

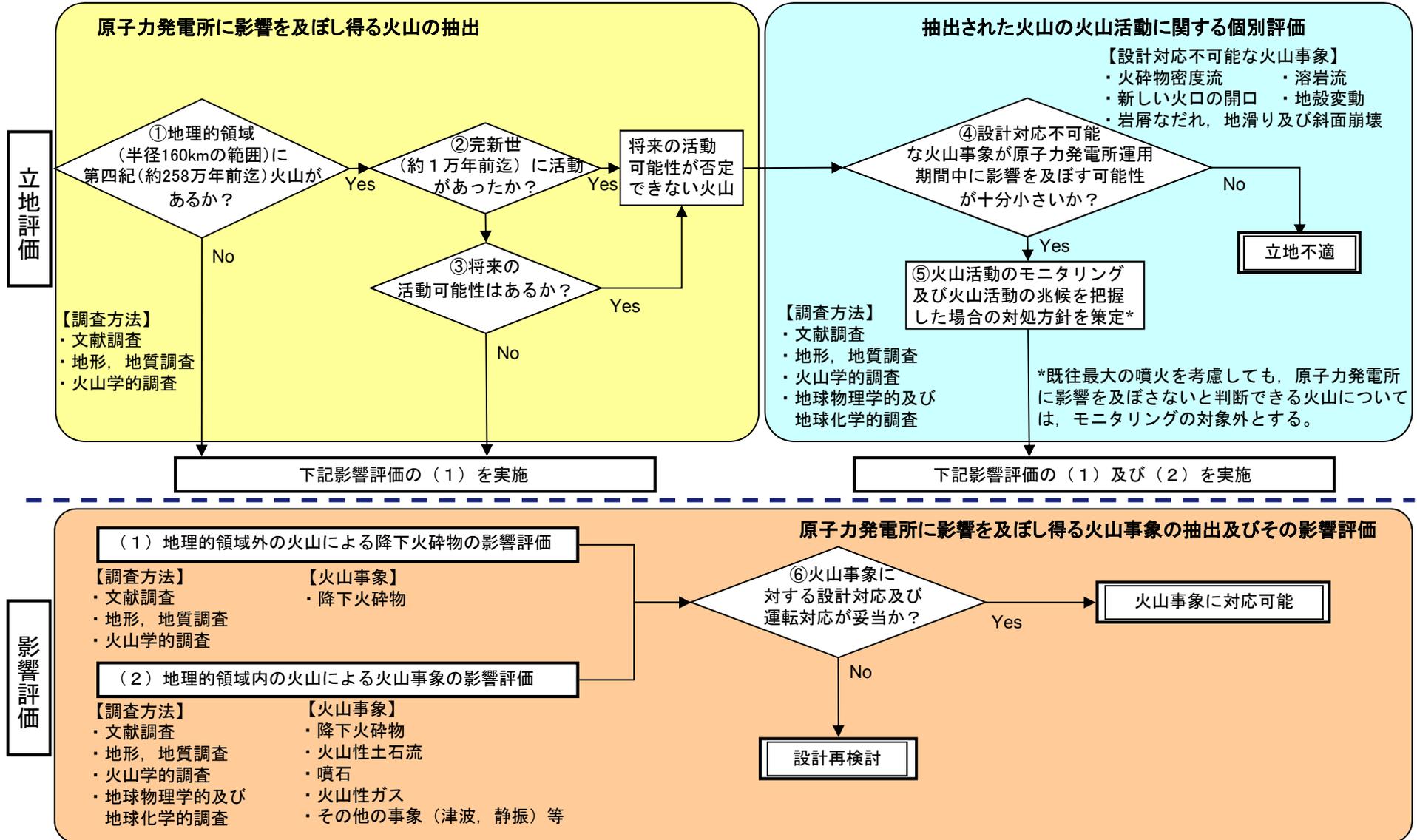
島根原子力発電所 火山影響評価について

平成27年6月12日
中国電力株式会社

1. 調査内容	P2
2. 敷地に影響を及ぼす可能性のある火山の抽出	P5
3. 将来の活動性評価	P9
4. 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価	P14
5. 火山事象の影響評価	P27
5. 1 地理的領域内の火山による火山事象の評価	P27
5. 2 降下火砕物の影響評価	P32
(1) 地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価	P32
(2) 地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価	P77
(3) 敷地において考慮する降下火砕物の層厚	P93
(4) 降下火砕物の密度・粒径	P95

1. 調査内容

2. 敷地に影響を及ぼす可能性のある火山の抽出
3. 将来の活動性評価
4. 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価
5. 火山事象の影響評価
 5. 1 地理的領域内の火山による火山事象の評価
 5. 2 降下火砕物の影響評価
 - (1) 地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
 - (2) 地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価
 - (3) 敷地において考慮する降下火砕物の層厚
 - (4) 降下火砕物の密度・粒径



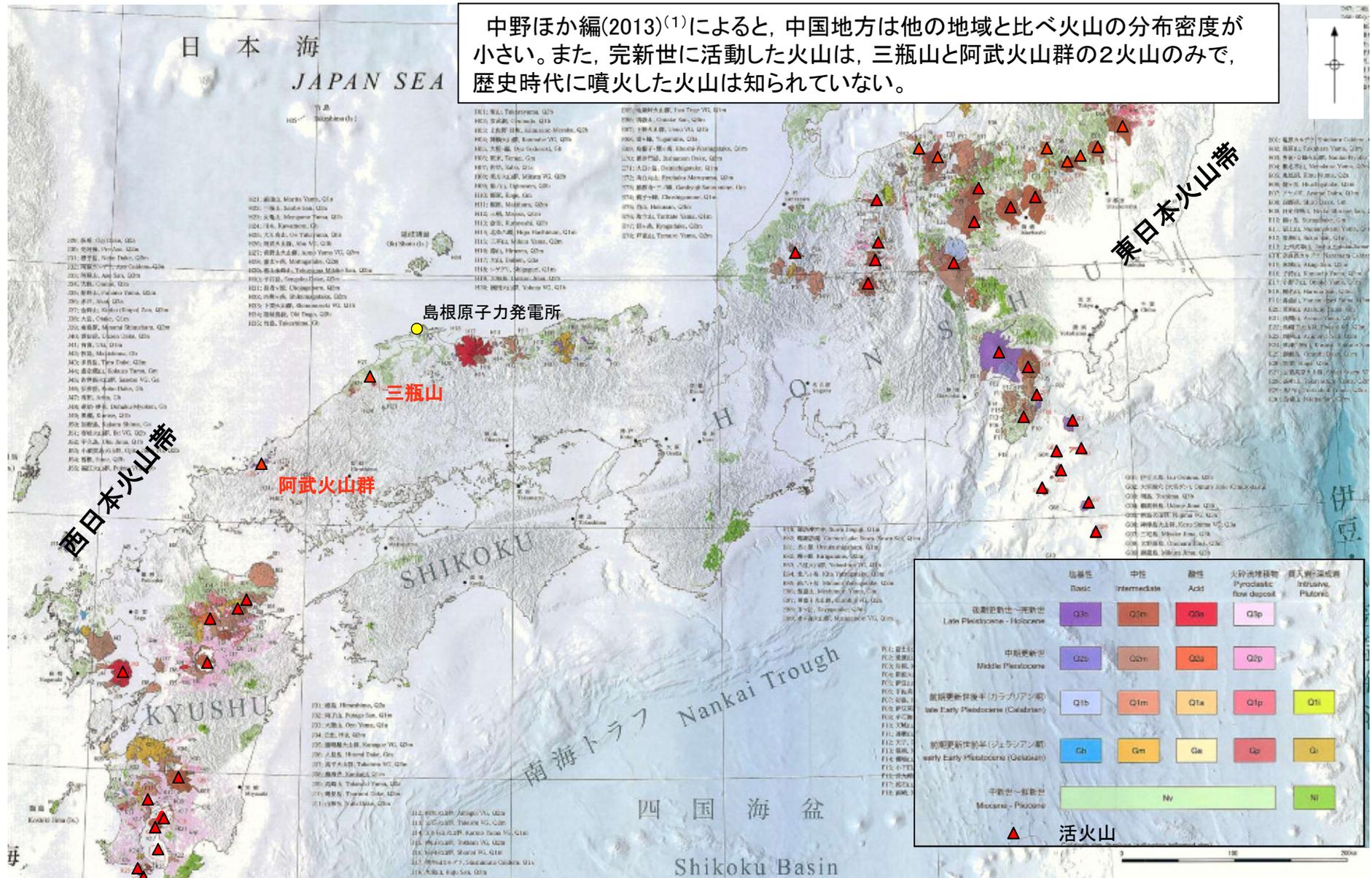
- ・敷地を中心とする半径160km以内の第四紀火山の活動時期，火山噴出物の分布等に係る文献調査，地質調査等により，敷地への火山事象の影響を評価した。
- ・降下火砕物(火山灰)については，半径160km以遠の第四紀火山も含めて敷地への影響を評価した。

火山事象の影響評価

火山現象	原子力発電所との位置関係				
	0～10km	10～50km	50～120km	120～160km	160km～
火山から発生する飛来物(噴石)	評価対象				
溶岩流	評価対象				
岩屑なだれ，地滑り及び斜面崩壊	評価対象				
火山性土石流，火山泥流及び洪水	評価対象				
火山ガス	評価対象				
火砕物密度流	評価対象				
降下火砕物	評価対象				
新しい火口の開口	評価対象				
地殻変動	評価対象				

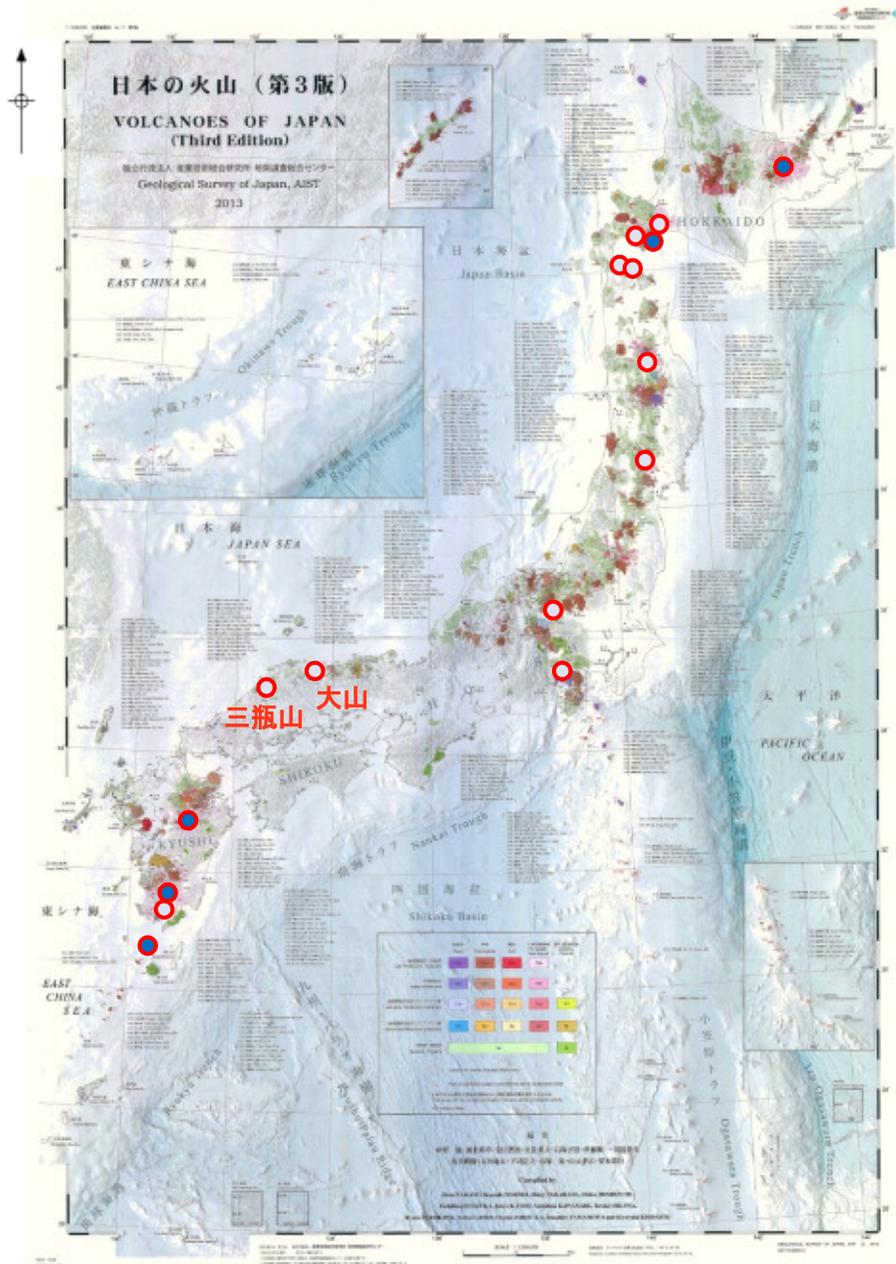
1. 調査内容
2. 敷地に影響を及ぼす可能性のある火山の抽出
3. 将来の活動性評価
4. 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価
5. 火山事象の影響評価
 - 5.1 地理的領域内の火山による火山事象の評価
 - 5.2 降下火砕物の影響評価
 - (1) 地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
 - (2) 地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価
 - (3) 敷地において考慮する降下火砕物の層厚
 - (4) 降下火砕物の密度・粒径

2. 敷地に影響を及ぼす可能性のある火山の抽出 中国地方の第四紀火山の特徴(活火山の分布)



中野ほか編(2013)より抜粋・加筆

2. 敷地に影響を及ぼす可能性のある火山の抽出 中国地方の第四紀火山の特徴(噴火規模)



- ・第四紀以降の日本におけるVEI6※(総噴出物量: 10 ~ 100km³)以上の噴火は, 主に北海道及び九州を中心に発生しており, 2回以上繰り返している火山が存在する。
- ・一方, 中国地方では, VEI6以上の噴火が発生している火山は大山, 三瓶山のみである。

※ 火山爆発度指数(補足説明参照)

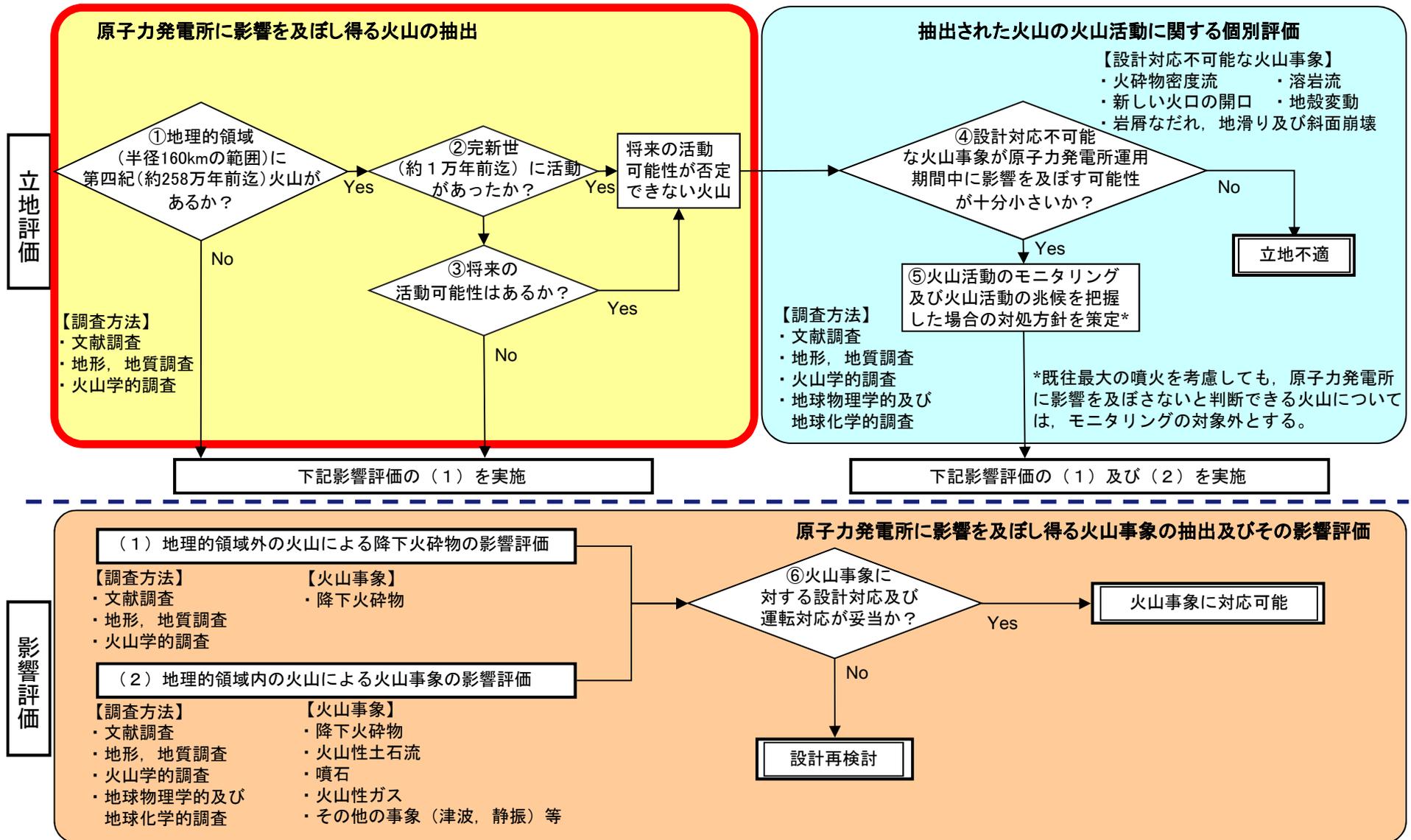
凡例

- 第四紀にVEI6(総噴出物量10~100km³)以上の噴火を起こしている火山
- VEI6以上の噴火回数
 - 2回以上
 - 1回

(須藤ほか(2007)⁽²⁾をもとに集計, 同一テフラで複数の値がある場合は, 出典となる文献の等層厚線図の精度等から一方を選択した。)

中野ほか編(2013)を引用・加筆

1. 調査内容
2. 敷地に影響を及ぼす可能性のある火山の抽出
3. 将来の活動性評価
4. 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価
5. 火山事象の影響評価
 - 5.1 地理的領域内の火山による火山事象の評価
 - 5.2 降下火砕物の影響評価
 - (1) 地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
 - (2) 地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価
 - (3) 敷地において考慮する降下火砕物の層厚
 - (4) 降下火砕物の密度・粒径



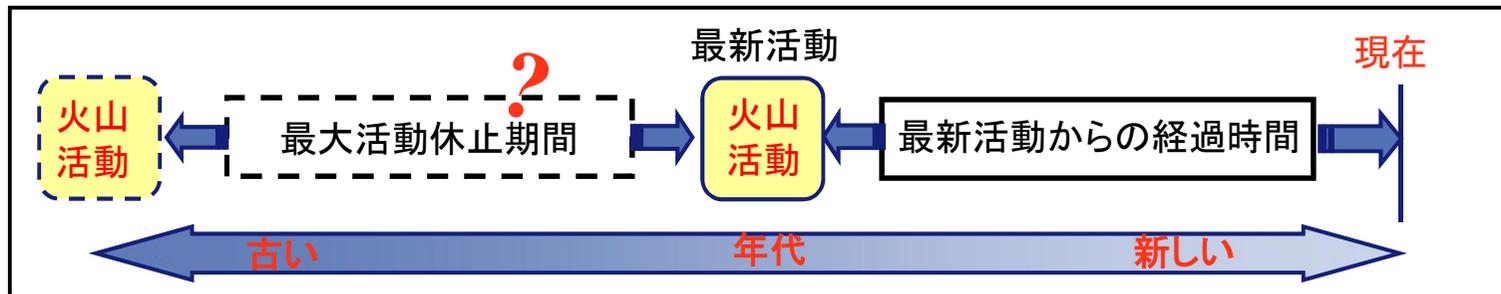
3. 将来の活動性評価 評価方法

以下の条件に1つでも該当する火山を、**将来の活動可能性を否定できない火山**として評価した。

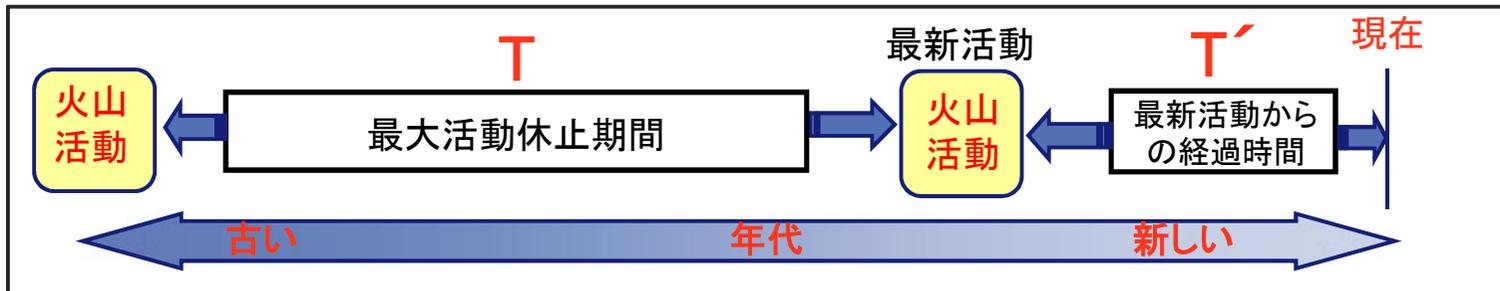
A: 完新世に活動があった火山(活火山)



B: 最大活動休止期間が不明な火山(単成火山を含む)



C: 最新活動からの経過時間が、最大活動休止期間よりも短い火山 ($T > T'$)



将来の活動可能性を否定できない火山の抽出フロー

敷地を中心とする半径160km以内の
第四紀火山の抽出※1

26火山を抽出

近接する火山で一連の火山活動とみなせるものについては統合して評価※2

21火山に整理

完新世(約1万年前以降)に活動があったか?

YES

A: 完新世(約1万年前)に活動があった火山

1火山

NO 20火山

最大活動休止期間が不明か?

YES

B: 最大活動休止期間が不明な火山(単成火山を含む)

10火山

NO 10火山

最新活動からの経過時間が、最大活動休止期間よりも短いか?

