

7. 洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性に関する検討

① 検討結果 (1/6)

【② 文献調査】(P577～P586参照)

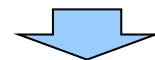
- 洞爺火砕流については、敷地近傍に位置する共和町幌似付近を越えて堆積物を確認している文献はないが、推定に基づき、岩内湾までの分布を示しているものや、敷地方向とは異なるが、敷地から洞爺カルデラまでの距離(約55km)よりも遠方に、火砕サージ堆積物が到達しているとするものが認められる。

【③ 敷地近傍における洞爺火砕流堆積物の分布状況】(P588～P589参照)

- 文献調査の結果、洞爺火砕流について、推定に基づくものではあるが、共和町幌似付近を越えて岩内湾までの分布を示している文献も認められることから、敷地近傍における洞爺火砕流堆積物の分布範囲について、幌似周辺で実施したボーリング調査結果を用いての確認を行った。
- ボーリング調査において確認された洞爺火砕流堆積物の分布状況を踏まえると、泥川合流部付近(C-2地点付近)で洞爺火砕流堆積物の層厚が急減し、岩内平野西部では確認されないことから、幌似付近が洞爺火砕流の末端部である可能性が考えられる。

【④ 洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性に関する検討】(P591～P597参照)

- 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には、大局的な傾向としては、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)ため、洞爺火砕流堆積物は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行った。
- 堀株川付近に位置するC-3及びH26共和-4～7地点においては、洞爺火砕流堆積物は旧堀株川が下刻した低地に堆積し、以降の氷期に削剥され、その後、沖積層が堆積した可能性を否定できない。
- 梨野舞納地点においては、Mm1段丘堆積物(MIS5e, 上面標高約22m)の上位に、純層及び二次堆積物bに区分される火山灰質砂質シルト層が認められるが、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。
- H26共和-3地点においては、洞爺火砕流堆積物の下位の層準である発足層の上面標高(約29m)が、洞爺火砕流が到達していないと判断される梨野舞納地点に認められる火山灰質砂質シルト層の分布標高よりも高標高に位置することから、洞爺火砕流は到達していないものと判断される。



(P572へ続く)

7. 洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性に関する検討

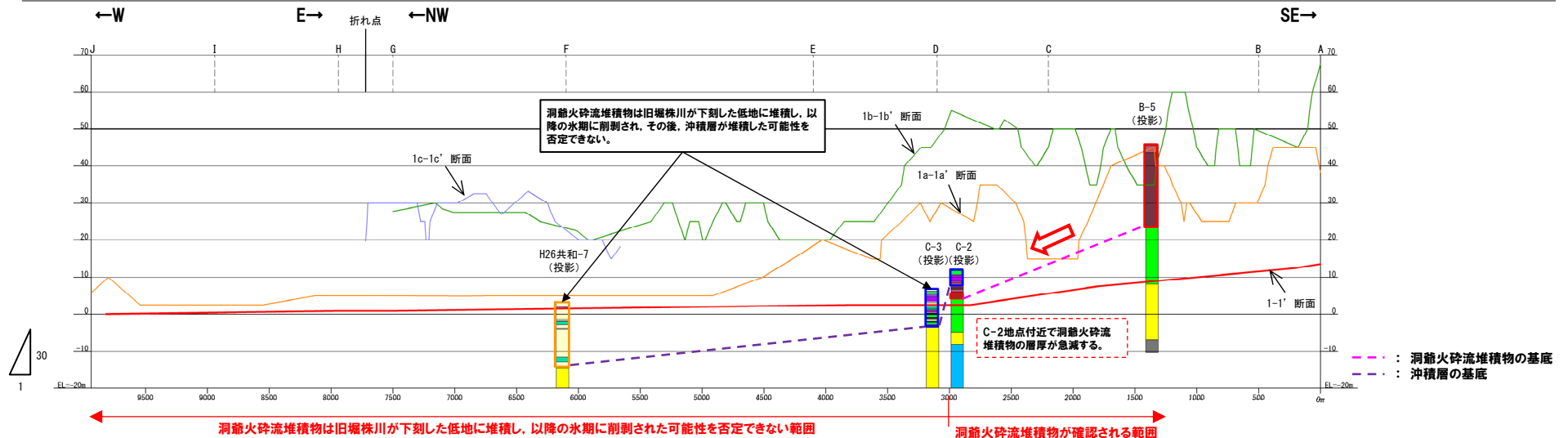
① 検討結果 (2/6)



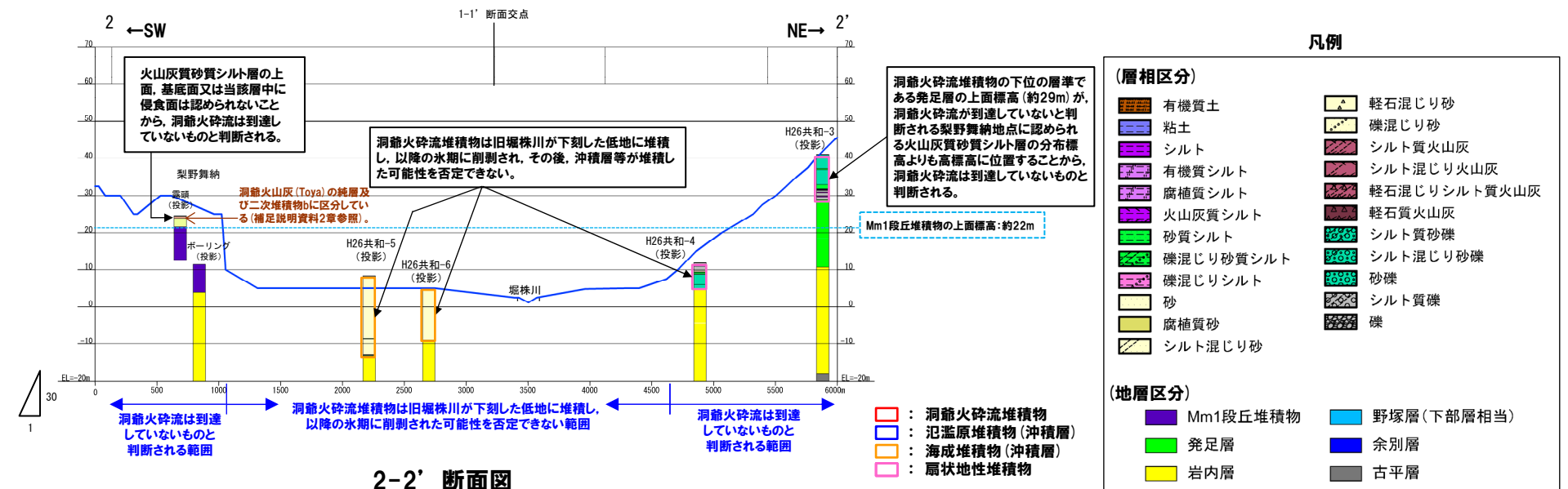
余白

7. 洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性に関する検討

① 検討結果 (3/6)



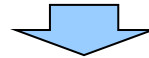
1-1' 断面図



2-2' 断面図

① 検討結果 (4/6)

(P568からの続き)

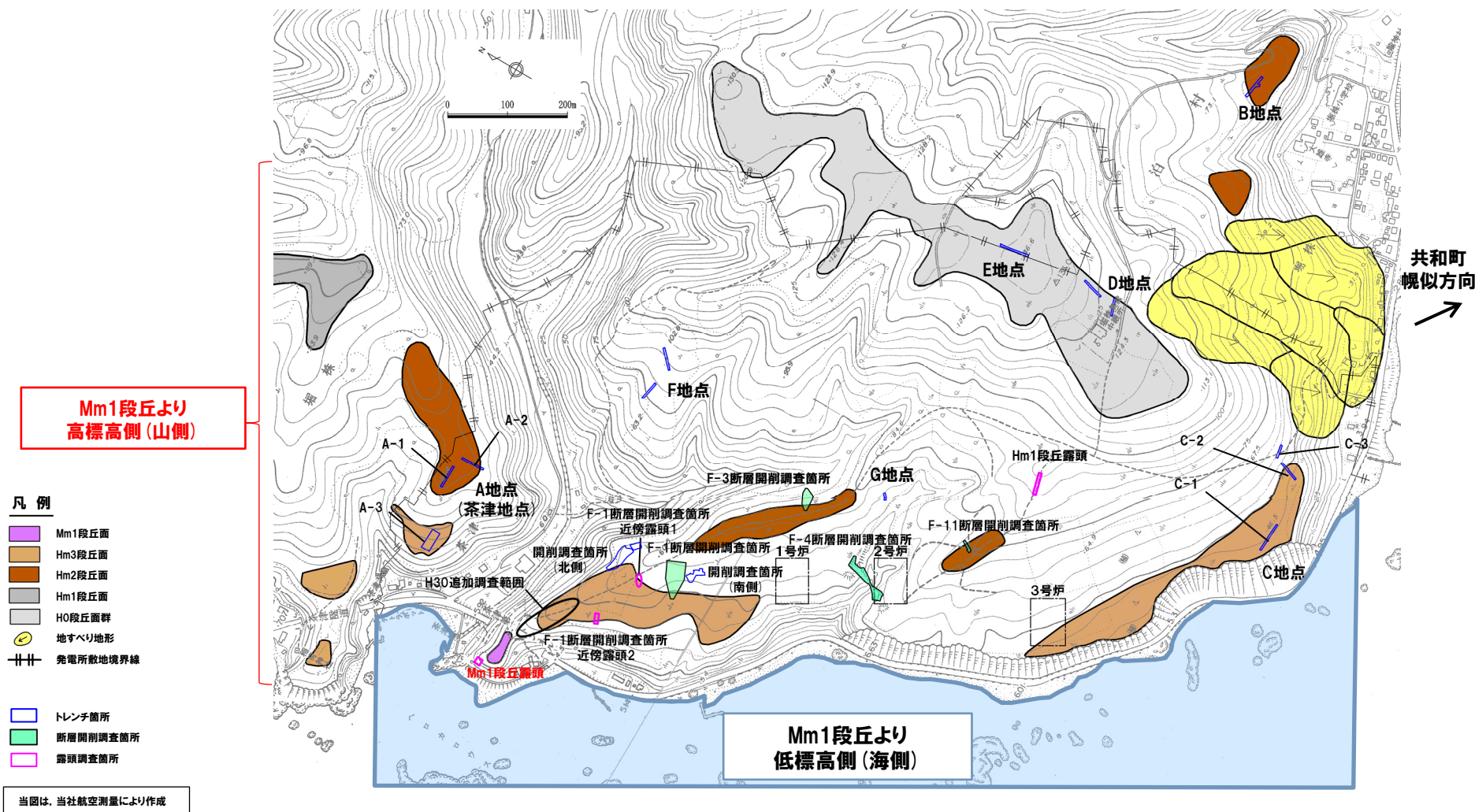


- 敷地近傍における洞爺火砕流堆積物の分布状況及び洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性に関する検討を踏まえると、洞爺火砕流堆積物は共和町幌似付近を越えて確認されないが、沖積層が分布するため、堆積後に削剥された可能性を否定できない調査箇所が、堀株川沿いの低地に認められる (P569参照)。
- このため、洞爺火砕流については、共和町幌似付近を越えて堀株川沿いの低地を流下し、現在の岩内湾に到達した後、削剥された可能性を否定できない。
- 流下方向の延長に敷地は位置するが、以下に示す状況であることから、敷地のうち、Mm1段丘より高標高側 (山側) には、洞爺火砕流は到達していないと判断される。
 - ・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 (次頁及びP575参照)。
 - ・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 (次頁及びP575参照)。

7. 洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性に関する検討

① 検討結果 (5/6)

一部修正 (H30/5/11審査会合)



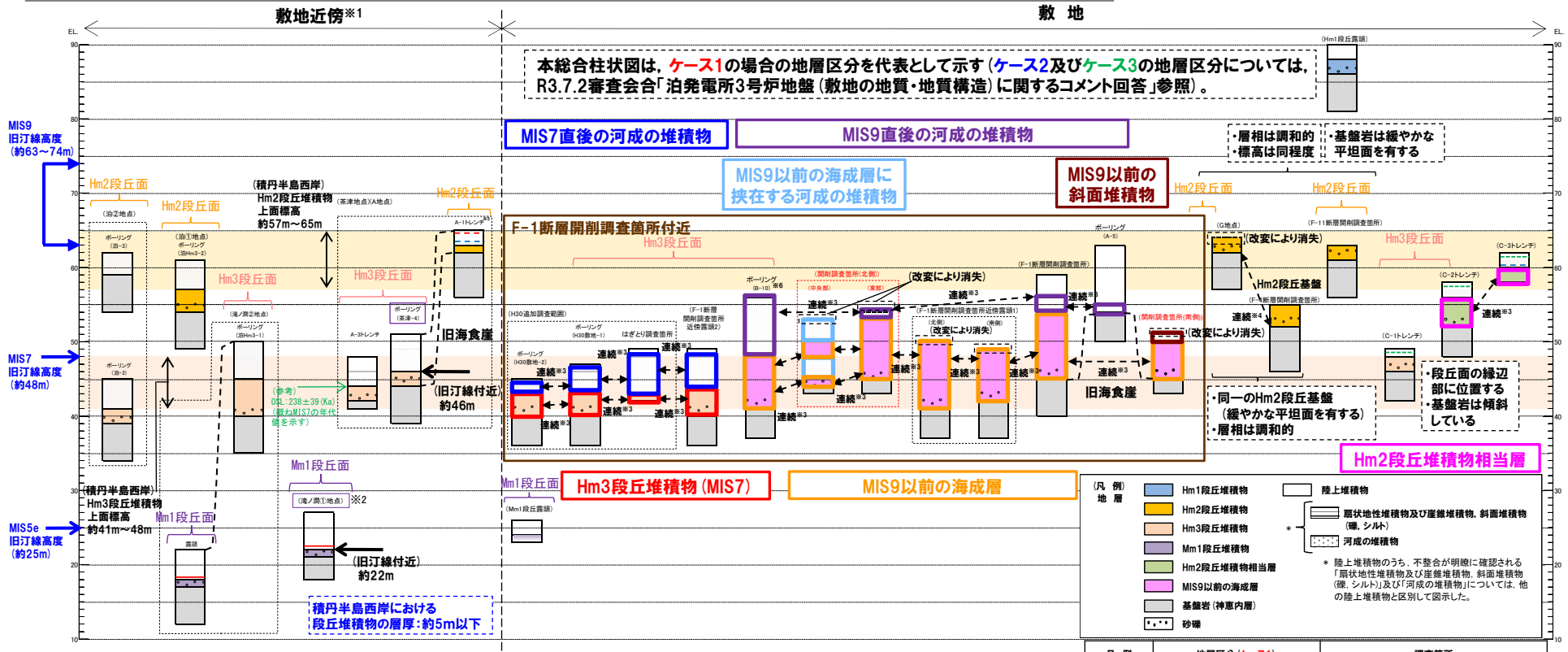
変更前の地形 (P569の青破線範囲)

