

東海第二発電所 火山影響評価について

平成29年1月20日
日本原子力発電株式会社

申請時からの変更点について

- 立地評価については、追加の文献調査を実施した結果に基づき、評価の一部を見直した。
- 影響評価のうち降下火砕物の評価については、追加の文献調査及び追加の地質調査の結果に基づき、評価を見直した（詳細はp57以降に記載）。

立地評価		影響評価（降下火砕物）	
申請時の評価	原子力発電所に影響を及ぼし得る火山	抽出された火山の火山活動に関する個別評価	文献調査
	12火山 （高原山，那須岳，男体・女峰火山群，日光白根山，赤城山，燧ヶ岳，安達太良山，磐梯山，沼沢，子持山，吾妻山及び榛名山）	- 設計対応不可能な火山事象の影響なし - モニタリング対象外	町田・新井(2011)によれば、敷地において最大層厚となる降下火砕物は赤城鹿沼テフラであり、敷地は等層厚線の10～40cmの範囲に位置する。
追加調査	文献調査	申請時点の評価に山元(2015)等を追加して評価（活動年代に関する最新知見を含む）	地質調査 （赤城鹿沼テフラ）
			敷地近傍のボーリング調査の結果、約20cmの層厚を確認
今回の評価	原子力発電所に影響を及ぼし得る火山	抽出された火山の火山活動に関する個別評価	設計上考慮する層厚
	13火山 （高原山，那須岳，男体・女峰火山群，日光白根山，赤城山，燧ヶ岳，安達太良山， 笹森山 ，磐梯山，沼沢，子持山，吾妻山及び榛名山）	- 設計対応不可能な火山事象の影響なし - モニタリング対象外	40cm
			文献調査
			申請時点の評価に山元(2013a)等を追加して評価
			地質調査
			- 敷地におけるボーリング調査 - 申請以降、新たに確認された敷地近傍の露頭の調査
			文献調査
			- 町田・新井(2011)によれば、敷地において最大層厚となる降下火砕物は赤城鹿沼テフラであり、敷地は等層厚線の10～40cmの範囲に位置する。 - 山元(2013a)等においても最大層厚となる降下火砕物は赤城鹿沼テフラであり、敷地付近では20cm程度の層厚が示されている。
			地質調査 （赤城鹿沼テフラ）
			- 敷地近傍のボーリング調査の結果、約20cmの層厚を確認 - 敷地のボーリング調査の結果、約15cmの層厚であり、浸食の影響を受けていないことを確認 - 敷地近傍の露頭調査の結果、約20cmの層厚であり、浸食の影響を受けていないことを確認 - 上記調査結果が文献調査結果と整合していることを確認
			設計上考慮する層厚
			20cm

（参考）降下火砕物シミュレーションにより赤城鹿沼テフラの等層厚の再現解析を行った結果、敷地での層厚は約16cmとなり、シミュレーション結果も文献調査及び地質調査の結果と整合している。

目 次

1. 火山影響評価の概要	4
2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出	6
3. 抽出された火山の火山活動に関する個別評価	45
4. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出及びその影響評価	55
5. まとめ	94
6. 参考文献	95
参考	99

1. 火山影響評価の概要

1. 火山影響評価の概要

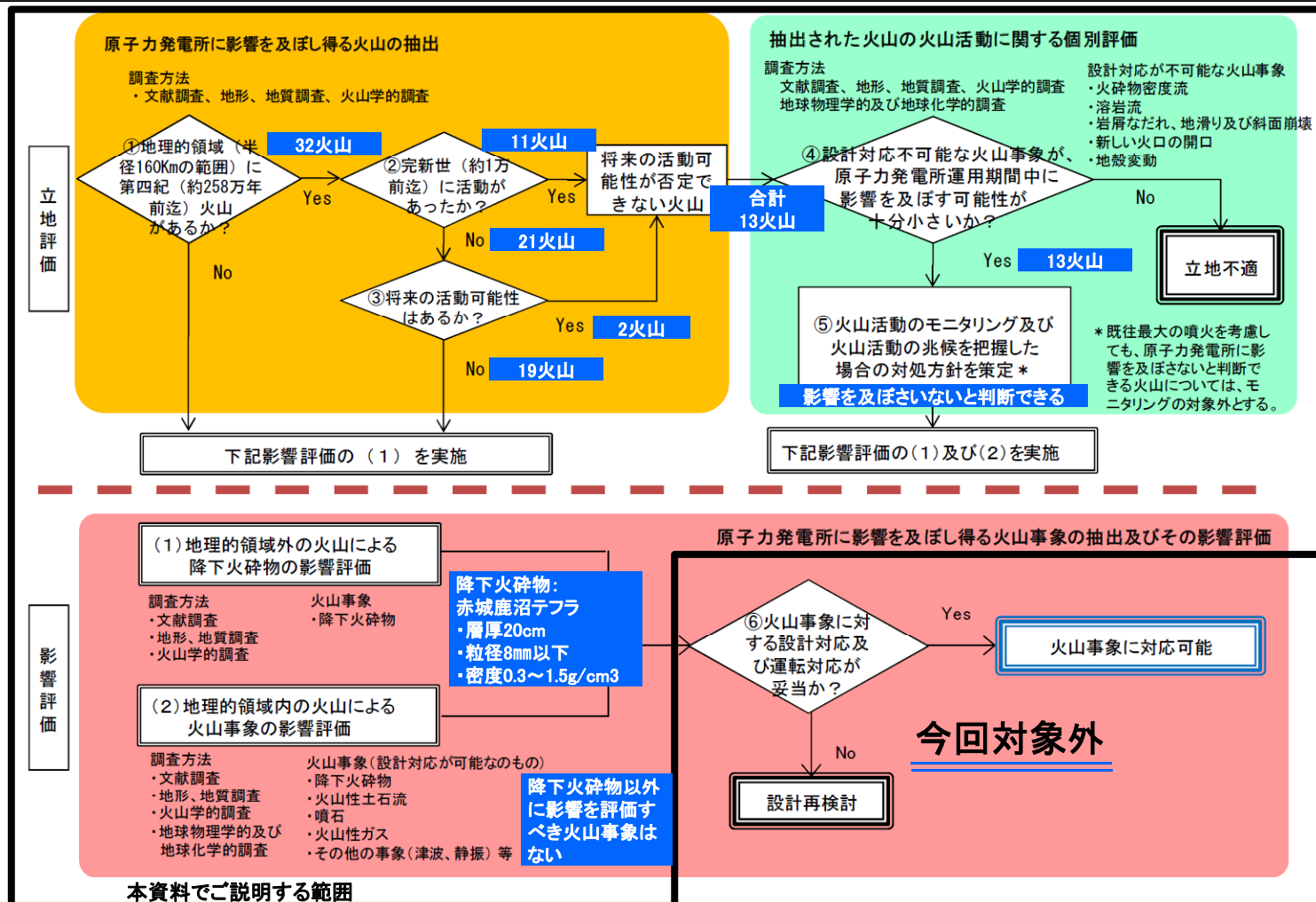
「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に従って、東海第二発電所の火山影響評価を実施した。

【立地評価結果】

- 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として13火山を抽出
- 抽出された火山の火山活動に関する個別評価の結果、設計対応不可能な火山事象が発電所に影響を及ぼす可能性はないと判断される（モニタリング対象外）。

【影響評価結果】

- 発電所に影響を及ぼし得る火山事象を抽出した結果、降下火砕物以外に影響評価すべき火山事象はない。
- 評価すべき降下火砕物の層厚は文献調査、地質調査の結果から20cmとした。



2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

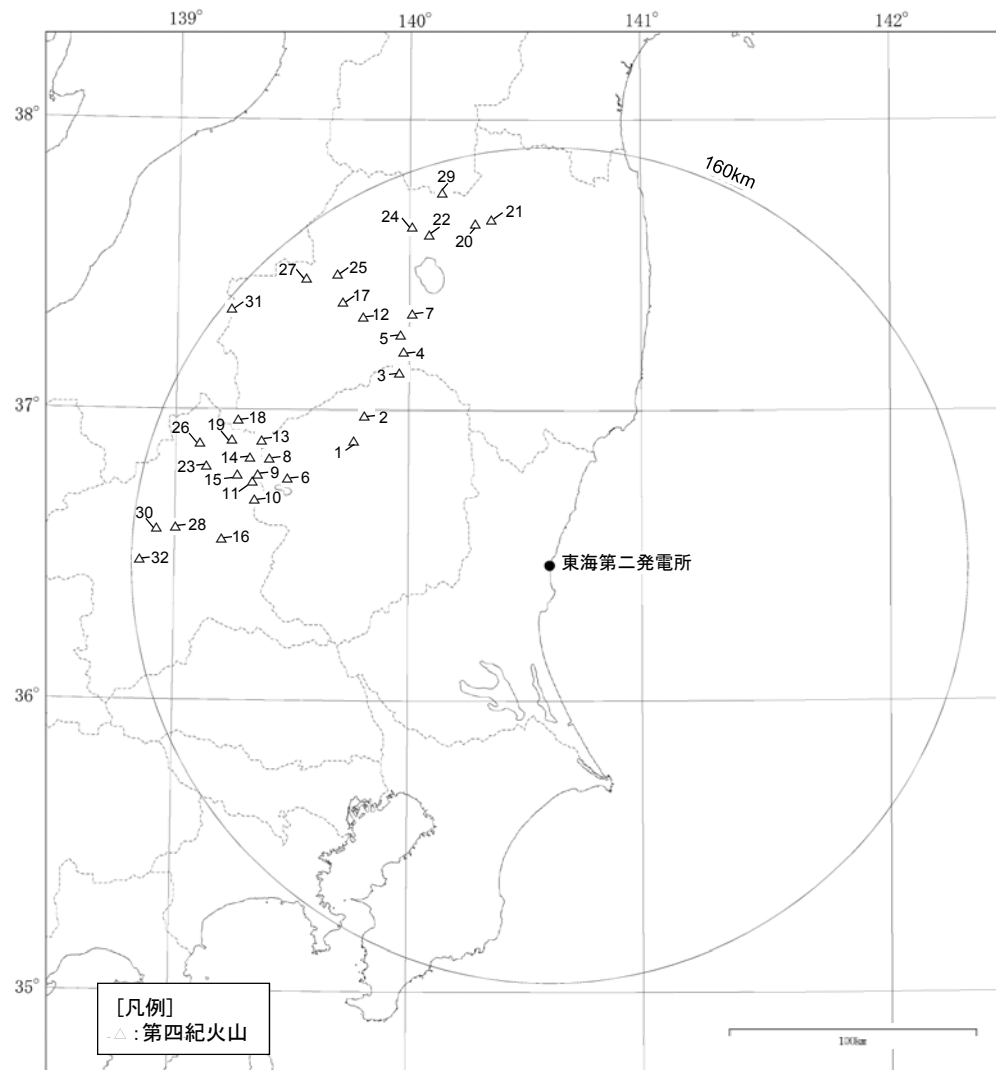
2.1 原子力発電所から半径160kmの範囲の第四紀火山

2.2 将来の活動可能性が否定できない火山の抽出

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

2.1 原子力発電所から半径160kmの範囲の第四紀火山

東海第二発電所の地理的領域(半径160km範囲)に位置する第四紀(約258万年前迄)火山として、陸域の32火山が抽出された。



半径160km範囲の第四紀火山分布

中野ほか(2013)に基づき作成

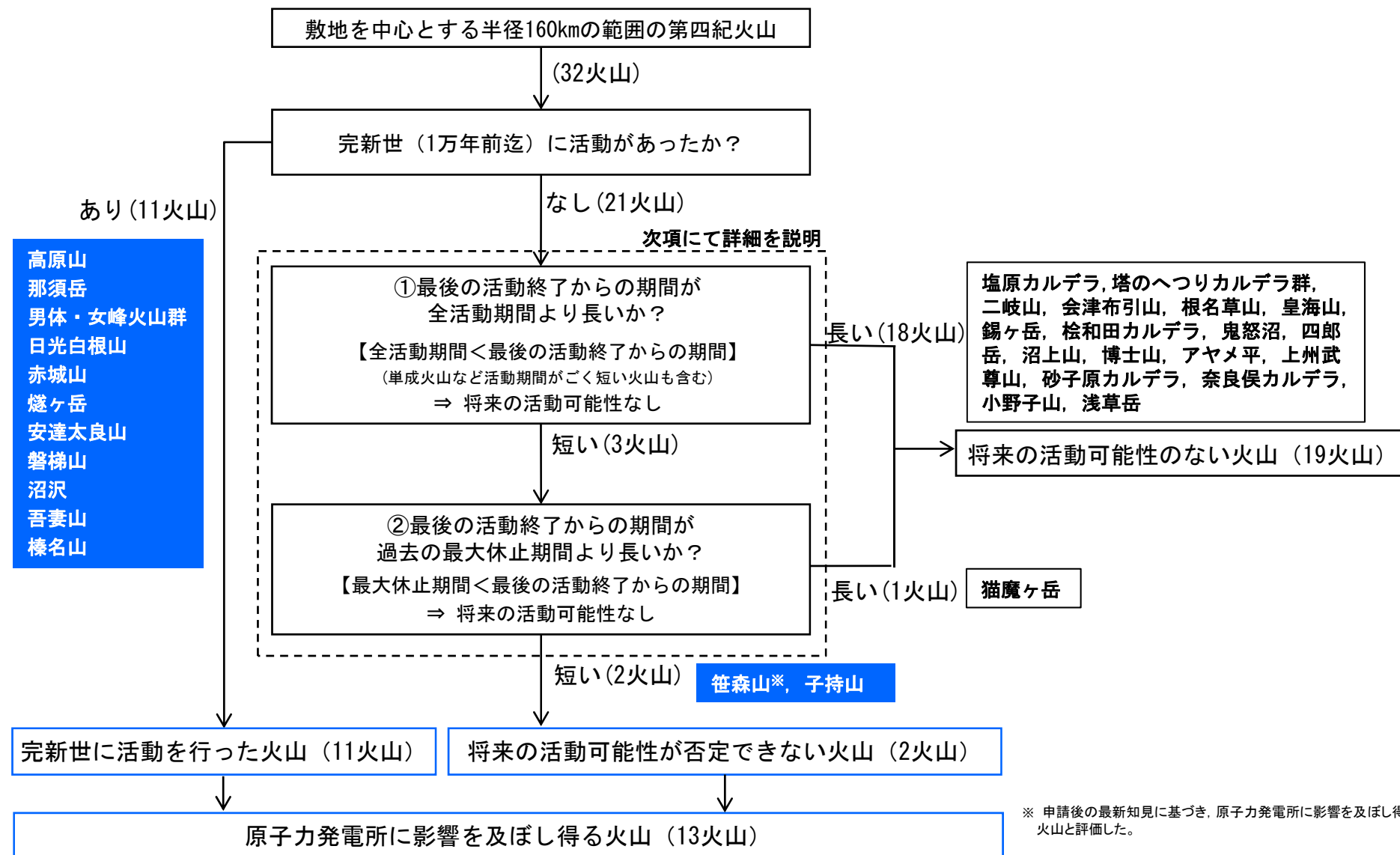
No.	第四紀火山	敷地からの距離(km)
1	たかはらやま 高原山	88
2	しおばら 塩原カルデラ	90
3	なすだけ 那須岳	93
4	とうのへつり 塔のへつりカルデラ群	99
5	ふたまたやま 二岐山	104
6	なんたい・によほう 男体・女峰火山群	105
7	あいづぬのびきやま 会津布引山	109
8	ねなくさやま 根名草山	116
9	につこうしらねやま 日光白根山	116
10	すかいさん 皇海山	116
11	すずがたけ 錫ヶ岳	117
12	ひわだ 桧和田カルデラ	118
13	きぬぬま 鬼怒沼	120
14	しろうだけ 四郎岳	122
15	ぬまのかみやま 沼上山	124
16	あかぎやま 赤城山	127

No.	第四紀火山	敷地からの距離(km)
17	はかせやま 博士山	127
18	ひうちがたけ 燧ヶ岳	130
19	あやめだいら アヤメ平	131
20	あだたらやま 安達太良山	133
21	さきもりやま 笹森山	133
22	ばんだいやま 磐梯山	135
23	じょうしゅうほたかさん 上州武尊山	137
24	ねこまがたけ 猫魔ヶ岳	137
25	すなごはら 砂子原カルデラ	137
26	ならまた 奈良俣カルデラ	142
27	ぬまさわ 沼沢	143
28	こもちやま 子持山	145
29	あづまやま 吾妻山	147
30	おのこやま 小野子山	150
31	あさくさだけ 浅草岳	156
32	はるなさん 榛名山	157

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

2.2 将来の活動可能性が否定できない火山の抽出①

敷地の地理的領域の第四紀火山(32火山)について、完新世の活動の有無、将来の活動性を検討した結果、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として、将来の活動可能性が否定できない13火山が抽出された。



2.2 将来の活動可能性が否定できない火山の抽出②

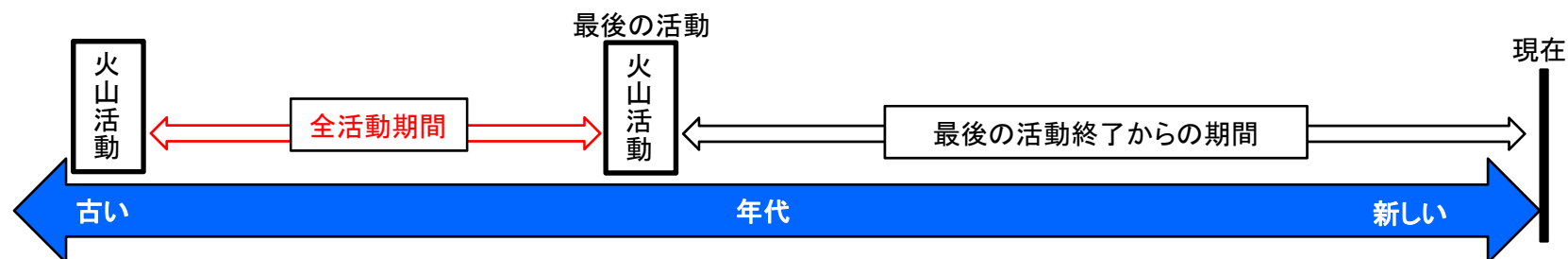
完新世に活動を行っていない21火山について、以下の考え方に基づき将来の活動可能性について評価した。

①最後の活動終了からの期間が全活動期間より長いのか？

全活動期間 < 最後の活動終了からの期間

(単成火山など活動期間がごく短い火山も含む)

⇒ 将来の活動可能性なし

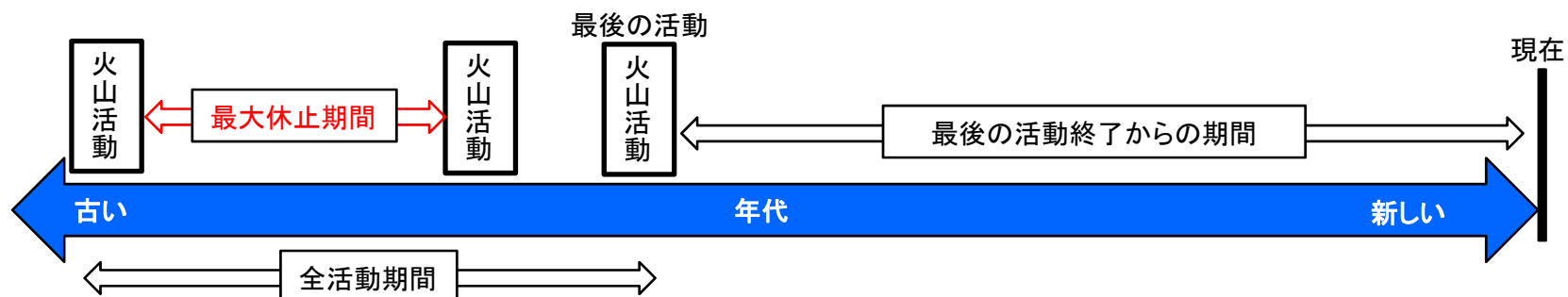


※最大休止期間は全活動期間を超えることはないことから、全活動期間と最新噴火からの経過期間との比較により、噴火の可能性を判断
(『原子力発電所火山影響評価技術指針』(JEAG4625-2015: 日本電気協会, 2015))

②最後の活動終了からの期間が過去の最大休止期間より長いのか？

最大休止期間 < 最後の活動終了からの期間

⇒ 将来の活動可能性なし



2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

まとめ (1/3)

No.	火山名※1	敷地からの 距離 (km)	火山の形式※2	活動年代※3 (千年前)	全活動期間 (千年)	最後の活動からの 期間 (千年前)	原子力発電所に影響を及ぼし得る火山 (13火山)	
							完新世に活動 を行った火山 (11火山)	将来の活動可能性が 否定できない火山 (2火山)
1	高原山	88	複成火山, 溶岩ドーム	300 ~	300	6.5	○	—
2	塩原カルデラ	90	カルデラー火砕流	350 ~ 300	50	300	×	×
3	那須岳	93	複成火山	500 ~	500	AD1963	○	—
4	塔のへつりカルデラ群	99	カルデラー火砕流, 溶岩ドーム	1400 ~ 1000	400	1000	×	×
5	二岐山	104	複成火山, 溶岩ドーム	140 ~ 90	50	90	×	×
6	男体・女峰火山群	105	複成火山, 溶岩ドーム	900※4 ~	900	7※4	○	—
7	会津布引山	109	複成火山	1400	—	1400	×	×
8	根名草山	116	溶岩ドーム	300	—	300	×	×
9	日光白根山	116	溶岩流及び 小型楕状火山, 溶岩ドーム	20 ~	20	AD1890	○	—
10	皇海山	116	複成火山	1600 ~ 900	700	900	×	×
11	錫ヶ岳	117	複成火山?	2700 ~ 2100	600	2100	×	×
12	桧和田カルデラ	118	カルデラー火砕流, 溶岩ドーム	3000 ~ 2600	400	2600	×	×
13	鬼怒沼	120	溶岩流, 火砕流	240	—	240	×	×
14	四郎岳	122	複成火山?	2200	—	2200	×	×
15	沼上山	124	複成火山	1100	—	1100	×	×
16	赤城山	127	複成火山—カルデラ, 溶岩ドーム	300 ~	300	AD1251	○	—

※1, 2 火山名, 火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

※3 活動年代は, 中野ほか(2013)も含め, それ以降に公表された第四紀火山に関するデータを収集・整理した「第四紀噴火・貫入岩体データベース」(西来ほか(2016))を基本にして評価した。

※4 大真名子山, 女峰山を含んだ年代を示している中野ほか(2013)に基づき評価した。

○:該当する ×:該当しない

—:検討対象外

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

まとめ (2/3)

No.	火山名※1	敷地からの 距離 (km)	火山の形式※2	活動年代※3 (千年前)	全活動期間 (千年)	最後の活動からの 期間 (千年前)	原子力発電所に影響を及ぼし得る火山 (13火山)	
							完新世に活動 を行った火山 (11火山)	将来の活動可能性が 否定できない火山 (2火山)
17	博士山	127	複成火山	2800 ~ 2500	300	2500	×	×
18	燧ヶ岳	130	複成火山	160 ~	160	AD1544	○	—
19	アヤマ平	131	複成火山	1600	—	1600	×	×
20	安達太良山	133	複成火山, 溶岩ドーム	550 ~	550	AD1900	○	—
21	笹森山	133	複成火山?	3700 ~ 1800※4	1900	1800	×	○
22	磐梯山	135	複成火山	700 ~	700	AD1888	○	—
23	上州武尊山	137	複成火山	1200 ~ 1000	200	1000	×	×
24	猫魔ヶ岳	137	複成火山	1430※5 ~ 400※5	1030	400	×	× ※5
25	砂子原カルデラ	137	カルデラ, 溶岩ドーム	290 ~ 220	70	220	×	×
26	奈良俣カルデラ	142	カルデラ—火砕流	2100	—	2100	×	×
27	沼沢	143	溶岩ドーム, カルデラ	110 ~	110	5.4	○	—
28	子持山	145	複成火山, 溶岩ドーム	900 ~ 200	700	200	×	○
29	吾妻山	147	複成火山, 溶岩流及び 小型楯状火山, 火砕丘	1300 ~	1300	AD1977	○	—
30	小野子山	150	複成火山	1300 ~ 1200	100	1200	×	×
31	浅草岳	156	複成火山	1700 ~ 1500	200	1500	×	×
32	榛名山	157	複成火山—カルデラ, 溶岩ドーム, 火砕丘	500 ~	500	6世紀後半～ 7世紀初頭	○	—

※1, 2 火山名, 火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

※3 活動年代は, 中野ほか(2013)も含め, それ以降に公表された第四紀火山に関するデータを収集・整理した「第四紀噴火・貫入岩体データベース」(西来ほか(2016))を基本にして評価した。

※4 笹森山起源の火砕流堆積物のフィッシュン・トラック年代を示している山元(2015)による。

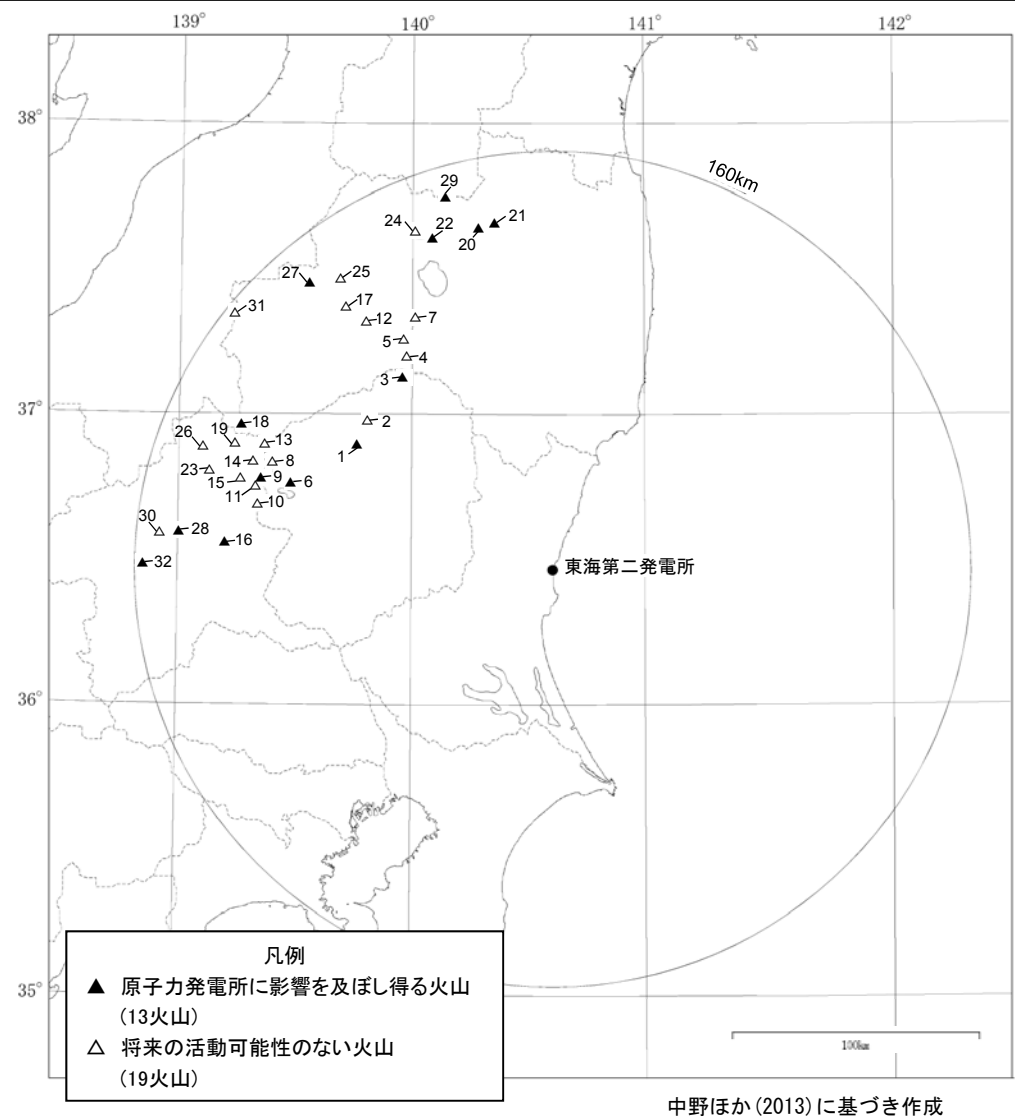
※5 活動休止期間が明確に記される知見である三村(2002)に基づき, 最後の活動からの経過期間が活動期間中の最大休止期間よりも長いとみなせる火山として評価した。

○:該当する ×:該当しない
—:検討対象外

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出
まとめ (3/3)

原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出された13火山の分布は以下の図に示すとおり。

- 完新世に活動を行った火山:11火山 →高原山, 那須岳, 男体・女峰火山群, 日光白根山, 赤城山, 燧ヶ岳, 安達太良山, 磐梯山, 沼沢, 吾妻山, 榛名山
- 将来の活動可能性が否定できない火山:2火山 →笹森山, 子持山



No.	第四紀火山	敷地からの距離 (km)
1	たかはらやま 高原山	88
2	しおばら 塩原カルデラ	90
3	なすだけ 那須岳	93
4	とうのへつり 塔のへつりカルデラ群	99
5	ふたまたやま 二岐山	104
6	なんたい・によほう 男体・女峰火山群	105
7	あいづぬのびきやま 会津布引山	109
8	ねなくさやま 根名草山	116
9	につこうしらねやま 日光白根山	116
10	すかいさん 皇海山	116
11	すずがたけ 錫ヶ岳	117
12	ひわた 桧和田カルデラ	118
13	きぬぬま 鬼怒沼	120
14	しろうだけ 四郎岳	122
15	ぬまのかみやま 沼上山	124
16	あかぎやま 赤城山	127

No.	第四紀火山	敷地からの距離 (km)
17	はかせやま 博士山	127
18	ひうちがたけ 燧ヶ岳	130
19	あやめだいら アヤメ平	131
20	あだたらやま 安達太良山	133
21	さきもりやま 笹森山	133
22	ばんだいやま 磐梯山	135
23	じょうしゅうほたかさん 上州武尊山	137
24	ねこまがたけ 猫魔ヶ岳	137
25	すなごほら 砂子原カルデラ	137
26	ならまた 奈良俣カルデラ	142
27	ぬまきわ 沼沢	143
28	こもちやま 子持山	145
29	あづまやま 吾妻山	147
30	おのこやま 小野子山	150
31	あさくさだけ 浅草岳	156
32	はるなさん 榛名山	157

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 2.2 将来の活動可能性が否定できない火山の抽出（活動履歴・階段ダイアグラム）

【1. 高原山】

火山名	高原山
敷地からの距離	約88km
火山の形式	複成火山, 溶岩ドーム
活動年代	約30万年前以降, 最新約6500年前
概要	高原山は, 第3期から第7期に区分される(井上ほか(1994)等)。また, 約6500年前には(マグマ)水蒸気噴火が発生したとされる(奥野ほか(1997)等)。

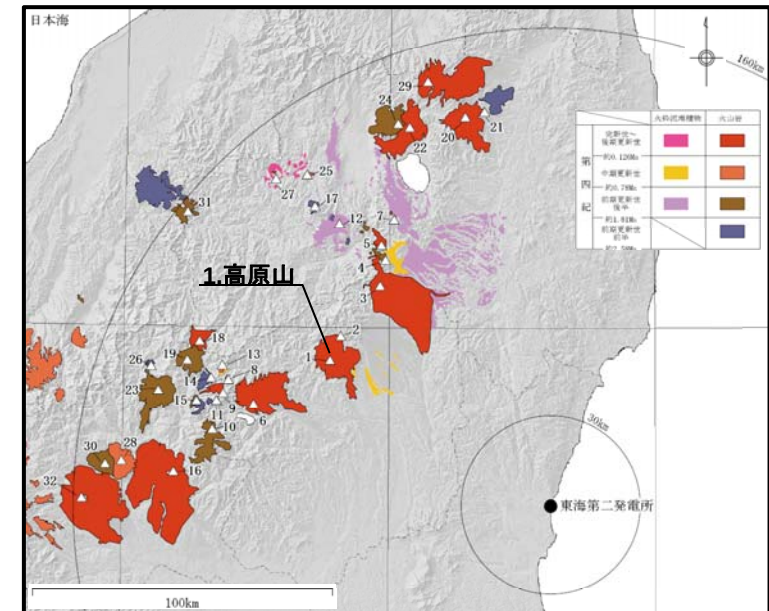
・火山名, 火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

高原山の活動履歴

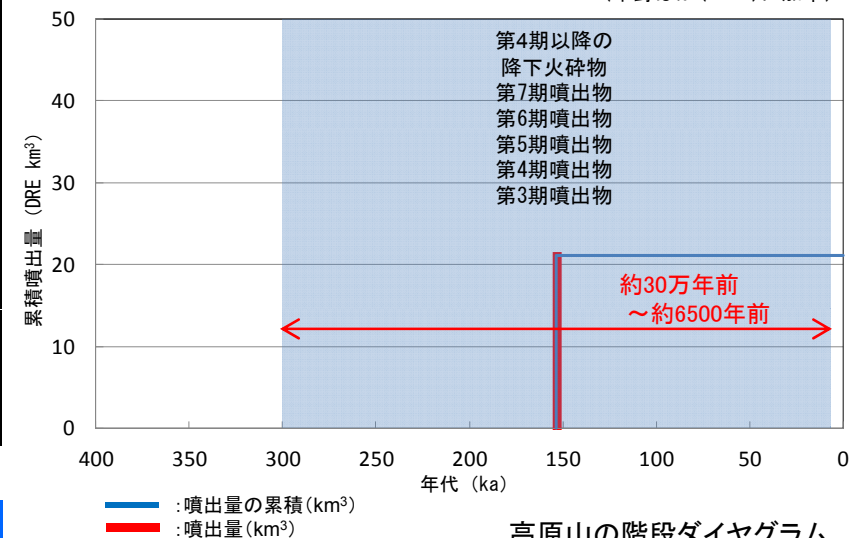
年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
6.5 ka	降下火砕物(4期以降)	高原一上の原テフラ 高原戸室山1-7テフラ 等	>1.37	鈴木(1993) 井上ほか(1994) 奥野ほか(1997) 山元(2012) 弦巻(2012) 山元(2013a) 中野ほか(2013)
	第7期	大間々溶岩類 剣ヶ峰溶岩類	19.83	
	第6期	鶏頭山溶岩類 西平岳下部溶岩類 等		
	第5期	八方ヶ原断裂帯溶岩類 柏木平溶岩円頂丘及び 溶岩流		
	第4期	前黒溶岩類 上の原溶岩類 等		
	300 ka	第3期		

・活動年代については, 西来ほか(2016)に基づき評価

完新世に活動を行った火山であり,
原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した。



(中野ほか(2013)に加筆)



高原山の階段ダイアグラム

・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また, 網掛け部に該当する期間中の噴出量を, 期間の中央値に示す。

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 2.2 将来の活動可能性が否定できない火山の抽出（活動履歴・階段ダイアグラム）

【2. 塩原カルデラ】

火山名	塩原カルデラ
敷地からの距離	約90km
火山の形式	カルデラー火砕流
活動年代	約35万年前～約30万年前
概要	塩原カルデラは、大田原火砕流の噴出に伴って形成したとされ、その噴出量はDRE換算値:30km ³ とされる(尾上(1989)及び山元(2012))。活動年代は、中野ほか(2013)等によると約35万年前～約30万年前とされる。

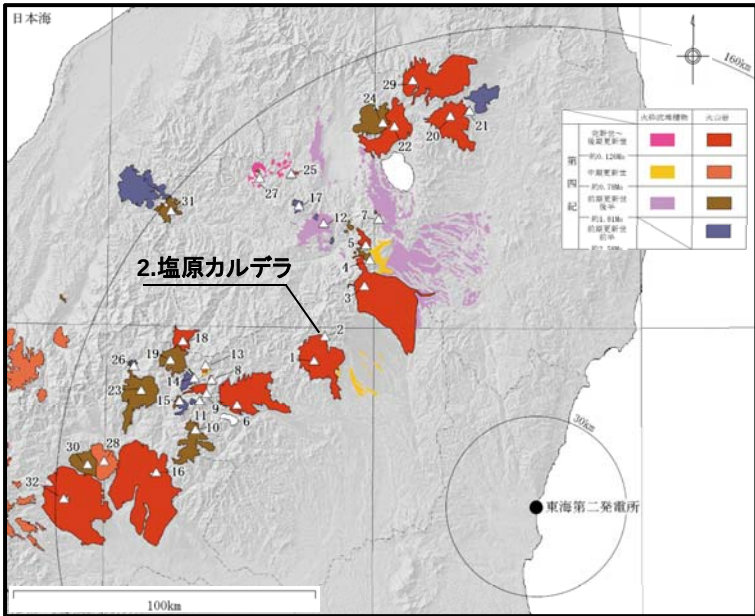
・火山名、火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

塩原カルデラの活動履歴

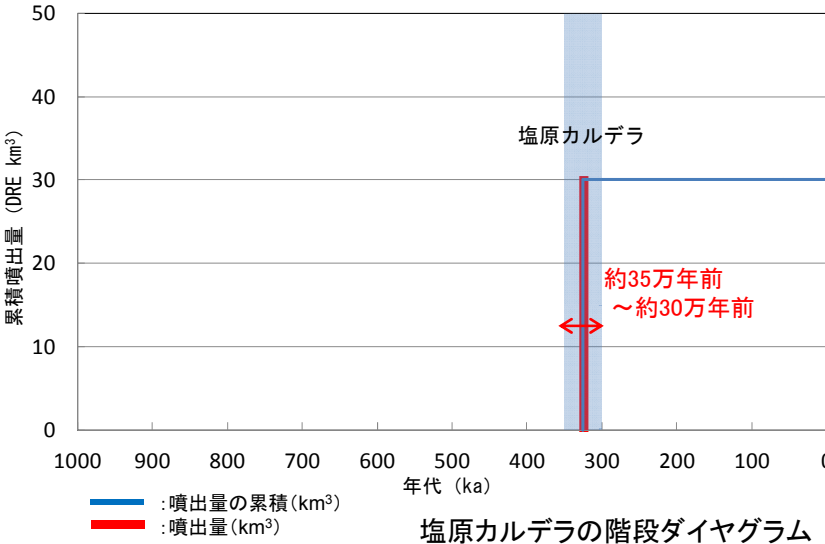
年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
300 ka	塩原カルデラ	太田原火砕流	30	尾上(1989) 井上ほか(1994) 鈴木ほか(2004) 山元(2012) 中野ほか(2013)
350 ka				

・活動年代については、西来ほか(2016)に基づき評価

全活動期間よりも最後の活動終了からの期間が長い火山であり、原子力発電所に影響のない火山とした。



(中野ほか(2013)に加筆)



・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また、網掛け部に該当する期間中の噴出量を、期間の中央値に示す。

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 2.2 将来の活動可能性が否定できない火山の抽出（活動履歴・階段ダイアグラム）

【3. 那須岳】

火山名	那須岳
敷地からの距離	約93km
火山の形式	複成火山
活動年代	約50万年前以降, 最新1963年
概要	那須岳は、南月山、茶臼岳、朝日岳、三本槍岳、甲子旭岳、二岐山の成層火山の集合体である(伴・高岡(1995))。最新活動期の茶臼岳は、山元(2012)、山元(1997)等によれば約1.9万年前以降に活動し、AD1963には水蒸気噴火が発生したとされる。

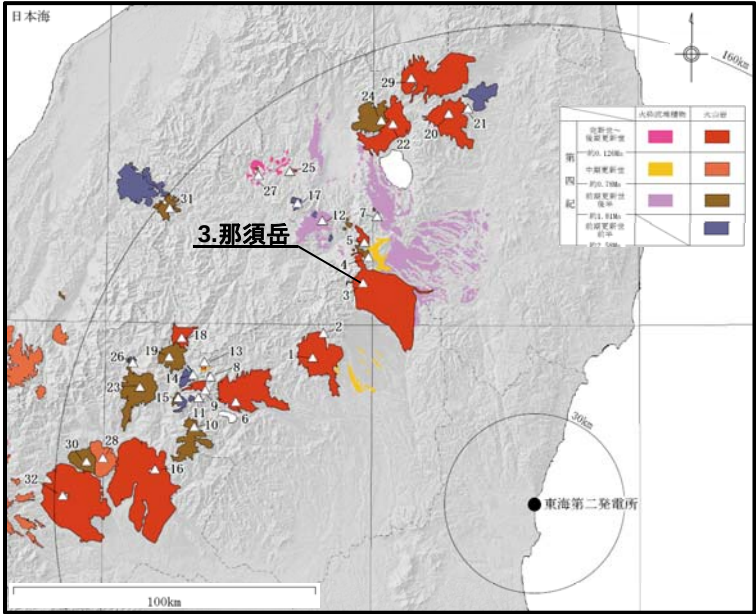
・火山名、火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

那須岳の活動履歴

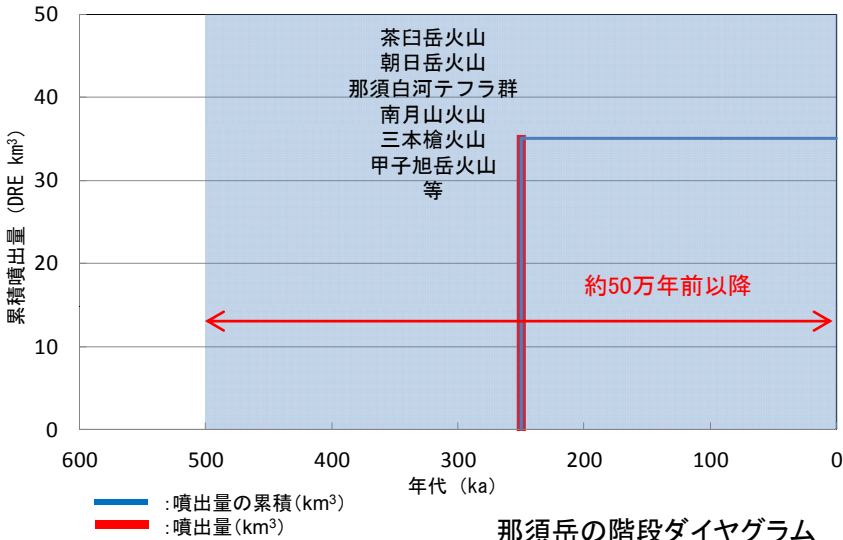
年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
最新1963	茶臼岳火山	1963年噴火 大沢ユニット 等	1.60	鈴木(1992) 伴・高岡(1995) 山元(1997) 山元(2012) 中野ほか(2013)
	—	那須大島第1テフラ 那須大島第2, 第3テフラ 那須黒森テフラ 等	>0.08	
	朝日岳火山	旭岳溶岩類 東大倉溶岩類	4.56	
	那須白河テフラ群	那須白河第1テフラ 那須白河第12テフラ 等	2.34	
	南月山火山	麦飯坂溶岩類 日の出平溶岩類 等	8.66	
	三本槍火山	黒磯岩屑なだれ 赤岩沢溶岩類 等	5.47	
	甲子旭岳火山	鎌房山火砕流・降下火砕堆積物 甲子旭岳溶岩類	12.31	
500 ka				

・活動年代については、西来ほか(2016)に基づき評価

完新世に活動を行った火山であり、
原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した。



(中野ほか(2013)に加筆)



・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また、網掛け部に該当する期間中の噴出量を、期間の中央値に示す。

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 2.2 将来の活動可能性が否定できない火山の抽出（活動履歴・階段ダイアグラム）

【4. 塔のへつりカルデラ群】

火山名	塔のへつりカルデラ群
敷地からの距離	約99km
火山の形式	カルデラー火砕流, 溶岩ドーム
活動年代	約140万年前～約100万年前
概要	塔のへつりカルデラ群は小野カルデラ, 塔のへつりカルデラ, 成岡カルデラからなり, 約140万年前から活動したとされる(中野ほか(2013)等)。また, 天栄火砕流(噴出源不明)は最新噴火による噴出物である(山元(1999)等)。

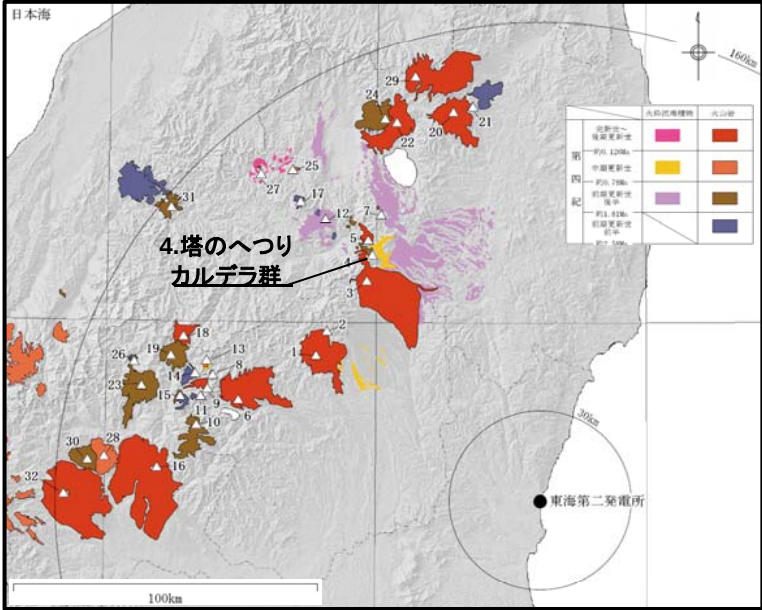
・火山名, 火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

塔のへつりカルデラ群の活動履歴

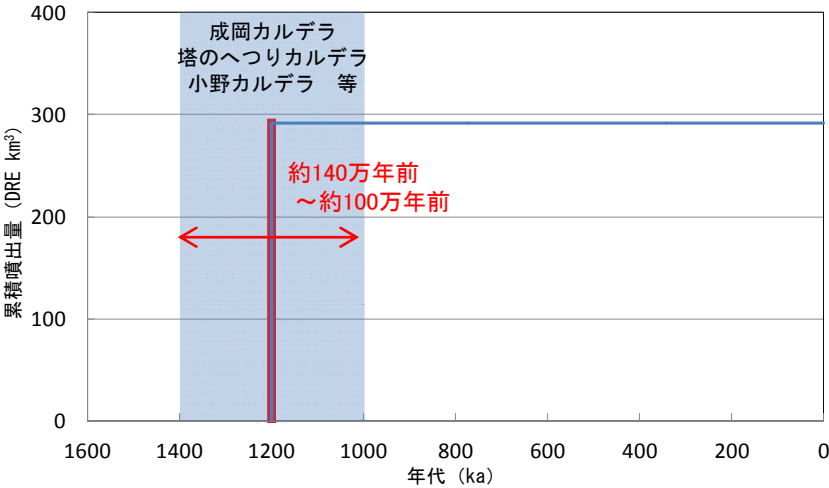
年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
1000 ka	—	天栄火砕流	10	吉田・高橋(1991) 高橋・吉田(1996) 山元(1999) 吉田・高橋(2010) Yamamoto(2011) 中野ほか(2013)
	成岡カルデラ	西郷火砕流	43	
	—	金勝寺降下火砕堆積物 KD8	>9	
	塔のへつりカルデラ	南倉沢火砕流 芦野降下軽石層 等	>161.5	
	—	十日市降下火砕堆積物 赤井火砕流	>7	
1400 ka	小野カルデラ	隈戸火砕流 隈戸降下軽石層 等	>60.5	
	—	—	—	

・活動年代については, 各火山の活動履歴に係る文献に基づき評価

全活動期間よりも最後の活動終了からの期間が長い火山であり, 原子力発電所に影響のない火山とした。



(中野ほか(2013)に加筆)



— : 噴出量の累積 (km³)
— : 噴出量 (km³) 塔のへつりカルデラ群の階段ダイアグラム

・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また, 網掛け部に該当する期間中の噴出量を, 期間の中央値に示す。

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 2.2 将来の活動可能性が否定できない火山の抽出（活動履歴・階段ダイアグラム）

【5. 二岐山】

火山名	二岐山
敷地からの距離	約104km
火山の形式	複成火山, 溶岩ドーム
活動年代	約14万年前～約9万年前
概要	二岐山は、岩山溶岩、二俣火砕流、二岐山溶岩から構成され、また、二岐山羽鳥1～5テフラが噴出したとされる。二岐山の活動年代は約14万年前～約9万年前、二岐山火山体の体積は4.2km ³ (DRE換算値※: 3.19km ³)とされる(伴・高岡(1995)及び山元(2012))。

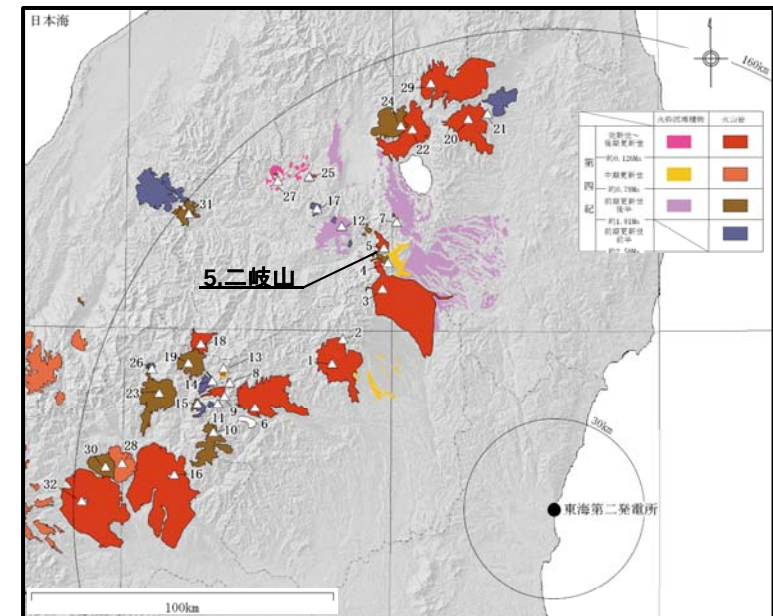
・火山名、火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

二岐山の活動履歴

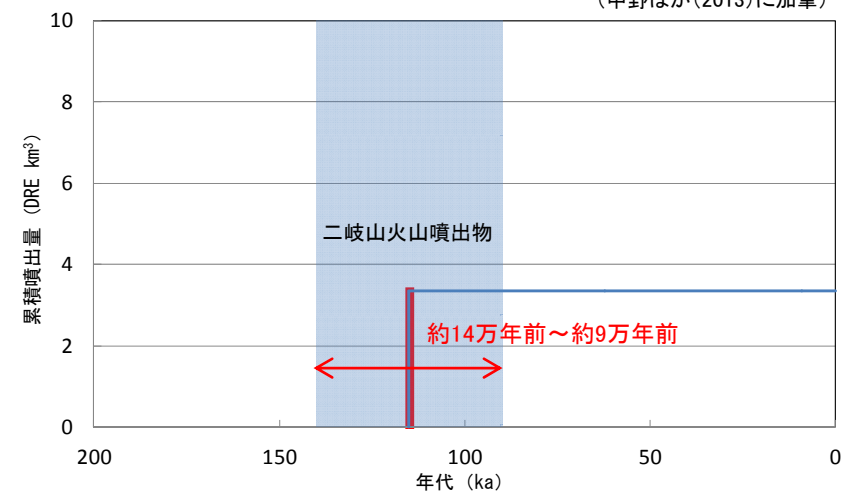
年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
90 ka	二岐山火山噴出物	二岐山溶岩	3.34※	伴・高岡(1995) 山元(1999) 山元(2012) 中野ほか(2013)
140 ka		二岐山羽鳥1テフラ 等		

・活動年代については、各火山の活動履歴に係る文献に基づき評価
※Umeda et al.(2013)に基づきDREへ換算した。

全活動期間よりも最後の活動終了からの期間が長い火山であり、
原子力発電所に影響のない火山とした。



(中野ほか(2013)に加筆)



— : 噴出量の累積 (km³)
— : 噴出量 (km³)

二岐山の階段ダイアグラム

・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また、網掛け部に該当する期間中の噴出量を、期間の中央値に示す。

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 2.2 将来の活動可能性が否定できない火山の抽出（活動履歴・階段ダイアグラム）

【6. 男体・女峰火山群】

火山名	男体・女峰火山群
敷地からの距離	約105km
火山の形式	複成火山, 溶岩ドーム
活動年代	約90万年前以降, 最新約7000年前
概要	男体・女峰火山群は, 女峰赤薙火山, 日光溶岩ドーム群, 男体火山, 三ツ岳火山により構成され, 約90万年前～約7千年前に活動したとされる(中野ほか(2013)等)。最新活動期である男体火山は2.4万年前から活動し(山元(2013a)), 7千年前にはマグマ水蒸気噴火が発生したとされる。

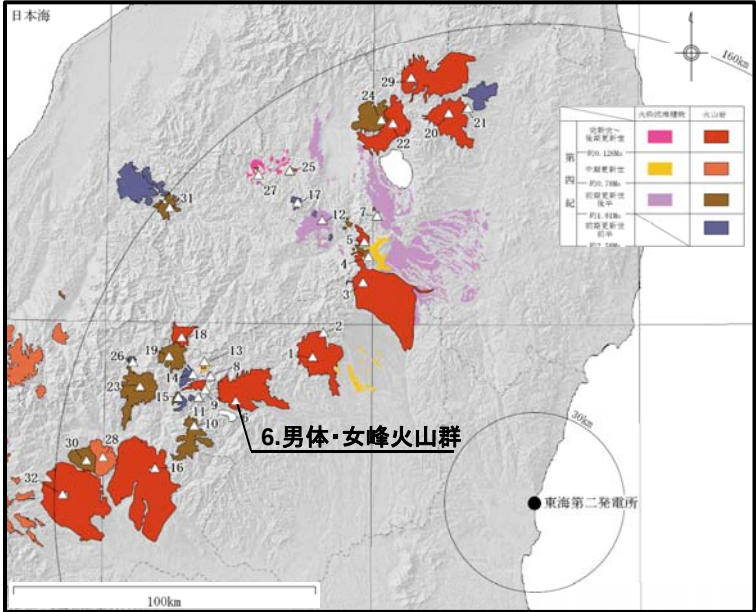
・火山名, 火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

