柏崎刈羽原子力発電所６号及び７号炉　ヒアリング資料	
資料番号	KK67-地0108-3

柏崎刈羽原子力発電所６号及び７号炉

火山影響評価について

平成29年6月1日

東京電力ホールディングス株式会社

TEPCO

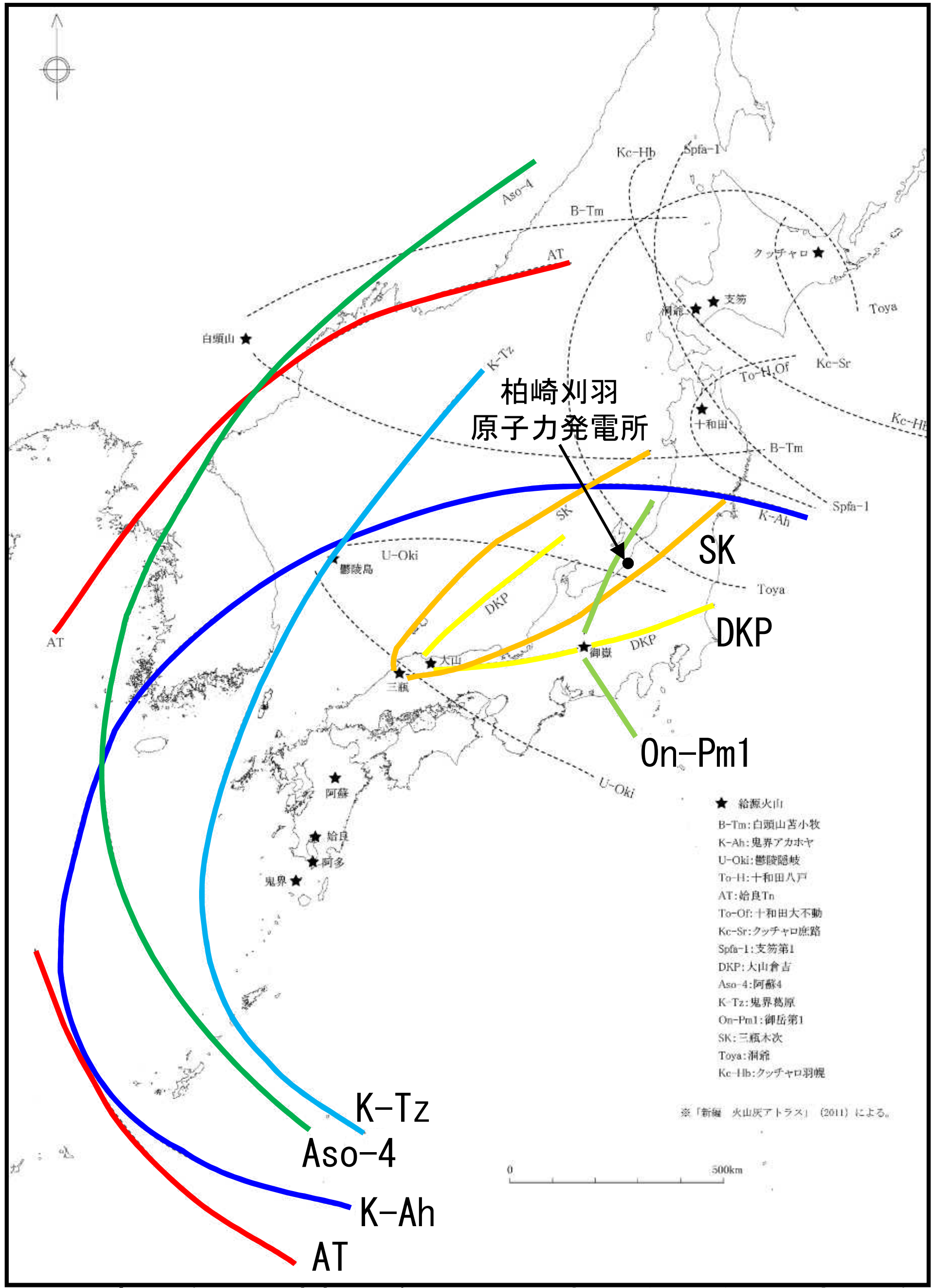
まとめ資料

４．１　降下火砕物の影響可能性

- 柏崎刈羽原子力発電所に降下した可能性がある広域降下火砕物は，町田・新井(2011)によれば，７層の分布が示されている。
- これらの降下火砕物については，カルデラ噴火等大規模噴火に伴って噴出したもので，将来同規模の噴火が発生し，敷地に影響する可能性は十分に低く，降下火砕物が敷地に影響を及ぼす可能性は十分に低いと評価した。

敷地周辺での広域降下火砕物層厚
（町田・新井，2011）

名称	層厚(cm)	年代(千年)
鬼界アカホヤ(K-Ah)	20>T>0	7.3
姶良Tn(AT)	20>T>10	28～30
大山倉吉(DKP)	10>T>5	55
阿蘇４(Aso-4)	T>15	85～90
鬼界葛原(K-Tz)	2>T>0	95
御岳第１(On-Pm1)	10>T>0	100
三瓶木次(SK)	5>T>0	105



広域降下火砕物分布（町田・新井(2011)，一部加筆）

4. 1　降下火砕物の影響可能性

- 敷地周辺で確認されている降下火砕物は，以下のとおりである。
- 給源が特定できる降下火砕物については，各火山の活動可能性を評価し，同規模の噴火が発生する可能性は十分に低く，降下火砕物が敷地に影響を及ぼす可能性は十分に低いと評価した。
- 給源不明の降下火砕物については，敷地周辺での分布状況を整理した。

敷地周辺で確認されている降下火砕物

名称	給源	降下時代	層厚	
			敷地内	敷地周辺（敷地からの距離）
大山倉吉テフラ	大山	後期更新世	－	約5cm（約25km）
飯縄上樽テフラ	飯縄山	中期～後期更新世	－	約10cm（約17km）
刈羽テフラ	不明	中期更新世	約1cm	約12cm（約2km）
阿多鳥浜テフラ	阿多カルデラ	中期更新世	約4cm	約3cm（約14km）
加久藤テフラ	加久藤カルデラ	中期更新世	約2cm	－
大町テフラ	樅沢岳	中期更新世	－	約36cm（約19km）
魚沼ピンクテフラ	塔のへつりカルデラ	前期更新世後半	－	約300cm以上（約11km）
吉水テフラ	不明	前期更新世後半	－	約180cm（約10km）
常楽寺テフラ	現在の榛名火山の位置とその周辺部※1	前期更新世後半	－	約120cm（約11km）
出雲崎テフラ	飛騨山脈	前期更新世後半	約55cm	約450cm（約22km）
SK110テフラ	飛騨山脈	前期更新世後半	約190cm	約260cm以上（約25km）
辻又川テフラ	飛騨山脈	前期更新世後半	－	約200cm（約22km）
不動滝テフラ	不明	前期更新世前半	約25cm	約190cm（約28km）
武石テフラ	飛騨山脈	前期更新世前半	約42cm	約280cm（約21km）
阿相島テフラ	不明	前期更新世前半	約35cm	約160cm（約27km）