YES

C: 最新活動からの経過時間が最大活動休止期間よりも短い火山

5火山

NO 5火山

将来の活動可能性がない火山

将来の活動可能性を否定できない火山

16火山

※1 第四紀火山カタログ編集委員会編(1999)等の文献によって、敷地から半径160km以内に分布する第四紀火山を抽出した。

※2 統合して評価した火山について

統合して評価した火山	理由
野呂, 鶴田 (横田に統合)	日本地質学会編(2009)によると、時空分布及び活動様式等から野呂玄武岩, 鶴田玄武岩は横田玄武岩の一つとされている。
三平山 (大山に統合)	寺岡ほか(1996) ⁽¹⁰⁾ によると三平山の岩質は、無斑晶質安山岩溶岩とされており、この無斑晶質安山岩は田村ほか(2002) ⁽¹¹⁾ によると、大山火山の活動のひとつとされている。
森田山 (三瓶山に統合)	松浦・土谷(2003) ⁽¹²⁾ によると、森田山溶岩は、時間的・空間的分布の上で三瓶火山噴出物に密接に伴っていると見られ、三瓶火山の最初の活動として生じた可能性が考えられるとされている。
目坂 (神鍋山に統合)	古山ほか(1993) ⁽¹³⁾ によると、目坂山の活動年代は0.126±0.014Maとされており、神鍋山単成火山群の活動年代(0.7Ma~0.06Ma)に含まれている。また、岩種(玄武岩質)が同じであること及び両者の距離が近い(約5km)ことから、同火山群として評価した。

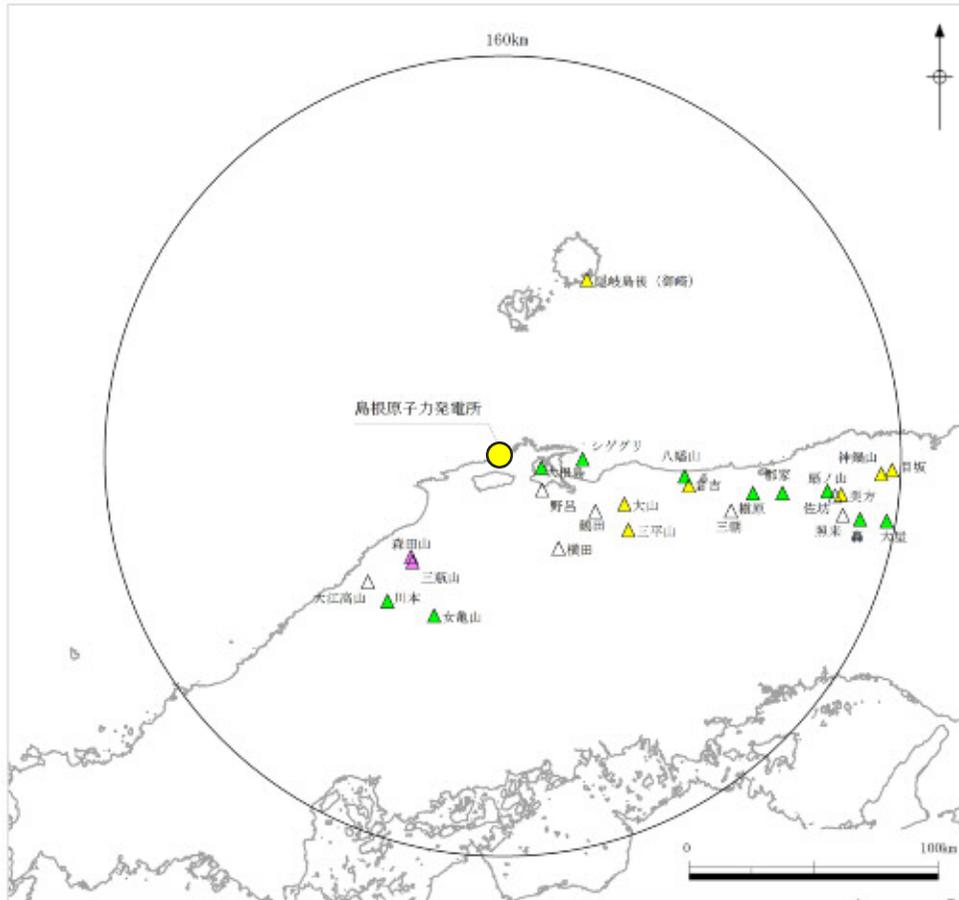
三瓶山

大根島, シゲグリ, 女亀山, 八幡山, 川本, 榎原, 郡家, 佐坊, 轟, 大屋

大山, 倉吉, 隠岐島後[御崎], 美方, 神鍋山(目坂)

3. 将来の活動性評価 評価結果

検討対象火山の将来の活動可能性を評価し、将来の活動可能性を否定できない火山を抽出した。



該当する第四紀火山	活動年代 (万年前)		最大活動休止期間
大根島	約25ないし20		—
シゲグリ	約90		—
横田(鶴田・野呂)	約90	～ 約230	約26万年
大山(三平山)	約2	～ 約100	約16万年
三瓶山(森田山)	約0.36	～ 約115	約4万年
女亀山	約180		—
八幡山	約220		—
大江高山	約80	～ 約360	約75万年
川本	約210		—
倉吉	約50	～ 約180	約51万年
隠岐島後[御崎]	約40	～ 約450	約104万年
三朝	約220	～ 鮮新世後期	約140万年
横原	約80		—
郡家	約215		—
扇ノ山	約40	～ 約120	約20万年
佐坊	約170		—
美方	約22	～ 約170	約47万年
照来	約220	～ 約310	約28万年
轟	約270		—
神鍋山(目坂)	約2ないし1	～ 約70	約48万年
大屋	約250		—

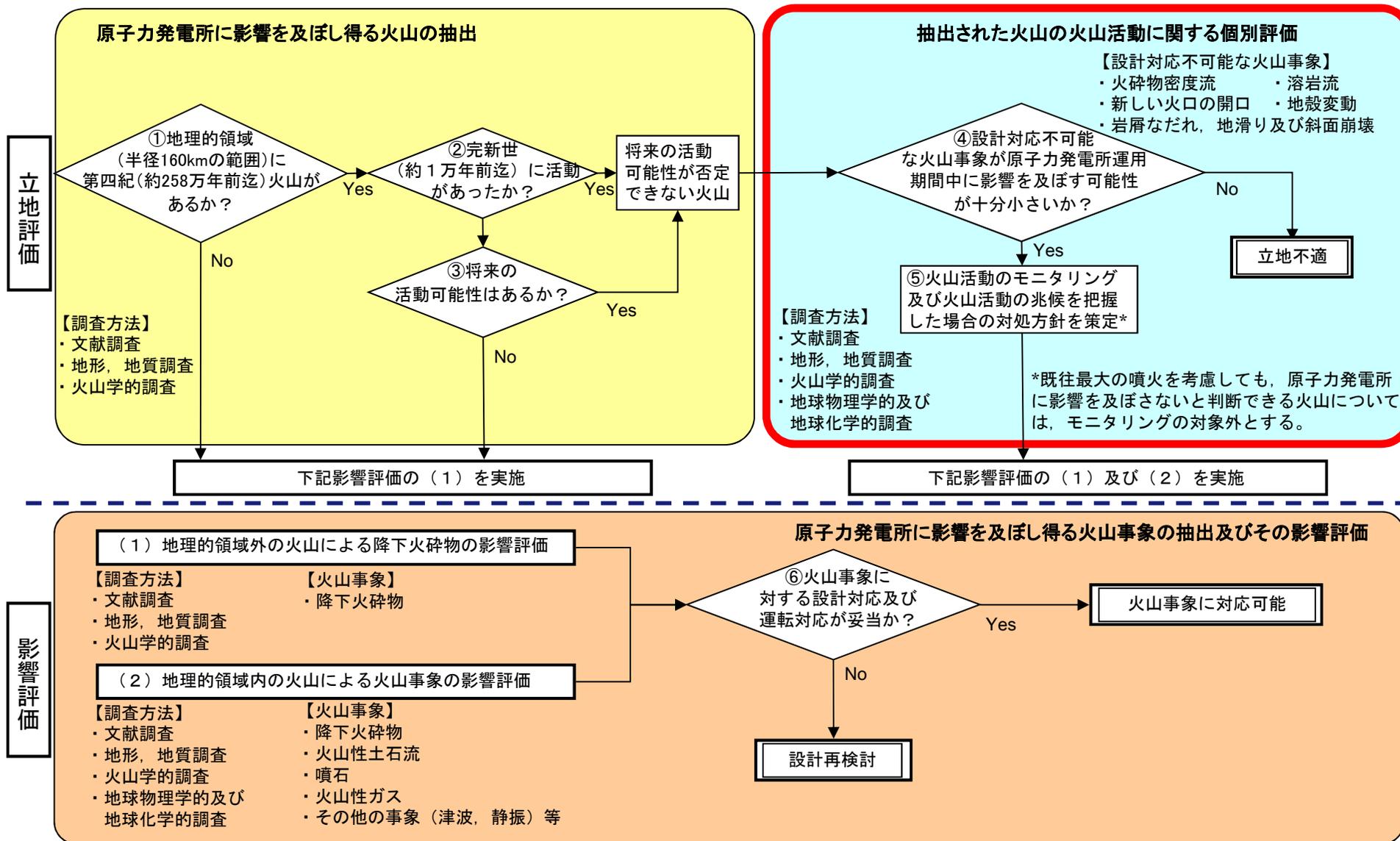
※ 鶴田・野呂は横田に、三平山は大山に、森田山は三瓶山に、目坂は神鍋山に統合して評価した。

検討対象火山26火山のうち、将来の活動可能性を否定できない火山は16火山である。このうち、三瓶山及び大山では、過去に巨大噴火(噴火規模:三瓶山約20km³, 大山約20km³)が発生している。

A	完新世に活動があった火山(活火山)
B	最大活動休止期間が不明な火山(単成火山を含む)
C	最新活動からの経過時間が最大活動休止期間よりも短い火山
	最新活動からの経過時間が最大活動休止期間よりも長い火山

1. 調査内容
2. 敷地に影響を及ぼす可能性のある火山の抽出
3. 将来の活動性評価
4. 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価
5. 火山事象の影響評価
 - 5.1 地理的領域内の火山による火山事象の評価
 - 5.2 降下火砕物の影響評価
 - (1) 地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
 - (2) 地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価
 - (3) 敷地において考慮する降下火砕物の層厚
 - (4) 降下火砕物の密度・粒径

4. 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価 原子力発電所の火山影響評価の基本フロー



4. 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価 評価対象事象

火山名	敷地からの距離 (km)	(○:評価対象)				
		溶岩流	岩屑なだれ, 地滑り及び斜面崩壊	火砕物密度流	新しい火口の開口	地殻変動
		0~50km	0~50km	0~160km	位置関係によらず検討	
大根島	16	○	○	○	○	○
シゲグリ	32	○	○	○	○	○
大山	53	評価対象外	評価対象外	○	○	○
三瓶山	55			○	○	○
女亀山	69			○	○	○
八幡山	73			○	○	○
川本	74			○	○	○
倉吉	75			○	○	○
隠岐島後(御崎)	77			○	○	○
槇原	101			○	○	○
郡家	113			○	○	○
佐坊	134			○	○	○
美方	137			○	○	○
轟	146			○	○	○
神鍋山	152			○	○	○
大屋	157			○	○	○

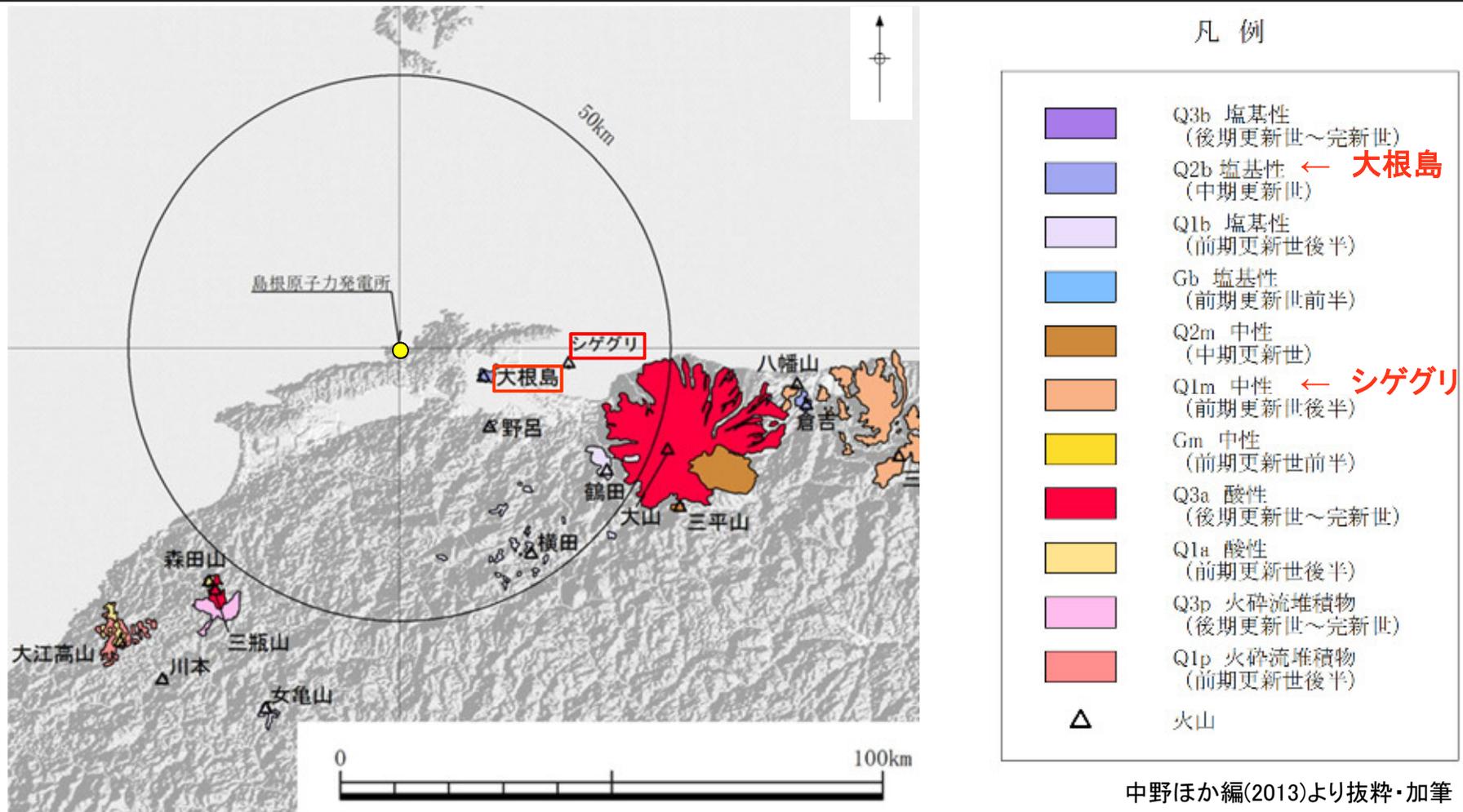
将来の活動可能性が否定できない16火山について、過去の最大規模の噴火による設計対応不可能な火山事象を評価する。

4. 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価

溶岩流・岩屑なだれ，地滑り及び斜面崩壊（検討範囲：50km）

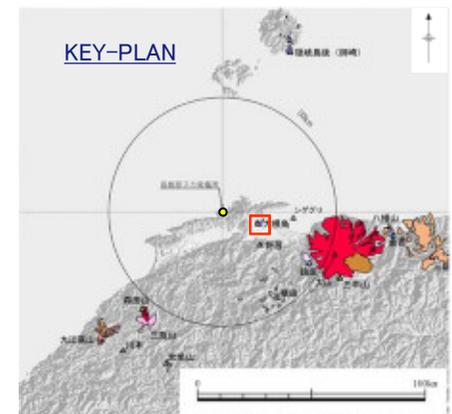
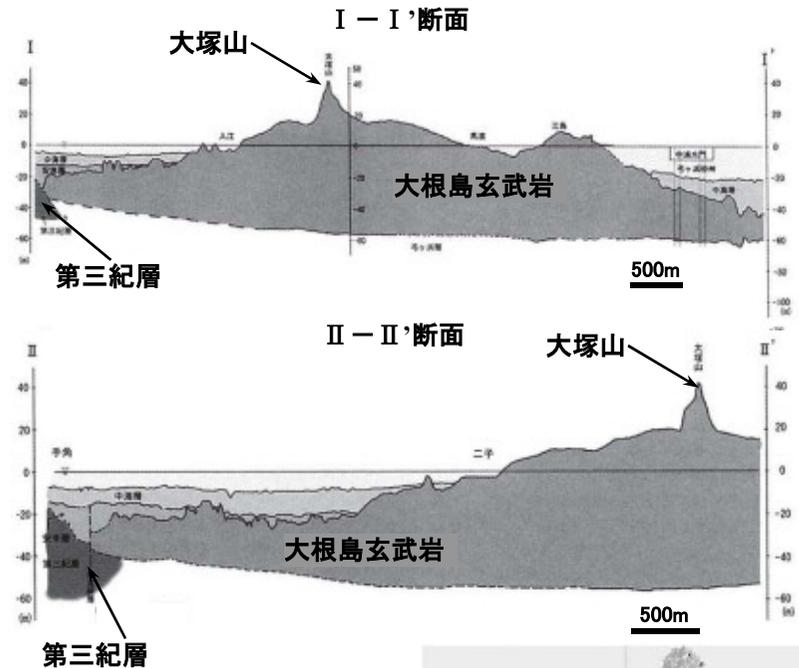
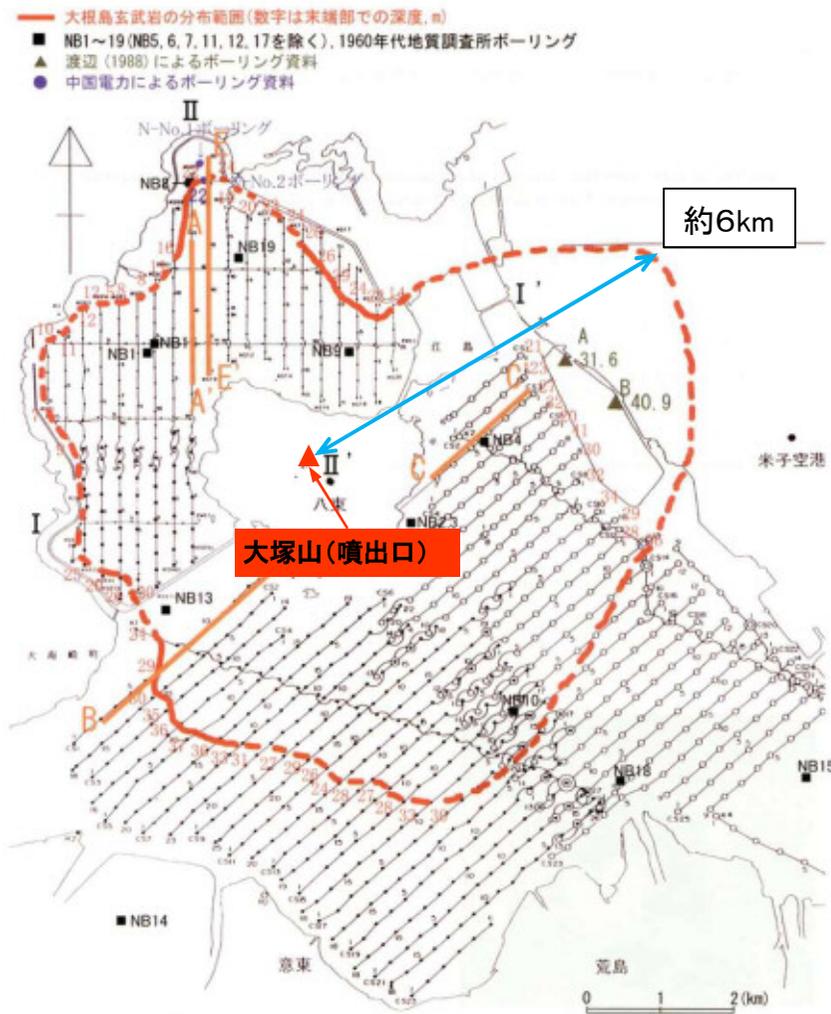
17

- ・半径50km以内には大根島とシゲグリがある。
- ・地質調査の結果，敷地には，検討対象火山を起源とする火山噴出物は確認されていない。
- ・中野ほか編(2013)，鹿野・吉田(1985)⁽¹⁴⁾及び鹿野・中野(1986)⁽¹⁵⁾により確認される溶岩・火砕流堆積物の最大到達距離は，検討対象火山と敷地との距離よりも十分小さいことから，敷地への影響はないものと考えられる。



4. 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価 溶岩流(大根島)

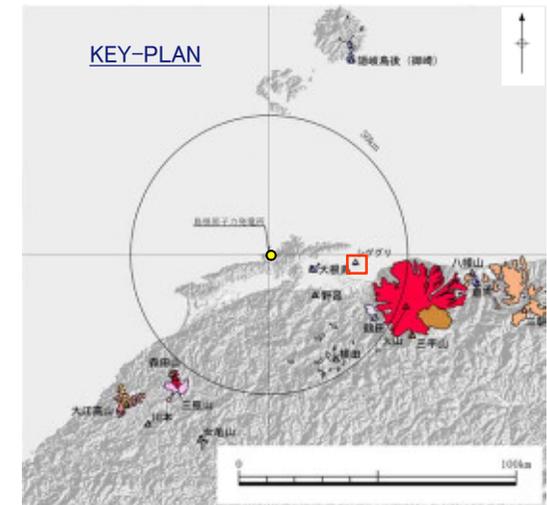
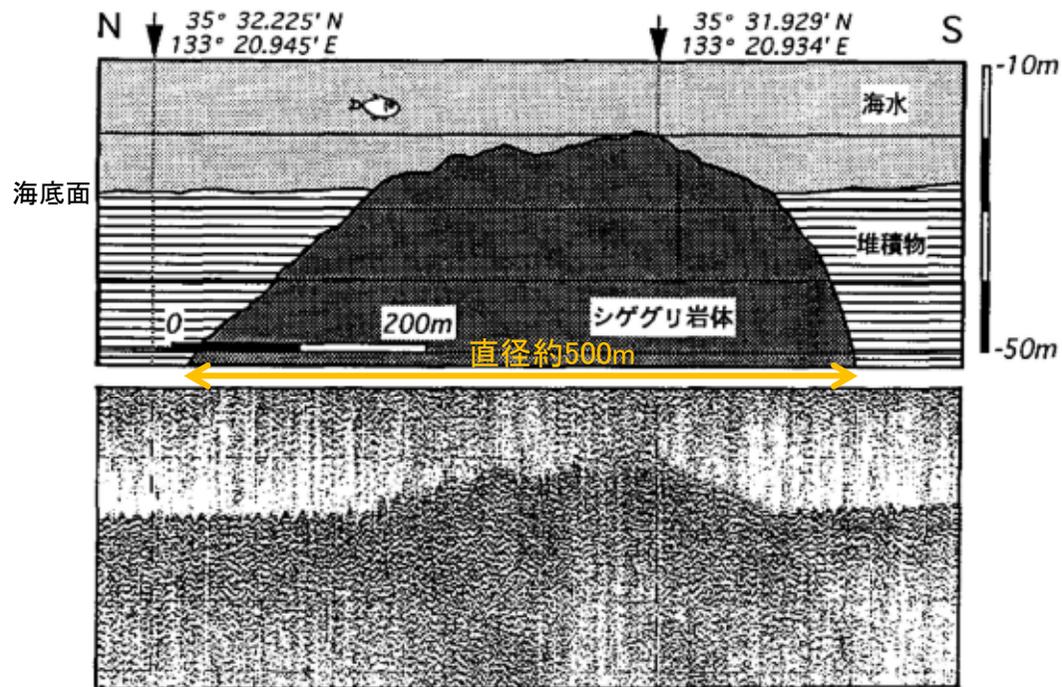
・吹田ほか(2001)⁽¹⁶⁾により確認される大根島の溶岩流(玄武岩)の最大到達距離約6kmは、敷地から大根島までの距離約16kmよりも十分小さいことから、敷地への影響はないものと考えられる。



吹田ほか(2001)より引用・加筆

4. 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価 溶岩流(シゲグリ)

- ・沢田ほか(2001)⁽¹⁷⁾によると, シゲグリは水深26mの海底にある, 頂部の水深が19mの岩礁で, 岩礁の直径は約500mとされている。
- ・沢田ほか(2001)により確認される最大到達距離約250mは, 敷地からシゲグリまでの距離約32kmよりも十分小さいことから, 敷地への影響はないものと考えられる。



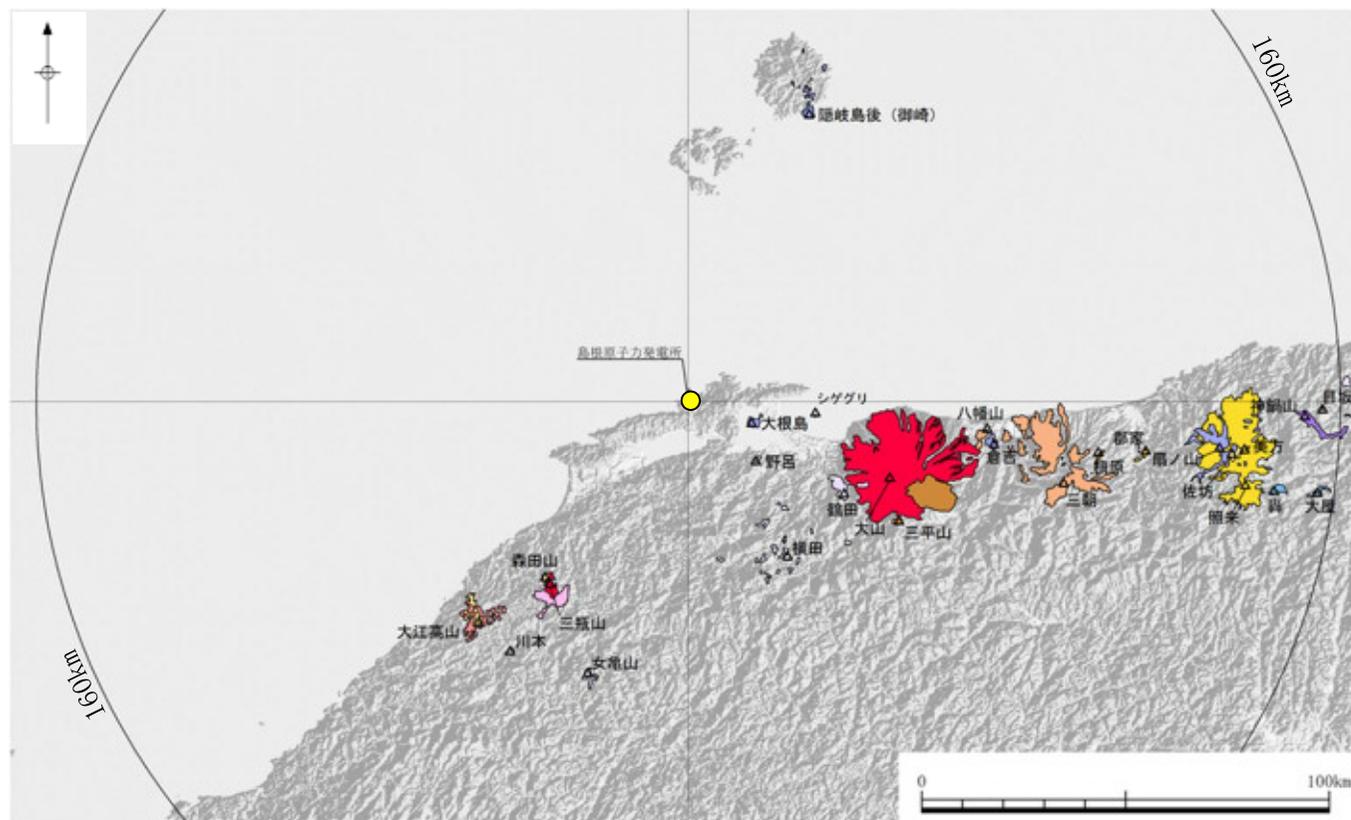
主な岩石
安山岩, デイサイト
西来ほか編(2012)による

第4図. ユニブームによるシゲグリ岩礁周辺の断面図(下図)とその解釈(上図).

