀珪藻化石層序区分, 技研所報, 22, 3, pp. 148–189, 石油資源開発株式会社技術研究所.
- Akiba, F. (1982) Taxonomy and Biostratigraphic Significance of a New Diatom, *Thalassionema schraderi*, *Bacillaria*, 5, pp. 43–61.
- 吾妻 崇, 下川浩一, 寒川 旭, 杉山雄一, 桑原拓一郎, 奥村晃史, 黒澤英樹, 信岡 大, 三輪敦志 (2003) 黒松内低地断層帯における断層活動履歴調査, 活断層・古地震研究報告, 3, pp. 1–22.
- Blow, W. H. (1969) Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy, In: Brönnimann, P., Renz, H. H. (Eds.), *Proceedings of the First International Conference on planktonic microfossils (Geneva, 1967)*, Leiden: E.J. Brill, 1, pp. 199–422.
- 道南グリーン・タフ団体研究グループ (1984) 西南北海道・島牧地域の第三系—グリーン・タフ変動と島弧変動との関連性についての検討—, 地球科学, 38, 6, pp. 380–396.
- 沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会 (2016) 沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会 とりまとめ.
- 藤本和徳, 高橋徹哉, 鈴木隆広編 (2004) 北海道市町村の地熱・温泉ボーリングデータ集, 北海道立地質研究所.
- 鷹澤好博 (1992) 西南北海道渡島半島の第三系層序と古地理, 地質学論集, 37, pp. 11–23.
- 原子力発電環境整備機構 (2020) 北海道寿都郡寿都町 文献調査計画書.
- Goto, Y., Suzuki, K., Shinya, T., Yamauchi, A., Miyoshi, M., Danhara, T., Tomiya, A. (2018) Stratigraphy and Lithofacies of the Toya Ignimbrite in Southwestern Hokkaido, Japan: Insights into the Caldera-forming Eruption at Toya Caldera, *Journal of Geography (Chigaku Zasshi)*, 127, 2, pp. 191–227.
- 萩原法子 (1990) 黒松内低地帯における更新世中期の古環境, 春日井昭教授退官記念論文集, pp. 87–92.
- 橋本 亘, 菅野三郎, 品田 穰, 大島一精 (1963) 北海道渡島半島今金—国縫—八雲間の地質, 地質学雑誌, 69, 812, pp. 228–238.
- 平田貴一, 茂木 透, 山谷祐介, 長谷英彰, 市原 寛 (2009) MT 法による黒松内地域の地下構造, 北海道大学地球物理学研究報告, 72, pp. 387–398.
- 広瀬 亘, 岩崎深雪, 中川光弘 (2000) 北海道中央部～西部の新第三紀火成活動の変遷: K-Ar 年代, 火山活動様式および全岩化学組成から見た東北日本弧北端の島弧火成活動の変遷, 地質学雑誌, 106, 2, pp. 120–135.
- 北海道電力 (2013) 第 18 回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合 (2013 年 9 月 11 日開催) .
- 北海道電力 (2015) 泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書 (3 号発電用原子炉施設の変更) .
- 北海道電力 (2016) 第 404 回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合 (2016 年 9 月 30 日開催) .
- Iinuma, T., Kato, T., Hori, M. (2005) Inversion of GPS velocity and seismicity data to yield changes in stress in the Japanese Islands, *Geophysical Journal International*, 160, 2, pp. 417–434.
- 池田安隆, 今泉俊文, 東郷正美, 平川一臣, 宮内崇裕, 佐藤比呂志編 (2002) 第四紀逆断層アトラス, 東京大学出版会.

- 池谷仙之, 植松健児 (1968) 瀬棚層と黒松内層との関係について—北海道渡島半島八雲・今金・瀬棚地域の地質—, 地質学雑誌, 74, 1, pp. 21–36.
- 池谷仙之, 林 慶一 (1982) 北海道渡島半島黒松内地方の地質, 地質学雑誌, 88, 7, pp. 613–632.
- 今泉俊文, 渡島半島活断層研究グループ (1982) 黒松内低地帯の活断層, 日本地理学会予稿集, 22, pp. 98–99.
- 今泉俊文, 宮内崇裕, 堤 浩之, 中田 高編 (2018) 活断層詳細デジタルマップ [新編], 東京大学出版会.
- 石田正夫 (1983) 国縫地域の地質, 地域地質研究報告 (5 万分の 1 図幅), 札幌 (4) 第 59 号, 地質調査所.
- 石田正夫, 久保和也, 広島俊男 (1983) 20 万分の 1 地質図幅「室蘭」, 20 万分の 1 地質図, NK-54-21, 地質調査所.
- 石田正夫, 秦 光男 (1989) 西南北海道渡島半島第三系の地質構造発達史, 地質学論集, 32, pp. 29–56.
- 石田正夫, 三村弘二, 広島俊男 (1991) 20 万分の 1 地質図幅「岩内 (第 2 版)」, 20 万分の 1 地質図, 地質調査所.
- 石原舜三, 笠原裕子, 松枝大治 (1998) 北海道南西部における新第三紀花崗岩類の発見, 地質調査所月報, 49, 9, pp. 461–467.
- 石塚 治, 岡村行信, 荒井晃作, 池原 研, 片山 肇 (2000) 北海道西方海域及び秋田沖海域より採取された岩石試料, 地質調査所速報, MG/00/1, pp. 67–89.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2005) 黒松内低地帯の長期評価について.
- 楮原京子, 黒澤英樹, 小坂英輝, 三輪敦志, 今泉俊文 (2013) 黒松内低地帯・熱帯原野の断層露頭, 活断層研究, 38, pp. 17–28.
- 海上保安庁水路部 (1979a) 沿岸の海の基本図 (5 万分の 1) 茂津田岬, 海図, 第 6325 号³.
- 海上保安庁水路部 (1979b) 沿岸の海の基本図 (5 万分の 1) 神威岬, 海図, 第 6324 号³.
- 海上保安庁水路部 (1995) 沿岸の海の基本図 (5 万分の 1) 寿都, 海図, 第 6325 号¹⁻⁵.
- 片山 肇, 井内美郎, 池原 研 (2012) 積丹半島付近表層堆積図, 海洋地質図, 76 (CD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 加藤碩一, 脇田浩二, 菅原義明, 宮野素美子, 宮崎一博編 (2011) 日本の地質図史, 地質調査総合センター研究資料集, 535.
- 活断層研究会編 (1991) 新編日本の活断層—分布図と資料, 東京大学出版会.
- 川村信人, 安田直樹, 渡辺暉夫, Fanning, M., 寺田 剛 (2000) 渡島帯ジュラ紀石英長石質砂岩の組成と供給地質体, 地質学論集, 57, pp. 63–72.
- 河野義礼, 植田良夫 (1966) 本邦産火成岩の K-A dating (IV)—東北日本の花崗岩類—, 岩石鉱物鉱床学会誌, 56, 2, pp. 41–55.
- 河野義礼, 植田良夫 (1967) 本邦産火成岩の K-Ar dating (VI)—花崗岩類, 総括—, 岩石鉱物鉱床学会誌, 57, 5, pp. 177–187.
- 経済産業省資源エネルギー庁 (2023) 文献調査段階の評価の考え方.
- 木村 学 (2002) プレート収束帯のテクトニクス学, 東京大学出版会.
- 小疇 尚, 野上道男, 小野有五, 平川一臣編 (2003) 日本の地形 2 北海道, 東京大学出版会.
- 小池一之, 町田 洋編 (2001) 日本の海成段丘アトラス, 東京大学出版会.

- Koizumi, I. (1977) Diatom Biostratigraphy in the North Pacific Region, Proceedings of the First International Congress on Pacific Neogene Stratigraphy (Tokyo, 1976), pp. 235–253, Kaiyo Shuppan.
- 小泉 格 (1979) 日本海の地史—堆積物と微化石から—, 研究連絡誌「日本海」, 10, pp. 69–90.
- Koizumi, I. (1985) Diatom biochronology for late Cenozoic northwest Pacific, The Journal of the Geological Society of Japan, 91, 3, pp. 195–211.
- 国土地理院 (1997) 日本の地殻水平歪図, <https://www.gsi.go.jp/cais/HIZUMI-hizumi.html>, 2023年9月25日閲覧.
- 国土地理院: 数値標高モデル, 基盤地図情報ダウンロードサービス, <https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>, 2023年8月17日閲覧.
- 国土地理院: 地理院タイル, <https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>, 2023年5月11日閲覧.
- 国土庁土地局 (1975) 縮尺20万分の1土地分類図付属資料 北海道I (石狩・後志・胆振支庁).
- 国土交通省: 国土数値情報 (海岸線データ), <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>, 2023年8月18日閲覧.
- 国土交通省: 国土数値情報 (行政区域データ), <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>, 2023年8月18日閲覧.
- 久保和也, 石田正夫, 成田英吉 (1983) 長万部地域の地質, 地域地質研究報告 (5万分の1図幅), 札幌 (4) 第48号, 地質調査所.
- 久保和也, 柴田 賢, 石田正夫 (1988) 西南北海道, 長万部地域の新第三紀火山岩類のK-Ar年代, 地質学雑誌, 94, 10, pp. 789–792.
- 黒沢邦彦, 田近 淳, 八幡正弘, 山岸宏光 (1993) 5万分の1地質図幅「大平山」及び説明書, 5万分の1地質図, 札幌-第47号, 北海道立地下資源調査所.
- Lyman, B. S., Muroe, H. S., Yamauchi, T., Akiyama, Y., Inagaki, T., Kuwada, T., Misawa, S., Takahashi, J., Kada, T., Ban, I., Saito, T., Shimada, J., Yamagiwa, E., Mayeda, S., Nishiyama, S. (1876) A geological sketch map of the Island of Yesso, Japan (日本蝦夷地質要畧之圖), Geological Survey of Hokkaido.
- 町田 洋, 新井房夫 (2003) 新編 火山灰アトラス 日本列島とその周辺, 東京大学出版会.
- 米谷盛壽郎 (1978) 東北日本油田地域における上部新生界の浮遊性有孔虫層序, 池辺展生教授記念論文集, pp. 35–60.
- 松島 健, 大島弘光 (1989) 長周期微動を用いた地下構造の推定—黒松内低地帯における探査例—, 物理探査, 42, 2, pp. 97–105.
- 本山 功, 丸山俊明 (1998) 中・高緯度北西太平洋地域における新第三紀珪藻・放散虫化石年代尺度: 地磁気極性年代尺度CK92およびCK95への適合, 地質学雑誌, 104, 3, pp. 171–183.
- 本山 功 (2000) GH99 航海により日本海海底から採取された岩石・堆積物試料の放散虫化石による年代分析, 地質調査所速報, MG/00/1, pp. 94–98.
- 長尾 巧, 佐々保雄 (1933a) 北海道西南部の新生代層と最近の地史 (1), 地質学雑誌, 40, 480, pp. 555–577.
- 長尾 巧, 佐々保雄 (1933b) 北海道西南部の新生代層と最近の地史 (2), 地質学雑誌, 40, 483, pp. 750–755.
- 長尾 巧, 佐々保雄 (1934a) 北海道西南部の新生代層と最近の地史 (3), 地質学雑誌, 41, 485, pp. 47–60.

- 長尾 巧, 佐々保雄 (1934b) 北海道西南部の新生代層と最近の地史 (4), 地質学雑誌, 41, 488, pp. 211–260.
- 中川光弘, 広瀬 亘, 岩崎深雪 (1999) 北海道の 6Ma 以降の火山活動の時空変遷から見た千島弧—東北日本弧会合部のテクトニクス変遷, 月刊地球, 21, 9, pp. 543–548.
- 中嶋 健 (2018) 日本海拡大以来の日本列島の堆積盆テクトニクス, 地質学雑誌, 124, 9, pp. 693–722.
- 日本地質学会執行理事会 (2023) 地質系統・年代の日本語記述ガイドライン 2023 年 9 月改訂版, <https://geosociety.jp/name/content0062.html>, 2024 年 6 月 26 日閲覧.
- 日本地質学会編 (2010) 日本地方地質誌 1 北海道地方, 朝倉書店.
- 日本の地質『北海道地方』編集委員会編 (1990) 日本の地質 1 北海道地方, 共立出版.
- 日本水路協会 (2008) 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ M7006 Ver.2.1 津軽海峡東部.
- 日本水路協会 (2008) 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ M7009 Ver.2.0 北海道西部.
- 西来邦章, 伊藤順一, 上野龍之編 (2012) 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース, 地質調査総合センター速報, 60, <https://unit.aist.go.jp/iev/gdger/db/QVDB/>, 2022 年 5 月 11 日閲覧.
- 能條 歩, 鈴木明彦, 日下 哉, 都郷義寛 (1994a) 西南北海道今金地域の黒松内層今金火山岩類の K-Ar 年代, 地球科学, 48, 1, pp. 57–62.
- 能條 歩, 都郷義寛, 鈴木明彦, 嵯峨山 積 (1994b) 西南北海道今金地域の第三系黒松内層の岩相層序と年代, 地質学雑誌, 100, 10, pp. 771–786.
- 能條 歩, 鈴木明彦, 都郷義寛, 美利河海牛化石調査研究会 (1996) 西南北海道瀬棚層の堆積年代, 今金地域研究, 2, pp. 15–22.
- 能條 歩, 鈴木明彦 (1999) 貝殻密集層のタフォノミー—軟体動物化石と有孔虫化石の複合解析による堆積過程の復元—, 地質学論集, 54, pp. 35–54.
- 能條 歩, 長谷川四郎, 岡田尚武, 都郷義寛, 鈴木明彦, 松田敏孝 (1999) 西南北海道瀬棚層の広域的岩相層序区分と生層序年代, 地質学雑誌, 105, 5, pp. 370–388.
- Okada, H., Bukry D. (1980) Supplementary Modification and Introduction of Code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973; 1975), Marine Micropaleontology, 5, pp. 321–325.
- 岡村 聰 (1984) 西南北海道寿都半島における新第三系と火山活動, 地質学雑誌, 90, 6, pp. 383–391.
- 岡村 聰 (1986a) 西南北海道寿都半島の第三紀火山岩類, 地質学雑誌, 92, 2, pp. 91–108.
- 岡村 聰 (1986b) 西南北海道新生代火山岩類の化学組成の時間変遷, 地団研専報, 31, pp. 345–353.
- 岡村行信 (2002) 新第三紀以降の歪集中帯, 大竹政和, 平 朝彦, 太田陽子編: 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 東京大学出版会, pp. 111–121.
- 岡村行信, 加藤幸弘 (2002) 海域の変動地形および活断層, 大竹政和, 平 朝彦, 太田陽子編: 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 東京大学出版会, pp. 47–69.
- 岡村行信, 佐藤太一 (2023) 積丹半島付近海底地質図, 海洋地質図, 94, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 岡 孝雄, 三谷勝利 (1981) 今金町の地質, 今金町.
- 岡 孝雄 (1997) 北海道のネオテクトニクス区分と地震問題, 日本応用地質学会研究発表会講演論文集, pp. 41–44.

- 岡 孝雄 (1999) 北海道付近のネオテクトニクス像—特にネオテクトニクスの地域区分と特徴—, 月刊地球, 21, 9, pp. 549–556.
- 奥村晃史 (2003) 黒松内低地帯—半島を分断する凹地帯, 小疇 尚, 野上道男, 小野有五, 平川一臣編: 日本の地形 2 北海道, 東京大学出版会, pp. 288–292.
- 大槻憲四郎 (1989) 鉦脈による新第三紀東北本州弧の造構応力場復元, 地質学論集, 32, pp. 281–304.
- Sagayama, T. (1997) Evidence of lower sea-level stage during 10.5 to 5.5 Ma in the hot spring drillhole of Niseko, southwest Hokkaido, Japan, Commemorative Volume for Professor Makoto Kato, pp. 381–387.
- 嵯峨山 積 (2000) 北海道の新生界中部中新統～鮮新統層序と堆積盆の動き, 北海道立地質研究所報告, 71, pp. 59–102.
- 嵯峨山 積, 内田康人, 大澤賢人, 菅 和哉, 濱田誠一, 村山泰司, 仁科健二 (2000) 北海道沿岸域の地質・底質環境—2— 西南北海道海域, 北海道立地質研究所調査研究報告, 29.
- Sagiya, T., Miyazaki, S., Tada, T. (2000) Continuous GPS array and present-day crustal deformation of Japan, Pure and Applied Geophysics, 157, pp. 2303–2322.
- 鷺谷 威 (2002) 明治期以降の歪み集中帯, 大竹政和, 平 朝彦, 太田陽子編: 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 東京大学出版会, pp. 133–150.
- 斎藤常正 (1999) 最近の古地磁気層序の改訂と日本の標準微化石層序, 石油技術協会誌, 64, 1, pp. 2–15.
- 酒匂純俊, 和気 徹, 早川福利, 二間瀬 洌, 横山英二, 斎藤尚志, 松波武雄, 内田 豊 (1976) 北海道の地熱・温泉 (A) 西南北海道中南部, 地下資源調査所調査研究報告, 3.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2005) 日本空中磁気データベース, 数値地質図, P-6.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2013) 日本重力データベース DVD 版, 数値地質図, P-2.
- 佐藤文俊 (1985) 北部八雲地域の新第三系より産出する珪藻化石について, 地質学会北海道支部総会講演要旨集, p. 5.
- Sawada, Y. (1962) The Geology and Paleontology of the Setana and Kuromatsunai Areas in Southwest Hokkaido, Japan, Memoirs of the Muroran Institute of Technology, 4, 1, pp. 1–110.
- 石油技術協会 (1993) 最近の我が国の石油開発 石油技術協会創立 60 周年記念.
- 新エネルギー総合開発機構 (1986) 昭和 60 年度全国地熱資源総合調査 (第 2 次) 火山性熱水対流系地域タイプ① (ニセコ地域) 調査 火山岩分布年代調査報告書.
- 新エネルギー総合開発機構 (1987) 全国地熱資源総合調査 (第 2 次) 火山性熱水対流系地域タイプ①ニセコ地域火山地質図及び地熱地質編図.
- 菅原 誠, 嵯峨山 積 (2022) 西南北海道北部, 磯谷地域の新第三紀磯谷層の珪藻生層序, 総合地質, 6, 1, pp. 39–46.
- 鈴木 守, 藤原哲夫, 三谷勝利 (1967) 長万部町の地質, 長万部町 (北海道山越郡) .
- 鈴木 守, 山岸宏光, 高橋功二, 庄谷幸夫 (1981) 5 万分の 1 地質図幅「寿都」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 36 号, 北海道立地下資源調査所.
- 鈴木豊重, 川森博史, 高橋徹哉, 大津 直, 鈴木隆広, 藤本和徳編 (1995) 北海道市町村の地熱・温泉ボーリング—地域エネルギー開発利用施設整備事業— (昭和 55 年度～平成 5 年度), 北海道立地下資源調査所.

- 多田 堯, 木村 学 (1987) 千島弧南西端における衝突現象と地殻変動, 地震 第2輯, 40, 2, pp. 197-204.
- 平 朝彦 (2002) 日本海東縁の変動と日本列島のテクトニクス, 大竹政和, 平 朝彦, 太田陽子編: 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 東京大学出版会, pp. 3-15.
- 田近 淳, 岩田圭示, 黒沢邦彦 (1984) 西南北海道・島牧村大平山周辺の中生界, 地球科学, 38, 6, pp. 397-407.
- 高橋 清, 一ノ関鉄郎, 大倉 保, 秋葉文雄, 村田勇治郎, 古田土俊夫 (1980) 北海道渡島半島新第三系微化石層序—主に, 有孔虫・珪藻・放射虫・各化石の産出状態と, それらの生層序学的関係について—, 技研所報, 23, 3-4, pp. 142-167, 石油資源開発株式会社技術研究所.
- 高橋伸充, 斎藤節仁, 岡村 聡 (1990) 西南北海道, 長万部地域の第三系—上部新生界の火山層序と対比—, 春日井昭教授退官記念論文集, pp. 33-46.
- 高見雅三, 鈴木隆広, 高橋徹哉, 柴田智郎, 小澤 聡, 藤本和徳, 秋田藤夫 (2008) 北海道地熱・温泉ボーリング井データ集および索引図 (統合版), 北海道立地質研究所.
- Terakawa, T., Matsu'ura, M. (2010) The 3-D tectonic stress fields in and around Japan inverted from centroid moment tensor data of seismic events, *Tectonics*, 29, TC6008, doi: 10.1029/2009TC002626.
- 椿原慎一, 長谷川四郎, 丸山俊明 (1989) 西南北海道黒松内地域の上部新生界—とくに黒松内層の層序と微化石年代について—, 地質学雑誌, 95, 6, pp. 423-438.
- 椿原慎一 (1991) 西南北海道黒松内低地帯の第四紀テクトニクス, 中川久夫教授退官記念地質学論文集, pp. 313-317.
- 対馬坤六 (1968) 20万分の1地質図幅「岩内」, 20万分の1地質図, NK-54-20, 地質調査所.
- Uchide, T., Shiina, T., Imanishi, K. (2022) Stress map of Japan: Detailed nationwide crustal stress field inferred from focal mechanism solutions of numerous microearthquakes, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 127, e2022JB024036, doi: 10.1029/2022JB024036.
- 渡辺真人 (2000) GH99 航海で採取された泥岩試料の珪藻化石に基づく年代, 地質調査所速報, MG/00/1, pp. 90-93.
- 渡辺 寧 (1986) 鉱脈の方向から推定された広域応力場—北海道における中期中新世以降の鉱脈の例—, 鉱山地質, 36, 3, pp. 209-218.
- Watanabe, Y. (1991) Mineralization ages of Ofukeshi, Shizukari, Yakumo and Jokoku deposits and structural movements related to vein-type mineralization in Southwest Hokkaido, *Mining Geology*, 41, 3, pp. 141-146.
- 渡辺 寧 (1993a) 岩脈・火口配列に基づく西南北海道北部の新生代後期の応力場, 地質学雑誌, 99, 2, pp. 105-116.
- 渡辺 寧 (1993b) 西南北海道北部の火山列—ニセコ-羊蹄火山列はなぜ曲がったのか?—, 石井次郎教授追悼論文集, pp. 147-154.
- Watanabe, Y. (1995) Epithermal vein-type mineralization in a compressive stress field, southwest Hokkaido, Japan, *Global Tectonics and Metallogeny*, 5, 1&2, pp. 19-27.
- Watanabe, Y. (2002) Late Cenozoic metallogeny of Southwest Hokkaido, Japan, *Resource Geology*, 52, 3, pp. 191-210.
- Wei, D. and Seno, T. (1998) Determination of the Amurian Plate Motion, In: Flower, M. F., Chung, S. L., Lo, C. H., Lee, T. Y. (Eds.), *Mantle Dynamics and Plate Interactions in East Asia*, Geodynamics Series, American Geophysical Union, 27, pp. 337-346.

- 八幡正弘 (1989) 西南北海道北部の新生界とその特徴, 地質学論集, 32, pp. 7-28.
- 八幡正弘 (2002) 北海道における後期新生代の鈹化作用および熱水活動の時空変遷, 北海道立地質研究所報告, 73, pp. 151-194.
- 山田悟郎, 三野紀雄, 矢野牧夫, 瀬川秀良, 尾上博章, 日下 哉 (1980) 北海道渡島半島の第四系より産出する植物化石 IV, 北海道開拓記念館研究年報, 8, pp. 37-50.
- 山岸宏光, 国府谷盛明, 安藤重幸 (1976) 5万分の1地質図幅「島古丹」及び説明書, 5万分の1地質図, 札幌-第26号, 北海道立地下資源調査所.
- 山岸宏光, 木村 学 (1981) 黒松内低地帯の活断層露頭, 地球科学, 35, 2, pp. 94-97.
- 山岸宏光 (1984) 5万分の1地質図幅「歌棄」及び説明書, 5万分の1地質図, 札幌-第37号, 北海道立地下資源調査所.
- 山岸宏光 (1986) 北海道におけるいくつかの活断層露頭, 活断層研究, 2, pp. 19-28.
- 山岸宏光, 渡辺 寧 (1986) 西南北海道における新生代後期の応力場の変遷—地質断層, 岩脈, 鈹脈および活断層の検討—, 北海道の地質と構造運動, 地団研専報, 31, pp. 321-331.
- 山岸宏光, 和氣 徹 (1995) 島牧村の地質と資源・環境, 島牧村.
- Yanagisawa, Y., Akiba, F. (1998) Refined Neogene diatom biostratigraphy for the northwest Pacific around Japan, with an introduction of code numbers for selected diatom biohorizons, The Journal of the Geological Society of Japan, 104, 6, pp. 395-414.
- 矢野牧夫, 日下 哉, 尾上博幸, 大室道夫 (1983) 黒松内低地帯における中部更新統の植物遺体と絶対年代, 日本第四紀学会講演要旨集, 13, pp. 106-107.
- 八島邦夫, 今井健三, 西沢邦和 (1982) 100万分の1海底地形図「北海道」・「東北日本」と海底地形, 水路部研究報告, 17, pp. 93-162.
- 吉川虎雄 (1997) 大陸棚—その成り立ちを考える, 古今書院.

添付資料 A 情報を抽出した文献・データのリスト

北海道寿都郡寿都町の文献調査において、地形、地質・地質構造に関する情報を抽出した文献・データは、以下に示す 303 件であった。

A

- 赤松守雄 (2003) 北海道の自然史, 北海道出版企画センター.
- 秋葉 力 (1957) 北海道後志国大金鉱山附近の地質および鉱床 特に西谷鍾群について, 鉱山地質, 7, 3, pp. 30-48.
- 秋葉 力, 藤江 力, 松井 愈, 岡部賢二, 酒匂純俊, 魚住 悟 (1966) 北海道西南部における火成活動と地質構造, 地団研専報, 12, pp. 16-24.
- 秋葉 力, 庄谷幸夫 (1970) 黒松内東北部地域の地質と鉱床, 北海道地下資源調査資料, 118, pp. 47-55, 北海道開発庁.
- 青木かおり, 町田 洋 (2006) 日本に分布する第四紀後期広域テフラの主元素組成 $-K_2O \cdot TiO_2$ 図によるテフラの識別, 地質調査研究報告, 57, 7/8, pp. 239-258, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 吾妻 崇 (2002) 黒松内低地の地形地質調査, AFRC News, 16, p. 2, 産業技術総合研究所活断層研究センター.
- Azuma, T., Okumura, K., Shimokawa, K., Sugiyama, Y., Sangawa, A., Kuwabara, T. (2003) Transition of neotectonics in the Kuromatsunai Lowland fault zone, Southwest Hokkaido, related to starting of convergence along the east margin of the Sea of Japan, IUGG2003 Abstracts Week B, p. 472.
- 吾妻 崇, 下川浩一, 寒川 旭, 杉山雄一, 桑原拓一郎, 奥村晃史, 黒澤英樹, 信岡 大, 三輪敦志 (2003) 黒松内低地断層帯における断層活動履歴調査, 活断層・古地震研究報告, 3, pp. 1-22.
- 吾妻 崇, 後藤秀昭, 下川浩一, 奥村晃史, 寒川 旭, 杉山雄一, 町田 洋, 黒澤英樹, 信岡 大, 三輪敦志 (2004) 黒松内低地断層帯の最新活動時期と地下地質構造, 活断層・古地震研究報告, 4, pp. 45-64.
- 吾妻 崇 (2005) 黒松内低地断層帯の活動履歴と地下構造, AFRC News, 46, p. 13, 産業技術総合研究所活断層研究センター.
- 吾妻 崇, 後藤秀昭, 奥村晃史, 杉山雄一, 寒川 旭 (2005) 黒松内低地断層帯の最新活動時期と地下構造, 地質調査研究報告, 56, 3/4, p. 164, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

B

- 防災科学技術研究所 (2013) 文部科学省委託研究 ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究総括成果報告書, p. 98.
- 防災科学技術研究所: 強震観測網 (K-NET, KiK-net),

<https://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/>, 2023 年 11 月 27 日閲覧.

C

- 地学団体研究会札幌支部 (1960) 北海道地域の新第三紀構造発達史, 地球科学, 52, pp. 30-36.
- 千木良雅弘 (2023) 高レベル放射性廃棄物処分場の立地選定—地質学的不確実性の事前回避—, 近未来社.
- 地質調査所 (1982) 日本地質アトラス.
- 地質調査所編 (1992) 日本地質アトラス (第 2 版), 朝倉書店.
- 知徳 力 (1984) 北海道西南部, 上八雲地域の地質と微化石 (放散虫化石と石灰質超微化石), 地質学雑誌, 90, 5, pp. 299-310.

D

- 道南グリーン・タフ団体研究グループ (1984) 西南北海道・島牧地域の新第三系—グリーン・タフ変動と島弧変動との関連性についての検討—, 地球科学, 38, 6, pp. 380-396.

F

- 藤井敬三, 曾我部正敏 (1978) 北海道における後期中新世から鮮新世にみられる構造運動, 地質調査所月報, 29, 10, pp. 631-644.
- 藤本和徳 (1995) 道内市町村の地熱・温泉ボーリング, 第 33 回試錐研究会講演資料集, pp. 55-65, 北海道立地下資源調査所.
- 藤本和徳, 高橋徹哉, 鈴木隆広編 (2004) 北海道市町村の地熱・温泉ボーリングデータ集, 北海道立地質研究所.
- 深畑幸俊, 岡崎智久, 西村卓也 (2022) GNSS データに基づく日本列島の歪み速度場と島弧間および島弧内変動, 地学雑誌, 131, 5, pp. 479-496.
- 深見浩司 (2009) 地質系統と水理定数・水質その 2—北海道の畑作振興深層地下水調査から—, 北海道立地質研究所報告, 80, pp. 157-183.
- 二間瀬 洌, 松波武雄 (1985) 北海道の地熱・温泉—1985 年・I 版— (A) 西南北海道中南部 (1975 年~1983 年) (B) 西南北海道北部 (1976 年~1983 年), 地下資源調査所調査研究報告, 15.

G

- 鷹澤好博 (1992) 西南北海道渡島半島の新第三系層序と古地理, 地質学論集, 37, pp. 11-23.
- 鷹澤好博, 白井理沙, 田中 瞳, 東 剛 (2007) SAR 法による洞爺火砕流堆積物の赤色熱ルミネセンス年

- 代測定, 地質学雑誌, 113, 9, pp. 470–478.
- Goto, Y., Suzuki, K., Shinya, T., Yamauchi, A., Miyoshi, M., Danhara, T., Tomiya, A. (2018) Stratigraphy and Lithofacies of the Toya Ignimbrite in Southwestern Hokkaido, Japan: Insights into the Caldera-forming Eruption at Toya Caldera, *Journal of Geography (Chigaku Zasshi)*, 127, 2, pp. 191–227.
- ## H
- 萩原法子 (1990) 黒松内低地帯における更新世中期の古環境, 春日井昭教授退官記念論文集, pp. 87–92.
- 長谷川四郎 (1998) 北海道西南部今金地域に分布する“貝殻橋砂岩層”の底生有孔虫群集, 今金地域研究, 4, pp. 1–17, 今金町教育委員会.
- 長谷川四郎 (1999) 底生有孔虫化石層序に関する古海洋学的考察—北海道の新第三系を例にして—, 石油技術協会誌, 64, 1, pp. 40–48.
- 橋本 学, 多田 堯 (1988) 北海道地方の水平変動とテクトニクス, 地震 第2輯, 41, 1, pp. 29–38.
- 橋本 亘, 石川俊夫, 船橋三男, 齊藤昌之, 長尾捨一編 (1958) 20 万分の1 北海道地質図 (1~6) 説明書, 20 万分の1 地質図, 北海道立地下資源調査所.
- 橋本 亘, 菅野三郎, 品田 穰, 大島一精 (1963) 北海道渡島半島今金—国縫—八雲間の地質, 地質学雑誌, 69, 812, pp. 228–238.
- 早川福利, 酒匂純俊, 和気 徹, 二間瀬 洸, 齊藤尚志, 松波武雄 (1983) 北海道の地質と資源 II 北海道の地熱温泉資源, 北海道立地下資源調査所.
- 早坂一郎, 鈴木 醇, 原田準平, 佐々保雄, 石川俊夫, 根本忠寛, 小林 勇, 沼辺武堤, 大島正夫, 齋藤 仁, 長尾捨一, 矢部伊太郎, 橋本 亘編 (1953) 二十万分之一北海道地質図 (1) 西部, 20 万分の1 地質図, 北海道立地下資源調査所.
- 平田貴一, 茂木 透, 山谷祐介, 長谷英彰, 市原 寛 (2009) MT 法による黒松内地域の地下構造, 北海道大学地球物理学研究報告, 72, pp. 387–398.
- 広瀬 亘, 岩崎深雪, 中川光弘 (2000) 北海道中央部～西部の新第三紀火成活動の変遷: K-Ar 年代, 火山活動様式および全岩化学組成から見た東北日本弧北端の島弧火成活動の変遷, 地質学雑誌, 106, 2, pp. 120–135.
- 広島俊男, 牧野雅彦, 村田泰章, 森尻理恵, 駒澤正夫 (1997) 渡島地域重力図, 重力図, 8, 地質調査所.
- 広田知保, 和田信彦, 横山英二, 菅 和哉 (1985) 北海道水理地質図「俱知安」及び説明書, 北海道水理地質図幅, 7, 北海道立地下資源調査所.
- 広田知保, 和田信彦, 横山英二, 菅 和哉 (1986) 北海道水理地質図「伊達・八雲」及び説明書, 北海道水理地質図幅, 12, 北海道立地下資源調査所.
- 北海道電力 (2009) 泊発電所 1 号機及び 2 号機「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果 報告書.
- 北海道電力 (2013) 泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書 (1 号及び 2 号発電用原子炉施設の変更).
- 北海道電力 (2015) 泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書 (3 号発電用原子炉施設の変更).
- 北海道電力: 北海道電力株式会社 泊発電所 (3 号炉) 関連審査会合.
- 北海道電力: 北海道電力株式会社 泊発電所 (1・2 号炉) 関連審査会合.
- 北海道土木地質データ集作成委員会編 (2017) 北海道地方土木地質図および同解説書, 日本応用地質学会北海道支部.
- 北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会 (2000) 北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会報告書.
- 北海道立総合研究機構, 産業技術総合研究所 (2011) 沿岸海域における活断層調査 黒松内低地断層帯(海域部) 成果報告書, 地震調査研究推進本部.
- 北海道通商産業局産業部産業立地課 (2000) 岩内地域地下水利用適正化調査報告, 工業用水, 502, pp. 30–39.
- 堀 昌雄, 高木慎一郎, 玉生志郎, 村岡洋文, 品田正一, 清川 求 (1986) 全国地熱資源総合調査の地域レポート [1] ニセコ地域 (火山性熱水対流系地域タイプ①), 地熱エネルギー, 11, 4, pp. 340–368, 新エネルギー財団地熱本部.
- ## I
- Iinuma, T., Kato, T., Hori, M. (2005) Inversion of GPS velocity and seismicity data to yield changes in stress in the Japanese Islands, *Geophysical Journal International*, 160, 2, pp. 417–434.
- 池田安隆, 今泉俊文, 東郷正美, 平川一臣, 宮内崇裕, 佐藤比呂志編 (2002) 第四紀逆断層アトラス, 東京大学出版会.
- 池谷仙之, 植松健児 (1968) 瀬棚層と黒松内層との関係について—北海道渡島半島八雲・今金・瀬棚地域の地質—, 地質学雑誌, 74, 1, pp. 21–36.
- 池谷仙之, 林 慶一 (1982) 北海道渡島半島黒松内地方の地質, 地質学雑誌, 88, 7, pp. 613–632.
- Imai, I., Issiki, N., Nozawa, T., Tanaka, K., Yamada, N., Yoshida, T. (1982) Geological map of Japan, 1:5,000,000 (Fourth edition), Geological Survey of Japan.
- 今泉俊文, 渡島半島活断層研究グループ (1982) 黒松内低地帯の活断層, 日本地理学会予稿集, 22, pp. 98–99.
- 今泉俊文, 宮内崇裕, 堤 浩之, 中田 高編 (2018) 活断層詳細デジタルマップ [新編], 東京大学出版会.
- Imperial Geological Survey of Japan (1902) Outlines of the geology of Japan : descriptive text to

- accompany the geological map of the Empire on the scale 1:1,000,000.
- 石田正夫 (1983) 国縫地域の地質, 地域地質研究報告 (5 万分の 1 図幅), 札幌 (4) 第 59 号, 地質調査所.
- 石田正夫, 久保和也, 広島俊男 (1983) 20 万分の 1 地質図幅「室蘭」, 20 万分の 1 地質図, NK-54-21, 地質調査所.
- 石田正夫, 秦 光男 (1986) 50 万分の 1 地質図「札幌」, 50 万分の 1 地質図幅, 4, 地質調査所.
- 石田正夫, 秦 光男 (1989) 西南北海道渡島半島第三系の地質構造発達史, 地質学論集, 32, pp. 29-56.
- 石田正夫, 三村弘二, 広島俊男 (1991) 20 万分の 1 地質図幅「岩内 (第 2 版)」, 20 万分の 1 地質図, 地質調査所.
- 石原舜三, 笠原裕子, 松枝大治 (1998) 北海道南西部における新第三紀花崗岩類の発見, 地質調査所月報, 49, 9, pp. 461-467.
- 石井正之, 鬼頭伸治, 田近 淳, 宮坂省吾編 (2016) 北海道自然探検 ジオサイト 107 の旅, 北海道大学出版会.
- 石川典彦, 橋本 学 (1999) 測地測量により求めた日本の地震間の平均的な地殻水平ひずみ速度 (II), 地震 第 2 輯, 52, pp. 299-315.
- 石塚 治, 岡村行信, 荒井晃作, 池原 研, 片山 肇 (2000) 北海道西方海域及び秋田沖海域より採取された岩石試料, 地質調査所速報, MG/00/1, pp. 67-89.
- 磯見 博 (1968) 日本地質構造図, 200 万分の 1 地質編集図, 12, 地質調査所.
- 磯崎行雄, 丸山茂徳, 青木一勝, 中間隆晃, 宮下 敦, 大藤 茂 (2010) 日本列島の地体構造区分再訪—太平洋型 (都城型) 造山帯構成单元および境界の分類・定義—, 地学雑誌, 119, 6, pp. 999-1053.
- 板木拓也, 能條 歩 (2004) 西南北海道今金地域の新第三系黒松内層から産出した放射虫化石による生層序年代, 地質学雑誌, 110, 5, pp. 325-328.
- 伊藤陽司, 山岸宏光, 川村信人, 堀 俊和 (1999) 北海道における地すべり地形の特徴—地すべり地形データベースの解析から—, 地すべり, 35, 4, pp. 7-15.
- 伊藤嘉秋, 三浦 哲, 太田雄策 (2017) 北海道・東北地方における GNSS 速度場のクラスタ解析, 日本地震学会 2017 年度秋季大会講演予稿集, S03-P05.
- 伊東佳彦, 日下部祐基, 日外勝仁, 坂本多朗 (2008) 工学的特性からみた北海道日本海沿岸火砕岩類の崩壊特性の検討, 平成 20 年度研究発表会講演論文集, pp. 123-124.
- 岩淵義郎, 加藤 茂 (1988) 第四紀地図の作成過程からみた大陸棚, 第四紀研究, 26, 3, pp. 217-225.
- 泉 紀明, 西澤あずさ, 堀内大嗣, 木戸ゆかり, 中田高, 後藤秀昭, 渡辺満久, 鈴木康弘 (2014) 3 秒グ
リッド DEM から作成した日本海東縁部の 3D 海底地形, 海洋情報部研究報告, 51, pp. 127-143.
- J**
地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2005) 黒松内低地断層帯の長期評価について.
- K**
楮原京子, 黒澤英樹, 小坂英輝, 三輪敦志, 今泉俊文 (2013) 黒松内低地断層帯・熱帯原野の断層露頭, 活断層研究, 38, pp. 17-28.
- 海上保安庁 (1996) 20 万分の 1 海底地形図「日本北海道西岸石狩湾西方」, 第 6657 号.
- 海上保安庁水路部 (1979) 沿岸の海の基本図 (5 万分の 1) 神威岬, 海図, 第 6324 号³.
- 海上保安庁水路部 (1979) 沿岸の海の基本図 (5 万分の 1) 茂津田岬, 海図, 第 6325 号³.
- 海上保安庁水路部 (1995) 沿岸の海の基本図 (5 万分の 1) 寿都, 海図, 第 6325 号^{1-S}.
- 海上保安庁水路部 (2001) 日本海東縁部の海底地形と活構造, 地震予知連絡会会報, 66, 2-8, pp. 100-104, 国土地理院.
- 鹿野和彦, 栗本史雄, 巖谷敏光, 星住英夫, 松浦浩久, 牧本 博 (2002) 日本地質図第 5 版, 200 万分の 1 地質編集図, 4, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 片山 肇, 井内美郎, 池原 研 (2012) 積丹半島付近表層堆積図, 海洋地質図, 76 (CD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 片山 肇, 井内美郎, 池原 研 (2013) 奥尻島北方表層堆積図, 海洋地質図, 80 (CD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 加藤碩一, 脇田浩二, 菅原義明, 宮野素美子, 宮崎一博編 (2011) 日本の地質図史, 地質調査総合センター研究資料集, 535.
- 活断層研究会編 (1980) 日本の活断層—分布図と資料, 東京大学出版会.
- 活断層研究会編 (1991) 新編日本の活断層—分布図と資料, 東京大学出版会.
- 川村信人, 安田直樹, 渡辺暉夫, Fanning, M., 寺田剛 (2000) 渡島帯ジュラ紀石英長石質砂岩の組成と供給地質体, 地質学論集, 57, pp. 63-72.
- 川野良信, 加々美寛雄 (1999) 西南北海道, 今金および久遠花崗閃緑岩体の微量元素組成および Sr, Nd 同位体組成, 地質学論集, 53, pp. 235-245.
- 河野義礼, 植田良夫 (1966) 本邦産火成岩の K-A dating (IV)—東北日本の花崗岩類—, 岩石鉱物鉱床学会誌, 56, 2, pp. 41-55.
- 河野義礼, 植田良夫 (1967) 本邦火成岩の K-Ar dating (VI)—花崗岩類, 総括—, 岩石鉱物鉱床学会誌, 57, 5, pp. 177-187.
- 経済企画庁 (1967) 50 万分の 1 土地分類図 (表層地質

- 図 I) 北海道地方, 50 万分の 1 土地分類基本調査, 経済企画庁.
- 経済産業省資源エネルギー庁 (2001) 平成 12 年度 広域地質構造調査報告書 北海道南部地域.
- 菊地宏吉, 水戸義忠 (1998) 国道 229 号線豊浜トンネル上部斜面の岩盤崩落メカニズムに関する地質工学的考察, 応用地質, 39, 5, pp. 456-470.
- 木村栄ノ進 (1996) 「豊浜トンネル」崩落事故現場を視る, 北海道地理, 70, pp. 37-42.
- 木村 学 (2002) プレート収束帯のテクトニクス学, 東京大学出版会.
- 木下 修, 伊藤英文 (1992) 東北日本と西南日本の接近・接合について—白亜紀～古第三紀の東北日本の挙動—, 地質学雑誌, 98, 3, pp. 223-233.
- 北村 信 (1978) 後期白亜紀以降の東北日本弧と日高弧, 地団研専報, 21, pp. 161-168.
- 小疇 尚, 福田正己, 石城謙吉, 酒井 昭, 佐久間敏雄, 菊地勝弘編 (1994) 日本の自然 地域編 1 北海道, 岩波書店.
- 小疇 尚, 野上道男, 小野有五, 平川一臣編 (2003) 日本の地形 2 北海道, 東京大学出版会.
- 小池一之, 町田 洋編 (2001) 日本の海成段丘アトラス, 東京大学出版会.
- Koizumi, I. (1979) Age assignments for sediment samples cored and dredged, Geological Investigation of the Japan Sea, April-June 1978 (GH78-2 Cruise), Cruise Report, 13, pp. 67-69, Geological Survey of Japan.
- 国土地理院 (1986) 北海道地方の水平歪, 地震予知連絡会会報, 35, pp. 8-11.
- 国土地理院 (1997) 日本の地殻水平歪図, <https://www.gsi.go.jp/cais/HIZUMI-hizumi.html>, 2023 年 9 月 25 日閲覧.
- 国土庁土地局 (1975) 縮尺 20 万分の 1 土地分類図付属資料 北海道 I (石狩・後志・胆振支庁).
- 国土交通省: 国土地盤情報検索サイト KuniJiban, <http://www.kunijiban.pwri.go.jp>, 2023 年 11 月 27 日閲覧.
- 駒澤正夫, 広島俊男, 村田泰章, 牧野雅彦, 森尻理恵 (1998) 札幌地域重力図 (ブーゲー異常), 重力図, 10, 地質調査所.
- 駒沢正夫, 広島俊男, 石原丈実, 村田泰章, 山崎俊嗣, 上嶋正人, 牧野雅彦, 森尻理恵, 志知龍一, 岸本清行, 木川栄一 (1999) 日本重力図 (ブーゲー異常), 地質調査所.
- 越谷 賢, 丸井敦尚, 伊藤成輝, 吉澤拓也 (2011) 日本列島における三次元水文地質モデルの構築と地下水賦存量の試算, 地下水学会誌, 53, 4, pp. 357-377.
- 越谷 賢, 丸井敦尚 (2012) 日本列島における地下水賦存量の試算に用いた堆積物の地層境界面と層厚の三次元モデル (第一版), 地質調査総合センター研究資料集, 564.
- 輿水達司, 山崎 淳, 加藤 誠 (1986) 西南北海道渡島半島新生界のフィッシュン・トラック年代, 地質学雑誌, 92, 11, pp. 771-780.
- 久保和也, 石田正夫, 成田英吉 (1983) 長万部地域の地質, 地域地質研究報告 (5 万分の 1 図幅), 札幌 (4) 第 48 号, 地質調査所.
- 久保和也, 柴田 賢, 石田正夫 (1988) 西南北海道, 長万部地域の第三紀火山岩類の K-Ar 年代, 地質学雑誌, 94, 10, pp. 789-792.
- 黒沢邦彦, 田近 淳, 八幡正弘, 山岸宏光 (1993) 5 万分の 1 地質図幅「大平山」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 47 号, 北海道立地下資源調査所.
- 日下部祐基, 伊東佳彦 (2015) 凍結融解試験による岩石の強度劣化の定式化と物性値との関係, 土木学会論文集 C (地圏工学), 71, 1, pp. 47-54.
- 桑原拓一郎 (2002) 黒松内低地帯知来川断層周辺の踏査と長万部断層トレンチの観察, AFRC News, 18, p. 3, 産業技術総合研究所活断層研究センター.

L

- Lyman, B. S., Muroe, H. S., Yamauchi, T., Akiyama, Y., Inagaki, T., Kuwada, T., Misawa, S., Takahashi, J., Kada, T., Ban, I., Saito, T., Shimada, J., Yamagiwa, E., Mayeda, S., Nishiyama, S. (1876) A geological sketch map of the Island of Yesso, Japan (日本蝦夷地質要畧之圖), Geological Survey of Hokkaido.

M

- 町田 洋, 新井房夫 (2003) 新編 火山灰アトラス 日本列島とその周辺, 東京大学出版会.
- 牧野雅彦, 大久保泰邦, 中塚 正 (1992) 日本の磁気図及び説明書, 200 万分の 1 地質編集図, 23, 地質調査所.
- 松原 誠, 石山達也, 野 徹夫, 植平賢治, 望月将志, 金澤敏彦, 高橋成実, 神谷眞一郎 (2022) 日本列島下の三次元地震波速度構造 (2022 年度版), https://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo_kozou/, 2023 年 9 月 25 日閲覧.
- 松枝大治, 平間正男, 渡辺暉夫 (1996) 積丹半島豊浜トンネル崩落崖付近の水冷火砕岩類の変質作用, 北海道地区自然災害科学資料センター報告, 11, pp. 71-76.
- 松波武雄, 秋田藤夫, 高見雅三, 若浜 洋, 岡崎紀俊 (1991) 北海道地熱・温泉ボーリング井データ集 ~ 1990, 北海道立地下資源調査所.
- 松波武雄, 秋田藤夫, 高見雅三, 若浜 洋, 岡崎紀俊 (1991) 北海道地熱・温泉ボーリング井索引図 ~ 1990, 北海道立地下資源調査所.
- 松波武雄 (1992) 北海道の高濃度塩化物泉について, 地下資源調査所報告, 64, pp. 17-30.
- 松波武雄, 鈴木豊重, 藤本和徳, 秋田藤夫, 若浜 洋

- (1996) 北海道地熱・温泉ボーリング井データ集 1991~1995, 北海道立地下資源調査所.
- 松波武雄, 鈴木豊重, 藤本和徳, 秋田藤夫, 若浜 洋
(1996) 北海道地熱・温泉ボーリング井索引図 1991~1995, 北海道立地下資源調査所.
- 松波武雄, 秋田藤夫, 柴田智郎, 藤本和徳, 鈴木隆広, 高橋徹哉 (2001) 北海道地熱・温泉ボーリング井データ集 1996~2000, 北海道立地質研究所.
- 松波武雄, 秋田藤夫, 柴田智郎, 藤本和徳, 鈴木隆広, 高橋徹哉 (2001) 北海道地熱・温泉ボーリング井索引図 1996~2000, 北海道立地質研究所.
- 松島 健, 大島弘光 (1989) 長周期微動を用いた地下構造の推定—黒松内低地帯における探査例—, 物理探査, 42, 2, pp. 97-105.
- 湊 正雄, 長谷川美行 (1959) 本邦溶結凝灰岩の研究 第1報 熱郭溶結凝灰岩について, 地質学雑誌, 65, 761, pp. 66-70.
- 湊 正雄 (1978) 北海道の古期火山噴出物, 地団研専報, 21, pp. 193-197.
- Miura, S., Sato, T., Hasegawa, A., Suwa, Y., Tachibana, K., Yui, S. (2004) Strain concentration zone along the volcanic front derived by GPS observations in NE Japan arc, Earth, Planets and Space, 56, pp. 1347-1355.
- 宮内崇裕 (1990) 日本海東縁海岸地域の完新世地震性地殻変動, 地学雑誌, 99, 4, pp. 390-391.
- 茂木昭夫 (1977) 日本近海海底地形誌—海底俯瞰図集, 東京大学出版会.
- 森木ひかる, 隈元 崇, 中田 高, 後藤秀昭, 泉 紀明, 西澤あずさ (2017) アナグリフ画像による日本周辺の海底地すべりの判読と分布特性の検討, 海洋情報部研究報告, 54, pp. 1-16.
- 本山 功 (1999) 本邦含油新第三系をめぐる放散虫化石層序の進歩—石油探鉱への適用—, 石油技術協会誌, 64, 3, pp. 268-281.
- 本山 功 (2000) GH99 航海により日本海海底から採取された岩石・堆積物試料の放散虫化石による年代分析, 地質調査所速報, MG/00/1, pp. 94-98.
- 村上 亮, 小沢慎三郎 (2004) GPS 連続観測による日本列島上下地殻変動とその意義, 地震 第2輯, 57, pp. 209-231.
- N**
- 長尾 巧, 佐々保雄 (1933) 北海道西南部の新生代層と最近の地史 (1), 地質学雑誌, 40, 480, pp. 555-577.
- 長尾 巧, 佐々保雄 (1933) 北海道西南部の新生代層と最近の地史 (2), 地質学雑誌, 40, 483, pp. 750-755.
- 長尾 巧, 佐々保雄 (1934) 北海道西南部の新生代層と最近の地史 (3), 地質学雑誌, 41, 485, pp. 47-60.
- 長尾 巧, 佐々保雄 (1934) 北海道西南部の新生代層と最近の地史 (4), 地質学雑誌, 41, 488, pp. 211-260.
- Nakagawa, M. (1992) Chemical zonation of volcanoes at the northern end of NE Japan arc: K-Ar ages and geochemistry of some Pliocene and Pleistocene basalts from the western region of Sapporo, southwestern Hokkaido, Journal of mineralogy, petrology and economic geology, 87, pp. 460-466.
- 中川光弘, 丸山裕則, 船山 淳 (1995) 北海道第四紀火山の分布と主成分化学組成の広域変化, 火山, 40, 1, pp. 13-31.
- 中川光弘, 広瀬 亘, 岩崎深雪 (1999) 北海道の 6Ma 以降の火山活動の時空変遷から見た千島弧—東北日本弧会合部のテクトニクス変遷, 月刊地球, 21, 9, pp. 543-548.
- 中谷真英, 梅田克史, 鈴木晴美, 諏訪 至 (2019) 山岳トンネルの斜坑・本坑交差部における設計・施工について, 西松建設技報, 42, 5.
- 中塚 正, 大熊茂雄 (2009) 日本空中磁気DBによる対地 1,500m 平滑面での磁気異常分布データの編集, 地質調査総合センター研究資料集, 516.
- 日本地質学会編 (2010) 日本地方地質誌 1 北海道地方, 朝倉書店.
- 日本の地質『北海道地方』編集委員会編 (1990) 日本の地質 1 北海道地方, 共立出版.
- 日本の地質増補版編集委員会編 (2005) 日本の地質 増補版, 共立出版.
- 西来邦章, 伊藤順一, 上野龍之編 (2012) 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース, 地質調査総合センター速報, 60, <https://unit.aist.go.jp/ievq/dger/db/QVDB/>, 2022 年 5 月 11 日閲覧.
- 西来邦章, 伊藤順一, 上野龍之, 内藤一樹, 塚本 斉 (2014) 第四紀噴火・貫入活動データベース, http://gbank.gsj.jp/quaternary/index_qvir.php, 2022 年 5 月 11 日閲覧.
- 西村卓也 (2017) GNSS データから見出される日本列島のひずみ集中帯と活断層及び内陸地震, 活断層研究, 46, pp. 33-39.
- 野原 壯, 郡谷順英, 今泉俊文 (2000) 活断層 GIS データを用いた地殻の歪速度の推定, 活断層研究, 19, pp. 23-32.
- 能條 歩, 都郷義寛, 鈴木明彦, 嵯峨山 積 (1994) 西南北海道今金地域の新第三系黒松内層の岩相層序と年代, 地質学雑誌, 100, 10, pp. 771-786.
- 能條 歩, 鈴木明彦, 日下 哉, 都郷義寛 (1994) 西南北海道今金地域の黒松内層今金火山岩類の K-Ar 年代, 地球科学, 48, 1, pp. 57-62.
- 能條 歩, 鈴木明彦, 松田敏孝, 都郷義寛 (1996) 西南北海道における黒松内層相当層の再検討, 日本地質学会第 103 年学術大会講演要旨, p. 110.

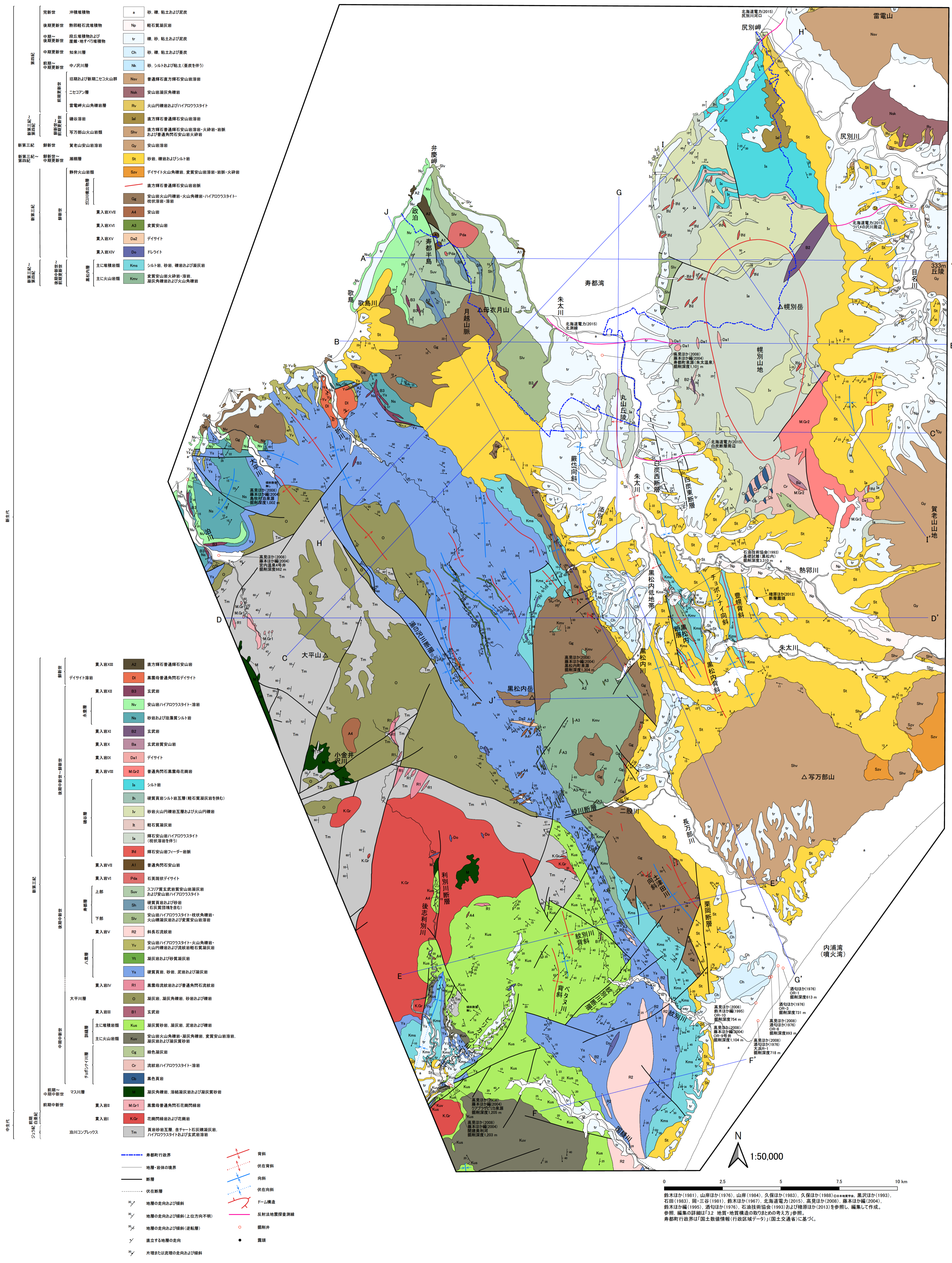
- 能條 歩, 鈴木明彦, 都郷義寛, 美利河海牛化石調査研究会 (1996) 西南北海道瀬棚層の堆積年代, 今金地域研究, 2, pp. 15-22.
- 能條 歩, 松田敏孝 (1997) 西南北海道今金-上八雲地域の瀬棚層の“不整合”, 今金地域研究, 3, pp. 15-28.
- 能條 歩, 鈴木明彦 (1999) 貝殻密集層のタフォノミー—軟体動物化石と有孔虫化石の複合解析による堆積過程の復元—, 地質学論集, 54, pp. 35-54.
- 能條 歩, 長谷川四郎, 岡田尚武, 都郷義寛, 鈴木明彦, 松田敏孝 (1999) 西南北海道瀬棚層の広域的岩相層序区分と生層序年代, 地質学雑誌, 105, 5, pp. 370-388.
- 能條 歩, 板木拓也, 石村豊穂 (2003) 北海道における新生界の微化石研究—1990年以降の研究成果の総括と今後の課題—, 地球科学, 57, 6, pp. 343-355.
- 農商務省地質調査所 (1899) 百萬分一日本帝國地質圖および説明書.
- O**
- 大日方順三 (1912) 後志國及渡島國ノ鑛床調査報文 後志國瀬棚地方ノ滿俺鑛, 鑛物調査報告(北海道之部), 12, pp. 1-40, 地質調査所.
- 大嶋和雄, 横田節哉 (1983) 噴火湾の地形・地質, 沿岸海洋研究ノート, 20, 2, pp. 189-203.
- Ohta, E., Kawano, Y., Nakagawa, M., Kagami, H. (1998) Petrochemistry of late Miocene to Quaternary igneous rocks and metallogenesis in Southwest Hokkaido, Japan, Resource Geology, 48, 3, pp. 183-196.
- 大竹政和, 平 朝彦, 太田陽子編 (2002) 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 東京大学出版会.
- 大園真子 (2013) GPS 観測に基づく北海道地方の 2011 年東北地方太平洋沖地震 (Mw9.0) に伴うひずみの時空間変化, 北海道大学地球物理学研究報告, 76, pp. 97-110.
- 岡村 聡 (1984) 西南北海道寿都半島における新第三系と火山活動, 地質学雑誌, 90, 6, pp. 383-391.
- 岡村 聡 (1986) 西南北海道寿都半島の第三紀火山岩類, 地質学雑誌, 92, 2, pp. 91-108.
- 岡村 聡 (1986) 西南北海道新生代火山岩類の化学組成の時間変遷, 地団研専報, 31, pp. 345-353.
- 岡村 聡, 石井次郎, 渡辺 寧 (1989) 日本海北東縁, 二子海丘から採取された火山岩片と K-Ar 年代, 岩 鉱, 83, 1, pp. 32-36.
- 岡村 聡 (2022) 寿都町・神恵内村は深地層処分の適地か?—地質学的視点から考える—, 地学教育と科学運動, 89, pp. 41-47.
- 岡村行信 (2010) 日本海東縁の地質構造と震源断層との関係, 地質学雑誌, 116, 11, pp. 582-591.
- 岡村行信, 佐藤太一 (2023) 積丹半島付近海底地質図, 海洋地質図, 94, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 岡 孝雄, 三谷勝利 (1981) 今金町の地質, 今金町.
- 岡 孝雄 (1986) 北海道の後期新生代堆積盆の分布とその形成に関わるテクトニクス, 北海道の地質と構造運動, 地団研専報, 31, pp. 295-320.
- 岡 孝雄 (1997) 北海道のネオテクトニクス区分と地震問題, 日本応用地質学会研究発表会講演論文集, pp. 41-44.
- 岡 孝雄 (1999) 北海道付近のネオテクトニクス像—特にネオテクトニクスの地域区分と特徴—, 月刊地球, 21, 9, pp. 549-556.
- 奥村晃史 (1983) 黒松内低地帯の活構造と地形発達, 日本地理学会予稿集, 23, pp. 30-31.
- 奥村晃史, 寒川 旭 (1984) 洞爺火砕流 (Tpfl) の分布と絶対年代, 火山 第2集, 29, 4, p. 338.
- 奥村晃史, 八木浩司, 寒川 旭 (1984) 黒松内低地帯の後期更新世段丘に関する年代資料, 第四紀研究, 23, 3, pp. 209-212.
- 尾上博章, 日下 哉, 瀬川秀良, 山田悟郎, 三野紀雄, 矢野牧夫 (1981) 渡島半島黒松内低地帯の更新統から産出する植物化石, 北海道開拓記念館研究年報, 9, pp. 17-25.
- 大槻憲四郎 (1989) 鉾脈による新第三紀東北本州弧の造構応力場復元, 地質学論集, 32, pp. 281-304.
- S**
- 嵯峨山 積 (1988) 日本海盆北東縁, 海洋海山の珪藻群集, 地質学雑誌, 94, 4, pp. 295-300.
- 嵯峨山 積, 保柳康一, 石井次郎 (1988) 北海道積丹半島沖海洋火山, 1988年調査で採取された堆積岩中の珪藻群集, 北海道東海大学紀要理工学系, 1, pp. 17-21.
- Sagayama, T. (1997) Evidence of lower sea-level stage during 10.5 to 5.5 Ma in the hot spring drillhole of Niseko, southwest Hokkaido, Japan, Commemorative Volume for Professor Makoto Kato, pp. 381-387.
- 嵯峨山 積, 内田康人, 村山泰司, 菅 和哉, 濱田誠一 (1999) 1998年浅海域地質調査(西南北海道海域)の概要—岩内海域および島牧・寿都海域—, 地下資源調査所報告, 70, pp. 149-160.
- 嵯峨山 積 (2000) 北海道の新生界中部中新統~鮮新統層序と堆積盆の動き, 北海道立地質研究所報告, 71, pp. 59-102.
- 嵯峨山 積, 内田康人, 大澤賢人, 菅 和哉, 濱田誠一, 村山泰司, 仁科健二 (2000) 北海道沿岸域の地質・底質環境—2— 西南北海道海域, 北海道立地質研究所調査研究報告, 29.
- Sagiya, T., Miyazaki, S., Tada, T. (2000) Continuous GPS array and present-day crustal deformation of Japan, Pure and Applied Geophysics, 157, pp. 2303-2322.
- Sagiya, T. (2004) A decade of GEONET: 1994-2003

- The continuous GPS observation in Japan and its impact on earthquake studies—, *Earth, Planets and Space*, 56, pp. xxix–xli.
- 鷺谷 威, 大坪 誠 (2019) 日本列島の地殻ひずみ速度—測地学的データと地質・地形学的データの統一的理解—, *地学雑誌*, 128, 5, pp. 689–705.
- 斎藤正次 (1953) 300 万分の 1 日本地質図, 地質調査所.
- 酒匂純俊, 和気 徹, 早川福利, 二間瀬 洌, 横山英二, 斎藤尚志, 松波武雄, 内田 豊 (1976) 北海道の地熱・温泉 (A) 西南北海道中南部, 地下資源調査所調査研究報告, 3.
- 酒匂純俊, 鈴木 守, 長谷川 潔, 高橋功二, 松下勝秀, 舟橋三男 (1980) 北海道の地質と資源 I 北海道の地質—北海道地質図—, 60 万分の 1 地質図, 北海道立地下資源調査所.
- 寒川 旭, 衣笠善博, 垣見俊弘 (1984) 50 万分の 1 活構造図「札幌」, 50 万分の 1 活構造図, 4, 地質調査所.
- 産業技術総合研究所: 活断層データベース, <https://gbank.gsj.jp/activefault/>, 2023 年 9 月 25 日閲覧.
- 産業技術総合研究所: 高分解能音波探査断面データベース (3.5kHz SBP), https://gbank.gsj.jp/sbp_db/pages/cover.html, 2023 年 9 月 25 日閲覧.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2002) 北海道地質ガイド第 2 版, 数値地質図, G-7.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2003) 100 万分の 1 日本地質図第 3 版 CD-ROM 版第 2 版, 数値地質図, G-1.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2003) 200 万分の 1 日本地質図第 5 版 CD-ROM 版, 数値地質図, G-10.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2005) 日本空中磁気データベース, 数値地質図, P-6.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2013) 日本重力データベース DVD 版, 数値地質図, P-2.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) 20 万分の 1 日本火山図 (Ver. 1.0d), <https://gbank.gsj.jp/volcano/vmap/>, 2022 年 9 月 25 日閲覧.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2022) 20 万分の 1 日本シームレス地質図 V2, <https://gbank.gsj.jp/seamless/v2.html>, 2023 年 9 月 25 日閲覧.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター: 地殻応力場データベース, <https://gbank.gsj.jp/crstress/>, 2023 年 9 月 25 日閲覧.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター: 海域地質構造データベース, <https://gbank.gsj.jp/marineseisdb/>, 2023 年 9 月 25 日閲覧.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター: 地質図表示システム 地質図 Navi, <https://gbank.gsj.jp/geonavi/>, 2023 年 9 月 25 日閲覧.
- 佐藤文俊 (1985) 北部八雲地域の新第三系より産出する珪藻化石について, 地質学会北海道支部総会講演要旨集, p. 5.
- 沢田義男 (1961) 北海道瀬棚郡今金町北方の新第三紀層, 室蘭工業大学研究報告, 3, 4, pp. 635–646.
- Sawada, Y. (1962) The Geology and Paleontology of the Setana and Kuromatsunai Areas in Southwest Hokkaido, Japan, *Memoirs of the Muroran Institute of Technology*, 4, 1, pp. 1–110.
- 瀬川秀良 (1967) 北海道寿都地方の海岸段丘, 東北地理, 19, 1, pp. 10–14.
- 瀬川秀良 (1974) 日本地形誌 北海道地方, 朝倉書店.
- 石油技術協会 (1993) 最近の我が国の石油開発 石油技術協会創立 60 周年記念.
- 島田忠夫, 矢崎清貫, 狛 武 (1955) 北海道長万部町における天然ガス試掘井 (長万部 R-1 号) のコア試験およびリフト試験について, *石油技術協会誌*, 20, 5, pp. 164–171.
- 嶋村 清 (2008) 改訂「日本列島海底谷系図」—海底谷の地形的特徴と問題点—, *地質学雑誌*, 114, 11, pp. 560–576.
- 清水文健, 井口 隆, 大八木規夫 (2010) 地すべり地形分布図第 45 集「岩内」, 防災科学技術研究所研究資料, 339.
- 清水文健, 井口 隆, 大八木規夫 (2010) 地すべり地形分布図第 44 集「室蘭・久遠」, 防災科学技術研究所研究資料, 338.
- 新エネルギー総合開発機構 (1985) 昭和 59 年度全国地熱資源総合調査 (第 2 次) 火山性熱水対流系地域タイプ① (ニセコ地域) 調査 火山岩分布年代調査報告書.
- 新エネルギー総合開発機構 (1985) 昭和 59 年度全国地熱資源総合調査 (第 2 次) 火山性熱水対流系地域タイプ① (ニセコ地域) 調査 火山岩分布年代調査報告書 要旨.
- 新エネルギー総合開発機構 (1986) 昭和 60 年度全国地熱資源総合調査 (第 2 次) 火山性熱水対流系地域タイプ① (ニセコ地域) 調査 火山岩分布年代調査報告書.
- 新エネルギー総合開発機構 (1987) 全国地熱資源総合調査 (第 2 次) 火山性熱水対流系地域タイプ①ニセコ地域火山地質図及び地熱地質編図.
- 新エネルギー総合開発機構 (1987) 昭和 61 年度全国地熱資源総合調査 (第 2 次) 火山性熱水対流系地域タイプ① (ニセコ地域) 地熱調査成果図集.
- 白井健裕 (1959) 瀬棚層産化石有孔虫群集を中心とする黒松内地域の地質について—北日本新第三紀化石有孔虫群集の研究 (1)—, *北海道地質要報*, 38, pp. 1–12.
- 須田芳朗, 村田泰章, 菊地恒夫, 花岡尚之 (1991) 岩石物性値データベース (PROCK), 地質調査所研究資料集, 155, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

- 菅原 誠, 嵯峨山 積 (2022) 西南北海道北部, 磯谷地域の新第三紀磯谷層の珪藻生層序, 総合地質, 6, 1, pp. 39-46.
- 杉山雄一, 村上文敏, 内田康人, 津久井朗太 (2010) 黒松内低地断層帯南方延長域 (内浦湾) の音波探査速報, 日本活断層学会秋季学術大会及び 1586 年天正地震シンポジウム講演予稿集, pp. 31-32.
- 杉山雄一, 村上文敏, 内田康人, 津久井朗太 (2011) 内浦湾西部のブーマー音波探査により明かにされた黒松内低地断層帯南方延長の地質構造と後氷期活動履歴, 日本地球惑星科学連合大会予稿集, HDS029-01.
- 杉山雄一, 内田康人, 村上文敏, 津久井朗太 (2011) 黒松内低地断層帯南方延長部 (内浦湾) の地質構造と活動性, 活断層・古地震研究報告, 11, pp. 21-53.
- 鈴木明彦 (1989) 西南北海道黒松内地域の瀬棚層の貝類化石群, 地球科学, 43, 5, pp. 277-289.
- 鈴木明彦, 都郷義寛, 能條 歩 (1996) 西南北海道の鮮新世後期の“Pectinid 群集”, 日本地質学会第 103 年学術大会講演要旨, p. 154.
- 鈴木 守, 藤原哲夫, 三谷勝利 (1967) 長万部町の地質, 長万部町 (北海道山越郡) .
- 鈴木 守, 山岸宏光, 高橋功二, 庄谷幸夫 (1981) 5 万分の 1 地質図幅「寿都」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 36 号, 北海道立地下資源調査所.
- 鈴木豊重, 川森博史, 高橋徹哉, 大津 直, 鈴木隆広, 藤本和徳編 (1995) 北海道市町村の地熱・温泉ボーリング—地域エネルギー開発利用施設整備事業— (昭和 55 年度~平成 5 年度), 北海道立地下資源調査所.
- T**
- 多田 堯, 橋本 学 (1985) 北海道地方の水平変動とテクトニクス, 地震学会講演予稿集昭和 60 年度秋季大会, 2, p. 33.
- 多田 堯 (1986) 北海道東部~南西部のテクトニクス, 地震学会講演予稿集昭和 61 年度春季大会, 1, p. 53.
- 多田 堯, 木村 学 (1987) 千島弧南西端における衝突現象と地殻変動, 地震 第 2 輯, 40, 2, pp. 197-204.
- 田近 淳, 岩田圭示, 黒沢邦彦 (1984) 西南北海道・島牧村大平山周辺の中生界, 地球科学, 38, 6, pp. 397-407.
- 高橋 清, 一ノ関鉄郎, 大倉 保, 秋葉文雄, 村田勇治郎, 古田土俊夫 (1980) 北海道渡島半島新第三系微化石層序—主に, 有孔虫・珪藻・放散虫・各化石の産出状態と, それらの生層序学的関係について—, 技研所報, 23, 3-4, pp. 142-167, 石油資源開発株式会社技術研究所.
- 高橋伸充, 斎藤節仁, 岡村 聰, 杉山佳生, 徳田恭一 (1988) 西南北海道黒松内・長万部地域の第三系と地質構造, 後期中生代~現世における陥没の形態とその発生機構に関する総合研究 (3), 文部省科学研究費補助金総合研究 (A) 研究成果報告書 (昭和 63 年度) (課題番号: No.603020), pp. 81-91.
- 高橋伸充, 斎藤節仁, 岡村 聰 (1990) 西南北海道, 長万部地域の第三系—上部新生界の火山層序と対比—, 春日井昭教授退官記念論文集, pp. 33-46.
- 高橋裕平 (2000) 西南北海道, 今金花崗岩類の地質と岩石記載, 地質調査所月報, 51, 12, pp. 649-656.
- 高見雅三, 鈴木隆広, 高橋徹哉, 柴田智郎, 小澤 聡, 藤本和徳, 秋田藤夫 (2008) 北海道地熱・温泉ボーリングデータ集および索引図 (統合版), 北海道立地質研究所.
- Takashima, R., Dick, M. H., Nishi, H., Mawatari, S. F., Nojo, A., Hirose, M., Gautam, P., Nakamura, K., Tanaka, T. (2008) Geology and sedimentary environments of the Pleistocene Setana formation in the Kuromatsunai district, southwestern Hokkaido, Japan, Proceedings of International Symposium "The Origin and Evolution of Natural Diversity", pp. 75-82.
- 高清水康博 (2013) 北海道の津波堆積物研究の現状と課題: 17 世紀巨大津波による堆積物の研究を中心に, 地質学雑誌, 119, 9, pp. 599-612.
- 竹内 章 (1989) 西北北海道の新期応力場とテクトニクス, 日本地質学会第 96 年学術大会講演要旨, p. 455.
- 竹内 章, 田中武男 (1990) 後志海山の地形地質とテクトニクス, 海洋科学技術センター試験研究報告, 6, pp. 317-326.
- 竹内 章, 岡村行信, 加藤幸弘, 池原 研, 張 勁, 佐竹健治, 長尾哲史, 平野真人, 渡辺真人 (2000) 日本海東縁, 奥尻海嶺および周辺の大地震と海底変動, JAMSTEC 深海研究, 16, pp. 29-46.
- 玉木賢策, 湯浅真人, 西村清和, 本座栄一, 宮崎輝旗, 石原文実 (1979) 北海道周辺日本海及びオホーツク海域広域海底地質図, 海洋地質図, 14, 地質調査所.
- 田村芳雄, 津 宏治, 中井順二 (1974) 積丹-奥尻海域空中磁気図, 空中磁気図, 10, 地質調査所.
- 田中 実 (2022) 寿都には青い海 (Ver.5.01), <http://kakugomi.no.coocan.jp/contents/kanren.html>, 2023 年 2 月 22 日閲覧.
- Terakawa, T., Matsu'ura, M. (2010) The 3-D tectonic stress fields in and around Japan inverted from centroid moment tensor data of seismic events, Tectonics, 29, TC6008, doi: 10.1029/2009TC002626.
- 東宮昭彦, 宮城磯治 (2020) 洞爺噴火の年代値, 火山, 65, 1, pp. 13-18.
- 豊浜トンネル崩落事故調査委員会 (1996) 豊浜トンネル崩落事故調査報告書.
- 椿原慎一, 長谷川四郎, 丸山俊明 (1989) 西南北海道黒松内地域の上部新生界—とくに黒松内層の層序と微化石年代について—, 地質学雑誌, 95, 6, pp. 423-

