



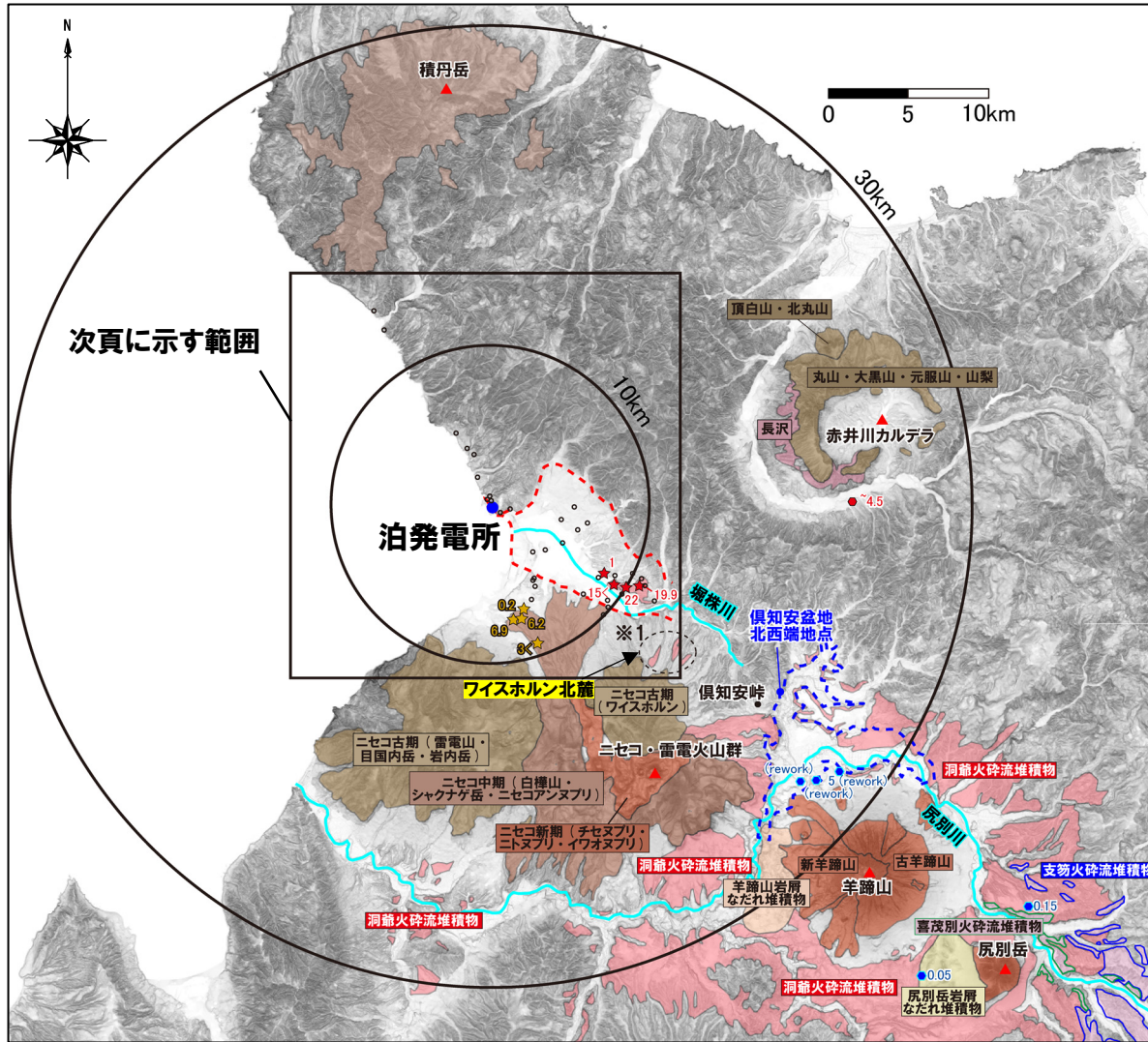
2. 火山影響評価に関する地質調査概要

調査位置図	P. 2
検討概要	P. 5
検討結果	P. 11
(参考)降下火砕物の純層, 二次堆積物等への細区分について	P. 21
(参考)火砕流堆積物及び降下火砕物の区分について	P. 23

調査位置図

敷地から30km以内の第四紀火山による火山噴出物（降下火砕物を除く）の分布図

一部修正 (R5/10/6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) に示される火山噴出物の凡例

				火山岩 (主に溶岩)
				岩屑なたれ堆積物
				長沢火砕流堆積物 (赤井川カルデラ)
				洞爺火砕流堆積物
				喜茂別火砕流堆積物 (尻別岳)
				支笏火砕流堆積物

支笏火砕流堆積物に関する凡例

- (層厚:m) 小規模分布地点 (rework含む) (宝田ほか (2022), 嵯峨山ほか (2021), 井上ほか (2022))
- 到達していた可能性を否定できない範囲※2

洞爺火砕流堆積物に関する凡例

- (層厚:m) 小規模分布地点 (Sanjo and Sugai, 2023)
- ★ (層厚:m) 当社地質調査において分布が認められる地点
- 推定分布範囲※3

ニセコ火山噴出物 (火砕流堆積物) に関する凡例

- ★ (層厚:m) 当社地質調査において分布が認められる地点

○ 当社地質調査地点 (ボーリング調査, 露頭調査又は開削調査)

- ※1 当該範囲には、洞爺火砕流堆積物の分布が示されているが、当社地質調査の結果、同堆積物は洞爺火砕流堆積物ではなく、ニセコ・雷電火山群由来の火山麓扇状地堆積物であると判断される (詳細は「3.火山影響評価に関する地質調査 (露頭調査)」参照)。
- ※2 当該範囲は、当社が石田ほか (1991) における倶知安盆地堆積物の分布及び支笏火砕流堆積物の再堆積層の分布標高 (約200m) を基に、古倶知安湖に水没していたと推定した範囲であり、盆地全体が古倶知安湖に直接又は間接的に流入した支笏火砕流堆積物に覆われた可能性が否定できず、すなわち、支笏火砕流が到達していた可能性が否定できない範囲と評価している。なお、敷地に最も近い地点は、倶知安盆地北西端地点となる。
- ※3 当社地質調査において、洞爺火砕流本体は確認していないが、敷地のうちMm1段丘より低標高側に洞爺火砕流本体が到達した可能性を否定できないと評価しており、文献調査における洞爺火砕流の分布 (Goto et al., 2018) も踏まえ、推定した洞爺火砕流本体の推定分布範囲 (詳細はP15参照)。

敷地から30km以内の第四紀火山による火山噴出物（降下火砕物を除く）の分布図

(産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2020) を基に作成、図中の各火山噴出物のユニット名も同文献に基づく)

調査位置図

敷地及び敷地近傍において火山噴出物が認められる地点

一部修正 (R5/7/7審査会合)

【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、以下に示すものが認められる。
 - ✓火砕サージ由来か降下火砕物由来か厳密に区分することは難しい洞爺火山灰 (Toya) の火山ガラスを多く含む堆積物
 - ✓阿蘇4火山灰 (Aso-4) の純層又は二次堆積物

【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	
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

【洞爺火砕流の敷地への到達可能性評価】

- 敷地のうち、Mm1段丘より低標高側に洞爺火砕流の本体が到達した可能性を否定できない。
- 敷地のうち、Mm1段丘より高標高側については、火砕サージが到達した可能性を否定できない。

【敷地近傍(I)】

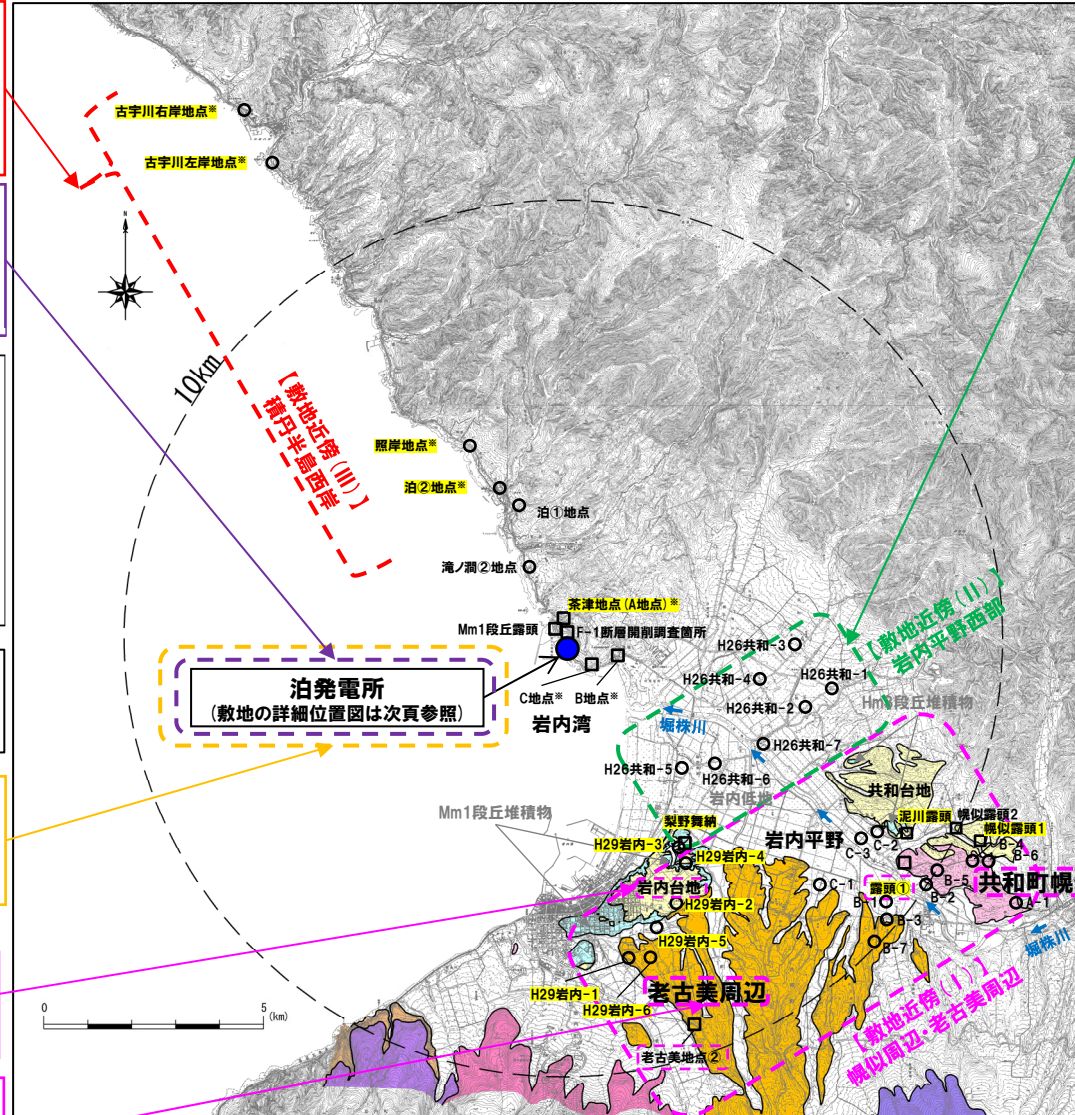
- 岩内台地においては、火砕サージ由来か降下火砕物由来か厳密に区分することは難しい洞爺火山灰 (Toya) の火山ガラスを多く含む堆積物が認められる。

