

泊発電所

火山影響評価のうち立地評価について

令和4年12月5日
北海道電力株式会社

○令和3年10月14日審査会合の指摘事項を以下に示す。

指摘時期	No	指摘事項	説明時期
令和3年10月14日 審査会合	1	地理的領域内にある第四紀火山(34火山)の活動履歴に関する最新の知見について、網羅的に反映させること。 また、巨大噴火に関連する知見についても、網羅的に反映させること。	今回説明
	2	原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出していない火山(21火山)の評価結果を本編資料に記載すること。	
	3	敷地からニセコ・雷電火山群までの距離をニセコアンヌプリまでの距離としている考え方を示すこと。	
	4	火山性地震及び地殻変動に関するデータについては、至近のデータを追加する等、適切な期間で整理すること。	
	5	地下構造に関する調査は手法ごとに特長が異なることから、洞爺カルデラ及び支笏カルデラの地下構造については、地震波速度構造だけではなく、重力構造、比抵抗構造等の知見も踏まえて、総合的に評価すること。	
	6	原子力発電所の運用期間中における活動可能性が十分小さいと判断できない火山(13火山)について、設計対応不可能な火山事象の到達距離及び分布範囲を個別に示すこと。	
	7	ニセコ・雷電火山群の地震波速度構造に関する検討について、溶岩流に関する個別評価のみに用いているような記載となっているが、本検討を溶岩流に関する個別評価以外にも用いているのであれば、その位置付けが明確になるよう資料を適正化すること。	
	8	「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に基づき、モニタリングの資料構成上の位置付けを適正化すること。	

指摘時期	No	指摘事項	説明時期
令和3年10月14日 審査会合	9	支笏カルデラ及びニセコ・雷電火山群の火砕流堆積物について、火口からの距離と層厚の関係を整理すること。また、洞爺カルデラについては、既に同趣旨の整理を行っているが、他に関連する文献がないか確認すること。	今回説明
	10	敷地及び敷地周辺の降下火砕物について、文献及び地質調査結果を踏まえ、分布及び層厚を網羅的に示すこと。	今後説明予定 (影響評価関連)
	11	洞爺火砕流の末端部が共和町幌似付近であるとしているが、幌似付近より西側に洞爺火砕流が到達しているとされている文献もあることから、洞爺火砕流堆積物が削剥されている可能性についても検討の上、幌似付近が末端部であると評価されることの方考え方を示すこと。	今回説明

指摘事項に関する回答方針

○指摘事項に対する回答方針を本頁～P6に示す。

No	指摘事項	回答方針
1	地理的領域内にある第四紀火山(34火山)の活動履歴に関する最新の知見について、網羅的に反映させること。 また、巨大噴火に関連する知見についても、網羅的に反映させること。	<ul style="list-style-type: none"> web上で更新がなされているカタログについては、改めてその内容及び引用文献を確認するとともに、網羅性向上のため、論文データベース等を用いた知見の収集も実施した。 回答内容は、「本編資料」2.1章に掲載。
2	原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出していない火山(21火山)の評価結果を本編資料に記載すること。	<ul style="list-style-type: none"> 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出フローを適正化した上で、抽出フローにおいて抽出される火山及び抽出されない火山の判断根拠が明確となる様、各火山の活動時期を図示する等した整理表を作成した。 回答内容は、「本編資料」2.2章に掲載。
3	敷地からニセコ・雷電火山群までの距離をニセコアンヌプリまでの距離としている考え方を示すこと。	<ul style="list-style-type: none"> 敷地からニセコ・雷電火山群までの距離について、中野ほか編(2013)において代表点として示されているニセコアンヌプリまでの距離21.5km(約22km)を記載していたが、現在の活動中心であるイワオヌプリまでの距離19.7km(約20km)とすることが適切であることから、その旨を注釈に付した上で、修正した。 回答内容は、「本編資料」P36等、「補足説明資料」P5等に掲載。
4	火山性地震及び地殻変動に関するデータについては、至近のデータを追加する等、適切な期間で整理すること。	<ul style="list-style-type: none"> 至近のデータについては、2021年9月までのデータを整理した。 データ整理開始時期については、それぞれ以下の考えに基づき整理した。 <ul style="list-style-type: none"> 火山性地震については、地震動の検知能力に関連するHi-netの整備が、北海道では2000～2001年に行われており、気象庁の地震カタログで使用開始された時期が2001年10月である。このため、2001年10月をデータ整理開始時期の基本とするが、R3.10.14審査会合資料において、既に2001年10月以前のデータも掲載している箇所については、その前後でデータ精度が異なることを注釈に付した上で、2001年10月以前のデータについても掲載したままとした。 地殻変動については、各基線長等を算出するために必要な2点の電子基準点がいずれも設置された時期をデータ整理開始時期とした。 回答内容は、「本編資料」P164, P167, P173等に掲載。
5	地下構造に関する調査は手法ごとに特長が異なることから、洞爺カルデラ及び支笏カルデラの地下構造については、地震波速度構造だけでなく、重力構造、比抵抗構造等の知見も踏まえて、総合的に評価すること。	<ul style="list-style-type: none"> 地震波速度構造、比抵抗構造及び重力異常による地下構造評価に加え、火山性地震及び地殻変動も合わせた地球物理学的調査結果から、巨大噴火の可能性を総合的に評価した。 回答内容は、「本編資料」2.3.3章及び2.3.5章に掲載。

No	指摘事項	回答方針
6	原子力発電所の運用期間中における活動可能性が十分小さいと判断できない火山(13火山)について、設計対応不可能な火山事象の到達距離及び分布範囲を個別に示すこと。	<ul style="list-style-type: none"> ・各設計対応不可能な火山事象の検討対象範囲に位置する火山について、到達距離及び分布範囲を明示した。 ・回答内容は、「本編資料」P270, P283, P289及びP296～P308に掲載。
7	ニセコ・雷電火山群の地震波速度構造に関する検討について、溶岩流に関する個別評価のみに用いているような記載となっているが、本検討を溶岩流に関する個別評価以外にも用いているのであれば、その位置付けが明確になるよう資料を適正化すること。	<ul style="list-style-type: none"> ・ニセコ・雷電火山群については、敷地近く(半径10kmの範囲)に設計対応不可能な火山事象が到達していることから、参考として、過去の最大規模以上の噴火が運用期間中に発生する可能性について、地震波速度構造による検討を実施しているものであることから、その旨が分かる様、「2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価」の評価概要の頁に注釈を付した。 ・その上で、地震波速度構造による検討結果については、参考であることを踏まえ、本編資料の巻末に移記した。 ・回答内容は、「本編資料」P266及びP347～P350に掲載。
8	「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に基づき、モニタリングの資料構成上の位置付けを適正化すること。	<ul style="list-style-type: none"> ・当該評価ガイドに掲載の基本フローにおいては、立地評価、影響評価及びモニタリングは、個別のフローとなっていることに鑑み、R3.10.14審査会合資料においては、モニタリングを立地評価の章中に組み込んでいたものを、以下のとおり、個別の章立てとした。 <li style="margin-left: 20px;">2. 立地評価 <li style="margin-left: 20px;">3. 影響評価 <li style="margin-left: 20px;">4. モニタリング
9	支笏カルデラ及びニセコ・雷電火山群の火砕流堆積物について、火口からの距離と層厚の関係を整理すること。また、洞爺カルデラについては、既に同趣旨の整理を行っているが、他に関連する文献がないか確認すること。	<ul style="list-style-type: none"> ・支笏カルデラについては、支笏火砕流堆積物の火口からの距離と層厚の関係を取りまとめている文献レビューを行った。 ・ニセコ・雷電火山群については、当社地質調査で確認しているニセコ火山噴出物(火砕流堆積物)を対象に整理を行った。 ・洞爺カルデラについては、既往の整理結果に、今回、網羅的な文献調査から抽出した文献に示される洞爺火砕流堆積物の層厚を追加し、改めて検討を行った。また、洞爺火砕流堆積物の火口からの距離と層厚の関係を取りまとめている文献レビューも行った。 ・回答内容は、「本編資料」P66, P86及びP303並びに「補足説明資料」3章及び6章に掲載。

No	指摘事項	回答方針
10	敷地及び敷地周辺の降下火砕物について、文献及び地質調査結果を踏まえ、分布及び層厚を網羅的に示すこと。	・「3. 影響評価」のうち、「3. 2 降下火砕物の影響評価」に関連する指摘事項であるため、今後説明予定。
11	洞爺火砕流の末端部が共和町幌似付近であるとしているが、幌似付近より西側に洞爺火砕流が到達しているとされている文献もあることから、洞爺火砕流堆積物が削剥されている可能性についても検討の上、幌似付近が末端部であると評価されることの考え方を示すこと。	・洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性に関する検討を実施し、洞爺火砕流が到達した可能性を否定できない範囲について評価した。 ・回答内容は、「本編資料」P61及びP66並びに「補足説明資料」7章に掲載。

余白

R3.10.14審査会合からの主な変更内容

資料構成		
項目	R3.10.14審査会合における説明	R3.10.14審査会合以降の変更内容
火山モニタリングに関する説明の位置付け	<p>○火山モニタリングの対象火山は、設計対応不可能な火山事象の分布状況等によって選定されるため、敷地近傍における火山噴出物の分布範囲を説明している立地評価の章中に組み込んで、以下のとおりの章立てとしていた。</p> <ul style="list-style-type: none">・2. 立地評価<ul style="list-style-type: none">2.4 モニタリング・3. 影響評価	<p>○火山影響評価ガイドにおいて、立地評価、影響評価及び火山モニタリングは、それぞれ個別のフローで評価することとなっていることから、<u>火山モニタリングに関する説明を以下のとおり、個別の章立てとした。</u></p> <ul style="list-style-type: none">・2. 立地評価・3. 影響評価・4. <u>モニタリング</u>

R3.10.14審査会合からの主な変更内容

2.1 文献調査

項目	R3.10.14審査会合における説明	R3.10.14審査会合以降の変更内容	掲載頁
文献調査	<ul style="list-style-type: none"> ○敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山に関する文献調査については、活動年代、火山の型式・構造、主な岩石、噴出物体積等が網羅的に整理されているカタログ等及びその引用文献を用いていた。 ○また、これらに加え、評価に関連すると思われる文献を個別に収集していた。 	<ul style="list-style-type: none"> ○H28.2.5審査会合以降、最新知見を反映させた活動履歴等の整理ができていなかったことから、網羅的な文献調査を以下のとおり追加で実施した。 <ul style="list-style-type: none"> ・左記のカタログ等のうち、web上で更新がなされているものについての改めての確認及び新たに公開された産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2022)「大規模噴火データベース」の確認 ・論文データベース等を用いた、敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山に関する論文等の検索 ○その結果、新たに49の文献を抽出し、立地評価の説明性向上を図った。 	本編資料 P25～P32

R3.10.14審査会合からの主な変更内容

2. 2 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出			
項目	R3.10.14審査会合における説明	R3.10.14審査会合以降の変更内容	掲載頁
敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山	○中野ほか編(2013)に基づくweb版のデータベースである産業技術総合研究所「日本の火山データベース」に基づき、34火山としていた。	○日本の火山データベースにおいては、海底火山について、活動的ではない火山は表現していないとされ、敷地から北西方向約101kmに位置する後志海山は掲載されていないため、敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山に含めていなかった。 ○火山影響評価ガイドにおいては、地理的領域において第四紀に活動した火山を抽出するとされていることから、今回、敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山について、後志海山を含めた35火山とした。	本編資料 P36
敷地からニセコ・雷電火山群までの距離	○中野ほか編(2013)において代表点として示されているニセコアンブリまでの距離21.5km(約22km)としていた。	○現在の活動中心であるイワオヌプリまでの距離とすることが適切であることから、 <u>19.7km(約20km)</u> に修正した。	本編資料 P36
原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出	○完新世に活動はないが、将来の活動可能性が否定できない火山の抽出に当たり、活動期間が短い等、過去の最大休止期間が不明なものについては、兼岡・井田編(1997)による島弧火山の平均的な活動期間(数十万年)等を検討することにより、将来の活動可能性を評価していた。	○活動期間が短い等、過去の最大休止期間が不明な火山については、兼岡・井田編(1997)に基づく評価を見直し、 <u>全活動期間と最新活動からの経過期間とを比較することで、将来の活動可能性を評価した。</u> ○兼岡・井田編(1997)による島弧火山の平均的な活動期間については、補足的な記載とした。 ○また、滝川地域に位置する滝川火山群及びイルムケツプ山の2火山については、その他の理由から、将来の活動可能性を評価した。 ○なお、本見直しによる抽出火山の変更はない。	本編資料 P36～P40
	○敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山について、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出されるかどうかについては、本編資料には結果のみ記載し、詳細は補足説明資料に記載していた。	○本編資料においては原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出されるかどうかの判断根拠が明確ではなかったため、 <u>抽出結果だけではなく、各火山の活動時期を図示する等した整理表を本編資料に示した。</u>	本編資料 P38～P40

2.3 運用期間中の火山の活動可能性評価			
項目	R3.10.14審査会合における説明	R3.10.14審査会合以降の変更内容	掲載頁
過去に巨大噴火が発生した火山	○過去に巨大噴火が発生した火山として、日本の火山データベースに代表される既存のカタログ等を用いて、「支笏カルデラ」及び「洞爺カルデラ」を抽出し、これら2火山について、巨大噴火の可能性評価を実施していた。	○最新知見を反映させた検討ができていなかったことから、前述 (P9参照) の網羅的な文献調査を実施した。 ○その結果、Amma-Miyasaka et al. (2020) によれば、倶多楽・登別火山群の最大規模の噴火 (Kt-7) は、確認地点は少ないものの北東方向に60km程度の地点で火砕流堆積物が認められ、その噴出規模が概算として「VEI7 class」とされていることから、巨大噴火であった可能性が否定できないものとした。 ○このため、「支笏カルデラ」及び「洞爺カルデラ」に加え、 <u>過去に巨大噴火が発生した可能性が否定できない火山として「倶多楽・登別火山群」を抽出し、これら3火山について、巨大噴火の可能性評価を実施した。</u>	本編資料 P48～P51

2.3 運用期間中の火山の活動可能性評価			
項目	R3.10.14審査会合における説明	R3.10.14審査会合以降の変更内容	掲載頁
過去に巨大噴火が発生した火山	<p>○原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した13火山による火山噴出物の分布状況については、中野ほか編(2013)及び産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020)を用いて一括して示していた。</p> <p>(次頁へ続く)</p>	<p>○原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した13火山における火山噴出物の分布状況については、産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020)を用いて一括して示すことに加え、<u>火山噴出物の分布が敷地に近接する火山は、洞爺カルデラ及びニセコ・雷電火山群の2火山に限定されることを示した。</u></p> <p>○また、<u>敷地及び敷地近傍における火山噴出物の分布状況については、敷地への火山影響を適切に評価するために重要であることから、上記の文献に示された状況に加えて、以下の範囲における当社地質調査結果に基づく評価を実施した。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・敷地近傍(Ⅰ):共和町幌似付近 及び岩内平野南方の老古美周辺 ・敷地近傍(Ⅱ):岩内平野西部 ・敷地近傍(Ⅲ):敷地を越えた北側に位置する積丹半島西岸 ・敷地 <p>○<u>上記評価に当たり、積丹半島西岸においてR3.10.14審査会合以前に実施したボーリング柱状図に、取り扱いが不明確となっている“軽石”、“火山灰質”等の記載があることから、火山灰分析等を実施した。</u></p> <p>○敷地及び敷地近傍における当社地質調査の結果、共和町幌似付近に洞爺火砕流堆積物が、岩内平野南方の老古美周辺にニセコ火山噴出物(火砕流堆積物)が認められるが、これらの堆積物は、岩内平野西部、敷地及び敷地を越えた積丹半島西岸には認められないと評価される。</p> <p>(次頁へ続く)</p>	本編資料 P53～P85

2.3 運用期間中の火山の活動可能性評価			
項目	R3.10.14審査会合における説明	R3.10.14審査会合以降の変更内容	掲載頁
過去に巨大噴火が発生した火山	<p>(前頁からの続き)</p> <p>○洞爺火砕流の敷地方向への最大到達位置について、敷地及び敷地近傍における当社地質調査の結果、最大層厚20m程度から1m程度へ急減する共和町幌似付近が末端部であると評価していた。</p> <p>○なお、上記評価は、洞爺火砕流堆積物の火口からの距離と層厚の関係について、町田ほか(1987)及び当社地質調査結果から、距離と層厚に明瞭な相関が認められないとの検討結果も踏まえたものである。</p>	<p>(前頁からの続き)</p> <p>○洞爺火砕流については、幌似付近以西において堆積物を確認している文献はないが、以下の状況等から、堆積以降の氷期に侵食された可能性も考えられることから、削剥された可能性について検討を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・推定に基づき、幌似付近を越えて岩内湾までの分布を示している文献が認められる。 ・敷地方向とは異なるが、敷地から洞爺カルデラまでの距離(約55km)よりも遠方に到達しているとする文献が認められる。 ・洞爺火砕流堆積物の火口からの距離と層厚の関係は、大局的に、距離の増加に応じて層厚が小さくなる傾向が認められる。 <p>○検討の結果、洞爺火砕流堆積物は、共和町幌似付近を越えて確認されないが、共和町幌似付近を越えて堀株川沿いの低地を流下し、現在の岩内湾に到達した後、削剥された可能性を否定できない。</p> <p>○流下方向の延長に敷地は位置するが、敷地のうち、Mm1段丘より高標高側(山側)には、洞爺火砕流は到達していないと判断される。</p> <p>○火砕流堆積物が広範囲に分布する支笏カルデラについても、支笏火砕流堆積物(Spfl)の火口からの距離と層厚の関係について文献レビューを行った。</p>	<p>本編資料 P53～P85</p> <p>補足説明資料 P531～P534</p>

R3.10.14審査会合からの主な変更内容

2.3 運用期間中の火山の活動可能性評価			
項目	R3.10.14審査会合における説明	R3.10.14審査会合以降の変更内容	掲載頁
巨大噴火の可能性評価方法	<p>○運用期間中における巨大噴火の可能性については、以下の検討項目から評価していた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・火山性地震 ・地殻変動 ・地震波速度構造 	<p>○前述 (P9) の網羅的な文献調査を踏まえ、左記の他に活動履歴、比抵抗構造及び重力異常も加えて、以下の検討項目から総合的に評価することとした。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・活動履歴 ・地震波速度構造 ・比抵抗構造 ・重力異常 ・火山性地震 ・地殻変動 <p>○なお、追加検討項目を考慮しても、支笏カルデラ及び洞爺カルデラについて、運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいとの評価に変更はない。</p>	本編資料 P128～P139
巨大噴火の可能性評価	<p>○当社で収集整理している火山性地震及び地殻変動のデータについては、2017年末までのデータを整理していた。</p>	<p>○左記データの整理期間については、2021年9月まで拡張した。</p>	<p>(支笏カルデラ) 本編資料 P164, P167, P173</p> <p>(倶多楽・登別火山群) 本編資料 P206, P209, P215</p> <p>(洞爺カルデラ) 本編資料 P242～P243, P245, P257</p>

R3.10.14審査会合からの主な変更内容

2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

項目	R3.10.14審査会合における説明	R3.10.14審査会合以降の変更内容	掲載頁
設計対応不可能な火山事象に関する個別評価	<p>○原子力発電所の運用期間中における活動可能性が十分小さいと判断できない13火山を給源とする火砕物密度流の分布については、中野ほか編(2013)に示される火山地質図を用いて一括して示していた。</p>	<p>○中野ほか編(2013)に示される火山地質図を用いて一括して示すことに加え、前述(P9参照)の網羅的な文献調査の結果も踏まえた火山ごとの分布状況を示した。</p> <p>○火山ごとの分布状況は、複数の文献がコンパイルされ火砕流と他の火山噴出物の分布範囲が区別されている産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020)によることを基本とし、より遠方に到達しているとされる文献がある場合はそちらも参照することとした。</p> <p>○また、敷地近傍に火山噴出物(火砕流堆積物)の分布が認められるニセコ・雷電火山群については、当社地質調査結果に基づき、火口からの距離と層厚の関係を整理した。</p> <p>○なお、いずれの火山においても、火砕物密度流が運用期間中に敷地に到達する可能性は十分小さいとの評価に変更はない。</p>	<p>本編資料 P294～P308</p> <p>補足説明資料 P166～P195</p>
	<p>○当社で収集整理している火山性地震及び地殻変動のデータについては、2017年末までのデータを整理していた。</p>	<p>○左記データの整理期間については、2021年9月まで拡張した。</p>	<p>(ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山) 本編資料 P312～P313 P317, P322</p>

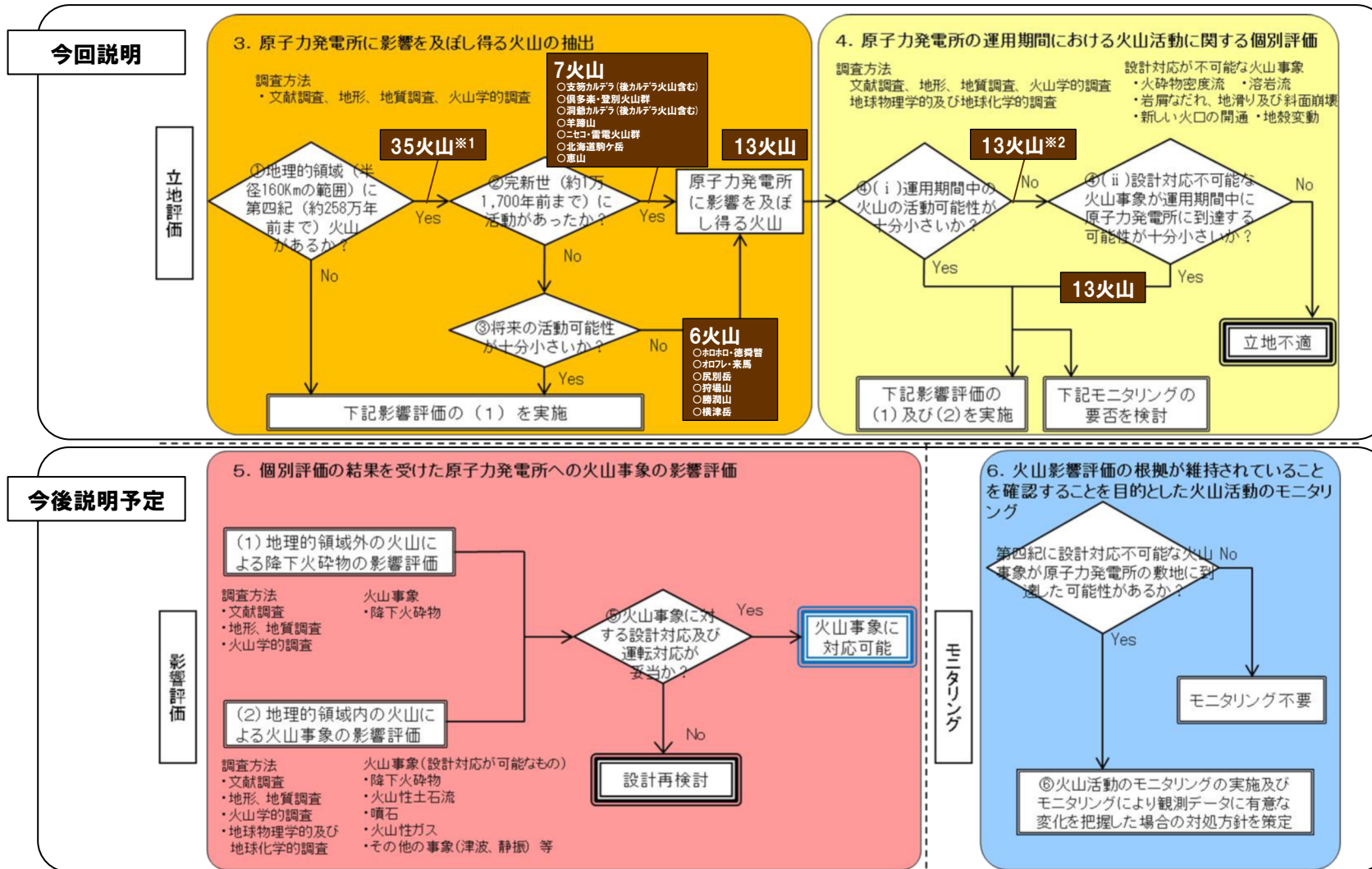
1. 火山影響評価の概要	P. 17
2. 立地評価	P. 22
2.1 文献調査	P. 25
2.2 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出	P. 35
2.3 運用期間中の火山の活動可能性評価	P. 43
2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山	P. 47
2.3.2 巨大噴火の可能性評価方法	P.127
2.3.3 巨大噴火の可能性評価(支笏カルデラ)	P.141
2.3.4 巨大噴火の可能性評価(倶多楽・登別火山群)	P.181
2.3.5 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)	P.223
2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価	P.265
2.5 立地評価まとめ	P.333
3. 影響評価	
3.1 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価	
3.2 降下火砕物の影響評価	
3.2.1 降下火砕物の層厚評価の概要	
3.2.2 敷地周辺で確認される降下火砕物	
3.2.3 降下火砕物シミュレーション	
3.2.4 設計に用いる降下火砕物の層厚	
3.2.5 降下火砕物の密度・粒径	
3.3 影響評価まとめ	
4. モニタリング	
4.1 監視対象火山の抽出	
4.2 モニタリングの実施方法及び火山の状態に応じた対処方針	
参考資料	P.338
参考文献	P.351

1. 火山影響評価の概要

1. 火山影響評価の概要	P. 17
2. 立地評価	P. 22
2.1 文献調査	P. 25
2.2 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出	P. 35
2.3 運用期間中の火山の活動可能性評価	P. 43
2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山	P. 47
2.3.2 巨大噴火の可能性評価方法	P.127
2.3.3 巨大噴火の可能性評価(支笏カルデラ)	P.141
2.3.4 巨大噴火の可能性評価(倶多楽・登別火山群)	P.181
2.3.5 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)	P.223
2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価	P.265
2.5 立地評価まとめ	P.333
3. 影響評価	
3.1 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価	
3.2 降下火砕物の影響評価	
3.2.1 降下火砕物の層厚評価の概要	
3.2.2 敷地周辺で確認される降下火砕物	
3.2.3 降下火砕物シミュレーション	
3.2.4 設計に用いる降下火砕物の層厚	
3.2.5 降下火砕物の密度・粒径	
3.3 影響評価まとめ	
4. モニタリング	
4.1 監視対象火山の抽出	
4.2 モニタリングの実施方法及び火山の状態に応じた対処方針	
参考資料	P.338
参考文献	P.351

1. 火山影響評価の概要

① 火山影響評価の基本フロー



火山影響評価フロー（「原子力発電所の火山影響評価ガイド」の基本フローに加筆）

※1 これまで、敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山については、中野ほか編（2013）「日本の火山（第3版）」に基づくweb版のデータベース（以降、産業技術総合研究所「日本の火山（DB）」と呼ぶ）に基づき、34火山としていた。しかし、日本の火山（DB）においては、海底火山について、年代測定により第四紀であることが判明している火山も多数あるが、活動的ではない火山は表現していないとされており、敷地から半径160km内の範囲では、「後志海山」がこれに該当すると考えられる。後志海山は活動的ではないものの、第四紀火山であることから、今回、敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山については、後志海山を含めた35火山とすることとした。

※2 過去に巨大噴火が発生した支笏カルデラ及び洞爺カルデラ並びに過去に巨大噴火が発生した可能性が否定できない俱多楽・登別火山群については、運用期間中における巨大噴火の可能性は十分小さいと評価される。

余白

1. 火山影響評価の概要

② 泊発電所における火山影響評価のうち立地評価の流れ

2. 2 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

○敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山

35火山

○完新世に活動があった火山
7火山
支笏カルデラ, 倶多楽・登別火山群, 洞爺カルデラ, 羊蹄山, ニセコ・雷電火山群, 北海道駒ヶ岳, 恵山

○将来の活動可能性が否定できない火山
6火山
ホロホロ・徳舜誓, オロフレ・来馬, 尻別岳, 狩場山, 勝潤山, 横津岳

○将来の活動可能性が十分に小さい火山
22火山

13火山

2. 3 運用期間中の火山の活動可能性評価

2. 3. 1 過去に巨大噴火が発生した火山

○「火砕流を含む火山噴出物の分布が広範囲」であり、「噴出物体積が20km³以上」である噴火が発生した火山を過去に巨大噴火が発生した火山として抽出。

【過去に巨大噴火が発生した火山】 支笏カルデラ, 洞爺カルデラ
【過去に巨大噴火が発生した可能性が否定できない火山】 倶多楽・登別火山群

2. 3. 2 巨大噴火の可能性評価方法

○活動履歴及び地球物理学的調査(地下構造(地震波速度構造, 比抵抗構造及び重力異常), 火山性地震及び地殻変動)により, 運用期間中における巨大噴火の可能性を評価する。

2. 3. 3 巨大噴火の可能性評価 (支笏カルデラ)

2. 3. 4 巨大噴火の可能性評価 (倶多楽・登別火山群)

2. 3. 5 巨大噴火の可能性評価 (洞爺カルデラ)

○運用期間中における巨大噴火の可能性は十分小さい。

13火山(巨大噴火以外)

2. 4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

○設計対応不可能な火山事象(溶岩流, 岩屑なだれ等, 火砕物密度流, 新しい火口の開口及び地殻変動)が運用期間中に敷地に到達する可能性又は敷地に影響を与える可能性は十分小さい。

2. 立地評価

1. 火山影響評価の概要	P. 17
2. 立地評価	P. 22
2.1 文献調査	P. 25
2.2 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出	P. 35
2.3 運用期間中の火山の活動可能性評価	P. 43
2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山	P. 47
2.3.2 巨大噴火の可能性評価方法	P.127
2.3.3 巨大噴火の可能性評価(支笏カルデラ)	P.141
2.3.4 巨大噴火の可能性評価(倶多楽・登別火山群)	P.181
2.3.5 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)	P.223
2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価	P.265
2.5 立地評価まとめ	P.333
3. 影響評価	
3.1 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価	
3.2 降下火砕物の影響評価	
3.2.1 降下火砕物の層厚評価の概要	
3.2.2 敷地周辺で確認される降下火砕物	
3.2.3 降下火砕物シミュレーション	
3.2.4 設計に用いる降下火砕物の層厚	
3.2.5 降下火砕物の密度・粒径	
3.3 影響評価まとめ	
4. モニタリング	
4.1 監視対象火山の抽出	
4.2 モニタリングの実施方法及び火山の状態に応じた対処方針	
参考資料	P.338
参考文献	P.351

1. 火山影響評価の概要	P. 17
2. 立地評価	P. 22
2.1 文献調査	P. 25
2.2 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出	P. 35
2.3 運用期間中の火山の活動可能性評価	P. 43
2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山	P. 47
2.3.2 巨大噴火の可能性評価方法	P.127
2.3.3 巨大噴火の可能性評価(支笏カルデラ)	P.141
2.3.4 巨大噴火の可能性評価(倶多楽・登別火山群)	P.181
2.3.5 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)	P.223
2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価	P.265
2.5 立地評価まとめ	P.333
3. 影響評価	
3.1 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価	
3.2 降下火砕物の影響評価	
3.2.1 降下火砕物の層厚評価の概要	
3.2.2 敷地周辺で確認される降下火砕物	
3.2.3 降下火砕物シミュレーション	
3.2.4 設計に用いる降下火砕物の層厚	
3.2.5 降下火砕物の密度・粒径	
3.3 影響評価まとめ	
4. モニタリング	
4.1 監視対象火山の抽出	
4.2 モニタリングの実施方法及び火山の状態に応じた対処方針	
参考資料	P.338
参考文献	P.351

2.1 文献調査

① R3.10.14審査会合以前の文献調査及び追加文献調査の概要

- 敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山に関する文献調査については、これまで、活動年代、火山の型式・構造、主な岩石、噴出物体積等が網羅的に整理されている、下表のカタログ等及びその引用文献を用いていた。
- また、これらに加え、評価に関連すると思われる文献を個別に収集していた。
- R3.10.14審査会合以降、以下のとおり、網羅的な文献調査を追加で実施した。
 - ・下表のカタログ等のうち、中野ほか編(2013)に基づくweb版のデータベース(以降、産業技術総合研究所「日本の火山(DB)」と呼ぶ)及び西来ほか編(2012)については、web上で更新がなされていることから、2022年10月時点のものを改めて確認するとともに、同年7月15日に公開された産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2022)「大規模噴火データベース」(最新更新日は、2022.9.30)についても、引用文献を含め確認した。
 - ・論文データベース等を用いて、敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山に関する論文等を検索した(次頁～P28参照)。

カタログ等	タイトル	発行	内容	引用文献が示されているか
中野ほか編(2013)	日本の火山(第3版)	産業技術総合研究所	約260万年前以降に噴火して形成された火山に関する情報	なし
中野ほか編(2013)に基づくWeb版	日本の火山データベース	産業技術総合研究所	約260万年前以降に噴火して形成された火山に関する情報 最新更新日は、2022.10.18	あり
西来ほか編(2012)	第四紀火山岩体・貫入岩体データベース	産業技術総合研究所	第四紀に活動したことが新たに明らかになった、或いは、その可能性がある火山岩体・貫入岩体をデータベース化 最新更新日は、2021.10.7	あり
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	第四紀火山カタログ委員会	第四紀(第四紀の範囲として、約2Maまでと定義)の火山に関する年代、火山体体積等の基礎データを整理	あり
第四紀火山カタログ委員会編(2000)	日本の第四紀火山カタログ	第四紀火山カタログ委員会	第四紀(第四紀の範囲として、約2Maまでと定義)の火山に関する年代、火山体体積等の基礎データを整理 第四紀火山カタログ委員会編(1999)のweb版	あり
山元(2014)	日本の主要第四紀火山の積算マグマ噴出量階段図	産業技術総合研究所	日本の主要56火山について、積算マグマ噴出量階段図が作成できるデータセットを整備の上、その結果を図示	あり
町田・新井(2011)	新編火山灰アトラス	東京大学出版会	日本列島とその周辺に広く分布する第四紀後期の火山灰を中心に、それぞれの岩石記載的特性、給源火山、噴出年代等について網羅的に整理	あり
地質図幅	5万分の1地質図幅 20万分の1地質図幅等	産業技術総合研究所 他	対象となる地域の地質情報を網羅し、地質図幅及び説明書として整備	あり
産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2021)	1万年噴火イベントデータ集	産業技術総合研究所	日本全国の活火山における過去1万年間の噴火履歴及び個別の噴火イベントに関する情報をデータベース化 2021年5月に最新版(ver.2.5)が公開されているが、北海道の火山については、2010年3月以降、更新されていない	あり
気象庁編(2013)	活火山総覧(第4版)	気象庁	活火山の概要、噴火活動史、有史時代の火山活動等を整理	あり

②-1 文献収集1

- 国内外の主な科学技術系論文データベースを用いて、敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山に関する論文を検索した。
○検索の結果等を踏まえ、R3.10.14審査会合以降、評価に関連するものとして新たに29の文献を抽出し、「立地評価」への反映を実施した。

データベース名	運営主体	データベース概要	検索キーワード	ヒット件数※1 2021年12月確認	ヒット件数のうち、 R3.10.14審査会合 以前に収集済みであり、 評価に関連するもの	ヒット件数のうち、 R3.10.14審査会合 以降に新たに収集 したものであり、 評価に関連するもの※2
JDreamIII	株式会社 ジー・サーチ	日本最大級の科学技術文献情報データベース	日本語検索： (火山名 and 火山) or (火山名 and カルデラ) 英語検索： “火山名 volcano” or “火山名 caldera”	3,245	21	11
J-STAGE	国立研究開発法人 科学技術振興機構	国内の1,500を超える発行機関のジャーナル等を公開		14,766		
GEOLIS	産業技術総合研究所 地質調査総合センター	地質関連の文献資料、地図類のデータベース		6,615		
ScienceDirect	Elsevier	世界最大のフルテキストデータベース。科学、技術等の分野の2,500タイトル以上の電子ジャーナル等を収録		2,183		
SpringerLink	Springer Science + Business Media	Springerが出版する科学、技術等の分野のジャーナル等を収録		952		
AGU Publications	John Wiley & Sons, Inc.	Journal of Geophysical Research等、AGU (アメリカ地球物理学連合) の出版物を収録		571		
個別に収集した文献		・地質学、火山学等に係る研究機関の報告 等		32	18	

※1 重複を含む。

なお、ヒット件数は2021年12月時点のものを記載しているが、文献収集は継続的に実施しており、2021年12月～2022年10月の間に公表された文献の中で、評価に関連するもの(6件)については、「個別に収集した文献」の項目に計上している。

※2 タイトルや要旨に基づき記載内容を詳細に確認する文献を選択し、これらについて内容確認の上で判断。

2.1 文献調査

②-2 文献収集2

- 敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山のうち、過去に巨大噴火が発生した火山は、支笏カルデラ及び洞爺カルデラであり、過去に巨大噴火が発生した可能性が否定できない火山は、倶多楽・登別火山群である（後述する2.3.1章参照）。
- 支笏カルデラ、倶多楽・登別火山群及び洞爺カルデラの近い将来における巨大噴火の発生可能性について言及している論文を「文献収集1」から抽出するとともに、学術論文以外の雑誌、公的機関の発表・報告等について、国立国会図書館デジタルコレクションを用いて検索を実施した。
- 検索の結果、近い将来の巨大噴火の発生可能性について言及した論文等は確認されない。

データベース名	運営主体	データベース概要	検索キーワード	ヒット件数※1 2021年12月確認	ヒット件数のうち、 R3.10.14審査会合 以前に収集済みであり、 評価に関連するもの	ヒット件数のうち、 R3.10.14審査会合 以降に新たに収集 したものであり、 評価に関連するもの※2
国立国会図書館 デジタル コレクション	国立国会図書館	国立国会図書館で 収集・保存している デジタル資料の検索・閲覧	日本語検索： ・(カルデラ or 噴火 or 破局的噴火 or 噴火予知) and (洞爺 or 支笏 or 倶多楽・登別火山群 or クツタラ or 倶多楽) ・カルデラ噴火 ・破局的噴火 ・巨大噴火	1,858	0	0

※1 重複を含む。

なお、ヒット件数は2021年12月時点のものを記載しているが、文献収集は継続的に実施しており、2021年12月～2022年10月の間に公表された文献の中で、評価に関連するものは認められない。

※2 タイトルや要旨に基づき記載内容を詳細に確認する文献を選択し、これらについて内容確認の上で判断。

②-3 文献収集3

- 国内外の主な科学技術系論文データベースを用いて、支笏カルデラ、倶多楽・登別火山群及び洞爺カルデラの地球物理学的調査に関する論文等を検索した。
- 検索の結果等を踏まえ、R3.10.14審査会合以降、評価に関連するものとして新たに20の文献を抽出し、「立地評価」への反映を実施した。