沢田ほか(2001)より引用・加筆

4. 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価 火砕物密度流(検討範囲:160km)

- ・地質調査の結果、敷地には、検討対象火山(16火山)を起源とする火山噴出物は確認されていない。
- ・中野ほか編(2013)及び坂本・山田(1982)⁽¹⁸⁾により確認される最大到達距離は、検討対象火山と敷地との距離よりも十分小さいことから、敷地への影響はないものと考えられる。
- ・なお、三瓶山、大山については、敷地からの距離が比較的小さく、火砕流堆積物が広範囲に分布しているため、詳細に検討した。

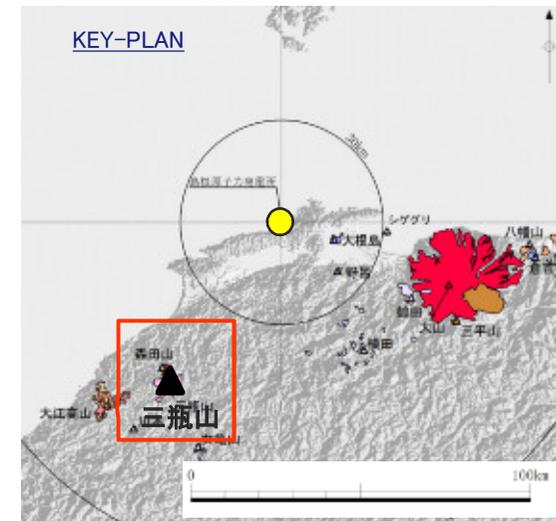
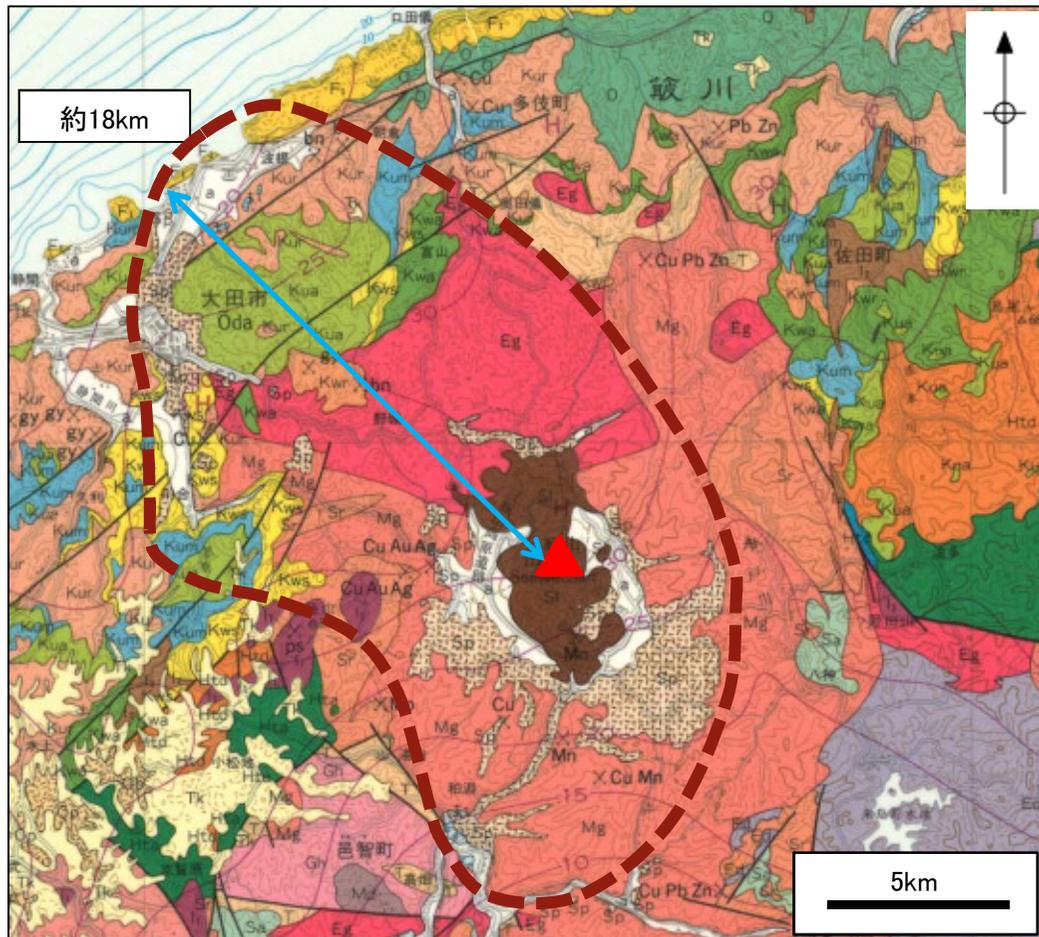


凡例



4. 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価 火砕物密度流(三瓶山)

- ・鹿野ほか(1988)⁽¹⁹⁾により確認される三瓶山の火砕流堆積物の最大到達距離約18kmは、敷地から三瓶山までの距離約55kmよりも十分小さいことから、火砕物密度流による敷地への影響はないものと考えられる。
- ・なお、評価対象外である溶岩流、岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊についても、敷地との距離を踏まえ評価した結果、鹿野ほか(1988)により確認される溶岩・火砕流堆積物の最大到達距離(約18km)から、これらの火山事象に対しても敷地への影響はないものと考えられる。

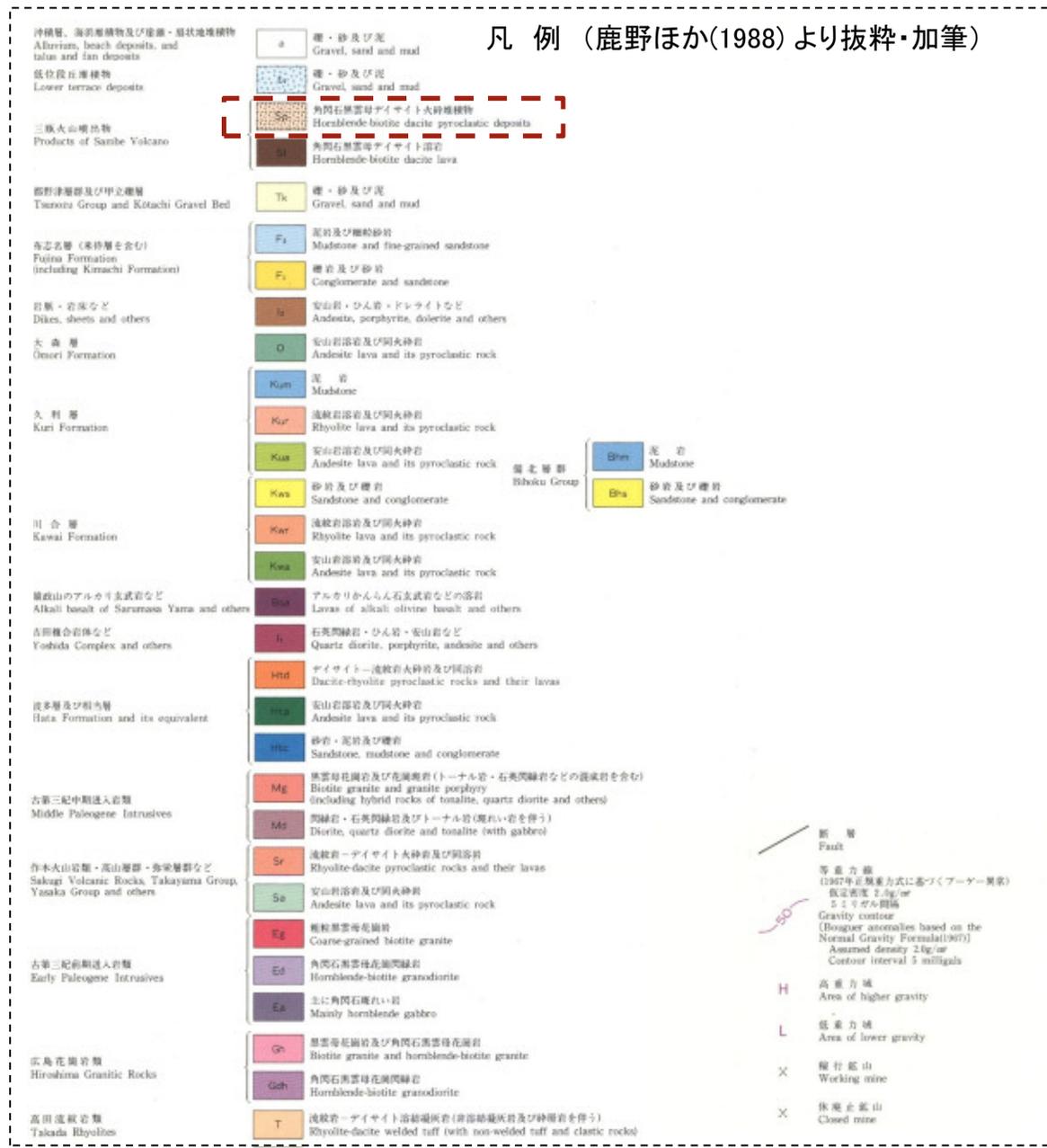


凡例

- 三瓶火山噴出物
Products of Sambue Volcano
- 角閃石黒雲母デイサイト火砕堆積物
Hornblende-biotite dacite pyroclastic deposits
- 角閃石黒雲母デイサイト溶岩
Hornblende-biotite dacite lava

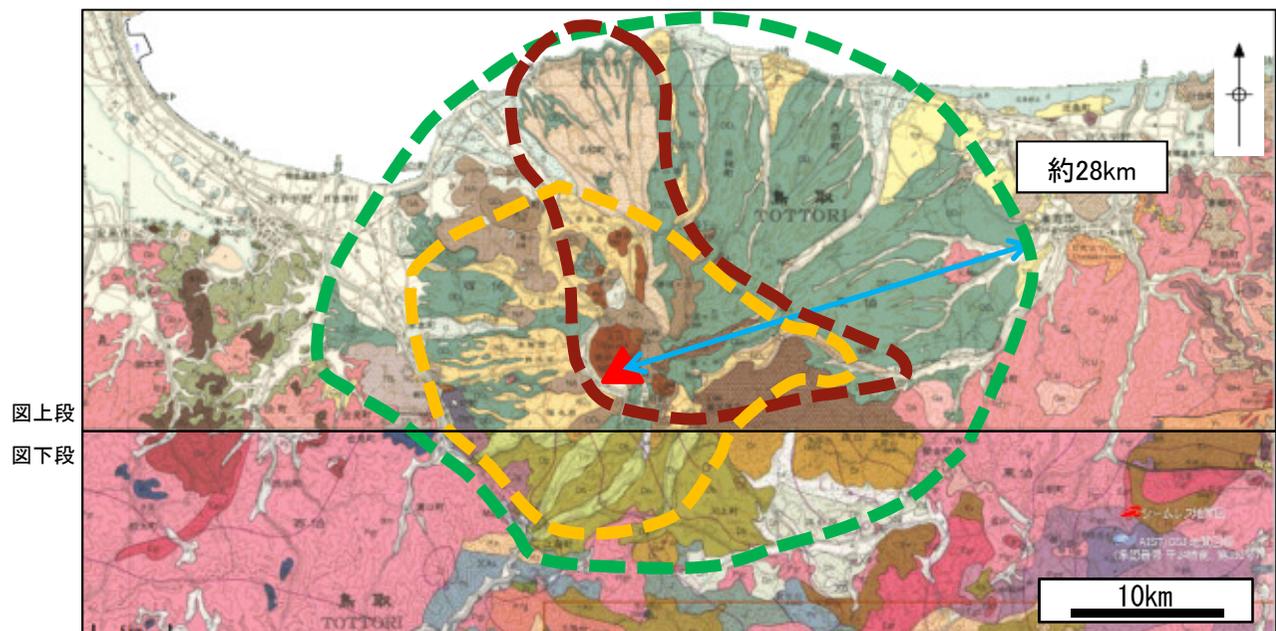
鹿野ほか(1988)より抜粋・加筆

4. 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価 火砕物密度流(三瓶山)



4. 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価 火砕物密度流(大山)

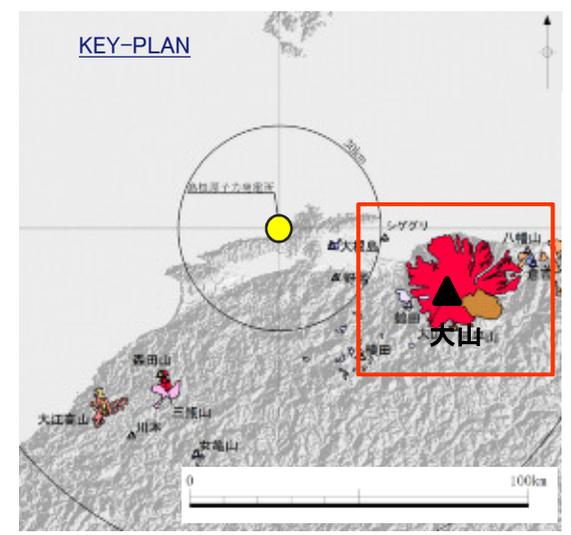
・坂本・山田(1982)及び寺岡ほか(1996)により確認される大山の火砕流堆積物の最大到達距離約28kmは、敷地から大山までの距離約53kmよりも十分小さいことから、敷地への影響はないものと考えられる。
 ・なお、評価対象外である溶岩流、岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊についても、敷地との距離を踏まえ評価した結果、坂本・山田(1982)及び寺岡ほか(1996)により確認される溶岩・火砕流堆積物の最大到達距離(約28km)から、これらの火山事象に対しても敷地への影響はないものと考えられる。



図上段
図下段

凡 例(図上段, 坂本ほか(1982))

火山灰堆積物 Mison Nohes Andesta Deposit	NO ₂	火山灰堆、火山塵及び火山灰 Volcanic block, lapilli and volcanic ash	CO ₂	雲母を含有する黒雲母角閃石安山岩及び輝石安山岩 Hypersthene-bearing biotite-hornblende andesite and pyroxene andesite
中央火山丘溶岩(二結晶溶岩) Central dome lava (Sankoh Lava)	NO ₂	角閃石黒雲母安山岩 Hornblende-biotite andesite	CO ₂	安山岩角閃岩 Andesite tuff breccia
石臼形溶岩堆積物 Sawa Pansio Flow Deposit	NO ₂	輝石・火山塵及び火山灰 Pamies, lapilli and volcanic ash	CO ₂	輝石を含有する黒雲母角閃石安山岩 Pyroxene-bearing biotite-hornblende andesite
中央火山丘溶岩(山頂溶岩) Central dome lava (Mison Lava)	NO ₂	黒雲母角閃石安山岩 Biotite-hornblende andesite		
寄生火山溶岩 Parasitic dome lava	NO ₂	黒雲母角閃石安山岩 Biotite-hornblende andesite		



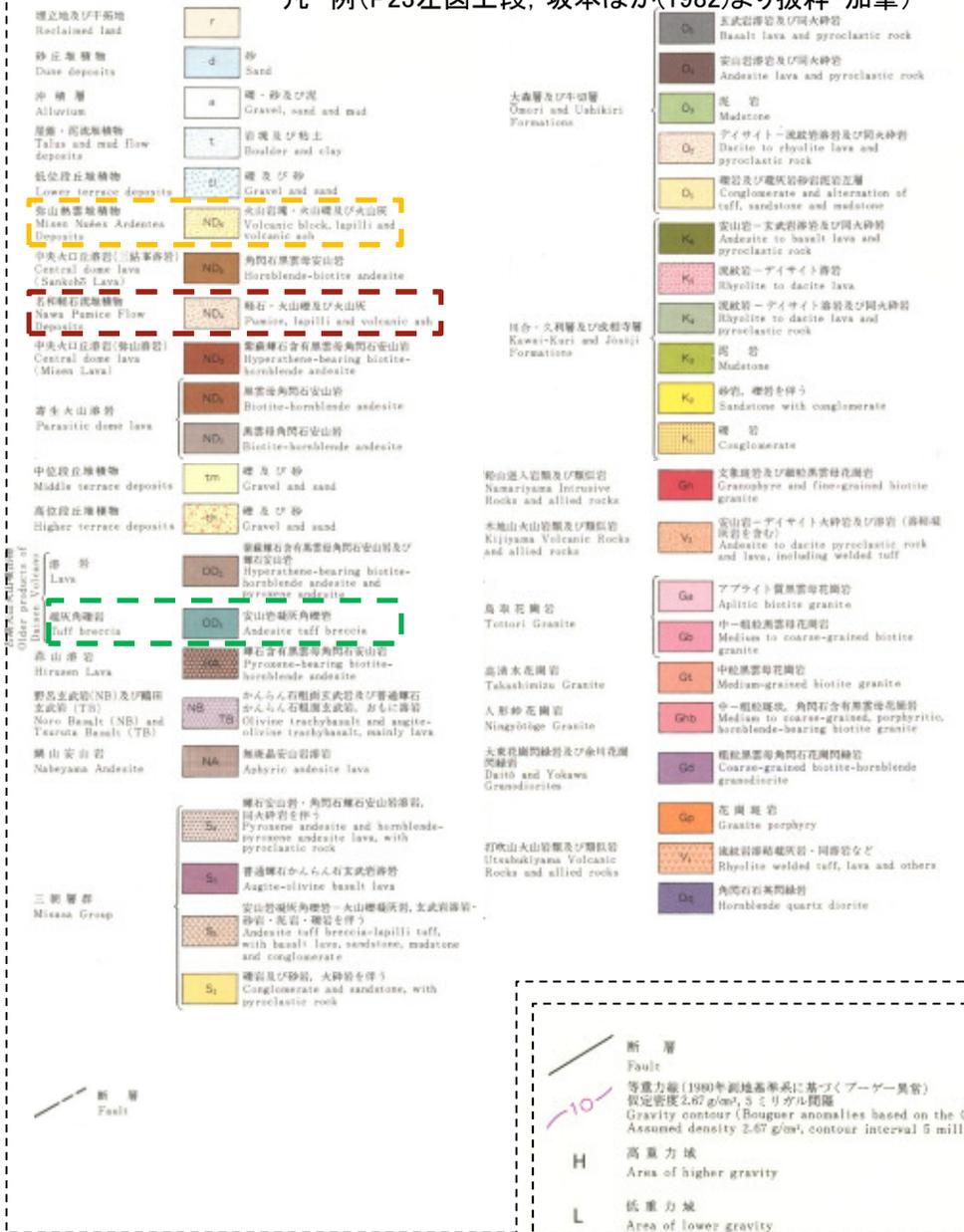
図上段は坂本ほか(1982), 図下段は寺岡ほか(1996)より抜粋・加筆

凡 例(図下段, 寺岡ほか(1996))

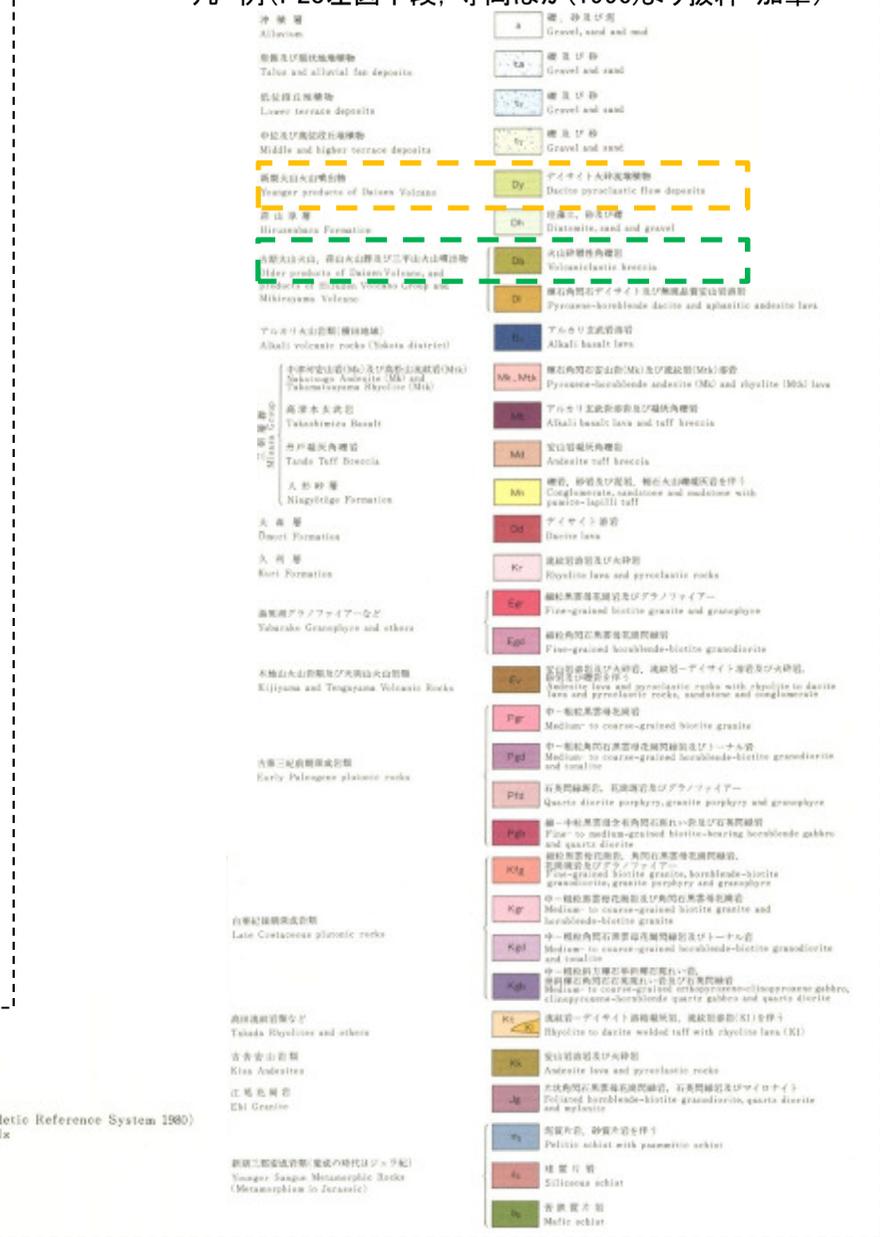
新期大山火山噴出物 Younger products of Daisen Volcano	Dy	デイサイト火砕流堆積物 Dacite pyroclastic flow deposits
群山原層 Hiruzenbara Formation	Dh	珪藻土、砂及び礫 Diatomite, sand and gravel
古期大山火山、森山火山群及び三平山火山噴出物 Older products of Daisen Volcano, and products of Hiruzen Volcano Group and Mihirayama Volcano	Db	火山砕屑性角閃岩 Volcaniclastic breccia
	Di	輝石角閃石デイサイト及び無斑晶質安山岩溶岩 Pyroxene-hornblende dacite and aphanitic

4. 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価 火砕物密度流(大山)

凡 例(P23左図上段, 坂本ほか(1982)より抜粋・加筆)



凡 例(P23左図下段, 寺岡ほか(1996)より抜粋・加筆)