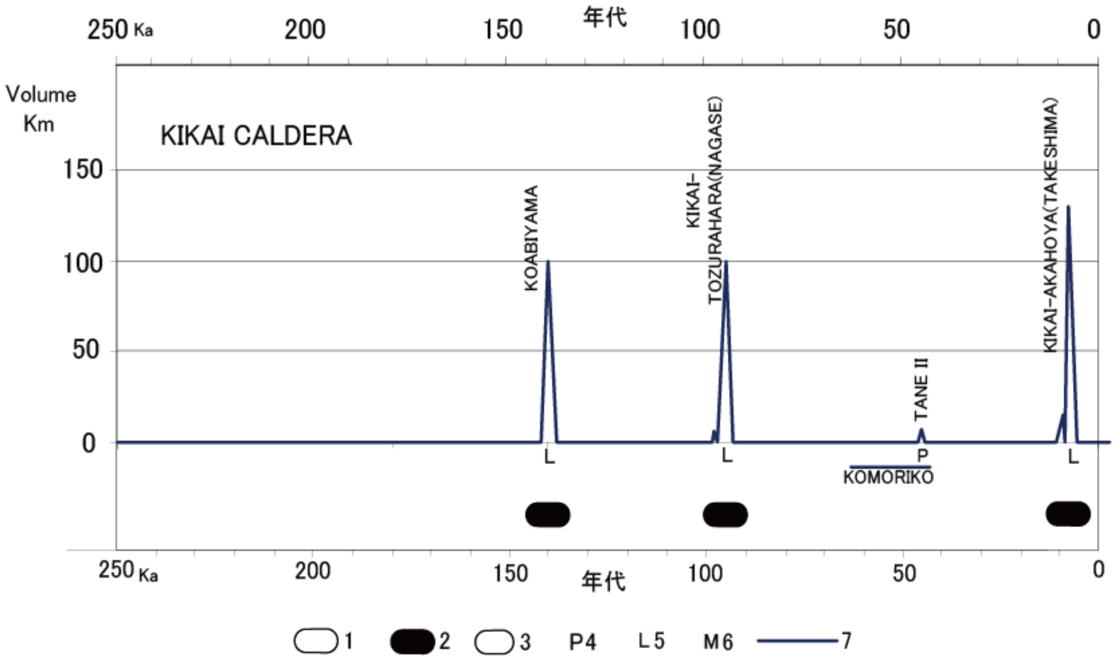
□：噴出源が同定でき，その噴出源が将来同規模の噴火をする可能性が否定できるもの。　－：敷地内で確認されてないもの。
※1：中村・新井（1988）による。

まとめ資料　補足説明資料

２．１　広域火山灰の影響可能性　(1)鬼界アカホヤ・鬼界葛原テフラ

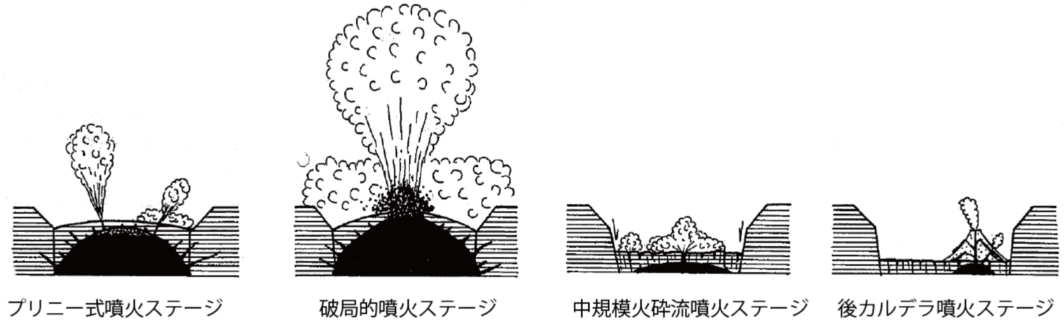
- 鬼界カルデラの破局的噴火の活動間隔（約5万年以上）は，最新の破局的噴火の経過時間（約0.7万年）と比べて長いことから，破局的噴火までには十分時間的な余裕があると考えられ，発電所運用期間にこの規模の噴火の可能性は十分低いと考えられる。
- 最近数年間には，マグマの供給に伴う膨張等の地殻変動は認められないことから，鬼界アカホヤ噴火以降の数千年間で地下浅部に大規模なマグマ溜まりを形成するようなマグマの供給があった可能性は低いと考えられる。（井口ほか，2002）
- 火山ガスの放出量やメルト包有物等に関する検討より，地下３km程度を上面とする80km^{3}以上のマグマ溜まりが推定されているものの，火山ガスのほとんどは地下深くに潜在している玄武岩マグマを起源としていることから，マグマ溜まりのほとんどは玄武岩マグマであり，破局的噴火を発生させるものではないと考えられる。（篠原ほか，2008）

　以上より，現在の鬼界カルデラは，後カルデラ噴火ステージであり，鬼界アカホヤテフラ(K-Ah)及び鬼界葛原テフラ(K-Tz)と同規模噴火の発生可能性は十分に低く，降下火砕物が敷地に影響を及ぼす可能性は十分に低いと評価した。



1:Plinian stage; 2: Large-scale pyroclastic flow stage; 3: Moderate scale pyroclastic flow stage
4: Plinean-eruptive cycle; 5: Large-scale pyroclastic flow eruptive cycle; 6: Moderate-scale pyroclastic flow eruptive cycle; 7: Post-caldera volcanism