男体・女峰火山群の活動履歴

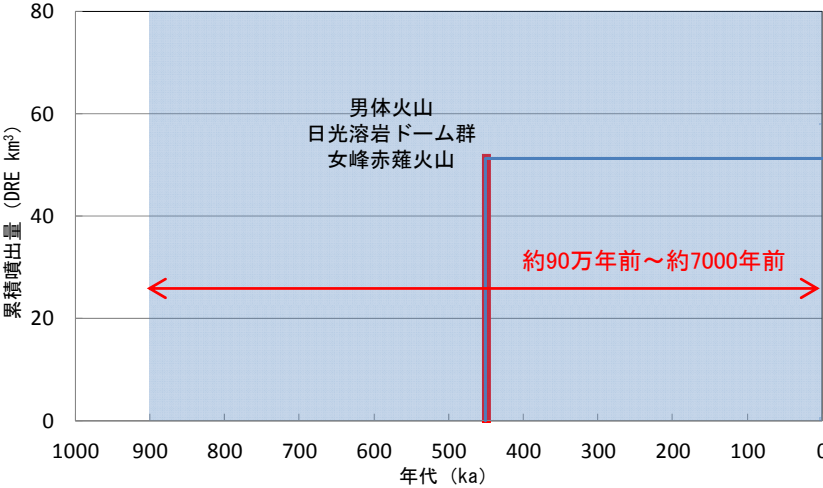
年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
7 ka 900 ka	男体火山 (第1期, 第2期, 第3期)	男体湯殿山テフラ 男体小川テフラ 等	>17	村本(1992) 鈴木ほか(1994) 佐々木(1994) 第四紀火山カタログ 委員会編(1999) 山元(2013a) 中野ほか(2013) 石崎ほか(2014)
	三ツ岳火山	南三岳北溶岩 南三岳南溶岩 等	不明	
	日光溶岩ドーム群	大真名子火山 於呂俱羅火山 等	6.29	
	女峰赤薙火山 (前期, 中期, 後期)	東赤田第1, 第2テフラ 前期噴出物 等	28	

・活動年代については, 大真名子山, 女峰山を含んだ年代を示している中野ほか(2013)に基づき評価した。

完新世に活動を行った火山であり,
原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した。



(中野ほか(2013)に加筆)



— : 噴出量の累積 (km³)
— : 噴出量 (km³)

男体・女峰火山群の階段ダイアグラム

・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また, 網掛け部に該当する期間中の噴出量を, 期間の中央値に示す。

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 2.2 将来の活動可能性が否定できない火山の抽出（活動履歴・階段ダイアグラム）

【7. 会津布引山】

火山名	会津布引山
敷地からの距離	約109km
火山の形式	複成火山
活動年代	約140万年前
概要	会津布引山は、溶岩流及び火砕岩からなる会津布引山火山噴出物によって構成され、その活動年代は約140万年前とされる(山元(2006), 中野ほか(2013))。

・火山名、火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

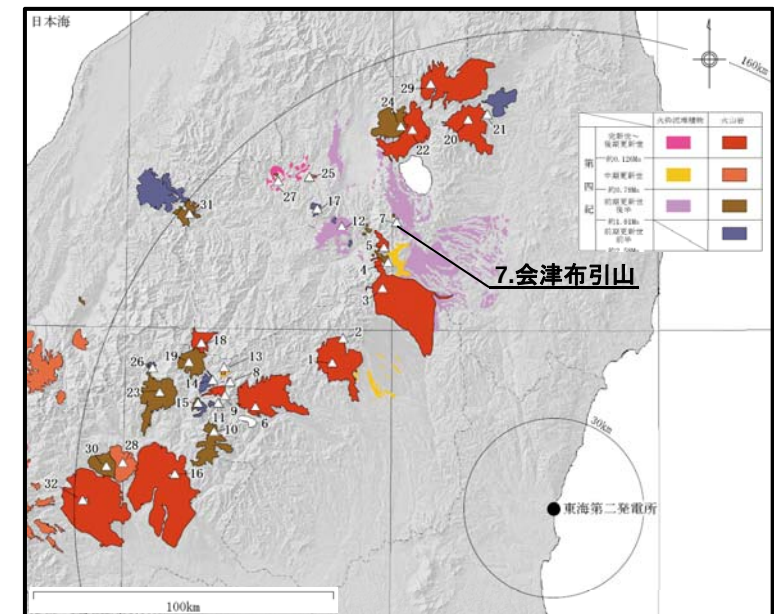
会津布引山の活動履歴

年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
1400 ka [※]	会津布引山	会津布引山火山噴出物	不明	山元(2006) 中野ほか(2013)

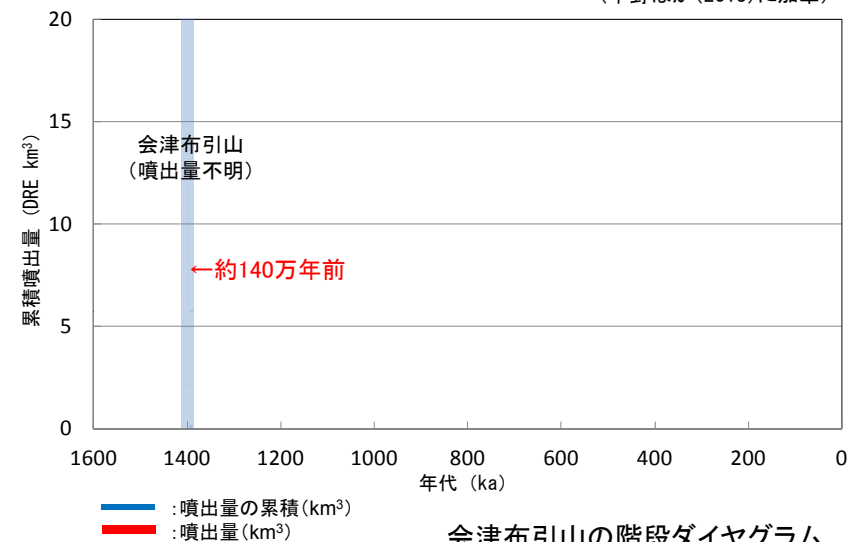
・活動年代については、西来ほか(2016)に基づき評価

※中野ほか(2013)では、明瞭な活動期間が示されておらず、十分に長い活動期間は有さないと考えられる。

全活動期間よりも最後の活動終了からの期間が長い火山であり、
原子力発電所に影響のない火山とした。



(中野ほか(2013)に加筆)



— : 噴出量の累積 (km³)
— : 噴出量 (km³)

会津布引山の階段ダイアグラム

・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また、網掛け部に該当する期間中の噴出量を、期間の中央値に示す。

【8. 根名草山】

火山名	根名草山
敷地からの距離	約116km
火山の形式	溶岩ドーム
活動年代	約30万年前
概要	根名草山は、溶岩ドーム及び火砕流堆積物からなる根名草山火山岩類により構成される(中村・鈴木(1983)等)。その活動年代は約30万年前とされ(中野ほか(2013)等), 日本地質学会編(2008)及び第四紀火山カタログ委員会編(1999)によれば噴出量は0.45km ³ (DRE換算値 ^{※1} : 0.34km ³)とされる。

・火山名、火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

根名草山の活動履歴

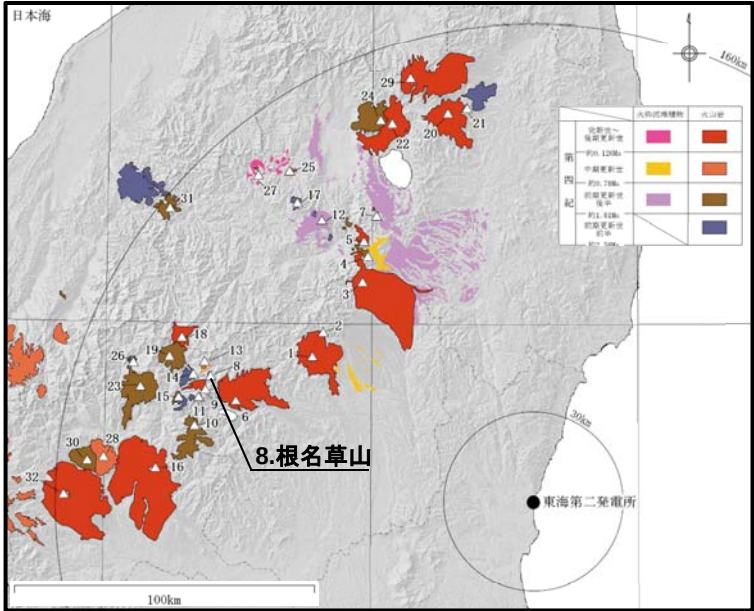
年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
300 ka ^{※2}	根名草山	根名草山火山岩類 (溶岩, 火砕流)	0.34 ^{※1}	1 中村・鈴木(1983) 第四紀火山カタログ 委員会編(1999) 日本地質学会編 (2008) 中野ほか(2013)

・活動年代については、西来ほか(2016)に基づき評価

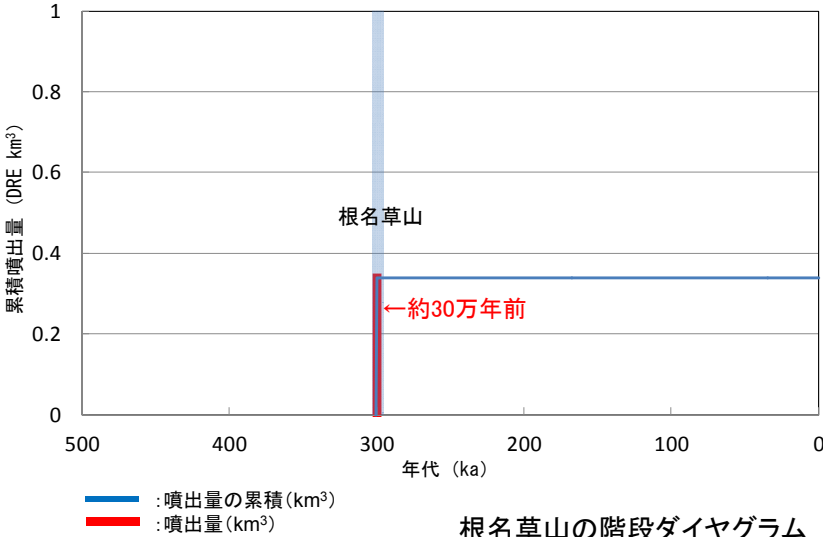
※1 Umeda et al.(2013)に基づきDREへ換算した。

※2 中野ほか(2013)では、明瞭な活動期間が示されておらず、十分に長い活動期間は有さないと考えられる。

全活動期間よりも最後の活動終了からの期間が長い火山であり、
原子力発電所に影響のない火山とした。



(中野ほか(2013)に加筆)



根名草山の階段ダイアグラム

・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また、網掛け部に該当する期間中の噴出量を、期間の中央値に示す。

【9. 日光白根山】

火山名	日光白根山
敷地からの距離	約116km
火山の形式	溶岩流及び小型楕状火山, 溶岩ドーム
活動年代	約2万年前以降, 最新1890年
概要	日光白根山の活動は新期と古期に区分され, 約2万年前以降～AD1890に活動したとされる(奥野ほか(1993)等)。また, 確認されている有史時代以降の活動は, 全て水蒸気噴火であるとされる(佐々木ほか(1993))。

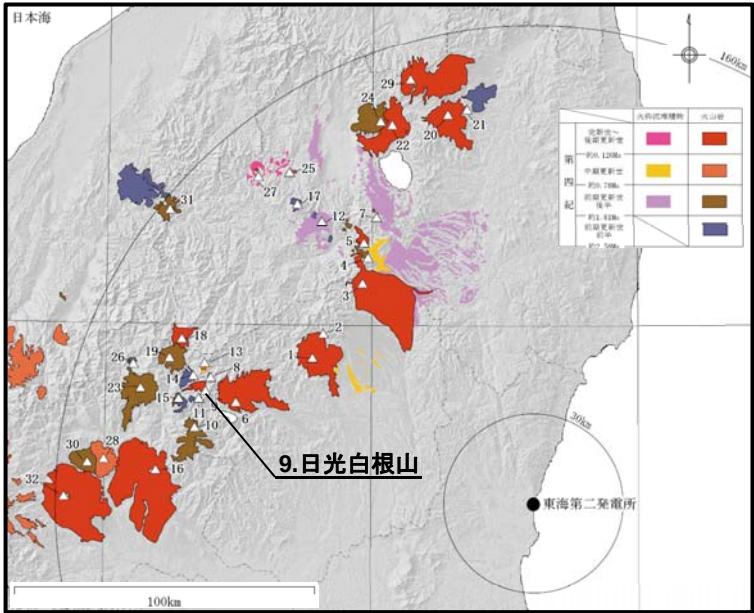
・火山名, 火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

日光白根山の活動履歴

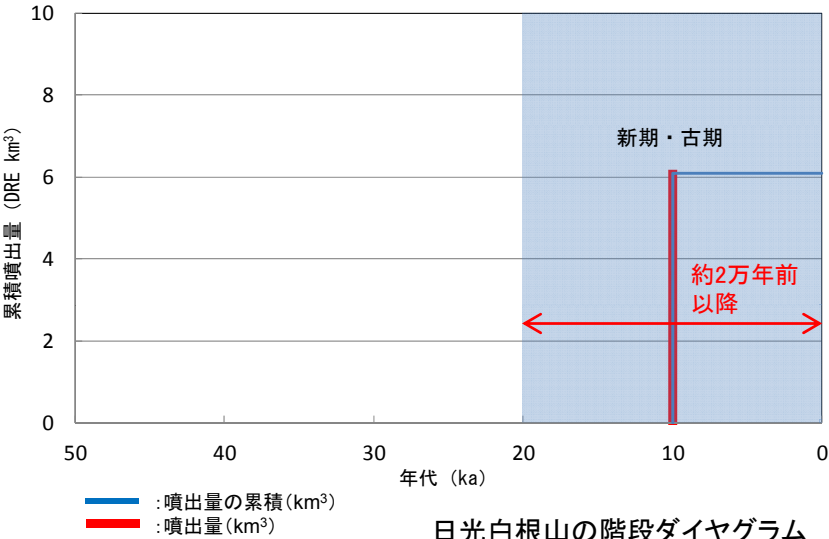
年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
最新1890	新期	1890年噴火 弥陀池溶岩	6.08	奥野ほか(1993) 佐々木ほか(1993) 鈴木ほか(1994) 高橋ほか(1995) 第四紀火山カタログ 委員会編(1999) 中野ほか(2013)
20 ka	古期	金精山溶岩 螢塚溶岩		

・活動年代については, 西来ほか(2016)に基づき評価

完新世に活動を行った火山であり、
原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した。



(中野ほか(2013)に加筆)



日光白根山の階段ダイアグラム

・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また, 網掛け部に該当する期間中の噴出量を, 期間の中央値に示す。

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 2.2 将来の活動可能性が否定できない火山の抽出（活動履歴・階段ダイアグラム）

【10. 皇海山】

火山名	皇海山
敷地からの距離	約116km
火山の形式	複成火山
活動年代	約160万年前～約90万年前
概要	皇海山は、袈裟丸山、庚申山、皇海山から構成され、約160万年前～約90万年前に活動したとされる（中野ほか（2013）及び野村（1999））。最新活動期である袈裟丸山は前期、中期、後期に区分され、104万年前～96万年前に活動したとされる（中村ほか（1992）等）。

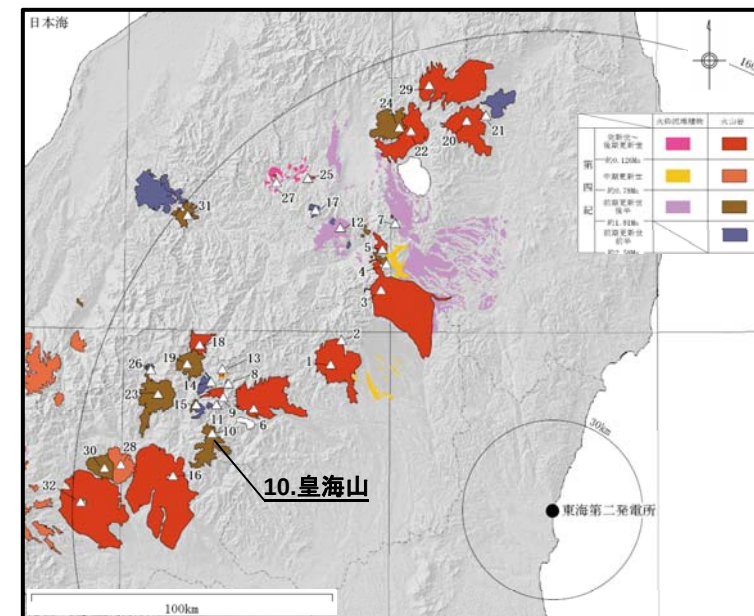
・火山名、火山の形式は中野ほか（2013）に基づく。

皇海山の活動履歴

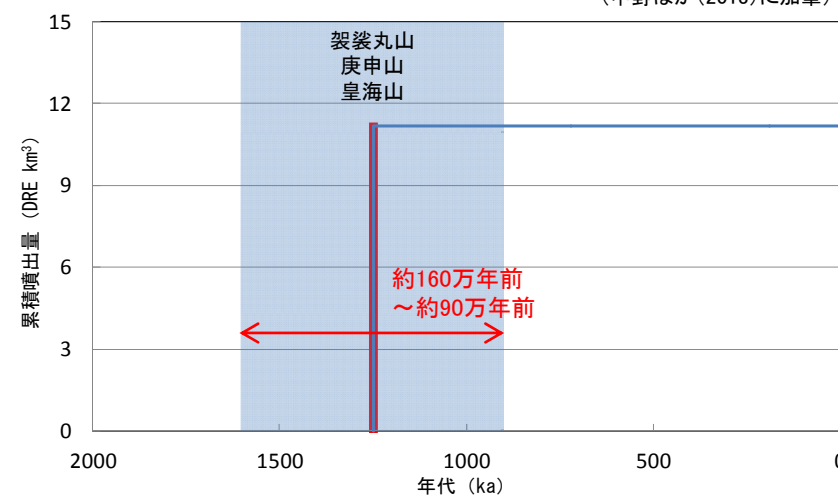
年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
900 ka	袈裟丸山	後期 本袈裟丸東溶岩 本袈裟丸北溶岩 等	6.08	河田（1955） 中村ほか（1992） 野村（1999） 第四紀火山カタログ 委員会編（1999） 中野ほか（2013）
		中期 前袈裟丸中部溶岩 本袈裟丸下部溶岩 等		
		前期 前袈裟丸下部溶岩 栗原川溶岩 等		
1600 ka	庚申山	庚申山溶岩	3.04	
	皇海山	皇海山溶岩	2.05	

・活動年代については、西来ほか（2016）に基づき評価

全活動期間よりも最後の活動終了からの期間が長い火山であり、原子力発電所に影響のない火山とした。



（中野ほか（2013）に加筆）



皇海山の階段ダイアグラム

・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅（期間）を表す。
また、網掛け部に該当する期間中の噴出量を、期間の中央値に示す。

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 2.2 将来の活動可能性が否定できない火山の抽出（活動履歴・階段ダイアグラム）

【11. 錫ヶ岳】

火山名	錫ヶ岳
敷地からの距離	約117km
火山の形式	複成火山？
活動年代	約270万年前～約210万年前
概要	錫ヶ岳は笠ヶ岳火山噴出物、三ヶ峰火山噴出物及び錫ヶ岳火山噴出物から構成される(中村ほか(1994)等)。

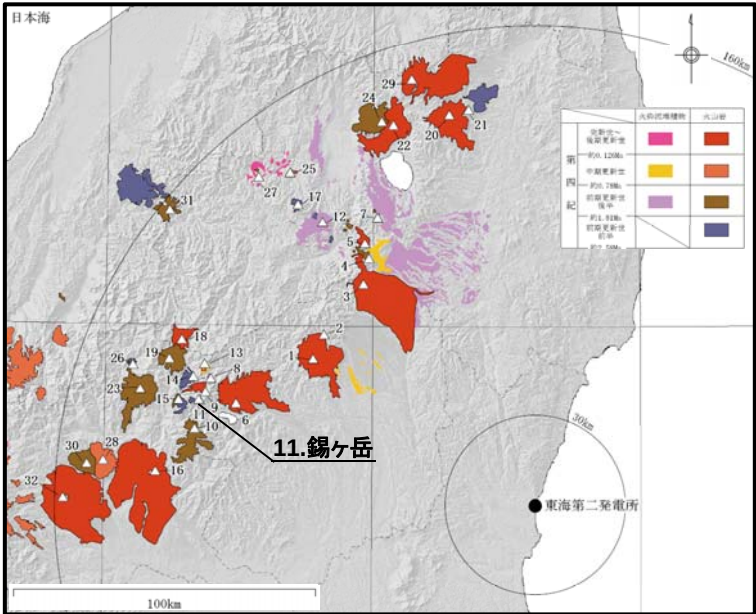
・火山名、火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

錫ヶ岳の活動履歴

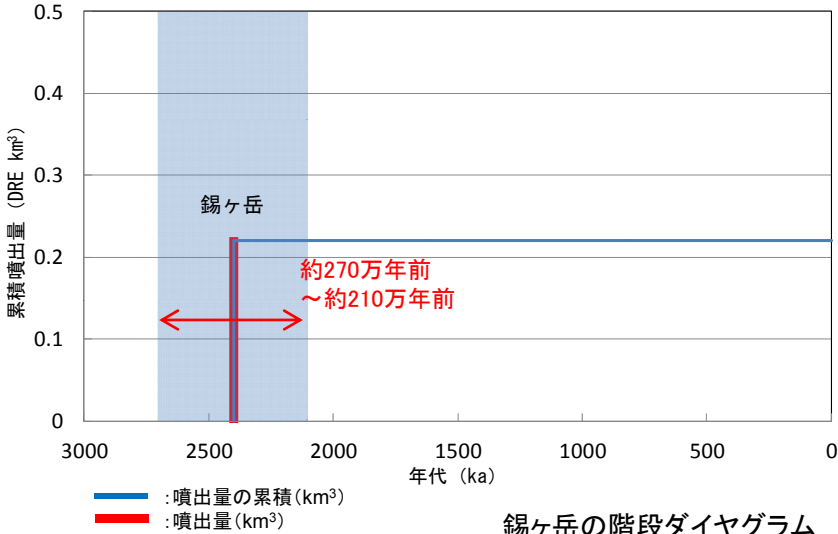
年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
2100 ka	錫ヶ岳	笠ヶ岳火山噴出物	0.08	河田(1955) 中村ほか(1994) 佐々木ほか(1994) 中野ほか(2013)
		三ヶ峰火山噴出物	0.06	
		錫ヶ岳火山噴出物	0.08	
2700 ka				

・活動年代については、西来ほか(2016)に基づき評価

全活動期間よりも最後の活動終了からの期間が長い火山であり、原子力発電所に影響のない火山とした。



(中野ほか(2013)に加筆)



・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また、網掛け部に該当する期間中の噴出量を、期間の中央値に示す。

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 2.2 将来の活動可能性が否定できない火山の抽出（活動履歴・階段ダイアグラム）

【12. 桧和田カルデラ】

火山名	桧和田カルデラ
敷地からの距離	約118km
火山の形式	カルデラ-火砕流, 溶岩ドーム
活動年代	約300万年前～約260万年前
概要	桧和田カルデラは、約300万年前～約260万年前の仏沢火砕流の噴出に伴って形成され、その噴出量は150km ³ 以上（DRE換算値※：96km ³ 以上）とされる。後カルデラ期にはカルデラ形成期の噴出物を貫く、貫入岩類が確認されている（山元（1992）、山元（1999a）及び中野ほか（2013））。

・火山名、火山の形式は中野ほか（2013）に基づく。

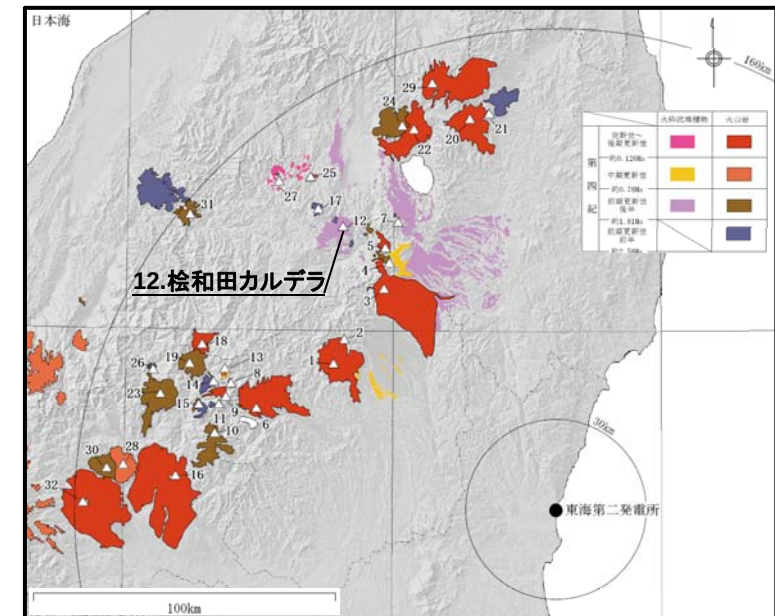
桧和田カルデラの活動履歴

年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
2600 ka	後カルデラ期	貫入岩類 湖成堆積物	不明	山元（1992） 山元（1999a） 中野ほか（2013）
	カルデラ形成期	岩屑なだれ 仏沢火砕流堆積物 （和泉層基底部 仏沢火砕流堆積物）	96※	
3000 ka				

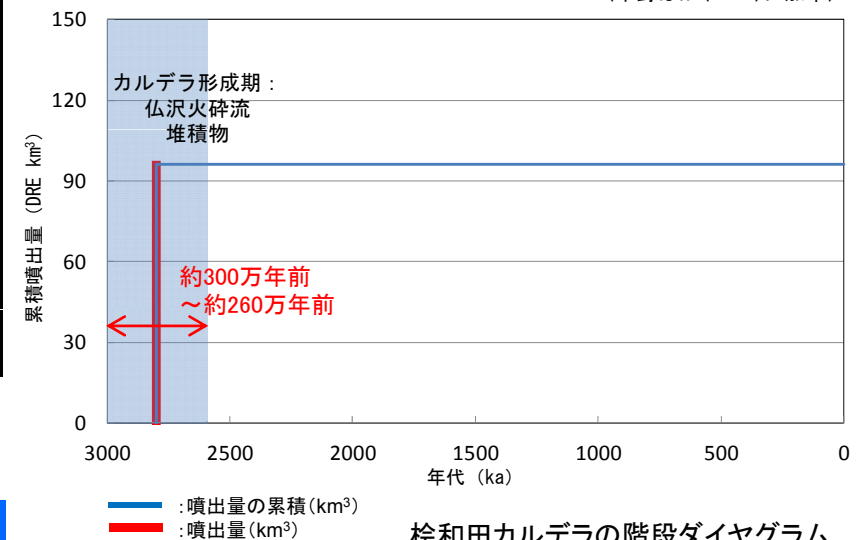
・活動年代については、西来ほか（2016）に基づき評価

※Umeda et al. (2013)に基づきDREへ換算した。

全活動期間よりも最後の活動終了からの期間が長い火山であり、原子力発電所に影響のない火山とした。



（中野ほか（2013）に加筆）



・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また、網掛け部に該当する期間中の噴出量を、期間の中央値に示す。

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 2.2 将来の活動可能性が否定できない火山の抽出（活動履歴・階段ダイアグラム）

【13. 鬼怒沼】

火山名	鬼怒沼
敷地からの距離	約120km
火山の形式	溶岩流, 火砕流
活動年代	約24万年前
概要	鬼怒沼は鬼怒沼黒田原テフラ, 鬼怒沼溶岩流を噴出した単成火山であるとされる。その総噴出量はDRE換算値:1.7km ³ とされる(山元(1999b), 山元(2012)及び中野ほか(2013))。

・火山名, 火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

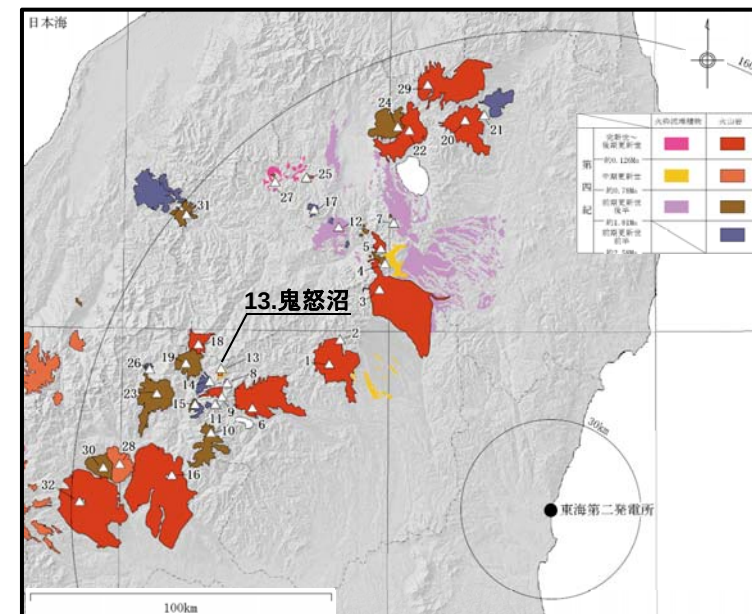
鬼怒沼の活動履歴

年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
240 ka※	鬼怒沼	鬼怒沼溶岩流 鬼怒沼黒田原テフラ	1.7	山元(1999b) 山元(2012) 中野ほか(2013)

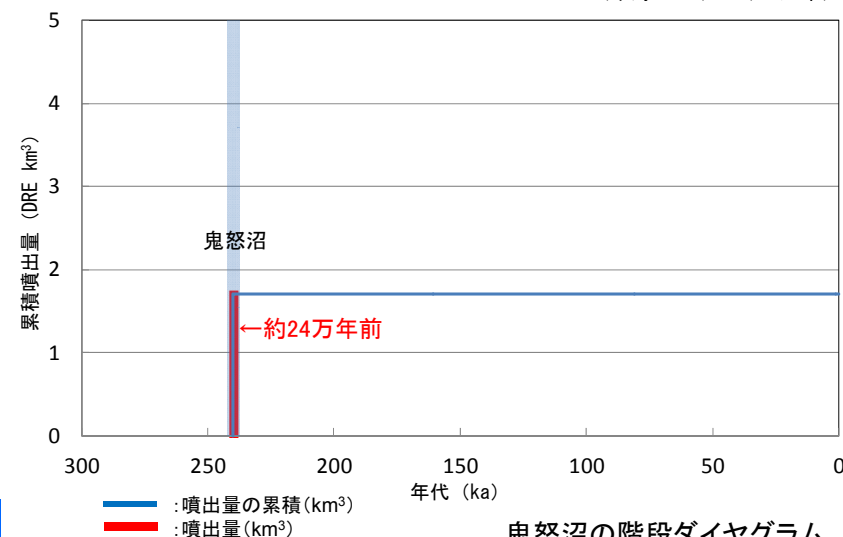
・活動年代については, 西来ほか(2016)に基づき評価

※中野ほか(2013)では, 明瞭な活動期間が示されておらず, 十分に長い活動期間は有さないと考えられる。

全活動期間よりも最後の活動終了からの期間が長い火山であり,
原子力発電所に影響のない火山とした。



(中野ほか(2013)に加筆)



・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また, 網掛け部に該当する期間中の噴出量を, 期間の中央値に示す。

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 2.2 将来の活動可能性が否定できない火山の抽出（活動履歴・階段ダイアグラム）

【14. 四郎岳】

火山名	四郎岳
敷地からの距離	約122km
火山の形式	複成火山？
活動年代	約220万年前
概要	四郎岳は、溶岩流及び火砕岩からなり、約220万年前に活動したとされる（佐々木ほか（1994）、山元ほか（2000）等）。なお、四郎岳には、溶岩ドームである念仏平が含まれるとされる（中野ほか（2013）及び西来ほか編（2012））。

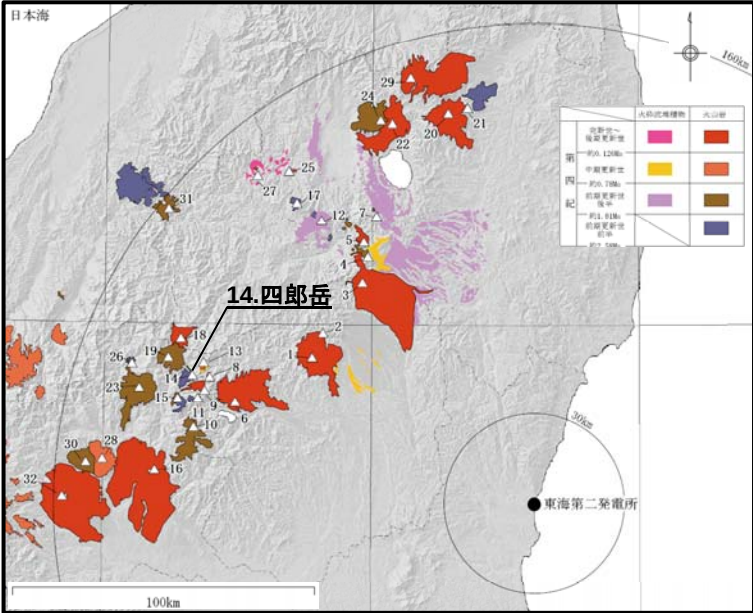
・火山名、火山の形式は中野ほか（2013）に基づく。

四郎岳の活動履歴

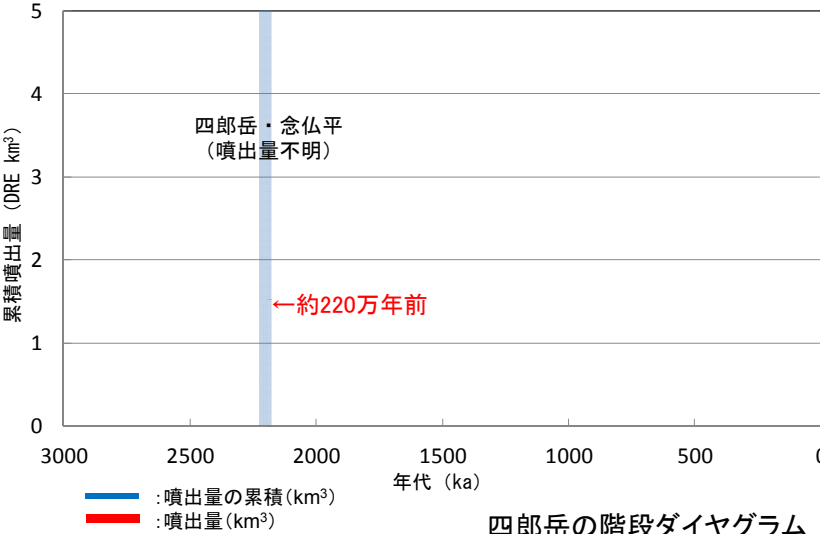
年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
2200 ka※	四郎岳	四郎岳安山岩	不明	河田（1955） 村山・河田（1956） 山口（1991） 佐々木ほか（1994）
	念仏平	念仏平火山岩	不明	山元ほか（2000） 西来ほか編（2012） 中野ほか（2013）

・活動年代については、西来ほか（2016）に基づき評価
※中野ほか（2013）では、明瞭な活動期間が示されておらず、十分に長い活動期間は有さないと考えられる

全活動期間よりも最後の活動終了からの期間が長い火山であり、原子力発電所に影響のない火山とした。



（中野ほか（2013）に加筆）



四郎岳の階段ダイアグラム

・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また、網掛け部に該当する期間中の噴出量を、期間の中央値に示す。

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 2.2 将来の活動可能性が否定できない火山の抽出（活動履歴・階段ダイアグラム）

【15. 沼上山】

火山名	沼上山
敷地からの距離	約124km
火山の形式	複成火山
活動年代	約110万年前
概要	沼上山は約110万年前に活動したとされ、また錫ヶ岳に含まれる三ヶ峰火山噴出物（約220万年前、230万年前）を覆うとされる。沼上火山噴出物は溶岩流によって構成され、その噴出量はDRE換算値※1:0.08km ³ とされている（中村ほか(1994)、佐々木ほか(1994)及び中野ほか(2013)）。

・火山名、火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

沼上山の活動履歴

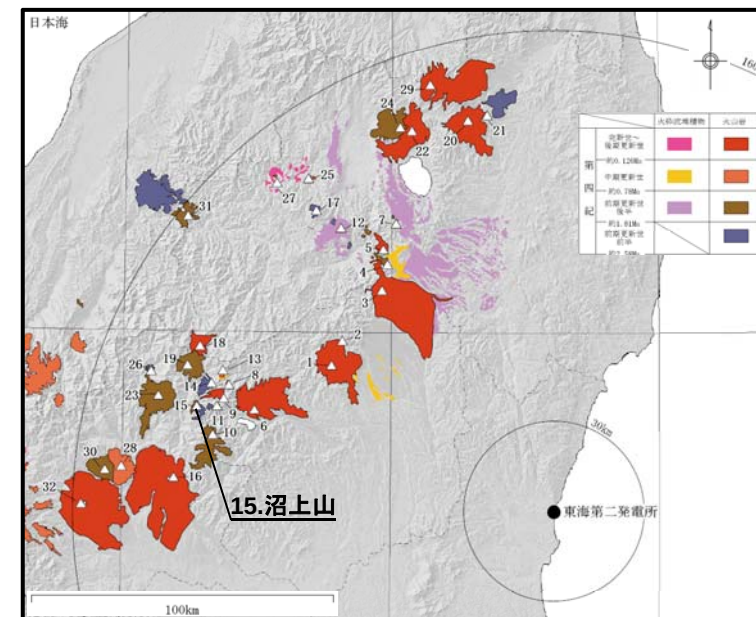
年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
1100 ka ^{※2}	沼上山	沼上山火山噴出物	0.08 ^{※1}	中村ほか(1994) 佐々木ほか(1994) 中野ほか(2013)

・活動年代については、西来ほか(2016)に基づき評価

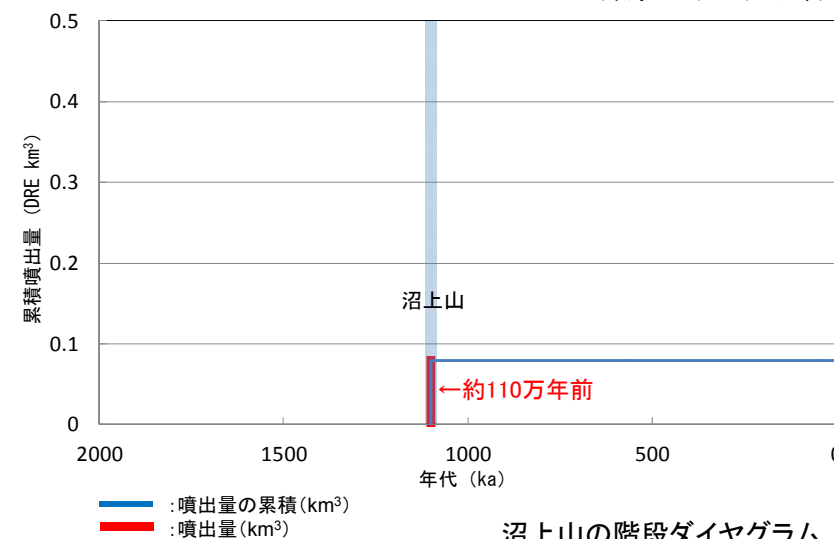
※1: 中村ほか(1994)によれば噴出量0.1～0.05km³とされるため、中央値を採用した。

※2: 中野ほか(2013)では、明瞭な活動期間が示されておらず、十分に長い活動期間は有さないと考えられる。

全活動期間よりも最後の活動終了からの期間が長い火山であり、
原子力発電所に影響のない火山とした。



(中野ほか(2013)に加筆)



沼上山の階段ダイアグラム

・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また、網掛け部に該当する期間中の噴出量を、期間の中央値に示す。

【16. 赤城山】

火山名	赤城山
敷地からの距離	約127km
火山の形式	複成火山-カルデラ, 溶岩ドーム
活動年代	30万年前より古い, 最新1251年
概要	赤城山の活動は中央火口丘形成期, 新期成層火山形成期, 古期成層火山形成期に分けられる。最新活動期の中央火口丘形成期は4.4万年前に開始され, 最新噴火のAD1251噴火による降下火砕物が確認されている(山元(2014a), 青木ほか(2008), 及川(2012)等)。

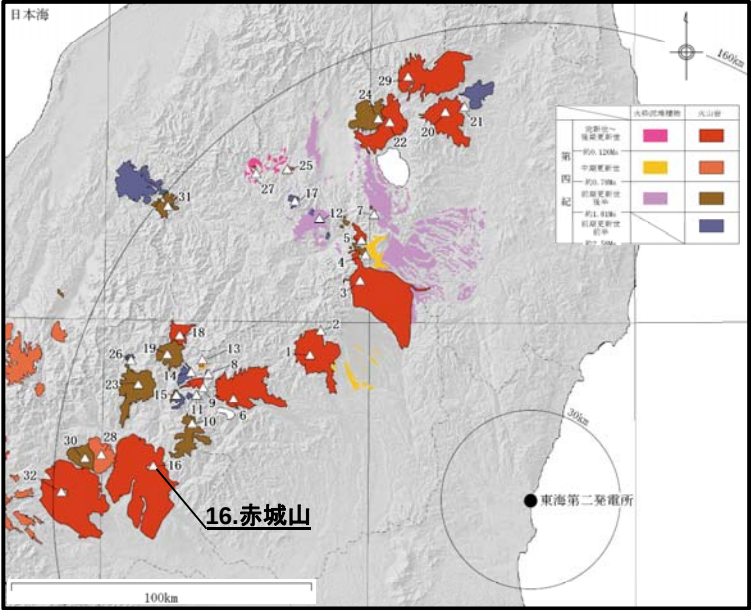
・火山名, 火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

赤城山の活動履歴

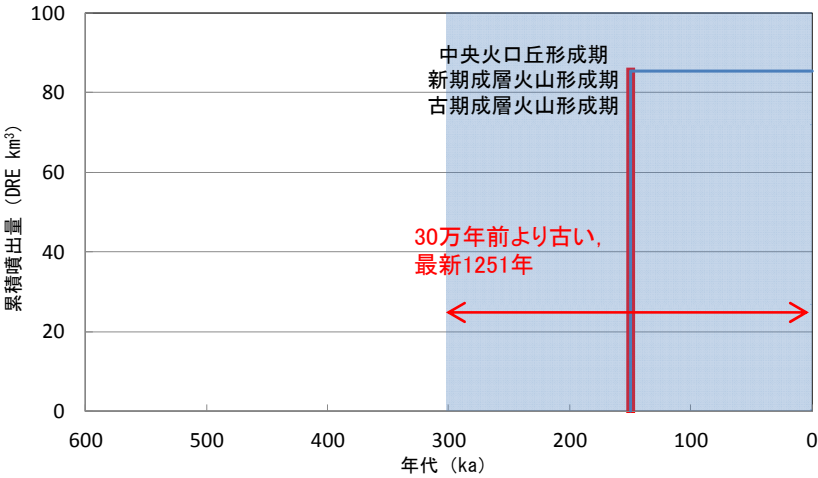
年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
最新1251	中央火口丘形成期	1251年噴火噴出物 赤城鹿沼テフラ 等	4.49	大森編(1986) 鈴木(1990) 富田ほか(1994) 宇井編(1997) 青木ほか(2008) 高橋ほか(2012) 及川(2012) 山元(2014a)
	新期成層火山形成期	ガラン石質火砕流 樹形山溶岩 等	>25.3	
	古期成層火山形成期	荒山溶岩 沼尾川溶岩 等	58	
300 ka				

・活動年代については, 西来ほか(2016)に基づき評価

完新世に活動を行った火山であり、
原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した。



(中野ほか(2013)に加筆)



— : 噴出量の累積 (km³)
— : 噴出量 (km³)

赤城山の階段ダイアグラム

・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また, 網掛け部に該当する期間中の噴出量を, 期間の中央値に示す。

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 2.2 将来の活動可能性が否定できない火山の抽出（活動履歴・階段ダイアグラム）

【17. 博士山】

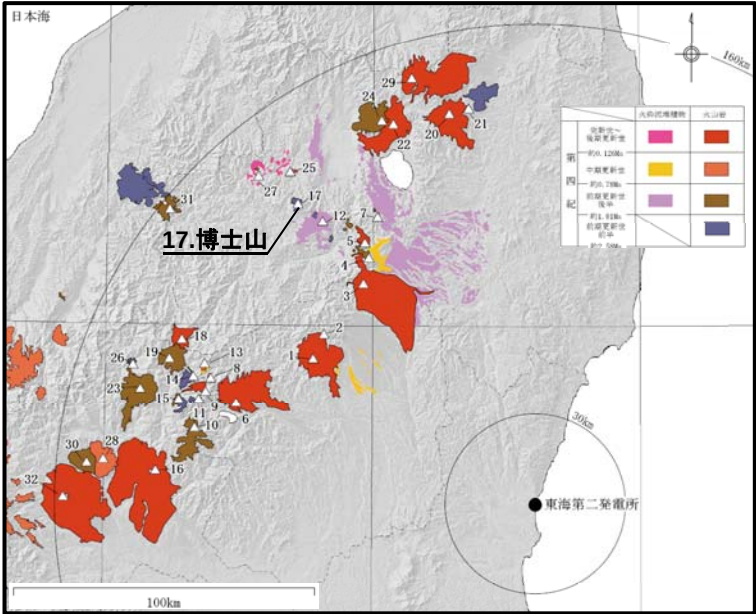
火山名	博士山
敷地からの距離	約127km
火山の形式	複成火山
活動年代	約280万年前～約250万年前
概要	博士山は博士山火山岩層下部層と、博士山火山岩層上部層から構成される（博士山団体研究会（1990）、小林・猪俣（1986）及び中野ほか（2013））。

・火山名、火山の形式は中野ほか（2013）に基づく。

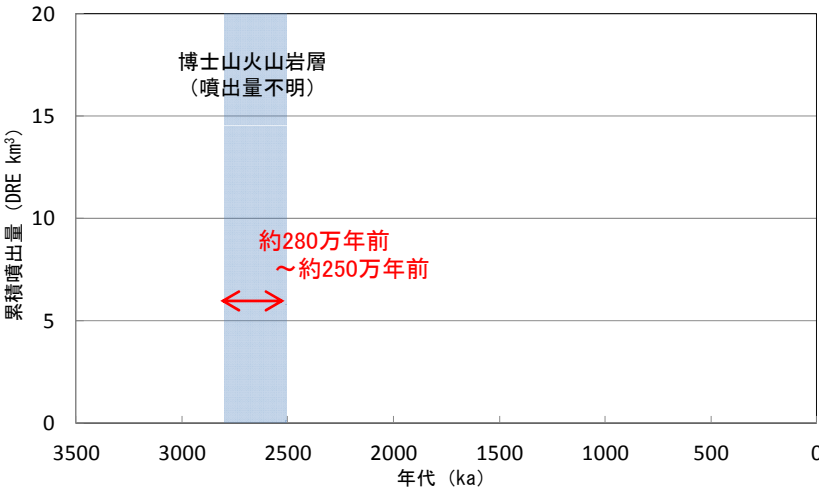
博士山の活動履歴

年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
2500 ka	博士山火山岩層	博士山火山岩層上部層	不明	小林・猪俣（1986） 博士山団体研究会（1990） 中野ほか（2013）
2800 ka		博士山火山岩層下部層		

・活動年代については、西来ほか（2016）に基づき評価



（中野ほか（2013）に加筆）



博士山の階段ダイアグラム

・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また、網掛け部に該当する期間中の噴出量を、期間の中央値に示す。

全活動期間よりも最後の活動終了からの期間が長い火山であり、
原子力発電所に影響のない火山とした。

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 2.2 将来の活動可能性が否定できない火山の抽出（活動履歴・階段ダイアグラム）

【18. 燧ヶ岳】

火山名	燧ヶ岳
敷地からの距離	約130km
火山の形式	複成火山
活動年代	約16万年前以降、最新1544年
概要	燧ヶ岳は、燧ヶ岳七入テフラ等の噴出から活動を開始したとされる。最新のマグマ噴火(460年前)では、御池岳溶岩ドームを形成したとされる(山元(2012), 早川ほか(1997)等)。

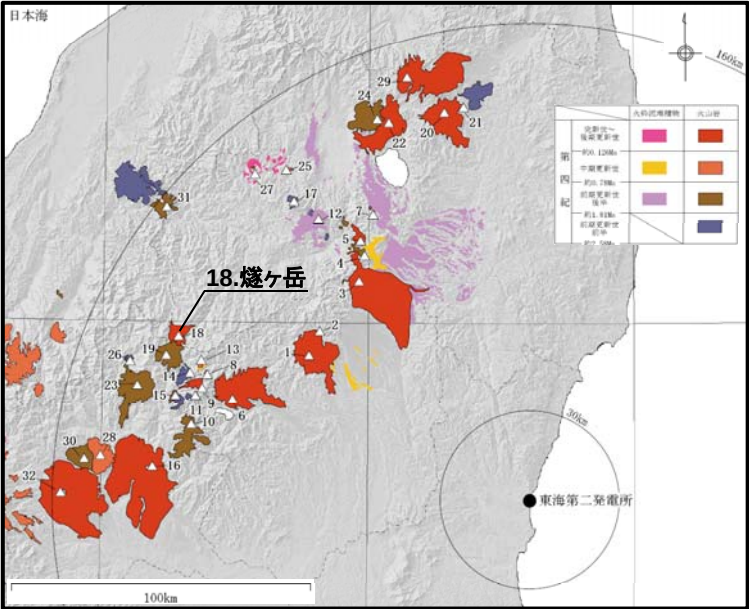
・火山名、火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

燧ヶ岳の活動履歴

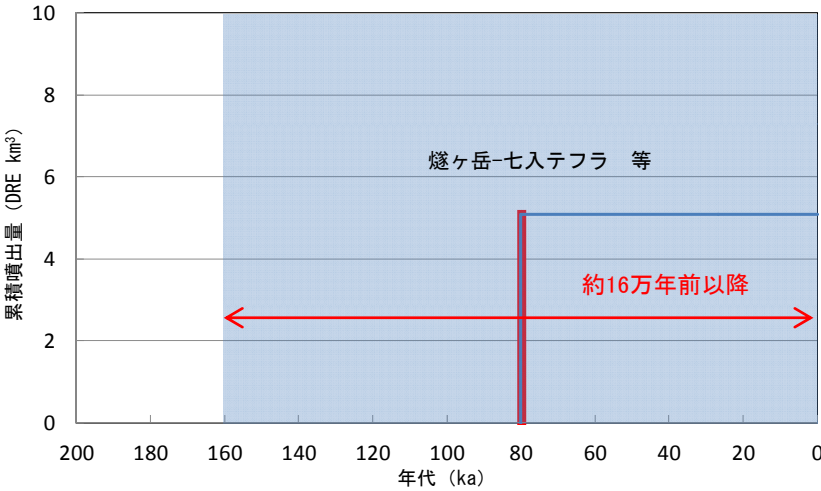
年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
最新1544	燧ヶ岳 燧ヶ岳ー七入テフラ	白ヒケ水堆積物 燧ヶ岳田頭テフラ 等	3.1	早川ほか(1997) 山元(1999) 山元(2012) 中野ほか(2013)
		モーカケ火砕流 七入軽石層	2	
160 ka	(第 I 期火山活動)	溶岩流 等	不明	

・活動年代については、西来ほか(2016)に基づき評価

完新世に活動を行った火山であり、
原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した。



(中野ほか(2013)に加筆)



— : 噴出量の累積 (km³)
— : 噴出量 (km³)

燧ヶ岳の階段ダイアグラム

・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また、網掛け部に該当する期間中の噴出量を、期間の中央値に示す。

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 2.2 将来の活動可能性が否定できない火山の抽出（活動履歴・階段ダイアグラム）

【19. アヤメ平】

火山名	アヤメ平
敷地からの距離	約131km
火山の形式	複成火山
活動年代	約160万年前
概要	アヤメ平は、菖蒲平期、荷鞍山期、白尾山期の噴出物と3つの側火山によって構成され、このうち荷鞍山期の活動は、約160万年前であるとされる（横瀬（1989）等）。

・火山名、火山の形式は中野ほか（2013）に基づく。

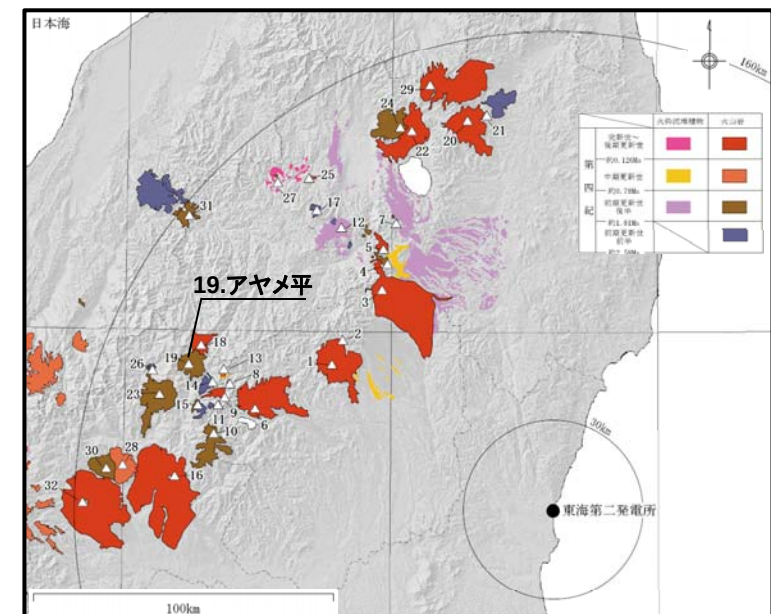
アヤメ平の活動履歴

年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
1600 ka※	白尾山期	白尾山期噴出物	8.36	横瀬（1989） 第四紀火山カタログ 委員会編（1999） 中野ほか（2013）
	荷鞍山期	荷鞍山期噴出物		
	側火山	三平火山		
		皿伏火山		
		大行火山		
	菖蒲平期	菖蒲平期噴出物		

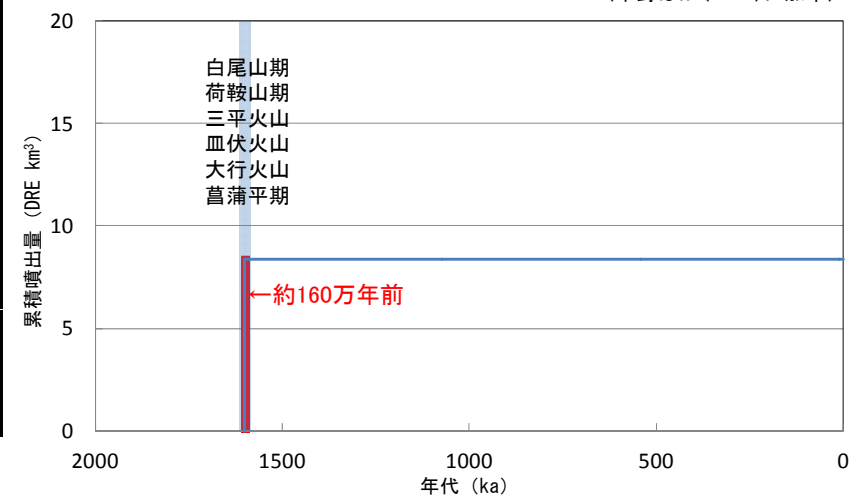
・活動年代については、西来ほか（2016）に基づき評価

※中野ほか（2013）では、明瞭な活動期間が示されておらず、十分に長い活動期間は有さないと考えられる。

全活動期間よりも最後の活動終了からの期間が長い火山であり、原子力発電所に影響のない火山とした。



（中野ほか（2013）に加筆）



アヤメ平の階段ダイアグラム

・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また、網掛け部に該当する期間中の噴出量を、期間の中央値に示す。