【敷地近傍(I)】

- 岩内平野南方の老古美周辺には、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) 及びニセコ・雷電火山群由来の火山麓扇状地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、梨野舞納露頭で火砕サージ由来か降下火砕物由来か厳密に区分することは難しい洞爺火山灰 (Toya) の火山ガラスを多く含む火山灰質砂質シルトは認められるが、これ以外に、火砕流堆積物を含め、主に火山砕屑物からなる堆積物は認められない。



※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

調査位置図

敷地における火山噴出物の分布状況

一部修正 (R5/7/7審査会合)

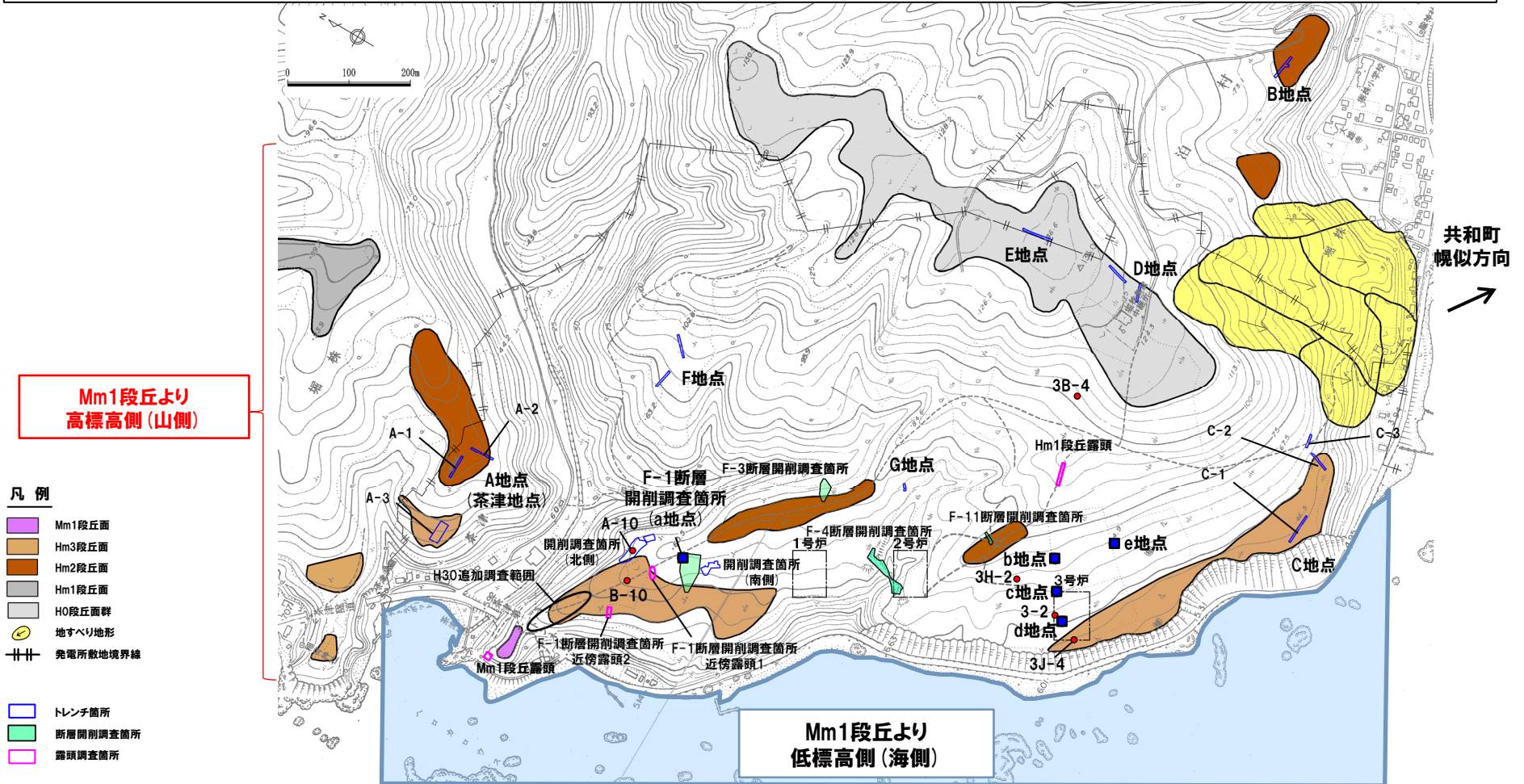
【火山噴出物の分布状況に関する検討】

○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。

【洞爺火砕流の敷地への到達可能性評価】

○敷地のうち、Mm1段丘より低標高側に洞爺火砕流本体が到達した可能性を否定できない。

○敷地のうち、Mm1段丘より高標高側については、火砕サージが到達した可能性を否定できない。



当図は、当社航空測量により作成

敷地の位置図 (変更前の地形)

検討経緯

一部修正 (R5/7/7審査会合)

- 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検討を実施した。
 - ・敷地近傍(Ⅰ):共和町幌似周辺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及びそれらに隣接する台地を含めた範囲)
 - ・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
- この検討に当たっては、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についても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(敷地に到達していた可能性)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。
- なお、洞爺火砕流堆積物が敷地に到達してい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)(下位)、火山灰(黄灰色)(上位)、火山灰(灰白色)及び火山灰質シルト
- また、敷地近傍の南東方向に位置するワイスホルン北麓の標高約120m以上の範囲には、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、洞爺火砕流堆積物の分布が示されている。
- 当該範囲は、洞爺火砕流堆積物が認められる共和町幌似付近から堀株川を挟んで3km程度の距離に位置するものの、共和町幌似付近の洞爺火砕流堆積物は上面標高約50mであり、その標高差は70m程度以上である。
- ワイスホルン北麓の標高約120m以上の範囲に分布する堆積物が、洞爺火砕流堆積物である場合、当該調査地点は標高約120m以上であることを踏まえると、大きな重力ポテンシャルを有していることとなり、洞爺火砕流の敷地への到達可能性については、「敷地のうち、Mm1段丘より低標高側に洞爺火砕流本体が到達した可能性を否定できない。」と評価しているが、その評価に影響を及ぼす可能性がある。
- このため、当該範囲に分布する堆積物に関連する文献をレビューし、その結果を踏まえ、地質調査(露頭観察及び火山灰分析)を行った。
- 上記検討の概念図を次頁～P10に、当社地質調査位置をP2～P4に、本検討の詳細をP11～P18にそれぞれ示す。

※F-1断層開削調査箇所以外にも、露頭が消失している又はボーリングコアが現存していないものについて、以下に示す堆積物が確認されていることから、これらの堆積物についても解釈を実施している。

