

## 参考資料

- (参考1) 噴火規模に関する参考資料
- (参考2) 給源不明の降下火砕物の特徴
- (参考3) 発電所に降下火砕物が分布する地理的領域外の火山の現在の活動状況
- (参考4) 恐山・八甲田山の現在の活動状況
- (参考5) 降下火砕物シミュレーションコード「Tephra2」の概要
- (参考6) 国内における水蒸気噴火の事例
- (参考7) WPの降下火砕物シミュレーションに使用するパラメータに関する検討
- (参考8) 十和田火山防災協議会による火山災害想定影響範囲の検討

余白

(参考1) 噴火規模に関する参考資料

---

# (参考1) 噴火規模に関する参考資料

火山爆発指数※1	VEI1	VEI2	VEI3	VEI4	VEI5	VEI6	VEI7	VEI8
見かけの噴出量※1 (km <sup>3</sup> )	0.0001~0.001	0.001~0.01	0.01~0.1	0.1~1	1~10	10~100	100~1,000	1,000~
噴煙柱高度※1 (km)	0.1~1	1~5	3~15	10~25	25~			
噴火のタイプ※2	← ストロンボリ式 →		← →		← プリニー式 →			
	← ハワイ式 →	← ブルカノ式 →			← ウルトラプリニー式 →			
規模※1	小噴火	中噴火		大噴火	巨大噴火		破局的噴火	
頻度※1	← 高頻度				低頻度 →			
主な噴火	浅間山※3 2004年	浅間山※3 1973年	霧島新燃岳※3 2011年	桜島安永※1 1779年	St.Helens※2,※4 1980年	Pinatubo※2,※4 1991年	Tambora※2,※4 1815年	Toba※4 約7.4万年前
	有珠山※3 2000年	霧島新燃岳※3 1959年	三宅島※2 1983年	北海道駒ヶ岳 ※2,※3 1929年	桜島大正※2,※3 1914年	桜島薩摩※1 約1.3万年前	鬼界アカホヤ※1 約0.7万年前	Yellowstone※4 約210万年前
	北海道駒ヶ岳※3 1996年		有珠山※2,※3 1977-78年	浅間天明※1,※3 1783年	富士宝永※1 1707年	十和田八戸 約1.5万年前	始良Tn※1 約3万年前	
			宮後テフラ 約8万~6万年前		十和田中掬 約0.6万年前		支笏第1※1 約4.4万年前	

〔 赤字: 十和田  
青字: 恐山 〕

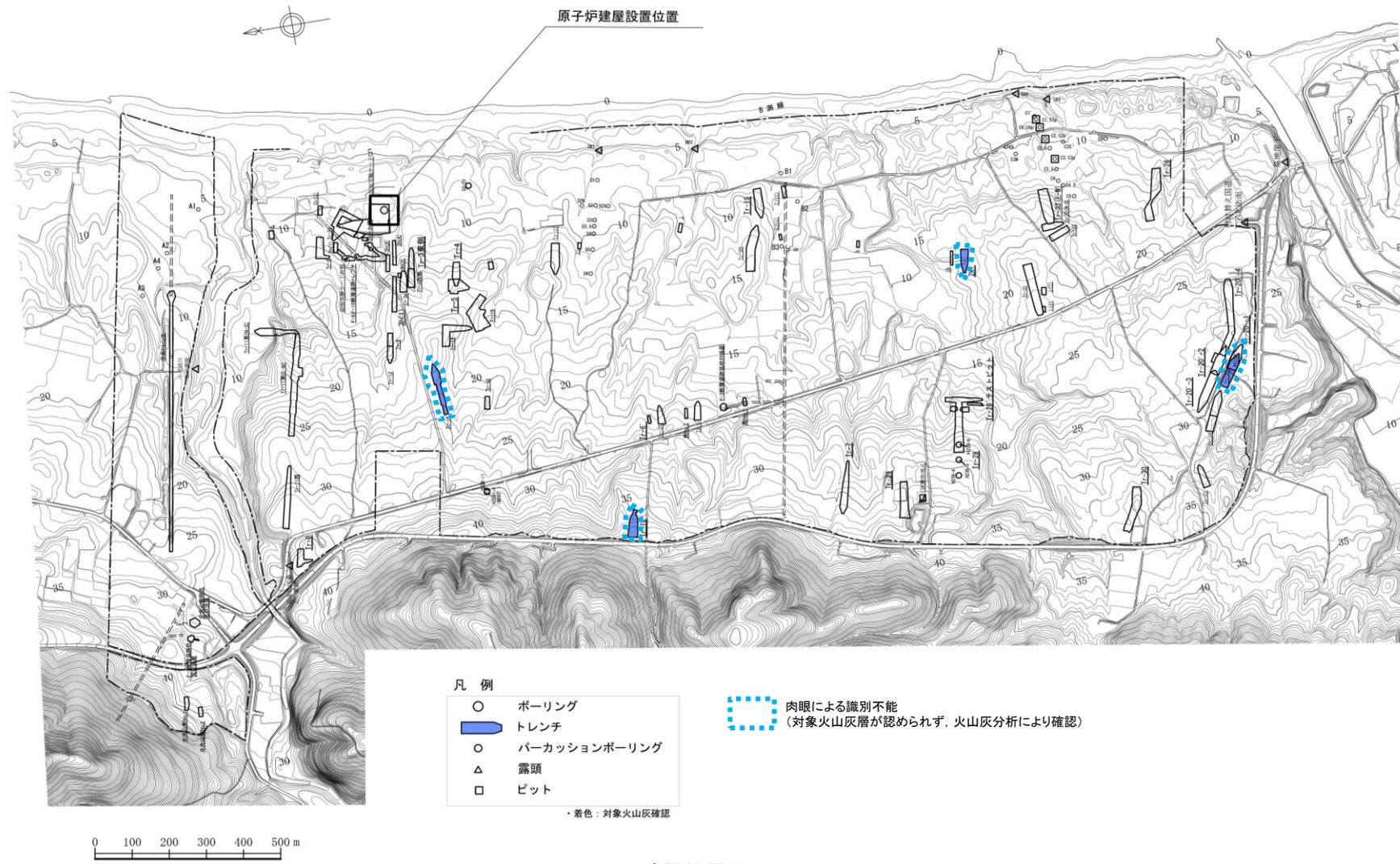
※1 町田・新井(2011)による。  
 ※2 宇井編(1997)による。  
 ※3 気象庁編(2013)による。  
 ※4 Smithsonian Institution (2013) による。

## (参考2) 給源不明の降下火砕物の特徴

---

# (参考2) 給源不明の降下火砕物の特徴【ho】

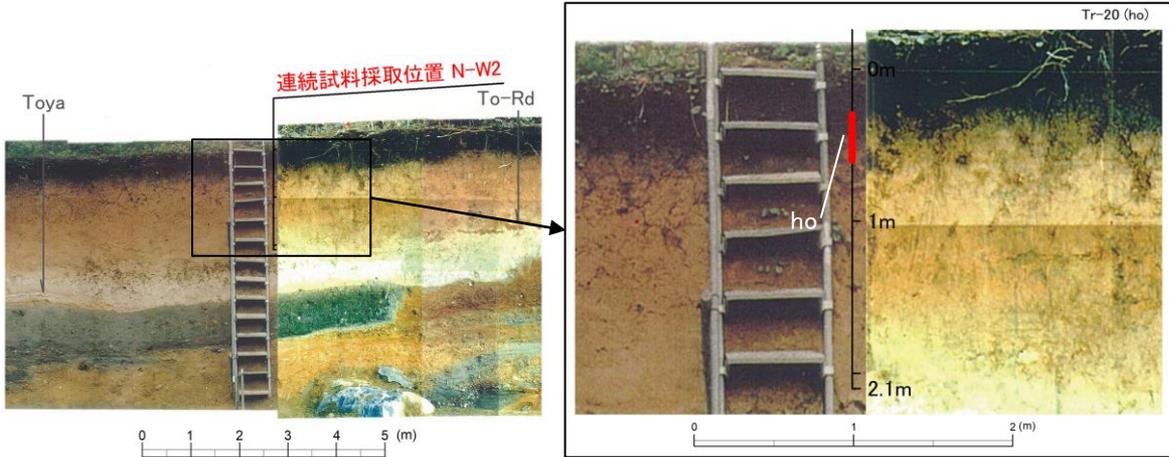
➤ hoは発電所敷地で局所的に分布しているが、確認箇所は少なくすべて肉眼識別困難である。



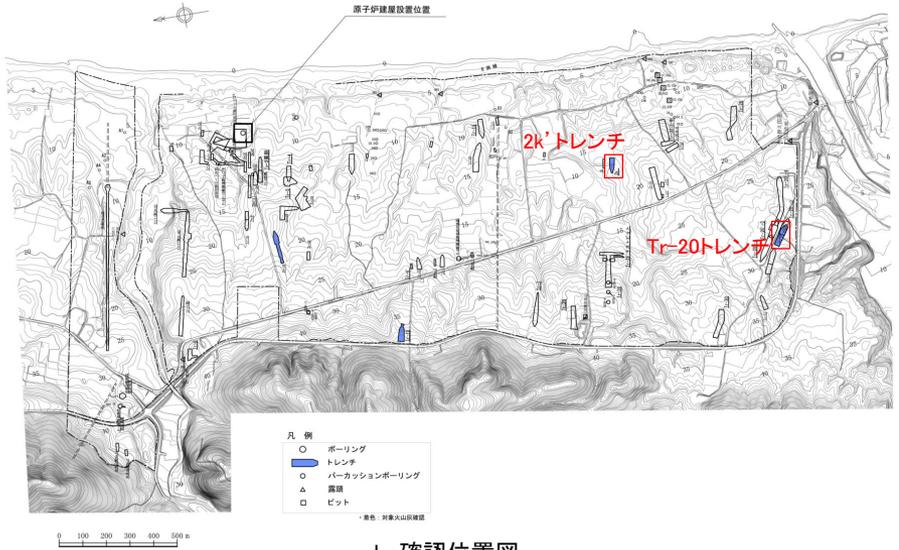
ho確認位置図

# (参考2) 給源不明の降下火砕物の特徴【ho】

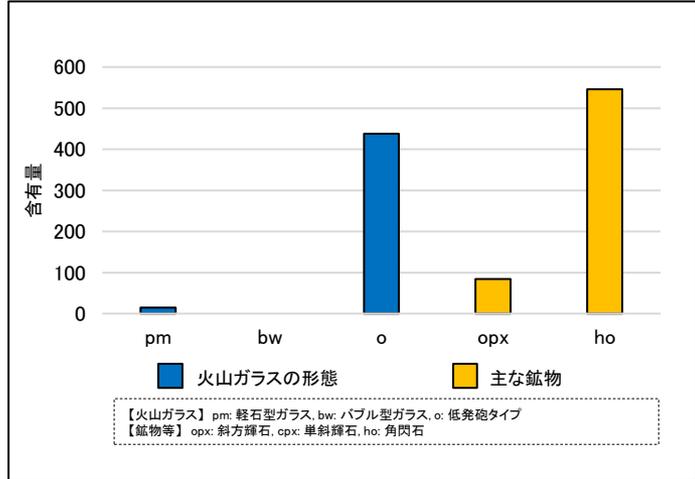
- hoは、主にローム層に認められる(写真: Tr-20トレンチ北側法面)。
- 火山灰層は認められず、肉眼での識別はできないが、当該層準のローム層を対象とした火山灰分析と層序関係から確認できる。
- 構成物は、低発泡タイプの火山ガラス、角閃石を主体とする(分析結果: 2k'トレンチ北面)。



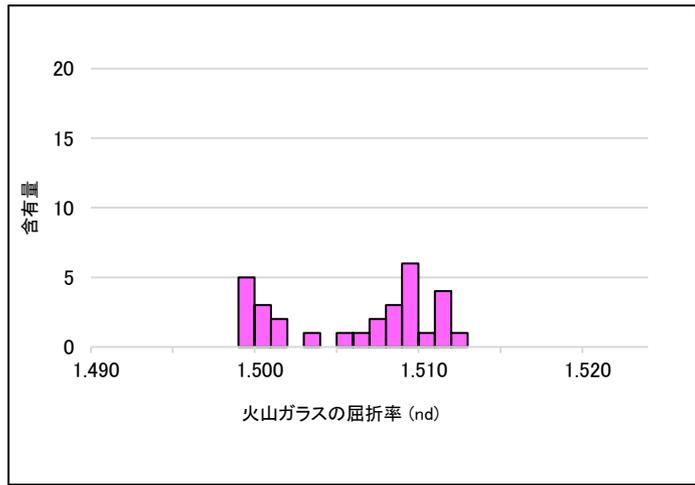
ho確認位置付近 (Tr-20トレンチ北側法面; 肉眼識別困難)



ho確認位置図



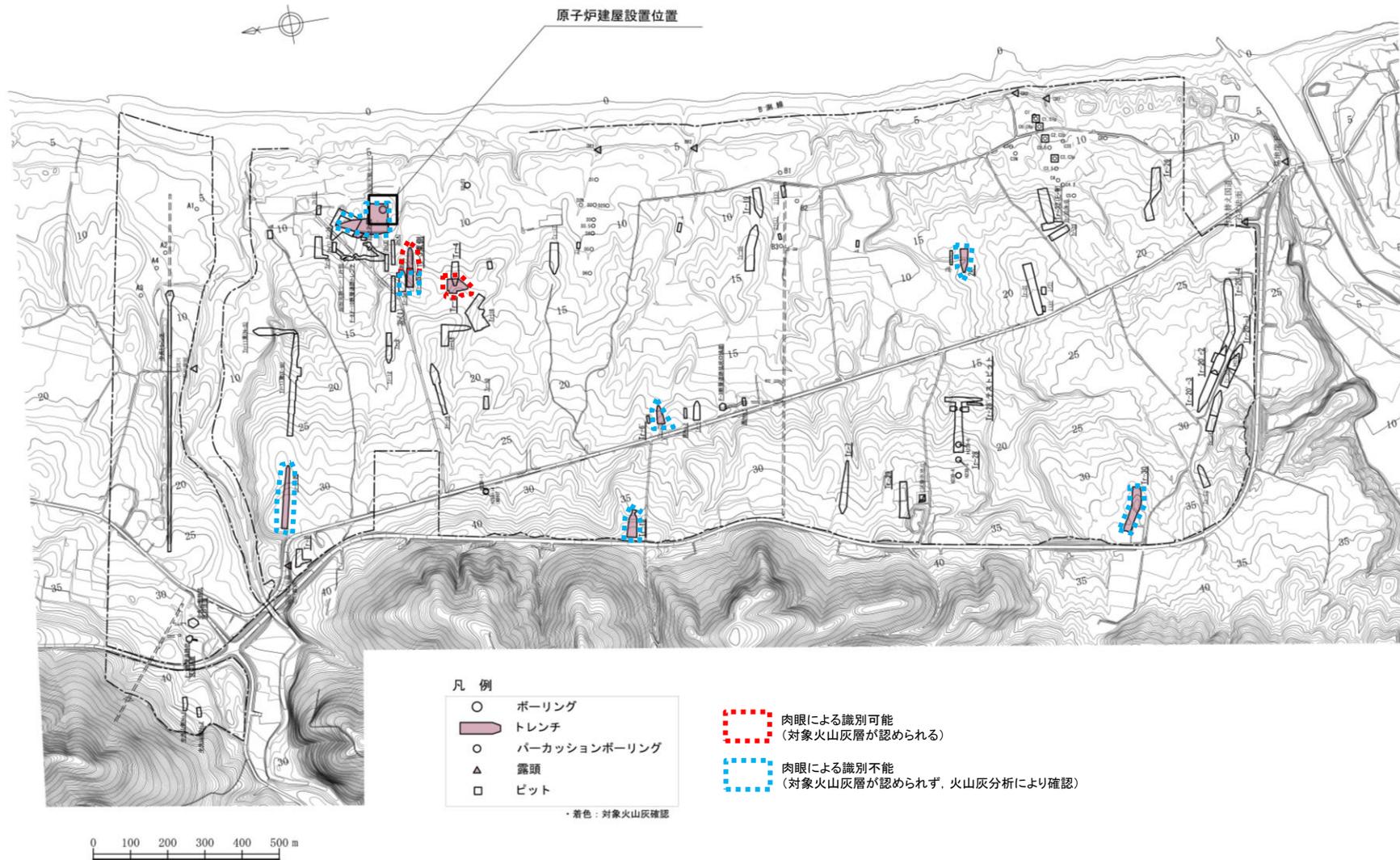
火山灰分析結果 (2k'トレンチ北面)



火山ガラス屈折率測定結果 (2k'トレンチ北面)

# (参考2) 給源不明の降下火砕物の特徴 【深浦(Fk)】

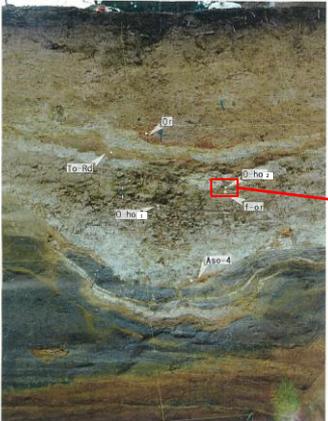
➤ 深浦は発電所敷地で局所的に分布しているが、肉眼識別困難な箇所が多い。



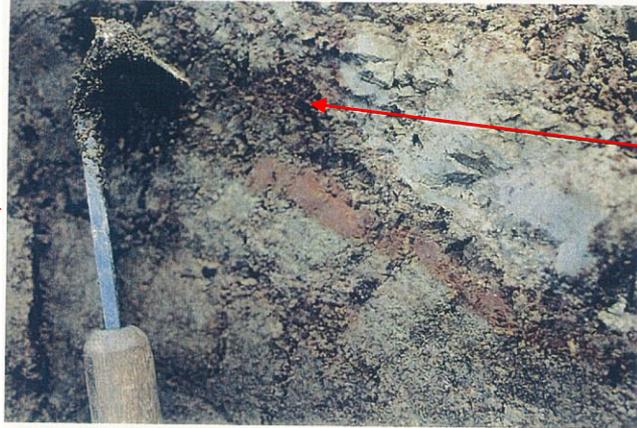
深浦確認位置図

# (参考2) 給源不明の降下火砕物の特徴 【深浦(Fk)】

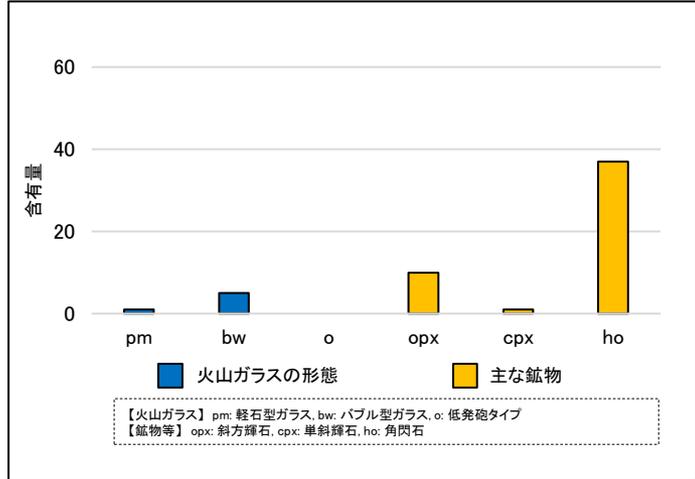
- ▶ 深浦は、主にローム層や陸成堆積物中に認められる(写真:Tr-5トレンチ)。
- ▶ 黒褐色を呈し、シルト～極細砂サイズの火山灰からなる。
- ▶ 一部ではレンズ状～塊状の堆積産状を示すが、大半は肉眼識別困難であり、連続性に乏しく層状をなす範囲が狭い。
- ▶ 火山ガラスはあまり確認されず、角閃石などの鉱物を主体とする(分析結果:Tr-27トレンチ北面)。



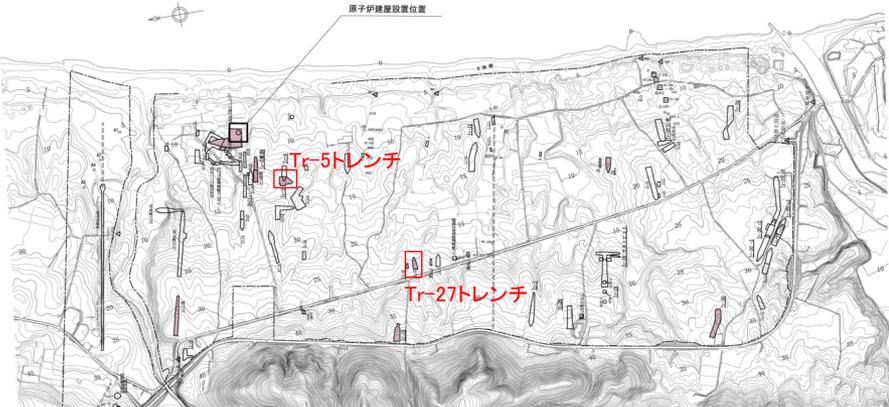
深浦分布状況(Tr-5トレンチ)



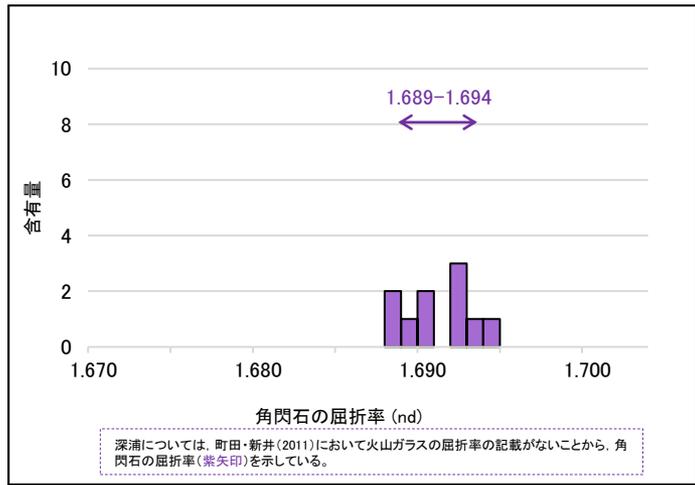
同左 拡大



火山灰分析結果(Tr-27トレンチ)



