

北海道古宇郡神恵内村
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）北海道古宇郡神恵内村文献調査報告書

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	3
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	4
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 野塚層	6
3.1.2 積丹岳安山岩および熊追山安山岩	6
3.1.3 段丘堆積物および崖錐・地すべり堆積物	6
3.1.4 沖積堆積物	7
3.2 海域	9
3.2.1 海上保安庁水路部（1979）での地層区分	9
3.2.2 北海道電力（2015a, 2016a）での地層区分	9
3.2.3 岡村・佐藤（2023）での地層区分	10
3.3 該当する地層の抽出	12
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	13
4.1 地質図・地質データ	13
4.1.1 第四紀の地層	13
4.1.2 野塚層	14
4.1.3 段丘堆積物および崖錐・地すべり堆積物	16
4.1.4 沖積堆積物	16
4.2 ボーリングデータ	17
4.3 物理探査データ	19
4.3.1 海上保安庁水路部（1979）の海底地質図	19
4.3.2 北海道電力（2015a, 2016b, 2017）の海上音波探査データ	19
4.3.3 岡村・佐藤（2023）の海底地質図	19
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.....	7
図 3.2-1	文献調査対象地区および周辺海域海底地質図.....	11
図 4.1-1	第四紀の地層の層厚.....	14
図 4.1-2	山岸・石井（1979）における野塚層の分布状況.....	15
図 4.1-3	北海道電力（2016b）における野塚層の分布状況.....	16
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	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	20
図 4.3-2	北海道電力（2017）における海上音波探査地質断面図（測線 f'）	21
図 4.3-3	岡村・佐藤（2023）における海底地質断面図（Q-R 断面）	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.....	8
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.....	12
表 4.2-1	地下 300 m 以深まで達しているボーリング情報.....	18
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「北海道古宇郡神恵内村 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¹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。また、「考慮事項」では第四紀²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

文献調査計画書では、「未固結堆積物」の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「古平（附 幌武意）」および説明書「古平および幌武意」（根本ほか，1955）
- ・ 5万分の1地質図幅および説明書「茅沼」（斎藤ほか，1952）
- ・ 5万分の1地質図幅および説明書「余別および積丹岬」（山岸・石井，1979）
- ・ 5万分の1地質図幅および説明書「神恵内」（山岸，1980）
- ・ 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^Aを避ける。

（ア） 第四紀の地層であり、

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、地層処分技術 WG という。）（2017）。

² 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。

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。

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³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。

³ 本調査では地下 300 m 以深の場所とする。

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。

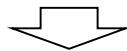
収集に当たっては、「文献調査段階の評価の考え方」で示された文献・データの収集の考え方に従い、文献調査計画書に示した主要な文献・データに加え、公的研究機関が公表している文献・データを収集し、また、学術雑誌に公表されている論文を収集するため、文献データベースで検索を行い収集する。第四紀の未固結堆積物に関する本調査での調査・評価の手順を図 1.3-1 に示す。

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」)

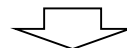
確認に用いる文献・データ	確認に用いる情報
地質図・地質データ	地層の性状、形成年代、分布
ボーリングデータ（柱状図等）	地層の性状、物性
物理探査データ	推定される地層の性状、形成年代

第2章 文献・データの収集・情報の抽出



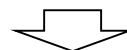
第3章 第四紀（基準（ア））の未固結堆積物（基準（イ））に該当する地層の抽出 (確認に用いる文献・データおよび情報)

- ・ 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神恵内村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、神恵内村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）。

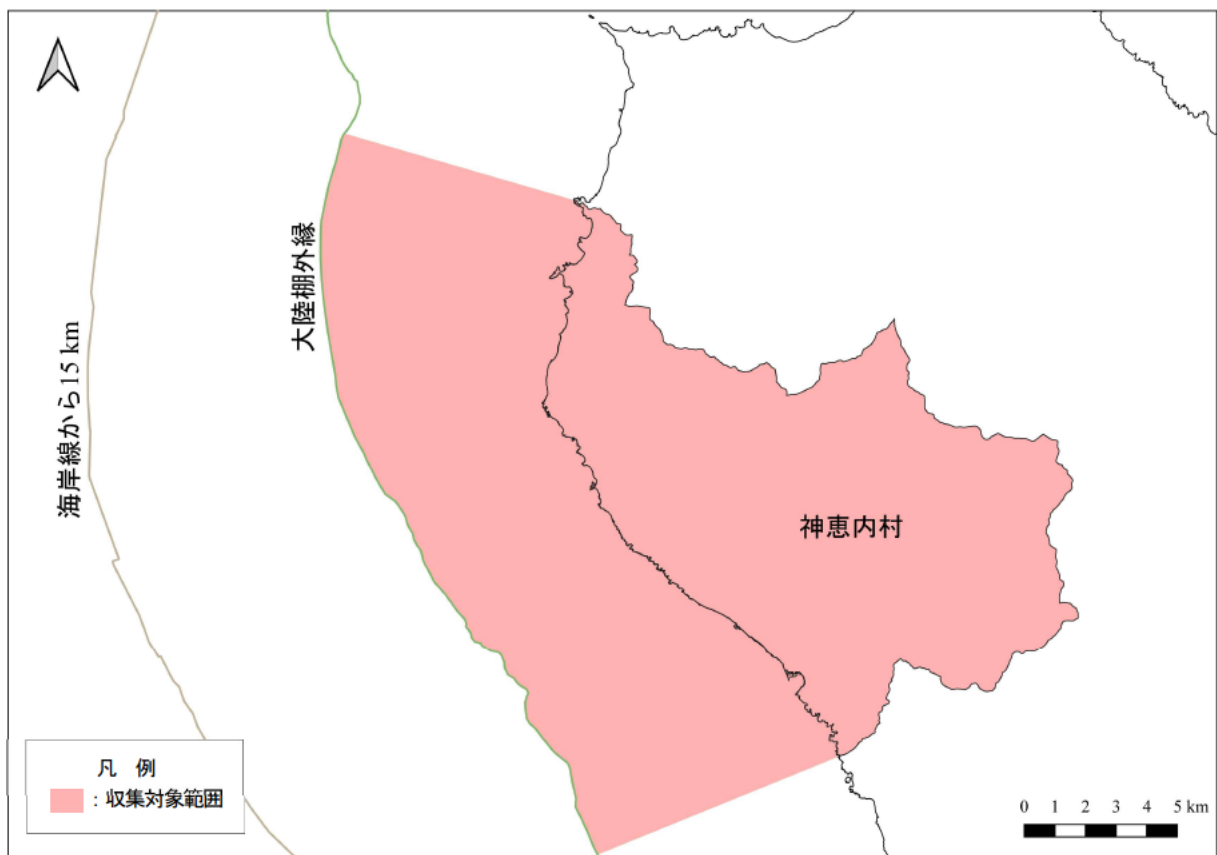


図 2.1-1 収集対象範囲

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、神恵内村行政界は「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、根本ほか(1955)、山岸・石井(1979)、山岸(1980)、通商産業省資源エネルギー庁(1985)、広田ほか(1985)、石田ほか(1991)、海上保安庁水路部(1979)、北海道電力(2015a)、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、積丹岳安山岩が積丹岳、ポンネアンチシ山から大森山に至る南北方向の稜線に沿った標高の高い所に、熊追山安山岩が熊追山を中心に南北に細長く分布し、段丘堆積物および崖錐・地すべり堆積物が海岸部、河川沿い、山腹斜面および山麓に、沖積堆積物が河川沿いに分布している。また、文献調査対象地区の北西境界部付近から北方に野塚層が分布するとしている文献・データ(山岸・石井, 1979; 広田ほか, 1985)もある。