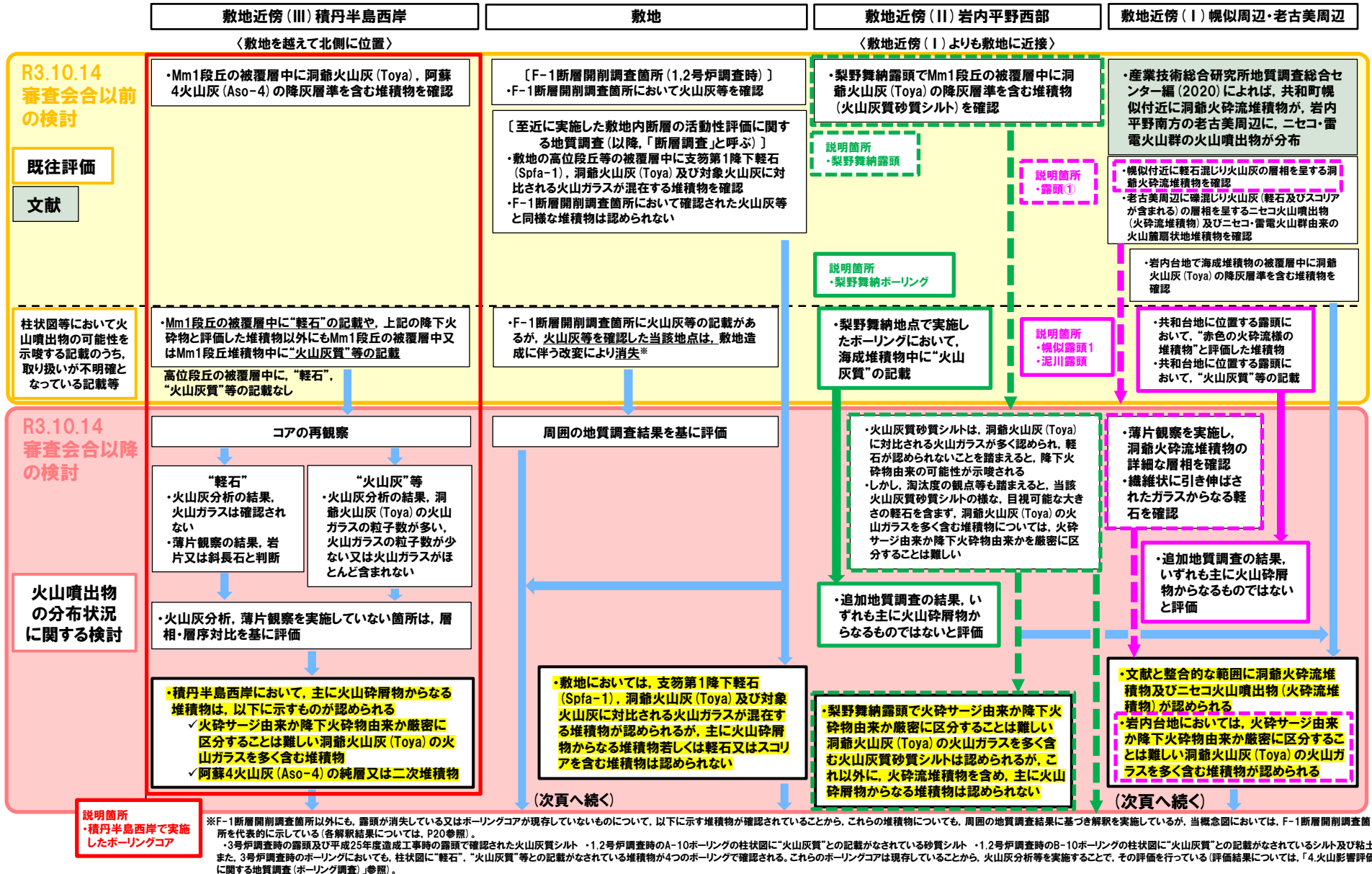
- ・3号炉調査時の露頭及び平成25年度造成工事時の露頭で確認された火山灰質シルト
- ・1,2号炉調査時のA-10ボーリングの柱状図に“火山灰質”との記載がなされている砂質シルト
- ・1,2号炉調査時のB-10ボーリングの柱状図に“火山灰質”との記載がなされているシルト及び粘土

また、3号炉調査時のボーリングにおいても、柱状図に“軽石”、“火山灰質”等との記載がなされている堆積物が4つのボーリングで確認される。これらのボーリングコアは現存していることから、火山灰分析等を実施することで、その評価を行っている。

検討概要

検討概念図 (1/5)

一部修正 (R5/7/7審査会合)



検討概要

検討概念図 (2/5)

一部修正 (R5/7/7審査会合)

R3.10.14
審査会合以降
の検討

洞爺火砕流
の敷地への
到達可能性
評価

文献

(前頁からの続き)

敷地近傍(III) 積丹半島西岸

〈敷地を越えて北側に位置〉

敷地

- ・F-1断層開削調査箇所¹の地層区分は、断層調査の結果より、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
- ・火山灰等の記載は陸成層中に認められる

- ・Mm1段丘堆積物(上面標高約24m)上位の、陸上堆積物には、その上面、基底面又は当該堆積物中に、洞爺火砕流本体又は火砕サージの到達を示唆する侵食面は認められない
- ・Mm1段丘より低標高側については、1,2号炉建設前は、標高0m付近に渡食棚が分布する状況であったことから、MIS5eより新しい時代の堆積物は保存されておらず、堀株川沿いの低地に流下した火砕流堆積物が敷地に到達した可能性について検討出来ない

- ・敷地のうち、Mm1段丘より低標高側に洞爺火砕流の本体が到達した可能性を否定できない
- ・敷地のうち、Mm1段丘より高標高側については、火砕サージが到達した可能性を否定できない

敷地近傍(II) 岩内平野西部

〈敷地近傍(I)よりも敷地に近接〉

- ・洞爺火砕流について、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す文献
- ・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

・堀株川付近に沖積層が認められる

- ・洞爺火砕流本体は、岩内平野西部において確認されないものの、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

〔梨野舞納露頭〕

- ・Mm1段丘堆積物(上面標高約22m)の上位に認められる、火砕サージ由来が降下火砕物由来か厳密に区分することは難しい洞爺火山灰(Toya)の火山ガラスを多く含む堆積物には、その上面、基底面又は当該層中に、洞爺火砕流本体の到達を示唆する侵食面は認められない

(前頁からの続き)

敷地近傍(I) 幌似周辺・老古美周辺

説明箇所
・梨野舞納露頭

F-1断層開削調査箇所¹に認められる堆積物の解釈

- ・F-1断層開削調査箇所¹のスケッチにおいて、MIS7か或いはそれより古い海成層上位の陸成層中に火山灰等と記載されている複数の堆積物のうち、**表土直下に分布する火山灰(灰白色)及び火山灰質シルトは、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であると推定される。**
- ・また、**火山灰(黄灰色)については、積丹半島西岸及び岩内平野において、中位段丘堆積物(MIS5e)の上位ではあるが、以下の堆積物が認められることを踏まえると、これらに対比される可能性が考えられる***。
 - ✓ 洞爺火山灰(Toya)の火山ガラスを多く含む堆積物
 - ✓ 阿蘇4火山灰(Aso-4)の純層又は二次堆積物
- ・しかし、敷地及び敷地近傍には高位段丘堆積物等(MIS7以前)の上位にF-1断層開削調査箇所¹のスケッチに認められる火山灰(黄灰色)に対比される堆積物が認められないことを踏まえると、**火山灰(黄灰色)については、噴出年代及び給源が不明な降下火砕物である可能性を否定できない***。

※火山灰(黄灰色)が、洞爺火山灰(Toya)又は阿蘇4火山灰(Aso-4)に対比される場合は、同規模の噴火が発生する可能性は小さいと評価されることから、降下火砕物の層厚評価の検討対象とならない。一方、噴出年代及び給源が不明の降下火砕物の場合は、火山ガラスの粒子数について把握することができず、層厚評価の検討対象外と明確に判断できない。したがって、当該堆積物については、降下火砕物の層厚評価の検討対象とする(当該堆積物の層厚についてはP19参照)。

(次頁へ続く)

検討概念図 (3/5)

新規 (R5/10/6審査会合以降)

R3.10.14
審査会合以降
の検討

ワイスホルン北麓に
認められる堆積物の
評価

文献

(前頁からの続き)

- ・敷地近傍の南東方向に位置するワイスホルン北麓の標高約120m以上の範囲には、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、洞爺火砕流堆積物の分布が示されている
- ・当該範囲に分布する堆積物が、洞爺火砕流堆積物である場合、大きな重力ポテンシャルを有していることとなり、「敷地のうち、Mm1段丘より低標高側に洞爺火砕流本体が到達した可能性を否定できない。」との評価に影響を及ぼす可能性がある

- ・新エネルギー総合開発機構(1987a)及び同(1987b)によると、当該範囲に分布する堆積物は、有珠火山灰C層「NUs-c」に対比されており、NUs-cは山縣(1994)において、「Kt-2」と命名され、倶多楽・登別火山群起源のテフラとされている。
- ・石田ほか(1991)において当該範囲に示される留寿都層は、新エネルギー総合開発機構(1987a)及び同(1987b)において真狩別層の下位に分布する地層で、 $0.13 \pm 0.03\text{Ma}$ のF.T法年代が得られている熱郭火砕流に対比される。熱郭火砕流は、町田ほか(1987)において、洞爺火砕流に対比されるとされている。

- ・ワイスホルン北麓の標高約120m以上の範囲に分布する堆積物は、文献レビュー結果を踏まえた地質調査の結果、洞爺火砕流堆積物(軽石混じり火山灰)及び倶多楽・登別火山群起源のKt-2(降下軽石)を含む堆積物ではなく、ニセコ・雷電火山群由来の火山麓扇状地堆積物であると判断される。
- ・したがって、当該堆積物は火山事象に伴う堆積物ではないことから、火山影響評価において取り扱う堆積物ではない。

説明箇所
・WN1地点
・WN2地点
・WN3地点

(次頁へ続く)

検討概念図 (4/5)

一部修正 (R5/7/7審査会合)

 (前頁からの続き)

【火山噴出物の分布状況に関する検討】

○敷地及び敷地近傍における当社地質調査の結果、以下の火山噴出物が認められる。

- ・敷地近傍 (I) の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。
- ・敷地近傍 (I) の老古美周辺においてニセコ火山噴出物 (火砕流堆積物) 及びニセコ・雷電火山群由来の火山麓扇状地堆積物が認められる。
- ・敷地近傍 (I) ~ (III) において火砕サージ由来か降下火砕物由来か厳密に区分することは難しい洞爺火山灰 (Toya) の火山ガラスを多く含む堆積物が認められる。
- ・敷地近傍 (III) において、阿蘇4火山灰 (Aso-4) の純層又は二次堆積物 (地理的領域外に給源を持つ降下火砕物由来) が認められる。

【洞爺火砕流の敷地への到達可能性評価】

○洞爺火砕流堆積物については、敷地への到達可能性を以下のとおり評価した。

- ・敷地のうち、Mm1段丘より低標高側に洞爺火砕流本体が到達した可能性を否定できない。
- ・敷地のうち、Mm1段丘より高標高側については、火砕サージが到達した可能性を否定できない。