鬼界カルデラの噴火史（Nagaoka, 1988）

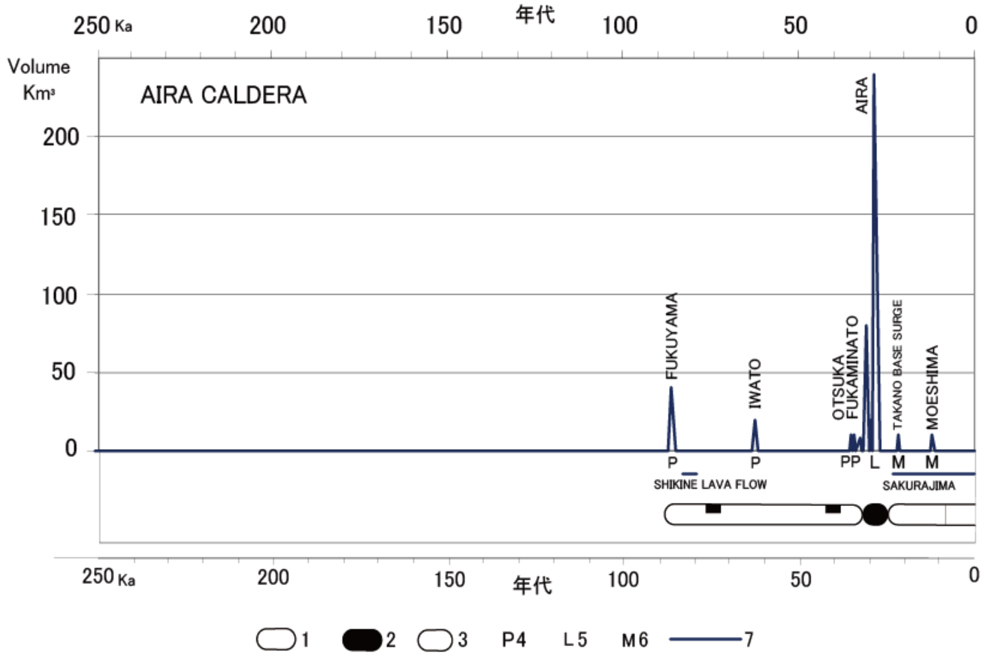


噴火ステージ区分（Nagaoka, 1988）

２．１　広域火山灰の影響可能性　(2)姶良Tnテフラ

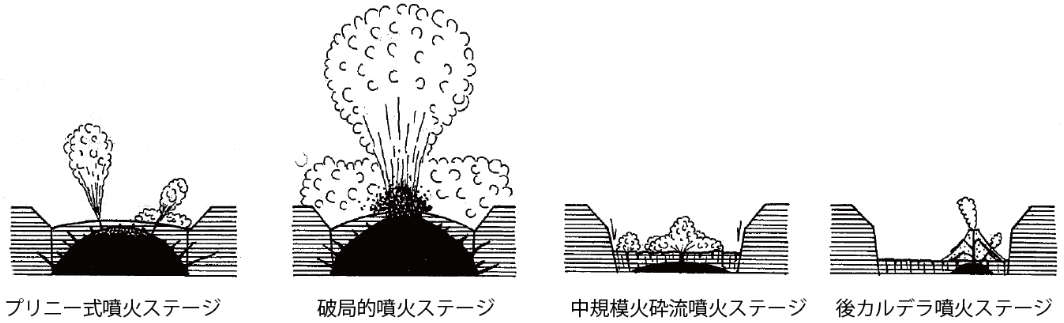
- Nagaoka(1988)によると，現在の姶良カルデラの噴火ステージは，後カルデラ噴火ステージ（Post-caldera volcanism）とされている。
- 姶良カルデラの破局的噴火の活動間隔（約6万年以上）は，最新の破局的噴火の経過時間（約3万年）と比べて十分長いこと，破局的噴火に先行して発生するプリニー式噴火ステージの兆候は現在認められないことから，破局的噴火までには十分時間的な余裕があると考えられる。

以上より，現在の姶良カルデラは，後カルデラ噴火ステージであり，姶良Tnテフラと同規模噴火の発生可能性は十分に低く，降下火砕物が敷地に影響を及ぼす可能性は十分に低いと評価した。



1:Plinian stage; 2: Large-scale pyroclastic flow stage; 3: Moderate scale pyroclastic flow stage 4: Plinean-eruptive cycle; 5: Large-scale pyroclastic flow eruptive cycle; 6: Moderate-scale pyroclastic flow eruptive cycle; 7: Post-caldera volcanism

姶良カルデラの噴火史（Nagaoka, 1988）



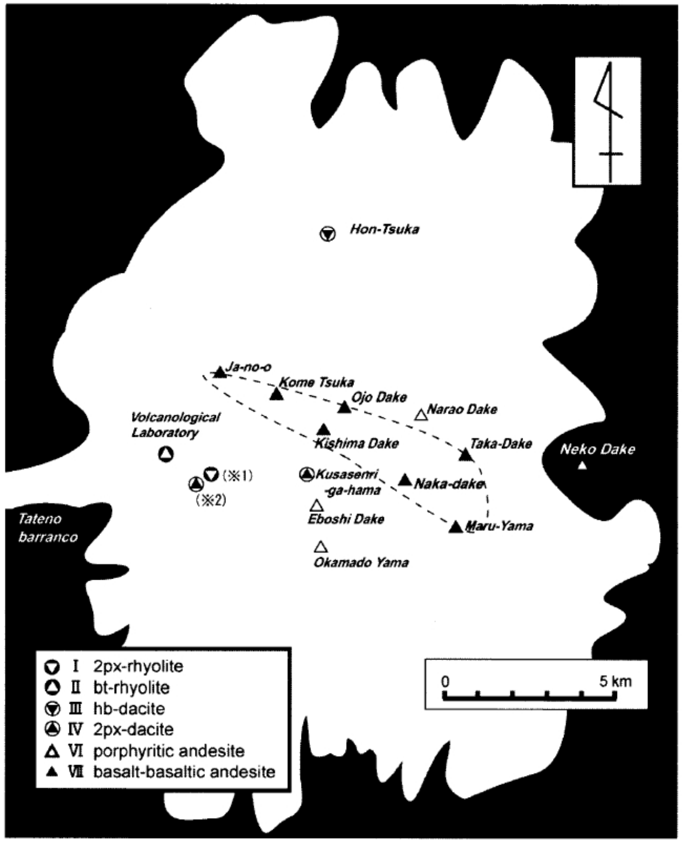
噴火ステージ区分（Nagaoka, 1988）

- 大山火山は，更新世中期に活動を開始し，少なくとも２万年前以降まで，その活動を続け，現在は第４期の活動に整理されている。第４期の噴出量は第１期～第３期に比べて少なく，数km³とされている。
- 40万年前以降，最も規模の大きな噴火は，大山倉吉軽石（DKP）であったが，DKP噴火に至る活動間隔は，DKP噴火以降の経過時間に比べて十分長いことから，次のDKP規模の噴火までには，十分時間的な余裕が有ると考えられ発電所運用期間中にこの規模の噴火の可能性は十分低いと考えられる。
- 数km³以下の規模の噴火については，DKP噴火以前もしくは以降においても繰り返し生じている。
- 保守的に大山の地下深部の低速度層をマグマ溜りとして評価した場合においても，これらの低速度層は20km以深に位置しており，爆発的噴火を引き起こす珪長質マグマの浮力中立点深度7kmより深い位置にある。

以上のことから，大山火山については，DKPと同規模噴火の発生可能性は十分に低く，降下火砕物が敷地に影響を及ぼす可能性は十分に低いと評価した。

２．１　広域火山灰の影響可能性　(4)阿蘇4テフラ

- 破局的噴火の活動間隔（約2万年）は，最新の破局的噴火の経過時間（約9万年）と比べて短いため，破局的噴火のマグマ溜まりを形成している可能性，破局的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。
- 阿蘇カルデラの現在の噴火活動は，最新の破局的噴火以降，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噴火ステージと考えられる。
- 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まりはないものと考えられる。（三好ほか，2005）