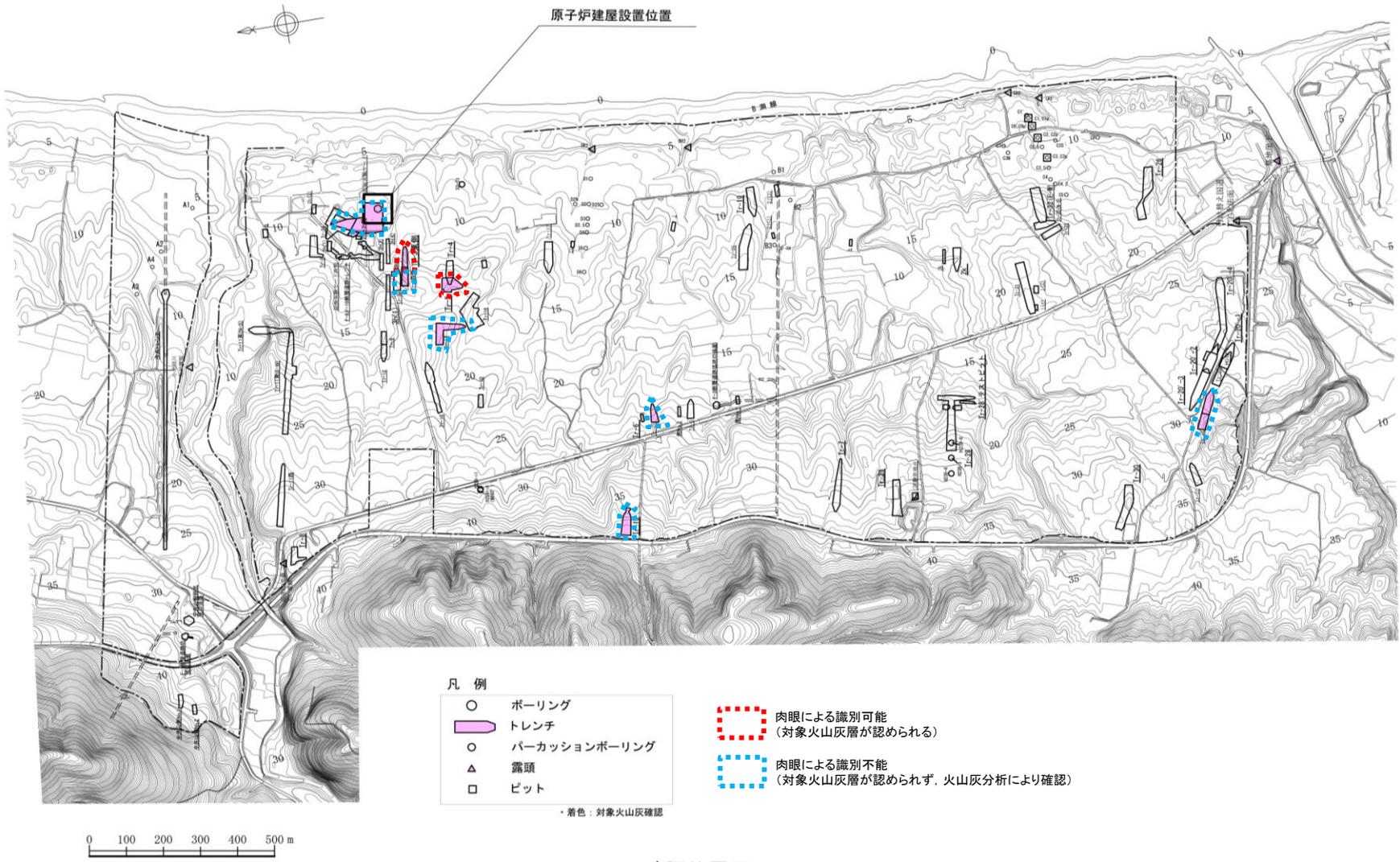
深浦確認位置図



角閃石屈折率測定結果(Tr-27トレンチ)

# (参考2) 給源不明の降下火砕物の特徴 【f-Or】

➤ f-Orは発電所敷地で局所的に分布しているが、確認箇所は少なく肉眼識別困難な箇所も多い。



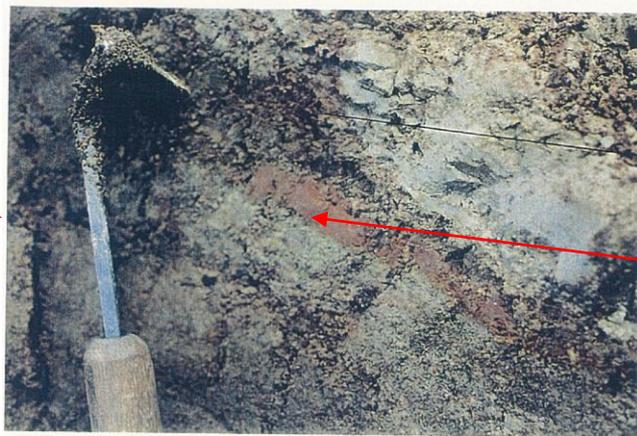
f-Or確認位置図

## (参考2) 給源不明の降下火砕物の特徴 【f-Or】

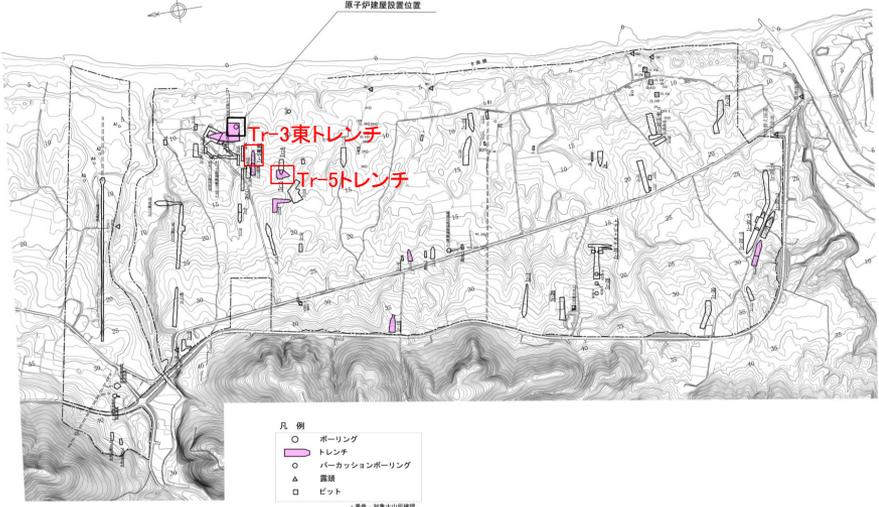
- f-Orは、主にローム層や陸成堆積物中に認められる(写真:Tr-5トレンチ)。
- 黄橙色～灰白色を呈し、シルト～極細砂サイズの火山灰からなる。
- 一部ではレンズ状～塊状の堆積産状を示すが、大半は肉眼識別困難であり、連続性に乏しく層状をなす範囲も狭い。
- 構成物は、軽石型の火山ガラスや斜方輝石と単斜輝石、角閃石などの鉱物を含む(分析結果:Tr-3東トレンチ)。



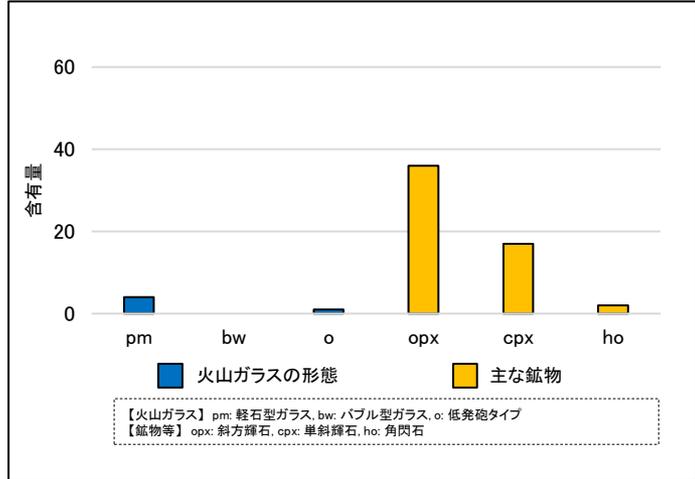
深浦分布状況(Tr-5トレンチ)



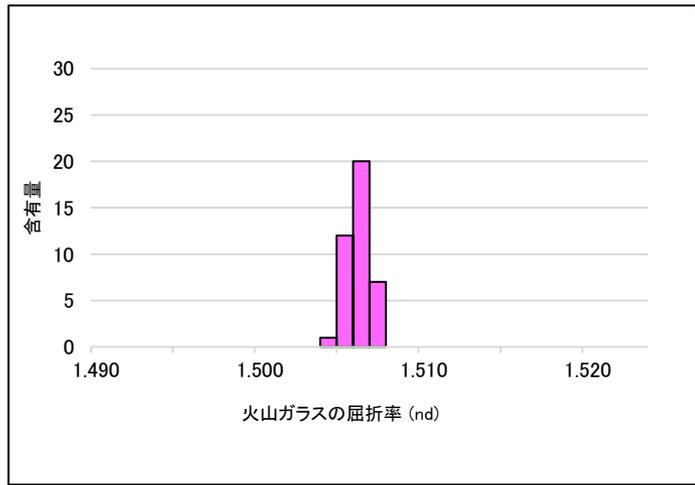
同左 拡大



f-Or確認位置図



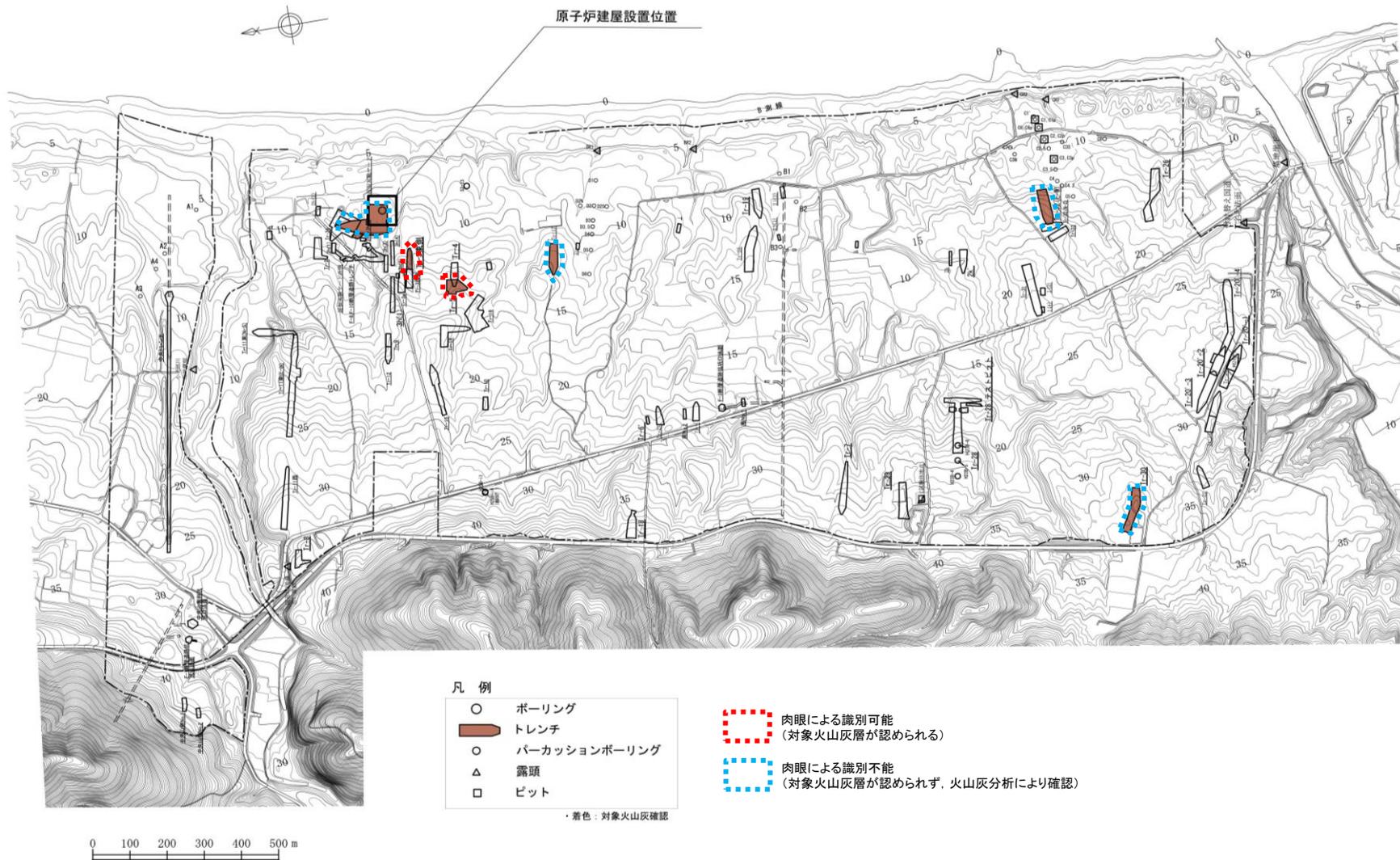
火山灰分析結果(Tr-3東トレンチ)



火山ガラス屈折率測定結果(Tr-3東トレンチ)

# (参考2) 給源不明の降下火砕物の特徴 【O-ho1】

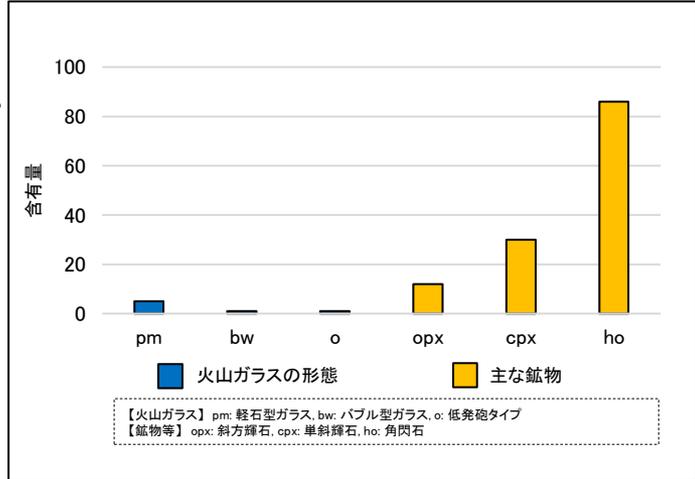
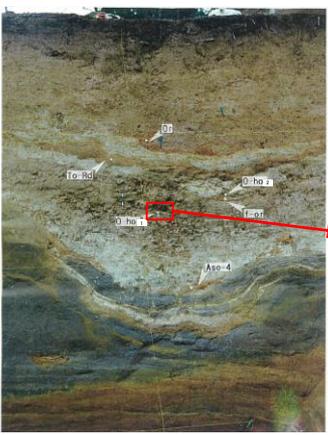
➤ O-ho1は発電所敷地で局所的に分布しているが、確認箇所は少なく肉眼識別困難な箇所も多い。



O-ho1確認位置図

# (参考2) 給源不明の降下火砕物の特徴 【O-ho1】

- O-ho1は、主にローム層や陸成堆積物中に認められる(写真:Tr-5トレンチ)。
- 黒褐色～褐色を呈し、シルト～極細砂サイズの火山灰からなる。
- 一部ではレンズ状の堆積産状を示すが、大半は肉眼識別困難であり、連続性に乏しく層状をなす範囲も狭い。
- 構成物は、角閃石を主体とし、一部斜方輝石や単斜輝石も確認される(分析結果:Tr-3東トレンチ)。



火山灰分析結果 (Tr-3東トレンチ)

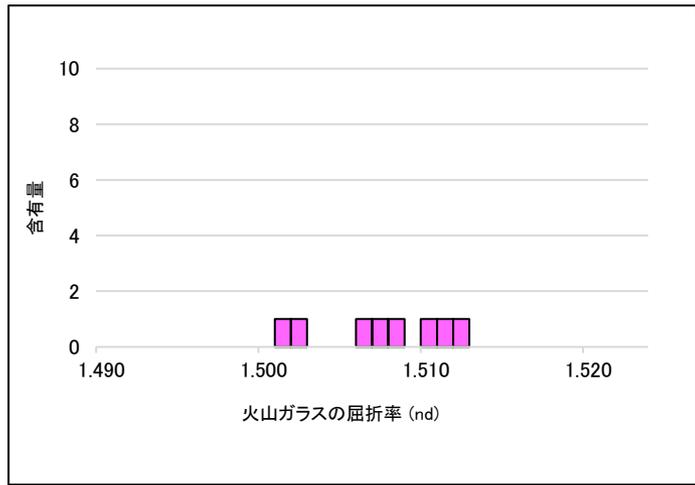
O-ho1分布状況 (Tr-5トレンチ)

同左 拡大



- 凡例
- ボーリング
  - トレンチ
  - パーカッションボーリング
  - △ 露頭
  - ビット
- ・黄色: 対象火山灰層

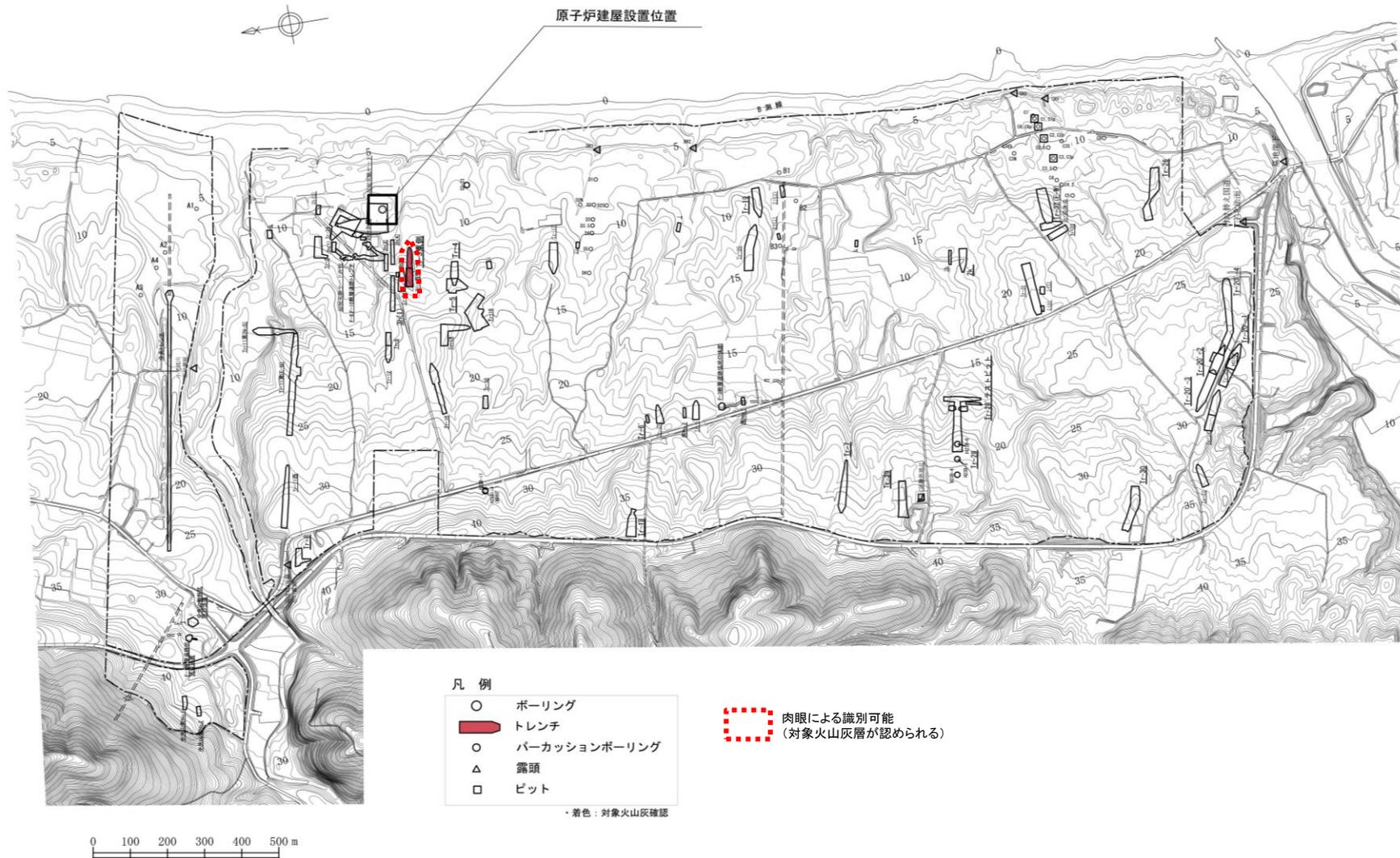
O-ho1確認位置図



火山ガラス屈折率測定結果 (Tr-3東トレンチ)

# (参考2) 給源不明の降下火砕物の特徴 【Si-py】

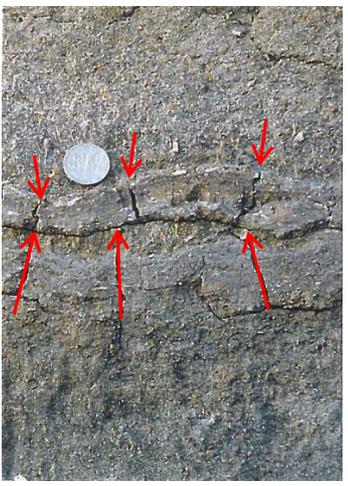
➤ Si-pyは発電所敷地で局所的に分布している。



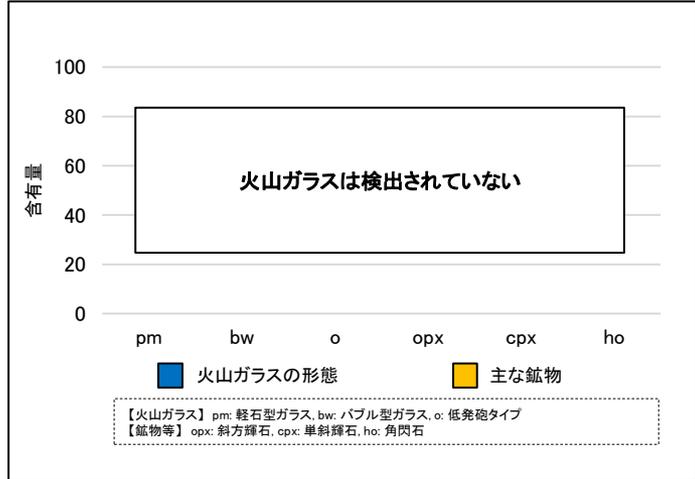
Si-py確認位置図

# (参考2) 給源不明の降下火砕物の特徴 【Si-py】

- Si-pyは、M<sub>2</sub>面段丘堆積物中に認められる(写真:Tr-3東トレンチ)。
- 黒褐色を呈し、シルト～極細砂サイズの火山灰からなる。
- Tr-3トレンチでのみ層状～レンズ状の堆積産状を示すが、他の箇所での分布はなく、連続性に乏しい。
- 構成物は、火山ガラスは検出されず、少量の斜方輝石が確認される(分析結果:Tr-3東トレンチ)。