余白

7. 洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性に関する検討

① 検討結果 (6/6)

一部修正 (R2/4/16審査会合)



- ※1 積丹半島西岸で、図示した調査箇所以外においても段丘調査を実施している。ここでは、敷地に近接するMm1段丘(滝ノ淵①地点)及び高位段丘(茶津地点(A地点)、滝ノ淵②地点、泊①地点及び泊②地点)について代表的に図示した。
- ※2 洞爺火山灰(Toya)については、当該地点のMm1段丘堆積物の上位に確認されたことを便宜的に図示した。
- ※3 各調査箇所的位置関係が近接していること及び地質調査結果から、同一の地層であると判断されることを示す。
- ※4 各調査箇所的位置関係が近接していること及び地質調査結果から、同一の段丘基盤であると判断されることを示す。
- ※5 茶津地点(Hm2段丘)においては、A-2トレンチにおいても段丘調査を実施しているが、A-1トレンチと距離が近接しており、基盤岩及び段丘堆積物の上面標高が同様であることから、A-1トレンチを代表的に図示した。
- ※6 開削調査箇所(北側)の結果を踏まえると、MIS9直後の河成の堆積物に地層区分した範囲には、MIS9以前の海成層に挟まれる河成の堆積物も含まれる可能性が考えられる。
- ※7 若内平野南方に位置する老古美周辺において確認されるニセ火山噴出物(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。模式地において、本火砕流堆積物から、フィッシュトランク法年代測定値0.19±0.02Maを得ている。

(凡例) 火山灰

- Toya(降灰層準)
- - - Toya, Spfa-1混在
- - - 対象火山灰※7, Toya, Spfa-1混在
- - - 対象火山灰※7

(凡例) その他

- 群列ボーリングにより、旧汀線付近で段丘堆積物を確認した箇所

積丹半島西岸における総合柱状図 (ケース1)

凡例	地層区分(ケース1)	調査箇所
	Hm3段丘堆積物 (MIS7)	F-1断層開削調査箇所近傍露頭2 H30追加調査範囲
	MIS9以前の海成層	F-1断層開削調査箇所 F-1断層開削調査箇所近傍露頭1 B-10ボーリング 開削調査箇所(北側) 開削調査箇所(南側)
	Hm2段丘堆積物相当層	C-2及びC-3トレンチ
	MIS9直後の河成の堆積物	A-5ボーリング F-1断層開削調査箇所 B-10ボーリング 開削調査箇所(北側)
	MIS7直後の河成の堆積物	F-1断層開削調査箇所近傍露頭2 H30追加調査範囲
	MIS9以前の海成層に挟まれる河成の堆積物	開削調査箇所(北側)
	MIS9以前の斜面堆積物	開削調査箇所(南側)

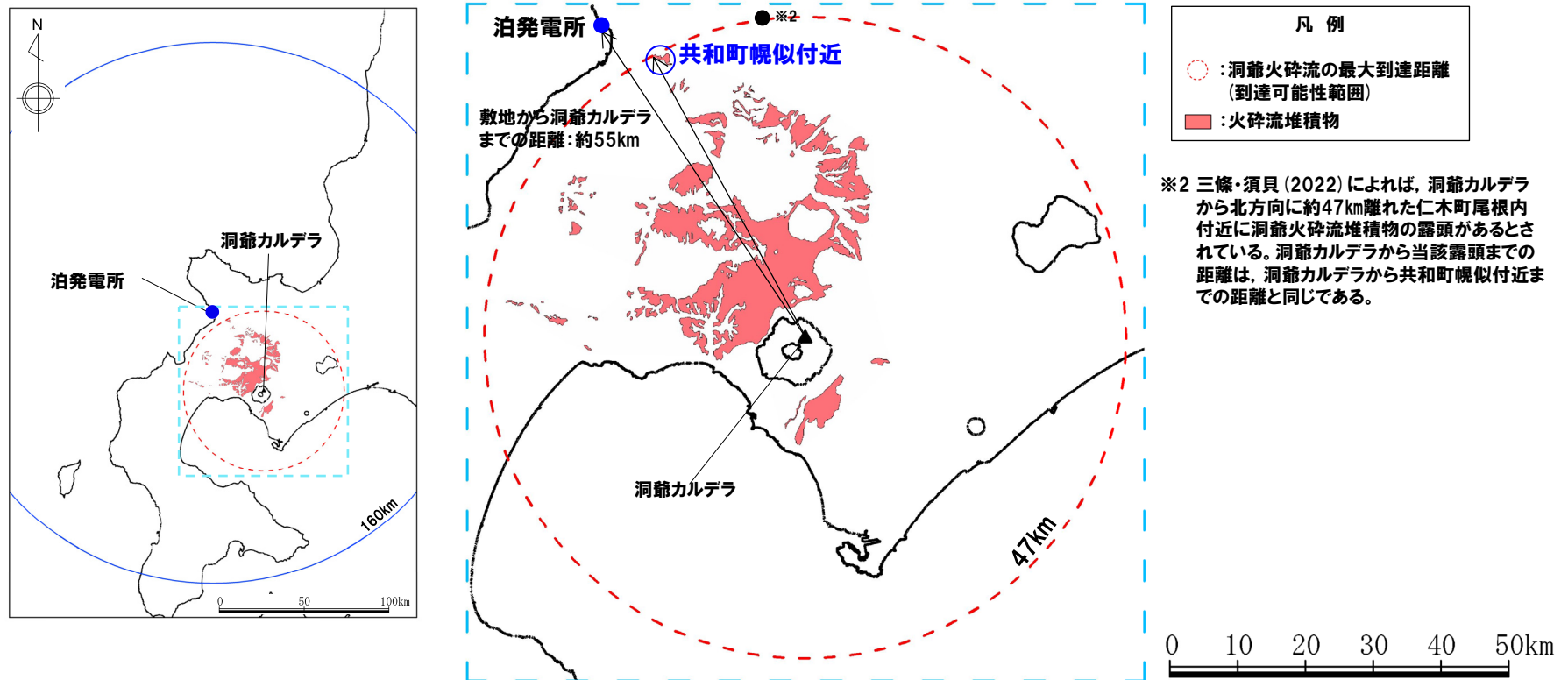
余白

② 文献調査 (産業技術総合研究所地質調査総合センター編, 2020)

- 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。
- また、洞爺火砕流堆積物の最大到達距離を半径として、洞爺カルデラを中心とする円※1を作成し、その円の範囲を洞爺火砕流の到達可能性範囲として示した。

※1 円の中心位置は、中野ほか編(2013)に示される洞爺カルデラの座標を用いている。

- 洞爺火砕流堆積物の最大到達距離は、共和町幌似付近までの約47kmであり、敷地から洞爺カルデラまでの距離(約55km)に対して小さい。



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 文献調査 (Goto et al., 2018) (1/5)

○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) をレビューをした。

【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 (P580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 (P580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 (P581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 文献調査 (Goto et al., 2018) (2/5)

 (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。

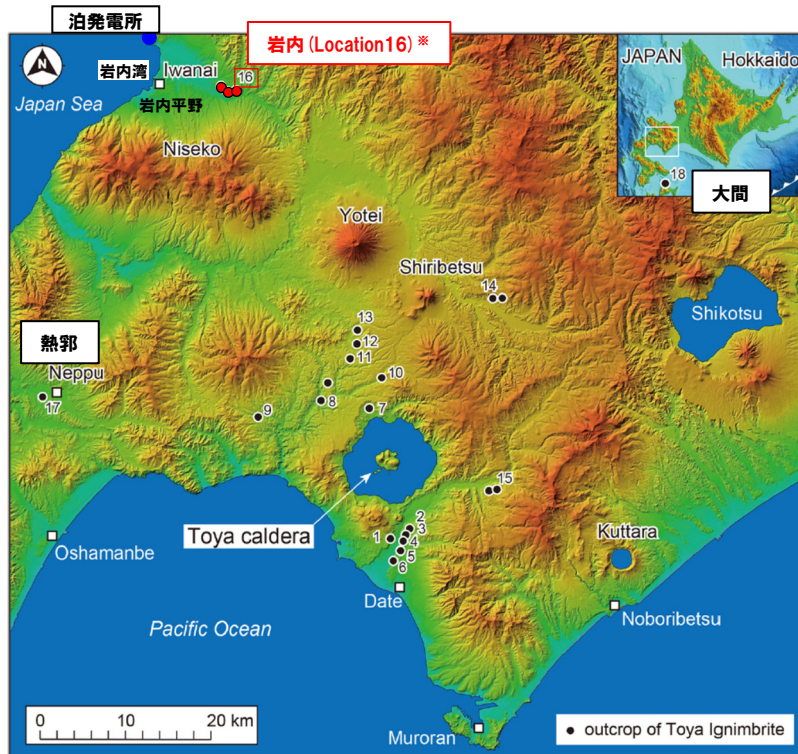
※1 Goto et al. (2018) に示される調査地点「岩内 (Location16)」は、当社地形調査、地表地質踏査等の結果、洞爺火砕流堆積物を確認している共和町幌似付近に該当する (P589参照)。

※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。

 (P582へ続く)

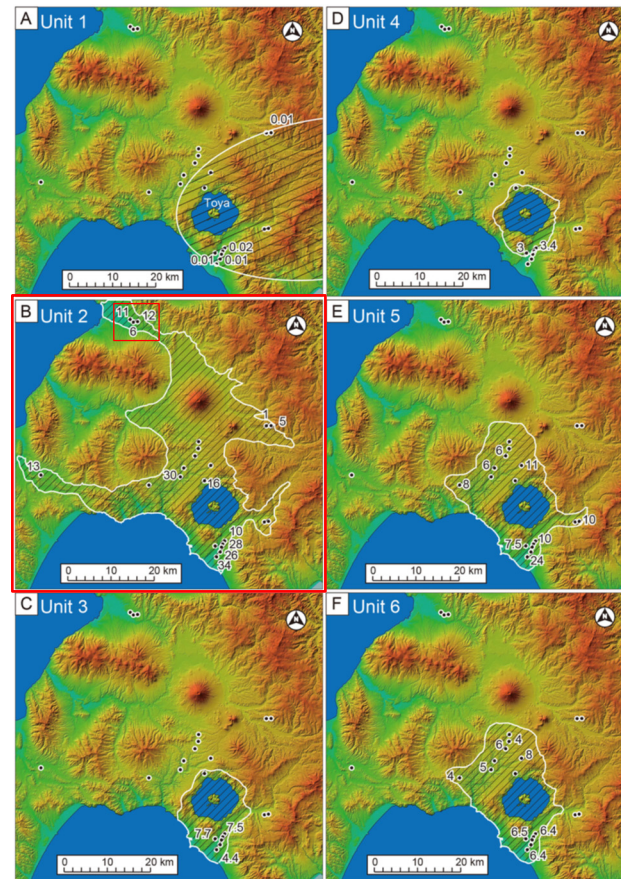
7. 洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性に関する検討

② 文献調査 (Goto et al., 2018) (3/5)

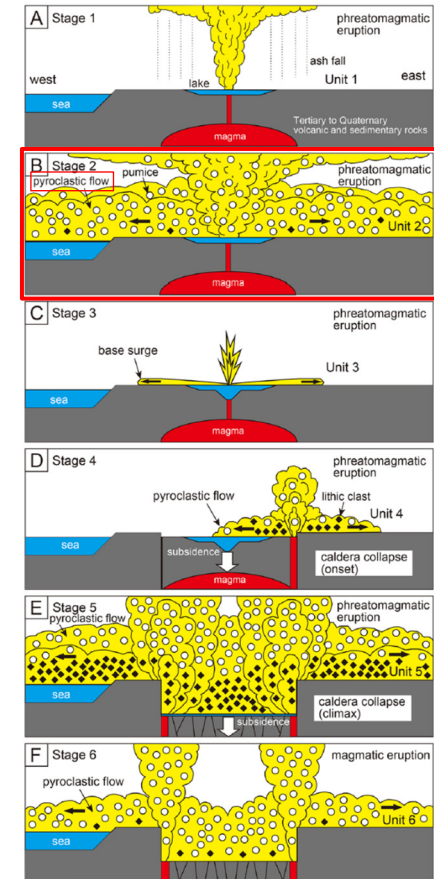


※Goto et al. (2018) に示される調査地点「岩内 (Location 16)」は、当社地形調査、地表地質踏査等の結果、洞爺火砕流堆積物を確認している共和町概似付近に該当する。