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 野塚層

野塚層は、山岸・石井(1979)によれば粗粒砂岩を主とし、礫岩をはさむとされている。一方、広田ほか(1985)によれば本地層を鮮新統に分類し、一般に未固結ないし半固結状の中粒～粗粒砂岩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。

3.1.2 積丹岳安山岩および熊追山安山岩

積丹岳安山岩および熊追山安山岩は、通商産業省資源エネルギー庁(1985)によれば角閃石安山岩で、大森山付近のものは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、積丹岳安山岩については前期更新世、熊追山安山岩については鮮新世～前期更新世としている。

3.1.3 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、海岸線沿いおよび河川沿いに分布するとされる山岸・石井(1979)、山岸(1980)、通商産業省資源エネルギー庁(1985)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・石井(1979)、山岸(1980)による地すべり堆積物、通商産業省資源エネルギー庁(1985)による崖錐・地すべり堆積物、広田ほか(1985)による崖錐

堆積物・扇状地堆積物および北海道電力（2015a）による崖錐堆積物の一部に相当する。

本堆積物は、通商産業省資源エネルギー庁（1985）によれば、砂、礫、粘土を主とする未固結堆積物よりなるとされている。

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～後期更新世と考えられるが、完新世を含む可能性があるとしている。

3.1.4 沖積堆積物

沖積堆積物は、山岸・石井（1979）、山岸（1980）、広田ほか（1985）らによる現河床堆積物、通商産業省資源エネルギー庁（1985）、北海道電力（2015a）らによる沖積層に相当し、通商産業省資源エネルギー庁（1985）によれば、砂・礫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。

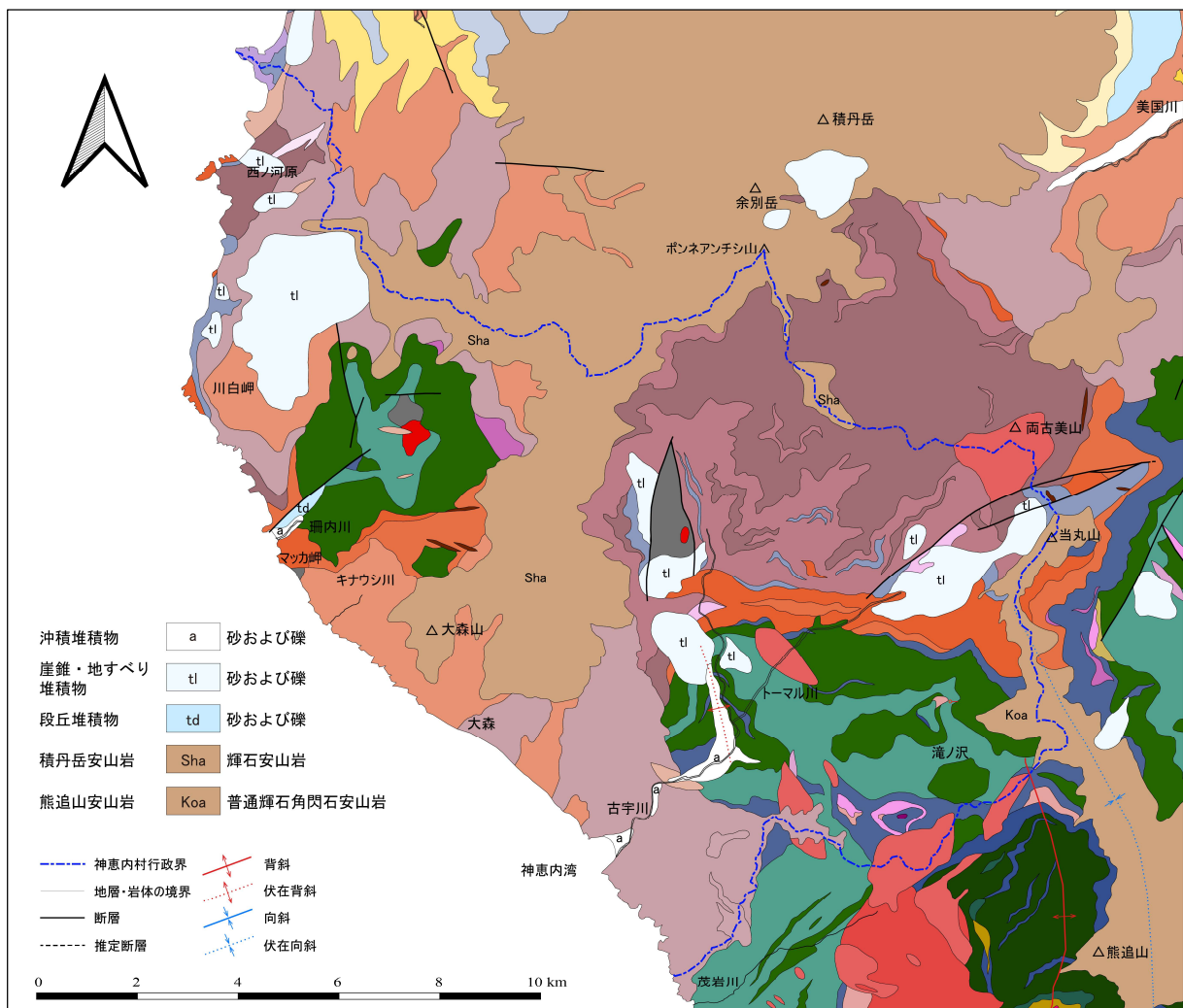
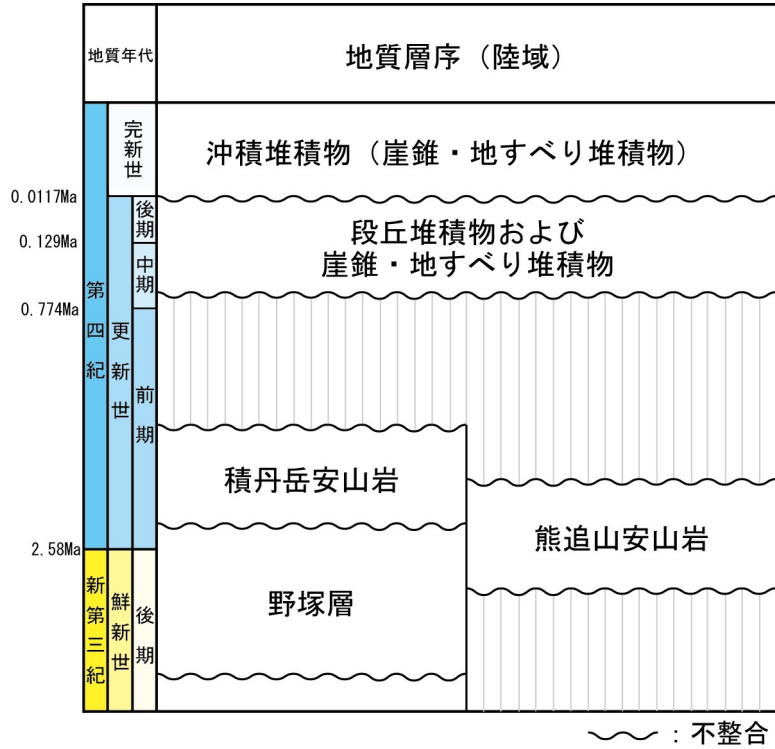