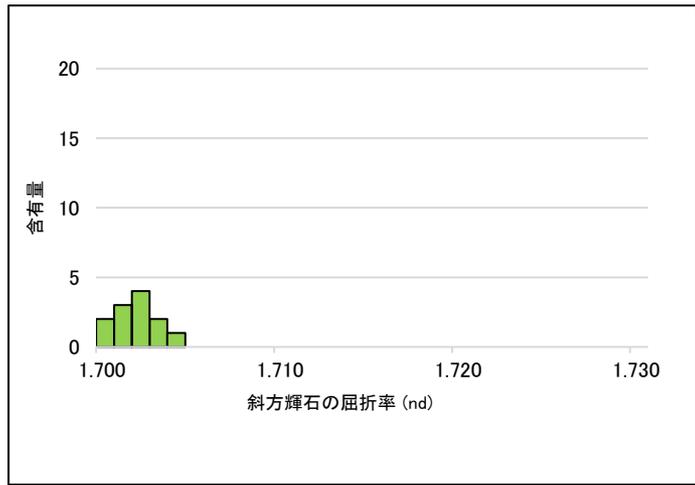
Si-py分布状況 (Tr-3東トレンチ)



火山灰分析結果(Tr-3東トレンチ)



Si-py確認位置図



斜方輝石屈折率測定結果(Tr-3東トレンチ)

余白

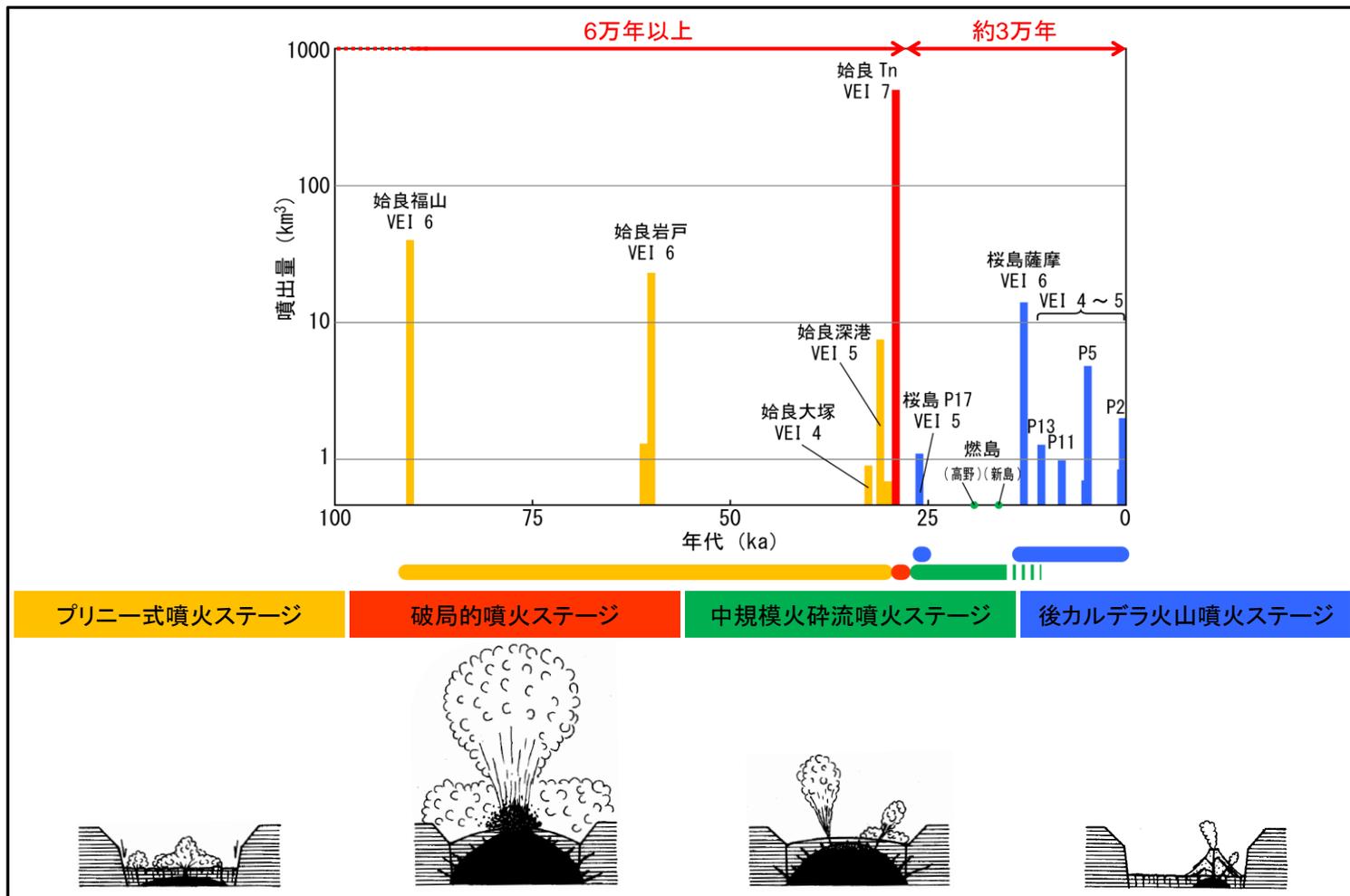
(参考3) 発電所に降下火砕物が分布する地理的領域外の火山の現在の活動状況

---

### (参考3) 発電所に降下火砕物が分布する地理的領域外の火山の現在の活動状況 【始良カルデラ】

#### 【始良カルデラの評価】

- 巨大噴火の活動間隔(6万年以上)は、最新の巨大噴火からの経過時間(約3万年)に比べて長いこと、現在、巨大噴火に先行して発生するプリニー式噴火ステージの兆候が認められないことから、巨大噴火までには十分な時間的余裕があると考えられる。
- 始良カルデラにおける現在の噴火活動は、桜島における後カルデラ火山噴火ステージと考えられる。
- したがって、始良Tnと同規模の噴火の可能性は十分小さいと考えられる。



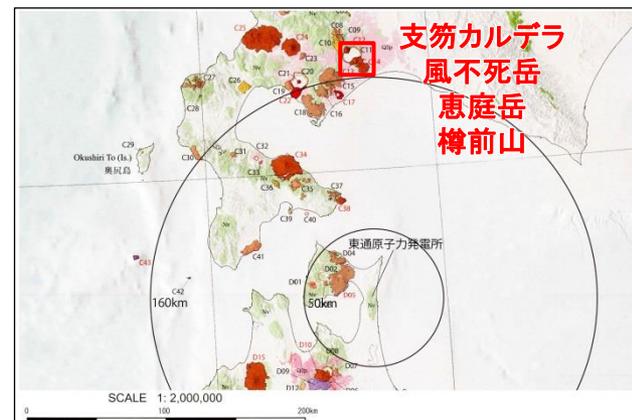
Nagaoka (1988) 及び山元 (2015) を参考に、町田・新井 (2011) に基づき作成

(参考3) 発電所に降下火砕物が分布する地理的領域外の火山の現在の活動状況 【支笏カルデラ】

支笏カルデラの概要

(中野ほか編(2013)及びそのWeb版である産総研地質調査総合センター編(2013)に基づく)

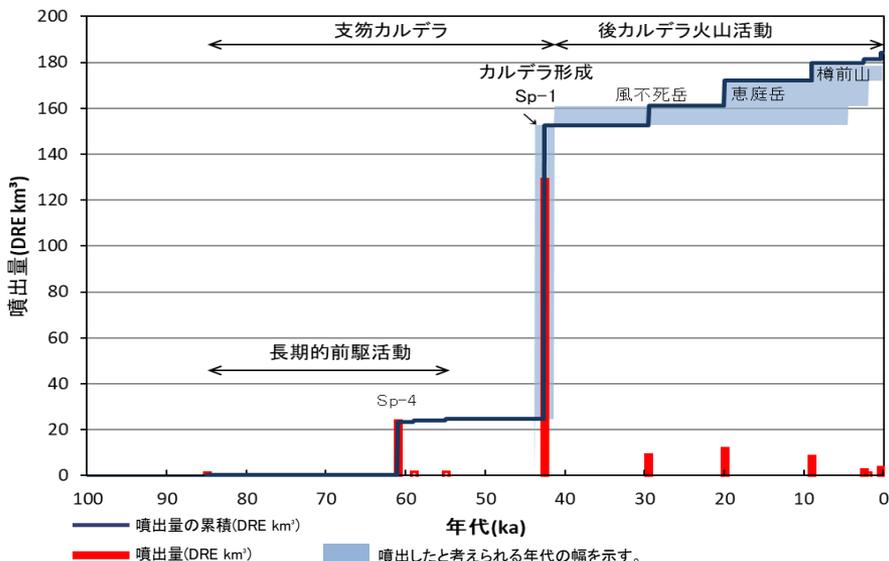
火山名	・カルデラ火山：支笏カルデラ ・後カルデラ火山：風不死岳, 恵庭岳, 樽前山
発電所からの距離	約174km(支笏カルデラ), 約170km(風不死岳), 約179km(恵庭岳), 約167km(樽前山)
火山の型式・構造	カルデラ-火砕流台地(支笏カルデラ), 複成火山, 溶岩ドーム(風不死岳), 複成火山, 火砕丘, 溶岩ドーム(恵庭岳), 火砕丘, 溶岩ドーム(樽前山)
活動年代	支笏カルデラ: 5万~4万年前にカルデラ形成。 風不死岳: 支笏カルデラ形成後に活動(4万年前以降)。大部分は恵庭火山より古い。 最新噴火: 4,600-4,500年前。 恵庭岳: 約1万5000年前にはある程度の山体が形成されていた。最新噴火: 200年前。 樽前山: 約9,000年前以降。最新噴火: 1981年。



発電所を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図(中野ほか編(2013)による)

【支笏カルデラの評価】

- 現在は後カルデラ火山の活動が継続していることから、Sp-1と同規模の噴火の可能性は十分小さいと考えられる。
- また、町田・新井(2011)によると、後カルデラ火山の活動に伴う発電所周辺における降下火砕物の分布は示されていない。



支笏カルデラ, 風不死岳, 恵庭岳, 樽前山の噴出量-年代階段ダイアグラム

支笏カルデラの活動履歴

地質時代 (ka)	活動期火山名	噴出物名	噴出量 (DRE km³)
AD.1739-1981	後カルデラ火山活動 樽前山	1981噴火, Ta-a, 溶岩ドーム等	1.85
AD.1667		Ta-b	1.1
2.5		Ta-c1~Ta-c3	1.57
9		Ta-d, 溶岩ドーム	7.68*
2-20	恵庭岳	オコタンペ湖溶岩, En-a 等	11.1
4.5-41.4	風不死岳	Fp1 (n.En-b)~Fp4 大崎集塊岩 等	8.4
41.4	カルデラ形成 前駆活動 支笏カルデラ	Sp-1	128
43.8		Sp-2	0.6
55		Sp-3	0.6
59		Sp-4	23
61		Sp-5	0.4
85			

※: Ta-d以降の溶岩ドームの体積を含む。

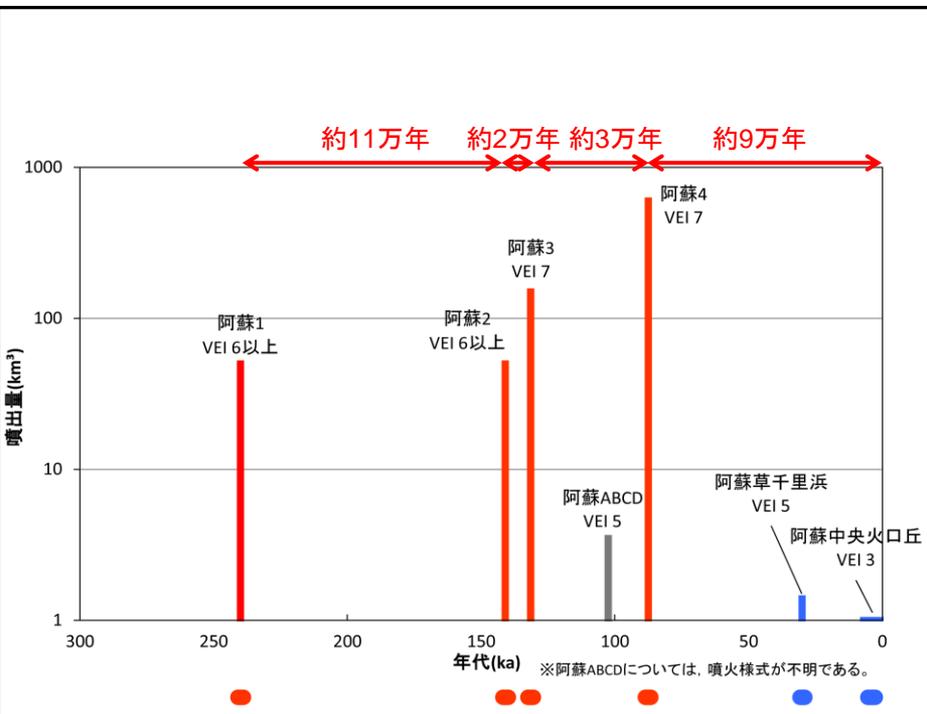
参考文献

Amma-Miyasaka et al. (2020), 第四紀火山カタログ委員会編(1999), 土井(1957), 古川ほか(2006), 古川・中川(2009), 古川・中川(2010), 許ほか(2001), 金田ほか(2020), 加藤ほか(1995), 勝井ほか(2007), 中川ほか(1994), 中川ほか(2006), 中村(1973), 産総研地質調査総合センター編(2024b), 宝田ほか(2022), 山縣(2000), 山元(2015), 山元(2016)

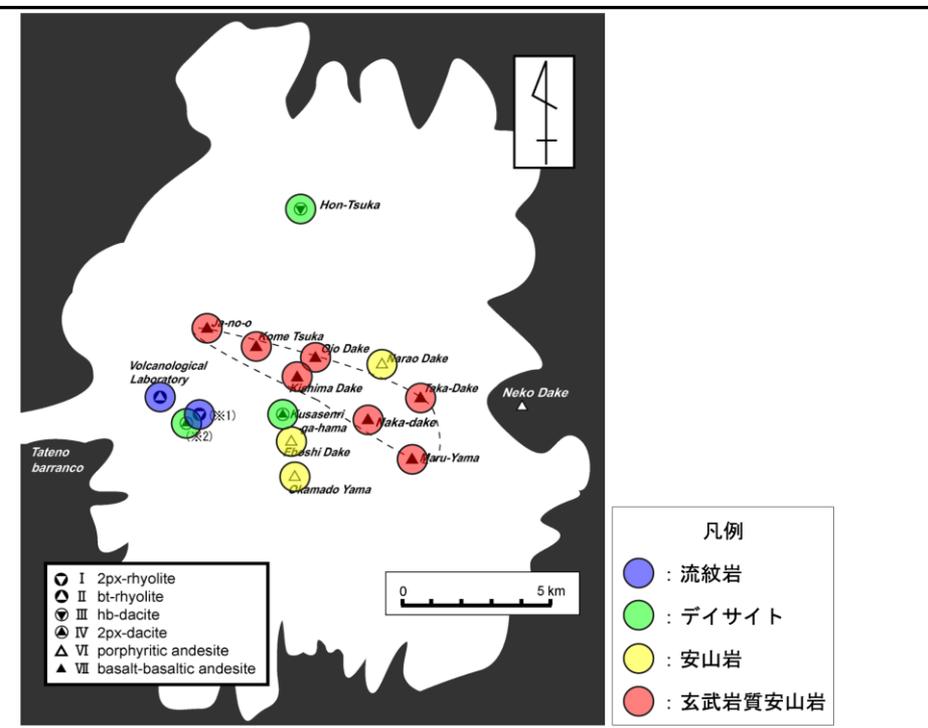
### (参考3) 発電所に降下火砕物が分布する地理的領域外の火山の現在の活動状況 【阿蘇カルデラ】

#### 【阿蘇カルデラの評価】

- 巨大噴火の最短の活動間隔(約2万年)は、最新の巨大噴火からの経過時間(約9万年)に比べて短いため、巨大噴火のマグマ溜りを形成している可能性、巨大噴火を発生させる供給系ではなくなっている可能性等が考えられる。
- 阿蘇カルデラにおける現在の噴火活動は、最新の巨大噴火以降、阿蘇山において草千里ヶ浜軽石等の多様な噴火様式の小規模噴火が発生していることから、阿蘇山における後カルデラ期の活動と考えられる。
- 苦鉄質火山噴出物及び珪長質火山噴出物の給源火口の分布から、大規模な珪長質マグマ溜りが存在する可能性は十分小さいと考えられる。
- したがって、阿蘇4と同規模の噴火の可能性は十分小さいと考えられる。



● 破局的噴火ステージ  
● 後カルデラ火山噴火ステージ

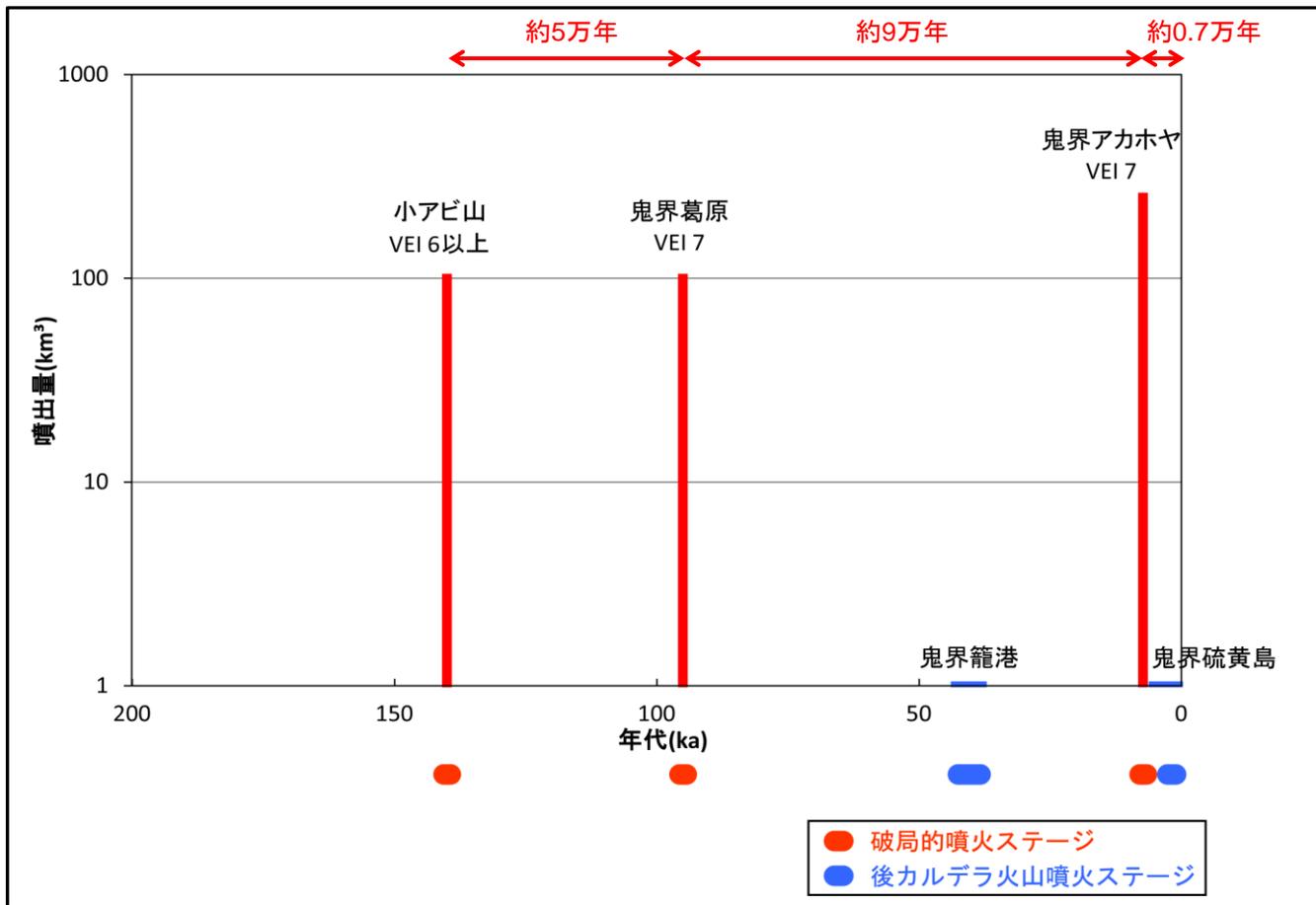


【三好ほか(2005)より抜粋】  
「カルデラ中心部で玄武岩質マグマの活動が活発であり、その周囲でより珪長質なマグマが活動しているという傾向がある。もしカルデラ直下に大規模な珪長質マグマ溜りが存在すると考えた場合、…中略…給源火口の分布とそれらの噴出物組成の関係は、中央部でより珪長質、その周囲で苦鉄質になり、阿蘇の場合とは逆になると考えられる。このことから後カルデラ期では、カルデラ形成期の単一の大規模マグマ溜りは存在しなかったと考えられる」

(参考3) 発電所に降下火砕物が分布する地理的領域外の火山の現在の活動状況 【鬼界カルデラ】

【鬼界カルデラの評価】

- 巨大噴火の最短の活動間隔(約5万年)は、最新の巨大噴火からの経過時間(約0.7万年)に比べて十分長いことから、巨大噴火までには十分な時間的余裕があると考えられる。
- 鬼界カルデラにおける現在の噴火活動は、薩摩硫黄島における後カルデラ火山噴火ステージと考えられる。
- したがって、鬼界葛原や鬼界アカホヤと同規模の噴火の可能性は十分小さいと考えられる。

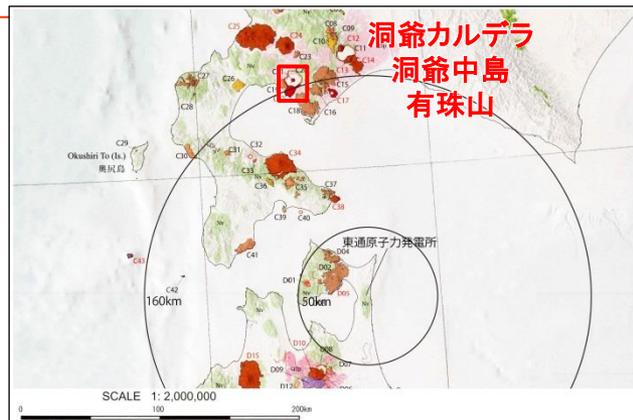


Nagaoka(1988)を参考に、町田・新井(2011)に基づき作成

(参考3) 発電所に降下火砕物が分布する地理的領域外の火山の現在の活動状況 【洞爺カルデラ】

洞爺カルデラの概要

(中野ほか編(2013)及びそのWeb版である産総研地質調査総合センター編(2013)に基づく)



発電所を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図(中野ほか編(2013)による)