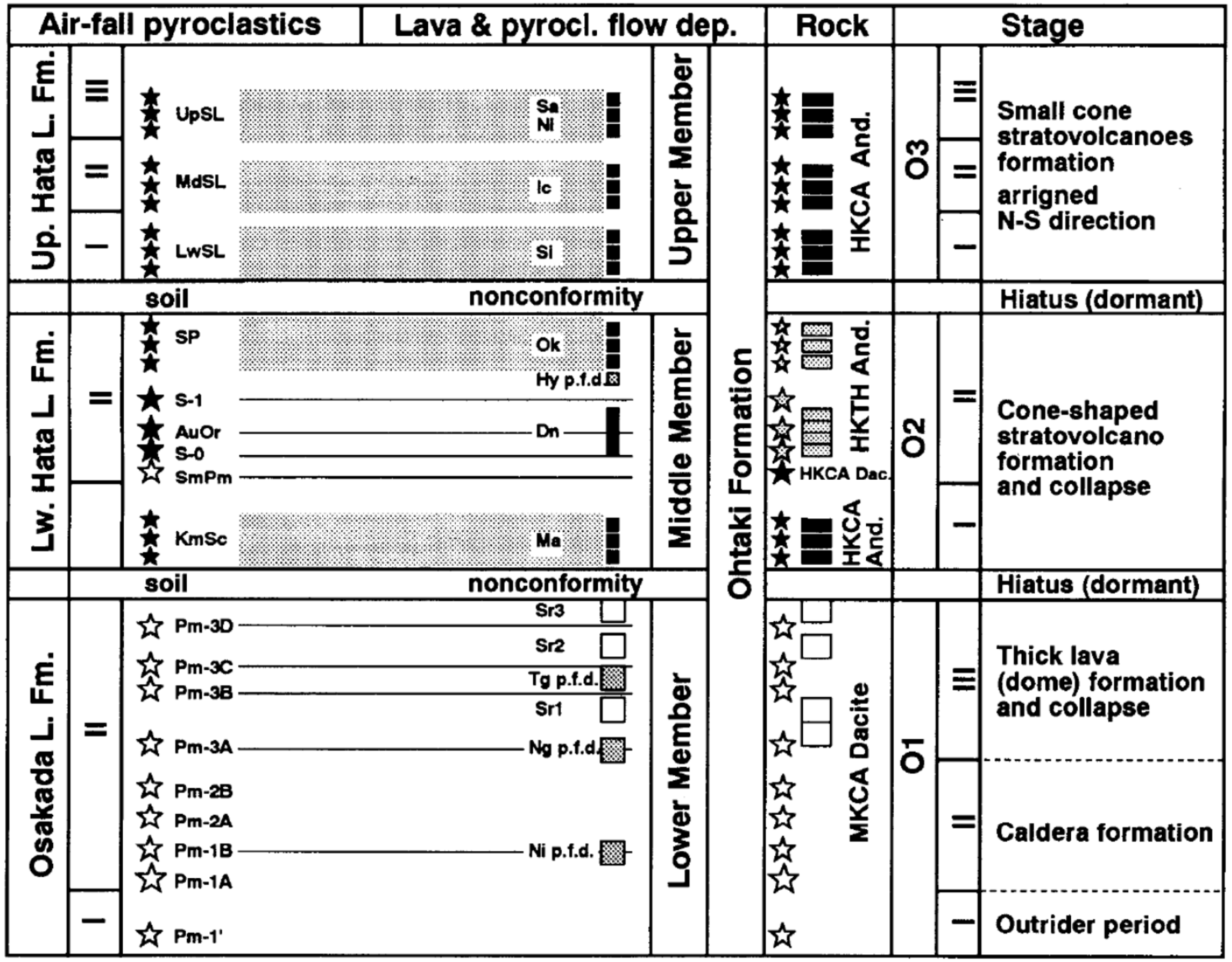


阿蘇中央火口丘の火口の溶岩の構造別分布
（三好ほか，2005）

以上より，阿蘇カルデラについては，現在のマグマ溜まりは破局的噴火直前の状態ではなく，現在の噴火ステージが継続するものと考えられ，阿蘇４テフラと同規模噴火の発生可能性は十分に低く，降下火砕物が敷地に影響を及ぼす可能性は十分に低いと評価した。

2．1　広域火山灰の影響可能性　(5)御岳第１テフラ

- 木村（1993）によれば，新期御嶽火山の活動は，デイサイトー流紋岩質のプリニー式噴火とカルデラ陥没及び溶岩ドームの形成（O1ステージ），安山岩溶岩の大量噴出による成層火山の形成期（O2ステージ），山頂付近の小円錐火山群の形成（O3ステージ）に分けられている。
- 最も新しく噴出した溶岩は約2万年前の三ノ池溶岩流であり，それ以降は水蒸気爆発を中心とした比較的静穏な時期とされている。
- 一方で，最近の研究では過去1万年以内に少なくとも4回のマグマ噴火が確認されている（鈴木ほか，2009；及川・奥野，2009）。



後期更新世以降の御嶽山の活動ステージ（木村，1993）

Ni p.f.d：西野川軽石流堆積物，Ng p.f.d：濁滝軽石流堆積物，Sr1：白川１溶岩，Tg p.f.d：滝越軽石流堆積物，Sr2：白川２溶岩，Sr3：白川３溶岩，Ma：摩利支天溶岩類，Dn：伝上川溶岩類，Hy s.f.d：百間滝スコリア流堆積物，Ok：奥ノ院溶岩類，Si：四ノ池溶岩類，Ic：一ノ池溶岩類，Ni：二ノ池溶岩類，Sa：三ノ池溶岩類