データベース名	運営主体	データベース概要	検索キーワード	ヒット件数※1 2021年12月確認	ヒット件数のうち、 R3.10.14審査会合 以前に収集済みであり、 評価に関連するもの	ヒット件数のうち、 R3.10.14審査会合 以降に新たに収集 したものであり、 評価に関連するもの※2
JDreamIII	株式会社 ジー・サーチ	日本最大級の科学技術文献情報データベース	日本語検索： (Vp and Vs) or 電磁 or 重力) and マグマ and 北海道	364	4	8
J-STAGE	国立研究開発法人 科学技術振興機構	国内の1,500を超える発行機関のジャーナル等を公開		2,570		
GEOLIS	産業技術総合研究所 地質調査総合センター	地質関連の文献資料、地図類のデータベース		44		
ScienceDirect	Elsevier	世界最大のフルテキストデータベース。科学、技術等の分野の2,500タイトル以上の電子ジャーナル等を収録	6,571			
SpringerLink	Springer Science + Business Media	Springerが出版する科学、技術等の分野のジャーナル等を収録	5,815			
AGU Publications	John Wiley & Sons, Inc.	Journal of Geophysical Research等、AGU(アメリカ地球物理学連合)の出版物を収録	3,707			
個別に収集した文献		・地球物理学に関する知見、公的機関の発表情報 等			8	12

※1 重複を含む。

なお、ヒット件数は2021年12月時点のものを記載しているが、文献収集は継続的に実施しており、2021年12月～2022年10月の間に公表された文献の中で、評価に関連するもの(2件)については、「個別に収集した文献」の項目に計上している。

※2 タイトルや要旨に基づき記載内容を詳細に確認する文献を選択し、これらについて内容確認の上で判断。

2.1 文献調査

③ 評価に関連するものとして新たに収集した文献一覧(1/4)

○検索の結果等を踏まえ、R3.10.14審査会合以降、評価に関連するものとして新たに49の文献を抽出し、「立地評価」への反映を実施した。
 ○各文献の反映先を下表及び本頁～P32に示す。

評価に関連するものとして新たに収集した文献の反映先一覧(1/4)

火山名	反映項目	評価に関連するものとして新たに収集した文献	反映内容・用途	掲載頁		
				本資料	補足説明資料	
支笏カルデラ	活動履歴	Amma-Miyasaka et al. (2020)	・支笏カルデラ形成噴火時の噴出物について、噴出物名 (Sp-1) 及び噴出年代 (43.8ka-41.4ka) を活動履歴に反映 ・支笏カルデラ形成噴火前の噴出物について、噴出物名 (Sp-2～Sp-5) 及び噴出年代 (ca.55ka, ca.59ka, ca.61ka及びca.85ka) を活動履歴に反映 ・Sp-4及びSp-5の噴出物体積 (VEI6及びsmaller than VEI5 class) を活動履歴に反映	P87, P147	1章 P17	
		金田ほか (2020)	・Sp-1の噴出物体積 (火砕流:150km ³ (DRE換算:80km ³) 及び降下軽石:200～240km ³ (DRE換算:40～48km ³)) を活動履歴に反映	P86, P87, P147		P17
	火砕流堆積物の分布範囲	山元 (2016)	・支笏火砕流堆積物の最大到達距離及び層厚の確認のためにレビュー	P86, P90	6章 P531～P534	
		Amma-Miyasaka et al. (2020)		P86, P92～P93		
		Goto et al. (2018)		P88		
	地殻変動	青木 (2016)	・マグマ溜まりの状況の評価手法についてのレビュー	2.3章 P128 P174～P175 P175 P128, P137 P139 P151～P159, P161, P179, P340, P342～P345 P151, P155～P156, P161, P179, P340 P340～P341, P343～P345 P160～P161	6章 P534	
		気象庁 (2021)	・支笏カルデラ周辺の地殻変動検討のためにレビュー			
		国土地理院 (2022)				
	地下構造	比抵抗構造	後藤・三ヶ田 (2008)	・マグマ溜まりの状況の評価手法についてのレビュー	P95, P187 P95, P187 P94～P95, P187 P95, P184, P187	1章 P21 P21 P21 P21
			Hata et al. (2018)			
			Yamaya et al. (2017)			
		重力異常	Ichihara et al. (2019)	・支笏カルデラに関する比抵抗構造検討のためにレビュー		
			Asamori et al. (2010)			
	Yokoyama and Aota (1965)	・支笏カルデラに関する重力異常検討のためにレビュー				
倶多楽・登別火山群	活動履歴	後藤ほか (2013)	・Nb-a～lの噴出物体積に関する知見を活動履歴の注釈に記載	P95, P187	1章 P21 P21 P21 P21	
		Goto et al. (2015)	・Nb-aの噴出物体積に関する知見を活動履歴の注釈に記載	P95, P187		
		Amma-Miyasaka et al. (2020)	・クッタラカルデラ形成噴火時の噴出物について、噴出物名 (Kt-1) 及び噴出年代 (44.1ka) を活動履歴に反映 ・クッタラカルデラ形成噴火前の噴出物について、噴出物名 (Kt-2～Kt-8?) 及び噴出年代 (44.1ka, ca.50ka, ca.54ka, ca.75ka, ca.84ka及び90-85ka) を活動履歴に反映 ・クッタラカルデラ形成噴火前の噴出物について、噴出物名 (Kt-Tk及びKt-Hy) 及び噴出年代 (いずれも不明) を活動履歴に反映 ・472m峰の噴出年代 (不明) を活動履歴に反映 ・Kt-7の噴出物体積 (概算として「VEI7 class」) を活動履歴に反映	P94～P95, P187		
		Miura et al. (2022)	・クッタラカルデラ形成噴火前の噴出物について、Kt-Hy, Kt-8の噴出年代 (59-55ka, 106-85ka), Kt-Kt, Kt-Hyのマグマ体積 (0.4km ³ , 7～8km ³), Kt-8の噴出物体積 (概算として「VEI5 class」) を活動履歴に反映 ・クッタラカルデラ形成噴火前の噴出物について、年代にEpisode Kt-Tk, Kt-Ktの名称を活動履歴に反映 ・Kt-Hy及びKt-8の噴出物体積に関する知見を活動履歴の注釈に記載 ・上記を基に階段ダイヤグラムを修正	P95, P184, P187		

③ 評価に関連するものとして新たに収集した文献一覧(2/4)

評価に関連するものとして新たに収集した文献の反映先一覧(2/4)

火山名	反映項目	評価に関連するものとして新たに収集した文献	反映内容・用途	掲載頁		
				本資料	補足説明資料	
倶多楽・登別火山群	火砕流堆積物の分布範囲	Amma-Miyasaka et al. (2020)	・Kt-7の分布範囲に関する確認のためのレビュー	P96, P176		
	地殻変動	青木 (2016)	・マグマ溜まりの状況の評価手法についてのレビュー	P128		
		気象庁 (2021)	・倶多楽・登別火山群周辺の地殻変動検討のためにレビュー	P216~P217		
		国土地理院 (2022)		P217		
	地下構造	比抵抗構造	後藤・三ヶ田 (2008)	・マグマ溜まりの状況の評価手法についてのレビュー		P128, P137
			Hata et al. (2018)			P139
			Goto and Johmori (2015)			P190~P193, P195, P202, P220
Hashimoto et al. (2019)	P191, P194~P197, P202, P220					
重力異常	重力異常	新エネルギー・産業技術総合開発機構 (1990)	・倶多楽・登別火山群に関する重力異常検討のためにレビュー	P201		
		畠山ほか (2005)		P198, P200, P202, P220		
洞爺カルデラ	活動履歴	Goto et al. (2018)	・洞爺カルデラ形成噴火時の噴出物について、ユニット区分 (Unit1~6) を活動履歴に反映 ・洞爺カルデラ形成噴火時の噴出物について、噴出物名 (Tp) 及び噴出年代 (106ka) を活動履歴に反映 ・洞爺カルデラ形成噴火以前の噴出物について、噴出物名 (Osr) 及び噴出年代 (122.5ka) を活動履歴に反映	2.3章 P100, P104~P107, P229	P24, P25	
		Amma-Miyasaka et al. (2020)		P100, P227, P229	P25	
		金田ほか (2020)		P100, P229	P25	
		後藤ほか (2021)				P100, P229
		産業技術総合研究所 (2021)		P98, P100, P229	1章 P25	
		東宮・宮城 (2020)				P100, P229
		Marsden et al. (2021)		P100, P229	P25	
		李 (1993)				P227
		Lee (1996)		P227	P24	
		鷹澤ほか (2007)		・洞爺カルデラの形成年代の検討のためにレビュー	P227	P24

2.1 文献調査

③ 評価に関連するものとして新たに収集した文献一覧 (3/4)

評価に関連するものとして新たに収集した文献の反映先一覧 (3/4)

火山名	反映項目		評価に関連するものとして新たに収集した文献	反映内容・用途	掲載頁				
					本資料	補足説明資料			
洞爺 カルデラ	火砕流堆積物の分布範囲		三條・須貝 (2022)	・洞爺火砕流堆積物の露頭に関する知見を注釈に記載	2.3章	P102	7章	P553	
			Goto et al. (2018)	・洞爺火砕流堆積物及び長流川火砕流堆積物の分布範囲の確認のためにレビュー		P62, P88, P98, P103~P107, P227	4章, 6章, 7章	P198, P535~P538, P554~P558	
			産業技術総合研究所 (2022)	・洞爺火砕流堆積物の分布範囲の確認のためにレビュー		P103, P108~P111			
			Amma-Miyasaka et al. (2020)	・洞爺火砕流堆積物の最大到達距離及び層厚の確認のためにレビュー		P98~P99, P112~P113	6章, 7章	P535~P537, P539, P560~P561	
			産業技術総合研究所 (2021)			P98, P114		P535~P537, P539, P562	
			産業技術総合研究所 (2018)	・洞爺火砕流堆積物の火口からの距離と層厚の検討のためにレビュー				P535~P537, P539~P541, P567	
			東宮・宮城 (2020)	・洞爺火山灰 (Toya) の成因等に関する知見を注釈に記載		P105		P555, P572	
	地殻変動		青木 (2016)	・マグマ溜まりの状況の評価手法についてのレビュー	P128				
			Suito (2018)	・洞爺カルデラ周辺の地殻変動検討のためにレビュー	P238~P241				
			Ueda et al. (2003)		P250~P251				
			気象庁 (2021)		P258~P259				
			国土地理院 (2022)		P259				
	地下構造		比抵抗構造		後藤・三ヶ田 (2008)	・洞爺カルデラに関する比抵抗構造検討のためにレビュー	P128, P137		
					Hata et al. (2018)		P139		
					Matsushima et al. (2001)		P232, P237, P239, P263		
			重力異常		Goto and Danhara (2018)	・洞爺カルデラに関する重力異常検討のためにレビュー	P232, P236, P239, P263		
					小森ほか (2022)		P233		
					Hata et al. (2016)		P233		
	洞爺 中島		活動履歴		Miyabuchi et al. (2014)	・洞爺中島を給源とする噴出物について、噴出物名 (Nj-Sk及びNj-0s)、噴出年代 (ca.30ka及びca.48ka) 及びマグマ体積 (0.01km ³ (DRE) 及び0.11km ³ (DRE)) を活動履歴に反映	P100, P229	1章	P25
					産業技術総合研究所 (2022)		・洞爺中島の噴出年代に関する知見を活動履歴の注釈に記載		P100, P229
有珠山		活動履歴		Miyabuchi et al. (2014)	・有珠山を給源とする噴出物について、噴出物名 (Usu prehistoric tephra)、噴出年代 (ca.30ka) 及びマグマ体積 (0.02km ³ (DRE)) を活動履歴に反映 ・有珠外輪山溶岩類のマグマ体積に関する知見を活動履歴の注釈に記載	P100, P229		P25	
				藤根ほか (2016)		・善光寺岩層なだれ及び有珠外輪山溶岩の年代値に関する知見を活動履歴の注釈に記載	P100, P229		P25
				Goto et al. (2019)		・善光寺岩層なだれの年代値に関する知見を活動履歴の注釈に記載	P100, P229		P25
				Nakagawa et al. (2022)		・善光寺岩層なだれの年代 (ca.8ka) を活動履歴に反映	P100, P229		P25

2.1 文献調査

③ 評価に関連するものとして新たに収集した文献一覧 (4/4)

評価に関連するものとして新たに収集した文献の反映先一覧 (4/4)

火山名	反映項目	評価に関連するものとして新たに収集した文献	反映内容・用途	掲載頁		
				本資料	補足説明資料	
ホロホロ・徳舜磐	活動履歴	Amma-Miyasaka et al. (2020)	・徳舜磐溶岩の噴出年代 (0.62±0.03Ma) を活動履歴に反映	1章	P18	
オロフレ・来馬	活動履歴	Amma-Miyasaka et al. (2020)	・来馬岳を給源とする噴出物について、噴出年代 (0.51±0.03Ma) を活動履歴に反映		P19	
鷺別岳	活動履歴	Amma-Miyasaka et al. (2020)	・鷺別岳溶岩の噴出年代 (1.87±0.08Ma) を活動履歴に反映		P22	
尻別岳	活動履歴	Goto et al. (2020)	・尻別岳を給源とする噴出物について、噴出物名 (989-m peak, West Shiribetsu, East Shiribetsu, Km-1及びKm-2) を活動履歴に反映 ・989-m peakの噴出年代 (50±20ka) 及び噴出物体積 (0.15km ³) を活動履歴に反映 ・West Shiribetsuの噴出年代 (60±20ka) 及び噴出物体積 (0.87km ³) を活動履歴に反映 ・East Shiribetsuの噴出年代 (70±20ka) 及び噴出物体積 (0.74km ³) を活動履歴に反映 ・Km-1の噴出年代 (70±20ka) 及び噴出物体積 (3.4km ³) を活動履歴に反映 ・Km-2の噴出年代 (130±30ka) 及び噴出物体積 (7.0km ³) を活動履歴に反映		P26	
		Amma-Miyasaka et al. (2020)	・Km-1及びKm-2に対比される可能性がある火山灰に関する知見を活動履歴の注釈に記載		P26	
		Marsden et al. (2021)	・Km-1及びKm-2の噴出年代に関する知見を活動履歴の注釈に記載		P26	
羊蹄山	活動履歴	Uesawa et al. (2016)	・従来活動履歴を整理していた知見よりも、より新しい知見である当該文献を踏まえ、活動履歴を見直し		P27	
	活動履歴	Amma-Miyasaka et al. (2020)	・Y1～Y43よりも古い噴出物に関する知見を活動履歴の注釈に記載		P27	
	地殻変動	気象庁 (2021)	・羊蹄山周辺の地殻変動検討のためにレビュー		2.4章	P324
		国土地理院 (2022)				P325
ニセコ・雷電火山群	地殻変動	気象庁 (2021)	・ニセコ・雷電火山群周辺の地殻変動検討のためにレビュー	P324		
		国土地理院 (2022)		P325		
		一柳ほか (2021)		P314～P315		
				P278～P279		
	地下構造	比抵抗構造	Tamura et al. (2022)	・ニセコ・雷電火山群に関する比抵抗構造検討のためにレビュー		
長磯	活動履歴	能條ほか (1997)	・長磯を給源とする噴出物について、噴出物名 (長磯火山岩類) 及び噴出年代 (1.37±0.07Ma) を活動履歴に反映	1章		P34
濁川カルデラ	活動履歴	金田・長谷川 (2022)	・従来活動履歴を整理していた知見よりも、より新しい知見である当該文献を踏まえ、活動履歴を見直し			P36
横津岳	活動履歴	高田・中川 (2016)	・横津火山群における活動様式とマグマ化学組成の時間変遷について取り纏めた当該文献に基づき、活動履歴を見直し			P40
恵山	活動履歴	三浦ほか (2022)	・従来活動履歴を整理していた知見よりも、より新しい知見である当該文献を踏まえ、活動履歴を見直し		P45	
	火砕流堆積物の分布範囲	三浦ほか (2022)	・恵山の火山噴出物の分布範囲確認のためにレビュー		2.4章	P308

余白

1. 火山影響評価の概要	P. 17
2. 立地評価	P. 22
2. 1 文献調査	P. 25
2. 2 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出	P. 35
2. 3 運用期間中の火山の活動可能性評価	P. 43
2. 3. 1 過去に巨大噴火が発生した火山	P. 47
2. 3. 2 巨大噴火の可能性評価方法	P.127
2. 3. 3 巨大噴火の可能性評価(支笏カルデラ)	P.141
2. 3. 4 巨大噴火の可能性評価(倶多楽・登別火山群)	P.181
2. 3. 5 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)	P.223
2. 4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価	P.265
2. 5 立地評価まとめ	P.333
3. 影響評価	
3. 1 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価	
3. 2 降下火砕物の影響評価	
3. 2. 1 降下火砕物の層厚評価の概要	
3. 2. 2 敷地周辺で確認される降下火砕物	
3. 2. 3 降下火砕物シミュレーション	
3. 2. 4 設計に用いる降下火砕物の層厚	
3. 2. 5 降下火砕物の密度・粒径	
3. 3 影響評価まとめ	
4. モニタリング	
4. 1 監視対象火山の抽出	
4. 2 モニタリングの実施方法及び火山の状態に応じた対処方針	
参考資料	P.338
参考文献	P.351

2.2 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

泊発電所における火山影響評価のうち立地評価の流れ

2.2 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

○敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山

35火山

○完新世に活動があった火山
7火山
支笏カルデラ, 倶多楽・登別火山群, 洞爺カルデラ,
羊蹄山, ニセコ・雷電火山群, 北海道駒ヶ岳, 恵山

○将来の活動可能性が否定できない火山
6火山
ホロホロ・徳舜誓, オロフレ・来馬, 尻別岳,
狩場山, 勝淵山, 横津岳

○将来の活動可能性が十分に小さい火山
22火山

13火山

2.3 運用期間中の火山の活動可能性評価

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

○「火砕流を含む火山噴出物の分布が広範囲」であり、「噴出物体積が20km³以上」である噴火が発生した火山を過去に巨大噴火が発生した火山として抽出。

【過去に巨大噴火が発生した火山】 支笏カルデラ, 洞爺カルデラ
 【過去に巨大噴火が発生した可能性が否定できない火山】 倶多楽・登別火山群

2.3.2 巨大噴火の可能性評価方法

○活動履歴及び地球物理学的調査(地下構造(地震波速度構造, 比抵抗構造及び重力異常), 火山性地震及び地殻変動)により, 運用期間中における巨大噴火の可能性を評価する。

2.3.3 巨大噴火の可能性評価 (支笏カルデラ)

2.3.4 巨大噴火の可能性評価 (倶多楽・登別火山群)

2.3.5 巨大噴火の可能性評価 (洞爺カルデラ)

○運用期間中における巨大噴火の可能性は十分小さい。

13火山(巨大噴火以外)

2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

○設計対応不可能な火山事象(溶岩流, 岩屑なだれ等, 火砕物密度流, 新しい火口の開口及び地殻変動)が運用期間中に敷地に到達する可能性又は敷地に影響を与える可能性は十分小さい。

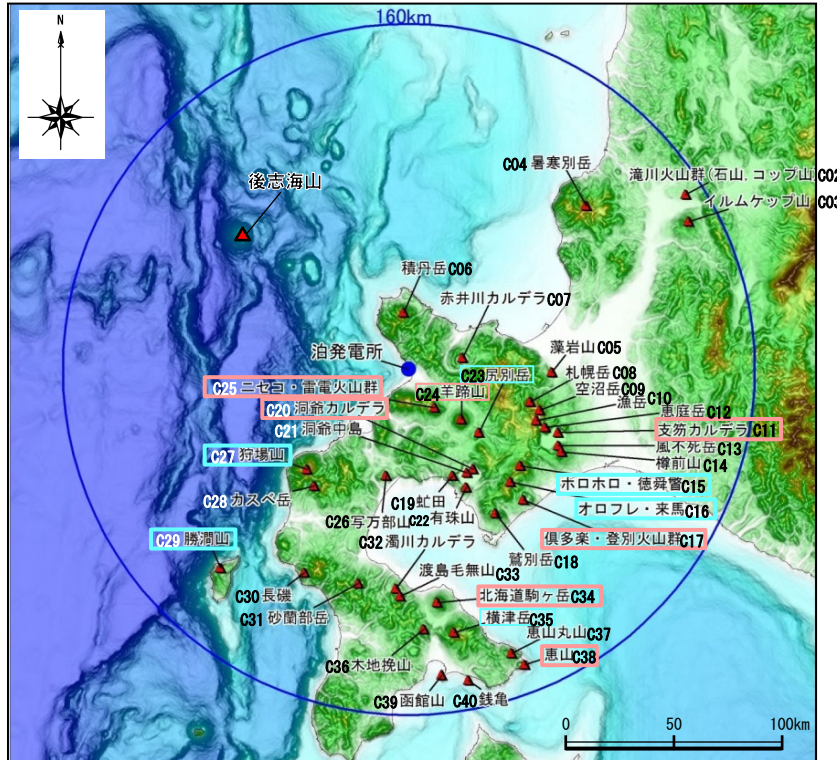
立地評価

2.2 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

① 抽出結果

一部修正 (H25/12/18審査会合)

○敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山として、35火山※1がある(右表参照)。
 ○次頁の抽出フローに基づき、**完新世に活動があった火山(7火山)**及び**完新世に活動を行っていないものの将来の活動可能性が否定できない火山(6火山)**の計13火山を原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した(抽出における判断根拠は、P38～P40参照)。



敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山の位置図 中野ほか編(2013)に基づき作成

※1 これまで、敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山については、産業技術総合研究所「日本の火山(DB)」に基づき、34火山とされていた。しかし、日本の火山(DB)においては、海底火山については、年代測定により第四紀であることが判明している火山も多数あるが、活動的ではない火山は表現していないとされており、敷地から半径160km内の範囲では、「後志海山」がこれに該当すると考えられる。後志海山は活動的ではないものの、第四紀火山であることから、今回、敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山については、後志海山を含めた35火山とすることとした。

※2 札幌岳及び空沼岳は、H25.7泊発電所発電用原子炉設置変更許可申請においては、産業技術総合研究所「日本の火山(DB)」に基づき、それぞれの活動時期を前期更新世後半、中期更新世とした。申請以降に発表された中川ほか(2013)により、札幌岳の活動は鮮新世とされ、空沼岳は札幌岳と同時期である可能性が高いとされたことから、日本の火山(DB)において、第四紀火山から除外されたが、当社は、変わらず第四紀火山に含むものとしている。

※3 漁岳は、産業技術総合研究所「日本の火山(DB)」において、中川ほか(2013)により、狭薄山の年代が3.26±0.31Maと示されたことから、第四紀火山から除外されたが、当社は、変わらず第四紀火山に含むものとしている。

※4 R3.10.14審査会合資料においては、敷地からニセコ・雷電火山群までの距離について、中野ほか編(2013)において代表点として示されているニセコアンヌプリまでの距離21.5km(約22km)を記載していたが、現在の活動中心であるイワオヌプリまでの距離19.7km(約20km)とすることが適切であることから、今回修正した。

■ : 完新世に活動があった火山
 ■ : 完新世に活動を行っていないものの将来の活動可能性が否定できない火山

敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山

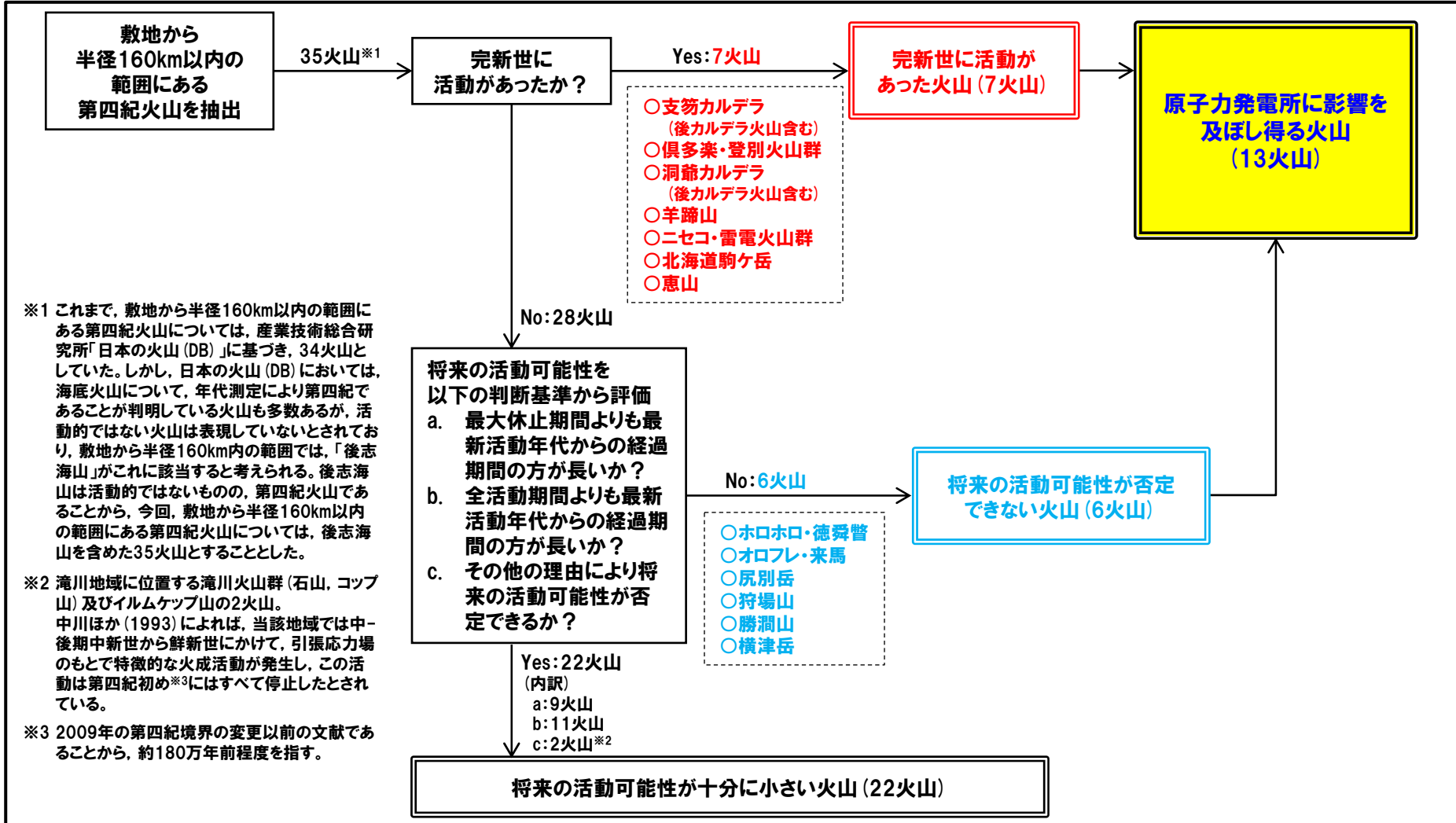
番号	火山名	敷地からの距離(km)	活動年代
C02	滝川(たきかわ)火山群(石山(いしやま)、コップ山(こっぷやま))	151.3	約1000-170万年前(石山:約200万年前、コップ山:約170万年前)
C03	イルムケップ山(いるむけつぷやま)	146.1	約250万年前
C04	墨寒別岳(しよかんべつだけ)	111.5	約400-200万年前
C05	藻岩山(もいわやま)	66.0	約260-240万年前
C06	積丹岳(しゃこたんだけ)	26.5	約250-200万年前
C07	赤井川(あかいがわ)カルデラ	25.3	約210-130万年前
C08	札幌岳(さっぽろだけ)※2	58.1	約310-280万年前
C09	空沼岳(そらぬまだけ)※2	63.2	約300万年前程度
C10	漁岳(いざりだけ)※3	63.6	約330-250万年前
C11	支笏(しこつ)カルデラ(後カルデラ火山含む)	74.8	5-4万年前にカルデラ形成
	○C12 恵庭岳(えにわだけ)	68.6	約1万5000年前にはある程度の山体が形成されていた
	○C13 風不死岳(ふっふしだけ)	77.7	支笏カルデラ形成後に活動(4万年前以降) 大部分は恵庭火山より古い
	○C14 樽前山(たるまいさん)	80.2	最新のマグマ噴火は8500年前、水蒸気噴火は4500年前 約9000年前以降
C15	ホロホロ・徳舜管(とくしゆんべつ)	68.0	ホロホロ山:約160万年前 徳舜管山:約170万、60万年前
C16	オロフレ・来馬(らいば)	70.2	来馬岳:約60万年前 オロフレ山:活動年代は不明
C17	倶多楽(くつたら)・登別(のぼりべつ)火山群	80.5	約8万年前以降、カルデラ形成は約4万年前
C18	鷺別岳(わしべつだけ)	77.8	約190万年前
C19	虹田(あぶた)	53.4	約180万年前
C20	洞爺(とうや)カルデラ(後カルデラ火山含む)	54.8	約14万年前にカルデラ形成
	○C21 洞爺中島(とうやなかじま)	55.1	4-3万年前
	○C22 有珠山(うずさん)	60.7	2万ないし1.5万年前に活動開始
C23	尻別岳(しりべつだけ)	43.6	数十万-5万年前
C24	羊蹄山(ようていざん)	33.8	10万ないし数万年前以降
C25	ニセコ・雷電(らいでん)火山群	19.7※4	雷電山、岩内岳及び目国内岳:約140-80万年前 ニセコアンヌプリ、イワオヌプリ、ニトヌプリ、チセヌプリ等:約40万年前以降 最新の活動と考えられるイワオヌプリは、約9,500年前に活動を開始
C26	写万部山(しゃまんべやま)	50.5	約260-250万年前
C27	狩場山(かりばやま)	66.1	約80-25万年前
C28	カスベ岳(かすべだけ)	69.4	第四紀前期?
C29	勝洞山(かつつまやま)	126.4	約70-20万年前
C30	長嶽(ながいそ)	105.7	約220-140万年前
C31	砂間部岳(さらんべだけ)	102.2	約180万年前
C32	滝川(たきかわ)カルデラ	101.9	約1万5000年前にカルデラ形成
C33	渡島毛無山(おしまけなしやま)	105.3	鮮新世後期-第四紀前期?
C34	北海道駒ヶ岳(まっかいどうこまがたけ)	109.0	3万年前以前(数万年前?)に活動開始
C35	横津岳(よこつだけ)	123.7	約110万年前以降
C36	木地挽山(きじびきやま)	120.6	約190万年前以降
C37	恵山丸山(えさんまるやま)	139.9	約20万年前
C38	恵山(えさん)	146.9	約5万年前以降
C39	函館山(はこだてやま)	142.7	約120-90万年前
C40	銭亀(ぜにかめ)	146.7	4万5000-3万3000年前の間
—	後志海山(しりべしかいざん)※1	101.2	約90万年前前後(古くても130万年)

2.2 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

② 抽出フロー

一部修正 (H25/12/18審査会合)

○原子力発電所の火山影響評価ガイドを踏まえ、敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山について、以下の抽出フローに従い、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山を抽出した(抽出における判断根拠は、次頁～P40参照)。



原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出フロー

2.2 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

③ 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出における判断根拠 (1/3)

- 敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山について、**完新世に活動があったかどうか及び完新世に活動を行っていないものの将来の活動可能性が否定できないかどうか**を判断した根拠を本頁～P40に示す。
- 各火山の活動履歴の詳細については、補足説明資料1章「地理的領域内に分布する第四紀火山の活動可能性評価(噴出量-年代階段ダイアグラム)」に示す。

■ : 完新世に活動があった火山
■ : 完新世に活動を行っていないものの将来の活動可能性が否定できない火山
 : 活動期間
 : イベント時期(完新世に活動があった火山は省略)

番号	火山名	敷地からの距離(km)	活動時期				判断根拠
			2.58Ma 100万年前	10万年前	1万年前	1,000年前	
C02	滝川火山群(石山, コップ山)	151.3					その他の理由による※1
C03	イルムケップ山	146.1					その他の理由による※1
C04	暑寒別岳	111.5					最大休止期間約105万年<経過期間約200万年
C05	藻岩山	66.0					最大休止期間約26万年<経過期間約240万年
C06	積丹岳	26.5					最大休止期間約51万年<経過期間約200万年
C07	赤井川カルデラ	25.3					最大休止期間約44万年<経過期間約130万年
C08	札幌岳※3	58.1					最大休止期間約23万年<経過期間約280万年
C09	空沼岳※3	63.2					全活動期間約30万年<経過期間約280万年
C10	漁岳※4	63.6					最大休止期間約73万年<経過期間約250万年
C11	支笏カルデラ (後カルデラ火山含む)	74.8					完新世に活動 (恵庭岳, 風不死岳, 樽前山)
	C12 恵庭岳	68.6					
	C13 風不死岳	77.7					
	C14 樽前山	80.2					

※1 中川ほか(1993)によれば、滝川地域では中-後期中新世から鮮新世にかけて、引張応力場のもとで特徴的な火成活動が発生し、この活動は第四紀初め※2にはすべて停止したとされていることから、将来の活動可能性が十分小さいと評価される。

※2 2009年の第四紀境界の変更以前の文献であることから、約180万年前程度を指す。

※3 札幌岳及び空沼岳は、H25.7泊発電所発電用原子炉設置変更許可申請においては、産業技術総合研究所「日本の火山(DB)」に基づき、それぞれの活動時期を前期更新世後半、中期更新世としていた。申請以降に発表された中川ほか(2013)により、札幌岳の活動は鮮新世とされ、空沼岳は札幌岳と同時期である可能性が高いとされたことから、日本の火山(DB)において、第四紀火山から除外されたが、当社は、変わらず第四紀火山に含むものとしている。

※4 漁岳は、産業技術総合研究所「日本の火山(DB)」において、中川ほか(2013)により、狭葉山の年代が3.26±0.31Maと示されたことから、第四紀火山から除外されたが、当社は、変わらず第四紀火山に含むものとしている。

2.2 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

③ 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出における判断根拠 (2/3)

■ : 完新世に活動があった火山
■ : 完新世に活動を行っていないものの将来の活動可能性が否定できない火山
 : 活動期間
 : イベント時期 (完新世に活動があった火山は省略)

番号	火山名	敷地からの距離 (km)	活動時期				判断根拠
			2.58Ma └─┬─┘ 100万年前	10万年前	1万年前	1,000年前	
C15	ホロホロ・徳舜誓	68.0	最大休止期間: 約98万年				最大休止期間約98万年 > 経過期間約60万年
C16	オロフレ・来馬	70.2	(来馬岳) 最大休止期間: 約9万年				オロフレ山の活動年代は不明 ^{※1}
C17	倶多楽・登別火山群	80.5	完新世に活動				完新世に活動
C18	鷲別岳	77.8	全活動期間 < 経過期間約190万年				全活動期間 < 経過期間約190万年
C19	虻田	53.4	全活動期間 < 経過期間約180万年				全活動期間 < 経過期間約180万年
C20	洞爺カルデラ (後カルデラ火山含む)	54.8	完新世に活動 (有珠山)				完新世に活動 (有珠山)
	C21 洞爺中島	55.1					
	C22 有珠山	60.7					
C23	尻別岳	43.6	最大休止期間: 約57万年				最大休止期間約57万年 > 経過期間約5万年
C24	羊蹄山	33.8	完新世に活動				完新世に活動
C25	ニセコ・雷電火山群	19.7 ^{※2}	完新世に活動				完新世に活動
C26	写万部山	50.5	全活動期間: 約10万年				全活動期間約10万年 < 経過期間約250万年
C27	狩場山	66.1	最大休止期間: 約28万年				最大休止期間約28万年 > 経過期間約25万年
C28	カスベ岳	69.4	第四紀前期?				全活動期間 < 経過期間約80万年

※1 オロフレ山については活動年代が不明であることから、保守的に、将来の活動の可能性が否定できない火山として抽出する。

※2 R3.10.14審査会合資料においては、敷地からニセコ・雷電火山群までの距離について、中野ほか編(2013)において代表点として示されているニセコアンブリまでの距離21.5km(約22km)を記載していたが、現在の活動中心であるイワオヌプリまでの距離19.7km(約20km)とすることが適切であることから、今回修正した。

2.2 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

③ 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出における判断根拠 (3/3)

■ : 完新世に活動があった火山
■ : 完新世に活動を行っていないものの、将来の活動可能性が否定できない火山
 : 活動期間
 : イベント時期 (完新世に活動があった火山は省略)

番号	火山名	敷地からの距離 (km)	活動時期				判断根拠
			2.58Ma └─┬─┘ 100万年前	10万年前	1万年前	1,000年前	
C29	勝洞山	126.4		最大休止期間: 約40万年			最大休止期間約40万年 > 経過期間約20万年
C30	長磯	105.7	最大休止期間: 約35万年				最大休止期間約35万年 < 経過期間約140万年
C31	砂蘭部岳	102.2					全活動期間 < 経過期間約180万年
C32	濁川カルデラ	101.9			最大休止期間: 約0.6万年		最大休止期間約0.6万年 < 経過期間約1.3万年
C33	渡島毛無山	105.3	鮮新世後期-第四紀前期?				全活動期間 < 経過期間約80万年
C34	北海道駒ヶ岳	109.0					完新世に活動
C35	横津岳	123.7	最大休止期間: 約93万年				最大休止期間約93万年 > 経過期間約14万年
C36	木地挽山	120.6					全活動期間 < 経過期間約190万年
C37	恵山丸山	139.9		全活動期間			全活動期間 < 経過期間約20万年
C38	恵山	146.9					完新世に活動
C39	函館山	142.7	最大休止期間: 約20万年				最大休止期間約20万年 < 経過期間約90万年
C40	銭亀	146.7			全活動期間: 約1.2万年		全活動期間約1.2万年 < 経過期間約3.3万年
—	後志海山*	101.2					全活動期間 < 経過期間約90万年

※日本の火山 (DB) においては、海底火山について、年代測定により第四紀であることが判明している火山も多数あるが、活動的ではない火山は表現していないとされており、敷地から半径160km内の範囲では、「後志海山」がこれに該当すると考えられる。後志海山は活動的ではないものの、第四紀火山であることから、今回、敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山については、後志海山を含めることとした。

余白

1. 火山影響評価の概要	P. 17
2. 立地評価	P. 22
2.1 文献調査	P. 25
2.2 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出	P. 35
2.3 運用期間中の火山の活動可能性評価	P. 43
2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山	P. 47
2.3.2 巨大噴火の可能性評価方法	P.127
2.3.3 巨大噴火の可能性評価(支笏カルデラ)	P.141
2.3.4 巨大噴火の可能性評価(倶多楽・登別火山群)	P.181
2.3.5 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)	P.223
2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価	P.265
2.5 立地評価まとめ	P.333
3. 影響評価	
3.1 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価	
3.2 降下火砕物の影響評価	
3.2.1 降下火砕物の層厚評価の概要	
3.2.2 敷地周辺で確認される降下火砕物	
3.2.3 降下火砕物シミュレーション	
3.2.4 設計に用いる降下火砕物の層厚	
3.2.5 降下火砕物の密度・粒径	
3.3 影響評価まとめ	
4. モニタリング	
4.1 監視対象火山の抽出	
4.2 モニタリングの実施方法及び火山の状態に応じた対処方針	
参考資料	P.338
参考文献	P.351