調査地点 (Goto et al. (2018) に加筆)

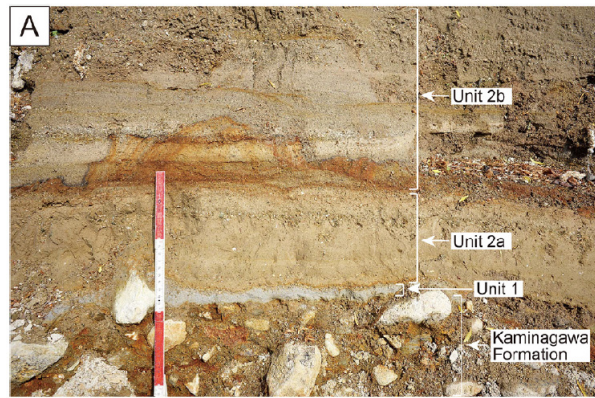
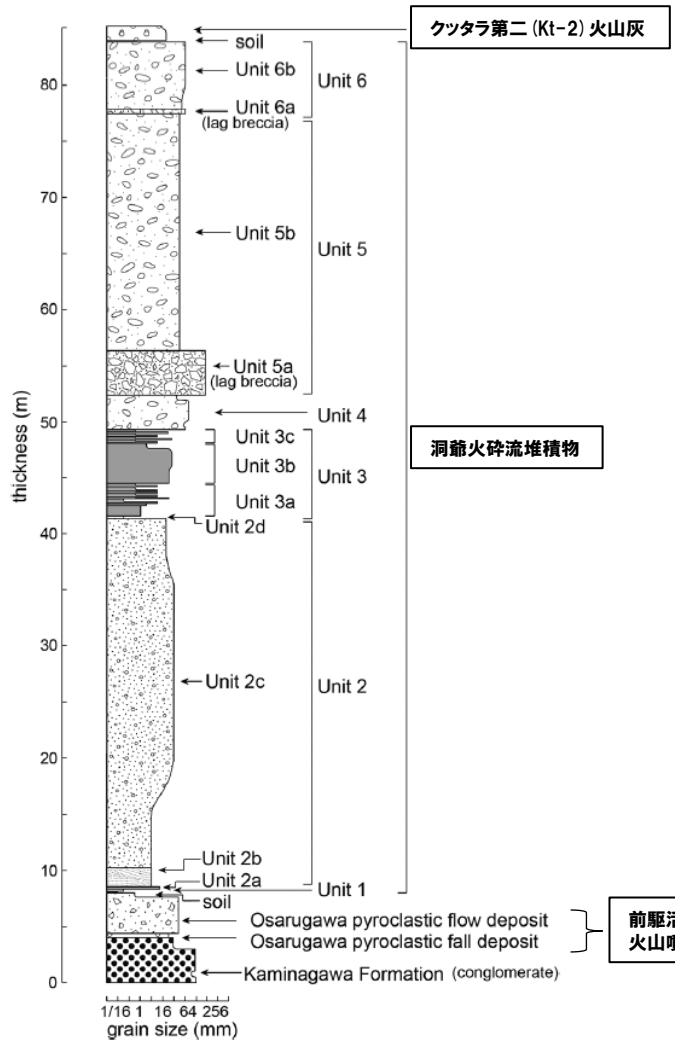


洞爺火砕流堆積物の各ユニット (Unit 1~6) の分布と層厚 (Goto et al. (2018) に加筆)

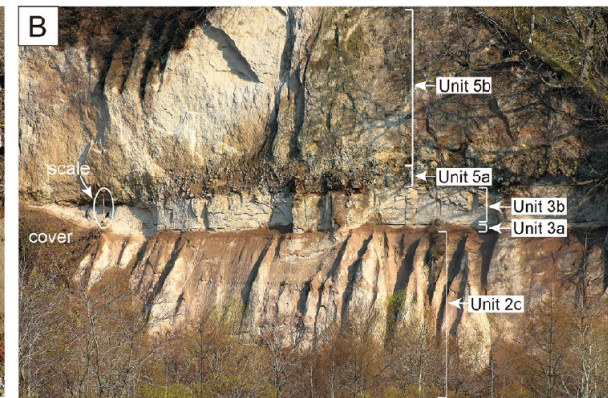


洞爺カルデラ形成の模式モデル (Goto et al. (2018) に加筆)

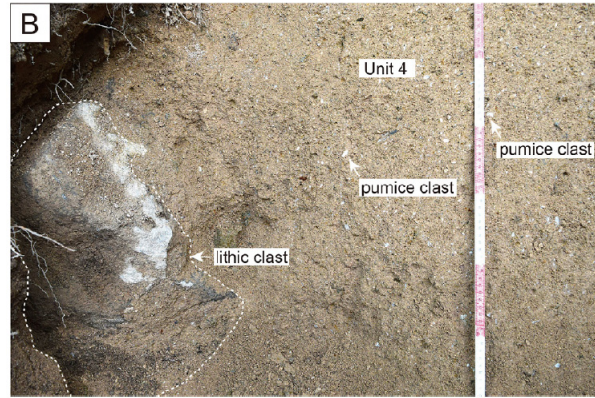
② 文献調査 (Goto et al., 2018) (4/5)



上長和層とUnit 1~2b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)



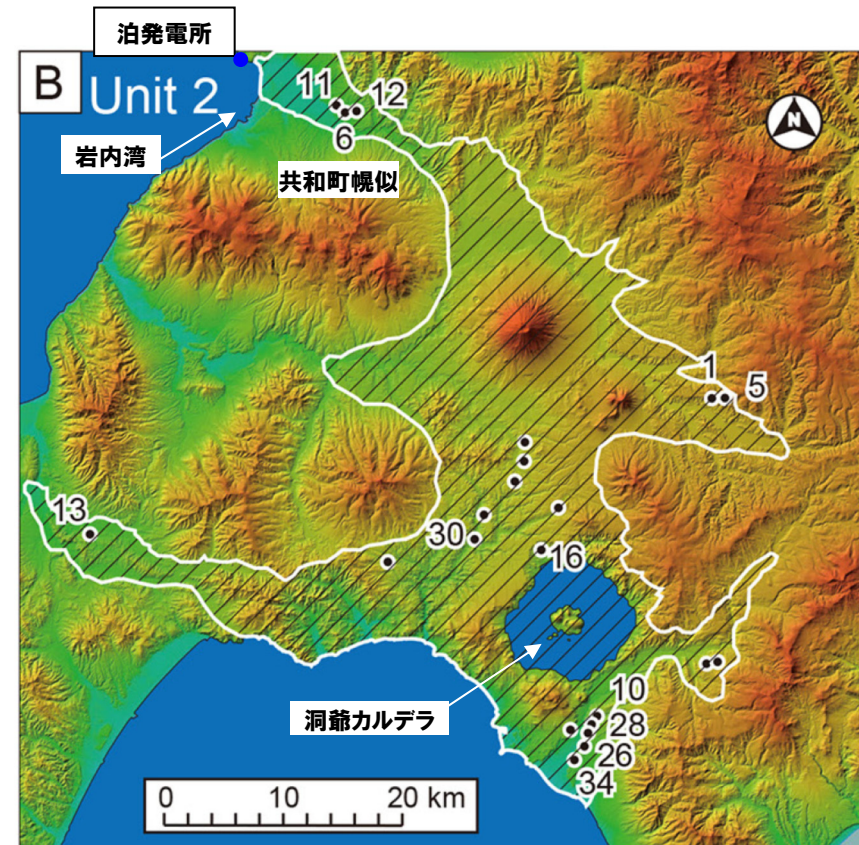
Unit5b~6bとKt-2火山灰の露頭写真 (Goto et al. (2018) のFig. 9B)

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

② 文献調査 (Goto et al., 2018) (5/5)

↓ (P579からの続き)

- Goto et al. (2018) 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。
- また、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に区分されている。(右図参照)。
- Goto et al. (2018) に示されるUnit2の分布(右図参照)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(12m以上)を考慮した推定によるものと考えられる。



(図中の数字は層厚を示す, 単位:m)

洞爺火砕流堆積物の各ユニット(Unit2)の分布と層厚
(Goto et al. (2018) に加筆)

余白

② 文献調査 (Amma-Miyasaka et al., 2020) (1/2)

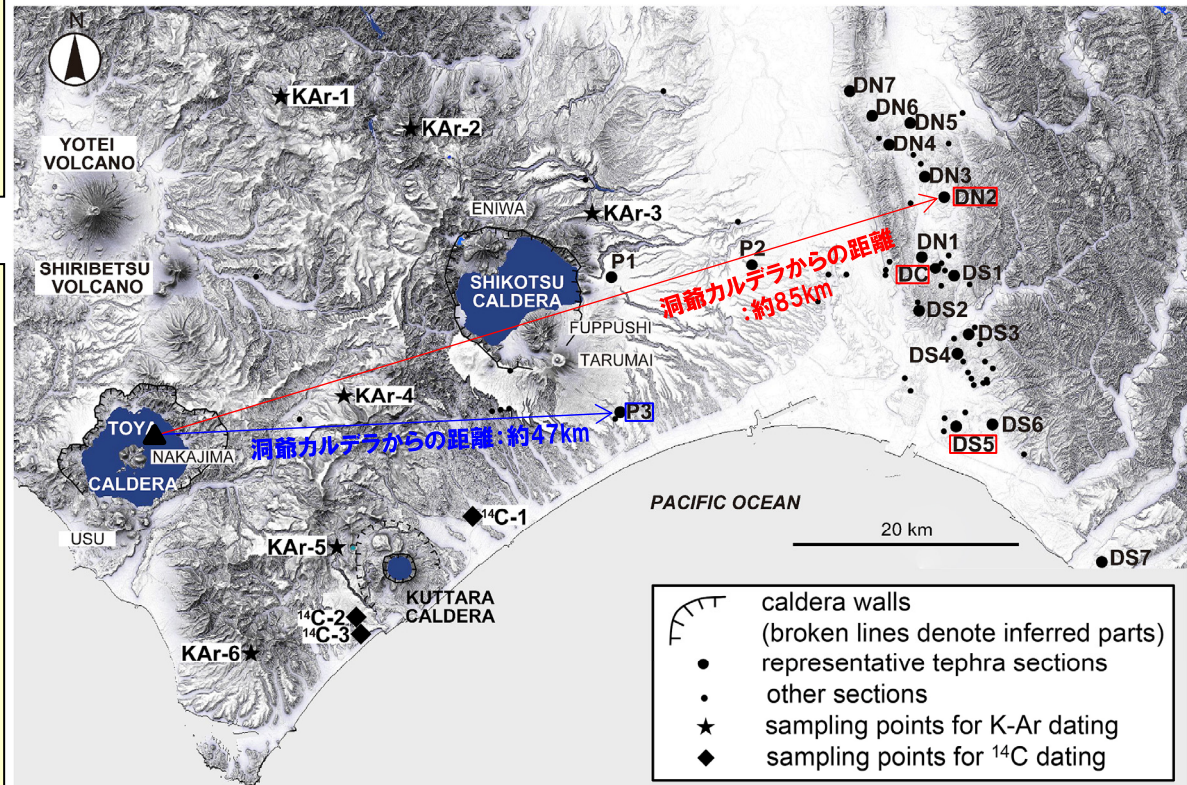
- 支笏-洞爺火山地域の活動史について検討しているAmma-Miyasaka et al. (2020)に基づき、洞爺火砕流堆積物の分布範囲を確認した。
- なお、Amma-Miyasaka et al. (2020)に示される各調査地点の柱状図は次頁参照。



- 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。」

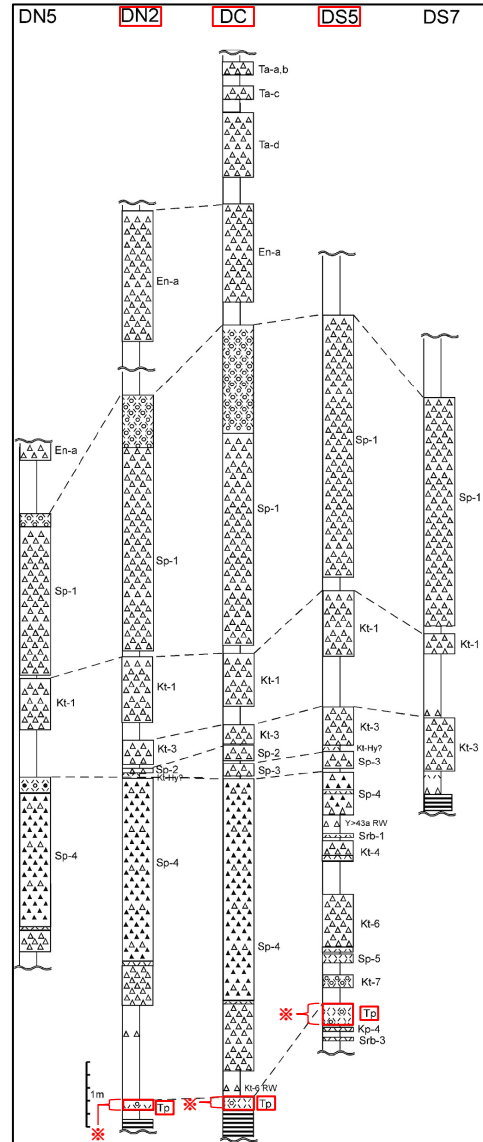
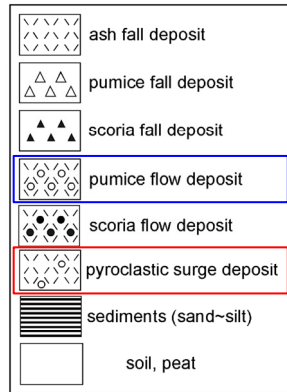