図 3.1-1 文献調査対象地区および周辺陸域地質図

説明書「地形、地質・地質構造」に示す神恵内村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抜粋し編集。地質図は通商産業省資源エネルギー庁（1985）を参照し、編集して作成。神恵内村行政界は「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」に示す神恵内村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（2015a, 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（1979）、北海道電力（2015a, 2016a）、岡村・佐藤（2023）がある。本説明書では海上保安庁水路部（1979）、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（1979）と北海道電力（2015a）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（1979）での地層区分

海上保安庁水路部（1979）では、海域の地質を上位から $I_K \sim IV_K$ 層に区分されており、第四紀の地層である $I_K \sim III_{K-a}$ 層について、以下のように記載されている。

- ・ I_K 層：細砂～中砂よりなる未固結の堆積物に対応し、沿岸よりの細砂およびその沖の中砂にあたる。
- ・ II_K 層：未固結な砂質堆積物と考えられる。
- ・ III_{K-a} 層：陸棚斜面の表層を構成し、未固結岩としたものにあたる。

海上保安庁水路部（1979）によれば、 III_{K-a} 層は鮮新世の野塚層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。

3.2.2 北海道電力（2015a, 2016a）での地層区分

北海道電力（2015a, 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。
- ・ 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。」とされている。また、北海道電力（2015a）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。

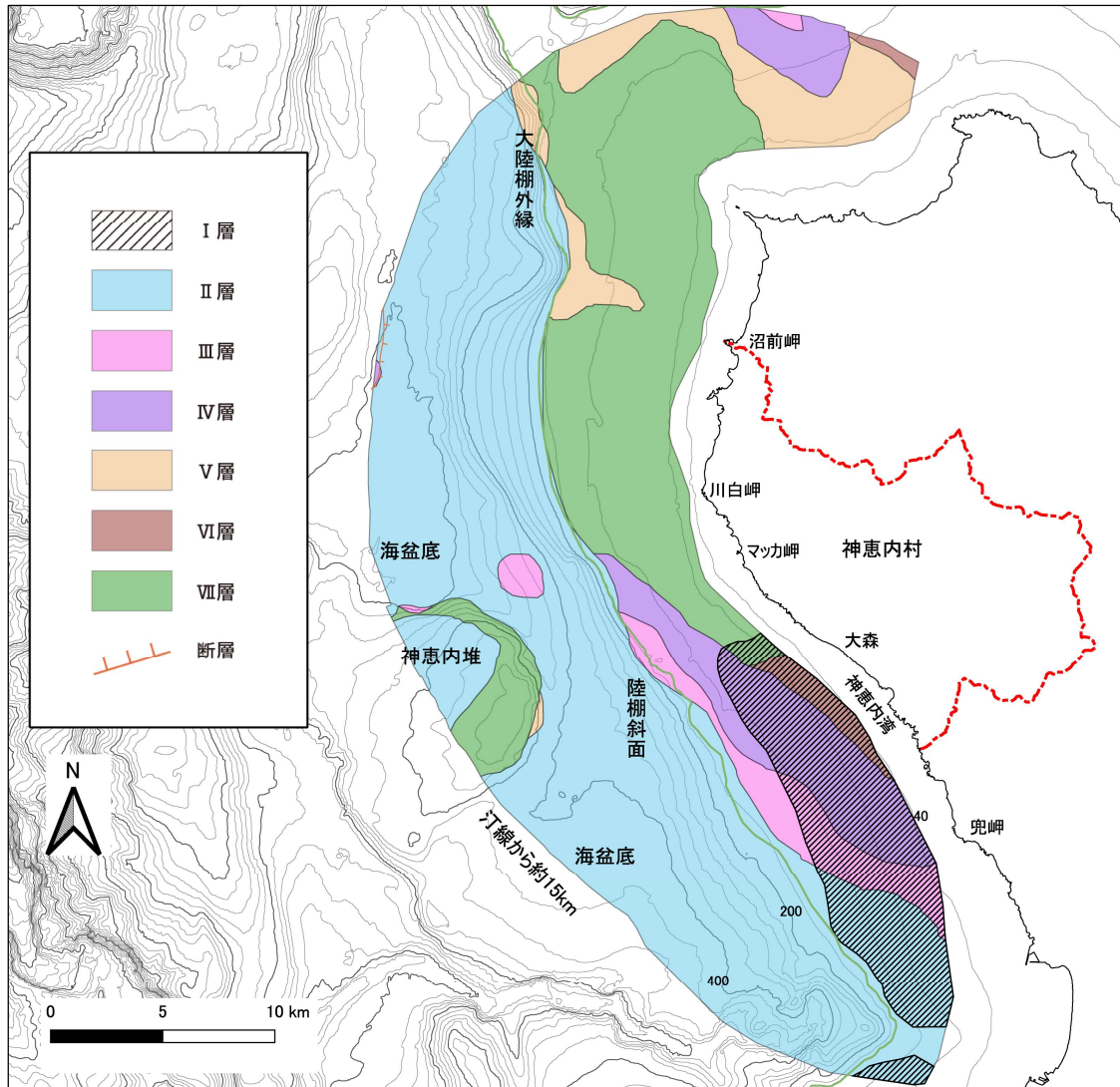


図 3.2-1 文献調査対象地区および周辺海域海底地質図

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（2015a）を参照して作成。等深線の主曲線の間隔は 40 m，計曲線の間隔は 200 m。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に、赤線で示す神恵内村行政界は「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」に示す神恵内村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（1979） 神威岬	岡村・佐藤（2023） 積丹半島付近	
				堆積岩	火山岩
0.0117Ma	I	I			
0.129Ma	II	II	I _K -a		
			I _K -b		
0.774Ma	III	III	II _K -a	Q	Vp
			II _K -b		
	IV	IV			
2.58Ma	V	V	III _K -a~d	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、陸域は野塚層、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（1979）による I_K~III_K-a 層、北海道電力（2015a, 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）、斎藤ほか（1952）、根本ほか（1955）、山岸・石井（1979）、山岸（1980）、通商産業省資源エネルギー庁（1985）、広田ほか（1985）、石田ほか（1991）、北海道電力（2015a）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1km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（1.7Ma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、文献調査対象地区の中央沿岸部付近で層厚80m程度の第四紀の地層の分布が推定されている。海域では、文献調査対象地区南部の大陸棚外縁付近で層厚140m程度の第四紀の地層の分布が推定されている。