438.
椿原慎一(1990)地殻の変形様式からみた西南北海道のテクトニクス, 日本地質学会第97年学術大会講演要旨, p. 366.
椿原慎一(1991)西南北海道黒松内低地帯の第四紀テクトニクス, 中川久夫教授退官記念地質学論文集, pp. 313-317.
対馬坤六(1968)20万分の1地質図幅「岩内」, 20万分の1地質図, NK-54-20, 地質調査所.
- U**
Uchide, T., Shiina, T., Imanishi, K. (2022) Stress map of Japan: Detailed nationwide crustal stress field inferred from focal mechanism solutions of numerous microearthquakes, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 127, e2022JB024036, doi: 10.1029/2022JB024036.
上野将司, 山岸宏光(2002)わが国の岩盤崩壊の諸例とその地形地質学的検討—とくに発生場と発生周期について—, 地すべり, 39, 1, pp. 40-47.
- W**
渡辺真人(2000)GH99航海で採取された泥岩試料の珪藻化石に基づく年代, 地質調査所速報, MG/00/1, pp. 90-93.
渡辺暉夫(1999)第2白糸トンネル岩盤崩落と渡島半島西縁部の地質, 北海道地区自然災害科学資料センター報告, 14, pp. 3-16.
渡辺 寧(1986)鉞脈の方向から推定された広域応力場—北海道における中期中新世以降の鉞脈の例—, 鉞山地質, 36, 3, pp. 209-218.
Watanabe, Y. (1990) Pliocene to Pleistocene volcanism and related vein-type mineralization in Sapporo-Iwanai district, Southwest Hokkaido, Japan, *Mining Geology*, 40, 5, pp. 289-298.
Watanabe, Y. (1991) Mineralization ages of Ofukeshi, Shizukari, Yakumo and Jokoku deposits and structural movements related to vein-type mineralization in Southwest Hokkaido, *Mining Geology*, 41, 3, pp. 141-146.
渡辺 寧(1993)岩脈・火口配列に基づく西南北海道北部の新生代後期の応力場, 地質学雑誌, 99, 2, pp. 105-116.
渡辺 寧(1993)西南北海道における新生代後期の応力場の転換と鉞化作用, 資源地質, 43, 3, pp. 214-215.
渡辺 寧(1993)西南北海道北部の火山列—ニセコ-羊蹄火山列はなぜ曲がったのか?—, 石井次郎教授追悼論文集, pp. 147-154.
Watanabe, Y. (1995) Epithermal vein-type mineralization in a compressive stress field, southwest Hokkaido, Japan, *Global Tectonics and Metallogeny*, 5, 1&2, pp. 19-27.
Watanabe, Y. (2002) Late Cenozoic metallogeny of Southwest Hokkaido, Japan, *Resource Geology*, 52, 3, pp. 191-210.
Wei, D. and Seno, T. (1998) Determination of the Amurian Plate Motion, In: Flower, M. F., Chung, S. L., Lo, C. H., Lee, T. Y. (Eds.), *Mantle Dynamics and Plate Interactions in East Asia*, Geodynamics Series, American Geophysical Union, 27, pp. 337-346.
- Y**
八幡正弘, 山岸宏光(1986)島弧横断ルート No.4(瀬棚-黒松内), 北村 信編: 新生代東北本州弧地質資料集, 宝文堂, 1, 4.
八幡正弘(1989)西南北海道北部の新生界とその特徴, 地質学論集, 32, pp. 7-28.
八幡正弘(2002)北海道における後期新生代の鉞化作用および熱水活動の時空変遷, 北海道立地質研究所報告, 73, pp. 151-194.
八幡正弘(2005)北海道の新生代鉞床区における熱水活動履歴, 地球科学, 59, 3, pp. 193-212.
矢島澄策, 古館兼治, 陸川正明(1939)壽都圖幅説明書, 北海道工業試験場地質調査報告, 4.
矢島澄策, 陸川正明(1939)長萬部圖幅説明書, 北海道工業試験場地質調査報告, 3.
山田悟郎, 矢野牧夫, 三野紀雄, 瀬川秀良, 尾上博章(1979)北海道渡島半島の第四系より産出する植物化石Ⅲ, 北海道開拓記念館研究年報, 7, pp. 17-35.
山田悟郎, 三野紀雄, 矢野牧夫, 瀬川秀良, 尾上博章, 日下 哉(1980)北海道渡島半島の第四系より産出する植物化石Ⅳ, 北海道開拓記念館研究年報, 8, pp. 37-50.
山田直利, 斎藤英二, 村田泰章(1990)コンピューター編集による日本地質図及び説明書, 200万分の1地質編集図, 22, 地質調査所.
山縣耕太郎(1994)支笏およびクッタラ火山のテフロクロノロジー, 地学雑誌, 103, 3, pp. 268-285.
山岸宏光, 国府谷盛明, 安藤重幸(1976)5万分の1地質図幅「島古丹」及び説明書, 5万分の1地質図, 札幌-第26号, 北海道立地下資源調査所.
山岸宏光, 木村 学(1981)黒松内低地帯の活断層露頭, 地球科学, 35, 2, pp. 94-97.
山岸宏光(1982)西南北海道北部の地質とテクトニクス, 日本地質学会第89年学術大会講演要旨, p. 512.
山岸宏光(1984)5万分の1地質図幅「歌棄」及び説明書, 5万分の1地質図, 札幌-第37号, 北海道立地下資源調査所.
山岸宏光(1986)北海道におけるいくつかの活断層露頭, 活断層研究, 2, pp. 19-28.
山岸宏光, 渡辺 寧(1986)西南北海道における新生代後期の応力場の変遷—地質断層, 岩脈, 鉞脈および

- び活断層の検討—、北海道の地質と構造運動、地団
研専報, 31, pp. 321–331.
- 山岸宏光 (1989) 西南北海道における新第三紀火山岩
相の特徴と噴火活動略史, 地質学論集, 32, pp. 385–
397.
- 山岸宏光, 伊藤陽司 (1993) 北海道における地すべり
地形の分布からみた地質分帯, 地すべり, 30, 2, pp.
1–9.
- 山岸宏光編 (1993) 北海道の地すべり地形 分布図とそ
の解説, 北海道大学図書刊行会.
- 山岸宏光 (1994) 水中火山岩 アトラスと用語解説, 北
海道大学出版会.
- 山岸宏光, 和氣 徹 (1995) 島牧村の地質と資源・環
境, 島牧村.
- 山岸宏光 (1996) ハイアロクラスタイトと岩盤崩落,
北海道地区自然災害科学資料センター報告, 11, pp.
9–23.
- 山岸宏光, 志村一夫 (1997) 1997年8月北海道島牧
村第二白糸トンネルを破壊した新第三紀ハイアロク
ラストタイトの岩盤崩落, 地質学雑誌, 103, 10, pp.
XXXIII–XXXIV.
- 山本明彦, 石川春義 (2002) 北海道渡島半島南部の重
力異常と浅部地殻構造, 北海道大学地球物理学研究
報告, 65, pp. 247–290.
- 矢野牧夫, 日下 哉, 尾上博幸, 大室道夫 (1983) 黒
松内低地帯における中部更新統の植物遺体と絶対年
代, 日本第四紀学会講演要旨集, 13, pp. 106–107.
- 八島邦夫, 今井健三, 西沢邦和 (1982) 100万分の1
海底地形図「北海道」・「東北日本」と海底地形,
水路部研究報告, 17, pp. 93–162.
- 米田哲朗, 大河原正文, 渡辺 隆 (1999) 北海道積丹
半島豊浜トンネル付近の水冷火砕岩に産するスメク
タイト, 粘土科学, 39, 2, pp. 53–64.
- 米田哲朗, 林 謙二, ダカール ゴネス, 柏谷公希,
金子勝比古 (2002) 北海道積丹半島における火砕岩
の特性と岩盤崩壊の要因について, 地すべり, 39,
1, pp. 14–21.
- 米倉伸之, 貝塚爽平, 野上道男, 鎮西清高編 (2001)
日本の地形1 総説, 東京大学出版会.



| | | | | |
|------|-------|-----------------------|-----|--|
| 第四紀 | 全新世 | 沖積堆積物 | a | 砂、礫、粘土および泥炭 |
| | 後期更新世 | 熱帯石灰岩堆積物 | No | 軽石質凝灰岩 |
| | 中期更新世 | 扇状地堆積物および 扇状地下の堆積物 | tr | 礫、砂、粘土および泥炭 |
| | 前期更新世 | 知来川層 | Ch | 砂、礫、粘土および泥炭 |
| | 前期更新世 | 中ノ沢川層 | Nk | 砂、シルトおよび粘土(泥炭を伴う) |
| | 前期更新世 | 旧期および新期二七〇火山群 | Nsv | 普通輝石黒方輝石安山岩溶岩 |
| | 前期更新世 | 二七〇火山群 | Nak | 安山岩凝灰角礫岩 |
| | 前期更新世 | 雷電岬火山角礫岩層 | Rv | 火山円礫岩およびハイアロクラスタイト |
| | 前期更新世 | 磯谷溶岩 | Isl | 直方輝石普通輝石安山岩溶岩 |
| | 前期更新世 | 写方部山火山岩類 | Shv | 直方輝石普通輝石安山岩溶岩・火砕岩・岩脈 および普通角閃石安山岩火砕岩 |
| 新第三紀 | 鮮新世 | 賀老山安山岩溶岩 | Gy | 安山岩溶岩 |
| 新第三紀 | 中新世 | 瀬川層 | St | 砂岩、礫岩およびシルト岩 |
| 新第三紀 | 中新世 | 静狩火山岩類 | Ssv | デイサイト火山角礫岩、安山岩溶岩・岩脈・火砕岩 |
| 新第三紀 | 中新世 | 月越山脈 | Qe | 直方輝石普通輝石安山岩溶岩 安山岩火山円礫岩・火山角礫岩・ハイアロクラスタイト・ 枕状溶岩・溶岩 |
| 新第三紀 | 中新世 | 真入岩XVII | A4 | 安山岩 |
| 新第三紀 | 中新世 | 真入岩XVI | A3 | 安山岩 |
| 新第三紀 | 中新世 | 真入岩XV | Da2 | デイサイト |
| 新第三紀 | 中新世 | 真入岩XIV | Do | デイサイト |
| 新第三紀 | 中新世 | 黒松内低地帯 | Kms | シルト岩、砂岩、礫岩および凝灰岩 |
| 新第三紀 | 中新世 | 黒松内低地帯 | Kmv | 安山岩火砕岩・溶岩、 凝灰角礫岩および火山角礫岩 |

| | | | | |
|-----|-----|---------|------|---|
| 第四紀 | 更新世 | 真入岩XIII | A2 | 直方輝石普通輝石安山岩 |
| | 更新世 | デイサイト溶岩 | Di | 黒雲母普通角閃石デイサイト |
| | 更新世 | 真入岩XII | B3 | 玄武岩 |
| | 更新世 | 永通層 | Nv | 安山岩ハイアロクラスタイト・溶岩 |
| | 更新世 | 永通層 | Ns | 砂岩および珪藻質シルト岩 |
| | 更新世 | 真入岩XI | B2 | 玄武岩 |
| | 更新世 | 真入岩X | Ba | 玄武岩安山岩 |
| | 更新世 | 真入岩IX | Da1 | デイサイト |
| | 更新世 | 真入岩VIII | MGr2 | 普通角閃石黒雲母花崗岩 |
| | 更新世 | 永通層 | Is | シルト岩 |
| | 更新世 | 永通層 | Is | 硬質頁岩シルト岩互層(軽石質凝灰岩を挟む) |
| | 更新世 | 永通層 | Iv | 砂岩火山円礫岩互層および火山円礫岩 |
| | 更新世 | 永通層 | It | 軽石質凝灰岩 |
| | 更新世 | 永通層 | Ia | 輝石安山岩ハイアロクラスタイト (枕状溶岩を伴う) |
| | 更新世 | 永通層 | Id | 輝石安山岩フューダー岩脈 |
| | 更新世 | 永通層 | A1 | 普通角閃石安山岩 |
| | 更新世 | 永通層 | Pda | 石英状デイサイト |
| | 更新世 | 永通層 | Ssv | スロア質玄武岩質安山岩凝灰岩 および安山岩ハイアロクラスタイト |
| | 更新世 | 永通層 | Sh | 硬質頁岩および砂岩 (玄武岩質凝灰岩を挟む) |
| | 更新世 | 永通層 | Slv | 安山岩ハイアロクラスタイト・枕状溶岩・ 火山円礫岩および安山岩溶岩 |
| | 更新世 | 永通層 | R2 | 斜長石流紋岩 |
| | 更新世 | 永通層 | Yy | 安山岩ハイアロクラスタイト・火山角礫岩・ 火山円礫岩および流紋岩軽石質凝灰岩 |
| | 更新世 | 永通層 | Yt | 凝灰岩および砂質凝灰岩 |
| | 更新世 | 永通層 | Ys | 硬質頁岩、砂岩、泥岩および凝灰岩 |
| | 更新世 | 永通層 | R1 | 黒雲母流紋岩および普通角閃石流紋岩 |
| | 更新世 | 永通層 | O | 凝灰岩、凝灰角礫岩、砂岩および礫岩 |
| | 更新世 | 永通層 | B1 | 玄武岩 |
| | 更新世 | 永通層 | Kus | 凝灰質砂岩、凝灰岩、泥岩および礫岩 |
| | 更新世 | 永通層 | Kuv | 安山岩火山角礫岩・凝灰角礫岩、安山岩溶岩、 凝灰岩および凝灰質砂岩 |
| | 更新世 | 永通層 | Cg | 緑色凝灰岩 |
| | 更新世 | 永通層 | Cr | 流紋岩ハイアロクラスタイト・溶岩 |
| | 更新世 | 永通層 | Ch | 黒色頁岩 |
| | 更新世 | 永通層 | Ms | 凝灰角礫岩、溶結凝灰岩および凝灰質砂岩 |
| | 更新世 | 永通層 | MGr1 | 黒雲母普通角閃石花崗岩 |
| | 更新世 | 永通層 | KGr | 花崗岩および花崗岩 |
| | 更新世 | 永通層 | Tm | 頁岩砂岩互層、含チャート石灰凝灰岩、 ハイアロクラスタイトおよび玄武岩溶岩 |

付図1 寿都町および周辺地域陸域地質図 原子力発電環境整備機構

北海道寿都郡寿都町
文献調査報告書

技術的観点からの検討のうち
地質環境特性に関する説明書

2024年11月

原子力発電環境整備機構

2024年11月 発行 原子力発電環境整備機構

本資料を利用する際は出典を記載してください。出典の記載方法は以下のとおりです。編集・加工等して利用する際には、以下の出典表記とは別に編集・加工等を行ったことを記載してください。

(出典の記載例)

原子力発電環境整備機構 (2024) 北海道寿都郡寿都町文献調査報告書

また、第三者（原子力発電環境整備機構以外のものをいいます。以下同じ。）の著作物が含まれる場合（例えば、原子力発電環境整備機構が第三者の図表等を用いて転載・編集・加工等している図表等）には、別途、第三者からの許諾が必要になることがあります。利用者の責任において、第三者が権利を有している部分を確認し、当該第三者から利用の許諾を得てください。

上記は、著作権法上認められている引用などの利用について、制限するものではありません。

目 次

| | |
|--|----|
| 第1章 調査, 検討の考え方 | 1 |
| 1.1 検討の進め方 | 1 |
| 1.2 実施項目と手順 | 2 |
| 第2章 検討のよりどころとなる情報の整理 | 4 |
| 2.1 好ましい地質環境特性 | 4 |
| 2.1.1 閉じ込め機能の観点からの好ましい地質環境特性 | 4 |
| 2.1.2 地下施設の建設可能性の観点からの好ましい地質環境特性 | 5 |
| 2.2 既往の処分場概念に設定された地質環境特性 | 6 |
| 第3章 文献調査対象地区における地層・岩体の分布の把握 | 8 |
| 3.1 陸域 | 8 |
| 3.2 海域 | 11 |
| 3.3 主な検討対象となる地層・岩体の抽出 | 13 |
| 第4章 地質環境特性に関する情報の収集・整理 | 19 |
| 4.1 情報の収集方法 | 19 |
| 4.2 閉じ込め機能に関する特性 | 22 |
| 4.2.1 地温 | 22 |
| 4.2.2 透水係数 | 23 |
| 4.2.3 動水勾配 | 25 |
| 4.2.4 クリープ変形量 | 26 |
| 4.2.5 pH | 26 |
| 4.2.6 酸化還元電位 (ORP) | 27 |
| 4.2.7 炭酸化学種濃度 | 27 |
| 4.2.8 まとめ | 28 |
| 4.3 地下施設の建設可能性に関する特性 | 30 |
| 4.3.1 一軸圧縮強さ | 30 |
| 4.3.2 地温 | 31 |
| 4.3.3 そのほかの安全性の懸念事象に関する特性 | 31 |
| 4.3.4 まとめ | 34 |
| 第5章 閉じ込め機能の観点からの検討 | 36 |
| 5.1 熱環境 | 36 |
| 5.2 水理場 | 36 |
| 5.3 力学場 | 37 |
| 5.4 化学場 | 37 |
| 5.5 地質環境特性の長期継続性 | 37 |
| 5.6 まとめ | 38 |
| 第6章 地下施設の建設可能性の観点からの検討 | 40 |
| 6.1 空洞安定性 | 40 |
| 6.2 坑内作業環境 (地温) | 41 |

| | |
|--|-----------|
| 6.3 地下施設の収容性 | 41 |
| 6.4 そのほかの安全性に関する懸念事象..... | 42 |
| 6.5 まとめ..... | 43 |
| 第7章 地下施設設置場所として適切ではない場所の回避・より好ましい場所の選択..... | 45 |
| 7.1 地下施設設置場所に係る検討..... | 45 |
| 7.2 概要調査に向けた考え方..... | 47 |
| 引用文献..... | 49 |

図目次

| | | |
|---------|--|----|
| 図 1.2-1 | 技術的観点からの検討のうち地質環境特性の実施項目と手順..... | 3 |
| 図 3.1-1 | 文献調査対象地区およびその周辺の地質図..... | 10 |
| 図 3.2-1 | 文献調査対象地区およびその周辺の海底地質図..... | 12 |
| 図 3.3-1 | 文献調査対象地区における主な検討対象およびその上部の地層・岩体の抽出（A-A'およびB-B'断面）..... | 15 |
| 図 3.3-2 | 文献調査対象地区における主な検討対象およびその上部の地層・岩体の抽出（H-H'およびI-I'断面）..... | 16 |
| 図 3.3-3 | 文献調査対象地区における主な検討対象およびその上部の地層・岩体の抽出（G-G'断面）..... | 17 |
| 図 3.3-4 | 文献調査対象地区における主な検討対象およびその上部の地層・岩体の抽出（NS3W測線）..... | 18 |
| 図 4.1-1 | 北海道の基盤地質に基づく地帯構造区分..... | 22 |
| 図 4.2-1 | 文献調査対象地区で測定された地温の深度分布..... | 23 |
| 図 4.2-2 | 文献調査対象地区における主要河川の位置..... | 26 |
| 図 4.2-3 | 文献調査対象地区で測定された pH..... | 27 |
| 図 4.2-4 | 文献調査対象地区で測定された炭酸化学種濃度..... | 28 |
| 図 4.3-1 | 文献調査対象地区およびその周辺の地形概要..... | 33 |

表目次

| | | |
|---------|--------------------------------------|----|
| 表 2.1-1 | 好ましい地質環境特性と日本の地下深部に広く認められる特性..... | 4 |
| 表 2.1-2 | 閉じ込め機能の観点から設定した地質環境特性項目とその目安..... | 5 |
| 表 2.1-3 | 地下施設の建設可能性の観点からの地質環境特性項目と目安..... | 6 |
| 表 2.2-1 | 地層処分に係る検討において重要となる地質環境の特性値..... | 6 |
| 表 2.2-2 | 各検討対象母岩に設定された地下水の温度や水質条件の代表値の一部..... | 7 |
| 表 3.1-1 | 主要な地層・岩体の抽出とその岩種区分（陸域）..... | 9 |
| 表 3.2-1 | 主要な地層・岩体の抽出とその岩種区分（海域）..... | 11 |
| 表 3.3-1 | 文献調査対象地区に分布する主な地層・岩体とその岩種..... | 14 |
| 表 4.1-1 | 閉じ込め機能に関する地質環境特性の整理に用いた情報..... | 19 |
| 表 4.1-2 | 地下施設の建設可能性に関する地質環境特性の整理に用いた情報..... | 20 |
| 表 4.1-3 | 文献調査段階に関連する特殊な地山条件の調査方法と調査項目..... | 21 |
| 表 4.2-1 | 文献調査対象地区における地温勾配..... | 23 |
| 表 4.2-2 | 岩種区分毎の透水係数..... | 24 |
| 表 4.2-3 | 主な検討対象となる岩種の透水係数（地下 300 m 以深）..... | 24 |
| 表 4.2-4 | 文献調査対象地区における地表付近の動水勾配..... | 25 |
| 表 4.2-5 | 文献調査対象地区における地質環境特性（閉じ込め機能の観点）..... | 29 |
| 表 4.3-1 | 岩種区分毎の一軸圧縮強さ..... | 31 |

| | | |
|---------|--|----|
| 表 4.3-2 | 文献調査対象地区の周辺地域におけるトンネルの岩盤崩落の概要..... | 32 |
| 表 4.3-3 | 文献調査対象地区における地質環境特性（地下施設の建設可能性の観点）..... | 35 |
| 表 5.5-1 | 海水準変動による地質環境特性の長期変化の可能性..... | 38 |
| 表 5.6-1 | 閉じ込め機能の観点からの検討結果..... | 39 |
| 表 6.1-1 | 岩種区分毎の力学特性..... | 40 |
| 表 6.1-2 | 主な検討対象となる岩種の力学特性（地下 300 m 以深）..... | 41 |
| 表 6.1-3 | 主な検討対象の上部の岩種の力学特性（地下 300 m 以浅）..... | 41 |
| 表 6.5-1 | 地下施設の建設可能性の観点からの検討結果..... | 44 |
| 表 7.1-1 | 技術的観点からの地下施設設置場所に係る検討結果..... | 46 |
| 表 7.2-1 | 概要調査以降の調査を実施する場合に留意すべき事項..... | 48 |

添付資料

- 添付資料 A 岩種区分毎の地質環境特性（透水係数）
- 添付資料 B 岩種区分毎の地質環境特性（一軸圧縮強さ）
- 添付資料 C 水理場の概念
- 添付資料 D 熱対流が地下水流動に及ぼす影響

第1章 調査、検討の考え方

1.1 検討の進め方

文献調査開始に当たっては、原子力発電環境整備機構（以下、NUMO という。）が2020年に公表した「北海道寿都郡寿都町 文献調査計画書」（以下、文献調査計画書という。）に従って調査を進めた。その間、経済産業省資源エネルギー庁の「文献調査段階の評価の考え方」（2023）（以下、「文献調査段階の評価の考え方」という。）が策定されており、当該地域の文献調査の情報に基づく概要調査地区候補選定のための技術的観点からの検討のうち地質環境特性については、これらに沿って文献調査対象地区である寿都町における地層や岩体、断層などの分布といった地下の状況および地質環境特性に関する情報の収集・整理を行った。さらに、それらの情報と好ましいと考えられる地質環境特性（総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 地層処分技術WG（以下、地層処分技術WG という。）、2014；地層処分技術WG, 2017）や既往の処分場概念¹の設定環境（NUMO, 2021）との比較を通じて、技術的な観点から文献調査対象地区における地下施設設置場所について検討した。

「文献調査段階の評価の考え方」に示された技術的観点からの検討の考え方は、以下のとおり。

- ① 最終処分法に定められた要件への適合性の確認と同様に、技術的観点からの検討についても、地下の地質環境を対象として概要調査地区の候補を選定するために実施する。
- ② 最終処分法に定められた要件への適合性以外の技術的な観点から、最終処分を行おうとする地層（地下施設設置場所）として適切ではない場所の回避やより好ましい場所の選択について検討する。
- ③ 技術的な観点は、地層の著しい変動等の回避の次に重要となり、概要調査や精密調査においても調査事項とされている、放射性物質の閉じ込め機能に関して検討する。その上で、掘削や施設収容性等の観点からの地下施設の建設可能性についても検討する。
- ④ このような観点から、地層や岩体、断層等の分布といった地下の状況、地層処分への適性の観点からの地質環境特性を取りまとめ、地下施設設置場所としてのおおよその適性を把握する。検討の目的から、最終処分を行おうとする地層だけでなく上部を含めた周辺の地層も評価の対象とし、閉じ込め機能に関する特性についてはその継続期間も考慮する。
- ⑤ 既往の文献・データでは、地層や岩体、断層等の分布といった地下の状況については一定程度把握することが可能であるが、地層処分への適性の観点からの地質環境特性については文献調査対象地区の情報は限られていることから、周辺や同様の岩種について得られている特性を用いて推定する。
- ⑥ その上で、「科学的特性マップ」の策定時の考え方のうち「好ましい地質環境特性」や、これまでに設計や安全評価が実施されているモデルの地質環境特性と比較する。

¹ 閉鎖後長期安全性、閉鎖前安全性、工学的成立性、モニタリング、回収可能性、環境影響、社会経済的側面など、処分場に持たせようとする性質と能力（設計因子）を考慮し、評価を行う対象となる処分施設とその立地点におけるサイト環境条件に適合するように設計した処分場の仕様例を「処分場概念」とよぶ。

1.2 実施項目と手順

本調査においては、最終処分法で定められた要件に対応した項目および地熱資源の観点からの避ける場所に係る評価結果は考慮せず、文献調査対象地区全体を対象として調査、検討した。図 1.2-1 に技術的観点からの検討のうち地質環境特性で実施する項目とその手順を示す。

第2章では、1.1 に示した技術的観点からの検討のよりどころとなる情報として、最終処分を行おうとする地層²（以下、地下施設設置場所という。）として好ましい地質環境特性および既往の処分場概念に設定された地質環境特性について整理した。

第3章では、技術的観点からの検討のうち地形、地質・地質構造に関する説明書（以下、説明書「地形、地質・地質構造」という。）で作成した地質層序表、地質図および地質断面図を用いて、文献調査対象地区の陸域および海域における地層や岩体、断層などの分布を把握するとともに、主な検討対象として地下 300 m 以深に分布する地層・岩体およびその上部を含めた周辺の地層を抽出した。

第4章では、第2章および第3章の結果を踏まえて、閉じ込め機能および地下施設の建設可能性に関する検討項目を設定したうえで関連する地質環境特性の情報を収集し、第2章で整理した検討のよりどころとなる情報との比較を行いつつ、収集した情報を整理した。情報の収集に当たっては、まず文献調査対象地区における地質環境特性の情報を収集した。検討に有益な情報が得られなかった場合は、NUMO（2021）において全国を対象として収集した学術論文や関係研究機関の報告書、データベースなどから、文献調査対象地区の関連情報として同地区が位置し地史が似通っている地域の情報などを抽出して活用した。

第5章および第6章では、収集・整理した地質環境特性の情報に基づき、閉じ込め機能および地下施設の建設可能性のそれぞれの観点から設定した項目について検討した。閉じ込め機能の観点からは熱環境、水理場、力学場、化学場およびそれら地質環境特性の長期継続性に着目した。建設可能性の観点からは地下坑道周辺岩盤の安定性（以下、空洞安定性という。）、地下坑道内の作業環境（以下、坑内作業環境という。）、地下施設の収容性およびそのほかの安全性への懸念事象に着目した。

最後に、第7章で閉じ込め機能および地下施設の建設可能性の観点からの検討結果を用いて、文献調査対象地区における地下施設設置場所として適切ではない場所の回避や、より好ましい場所の選択について総合的に検討した。また、第7章では、第4章で収集・整理した地質環境特性の情報、第5章および第6章で実施した検討結果に基づき、閉じ込め機能および地下施設の建設可能性の観点から留意すべき事項、概要調査以降の調査を実施する場合において、現地調査における地質環境特性データ取得の観点から留意すべき事項について整理した。

² 本調査では地下 300 m 以深の場所とする。

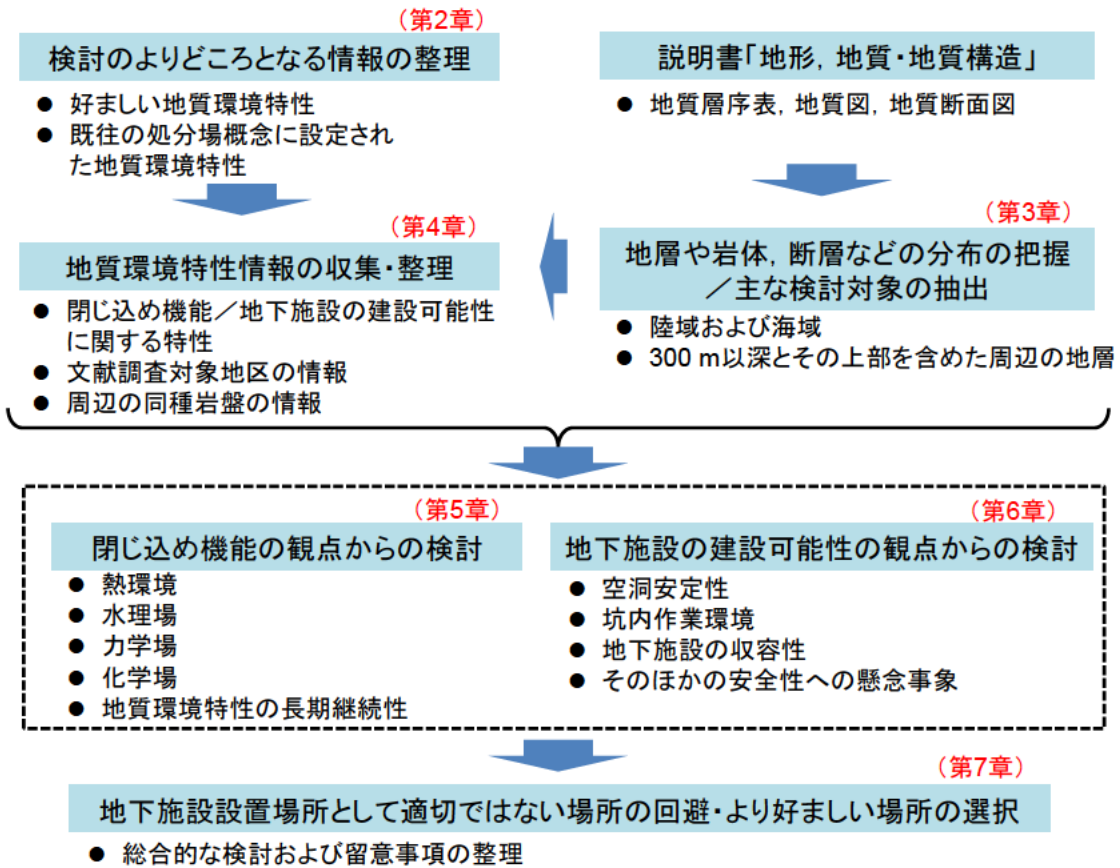


図 1.2-1 技術的観点からの検討のうち地質環境特性の実施項目と手順

第2章 検討のよりどころとなる情報の整理

2.1 好ましい地質環境特性

2.1.1 閉じ込め機能の観点からの好ましい地質環境特性

閉じ込め機能の観点からの好ましい地質環境特性については、以下に示すように熱環境、水理場、力学場、化学場ごとに示されており、それぞれについて日本の地下深部に広く認められる特性は表 2.1-1 のように整理されている（地層処分技術 WG, 2014 ; 地層処分技術 WG, 2017）。

- ・ 熱環境については、人工バリアのうち、ガラス固化体やオーバーパックとは異なり、高い耐熱性を有していない緩衝材の熱変質による閉じ込め機能の一部喪失が生じにくい条件として、「地温が低いこと」が好ましい地質環境特性とされている。
- ・ 水理場については、地下深部の地下水の流速が緩慢である場合、放射性物質の移行時間が長くなることによる放射能の減衰が見込めることから、岩盤の低い透水性と小さい動水勾配をもって「地下水流動が緩慢であること」が好ましい地質環境特性とされている。
- ・ 力学場については、地下深部における地下水の水圧や緩衝材の圧密変形に伴う反力などの外力、岩盤中の断層変位やクリープ変形によるオーバーパックの安全性を考慮して、「岩盤の変形が小さいこと」が好ましい地質環境特性とされている。
- ・ 化学場については、ガラス固化体の溶解速度の増加やオーバーパックの耐食性の低下、緩衝材および天然バリアの収着能の低下が生じにくい条件として、「地下水の水素イオン指数 (pH) が高 pH あるいは低 pH ではないこと」、「地下水が酸化性雰囲気ではないこと」および「地下水の炭酸化学種濃度が高くないこと」が好ましい地質環境特性とされている。

表 2.1-1 好ましい地質環境特性と日本の地下深部に広く認められる特性

地層処分技術 WG (2014) に基づき作成

| 好ましい地質環境特性 | | 日本の地下深部に広く認められる特性 |
|------------|---|---|
| 熱環境 | ・ 地温が低いこと。 | ・ 火山地域などの高温異常域を除けば、地温勾配は概ね 3~5°C/100 m 程度 |
| 水理場 | ・ 地下水流動が緩慢であること。 | ・ 地下深部の動水勾配は 0.001~0.01 オーダー ・ 地下深部の透水係数は 10 ⁻¹² ~10 ⁻⁶ m/s オーダー ・ 動水勾配および透水係数は深度とともに減少 |
| 力学場 | ・ 岩盤の変形が小さいこと。 | ・ 地下深部の岩盤の長期的なクリープ変形量は設計で対応可能な範囲内 |
| 化学場 | ・ 地下水の水素イオン指数 (pH) が高 pH あるいは低 pH ではないこと。 | ・ 地下深部の地下水は pH6~9 程度 |
| | ・ 地下水が酸化性雰囲気ではないこと。 | ・ 地下深部の地下水は還元性雰囲気が維持 |
| | ・ 地下水の炭酸化学種濃度*が高くないこと。 | ・ 地下深部の地下水の炭酸化学種濃度は最大 0.1 mol/dm ³ 程度 |

※ 炭酸化学種濃度：溶液中に溶存している無機炭素（炭酸塩、炭酸水素塩、炭酸、二酸化炭素）の合計の濃度

地層処分技術 WG (2017) においては、熱環境、水理場、力学場、化学場ごとに閉じ込め性能が大幅に向上するような明確な基準を設定することは難しいとしているものの、熱環境および化学場については、地下施設設置場所として好ましい可能性がある範囲となる目安が定量的に示されている (表 2.1-2)。

表 2.1-2 閉じ込め機能の観点から設定した地質環境特性項目とその目安
地層処分技術 WG (2017) に基づき作成

| 好ましい地質環境特性 | | 地質環境特性項目 | 地下施設設置場所として好ましい可能性がある範囲となる目安 |
|------------|--|--------------|---|
| 熱環境 | ・地温が低いこと。 | 地温 | ・100℃未満 (ベントナイトのイライト化による閉じ込め機能の一部喪失が生じにくいとされる目安) |
| 水理場 | ・地下水流動が緩慢であること。 | 透水係数 動水勾配 | — |
| 力学場 | ・岩盤の変形が小さいこと。 | クリープ変形量 | — |
| 化学場 | ・地下水の水素イオン指数 (pH) が高 pH あるいは低 pH ではないこと。 | pH | ・地下水が高 pH あるいは低 pH ではない (中性付近である) 場合、閉じ込め機能の一部喪失につながるガラス固化体の溶解速度の増加、緩衝材および天然バリアの取着能の低下、オーバーパックの腐食が生じにくい。 ・低 pH の下限値として 4.8 以上 (実質的な酸性領域ではないと判断できる目安) ・高 pH の上限値として 12 程度以下 (オーバーパックの腐食による閉じ込め機能の一部喪失が生じにくいとされる目安) |
| | ・地下水が酸化性雰囲気ではないこと。 | 酸化還元電位 (ORP) | ・負の値 (一部の放射性物質の溶解度が高くなる、還元性の雰囲気であると判断できる目安) |
| | ・地下水の炭酸化学種濃度*が高くないこと。 | 炭酸化学種濃度 | ・0.5 mol/dm ³ 未満 (オーバーパックの腐食による閉じ込め機能の一部喪失が生じにくいとされる目安) |

※ 炭酸化学種濃度：溶液中に溶存している無機炭素 (炭酸塩、炭酸水素塩、炭酸、二酸化炭素) の合計の濃度

2.1.2 地下施設の建設可能性の観点からの好ましい地質環境特性

地層処分技術 WG (2017) においては、地下施設の建設・操業時の安全性を確保するうえでの懸念事象として、未固結堆積物、地熱・温泉、膨張性地山、山はね、泥火山、湧水、有害ガスおよび

地震が挙げられている。これらについては、安全裕度が大きく向上するという観点からの好ましい範囲の設定は難しいとされているものの、未固結堆積物および地熱・温泉については、それぞれ空洞安定性および坑内作業環境に関して、地下施設設置場所として好ましい可能性がある範囲となる目安が定量的に示されている（表 2.1-3）。

表 2.1-3 地下施設の建設可能性の観点からの地質環境特性項目と目安
地層処分技術 WG（2017）に基づき作成

| 好ましい地質環境特性 | | 地質環境特性項目 | 地下施設設置場所として好ましい可能性がある範囲となる目安 |
|------------|------------------------------------|---------------------------------|--|
| 未固結堆積物 | ・空洞安定性が確保できること。 | 地山強度比 (一軸圧縮強さ [※]) | ・2 以上（支保工がなくとも比較的高い空洞安定性が確保できる目安） |
| 地熱・温泉 | ・坑内作業環境として、処分深度で地温が 45℃以下を確保できること。 | 地温 | ・45℃以下（大規模な冷房設備の導入を行わない坑道換気によって、法令（労働安全衛生規則）で定められる温度（37℃）以下に維持できる目安） |

※ 一軸圧縮強さ：地山強度比の算出に用いるため、地質環境特性項目として設定

2.2 既往の処分場概念に設定された地質環境特性

本調査で収集・整理した地質環境特性と比較するために既往の処分場概念の設定環境として、NUMO（2021）に示された日本の代表的な岩種の地質環境特性を抽出した。

NUMO（2021）では、サイト選定のために実施する地質環境調査、評価のそれぞれの項目を踏まえて、処分場の工学的成立性（建設可能性や容易性など）および閉鎖後長期の安全性（地下水流動や核種移行・遅延など）に係る検討において重要となる地質環境の特性値（透水係数、有効間隙率、熱伝導率および一軸圧縮強さ）が整理されている（表 2.2-1）。また、日本の地下深部で認められる地下水の塩分濃度の高低を考慮しつつ、検討対象母岩毎に地下水の温度や水質の代表値が設定されている（表 2.2-2）。

表 2.2-1 地層処分に係る検討において重要となる地質環境の特性値
NUMO（2021）を編集

| 時代 | 新第三紀 | 先新第三紀 | 新第三紀・ 先新第三紀 | 新第三紀・ 先新第三紀 | |
|--------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 岩種 | 堆積岩類 | 堆積岩類 | 火山岩類 | 深成岩類 | 変成岩類 |
| 透水係数の代表値 ^{※1} [m/s] | 2.9×10 ⁻⁷ | 4.7×10 ⁻⁷ | 2.1×10 ⁻⁷ | 5.5×10 ⁻⁸ | 4.3×10 ⁻⁸ |
| 有効間隙率の代表値 ^{※2} [%] | 25～27 | 3.5～6.8 | 5.4～7.9 | 0.8～1.5 | 1.2～6.8 |
| 熱伝導率の代表値 ^{※2} [W/m K] | 1.6～1.8 | 1.4～1.5 | 2.4～2.5 | 2.8～2.9 | 3.3 |
| 一軸圧縮強さの代表値 ^{※2} [MPa] | 9～28 | 74～90 | 92～106 | 108～110 | 55～66 |

※1 代表値として対数平均値を示す。

※2 代表値として平均値と中央値を閾値とした幅を示す（特性値のばらつきの幅や偏りなどを考慮）。

表 2.2-2 各検討対象母岩に設定された地下水の温度や水質条件の代表値の一部
NUMO (2021) を編集

| 検討対象母岩 | | 深成岩類 | | 新第三紀堆積岩類 | | 先新第三紀堆積岩類 | |
|--------|------|--------|--------|----------|--------|-----------|--------|
| 地下水 | | 低 Cl濃度 | 高 Cl濃度 | 低 Cl濃度 | 高 Cl濃度 | 低 Cl濃度 | 高 Cl濃度 |
| 温度 | [°C] | 45 | 45 | 30 | 30 | 45 | 45 |
| pH | [-] | 8.16 | 7.56 | 8.38 | 6.54 | 8.15 | 6.33 |
| Eh | [mV] | -301 | -259 | -282 | -168 | -289 | -171 |

第3章 文献調査対象地区における地層・岩体の分布の把握

3.1 陸域

説明書「地形、地質・地質構造」で作成した地質図（図 3.1-1）を用いて、文献調査対象地区およびその周辺の陸域に分布する主要な地層・岩体を抽出したうえで、NUMO（2021）に示された日本の代表的な岩種を参考にしつつ、地質環境特性を整理する際の岩種に区分した（表 3.1-1）。

岩種の区分は、文献調査対象地区およびその周辺の陸域に分布する主要な地質の年代や岩相などに基づき設定した。主要な地質のうち、沖積堆積物、段丘堆積物および崖錐・地すべり堆積物、瀬棚層は第四紀堆積岩類に、磯谷溶岩は第四紀火山岩類に区分した。ガロ川噴出物層、永豊層および黒松内層は新第三紀鮮新世の堆積岩類および火山岩類に区分した。磯谷層、八雲層、寿都層および大平川層は新第三紀中新世の堆積岩類および火山岩類に区分した。貫入岩VI（石英斑状デイサイト）は新第三紀中新世火山岩類に、泊川コンプレックスは先新第三系基盤岩類に区分した。

また、説明書「地形、地質・地質構造」の検討結果に基づくと、文献調査対象地区およびその周辺の特徴的な地層として寿都層、磯谷層およびガロ川噴出物層などにハイアロクラスタイト（水冷破碎岩）が分布する。ハイアロクラスタイトについては、NUMO（2021）において新第三紀・先新第三紀の火山岩類に含まれており、特に区分されていないが、ここでは文献調査対象地区およびその周辺地域に広く分布し以下のような特徴があることから、新第三紀鮮新世および中新世の火山岩類とは区別して情報を整理した。

- ・ 山岸（1994）では、「ハイアロクラスタイトは溶岩や岩脈の水冷収縮破壊による火砕岩の一種」と定義されている。また、山岸（1994）における水中火山のモデルでは、水中溶岩、フィーダー岩脈、ハイアロクラスタイトが混在する海山の断面が図示されており、海底火山噴出物およびそれに伴う二次堆積物であるハイアロクラスタイトの地質環境特性の変化が水平および鉛直方向共に大きいことが想定される。
- ・ 米田ほか（2002）では、地表付近ではあるものの、文献調査対象地区に比較的近い積丹半島に分布する火砕岩類やハイアロクラスタイトについて、工学的な分類上不均質軟岩に相当する岩盤であり、礫の粒径や礫と基質部との構成割合が非常に不規則で変化に富み岩相変化が著しいことや、火砕岩の角礫部分は概ね緻密な火山岩片であるが基質部分は比較的脆弱で時として多孔質であることが特徴として挙げられている。

なお、収集した文献情報に示された地層・岩体がハイアロクラスタイトに該当するかの判断は、上記の理由により難しいことから、文献情報において「ハイアロクラスタイト」もしくは「水冷破碎岩」の表記があり、ハイアロクラスタイトに相当すると類推できるもののみをハイアロクラスタイトに区分した。

表 3.1-1 主要な地層・岩体の抽出とその岩種区分（陸域）

| 文献調査対象地区およびその周辺の 陸域に分布する主要な地層・岩体 | | 岩種区分 | |
|-------------------------------------|------------------------|---|--------------------------|
| 第四紀完新世 | 沖積堆積物 | 第四紀 | 堆積岩類 |
| 第四紀中期～ 後期更新世 | 段丘堆積物および 崖錐・地すべり堆積物 | | |
| 新第三紀鮮新世～ 第四紀中期更新世 | 瀬棚層 | | |
| 新第三紀鮮新世～ 第四紀前期更新世 | 磯谷溶岩 | 第四紀 | 火山岩類 |
| 新第三紀鮮新世 | ガロ川噴出物層 | 新第三紀 鮮新世 | 堆積岩類，火山岩類， ハイアロクラスタイト |
| 新第三紀後期中新世 ～ 第四紀前期更新世 | 黒松内層 | | |
| 新第三紀後期中新世 ～鮮新世 | 永豊層 | | |
| 新第三紀後期中新世 | 磯谷層 | 新第三紀 中新世 | 堆積岩類，火山岩類， ハイアロクラスタイト |
| | 八雲層 | | |
| 新第三紀後期中新世 | 寿都層 | | |
| 新第三紀中期中新世 | 大平川層 | | |
| 新第三紀後期中新世 | 貫入岩VI (石英斑状デイサイト) | 新第三紀 中新世 | 火山岩類 |
| 中生代 | 泊川コンプレックス | 先新第三系基盤岩類 (古第三紀，中生代，古生代の火山岩類， 深成岩類，変成岩類，付加コンプレックスや 堆積岩類) | |

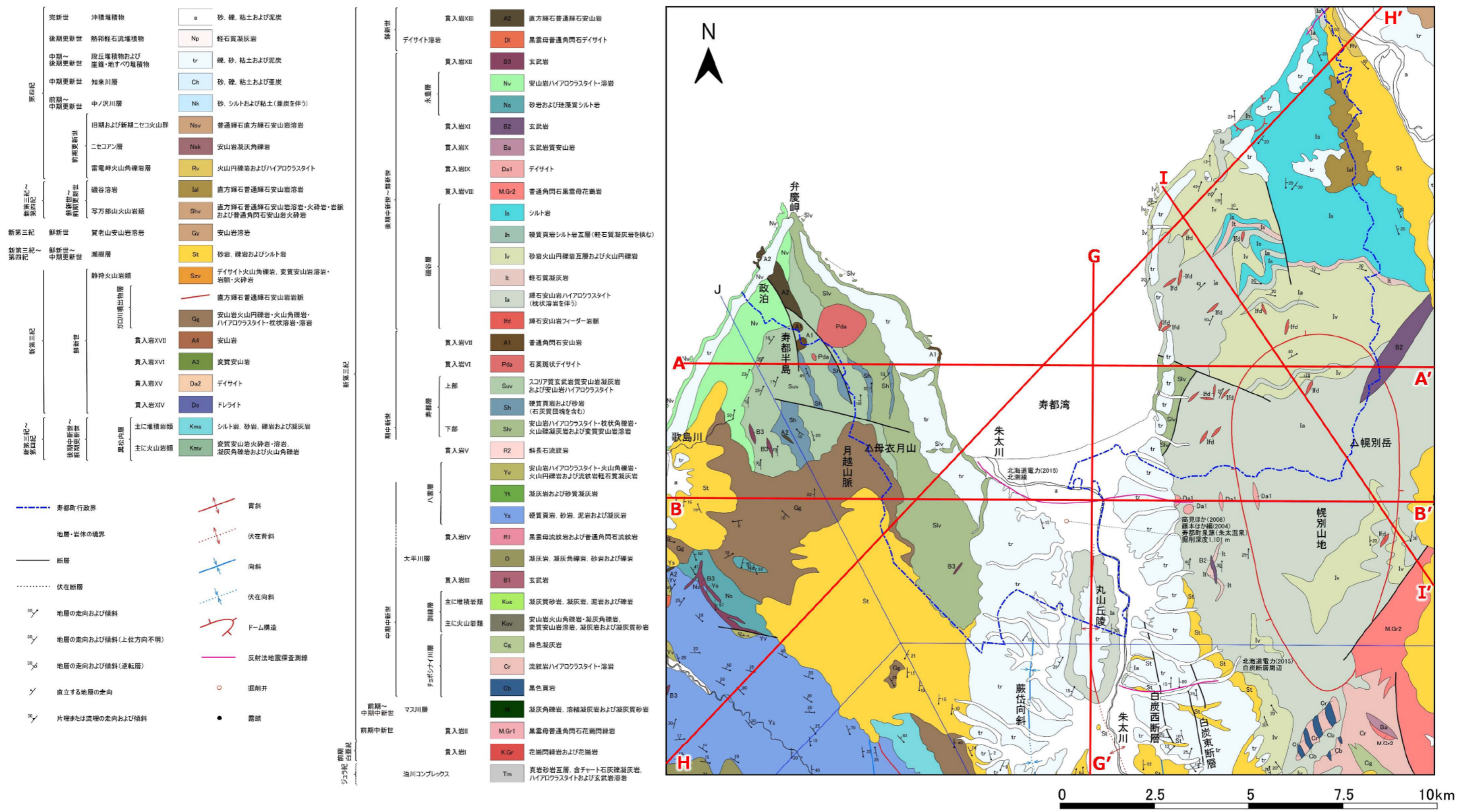


図 3.1-1 文献調査対象地区およびその周辺の地質図

説明書「地形、地質・地質構造」に示す寿都町および周辺地域陸域地質図から一部抜粋し編集。地質図は鈴木ほか(1981)、山岸ほか(1976)、山岸(1984)、久保ほか(1983)、久保ほか(1988) ©日本地質学会、黒沢ほか(1993)、石田(1983)、岡・三谷(1981)、鈴木ほか(1967)、北海道電力(2015)、高見ほか(2008)、藤本ほか編(2004)、鈴木ほか編(1995)、酒匂ほか(1976)、石油技術協会(1993)および楢原ほか(2013)を参照し、編集して作成。寿都町行政界は「国土数値情報(行政区域データ)」(国土交通省)に基づく。図中に示したA-A位置、B-B位置、H-H位置、I-I位置およびG-G位置の断面図は図3.3-1～図3.3-3に示す。

3.2 海域

説明書「地形、地質・地質構造」で作成した海底地質図（図 3.2-1）を用いて、文献調査対象地区およびその周辺の海域に分布する主要な地層・岩体を抽出したうえで、NUMO（2021）に示された日本の代表的な岩種を参考にしつつ、地質環境特性を整理する際の岩種に区分した（表 3.2-1）。

岩種の区分は、文献調査対象地区およびその周辺の海域に分布する地質の年代や岩相などに基づき設定した。V層およびVI層については、堆積岩類と火山岩類を区分するための情報がないため、堆積岩類または火山岩類が分布すると仮定した。

表 3.2-1 主要な地層・岩体の抽出とその岩種区分（海域）

| 文献調査対象地区およびその周辺の海域に 分布する主要な地層・岩体 | | 岩種区分 | |
|-------------------------------------|---|-------------|-------------------|
| 第四紀完新世 | I層：泥および砂を主体とする 未固結の堆積物 | 第四紀 | 堆積岩類 |
| 第四紀後期更新世 | II層：泥、砂およびその互層を主 体とする未固結または半固結の 堆積物 | | |
| 第四紀前期～ 中期更新世 | III層：泥、砂およびその互層を主 体とする半固結の堆積物 | | |
| 第四紀前期更新世以降 | IV層：半固結または固結した泥 岩、砂岩などを含む堆積岩 | | |
| 新第三紀鮮新世～ 第四紀前期更新世 | V層：半固結または固結した泥 岩、砂岩などを含む堆積岩また は火山岩類 | 新第三紀 鮮新世 | 堆積岩類 (または火山岩類) |
| 古第三紀始新世～ 新第三紀後期中新世 | VI層：固結した泥岩、砂岩など を含む堆積岩または火山岩類 | 新第三紀 中新世 | 堆積岩類 (または火山岩類) |

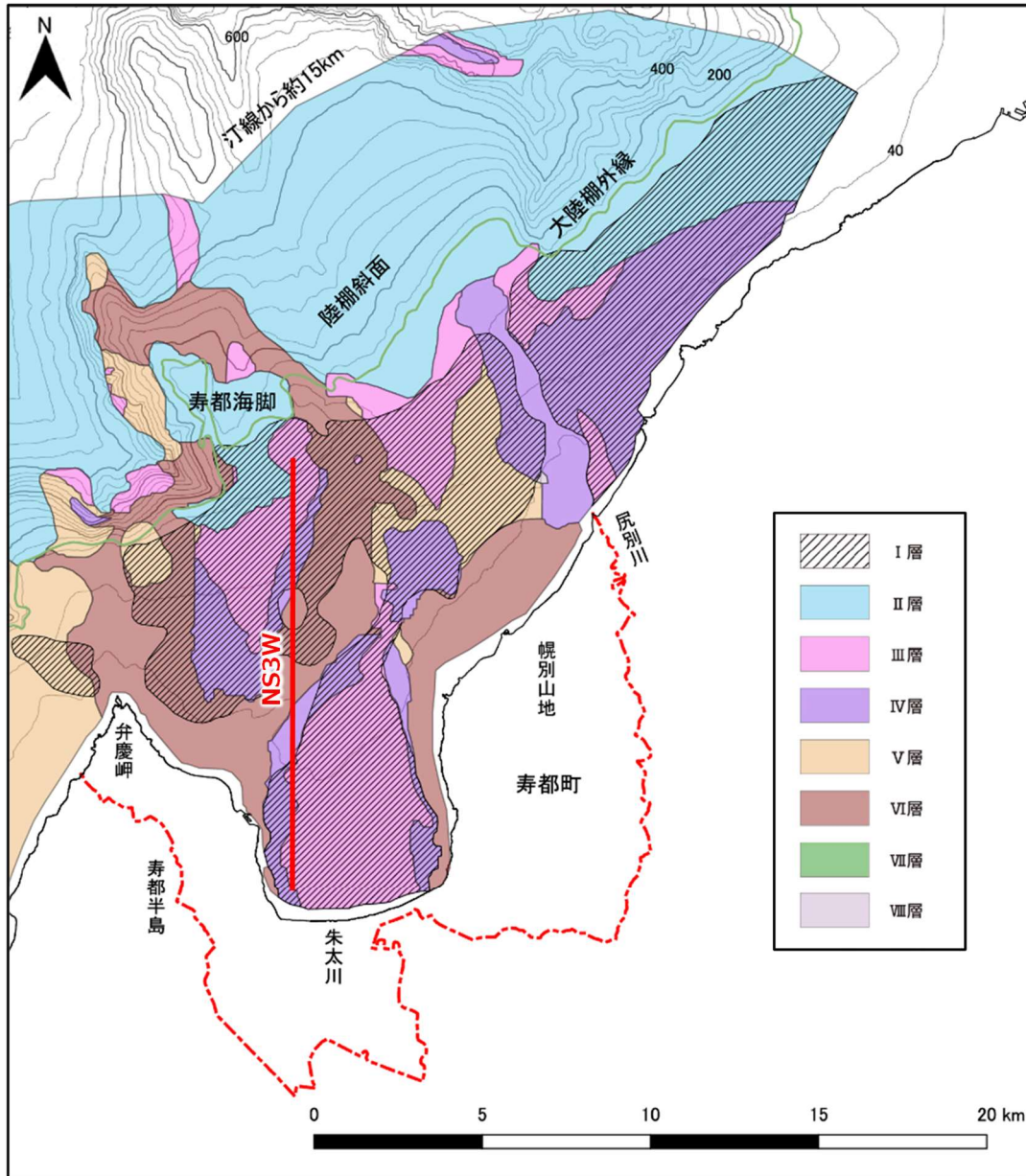


図 3.2-1 文献調査対象地区およびその周辺の海底地質図

説明書「地形、地質・地質構造」に示す寿都町周辺海域海底地質図から一部抜粋し編集。地質図は北海道電力（2015）を参照して作成。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。海域の等深線は日本水路協会発行 M7000 シリーズに基づき作成（（一財）日本水路協会承認 第 2021006 号）。図中に示した NS3W 測線の断面図は図 3.3-4 に示す。

3.3 主な検討対象となる地層・岩体の抽出

説明書「地形、地質・地質構造」で作成した地質断面図（図 3.3-1～図 3.3-4）を用いて、地層処分の対象深度となる地下 300 m 以深において想定する地下施設の規模を踏まえ、数 km²程度以上の広がりをもって分布すると考えられる地層・岩体を主な検討対象として抽出した。また、地下施設の建設可能性の観点からの空洞安定性について検討するために、深度に関わらずそれらの上部に分布する地層・岩体を抽出した。表 3.3-1 には抽出した地層・岩体を一覧として整理するとともに、表 3.1-1 および表 3.2-1 に示す岩種区分に対応させた。

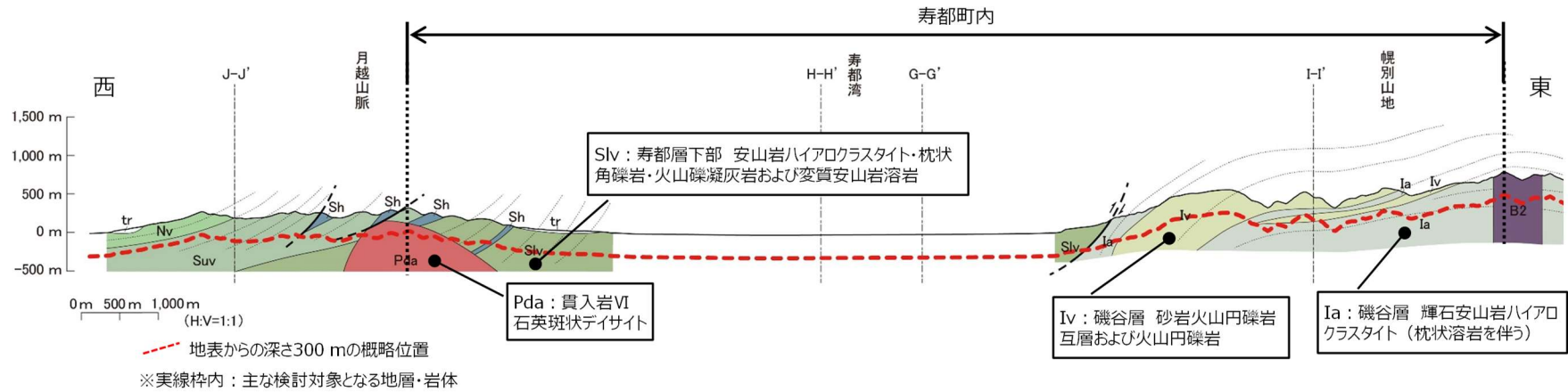
主な検討対象となる地層・岩体として、文献調査対象地区の陸域における地下 300 m 以深には磯谷層および寿都層下部が広く分布している。磯谷層は新第三紀中新世の堆積岩類およびハイアロクラスタイトに区分され、寿都層下部は新第三紀中新世ハイアロクラスタイトに区分される。

主な検討対象となる地層・岩体の上部には、主に新第三紀鮮新世火山岩類に相当するガロ川噴出物層、新第三紀鮮新世堆積岩類に相当する黒松内層および第四紀堆積岩類に相当する瀬棚層が最大数百 m の厚さで分布している。さらに、その上部地層は第四紀の段丘堆積物や沖積堆積物であり、その層厚は薄い。

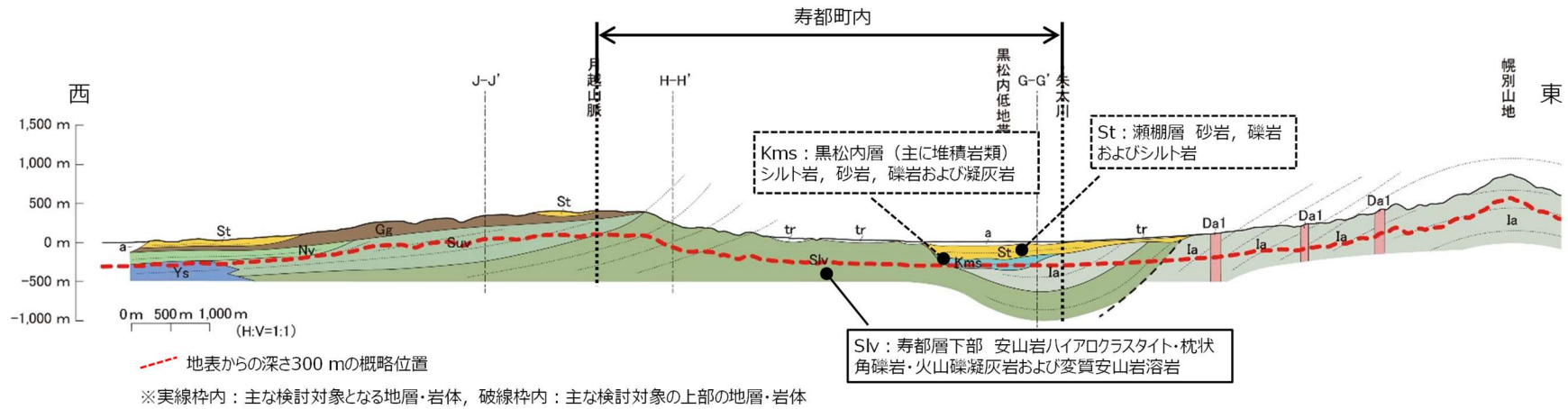
寿都湾および海域沿岸部周辺の海底下 300 m 以深には主な検討対象となる地層・岩体として、新第三紀中新世堆積岩類（または火山岩類）に相当するVI層が広く分布している。また、主な検討対象となる地層・岩体であるVI層の上部地層は主に第四紀のIV層およびIII層であり、それらの層厚は推定されている範囲で最大 150 m 程度である。

表 3.3-1 文献調査対象地区に分布する主な地層・岩体とその岩種

| 地域 | 深度 | 地層・岩体名 | | 記号 | 岩種区分 | |
|-----|---------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------|-----------------------|------------------------------|
| 陸域 | 地下 300 m 以深に広く分布し、主な検討対象となる地層・岩体 (推定) | 磯谷層 | シルト岩 | Is | 新第三紀中新世 堆積岩類 | |
| | | | 砂岩火山円礫岩互層および火山円礫岩 | Iv | | |
| | | | 輝石安山岩ハイアロクラスタイト (枕状溶岩を伴う) | Ia | 新第三紀中新世 ハイアロクラスタイト | |
| | | 寿都層下部 | 安山岩ハイアロクラスタイト・枕状角礫岩・火山礫凝灰岩および変質安山岩溶岩 | Slv | | |
| | | 貫入岩VI | 石英斑状デイサイト | Pda | 新第三紀中新世 火山岩類 | |
| | 主な検討対象の上部の地層・岩体 (推定) | 沖積堆積物 | 砂, 礫, 粘土および泥炭 | a | 第四紀堆積岩類 | |
| | | 段丘堆積物および崖錐・地すべり堆積物 | 砂, 礫, 粘土および泥炭 | tr | | |
| | | 瀬棚層 | 砂岩, 礫岩およびシルト岩 | St | | |
| | | ガロ川噴出物層 | 安山岩火山円礫岩・火山角礫岩・ハイアロクラスタイト・枕状溶岩・溶岩 | Gg | 新第三紀鮮新世 火山岩類 | |
| | | 黒松内層 (主に堆積岩類) | シルト岩, 砂岩, 礫岩および凝灰岩 | Kms | 新第三紀鮮新世 堆積岩類 | |
| | 海域 | 海底下 300 m 以深に広く分布し、主な検討対象となる地層・岩体 (推定) | VI層 | 固結した泥岩, 砂岩などを含む堆積岩または火山岩類 | — | 新第三紀中新世 堆積岩類 (または火山岩類) |
| | | 主な検討対象の上部の地層・岩体 (推定) | III層 | 泥, 砂およびその互層を主体とする半固結の堆積物 | — | 第四紀堆積岩類 |
| IV層 | | | 半固結または固結した泥岩, 砂岩などを含む堆積岩 | — | | |



(a) A-A'断面



(b) B-B'断面

図 3.3-1 文献調査対象地区における主な検討対象およびその上部の地層・岩体の抽出（A-A'およびB-B'断面）

説明書「地形、地質・地質構造」に示す寿都町および周辺地域陸域推定地質断面図（図 3.1-1 およびボーリングデータなどに基づき NUMO が推定）から一部抜粋、編集し、地質の凡例および注釈を加筆。断面位置は図 3.1-1 を参照。陸域地形は国土地理院数値標高データに基づき作成（測量法に基づく国土地理院長承認（使用）R 5JHs 154）。海域地形は日本水路協会発行 M7000 シリーズに基づき作成（（一財）日本水路協会承認 第 2021006 号）。

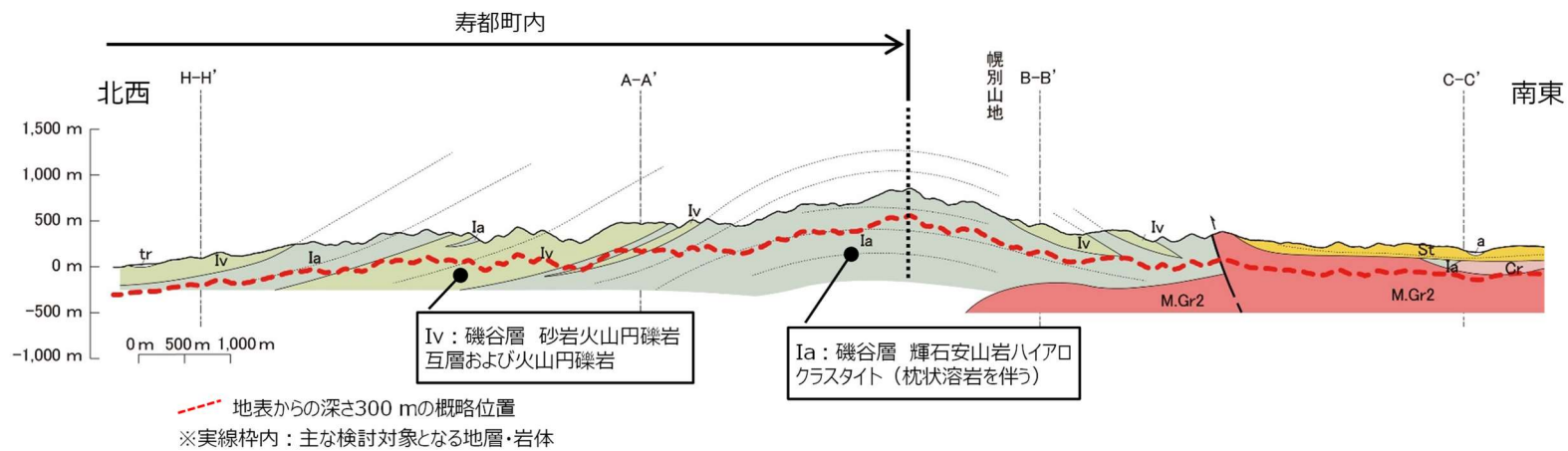
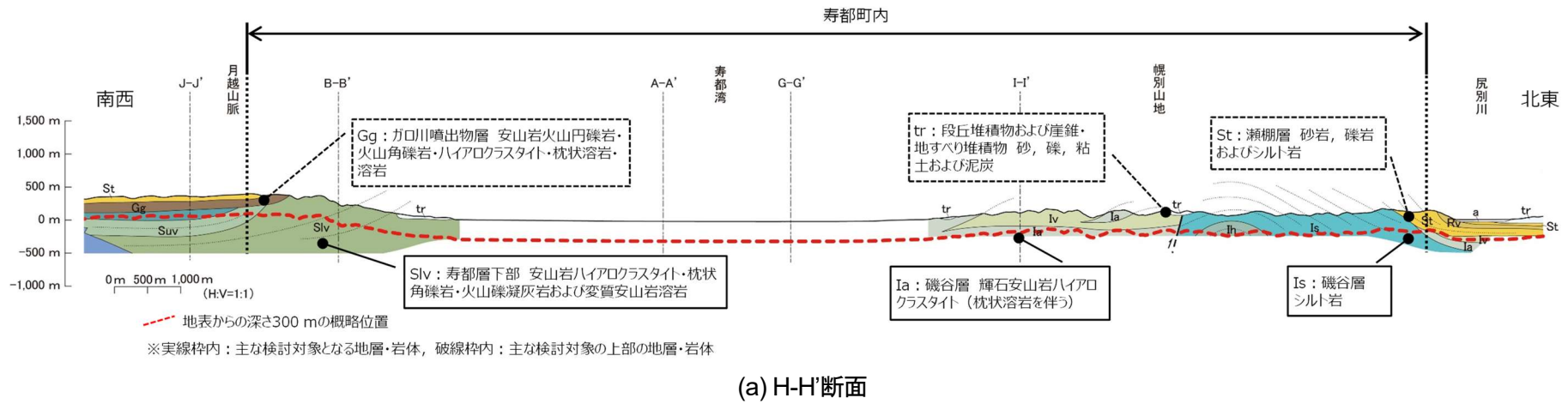


図 3.3-2 文献調査対象地区における主な検討対象およびその上部の地層・岩体の抽出（H-H'およびI-I'断面）

説明書「地形、地質・地質構造」に示す寿都町および周辺地域陸域推定地質断面図（図 3.1-1 およびボーリングデータなどに基づき NUMO が推定）から一部抜粋、編集し、地質の凡例および注釈を加筆。断面位置は図 3.1-1 を参照。陸域地形は国土地理院数値標高データに基づき作成（測量法に基づく国土地理院長承認（使用）R 5JHs 154）。海域地形は日本水路協会発行 M7000 シリーズに基づき作成（（一財）日本水路協会承認 第 2021006 号）。

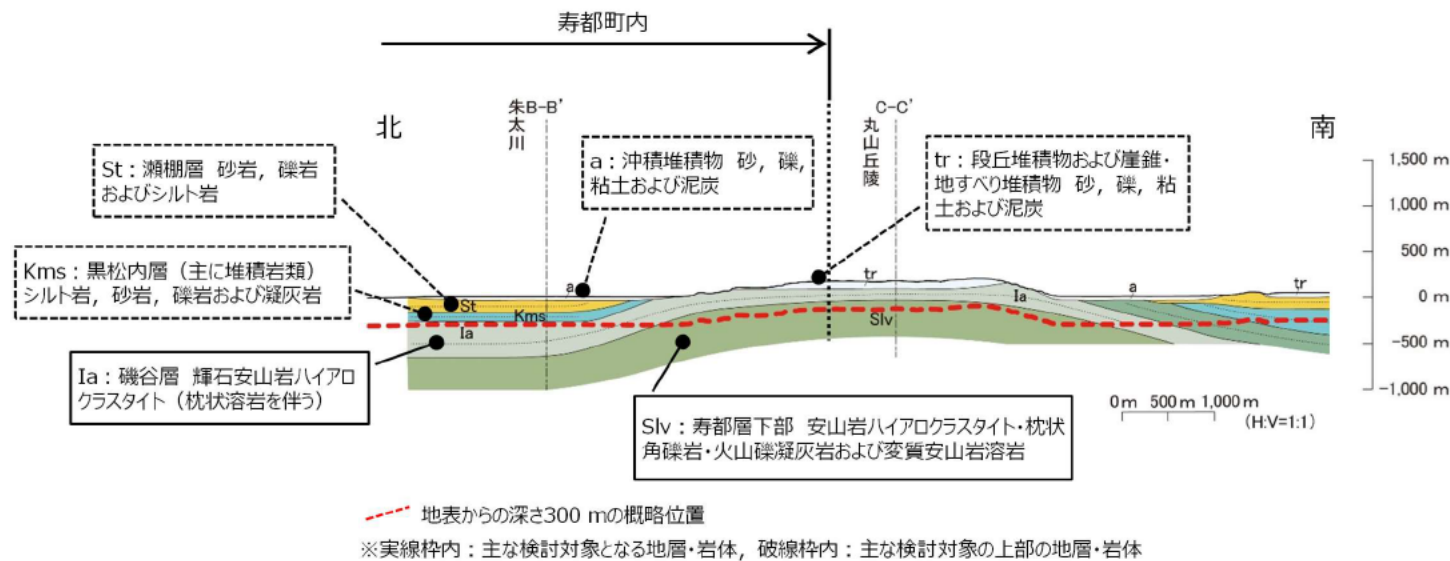


図 3.3-3 文献調査対象地区における主な検討対象およびその上部の地層・岩体の抽出 (G-G'断面)

説明書「地形、地質・地質構造」に示す寿都町および周辺地域陸域推定地質断面図 (図 3.1-1 およびボーリングデータなどに基づき NUMO が推定) から一部抜粋、編集し、地質の凡例および注釈を加筆。断面位置は図 3.1-1 を参照。陸域地形は国土地理院数値標高データに基づき作成 (測量法に基づく国土地理院長承認 (使用) R 5JHs 154)。海域地形は日本水路協会発行 M7000 シリーズに基づき作成 ((一財) 日本水路協会承認 第 2021006 号)。

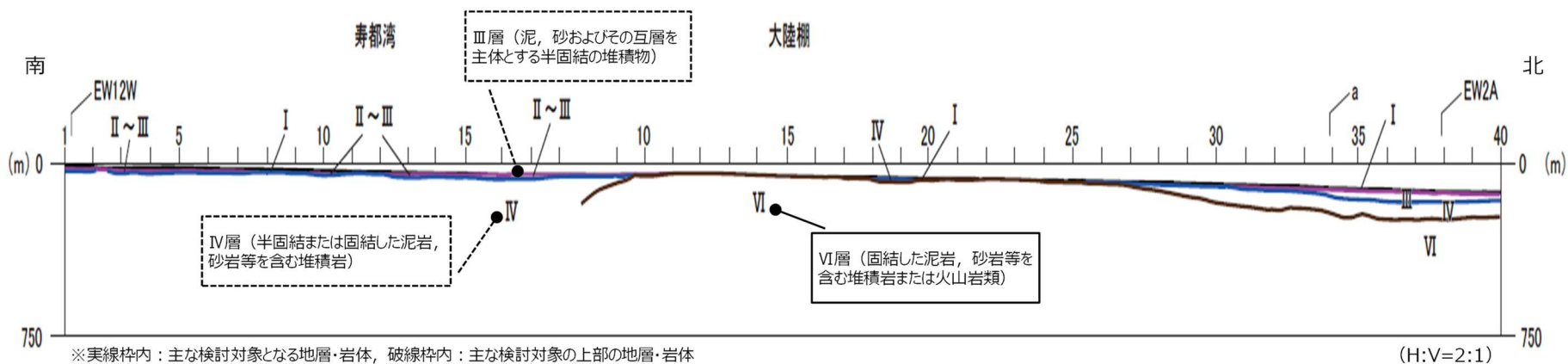


図 3.3-4 文献調査対象地区における主な検討対象およびその上部の地層・岩体の抽出 (NS3W 測線)

説明書「地形、地質・地質構造」に示す寿都町周辺海域海底地質断面図から一部抜粋および縦横比を2:1に修正し、地質の凡例および注釈を加筆。断面位置は図 3.2-1 を参照。地質断面図は北海道電力 (2013, 2015) を参照して作成。

第4章 地質環境特性に関する情報の収集・整理

4.1 情報の収集方法

表 4.1-1 および表 4.1-2 に、閉じ込め機能および地下施設の建設可能性に関する地質環境特性を整理するために用いた情報を示す。

表 2.1-2 に示した閉じ込め機能に関する地質環境特性のうち、地温、pH および炭酸化学種濃度の3項目については、文献調査対象地区の情報をを用いた。動水勾配については、直接的な情報が得られなかったため、文献調査対象地区を流れる河川の標高差から地表付近の動水勾配を推定した。透水係数については、文献調査対象地区で情報が得られなかったため、同地区を含む周辺の同種岩盤の情報をを用いた。また、クリープ変形量および酸化還元電位（以下、ORP という。）の2項目については、文献調査対象地区および周辺の同種岩盤ともに情報が得られなかった。