洞爺カルデラの活動履歴

地質時代 (ka)	活動期火山名	噴出物名	噴出量 (DRE km <sup>3</sup> )
AD.2000	後カルデラ火山 有珠山	Us-2000 降下軽石・火山灰 潜在ドーム	0.0006※2
AD.1977-1978		Us-1977, Us-1978降下火砕物 有珠新山潜在ドーム	0.054※2
AD.1943-1945		Us-I a 降下火山灰 昭和新山溶岩ドーム	0.0006※2
AD.1910		Us-II a 降下火山灰 明治新山潜在ドーム	0.0018※2
AD.1853		嘉永火砕流・Us-III a 大有珠溶岩ドーム	0.2148※2
AD.1822		文政火砕流・Us-IV a 小有珠溶岩ドーム	0.2112※2
AD.1769		明和火砕流・Us-V a オガリ山潜在ドーム	0.0804※2
		先明和火砕物 先小有珠溶岩ドーム	0.0006※2
AD.1663		Us-b 降下軽石 等	1.596
8-		Pre-historical stage	有珠外輪山溶岩・テフラ ドンコロ山スコリア丘
18-19	洞爺中島	有珠上長和テフラ (Us-Ka)	0.07
30-48		東山ドーム, 東山火砕丘 等	15.15
48		中島長流川テフラ (Nj-Os)	0.11
106	カルデラ形成 洞爺カルデラ	洞爺火砕流	140
112		洞爺火山灰※1 Tp (Toya)	
120		長期的前駆活動	
125		長流川火砕流 (Osr)	-

※1 洞爺火山灰について:設置変更許可申請時は地質調査及び文献調査から、洞爺火山灰を発電所に到達した最大層厚(30cm)の降下火砕物と考え、発電所における層厚を30cmとしていたが、現状において洞爺火山灰と同規模の噴火の可能性は十分小さいと考えられることから、評価対象外とした。

※2 火砕物のみの体積。 ※3 先明和噴火以降の溶岩ドームの体積を含む。

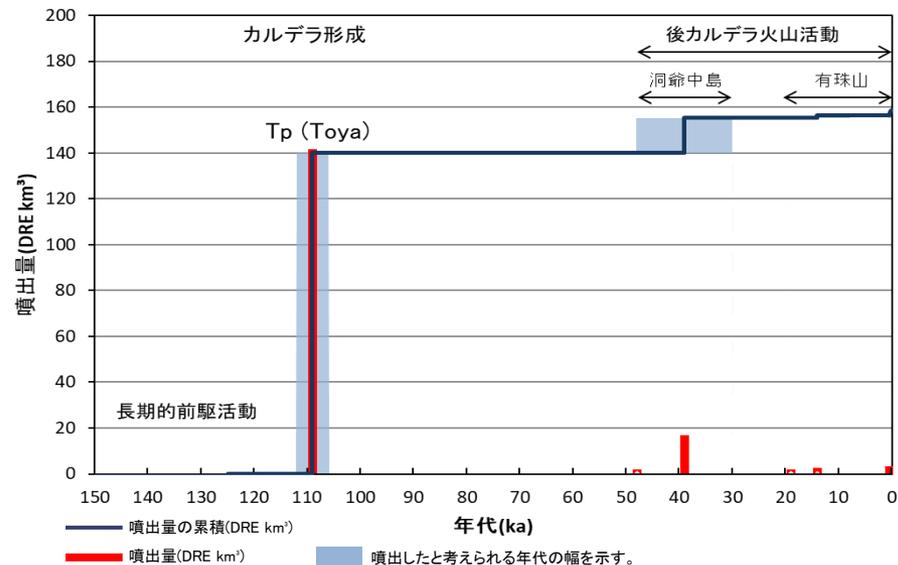
参考文献

Amma-Miyasaka et al. (2020), 第四紀火山カタログ委員会編(1999), 藤根ほか(2016), Goto and Johmori (2014), Goto et al. (2013b), Goto et al. (2015a), Goto et al. (2018), Goto et al. (2019), 後藤ほか(2021), 早川(2008), 金田ほか(2020), 町田・新井(2011), 松本・中川(2006), 松本・中川(2011), Matsumoto and Nakagawa (2019), Miyabuchi et al. (2014), 中川(1998), 中川ほか(2005), Nakagawa et al. (2022), Niki et al. (2022), Oba (1966), 大場・近堂(1964), 奥村・寒川(1984), 産総研地質調査総合センター編(2021), 産総研地質調査総合センター編(2024b), 曾屋ほか(2007), 高島ほか(1992), 宝田(2019), 宝田ほか(2018), 東宮・後藤(2014), 東宮・宮城(2020), 宇井(2017), 山縣・町田(1996), 山元(2015)

火山名	・カルデラ火山 : 洞爺カルデラ ・後カルデラ火山 : 洞爺中島, 有珠山
発電所からの距離	約163km(洞爺カルデラ), 約164km(洞爺中島), 約158km(有珠山)
火山の型式・構造	カルデラ-火砕流台地(洞爺カルデラ), 溶岩ドーム(洞爺中島), 複成火山, 溶岩ドーム(有珠山)
活動年代	洞爺カルデラ: 約14万年前にカルデラ形成。 洞爺中島: 4万~3万年前。 有珠山: 2万ないし1.5万年前に活動開始。最新噴火: 2000年。

【洞爺カルデラの評価】

- 現在は後カルデラ火山の活動が継続していることから、洞爺火山灰(Tp)と同規模の噴火の可能性は十分小さいと考えられる。
- また、町田・新井(2011)によると、後カルデラ火山の活動に伴う発電所周辺における降下火砕物の分布は示されていない。



洞爺カルデラ, 洞爺中島, 有珠山の噴出量-年代階段ダイヤグラム

(参考3) 発電所に降下火砕物が分布する地理的領域外の火山の現在の活動状況 【評価結果】

➤ 降下火砕物の影響評価の対象となる噴火イベントの選定結果は下表のとおり。

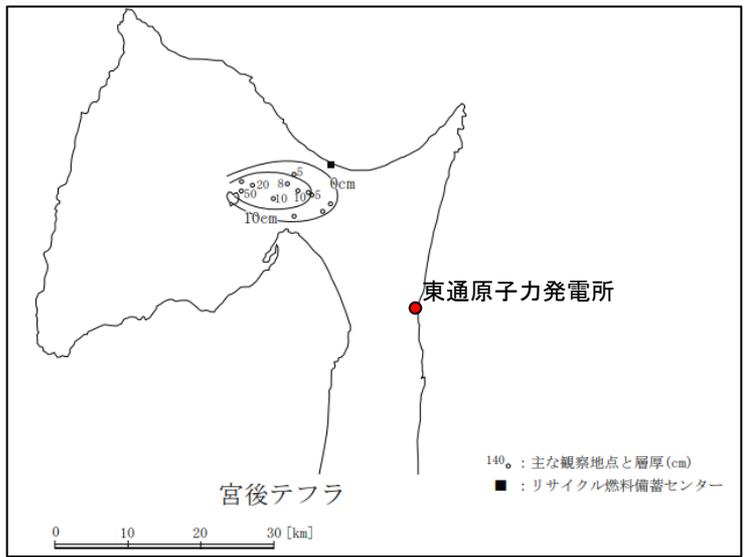
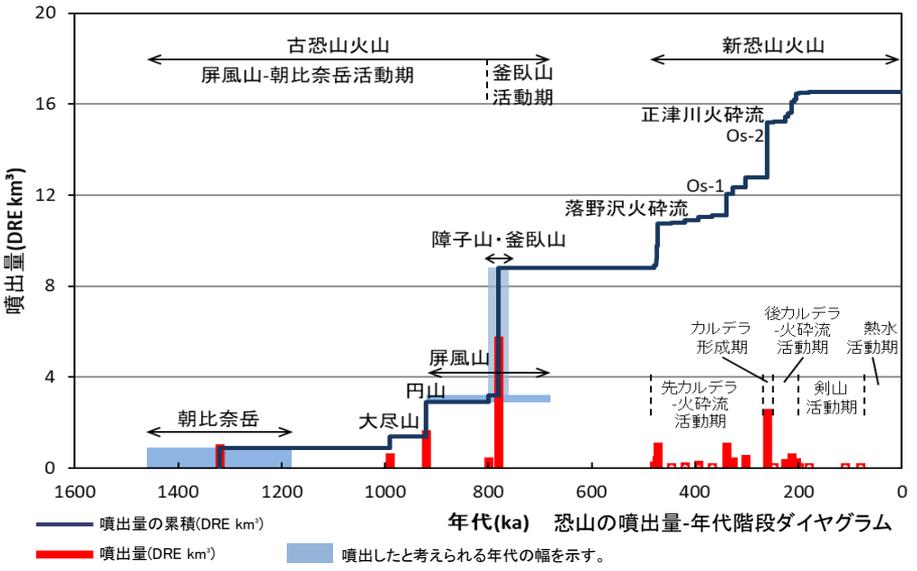
噴火イベント(対象火山)		評価方針
発電所において 降下火砕物の分布が 確認されている火山	白頭山苦小牧(白頭山)	評価対象として選定。
	始良Tn(始良カルデラ) 支笏第1(支笏カルデラ) 鬼界葛原(鬼界カルデラ) 阿蘇4(阿蘇カルデラ) 洞爺(洞爺カルデラ)	いずれの火山についても現在は後カルデラ期であり、同規模の噴火の可能性は十分小さいと考えられることから評価の対象外とした。

余白

## (参考4) 恐山・八甲田山の現在の活動状況

---

# (参考4) 恐山・八甲田山の現在の活動状況(恐山)



宮後テフラの分布(リサイクル燃料貯蔵株式会社(2020)に一部加筆)

## 恐山の活動履歴

地質時代 (ka)	活動期火山名	噴出物名	噴出量 (DRE km <sup>3</sup> )
新恐山火山	熱水活動期	鬼石テフラ	—
		宮後テフラ	—
	剣山活動期	剣山・地藏山溶岩ドーム, 北鶏頭山溶岩ドーム, 南鶏頭山溶岩ドーム, 火砕丘	0.1
	後カルデラ-火砕流活動期	Os-3~6, 関根第1・2火砕流, 二又沢火砕流	1.26
	カルデラ形成期	正津川火砕流, Os-2	2.43
	先カルデラ-火砕流活動期	出戸川第2・3火砕流	0.72
		Os-1	0.94
		Os-De1u, 出戸川第1, 1'火砕流, Os-Otu	0.36
		落野沢火砕流 (Os-OT)	0.96
	474-480		高野川火砕流, 八木沢川火砕流 等
古恐山火山	釜臥山活動期	障子山・釜臥山	5.6
	屏風山・朝比奈岳活動期	屏風山	0.3
		円山	1.5
		大尽山	0.5
		朝比奈岳	0.9

参考文献  
 荒川ほか(2008), 伴ほか(1992), 第四紀火山カタログ委員会編(1999), Imai and Shimokawa (1988), 小林ほか(2011), 小林・水上(2012), 桑原(2006), 桑原・山崎(2001), Matsu'ura and Komatsubara (2017), 岡島ほか(2008), 通商産業省資源エネルギー庁(1994), Umeda et al. (2013), 山元(2015)

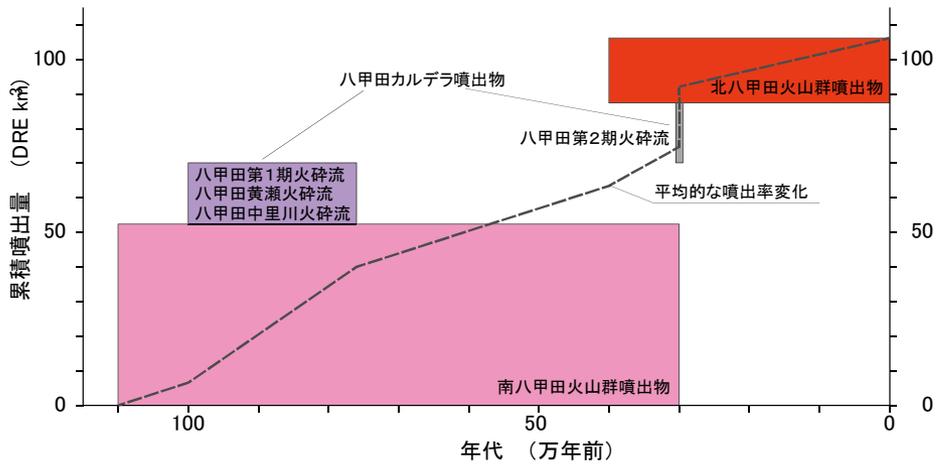
**【現在の恐山の活動状況】**

- 恐山は、古恐山火山の活動(約146万年前～約68万年前)と現在の宇曽利カルデラを中心とする新恐山火山の活動(約48万年前以降)に大別され、その間に20万年程度の休止期間が存在している。
- 新恐山火山では、約48万年前～約8万年前の期間はマグマ活動であり、8万年前～現在までの期間では熱水活動が継続している。
- 熱水活動期における最大規模の噴火は水蒸気噴火である宮後テフラ(等層厚線図とHayakawa(1985)の経験式によるみかけ体積 $7.13 \times 10^{-2} \text{km}^3$ )である。

# (参考4) 恐山・八甲田山の現在の活動状況(八甲田山)

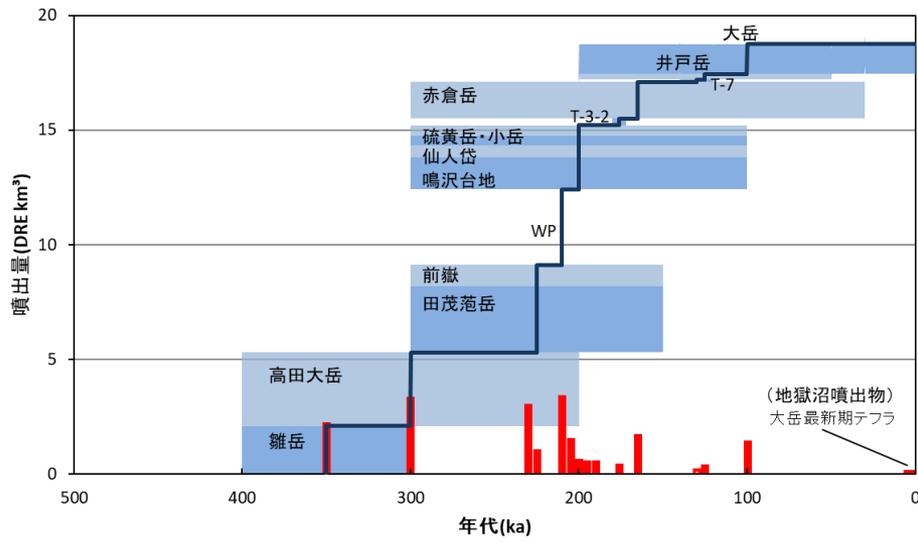
➤ 発電所に近く、噴火規模の大きい火山である八甲田山(南八甲田火山群, 八甲田カルデラ, 北八甲田火山群)について、現在の活動状況の検証を実施した。

- 八甲田山の活動は、南八甲田火山群, 八甲田カルデラ, 北八甲田火山群の活動に区分され、南八甲田火山群は八甲田カルデラの先カルデラ火山, 北八甲田火山群は八甲田カルデラの後カルデラ火山であり、約110万年前に開始したとされる。
- 八甲田山は、南八甲田火山群及び八甲田カルデラの活動後、最近30万年間では、北八甲田火山群のみの活動が継続している。
- 後カルデラ期における最大規模の噴火は北八甲田火山群のWPである。
- カルデラ形成を伴う巨大噴火が差し迫っていることを示す知見は無い。



八甲田カルデラ・北八甲田火山群・南八甲田火山群の噴出量-階段ダイヤグラム

南八甲田火山群の年代は宝田・村岡(2004), 噴出量はUmeda et al. (2013), 八甲田カルデラの年代は工藤ほか(2006), 工藤ほか(2011a), 工藤ほか(2019), 噴出量はUmeda et al. (2013), 北八甲田火山群の年代及び噴出量は工藤ほか(2003), 工藤ほか(2004)を参考に東北電力が作成した。



北八甲田火山群の噴出量-年代階段ダイヤグラム

北八甲田火山群の噴出量-年代階段ダイヤグラムは、工藤ほか(2004), 宝田・村岡(2004)等の文献調査の結果を基に東北電力が独自に作成したものである。

余白

(参考5) 降下火砕物シミュレーションコード「Tephra2」の概要

---

# (参考5) 降下火砕物シミュレーションコード「Tephra2」の概要

- 「Tephra2」は移流拡散モデルを用いた降下火砕物シミュレーションプログラムであり、火山灰の降灰範囲の予測や既往噴火の降灰状況の復元を目的として利用されている。
- 移流拡散モデルとは火山灰の挙動を、重力による落下、風による移動(移流)及び空中で火山灰が自発的に散らばる現象(拡散)で計算するものである。
- 風は高度毎に水平な一方向に吹くものとされ、拡散も水平方向のみが考慮されている。
- 火山灰は火口上に仮定された均質な噴煙柱から放出される。

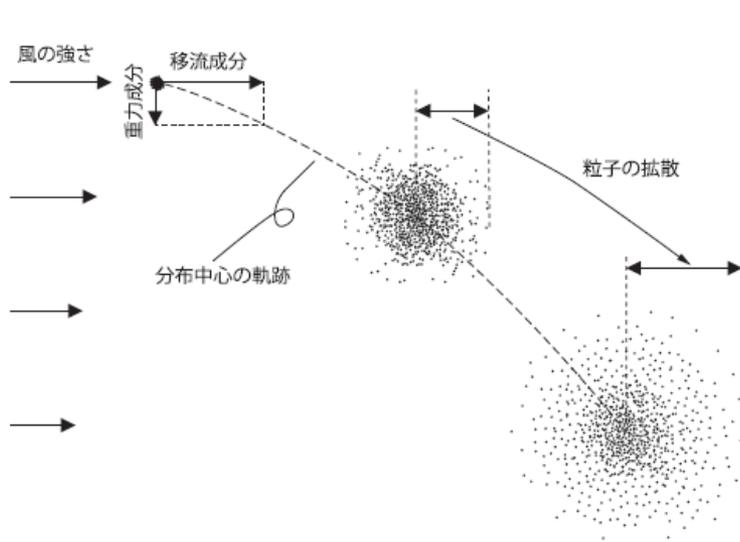


図1 移流拡散モデルの概念図

粒子の分布中心の軌跡は、重力による落下と風による移流によって決まる。粒子の一群は時間0の時に点で表されるが、時間の経過とともに拡がっていく。

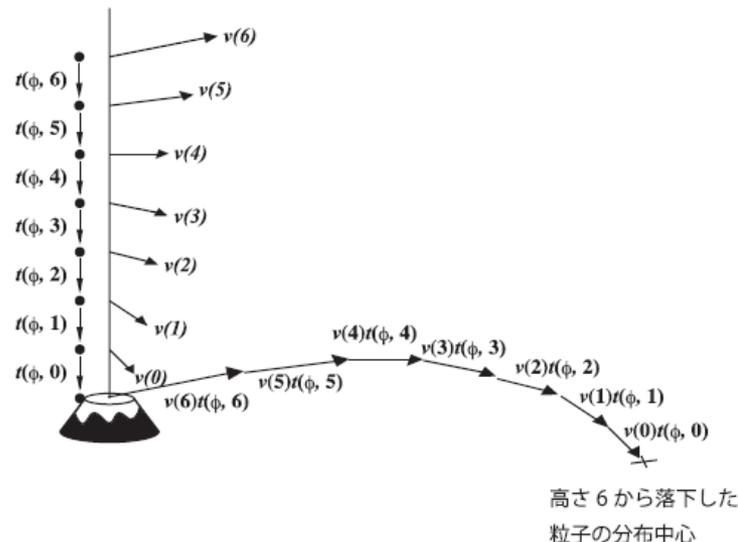


図3 移流の概念図

火口直上の風が、高さ0から6までそれぞれベクトル  $v(0) \sim v(6)$  で表されるとする。各高さ区間  $n$  を落下する間に粒子が流されるベクトルは  $v(n) t(\phi, n)$  で表されるので、高さ6から放出される粒子はこれら全ての積算が分布の中心のベクトルとなる。

萬年(2013)によるTephra2及び移流拡散モデルの概念図

(参考6) 国内における水蒸気噴火の事例

---

# (参考6) 国内における水蒸気噴火の事例

国内における水蒸気噴火の事例から、水蒸気噴火の最大規模はVEI3である。

火山名	噴火年(西暦)	噴火イベント	降下火砕物のみかけ体積	規模 (VEI)	火山名	噴火年(西暦)	噴火イベント	降下火砕物のみかけ体積	規模 (VEI)
草津白根山	2018	2018年噴火	$3.4 \times 10^{-5} \sim 4.9 \times 10^{-5} \text{ km}^3$ ※1	1 ※1	硫黄島	1967	1967年噴火	$1.0 \times 10^{-4} \text{ km}^3$	1
箱根山	2015	2015年噴火	$4.0 \times 10^{-8} \sim 1.3 \times 10^{-7} \text{ km}^3$ ※2	0 ★	阿蘇山	1963	1963年噴火	$1.8 \times 10^{-5} \text{ km}^3$	1
御嶽山	2014	2014年噴火	$1.2 \times 10^{-3} \text{ km}^3$	2	焼岳	1962 - 1963	1962-63年噴火	$1.0 \times 10^{-3} \text{ km}^3$	2
雌阿寒岳	2008	2008年噴火	$1.2 \times 10^{-5} \text{ km}^3$	1	霧島山	1959	1959年噴火(新燃岳)	$8.8 \times 10^{-3} \text{ km}^3$ , $2.3 \times 10^{-2} \text{ km}^3$ ※3	2.3 ★
霧島山	2008	2008年噴火(新燃岳)	$2.0 \times 10^{-4} \text{ km}^3$	1	硫黄島	1957	1957年噴火	$7.6 \times 10^{-6} \text{ km}^3$	0
阿蘇山	2006	2006年噴火	$1.0 \times 10^{-8} \text{ km}^3$	0	雌阿寒岳	1956	1956年噴火	$1.1 \times 10^{-4} \text{ km}^3$	1
雌阿寒岳	2006	2006年噴火	$9.0 \times 10^{-6} \text{ km}^3$	0	雌阿寒岳	1955	1955年噴火	$3.2 \times 10^{-5} \text{ km}^3$	1
浅間山	2003	2003年噴火	$3.8 \times 10^{-7} \text{ km}^3$	0	秋田焼山	1949	1949年噴火	$3.0 \times 10^{-4} \text{ km}^3$	1
北海道駒ヶ岳	2000	2000年噴火	$1.0 \times 10^{-4} \text{ km}^3$	1	栗駒山	1944	1944年噴火	$3.0 \times 10^{-5} \text{ km}^3$	1
北海道駒ヶ岳	1998	1998年噴火	$5.0 \times 10^{-5} \text{ km}^3$	1	蔵王山	1940	1940年噴火	$1.0 \times 10^{-4} \text{ km}^3$	1
新潟焼山	1997 - 1998	1997-98年噴火	$1.0 \times 10^{-5} \text{ km}^3$	1	草津白根山	1937 - 1939	1937-39年噴火	$5.0 \times 10^{-3} \text{ km}^3$	2
秋田焼山	1997	1997年噴火(秋田焼山)	$3.0 \times 10^{-6} \text{ km}^3$	0	知床硫黄山	1935 - 1936	1935-36年噴火	$1.0 \times 10^{-4} \text{ km}^3$	1 ★
秋田焼山	1997	1997年噴火(澄川温泉)	$1.5 \times 10^{-7} \text{ km}^3$	0	草津白根山	1932	1932年噴火	$1.6 \times 10^{-5} \text{ km}^3$	1
北海道駒ヶ岳	1996	1996年噴火	$1.0 \times 10^{-4} \text{ km}^3$	1	草津白根山	1925	1925年噴火	$3.0 \times 10^{-3} \text{ km}^3$	2
雌阿寒岳	1996	1996年噴火	$3.6 \times 10^{-5} \text{ km}^3$	1	岩手山	1919	1919年噴火	$1.0 \times 10^{-4} \text{ km}^3$	1
霧島山	1991 - 1992	1991-1992年噴火(新燃岳)	$2.5 \times 10^{-6} \text{ km}^3$	0	焼岳	1915	1915年噴火	$1.0 \times 10^{-3} \text{ km}^3$	2
御嶽山	1991	1991年噴火	$1.0 \times 10^{-6} \text{ km}^3$	0	有珠山	1910	1910年噴火	$1.2 \times 10^{-3} \text{ km}^3$	2
浅間山	1990	1990年噴火	$1.0 \times 10^{-6} \text{ km}^3$	0	草津白根山	1902	1902年噴火	$5.0 \times 10^{-4} \text{ km}^3$	1
雌阿寒岳	1988	1988年噴火	$1.0 \times 10^{-4} \text{ km}^3$	1	安達太良山	1900	1900年噴火	$2.5 \times 10^{-3} \text{ km}^3$	2
浅間山	1982 - 1983	1982-83年噴火	$2.3 \times 10^{-4} \text{ km}^3$	0.9	丸山	1898	My-a噴火	$1.0 \times 10^{-3} \text{ km}^3$	2
草津白根山	1982	1982年噴火	$6.0 \times 10^{-5} \text{ km}^3$	1	蔵王山	1895	1895年噴火-2	$5.0 \times 10^{-4} \text{ km}^3$ ★★	1
口永良部島	1980	1980年噴火	$1.0 \times 10^{-4} \text{ km}^3$	1	蔵王山	1895	1895年噴火-1	$4.0 \times 10^{-6} \text{ km}^3$	0
御嶽山	1979	1979年噴火	$5.0 \times 10^{-3} \text{ km}^3$	2	吾妻山	1893 - 1895	1893-95年噴火	$5.0 \times 10^{-4} \text{ km}^3$	1
樽前山	1978 - 1979	1978-79年噴火	$4.0 \times 10^{-5} \text{ km}^3$	1	磐梯山	1888	1888年噴火	$1.0 \times 10^{-3} \text{ km}^3$ ★★, $1.0 \times 10^{-2} \text{ km}^3$ ★★ ※4	2.3 ★
草津白根山	1976	1976年噴火	$1.6 \times 10^{-5} \text{ km}^3$	1	草津白根山	1882	1882年噴火	$5.0 \times 10^{-3} \text{ km}^3$	2
新潟焼山	1974	1974年噴火	$7.0 \times 10^{-4} \text{ km}^3$ , $2.6 \times 10^{-2} \text{ km}^3$ ※3	1.3 ★	那須岳	1881	1881年噴火	$7.0 \times 10^{-4} \text{ km}^3$	1
鳥海山	1974	1974年噴火	$1.0 \times 10^{-4} \text{ km}^3$	1	恵山	1874	Es-6噴火	$1.0 \times 10^{-4} \text{ km}^3$	1