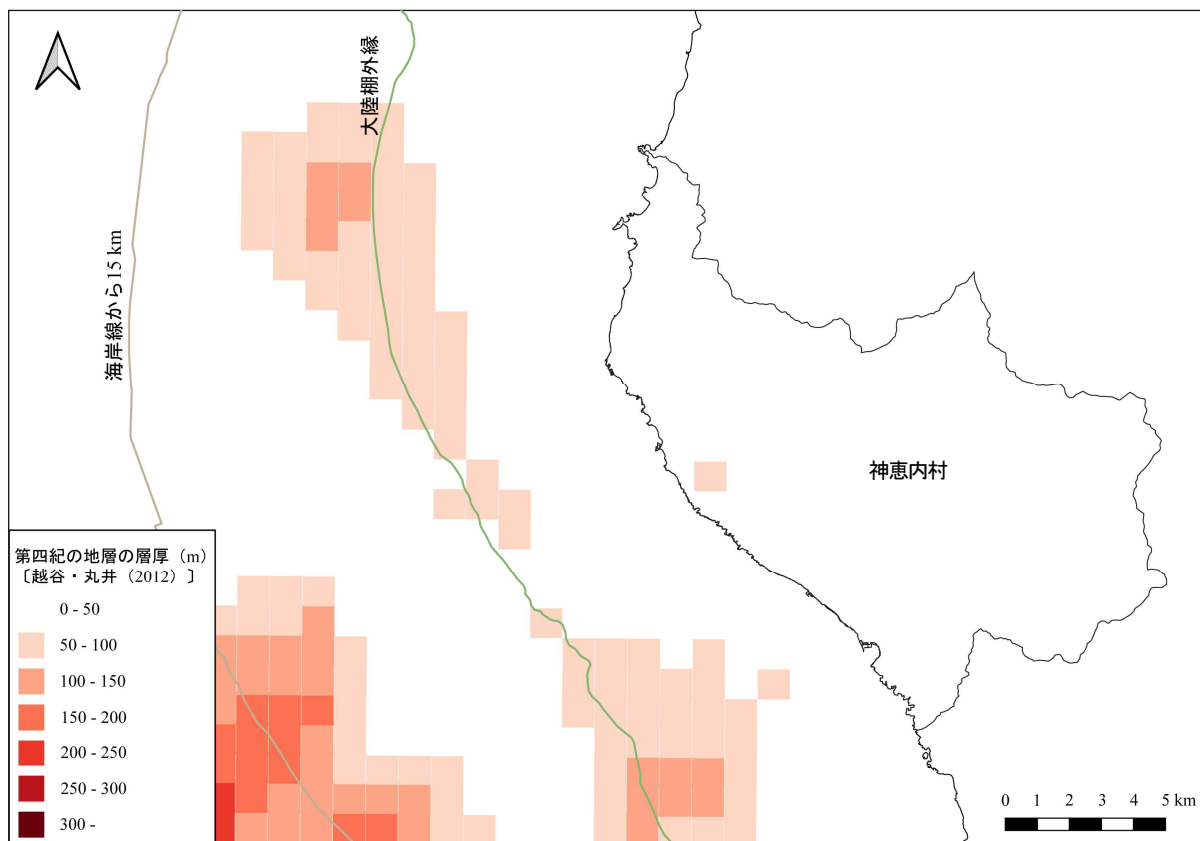


図 4.1-1 第四紀の地層の層厚

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）、神恵内村行政界は「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 野塚層

野塚層は、山岸・石井（1979）によれば、文献調査対象地区の北西境界部付近から北方に南北に細長く分布し（図 4.1-2 参照）、最大層厚は 50 m 以上（原典では 50 m+）とされている。通商産業省資源エネルギー庁（1985）、石田ほか（1991）および北海道電力（2014a, 2015a, 2016a, 2016b）では、神威岬および積丹岳北麓に分布し、文献調査対象地区には分布しないとされている（図 4.1-3 参照）。