表 2.1-3 に示した地下施設の建設可能性に関する地質環境特性のうち、地山強度比を算出するために必要となる一軸圧縮強さについては、文献調査対象地区で情報が得られなかったため、同地区を含む周辺の同種岩盤の情報をを用いた。地温は閉じ込め機能の観点と同様に、文献調査対象地区の情報をを用いた。また、地下施設の収容性の検討には、3.3 で抽出した文献調査対象地区における主な検討対象となる地層・岩体の分布情報をを用いた。

そのほかの安全性に関する懸念事象については、個別地域における調査方法などを把握するために「科学的特性マップ」策定の際にも参照されたトンネル標準示方書（土木学会，2016）の特殊な地山条件（表 4.1-3）を参照し、文献調査に相当する調査方法である「資料調査」および「地形判読」が、有効もしくは場合によって有効とされる「地すべり、崩壊地形」、「土被り」および「断層、褶曲」などを中心に検討項目を設定した。それらの検討項目については、表 4.1-2 に示す各説明書の検討結果を活用するとともに関連する情報を収集した。

日本地質学会編（2010）によると、文献調査対象地区およびその周辺地域は中生代の付加体を基盤とし、地表付近には新第三紀から第四紀の火山岩類および堆積岩類が広く分布しており、北海道の基盤地質に基づく地帯構造区分では、同地域は「渡島帯」に位置する（図 4.1-1）。そこで、文献調査対象地区が位置し地史が似通っている「渡島帯」の分布範囲で取得された情報を周辺の同種岩盤の情報とした。

表 4.1-1 閉じ込め機能に関する地質環境特性の整理に用いた情報

| 閉じ込め機能に関する地質環境特性 | | 文献調査対象地区の情報 | 周辺の同種岩盤の情報 |
|------------------|---------|-----------------------------------|------------|
| 熱環境 | 地温 | ○ 噴火に関する説明書（以下，説明書「噴火」という。）を活用 | — |
| 水理場 | 透水係数 | — | ○ |
| | 動水勾配 | ○ (河川の標高差による推定) | — |
| 力学場 | クリープ変形量 | — | — |
| 化学場 | pH | ○ 説明書「噴火」の結果を活用 | — |
| | ORP | — | — |
| | 炭酸化学種濃度 | ○ | — |

表 4.1-2 地下施設の建設可能性に関する地質環境特性の整理に用いた情報

| 地下施設の建設可能性に関する地質環境特性 | | 文献調査対象地区の情報 | 周辺の同種岩盤の情報 |
|----------------------|---|---|------------|
| 空洞安定性 | 地山強度比 (一軸圧縮強さ) | — | ○ |
| 坑内作業環境 | 地温 | ○ 説明書「噴火」の結果を活用 | — |
| 地下施設の収容性 | 地層・岩体の分布 | 3.3「主な検討対象となる地層・岩体の抽出」の検討結果を活用 | |
| そのほかの安全性に関する懸念事象 | 【文献調査相当の「資料調査」,「地形判読」が有効とされる調査項目】 | | |
| | 地すべり, 崩壊地形 | ○ 地震・活断層に関する説明書(以下, 説明書「地震・活断層」という。), 隆起・侵食に関する説明書(以下, 説明書「隆起・侵食」という。)の結果を活用 | ○ |
| | 土被り | ○ 説明書「地形, 地質・地質構造」の結果を活用 | — |
| | 断層, 褶曲 | ○ 説明書「地形, 地質・地質構造」, 説明書「地震・活断層」の結果を活用 | — |
| | 【文献調査相当の「資料調査」,「地形判読」が場合によって有効とされる調査項目】 | | |
| | 地質分布, 岩質および土質 | ○ 説明書「地形, 地質・地質構造」, 第四紀の未固結堆積物に関する説明書(以下, 説明書「第四紀の未固結堆積物」という。)の結果を活用 | — |
| | 地熱, 温泉, 有害ガス | ○ 説明書「噴火」の結果を活用 | — |
| | 地下資源 | ○ 鉱物資源・地熱資源に関する説明書(以下, 説明書「鉱物資源・地熱資源」という。)の結果を活用 | — |
| | 【そのほかの調査項目】 | | |
| | 地下水(帯水層) | ○ | ○ |
| 力学的性質 | (空洞安定性で検討) | | |

表 4.1-3 文献調査段階に関連する特殊な地山条件の調査方法と調査項目

トンネル標準示方書（土木学会，2016）を編集

| 調査項目 | | 調査方法※1 | | 特殊な地山条件※2 | | | | | | |
|-------------|---------------------------------|--------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|-------|-------|-----------------|--------------------------------------|-------------------|
| | | 資料調査 | 地形判読 (空中写真、 地形図など) | 地すべりや斜面 災害の可能性が ある地山 | 褶曲 断層破砕帯、 褶曲じょう乱帯 | 未固結地山 | 膨張性地山 | 山はねが予想 される地山 | 高い地熱、 温泉、有害ガ ス、地下資源な どがある地山 | 高圧、多量の 湧水がある地山 |
| 地形 | 地すべり，崩壊地形 | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | | | |
| | 偏土圧が作用する地形 | △ | △ | ○ | | | ○ | | | |
| | 土被り | ○ | | ○ | | ○ | ○ | ○ | △ | |
| 地質構造 | 地質分布 | △ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| | 断層，褶曲 | △ | ○ | | ○ | | ○ | | ○ | |
| 岩質および 土質 | 岩質，土質名 | △ | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| | 岩相 | △ | △ | | ○ | | ○ | ○ | ○ | |
| | 割れ目など分離面 | | △ | | ○ | | ○ | ○ | ○ | |
| | 風化，変質 | | | ○ | ○ | | ○ | △ | △ | |
| | 固結度 | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | |
| 地下水 | 1 帯水層，2 地下水位， 3 透水係数，4 地下水流動 | | | 2,4○ | すべて○ | すべて○ | | 1,2,4○ | すべて○ | |
| 物理的性質 | 1 弾性波速度，2 物理特性 | | | 1,2○ | すべて○ | 2○ | すべて○ | すべて○ | 1△,2○ | |
| 力学的性質 | 1 圧縮強さなどの強度特性， 2 変形係数などの変形特性 | | | 1○ | すべて○ | すべて○ | すべて○ | 1○ | すべて△ | |
| 鉱物化学的 性質 | 1 粘土鉱物，2 スレーキング特性， 3 吸水，膨張率 | | | 1○ | すべて○ | | すべて○ | | 1,3△ | |
| そのほか | 地熱 | △ | | | | | | ○ | | |
| | 温泉 | △ | | | △ | | | ○ | | |
| | 有害ガス | △ | | | △ | | △ | ○ | | |
| | 地下資源 | △ | | | | | | △ | | |

※1 調査方法について，○：有効，△：場合によって有効

※2 特殊な地山条件について，○：把握すべき，△：場合によって把握すべき

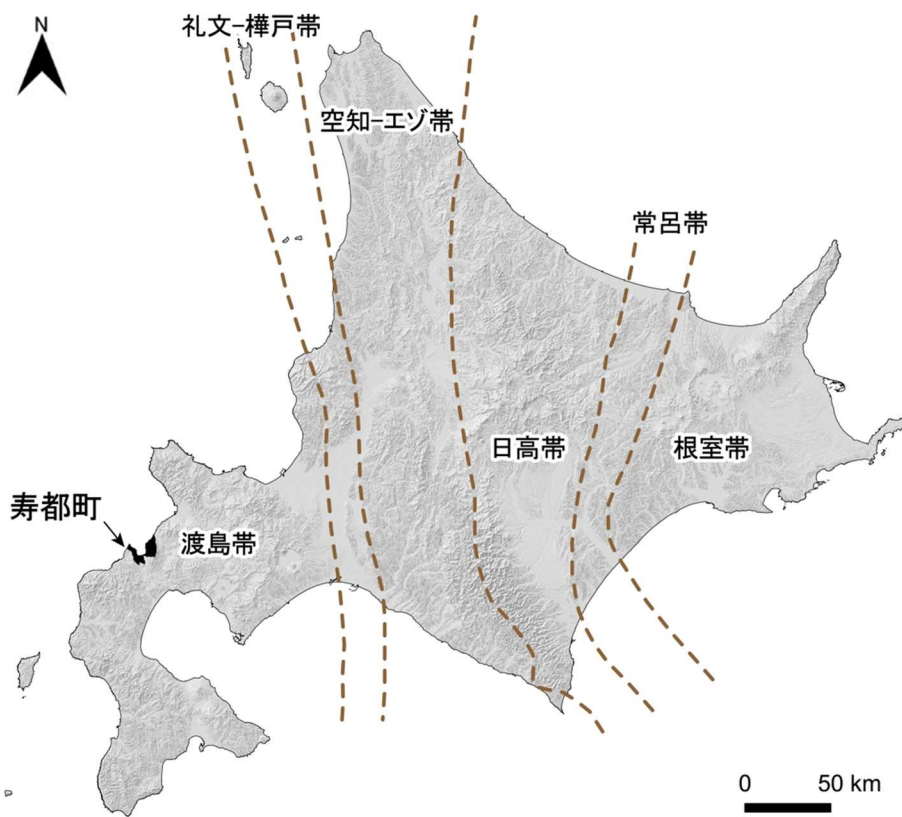


図 4.1-1 北海道の基盤地質に基づく地帯構造区分

基図は地理院タイルの陰影起伏図に基づき作成。地帯構造境界は日本地質学会編（2010）に基づき作成。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町行政境界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

4.2 閉じ込め機能に関する特性

4.2.1 地温

説明書「噴火」で収集した情報に基づき、文献調査対象地区で測定された地温の深度分布および地温勾配を再整理した（図 4.2-1 および表 4.2-1）。文献調査対象地区の中央部を流れる朱太川沿いの地温分布は深度とともに直線的に増加し、深度 500m 程度で約 38℃、深度 1,000m 程度で約 62℃の地温となる。また、地温勾配は 5.1～5.2℃/100m 程度である。

収集データに基づく、文献調査対象地区の朱太川沿いにおける地温勾配は、表 2.1-1 に示した日本の地下深部に広く認められる値（3～5℃/100m 程度）と比較するとやや高い傾向にあるが、1,000m 以浅では、表 2.1-2 に示した好ましい可能性がある範囲となる目安（100℃未満）を超える数値は測定されていない。

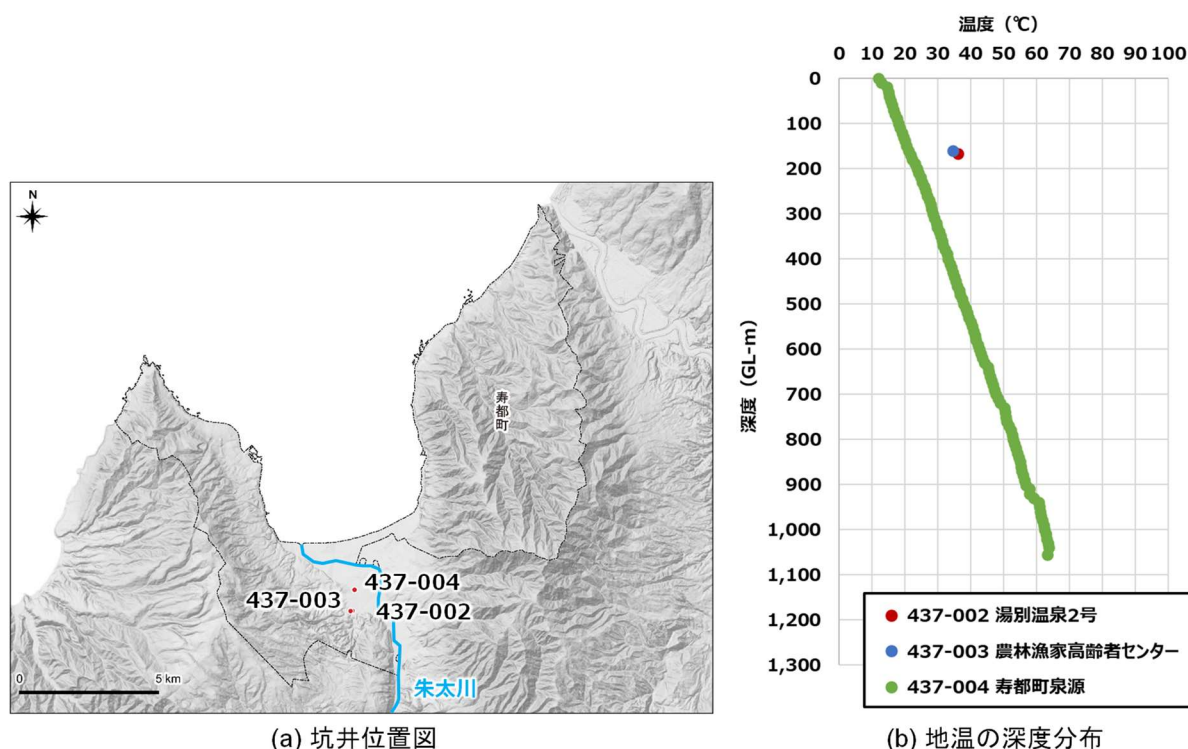


図 4.2-1 文献調査対象地区で測定された地温の深度分布

(a) 基図は地理院タイルの陰影起伏図および傾斜量図に基づき作成。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。河川流路は地理院地図（電子国土 Web）に基づき作成。図中に数字で示す坑井のコード番号は高見ほか（2008）に基づく。(b) 坑井 437-002 および 437-003 については、高見ほか（2008）、坑井 437-004 については、坂川ほか（2004）および高見ほか（2008）の地温データに基づく。

表 4.2-1 文献調査対象地区における地温勾配

| 坑井名 | 地温 ^{※1} | 地温勾配 (°C/100 m) |
|---------------|--|---------------------------------------|
| 437-004 寿都町泉源 | 深度 500 m 程度：約 38°C 深度 1,000 m 程度：約 62°C | 5.1 ^{※2} , 5.2 ^{※3} |

※1 坂川ほか（2004）、※2 若浜ほか（1995）、※3 田中ほか（2019）

4.2.2 透水係数

「渡島帯」の分布範囲（4.1 参照）で取得された透水係数のデータを収集し、表 3.1-1 に示す岩種区分に応じて整理するとともに、表 2.2-1 に示した NUMO（2021）で適用された物性値（以下、「比較値」という。）と比較した（表 4.2-2）。巻末の添付資料 A に透水係数の整理結果の詳細および透水係数のデータ抽出に用いた文献を添付する。

データ収集に当たっては、岩盤の巨視的な透水係数を把握するために原位置で実施された透水試験や揚水試験結果などを対象とした。収集した透水係数のデータの多くは、その取得深度についての情報は不明であり、取得深度の記載があるものでも最大百数十 m 程度の深さであることや、文献の記載内容から比較的浅部で取得されたことが類推できるため、地層処分の対象深度となる地下 300 m 以深の物性値とは異なる可能性があることに留意が必要である。

「比較値」に対して、文献調査対象地区およびその周辺に分布する新第三紀鮮新世の堆積岩類および火山岩類の透水係数は1オーダー程度高い傾向にある。また、新第三紀中新世の堆積岩類および火山岩類の透水係数は同程度である。

また、表 4.2-3 に文献調査対象地区の地下 300 m 以深に分布する主な検討対象となる岩種の透水係数を整理した。これらのうち、文献調査対象地区の陸域に分布する新第三紀中新世のハイアロクラスタイトおよび深成岩類については、透水係数のデータがなく透水性の推定ができない。そのほかの岩種については、陸域および海域を含めて「比較値」と同程度の透水係数 ($1.0 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ 程度) であり、水理学的には有意な違いは認められない。

表 4.2-2 岩種区分毎の透水係数

| 岩種区分 | | 透水係数 (m/s) | |
|--|------------|---------------------------------|--|
| | | 代表値 ^{※1} () 内はデータ数 | 「比較値」 ^{※2} |
| 第四紀 | 堆積岩類 | 3.8×10^{-5} (71) | — |
| | 火山岩類 | 1.2×10^{-4} (3) | — |
| 新第三紀 鮮新世 | 堆積岩類 | 3.3×10^{-6} (21) | 2.9×10^{-7} (新第三紀堆積岩類) |
| | 火山岩類 | 3.2×10^{-6} (2) | 2.1×10^{-7} (新第三紀・先新第三紀 火山岩類) |
| | ハイアロクラスタイト | — (0) | |
| 新第三紀 中新世 | 堆積岩類 | 1.2×10^{-7} (21) | 2.9×10^{-7} (新第三紀堆積岩類) |
| | 火山岩類 | 1.7×10^{-7} (16) | 2.1×10^{-7} (新第三紀・先新第三紀 火山岩類) |
| | ハイアロクラスタイト | — (0) | |
| | 深成岩類 | — (0) | 5.5×10^{-8} (新第三紀・先新第三紀 深成岩類) |
| 先新第三系基盤岩類 (古第三紀, 中生代, 古生代の火山岩類, 深成岩類, 変成岩類, 付加コンプレックスや堆積岩類) | — (0) | | |

※1 代表値として対数平均値を示す。

※2 「比較値」: NUMO (2021) で適用された物性値

表 4.2-3 主な検討対象となる岩種の透水係数 (地下 300 m 以深)

| 分布域 | 陸域 | | | 海域 | |
|---------------------------------------|---------------------------|------------|-------|---------------------------|---------------------------|
| | 新第三紀中新世 | | | | |
| 岩種区分 | 堆積岩類 | ハイアロクラスタイト | 深成岩類 | 堆積岩類 | 火山岩類 |
| 透水係数 [※] (m/s) () 内はデータ数 | 1.2×10^{-7} (21) | — (0) | — (0) | 1.2×10^{-7} (21) | 1.7×10^{-7} (16) |

※ 代表値として対数平均値を示す。

4.2.3 動水勾配

動水勾配については直接的な情報が得られなかったため、文献調査対象地区を流れる主要な河川の上流端と河口位置の標高差を水平距離で除したものを地表付近の動水勾配と仮定して推定した(表 4.2-4)。水平距離は河川上流端から河口までの直線距離として、概括的な動水勾配を算出した。

推定の結果、幌別山地周辺(文献調査対象地区東部)および月越山脈周辺(文献調査対象地区西部)においては、それぞれ0.07~0.19程度および0.05~0.12程度の値が得られ、寿都低地を流れる朱太川沿い(文献調査対象地区中央部)においては、0.001程度の値が得られた。地域的な特徴として、文献調査対象地区東部の山地部における動水勾配が最も大きく、次いで西部の山地部が大きい傾向がある。朱太川が流れる平野部の動水勾配は山地部と比較して1~2オーダー程度小さい。

表 2.1-1 に示した動水勾配(0.001~0.01 オーダー)は地下深部を対象としたものであり、上記の地表付近の動水勾配とは直接比較することはできない。一方、既存文献(核燃料サイクル開発機構, 1999)で整理された地表付近の動水勾配を参照すると、文献調査対象地区の東部および西部の動水勾配は山地相当の値(0.005~0.231(平均値0.061))と推定される。

表 4.2-4 文献調査対象地区における地表付近の動水勾配

| 地域 | No. | 河川名 ^{※1} | 標高差(m) ^{※2} | 水平距離(m) ^{※2} | 動水勾配 |
|------------------------|-----|-------------------|----------------------|-----------------------|-------|
| 幌別山地周辺 (文献調査対象地区東部) | ① | ルウベツナイ川 | 219 | 3,013 | 0.07 |
| | ② | 大二の川 | 107 | 1,339 | 0.08 |
| | ③ | 幌別川 | 581 | 7,668 | 0.08 |
| | ④ | 福士の川 | 242 | 1,947 | 0.12 |
| | ⑤ | 五郎浜の川 | 304 | 2,115 | 0.14 |
| | ⑥ | 鐘台の川 | 298 | 1,560 | 0.19 |
| | ⑦ | 潮路川 | 470 | 2,788 | 0.17 |
| 月越山脈周辺 (文献調査対象地区西部) | ⑧ | 滝ノ潤川 | 160 | 1,349 | 0.12 |
| | ⑨ | 大沢の川 | 106 | 1,343 | 0.08 |
| | ⑩ | 一三の川 | 106 | 1,382 | 0.08 |
| | ⑪ | 小川 | 171 | 2,939 | 0.06 |
| | ⑫ | 三ッ滝の川 | 261 | 4,899 | 0.05 |
| 朱太川沿い (文献調査対象地区中央部) | ⑬ | 朱太川 ^{※3} | 7 | 5,785 | 0.001 |

※1 地理院地図(電子国土 Web)に名称が記載されている河川(図 4.2-2)を抽出

※2 地理院地図(電子国土 Web)で読み取れる河川上流端と河口までの距離

※3 朱太川については、寿都町行政界南端から河口までの標高差と水平距離から動水勾配を算出

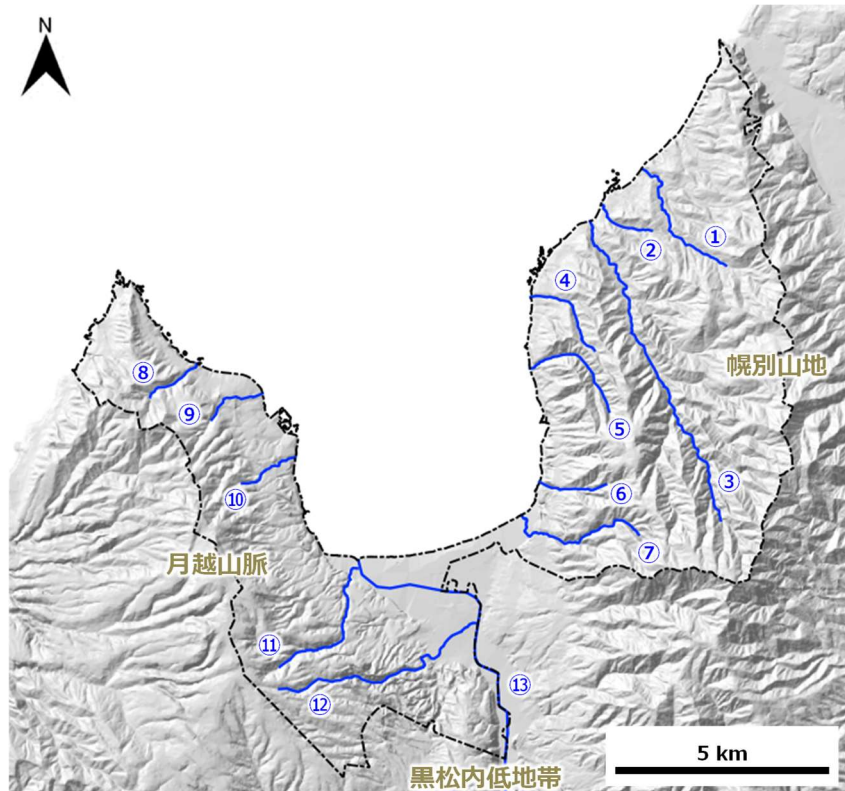


図 4.2-2 文献調査対象地区における主要河川の位置

基図は地理院タイルの陰影起伏図および傾斜量図に基づき作成。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。河川流路は地理院地図（電子国土 Web）に基づき作成。図中の番号は表 4.2-4 の河川 No. を示す。

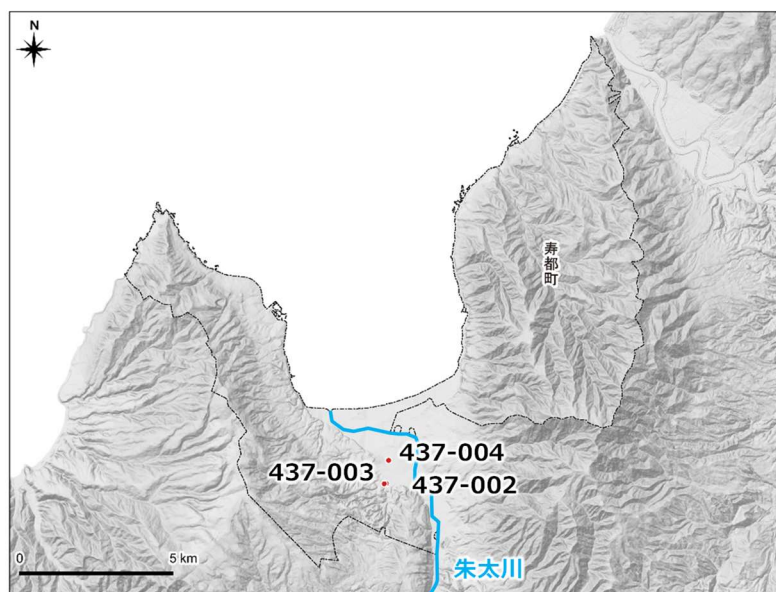
4.2.4 クリープ変形量

情報収集の結果、文献調査対象地区に関連するクリープ変形量のデータは確認されなかった。

4.2.5 pH

説明書「噴火」で収集した情報に基づき、文献調査対象地区で測定された pH を再整理した（図 4.2-3）。なお、pH が測定された深度は不明であった。これらの測定データから、朱太川沿いにおいては pH が 7.2～9.1 程度の地下水が分布していると推定される。

収集データに基づくと、文献調査対象地区の朱太川沿いの地下における pH は表 2.1-1 に示した日本の地下深部に広く認められる値（6～9 程度）と同程度であり、表 2.1-2 に示した好ましい可能性がある範囲となる目安（4.8～12 程度）を超える数値は測定されていない。



(a) 坑井位置図

(b) pH

| 坑井および場所の名称 | pH |
|------------------------|-------------------|
| 437-002 湯別温泉2号 | 9.1 ^{※1} |
| 437-003 農林漁家高齢者センター | 8.8 ^{※1} |
| 437-004 寿都町泉源 | 7.6 ^{※1} |
| 湯別微温泉 | 8.3 ^{※2} |
| 政泊冷泉 | 8.2 ^{※2} |
| 弁慶岬周辺 | 8.0 ^{※3} |
| 寿都温泉 | 7.2 ^{※4} |
| 湯別温泉 | 8.8 ^{※4} |

図 4.2-3 文献調査対象地区で測定された pH

基図は地理院タイルの陰影起伏図および傾斜量図に基づき作成。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。河川流路は地理院地図（電子国土 Web）に基づき作成。図中に数字で示す坑井のコード番号は高見ほか（2008）に基づく。湯別微温泉、政泊冷泉、弁慶岬周辺、寿都温泉、湯別温泉の位置座標が不明のため、図中には表示しない。
※1 高見ほか（2008）、※2 齊藤（1962）、※3 早川・国府谷（1968）、※4 寿都温泉ゆべつのゆホームページ

4.2.6 酸化還元電位（ORP）

情報収集の結果、文献調査対象地区に関連する ORP のデータは確認されなかった。

4.2.7 炭酸化学種濃度

図 4.2-4 に文献調査対象地区で測定された炭酸化学種濃度を示す。炭酸化学種濃度は炭酸水素イオンと炭酸イオンの値をモル質量換算で変換して算出した。なお、炭酸化学種濃度が測定された深度は不明であった。これらの測定データから、朱太川沿いにおいては炭酸化学種濃度が 0.0002～0.0035 mol/dm³ 程度の地下水が分布していると推定される。

収集データに基づくと、文献調査対象地区の朱太川沿いの地下における炭酸化学種濃度は表 2.1-1 に示した日本の地下深部に広く認められる値（最大 0.1 mol/dm³ 程度）と比べて低く、表 2.1-2 に示した好ましい可能性がある範囲となる目安（0.5 mol/dm³ 未満）を超える数値は測定されていない。

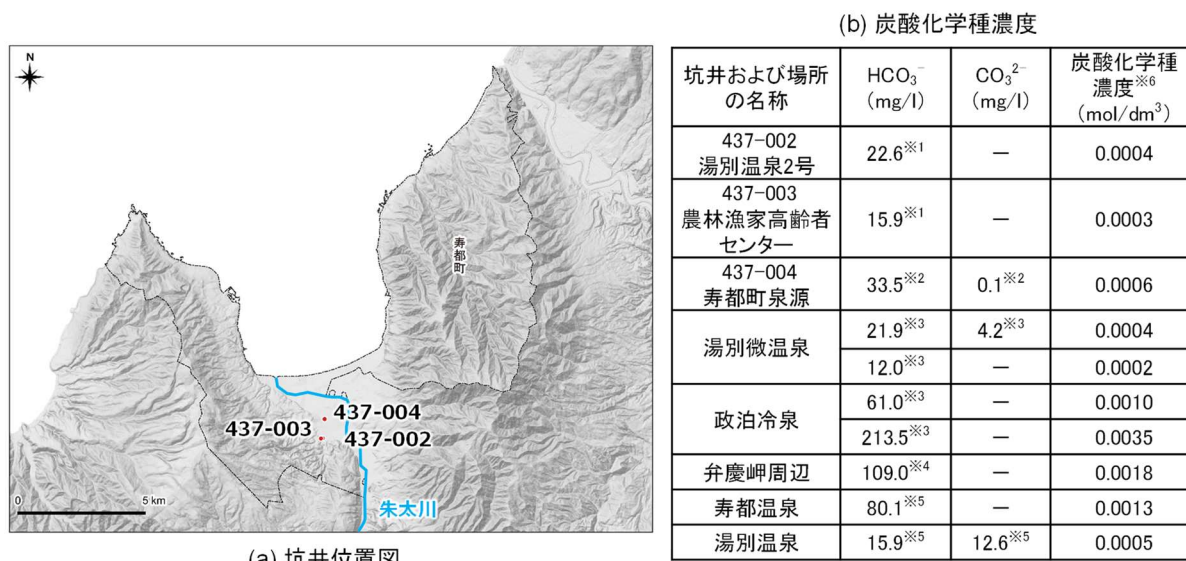


図 4.2-4 文献調査対象地区で測定された炭酸化学種濃度

基図は地理院タイルの陰影起伏図および傾斜量図に基づき作成。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。河川流路は地理院地図（電子国土 Web）に基づき作成。図中に数字で示す坑井のコード番号は高見ほか（2008）に基づく。湯別微温泉、政泊冷泉、弁慶岬周辺の位置座標が不明のため、図中には表示しない。※1 産業技術総合研究所地質調査総合センター「地熱情報データベース」、※2 松波（1995）、※3 斉藤（1962）、※4 早川・国府谷（1968）、※5 寿都温泉ゆべつのゆホームページ、※6 炭酸化学種濃度：測定された炭酸水素イオン（HCO₃⁻）および炭酸イオン（CO₃²⁻）の値をモル質量換算（6.1×10⁴ mg/mol（換算値は地層処分技術 WG（2017）を参考に設定））で変換。

4.2.8 まとめ

4.2.1～4.2.7 で収集・整理した閉じ込め機能の観点からの地質環境特性の情報を表 4.2-5 に整理した。

表 4.2-5 文献調査対象地区における地質環境特性（閉じ込め機能の観点）

| 項目 | | 地質環境特性の収集・整理結果 |
|-----|-------------|--|
| 熱環境 | 地温 | <p>【朱太川沿い（文献調査対象地区中央部）】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 深度 500 m 程度で約 38℃，深度 1,000 m 程度で約 62℃ ・ 地温勾配：5.1～5.2℃/100m（日本の地下深部に広く認められる値と比較すると，やや高い傾向） ・ 1,000 m 以浅では，好ましい可能性がある範囲となる目安（100℃未満）を超える地温は確認されていない。 |
| 水理場 | 透水係数 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 収集した透水係数のデータは比較的浅部で取得されたことが類推できるため，各岩種の代表値は地層処分の対象深度となる地下 300 m 以深の物性値とは異なる可能性がある（文献調査対象地区で取得されたデータはない）。 ・ 文献調査対象地区の陸域に分布する新第三紀中新世のハイアロクラスタイトおよび深成岩類の透水係数のデータがなく，その透水性は不明である。 ・ そのほかの岩種については，陸域および海域を含めて「比較値」*と同程度の透水係数（1.0×10^{-7} m/s 程度）であり，水理学的には有意な違いは認められない。 |
| | 動水勾配 | <p>【朱太川沿い（文献調査対象地区中央部）】 地表付近：0.001 程度</p> <p>【幌別山地周辺（文献調査対象地区東部）】 地表付近：0.07～0.19 程度</p> <p>【月越山脈周辺（文献調査対象地区西部）】 地表付近：0.05～0.12 程度</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 既存文献（核燃料サイクル開発機構，1999）で整理された地表付近の動水勾配を参照すると，文献調査対象地区の東部および西部の動水勾配は山地相当の値（0.005～0.231（平均値 0.061））であり，かつ東部の動水勾配が大きい傾向がある。 |
| 力学場 | クリープ 変形量 | (該当情報なし) |
| 化学場 | pH | <p>【朱太川沿い（文献調査対象地区中央部）】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ pH 7.2～9.1 程度 ・ 日本の地下深部に広く認められる値と整合しており，好ましい可能性がある範囲となる目安（4.8～12 程度）を超える pH は確認されていない。 |
| | ORP | (該当情報なし) |
| | 炭酸化学種 濃度 | <p>【朱太川沿い（文献調査対象地区中央部）】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 0.0002～0.0035 mol/dm³ 程度 ・ 日本の地下深部に広く認められる値と整合しており，好ましい可能性がある範囲となる目安（0.5 mol/dm³）を超える炭酸化学種濃度は確認されていない。 |

※ 「比較値」：NUMO（2021）で適用された物性値

4.3 地下施設の建設可能性に関する特性

4.3.1 一軸圧縮強さ

文献調査対象地区に分布する岩種の地山強度比を算出するために、「渡島帯」の分布範囲（4.1 参照）で取得された一軸圧縮強さのデータを収集し、表 3.1-1 に示す岩種区分に応じて整理するとともに、「比較値」との比較を行った（表 4.3-1）。巻末の添付資料 B に一軸圧縮強さのデータ整理結果の詳細およびデータを抽出した文献のリストを添付する。

収集した一軸圧縮強さのデータの多くは、その供試体の取得深度についての情報は不明であり、取得深度の記載があるものでも最大数十 m 程度の深さであることや、文献の記載内容から比較的浅部で取得されたことが類推できるため、地層処分の対象深度となる地下 300 m 以深の物性値とは異なる可能性があることに留意が必要である。

岩種区分のうち、第四紀、新第三紀鮮新世および中新世の堆積岩類と新第三紀中新世ハイアロクラスタイトが、岩盤分類基準化委員会（2004）による軟岩（一軸圧縮強さ：25 MPa 未満）に区分され、それ以外の火山岩類は硬岩（一軸圧縮強さ：25 MPa 以上）に区分される。また、新第三紀鮮新世および新第三紀中新世の堆積岩類、火山岩類ともに、その岩盤強度は「比較値」より低い傾向にある。

文献調査対象地区周辺の特徴的な岩種であるハイアロクラスタイトに着目すると、新第三紀鮮新世ハイアロクラスタイトについては、一軸圧縮強さのデータが得られず、その岩盤強度は推定できない。新第三紀中新世ハイアロクラスタイトについては 61 点のデータが得られている（添付資料 B 参照）。一軸圧縮強さの中央値と平均値の幅（10～35 MPa）を「比較値」と比較すると、新第三紀堆積岩類（9～28 MPa）に相当し、地質学的な分類である新第三紀・先新第三紀火山岩類の代表値（92～106 MPa）とは異なる。また、一軸圧縮強さのばらつきの指標として中央値と平均値の幅を中央値で割ったものを、同じ地質年代の堆積岩類、火山岩類および「比較値」である新第三紀・先新第三紀火山岩類と比較すると、新第三紀中新世ハイアロクラスタイトは $2.51 (= (35.1 \text{ MPa} - 10.0 \text{ MPa}) / 10 \text{ MPa})$ であり、堆積岩類の $1.91 (= (19.8 \text{ MPa} - 6.8 \text{ MPa}) / 6.8 \text{ MPa})$ 、火山岩類の $0.13 (= (76.5 \text{ MPa} - 67.5 \text{ MPa}) / 67.5 \text{ MPa})$ 、「比較値」の新第三紀・先新第三紀火山岩類の $0.15 (= (106 \text{ MPa} - 92 \text{ MPa}) / 92 \text{ MPa})$ より大きい。これらのことから、3.1 で前述したとおり新第三紀中新世ハイアロクラスタイトの一軸圧縮強さは、その不均質性が高いことが示唆される。

表 4.3-1 岩種区分毎の一軸圧縮強さ

| 岩種区分 | | 一軸圧縮強さ (MPa) | |
|--|------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | 代表値 ^{※1} () 内はデータ数 | 「比較値」 ^{※2} |
| 第四紀 | 堆積岩類 | 11.3 (48) | — |
| | 火山岩類 | — (0) | — |
| 新第三紀 鮮新世 | 堆積岩類 | 0.8 (13) | 9～28 (新第三紀堆積岩類) |
| | 火山岩類 | 26.5 (6) | 92～106 (新第三紀・先新第三紀 火山岩類) |
| | ハイアロクラスタイト | — (0) | |
| 新第三紀 中新世 | 堆積岩類 | 6.8 (86) | 9～28 (新第三紀堆積岩類) |
| | 火山岩類 | 67.5 (69) | 92～106 (新第三紀・先新第三紀 火山岩類) |
| | ハイアロクラスタイト | 10.0 (61) | |
| | 深成岩類 | — (0) | 108～110 (新第三紀・先新第三紀 深成岩類) |
| 先新第三系基盤岩類 (古第三紀, 中生代, 古生代の火山岩類, 深成岩類, 変成岩類, 付加コンプレックスや堆積岩類) | | — (0) | 108～110 (新第三紀・先新第三紀 深成岩類) |

※1 代表値として中央値を示す。

※2 「比較値」: NUMO (2021) で適用された物性値 (平均値と中央値を閾値とした幅を示す (特性値のばらつきの幅や偏りなどを考慮。))

4.3.2 地温

4.2.1 で整理した文献調査対象地区における地温データ (図 4.2-1) に基づくと、朱太川沿いにおいては、600 m 程度以深で表 2.1-3 に示した坑内作業環境の観点からの好ましい可能性がある範囲となる目安 (45℃以下) を超える地温となる。

4.3.3 そのほかの安全性の懸念事象に関する特性

そのほかの安全性に関する懸念事象については、表 4.1-2 に示す検討項目ごとに検討結果を整理した。

(1) 地すべり, 崩壊地形

地すべり, 崩壊地形に関しては、説明書「地震・活断層」および説明書「隆起・侵食」において調査されており、文献調査対象地区の陸域においては比較的小規模な地すべり地形が散在することが示されているとともに、将来の地すべり・崩壊の地形的兆候が月越山地および幌別山地でいくつか認められている。また、大陸棚の外縁付近を直接削剥している海底地すべりについては、岩内海底谷および茂津多海底谷の谷頭部付近のものと寿都海脚付近のものを確認することができる。

文献調査対象地区の周辺地域における地すべりや崩落に関する情報として、トンネルの岩盤崩落が報告されている（表 4.3-2：北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会，2000）。これらの岩盤崩落の誘因は背面地下水圧の増加など主に地表付近の現象とされている。

表 4.3-2 文献調査対象地区の周辺地域におけるトンネルの岩盤崩落の概要
北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会（2000）を編集

| 発生日 | 場所 | 規模 | 地質 | 誘因 |
|-----------|----------------------------|---|--|-------------------------------|
| 1996/2/10 | 国道 229 号 豊浜トンネル | ・高さ（トンネル天端から）50 m, 崩落幅 70 m, 岩盤の厚さ 13 m, 体積 11,000 m ³ | ・新第三紀中新世尾根内累層の安山岩質およびデイサイト質火砕岩 ・新第三紀中新世の海底火山活動によって形成された火砕岩からなる。 | ・背面地下水圧の増加あるいは含水比の増加に伴う岩盤強度低下 |
| 1997/8/25 | 国道 229 号 第 2 白糸 トンネル | ・高さ 130 m, 最大幅 70 m, 最大厚さ約 20 m, 体積 42,000 m ³ | ・新第三紀安山岩質火砕岩（軽石凝灰岩, 砂岩, 礫岩, 二次堆積物を含む） ・新第三紀オコツナイ層で主に水冷破碎岩からなる。 | ・8/3～14 の集中豪雨 |
| 1997/8/28 | | ・高さ 80 m, 最大幅 30 m, 最大厚さ約 20 m, 体積 14,000 m ³ | | — |

(2) 土被り

説明書「地形、地質・地質構造」に示されるとおり、文献調査対象地区を構成する主な地形は寿都湾の湾頭部に広がる寿都低地とその南側に位置する丸山丘陵、寿都低地の西側と東側に位置する月越山脈と幌別山地である（図 4.3-1）。同地区の多くは比較的急峻な月越山脈と幌別山地で構成され、特に幌別山地においては南東部の市町村境界に最高標高 892 m となる幌別岳があり、その周辺には標高 600 m 程度以上の山地部が広がっていることから、沿岸部で深度 300 m の深さを確保したうえで水平に地下施設（約 4～12 km² の占有面積（NUMO, 2021））を配置した場合、その地下施設の土被りは 1,000 m 程度に及ぶ可能性がある。



図 4.3-1 文献調査対象地区およびその周辺の地形概要

説明書「地形、地質・地質構造」に示す北海道南西部、黒松内低地帯とその周辺の地形概要図から一部抜粋し編集。地形概要図の基図は地理院タイルの陰影起伏図に基づく。高度段彩は国土地理院数値標高データに基づき作成。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町行政界は「国土数値情報（行政区画データ）」（国土交通省）に基づく。図中の三角は山頂、黒丸は標高点、数字は標高（m）を示す。

(3) 断層、褶曲

説明書「地震・活断層」においては、「断層等の基準」に該当し避ける場所は文献調査対象地区にはないものの、同地区の南方に隣接して分布する黒松内低地断層帯の一部が基準に該当し、文献調査対象地区の地下 300 m 以深に分布する可能性を指摘している。説明書「地形、地質・地質構造」および説明書「地震・活断層」の調査によると、文献調査対象地区においては、断層および褶曲構造について特に留意すべき場所は確認されていない。しかし、地質図（図 3.1-1）、地質断面図（図 3.3-1 および図 3.3-2）および説明書「地震・活断層」に示されるように、月越山脈および幌別山地にいくつかの地質断層、丸山丘陵に背斜構造、寿都低地および沿岸部に文献で示されている活断層が確認されている。これらについて、その規模や性状などの詳細は不明である。

(4) 地質分布、岩質および土質

文献調査対象地区の陸域には、4.3.3 (1) で示したトンネルの岩盤崩落が発生した場所の地質と同様のハイアロクラスタイトを含む火砕岩類が広く分布する。一方、文献調査対象地区の周辺地域においては、これらの地質を対象とした国道トンネルや北海道新幹線のトンネル工事における設計・施工実績もある（岡崎ほか，2008；中谷ほか，2019）。

また、説明書「第四紀の未固結堆積物」においては、瀬棚層を未固結堆積物に該当する地層として評価し、尻別川左岸の文献調査対象地区東側境界部付近における地下 300 m 以深の瀬棚層の分布は不明とされている。

(5) 地熱、温泉、有害ガス

説明書「噴火」においては、文献調査対象地区およびその周辺の地熱・熱水活動として、熱水変質帯や泉温などが調査されている。文献調査対象地区では480万年前より以前に形成された鉾床の周囲に熱水変質帯が分布することが示されており、それ以降の熱水活動を示す情報は確認されていない。一方で、文献調査対象地区の朱太川沿いには泉温が最大で50℃程度の温泉がある。さらに、玉生ほか(2001)によると、42℃以上の地熱流体が得られている地域であることから、文献調査対象地区の中央部は第四紀火山に関連しない地熱資源賦存地域に区分されている。

また、文献調査対象地区における有害ガスに関する情報は得られなかった。

(6) 地下資源

表 4.1-3 には示されていないが、トンネル標準示方書(土木学会, 2016)では、掘削土などに含まれる場合に環境保全の観点からの対応が必要となる「重金属など」に関して金属鉾床などへの留意が示されており、土壤環境基準(環境庁, 1991)に定めがあるカドミウム、六価クロム、水銀、セレン、鉛、ヒ素、フッ素およびホウ素が対象とされている。

説明書「鉾物資源・地熱資源」によると、文献調査対象地区にはいくつかの鉾床が確認されている。重金属については上記のうち、鉛を含む鉾床として、文献調査対象地区西部の月越山脈周辺の寿都鉾山および正荘鉾山が確認されているものの、いずれも現在は稼働していない。

(7) 地下水(帯水層)

透水係数や地下水流動に係る動水勾配については、4.2での閉じ込め機能に関する特性の検討結果を適用することとし、ここでは帯水層に着目して情報を収集した。文献調査対象地区およびその周辺地域は北海道における主要地下水区(北海道土木地質データ集作成委員会編, 2017)には該当していないものの、小原ほか編(1982)によると、黒松内低地帯周辺は被圧地下水が地域内全域総計で5,000 m³/日以上得られることが見込まれる地域として示されている。

4.3.4 まとめ

4.3.1~4.3.3で収集・整理した地下施設の建設可能性の観点からの地質環境特性の情報を表 4.3-3に整理した。

表 4.3-3 文献調査対象地区における地質環境特性（地下施設の建設可能性の観点）

| 検討項目 | | 地質環境特性の収集・整理結果 |
|------------------|---|---|
| 空洞安定性 | 一軸圧縮強さ | <ul style="list-style-type: none"> ・収集した一軸圧縮強さのデータは比較的浅部で取得されたことが類推できるため、各岩種の代表値は地層処分の対象深度となる地下 300 m 以深の物性値とは異なる可能性がある（文献調査対象地区で取得されたデータはない）。 ・第四紀、新第三紀鮮新世および中新世の堆積岩類と新第三紀中新世ハイアロクラスタイトは軟岩（一軸圧縮強さ：25 MPa 未満）に区分される。 ・上記以外の火山岩類は硬岩（一軸圧縮強さ：25 MPa 以上）に区分される。 ・文献調査対象地区に分布する新第三紀鮮新世および中新世の堆積岩類、火山岩類ともに、その岩盤強度は「比較値」※より低い傾向にある。 ・ハイアロクラスタイトの一軸圧縮強さは不均質性が高いことが示唆され、地質学的な分類から想定される物性値とは異なる。 |
| 坑内作業環境 | 地温 | <p>【朱太川沿い（文献調査対象地区中央部）】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・深度 600 m 程度で好ましい可能性がある範囲となる目安（45℃以下）を超える地温となる。 |
| 地下施設の収容性 | 地層・岩体の分布 | (3.3「主な検討対象となる地層・岩体の抽出」の検討結果を参照) |
| そのほかの安全性に関する懸念事象 | 【文献調査相当の「資料調査」、「地形判読」が有効とされる調査項目】 | |
| | 地すべり、崩壊地形 | <ul style="list-style-type: none"> ・比較的小規模であるものの地すべり地形の存在や将来の地すべり・崩壊の地形的兆候が認められる。 ・文献調査対象地区の周辺地域においては、背面地下水圧の増加などの地表付近の現象が誘因となるトンネルの岩盤崩落の報告がある。 |
| | 土被り | <ul style="list-style-type: none"> ・文献調査対象地区の多くは比較的急峻な山地で構成されていることから、地下施設の配置によっては、その土被りが 1,000 m 程度に及ぶ可能性がある。 |
| | 断層、褶曲 | <ul style="list-style-type: none"> ・文献調査対象地区外に隣接する黒松内低地断層帯の一部が同地区内の地下 300 m 以深に分布する可能性が指摘されている。 ・月越山脈および幌別山地にいくつかの地質断層、丸山丘陵に背斜構造、寿都低地および沿岸部に文献で示されている活断層が確認されている。 |
| | 【文献調査相当の「資料調査」、「地形判読」が場合によって有効とされる調査項目】 | |
| | 地質分布、岩質および土質 | <ul style="list-style-type: none"> ・文献調査対象地区の陸域には、「地すべり、崩壊地形」で記載したトンネルの岩盤崩落が発生した場所の地質と同様のハイアロクラスタイトを含む火砕岩類が広く分布する。 ・未固結堆積物と考えられる瀬棚層について、尻別川左岸の文献調査対象地区東側境界部付近の地下 300 m 以深の分布は不明である。 |
| | 地熱、温泉、有害ガス | <ul style="list-style-type: none"> ・480 万年前以降の熱水活動を示す情報は確認されていない。 ・朱太川沿いには泉温が最大で 50℃程度の温泉がある。 ・文献調査対象地区の中央部地域は第四紀火山に関連しない地熱資源賦存地域とされている。 |
| | 地下資源 | <ul style="list-style-type: none"> ・陸域にいくつかの鉱床が確認されており、西部の月越山脈周辺には鉛を含む鉱床として寿都鉱山などがある。 |
| | 【そのほかの調査項目】 | |
| | 地下水（帯水層） | <p>【黒松内低地帯周辺】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・被圧地下水が地域内全域総計で 5,000 m³/日以上得られることが見込まれる地域とする文献が確認された。 |
| 力学的性質 | (空洞安定性で検討) | |

※ 「比較値」：NUMO（2021）で適用された物性値

第5章 閉じ込め機能の観点からの検討

第4章の結果に基づき、閉じ込め機能に関連する事項として、文献調査対象地区の熱環境、水理場、力学場、化学場およびそれら地質環境特性の長期継続性について検討した。

5.1 熱環境

文献調査対象地区における熱環境については、地温の特徴を整理した。文献調査対象地区の中央部を流れる朱太川沿いのみではあるものの、4.2.1で整理した地温データに基づくと、同地区においてはNUMO(2021)で地下施設設置深度として設定された深度500~1,000mでは緩衝材の熱変質が懸念される100°Cを超えない。また、同地区における地温勾配の最大値(5.2°C/100m)は、日本の地下深部に広く認められる地温勾配(3~5°C/100m)の範囲と比較するとやや高い傾向にあるものの、大きくは外れていない。

5.2 水理場

文献調査対象地区における水理場については、地下水流動の駆動力である動水勾配に影響を与える地形および地質・地質構造の分布を概略的に示したうえで、4.2.2および4.2.3で整理した透水係数および動水勾配に基づき、その特徴を整理した。それらの結果に基づく水理場の概念の詳細は巻末の添付資料Cに示す。

文献調査対象地区の深さ数百~千m程度を流れる地下水は、大局的には同地区の東部および西部に位置する幌別山地および月越山脈を主な涵養域とし、寿都湾や朱太川を主な流出域とする東西方向の流動系を形成すると考えられる。その地下水流動系の地表付近の動水勾配は0.05~0.19程度であり、日本の山地に相当する(表4.2-5)。地層処分技術WG(2014)に示されているように、地下深部の動水勾配は地表付近に比べて緩やかになることから、地層処分の対象深度となる地下300m以深においてはこれらの値よりも小さくなると考えられる。さらに、地層処分技術WG(2017)に示されているように、沿岸部は動水勾配が小さく地下水の流れが緩慢であることが期待される。しかし、文献調査対象地区においては、地表付近の動水勾配が山地相当の値を示していることから、沿岸部としては地下深部における地下水の流れは比較的速い可能性がある。また、西部の月越山脈と比べて東部の幌別山地の動水勾配が大きい傾向にあるため、同地区においては東部の幌別山地から寿都湾や朱太川に向かう西向き地下水のほうが西部の月越山脈から寿都湾や朱太川に向かう東向きの地下水に比べて、その流れが相対的に速い可能性が考えられる。主な流出域となる朱太川が南から北に流れていることに鑑みると、朱太川周辺の地下深部においても寿都湾に向かう南から北への地下水の流れが形成されているとともに、寿都湾の海底下には相対的に動水勾配が小さい領域が形成されていることが想定される。

文献調査対象地区に分布する岩種の水理特性に関する情報がほとんど得られていないため、それらの岩種の水理的な違いは把握できない。特に同地区に広く分布する新第三紀中新世ハイアロクラタイトについては、同地区内および周辺の同種岩盤ともに透水係数のデータが取得されていない。また、幌別山地、月越山脈および寿都湾の沿岸部に分布すると考えられる地質断層については、幾何特性や水理特性に関する情報が取得されていない。

朱太川沿いの地温勾配は最大5.2°C/100mとやや高い傾向にあるため、地下深部の地下水流動場への熱対流の影響について検討した。一般に、地形が平坦な場合においては、地形に起因した上下方向の強制対流が存在する場合と比較して熱対流が発生しやすい。そこで、地下水の科学研究会

(1996)を参考に被圧帯水層中の自然対流を想定し、熱対流が地下深部の地下水流動場に及ぼす影響について検討した。その結果、文献調査対象地区で取得された情報に基づき算出したレイリー数(1.9)は限界値(39.5)よりも小さいことが確認され、熱対流が地下水の流動場に及ぼす影響はほとんどないと考えられる。レイリー数の算出条件などは巻末の添付資料Dに示す。

上記のことから、文献調査対象地区における地下水流動場の特徴として、沿岸部としては比較的大きな動水勾配が挙げられ、その地下深部においても速い地下水の流れを引き起こす要因となり得るため留意が必要である。また、文献調査対象地区に分布する岩種の水理特性を検討するための十分なデータが得られておらず、特に同地区に広く分布する新第三紀中新世ハイアロクラスタイトについてはデータがない。これらのデータについては、現地調査で取得する必要がある。

5.3 力学場

4.2.4に示したとおり、文献調査対象地区の岩種および周辺の同種岩盤ともにクリープ変形量のデータが取得されていないため、力学場としての岩盤の変形挙動については検討ができない。表2.1-1に示すように、日本の地下深部に広く認められる特性として地下深部の岩盤の長期的なクリープ変形量は設計で対応可能な範囲とされているが、現地調査でその特性を確認する必要がある。4.3.1で示したとおり、特に文献調査対象地区に広く分布するハイアロクラスタイトに関しては、一軸圧縮強さの不均質性が高いことが示唆されるとともに、地質学的な分類から想定されるものとは異なっているため、現地調査でその特性を確認することが必要である。

5.4 化学場

文献調査対象地区の中央部を流れる朱太川沿いのみではあるものの、4.2.5および4.2.7で整理したデータに基づく、同地区においては地下水中のpHは7.2~9.1程度、炭酸化学種濃度は最大0.0035 mol/dm³程度であり、ガラス固化体の溶解速度の増加やオーバーパックの耐食性の低下、緩衝材および天然バリアの収着能の低下が懸念される目安(好ましい可能性がある範囲となる目安としてpH:4.8~12程度、炭酸化学種濃度:0.5 mol/dm³)を超えるような化学的特性を有する地下水ではない。ただし、pHおよび炭酸化学種濃度ともに、その測定深度が不明である。また、炭酸化学種濃度は炭酸水素イオンと炭酸イオンの測定値を換算したものであり、比較的簡易に測定が可能なpHに対して、その値の確度は低い可能性がある。

4.2.6に示したとおり、文献調査対象地区においてはORPのデータが取得されていない。表2.1-1に示すように、日本の地下深部に広く認められる特性として地下水は還元性雰囲気は維持されていると考えられるが、現地調査でその特性を確認する必要がある。

5.5 地質環境特性の長期継続性

変動帯に位置する日本においては、長期的な自然現象が地質環境特性に及ぼす影響を評価する必要がある。自然現象のうち、火山・火成活動、地震・断層活動および速度の著しく速い隆起・侵食については、それぞれ説明書「噴火」、説明書「地震・活断層」および説明書「隆起・侵食」で検討し避けることとしているため、本調査においては考慮しない。一方で、隆起・侵食は上記より速度が遅くても、その影響は累積的かつ広域に及ぶことから、汎世界的な気候変動とともに本調査で考慮することとした。

説明書「隆起・侵食」において推定された過去10万年程度の概括的な隆起・侵食量は数十m程

度、気候変動に伴う海水準変動は130 m程度であることから、沿岸部に位置する文献調査対象地区においては、変動量が大きい海水準変動が地質環境特性に及ぼす影響が大きいと考え、海水準変動による地質環境特性の長期変化の可能性について整理した。

海水準変動については、過去数十万年以上にわたり、地球規模での約10万年の周期の氷期-間氷期サイクルが確認されている (Spratt and Lisiecki, 2016)。また、Okuno et al. (2014)により最終氷期最盛期 (2.1 万年前) と完新世の高海面期 (約6,000 年前) における日本列島周辺の海水準が示されており、最終氷期最盛期における文献調査対象地区の大陸棚付近の海水準は標高-130 m程度と読み取れる。これらの情報を参考に現在から将来10万年程度の期間を想定すると、氷期には気温の低下とともに海退し、約8万年後に海面は標高-130 m程度まで低下する。その後、間氷期の気温の上昇とともに海進し、約9.5万年後に海面は現在と同様に標高0 m程度まで上昇する。

上記の海水準変動によって特に変化が大きいと考えられる水理場や化学場の長期変化の可能性について整理した (表 5.5-1)。海域 (汀線付近～沖合) においては、汀線付近に形成される塩分・淡水混合域の位置が海水準変動に伴って移動するため、氷期-間氷期サイクルで化学場が塩水域と淡水域に変化する可能性がある。また、間氷期には海底下にあり拡散場と推定される水理場が、氷期には汀線が沖合に移動し陸地となるため移流場に変化する可能性がある。陸域 (汀線付近～内陸) においては、淡水域および移流場は変わらないものの、地形勾配が陸域よりも海域 (大陸棚) のほうが小さいことを考慮すると、地下水流動系全体の大局的な動水勾配は間氷期に比べて氷期のほうが小さくなる可能性が考えられる。ただし、地質環境特性の長期変化が閉じ込め機能に及ぼす影響については、今後の調査段階でさまざまな地質環境特性を組み合わせることで総合的に評価することが必要である。

表 5.5-1 海水準変動による地質環境特性の長期変化の可能性

| 地質環境特性 | 海域 (汀線付近～沖合) | | 陸域 (汀線付近～内陸) | |
|--------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| | 間氷期 (海面標高 0 m) | 氷期 (海面標高-130 m) | 間氷期 (海面標高 0 m) | 氷期 (海面標高-130 m) |
| 化学場 | 塩水域 | 淡水域 | 淡水域 | 淡水域 |
| 水理場 | 拡散場 | 移流場 | 移流場 (動水勾配：大) | 移流場 (動水勾配：小) |

5.6 まとめ

表 5.6-1 に、閉じ込め機能の観点からの検討結果を取りまとめる。

表 5.6-1 閉じ込め機能の観点からの検討結果

| 地質環境特性 | 検討結果 |
|------------------|---|
| 熱環境 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 深度 500～1,000 m における地温は緩衝材の熱変質が懸念される 100℃を超えない（朱太川沿いの情報に基づく）。 ・ 地温勾配の最大値（5.2℃/100 m）は、日本の地下深部に広く認められる地温勾配（3～5℃/100m）の範囲から大きく外れていない（朱太川沿いの情報に基づく）。 |
| 水理場 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 沿岸部としては動水勾配が比較的大きく、地下深部においても速い地下水の流れを引き起こす要因となり得ることから留意が必要である。 ・ 東部と西部の山地を比較すると、東部の動水勾配が大きい傾向がある。 ・ 岩種の水理特性を検討するためのデータが十分に得られていない。 ・ 特に文献調査対象地区に広く分布する新第三紀中新世のハイアロクラスタイトについてはデータがないことから、これらのデータを現地調査で取得することが必要である。 |
| 力学場 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 岩種の変形挙動を検討するためのデータが取得されていない。 ・ 日本の地下深部に広く認められる特性として、地下深部の岩盤の長期的なクリープ変形量は設計で対応可能な範囲とされているが、現地調査でその特性を確認することが必要である。 ・ 特にハイアロクラスタイトについては、一軸圧縮強さの不均質性が高いことが示唆されるとともに、地質学的な分類から想定されるものとは異なっているため、現地調査でその特性を確認することが必要である。 |
| 化学場 | <ul style="list-style-type: none"> ・ ガラス固化体の溶解速度の増加やオーバーパックの耐食性の低下、緩衝材および天然バリアの収着能の低下が懸念されるような化学的特性を有する地下水ではない（朱太川沿いの情報に基づく）。 ・ pH および炭酸化学種濃度の測定深度が不明であるとともに、pH と比較すると炭酸化学種濃度データの確度が低い可能性がある。 ・ ORP についてはデータが取得されていない。 ・ 日本の地下深部に広く認められる特性として、地下水は還元性雰囲気は維持されていると考えられるが、現地調査でその特性を確認することが必要である。 |
| 地質環境特性の 長期継続性 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 海域（汀線付近～沖合）：氷期－間氷期サイクルで化学場が塩水域と淡水域に、水理場が拡散場と移流場に変化する可能性がある。 ・ 陸域（汀線付近～内陸）：氷期－間氷期サイクルで淡水域および移流場は変わらないが、地下水流動系の大局的な動水勾配は間氷期に比べて氷期のほうが小さくなる可能性がある。 |

第6章 地下施設の建設可能性の観点からの検討

第4章の結果に基づき、地下施設の建設可能性に関連する事項として、空洞安定性、坑内作業環境、地下施設の収容性およびそのほかの安全性に関する懸念事象に着目して検討した。

6.1 空洞安定性

4.3.1で整理した一軸圧縮強さのデータに基づき、地層処分の対象深度のうち深度300mおよび深度500mを目安として、岩種区分ごとの地山強度比を算出した(表6.1-1)。その結果、深度300m、深度500mともに第四紀、新第三紀鮮新世および新第三紀中新世の堆積岩類、新第三紀中新世ハイアロクラスタイトの地山強度比が、表2.1-3に示した好ましい可能性がある範囲となる目安(地山強度比2)を下回る。

表 6.1-1 岩種区分毎の力学特性

| 岩種区分 | | 一軸圧縮強さ ^{※1} (MPa) | 地山強度比 ^{※2} (2未満をグレー色の網掛けで示す。) | |
|---|------------|-------------------------------|---|--------|
| | | | 深度300m | 深度500m |
| 第四紀 | 堆積岩類 | 11.3 | 1.71 | 1.03 |
| | 火山岩類 | - | - | - |
| 新第三紀 鮮新世 | 堆積岩類 | 0.8 | 0.12 | 0.07 |
| | 火山岩類 | 26.5 | 3.40 | 2.04 |
| | ハイアロクラスタイト | - | - | - |
| 新第三紀 中新世 | 堆積岩類 | 6.8 | 1.03 | 0.62 |
| | 火山岩類 | 67.5 | 8.65 | 5.19 |
| | ハイアロクラスタイト | 10.0 | 1.52 | 0.91 |
| | 深成岩類 | - | - | - |
| 先新第三系基盤岩類 (古第三紀, 中生代, 古生代の火山岩類, 深成岩類, 変成岩類, 付加コンプレックス や堆積岩類) | | - | - | - |

※1 代表値として中央値を示す。

※2 一軸圧縮強さが25MPa以上の岩種を硬岩、それ未満の岩種を軟岩と設定したうえで、NUMO(2021)に基づきそれぞれの単位体積重量を26kN/m³および22kN/m³と仮定して算出

表6.1-1で算出した地山強度比を、表3.3-1に示した文献調査対象地区の陸域・海域に分布する主な岩種ごとに、これらの主たる分布深度に合わせて整理した(表6.1-2および表6.1-3)。陸域の地下300m以深においては、岩盤分類基準化委員会(2004)に従うと軟岩に相当する一軸圧縮強さ7~10MPa程度の岩種が広く分布する。海域においては、新第三紀中新世堆積岩類が分布する場合は軟岩に相当する7MPa程度、新第三紀中新世火山岩類が分布する場合は硬岩に相当する68MPa程度の一軸圧縮強さを示す。深度300~500mにおいては、これらの岩種のうち、新第三紀中新世の堆積岩類およびハイアロクラスタイトが地山強度比2を下回る。なお、陸域に分布する新第三紀中

新世深成岩類については、一軸圧縮強さのデータが得られていないため、その地山強度比は不明である。

また、主な検討対象の上部の岩種のうち、軟岩に相当する第四紀および新第三紀鮮新世の堆積岩類が深度 300 m で地山強度比 2 を下回る。

上記のように、地山強度比が 2 を下回ることが想定される岩種については、より詳細に力学特性を検討するためのデータの取得や支保工の設置などを考慮した空洞安定性の検討が必要と考えられる。

表 6.1-2 主な検討対象となる岩種の力学特性（地下 300 m 以深）

| 分布域 | | 陸域 | | | 海域 | |
|-------------------------------|----------|---------|----------------|------|------|------|
| 岩種区分 | | 新第三紀中新世 | | | | |
| | | 堆積岩類 | ハイアロ クラスタイト | 深成岩類 | 堆積岩類 | 火山岩類 |
| 一軸圧縮強さ ^{※1} (MPa) | | 6.8 | 10.0 | — | 6.8 | 67.5 |
| 地山 強度比 ^{※2} | 深度 300 m | 1.03 | 1.52 | — | 1.03 | 8.65 |
| | 深度 500 m | 0.62 | 0.91 | — | 0.62 | 5.19 |

※1 代表値として中央値を示す。

※2 地山強度比 2 未満をグレー色の網掛けで示す。

表 6.1-3 主な検討対象の上部の岩種の力学特性（地下 300 m 以浅）

| 分布域 | | 陸域 | | 海域 | |
|-------------------------------|----------|-------------|---------|------|-------------|
| 岩種区分 | | 第四紀 堆積岩類 | 新第三紀鮮新世 | | 第四紀 堆積岩類 |
| | | | 火山岩類 | 堆積岩類 | |
| 一軸圧縮強さ ^{※1} (MPa) | | 11.3 | 26.5 | 0.8 | 11.3 |
| 地山 強度比 ^{※2} | 深度 300 m | 1.71 | 3.40 | 0.12 | 1.71 |

※1 代表値として中央値を示す。

※2 地山強度比 2 未満をグレー色の網掛けで示す。

6.2 坑内作業環境（地温）

4.3.2 に示したとおり、文献調査対象地区中央部の朱太川沿いでは深度 600 m より深い場所で地温が 45℃を超えることが想定され、坑内を法令（労働安全衛生規則）で定められる温度（37℃）以下に維持するためには大規模な冷房設備などの対策が必要となる。

6.3 地下施設の収容性

3.3 に示すとおり、文献調査対象地区における陸域の地下 300 m 以深には新第三紀中新世のハイ

アロクラスタイト、堆積岩類に相当する寿都層および磯谷層が数 km² 程度以上の広がりをもって分布する。また、海域の海底下 300 m 以深には新第三紀中新世の堆積岩類（または火山岩類）に相当するVI層が数 km² 程度以上の広がりをもって分布する。これらの地層・岩体を母岩とすることで、約 4～12 km² の占有面積（NUMO, 2021）と想定される地下施設の収容が可能と考えられる。

6.4 そのほかの安全性に関する懸念事象

4.3.3 で整理したそのほかの安全性の懸念事象に関する特性に基づき、トンネル標準示方書（土木学会, 2016）に示された特殊な地山条件について検討したが、以下に示すように、文献調査対象地区では関連する特性が一部みられるものの、必ずしも特殊な地山条件に相当する特性は確認されなかった。

なお、トンネル標準示方書（土木学会, 2016）においては、初期の比較路線検討時における調査内容として、特殊な地山条件の有無に加えて設計および施工において留意すべき事項の有無が示されている。その一つに「土圧、水圧、地震」があり、地震については、「トンネルが活断層の近傍に位置する場合は、活断層の確実度や活動度、活断層に伴う断層破碎帯の分布や性状、トンネルとの位置関係を的確に把握し、必要に応じて耐震性を考慮した設計ができるよう、詳細な調査を行う」と示されている。4.3.3 (3) は断層変位による人工バリア損傷防止の観点からの検討結果であり、活断層の位置に応じて、地震動については今後調査および評価が必要である。地震動の評価に当たっては、基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド（原子力規制委員会, 2013）などが参考になると考えられる。

(1) 地すべりや斜面災害の可能性のある地山

4.3.3 (1) に示したとおり、文献調査対象地区の地表付近では比較的小規模であるものの地すべり地形の存在や将来の地すべり・崩壊の地形的兆候が認められている。また、同地区の周辺地域でトンネルの岩盤崩落が報告されているため、トンネル標準示方書（土木学会, 2016）に示されるとおり、地表付近での地下施設の建設においては地すべりや斜面崩壊について留意が必要である。

(2) 断層破碎帯、褶曲じょう乱帯

4.3.3 (3) に示したとおり、避ける場所には該当しないものの、文献調査対象地区の南方には黒松内低地断層帯が隣接して分布しており、この断層帯の一部が同地区の地下 300 m 以深に分布する可能性が考えられる。また、月越山脈および幌別山地にいくつかの地質断層、丸山丘陵に背斜構造、寿都低地および沿岸部に文献で示されている活断層についても同地区の地下 300 m 以深に分布する可能性が考えられる。これらの断層については、その破碎帯や褶曲構造の規模・性状などは把握できておらず、トンネル標準示方書（土木学会, 2016）に示された「幅の広い破碎帯を伴った断層」に相当するかどうかは不明である。

(3) 未固結・膨張性地山、山はねが予想される地山

4.3.3 (2) に示したとおり、文献調査対象地区は標高の高い山地が多く、地下施設の土被りが 1,000 m 程度に及ぶ可能性がある。その場合は、土被りだけに着目すると、トンネル標準示方書（土木学会, 2016）に示された山はねの発生事例にみられる大きな土被りに相当する。

4.3.3 (4) に示したとおり、文献調査対象地区の陸域には地表付近の岩盤崩落が懸念されるハイア

ロクラスタイトを含む火砕岩類が広く分布する。また、同地区の陸域においては、未固結堆積物に該当する地層と考えられる瀬棚層が尻別川左岸の文献調査対象地区東側境界部付近の地下 300 m 以深に分布する可能性がある。これらについては、トンネル標準示方書（土木学会，2016）に示された未固結地山や膨張性地山に相当するかどうかは不明である。

（4）高い地熱、温泉、有害ガス、地下資源などがある地山

4.3.3（5）に示したとおり、文献調査対象地区には熱水鉱床があると同時に、朱太川沿いに温泉があり、中央部は地熱資源賦存地域とされているが、トンネル標準示方書（土木学会，2016）に示された「熱水変質帯、破碎帯、貫入岩および石油、石炭の胚胎層のような地山」に相当するかどうかは不明である。

4.3.3（6）に示したとおり、文献調査対象地区西部には寿都鉱山などの鉱床があるため、坑道掘削時に掘削土に含まれる鉛などの重金属に留意する必要がある。

（5）高圧、多量の湧水がある地山

4.3.3（7）に示したとおり、文献調査対象地区中央部の黒松内低地帯周辺の地下に被圧帯水層の存在が示唆されているが、トンネル標準示方書（土木学会，2016）に示された高圧で多量の湧水が突然生じることがある「断層粘土でしゃ断された地下水、火山砕屑物等の未固結層に含まれる多量の地下水、節理や亀裂等に含まれた裂か水（開口した割れ目に賦存する地下水）、石灰石や溶岩等の空洞に含まれる洞窟水等」に相当するかどうかは不明である。

6.5 まとめ

表 6.5-1 に地下施設の建設可能性の観点からの検討結果を取りまとめる。

表 6.5-1 地下施設の建設可能性の観点からの検討結果

| 検討項目 | 検討結果 |
|----------------------|---|
| 空洞安定性 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 空洞安定性を検討するためのデータが十分に得られていない。 ・ 主な検討対象となる岩種のうち、地山強度比が 2 を下回ることが想定される新第三紀中新世の堆積岩類およびハイアロクラスタイトについては、より詳細に力学特性を検討するためのデータの取得や支保工の設置などを考慮した空洞安定性の検討が必要である。 ・ 主な検討対象上部の岩種のうち、地山強度比が 2 を下回ることが想定される第四紀および新第三紀鮮新世の堆積岩類については、より詳細に力学特性を検討するためのデータの取得や支保工の設置などを考慮した空洞安定性の検討が必要である。 |
| 坑内作業環境 (地温) | <ul style="list-style-type: none"> ・ 朱太川沿い周辺における 600 m 程度以深で地下施設を建設する場合には、高い地温による坑内の気温上昇を防ぐための対策が必要である。 |
| 地下施設の 収容性 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 陸域の地下 300 m 以深に広く分布する寿都層および磯谷層（新第三紀中新世のハイアロクラスタイト、堆積岩類に相当）を母岩とすることで地下施設の収容は可能である。 ・ 海域の海底下 300 m 以深に広く分布するVI層（新第三紀中新世堆積岩類（または火山岩類）に相当）を母岩とすることで地下施設の収容は可能である。 |
| そのほかの安全性 に関する懸念事象 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 以下のような関連する特性が一部みられるものの、必ずしもトンネル標準示方書（土木学会，2016）に示された特殊な地山条件に相当する特性は確認されなかった。 ・ 地すべりや斜面災害の可能性のある地山に関連する特性：地すべり地形 ・ 未固結地山に関連する特性：瀬棚層（未固結堆積物） ・ 山はねが予想される地山に関連する特性：大きな土被り ・ 地下資源などがある地山に関連する特性：鉛などの重金属 |

第7章 地下施設設置場所として適切ではない場所の回避・より好ましい場所の選択

7.1 地下施設設置場所に係る検討

文献調査対象地区における地下施設設置場所に係る検討として、同地区の主な検討対象となる岩種の分布や地質環境特性の違いといった地域的な特徴に基づき、閉じ込め機能および地下施設の建設可能性の観点からの検討結果を整理した（表 7.1-1）。陸域については、地下 300 m 以深に分布する主な検討対象となる岩種とその上部の岩種の分布の違いや動水勾配の違いに着目し、朱太川が流れる中央部地域、幌別山地が位置する東部地域および月越山脈が位置する西部地域の 3 つに区分した。海域については、岩種の分布に明瞭な違いが認められないため地域区分はしない。

この検討結果から、概要調査地区選定段階（文献調査の段階）では文献調査対象地区の陸域および海域ともに地下施設設置場所として適切ではない場所となり得る情報はない。同地区内で取得された情報は朱太川沿いの地温、地下水の pH および炭酸化学種濃度のみで、地下深部の地質環境特性に関する情報がほとんど得られていない。また、周辺の同種岩盤の情報も限られたものであり、地下施設設置場所としてより好ましい場所を選択するための検討には至らなかった。