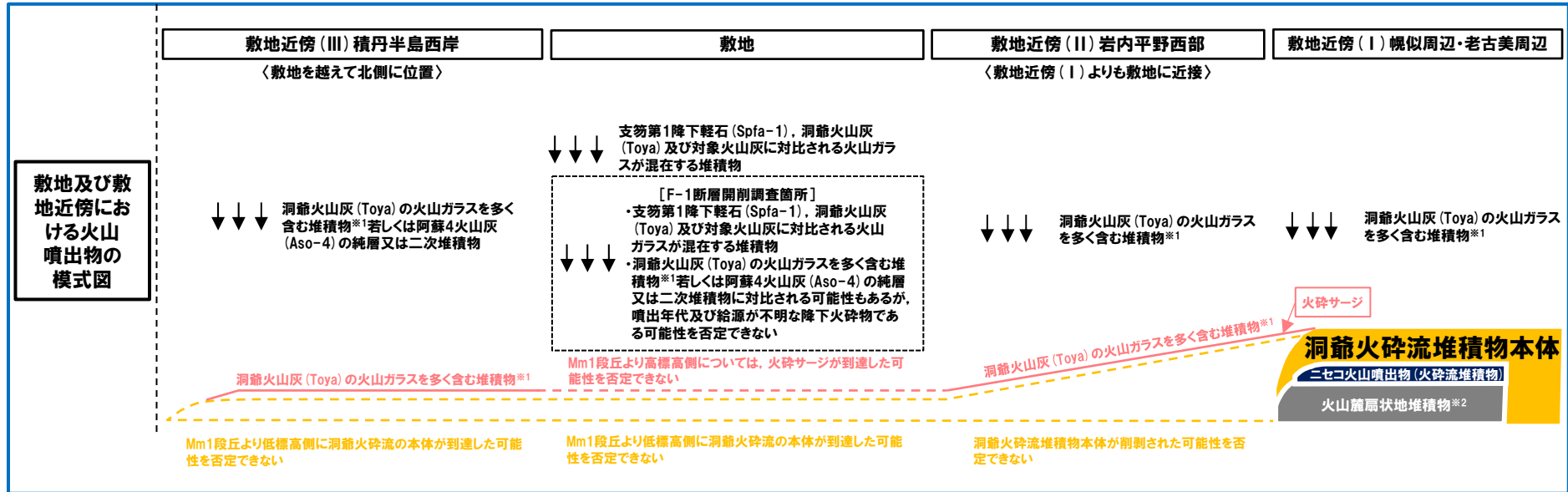
【F-1断層開削調査箇所に認められる堆積物の解釈】

- F-1断層開削調査箇所のスケッチにおいて、MIS7か或いはそれより古い海成層上位の陸成層中に火山灰等と記載されている複数の堆積物のうち、表土直下に分布する火山灰 (灰白色) 及び火山灰質シルトは、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であると推定される。
- また、火山灰 (黄灰色) については、積丹半島西岸及び岩内平野において、中位段丘堆積物 (MIS5e) の上位ではあるが、以下の堆積物が認められることを踏まえると、これらに対比される可能性が考えられる。
- ✓洞爺火山灰 (Toya) の火山ガラスを多く含む堆積物
 - ✓阿蘇4火山灰 (Aso-4) の純層又は二次堆積物
- しかし、敷地及び敷地近傍には高位段丘堆積物等 (MIS7以前) の上位にF-1断層開削調査箇所のスケッチに認められる火山灰 (黄灰色) に対比される堆積物が認められないことを踏まえると、火山灰 (黄灰色) については、噴出年代及び給源が不明な降下火砕物である可能性を否定できない。

【ワイスホルン北麓に認められる堆積物】

- 敷地近傍の南東方向に位置するワイスホルン北麓の標高約120m以上の範囲に分布する堆積物は、文献レビュー結果を踏まえた地質調査の結果、洞爺火砕流堆積物 (軽石混じり火山灰) 及び倶多楽・登別火山群起源のKt-2 (降下軽石) を含む堆積物ではなく、ニセコ・雷電火山群由来の火山麓扇状地堆積物であると判断される。
- したがって、当該堆積物は火山事象に伴う堆積物ではないことから、火山影響評価において取り扱う堆積物ではない。

検討概念図 (5/5)



※¹ 当該堆積物を火砕サージ由来か降下火砕物由来か厳密に区分することは難しいことから、いずれの火山事象も併記している。

※² ニセコ・雷電火山群由来の堆積物。

火山噴出物の分布状況に関する検討(1/4)

一部修正(R5/7/7審査会合)

[火山噴出物の分布状況に関する検討]

【敷地近傍(Ⅰ)】<幌似周辺・老古美周辺>

○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}が認められる。説明箇所
・露頭①

●岩内平野南方の老古美周辺には、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)及びニセコ・雷電火山群由来の火山麓扇状地堆積物が認められる。

◇共和町幌似周辺に位置する露頭①の状況を「3.火山影響評価に関する地質調査(露頭調査)」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「5.参考資料」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、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。

●また、岩内台地においては、洞爺火山灰(Toya)の火山ガラスを多く含む堆積物が認められる。

◇なお、当該堆積物については、次頁で後述する敷地近傍(Ⅱ)の梨野舞納露頭に認められる火山灰質シルトと同様、火砕サージ由来か降下火砕物由来か厳密に区分することは難しいと評価している。

●なお、敷地近傍(Ⅰ)のうち、共和台地に位置する露頭においては、それぞれ以下に示す堆積物が認められるが、R3.10.14審査会合以降に実施した追加地質調査・火山灰分析の結果、いずれも主に火山砕屑物からなるものではないと評価している

説明箇所
・幌似露頭1

●幌似露頭1においては、“赤色の火砕流様の堆積物”を確認しているが、追加地質調査の結果、当該堆積物は火砕流堆積物ではなく、斜面堆積物と判断される(「3.火山影響評価に関する地質調査(露頭調査)」参照)。

●幌似露頭2においては、岩内層中の火山灰質シルト及び火山灰質シルトが混じる細砂並びに地表直下の火山灰質シルト質砂が認められるが、火山灰分析の結果、火山ガラスの粒子数が少ない若しくは火山ガラスが認められないことから、主に火山砕屑物からなるものではないと判断される。

説明箇所
・泥川露頭

●泥川露頭においては、岩内層中の火山灰質砂及び火山灰質シルト並びに砂礫層中のやや火山灰質な細砂及び火山灰質砂が認められるが、火山灰分析の結果、火山ガラスはほとんど含まれない若しくは火山ガラスが認められないことから、主に火山砕屑物からなるものではないと判断される(「3.火山影響評価に関する地質調査(露頭調査)」参照)。

(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ものとされており、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。

火山噴出物の分布状況に関する検討 (2/4)

一部修正 (R5/7/7審査会合)

(前頁からの続き)

【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Mm1段丘堆積物の上位に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※2。
- 火山灰質砂質シルトは、以下を踏まえると、降下火砕物(洞爺火山灰(Toya)※1)由来の可能性が示唆される※3。
 - ・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。
- しかし、別途整理した火砕流堆積物及び降下火砕物の区分の考え方(P23~P28参照)に基づくと、軽石が混じる洞爺火砕流本体と比較して細粒な火砕サージについても目視可能な大きさの軽石が存在するかは明確ではない。
- 加えて、淘汰度の観点も踏まえると、当該火山灰質砂質シルトの様な、目視可能な大きさの軽石を含まず、洞爺火山灰(Toya)の火山ガラスを多く含む堆積物については、火砕サージ由来か降下火砕物由来かを厳密に区分することは難しい。

説明箇所
・梨野舞納露頭

- なお、岩内平野西部に位置する梨野舞納地点で実施したボーリングにおいては、“火山灰質”との記載がなされている堆積物が認められるが、R3.10.14審査会合以降に実施した追加の火山灰分析の結果、主に火山砕屑物からなるものではないと評価している(「4.火山影響評価に関する地質調査(ボーリング調査)」参照)。

説明箇所
・梨野舞納ボーリング

【敷地近傍(III)】<敷地を越えた北側に位置する積丹半島西岸※4>

- 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(P3参照)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※5。
- “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、洞爺火砕流本体又はその痕跡として、洞爺火砕流本体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
- “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。

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

(次頁へ続く)

説明箇所
・積丹半島西岸で実施したボーリングコア

※2 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、「4.火山影響評価に関する地質調査(ボーリング調査)」参照。

※3 当該火山灰質砂質シルトについては、降下火砕物由来であるとした場合、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(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、P21~P22参照)。

※4 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、「4.火山影響評価に関する地質調査(ボーリング調査)」参照。

※5 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目視可能な粒子(mmオーダー以上)。

「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。

火山噴出物の分布状況に関する検討 (3/4)

一部修正 (R5/7/7審査会合)

(前頁からの続き)

- 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^{※5}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) ^{※6}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) の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) の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。
- 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由来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。
 - ◇これらの堆積物のうち、洞爺火山灰 (Toya) の火山ガラスを多く含む堆積物については、敷地近傍 (II) の検討を踏まえ、火砕サージ由来か降下火砕物由来かを厳密に区分することは難しいが、ここでは、降下火砕物由来であることを前提とした細区分を実施した。
- 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) の純層及び二次堆積物 (当該堆積物については、火砕サージ由来か降下火砕物由来かを厳密に区分することは難しい)
- ◇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、以下の堆積物に区分される。
- ・軽石を含まない、火山ガラスを多く含む阿蘇4火山灰 (Aso-4) の純層及び二次堆積物
 - ・洞爺火山灰 (Toya) の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
 - ・軽石を含まない、火山ガラスを多く含む洞爺火山灰 (Toya) の純層及び二次堆積物 (当該堆積物については、火砕サージ由来か降下火砕物由来かを厳密に区分することは難しい)
- 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、以下に示すものが認められる。
- ・火砕サージ由来か降下火砕物由来かを厳密に区分することは難しい洞爺火山灰 (Toya) の火山ガラスを多く含む堆積物
 - ・阿蘇4火山灰 (Aso-4) の純層又は二次堆積物
- ◇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及び本検討の結果の一覧を「4.火山影響評価に関する地質調査 (ボーリング調査)」に示す。

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

層相・層序対比も踏まえた堆積物の地層区分

(次頁へ続く)

説明箇所
・積丹半島西岸で実施したボーリングコア

※6 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。

火山噴出物の分布状況に関する検討 (4/4)

(前頁からの続き)