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 2.2 将来の活動可能性が否定できない火山の抽出（活動履歴・階段ダイアグラム）

【20. 安達太良山】

火山名	安達太良山
敷地からの距離	約133km
火山の形式	複成火山, 溶岩ドーム
活動年代	約55万年前以降, AD1900
概要	安達太良山は早期, ステージ1, ステージ2, ステージ3に区分され, ステージ1は55万年前から活動し, 最新活動期であるステージ3は約25万年前から活動したとされる(藤縄ほか(2001)等)。最新の噴火では, AD1900にマグマ水蒸気噴火が確認されている(山元・阪口(2000)等)。

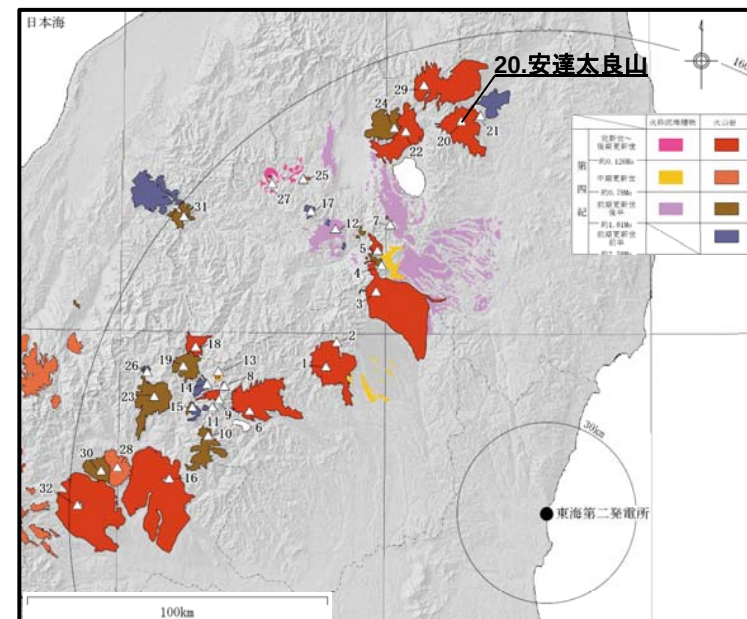
・火山名, 火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

安達太良山の活動履歴

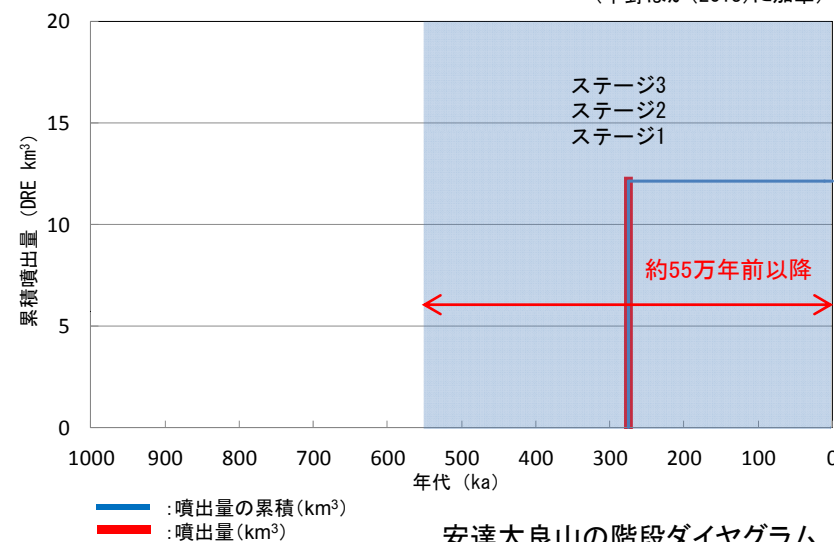
年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
AD1900 550 ka	ステージ3	1899-1900年噴火 母成第1溶岩流 等	7.6	第四紀火山カタログ 委員会編(1999) 山元・阪口(2000) 藤縄ほか(2001) 藤縄・鎌田(2005) 長谷川ほか(2011) 中野ほか(2013)
		元山火砕流 矢筈森第1・第2火砕物 等		
		箕輪山第3溶岩流 僧悟台溶岩流 等		
	ステージ2	仙女平第2溶岩流 銚子ヶ滝下火砕流 等	3.42	
	ステージ1	雨ヶ沢上流溶岩流 野地溶岩流 等	1.14	
	早期	東鴉川火砕流 長坂火砕流 等	不明	

・活動年代については, 西来ほか(2016)に基づき評価

完新世に活動を行った火山であり,
原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した。



(中野ほか(2013)に加筆)



安達太良山の階段ダイアグラム

・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また, 網掛け部に該当する期間中の噴出量を, 期間の中央値に示す。

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 2.2 将来の活動可能性が否定できない火山の抽出（活動履歴・階段ダイアグラム）

【21. 笹森山】

火山名	笹森山
敷地からの距離	約133km
火山の形式	複成火山？
活動年代	約370万年前～約180万年前
概要	笹森山は笹森山安山岩と蓬莱火砕流からなるとされる(山元(2015))。笹森山安山岩の噴出量は0.5km ³ (DRE換算値※:0.38km ³)とされる(第四紀火山カタログ委員会(1999))。

・火山名、火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

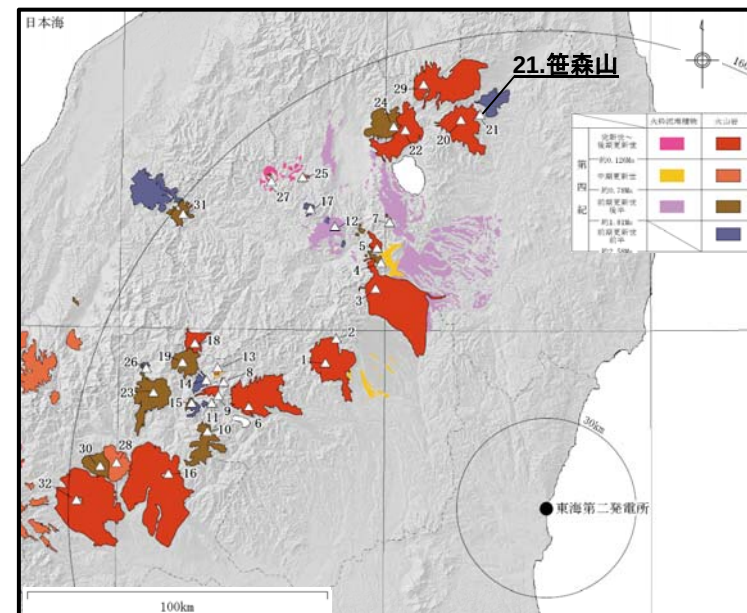
笹森山の活動履歴

年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
1800 ka	笹森山	蓬莱火砕流	不明	阪口(1995) 第四紀火山カタログ 委員会編(1999) 長橋ほか(2004) 中野ほか(2013) 山元(2015)
3700 ka		笹森山安山岩	0.38※	

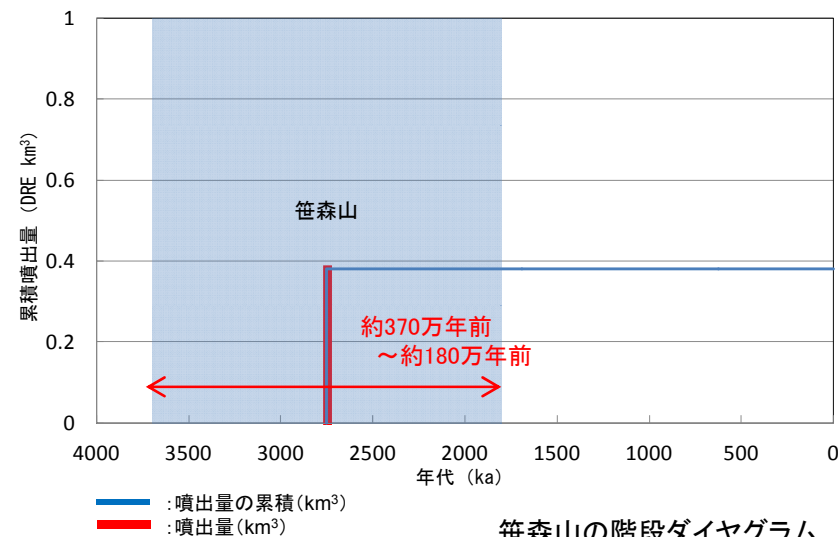
・活動年代については、笹森山起源の火砕流堆積物から新たにフィッション・トラック年代値を報告している山元(2015)を含めて評価

※Umeda et al.(2013)に基づきDREへ換算した。

全活動期間よりも最後の活動終了からの期間が短い火山であり、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した。



(中野ほか(2013)に加筆)



・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また、網掛け部に該当する期間中の噴出量を、期間の中央値に示す。

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 2.2 将来の活動可能性が否定できない火山の抽出（活動履歴・階段ダイアグラム）

【22. 磐梯山】

火山名	磐梯山
敷地からの距離	約135km
火山の形式	複成火山
活動年代	約70万年前以降, AD1888
概要	磐梯山は先磐梯火山, 古磐梯火山, 磐梯火山に区分され(山元(2012)), 約70万年前から活動を開始したとされる(三村(1994)等)。また, 最新活動期である磐梯火山は8万年前から活動し, 最新の噴火であるAD1888噴火では, 水蒸気噴火に伴う山体崩壊(岩屑なだれ), 火砕サージ等が発生した(長谷川ほか(2011)等)。

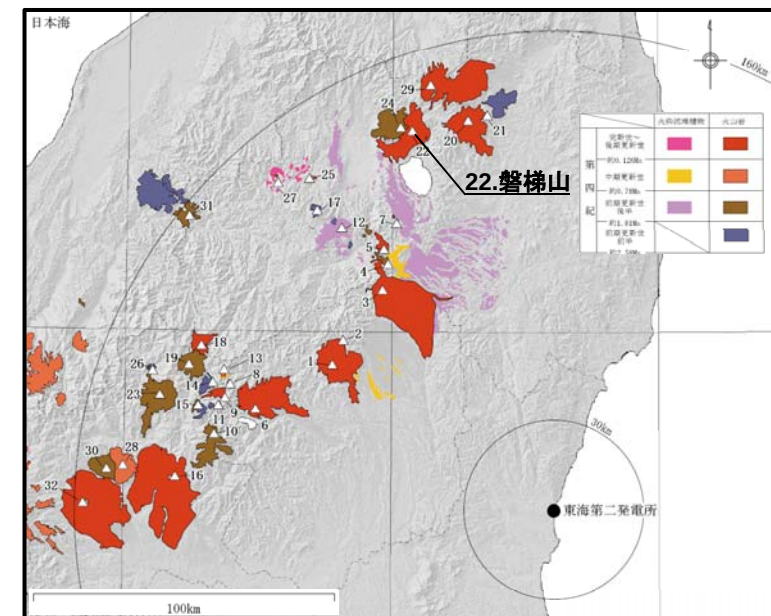
・火山名, 火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

磐梯山の活動履歴

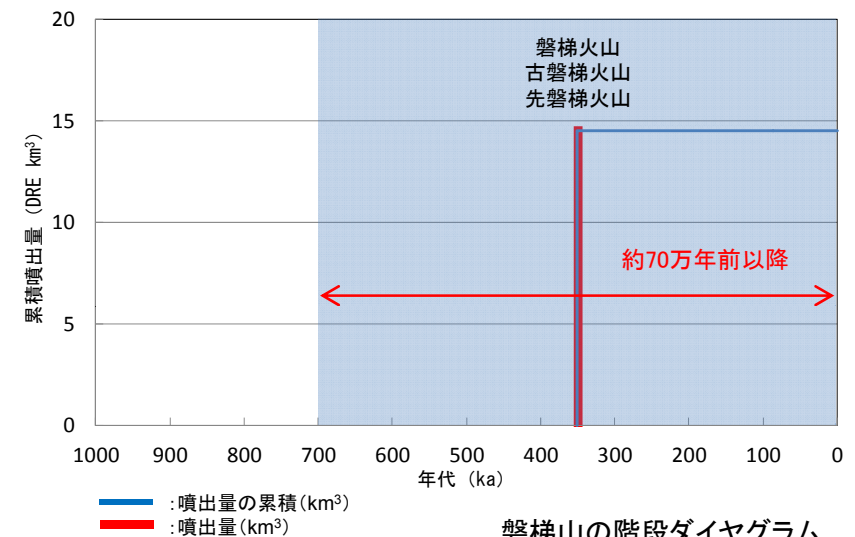
年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
AD1888	磐梯火山 (大磐梯火山等)	RE-1, 岩屑なだれ 葉山2火砕堆積物 等	2.02	三村(1994) 三村・中村(1995) 梅田ほか(1999) 長谷川ほか(2011) 山元(2012) 中野ほか(2013)
	古磐梯火山 (楡ヶ峰火山等)	成層火山体構成物 川上溶岩円頂丘 等	11.7	
700 ka	先磐梯火山	溶岩流	0.8	

・活動年代については, 西来ほか(2016)に基づき評価

完新世に活動を行った火山であり,
原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した。



(中野ほか(2013)に加筆)



磐梯山の階段ダイアグラム

・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また, 網掛け部に該当する期間中の噴出量を, 期間の中央値に示す。

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 2.2 将来の活動可能性が否定できない火山の抽出（活動履歴・階段ダイアグラム）

【23. 上州武尊山】

火山名	上州武尊山
敷地からの距離	約137km
火山の形式	複成火山
活動年代	約120万年前～約100万年前
概要	上州武尊山の噴出物は、前武尊グループ、鹿俣沢グループ、天神グループ、無斑晶質安山岩グループ、天狗岩グループに区分される。天狗岩グループは最新の活動である(山口(1981), 久保(2013)及び中野ほか(2013))。

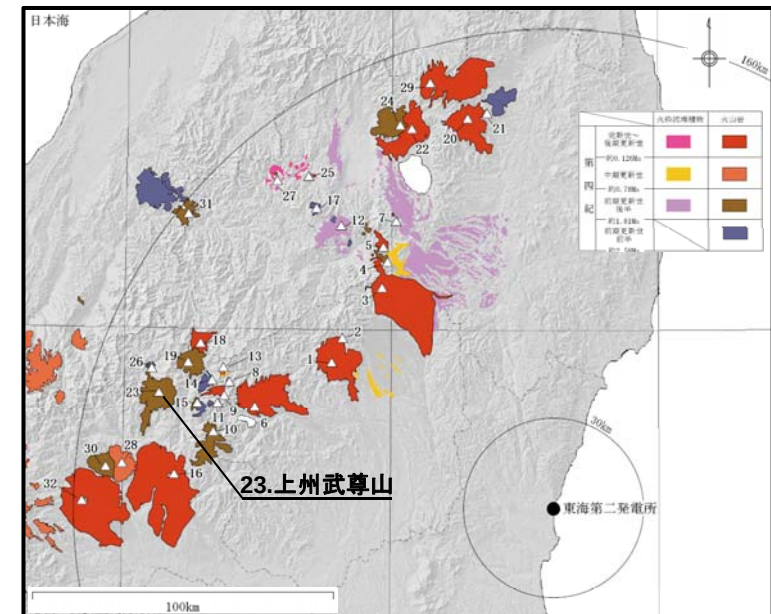
・火山名、火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

上州武尊山の活動履歴

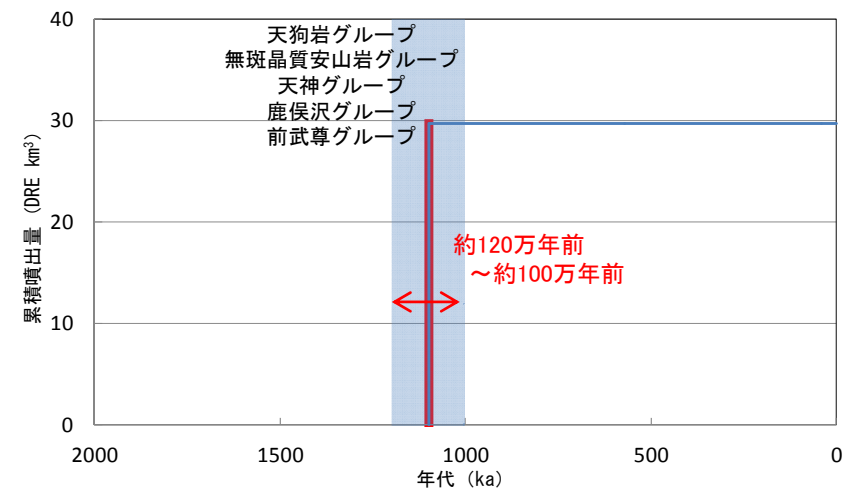
年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
1000 ka	天狗岩グループ	上ノ原泥流 沖武尊溶岩流	1.5	山口(1981) 久保(2013) 中野ほか(2013)
	無斑晶質安山岩グループ	凝灰角礫岩 無斑晶質安山岩質溶岩流	3.6	
	天神グループ	長久保沢泥流 天神溶岩流 等	4	
	鹿俣沢グループ	泥流堆積物 鹿俣沢溶岩流	8	
	前武尊グループ	西俣沢溶岩流 川場谷本質凝灰角礫岩	12.6	
1200 ka				

・活動年代については、西来ほか(2016)に基づき評価

全活動期間よりも最後の活動終了からの期間が長い火山であり、
原子力発電所に影響のない火山とした。



(中野ほか(2013)に加筆)



上州武尊山の階段ダイアグラム

・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また、網掛け部に該当する期間中の噴出量を、期間の中央値に示す。

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 2.2 将来の活動可能性が否定できない火山の抽出（活動履歴・階段ダイアグラム）

【24. 猫魔ヶ岳】

火山名	猫魔ヶ岳
敷地からの距離	約137km
火山の形式	複成火山
活動年代	約143万年前～約40万年前
概要	猫魔ヶ岳は古猫魔火山, 新猫魔火山に区分される。新猫魔火山は約47万年前～約40万年前に活動したとされる(三村(2002))。

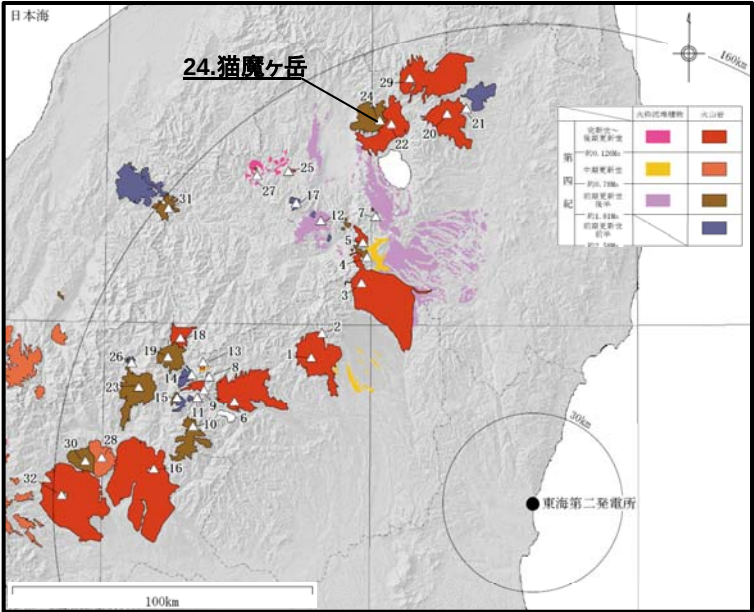
・火山名, 火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

猫魔ヶ岳の活動履歴

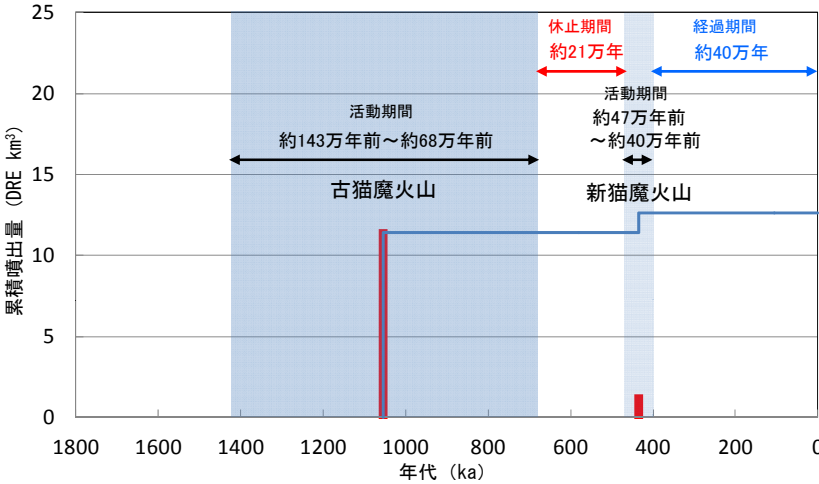
年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
400 ka	新猫魔火山	1349m溶岩 猫魔ヶ岳溶岩	1.2	三村(2002) 中野ほか(2013)
470 ka		雄子沢岩屑なだれ	—	
680 ka	古猫魔火山	扇ヶ峰溶岩 雄国沼北溶岩 等	11.4	
1430 ka				

・活動年代については, 活動休止期間が明確に記される知見である三村(2002)に基づき評価

最後の活動終了からの期間が, 活動期間内の最大休止期間より長い火山であり, 原子力発電所に影響のない火山とした。



(中野ほか(2013)に加筆)



— : 噴出量の累積 (km³)
— : 噴出量 (km³)

猫魔ヶ岳の階段ダイアグラム

・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また, 網掛け部に該当する期間中の噴出量を, 期間の中央値に示す。

【25. 砂子原カルデラ】

火山名	砂子原カルデラ
敷地からの距離	約137km
火山の形式	カルデラ, 溶岩ドーム
活動年代	約29万年前～約22万年前
概要	砂子原カルデラの活動は、約29万年前のカルデラ形成期及び約22万年前の後カルデラ期に区分される。カルデラ形成期に噴出した砂子原佐賀瀬川テフラの噴出量はDRE換算値: 10km ³ , 最新活動期である後カルデラ期における噴出量はDRE換算値: 3.6km ³ とされる(鈴木ほか(2004), 山元(2012)及び中野ほか(2013))。

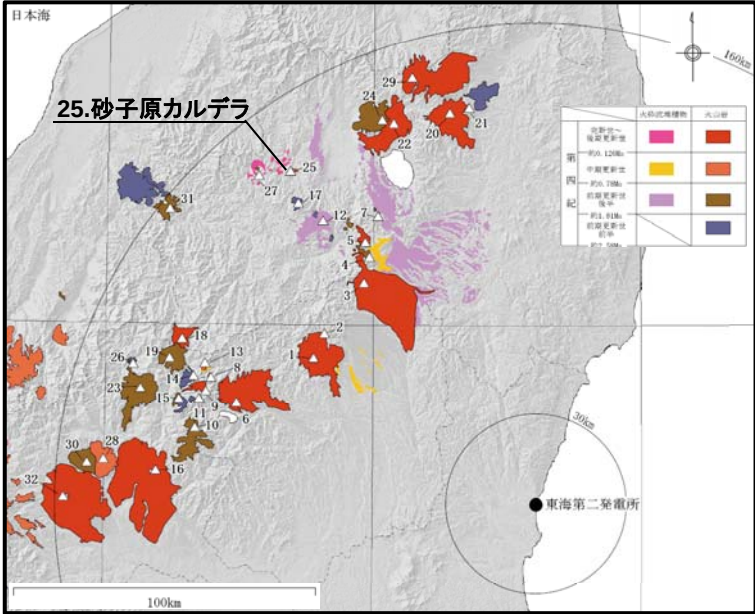
・火山名、火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

砂子原カルデラの活動履歴

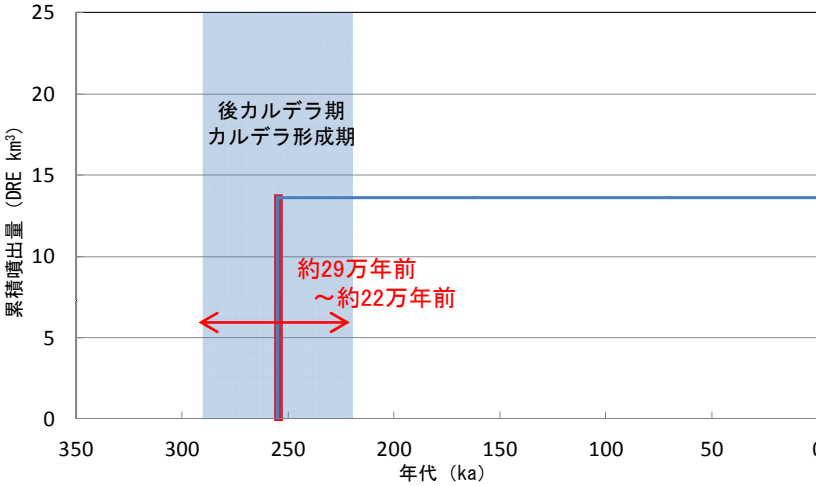
年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
220 ka	後カルデラ期	砂子原久保田テフラ 湯の岳溶岩ドーム群 等	3.6	鈴木ほか(2004) 山元(2012) 中野ほか(2013)
	カルデラ形成期	砂子原佐賀瀬川テフラ	10	
290 ka				

・活動年代については、西来ほか(2016)に基づき評価

全活動期間よりも最後の活動終了からの期間が長い火山であり、
原子力発電所に影響のない火山とした。



(中野ほか(2013)に加筆)



砂子原カルデラの階段ダイアグラム

・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また、網掛け部に該当する期間中の噴出量を、期間の中央値に示す。

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 2.2 将来の活動可能性が否定できない火山の抽出（活動履歴・階段ダイアグラム）

【26. 奈良俣カルデラ】

火山名	奈良俣カルデラ
敷地からの距離	約142km
火山の形式	カルデラー火砕流
活動年代	約210万年前
概要	奈良俣カルデラは小檜俣沢層と安山岩岩脈から構成される。カルデラ内を埋積する小檜俣沢層には流紋岩質軽石が含まれるが、カルデラを形成した火砕流自体はカルデラ内外ともに確認されていない(中野ほか(2013)及び山元(2014b))。

・火山名、火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

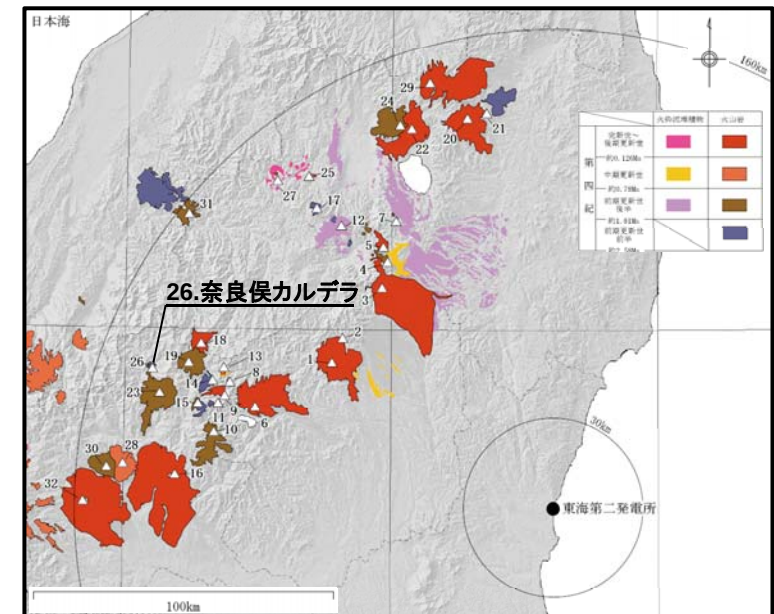
奈良俣カルデラの活動履歴

年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
2100 ka [※]	奈良俣カルデラ	安山岩岩脈 小檜俣沢層	不明	中野ほか(2013) 山元(2014b)

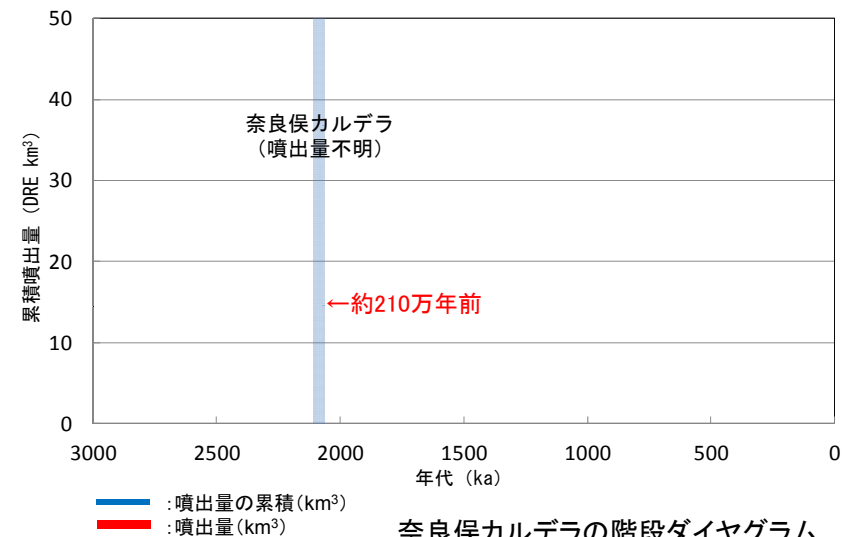
・活動年代については、西来ほか(2016)に基づき評価

※中野ほか(2013)では、明瞭な活動期間が示されており、十分に長い活動期間は有さないと考えられる。

全活動期間よりも最後の活動終了からの期間が長い火山であり、原子力発電所に影響のない火山とした。



(中野ほか(2013)に加筆)



奈良俣カルデラの階段ダイアグラム

・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また、網掛け部に該当する期間中の噴出量を、期間の中央値に示す。

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 2.2 将来の活動可能性が否定できない火山の抽出（活動履歴・階段ダイアグラム）

【27. 沼沢】

火山名	沼沢
敷地からの距離	約143km
火山の形式	溶岩ドーム、カルデラ
活動年代	約11万年前～約5400年前
概要	沼沢は11万年前～約5400年前に活動し、沼沢芝原テフラ、惣山溶岩ドーム、沼沢前山溶岩ドーム、沼沢沼沢湖テフラ等を噴出したとされる。最新の活動である沼沢沼沢湖テフラの噴出に伴ってカルデラが形成され、その噴出量はDRE換算値:2.26km ³ とされる(山元(2003), 山元(2012)等)。

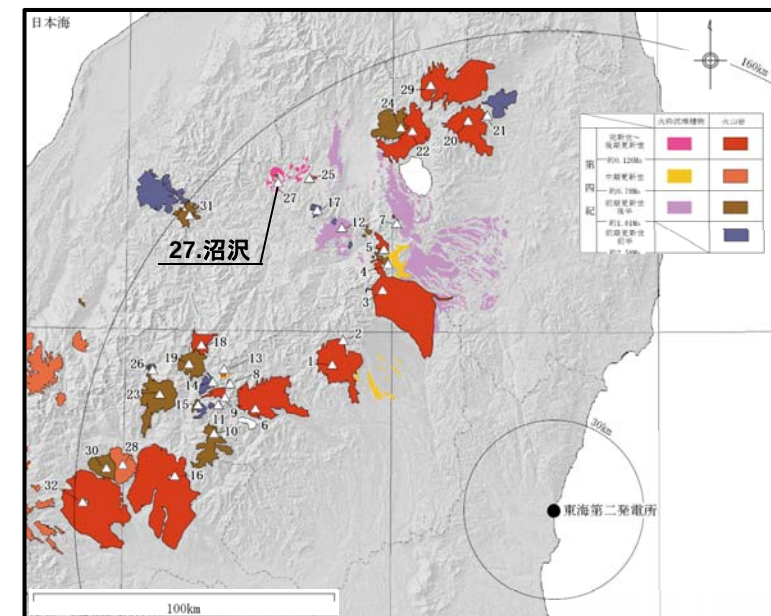
・火山名、火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

沼沢の活動履歴

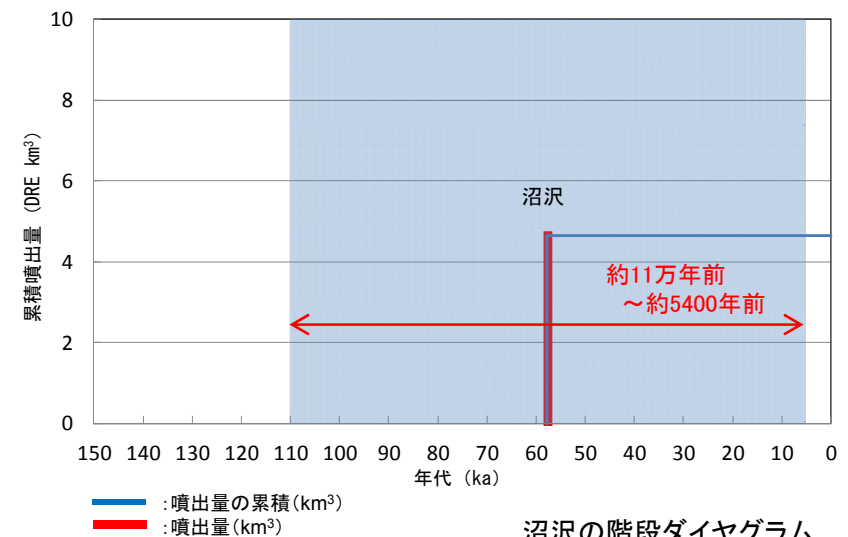
年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
5.4 ka	沼沢	沼沢沼沢湖テフラ 沼沢芝原テフラ 等	4.66	山元(1995) 山元(2003) 山元(2012) 中野ほか(2013)
110 ka				

・活動年代については、西来ほか(2016)に基づき評価

完新世に活動を行った火山であり、
原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した。



(中野ほか(2013)に加筆)



沼沢の階段ダイアグラム

・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また、網掛け部に該当する期間中の噴出量を、期間の中央値に示す。

【28. 子持山】

火山名	子持山
敷地からの距離	約145km
火山の形式	複成火山, 溶岩ドーム
活動年代	約90万年前～約20万年前
概要	子持山の活動は, 綾戸活動期, 前期子持火山活動期, 後期子持火山活動期に区分される。また, 綾戸活動期と前期子持火山活動期の間に少なくとも約30万年間の休止期があったとされる(飯塚(1996)及び中野ほか(2013))。

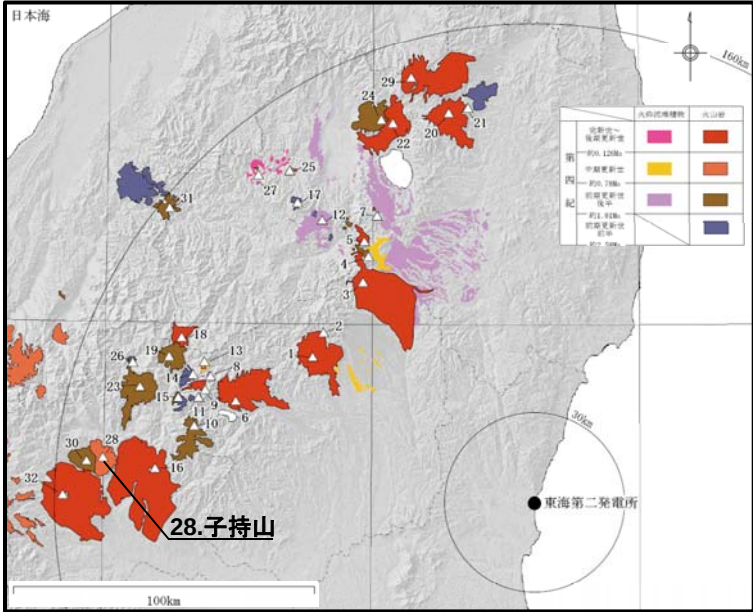
・火山名, 火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

子持山の活動履歴

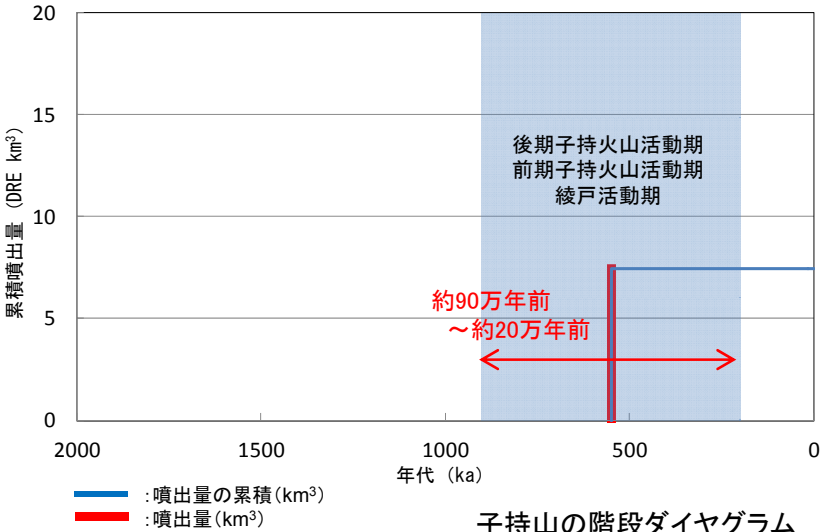
年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
200 ka	後期子持火山活動期	大黒岩及び放射状岩脈群 唐沢溶岩類 等	7.45	飯塚(1996) 中野ほか(2013)
	前期子持火山活動期	下部東尾根溶岩類 大平溶岩類		
	綾戸活動期	綾戸溶岩類		
900 ka				

・活動年代については, 西来ほか(2016)に基づき評価

全活動期間よりも最後の活動終了からの期間が短い火山であり, 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した。



(中野ほか(2013)に加筆)



子持山の階段ダイアグラム

・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また, 網掛け部に該当する期間中の噴出量を, 期間の中央値に示す。

【29. 吾妻山】

火山名	吾妻山
敷地からの距離	約147km
火山の形式	複成火山, 溶岩流及び小型楕状火山, 火砕丘
活動年代	約130万年前以降, AD1977
概要	吾妻山は、古一切経山, 東吾妻山, 高山, 一切経山等に区分される(高橋・小林編(1999), NEDO(1991)等)。また, 最新の活動は浄土平周辺で発生しており, AD1977(最新噴火)には小規模な噴火が発生したとされる(高橋・小林編(1999))。

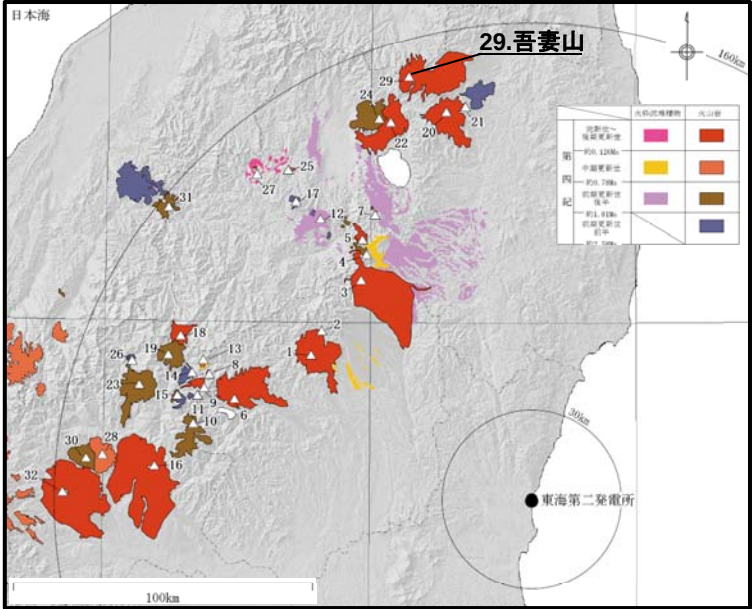
・火山名, 火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

吾妻山の活動履歴

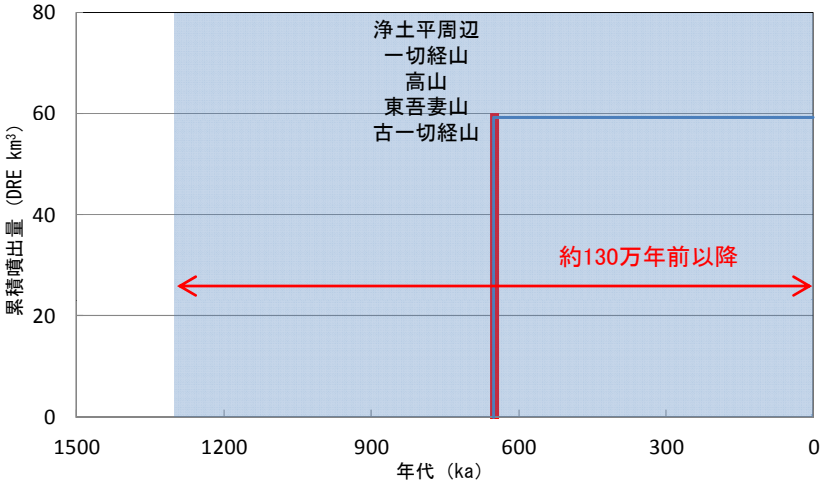
年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
AD1977	(浄土平周辺)	1977年噴火 桶沼ユニット	0.4	NEDO(1991) 第四紀火山カタログ 委員会編(1999) 高橋・小林編(1999) 山元(2005) 長谷川ほか(2011) 山元(2012) 中野ほか(2013)
	一切経山 高山 東吾妻山 等	吾妻佐久間テフラ 前一切経溶岩 中吾妻溶岩 等	>34.18	
	古一切経山	高倉山安山岩 基底火山岩類	>24.7	
1300 ka				

・活動年代については、西来ほか(2016)に基づき評価

完新世に活動を行った火山であり、
原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した。



(中野ほか(2013)に加筆)



吾妻山の階段ダイアグラム

・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また、網掛け部に該当する期間中の噴出量を、期間の中央値に示す。

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 2.2 将来の活動可能性が否定できない火山の抽出（活動履歴・階段ダイアグラム）

【30. 小野子山】

火山名	小野子山
敷地からの距離	約150km
火山の形式	複成火山
活動年代	約130万年前～約120万年前
概要	小野子山は、十二ヶ岳成層火山形成期、山体崩壊期、山頂溶岩類流出期に区分される。噴出物は主に溶岩流で構成されるが、十二ヶ岳成層火山形成期には降下火砕物も確認される(中村(1997), 野村(1999)等)。

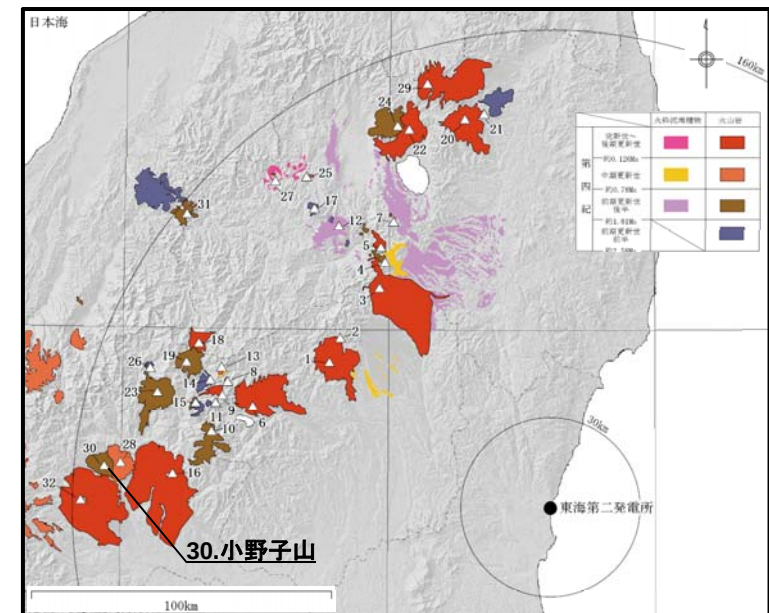
・火山名、火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

小野子山の活動履歴

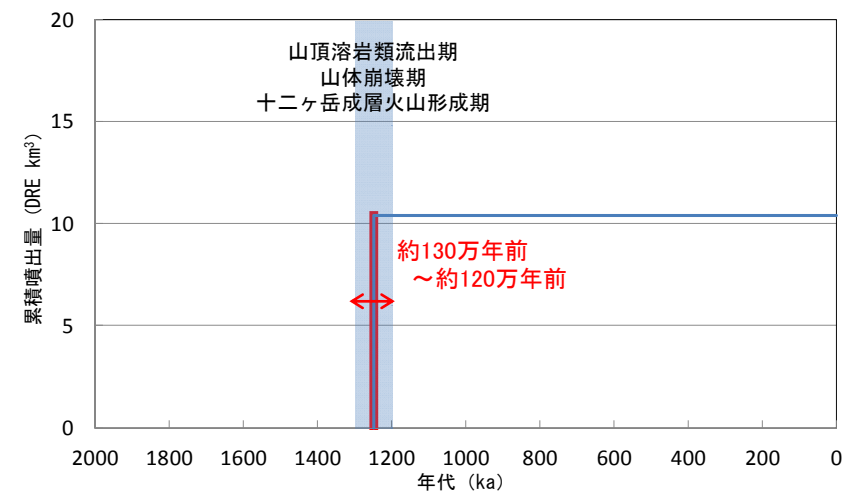
年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
1200 ka	山頂溶岩類流出期	小野子山貫入岩 宮沢溶岩 等	10.4	中村(1997) 第四紀火山カタログ 委員会編(1999) 野村(1999) 中野ほか(2013)
	山体崩壊期	岩屑なだれ堆積物		
1300 ka	十二ヶ岳成層火山 形成期	中ノ岳貫入岩, 放射状岩脈群 十二ヶ岳成層火山 噴出物 等		

・活動年代については、西来ほか(2016)に基づき評価

全活動期間よりも最後の活動終了からの期間が長い火山であり、
原子力発電所に影響のない火山とした。



(中野ほか(2013)に加筆)



小野子山の階段ダイアグラム

・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また、網掛け部に該当する期間中の噴出量を、期間の中央値に示す。

2. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 2.2 将来の活動可能性が否定できない火山の抽出（活動履歴・階段ダイアグラム）

【31. 浅草岳】

火山名	浅草岳
敷地からの距離	約156km
火山の形式	複成火山
活動年代	約170万年前～約150万年前
概要	浅草岳は、浅草火山団体研究グループ(1991)によれば、溶岩流及び火砕流からなる早期噴出溶岩流、第Ⅰ期噴出物、第Ⅱ期噴出物、第Ⅲ期噴出物、第Ⅳ期噴出物に区分され、164万年前～154万年前に活動したとされる(中野ほか(2013)等)。

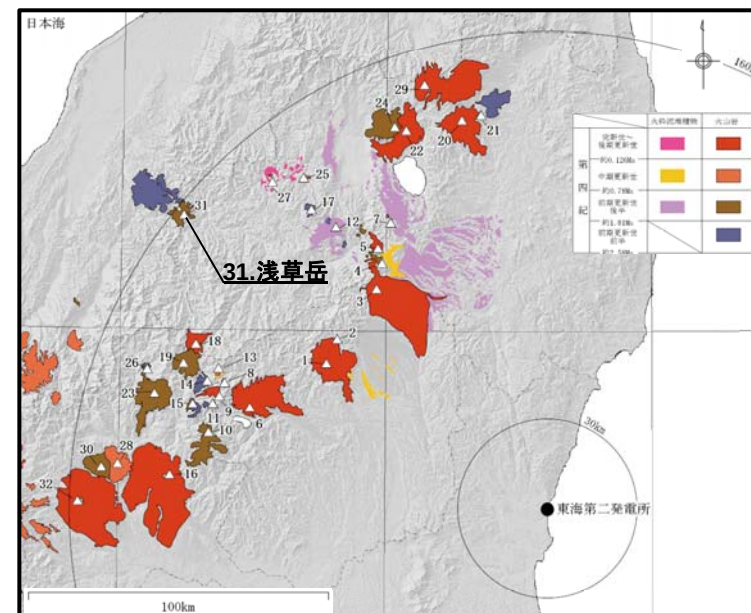
・火山名、火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

浅草岳の活動履歴

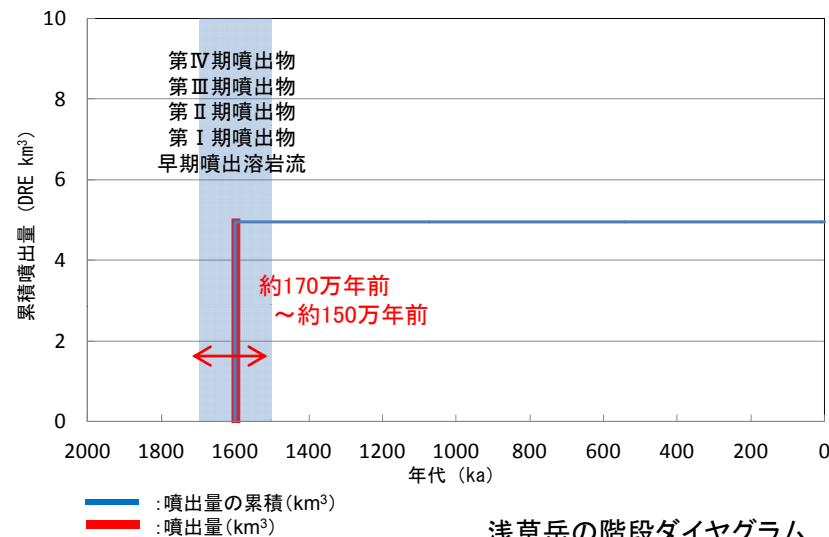
年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
1500 ka	第Ⅳ期噴出物	早坂火砕流堆積物類 浅草山火砕流堆積物 等	0.23	浅草火山団体研究 グループ(1991) 赤石・梅田(2002a) 中野ほか(2013)
	第Ⅲ期噴出物	南岳第三溶岩 前岳第一溶岩	0.15	
	第Ⅱ期噴出物	北岳火砕流堆積物類 モカケ沢火砕流 堆積物類 等	2.28	
	第Ⅰ期噴出物	高積山溶岩 白崩沢火砕流 堆積物類 等	1.9	
	早期噴出溶岩流	左沢溶岩 剣ヶ峰溶岩類	0.38	
1700 ka				

・活動年代については、西来ほか(2016)に基づき評価

全活動期間よりも最後の活動終了からの期間が長い火山であり、
原子力発電所に影響のない火山とした。



(中野ほか(2013)に加筆)



・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また、網掛け部に該当する期間中の噴出量を、期間の中央値に示す。

【32. 榛名山】

火山名	榛名山
敷地からの距離	約157km
火山の形式	複成火山-カルデラ, 溶岩ドーム, 火砕丘
活動年代	約50万年前以降, 最新6世紀後半～7世紀初頭
概要	榛名山は古期榛名火山, 新期榛名火山に区分され, その活動年代は約50万年前～6世紀後半から7世紀初頭とされる(下司(2013)等)。最新の噴火では, プリニー式噴火により降下火砕物, 火砕流が噴出したとされ(榛名ニツ岳伊香保テフラ), その噴出量はDRE換算値: 0.99km ³ とされる(山元(2013b))。

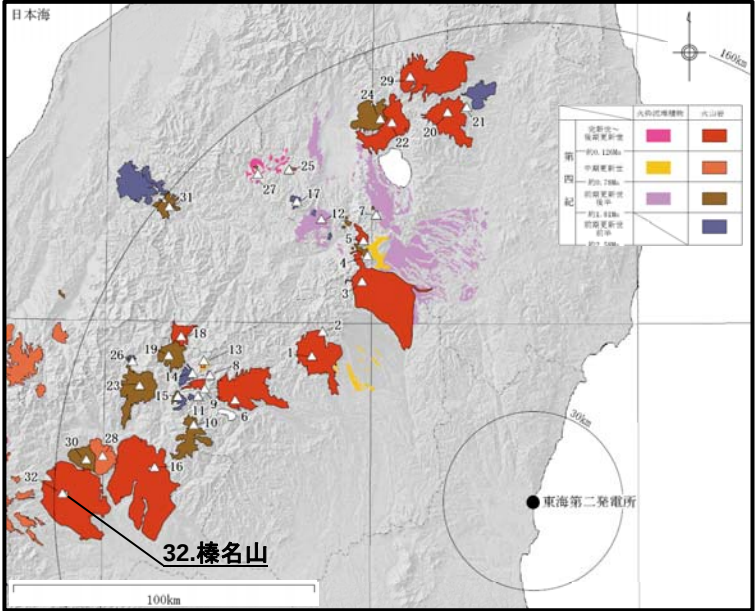
・火山名, 火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

榛名山の活動履歴

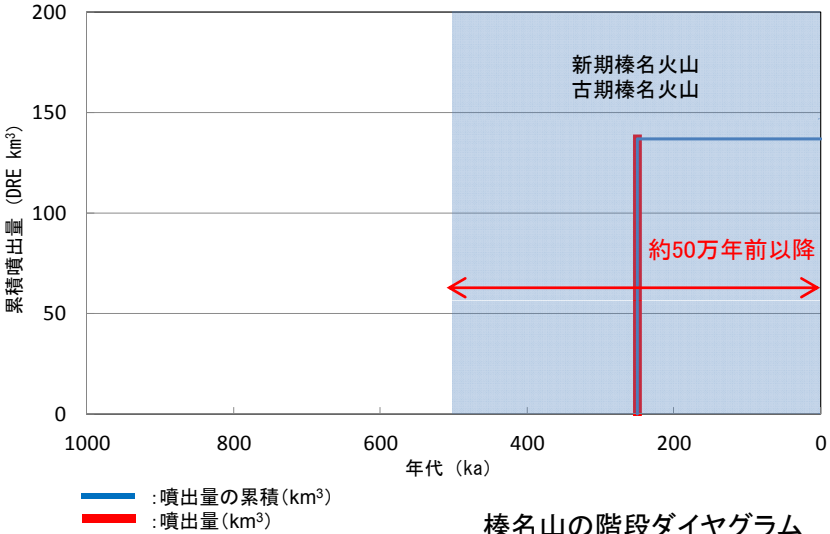
年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
最新6世紀後半 ～7世紀初頭 500 ka	新期榛名火山	榛名ニツ岳伊香保テフラ 榛名八崎テフラ 等	3.03	大森編(1986) Soda(1996) 第四紀火山カタログ 委員会編(1999) 下司(2013) 山元(2013b) 中野ほか(2013)
	古期榛名火山	氷室山溶岩類 榛名主成層火山 等	133.77	