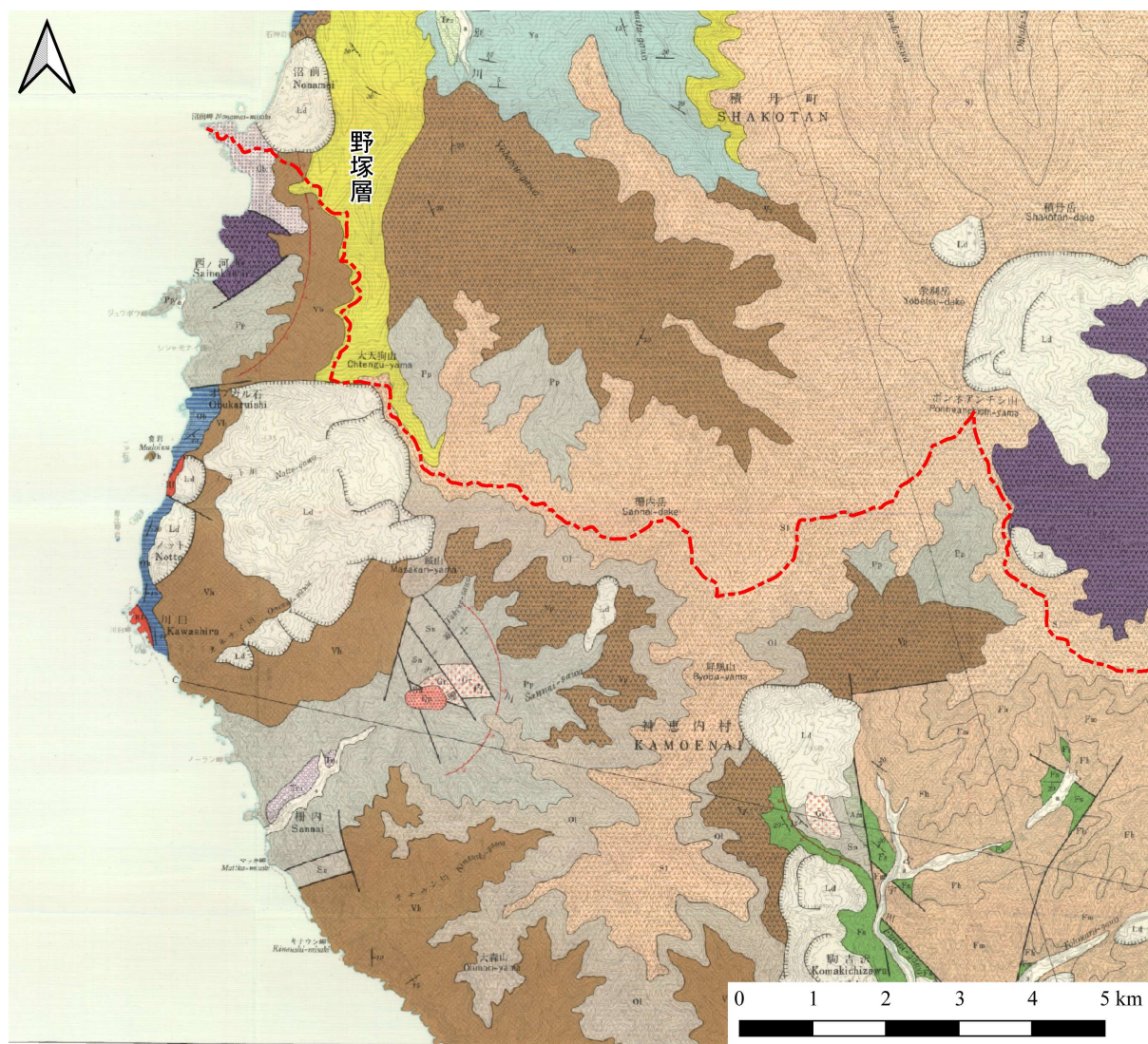


図 4.1-2 山岸・石井（1979）における野塚層の分布状況

山岸・石井（1979）にスケールおよび方位を加筆し、神恵内村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。

4.2 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、通商産業省資源エネルギー庁（1988）、国土地盤情報検索サイト「KuniJiban」、強震観測網（K-NET）観測点、北海道電力（2014b, 2016b）および Amano et al. (2018) 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酒匂ほか（1977）、二間瀬・松波（1985）、鈴木ほか編（1995）および藤本ほか編（2004）に掲載のボーリング 6 孔がある。ボーリング位置を図 4.2-1 に示す。以下に各孔のボーリング情報を記載する（表 4.2-1 参照）。

酒匂ほか（1977）に掲載されている神恵内村村有井のボーリングは、掘削深度は 570 m で、地表から 3 m までは埋立物および崖錐の礫層からなっており、沖積堆積物、段丘堆積物および崖錐・地すべり堆積物の未固結堆積物に該当すると考えられる。それ以深は集塊岩層からなる岩盤となっている。

藤本ほか編（2004）に掲載されている神恵内村 2 号井のボーリングおよび二間瀬・松波（1985）に掲載されている神恵内村 2 号泉源のボーリングは、越谷・丸井（2012）のボーリングリストにそれぞれ記載されているが、掘削年、掘削深度および地質が同じであることから、同一孔として扱う。掘削深度は 806 m で、地表部から中新世の地層からなる岩盤となっており、第四紀の未固結堆積物は確認されていない。

鈴木ほか編（1995）に掲載されている神恵内村 3 号泉源のボーリングは、掘削深度は 1,204 m で、地表部から凝灰角礫岩、シルト岩、安山岩などからなる岩盤となっており、第四紀の未固結堆積物は確認されていない。なお、同一孔である藤本ほか編（2004）の神恵内村 3 号井のボーリングは、掘削深度は 1,207 m とされているが、同様に第四紀の未固結堆積物は確認されていない。

鈴木ほか編（1995）に掲載されている神恵内村 4 号井のボーリングは、掘削深度は 1,101 m で、地表から 21 m までは第四紀の地層となっており、沖積堆積物、段丘堆積物および崖錐・地すべり堆積物の未固結堆積物に該当すると考えられる。それ以深はシルト岩、凝灰角礫岩、流紋岩などからなる岩盤となっている。なお、同一孔である藤本ほか（2004）の神恵内村 4 号井のボーリングは、同様に地表から 21 m までは第四紀の地層となっている。

藤本ほか編（2004）に掲載されている神恵内村 5 号井のボーリングは、掘削深度は 1,003 m で、地表から 18 m までは砂礫・玉石からなっており、段丘堆積物および崖錐・地すべり堆積物の未固結堆積物に該当すると考えられる。それ以深は中新世、先第三紀の地層からなる岩盤となっている。

藤本ほか編（2004）に掲載されている神恵内村 6 号井のボーリングは、掘削深度は 1,500 m で、地表部から中新世の地層からなる岩盤となっており、第四紀の未固結堆積物は確認されていない。

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。

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)
神恵内村村有井	570 ^{※1}	埋立物および崖錐の礫層 ^{※1}	3 ^{※1}
神恵内村 2 号井	806 ^{※2※3}	なし	—
神恵内村 3 号泉源	1,204 ^{※4} (1,207 ^{※2})	なし	—
神恵内村 4 号井	1,101 ^{※2※4}	砂礫 ^{※2} , 第四系 ^{※4}	21 ^{※2※4}
神恵内村 5 号井	1,003 ^{※2}	砂礫・玉石 ^{※2}	18 ^{※2}
神恵内村 6 号井	1,500 ^{※2}	なし	—

※1 酒匂ほか (1977), ※2 藤本ほか編 (2004), ※3 二間瀬・松波 (1985), ※4 鈴木ほか編 (1995)