2.3 運用期間中の火山の活動可能性評価

泊発電所における火山影響評価のうち立地評価の流れ

2.2 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

○敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山

35火山

○完新世に活動があった火山
7火山

支笏カルデラ, 倶多楽・登別火山群, 洞爺カルデラ, 羊蹄山, ニセコ・雷電火山群, 北海道駒ヶ岳, 恵山

○将来の活動可能性が否定できない火山
6火山

ホロホロ・徳舜警, オロフレ・来馬, 尻別岳, 狩場山, 勝潤山, 横津岳

○将来の活動可能性が十分に小さい火山
22火山

13火山

2.3 運用期間中の火山の活動可能性評価

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

○「火砕流を含む火山噴出物の分布が広範囲」であり、「噴出物体積が20km³以上」である噴火が発生した火山を過去に巨大噴火が発生した火山として抽出。

【過去に巨大噴火が発生した火山】

支笏カルデラ, 洞爺カルデラ

【過去に巨大噴火が発生した可能性が否定できない火山】

倶多楽・登別火山群

2.3.2 巨大噴火の可能性評価方法

○活動履歴及び地球物理学的調査(地下構造(地震波速度構造, 比抵抗構造及び重力異常), 火山性地震及び地殻変動)により, 運用期間中における巨大噴火の可能性を評価する。

2.3.3 巨大噴火の可能性評価 (支笏カルデラ)

2.3.4 巨大噴火の可能性評価 (倶多楽・登別火山群)

2.3.5 巨大噴火の可能性評価 (洞爺カルデラ)

○運用期間中における巨大噴火の可能性は十分小さい。

13火山(巨大噴火以外)

2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

○設計対応不可能な火山事象(溶岩流, 岩屑なだれ等, 火砕物密度流, 新しい火口の開口及び地殻変動)が運用期間中に敷地に到達する可能性又は敷地に影響を与える可能性は十分小さい。

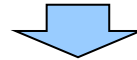
余白

2.3 運用期間中の火山の活動可能性評価

① 評価

一部修正 (R3/10/14審査会合)

- 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した13火山について、原子力発電所の運用期間中における活動可能性を評価する。
- また、13火山について過去に巨大噴火が発生したか否かを整理し、過去に巨大噴火が発生した火山については、運用期間中における巨大噴火の可能性を評価する。



【原子力発電所の運用期間中における活動可能性評価】

- 13火山は、いずれの火山においてもその活動履歴から、原子力発電所の運用期間中における活動の可能性が十分小さいと判断できない(2.2章参照)。

【巨大噴火の可能性評価】

- 13火山のうち、過去に巨大噴火が発生した火山は、支笏カルデラ及び洞爺カルデラであり、過去に巨大噴火が発生した可能性が否定できない火山は倶多楽・登別火山群である(2.3.1章参照)。
- 支笏カルデラ、倶多楽・登別火山群及び洞爺カルデラについて、活動履歴及び地球物理学的調査(地下構造(地震波速度構造、比抵抗構造及び重力異常)、火山性地震及び地殻変動)により、運用期間中における巨大噴火の可能性を評価した(2.3.2章参照)。
- 活動履歴及び地球物理学的調査の結果から、支笏カルデラ、倶多楽・登別火山群及び洞爺カルデラの現在の活動状況は巨大噴火が差し迫った状態ではないと評価でき、運用期間中における巨大噴火の可能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠が得られていないことから、運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと評価される(2.3.3章、2.3.4章及び2.3.5章参照)。

1. 火山影響評価の概要	P. 17
2. 立地評価	P. 22
2. 1 文献調査	P. 25
2. 2 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出	P. 35
2. 3 運用期間中の火山の活動可能性評価	P. 43
2. 3. 1 過去に巨大噴火が発生した火山	P. 47
2. 3. 2 巨大噴火の可能性評価方法	P.127
2. 3. 3 巨大噴火の可能性評価(支笏カルデラ)	P.141
2. 3. 4 巨大噴火の可能性評価(倶多楽・登別火山群)	P.181
2. 3. 5 巨大噴火の可能性評価(洞爺カルデラ)	P.223
2. 4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価	P.265
2. 5 立地評価まとめ	P.333
3. 影響評価	
3. 1 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価	
3. 2 降下火砕物の影響評価	
3. 2. 1 降下火砕物の層厚評価の概要	
3. 2. 2 敷地周辺で確認される降下火砕物	
3. 2. 3 降下火砕物シミュレーション	
3. 2. 4 設計に用いる降下火砕物の層厚	
3. 2. 5 降下火砕物の密度・粒径	
3. 3 影響評価まとめ	
4. モニタリング	
4. 1 監視対象火山の抽出	
4. 2 モニタリングの実施方法及び火山の状態に応じた対処方針	
参考資料	P.338
参考文献	P.351

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

泊発電所における火山影響評価のうち立地評価の流れ

2.2 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

○敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山

35火山

○完新世に活動があった火山
7火山

支笏カルデラ, 倶多楽・登別火山群, 洞爺カルデラ,
羊蹄山, ニセコ・雷電火山群, 北海道駒ヶ岳, 恵山

○将来の活動可能性が否定できない火山
6火山

ホロホロ・徳舜警, オロフレ・来馬, 尻別岳,
狩場山, 勝潤山, 横津岳

○将来の活動可能性が十分に小さい火山
22火山

13火山

2.3 運用期間中の火山の活動可能性評価

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

○「火砕流を含む火山噴出物の分布が広範囲」であり、「噴出物体積が20km³以上」である噴火が発生した火山を過去に巨大噴火が発生した火山として抽出。

【過去に巨大噴火が発生した火山】

支笏カルデラ, 洞爺カルデラ

【過去に巨大噴火が発生した可能性が否定できない火山】

倶多楽・登別火山群

2.3.2 巨大噴火の可能性評価方法

○活動履歴及び地球物理学的調査(地下構造(地震波速度構造, 比抵抗構造及び重力異常), 火山性地震及び地殻変動)により, 運用期間中における巨大噴火の可能性を評価する。

2.3.3 巨大噴火の可能性評価 (支笏カルデラ)

2.3.4 巨大噴火の可能性評価 (倶多楽・登別火山群)

2.3.5 巨大噴火の可能性評価 (洞爺カルデラ)

○運用期間中における巨大噴火の可能性は十分小さい。

13火山(巨大噴火以外)

2.4 設計対応不可能な火山事象に関する個別評価

○設計対応不可能な火山事象(溶岩流, 岩屑なだれ等, 火砕物密度流, 新しい火口の開口及び地殻変動)が運用期間中に敷地に到達する可能性又は敷地に影響を与える可能性は十分小さい。

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

① 過去に巨大噴火が発生した火山の抽出 (1/3)

一部修正 (R3/10/14審査会合)

- 原子力発電所の火山影響評価ガイドにおいては、巨大噴火について、「地下のマグマが一気に地上に噴出し、大量の火砕流となるような噴火であり、その規模として噴出物の量が数10km³程度を超えるようなもの」とされている。
- このため、火山影響評価ガイドを踏まえ、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した13火山について、以下の条件に合致する火山を過去に巨大噴火が発生した火山として抽出する。

(1) 火砕流を含む火山噴出物の分布が広範囲

(2) 噴出物体積が20km³以上

(1) 火砕流を含む火山噴出物の分布

- 火砕流を含む火山噴出物の分布範囲についての確認結果を右表に示す。
- 分布範囲及び活動履歴については以下の頁を参照。
- ・13火山全体の火山噴出物の分布範囲:P51
 - ・支笏カルデラ、倶多楽・登別火山群及び洞爺カルデラの火山噴出物の分布範囲及び活動履歴:P86～P125
 - ・上記3火山以外の10火山の火山噴出物の分布範囲:P294～P308
 - ・上記3火山以外の10火山の活動履歴:補足説明資料1章
- 支笏カルデラ及び洞爺カルデラは、火砕流堆積物が広範囲に分布し(P88～P93及びP102～P114参照)、倶多楽・登別火山群の火山噴出物は、確認地点は少ないものの北東方向に60km程度の地点で火砕流堆積物が認められる(P96参照)。
- その他の10火山については、火砕流を含む火山噴出物の分布は山体近傍に限定される。
- したがって、支笏カルデラ、倶多楽・登別火山群及び洞爺カルデラについて、噴出物体積を確認する。

↓
(次頁へ続く)


(1) 火砕流を含む火山噴出物の分布 確認結果

火山	火砕流を含む火山噴出物の分布	確認結果
C11 支笏カルデラ	火砕流を含む火山噴出物 (Sp-1等) が広範囲に認められる	火砕流堆積物が広範囲に分布する
C12 恵庭岳	火山噴出物が山体近傍に認められる	巨大噴火に該当しない
C13 風不死岳	火山噴出物が山体近傍に認められる	巨大噴火に該当しない
C14 樽前山	火砕流を含む火山噴出物が山体近傍に認められる	巨大噴火に該当しない
C15 ホロホロ・徳舜誓	火山噴出物が山体近傍に認められる	巨大噴火に該当しない
C16 オロフレ・来馬	火山噴出物が山体近傍に認められる	巨大噴火に該当しない
C17 倶多楽・登別火山群	火砕流を含む火山噴出物 (Kt-7) が北東方向に60km程度の地点に認められる	確認地点は少ないものの北東方向に60km程度の地点で火砕流堆積物が認められる
C20 洞爺カルデラ	火砕流を含む火山噴出物 (Tp) が広範囲に認められる	火砕流堆積物が広範囲に分布する
C21 洞爺中島	火山噴出物が山体近傍に認められる	巨大噴火に該当しない
C22 有珠山	火砕流を含む火山噴出物が山体近傍に認められる	巨大噴火に該当しない
C23 尻別岳	火砕流を含む火山噴出物が山体近傍に認められる	巨大噴火に該当しない
C24 羊蹄山	火山噴出物が山体近傍に認められる	巨大噴火に該当しない
C25 ニセコ・雷電火山群	火砕流を含む火山噴出物が山体近傍に認められる	巨大噴火に該当しない
C27 狩場山	火山噴出物が山体近傍に認められる	巨大噴火に該当しない
C29 勝淵山	火山噴出物が山体近傍に認められる	巨大噴火に該当しない
C34 北海道駒ヶ岳	火砕流を含む火山噴出物が山体近傍に認められる	巨大噴火に該当しない
C35 横津岳	火山噴出物が山体近傍に認められる	巨大噴火に該当しない
C38 恵山	火砕流を含む火山噴出物が山体近傍に認められる	巨大噴火に該当しない

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

① 過去に巨大噴火が発生した火山の抽出 (2/3)

一部修正 (R3/10/14審査会合)

 (前頁からの続き)

(2) 噴出物体積

- 支笏カルデラ、倶多楽・登別火山群及び洞爺カルデラの広範囲に分布する火山噴出物のうち、最大規模のものについて噴出物体積についての確認結果を下表に示す。
- 支笏カルデラのSp-1及び洞爺カルデラのTpを噴出した噴火は、噴出物体積が20km³以上とされることから、巨大噴火に該当する。
- また、倶多楽・登別火山群のKt-7を噴出した噴火は、噴出規模が概算として「VEI7 class」とされていることから、巨大噴火であった可能性が否定できない。

(2) 噴出物体積 確認結果

火山	最大規模の噴出物	噴出物体積 (km ³)	確認結果
C11 支笏カルデラ	Sp-1 (支笏火砕流 (Spfl) 及び 支笏第1降下軽石 (Spfa-1))	150 (火砕流) 200~240 (降下軽石)	火砕流堆積物が広範囲に分布し、噴出物体積が20km ³ 以上とされることから、巨大噴火に該当する (P86~P93参照)
C17 倶多楽・ 登別火山群	Kt-7:pfa,pfl	(概算) VEI7 class	確認地点は少ないものの北東方向に60km程度の地点で火砕流堆積物が認められ、噴出規模が概算として「VEI7 class」とされていることから、巨大噴火であった可能性が否定できない (P94~P96参照)
C20 洞爺カルデラ	Tp (洞爺火山灰 (Toya) 及び洞爺火砕流)	354※	火砕流堆積物が広範囲に分布し、噴出物体積が20km ³ 以上とされることから、巨大噴火に該当する (P98~P125参照)

※産業技術総合研究所 (2021) においては、Tp噴火のマグマ体積 (DRE) は170km³とされているが、洞爺火山灰 (Toya) と洞爺火砕流の割合は示されていないことから、すべて洞爺火砕流として、噴出物体積 (見かけ体積) へ当社で換算した値。
換算においては、山元 (2014) に基づき、火砕流: 1.2g/cm³、溶岩: 2.5g/cm³とした。



- 13火山のうち、過去に巨大噴火が発生した火山は、支笏カルデラ及び洞爺カルデラであり、過去に巨大噴火が発生した可能性が否定できない火山は倶多楽・登別火山群である。
- 支笏カルデラ、倶多楽・登別火山群及び洞爺カルデラについて、運用期間中における巨大噴火の可能性評価を行う。

余白

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

① 過去に巨大噴火が発生した火山の抽出 (3/3)

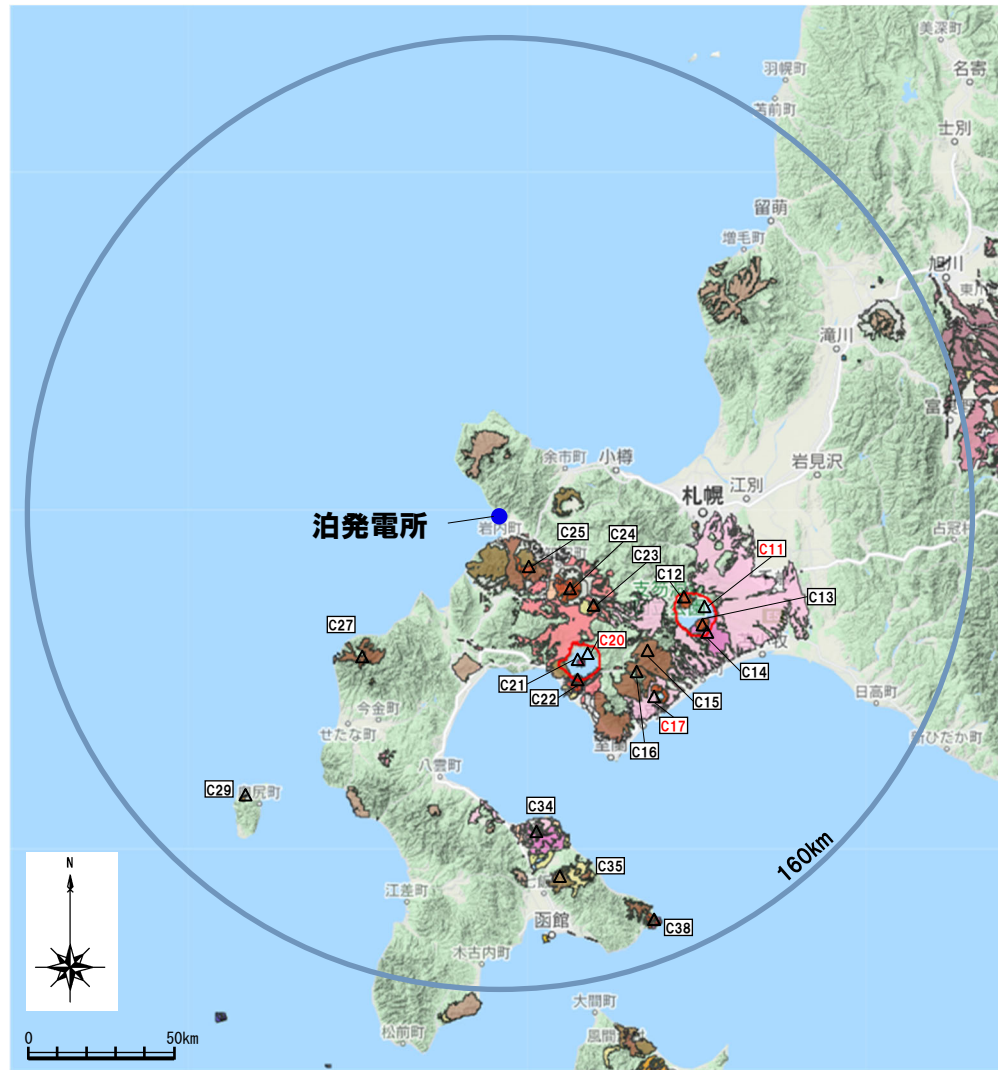
一部修正 (R3/10/14審査会合)

原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した13火山

番号	火山名	番号	火山名
C11	支笏カルデラ	C23	尻別岳
C12	恵庭岳	C24	羊蹄山
C13	風不死岳	C25	ニセコ・雷電火山群
C14	樽前山	C27	狩場山
C15	ホロホロ・徳舜誓	C29	勝潤山
C16	オロフレ・来馬	C34	北海道駒ヶ岳
C17	倶多楽・登別火山群	C35	横津岳
C20	洞爺カルデラ	C38	恵山
C21	洞爺中島		
C22	有珠山		

20万分の1日本火山図凡例

時代区分	記号	岩相区分										
		B			M		A	P	I	D	F	S
		火山岩(主に溶岩)								火砕流堆積物	貫入岩	岩屑なだれ堆積物
完新世	H	H.B	H.M	H.A	H.P				H.D	H.F		
0.0117		R100G45B190	R200G82B0	R228G23B0	R238G105B202				R230G220B130	R255G225B225		
後期更新世	Q3	Q3.B	Q3.M	Q3.A	Q3.P				Q3.D	Q3.F		
0.129		R70G40B200	R200G43B0	R220G108B0	R255G190B225				R255G190B150	R245G230B225		
中期更新世(チャニアン期)	Q2	Q2.B	Q2.M	Q2.A	Q2.P				Q2.D			
0.774		R129G33B227	R160G80B50	R240G140B0	R255G112B123			R160G250B100	R230G210B95			
前期更新世後半(カッパン期)	Q1	Q1.B	Q1.M	Q1.A	Q1.P			Q1.J	Q1.D			
1.80		R50G70B200	R180G110B50	R236G190B0	R220G120B150			R160G250B0	R255G200B150			
前期更新世前半(ジェラン期)	G	G.B	G.M	G.A	G.P			G.J	G.D			
2.58		R0G100B150	R200G150B130	R250G230B150	R170G100B120			R170G190B50	R255G240B130			R220G220B220



20万分の1日本火山図 (産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) に加筆)

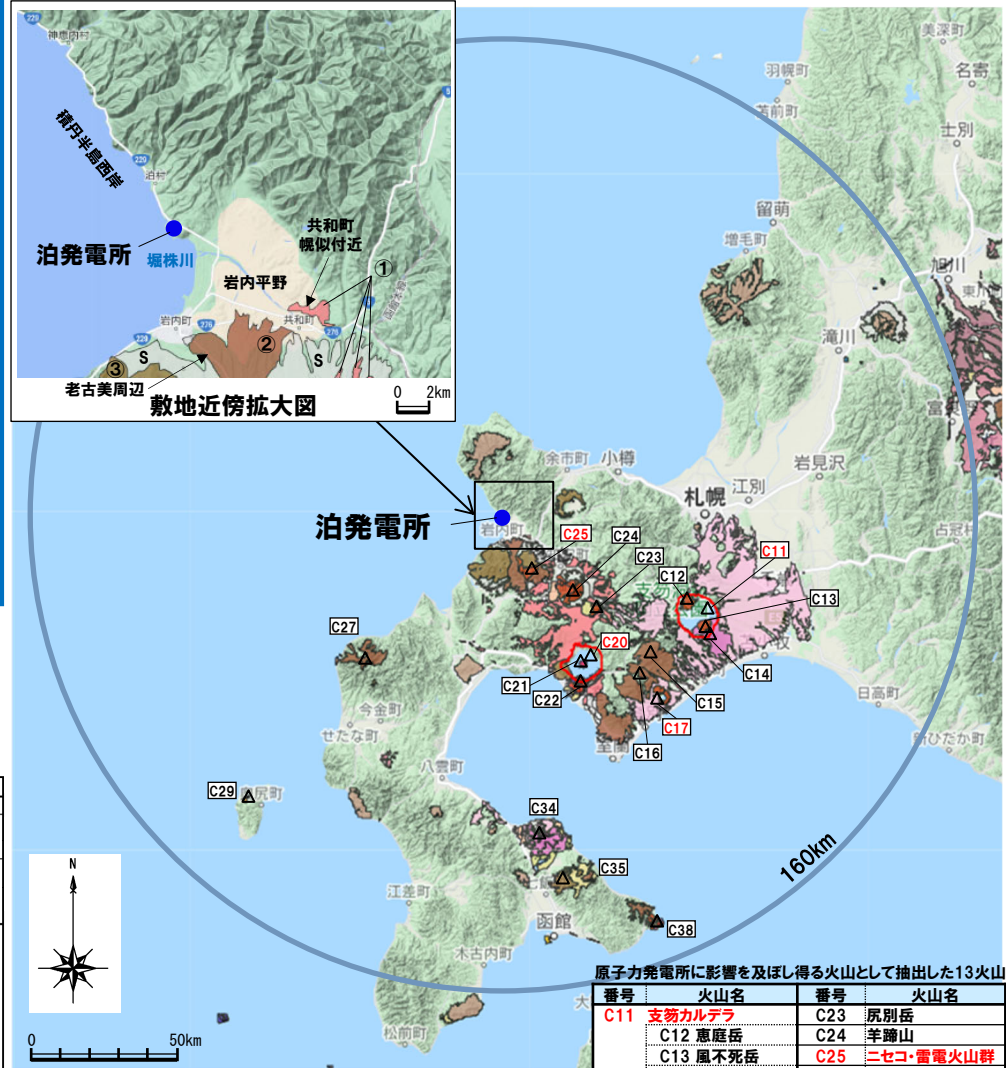
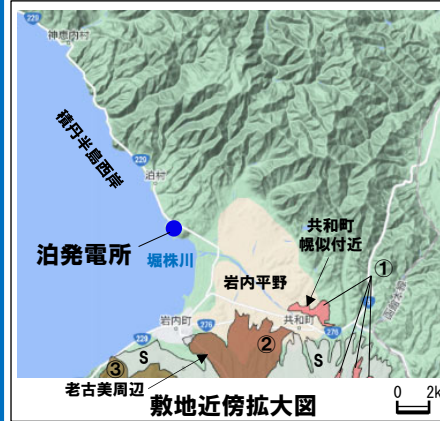
余白

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

②-1 火山噴出物の分布 (原子力発電所に影響を及ぼし得る火山)

一部修正 (R3/10/14審査会合)

- 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) によれば、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した13火山のうち、広範囲に火山噴出物 (火砕流堆積物) の分布が確認される火山は、支笏カルデラ及び洞爺カルデラである。
- 倶多楽・登別火山群の火山噴出物は、確認地点は少ないものの北東方向に60km程度の地点で火砕流堆積物が認められる (P96参照)。
- その他の10火山については、火山噴出物の分布は山体近傍に限定される。
- また、敷地近傍においては、共和町幌似付近に洞爺火砕流堆積物が、岩内平野南方には、ニセコ・雷電火山群の火山噴出物が認められることから、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した13火山のうち、火山噴出物の分布が敷地に近接する火山は、洞爺カルデラ及びニセコ・雷電火山群の2火山となる (右図、敷地近傍拡大図参照)。



原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した13火山

番号	火山名	番号	火山名
C11	支笏カルデラ	C23	尻別岳
C12	恵庭岳	C24	羊蹄山
C13	風不死岳	C25	ニセコ・雷電火山群
C14	樽前山	C27	狩場山
C15	赤口ホロ・徳舜管	C29	勝淵山
C16	オロフレ・来馬	C34	北海道駒ヶ岳
C17	倶多楽・登別火山群	C35	横津岳
C20	洞爺カルデラ	C38	恵山
C21	洞爺中島		
C22	有珠山		

凡例 (敷地近傍拡大図)

①: 洞爺カルデラ ③: ニセコ・雷電火山群 (ニセコ古期)
 ②: ニセコ・雷電火山群 (ニセコ中期) s: 山麓扇状地・産錐・地すべり・沖積堆積物など

20万分の1日本火山図凡例

時代区分	記号	岩相区分														
		B			M			A		P		I		D	F	s
		火山岩 (主に溶岩)			火砕流堆積物			貫入岩		岩層なだれ堆積物	降下火砕物	山麓扇状地・産錐・地すべり・沖積堆積物など				
完全世	H	H.B	H.M	H.A	H.P				H.D	H.F						
後期更新世	Q3	Q3.B	Q3.M	Q3.A	Q3.P				Q3.D	Q3.F						
中期更新世 (チャニアン期)	Q2	Q2.B	Q2.M	Q2.A	Q2.P	Q2.I			Q2.D							
前期更新世後半 (カラブリアン期)	Q1	Q1.B	Q1.M	Q1.A	Q1.P	Q1.I			Q1.D							
前期更新世前半 (ジェラシアン期)	G	G.B	G.M	G.A	G.P	G.I			G.D							
		R0G100B150	R200G150B130	R250G230B150	R170G100B120	R170G190B50			R255G240B130							R220G220B220

20万分の1日本火山図 (産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) に加筆)

余白

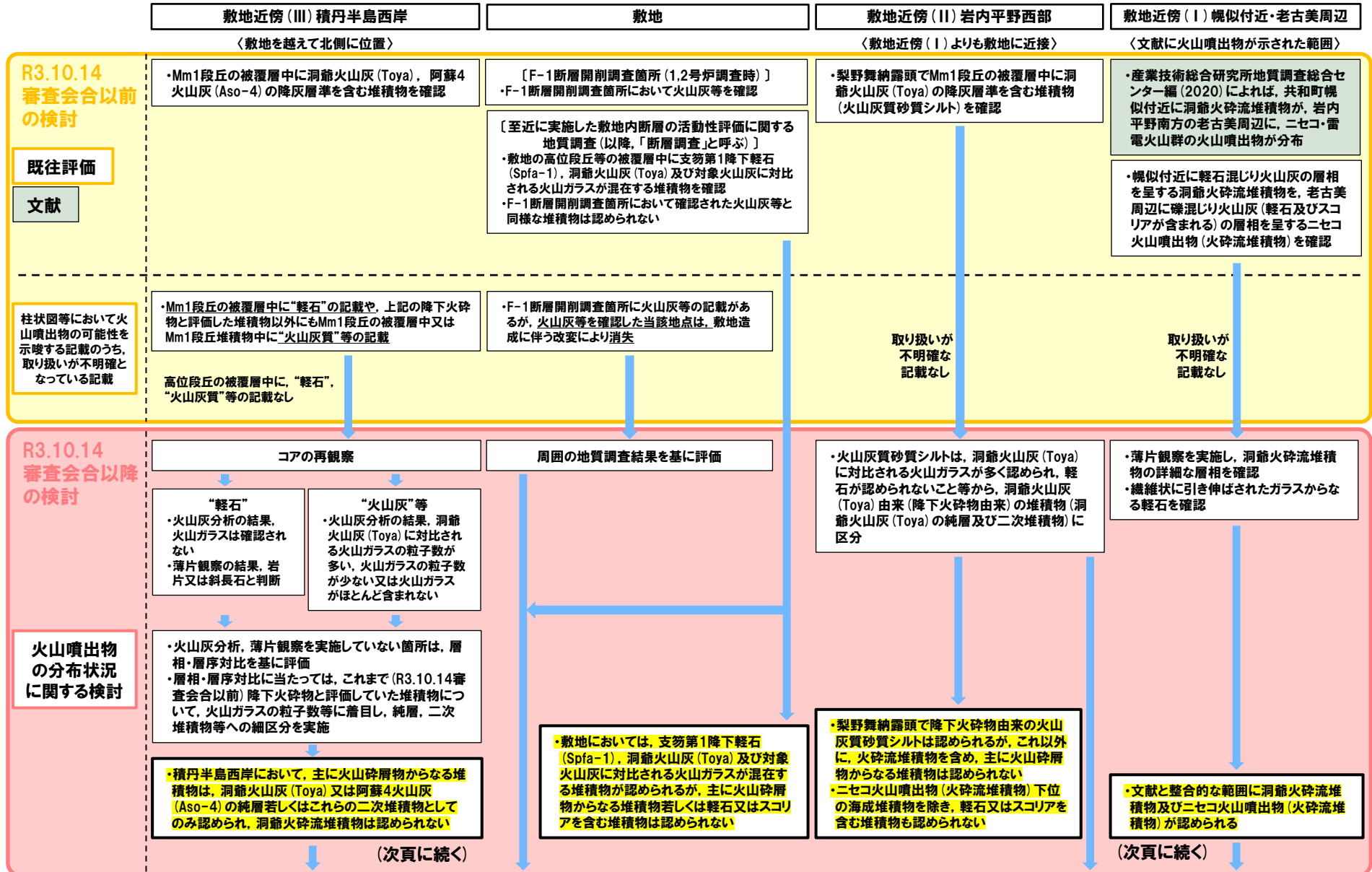
2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

②-2 火山噴出物の分布（敷地及び敷地近傍）（1/28）

- 産業技術総合研究所地質調査総合センター編（2020）によれば、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した13火山のうち、火山噴出物の分布が敷地に近接する火山は、洞爺カルデラ及びニセコ・雷電火山群の2火山に限定される。
- 敷地及び敷地近傍における火山噴出物の分布状況については、敷地への火山影響を適切に評価するために重要であることから、上記の文献に示された状況に加えて、敷地及び敷地近傍を以下の4つの範囲に区分した上で、当社地質調査結果に基づく分布状況の評価を実施した。
 - ・敷地近傍（Ⅰ）：共和町幌似付近及び岩内平野南方の老古美周辺（洞爺カルデラ及びニセコ・雷電火山群の火山噴出物が文献に示された範囲）
 - ・敷地近傍（Ⅱ）：敷地近傍（Ⅰ）よりも敷地に近接する岩内平野西部
 - ・敷地近傍（Ⅲ）：敷地を越えた北側に位置する積丹半島西岸
 - ・敷地
- この評価に当たっては、以下に示す課題があるため、この課題を解決するための検討をそれぞれ実施している。
 - ・積丹半島西岸においてR3.10.14審査会合以前に実施したボーリング柱状図に、取り扱いが不明確となっている“軽石”、“火山灰質”等の記載がある。
 - ・洞爺火砕流については、幌似付近以西において堆積物を確認している文献はないが、以下の状況等から、洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性が考えられる。
 - ✓ 推定に基づき、幌似付近を越えて岩内湾までの分布を示している文献が認められる。
 - ✓ 敷地方向とは異なるが、敷地から洞爺カルデラまでの距離（約55km）よりも遠方に到達しているとする文献が認められる。
- また、洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性検討の結果も踏まえ、敷地造成に伴う改変により消失しているF-1断層開削調査箇所に示された以下の堆積物の解釈も併せて実施した。
 - ・1982年夏頃に作成したF-1断層開削調査箇所（1,2号炉調査時）のスケッチの地表付近に示された火山灰（黄灰色）、火山灰（灰白色）及び火山灰質シルト
- 上記検討の概念図を次頁～P58に、当社地質調査位置をP60に、本検討の詳細をP62～P67に、総合柱状図をP68～P69にそれぞれ示す。

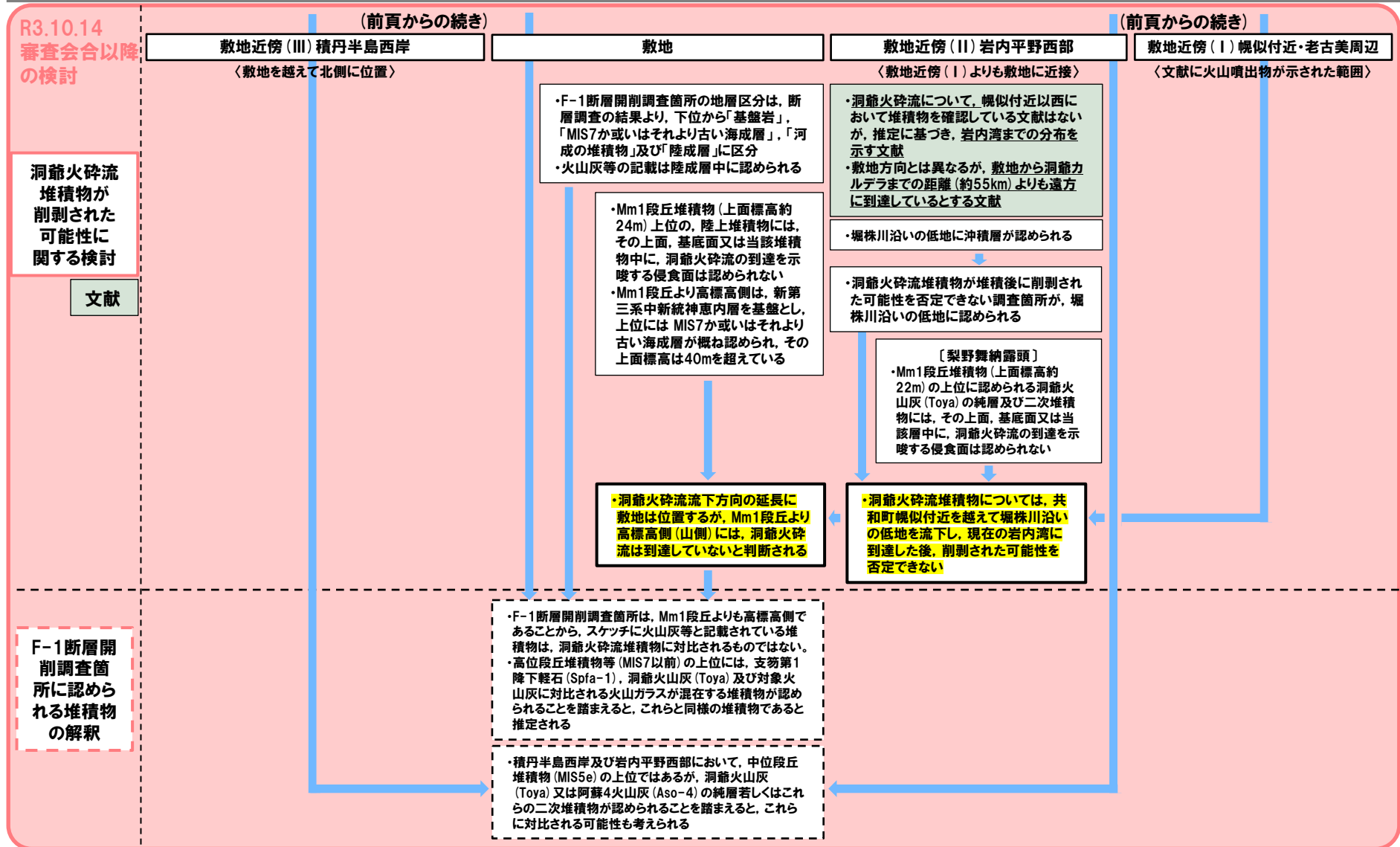
2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

②-2 火山噴出物の分布(敷地及び敷地近傍)(2/28)



2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

②-2 火山噴出物の分布(敷地及び敷地近傍)(3/28)



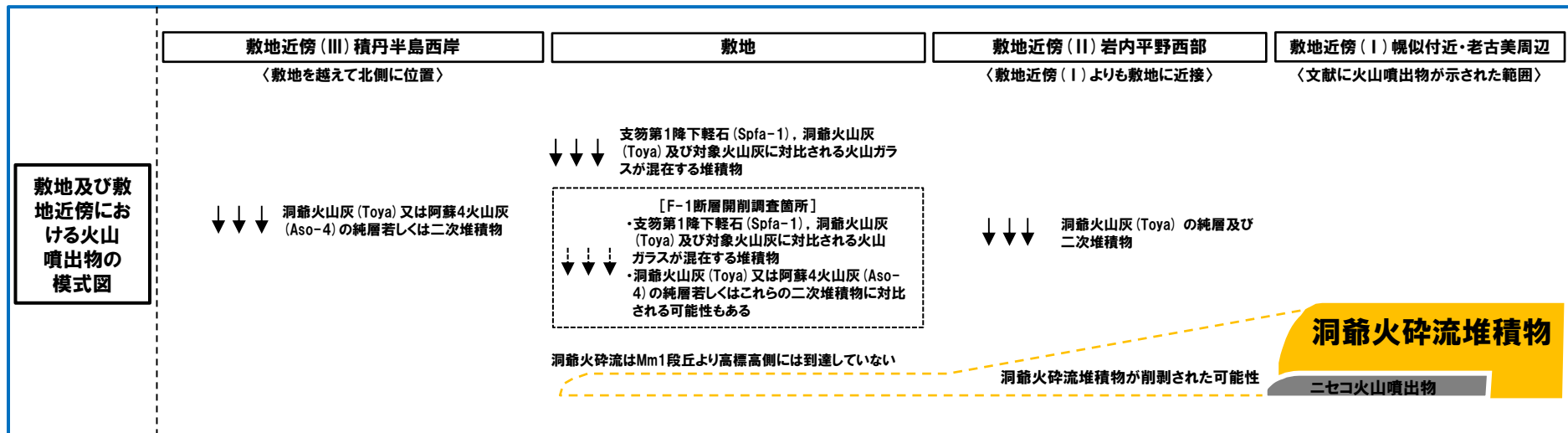
2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

②-2 火山噴出物の分布（敷地及び敷地近傍）（4/28）

（前頁からの続き）



- 敷地及び敷地近傍における当社地質調査の結果、共和町幌似付近に洞爺火砕流堆積物が、岩内平野南方の老古美周辺にニセコ火山噴出物（火砕流堆積物）が認められるが、これらの堆積物は、岩内平野西部、敷地及び敷地を越えた積丹半島西岸には認められないと評価される。
- このうち、洞爺火砕流については、共和町幌似付近を越えて堀株川沿いの低地を流下し、現在の岩内湾に到達した後、削剥された可能性を否定できないが、敷地のうち、Mm1段丘より高標高側には到達していないと判断される。



余白

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

②-2 火山噴出物の分布(敷地及び敷地近傍)(5/28)

【敷地近傍(III)】
 ○積丹半島西岸において、主に火山砕屑物からなる堆積物は、洞爺火山灰(Toya)又は阿蘇4火山灰(Aso-4)の純層若しくはこれらの二次堆積物としてのみ認められ、洞爺火砕流堆積物は認められない。

【敷地】
 ○敷地においては、支笏第1降下軽石(Spfa-1)、洞爺火山灰(Toya)及び対象火山灰に対比される火山ガラスが混在する堆積物が認められるが、主に火山砕屑物からなる堆積物若しくは軽石又はスコリアを含む堆積物は認められない。

凡例

記号	地層名	火砕流堆積物
T	洞爺火砕流堆積物	火砕流堆積物
N	ニセコ火山噴出物	火砕流堆積物、泥流堆積物、火山砕砂
W	ワイスホルン火山	溶岩及び火砕岩
I	岩内岳火山	溶岩及び火砕岩
R	雷電山火山	溶岩及び火砕岩
	雷電岬火山角礫岩層	
	段丘堆積物	礫及び砂
W	岩内層	礫及び砂