・活動年代については, 西来ほか(2016)に基づき評価

完新世に活動を行った火山であり,
原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した。



(中野ほか(2013)に加筆)

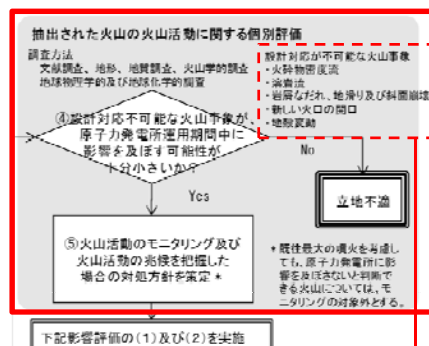


・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また, 網掛け部に該当する期間中の噴出量を, 期間の中央値に示す。

3. 抽出された火山の火山活動に関する個別評価

3. 抽出された火山の火山活動に関する個別評価（概要）

原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出された13火山について、設計対応不可能な火山事象が発電所運用期間中に影響を及ぼす可能性について検討した。



原子力発電所に影響を与える可能性のある火山事象及び位置関係

火山事象	潜在的に影響を及ぼす特性	原子力発電所との位置関係
1. 降下火砕物	静的な物理的負荷、気中及び水中の研磨性及び腐食性粒子	注 2
2. 火砕物密度流：火砕流、サージ及びブラスト	動的な物理的負荷、大気の高圧、飛来物の衝撃、300℃超の温度、研磨性粒子、毒性ガス	160km
3. 溶岩流	動的な物理的負荷、洪水及び水のせき止め、700℃超の温度	50km
4. 岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊	動的な物理的負荷、大気の高圧、飛来物の衝撃、水のせき止め及び洪水	50km
5. 火山性土石流、火山泥流及び洪水	動的な物理的負荷、水のせき止め及び洪水、水中の浮遊粒子	120km
6. 火山から発生する飛来物（噴石）	粒子の衝突、静的な物理的負荷、水中の研磨性粒子	10km
7. 火山ガス	毒性及び腐食性ガス、酸性雨、ガスの充満した湖、水の汚染	160km
8. 新しい火口の開口	動的な物理的負荷、地盤変動、火山性地震	注 3
9. 津波及び静振	水の氾濫	注 4
10. 大気現象	動的過圧、落雷、ダウンバースト風	注 4
11. 地盤変動	地盤変位、沈下又は隆起、傾斜、地滑り	注 4
12. 火山性地震とこれに関連する事象	継続的微小動、多重衝撃	注 4
13. 熱水系及び地下水の異常	熱水、腐食性水、水の汚染、氾濫又は湧昇、熱水変質、地滑り、カルスト及びサーモカルストの変異、水圧の急変	注 4

注 1：噴出中心と原子力発電所との距離が、表中の位置関係に記載の距離より短ければ、火山事象により原子力発電所が影響を受ける可能性があるものとする。

注 2：降下火砕物に関しては、原子力発電所の敷地及び敷地付近の調査から求められる単位面積あたりの質量と同等の火山灰等が降下するものとする。

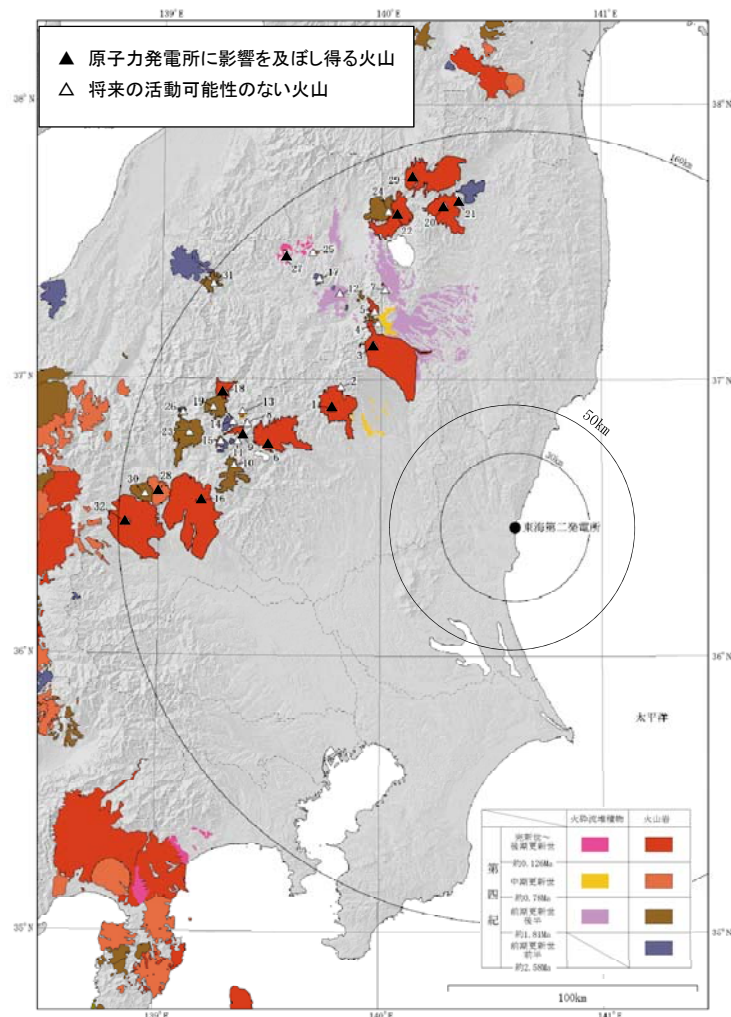
注 3：新火口の開口については、原子力発電所の運用期間中に、新火口の開口の可能性を検討する。

注 4：火山活動によるこれらの事象は、原子力発電所との位置関係によらず、個々に検討を行う。

3. 抽出された火山の火山活動に関する個別評価

原子力発電所に影響を及ぼし得る火山について、設計対応不可能な火山事象が影響を及ぼす可能性を検討する。

- 溶岩流、岩屑なだれについては、いずれの火山も敷地との距離が50kmより長いので評価の対象外とする。
- 新しい火口の開口、地殻変動については、敷地は火山フロントの前弧側(東方)に位置し、敷地周辺では火成活動は確認されていないことから、これらの活動が発電所に影響を及ぼす可能性は十分小さい。
- 火砕物密度流については、いずれの火山も敷地との距離が160km以内であるため、火山の個別評価を行い影響を及ぼす可能性を検討する。



火山地質図 (中野ほか(2013)に加筆)

No.	火山名	敷地からの距離 (km)	火砕物密度流 (160km)	溶岩流 (50km)	岩屑なだれ、地すべり及び斜面崩壊 (50km)	新しい火口の開口	地殻変動
1	高原山	88	○	—	—	○	○
3	那須岳	93	○	—	—	○	○
6	男体・女峰火山群	105	○	—	—	○	○
9	日光白根山	116	○	—	—	○	○
16	赤城山	127	○	—	—	○	○
18	燧ヶ岳	130	○	—	—	○	○
20	安達太良山	133	○	—	—	○	○
21	笹森山	133	○	—	—	○	○
22	磐梯山	135	○	—	—	○	○
27	沼沢	143	○	—	—	○	○
28	子持山	145	○	—	—	○	○
29	吾妻山	147	○	—	—	○	○
32	榛名山	157	○	—	—	○	○

○: 検討対象 —: 検討不要

敷地と評価対象火山との位置関係から、火砕物密度流について個別の検討を実施した。検討結果を次項以降に示す。

敷地は火山フロントの前弧側(東方)に位置し、敷地周辺では火成活動は確認されていないことから、これらの活動が発電所に影響を及ぼす可能性は十分小さい。

3. 抽出された火山の火山活動に関する個別評価

評価結果

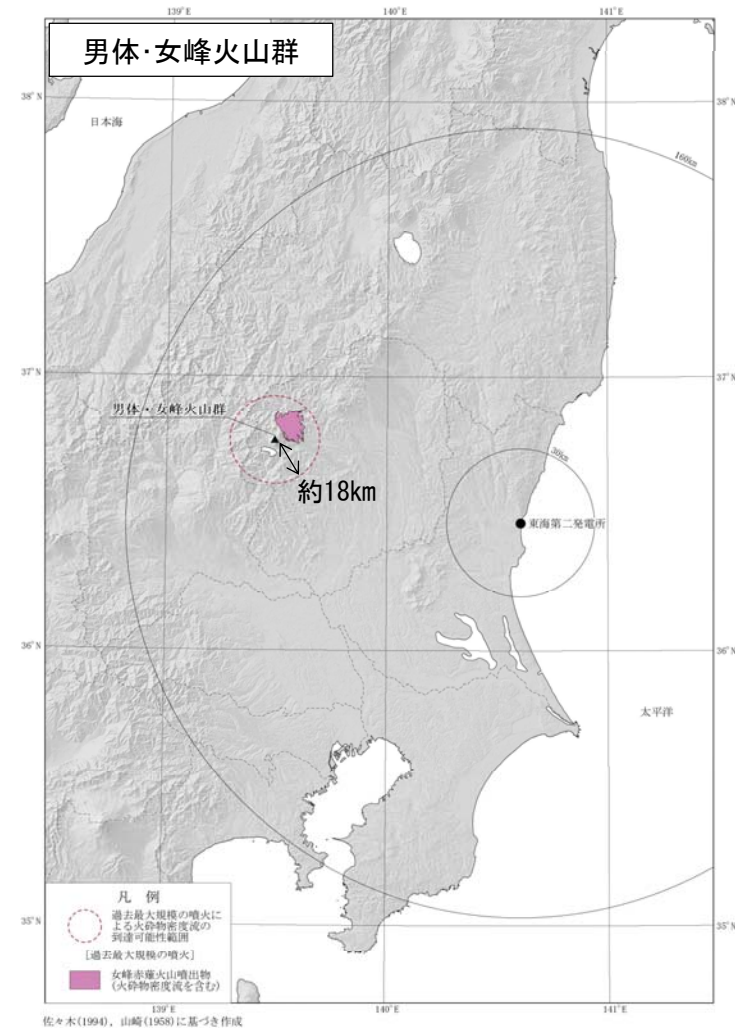
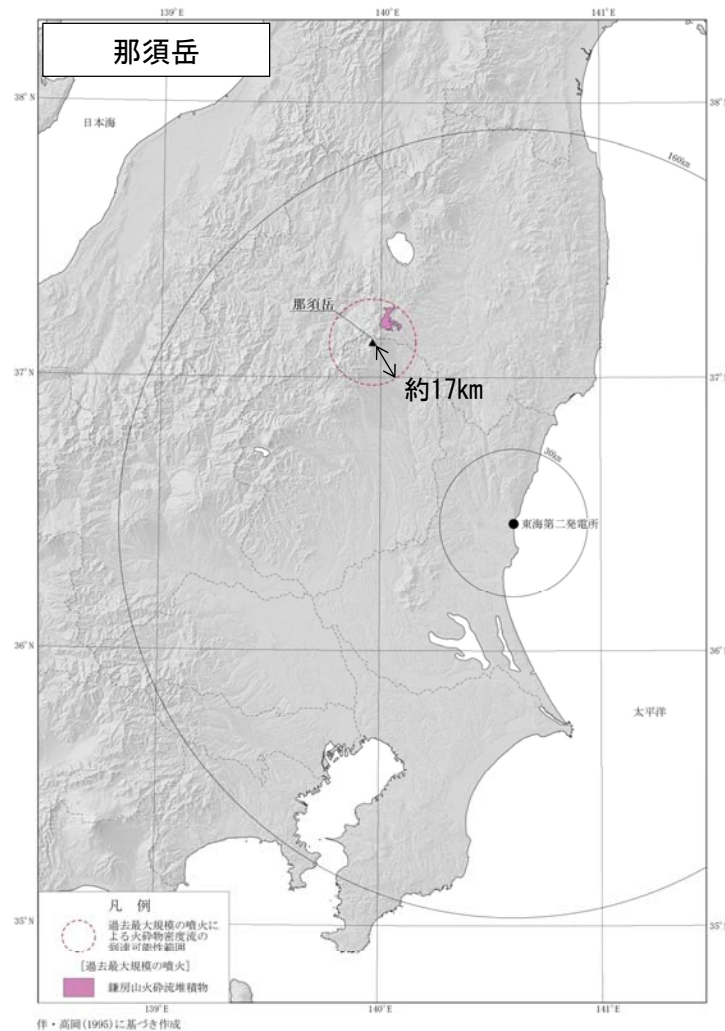
No.	火山名	敷地からの 距離(km)	火砕物密度流(160km)		溶岩流 岩屑なだれ、地すべり及び斜面崩壊 (50km)	新しい火口の開口 地殻変動
			到達可能性範囲 (km)	評価結果		
1	高原山	88	-	活動履歴上、噴出物は溶岩や火砕岩、降下火砕物が主であり、火砕物密度流の発生実績は認められない。	敷地と火山の距離から、発電所に影響を及ぼす可能性はない。	敷地は、火山フロントより前弧側(東方)に位置すること、敷地周辺では火成活動は確認されていないことから、この事象が発電所の運転期間中に影響を及ぼす可能性は十分に小さい。
3	那須岳	93	17	敷地と火砕物密度流の到達可能性範囲の距離から、発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さい。		
6	男体・女峰火山群	105	18			
9	日光白根山	116	-	活動履歴上、噴出物は溶岩や火砕岩、降下火砕物が主であり、火砕物密度流の発生実績は認められない。		
16	赤城山	127	24	敷地と火砕物密度流の到達可能性範囲の距離から、発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さい。		
18	燧ヶ岳	130	6			
20	安達太良山	133	16			
21	笹森山	133	13			
22	磐梯山	135	10			
27	沼沢	143	17			
28	子持山	145	6			
29	吾妻山	147	19			
32	榛名山	157	23			

- 以上のことから、設計対応不可能な火山事象(火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれ他、新しい火口の開口及び地殻変動)が発電所に影響を及ぼす可能性はない。
- このことから抽出された13火山はモニタリングの対象とはならない。

3. 抽出された火山の火山活動に関する個別評価

火砕物密度流の到達可能性範囲の検討 [那須岳, 男体・女峰火山群]

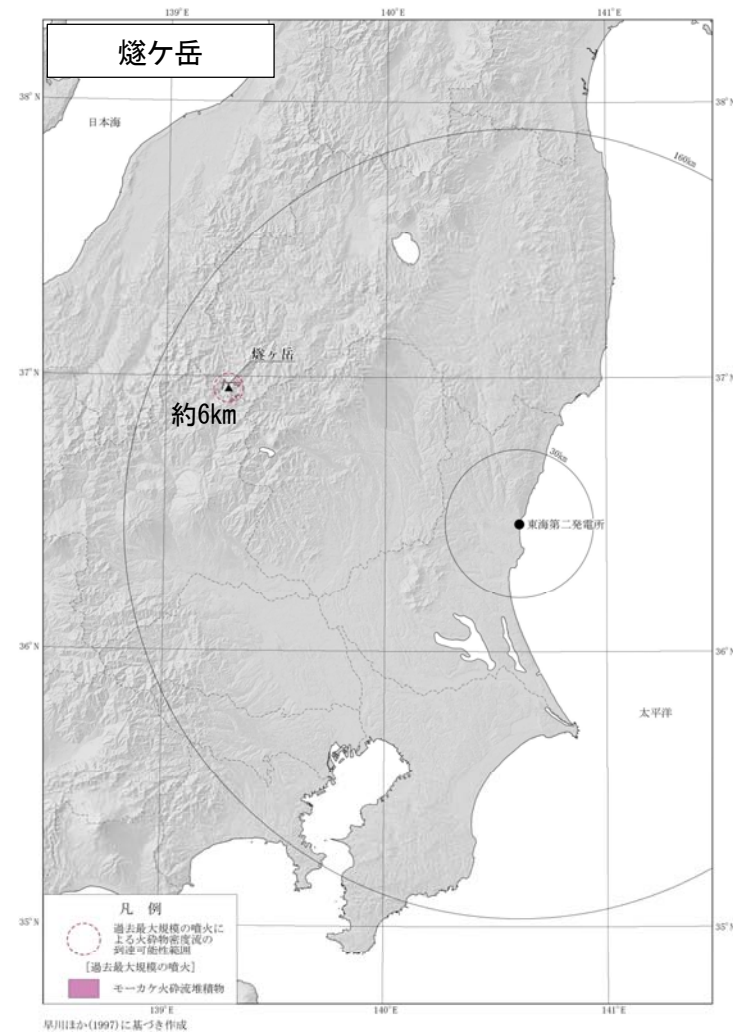
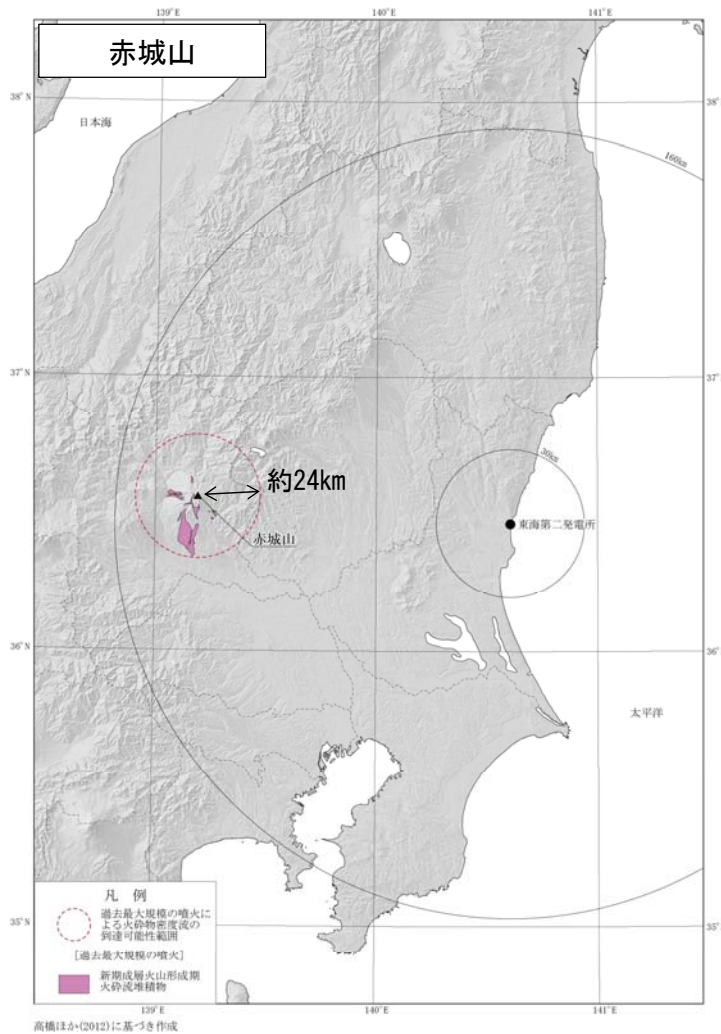
- 那須岳の過去最大規模の火砕物密度流の到達可能性範囲は噴出中心から約17kmであり、敷地から十分に離れていることから、発電所に影響を及ぼす可能性は十分小さい。
- 男体・女峰火山群の過去最大規模の火砕物密度流の到達可能性範囲は噴出中心から約18kmであり、敷地から十分に離れていることから、発電所に影響を及ぼす可能性は十分小さい。



3. 抽出された火山の火山活動に関する個別評価

火砕物密度流の到達可能性範囲の検討[赤城山, 燧ヶ岳]

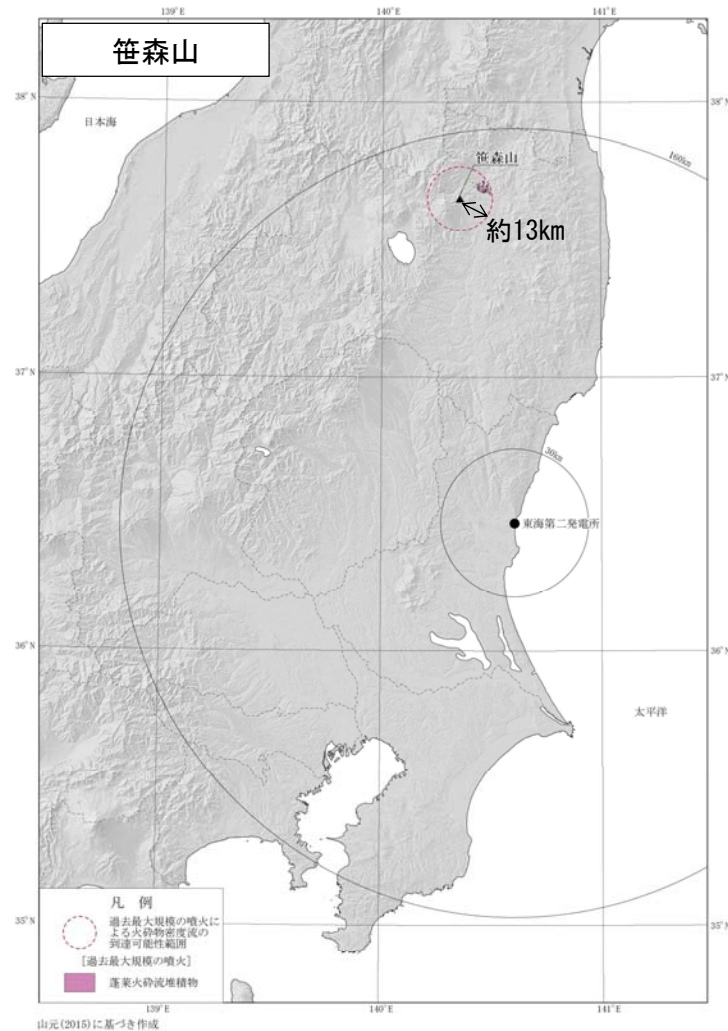
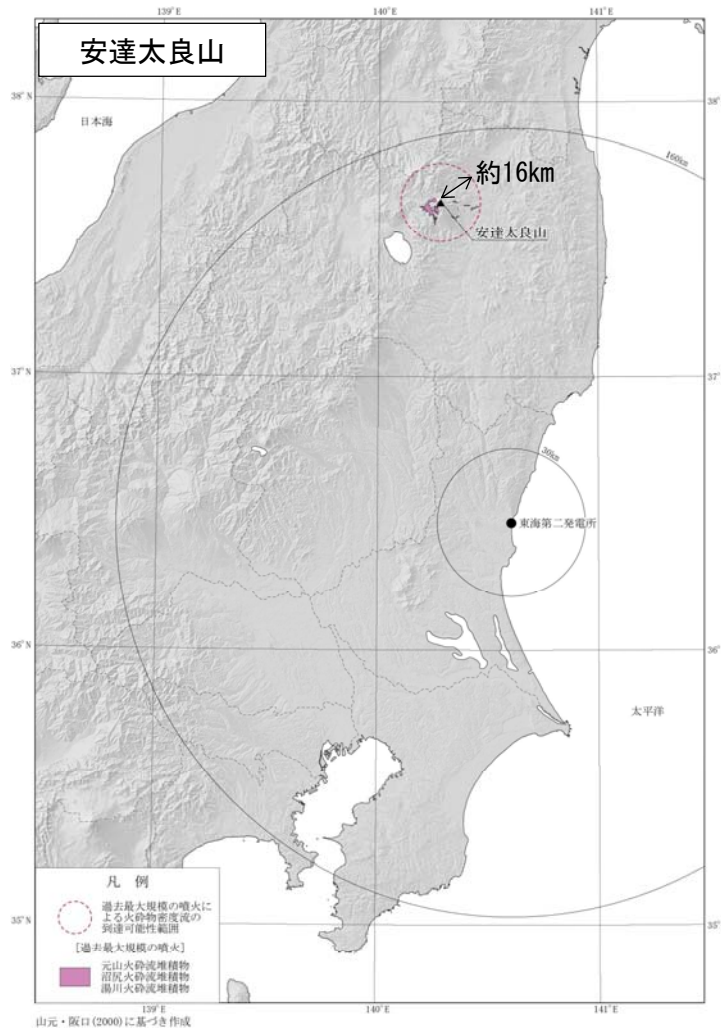
- 赤城山の過去最大規模の火砕物密度流の到達可能性範囲は噴出中心から約24kmであり、敷地から十分に離れていることから、発電所に影響を及ぼす可能性は十分小さい。
- 燧ヶ岳の過去最大規模の火砕物密度流の到達可能性範囲は噴出中心から約6kmであり、敷地から十分に離れていることから、発電所に影響を及ぼす可能性は十分小さい。



3. 抽出された火山の火山活動に関する個別評価

火砕物密度流の到達可能性範囲の検討[安達太良山, 笹森山]

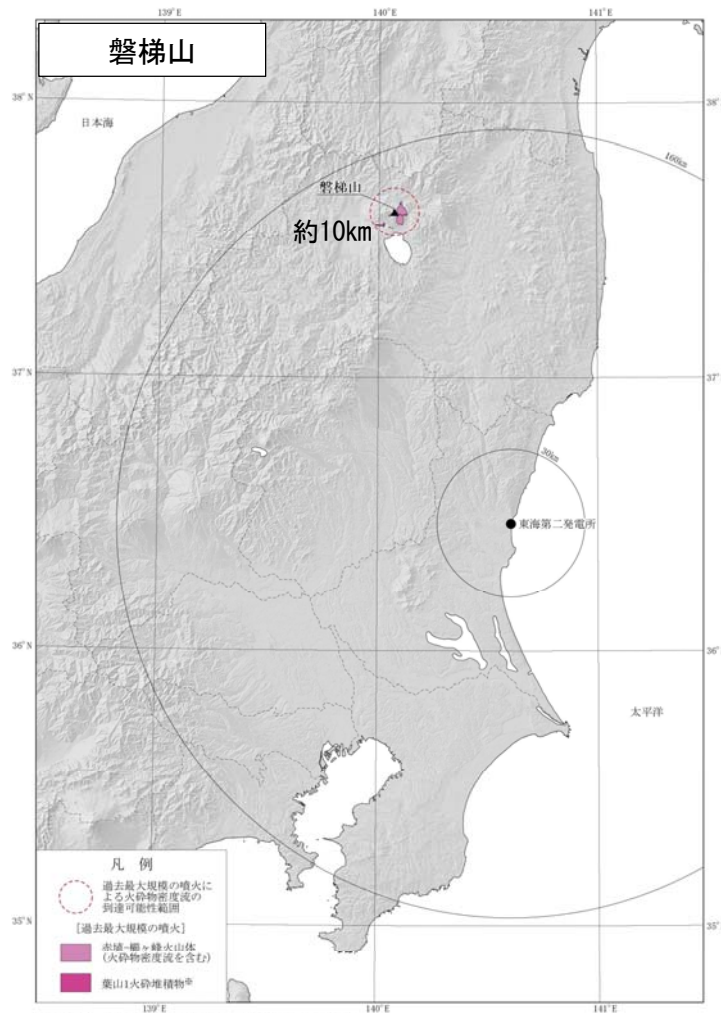
- 安達太良山の過去最大規模の火砕物密度流の到達可能性範囲は噴出中心から約16kmであり、敷地から十分に離れていることから、発電所に影響を及ぼす可能性は十分小さい。
- 笹森山の過去最大規模の火砕物密度流の到達可能性範囲は噴出中心から約13kmであり、敷地から十分に離れていることから、発電所に影響を及ぼす可能性は十分小さい。



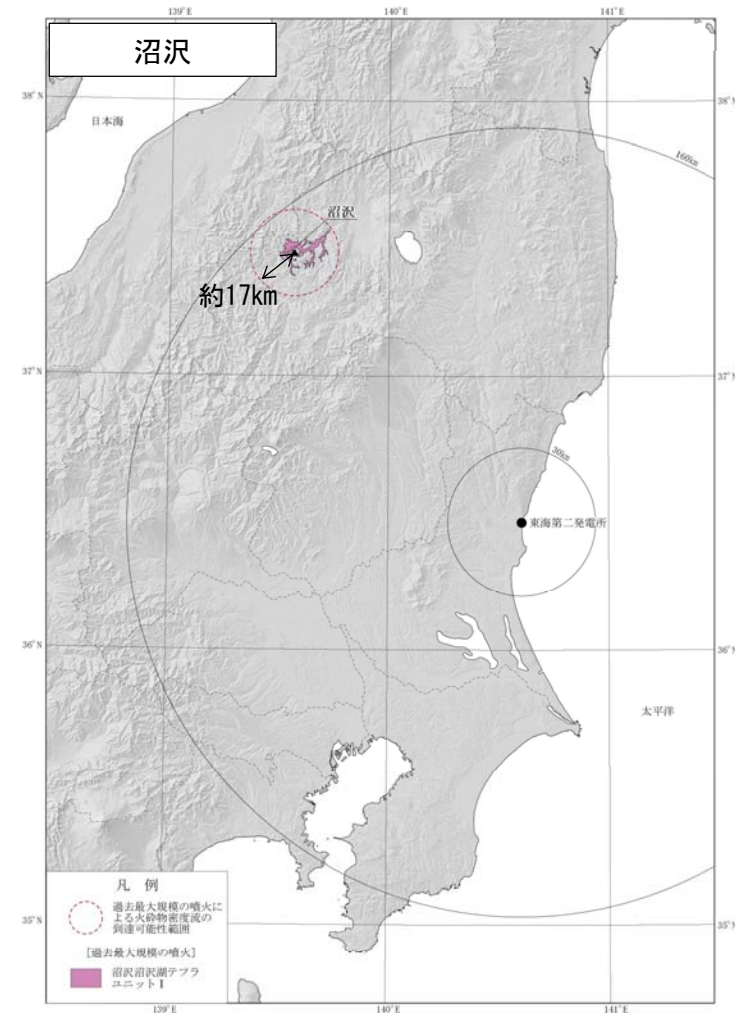
3. 抽出された火山の火山活動に関する個別評価

火砕物密度流の到達可能性範囲の検討[磐梯山, 沼沢]

- 磐梯山の過去最大規模の火砕物密度流の到達可能性範囲は噴出中心から約10kmであり、敷地から十分に離れていることから、発電所に影響を及ぼす可能性は十分小さい。
- 沼沢の過去最大規模の火砕物密度流の到達可能性範囲は噴出中心から約17kmであり、敷地から十分に離れていることから、発電所に影響を及ぼす可能性は十分小さい。



山元(2011), 山元・須藤(1996), 小荒井ほか(1995)に基づき作成
中葉山1火砕流は過去最大規模の噴火ではないが、到達距離としては最大であるため併記した

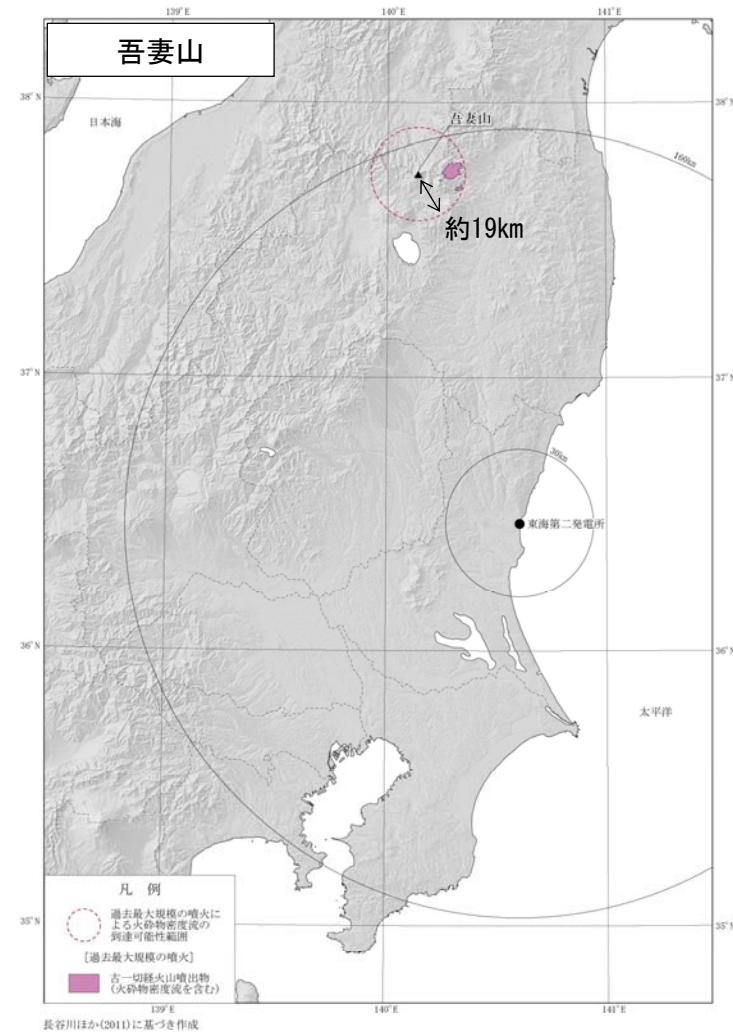
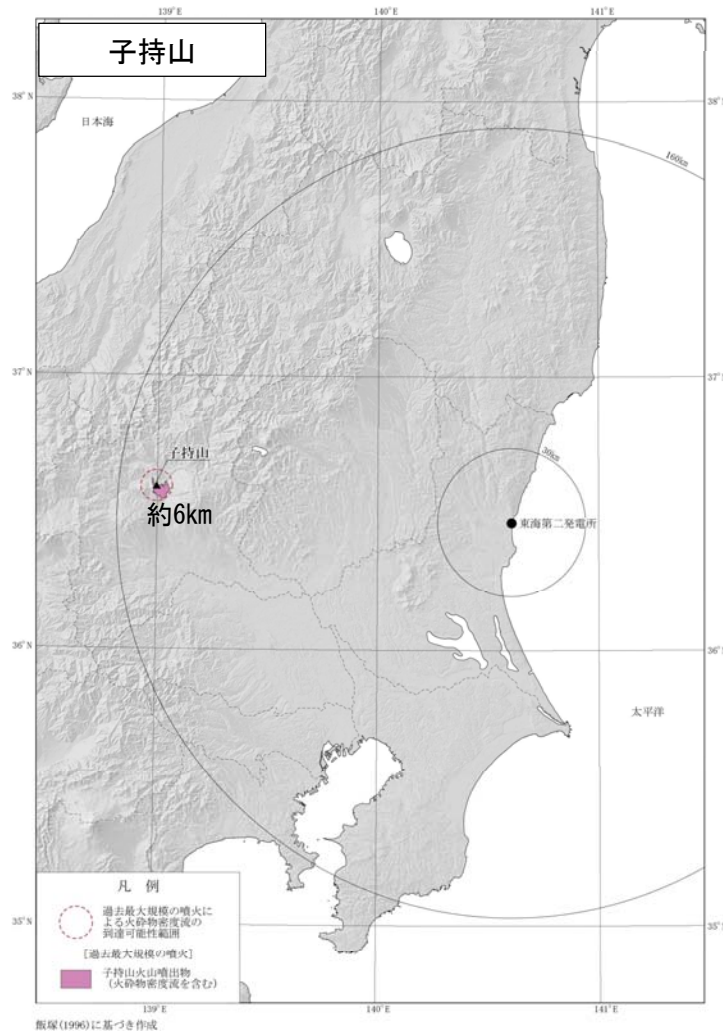


山元(2003), 山元・長谷部(2014)に基づき作成

3. 抽出された火山の火山活動に関する個別評価

火砕物密度流の到達可能性範囲の検討 [子持山, 吾妻山]

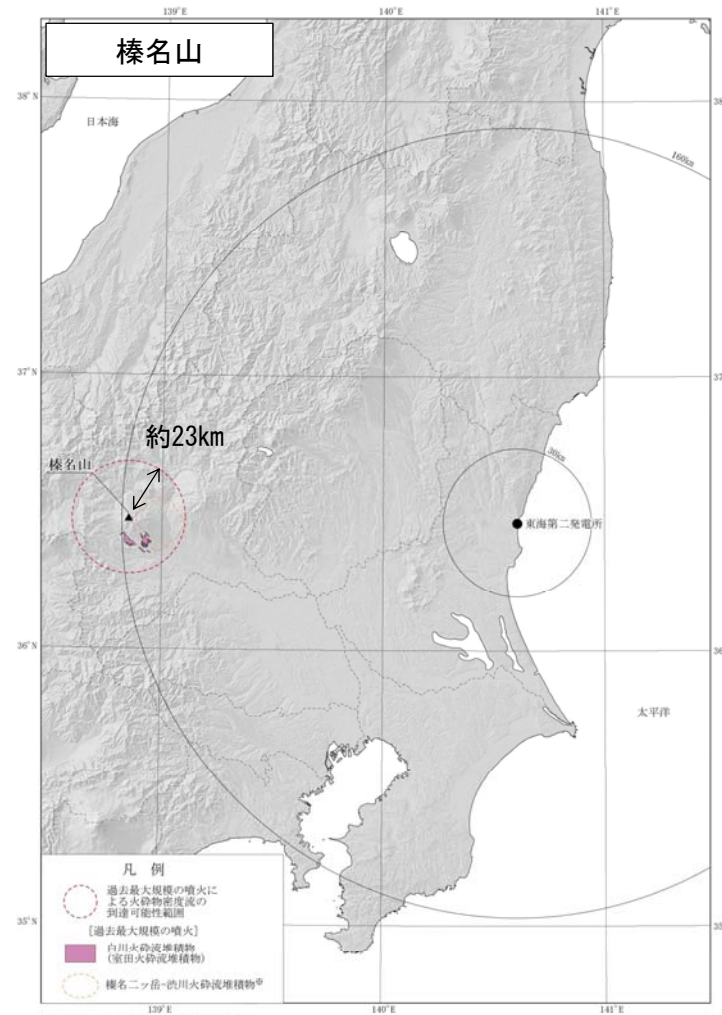
- 子持山の過去最大規模の火砕物密度流の到達可能性範囲は噴出中心から約6kmであり、敷地から十分に離れていることから、発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さい。
- 吾妻山の過去最大規模の火砕物密度流の到達可能性範囲は噴出中心から約19kmであり、敷地から十分に離れていることから、発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さい。



3. 抽出された火山の火山活動に関する個別評価 火砕物密度流の到達可能性範囲

火砕物密度流の到達可能性範囲の検討 [榛名山]

- 榛名山の過去最大規模の火砕物密度流の到達可能性範囲は噴出中心から約23kmであり、敷地から十分に離れていることから、発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さい。



大森編(1986)、早田(1989)に基づき作成
※榛名山・白川火砕流堆積物(火砕サージを含む)は過去最大規模の噴火ではないが、到達距離としては最大であるため併記した

4. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出及びその影響評価

4.1 降下火砕物の影響評価

- (1) 文献調査
- (2) 地質調査
- (3) 降下火砕物の粒径・密度

4.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価

4. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出及びその影響評価

4.1 降下火砕物の影響評価（検討フロー）

- 降下火砕物の評価については、火山影響評価ガイドにおいて「降下火砕物に関しては、火山抽出の結果にかかわらず、原子力発電所の敷地及びその周辺調査から求められる単位面積あたりの質量と同等の火砕物が降下するものとする。」とされている。このことから、地理的領域外の火山も対象に文献調査及び地質調査を行い、敷地において最大となる降下火砕物の層厚を設計上考慮する降下火砕物の層厚とする。

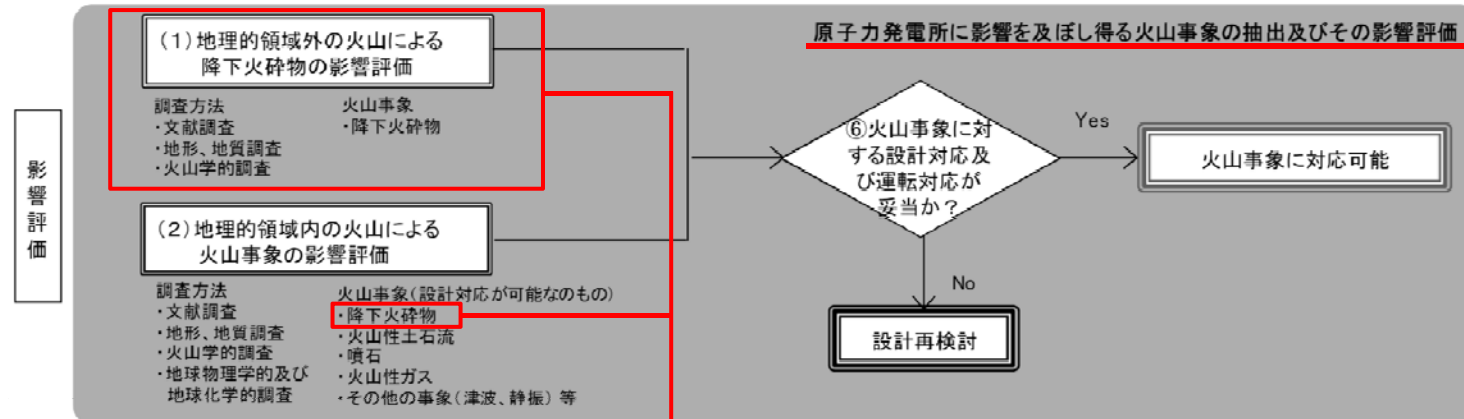


表1 原子力発電所に影響を与える可能性のある火山事象及び位置関係^{注1}

火山事象	潜在的に影響を及ぼす特性	原子力発電所との位置関係
1. 降下火砕物	静的な物理的負荷、空中及び水中の研磨性及び腐食性粒子	注2
2. 火砕物密度流：火砕流、サージ及びブラスト	動的な物理的負荷、大気の過圧、飛来物の衝撃、300℃超の温度、研磨性粒子、毒性ガス	160km
3. 溶岩流	動的な物理的負荷、洪水及び水のせき止め、700℃超の温度	50km
4. 岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊	動的な物理的負荷、大気の過圧、飛来物の衝撃、水のせき止め及び洪水	50km
5. 火山性土石流、火山泥流及び洪水	動的な物理的負荷、水のせき止め及び洪水、水中の浮遊粒子	120km
6. 火山から発生する飛来物（噴石）	粒子の衝突、静的な物理的負荷、水中の研磨性粒子	10km
7. 火山ガス	毒性及び腐食性ガス、酸性雨、ガスの充満した湖、水の汚染	160km
8. 新しい火口の開口	動的な物理的負荷、地震変動、火山性地震	注3
9. 津波及び静振	水の氾濫	注4
10. 大気現象	動的過圧、落雷、ダウンバースト風	注4
11. 地盤変動	地盤変位、沈下又は隆起、傾斜、地滑り	注4
12. 火山性地震とこれに関連する事象	継続的微小動、多重衝撃	注4
13. 熱水系及び地下水の異常	熱水、腐食性の水、水の汚染、氾濫又は湧昇、熱水変質、地滑り、カルスト及びサーモカルストの変質、水圧の急変	注4

（参考資料：IAEA SSG-21 及び JEAG4625）

注1：噴出中心と原子力発電所との距離が、表中の位置関係に記載の距離より短ければ、火山事象により原子力発電所が影響を受ける可能性があるものとする。

注2：降下火砕物に関しては、原子力発電所の敷地及び敷地付近の調査から求められる単位面積あたりの質量と同等の火山灰等が降下するものとする。

注3：新火口の開口については、原子力発電所の運用期間中に、新火口の開口の可能性を検討する。

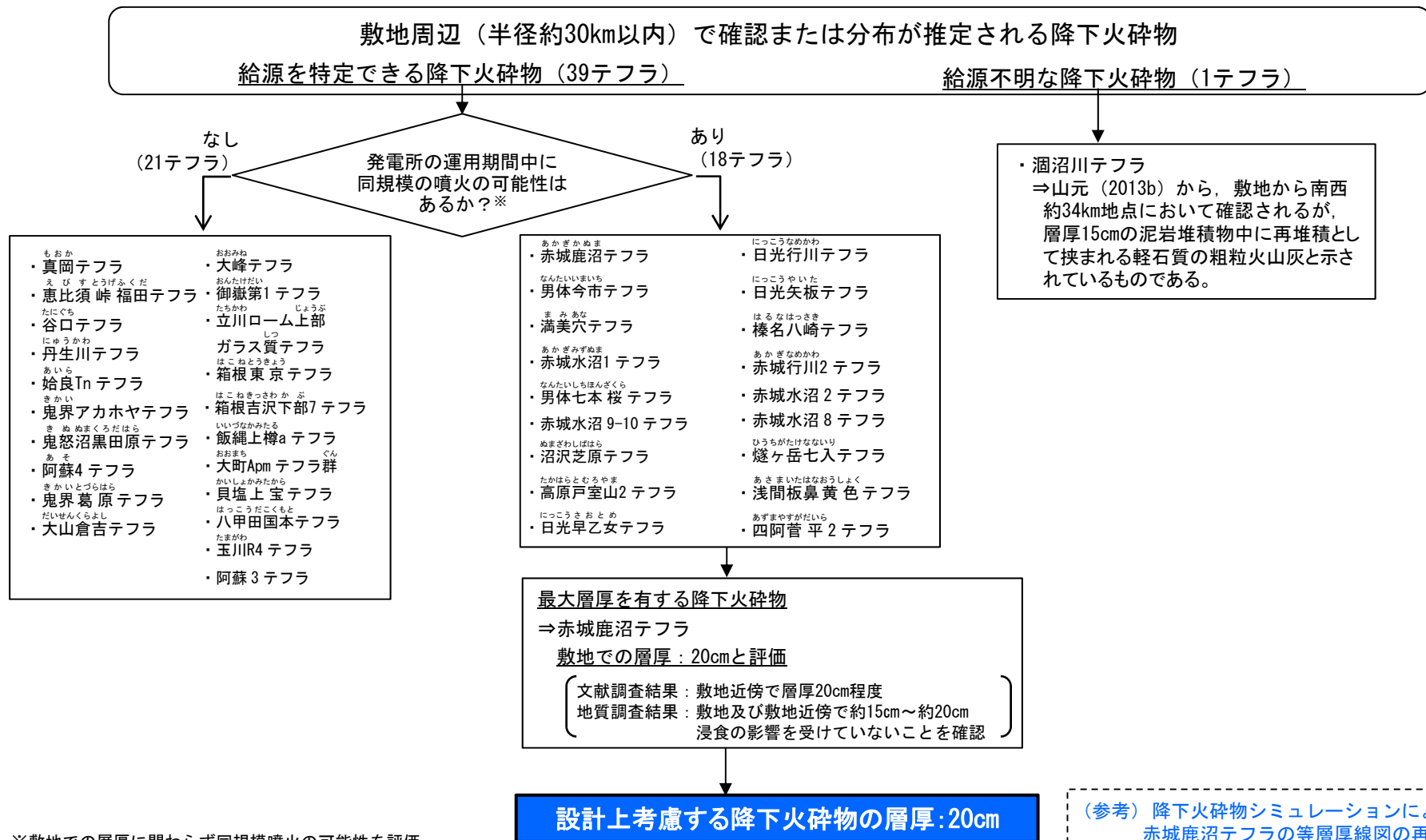
注4：火山活動によるこれらの事象は、原子力発電所との位置関係によらず、個々に検討を行う。

※原子力発電所の火山影響評価ガイド（原子力規制委員会（2013））に加算

4. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出及びその影響評価

4.1 降下火砕物の影響評価（概要）

以下に示すフローのとおり降下火砕物の影響評価を行った。文献調査、地質調査の結果、設計上考慮する降下火砕物の層厚を20cmと設定。



降下火砕物の影響評価と数値シミュレーションの位置付け

- 降下火砕物の評価について火山影響評価ガイドでは、「降下火砕物に関しては、火山抽出の結果にかかわらず、原子力発電所の敷地及びその周辺調査から求められる単位面積あたりの質量と同等の火砕物が降下するものとする」と記載されており、過去の最大層厚を考慮することを求めている。
- 東海第二発電所において最大層厚を示す降下火砕物である赤城鹿沼テフラについては、敷地及び敷地近傍の複数地点で確認しており、文献が示す層厚とも整合的であること、浸食による影響を受けたものではないことを確認した。
- 以上のことから、東海第二発電所については、降下火砕物の評価は文献調査及び地質調査の結果に基づき、適切に評価出来るものと判断している。
- 降下火砕物シミュレーションは火山影響評価ガイドにおいては、原子力発電所内及びその周辺敷地において降下火砕物の堆積が観測されない場合の堆積物量を設定する方法の一つとされている。
- なお、設計上考慮する降下火砕物の層厚(20cm)の妥当性を数値シミュレーションでも念のため確認することを目的に参考的に実施した結果によれば、当該降下火砕物の敷地での層厚は約16cmとなり、文献調査及び地質調査の結果と整合していることも併せて確認している。

解説・16. 原子力発電所内及びその周辺敷地において降下火砕物の堆積が観測されない場合は、次の方法により堆積物量を設定する。

- ✓ 類似する火山の降下火砕物堆積物の情報を基に求める。
- ✓ 対象となる火山の噴火量、噴煙柱高、全体粒度分布、及びその領域における風速分布の変動を高度及び関連パラメータの関数として、原子力発電所における降下火砕物の数値シミュレーションを行うことより求める。数値シミュレーションに際しては、過去の噴火履歴等の関連パラメータ、並びに類似の火山降下火砕物堆積物等の情報を参考とすることができる。

※原子力発電所の火山影響評価ガイド(原子力規制委員会(2013))に加筆

4. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出及びその影響評価 4.1 降下火砕物の影響評価 (1) 文献調査

敷地周辺で確認または分布が推定される降下火砕物 (文献調査結果 概要)

- 文献調査結果から、敷地周辺（半径約30km以内）に分布が推定される主な降下火砕物は以下に示すとおり。
- 敷地周辺に分布が推定される降下火砕物を降灰させた噴火と同規模の噴火が発電所運用期間中に発生する可能性を確認し、同規模の噴火の可能性のある18テフラを検討対象とした。
- なお、給源不明な降下火砕物である湊沼川テフラについては、山元（2013b）から、敷地から南西約34km地点において確認されるが、層厚15cmの泥岩堆積物中に再堆積として挟まれる軽石質の粗粒火山灰と示されているものである。

敷地及び敷地近傍で確認される主な降下火砕物	記号	敷地の層厚	火山から敷地への方向 (距離(km))	給源火山 (内:地理的領域内、 外:地理的領域外)	原子力発電所運用期間中の 同規模噴火の可能性 (○:あり, ×:可能性は十分に小さい)	降下火砕物の 噴火規模 [*] (VEI)
赤城鹿沼テフラ	Ag-KP	10cm~40cm ^{*1}	東 (約127km)	内 赤城山	○	—
男体今市テフラ	Nt-I	16cm~32cm ^{*2}	東南東 (約105km)	内 男体・女峰火山群	○	—
満美穴テフラ	Nk-Ma	32cm以下 ^{*3}	東南東 (約105km)	内 男体・女峰火山群	○	—
真岡テフラ	MoP	16cm~32cm ^{*2}	東南東 (約168km)	外 飯土山	×	将来の活動可能性のない火山 (P60参照)
恵比須峰福田テフラ	Ebs-Fkd	約30cm ^{*4}	東 (約270km)	外 飛騨山脈 (穂高岳)	×	将来の活動可能性のない火山 (P61参照)
谷口テフラ	Tng	30cm以下 ^{*4}	東 (約256km)	外 飛騨山脈 (爺ヶ岳)	×	将来の活動可能性のない火山 (P61参照)
丹生川テフラ (穂高-Kd39)	Nyg (Htk-Kd39)	10cm~20cm ^{*4}	東 (約270km)	外 飛騨山脈 (穂高岳)	×	将来の活動可能性のない火山 (P61参照)
始良Tnテフラ	AT	10cm~20cm ^{*1}	東北東 (約1059km)	外 始良カルデラ	×	現在は後カルデラ火山の活動が継続 (P62参照)
赤城水沼1テフラ	Ag-MzP1	5cm~20cm ^{*1}	東 (約127km)	内 赤城山	○	—
鬼界アカホヤテフラ	K-Ah	0cm~20cm ^{*1}	北東 (約1141km)	外 鬼界カルデラ	×	現在は後カルデラ火山の活動が継続 (P63参照)
男体七本桜テフラ	Nt-S	0~20cm ^{*1}	東南東 (約105km)	内 男体・女峰火山群	○	—
赤城水沼9-10テフラ	Ag-MzP9-10	16cm以下 ^{*2}	東 (約127km)	内 赤城山	○	—
沼沢芝原テフラ	Nm-SB	16cm以下 ^{*3}	南東 (約143km)	内 沼沢	○	—
高原戸室山2テフラ	Tk-TM2	8cm~16cm ^{*2}	東南東 (約88km)	内 高原山	○	—
日光早乙女テフラ	Nk-SO	16cm以下 ^{*3}	東南東 (約105km)	内 男体・女峰火山群	○	—
日光行川テフラ	Nk-NM	16cm以下 ^{*3}	東南東 (約105km)	内 男体・女峰火山群	○	—
日光矢板テフラ	Nk-YT	16cm以下 ^{*3}	東南東 (約105km)	内 男体・女峰火山群	○	—
鬼怒沼黒田原テフラ	Kn-KD	16cm以下 ^{*3}	東南東 (約120km)	内 鬼怒沼	×	将来の活動可能性のない火山 (P10参照)
阿蘇4テフラ	Aso-4	15cm以下 ^{*1}	東北東 (約956km)	外 阿蘇カルデラ	×	現在は後カルデラ火山の活動が継続 (P64参照)
榛名八嶋テフラ	Hr-HP	0cm~10cm ^{*1}	東 (約157km)	内 榛名山	○	—
赤城行川2テフラ	Ag-NM2	4cm以下 ^{*2}	東 (約127km)	内 赤城山	○	—
赤城水沼2テフラ	Ag-MzP2	4cm~8cm ^{*2}	東 (約127km)	内 赤城山	○	—
鬼界葛原テフラ	K-Kz	2cm~5cm ^{*1}	北東 (約1141km)	外 鬼界カルデラ	×	現在は後カルデラ火山の活動が継続 (P63参照)
大山倉吉テフラ	DKP	0cm~5cm ^{*1}	東北東 (約649km)	外 大山	×	数km ³ 以下の噴火活動が継続 (P65参照)
赤城水沼8テフラ	Ag-MzP8	8cm以下 ^{*2}	東 (約127km)	内 赤城山	○	—
燧ヶ岳七入テフラ	Hu-NN	8cm以下 ^{*3}	東南東 (約130km)	内 燧ヶ岳	○	—
大峰テフラ (大峰-SK110)	Omn (Omn-SK110)	10cm以下 ^{*4}	東 (約256km)	外 飛騨山脈 (爺ヶ岳)	×	将来の活動可能性のない火山 (P61参照)
御嶽第1テフラ	On-Pm1	0cm~10cm ^{*1}	東北東 (約288km)	外 御嶽山	×	山頂付近における小規模の噴火活動が継続 (P66参照)
立川ローム上部 ガラス貫テフラ	UG	0cm以上 ^{*1}	東 (約187km)	外 浅間山	×	現在の活動期(前掛火山)が継続 (P69参照)
浅間板鼻黄色テフラ	As-YP	0cm以上 ^{*1}	東 (約187km)	外 浅間山	○	—
四阿管平2テフラ	Azy-SgP2	0cm以上 ^{*5}	東 (約197km)	外 四阿山	○	—
箱根東京テフラ	Hk-TP	0cm以上 ^{*1}	北東 (約198km)	外 箱根火山群	×	現在は溶岩ドームの活動が継続 (顕著な降下火砕物発生はない) (P70参照)
箱根吉沢下部7テフラ	Hk-Klp7	0cm以上 ^{*1}	北東 (約198km)	外 箱根火山群	×	—
飯縄上樽aテフラ	In-Kta	0cm以上 ^{*6}	東 (約223km)	外 飯縄山	×	現在は活動停止期が継続 (P71参照)
大町Aprmテフラ群	Tky-Ng1	0cm以上 ^{*7}	東 (約269km)	外 飛騨山脈 (樺沢岳)	×	将来の活動可能性のない火山 (P72参照)
貝塩上宝テフラ	KMT	0cm以上 ^{*1}	東 (約281km)	外 飛騨山脈 (上宝)	×	将来の活動可能性のない火山 (P73参照)
八甲田1テフラ (八甲田国本テフラ, Ku1)	Hkd1	0cm以上 ^{*8}	南 (約469km)	外 八甲田カルデラ	×	現在は後カルデラ火山の活動が継続 (P74参照)
玉川4テフラ	Tmg-R4	0cm以上 ^{*9}	南 (約428km)	外 玉川カルデラ	×	将来の活動可能性のない火山 (P75参照)
阿蘇3テフラ	Aso-3	0cm以上 ^{*1}	東北東 (約956km)	外 阿蘇カルデラ	×	現在は後カルデラ火山の活動が継続 (P64参照)
湊沼川テフラ	—	(再堆積)	—	—	—	—