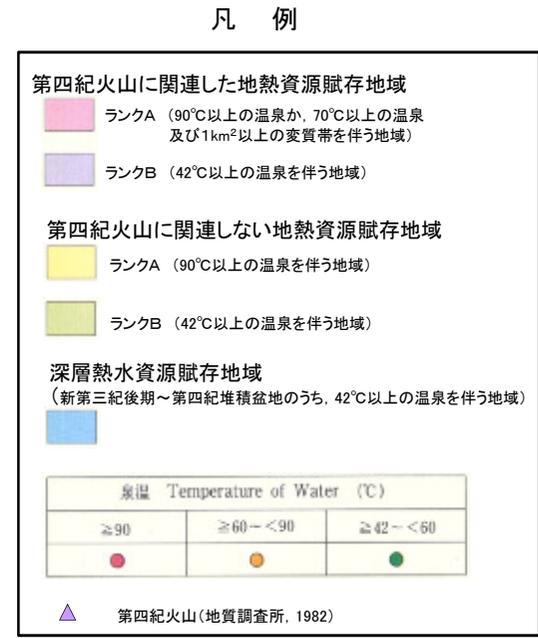
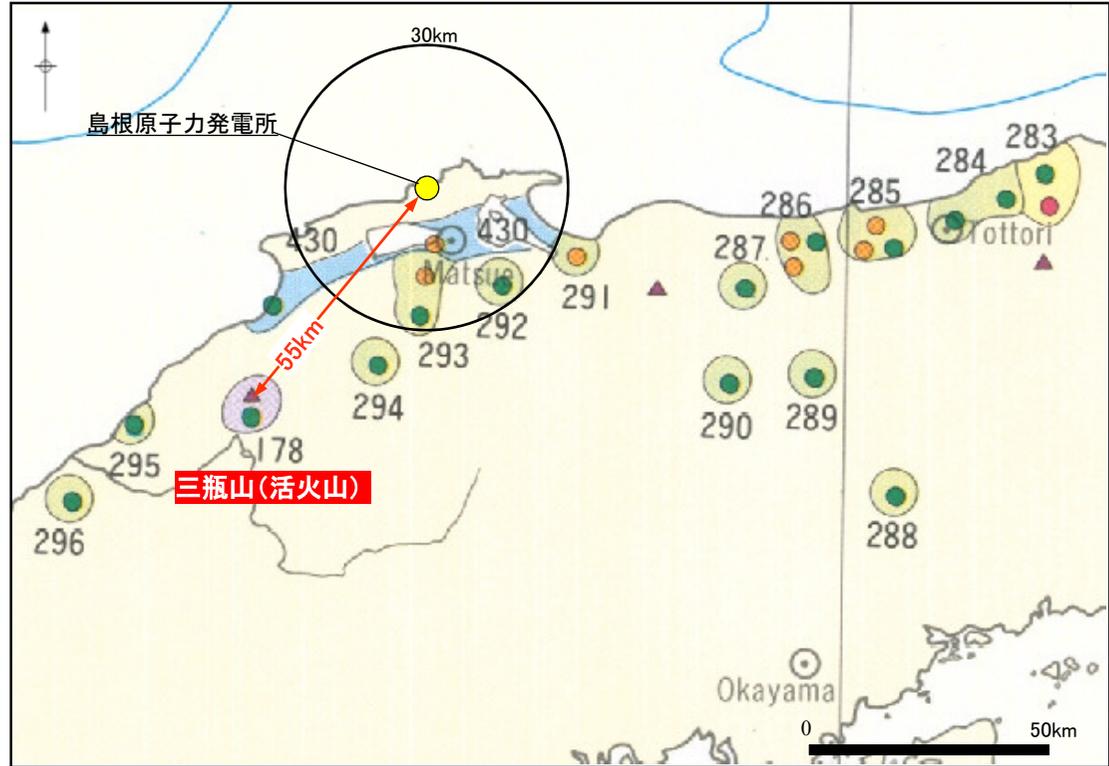


4. 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価

新しい火口の開口・地殻変動による影響について

- ・「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)⁽²⁰⁾)によると、新たな火口が開口した過去の事例では、新たな火口の開口は活火山の噴出中心から半径20kmの範囲にとどまっているとされており、敷地と活火山である三瓶山は約55kmと十分な距離がある。
- ・地質調査所編(1992)⁽²¹⁾によると、第四紀火山に関連する熱水活動が、敷地近傍では認められないとされている。

- ・敷地と活火山である三瓶山は約55kmと十分な距離があり、また、敷地近傍では第四紀火山に関連する熱水活動が認められないことから、新しい火口が敷地に開口する可能性はないものと考えられる。
- ・敷地と活火山である三瓶山は約55kmと十分な距離があり、また、新しい火口が敷地に開口する可能性はないことから、地殻変動による敷地への影響はないものと考えられる。



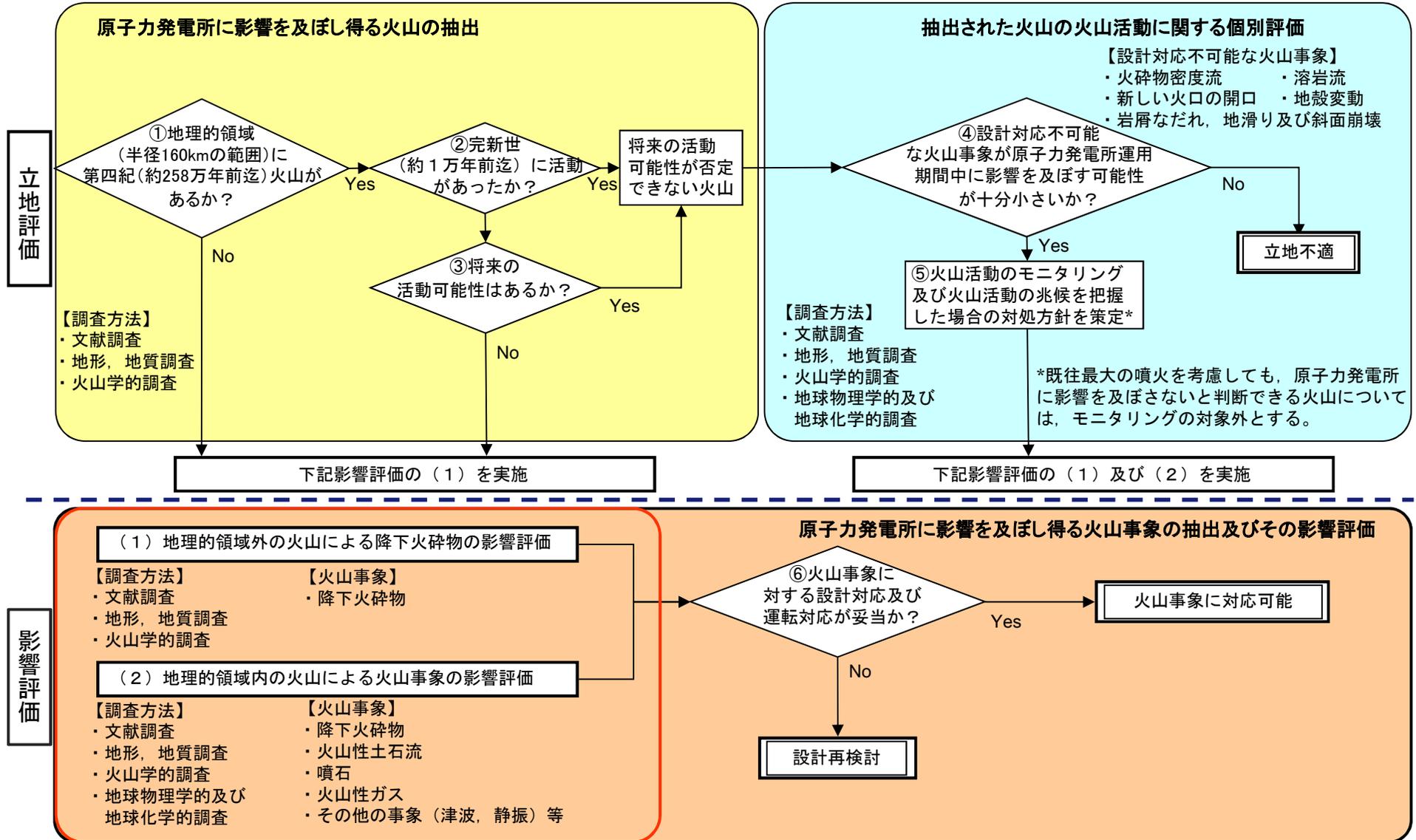
地質調査所編(1992)より抜粋・加筆

評価結果

火山事象	評 価
溶岩流	地質調査の結果、敷地には、検討対象火山を起源とする火山噴出物は確認されていない。文献調査の結果、確認されている溶岩・火砕物堆積物の最大到達距離は、検討対象火山と敷地との距離よりも十分小さいことから、敷地への影響はないものと考えられる。
岩屑なだれ、 地滑り及び斜面崩壊	
火砕物密度流	地質調査の結果、敷地には、検討対象火山を起源とする火砕流堆積物は確認されていない。文献調査の結果、確認されている最大到達距離は、検討対象火山と敷地との距離よりも十分小さいことから、敷地への影響はないものと考えられる。
新しい火口の開口	文献調査の結果、敷地と活火山である三瓶山は約55kmと十分な距離があり、また、敷地近傍では第四紀火山に関連する熱水活動が認められないことから、新しい火口が敷地に開口する可能性はないものと考えられる。
地殻変動	文献調査の結果、敷地と活火山である三瓶山は約55kmと十分な距離があり、また、新しい火口が敷地に開口する可能性はないことから、地殻変動による敷地への影響はないものと考えられる。

- ・溶岩・火砕流堆積物の分布状況等から、過去の最大規模の噴火による設計対応不可能な火山事象が敷地に到達・発生した可能性はないものと考えられる。
- ・また、上記のことから原子力発電所の運用期間中に設計対応不可能な火山事象が敷地に到達する可能性は十分に小さく、モニタリングは不要と判断する。

1. 調査内容
2. 敷地に影響を及ぼす可能性のある火山の抽出
3. 将来の活動性評価
4. 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価
5. 火山事象の影響評価
 5. 1 地理的領域内の火山による火山事象の評価
 5. 2 降下火砕物の影響評価
 - (1) 地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
 - (2) 地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価
 - (3) 敷地において考慮する降下火砕物の層厚
 - (4) 降下火砕物の密度・粒径



5. 火山事象の影響評価 5.1 地理的領域内の火山による火山事象の評価
評価対象事象

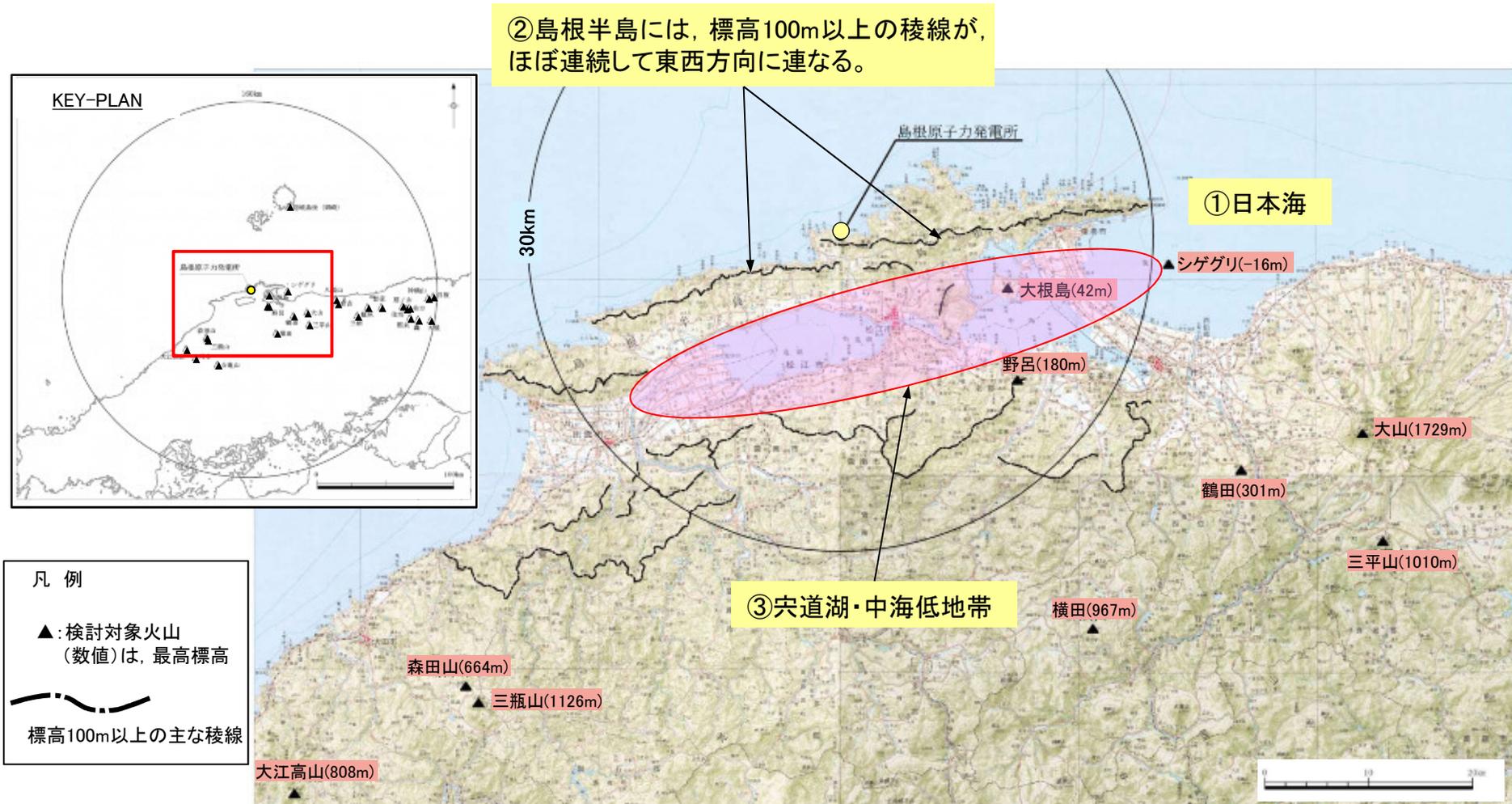
火山名	敷地からの距離(km)	(○:評価対象)						
		火山から発生する飛来物(噴石)	火山性土石流, 火山泥流及び洪水	火山ガス	火山性地震とこれに関連する事象	熱水系及び地下水の異常	降下火砕物	
		0~10km	0~120km	0~160km	全ての火山	全ての火山	全ての火山	
大根島	16	評価対象外	○	○	○	○	○	
シゲグリ	32		○	○	○	○	○	
大山	53		○	○	○	○	○	
三瓶山	55		○	○	○	○	○	
女亀山	69		○	○	○	○	○	
八幡山	73		○	○	○	○	○	
川本	74		○	○	○	○	○	
倉吉	75		○	○	○	○	○	
隠岐島後(御崎)	77		○	○	○	○	○	
楨原	101		○	○	○	○	○	
郡家	113		○	○	○	○	○	
佐坊	134		評価対象外	○	○	○	○	○
美方	137			○	○	○	○	○
轟	146			○	○	○	○	○
神鍋山	152			○	○	○	○	○
大屋	157			○	○	○	○	○

※津波及び静振については、地震・津波の影響評価参照
 大気現象については、竜巻・落雷等の影響評価参照

将来の活動可能性が否定できない16火山について、火山性土石流、火山泥流及び洪水、火山ガス、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の影響を評価する。なお、降下火砕物については別途評価する。

5. 火山事象の影響評価 5.1 地理的領域内の火山による火山事象の評価

火山性土石流, 火山泥流及び洪水, 火山ガス, 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(敷地周辺の地形条件)



- ・敷地の前面は日本海に面しており、敷地と検討対象火山の間には、①日本海又は②標高100m以上の稜線及び③宍道湖・中海低地帯が位置している。
- ・敷地は検討対象火山と十分な離隔がある。

5. 火山事象の影響評価 5.1地理的領域内の火山による火山事象の評価

火山性土石流, 火山泥流及び洪水, 火山ガス, 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(評価結果)

火山事象	評価結果
火山性土石流, 火山泥流及び洪水	敷地と検討対象火山の間には, 日本海又は標高100m以上の稜線及び宍道湖・中海低地帯が位置することから, 火山性土石流, 火山泥流及び洪水は, 敷地に到達することはないものと考えられる。
火山ガス	検討対象火山から敷地方向には, 火山ガスの拡散に対し地形的障害となる標高100m以上の稜線, 及び宍道湖・中海低地帯が位置していること, 及び敷地の前面は日本海に面しており到達した火山ガスが拡散しやすい地形条件となっていることから, 火山ガスによる影響はないものと考えられる。
火山性地震とこれに関連する事象	敷地は, 検討対象火山と十分な離隔があることから, 火山性地震及びその関連事象による影響はないものと考えられる。
熱水系及び地下水の異常	敷地は, 検討対象火山と十分な離隔があることから, 熱水系及び地下水の異常による影響はないものと考えられる。

1. 調査内容
2. 敷地に影響を及ぼす可能性のある火山の抽出
3. 将来の活動性評価
4. 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価
5. 火山事象の影響評価
 - 5.1 地理的領域内の火山による火山事象の評価
 - 5.2 降下火砕物の影響評価
 - (1) 地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
 - (2) 地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価
 - (3) 敷地において考慮する降下火砕物の層厚
 - (4) 降下火砕物の密度・粒径

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
 評価対象事象

火山名	敷地からの距離(km)	(○:評価対象)					
		火山から発生する飛来物(噴石)	火山性土石流, 火山泥流及び洪水	火山ガス	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	降下火砕物
		0~10km	0~120km	0~160km	全ての火山	全ての火山	全ての火山
大根島	16	評価対象外	○	○	○	○	○
シゲグリ	32		○	○	○	○	○
大山	53		○	○	○	○	○
三瓶山	55		○	○	○	○	○
女亀山	69		○	○	○	○	○
八幡山	73		○	○	○	○	○
川本	74		○	○	○	○	○
倉吉	75		○	○	○	○	○
隠岐島後(御崎)	77		○	○	○	○	○
楨原	101		○	○	○	○	○
郡家	113		○	○	○	○	○
佐坊	134		評価対象外	○	○	○	○
美方	137			○	○	○	○
轟	146			○	○	○	○
神鍋山	152			○	○	○	○
大屋	157			○	○	○	○

将来の活動可能性が否定できない16火山について、降下火砕物の影響を評価する。

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
噴火規模の想定 評価方針

地理的領域内(半径160km以内)

将来の活動可能性を否定できない16火山について、発電所の運用期間中の噴火規模を想定し、火山事象の影響評価を行う。

三瓶山, 大山については、過去に巨大噴火が発生していることを踏まえ、詳細評価を行う。

運用期間中の噴火規模の評価方法

対象火山		評価の基本方針	評価項目	
地理的領域内 (半径160km以内)	三瓶山 大山	過去の噴火履歴を検討し、発電所の運用期間中の噴火規模を想定する。	降下火砕物の分布に関する調査	降下火砕物の分布状況を評価
			噴火履歴の検討	噴火履歴から活動性を評価
			地球物理学的調査	マグマ溜まりの状況等から活動性を評価
	気象庁による観測結果等から活動性を評価 (三瓶山のみ対象)			
	三瓶山・大山以外の14火山	発電所の運用期間中の噴火規模として、既往最大の噴火規模を想定する。	噴火規模の検討	既往最大の噴火規模を評価

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
 三瓶山の降下火砕物の分布に関する調査結果(文献調査)

- ・町田・新井(2011)によると, 三瓶木次テフラ(SK)は敷地に到達(層厚:概ね5~100cm)している。
- ・三瓶浮布テフラ(SUK), 三瓶池田テフラ(SI)及び三瓶大田(SOd)は敷地に到達していないとされている。

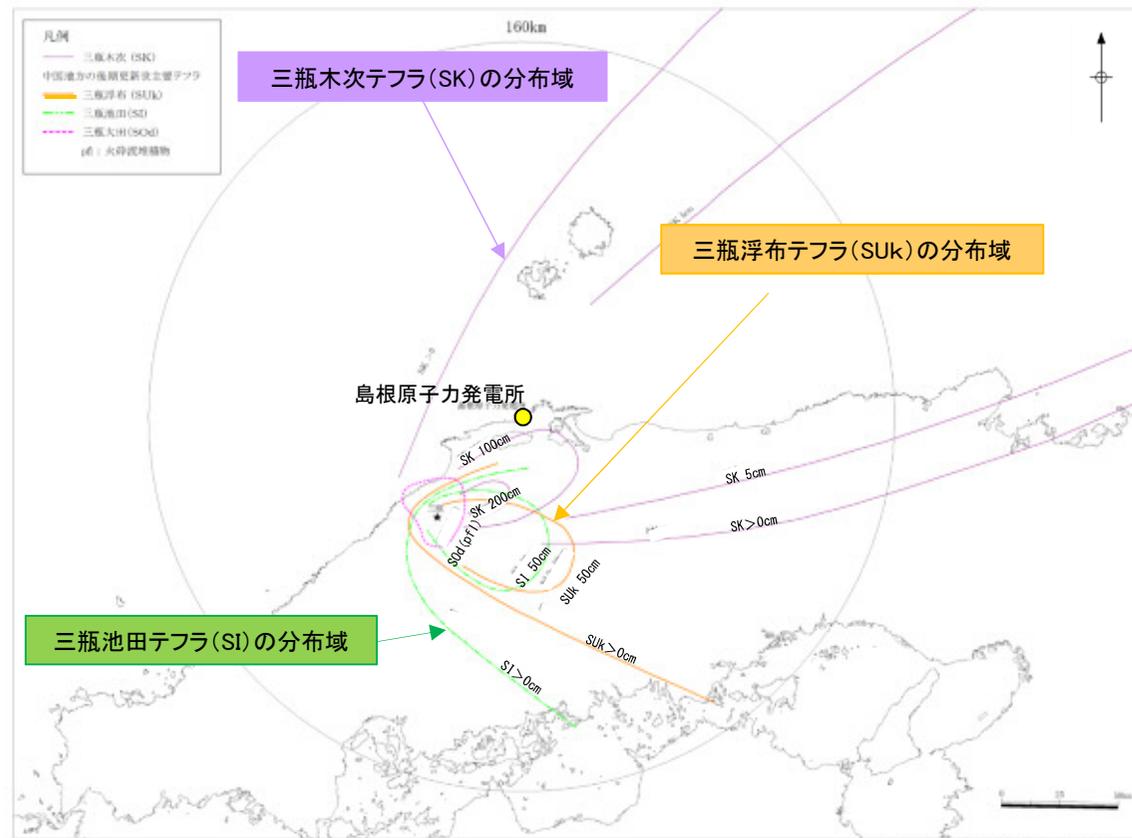


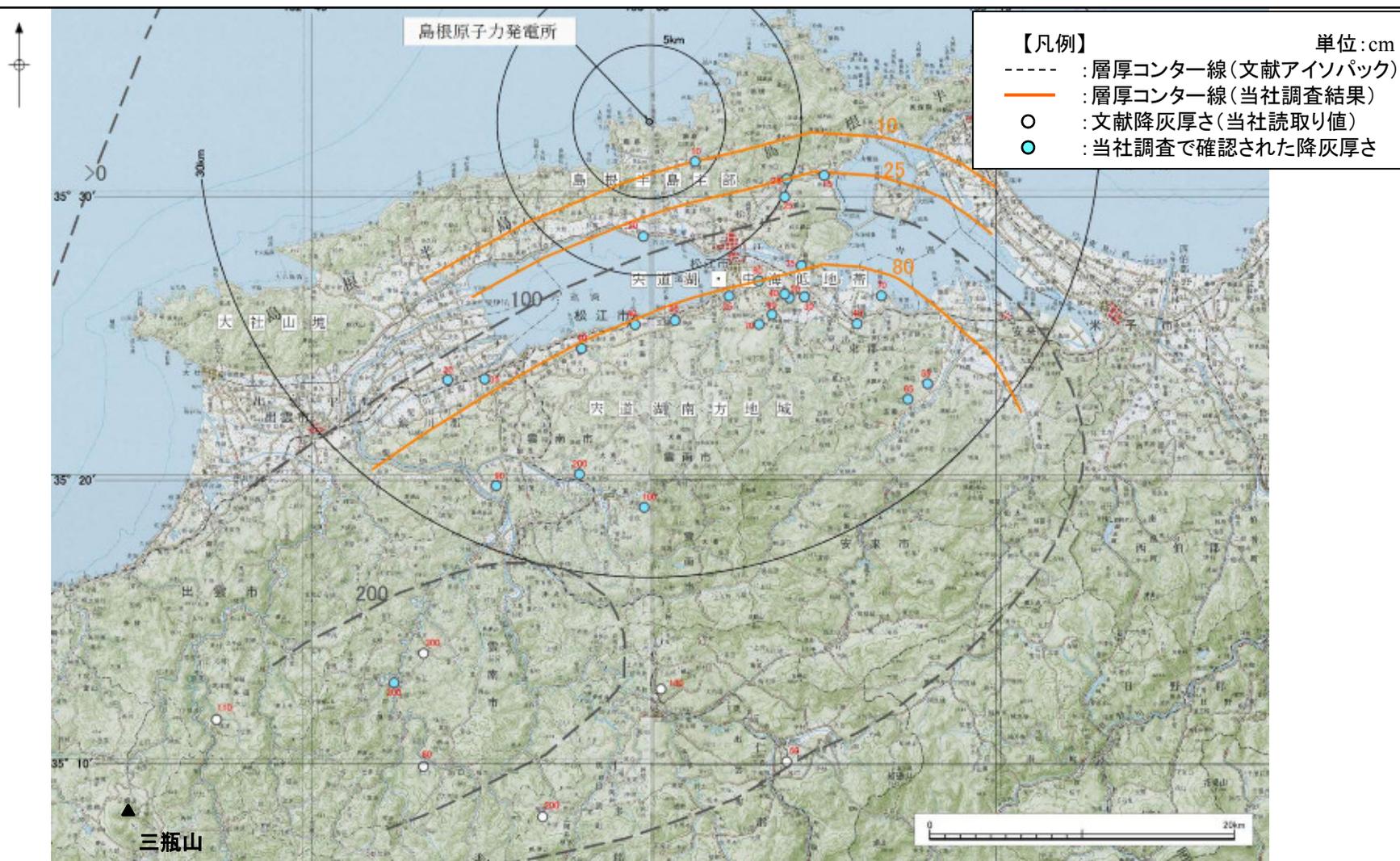
図 3.2-1 中国地方の後期更新世主要テフラの等層厚線図
 SUK 三瓶浮布^{1)・3)・4)・7)} SI 三瓶池田^{1)・2)・4)} SOd 三瓶大田^{1)・2)・4)} (点線内が pD 分布域)
 DSP 大山関倉^{2)・3)} DNP 大山生竹^{3)・4)} DMP 大山松江^{2)・3)} D:大山, S:三瓶
 [1] 林・三浦 (1987), 2) 町田・新井 (1979), 3) 津久井 (1984), 4) 竹村ほか (1994), 5) 吉川ほか (1986),
 6) Ooi (1992), 7) 加藤ほか (1996)]