【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^{※7}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。**
- ◇断層調査においては、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が、3号炉調査時のボーリングにおいて柱状図に“軽石”、“火山灰質”等との記載がなされている堆積物が4つのボーリング(3B-4、3H-2、3J-4及び3-2ボーリング)で確認される。
 - ◇これらのボーリングコアは現存することから、R3.10.14審査会合以降、コアの再観察を実施し、“軽石”に対応すると考えられる白色粒子が認められないため、基質を対象とした火山灰分析を3B-4、3H-2及び3J-4ボーリングで実施することとした。
 - ◇なお、3-2ボーリングについては、3H-2ボーリングと同様、Hm3段丘面の背後斜面に位置し、近接することから、3H-2ボーリングとの対比を実施した。
 - ◇その結果、いずれも主に火山砕屑物からなるものではないことを確認している(詳細は「4.火山影響評価に関する地質調査(ボーリング調査)」参照)。



【火山噴出物の分布状況に関する検討結果】

- 敷地及び敷地近傍における当社地質調査の結果、以下の状況が認められる。
 - ・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)及びニセコ・雷電火山群由来の火山麓扇状地堆積物が認められる。
 - ・岩内平野西部においては、梨野舞納露頭で火砕サージ由来か降下火砕物由来か厳密に区分することは難しい洞爺火山灰(Toya)の火山ガラスを多く含む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、岩内台地においても、火砕サージ由来か降下火砕物由来か厳密に区分することは難しい洞爺火山灰(Toya)の火山ガラスを多く含む堆積物が認められる。
 - ・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、以下に示すものが認められる。
 - ✓火砕サージ由来か降下火砕物由来か厳密に区分することは難しい洞爺火山灰(Toya)の火山ガラスを多く含む堆積物
 - ✓阿蘇4火山灰(Aso-4)の純層又は二次堆積物
 - ・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。**

(次頁へ続く)

※7 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。

洞爺火砕流の敷地への到達可能性評価

(前頁からの続き)

[洞爺火砕流の敷地への到達可能性評価]

- 敷地及び敷地近傍における当社地質調査の結果、共和町幌似付近に軽石が混じる洞爺火砕流堆積物(火砕流本体)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が認められる。
- この状況に加え、当社地質調査及び文献調査による検討の結果、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、大局的には、距離の増加に応じ層厚が小さくなる傾向が認められることから、共和町幌似付近において洞爺火砕流本体の最大層厚が約22mあることを踏まえると、火砕流本体は層厚を減しながら幌似付近を越えた範囲に到達していた可能性も考えられる。
- また、岩内平野西部において、堀株川付近に、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。
- このため、洞爺火砕流本体は、岩内平野西部において確認されないものの、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。
- 以上を踏まえると、堀株川沿いの延長方向に敷地は位置し、敷地には洞爺火砕流本体又は火砕サージの到達を示唆する堆積物等は認められないが、敷地のうちMm1段丘(MIS5e)より低標高側(海側)については、1,2号炉建設前は、標高0m付近に波食棚が分布する状況であったことから、MIS5e(Mm1段丘)より新しい時代の堆積物は保存されておらず、堀株川沿いの低地に流下した火砕流堆積物が敷地に到達した可能性について検討出来ない状況にある。
- また、敷地を挟む岩内平野西部及び積丹半島西岸においては、Mm1段丘堆積物上位に洞爺火山灰(Toya)の火山ガラスを多く含む堆積物が認められ、当該堆積物を火砕サージ由来か降下火砕物由来か厳密に区分することは難しい。



[洞爺火砕流の敷地への到達可能性評価結果]

- 敷地のうち、Mm1段丘より低標高側に洞爺火砕流本体が到達した可能性を否定できない。
- 敷地のうち、Mm1段丘より高標高側については、火砕サージが到達した可能性を否定できない。

(次頁へ続く)

F-1断層開削調査箇所に認められる堆積物の解釈

一部修正 (R5/7/7審査会合)

(前頁からの続き)

[F-1断層開削調査箇所に認められる堆積物の解釈]

- また、洞爺火砕流堆積物が削割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)(下位)、火山灰(黄灰色)(上位)、火山灰(灰白色)及び火山灰質シルト
- F-1断層開削調査箇所の地層区分については、断層調査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。



[F-1断層開削調査箇所に認められる堆積物の解釈]

- 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、洞爺火砕流本体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)^{※1}の上位には、明瞭な火山灰を含む地層は認められず、表土直下において支笏第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敷地に認められる。
- F-1断層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のうち、表土直下に分布する火山灰(灰白色)及び火山灰質シルトは、以下のことから、火山ガラスが混在する堆積物であると推定される。
 - ・火山灰(灰白色)と火山灰質シルトは、旧地表面に沿って堆積しており、比較的新しい堆積物であると考えられる。
 - ・3号炉調査時露頭(b~d地点)及び平成25年度造成工事時露頭(e地点)において、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と推定した堆積物は、旧地表面に沿って堆積していると推定される。
 - ・F-1断層開削調査箇所と、3号炉調査時露頭及び平成25年度造成工事時露頭は、いずれも同程度の標高(約50~60m)の斜面上に位置する。
 - ・断層調査においては、高位段丘堆積物等(MIS7以前)の上位において、火山ガラスが混在する堆積物が認められる。
- また、火山灰(灰白色)は、スケッチにおいて陸成層下部を侵食しているように見えることから、火山灰(灰白色)とその下位に位置する火山灰(黄灰色)には時間間隙が存在するものと考えられる。
- このため、火山灰(黄灰色)については、積丹半島西岸及び岩内平野において、中位段丘堆積物(MIS5e)^{※2}の上位ではあるが、以下の堆積物が認められることを踏まえると、これらに対比される可能性が考えられる。
 - ✓洞爺火山灰(Toya)の火山ガラスを多く含む堆積物
 - ✓阿蘇4火山灰(Aso-4)の純層又は二次堆積物
- しかし、敷地及び敷地近傍には高位段丘堆積物等(MIS7以前)の上位にF-1断層開削調査箇所のスケッチに認められる火山灰(黄灰色)に対比される堆積物が認められないことを踏まえると、火山灰(黄灰色)については、噴出年代及び給源が不明な降下火砕物である可能性を否定できない。
- なお、F-1断層開削調査箇所以外にも、露頭が消失している又はボーリングコアが現存していないものについて、F-1断層開削調査箇所に認められる火山灰等と同様な堆積物が確認されていることから、これらの堆積物についても解釈を実施しており、その解釈についてはP20に示す。

(次頁へ続く)

※1 Hm3段丘堆積物、Hm2段丘堆積物及びHm2段丘堆積物相当層。

※2 Mm1段丘堆積物。

ワイスホルン北麓に認められる堆積物

新規 (R5/10/6審査会合以降)

(前頁からの続き)

[ワイスホルン北麓に認められる堆積物]

- 敷地近傍の南東方向に位置するワイスホルン北麓の標高約120m以上の範囲には、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、洞爺火砕流堆積物の分布が示されている。
- 当該範囲は、洞爺火砕流堆積物が認められる共和町幌似付近から堀株川を挟んで3km程度の距離に位置するものの、共和町幌似付近の洞爺火砕流堆積物は上面標高約50mであり、その標高差は70m程度以上である。
- ワイスホルン北麓の標高約120m以上の範囲に分布する堆積物が、洞爺火砕流堆積物である場合、当該調査地点は標高約120m以上であることを踏まえると、大きな重力ポテンシャルを有していることとなり、洞爺火砕流の敷地への到達可能性については、「敷地のうち、Mm1段丘より低標高側に洞爺火砕流本体が到達した可能性を否定できない。」と評価しているが、その評価に影響を及ぼす可能性がある。
- このため、当該範囲に分布する堆積物に関連する文献をレビューし、その結果を踏まえ、地質調査(露頭観察及び火山灰分析)を行った。

(文献レビュー結果)

○ワイスホルン北麓の標高約120m以上の範囲に分布する堆積物の各文献における地層区分及びレビュー結果は以下のとおり。

文献	新エネルギー総合開発機構(1987a)及び同(1987b)	石田ほか(1991)	産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2020)
地層区分	真狩別層	留寿都層	洞爺火砕流堆積物
レビュー結果	<ul style="list-style-type: none"> ・下部から褐色ローム、明橙色降下軽石及び褐色ロームの順に疊重している。 ・有珠火山灰C層(NUs-c)に対比され、同層中の炭化木片の¹⁴C年代は>44,200年B.P.を示す。 	<ul style="list-style-type: none"> ・留寿都層の分布が示されている。 ・留寿都層は、「軽石・火山灰・砂及び粘土、軽石流堆積物を含む」とされている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・洞爺火砕流堆積物の分布が示されている。

- 新エネルギー総合開発機構(1987a)及び同(1987b)によると、当該範囲に分布する堆積物は、有珠火山灰C層「NUs-c」に対比されており、NUs-cは山縣(1994)において、「Kt-2」と命名され、倶多楽・登別火山群起源のテフラとされている。
- 石田ほか(1991)において当該範囲に示される留寿都層は、新エネルギー総合開発機構(1987a)及び同(1987b)において真狩別層の下位に分布する地層で、 0.13 ± 0.03 MaのF.T法年代が得られている熱郭火砕流に対比される。熱郭火砕流は、町田ほか(1987)において、洞爺火砕流に対比されるとされている。



[ワイスホルン北麓に認められる洞爺火砕流堆積物の評価結果]

- ワイスホルン北麓の標高約120m以上の範囲に分布する堆積物は、文献レビュー結果を踏まえた地質調査の結果、洞爺火砕流堆積物(軽石混じり火山灰)及び倶多楽・登別火山群起源のKt-2(降下軽石)を含む堆積物ではなく、ニセコ・雷電火山群由来の火山麓扇状地堆積物であると判断される。
- したがって、当該堆積物は火山事象に伴う堆積物ではないことから、火山影響評価において取り扱う堆積物ではない。

説明箇所
 ・WN1地
 ・WN2地点
 ・WN3地点



(次頁へ続く)

総合評価

一部修正 (R5/7/7審査会合)

(前頁からの続き)