- : Tp (pumice flow deposit) ※2確認地点
- : Tp (pyroclastic surge deposit) ※2確認地点

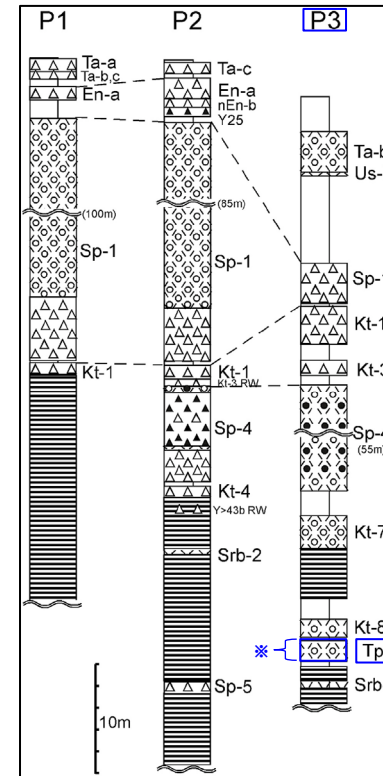
※2 洞爺火砕流堆積物を指す。

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

② 文献調査 (Amma-Miyasaka et al., 2020) (2/2)



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。

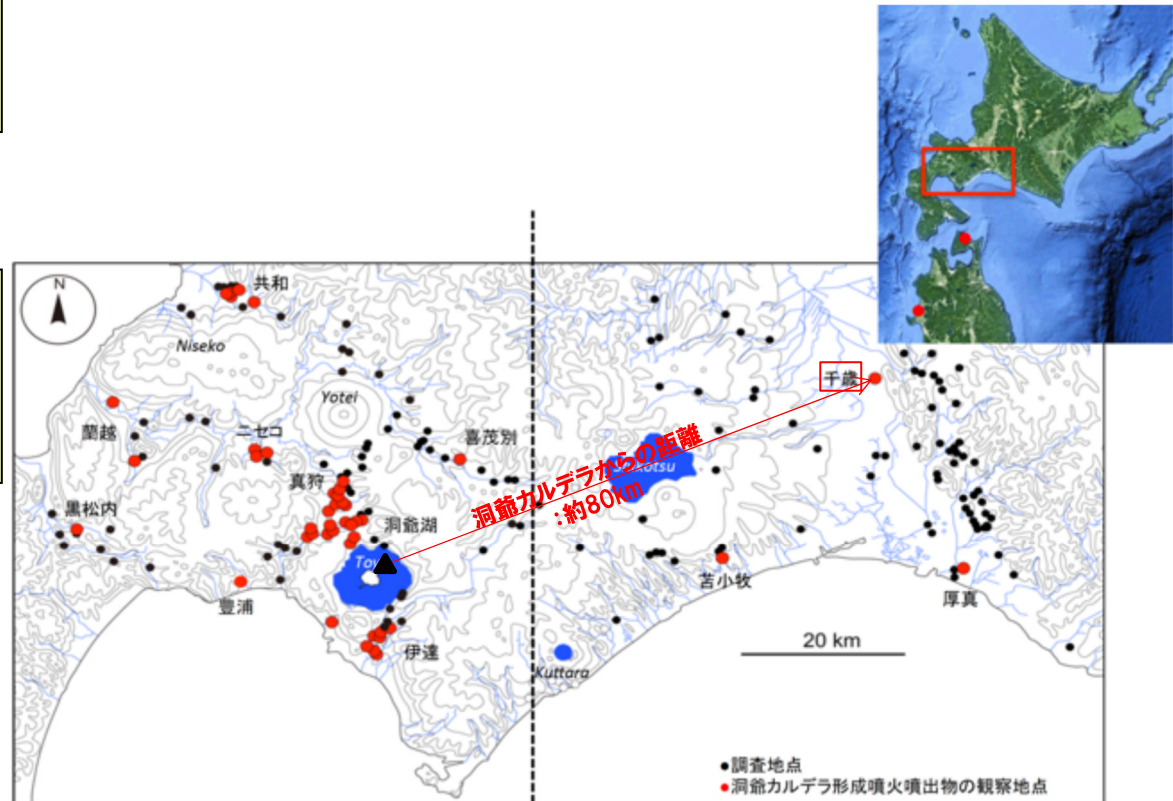
② 文献調査 (産業技術総合研究所, 2021)

○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

③ 敷地近傍における洞爺火砕流堆積物の分布状況 (1/2)

一部修正 (H28/2/5審査会合)

- 文献調査の結果、洞爺火砕流については、敷地近傍に位置する共和町幌似付近を越えて堆積物を確認しているものはないが、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、火砕サージ堆積物が到達しているとするものが認められる。
- このため、敷地近傍における洞爺火砕流堆積物の分布範囲について、幌似周辺で実施したボーリング調査結果(A-1地点、B-1～B-7地点及びC-1～C-3地点)を用いての確認を行った^{※1}。
- 洞爺火砕流堆積物は堀株川右岸のB-4及びB-5地点で層厚20m程度、C-2地点で層厚1m程度が確認される。
- 洞爺火砕流堆積物の上面標高は、露頭確認箇所も含め標高50m程度以下である。
- B-4、B-5及びC-2地点における洞爺火砕流堆積物は、淘汰が悪く無層理な、軽石質火山灰からなる。
- B-2地点に認められる岩内層の直上や、C-2地点に認められる洞爺火砕流堆積物の直上にも火山灰質な層相が認められるが、淘汰がよく葉理が発達している又は有機質シルトが挟在し、異種礫(安山岩礫)が混入することから、洞爺火砕流堆積物の二次堆積物と考えられる^{※2}。
- その他の地点では、洞爺火砕流堆積物は確認されない。
- また、岩内平野西部で実施したボーリング調査(梨野舞納地点(露頭調査結果を含む)及びH26共和-1～H26共和-7地点)においても、洞爺火砕流堆積物は認められない^{※1}。



- ボーリング調査において確認された洞爺火砕流堆積物の分布状況を踏まえると、泥川合流部付近(C-2地点付近)で洞爺火砕流堆積物の層厚が急減し、岩内平野西部では確認されないことから、幌似付近が洞爺火砕流の末端部である可能性が考えられる。

ボーリング調査結果

ボーリング 孔番	孔口標高 (m)	洞爺火砕流堆積物			備考	
		有無	上面標高 (m)	層厚(m)		基底標高 (m)
A-1	66.8	なし	—	—	—	
B-1	8.3	なし	—	—	—	
B-2	17.9	あり	17.2	13.1	4.1	二次堆積物
B-3	13.8	なし	—	—	—	
B-4	51.3	あり	51.2	19.9	31.3	
B-5	45.7	あり	45.5	22.0	23.5	
B-6	45.4	なし	—	—	—	
B-7	32.3	なし	—	—	—	
C-1	15.9	なし	—	—	—	
C-2 ^{※2}	11.9	あり	7.4	2.2	5.2	二次堆積物
		あり	5.2	1.0	4.2	
C-3	6.2	なし	—	—	—	

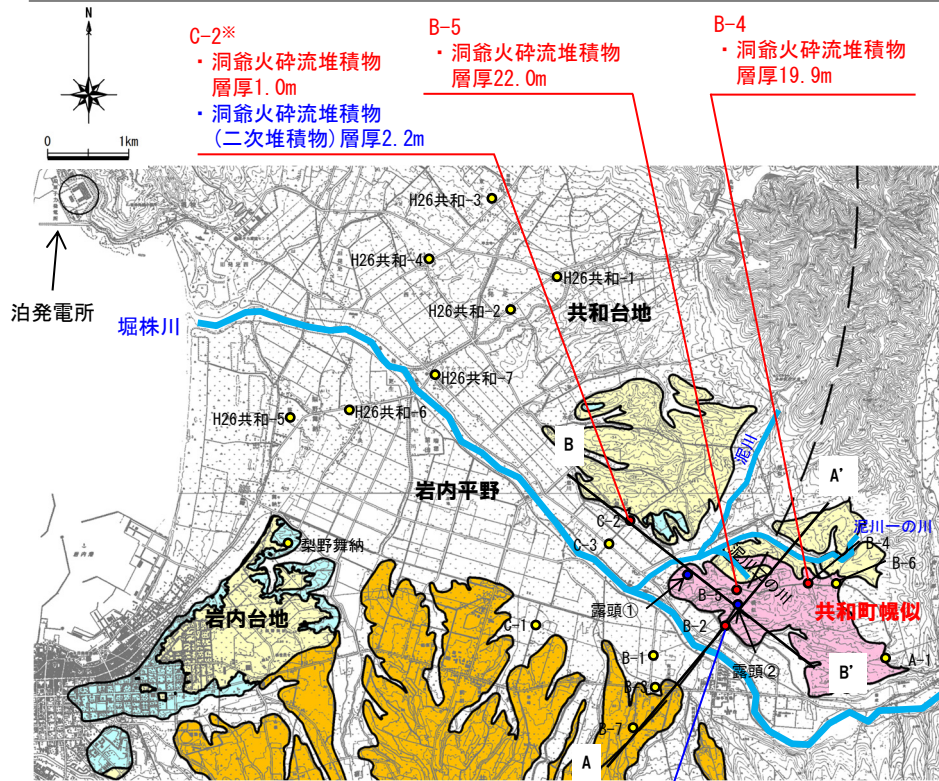
※1 ボーリング調査結果の詳細は、補足説明資料2章参照。

※2 R3.10.14審査会合資料では、C-2ボーリングにおいて、洞爺火砕流堆積物の直上に認められる堆積物を、氾濫原堆積物(沖積層)に区分していた。しかし、当該堆積物のうち、深度4.50～6.65m(標高7.37～5.22m)の範囲の層相は、シルト質火山灰、軽石質火山灰、軽石混じりシルト質火山灰及び軽石質火山灰であり、有機質シルトが挟在し、異種礫(安山岩礫)が混入する状況であることから、洞爺火砕流堆積物(二次堆積物)に区分を見直した。

7. 洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性に関する検討

③ 敷地近傍における洞爺火砕流堆積物の分布状況 (2/2)

一部修正 (H28/2/5審査会合)



調査位置図

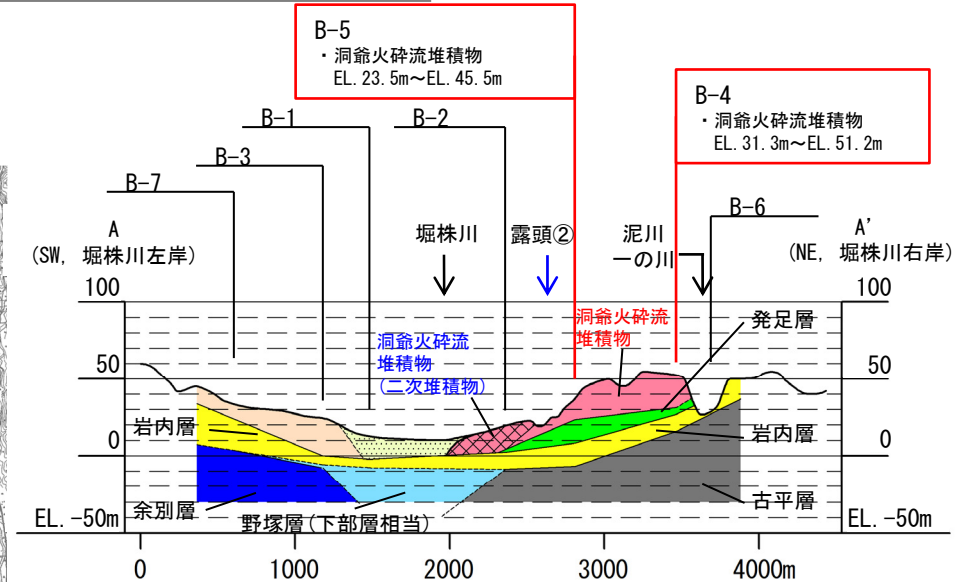
凡例 (調査位置図)

記号	地層名	
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	段丘堆積物	礫及び砂
W	岩内層	礫及び砂
●	洞爺火砕流堆積物確認箇所 (ボーリング)	
○	洞爺火砕流堆積物未確認箇所 (ボーリング)	
●	洞爺火砕流堆積物露頭確認箇所	