*1: 町田・新井(2011), *2: 山元(2013a), *3: 山元(2012), *4: Tamura et al(2008), *5: 大石(2009),

*6: 鈴木(2001), *7: 鈴木・早川(1990), *8: 鈴木ほか(2001), *9: 鈴木・中山(2007)

□ 原子力発電所運用期間中の同規模噴火の可能性あり。

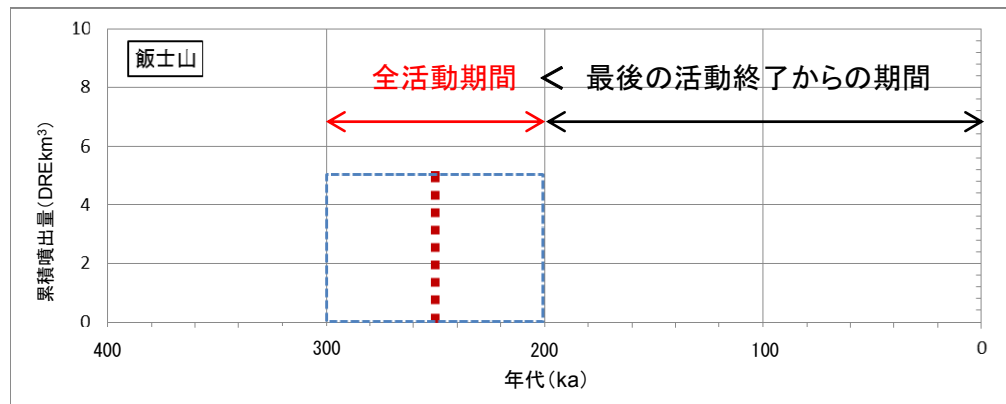
■ 原子力発電所運用期間中の同規模噴火の可能性が十分に小さい。

※ 噴火規模は町田・新井(2011)等に基づき設定。

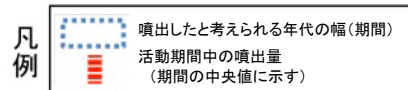
同規模噴火の可能性：飯士山（真岡テフラ）

飯士山を給源火山とする真岡テフラについて、発電所運用期間中における同規模の噴火の可能性を以下のとおり検討した。

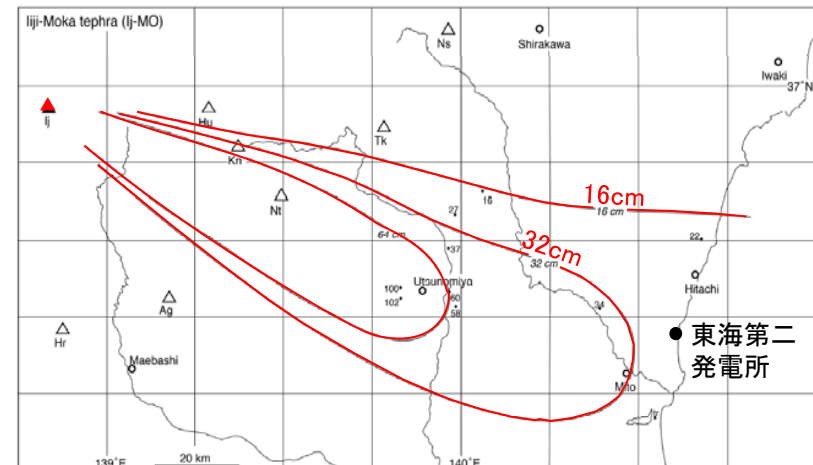
- ・ 西来ほか（2016）、中野ほか（2013）、赤石・梅田（2002b）によれば、飯士山の活動形式は成層火山であり、その活動年代は約30万年前～約20万年前とされている。
- ・ 全活動期間（約10万年）よりも最後の活動からの期間（約20万年）が長いことから、将来の活動可能性はないと判断される。



西来ほか（2016）、中野ほか（2013）、赤石・梅田（2002b）に基づき作成



飯士山の階段ダイアグラム



第26図 飯士真岡テフラ(Ij-MO)の分布。

数字は降下火砕堆積物の層厚で、単位はcm。Ag = 赤城火山；Hr = 榛名火山；Hu = 嬬峠火山；Ij = 飯士火山；Kn = 鬼怒沼火山；Nr = 男体火山；Tr = 高原火山。

飯士真岡テフラの等層厚線図（山元（2013a））

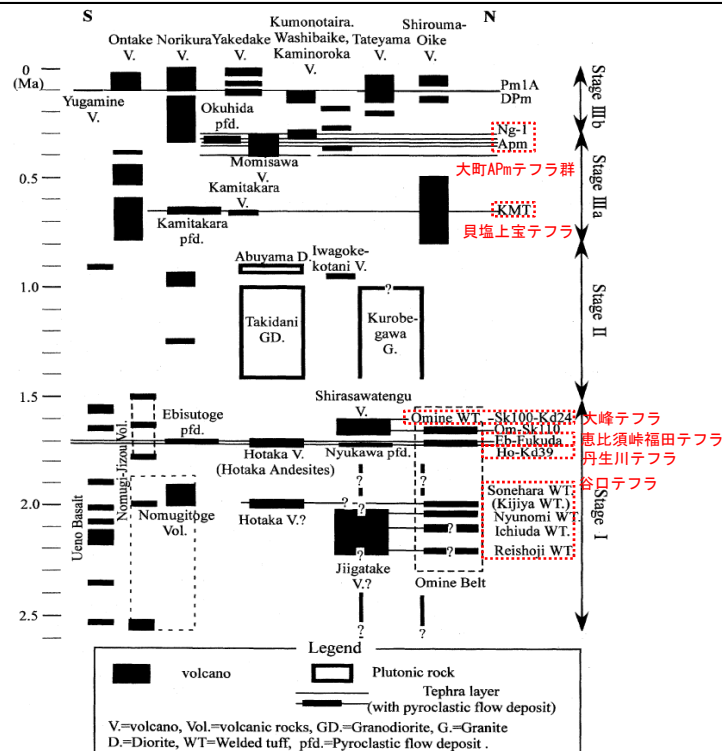
全活動期間よりも最後の活動終了からの期間が長いことから、将来の活動可能性はないと判断される。
以上のことから、発電所運用期間中における真岡テフラと同規模噴火の発生可能性は十分に小さいと判断される。

4. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出及びその影響評価 4.1 降下火砕物の影響評価 (1) 文献調査

同規模噴火の可能性：飛騨山脈① 【爺ヶ岳】（谷口テフラ，大峰テフラ） 【穂高岳】（恵比須峠福田テフラ，丹生川テフラ）

飛騨山脈を給源火山とする谷口テフラ，大峰テフラ，恵比須峠福田テフラ，丹生川テフラについて，発電所運用期間中における同規模の噴火の可能性を以下のとおり検討した。

- ・ 及川(2003)によれば，飛騨山脈での火成活動は3つの活動期(Stage I～Ⅲ)に区分され，谷口テフラ，大峰テフラ，恵比須峠福田テフラ，丹生川テフラを発生させた時期はStage I である。
- ・ 現在の活動期はStage Ⅲ (0.8Ma～0Ma)であり，東西圧縮応力場のもとで，成層火山形成を主体とした活動が継続していることから，飛騨山脈においてStage I で発生した規模の噴火の発生可能性は小さい。



飛騨山脈における第四紀の火成活動
(及川 (2003) に加筆)

Stage Ⅲ (0.8Ma～0Ma)

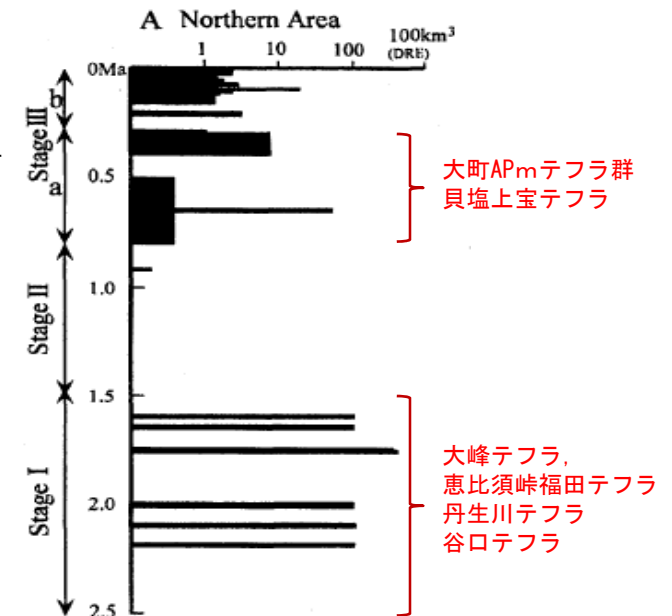
：東西圧縮の地殻応力場での立山～御嶽といった成層火山の形成で特徴付けられる。噴出量10km³程度かそれ以下の規模の活動が卓越。Stage I に比べ噴出量は1桁以上小さい。

Stage II (1.5Ma～0.8Ma)

：火山活動が低調な時期

Stage I (2.5Ma～1.5Ma)

：伸張場ないし中間的な地殻応力場の火山活動。カルデラ形成を伴う大規模火砕流が噴出



飛騨山脈における1万年あたりのマグマ噴出量の時間変化
(及川 (2003) に加筆)

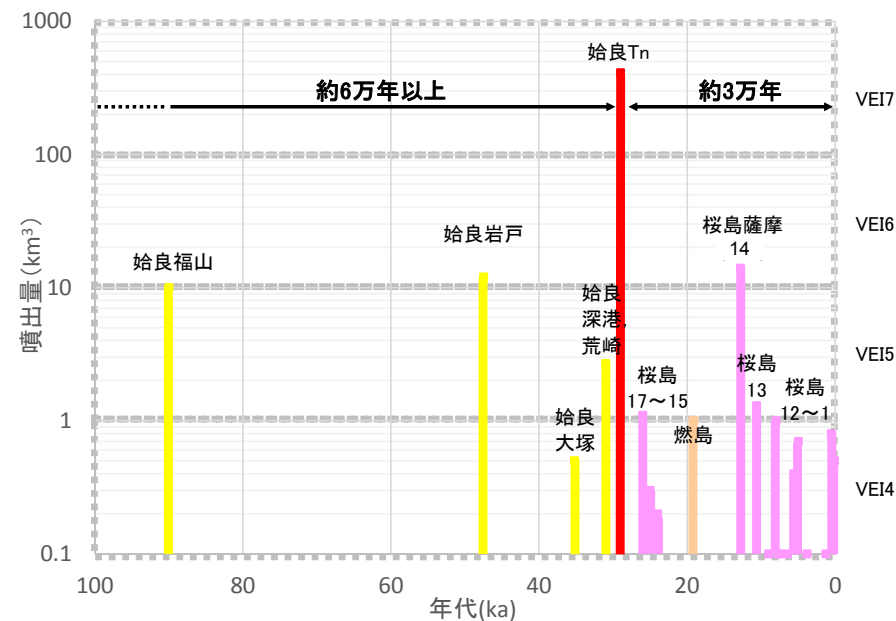
以上のことから，発電所の運用期間中において，大峰テフラ，恵比須峠福田テフラ，丹生川テフラ，谷口テフラと同規模の噴火の発生可能性は十分に小さいと判断される。

(0.8Ma以降に発生した大町APmテフラ群，貝塚上宝テフラの同規模噴火の可能性についてはp72,73で説明)

同規模噴火の可能性：始良カルデラ（始良Tnテフラ）

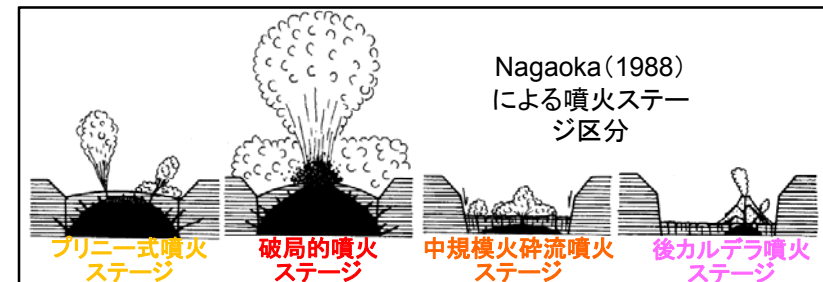
始良カルデラを給源火山とする始良Tnテフラについて、発電所運用期間中における同規模の噴火の可能性を以下のとおり検討した。

- Nagaoka(1988)に基づけば、現在の始良カルデラの活動期は、後カルデラ火山噴火ステージ(桜島の活動)と考えられる。
- 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(約3万年前の始良Tnテフラの噴出)からの経過期間と比べ十分に長く、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が認められないことから、破局的噴火までには十分な時間的余裕があると考えられる。



始良カルデラの活動史

(Nagaoka (1988), 町田・新井 (2011) 及び小林ほか (2013) に基づき作成)

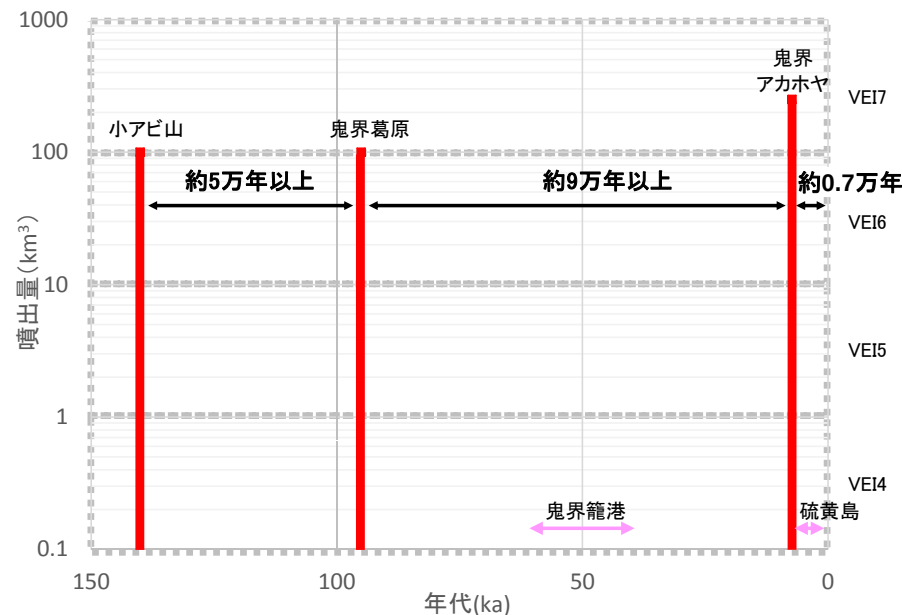


以上のことから、発電所の運用期間中における、始良Tnテフラと同規模噴火の発生可能性は十分に小さいと判断される。

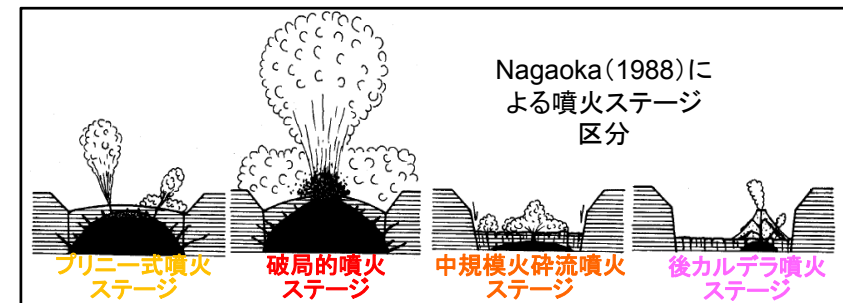
同規模噴火の可能性：鬼界カルデラ（鬼界アカホヤテフラ，鬼界葛原テフラ）

鬼界カルデラを給源火山とする鬼界アカホヤテフラ，鬼界葛原テフラについて，発電所運用期間中における同規模の噴火の可能性を以下のとおり検討した。

- Nagaoka(1988)によれば現在の鬼界カルデラの活動期は，薩摩硫黄島における後カルデラ火山噴火ステージとされている。
- Nagaoka(1988)及び町田・新井(2011)に基づけば，鬼界カルデラにおける破局的噴火の活動間隔は約5万年以上であり，最新の破局的噴火からの経過期間(約0.7万年)に比べて十分長いことから，破局的噴火までには十分な時間的余裕があると考えられる。



鬼界カルデラの活動史
(Nagaoka (1988) 及び町田・新井 (2011) に基づき作成)

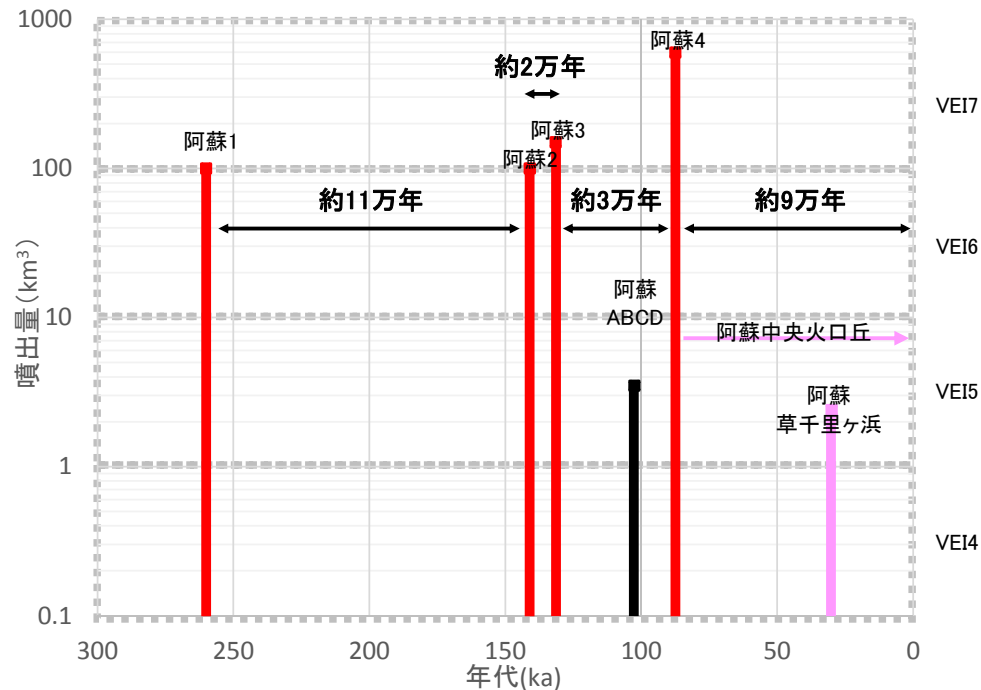


以上のことから，発電所の運用期間中における鬼界アカホヤテフラ，鬼界葛原テフラと同規模噴火の発生可能性は十分に小さいと判断される。

同規模噴火の可能性：阿蘇カルデラ（阿蘇4，阿蘇3テフラ）

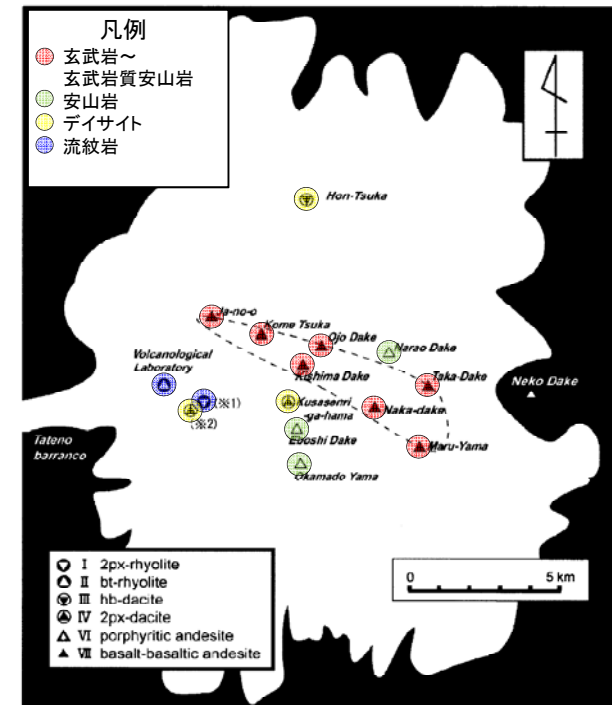
阿蘇カルデラを給源火山とする阿蘇4，阿蘇3テフラについて，発電所運用期間中における同規模の噴火の可能性を以下のとおり検討した。

- Nagaoka(1988)に基づけば，現在の阿蘇カルデラの活動期は，最新の破局的噴火（約9万年前のAso-4テフラの噴出）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による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。
- 破局的噴火の最短の活動間隔（約2万年）は，最新の破局的噴火からの経過期間（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マグマ供給系ではなくなっている可能性が考えられる。
- 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（三好ほか(2005)）から，地下に大規模な珪長質マグマ溜まりは存在していないと考えられる。



阿蘇カルデラの活動史

（Nagaoka（1988）を参考に、町田・新井（2011）、宮縁ほか（2003）、須藤ほか（2007）に基づき作成）
※阿蘇ABCDに関しては対応する噴火ステージ区分は判断できない。



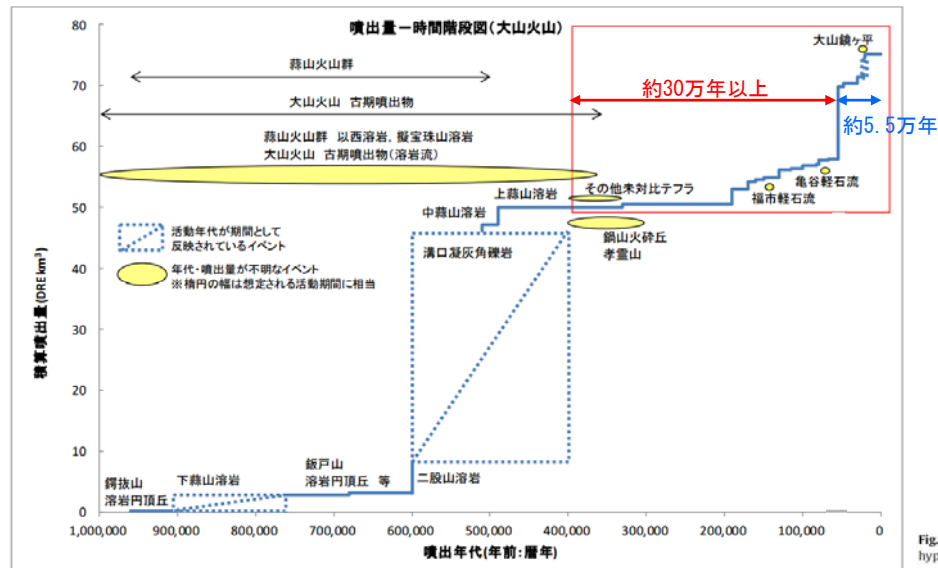
岩石学的情報による大規模珪長質マグマ溜まりの存否（三好ほか（2005））

以上のことから，発電所の運用期間中における阿蘇4，阿蘇3テフラと同規模噴火の発生可能性は十分に小さいと判断される。

同規模噴火の可能性：大山火山（大山倉吉テフラ）

大山を給源火山とする大山倉吉テフラにおいて、発電所運用期間中における同規模の噴火の可能性を以下のとおり検討した。

- ・ 守屋（1983）の日本の第四紀火山の地形発達過程に基づく分類によれば大山は最終期である第4期とされる。
- ・ また、米倉ほか（2001）によれば、一般にこの第4期の噴出量は第1～3期と比べて少なく、数 km^3 とされる。
- ・ 山元（2014c）による活動履歴情報の整理に基づけば、約40万年以降、最も規模の大きな噴火は大山倉吉テフラ(DKP)であるが、これに至る活動間隔は、DKP噴火以降の経過期間に比べて十分に長く、次のDKP規模の噴火までには十分な時間的余裕があると考えられる。ただし、数 km^3 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発生している。
- ・ Zhao et al.(2011)によると、大山の地下深部に広がる低速度層と、大山の西で生じている低周波地震の存在から、地下深部にマグマ溜まりが存在する可能性を示唆される。保守的に、こ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、深度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の深度約7km(東宮(1997))より深い位置にある。



大山の階段ダイアグラム（山元（2014c））

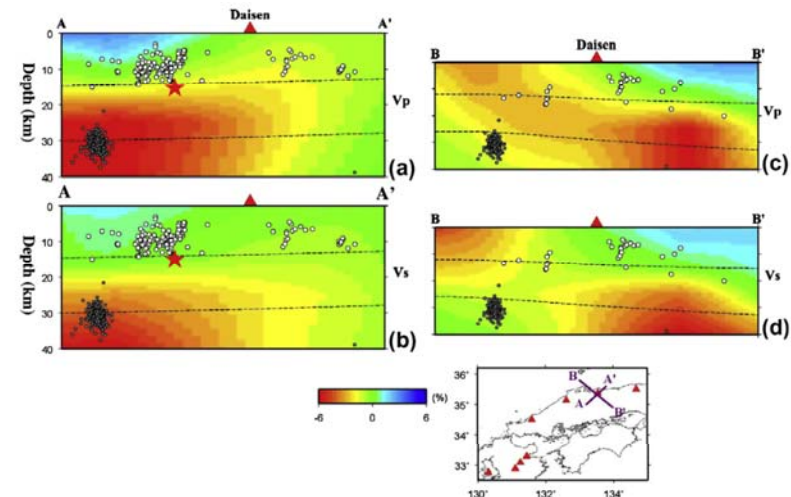


Fig. 13. The same as Fig. 8 but for (a and c) P and (b and d) S wave velocity images along two profiles passing through the Daisen volcano. The star symbols show the hypocenter of the Western-Tottori earthquake (M 7.3) that occurred on October 6, 2000. The vertical exaggeration is 1.1 in (a and b) and 1.3 in (c and d).

大山周辺の地震波速度構造(Zhao et al.(2011))

以上のことから、発電所の運用期間中における、大山倉吉テフラと同規模噴火の発生可能性は十分に小さいと判断される。

同規模噴火の可能性：御嶽山（御嶽第1テフラ）

御嶽山を給源火山とする御嶽第1テフラについて、発電所運用期間中における同規模の噴火の可能性を以下のとおり検討した。

- 山元(2014c)、及川ほか(2014)によれば、御嶽山の活動は古期御嶽火山と新期御嶽火山に分けられ、現在は新期御嶽火山の活動期であり、御嶽第1テフラは約10万年前に発生したとされる。
- 木村(1993)によれば、新期御嶽火山の活動は3つのステージに分けられ、御嶽第1テフラが発生したステージはO1ステージであり、現在は山頂小円錐火山の形成期であるO3ステージであるとされている。

火山名	御嶽山
敷地からの距離	約288km
火山の形式	複成火山ーカルデラ、複成火山
活動年代	約78万年前～最新噴火AD.2014
概要	西来ほか(2016)、竹内ほか(1998)によれば、御嶽山の活動は、古期御嶽火山と新期御嶽火山の活動に二分され、新期御嶽火山の活動初期にカルデラが形成したとされる。また、及川ほか(2014)によれば、約1万年前以降も複数回のマグマ噴火が発生しているとされる。

・火山名、火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

御嶽山の活動履歴

年代 (ka)	活動期・火山名		主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
AD.2014 30～25 ka	新期御嶽 火山	O3ステージ	御嶽山2014年噴火堆積物 鹿ノ瀬溶岩類 等	59	山元(2014c) 及川ほか(2014) 西来ほか(2016) 木村(1993)
50 ka		O2ステージ	奥ノ院溶岩類 摩利支天溶岩類 等		
60 ka		O1ステージ	白川3溶岩 御嶽第1テフラ:VEI6※ 等		
80 ka					
120 ka					
400 ka					
780 ka	古期御嶽火山 (成層火山体の形成)		三笠山火山噴出物 東部火山噴出物 等	41	

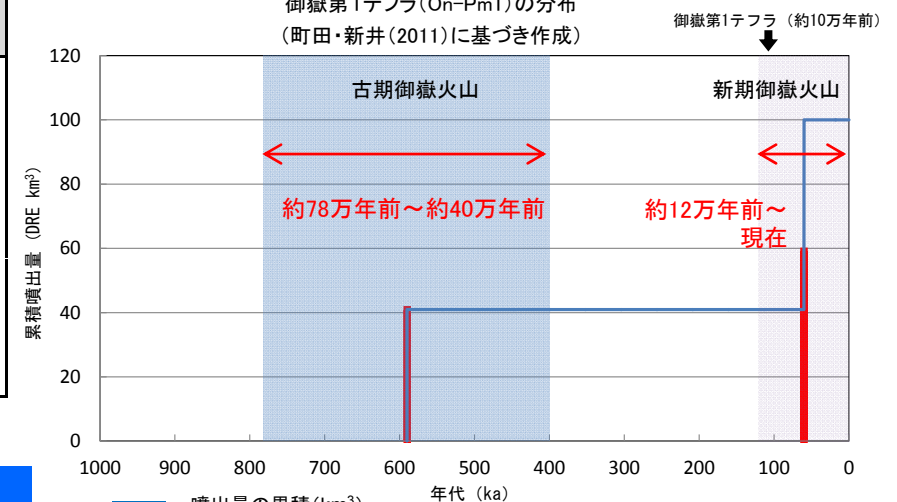
・活動年代については、各火山の活動履歴に係る文献に基づき評価

※町田・新井(2011)に基づく噴火規模

以上のことから、御嶽山については、現在の活動期(O3ステージ)が継続すると考えられ、発電所運用期間中における御嶽第1テフラと同規模噴火の発生可能性は十分に小さいと判断される。



御嶽第1テフラ(On-Pm1)の分布
(町田・新井(2011)に基づき作成)



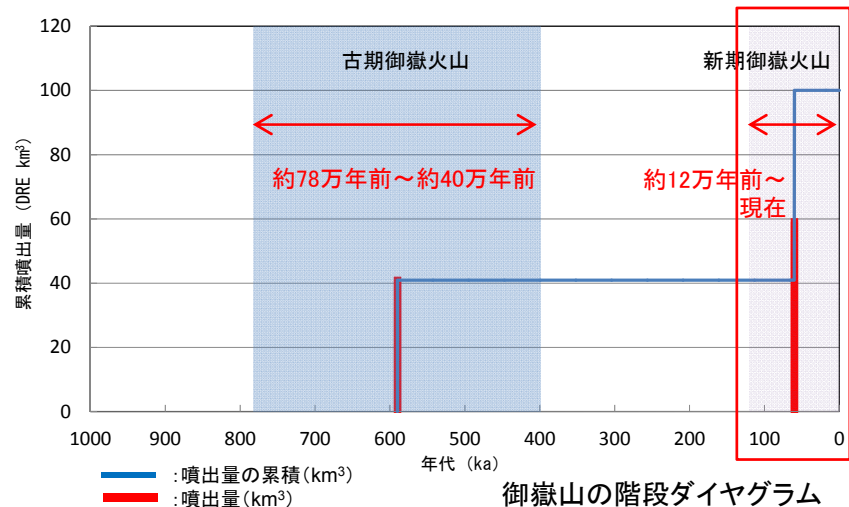
御嶽山の階段ダイアグラム

・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また、網掛け部に該当する期間中の噴出量を、期間の中央値に示す。

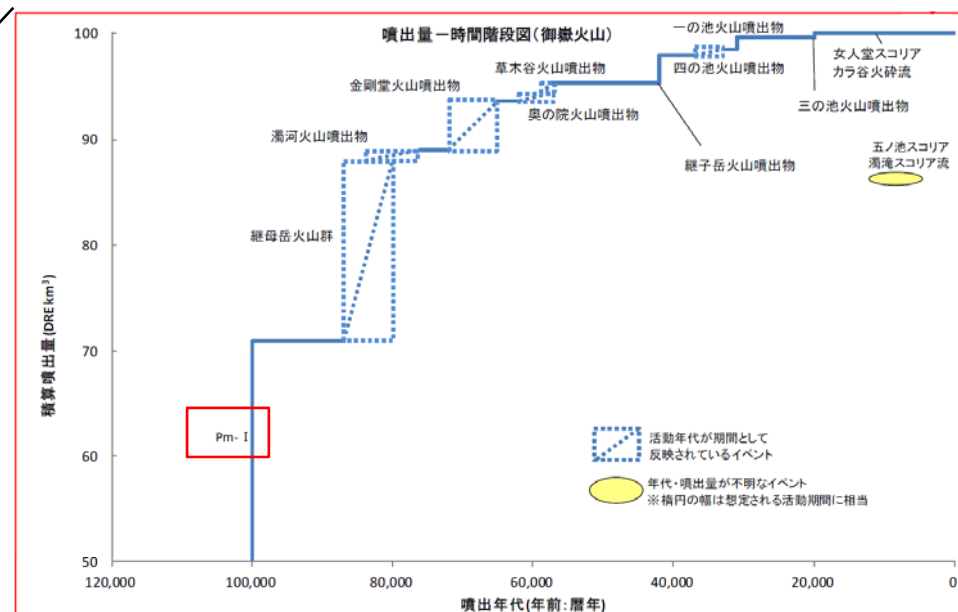
同規模噴火の可能性：御嶽山（御嶽第1テフラ）

御嶽山の階段ダイヤグラムにおいて、新期御嶽山の詳細な階段ダイヤグラムを以下に示す。

- 山元(2014c), 及川ほか(2014)によれば, 御嶽山の活動は古期御嶽火山と新期御嶽火山に分けられ, 現在は新期御嶽火山の活動期であり, 御嶽第1テフラは約10万年前に発生したとされる。



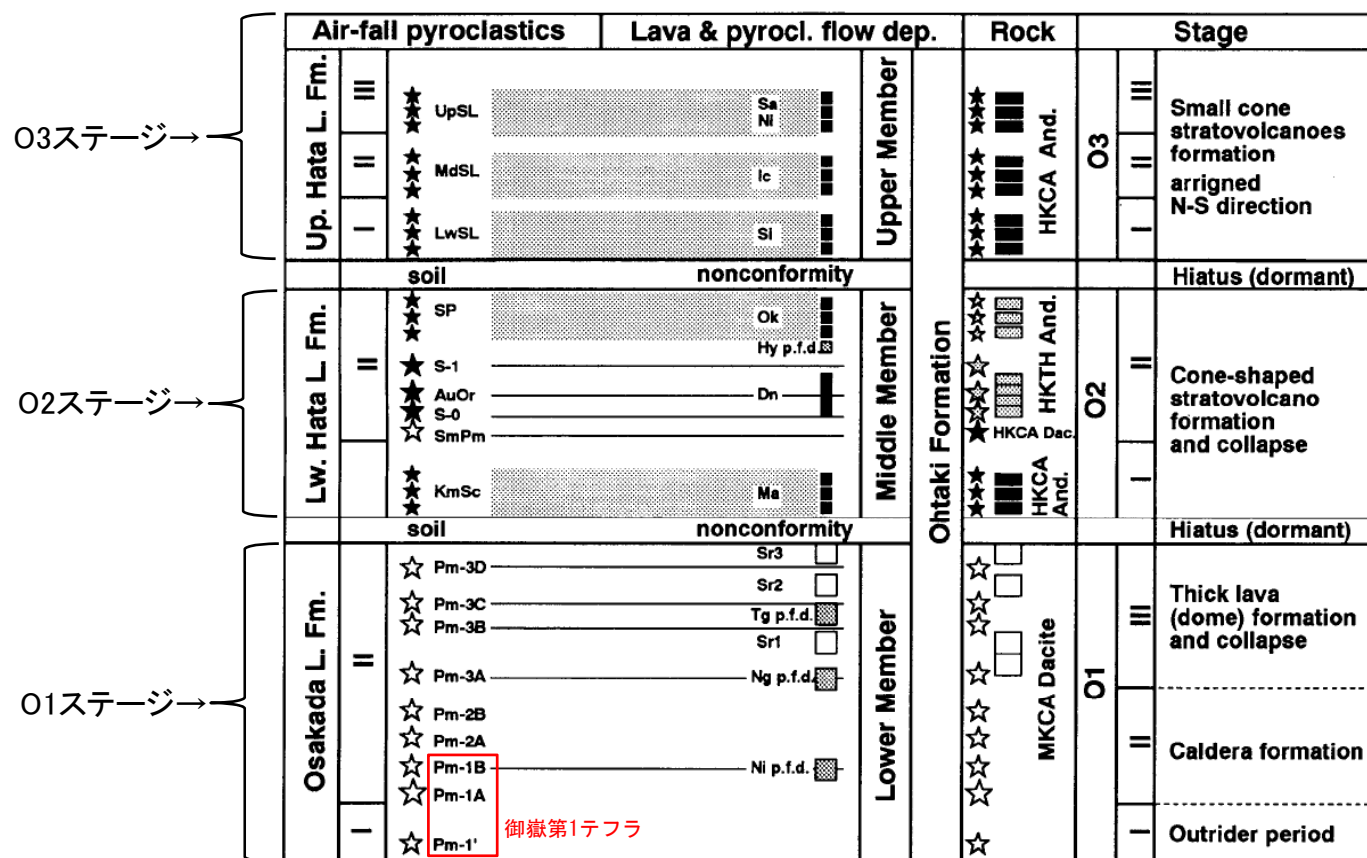
・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また、網掛け部に該当する期間中の噴出量を、期間の中央値に示す。



御嶽山の階段ダイアグラム(山元(2014c))

同規模噴火の可能性：御嶽山（御嶽第1テフラ）

- ・ 木村(1993)によれば、新期御嶽火山の活動ステージは、以下の3つに分けられる。
 - ① O1ステージ…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
 - ② O2ステージ…安山岩溶岩の大量噴出による成層火山の形成
 - ③ O3ステージ…山頂付近の小円錐火山群の形成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活動時期である。
- ・ 一方で、及川ほか(2014)によれば、過去1万以内に少なくとも4回のマグマ噴火が確認されている。



Sa: 三ノ池溶岩類
Ni: 二ノ池溶岩類
Ic: 一ノ池溶岩類
Si: 四ノ池溶岩類
Ok: 奥ノ院溶岩類
Hy s.f.d: 百聞滝スコリア流堆積物
Dn: 伝上川溶岩
Ma: 摩利支天溶岩類
Sr3: 白川3溶岩
Sr2: 白川2溶岩
Tg p.f.d: 滝越軽石流堆積物
Sr1: 白川1溶岩
Ng p.f.d: 濁滝軽石流堆積物
Ni p.f.d: 西野川軽石流堆積物

後期更新世以降の御嶽山の活動ステージ(木村(1993))

4. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出及びその影響評価 4.1 降下火砕物の影響評価 (1) 文献調査

同規模噴火の可能性：浅間山（立川ローム上部ガラス質テフラ）

浅間山を給源火山とする立川ローム上部ガラス質テフラについて、発電所運用期間中における同規模の噴火の可能性を以下のとおり検討した。

- ・ 山元(2014c)によれば、立川ローム上部ガラス質テフラ(VEI6)^{※1}は仏岩火山の活動であり、現在は前掛火山の活動となっている。
- ・ 現在の活動での最大規模の噴火は、浅間Bテフラ(VEI5)^{※2}である。

火山名	浅間山
敷地からの距離	約187km
火山の形式	複成火山, 溶岩流, 溶岩ドーム
活動年代	約13万年前～最新噴火AD.2015
概要	高橋ほか(2013)によれば、浅間山の活動は、黒斑火山、仏岩火山、前掛火山に区分される。高橋・安井(2013)によれば、最新期の活動である前掛火山は約1万年前(山元(2014c))から活動を開始したとされる。2015年にはごく小規模な噴火が発生し、微量の降灰が確認された(気象庁(2015))。

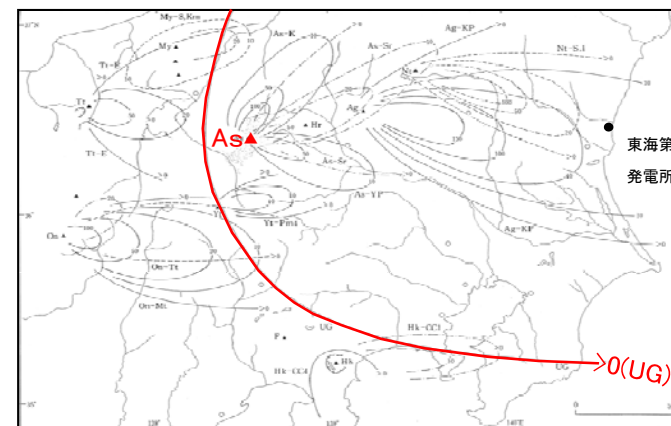
・火山名、火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

浅間山の活動履歴

年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
AD.2015	前掛火山: 前掛期	2008年～2009年噴火堆積物 AM1 等 (浅間Bテフラ: VEI5 ^{※2})	3	山元(2014c) 気象庁(2015)
13ka	仏岩火山: 仏岩期・軽石流期	仏岩上部溶岩 雲場火砕流 等 (立川ローム上部ガラス質テフラ: VEI6 ^{※1})	18	
26ka	黒斑火山: 黒斑期	板鼻褐色軽石-7 牙溶岩グループ 等	37	
130 ka				

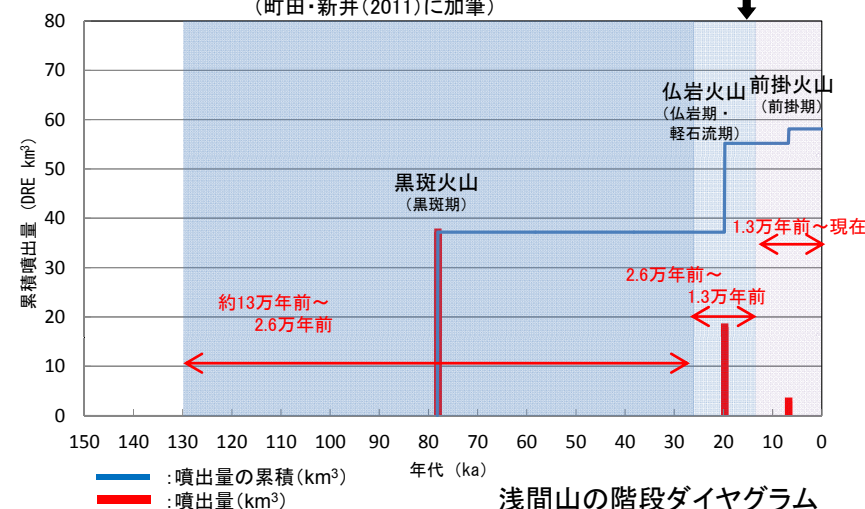
・活動年代については、各火山の活動履歴に係る文献に基づき評価

※1 須藤ほか(2007)に基づく噴火規模 ※2 町田・新井(2011)に基づく噴火規模



立川ローム上部ガラス質火山灰(UG)の分布
(町田・新井(2011)に加筆)

立川ローム上部ガラス質火山灰
(約1.6万年前)



以上のことから、浅間山については、現在の活動期(前掛火山)が継続すると考えられ、発電所運用期間中における立川ローム上部ガラス質テフラと同規模噴火の発生可能性は十分に小さいと判断される。

4. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出及びその影響評価 4.1 降下火砕物の影響評価 (1) 文献調査

同規模噴火の可能性：箱根火山群（箱根東京テフラ，箱根吉沢下部7テフラ）

箱根火山群を給源火山とする箱根東京テフラ及び箱根吉沢下部7テフラについて，発電所運用期間中における同規模の噴火の可能性を以下のとおり検討した。

- 山元(2014c)によれば，箱根東京テフラは爆発的噴火を主体としていたステージ6，箱根吉沢下部7テフラはステージ5で発生した降下火砕物である。
- 現在は中央火口丘での溶岩ドームの活動であるステージ7であり，顕著な降下火砕物の発生は確認されない。

火山名	箱根火山群
敷地からの距離	約198km
火山の形式	複成火山ーカルデラ，溶岩流，複成火山，溶岩ドーム
活動年代	約65万年前～最新噴火AD.2015
概要	長井・高橋(2008)によれば，箱根火山群の活動は，初期の陸上山火山活動であるステージ1，玄武岩～安山岩質成層火山群形成期のステージ2，安山岩質成層火山群及び独立単成火山群形成期のステージ3，カルデラ及び独立単成火山群形成期のステージ4，前期中央火口丘形成期のステージ5，爆発的噴火期のステージ6，後期中央火口丘形成期のステージ7に区分される。

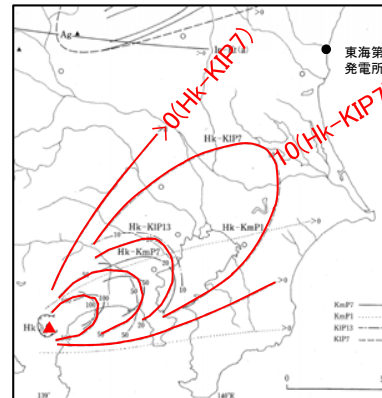
・火山名，火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

箱根火山群の活動履歴

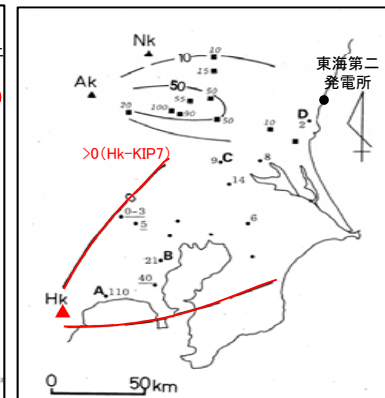
年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
AD.2015	ステージ7	2015年噴火堆積物 小塚山溶岩ドーム 等	5	山元(2014c) 気象庁(2015)
43 ka	ステージ6	箱根山中央火口丘1～7テフラ 箱根Da-5軽石 等 箱根東京テフラ：VEI6※	13	
80 ka	ステージ5	屏風山溶岩 畑宿溶岩 等 箱根吉沢下部7テフラ：VEI5※	16	
130 ka	ステージ1～4	箱根函南火砕流 天昭山溶岩グループ 等	197	
650 ka				

・活動年代については，各火山の活動履歴に係る文献に基づき評価

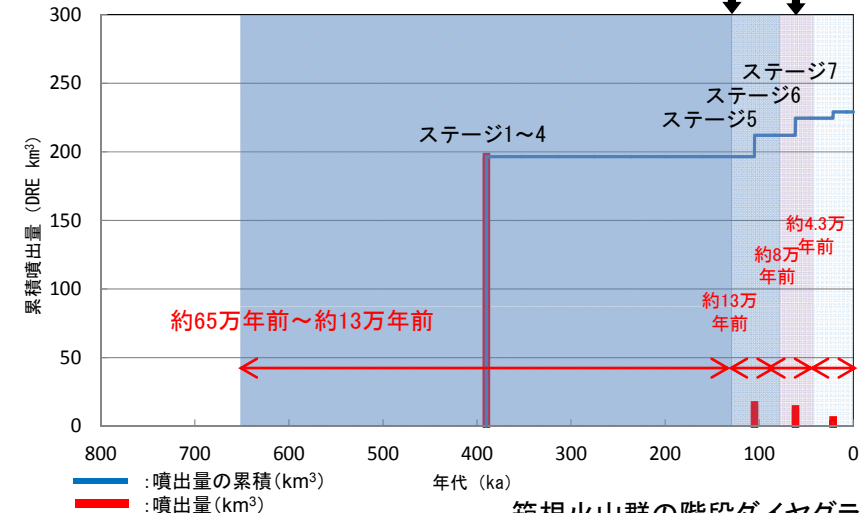
※町田・新井(2011)に基づく噴火規模



箱根東京テフラ(HK-KIP7)の分布
(町田・新井(2011)に加筆)



箱根吉沢下部7テフラの層厚分布
(鈴木(1989))
箱根吉沢下部7テフラ (約13万年前) 箱根東京テフラ (約6万年前)



箱根火山群の階段ダイヤグラム

・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また，網掛け部に該当する期間中の噴出量を，期間の中央値に示す。

以上のことから，箱根火山群については，現在の活動期(7ステージ)が継続すると考えられ，発電所運用期間中における箱根東京テフラと箱根吉沢下部7テフラ同規模噴火の発生可能性は十分に小さいと判断される。

同規模噴火の可能性：飯縄山（飯縄上樽aテフラ）

飯縄山を給源火山とする飯縄上樽aテフラについて、発電所運用期間中における同規模の噴火の可能性を以下のとおり検討した。

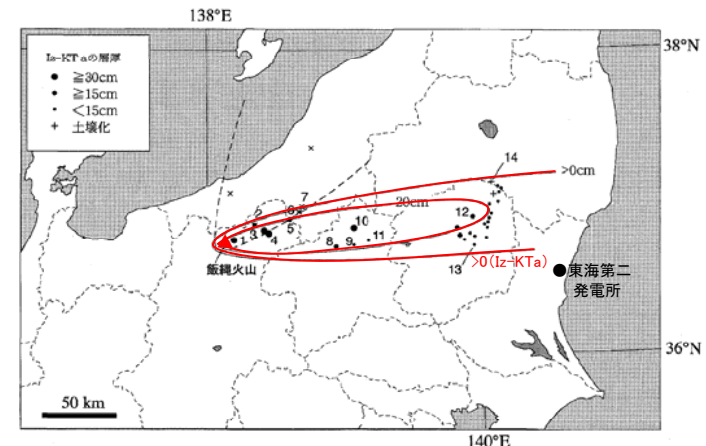
- 飯縄山は、二つの活動期間(第Ⅰ活動期、第Ⅱ活動期)に大別され、第Ⅰ活動期は、約34万年前ごろ、第Ⅱ活動期は約20万年前にはじまり、飯縄上樽aテフラは第Ⅱ活動期に発生した(早津ほか(2008))。
- 飯縄山は妙高火山群を構成する火山の1つであり、その活動は玄武岩のマグマによって開始され、デイサイト質マグマの活動によって終わる(早津ほか(2008))。第Ⅱ活動期においても、噴出するマグマの性質が玄武岩質⇒安山岩質⇒デイサイト質へと変化しており、約15万年前に主要な活動は終了し、現在は活動休止期間となっている(早津ほか(2008))。
- 約6万年前に水蒸気爆発が発生しているが、それ以降の噴火の形跡はなく、噴気活動や高温の温泉の湧出等は全く認めることができず、現在、火山活動は完全に停止状態にあると考えられる(早津ほか(2008))。

年代 (ka)	形成区分	地 層 名				岩 質
		火 山 体	指標テフラ層	崩壊堆積物	その他	
150	第Ⅱ 休 止 期	飯縄山溶岩流 高デッキ溶岩流 天狗島溶岩流 1340m峰溶岩流 富士見山溶岩流 大願山溶岩流 念仏池溶岩流	高山火山灰層 (IZ-TY)		新原湖成層	角閃石安山岩質 (H) ～ デイサイト質 (H) 輝石安山岩質 (H)
			上樽乾石層 (IZ-KT)			
			西山乾石層 (IZ-NY)			
170-190	第Ⅱ 活 動 期	カルデラ期		融氷岩屑なだれ堆積物	新原湖沼堆積物	角閃石・輝石安山岩質 (H) 輝石安山岩質 (P)
		第3期				
		第2期				
220-230	第Ⅱ 活 動 期	成層火山期		半礼岩屑なだれ堆積物	火山麓扇状地堆積物	かんらん石・輝石 安山岩質 (P) 玄武岩質 (P)
		第1期				
340	第Ⅰ 活 動 期	第Ⅰ 休 止 期				安山岩質 (H) ～ デイサイト質 (H)

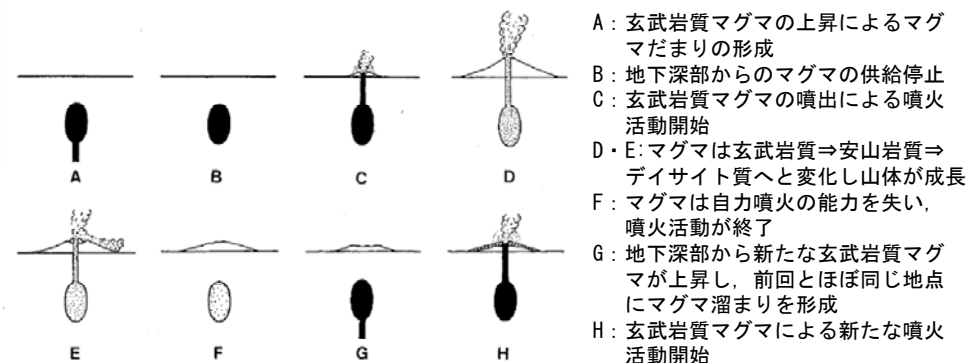
H：しそ輝石質岩系、P：ピジョン輝石質岩系。

飯縄山の噴火史（早津ほか（2008））

以上のことから、発電所運用期間中における飯縄上樽aテフラと同規模噴火の発生可能性は十分に小さいと判断される。



飯縄上樽aテフラの等層厚線図（鈴木（2001））



妙高火山群の形成とマグマだまりの関係（早津ほか(2008)）

4. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出及びその影響評価 4.1 降下火砕物の影響評価 (1) 文献調査

同規模噴火の可能性：飛驒山脈②【樅沢岳】（大町Apmテフラ群）

火山名	樅沢岳
敷地からの距離	約269km
火山の形式	火砕流
活動年代	約40～約30万年前
概要	原山(1990), 町田・新井(2011)等によれば, 大町Apmテフラ群及び奥飛驒火砕流堆積物の給源付近を樅沢岳としている。水鉛谷に分布する小岩体を給源火口と推定しているが, 浸食によりその山体は残存していない。