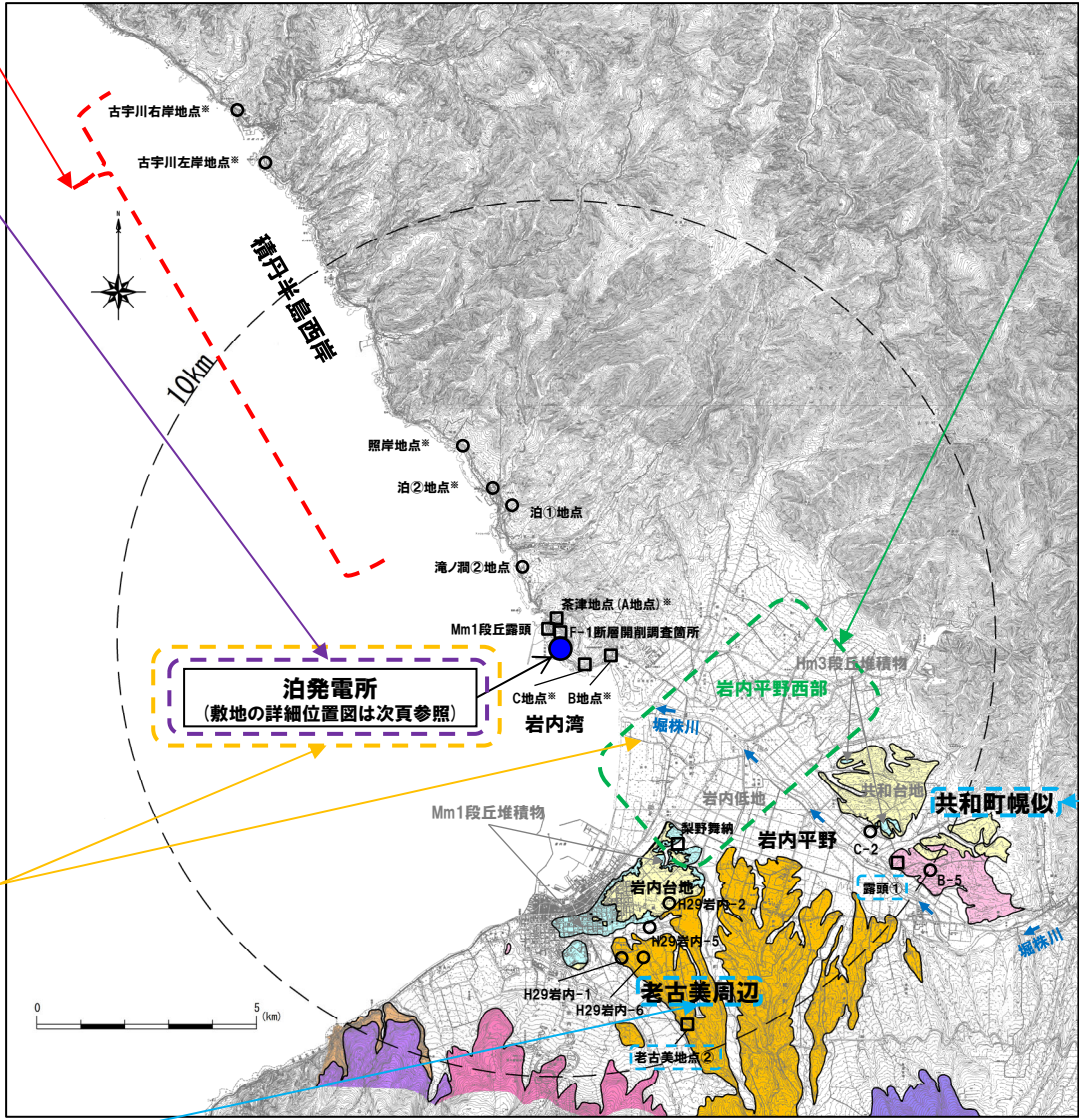
凡例

○ ボーリング調査

□ 露頭調査又は開削調査

【洞爺火砕流堆積物が削割された可能性】
 ○洞爺火砕流堆積物は、共和町幌似付近を越えて確認されないが、沖積層が分布するため、堆積後に削割された可能性を否定できない調査箇所が、堀株川沿いの低地に認められる。
 ○このため、洞爺火砕流については、共和町幌似付近を越えて堀株川沿いの低地を流下し、現在の岩内湾に到達した後、削割された可能性を否定できない。
 ○流下方向の延長に敷地は位置するが、敷地のうち、Mm1段丘より高標高側(山側)には、洞爺火砕流は到達していないと判断される。

【敷地近傍(I)】
 ○岩内平野南方の老古美周辺に、礫混じり火山灰(軽石及びスコリアが含まれる)の層相を呈するニセコ火山噴出物(火砕流堆積物)が認められる。



【敷地近傍(II)】
 ○岩内平野西部においては、梨野舞納露頭で降下火砕物由来の火山灰質砂質シルトは認められるが、これ以外に、火砕流堆積物も含め、主に火山砕屑物からなる堆積物は認められない。また、ニセコ火山噴出物(火砕流堆積物)下位の海成堆積物(岩内層及び野塚層(下部層相当))を除き、軽石又はスコリアを含む堆積物も認められない。

【敷地近傍(I)】
 ○共和町幌似付近に、軽石混じり火山灰の層相を呈する洞爺火砕流堆積物が認められる。

※複数のボーリング又は開削調査を実施している地点。

敷地及び敷地近傍における当社調査位置図

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

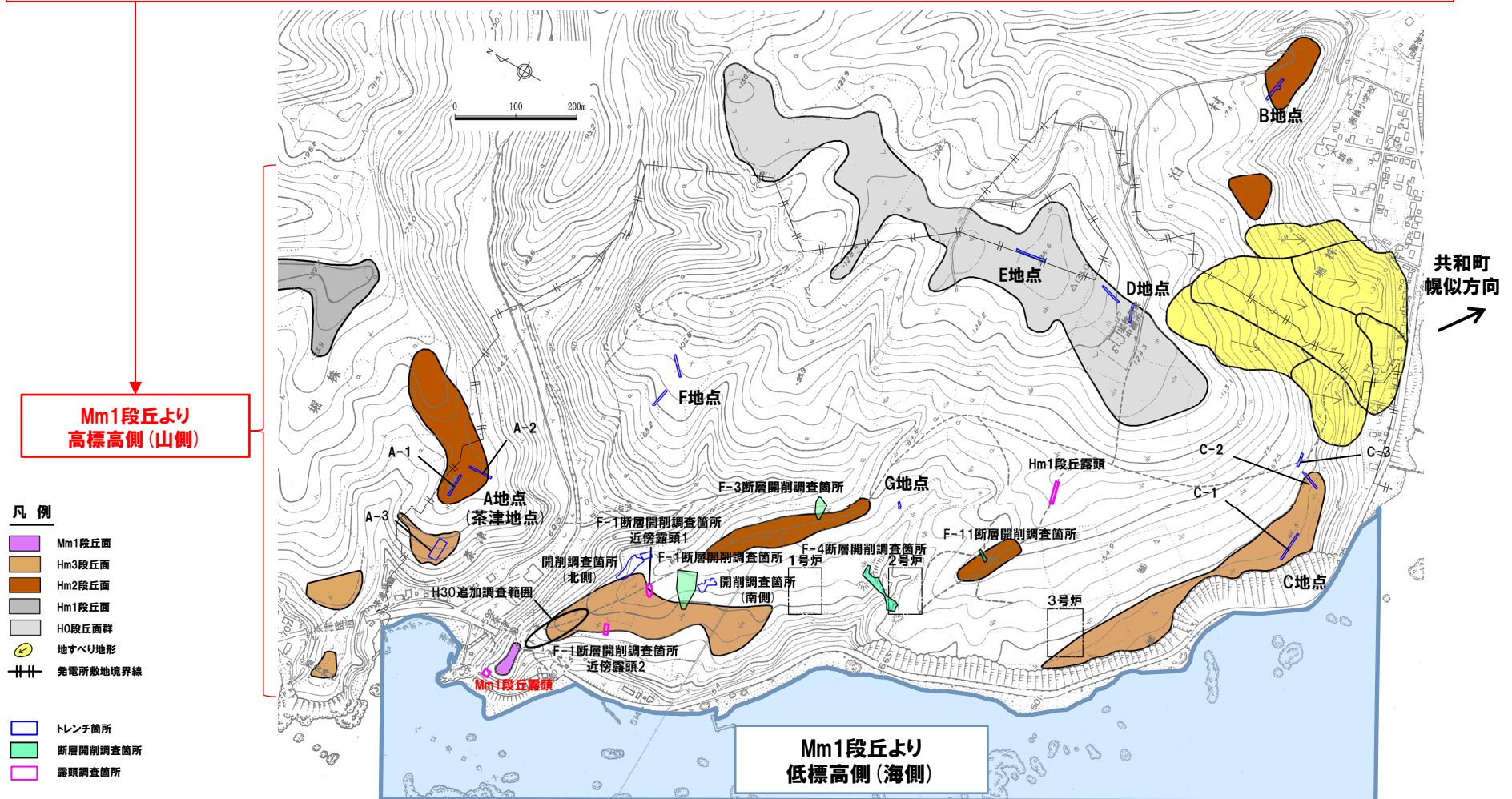
②-2 火山噴出物の分布（敷地及び敷地近傍）（6/28）

一部修正（H30/5/11審査会合）

【洞爺火砕流堆積物が削割された可能性（敷地のMm1段丘より高標高側）】

○敷地のうち、Mm1段丘より高標高側（山側）は、以下に示す状況であることから、洞爺火砕流は到達していないと判断される。

- ・岩内平野西部の梨野舞納地点においては、Mm1段丘堆積物（上面標高約22m）の上位に、洞爺火山灰（Toya）の純層及び二次堆積物認められるが、当該層の上面、基底面又は当該層中に侵食面は認められないことから、洞爺火砕流は到達していないものと判断される。
- ・敷地には、梨野舞納地点と同様、Mm1段丘堆積物（上面標高約24m）が認められ、その上位の陸上堆積物（シルト混じり砂）の上面、基底面又は当該堆積物中には、洞爺火砕流の到達を示唆する侵食面は認められない。
- ・敷地のMm1段丘より高標高側は、新第三系中新統神恵内層を基盤とし、上位にはMIS7か或いはそれより古い海成層が概ね認められ、その上面標高は40mを超えている。



凡例

- Mm1段丘面
- Hm3段丘面
- Hm2段丘面
- Hm1段丘面
- H0段丘面群
- 地すべり地形
- 発電所敷地境界線
- トレンチ箇所
- 断層開削調査箇所
- 露頭調査箇所

当図は、当社航空測量により作成

敷地の位置図（改変前の地形）

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

②-2 火山噴出物の分布（敷地及び敷地近傍）（7/28）

【敷地近傍（Ⅰ）】<洞爺カルデラ及びニセコ・雷電火山群の火山噴出物が文献に示された範囲>

○産業技術総合研究所地質調査総合センター編（2020）に示された範囲における洞爺カルデラ及びニセコ・雷電火山群の火山噴出物を確認した。

●その結果、共和町幌似付近に、軽石混じり火山灰の層相を呈する洞爺火砕流堆積物^{※1}が、岩内平野南方の老古美周辺に、礫混じり火山灰（軽石及びスコリアが含まれる）の層相を呈するニセコ火山噴出物（火砕流堆積物）^{※2}が認められる。

◇共和町幌似付近に位置する露頭①の状況をP70に、老古美周辺に位置する老古美地点②の状況をP71に示す。

◇露頭①で確認される洞爺火砕流堆積物について、R3.10.14審査会合以降、詳細な層相確認のために実施した薄片観察結果をP118～P123に示す。

◇共和町幌似付近に認められる洞爺火砕流堆積物は、洞爺火砕流の各ユニットのうち、Goto et al. (2018) のUnit2又は産業技術総合研究所（2022）のUnit5に区分され、いずれも主に軽石に富む火砕流堆積物とされており（P104～P111参照）、その層相は当社地質調査結果と一致する。

◇老古美地点②に認められるニセコ火山噴出物（火砕流堆積物）については、フィッシュトラック法年代測定値 $0.19 \pm 0.02\text{Ma}$ を得ている。

【敷地近傍（Ⅱ）】<岩内平野西部>

○敷地近傍（Ⅰ）において認められる洞爺火砕流堆積物及びニセコ火山噴出物（火砕流堆積物）が、より敷地に近接する岩内平野西部にも分布するか否かを確認した。

●その結果、岩内平野西部においては、梨野舞納露頭で降下火砕物由来の火山灰質砂質シルトは認められるが、これ以外に、火砕流堆積物も含め、主に火山砕屑物からなる堆積物は認められない^{※3}。

●なお、火山灰質砂質シルトは、Mm1段丘堆積物の上位に認められ（P68～P69参照）、以下のことから、洞爺火山灰（Toya）^{※1}由来の堆積物に区分される。

・当該堆積物には、洞爺火山灰（Toya）に対比される火山ガラスが多く認められる^{※4}。

・当該堆積物には、近接する共和町幌似付近に認められる洞爺火砕流堆積物とは異なり、軽石が認められない。

・町田ほか（1987）においては、洞爺火山灰（Toya）について、「下北半島北部、渡島半島一帯では、火山灰層の下部に細粒軽石を介在させるものの、細粒の火山ガラスを主体とする降下火山灰である。」とされており、洞爺カルデラから北西側に位置する敷地近傍は、降下火砕物に軽石が含まれず、細粒ガラスを主体とする地域であることから、火山灰質砂質シルトを洞爺火山灰（Toya）由来（降下火砕物由来）とすることは妥当であると考えられる。

●また、岩内平野西部においては、ニセコ火山噴出物（火砕流堆積物）下位の海成堆積物（岩内層及び野塚層（下部層相当））を除き、敷地近傍（Ⅰ）で確認される火砕流堆積物の特徴である軽石又はスコリアを含む堆積物も認められない^{※3}。

（次頁へ続く）

※1 町田・新井（2011）に示されている広域テフラである「洞爺テフラ」は、火砕流と同時の降下火山灰からなるとされており、火砕流を洞爺火砕流堆積物、降下火山灰を洞爺火山灰（Toya）と呼称している。本資料においても同文献に基づいた呼称としている。なお、同文献には、洞爺テフラについて、以下の記載がなされている。

・洞爺テフラは最終間氷期のすぐ後の11.2～11.5万年前（ステージ5d）に洞爺カルデラから噴出した大容積のテフラで、火砕流と同時の降下火山灰は北海道から東北地方一帯をおおって降下堆積した。

・洞爺火山灰（Toya）は、北海道から東北地方のほぼ全域で、最終間氷期と目される海成段丘の上または海成層中に介在する白色ガラス質の火山灰層である。

※2 岩内平野南方（老古美周辺）に認められるニセコ火山噴出物（火砕流堆積物）の詳細については、補足説明資料3章参照。

※3 岩内平野西部で実施したボーリング調査結果については、補足説明資料2章参照。

※4 当該火山灰質砂質シルトは、本質物である火山ガラスの粒子数等を踏まえると、下部から、洞爺火山灰（Toya）の純層及び二次堆積物に区分される（P74参照。火山ガラスの粒子数等に注目した、降下火砕物の純層又は二次堆積物への細区分の考え方については、P75参照。）

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

②-2 火山噴出物の分布(敷地及び敷地近傍)(8/28)

(前頁からの続き)

【敷地近傍(Ⅲ)】<敷地を越えた北側に位置する積丹半島西岸※5>

- 岩内平野から見て敷地を越えた北側に位置する積丹半島西岸の各地点(P60参照)においては、これまで(R3.10.14審査会合以前)に実施したボーリング調査の柱状図に“軽石”との記載がなされている※6。
- “軽石”との記載がなされている堆積物は、以下に示す状況を踏まえると、洞爺火砕流又はその痕跡として、洞爺火砕流の本質物を含むものである可能性が考えられることから、これを明らかにするため、R3.10.14審査会合以降、“軽石”に対応する白色粒子を対象に、追加の火山灰分析及び薄片観察を実施した。
 - ・“軽石”との記載がなされている堆積物は、Mm1段丘(MIS5e)の被覆層中に認められ、高位段丘の被覆層中には認められない
 - ・敷地近傍(Ⅰ)において認められる洞爺火砕流堆積物は、軽石を含む
- なお、町田ほか(1987)を踏まえると、前述したとおり、洞爺火山灰(Toya)については、洞爺カルデラから北西側に位置する敷地近傍では、軽石が含まれず、細粒ガラスを主体とするものであることから、当該地域においては、軽石の存否が降下火砕物と火砕流堆積物とを区別する指標になると考えられる。
 - “軽石”に対応する白色粒子を対象とした火山灰分析の結果、分析に供する火山ガラスは確認されない。
 - “軽石”に対応する白色粒子を対象とした薄片観察の結果、岩片又は斜長石であると判断される。
- 同じくMm1段丘(MIS5e)の被覆層中又はMm1段丘堆積物中において、ボーリング柱状図に“火山灰質”、“火山灰混じり”又は“火山灰”(以下、「火山灰質」等)と呼称)と記載がなされている堆積物※6のうち、これまで、降下火砕物(洞爺火山灰(Toya)又は阿蘇4火山灰(Aso-4)※7の降灰層準相当)と評価していた堆積物以外については、主に火山砕屑物からなるものであるかを確認するため、R3.10.14審査会合以降、追加の火山灰分析を実施した。
 - “火山灰質”等の記載がなされている堆積物を対象とした火山灰分析の結果、洞爺火山灰(Toya)に対比される火山ガラスの粒子数が多い、火山ガラスの粒子数が少ない又は火山ガラスがほとんど含まれないといった状況が認められることから、洞爺火山灰(Toya)に対比される火山ガラスの粒子数が多いもの以外は、主に火山砕屑物からなるものではない。

主に代表ボーリングを対象とした、“軽石”記載に関する追加の火山灰分析及び薄片観察

主に代表ボーリングを対象とした、“火山灰質”等の記載に関する追加の火山灰分析

(次頁へ続く)

※5 積丹半島西岸における洞爺火砕流堆積物の有無に関する検討の詳細については、補足説明資料4章参照。

※6 R3.10.14審査会合以前の柱状図に、“軽石”、“火山灰質”等と記載した考え方は、以下に示すとおり。

「“軽石”」

・コア観察において、白色を呈し、発泡痕様の表面形状が認められる粒子。

「“火山灰質”等」

・積丹半島西岸は、町田・新井(2011)に示される洞爺火山灰(Toya)及び阿蘇4火山灰(Aso-4)の分布範囲内に位置することを踏まえ、コア観察において、上、下位の堆積物と比較し、明色を呈するものであり、かつ、構成物質の多くが火山砕屑物からなると解釈される堆積物。当該解釈は、火山ガラスは、結晶質なものと比較して脆性であるため、粒子が指圧でほぐれやすいとの考えによる。

※7 町田・新井(2011)に示されている広域テフラである「阿蘇4テフラ」は、巨大火砕流堆積物とその降下火山灰からなるとされており、火砕流を阿蘇4火砕流堆積物、降下火山灰を阿蘇4火山灰(Aso-4)と呼称している。本資料においても同文献に基づいた呼称としている。なお、同文献には、阿蘇4テフラについて、以下の記載がなされている。

・およそ8.5万年前から9万年前までの一時期に、九州の阿蘇カルデラから噴出した、巨大火砕流堆積物とその降下火山灰が、阿蘇4テフラである。

・本州、北海道、日本海および太平洋海底のきわめて広域から、阿蘇4火砕流堆積物とまったく同じ岩質の細粒ガラス質火山灰層が見出されたことから、火砕流噴出と同時に、多量の火山灰が高空に放出され、広域に飛散堆積したことが明らかとなった。

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

②-2 火山噴出物の分布（敷地及び敷地近傍）（9/28）

（前頁からの続き）

○また、前述の火山灰分析又は薄片観察の実施対象としていない“軽石”、“火山灰質”等の記載がなされている堆積物については、近接するボーリングとの層相・層序対比から、これらの評価を行った。

◇なお、層相・層序対比に当たっては、地層区分をより明確にする必要があることから、これまで降下火砕物と評価していた堆積物等について、火山ガラスの粒子数等に着目し、純層、二次堆積物等への細区分を実施した。

●層相・層序対比の結果も踏まえると、これまで降下火砕物と評価していた堆積物以外で、“軽石”、“火山灰質”等の記載がなされている堆積物は、以下の3種類に区分される。

- ・火山ガラスが混在する（含まれる火山ガラスの粒子数が少ない）扇状地性堆積物及び崖錐堆積物
- ・火山ガラスがほとんど含まれない扇状地性堆積物及び崖錐堆積物
- ・軽石を含まない、火山ガラスを多く含む洞爺火山灰（Toya）の純層又は二次堆積物

◇また、細区分の結果、これまで降下火砕物と評価していた堆積物は、火山ガラスの粒子数等を踏まえ、降下火砕物の純層又は二次堆積物若しくは火山ガラスが混在する堆積物に区分される。

●以上のことから、積丹半島西岸において、主に火山砕屑物からなる堆積物は、洞爺火山灰（Toya）又は阿蘇4火山灰（Aso-4）の純層若しくはこれらの二次堆積物としてのみ認められ、洞爺火砕流堆積物は認められない。

◇柱状図に“軽石”、“火山灰質”等と記載がなされている堆積物の一覧をP78～P79に、本検討の結果の一覧をP80～P85に示す。

層相・層序対比も踏
まえた堆積物の地層
区分

【敷地】

○至近に実施した敷地内断層の活動性評価に関する当社地質調査（以降、「断層調査」と呼ぶ）結果に基づき、敷地における火山噴出物の有無を確認した。

●その結果、敷地においては、支笏第1降下軽石（Spfa-1）、洞爺火山灰（Toya）及び対象火山灰^{※8}に対比される火山ガラスが混在する堆積物が認められる^{※9}が、主に火山砕屑物からなる堆積物若しくは軽石又はスコリアを含む堆積物は認められない^{※10}。

- 敷地及び敷地近傍における当社地質調査の結果、以下のことから、共和町幌似付近に洞爺火砕流堆積物が、岩内平野南方の老古美周辺にニセコ火山噴出物（火砕流堆積物）が認められるが、これらの堆積物は、岩内平野西部、敷地及び敷地を越えた積丹半島西岸には認められないと評価される。
- ・共和町幌似付近に、軽石混じり火山灰の層相を呈する洞爺火砕流堆積物が、岩内平野南方の老古美周辺に、礫混じり火山灰（軽石及びスコリアが含まれる）の層相を呈するニセコ火山噴出物（火砕流堆積物）が認められる。
 - ・岩内平野西部においては、梨野舞納露頭で降下火砕物由来の火山灰質砂質シルトは認められるが、これ以外に、火砕流堆積物も含め、主に火山砕屑物からなる堆積物は認められない。また、ニセコ火山噴出物（火砕流堆積物）下位の海成堆積物（岩内層及び野塚層（下部層相当））を除き、軽石又はスコリアを含む堆積物も認められない。
 - ・積丹半島西岸において、主に火山砕屑物からなる堆積物は、洞爺火山灰（Toya）又は阿蘇4火山灰（Aso-4）の純層若しくはこれらの二次堆積物としてのみ認められ、洞爺火砕流堆積物は認められない。
 - ・敷地においては、支笏第1降下軽石（Spfa-1）、洞爺火山灰（Toya）及び対象火山灰に対比される火山ガラスが混在する堆積物が認められるが、主に火山砕屑物からなる堆積物若しくは軽石又はスコリアを含む堆積物は認められない。

（P66へ続く）

※8 ニセコ火山噴出物（火砕流堆積物）に対比される火山灰を「対象火山灰」と呼称している。

※9 「敷地で実施した地質調査結果」については、補足説明資料5章参照。

※10 3号炉調査時に実施したボーリングのうち、3B-4、3H-2及び3J-4孔の柱状図には“軽石”との記載がなされている堆積物が表土直下等に認められる。R3.10.14審査会合以降のコア再観察の結果、“軽石”に対応すると考えられる白色粒子は認められないことから、基質を対象とした火山灰分析を実施し、当該箇所には火山ガラスがほとんど含まれない（10/3000粒子以下）ことを確認している。

余白

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

②-2 火山噴出物の分布(敷地及び敷地近傍)(10/28)

(P62からの続き)

【洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性】

- P54～P56に示す通り、敷地及び敷地近傍における当社地質調査の結果、共和町幌似付近に洞爺火砕流堆積物が、岩内平野南方の老古美周辺にニセコ火山噴出物(火砕流堆積物)が認められるが、これらの堆積物は、岩内平野西部、敷地及び敷地を越えた積丹半島西岸には認められないと評価した。
- 一方、洞爺火砕流については、幌似付近以西において堆積物を確認している文献はないが、推定に基づき、岩内湾までの分布を示しているもの(P103～P111参照)や、敷地方向とは異なるが、敷地から洞爺カルデラまでの距離(約55km)よりも遠方に到達しているとするもの(P112～P114参照)が認められる。
- この状況に加え、堀株川付近には洞爺火砕流堆積物堆積以降に堆積した沖積層が認められること及び洞爺火砕流堆積物の火口からの距離と層厚の関係は、大局的に、距離の増加に応じて層厚が小さくなる傾向が認められること(検討の詳細については、補足説明資料6章参照)を踏まえると、洞爺火砕流堆積物が堆積以降の氷期に侵食された可能性も考えられる。
- このため、洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性について検討を実施した(検討の詳細については、補足説明資料7章参照)。
- また、洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性検討の結果も踏まえ、敷地造成に伴う改変により消失しているF-1断層開削調査箇所を示された以下の堆積物の解釈も実施した。
 - ・1982年夏頃に作成したF-1断層開削調査箇所(1,2号炉調査時)のスケッチの地表付近に示された火山灰(黄灰色)、火山灰(灰白色)及び火山灰質シルト※11, 12
- なお、F-1断層開削調査箇所の地層区分については、至近で実施した敷地内断層の活動性評価に関する検討の結果、下位から、「基盤岩」、「MIS7か或いはそれより古い海成層」、「河成の堆積物」及び「陸成層」に区分しており、火山灰等の記載は、陸成層中に認められるものである。

- 洞爺火砕流堆積物は、共和町幌似付近を越えて確認されないが、沖積層が分布するため、堆積後に削剥された可能性を否定できない調査箇所が、堀株川沿いの低地に認められる。
- このため、洞爺火砕流については、共和町幌似付近を越えて堀株川沿いの低地を流下し、現在の岩内湾に到達した後、削剥された可能性を否定できない。
- 流下方向の延長に敷地は位置するが、以下に示す状況であることから、敷地のうち、Mm1段丘より高標高側(山側)には、洞爺火砕流は到達していないと判断される(位置図はP60参照)。
 - ・岩内平野西部の梨野舞納地点においては、Mm1段丘堆積物(上面標高約22m)の上位に、洞爺火山灰(Toya)の純層及び二次堆積物が認められるが、当該層の上面、基底面又は当該層中に侵食面は認められないことから、洞爺火砕流は到達していないものと判断される。
 - ・敷地には、梨野舞納地点と同様、Mm1段丘堆積物(上面標高約24m)が認められ、その上位の陸上堆積物(シルト混じり砂)の上面、基底面又は当該堆積物中には、洞爺火砕流の到達を示唆する侵食面は認められない。
 - ・敷地のMm1段丘より高標高側は、新第三系中新統神恵内層を基盤とし、上位にはMIS7か或いはそれより古い海成層が概ね認められ、その上面標高は40mを超えている。
- F-1断層開削調査箇所は、Mm1段丘よりも高標高側(山側)であることから、スケッチに火山灰等と記載されている堆積物は、洞爺火砕流堆積物に対比されるものではない。
- 断層調査の結果、高位段丘堆積物等(MIS7以前)※13の上位には、明瞭な火山灰を含む地層は認められず、支笏第1降下軽石(Spfa-1)、洞爺火山灰(Toya)及び対象火山灰に対比される火山ガラスが混在する堆積物が認められることを踏まえると、F-1断層開削調査箇所のスケッチ(1982年夏頃作成)に火山灰等と記載されている複数の堆積物は、これらと同様、火山ガラスが混在する堆積物であると推定される。
- また、積丹半島西岸及び岩内平野において、中位段丘堆積物(MIS5e)※14の上位ではあるが、洞爺火山灰(Toya)又は阿蘇4火山灰(Aso-4)の純層若しくはこれらの二次堆積物が認められることを踏まえると、同開削調査箇所のスケッチに火山灰等と記載されている複数の堆積物は、これらに対比される可能性も考えられる。

※11 F-1断層開削調査箇所のスケッチは、補足説明資料5章に掲載。

※12 敷地においては、1,2号炉調査時のF-1断層開削調査箇所(a地点)の他に、3号炉調査時のb～d地点及び平成25年度造成工事時のe地点で火山灰質シルトを確認している。b～d地点についても改変により消失しており、これらの地点に認められる火山灰質シルトの解釈については、補足説明資料5章参照。

※13 Hm3段丘堆積物、Hm2段丘堆積物及びHm2段丘堆積物相当層。

※14 Mm1段丘堆積物。

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

②-2 火山噴出物の分布(敷地及び敷地近傍)(11/28)

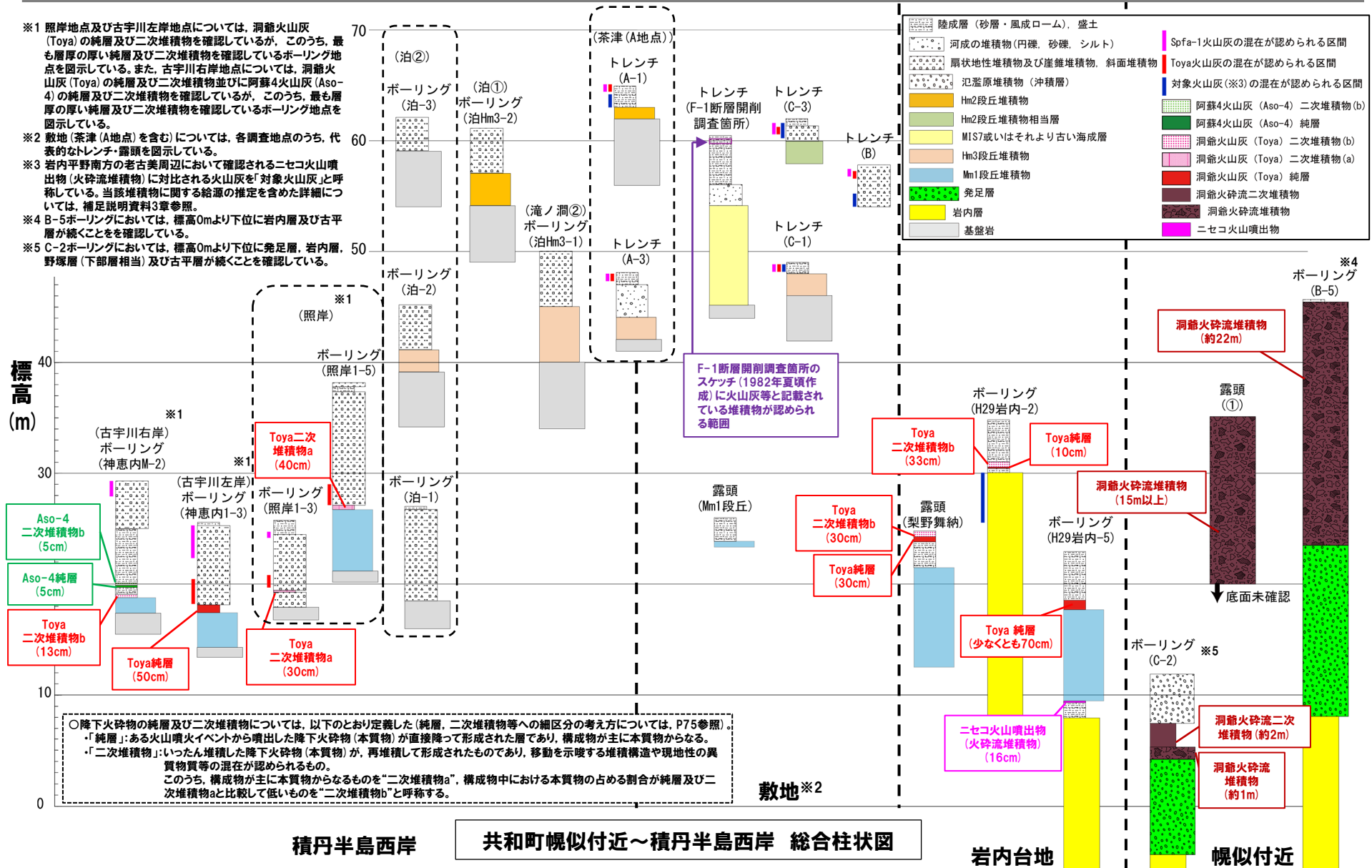
(前頁からの続き)



- 敷地及び敷地近傍における当社地質調査の結果、共和町幌似付近に洞爺火砕流堆積物が、岩内平野南方の老古美周辺にニセコ火山噴出物(火砕流堆積物)が認められるが、これらの堆積物は、岩内平野西部、敷地及び敷地を越えた積丹半島西岸には認められないと評価される。
- このうち、洞爺火砕流については、共和町幌似付近を越えて堀株川沿いの低地を流下し、現在の岩内湾に到達した後、削剥された可能性を否定できないが、敷地のうち、Mm1段丘より高標高側には到達していないと判断される。

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

②-2 火山噴出物の分布(敷地及び敷地近傍)(12/28)



2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

②-2 火山噴出物の分布（敷地及び敷地近傍）（14/28）

【露頭①】

- 当社地質調査の結果、共和町幌似付近に、軽石混じり火山灰の層相を呈する洞爺火砕流堆積物が認められる。
- 共和町幌似付近に認められる洞爺火砕流堆積物は、洞爺火砕流の各ユニットのうち、Goto et al. (2018) のUnit2又は産業技術総合研究所 (2022) のUnit5に区分され、いずれも主に軽石に富む火砕流堆積物とされており (P104～P111参照), その層相は当社地質調査結果と一致する。



露頭①全景
(底盤標高:約20m, 上面標高:約35m)



露頭状況



露頭状況拡大 その1



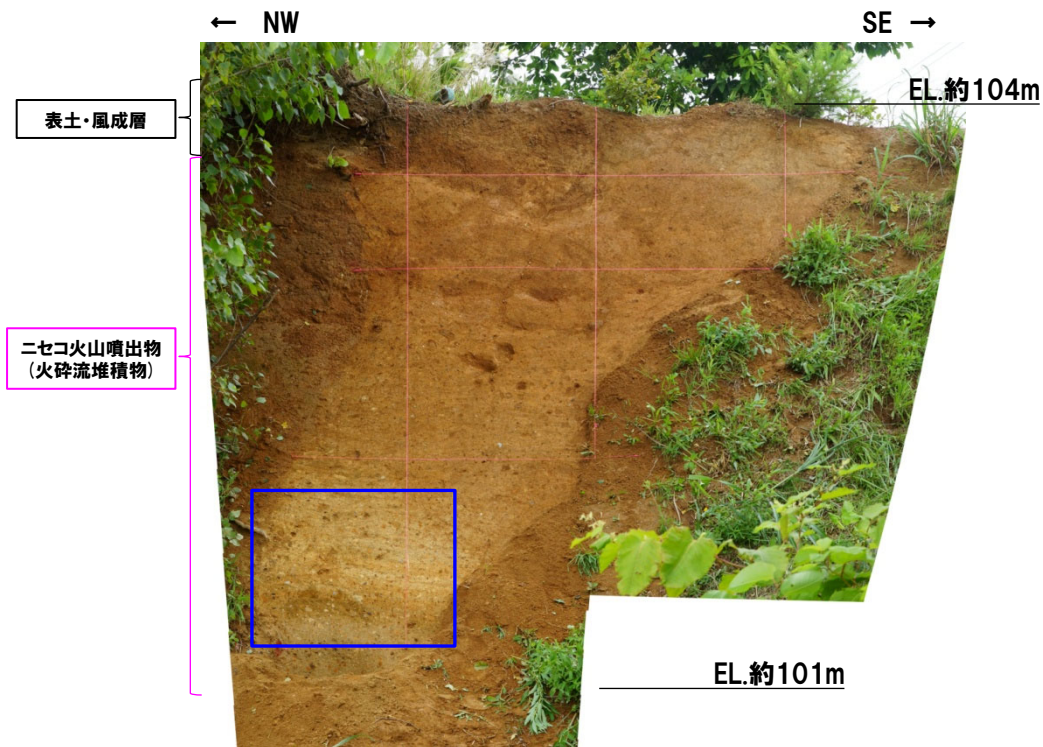
露頭状況拡大 その2

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

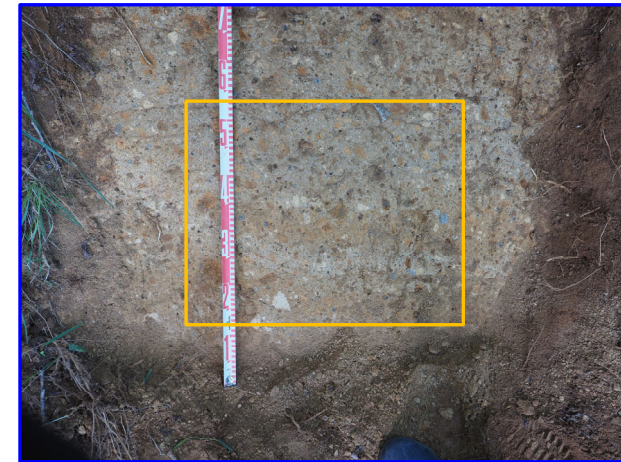
②-2 火山噴出物の分布 (敷地及び敷地近傍) (15/28)

【考古美地点②】

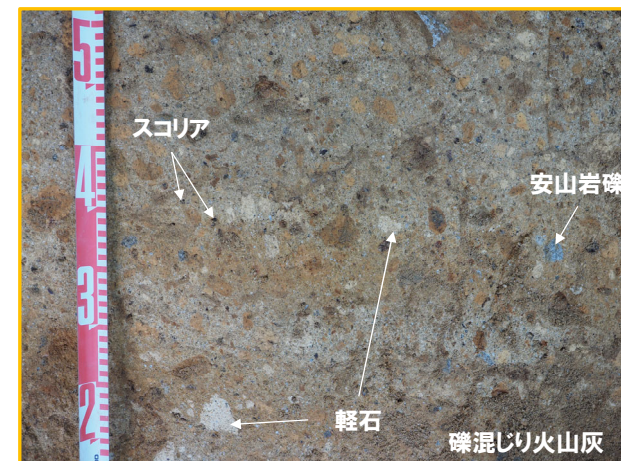
○当社地質調査の結果、岩内平野南方の考古美周辺に、礫混じり火山灰（軽石及びスコリアが含まれる）の層相を呈するニセコ火山噴出物（火砕流堆積物）が認められる。



考古美地点②状況



露頭状況拡大 その1



露頭状況拡大 その2

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

②-2 火山噴出物の分布（敷地及び敷地近傍）（16/28）

【梨野舞納露頭】

- 岩内平野西部で実施した当社地質調査の結果、梨野舞納露頭に認められる火山灰質砂質シルトは、Mm1段丘堆積物の上位に認められ、以下のことから、洞爺火山灰 (Toya) 由来の堆積物に区分される。
 - ・当該堆積物には、洞爺火山灰 (Toya) に対比される火山ガラスが多く認められる。
 - ・当該堆積物には、近接する共和町幌似付近に認められる洞爺火砕流堆積物とは異なり、軽石が認められない。
 - ・町田ほか (1987) においては、洞爺火山灰 (Toya) について、「下北半島北部、渡島半島一帯では、火山灰層の下部に細粒軽石を介在させるものの、細粒の火山ガラスを主体とする降下火山灰である。」とされており、洞爺カルデラから北西側に位置する敷地近傍は、降下火砕物に軽石が含まれず、細粒ガラスを主体とする地域であることから、火山灰質砂質シルトを洞爺火山灰 (Toya) 由来 (降下火砕物由来) とすることは妥当であると考えられる。
- なお、当該火山灰質砂質シルトは、本質物である火山ガラスの粒子数等を踏まえると、下部から、洞爺火山灰 (Toya) の純層及び二次堆積物に区分される (P74参照。火山ガラスの粒子数等に着目した、降下火砕物の純層又は二次堆積物への細区分の考え方については、P75参照。)