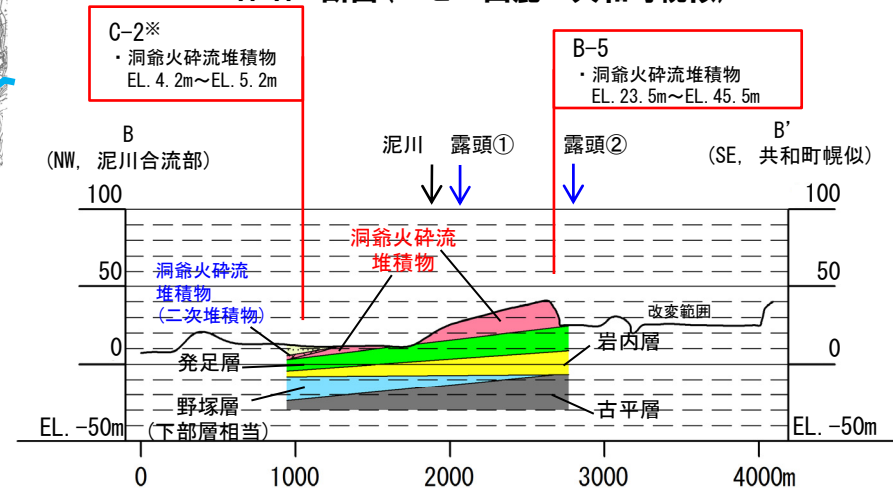
凡例 (断面図)

■	氾濫原堆積物	洞爺火砕流堆積物
■	火山麓扇状地堆積物	洞爺火砕流堆積物 (二次堆積物)
■	発足層	
■	岩内層	
■	野塚層 (下部層相当)	
■	余別層	
■	古平層	

※R3.10.14審査会合資料では、C-2ボーリングにおいて、洞爺火砕流堆積物の直上に認められる堆積物を、氾濫原堆積物 (沖積層) に区分していた。しかし、当該堆積物のうち、深度4.50~6.65m (標高7.37~5.22m) の範囲の層相は、シルト質火山灰、軽石質火山灰、軽石混じりシルト質火山灰及び軽石質火山灰であり、有機質シルトが挟在し、異種礫 (安山岩礫) が混入する状況であることから、洞爺火砕流堆積物 (二次堆積物) に区分を見直し、B-B' 断面図を修正した。



A-A' 断面 (ニセコ山麓~共和町幌似)

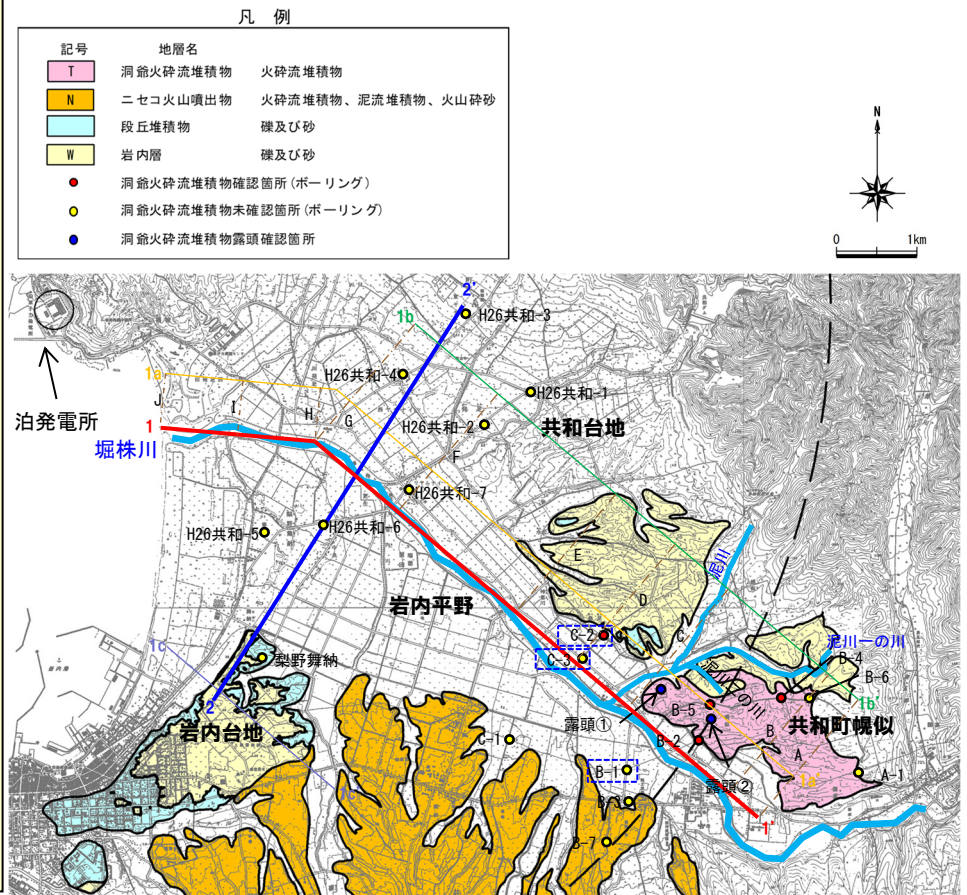


B-B' 断面 (泥川合流部~共和町幌似)

余白

④ 洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性に関する検討 (1/7)

- ボーリング調査から、共和町幌似付近が洞爺火砕流の末端部である可能性が考えられるが、一方で、堀株川付近に位置するB-1、C-2及びC-3地点には、洞爺火砕流堆積物堆積以降に堆積した氾濫原堆積物(沖積層)が認められる。
- また、洞爺火砕流堆積物の火口からの距離と層厚の関係には、洞爺カルデラから概ね敷地方向(北～北西方向)に位置する地点に限定した場合、明瞭な傾向は認められないが、層厚データの不確かさ(火砕流堆積物の基底が確認されていないため、明確な層厚は計測できない等)及び産業技術総合研究所(2018)のレビュー結果を踏まえると、大局的な傾向としては、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)。
- このため、洞爺火砕流堆積物は、岩内平野西部において確認されないものの、洞爺火砕流堆積物堆積以降の氷期に侵食され、削剥された可能性も考えられる。
- 以上のことから、共和町幌似付近から堀株川沿いに下流に向かう1-1'断面図及び岩内平野西部において堀株川に直交する2-2'断面図を作成し、洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性について検討を行った。
- 断面図作成に当たっては、以下の地点における露頭調査及びボーリング調査結果を用いた(露頭調査及びボーリング調査結果の詳細は、補足説明資料2章参照)。
- ・1-1'断面：B-5地点、C-2地点、C-3地点、H26共和-7地点
 - ・2-2'断面：梨野舞納地点、H26共和-5地点、H26共和-6地点、H26共和-4地点、H26共和-3地点
- なお、堀株川沿いの1-1'断面図については、周囲の地形状況も把握するため、以下に示す同じく堀株川に平行な地形断面についても、併せて示した。
- ・1a-1a'断面：洞爺火砕流堆積物が認められるB-5地点及びC-2地点付近を通る断面
 - ・1b-1b'断面：1a-1a'断面よりも山側において共和台地を通る断面
 - ・1c-1c'断面：岩内台地を通る断面



調査位置図 □：氾濫原堆積物(沖積層)が認められる調査地点

④ 洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性に関する検討 (2/7)

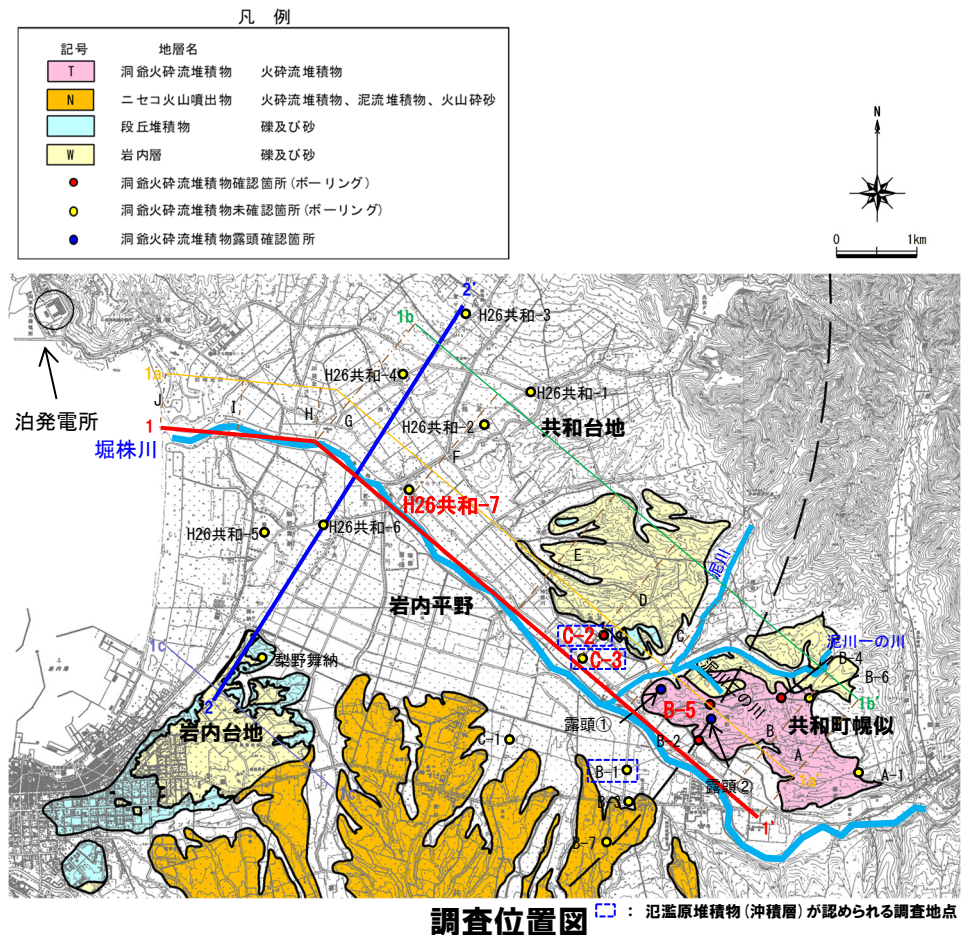
- 共和町幌似付近から堀株川沿いに下流に向かう1-1'断面図を作成し、洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性について検討を行った。
- 断面図作成に当たっては、以下の地点におけるボーリング調査結果を用いた。
 - ・B-5地点、C-2地点、C-3地点、H26共和-7地点
- なお、堀株川沿いの1-1'断面図については、周囲の地形状況も把握するため、以下に示す同じく堀株川に平行な地形断面についても、併せて示した。
 - ・1a-1a'断面：洞爺火砕流堆積物が認められるB-5地点及びC-2地点付近を通る断面
 - ・1b-1b'断面：a-a'断面よりも山側において共和台地を通る断面
 - ・1c-1c'断面：岩内台地を通る断面

【1-1'断面】

- 幌似付近のB-5及びC-2地点においては、洞爺火砕流堆積物が認められ、C-2地点付近で洞爺火砕流堆積物の層厚が急減する。
- また、C-2地点においては、氾濫原堆積物(沖積層)も認められ、洞爺火砕流堆積物及びその二次堆積物を覆って堆積する。
- C-2地点と近接するC-3地点においては、岩内層の上位に氾濫原堆積物(沖積層)が認められる。
- C-3地点より下流側に位置するH26共和-7地点においては、岩内層の上位に海成堆積物(沖積層)が認められる。