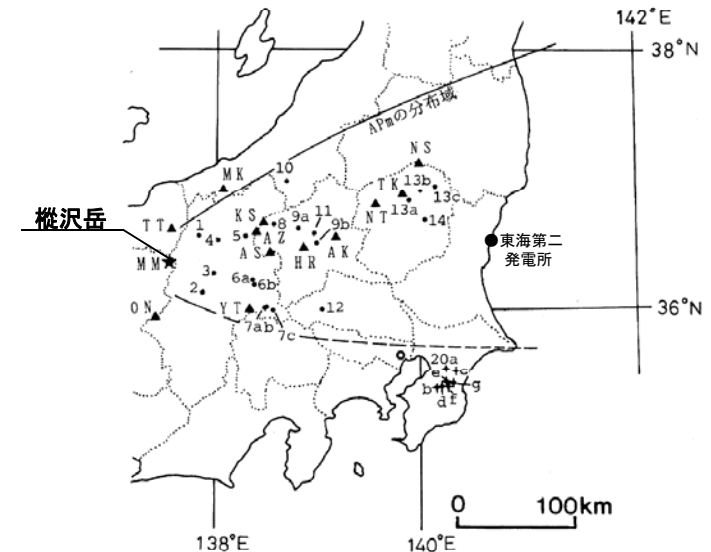
・火山名, 火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

樅沢岳の活動履歴

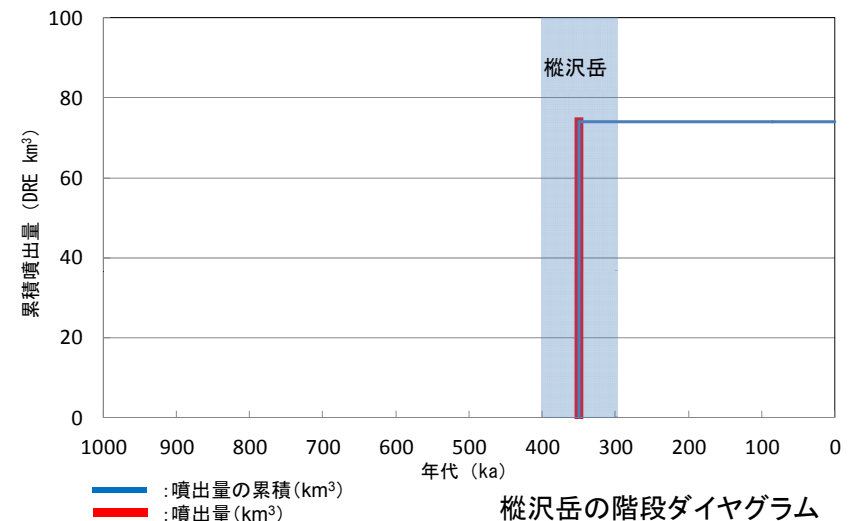
年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km ³)	参考文献
300 ka	樅沢岳	大町Apmテフラ群	74	原山(1990) 町田・新井(2011) 及川(2003) 中野ほか(2013)
400 ka		奥飛驒火砕流 水鉛谷給源火道		

・活動年代については, 西来ほか(2016)に基づき評価

全活動期間よりも最後の活動終了からの期間が長いことから, 将来の活動可能性はないと判断される。
したがって, 発電所運用期間中における大町Apmテフラ群と同規模噴火の可能性は十分に小さいと判断される。



大町Apmテフラ群の分布(鈴木・早川(1990))

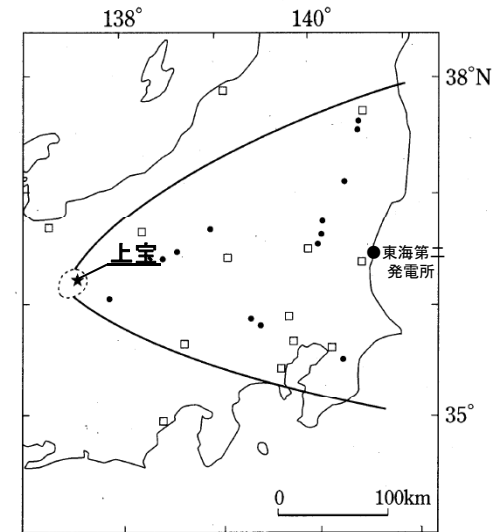


・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また, 網掛け部に該当する期間中の噴出量を, 期間の中央値に示す。

同規模噴火の可能性：飛驒山脈③【上宝】（貝塩上宝テフラ）

火山名	上宝
敷地からの距離	約281km
火山の形式	火砕流
活動年代	約60万年前
概要	鈴木(2000)等によれば、約62万年前から約60万年前の間に大規模な噴火が発生し、貝塩給源火道から上宝火砕流及び貝塩上宝テフラが噴出したとされる。貝塩上宝テフラは $>40\text{km}^3$ (見かけ体積)と推定され、関東～東北にかけて広く分布する広域テフラである。

・火山名、火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。



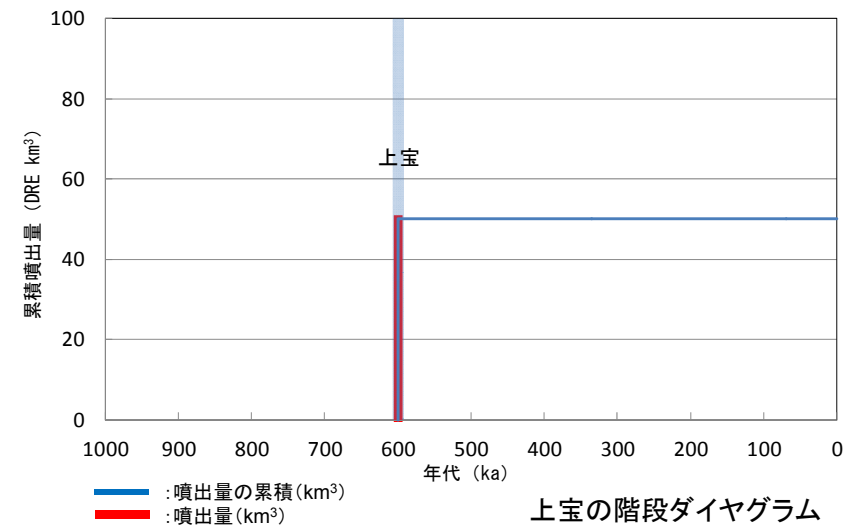
貝塩上宝テフラの分布(町田・新井(2011))

上宝の活動履歴

年代 (ka)	活動期・火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km^3)	参考文献
600 ka	上宝	上宝火砕流 貝塩上宝テフラ	50	鈴木(2000) 町田・新井(2011) 及川(2003) 中野ほか(2013)

・活動年代については、西来ほか(2016)に基づき評価

全活動期間よりも最後の活動終了からの期間が長いことから、将来の活動可能性はないと判断される。
したがって、発電所運用期間中における貝塩上宝テフラと同規模噴火の可能性は十分に小さいと判断される。

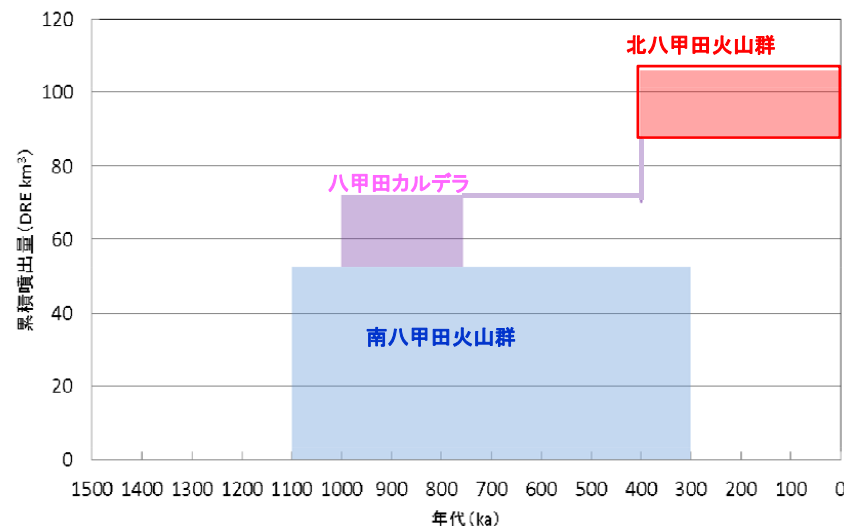


・網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅(期間)を表す。
また、網掛け部に該当する期間中の噴出量を、期間の中央値に示す。

同規模噴火の可能性：八甲田カルデラ（八甲田国本テフラ）

八甲田カルデラ（八甲田火山）を給源火山とする八甲田国本テフラについて、発電所運用期間中における同規模の噴火の可能性を以下のとおり検討した。

- 気象庁編(2013)によれば、八甲田火山は、南八甲田火山群、北八甲田火山群に区分され、八甲田カルデラは北八甲田火山群の直下～北東に存在するとされている。
- 中野ほか(2013)及び工藤ほか(2011)によれば、八甲田火山の活動を、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し、このうち、八甲田カルデラにおいては、約1Ma(八甲田中里川)、0.9Ma(八甲田黄瀬)、0.76Ma(八甲田第1期)、0.4Ma(八甲田第2期)に大規模火砕流を噴出したとされている。
- 八甲田火山は、110万年前から活動を開始し、南八甲田火山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。
- 八甲田国本テフラは八甲田カルデラの活動で発生したものであり、現在は北八甲田群の活動である。



南八甲田火山群、八甲田カルデラ、北八甲田火山群の活動履歴
(中野ほか(2013)、Umeda et al.(2013)及び工藤ほか(2004)に基づく)

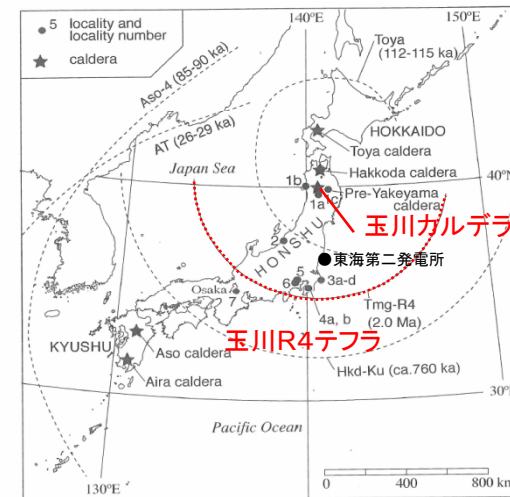
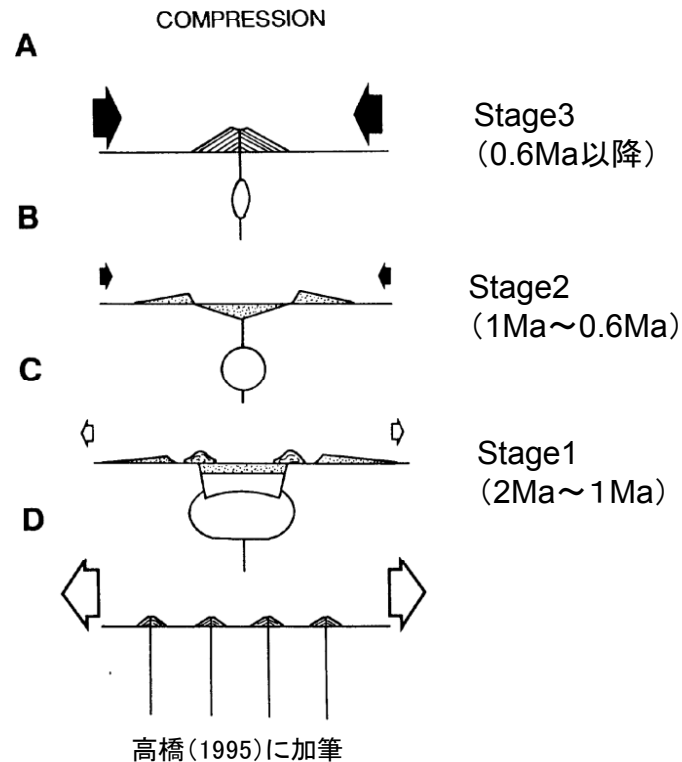
※網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅を表す。

以上のことから、発電所運用期間中における八甲田国本テフラと同規模噴火の発生可能性は十分に小さいと判断される。

同規模噴火の可能性：玉川カルデラ（玉川R4テフラ）

玉川カルデラを給源火山とする玉川R4テフラについて、発電所運用期間中における同規模の噴火の可能性を以下のとおり検討した。

- 鈴木・中山(2006)によれば、敷地周辺に玉川R4テフラの分布が示され、その降灰年代は2.0Maと推定されるとしている。
- 梅田ほか(1999)によれば、東北日本の2Ma以降の火山活動は、活動年代、噴出量、噴火様式、広域応力場変遷の観点から以下の3ステージに区分される。
 - stage1(2Ma~1Ma) : 弱圧縮応力場で大規模珪長質火砕流が卓越
 - stage2(1Ma~0.6Ma) : 強圧縮場で成層火山卓越
 - stage3(0.6Ma以降) : 強圧縮場におかれ脊梁全体で断層運動が活発化し、大規模珪長質火砕流、成層火山の活動が共に認められ、マグマ噴出量が増大
- 高橋(1995)では、大量の珪長質マグマを蓄積するには低地殻歪速度が必要であるとしている。



玉川R4テフラの分布(鈴木・中山(2007))

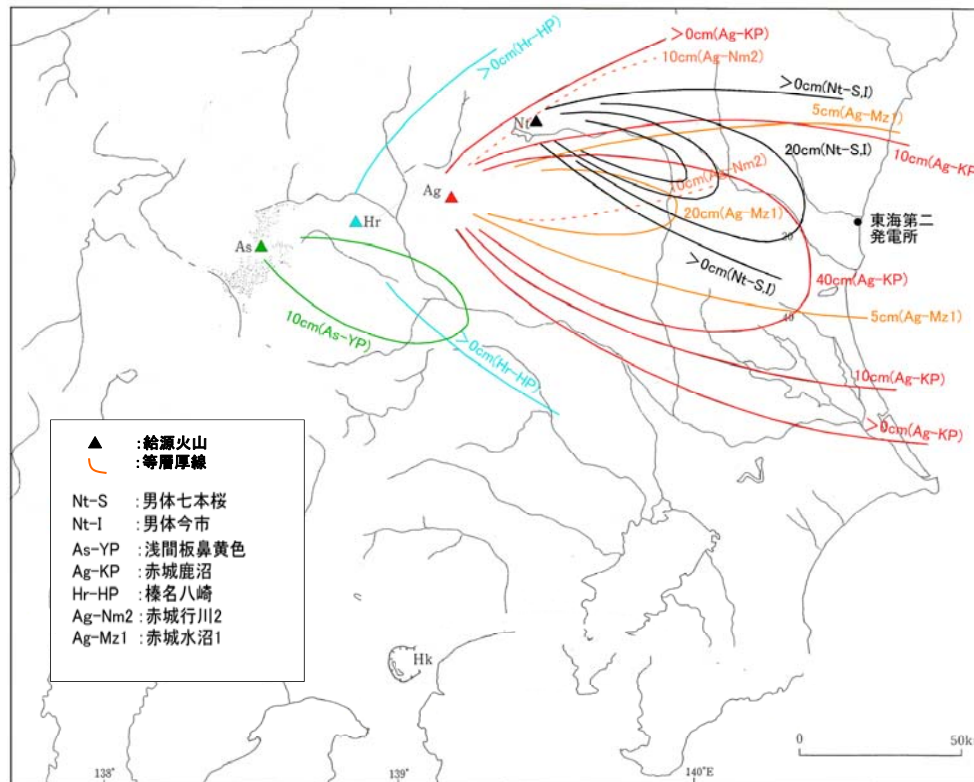
以上のことから、発電所運用期間中における玉川R4テフラと同規模噴火の発生可能性は十分に小さいと判断される。

4. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出及びその影響評価 4.1 降下火砕物の影響評価 (1) 文献調査

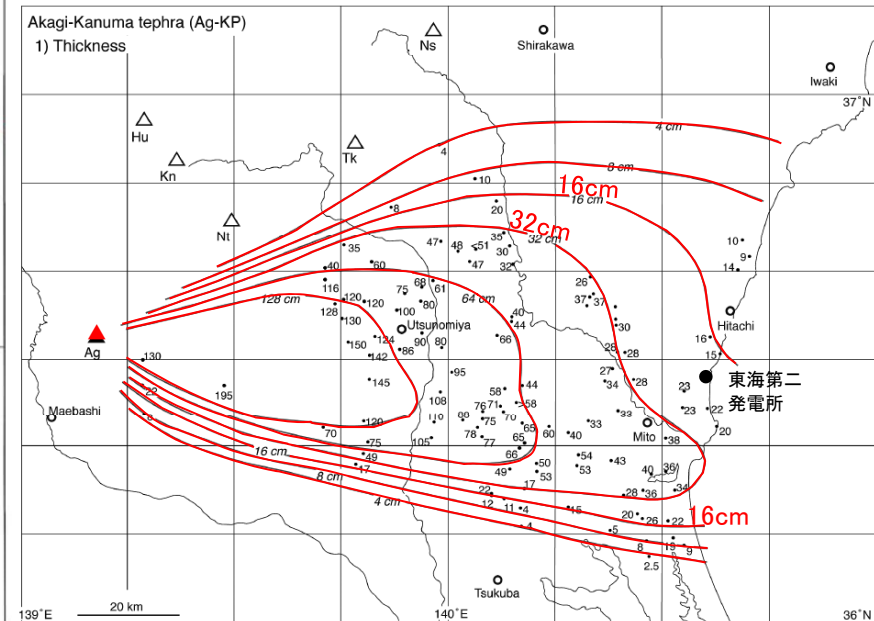
敷地周辺で確認または分布が推定される降下火砕物①

敷地周辺（半径約30km以内）で確認または分布が推定される降下火砕物のうち、発電所の運用期間中に同規模の噴火の可能性のある降下火砕物の分布を以降に示す。

- 敷地において最大層厚となる降下火砕物は赤城鹿沼テフラ（Ag-KP）である。



敷地周辺の主な降下火砕物の分布
 (町田・新井(2011)に基づき作成)



第17図 赤城鹿沼テフラ(Ag-KP)の分布。

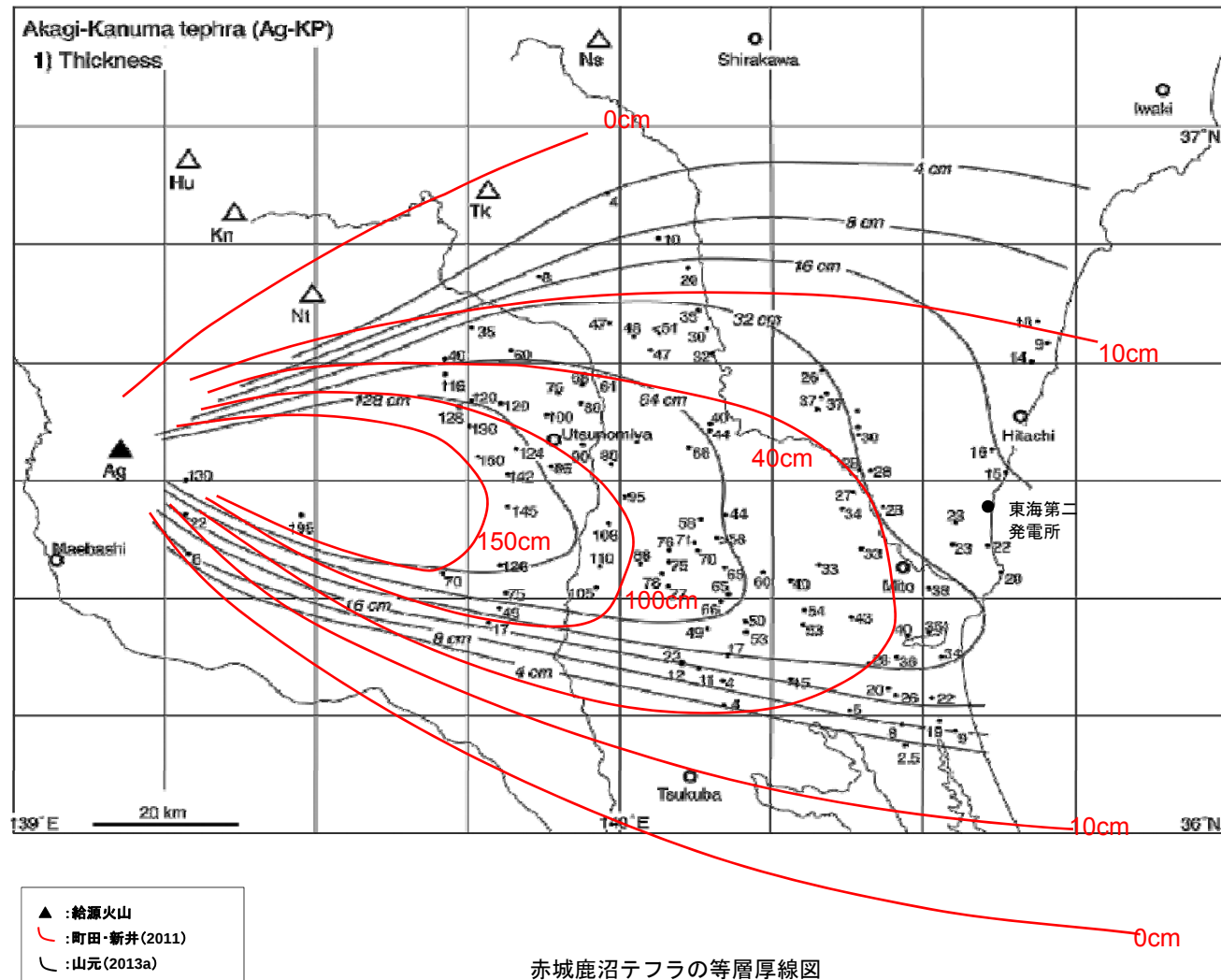
1) 数字は降下火砕堆積物の層厚で、単位はcm。2) 数字は本質粒子の平均最大粒径で、単位はmm。Ag = 赤城火山；
 Hu = 嬬ヶ岳火山；Kn = 鬼怒沼火山；Ns = 那須火山；Nt = 男体火山；Tk = 高原火山。

赤城鹿沼テフラの等層厚線図
 (山元(2013a)に加筆)

4. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出及びその影響評価 4.1 降下火砕物の影響評価 (1) 文献調査

敷地周辺で確認または分布が推定される降下火砕物②

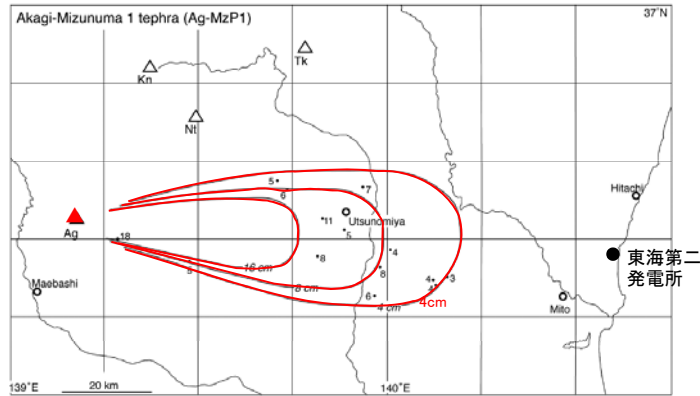
- ・町田・新井（2011）と山元（2013a）に示される赤城鹿沼テフラの分布傾向は概ね整合しており，山元（2013a）より確認される敷地付近での層厚は20cm程度である。



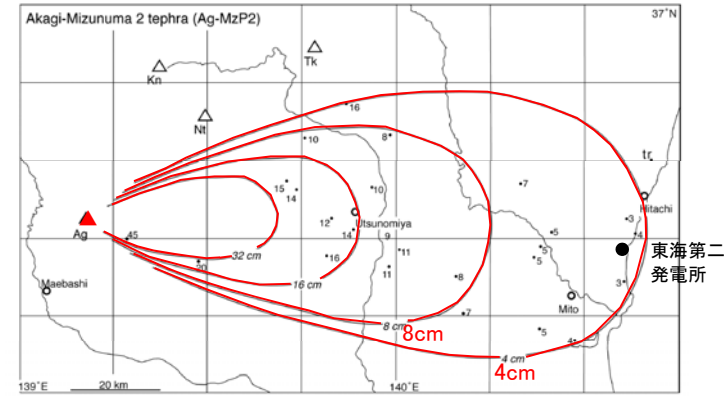
赤城鹿沼テフラの等層厚線図
 町田・新井（2011）と（山元（2013a）の重ね合わせ）

4. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出及びその影響評価 4.1 降下火砕物の影響評価 (1) 文献調査

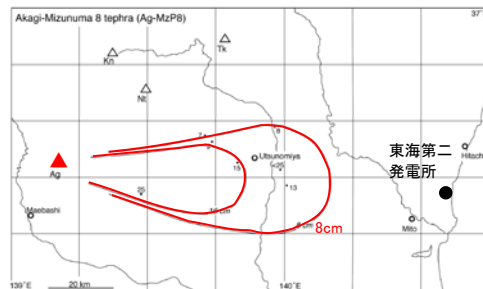
敷地周辺で確認または分布が推定される降下火砕物③



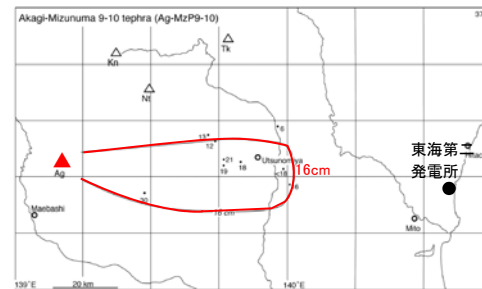
赤城水沼1テフラの等層厚線図 (山元 (2013a))



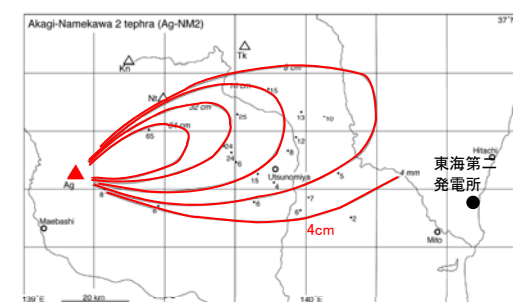
赤城水沼2テフラの等層厚線図 (山元 (2013a))



赤城水沼8テフラの等層厚線図 (山元 (2013a))



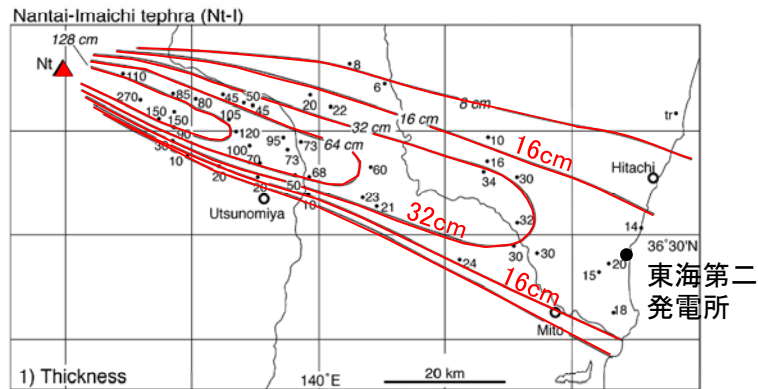
赤城水沼9-10テフラの等層厚線図 (山元 (2013a))



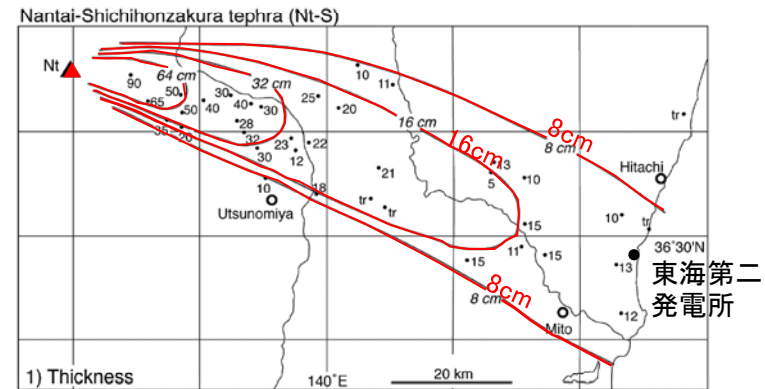
赤城行川2テフラの等層厚線図 (山元 (2013a))

4. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出及びその影響評価 4.1 降下火砕物の影響評価 (1) 文献調査

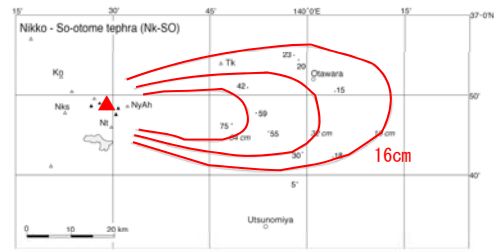
敷地周辺で確認または分布が推定される降下火砕物④



男体今市テフラの等層厚線図 (山元 (2013a))

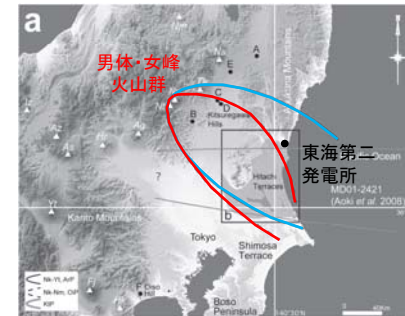


男体七本桜テフラの等層厚線図 (山元 (2013a))

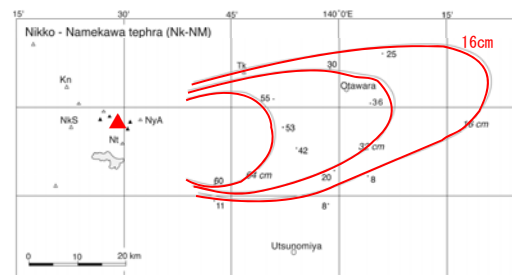


第41図 日光早乙女テフラ (Nk-SO) の分布。
数字は降下堆積物の層厚で、単位は cm。Kk = 鬼怒沼火山；NKS = 日光白根火山；Ny = 男体火山；
NyA = 女峰赤坂火山；Ts = 高尾火山。

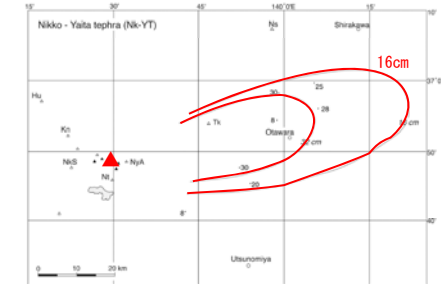
日光早乙女テフラの等層厚線図 (山元 (2012))



満美穴テフラの等層厚線図 (山元 (2012))



日光行川テフラの等層厚線図 (山元 (2012))

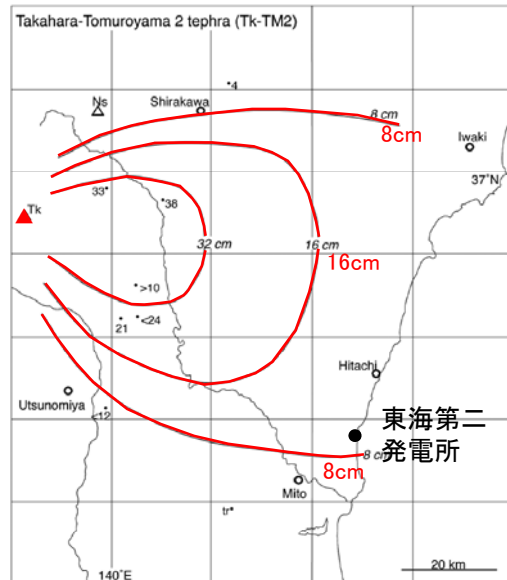


日光矢板テフラの等層厚線 (山元 (2012))

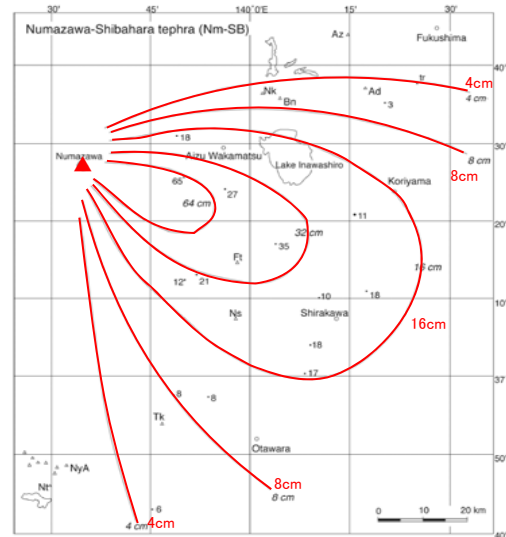
NK-Nm: 日光行川テフラ
NK-Yt: 日光矢板テフラ
日光行川テフラ及び
日光矢板テフラの等層厚線図
(大井ほか (2013))

4. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出及びその影響評価 4.1 降下火砕物の影響評価 (1) 文献調査

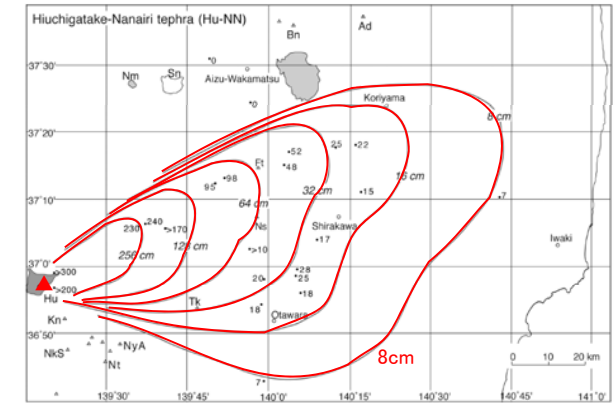
敷地周辺で確認または分布が推定される降下火砕物⑤



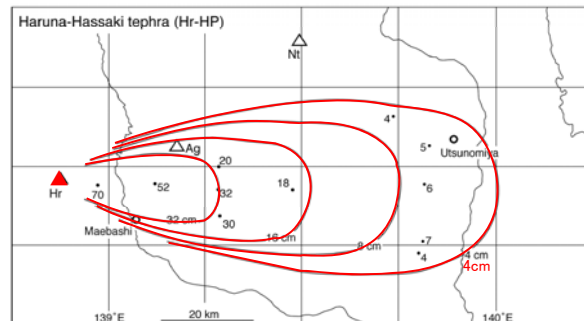
高原戸室山2テフラの等層厚線図 (山元 (2013a))



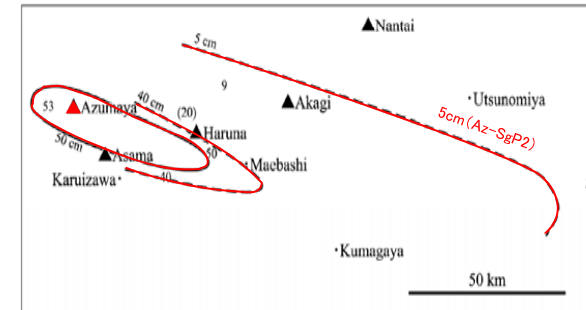
沼沢芝原テフラの等層厚線図 (山元 (2012))



燧ヶ岳七入テフラの等層厚線図 (山元 (2012))



榛名八崎テフラの等層厚線図 (山元 (2013a))

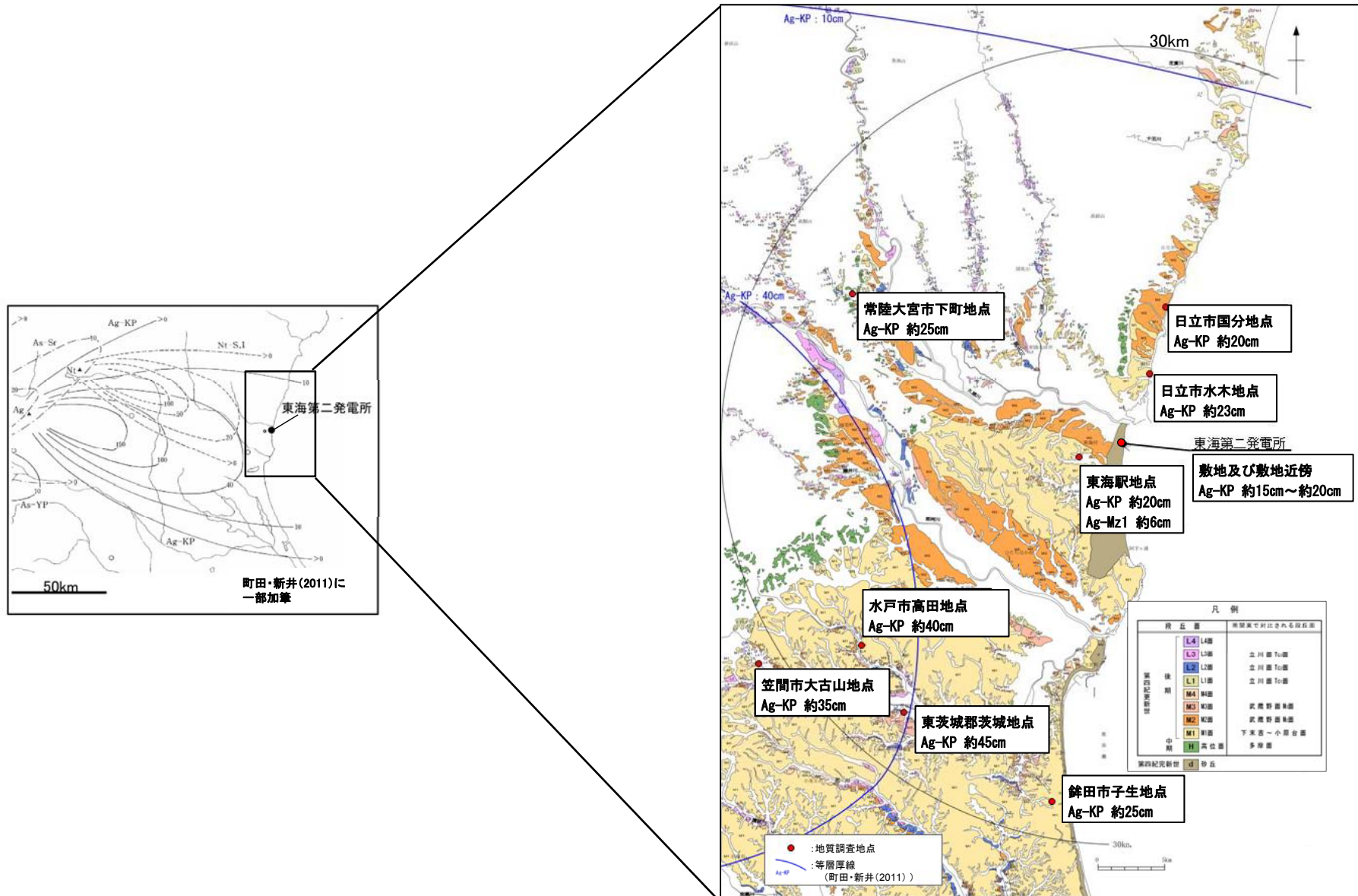


菅平第2軽石の等層厚線図 (大石 (2009))

4. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出及びその影響評価 4.1 降下火砕物の影響評価 (2) 地質調査

敷地周辺の地質調査結果 (概要)

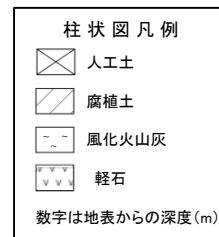
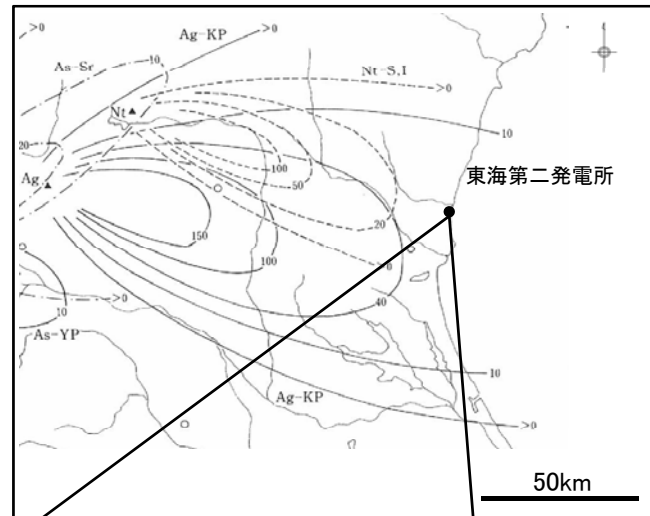
- 敷地周辺（敷地及び敷地近傍を含む）の降下火砕物の分布を把握するため、地質調査を実施した。
- 調査の結果、赤城鹿沼テフラの分布状況は文献調査結果と整合しており、敷地及び敷地近傍で約15cm～約20cmであった。



4. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出及びその影響評価 4.1 降下火砕物の影響評価 (2) 地質調査

敷地及び敷地近傍の赤城鹿沼テフラの産状①

- 敷地及び敷地近傍のボーリング調査において、風化火山灰層中に厚さ約15cm及び20cmの黄白色の軽石層が認められ、火山灰分析の結果、赤城鹿沼テフラ(Ag-KP)に対比される。



Ag-KP
(44ka)
約15cm

T-①孔

深度(m)	柱状図	区分	記 事	備考
0.00	X	人工土	0.00m~0.45m ・粘土混じり砂、碎石が不均質に混ざる。	深度0.00m~2.00m間は、ハンドボーリングによる試験
0.45	diagonal lines	腐植土	0.45m~0.90m ・黒褐色を呈する、クロボク。	
0.90	wavy lines	風化火山灰	0.90m~2.15m ・褐色を呈する砂質粘土、いわゆる関東ローム。	
2.00	V	軽石	2.00m~2.15m間、黄白色の軽石がわずかに散在。	深度2.00m~2.50m間は、機械ボーリングによる観測
2.15	V	軽石	2.15m~2.30m ・黄白色の軽石からなる。	
2.30	wavy lines	風化火山灰	2.30m~2.50m ・褐色を呈する、砂質粘土、いわゆる関東ローム。	



ボーリング柱状図



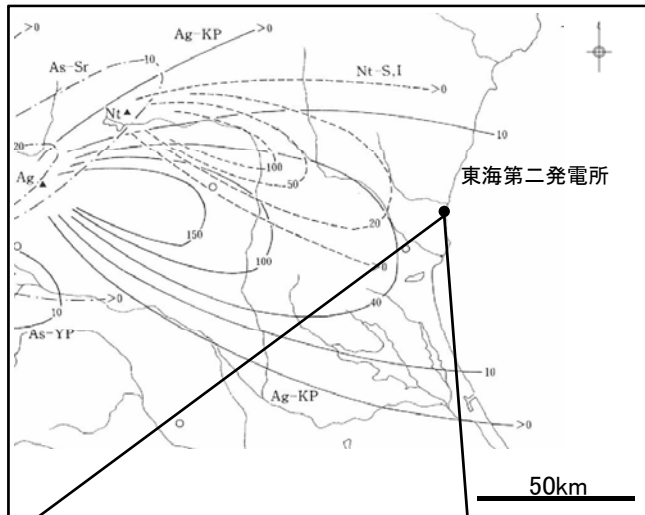
試料採取位置

火山灰分析結果

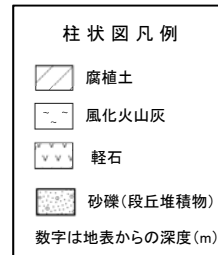
	重鉱物組成※	普通角閃石の屈折率	斜方輝石の屈折率
軽石 (T-①孔)	ho, opx, (cpx)	1.671-1.679	1.707-1.715
Ag-KP (町田・新井 (2011))	ho, opx, (cpx)	1.671-1.678	1.707-1.710

ho: 普通角閃石, opx: 斜方輝石, cpx: 単斜輝石 ※含有量が多いものから順に記載 ()内は含有量が僅少ななもの

4. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出及びその影響評価 4.1 降下火砕物の影響評価 (2) 地質調査
敷地及び敷地近傍の赤城鹿沼テフラの産状②



町田・新井(2011)に
一部加筆



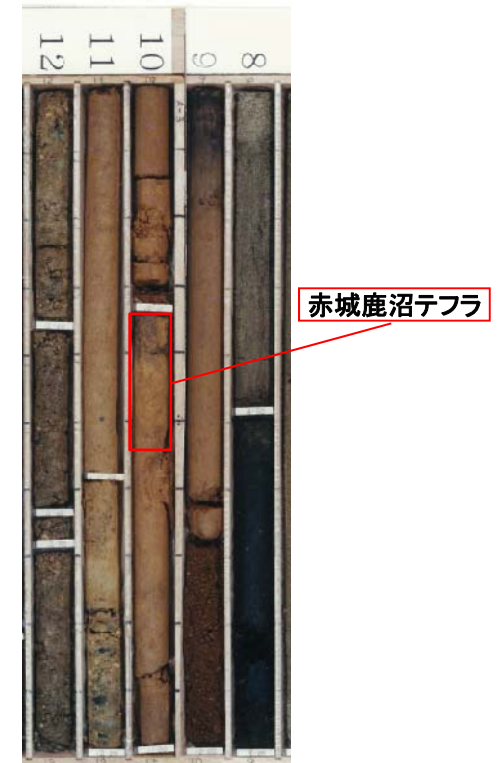
Ag-KP
(44ka)
約20cm

A-3孔

深度 (m)	柱状図	層相	鉱物組み合わせ
8.50		腐植土(黒ボク)	
9.00			opx, qt, cpx, ho
9.20			
		風化火山灰層	ho, opx, cpx, qt
10.45	深度10.45m付近 ・層厚20cm程度の黄白色軽石		
10.80			ho, opx, cpx, qt, ol
11.00			
11.10	深度11.10m付近 ・微量の白色軽石を含む※		opx, ho, cpx, qt, ol
11.40			ho, opx, cpx, qt, ol
11.75		粘土質砂礫 (中位段丘堆積物)	

※火山灰分析(鉱物組成分析)の結果。
赤城水沼1テフラ(Ag-Mz1)に対比される。ol: カンラン石

ボーリング柱状図

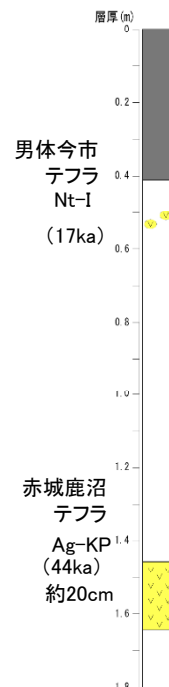
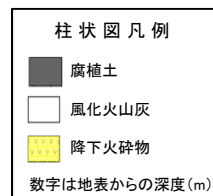
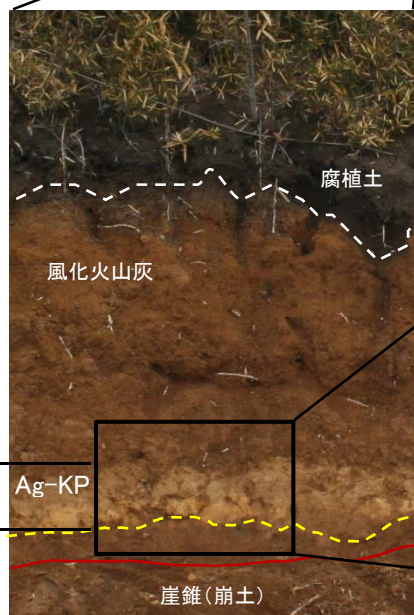
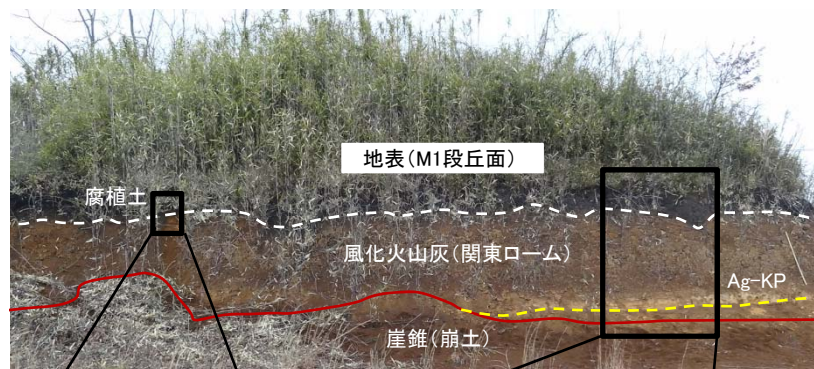


4. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出及びその影響評価 4.1 降下火砕物の影響評価 (2) 地質調査

敷地近傍の赤城鹿沼テフラが確認される露頭 (東海駅地点①)

敷地から西方約3kmに位置する東海駅地点①②は主に海成段丘からなる那珂台地に位置する。東海駅地点①の調査結果は以下に示すとおり。

- 風化火山灰層中に厚さ約20cmの黄白色で軽石質の降下火砕物がほぼ水平に認められる。降下火砕物の下限は明瞭な境界をなし、上部は風化火山灰層に漸移しており、厚さはほぼ一定であり、浸食を受けた形跡は認められない。火山灰分析の結果、赤城鹿沼テフラ(Ag-KP)に対比される。
- また、腐植土直下の風化火山灰層の上部に赤褐色のスコリア質の降下火砕物が団塊状に散在しており、火山灰分析の結果、男体今市テフラ(Nt-I)に対比される。



(赤褐色のスコリア質のテフラが散在)

(黄白色の軽石質のテフラが概ね水平に堆積し、層厚も一定である。)



この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の20万分1地勢図、数値地図200000(地図画像)及び数値地図25000(地図画像)を複製したものである。(承認番号 平26情復、第201号)
本図面を第三者がさらに複製する場合は、国土地理院の長の承認を得なければならない。

火山灰分析結果

	重鉱物組成※	斜方輝石の屈折率	角閃石の屈折率
軽石 (東海駅東方①)	cpx, opx	1.706-1.713	—
Nt-I (町田・新井(2011))	cpx, opx	1.701-1.710	—

	重鉱物組成※	斜方輝石の屈折率	角閃石の屈折率
軽石 (東海駅東方①)	ho, opx	1.705-1.713	1.671-1.686
Ag-KP (町田・新井(2011))	ho, opx, (cpx)	1.707-1.710	1.671-1.678

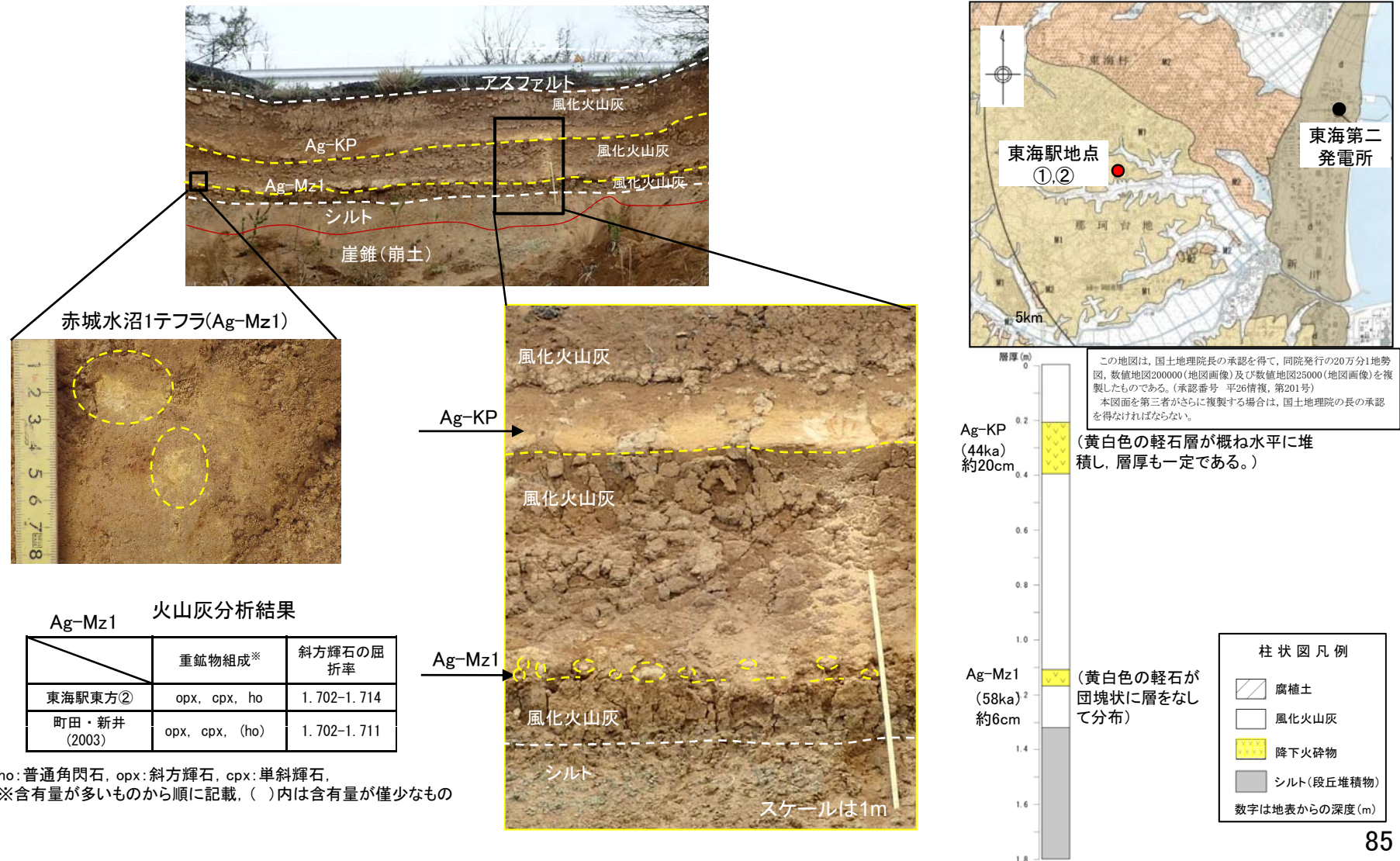
ho: 普通角閃石, opx: 斜方輝石, cpx: 単斜輝石,
※含有量が多いものから順に記載
()内は含有量が僅少なものの

4. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出及びその影響評価 4.1 降下火砕物の影響評価 (2) 地質調査

敷地近傍の赤城鹿沼テフラが確認される露頭 (東海駅地点②)

東海駅地点②の露頭の調査結果は以下に示すとおり。

- 下位からシルト(段丘堆積物), 風化火山灰, 腐植土がほぼ水平に分布している。
- 風化火山灰層の上部に厚さ約20cmの黄白色で軽石質の降下火砕物がほぼ水平に認められる。降下火砕物の下限は明瞭な境界をなし, 上部は風化火山灰層に漸移しており, 厚さはほぼ一定であり, 浸食を受けた形跡は認められない。火山灰分析の結果, 赤城鹿沼テフラ(Ag-KP)に対比される。
- 風化火山灰層の下部に厚さ約6cmで黄白色で軽石質の降下火砕物が層をなしてほぼ水平に分布しているのが認められ, 火山灰分析の結果, 赤城水沼1テフラ(Ag-Mz1)に対比される。