町田・新井(2011)より引用・加筆

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価 三瓶木次テフラの分布に関する調査結果(現地調査)

36

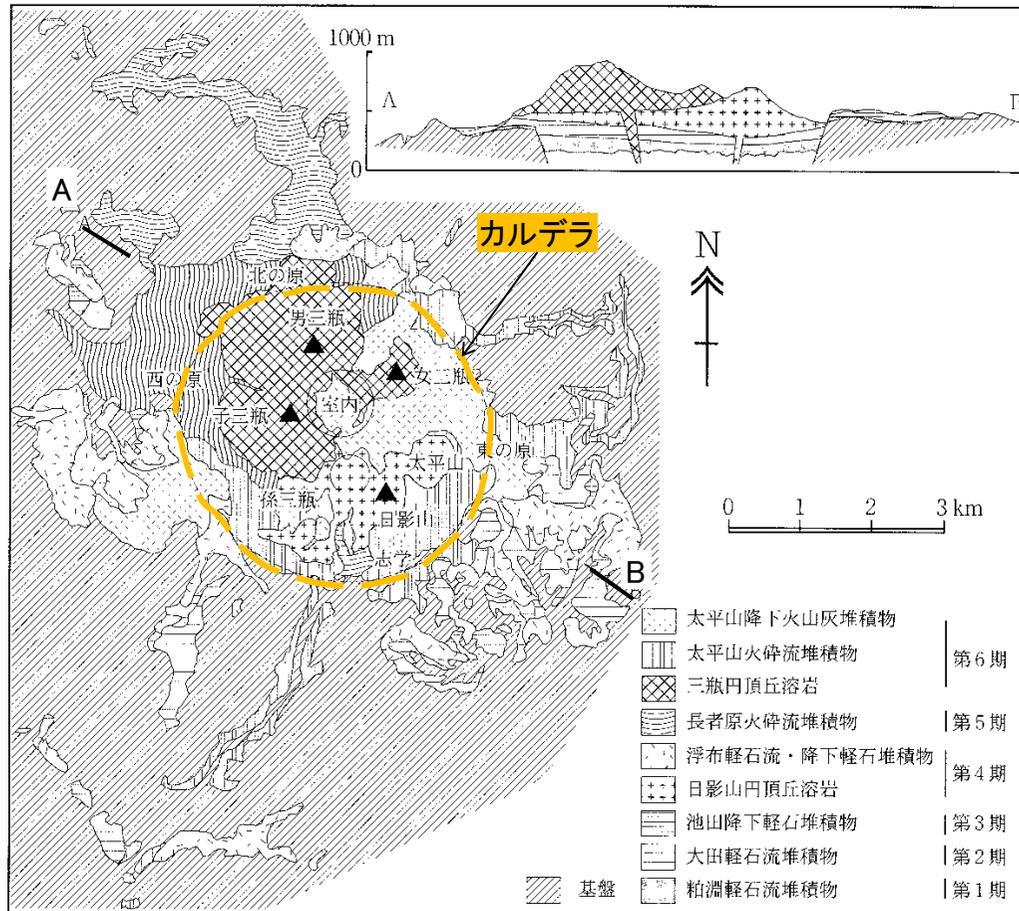
文献調査により敷地周辺で確認されている三瓶木次テフラ(SK)について、敷地周辺における層厚を確認するための現地調査を行った。



現地調査の結果、敷地は降灰の等層厚線で10cm程度の範囲に位置している。また、敷地では三瓶木次テフラ(SK)は確認されていない。

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
三瓶山の噴火規模の想定(三瓶山の概要)

敷地の南西約55kmに位置し、最大標高約1,126mの男三瓶山を最高峰とする。日本地質学会編(2009)によると、直径約5kmのカルデラと、カルデラ形成期の軽石流堆積物及びカルデラ中央のデイサイト溶岩ドーム山体からなる複成火山とされている。



日本地質学会編(2009)より引用・加筆

火山形式

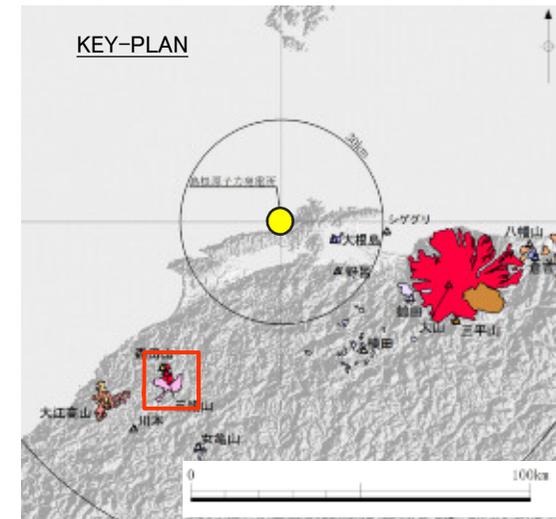
火砕流台地—カルデラと火砕丘及び溶岩ドーム

地質調査総合センター(2013)による

主な岩石

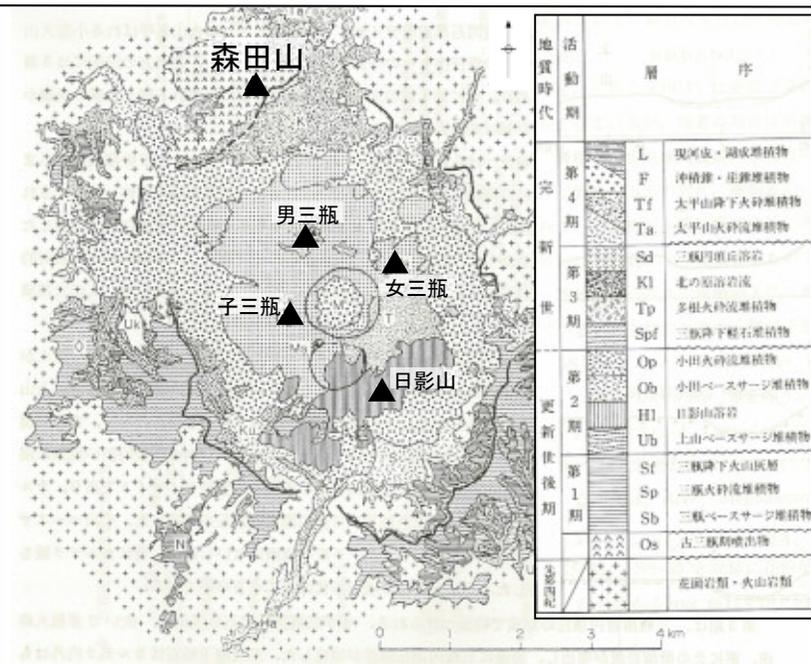
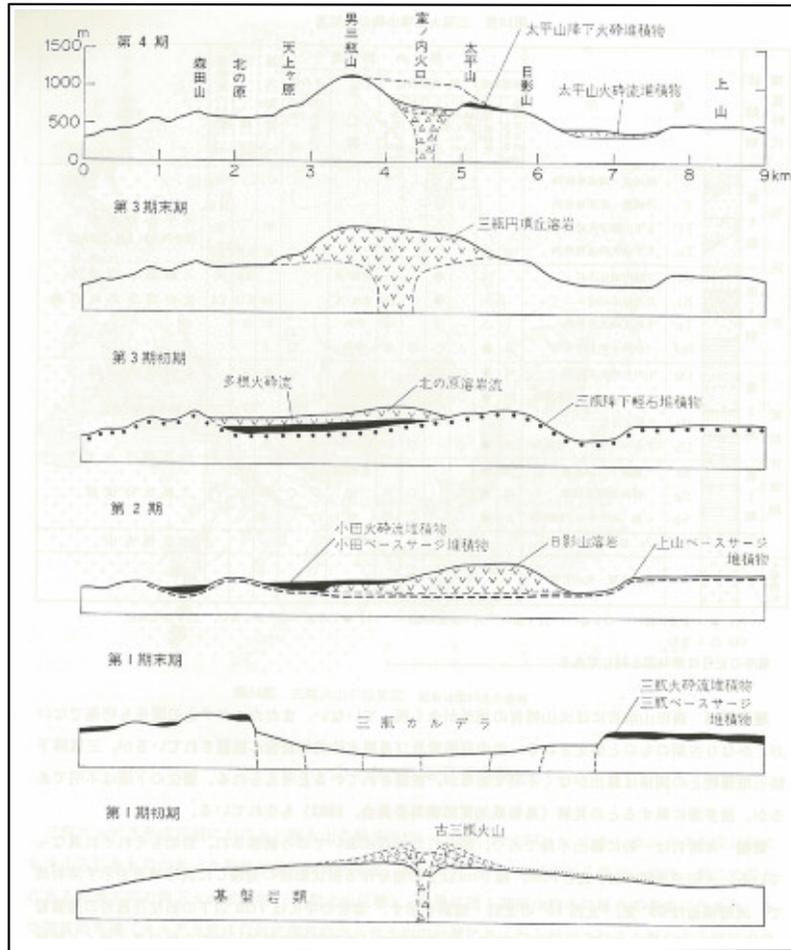
デイサイト, 安山岩

地質調査総合センター(2013)による

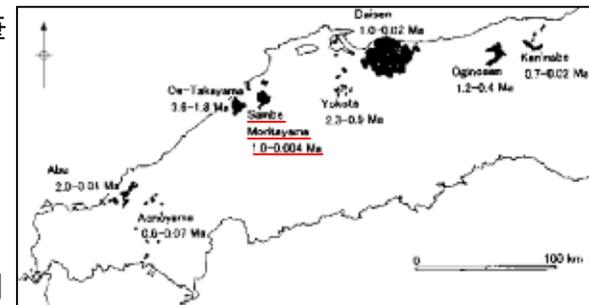


5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価 三瓶山の噴火規模の想定(三瓶山の概要)

38



服部ほか(1983)より引用・加筆



松浦・土谷(2003)より引用

- ・服部ほか(1983)⁽²²⁾によると、三瓶火山は活動休止期及び活動様式の顕著な変化に基づいて5群(古三瓶期・第1期一第4期)に大別されている。また、古三瓶期には、小型(三瓶カルデラより小さな底型の)成層火山あるいは単成火山群が存在していた可能性が高いとされ、カルデラ北部の森田山は古三瓶火山の一部とされている。
- ・松浦・土谷(2003)によると、森田山溶岩は更新世前期のハラミヨ・サブクロン(約110万年前)に噴出した角閃石デイサイトの溶岩ドームであり、三瓶火山は山陰地域の鮮新世以降の一般的な火山活動継続期間と同程度の100万年に及ぶ長い活動レンジを持っているとされている。

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
 三瓶山の噴火規模の想定(噴火履歴の検討(活動形態の変遷))

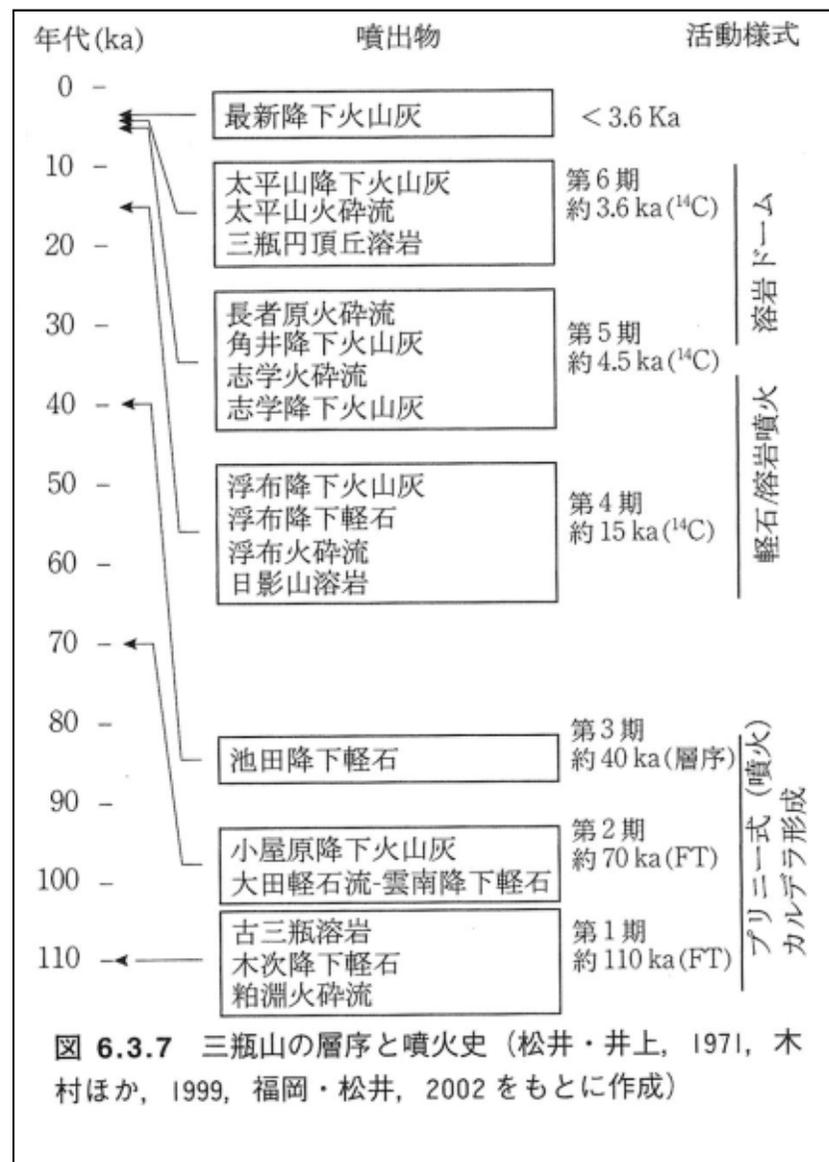


図 6.3.7 三瓶山の層序と噴火史 (松井・井上, 1971, 木村ほか, 1999, 福岡・松井, 2002 をもとに作成)

日本地質学会編(2009)によると、約11万年前の噴火以降は、第1期から第6期に区分(前述の服部ほか(1983)の第2期を更に3つの活動期に細分化)されており、最終噴火が約3,600年前とされている。

さらに、三瓶山の活動は、爆発的軽石噴火が優勢な第1-3期及び溶岩の噴出が優勢な第4-6期の2つに分けられるとしている。

第1期から第3期にかけては、3回のプリニー式の流紋岩質軽石噴火があったとし、これらの爆発的噴火により、現在のカルデラが形成されたとしている。

第4期においてもサブ・プリニー式の噴火が発生しているが、噴出物はデイサイト質(日影山溶岩)に変わり、第5期以降は溶岩ドームを形成する活動へと変化し、爆発性が低下したとされている。

三瓶山は、第4期のサブ・プリニー式噴火により三瓶浮布テフラを噴出して以降は溶岩ドームを形成する活動へと変

化し、爆発性が低下している

とされている。

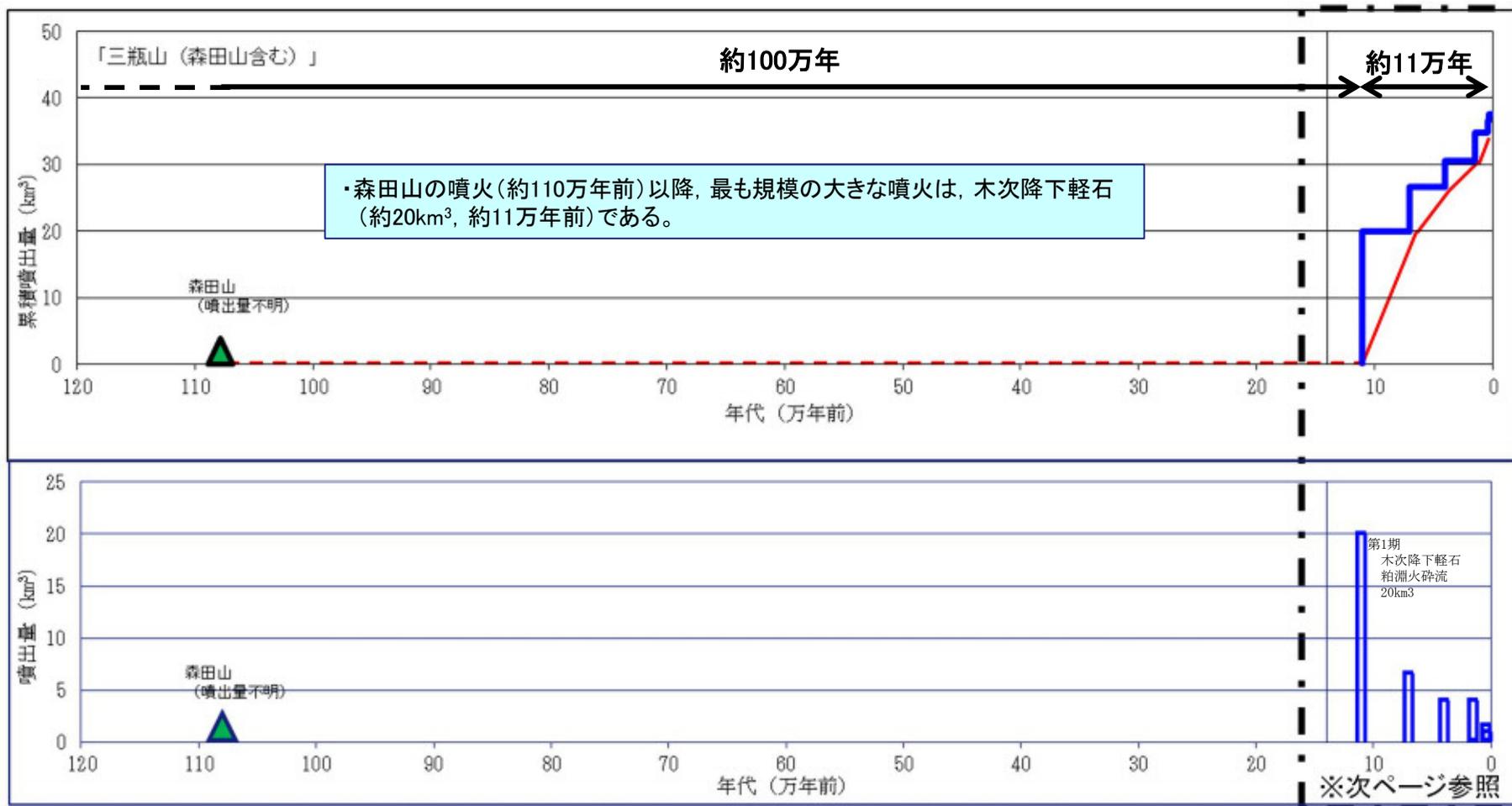
5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
三瓶山の噴火規模の想定(噴火履歴の検討(活動形態の変遷))

活動期	古三瓶期		第1期	第2期	第3期	第4期	第5期	第6期	備考
	森田山								
噴出年代	約110 万年前	—	約11 万年前	約7 万年前	約4 万年前	約1.5 万年前	約0.45 万年前	約0.36 万年前	
SiO ₂ 含有比	服部ほか (1983)	—	73.11	72.14	68.27	63.90	—	65.07 65.88	活動期は日本地質学 会編(2009)により分類
	縫部・藤巻 (1996) ⁽²³⁾	—	74~76		60~70				
	松元 (1994) ⁽²⁴⁾	—	—	—	—	—	—	64.83 ~ 66.92	第6期の三瓶円頂丘 溶岩のみ分析
	松浦・土谷 (2003)	62.98	—	—	—	—	—	—	
噴出物の岩質	デイサイ ト質※ ¹	—	流紋岩質			デイサイト質			日本地質学会編 (2009)による
主な活動様式	溶岩ド ーム形成※ ¹	—	プリニー式			サブ・プ リニー式	溶岩ド ーム 形成		日本地質学会編 (2009)による

※1松浦・土谷(2003)による

- ・三瓶山起源の噴出物は、活動開始から時間の経過に伴いSiO₂含有比、噴出物の岩質、及び活動様式が変化している。
- ・現在(第6期)のSiO₂含有比、噴出物の岩質、及び活動様式は、古三瓶期(森田山の活動期)のそれらに類似しており、爆発的軽石噴火が優勢な第1-3期とは異なる。

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
 三瓶山の噴火規模の想定(噴火履歴の検討(階段ダイヤグラム))

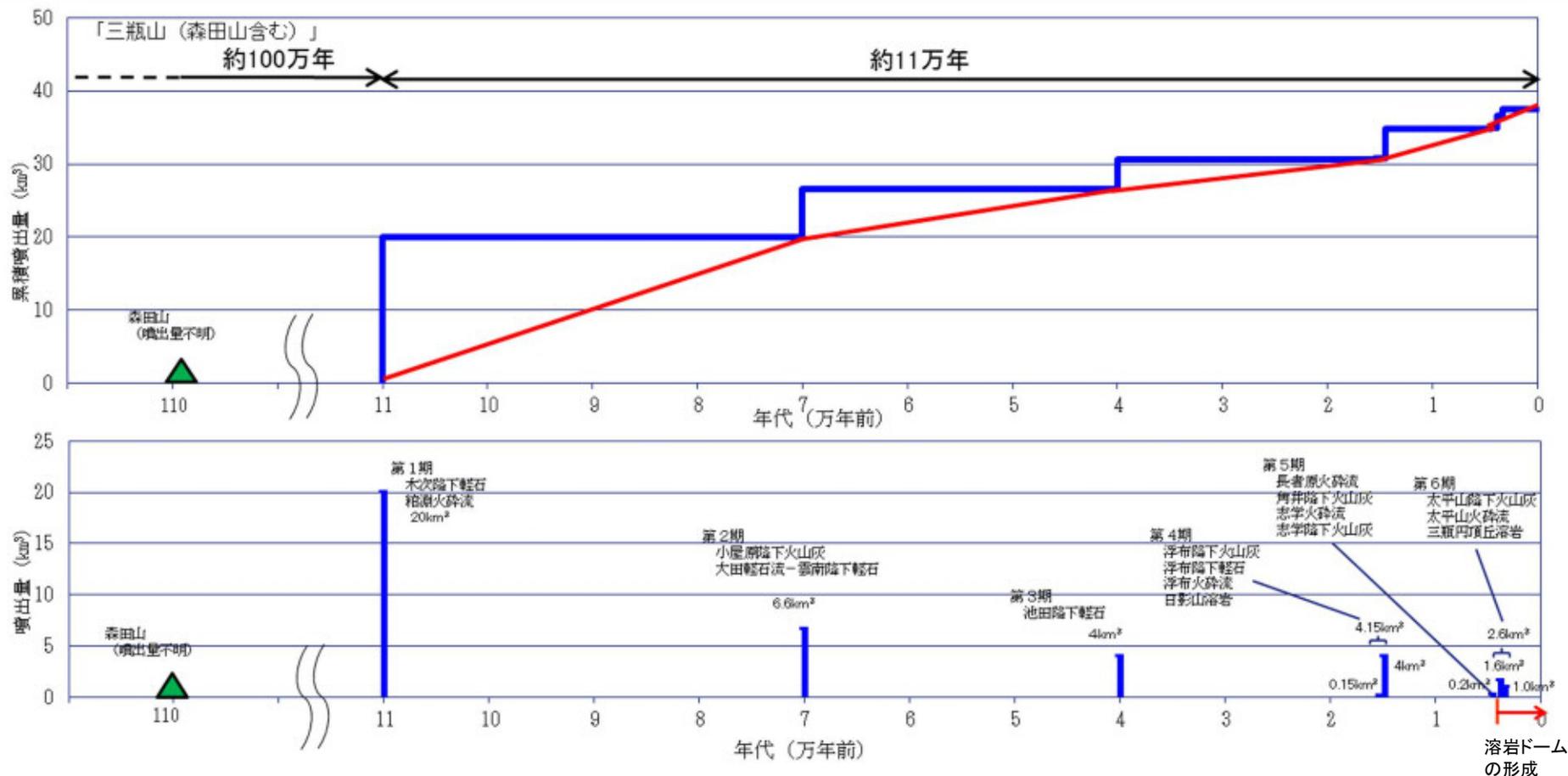


・服部ほか(1983)によると, 森田山の噴火(約110万年前)から木次降下軽石噴出(約11万年前)までの期間は, 三瓶カルデラより小型の成層火山あるいは単成火山群が存在していた可能性が高いとされている。また, この期間に広域火山灰を降下させる規模の噴火が起こったという知見は得られていない。

・森田山の噴火(約110万年前)以降, 噴火規模の最も大きな木次降下軽石規模の噴火までの期間(約100万年)は, 木次降下軽石の噴火からの経過時間(約11万年)に比べ十分に長い。

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価 三瓶山の噴火規模の想定(噴火履歴の検討(階段ダイヤグラム))

42



(第四紀火山カタログ編集委員会(1999), 須藤ほか(2007)に基づき作成)

・現在の活動様式(溶岩ドーム形成)となった第5期以降, 最大の噴火規模は太平山降下火山灰噴出時の規模(噴出量2.6km³)である。

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
 三瓶山の噴火規模の想定(降下火砕物の分布に関する調査結果)