(参照データ) 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(ver. 2.5), <https://gbank.gsj.jp/volcano/eruption/index.html>, 2024/9/13閲覧。

※1: Kametani, N., Ishizaki, Y., Yoshimoto, M., Maeno, F., Terada, A., Furukawa, R., Honda, R., Ishizuka, Y., Komori, J., Nagai, M. and Takarada, S. (2021): Total mass estimate of the January 23, 2018, phreatic eruption of Kusatsu-Shirane Volcano, central Japan. Earth Planets Space 73, 141. <https://doi.org/10.1186/s40623-021-01468-3>. →Mass:  $2.4 \times 10^4 - 3.4 \times 10^4$  (t), tephra density:  $700 \text{ kg/m}^3$  より算出

※2: 箱根山降灰合同調査班(2015): 箱根火山2015年6月29-30日噴火による降灰分布、火山噴火予知連絡会資料。→4t~130tより算出

※3: 奥野 充(1995): 降下テフラからみた水蒸気噴火の規模・頻度、金沢大学文学部地理学報告, 7, pp.1-23.

※4: Fujinawa, A., Ban, M., Ohba, T., Kontani, K., Miura, K. (2008): Characterization of low-temperature pyroclastic surges that occurred in the northeastern Japan arc during the late 19th century, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 178, 1, pp. 113-130. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2008.07.004>. → $1 \times 10^7 \text{ m}^3$  (火砕サージ含む)

★: 噴出量(噴火マグニチュード)に基づき火山爆発指数(VEI)を算出

★★: 火砕物密度流を含む噴出量

(参考7) WPの降下火砕物シミュレーションに使用するパラメータに関する検討

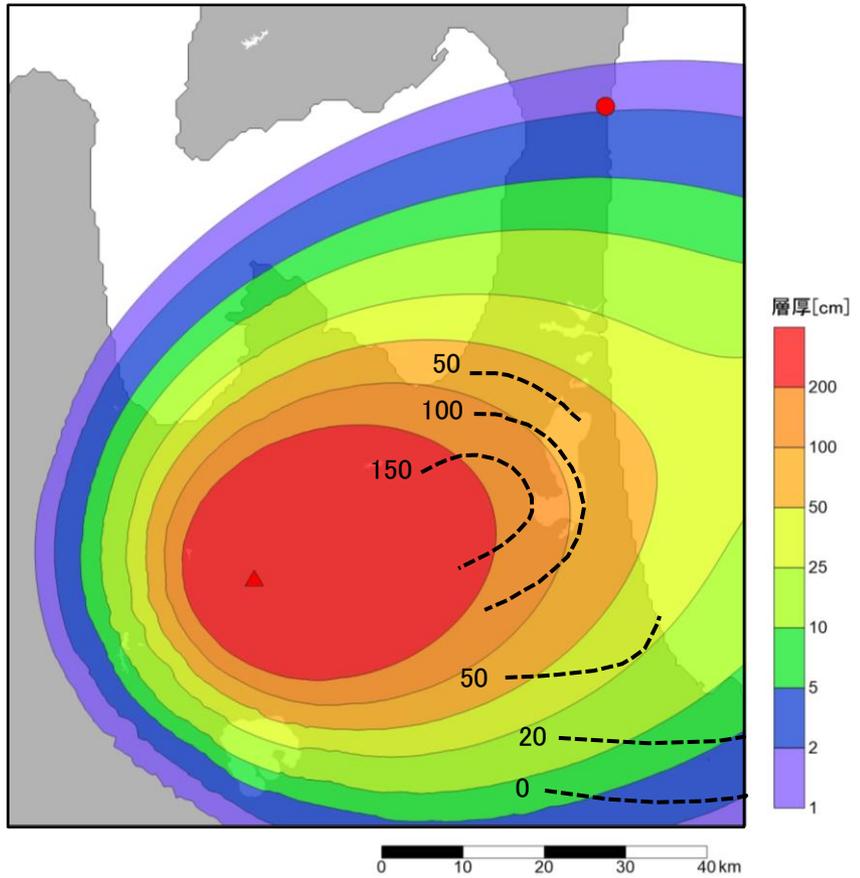
---

# (参考7) WPの降下火砕物シミュレーションに使用するパラメータに関する検討

- 日本原燃(2023)では、工藤ほか(2004)におけるWPの等層厚線図を最も再現できる入力パラメータの検証を行っている。
- このうち、工藤ほか(2004)によるWPの等層厚線図をもっともよく再現しているケースとして、以下のケースを挙げている。

項目	数値
噴煙柱高度	25 km
粒径(中央粒径)	1/2 <sup>-3</sup> mm
粒径(標準偏差)	1/2 <sup>2.5</sup> mm
拡散係数	75,000 m <sup>2</sup> /s

- 上記を踏まえ、東通原子力発電所におけるWPの降下火砕物シミュレーションにおいても上記のパラメータを使用し解析を実施した(右図)。
- 当該解析結果は工藤ほか(2004)によるWPの等層厚線図を比較的良好に再現していることを確認した。



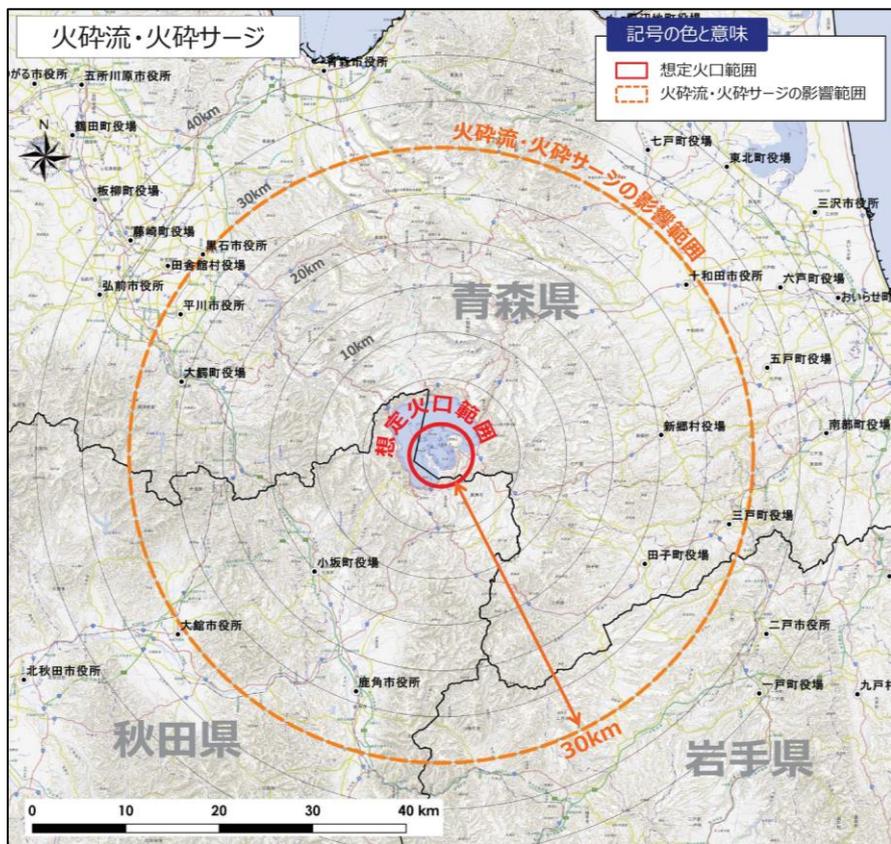
当社のシミュレーション結果と工藤ほか(2004)との比較

(参考8) 十和田火山防災協議会による火山災害想定影響範囲の検討

---

# (参考8) 十和田火山防災協議会による火山災害想定影響範囲の検討

- 十和田において想定される火山現象の状況に応じた警戒避難体制の整備を行うため、青森県、岩手県及び秋田県、並びに周辺の関係市町村が共同で十和田火山防災協議会(以下「協議会」という。)を設置しており、2018年に十和田火山災害想定影響範囲図を示した。
- 当該影響範囲図は、過去11,000年間の噴火を元に、大・中・小の噴火規模ごとに火山事象の想定影響範囲を示している。
- すべての噴火規模において、降下火砕物を除く火山事象の影響範囲には東通原子力発電所は含まれていない。



火砕流・火砕サージの想定影響範囲図



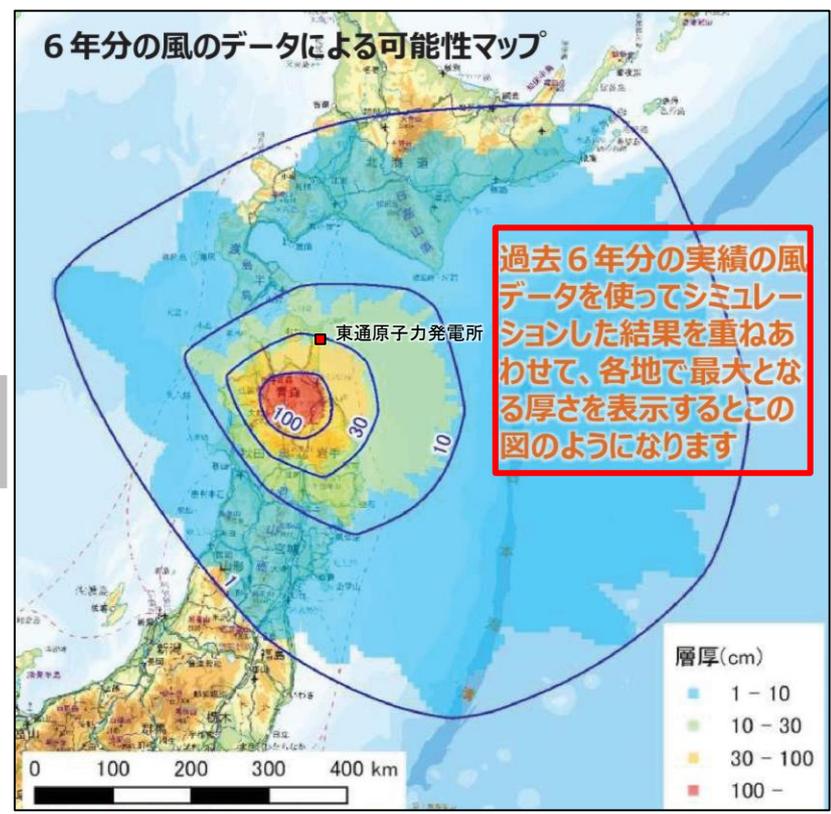
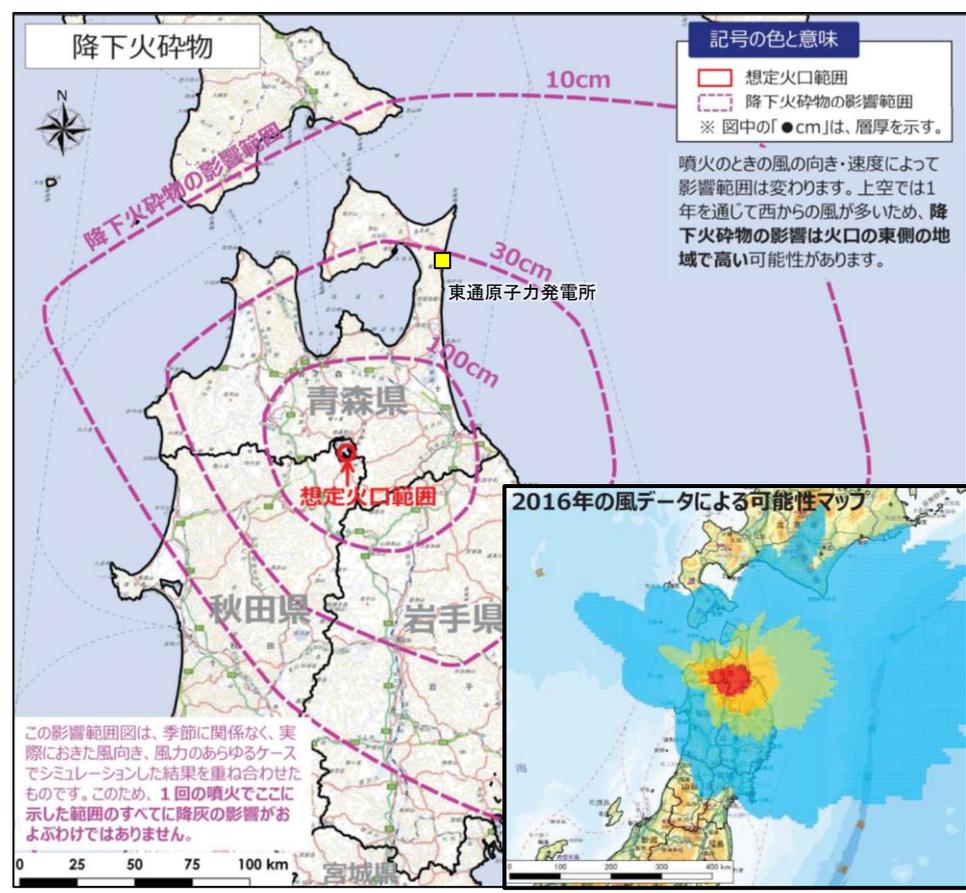
融雪型火山泥流の想定影響範囲図



火山泥流・土石流の想定影響範囲図

# (参考8) 十和田火山防災協議会による火山災害想定影響範囲の検討

- 協議会は、大規模噴火の降下火砕物の影響範囲の検討として、当社と同じ十和田中掬テフラ(6.68km<sup>3</sup>)による検討を実施している。
- 降下火砕物の影響範囲については、東通原子力発電所がほぼ30cmの等層厚線付近に位置している(左図)が、協議会は、過去6年間(1992~1994年, 2014~2016年)の毎日9時の高層気象観測データを用いて、全2192ケースの解析を実施し、それらを重ね合わせて、解析メッシュごとの層厚の最大値をマッピングしている(右図)ため、東通原子力発電所における実際の最大層厚はこの図からは読み取ることができない。
- また、風は風向・風速が刻々と変動するが、この解析条件はある特定の日時の気象条件が降下火砕物が全て降下するまで継続するという解析条件であり、結果として、過去の降下火砕物の実績よりも厚く・広い範囲を、降下火砕物の影響範囲として想定している。

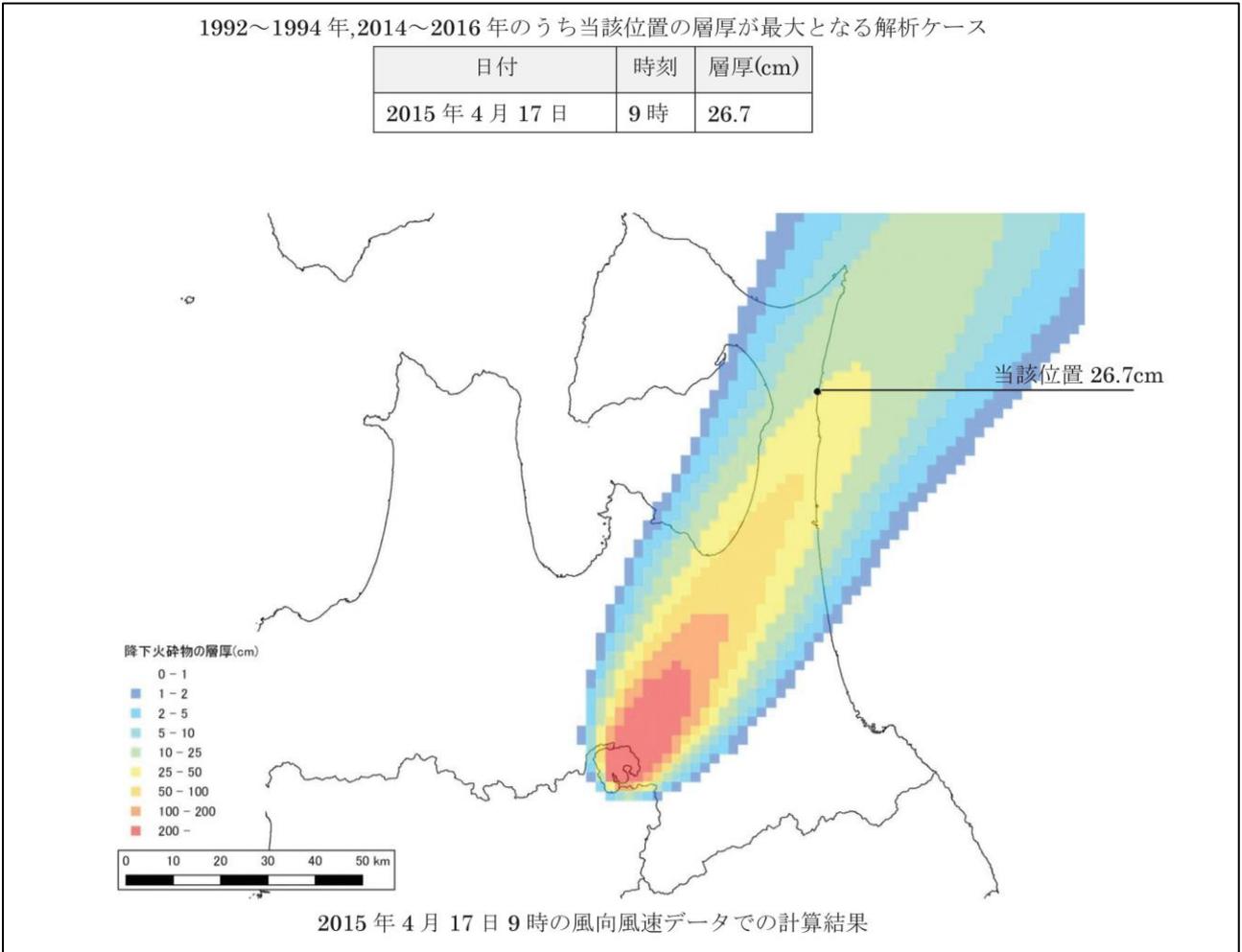


過去6年間の毎日9時の全気象データを用いた2192ケースの解析結果を重ね合わせた最大値のマップ(一部加筆)

降下火砕物の想定影響範囲図

# (参考8) 十和田火山防災協議会による火山災害想定影響範囲の検討

- 協議会による解析結果のうち、東通原子力発電所において層厚が最大となるのは2015年4月17日の9時の解析ケースであった。
- 本解析ケースにおいて層厚は26.7cmとなり、当社の降下火砕物の層厚評価である30cmを上回っていないことを確認した。



協議会実施のシミュレーションによる東通原子力発電所での最大層厚  
(青森県から情報提供)

## 参考文献①

- 阿部泰久・山元正継 (1988). 秋田県北部田代岳火山の地質. 日本火山学会講演予稿集, 45. [https://doi.org/10.18940/vsj.1988.2.0\\_45](https://doi.org/10.18940/vsj.1988.2.0_45)
- 相川裕貴・折橋裕二・佐々木実・中尾魁史・高久雄一 (2021). 青森県南部, 碓ヶ関カルデラ主要構成噴出物(虹貝凝灰岩)のジルコンLA-ICP-MS U-Pb年代. 地質学雑誌, 127(7), 431-436. <https://doi.org/10.5575/geosoc.2020.0056>
- 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 southwestern Hokkaido. *Quaternary International*, 562, 58-75. <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2021.120408>
- 青木かおり・大串健一 (2006). 下北半島沖海底コア MD01-2409 中に介在する濁川テフラ. 第四紀研究, 45(3), 257-260. <https://doi.org/10.4116/jaqua.45.257>
- 青森県 (1998). 青森県地質図及び同説明書. 青森県.
- 青森県史編さん自然部会 (2001). 青森県史 自然編 地学. 青森県.
- 荒井健一・吉本充宏・奥野 充・宇井忠英・和田恵治 (1998). 恵山火山の最近1万年間の噴火. 地球惑星科学関連学会合同大会予稿集, 419.
- 荒川武久・岡島靖司・水上啓司・宮脇理一郎・青木道範・小林 淳 (2008). 恐山火山宇曾利カルデラ内で確認した最近6万年間の堆積物. 日本第四紀学会講演要旨集, 38, 16-17.
- 浅森浩一・梅田浩司 (2005). 地下深部のマグマ・高温流体等の地球物理学的調査技術-鬼首・鳴子火山地域および紀伊半島南部地域への適用. 原子力バックエンド研究, 11(2), 147-156. <https://doi.org/10.3327/jnuce.11.147>
- 安住亜友美・梅田浩司・柴 正敏・佐々木実・佐藤大紀 (2019). 下北半島, 於法岳火山の岩石記載とK-Ar 年代. 火山, 64(3), 169-174. [https://doi.org/10.18940/kazan.64.3\\_169](https://doi.org/10.18940/kazan.64.3_169)
- 伴 雅雄・大場与志男・石川賢一・高岡宣雄 (1992). 青麻一恐火山列, 陸奥燧岳, 恐山, 七時雨および青麻火山の K-Ar 年代-東北日本弧第四紀火山の帯状配列の成立時期-. 岩鉱, 87(2), 39-49. <https://doi.org/10.2465/ganko.87.39>
- Bonadonna, C., Connor, C. B., Houghton, B. F., Connor, L., Byrne, M., Laing, A., & Hincks, T. K. (2005). Probabilistic modeling of tephra dispersal: Hazard assessment of a multiphase rhyolitic eruption at Tarawera, New Zealand. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 110(B3). <https://doi.org/10.1029/2003JB002896>
- 地学団体研究会 編 (2024). 最新 地学事典. 平凡社.
- Connor, L., & Connor, C. (2011) *Tephra2 Users Manual Spring 2011*. University of South Florida
- Connor, L. J., Connor, C. B., & Bonadonna, C. (2008). Forecasting tephra dispersion using TEPHRA2.
- 大條裕一・佐々木実 (2002). 田代岳火山および太良駒ヶ岳火山の地質と岩石. 日本火山学会講演予稿集, 2, 171. [https://doi.org/10.18940/vsj.2002.2.0\\_171](https://doi.org/10.18940/vsj.2002.2.0_171)
- 第四紀火山カタログ委員会編 (1999). 日本の第四紀火山カタログ. 日本火山学会.
- 電源開発株式会社 (2008). 大間原子力発電所原子炉設置許可申請書 本文及び添付書類の一部補正について. 原発第128号, 平成20年3月17日.
- 土井宣夫 (1993). 盛岡市付近に分布する十和田一大不動・八戸火砕流堆積物の産状. 日本地質学会東北支部会報, 22, 8-9.
- 土井繁雄 (1957). 5万分の1地質図幅「樽前山」及び同説明書. 北海道開発庁.
- 福岡管区気象台・鹿児島地方気象台・宮崎地方気象台 (1959). 昭和34年2月17日の霧島新燃岳の爆発, 1-16.