設計上考慮する降下火砕物の層厚

文献調査及び地質調査結果から、設計上考慮する降下火砕物の層厚を以下のとおり設定する。

文献調査	- 町田・新井(2011)によれば、敷地において最大層厚となる降下火砕物は赤城鹿沼テフラであり、敷地は等層厚線の10～40cmの範囲に位置する。 - 山元(2013a)等においても最大層厚となる降下火砕物は赤城鹿沼テフラであり、敷地付近では20cm程度の層厚が示されている
地質調査 (赤城鹿沼テフラ)	- 敷地近傍のボーリング調査の結果、約20cmの層厚を確認 - 敷地のボーリング調査の結果、約15cmの層厚であり、浸食の影響を受けていないことを確認 - 敷地近傍の露頭調査の結果、約20cmの層厚であり、浸食の影響を受けていないことを確認 - 敷地近傍のボーリング調査の結果、約20cmの層厚を確認 - 上記調査結果が文献調査結果と整合していることを確認



以上のことから、設計上考慮する降下火砕物の層厚を20cmと設定

(3) 降下火砕物の粒径・密度（評価結果）

文献調査及び地質調査(土質試験)結果から、設計上考慮する降下火砕物の粒径及び密度を以下のとおり設定する。

○調査結果

項目	文献調査 (敷地周辺)	当社の試験結果(敷地)	
		最小	最大
最大粒径	最大8mm ^{※1}	最大4.8mm	
湿潤密度	約1.0～1.2g/cm ³ ^{※2,※3} (1.2g/cm ³ を超えることがある) ^{※3}	約0.9g/cm ³	約1.1g/cm ³
乾燥密度	約0.3～0.7g/cm ³ ^{※2,※3}	約0.3g/cm ³	約0.5g/cm ³

※1:山元(2013a), ※2:富田ほか(1994), ※3:宇井編(1997)に基づく



設計上考慮する降下火砕物の粒径及び密度の設定値

- ・ 粒径：8mm以下
- ・ 密度：0.3g/cm³ ～ 1.5g/cm³ ^{※4}
(乾燥状態) (湿潤状態)

※4:宇井編(1997)によると「湿ると1.2を超えることがある」とされていることを踏まえ、保守的に設定

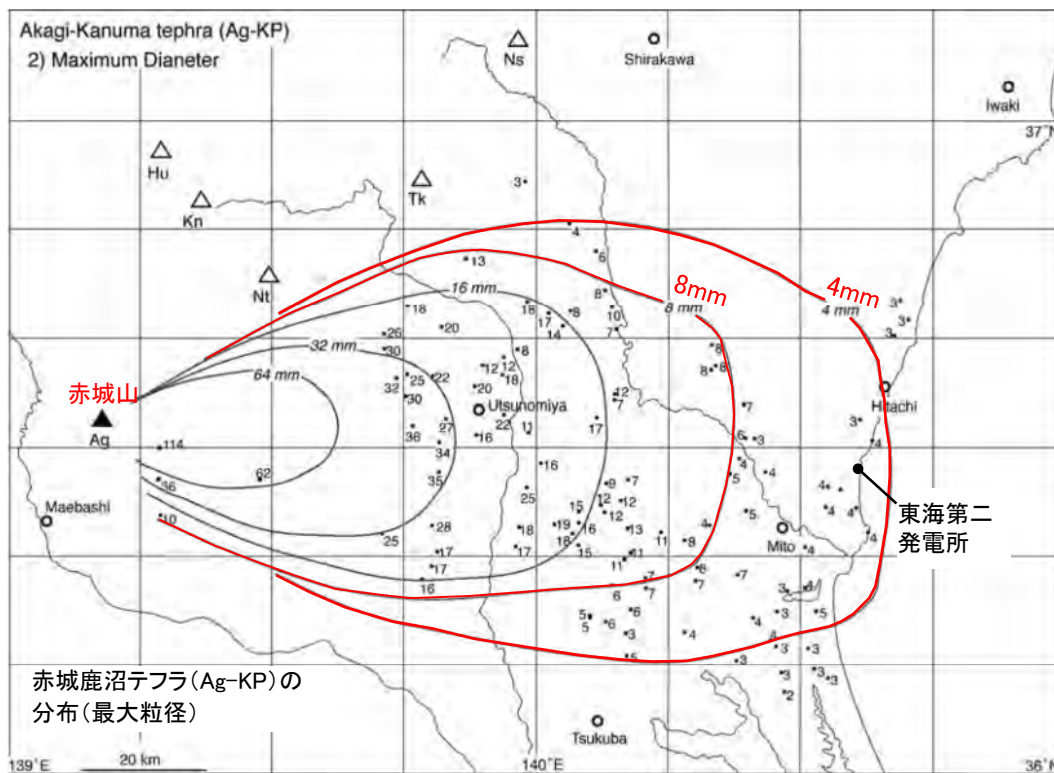
4. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出及びその影響評価 4.1 降下火砕物の影響評価 (3) 降下火砕物の粒径・密度

文献調査①

山元(2013a)によると、敷地における降下火砕物の最大粒径は最大8mm(赤城鹿沼テフラ)である。

- 敷地は赤城鹿沼テフラの8mmと4mmの等粒径線の間に位置する。
- (参考)敷地は男体今市テフラ及び男体七本桜テフラの8mmの等粒径線の外側に位置する。

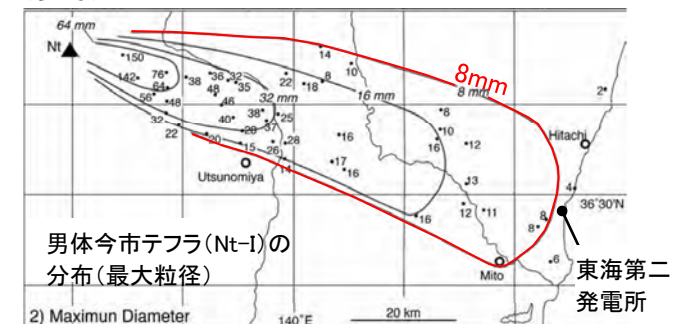
【粒径】



第17図 赤城鹿沼テフラ(Ag-KP)の分布。

1) 数字は降下火砕堆積物の層厚で、単位はcm。2) 数字は本質粒子の平均最大粒径で、単位はmm。Ag = 赤城火山；Hu = 燧ヶ岳火山；Kn = 鬼怒沼火山；Ns = 那須火山；Nt = 男体火山；Tk = 高原火山。

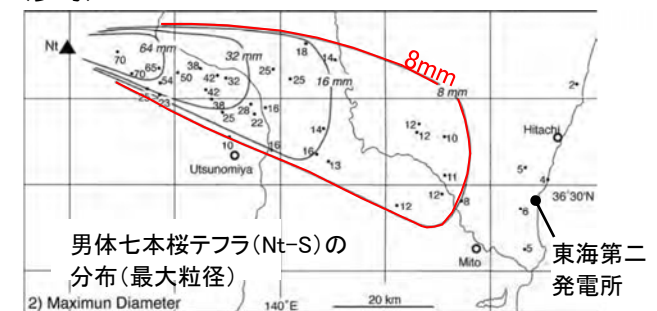
(参考)



第13図 男体今市テフラ(Nt-I)の分布。

1) 数字は降下火砕堆積物の層厚で、単位はcm。2) 数字は本質粒子の平均最大粒径で、単位はmm。Nt = 男体火山。

(参考)



男体七本桜テフラ(Nt-S)の分布。

1) 数字は降下火砕堆積物の層厚で、単位はcm。2) 数字は本質粒子の平均最大粒径で、単位はmm。Nt = 男体火山。

山元(2013a)に加筆

文献調査②

富田ほか(1994), 宇井編(1997)によれば, 赤城鹿沼テフラの密度は, 湿潤密度で約1.0~1.2g/cm³※1超, 乾燥密度で約0.3~0.7g/cm³※2である。

①富田ほか(1994)

- 鹿沼土(赤城鹿沼テフラ)の物理的性質について, 3地点で採取した試料の分析を行っている。
- そのうち, 敷地に最も近い笠間地区の湿潤密度及び乾燥密度は次のとおり。
 - ・湿潤密度 : 1.0 g/cm³※1
 - ・乾燥密度 : 0.3 g/cm³※2

②宇井編(1997)

「乾燥した火山灰は密度が0.4~0.7であるが, 湿ると1.2を超えることがある。」とされている。

※1湿潤密度は小数点第2位を切り上げた。
※2乾燥密度は小数点第2位を切り下げた。

【密度】

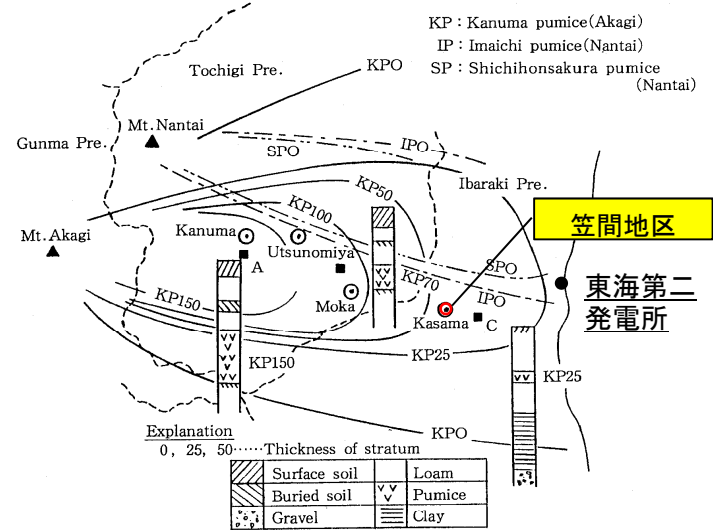


Fig. 1 栃木県における軽石層の分布
Distribution chart of the volcanic pumice strata in Tochigi prefecture

Table 2 鹿沼土の物理的性質
Physical properties of Kanumatsuchi

項 目	鹿 沼 地 区			真 岡 地 区		笠 間 地 区	関 東 ローム
	上 層	中 層	下 層	上 層	下 層		
採取深さ (m)	0.390 0.765	0.765 1.290	1.290 1.845	0.760 1.135	1.135 1.480	0.500 0.700	
自然含水比 $\omega_n(\%)$	213.2	191.5	220.0	175.6	194.0	167.8	109.7
湿潤密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	1.062	1.051	1.006	1.039	0.937	0.994	1.301
乾燥密度 $\rho_d(\text{g/cm}^3)$	0.339	0.361	0.315	0.378	0.318	0.367	0.620
比 重 G_s	2.674	2.650	2.653	2.718	2.701	2.776	2.794
間 隙 比 e_n	6.902	6.362	7.442	6.212	7.488	6.730	3.507
間 隙 率 $n_s(\%)$	87.3	86.4	88.15	86.13	88.21	87.06	77.81
飽 和 度 $S_r(\%)$	82.7	79.8	78.4	76.7	70.0	69.2	87.4
三 相 比	固 相 (%)	12.70	13.60	11.85	13.83	11.81	13.29
	液 相 (%)	72.37	68.98	69.12	66.10	61.73	62.50
	気 相 (%)	14.93	17.42	19.03	20.07	26.46	24.21
液性限界 $\omega_L(\%)$	95~120	82.0	87.0	99.0	80.0	118.4	130.0
塑性限界 $\omega_p(\%)$	85	67.0	70.0	79.0	68.0	89.8	88.0

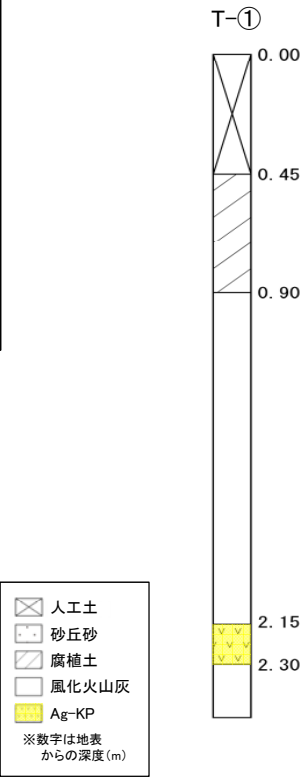
富田ほか(1994)に加筆

地質調査

地質調査(土質試験)の結果、敷地における赤城鹿沼テフラの密度は、湿潤密度で最大約1.1g/cm³、乾燥密度で最小約0.3g/cm³であり、粒径は最大約4.8mmである。



試料採取位置

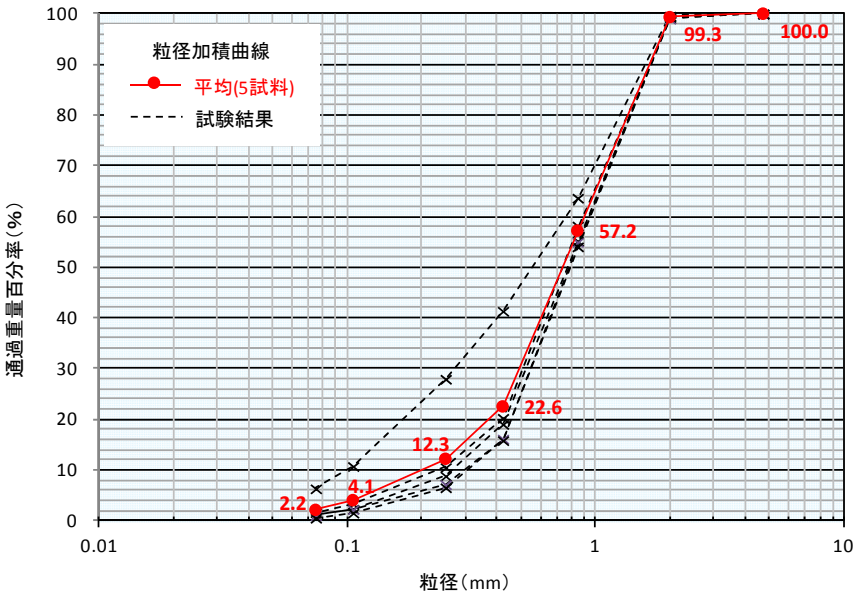


ボーリング柱状図

【密度試験結果】

	最小	最大
湿潤密度	0.9g/cm ³	1.1g/cm ³
乾燥密度	0.3g/cm ³	0.5g/cm ³

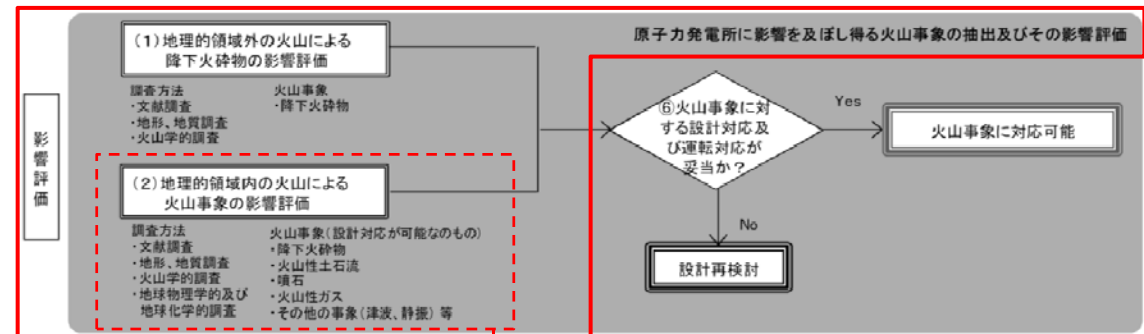
【粒度試験結果】



4. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出及びその影響評価

4.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価（概要）

原子力発電所に影響を及ぼし得る可能性のある火山事象のうち、降下火砕物以外の火山性土石流、噴石、火山ガス、その他の火山事象等について検討した。



原子力発電所に影響を与える可能性のある火山事象及び位置関係

火山事象	潜在的に影響を及ぼす特性	原子力発電所との位置関係
1. 降下火砕物	静的な物理的負荷、気中及び水中の研磨性及び腐食性粒子	注 2
2. 火砕物密度流：火砕流、サージ及びブラスト	動的な物理的負荷、大気の過圧、飛来物の衝撃、300℃超の温度、研磨性粒子、毒性ガス	160km
3. 溶岩流	動的な物理的負荷、洪水及び水のせき止め、700℃超の温度	50km
4. 岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊	動的な物理的負荷、大気の過圧、飛来物の衝撃、水のせき止め及び洪水	50km
5. 火山性土石流、火山泥流及び洪水	動的な物理的負荷、水のせき止め及び洪水、水中の浮遊粒子	120km
6. 火山から発生する飛来物（噴石）	粒子の衝突、静的な物理的負荷、水中の研磨性粒子	10km
7. 火山ガス	毒性及び腐食性ガス、酸性雨、ガスの充満した湖、水の汚染	160km
8. 新しい火口の開口	動的な物理的負荷、地盤変動、火山性地震	注 3
9. 津波及び静振	水の氾濫	注 4
10. 大気現象	動的過圧、落雷、ダウンバースト風	注 4
11. 地殻変動	地盤変位、沈下又は隆起、傾斜、地滑り	注 4
12. 火山性地震とこれに関連する事象	継続的微動、多重衝撃	注 4
13. 熱水系及び地下水の異常	熱水、腐食性水、水の汚染、氾濫又は湧昇、熱水変質、地滑り、カルスト及びサーモカルストの変異、水圧の急変	注 4

注 1：噴出中心と原子力発電所との距離が、表中の位置関係に記載の距離より短ければ、火山事象により原子力発電所が影響を受ける可能性があるものとする。

注 2：降下火砕物に関しては、原子力発電所の敷地及び敷地付近の調査から求められる単位面積あたりの質量と同等の火山灰等が降下するものとする。

注 3：新火口の開口については、原子力発電所の運用期間中に、新火口の開口の可能性を検討する。

注 4：火山活動によるこれらの事象は、原子力発電所との位置関係によらず、個々に検討を行う。

4. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出及びその影響評価 4.2 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価

評価結果

原子力発電所に影響を及ぼし得る可能性のある火山事象のうち、降下火砕物以外の火山性土石流、噴石、火山ガス、その他の火山事象等について検討した結果は以下に示すとおり。

火山事象	対象火山	評価結果
火山性土石流、火山泥流及び洪水	半径120km内の 発電所に影響を及ぼし得る火山 [4火山]	敷地は久慈川流域に位置し、各火山の山麓の河川の流域には含まれず、久慈川流域と各火山の位置する流域の間には、八溝山地が分布し那珂川と発電所の間には、那珂台地が分布している。また、敷地近傍において火山性土石流に伴う堆積物は確認されない。以上のことから、これらの火山事象が発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さい。
火山から発生する飛来物 (噴石)	半径10km内の 発電所に影響を及ぼし得る火山 [なし]	—
火山ガス	半径160km内の 発電所に影響を及ぼし得る火山 [13火山]	敷地は太平洋に面する那珂台地に位置し、火山ガスが敷地に滞留する地形ではないことから、火山ガスが発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さい。
その他の火山事象 ・火山活動に起因する大気現象 ・火山性地震とこれに関連する事象 ・熱水系及び地下水の異常 ・静振	半径160km内の 発電所に影響を及ぼし得る火山 [13火山]	敷地は火山フロントより前弧側(東方)に位置すること、また対象火山と十分な離隔があることから、これらの火山事象が発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さい。

※噴出中心と原子力発電所との距離が、記載の距離より短ければ、火山事象により原子力発電所が影響を受ける可能性があるものとする。(火山影響評価ガイド)

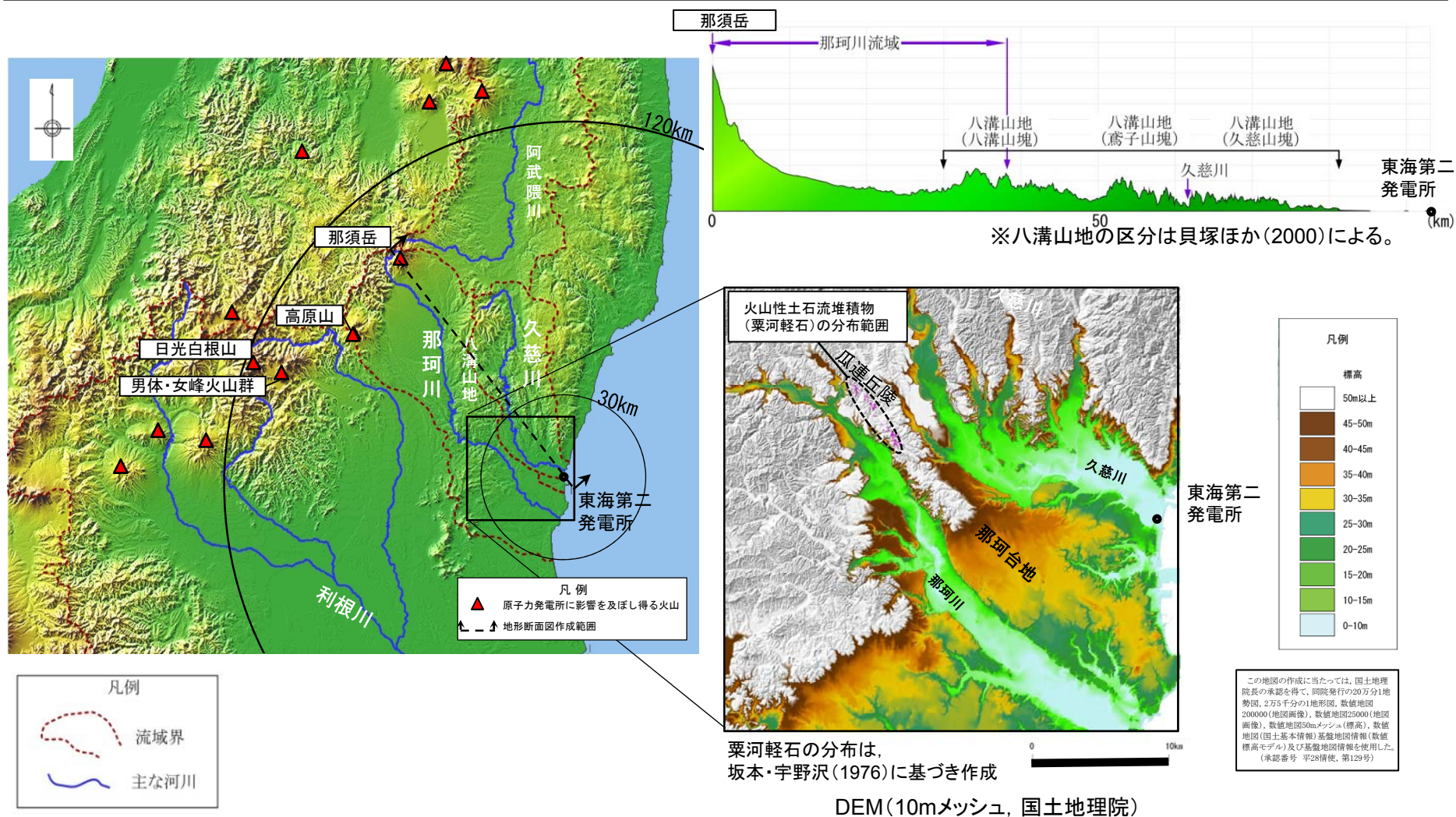


降下火砕物以外に影響を評価すべき火山事象はない。

火山性土石流、火山泥流及び洪水

火山性土石流、火山泥流及び洪水について、原子力発電所に影響を及ぼし得る13火山のうち、敷地から120kmの範囲内にある4火山を対象に評価を行った。

- 敷地は久慈川流域に位置し、各火山の山麓の河川の流域には含まれない。
- 久慈川流域と各火山の流域の間には八溝山地が分布し、那珂川と発電所の間には、那珂台地が分布している。
- 文献調査の結果、火山性土石流堆積物(栗河軽石)は西方約20kmの那珂川に沿う瓜連丘陵に一部分布するが、敷地近傍及び久慈川沿いには分布していない。



以上のことから、火山性土石流、火山泥流及び洪水が発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さい。

5. まとめ

【原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出】

- ・敷地を中心とする半径160kmの範囲には32の第四紀火山が位置する。
- ・敷地を中心とする半径160kmの範囲の第四紀火山(32火山)について、完新世の活動の有無、将来の活動可能性の検討を行い、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として、以下の13火山を抽出した。
〔 高原山, 那須岳, 男体・女峰火山群, 日光白根山, 赤城山, 燧ヶ岳, 安達太良山, 笹森山, 磐梯山, 沼沢, 子持山, 吾妻山, 榛名山 〕

【抽出された火山の火山活動に関する個別評価】

- ・抽出された火山の敷地からの離隔及び敷地周辺における第四紀の火山活動の特徴の検討結果から、設計対応不可能な火山事象(火砕物密度流, 溶岩流, 岩屑なだれ他, 新しい火口の開口及び地殻変動)が発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さい。
- ・過去最大規模の噴火を考慮しても発電所に影響を及ぼさないと判断できることから、モニタリングの対象となる火山はない。

【原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出】

- ・発電所に影響を及ぼし得る火山事象のうち、降下火砕物に関する評価の結果、発電所への降下火砕物の影響評価に用いる条件を以下のとおり設定する。

項目	設定値
層厚	20cm
粒径	8mm以下
密度	乾燥状態: 0.3g/cm ³ 湿潤状態: 1.5g/cm ³

- ・火山性土石流, 火山から発生する飛来物(噴石), 火山ガス及びその他の火山事象のうち、発電所への影響を評価すべき事象はない。

6. 参考文献

- ・ 中野俊・西来邦章・室田晋治・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), 産業技術総合研究所 地質調査総合センター
- ・ 日本電気協会(2015):「原子力発電所火山影響評価技術指針」(JEAG4625-2015)
- ・ 西来邦章, 伊藤順一, 上野龍之, 内藤一樹, 塚本 斉(2016): 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2016): 第四紀噴火・貫入活動データベース. 産総研地質調査総合センター, https://gbank.gsj.jp/quaternary/index_qvir.php
- ・ 三村弘二(2002): 東北日本, 猫魔火山の地質と放射年代, 火山, 第47巻(2002), 第4号, p.217-225
- ・ 山元孝広(2015): 新たに認定された第四紀火山の放射年代: 笹森山火山, 地質調査研究報告, 66, p.15-20
- ・ 弦巻賢介(2012): 東北日本弧南部, 高原火山における山体形成史とマグマ供給系の発達, 日本火山学会講演予稿集, p.56
- ・ 鈴木毅彦(1993): 北関東那須野原周辺に分布する指標テフラ層, 地学雑誌, 102, p.73-90
- ・ 井上道則・吉田武義・藤巻宏和・伴雅雄(1994): 東北本州弧, 高原火山群における山体形成史とマグマの成因, 核理研研究報告, 第27巻, 第2号, 1994年12月, p.169-198
- ・ 奥野充・守屋以智雄・田中耕平・中村俊夫(1997): 北関東, 高原火山の約6500cal yr BPの噴火, 火山, 42, p.393-402
- ・ 山元孝広(2012): 福島-栃木地域における過去約30万年間のテフラの再記載と定量化, 地質調査研究報告, 63, p.35-91
- ・ 山元孝広(2013a): 栃木-茨城地域における過去約30万年間のテフラの再記載と定量化, 地質調査研究報告, 第64巻, 第9/10号, p.251-304, 2013
- ・ 尾上亨(1989): 栃木県塩原産更新世植物化石群による古環境解析, 地質調査所報告, 269, p.1-207
- ・ 鈴木毅彦・藤原治・壇原徹(2004): 東北南部, 会津地域周辺における中期更新世テフラの層序と編年, 地学雑誌, 113(1), p.38-61
- ・ 伴雅雄・高岡宣雄(1995): 東北日本弧, 那須火山群の形成史, 岩鉱, 90, p.195-214, 1995
- ・ 山元孝広(1997): テフラ層序から見た那須茶臼岳火山の噴火史, 地質学雑誌, 103, p.676-691
- ・ 鈴木毅彦(1992): 那須火山のテフロクロロジー, 火山, 37, p.251-263
- ・ 吉田英人・高橋正樹(1991): 白河火砕流東部地域の地質, 地質学雑誌, 第97巻, 第3号, p.231-249, 1991年3月
- ・ 高橋正樹・吉田英人(1996): 白河火砕流を噴出したマグマ供給系の進化1. 噴出様式の時間変化, 岩鉱, 91, p.177-184
- ・ 山元孝広(1999a): 5万分の1地質図幅「田島地域の地質」, 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 71p
- ・ 山元孝広(1999b): 福島-栃木地域に分布する30-10万年前のプリニー式降下火砕物: 沼沢・燧ヶ岳・鬼怒沼・砂子原火山を給源とするテフラ群の層序, 地質調査所月報, 50, p.743-767
- ・ 吉田英人・高橋正樹(2010): 白河火砕流を噴出したマグマ供給系の進化-その2. 全岩化学組成と鉱物化学組成の視点から-, 日本大学文理学部自然科学研究所研究紀要, No45(2010), p.171-204
- ・ Takahiro Yamamoto (2011) : Origin of the sequential Shirakawa ignimbrite magmas from the Aizu caldera cluster, northeast Japan: Evidence for renewal of magma system involving a crustal hot zone, Journal of Volcanology and Geothermal Research, Volume 204, Issues 1-4, 1 July 2011, Pages 91-106
- ・ Umeda, Koji., Ban, Masao., Hayashi, Shintaro. and Kusano, Tomohiro. (2013): Tectonic shortening and coeval volcanism during the Quaternary, Northeast Japan arc, J. Earth Syst. Sci., 122, No1, February 2013, p.137-147
- ・ 村本芳英(1992): 日光火山群東方地域に分布する中・後期更新世テフラー日光火山群の噴火史一, 静岡大学地球科学研究報告, 18, p.59-91
- ・ 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
- ・ 鈴木毅彦・奥野 充・早川由紀夫(1994): テフラからみた日光火山群の噴火史, 月刊地球, 16, p.215-221
- ・ 佐々木 実(1994): 日光火山群の岩石学, 月刊地球, Vol16, p.221-230
- ・ 石崎泰男・森田考美・岡村裕子・小池一馬・宮本亜里沙・及川輝樹(2014): 男体火山の最近17000年間の噴火史, 火山, 59, 3, pp.185-200
- ・ 山元孝広(2006): 1/20万「白河」図幅地域の第四紀火山: 層序及び放射年代値に関する新知見, 地質調査研究報告, 57, p.17-28
- ・ 日本地質学会 編(2008): 日本地方地質誌 関東地方, 朝倉書店, p.570

6. 参考文献

- ・ 中村洋一・鈴木陽雄(1983):奥鬼怒地域の地質と岩石,宇都宮大学教育学部紀要, 34, p.63-77
- ・ 奥野 充・中村俊夫・守屋以智雄(1993):那須・高原・日光白根火山の完新世テフラの加速器14C年代, 日本火山学会講演予稿集, P06, p.92
- ・ 高橋正樹・小堀容子・矢島有紀子(1995):日光白根火山下マグマ供給システムの岩石学的モデル, 月間地球, 17, p.113-119
- ・ 佐々木 実・橋野 剛・村上 浩(1993):日光火山群, 日光白根火山および三ツ岳火山の地質と岩石, 弘前大学理学部地球科学科報告, 40, p.101-117(1993)
- ・ 河田清雄(1955):男体山 5万分の1地質図幅説明書, 地質調査所, p.43
- ・ 中村洋一・増渕亮二・塩沢伸一・緒方和徳・青島睦治(1992):袈裟丸火山の地質と岩石, 栃木県博研報告, 10, p.29-48
- ・ 野村正弘(1999):群馬県内火成岩のK-Ar年代, 群馬県立自然史博物館研究報告, 3, p.45-50
- ・ 佐々木実・山田結城・影沼澤 稔・中村洋一・緒方和徳・板谷徹丸(1994):日光火山群西部地域のK-Ar年代, 日本火山学会講演予稿集, p.142
- ・ 中村洋一・緒方和徳・緒方誓也(1994):日光錫ヶ岳, 笠ヶ岳, 三ヶ岳, 沼上火山の地質と岩石, 宇都宮大学教育学部紀要, 44, p.73-93
- ・ 山元孝広(1992):会津地域の後期中新世-更新世カルデラ火山群, 地質学雑誌, 第98巻, 第1号, p.21-38, 1992年1月
- ・ 山元孝広・滝沢文教・高橋浩・久保和也・駒澤正夫(2000):20万分の1地質図幅「日光」, 工業技術院地質調査所
- ・ 村山正郎・河田清雄(1956):燧岳 5万分の1地質図幅説明書, 地質調査所, p.28
- ・ 山口 靖(1991):南会津地域の地熱系モデルと地熱資源量評価, 地質調査所報告, 275, p.199-227
- ・ 西来邦章・上野龍之・伊藤順一(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
- ・ 鈴木毅彦(1990):テフクロノロジーからみた赤城火山最近20万年間の噴火史, 地学雑誌, 99, 2(1990), p.60-75
- ・ 青木かおり・入野智久・大場忠道(2008):鹿島沖海底コアMD01-2421の後期更新世テフラ層序, 第四紀研究, 47, (6), p.391-407
- ・ 山元孝広(2014a):赤城火山の噴火履歴の再検討と定量化, 日本火山学会講演予稿集
- ・ 高橋正樹・関 慎一郎・鈴木洋美・竹本弘幸・長井雅史・金丸龍夫(2012):赤城火山噴出物の全岩化学組成-分析データ381個の総括-, 日本大学文理学部自然科学研究所研究紀要, 47, p.341-400
- ・ 大森昌衛 編(1986):日本の地質3 関東地方, 共立出版, 335p
- ・ 富田平四郎・中野政詩・鈴木敬(1994):地域, 深さによる鹿沼土の物理的構成と各種物理性の差異について, 土壌の物理性, 第69号, p.11-21(1994)
- ・ 宇井 忠英編(1997):火山噴火と災害, 東京大学出版会
- ・ 及川輝樹(2012):赤城山と栗駒山の歴史時代の噴火記録, 日本火山学会講演予稿集, pp.140
- ・ 博士山団体研究会(1990):会津盆地南西方の鮮新世博士山火山岩層,地球科学, 44巻, 3号(1990年5月), p.113-126
- ・ 小林昭二・猪俣桂次(1986):会津・博士山火山岩層のK-Ar年代, 地球科学, 40巻, (1986年11月), p.453-454
- ・ 山元孝広(1999b):福島-栃木地域に分布する30-10万年前のプリニー式降下火砕物:沼沢・燧ヶ岳・鬼怒沼・砂子原火山を給源とするテフラ群の層序, 地質調査所月報, 第50巻, 第12号p.743-767, (1999)
- ・ 早川 由紀夫・新井 房夫・北爪 智啓(1997):燧ヶ岳火山の噴火史, 地学雑誌, 106, p.660-664
- ・ 横瀬久芳(1989):尾瀬地方に分布する第四紀火山岩の岩石記載および全岩化学組成, 岩鉱, 84, p.341-361
- ・ 藤縄明彦・鎌田光春(2005):安達太良火山の最近25万年間における山体形成史とマグマ供給系の変遷, 岩石鉱物科学, 34, p.35-58
- ・ 藤縄明彦・林信太郎・梅田浩司(2001):安達太良火山のK-Ar年代:安達太良火山形成史の再検討, 火山, 46, p.95-106
- ・ 山元孝広・阪口圭一(2000):テフラ層序からみた安達太良火山, 最近約25万年間の噴火活動, 地質学雑誌, 106, p.865-882
- ・ 長谷川健・藤縄明彦・伊藤太久(2011):磐梯・吾妻・安達太良:活火山ランクBの三火山, 地質学雑誌, 117, p.33-48
- ・ 阪口圭一(1995):5万分の1地質図幅「二本松地域の地質」,産業技術総合研究所地質調査総合センター, p.66
- ・ 長橋良隆・木村裕司・大竹二男・八島隆一(2004):福島市南西部に分布する鮮新世「笹森山安山岩」のK-Ar年代, 地球科学, 58, p.407-412
- ・ 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, 第44巻(1999), p.233-249
- ・ 三村弘二・中村洋一(1995):磐梯山の地質形成史と岩石, 磐梯火山, p.87-101(1995)

6. 参考文献

- ・ 三村弘二(1994): 磐梯火山の放射年代一概報一. 地質調査所月報, 第45巻, 第10号, p.565—571, 1994
- ・ 山口尚志(1981): 武尊火山の地質, 地質学雑誌, 87, p.823-832
- ・ 久保誠二(2013): 藤原地域武尊山麓(地形・地質), 良好な自然環境を有する地域学術調査報告書, 39, p.107-117
- ・ 山元孝広(2014b): 新たに認定された第四紀火山の放射年代: 奈良良カルデラ, 地質調査研究報告, 第65巻, 第9/10号, p.113-116, 2014
- ・ 山元孝広(1995): 沼沢火山における火砕流噴火の多様性: 沼沢湖および水沼火砕堆積物の層序, 火山, 40, p.67-81
- ・ 山元孝広(2003): 東北日本, 沼沢火山の形成史: 噴出物層序, 噴出年代及びマグマ噴出量の再検討, 地質調査研究報告, 54, p.323-340
- ・ 飯塚義之(1996): 子持火山の地質と活動年代, 岩鉱, 91, p.73-85
- ・ 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)(1991): 磐梯地域火山地質図及び地熱地質編図説明書, 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③, 80p
- ・ 高橋正樹・小林哲夫 編(1999): 吾妻火山ー雄大な爆裂カルデラと中央火口丘を歩くー, 東北の火山 フィールドガイド 日本の火山④, 築地書館, 89-104p
- ・ 山元孝広(2005): 福島県, 吾妻火山の最近7千年間の噴火史: 吾妻ー浄土平火山噴出物の層序とマグマ供給系, 地質学雑誌, 111, p.94-110
- ・ 中村庄八(1997): 小野子火山の地質とその基盤の構造, 地球科学, 51巻, p.346-360, (1997年)
- ・ 赤石和幸・梅田浩司(2002a): 鳥海火山帯南部地域の火山活動(2)ー浅草火山のk-Ar年代一, 日本地質学会講演要旨, p.297-297
- ・ 浅草火山団体研究グループ(1991): 浅草火山の地質, 地球科学, 45, p.101-112
- ・ 下司信夫(2013): 詳細火山データ集: 榛名火山, 日本の火山, 産総研地質調査総合センター(https://gbank.gsj.jp/volcano/Act_Vol/haruna/index.html)
- ・ Soda,Tsutomu.(1996): Explosive activities of Haruna volcano and their impacts on human life in the sixth century A.D, Geograph.Rep. Tokyo Metropolitan Univ, 31, p.37-52
- ・ 山崎正男(1958): 日光火山群, 地球科学, 第36号(1958年2月), p.27-35
- ・ 山元孝広(2011): 磐梯火山最初期噴出物におけるマグマ組成の時間変化: 裏磐梯高原コアの化学分析結果, 火山, 第56巻(2011), 第6号, p.189-200
- ・ 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, 第47巻, 第6号, p.335-359, 1996
- ・ 小荒井衛・津沢正晴・星野実(1995): 磐梯山の地形発達史, 「火山地域における土砂災害発生予測手法の開発に関する国際共同研究」「岩屑流発生場に関する研究」分科会研究成果, 磐梯火山, p.135-143
- ・ 山元孝広・長谷部忠夫(2014): 福島県只見町叶津の埋没化石林の放射性炭素年代: 沼沢火山水沼噴火年代の再検討, 地質学雑誌, 第120巻, 第1号, pp.1-9
- ・ 早田 勉(1989): 6世紀における榛名火山の2回の噴火とその災害, 第四紀研究, 27(4), p.297-312
- ・ 山元孝広(2013b): 東茨城台地に分布する更新統の新層序とMIS5-7海面変化との関係: 地下地質とテフラ対比による茨城層, 見和層, 夏海層, 笠神層の再定義, 地質調査所報告, 第64巻, 第9/10号, p.225-249, 2013
- ・ 町田洋・新井房夫(2011): 新編火山灰アトラスー日本列島とその周辺, 東京大学出版
- ・ Tamura,Itoko・Yamazaki,Haruo・Mizuno,Kiyohide(2008): Characteristics for the recognition of Pliocene and early Pleistocene marker tephra in central Japan, Quaternary International 178(2008),p.85-99
- ・ 大石雅之(2009): 四阿火山を起源とする噴出物の岩石記載的特徴とテフラ分布, 地学雑誌, 118(6), p.1237-1246, 2009
- ・ 鈴木毅彦(2001): 海洋酸素同位体ステージ5-6境界に降下した飯縄上樽テフラ群とその編年学的意義, 第四紀研究, 40(1), p.29-41
- ・ 鈴木毅彦・早川由紀夫(1990): 中期更新世に噴出した大町Apmテフラ群の層位と年代, 第四紀研究, 29(2), p.105-120
- ・ 鈴木毅彦・檀原徹・藤原治(2001): 東北日本の大規模火砕流は広域テフラを生産したか?, 月間地球, Vol23, No9, p.610-613
- ・ 鈴木毅彦・中山俊雄(2007): 東北日本弧, 仙岩地熱地域を給源とする2.0Maに噴出した大規模火砕流に伴う広域テフラ, 火山, 第52巻(2007), 第1号, p.23-38
- ・ 赤石和幸・梅田浩司(2002b): 新潟県飯土火山の形成史とK-Ar年代(演旨) 日本鉱物学会年会, 日本岩石鉱物鉱床学会学術講演会講演要旨集, PP. 304-304 .

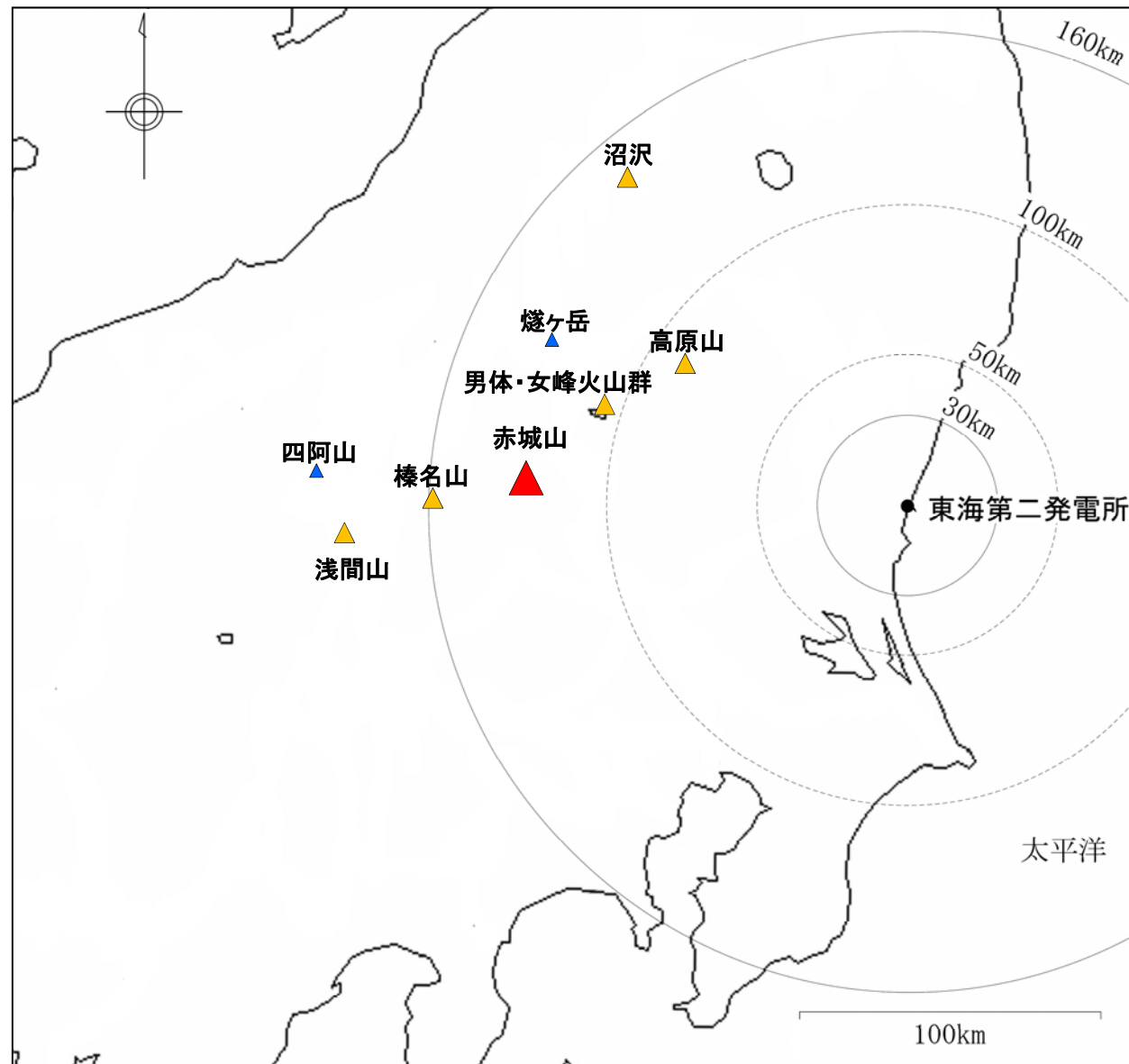
6. 参考文献

- ・ 及川輝樹(2003): 飛驒山脈の隆起と火成活動の時空的関連, 第四紀研究, 42(3), p.141-156
- ・ Nagaoka, Shinji(1988): The late quaternary tephra layers from the caldera volcanoes in and around kagoshima bay, southern kyushu, japan, 23, p.49-122
- ・ 小林哲夫・味喜大介・佐々木寿・井口正人・山元孝広・宇都浩三(2013): 桜島火山地質図, 2, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ・ 三好雅也・長谷中利昭・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因果関係について, 火山, 第50巻(2005), 第5号, p.269-283
- ・ 宮縁育夫・星住英夫・高田英樹・渡辺一徳・除 勝(2003): 阿蘇火山における過去約9万年間の降下軽石堆積物, 火山, 第48巻(2003), 第2号, p.195-214
- ・ 須藤 茂・猪俣隆行・佐々木 寿・向山 栄(2007): わが国の降下火山灰データベース作成, 地質調査所研究報告, 第58巻, 第9/10号, p.261-321
- ・ 守屋以智雄(1983): 日本の地形, 東京大学出版会, 135p
- ・ 米倉伸之(2001): 日本の地形<1>総説, 東京大学出版会, 349p
- ・ 山元孝広(2014c): 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, 産総研地質調査総合センター
- ・ Zhao Dapeng・Wei Wei・Nishizono Yukihisa・Inakura Hirohito(2011): Low-frequency earthquakes and tomography in western Japan: Insight into fluid and magmatic activity, Journal of Asian Earth Sciences, 42, p.1381-1393
- ・ 東宮昭彦(1997): 実験岩石学的手法で求めるマグマ溜まりの深さ, 月刊地球, Vol19, No11, p.720-724
- ・ 及川輝樹・鈴木雄介・千葉達郎(2014): 御嶽山の噴火—その歴史と2014年噴火, 科学, 岩波書店, pp.1218-1225.
- ・ 竹内 誠・中野 俊・原山 智・大塚 勉(1998): 木曽福島地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 94p.
- ・ 木村純一(1993): 後期更新世の御岳火山: 火山灰層序と火山層序学を用いた火山活動史の再検討, 地球科学, 47, pp.301-321.
- ・ 高橋正樹・市川寛海・金丸龍夫・安井真也・間瀬口輝浩(2013): 浅間黒斑火山崩壊カルデラ壁北部仙人岩付近のプロキシマル火砕岩相—牙溶岩グループの火山角礫岩・凝灰角礫岩および仙人溶岩グループの溶結火砕岩—, 日本大学文理学部自然科学研究所研究紀要, 48, pp.141-168. 高橋正樹・安井真也(2013): 浅間前掛火山のプロキシマル火山地質学及び巡検案内書—浅間前掛火山黒豆河原周辺の歴史時代噴出物—, 火山, 58, pp.311-328.
- ・ 気象庁(2015): 浅間山の火山活動解説資料, 火山活動解説資料(平成27年6月24日18時30分), 気象庁地震火山部火山監視・情報センター, pp.1-10.
- ・ 長井雅史・高橋正樹(2008): 箱根火山の地質と形成史, 神奈川県立博物館研究調査報告(自然), 13, pp.25-42. 鈴木毅彦(1989): 常盤海岸南部における更新世後期の段丘と埋没谷の形成, 地理学評論, 62, A-7, p.475-494, 1989
- ・ 早津ほか賢二・新井 房夫・小島 正巳・大場 孝信(2008): 妙高火山群—多世代火山のライフヒストリー—, 424p
- ・ 原山 智(1990): 上高地地域の地質, 地域地質研究報告, 5万分の1地質図幅, 地質調査所, 175p
- ・ 鈴木毅彦(2000): 飛驒山脈貝塚給源火道起源の貝塚上宝テフラを用いた中期更新世前半の地形面編年, 地理学評論, 73A-1, pp.1-25
- ・ 気象庁編(2013): 日本活火山総覧(第4版)
- ・ 工藤 崇・檀原 徹・山下 透・植木岳雪・佐藤大介(2011): 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, pp.144-145
- ・ 工藤 崇・宝田晋治・佐々木実(2004): 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, 第110巻, 第5号, pp. 271-289, 2004年5月
- ・ 高橋正樹(1995): 大規模珪長質火山活動と地殻歪速度, 火山, 第40巻(1995), p.33-42
- ・ 大井信三・西連地信男・横山芳春・安藤寿男(2013): 常陸台地における下総群草木下層のテフラ層序と広域対比, 地質学雑誌, 第119巻, 第7号, p.488-505, 2013年7月
- ・ 貝塚爽平・小池一之・遠藤邦彦・山崎晴雄・鈴木毅彦編(2000): 日本の地形4 関東・伊豆小笠原, 東京大学出版会
- ・ 坂本亨・宇野沢昭(1976): 茨城県瓜連丘陵の第四系と久慈川・那珂川の河谷発達史, 地質調査所月報, 第27巻, 第10号p.655-664, 1976
- ・ 気象庁高層気象台HP http://www.jma-net.go.jp/kousou/obs_second_div/sonde/sonde04.html (2016.1.25取得)
- ・ 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), p.173-187
- ・ 内閣府(防災担当), 消防庁, 国土交通省水管理・国土保全局砂防部, 気象庁(2013): 火山防災マップ作成指針

参考

[参考1] 敷地周辺で確認または分布が推定される降下火砕物の噴火規模と給源火山の位置

- 原子力発電所の運用期間中に同規模の噴火が発生する可能性がある降下火砕物の給源火山について、敷地周辺で確認または分布が推定される降下火砕物の噴火規模（VEI）とその位置を整理した結果、噴火規模が最も大きいのは赤城山である。



—凡例—

噴火規模※

▲ : VEI6

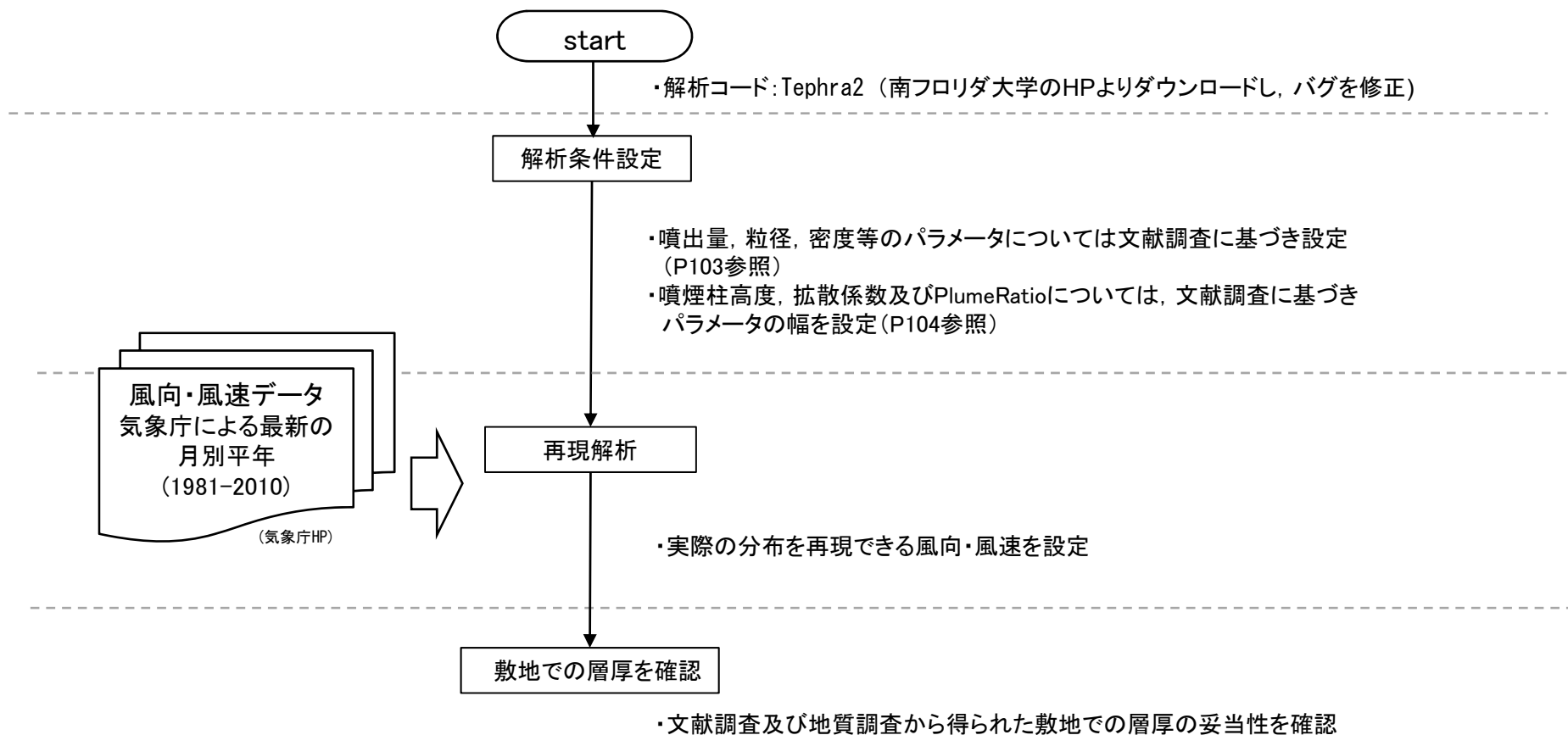
▲ : VEI5

▲ : VEI4

※ 噴火規模は町田・新井（2011）等に基づき設定

[参考2] 降下火砕物シミュレーション（概要）

- 降下火砕物の評価について火山影響評価ガイドでは、「降下火砕物に関しては、火山抽出の結果にかかわらず、原子力発電所の敷地及びその周辺調査から求められる単位面積あたりの質量と同等の火砕物が降下するものとする」と記載されており、過去の最大層厚を考慮することを求めている。
- 以上のことから、東海第二発電所については、降下火砕物の評価は文献調査及び地質調査の結果に基づき、適切に評価出来るものと判断している。
- 降下火砕物の数値シミュレーションは火山影響評価ガイドにおいては、原子力発電所内及びその周辺敷地において降下火砕物の堆積が観測されない場合の堆積物量を設定する方法の一つとされている。
- なお、設計上考慮する降下火砕物の層厚(20cm)の妥当性を数値シミュレーションでも念のため確認することを目的に参考的に実施した。
- 敷地で最大層厚となる降下火砕物(赤城鹿沼テフラ)を対象に数値シミュレーションによる再現解析を実施した結果、敷地での層厚は約16cmとなり、その結果、文献調査及び地質調査の結果と整合していることを確認した。