表 7.1-1 技術的観点からの地下施設設置場所に係る検討結果

| | | 陸域 | | | 海域 |
|---------------|--|---|--|--|--|
| | | 中央部地域 (朱太川周辺) | 東部地域 (幌別山地周辺) | 西部地域 (月越山脈周辺) | |
| 地質条件 | 主な検討対象となる岩種 | ・新第三紀中新世：ハイアロクラスタイト (Slv, Ia) | ・新第三紀中新世：堆積岩類 (Is, Iv), ハイアロクラスタイト (Ia) | ・新第三紀中新世：ハイアロクラスタイト (Slv), 火山岩類 (Pda) | ・新第三紀中新世：堆積岩類・火山岩類 (VI層) |
| | 主な検討対象の上部の岩種 | ・第四紀堆積岩類 (a, tr, St) ・新第三紀鮮新世：堆積岩類 (Kms) | ・第四紀堆積岩類 (St) | ・第四紀堆積岩類 (St) ・新第三紀鮮新世：火山岩類 (Gg) | ・第四紀堆積岩類 (III層, IV層) |
| 閉じ込め機能の観点 | 熱環境 | <ul style="list-style-type: none"> 1,000 m 以浅では、地下施設設置場所として好ましい可能性がある範囲 (閉じ込め機能の観点からの目安:100℃未満) を超える地温は測定されていない。 地温勾配は、日本の地下深部に広く認められる範囲 (3~5℃/100 m) から大きく外れていない。 | | | (情報なし) |
| | 水理場 | <ul style="list-style-type: none"> 岩種の水理特性を検討するために必要な透水係数のデータが十分に得られていない (文献調査対象地区で取得されたデータなし)。 特に文献調査対象地区に広く分布する新第三紀中新世ハイアロクラスタイトについてはデータがないことから、これらのデータを現地調査で取得することが必要である。【地質環境特性データ取得の観点から留意すべき事項として考慮】 | | | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> 動水勾配：相対的に小さい | <ul style="list-style-type: none"> 動水勾配：相対的に最も大きい 沿岸部としては動水勾配が比較的大きく、地下深部においても速い地下水の流れを引き起こす要因となり得ることから留意が必要である。【閉じ込め機能の観点から留意すべき事項】 | <ul style="list-style-type: none"> 動水勾配：相対的に大きい | (情報なし) |
| | 力学場 | <ul style="list-style-type: none"> 文献調査対象地区および周辺の同種岩盤ともに取得されたクリープ変形量のデータなし。 日本の地下深部に広く認められる特性として、地下深部の岩盤の長期的なクリープ変形量は設計で対応可能な範囲とされているが、現地調査でその特性を確認することが必要である。 特にハイアロクラスタイトについては、一軸圧縮強さの不均質性が高いことが示唆されるとともに、地質学的な分類から想定されるものとは異なっているため、現地調査でその特性を確認することが必要である。【地質環境特性データ取得の観点から留意すべき事項として考慮】 | | | |
| | 化学場 | <ul style="list-style-type: none"> 測定深度は不明であるが、地下施設設置場所として好ましい可能性がある範囲 (pH の目安：4.8~12 程度、炭酸化学種濃度の目安：0.5 mol/dm³ 未満) を超える pH および炭酸化学種濃度は測定されていない。 pH と比較すると炭酸化学種濃度データの確度が低い。 ORP については、データが取得されていない。 日本の地下深部に広く認められる特性として、地下水は還元性雰囲気維持されていると考えられるが、現地調査でその特性を確認することが必要である。 | | | (情報なし) |
| 地質環境特性の長期継続性 | <ul style="list-style-type: none"> 海水準変動によって動水勾配が変化する (淡水域・移流場は継続)。 | | | <ul style="list-style-type: none"> 海水準変動によって化学場が塩水域と淡水域、水理場が拡散場と移流場に変化する可能性がある。 | |
| 地下施設の建設可能性の観点 | 空洞安定性 | <ul style="list-style-type: none"> 空洞安定性を検討するために必要な一軸圧縮強さのデータが十分に得られていない (文献調査対象地区で取得されたデータなし)。 主な検討対象となる岩種のうち、地山強度比が 2 を下回ることが想定される新第三紀中新世の堆積岩類およびハイアロクラスタイトについては、より詳細に力学特性を検討するためのデータの取得【地質環境特性データ取得の観点から留意すべき事項として考慮】や支保工の設置などを考慮した空洞安定性の検討が必要である。 主な検討対象上部の岩種のうち、地山強度比が 2 を下回ることが想定される第四紀および新第三紀鮮新世の堆積岩類については、より詳細に力学特性を検討するためのデータの取得や支保工の設置などを考慮した空洞安定性の検討が必要である。 | | | |
| | 坑内作業環境 (地温) | <ul style="list-style-type: none"> 地下施設設置場所として好ましい可能性がある範囲 (地下施設の建設可能性の観点からの目安：45℃未満) を超える 600 m 程度以深で地下施設を建設する場合には、高い地温による坑内の気温上昇を防ぐための対策が必要である。【地下施設の建設可能性の観点から留意すべき事項】 | | | (情報なし) |
| | 地下施設の収容性 | <ul style="list-style-type: none"> 地下 300 m 以深に広く分布する寿都層および磯谷層 (新第三紀中新世のハイアロクラスタイト、堆積岩類に相当) を母岩とすることで地下施設の収容は可能である。 | | | <ul style="list-style-type: none"> 海底下 300 m 以深に広く分布する VI 層 (新第三紀中新世堆積岩類(または火山岩類)に相当) を母岩とすることで地下施設の収容は可能である。 |
| | そのほかの安全性に関する懸念事象 | <ul style="list-style-type: none"> 地すべり地形、瀬棚層 (未固結堆積物)、大きな土被りおよび鉛などの重金属といった関連する特性が一部みられるものの、必ずしもトンネル標準示方書 (土木学会, 2016) に示された特殊な地山条件に相当する特性は確認されなかった。 | | | (情報なし) |

※ 閉じ込め機能および地下施設の建設可能性の観点から留意すべき事項として抽出した項目を赤字、現地調査における地質環境特性データ取得の観点から留意すべき事項として考慮した項目を青字で表示

7.2 概要調査に向けた考え方

表 7.1-1 に示す検討結果からは、文献調査対象地区における地下深部の地質環境特性の情報が少ないながらも、いくつかの検討項目について表 2.1-2 および表 2.1-3 に示した「好ましい地質環境特性」から外れる傾向が推察されたため、それらを閉じ込め機能および地下施設の建設可能性の観点から留意すべき事項として抽出した(表 7.2-1)。閉じ込め機能の観点からは、水理場として地下深部の速い地下水の流れを引き起こす要因となり得る「地形から推定される比較的大きい動水勾配」が留意すべき事項として挙げられる。地下施設の建設可能性の観点からは地温勾配が高い傾向にあることから、「坑内作業環境の維持対策における深い場所での高い地温」が留意すべき事項として挙げられる。

また、閉じ込め機能と地下施設の建設可能性の観点とは別に、概要調査以降の調査を実施する場合において、現地調査における地質環境特性データ取得の観点から留意すべき事項を抽出した(表 7.2-1)。4.3.1 で述べたとおり、ハイアロクラスタイトの力学特性は高い不均質性を有することが示唆されるとともに、地質学的な分類(新第三紀・先新第三紀火山岩類)から想定される物性値とは異なる。さらに、ハイアロクラスタイトに関しては4.2.2 に示したとおり、透水係数のデータが得られていないことから既往データが限られていると考えられる。これらのことから、「岩相変化が著しく、高い不均質性を有することが想定されるハイアロクラスタイトを含む海底火山噴出物など(各岩相の分布と特性の把握)」が、現地調査における地質環境特性データ取得の観点から留意すべき事項として挙げられる。

概要調査には、調査事項として「岩石の種類及び性状」および「破碎帯又は地下水の水流があるときはその概要」、評価事項として「坑道の掘削への支障」および「活断層、破碎帯、地下水の水流による地下施設への悪影響」の要件があり、上述した技術的観点からの検討の地質環境特性に関する留意事項は、この中でも扱っていく。「坑道の掘削への支障」および「活断層、破碎帯、地下水の水流による地下施設への悪影響」がないように、「最終処分を行おうとする地層及びその周辺の地層」(以下、対象地層等という。)を選ぶことから、個別の地層や岩体を対象地層等からの距離などに応じて詳細度を変えて調査・評価を行うことを検討する。調査・評価の結果として、「坑道の掘削への支障」や「活断層、破碎帯、地下水の水流による地下施設への悪影響」は、対象地層等から除外する。

文献調査では、文献調査対象地区における熱環境、水理場、力学場および化学場を検討するための地質環境特性データがほとんど取得されていない。そのため、概要調査においては、説明書「地形、地質・地質構造」にて取りまとめた地表地質図、推定地質断面図などを踏まえて、最初に物理探査により地下の物性(岩盤の硬さを示す地震波が伝わる速さなど)分布の概要を比較的広範囲で把握する。次に、着目する対象地層等においてボーリング調査を実施し、岩相の分布を直接確認するとともに、ボーリング孔を用いた原位置試験および岩石試料を用いた室内試験により、岩盤の硬さや透水性などを詳しく調べるといった段階的かつ効果的な調査を行い、空洞安定性や施工性などの地下施設の建設可能性、地下水流動などの閉じ込め機能の評価を行う。ハイアロクラスタイトなどの不均質性については、ボーリング調査で確認した岩相分布に応じてデータを取得するなどして、適切に対応する。

調査・評価手法をまとめたものとして、原子力規制委員会(2021)、産業技術総合研究所深部地質環境研究センター編(2007)、産業技術総合研究所深部地質環境研究コア編(2012)、トンネル標準示方書(土木学会、2016)、既往の事例として瑞浪超深地層研究所、幌延深地層研究センターにおける調査・研究成果、一般の大深度のトンネル建設事例などを参照する。

表 7.2-1 概要調査以降の調査を実施する場合に留意すべき事項

| | 留意すべき事項 |
|------------------------|---|
| 閉じ込め機能の観点 | ・ 地形から推定される比較的大きい動水勾配 |
| 地下施設の建設可能性の観点 | ・ 坑内作業環境の維持対策における深い場所での高い地温 |
| 現地調査における地質環境特性データ取得の観点 | ・ 岩相変化が著しく、高い不均質性を有することが想定される ハイアロクラスタイトを含む海底火山噴出物など(各岩相の分布と特性の把握) |

引用文献

- 地下水の科学研究会（1996）地下水の科学Ⅲ—地下水と地質—，土木工学社。
- 土木学会（2016）トンネル標準示方書 [共通編]・同解説 / [山岳工法編]・同解説。
- 藤本和徳，高橋徹哉，鈴木隆広編（2004）北海道市町村の地熱・温泉ボーリングデータ集，北海道立地質研究所。
- 岩盤分類基準化委員会（2004）新規制定地盤工学会基準・同解説 岩盤の工学的分類方法（JGS3811 - 2004），地盤工学会。
- 原子力発電環境整備機構（NUMO）（2020）北海道寿都郡寿都町 文献調査計画書。
- 原子力発電環境整備機構（NUMO）（2021）包括的技術報告：わが国における安全な地層処分の実現—適切なサイトの選定に向けたセーフティケースの構築—，NUMO-TR-20-01。
- 原子力規制委員会（2013）基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド，<https://www.nra.go.jp/data/000382458.pdf>，2023年7月27日閲覧。
- 原子力規制委員会（2021）第二種廃棄物埋設の廃棄物埋設地に関する審査ガイド（最終改正：令和4年4月20日）。
- 早川福利，国府谷盛明（1968）寿都町弁慶岬周辺の温泉示徴，地下資源調査所報告，38，p. 90。
- 北海道電力（2013）：第18回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合（2013年9月11日）。
- 北海道電力（2015）泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書（3号発電用原子炉施設の変更）。
- 北海道土木地質データ集作成委員会編（2017）北海道地方土木地質図および同解説書，日本応用地質学会北海道支部。
- 北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会（2000）北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会報告書。
- 小原常弘，松下勝秀，寺島克之編（1982）北海道の水資源の利用と分布図 I 地下水，北海道の地質と資源 IV 北海道の水資源，60万分の1地質図，北海道立地下資源調査所。
- 石田正夫（1983）国縫地域の地質，地域地質研究報告（5万分の1図幅），札幌（4）第59号，地質調査所。
- 楮原京子，黒澤英樹，小坂英輝，三輪敦志，今泉俊文（2013）黒松内低地断層帯・熱帯原野の断層露頭，活断層研究，38，pp. 17-28。
- 核燃料サイクル開発機構（1999）わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性—地層処分研究開発第2次取りまとめ—分冊1 わが国の地質環境，JNC TN1400 99-021，p. III-28。
- 環境庁（1991）土壌の汚染に係る環境基準について，<https://www.env.go.jp/kijun/dojou.html>，2023年10月26日閲覧。
- 経済産業省資源エネルギー庁（2023）文献調査段階の評価の考え方。
- 国土地理院：地理院地図（電子国土Web），<https://maps.gsi.go.jp/>，2023年8月8日閲覧。
- 国土地理院：地理院タイル，<https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>，2023年8月21日閲覧。
- 国土交通省：国土数値情報（行政区域データ），<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>，2023年8月18日閲覧。
- 国土交通省：国土数値情報（海岸線データ），<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>，2023年8月18日閲覧。

- 久保和也, 石田正夫, 成田英吉 (1983) 長万部地域の地質, 地域地質研究報告 (5 万分の 1 図幅), 札幌-第 48 号, 地質調査所.
- 久保和也, 柴田 賢, 石田正夫 (1988) 西南北海道, 長万部地域の第三紀火山岩類の K-Ar 年代, 地質学雑誌, 94, 10, pp. 789-792.
- 黒沢邦彦, 田近 淳, 八幡正弘, 山岸宏光 (1993) 5 万分の 1 地質図幅「大平山」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 47 号, 北海道立地下資源調査所.
- 松波武雄 (1995) 北海道の海岸地域に分布する高濃度塩水について, 地下資源調査所報告, 67, pp. 41-58.
- 中谷真英, 梅田克史, 鈴木晴美, 諏訪 至 (2019) 山岳トンネルの斜坑・本坑交差部における設計・施工について, 西松建設技報, 42.
- 日本地質学会編 (2010) 日本地方地質誌 1 (北海道地方), 朝倉書店.
- 日本水路協会 (2008) 海底地形デジタルデータ (M7009 Ver.2.0 北海道西部) CD-ROM 版.
- 岡 孝雄, 三谷勝利 (1981) 今金町の地質, 今金町.
- 岡崎健治, 伊東佳彦, 馬場道隆 (2008) トンネル地山の岩種に応じた地山分類指標に関する検討—北海道の国道トンネルにおける施工計測データの分析事例—, 平成 19 年度技術研究発表会, 寒地土木研究所.
- Okuno, J., Nakada, M., Ishii, M., Miura, H. (2014) Vertical tectonic crustal movements along the Japanese coastlines inferred from late Quaternary and recent relative sea-level changes, *Quaternary Science Reviews*, 91, pp. 42-61.
- 斎藤 仁 (1962) 北海道の鉱泉資源, 地下資源調査所報告, 28, pp. 1-88.
- 坂川幸洋, 梅田浩司, 鈴木元孝, 梶原竜哉, 内田洋平 (2004) 日本の坑井温度プロファイルデータベース, 地震 第 2 輯, 57, 1, pp. 63-67.
- 酒匂純俊, 和気 徹, 早川福利, 二間瀬 洸, 横山英二, 斉藤尚志, 松波武雄, 内田 豊 (1976) 北海道の地熱・温泉 (A) 西南北海道中南部, 地下資源調査所調査研究報告, 4.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター: 地熱情報データベース (GRES-DB), <https://gbank.Gsj.jp/gres-db/>, 2023 年 7 月 27 日閲覧.
- 産業技術総合研究所深部地質環境研究センター編 (2007) 概要調査の調査・評価項目に関する技術資料—長期変動と地質環境の科学的知見と調査の進め方—, 地質調査総合センター研究資料集, 459.
- 産業技術総合研究所深部地質環境研究コア編 (2012) 概要調査の調査・評価項目に関する技術資料—立地要件への適合性とその根拠となる調査結果の妥当性—, 地質調査総合センター研究資料集, 560.
- 石油技術協会 (1993) 最近の我が国の石油開発 石油技術協会創立 60 周年記念, pp. 45-48.
- 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 地層処分技術 WG (2014) 最新の科学的知見に基づく地層処分技術の再評価—地質環境特性および地質環境の長期安定性について—.
- 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 地層処分技術 WG (2017) 地層処分に関する地域の科学的な特性の提示に係る要件・基準の検討結果 (地層処分技術 WG とりまとめ) .
- Spratt, R.M., and Lisiecki, L.E. (2016) A Late Pleistocene sea level stack, *Climate of the Past*, 12, pp. 1079-1092.

- 寿都温泉ゆべつのゆ：温泉成分分析書，<http://yubetsunoyu.com/onsen/>，2023年12月5日閲覧。
- 鈴木 守，藤原哲夫，三谷勝利（1967）長万部町の地質，長万部町（北海道山越郡）。
- 鈴木 守，山岸宏光，高橋功二，庄谷幸夫（1981）5万分の1地質図幅「寿都」及び説明書，5万分の1地質図，札幌-第36号，北海道立地下資源調査所。
- 鈴木豊重，川森博史，高橋徹哉，大津 直，鈴木隆広，藤本和徳編（1995）北海道市町村の地熱・温泉ボーリングー地域エネルギー開発利用施設整備事業—（昭和55年度～平成5年度），北海道立地下資源調査所。
- 高見雅三，鈴木隆広，高橋徹哉，柴田智郎，小澤 聡，藤本和徳，秋田藤夫（2008）北海道地熱・温泉ボーリング井データ集および索引図（統合版），北海道立地質研究所。
- 玉生志郎，松波武雄，金原啓司，川村政和，駒澤正夫，高橋正明，阪口圭一（2001）50万分の1札幌地熱資源図及び同説明書，特殊地質図，31-4，地質調査所。
- 田中明子，濱元栄起，山野 誠，後藤秀作（2019）日本列島及びその周辺域の熱データベース，https://www.gsj.jp/Map/JP/docs/jm100_doc/jm_geothermal-db.html，2023年7月27日閲覧。
- 若浜 洋，秋田藤夫，松波武雄（1995）北海道地温勾配図及び説明書，60万分の1地質図，北海道立地下資源調査所。
- 山岸宏光（1984）5万分の1地質図幅「歌棄」及び説明書，5万分の1地質図，札幌-第37号，北海道立地下資源調査所。
- 山岸宏光（1994）水中火山岩 アトラスと用語解説，北海道大学出版会。
- 山岸宏光，国府谷盛明，安藤重幸（1976）5万分の1地質図幅「島古丹」及び説明書，5万分の1地質図，札幌-第26号，北海道立地下資源調査所。
- 米田哲朗，林 謙二，ダカール・ゴネス，柏谷公希，金子勝比古（2002）北海道積丹半島における火砕岩の特性と岩盤崩壊の要因について，*Landslides -Journal of the Japan Landslide Society*，39，1，pp. 14-21.

添付資料 A 岩種区分毎の地質環境特性（透水係数）

表 A-1 および図 A-1 に岩種区分ごとに整理した透水係数を示す。また、透水係数のデータ抽出に用いた文献を表 A-2 に示す。データ整理に当たっては、各岩種の地質環境特性の代表値のみではなく、ばらつきを確認することとして収集した数値データの統計処理を行い、平均値、最小値、最大値、四分位数（25%値、50%値（中央値）、75%値）を算出した。図 A-1 は数値データの統計処理結果を箱ひげ図としてプロットしたものである。

なお、新第三紀鮮新世および中新世のハイアロクラスタイト、新第三紀中新世深成岩類、先新第三系基盤岩類に該当するデータは収集できなかった。

透水係数の整理結果の概要を以下に示す。

- ・ 第四紀堆積岩類の透水係数は対数平均値が 3.8×10^{-5} m/s 程度、中央値が 5.0×10^{-5} m/s 程度であり、25%値から75%値のばらつきは1~2 オーダー程度である。
- ・ 第四紀火山岩類の透水係数は収集データ数が3点であるため代表値やばらつきとしての不確実性は高いが、対数平均値が 1.2×10^{-4} m/s 程度、中央値が 2.9×10^{-5} m/s 程度であり、25%値から75%値のばらつきは1 オーダー程度である。
- ・ 新第三紀鮮新世堆積岩類の透水係数は対数平均値が 3.3×10^{-6} m/s 程度、中央値が 3.0×10^{-6} m/s 程度であり、25%値から75%値のばらつきは1 オーダー程度である。
- ・ 新第三紀鮮新世火山岩類の透水係数は収集データ数が2点のみであるため代表値やばらつきとしての不確実性は高いが、対数平均値と中央値がともに 3.2×10^{-6} m/s 程度であり、25%値から75%値のばらつきは1 オーダー以下である。
- ・ 新第三紀中新世堆積岩類の透水係数は対数平均値が 1.2×10^{-7} m/s 程度、中央値が 8.2×10^{-8} m/s 程度であり、25%値から75%値のばらつきは1 オーダー程度である。
- ・ 新第三紀中新世火山岩類の透水係数は対数平均値が 1.7×10^{-7} m/s 程度、中央値が 3.0×10^{-7} m/s 程度であり、25%値から75%値のばらつきは2 オーダー程度である。

表 A-1 岩種区分毎の地質環境特性（透水係数）

(単位：m/s)

| 岩種区分 | 第四紀 堆積岩類 | 第四紀 火山岩類 | 新第三紀鮮新世 | | |
|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------|
| | | | 堆積岩類 | 火山岩類 | ハイアロ クラスタイト |
| データ数 (件) | 71 | 3 | 21 | 2 | 該当データなし |
| 対数平均値 | 3.8×10^{-5} | 1.2×10^{-4} | 3.3×10^{-6} | 3.2×10^{-6} | — |
| 最小値 | 1.0×10^{-7} | 2.0×10^{-5} | 1.0×10^{-9} | 1.0×10^{-6} | — |
| 第1四分位数 (25%値) | 5.1×10^{-6} | 2.4×10^{-5} | 1.0×10^{-6} | 1.8×10^{-6} | — |
| 中央値 (50%値) | 5.0×10^{-5} | 2.9×10^{-5} | 3.0×10^{-6} | 3.2×10^{-6} | — |
| 第3四分位数 (75%値) | 1.8×10^{-4} | 2.9×10^{-4} | 2.1×10^{-5} | 5.6×10^{-6} | — |
| 最大値 | 1.0×10^{-1} | 3.0×10^{-3} | 1.9×10^{-4} | 1.0×10^{-5} | — |

| 岩種区分 | 新第三紀中新世 | | | | 先新第三系 基盤岩類 |
|------------------|----------------------|-----------------------|----------------|-------------|---------------|
| | 堆積岩類 | 火山岩類 | ハイアロ クラスタイト | 深成岩類 | |
| データ数 (件) | 21 | 16 | 該当データ なし | 該当データ なし | 該当データ なし |
| 対数平均値 | 1.2×10^{-7} | 1.7×10^{-7} | — | — | — |
| 最小値 | 3.2×10^{-9} | 4.2×10^{-10} | — | — | — |
| 第1四分位数 (25%値) | 4.0×10^{-8} | 1.5×10^{-8} | — | — | — |
| 中央値 (50%値) | 8.2×10^{-8} | 3.0×10^{-7} | — | — | — |
| 第3四分位数 (75%値) | 7.0×10^{-7} | 1.4×10^{-6} | — | — | — |
| 最大値 | 3.4×10^{-5} | 5.7×10^{-6} | — | — | — |

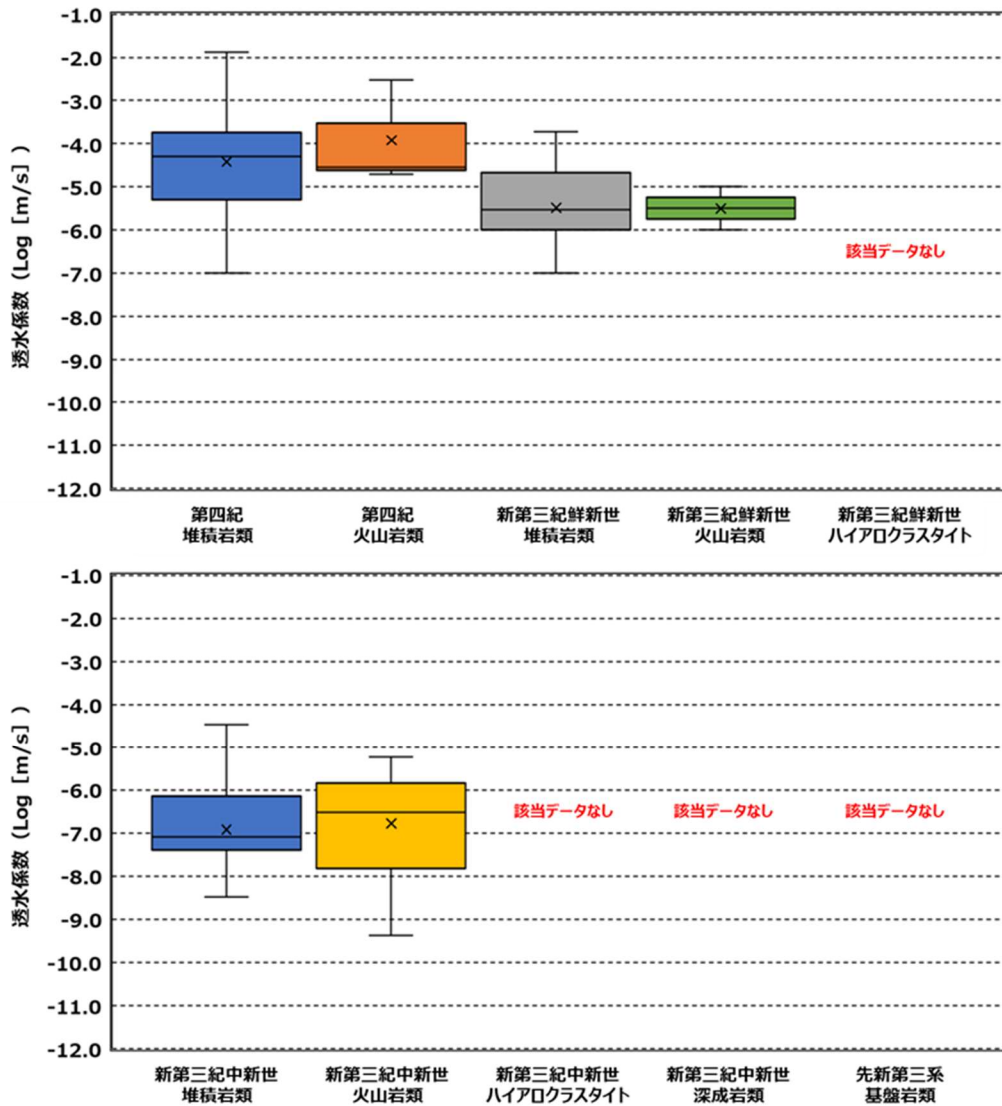


図 A-1 岩種区分毎の地質環境特性 (透水係数)

数値データの統計処理結果を箱ひげ図で表示。箱の上下端は第 3 四分位 (75%値) および第 1 四分位 (25%値), 箱内のバーは 50%値 (中央値) を示す。ひげの上下端は最大値 (75%値+1.5×四分位範囲 (25%値から 75%値の範囲) より小さい値の最大の値) および最小値 (25%値-1.5×四分位範囲 (25%値から 75%値の範囲) より大きい値の最小の値), 図中の×印は対数平均値を示す。外れ値 (データの中で極端にほかの値から離れている値) は表示しない。

表 A-2 透水係数のデータ抽出に用いた文献

| No. | 著者 | 発表年 | 文献タイトル | 掲載雑誌など |
|-----|----------------------------|------|---|---|
| 1 | 赤井公昭, 辻本有一, 佐久間彰三, 半澤武志 | 1984 | 支笏火山灰層における鋼管杭の支持力 機構 | 土と基礎, 32, 3, pp.41- 46 |
| 2 | 秋山忠禧, 村上 昇 | 1971 | 札幌市の地下鉄における話題と問題点 | トンネルと地下, 2, 2, pp.145-157 |
| 3 | 秋山忠禧 | 1981 | 札幌市地下鉄東豊線の計画 | トンネルと地下, 12, 5, pp.365-370 |
| 4 | 秋山忠禧, 若原嗣男 | 1983 | 札幌市地下鉄3号線建設計画の概要 | 土木施工, 24, 1, pp.29- 37 |
| 5 | 秋山忠禧, 風間国男, 藤田啓志 | 1986 | 札幌市地下鉄初のシールド工事—2~3 号連絡線工区— | トンネルと地下, 17, 3, pp.205-213 |
| 6 | 深見浩司 | 1993 | 上磯町三ツ石地区地下水調査報告 | 地下資源調査所調査研 究報告, 65, pp.139-140 |
| 7 | 林 要一, 中川 進, 本田裕夫, 白石文雄 | 1984 | 札幌地下鉄でのCBモルタル充填式土止 め壁 | 基礎工, 12, 4, pp.57- 64 |
| 8 | 林 要一, 藤田啓志, 高橋 章 | 1990 | 玉石混じり砂礫層で泥土圧シールドと NATMを計画—延伸工事— | トンネルと地下, 21, 8, pp.603-610 |
| 9 | 広沢経夫 | 1982 | 地熱開発調査の地域レポート[16]豊羽定 山溪地域 | 地熱エネルギー, 7, 3, pp.16-38 |
| 10 | 池田光良, 瀧 正博 | 2007 | 北海道トキサタマップ湿原の保全対策 工 | 土と基礎, 55, 8, pp.24- 27 |
| 11 | 木村充宏, 中田隆文, 宮浦征宏, 横浜勝司 | 2011 | 火山灰質地盤の原位置透水係数の細粒 分含有率依存性 | 土木学会第66回年次 学術講演会講演概要 集, III, pp.397-398 |
| 12 | 工藤伸司 | 1984 | 架道橋新設に伴う被圧水対策—千歳線 島松架道橋— | 鉄道土木, 26, 1, pp.29- 33 |
| 13 | 松本徳久, 山口嘉一, 田原則雄 | 1991 | ダム基礎軟岩のパイピング抵抗性 | 第23回岩盤力学に関 するシンポジウム講演 論文集, pp.247-251 |
| 14 | 弥勒院輝明, 佐藤靖 郎, 大鶴徳雄 | 1990 | ピリカ発電所放水路トンネルの設計・施 工について | 電力土木, 224, pp.48- 58 |
| 15 | 宮浦征宏, 中田隆文, 木村充宏, 横浜勝司 | 2010 | 細粒分含有量を考慮した火山灰地盤の 透水係数の合理的判定手法 | 土木学会第65回年次 学術講演会講演概要 集, III, pp.257-258 |
| 16 | 持田 豊 | 1978 | 青函トンネルにおける注入 | 土と基礎, 26, 8, pp.35- 45 |
| 17 | 森 繁 | 1985 | 双葉ダム(アスファルトコンクリート遮 水壁)の設計と施工 | 月刊ダム日本, 492, pp. 39-55 |
| 18 | 長沢大雄, 林 輝夫 | 1979 | 凝灰岩基礎上のロックフィルダム建設< 漁川ダム・特に基礎調査について> | 月刊ダム日本, 412, pp. 11-48 |
| 19 | 西口重男, 池内憲造, 鳥山忠次, 飯塚友之助 | 1989 | ポアホールスキャナー | 基礎工, 17, 10, pp.78- 82 |
| 20 | 野坂隆一, 石原 勝, 佐藤謙二, 田口史雄 | 1989 | 白鳥大橋の主塔基礎に利用した地中連 続壁 | 基礎工, 17, 1, pp.56- 61 |
| 21 | 小原常弘 | 1992 | 地質系統と水理定数・水質—北海道の畑 作振興深層地下水調査から— | 地下資源調査所調査研 究報告, 21 |
| 22 | 佐藤宣男, 鈴木忠浩, 唐牛義夫, 川辺正道 | 1981 | 札幌市下水道 地下推進工事における水 平薬液注入—国鉄函館本線横断部分— | 土木施工, 22, 9, pp.11- 20 |
| 23 | 高波 要, 岩佐正己, 山本年男, 澤木 實 | 1977 | 江別市公共下水道第3工区雨水幹線シ ールド工事 | 土木施工, 18, 9, pp.11- 16 |
| 24 | 山添誠隆, 三田地利之 | 2007 | 真空圧密工法を適用した泥炭地盤の有 限変形弾塑性FEM解析 | 土木学会論文集C, 63, 4, pp.1113-1131 |
| 25 | 吉岡利春, 木元福造, 石戸谷俊二 | 1986 | パイプルーフ工法による線路下横断の 施工例 | 基礎工, 14, 2, pp.102- 108 |

添付資料 B 岩種区分毎の地質環境特性（一軸圧縮強さ）

表 B-1 および図 B-1 に岩種区分ごとに整理した一軸圧縮強さを示す。また、一軸圧縮強さのデータ抽出に用いた文献を表 B-2 に示す。データ整理に当たっては、各岩種の地質環境特性の代表値のみではなく、ばらつきを確認することとして収集した数値データの統計処理を行い、平均値、最小値、最大値、四分位数（25%値、50%値（中央値）、75%値）を算出した。図 B-1 は数値データの統計処理結果を箱ひげ図としてプロットしたものである。

なお、第四紀の火山岩類、新第三紀鮮新世ハイアロクラスタイト、新第三紀中新世深成岩類および先新第三系基盤岩類に該当するデータは収集できなかった。

一軸圧縮強さの整理結果の概要を以下に示す。

- ・ 第四紀堆積岩類の一軸圧縮強さは平均値が 20.1 MPa 程度、中央値が 11.3 MPa 程度であり、25%値から 75%値のばらつきは 20 MPa 程度である。
- ・ 新第三紀鮮新世堆積岩類の一軸圧縮強さは平均値が 2.1 MPa 程度、中央値が 0.8 MPa 程度であり、25%値から 75%値のばらつきは 0.5 MPa 程度である。
- ・ 新第三紀鮮新世火山岩類の一軸圧縮強さは収集データ 6 点の試験結果が同一であるため、ばらつきは不明であるが、その代表値は 26.5 MPa 程度である。
- ・ 新第三紀中新世堆積岩類の一軸圧縮強さは平均値が 19.8 MPa 程度、中央値が 6.8 MPa 程度であり、25%値から 75%値のばらつきは 20 MPa 程度である。
- ・ 新第三紀中新世火山岩類の一軸圧縮強さは平均値が 76.5 MPa 程度、中央値が 67.5 MPa 程度であり、25%値から 75%値のばらつきは 70 MPa 程度である。
- ・ 新第三紀中新世ハイアロクラスタイトの一軸圧縮強さは平均値が 35.1 MPa、中央値が 10.0 MPa 程度であり、25%値から 75%値のばらつきは 15 MPa 程度である。

表 B-1 岩種区分毎の地質環境特性（一軸圧縮強さ）

（単位：MPa）

| 岩種区分 | 第四紀 堆積岩類 | 第四紀 火山岩類 | 新第三紀鮮新世 | | |
|------------------|-------------|-------------|---------|------|----------------|
| | | | 堆積岩類 | 火山岩類 | ハイアロ クラスタイト |
| データ数（件） | 48 | 該当データなし | 13 | 6 | 該当データなし |
| 平均値 | 20.1 | — | 2.1 | 26.5 | — |
| 最小値 | 0.02 | — | 0.4 | 26.5 | — |
| 第1四分位数 (25%値) | 0.2 | — | 0.5 | 26.5 | — |
| 中央値 (50%値) | 11.3 | — | 0.8 | 26.5 | — |
| 第3四分位数 (75%値) | 23.0 | — | 1.0 | 26.5 | — |
| 最大値 | 147.1 | — | 9.4 | 26.5 | — |

| 岩種区分 | 新第三紀中新世 | | | | 先新第三系 基盤岩類 |
|------------------|---------|-------|----------------|---------|---------------|
| | 堆積岩類 | 火山岩類 | ハイアロ クラスタイト | 深成岩類 | |
| データ数（件） | 86 | 69 | 61 | 該当データなし | 該当データなし |
| 平均値 | 19.8 | 76.5 | 35.1 | — | — |
| 最小値 | 0.1 | 1.8 | 1.2 | — | — |
| 第1四分位数 (25%値) | 1.6 | 31.5 | 7.2 | — | — |
| 中央値 (50%値) | 6.8 | 67.5 | 10.0 | — | — |
| 第3四分位数 (75%値) | 20.3 | 98.7 | 21.4 | — | — |
| 最大値 | 167.7 | 233.4 | 191.2 | — | — |

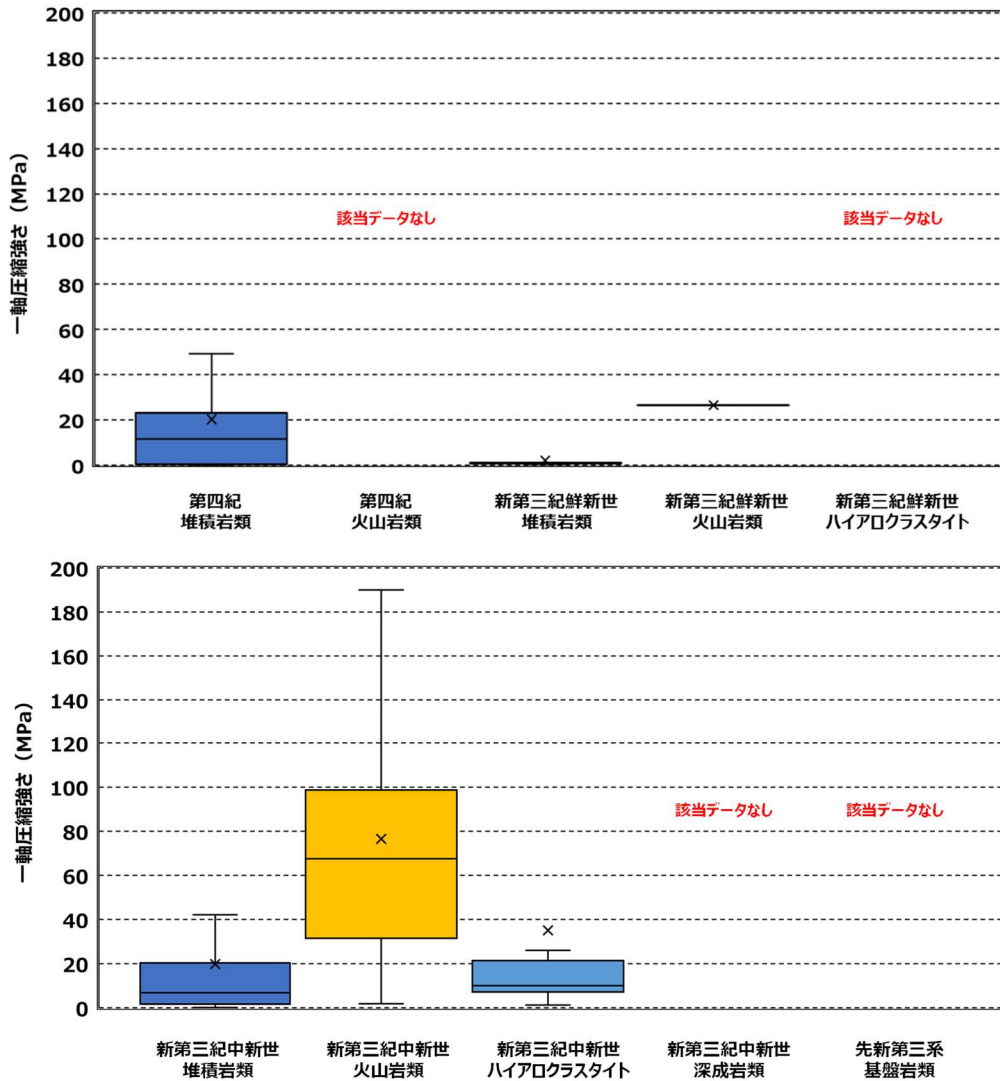


図 B-1 岩種区分毎の地質環境特性（一軸圧縮強さ）

数値データの統計処理結果を箱ひげ図で表示。箱の上下端は第3四分位（75%値）および第1四分位（25%値）、箱内のバーは50%値（中央値）を示す。ひげの上下端は最大値（75%値+1.5×四分位範囲（25%値から75%値の範囲）より小さい値の最大の値）および最小値（25%値-1.5×四分位範囲（25%値から75%値の範囲）より大きい値の最小の値）、図中の×印は平均値を示す。外れ値（データの中で極端にほかの値から離れている値）は表示しない。

表 B-2 一軸圧縮強さのデータ抽出に用いた文献 (1/2)

| No. | 著者 | 発表年 | 文献タイトル | 掲載雑誌など |
|-----|------------------------------------|------|--|--|
| 1 | 秋山忠禧 | 1981 | 札幌市地下鉄東豊線の計画 | トンネルと地下, 12, 5, pp. 365-370 |
| 2 | 秋山忠禧, 若原嗣男 | 1983 | 札幌市地下鉄3号線建設計画の概要 | 土木施工, 24, 1, pp. 29-37 |
| 3 | 藤井義明, 宮下尚志, 石島洋二, 川北 稔 | 2002 | 北海道の急崖を構成する岩石の力学的特性 | 地盤工学会論文報告集, 42, 3, pp. 129-136 |
| 4 | 藤井義明, 上原洋次郎 | 2006 | 封圧下で一方向に伸び変形を受ける岩石の変形・破壊挙動に関する研究 | 資源と素材, 122, 6・7, pp. 330-337 |
| 5 | 古田卓也, 奥寺健彦, 稲葉洋介 | 2007 | 泊発電所3号機建設工事における放水路トンネルの施工実績 | 電力土木, 327, pp. 54-58 |
| 6 | 花見浩二, 大友 勲, 谷藤和三 | 1982 | 知内発電所海底取水トンネルの設計・施工について | 電力土木, 178, pp. 8-20 |
| 7 | 北海道電力 | 1982 | 泊発電所(1, 2号炉)の原子炉設置許可申請書 | — |
| 8 | 北條紘次 | 1981 | 漁川ダムの基礎処理について | 大ダム, 98, pp. 1-15 |
| 9 | 伊東佳彦, 日下部祐基, 日外勝仁, 坂本多朗 | 2008 | 工学的特性からみた北海道日本海沿岸火砕岩類の崩壊特性の検討 | 平成20年度研究発表会講演論文集, pp. 123-124 |
| 10 | 伊東佳彦, 日下部祐基, 坂本多朗 | 2009 | 積雪寒冷地における岩盤路床の評価について | 平成21年度研究発表会講演論文集, pp. 121-122 |
| 11 | 伊東佳彦, 日下部祐基, 岡崎健治 | 2013 | 一軸圧縮強度と間隙率分布に基づく北海道各地の岩石の劣化過程に関する考察 | 日本応用地質学会平成25年度研究発表会講演論文集, pp. 111-112 |
| 12 | 児玉淳一, 後藤龍彦, 藤井義明 | 2009 | 凍結状態にある登別溶結凝灰岩の強度と破壊プロセスに与える温度と載荷速度の影響 | Journal of MMIJ, 125, 9, pp. 472-480 |
| 13 | 日下部祐基, 伊東佳彦 | 2014 | 凍結融解による岩石の物性変化 | 土木学会第69回年次学術講演会講演概要集 III, pp. 497-498 |
| 14 | 日下部祐基, 倉橋稔幸 | 2016 | 凍結融解による劣化を考慮した岩盤斜面の安定性評価に関する考察 | 第44回岩盤力学に関するシンポジウム講演集, pp. 13-17 |
| 15 | 松本徳久, 池田 隆 | 1984 | フィルダム基礎の軟岩の変形特性 | 土木技術資料, 26, 5, pp. 249-254 |
| 16 | 三井善孝, 児玉淳一, 原 翔平, 菅原隆之, 福田大祐, 藤井義明 | 2013 | 凍結した支笏溶結凝灰岩の力学的挙動の時間依存性 | Journal of MMIJ, 129, 7, pp. 433-439 |
| 17 | 長沢大雄, 林 輝夫 | 1979 | 凝灰岩基礎上のロックフィルダム建設<漁川ダム・特に基礎調査について> | 月刊ダム日本, 412, pp. 11-48 |
| 18 | 中村 大, 後藤隆司, 鈴木輝之, 伊藤陽司, 山下 聡 | 2008 | 岩石の凍上に関する基礎的研究—岩石の内部構造, 物性値の比較を基にした凍上メカニズムの解明— | Journal of MMIJ, 124, 4_5, pp. 231-239 |
| 19 | 日本鉱業会岩石試験データシート作成・利用研究委員会 | 1982 | 岩石試験データシート作成・利用研究の現況 | 日本鉱業会誌, 98, pp. 149-179 |
| 20 | 西口重男, 池内憲造, 鳥山忠次, 飯塚友之助 | 1989 | ボアホールスキャナー | 基礎工, 17, 10, pp. 78-82 |

表 B-2 一軸圧縮強さのデータ抽出に用いた文献 (2/2)

| No. | 著者 | 発表年 | 文献タイトル | 掲載雑誌など |
|-----|---|------|---|---|
| 21 | 岡崎健治, 伊東佳彦, 丹羽廣海, 村山秀幸, 笹谷勝輝, 大日向昭 彦, 倉橋稔幸 | 2016 | 供用トンネルにおける時間依存性を 有する変状と診断技術の研究 | 応用地質, 56, 6, pp.308- 315 |
| 22 | 佐野 彰, 三田地利 之, 大森壮一郎 | 1991 | 堆積軟岩のせん断強度特性 | 土木学会第 46 回年次学 術講演会講演概要集 III pp. 502-503 |
| 23 | 佐々木 隆, 豊田義 明, 今野秀一 | 2004 | 一般国道 229 号ウエンチクナイト ンネルにおける高性能機械掘削につ いて | 寒地土木研究所平成 15 年度技術研究発表会, pp. 1-8 |
| 24 | 佐々木 隆, 中澤 俊, 石黒 聡, 宇治川 徳夫 | 2013 | 熱変質を受けた自破碎溶岩によるト ンネル変状部の施工 | 土木学会第 68 回年次学 術講演会講演概要集 VI pp. 785-786 |
| 25 | 佐藤能章, 宮林秀次, 小関宗雄 | 1983 | 津軽海峡線トンネル群の計画と施工 (1) 一北海道方取付部一 | トンネルと地下, 14, 6, pp. 514-520 |
| 26 | 杉井 勲 | 1981 | 駒ヶ岳ダムにおける浸透流の解析に ついて | 月刊ダム日本, 436, pp. 1- 27 |
| 27 | 地盤工学会 | 2009 | 原位置岩盤試験データベース(2008年 度版) | — |
| 28 | 高木清晴, 秋田勝次 | 1985 | 青函トンネルの施工 (17) 一火災対策 設備の設計と施工一 | トンネルと地下, 16, 4, pp. 291-298 |
| 29 | 武田宣孝, 西村哲治, 山上順民 | 2012 | 地下空洞掘削における情報化施工へ の穿孔検層の適用性 | 電力土木, 359, pp. 9-16 |
| 30 | 豊浜トンネル崩落事 故調査委員会 | 1996 | 豊浜トンネル崩落事故調査報告書 | — |
| 31 | 若松幹男, 近藤 務 | 1989 | 2. 北海道の土質 3. 北海道の火山灰 質土 | 土と基礎, 37, 9, pp.24- 29 |
| 32 | 若公雅敏, 山崎貴之, 長谷部敏, 小沼宏嗣 | 2012 | 小土かぶり 3 区間を地表または坑内 からの対策工と計測管理で掘る一北 海道新幹線万太郎トンネル一 | トンネルと地下, 43, 11, pp. 7-12 |
| 33 | 安田 匡, 加藤孝幸, 山岸宏光 | 2009 | 洞窟遺跡の保存のための岩石学・地盤 工学的観点からの考察一北海道余市 町国指定史跡フゴッペ洞窟の場合一 | 平成 21 年度研究発表会 講演論文集, pp. 201-202 |
| 34 | 横山 章 | 1979 | 海底トンネルの掘削 | 土木学会誌 64 1, pp.91- 98 |
| 35 | 吉田不二夫, 下河内 稔 | 1981 | 青函トンネルの施工 (11) 一海底中央 部一 | トンネルと地下, 12, 1, pp. 7-13 |
| 36 | 吉川大三, 前田憲一 | 1988 | 青函トンネル海底中央部における固 結度の低い砂質岩層の地質調査 | 土と基礎, 36, 7, pp.29- 36 |

添付資料 C 水理場の概念

文献調査対象地区においては、日本海に面した寿都湾を挟んで東西にそれぞれ幌別山地と月越山脈が主稜線をほぼ南北に連なり、それらの間に広がる黒松内低地帯を朱太川が南から北に向かって流下するといった地形概況を示す。幌別山地および月越山脈は朱太川の分水界となっていることから、文献調査対象地区の深さ数百～千 m 程度を流れる地下水については、幌別山地および月越山脈を主な涵養域とし、寿都湾や朱太川を主な流出域とした東西方向の流動系が形成されていると考えられる。

上記および説明書「地形、地質・地質構造」で作成した地質断面図の断面位置（図 3.1-1）を踏まえて、図 C-1 に示す文献調査対象地区の陸域を東西方向に通過する I-I' 断面と、海域を東西方向に通過する II-II' 断面を対象として水理場の概念を検討した。

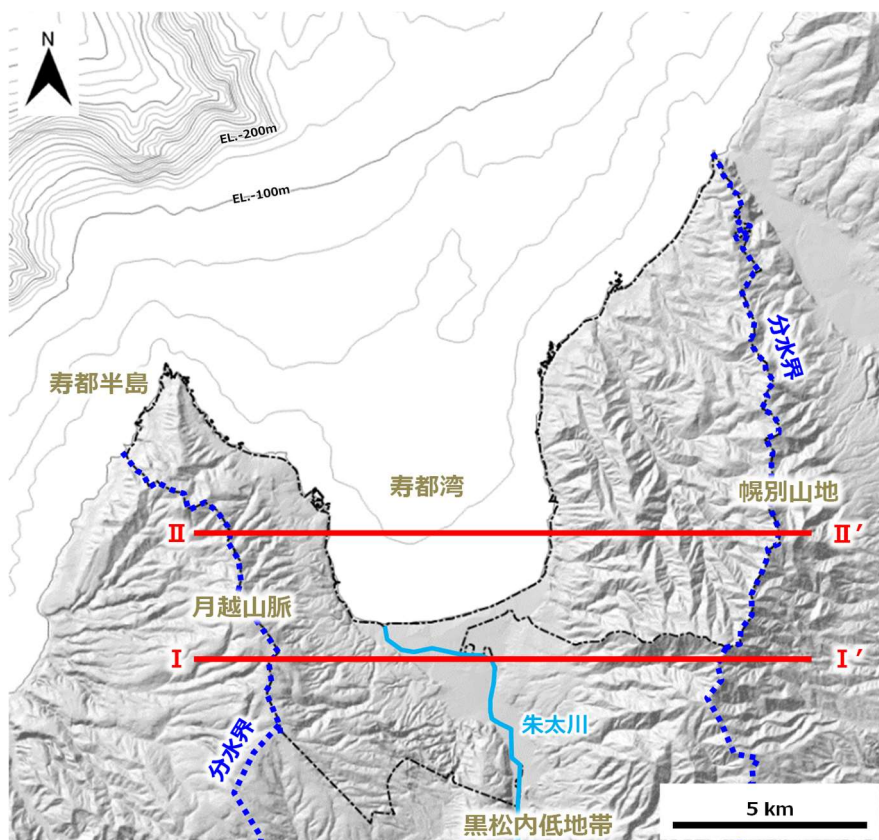


図 C-1 水理場の概念を検討する断面位置

基図は地理院タイルの陰影起伏図および傾斜量図に基づき作成。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、寿都町行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。河川流路は地理院地図（電子国土 Web）に基づき作成。海域の等深線は日本水路協会発行 M7000 シリーズに基づき作成（（一財）日本水路協会承認 第 2021006 号）。

図 C-2 および図 C-3 に、それぞれ I-I' 断面および II-II' 断面における水理場の概念を示す。

文献調査対象地区の陸域を通過する I-I' 断面においては、朱太川周辺の地表から深度 300 m 程度にかけて新第三紀鮮新世堆積岩類と第四紀堆積岩類が下位から上位に分布するが、それ以外の月

越山脈から幌別山地にかけての広い範囲には、新第三紀中新世ハイアロクラスタイトが広く分布する。

文献調査対象地区の陸域に広く分布する新第三紀中新世ハイアロクラスタイトについては水理特性が得られていないが、朱太川周辺の第四紀および新第三紀鮮新世の堆積岩類を比較すると、1オーダー程度の透水性の違いが認められる。また、I-I'断面の地形概況および黒松内低地帯を流れる朱太川の流下方向を踏まえると、地下水の流出域となる朱太川周辺の地下深部では、寿都湾に向かう南から北への地下水の流れが形成されていることが想定される。

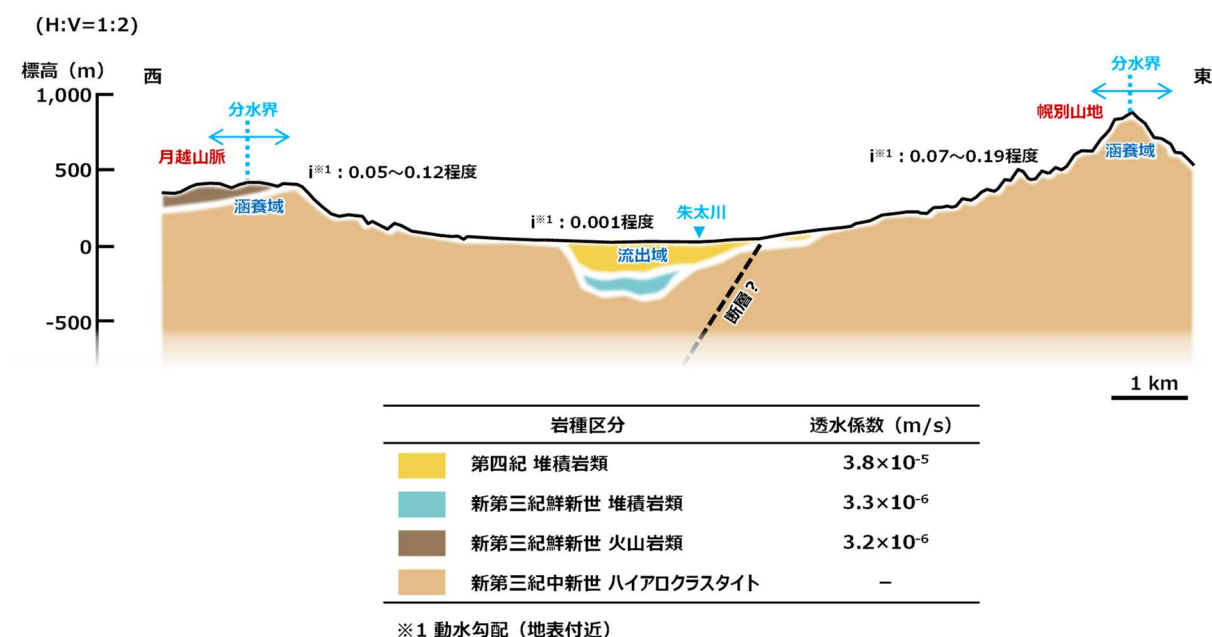
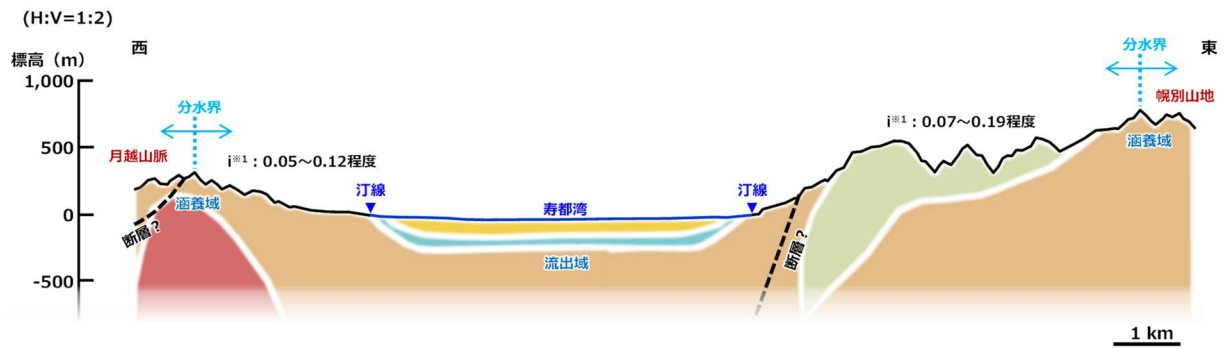


図 C-2 文献調査対象地区における水理場の概念 (I-I'断面)

岩種の分布は図 3.3-1 の地質断面図 (B-B'断面) を簡略化。

文献調査対象地区の海域を通過するII-II'断面においては、同地区西部の月越山脈周辺に新第三紀中新世ハイアロクラスタイトが分布し、東部の幌別山地周辺に新第三紀中新世の堆積岩類およびハイアロクラスタイトが分布する。寿都湾周辺では海底面から深度300m程度まで新第三紀鮮新世堆積岩類と第四紀堆積岩類が下位から上位に分布する。また、月越山脈や寿都湾の沿岸部には、いくつかの地質断層が分布する。

前述したとおり、文献調査対象地区の陸域に広く分布する新第三紀中新世ハイアロクラスタイトについては水理特性が得られていないため、地下水流動系全体の透水性の違いは不明である。また、月越山脈や寿都湾の沿岸部に分布する地質断層については幾何特性や水理特性に関する情報が取得されていないため、それらの特性によっては地下水流動系に影響を及ぼす可能性が考えられる。寿都湾周辺には陸域側の淡水域と海域側の塩水域の間に、淡水と海水の密度差や濃度差によって塩分・淡水混合域が形成されており、降雨が地下深部に浸透した地下水は海水と比較して密度が小さいため、塩分・淡水混合域に沿うような形で上昇し汀線付近に流出すると考えられる。



| 岩種区分 | 透水係数 (m/s) |
|--------------------|----------------------|
| 第四紀 堆積岩類 | 3.8×10^{-5} |
| 新第三紀鮮新世 堆積岩類 | 3.3×10^{-6} |
| 新第三紀中新世 ハイアロクラスタイト | - |
| 新第三紀中新世 堆積岩類 | 1.2×10^{-7} |
| 新第三紀中新世 深成岩類 | - |

※1 動水勾配 (地表付近)

図 C-3 文献調査対象地区における水理場の概念 (II-II' 断面)

陸域における岩種の分布は図 3.3-1 の地質断面図 (A-A'断面) を簡略化。海域 (寿都湾の海底下) における岩種の分布は図 3.3-3 の地質断面図 (G-G'断面) に基づき推定。

添付資料 D 熱対流が地下水流動に及ぼす影響

被圧帯水層中における自然対流の発生の有無は、対象地域の地熱情報および岩種の熱物性値を用いて式(1)により算出したレイリー数 Ra が限界値 $39.5 (4\pi^2)$ よりも大きいかな否かで判定する。なお、岩盤は多孔質媒体の水平地層で、上端および下端境界は不透水かつ等温固定の条件を想定したものである（地下水の科学研究会，1996）。

$$Ra = \frac{g\rho_w C_w \alpha_v k_v L \Delta T}{\nu K_v} \quad (1)$$

ここに、 g は重力加速度 [m/s^2]、 ρ_w は水の密度 [kg/m^3]、 C_w は水の比熱 [$J/kg \cdot K$]、 α_v は水の線膨張係数 [$/K$]、 k_v は鉛直方向の固有透過度 [m^2]、 L は岩盤厚さ [m]、 ΔT は温度差 [K]、 ν は水の動粘性係数 [m^2/s]、 K_v は帯水層の鉛直方向の熱伝導率 [$J/m/s/K$] を表す。

表 D-1 に示したパラメータを用いて、式(1)に基づき算出したレイリー数は 1.9 であり、限界値 39.5 よりも 1 桁以上小さいことから、熱対流が地下水流動に及ぼす影響はほとんどないと考えられる。

表 D-1 パラメーター一覧

| パラメータ | 記号 | 単位 | 適用値 | 備考 |
|-----------------|------------|----------------|-------------------------|--|
| 重力加速度 | g | m/s^2 | 9.81 | |
| 水の密度 | ρ_w | kg/m^3 | 998.2 | 20°C 国立天文台編 (2020) p. 394 |
| 水の比熱 | C_w | $J/kg \cdot K$ | 4,180 | 20°C 国立天文台編 (2020) p. 522 |
| 水の線膨張係数 | α_v | $/K$ | 2.1×10^{-4} | 国立天文台編 (2020) p. 428 |
| 鉛直方向の固有透過度 | k_v | m^2 | 1.7×10^{-14} | 20°Cにおける透水係数 K (m/s)と固有透過度 k_v (m^2)の関係を $K=10^7 \times k_v$ として算出 岩盤の透水係数 $K: 1.7 \times 10^{-7}$ (新第三紀中新世火山岩類を適用) |
| 岩盤厚さ | L | m | 500 | 地下施設までの深度 |
| 温度差 | ΔT | K | 26 | 地温勾配 $5.2^\circ C/100 m$ と岩盤厚さから算出 |
| 水の動粘性係数 | ν | m^2/s | 1.0034×10^{-6} | 20°C 国立天文台編 (2020) p. 398 |
| 帯水層の鉛直方向の有効熱伝導率 | K_v | $J/m/s/K$ | 1.0 | 臨海部や河川沿いの平地の値 (阪田ほか, 2017) を適用 |

【引用文献】

地下水の科学研究会 (1996) 地下水の科学Ⅲ—地下水と地質—, 土木工学社

国立天文台編 (2020) 理科年表 2021, 丸善出版

阪田義隆, 葛 隆生, 長野克則 (2017) 全国地盤物性データベースを用いた地中熱利用ヒートポンプ暖房システムの導入効果分析, 土木学会論文集 G (環境), 73, 5, pp. I_89-I_98.

北海道寿都郡寿都町
文献調査報告書

経済社会的観点からの
検討に関する説明書

2024年11月

原子力発電環境整備機構

2024年11月 発行 原子力発電環境整備機構

本資料を利用する際は出典を記載してください。出典の記載方法は以下のとおりです。編集・加工等して利用する際には、以下の出典表記とは別に編集・加工等を行ったことを記載してください。

(出典の記載例)

原子力発電環境整備機構 (2024) 北海道寿都郡寿都町文献調査報告書

また、第三者（原子力発電環境整備機構以外のものをいいます。以下同じ。）の著作物が含まれる場合（例えば、原子力発電環境整備機構が第三者の図表等を用いて転載・編集・加工等している図表等）には、別途、第三者からの許諾が必要になることがあります。利用者の責任において、第三者が権利を有している部分を確認し、当該第三者から利用の許諾を得てください。

上記は、著作権法上認められている引用などの利用について、制限するものではありません。

目 次

| | |
|-----------------------------------|----|
| 第1章 調査, 検討の考え方 | 1 |
| 1.1 検討の進め方..... | 1 |
| 1.1.1 文献調査計画書 | 1 |
| 1.1.2 「文献調査段階の評価の考え方」 | 1 |
| 1.1.3 説明書作成の考え方 | 2 |
| 1.2 実施項目と手順 | 2 |
| 第2章 土地の利用規制に関する文献・データの収集..... | 5 |
| 2.1 情報の収集・整理の考え方 | 5 |
| 2.2 収集・整理した文献・データ | 5 |
| 第3章 法・条例などによる土地利用規制の指定状況 | 8 |
| 3.1 社会環境面（都市地域, 農業地域, 森林地域） | 8 |
| 3.1.1 都市地域..... | 8 |
| 3.1.2 農業地域..... | 8 |
| 3.1.3 森林地域..... | 13 |
| 3.2 自然環境面（自然公園地域, 自然保全地域） | 20 |
| 3.2.1 自然公園地域..... | 20 |
| 3.2.2 自然保全地域..... | 27 |
| 3.3 その他（景観, 文化財, 国土防災） | 29 |
| 3.3.1 景観..... | 29 |
| 3.3.2 文化財..... | 29 |
| 3.3.3 国土防災..... | 29 |
| 第4章 調査結果..... | 31 |
| 4.1 調査結果の概要 | 31 |
| 4.2 考慮すべき点..... | 33 |
| 4.2.1 段階的対応..... | 33 |
| 4.2.2 地域の実情に応じた対応..... | 33 |
| 4.2.3 地域との対話..... | 33 |
| 引用文献 | 34 |

図目次

| | | |
|---------|----------------------------------|----|
| 図 1.2-1 | 国土政策に係る法体系..... | 3 |
| 図 1.2-2 | 文献調査段階の経済社会的観点からの検討の手順..... | 3 |
| 図 3.1-1 | 寿都町 農業地域および農用地区域..... | 10 |
| 図 3.1-2 | 寿都町 国有林..... | 14 |
| 図 3.1-3 | 寿都町 地域森林計画対象民有林..... | 15 |
| 図 3.1-4 | 寿都町 保安林（国有林）..... | 16 |
| 図 3.1-5 | 寿都町 保安林（民有林）..... | 17 |
| 図 3.2-1 | 狩場茂津多道立自然公園（全体）..... | 23 |
| 図 3.2-2 | 狩場茂津多道立自然公園（寿都町）..... | 24 |
| 図 3.2-3 | 寿都町の記念保護樹木の位置..... | 28 |
| 図 4.1-1 | 寿都町に係る土地利用制限および記念保護樹木などの概要図..... | 32 |

表目次

| | | |
|---------|--|----|
| 表 1.2-1 | 5地域の定義..... | 4 |
| 表 2.2-1 | 土地利用に係る個別規制法などによる指定の有無，手続きなど（社会環境面）..... | 5 |
| 表 2.2-2 | 土地利用に係る個別規制法などによる指定の有無，手続きなど（自然環境面）..... | 6 |
| 表 2.2-3 | 景観，文化財，国土防災関連法などによる指定の有無，手続きなど..... | 7 |
| 表 3.1-1 | 農用地区域において許可が必要な行為および許可基準..... | 11 |
| 表 3.1-2 | 農地の転用，および権利の移動について必要な行為および許可基準..... | 11 |
| 表 3.1-3 | 農地の転用，および権利の移動について必要な行為および許可基準..... | 12 |
| 表 3.1-4 | 地域森林計画対象民有林の域内において許可が必要な行為および許可基準..... | 18 |
| 表 3.1-5 | 国有林の貸付，使用などに関して許可が必要な行為および許可基準..... | 19 |
| 表 3.2-1 | 道立自然公園の特別地域内で許可が必要な行為および許可基準..... | 25 |
| 表 3.2-2 | 道立自然公園の普通地域内で届出が必要な行為および届出条件..... | 26 |
| 表 3.2-3 | 寿都町の記念保護樹木の指定状況..... | 28 |

第1章 調査、検討の考え方

1.1 検討の進め方

文献調査開始に当たって原子力発電環境整備機構（以下、NUMO という。）が2020年に公表した「北海道寿都郡寿都町 文献調査計画書」（以下、文献調査計画書という。）に従って調査を進めた。

その間、経済産業省資源エネルギー庁（2023）「文献調査段階の評価の考え方」（以下、「文献調査段階の評価の考え方」という。）が策定されており、当該地域の文献調査の情報に基づく概要調査地区候補選定のための経済社会的観点からの検討については、これらに沿って文献調査対象地区である寿都町における土地の利用に関する制約や考慮すべき点についての情報の収集・整理を行った。

1.1.1 文献調査計画書

NUMO が2020年に公表した文献調査計画書において、以下のように記載している。

6 文献・データに基づく評価

文献調査では、最終処分法に定める文献調査で評価する要件を満足せず、明らかに適切でない場所を除外する作業を中心に、概要調査地区の候補を検討します。

さらに、技術的な観点、経済社会的な観点からの検討も実施します。例えば、上記の評価の過程で文献調査対象地区の地層や岩体、断層などの分布といった地下の状況について整理し、どの地層がより好ましいと考えられるかなどの検討や、土地の利用制限などの検討を実施します。

1.1.2 「文献調査段階の評価の考え方」

第1回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 特定放射性廃棄物小委員会において「文献調査段階の評価の考え方」が報告（2023年11月2日確定）された。この中で示された「経済社会的観点からの検討」の考え方を以下に示す。

- ・ 文献調査段階では、処分場建設の観点で法規制上、土地利用が「原則許可されない地域」の有無を確認する。併せて、土地利用制限がある場合の許認可手続き等と配慮すべき点を整理する。
- ・ そのうえで「原則許可されない地域」がある場合には、概要調査地区等の選定の際の検討事項に加える。
- ・ 現地調査に進む場合は、土地利用制限の状況に応じて、法規制等に対応する。

（「考え方」適用時の留意事項）

- ・ 処分場建設や現地調査での土地利用に際して、初期段階においては「国土利用計画法」を基本に検討を進める。
- ・ 事業進展段階ごとに（経済社会的観点の）調査範囲や内容を進展させていく。
- ・ 事業進展段階ごとに土地利用制限の状況に応じて、法規制等に適切に対応する。

1.1.3 説明書作成の考え方

経済社会的観点からの検討においては、はじめに 1.1 に示した経済社会的観点からの検討の進め方に基づく評価のよりどころとなる情報として、個別規制法などによる土地の利用規制の指定状況を収集・整理した（第 2 章）。次に、法や条例による寿都町における土地利用の指定状況を示した（第 3 章）。これらの検討結果を用いて、文献調査対象地区における最終処分施設の設置場所として土地の利用に関して「原則許可されない」場所についての確認を行った（第 4 章）。

最後に、今後の調査の進展を見込んだ場合を鑑み、経済社会的観点について考慮すべき点を整理した。

1.2 実施項目と手順

限りある国土を適正に利用するための総合的な計画として、国土利用計画法に基づき国、都道府県、市町村は国土利用計画（全国計画、都道府県計画、市町村計画）を策定し、これを基本に都道府県は土地利用の基本方向や土地利用の原則を定めるものとして、当該都道府県の区域を「都市地域」「農業地域」「森林地域」「自然公園地域」および「自然保全地域」の 5 地域区分に分けた土地利用基本計画を定めている（国土利用計画法第 9 条第 2 項、第 3 項）。

また、国土利用計画法においては、土地利用基本計画に即して適正かつ合理的な土地利用が図られるよう、国や地方自治体は土地利用の規制に関する措置その他の措置を講ずるものとされ、5 地域区分ごとに個別規制法が制定されている。このほか、土地利用の規制に関する措置等として、「別に法律で定めるところにより、公害の防止、自然環境及び農林地の保全、歴史的風土の保存、治山、治水等に配慮しつつ、土地利用の規制に関する措置その他の措置を講ずる」ことが定められている（国土利用計画法第 10 条）。

寿都町の土地利用に関しては、上記の土地利用基本計画に加えて自治体ごとに、その特性を踏まえて種々の規制が行われている。文献調査は、対象地区を寿都町全域としていることから、詳細については、将来、事業段階に応じて調査範囲が絞り込まれた際に、当該地域について調査することが適切である。

したがって、本説明書の「土地の利用制限の検討」においては、寿都町全域を対象に「北海道土地利用基本計画」（第 5 次 平成 30 年 3 月）（以下、道土地利用計画という。）に基づく 5 地域区分の指定状況などを調査し、処分場建設の観点で法規制上、土地利用が「原則許可されない地域」の有無を確認する。併せて、土地利用制限がある場合の許認可手続きなどおよび考慮すべき点を整理する。

図 1.2-1 に国土政策に係る法体系を示す。図 1.2-2 に文献調査段階の経済社会的観点からの検討の手順を示す。また、表 1.2-1 に 5 地域の定義を示す。

1 国土利用計画法の体系

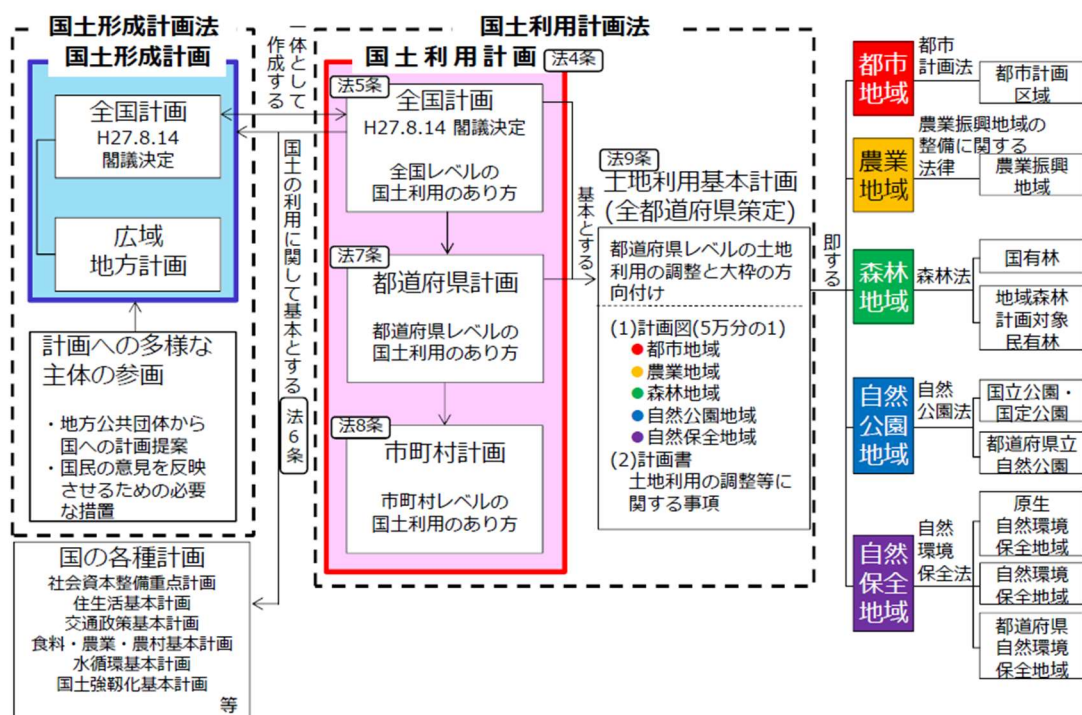


図 1.2-1 国土政策に係る法体系

出典：国土交通省ホームページ：【国土利用計画】国土利用の新たな方向性について（令和5年10月19日）

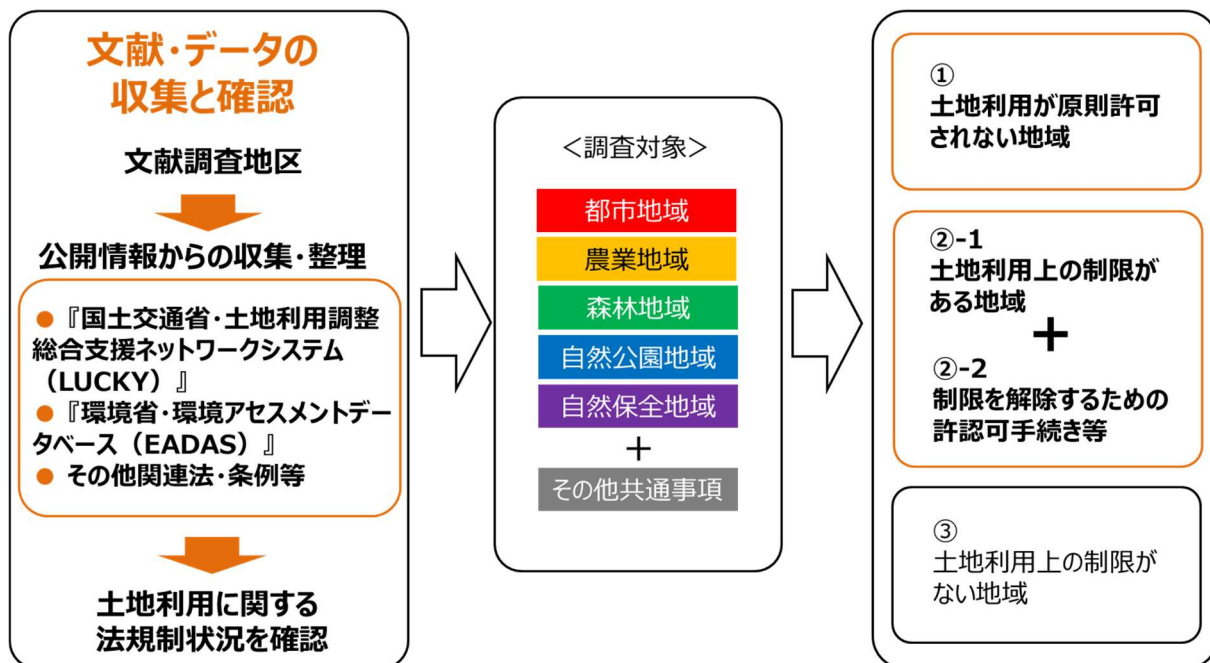


図 1.2-2 文献調査段階の経済社会的観点からの検討の手順

出典：文献調査段階の評価の考え方（2023年11月2日 資源エネルギー庁）

表 1.2-1 5 地域の定義

国土交通省：「土地利用基本計画制度について 平成 28 年 1 月 28 日（木）

国土交通省 国土政策局 総合計画課 国土管理企画室」に基づき作成

| 地域 (法第 9 条第 2 項各号) | 国土利用計画法上の定義 (法第 9 条第 4 項～8 項) | 運用上の定義 |
|-----------------------|--|--|
| 都市地域 | 一体の都市として総合的に開発し、整備し、及び保全する必要がある地域 | 都市計画法第 5 条により都市計画区域として指定されている又は指定されることが予定されている地域 |
| 農業地域 | 農用地として利用すべき土地があり、総合的に農業の振興を図る必要がある地域 | 農業振興地域の整備に関する法律第 6 条により農業振興地域として指定されている又は指定されることが予定されている地域 |
| 森林地域 | 森林の土地として利用すべき土地があり、林業の振興又は森林の有する諸機能の維持増進を図る必要がある地域 | 森林法第 2 条第 3 項に規定する国有林の区域又は同法第 5 条第 1 項の地域森林計画の対象となる私有林の区域として定められている又は定めることが予定されている地域 |
| 自然公園地域 | 優れた自然の風景地で、その保護及び利用の増進を図る必要があるもの | 自然公園法第 2 条第 1 号の自然公園として指定されている又は指定されることが予定されている地域 |
| 自然保全地域 | 良好な自然環境を形成している地域で、その自然環境の保全を図る必要があるもの | 自然環境保全法第 14 条の原生自然環境保全地域、同法第 22 条の自然環境保全地域又は同法第 45 条第 1 項に基づく都道府県自然環境保全地域として指定されている又は指定されることが予定されている地域 |