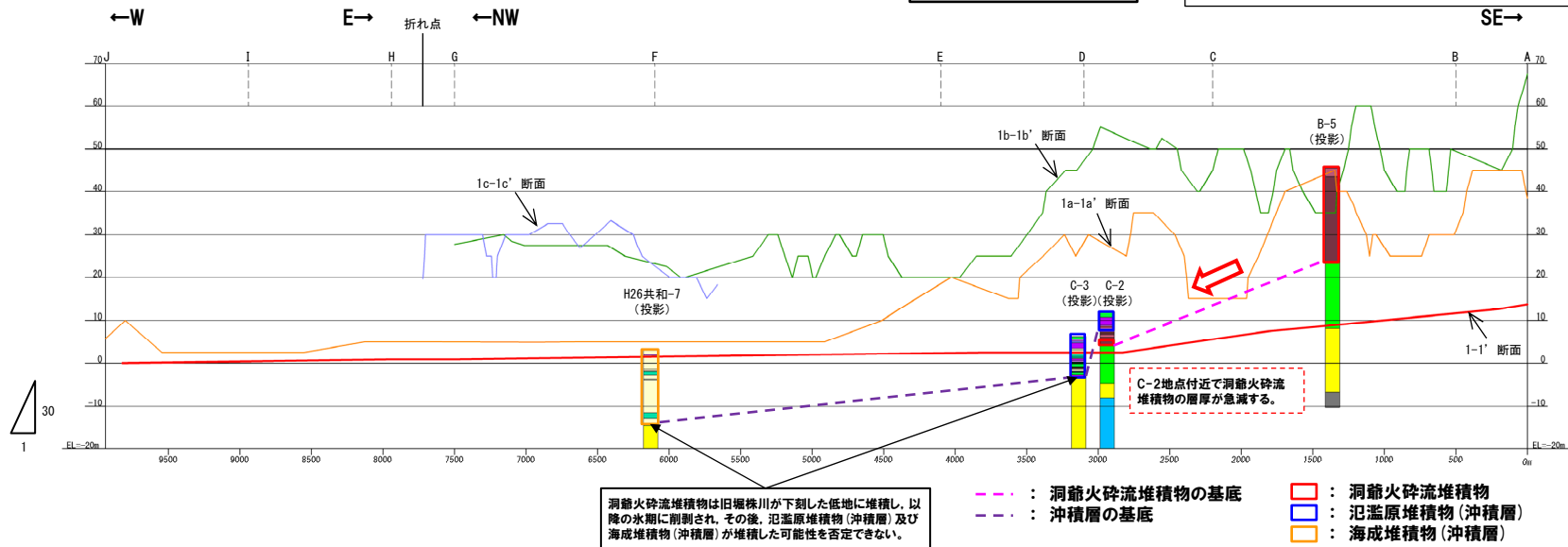
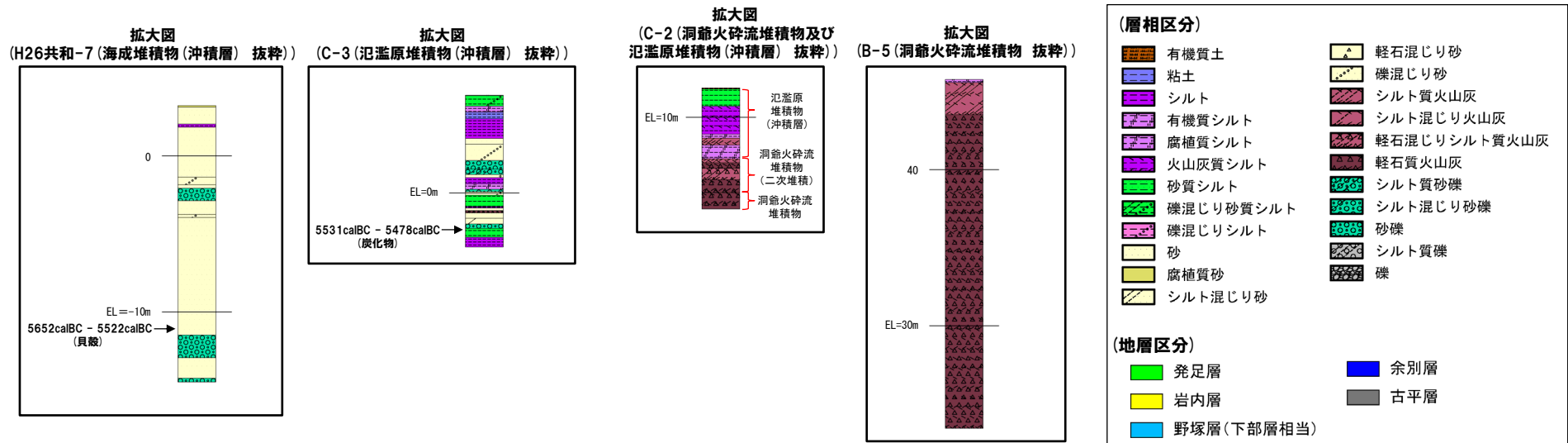
- C-3及びH26共和-7地点においては、洞爺火砕流堆積物が認められないが、以下の理由から、洞爺火砕流堆積物は旧堀株川が下刻した低地に堆積し、以降の氷期に削剥され、その後、氾濫原堆積物(沖積層)及び海成堆積物(沖積層)が堆積した可能性を否定できない。
 - ・B-5地点からC-2地点にかけて、洞爺火砕流堆積物の層厚は急減するが、C-2地点に認められる火砕流の基底面標高が、B-5地点に認められる火砕流の基底面標高と比較して低いことから、C-2地点付近は、洞爺火砕流堆積物堆積前に低地が存在したものと推定される。
 - ・C-2地点より下流側においては、氾濫原堆積物(沖積層)又は海成堆積物(沖積層)が下位の岩内層を不整合で覆っている。



7. 洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性に関する検討

④ 洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性に関する検討 (3/7)

凡例



洞爺火砕流堆積物は旧堀株川が下刻した低地に堆積し、以降の水期に削剥され、その後、氾濫原堆積物 (沖積層) 及び海成堆積物 (沖積層) が堆積した可能性を否定できない。

1-1' 断面図

④ 洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性に関する検討 (4/7)

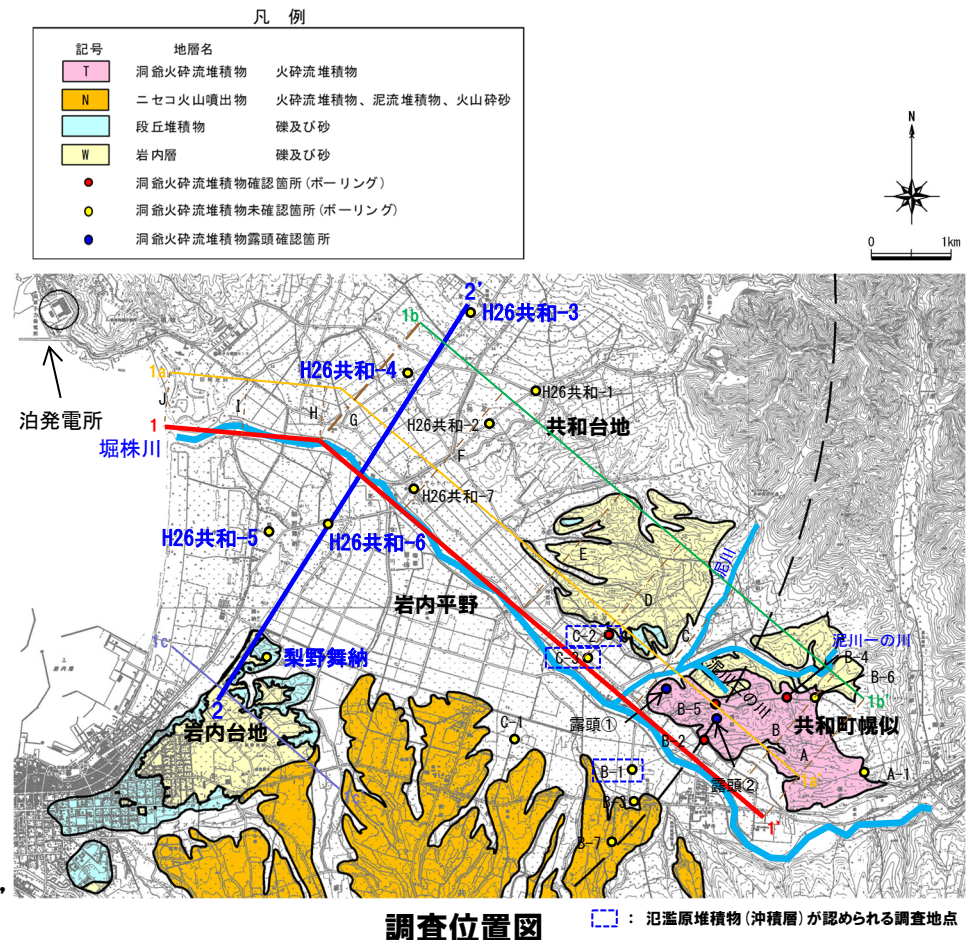
- 岩内平野西部において堀株川に直交する2-2'断面図を作成し、洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性について検討を行った。
- 断面図作成に当たっては、以下の地点における露頭調査及びボーリング調査結果を用いた。
 - ・梨野舞納地点, H26共和-5地点, H26共和-6地点, H26共和-4地点, H26共和-3地点

[2-2'断面]

- 岩内台地に位置する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、陸成層が認められる。
- 陸成層の上位には、火山灰質砂質シルト層が整合関係で認められ、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)の純層及び二次堆積物bに区分している※(補足説明資料2章参照)。
- 堀株川付近に位置するH26共和-5及びH26共和-6地点においては、岩内層の上位に、海成堆積物(沖積層)が認められる。
- 堀株川付近に位置するH26共和-4地点においては、岩内層の上位に扇状地性堆積物が認められる。
- H26共和-3地点においては、発足層の上位に、扇状地性堆積物が認められる。

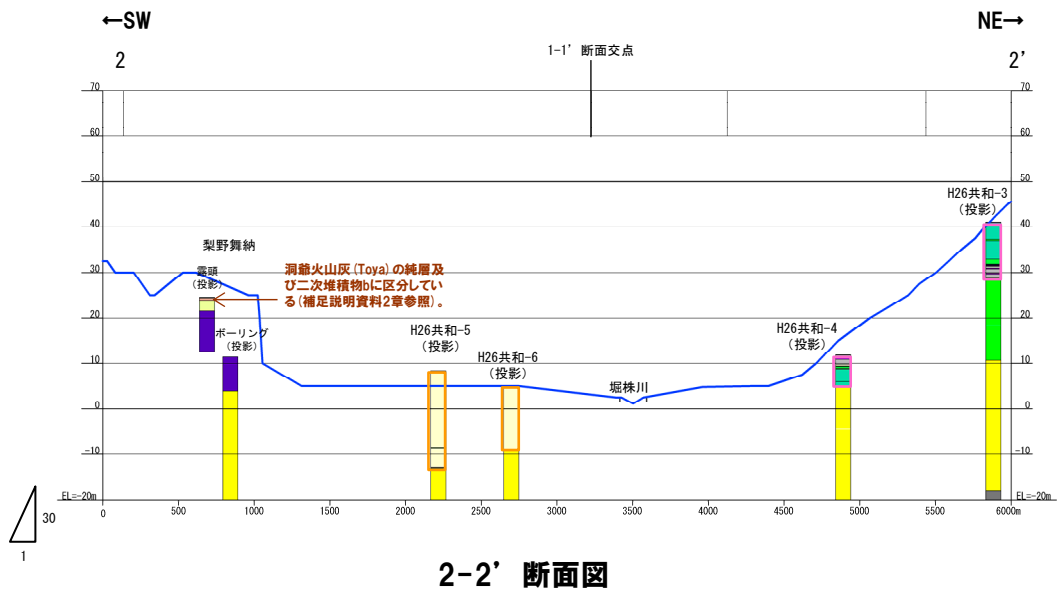
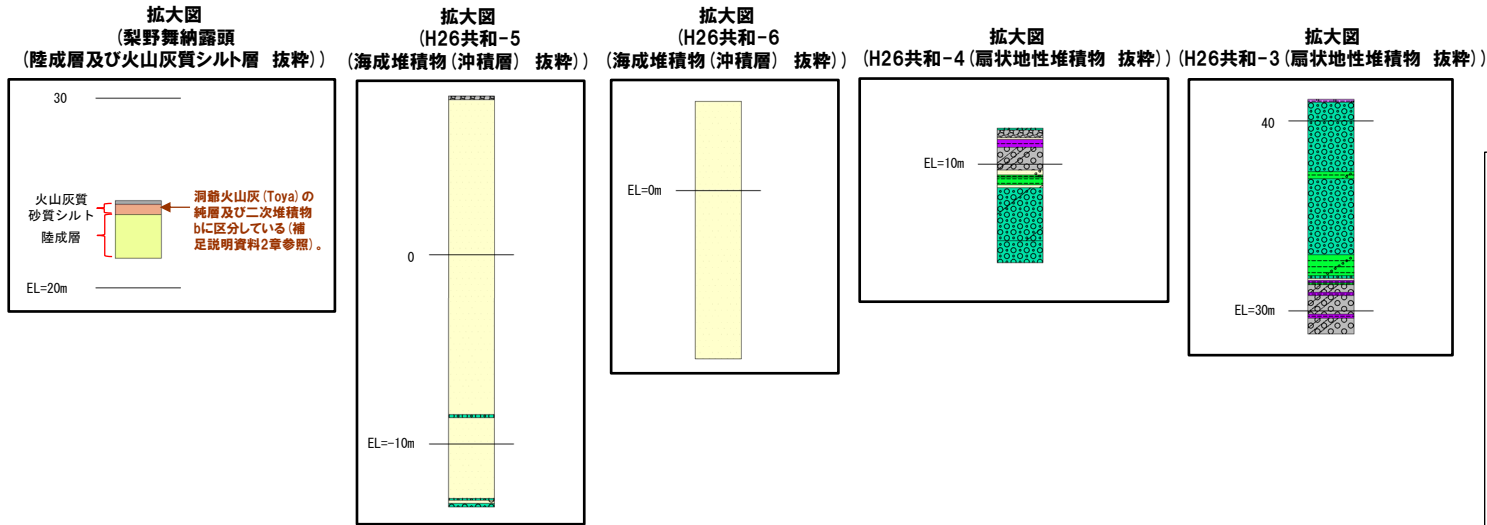
(P596へ続く)

※これまで(R3.10.14審査会合以前)、洞爺火山灰(Toya)の降灰層準に相当すると評価した堆積物について、補足説明資料第4章「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」と同様、火山ガラスの粒子数、火山ガラスの粒子数、異質岩片等の不純物の混在の有無、堆積構造の有無等に着目し、純層、二次堆積物等への細区分を実施した(細区分の考え方については、P219参照)。



7. 洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性に関する検討

④ 洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性に関する検討 (5/7)