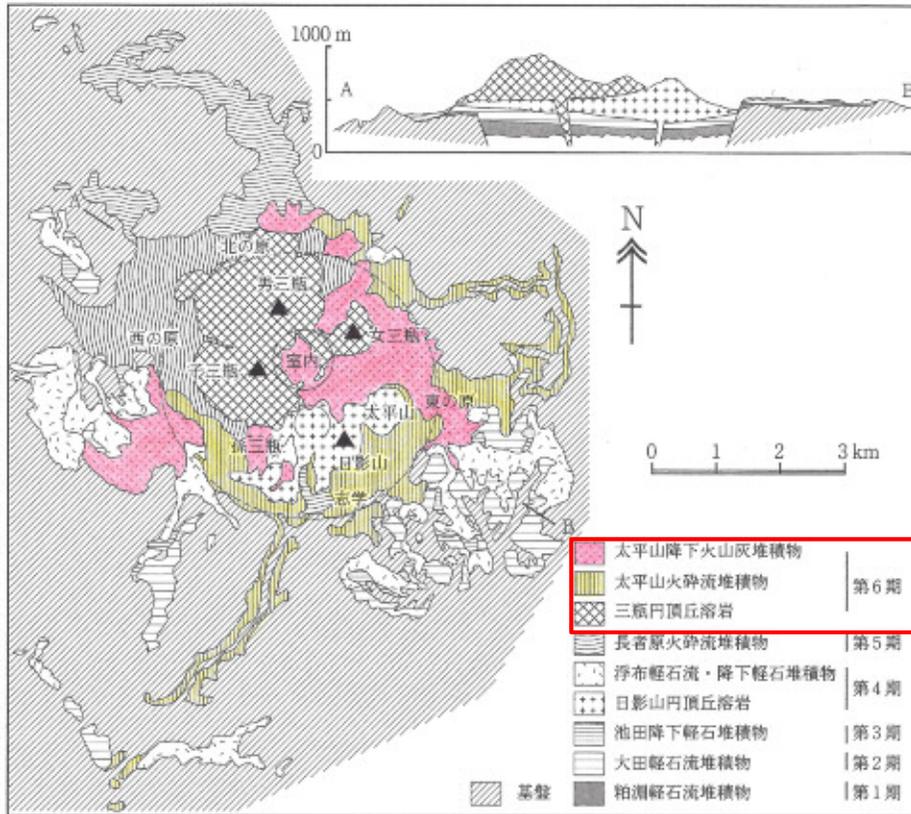


図 6.3.6 島根県三瓶山の地質図と地質断面図 (松井・井上, 1971 を簡略化)

日本地質学会編(2009)より引用・加筆

三瓶太平山噴火時の降下火砕物の分布範囲

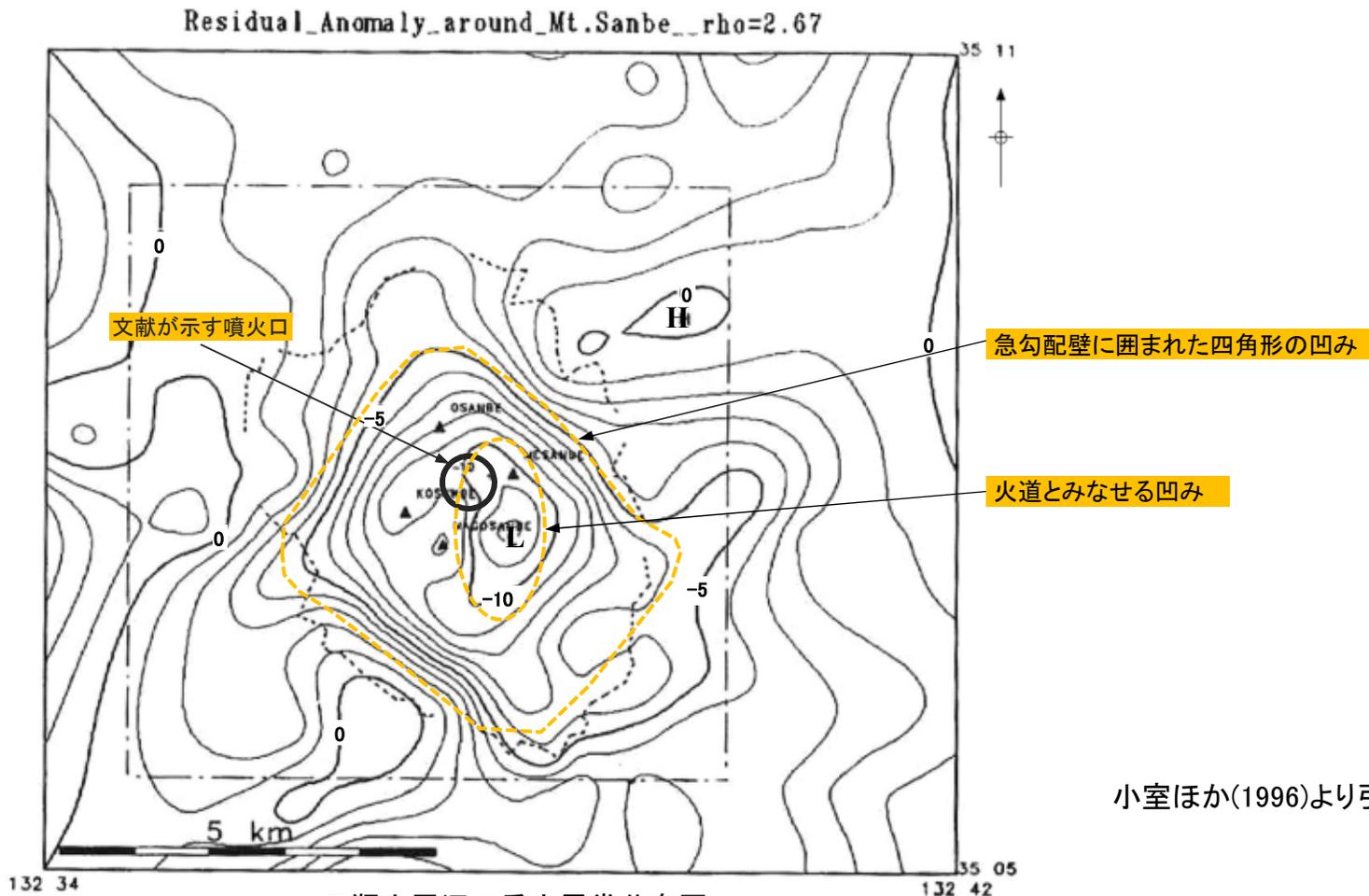
第6期の三瓶太平山噴火(噴出量:2.6km³)時の火山灰について

- ・ 松井・井上(1971)⁽²⁵⁾によると、三瓶太平山噴火に伴う火山灰は、火砕流の余燼(じん)的堆積物であり、火砕流の付近しか分布していないとされている。
- ・ 草野・中山(1999)⁽²⁶⁾によると、太平山火砕流をブロックアンドアッシュフロー(溶岩ドーム崩落に伴う火砕流)であるとし、出雲平野で連続の良好な降下火山灰層がないこと、三瓶山とその周辺を広く覆う降下火砕物ユニットが存在しないことから、太平山期に噴煙柱を高く上げ多量の降下火砕物を広く伴うような噴火はなかったとされている。
- ・ また、敷地では、三瓶太平山噴火時の降下火砕物は確認されていない。

第6期の三瓶太平山噴火(噴出量:2.6km³)時の火山灰は、敷地まで到達していないと考えられる。

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
三瓶山の噴火規模の想定(地球物理学的調査(重力構造))

小室ほか(1996)⁽²⁷⁾によると、三瓶山は 中心部に急勾配壁に囲まれた四角形の凹みと、その北西及び南東側に浅い平坦部が棚状に広がるというカルデラ基盤の起伏が推定され、低重力異常型のカルデラであると結論することができる。また、現在の噴火口の東-南東に、火道とみなせる凹みが認められる。なお、火道に相当するような凹みはこれ以外には観察されないとしている。

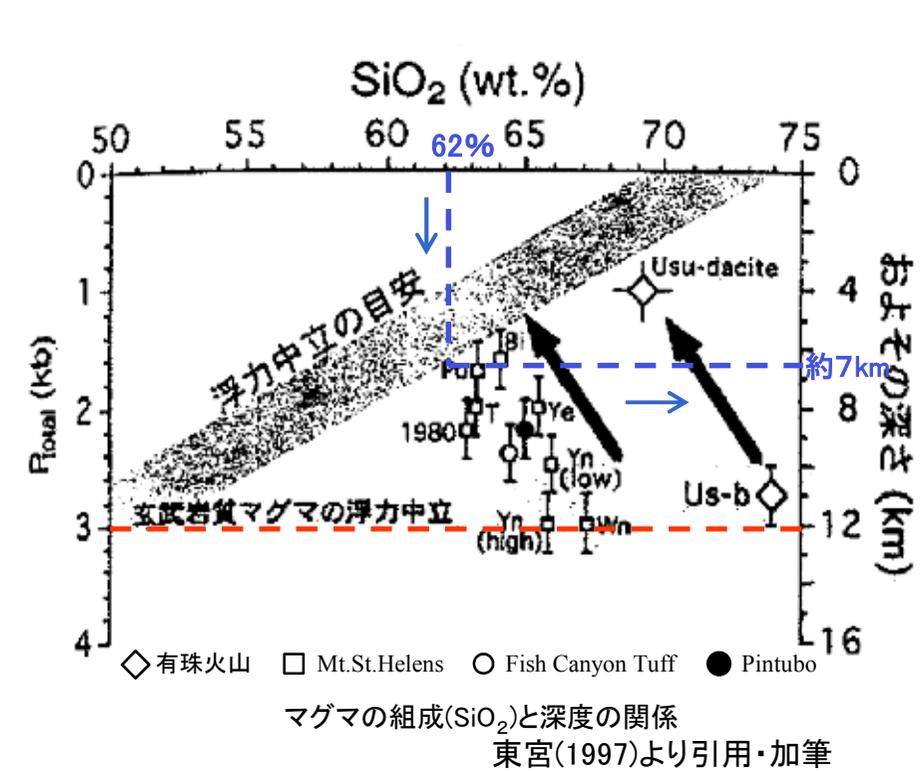


小室ほか(1996)より引用・加筆

三瓶山周辺の重力異常分布図

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
 三瓶山の噴火規模の想定(地球物理学的調査(マグマ溜まりの評価方法))

東宮(1997)⁽²⁸⁾によると、マグマ溜まりは、マグマの密度と地殻の密度の釣り合う深さ(浮力中立点)よりも浅部には形成されていないとし、幾つかの火山の事例から約6～約12kmの深さに形成されているとしている。



マグマの種類と性質

マグマ	玄武岩質	安山岩質	デイサイト質	流紋岩質
化学組成	マフィック ←		→ フェルシック	
SiO ₂ (重量%)	45～53.5	53.5～62	62～70	70以上
密度 (kg/m ³)	約2700	約2400	約2300	約2200
粘性率 (Pas)	10 ² ～10 ⁴	10 ⁴ ～10 ⁷	～10 ⁹	～10 ¹¹
噴出温度 (℃)	1000～1200	950～1200	800～1100	700～900
噴出物	溶岩	火砕物、溶岩	火砕物、溶岩	火砕物、溶岩
固形噴出物の色	黒～灰	灰	灰～茶	褐色～白
主な噴出形態	溶岩流、溶岩噴泉	噴煙、噴石、溶岩流	噴煙、溶岩流、溶岩ドーム	噴煙、溶岩流、溶岩ドーム

下鶴ほか編(2011)⁽²⁹⁾より引用

・玄武岩質マグマは、浮力中立点である約12kmの深さにマグマ溜まりを形成する。
 ・三瓶山・大山を構成する地質は安山岩～デイサイトとされており、仮に同質のマグマ溜まりが形成されるとすれば、SiO₂の重量%は62%程度であり、マグマ溜まりは浮力中立点の約7kmの深さに定置すると推定される。

三瓶山・大山を構成する安山岩～デイサイト質マグマ溜まりの浮力中立点は約7kmと推定されるが、少なくとも玄武岩質マグマの浮力中立点の約12kmより浅部にマグマ溜まりを示す兆候がなければ、運用期間中に噴火の発生する可能性は極めて低い。

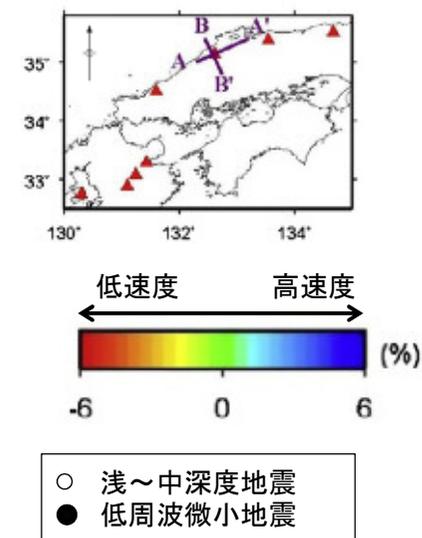
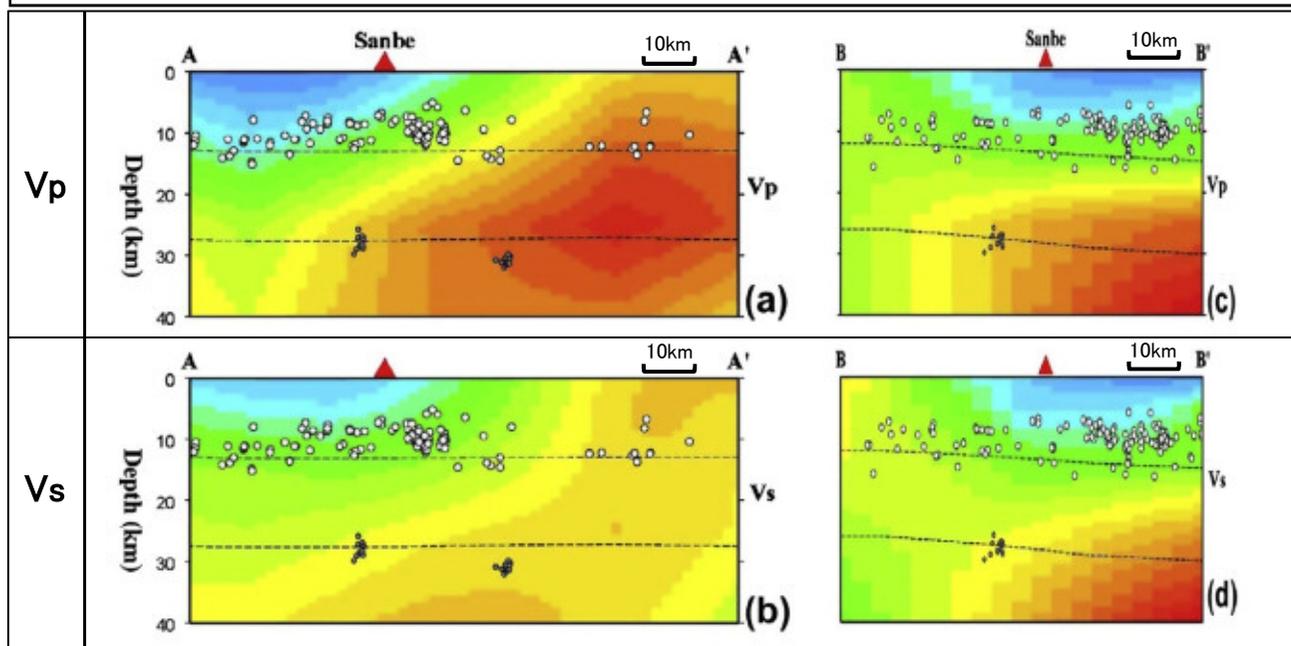
5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
 三瓶山の噴火規模の想定(地球物理学的調査(地震活動, 地震波速度構造))

【地震活動, 地震波速度構造に関する一般論としての文献】

- ・森田・大湊(2005)⁽³⁰⁾によると, 地震の活動度は, 一般に火山活動が活発になると火山周辺において高まるとされており, 流体の移動が示唆される地震(低周波地震等)が発生するとされている。
- ・浅森・梅田(2005)⁽³¹⁾によると, 地震波トモグラフィ解析から得られる地震波速度構造は, 岩石の種類, 流体の飽和度, 温度, 圧力等の変化を反映しており, 低速度領域には, 流体や高温異常の存在を示唆するとされている。

【三瓶山地下深部の地震活動, 地震波速度構造に関する文献】

- ・Zhao et al.(2011)⁽³²⁾によると, 三瓶山の北東～南東側の地下深部に広がる低速度層と, 低周波微小地震の存在から, マグマ溜まりの存在する可能性を示唆しているとされている。



Zhao et al.(2011)より引用・加筆

三瓶山の北東～南西側の地下深部には, 低速度構造が分布し, また低周波微小地震の発生領域も位置しており, マグマ溜まりの存在の可能性を示唆しているが, 東宮(1997)による玄武岩質マグマの浮力中立点の深度よりも深い位置にあると推察される。

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価 三瓶山の噴火規模の想定(気象庁による評価(中長期的な火山活動評価))

中長期的な噴火の可能性に備えた

気象庁HPより引用
(火山噴火予知連絡会 平成21年6月)

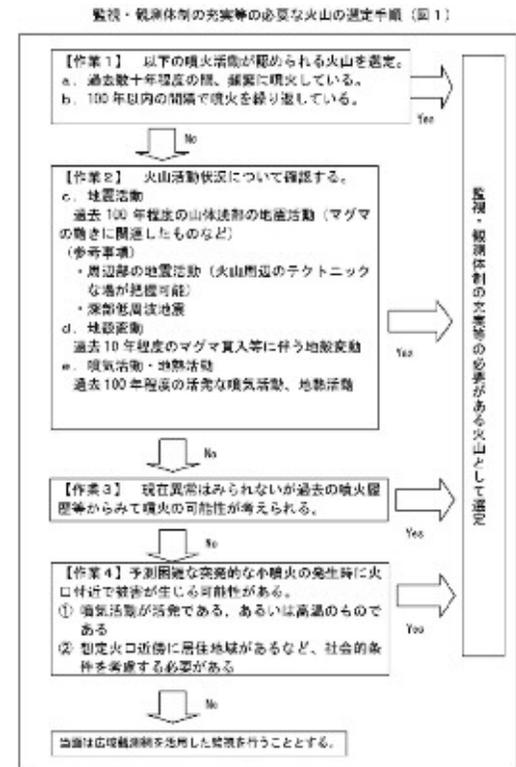
監視・観測体制の充実等の必要性の評価について

1. 目的

気象庁は全国の活火山について、火山防災を目的として監視を行なっている。それらのうち、活発な火山活動を繰り返しているなど、必要と考えられる火山に対して、近傍に地震計等を設置し連続監視を行ってきた。また、近年は多項目観測の実施や、機動観測により連続監視火山を増やすなど火山監視の強化を進めた。

今後、さらに火山防災対策の充実を図るために、中長期的な噴火の可能性を評価して、監視・観測体制の充実等が必要な火山を選定することとした。 中長期的な期間については、概ね100年程度とし、噴火の可能性を検討することとする。 噴火の時期や規模を定量的に求めることは現在の火山学の知見では困難であるが、過去の噴火履歴と現在観測されている火山活動の状況から、噴火の可能性を検討する。その上で、噴火による周辺の社会的な影響についても考慮することとする。

また、選定された火山については、具体的な監視・観測体制を検討に資するため、噴火準備過程や、噴火プロセス等に関する知見に基づいた整理を行うこととする。



火山番号	火山名	気象庁観測体制	緊急減災着手年度	アンケート単位 マグマ 水蒸気	整備必要性理由	過去1万年間の噴火履歴(VEI) (VEIは産総研1万年噴火イベントデータ集による)				噴火間隔				最新噴火開始からの経過年数	VEI2以上マグマ噴火活動履歴による今後100年間程度の長期評価 ○:活動期 ×:休止期	山体後部地震活動 ・過去約100年間を対象 ・火山性地震多発 ・微動発生	火山性地震活動を対象 D:深部ダイク貫入 S:山体浅部膨張	噴気活動・熱活動 ・過去約100年間を対象 ・湯点以上の高温噴気 ・熱泥噴出(数m以上) ・噴気高度100m以上	【参考事項】 ・山体付近(10km以内) の深部低周波地震	【参考事項】 ・山体周辺の地震活動	社会的影響 ・活動火山から500m以内の居住人口 ◎:100人以上 ○:10人以上 ・活動火山から1km以内 ◇:観光施設、観光道路あり
						マグマ噴火(▲)	水蒸気噴火(△)	噴火種類	平均間隔	標準偏差	データ数										
77	三瓶山	×	×	59	68	×	約4500年前 約3600年前 以降1回	不明					約3600年	×	不明	不明	なし	南西約10kmにわずかにあり	周辺地震活動活発	◇:火山口付近にスキー場あり	

気象庁は、火山防災対策の充実を図るために、中長期的な噴火の可能性を評価して、監視・観測体制の充実等が必要な火山を選定するとしているが、三瓶山については、VEI2以上マグマ噴火活動履歴による今後100年間程度の長期評価が「休止期」であること等から、当該対象火山として選定していない。

なお、今後100年間程度の長期評価が困難な火山は「不明」として整理されている。(阿蘇山, 桜島他)
また、監視・観測体制の充実等が必要な火山としては、御嶽山, 口永良部島, 箱根山等がある。

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価 三瓶山の噴火規模の想定(気象庁による評価(中長期的な火山活動評価))

御嶽山の噴火災害を踏まえた活火山の観測体制の強化に関する緊急提言

平成 26 年 11 月
火山観測体制等に関する検討会

○ はじめに

平成 26 年 9 月 27 日に発生した御嶽山の水蒸気噴火は、死者 57 名および行方不明者 6 名（平成 26 年 10 月 28 日時点）を数え、平成 19 年に気象庁が噴火警報の発表を開始してから初めて犠牲者を出す噴火であった。また、この噴火は、近代的な火山観測が始まって以降では、1926 年十勝岳噴火につぐ数の人命を失う災害であった。

火山観測体制等に関する検討会では、これまで調査研究の推進及びその成果を踏まえた監視体制のあり方、観測データの流通および共有化体制、各機関の役割分担と観測網整備の優先度を踏まえた火山毎の具体的な観測網のあり方について検討を行ってきた。また、今後の課題として火山監視に係る研究の進展等も踏まえて必要な場合には適切な改善策を講じることを指摘してきたことから、今回の御嶽山で起こった災害を踏まえ、監視及び火山活動に関する情報発表に必要な観測体制について検討し、以下のように緊急提言をとりまとめた。

気象庁HPより引用
(火山噴火予知連絡会 平成26年11月)

平成26年9月の御嶽山の噴火を受け、気象庁から出された「御嶽山の噴火災害を踏まえた活火山の観測体制強化に関する緊急提言」(気象庁 火山観測体制等に関する検討会、平成26年11月)においても、三瓶山については常時監視が必要な火山の見直し対象とはなっていない。

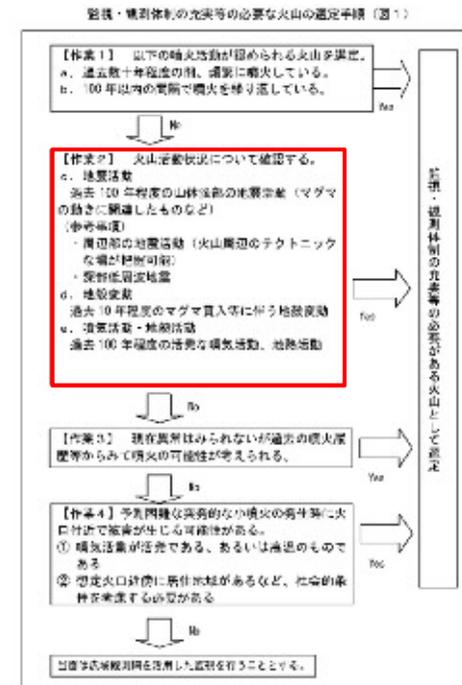
○ 活火山の観測体制の強化に関する緊急提言

3. 常時監視が必要な火山の見直し

常時監視が必要な火山すなわち常時観測火山は、平成 21 年に開催された火山噴火予知連絡会火山活動評価検討会において、それまでの知見に基づき、①近年、噴火活動を繰り返している火山、②過去 100 年程度以内に火山活動の高まりのある火山、③現在異常は見られないが過去の噴火履歴等からみて噴火の可能性が考えられる火山、④予測困難な突発的な小噴火の発生時に火口付近で被害が生じる可能性がある火山として 47 火山が選定された。

平成 21 年の選定以降、②に該当する顕著な異常現象が見られた以下の火山があり、常時観測火山への追加を検討すべきである。

- ・ 八甲田山 平成 25 年に山頂直下の地震の増加や地殻変動を観測
- ・ 十和田 平成 26 年 1 月に震源の浅い地震の増加を観測
- ・ 弥陀ヶ原 平成 24 年 6 月以降、噴気域の拡大や噴気温度の上昇を観測