【火山噴出物の分布状況に関する検討】

○敷地及び敷地近傍における当社地質調査の結果、以下の火山噴出物が認められる。

- ・敷地近傍(Ⅰ)の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。
- ・敷地近傍(Ⅰ)の老古美周辺においてニセコ火山噴出物(火砕流堆積物)及びニセコ・雷電火山群由来の火山麓扇状地堆積物が認められる。
- ・敷地近傍(Ⅰ)～(Ⅲ)において火砕サージ由来か降下火砕物由来か厳密に区分することは難しい洞爺火山灰(Toya)の火山ガラスを多く含む堆積物が認められる。
- ・積丹半島西岸において、阿蘇4火山灰(Aso-4)の純層又は二次堆積物(地理的領域外に給源を持つ降下火砕物由来)が認められる。

【洞爺火砕流の敷地への到達可能性評価】

○洞爺火砕流堆積物については、敷地への到達可能性を以下のとおり評価した。

- ・敷地のうち、Mm1段丘より低標高側に洞爺火砕流本体^{※1}が到達した可能性を否定できない。
- ・敷地のうち、Mm1段丘より高標高側については、火砕サージが到達した可能性を否定できない。

【F-1断層開削調査箇所に認められる堆積物の解釈】

- 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の結果、高位段丘堆積物等(MIS7以前)の上位には、明瞭な火山灰を含む地層は認められず、表土直下において支笏第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。
- F-1断層開削調査箇所のスケッチにおいて、MIS7か或いはそれより古い海成層上位の陸成層中に火山灰等と記載されている複数の堆積物のうち、表土直下に分布する火山灰(灰白色)及び火山灰質シルトは、スケッチに示されるとおり、旧地表面に沿って堆積しており、比較的新しい堆積物であると考えられることを踏まえると、上記と同様、火山ガラスが混在する堆積物であると推定される。
- また、火山灰(灰白色)は、スケッチにおいて陸成層下部を侵食しているように見えることから、火山灰(灰白色)とその下位に位置する火山灰(黄灰色)には時間間隙が存在するものと考えられる。
- このため、火山灰(黄灰色)については、積丹半島西岸及び岩内平野において、中位段丘堆積物(MIS5e)の上位ではあるが、以下の堆積物が認められることを踏まえると、これらに対比される可能性が考えられる^{※2}。
 - ✓洞爺火山灰(Toya)の火山ガラスを多く含む堆積物
 - ✓阿蘇4火山灰(Aso-4)の純層又は二次堆積物
- しかし、敷地及び敷地近傍には高位段丘堆積物等(MIS7以前)の上位にF-1断層開削調査箇所のスケッチに認められる火山灰(黄灰色)に対比される堆積物が認められないことを踏まえると、火山灰(黄灰色)については、噴出年代及び給源が不明な降下火砕物である可能性を否定できない^{※2}。

【ワイスホルン北麓に認められる堆積物】

- ワイスホルン北麓の標高約120m以上の範囲に分布する堆積物は、文献レビュー結果を踏まえた地質調査の結果、洞爺火砕流堆積物(軽石混じり火山灰)及び倶多楽・登別火山群起源のKt-2(降下軽石)を含む堆積物ではなく、ニセコ・雷電火山群由来の火山麓扇状地堆積物であると判断される。
- したがって、当該堆積物は火山事象に伴う堆積物ではないことから、火山影響評価において取り扱う堆積物ではない。

※1 当社は、洞爺火砕流堆積物のうち、目視可能な大きさの軽石が認められるものを、洞爺火砕流本体と呼称している。

※2 火山灰(黄灰色)が、洞爺火山灰(Toya)又は阿蘇4火山灰(Aso-4)に対比される場合は、同規模の噴火が発生する可能性は小さいと評価されることから、降下火砕物の層厚評価の検討対象とならない。一方、噴出年代及び給源が不明な降下火砕物の場合は、火山ガラスの粒子数について把握することができず、層厚評価の検討対象外と明確に判断できない。したがって、当該堆積物については、降下火砕物の層厚評価の検討対象とする(当該堆積物の層厚については次頁参照)。

(参考) 3号炉調査時の露頭及び1,2号炉調査時のボーリングに認められる堆積物の解釈

○F-1断層開削調査箇所以外にも、露頭が消失している又はボーリングコアが現存していないものについて、以下に示す堆積物が確認されていることから、これらの堆積物についても解釈を実施している。

- ・3号炉調査時の露頭 (b～d地点) 及び平成25年度造成工事時の露頭 (e地点) で確認された火山灰質シルト
- ・1,2号炉調査時のA-10ボーリングの柱状図に“火山灰質”との記載がなされている砂質シルト
- ・1,2号炉調査時のB-10ボーリングの柱状図に“火山灰質”との記載がなされているシルト及び粘土

[3号炉調査時の露頭及び平成25年度造成工事時の露頭で確認された火山灰質シルトの解釈]

○3号炉調査時の露頭 (b～d地点) 及び平成25年度造成工事時の露頭 (e地点) において表土直下に火山灰質シルトと記載されている堆積物は、同じくHm3段丘面の背後斜面に位置するC-3トレンチ (断層調査) との層相・層序対比の結果、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であると推定される。

○なお、b地点とc地点の間に位置する3号炉調査時の3H-2ボーリングの柱状図には、同じく表土直下に“火山灰質”の記載が認められ、当該箇所における火山灰分析 (組成分析) の結果、火山ガラスがほとんど含まれていないことを確認している。

[1,2号炉調査時のA-10ボーリングの柱状図に“火山灰質”との記載がなされている砂質シルトの解釈]

○A-10ボーリングに認められる砂質シルトは、本ボーリングと同位置で実施した開削調査箇所 (北側) (断層調査) において、海成堆積物であるM3ユニット中に認められる、火山ガラスが含まれない砂質シルトに対比されることから、主に火山砕屑物からなるものではないと推定される。

[1,2号炉調査時のB-10ボーリングの柱状図に“火山灰質”との記載がなされているシルト及び粘土の解釈]

○B-10ボーリングに認められるシルト及び粘土は、敷地全体のパネルダイアグラム作成の結果、MIS7直後又はMIS9直後の河成の堆積物であるTf4ユニットに区分されるものである。

○Tf4ユニット堆積以前に降灰した可能性がある火山灰のうち、敷地及び敷地近傍の地質調査において認められる火山灰は、堆積物中に混在する対象火山灰のみであることから、当該堆積物は、対象火山灰※が混在する堆積物に区分される可能性が考えられる。

※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。

当社の考え方(1/2)

【純層，二次堆積物等への細区分の考え方】

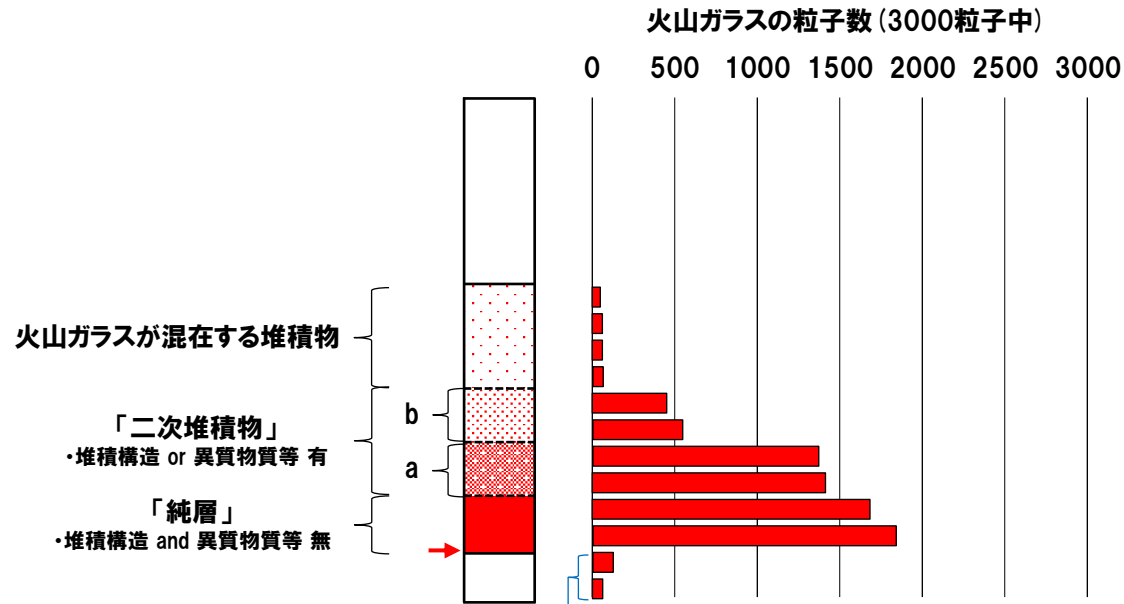
- これまで(R3.10.14審査会合以前)，洞爺火山灰(Toya)及び阿蘇4火山灰(Aso-4)の降灰層準※に相当すると評価した堆積物等について，降下火砕物の純層，二次堆積物等への細区分を実施した。
- 細区分に当たっては，降下火砕物の純層及び二次堆積物を以下のとおり定義した。
 - ・「純層」:ある火山噴火イベントから噴出した降下火砕物(本質物)が直接降って形成された層であり，構成物が主に本質物からなる。
 - ・「二次堆積物」:いったん堆積した降下火砕物(本質物)が，再堆積して形成されたものであり，移動を示唆する堆積構造や現地性の異質物質等の混在が認められるもの。
このうち，構成物が主に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。
- 上記定義を踏まえ，堆積構造の有無，異質物質等の混在の有無，火山ガラスの粒子数等に着目し，細区分を実施した。
- このうち，火山ガラスの粒子数については，以下のとおり基準を設けた。
 - (主に本質物からなるものの基準)
 - ・町田ほか(1987)において洞爺火山灰(Toya)が分布するとされている地域における当社地質調査(梨野舞納露頭)の結果，火山ガラスの粒子数が1000/3000粒子以上認められることから，基準を1000/3000粒子以上とする。
 - (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の基準)
 - ・火山ガラスの粒子数が1000/3000粒子未満から300/3000粒子(含有比10%)以上のものと設定し，300/3000粒子未満である堆積物は，火山ガラスが混在する堆積物とする。
- 降下火砕物の純層，二次堆積物等への細区分の基準及び模式図を次頁に示す。
- なお，「純層」は，今後説明予定である「個別評価の結果を受けた原子力発電所への火山事象の影響評価」における降下火砕物の層厚評価の検討対象とする。
- 「二次堆積物」のうち，“二次堆積物a”は，構成物が主に本質物からなるものであることを踏まえ，保守的に降下火砕物の層厚評価の検討対象とする。