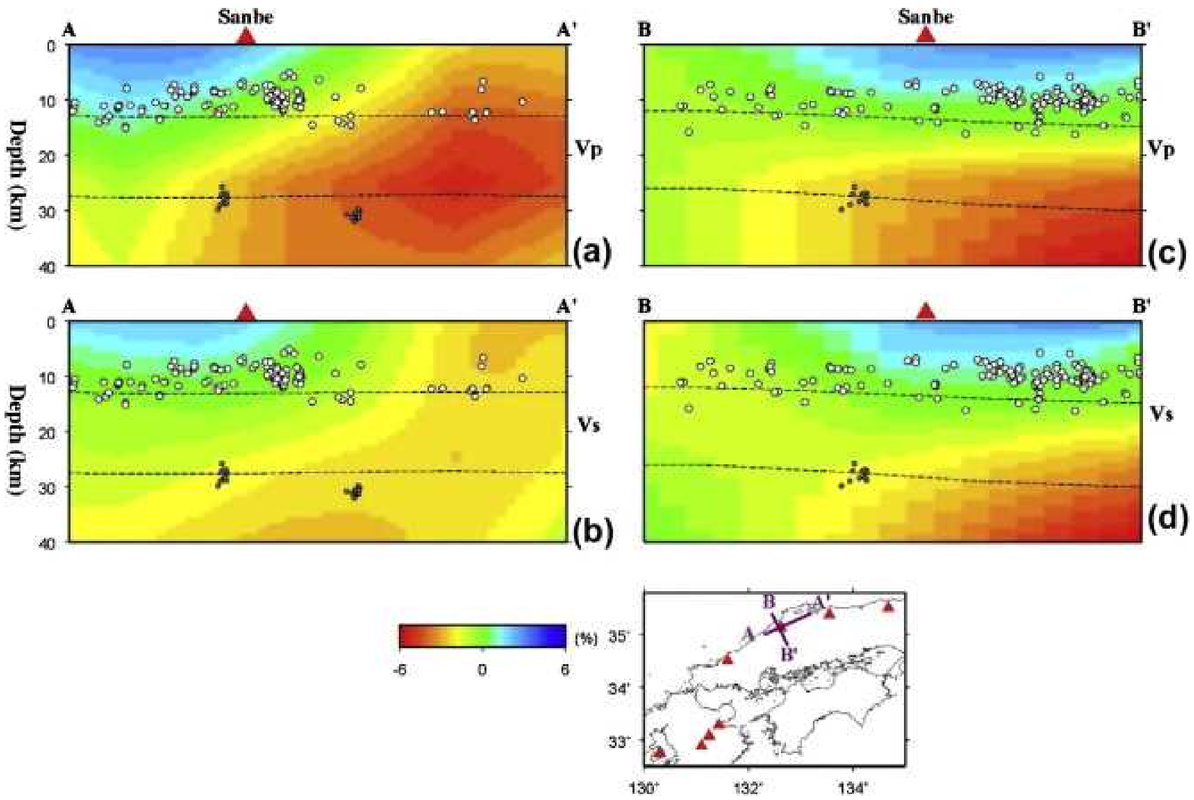
MKCA：中カリカルクアルカリ，HKCA：高カリカルクアルカリ，HKTH：高カリソレアイト

以上より，御嶽山については，現在の噴火ステージが継続するものと考えられ，御岳第１テフラと同規模噴火の発生可能性は十分に低く，降下火砕物が敷地に影響を及ぼす可能性は十分に低いと評価した。

２．１　広域火山灰の影響可能性　(6)三瓶木次テフラ

- Zhao et al.(2011)によると，三瓶山の地下深部に広がる低速度層から地下深部にマグマ溜まりの存在する可能性を示唆している。
- 東宮(1997)によると，マグマ溜まりは，マグマの密度と地殻の密度の釣り合う深さ（浮力中立点）よりも浅部には形成されていないとし，幾つかの火山の事例から約6km～約12kmの深さに形成されているとしている。
- 三瓶山の地下深部の低速度層をマグマ溜まりとして評価した場合においても，低速度層は東宮（1997）による玄武岩質マグマの浮力中立点の深度よりも深い位置にあると考えられる。

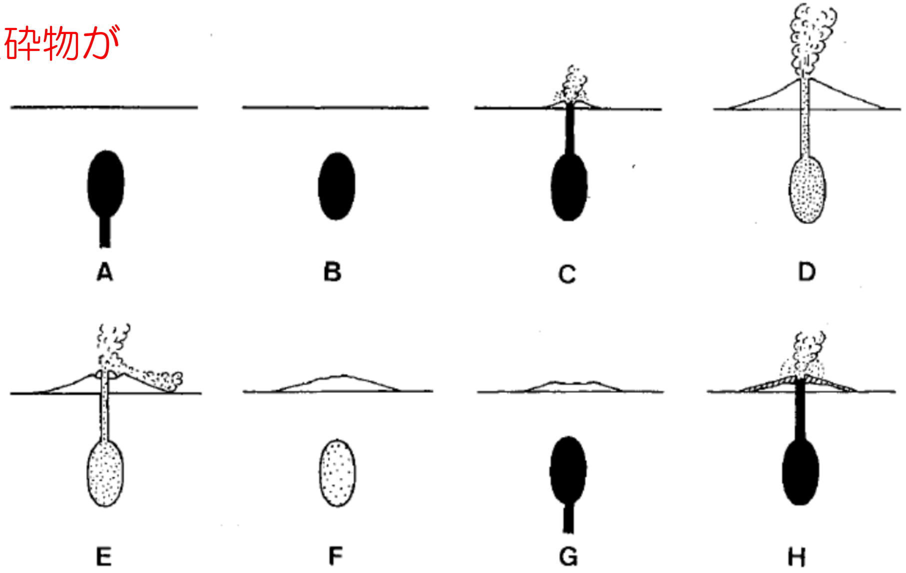
以上のことから，三瓶木次(SK)テフラと同規模噴火の発生可能性は十分に低く，降下火砕物が敷地に影響を及ぼす可能性は十分に低いと評価した。



三瓶山周辺の地震波速度構造（Zhao et al.,2011）

- 妙高火山は，４つの活動期に大別され，４つの独立した成層火山がほぼ同じ位置で古い山体の上に新しい山体が順次積み重なって出来た多世代火山である。また，各活動期で噴出されるマグマの性質は，玄武岩質⇒安山岩質⇒デイサイト質へと変化する。また，妙高火山群を構成する黒姫火山・飯縄火山・斑尾火山においても，妙高火山同様に多世代火山とみなせることができる。（早津，2008）
- 飯縄山の第Ⅱ期活動期においても，噴出するマグマの性質が玄武岩質⇒安山岩質⇒デイサイト質へと変化しており，現在は活動休止期間となっている。