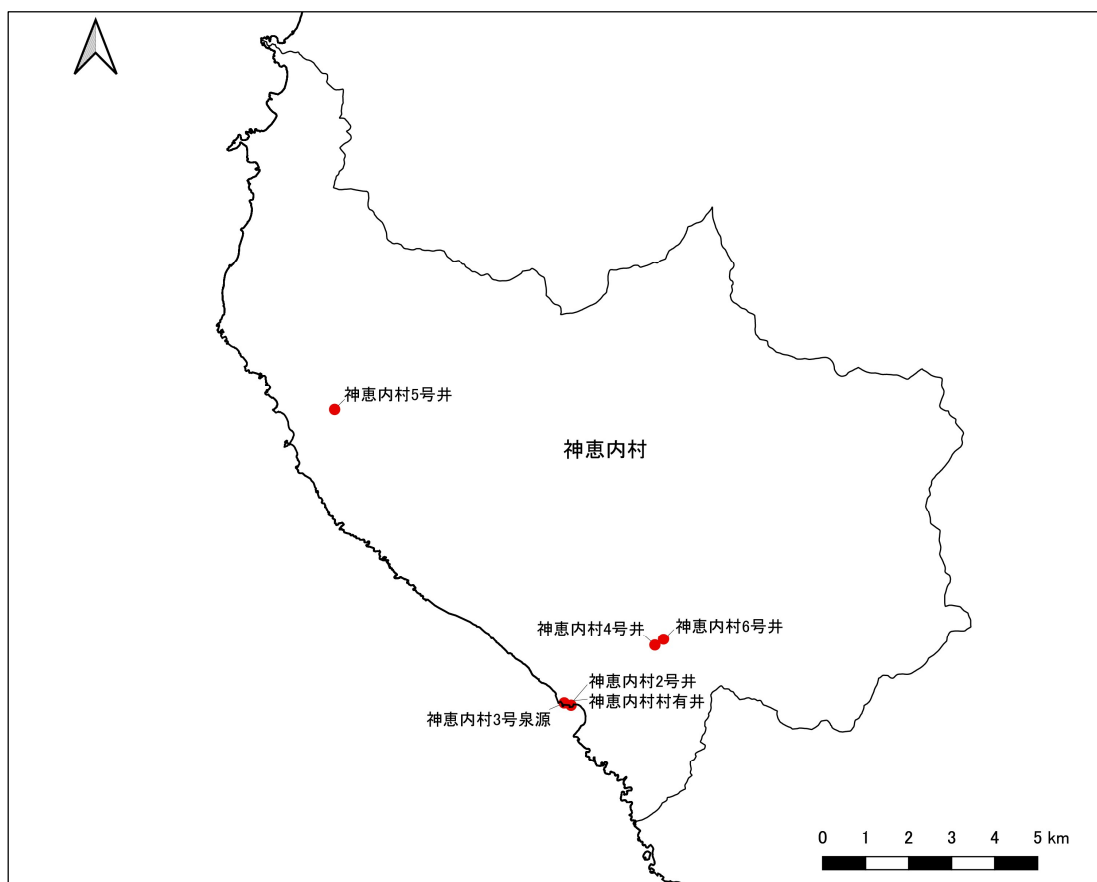


図 4.2-1 地下 300 m 以深まで達しているボーリング位置図

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、神恵内村行政界は「国土数値情報 (行政区画データ)」(国土交通省) に基づく。

4.3 物理探査データ

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（1979）および北海道電力（2015a, 2016b, 2017）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 4.3-1 に示す。

4.3.1 海上保安庁水路部（1979）の海底地質図

海上保安庁水路部（1979）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。神恵内村の前面海域における本調査での判読によると、G - H 断面では第四紀の未固結堆積物に該当する I_K 層の下面が、最大で海底下 30 m 程度の位置に認められる。

4.3.2 北海道電力（2015a, 2016b, 2017）の海上音波探査データ

北海道電力（2015a, 2016b, 2017）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。神恵内村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。なお、北東 - 南西方向の測線である測線 j', 測線 i, 測線 h', 測線 g, 測線 f', 測線 e では沖へ行くほど第四紀の未固結堆積物に該当する地層の分布は厚くなる傾向にある。

- ・ 測線 j' では、Ⅲ層の下面が最大で海底下 30 m 程度の位置に認められる。
- ・ 測線 KEM9 では、Ⅲ層の下面が最大で海底下 50 m 程度の位置に認められる。
- ・ 測線 i では、Ⅲ層の下面が最大で海底下 50 m 程度の位置に認められる。
- ・ 測線 h' では、Ⅳ層の下面が最大で海底下 100 m 程度の位置に認められる。
- ・ 測線 g では、Ⅳ層の下面が最大で海底下 225 m 程度の位置に認められる。
- ・ 測線 f' では、Ⅳ層の下面が最大で海底下 300 m 程度の位置に認められる（図 4.3-2 参照）。
- ・ 測線 e では、Ⅳ層の下面が最大で海底下 250 m 程度の位置に認められる。
- ・ 測線 1 では、Ⅳ層の下面が最大で海底下 230 m 程度の位置に認められる。なお、一部の範囲では地質断面図が示されていない。

4.3.3 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。神恵内村の前面海域における各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。

- ・ G - H 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。
- ・ Q - R 断面では、Q 層の下面が最大で海底下 300 m 程度の位置に認められる（図 4.3-3 参照）。