※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。

当社の考え方 (2/2)

降下火砕物の純層，二次堆積物等への細区分の基準

細区分結果		堆積構造の有無 又は 異質物質等の混在	火山ガラスの粒子数	影響評価における 降下火砕物の層厚評価 の検討対象
火山ガラスが 混在する堆積物		—	300/3000粒子未満	×
二次堆積物	b	有	300/3000粒子以上, 1000/3000粒子未満	×
	a	有	1000/3000粒子以上	○
純層		無	1000/3000粒子以上	○



→ : 降下火砕物の降灰層準*

堆積後の生物擾乱等による火山ガラスの下位への移動

降下火砕物の純層，二次堆積物等への細区分の模式図

※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。

当社の考え方(1/6)

- 敷地近傍に認められる洞爺火山灰に対比される火山ガラスを多く含む堆積物については、敷地近傍(1)に洞爺火砕流堆積物が認められることを踏まえると、火砕流堆積物由来であるか降下火砕物由来であるかを明確にする必要がある。
- しかし、一般的に火砕流は、火山灰を主体とし、基質中に軽石や石質岩片が散在する本体以外にも、火砕サージと呼ばれる堆積物等も生成することから、これらも含めた火砕流堆積物及び降下火砕物の特徴について文献レビューを行った。

[文献レビュー①:火砕流堆積物及び降下火砕物の一般的な特徴]

(火砕流本体)

早川(1991)及び吉田ほか(2017)によれば、火砕流堆積物※は主に以下の特徴を持つとされている。

- ・火山から何十kmも離れた地点まで10cm程度の軽石や2~3cmの岩片を運ぶことができる
- ・火砕流の流れは、頭部、腹部、尾部からなり、腹部では、火砕流堆積物の大部分を占める火山灰を主体とする基質中に軽石や岩片が散在する層(狭義の火砕流堆積物)が形成される
- ・堆積物の分級が悪い

(火砕サージ)

早川(1991)及び吉田ほか(2017)によれば、火砕サージとは火砕物と空気や火山ガスの混合物からなる、気体含有率の高い低密度流体の地表に沿った高速な流れであるとされ、その堆積物は主に以下の特徴を持つとされている。

- ・地形に沿って低い場所に積もり、塊状のこともあるが、通常、成層しており、多数のラミナからなる。それぞれのラミナは薄くて、低角斜交葉理からなるデューン構造と正級化葉理を示すことが多い
- ・火砕流の頭部や腹部の上面から細かい粒子が排出され、これが大気と混合して希薄な灰雲(ash-cloud)が生じるが、これはゆっくりと降下し、薄層として堆積する。この層は、火山灰雲サージ堆積物(ash-cloud surge deposit)とその上部の火山灰雲降下火砕堆積物(ash-cloud fallout deposit)に区分される
- ・火山灰雲サージ堆積物は、火砕流堆積物の直上やその周囲に分布し、高温酸化のために赤味を帯びていることが多い

(降下火砕物)

吉田ほか(2017)によれば、給源で生じた噴煙柱から風に流されて運搬されてきたものを降下火砕物(pyroclastic fall)と呼ぶとされる。また、火砕流から生じた灰雲が大気中を浮上し地上に落下したもの(co-ignimbrite ash fall)も降下火砕物に含まれ、これらの堆積物は主に以下の特徴を持つとされている。

- ・運搬の過程で分級されるため、1回の噴火で放出された火砕粒子が落下し地表や水底にそのまま低地した降下堆積単位内では、粒径の揃った淘汰された堆積物となる

※ここでは、給源から数十km離れた地点における火砕流堆積物の特徴を整理しているため、給源近傍における火砕流堆積物の特徴は考慮していない。

(次頁へ続く)

当社の考え方 (2/6)

(前頁からの続き)

○また、文献レビュー①に加えて、洞爺火砕流堆積物及び洞爺火山灰 (Toya) の地域的な特徴についてもレビューを行った。

[文献レビュー②: 洞爺火砕流堆積物及び洞爺火山灰 (Toya) の地域的な特徴]

(火砕流本体)

Goto et al. (2018) 及び産業技術総合研究所 (2022) によれば、敷地近傍 (I) に位置する共和町幌似付近に認められる火砕流堆積物は、主に軽石に富むものとされている。

(火砕サージ)

Amma-Miyasaka et al. (2020) 及び産業技術総合研究所 (2022) によれば、給源から約80km東方の厚真町で認められる火砕サージ (ash-cloud surge) 堆積物について、以下の特徴を持つとされている。

- ・数mm以下の軽石を含む基質支持の堆積物である
- ・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

(降下火砕物)

町田ほか (1987) によれば、北日本の各地における洞爺火山灰 (Toya) について、以下の特徴を持つとされている。

- ・洞爺火山灰 (Toya) は、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層である



- 文献レビュー①及び②の結果、一般的に火砕流本体は、軽石を含むものと考えられ、洞爺火砕流については、火砕流本体、火砕サージともにその特徴を有する。
- 文献レビュー②の町田ほか (1987) を踏まえると、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 (洞爺火山灰 (Toya)) に軽石が含まれず、細粒ガラスを主体とする地域と考えられる。
- これらのことから、敷地近傍においては、洞爺火山灰 (Toya) の火山ガラスを多く含む堆積物について、火砕流堆積物由来か、降下火砕物由来かを区分する指標として、軽石の存否は有効と考えられる。
- しかし、文献レビュー①及び②の結果、火砕流本体と比較して細粒な火砕サージについても、目視可能な大きさの軽石が存在するかは明確ではない。
- このため、軽石の存否以外の観点として、火砕流堆積物及び降下火砕物の淘汰度について検討を実施した。

当社の考え方(3/6)

○文献レビュー①及び②を踏まえて、火砕流堆積物及び降下火砕物の淘汰度・粒度組成に関する文献レビューを行った。

[文献レビュー③:火砕流堆積物及び降下火砕物の淘汰度・粒度組成]

(中村ほか, 1963)

- 火山砕屑物の噴出、運搬の機構や、堆積物の性質について述べた中村ほか(1963)をレビューした。
- 気流によって運搬されてゆく間に、粒子の降下速度の相異によって分級作用が働くとされている。
- 降下火砕物は、この様な分級作用をうけて堆積するから、その粒度組成は非常に分級がよいとされている。
- これは火砕流堆積物が極めて分級の悪いことと対照的であるとされている。
- 粒度分布曲線は粗粒部が鋭く切られ、分級作用の影響を示すとされており、モードの位置は粗粒部に偏るのが普通で、歪度の値は正の場合が多いとされている。
- 一方火砕流堆積物は細粒物質が常に多いとされている。
- 降下火砕物はほとんどの場合上記の様な分級のよい粒度組成を示すが、時には極めて悪く、粒度組成だけでは火砕流堆積物と区別できない事があるとされている。たとえば火口付近の堆積物、爆発がくり返され粒度の異なる単位層が重なり合った場合などは、全体としての分級は悪いとされている。

(Walker, 1971)

- 1600に及ぶサンプルの分析を基に、降下火砕物と火砕流堆積物の Md_{ϕ} (中央粒径)と σ_{ϕ} (粒度偏差)のプロットを示している Walker (1971)をレビューした。
- 降下火砕物と火砕流堆積物は領域が重なる部分があるものの、大局的には区別できるとされている(次頁左図参照)。
- 領域が重なる部分は、流水の影響を受けた降下火山灰と薄い火砕流堆積物(火砕サージ堆積物等)を含み、平均的な降下火砕物よりも分級が悪く、典型的な火砕流堆積物よりも分級が良い傾向があるとされている。
- 堆積物の生物攪乱により、堆積物が破壊され、 σ_{ϕ} の値が著しく増加することがあるとされている。

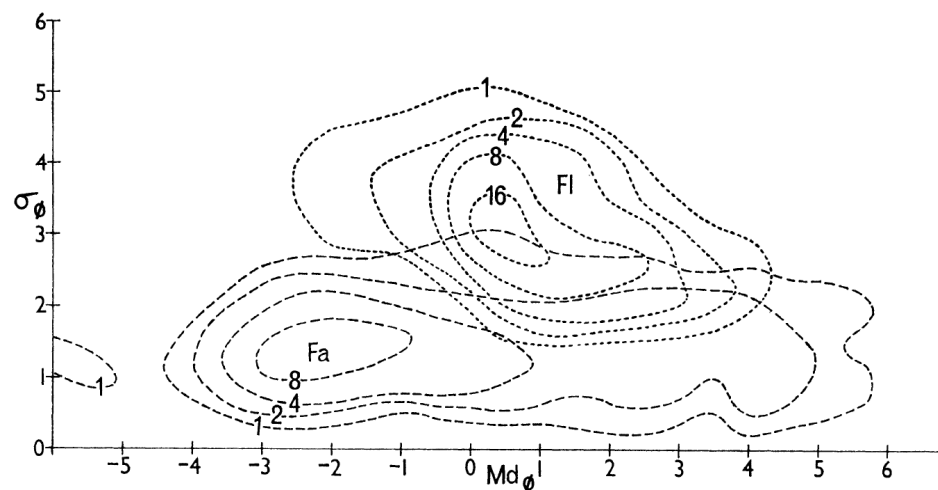
(柴田・長谷川, 2022)

- 一連の噴火に伴う各ユニットの粒度組成を比較した例として、屈斜路カルデラのKp I 噴火の事例(柴田・長谷川, 2022)をレビューした。
- 対象となるKp I 噴火は、7つのユニットに区分され、Unit 1, 3, 5は降下軽石層、Unit 2, 4, 6は火山豆石を多量に含む降下火山灰層、Unit 7は軽石流堆積物とされている。
- 上記7つのユニットの粒度組成をWalker (1971)による降下火砕物、火砕流堆積物の領域とともに Md_{ϕ} - σ_{ϕ} 関係図にプロットしたとされており、大部分は降下火砕物と火砕流堆積物の重複領域に示されている(次頁右図参照)。