以上より，飯縄上樽と同規模噴火の発生可能性は十分に低く，降下火砕物が敷地に影響を及ぼす可能性は十分に低いと評価した。



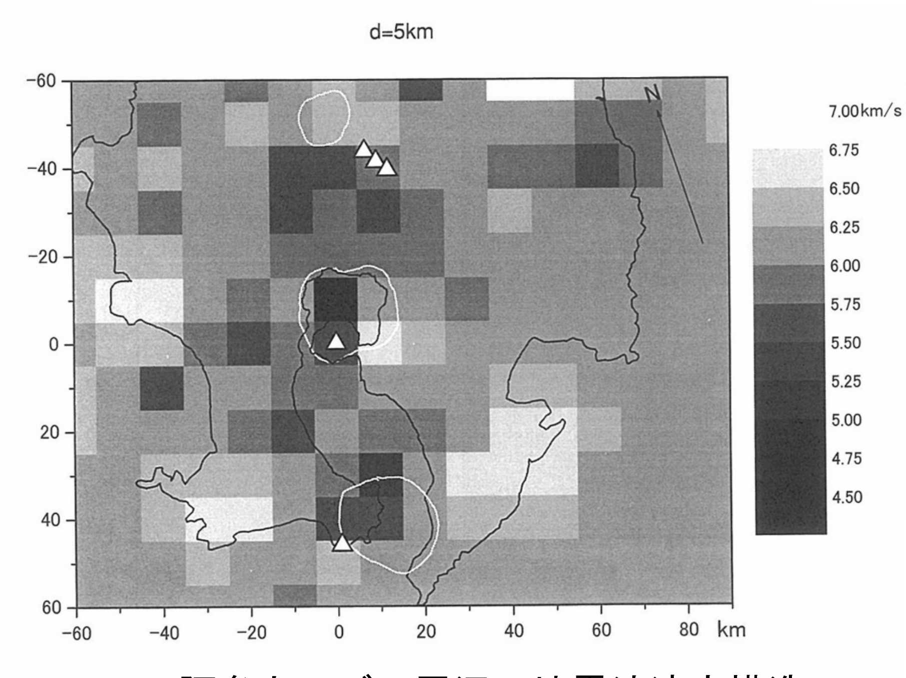
妙高火山群の形成とマグマ溜まりの関係
（早津，2008）

A：玄武岩質マグマの上昇によるマグマ溜まりの形成
B：地下深部からのマグマの供給停止
C：玄武岩質マグマの噴出による噴火活動開始
D・E:マグマは玄武岩質⇒安山岩質⇒デイサイト質へと変化し山体が成長
F：マグマは自力噴火の能力を失い，噴火活動が終了
G：地下深部から新たな玄武岩質マグマが上昇し，前回とほぼ同じ地点にマグマ溜まりを形成
H：玄武岩質マグマによる新たな噴火活動開始

多世代火山としてみた妙高火山群の概要（早津，2008）

火山名	世代	活動期間 (ka)	寿命 (×1,000年)	休止期の長さ (×1,000年)	噴出物の量 (km³)	噴出速度 (km³/1,000年)	岩質の変化
妙高火山	4	43→5	38		5	0.13	玄武岩質(N)→安山岩質(R)～デイサイト質(R)
				17			
	3	70→60	10		7	0.7	玄武岩質(N)→安山岩質(N)→デイサイト質(R)
				40			
	2	140→110	30		20	0.67	玄武岩質(N)→安山岩質(N→R)→デイサイト質(R)
				160			
	1	ca. 300	50 >?		40	0.8 <?	玄武岩質(N)→安山岩質(N・R)→デイサイト質(R)
黒姫火山	3	55→43	12		6	0.5	安山岩質 (N→R)
				65-75			
	2	150→120-130	20-30		9	0.3-0.45	玄武岩質(N)→安山岩質(N→R)
				100			
	1	ca. 250	50 >?		13	0.26<?	安山岩質(R)～デイサイト質(R)
飯縄火山	2	220-230→150	75		14	0.2	玄武岩質(N)→安山岩質(N→R)→デイサイト質(R)
				110-120			
	1	ca. 340	50 >?		25	0.5 <?	安山岩質(R)～デイサイト質(R)
斑尾火山	3	550→510	40		中	?	安山岩質 (N→R)
				ca. 50			
	2	ca. 600	?		小	?	デイサイト質(R)
				ca. 100			
	1	ca. 700	?		多	?	安山岩質 (N・R)
焼山火山	1	3.0→0	＞3.0		5	1.7	安山岩質(R)～デイサイト質(R)

- 阿多カルデラ地域の地震波速度構造において，深さ5kmに火山活動に関連する可能性がある低速度異常が認められるものの地下浅部に大規模なマグマ溜まりはないと考えられる。（西ほか，2001）