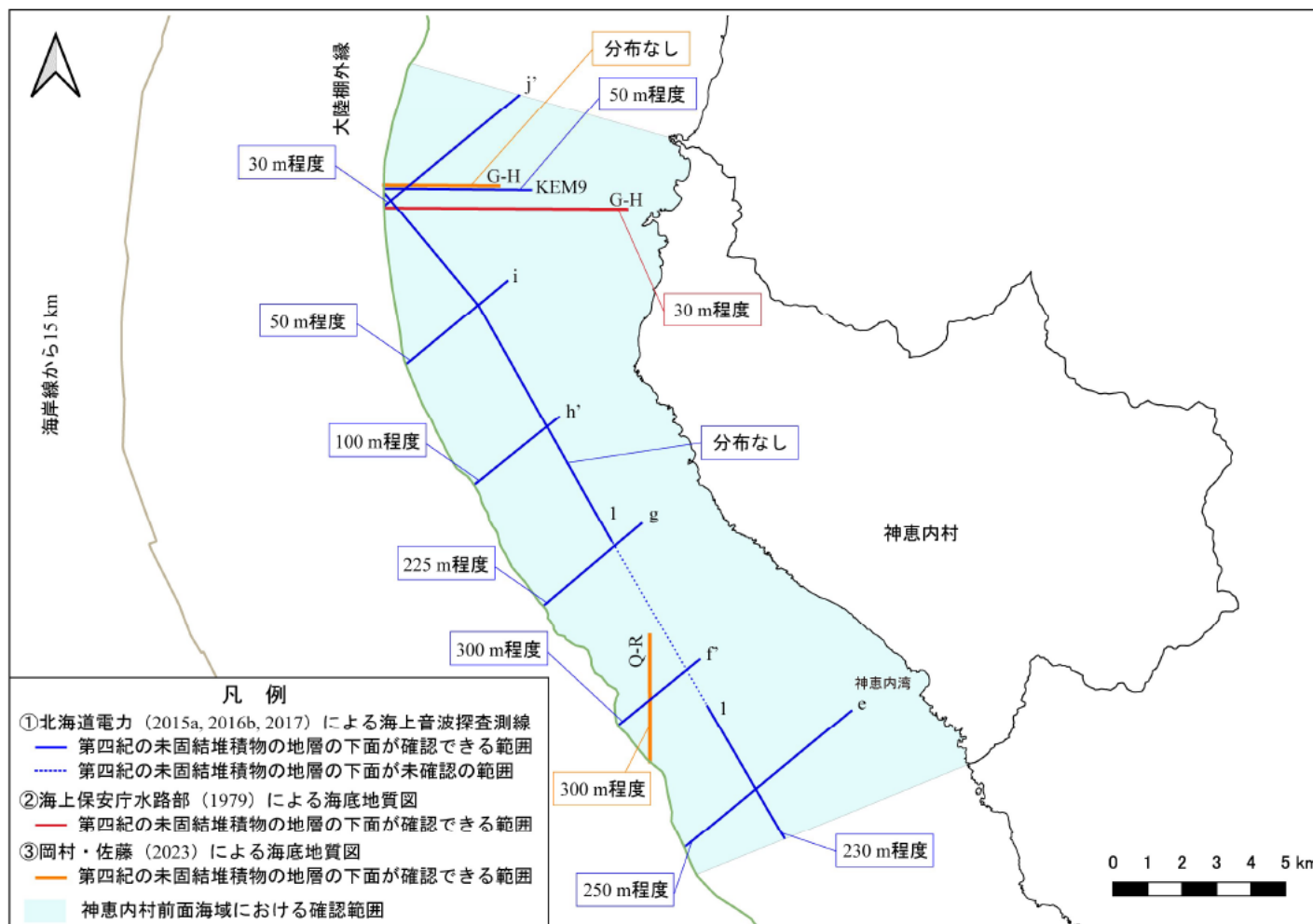


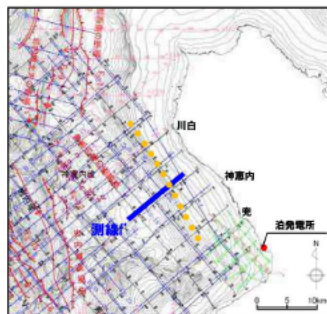
図 4.3-1 海上音波探査で確認された第四紀の未固結堆積物に該当する地層の分布状況

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（1979）、北海道電力（2015a, 2016b, 2017）、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、神恵内村行政界は「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）に基づく。

⑨測線f'

一部修正 (H26/11/28審査会合)

- 文献撓曲位置付近のII層及びIII層は、緩やかに傾斜する海底面に概ね平行に堆積し、変位・変形及び層厚変化は認められない。
- 海盆内におけるII層及びIII層は、ほぼ水平に堆積し、変位・変形及び層厚変化は認められない。
- IV層は、緩やかに傾斜するが、変位・変形及び層厚変化は認められない。
- 文献撓曲位置である水深150m付近には、大陸棚外縁から大陸斜面への傾斜変換点が認められる。



位置図

凡例

●●●●● : 活断層研究会編 (1991) による活撓曲

緩やかに傾斜するが、
変位・変形及び層厚
変化は認められない。

ほぼ水平に堆積し、変位・変形及び
層厚変化は認められない。

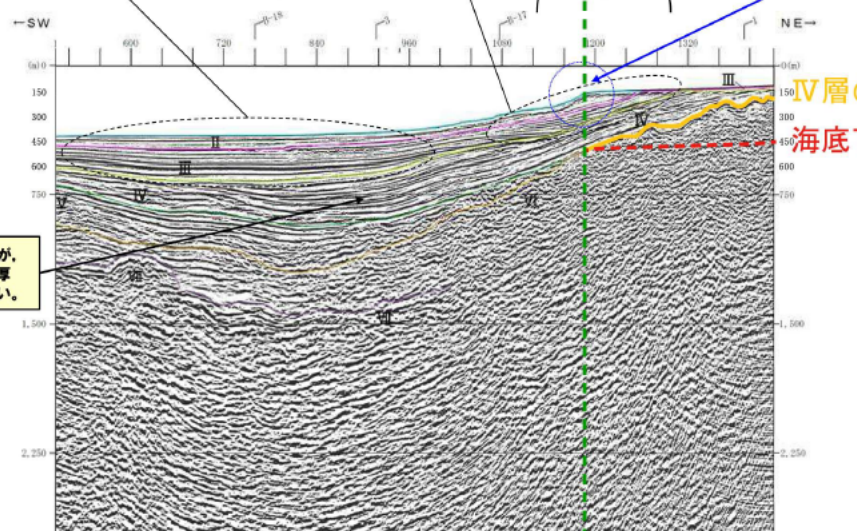
緩やかに傾斜するが、変位・変形及び
層厚変化は認められない。

大陸棚外縁

文献撓曲位置

傾斜変換点 (水深150m付近)

IV層の下面
海底下300m



音源: エアガン

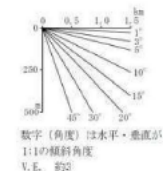
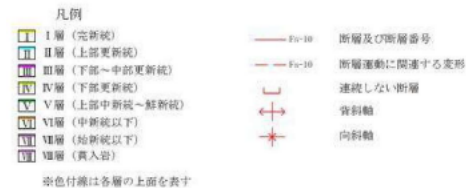


図 4.3-2 北海道電力 (2017) における海上音波探査地質断面図 (測線f')

北海道電力 (2017) に図 4.3-1 に示す大陸棚外縁位置を緑破線、海底下300mの位置を赤破線、IV層の下面を橙線で加筆。

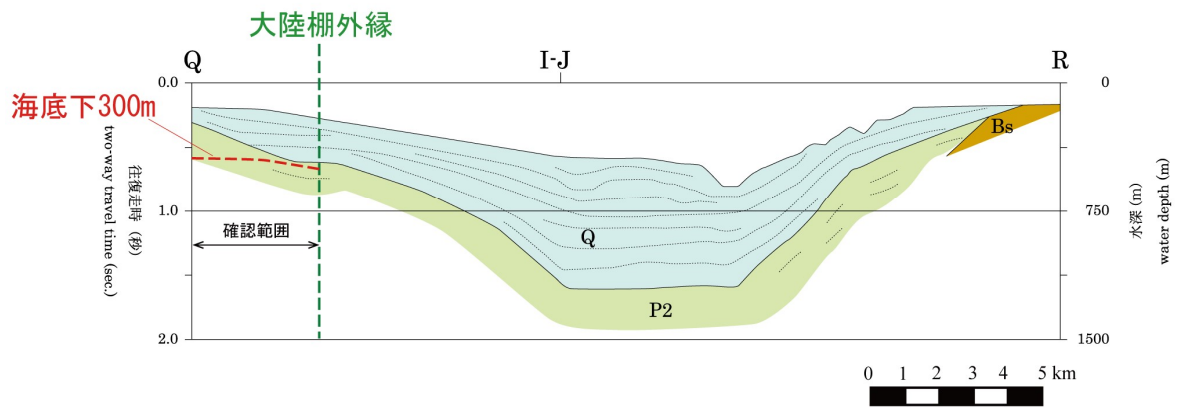


図 4.3-3 岡村・佐藤（2023）における海底地質断面図（Q-R 断面）

岡村・佐藤（2023）に図 4.3-1 に示す大陸棚外縁位置を緑破線，海底下 300 m の位置を赤破線，横スケール縮尺を加筆。

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、最終処分を行おうとする地層である地下 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。