第2章 土地の利用規制に関する文献・データの収集

2.1 情報の収集・整理の考え方

情報の収集・整理は、公開情報からの収集・整理を基本として、5 地域の個別規制法などによる土地の利用規制の指定状況を調査した。このほか、農林地の保全、歴史的風土の保存、治山、治水などの土地利用規制に係る共通事項として、景観、文化財、国土防災に関する土地の利用規制について調査した。

2.2 収集・整理した文献・データ

調査は、「国土交通省・土地利用調整総合支援ネットワークシステム (LUCKY)」、「環境省・環境アセスメントデータベース (EADAS)」, その他公開情報に基づいて、文献調査対象地区の土地利用基本計画における「都市地域」「農業地域」「森林地域」「自然公園地域」「自然保全地域」の指定状況に関するデータを収集し、社会環境面、自然環境面およびその他に分けて整理した。また、景観、文化財、国土防災などに関するデータについても収集、整理した。

| | | |
|------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| <社会環境面> ・都市地域 ・農業地域 ・森林地域 | <自然環境面> ・自然公園地域 ・自然保全地域 | <その他> ・景観 ・文化財 ・国土防災 |
|------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|

表 2.2-1 に土地利用に係る社会環境面の個別規制法などによる指定の有無、手続きなどを、表 2.2-2 に自然環境面の土地利用に係る個別規制法などによる指定の有無、手続きなどを、表 2.2-3 に景観、文化財、国土防災関連法などによる指定の有無、手続きなどを示す。

表 2.2-1 土地利用に係る個別規制法などによる指定の有無、手続きなど（社会環境面）

| 対象地域 | 個別規制法 | 指定区域 | 指定の有無・手続きなど |
|------|-----------------|------------------|--------------------|
| 都市地域 | 都市計画法 | 都市計画区域または準都市計画区域 | 指定なし |
| 農業地域 | 農業振興地域の整備に関する法律 | 農用地区域 | 指定あり 許可（知事） |
| | 農地法 | 甲種農地, 第1種農地 | |
| 森林地域 | 森林法 | 国有林 | 指定あり |
| | | 国有林（保安林） | 指定あり 許可（知事） |
| | | 地域森林計画民有林 | 指定あり 許可（知事）※ |
| | 地域森林計画民有林（保安林） | 指定あり 許可（知事） | |
| | 国有林野の管理経営に関する法律 | 国有林 | 指定あり 許可（森林管理署長） |

※ 1ヘクタールを超えるもの

表 2.2-2 土地利用に係る個別規制法などによる指定の有無、手続きなど（自然環境面）

| 対象地域 | 個別規制法, 条例 | 指定区域 | 指定の有無・手続きなど |
|---------|---|------------------------------|------------------------------|
| 自然公園地域 | 自然公園法 | 特別保護地区 | 指定なし |
| | | 第1種特別地域 | |
| | | 第2種特別地域 | |
| | | 第3種特別地域 | |
| | | 普通地域 | |
| | | 海域公園地区 | |
| | 北海道立自然公園条例 ^{※1} (狩場茂津多道立自然公園) | 第1種特別地域 | 指定なし |
| | | 第2種特別地域 | 指定なし |
| 第3種特別地域 | | 指定あり 許可(知事) | |
| 普通地域 | | 指定あり 届出(知事) ^{※2} | |
| 自然保全地域 | 自然環境保全法 | 原生自然環境保全地域 | 指定なし |
| | | 自然環境保全地域(特別地区) | |
| | | 自然環境保全地域(野生動植物保護地区) | |
| | | 自然環境保全地域(海域特別地区) | |
| | | 自然環境保全地域(普通地区) | |
| | | 沖合海底自然環境保全地域 | |
| | 北海道自然環境等 保全条例 ^{※1} | 道自然環境保全地域(特別地区) | 指定なし |
| | | 道自然環境保全地域(野生動植物保護地区) | 指定なし |
| | | 道自然環境保全地域(普通地区) | 指定なし |
| | | 環境緑地保護地区 | 指定なし |
| | | 記念保護樹木 | 指定あり 届出(知事) ^{※2} |
| | | 自然景観保護地区 | 指定なし |
| | | 学術自然保護地区 | 指定なし |

※1 自治体条例は法に準じた扱いであるため調査範囲とした

※2 行為の内容によって届出が必要

表 2.2-3 景観、文化財、国土防災関連法などによる指定の有無、手続きなど

| 対象地域 | 個別規制法, 条例 | 指定区域 | 指定の有無・手続きなど |
|---------|-----------------------|--------------|-------------------------|
| 景 観 | 景観法※1 | 景観計画区域 | 指定あり 届出(知事) ※2 |
| 文 化 財 | 文化財保護法 | 史跡名勝記念物 | 指定なし |
| | | 周知の埋蔵文化財包蔵地 | 指定あり 許可(文化庁, 道教育委員会) |
| | 北海道文化財保護条例 | 有形文化財 | 指定あり 許可(知事) |
| 国 土 防 災 | 土砂災害防止法 | 土砂災害(特別)警戒区域 | 指定あり 許可(知事) |
| | 砂防法 | 砂防指定地 | 指定あり 許可(知事) |
| | 地すべり防止法 | 地すべり防止区域 | 指定なし |
| | 急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律 | 急傾斜地崩壊危険区域 | 指定なし |

※1 北海道景観計画の一般区域

※2 例: 高さ15メートル以上工作物

第3章 法・条例などによる土地利用規制の指定状況

3.1 社会環境面（都市地域、農業地域、森林地域）

3.1.1 都市地域

(1) 定義

都市地域は、一体の都市として総合的に開発・整備・保全する必要がある地域であり、「都市計画区域」、「準都市計画区域」としての指定があり、規制行為の種類・規模を定めている。

(2) 都道府県計画における位置付け

道土地利用計画においては、土地利用の原則として「都市地域は、一体の都市として総合的に開発し、整備し、及び保全する必要がある地域です。都市地域の土地利用については、低・未利用地や空き家等の有効活用、良好な都市環境の確保、形成及び安全で機能的な都市基盤の整備等に配慮しつつ、既成市街地については、再開発等により土地利用の高度化を促進するとともに、市街化区域又は用途地域において今後新たに必要とされる宅地については、計画的に確保、整備することを基本とします。」としている。

(3) 寿都町における指定状況

寿都町には「都市計画法」による都市計画区域および準都市計画区域の指定はない。

3.1.2 農業地域

(1) 定義

農業地域は、農用地として利用すべき土地があり、かつ総合的に農業の振興を図る必要がある地域であり、都道府県が定める「農業振興地域」には、長期にわたり総合的に農業振興を図る地域として、市町村計画に基づき「農用地区域」としての指定がある。

なお、農業振興地域の整備に関する法律第3条において、農用地等とは「①耕作の目的又は主として耕作若しくは養畜の業務のための採草若しくは家畜の放牧の目的に供される土地（農用地）」、「②木竹の生育に供され、併せて耕作又は養畜の業務のための採草又は家畜の放牧の目的に供される土地（農用地を除く。）」、「③農用地又は前号に掲げる土地の保全又は利用上必要な施設の用に供される土地」および「④耕作又は養畜の業務のために必要な農業用施設（③の施設を除く。）で農林水産省令で定めるものの用に供される土地」と定義されている。

農用地区域は原則として農地転用が禁止されているが、同法では区域内での開発行為と許可基準について定めている。また、農業振興地域のうち「農用地区域でない地域」および「農業振興地域外の農地」については農地転用許可制度に基づき、個別に規制行為の種類・規模を定めている。

(i) 農用地

農用地区域は農地の中でも生産性の高い農地であるため、他の用途として使用するためには「農業振興地域の整備に関する法律」（以下、「農振法」という。）に基づき制約がある。表 3.1-1 に農用地区域において許可が必要な行為および許可基準を示す。

(ii) 農地

農地については農地以外の土地利用計画との調和を図りながら、優良な農地を保全し、人々の食

料を安定的に生産する観点から、農地の転用や権利の移動については「農地法」に基づく制約がある。表 3.1-2 および表 3.1-3 に許可が必要な行為および許可基準を示す。

(2) 都道府県計画における位置付け

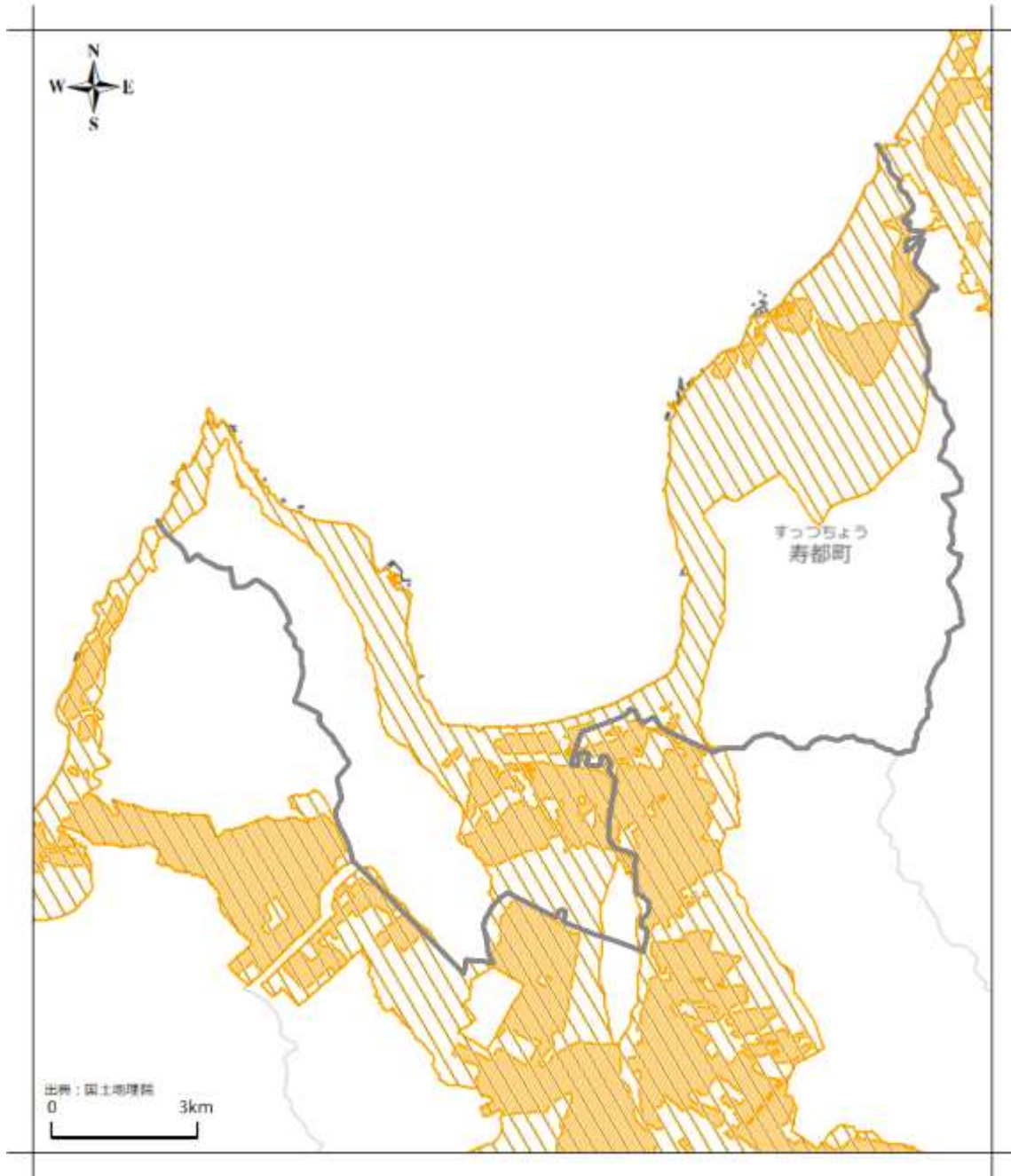
道土地利用計画においては、土地利用の原則として「農業地域は、農用地として利用すべき土地があり、総合的に農業の振興を図る必要がある地域です。農業地域の土地利用については、農用地が食料生産にとって重要な基盤であることから、現況農用地は極力その保全と有効利用を図るとともに、道の有効利用、生産性の向上等の見地から農用地区域において今後新たに必要とされる農用地を計画的に確保、整備するものとします。」としている。

また、転用などについては、「農用地区域内の土地は、農業生産の基盤として確保されるべき土地であることなどから、土地改良等の農業生産基盤の整備を計画的に推進するとともに、他用途への転用は行わないものとします。」「農用地区域を除く農業地域内の農地等については、都市計画等農業以外の土地利用計画との調整を了した場合には、その転用は調整された計画等を尊重し、優良農地は後順序に転用されるように努めます。また、農業以外の土地利用計画との調整を了しない地域及び農業以外の土地利用計画のない地域においては、優良農地の転用は原則として行わないものとします。」としている。

(3) 寿都町における指定状況

寿都町には「農振法」に基づく「農用地利用計画」により、「農用地区域」が存在しており、これら指定地域の他用途利用は、知事への申請・許可を必要とする。また、「農地法」は優良農地の確保と計画的土地利用の推進を目的として、農地を他用途に転用する場合、農業委員会での審議を経て、知事又は指定市町村長への申請・許可が必要となり、4ヘクタール以上は農林水産大臣の許可を必要とする。

同法に基づく農地の区分では、農用地区域内農地、甲種農地、第1～3種農地の区分があり、第2種、第3種農地以外については、農地以外への使用（一時的な転用を含む）に関して制約がある。図 3.1-1 に寿都町農業地域および農用地区域を示す。



凡例

 農業地域  農用地区域

2023年08月14日
この図は「環境アセスメント
データベース」で作成しました

図 3.1-1 寿都町 農業地域および農用地区域

出典：「国土数値情報（農業地域）」（平成 27 年度，国土交通省）。「環境アセスメントデータベース」
で作成後，行政界および凡例を明瞭にした。

表 3.1-1 農用地区域において許可が必要な行為および許可基準

| 法規制名称 (適用となる理由) | 適用要件 | | 許認可などの条件 |
|--|------|---|---|
| | 事項 | 法令などの記述 | |
| ①開発行為許可 (農振法第15条の2第1項) (農用地の量的確保, 一体的な最適土地利用の実現) | 対象地域 | 農業振興地域内における農用地区域内(農振法第6条第1項, 農振法第8条第2項第1号) | 都道府県知事は, 以下のいずれかに該当すると認めるときは, 開発行為の許可をしてはならないと定められている。 (あ) 当該開発行為により当該開発行為に係る土地を農用地等として利用することが困難となるため, 農業振興地域整備計画の達成に支障を及ぼすおそれがあること(農振法第15条の2第4項第1号) (い) 当該開発行為により当該開発行為に係る土地の周辺の農用地等において土砂の流出又は崩壊その他の耕作又は養畜の業務に著しい支障を及ぼす災害を発生させるおそれがあること(農振法第15条の2第4項第2号) (う) 当該開発行為により当該開発行為に係る土地の周辺の農用地等に係る農業用排水施設の有する機能に著しい支障を及ぼすおそれがあること(農振法第15条の2第4項第3号) |
| | 対象行為 | 農用地区域内における開発行為 開発行為とは, 宅地の造成, 土石の採取その他の土地の形質の変更又は建築物その他の工作物の新築, 改築若しくは増築をしようとする事(農振法第15条の2第1項) | |
| ②開発行為についての勧告 (農振法第15条の4第1項) (一体的な最適土地利用の実現) | 対象地域 | 農業振興地域内における農用地区域外(農振法第6条第1項) | 農業振興地域の区域のうち, 農用地区域以外の区域において開発行為を行う者がある場合に, その開発行為により, 農用地区域内にある農用地等において土砂の流出若しくは崩壊その他の耕作若しくは養畜の業務に著しい支障を及ぼす災害を発生させ, 又は農用地区域内にある農用地等に係る農業用排水施設の有する機能に著しい支障を及ぼすことにより, 農業振興地域整備計画の達成に支障を及ぼすおそれがあると認められるときは, 都道府県知事等は, 農用地区域内にある農用地等の農業上の利用を確保するために必要な限度において, その者に対し, その事態を除去するために必要な措置を講ずべきことを勧告することができる(農振法第15条の4第1項)。 |
| | 対象行為 | 開発行為(同上) | |

表 3.1-2 農地の転用, および権利の移動について必要な行為および許可基準

| 法規制名称 (適用となる理由) | 適用要件 | | 許認可などの条件 |
|--|------|---|--|
| | 事項 | 法令などの記述 | |
| ①農地転用許可 (農業生産力の維持, 食糧の安定供給の確保, 農業上の土地と農場以外の土地利用との調整)(農地法第5条第2項) | 対象地域 | 農用地区域内にある農地 農用地区域内にある農地は市町村の定める農業振興地域整備計画において農地として利用すべき土地として位置づけられているもの(農振法第8条第2項) | 都道府県知事は, 原則として農地転用はできず(農地法第5条第2項本文, 同項第1号イ), 以下の転用基準(農地法第5条第2項ただし書)のいずれかを満たす場合にのみ, 農地転用が可能である(ただし, この場合でも, 都道府県知事は農地転用を許可することは義務付けられない。) (あ) 土地収用法第26条第1項の規定による告示(他の法律による告示又は公告で同項の規定による告示とみなされるものを含む。)に係る事業の用に供するため行われるもの(農地法第5条第2項ただし書) (い) 農業振興地域の整備に関する法律に基づく農用地利用計画において指定された用途に供するため行われるもの(農地法第5条第2項ただし書, 農地法施行令第11条第1項第1号イ) (う) 仮設工作物の設置その他の一時的な利用に供するため行うものであって, 利用の目的を達成する上で, 当該農地を供することが必要と認められ, かつ, 農業振興地域整備計画の達成に支障を及ぼすおそれがないと認められるもの(農地法第5条第2項ただし書, 農地法施行令第11条第1項第1号イ及びロ) |
| | 対象行為 | 農地又は採草放牧地を, 農地については農地以外のものにするため, 採草放牧地について採草放牧地以外のもの(農地を除く。)にする行為(農地法第4条) | |
| ②農地転用許可 (農業生産力の維持, 食糧の安定供給の確保, 土地利用と農業以外の土地利用との調整)(農地法第5条第2項) | 対象地域 | ① 甲種農地 甲種農地は, 農用地区域内にある農地以外の農地で, 市街化調整区域内にある農地のうち, 下記(あ)又は(い)のいずれかに該当するものをいう(農地法第5条第2項第1号ロ()書, 農地法施行令第13条各号)。 (あ) おおむね10ヘクタール以上の規模の一団の農地の区域内にある農地のうち, その面積, 形状その他の条件が農作業を効率的に行うのに必要なものとして農林水 | 甲種農地及び第1種農地について, 原則として農地転用はできない(農地法第5条第2項本文, 同項第1号ロ)。ただし, 以下の転用基準のいずれかを満たす場合にのみ, 農地転用が可能である(農地法第5条第2項ただし書, 農地法施行令第11条第2項, 農地法施行令第4条第1項第1号及び同項第2号参照)(ただしこの場合でも, 都道府県知事は農地転用を許可することは義務付けられない。) (あ) 土地収用法第26条第1項の規定による告示に係る事業の用に供するため行われるもの (い) 仮設工作物の設置その他の一時的な利用に供するため行うものであって, 利用目的を達成するうえでその農地を供することが必要と認められるもの (う) 農業用施設, 農畜産物処理加工施設, 農畜産物販売施設その他地域の農業の振興に資する施設として農林水産省令(農地法施行規則第33条各号)で定めるものの用に供するため行われるもの |
| | | | |

表 3.1-3 農地の転用、および権利の移動について必要な行為および許可基準

| 法規制名称 (適用となる理由) | 適用要件 | | 許認可などの条件 |
|---|------|--|--|
| | 事項 | 法令などの記述 | |
| | | <p>産省令（農地法施行規則第 55 条、農地法施行規則第 41 条）で定める基準に適合するもの</p> <p>(い) 特定土地改良事業等の施行区域内にある農地のうち、その事業等の工事の完了した年度の翌年度から起算して 8 年を経過したもの以外のもの</p> <p>② 第 1 種農地</p> <p>第 1 種農地は、農用地区域内にある農地及び甲種農地以外の農地で、下記 (あ) から (う) のいずれかに該当するものをいう（農地法第 5 条第 2 項第 1 号ロ、農地法施行令第 12 条各号）。</p> <p>(あ) おおむね 10 ヘクタール以上の規模の一団の農地の区域内にある農地又は採草放牧地</p> <p>(い) 特定土地改良事業等の施行に係る区域内にある農地又は採草放牧地</p> <p>(う) 傾斜、土性その他の自然的条件から見てその近傍の標準的な農地を超える生産をあげることができると認められる農地</p> | <p>(え) 市街地に設置することが困難又は不適当なものとして農林水産省令で定める施設の用に供するため行われるもの</p> <p>(お) 調査研究、土石の採取その他の特別の立地条件を必要とする農林水産省令（農地法施行規則第 35 条各号）で定める事業の用に供するため行われるもの</p> <p>(か) 隣接する土地と一体として同一の事業の目的に供するため行うもので、その事業の目的を達成するうえでその農地を供することが必要であると認められるもの</p> <p>(き) 公益性が高いと認められる事業で農林水産省令（農地法施行規則第 37 条各号）で定めるものの用に供するため行われるもの</p> <p>(く) 地域整備に関する各種法（農地法施行令第 4 条第 1 項第 2 号へ(1)から(4)までに掲げる法律をいう。）の定めるところに従って行われる施設設備のため行われる場合で農地法施行令第 4 条第 1 項第 2 号へ(1)から(4)までのいずれかに該当するものその他地域の農業の振興に関する地方公共団体の計画に従って行われる場合で農地法施行規則第 38 条及び第 39 条に掲げる要件を満たすもの</p> |
| | 対象行為 | 農地又は採草放牧地を、農地については農地以外のものにするため、採草放牧地について採草放牧地以外のもの（農地を除く。）にする行為 | |
| ③農地転用許可 (農業生産力の維持、食糧の安定供給の確保、土地利用と農業以外の土地利用との調整) (農地法第 5 条第 2 項) | 対象地域 | <p>第 2 種農地</p> <p>農用地区域内にある農地、甲種農地、第 1 種農地及び第 3 種農地以外の農地であり、それほど優良とはいえないが、市街地や市街化の傾向が著しい区域にはないものをいう（農地法第 5 条第 2 項第 2 号）</p> | <p>申請に係る農地に代えて周辺の他の土地を供することにより申請に係る事業の目的を達成することができると認められるときは、許可することができない（農地法第 5 条第 2 項本文、同条第 2 項第 2 号）。ただし、以下の場合には例外的に許可が可能である（農地法第 5 条第 2 項ただし書、農地法施行令第 11 条第 2 項、農地法施行令第 11 条第 1 項第 2 号イ、ロ及びホ、農地法施行令第 4 条第 1 項第 2 号イ）（ただしこの場合でも、都道府県知事は農地転用を許可することは義務付けられない。）。</p> <p>上記 (あ)、(い)、(う)、(え)、(き) 及び (く) に該当する場合</p> |
| | 対象行為 | 農地又は採草放牧地を、農地については農地以外のものにするため、採草放牧地について採草放牧地以外のもの（農地を除く。）にする行為 | |
| ④農地転用許可 (農業生産力の維持、食糧の安定供給の確保、土地利用と農業以外の土地利用との調整) (農地法第 5 条第 2 項) | 対象地域 | <p>第 3 種農地</p> <p>市街地の区域内又は市街地化の傾向が著しい区域内にある農地（農地法第 5 条第 2 項第 1 号ロ(1)）</p> | <p>農地転用の以下の一般基準に抵触しない限り、都道府県知事は、農地転用を許可することが可能である（ただし、許可することは義務付けられない。）（農地法第 5 条第 2 項第 3 号から 7 号）。</p> <p>(あ) 農地を転用して申請に係る用途に供することが確実と認められない場合</p> <p>(い) 農地転用により周辺の農地に係る営農条件に支障が生ずるおそれがあると認められる場合</p> <p>(う) 仮設工作物の設置その他の一時的な利用に供するため所有権を取得しようとする場合</p> <p>(え) 仮設工作物の設置その他の一時的な利用に供するため農地を転用しようとする場合において、その利用に供された後にその土地が耕作の目的に供されることが確実と認められないとき</p> <p>(お) 農地を採草放牧地にするため権利取得をしようとする場合において、農地法第 3 条第 2 項の規定により同条第 1 項の許可をすることができない場合に該当すると認められるとき</p> |
| | 対象行為 | 農地又は採草放牧地を、農地については農地以外のものにするため、採草放牧地について採草放牧地以外のもの（農地を除く。）にする行為 | |

3.1.3 森林地域

(1) 定義

森林地域は、森林の土地として利用すべき土地があり、かつ林業の振興または森林の有する諸機能の維持増進を図る必要がある地域であり、林業の振興または森林の有する諸機能の維持増進を目的に、「国有林」、「地域森林計画対象民有林」および「保安林」の指定がある。

「保安林」は、農林水産大臣が、水源かん養、土砂流出防備、魚つきなどの目的達成のため指定する森林である。このほか、「国有林」においては、生物多様性の核となる森林生態系を厳正に保全・管理するために「保護林」の区域、野生動植物の生息・生育地の拡大と相互交流を促すために保護林同士を連結する「緑の回廊」の区域を設定している。

(2) 都道府県計画における位置付け

道土地利用計画においては、土地利用の原則として「森林地域は、森林の土地として利用すべき土地があり、林業の振興又は森林の有する諸機能の維持増進を図る必要がある地域です。森林地域の土地利用については、森林が木材生産等の経済的機能や、山地災害の防止、水源の涵養、保健・休養、二酸化炭素の吸収、生物多様性など自然環境の保全等の公益的機能を通じて道民生活に大きく寄与していることなどから、必要な森林の確保を図るとともに、森林の有する多面的機能が持続的に発揮されるようその整備及び保全を図るものとします。」としている。

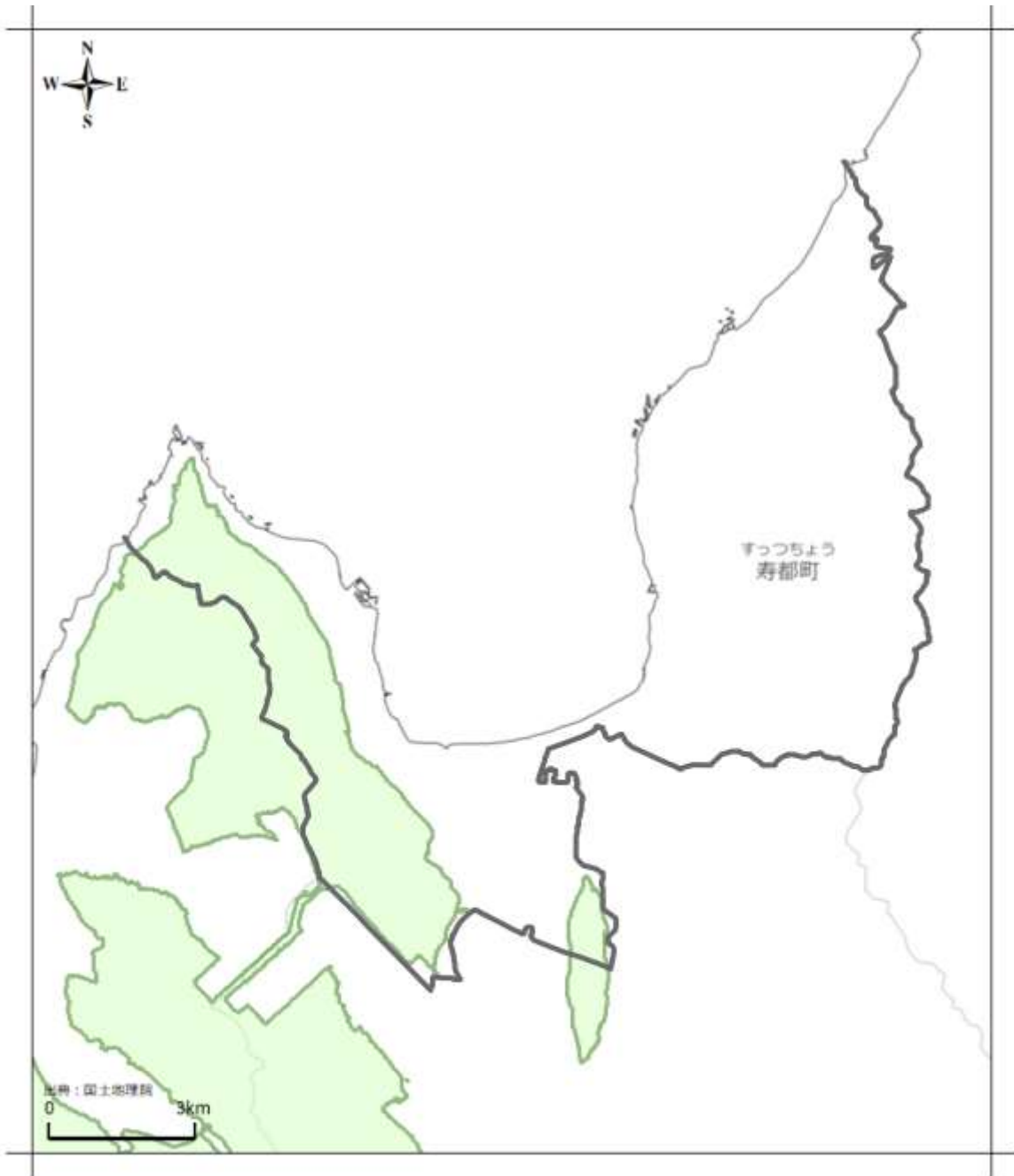
また、保安林は、「保安林については、山地災害の防止、水源の涵養、生活環境の保全等の公益的機能の積極的な維持増進を図るべきものであることなどから、適正な管理を行うとともに、他用途への転用は行わないものとします。」「保安林以外の森林地域については、経済的機能及び公益的機能の維持増進を図り、林地の保全に特に留意すべき森林、施業方法が特定されている森林、水源の涵養に大きな役割を果たしている森林、優良人工造林地又はこれに準ずる天然林等の機能の高い森林については、極力他用途への転用を避けるものとします。なお、森林を他用途へ転用する場合には、森林資源の確保と林業経営の安定に留意しつつ、災害の発生、環境の悪化等による公益的機能の低下を防止するよう十分考慮するものとします。」としている。

(3) 寿都町における指定状況

寿都町は、寿都町西側に広く分布する国有林のほぼ全域、東側に広く分布する民有林の大部分が「保安林」に指定されており、これら指定地域での開発行為に対しては、各法により、知事の許可または届出を必要とする。

図 3.1-2 に寿都町国有林、図 3.1-3 に同地域森林計画対象民有林、図 3.1-4 に同保安林(国有林)、図 3.1-5 に同保安林(民有林)の地域指定状況を示す。

また、「地域森林計画対象民有林」の域内において立木の伐採や開発行為を行う場合について、表 3.1-4 に同域内において許可が必要な行為および許可基準を示す。また、国有財産である「国有林」を林野庁以外の者に貸付け、使用などをさせる場合について、表 3.1-5 に国有林の貸付、使用などに関して許可が必要な行為および許可基準を示す。



凡例

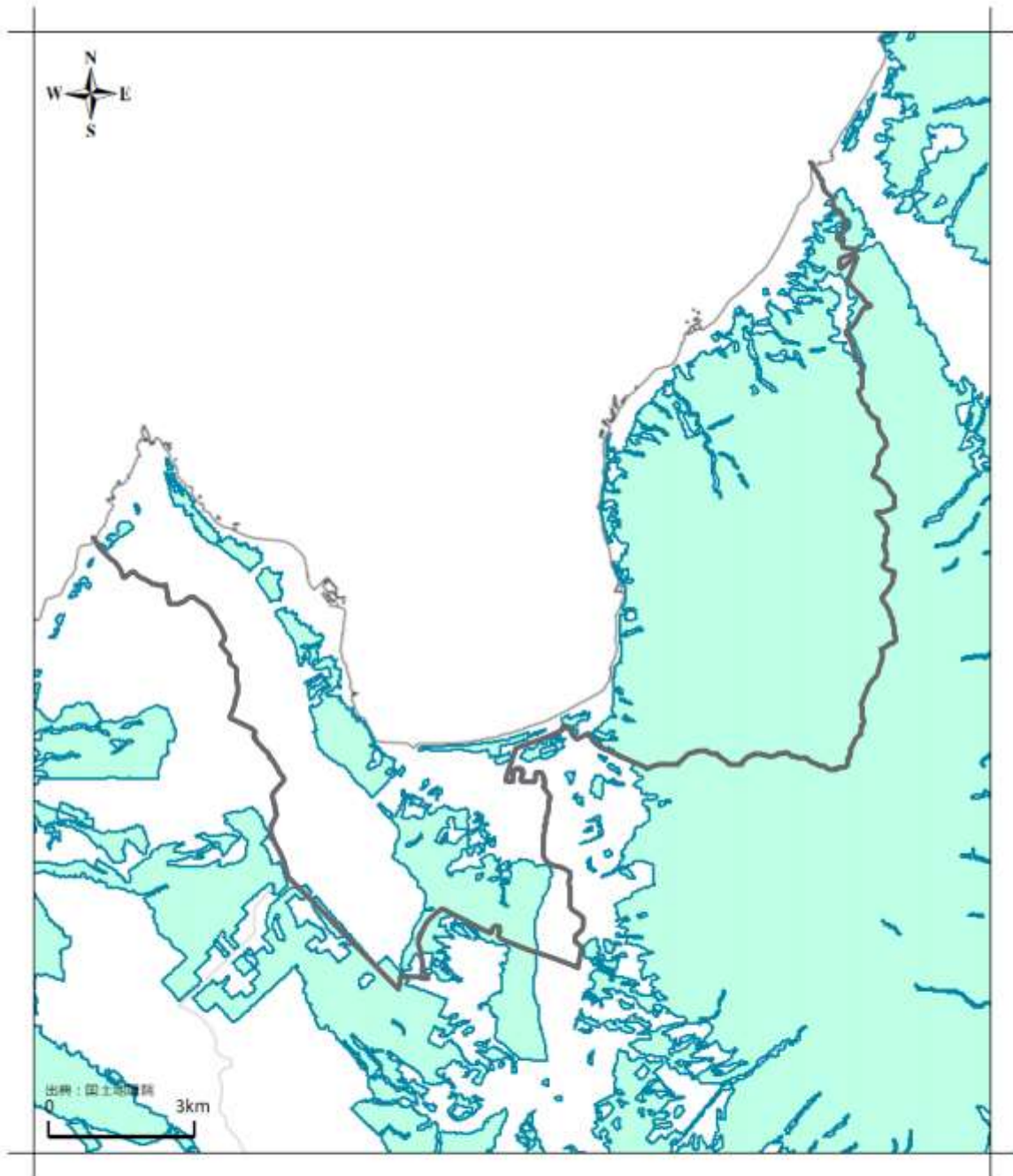
 国有林

2023年08月14日

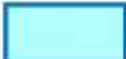
この図は「環境アセスメントデータベース」で作成しました

図 3.1-2 寿都町 国有林

出典：「国土数値情報（森林地域）」（平成 27 年度，国土交通省），「国土数値情報（行政区画）」（平成 31 年度，国土交通省）。「環境アセスメントデータベース」で作成後，行政界および凡例を明瞭にした。



凡例

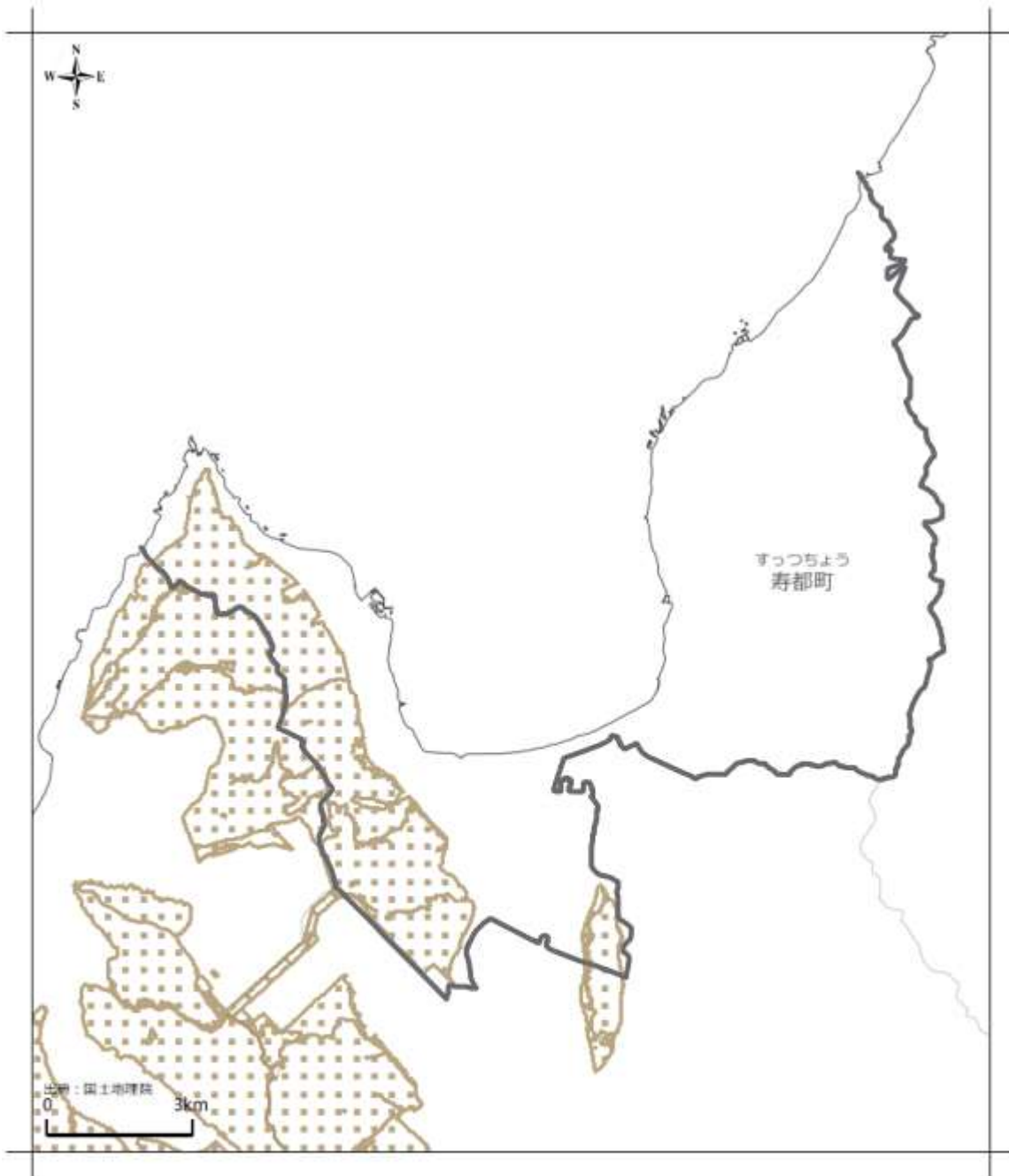
 地域森林計画対象民有林

2023年08月14日


この図は「環境アセスメントデータベース」で作成しました

図 3.1-3 寿都町 地域森林計画対象民有林

出典：「国土数値情報（森林地域）」（平成 27 年度，国土交通省），「国土数値情報（行政区画）」（平成 31 年度，国土交通省）。「環境アセスメントデータベース」で作成後，行政界および凡例を明瞭にした。



凡例

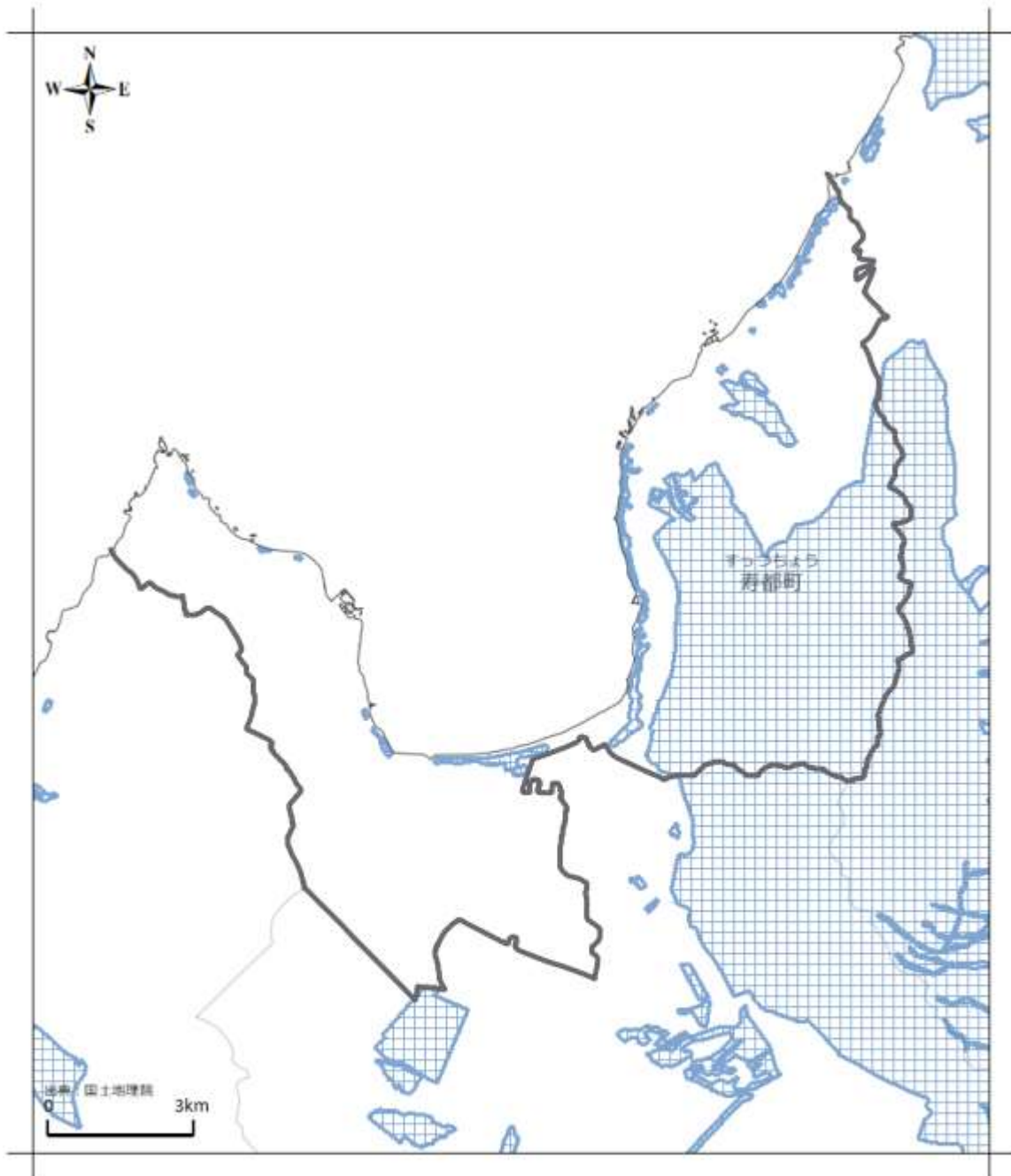
 保安林（国有林）

2023年08月14日


この図は「環境アセスメント
データベース」で作成しました

図 3.1-4 寿都町 保安林（国有林）

出典：「国土数値情報（国有林野）」（令和元年度，国土交通省）。「環境アセスメントデータベース」
で作成後，行政界および凡例を明瞭にした。



凡例

 保安林（私有林）

2023年08月14日

この図は「環境アセスメント
データベース」で作成しました

図 3.1-5 寿都町 保安林（私有林）

出典：「都道府県提供の保安林区域図または保安林区域の GIS データ」, 「東京都, 岡山県提供：土地利用基本計画図の GIS データ」, 「保安林（私有林_収録状況の区域：国土数値情報（行政区域）（平成 28 年, 国土交通省）」。「環境アセスメントデータベース」で作成後, 行政界および凡例を明瞭にした。

表 3.1-4 地域森林計画対象民有林の域内において許可が必要な行為および許可基準

| 法規制名称 (適用となる理由) | 適用要件 | | 許認可などの条件 |
|---|------|--|--|
| | 事項 | 法令などの記述 | |
| ①地域森林計画対象民有林： 林地開発許可（森林法第10条の2） （保安林以外の森林であっても水源の涵養等の公益的機能を有している一方、開発によりこれらの機能が破壊された場合には機能を回復することが困難） | 対象地域 | 都道府県知事が定める地域森林計画の区域内の民有林（森林法第5条第1項）（但し保安林並びに保安施設地区の区域内及び海岸保全区域内の森林を除く） | 都道府県知事は、下記（あ）から（え）のいずれにも該当しないと認めるときは、許可しなければならない（森林法第10条の2第2項）。 （あ）当該開発行為をする森林の現に有する土地に関する災害の防止の機能からみて、当該開発行為により当該森林の周辺の地域において土砂の流出又は崩壊、又はその原因となる洪水のほか、飛砂、落石、なだれ等を発生させるおそれがあること。 （い）当該開発行為をする森林の現に有する水害の防止の機能からみて、当該開発行為により当該機能に依存する地域における水害を発生させるおそれがあること。 （う）当該開発行為をする森林の現に有する水源のかん養の機能からみて、当該開発行為により当該機能に依存する地域における水の確保に著しい支障を及ぼすおそれがあること。 （え）当該開発行為をする森林の現に有する環境の保全の機能からみて、当該開発行為により当該森林の周辺の地域における環境を著しく悪化させるおそれがあること。 |
| | 対象行為 | 土地の形質を変更する行為（森林法第10条の2第1項）（土石又は樹根の採掘、開墾（同項）や土地の掘削、盛土、切土、切取り等） 開発行為の規模（森林法施行令第2条の3） （i）専ら道路の新設又は改築を目的とする行為でその行為に係る土地の面積が一ヘクタールを超えるものにあつては道路（路肩部分及び屈曲部又は待避所として必要な拡幅部分を除く。）の幅員3メートルを超えるもの （ii）その他の行為にあつては土地の面積1ヘクタールを超えるもの | |
| ②保安林及び保安施設地区： 立木伐採等の制限 （森林の保安的機能を維持し、危害の防止その他の公共の目的を達成するため、特定の森林を保安林として指定し、その森林の保全とその森林における適切な施業を確保） | 対象地域 | 農林水産大臣が指定する保安林（森林法第25条第1項）及び保安施設地区（森林法第41条第2項） | 都道府県知事は、実地調査を行うほか適宜の方法により十分な調査を行い、その申請に係る伐採の方法が当該保安林に係る指定施業要件に適合するものであり、かつ、その申請につき同項の許可をすることもこれにより当該指定施業要件を定めるについて同一の単位とされている保安林又はその集団に係る立木の伐採が当該指定施業要件に定める伐採の限度を超えることとならないと認められるときは、これを許可しなければならない（森林法第34条第3項、第44条）。 申請に係る行為がその保安林又は保安施設地区の指定の目的の達成に支障を及ぼすと認められる場合を除き、これを許可しなければならない（森林法第34条第5項、第44条）。 「土地の形質を変更する行為」については、 （I）農地又は宅地の造成、道路の開設又は拡幅、建築物その他の工作物又は施設の新設又は増設をする場合、一般廃棄物又は産業廃棄物の堆積をする場合、 （II）土砂捨てその他物件の堆積により当該保安林の機能の維持に支障を及ぼすおそれがある場合、許可をしない。 |
| | 対象行為 | （i）立木の伐採（森林法第34条第1項、第44条） （ii）立竹を伐採し、立木を損傷し、家畜を放牧し、下草、落葉若しくは落枝を採取し、又は土石若しくは樹根の採掘、開墾その他の土地の形質を変更する行為（森林法第34条第2項、第44条） | |

表 3.1-5 国有林の貸付、使用などに関して許可が必要な行為および許可基準

| 法規制名称 (適用となる理由) | 適用要件 | | 許認可などの条件 |
|--|------|--|--|
| | 事項 | 法令などの記述 | |
| ①森林経営用財産の貸付け、 使用等(国有林野法第7条) (国有林野の管理経営に際し、国有林野を(あ)森林経営用財産と(い)森林経営の用に供されない普通財産たる国有林に峻別したうえで、森林経営用財産については、貸付け等のみも認めるもの) | 対象地域 | 森林経営用財産たる森林(国有林野法第7条) | 国は、下記(あ)から(お)のいずれかに該当する場合、森林経営用財産の用途又は目的を妨げない限度において、左記の契約を締結することができる(国有林野法第7条第1項)。 (あ) 公用、公共用又は公益事業の用に供するとき。 (い) 土地収用法その他の法令により他人の土地を使用することができる事業の用に供するとき。 (う) 公衆の保健の用に供する施設(国有林野法第6条の2参照)の用に供するとき。 (え) 放牧又は採草の用に供するとき。 (お) その用途又は目的を妨げない限度において、貸し付け、又は使用させる面積が5ヘクタールを超えないとき。 |
| | 対象行為 | 森林経営用財産の用途又は目的を妨げない限度において、貸付け又は地上権の設定等貸付け以外の方法による使用収益をさせる契約を締結すること | |
| ②国有林(普通財産)の売払い、貸付け及び使用等(国有林野法第8条) (国有林野の管理経営に際し、国有林野を(あ)森林経営用財産と(い)森林経営の用に供されない普通財産たる国有林に峻別したうえで、後者については、貸付け等のみならず売払いをも認めるもの) | 対象地域 | 国有林(普通財産)たる森林(国有林野法第8条) | 国に所定の申請書を提出して契約を締結する(国有林野法施行規則第14条、第20条)。 |
| | 対象行為 | 国有林(普通財産)を売払い、貸し付け、又は地上権の設定等の方法により使用収益させる契約を締結すること | |

3.2 自然環境面（自然公園地域、自然保全地域）

3.2.1 自然公園地域

(1) 定義

「自然公園地域」は、優れた自然の風景地であり、その保護および利用の増進を目的として、「自然公園法」に基づく国立公園、国定公園および「都道府県立自然公園条例」に基づく都道府県立自然公園に区分される。

- ・ 国立公園：国の風景を代表する自然の風景地で、環境大臣が指定して国が管理
- ・ 国定公園：国立公園に準ずる自然の風景地で、都道府県の申し出を受けて環境大臣が指定して都道府県が管理
- ・ 都道府県立自然公園：国立・国定公園に次ぐ自然の風景地で、都道府県が指定して自らが管理

「国立公園」および「国定公園」内は、自然環境や利用の状況を考慮して、特別保護地区、第1～3種特別地域、普通地域および海中（海域）公園地区の6区分に分けて、規制行為の種類・規模が定められている。また、「都道府県立自然公園」内は第1～3種特別地域および普通地域の4区分に分けて、規制行為の種類・規模が定められている。

(2) 都道府県計画における位置付け

道土地利用計画の土地利用の原則の中で「自然公園地域は、優れた自然の風景地で、その保護及び利用の増進を図る必要がある地域です。自然公園地域の土地利用については、自然公園が優れた自然の風景地であり、その保護と利用を通じて道民の保健、休養及び自然保護意識の啓発に資するとともに生物多様性の確保に寄与するものであることなどから、その優れた自然の保護と適正な利用を図るものとし、大規模な開発行為その他自然公園としての風景の保護に支障を及ぼすおそれのある土地の形状変更等の行為は、極力避けるものとします。」としている。

また、区分ごとの規制については、「特別地域については、その風致の維持を図るべき地域であり、現在の景観を極力保護することが必要な第1種特別地域、特に農林漁業活動についてはつとめて調整を図ることが必要な第2種特別地域、特に通常の農林活動については原則として風致の維持に影響を及ぼすおそれが少ない第3種特別地域に区分していることから、それぞれの区分の趣旨を踏まえ、都市的利用、農業的利用等を行うための開発行為は極力避けるものとします。」「特別保護地区については、その指定の趣旨に基づき、景観の厳正な維持を図るものとします。」「その他の自然公園地域においては、都市的利用又は農業的利用を行うための大規模な開発、その他の自然公園としての風景地の保護に支障をきたすおそれのある土地利用は極力避けるものとします。」としている。

(3) 北海道立自然公園条例

北海道立自然公園条例は、北海道内にある優れた自然の風景地を保護するとともに、その利用の増進を図ることにより、道民の保健、休養及び教化に資するとともに、生物の多様性の確保に寄与することを目的としている。

(i) 北海道立自然公園条例（改正：令和4年3月31日条例第10号）

- ・（特別地域）第10条 知事は、道立自然公園の風致を維持するため、公園計画に基づいて、その区域内に特別地域を指定することができる。
- ・（普通地域）第21条 道立自然公園の区域のうち特別地域に含まれない区域（以下「普通地域」という。）内において、次に掲げる行為をしようとする者は、あらかじめ、知事にその旨を届け出なければならない。

(ii) 北海道立自然公園条例施行規則（改正：令和4年3月31日条例第26号）

- ・（特別地域の区分）第16条 道立自然公園に関する公園計画のうち、保護のための規制に関する計画を定めるに当たっては、特別地域を次の各号のいずれかに掲げる地域に区分するものとする。
 - (a) 第1種特別地域（特別地域のうちでは風致を維持する必要性が最も高い地域であって、現在の景観を極力保護することが必要な地域をいう。）
 - (b) 第2種特別地域（第1種特別地域及び第3種特別地域以外の地域であって、特に農林漁業活動についてはつとめて調整を図ることが必要な地域をいう。）
 - (c) 第3種特別地域（特別地域のうちでは風致を維持する必要性が比較的低い地域であって、特に通常の農林漁業活動については原則として風致の維持に影響を及ぼすおそれが少ない地域をいう。）

(4) 寿都町における指定状況

寿都町の弁慶岬近傍は、「北海道立自然公園条例」による狩場茂津多道立自然公園に属しており、第3種特別地域（北海道立自然公園条例第10条、同施行規則第16条）、普通地域（同条例第21条）の指定がある。指定地域の利用・開発に際しては、知事への申請・許可、届出が必要である。

なお、寿都町には「自然公園法」に基づく国立公園、国定公園の指定はない。

(i) 狩場茂津多道立自然公園の概要

狩場茂津多道立自然公園は、渡島半島北部の日本海側に位置し、檜山支庁と後志支庁にまたがる道南の最高峰狩場山の山岳景観、寿都町弁慶岬から北檜山町太櫓海岸に至る茂津多岬を中心とした海岸景観および特殊な植物分布を特色とする大平山の西側（東側については、自然環境保全法に基づく自然環境保全地域に指定されている）を主要景観とする面積22,647ヘクタールを有する公園であり、昭和47年6月23日に指定されている。

狩場茂津多道立公園管理指針（平成13年9月20日 自然第733号通知）において、「公園区域は、瀬棚町、北檜山町、寿都町、島牧村の3町1村にわたり、狩場山系の山岳地域、寿都町弁慶岬から北檜山町太櫓海岸にかけての海岸地域および大平山山岳地域の3地域から成り立っているが、風致景観の特性およびその保全についての課題については共通する部分が多いので、本管理指針においては公園全体を一つの管理計画区として取り扱う。」とされている。図3.2-1に狩場茂津多道立自然公園（全体）を、図3.2-2に狩場茂津多道立自然公園（寿都町）を示す。

(ii) 第3種特別地域

「弁慶岬」付近の陸域は、道立自然公園の風致を維持するため、公園計画に基づいて、その区域内に特別地域を指定する区域として第3種特別地域（特別地域の中では風致を維持する必要が比較的低い地域）として指定されている。表 3.2-1 に道立自然公園の特別地域内で許可が必要な行為および許可基準を示す。

(iii) 普通地域

「弁慶岬」付近の海域は、普通地域（道立自然公園の区域のうち特別地域に含まれない区域）として指定されている。普通地域内で届出（同条例第21条第1項）が必要な行為や届出条件などについて、表 3.2-2 に道立自然公園の普通地域内で届出が必要な行為および届出条件を示す。

(5) その他

狩場茂津多道立公園管理指針（北海道環境生活部自然環境局 平成13年9月20日 自然第733号通知）に以下のような記載がある。

1 管理の基本的方針

(1) 保護に関する方針

ア 風致景観の特性及びその保全対象（海岸地域）

弁慶岬から瀬棚海岸にかけ、茂津多岬周辺を除いては第三紀の集塊岩からなる岩礁・海蝕崖が発達し、小規模ながら変化に富んだ海岸景観を形成しており、その背後には海成段丘があり、島牧の白糸岬から須築にかけての海岸景観は、最も優れている。

イ 保全対象の保全指針

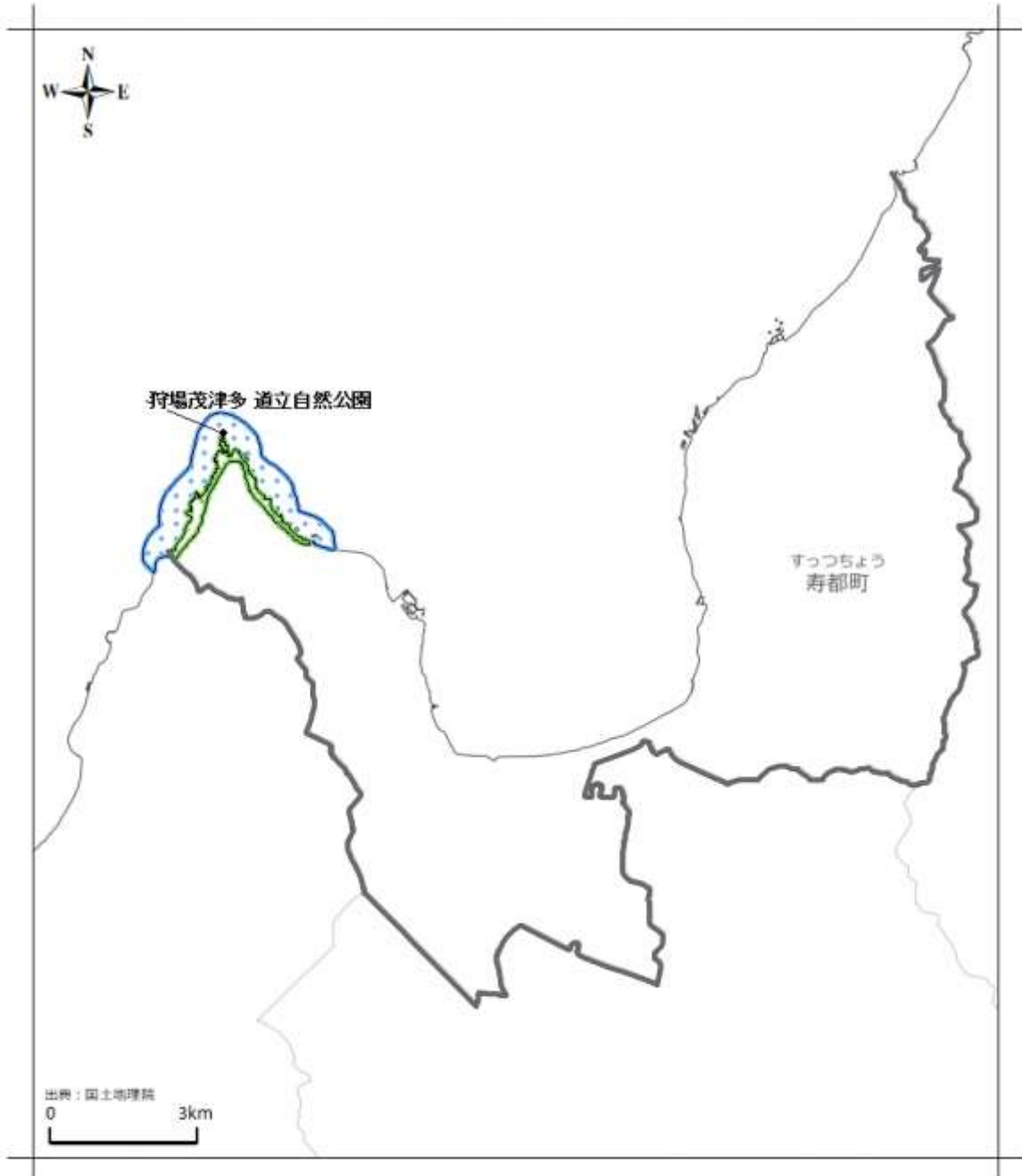
本公園の特徴である狩場山山系のブナ林やお花畑、溪谷美に優れた河川など原始性の高い山岳地域、寿都町弁慶岬から北檜山町太櫓にみられる荒々しい海蝕崖を有する海岸地域、大平山の石灰岩性の植物がみられる地域など様々な景観及び生態系を維持するため、総合的環境の保護に努めることとし、必要に応じて道立自然公園条例以外の各種制度と連携し、国及び市町村との連絡調整を図る。

2 風致景観の管理に関する事項

(1) 許可、届出等取扱方針

「北海道立自然公園条例施行規則」、「道立自然公園許可届出等事務取扱要領」によるほか、原則として以下の取扱方針によるものとする。記述され、行為の種類ごとに取扱方針（風致の保護への配慮など）が示されている。


- ・行為の種類：工作物（建築物、道路、電柱・鉄塔・アンテナ等）、木竹の伐採、広告物（指導標・案内板、営業用広告物）、植物の採取・損傷
- ・取扱方針：風致の保護への配慮、デザイン・色彩への配慮、自然環境の保全に努める、展望や風致を考慮した上でデザインを検討、採取、損傷をする植物の数量は必要最小限とする、など



凡例

都道府県立自然公園

 普通地域

 第3種特別地域

2023年08月14日

この図は「環境アセスメント
データベース」で作成しました

図 3.2-2 狩場茂津多道立自然公園（寿都町）

出典：狩場茂津多自然公園区域及び公園計画図（平成 16 年、）北海道檜山振興局ホームページ。「環境アセスメントデータベース」で作成後、行政界および凡例を明瞭にした。

表 3.2-1 道立自然公園の特別地域内で許可が必要な行為および許可基準

| 法規制名称 (適用となる理由) | 適用要件 | | 許認可などの条件 |
|---|------|---|--|
| | 事項 | 法令などの記述 | |
| 行為許可 (道立自然公園条例第 10 条第 4 項) (特別地域内における行為規制) | 対象地域 | 知事は、道立自然公園の風致を維持するため、公園計画に基づいて、その区域内に特別地域を指定することができる。(条例第 10 条第 1 項) | (特別地域内の行為の許可基準) 条例第 10 条第 4 項第 1 号に掲げる行為 (仮設の建築物 (土地に定着する工作物のうち、屋根及び柱又は壁を有するものをいい、建築設備 (当該工作物に設ける電気、ガス、給水、排水、換気、暖房、冷房、消火、排煙若しくは汚物処理の設備又は煙突、昇降機若しくは避雷針をいう。) を含む。以下同じ。) の新築、改築又は増築に限る。) に係る同条第 5 項の規則で定める基準 (以下「許可基準」という。) は、次のとおりとする。(同条例施行規則第 18 条第 1 項) (1) 設置期間が 3 年を超えず、かつ、当該建築物の構造が容易に移転し、又は除却することができるものであること。 (2) 次に掲げる地域内において行われるものでないこと。 ア) 第 1 種特別地域 イ) 第 2 種特別地域又は第 3 種特別地域のうち、植生の復元が困難な地域等 (次に掲げる地域であって、その全部若しくは一部について文化財保護法 (昭和 25 年法律第 214 号) 第 109 条第 1 項の規定による史跡名勝天然記念物の指定若しくは同法第 110 条第 1 項の規定による史跡名勝天然記念物の仮指定 (以下「史跡名勝天然記念物の指定等」という。) がされているもの又は学術調査の結果等により、第 1 種特別地域に準ずる取扱いが現に行われ、若しくは行われることが必要であると認められるものをいう。以下同じ。) であるもの。 ア) 高山帯、亜高山帯、風衝地、湿原等植生の復元が困難な地域 イ) 野生動植物の生息地又は生育地として重要な地域 ウ) 地形若しくは地質が特異である地域又は特異な自然の現象が生じている地域 エ) 優れた天然林又は学術的価値を有する人工林の地域 (3) 当該建築物が主要な展望地から展望する場合の著しい妨げにならないものであること。 (4) 当該建築物が山稜線を分断する等眺望の対象に著しい支障を及ぼすものでないこと。 (5) 当該建築物の屋根及び壁面の色彩並びに形態がその周辺の風致と著しく不調和でないこと。 (6) 当該建築物の撤去に関する計画が定められており、かつ、当該建築物を撤去した後に跡地の整理を適切に行うこととされているものであること。 (同条例施行規則第 18 条第 2 項～32 項：省略) |
| | 対象行為 | 特別地域内においては、次に掲げる行為は、知事の許可を受けなければ、してはならない。(条例第 10 条第 4 項) ①工作物を新築し、改築し、又は増築すること。 ②木竹を伐採すること。 ③知事が指定する区域内において木竹を損傷すること。 ④鉱物を採取し、又は土石を採取すること。 ⑤河川、湖沼等の水位又は水量を増減を及ぼさせること。 ⑥知事が指定する湖沼又は湿原及びこれらの周辺 1 キロメートルの区域内において当該湖沼若しくは湿原又はこれらに流水が流入する水域若しくは水路に汚水又は廃水を排水設備を設けて排出すること。 ⑦広告物その他これに類する物を掲出し、若しくは設置し、又は広告その他これに類するものを工作物等に表示すること。 ⑧屋外において土石その他の知事が指定する物を集積し、又は貯蔵すること。 ⑨水面を埋め立て、又は干拓すること。 ⑩土地を開墾しその他土地の形状を変更すること。 ⑪高山植物その他の植物で知事が指定するものを採取し、又は損傷すること。 ⑫知事が指定する区域内において当該区域が本来の生育地でない植物で、当該区域における風致の維持に影響を及ぼすおそれがあるものとして知事が指定するものを植栽し、又は当該植物の種子をまくこと。 ⑬山岳に生息する動物その他の動物で知事が指定するものを捕獲し、若しくは殺傷し、又は当該動物の卵を採取し、若しくは損傷すること。 ⑭知事が指定する区域内において当該区域が本来の生息地でない動物で、当該区域における風致の維持に影響を及ぼすおそれがあるものとして知事が指定するものを放つこと (当該指定する動物が家畜である場合における当該家畜である動物の放牧を含む。) ⑮屋根、壁面、塀、橋、鉄塔、送水管その他これらに類するものの色彩を変更すること。 ⑯湿原その他これに類する地域のうち知事が指定する区域内へ当該区域ごとに指定する期間内に立ち入ること。 ⑰道路、広場、田、畑、牧場及び宅地以外の地域のうち知事が指定する区域内において車馬若しくは動力船を使用し、又は航空機を着陸させること。 ⑱前各号に掲げるもののほか、特別地域における風致の維持に影響を及ぼすおそれがある行為で規則で定めるもの。 知事は、前項各号に掲げる行為で規則で定める基準に適合しないものについては、同項の許可をしてはならない。(条例第 10 条第 5 項) | |

表 3.2-2 道立自然公園の普通地域内で届出が必要な行為および届出条件

| 法規制名称 (適用となる理由) | 適用要件 | | 届出条件 |
|---------------------------------------|------|--|--|
| | 事項 | 法令などの記述 | |
| 届出 (道立自然公園条例第21条第1項)(普通地域における行為規制) | 対象地域 | 道立自然公園の区域のうち特別地域に含まれない区域(条例第21条第1項) | (工作物の基準) 条例第21条第1項第1号に規定する規則で定める基準は、次の各号に掲げる区域の区分に従い、工作物の種類ごとに当該各号に定めるとおとする。(同条例施行規則第34条) (1) 海域以外の区域 ア 建築物 高さ13メートル又は延べ面積1,000平方メートル イ 送水管 長さ70メートル ウ 鉄塔 高さ30メートル エ 船舶の係留施設 長さ50メートル オ ダム 高さ20メートル カ 鋼索鉄道 延長70メートル キ 索道 傾斜亘長600メートル又は起点と終点の高低差200メートル ク 別荘地の用に供する道路 幅員2メートル ケ 遊戯施設(建築物を除く。) 高さ13メートル又は水平投影面積1,000平方メートル コ 太陽光発電施設 同一敷地内の地上部分の水平投影面積の和1,000平方メートル (2) 海域の区域 ア 船舶の係留施設又は港湾若しくは漁港の外郭施設 長さ50メートル イ アに掲げる工作物以外の工作物 海面上の高さ5メートル又は海面における水平投影面積100平方メートル |
| | 対象行為 | 道立自然公園の区域のうち特別地域に含まれない区域(以下、「普通地域」という。)内において、次に掲げる行為をしようとする者は、あらかじめ、知事にその旨を届け出なければならない。(条例第21条第1項) ①その規模が規則で定める基準を超える工作物を新築し、改築し、又は増築すること(改築又は増築後において、その規模が規則で定める基準を超えるものとなる場合における改築又は増築を含む。) ②特別地域内の河川、湖沼等の水位又は水量を増減を及ぼさせること。 ③広告物その他これに類する物を掲出し、若しくは設置し、又は広告その他これに類するものを工作物等に表示すること。 ④水面を埋め立て、又は干拓すること。 ⑤鉱物を掘採し、又は土石を採取すること。 ⑥土地の形状を変更すること。 知事は、道立自然公園の風景を保護するために必要があると認めるときは、普通地域内において前項各号に掲げる行為をしようとする者又はした者に対して、その風景を保護するために必要な限度において、当該行為を禁止し、若しくは制限し、又は必要な措置を執るべき旨を命ずることができる。(条例第21条第2項) | |

3.2.2 自然保全地域

(1) 定義

自然保全地域は、自然環境保全や生物多様性の確保を目的に、「自然環境保全法」により原生自然環境保全地域、自然環境保全地域および沖合海底自然環境保全地域に区分され、また、自治体の条例により都道府県自然環境保全地域に区分され、指定・管理される。

- ・ 原生自然環境保全地域：
人の活動の影響を受けることなく原生の状態を維持している地域(1,000ヘクタール以上、島嶼は300ヘクタール以上)
- ・ 自然環境保全地域：
 - ア. 高山・亜高山性植生(1,000ヘクタール以上)、優れた天然林(100ヘクタール以上)
 - イ. 特異な地形・地質・自然現象(10ヘクタール以上)
 - ウ. 優れた自然環境を維持している湖沼・海岸・湿原・河川・海域(10ヘクタール以上)
 - エ. 植物の自生地・野生動物の生息地のうち、ア〜ウと同程度の自然環境を有している地域(10ヘクタール以上)
- ・ 沖合海底自然環境保全地域：
沖合の区域¹で、海底の地形若しくは地質又は海底における自然の現象に依存する特異な生態系を含む自然環境が優れた状態を維持していると認めるもの
- ・ 都道府県自然環境保全地域：
自然環境保全地域(上記)に準ずる自然環境を維持している地域(ただし、海域を除く)

(2) 都道府県計画における位置付け

道土地利用計画において、土地利用の原則として「自然保全地域は、良好な自然環境を形成している地域で、その自然環境の保全を図る必要がある地域です。自然保全地域の土地利用については、自然環境が人間の健康で文化的な生活に欠くことのできないものであることなどから、広く国民がその恵沢を享受するとともに、将来の道民に自然環境を継承することができるよう、生物多様性の確保など適正な保全を図るもの」としている。

(3) 寿都町における指定状況

寿都町には、「自然環境保全法」による原生自然環境保全地域、自然環境保全地域および沖合海底自然環境保全地域の指定はない。

また、「北海道自然環境等保全条例」による道自然環境保全地域(自然的社会的諸条件からみてその区域における自然環境を保全することが特に必要なもの)、環境緑地保護地区(市町村の市街地及びその周辺地のうち、環境緑地として維持又は造成することが必要な地区)、自然景観保護地区(森林、草生地、山岳、丘陵、溪谷、湖沼、河川、海岸等の所在する地域のうち、良好な自然景観地として保護することが必要な地区)および学術自然保護地区(動物の生息地、植物の生育地及び地質鉱物の所在地のうち、学術上価値のあるものとして保護することが必要な地区)の指定はないが、記念保護樹木(由緒・由来のある樹木又は住民に親しまれている樹木のうち、郷土の記念樹木とし

¹ 我が国の内水及び領海(水深200メートルを超える海域に限る)、排他的経済水域並びに大陸棚に係る海域

て保護することが必要なもの) の指定がある。表 3.2-3 に寿都町の記念保護樹木の指定状況，図 3.2-3 に同記念保護樹木の位置を示す。

表 3.2-3 寿都町の記念保護樹木の指定状況

| 記念保護樹木の名称 | 樹種 | 由緒・由来 | 指定 | 所在地 |
|-----------|---------------|----------------|------------------|-------------------|
| 西光寺のケヤキ | ケヤキ | 仏木として敬愛されている樹木 | 昭和 50 年 6 月 20 日 | 寿都町字歌棄町 歌棄 440 |
| 旧役場庁舎 | クロマツ，コブシ，イチョウ | 寿都郡役所開設の記念樹木 | 昭和 50 年 6 月 21 日 | 寿都町字渡島町 51 |



2023年09月15日
 この図は「環境アセスメント
 データベース」で作成しました

図 3.2-3 寿都町の記念保護樹木の位置

出典：記念保護樹木指定一覧（令和 5 年 4 月 14 日現在，北海道庁ホームページ）。「環境アセスメントデータベース」で作成後，行政界および凡例を明瞭にし，記念保護樹木の説明を加筆。

3.3 その他（景観、文化財、国土防災）

国土利用計画法においては、土地利用の規制に関する措置等として、「別に法律で定めるところにより、公害の防止、自然環境及び農林地の保全、歴史的風土の保存、治山、治水等に配慮しつつ、土地利用の規制に関する措置その他の措置を講ずる」ことが定められている（国土利用計画法第10条）。上記に基づき、5地域の個別規制法以外に配慮すべき措置等について、寿都町における指定状況を確認した。

3.3.1 景観

「景観法」は、わが国の都市、農山漁村等における良好な景観の形成を促進するため、景観計画の策定その他の施策を総合的に講ずることにより、美しく風格のある国土の形成、潤いのある豊かな生活環境の創造及び個性的で活力ある地域社会の実現を図り、もって国民生活の向上並びに国民経済及び地域社会の健全な発展に寄与することを目的としている。都道府県は、景観行政を担う主体である景観行政団体として同法に基づき景観計画を策定し、良好な景観の形成に関する方針、行為の規制に関する事項、景観重要建造物又は景観重要樹木の指定の方針などを定めることで、より効果の高い、実効性のある景観づくりを先導していくこととしている。

寿都町は、「北海道景観計画」により、寿都町全域が景観区域（一般区域）に指定されており、良好な景観の形成のための行為の制限に関する事項として、届出対象行為や景観形成の配慮事項などを定め、一定規模を超える建築物、工作物等の新築・増改築等について届出対象行為が規定されている。

3.3.2 文化財

「文化財保護法」は、文化財の保存・活用と、国民の文化的向上を目的とし、文部科学大臣は有形文化財等を重要文化財に指定できる。

寿都町は、同法に基づく史跡名勝記念物（旧歌棄佐藤家漁場）および北海道文化財保護条例に基づく有形文化財（漁場建築佐藤家）が存在する。また、周知の埋蔵文化財包蔵地については、土木工事などを計画している場所が、最新の情報において同地の範囲内であるときは、文化財保護法の規定により工事の着手前に寿都町教育委員会への届出が必要である。