## 参考文献②

22. Fujinawa, A., Ban, M., Ohba, T., Kontani, K., & Miura, K. (2008). Characterization of low-temperature pyroclastic surges that occurred in the northeastern Japan arc during the late 19th century. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **178**(1), 113–130. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2008.07.004>
23. 藤根 久・遠藤邦彦・鈴木正章・吉本充宏・鈴木 茂・中村賢太郎・...・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, **55**(6), 253–270. <https://doi.org/10.4116/jaqua.55.253>
24. 藤田浩司・和知 剛・土井宣夫・千葉達朗・岡田智幸・吉田桂治・越谷 信・林信太郎・齋藤徳美 (2019). 八幡平火山群形成史—1mメッシュDEMを用いた火山地形判読とK-Ar年代測定にもとづく解析—, 岩手の地学, **49**, 4–25.
25. 藤原哲夫・国府谷盛明 (1969). 5万分の1地質図幅「恵山」及び同説明書. 北海道立地下資源調査所.
26. 古川竜太・中川光弘・古堅千絵 (2006). 樽前火山先史時代の噴火活動. 月刊地球, **28**(5), 302–307.
27. 古川竜太・中川光弘 (2009). 後支笏カルデラ, 風不死火山の爆発的噴火活動と年代. 日本火山学会講演予稿集, 41. <https://doi.org/10.18940/vsj.2009.0.41>
28. 古川竜太・中川光弘 (2010). 樽前火山地質図. 火山地質図, **15**, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
29. 古川竜太・中川光弘・古堅千絵・吉本充宏 (2006). 樽前火山先史時代の噴火活動. 月刊地球, **28**(5), 302–307.
30. 古川竜太・吉本充宏・山縣耕太郎・和田恵治・宇井忠英 (1997). 北海道駒ヶ岳火山は1694年に噴火したか?—北海道における17~18世紀の噴火年代の再検討—。火山, **42**(4), 269–279. <https://doi.org/10.18940/kazan.42.4.269>
31. 古澤 明 (2017). レーザーアブレーションICP質量分析装置を用いた火山ガラスの分析による十和田カルデラ起源大不動テフラと八戸テフラの識別, 地質学雑誌, **123**(9), 765–776. <https://doi.org/10.5575/geosoc.2017.0017>
32. 鷹澤好博 (1992). 西南北海道渡島半島の第三系層序と古地理. 地質学論集, **37**, 11–23.
33. 鷹澤好博・紀藤典夫・柳井清治・貞方 昇 (2005). 北海道駒ヶ岳の最初期テフラの発見と初期噴火活動史の検討. 地質学雑誌, **111**(10), 581–589. <https://doi.org/10.5575/geosoc.111.581>
34. 下司信夫 (2016). 大規模火砕噴火と陥没カルデラ: その噴火準備と噴火過程. 火山, **61**(1), 101–118. <https://doi.org/10.18940/kazan.61.1.101>
35. Goto, Y., & Danhara, T. (2011). Zircon Fission-track Dating of the Hiyoriyama Cryptodome at Kuttara Volcano, Southwestern Hokkaido, Japan. *Bulletin of the Volcanological Society of Japan*, **56** (1), 19–23. <https://doi.org/10.18940/kazan.56.1.19>
36. Goto, Y., Danhara, T., & Tomiya, A. (2019). Catastrophic sector collapse at Usu volcano, Hokkaido, Japan: failure of a young edifice built on soft substratum. *Bulletin of Volcanology*, **81**, 1–24. <https://doi.org/10.1007/s00445-019-1293-x>
37. Goto, Y., & Johmori, A. (2014). Resistivity Structure of the Showa-Shinzan Dome at Usu Volcano, Hokkaido, Japan. *Bulletin of the Volcanological Society of Japan*, **59**(1), 1–11. <https://doi.org/10.18940/kazan.59.1.1>

## 参考文献③

38. Goto, Y., Matsuzuka, S., Kameyama, S., & Danhara, T. (2015a). Geology and Evolution of the Nakajima Islands (Toya Caldera, Hokkaido, Japan) Inferred from Aerial Laser Mapping and Geological Field Surveys. *Bulletin of the Volcanological Society of Japan*, **60**(1), 17–33. <https://doi.org/10.18940/kazan.60.1.17>
39. Goto, Y., Sasaki, H., Toriguchi, Y., & Hatakeyama, A. (2013a). History of Phreatic Eruptions in the Noboribetsu Geothermal Field, Kuttara Volcano, Hokkaido, Japan. *Bulletin of the Volcanological Society of Japan*, **58**(3), 461–472. <https://doi.org/10.18940/kazan.58.3.461>
40. Goto, Y., Sekiguchi, Y., Takahashi, S., Ito, H., & Danhara, T. (2013b). The 18–19ka andesitic explosive eruption at Usu volcano, Hokkaido, Japan. *Bulletin of the Volcanological Society of Japan*, **58**(4), 529–541. <https://doi.org/10.18940/kazan.58.4.529>
41. 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, 49. <https://doi.org/10.18940/vsi.2021.0.49>
42. Goto, Y., Suzuki, K., Shinya, T., Yamauchi, A., Miyoshi, M., Danhara, T., & Tomiya, A. (2018). Stratigraphy and lithofacies of the Toya Ignimbrite in southwestern Hokkaido, Japan: Insights into the caldera-forming eruption at Toya caldera. *Journal of Geography (Chigaku Zasshi)*, **127**(2), 191–227. <https://doi.org/10.5026/jgeography.127.191>
43. Goto, Y., Toriguchi, Y., Sasaki, H., & Hatakeyama, A. (2015b). Multiple Vent-forming Phreatic Eruptions after AD 1663 in the Noboribetsu Geothermal Field, Kuttara Volcano, Hokkaido, Japan. *Bulletin of the Volcanological Society of Japan*, **60**(2), 241–249. <https://doi.org/10.18940/kazan.60.2.241>
44. 箱根山降灰合同調査班 (2015). 箱根火山2015年6月29–30日噴火による降灰分布(速報値). 火山噴火予知連絡会.
45. 秦 光男・対馬坤六・須田芳朗・小野吉彦 (1972). 20万分の1地質図幅「尻屋崎」. 地質調査所.
46. Hayakawa, Y. (1985). Pyroclastic geology of Towada volcano. *Bulletin of Earthquake Research Institute, University of Tokyo*, **60**, 507–592.
47. 早川由紀夫 (1983). 火山豆石として降下堆積した十和田火山八戸火山灰. 火山. 第2集, **28**(1), 25–40. <https://doi.org/10.18940/kazanc.28.1.25>
48. 早川由紀夫 (2008). 100万年テフラデータベース. 2009年4月15日更新. 早川由紀夫研究室. <https://hayakawayukio.jp/database/index.php?kind=1m&mode=>
49. 早川由紀夫・小山真人 (1998). 日本海をはさんで10世紀に相次いで起こった二つの大噴火の年月日—十和田湖と白頭山—. 火山, **43**(5), 403–407. <https://doi.org/10.18940/kazan.43.5.403>
50. 平林徹也・鎌田桂子・安達裕介 (2006). 簡易的物理モデルを用いた十和田八戸火砕流分布域と推定分布域の比較. 日本地球惑星科学連合2006年大会予稿集, V102–P001.
51. 平川一臣・中村有吾・伝法谷宣洋・市川八州夫 (1999). 銭亀—女那川テフラの年代観と関連する諸問題. 日本地質学会第106年学術大会講演要旨, 29. <https://doi.org/10.14863/geosocabst.1999.0.29.2>
52. 広井良美・宮本 毅・田中倫久 (2015). 十和田火山平安噴火(噴火エピソードA)の噴出物層序及び噴火推移の再検討. 火山, **60**(2), 187–209. <https://doi.org/10.18940/kazan.60.2.187>
53. 広瀬 亘・岩崎深雪・中川光弘 (2000). 北海道中央部～西部の新第三紀火成活動の変遷: K-Ar年代, 火山活動様式および全岩化学組成から見た東北日本弧北端の島弧火成活動の変遷. 地質学雑誌, **106**(2), 120–135. <https://doi.org/10.5575/geosoc.106.120>
54. 許 成基・山崎 誠・佐高裕之・中川昌巳・秋山泰祐・平野令緒 (2001). 支笏火山噴出層年代の再検討. 地球科学, **55**(3), 145–156. <https://doi.org/10.15080/agcjchikyukagaku.55.3.145>
55. 北海道電力株式会社 (2013). 泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書(1号及び2号発電用原子炉施設の変更). 北電原第127号, 平成25年7月8日.

## 参考文献④

56. Horiuchi, K., Sonoda, S., Matsuzaki, H., & Ohyama, M. (2007). Radiocarbon analysis of tree rings from a 15.5-cal kyr BP pyroclastically buried forest: a pilot study. *Radiocarbon*, 49 (2), 1123-1132. <https://doi.org/10.1017/S003382220004296X>
57. 胆振団体研究会 (1990).クッタラ火山の火砕堆積物—支笏火山のテフラの層序の検討とテフロクロロジー—. 地球科学, 44(3), 95-112.
58. Imai, N., & Shimokawa, K. (1988). ESR dating of Quaternary tephra from Mt. Osore-zan using Al and Ti centres in quartz. *Quaternary Science Reviews*, 7(3-4), 523-527. [https://doi.org/10.1016/0277-3791\(88\)90056-X](https://doi.org/10.1016/0277-3791(88)90056-X)
59. 井村隆介 (1995). 岩木火山の噴火史. 日本地質学会第102 年学術大会 講演要旨, 245. [https://doi.org/10.14863/geosocabst.1995.0\\_245\\_2](https://doi.org/10.14863/geosocabst.1995.0_245_2)
60. 石田正夫・久保和也・広島俊男 (1983). 20万分の1地質図幅「室蘭」. 地質調査所.
61. 石田正夫・曾屋龍典・須田芳朗 (1980). 20万分の1地質図幅「札幌」. 地質調査所.
62. 石原義光 (1988). 地熱開発促進調査の地域レポート〔9〕下北地域. 地熱エネルギー, 13(2), 88-109.
63. 石川賢一・吉田武義・北川嘉彦・青木謙一郎・大上和良 (1985). 東北本州弧, 岩手県七時雨火山の地球化学的研究. 核理研研究報告, 18(2) 366-378.
64. 伊藤順一 (2019). 岩手火山, 一本木原岩屑なだれ堆積物の<sup>14</sup>Cウィグルマッチング年代と崩壊堆積物の特徴: 活火山における小規模な表層崩壊堆積物. 火山, 64(3), 153-167. [https://doi.org/10.18940/kazan.64.3\\_153](https://doi.org/10.18940/kazan.64.3_153)
65. 伊藤順一・檀原 徹・岩野英樹 (2007). 岩手—雪浦軽石(生出黒色火山灰群下部)のFT年代値. 日本火山学会講演予稿集, 44. [https://doi.org/10.18940/vsj.2007.0\\_44](https://doi.org/10.18940/vsj.2007.0_44)
66. 伊藤順一・土井宣夫 (2005). 岩手火山地質図. 火山地質図, 13, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
67. 伊藤順一・土井宣夫・星住英夫・工藤 崇・岸本清行 (2006). 岩手火山地質データベース. 数値火山地質図 V-1, 産総研地質調査総合センター. [https://gbank.gsj.jp/volcano/Act\\_Vol/iwate/v01/index.html](https://gbank.gsj.jp/volcano/Act_Vol/iwate/v01/index.html)
68. 伊藤順一・濱崎聡志・川辺禎久 (2018). 岩手火山における最近 1 万年間の爆発的噴火履歴の再検討: 水蒸気噴火とマグマ噴火の時空間的関連. 地質学雑誌, 124(4), 271-296. <https://doi.org/10.5575/geosoc.2018.0009>
69. 伊藤順一・長井雅史 (2017). 西岩手火山, 後カルデラ期の噴出物層序の再検討—気象庁観測点整備ボーリングコア(JMA-V112)解析に基づく金沢火砕流の再評価—. 日本火山学会講演予稿集, 202. [https://doi.org/10.18940/vsj.2017.0\\_202](https://doi.org/10.18940/vsj.2017.0_202)
70. 伊藤順一・住田達哉 (2011). 岩手火山における約10万年間のマグマ噴出率. 日本地質学会第118年学術大会・日本鉱物科学会2011年年会合同学術大会, 28. <https://doi.org/10.14824/jakoka.2011.0.28.0>
71. Ito, K., Tamura, T., Kudo, T., & Tsukamoto, S. (2017). Optically stimulated luminescence dating of Late Pleistocene tephric loess intercalated with Towada tephra layers in northeastern Japan. *Quaternary International*, 456, 154-162. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.06.070>
72. 岩崎孝明 (1983). 青森県東部の火山灰. 駒澤大学大学院地理学研究, 13, 33-39.
73. 鎌田耕太郎・秦 光男・久保和也・坂本 亨. (1991). 20万分の1地質図幅「八戸」地質調査所.

## 参考文献⑤

74. Kametani, N., Ishizaki, Y., Yoshimoto, M., Maeno, F., Terada, A., Furukawa, R., ... & Takarada, S. (2021). Total mass estimate of the January 23, 2018, phreatic eruption of Kusatsu-Shirane Volcano, central Japan. *Earth, Planets and Space*, 73, 1–10. <https://doi.org/10.1186/s40623-021-01468-3>
75. Kanda, W., & Ogawa, Y. (2014). Three-dimensional electromagnetic imaging of fluids and melts beneath the NE Japan arc revisited by using geomagnetic transfer function data. *Earth, Planets and Space*, 66, 1–8. <https://doi.org/10.1186/1880-5981-66-39>
76. 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*, 67(1), 1–19. [https://doi.org/10.18940/kazan.67.1\\_1](https://doi.org/10.18940/kazan.67.1_1)
77. 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, 地質調査総合センター研究資料集, 699, 産業技術総合研究所地質調査総合センター・加藤茂弘・山縣耕太郎・奥村晃史 (1995). 支笏・クッタラ両火山起源のテフラに関する加速器質量分析(AMS)法による<sup>14</sup>C年代. *第四紀研究*, 34(4), 309–313. [https://doi.org/10.4116/jaqua.34.4\\_309](https://doi.org/10.4116/jaqua.34.4_309)
78. 勝井義雄・岡田 弘・中川光弘 (2007). 第3章 多様な火山, 6. 恵庭岳. *北海道の活火山*, 135–138.
79. 勝井義雄・鈴木健夫・曾屋龍典・吉久康樹 (1989). 北海道駒ヶ岳火山地質図. *火山地質図*, 5, 地質調査所.
80. 勝井義雄・横山 泉・岡田 弘・安孫子勤・武藤晴達 (1988). 倶多楽(日和山)–火山地質・活動史・活動の現況および防災対策. *北海道における火山に関する研究報告書*, 12, 北海道防災会議.
81. 気象庁編 (2013). *日本活火山総覧(第4版)*. (一財)気象業務支援センター.
82. 小林 淳・水上啓治 (2012). 恐山火山外輪山の年代と火山活動史—小目名沢石英安山岩の恐山火山の活動史上の位置づけに着目して—. *日本第四紀学会講演要旨集*, 42, 14–15.
83. 小林 淳・水上啓治・岡島靖司 (2011). 恐山外輪山における屏風山—朝比奈岳火山群の年代と火山活動史. *日本火山学会講演予稿集*, 71. [https://doi.org/10.18940/vsj.2011.0\\_71](https://doi.org/10.18940/vsj.2011.0_71)
84. 小岩直人・柴正敏・葛西優貴 (2007). 青森県屏風山砂丘地帯, 館岡層中の十和田大不動テフラのAMS<sup>14</sup>C年代. *第四紀研究*, 46(5), 437–441. <https://doi.org/10.4116/jaqua.46.437>
85. 近藤 梓・山元正継・大場 司・安井光大・緒方武幸 (2010). 東北日本弧北部, 碓ヶ関カルデラに分布する火山岩類の層序とK-Ar年代. *日本地質学会第117年学術大会 講演要旨*, 125. <https://doi.org/10.14863/geosocabst.2010.0.244.0>
86. 国府谷盛明・松井公平・小林武彦 (1967). 5万分の1地質図幅「鹿部」及び同説明書. 北海道開発庁.
87. 小杉安由美 (2007). 西南北海道渡島半島沖, 渡島小島火山噴出物の特徴とK-Ar年代. *日本地球惑星科学連合2007年大会予稿集*, V157–P206.
88. 小杉安由美・中川光弘・清野寛子 (2013). 西南北海道, 更新世渡島小島火山の地質と岩石学的特徴. *地質学雑誌*, 119(12), 743–758. <https://doi.org/10.5575/geosoc.2013.0049>
89. 工藤 崇 (2005). 5万分の1地質図幅「十和田」及び同説明書. 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
90. 工藤 崇 (2008). 十和田火山, 噴火エピソードE及びG噴出物の放射性炭素年代. *火山*, 53(6), 193–199. [https://doi.org/10.18940/kazan.53.6\\_193](https://doi.org/10.18940/kazan.53.6_193)
91. 工藤 崇 (2010a). 十和田火山, 御倉山溶岩ドームの形成時期と噴火推移. *火山*, 55(2), 89–107. [https://doi.org/10.18940/kazan.55.2\\_89](https://doi.org/10.18940/kazan.55.2_89)
92. 工藤 崇 (2010b). 十和田火山, 御門石溶岩ドームの形成時期に関する考察. *地質調査研究報告*, 61(11–12), 477–484. <https://doi.org/10.9795/bullgsi.61.477>
93. 工藤 崇 (2016). 十和田火山, 先カルデラ期溶岩のK-Ar年代. *地質調査研究報告*, 67(6), 209–215. <https://doi.org/10.9795/bullgsi.67.209>