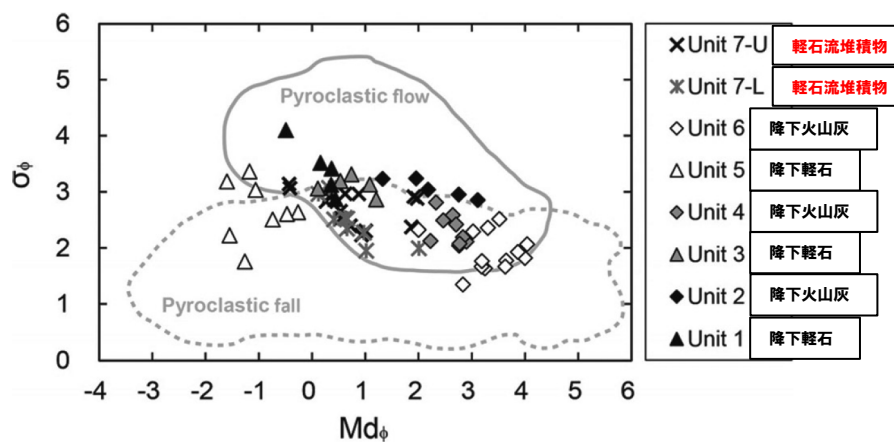


(P27へ続く)

当社の考え方 (4/6)



Walker (1971) による $Md_\phi - \sigma_\phi$ 関係図
(図中のFlが火砕流堆積物, Faが降下火砕物のプロット範囲を示す)



屈斜路 I 火砕流堆積物の各ユニットの $Md_\phi - \sigma_\phi$ 関係図
(柴田・長谷川 (2022) に加筆)

当社の考え方 (5/6)

(P25からの続き)

○また、文献レビュー③に加えて、共和町幌似付近(露頭①)に認められる洞爺火砕流堆積物(No.1~No.5)と、R5.1.20審査会合時点で、降下火砕物由来と評価した積丹半島西岸及び岩内平野西部に認められる以下の堆積物について、粒度分析(粒径-3φ~4φ:ふるいによる分析, 粒径4φ以下:レーザー回折法による分析)を実施し、淘汰度及び中央粒径を算出した。

【岩内平野西部】(梨野舞納露頭の露頭写真は「3.火山影響評価に関する地質調査(露頭調査)」参照)

- ・梨野舞納露頭 No.1, No.2: 火山灰質砂質シルト
(試料採取標高約24m)

【積丹半島西岸】(各ボーリングコア写真・柱状図は「4.火山影響評価に関する地質調査(ボーリング調査)」参照)

- ・神恵内1-3ボーリング: 火山灰※1 (試料採取深度7.58~7.65m)
- ・神恵内M-1ボーリング: 火山灰※1 (試料採取深度14.40~14.50m)
- ・神恵内M-2ボーリング: 火山灰※2 (試料採取深度9.50~9.55m)

○粒度分析から得られた中央粒径と算出した淘汰度のグラフをWalker (1971) による $Md_{\phi} - \sigma_{\phi}$ の関係図に重ねたものを右図に示す。

- ※1 R5.1.20審査会合時点で、火山ガラスの粒子数等から、洞爺火山灰(Toya)の純層と評価している。
- ※2 阿蘇4火山灰(Aso-4)が降下火砕物であることは、給源との距離から明確であるが、それ以外の堆積物との比較のために分析を実施している。

(凡例) R5.1.20審査会合時点で、降下火砕物由来と評価した堆積物

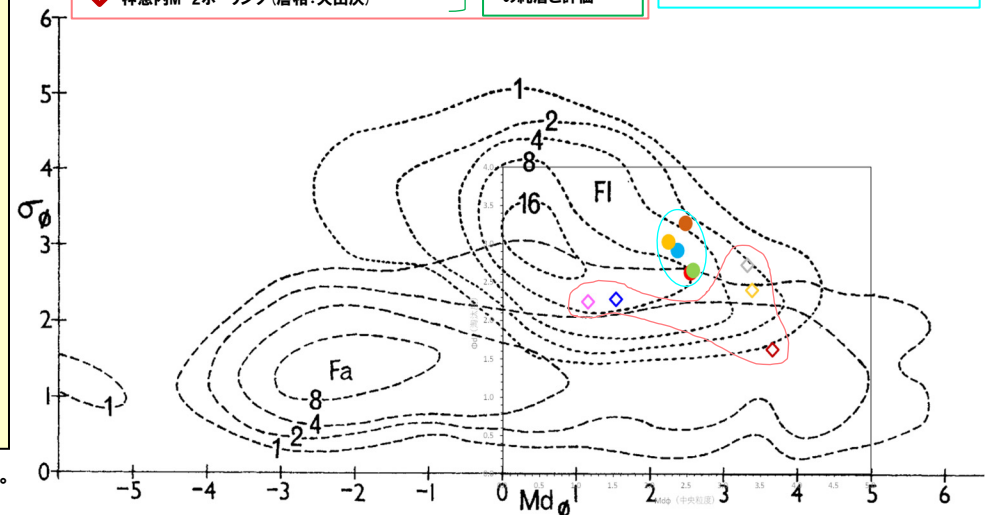
- ◆ 梨野舞納露頭 No.1 (層相: 火山灰質砂質シルト)
- ◆ 梨野舞納露頭 No.2 (層相: 火山灰質砂質シルト)
- ◇ 神恵内1-3ボーリング (層相: 火山灰)
- ◇ 神恵内M-1ボーリング (層相: 火山灰)
- ◇ 神恵内M-2ボーリング (層相: 火山灰)

火山ガラスの粒子数等から、洞爺火山灰(Toya)の純層と評価

火山ガラスの粒子数等から、阿蘇4火山灰(Aso-4)の純層と評価

(凡例) 洞爺火砕流堆積物

- 露頭① No.1 (層相: 軽石混じり火山灰)
- 露頭① No.2 (層相: 軽石混じり火山灰)
- 露頭① No.3 (層相: 軽石混じり火山灰)
- 露頭① No.4 (層相: 軽石混じり火山灰)
- 露頭① No.5 (層相: 軽石混じり火山灰)

Walker (1971) による $Md_{\phi} - \sigma_{\phi}$ 関係図に当社追加粒度分析結果を加筆

○文献レビュー③の結果、火砕流堆積物であるか降下火砕物であるかを区分する上で、淘汰度・粒度組成を指標とすることは、一定の有効性があるものと考えられる。

○しかし、両堆積物の粒度組成は重複する部分も多く、火砕サージ堆積物の多くはこの領域に分布すると考えられる。

○粒度分析結果についても、以下に示す状況から、一定の有効性を支持するものと考えられるが、積丹半島西岸及び岩内平野西部に認められる降下火砕物由来と評価した堆積物は、Walker (1971) の $Md_{\phi} - \sigma_{\phi}$ 関係図における火砕流堆積物と降下火砕物の粒度組成が重複する部分(火砕サージ堆積物の多くが分布すると考えられる領域)に概ねプロットされることから、降下火砕物と火砕サージ堆積物との厳密な区分は難しいものと考えられる。

・幌似付近に認められる洞爺火砕流堆積物の中央粒径及び淘汰度は、Walker (1971) の $Md_{\phi} - \sigma_{\phi}$ 関係図における火砕流の範囲にプロットされる。

・R5.1.20審査会合時点において、降下火砕物由来と評価した堆積物は、幌似付近に認められる洞爺火砕流堆積物と比較して、概ね淘汰度が良い(σ_{ϕ} が低い)傾向が認められる。

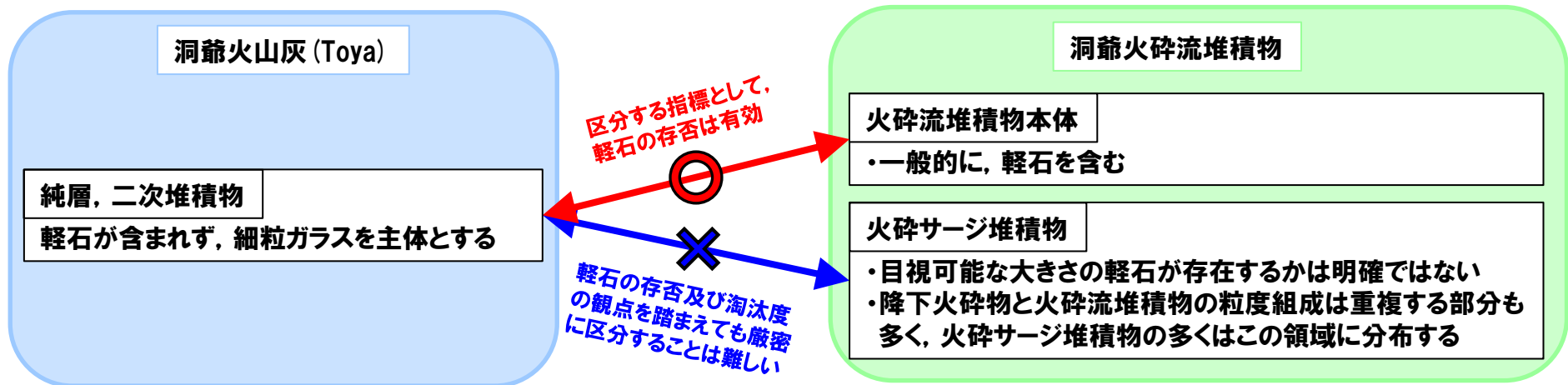
(次頁へ続く)

当社の考え方 (6/6)

(前頁からの続き)



○敷地近傍においては、洞爺火山灰 (Toya) の火山ガラスを多く含む堆積物について、目視可能な大きさの軽石が認められない場合、洞爺火砕流本体ではないとの判断は可能であるが、火砕サージ由来か降下火砕物由来かを厳密に区分することは難しい。



洞爺火山灰 (Toya) と洞爺火砕流堆積物の区分の概要