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

②-2 火山噴出物の分布(敷地及び敷地近傍)(17/28)

← SE

標高: 25m

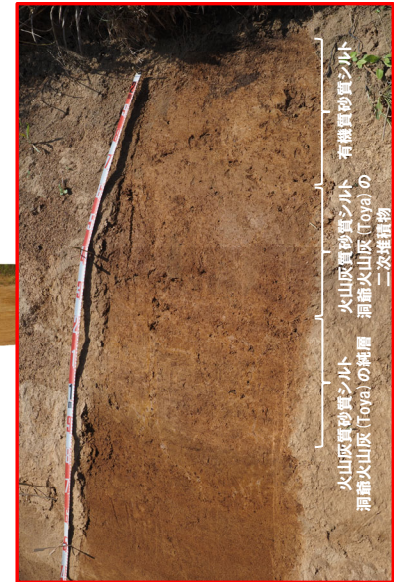
標高: 20m

標高: 15m



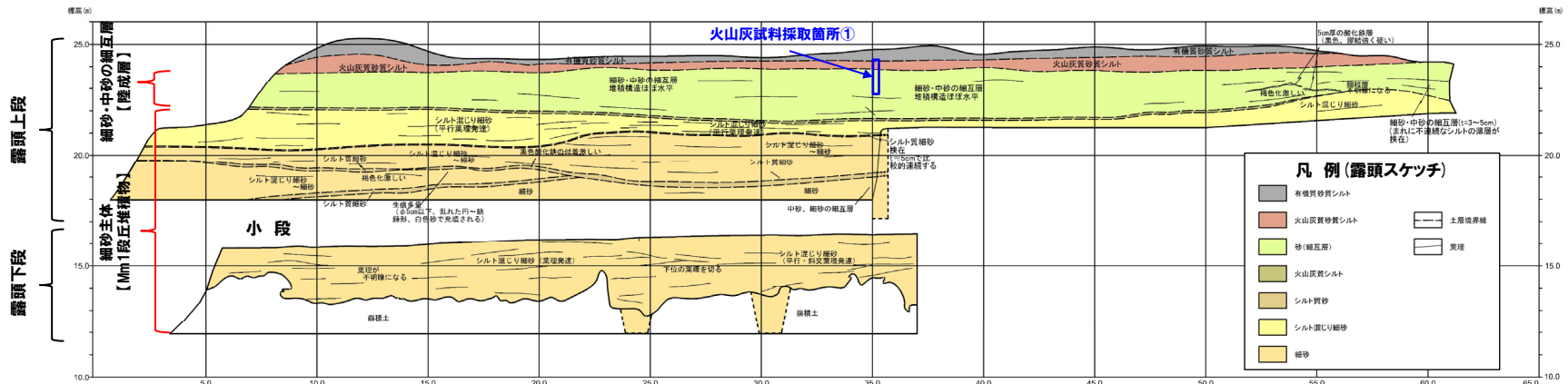
露頭状況
確認位置

NW →



露頭状況拡大

梨野舞納露頭写真



梨野舞納露頭スケッチ

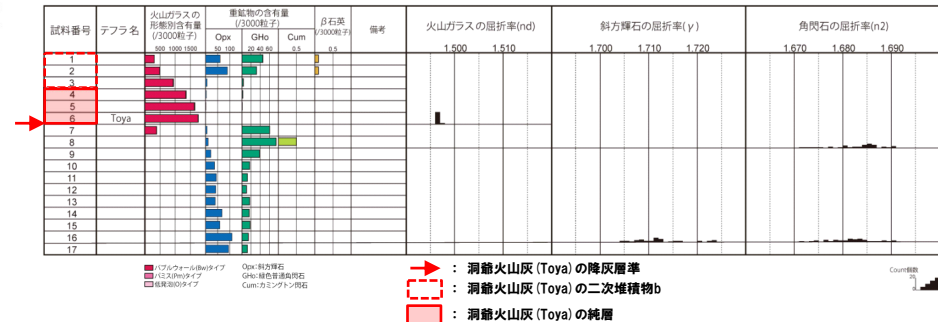
2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

②-2 火山噴出物の分布(敷地及び敷地近傍)(18/28)

- R3.10.14審査会合以前に実施した火山灰分析(組成分析及び屈折率測定)の結果, 洞爺火山灰(Toya)に対比される火山ガラスが認められ, 火山ガラスの粒子数が急増する箇所に降灰層準が認められる(標高24m程度)。
- 火山灰分析の結果, 当該火山灰質砂質シルトのうち, 標高24.35~24.05mについては, 基質部分に洞爺火山灰(Toya)の火山ガラスを多く含む(1000/3000粒子以上)ことから, 洞爺火山灰(Toya)の純層(層厚:30cm)に区分される。
- また, 標高24.65~24.35mについては, 直下に洞爺火山灰(Toya)の純層が認められること及び火山ガラスの粒子数が309~941粒子認められることから, 洞爺火山灰(Toya)の二次堆積物b(層厚:30cm)に区分される。



火山灰分析試料採取箇所① 露頭柱状図



火山灰分析試料採取箇所① 火山灰分析結果

(参考) 洞爺火山灰の屈折率(町田・新井, 2011より)

特徴	火山ガラス	斜方輝石	角閃石
バブルウォールタイプ・ハミスタイプの火山ガラス主体	1.494-1.498	1.711-1.761 (1.758-1.761, 1.712-1.729 bimodal)※	1.674-1.684

※括弧内の値はモードまたは集中度のよい範囲。

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

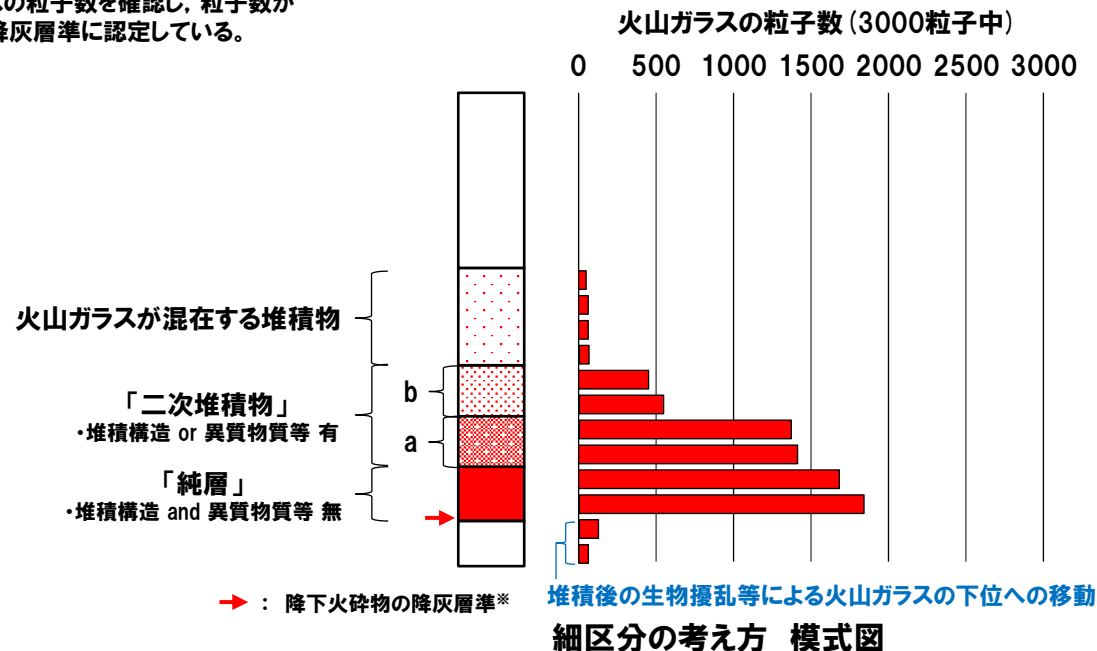
②-2 火山噴出物の分布(敷地及び敷地近傍)(19/28)

【純層、二次堆積物等への細区分の考え方】

- これまで(R3.10.14審査会合以前), 洞爺火山灰(Toya)及び阿蘇4火山灰(Aso-4)の降灰層準※に相当すると評価した堆積物等について, 降下火砕物の純層, 二次堆積物等への細区分を実施した。
- 降下火砕物の純層, 二次堆積物等への細区分は, 火山ガラスの粒子数, 堆積構造の有無, 異質物質等の混在の有無等に着目し, 評価を実施した。
- なお, 細区分に当たっては, 降下火砕物の純層及び二次堆積物を以下のとおり定義した。
 - ・「純層」:ある火山噴火イベントから噴出した降下火砕物(本質物)が直接降って形成された層であり, 構成物が主に本質物からなる。
 - ・「二次堆積物」:いったん堆積した降下火砕物(本質物)が, 再堆積して形成されたものであり, 移動を示唆する堆積構造や現地性の異質物質等の混在が認められるもの。
 このうち, 構成物が主に本質物からなるものを“二次堆積物a”, 構成物中における本質物の占める割合が純層及び二次堆積物aと比較して低いものを“二次堆積物b”と呼称する。

○本頁下図には, 細区分の考え方の模式図を示す。

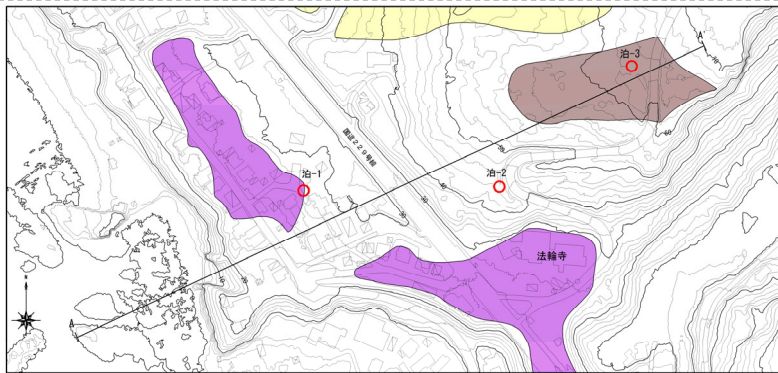
※下方から鉛直方向に火山ガラスの粒子数を確認し, 粒子数が急増する箇所を降下火砕物の降灰層準に認定している。



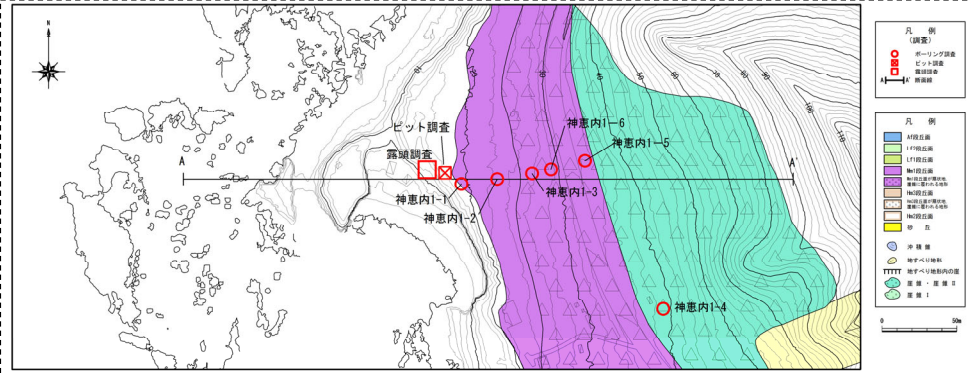
余白

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

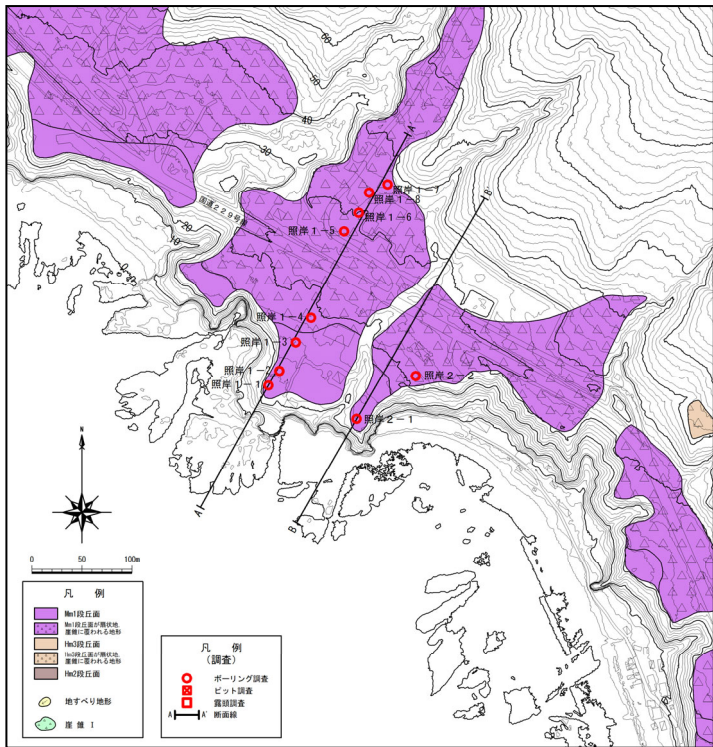
②-2 火山噴出物の分布(敷地及び敷地近傍)(20/28)



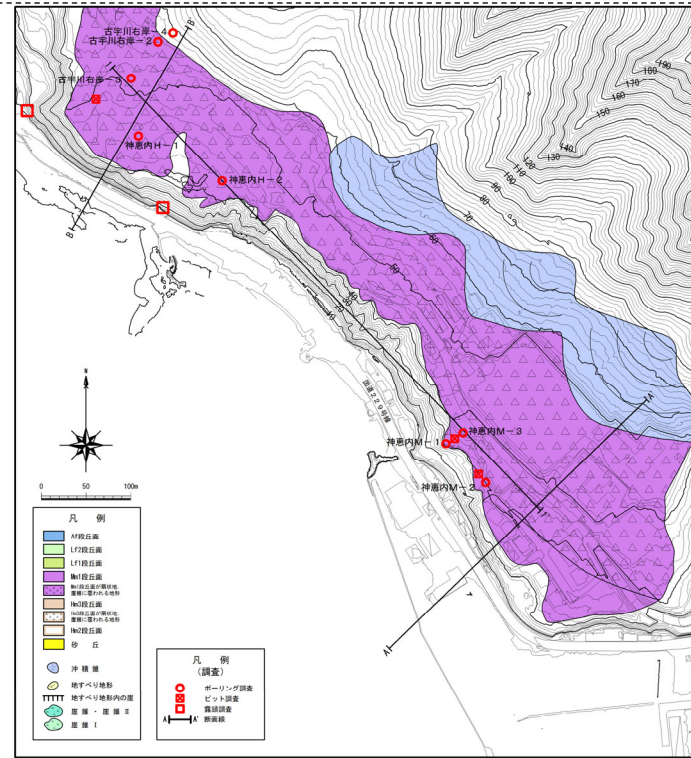
泊②地点 調査位置図



古宇川左岸地点 調査位置図



照岸地点 調査位置図



古宇川右岸地点 調査位置図

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

②-2 火山噴出物の分布(敷地及び敷地近傍)(21/28)

柱状図に“軽石”、“火山灰質”等と記載がなされている堆積物(1/2)

地質調査地点	深度(m)	標高(m)	層相	柱状図記事(抜粋)	
泊②	泊-1ボーリング	1.18~7.20	シルト混じり砂	○6.70~6.86m: 明褐色の 火山灰質砂 。	
	照岸1-1ボーリング	4.40~4.50	シルト*	○径0.1cm以下の 軽石片 混じる。	
照岸	照岸1-2ボーリング	0.50~4.10	シルト質砂礫	○1.40~1.70m: 基質は 火山灰質 で明褐色を呈す。	
	照岸1-3ボーリング	0.85~1.30	24.90~24.45	火山灰質シルト	○シルトは 火山灰質 で、やや均質。 ○細砂混じる。まれに径3cm以下礫混じる。
		1.30~4.95	24.45~20.80	シルト質砂礫	○1.30~1.65m, 3.20~3.40m: 基質は 火山灰混じり で明褐色を呈す。
		4.95~5.90	20.80~19.85	火山灰質シルト	○径0.5cm以下の 軽石片 がしばしば混入する。
		5.90~6.00	19.85~19.75	シルト	○シルトは 火山灰混じり で均質。
		6.00~6.40	19.75~19.35	火山灰	○径0.2cmの 軽石片 混じる。 ○6.30~6.40m: 安山岩礫混じる。
		6.40~6.50	19.35~19.25	軽石	○径0.3cm以下の 軽石 濃集。
	照岸1-4ボーリング	0.90~3.50	27.96~25.36	シルト質砂礫	○0.90~1.80m: 基質は 火山灰混じり で明褐色を呈し、礫率20~30%と低い。
	照岸1-5ボーリング	9.15~10.10	28.95~28.00	シルト	○9.65~9.75m: 砂分多く混じり、径1cm以下の 軽石片 混じる。
		10.10~11.05	28.00~27.05	砂質シルト	○10.10~10.90m: 径0.5cm以下の 軽石片 混じる。 ○10.90~10.95m: 砂分少なく、 火山灰質 。
		11.05~11.45	27.05~26.65	火山灰質シルト	○シルトは 火山灰質 で、細砂混じり不均質。 ○径0.2cm以下の 軽石片 混じる。 ○11.35~11.45m: シルト混じり細砂が挟在。
	照岸2-1ボーリング	2.50~2.60	21.50~21.40	火山灰質シルト	○シルトは 火山灰質 で、やや均質。
		2.60~3.90	21.40~20.10	礫質砂混じりシルト	○径0.8cm以下の 軽石片 混じる。 ○3.20~3.90m: 基質は 火山灰混じり のシルト。
		3.90~4.35	20.10~19.65	火山灰質シルト	○シルトは 火山灰質 で、粗砂分混じり不均質。 ○径2cm以下の礫混じる。
	照岸2-2ボーリング	4.10~4.25	26.99~26.84	礫混じり砂	○径0.2cm以下の 軽石片 混じる。
5.30~6.00		25.79~25.09	シルト	○径0.5cm以下(最大2cm)の 軽石片 混じる。	
古宇川左岸	神恵内1-1ボーリング	0.50~0.65	19.01~18.86	火山灰質シルト	○シルトは 火山灰質 で、均質。
		0.65~2.25	18.86~17.26	礫混じり砂質シルト	○シルトは 火山灰質 で、中砂混じる。
		2.45~2.85	17.06~16.66	礫混じり砂質シルト	○シルトは 火山灰質 で、中砂混じる。
	神恵内1-2ボーリング	2.85~3.85	16.66~15.66	火山灰	○細粒 火山灰 。 ○中砂~粗砂、径0.5cm以下の細礫が少量混じる。
		3.85~5.25	15.66~14.26	砂	○5.00~5.05m: 砂質シルトが挟在。シルトは 火山灰質 。
		0.35~2.80	22.01~19.56	礫混じり砂質シルト	○シルトは 火山灰質 で、細砂混じる。
神恵内1-3ボーリング	5.15~5.35	17.21~17.01	火山灰	○細粒 火山灰 で均質。	
	0.30~2.20	25.14~23.24	礫混じり砂質シルト	○シルトは 火山灰混じり で、粗砂混じる。	
	2.20~3.25	23.24~22.19	礫質砂混じりシルト	○シルトは 火山灰混じり で、粗砂混じる。	
	5.25~7.30	20.19~18.14	礫混じり 火山灰質 シルト	○シルトは 火山灰質 で、粗砂混じる。	
	7.30~7.70	18.14~17.74	火山灰	○細粒 火山灰 で、細砂混じりやや不均質。 7.50m: 径0.2cm以下の 軽石片 多く混じる。	
7.70~8.05	17.74~17.39	砂混じり 火山灰質 シルト	○シルトは 火山灰質 で、粗砂混じる。		
神恵内1-4ボーリング	5.40~6.20	33.68~32.88	礫混じり 火山灰質 シルト	○粗砂混じりの 火山灰質 シルト。 ○礫種: 安山岩、デイサイト。発泡痕のある安山岩が混じる。	
神恵内1-6ボーリング	7.95~8.12	19.40~19.23	火山灰	○やや風化した細粒 火山灰 。	

- : 追加火山灰分析又は薄片観察実施箇所
- : 近接ボーリングとの層相・層序対比実施箇所
- : R3.10.14審査会合以前に火山灰分析を実施しており、当該結果を以って、堆積物の評価が可能な箇所

代表ボーリング

代表ボーリング

※照岸1-3~照岸1-5ボーリングにおいて、扇状地性堆積物及び産錐堆積物に挟在する洞爺火山灰(Toya)の二次堆積物を確認していることを踏まえると(P80参照)、当該シルト(深度4.40~4.50m)は同堆積物に対比される可能性も考えられることから、R3.10.14審査会合以降、当該シルトを対象に火山灰分析を実施している。

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

②-2 火山噴出物の分布(敷地及び敷地近傍)(22/28)

柱状図に“軽石”、“火山灰質”等と記載がなされている堆積物(2/2)

地質調査地点	深度(m)	標高(m)	層相	柱状図記事(抜粋)
神恵内M-1ボーリング	6.05~9.25	27.38~24.18	礫混じり砂質シルト	○6.65~6.70m:基質は 火山灰混じり となる。
	9.25~10.20	24.18~23.23	有機質シルト	○径0.5cm以下の 軽石片 混入する。
	12.80~14.40	20.63~19.03	礫混じり 火山灰質 シルト	○シルトは細粒 火山灰混じり 。 ○礫種:黒色及び暗灰色の安山岩, デイサイト。 ○13.55~14.25m:径10cm以下の礫が多く混じる。
	14.40~14.50	19.03~18.93	火山灰	○細粒 火山灰 で, 均質。
	14.50~14.80	18.93~18.63	火山灰質 シルト	○シルトは細粒 火山灰混じり で, やや均質。
神恵内M-2ボーリング	0.50~4.30	28.78~24.98	シルト質砂礫	○0.50~0.85m:基質は 火山灰混じり 。
	6.30~8.25	22.98~21.03	砂混じり有機質シルト	○6.55~6.60m:砂質シルトが挟在。砂分は細砂~中砂。径0.2cm以下 軽石片 混じる。
	8.25~9.50	21.03~19.78	砂質シルト	○径0.8cm以下の 軽石片 , 径3~7cmの安山岩礫が少量混じる。 ○9.35~9.45m:有機質シルトが挟在。
	9.50~9.55	19.78~19.73	火山灰	○細粒 火山灰 が挟在。
	9.80~10.63	19.48~18.65	有機質シルト	○径0.5cm以下の 軽石片 , 径10cmの安山岩礫が混じる。
神恵内M-3ボーリング	0.00~0.60	33.05~32.45	礫混じり有機質シルト	○0.40m:厚さ5cmは 火山灰混じり 。
	0.60~3.70	32.45~29.35	シルト質砂礫	○1.90~2.00m:均質な 火山灰質 シルトが挟在。
	3.70~5.50	29.35~27.55	シルト質 火山灰混じり 砂礫	○5.45~5.50m:やや均質な 火山灰質 砂質シルトが挟在。
	6.30~9.85	26.75~23.20	シルト質砂礫	○9.00~9.85m:基質は 火山灰質 。
	9.85~10.15	23.20~22.90	火山灰	○細粒 火山灰 で均質。
	10.15~11.10	22.90~21.95	火山灰混じり シルト質砂礫	○基質は細砂~中砂混じりの 火山灰質 シルト。 ○礫種:黒色安山岩礫多い。
	11.10~12.60	21.95~20.45	礫質 火山灰混じり シルト	○シルトは 火山灰質 。
	12.60~14.05	20.45~19.00	礫混じり 火山灰質 シルト	○シルトは 火山灰質 。
14.05~14.10	19.00~18.95	火山灰	○細粒 火山灰 で均質。水平に挟在。	
14.10~14.95	18.95~18.10	礫混じり 火山灰質 シルト	○シルトは 火山灰質 。	
神恵内H-1ボーリング	20.80~22.45	24.22~22.57	礫混じり有機質シルト	○20.90m:厚さ1cmの 火山灰質 シルト(乳灰色)が挟在。 ○21.30~21.35m: 火山灰質 細砂混じり。
	22.45~22.70	22.57~22.32	シルト質砂礫	○基質は粗砂混じりの 火山灰質 シルト。
神恵内H-2ボーリング	6.05~6.65	35.69~35.09	砂	○ 火山灰質 粗砂で, シルト混じり不均質。
	7.65~7.85	34.09~33.89	砂礫	○7.65m:厚さ3cmの 火山灰 細砂が挟在。
	16.05~17.40	25.69~24.34	礫混じり有機質土混じりシルト	○礫種:安山岩主体, デイサイト, 軽石片 混じる。
	19.35~19.65	22.39~22.09	火山灰質 シルト混じり砂礫	○基質は 火山灰 シルト混じりの中砂~粗砂。
	19.65~20.00	22.09~21.74	礫混じり 火山灰質 シルト	○シルトは細粒 火山灰質 。 ○径1cm以下の安山岩礫が少量混じる。
古宇川右岸-2ボーリング	1.73~16.05	53.28~38.96	シルト質砂礫	○8.6~9.4m:基質中に 火山灰 混入。
古宇川右岸-3ボーリング	18.90~21.00	32.54~30.44	砂礫	○基質が 火山灰質 砂。 ○20.64~20.85m:基質優勢で細粒 火山灰 含む。
	21.00~25.23	30.44~26.21	砂礫	○21.90~21.95m:黄褐色の 火山灰質 砂, 礫率:60~70%。

- : 追加火山灰分析又は薄片観察実施箇所
- : 近接ボーリングとの層相・層序対比実施箇所
- : R3.10.14審査会合以前に火山灰分析を実施しており, 当該結果を以って, 堆積物の評価が可能な箇所

代表ボーリング

代表ボーリング

代表ボーリング

古宇川右岸

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

②-2 火山噴出物の分布(敷地及び敷地近傍)(23/28)

積丹半島西岸におけるR3.10.14審査会合以降の評価(1/6)

地質調査地点	深度(m)	標高(m)	層相	柱状図記事(抜粋)	R3.10.14審査会合以前の評価	R3.10.14審査会合以降の評価	地層区分の評価に用いた観察・分析・検討								
					地層区分	地層区分	火山灰分析			薄片観察	純層・二次堆積物等への細区分※2	近接ボーリングとの対比			
							基質	軽石※1	顕微鏡観察						
組成分析	屈折率測定	主成分分析	顕微鏡観察	組成分析	屈折率測定	主成分分析	顕微鏡観察	組成分析	屈折率測定	主成分分析	顕微鏡観察				
泊②	泊-1ボーリング	1.18~7.20	25.82~19.80	シルト混じり砂	○6.70~6.86m:明褐色の火山灰質砂。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	○	-	-	-	-	-	-	
照岸	照岸1-1ボーリング	4.40~4.50	16.61~16.51	シルト	○径0.1cm以下の軽石片混じる。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物(火山ガラスが混在)	○	○	-	-	-	-	○	
	照岸1-2ボーリング	0.50~4.10	21.80~18.20	シルト質砂礫	○1.40~1.70m:基質は火山灰質で明褐色を呈す。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	○	-	-	-	-	-	-	
	照岸1-3ボーリング		0.85~1.30	24.90~24.45	火山灰質シルト	○シルトは火山灰質で、やや均質。 ○細砂混じる。まれに径3cm以下礫混じる。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物(Spfa-1に対比される火山ガラスが混在)	○	○	○	-	-	-	-
			1.30~4.95	24.45~20.80	シルト質砂礫	○1.30~1.65m, 3.20~3.40m:基質は火山灰混じりで明褐色を呈す。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	○	-	-	-	-	-	-
			4.95~5.90	20.80~19.85	火山灰質シルト	○径0.5cm以下の軽石片がしばしば混入する。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物(Toyaに対比される火山ガラスが混在)	○	○	○	○	-	-	-
			5.90~6.00	19.85~19.75	シルト	○シルトは火山灰混じりで均質。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物(火山ガラスが混在)	○	-	-	-	-	-	-
			6.00~6.40	19.75~19.35	火山灰	○径0.2cmの軽石片混じる。 ○6.30~6.40m:安山岩礫混じる。	Toyaの降灰層準に相当すると評価した堆積物(扇状地性堆積物及び崖錐堆積物に挟在)	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物(Toyaに対比される火山ガラスが混在)	○	○	-	-	○	○	-
	6.40~6.50	19.35~19.25	軽石	○径0.3cm以下の軽石濃集。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	Toyaの二次堆積物a(層厚:10cm) Toyaの二次堆積物a(層厚:10cm)		○	○	-	-	○	○	-	
	照岸1-4ボーリング		0.90~3.50	27.96~25.36	シルト質砂礫	○0.90~1.80m:基質は火山灰混じりで明褐色を呈し、礫率20~30%と低い。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物(Spfa-1に対比される火山ガラスが混在するものと考えられる)	○	-	-	-	-	-	○
			6.55~7.80	22.31~21.06	シルト混じり砂礫	○礫種:安山岩主体。シルト岩、珪化岩が混じる。	Toyaの降灰層準に相当すると評価した堆積物(扇状地性堆積物及び崖錐堆積物に挟在)(深度:7.40~7.80m)	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	Toyaの二次堆積物b(層厚:40cm)	○	○	-	-	-	○
照岸1-5ボーリング		9.15~10.10	28.95~28.00	シルト	○9.65~9.75m:砂分多く混じり、径1cm以下の軽石片混じる。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物(Toyaに対比される火山ガラスが混在するものと考えられる)	-	-	-	-	-	-	○	
		10.10~11.05	28.00~27.05	砂質シルト	○10.10~10.90m:径0.5cm以下の軽石片混じる。 ○10.90~10.95m:砂分少なく、火山灰質。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物(Toyaに対比される火山ガラスが混在するものと考えられる)	-	-	-	-	-	-	○	
		11.05~11.45	27.05~26.65	火山灰質シルト	○シルトは火山灰質で、細砂混じり不均質。 ○径0.2cm以下の軽石片混じる。 ○11.35~11.45m:シルト混じり細砂が挟在。	Toyaの降灰層準に相当すると評価した堆積物(扇状地性堆積物及び崖錐堆積物に挟在)	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	Toyaの二次堆積物a(層厚:40cm)	○	○	-	○	○	○	-

※1 柱状図に記載されている“軽石”に対応する白色粒子を指す。

※2 層相・層序対比に当たっては、これまで(R3.10.14審査会合以前)降下火砕物と評価していた堆積物等について、火山ガラスの粒子数等に着目し、純層、二次堆積物等への細区分を実施した。

青字:薄片観察又は火山灰分析の結果、軽石ではないと判断される。

緑字:近接ボーリングとの層相・層序対比の結果、軽石ではないと判断される。

○:実施 -:未実施

○:R3.10.14審査会合以前に実施

○:R3.10.14審査会合以降に実施

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

②-2 火山噴出物の分布(敷地及び敷地近傍)(24/28)

積丹半島西岸におけるR3.10.14審査会合以降の評価(2/6)

地質調査地点	深度(m)	標高(m)	層相	柱状図記事(抜粋)	R3.10.14審査会合以前の評価	R3.10.14審査会合以降の評価	地層区分の評価に用いた観察・分析・検討						
					地層区分	地層区分	火山灰分析				薄片観察	純層、二次堆積物等への細区分※2	近接ボーリングとの対比
							基質		軽石※1				
							組成分析	屈折率測定	主成分分析	顕微鏡観察			
照岸	照岸2-1ボーリング	2.50~2.60	21.50~21.40	火山灰質シルト	○シルトは火山灰質で、やや均質。 ○径0.8cm以下の軽石片混じる。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物 (Toyalに対比される火山ガラスが混在するものと考えられる)	-	-	-	-	-	-	○
		2.60~3.90	21.40~20.10	礫質砂混じりシルト	○3.20~3.90m:基質は火山灰混じりのシルト。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物 (Toyalに対比される火山ガラスが混在するものと考えられる)	-	-	-	-	-	-	○
		3.90~4.35	20.10~19.65	火山灰質シルト	○シルトは火山灰質で、粗砂分混じり不均質。 ○径2cm以下の礫混じる。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	○	-	-	-	-	-	-
	照岸2-2ボーリング	4.10~4.25	26.99~26.84	礫混じり砂	○径0.2cm以下の軽石片混じる。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物 (Toyalに対比される火山ガラスが混在)	-	-	-	-	-	-	○
		5.30~6.00	25.79~25.09	シルト	○径0.5cm以下(最大2cm)の軽石片混じる。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物 (Toyalに対比される火山ガラスが混在するものと考えられる)	-	-	-	○	-	-	○

※1 柱状図に記載されている“軽石”に対応する白色粒子を指す。

※2 層相・層序対比に当たっては、これまで(R3.10.14審査会合以前)降下火砕物と評価していた堆積物等について、火山ガラスの粒子数等に着目し、純層、二次堆積物等への細区分を実施した。

青字:薄片観察又は火山灰分析の結果、軽石ではないと判断される。

緑字:近接ボーリングとの層相・層序対比の結果、軽石ではないと判断される。 ○:実施 -:未実施

□:R3.10.14審査会合以前に実施
□:R3.10.14審査会合以降に実施

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

②-2 火山噴出物の分布(敷地及び敷地近傍)(25/28)

積丹半島西岸におけるR3.10.14審査会合以降の評価(3/6)

地質調査地点	深度(m)	標高(m)	層相	柱状図記事(抜粋)	R3.10.14審査会合以前の評価	R3.10.14審査会合以降の評価	地層区分の評価に用いた観察・分析・検討							
					地層区分	地層区分	火山灰分析				薄片観察 への細区分※2	近接ボーリングとの対比 純層、二次堆積物		
							基質		軽石※1					
							組成分析	屈折率測定	主成分分析	顕微鏡観察				
古宇川左岸	神恵内1-1 ボーリング	0.50~0.65	19.01~18.86	火山灰質シルト	○シルトは火山灰質で、均質。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物 (Spfa-1に対比される火山ガラスが混在)	○	○	○	-	-	-	-
		0.65~2.25	18.86~17.26	礫混じり砂質シルト	○シルトは火山灰質で、中砂混じる。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物 (火山ガラスが混在するものと考えられる)	-	-	-	-	-	-	○
		2.45~2.85	17.06~16.66	礫混じり砂質シルト	○シルトは火山灰質で、中砂混じる。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物 (火山ガラスが混在するものと考えられる)	-	-	-	-	-	-	○
		2.85~3.85	16.66~15.66	火山灰	○径0.5cm以下の細礫が少量混じる。	Toyaの降灰層準に相当すると評価した堆積物 (扇状地性堆積物及び崖錐堆積物に挟在)	Toyaの二次堆積物b(層厚:10cm) Toyaの二次堆積物a(層厚:20cm)	○	○	○	-	-	○	-
		3.85~5.25	15.66~14.26	砂	○5.00~5.05m:砂質シルトが挟在。シルトは火山灰質。	Mm1段丘堆積物	Mm1段丘堆積物	○	-	-	-	-	-	-
	神恵内1-2 ボーリング	0.35~2.80	22.01~19.56	礫混じり砂質シルト	○シルトは火山灰質で、細砂混じる。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物 (火山ガラスが混在するものと考えられる)	-	-	-	-	-	-	○
		5.15~5.35	17.21~17.01	火山灰	○細粒火山灰で均質。	Toyaの降灰層準に相当すると評価した堆積物 (扇状地性堆積物及び崖錐堆積物に挟在)	Toyaの純層(層厚:20cm)	-	-	-	-	-	○	○
		0.30~2.20	25.14~23.24	礫混じり砂質シルト	○シルトは火山灰混じりで、粗砂混じる。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物 (Spfa-1に対比される火山ガラスが混在)	○	-	-	-	-	-	○
	神恵内1-3 ボーリング	2.20~3.25	23.24~22.19	礫質砂混じりシルト	○シルトは火山灰混じりで、粗砂混じる。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物 (火山ガラスが混在)	○	-	-	-	-	-	-
		5.25~7.30	20.19~18.14	礫混じり火山灰質シルト	○シルトは火山灰質で、粗砂混じる。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物 (火山ガラスが混在)	○	-	-	-	-	-	-
		7.30~7.70	18.14~17.74	火山灰	○細粒火山灰で、細砂混じりや不均質。7.50m:径0.2cm以下の軽石片多く混じる。	Toyaの降灰層準に相当すると評価した堆積物 (扇状地性堆積物及び崖錐堆積物に挟在)	Toyaの純層(層厚:50cm)	○	○	-	-	○	○	-
		7.70~8.05	17.74~17.39	砂混じり火山灰質シルト	○シルトは火山灰質で、粗砂混じる。	Toyaの降灰層準に相当すると評価した堆積物 (扇状地性堆積物及び崖錐堆積物に挟在) (深度:7.70~7.80m)	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物 (Toyaに対比される火山ガラスが混在)	○	○	○	-	-	○	-
神恵内1-4 ボーリング	5.40~6.20	33.68~32.88	礫混じり火山灰質シルト	○粗砂混じりの火山灰質シルト。 ○礫種:安山岩、デイサイト。発泡痕のある安山岩が混じる。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	○	-	-	-	-	-	-	
神恵内1-6 ボーリング	7.95~8.12	19.40~19.23	火山灰	○やや風化した細粒火山灰。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	Toyaの純層(層厚:17cm)	-	-	-	-	-	○	○	

※1 柱状図に記載されている“軽石”に対応する白色粒子を指す。

※2 層相・層序対比に当たっては、これまで(R3.10.14審査会合以前)降下火砕物と評価していた堆積物等について、火山ガラスの粒子数等に着目し、純層、二次堆積物等への細区分を実施した。

青字:薄片観察又は火山灰分析の結果、軽石ではないと判断される。

緑字:近接ボーリングとの層相・層序対比の結果、軽石ではないと判断される。 ○:実施 -:未実施

□:R3.10.14審査会合以前に実施

□:R3.10.14審査会合以降に実施

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

②-2 火山噴出物の分布(敷地及び敷地近傍)(26/28)

積丹半島西岸におけるR3.10.14審査会合以降の評価(4/6)