## 参考文献⑥

94. 工藤 崇 (2017). 十和田火山, 先カルデラ期後期の火砕流堆積物. 日本地質学会第124年学術大会 講演要旨, 103. [https://doi.org/10.14863/geosocabst.2017.0\\_103](https://doi.org/10.14863/geosocabst.2017.0_103)
95. 工藤 崇 (2018a). 十和田火山カルデラ形成期に発生した小規模ブルカノ式噴火. 日本火山学会講演予稿集, 21. [https://doi.org/10.18940/vsj.2018.0\\_21](https://doi.org/10.18940/vsj.2018.0_21)
96. 工藤 崇 (2018b). 十和田湖周辺地域における前期～中期更新世火山活動史. 地質調査研究報告, 69(3), 165–200. <https://doi.org/10.9795/bullgsj.69.165>
97. 工藤 崇 (2022). 十和田火山, 噴火エピソード M の噴出物層序と噴火推移. 地質学雑誌, 128(1), 109–127. <https://doi.org/10.5575/geosoc.2022.0009>
98. 工藤 崇 (2023). 十和田火山の積算マグマ噴出量階段図. 地質調査研究報告, 74(3), 133–153. [https://doi.org/10.9795/bullgsj.74.3\\_133](https://doi.org/10.9795/bullgsj.74.3_133)
99. Kudo, T. (2024). Newly identified small vulcanian eruptions during the caldera-forming stage of Towada Volcano, Northeast Japan. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **452**, 108134. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2024.108134>
100. 工藤 崇・檀原 徹・山下 透・植木岳雪・佐藤大介 (2011a). 八甲田カルデラ起源火砕流堆積物の層序の再検討. 日本第四紀学会講演要旨集, **41**, 144–145.
101. 工藤 崇・檀原 徹・岩野英樹・山下 透 (2020). 八甲田カルデラ東方, 八幡岳火山群の地質と火山活動史. 地学雑誌, **129**(1), 21–47. <https://doi.org/10.5026/jgeography.129.21>
102. 工藤 崇・小林 淳 (2013). 十和田火山, 先カルデラ期～カルデラ形成期テフラの放射年代測定. 地質調査研究報告, **64**(9–10), 305–311. <https://doi.org/10.9795/bullgsj.64.305>
103. 工藤 崇・小林 淳・山元孝広・岡島靖司・水上啓治 (2011b). 十和田火山における噴火活動様式の時代変遷と長期的予測. 日本第四紀学会講演要旨集, **41**, 82–83.
104. 工藤 崇・小松原純子・内野隆之・昆 慶明・宮川歩夢 (2021). 20万分の1地質図幅「野辺地(第2版)」。産業技術総合研究所地質調査総合センター。
105. 工藤 崇・西村 健・佐々木実・藤原大祐 (2004a). 八甲田—十和田火山地域における後期中新世～鮮新世火山岩のK-Ar年代とマグマ組成の時間変遷. 日本地質学会第111年学術大会 講演要旨, 121. [https://doi.org/10.14863/geosocabst.2004.abst.0\\_121\\_2](https://doi.org/10.14863/geosocabst.2004.abst.0_121_2)
106. 工藤 崇・奥野 充・中村俊夫 (2003). 北八甲田火山群における最近6000年間の噴火活動史. 地質学雑誌, **109**(3), 151–165. <https://doi.org/10.5575/geosoc.109.151>
107. 工藤 崇・奥野 充・大場 司・北出優樹・中村俊夫 (2000). 北八甲田火山群, 地獄沼起源の噴火堆積物 —噴火様式・規模・年代—. 火山, **45**(6), 315–322. [https://doi.org/10.18940/kazan.45.6\\_315](https://doi.org/10.18940/kazan.45.6_315)
108. 工藤 崇・佐々木寿 (2007). 十和田火山後カルデラ期噴出物の高精度噴火史編年. 地学雑誌, **116**(5), 653–663. [https://doi.org/10.5026/jgeography.116.5\\_653](https://doi.org/10.5026/jgeography.116.5_653)
109. 工藤 崇・宝田晋治・佐々木実 (2004b). 東北日本, 北八甲田火山群の地質と火山発達史. 地質学雑誌, **110**(5), 271–289. <https://doi.org/10.5575/geosoc.110.271>
110. 工藤 崇・内野隆之・濱崎聡志 (2019). 5万分の1地質図幅「十和田湖」及び説明書. 産業技術総合研究所地質調査総合センター。
111. 工藤 崇・植木岳雪・宝田晋治・佐々木寿・佐々木実 (2006). 八甲田カルデラ南東地域に分布する鮮新世末期～中期更新世火砕流堆積物の層序と給源カルデラ. 地学雑誌, **115**(1), 1–25. <https://doi.org/10.5026/jgeography.115.1>
112. 久利美和・栗田 敬 (2003). 十和田火山二の倉スコリア群の層序区分の再検討—二の倉スコリア期の噴火活動の推移—. 火山, **48**(3), 249–258. [https://doi.org/10.18940/kazan.48.3\\_249](https://doi.org/10.18940/kazan.48.3_249)
113. 黒墨秀行・土井宣夫 (2003). 濁川カルデラの内部構造. 火山, **48**(3), 259–274. [https://doi.org/10.18940/kazan.48.3\\_259](https://doi.org/10.18940/kazan.48.3_259)

## 参考文献⑦

114. 桑原拓一郎 (2006). 下北半島北部に分布する正津川軽石流堆積物のジルコン・フィッショントラック年代. 地質学雑誌, 112(4), 294-297. <https://doi.org/10.5575/geosoc.112.294>
115. 桑原拓一郎. (2007). 青森県上北平野に分布する白ベタテフラ(WP)のジルコン・フィッショントラック年代. 第四紀研究, 46(5), 433-436. <https://doi.org/10.4116/jaqua.46.433>
116. 桑原拓一郎・山崎晴雄 (2001). テフラから見た最近45万年間の恐山火山の噴火活動史. 火山, 46(2), 37-52. [https://doi.org/10.18940/kazan.46.2\\_37](https://doi.org/10.18940/kazan.46.2_37)
117. 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](新編第2刷). 東京大学出版会.
118. 町田 洋・新井房夫・森脇広 (1981). 日本海を渡ってきたテフラ. 科学, 51(9), 562-569.
119. 萬年一剛 (2006). 濁川型カルデラの地質構造. 月刊地球, 28(4), 257-264.
120. 萬年一剛 (2013). 降下火山灰シミュレーションコードTephra2の理論と現状－第四紀学での利用を視野に. 第四紀研究, 52(4), 173-187. <https://doi.org/10.4116/jaqua.52.173>
121. 松本亜希子・中川光弘 (2006). 有珠火山, 歴史時代噴火のマグマ供給系の変遷. 月刊地球, 28(5), 316-321.
122. 松本亜希子・中川光弘 (2011). 岩石学的特徴からみる, 有珠火山山頂溶岩ドーム群の形成順序. 日本火山学会講演予稿集, 97. [https://doi.org/10.18940/vsi.2011.0\\_97](https://doi.org/10.18940/vsi.2011.0_97)
123. Matsumoto, A., & Nakagawa, M. (2019). Reconstruction of the eruptive history of Usu volcano, Hokkaido, Japan, inferred from petrological correlation between tephras and dome lavas. *Island Arc*, 28(3), e12301. <https://doi.org/10.1111/iar.12301>
124. 松下勝秀・鈴木 守・高橋功二 (1973). 5万分の1地質図幅「濁川」及び同説明書. 北海道立地下資源調査所. McLean, D., Albert, P. G., Nakagawa, T., Suzuki, T., Staff, R. A., Yamada, K., ... & Smith, V. C. (2018). Integrating the Holocene tephrostratigraphy for East Asia using a high-resolution cryptotephra study from Lake Suigetsu (SG14 core), central Japan. *Quaternary Science Reviews*, 183, 36-58. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2017.12.013>
125. Matsu'ura, T., Kimura, J. I., Chang, Q., & Komatsubara, J. (2017). Using tephrostratigraphy and cryptotephrostratigraphy to re-evaluate and improve the Middle Pleistocene age model for marine sequences in northeast Japan (Chikyu C9001C). *Quaternary Geochronology*, 40, 129-145. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2016.11.001>
126. Matsu'ura, T., & Komatsubara, J. (2017). Use of amphibole chemistry for detecting tephras in deep-sea sequences (Chikyu C9001C cores) and developing a middle Pleistocene tephrochronology for NE Japan. *Quaternary International*, 456, 163-179. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.02.030>
127. Matsubara, M., Ishiyama, T., No, T., Uehira, K., Mochizuki, M., Kanazawa, T., ... & Kamiya, S. I. (2022). Seismic velocity structure along the Sea of Japan with large events derived from seismic tomography for whole Japanese Islands including reflection survey data and NIED MOWLAS Hi-net and S-net data. *Earth, Planets and Space*, 74(1), 1-27. <https://doi.org/10.1186/s40623-022-01724-0>
128. McLean, D., Albert, P. G., Nakagawa, T., Suzuki, T., Staff, R. A., Yamada, K., ... & Smith, V. C. (2018). Integrating the Holocene tephrostratigraphy for East Asia using a high-resolution cryptotephra study from Lake Suigetsu (SG14 core), central Japan. *Quaternary Science Reviews*, 183, 36-58. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2017.12.013>
129. 南 裕介・伊藤順一・草野有紀・及川輝樹・大場 司 (2023). 秋田焼山火山における過去6000年間の爆発的活動による降下火砕物の層序, 年代, 化学的特徴. 火山, 68(2), 39-57. [https://doi.org/10.18940/kazan.68.2\\_39](https://doi.org/10.18940/kazan.68.2_39)

## 参考文献⑧

130. 三村弘二・金谷 弘 (2001). 東北日本, 岩木火山北東麓の流れ山のK-Ar年代と岩木火山の火山体形成およびその崩壊時期. *火山*, **46**(1), 17-20.  
<https://doi.org/10.18940/kazan.46.1.17>
131. 三谷勝利・小山内熙・松下勝秀・鈴木 守 (1965). 5万分の1地質図幅「函館」及び同説明書. 北海道地下資源調査所.
132. 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「大沼公園」及び同説明書. 北海道立地下資源調査所.
133. 三浦大助・荒井健一・古川竜太・高田倫義 (2016a). 恵山火山完新世テフラ堆積物の<sup>14</sup>C年代. 日本地球惑星科学連合2016年大会予稿集, SVC48-04.
134. 三浦大助・荒井健一・土志田潔・落合達也・田中倫久・飯田高弘 (2008). 恵山火山の噴火史と階段図. 日本火山学会講演予稿集, 97. <https://doi.org/10.18940/vsj.2008.0.97>
135. Miura, D., Arai, K. I., Toshida, K., Ochiai, T., Tanaka, M. H., & Iida, T. (2013). Eruption history, conduit migration, and steady discharge of magma for the past 50,000 yr at Esan volcanic complex, northern Japan. *GSA Bulletin*, **125**(9-10), 1503-1519. <https://doi.org/10.1130/B30732.1>
136. Miura, D., Furukawa, R., & Arai, K. I. (2019). Late Pleistocene-Holocene Volcaniclastic Ejecta Along the Southern Apron of the Esan Volcanic Complex, Japan. *Journal of Disaster Research*, **14**(5), 755-765. <https://doi.org/10.20965/jdr.2019.p0755>
137. 三浦大助・古川竜太・荒井健一 (2022). 恵山火山地質図. 火山地質図, **21**, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
138. 三浦大助・竹内晋吾・上澤真平 (2016b). クッタラ火砕噴出物のシーケンスと層序の再検討. 日本火山学会, 154. <https://doi.org/10.18940/vsj.2016.0.154>
139. 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. *Bulletin of The Volcanological Society of Japan*, **67**(3), 273-294. <https://doi.org/10.18940/kazan.67.3.273>
140. 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. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **281**, 34-52. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2014.05.019>
141. 宮地直道 (1984). 富士火山1707年火砕物の降下に及ぼした風の影響. 火山. 第2集, **29**(1), 17-30. <https://doi.org/10.18940/kazanc.29.1.17>
142. 森泉美穂子 (1998). クッタラ火山群の火山発達史. 火山, **43**(3), 95-111. <https://doi.org/10.18940/kazan.43.3.95>
143. 村岡洋文 (1986). 沖浦カルデラの形成年代. 地質調査所月報, **37**(1), 33-42.
144. 村岡洋文 (1991). 八甲田地熱地域の熱源系. 地質調査所報告, **275**, 113-134.
145. 村岡洋文・長谷紘和 (1981). 沖浦カルデラの構造と時代論. 日本地熱学会昭和56年度学術講演会講演要旨集, 15.
146. 村岡洋文・長谷紘和 (1990). 5万分の1地質図幅「黒石」及び同説明書. 地質調査所.
147. 村岡洋文・高倉伸一 (1988). 10万分の1八甲田地熱地域地質図及び同説明書. 地質調査所.
148. 村岡洋文・山口 靖・長谷紘和 (1991). 八甲田地熱地域で見出されたカルデラ群. 地質調査所報告, **275**, 97-111.
149. 村山正郎・上村不二雄 (1955). 5万分の1地質図幅「西紋籠」及び同説明書. 北海道開発庁.
150. 三好雅也・長谷中利明・佐野貴司 (2005). 阿蘇カルデラ形成後に活動した多様なマグマとそれらの成因関係について. 火山, **50**(5), 269-283. <https://doi.org/10.18940/kazan.50.5.269>
151. 長森英明・宝田晋治・吾妻 崇 (2013). 5万分の1地質図幅「青森西部」及び同説明書. 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

## 参考文献⑨

152. Nagaoka, S. (1988). The late Quaternary tephra layers from the caldera volcanoes in and around Kagoshima Bay, southern Kyushu, Japan. *Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University*, (23), 49–122.
153. 名越幸生 (1994). 濁川カルデラの火砕堆積物. 日本火山学会講演予稿集, **2**, 137. [https://doi.org/10.18940/vsj.1994.2.0\\_137](https://doi.org/10.18940/vsj.1994.2.0_137)
154. 中川久夫・中馬教允・石田琢二・松山 力・七崎 修・生出慶司・大池昭二・高橋 一 (1972). 十和田火山発達史概要. 東北大学理學部地質學古生物學教室研究邦文報告, **73**, 7–18.
155. 中川久夫・松山 力・大池昭二 (1986). 十和田火山噴出物の分布と性状. 東北農政局計画部.
156. 中川光弘 (1983). 森吉火山の地質と岩石. 岩石鉱物鉱床学会誌, **78**(6), 197–210. <https://doi.org/10.2465/ganko1941.78.197>
157. 中川光弘 (1987). 東北日本, 岩手火山群の形成史. 岩石鉱物鉱床学会誌, **82**(4), 132–150. <https://doi.org/10.2465/ganko1941.82.132>
158. 中川光弘 (1998). 5. 有珠火山 記憶に新しい昭和大噴火の傷あと. フィールドガイド「日本の火山③」 北海道の火山, 92–115. 築地書館.
159. 中川光弘・北川淳一・若佐寛子 (2006). 北海道, 支笏火山のマグマ供給系の構造と噴火推移—カルデラ形成期の複数マグマ溜りの同時噴火—. 月刊地球, **28**(2), 88–93.
160. 中川光弘・増田健介・勝井義雄 (1994). 後支笏カルデラ, 恵庭火山の最新の噴火活動. 火山, **39**(5), 237–241. [https://doi.org/10.18940/kazan.39.5\\_237](https://doi.org/10.18940/kazan.39.5_237)
161. 中川光弘・松本垂希子・田近 淳・広瀬 亘・大津 直 (2005). 有珠火山の噴火史の再検討: 寛文噴火(1663年)と明和噴火(1769年)に挟まれた17世紀末の先明和噴火の発見. 火山, **50**(2), 39–52. [https://doi.org/10.18940/kazan.50.2\\_39](https://doi.org/10.18940/kazan.50.2_39)
162. 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. *Frontiers in Earth Science*, **10**, 967043. <https://doi.org/10.3389/feart.2022.967043>
163. 中川光弘・宮坂瑞穂・三浦大助・上澤真平 (2018). 南西北海道, 石狩低地帯におけるテフラ層序学: 支笏—洞爺火山地域の噴火履歴. 地質学雑誌, **124**(7), 473–489. <https://doi.org/10.5575/geosoc.2018.0038>
164. 中川光弘・野上健治・石塚吉浩・吉本充宏・高橋 良・石井英一・...・石丸 聡 (2001). 北海道駒ヶ岳, 2000年の小噴火とその意義: 噴出物と火山灰付着性成分の時間変化から見たマグマ活動活発化の証拠. 火山, **46**(6), 295–304. [https://doi.org/10.18940/kazan.46.6\\_295](https://doi.org/10.18940/kazan.46.6_295)
165. 中島淳一 (2017). 東北地方の火山周辺の地震波速度・減衰構造: 地殻構造と低周波地震・S波反射面との関係. 東京大学地震研究所彙報, **92**(2), 49–62.
166. Nakajima, J., Matsuzawa, T., Hasegawa, A., & Zhao, D. (2001). Three-dimensional structure of Vp, Vs, and Vp/Vs beneath northeastern Japan: Implications for arc magmatism and fluids. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, **106** (B10), 21843–21857. <https://doi.org/10.1029/2000JB000008>
167. 中嶋聖子・周藤賢治・加々美寛雄・大木淳一・板谷徹丸 (1995). 東北日本弧, 後期中新世～鮮新世火山岩の島弧横断方向における化学組成および同位体組成変化. 地質学論集, **44**, 197–226.
168. 中村忠寿 (1973). 恵庭火山の中期噴出物の<sup>14</sup>C年代—日本の第四紀層の<sup>14</sup>C年代 (82)—. 地球科学, **27**(1), 42–43. [https://doi.org/10.15080/agcichikyukagaku.27.1\\_42](https://doi.org/10.15080/agcichikyukagaku.27.1_42)
169. 中村有吾・平川一臣 (2004). 北海道駒ヶ岳起源の広域テフラ, 駒ヶ岳 g テフラの分布と噴出年代. 第四紀研究, **43**(3), 189–200. <https://doi.org/10.4116/jaqua.43.189>
170. 中野 俊・西来邦章・宝田晋治・星住英夫・石塚吉浩・伊藤順一・川辺禎久・及川輝樹・古川竜太・下司信夫・石塚 治・山元孝広・岸本清行編 (2013). 日本の火山(第3版). 200万分の1地質編集図, 11, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

## 参考文献⑩

171. 中谷咲子・長谷川健・藤縄明彦・照井肇子 (2013). 東北日本, 仙岩地熱地域南部, 高倉火山の山体形成史とマグマ供給系. 地質学雑誌, **119**(7), 457-473.  
<https://doi.org/10.5575/geosoc.2013.0020>
172. 日本原燃株式会社 (2023). 再処理事業所再処理事業変更許可申請書 添付書類の一部補正について. 2023再計発第132号, 令和5年8月2日.
173. Niki, S., Kosugi, S., Iwano, H., Danhara, T., & Hirata, T. (2022). Development of an In Situ U-Th Disequilibrium Dating Method Utilising Multiple-Spot Femtosecond Laser Ablation-CRC-ICP-MS. *Geostandards and Geoanalytical Research*, **46**(4), 589-602. <https://doi.org/10.1111/ggr.12458>
174. 西来邦章・伊藤順一・上野龍之(編) (2012). 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース, 地質調査総合センター速報 no.60, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
175. 野澤暁史 (2001). 八甲田地熱地域, 沖浦カルデラの内部構造と形成過程. 地質学雑誌, **107**(7), 413-431. <https://doi.org/10.5575/geosoc.107.413>
176. 大場 司 (1991). 秋田焼山火山の地質学的・岩石学的研究: 1. 山体形成史. 岩鉱, **86**(7), 305-322. <https://doi.org/10.2465/ganko.86.305>
177. 大場 司・林信太郎・梅田浩司 (2003). 岩手県松川地熱地域北方に分布する火山岩のK-Ar年代. 火山, **48**(4), 367-374. <https://doi.org/10.18940/kazan.48.4.367>
178. 大場 司・梅田浩司 (1999). 八幡平火山群の地質とマグマ組成の時間-空間変化. 岩石, **94**(6), 187-202. <https://doi.org/10.2465/ganko.94.187>
179. Ōba, Y. (1966). Geology and petrology of Usu volcano, Hokkaido, Japan. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University. Series 4, Geology and mineralogy*, **13**(2), 185-236.
180. 大場与志男・近堂祐弘 (1964). 有珠火山の降下軽石堆積物について. 火山. 第2集, **9**(2-3), 75-86. <https://doi.org/10.18940/kazanc.9.2-3.75>
181. 小尾 亮・藤沢康弘・厚井高志・池田暁彦・堤 宏徳・山本陽子 (2019). 降灰後の土石流発生に関わる火山灰特性(軽石の堆積密度)について. 2019年度砂防学会研究発表会概要集, 727.
182. Ogawa, Y. (1987). Preliminary interpretation on detailed magnetovariational profilings in the Northern Tohoku district. *Journal of Geomagnetism and Geoelectricity*, **39**(9), 559-569.  
<https://doi.org/10.5636/jgg.39.559>
183. 小川康雄 (1991). 八甲田火山群の深部比抵抗構造に関する考察. 地質調査所報告, **275**, 83-95.
184. 大口健志・大上和良・尾田太良 (1986). 島弧横断ルートNo.15(大葛温泉-田山-浄法寺-二戸-久慈). 新生代東北本州弧地質資料集 北村 信 編, **2**(3), ⑮-1-⑮-15, 宝文堂.
185. 大池昭二・松山 力・七崎 修 (1970). 八戸平原地区地質調査報告書. 東北農政局計画部.
186. 大池昭二・中川久夫 (1979). 三戸地域広域農業開発基本調査「地形並びに表層地質調査報告書」. 東北農政局計画部.
187. 小嶋智子・山崎晴雄 (2013). 仙岩火山地域南西部における大規模珪長質火砕堆積物の分布の再検討. 日本火山学会講演予稿集, 131. <https://doi.org/10.18940/vsj.2013.0.131>
188. 岡島靖司・志村 聡・荒川武久・水上啓司・宮脇理一郎・百瀬 貢・小林 淳 (2008). 恐山火山カルデラ形成後の噴火活動史. 日本第四紀学会講演要旨集, **38**, 14-15.
189. 奥村晃史・寒川 旭 (1984). 56. 洞爺火砕流 ( $T_p$ fi) の分布と絶対年代 (日本火山学会 1984 年度春季大会講演要旨). 火山. 第2集, **29**(4), 338.  
<https://doi.org/10.18940/kazanc.29.4.338.1>
190. 奥野 充 (1995). 降下テフラからみた水蒸気噴火の規模・頻度. 金沢大学文学部地理学報告, **7**, 1-23.
191. 奥野 充・吉本充宏・荒井健一・中村俊夫・宇井忠英・和田恵治 (1998). 西北海道, 亀田半島の完新世テフラのAMS14C年代による編年. 日本地理学会発表要旨集, **53**, 122-123.
192. 奥野 充・吉本充宏・荒井健一・中村俊夫・宇井忠英・和田恵治 (1999). 北海道駒ヶ岳火山, Ko-fテフラの加速器<sup>14</sup>C年代. 地質学雑誌, **105**(5), 364-369.  
<https://doi.org/10.5575/geosoc.105.364>

## 参考文献⑪

193. 大沢 穠・三村弘二・広島俊男・中島和敏 (1993). 20万分の1地質図幅「青森 第2版」. 地質調査所.
194. 大沢 穠・土谷信之・角 清愛 (1983). 5万分の1地質図幅「中浜」及び同説明書. 地質調査所.
195. 大沢 穠・須田芳朗 (1978). 20万分の1地質図幅「弘前および深浦」. 地質調査所.
196. 太田良平 (1954). 5万分の1地質図幅「徳舜警」および同説明書. 地質調査所.
197. 太田良平 (1956). 5万分の1地質図幅「虻田」及び同説明書. 地質調査所.
198. 大津 直・鈴木隆広 (1995). 西南北海道松前半島の知内火山岩類のK-Ar年代とその意義. 地下資源調査所報告, **67**, 167-172.
199. リサイクル燃料貯蔵株式会社 (2020). リサイクル燃料備蓄センター使用済燃料貯蔵事業変更許可申請書 本文及び添付書類の一部補正について. RFS発官2第8号, 令和2年8月14日.
200. 斎藤 光・鈴木毅彦 (2004). 中期更新世以降のテフラ層序に基づく岩木火山の噴火史. 日本第四紀学会講演要旨集, **34**, 32-33.
201. 斎藤昌之・小山内熙・酒匂純俊 (1953). 5万分の1地質図幅「登別温泉」及び同説明書. 北海道地下資源調査所.
202. 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2014). 第四紀噴火・貫入活動データベース. 2021年10月7日更新. 産業技術総合研究所地質調査総合センター,  
[https://gbank.gsj.jp/quatigneous/index\\_qvir.php](https://gbank.gsj.jp/quatigneous/index_qvir.php)
203. 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2013). 日本の火山. 2024年7月25日更新. 産業技術総合研究所地質調査総合センター,  
[https://gbank.gsj.jp/volcano/Quat\\_Vol/index.html](https://gbank.gsj.jp/volcano/Quat_Vol/index.html)
204. 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 (ver. 2.5). 2021年5月更新. 産業技術総合研究所地質調査総合センター,  
<https://gbank.gsj.jp/volcano/eruption/index.html>
205. 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2023). 20万分の1日本シームレス地質図V2, オリジナル版. 2023年5月10日更新. 産業技術総合研究所地質調査総合センター,  
<https://gbank.gsj.jp/seamless/v2/viewer/>
206. 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2024a). 20万分の1日本火山図 (ver. 1.1). 2024年6月21日更新. 産業技術総合研究所地質調査総合センター,  
<https://gbank.gsj.jp/volcano/vmap/>
207. 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2024b). 大規模噴火データベース, Ver. 1.0.12. 2024年6月28日更新. 産業技術総合研究所地質調査総合センター,  
<https://gbank.gsj.jp/volcano/ledb/>
208. 佐々木央岳・鳥口能誠・畠山 信・後藤芳彦 (2005). 北海道南西部登別火山, 日和山潜在ドームの形成史. 日本火山学会講演予稿集, 110. [https://doi.org/10.18940/vsj.2005.0\\_110](https://doi.org/10.18940/vsj.2005.0_110)
209. 佐々木実 (2001). 岩木火山の最新期活動. 平成11~13年度 東京大学地震研究所特定共同研究B報告書 高噴火ポテンシャル火山における噴火の規模・噴出様式に関する研究 課題番号: 1999-B-1, 2000-B-1, 2001-B-1, 22-27.
210. 佐々木実・小川 洋・斎藤憲二・梅田浩司 (1996). 岩木火山の形成史. 日本火山学会講演予稿集, 165. [https://doi.org/10.18940/vsj.1996.2.0\\_165](https://doi.org/10.18940/vsj.1996.2.0_165)