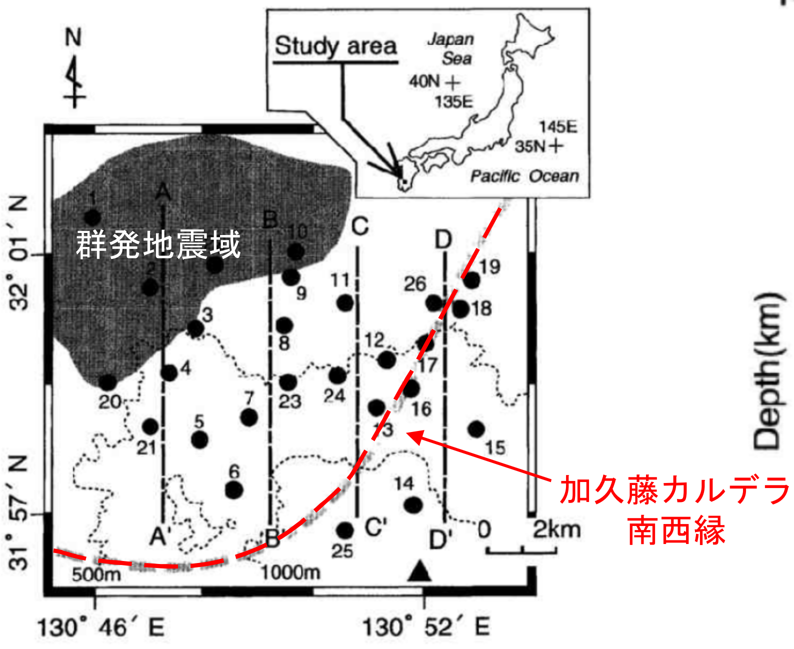
阿多カルデラ周辺の地震波速度構造
（西ほか，2001）

以上より，阿多鳥浜テフラと同規模噴火の発生可能性は十分に低く，降下火砕物が敷地に影響を及ぼす可能性は十分に低いと評価した。

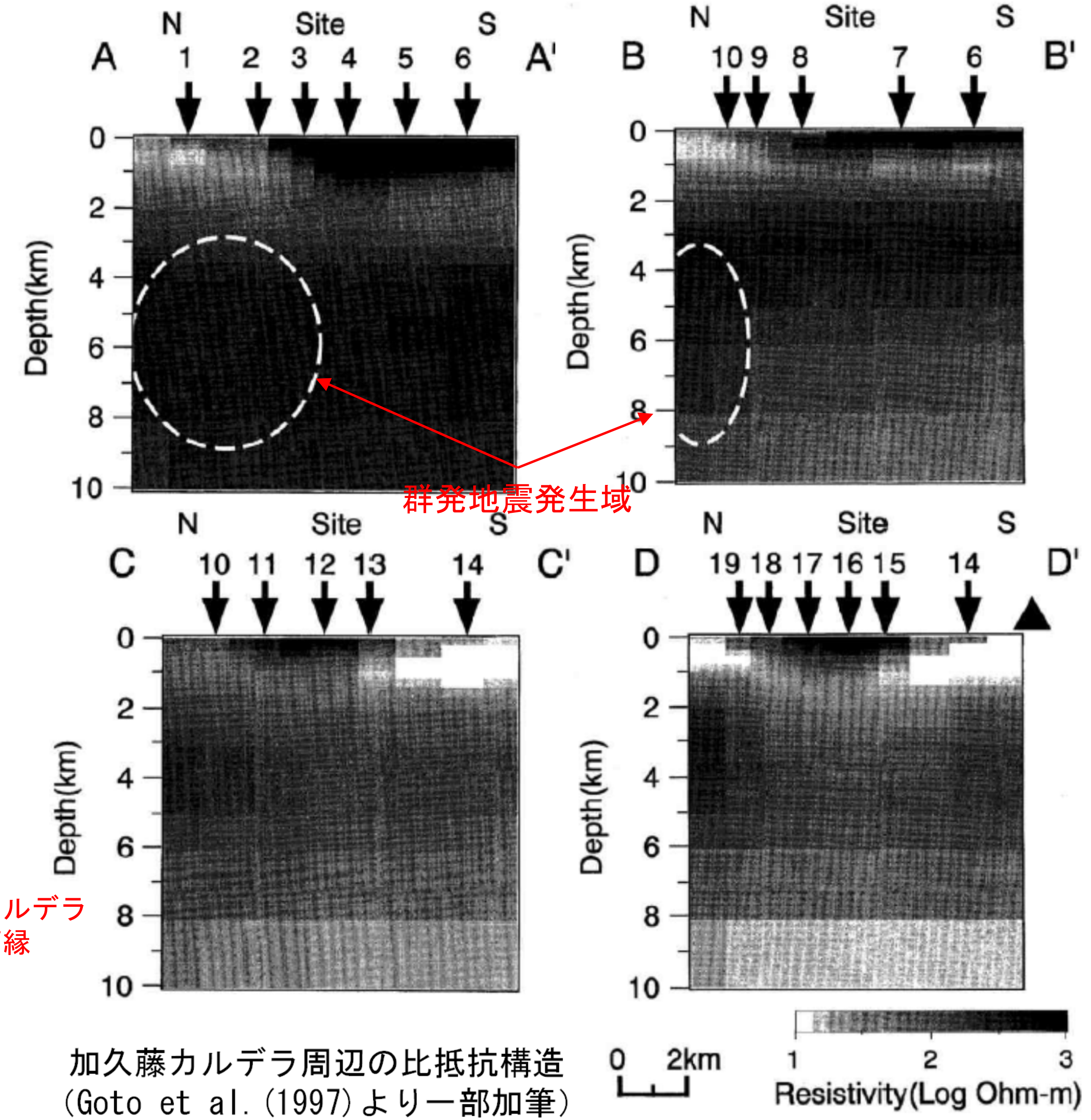
２．２　敷地周辺で確認されている降下火砕物の影響可能性　(3)加久藤テフラ

- Goto et al.(1997）によると，加久藤カルデラでの群発地震発生領域(1968年のえびの群発地震等）を対象とした電磁法探査（MT法）による調査結果から，当該領域に大規模な流体は存在しないとしている。
- 当該調査による比抵抗構造によると，加久藤カルデラ周辺では深さ約10km以浅で低比抵抗領域は認められず，大規模なマグマ溜まりはないものと考えられる。

以上より，加久藤テフラと同規模噴火の発生可能性は十分に低く，降下火砕物が敷地に影響を及ぼす可能性は十分に低いと評価した。



加久藤カルデラ周辺の比抵抗探査位置
(Goto et al.(1997)より一部加筆)

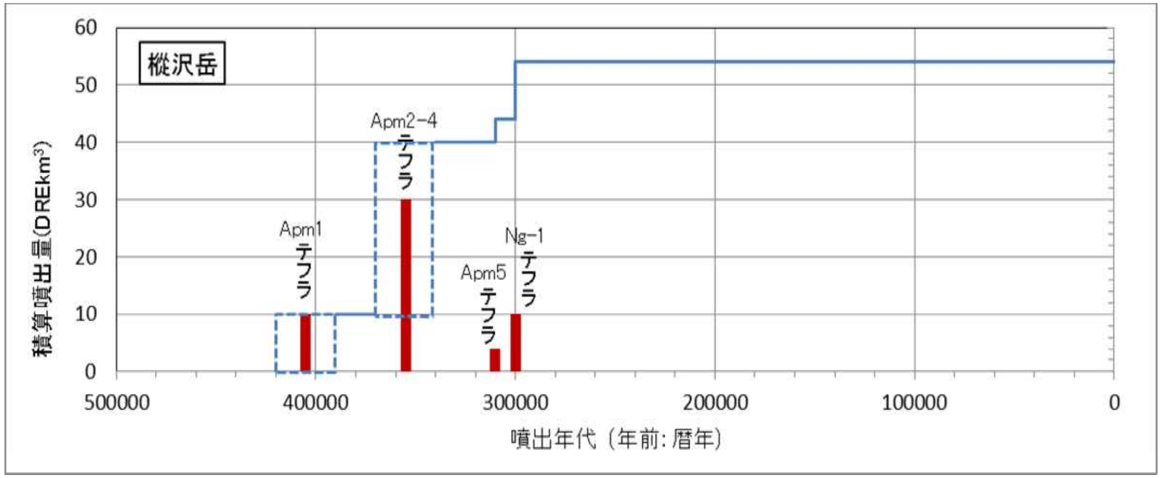


加久藤カルデラ周辺の比抵抗構造
(Goto et al.(1997)より一部加筆)

大町Apmテフラと同規模噴火の発生可能性について検討した。

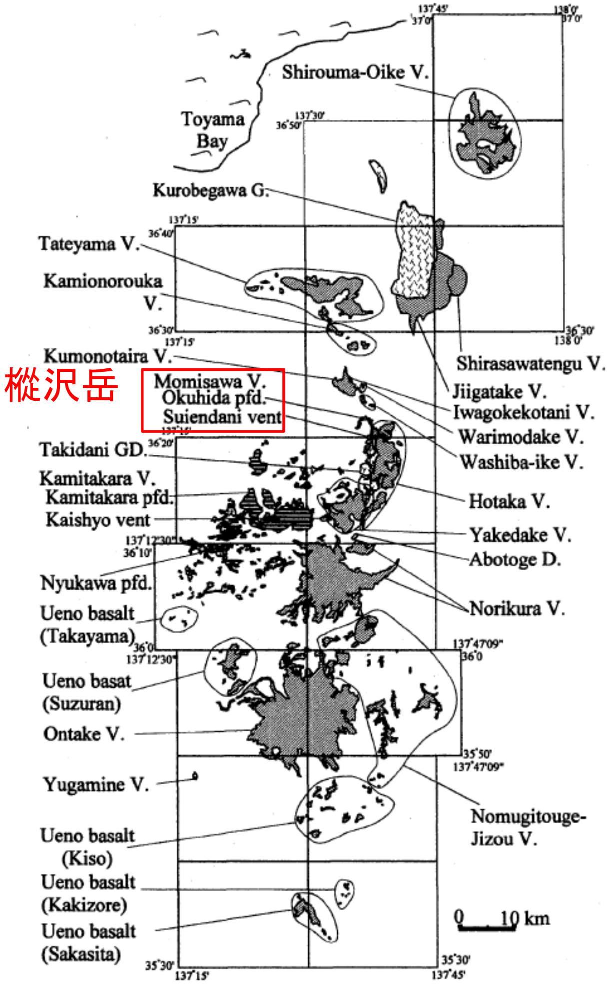
- 大町Apmは，槍ヶ岳西方の尾根や鎌田川の流域に分布する奥飛騨火砕流堆積物に対比されると考えられ，その給源として水鉛谷火道が挙げられている。（原山，1990；町田・新井，2011）
- 樅沢岳は水鉛火道と奥飛騨火砕流堆積物から構成され，その活動期間は0.4Ma前後の期間であり休止期間が十分長いことから，樅沢岳の活動可能性は低いと考えられる。