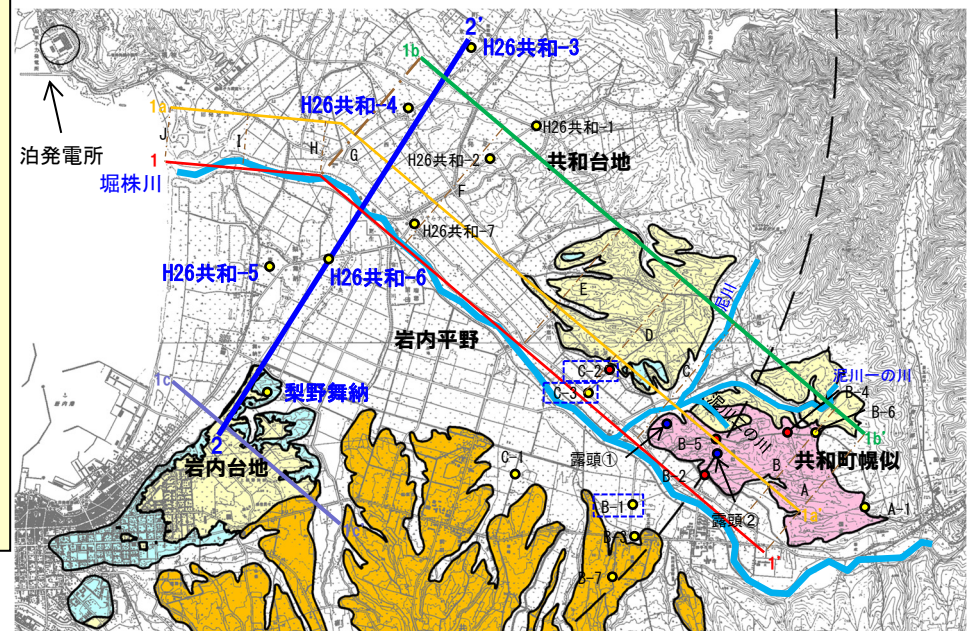
④ 洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性に関する検討 (6/7)

⇩ (P594からの続き)

- 梨野舞納地点においては、以下の理由から、洞爺火砕流は到達していないものと判断される。
 - ・Mm1段丘堆積物 (MIS5e, 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bに区分される火山灰質砂質シルト層が認められる。
 - ・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いることから、洞爺火山灰 (Toya) と洞爺火砕流のいずれもが到達していた場合、これらは重なり合って堆積しているものと考えられ、仮に、洞爺火砕流堆積物のみが削剥されている場合、洞爺火山灰 (Toya) の純層及び二次堆積物b付近に明瞭な侵食面が認められるものと考えられる。
 - ・しかし、火山灰質砂質シルト層の上面、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。
- 堀株川付近に位置するH26共和-5、H26共和-6及びH26共和-4地点においては、洞爺火砕流堆積物が認められないが、以下の理由から、洞爺火砕流は、MIS5eの海成堆積物で形成された標高20m程度の地形を旧堀株川が下刻した低地に堆積し、以降の氷期に削剥され、その後、海成堆積物 (沖積層) 又は扇状地性堆積物が堆積した可能性を否定できない。
 - ・H26共和-5及びH26共和-6地点と汀線方向 (南西方向) に位置する梨野舞納地点において、標高約22mまでMm1段丘堆積物が認められる。
 - ・海成堆積物 (沖積層) が認められるH26共和-5及びH26共和-6地点は、1-1' 断面図において海成堆積物 (沖積層) が認められ、洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性を否定できないとしたH26共和-7地点に近接し、同程度の標高に位置する。
- H26共和-3地点においては、洞爺火砕流堆積物の下位の層準である発足層の上面標高 (約29m) が、洞爺火砕流が到達していないと判断される梨野舞納地点に認められる火山灰質砂質シルト層の分布標高よりも高標高に位置することから、洞爺火砕流は到達していないものと判断される。
- なお、H26共和-3地点に認められる発足層上位の扇状地性堆積物中には、火山灰質な層相は認められない。

凡例

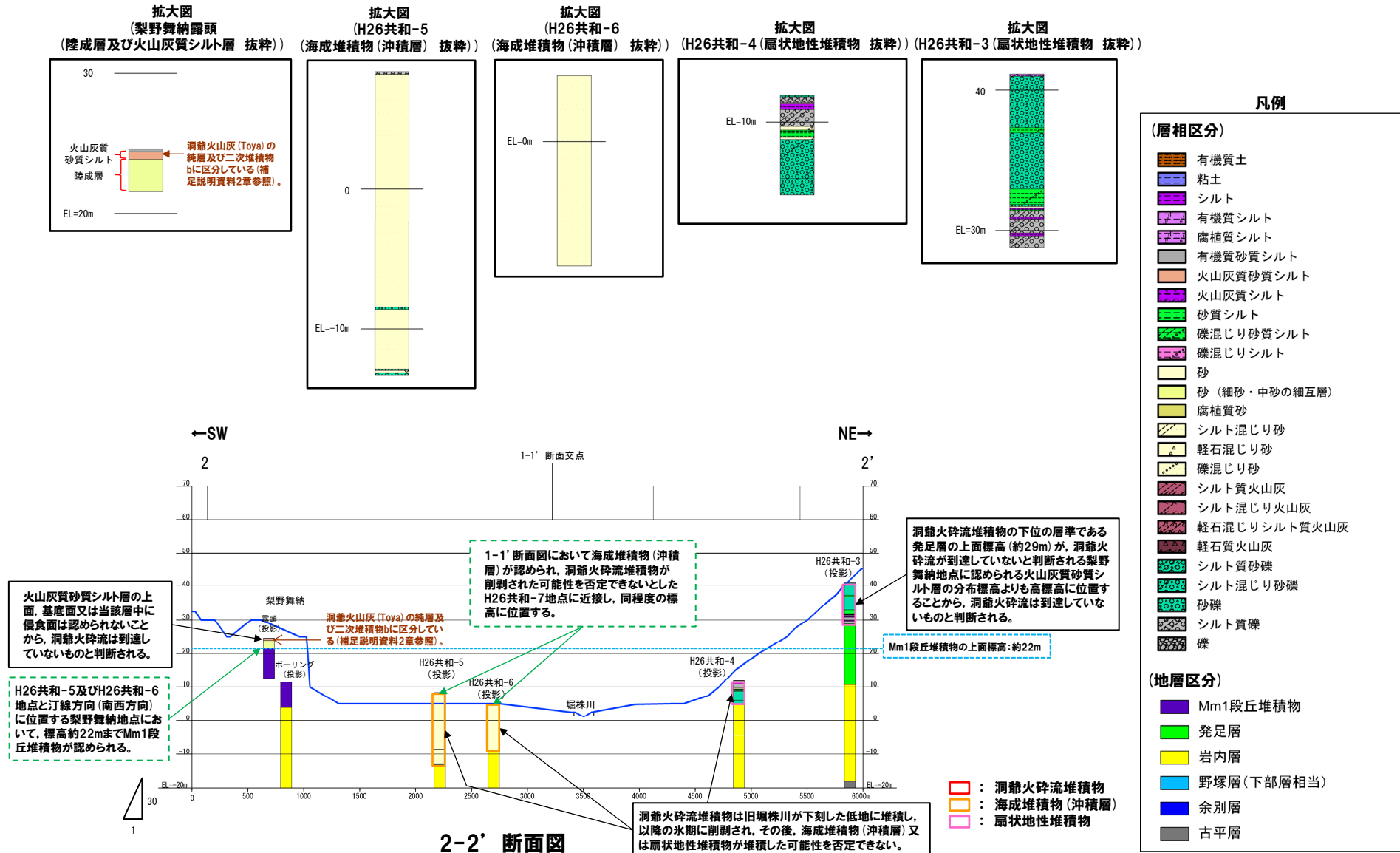
記号	地層名	
T	洞爺火砕流堆積物	火砕流堆積物
N	ニセコ火山噴出物	火砕流堆積物、泥流堆積物、火山砕砂
段丘堆積物		礫及び砂
W	岩内層	礫及び砂
●	洞爺火砕流堆積物確認箇所 (ボーリング)	
○	洞爺火砕流堆積物未確認箇所 (ボーリング)	
●	洞爺火砕流堆積物露頭確認箇所	



調査位置図 □ : 氾濫原堆積物 (沖積層) が認められる調査地点

7. 洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性に関する検討

④ 洞爺火砕流堆積物が削剥された可能性に関する検討 (7/7)



- (1) 中野俊・西来邦章・宝田晋治・星住英夫・石塚吉浩・伊藤順一・川辺禎久・及川輝樹・古川竜太・下司信夫・石塚治・山元孝広・岸本清行編(2013):日本の火山(第3版), 200万の1地質編集図, No.11, 産業技術総合研究所 地質調査総合センター.
- (2) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編(2012, 2015):第四紀火山岩体・貫入岩体データベース.
- (3) 山元孝広(2014):日本の主要第四紀火山の積算マグマ噴出量階段図, 地質調査総合センター研究資料集, No.613, 産総研地質調査総合センター.
- (4) 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, 産総研地質調査総合センター.
- (5) 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, 日本火山学会.
- (6) 中川光弘・松本亜希子・島谷太郎・小杉安由美(2013):東北日本弧北端の第四紀火山活動の時空変遷:活動年代の再検討とマグマ組成, 日本地質学会第120年学術大会講演要旨, R3-0-3, p.44.
- (7) 中川光弘・後藤芳彦・新井計雄・和田恵治・板谷徹丸(1993):中部北海道, 滝川地域の中新世-鮮新世玄武岩のK-Ar年代と主成分化学組成:東北日本弧-千島弧, 島弧会合部の玄武岩単成火山群, 岩鉱, 第88巻, 第8号, pp.390-401.
- (8) 兼岡一郎・井田喜明編(1997):火山とマグマ, 東京大学出版会.
- (9) 佐川 昭・松井和典・山口昇一(1988):北海道イルムケツプ火山音江山溶岩のK-Ar年代と古地磁気, 地質調査所月報, 第39巻, 第6号, pp.423-428.
- (10) 広瀬亘・岩崎深雪・中川光弘(2000):北海道中央部~西部の新第三紀火成活動の変遷: K-Ar年代, 火山活動様式および全岩化学組成から見た東北日本弧北端の島弧火成活動の変遷, 地質学雑誌, 第106巻, 第2号, pp.120-135.
- (11) 八木健三・柴田賢・蟹沢聡史(1987):北海道西部の暑寒別岳地域火山岩類のK-Ar年代, 日本火山学会講演予稿集, 2, p.38.
- (12) 重野聖之・垣原康之・岡村 聡・青柳大介(2007):"3年代測定の結果", 札幌市大型動物化石総合調査報告書~サツポロカイギュウとその時代の解明~, 札幌市博物館活動センター編, 札幌市, pp.49-51.
- (13) Watanabe, Y. (1990): Pliocene to Pliocene volcanism and related vein-type mineralization in Sapporo-Iwanai district, southwest Hokkaido, Japan, Mining Geology, 40 (5), pp.289-298.
- (14) 横山 光・八幡正弘・岡村 聡・西戸裕嗣(2003):西南北海道, 赤井川カルデラの火山層序とカルデラ形成史, 岩石鉱物科学, 第32巻, 第2号, pp.80-95.
- (15) 金田泰明・後藤義瑛・西野佑紀・宝田晋治・下司信夫(2020):支笏・洞爺・濁川・大山火山の大規模噴火の前駆活動と噴火推移, 産総研地質調査総合センター研究資料集, No. 699, 産総研地質調査総合センター, 75p.
- (16) Amma-Miyasaka, M., Miura, D., Nakagawa, M., Uesawa, S., Furukawa, R (2020): Stratigraphy and chronology of silicic tephra in the Shikotsu-Toya Volcanic Field, Japan: Evidence of a Late Pleistocene ignimbrite flare-up in SW Hokkaido. Quaternary International.
- (17) 山口昇一・五十嵐昭明・千葉義明・斉藤清次・西村 進(1978):北海道有珠郡北湯沢地熱地域の熱水変質帯, 地質調査所報告, No.259, pp.43-84.
- (18) Nakagawa, M. (1992): Spatial variation in chemical composition of Pliocene and quaternary volcanic rocks in southwestern Hokkaido, northeastern Japan arc, Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ. Ser.4, 23 (2), pp.175-197.
- (19) 山縣耕太郎(1994):支笏およびクツタラ火山のテフロクロノロジー, 地学雑誌, 第103巻, 第3号, pp.268-285.