3.3.3 国土防災

「土砂災害防止法」は、土砂災害の防止を目的とし、土砂災害の発生するおそれがある土地の区域が土砂災害警戒区域および土砂災害特別警戒区域として指定されている。また、「砂防法」、「地すべり等防止法」、「急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律」は、「土石流」「地すべり」「がけ崩れ」などの土砂災害を未然に防ぐことを目的とし、法ごとに未然に災害を防ぐため一定の行為の制限のある砂防指定地、地すべり防止区域、急傾斜地崩壊危険区域が指定されている。

今後、現地調査や土木工事などを計画している場所が、自治体の整備する最新のハザードマップ等において、土砂災害の防止を目的としたそれぞれの区域に該当する場合には、区域ごとに指定されている行為の制限や許可・届出等に従い、対応していくことが必要である。

(1) 土砂災害警戒区域（土砂災害特別警戒区域）

土砂災害警戒区域は、国の基本指針に基づき都道府県知事が指定し、土石流、地すべり、急傾斜

地の崩壊など、土砂災害による被害を防止・軽減するため、危険の周知、警戒避難体制の整備を行う区域である。また、土砂災害特別警戒区域は、避難に配慮を要する方々が利用する要配慮者利用施設等が新たに土砂災害の危険性の高い区域に立地することを未然に防止するため、開発段階から規制していく必要性が特に高いものに対象を限定し、特定の開発行為を許可制とするなどの制限や建築物の構造規制等を行う区域である。

(2) 砂防指定地

砂防指定地は、砂防設備を要する土地又は治水上砂防のために一定の行為を禁止し若しくは制限すべき土地として国土交通大臣が指定した土地の区域である。なお、砂防指定地の管理は都道府県が行い、砂防指定地として指定された土地は、治水上砂防のために支障のある行為を防止する観点から、竹木の伐採や土石・砂礫の採取等、一定の行為について制限があり、これらの行為を砂防指定地内で行おうとする場合には、都道府県知事の許可が必要である。

(3) 地すべり防止区域

地すべり防止区域は、地すべりしている区域または地すべりするおそれの極めて大きい区域、ならびに地すべりを助長・誘発している地域または地すべりを助長・誘発するおそれがきわめて大きい地域など、国土交通大臣または農林水産大臣が指定した区域である。地すべり防止区域として指定された土地は、地すべりの発生による被害を防止又は軽減するため、地すべりの発生を助長・誘発するおそれのある一定の行為について制限があり、地すべり等防止法第 18 条に定められた行為を行おうとする場合には、都道府県知事の許可が必要である。

(4) 急傾斜地崩壊危険区域

急傾斜地崩壊危険区域は、傾斜度が 30 度以上の崩壊するおそれのある急傾斜地で、崩壊により相当数の居住者その他の者に被害のおそれのある区域またはそれらに隣接する土地のうち、急傾斜地の崩壊が助長・誘発されるおそれがないようにするため、一定の行為制限の必要がある土地として、都道府県知事が指定する区域である。急傾斜地崩壊危険区域として指定された土地では、急傾斜地の崩壊を助長・誘発するおそれのある一定の行為について制限がかけられており、急傾斜地法第 7 条に定められた行為を行おうとする場合には、都道府県知事の許可が必要である。

第4章 調査結果

4.1 調査結果の概要

国土利用計画を基本に都道府県が指定する都市地域，農業地域，森林地域，自然公園地域および自然保全地域の5地域区分の指定状況と，これらの5地域区分ごとに制定されている個別規制法などによる土地利用規制，景観，文化財，国土防災などに関する土地の利用規制について調査した結果，土地の利用に関して「原則許可されない」場所は確認されなかった。

図 4.1-1 に寿都町に係る土地利用制限および記念保護樹木などの概要図を示す。

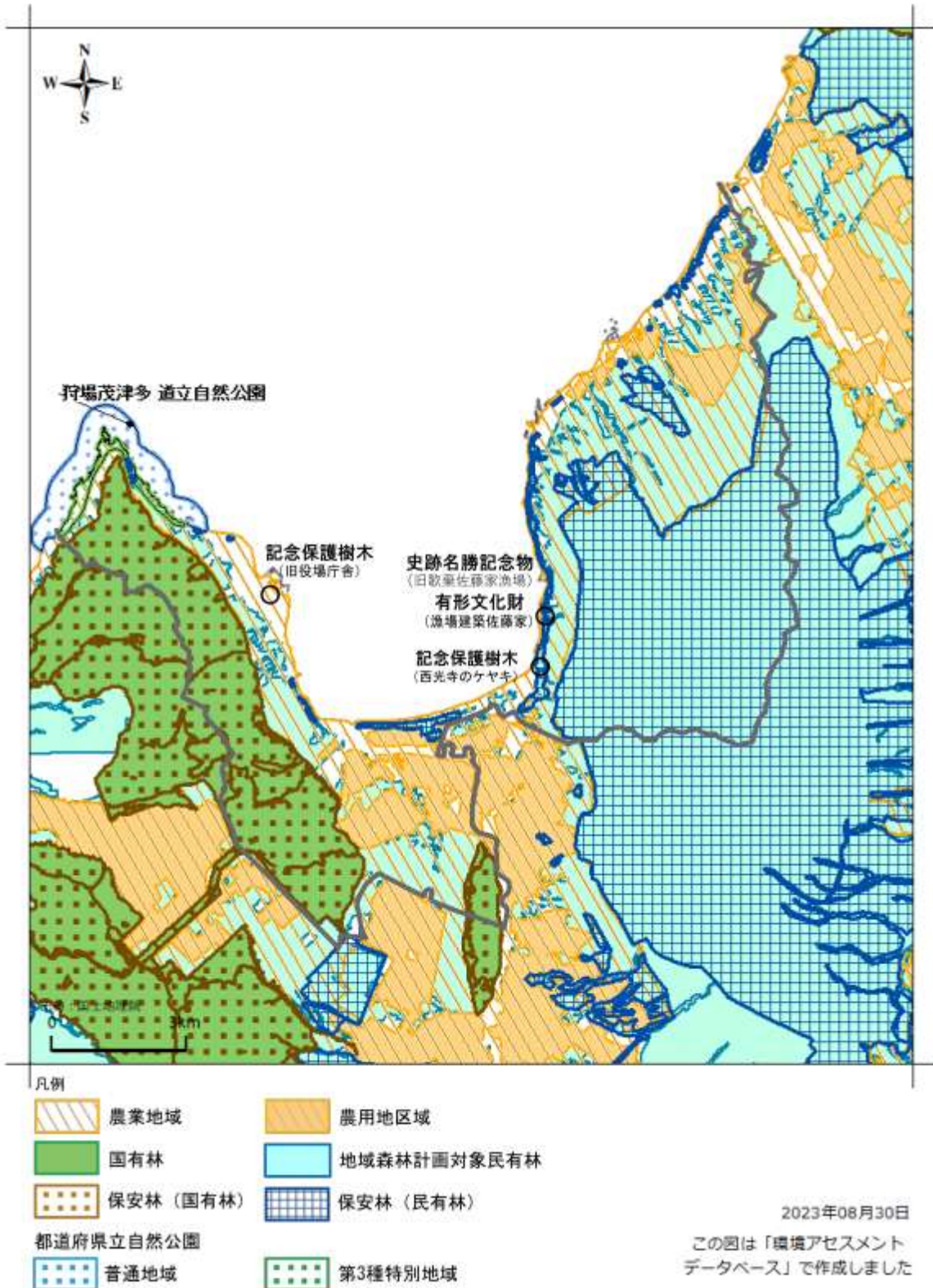


図 4.1-1 寿都町に係る土地利用制限および記念保護樹木などの概要図
 「環境アセスメントデータベース」で作成後、行政界および凡例を明瞭にし、自然公園、記念保護樹木、史跡名勝記念物および有形文化財の説明を加筆。

4.2 考慮すべき点

地層処分事業は、事業の進展に応じて現地調査を実施し、将来的に最終処分施設を設置することを決定した後は、その地域において関連施設を建設することになる。その際、開発行為に当たっては、原則的な土地利用に関する法・条例等に基づき、各種規制措置に対応した取り組みを行うだけでなく、地域との共生を前提とした長期にわたる土地利用が不可欠であり、地域の生活、自然、環境面への深い配慮が求められる。

こうした観点から、文献調査段階における経済社会的観点からの検討においては、国土を適正に利用するための総合的な計画である「国土利用計画」を基本に北海道が策定する「北海道土地利用基本計画（第5次平成30年3月）」の寿都町における5地域区分の指定状況およびその他個別規制法などによる土地利用規制について調査した。

上記の調査結果を踏まえ、今後、調査の進展を見込んだ場合を鑑み、経済社会的観点について考慮すべき点を以下に整理する。

4.2.1 段階的対応

経済社会的観点からの検討は、調査の進展に応じて、調査範囲や内容についても進展させていくことが想定される。その際には、必要十分な検討を実施できるよう種々の専門家・有識者より助言を得て検討を進めていくことが重要である。

4.2.2 地域の実情に応じた対応

文献調査段階では、机上調査により土地利用に関する原則的な考え方をを用いて、地上の土地利用に関する種々の規制法に照らして「土地利用が原則許可されない地域」の有無を確認した。

今後、調査が進展した場合には、調査地点が絞り込まれ、現地での調査活動も開始されることから、調査地点などの土地利用状況や法規制への適切な対応に加えて、土地利用の不可逆性を考慮し、土地利用の実態や地域の自然環境や社会環境も含む、現地の実情を十分に考慮したうえで、調査計画を立案して現地調査を行い、調査の実施により想定される環境影響をできるだけ少なくするための対策を講じていくことが重要である。

4.2.3 地域との対話

最終処分事業は、初期の調査段階から地域との共生が不可欠であり、経済社会的観点においても、今後、調査が進展した場合には、地域の皆さまへご説明し、ご意見を伺いながら進めていくことが重要である。

引用文献

- 原子力発電環境整備機構 (NUMO) (2020) 北海道寿都郡寿都町 文献調査計画書.
- 北海道環境生活部自然環境局：狩場茂津多道立自然公園, <https://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/skn/environ/parks/kariba-prefectural-national-park.html>, 2023年1月25日閲覧.
- 北海道環境生活部環境保全局環境政策課：北海道環境データベース記念保護樹木指定一覧 (令和5年4月14日現在), [https://www.pref.hokkaido.lg.jp/fs/8/3/9/4/7/7/1/_/%E8%A8%98%E5%BF%B5%E4%BF%9D%E8%AD%B7%E6%A8%B9%E6%9C%A8%E6%8C%87%E5%AE%9A%E4%B8%80%E8%A6%A7%E8%A1%A8\(R5.4.14%E7%8F%BE%E5%9C%A8\).pdf](https://www.pref.hokkaido.lg.jp/fs/8/3/9/4/7/7/1/_/%E8%A8%98%E5%BF%B5%E4%BF%9D%E8%AD%B7%E6%A8%B9%E6%9C%A8%E6%8C%87%E5%AE%9A%E4%B8%80%E8%A6%A7%E8%A1%A8(R5.4.14%E7%8F%BE%E5%9C%A8).pdf), 2023年6月19日閲覧.
- 北海道 (2018) 北海道土地利用基本計画 (第5次 平成30年3月) .
- 北海道環境生活部自然環境局：北海道の自然公園と自然環境保全地域, <https://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/skn/kouen/natureparks.html>, 2023年1月25日閲覧.
- 北海道環境生活部自然環境局 (2001) 狩場茂津多道立公園管理指針 (平成13年9月20日 自然第733号通知) .
- 環境省：環境アセスメントデータベース (EADAS), <https://www2.env.go.jp/eiadb/ebidbs/>, 2023年8月14日, 30日, 9月15日閲覧.
- 経済産業省資源エネルギー庁 (2023) 文献調査段階の評価の考え方.
- 国土交通省：【国土利用計画】国土利用の新たな方向性について, <https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001479433.pdf>, 2023年10月19日閲覧.
- 国土交通省：土地利用調整総合支援ネットワークシステム (LUCKY), <https://lucky.tochi.mlit.go.jp/Newlucky/index.html>, 2023年9月15日閲覧.
- 国土交通省国土政策局 (2017) 国土利用計画法に基づく国土利用計画及び土地利用基本計画に係る運用指針 (平成29年4月) .
- 国土交通省国土政策局総合計画課国土管理企画室 (2016) 土地利用基本計画制度について (平成28年1月28日 (木)) .
- 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業部会原子力小委員会放射性廃棄物 WG (2022), 原子力発電環境整備機構 (NUMO) の取組みについて～前回 WG 以降の対応を中心に～, 2022年9月, 資料4.

北海道寿都郡寿都町
文献調査報告書

調査した文献・データの
発行機関，学術雑誌などによる整理

2024年11月

原子力発電環境整備機構

2024年11月 発行 原子力発電環境整備機構

本資料を利用する際は出典を記載してください。出典の記載方法は以下のとおりです。編集・加工等して利用する際には、以下の出典表記とは別に編集・加工等を行ったことを記載してください。

(出典の記載例)

原子力発電環境整備機構 (2024) 北海道寿都郡寿都町文献調査報告書

また、第三者(原子力発電環境整備機構以外のものをいいます。以下同じ。)の著作物が含まれる場合(例えば、原子力発電環境整備機構が第三者の図表等を用いて転載・編集・加工等している図表等)には、別途、第三者からの許諾が必要になることがあります。利用者の責任において、第三者が権利を有している部分を確認し、当該第三者から利用の許諾を得てください。

上記は、著作権法上認められている引用などの利用について、制限するものではありません。

1. はじめに

最終処分法に定められた要件に対応した項目および地熱資源ならびにこれらの基礎情報である、技術的観点からの検討のうち地層や岩体、断層などの分布（地形、地質・地質構造）については、下記の①、②のような文献・データを調査して収集し、評価に必要な情報を抽出した。調査に当たっては③の方法も用いた。収集した文献・データの参考文献のうち、文献調査対象地区およびその周辺の地域に関するものも収集の対象とした。

- ① 産業技術総合研究所地質調査総合センターなどの公的な機関が公表している地質図、地質データなど¹
- ② 学術雑誌、学会や学会の委員会などが編集した書籍、原子力規制委員会審査資料など
- ③ 信頼性のある文献データベースの検索

このように収集した、①については機関名など、②については学術雑誌名など、③については利用した文献データベースを本書にまとめている。結果として情報を抽出しなかったものも含まれている。

情報を抽出した文献・データについては、以下のリストにまとめている。

- a 「別に添付する説明書などの一覧」の「収集し、情報を抽出した文献・データのリスト」。「地震・活断層」、「噴火」などの項目別に分かれていない。
- b 上記 a を「地震・活断層」、「噴火」などの項目別に分けたリスト。それぞれの項目に関する説明書の添付資料としている。

なお、文献・データの地理的な収集範囲については、「地震・活断層」、「噴火」、「隆起・侵食」、「第四紀の未固結堆積物」、「鉱物資源・地熱資源」、「地形、地質・地質構造」それぞれの説明書の「2.1 収集対象範囲」に説明している。

2. 調査した文献・データの発行機関、学術雑誌などの整理

上記1.の①、②については、まず、上記 a のリストを、発行機関別、学術雑誌などにより再整理し、そこから、情報を抽出した文献・データの数が多（5つ以上）例を抽出した（ア）。さらに数は少ないものの、調査対象としたが情報の抽出に至らずこのリストに記載していない文献・データの例を示した（イ）。

① 発行機関別の整理

英文と和文に分けて示す。学会、団体、出版社は下記②で扱った。機関の名称や文献・データまたは資料名などから同じ機関と考えられ、合計が5以上となるものは並べて示した。「:」の後は個々の文献・データまたは資料などの例。

(ア) 情報を抽出したもの

- 英文：発行機関名のアルファベット順

¹ 地域のみで入手可能なものとして寿都町および札幌市内の図書館等の所蔵資料を含む。

- ・ Geological Survey of Japan : 1:2,000,000 map series など
- 和文：発行機関名の五十音順
 - ・ 海上保安庁，海上保安庁水路部：沿岸の海の基本図など
 - ・ 核燃料サイクル開発機構：サイクル機構技報など
 - ・ 気象庁：地震月報（カタログ編）など
 - ・ 産業技術総合研究所：活断層データベースなど
 - ・ 産業技術総合研究所活断層研究センター：AFRC News など
 - ・ 産業技術総合研究所地質調査総合センター：日本の熱水系アトラス，全国地熱ポテンシャルマップなど
 - ・ 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）：全国地熱資源総合調査（第2次）など
 - ・ 地震調査研究推進本部，地震調査研究推進本部地震調査委員会：黒松内低地断層帯の長期評価についてなど
 - ・ 地質調査所：5万分の1，20万分の1地質図幅など
 - ・ 防災科学技術研究所：強震観測網（K-NET, KiK-net），地すべり地形分布図など
 - ・ 北海道開拓記念館：北海道開拓記念館研究年報など
 - ・ 北海道開発庁：北海道地下資源調査資料など
 - ・ 北海道電力：泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書（3号発電用原子炉施設の変更），泊発電所関連審査会合資料など
 - ・ 北海道立総合研究機構環境・地質研究本部地質研究所：北海道地質研究所報告，試錐研究会講演資料集など
 - ・ 北海道立地下資源調査所：地下資源調査所報告，5万分の1地質図など
 - ・ 北海道立地質研究所：北海道立地質研究所報告など

(イ) 情報を抽出しなかったもの

- 英文：発行機関名のアルファベット順
 - ・ U.S.G.S. : Earthquake Hazards

② 学術雑誌別の整理

英文と和文に分けて学術雑誌などの名前を示す。公的な機関などが発行している上記①で扱ったものは除いた。同じものと考えられ合計が5以上となるものはまとめ，名称を並列した。括弧内に発行者を示す。

(ア) 情報を抽出したもの

- 英文：学術雑誌などの名前のアルファベット順
 - ・ Earth, Planets and Space (TERRAPUB など)
 - ・ Geophysical Journal International (Oxford University Press など)
 - ・ Journal of Geophysical Research: Solid Earth (American Geophysical Union)

○ 和文：学術雑誌などの名前の五十音順

- ・ 火山，火山第2集（日本火山学会）
- ・ 活断層研究（日本活断層学会）
- ・ 月刊地球（海洋出版）
- ・ 鉱山地質（日本鉱山地質学会）
- ・ 地震 第2輯（日本地震学会）
- ・ 地すべり（日本地すべり学会）
- ・ 第四紀研究（日本第四紀学会）
- ・ 地学雑誌（東京地学協会）
- ・ 地球科学（地学団体研究会）
- ・ 地球惑星科学関連学会合同大会予稿集，日本地球惑星科学連合大会予稿集（日本地球惑星科学連合など）
- ・ 地質学雑誌（日本地質学会）
- ・ 地質学論集（日本地質学会）
- ・ 地団研専報（地学団体研究会）
- ・ 地理学評論（日本地理学会）
- ・ 日本第四紀学会講演要旨集（日本第四紀学会）
- ・ 日本地震学会講演予稿集，地震学会講演予稿集（日本地震学会）
- ・ 日本地質学会年学術大会講演要旨（日本地質学会）
- ・ 北海道大学地球物理学研究報告（北海道大学大学院理学研究院自然史科学部門（地球物理学）など）

(イ) 情報を抽出しなかったもの

○ 和文：学術雑誌などの名前の五十音順

- ・ 砂防学会誌（砂防学会）
- ・ 土と基礎（地盤工学会）

③ 利用した文献データベースの例

- ・ 産業技術総合研究所地質調査総合センター「地質文献データベース」（GEOLIS）
<https://gbank.gsj.jp/geolis/>
- ・ 国立研究開発法人科学技術振興機構「科学技術情報発信・流通総合システム」（J-STAGE）
<https://www.jstage.jst.go.jp/browse/-char/ja>
- ・ 大学共同利用機構法人 情報・システム研究機構 国立情報学研究所「NII 学術情報ナビゲータ」（CiNii）<https://support.nii.ac.jp/ja>
- ・ 国立国会図書館デジタルコレクション <https://dl.ndl.go.jp/>

北海道寿都郡寿都町
文献調査報告書

収集し情報を抽出した文献・データのリスト

2024年11月

原子力発電環境整備機構

2024年11月 発行 原子力発電環境整備機構

本資料を利用する際は出典を記載してください。出典の記載方法は以下のとおりです。編集・加工等して利用する際には、以下の出典表記とは別に編集・加工等を行ったことを記載してください。

(出典の記載例)

原子力発電環境整備機構 (2024) 北海道寿都郡寿都町文献調査報告書

また、第三者（原子力発電環境整備機構以外のものをいいます。以下同じ。）の著作物が含まれる場合（例えば、原子力発電環境整備機構が第三者の図表等を用いて転載・編集・加工等している図表等）には、別途、第三者からの許諾が必要になることがあります。利用者の責任において、第三者が権利を有している部分を確認し、当該第三者から利用の許諾を得てください。

上記は、著作権法上認められている引用などの利用について、制限するものではありません。

収集し情報を抽出した文献・データのリスト

北海道寿都郡寿都町の文献調査において、最終処分法に定められた要件に対応した項目、地熱資源およびこれらの基礎情報である技術的観点からの検討のうちの地層や岩体、断層などの分布（地形、地質・地質構造）について、収集し情報を抽出した文献・データ的具体名をリストにして次頁以降にまとめた。収集し情報を抽出した文献・データは、項目間の重複を除いて755件であった。

なお、地震・活断層、噴火、鉱物資源・地熱資源などの項目別に分けたリストについては、それぞれの項目に関する説明書の添付資料としている。

<リストの記載方法>

- ・ 著者名，（発表年），タイトル，雑誌や報告書名，巻・号・頁や発行所などの順で記載した。
- ・ ウェブサイトの場合，著者名，タイトル，閲覧日などの順で記載した。
- ・ 著者名をアルファベット順で並べ，同じ著者の場合は発表年順で並べた。

A

- Abdelwahed, M. F., Zhao, D. (2007) Deep structure of the Japan subduction zone, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 162, pp. 32–52.
- 赤松守雄 (2003) 北海道の自然史, 北海道出版企画センター.
- 秋葉 力 (1957) 北海道後志国大金鉱山附近の地質および鉱床 特に西谷鍾群について, *鉱山地質*, 7, 3, pp. 30–48.
- 秋葉 力 (1958) 北海道西南部における鉱床区, 新生代の研究, 27, pp. 623–632.
- 秋葉 力, 藤江 力, 松井 愈, 岡部賢二, 酒匂純俊, 魚住 悟 (1966) 北海道西南部における火成活動と地質構造, *地団研専報*, 12, pp. 16–24.
- 秋葉 力, 庄谷幸夫 (1970) 黒松内東北部地域の地質と鉱床, 北海道地下資源調査資料, 118, pp. 47–55, 北海道開発庁.
- 秋田藤夫 (2014) 北海道における地熱開発調査の現状と課題, 第 52 回試錐研究会講演資料集, pp. 13–21, 北海道立総合研究機構環境・地質研究本部地質研究所.
- 青木かおり, 町田 洋 (2006) 日本に分布する第四紀後期広域テフラの主元素組成 $-K_2O-TiO_2$ 図によるテフラの識別, *地質調査研究報告*, 57, 7/8, pp. 239–258, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 青柳直樹, 内野栄治, 市橋大山 (2015) 北海道内温泉のラドン濃度, *温泉科学*, 64, pp. 422–434.
- 浅森浩一, 石丸恒存, 岩月輝希 (2002) 日本列島における火山周辺の酸性地下水分布, *サイクル機構技報*, 15, pp. 103–111.
- 浅森浩一, 梅田浩司, 石丸恒存, 小松 亮 (2003) 温泉地化学データベースの作成, JNC TN7450 2002-003, 核燃料サイクル開発機構.
- Asamori, K., Zhao, D. (2015) Teleseismic shear wave tomography of the Japan subduction zone, *Geophysical Journal International*, 203, pp. 1752–1772.
- 吾妻 崇 (2002) 黒松内低地の地形地質調査, *AFRC News*, 16, p. 2, 産業技術総合研究所活断層研究センター.
- 吾妻 崇 (2002) 黒松内低地断層帯の活動様式と今年度の調査計画—強震動評価につなげる活断層調査—, *AFRC News*, 14, p. 6, 産業技術総合研究所活断層研究センター.
- 吾妻 崇 (2002) 黒松内低地断層帯長万部断層のトレンチ掘削調査, *AFRC News*, 18, p. 3, 産業技術総合研究所活断層研究センター.
- 吾妻 崇 (2002) 黒松内低地断層帯長万部断層のトレンチ掘削調査第 2 報, *AFRC News*, 18, p. 3, 産業技術総合研究所活断層研究センター.
- 吾妻 崇, 下川浩一 (2002) 黒松内低地断層帯白炭地区のトレンチ掘削調査, *AFRC News*, 16, p. 2, 産業技術総合研究所活断層研究センター.
- 吾妻 崇, 下川浩一, 寒川 旭, 杉山雄一, 奥村晃史, 桑原拓一郎 (2002) 黒松内低地断層帯白炭地区のトレンチ掘削調査ほか, *AFRC News*, 18, p. 2, 産業技術総合研究所活断層研究センター.
- Azuma, T., Okumura, K., Shimokawa, K., Sugiyama, Y., Sangawa, A., Kuwabara, T. (2003) Transition of neotectonics in the Kuromatsunai Lowland fault zone, Southwest Hokkaido, related to starting of convergence along the east margin of the Sea of Japan, *IUGG2003 Abstracts Week B*, p. 472.
- 吾妻 崇, 下川浩一, 寒川 旭, 杉山雄一, 桑原拓一郎, 奥村晃史, 黒澤英樹, 信岡 大, 三輪敦志 (2003) 黒松内低地断層帯における断層活動履歴調査, *活断層・古地震研究報告*, 3, pp. 1–22.
- 吾妻 崇, 下川浩一, 杉山雄一, 寒川 旭, 奥村晃史, 桑原拓一郎, 黒澤英樹, 信岡 大, 三輪敦志 (2003) 褶曲—衝上断層帯における活断層調査—黒松内低地断層帯における事例—, *地球惑星科学関連学会合同大会予稿集*, J027-P005.
- 吾妻 崇, 下川浩一, 杉山雄一, 寒川 旭, 桑原拓一郎, 奥村晃史 (2003) 黒松内低地断層帯における断層活動履歴調査, 第 2 回活断層研究センター研究発表会「活断層評価手法の高度化に向けて—」講演要旨集, p. 6.
- 吾妻 崇, 桑原拓一郎, 下川浩一, 杉山雄一, 寒川 旭, 奥村晃史, 黒澤英樹, 三輪敦志, 古澤 明 (2003) 黒松内低地断層帯調査で得られた放射性炭素同位体年代と火山灰, *日本第四紀学会講演要旨集*, 33, pp. 108–109.
- 吾妻 崇, 奥村晃史, 後藤秀昭, 黒澤英樹, 信岡 大, 三輪敦志, 下川浩一, 寒川 旭, 杉山雄一 (2004) 北海道南西部, 長万部付近にみられる段丘面の傾動と活褶曲運動, *日本第四紀学会講演要旨集*, 34, pp. 4–5.
- 吾妻 崇, 後藤秀昭, 下川浩一, 奥村晃史, 寒川 旭, 杉山雄一, 町田 洋, 黒澤英樹, 信岡 大, 三輪敦志 (2004) 黒松内低地断層帯の最新活動時期と地下地質構造, *活断層・古地震研究報告*, 4, pp. 45–64.
- 吾妻 崇, 後藤秀昭, 下川浩一, 杉山雄一, 寒川 旭, 奥村晃史, 黒澤英樹, 信岡 大, 三輪敦志 (2004) 黒松内低地断層帯における低角逆断層による地層変形とその活動時期, *地球惑星科学関連学会合同大会予稿集*, J027-009.
- 吾妻 崇 (2005) 黒松内低地断層帯の活動履歴と地下構造, *AFRC News*, 46, p. 13, 産業技術総合研究所活断層研究センター.
- 吾妻 崇, 奥村晃史, 後藤秀昭, 杉山雄一, 寒川 旭, 黒澤英樹, 三輪敦志 (2005) 黒松内低地断層帯蔵岱断層の活動間隔, *地球惑星科学関連学会合同大会予稿集*, J027-P003.
- 吾妻 崇, 後藤秀昭, 奥村晃史, 杉山雄一, 寒川 旭 (2005) 黒松内低地断層帯の最新活動時期と地下構造, *地質調査研究報告*, 56, 3/4, p. 164, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

B

- 番場猛夫, 松村 明, 斎藤正雄, 沢 俊明, 山田敬一, 五十嵐昭明 (1962) 北海道金属非金属鉱床総覧 III. 古生代後期—第三紀初期の鉱化作用, 地質調査所.
- 防災科学技術研究所 (2013) 文部科学省委託研究 ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究総括成果報告書, p. 98.
- 防災科学技術研究所: F-net 広帯域地震観測網, <https://www.fnet.bosai.go.jp/top.php?LANG=ja>, 2023年9月11日閲覧.
- 防災科学技術研究所: Hi-net 高感度地震観測網, <https://www.hinet.bosai.go.jp/?LANG=ja>, 2022年5月11日閲覧.
- 防災科学技術研究所: J-SHIS 地震ハザードステーション, <https://www.j-shis.bosai.go.jp/>, 2022年5月24日閲覧.
- 防災科学技術研究所: 強震観測網 (K-NET, KiK-net), <https://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/>, 2023年11月27日閲覧.
- 防災科学技術研究所: 地すべり地形 GIS データ, http://dil-opac.bosai.go.jp/publication/nied_tech_note/andslidemap/gis.html, 2023年5月19日閲覧.
- 防災科学技術研究所: 日本全国高分解能再決定震源カタログ, <https://www.hinet.bosai.go.jp/topics/JUICE/?LANG=ja>, 2022年5月24日閲覧.
- 防災科学技術研究所: 日本列島下の三次元地震波速度構造 (海域拡大 2019年版), https://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo_kozo/, 2022年5月24日閲覧.

C

- 地学団体研究会札幌支部 (1960) 北海道地域の新第三紀構造発達史, 地球科学, 52, pp. 30–36.
- 千木良雅弘 (2023) 高レベル放射性廃棄物処分場の立地選定—地質学的不確実性の事前回避—, 近未来社.
- 地質調査所編 (1954) 日本鉱産誌 BI-c 主として金属原料となる鉱石—鉄・鉄合金および軽金属—, 東京地学協会.
- 地質調査所編 (1954) 日本鉱産誌 BIV 物理的特性を利用する鉱物, 東京地学協会.
- 地質調査所編 (1955) 日本鉱産誌 BII 主として化学工業原料及び肥料原料となる鉱石, 東京地学協会.
- 地質調査所編 (1955) 日本鉱産誌 BI-a 主として金属原料となる鉱石—金・銀その他—, 東京地学協会.
- 地質調査所編 (1955) 日本鉱産誌 BIII 主として窯業原料となる鉱石, 東京地学協会.
- 地質調査所編 (1955) 日本鉱産誌 BVI-b 水および地熱—地下水・地表水および海水—, 東京地学協会.
- 地質調査所編 (1956) 日本鉱産誌 BI-b 主として金属原料となる鉱石—銅・鉛・亜鉛—, 東京地学協会.
- 地質調査所編 (1956) 日本鉱産誌 BVII 土木建築材料, 東京地学協会.
- 地質調査所編 (1957) 日本鉱産誌 BV-b 主として燃料

となる鉱石—石油および可燃性天然ガス—, 東京地学協会.

- 地質調査所編 (1957) 日本鉱産誌 BVI-a 水および地熱—地熱および温泉・鉱泉—, 東京地学協会.
- 地質調査所編 (1959) 日本鉱産誌 A 総論, 東京地学協会.
- 地質調査所編 (1960) 日本鉱産誌 BV-a 主として燃料となる鉱石—石炭—, 東京地学協会.
- 地質調査所 (1982) 日本地質アトラス.
- 地質調査所編 (1992) 日本地質アトラス (第2版), 朝倉書店.
- 地質調査所燃料部石油課 (1959) 天然ガス徴候の見方と見つけ方, 地質ニュース, 53, pp. 6–13.
- 地質調査所燃料部石油課 (1959) 油徴とはどんなものか (2), 地質ニュース, 58, pp. 9–13.
- 地質調査所燃料部石油課 (1960) 最近発見された日本の新油田・新ガス田 (その2), 地質ニュース, 72, pp. 7–11.
- 地質調査所燃料部石油課 (1961) 日本北部の天然ガス, 地質ニュース, 83, pp. 7–11.
- 地質環境の長期安定性研究委員会 (2011) 地質リーフレット4, 日本列島と地質環境の長期安定性, 日本地質学会.
- 知徳 力 (1984) 北海道西南部, 上八雲地域の地質と微化石 (放散虫化石と石灰質超微化石), 地質学雑誌, 90, 5, pp. 299–310.
- 中央防災会議事務局 (2004) 北海道地域の深部地盤構造モデルについて, https://www.bousai.go.jp/kaigirep/chuobou/senmon/nihonkaiko_chisimajishin/hokkaido_wg/1/index.html, 2022年5月26日閲覧.
- Creveling, J. R., Mitrovica, J. X., Clark, P. U., Waelbroeck, C., Pico, T. (2017) Predicted bounds on peak global mean sea level during marine isotope stages 5a and 5c, *Quaternary Science Reviews*, 163, pp. 193–208.

D

- 第四紀地殻変動研究グループ (1968) 第四紀地殻変動図, 第四紀研究, 7, 4, pp. 182–187.
- 第四紀火山カタログ委員会編 (1999) 日本の第四紀火山カタログ, 日本火山学会.
- 檀原 毅 (1970) 日本における平均海面の永年変化とそれにもなう問題点について, 測地学会誌, 16, 1-2, pp. 1–8.
- 檀原 毅 (1971) 日本における最近70年間の総括的上下変動, 測地学会誌, 17, 3, pp. 100–108.
- 土居繁雄, 藤原哲夫 (1958) 寿都地区 (潮路—磯谷), 未利用鉄資源 第4輯, pp. 21–23, 通商産業省.
- 土居繁雄, 松井公平, 藤原哲夫 (1958) 5万分の1地質図幅「豊浦」及び説明書, 5万分の1地質図, 札幌-第49号, 北海道開発庁.
- 土居繁雄 (1960) 洞爺湖温泉の泉温低下について, 地下

- 資源調査所報告, 24, pp. 45-49.
- 土居繁雄, 長谷川 潔, 寺島克之, 高橋功二, 斎藤昌之, 小山内 熙, 五十嵐昭明, 岡部賢二, 鈴木 哲, 財原浩美, 坂下正弘, 秋元友造, 横平 弘 (1977) 特定鉱床開発促進調査資料 泊川上流地域, 北海道開発局長官房.
- 道家涼介, 谷川晋一, 安江健一, 中安昭夫, 新里忠史, 梅田浩司, 田中竹延 (2012) 日本列島における活断層の活動開始時期の空間的特徴, 活断層研究, 37, pp. 1-15.
- 道南グリーン・タフ団体研究グループ (1984) 西南北海道・島牧地域の第三系—グリーン・タフ変動と島弧変動との関連性についての検討—, 地球科学, 38, 6, pp. 380-396.
- E**
- 江原幸雄, 西田直樹, 横山 泉 (1970) 北海道における地殻熱流量の測定 (その1), 北海道大学地球物理学研究報告, 24, pp. 125-139.
- 江原幸雄, 横山 泉 (1971) 北海道における地殻熱流量の測定 (その2), 北海道大学地球物理学研究報告, 26, pp. 67-84.
- F**
- 藤林紀枝, 渡辺 寧, 加々美寛雄, 川野良信 (1995) 東北日本弧北端, 積丹半島-支笏湖地域における中新世後期~鮮新世火山岩類の化学組成の時空変遷, 地質学論集, 44, pp. 181-195.
- 藤井敬三, 曾我部正敏 (1978) 北海道における後期中新世から鮮新世にみられる構造運動, 地質調査所月報, 29, 10, pp. 631-644.
- Fujii, N., Igarashi, T., Togashi, Y. (1976) Distribution map of kaolin, pyrophyllite and sericite clay deposits in Japan, 1:2,000,000 map series, 17-1, Geological Survey of Japan.
- 藤本和徳 (1995) 道内市町村の地熱・温泉ボーリング, 第33回試錐研究会講演資料集, pp. 55-65, 北海道立地下資源調査所.
- 藤本和徳, 高橋徹哉, 鈴木隆広編 (2004) 北海道市町村の地熱・温泉ボーリングデータ集, 北海道立地質研究所.
- 藤原 治, 三箇智二, 大森博雄 (1999) 日本列島における侵食速度の分布, サイクル機構技報, 5, pp. 85-93.
- 藤原 治, 三箇智二, 大森博雄 (2001) 日本列島における侵食速度の分布 (CD-ROM版), JNC TN7410 2001-015, 核燃料サイクル開発機構 東濃地科学センター.
- 藤原 治, 柳田 誠, 三箇智二 (2004) 日本列島の最近約10万年間の隆起速度の分布, 月刊地球, 26, 7, pp. 442-447.
- 藤原 治, 柳田 誠, 三箇智二, 守屋俊文 (2005) 地層処分からみた日本列島の隆起・侵食に関する研究, 原
- 子力バックエンド研究, 11, 2, pp. 113-124.
- 藤原哲夫 (1955) 樽岸村地区, 未利用鉄資源 第1輯, pp. 92-95, 通商産業省.
- 藤原哲夫, 二間瀬 冽 (1961) 北海道の砂チタンおよび含チタン砂鉄鉱石(I)—とくに化学組成について—, 地下資源調査所報告, 25, pp. 57-78.
- 藤原哲夫 (1962) 北海道の砂チタンおよび含チタン砂鉄鉱石, 地下資源調査所報告, 27, pp. 1-48.
- 藤原哲夫, 渡辺 卓 (1962) 長万部町北部および黒松内町東部鉄鉱床調査報告, 北海道地下資源調査資料, 75, pp. 1-14, 北海道開発庁.
- 藤原哲夫 (1983) 北海道の地質と資源 V 北海道の非金属資源, 北海道立地下資源調査所.
- 深畑幸俊, 岡崎智久, 西村卓也 (2022) GNSS データに基づく日本列島の歪み速度場と島弧間および島弧内変動, 地学雑誌, 131, 5, pp. 479-496.
- 深見浩司 (2009) 地質系統と水理定数・水質その2—北海道の畑作振興深層地下水調査から—, 北海道立地質研究所報告, 80, pp. 157-183.
- 福田正己 (1982) 北海道における凍結-融解の繰返し出現頻度の分布—ソリフラクションに関連して—, 若松五郎編:北海道全域における積雪の分布と特性およびそれが地面凍結, 植生, 昆虫生態に及ぼす影響に関する研究, 北海道大学低温科学研究所, pp. 77-86.
- 二間瀬 冽, 松波武雄 (1985) 北海道の地熱・温泉—1985年・I版— (A) 西南北海道中南部 (1975年~1983年) (B) 西南北海道北部 (1976年~1983年), 地下資源調査所調査研究報告, 15.
- G**
- 鴈澤好博 (1992) 西南北海道渡島半島の第三系層序と古地理, 地質学論集, 37, pp. 11-23.
- 鴈澤好博, 白井理沙, 田中 瞳, 東 剛 (2007) SAR法による洞爺火砕流堆積物の赤色熱ルミネセンス年代測定, 地質学雑誌, 113, 9, pp. 470-478.
- Goto, Y., Suzuki, K., Shinya, T., Yamauchi, A., Miyoshi, M., Danhara, T., Tomiya, A. (2018) Stratigraphy and Lithofacies of the Toya Ignimbrite in Southwestern Hokkaido, Japan: Insights into the Caldera-forming Eruption at Toya Caldera, Journal of Geography (Chigaku Zasshi), 127, 2, pp. 191-227.
- H**
- 萩原法子 (1990) 黒松内低地帯における更新世中期の古環境, 春日井昭教授退官記念論文集, pp. 87-92.
- 萩原法子, 矢野牧夫 (1994) 渡島半島におけるブナ林の北限到達年代, 北海道開拓記念館研究年報, 22, pp. 1-9.
- 長谷川 昭, 海野徳仁, 高木章雄, 鈴木貞臣, 本谷義信, 亀谷 悟, 田中和夫, 澤田義博 (1983) 北海道および東北地方における微小地震の震源分布—広域の駿震データの併合処理—, 地震 第2輯, 36, pp. 129-150.

- 長谷川 昭, 中島淳一, 海野徳仁, 三浦 哲, 諏訪謡子 (2004) 東北日本弧における地殻の変形と内陸地震の発生様式, 地震 第2輯, 56, 4, pp. 413-424.
- Hasegawa, A., Nakajima, J., Uchida, N., Okada, T., Zhao, D., Matsuzawa, T., Umino, N. (2009) Plate subduction, and generation of earthquakes and magmas in Japan as inferred from seismic observations: An overview, Gondwana Research, 16, pp. 370-400.
- 長谷川 昭, 中島淳一, 内田直希, 梁田高広, 岡田知己, 趙 大鵬, 松澤 暢, 海野徳仁 (2012) 沈み込み帯の地震の発生機構—地殻流体に規定されて発生する沈み込み帯の地震—, 地学雑誌, 121, 1, pp. 128-160.
- 長谷川 昭, 中島淳一 (2022) 陸域下の低周波地震とその地震学のおよびテクトニクスの意義, 地学雑誌, 131, 3, pp. 289-315.
- 長谷川 潔, 寺島克文, 黒沢邦彦 (1983) 北海道の地質と資源 III 北海道の金属鉱物資源, 北海道立地下資源調査所.
- 長谷川 潔, 黒沢邦彦, 庄谷幸夫, 八幡正弘 (1989) 北海道のレアメタル資源 (鉱物資源開発調査報告第7報), 地下資源調査所報告, 60, pp. 157-175.
- 長谷川浩一, 若松加寿江, 松岡昌志 (2005) ダム堆砂データに基づく日本全国の潜在的侵食速度分布, 自然災害科学, 24, 3, pp. 287-301.
- 長谷川四郎 (1998) 北海道西南部今金地域に分布する“貝殻橋砂岩層”の底生有孔虫群集, 今金地域研究, 4, pp. 1-17, 今金町教育委員会.
- 長谷川四郎 (1999) 底生有孔虫化石層序に関する古海洋学的考察—北海道の新第三系を例にして—, 石油技術協会誌, 64, 1, pp. 40-48.
- 橋本 学, 多田 堯 (1988) 北海道地方の水平変動とテクトニクス, 地震 第2輯, 41, 1, pp. 29-38.
- 橋本 亘, 石川俊夫, 船橋三男, 斉藤昌之, 長尾捨一編 (1958) 20万分の1北海道地質図(1~6) 説明書, 20万分の1地質図, 北海道立地下資源調査所.
- 橋本 亘, 菅野三郎, 品田 穰, 大島一精 (1963) 北海道渡島半島今金—国縫—八雲間の地質, 地質学雑誌, 69, 812, pp. 228-238.
- 早川福利, 国府谷盛明 (1968) 寿都町弁慶岬周辺の温泉示徴, 地下資源調査所報告, 38, p. 90.
- 早川福利, 酒匂純俊, 和気 徹, 二間瀬 洌, 斉藤尚志, 松波武雄 (1983) 北海道の地質と資源 II 北海道の地熱温泉資源, 北海道立地下資源調査所.
- 早坂一郎, 鈴木 醇, 原田準平, 佐々保雄, 石川俊夫, 根本忠寛, 小林 勇, 沼辺武堤, 大島正夫, 斎藤 仁, 長尾捨一, 矢部伊太郎, 橋本 亘編 (1953) 二十万分之一北海道地質図(1) 西部, 20万分の1地質図, 北海道立地下資源調査所.
- 平井浩二, 小野修司, 松枝大治 (2001) 西南北海道寿都・長万部地域における熱水性金銀鉱床の鉱化年代, 資源地質学会第51回年会講演会講演要旨集, P-36.
- 平田貴一, 茂木 透, 山谷祐介, 長谷英彰, 市原 寛 (2009) MT法による黒松内地域の地下構造, 北海道大学地球物理学研究報告, 72, pp. 387-398.
- 広川 治, 村山正郎 (1955) 5万分の1地質図幅「岩内」及び説明書, 5万分の1地質図, 札幌-第27号, 地質調査所.
- 広瀬 亘, 岩崎深雪, 中川光弘 (2000) 北海道中央部～西部の新第三紀火成活動の変遷: K-Ar年代, 火山活動様式および全岩化学組成から見た東北日本弧北端の島弧火成活動の変遷, 地質学雑誌, 106, 2, pp. 120-135.
- 広島俊男, 牧野雅彦, 村田泰章, 森尻理恵, 駒澤正夫 (1997) 渡島地域重力図, 重力図, 8, 地質調査所.
- 広田知保, 和田信彦, 横山英二, 菅 和哉 (1985) 北海道水理地質図「倶知安」及び説明書, 北海道水理地質図幅, 7, 北海道立地下資源調査所.
- 広田知保, 和田信彦, 横山英二, 菅 和哉 (1986) 北海道水理地質図「伊達・八雲」及び説明書, 北海道水理地質図幅, 12, 北海道立地下資源調査所.
- 広田知保 (1995) 北海道における活断層調査, 西南北海道の地震・火山災害, pp. 1-4.
- 広田知保 (2001) 黒松内町丸山地区地下水調査報告, 北海道立地質研究所報告, 72, pp. 123-124.
- 北海道 (1995) 平成5年(1993年)北海道南西沖地震災害記録.
- 北海道電力 (2009) 泊発電所1号機及び2号機「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果 報告書.
- 北海道電力 (2011) 泊発電所 平成23年東北地方太平洋沖地震の知見等を踏まえた原子力施設への地震動及び津波の影響に関する安全性評価 中間報告書.
- 北海道電力 (2011) 平成23年東北地方太平洋沖地震を踏まえた新耐震指針に照らした既設発電用原子炉施設等の耐震安全性の評価結果の報告に係る原子力安全・保安院における検討に際しての意見の追加への対応に基づく報告について (平成23年5月).
- 北海道電力 (2013) 泊発電所 平成23年東北地方太平洋沖地震の知見等を踏まえた原子力施設への地震動及び津波の影響に関する安全性評価 地質調査結果報告書.
- 北海道電力 (2013) 泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書 (1号及び2号発電用原子炉施設の変更).
- 北海道電力 (2015) 泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書 (3号発電用原子炉施設の変更).
- 北海道電力 (2022) 泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書 (1号及び2号発電用原子炉施設の変更).
- 北海道電力: 北海道電力株式会社 泊発電所 (3号炉) 関連審査会合.
- 北海道電力: 北海道電力株式会社 泊発電所 (1・2号炉) 関連審査会合.
- 北海道土木地質データ集作成委員会編 (2017) 北海道地方土木地質図および同解説書, 日本応用地質学会北海

- 道支部。
北海道開発庁 (1968) 特定鉱床開発促進調査報告：噴火湾海底砂鉄鉱床。
北海道鉱業振興委員会編 (1990) 北海道の石油・天然ガス資源—その探査と開発 (昭和 52 年～63 年) —。
北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会 (2000) 北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会報告書。
「北海道の地すべり 2012」編集委員会編 (2012) 北海道の地すべり 2012, 北海道地すべり学会。
北海道立地下資源調査所広報紙編集委員会編 (1989) 地域エネルギーが身近に—昭和 63 年度地域エネルギー開発振興事業成果—, 地下資源調査所ニュース, 5, 4, p. 2。
北海道立地下資源調査所広報紙編集委員会編 (1989) 北海道の自然公園めぐり、その 1—ニセコ積丹小樽海岸国立公園—, 地下資源調査所ニュース, 5, 3, pp. 2–3。
北海道立地下資源調査所広報紙編集委員会編 (1990) 地熱エネルギーの開発が盛ん—平成元年度地域エネルギー開発振興事業の成果—, 地下資源調査所ニュース, 6, 3, p. 2。
北海道立地質研究所広報委員会編 (2003) 活火山定義見直し—新たに利尻山・羊蹄山・ニセコなど—, 地質研究所ニュース, 19, 2。
北海道立地質研究所広報委員会編 (2009) ニセコ地域での温泉調査—持続可能な温泉利用をめざして, 地質研究所ニュース, 25, 1, p. 2。
北海道立総合研究機構, 産業技術総合研究所 (2011) 沿岸海域における活断層調査 黒松内低地断層帯 (海域部) 成果報告書, 地震調査研究推進本部。
北海道立総合研究機構環境・地質研究本部地質研究所広報委員会編 (2012) ニセコ山麓の温泉の生い立ちをさぐる, 地質研究所ニュース, 28, 2。
北海道総合研究機構地質研究所 (2016) 平成 27 年度地熱・温泉熱開発可能性調査業務報告書。
北海道通商産業局産業部産業立地課 (2000) 岩内地域地下水利用適正化調査報告, 工業用水, 502, pp. 30–39。
Honda, S., Yoshida, T. (2005) Application of the model of small-scale convection under the island arc to the NE Honshu subduction zone, *Geochimistry, Geophysics, Geosystems*, 6, 1, Q01002, doi: 10.1029/2004GC000785。
Honda, S., Yoshida, T., Aoike, K. (2007) Spatial and temporal evolution of arc volcanism in the northeast Honshu and Izu-Bonin Arcs: Evidence of small-scale convection under the island arc?, *Island Arc*, 16, pp. 214–223。
堀 昌雄, 高木慎一郎, 玉生志郎, 村岡洋文, 品田正一, 清川 求 (1986) 全国地熱資源総合調査の地域レポート [1]ニセコ地域 (火山性熱水対流系地域タイプ①), *地熱エネルギー*, 11, 4, pp. 340–368, 新エネルギー財団地熱本部。
星野フサ, 萩原法子, 神谷美由紀, 曾禰多佳子, 土屋裕志, 小原正寿, 松代理佳, 柳沢真弥子 (1990) 中期更新世以降の古環境変遷—特に黒松内低地帯について—, 春日井昭教授退官記念論文集, pp. 77–86。
Hua, Y., Zhao, D., Xu, Y., Wang, Z. (2019) Arc-arc collision caused the 2018 Eastern Iburi earthquake (M 6.7) in Hokkaido, Japan, *Scientific Reports*, 9:13914, doi: 10.1038/s41598-019-50305-x。
- I
五十嵐昭明, 小松直蔵 (1957) 後志国島牧村地内の銅・鉛・亜鉛・マンガン鉱床調査報告 II 永豊・今井島牧 (湯沢) 鉱山附近のマンガン鉱床, 北海道地下資源調査資料, 32, pp. 48–56, 北海道開発庁。
五十嵐昭明 (1962) 長万部岳周辺地区金・銀・銅・鉛・亜鉛・硫化鉄・マンガン鉱床調査報告 II 島牧郡島牧村三恵鉱山の金・銀・銅・鉛・亜鉛・硫化鉄・マンガン鉱床調査報告, 北海道地下資源調査資料, 74, pp. 17–35, 北海道開発庁。
五十嵐昭明 (1962) 長万部岳周辺地区金・銀・銅・鉛・亜鉛・硫化鉄・マンガン鉱床調査報告 III 島牧郡島牧村岩田新島牧鉱山のマンガン鉱床調査報告, 北海道地下資源調査資料, 74, pp. 37–41, 北海道開発庁。
五十嵐昭明, 横田節哉 (1970) 北海道ニセコ火山東部地域の第四紀鉱化作用, *地質調査所月報*, 21, 6, pp. 361–385。
Igarashi, T. (1979) Distribution map of lead and zinc ore deposits in Japan, 1:2,000,000 map series, 17-2, Geological Survey of Japan。
Igarashi, T., Kishimoto, F. (1979) Distribution map of copper ore deposits in Japan, 1:2,000,000 map series, 17-3, Geological Survey of Japan。
五十嵐俊雄, 岡野武雄 (1979) 日本の硫黄・硫化鉄・石膏・重晶石鉱床分布図, 200 万分の 1 地質編集図, 17-6, 地質調査所。
五十嵐八枝子 (1990) 花粉化石から探る森林の歴史—北海道の 3 万年間—, *日本林学会北海道支部論文集*, 38, pp. 1–9。
五十嵐八枝子 (2010) 北海道とサハリンにおける植生と気候の変遷史—花粉から植物の興亡と移動の歴史を探る—, *第四紀研究*, 49, 5, pp. 241–253。
Igarashi, Y., Zharov, A. E. (2011) Climate and vegetation change during the late Pleistocene and early Holocene in Sakhalin and Hokkaido, northeast Asia, *Quaternary International*, 237, pp. 24–31。
五十嵐八枝子, 成瀬敏郎, 矢田貝真一, 檀原 徹 (2012) 北部北海道の剣淵盆地における MIS 7 以降の植生と気候の変遷史—特に MIS 6/5e と MIS 2/1 について—, *第四紀研究*, 51, 3, pp. 175–191。
Igarashi, Y. (2016) Vegetation and climate during the

- LGM and the last deglaciation on Hokkaido and Sakhalin Islands in the northwest Pacific, *Quaternary International*, 425, pp. 28–37.
- Iinuma, T., Kato, T., Hori, M. (2005) Inversion of GPS velocity and seismicity data to yield changes in stress in the Japanese Islands, *Geophysical Journal International*, 160, 2, pp. 417–434.
- 池田安隆, 今泉俊文, 東郷正美, 平川一臣, 宮内崇裕, 佐藤比呂志編 (2002) 第四紀逆断層アトラス, 東京大学出版会.
- 池谷仙之, 植松健児 (1968) 瀬棚層と黒松内層との関係について—北海道渡島半島八雲・今金・瀬棚地域の地質—, *地質学雑誌*, 74, 1, pp. 21–36.
- 池谷仙之, 林 慶一 (1982) 北海道渡島半島黒松内地方の地質, *地質学雑誌*, 88, 7, pp. 613–632.
- Imai, I., Issiki, N., Nozawa, T., Tanaka, K., Yamada, N., Yoshida, T. (1982) Geological map of Japan, 1:5,000,000 (Fourth edition), Geological Survey of Japan.
- 今井 登, 寺島 滋, 太田充恒, 御子柴 (氏家) 真澄, 岡井貴司, 立花好子, 富樫茂子, 松久幸敬, 金井 豊, 上岡 晃, 谷口政碩 (2004) 日本の地球化学図, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 今井 登, 寺島 滋, 太田充恒, 御子柴 (氏家) 真澄, 岡井貴司, 立花好子, 池原 研, 片山 肇, 野田 篤, 富樫茂子, 松久幸敬, 金井 豊, 上岡 晃 (2010) 海と陸の地球化学図, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 今泉俊文, 渡島半島活断層研究グループ (1982) 黒松内低地帯の活断層, *日本地理学会予稿集*, 22, pp. 98–99.
- 今泉俊文, 宮内崇裕, 堤 浩之, 中田 高編 (2018) 活断層詳細デジタルマップ [新編], 東京大学出版会.
- Imperial Geological Survey of Japan (1902) *Outlines of the geology of Japan : descriptive text to accompany the geological map of the Empire on the scale 1:1,000,000.*
- 石田正夫 (1983) 国縫地域の地質, 地域地質研究報告 (5 万分の 1 図幅), 札幌 (4) 第 59 号, 地質調査所.
- 石田正夫, 久保和也, 広島俊男 (1983) 20 万分の 1 地質図幅「室蘭」, 20 万分の 1 地質図, NK-54-21, 地質調査所.
- 石田正夫, 秦 光男 (1986) 50 万分の 1 地質図「札幌」, 50 万分の 1 地質図幅, 4, 地質調査所.
- 石田正夫, 秦 光男 (1989) 西南北海道渡島半島第三系の地質構造発達史, *地質学論集*, 32, pp. 29–56.
- 石田正夫, 三村弘二, 広島俊男 (1991) 20 万分の 1 地質図幅「岩内 (第 2 版)」, 20 万分の 1 地質図, 地質調査所.
- 石原舜三, 佐々木 昭, 佐藤興平 (1992) 日本鉾床生成図 深成岩活動と鉾化作用 (3) 第三紀–第四紀, 200 万分の 1 地質編集図, 15-3, 地質調査所.
- 石原舜三, 笠原裕子, 松枝大治 (1998) 北海道南西部における新第三紀花崗岩類の発見, *地質調査所月報*, 49, 9, pp. 461–467.
- 石井正之, 鬼頭伸治, 田近 淳, 宮坂省吾編 (2016) 北海道自然探検 ジオサイト 107 の旅, 北海道大学出版会.
- 石川典彦, 橋本 学 (1999) 測地測量により求めた日本の地震間の平均的な地殻水平ひずみ速度 (II), *地震* 第 2 輯, 52, pp. 299–315.
- 石川俊夫, 勝井義雄, 大場与志男, 佐藤博之 (1969) 北海道のカルデラについての 2・3 の問題, *火山* 第 2 集, 14, 2, pp. 97–108.
- 石川有三 (1998) 日本海の変動帯, *月刊地球*, 20, 8, pp. 490–496.
- 石塚 治, 岡村行信, 荒井晃作, 池原 研, 片山 肇 (2000) 北海道西方海域及び秋田沖海域より採取された岩石試料, *地質調査所速報*, MG/00/1, pp. 67–89.
- 磯見 博 (1968) 日本地質構造図, 200 万分の 1 地質編集図, 12, 地質調査所.
- 磯崎行雄, 丸山茂徳, 青木一勝, 中間隆晃, 宮下 敦, 大藤 茂 (2010) 日本列島の地体構造区分再訪 —太平洋型 (都城型) 造山帯構成单元および境界の分類・定義—, *地学雑誌*, 119, 6, pp. 999–1053.
- 板本拓也, 能條 歩 (2004) 西南北海道今金地域の第三系黒松内層から産出した放射虫化石による生層序年代, *地質学雑誌*, 110, 5, pp. 325–328.
- 伊藤昌介 (1948) 北海道後志国広尾鉾山鉛, 垂鉛調査報告, 商工省地下資源調査所速報, 57.
- 伊藤陽司, 山岸宏光, 川村信人, 堀 俊和 (1999) 北海道における地すべり地形の特徴—地すべり地形データベースの解析から—, *地すべり*, 35, 4, pp. 7–15.
- 伊藤嘉秋, 三浦 哲, 太田雄策 (2017) 北海道・東北地方における GNSS 速度場のクラスタ解析, *日本地震学会 2017 年度秋季大会講演予稿集*, S03-P05.
- 伊東佳彦, 日下部祐基, 日外勝仁, 坂本多朗 (2008) 工学的特性からみた北海道日本海沿岸火砕岩類の崩壊特性の検討, 平成 20 年度研究発表会講演論文集, pp. 123–124.
- 岩淵義郎, 加藤 茂 (1988) 第四紀地図の作成過程からみた大陸棚, *第四紀研究*, 26, 3, pp. 217–225.
- 泉 紀明, 西澤あずさ, 堀内大嗣, 木戸ゆかり, 中田 高, 後藤秀昭, 渡辺満久, 鈴木康弘 (2014) 3 秒グリッド DEM から作成した日本海東縁部の 3D 海底地形, *海洋情報部研究報告*, 51, pp. 127–143.
- 泉 紀明, 西澤あずさ, 堀内大嗣, 木戸ゆかり, 中田 高, 後藤秀昭, 渡辺満久, 鈴木康弘 (2015) 日本海東縁部海底地形のアナグリフ画像, *水路新技術講演集*, 28, P05, p. 28.

J

- 人文社編集部編 (2005) 日本の活断層地図 北海道・東北・新潟 活断層地図, 人文社.

- 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2003)日本海東縁部の地震活動の長期評価について。
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2005)黒松内低地断層帯の長期評価について。
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会編(2009)日本の地震活動—被害地震から見た地域別の特徴—<第2版>,地震予知総合研究振興会地震調査研究センター。
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2021)全国地震動予測地図2020年版, https://www.jishin.go.jp/evaluation/seismic_hazard_map/shm_report/shm_report_2020/, 2022年5月24日閲覧。
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会:長期評価結果一覧, https://www.jishin.go.jp/evaluation/long_term_evaluation/lt_e_summary/, 2022年5月24日閲覧。
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会:毎月の地震活動, https://www.jishin.go.jp/evaluation/seismicity_monthly/, 2022年5月24日閲覧。
- 地震予知総合研究振興会:3D震源分布図, <https://www.adep.or.jp/kanren/singen.html>, 2022年5月24日閲覧。
- 地震予知総合研究振興会:地震検索/メジャーイベント情報, https://www.adep.or.jp/kanren/search_earth.html, 2022年5月24日閲覧。
- 地すべり学会北海道支部編(1999)北海道の地すべり'99。
- K**
- 楮原京子, 黒澤英樹, 小坂英輝, 三輪敦志, 今泉俊文(2013)黒松内低地断層帯・熱郭原野の断層露頭, 活断層研究, 38, pp.17-28。
- 海上保安庁(1996)20万分の1海底地形図「日本北海道西岸石狩湾西方」, 第6657号。
- 海上保安庁水路部(1979)沿岸の海の基本図(5万分の1)神威岬, 海図, 第6324号³。
- 海上保安庁水路部(1979)沿岸の海の基本図(5万分の1)茂津田岬, 海図, 第6325号³。
- 海上保安庁水路部(1995)沿岸の海の基本図(5万分の1)寿都, 海図, 第6325号^{1S}。
- 海上保安庁水路部(2001)日本海東縁部の海底地形と活構造, 地震予知連絡会会報, 66, 2-8, pp.100-104, 国土地理院。
- 貝塚爽平(1992)300万分の1日本と周辺の活断層・地震分布図, 地図, 30, 1, pp.29-34。
- 垣見俊弘, 衣笠善博, 加藤碩一(1978)日本活断層図および説明書「活断層について」, 200万分の1地質編集図, 18, 地質調査所。
- 垣見俊弘, 松田時彦, 相田 勇, 衣笠善博(2003)日本列島と周辺海域の地震地体構造区分, 地震 第2輯, 55, pp.389-406。
- Kamae, K. (Eds.) (2016) Earthquakes, Tsunamis and Nuclear Risks : Prediction and assessment beyond the Fukushima Accident, SpringerOpen.
- 鎌谷紀子, 勝間田明男(2004)火山から離れた地域で発生している深部低周波微動・地震—その分布と発生原因—, 地震 第2輯, 57, pp.11-28。
- 亀井節夫, ウルム氷期以降の生物地理総研グループ(1981)最終氷期における日本列島の動・植物相, 第四紀研究, 20, 3, pp.191-205。
- 神谷美由紀, 杉山多佳子, 北村法子(1984)黒松内低地帯における中部更新統の花分析, 日本第四紀学会講演要旨集, 14, pp.61-62。
- Kaneoka, I., Yamagishi, H., Yahata, M. (1987) K-Ar ages of the Neogene submarine volcanic rocks and overlying Quaternary subaerial lavas from the Mt. Karibayama area, Southwest Hokkaido, Bulletin of the Volcanological Society of Japan, Second Series, 32, 4, pp.329-333。
- 環境省:再生可能エネルギー情報提供システム, <https://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/index.html?msckid=7b06bf8fcf7b11ec854afd71371b3b91>, 2022年5月13日閲覧。
- 鹿野和彦, 山岸宏光, 宇井忠英, 小野晃司, 星住英夫, 巖谷敏光, 中野 俊, 山元孝広, 宇都浩三, 川辺禎久, 曾屋龍典, 湯浅真人編(2000)日本の新生代火山岩の分布と産状 Ver.1.0, 数値地質図, G-4, 地質調査所。
- 鹿野和彦, 栗本史雄, 巖谷敏光, 星住英夫, 松浦浩久, 牧本 博(2002)日本地質図第5版, 200万分の1地質編集図, 4, 産業技術総合研究所地質調査総合センター。
- 火力原子力発電技術協会:地熱発電関係の情報の収集及び提供, <https://www.tenpes.or.jp/mmetc/>, 2023年1月20日閲覧。
- 片山 肇, 井内美郎, 池原 研(2012)積丹半島付近表層堆積図, 海洋地質図, 76 (CD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター。
- 片山 肇, 井内美郎, 池原 研(2013)奥尻島北方表層堆積図, 海洋地質図, 80 (CD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター。
- 加藤碩一, 脇田浩二, 菅原義明, 宮野素美子, 宮崎一博編(2011)日本の地質図史, 地質調査総合センター研究資料集, 535。
- 加藤幸弘, 浅田 昭(1998)日本海東縁部の変動地形, 月刊地球, 20, 8, pp.510-515。
- 活断層研究会編(1980)日本の活断層—分布図と資料, 東京大学出版会。
- 活断層研究会編(1991)新編日本の活断層—分布図と資料, 東京大学出版会。
- Katsumata, A. (2010) Depth of the Moho discontinuity beneath the Japanese islands estimated by travelttime analysis, Journal of Geophysical Research, 115, B04303, doi: 10.1029/2008JB005864。
- 勝俣 啓(2005)北海道地方の地殻内地震分布の上限・下限, 北海道大学地球物理学研究報告, 68, pp.153-159。

- 川村信人, 安田直樹, 渡辺暉夫, Fanning, M., 寺田 剛 (2000) 渡島帯ジュラ紀石英長石質砂岩の組成と供給地質体, 地質学論集, 57, pp. 63-72.
- 川村政和 (1998) 北海道ニセコ地域山麓における河川源流の水温とアニオン濃度分布の地域的特徴について, 地質調査所月報, 49, 8, pp. 413-424.
- 川野良信, 加々美寛雄 (1999) 西南北海道, 今金および久遠花崗閃緑岩体の微量元素組成および Sr, Nd 同位体組成, 地質学論集, 53, pp. 235-245.
- 河野義礼, 植田良夫 (1966) 本邦産火成岩の K-A dating (IV)—東北日本の花崗岩類—, 岩石鉱物鉱床学会誌, 56, 2, pp. 41-55.
- 河野義礼, 植田良夫 (1967) 本邦火成岩の K-Ar dating (VI)—花崗岩類, 総括—, 岩石鉱物鉱床学会誌, 57, 5, pp. 177-187.
- 風早康平, 高橋正明, 切田 司, 内藤一樹, 渡部芳夫 (2015) 日本列島におけるスラブ起源水の上昇地域の分布図, 地質調査総合センター研究資料集, 616.
- 経済企画庁 (1967) 50 万分の 1 土地分類図 (表層地質図 I) 北海道地方, 50 万分の 1 土地分類基本調査, 経済企画庁.
- 経済産業省 (2019) 海洋エネルギー・鉱物資源開発計画.
- 経済産業省資源エネルギー庁 (2001) 平成 12 年度 広域地質構造調査報告書 北海道南部地域.
- 経済産業省資源エネルギー庁 (2002) 平成 13 年度 広域地質構造調査報告書 北海道南部地域.
- 菊地宏吉, 水戸義忠 (1998) 国道 229 号線豊浜トンネル上部斜面の岩盤崩落メカニズムに関する地質工学的考察, 応用地質, 39, 5, pp. 456-470.
- 金原啓司, 阪口圭一 (1989) 日本の主要地熱地域の地質と温泉・変質帯分布, 地質調査所報告, 270.
- 木村栄ノ進 (1996) 「豊浜トンネル」崩落事故現場を視る, 北海道地理, 70, pp. 37-42.
- 木村 学 (2002) プレート収束帯のテクトニクス学, 東京大学出版会.
- 木下龜城 (1939) 北海道の黒物鑛床, 九州鑛山學會誌, 10, 10, pp. 423-439.
- 木下 修, 伊藤英文 (1992) 東北日本と西南日本の接近・接合について—白亜紀～古第三紀の東北日本の挙動—, 地質学雑誌, 98, 3, pp. 223-233.
- 岸本文男, 五十嵐俊雄, 椎名則子 (1979) 日本の金・銀・アンチモン・水銀・ひ素鉱床分布図, 200 万分の 1 地質編集図, 17-5, 地質調査所.
- 気象庁編 (1995) 平成 5 年 (1993 年) 北海道南西沖地震調査報告—災害時自然現象報告書—, 気象庁技術報告, 117.
- 気象庁: 地震月報 (カタログ編), <https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/bulletin/index.html>, 2023 年 5 月 18 日閲覧.
- 気象庁: 主な地震の発震機構解 (速報値) 地震別詳細 2022 年 12 月 15 日 13 時 30 分頃 後志地方西部 M4.3, <https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/mech/fig/mc2022121513300000N424200E14018000124243.html>, 2023 年 2 月 21 日閲覧.
- 気象庁: 震源リスト, https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/daily_map/index.html, 2022 年 5 月 11 日閲覧.
- 気象庁: 日本活火山総覧 (第 4 版) Web 掲載版, https://www.data.jma.go.jp/vois/data/tokyo/STOCK/souran/menu_jma_hp.html, 2022 年 5 月 11 日閲覧.
- 気象庁: 発震機構解 (精査後), <https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/mech/index.html>, 2023 年 5 月 15 日閲覧.
- 北村 信 (1978) 後期白亜紀以降の東北日本弧と日高弧, 地団研専報, 21, pp. 161-168.
- Kita, S., Hasegawa, A., Nakajima, J., Okada, T., Matsuzawa, T., Katsumata, K. (2012) High-resolution seismic velocity structure beneath the Hokkaido corner, northern Japan: Arc-arc collision and origins of the 1970 M 6.7 Hidaka and 1982 M 7.1 Urakawa-oki earthquakes, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 117, B12301, doi: 10.1029/2012JB009356.
- Kita, S., Nakajima, J., Hasegawa, A., Okada, T., Katsumata, K., Asano, Y., Kimura, T. (2014) Detailed seismic attenuation structure beneath Hokkaido, northeastern Japan: Arc-arc collision process, arc magmatism, and seismotectonics, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 119, pp. 6486-6511.
- 紀藤典夫 (2015) 東北・北海道における最終氷期以降のブナ林の拡大, 森林立地, 57, 2, pp. 69-74.
- 小疇 尚 (1977) 化石周氷河現象, 日本第四紀学会編: 日本の第四紀研究—その発展と現状, 東京大学出版会, pp. 163-170.
- 小疇 尚, 福田正己, 石城謙吉, 酒井 昭, 佐久間敏雄, 菊地勝弘編 (1994) 日本の自然 地域編 1 北海道, 岩波書店.
- 小疇 尚, 野上道男, 小野有五, 平川一臣編 (2003) 日本の地形 2 北海道, 東京大学出版会.
- 児玉 浩, 宇井忠英 (1996) イワオヌプリ火山, ニトヌプリ火山, チセヌプリ火山における火山地質学的, 岩石学的研究, 日本火山学会講演予稿集, B6.
- 小池一之, 町田 洋編 (2001) 日本の海成段丘アトラス, 東京大学出版会.
- Koizumi, I. (1979) Age assignments for sediment samples cored and dredged, *Geological Investigation of the Japan Sea, April-June 1978 (GH78-2 Cruise)*, Cruise Report, 13, pp. 67-69, Geological Survey of Japan.
- 国土地理院 (1986) 北海道地方の水平歪, 地震予知連絡会会報, 35, pp. 8-11.
- 国土地理院 (1997) 日本の地殻水平歪図, <https://www.gsi.go.jp/cais/HIZUMI-hizumi.html>, 2023 年 9 月 25 日閲覧.

- 国土地理院：日本列島の地殻変動，<https://www.gsi.go.jp/kanshi/>，2022年5月24日閲覧。
- 国土庁土地局（1975）縮尺20万分の1土地分類図付属資料 北海道I（石狩・後志・胆振支庁）。
- 国土交通省：国土地盤情報検索サイト KuniJiban，<http://www.kunijiban.pwri.go.jp>，2023年11月27日閲覧。
- 国土交通省：日本海における大規模地震に関する調査検討会，https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/daikibojishinchousa/，2022年5月24日閲覧。
- 国立防災科学技術センター（1969）第四紀地殻変動図。
- 国立防災科学技術センター（1973）第四紀地殻変動図説明書（概要）。
- 国立天文台編（2020）理科年表2021，丸善出版。
- 小松原 琢（2015）活断層の変位速度からみた日本弧のプレート配置—特にアムールプレート南東縁に関して—，活断層研究，43，pp. 17–34。
- 小松 亮，梅田浩司（1999）日本列島における温泉・熱水変質帯について，サイクル機構技報，4，pp. 121–128。
- 駒澤正夫，広島俊男，村田泰章，牧野雅彦，森尻理恵（1998）札幌地域重力図（ブーゲー異常），重力図，10，地質調査所。
- 駒澤正夫，広島俊男，石原丈実，村田泰章，山崎俊嗣，上嶋正人，牧野雅彦，森尻理恵，志知龍一，岸本清行，木川栄一（1999）日本重力図（ブーゲー異常），地質調査所。
- 国府谷盛明，土居繁雄（1961）5万分の1地質図幅「狩太」及び説明書，5万分の1地質図，札幌-第38号，北海道立地下資源調査所。
- 河野芳輝，島谷理香，寺島秀樹（2009）重力異常から推定される日本列島周辺の三次元地殻構造，地震 第2輯，61，特集号，pp. S247–S254。
- 小坂和夫，金折裕司，千木良雅弘，吉田鎮男編（2010）日本の断層マップ，培風館。
- 越谷 賢，丸井敦尚，伊藤成輝，吉澤拓也（2011）日本列島における三次元水文地質モデルの構築と地下水賦存量の試算，地下水学会誌，53，4，pp. 357–377。
- 越谷 賢，丸井敦尚（2012）日本列島における地下水賦存量の試算に用いた堆積物の地層境界面と層厚の三次元モデル（第一版），地質調査総合センター研究資料集，564。
- 興水達司，山崎 淳，加藤 誠（1986）西南北海道渡島半島新生界のフィッシュン・トラック年代，地質学雑誌，92，11，pp. 771–780。
- 小菅正裕，野呂康平，増川和真（2017）東北日本で発生する深部低周波地震の震源の時空間分布の特徴と地震波形の多様性，地震研究所彙報，92，pp. 63–80。
- Koulakov, I., Kukarina, E., Fathi, I. H., El Khrepy, S., Al-Arifi, N. (2015) Anisotropic tomography of Hokkaido reveals delamination-induced flow above a subducting slab, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 120, pp. 3219–3239.
- 久保和也，石田正夫，成田英吉（1983）長万部地域の地質，地域地質研究報告（5万分の1図幅），札幌（4）第48号，地質調査所。
- 久保和也，柴田 賢，石田正夫（1988）西南北海道，長万部地域の第三紀火山岩類のK-Ar年代，地質学雑誌，94，10，pp. 789–792。
- 黒澤英樹，小坂英輝，三輪敦志，楮原京子，今泉俊文（2013）断層露頭の観測に基づく黒松内低地帯断層帯の活動性，日本地球惑星科学連合大会予稿集，SSS32-P02。
- 黒沢邦彦，田近 淳，八幡正弘，山岸宏光（1993）5万分の1地質図幅「大平山」及び説明書，5万分の1地質図，札幌-第47号，北海道立地下資源調査所。
- 日下部祐基，伊東佳彦（2015）凍結融解試験による岩石の強度劣化の定式化と物性値との関係，土木学会論文集C（地圏工学），71，1，pp. 47–54。
- 日下 哉，瀬川秀良，矢野牧夫，山田悟郎，尾上博章（1981）北海道黒松内低地帯の更新統から産出した植物遺体について，日本第四紀学会講演要旨集，11，p. 143。
- 日下 哉，鹿島愛彦，伊藤田直史，能條 歩，美利河海牛調査研究会（1996）日本で初めて発見された温水カルスト—北海道南西部今金町ピリカ鍾乳洞—，地球科学，50，5，pp. 403–407。
- 草野友宏，浅森浩一，梅田浩司（2012）日本列島における地下水・温泉ガスのヘリウム同位体比データベースの作成，JAEA-Data/Code 2012-017，日本原子力研究開発機構。
- 桑原拓一郎（2002）黒松内低地帯知来川断層周辺の踏査と長万部断層トレンチの観察，AFRC News，18，p. 3，産業技術総合研究所活断層研究センター。

L

- Lee, C., Wada, I. (2017) Clustering of arc volcanoes caused by temperature perturbations in the back-arc mantle, *Nature Communications*, 8, 15753, doi: 10.1038/ncomms15753.
- Lee, C., Wada, I. (2021) Volcano clustering promoted by the cessation of back-arc spreading and ensuing nascent lithospheric drips, *Geophysical Research Letters*, 48, e2020GL091433, doi: 10.1029/2020GL091433.
- Liu, X., Zhao, D., Li, S. (2013) Seismic heterogeneity and anisotropy of the southern Kuril arc: insight into megathrust earthquakes, *Geophysical Journal International*, 194, pp. 1069–1090.
- Liu, X., Zhao, D. (2016) Seismic velocity azimuthal anisotropy of the Japan subduction zone: Constraints from P and S wave traveltimes, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 121, pp. 5086–5115.