## 参考文献⑫

211. 佐々木実・茂貴雅祥・西岡孝尚・梅田浩司 (1998). 八甲田火山群および十和田火山溶岩類のK-Ar年代と岩石学的特徴. 日本岩石鉱物鉱床学会 平成9年度学術講演会 講演要旨集, 65. 佐藤博之 (1969). 最近測定された北海道の火山活動に関する<sup>14</sup>C年代測定. 地質ニュース, **178**, 30-35.
212. 佐藤博之・山口昇一・曾屋龍典・松田武雄・須田芳朗 (1972). 20万分の1地質図幅「苫小牧」. 地質調査所.
213. 沢村孝之助・秦 光男 (1981). 5万分の1地質図幅「相沼」及び同説明書. 地質調査所.
214. 仙岩地熱地域地質図編集グループ (1985). 10万分の1仙岩地熱地域地質図説明書. 特殊地質図, **21-2**, 地質調査所.
215. 新エネルギー総合開発機構 (NEDO) (1983). 地熱開発促進調査報告書 No.5 沖浦地域.
216. 新エネルギー総合開発機構 (NEDO) (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③ (八甲田地域)調査 火山岩分布年代調査報告書 要旨.
217. 新エネルギー総合開発機構 (NEDO) (1987). 全国地熱資源総合調査(2次)火山性熱水対流系地域タイプ③ 八甲田地域火山地質図(1:50,000) 八甲田地域地熱地質編図(1:100,000) 説明書.
218. 新エネルギー総合開発機構 (NEDO) (1988). 地熱開発促進調査報告書 No.13 南茅部地域.
219. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) (1990). No.19 八雲地域 地熱開発促進調査報告書, **44**, 833-840.
220. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) (1991a). 平成元年度 地熱開発促進調査データ処理報告書 No.22 登別地域 (第3次).
221. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) (1991b). 全国地熱資源総合調査(第3次) 広域熱水流動系調査 火山性熱水対流系地域タイプ① 秋田駒地域火山地質図(1:50,000) 秋田駒地域地熱地質編図(1:100,000) 説明書.
222. 庄谷幸夫・高橋功二 (1967). 5万分の1地質図幅「尾札部」及び同説明書. 北海道開発局.
223. 宍戸 円・佐々木実・折橋裕二・佐々木聖弥・角野浩史 (2021). 岩木山山麓北東部, 十腰内岩屑なだれ堆積物の形成時期: 全岩化学組成とK-Ar年代からの制約. 2021年度日本地球化学会第 68 回年会講演要旨集, 179. [https://doi.org/10.14862/geochemproc.68\\_0\\_179](https://doi.org/10.14862/geochemproc.68_0_179)
224. Smithsonian Institution. (2013). Global Volcanism Program. Updated through 15 December 2023. Smithsonian Institution National Museum of Natural History. <https://volcano.si.edu/>
225. 曾屋龍典・勝井義雄・新井田清信・塚幾久子・東宮昭彦 (2007). 有珠火山地質図(第2版). 火山地質図, 2, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
226. 杉村 新 (1959). 火山岩の $\theta$ 値の地理的分布 付: 日本の火山帯. 火山. 第2集, **4**(2), 77-103. [https://doi.org/10.18940/kazanc.4.2\\_77](https://doi.org/10.18940/kazanc.4.2_77)
227. Sumi, K., & Takashima, I. (1975). Absolute ages of the hydrothermal alteration halos associated volcanic rocks in some Japanese geothermal fields. *Proceedings: second United Nations Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources*, **1**, 625-634.
228. 須藤 茂 (1985). 仙岩地熱地域南部の鮮新世-更新世火山活動について-安山岩火山の古地磁気とK-Ar年代. 地質調査所月報, **36**, 513-533.
229. 須藤 茂 (1987). 仙岩地熱地域の珪長質大規模火砕流-玉川溶結凝灰岩と古玉側溶結凝灰岩-. 地質調査所報告, **266**, 77-142.

## 参考文献⑬

230. 須藤 茂 (1992a). 東北北部(秋田駒)資源評価基礎収集の研究—田代岳・太良駒ヶ岳地域の地質調査. 平成2年度サンシャイン計画 研究開発成果中間報告書 全国地熱資源総合調査に伴うデータの解析・評価, 工業技術院地質調査所.
231. 須藤 茂 (1992b). 5万分の1仙岩地域中心部地熱地質図及び同説明書. 特殊地質図, **21-5**, 地質調査所.
232. 須藤 茂・石井武政 (1987). 5万分の1地質図幅「雫石」及び同説明書. 地質調査所.
233. 須藤 茂・板谷徹丸・向山 栄 (1989). 森吉山火山噴出物の年代と古地磁気. 日本地質学会第96年学術大会 講演要旨, 527. [https://doi.org/10.14863/geosocabst.1989.0\\_527](https://doi.org/10.14863/geosocabst.1989.0_527)
234. 須藤 茂・板谷徹丸・向山 栄 (1990a). 松川・葛根田地域の火山活動史と地熱の熱源. 日本地熱学会誌, **12(1)**, 63-78. <https://doi.org/10.11367/grsj1979.12.63>
235. 須藤 茂・向山 栄 (1987). 仙岩地熱地域北部の火山岩の古地磁気と火山活動の推移. 地質調査所報告, **266**, 143-158
236. 須藤 茂・宇都浩三・内海 茂 (1990b). 仙岩地熱地域南部, 乳頭・高倉火山群噴出物のK-Ar年代. 地質調査所月報, **41(7)**, 395-404.
237. 鈴木 守・長谷川 潔・三谷勝利 (1969). 5万分の1地質図幅「東海」及び同説明書. 北海道開発庁.
238. Suzuki, T. (1983). A theoretical model for dispersion of tephra. In D. Shimozuru & I. Yokoyama (Eds.), *Arc Volcanism: Physics and Tectonics*, 95-113. Terra Scientific Publishing Company, Tokyo.
239. 鈴木毅彦・Dennis Eden・檀原 徹・藤原 治 (2001). 東北日本弧の大規模火砕流にともなう中期更新世広域テフラ—八甲田国本テフラ. 日本第四紀学会講演要旨集, **31**, 8-9.
240. 鈴木建夫・勝井義雄・中村忠寿 (1973). 樽前降下軽石堆積物Ta-b層の粒度組成. 火山. 第2集, **18(2)**, 47-63. [https://doi.org/10.18940/kazanc.18.2\\_47](https://doi.org/10.18940/kazanc.18.2_47)
241. 高倉伸一 (1994). 下北半島におけるMT法データと重力データの総合解釈. 地質調査月報, **45(12)**, 689-702.
242. 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, 66. [https://doi.org/10.14863/geosocabst.2016.0\\_125](https://doi.org/10.14863/geosocabst.2016.0_125)
243. 高岡宣雄・今田 正・大場与志男・今野幸一・飯田美穂・須藤弘・半沢恵二・南館有 (1988). 百万年より若い火山岩のK-Ar年代測定. 昭和62年度科研費補助金総研A研究成果報告書「百万年より若い火山岩の絶対年代測定」, 1-43.
244. 宝田晋治 (1991). 岩屑流の流動・堆積機構—田代岳火山起源の岩瀬川岩屑流の研究—. 火山, **36(1)**, 11-23. [https://doi.org/10.18940/kazan.36.1\\_11](https://doi.org/10.18940/kazan.36.1_11)
245. 宝田晋治 (2019). 阿蘇4・始良・洞爺噴火の噴出量推定. 日本火山学会講演予稿集, 46. [https://doi.org/10.18940/vsj.2019.0\\_46](https://doi.org/10.18940/vsj.2019.0_46)
246. 宝田晋治・村岡洋文 (2004). 5万分の1地質図幅「八甲田山」及び同説明書. 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
247. 宝田晋治・宮城磯治・東宮昭彦 (2018). 洞爺及び屈斜路火砕流の分布と噴出量推定. 日本火山学会講演予稿集, 116. [https://doi.org/10.18940/vsj.2018.0\\_116](https://doi.org/10.18940/vsj.2018.0_116)
248. 宝田晋治・中川光弘・宮坂瑞穂・山元孝広・山崎 雅・金田泰明・下司信夫 (2022). 支笏カルデラ支笏火砕流堆積物分布図. 大規模火砕流分布図, **2**. 産総研地質調査総合センター.
249. 高島 勲・山崎哲良・中田英二・湯川公靖 (1992). 北海道洞爺湖周辺の第四紀火砕岩及び火山岩のTL年代. 岩鉱, **87(5)**, 197-206. <https://doi.org/10.2465/ganko.87.197>

## 参考文献⑭

250. Tamanyu, S., & Lanphere, M. (1983). Volcanic and geothermal history at the Hachimantai geothermal field in Japan. -On the basis of K-Ar ages-. The Journal of the Geological Society of Japan, 89 (9), 501-510. <https://doi.org/10.5575/geosoc.89.501>
251. 照井一明 (2006). 東北日本弧, 七時雨火山の地質と層序. 日本地質学会第113年学術大会 講演要旨, 120. [https://doi.org/10.14863/geosocabst.2006.0\\_120\\_2](https://doi.org/10.14863/geosocabst.2006.0_120_2)
252. 照井一明 (2014). 七時雨火山の地質および噴火史. 岩手の地学, 44, 5-19.
253. 戸田成太郎・大場 司・小林 淳・林信太郎 (2011). 下北半島中部に分布する大畑層の地質. 日本地質学会第118年学術大会・日本鉱物科学会2011年年会合同学術大会 講演要旨集, 37. <https://doi.org/10.14824/jakoka.2011.0.36.0>
254. 富樫茂子 (1977). 恐山火山の岩石学的研究. 岩石鉱物鉱床学会誌, 72(2), 45-60. <https://doi.org/10.2465/ganko1941.72.45>
255. 東北地方第四紀研究グループ (1969). 東北地方における第四紀海水準変化. 地団研専報, 日本の第四系, 15, 37-83.
256. 東宮昭彦・後藤芳彦 (2014). 有珠上長和テフラ(Us-Ka)の岩石学的特徴～洞爺カルデラー中島一有珠山のマグマ供給系の解明に向けて～. 日本火山学会講演予稿集, 100. [https://doi.org/10.18940/vsj.2014.0\\_100](https://doi.org/10.18940/vsj.2014.0_100)
257. 東宮昭彦・宮城磯治 (2020). 洞爺噴火の年代値. 火山, 65(1), 13-18. [https://doi.org/10.18940/kazan.65.1\\_13](https://doi.org/10.18940/kazan.65.1_13)
258. 鳥口能誠・佐々木央岳・畠山 信・後藤芳彦 (2005). 北海道南西部, 登別火山における最新の噴火: 日和山一大湯沼一裏地獄火口列で起きた水蒸気爆発. 日本火山学会講演予稿集, 109. [https://doi.org/10.18940/vsj.2005.0\\_109](https://doi.org/10.18940/vsj.2005.0_109)
259. 富山眞吾・梅田浩司・花室孝広・高島 勲・林信太郎・根岸義光・増留由起子 (2007). 下北半島, むつ燧岳火山地域の変質帯と変質岩の熱ルミネッセンス年代. 岩石鉱物科学, 36(4), 111-121. <https://doi.org/10.2465/gkk.36.111>
260. 十和田火山防災協議会 火山災害想定影響範囲図. 2024年3月29日更新. 青森県庁 危機管理局 防災危機管理課ホームページ, [https://www.pref.aomori.lg.jp/soshiki/kikikanri/bousai/files/R5d\\_towadasaigaisoutei.pdf](https://www.pref.aomori.lg.jp/soshiki/kikikanri/bousai/files/R5d_towadasaigaisoutei.pdf)
261. 辻野 匠・工藤 崇・中江 訓・近藤玲介・西岡芳晴・植木岳雪 (2018). 5万分の1地質図幅「一戸」及び同説明書. 産総研地質調査総合センター.
262. 通商産業省資源エネルギー庁 (1985). 昭和59年度 広域調査報告書 八甲田地域.
263. 通商産業省資源エネルギー庁 (1992). 平成3年度 広域地質構造調査報告書 渡島・下北地域.
264. 通商産業省資源エネルギー庁 (1994). 平成5年度 広域地質構造調査報告書 渡島・下北地域.
265. 筒井正明・伊藤英之・秋田県鹿角建設事務所 (2002). 秋田焼山起源のテフラ及びその噴火年代. 日本火山学会講演予稿集, 2, 173. [https://doi.org/10.18940/vsj.2002.2.0\\_173](https://doi.org/10.18940/vsj.2002.2.0_173)
266. Uchida, N., Nakajima, J., Wang, K., Takagi, R., Yoshida, K., Nakayama, T., ... & Asano, Y. (2020). Stagnant forearc mantle wedge inferred from mapping of shear-wave anisotropy using S-net seafloor seismometers. *Nature Communications*, 11(1), 5676. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19541-y>
267. 内海 茂・宇都浩三・柴田 賢 (1990). K-Ar年代測定結果-3 一 地質調査所未公表資料一. 地質調査所月報, 41(10), 567-575.

## 参考文献⑮

268. 上嶋 誠 (2009). MT法による電気伝導度構造研究の現状. 地震 第2輯, 61(特集号), S225-S238. <https://doi.org/10.4294/zisin.61.225>
269. 植木岳雪・鈴木毅彦 (2004). 八甲田カルデラ起源火砕流堆積物の古地磁気極性. 地質学雑誌, 110(7), 389-394. <https://doi.org/10.5575/geosoc.110.389>
270. 上村不二雄 (1975). 5万分の1地質図幅「陸奥川内」及び同説明書, 地質調査所.
271. 宇井忠英 (2017). 藤根ほか(2016)「有珠山善光寺岩屑なだれの発生年代」の再検討. 第四紀研究, 56(5), 243-244. <https://doi.org/10.4116/jaqua.56.243>
272. 宇井忠英 編 (1997). 火山噴火と災害. 東京大学出版会.
273. 宇井忠英・後藤芳彦・田村 亨・前田 潤・吉田英樹 (2016). 北海道南西部の火山防災に関する研究. 室蘭工業大学 学術資源アーカイブ. 梅田浩司 (1992). 下北半島, むつ燧岳火山の地質と岩石記載. 岩鉱, 87(10), 420-429. <https://doi.org/10.2465/ganko.87.420>
274. Umeda, K., Ban, M., Hayashi, S., & Kusano, T. (2013). Tectonic shortening and coeval volcanism during the Quaternary, Northeast Japan arc. Journal of Earth System Science, 122, 137-147. <https://doi.org/10.1007/s12040-012-0245-z>
275. 梅田浩司・檀原 徹 (2008). フィッション・トラック年代によるむつ燧岳の活動年代の再検討. 岩石鉱物科学, 37(5), 131-136. <https://doi.org/10.2465/gkk.37.131>
276. 梅田浩司・古澤 明 (2003). テフラ層序からみた東北日本, むつ燧岳火山の活動史. 地球惑星科学関連学会合同大会予稿集, G017-P001.
277. 梅田浩司・古澤 明 (2004). RIPLIによるテフラ降灰層準の認定と最新噴火活動の推定. 月刊地球, 26(6), 395-400.
278. 梅田浩司・林信太郎・伴 雅雄 (1999). 東北日本, 笹森, 高松, 船形および三吉・葉山火山のK-Ar年代. 火山, 44(4), 217-222. <https://doi.org/10.18940/kazan.44.4.217>
279. 梅田浩司・林 信太郎・伴 雅雄・佐々木 実・大場 司・赤石和幸 (1999). 東北日本, 火山フロント付近の2.0Ma以降の火山活動とテクトニクスの推移, 火山, 44(5), 233-249. <https://doi.org/10.18940/kazan.44.5.233>
280. 和知 剛・千葉達朗・土井宣夫・岡田智幸・吉田桂治・越谷 信・林信太郎・齋藤徳美 (2018). 八幡平火山群, 航空レーザー測量で検出された火口群と完新世火山灰. 岩手の地学, 48, 13-45.
281. 山縣耕太郎 (1994). 支笏およびクッタラ火山のテフロクロロジー. 地学雑誌, 103(3), 268-285. <https://doi.org/10.5026/igeography.103.268>
282. 山縣耕太郎 (1996). 函館周辺に分布する後期更新世のテフラ層—津軽海峡函館沖から噴出した銭亀女那川テフラ—. 第四紀露頭集—日本のテフラ 日本第四紀学会40周年特別企画, 134.
283. 山縣耕太郎 (2000). 支笏火山40ka噴火の規模に関する検討. 上越教育大学研究紀要, 19(2), 445-460.
284. 山縣耕太郎・町田 洋 (1996). 北海道伊達における洞爺テフラとその上位の諸テフラ. 第四紀露頭集—日本のテフラ 日本第四紀学会40周年特別企画, 50.
285. 山縣耕太郎・町田 洋・新井房夫 (1989). 銭亀一女那川テフラ: 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, 62(A-3), 195-207. <https://doi.org/10.4157/gri1984a.62.3.195>

## 参考文献⑬

286. 山口昇一 (1977). 5万分の1地質図幅「渡島福島」及び同説明書. 地質調査所.
287. 山口昇一 (1978). 5万分の1地質図幅「知内」及び同説明書. 地質調査所.
288. 山元孝広 (2015). 日本の主要第四紀火山の積算マグマ噴出量階段図. 地質調査総合センター研究資料集, **613**, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.  
<http://www.gsj.jp/researche/openfie2015/openfile0613.html>
289. 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, **632**, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
290. 山元孝広・須藤 茂 (1996). テフラ層序からみた磐梯火山の噴火活動史. 地質調査所月報, **47**(6), 335-359.
291. 山崎誠子・南 裕介 (2022). 秋田焼山火山古期～中期の感度法K-Ar年代測定. 日本火山学会, **157**. <https://doi.org/10.18940/vsj.2022.0.157>
292. 山崎哲良 (1985). 北海道南西部, クッタラ火山の地質. 地球科学, **39**(6), 416-428. <https://doi.org/10.15080/agcjchikyukagaku.39.6.416>
293. 山崎哲良 (1986). クッタラ火山・大湯沼-地獄谷爆発堆積物の<sup>14</sup>C年代-日本の第四紀層の<sup>14</sup>C年代 (158)-. 地球科学, **40**(3), 221-223.  
<https://doi.org/10.15080/agcjchikyukagaku.40.3.221>
294. 山崎哲良 (1993). 倶多楽火山の地質と岩石. 石井次郎教授追悼論文集, 19-30.
295. 山崎哲良・高島 勲 (1993). 倶多楽火山層序とTL年代. 日本地質学会第100年学術大会 講演要旨, 536. <https://doi.org/10.14863/geosocabst.1993.0.536>
296. 大和伸友 (1988). 馬淵川下流域の段丘地形. 東北地理, **39**(1), 257-76. <https://doi.org/10.5190/tga1948.39.48>
297. 大和伸友 (1989). 五戸川流域の地形面. 駒沢大学大学院地理学研究, **19**, 1-18.
298. 柳井清治・雁沢好博 (1988). 北海道駒ヶ岳山麓における化石林の発見とその意義. 地球科学, **42**(1), 25-28. <https://doi.org/10.15080/agcjchikyukagaku.42.1.25>
299. 柳井清治・鴈澤好博・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, **98**(2), 125-136. <https://doi.org/10.5575/geosoc.98.125>
300. 八島隆一 (1990). 東北日本弧における鮮新世火山岩のK-Ar年代: 阿闍羅山安山岩, 青ノ木森安山岩, セツ森デイスイト, 笹森山安山岩. 地球科学, **44**(3), 150-153.  
<https://doi.org/10.15080/agcjchikyukagaku.44.3.150>
301. 八島隆一・大竹二男・長橋良隆 (2001). 東北地方における後期中新世-鮮新世火山岩のK-Ar年代. 地球科学, **55**(4), 253-257. <https://doi.org/10.15080/agcjchikyukagaku.55.4.253>
302. 安井光大・山元正継 (1996). 岩手県北西部鮮新世稲庭岳地域の火山岩. 日本地質学会第103年学術大会 講演要旨, 265. <https://doi.org/10.14863/geosocabst.1996.0.265.2>
303. 安井光大・山元正継 (2000). 東北日本弧, 稲庭岳地域の火山層序とK-Ar年代-著しくK<sub>2</sub>Oに乏しいマグマの活動時期-. 岩石鉱物科学, **29**, 74-84. <https://doi.org/10.2465/gkk.29.74>
304. 安井光大・山元正継 (2006). 東北日本弧, 稲庭岳に産するソレアイト系列岩の岩石学的研究-鮮新世に噴出した高温タイプのソレアイトマグマ-. 岩石鉱物科学, **35**(2), 78-96.  
<https://doi.org/10.2465/gkk.35.78>
305. 吉本充宏・宮坂瑞穂・高橋 良・中川光弘・吉田邦夫 (2008). 北海道駒ヶ岳火山, 先歴史時代噴火活動史の再検討. 地質学雑誌, **114**(7), 336-347.  
<https://doi.org/10.5575/geosoc.114.336>

## 参考文献⑰

306. 吉本充宏・宇井忠英(1998). 北海道駒ヶ岳火山1640年の山体崩壊. 火山, 43(4), 137-148. [https://doi.org/10.18940/kazan.43.4\\_137](https://doi.org/10.18940/kazan.43.4_137)
307. 吉本充宏・宝田晋治・高橋 良(2007). 北海道駒ヶ岳火山の噴火履歴. 地質学雑誌, 113(Supplement), S81-S92. <https://doi.org/10.5575/geosoc.113.S81>
308. 吉井守正(1966). 5万分の1地質図幅「渡島小島」及び同説明書. 地質調査所.