以上より，樅沢火山において，大町Apmテフラと同規模噴火の発生可能性は十分に低く，降下火砕物が敷地に影響を及ぼす可能性は十分に低いと評価した。



樅沢岳の階段ダイヤグラム

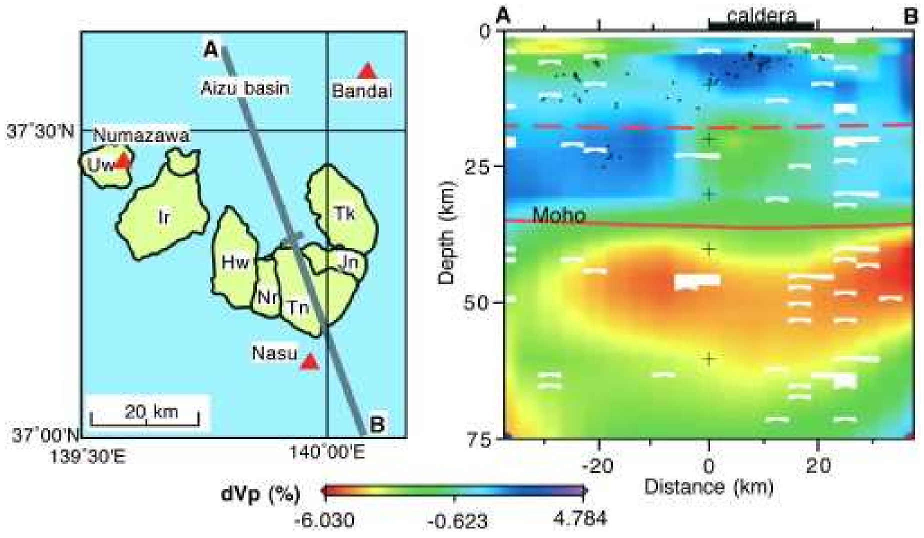
及川(2003)に基づき作成



飛騨山脈における第四紀火山
（及川，2003）

２．２　敷地周辺で確認されている降下火砕物の影響可能性　(5)魚沼ピンクテフラ

- 東北本州弧の応力場は，中期中新世以降はσHmax が北東－南西方向を向く弱い圧縮応力場あるいは引張応力場であったとされ，上部地殻内に定置した珪長質マグマに由来するカルデラが主に形成されたのに対し，3.5Ma以降の東西圧縮応力場により第四紀に入ると火山活動はカルデラ火山を主とする活動から多数の安山岩質成層火山を主とする活動に変化した。（吉田，2009）
- 会津地域において，更新世中期以降は苦鉄質－中性複成火山体を形成し，沼沢火山のカルデラや砂子原カルデラは塔のへつりカルデラと比較して小型化しており，噴出率も低い。（梅田ほか，1999）
- また，カルデラ地下浅部には地震波低速度層は認められない。（Yamamoto, 2011）



塔のへつりカルデラ周辺の地震波速度構造
(Yamamoto, 2011)

以上のことから，塔のへつりカルデラにおいて，魚沼ピンクテフラと同規模噴火の発生可能性は十分に低く，降下火砕物が敷地に影響を及ぼす可能性は十分に低いと評価した。

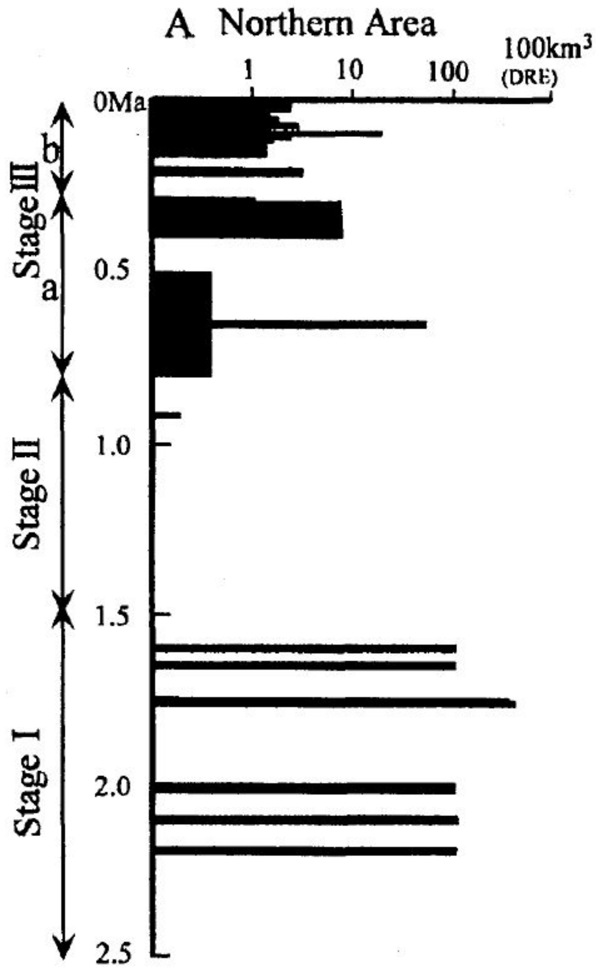
２．２　敷地周辺で確認されている降下火砕物の影響可能性　(6)飛騨山脈を給源とするテフラ

及川（2003）は飛騨山脈の火成活動を３つのステージに区分した。

- StageⅢ（0.8Ma～0Ma）は東西圧縮の地殻応力場で成層火山の活動が主であり，10km³程度かそれ以下の規模の活動が卓越し，StageⅠ（2.5Ma～1.5Ma）に比べて噴出量は1桁以上小さい。

- StageⅡ（1.5Ma～0.8Ma）は火山活動が低調であった。

- StageⅠ（2.5Ma～1.5Ma）は伸張から中間応力場に卓越する大型カルデラ火山と独立単成火山群の活動からなり，総マグマ噴出量1250km³ と推定される非常に大規模な活動であった。



飛騨山脈におけるマグマ噴出量の時間変化
（及川，2003）

以上より，現在の火成活動のステージであるstageⅢにおいて，鮮新世～中期更新世以前に活動した出雲崎テフラ，SK110テフラ，辻又川テフラ，武石テフラと同規模噴火の発生可能性は十分に低く，降下火砕物が敷地に影響を及ぼす可能性は十分に低いと評価した。