地質調査地点	深度(m)	標高(m)	層相	柱状図記事(抜粋)	R3.10.14審査会合以前の評価	R3.10.14審査会合以降の評価	地層区分の評価に用いた観察・分析・検討							
					地層区分	地層区分	火山灰分析				薄片観察	純層・二次堆積物への細区分※2	近接ボーリングとの対比	
							基質		軽石※1					
							組成分析	屈折率測定	主成分分析	顕微鏡観察				
古宇川右岸	神恵内M-1ボーリング	6.05~9.25	27.38~24.18	礫混じり砂質シルト	○6.65~6.70m:基質は火山灰混じりとなる。	扇状地性堆積物及び産錐堆積物	扇状地性堆積物及び産錐堆積物(火山ガラスが混在するものと考えられる)	-	-	-	-	-	-	○
		9.25~10.20	24.18~23.23	有機質シルト	○径0.5cm以下の 軽石片 混入する。	扇状地性堆積物及び産錐堆積物	扇状地性堆積物及び産錐堆積物	-	-	-	-	-	-	○
		12.80~14.40	20.63~19.03	礫混じり火山灰質シルト	○シルトは細粒火山灰混じり。 ○礫種:黒色及び暗灰色の安山岩、デイサイト。 ○13.55~14.25m:径10cm以下の礫が多く混じる。	扇状地性堆積物及び産錐堆積物	扇状地性堆積物及び産錐堆積物(火山ガラスが混在するものと考えられる)	-	-	-	-	-	-	○
		14.40~14.50	19.03~18.93	火山灰	○細粒火山灰で、均質。	扇状地性堆積物及び産錐堆積物	Toyaの純層(層厚:10cm)	○	-	-	-	-	○	○
		14.50~14.80	18.93~18.63	火山灰質シルト	○シルトは細粒火山灰混じりで、やや均質。	扇状地性堆積物及び産錐堆積物	扇状地性堆積物及び産錐堆積物(火山ガラスが混在するものと考えられる)	-	-	-	-	-	-	○
	神恵内M-2ボーリング	0.50~4.30	28.78~24.98	シルト質砂礫	○0.50~0.85m:基質は火山灰混じり。	扇状地性堆積物及び産錐堆積物	扇状地性堆積物及び産錐堆積物(Spfa-1に対比される火山ガラスが混在)	○	○	○	-	-	-	-
		6.30~8.25	22.98~21.03	砂混じり有機質シルト	○6.55~6.60m:砂質シルトが挟在。砂分は細砂~中砂。径0.2cm以下 軽石片 混じる。	扇状地性堆積物及び産錐堆積物	扇状地性堆積物及び産錐堆積物	○	-	-	○	-	-	-
		8.25~9.50	21.03~19.78	砂質シルト	○径0.8cm以下の 軽石片 、径3~7cmの安山岩礫が少量混じる。 ○9.35~9.45m:有機質シルトが挟在。	扇状地性堆積物及び産錐堆積物	扇状地性堆積物及び産錐堆積物 Aso-4の二次堆積物b(層厚:5cm)	○	-	-	-	○	○	-
		9.50~9.55	19.78~19.73	火山灰	○細粒火山灰が挟在。	Aso-4の降灰層準に相当すると評価した堆積物(扇状地性堆積物及び産錐堆積物に挟在)	Aso-4の純層(層厚:5cm)	○	○	○	-	-	○	-
		9.80~10.63	19.48~18.65	有機質シルト	○径0.5cm以下の 軽石片 、径10cmの安山岩礫が混じる。	Toyaの降灰層準に相当すると評価した堆積物(扇状地性堆積物及び産錐堆積物に挟在) (深度:10.50~10.63m)	Toyaの二次堆積物b(層厚:13cm)	○	○	-	-	○	○	-

※1 柱状図に記載されている“軽石”に対応する白色粒子を指す。

※2 層相・層序対比に当たっては、これまで(R3.10.14審査会合以前)降下火砕物と評価していた堆積物等について、火山ガラスの粒子数等に着目し、純層、二次堆積物等への細区分を実施した。

青字:薄片観察又は火山灰分析の結果、軽石ではないと判断される。

緑字:近接ボーリングとの層相・層序対比の結果、軽石ではないと判断される。

○:R3.10.14審査会合以前に実施
●:R3.10.14審査会合以降に実施
-:未実施

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

②-2 火山噴出物の分布(敷地及び敷地近傍)(27/28)

積丹半島西岸におけるR3.10.14審査会合以降の評価(5/6)

地質調査地点	深度(m)	標高(m)	層相	柱状図記事(抜粋)	R3.10.14審査会合以前の評価	R3.10.14審査会合以降の評価	地層区分の評価に用いた 観察・分析・検討							
					地層区分	地層区分	火山灰分析				薄片観察	純層、二次堆積物 への細区分※2	近接ボーリングとの対比	
							基質		軽石※1					
							組成分析	屈折率測定	主成分分析	顕微鏡観察				
古宇川右岸 神恵内M-3 ボーリング	0.00~0.60	33.05~32.45	礫混じり有機質シルト	○0.40m:厚さ5cmは火山灰混じり。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物(火山ガラスが混在)	○	-	-	-	-	-	-	-
	0.60~3.70	32.45~29.35	シルト質砂礫	○1.90~2.00m:均質な火山灰質シルトが挟在。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物(Spfa-1に対比される火山ガラスが混在するものと考えられる)	○	-	-	-	-	-	-	○
	3.70~5.50	29.35~27.55	シルト質火山灰混じり砂礫	○5.45~5.50m:やや均質な火山灰質砂質シルトが挟在。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物(火山ガラスが混在)	○	-	-	-	-	-	-	-
	6.30~9.85	26.75~23.20	シルト質砂礫	○9.00~9.85m:基質は火山灰質。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物(火山ガラスが混在)	○	-	-	-	-	-	-	-
	9.85~10.15	23.20~22.90	火山灰	○細粒火山灰で均質。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物(Toyaに対比される火山ガラスが混在)	○	○	○	-	-	-	-	-
	10.15~11.10	22.90~21.95	火山灰混じりシルト質砂礫	○基質は細砂~中砂混じりの火山灰質シルト。 ○礫種:黒色安山岩礫多い。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物(火山ガラスが混在)	○	-	-	-	-	-	-	-
	11.10~12.60	21.95~20.45	礫質火山灰混じりシルト	○シルトは火山灰質。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物(火山ガラスが混在)	○	-	-	-	-	-	-	-
	12.60~14.05	20.45~19.00	礫混じり火山灰質シルト	○シルトは火山灰質。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物(火山ガラスが混在) Toyaの二次堆積物b(層厚:10cm) Toyaの二次堆積物a(層厚:15cm)	○	-	-	-	-	○	-	-
	14.05~14.10	19.00~18.95	火山灰	○細粒火山灰で均質。水平に挟在。	Toyaの降灰層準に相当すると評価した堆積物(扇状地性堆積物及び崖錐堆積物に挟在)	Toyaの純層(層厚:5cm)	○	-	○	-	-	○	-	-
14.10~14.95	18.95~18.10	礫混じり火山灰質シルト	○シルトは火山灰質。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物(火山ガラスが混在)	○	-	○	-	-	-	-	-	

※1 柱状図に記載されている“軽石”に対応する白色粒子を指す。

※2 層相・層序対比に当たっては、これまで(R3.10.14審査会合以前)降下火砕物と評価していた堆積物等について、火山ガラスの粒子数等に着目し、純層、二次堆積物等への細区分を実施した。

青字:薄片観察又は火山灰分析の結果、軽石ではないと判断される。

緑字:近接ボーリングとの層相・層序対比の結果、軽石ではないと判断される。 ○:実施 -:未実施

○:R3.10.14審査会合以前に実施

○:R3.10.14審査会合以降に実施

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

②-2 火山噴出物の分布(敷地及び敷地近傍)(28/28)

積丹半島西岸におけるR3.10.14審査会合以降の評価(6/6)

地質調査地点	深度(m)	標高(m)	層相	柱状図記事(抜粋)	R3.10.14審査会合以前の評価	R3.10.14審査会合以降の評価	地層区分の評価に用いた観察・分析・検討							
					地層区分	地層区分	火山灰分析				薄片観察 への細区分※2	近接ボーリングとの対比		
							基質		軽石※1					
							組成分析	屈折率測定	主成分分析	顕微鏡観察				
古宇川右岸	神恵内H-1ボーリング	20.80~22.45	24.22~22.57	礫混じり有機質シルト	○20.90m:厚さ1cmの火山灰質シルト(乳灰色)が挟在。 ○21.30~21.35m:火山灰質細砂混じり。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物 (Toyaに対比される火山ガラスが混在)	○	○	-	-	-	-	-
		22.45~22.70	22.57~22.32	シルト質砂礫	○基質は粗砂混じりの火山灰質シルト。	Toyaの降灰層率に相当すると評価した堆積物(扇状地性堆積物及び崖錐堆積物に挟在)	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物 (Toyaに対比される火山ガラスが混在)	○	○	○	-	-	○	-
	神恵内H-2ボーリング	6.05~6.65	35.69~35.09	砂	○火山灰質粗砂で、シルト混じり不均質。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物 (Spfa-1に対比される火山ガラスが混在するものと考えられる)	○	-	-	-	-	-	○
		7.65~7.85	34.09~33.89	砂礫	○7.65m:厚さ3cmの火山灰細砂が挟在。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物 (Spfa-1に対比される火山ガラスが混在するものと考えられる)	○	-	-	-	-	-	○
		16.05~17.40	25.69~24.34	礫混じり有機質土混じりシルト	○礫種:安山岩主体、デサイト、 軽石片 混じる。	Toyaの降灰層率に相当すると評価した堆積物(扇状地性堆積物及び崖錐堆積物に挟在)	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物 (Toyaに対比される火山ガラスが混在)	○	○	-	-	-	○	○
		19.35~19.65	22.39~22.09	火山灰質シルト混じり砂礫	○基質は火山灰シルト混じりの中砂~粗砂。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	○	-	-	-	-	-	○
		19.65~20.00	22.09~21.74	礫混じり火山灰質シルト	○シルトは細粒火山灰質。 ○径1cm以下の安山岩礫が少量混じる。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	○	-	-	-	-	-	○
	古宇川右岸-2ボーリング	1.73~16.05	53.28~38.96	シルト質砂礫	○8.6~9.4m:基質中に火山灰混入。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物 (Spfa-1及びToyaに対比される火山ガラスが混在)	○	○	○	-	-	-	-
	古宇川右岸-3ボーリング	18.90~21.00	32.54~30.44	砂礫	○基質が火山灰質砂。 ○20.64~20.85m:基質優勢で細粒火山灰含む。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物 (火山ガラスが混在)	○	○	-	-	-	-	-
		21.00~25.23	30.44~26.21	砂礫	○21.90~21.95m:黄褐色の火山灰質砂、礫率:60~70%。	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物 (火山ガラスが混在)	○	○	-	-	-	-	-

※1 柱状図に記載されている“軽石”に対応する白色粒子を指す。

※2 層相・層序対比に当たっては、これまで(R3.10.14審査会合以前)降下火砕物と評価していた堆積物等について、火山ガラスの粒子数等に着目し、純層、二次堆積物等への細区分を実施した。

青字:薄片観察又は火山灰分析の結果、軽石ではないと判断される。

緑字:近接ボーリングとの層相・層序対比の結果、軽石ではないと判断される。

○:実施 - :未実施

○ :R3.10.14審査会合以前に実施
 ○ :R3.10.14審査会合以降に実施

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

③-1 支笏カルデラにおける最大規模の噴火

【③-2 噴火履歴】(次頁参照)

- 支笏カルデラにおける最大規模の噴火は、43.8-41.4kaにSp-1(支笏火砕流(Spfl)及び支笏第1降下軽石(Spfa-1))を噴出した噴火である。
- 金田ほか(2020)によれば、当該噴火の噴出物体積は、350~390km³(火砕流150km³、降下軽石200~240km³)とされている。

【③-3 火砕流堆積物の分布】(P88~P93参照)

- 支笏火砕流堆積物(Spfl)の分布範囲を確認するため、以下の文献を確認した。
- 【産業技術総合研究所編(2003)及び町田・新井(2011)確認結果】(P88参照)
 - 産業技術総合研究所編(2003)及び町田・新井(2011)に基づく、支笏火砕流堆積物(Spfl)は、支笏カルデラ周辺に広範囲に認められ、支笏カルデラから敷地方向(北西~西方向)では羊蹄山付近まで認められる。
- 【産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020)確認結果】(P89参照)
 - 産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020)に基づく、支笏火砕流堆積物(Spfl)は、支笏カルデラ周辺に広範囲に認められる。
 - 産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020)に示される支笏火砕流(Spfl)の最大到達距離は、支笏カルデラから南西方向に位置する登別市登別付近までの約40kmである。
- 【山元(2016)確認結果】(P90参照)
 - 山元(2016)に基づく、支笏火砕流堆積物(Spfl)は、支笏カルデラ周辺に広範囲に認められ、支笏カルデラから敷地方向(北西~西方向)では尻別岳付近まで認められる。
 - 山元(2016)に示される支笏火砕流(Spfl)の最大到達距離は、支笏カルデラから南西方向に位置する登別市幌別付近までの約45kmであり、層厚は0.2mである。
- 【Amma-Miyasaka et al.(2020)確認結果】(P92~93参照)
 - Amma-Miyasaka et al.(2020)に示される支笏火砕流(Spfl)の最大到達距離は、支笏カルデラから東方向に位置する安平町追分春日(DN2地点)までの約42kmであり、当該地点の代表柱状図から読み取った層厚は約0.8mである。



- 支笏火砕流堆積物(Spfl)は、支笏カルデラ周辺に広範囲に認められ、支笏カルデラから敷地方向では羊蹄山付近まで認められる。
- 支笏火砕流(Spfl)の最大到達距離は、山元(2016)に示される支笏カルデラから南西方向に位置する登別市幌別付近までの約45kmであり、層厚は0.2mである*。

※支笏火砕流堆積物(Spfl)の火口からの距離と層厚の関係には、山元(2016)のレビュー結果を踏まえると、層厚データの不確かさ(地域地質図幅等からの推定等)を含むものの、支笏カルデラからいずれの方向においても、距離の増加に応じ層厚が小さくなる傾向が認められる(補足説明資料6章参照)。



- 支笏カルデラのSp-1(支笏火砕流(Spfl)及び支笏第1降下軽石(Spfa-1))を噴出した噴火は、火砕流堆積物が広範囲に分布し、噴出物体積が20km³以上とされることから、巨大噴火に該当する。

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

③-2 支笏カルデラにおける最大規模の噴火(噴火履歴)

一部修正 (H28/2/5審査会合)

- 支笏カルデラにおける最大規模の噴火は、43.8-41.4kaにSp-1(支笏火砕流(Spfl)及び支笏第1降下軽石(Spfa-1))を噴出した噴火である。
- 金田ほか(2020)によれば、当該噴火の噴出物体積は、350~390km³(火砕流150km³(マグマ体積:80km³(DRE)),降下軽石200~240km³(マグマ体積:40~48km³(DRE)))とされている。

支笏カルデラ活動履歴※1

年代	噴出物名	マグマ体積 (DRE, km ³)	火山体体積 (km ³)	参考文献
完新世				山元(2014)
更新世 カルデラ形成噴火	43.8-41.4ka Sp-1 (Spfa-1, Spfl) : ps, pfa, pfl	40~48 (降下軽石) 80 (火砕流)	-	金田ほか(2020) Amma-Miyasaka et al. (2020)
第四紀 長期的前駆活動	ca.55ka Sp-2 (Spfa-5) : pfa	1.2		産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2022)
	ca.59ka Sp-3 (Spfa-6) : pfa			
	ca.61ka Sp-4 (Ssfa, Ssfl) : pfa, afa, sfa, sfl	[VEI6**2]		
	ca.85ka Sp-5 : pfa, afa	[smaller than VEI5 class**2]		

樽前山活動履歴

年代	噴出物名	マグマ体積 (DRE, km ³)	火山体体積 (km ³)	参考文献
完新世	19世紀以降	(水蒸気爆発)		
A.D.1909	明治42年新山	0.02		
A.D.1883	溶岩流	0.00001		
A.D.1874	1874fl, Ta-1874	0.20		
A.D.1867	溶岩ドーム	(6.28に包含)	4 (火砕丘)	第四紀火山カタログ委員会編(2000) 山元(2014)
A.D.1804-1817	Ta-1804-1817	0.03	1.8 (火砕流噴出物)	
A.D.1739	Ta-a	1.60		
A.D.1667	Ta-b	1.10		
2.0ka	Ta-c3	0.03		
2.5ka	Ta-c2	1.40		
2.5ka	Ta-c1	0.14		
8.950ka	Ta-d (d1, d2)	1.40		
8.95-0.146ka	溶岩ドーム	6.28		

恵庭岳活動履歴

年代	噴出物名	マグマ体積 (DRE, km ³)	火山体体積 (km ³)	参考文献
完新世	- 水蒸気爆発			第四紀火山カタログ委員会編(2000) 山元(2014)
0.254-0.505ka	オコタン岩層流	11.1	5.7	
2.04ka	オコタンベ湖溶岩			
9.52ka	溶岩			
更新世	15.62ka 丸駒温泉溶岩等			
18.21ka	En-a			
18.21ka以前	火山体構成溶岩類			

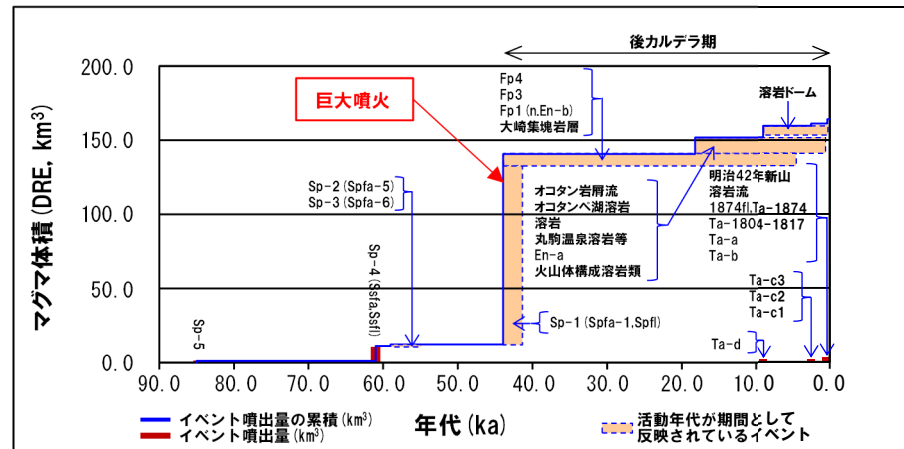
風不死岳活動履歴

年代	噴出物名	マグマ体積 (DRE, km ³)	火山体体積 (km ³)	参考文献
完新世	4.475ka Fp4	8.4	5.7	第四紀火山カタログ委員会編(2000) 山元(2014)
8.465ka Fp3				
不明 Fp2				
更新世	25.5ka Fp1 (n.En-b)			
不明	第3期溶岩			
不明	落煙の沢溶結凝灰岩			
不明	第2期溶岩			
不明	第1期溶岩			
不明	金次郎沢集塊岩層			
43.8-41.4ka以降	大崎集塊岩層			

※1 R3.10.14審査会合資料では、山元(2014)に基づき作成した活動履歴を示していたが、今回、金田ほか(2020)及びAmma-Miyasaka et al.(2020)に基づき見直した。

※2 Amma-Miyasaka et al.(2020)によれば、Sp-4及びSp-5の噴出規模は、それぞれ概算として「VEI6」及び「smaller than VEI5 class」とされていることから、噴出量-年代階段ダイアグラムにおいては、マグマ体積(DRE)を以下のとおり図示している。

- ・Sp-4: 10km³
- ・Sp-5: 1km³



噴出量-年代階段ダイアグラム

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

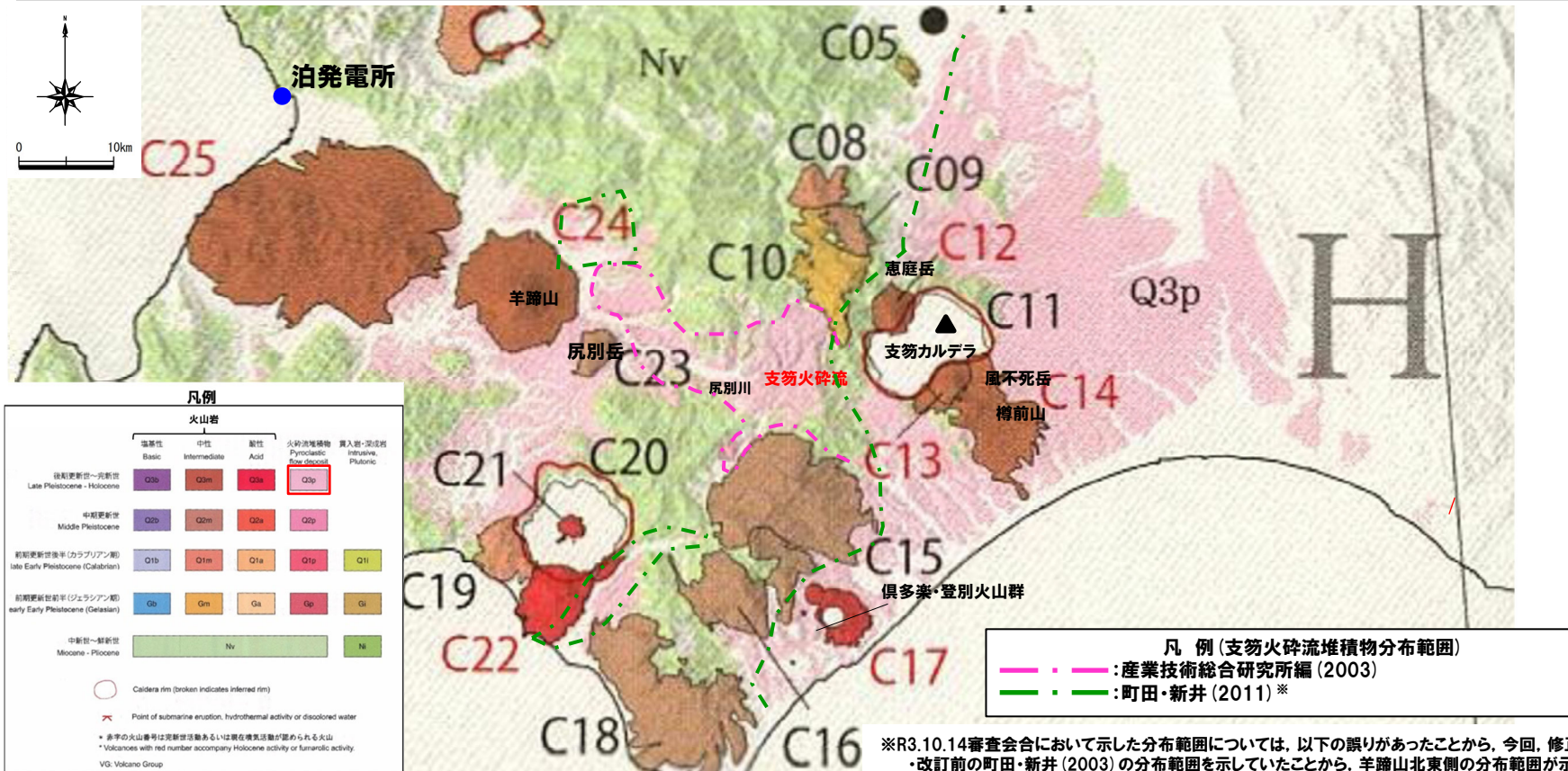
③-3 支笏カルデラにおける最大規模の噴火(火砕流堆積物の分布)(1/5)

一部修正 (H25/12/18審査会合)

○産業技術総合研究所編(2003)及び町田・新井(2011)に基づき、支笏火砕流堆積物の分布範囲を確認した。



○産業技術総合研究所編(2003)及び町田・新井(2011)に基づくと、支笏火砕流堆積物(Spfl)は、支笏カルデラ周辺に広範囲に認められ、支笏カルデラから敷地方向(北西~西方向)では羊蹄山付近まで認められる。



支笏カルデラ周辺の火山地質図(中野ほか編(2013)に加筆)

※R3.10.14審査会合において示した分布範囲については、以下の誤りがあったことから、今回、修正を実施した。

- ・改訂前の町田・新井(2003)の分布範囲を示していたことから、羊蹄山北東側の分布範囲が示されていなかった。
- ・支笏カルデラ南西方向の分布については、倶多楽・登別火山群の東側までとなっていた。
- ・洞爺カルデラ南東側の分布範囲が示されていなかった。

なお、町田・新井(2011)においては、支笏火砕流堆積物が洞爺カルデラ南東側に分布するとされているものの、支笏火砕流堆積物の火口からの距離と層厚の関係を取りまとめている山元(2016)においては、当該範囲の火砕流堆積物のデータは示されておらず、当該範囲の露頭調査を実施しているGoto et al.(2018)においても、洞爺火砕流堆積物は確認されているが、支笏火砕流堆積物は確認されていない。

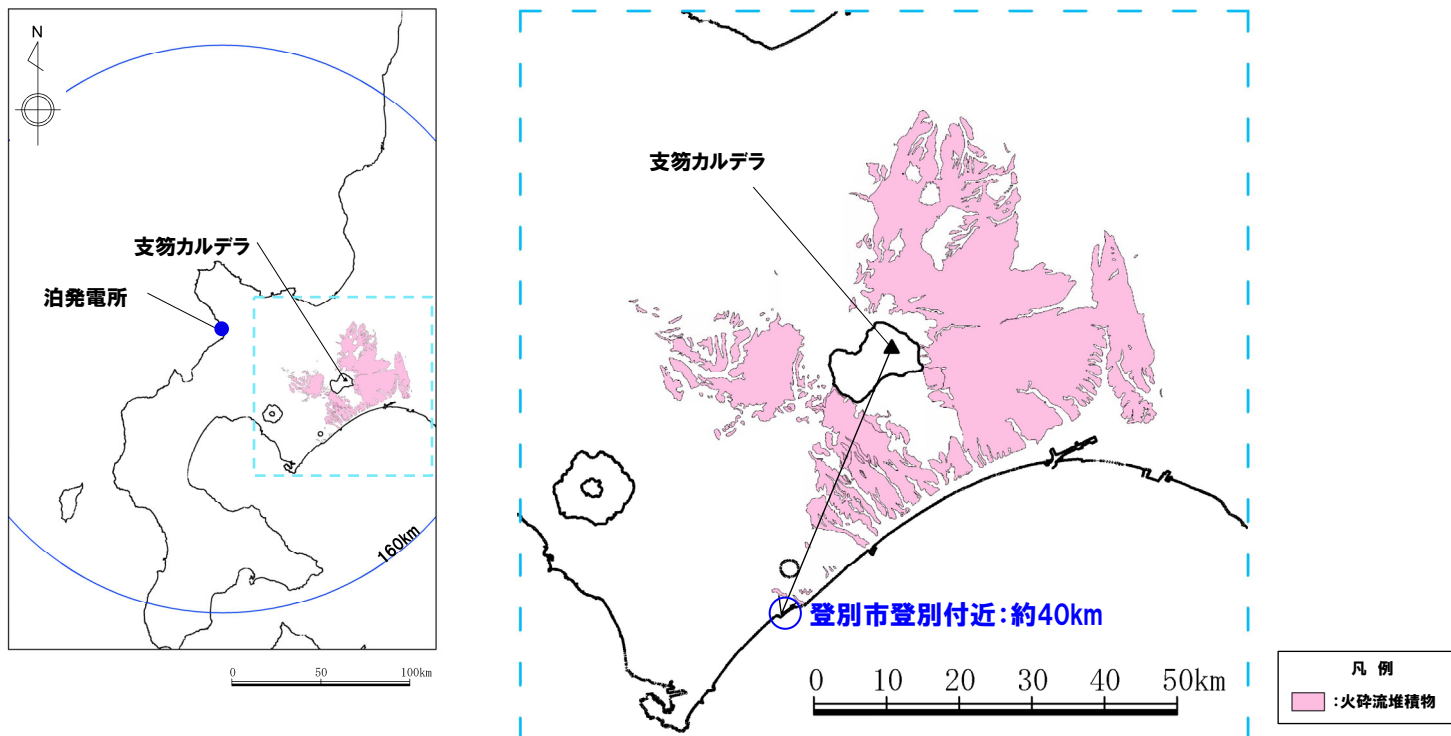
2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

③-3 支笏カルデラにおける最大規模の噴火（火砕流堆積物の分布）（2/5）

○産業技術総合研究所地質調査総合センター編（2020）に基づき、支笏火砕流堆積物の分布範囲を確認した。



- 産業技術総合研究所地質調査総合センター編（2020）に基づく、支笏火砕流堆積物（Spfl）は、支笏カルデラ周辺に広範囲に認められる。
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター編（2020）に示される支笏火砕流（Spfl）の最大到達距離は、支笏カルデラから南西方向に位置する登別市登別付近までの約40kmである。



支笏火砕流堆積物の分布範囲
（産業技術総合研究所地質調査総合センター編（2020）より作成）

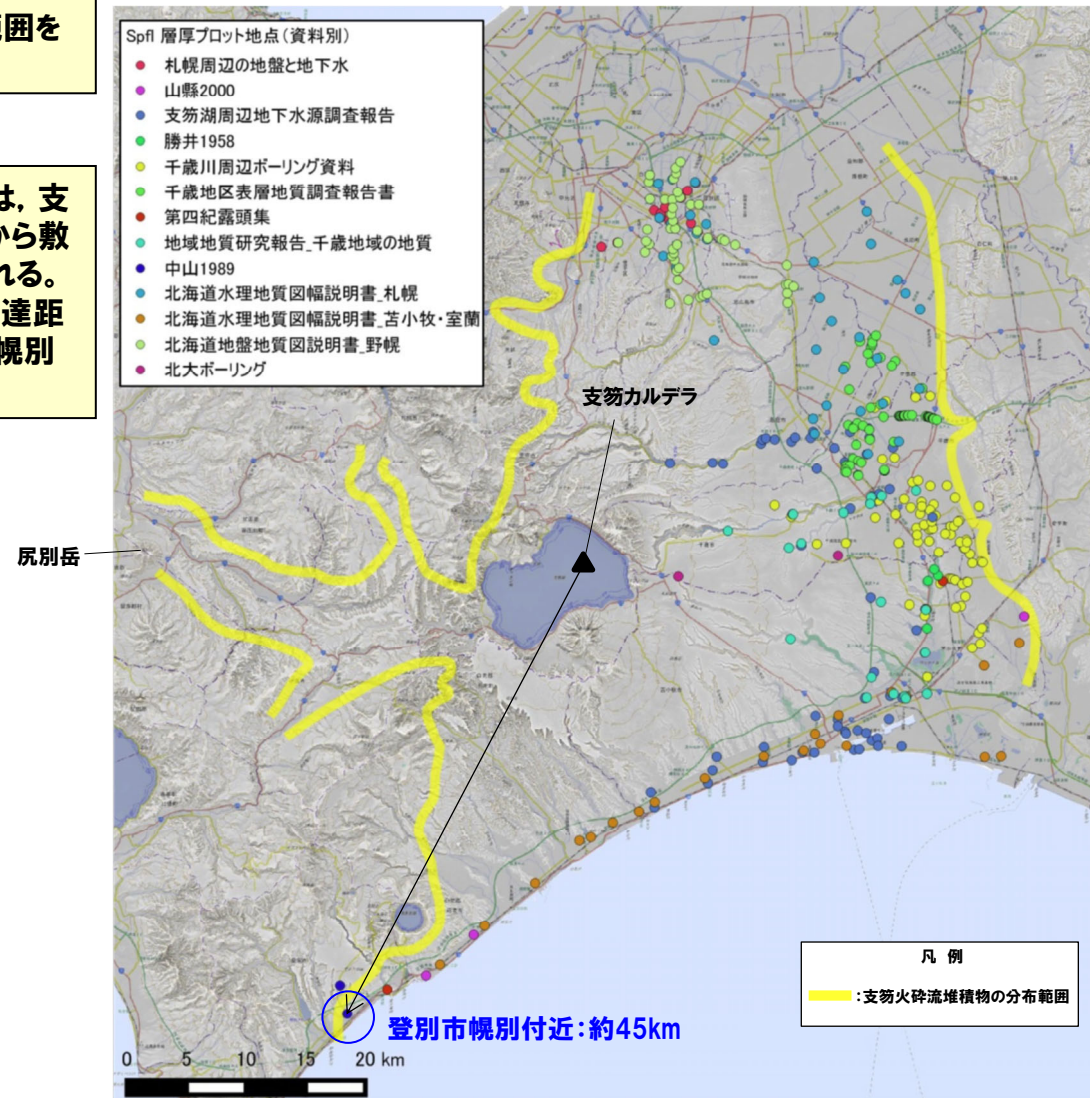
2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

③-3 支笏カルデラにおける最大規模の噴火（火砕流堆積物の分布）（3/5）

○山元（2016）に基づき、支笏火砕流堆積物の分布範囲を確認した。



○山元（2016）に基づくと、支笏火砕流堆積物（Spfl）は、支笏カルデラ周辺に広範囲に認められ、支笏カルデラから敷地方向（北西～西方向）では尻別岳付近まで認められる。
○山元（2016）に示される支笏火砕流（Spfl）の最大到達距離は、支笏カルデラから南西方向に位置する登別市幌別付近までの約45kmであり、層厚は0.2mである。



支笏火砕流堆積物の分布範囲
（山元（2016）に加筆）

余白

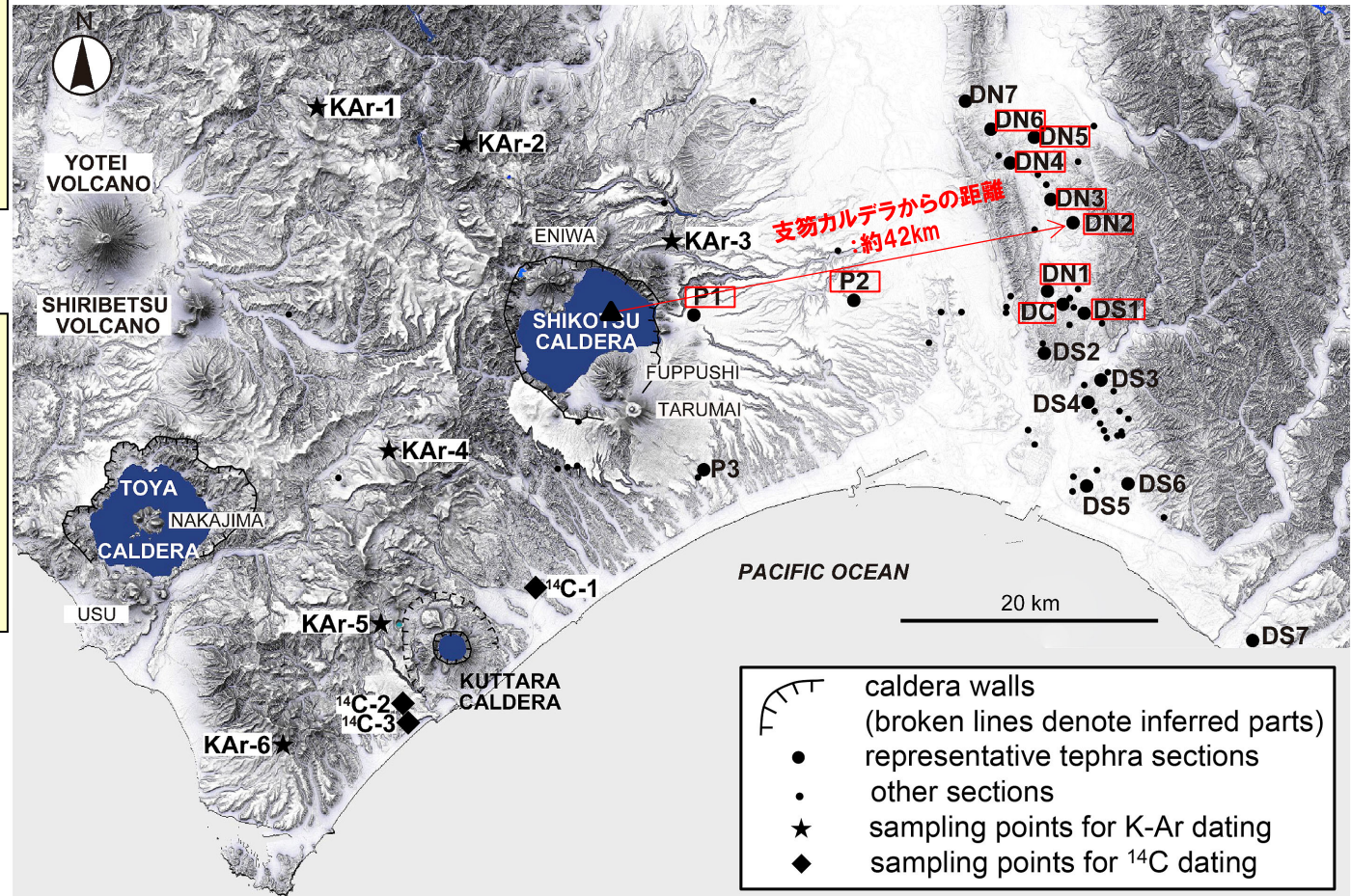
2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

③-3 支笏カルデラにおける最大規模の噴火（火砕流堆積物の分布）（4/5）

- 支笏-洞爺火山地域の活動史について検討しているAmma-Miyasaka et al. (2020)に基づき、支笏火砕流堆積物 (Spfl) の分布範囲を確認した。
- なお、Amma-Miyasaka et al. (2020) に示される各調査地点の柱状図は次頁参照。



- Amma-Miyasaka et al. (2020) に示される支笏火砕流 (Spfl) の最大到達距離は、支笏カルデラから東方向に位置する安平町追分春日 (DN2 地点) までの約42kmであり、当該地点の代表柱状図から読み取った層厚は約0.8mである。



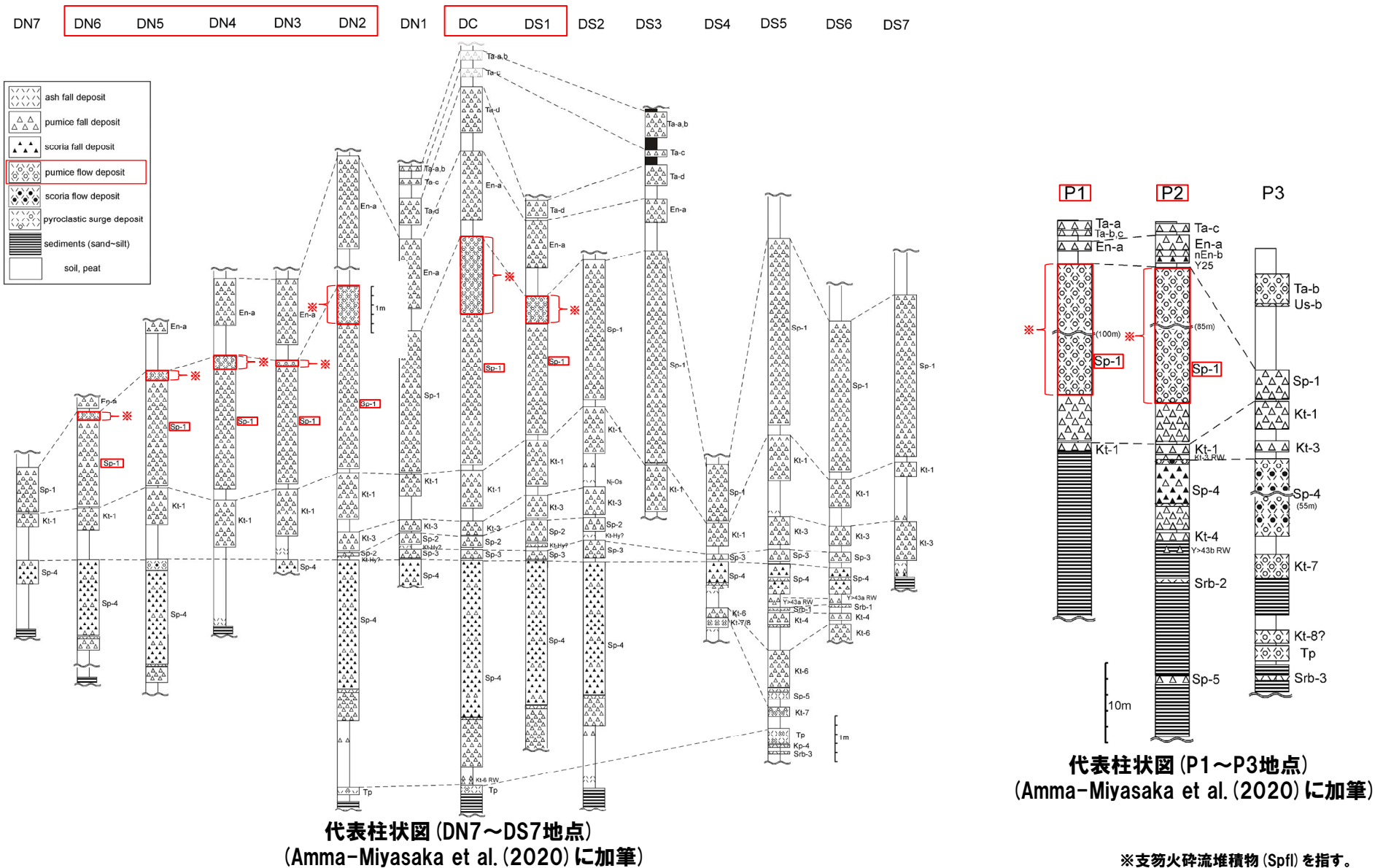
□ : Sp-1 (pumice flow deposit) ※確認地点

※本資料における支笏火砕流堆積物 (Spfl) に対応する。

調査地点 (Amma-Miyasaka et al. (2020) に加筆)