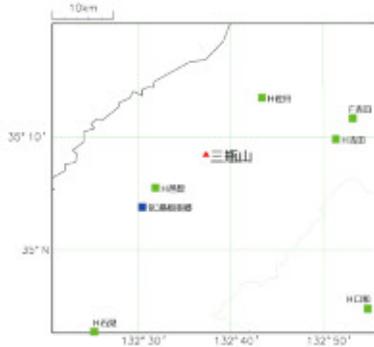
5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価 三瓶山の噴火規模の想定(気象庁による評価(地震観測結果))

三瓶山 (2015年1月31日現在)

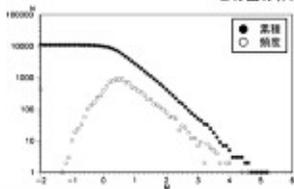
火山活動に特段の変化はなく、静穏に経過しており、噴火の兆候は認められない。
平成19年12月1日に噴火予報(平常)を発表した。その後、予報事項に変更はない。

○ 概況 (2014年2月～2015年1月31日)

- ・地震活動 (第3図)
山体付近に発生する地震は少なく、周辺の地震活動にも特に変化はない。
- ・噴気等の状況
山頂部の室の内火口には鳥地獄と呼ばれる噴気孔があるが、噴気異常等に関する通報はない。

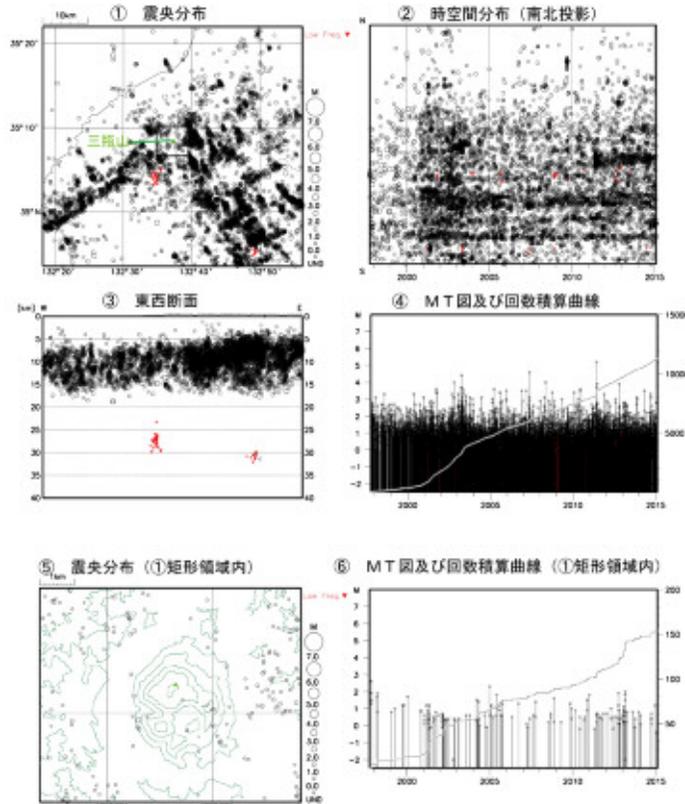


第1図 三瓶山 周辺の地震観測点
■(H): 防災科研観測点 ■(Q): 気象庁観測点
・最も近い観測点: 色智(防災科研): 約10km
この図の作成にあたっては、国土地理院発行の数値地図25000を使用した。



第2図 三瓶山
一元化震源によるマグニチュード別度数分布図
(第3図①震央分布図の範囲内)

この資料は気象庁のほか、独立行政法人防災科学技術研究所のデータも利用して作成。



第3図 三瓶山 一元化震源による周辺の地震活動 (1997年10月1日～2015年1月31日)
注) 2002年10月以降、Hi-net 追加により検知力向上
この図の作成にあたっては、国土地理院発行の数値地図50mメッシュ(標高)を使用した。

気象庁HPより引用 第131回
火山噴火予知連絡会資料
平成27年2月24日

気象庁の火山噴火予知連絡会資料(H26.12～H27.1)によると、地震観測結果等から火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は認められないとされている。

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価 三瓶山の噴火規模の想定(気象庁による評価(噴気・地熱の観測結果))

50

火山活動解説資料(平成24年12月)

三瓶山の火山活動解説資料(平成24年12月)

気象庁地震火山部
火山監視・情報センター
大阪管区気象台地震火山課

火山活動に特段の変化はなく、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は認められません。
平成19年12月1日に噴火予報(平常)を発表しました。その後、予報警報事項に変更はありません。

○ 活動概況

・ 噴気など表面現象の状況(図2~6)

気象庁では2012年12月10日から14日に、三瓶山周辺で現地調査(目視観測、地表面温度分布¹⁾観測)を実施しました。山頂部の室ノ内火口には鳥地獄と呼ばれる噴気孔がありますが、子三瓶山中腹からの観測では噴気や地熱域は確認できませんでした。その他、山頂火口周辺及び山腹に噴気及び地熱域は認められませんでした。

・ 地震や微動の発生状況(図1、図7*)

気象庁では、三瓶山近傍の地震活動に関する基礎的な資料を得るため、2012年12月12日に三瓶自然館サヒメルの協力を得て同施設内に地震計を臨時に設置しました。観測開始以降、三瓶山近傍を震源とする火山性地震は観測されず、地震活動は静穏に経過しました。また、火山性微動も観測されませんでした。

1) 赤外熱映像装置は、物体が放射する赤外線を感じて温度を測定する機器で、熱源から離れた場所から測定することができる利点がありますが、測定距離や大気等の影響で実際の熱源の温度よりも低く測定される場合があります。

火山活動解説資料(平成24年12月)



図1 三瓶山 付近地図 赤矢印は各図撮影場所・方向

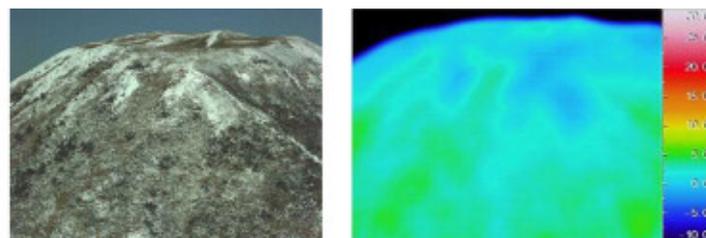


図5 三瓶山 子三瓶山南斜面地表面温度分布(12月13日11時40分 隔三瓶山より)

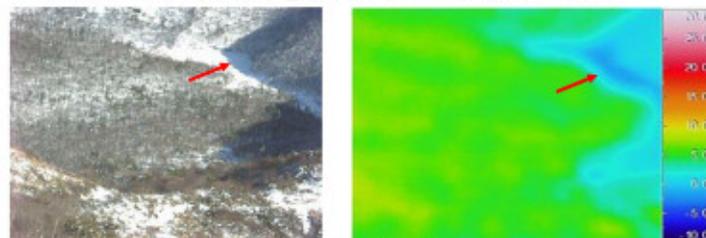


図6 三瓶山 室ノ内地表面温度分布(赤矢印部分は室内池)(12月13日13時10分 子三瓶山中腹より)

気象庁の火山活動解説資料(H24.12)によると、噴気及び地熱域の観測結果から、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は認められないとされている。

【噴火履歴による検討結果】

- ・最新活動期は溶岩ドーム形成期であり、爆発性が低下している。
- ・森田山の噴火から木次降下軽石噴出までの期間は、広域火山灰を降下させる規模の噴火が起こったという知見はない。また、森田山の噴火(約110万年前)以降、噴火規模の最も大きな木次降下軽石規模の噴火までの期間(約100万年)は、木次降下軽石の噴火からの経過時間(約11万年)に比べ十分に長い。
- ・現在の活動様式(溶岩ドーム形成)における最大の噴火規模は太平山降下火山灰の噴出(噴出量:2.6 km³)である。また、三瓶太平山噴火時の火山灰は、敷地まで到達していないと考えられる。

【地球物理学的調査結果】

- ・三瓶山の北東～南西側の地下深部には、低速度構造が分布し、また低周波微小地震の発生領域も位置しており、マグマ溜まりの存在の可能性を示唆しているが、東宮(1997)による玄武岩質マグマの浮力中立点の深度よりも深い位置にあると推察される。

【気象庁評価を参考とした現在及び中長期的な火山活動の評価結果】

- ・三瓶山はVEI2以上マグマ噴火活動履歴による今後100年間程度の長期評価が休止期であること等から、気象庁による監視・観測体制の充実等の必要がある火山として、選定されていない。
- ・気象庁の火山噴火予知連絡会資料(H27.2)によると、火山性地震、噴気・地熱の観測結果から三瓶山の火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は認められないとしている。

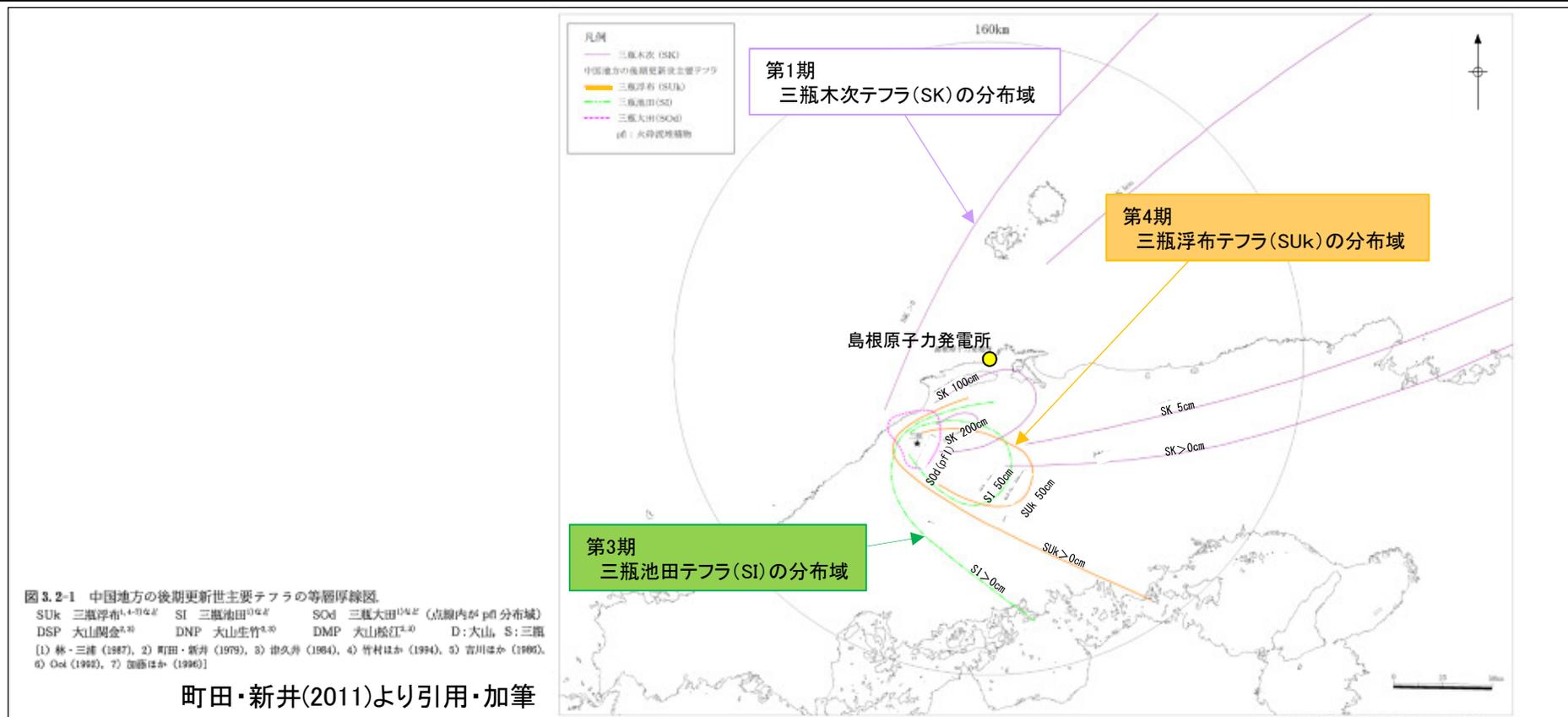
- ・噴火履歴による検討結果等によると、原子力発電所の運用期間中には、木次降下軽石(VEI6)を噴出させたような巨大噴火を起こす可能性は極めて低く、現在の活動様式(溶岩ドーム形成)が今後も継続すると考えられる。
- ・現在の活動様式(溶岩ドーム形成)における最大の噴火規模は、三瓶太平山噴火時(噴出量:2.6km³)であるが、これに伴う火山灰は、敷地まで到達していないと考えられる。【当初申請の評価】

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価 三瓶山の降下火砕物の影響評価

52

【申請以降の見直し】

現在の活動様式(溶岩ドーム形成)における最大の噴火規模は、三瓶太平山噴火時(噴出量:2.6km³)であるが、降下火砕物の影響評価に当たっては、火山灰に関する調査結果を踏まえ、十分な不確かさを考慮する。



- ・火山灰を伴う噴火規模としては、第4期の浮布降下火山灰(噴出量:4.15km³) > 第3期の池田降下軽石(噴出量:4.0km³)である。
- ・火山の活動様式の不確かさを考慮し、原子力発電所の運用期間中の規模として、火山灰噴出量が最大である約1.5万年前の浮布降下火山灰(以下、三瓶浮布テフラ)の噴出規模(VEI5, 噴出量4.15km³)を想定する。

三瓶浮布テフラ(SUk, 総噴出量:4.15km³)について、文献調査及び現地調査の結果、敷地に到達したという知見は得られていないため、「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))に従い、火山灰シミュレーションにより、現在の気象条件において降下火砕物が噴出した場合の降灰分布を確認した。

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価 三瓶浮布テフラに関する火山灰シミュレーション

火山灰シミュレーションの仕様

- ・シミュレーションのプログラム:TEPHRA2
- ・想定する噴火規模:三瓶浮布テフラ(総噴出量:4.15km³※1)
- ・各パラメータ(地形, 噴煙柱, 粒子, 大気):下表のとおり

※1 保守的に溶岩を含む総噴出量を設定

※3 L.G. Mastin et al (2009)⁽³³⁾に示される噴煙柱高度の回帰式 $H(km) = 25.9 + 6.64 \log_{10}(V(km^3 DRE))$

見かけ体積は、第四紀火山カタログ委員会編による。
計算により算出

各パラメーター一覧表

対象とする火山			三瓶山	引用した文献・資料など	対象とする火山	三瓶山	
想定する噴火規模			SUK(溶岩ドーム含む)		想定する噴火規模	SUK規模(溶岩ドーム含む)	備考
地形 パラメータ	地形モデル解析	m	1,000	国土地理院基盤地図情報 数値標高モデル(10m) 座標:UTM座標系	噴煙柱高度 H (km)※3	27	
	火口位置X	m	283,297		見かけ体積 V1 (km ³)	4.15	
	火口位置Y	m	3,891,189		見かけ体積 V2 (km ³ DRE)	1.60	
	火口位置Z	m	1,126		噴出物総重量 (kg)	4.2E+12	
噴煙柱 パラメータ	噴煙柱上端の標高	m	27,000	右表参照	換算値		
	噴出物の総重量	kg	4.2E+12	右表参照	岩片の見かけ密度	2600	kg/m ³
	最大粒径	phi	-10(2 ¹⁰ mm=1024mm)	TEPHRA2による推奨値※2	降下火砕物 の見かけ密度	1000	kg/m ³
	最小粒径	phi	10(2 ⁻¹⁰ mm=9.77 × 10 ⁻⁸ mm)				
	中央粒径	phi	4.5(2 ^{-4.5} mm=0.0442mm)				
標準偏差	phi	3(2 ⁻³ mm=0.125mm)					
粒子 パラメータ	渦拡散係数	m ² /s	0.04	T.Suzuki(1983) ⁽³⁴⁾ より			
	拡散係数	m ² /s	500	萬年(2013) ⁽³⁵⁾ より			
	Fall Time Threshold	s	3600	C.Bonadonna et al.(2005) ⁽³⁶⁾ より			
	岩石の見かけ密度	kg/m ³	2600	TEPHRA2による推奨値※2			
	軽石の見かけ密度	kg/m ³	1000				
大気 パラメータ	風速	m/s	高度ごとに月平均風速(9時, 21時)の平均値	気象庁公開データ(1988~2013) ・松江(2010~2013)&米子(1988~2010)			
	風向	度	高度ごとに月平均風向(9時, 21時)の最頻値				
	季節条件		1月~12月				

※2 Tephra2 Users Manual Spring 2011(University of South Florida)より

- ・ 萬年(2013)によると, TEPHRA2は, 移流拡散モデルを用いた降下火山灰シミュレーションコードであり, 火山灰の風による移動(移流)と空中に広がる現象(拡散)を計算するモデルであるとされている。
- ・ TEPHRA2の移動拡散モデルについて, 風向きと速度は各高度で一定と仮定され, 拡散は水平方向のみが考慮されている。
- ・ TEPHRA2は, 風について単純なモデルしか仮定できないが, 火山周辺100kmのオーダーで風向きが大きく変わるといことは考えにくいいため, 100kmのオーダー以下で考える場合, 一定の実用性があるとされている。

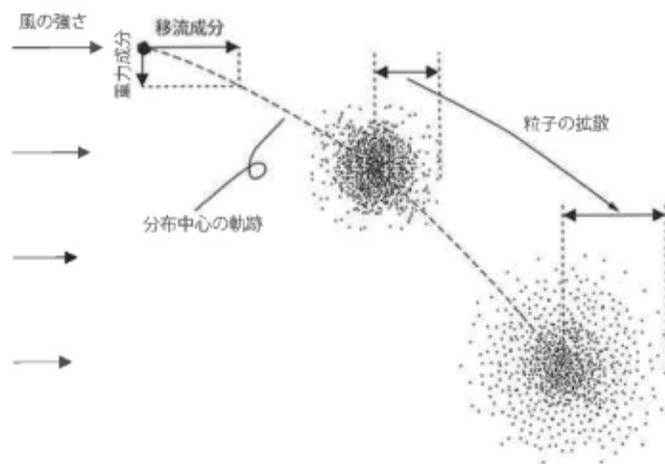


図1 移流拡散モデルの概念図

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

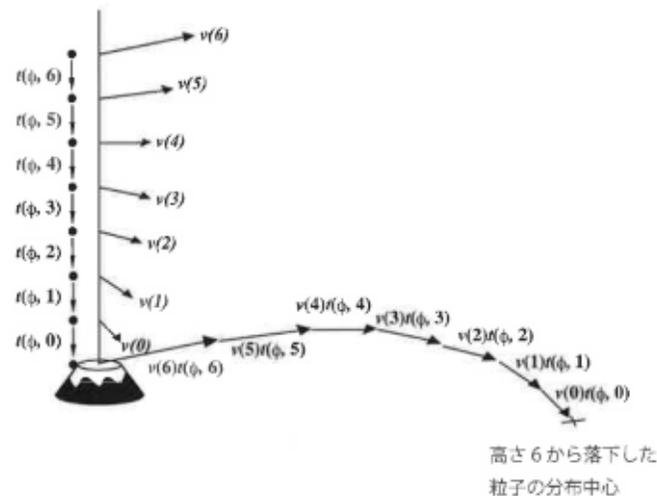


図3 移流の概念図

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

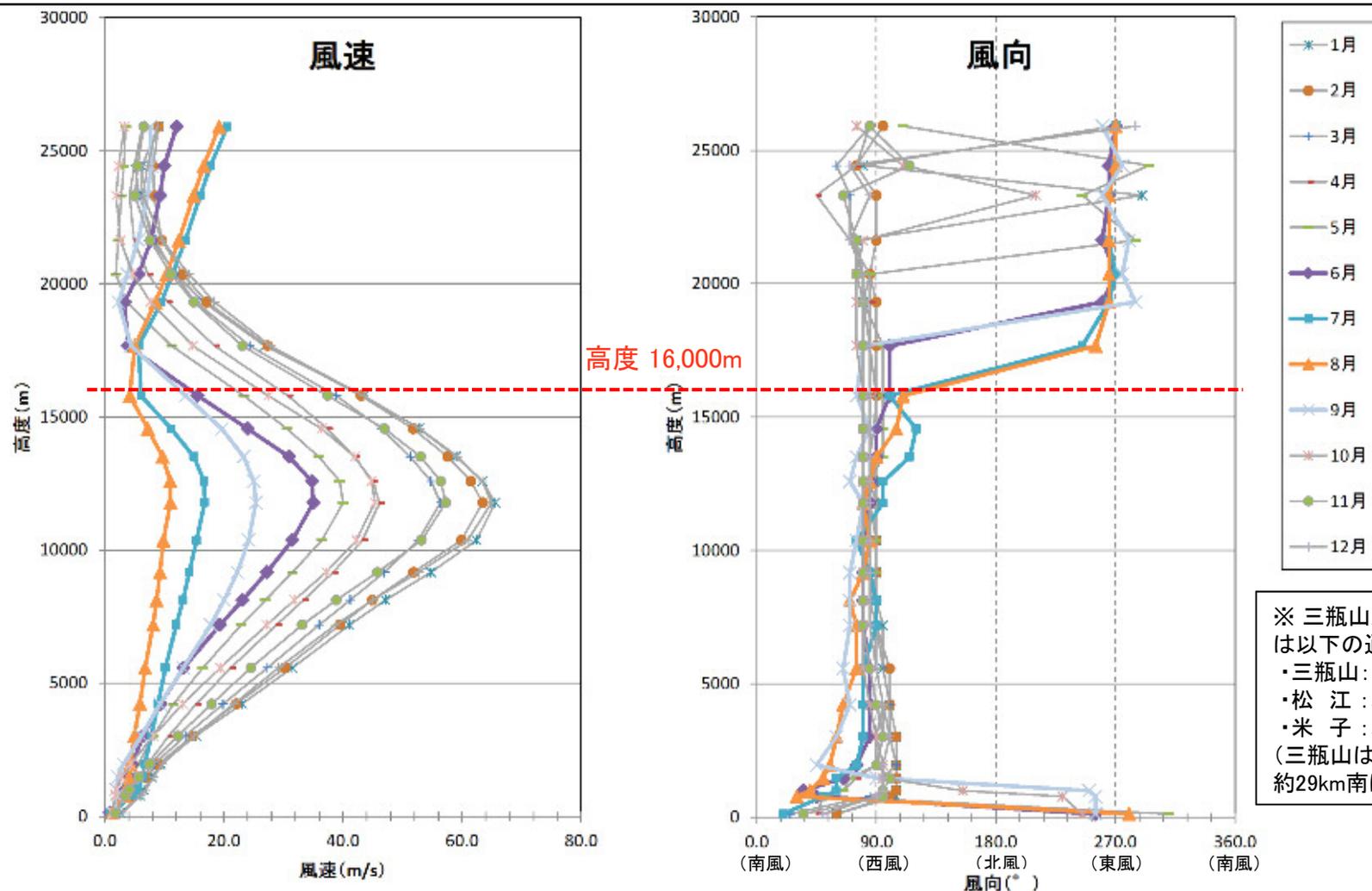
5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価 三瓶浮布テフラに関する火山灰シミュレーション(大気パラメータ)

55

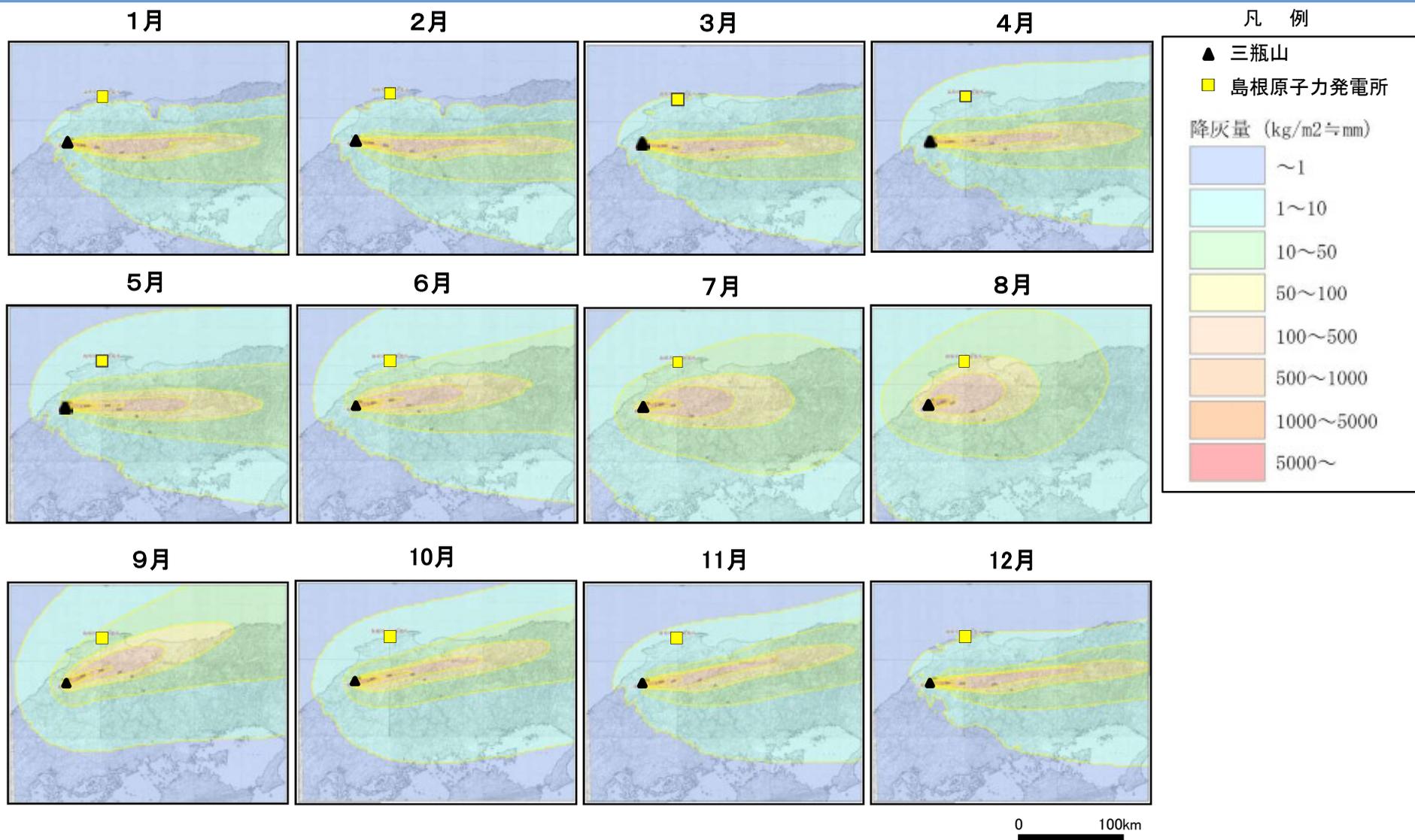
大気パラメータ

三瓶山と比較的緯度が近い※, 気象庁の米子観測所(1988年1月~2010年2月)及び松江観測所(2010年3月~2013年6月)のデータを用いた。なお, 風速は高度毎の9時, 21時の月平均風速の平均値, また風向は高度毎の9時, 21時の月平均風向の最頻値を使用した。