海域では、北海道電力（2017）による海上音波探査の地質断面図（測線 f'）において、本調査での判読により大陸棚外縁付近でⅣ層の下面が海底下 300 m 程度の位置に認められるが、それ以深に分布することは読み取れない。また、岡村・佐藤（2023）による海底地質図の断面図（Q-R 断面）において、本調査での判読により Q 層の下面が海底下 300 m 程度の位置に認められるが、それ以深に分布することは読み取れない。以上より、神恵内湾西方の大陸棚外縁付近では、第四紀の未固結堆積物が海底下 300 m 以深に分布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、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	
	野塚層	地下 300 m 以深に分布している情報なし	
海域	海上保安庁水路部（1979） ：Ⅰ _K ～Ⅲ _{K-a} 層 北海道電力（2015a, 2016a） ：Ⅰ～Ⅳ層 岡村・佐藤（2023）：Q 層	神恵内湾西方の大陸棚外縁付近において海底下 300 m 程度の位置に分布が認められる情報あり （北海道電力（2017）の測線 f'におけるⅣ層の下面。 岡村・佐藤（2023）の Q-R 断面における Q 層の下面。）	

5.2 概要調査に向けた考え方

概要調査以降の調査を実施する場合には、海域の神恵内湾西方の大陸棚外縁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

- 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.
- 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.
- 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.
- 原子力発電環境整備機構 (2020) 北海道古宇郡神恵内村 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「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.
- 北海道電力 (2014a) 第 166 回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合 (2014 年 11 月 28 日開催) .
- 北海道電力 (2014b) 第 72 回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合 (2014 年 1 月 24 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 263 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 8 月 21 日開催) .
- 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 394 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 8 月 26 日開催) .
- 北海道電力 (2017) 第 491 回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合 (2017 年 7 月 28 日開催) .
- 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 (1979) 沿岸の海の基本図 (5 万分の 1) 神威岬, 海図, 第 6324 号³.
- 鹿野和彦, 加藤慎一, 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。
- 根本忠寛，対馬坤六，上島 宏（1955）5 万分の 1 地質図幅「古平（附 幌武意）」及び説明書「古平および幌武意」，5 万分の 1 地質図，札幌-第 9,2 号，北海道開発庁。
- 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。
- 斎藤正次，上村不二雄，大沢 稔（1952）5 万分の 1 地質図幅「茅沼」及び説明書，5 万分の 1 地質図，札幌-第 18 号，北海道開発庁。
- 酒匂純俊，和気 徹，早川福利，二間瀬 洸，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：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。
- 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）地層処分に關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。
- 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。
- 通商産業省資源エネルギー庁（1985）昭和 59 年度 広域調査報告書 積丹地域。
- 通商産業省資源エネルギー庁（1988）昭和 62 年度 広域地質構造調査報告書 積丹地域。
- 山岸宏光，石井正之（1979）5 万分の 1 地質図幅「余別および積丹岬」及び説明書，5 万分の 1 地質図，札幌-第 8,1 号，北海道立地下資源調査所。
- 山岸宏光（1980）5 万分の 1 地質図幅「神恵内」及び説明書，5 万分の 1 地質図，札幌-第 17 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

北海道古宇郡神恵内村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 75 件であった。

A

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.

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_kozo/, 2022 年 5 月 24 日閲覧。

F

藤本和徳, 竹林 勇, 鈴木豊重 (1979) 神恵内村温泉試すい調査報告, 地下資源調査所報告, 51, pp. 63–72.

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 洸, 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

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。

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。

I

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 (1979) 沿岸の海の基本図 (5 万分の 1) 神威岬, 海図, 第 6324 号³。

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。

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.

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, 神谷真一郎 (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/, 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

成田英吉, 岡部賢二, 河野純一(1965) 北海道積丹半島の
地質と鉱床(Ⅰ), 岩石鉱物鉱床学会誌, 54, 5, pp. 151-
161。
根本忠寛(1942) 余別岳圖幅説明書, 北海道工業試験場地
質調査報告, 7。
根本忠寛, 対馬坤六, 上島 宏(1955) 5万分の1地質図
幅「古平(附 幌武意)」及び説明書「古平および幌武意」,
5万分の1地質図, 札幌-第9, 2号, 北海道開発庁。
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。

O

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。

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。
斎藤正次, 上村不二雄, 大沢 穠(1952) 5万分の1地質
図幅「茅沼」及び説明書, 5万分の1地質図, 札幌-第18
号, 北海道開発庁。
斎藤昌之(1966) 特殊地帯地下資源開発調査報告 積丹半島
地域調査統括 北海道開発計画調査 地下資源開発計画調
査, 北海道開発庁。
斎藤昌之, 松下 亘(1968) 特定鉱床開発促進調査 積丹半

島地域, 北海道開発計画調査 鉱業開発計画調査, 北海道
開発庁。
酒匂純俊, 和気 徹, 早川福利, 二間瀬 洸, 横山英二,
松波武雄, 齊藤尚志, 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: 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
ver.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/s
eamless/v2.html](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/>, 202
3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/>, 20
23年9月25日閲覧。
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

田近 淳, 岡村俊邦(2010) 大規模地すべり地形の発達: 積
丹半島沼前地すべりの例, 日本地すべり学会誌, 47, 2,
pp. 91-97。
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。
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(1985) 昭和59年度 広域調
査報告書 積丹地域。
通商産業省資源エネルギー庁(1986) 昭和60年度 広域調

査報告書 積丹地域.
通商産業省資源エネルギー庁(1988) 昭和 62 年度 広域地
質構造調査報告書 積丹地域.
通商産業省資源エネルギー庁(2000) 平成 11 年度 広域地
質構造調査報告書 北海道南部地域.

W

渡部真人, 赤松守雄, 山田悟郎(1990) 北海道南部の日本
海岸に分布する海成段丘面の対比とそれに伴う第四系の
層序, および積丹半島の第四紀における構造地質学的性
格, 北海道開拓記念館調査報告, 29, pp. 147-159.
渡辺 寧, 渡辺真人(1992) K-Ar 年代および珪藻化石群集
に基づく西南北海道北部の火山碎屑岩類の層序と年代,
地球科学, 46, 2, pp. 143-152.

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.
山岸宏光, 石井正之(1979) 5 万分の 1 地質図幅「余別お
よび積丹岬」及び説明書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 8,
1 号, 北海道立地下資源調査所.
山岸宏光, 積丹団研グループ(1979) 積丹半島西南部の地
質と火成活動—とくに, 層序とハイアロクラスタイトに
ついて—, 地質学論集, 16, pp. 195-212.
山岸宏光(1980) 5 万分の 1 地質図幅「神恵内」及び説明
書, 5 万分の 1 地質図, 札幌-第 17 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.