- (20) 森泉美穂子 (1998) :クッタラ火山群の火山発達史, 火山, 第43巻, 第3号, pp.95-111.
- (21) Miura, D., Yoshinaka, K., Takeuchi, S., Uesawa, S. (2022) :Proximal deposits of the Kuttara-Hayakita tephra at Kuttara caldera volcano, northern Japan: A record of precursor volcanism., Bull. Volcanol. Soc. Japan, 67 (3) , 273-294.
- (22) 後藤芳彦・佐々木央岳・鳥口能誠・畠山 信 (2013) :北海道クッタラ(登別)火山の噴火史, 日本火山学会講演予稿集, p.129.
- (23) Goto, Y., Toriguchi, Y., Sasaki, H. and Hatakeyama, A. (2015) :Multiple Vent-forming Phreatic Eruptions after AD 1663 in the Noboribetsu Geothermal Field, Kuttara Volcano, Hokkaido, Japan, Bull. Volcanol. Soc. Japan, Vol. 60, No. 2, pp. 241-249.
- (24) 太田良平 (1956) :5万分の1地質図幅説明書「虻田」, 地質調査所, p.76.
- (25) 土居繁雄・松井公平・藤原哲夫 (1958) :5万分の1地質図幅説明書「豊浦」, 北海道開発庁, p.40.
- (26) 北海道立地質研究所 (2003) :有珠山火山活動災害復興支援土地条件等調査報告, 北海道立地質研究所, p.196.
- (27) 李仁雨 (1993) :洞爺カルデラ火砕噴火の噴出物:全岩化学組成の特徴, 日本火山学会講演予稿集, p.87.
- (28) Lee, IW. (1996) :Formation of Toya Caldera, Southwest Hokkaido, Japan, 神戸大学博士論文.
- (29) 鷹澤好博・臼井理沙・田中瞳・東剛 (2007) :SAR法による洞爺火砕流堆積物の赤色熱ルミネセンス年代測定, 地質学雑誌, 第113, pp.470-478.
- (30) Goto, Y., Suzuki, K., Shinya, T., Yamauchi, A., Miyoshi, M., Danhara, T., Tomiya, A. (2018) :Stratigraphy and lithofacies of the Toya ignimbrite in southwestern Hokkaido, Japan: Insights into the caldera-forming eruption at Toya caldera., Journal of Geography, 127 (2) , 191-227.
- (31) 産業技術総合研究所 (2021) :令和2年度原子力規制庁委託成果報告書 巨大噴火プロセス等の知見整備に係る研究.
- (32) 産業技術総合研究所 (2022) :令和3年度原子力規制庁委託成果報告書 巨大噴火プロセス等の知見整備に係る研究.
- (33) Miyabuchi, Y., Okuno, M., Torii, M., Yoshimoto, M., Kobayashi, T. (2014) :Tephrostratigraphy and eruptive history of post-caldera stage of Toya Volcano, Hokkaido, northern Japan., J. Volcanol. Geotherm. Res., 281, 34-52.
- (34) 曾屋龍典・勝井義雄・新井田清信・堺幾久子・東宮昭彦 (2007) :有珠火山地質図(第2版), 地質調査総合センター.
- (35) Marsden, R.C., Daniš í k, M., Ito, H., Kirkland, C.L., Evans, N.J., Miura, D., Friedrichs, B., Schmitt, A.K., Uesawa, S., Daggitt, M.L. (2021) :Considerations for double-dating zircon in secular disequilibrium with protracted crystallisation histories., Chemical Geology, 581, 120408.
- (36) 後藤芳彦・孫入匠・檀原徹・東宮昭彦 (2021) :北海道洞爺カルデラ地域における先カルデラ期の火砕流堆積物の発見:立香火砕流堆積物, 日本火山学会講演予稿集, p.49.
- (37) 藤根 久・遠藤邦彦・鈴木正章・吉本充宏・鈴木 茂・中村賢太郎・伊藤 茂・山形秀樹・Lomtadze Zaur・横田彰宏・千葉達朗・小杉 康 (2016) :有珠山善光寺岩屑なだれの発生年代の再検討-有珠南麓の過去2万年間の環境変遷との関連で-, 第四紀研究, 第55巻, 第6号, pp.253-270.
- (38) Goto, Y., Danhara, T., Tomiya, A. (2019) :Catastrophic sector collapse at Usu volcano, Hokkaido, Japan: failure of a young edifice built on soft substratum., Bull. Volcanol., 81: 37.

- (39) Nakagawa, M., Matsumoto, A., Yoshizawa, M. (2022) : Re-investigation of the sector collapse timing of Usu volcano, Japan, inferred from reworked ash deposits caused by debris avalanche., *Front. Earth Sci.*, 10: 967043.
- (40) Goto, Y., Miyoshi, M., Danhara, T., Tomiya, A. (2020) : Evolution of the Quaternary silicic volcanic complex of Shiribetsu, Hokkaido, Japan: an example of ignimbrite shield volcanoes in an island arc setting., *International Journal of Earth Sciences*, 109, pp.2619-2642.
- (41) 新エネルギー総合開発機構 (1986) : 昭和60年度全国地熱資源総合調査 (第2次) 火山性熱水対流系地域タイプ① (ニセコ地域) 調査 火山岩分布年代調査報告書 要旨.
- (42) 中川光弘・上澤真平・坪井宏太 (2011) : 南西北海道, 尻別火山起源の喜茂別火砕流と洞爺火砕流の偽層序関係, 日本火山学会講演予稿集, p.66.
- (43) 上澤真平・中川光弘・江草匡倫 (2011) : 南西北海道, 羊蹄火山の完新世噴火史の再検討, 火山, 第56巻, 第2・3合併号, pp.51-63.
- (44) 江草匡倫・中川光弘・藤田豪平 (2003) : 西西北海道, 羊蹄火山の活動史: 埋積された古羊蹄火山の発見と噴出率の時間変化, 日本火山学会講演予稿集, p.57.
- (45) Uesawa, S., Nakagawa, M., Umetsu, A. (2016) : Explosive eruptive activity and temporal magmatic changes at Yotei volcano during the last 50,000 years, southwest Hokkaido, Japan. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 325, 27-44.
- (46) 佐々木竜男・片山雅弘・富岡悦郎・佐々木清一・矢沢正士・山田忍・矢野義治・北川芳男 (1971) : 北海道における腐植質火山灰の編年に関する研究, 第四紀研究, 第10巻, 第3号, pp.117-123.
- (47) 柏原 信 (1970) : 野幌丘陵南部における低位段丘堆積物の14C年代-日本の第四紀層の14C年代 (58) -, 地球科学, 第24巻, 第4号, pp.149-150.
- (48) 大貫康行・井島行夫・春日井昭・佐藤博明 (1977) : „N, Us-c“降下軽石層の14C年代-羊蹄火山のテフラとの層位関係について (115) -, 地球科学, 第31巻, 第2号, pp.87-89.
- (49) 佐藤博之 (1969) : 最近測定された北海道の火山活動に関する14C年代測定, 地質ニュース, 178, pp.30-35.
- (50) 松尾良子・中川光弘 (2017) : 北海道南西部ニセコ火山群, イワオヌプリ火山の形成史と活動年代, 日本地球惑星科学連合2017年大会講演要旨, SVC50-P13.
- (51) 久保和也・柴田 賢・石田正夫 (1988) : 西西北海道, 長万部地域の第三紀火山岩類のK-Ar年代, 地質学雑誌, 第94巻, 第10号, pp.789-792.
- (52) Kaneoka, I., Yamagishi, H. and Yahata, M. (1987) : K-Ar Ages of the neogene submarine volcanic rocks and overlying quaternary subaerial lavas from the Mt. Karibayama area, southwest Hokkaido, *Bull. Volcanol. Soc. Japan, Ser.2, Vol.32, No.4*, pp.329-333.
- (53) 山岸宏光・黒沢邦彦 (1987) : 5万分の1地質図幅説明書「原歌および狩場山」, 北海道立地下資源調査所.
- (54) 鹿野和彦・吉村洋平・石山大三・Geoffrey J. Orton・大口健志 (2006) : 北海道奥尻島, 勝瀨山火山の噴出物と構造, 火山, 第51巻, 第4号, pp.211-229.
- (55) 玉生志郎 (1978) : ガラスによるフィッシュン・トラック年代測定, 日本地質学会学術大会講演要旨, 85, p.288.

- (56) 鷹澤好博 (1992) : 西南北海道渡島半島の新第三系層序と古地理, 地質学論集, 37, pp.11-23.
- (57) 新エネルギー総合開発機構 (1994) : 地熱開発促進調査報告書No.33, 奥尻地域.
- (58) 能條 歩・都郷義寛・鈴木明彦・嶋田智恵子・板木拓也 (1997) : 西南北海道日本海熊石-乙部地域の鮮新統~更新統の堆積年代, 地球科学, 第51巻, 第3号, pp.245-250.
- (59) 新エネルギー総合開発機構 (1999) : 地熱開発促進調査報告書No.B-3, 熊石地域.
- (60) 新エネルギー総合開発機構 (1990) : 地熱開発促進調査報告書No.19, 八雲地域.
- (61) 金田泰明・長谷川健 (2022) : 北海道南西部, 濁川火山におけるカルデラ形成期~後カルデラ期の噴出物層序及び噴火推移, 火山, 第67巻, 第1号, pp.1-19.
- (62) 黒墨秀行・土井宣夫 (2003) : 濁川カルデラの内部構造, 火山, 第48巻, 第3号, pp.259-274.
- (63) 五十嵐昭明・佐藤 浩・井手俊夫・西村 進・角 清愛 (1978) : 北海道茅部郡濁川地熱地域の熱水変質帯, 地質調査所報告, No.259, pp.85-180.
- (64) 柳井清治・鷹澤好博・古森康晴 (1992) : 最終氷期末期に噴出した濁川テフラの層序と分布, 地質学雑誌, 第98巻, 第2号, pp.125-136.
- (65) 松下勝秀・鈴木 守・高橋功二 (1973) : 5万分の1地質図幅説明書「濁川」, 北海道立地下資源調査所.
- (66) 新エネルギー総合開発機構 (1988) : 地熱開発促進調査報告書No.13, 南茅部地域.
- (67) 高田倫義・中川光弘 (2016) : 南西北海道, 横津火山群の地質と岩石: 150 万年間の活動様式とマグマ化学組成の時間変遷, 日本地質学会第123年学術大会講演要旨, R3-0-2.
- (68) 三谷勝利・鈴木 守・松下勝秀・国府谷盛明 (1966) : 5万分の1地質図幅説明書「大沼公園」, 北海道立地下資源調査所.
- (69) 藤原哲夫・国府谷盛明 (1969) : 5万分の1地質図幅説明書「恵山」, 北海道立地下資源調査所.
- (70) 三浦大助・古川竜太・荒井健一 (2022) : 恵山火山地質図, 地質調査総合センター.
- (71) 山縣耕太郎・町田 洋・新井房夫 (1989) : 銭亀-女那川テフラ: 津軽海峡函館沖から噴出した後期更新世のテフラ, 地理学評論 Ser.A, 第62巻, 第3号, pp.195-207.
- (72) Tsuchiya, N., Ishii, J., Yamazaki, T., Shuto, K. (1989) : A newly discovered Quaternary volcano from northeast Japan Sea : K-Ar age of andesite dredged from the Shiribeshi Seamount., Jour. Min. Petr. Econ. Geol., 84, 391-397.
- (73) 石田正夫・三村弘二・広島俊男 (1991) : 20万分の1地質図幅「岩内」, 通商産業省工業技術院地質調査所.
- (74) 小嶋尚・野上道男・小野有五・平川一臣編 (2003) : 日本の地形2 北海道, 東京大学出版会.
- (75) 町田洋・新井房夫 (2011) : 新編 火山灰アトラス [日本列島とその周辺], 東京大学出版会.
- (76) 和田恵治・中村瑞恵・奥野充 (2001) : 旭岳の表層にみられる広域火山灰の化学組成とその給源火山の特定, 北海道教育大学大雪山自然教育施設研究報告, 第35号, pp.9-18.
- (77) 青木かおり・町田洋 (2006) : 日本に分布する第四紀後期広域テフラの主元素組成-K₂O-TiO₂図によるテフラの識別, 地質調査研究報告, 第57巻, 第7/8号, pp.239-258.
- (78) 新エネルギー総合開発機構 (1987) (1) : 昭和61年度全国地熱資源総合調査(第2次) 火山性熱水対流系地域タイプ①(ニセコ地域) 地熱調査成果図集.

- (79) 新エネルギー総合開発機構 (1987) (2) : 全国地熱資源総合調査 (第2次) 火山性熱水対流系地域タイプ①, ニセコ地域火山地質図 1:50,000, ニセコ地域地熱地質編図 1:100,000 説明書.
- (80) 児玉浩・宇井忠英・中川光弘 (1998) : ニセコ火山群の火山活動史, 日本岩石鉱物鉱床学会 平成9年度学術講演会予稿集, p.8.
- (81) 勝井義雄・岡田弘・中川光弘 (2007) : 北海道の活火山, 北海道新聞社.
- (82) 大場与志男 (1960) : ニセコ火山群の岩石について, 地質学雑誌, 第66巻, 第783号, pp.788-799.
- (83) 日本地質学会編 (2010) : 日本地方地質誌1 北海道地方, 朝倉書店.
- (84) 早川由紀夫 (1991) : 火山で発生する流れとその堆積物-火砕流・サージ・ラハール・岩なだれ. 火山, 36, 3, pp.357-370.
- (85) 吉田武義・西村太志・中村美千彦 (2017) : 火山学, 共立出版.
- (86) 町田洋・新井房夫・宮内崇裕・奥村晃史 (1987) : 北日本をおおう洞爺火山灰, 第四紀研究, 第26巻, 第2号, pp.129-145.
- (87) 産業技術総合研究所 (2018) : 平成29年度原子力規制庁委託成果報告書 火山影響評価に係る技術知見の整備.
- (88) 山元孝広 (2016) : 支笏カルデラ形成噴火のマグマ体積, 地質調査総合センター研究資料集, No.632, 産総研地質調査総合センター.
- (89) 三條竜平・須貝俊彦 (2022) : 北海道赤井川カルデラにおける後カルデラ期の地形発達, 日本地球惑星科学連合2022年大会講演要旨, HQR04-01.
- (90) 東宮明彦・宮城磯治 (2020) : 洞爺噴火の年代値, 火山, 第65巻, 第1号, pp.13-18.
- (WEB)
- (91) 産業技術総合研究所 日本の火山データベース: <https://gbank.gsj.jp/volcano/>
- (92) 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) 20万分の1日本火山図 (ver. 1.0d), 産総研地質調査総合センター: <https://gbank.gsj.jp/volcano/vmap/>