- Liu, X., Zhao, D. (2017) P-wave anisotropy, mantle wedge flow and olivine fabrics beneath Japan, *Geophysical Journal International*, 210, pp. 1410–1431.
- Lyman, B. S., Muroe, H. S., Yamauchi, T., Akiyama, Y., Inagaki, T., Kuwada, T., Misawa, S., Takahashi, J., Kada, T., Ban, I., Saito, T., Shimada, J., Yamagiwa, E., Mayeda, S., Nishiyama, S. (1876) A geological sketch map of the Island of Yesso, Japan (日本蝦夷地質要畧之圖), *Geological Survey of Hokkaido*.
- M**
- 町田 洋, 新井房夫, 宮内崇裕, 奥村晃史 (1987) 北日本を広くおおう洞爺火山灰, *第四紀研究*, 26, 2, pp. 129–145.
- 町田 洋, 新井房夫 (2003) 新編 火山灰アトラス 日本列島とその周辺, 東京大学出版会.
- 牧野雅彦, 大久保泰邦, 中塚 正 (1992) 日本の磁気図及び説明書, 200 万分の 1 地質編集図, 23, *地質調査所*.
- 丸茂克美, 岡部賢二 (1983) 北海道蘭越町旭台の粘土鉱床, 未開発陶磁器原料資源調査報告書(昭和 57 年度), pp. 1–20, *地質調査所*.
- 丸茂克美 (1985) 西南北海道洞爺湖周辺地域に分布する変質帯の地質・鉱物学的検討, *鉱山地質*, 35, 5, pp. 331–344.
- 丸茂克美, 沢井長雄 (1986) 西南北海道グリーンタフ地域のいくつかの鉱床産変質岩の K-Ar 年代, *鉱山地質*, 36, 1, pp. 21–26.
- 丸山敏彦, 田辺雄三, 高野明富, 作田庸一, 高橋 徹, 藤原達郎, 長谷川 潔, 高橋功二, 庄谷幸夫, 黒沢邦彦 (1988) 昭和 62 年度共同研究報告書 レアメタル資源調査及び回収・精製技術, 北海道立工業試験場, 北海道立地下資源調査所.
- Matsubara, M., Sato, H., Uehira, K., Mochizuki, M., Kanazawa, T. (2017) Three-dimensional seismic velocity structure beneath Japanese Islands and surroundings based on NIED seismic networks using both inland and offshore events, *Journal of Disaster Research*, 12, 5, pp. 844–857.
- Matsubara, M., Sato, H., Uehira, K., Mochizuki, M., Kanazawa, T., Takahashi, N., Suzuki, K., Kamiya, S. (2019) Seismic velocity structure in and around the Japanese Island arc derived from seismic tomography including NIED MOWLA S Hi-net and S-net data, *Seismic Waves—Probing Earth System*, doi: 10.5772/intechopen.86936.
- Matsubara, M., Ishiyama, T., No, T., Uehira, K., Mochizuki, M., Kanazawa, T., Takahashi, N., Kamiya, S. (2022) Seismic velocity structure along the Sea of Japan with large events derived from seismic tomography for whole Japanese Islands including reflection survey data and NIED MOWLA S Hi-net and S-net data, *Earth, Planets and Space*, 74, 171, doi: 10.1186/s40623-022-01724-0.
- 松原 誠, 石山達也, 野 徹夫, 植平賢治, 望月将志, 金澤敏彦, 高橋成実, 神谷眞一郎 (2022) 日本列島下の三次元地震波速度構造 (2022 年度版), https://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo_kozou/, 2023 年 9 月 25 日閲覧.
- 松田時彦 (1975) 活断層から発生する地震の規模と周期について, *地震* 第 2 輯, 28, pp. 269–283.
- 松田時彦 (1990) 最大地震規模による日本列島の地震分帯図, *地震研究所彙報*, 65, pp. 289–319.
- 松田時彦, 吉川真季 (2001) 陸域の M \geq 5 地震と活断層の分布関係 —断層と地震の分布関係—その 2, *活断層研究*, 20, pp. 1–22.
- 松枝大治, 平間正男, 渡辺暉夫 (1996) 積丹半島豊浜トンネル崩落崖付近の水冷火砕岩類の変質作用, 北海道地区自然災害科学資料センター報告, 11, pp. 71–76.
- 松井公平 (1965) 岩内町雷電温泉 地下資源調査所報告, 34, p. 70.
- 松村 明 (1957) 後志国島牧村地内の銅・鉛・亜鉛・マンガン鉱床調査報告 I オープンセサミ鉱山の銅・鉛・亜鉛鉱床, 北海道地下資源調査資料, 32, pp. 38–47, 北海道開発庁.
- 松波武雄, 秋田藤夫, 高見雅三, 若浜 洋, 岡崎紀俊 (1991) 北海道地熱・温泉ボーリング井データ集 ~ 1990, 北海道立地下資源調査所.
- 松波武雄, 秋田藤夫, 高見雅三, 若浜 洋, 岡崎紀俊 (1991) 北海道地熱・温泉ボーリング井索引図 ~ 1990, 北海道立地下資源調査所.
- 松波武雄 (1992) 北海道の高濃度塩化物泉について, *地下資源調査所報告*, 64, pp. 17–30.
- 松波武雄, 高見雅三, 二間瀬 洌 (1994) ニセコ山系北麓岩内周辺の熱水系について, *地下資源調査所報告*, 66, pp. 1–26.
- 松波武雄 (1995) 北海道の海岸地域に分布する高濃度塩水について, *地下資源調査所報告*, 67, pp. 41–58.
- 松波武雄, 鈴木豊重, 藤本和徳, 秋田藤夫, 若浜 洋 (1996) 北海道地熱・温泉ボーリング井データ集 1991~1995, 北海道立地下資源調査所.
- 松波武雄, 鈴木豊重, 藤本和徳, 秋田藤夫, 若浜 洋 (1996) 北海道地熱・温泉ボーリング井索引図 1991~1995, 北海道立地下資源調査所.
- 松波武雄, 鈴木豊重 (1997) 西部北海道の基盤岩類と伝導卓越系温泉について, *地下資源調査所報告*, 68, pp. 1–16.
- 松波武雄, 鈴木隆広 (1997) 道内温泉水等の水素・酸素同位体比, *地下資源調査所報告*, 68, pp. 149–152.
- 松波武雄 (1998) 北海道の中性~アルカリ性硫酸塩泉について, *地下資源調査所報告*, 69, pp. 1–13.

- 松波武雄, 藤本和徳, 鈴木隆広 (2000) 北海道の温泉井と“新規温泉地”について, 北海道立地質研究所報告, 71, pp. 13–25.
- 松波武雄, 秋田藤夫, 柴田智郎, 藤本和徳, 鈴木隆広, 高橋徹哉 (2001) 北海道地熱・温泉ボーリング井データ集 1996~2000, 北海道立地質研究所.
- 松波武雄, 秋田藤夫, 柴田智郎, 藤本和徳, 鈴木隆広, 高橋徹哉 (2001) 北海道地熱・温泉ボーリング井索引図 1996~2000, 北海道立地質研究所.
- 松尾良子, 中川光弘 (2017) 北海道南西部ニセコ火山群, イワオヌプリ火山の形成史と活動年代, 日本地球惑星科学連合大会予稿集, SVC50-P13.
- 松島 健, 大島弘光 (1989) 長周期微動を用いた地下構造の推定—黒松内低地帯における探査例—, 物理探査, 42, 2, pp. 97–105.
- 松末和之, 藤原 治, 末吉哲雄 (2000) 日本列島における最終氷期最寒冷期の気候, サイクル機構技報, 6, pp. 93–104.
- 湊 正雄, 長谷川美行 (1959) 本邦溶結凝灰岩の研究 第1報 熱帯溶結凝灰岩について, 地質学雑誌, 65, 761, pp. 66–70.
- 湊 正雄 (1978) 北海道の古期火山噴出物, 地団研専報, 21, pp. 193–197.
- Miura, S., Sato, T., Hasegawa, A., Suwa, Y., Tachibana, K., Yui, S. (2004) Strain concentration zone along the volcanic front derived by GPS observations in NE Japan arc, *Earth, Planets and Space*, 56, pp. 1347–1355.
- Miyauchi, T. (1988) Late Pleistocene marine terrace correlation and chronology in the northern Northeast Japan, *Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University*, 23, pp. 29–47.
- 宮内崇裕 (1988) 海成段丘の変位から知られる東北日本弧北部の褶曲運動, 月刊地球, 10, 9, pp. 561–567.
- 宮内崇裕 (1988) 東北日本北部における後期更新世海成面の対比と編年, 地理学評論, 61 (Ser.A), 5, pp. 404–422.
- Miyauchi, T. (1990) Late Quaternary folding deduced from marine terrace deformation in the northern Northeast Japan arc, *Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University*, 25, pp. 99–108.
- 宮内崇裕 (1990) 旧汀線高度からみた東北日本弧北部の広域地殻変動, 米倉伸之, 岡田篤正, 森山昭雄編: 変動地形とテクトニクス, 古今書院, pp. 157–169.
- 宮内崇裕 (1990) 日本海東縁海岸地域の完新世地震性地殻変動, 地学雑誌, 99, 4, pp. 390–391.
- 宮内崇裕 (2012) 海岸部を襲う直下型地震: 懸念される海底活断層と地震性地殻変動, 科学, 82, 6, pp. 651–661.
- 宮内崇裕 (2013) 旧汀線情報による海底震源断層モデリング—日本海東縁ひずみ集中帯の地震ポテンシャル評価に向けて—, 日本活断層学会秋季学術大会講演予稿集, pp. 42–43.
- Mizutani, Y., Sugiura, T. (1982) Variations in chemical and isotopic compositions of fumarolic gases from Showashinzan volcano, Hokkaido, Japan, *Geochemical Journal*, 16, 2, pp. 63–71.
- 茂木昭夫 (1977) 日本近海海底地形誌—海底俯瞰図集, 東京大学出版会.
- 文部科学省研究開発局, 国立研究開発法人海洋研究開発機構: 海域における断層情報総合評価プロジェクト (平成 25 年度~令和元年度), https://www.jishin.go.jp/database/project_report/kaiiki/, 2022 年 5 月 24 日閲覧.
- 文部科学省研究開発局, 東京大学地震研究所: 「日本海地震・津波調査プロジェクト」成果報告書 (平成 25 年度~令和 2 年度), http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/project/Japan_Sea/houkokusyo.html, 2022 年 5 月 24 日閲覧.
- 森 宏, 阿部信太郎, 青柳恭平, 大上隆史 (2019) 1993 年北海道南西沖地震震源域南部の地質構造と震源断層の関係, 地震 第 2 輯, 71, pp. 233–241.
- 森木ひかる, 隈元 崇, 中田 高, 後藤秀昭, 泉 紀明, 西澤あずさ (2017) アナグリフ画像による日本周辺の下海底地すべりの判読と分布特性の検討, 海洋情報部研究報告, 54, pp. 1–16.
- 森野祐助, 大森一人, 鈴木隆広 (2020) ニセコ地域における表流水の水素・酸素安定同位体比分布, 北海道地質研究所報告, 91, pp. 23–28.
- Morishige, M., van Keken, P. E. (2014) Along-arc variation in the 3-D thermal structure around the junction between the Japan and Kurile arcs, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 15, pp. 2225–2240.
- Morishige, M. (2015) A new regime of slab-mantle coupling at the plate interface and its possible implications for the distribution of volcanoes, *Earth and Planetary Science Letters*, 427, pp. 262–271.
- 守屋以智雄 (1979) 日本の第四紀火山の地形発達と分類, 地理学評論, 52, 9, pp. 479–501.
- 守屋以智雄 (1979) 日本の第四紀前半の火砕流台地, 火山, 24, 2, p. 119.
- 守屋以智雄 (1983) 日本の火山地形, UP Earth Science, 東京大学出版会.
- 森谷武男 (1974) 北海道渡島半島における微小地震観測, 昭和 49 年度地震学会春季大会講演予稿集, 1, p. 41.
- 森谷武男 (1976) 北海道南西部における地震面の褶曲構造と地震波の減衰, [シンポジウム] 北海道およびその周辺の地下構造とその地学的意味, pp. 13–27.
- 森谷武男 (1984) 北海道内陸部における浅発地震のメカニズム解—1973 年以前とそれ以後の変化—, 地震学会講演予稿集昭和 59 年度春季大会, 1, p. 86.
- 森谷武男 (1986) 浅い地震活動と起震歪力から見た北海道のテクトニクス, 地団研専報, 31, pp. 475–485.

- 森谷武男 (1999) 北海道とその周辺における地震のメカニズム解から推定される地殻内部応力場, 月刊地球, 21, 9, pp. 557-564.
- 本山 功 (1999) 本邦含油新第三系をめぐる放散虫化石層序の進歩—石油探鉱への適用—, 石油技術協会誌, 64, 3, pp. 268-281.
- 本山 功 (2000) GH99 航海により日本海海底から採取された岩石・堆積物試料の放散虫化石による年代分析, 地質調査所速報, MG/00/1, pp. 94-98.
- 本谷義信 (1975) 札幌地震観測所における地震観測—札幌周辺の地震活動 (1973.7-1974) —, 北海道大学地球物理学研究報告, 34, pp. 55-65.
- 本谷義信 (1981) 北海道南西部の群発地震活動, 地震 第2輯, 34, pp. 105-121.
- 本谷義信 (1994) 北海道の活断層と微小地震, 北海道地区自然災害科学資料センター報告, 9, pp. 3-24.
- 向山 広, 中村真人, 井上雅弘, 木村 強 (1983) 東北日本におけるブロック運動と鮮新世以降の火山活動, 火山 第2集, 28, 4, pp. 395-408.
- 村上 亮, 小沢慎三郎 (2004) GPS 連続観測による日本列島上下地殻変動とその意義, 地震 第2輯, 57, pp. 209-231.
- 村松容一 (2018) 日本の水溶性天然ガス田におけるかん水の水質形成機構 (予察) —続成変質による間隙水の進化—, 温泉科学, 68, pp. 66-83.
- 村岡洋文, 阪口圭一, 玉生志郎, 佐々木宗建, 茂野 博, 水垣桂子 (2007) 日本の熱水系アトラス, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 村岡洋文, 阪口圭一, 玉生志郎, 佐々木宗建, 茂野 博, 水垣桂子, 駒澤正夫 (2009) 全国地熱ポテンシャルマップ, 数値地質図, GT-4, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- N**
- 長尾捨一 (1969) 北海道の構造性天然ガスについて, 地下資源調査所報告, 40, pp. 1-59.
- 長尾 巧, 佐々保雄 (1933) 北海道西南部の新生代層と最近の地史 (1), 地質学雑誌, 40, 480, pp. 555-577.
- 長尾 巧, 佐々保雄 (1933) 北海道西南部の新生代層と最近の地史 (2), 地質学雑誌, 40, 483, pp. 750-755.
- 長尾 巧, 佐々保雄 (1934) 北海道西南部の新生代層と最近の地史 (3), 地質学雑誌, 41, 485, pp. 47-60.
- 長尾 巧, 佐々保雄 (1934) 北海道西南部の新生代層と最近の地史 (4), 地質学雑誌, 41, 488, pp. 211-260.
- 内藤一樹 (2017) 国内の鈹床・鈹微地に関する位置データ集 (第2版), 地質調査総合センター速報, 73.
- Nakagawa, M. (1992) Chemical zonation of volcanoes at the northern end of NE Japan arc: K-Ar ages and geochemistry of some Pliocene and Pleistocene basalts from the western region of Sapporo, southwestern Hokkaido, Journal of mineralogy, petrology and economic geology, 87, pp. 460-466.
- Nakagawa, M. (1992) Spatial variation in chemical composition of Pliocene and Quaternary volcanic rocks in southwestern Hokkaido, northeastern Japan arc, Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University. Series 4, Geology and mineralogy, 23, 2, pp. 175-197.
- 中川光弘, 丸山裕則, 船山 淳 (1995) 北海道第四紀火山の分布と主成分化学組成の広域変化, 火山, 40, 1, pp. 13-31.
- 中川光弘, 広瀬 亘, 岩崎深雪 (1999) 北海道の6Ma以降の火山活動の時空変遷から見た千島弧—東北日本弧会合部のテクトニクス変遷, 月刊地球, 21, 9, pp. 543-548.
- 中川光弘, 清野寛子 (2000) 東北日本弧背弧側、第四紀火山の成因: 日本海盆沈み込み可能性, 日本地質学会第107年学術大会講演要旨, O-315.
- 中川光弘 (2016) 北海道の活火山の活動の現況と今後, 第54回試錐研究会講演資料集, pp. 1-26, 北海道立総合研究機構環境・地質研究本部地質研究所.
- 中川良三 (1985) 北海道の地熱地帯の噴気によって放出される水銀量, 日本化学会誌, 4, pp. 703-708.
- Nakajima, J., Hasegawa, A. (2021) Prevalence of shallow low-frequency earthquakes in the continental crust, Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 126, e2020JB021391, doi: 10.1029/2020JB021391.
- Nakamura, M., Yoshida, Y., Zhao, D., Takayama, H., Obana, K., Katao, H., Kasahara, J., Kanazawa, T., Kodaira, S., Sato, T., Shiobara, H., Shinohara, M., Shimamura, H., Takahashi, N., Nakanishi, A., Hino, R., Murai, Y., Mochizuki, K. (2008) Three-dimensional P- and S-wave velocity structures beneath Japan, Physics of the Earth and Planetary Interiors, 168, pp. 49-70.
- Nakamura, R., Shiina, T. (2019) Three-dimensional S-wave attenuation structure in and around source area of the 2018 Hokkaido Eastern Iwate Earthquake, Japan, Earth, Planets and Space, 71:114, doi: 10.1186/s40623-019-1095-6.
- 中野 俊, 西来邦章, 宝田晋治, 星住英夫, 石塚吉浩, 伊藤順一, 川辺禎久, 及川輝樹, 古川竜太, 下司信夫, 石塚 治, 山元孝広, 岸本清行編 (2013) 日本の火山 (第3版), 200万分の1地質編集図, 11, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 中田英二, 田中和広 (2001) マグマの貫入が岩盤に与える影響—活火山周辺に分布するマグマ噴出跡の分布—, 日本応用地質学会平成13年度研究発表会講演論文集, pp. 55-58.
- 中谷真英, 梅田克史, 鈴木晴美, 諏訪 至 (2019) 山岳トンネルの斜坑・本坑交差部における設計・施工について, 西松建設技報, 42, 5.
- 中田 高, 今泉俊文編 (2002) 活断層詳細デジタルマッ

- プ, 東京大学出版会.
- 中田 高 (2015) 詳細 DEM 画像による日本列島周辺海域の変動地形学的研究, 科学研究費助成事業研究成果報告書.
- 中塚 正, 大熊茂雄 (2009) 日本空中磁気DBによる対地 1,500m平滑面での磁気異常分布データの編集, 地質調査総合センター研究資料集, 516.
- 成田英吉, 矢島淳吉, 太田英順, 渡辺 寧, 羽坂俊一, 羽坂なな子, 平野英雄, 須藤定久 (1996) 鉱物資源図北海道 (東部・西部), 鉱物資源図, 1, 地質調査所.
- 那須孝悌 (1985) 先土器時代の環境, 近藤義郎, 横山浩一, 甘粕 健, 加藤晋平, 佐原 真, 田中 琢, 戸沢充則編: 岩波講座 日本考古学 2 人間と環境, 岩波書店, pp. 51-109.
- 日本地熱資源開発促進センター (1979) 地熱開発基礎調査報告書 No.8 大平山 そのIII (昭和 53 年度) .
- 日本地質学会編 (2010) 日本地方地質誌 1 北海道地方, 朝倉書店.
- 日本第四紀学会編 (1987) 日本第四紀地図 解説, 東京大学出版会.
- 日本鉱業協会探査部会 (1965) 日本の鉱床総覧 (上巻), 日本鉱業協会.
- 日本鉱業協会探査部会 (1968) 日本の鉱床総覧 (下巻), 日本鉱業協会.
- 日本の地質『北海道地方』編集委員会編 (1990) 日本の地質 1 北海道地方, 共立出版.
- 日本の地質増補版編集委員会編 (2005) 日本の地質 増補版, 共立出版.
- 西田泰典, 橋本武志 (2007) 北海道における地殻, 上部マントルの熱的構造: 総合報告, 北海道大学地球物理学研究報告, 70, pp. 1-12.
- 西来邦章, 伊藤順一, 上野龍之編 (2012) 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース, 地質調査総合センター速報, 60, <https://unit.aist.go.jp/ievg/dger/db/QVDB/>, 2022 年 5 月 11 日閲覧.
- 西来邦章, 伊藤順一, 上野龍之, 内藤一樹, 塚本 斉 (2014) 第四紀噴火・貫入活動データベース, https://gbank.gsj.jp/quaternary/index_qvir.php, 2022 年 5 月 11 日閲覧.
- 西村卓也 (2017) GNSS データから見出される日本列島のひずみ集中帯と活断層及び内陸地震, 活断層研究, 46, pp. 33-39.
- Niu, X., Zhao, D., Li, J., Ruan, A. (2016) P wave azimuthal and radial anisotropy of the Hokkaido subduction zone, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 121, pp. 2636-2660.
- 野原 壯, 郡谷順英, 今泉俊文 (2000) 活断層 GIS データを用いた地殻の歪速度の推定, 活断層研究, 19, pp. 23-32.
- 能條 歩, 都郷義寛, 鈴木明彦, 嵯峨山 積 (1994) 西南北海道今金地域の第三系黒松内層の岩相層序と年代, 地質学雑誌, 100, 10, pp. 771-786.
- 能條 歩, 鈴木明彦, 日下 哉, 都郷義寛 (1994) 西南北海道今金地域の黒松内層今火山岩類の K-Ar 年代, 地球科学, 48, 1, pp. 57-62.
- 能條 歩, 鈴木明彦, 松田敏孝, 都郷義寛 (1996) 西南北海道における黒松内層相当層の再検討, 日本地質学会第 103 年学術大会講演要旨, p. 110.
- 能條 歩, 鈴木明彦, 都郷義寛, 美利河海牛化石調査研究会 (1996) 西南北海道瀬棚層の堆積年代, 今金地域研究, 2, pp. 15-22.
- 能條 歩, 松田敏孝 (1997) 西南北海道今金-上八雲地域の瀬棚層の“不整合”, 今金地域研究, 3, pp. 15-28.
- 能條 歩, 都郷義寛, 鈴木明彦, 嶋田智恵子, 板木拓也 (1997) 西南北海道日本海側熊石-乙部地域の鮮新統~更新統の堆積年代, 地球科学, 51, 3, pp. 245-250.
- 能條 歩, 鈴木明彦 (1999) 貝殻密集層のタフォノミー—軟体動物化石と有孔虫化石の複合解析による堆積過程の復元—, 地質学論集, 54, pp. 35-54.
- 能條 歩, 長谷川四郎, 岡田尚武, 都郷義寛, 鈴木明彦, 松田敏孝 (1999) 西南北海道瀬棚層の広域的岩相層序区分と生層序年代, 地質学雑誌, 105, 5, pp. 370-388.
- 能條 歩, 板木拓也, 石村豊穂 (2003) 北海道における新生界の微化石研究—1990 年以降の研究結果の総括と今後の課題—, 地球科学, 57, 6, pp. 343-355.
- 農商務省地質調査所 (1899) 百萬分一日本帝國地質圖および説明書.

O

- 大場与志男 (1960) ニセコ火山群の岩石について, 地質学雑誌, 66, 783, pp. 788-799.
- 小倉信雄, 鈴木良一 (1971) 国富鉱山付近の地質構造, 火成活動および鉱化作用について, 鉱山地質, 21, 3, pp. 195-207.
- 小原常弘, 松下勝秀, 佐藤泰子 (1985) 北海道の地質と資源 IV 北海道の水資源, 北海道立地下資源調査所.
- 大日方順三 (1912) 後志国及渡島国ノ鉱床調査報文 後志国寿都地方ノ金属鉱, 鑛物調査報告 (北海道之部), 12, pp. 41-72, 地質調査所.
- 大日方順三 (1912) 後志國及渡島國ノ鑛床調査報文 後志國瀬棚地方ノ滿庵鑛, 鑛物調査報告 (北海道之部), 12, pp. 1-40, 地質調査所.
- 大森博雄 (1973) 北海道南部の「三万年段丘」について, 日本第四紀学会講演要旨集, 2, p. 20.
- 大森博雄 (2001) 日本島山地における隆起と侵蝕のダイナミクス, 月刊地球, 号外 32, pp. 14-21.
- 大森一人, 鈴木隆広, 石畑隆史 (2016) 地熱水化学成分のモニタリング結果—洞爺湖温泉地区 地熱調査ボーリング (KH-1 井)—, 北海道地質研究所報告, 88, pp. 31-35.
- 大森一人, 鈴木隆広, 田村 慎, 石畑隆史 (2016) 地熱水化学成分のモニタリング結果—洞爺湖温泉地域における地熱構造ボーリング井 (KH-1) —, 平成 28 年度環境・地質研究本部 調査研究成果発表会地質研究

- 所要旨集, p. 10.
- 大森一人 (2018) 泉質分析による温泉水の起源と成因の推定, 平成 30 年度調査研究成果発表会資料集, p. 48, 北海道立総合研究機構環境・地質研究本部地質研究所.
- 大森一人, 鈴木隆広 (2018) ニセコ火山群周辺の温泉水の化学組成 (その 1), 北海道地質研究所報告, 90, pp. 49–55.
- 大森一人 (2020) 化学成分から分類した温泉水の起源と地理的關係, 産業技術環境研究本部 エネルギー・環境・地質研究所 調査研究成果資料集 令和 2 年度 (2020 年度), S-3.
- 大森一人, 鈴木隆広 (2020) ニセコ火山群周辺の温泉水の化学組成 (その 2), 北海道地質研究所報告, 91, pp. 17–22.
- 大嶋和雄, 横田節哉 (1983) 噴火湾の地形・地質, 沿岸海洋研究ノート, 20, 2, pp. 189–203.
- Ohta, E., Kawano, Y., Nakagawa, M., Kagami, H. (1998) Petrochemistry of late Miocene to Quaternary igneous rocks and metallogenesis in Southwest Hokkaido, Japan, *Resource Geology*, 48, 3, pp. 183–196.
- 大竹政和 (1998) 日本海東縁部の地震発生ポテンシャル, 月刊地球, 20, 8, pp. 449–453.
- 大竹政和, 平 朝彦, 太田陽子編 (2002) 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 東京大学出版会.
- 大津 直 (1991) 真狩村の地質と温泉ボーリング, 第 29 回試錐研究会講演資料集, pp. 85–94, 北海道立地下資源調査所.
- 大園真子 (2013) GPS 観測に基づく北海道地方の 2011 年東北地方太平洋沖地震 (Mw9.0) に伴うひずみの時空間変化, 北海道大学地球物理学研究報告, 76, pp. 97–110.
- 及川輝樹 (2011) 江戸時代における北海道の噴煙活動と噴火活動の關係, 日本火山学会講演予稿集, B1-14.
- 岡 大輔 (2018) 重力探査・電磁探査による地下構造調査, 平成 30 年度調査研究成果発表会資料集, p. 47, 北海道立総合研究機構環境・地質研究本部地質研究所.
- Oka, D., Tamura, M., Mogi, T., Nakagawa, M., Takahashi, H., Ohzono, M., Ichiyanagi, M. (2023) Conceptual model of supercritical geothermal system in Shiribeshi Region, Hokkaido, Japan, *Geothermics*, 108, 102617, doi: 10.1016/j.geothermics.2022.102617.
- 岡村 聡 (1984) 西南北海道寿都半島における新第三系と火山活動, 地質学雑誌, 90, 6, pp. 383–391.
- 岡村 聡 (1986) 西南北海道寿都半島の新第三紀火山岩類, 地質学雑誌, 92, 2, pp. 91–108.
- 岡村 聡 (1986) 西南北海道新生代火山岩類の化学組成の時間変遷, 地団研専報, 31, pp. 345–353.
- 岡村 聡, 石井次郎, 渡辺 寧 (1989) 日本海北東縁, 二子海丘から採取された火山岩片と K-Ar 年代, 岩鉱, 83, 1, pp. 32–36.
- 岡村 聡 (2022) 寿都町・神恵内村は深地層処分の適地か?—地質学的視点から考える—, 地学教育と科学運動, 89, pp. 41–47.
- 岡村行信 (1998) 日本海東縁海域の逆断層と地殻短縮量推定の試み, 月刊地球, 20, 8, pp. 460–465.
- 岡村行信, 倉本真一, 佐藤幹夫 (1998) 日本海東縁海域の活構造およびその地震との關係, 地質調査所月報, 49, 1, pp. 1–18.
- 岡村行信 (2010) 日本海東縁の地質構造と震源断層との關係, 地質学雑誌, 116, 11, pp. 582–591.
- 岡村行信 (2013) 日本海の地形・地質調査から分かる活断層, 地震予知連絡会会報, 90, pp. 530–536.
- 岡村行信 (2019) 日本海における活断層の分布と今後の課題, 地震 第 2 輯, 71, pp. 185–199.
- 岡村行信, 佐藤太一 (2023) 積丹半島付近海底地質図, 海洋地質図, 94, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 岡 孝雄, 三谷勝利 (1981) 今金町の地質, 今金町.
- 岡 孝雄 (1986) 北海道の後期新生代堆積盆の分布とその形成に関わるテクトニクス, 北海道の地質と構造運動, 地団研専報, 31, pp. 295–320.
- 岡 孝雄 (1996) 518 北海道とその周辺地域の第四紀地殻変動量解析結果とネオテクトニクス区分, 日本地質学会第 103 年学術大会講演要旨, p. 366.
- 岡 孝雄 (1997) 北海道とその周辺海域のネオテクトニクスに関する諸問題—付, 札幌付近での活断層の存在と地震発生についての考察—, 川村信人, 岡 孝雄, 近藤 務編: 加藤誠教授退官記念論文集, 加藤誠教授退官記念論文集刊行委員会, pp. 427–449.
- 岡 孝雄 (1997) 北海道のネオテクトニクス区分と地震問題, 日本応用地質学会研究発表会講演論文集, pp. 41–44.
- 岡 孝雄 (1999) 北海道付近のネオテクトニクス像—特にネオテクトニクスの地域区分と特徴—, 月刊地球, 21, 9, pp. 549–556.
- 岡 孝雄 (2006) 北海道沿岸域の沖積層研究の現状, 地質学論集, 59, pp. 53–72.
- 大久保泰邦 (1984) 全国のキュリー点解析結果, 地質ニュース, 362, pp. 12–17, 地質調査所.
- Okubo, Y., Tsu, H., Ogawa, K. (1989) Estimation of Curie point temperature and geothermal structure of island arcs of Japan, *Tectonophysics*, 159, 3-4, pp. 279–290.
- 大久保泰邦 (1993) 日本列島の温度勾配図, 日本地熱学会誌, 15, 1, pp. 1–21.
- 大久保泰邦, 秋田藤夫, 田中明子 (1997) 北海道の温度勾配図とシミュレーション, 地質ニュース, 517, pp. 24–29, 地質調査所.
- 大久保泰邦, 秋田藤夫, 田中明子 (1998) 地温勾配図作成と地下温度構造を求める試み—北海道の例—, 日本地熱学会誌, 20, 1, pp. 15–29.
- 奥村晃史 (1983) 黒松内低地帯の活構造と地形発達, 日

- 本地理学会予稿集, 23, pp. 30–31.
- 奥村晃史, 寒川 旭 (1984) 洞爺火砕流 (Tpfl) の分布と絶対年代, 火山 第2集, 29, 4, p. 338.
- 奥村晃史, 八木浩司, 寒川 旭 (1984) 黒松内低地帯の後期更新世段丘に関する年代資料, 第四紀研究, 23, 3, pp. 209–212.
- 奥村晃史 (1988) 北海道の第四紀地殻変動とプレート運動, 日本地理学会予稿集, 34, pp. 18–19.
- 奥村晃史 (2013) 8-7 更新世海成段丘と広域地殻変動—北海道を例に—, 日本第四紀学会 50 周年電子出版編集委員会編: デジタルブック最新第四紀学 (第2刷), 日本第四紀学会, pp. 8-138–8-155.
- Okuno, J., Nakada, M., Ishii, M., Miura, H. (2014) Vertical tectonic crustal movements along the Japanese coastlines inferred from late Quaternary and recent relative sea-level changes, *Quaternary Science Reviews*, 91, pp. 42–61.
- 奥野 充 (2003) ニセコ・イワオヌプリ, 大雪山・旭岳, 屈斜路・アトサヌプリにおける最新噴火の年代学的研究, 北海道における完新世火山の火山活動特性の評価, 平成 12 年度～平成 14 年度科学研究費補助金(基礎研究(C)(2))研究成果報告書(課題番号 12640461), pp. 13–23.
- Omuralieva, M. A., Hasegawa, A., Matsuzawa, T., Nakajima, J., Okada, T. (2012) Lateral variation of the cutoff depth of shallow earthquakes beneath the Japan Islands and its implications for seismogenesis, *Tectonophysics*, 518-521, pp. 93–105.
- 尾上博章, 日下 哉, 瀬川秀良, 山田悟郎, 三野紀雄, 矢野牧夫 (1981) 渡島半島黒松内低地帯の更新統から産出する植物化石, 北海道開拓記念館研究年報, 9, pp. 17–25.
- 小野晃司, 曾屋龍典, 三村弘二編 (1981) 日本の火山 (第2版), 200 万分の 1 地質編集図, 11, 地質調査所.
- 小野修司, 平井浩二, 松枝大治 (2001) 西南北海道寿都鉾床の多金属鉍化作用, 資源地質学会第 51 回年会講演会講演要旨集, P-35.
- Ono, S., Hirai, K., Matsueda, H., Kabashima, T. (2004) Polymetallic mineralization at the Suttu vein-type deposit, southwestern Hokkaido, Japan, *Resource Geology*, 54, 4, pp. 453–464.
- Ono, Y. (1984) Last Glacial paleoclimate reconstructed from glacial and periglacial landforms in Japan, *Geographical Review of Japan*, 57 (Ser. B), 1, pp. 87–100.
- 小野有五 (1988) 最終氷期における東アジアの雪線高度と古気候, 第四紀研究, 26, 3, pp. 271–280.
- 小野有五 (1990) 北の陸橋, 第四紀研究, 29, 3, pp. 183–192.
- Ono, Y. (1991) Glacial and periglacial paleoenvironments in the Japanese Islands, *The Quaternary Research*, 30, 2, pp. 203–211.
- 小野有五, 五十嵐八枝子 (1991) 北海道の自然史—氷期の森林を旅する—, 北海道大学図書刊行会.
- Ono, Y., Irino, T. (2004) Southern migration of westerlies in the Northern Hemisphere PEP II transect during the Last Glacial Maximum, *Quaternary International*, 118-119, pp. 13–22.
- 小野有五, 齊藤海三郎 (2019) 北海道西部, 岩内平野の地形発達史—泊原発の敷地内断層と関連して—, 活断層研究, 51, pp. 27–52.
- 小野有五 (2021) 寿都町, 神恵内村で明らかになった「核のゴミ」地層処分の問題点, *科学*, 91, 1, pp. 90–104.
- Ooi, N. (2016) Vegetation history of Japan since the last glacial based on palynological data, *Japanese journal of historical botany*, 25, 1-2, pp. 1–101.
- 大谷武史 (1999) 北海道後志地方沿岸の波食棚について, *北海道地理*, 73, pp. 57–68.
- 太田良平 (1956) 5 万分の 1 地質図幅「虻田」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 50 号, 地質調査所.
- 太田陽子, 松島義章, 海津正倫 (1988) 日本列島の縄文海進高頂期の海岸線図について, *地図*, 26, 1, pp. 25–29.
- Ota, Y., Omura, A. (1991) Late Quaternary shorelines in the Japanese Islands, *The Quaternary Research*, 30, 2, pp. 175–186.
- 大槻憲四郎 (1989) 鉍脈による新第三紀東北本州弧の造構応力場復元, *地質学論集*, 32, pp. 281–304.

S

- 嵯峨山 積 (1988) 日本海盆北東縁, 海洋海山の珪藻群集, *地質学雑誌*, 94, 4, pp. 295–300.
- 嵯峨山 積, 保柳康一, 石井次郎 (1988) 北海道積丹半島沖海洋火山, 1988 年調査で採取された堆積岩中の珪藻群集, *北海道東海大学紀要理工学系*, 1, pp. 17–21.
- Sagayama, T. (1997) Evidence of lower sea-level stage during 10.5 to 5.5 Ma in the hot spring drillhole of Niseko, southwest Hokkaido, Japan, *Commemorative Volume for Professor Makoto Kato*, pp. 381–387.
- 嵯峨山 積, 内田康人, 村山泰司, 菅 和哉, 濱田誠一 (1999) 1998 年浅海域地質調査 (西南北海道海域) の概要—岩内海域および島牧・寿都海域—, 地下資源調査所報告, 70, pp. 149–160.
- 嵯峨山 積 (2000) 北海道の新生界中部中新統～鮮新統層序と堆積盆の動き, *北海道立地質研究所報告*, 71, pp. 59–102.
- 嵯峨山 積, 内田康人, 大澤賢人, 菅 和哉, 濱田誠一, 村山泰司, 仁科健二 (2000) 北海道沿岸域の地質・底質環境—2— 西南北海道海域, 北海道立地質研究所調査研究報告, 29.
- Sagiya, T., Miyazaki, S., Tada, T. (2000) Continuous GPS array and present-day crustal deformation of

- Japan, Pure and Applied Geophysics, 157, pp. 2303–2322.
- Sagiya, T. (2004) A decade of GEONET: 1994–2003 — The continuous GPS observation in Japan and its impact on earthquake studies—, Earth, Planets and Space, 56, pp. xxix–xli.
- 鷺谷 威, 大坪 誠 (2019) 日本列島の地殻ひずみ速度—測地学的データと地質・地形学的データの統一的理解—, 地学雑誌, 128, 5, pp. 689–705.
- 斉藤 紘, 神山 敦, 坂下正弘 (1990) 北海道の金属・非金属鉱物資源, 浦島幸世教授退官記念論文集, pp. 303–314.
- 齋藤 仁 (1962) 北海道の鉱泉資源, 地下資源調査所報告, 28, pp. 1–88.
- 齋藤正雄 (1953) 北海道歌棄郡大金鉱山金・銀鉱床調査報告, 地質調査所月報, 4, 7, pp. 435–446.
- 斉藤正雄, 五十嵐昭明, 番場猛夫, 沢 俊明, 山田敬一, 成田英吉 (1963) 北海道金属非金属鉱床総覧 I. 新第三紀後期-第四紀の鉱化作用, 地質調査所.
- 斉藤正雄, 番場猛夫, 沢 俊明, 成田英吉, 五十嵐昭明, 山田敬一, 佐藤博之 (1967) 北海道金属非金属鉱床総覧, 地質調査所.
- 齋藤正次 (1953) 300 万分の 1 日本地質図, 地質調査所.
- 齋藤昌之, 藤原哲夫, 石山昭三, 松井公平 (1956) 5 万分の 1 地質図幅「留寿都」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 39 号, 北海道開発庁.
- 坂川幸洋, 梅田浩司, 鈴木元孝, 梶原竜哉, 内田洋平 (2004) 日本の坑井温度プロフィールデータベース, 地震 第 2 輯, 57, 1, pp. 63–67.
- Sakaguchi, Y. (1989) Some pollen records from Hokkaido and Sakhalin, Bulletin of the Department of Geography, University of Tokyo, 21, pp. 1–17.
- 酒匂純俊, 佐藤 巖, 二間瀬 洌, 重山 武 (1966) 島牧村の温泉資源について, 地下資源調査所報告, 36, pp. 39–47.
- 酒匂純俊, 和気 徹, 早川福利, 二間瀬 洌, 横山英二, 齋藤尚志, 松波武雄, 内田 豊 (1976) 北海道の地熱・温泉 (A) 西南北海道中南部, 地下資源調査所調査研究報告, 3.
- 酒匂純俊, 和気 徹, 早川福利, 二間瀬 洌, 横山英二, 松波武雄, 齋藤尚志, 内田 豊 (1977) 北海道の地熱・温泉 (B) 西南北海道北部, 地下資源調査所調査研究報告, 4.
- 酒匂純俊, 鈴木 守, 長谷川 潔, 高橋功二, 松下勝秀, 舟橋三男 (1980) 北海道の地質と資源 I 北海道の地質—北海道地質図—, 60 万分の 1 地質図, 北海道立地下資源調査所.
- 寒川 旭, 衣笠善博, 垣見俊弘 (1984) 50 万分の 1 活構造図「札幌」, 50 万分の 1 活構造図, 4, 地質調査所.
- 産業技術総合研究所 (2005) 活断層調査研究成果報告書
11. 黒松内低地断層帯.
産業技術総合研究所: 活断層データベース, <https://gbank.gsj.jp/activefault/>, 2023 年 9 月 25 日閲覧.
- 産業技術総合研究所: 高分解能音波探査断面データベース (3.5kHz SBP), https://gbank.gsj.jp/sbp_db/pages/cover.html, 2023 年 9 月 25 日閲覧.
- 産業技術総合研究所: 地下構造可視化システム, <https://gbank.gsj.jp/subsurface/>, 2022 年 5 月 11 日閲覧.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2002) 北海道地質ガイド第 2 版, 数値地質図, G-7.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2003) 100 万分の 1 日本地質図第 3 版 CD-ROM 版第 2 版, 数値地質図, G-1.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2003) 200 万分の 1 日本地質図第 5 版 CD-ROM 版, 数値地質図, G-10.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2005) 日本温泉・鉱泉分布図及び一覧 (第 2 版) CD-ROM 版, 数値地質図, GT-2.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2005) 日本空中磁気データベース, 数値地質図, P-6.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2013) 日本重力データベース DVD 版, 数値地質図, P-2.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) 20 万分の 1 日本火山図 (Ver. 1.0d), <https://gbank.gsj.jp/volcano/vmap/>, 2022 年 9 月 25 日閲覧.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2022) 20 万分の 1 日本シームレス地質図 V2, <https://gbank.gsj.jp/seamless/v2.html>, 2023 年 9 月 25 日閲覧.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター: 地殻応力場データベース, <https://gbank.gsj.jp/crstress/>, 2023 年 9 月 25 日閲覧.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター: 海域地質構造データベース, <https://gbank.gsj.jp/marineseisdb/>, 2023 年 9 月 25 日閲覧.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター: 第四紀火山, https://gbank.gsj.jp/volcano/Quat_Vol/index.html, 2023 年 9 月 27 日閲覧.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター: 地質図表示システム 地質図 Navi, <https://gbank.gsj.jp/geonavi/>, 2023 年 9 月 25 日閲覧.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター: 地熱情報データベース (GRES-DB), <https://gbank.gsj.jp/gres-db/>, 2022 年 5 月 11 日閲覧.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター: 日本の活火山, https://gbank.gsj.jp/volcano/Act_Vol/index.html, 2022 年 5 月 10 日閲覧.
- Sano, Y., Wakita, H. (1985) Geographical distribution of $^3\text{He}/^4\text{He}$ ratios in Japan: Implications for arc tectonics and incipient magmatism, Journal of Geophysical Research, 90, B10, pp. 8729–8741.
- 笹木 敏, 藤田定美 (1963) 樽岸地区, 国内鉄鋼原料調

- 査 第 1 報, pp. 89–92, 通商産業省.
- 佐藤文俊 (1985) 北部八雲地域の新第三系より産出する珪藻化石について, 地質学会北海道支部総会講演要旨集, p. 5.
- 佐藤比呂志 (1989) 東北本州弧における後期新生界の変形度について, 地質学論集, 32, pp. 257–268.
- 沢田義男 (1961) 北海道瀬棚郡今金町北方の新第三紀層, 室蘭工業大学研究報告, 3, 4, pp. 635–646.
- Sawada, Y. (1962) The Geology and Paleontology of the Setana and Kuromatsunai Areas in Southwest Hokkaido, Japan, *Memoirs of the Muroran Institute of Technology*, 4, 1, pp. 1–110.
- 沢井長雄, 板谷徹丸 (1993) 西南北海道積丹–洞爺地域の黒鉍型鉍床の K-Ar 年代, 資源地質, 43, 3, pp. 165–172.
- 沢井長雄, 板谷徹丸 (2015) 西南北海道積丹–洞爺地域の熱水鉍床の K-Ar 年代, 地質技術, 5, pp. 1–10.
- 沢 俊明, 山田敬一, 成田英吉, 斎藤正雄, 番場猛夫, 五十嵐昭明 (1963) 北海道金属非金属鉍床総覧 II. 新第三紀の鉍化作用, 地質調査所.
- 瀬川秀良 (1966) 噴火湾西岸北部海岸段丘構成物の堆積環境, 東北地理, 18, 1, p. 37.
- 瀬川秀良 (1967) 北海道寿都地方の海岸段丘, 東北地理, 19, 1, pp. 10–14.
- 瀬川秀良 (1971) 渡島半島における周氷河現象の例, 東北地理, 23, 2, p. 118.
- 瀬川秀良 (1972) 噴火湾における長万部段丘礫層上の泥炭層の ^{14}C 年代, 地質学雑誌, 78, 1, pp. 51–52.
- 瀬川秀良 (1974) 日本地形誌 北海道地方, 朝倉書店.
- 石油技術協会 (1993) 最近の我が国の石油開発 石油技術協会創立 60 周年記念.
- 浅成金銀鉍床探査に関する研究会編 (1990) 日本金山誌 第 2 編 北海道, 資源・素材学会.
- 柴田智郎, 高橋徹哉, 岡崎紀俊, 廣瀬 亘, 秋田藤夫, 高橋 良 (2010) ニセコ地域の温泉資源に関する研究 (東部～南部地域), 平成 22 年地質研究所調査研究成果報告会報告資料集, p. 28, 北海道立総合研究機構地質研究所.
- 柴田智郎 (2011) 化学組成からみたニセコ地域の温泉—南部から東部の温泉の特徴—, 第 49 回試錐研究会講演資料集, pp. 50–56, 北海道立総合研究機構環境・地質研究本部地質研究所.
- 柴田智郎, 高橋徹哉, 岡崎紀俊, 高橋 良, 秋田藤夫 (2011) ニセコ地域南部から東部山麓における温泉の地域的特徴について, 北海道地質研究所報告, 82, pp. 1–8.
- 柴田智郎, 秋田藤夫, 高橋徹哉, 岡崎紀俊 (2011) ニセコ地域における温泉湧出量と降水量の関係, 北海道地質研究所報告, 83, pp. 63–65.
- 資源庁鉍山保安局 (1952) 寿都鉍山地形図.
- 茂野 博 (2011) 北海道 胆振地方, 白老地域と周辺 3 広域地域の「温泉水」の地球化学・同位体化学的な特徴と起源—「深層熱水型資源」・「大深度 (掘削) 温泉」の事例研究—, 地質調査研究報告, 62, 3/4, pp. 143–176.
- Shiina, T., Takahashi, H., Okada, T., Matsuzawa, T. (2018) Implications of seismic velocity structure at the junction of Kuril-northeastern Japan arcs on active shallow seismicity and deep low-frequency earthquakes, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 123, pp. 8732–8747.
- 島田忠夫, 矢崎清貫, 狛 武 (1955) 北海道長万部町における天然ガス試掘井 (長万部 R-1 号) のコア一試験およびリフト試験について, 石油技術協会誌, 20, 5, pp. 164–171.
- 島田忠夫, 矢崎清貫 (1959) 北海道長万部町天然ガス地質調査報告, 北海道地下資源調査資料, 48, pp. 61–67, 北海道開発庁.
- 島田忠夫, 矢崎清貫, 狛 武 (1959) 北海道長万部町天然ガス地化学探査報告, 北海道地下資源調査資料, 48, pp. 1–59, 北海道開発庁.
- 嶋村 清 (2008) 改訂「日本列島海底谷系図」—海底谷の地形的特徴と問題点—, 地質学雑誌, 114, 11, pp. 560–576.
- 清水文健, 井口 隆, 大八木規夫 (2010) 地すべり地形分布図第 45 集「岩内」, 防災科学技術研究所研究資料, 339.
- 清水文健, 井口 隆, 大八木規夫 (2010) 地すべり地形分布図第 44 集「室蘭・久遠」, 防災科学技術研究所研究資料, 338.
- Shimokawa, K., Azuma, T., Sugiyama, Y., Sangawa, A., Kuwabara, T., Okumura, K., Kurosawa, H., Miwa, A. (2003) Preliminary report of paleoseismological study on the Kuromatsunai lowland fault zone, Southwest Hokkaido, northern Japan., *EOS, Transactions, American Geophysical Union 2003 AGU Fall Meeting*, 84, 46 supplement, F1352.
- 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (2021) 2018 年度～2020 年度成果報告書 超臨界地熱発電技術研究開発/超臨界地熱資源の評価と調査井仕様の詳細設計/東日本・九州地域における超臨界地熱資源有望地域の調査と抽熱可能量の推定.
- 新エネルギー総合開発機構 (1983) 胆振地域, 地熱開発促進調査報告書, 4.
- 新エネルギー総合開発機構 (1985) 昭和 59 年度全国地熱資源総合調査 (第 2 次) 火山性熱水対流系地域タイプ① (ニセコ地域) 調査 火山岩分布年代調査報告書.
- 新エネルギー総合開発機構 (1985) 昭和 59 年度全国地熱資源総合調査 (第 2 次) 火山性熱水対流系地域タイプ① (ニセコ地域) 調査 火山岩分布年代調査報告書要旨.
- 新エネルギー総合開発機構 (1986) 昭和 60 年度全国地熱資源総合調査 (第 2 次) 火山性熱水対流系地域タイプ

- プ①(ニセコ地域)調査 火山岩分布年代調査報告書. 新エネルギー総合開発機構(1987)全国地熱資源総合調査(第2次)火山性熱水対流系地域タイプ①ニセコ地域火山地質図及び地熱地質編図.
- 新エネルギー総合開発機構(1987)昭和61年度全国地熱資源総合調査(第2次)火山性熱水対流系地域タイプ①(ニセコ地域)地熱調査成果図集.
- 四宮 博(2001)洞爺湖温泉の泉源管理と噴火による影響, 第39回誌研究会講演資料集, pp. 65-84, 北海道立地質研究所.
- 白井健裕(1959)瀬棚層産化石有孔虫群集を中心とする黒松内地域の地質について—北日本新第三紀化石有孔虫群集の研究(1)—, 北海道地質要報, 38, pp. 1-12.
- Siddall, M., Chappell, J., Potter, E. K. (2007) Eustatic sea level during past interglacials, In: Sirocko, F., Claussen, M., Sánchez Goñi, M. F., Litt, T. (Eds.), *The Climate of Past Interglacials*, Elsevier, pp. 75-92.
- 相馬寛吉, 辻 誠一郎(1988)植物化石からみた日本の第四紀, 第四紀研究, 26, 3, pp. 281-291.
- Spratt, R. M., Lisiecki, L. E. (2016) A Late Pleistocene sea level stack, *Climate of the Past*, 12, pp. 1079-1092.
- 須田芳朗, 村田泰章, 菊地恒夫, 花岡尚之(1991)岩石物性値データベース(PROCK), 地質調査所研究資料集, 155, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 須田芳朗, 矢野雄策編(1991)日本の地熱調査における坑井データ その2 検層データおよび地質柱状図データ, 地質調査所報告, 273.
- 須藤定久(1998)200万分の1総合鉱物資源図(試作版), 地質調査総合センター研究資料集, 355.
- 須藤定久, 小笠原正継(2005)鉱物資源図 南西諸島, 鉱物資源図, 7, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- Sueoka, S., Tagami, T. (2019) Low-temperature thermochronological database of bedrock in the Japanese Islands, *Island Arc*, 28, 4, e12305, doi: 10.1111/iar.12305.
- 菅原 誠, 嵯峨山 積(2022)西南北海道北部, 磯谷地域の新第三紀磯谷層の珪藻生層序, 総合地質, 6, 1, pp. 39-46.
- 杉本良也(1962)北海道の重晶石鉱床, 地下資源調査所報告, 26, pp. 1-66.
- 杉山雄一, 村上文敏, 内田康人, 津久井朗太(2010)黒松内低地断層帯南方延長域(内浦湾)の音波探査速報, 日本活断層学会秋季学術大会及び1586年天正地震シンポジウム講演予稿集, pp. 31-32.
- 杉山雄一, 村上文敏, 内田康人, 津久井朗太(2011)内浦湾西部のブーマー音波探査により明かにされた黒松内低地断層帯南方延長の地質構造と後氷期活動履歴, 日本地球惑星科学連合大会予稿集, HDS029-01.
- 杉山雄一, 内田康人, 村上文敏, 津久井朗太(2011)黒松内低地断層帯南方延長域(内浦湾)の地質構造と活動性, 活断層・古地震研究報告, 11, pp. 21-53.
- 角 清愛(1975)日本温泉分布図(第2版), 200万分の1地質編集図, 8, 地質調査所.
- 角 清愛, 金原啓司, 高島 勲(1979)日本の熱水変質帯分布図 1. 鮮新世後期-完新世, 200万分の1地質編集図, 19-1, 地質調査所.
- 角 清愛(1980)日本温泉放熱量分布図, 200万分の1地質編集図, 21, 地質調査所.
- 角 清愛, 高島 勲編(1980)日本地熱資源賦存地域分布図, 200万分の1地質編集図, 20, 地質調査所.
- 寿都温泉ゆべつゆ: 温泉成分分析表, <http://yubetsu-noyu.com/onsen/>, 2023年12月5日閲覧.
- 寿都町教育委員会編(1974)寿都町史, 寿都町.
- 鈴木明彦(1989)西南北海道黒松内地域の瀬棚層の貝類化石群, 地球科学, 43, 5, pp. 277-289.
- 鈴木明彦, 都郷義寛, 能條 歩(1996)西南北海道の鮮新世後期の“Pectinid 群集”, 日本地質学会第103年学術大会講演要旨, p. 154.
- 鈴木秀夫(1962)低位周氷河現象の南限と最終氷期の気候区界, 地理学評論, 35, 2, pp. 67-76.
- 鈴木秀夫(1966)日本における凍結融解交代日数の分布(短報), 地理学評論, 39, 4, pp. 267-270.
- 鈴木 守, 藤原哲夫, 三谷勝利(1967)長万部町の地質, 長万部町(北海道山越郡).
- 鈴木 守, 山岸宏光, 高橋功二, 庄谷幸夫(1981)5万分の1地質図幅「寿都」及び説明書, 5万分の1地質図, 札幌-第36号, 北海道立地下資源調査所.
- 鈴木貞臣, 本谷義信(1981)北海道の微小地震活動—テレメータ観測による—, 地震 第2輯, 34, pp. 251-267.
- 鈴木豊重, 川森博史, 内田 豊, 竹林 勇(1976)ニセコ町の温泉ポーリング調査報告, 地下資源調査所報告, 48, pp. 117-122.
- 鈴木豊重, 川森博史, 高橋徹哉, 大津 直, 鈴木隆広, 藤本和徳編(1995)北海道市町村の地熱・温泉ポーリング—地域エネルギー開発利用施設整備事業—(昭和55年度~平成5年度), 北海道立地下資源調査所.
- 鈴木尉元(1979)北海道とその周辺地域の中・深発地震の発震機構と地質構造との関係, 地球科学, 33, 6, pp. 313-318.

T

- 多田 堯, 橋本 学(1985)北海道地方の水平変動とテクトニクス, 地震学会講演予稿集昭和60年度秋季大会, 2, p. 33.
- 多田 堯(1986)北海道東部~南西部のテクトニクス, 地震学会講演予稿集昭和61年度春季大会, 1, p. 53.
- 多田 堯, 木村 学(1987)千島弧南西端における衝突現象と地殻変動, 地震 第2輯, 40, 2, pp. 197-204.
- 田近 淳, 岩田圭示, 黒沢邦彦(1984)西南北海道・島

- 牧村大平山周辺の中生界, 地球科学, 38, 6, pp. 397-407.
- 田力正好, 中田 高, 堤 浩之, 後藤秀昭, 吾妻 崇 (2019) 北海道渡島半島中部、八雲断層帯とその周辺の活断層, 日本活断層学会秋季学術大会講演予稿集, pp. 40-41.
- 田次将太, 中川光弘 (2019) 南西北海道, 第四紀狩場火山群の地質学・岩石学的研究: 山体形成史とマグマ変遷の解明, 日本地球惑星科学連合大会予稿集, SVC36-P12.
- 高橋浩晃, 宮村淳一, 郷家幸治 (1999) 北海道で発生した深部低周波地震, 北海道大学地球物理学研究報告, 62, pp. 25-41.
- 高橋浩晃, 宮村淳一 (2009) 日本列島における深部低周波地震の発生状況, 北海道大学地球物理学研究報告, 72, pp. 177-190.
- 高橋 清, 一ノ関鉄郎, 大倉 保, 秋葉文雄, 村田勇治郎, 古田土俊夫 (1980) 北海道渡島半島新第三系微化石層序—主に, 有孔虫・珪藻・放散虫・各化石の産出状態と, それらの生層序学的関係について—, 技研所報, 23, 3-4, pp. 142-167, 石油資源開発株式会社技術研究所.
- 高橋正明, 風早康平, 安原正也, 塚本 斉, 佐藤 努, 高橋 浩, 森川徳敏, 清水 徹, 宮越昭暢, 戸崎裕貴, 東郷洋子, 稲村明彦, 半田宙子, 仲間純子, 中村有理, 竹内久子, 大丸 純, 清水日奈子, 尾山洋一, 大和田道子, 切田 司 (2018) 深層地下水データベース (第2版), 地質調査総合センター研究資料集, 653.
- 高橋伸充, 斎藤節仁, 岡村 聡, 杉山佳生, 徳田恭一 (1988) 西南北海道黒松内・長万部地域の新第三系と地質構造, 後期中生代~現世における陥没の形態とその発生機構に関する総合研究 (3), 文部省科学研究費補助金総合研究 (A) 研究成果報告書 (昭和 63 年度) (課題番号: No.603020), pp. 81-91.
- 高橋伸充, 斎藤節仁, 岡村 聡 (1990) 西南北海道, 長万部地域の新第三系—上部新生界の火山層序と対比—, 春日井昭教授退官記念論文集, pp. 33-46.
- 高橋徹哉, 柴田智郎, 高橋 良, 林 圭一, 四宮 博, 大塚行紀 (2016) 洞爺湖温泉金比羅山火口近傍における地熱調査ボーリング (KH-1), 北海道地質研究所報告, 88, pp. 1-16.
- 高橋裕平 (2000) 西南北海道, 今金花崗岩類の地質と岩石記載, 地質調査所月報, 51, 12, pp. 649-656.
- 高見雅三, 鈴木隆広, 高橋徹哉, 柴田智郎, 小澤 聡, 藤本和徳, 秋田藤夫 (2008) 北海道における地熱・温泉利用の現状—2007 年版—, 北海道立地質研究所.
- 高見雅三, 鈴木隆広, 高橋徹哉, 柴田智郎, 小澤 聡, 藤本和徳, 秋田藤夫 (2008) 北海道地熱・温泉ボーリング井データ集および索引図 (統合版), 北海道立地質研究所.
- 高島 勲, 山崎哲良, 中田英二, 湯川公靖 (1992) 北海道洞爺湖周辺の第四紀火砕岩及び火山岩の TL 年代, 岩鉱, 87, 5, pp. 197-206.
- Takashima, K., Igarashi, T. (1973) Metallogenic map of Japan, 1:2,000,000 map series, 14, Geological Survey of Japan.
- Takashima, K., Igarashi, T. (1979) Distribution map of manganese ore deposits in Japan, 1:2,000,000 map series, 17-4, Geological Survey of Japan.
- Takashima, R., Dick, M. H., Nishi, H., Mawatari, S. F., Nojo, A., Hirose, M., Gautam, P., Nakamura, K., Tanaka, T. (2008) Geology and sedimentary environments of the Pleistocene Setana formation in the Kuromatsunai district, southwestern Hokkaido, Japan, Proceedings of International Symposium "The Origin and Evolution of Natural Diversity", pp. 75-82.
- 高清水康博 (2013) 北海道の津波堆積物研究の現状と課題: 17 世紀巨大津波による堆積物の研究を中心に, 地質学雑誌, 119, 9, pp. 599-612.
- 竹内 章 (1989) 西北海道の新时期力場とテクトニクス, 日本地質学会第 96 年学術大会講演要旨, p. 455.
- 竹内 章, 田中武男 (1990) 後志海山の地形地質とテクトニクス, 海洋科学技術センター試験研究報告, 6, pp. 317-326.
- 竹内 章, 岡村行信, 加藤幸弘, 池原 研, 張 勁, 佐竹健治, 長尾哲史, 平野真人, 渡辺真人 (2000) 日本海東縁, 奥尻海嶺および周辺の大地震と海底変動, JAMSTEC 深海研究, 16, pp. 29-46.
- 玉木賢策, 湯浅真人, 西村清和, 本座栄一, 宮崎輝旗, 石原丈実 (1979) 北海道周辺日本海及びオホーツク海域広域海底地質図, 海洋地質図, 14, 地質調査所.
- 玉生志郎, 松波武雄, 金原啓司, 川村政和, 駒澤正夫, 高橋正明, 阪口圭一 (2001) 50 万分の 1 札幌地熱資源図及び同説明書, 特殊地質図, 31-4, 地質調査所.
- 玉生志郎, 高橋正明, 松波武雄, 金原啓司, 川村政和, 駒澤正夫, 阪口圭一 (2002) 50 万分の 1 地熱資源図「札幌」及び「青森」, 地質ニュース, 572, pp. 21-23, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 田村 慎, 高橋徹哉, 秋田藤夫, 岡崎紀俊, 柴田智郎, 荻野 激, 鈴木隆広, 茂木 透, 橋本武志 (2008) 有珠山西山地区における温泉開発可能性, 平成 20 年北海道立地質研究所調査研究成果報告会報告資料集, pp. 10-13.
- 田村 慎, 柴田智郎, 鈴木隆広, 岡 大輔, 林 圭一, 大森一人, 高橋 良, 岡崎紀俊, 大津 直, 高橋徹哉 (2016) 有珠山周辺の地熱・温泉資源に関する研究, 平成 28 年度環境・地質研究本部 調査研究成果発表会地質研究所要旨集, p. 6.
- 田村 慎 (2018) 岩内町における地熱・温泉資源の開発可能性について, 平成 30 年度調査研究成果発表会資料集, p. 40, 北海道立総合研究機構環境・地質研究本部地質研究所.
- 田村 慎 (2020) MT 法探査による 3 次元比抵抗構造,

- 産業技術環境研究本部 エネルギー・環境・地質研究所 調査研究成果資料集 令和2年度(2020年度), S-2.
- 田村 慎(2020) ニセコ地域における地熱資源探査, 第58回試錐研究会講演資料集, pp. 43-48, 北海道立総合研究機構環境・地質研究本部地質研究所.
- Tamura, M., Oka, D., Okazaki, N., Suzuki, K., Hashimoto, T., Mogi, T. (2022) Magnetotelluric survey and three-dimensional resistivity structure in and around the Niseko area, southwestern Hokkaido, *Geothermics*, 105, 102496, doi: 10.1016/j.geothermics.2022.102496.
- Tamura, Y., Tatsumi, Y., Zhao, D., Kido, Y., Shukuno, H. (2002) Hot fingers in the mantle wedge: new insights into magma genesis in subduction zones, *Earth and Planetary Science Letters*, 197, pp. 105-116.
- 田村芳彦(2003) 東北日本弧と大和海盆周辺のマグマの成因関係—「熱い指」のダイナミックモデル—, 地学雑誌, 112, 5, pp. 781-793.
- 田村芳雄, 津 宏治, 中井順二(1974) 積丹-奥尻海域空中磁気図, 空中磁気図, 10, 地質調査所.
- 田中明子, 大久保泰邦, 松林 修(1997) 東・東南アジア地域のキュリー点深度解析, 地震 第2輯, 50, pp. 183-194.
- 田中明子, 矢野雄策, 笹田政克, 大久保泰邦, 梅田浩司, 中司 昇, 秋田藤夫(1999) 坑井の温度データによる日本の地温勾配値のコンパイル, 地質調査所月報, 50, 7, pp. 457-487.
- Tanaka, A. (2004) Geothermal gradient and heat flow data in and around Japan (II): Crustal thermal structure and its relationship to seismogenic layer, *Earth, Planets and Space*, 56, pp. 1195-1199.
- Tanaka, A., Yamano, M., Yano, Y., Sasada, M. (2004) Geothermal gradient and heat flow data in and around Japan (I): Appraisal of heat flow from geothermal gradient data, *Earth, Planets and Space*, 56, pp. 1191-1194.
- 田中明子, 山野 誠, 矢野雄策, 笹田政克(2004) 日本列島及びその周辺域の地温勾配及び地殻熱流量データベース, 数値地質図, P-5, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 田中明子, 濱元栄起, 山野 誠, 後藤秀作(2019) 日本列島及びその周辺域の熱データベース, https://www.gsj.jp/Map/JP/docs/jm100_doc/jm_geothermal-db.html, 2022年5月11日閲覧.
- 田中 実(2022) 寿都には青い海 (Ver.5.01), <http://k.akugomi.no.coocan.jp/contents/kanren.html>, 2023年2月22日閲覧.
- 種村光郎(1952) 北海道後志国蘭越粘土鉱床概査報告, 地質調査所月報, 3, 9, pp. 447-449.
- Terakawa, T., Matsu'ura, M. (2010) The 3-D tectonic stress fields in and around Japan inverted from centroid moment tensor data of seismic events, *Tectonics*, 29, TC6008, doi: 10.1029/2009TC002626.
- 徳永重元, 高井保明, 曾我部正敏, 谷 正巳, 植田芳郎, 井上英二, 鈴木泰輔, 尾上 亨(1973) 日本炭田図 第2版, 200万分の1地質編集図, 5, 地質調査所.
- 徳山英一, 竹内 章, 徐 垣, 石井次郎, 嵯峨山 積, 菅 和哉, 宮下純夫, 倉本真一(1991) 日本海東縁奥尻海嶺におけるバック・スラスト, 海洋科学技術センター試験研究報告書—第7回「しんかい2000」研究シンポジウム—, pp. 245-252.
- 徳山英一, 本座栄一, 木村政昭, 倉本真一, 芦 寿一郎, 岡村行信, 荒戸裕之, 伊藤康人, 徐 垣, 日野亮太, 野原 壯, 阿部寛信, 坂井真一, 向山建二郎(2001) 日本周辺海域中新世最末期以降の構造発達史, 海洋調査技術, 13, 1, pp. 27-53, 付図.
- 東宮昭彦, 宮城磯治(2020) 洞爺噴火の年代値, 火山, 65, 1, pp. 13-18.
- 豊浜トンネル崩落事故調査委員会(1996) 豊浜トンネル崩落事故調査報告書.
- 椿原慎一, 長谷川四郎, 丸山俊明(1989) 西南北海道黒松内地域の上部新生界—とくに黒松内層の層序と微化石年代について—, 地質学雑誌, 95, 6, pp. 423-438.
- 椿原慎一(1990) 地殻の変形様式からみた西南北海道のテクトニクス, 日本地質学会第97年学術大会講演要旨, p. 366.
- 椿原慎一(1991) 西南北海道黒松内低地帯の第四紀テクトニクス, 中川久夫教授退官記念地質学論文集, pp. 313-317.
- Tsuchiya, N., Ishii, J., Yamazaki, T., Shuto, K. (1989) A newly discovered Quaternary volcano from northeast Japan Sea: K-Ar age of andesite dredged from the Shiribeshi Seamount, *Journal of Mineralogy, Petrology and Economic Geology*, 84, 11, pp. 391-397.
- Tsukada, M. (1985) Map of vegetation during the last glacial maximum in Japan, *Quaternary Research*, 23, pp. 369-381.
- 対馬坤六(1968) 20万分の1地質図幅「岩内」, 20万分の1地質図, NK-54-20, 地質調査所.
- 通商産業省資源エネルギー庁, 地質調査所(1979) 地熱開発基礎調査報告書 No.8 大平山そのI(昭和52年度).

U

- Uchide, T., Shiina, T., Imanishi, K. (2022) Stress map of Japan: Detailed nationwide crustal stress field inferred from focal mechanism solutions of numerous microearthquakes, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 127, e2022JB024

- 036, doi: 10.1029/2022JB024036.
- 内出崇彦, 椎名高裕, 今西和俊 (2022) 日本全国内陸部の地殻内応力マップと微小地震の発震機構解のデジタルデータ, 地質調査総合センター研究資料集, 738, p. 6.
- 内野栄治, 青柳直樹, 市橋大山, 中山憲司 (2011) 湧出形態別に見た道内温泉のホウ素濃度, 温泉科学, 61, 1, pp. 2–22.
- 上野将司, 山岸宏光 (2002) わが国の岩盤崩壊の諸例とその地形地質学的検討—とくに発生場と発生周期について—, 地すべり, 39, 1, pp. 40–47.
- 上澤真平, 伊藤久敏 (2020) 北海道西部, 羊蹄火山東麓に分布する緑色凝灰岩層のジルコン U-Pb 年代, 地質学雑誌, 126, 10, pp. 589–595.
- 梅田浩司, 小松 亮, 中司 昇 (1999) 坑井データによる地下温度構造の推定, サイクル機構技報, 2, pp. 29–36.
- 浦島幸世 (1963) 寿都東部地域の鉱床調査報告, 北海道地下資源調査資料, 85, p. 26, 北海道開発庁.
- 宇佐美龍夫, 石井 寿, 今村隆正, 武村雅之, 松浦律子 (2013) 日本被害地震総覧 599–2012, 東京大学出版会.
- 宇佐美龍夫編 (2020) 日本歴史地震総表 2020 416–1872.
- 宇津徳治 (1968) 4.北海道およびその周辺の地震活動, 北海道大学地球物理学研究報告, 20, pp. 51–75.
- 宇津徳治 (1982) 日本付近の M6.0 以上の地震および被害地震の表: 1885 年～1980 年, 地震研究所彙報, 57, 3, pp. 401–463.
- 宇津徳治, 嶋 悦三, 吉井敏尅, 山科健一郎編 (2001) 地震の事典 第 2 版, 朝倉書店.
- W**
- Wada, I., He, J., Hasegawa, A., Nakajima, J. (2015) Mantle wedge flow pattern and thermal structure in Northeast Japan: Effects of oblique subduction and 3-D slab geometry, *Earth and Planetary Science Letters*, 426, pp. 76–88.
- 若浜 洋, 秋田藤夫, 松波武雄 (1995) 北海道地温勾配図及び説明書, 60 万分の 1 地質図, 北海道立地下資源調査所.
- Wang, J., Zhao, D. (2009) P-wave anisotropic tomography of the crust and upper mantle under Hokkaido, Japan, *Tectonophysics*, 469, pp. 137–149.
- Wang, Z., Zhao, D., Liu, X., Chen, C., Li, X. (2017) P and S wave attenuation tomography of the Japan subduction zone, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 18, pp. 1688–1710.
- Wang, Z., Zhao, D. (2019) Updated attenuation tomography of Japan subduction zone, *Geophysical Journal International*, 219, pp. 1679–1697.
- Wang, Z., Zhao, D. (2021) 3D anisotropic structure of the Japan subduction zone, *Science Advances*, 7, eabc9620, doi: 10.1126/sciadv.abc9620.
- Wang, Z., Zhao, D. (2005) Seismic imaging of the entire arc of Tohoku and Hokkaido in Japan using P-wave, S-wave and sP depth-phase data, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 152, pp. 144–162.
- 渡辺真人 (2000) GH99 航海で採取された泥岩試料の珪藻化石に基づく年代, 地質調査所速報, MG/00/1, pp. 90–93.
- 渡辺満久, 鈴木康弘 (2015) 「泊原子力発電所の新規規制基準適合性に関わる審査」の問題点, *科学*, 85, 7, pp. 721–726.
- 渡辺満久 (2022) 泊原子力発電所の安全審査に関する問題—反論できないことは無視するのか, *科学*, 92, 1, pp. 7–10.
- 渡辺暉夫 (1999) 第 2 白糸トンネル岩盤崩落と渡島半島西縁部の地質, 北海道地区自然災害科学資料センター報告, 14, pp. 3–16.
- 渡辺 寧 (1986) 鉱脈の方向から推定された広域応力場—北海道における中期中新世以降の鉱脈の例—, *鉱山地質*, 36, 3, pp. 209–218.
- Watanabe, Y. (1990) Pliocene to Pleistocene volcanism and related vein-type mineralization in Sapporo-Iwanai district, Southwest Hokkaido, Japan, *Mining Geology*, 40, 5, pp. 289–298.
- Watanabe, Y. (1991) Mineralization ages of Ofukeshi, Shizukari, Yakumo and Jokoku deposits and structural movements related to vein-type mineralization in Southwest Hokkaido, *Mining Geology*, 41, 3, pp. 141–146.
- 渡辺 寧 (1993) 岩脈・火口配列に基づく西南北海道北部の新生代後期の応力場, *地質学雑誌*, 99, 2, pp. 105–116.
- 渡辺 寧 (1993) 西南北海道における新生代後期の応力場の転換と鉱化作用, *資源地質*, 43, 3, pp. 214–215.
- 渡辺 寧 (1993) 西南北海道北部の火山列—ニセコ-羊蹄火山列はなぜ曲がったのか?—, 石井次郎教授追悼論文集, pp. 147–154.
- Watanabe, Y. (1995) Epithermal vein-type mineralization in a compressive stress field, southwest Hokkaido, Japan, *Global Tectonics and Metallogeny*, 5, 1&2, pp. 19–27.
- 渡辺 寧 (2000) 札幌-岩内地域マグマ-鉱化熱水系分布図, 特殊地質図, 38, 地質調査所.
- Watanabe, Y. (2002) Late Cenozoic metallogeny of Southwest Hokkaido, Japan, *Resource Geology*, 52, 3, pp. 191–210.
- 渡辺 寧 (2002) 札幌-岩内地域マグマ-鉱化熱水系分布図, *地質ニュース*, 572, pp. 24–25, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- Wei, D. and Seno, T. (1998) Determination of the Amurian Plate Motion, In: Flower, M. F., Chung, S.