解析結果(敷地での層厚): 約16cm
本解析結果は文献調査及び地質調査結果(敷地及び敷地近傍で約15cm～20cm)と整合している。

[参考2] 降下火砕物シミュレーション（解析コード「Tephra2」の概要）

- 「Tephra2」は移流拡散モデルを用いたシミュレーションプログラムであり、国の火山防災マップ作成指針※等で使用されている。
- 移流拡散モデルとは粒子（降下火砕物）の挙動を、重力による落下、風による移動（移流）及び空中で広がり散らばる現象（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。
- 粒子（降下火砕物）は火口上に仮定された均質な噴煙柱から放出される。
- なお、日本火山学会2016年秋季大会（2016年10月13日～15日）のポスターセッションにおいて、大阪大学の佐伯准教授が「Tephra2」の解析コードの粒子の落下速度の式に一部バグがあることを発表。このことを踏まえ、このバグを修正し解析を行った。（詳細はP110参照）

※内閣府（防災担当）・消防庁・国土交通省水管理・国土保全局砂防部・気象庁（2013）

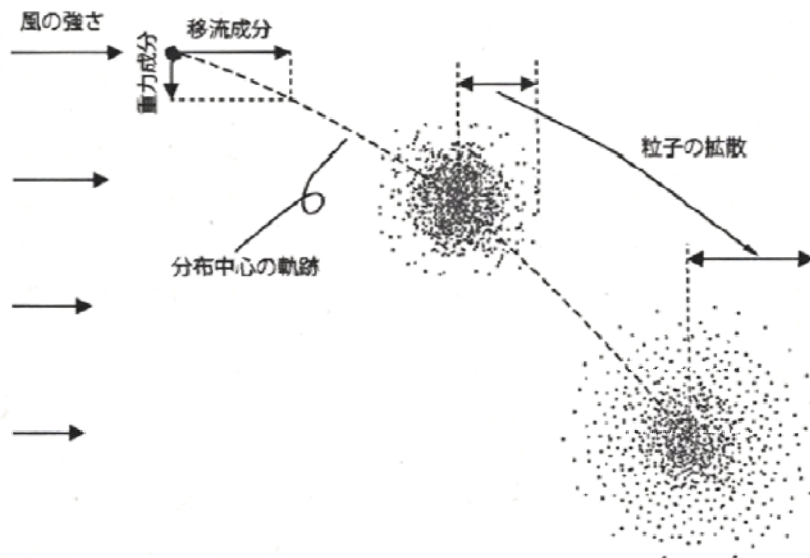


図1 移流拡散モデルの概念図

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。

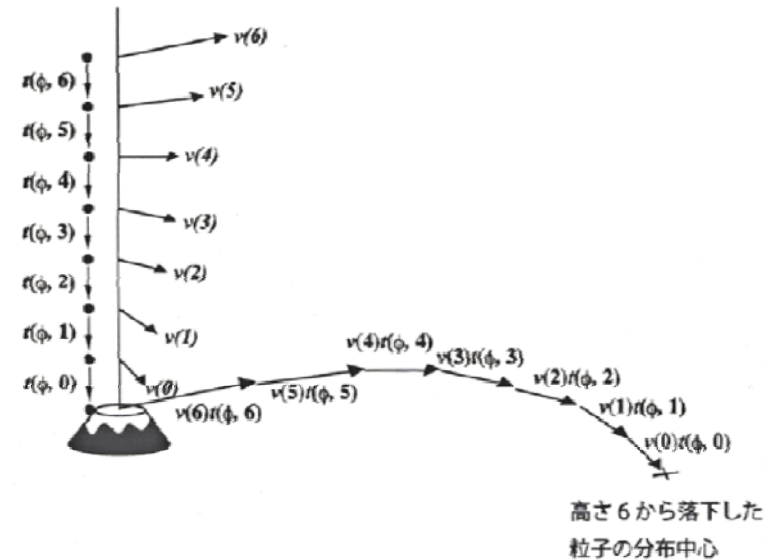


図3 移流の概念図

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)

[参考2] 降下火砕物シミュレーション（解析条件設定）

降下火砕物シミュレーションによる再現解析に用いる解析条件を以下のとおり設定した。

- ・ 噴出量については、山元(2013a) では5km³、鈴木(1990)では25km³と文献により異なった値が示されている。ここでは噴出量を25km³と設定した場合のパラメータを以下に示す。
- ・ 噴煙柱高度、拡散係数及びPlume Ratioについては、文献調査結果に基づきパラメータの幅を設定。
- ・ その他のパラメータについては、文献調査結果等に基づき設定。

設定噴火規模	パラメータ		単位	設定値	設定根拠等
赤城鹿沼テフラ (Ag-KP)	噴出量		kg	1.0 × 10 ¹³	噴出物の体積 (25km ³ : 鈴木 (1990)) × Ag-KPの密度 (400kg/m ³ : 実測値) より算出
	噴煙柱高度				P104参照
	噴煙柱分割高さ		m	約350m	萬年 (2013) より設定
	粒 径	最大	mm (Φ)	1,024 (-10)	Tephra2のconfigfileに示された珪長質噴火の一般値
		最小	mm (Φ)	1/1,024 (10)	Tephra2のconfigfileに示された珪長質噴火の一般値
		中央	mm (Φ)	1/32 (5.0)	Tephra2のconfigfileに示された事例に基づく推定値
		標準偏差	mm (Φ)	1/11.3 (3.5)	Tephra2のconfigfileに示された事例に基づく推定値
	岩片密度		t/m ³	2.6	Tephra2のconfigfileに示された一般値
	軽石粒子密度		t/m ³	1.0	Tephra2のconfigfileに示された一般値
	見かけの渦拡散係数		m ² /s	0.04	萬年 (2013) より設定
	拡散係数				P104参照
	Fall Time Threshold		s	3,600	萬年 (2013) より設定
	Plume Ratio				P104参照
	給 源	X (東距)	m	338,296	「日本の火山 (第3版)」 (中野ほか (2013)) より設定
		Y (北距)	m	4,047,614	
		標高	m	1,828	

[参考2] 降下火砕物シミュレーション（解析条件設定 噴煙柱高度, 拡散係数及びPlume Ratio）

噴煙柱高度, 拡散係数, Plume Ratioについては, 町田・新井（2011）及び萬年（2013）を参考にパラメータの幅を設定。

解析条件

パラメータ	単位	設定値	設定根拠
噴煙柱高度	km	25	町田・新井(2011)に基づき設定 ・同規模(VEI6)の一般値: >25km ・同規模噴火の事例 (Pinatubo1991年噴火): 35km
		30	
		35	
拡散係数 (K)	m ² /s	5,000	萬年(2013)に基づき設定 「Kの値は, 100から500くらいの値で計算させる。この範囲であれば, 結果はほとんど変わらないので神経質にならなくてよい。アイソパックが上手く再現できない場合は, 噴煙の傘型領域からの落下が卓越していると考えられる。その場合, Kがおそらく数千とか数万とかいった値でようやく再現できる。」
		10,000	
		50,000	
Plume Ratio	-	0.1	萬年(2013)に基づき設定 「0の時は全噴煙から粒子が放出され, 1の時は放出する区間がなくなる。」
		0.5	

再現解析ケース一覧表

ケース		噴煙柱高度 (km)			拡散係数 (m ² /s)			Plume Ratio	
		25	30	35	5,000	10,000	50,000	0.1	0.5
1	KP_PH25_DC5k_PR01	○			○			○	
2	KP_PH25_DC5k_PR05	○			○				○
3	KP_PH25_DC10k_PR01	○				○		○	
4	KP_PH25_DC10k_PR05	○				○			○
5	KP_PH25_DC50k_PR01	○					○	○	
6	KP_PH25_DC50k_PR05	○					○		○
7	KP_PH30_DC5k_PR01		○		○			○	
8	KP_PH30_DC5k_PR05		○		○				○
9	KP_PH30_DC10k_PR01		○			○		○	
10	KP_PH30_DC10k_PR05		○			○			○
11	KP_PH30_DC50k_PR01		○				○	○	
12	KP_PH30_DC50k_PR05		○				○		○
13	KP_PH35_DC5k_PR01			○	○			○	
14	KP_PH35_DC5k_PR05			○	○				○
15	KP_PH35_DC10k_PR01			○		○		○	
16	KP_PH35_DC10k_PR05			○		○			○
17	KP_PH35_DC50k_PR01			○			○	○	
18	KP_PH35_DC50k_PR05			○			○		○

VEI	1	2	3	4	5	6	7	8
噴出物総体積 (km ³)	0.0001	0.001	0.01	0.1	1	10	100	1000~
噴煙柱高度 (km)	0.001	0.01	0.1	1	10	100	1000	
噴煙柱高度 (km)	0.1~1	1~5	3~15	10~25	>25			

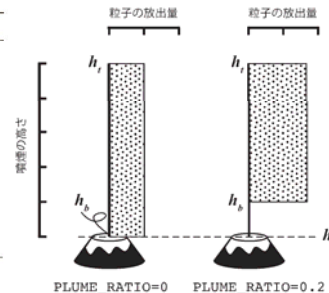
小噴火 中噴火 大噴火 巨大噴火 破局的噴火

爆発的噴火

テフロクロノジーに利用

高頻度 低頻度

町田・新井(2011)に一部加筆



萬年(2013)

[参考2] 降下火砕物シミュレーション（風向・風速データ）

- ・ 気象庁では、気象観測用ゾンデ（ラジオゾンデ）を用いて、地上から高度約30km間での大気の状態を1日2回（9時、21時）観測している。
- ・ 敷地に最も近い高層気象台（館野）の観測記録（1981年～2010年の平年値）をシミュレーション解析に用いた。

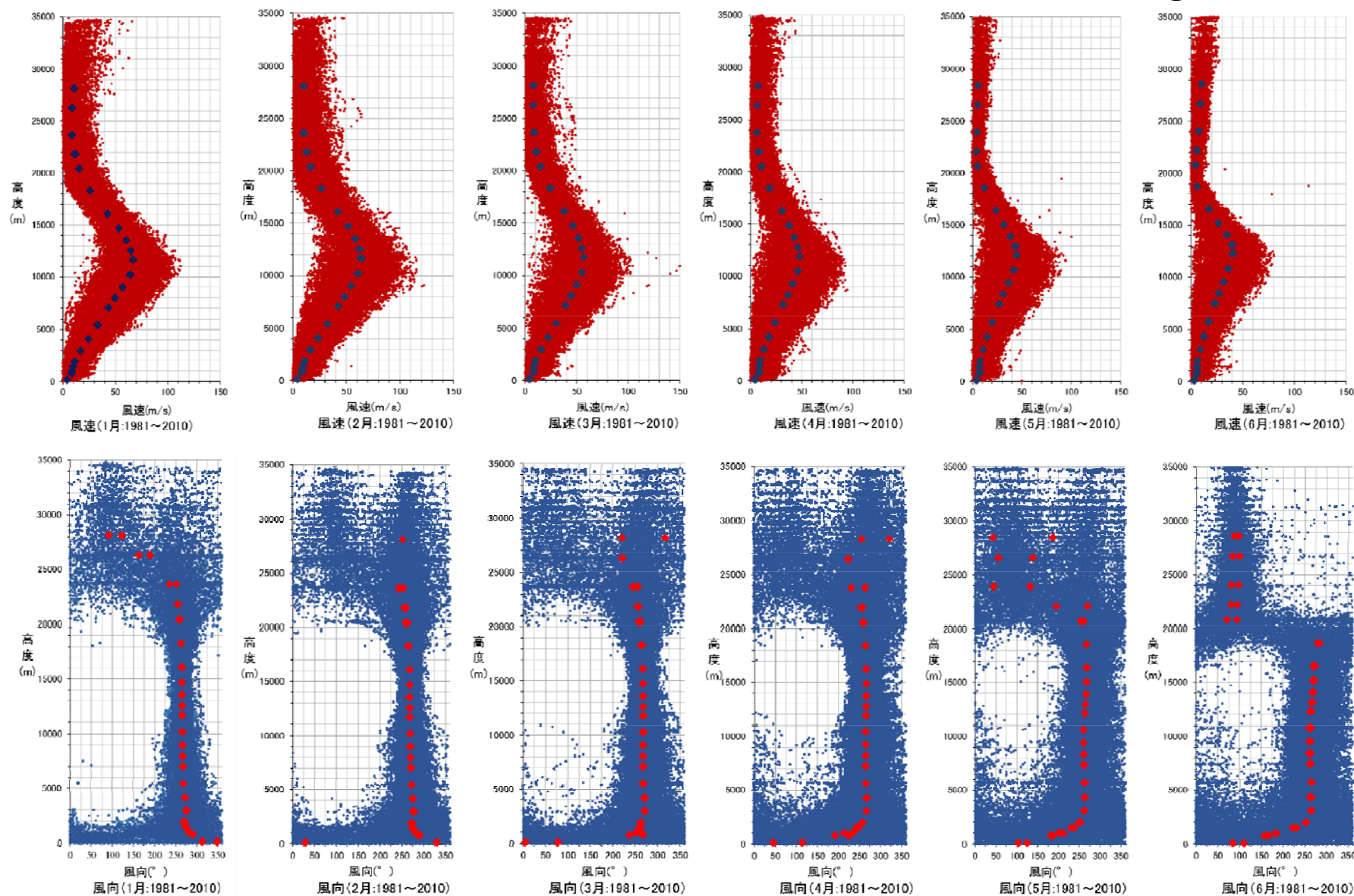


気象庁HP

http://www.jma-net.go.jp/kousou/obs_second_div/sonde/sonde04.html（2016.1.25取得）に一部加筆

[参考2] 降下火砕物シミュレーション

(風向・風速データ 定時観測値及び平年値の鉛直分布①: 1月～6月)



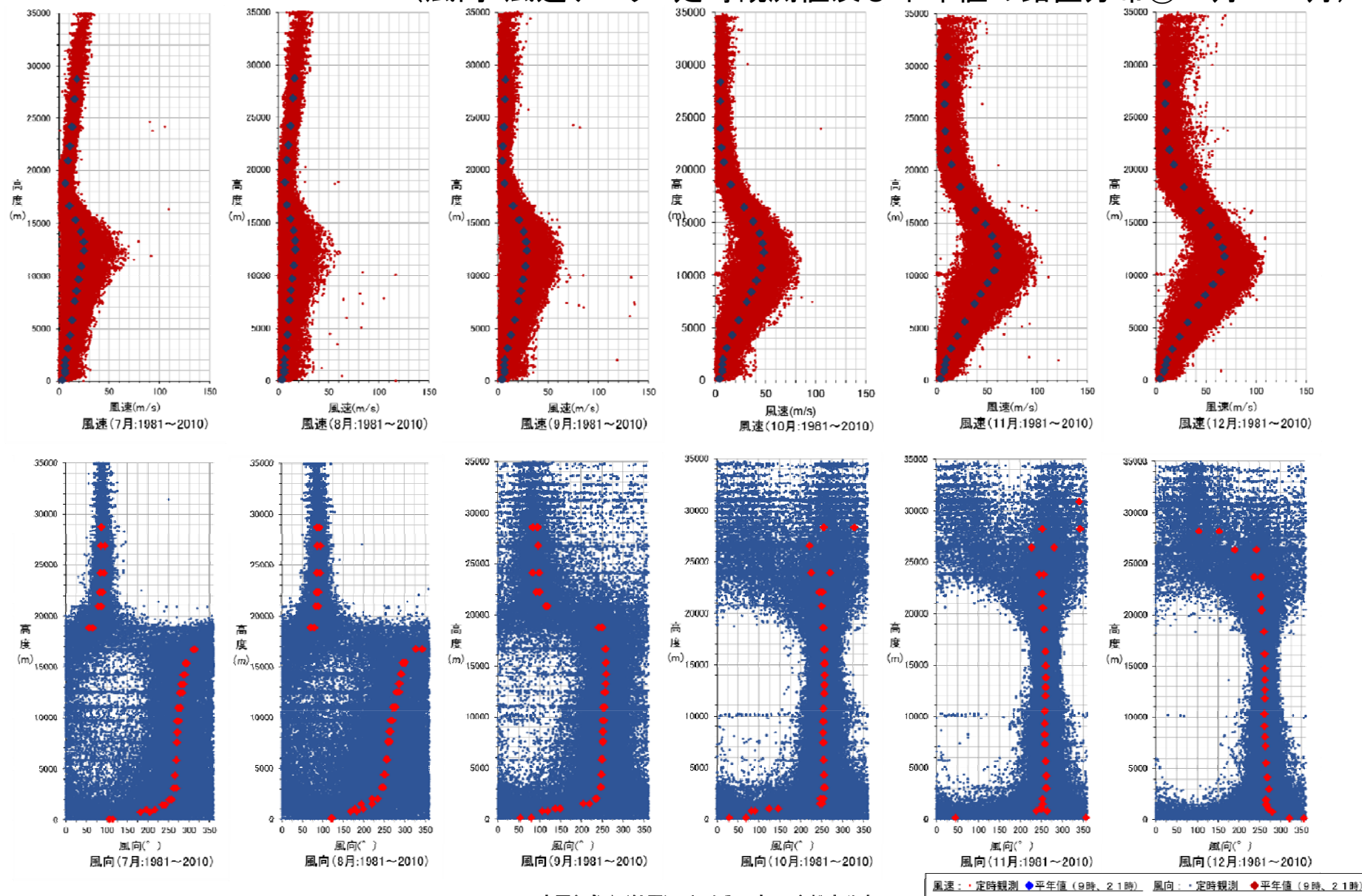
高層気象台(館野)における風速・風向鉛直分布

風速: 定時観測 (9時、21時) 平年値 (9時、21時) 風向: 定時観測 (9時、21時) 平年値 (9時、21時)

平年値: <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/upper/>, 定時観測データ <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html> (2015年6月28日ダウンロード)

[参考2] 降下火砕物シミュレーション

(風向・風速データ 定時観測値及び平年値の鉛直分布②:7月～12月)



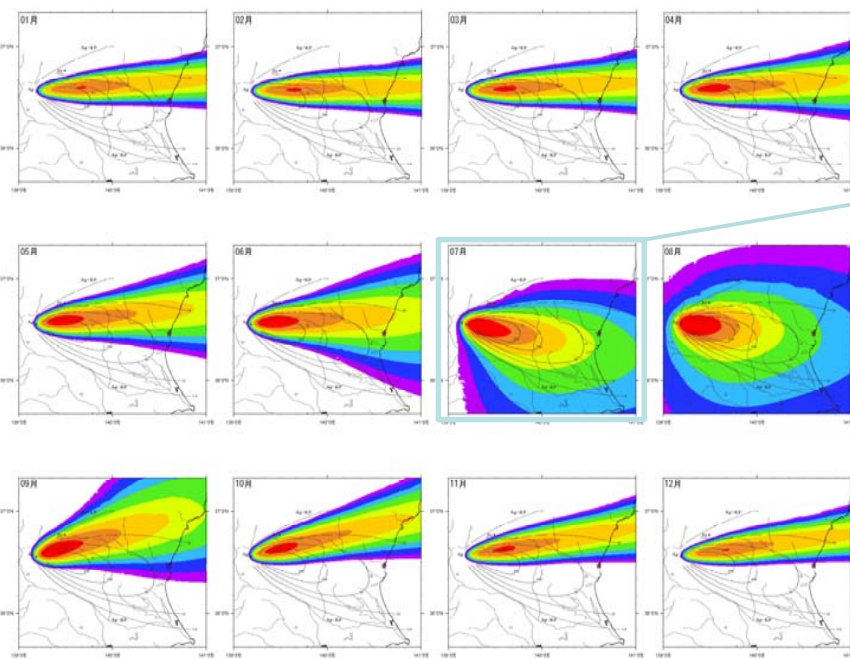
高層気象台(館野)における風速・風向鉛直分布

平年値: <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/upper/>, 定時観測データ <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html> (2015年6月28日ダウンロード)

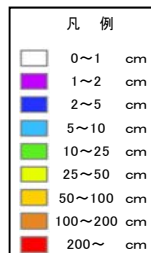
[参考2] 降下火砕物シミュレーション（再現解析 概要）

- ・再現解析を以下の手順で実施した。
 - ①風向・風速の月別平年値を使用した解析を実施。
 - ②実際の分布の主軸に向けた風向で月別平年値の風速を用いて再解析を実施。
- ・良好な再現性が得られたケースについて、敷地での層厚を確認。

①風向・風速の月別平年値を用いた解析

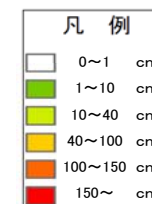
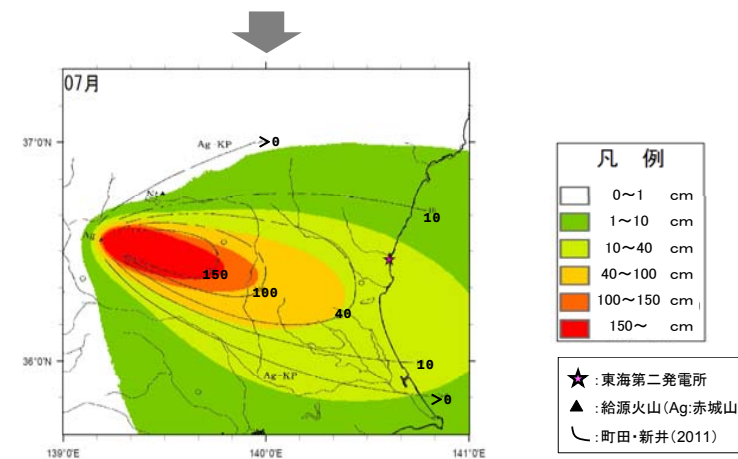
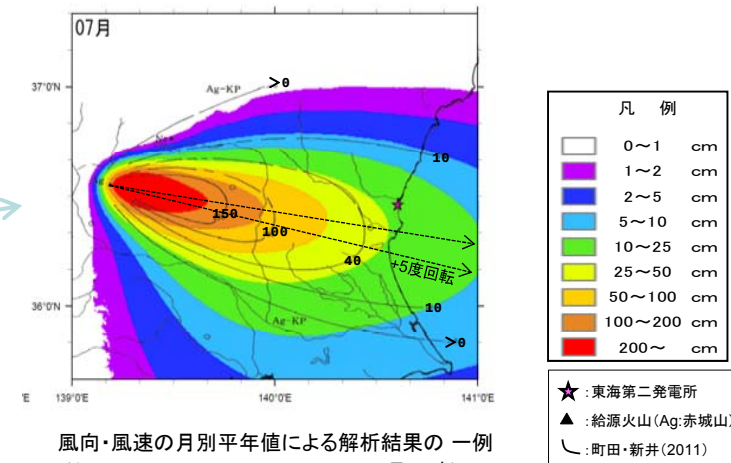


月別平年値による解析結果 一例
(ケース16: KP_PH35_DC10k_PR05: 1月~12月, 21時)



★: 東海第二発電所
▲: 給源火山 (Ag: 赤城山)
└: 町田・新井 (2011)

②実際の分布の主軸に向けた風向で月別平年値の風速を用いて再解析

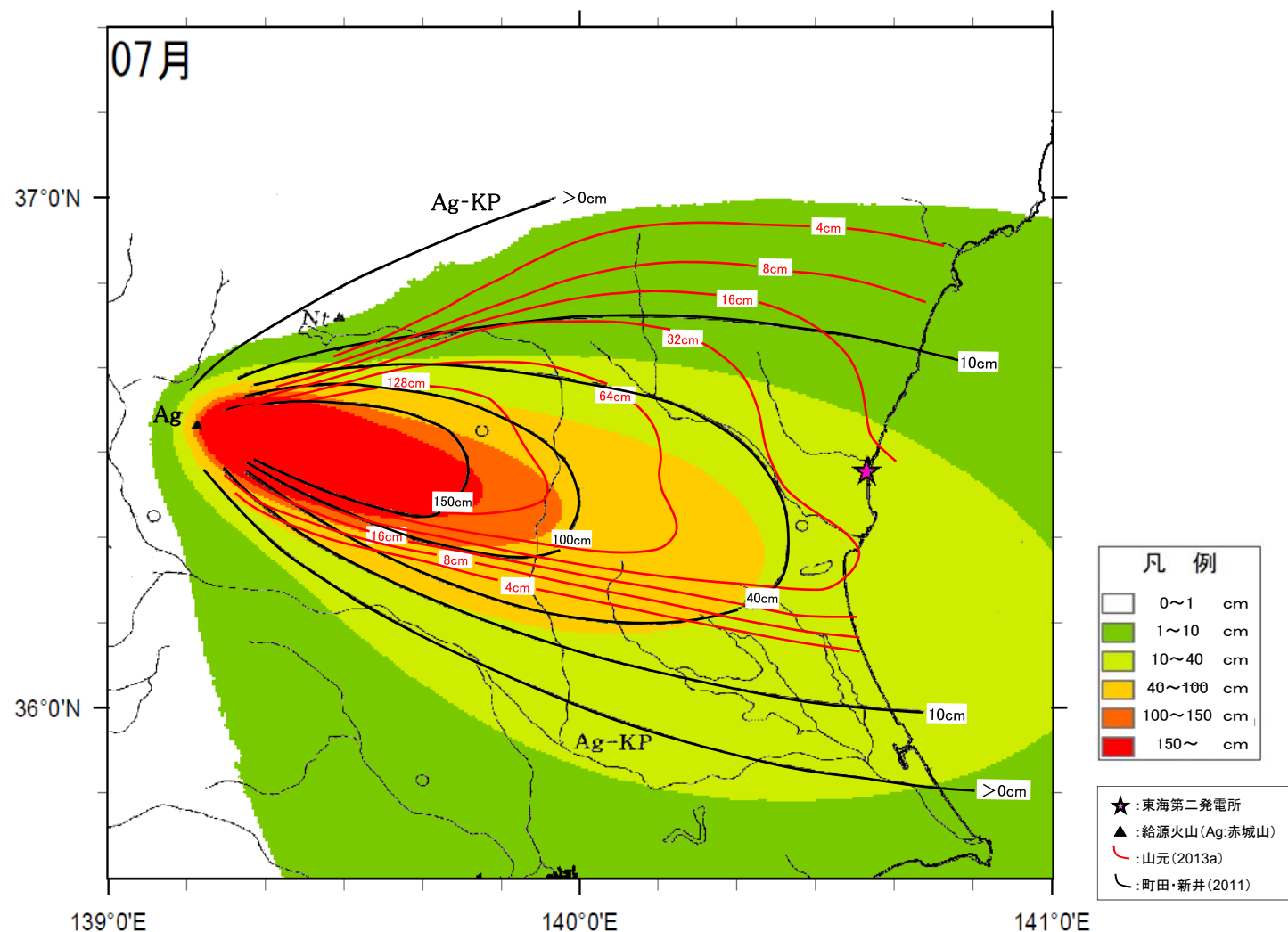


★: 東海第二発電所
▲: 給源火山 (Ag: 赤城山)
└: 町田・新井 (2011)

[参考2] 降下火砕物シミュレーション（再現解析 結果）

・ 降下火砕物の層厚については、下記の条件において良好な再現性が得られており、敷地での層厚は約16cmであった。

ケース名	風速	噴煙柱高度 (km)	拡散係数 (m ² /s)	Plume Ratio
16 KP_PH35_DC10k_PR05	7月21時	35	10,000	0.5



再現解析結果と町田・新井（2011）及び山元（2013a）の赤城鹿沼テフラの等層厚線図の重ね合わせ

[参考3] Tephra2のバグに関する報告（経緯と修正箇所）

- 日本火山学会2016年秋季大会(2016年10月13日～15日)のポスターセッションにおいて、大阪大学の佐伯准教授が「Tephra2」の解析コードの粒子の落下速度の式に一部バグがあることを発表。
- この指摘を受け、当社においても「Tephra2」の解析コードを確認したところ、同准教授が指摘したバグがあることを確認。このバグを修正し解析を行った。

◆バグの概要

給源直上から放出される火山灰粒子の落下速度は、粒子が落下する慣性力と大気の粘性力の比から求まる粒子のレイノルズ係数に応じて、以下に示す原理式を用いて算出している。今回、この原理式に基づく解析コードの一部にバグが確認された。

◆粒子の落下速度 (V_t) の原理式

粒子の落下速度 (V_t) の計算式

$$V_t = \frac{gd^2(\rho_p - \rho_a)}{18\mu} \quad R_e < 6$$
$$V_t = \left[\frac{4g^2d^3(\rho_p - \rho_a)^2}{225\mu\rho_a} \right]^{1/3} \quad 6 \leq R_e < 500$$
$$V_t = \left[\frac{3.1gd(\rho_p - \rho_a)}{\rho_a} \right]^{1/2} \quad 500 \leq R_e$$

$$R_e = \frac{d\rho_a V_t}{\mu} \quad \text{粒子レイノルズ数} \quad g : \text{重力加速度} \quad d : \text{粒径}$$

ρ_p : 粒子密度 ρ_a : 大気密度 μ : 大気の粘性

◆当社使用の「Tephra2」の解析コードの入手先

南フロリダ大学HPより2014年1月8日にダウンロード ※萬年(2013)において、「Tephra2」の解説がなされており、その中でダウンロード先として紹介されている。(http://www.cas.usf.edu/~cconnor/vg@usf/tephra.html/)

◆原理式に基づく解析コードの修正箇所

○バグ修正前

```
temp1 = GRAV_SQRD_x_4 * part_density * part_density / AIR_VISCOSITY x 225 * rho;  
vti = ashdiam * pow(temp1, ONE_THIRD);
```

○バグ修正後

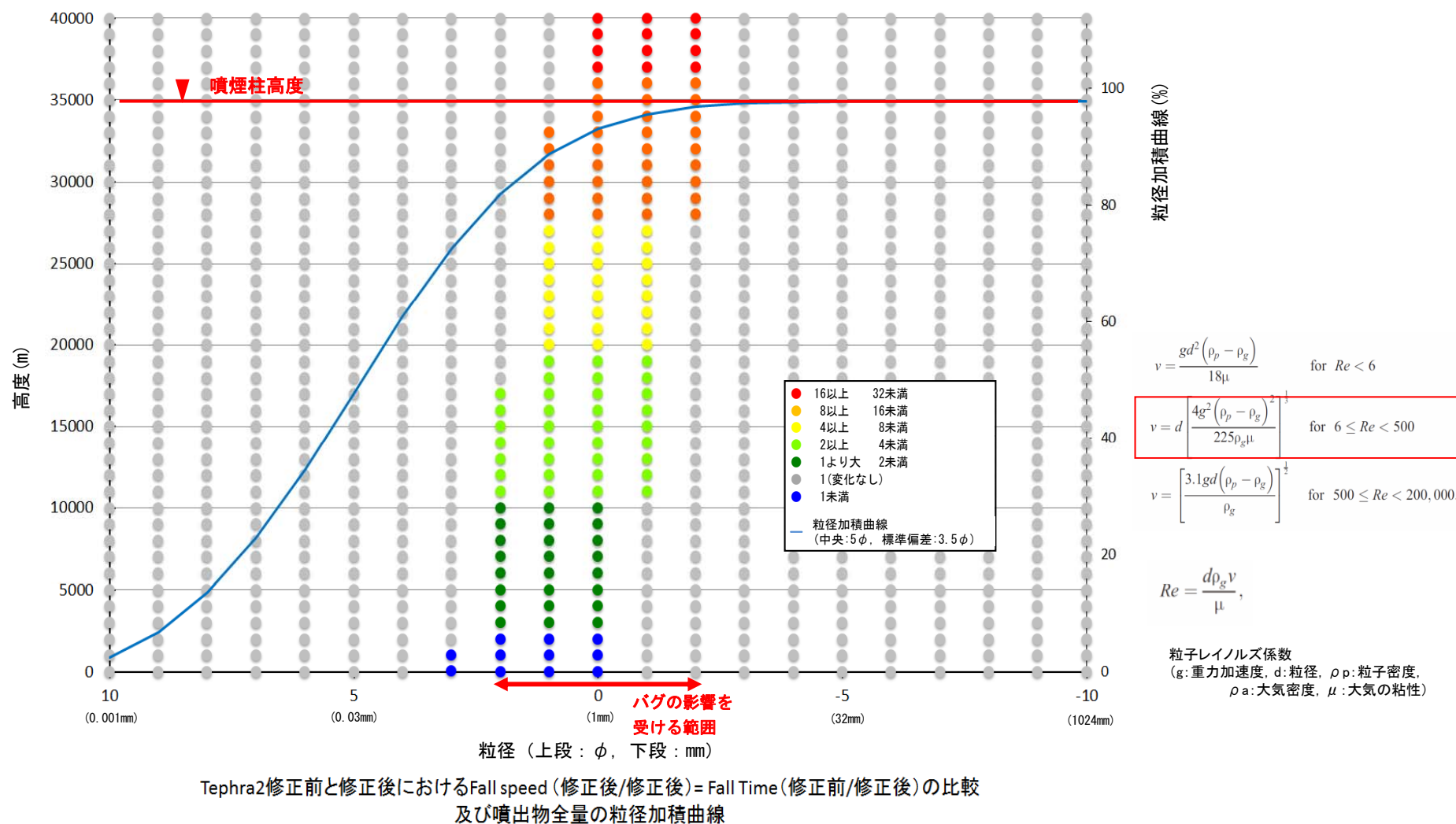
```
temp1 = GRAV_SQRD_x_4 * part_density * part_density / AIR_VISCOSITY x 225 / rho;  
vti = ashdiam * pow(temp1, ONE_THIRD);
```

バグ

修正

[参考3] Tephra2のバグに関する報告（バグ修正に伴う計算上の影響）

- ・ バグはレイノルズ数が $6 \leq Re < 500$ となる条件の場合の計算式のみにあったため、粒径及び高度により、バグの影響を受けるものと受けないものがある。
- ・ 着色部（青色除く）の条件下において降下速度が速まり、バグの修正前に比べ、より給源近傍に堆積しやすい解析結果になると考えられる。
- ・ また、当社の赤城鹿沼テフラの噴煙柱高度35,000mでは、主に $2\phi \sim 2\phi$ (0.25mm~4mm)の粒径の降下速度に変化が生じる。



[参考3] Tephra2のバグに関する報告

(当社使用のTephra2と産総研のHP上でのTephra2の解析条件の差異①)

当社使用のTephra2の解析条件

想定噴火規模	パラメータ		単位	設定値
赤城鹿沼テフラ (Ag-KP)	噴出量		kg	1.0×10^{13}
	噴煙柱高度		m	35,000
	噴煙柱分割高さ		m	約100
	粒径	最大	mm (Φ)	1,024 (-10)
		最小	mm (Φ)	1/1,024 (10)
		中央	mm (Φ)	1/32 (5.0)
		標準偏差	mm (Φ)	1/11.3 (3.5)
	岩片密度		t/m ³	2.6
	軽石粒子密度		t/m ³	1.0
	見かけの渦拡散係数		m ² /s	0.04
	拡散係数		m ² /s	10,000
	Fall Time Threshold		s	3,600
	Plume Ratio		-	0.5
	給源	X (東距)	m	338,296
		Y (北距)	m	4,047,614
		標高	m	1,828

標高データ:

数値地図 50mを
解析用に500mメッシュに変換

(参考)産総研のHP上でのTephra2の解析条件

想定噴火規模	パラメータ		単位	設定値
赤城鹿沼テフラ (Ag-KP)	噴出量		kg	1.0×10^{13}
	噴煙柱高度		m	35,000
	噴煙柱分割高さ		m	約100
	粒径	最大	mm (Φ)	1,024 (-10)
		最小	mm (Φ)	1/1,024 (10)
		中央	mm (Φ)	1/32 (5.0)
		標準偏差	mm (Φ)	1/11.3 (3.5)
	岩片密度		t/m ³	2.6
	軽石粒子密度		t/m ³	1.0
	見かけの渦拡散係数		m ² /s	0.04
	拡散係数		m ² /s	10,000
	Fall Time Threshold		s	3,600
	Plume Ratio		-	0.5
	給源	X (東距)	m	338,300.3
		Y (北距)	m	4,047,615.9
		標高	m	1,813

標高データ:

数値地図 100m



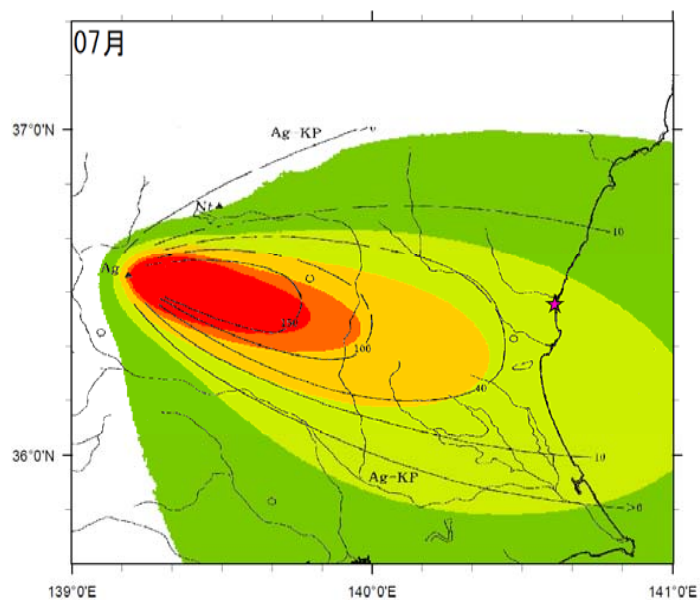
緯度経度の数値を手入力できず、
地図上でクリックして座標を指定
するため、全く同じ座標とならない。

[参考3] Tephra2のバグに関する報告

(当社使用のTephra2と産総研のHP上でのTephra2の解析条件の差異②)

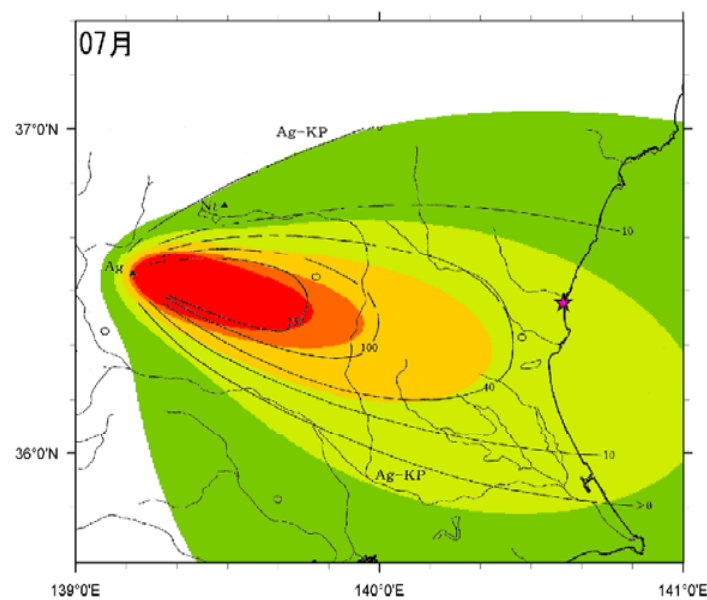
- 当社使用のTephra2と、参考として実施した産総研のHP上でのTephra2の解析結果は、その分布傾向も概ね類似している。

当社使用のTephra2の解析結果



敷地での層厚: 約16cm

産総研のHP上でのTephra2の解析※



敷地での層厚: 約17cm

凡 例	
	0~1 cm
	1~10 cm
	10~40 cm
	40~100 cm
	100~150 cm
	150~ cm

★ : 東海第二発電所
 ▲ : 給源火山 (Ag: 赤城山)
 〰 : 町田・新井(2011)

※国立研究開発法人 産業技術総合研究所HP(G-EVER 火山災害予測支援システム)にて公開しているTephra2(産総研によりバグ修正済)による確認結果
<http://volcano.g-eve1.org/vhazard/HazardAssessment/>

[参考4] 広域テフラの分布①

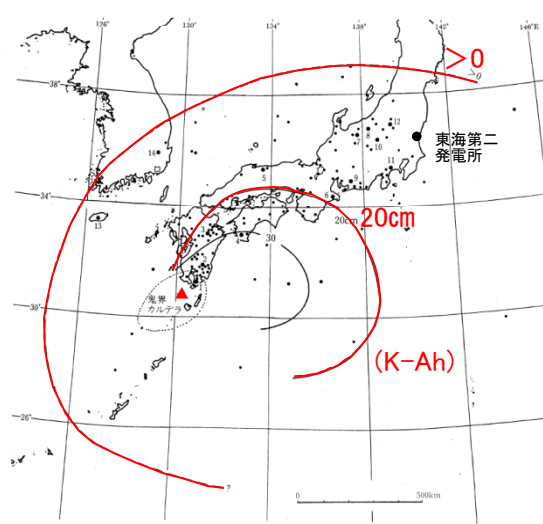


図 2.1-2 鬼界アカホヤ火山灰 (K-Ah) の等層厚線図と主な産出地点。
点線内は火砕流堆積物 (K-Ky) の分布範囲を示す。

鬼界アカホヤテフラの分布
(町田・新井(2011))

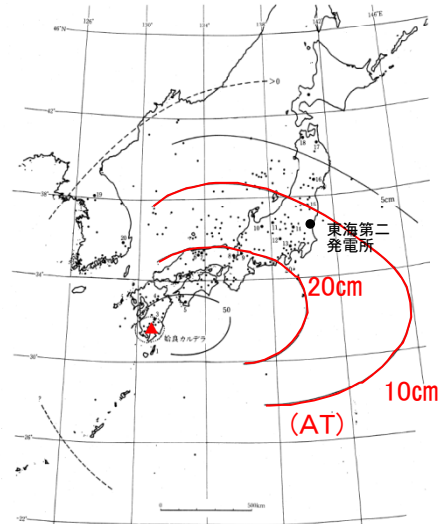


図 2.1-6 始良 Tn 火山灰 (AT) の等層厚線図と主な産出地点。
点線内は火砕流堆積物 (A-Tho) の分布範囲を示す。

始良 Tn テフラの分布
(町田・新井(2011))

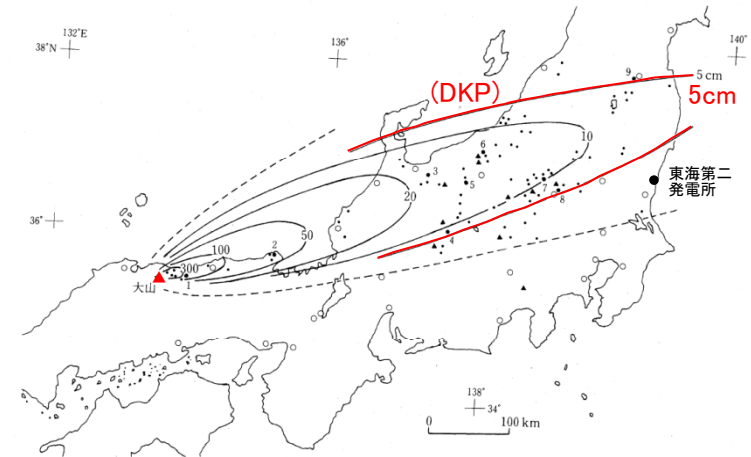


図 2.2-2 大山倉吉テフラ (DKP) の等層厚線図と主な産出地点。

大山倉吉テフラの分布
(町田・新井(2011))

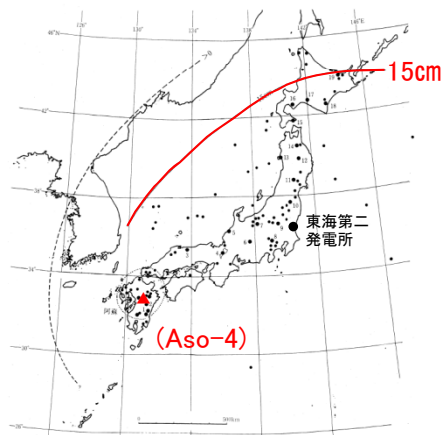


図 2.1-11 阿蘇 4 火山灰 (Aso-4) の等層厚線図と主な産出地点。
点線内は阿蘇 4 火砕流堆積物 (Aso-4 (pf)) の分布範囲を示す。

阿蘇 4 テフラの分布
(町田・新井(2011))

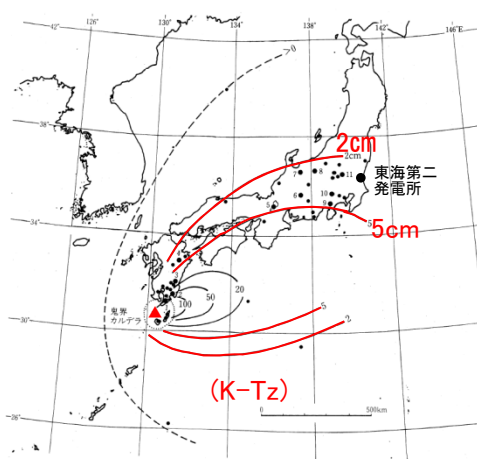


図 2.1-12 鬼界葛原火山灰 (K-Tz) の等層厚線図と主な産出地点。

鬼界葛原テフラの分布
(町田・新井(2011))



図 2.1-15 阿蘇 3 テフラ (Aso-3) と阿蘇 3 テフラ (Aso-3) の分布と主な産出地点。
● Aso-3, ▲ Aso-3, 点線内は火砕流堆積物 (Aso-3 (pf)) の分布範囲を示す。左上の図は小野・渡辺 (1983) に加筆。

阿蘇 3 テフラの分布
(町田・新井(2011))

[参考4] 広域テフラの分布②

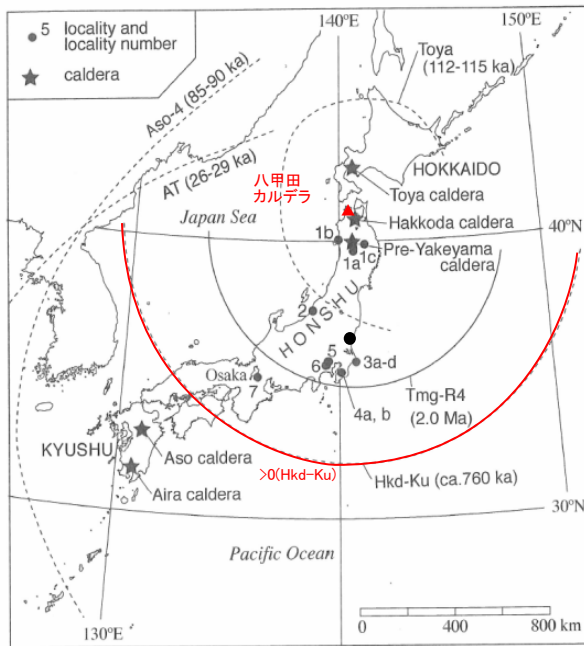
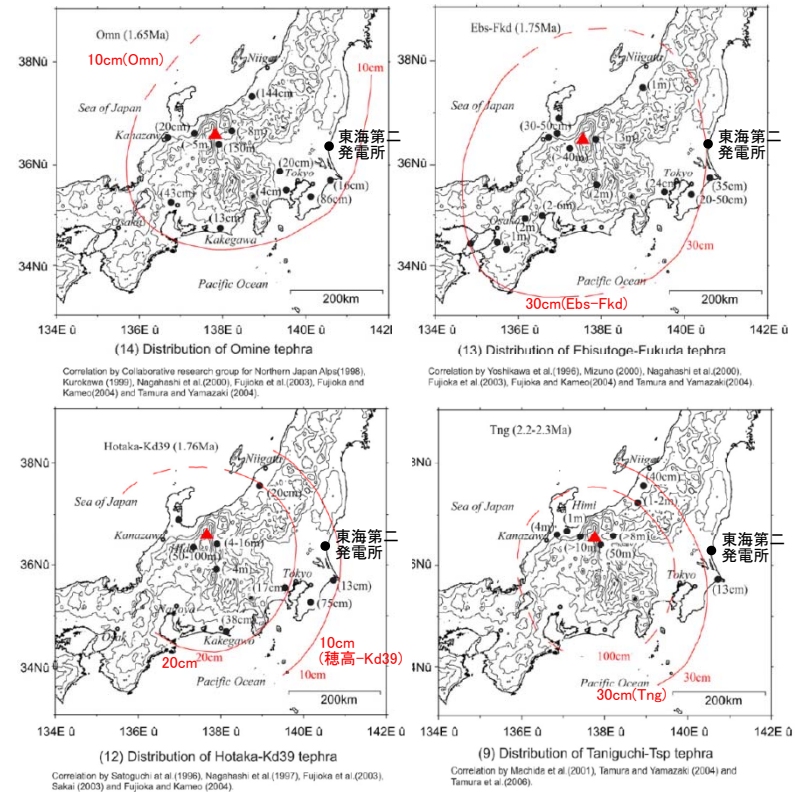


Fig. 1. Map of the Japanese islands and their surrounding area showing distributions of Tmg-R4 (solid line) and four widespread tephras (broken lines): Toya (112-115 ka), Aso-4 (85-90 ka), AT (26-29 ka) and Hkd-Ku (760 ka) Tephras (modified from Suzuki *et al.*, 2005). Distributions of Toya, Aso-4 and AT are taken from Machida and Arai (2003).

八甲田1テフラの分布
(鈴木・中山(2007))



大峰テフラ, 恵比寿峠福田テフラ,
丹生川テフラ, 谷口テフラの分布
(Tamura *et al.* (2008))

〔参考5〕 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出（申請時からの変更点）（1／2）

活動年代は、中野ほか(2013)も含め、それ以降に公表された第四紀火山に関するデータを収集・整理した「第四紀噴火・貫入岩体データベース」(西来ほか(2016))を基本にして評価した。

No.	火山名※1	敷地からの 距離 (km)	火山の形式※2	活動年代 (千年前)	全活動期間 (千年)	最後の活動からの 期間 (千年前)	原子力発電所に影響を及ぼし得る火山 (13火山)	
							完新世に活動 を行った火山 (11火山)	将来の活動可能性が 否定できない火山 (2火山)
1	高原山	88	複成火山, 溶岩ドーム	300 ~	300	6.5	○	-
2	塩原カルデラ	90	カルデラ火砕流	350 ~ 300	50	300	×	×
3	那須岳	93	複成火山	500 ~	500	AD1963	○	-
4	塔のへつりカルデラ群	99	カルデラ火砕流, 溶岩ドーム	1400 ~ 1100 1000*1	300 400	1100 1000	×	×
5	二岐山	104	複成火山, 溶岩ドーム	140 ~ 90	50	90	×	×
6	男体・女峰火山群	105	複成火山, 溶岩ドーム	900 ~	900	7	○	-
7	会津布引山	109	複成火山	1400	—	1400	×	×
8	根名草山	116	溶岩ドーム	300	—	300	×	×
9	日光白根山	116	溶岩流及び 小型楕状火山, 溶岩ドーム	20 ~	20	AD1890	○	-
10	皇海山	116	複成火山	1600 ~ 900	700	900	×	×
11	錫ヶ岳	117	複成火山?	2700 ~ 2000 2100*1	700 600	2000 2100	×	×
12	桧和田カルデラ	118	カルデラ火砕流, 溶岩ドーム	3000 ~ 2600	400	2600	×	×
13	鬼怒沼	120	溶岩流, 火砕流	240 ~ 200 240*1	40 —	200 240	×	×
14	四郎岳	122	複成火山?	2500 ~ 2200 2200*1	300 —	2200 2200	×	×
15	沼上山	124	複成火山	1100	—	1100	×	×
16	赤城山	127	複成火山-カルデラ, 溶岩ドーム	300 ~	300	AD1251	○	-

※1, 2 火山名, 火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

・申請時の評価から変更あるものについては下段赤字で記載。
*1 西来ほか(2016)

○:該当する ×:該当しない
—:検討対象外

〔参考5〕 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出（申請時からの変更点）（2／2）

No.	火山名※1	敷地からの 距離 (km)	火山の形式※2	活動年代※3 (千年前)	全活動期間 (千年)	最後の活動からの 期間 (千年前)	原子力発電所に影響を及ぼし得る火山 (13火山)	
							完新世に活動 を行った火山 (11火山)	将来の活動可能性が 否定できない火山 (2火山)
17	博士山	127	複成火山	2800 ～ 2500	300	2500	×	×
18	燧ヶ岳	130	複成火山	160 ～	160	AD1544	○	－
19	アヤマ平	131	複成火山	1600	－	1600	×	×
20	安達太良山	133	複成火山, 溶岩ドーム	550 ～	550	AD1900	○	－
21	笹森山	133	複成火山？	3700 ～ 2200 1800*1	1500 1900	2200 1800	×	×
22	磐梯山	135	複成火山	700 ～	700	AD1888	○	×
23	上州武尊山	137	複成火山	1200 ～ 1000	200	1000	×	×
24	猫魔ヶ岳	137	複成火山	1000 ～ 800 1430*2 400*2	200 1030	800 400	×	×*4
25	砂子原カルデラ	137	カルデラ, 溶岩ドーム	290 ～ 220	70	220	×	×
26	奈良俣カルデラ	142	カルデラー火砕流	2100	－	2100	×	×
27	沼沢	143	溶岩ドーム, カルデラ	110 ～	110	5.4	○	－
28	子持山	145	複成火山, 溶岩ドーム	900 ～ 200	700	200	×	○
29	吾妻山	147	複成火山, 溶岩流及び 小型楕状火山, 火砕丘	1300 ～	1300	AD1977	○	－
30	小野子山	150	複成火山	1300 ～ 1200	100	1200	×	×
31	浅草岳	156	複成火山	1600 1700*3 ～ 1500*3	－ 200	1600 1500	×	×
32	榛名山	157	複成火山ーカルデラ, 溶岩ドーム, 火砕丘	500 ～	500	AD560-620 (6世紀後半～ 7世紀初頭)	○	－

※1, 2 火山名, 火山の形式は中野ほか(2013)に基づく。

・申請時の評価から変更あるものについては下段赤字で記載。

*1 山元(2015)

*2 三村(2002)

*3 西来ほか(2016)

*4 最後の活動からの経過期間が活動期間中の最大休止期間よりも長いとみなせる火山として評価した。

○:該当する ×:該当しない

－:検討対象外

余白