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

③-3 支笏カルデラにおける最大規模の噴火（火砕流堆積物の分布）（5/5）



2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

④-1 倶多楽・登別火山群における最大規模の噴火

【④-2 噴火履歴】(次頁参照)

- 倶多楽・登別火山群における最大規模の噴火は、90～85kaにKt-7を噴出した噴火である。
- Amma-Miyasaka et al. (2020)によれば、Kt-7の噴出規模について、確認された地点は少ないものの、概算として「VEI7 class」とされている。

【④-3 火砕流堆積物の分布】(P96参照)

- 倶多楽・登別火山群起源の火砕流堆積物の分布範囲を確認するため、以下の文献を確認した。
- 【山縣(1994), 産業技術総合研究所編(2003), 産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020)及びAmma-Miyasaka et al. (2020) 確認結果】
- 山縣(1994)等に基づく、倶多楽・登別火山群起源の火砕流堆積物の分布範囲として示される範囲は、山体近傍に限定されるものの、Amma-Miyasaka et al. (2020)に基づく、倶多楽・登別火山群から北東方向に位置する厚真町付近においてKt-7 (pumice flow deposit) が認められる。
- Amma-Miyasaka et al. (2020)に示される倶多楽・登別火山群起源の火砕流(Kt-7)の最大到達距離は、厚真町付近までの約63kmであり、層厚は0.2mである。



- 倶多楽・登別火山群起源の火砕流堆積物のうちKt-7は、倶多楽・登別火山群から北東方向に位置する厚真町付近に認められる。
- Kt-7の最大到達距離は、Amma-Miyasaka et al. (2020)に示される倶多楽・登別火山群から北東方向に位置する厚真町付近までの約63kmであり、層厚は0.2mである*。

*Kt-7は、山縣(1994)及びAmma-Miyasaka et al. (2020)に基づく、倶多楽・登別火山群近傍、苫小牧市錦岡付近(倶多楽・登別火山群からの距離:30km程度)及び厚真町付近(倶多楽・登別火山群からの距離:60km程度)においてのみ確認され、到達距離に対してデータ数が限られることから、火口からの距離と層厚に関する検討は実施していない。



- Kt-7は、確認地点は少ないものの北東方向に60km程度の地点で火砕流堆積物が認められ、Kt-7を噴出した噴火は、噴出規模が概算として「VEI7 class」とされていることから、巨大噴火であった可能性が否定できない。

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

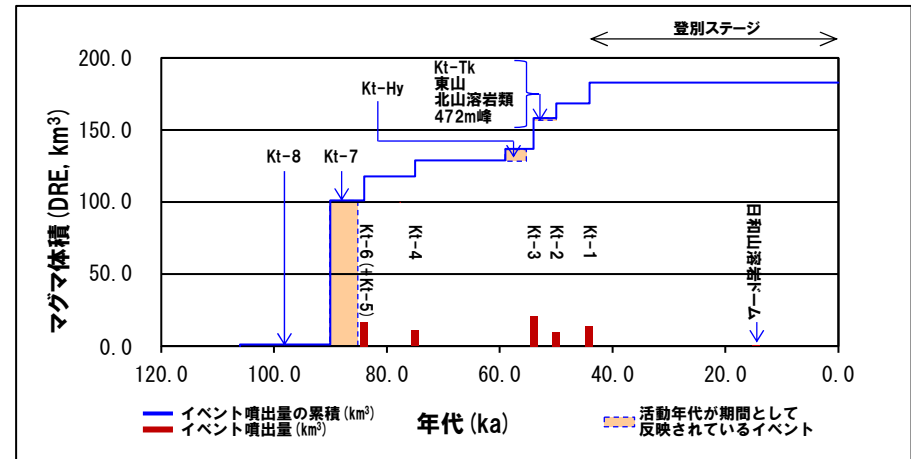
④-2 倶多楽・登別火山群における最大規模の噴火（噴火履歴）

一部修正 (H28/2/5審査会合)

- 倶多楽・登別火山群における最大規模の噴火は、90～85kaにKt-7を噴出した噴火である。
- Amma-Miyasaka et al. (2020) によれば、Kt-7の噴出規模について、確認された地点は少ないものの、概算として「VEI7 class」とされている。

倶多楽・登別火山群活動履歴※1

年代	噴出物名	マグマ体積 DRE (km ³)	火山体積 (km ³)	参考文献
完新世				
A.D.1800頃	(裏地獄)	(水蒸気爆発)		
A.D.1800頃	(大湯沼)	(水蒸気爆発)		
8.5ka-A.D.1663	Nb-a~ ※2	(水蒸気爆発)		
更新世				
登別	日和山溶岩ドーム	0.04		山縣 (1994) 森泉 (1998) 第四紀火山 カタログ委員 会編 (2000) 山元 (2014) Amma- Miyasaka et al. (2020) Miura et al. (2022)
ステージ	不明	不明		
クッタラ	Kt-1 : pfa,pfl,ps,sfa	14.4		
ステージ	ca.50ka	Kt-2 : pfa	10.2	
竹浦ステージ	不明	Kt-Tk※3 : sfa	0.4※3	
(episode Kt-Tk)	不明	東山	0.2	
episode Kt-Kt	不明	北山溶岩類	0.5	
不明	不明	472m峰	0.2	
ca.54ka	Kt-3 : pfa,afa,ps,pfl	20.1		
アヨロ	Kt-Hy※4 :	7~8※5	76.5	
ステージ	59-55ka	pfa,ps,afa,pfl		
ca.75ka	Kt-4 : pfa,ps,pfl	11		
ca.84ka	Kt-6 (+Kt-5) :	Kt-5 : 不明		
	pfa,ps,pfl	Kt-6 : 16.8		
90-85ka	Kt-7 : pfa,pfl	[VEI7 class※6]		
106-85ka	Kt-8 : pfl	[≤VEI5 class※7]		
先アヨロ	不明	不明		
ステージ	不明	不明		
	石山溶岩流			
	地獄谷火砕丘			



噴出量-年代階段ダイアグラム

- ※1 R3.10.14審査会合資料では、山元 (2014) に基づき作成した活動履歴を示していたが、今回、Amma-Miyasaka et al. (2020) 及びMiura et al. (2022) に基づき見直した。
- ※2 後藤ほか (2013) によれば、12層の水蒸気噴火堆積物の各々の噴火堆積物の体積は10⁵m³オーダー、また、Goto et al. (2015) によれば、Nb-aの噴出物体積は、4.6×10⁵m³とされている。
- ※3 森泉 (1998) によれば、Kt-Tkテフラ群は20層の降下スコリア層からなり、それらの噴出源は成層火山である竹浦火山と推定されている。また、残された地形から推定される竹浦火山の体積は約2.1km³と推定され、Kt-Tkテフラ群 (0.4km³) と成層火山を合わせた場合のマグマ体積は2.5km³ (DRE) とされている。
- ※4 Miura et al. (2022) によれば、Kt-Hyは、降下軽石及び火砕密度流のサブユニット (Lpfa, Lpdc, Mpdca及びUpdc) に区分できるとされている。また、Kt-Hyに含まれる火砕密度流を遠方に堆積させるためには、高い位置エネルギーを有する山頂や噴煙柱が必要であると推定し、Kt-Hy噴出時に成層火山が存在していたとされている。一方、森泉 (1998) は、Kt-Tkテフラ群噴出時に成層火山 (竹浦火山) が形成されたと推定しているが、Miura et al. (2022) によれば、Kt-Hy、-Kt、-Tkの各エピソードで認められるスコリア質火山礫の含有量が同程度であることから、Kt-Hy噴出時に成層火山が形成されたと考えるのが妥当であり、成層火山はその後Kt-Tkエピソードまで存続していたとされている。
- ※5 Miura et al. (2022) によれば、成層火山の体積は6.7km³と推定され、表に示すマグマ体積はKt-Hyテフラの噴出物体積と成層火山体積の推定値を足し合わせた値とされている。
- ※6 Amma-Miyasaka et al. (2020) によれば、Kt-7の噴出規模は、概算として「VEI7 class」とされていることから、噴出量-年代階段ダイアグラムにおいては、マグマ体積 (DRE) を100km³として図示している。
- ※7 Miura et al. (2022) によれば、Kt-8の噴出規模は、概算として「≤VEI5 class」とされていることから、噴出量-年代階段ダイアグラムにおいては、マグマ体積 (DRE) を1km³として図示している。

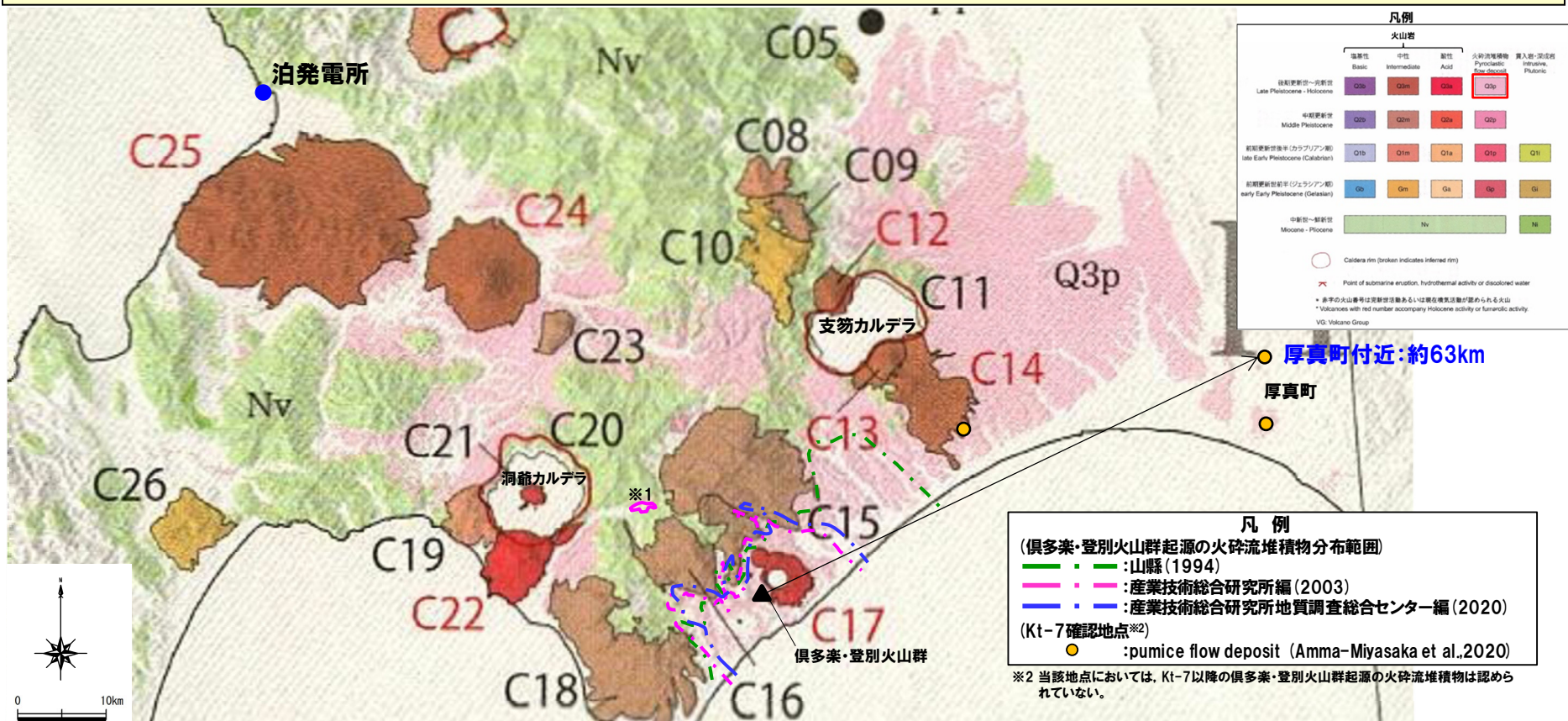
2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

④-3 倶多楽・登別火山群における最大規模の噴火(火砕流堆積物の分布)

一部修正 (R3/10/14審査会合)

○山縣 (1994), 産業技術総合研究所編 (2003), 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) 及び Amma-Miyasaka et al. (2020) に基づき, 倶多楽・登別火山群起源の火砕流堆積物の分布範囲を確認した。

○山縣 (1994) 等に基づく, 倶多楽・登別火山群起源の火砕流堆積物の分布範囲として示される範囲は, 山体近傍に限定されるものの, Amma-Miyasaka et al. (2020) に基づく, 倶多楽・登別火山群から北東方向に位置する厚真町付近において Kt-7 (pumice flow deposit) が認められる。
○Amma-Miyasaka et al. (2020) に示される倶多楽・登別火山群起源の火砕流 (Kt-7) の最大到達距離は, 厚真町付近までの約63kmであり, 層厚は0.2mである。



※1 産業技術総合研究所編 (2003) においては, 倶多楽・登別火山群起源の火砕流堆積物が洞爺カルデラ付近に分布するとされているものの, 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) においては当該箇所堆積物は, 洞爺カルデラ起源の洞爺火砕流堆積物とされている。

倶多楽・登別火山群周辺の火山地質図 (中野ほか編 (2013) に加筆)

余白

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

⑤-1 洞爺カルデラにおける最大規模の噴火(1/2)

一部修正 (R3/10/14審査会合)

【⑤-2 噴火履歴】(P92参照)

- 洞爺カルデラにおける最大規模の噴火は、106kaにTp(洞爺火山灰(Toya)及び洞爺火砕流)を噴出した噴火である。
- 産業技術総合研究所(2021)によれば、当該噴火のマグマ体積は170km³(DRE)とされており、山元(2014)に基づき、当社で噴出物体積へ換算すると354km³となる。

【⑤-3 火砕流堆積物の分布】(P102~P125参照)

- 洞爺火砕流堆積物の分布範囲を確認するため、以下の文献を確認した。
- 【産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020) 確認結果】(P102参照)
 - 産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020)に基づくと、洞爺火砕流堆積物は、洞爺カルデラ周辺に広範囲に認められ、敷地方向(北~北西方向)では共和町幌似付近まで認められる。
 - 洞爺火砕流堆積物の最大到達距離は、洞爺カルデラから敷地方向(北~北西方向)に位置する共和町幌似付近までの約47kmである。
- 【Goto et al.(2018)及び産業技術総合研究所(2022) 確認結果】(P103~P111参照)
 - Goto et al.(2018)及び産業技術総合研究所(2022)に基づくと、洞爺火砕流堆積物は、敷地方向(北~北西方向)では共和町幌似付近まで確認され、この状況は産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020)と調和的である。
 - Goto et al.(2018)によれば、共和町幌似付近で確認される洞爺火砕流堆積物は、最も広範囲に広がっていることが示唆されるUnit2に区分されるものである。
 - 一方で、産業技術総合研究所(2022)によれば、共和町幌似付近で確認される洞爺火砕流堆積物は、最も広範囲に広がっていることが示唆されるUnit5に区分されるものである。
- 【Amma-Miyasaka et al.(2020) 確認結果】(P112~P113参照)
 - Amma-Miyasaka et al.(2020)に示される洞爺火砕流堆積物の最大到達距離は、洞爺カルデラから東方向に位置する苫小牧市錦岡(P3地点)までの約47kmであり、層厚は1.75mである。
 - また、Amma-Miyasaka et al.(2020)において、洞爺カルデラから東~北東方向に位置する調査地点(DN2、DC及びDS5地点)で確認される洞爺カルデラ形成噴火噴出物は、数mm以下の軽石を含む基質支持の堆積物であることから、火砕サージ堆積物であるとしている。
 - 当該火砕サージ堆積物の最大到達距離は、洞爺カルデラから北東方向に位置する安平町追分春日(DN2地点)までの約85kmであり、層厚は0.25m以下である。
- 【産業技術総合研究所(2021) 確認結果】(P114参照)
 - 産業技術総合研究所(2021)に基づくと、洞爺カルデラ形成噴火噴出物である火砕サージ堆積物の最大到達距離は、洞爺カルデラから北東方向に位置する千歳市までの約80kmであり、層厚は約0.4mである。

(次頁へ続く)

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

⑤-1 洞爺カルデラにおける最大規模の噴火(2/2)

一部修正 (R3/10/14審査会合)

(前頁からの続き)

○また、敷地近傍及び敷地の当社地質調査における洞爺火砕流堆積物の分布は以下のとおりである。

【敷地及び敷地近傍における当社地質調査】(P116～P125参照)

- 敷地近傍においては、当社地質調査の結果、産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020)と同様に、敷地から南東側に10km程度離れた共和町幌似付近において、洞爺火砕流堆積物が認められる。
- 敷地においては、敷地内断層の活動性評価に関する当社地質調査の結果、洞爺火砕流堆積物堆積物は確認されず、支笏第1降下軽石(Spfa-1)、洞爺火山灰(Toya)及び対象火山灰※に対比される火山ガラスが混在する堆積物が認められる。

※ニセコ火山噴出物(火砕流堆積物)に対比される火山灰を「対象火山灰」と呼称している。



○洞爺火砕流堆積物は、洞爺カルデラ周辺に広範囲に認められ、敷地方向では共和町幌似付近まで認められる。

○洞爺火砕流堆積物の最大到達距離は、Ammamiyasaka et al. (2020) に示される洞爺カルデラから東方向に位置する安平町追分春日までの約85kmであり、層厚は0.25mである。



○洞爺カルデラのTp(洞爺火山灰(Toya)及び洞爺火砕流)を噴出した噴火は、火砕流堆積物が広範囲に分布し、噴出物体積が20km³以上とされることから、巨大噴火に該当する。

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

⑤-2 洞爺カルデラにおける最大規模の噴火(噴火履歴)

一部修正 (H28/2/5審査会合)

- 洞爺カルデラにおける最大規模の噴火は、106kaにTp (洞爺火山灰 (Toya) 及び洞爺火砕流) を噴出した噴火である。
- 産業技術総合研究所 (2021) によれば、当該噴火のマグマ体積は170km³ (DRE) とされており、山元 (2014) に基づき、当社で噴出物体積へ換算すると354km³となる。

洞爺カルデラ活動履歴※1

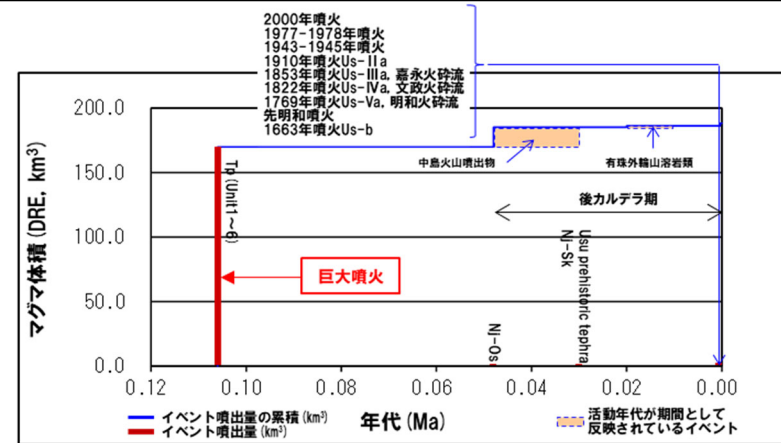
年代	噴出物名	マグマ体積 (DRE, km ³)	火山体積 (km ³)	参考文献
完新世				第四紀火山カタログ委員会編 (2000) Goto et al. (2018) Amma-Miyasaka et al. (2020) 産業技術総合研究所 (2021)
更新世				
第四紀	106ka※2 Tp (Unit1~6) :afa,pfl	170	-	
	122.5ka Osr:pfa.afa,pfl※3	不明		

洞爺中島活動履歴※4

年代	噴出物名	マグマ体積 (DRE, km ³)	火山体積 (km ³)	参考文献
完新世				第四紀火山カタログ委員会編 (2000) 山元 (2014) Miyabuchi et al. (2014) 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2022)
更新世				
第四紀	ca.30ka Nj-Sk :pumice-fall deposit 中島火山噴出物 (溶岩ドーム群: 中島-東山ドーム等) Nj-Os :pumice-fall deposit	0.01	5.0	
	48-30ka	15.09※5		
	ca.48ka	0.11		

有珠山活動履歴

年代	噴出物名	マグマ体積 (DRE, km ³)	火山体積 (km ³)	参考文献
完新世				第四紀火山カタログ委員会編 (2000) 曾屋ほか (2007) 山元 (2014) Miyabuchi et al. (2014) Nakagwa et al. (2022)
A.D.2000	有珠:2000年噴火	0.0006		
A.D.1977-1978	有珠:1977-1978年噴火	0.05		
A.D.1943-1945	有珠:1943-1945年噴火	0.006		
A.D.1910	有珠:1910年噴火Us-IIa	0.002		
A.D.1853	有珠:1853年噴火Us-IIIa, 嘉永火砕流	0.21	有珠山: 2.5	
A.D.1822	有珠:1822年噴火Us-IVa, 文政火砕流	0.17	昭和新山:0.5	
A.D.1769	有珠:1769年噴火Us-Va, 明和火砕流	0.07	未満	
17世紀末	有珠:先明和噴火	0.0006		
A.D.1663	有珠:1663年噴火Us-b	1.50		
ca.8ka※6	外輪山:善光寺岩層なだれ	不明		
約1~2万年前	外輪山:トンコロ山スコリア 外輪山:有珠外輪山溶岩類	不明		
ca.30ka	Usu prehistoric tephra :ash-fall deposits	1 (有珠溶岩ドーム一括)※7 0.02		



噴出量-年代階段ダイアグラム

- ※1 R3.10.14審査会合資料では、山元 (2014) に基づき作成した活動履歴を示していたが、今回、Goto et al. (2018), Amma-Miyasaka et al. (2020) 及び産業技術総合研究所 (2021) に基づき見直した。
- ※2 東宮・宮城 (2020) において、洞爺噴火の年代値については、MIS5dのピークより後の約106kaである可能性も含め、109±ca.3kaと考えておくのが妥当であろうとされている。また、Marsden et al. (2021) において、(U-Th)/He法を用いた新しい年代測定の結果、洞爺火砕流堆積物下位のKm-2 (尻別岳起源) の噴出年代を96±5kaとし、洞爺火砕流の噴出年代は96±5kaより新しい可能性があることを示唆するとされているが、Marsden et al. (2021), Amma-Miyasaka et al. (2020) のいずれの年代値を用いても、洞爺カルデラ (後カルデラ火山含む) の評価結果は変わらないため、当該表には、Amma-Miyasaka et al. (2020) の年代値を示すこととした。
- ※3 Osrは、金田ほか (2020) における長流川火砕流堆積物に対応する。同文献においては、洞爺カルデラの南縁付近には、いずれも給源不明の壮瞥火砕流堆積物 (熱ルミネッセンス年代測定値: 1.59±0.33Ma) とそれを覆う滝ノ上火砕流堆積物 (熱ルミネッセンス年代測定値: 0.90±0.15Ma) が露出しており、これらの上位には、上長和層が堆積し、その上位に、長流川火砕流堆積物が堆積していることとされている。長流川火砕流堆積物は、土壌を挟むものの、洞爺火砕流堆積物の直下に存在し、その年代も、カルデラ形成より約1万年前であることから、Tp噴火の重要な長期的前駆活動とみなすことができるとされている。一方、産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2022) では、壮瞥火砕流堆積物、滝ノ上火砕流堆積物及び長流川火砕流堆積物を噴出した噴火は、いずれもTp噴火の長期的前駆活動とされている。また、以下の様な知見もある。
洞爺カルデラ地域において新たに発見した立香火砕流堆積物は、壮瞥火砕流堆積物の下位に位置する。したがって、洞爺火砕流堆積物の先カルデラ期の火砕流堆積物の層序は、下位から立香火砕流堆積物、壮瞥火砕流堆積物、滝ノ上火砕流堆積物、長流川火砕流堆積物である (後藤ほか, 2021)。
- ※4 洞爺中島の噴火史については、以下の様な知見もある。
ドーム溶岩試料についてK-ArおよびU-Pb年代測定を実施した結果、中島火山はカルデラ形成噴火直後の0.10Ma頃から0.05Ma頃まで活動しており、中島火山はカルデラ形成噴火直後から、火口位置を変えながら溶岩ドーム形成噴火を繰り返していた (産業技術総合研究所, 2022)。
- ※5 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2022) によれば、中島火山噴出物のうちマグマ体積が最大のものは中島-東山ドームの14km³ (DRE) とされている。
- ※6 善光寺岩層なだれについては、20ka頃 (藤根ほか, 2016)、或いは16ka (Goto et al. 2019) とする文献もあるものの、Nakagawa et al. (2022) によれば、それらの年代は岩層なだれ堆積物に取り込まれた古い土壌片の年代とされている。
- ※7 Miyabuchi et al. (2014) によれば、有珠外輪山溶岩のマグマ体積は、0.5km³ (DRE) とされている。

余白

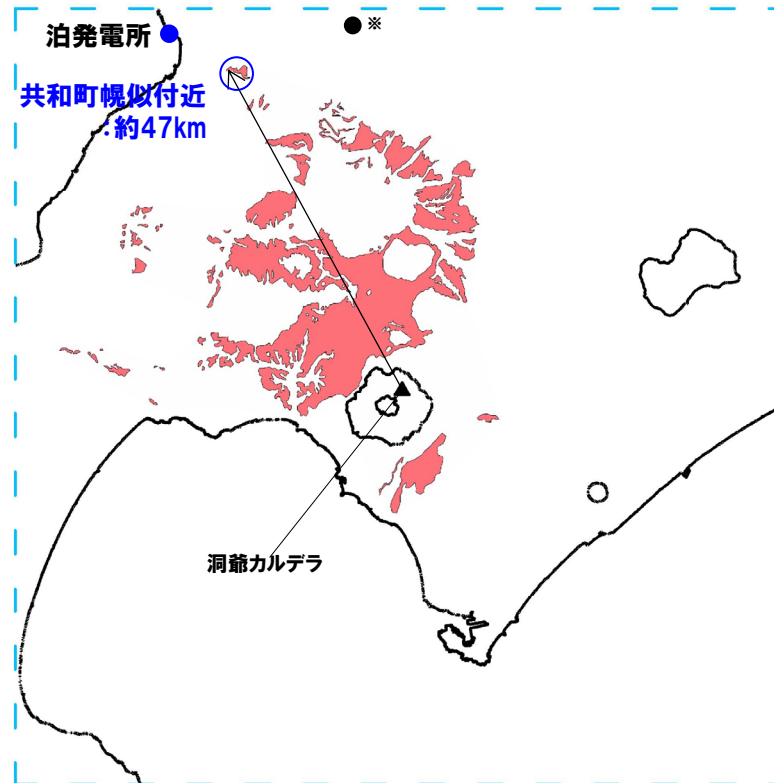
2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

⑤-3 洞爺カルデラにおける最大規模の噴火（火砕流堆積物の分布：文献調査）（1/13）

○産業技術総合研究所地質調査総合センター編（2020）に基づき、洞爺火砕流堆積物の最大到達距離を確認した。



- 産業技術総合研究所地質調査総合センター編（2020）に基づく、洞爺火砕流堆積物は、洞爺カルデラ周辺に広範囲に認められ、敷地方向（北～北西方向）では共和町幌似付近まで認められる。
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター編（2020）に示される洞爺火砕流堆積物の最大到達距離は、洞爺カルデラから敷地方向（北～北西方向）に位置する共和町幌似付近までの約47kmである。



※三條・須貝（2022）によれば、洞爺カルデラから北方向に約47km離れた仁木町尾根内付近に洞爺火砕流堆積物の露頭があるとされている。洞爺カルデラから当該露頭までの距離は、洞爺カルデラから共和町幌似付近までの距離と同じである。

凡例
■：火砕流堆積物

0 10 20 30 40 50km

洞爺火砕流堆積物の分布範囲
（産業技術総合研究所地質調査総合センター編（2020）より作成）

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

⑤-3 洞爺カルデラにおける最大規模の噴火（火砕流堆積物の分布：文献調査）（2/13）

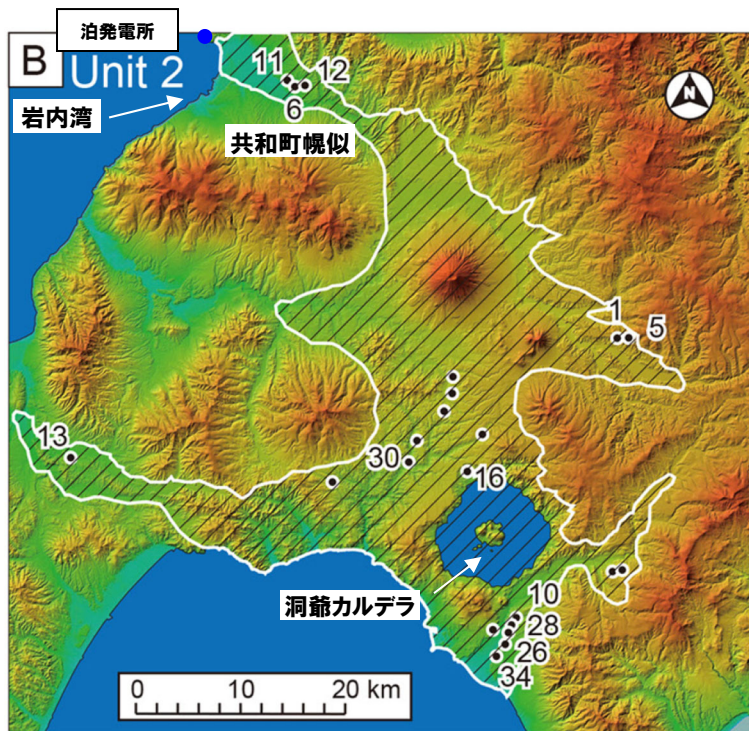
○産業技術総合研究所地質調査総合センター編（2020）によれば、洞爺火砕流の最大到達距離は共和町幌似付近までであるが、洞爺火砕流が幌似付近以西の岩内湾まで到達しているとされているGoto et al. (2018) 及び産業技術総合研究所（2022）をレビューをした。



○Goto et al. (2018) 及び産業技術総合研究所（2022）に示される洞爺火砕流堆積物は、地質調査の結果、敷地方向（北～北西方向）では共和町幌似付近まで確認され、この状況は産業技術総合研究所地質調査総合センター編（2020）と調和的である。

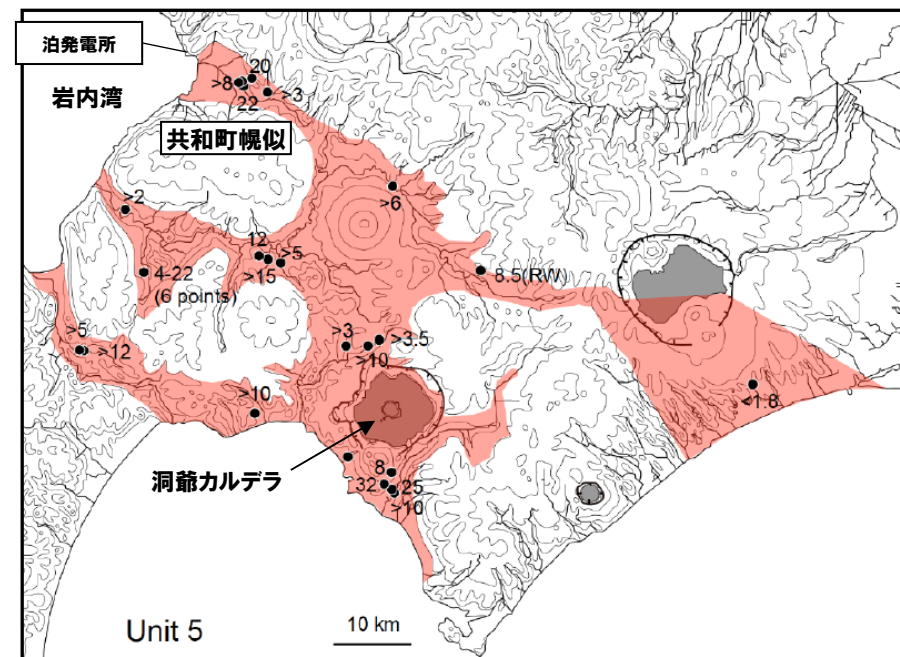
○Goto et al. (2018) 及び産業技術総合研究所（2022）に示される洞爺火砕流堆積物※は、地質調査地点である共和町幌似付近を越え、岩内湾まで示されているが、これは、共和町幌似付近で確認される洞爺火砕流堆積物の層厚（12～22m）を考慮した推定によるものと考えられる。

※ 洞爺火砕流堆積物について、Goto et al. (2018) はUnit2が、産業技術総合研究所（2022）はUnit5が最も広範囲に分布するユニットであると解釈している（詳細は次頁以降参照）



（図中の数字は層厚を示す，単位：m）

洞爺火砕流堆積物のUnit2※の分布と層厚
（Goto et al. (2018) に加筆）



（図中の数字は層厚を示す，単位：m）

洞爺火砕流堆積物のUnit5※の分布と層厚
（産業技術総合研究所（2022）に加筆）

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

⑤-3 洞爺カルデラにおける最大規模の噴火(火砕流堆積物の分布:文献調査)(3/13)

【Goto et al. (2018)】

(洞爺火砕流及び洞爺火山灰(Toya)の分布)


- 洞爺火砕流は、洞爺カルデラ周辺に広く分布するとされている。
- 洞爺火砕流は、洞爺カルデラから北側には42kmまで、西側には35kmまで広がっているとされている(奥村・寒川(1984), 町田ほか(1987)及び町田・新井(2003))。
- 洞爺火砕流に関連した広域テフラである洞爺火山灰(Toya)は、北海道東部や東北地方で確認されているとされている(例:下北半島の大間)。

(洞爺火砕流堆積物の地質調査結果)

- 洞爺カルデラの形成過程を明らかにするため、主に洞爺カルデラの南側と北側(P106左図参照)において洞爺火砕流堆積物の地質層序学的調査を行ったとされている。
- 遠方の調査地点は、岩内(Location16)*¹、熱郭(Location17)及び大間(Location18)であるとされている(P106左図参照)。
- 岩内(Location16)*¹のいくつかの小規模な採石場において洞爺火砕流堆積物(層厚12m以上)がよく露出しているとされている。
- 大間(Location18)においては、海成段丘堆積物の上位に、洞爺火砕流堆積物(層厚15cm)が認められるとされている。


(洞爺火砕流堆積物のユニット区分)

- 洞爺火砕流堆積物は、岩相の違いにより6つのユニット(Unit1~6)に区分できるとされている(P107左図参照)。
 - ・Unit1: 細粒な降下火山灰。層厚は0.01~0.02mで、流紋岩質火山ガラスと無色鉱物、岩片を含む。
 - ・Unit2: ベースサージ堆積物(Unit2a)とそれを覆う軽石質火砕流堆積物(Unit2b-2d)。層厚は28.2~34.0mで、Unit2a, 2cには火山豆石が含まれる。
 - ・Unit3: 複数の薄いサージ堆積物と降下火山灰(Unit3a)及びサージ堆積物(Unit3b, 3c)。層厚は4.4~7.7mで、Unit3aには火山豆石が含まれる。
 - ・Unit4: 軽石質火砕流堆積物。層厚は3.4~3.9mで、直径7cm以下の白色軽石と直径50cm以下の礫を含む。
 - ・Unit5: 石質岩片に富んだ基底礫(Unit5a)と軽石質火砕流堆積物(Unit5b)。層厚は7.5~24.0mで、Unit5aは直径3m以下の礫を含み、Unit5bは白色軽石とバンド状軽石を含む。
 - ・Unit6: 石質岩片に富んだ基底礫(Unit6a)と軽石質火砕流堆積物(Unit6b)。層厚は6.4~6.5mで、Unit6bは白色軽石、バンド状軽石、灰色軽石を含む。
- 各ユニットに含まれる軽石・石質岩片及び基質に含まれる鉱物の組成分析等の結果、各ユニットを通してマグマ組成に大きな変化はなかったが、カルデラ形成噴火の最終段階でやや苦鉄質なマグマが関与していたとされている。

 (次頁へ続く)

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

⑤-3 洞爺カルデラにおける最大規模の噴火(火砕流堆積物の分布:文献調査)(4/13)

 (前頁からの続き)

【Goto et al.(2018)】

(洞爺カルデラの形成過程)

- 洞爺カルデラの形成過程は以下のとおり再現できたとされている。
 - ・カルデラ形成の爆発は、細粒火山灰(Unit1)をもたらした水蒸気爆発で始まった(次頁中央及び右図A)。
 - ・大規模な水蒸気爆発は大量の火砕流(Unit2)をもたらした(次頁中央及び右図B)。
 - ・繰り返し発生した水蒸気爆発はベースサージ(Unit3)をもたらした(次頁中央及び右図C)。
 - ・カルデラ崩壊はマグマ優勢の水蒸気爆発(Unit4)で始まった(次頁中央及び右図D)。
 - ・カルデラ崩壊は、大規模なマグマ優勢水蒸気爆発(Unit5)により、極限に至った(次頁中央及び右図E)。
 - ・カルデラ崩壊の最終段階(Unit6)において、マグマ性爆発が生じた(次頁中央及び右図F)。
- Unit2は、6つのユニットの中で最も広範囲に広がっていることが示唆されるとされている(次頁中央及び右図B)。
- 大間(Location18)に認められる堆積物は、含まれる軽石片(粒径5mm以下)が白色を呈するもののみであることから、おそらくUnit2に伴うco-ignimbrite ash^{※2}であるとされている。
- また、Unit1～6は土壌層や再堆積物を挟在しないとされ、洞爺火砕流堆積物は、時間間隙のない一連の噴火で形成されたと考えられるとされている。