- L., Lo, C. H., Lee, T. Y. (Eds.), *Mantle Dynamics and Plate Interactions in East Asia, Geodynamics Series*, American Geophysical Union, 27, pp. 337–346.
- Wirth, E. A., Korenaga, J. (2012) Small-scale convection in the subduction zone mantle wedge, *Earth and Planetary Science Letters*, 357–358, pp. 111–118.
- Y**
- 八幡正弘, 山岸宏光 (1986) 島弧横断ルート No.4 (瀬棚-黒松内), 北村 信編: 新生代東北本州弧地質資料集, 宝文堂, 1, 4.
- 八幡正弘 (1989) 西南北海道北部の新生界とその特徴, *地質学論集*, 32, pp. 7–28.
- 八幡正弘, 五十嵐八枝子, Gautam, P., 和田信彦 (1989) 西南北海道洞爺湖東方の鮮新-更新統について—堆積相・花粉層序・古地磁気層序—, *地球科学*, 43, 5, pp. 261–276.
- 八幡正弘 (2002) 北海道における後期新生代の鉍化作用および熱水活動の時空変遷, *北海道立地質研究所報告*, 73, pp. 151–194.
- 八幡正弘, 野呂田 晋 (2003) 西北海道, 虻田地域における更新世熱水活動, *北海道立地質研究所報告*, 74, pp. 1–14.
- 八幡正弘 (2005) 北海道の新生代鉍床区における熱水活動履歴, *地球科学*, 59, 3, pp. 193–212.
- 八幡正弘, 鈴木隆広, 西戸裕嗣, 八木公史 (2014) 西南北海道, 洞爺湖地域の新生代後期の熱水活動, *資源地質*, 64, 1, pp. 1–17.
- 矢島淳吉, 羽坂俊一, 太田英順, 渡辺 寧, 中川 充, 成田英吉 (1991) 北海道における金属・非金属資源産出量とその特徴—特に新第三紀-第四紀鉍化作用について—, *地質調査所月報*, 42, 10, pp. 527–542.
- 矢島澄策 (1937) 狩場火山に就いて (豫報), *地質学雑誌*, 44, 525, pp. 476–477.
- 矢島澄策, 古舘兼治, 陸川正明 (1939) 壽都圖幅説明書, *北海道工業試験場地質調査報告*, 4.
- 矢島澄策, 陸川正明 (1939) 長萬部圖幅説明書, *北海道工業試験場地質調査報告*, 3.
- 山田敬一, 須藤定久, 佐藤壮郎, 藤井紀之, 沢 俊明, 服部 仁, 佐藤博之, 相川忠之 (1980) 全国金属鉍山基礎資料集 第 1 巻 東北日本, *地質調査所報告*, 第 260 号 別冊 1.
- 山田敬一, 須藤定久, 佐藤壮郎, 藤井紀之, 沢 俊明, 服部 仁, 佐藤博之, 相川忠之 (1980) 全国金属鉍山基礎資料集 第 2 巻 西南日本, *地質調査所報告*, 第 260 号 別冊 2.
- 山田悟郎, 矢野牧夫, 三野紀雄, 瀬川秀良, 尾上博章 (1979) 北海道渡島半島の第四系より産出する植物化石Ⅲ, *北海道開拓記念館研究年報*, 7, pp. 17–35.
- 山田悟郎, 三野紀雄, 矢野牧夫, 瀬川秀良, 尾上博章, 日下 哉 (1980) 北海道渡島半島の第四系より産出する植物化石 IV, *北海道開拓記念館研究年報*, 8, pp. 37–50.
- 山田直利, 斎藤英二, 村田泰章 (1990) コンピューター編集による日本地質図及び説明書, 200 万分の 1 地質編集図, 22, *地質調査所*.
- 山縣耕太郎 (1994) 支笏およびクッタラ火山のテフロクロノロジー, *地学雑誌*, 103, 3, pp. 268–285.
- 山岸宏光, 国府谷盛明, 安藤重幸 (1976) 5 万分の 1 地質図幅「島古丹」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 26 号, *北海道立地下資源調査所*.
- 山岸宏光, 木村 学 (1981) 黒松内低地帯の活断層露頭, *地球科学*, 35, 2, pp. 94–97.
- 山岸宏光 (1982) 西南北海道北部の地質とテクトニクス, *日本地質学会第 89 年学術大会講演要旨*, p. 512.
- 山岸宏光 (1984) 5 万分の 1 地質図幅「歌棄」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 37 号, *北海道立地下資源調査所*.
- 山岸宏光 (1986) 北海道におけるいくつかの活断層露頭, *活断層研究*, 2, pp. 19–28.
- 山岸宏光, 渡辺 寧 (1986) 西南北海道における新生代後期の応力場の変遷—地質断層, 岩脈, 鉍脈および活断層の検討—, *北海道の地質と構造運動*, 地団研専報, 31, pp. 321–331.
- 山岸宏光, 黒沢邦彦 (1987) 5 万分の 1 地質図幅「原歌および狩場山」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 35, 46 号, *北海道立地下資源調査所*.
- 山岸宏光 (1989) 西南北海道における新第三紀火山岩相の特徴と噴火活動略史, *地質学論集*, 32, pp. 385–397.
- 山岸宏光, 伊藤陽司 (1993) 北海道における地すべり地形の分布からみた地質分帯, *地すべり*, 30, 2, pp. 1–9.
- 山岸宏光編 (1993) 北海道の地すべり地形 分布図とその解説, *北海道大学図書刊行会*.
- 山岸宏光 (1994) 水中火山岩 アトラスと用語解説, *北海道大学出版会*.
- 山岸宏光, 和氣 徹 (1995) 島牧村の地質と資源・環境, 島牧村.
- 山岸宏光 (1996) ハイアロクラスタイトと岩盤崩落, *北海道地区自然災害科学資料センター報告*, 11, pp. 9–23.
- 山岸宏光, 志村一夫 (1997) 1997 年 8 月北海道島牧村第二白糸トンネルを破壊した新第三紀ハイアロクラスタイトの岩盤崩落, *地質学雑誌*, 103, 10, pp. XXXIII–XXXIV.
- 山岸宏光 (1998) 北海道における高速ランドスライド, *地すべり*, 34, 4, pp. 19–26.
- 山岸宏光編 (2012) 北海道の地すべり地形デジタルマップ, *北海道大学出版会*.
- 山口久之助, 小田切敏夫, 小原常弘 (1954) 胆振支庁管内有珠郡洞爺湖畔温泉調査報告, *北海道地下資源調査報告*, 13, pp. 22–30, *北海道地下資源調査所*.

- 山口久之助, 小原常弘 (1960) 水井戸および温泉の電気検層記録, 地下資源調査所報告, 24, pp. 77-84.
- 山口久之助 佐藤 巖(1971)羊蹄山麓湧泉調査報告書 北海道立地下資源調査所.
- 山口昇一, 秦 光男, 沢 俊明, 斎藤正雄, 番場猛夫, 山田敬一, 成田英吉, 五十嵐昭明, 佐藤博之, 石田正夫, 対馬坤六 (1965) 北海道金属非金属鉱床総覧 IV. 北海道地質図, 地質調査所.
- 山本明彦, 石川春義 (2002) 北海道渡島半島南部の重力異常と浅部地殻構造, 北海道大学地球物理学研究報告, 65, pp. 247-290.
- 山元孝広 (2014) 日本の主要第四紀火山の積算マグマ噴出量階段図, 地質調査総合センター研究資料集, 613.
- 山井忠世, 加藤芳郎, 岡崎彦哉 (1995) 北海道南部における広域地質環境評価のための断裂系調査, 動力炉・核燃料開発事業団 契約業者報告書 PNC-TJ1361 95-001, アジア航測.
- 柳町 治 (1992) 現在の日本における周氷河帯およびその推移帯と永久凍土帯との関係, 地理学評論, 65A, 2, pp. 143-157.
- 矢野牧夫, 三野紀雄, 山田悟郎, 藤田郁男, 尾上博章 (1975) 北海道渡島半島の第四系より産出する植物化石, 北海道開拓記念館調査報告, 9, pp. 15-25.
- 矢野牧夫 (1983) 黒松内低地帯南部の中・上部更新統と古環境, 日本地質学会北海道支部・日本応用地質学会北海道支部学術シンポジウム講演要旨集, pp. 27-29.
- 矢野牧夫, 日下 哉, 尾上博幸, 大室道夫 (1983) 黒松内低地帯における中部更新統の植物遺体と絶対年代, 日本第四紀学会講演要旨集, 13, pp. 106-107.
- 矢野牧夫 (1984) 渡島半島における中期更新世以降のグイマツの出現時代, 日本第四紀学会講演要旨集, 14, pp. 57-58.
- 矢野牧夫 (1984) 黒松内低地帯の中部更新統から産出する *Picea* (トウヒ) 属の遺体について, 北海道開拓記念館研究年報, 12, pp. 55-65.
- 矢野牧夫 (1985) 渡島半島の更新統から産出する *Larix* (カラマツ) 属の遺体について, 北海道開拓記念館研究年報, 13, pp. 11-21.
- 矢野牧夫 (1989) 北海道の更新世におけるブナ林の消長, 北海道開拓記念館研究年報, 17, pp. 1-11.
- 矢野雄策, 田中明子, 高橋正明, 大久保泰邦, 笹田政克, 梅田浩司, 中司 昇 (1999) 日本列島地温勾配図, 地質調査所.
- 八島邦夫, 今井健三, 西沢邦和 (1982) 100 万分の 1 海底地形図「北海道」・「東北日本」と海底地形, 水路部研究報告, 17, pp. 93-162.
- 安田喜憲, 成田健一 (1981) 日本列島における最終氷期以降の植生回復元への一資料, 地理学評論, 54, 7, pp. 369-381.
- 矢崎清貫 (1976) 日本油田・ガス田分布図 第 2 版, 200 万分の 1 地質編集図, 9, 地質調査所.
- 横山英二, 松波武雄 (1998) 北海道の温泉付随ガス, 地下資源調査所報告, 69, pp. 75-91.
- Yokoyama, K., Shigeoka, M., Otomo, Y., Tokuno, K., Tsutsumi, Y. (2016) Uraninite and thorite ages of around 400 granitoids in the Japanese Islands, *Memoirs of the National Museum of Nature and Science*, 51, pp. 1-24.
- 米田哲朗, 大河原正文, 渡辺 隆 (1999) 北海道積丹半島豊浜トンネル付近の水冷火砕岩に産するスメクタイト, *粘土科学*, 39, 2, pp. 53-64.
- 米田哲朗, 林 謙二, ダカール ゴネス, 柏谷公希, 金子勝比古 (2002) 北海道積丹半島における火砕岩の特性と岩盤崩壊の要因について, *地すべり*, 39, 1, pp. 14-21.
- 米倉伸之, 貝塚爽平, 野上道男, 鎮西清高編 (2001) 日本の地形 1 総説, 東京大学出版会.
- Yoo, S., Lee, C. (2020) Correlation of Quaternary volcano clusters with partial melting of mantle wedge, Northeast Japan: A numerical model study, *Geophysical Research Letters*, 47, e2019GL086205, doi: 10.1029/2019GL086205.
- Yuningsih, E. T., Matsueda, H., Syafrie, I. (2018) Ore-microscopy and geochemistry of gold-silver telluride mineralization in southwestern Hokkaido, Japan, *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 113, pp. 293-309.
- Yu, Z., Zhao, D. (2020) Seismic evidence for water transportation in the forearc off Northern Japan, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 125, doi: 10.1029/2019JB018600.

Z

- Zhao, D., Hasegawa, A. (1993) P wave tomographic imaging of the crust and upper mantle beneath the Japan Islands, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 98, pp. 4333-4353.
- Zhao, D., Hasegawa, A., Kanamori, H. (1994) Deep structure of Japan subduction zone as derived from local, regional, and teleseismic events, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 99, pp. 22313-22329.
- Zhao, D., Yanada, T., Hasegawa, A., Umino, N., Wei, W. (2012) Imaging the subducting slabs and mantle upwelling under the Japan Islands, *Geophysical Journal International*, 190, pp. 816-828.

その他

- 鉱業原簿および鉱区図, 北海道経済産業局.
寿都鉱山坑道図 (添付図: 寿都鉱山地形図 (鉱区境界記載)). (寿都町ご提供)

北海道寿都郡寿都町
文献調査報告書

対話の場の状況を町のみなさまにお知らせした
資料一式

2024年11月

原子力発電環境整備機構

2024年11月 発行 原子力発電環境整備機構

本資料を利用する際は出典を記載してください。出典の記載方法は以下のとおりです。編集・加工等して利用する際には、以下の出典表記とは別に編集・加工等を行ったことを記載してください。

(出典の記載例)

原子力発電環境整備機構 (2024) 北海道寿都郡寿都町文献調査報告書

また、第三者（原子力発電環境整備機構以外のものをいいます。以下同じ。）の著作物が含まれる場合（例えば、原子力発電環境整備機構が第三者の図表等を用いて転載・編集・加工等している図表等）には、別途、第三者からの許諾が必要になることがあります。利用者の責任において、第三者が権利を有している部分を確認し、当該第三者から利用の許諾を得てください。

上記は、著作権法上認められている引用などの利用について、制限するものではありません。

対話の場の状況を町のみなさまにお知らせした資料一式

| 実施回 | 実施日 | テーマ |
|------|-------------|--|
| 第1回 | 2021年4月14日 | 対話の場とは |
| | | 会則（案）について |
| 第2回 | 2021年6月25日 | 会則（案）について |
| | | 地層処分について思うこと |
| 第3回 | 2021年7月27日 | 高レベル放射性廃棄物の地層処分のしくみや概要 |
| | | 文献調査の進捗状況について |
| 第4回 | 2021年11月10日 | 高レベル放射性廃棄物の地層処分のしくみや概要 |
| 第5回 | 2021年12月14日 | JAEA幌延深地層研究センター・日本原燃(株)原子燃料サイクル施設の視察について |
| 第6回 | 2022年1月19日 | 町民の皆さまに地層処分事業を知って頂くための活動や取り組み |
| | | 青森県六ヶ所村の地域住民との交流の進め方について |
| 第7回 | 2022年2月16日 | 放射線の基礎知識について |
| 第8回 | 2022年3月15日 | 文献調査の進捗状況について |
| 第9回 | 2022年4月26日 | 青森県六ヶ所村のこれまでの歩みと現状について |
| 第10回 | 2022年5月27日 | 国のエネルギー政策について |
| 第11回 | 2022年7月21日 | 文献調査の進捗状況について |
| 第12回 | 2022年9月21日 | フィンランド（エウラヨキ町）のこれまでの歩みと現状について |
| 第13回 | 2022年11月15日 | 将来のまちのあり姿について |
| 第14回 | 2022年12月19日 | 将来のまちのあり姿について |
| | | 文献調査の進捗状況について |
| 第15回 | 2023年2月21日 | 将来のまちのあり姿について |
| | | 文献調査の進捗状況について |
| 第16回 | 2023年5月9日 | 将来のまちのあり姿について |
| | | 文献調査の進捗状況について |
| 第17回 | 2023年9月5日 | 文献調査について（これまでのふりかえりと経済社会的観点からの検討） |

寿都町のみなさまへ

2021年5月
寿都町対話の場 通信 vol.1

4月14日（水）、寿都町総合文化センターウィズコムにて、第1回「寿都町対話の場」が開催されましたので、ご報告します。

【当日の様子】



片岡町長
「多くの町民のみなさまと共に高レベル放射性廃棄物地層処分事業の内容について学んでいきたい」



経済産業省 小澤首席工ネルギー・地域政策統括調整官
「みなさまの様々なご意見をしっかりと受け止め、対話を丁寧に積み重ねていきたい」



■「対話の場」とは

文献調査の実施に当たっては、町民のみなさまとの対話が不可欠と考えています。

そこで、地層処分に関して、その政策や事業概要、地域との関わりなどについて議論を深めていただけるよう、町民のみなさまを構成員として設置したものです。

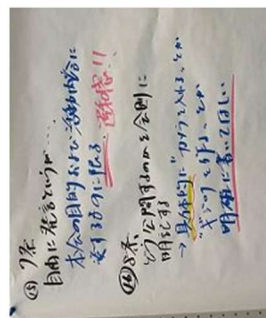
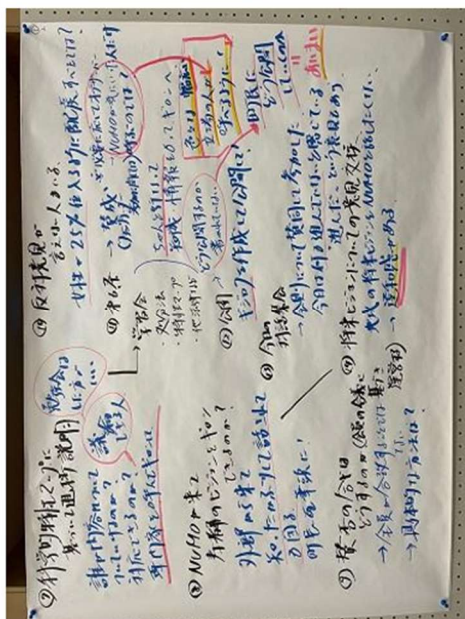
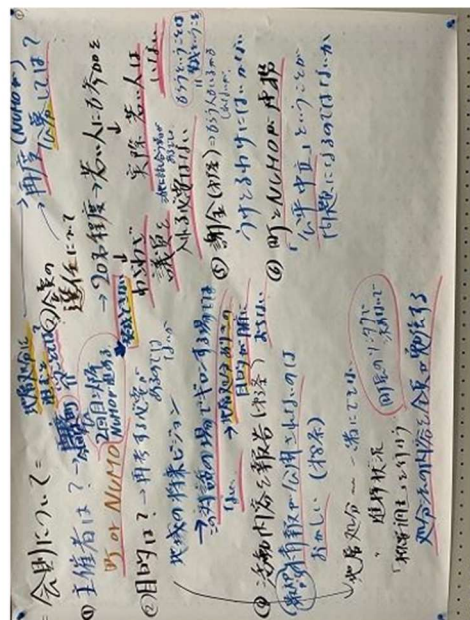
この場の運営については、地層処分事業の賛否に関わらず、自由で率直な意見交換ができるよう、参加員のみなさまのご意見を踏まえながら、改善してまいります。



司会進行
北海道大学 大学院
工学研究院 竹田先生

<「対話の場」会員構成>
町議会議員、寿都町漁業協同組合、寿都水産加工工業協同組合、寿都商工会、寿都建設協会、寿都観光物産協会、社会福祉法人（2団体）、町内会、まちづくり団体等のみなさま

- 当日は会員18名が参加。竹田先生の司会進行により、「対話の場」の会則（案）について、会員のみなさまからご意見をいただき、スタッフで模造紙に記載しました。
- 下記のとおり、会の主催者が曖昧、会の目的が処分場誘致ありきのように不適切、議論を公開すべき、この場では意見が言いづらいなどの多くのご意見をいただきました。
- これらのご意見を踏まえ、第2回においても引き続き、対話の進め方をご議論いただくこととなりました。



※これら模造紙は、
 NUMO着都交流セン
 ターに掲示しています。

• 第1回「寿都町対話の場」の映像は、NUMOホームページでご視聴いただけます。

原子力発電環境整備機構(NUMO)
<https://www.numo.or.jp>

NUMO

トビックス

2021年04月13日 お知らせ

2021年04月13日 お知らせ

神恵内村における対話の場(第1回)のライブ中継のご視聴について

寿都町における対話の場(第1回)のライブ中継のご視聴について

トビックス二重

本チラシに関するお問い合わせ先：原子力発電環境整備機構 NUMO寿都交流センター E-mail: suttu@numo.or.jp
 〒048-0401 寿都町宇新栄町113-1 TEL0136-75-7576 (開館時間：平日10時～17時)
 FAX050-3512-1728

寿都町のみなさまへ

2021年7月
寿都町対話の場 通信vol.2

6月25日（金）、寿都町総合文化センターウィズコムにて、第2回「寿都町対話の場」が開催されました。当日は、①前회のご意見を踏まえた会則（修正案）の議論と②ワークショップ（テーマ「地層処分について思うこと」）が行われました。



片岡町長
寿都町の将来に向けた、みなさまの自由闊達な意見交換に
よって、より良いまちづくり
に資する場となるよう、よろ
しくお願ひします。

①寿都町対話の場の会則（修正案）の議論

第1回対話の場（4月14日開催）や開催後に会員のみなさまからいただいたご意見を踏まえた、会則（修正案）をNUMOより説明しました。会則に反映できなかつたご意見についても、今後の対話の場の運営等につかりと活かしていくことをご説明し、みなさまのご了解をいただきました。
決定した会則はNUMOホームページ※で公開しています。
※裏面下段をご参照ください。また、寿都交流センターでもご説明させて頂きますので、お立ちよりください。



対話の場（ワークショップ）の様子
当日は会員18名のうち13名が参加されました。



ファシリテーター
北海道大学 大学院 工学研究院
客員教授 竹田 宜人先生

②ワークショップ

テーマ「地層処分について思うこと」

前回に引き続き、北海道大学の竹田先生をファシリテーターに迎え、今回は「地層処分について思うこと」をテーマに意見交換を行い、会員のみなさまから率直なご意見・ご質問を多数いただきました。これらを、今後の対話の場や町内における諸活動に活かしていきます。

会員のみなさまから出された、すべてのご意見・ご質問を裏面に掲載しましたので、ご覧ください。



「地層処分について思うこと」を、会員のみなさまが付箋に記載し、模造紙に貼りだしました。


この模造紙は、NUMO寿都交流センター入口に掲示してあります。
(NUMOホームページでもご覧いただけます)

| | |
|-----------------|---|
| ご意見の分類 | <p>会員のみなさまより付箋にお書きいただいたすべてのご意見・ご質問（付箋の内容を原文のまま転記しています）</p> <p>報道を入れたの公開では発言がにくい。</p> <p>この対話の場の必要性が良く判らない。</p> <p>若い世代の人も対話の場に参加できるようにしたほうがいいのでは</p> <p>対話の場の補充メンバーを団体の代表とではなく一般町民の希望者から選出※ただし意見の片やがないようにしてほしい</p> <p>文献調査の進捗状況について説明を詳しくお願いしたい。</p> <p>文献調査がどのように進んでいくのか？</p> <p>文献・概要調査は全国で最大何ヶ所まで応募受付するつもりなのか？ そのうち精密調査は何ヶ所行なうつもりか？</p> <p>精密調査は1ヶ所で総額いくらかを想定しているのか 幅延などを例として実際に今までの位費用がかかったのか？</p> <p>精密調査に進むためには地元同意以外にどのような条件をクリアする必要があるのか 地理的環境・要素などある程度を列記して説明してほしい</p> <p>幅延の実験施設の実験データ等（調査結果）の情報を公開してほしい（知りたい）。出来る範囲で構わない。（施設も含む）当初の計画を途中で変更せざるを得なかった事等（原因・結果等）もあつたのか、なかったのか？</p> <p>地層処分事業について、いまひとつ理解出来ないもので、これからの勉強の場で、やさしく説明を頂きたい。</p> <p>地層処分の安全性について具体的にわかりやすく説明してほしい</p> <p>地層処分の内容がまだよく判らない。（安全性？）</p> <p>NUMOは、どんな事をする会社？ 地層処分って本当に安全なのか</p> <p>低レベル放射性廃棄物についての説明がない</p> <p>先日議会で話題になった様に幅延実験センターの視察をし、地層処分の実体をこの目で確認してみたい。</p> <p>六ヶ所村、幅延町の美態を把握すべく現地に行ってみてほしいのか。</p> <p>地層処分事業について、理解を進める上で、実際にはどの様なものなのか 視察をする事も必要ではないか？ 賛否とは全く関係せず、まずは理解する事。ある程度のイメージをつかめる様な案はないか？（視察、映像等）</p> <p>専門家を招いて勉強会を開催して知識を深めたい</p> <p>中高生の意見を聞いてみたい。</p> <p>対話の場以外にも若い世代の人たちが議論する場があつていいのでは！</p> <p>事業について町の人に広く知ってもらつた方がいいのでは。</p> <p>子供達にもわかりやすく学べる機会があつたほうがいいのではないだろうか</p> <p>今回の文献調査により町民の多くが寿都の未来を考える様になつた。話し合いの場をたくさん作って下さい。千載一遇のチャンス！！</p> <p>町民にも不安に思つた所が有り少しでも安心出来る機会や情報の発信を</p> <p>NUMOの事務所をもっと活用するべき</p> <p>NUMOでビデオ(学習用の) などがあるなら、TVをつつで流せます</p> <p>メディアの姿勢</p> <p>(不安)町民の分断</p> <p>何を言ってもNUMOの方針通りに進むことがとても不安！</p> <p>文献調査の賛否を問わず町の状態が二分化されていると思いますが、国はどうお考えになつているのか？</p> <p>町民の中には核のゴミが来るものだと強く思いこんでいる人が多く少しでもふつよししてほしい。</p> |
| 対話の場 | <p>説明してほしいこと</p> <p>地層処分事業について、いまひとつ理解出来ないもので、これからの勉強の場で、やさしく説明を頂きたい。</p> <p>地層処分の安全性について具体的にわかりやすく説明してほしい</p> <p>地層処分の内容がまだよく判らない。（安全性？）</p> <p>NUMOは、どんな事をする会社？ 地層処分って本当に安全なのか</p> <p>低レベル放射性廃棄物についての説明がない</p> <p>先日議会で話題になった様に幅延実験センターの視察をし、地層処分の実体をこの目で確認してみたい。</p> <p>六ヶ所村、幅延町の美態を把握すべく現地に行ってみてほしいのか。</p> <p>地層処分事業について、理解を進める上で、実際にはどの様なものなのか 視察をする事も必要ではないか？ 賛否とは全く関係せず、まずは理解する事。ある程度のイメージをつかめる様な案はないか？（視察、映像等）</p> <p>専門家を招いて勉強会を開催して知識を深めたい</p> <p>中高生の意見を聞いてみたい。</p> |
| 活動の提案 | <p>対話の場以外にも若い世代の人たちが議論する場があつていいのでは！</p> <p>事業について町の人に広く知ってもらつた方がいいのでは。</p> <p>子供達にもわかりやすく学べる機会があつたほうがいいのではないだろうか</p> <p>今回の文献調査により町民の多くが寿都の未来を考える様になつた。話し合いの場をたくさん作って下さい。千載一遇のチャンス！！</p> <p>町民にも不安に思つた所が有り少しでも安心出来る機会や情報の発信を</p> <p>NUMOの事務所をもっと活用するべき</p> <p>NUMOでビデオ(学習用の) などがあるなら、TVをつつで流せます</p> <p>メディアの姿勢</p> |
| 心配していること その他 | <p>(不安)町民の分断</p> <p>何を言ってもNUMOの方針通りに進むことがとても不安！</p> <p>文献調査の賛否を問わず町の状態が二分化されていると思いますが、国はどうお考えになつているのか？</p> <p>町民の中には核のゴミが来るものだと強く思いこんでいる人が多く少しでもふつよししてほしい。</p> |

※会員のみなさまからのご意見・ご質問をまとめてみました。

第2回「寿都町対話の場」における会則など配付資料や映像、上記付箋などは、NUMOホームページでご覧いただけます。

NUMOホームページトップ下段、
「文献調査の実況」→「文献調査実施中の地域」→「寿都町」→
「これまでの経緯」→「2021年6月25日 対話の場（第2回）を開催」
原子力発電環境整備機構(NUMO)
<https://www.numo.or.jp>



お問い合わせ先：原子力発電環境整備機構 NUMO寿都交流センター E-mail: sutu@numo.or.jp
〒048-0401 寿都町宇新栄町113-1 (TEL)0136-75-7576 (FAX)050-3512-1728 (開館時間：平日10時～17時)

②文献調査の進捗状況について

※文献調査は机上の調査で、

ポーリングなどの現地調査は行いません。

また、文献調査をはじめ約20年程度の全調査期間中において、放射性廃棄物は一切持ち込みません。

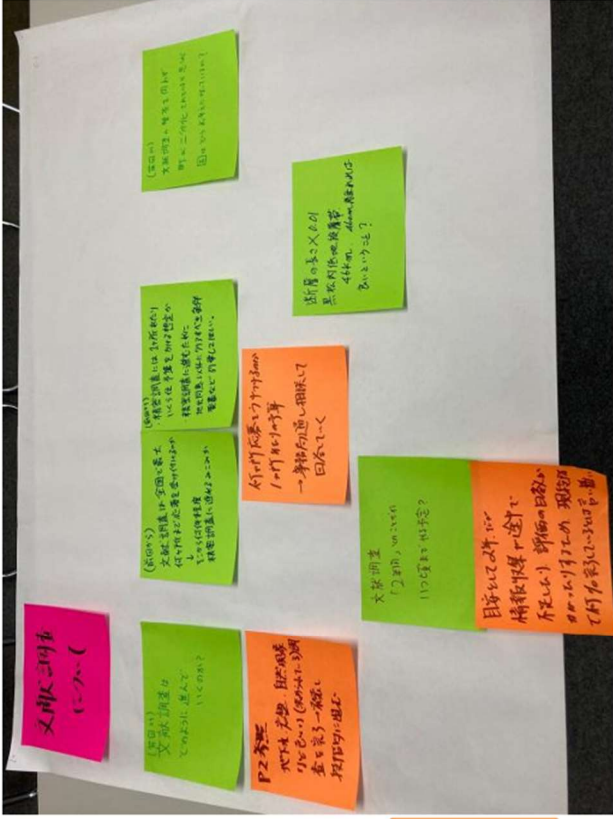
<文献調査の流れ>

(1) 文献調査の開始 (2020年11月17日開始)

現在、地質図などの
「文献・データの収集」
を行っている途中です。

(3) 文献・データに基づく評価

(4) 報告書の作成

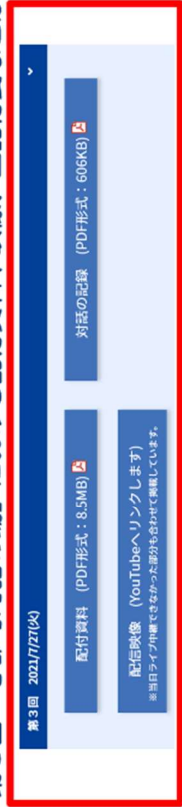


会員のみなさまがご質問・ご意見を付箋に記載したものを模造紙に貼りだしました。この模造紙は、NUMO寿都交流センター入口に掲示してあります。(NUMOホームページでもご覧いただけます。)

<ご参考：「町の将来に向けた勉強会」について>

前回の対話の場での議論を踏まえて、寿都町の将来に向けた勉強会を実施することとなりました。有志の町民のみなさまにご参加いただき、自由で幅広い話し合いをしていただければと考えております。現在、16名の方にご応募をいただいておりますが、ご興味・ご関心がある方は、随時参加受付をしておりますので、引き続きのご応募をお待ちしております。

第3回「寿都町対話の場」における配付資料や映像、上記付箋などは、NUMOホームページでご覧いただけます。



NUMOホームページトップ下段、
「文献調査の状況」→「文献調査実施中の地域」→「寿都町」→
「これまでの経緯」→「2021年7月27日 対話の場(第3回)を開催」
原子力発電環境整備機構(NUMO)
<https://www.numo.or.jp>

NUMO 検索



お問い合わせ先 (寿都町対話の場事務局)：原子力発電環境整備機構 NUMO寿都交流センター E-mail: suttu@numo.or.jp
〒048-0401 寿都町宇都宮町113-1 TEL:0136-75-7576 (FAX)050-3512-1728 (開館時間：平日10時～17時)

寿都町のみなさまへ

2021年12月
 寿都町対話の場 通信vol.4

11月10日(水)、寿都町総合文化センターウィズコムにて、第4回「寿都町対話の場」が開催されました。
 ・前回(7/27)に引き続き、高レベル放射性廃棄物の地層処分について、NUMOよりご説明し、
 会員のみなさまからいただいたご質問に対して、回答しました※。
 ・会員のみなさまより、対話の場で取り上げたいテーマなど、今後の進め方についてご意見をいただきました。

「対話の場」でいただきましたご意見は、議論の輪を広げるための今後の取り組みに活かしてまいります。
 ※ご質問への回答につきましては、ポイントをまとめた上で、別途お知らせします。

会員のみなさまからのご意見

- 地層処分についていろいろな立場の専門家を呼んでシンポジウムを開催してはどうか。
- まだまだ多くの町民が地層処分について勉強できていないのが実態。広く町民にも地層処分事業について説明していく必要があると思う。
- 多くの町民が学ぶことができるよう、参加しやすい機会づくりなどを検討していく必要がある。
- また、子どもたちに向けても、教育委員会や学校と協議をして、学習できる機会を作ってほしい。

事務局にて、検討・準備を進めることになりました。

施設見学の実施について

対話の場の会員が、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構(JAEA)幌延深地層研究センターと日本原燃(株)高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター(六ヶ所村)の視察を行うことになりました。
 視察した結果などにつきましては、今後の対話の場通信などでご報告いたします。

<その他ご案内>

- ・これまでの対話の場を記録したDVDをご用意いたします(12/8〜)。ご希望の方はお気軽に、寿都町対話の場事務局(NUMO寿都交流センター)までご連絡ください。(TVSテレビずつ放送でも、第4回対話の場の様子を放映いたします(12/5、12/13、12/21))
- ・第4回「寿都町対話の場」における配付資料や映像、上記付せんなどは、NUMOホームページ、NUMO寿都交流センターでご覧いただけます。



NUMOホームページはこちら

原子力発電環境整備機構(NUMO)
<https://www.numo.or.jp>

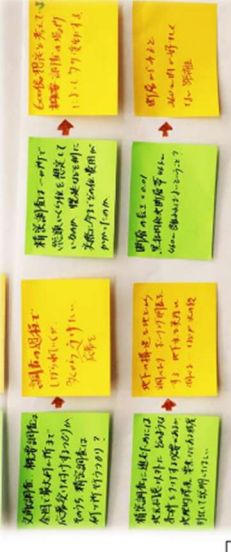
NUMO 検索

NUMO トップページから、以下の順にクリックしてください。
 「文献調査の実施中の地域」→「寿都町」→
 「これまでの経緯」→「2021年11月10日 対話の場(第4回)を開催」

お問い合わせ先：原子力発電環境整備機構 NUMO寿都交流センター E-mail: suttu@numo.or.jp
 〒048-0401 寿都町字新栄町113-1 (TEL)0136-75-7576 (FAX)050-3512-1728 (開館時間：平日10時～17時)



対話の様子
 (当日は、会員16名のうち13名が参加されました)



会員のみなさまからのご質問と回答を模造紙に貼りました。
 この模造紙は、NUMO寿都交流センターに掲載してあります。
 (NUMOホームページでもご覧いただけます)

第5回「寿都町対話の場」開催（12月14日）

「幌延町（12/2）」・「青森県六ヶ所村（12/4）」にある高レベル放射性廃棄物の地層処分に関わる施設などを視察した会員からの報告と意見交換が行われました。

① JAEA幌延深地層研究センター（幌延町）の視察

【施設の概要】

2001年より、高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する研究開発を行っており、地下350mまで掘削された地下坑道では、地層処分の技術的な信頼性を確認するための試験研究を行っています。

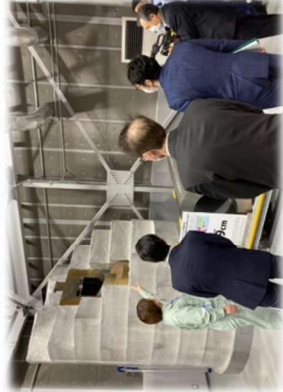
幌延深地層研究センター外観
JAEA提供



見学施設 ゆめ地創館



実物大の人工バリア



地下350mの坑道



<「対話の場」での視察報告と意見交換>

地下350mには、100万年前の水が閉じ込められていたなど、一般の人には想像できない地下の研究が進んでいると感じた。

（地下は常に換気されており、地下の温度は年間を通じて一定の範囲内に保たれていると聞いた。）
賛成、反対にかかわらず、一般の人がこの問題に関心をもち、一度は見学してもらいたい。
大変興味を持った。次に行く人は、事前勉強した上で視察に行くともっと理解が深まるはずだ。
「安心、安全」という言葉を何度も耳にしたが、逆に不安に感じることがあった。

全国的な議論になるように、研究の成果をもっと公表・普及するべきだと思う。
施設での研究は、北海道と幌延町とJAEAの3者で締結している協定に基づき行っており、当初、研究期間は20年程度としていたが、残された課題があるということで、2020年度より9年延長されたと聞いた。

<対話の場事務局より>

対話の場でのご要望などを踏まえ、今後も「幌延町」や「六ヶ所村」などの視察や交流会などの実施を検討していく考えです。

（裏面は「②日本原燃(株)原子燃料サイクル施設(青森県六ヶ所村)の視察」)

寿都町のみなさまへ

2022年2月
寿都町対話の場 通信vol.6

第6回「寿都町対話の場」開催（1月19日）

地層処分事業に関する安全対策や昨年12月に会員が視察した青森県六ヶ所村の地域住民との交流の進め方などについて、意見交換が行われました。

👉 町民のみなさまに、地層処分事業のことを、知っていただくための活動や取り組みについて、意見交換が行われました。

① 町民のみなさまに、対話の場の報告を行うための「寿都町対話の場通信」について、ご意見を伺いました。

会員のみなさまからのご意見

・読み手によっては、横書きのほうがよかったり、縦書きのほうがよかったりするので、誰が読み手かを考えながら作ったほうがよいのでは。

② 「地層処分とは？」「文献調査とは？」ということなどを、もっと身近に感じていただけるパンフレットの作成について、ご意見を伺いました。

会員のみなさまからのご意見

- ・興味をもってもらうため、キャラクターを使ったらどうか。
- ・専門用語など言葉が難しく理解しにくいので、言葉の意味や町民からのいろいろな質問に、そのキャラクターが答えるような形にしたらどうか。
- ・町民は「対話の場で何を話しているのか」について興味があるのだから、対話の場をすべて公開すれば、パンフレットなど不要なのではないか。

いただいたご意見を踏まえ、さらに工夫・検討し、より分かりやすいものとして、作成を進めてまいります。

👉 「地層処分を推進する方、慎重な方と両方の専門家から話を聞きたい」とのご意見について、事務局より回答しました。

開催時期の目途（春以降）についてお示しし、会員のみなさまに了解をいただきましたので、開催に向けて準備を進めてまいります。



第6回「対話の場」の様子



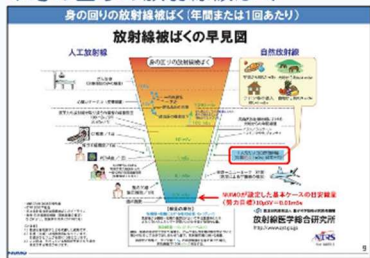
いただいたご意見は、NUMO寿都交流センターに掲示してあります。
(NUMOホームページでもご覧いただけます)

👉 地層処分事業について、NUMOが安全性を確保するため、どのような対策を考えているか、ご説明しました。

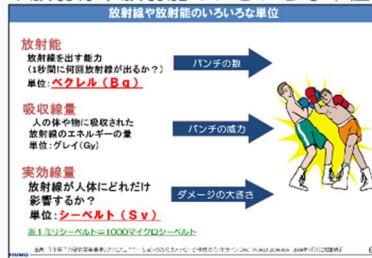
ご説明資料（一部）をご紹介します。

※ご説明資料は、NUMO寿都交流センターにございますので、ご希望の方はお気軽にお問い合わせください

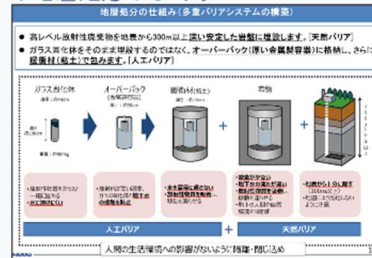
◆身の回りの放射線被ばく



◆放射線や放射能のいろいろな単位



◆地層処分のしくみ



地層処分の事業内容について、さらに理解を深めるためには「放射線」の知識が必要であり、次回、専門家から、より分かりやすくお話いただくことになりました。

👉 「青森県六ヶ所村」を視察した会員から、「六ヶ所村の地域住民と交流してみたい」とのご要望を受け、交流にあたり「どんなことを聞いてみたいか」について意見交換が行われました。

会員のみなさまからの主なご意見

- 核燃料サイクル施設などが建設されたこれまでの経緯の中で、地域の方々がどのように考え、今どのように思っているのかを聞きたい。
- 議員の方に、これまでの意思決定のプロセスや誘致のメリット・デメリットについて聞きたい。
- 漁業、福祉、宗教関係などに従事する方に、施設を受け入れた後、どんな影響があったのかを聞きたい。特に、町の将来を担う若い漁業者には、できるだけ早く六ヶ所村の同業者と交流してもらいたい。
- 子育て世代の方々に、核燃料サイクル施設などが身近にあること、またそこで働くことに不安はないのか聞きたい。また一生、六ヶ所村に住み続けるつもりなのかを聞きたい。

様々なご意見・ご要望を整理し、引き続き協議していくことになりました。また、漁業関係者のみなさまは、交流できる時期が限定されるため、まずは先方との調整を始めることになりました。

「対話の場」における配付資料や映像などは、NUMOホームページおよびNUMO寿都交流センターでご覧いただけます。また、記録したDVDもご用意しますので、ご希望の方はお気軽に、寿都町対話の場事務局（NUMO寿都交流センター）までお問い合わせください。



原子力発電環境整備機構(NUMO)
<https://www.numo.or.jp>

NUMOホームページはこちら

NUMO

検索

■NUMO トップページから、以下の順にクリックしてください。
「文献調査の状況」→「文献調査実施中の地域」→「寿都町」→
「これまでの経緯」→「2022年1月19日 対話の場（第6回）を開催」

お問い合わせ先：原子力発電環境整備機構 NUMO寿都交流センター E-mail : suttu@numo.or.jp

〒048-0401 寿都町字新栄町113-1 (TEL)0136-75-7576 (FAX)050-3512-1728

(開館時間：平日10時～17時)

寿都町のみなさまへ

2022年3月
寿都町対話の場 通信vol.7

第7回「寿都町対話の場」開催（2月16日）

- (1) 第3、第4の文献調査候補地に手を挙げてもらえるよう、国が前面に立って取り組んで欲しいとの意見が出されました。
- (2) 青森県六ヶ所村の地域住民との交流は、施設誘致からの経緯をご存じの方からお話を伺う方向で、取り組んでいくことになりました。
- (3) 「放射線の基礎知識」について、専門家にお話しいただきました。

🏠国が前面に立って第3、第4の文献調査候補地の開拓を

【会員からのご意見】

地層処分事業（文献調査）に町民の目や耳を向けてもらうためには、寿都町や神恵内村の他にも、全国のどこかで文献調査に手を挙げてくれることが必要。

そうなれば、町民も安心できるだろうし、議論もさらに活発になり、国民的な議論となっていこう。

そのためには、国が前面に立って、第3、第4の候補地の開拓に努めていただきたい。本件について町長、国、NUMOの想いを聞かせて欲しい。



片岡町長

より良い勉強の仕方や住民の理解が深まっていく状況が全国に発信され、文献調査に応募する「仲間」が増えていけば、一石を投じた意味がある。それには町民が自然体で勉強している姿を全国に発信していくことが必要。



経済産業省 資源エネルギー庁
電力・ガス事業部
放射性廃棄物対策課 下堀課長

第3、第4の地域での文献調査の開始に向け、しっかりと取り組むことは国としても重要と考えている。全国での説明会や個別の自治体とも相談を進める中、関心を持つ方々も増えてきている。例えば、長崎県対馬市の商工会や福井県嶺南地域の地方議会議員などが勉強会等を実施する姿が報道もされている。

引き続き、国が前面に立ち、文献調査に手を挙げていただける地域が出てくるよう、しっかりと取り組んでいきたい。



NUMO
伊藤理事

全国各地で開催の対話型説明会などにおいて、「原子力発電で起こした電気を使ってきた一人ひとりがこの問題に向き合い関心を高めてもらいたい」、「ぜひ多くの自治体に文献調査を受け入れていただくよう取り組む」と強調している。NUMOは体制を強化し、対話活動を全国に広げていくため、組織を挙げて取り組んでいく。

🏠青森県六ヶ所村の地域住民との交流は、施設誘致からの経緯を知る方などから

「核燃料サイクル施設誘致から現在に至るまでの背景や経緯について、まずは、当時の事情、背景や経緯をよくご存じの方から話を聞くのはいかがでしょうか」と事務局から提案し、その実現に向けて、前向きに調整していくことになりました。

🏠 「放射線の基礎知識」について、放射線の測定実験を交えながら、お話しいただきました。



＜講師＞飯塚 裕幸（いづか ひろゆき）先生

東京大学 工学系・情報理工学系等環境安全管理室 特任専門員

【参考】YouTube「エネ百科」において、放射線に関する動画を多数寄稿



【説明のポイント】

- わたしたちは毎日の暮らしの中で、食物や宇宙、大地をはじめ、病院での胸部X線検査など、身近なものから放射線を受けている。
- わたしたちの体の中にも、放射性物質が存在している。
- 放射線のリスクを考える場合、被ばくの有無ではなく、被ばく量に着目することが大事。

＜説明資料の一部をご紹介します＞

※説明資料は、NUMO寿都交流センターにございますので、ご希望の方はお気軽にお問い合わせください。



【実験の様子】



花こう岩の放射線量の測定



はかるくん
放射線を測定する
機器



きり箱で放射線が通った跡を見る実験



きり箱
放射線が通った跡
を検出する装置

【会員からのご意見】

- ・本当にわかりやすく良かった、このような話を町民の方にぜひ聞いてもらいたい。
- ・このような基礎知識が一番大事だと思う。このような噛み砕いたものを町民に勉強していただくことが大切。

「対話の場」における配付資料や映像などは、NUMOホームページおよびNUMO寿都交流センターでご覧いただけます。また、記録したDVDもご用意しますので、ご希望の方はお気軽に、寿都町対話の場事務局（NUMO寿都交流センター）までお問い合わせください。



原子力発電環境整備機構(NUMO)
<https://www.numo.or.jp>

NUMOホームページはこちら

NUMO

検索

■NUMO トップページから、以下の順にクリックしてください。
「文献調査の状況」→「文献調査実施中の地域」→「寿都町」→
「これまでの経緯」→「2022年2月16日 対話の場（第7回）を開催」

お問い合わせ先：原子力発電環境整備機構 NUMO寿都交流センター E-mail : suttu@numo.or.jp

〒048-0401 寿都町字新栄町113-1 (TEL)0136-75-7576 (FAX)050-3512-1728

(開館時間：平日10時～17時)

寿都町のみなさまへ

2022年4月
寿都町対話の場 通信vol.8

第8回「寿都町対話の場」開催（3月15日）

文献調査の進捗についての報告と意見交換が行われました。

🏠 寿都町を対象に行われている文献調査は今どのような状況か

「文献調査」とは？

ボーリングなどを含む現地調査（概要調査）の事前調査であり、現存する様々な地質に関する文献やデータを収集・分析し、地層処分に適していない場所の除外などを行います。

【ポイント】

- あらゆる文献・データを収集するにあたって、現地での聞き取りも実施しました。
- 文献・データの収集と情報の抽出・分類・整理を概ね終了しました。
- 今後、収集した文献・データをもとに、火山や活断層などに関する評価を行い、報告書にまとめます。

＜文献調査の流れ＞

(1) 文献調査の開始 (2020年11月17日開始)

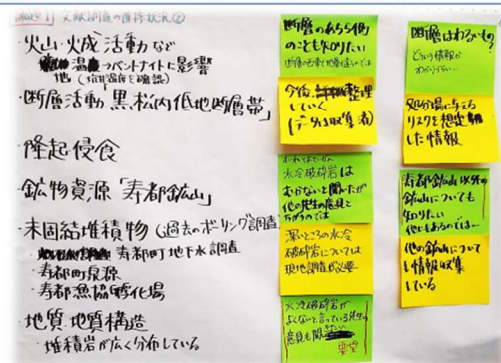
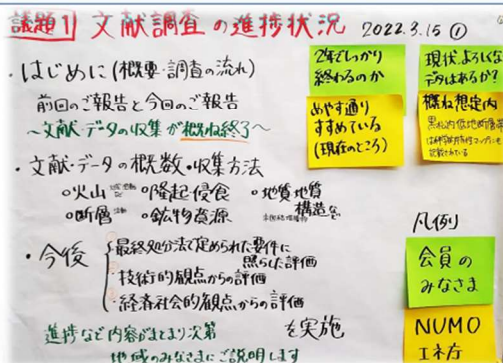
(2) 文献・データの収集

今ここ!!

(3) 文献・データに基づく評価

(4) 報告書の作成

文献調査の工程のうち、
「文献・データの収集」
が、概ね終了しました。



説明資料やいただいたご意見（模造紙）は、NUMO寿都交流センターに
ございます。（NUMOホームページでもご覧いただけます。）

≡説明のあと、質疑応答が行われました≡

【主なご意見・ご質問】

■文献データの収集が終了とのことだが、文献調査は2年で終わるのか？

⇒文献・データの収集が概ね終了しましたが、次の工程の、文献・データに基づく評価は、日本では初めての取り組みとなりますので、現時点では2年で終わると断言できない状況です。

■文献調査だけで、岩盤の強度などが分かるものなのか？

概要調査に進んでボーリングをしてみないことには、寿都町が地層処分に適しているかどうか、分からないのでは？

⇒文献調査は、収集した文献・データに基づき、火山や活断層などに関する評価を行い、明らかに、地層処分に適さない場所を除外することなどが目的ですので、町全体が地層処分に適しているかどうかを評価するものではありません。

なお、文献・データがない場合、調べたいところの岩の強度などは、類似した岩のデータから推定することになります。したがって、実際に強度がどれくらいあるかは、ボーリングなどの概要調査を行う必要があります。



<お知らせ>

地層処分事業がどのような事業であるのか、町民のみなさまに知っていただくために**パンフレットの作成を進めています**。後日お配りしますので、ぜひご覧ください。（表紙はイメージです）



「対話の場」における配付資料や映像などは、NUMOホームページおよびNUMO寿都交流センターでご覧いただけます。また、記録したDVDもご用意しますので、ご希望の方はお気軽に、寿都町対話の場事務局（NUMO寿都交流センター）までお問い合わせください。



原子力発電環境整備機構(NUMO)
<https://www.numo.or.jp>

NUMOホームページはこちら

NUMO

検索

■NUMO トップページから、以下の順にクリックしてください。

「文献調査の状況」→「文献調査実施中の地域」→「寿都町」→

「これまでの経緯」→「2022年3月15日 対話の場（第8回）を開催」

お問い合わせ先：原子力発電環境整備機構 NUMO寿都交流センター E-mail：suttu@numo.or.jp

〒048-0401 寿都町字新栄町113-1 (TEL)0136-75-7576 (FAX)050-3512-1728

(開館時間：平日10時～17時)

第9回「寿都町対話の場」開催（4月26日）

原子燃料サイクル施設等が立地する「青森県六ヶ所村」の
これまでの歩みと現状について講話を実施

講師：六ヶ所村政策推進課 吉岡課長



出身：青森県六ヶ所村泊

経歴：1990年 村役場に入庁

農林水産課、商工観光課、原子力対策課などを歴任。
原子力関連施設に係る村政に長年に亘り携わる。



放牧されている乳牛※



交通アクセスガイド※

□ 六ヶ所村ってどんなところ？

- 位置 青森県下北半島 ■面積 252.68㎢
- 人口 10,367人、5,194世帯（2020年国勢調査）
- 産業 北部は漁業、中部は商工業、南部は農業・酪農業がメイン
また、日本原燃㈱により、原子力関連施設が操業・建設



村の花
ニッコウキスゲ※

- ・漁業（漁獲数量：1,756トン 2020年海面漁業月別漁獲数量・漁獲金額調査）
- ・商工業 工業（事業所数12 製造品出荷額 約2,423億円／年 2019年工業統計調査）
商業（事業所数108 販売額 約198億円／年 2016年経済センサス活動調査）
- ・農業、酪農業

（水田、畑作、乳用牛、肉用牛 約62億円／年 農林水産省 2019年市町村別農業産出額(推計)）
※出典 六ヶ所村役場ホームページ

<お話のポイント>

□ かつての六ヶ所村

- ・六ヶ所村は、かつて「陸の孤島」といわれる僻地であったため、産業が全く育たないことから、典型的な出稼ぎの村だった。

□ 原子力関連施設等が建設されるまで

- ・1970年、青森県は、六ヶ所村などを開発区域とした、国家プロジェクト「むつ小川原開発（巨大コンビナード構想）」を発表したが、開発の実現には、村民の半数が立ち退きを迫られることになるため、激しい反対運動を受けるなど、実現しなかった。
- ・その後、1984年、電気事業連合会が青森県と六ヶ所村に対し、原子燃料サイクル施設の立地を要請したが、「むつ小川原開発」発表時と同様、反対運動が起きたが、「村に産業を創出し、出稼ぎをなくし、故郷で働き家族と共に生活する」という大義のもと、反対運動は急速に沈静化し、1985年、原子燃料サイクル施設の立地要請を受け入れる。

□ 現在の六ヶ所村

- ・原子力関連施設の竣工以来、固定資産税の増加により、1996年度には、国からの地方交付税をもらわない自治体となった。
- ・原子力関連をはじめ、様々な生業により、雇用が増加し、村内で就職できるようになったことから、出稼ぎをする人がいなくなった。家族と一緒に過ごせるというのは、本当に幸せなことなんじゃないかと私自身は思っている。

<質疑応答>

■高校卒業した方の雇用は十分確保されるのか？

⇒六ヶ所村の有効求人倍率は、約2倍の働き口があるため、地元での就職は100%受け皿がある。大学進学などで村を離れても、村内で就職したければ、相応のキャリアを持った人でも、村内には国の研究機関など受け入れ先はある。

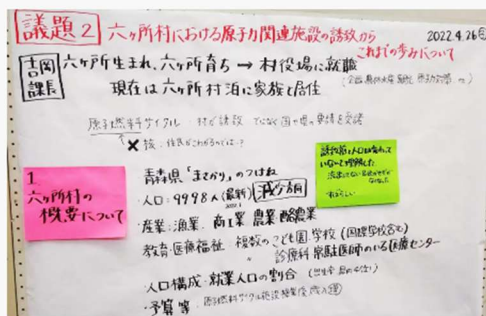


■原子力関連施設による風評被害はあるのか？

⇒青森県庁内に風評被害認定委員会があり、風評被害が発生すれば審査されることになるが、認定されたという話は聞いていない。これまで風評被害はなかったと理解。

■就業人口の割合が、1975年と2015年を比較すると、一次産業に携わる人が減り（70%→13%）、二次・三次産業に携わる人が多くなっている（29%→87%）理由は？

⇒日本原燃株などの企業に勤める人が多くなったため、二次・三次産業に携わる人の割合が増えた。日本原燃株は、北東北（青森県、岩手県、秋田県）の中で最も大きな会社であり、推察となるが、同社の関係に従事している人の割合は約4割、さらに同社と何らかの関りを持つ会社を含めれば約7割と、村内に雇用が確保されている。



いただいたご意見やご質問は、NUMO寿都交流センターに掲示してあります。
(NUMOホームページでもご覧いただけます。)

「対話の場」における配付資料や映像などは、NUMOホームページおよびNUMO寿都交流センターでご覧いただけます。また、記録したDVDもご用意しますので、ご希望の方はお気軽に、寿都町対話の場事務局（NUMO寿都交流センター）までお問い合わせください。



原子力発電環境整備機構(NUMO)
<https://www.numo.or.jp>

NUMOホームページはこちら

NUMO

検索

■NUMO トップページから、以下の順にクリックしてください。
「文献調査の状況」→「文献調査実施中の地域」→「寿都町」→
「これまでの経緯」→「2022年4月26日 対話の場（第9回）を開催」

お問い合わせ先：原子力発電環境整備機構 NUMO寿都交流センター E-mail：suttu@numo.or.jp

〒048-0401 寿都町字新栄町113-1 (TEL)0136-75-7576 (FAX)050-3512-1728

(開館時間：平日10時～17時)

寿都町のみなさまへ

2022年7月
寿都町対話の場 通信vol.10

第10回「寿都町対話の場」開催（5月27日） 国（資源エネルギー庁）による、エネルギー政策について講話を実施



講師：経済産業省 資源エネルギー庁
電力・ガス事業部
放射性廃棄物対策課 下堀 友数 課長

<お話のポイント>

◎国内外におけるエネルギーの動向

欧米は化石燃料への依存を低減させ、クリーンエネルギーへの移行を加速。こうした中、日本でも、ロシア・ウクライナ問題や国内の電力需給ひっ迫などを踏まえ、エネルギーの安定供給の確保に万全を期し、脱炭素の取組を加速させることを政策の方向性とした。

◎原子力発電の現状とこれから

東京電力の福島第一原子力発電所の事故への反省を出発点として、安全性をすべてに優先する。世界で最も厳しい水準の規制基準に適合した原子力発電所については再稼働を進める。

◎核燃料サイクルの確立を目指す理由とは

使用済燃料の「再処理」による、高レベル放射性廃棄物の減量や、資源の有効利用などの観点から、核燃料サイクルの早期確立を目指す。

◎国による最終処分についての理解活動の推進

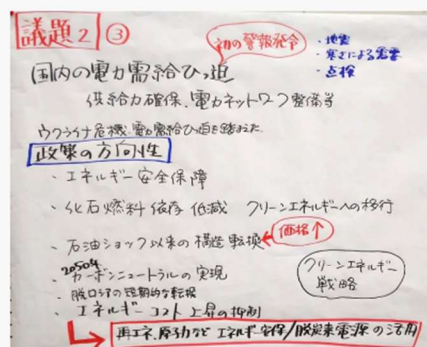
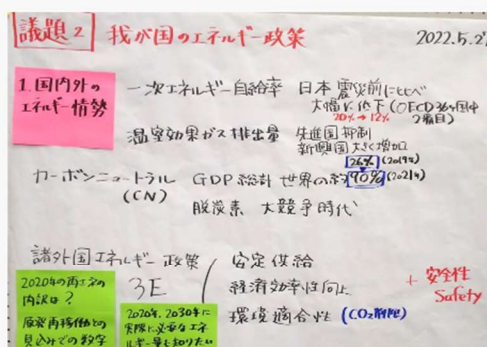
国民に理解していただくための対話、分かりやすく丁寧な広報・広聴活動などを、引き続き、全国で行っていく。



第10回「対話の場」の様子

<会員からのご意見>

- ロシア・ウクライナ問題を受け、電気代が高騰する今、エネルギー政策の方向性をきちんと伝えることが国の責任。国民が困らないよう、国の責任として取り組んでほしい。
- 国はもっと水素エネルギーの開発に力を入れるべき。
- 再生可能エネルギーが増えない一番の問題は、送電線だと思う。原子力発電がベースロード電源と位置付けられているため、現在停止しているにもかかわらず、送電容量が確保されてしまっている。原子力発電の稼働をやめれば、その分の送電容量を再生可能エネルギーに回すことで増えるのではないか。



いただいたご意見やご質問は、NUMO寿都交流センターに掲示してあります。
(NUMOホームページでもご覧いただけます。)

<今後の活動に関する会員からの提案について>

- 対話の場などの「公開の場」ではなく、気の合う仲間が集まって意見交換したほうが、活発に意見が出て盛り上がる。
- 地層処分事業だけでなく、寿都町の将来を考えるためにも、少人数のほうが、いろいろな話ができる。また、少人数グループでの意見交換の結果を、対話の場で報告するやり方もあるのではないか。ぜひ、少人数グループ活動を推進したい。

少人数グループによる視察や勉強会など、“まずは何かやってみる”ということになり、具体的な相談や調整を、適宜行っていくことになった。

「対話の場」における配付資料や映像などは、NUMOホームページおよびNUMO寿都交流センターでご覧いただけます。また、記録したDVDもご用意しますので、ご希望の方はお気軽に、寿都町対話の場事務局（NUMO寿都交流センター）までお問い合わせください。



原子力発電環境整備機構(NUMO)
<https://www.numo.or.jp>

NUMOホームページはこちら

NUMO

検索

■NUMO トップページから、以下の順にクリックしてください。
「文献調査の状況」→「文献調査実施中の地域」→「寿都町」→
「これまでの経緯」→「2022年5月27日 対話の場（第10回）を開催」

お問い合わせ先：原子力発電環境整備機構 NUMO寿都交流センター E-mail：suttu@numo.or.jp

〒048-0401 寿都町字新栄町113-1 (TEL)0136-75-7576 (FAX)050-3512-1728

(開館時間：平日10時～17時)

寿都町のみなさまへ

2022年8月
寿都町対話の場 通信vol.11

第11回「寿都町対話の場」開催（7月21日）

文献調査の進捗状況報告と意見交換が行われました。

📁 文献調査の進捗状況（報告）

- ◆収集した761の文献・データ的具体名をリストにしました。
- ◆評価を進めるにあたっては、国の審議会において専門家のご意見を伺うなど、丁寧に取り組んでいく考えです。

※文献・データのリストは、NUMO寿都交流センターにございますので、ご希望の方はお気軽にお問い合わせください。（NUMOホームページでもご覧いただけます。）

～報告のあと、質疑応答が行われました～

- 文献調査は2年と聞いており、今秋には終了すると思っていたが、実際には、いつ頃終了する予定なのか？

⇒（NUMO）

文献・データに基づく評価は、日本ではじめての取り組みということもあり、現時点でどれくらいかかるのか見通せない状況です。

- 文献調査の終了時期が、現時点で見通せないことは分かったが、町の住民投票はいつ頃を予定しているのか？

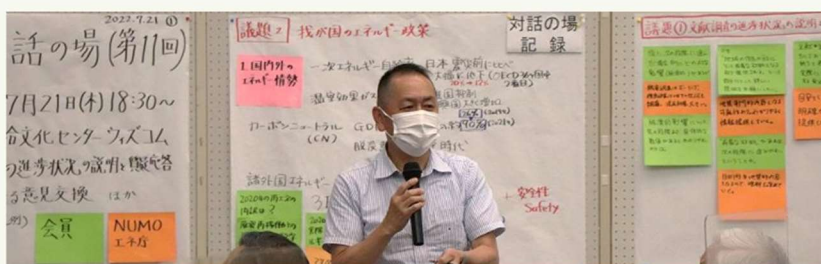
⇒（片岡町長）

文献調査が終了し、町民のみなさんの地層処分に対する理解が行き届いた中で、住民投票を行いたいと考えているので、もう少し時間がかかると考えています。全国で複数箇所が文献調査に手を挙げ、全国各地で議論が始まれば、そうした理解がさらに行き届くような雰囲気になると思います。



📍幌延深地層研究センター視察後の意見交換

- 地下は安全な場所だということ、安全面に配慮された施設であることが確認できた。
- 風評被害が起こりそうな施設の近くに、食品関係の大企業があることに驚いた。
- 百聞は一見にしかずというから、自分の周りの町民の方にも、視察してみたらどうかと声掛けし、前向きな方もいた。
- 幌延のほか、六ヶ所村の施設なども、多くの町民の方に視察してもらいたい。
- 近々、会員3人が率先して作った少人数グループにて、六ヶ所村を訪問し、地元の方々と意見交換を行うことになっている。
(7月26日～27日で六ヶ所村を訪問し、意見交換を実施済みです。)
- 少人数グループによる視察などの活動を、高校生など若い層の人たちにも広めたらいいと思う。
- 地層処分は依然として関心が低く、選挙などでも話題にあがらない。関心を持ってもらうためにも、問題意識が高いと思われる原発立地地域の方と意見交換をやってみたら、広がりができるのではないかと。



いただいたご意見やご質問は、NUMO寿都交流センターに掲示してあります。
(NUMOホームページでもご覧いただけます。)

「対話の場」における配付資料や映像などは、NUMOホームページおよびNUMO寿都交流センターでご覧いただけます。また、記録したDVDもご用意しますので、ご希望の方はお気軽に、寿都町対話の場事務局（NUMO寿都交流センター）までお問い合わせください。



原子力発電環境整備機構(NUMO)
<https://www.numo.or.jp>

NUMOホームページはこちら

NUMO

検索

■NUMO トップページから、以下の順にクリックしてください。

「文献調査の状況」→「文献調査実施中の地域」→「寿都町」→

「これまでの経緯」→「2022年7月21日 対話の場(第11回)を開催」

お問い合わせ先：原子力発電環境整備機構 NUMO寿都交流センター E-mail：suttu@numo.or.jp

〒048-0401 寿都町字新栄町113-1 (TEL)0136-75-7576 (FAX)050-3512-1728

(開館時間：平日10時～17時)

寿都町のみなさまへ

2022年10月
寿都町対話の場 通信vol.12

第12回「寿都町対話の場」開催（9月21日）

最終処分地の建設が進むフィンランド（エウラヨキ町）のこれまでの歩みと現状についてお話を伺いました。



（説明者）フィンランド エウラヨキ町
ヴェサ=ラカニエミ町長

＜職歴＞ラウマ市のメリ小中学校校長
ラウマ市の教育部長
2017年より現職



“エウラヨキ町”ってどんなところ？

- 人口 9,354人
- 産業 労働者の53%が工業、41%がサービス業、6%が農業に従事
- 原子力産業（原子力発電と共に歩んできた町）
 - ・1978年に原子力発電所1号機が稼働。現在は、2基が稼働し、3号機が建設中
 - ・使用済燃料の中間貯蔵施設、低・中レベル放射性廃棄物の処分場がある
 - ・現在、使用済燃料の最終処分場が建設中（2024年～2025年の操業予定）

＜お話のポイント＞

□ 処分場に選定される前の町の状況

- ・約6割の町民が最終処分に賛成（1999年）

□ 町にとって重要なこと

- ・安全の確保が最も重要
- ・処分地選定(2000年当時)や操業に進む際に、選択権を保有
- ・事業者などから独立した規制機関が、責任をもって安全性を検証
- ・放射性廃棄物は自分たちで処分しなければならないという責任感

□ なぜ町が選ばれたのか

- ・長年にわたり、安全に稼働している原子力発電所が存在
- ・町民の多くが最終処分を支持

□ なぜ町は受け入れたのか

- ・原子力発電所が近接しており、町民が原子力事業に馴染み、その恩恵を受けてきた
- ・町と事業者間で活発かつオープンな対話が続けられたことにより、信頼関係が構築
- ・町議会の投票結果は、20対7で賛成多数（2000年）

□ 町にとってのメリット

- ・固定資産税などの安定した収入により、長期的なインフラ計画などの策定が可能に
- ・新たな雇用が生まれ、町民の多くが原子力産業に関わる仕事に従事



地上施設の建物の例



<質疑応答>

■日本では、地層処分に対して不安を感じさせるような報道があるが、フィンランドではどうか？

⇒長年にわたる事業者とメディアによる円滑なコミュニケーションにより、良好な関係が維持され、公平な報道がなされている。

■フィンランドでは全国的に最終処分の議論が行われているのか？

⇒町には、原子力事業を自分事として捉えている町民が多くいるが、原子力発電所のない地域では、距離が遠いこともあり、そこまで至っていない。

■寿都町は漁業の町だが、漁師や水産加工業の状況を教えてほしい？

⇒漁師は5～6人と少ない。養殖業を営む水産加工会社がひとつあるが、漁業より農業のほうが多い。農業は、穀物やじゃがいもなどを栽培する農家が多く、フィンランドにおける典型的な地方自治体である。

■日本は火山・地震が多い国。日本は地層処分には適していないという専門家もいるが、どうお考えか？

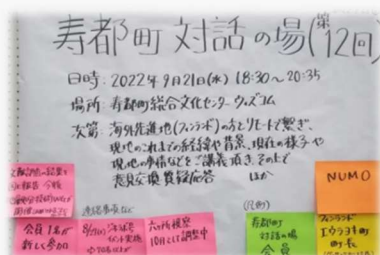
⇒専門家の方々の認識として、地震・火山の影響が及ばない場所があれば、地層処分は可能なのではないかと。

■最終処分場に選定される前と建設が進んでいる現在とでは、賛成の割合はどのように変化しているか？

⇒具体的な数値はないが、選定される前の状況と変わっていない。町民は、40年以上、原子力と付き合ってきたこともあり、強い感情をもって反対・賛成するといった現況でもなく、地層処分場を受け入れている。



第12回対話の場の様子



いただいたご意見やご質問は、NUMO寿都交流センターに掲示してあります。
(NUMOホームページでもご覧いただけます。)

「対話の場」における配付資料や映像などは、NUMOホームページおよびNUMO寿都交流センターでご覧いただけます。また、記録したDVDもご用意しますので、ご希望の方はお気軽に、寿都町対話の場事務局（NUMO寿都交流センター）までお問い合わせください。



原子力発電環境整備機構(NUMO)
<https://www.numo.or.jp>

NUMOホームページはこちら

NUMO

検索

■NUMO トップページから、以下の順にクリックしてください。

「文献調査の状況」→「文献調査実施中の地域」→「寿都町」→

「これまでの経緯」→「2022年9月21日 対話の場(第12回)を開催」

お問い合わせ先：原子力発電環境整備機構 NUMO寿都交流センター E-mail : suttsu@numo.or.jp

〒048-0401 寿都町字新栄町113-1 (TEL)0136-75-7576 (FAX)050-3512-1728

(開館時間：平日10時～17時)

「寿都町対話の場」について（第13～16回）

- (1) 「将来のまちのあり姿」をテーマにした自由討論
- (2) 文献調査の進捗状況

(1) 「将来のまちのあり姿」をテーマに、自由討論が行われました

これまで4回にわたり、会員同士によるグループ討論が行われてきました。

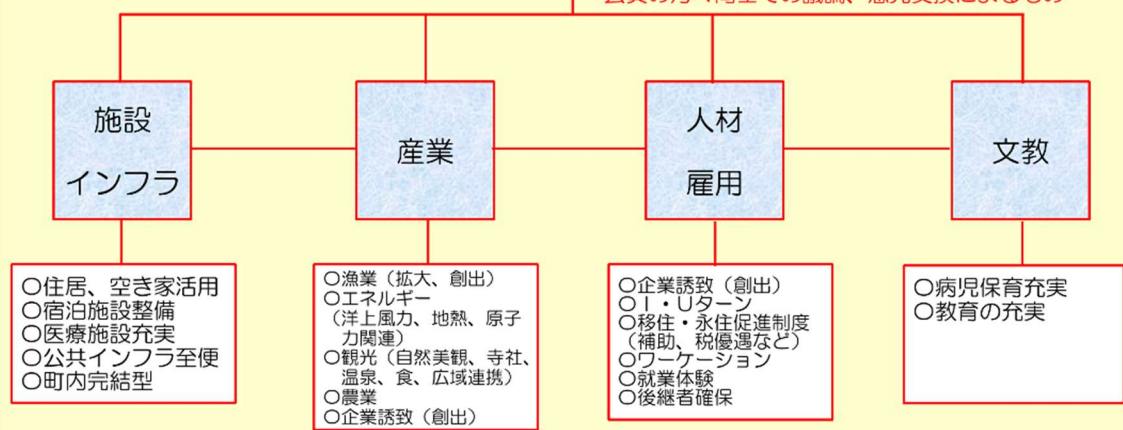


以下は、「将来のまちのあり姿」について、会員から出されたご意見（ビジョン）を取りまとめたものです。

将来のまちのあり姿 ≠ 地域振興策

すべてにおいて、バランスの良いまち

町、事業者の提案・主導・関与によるものではなく、
会員の方々同士での議論、意見交換によるもの



<会員からのご意見>

- こうした話しあいは、非常にいい機会であった。この機会を自分事として捉え、幅広く、且つ、深掘りするような話しあいを継続してはどうか。
- 町内には色々な職業の方がいるので、それぞれの得意分野で力を発揮し、アイデアや意見をいただけてはどうか。
- 若者や母親など、色々な立場の人が話しあいの輪に入れるような機会があってもいいのではないか。

「対話の場」だけの議論で終わりにするのではなく、「町内全体で議論することが重要である」との認識に至りました。

(2) 文献調査の進捗状況について

■NUMOから、これまで数回にわたり、以下の説明が行われてきました。

- ①「収集した文献・データ」に関する有識者のご意見について
- ②国の審議会において審議されている評価の考え方（評価基準など）とそれに沿った寿都町の検討例について

<評価基準などの項目は以下のとおりです>

- 断層等
- マグマの貫入と噴出
- 侵食
- 第四紀の未固結堆積物
- 鉱物資源
- 地熱資源
- 地下の状況のとりまとめ
- 地質環境特性の検討



第16回対話の場の様子

■上記の説明を受け、会員同士で、「疑問点や関心事」「どうしたら町民にわかりやすく伝えることができるのか」など、議論が行われてきました。

<会員からのご意見>

- ・適地、不適地が一目でわかるような地図など、わかりやすい資料を作成してほしい。
- ・どのような判断基準で判別されるのか。
- ・不適となった場合の理由、根拠とはどういったものか。
- ・中立的立場の方が説明すると、わかりやすいし、説得力があると思う。
- ・文献調査で不明な点は、概要調査（ボーリング調査など）を行うべき。

※なお、調査完了後、町のみなさまに、調査の結果についてご説明する予定です。

「対話の場」における配付資料や映像などは、NUMOホームページおよびNUMO寿都交流センターでご覧いただけます。また、記録したDVDもご用意しますので、ご希望の方はお気軽に、寿都町対話の場事務局（NUMO寿都交流センター）までお問い合わせください。



原子力発電環境整備機構(NUMO)
<https://www.numo.or.jp>

NUMOホームページはこちら

NUMO

検索

■NUMO トップページから、以下の順にクリックしてください。

「文献調査の状況」 → 「文献調査中の地域」 → 「北海道寿都町」
→ 「対話の場」 → 「2023年5月9日 第16回」 → 「開催通知」

お問い合わせ先：原子力発電環境整備機構 NUMO寿都交流センター E-mail: suttu@numo.or.jp

〒048-0401 寿都町字新栄町113-1 (TEL)0136-75-7576 (FAX)050-3512-1728

(開館時間：平日10時～17時)

寿都町のみなさまへ

2023年10月
寿都町対話の場 通信vol.14

第17回「寿都町対話の場」開催（9月5日）

■文献調査の評価の考え方について、NUMOよりご説明し、
会員のみなさまからのご意見・ご質問に対して、回答しました。

現在、寿都町では安全な地層処分が可能かどうかを評価する調査として、地域独自の文献・データを収集して、活断層や火山がないかなどを詳しく調べる「文献調査」を実施しています。

この「文献調査」を進める上での基準となるのが、以下の3つの考え方になります。

1. 最終処分法で定められた要件に照らした評価

- 活断層や火山などについて調べ、著しい影響を受ける場所を避けます。

2. 技術的観点からの検討

- 地下の状況について整理し、どの地層がより好ましいかなどを検討します。

3. 経済社会的観点からの検討

- 処分場の選定や選定のための調査を行う際の、法律などによる土地の利用制限や、考慮すべき点について整理します。
- 具体的には、国土利用計画法に基づき、国立公園に指定されているかなどの調査を実施します。

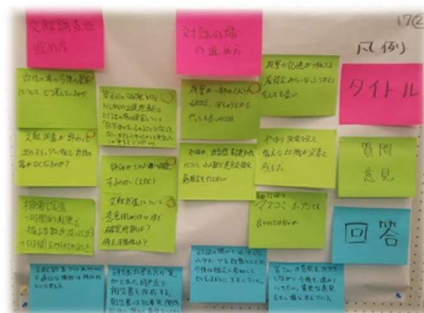
※上記1及び2について、第14～16回対話の場にてご説明しました。
3については、今回第17回対話の場にてご説明しました。



第17回「対話の場」の様子

会員からのご意見・ご質問 ~抜粋~

- 説明が難しい。対話の場に参加していない町民にもわかる資料が必要。
⇒わかりやすい表現や資料作りに配慮したいと考えています。
- 文献調査が終了し、次のステップへ行くと対話の場がなくなるのか？
⇒皆様のご意見をお聞きしながら、今後も続けていきたいと考えています。
- 土地の利用制限については、寿都では縛りが無いということで良いのか？
⇒現段階では、明らかに除外すべき区域はありません。
- ガラス固化体を埋めた後の土地はどう利用するのか？
⇒今後の事業の進展に応じて、関係自治体等と協議していきます。
- (地層処分場建設の) 地点には、住宅地を避けるなど配慮するのか？
⇒国土利用計画法に基づいた中で、環境に配慮して対応します。



いただいたご意見やご質問は、NUMO寿都交流センターに掲示してあります。
(NUMOホームページでもご覧いただけます。)

「対話の場」における配付資料や映像などは、NUMOホームページおよびNUMO寿都交流センターでご覧いただけます。また、記録したDVDもご用意しますので、ご希望の方はお気軽に、寿都町対話の場事務局（NUMO寿都交流センター）までお問い合わせください。



原子力発電環境整備機構(NUMO)
<https://www.numo.or.jp>

NUMOホームページはこちら

NUMO

検索

■NUMO トップページから、以下の順にクリックしてください。
「地層処分について」→「調査の状況と対話の記録」→「北海道寿都町」→
「対話の場」→「2023年9月5日 第17回」

お問い合わせ先：原子力発電環境整備機構 NUMO寿都交流センター E-mail : suttu@numo.or.jp
〒048-0401 寿都町字新栄町113-1 (TEL)0136-75-7576 (FAX)050-3512-1728
(開館時間：平日10時～17時)