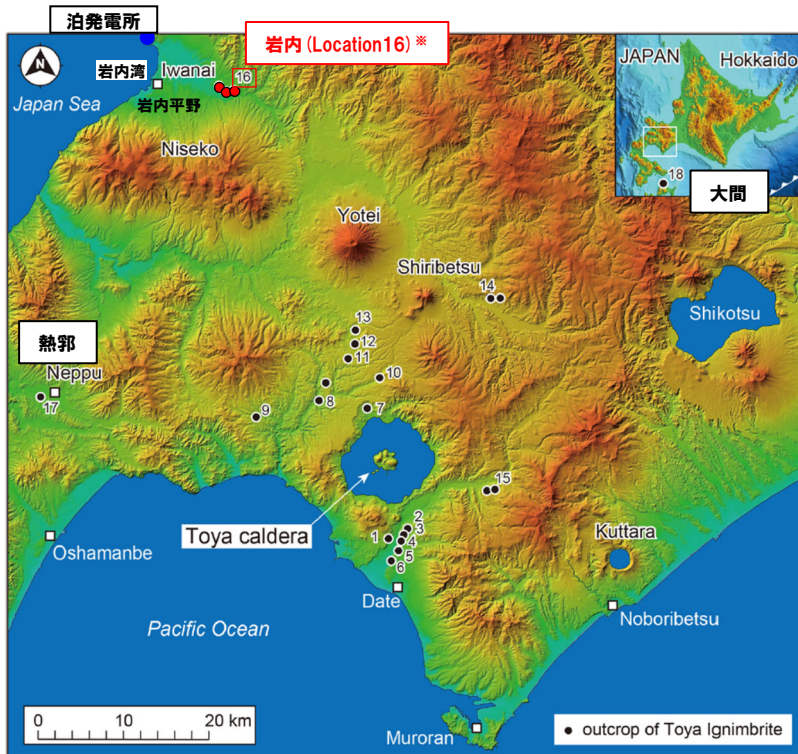
※1 Goto et al.(2018)に示される調査地点「岩内(Location16)」は、当社地形調査、地表地質踏査等の結果、洞爺火砕流堆積物を確認している共和町幌似付近に該当する(P116参照)。

※2 東宮・宮城(2020)によれば、広域に分布する洞爺火山灰(Toya)は、大規模火砕流のco-ignimbrite ashと考えられているとされており、おそらく、特に規模の大きかったGoto et al.(2018)におけるUnit2、5、6に伴うものであろうとされている。

 (次頁へ続く)

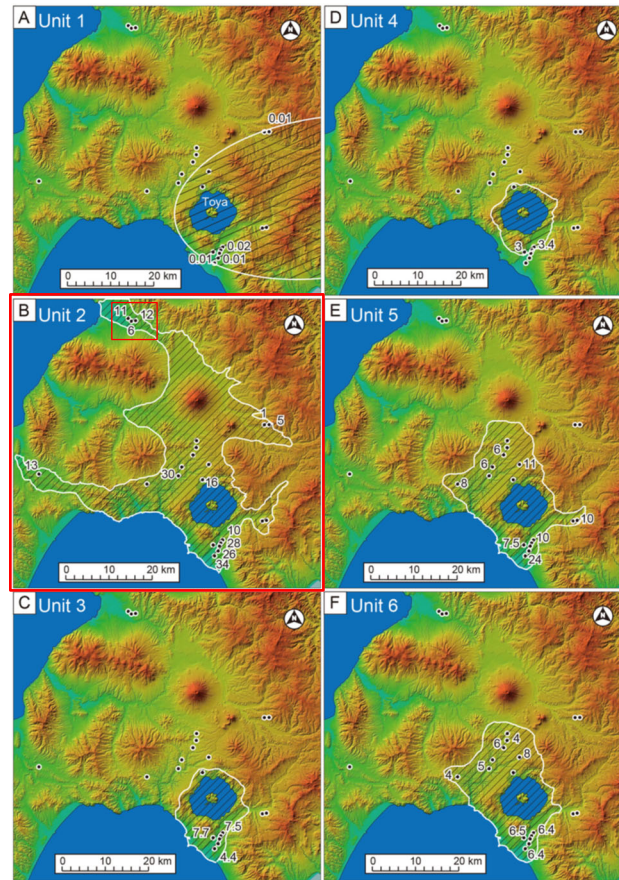
2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

⑤-3 洞爺カルデラにおける最大規模の噴火（火砕流堆積物の分布：文献調査）（5/13）

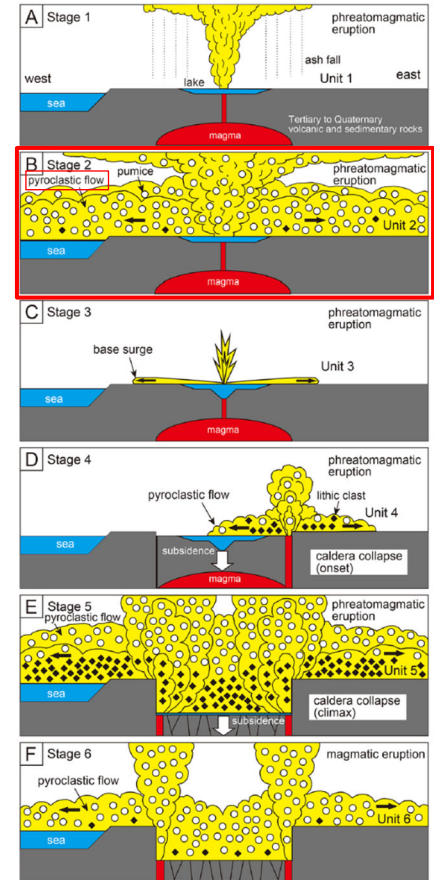


※Goto et al. (2018) に示される調査地点「岩内 (Location16)」は、当社地形調査、地表地質踏査等の結果、洞爺火砕流堆積物を確認している共和町概似付近に該当する。

調査地点 (Goto et al. (2018) に加筆)



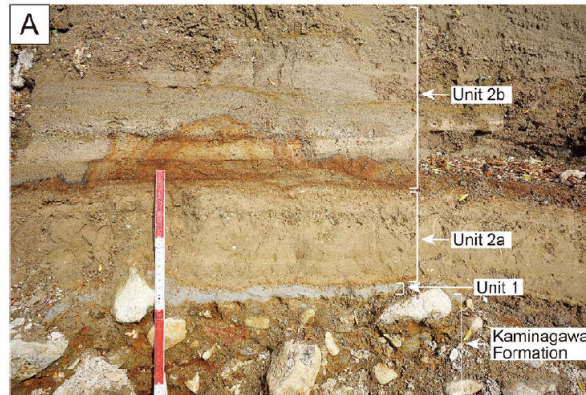
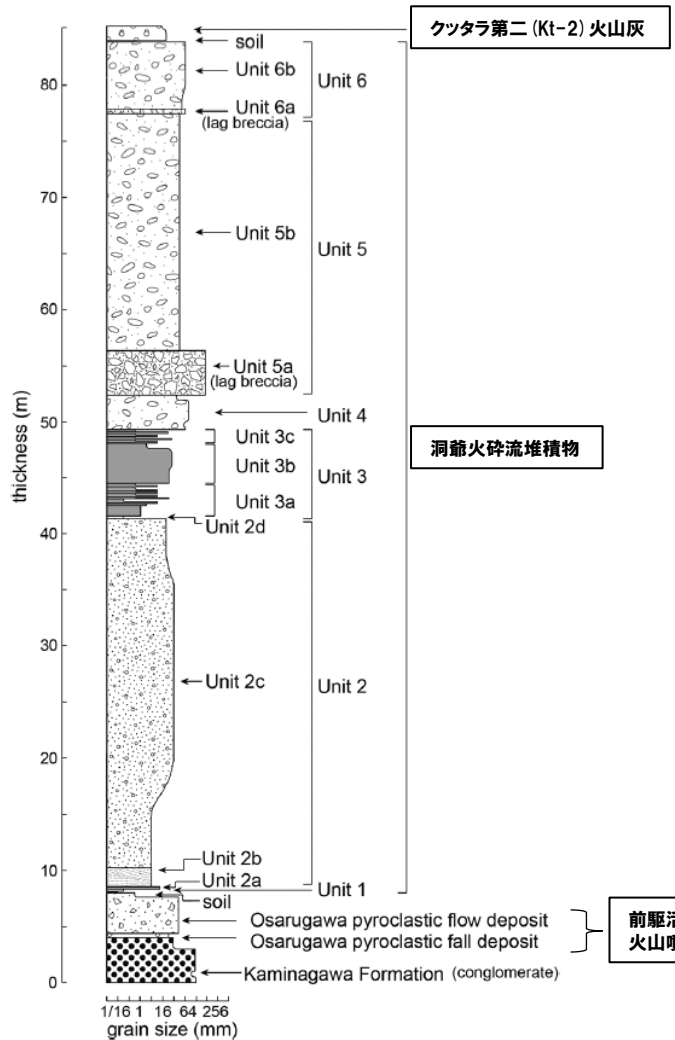
洞爺火砕流堆積物の各ユニット (Unit 1~6) の分布と層厚 (Goto et al. (2018) に加筆)



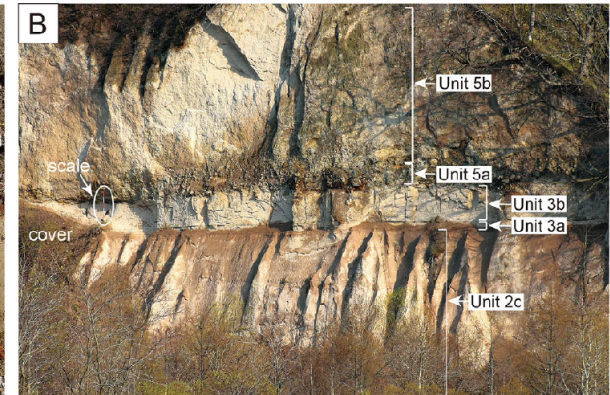
洞爺カルデラ形成の模式モデル (Goto et al. (2018) に加筆)

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

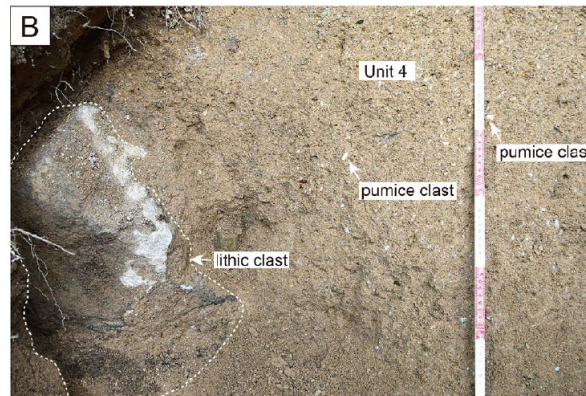
⑤-3 洞爺カルデラにおける最大規模の噴火(火砕流堆積物の分布:文献調査) (6/13)



上長和層とUnit1~2bの露頭写真 (Goto et al. (2018) のFig. 7A)



Unit2c~5bの露頭写真 (Goto et al. (2018) のFig. 6B)



Unit4の露頭写真 (Goto et al. (2018) のFig. 8B)



Unit5b~6bとKt-2火山灰の露頭写真 (Goto et al. (2018) のFig. 9B)

洞爺火砕流堆積物の模式柱状図 (Goto et al. (2018) に加筆)

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

⑤-3 洞爺カルデラにおける最大規模の噴火(火砕流堆積物の分布:文献調査)(7/13)

【産業技術総合研究所(2022)】

(カルデラ形成噴火の層序・岩相とユニット区分)

- 洞爺火砕流について、各ユニットの岩相・層厚、ユニット境界部の産状、本質物質の最大粒径・種類および量比の層序変化を明らかにしたとされている。
- Goto et al.(2018)では本質物質を白色軽石、縞状軽石、灰色軽石の3タイプに区分しているが、当該報告書では新たに、斑晶量およそ5%以下の斑晶に乏しい白色軽石(CPタイプ)、斑晶量およそ10%以上の斑晶に富む白色軽石(CRタイプ)、縞状軽石および灰色軽石(gray,bandタイプ)の3つ(次頁参照)に区分して重量比を求めたとされている。
- Goto et al.(2018)に記載されている洞爺火砕流堆積物と比較して、本質物質の最大粒径やタイプ区分が本研究とは異なる結果となり、模式地域外での層序対比が変更されたほか、ユニット境界の産状についても新たな知見が得られたとされている。
- 洞爺火砕流堆積物の各ユニットについては、以下のとおり区分できるとされている(P110左図参照)。
 - ・Unit1:淘汰の良い細粒降下火山灰堆積物。洞爺湖北側でやや厚く、最大層厚は14cmで、粒子の大部分は繊維状に発泡したガラス片からなり、斜長石・石英・輝石の結晶片のほか変質した岩片もわずかに含まれる。
 - ・Unit2:火山灰質の火砕流主体の堆積物で、下位から褐色で火山豆石を含む細粒火山灰主体のサージ堆積物、灰白色で成層構造の発達したやや粗粒な軽石に富むサージ堆積物、淡桃色～白色の細粒の火山灰に富む厚く塊状の火砕流堆積物、淡桃色の細粒火山灰主体の成層構造の発達した薄いサージ堆積物に区分される。洞爺湖南側で最も厚く、最大層厚は35m程度で、洞爺湖南方の模式地域および洞爺湖北方地域で大小さまざまな脱ガスパイプが認められる。
 - ・Unit3:火砕サージ堆積物、降下火山灰堆積物、火砕流堆積物の互層。洞爺湖南側で最も厚く、模式地域における層厚は約10mで、下部と上部の成層構造が発達した互層は、ほかのユニットに比べてかなりかたく締まっている。
 - ・Unit4:淡灰色で粗粒な岩片に富む塊状の火砕流堆積物。連続性が悪く、模式地域及び洞爺湖北側10km以内にしか認められない。最大層厚は8m程度で、ユニット3との境界は明瞭で直線的。
 - ・Unit5:最下部の岩片濃集層とその上位の淡灰色で粗粒な軽石や岩片に富む塊状の火砕流堆積物。洞爺カルデラ形成噴火噴出物の中で最も広範囲に分布し、最大層厚は約32mで、層厚は洞爺湖からの距離が増してもあまり変化しない。本質物質の最大粒径は約20cm、岩片の最大粒径は75cmにも及ぶ。
 - ・Unit6:最下部の岩片濃集層とその上位の淡灰色で粗粒な軽石や岩片に富む塊状の火砕流堆積物からなり、最上部には薄いサージ堆積物も認められる。洞爺湖北側に厚く分布し、洞爺湖北側15kmの地域で層厚は15m以上、本質物質の最大粒径も20cmに及ぶ。

(ユニットごとの分布図)

- 上述の各ユニットについて、層厚及び分布図が新たに示されている(P111左図参照)。
- 最も広範囲に分布するのはUnit5であり、給源の北西方向については、敷地に最も近い共和町幌似付近に、給源の南東方向については、苫小牧付近まで到達している。
- 共和町幌似に到達した火砕流堆積物について、Goto et al.(2018)においては、Unit2に区分されるものであるが、当該報告書においてはUnit5に区分がなされている。

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

⑤-3 洞爺カルデラにおける最大規模の噴火(火砕流堆積物の分布:文献調査)(8/13)

⇩ (前頁からの続き)

【産業技術総合研究所(2022)】

(遠方の降下火山灰と火砕流ユニットとの対比)

- 模式地域におけるユニットごとの石基ガラス組成と比較することにより、遠方(男鹿半島, 大間, 厚真, 千歳)に分布するco-ignimbrite ashまでのユニット対比を試みたとされている。
- 給源の東方(厚真, 千歳)で得られた試料は、本質物質の最大粒径は数-10mm未満で細粒の火山灰基質が大部分を占めており、淘汰の悪い噴出物であるとされている。また、そのガラス組成はUnit6に類似しているとされている。
- 給源の南方(男鹿半島, 大間)で得られた試料は、大部分がガラス片からなり、わずかに鉱物片を含む、淘汰の良い降下火山灰であるとされている。また、そのガラス組成はUnit5に最も近いとされている。
- 洞爺のco-ignimbrite ash(いわゆる洞爺火山灰)は距離または方向によって給源となっているユニットが異なる可能性があり、Unit5由来のco-ignimbrite ashは洞爺湖南側遠方へ、Unit6由来のco-ignimbrite ashは洞爺湖東方に堆積しているとされている(P111右図参照)。

(カルデラ形成噴火の推移)

- 堆積物の特徴、時間間隙の有無、および本質物質の構成物量比から、洞爺カルデラ形成噴火をステージ1およびステージ2の大きく2つに区分したとされている。
- ステージ1はUnit1~Unit3からなり、破碎度が高く火山豆石を大量に含むことから、水に富む環境下でのマグマ水蒸気噴火によって放出されたと考えられるとされている。
- その後やや長い時間間隙※をおいて始まったステージ2では、マグマ噴火によって火砕流堆積物が繰り返し堆積したとされている。

※Unit4の最下部に直径30cmほどのUnit3堆積物のブロックが取り込まれているのが確認され、このような産状は、Unit3全体が硬く締まった状態になってからUnit4の火砕流堆積物が噴出したことを示唆しており、Unit3堆積後にやや長い時間間隙があった可能性が考えられるとされている。



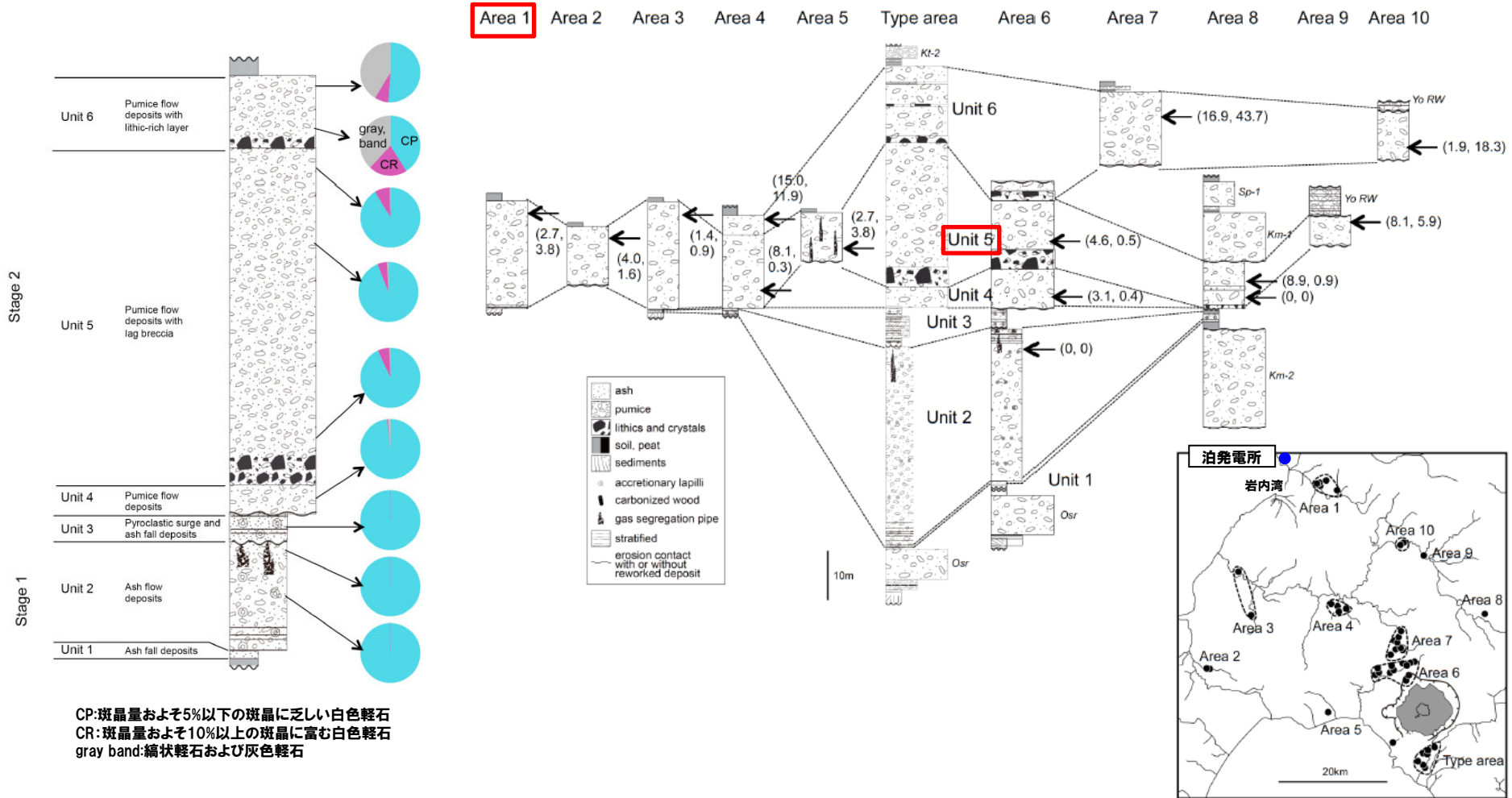
洞爺火砕流のタイプ別の軽石写真
(産業技術総合研究所, 2022)

⇩ (次頁へ続く)

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

⑤-3 洞爺カルデラにおける最大規模の噴火（火砕流堆積物の分布：文献調査）（9/13）

共和町幌似付近

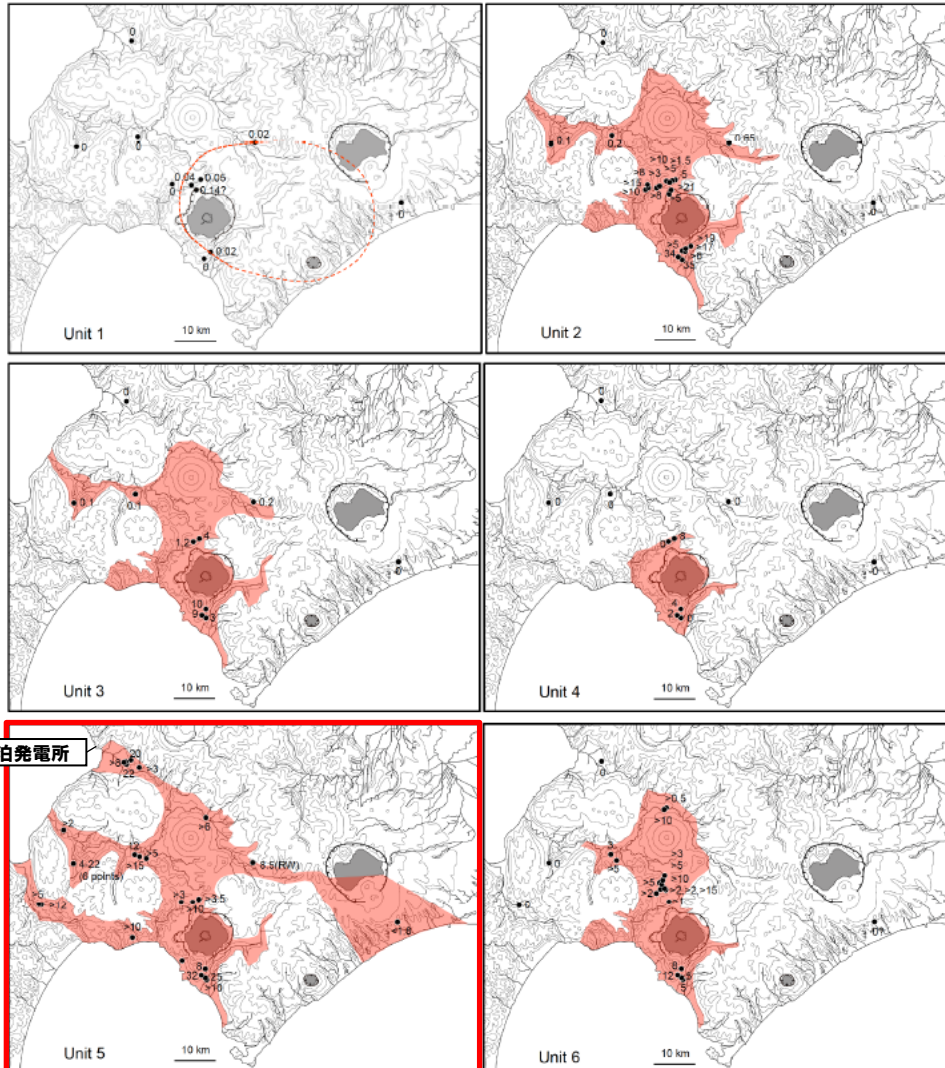


洞爺火砕流の総合柱状図及び模式地域における構成物量比
 (産業技術総合研究所 (2022) に加筆)

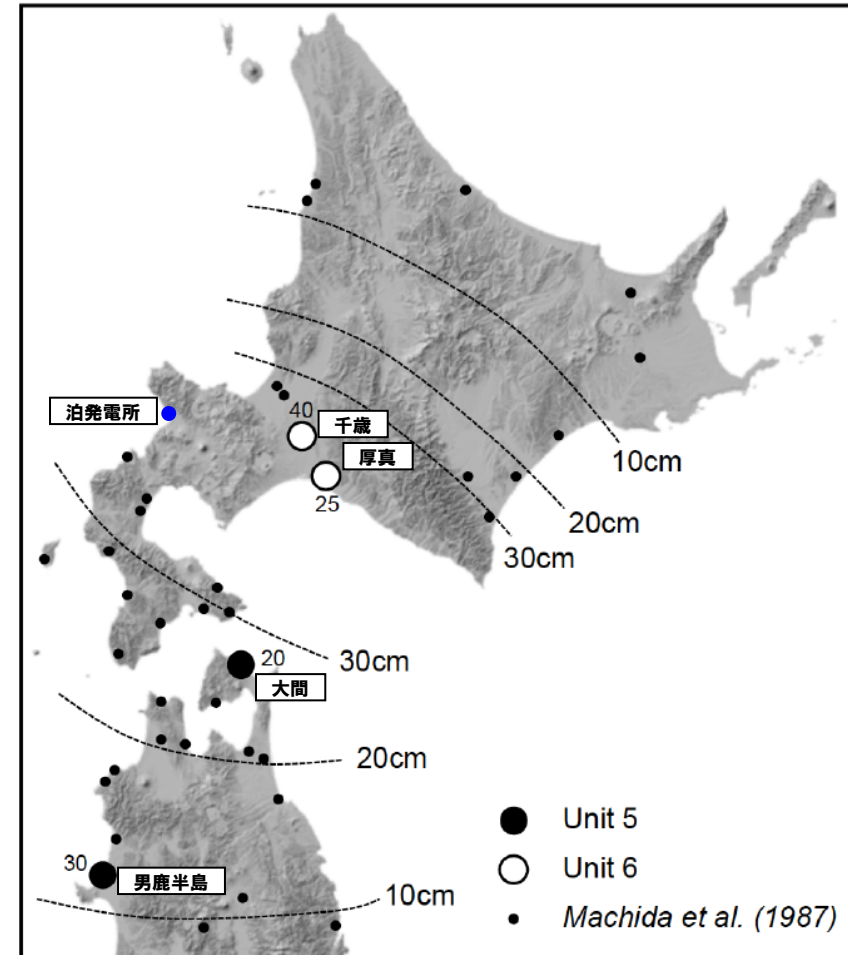
地域ごとの対比柱状図
 (産業技術総合研究所 (2022) に加筆)

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

⑤-3 洞爺カルデラにおける最大規模の噴火(火砕流堆積物の分布:文献調査)(10/13)



ユニットごとの層厚及び分布図(産業技術総合研究所(2022)に加筆)



点線は町田ほか(1987)の等層厚線図

洞爺火山灰(co-ignimbrite ash)のユニット対比結果。
(産業技術総合研究所(2022)に加筆)

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

⑤-3 洞爺カルデラにおける最大規模の噴火（火砕流堆積物の分布：文献調査）（11/13）

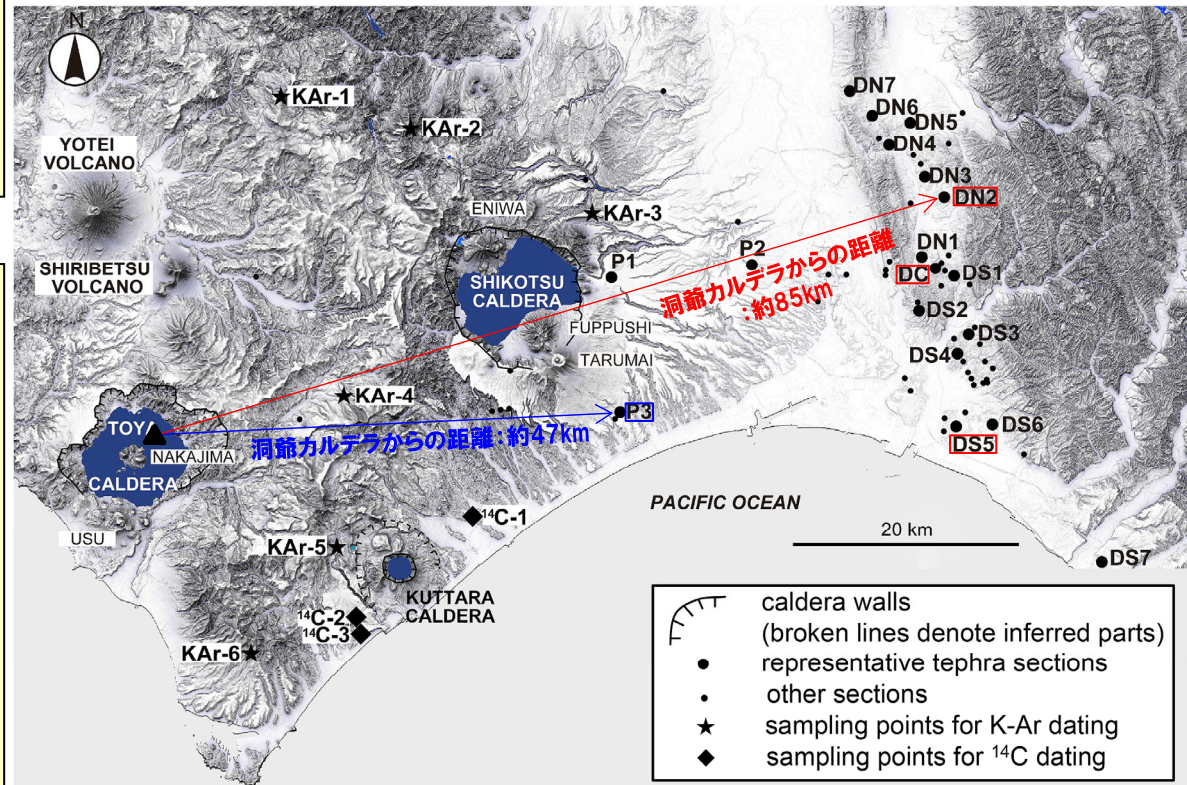
- 支笏-洞爺火山地域の活動史について検討しているAmma-Miyasaka et al. (2020)に基づき、洞爺火砕流堆積物の分布範囲を確認した。
- なお、Amma-Miyasaka et al. (2020)に示される各調査地点の柱状図は次頁参照。



- Amma-Miyasaka et al. (2020)に示される洞爺火砕流堆積物の最大到達距離は、洞爺カルデラから東方向に位置する苫小牧市錦岡 (P3地点) までの約47kmであり、層厚は1.75mである。
- また、Amma-Miyasaka et al. (2020)において、洞爺カルデラから東～北東方向に位置する調査地点 (DN2, DC及びDS5地点) で確認される洞爺カルデラ形成噴火噴出物は、数mm以下の軽石を含む基質支持の堆積物であることから、火砕サージ堆積物※1であるとしている。
- 当該火砕サージ堆積物の最大到達距離は、洞爺カルデラから北東方向に位置する安平町追分春日 (DN2地点) までの約85kmであり、層厚は0.25m以下である。

※1 原子力発電所の火山影響評価ガイドによれば、火砕サージは、以下のとおりとされている。

「火砕物密度流のうち、比較的流れの密度が小さく乱流性が高いもの。また、火砕サージは爆発的噴火により火口から直接発生する場合や、濃度の高い火砕流から分離して生じることもある。火砕サージは、大半の火砕流よりも地形の勾配による制約を受けない。」



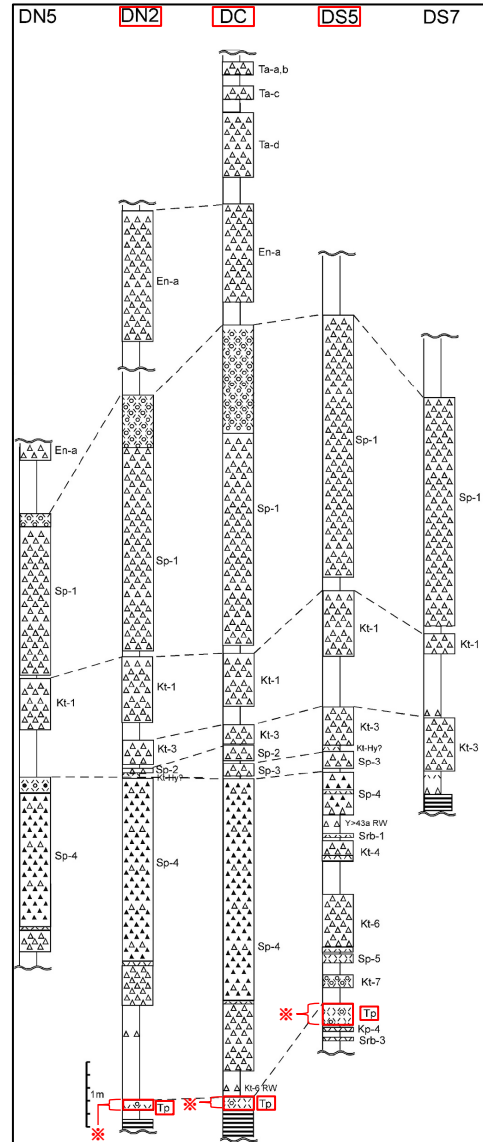
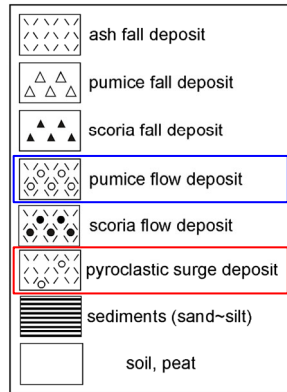
- : Tp (pumice flow deposit) ※2確認地点
- : Tp (pyroclastic surge deposit) ※2確認地点

※2 洞爺火砕流堆積物を指す。

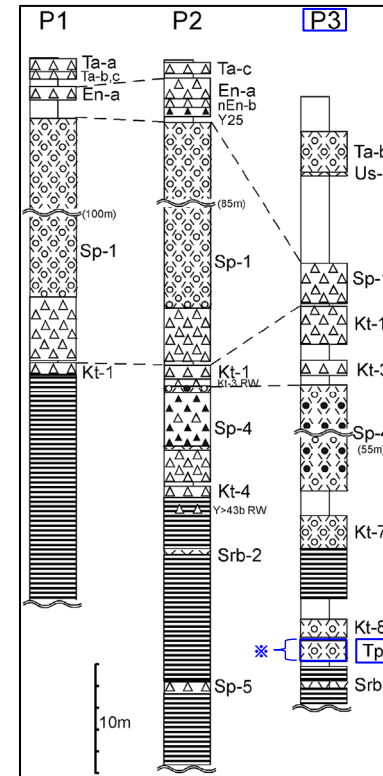
調査地点 (Amma-Miyasaka et al. (2020) に加筆)

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

⑤-3 洞爺カルデラにおける最大規模の噴火(火砕流堆積物の分布:文献調査)(12/13)



代表柱状図 (DN7~DS7地点)
(Amma-Miyasaka et al. (2020) に加筆)



代表柱状図 (P1~P3地点)
(Amma-Miyasaka et al. (2020) に加筆)

※洞爺火砕流堆積物を指す。

2.3.1 過去に巨大噴火が発生した火山

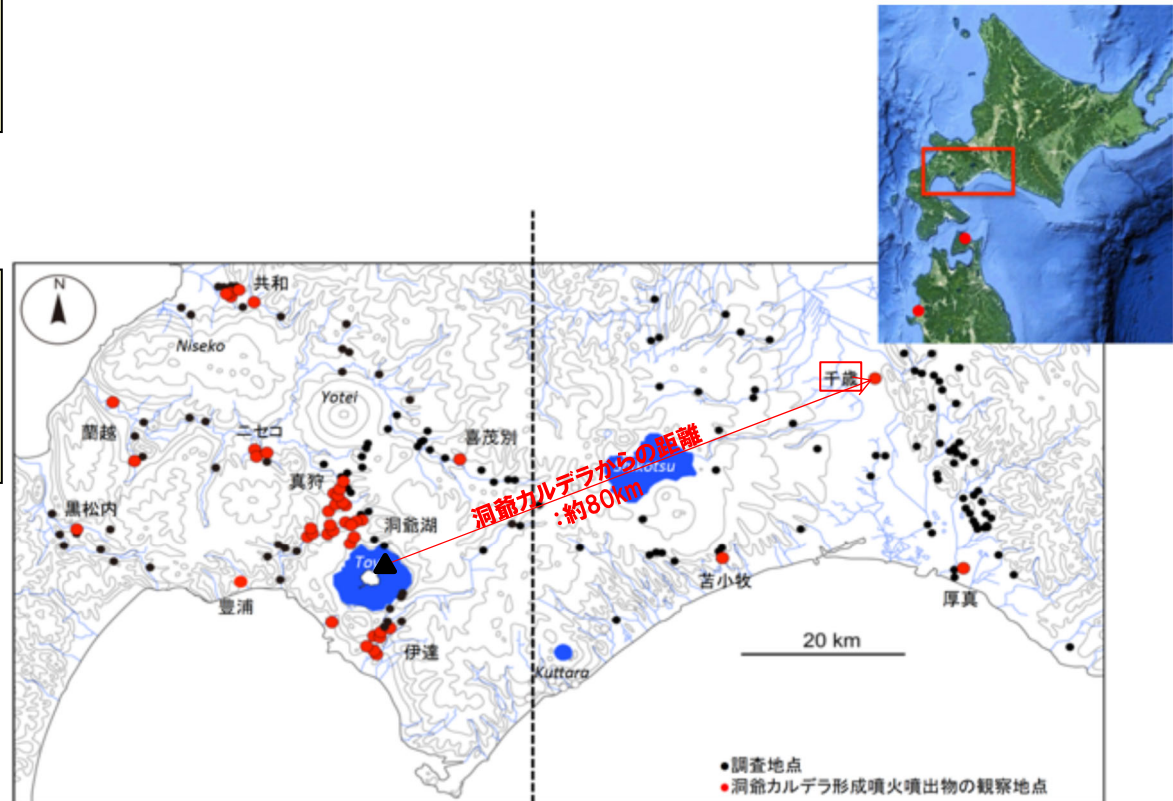
⑤-3 洞爺カルデラにおける最大規模の噴火（火砕流堆積物の分布：文献調査）（13/13）

○洞爺カルデラ形成噴火噴出物※を確認したとされている産業技術総合研究所（2021）に基づき、洞爺火砕流堆積物の分布範囲を確認した。

※洞爺火砕流堆積物を指す。



○産業技術総合研究所（2021）に示される洞爺カルデラ形成噴火噴出物である火砕サージ堆積物の最大到達距離は、洞爺カルデラから北東方向に位置する千歳市までの約80kmであり、層厚は約0.4mである。



洞爺カルデラ形成噴火噴出物の調査地点（産業技術総合研究所（2021）に加筆）

余白