偏西風の風速が早い約16,000m以下の高度では, 年間を通じて西風が卓越する。



5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
 三瓶浮布テフラに関する火山灰シミュレーション(基本ケース)



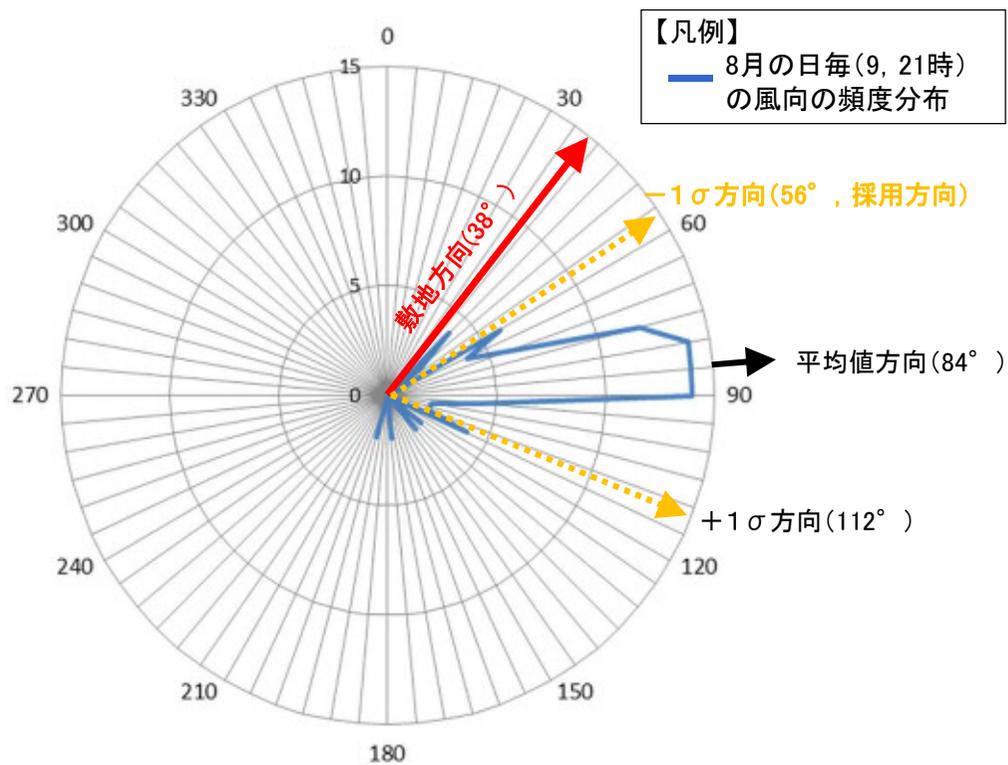
火山灰シミュレーションの結果、偏西風の弱まる8月の降下量が最大となり、敷地における降灰層厚は5cm程度となった。

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
 三瓶浮布テフラに関する火山灰シミュレーション(風向の不確かさ(1σ)を考慮)

風向の不確かさを考慮した検討

現在の気象条件におけるより厳しい条件を考慮した検討として、敷地への影響の大きい月(7~9月)を対象に風向の不確かさを考慮した検討を実施した。

【風向の不確かさ検討例】
 偏西風の卓越する標高10,000m付近(指定気圧面:200hPa)



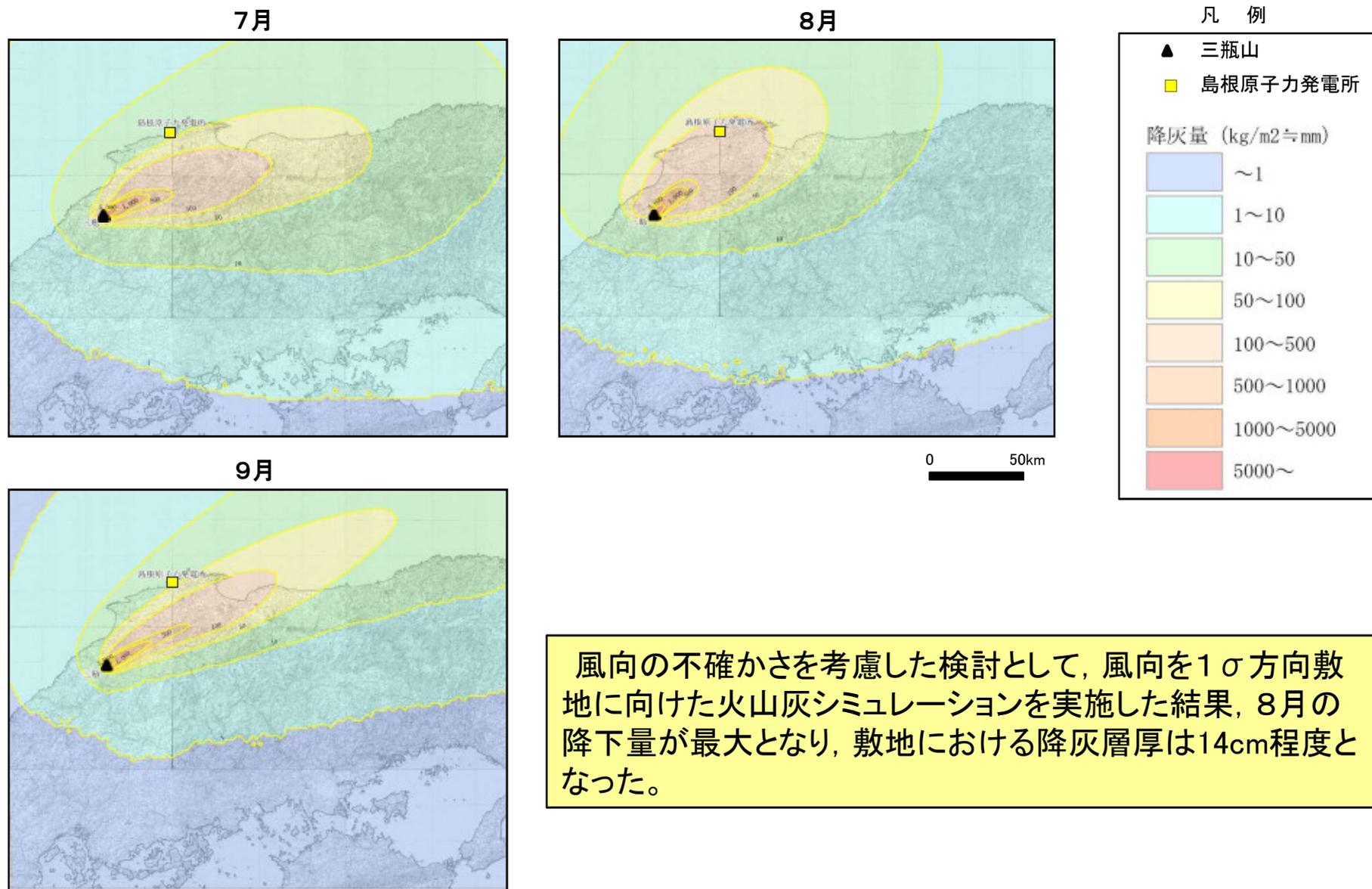
風向頻度分布(8月)

風向の不確かさを考慮するため、風向頻度分布、風向の±1σの範囲、及び敷地方向の関係から各標高毎に敷地に近づく方向(不確かさ採用方向:-1σ方向)を決定した。

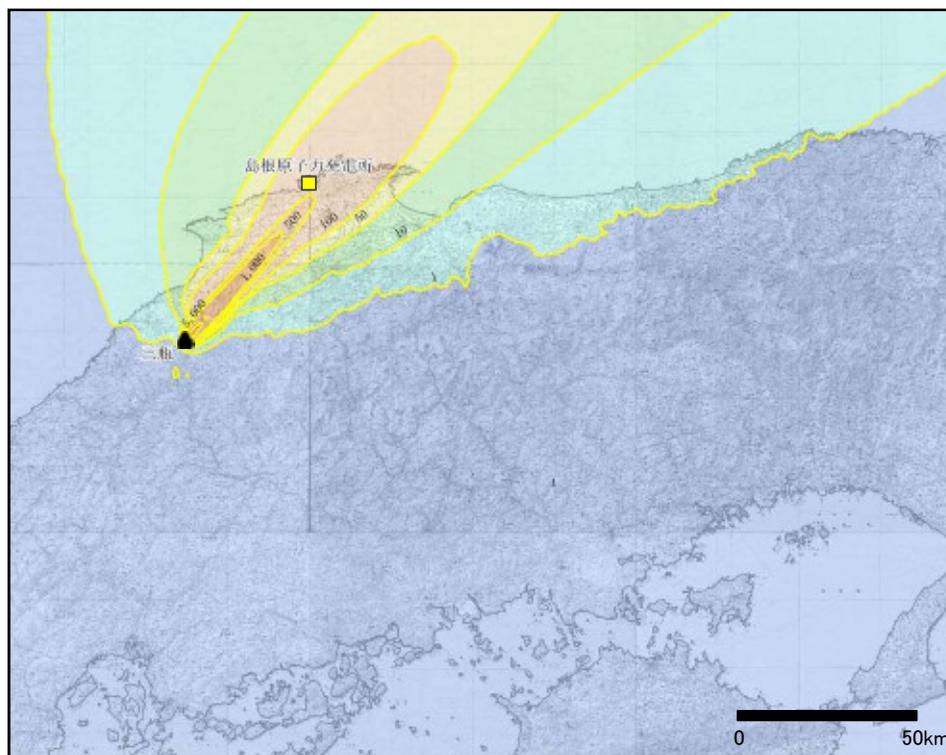


5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
 三瓶浮布テフラに関する火山灰シミュレーション(風向の不確かさ(1σ)を考慮)

風向の不確かさを考慮した検討結果(-1σ方向)



風向の不確かさを十分に考慮した検討結果(敷地方向への仮想風)



更に、**風向の不確かさを十分に考慮した検討**として、風向を1σ方向敷地に向けた検討のうち、敷地における降灰が最も厚くなる8月を対象に、**敷地方向への仮想風を用いた検討**を行った。

敷地方向への仮想風を用いた火山灰シミュレーションを実施した結果、敷地における降灰層厚は28cm程度となった。

発電所運用期間中の降下火砕物の影響評価における想定噴出規模として想定する三瓶浮布テフラ(約1.5万年前, 噴出規模:約4.15km³)について, 以下のとおり降下火砕物の影響評価を行った。

【火山灰シミュレーションにおける検討結果】

- ・火山灰シミュレーションを実施した結果, 8月の降下量が最大となり, 敷地における降灰層厚は5cm程度となった。
- ・風向の不確かさを考慮し, 風向を1σ方向敷地に向けた火山灰シミュレーションを実施した結果, 敷地における降灰層厚は14cm程度となった。
- ・更に, 風向の不確かさを十分に考慮し, 敷地方向への仮想風を用いたシミュレーションを実施した結果, 敷地における降灰層厚は28cm程度となった。

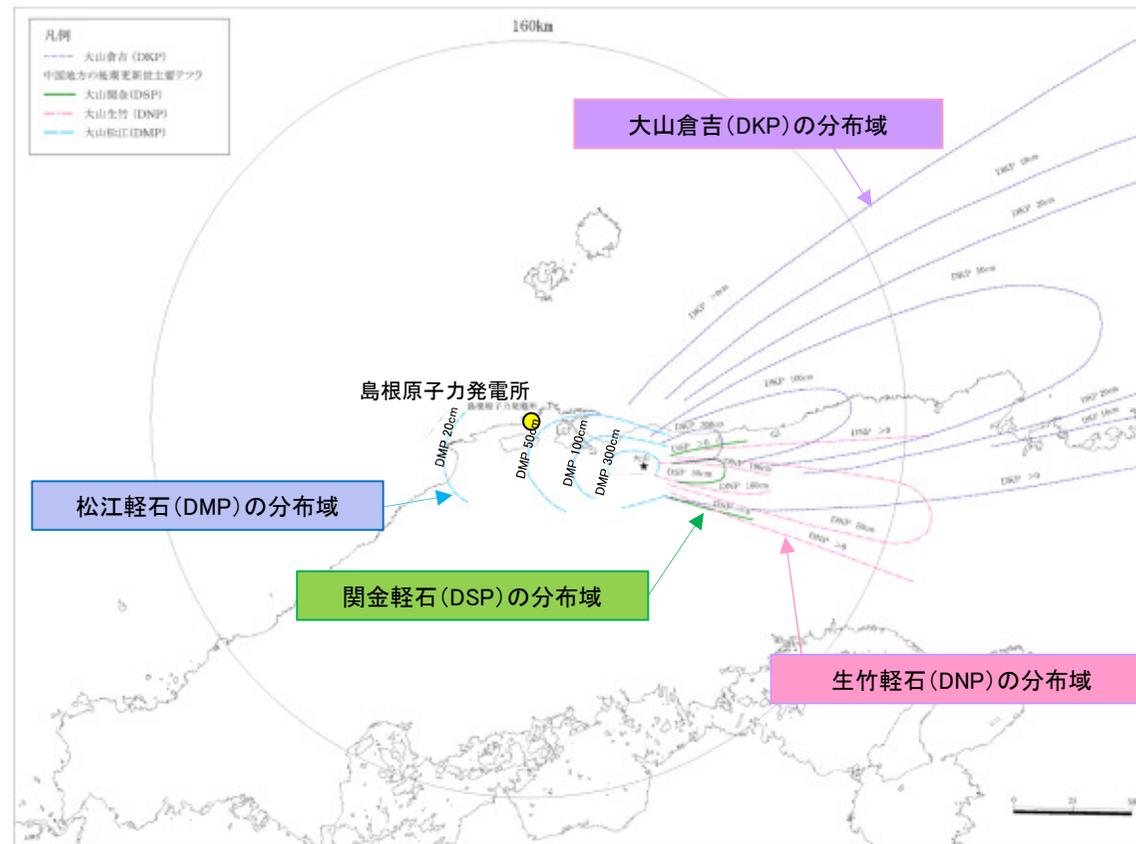


三瓶山の火山の活動様式の不確かさを踏まえ, 原子力発電所の運用期間中の火山灰を伴う最大噴火規模として三瓶浮布テフラ(約1.5万年前, 噴出規模:約4.15km³)を想定し, 風向の不確かさを十分に考慮した場合の降灰シミュレーションの結果, 敷地での三瓶山起源の降下火砕物の層厚を28cmと評価する。【申請以降の見直し】

なお, 本想定は, 敷地周辺での三瓶木次テフラ(既往最大噴出規模)の確認層厚(10cm程度)を十分に上回っている。

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
大山の降下火砕物の分布に関する調査結果(文献調査)

- ・町田・新井(2011)によると, 松江軽石(DMP)は敷地に到達(層厚:概ね20~50cm)しているとされており, 分布主軸を火山の西方に伸ばす珍しい分布域をもつテフラとされている。
- ・大山倉吉(DKP), 生竹軽石(DNP)及び関金軽石(DSP)は敷地に到達していないとされている。

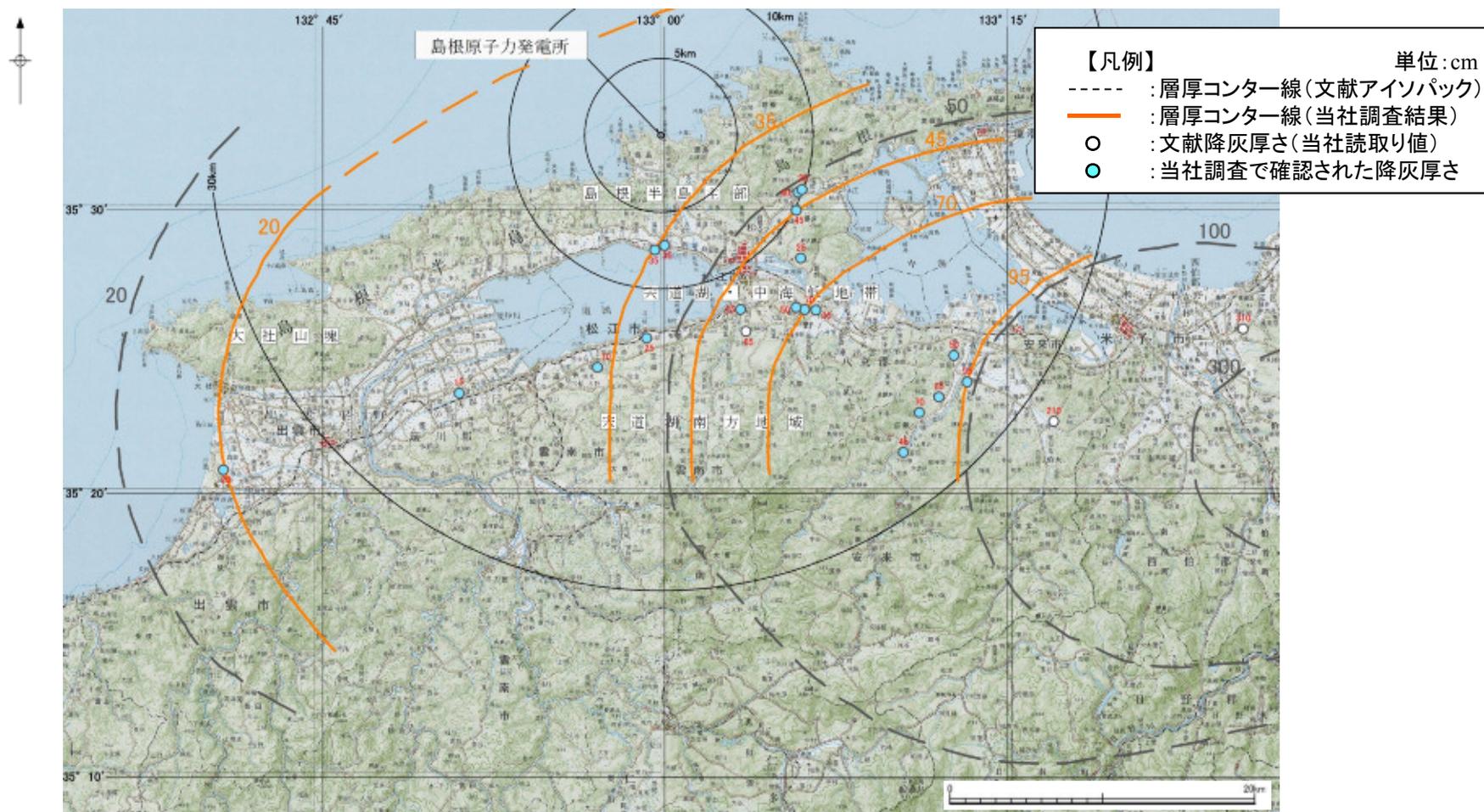


町田・新井(2011)を元に作成

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価 大山松江テフラの分布に関する調査結果(現地調査)

62

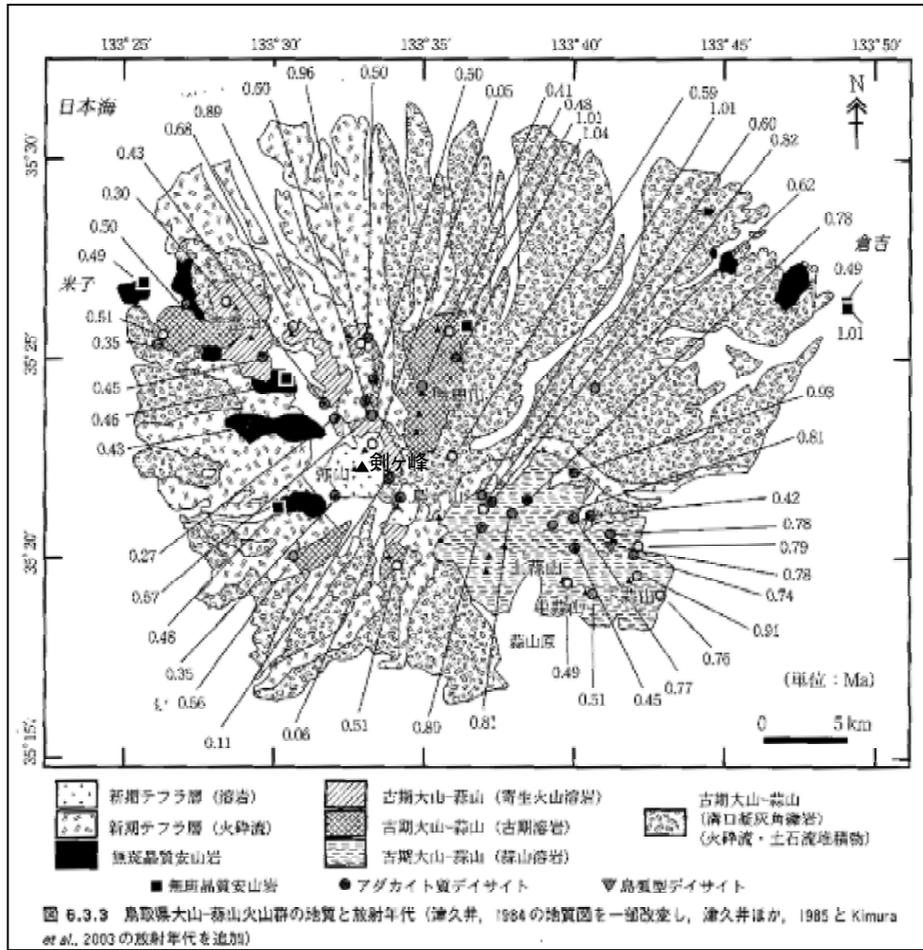
文献調査により敷地周辺で確認されている大山松江テフラ(DMP)について、敷地周辺における層厚を確認するための現地調査を行った。



現地調査の結果、敷地周辺の層厚は概ね文献と同等であり、敷地は等層厚線20~35cmに位置し、敷地での層厚は30cm程度と想定される。また、敷地では大山松江テフラ(DMP)は確認されていない。

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
 大山の噴火規模の想定(大山の概要)

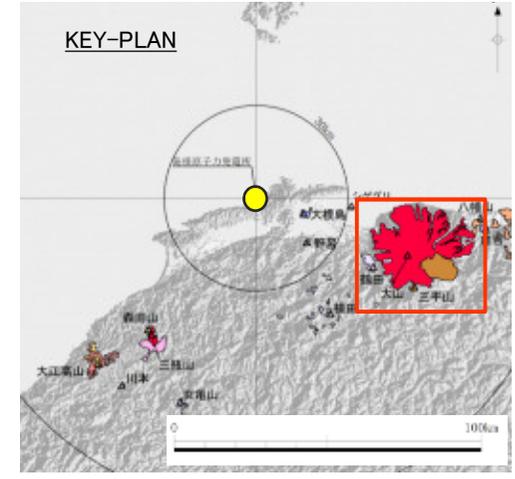
- ・敷地の東南東約53kmに位置し、最大標高約1,729mの剣ヶ峰を最高峰とする。東西約35km, 南北約30km, 総体積約120km³を超える大型の複成火山で、日本海から下蒜山までの間に分布する複数の火山からなるとされている。
- ・噴出物は古期と新期に区分され、古期噴出物は厚い溶岩流, 新期噴出物は軽石層や火山灰層, 火砕流堆積物及び溶岩円頂丘からなる。



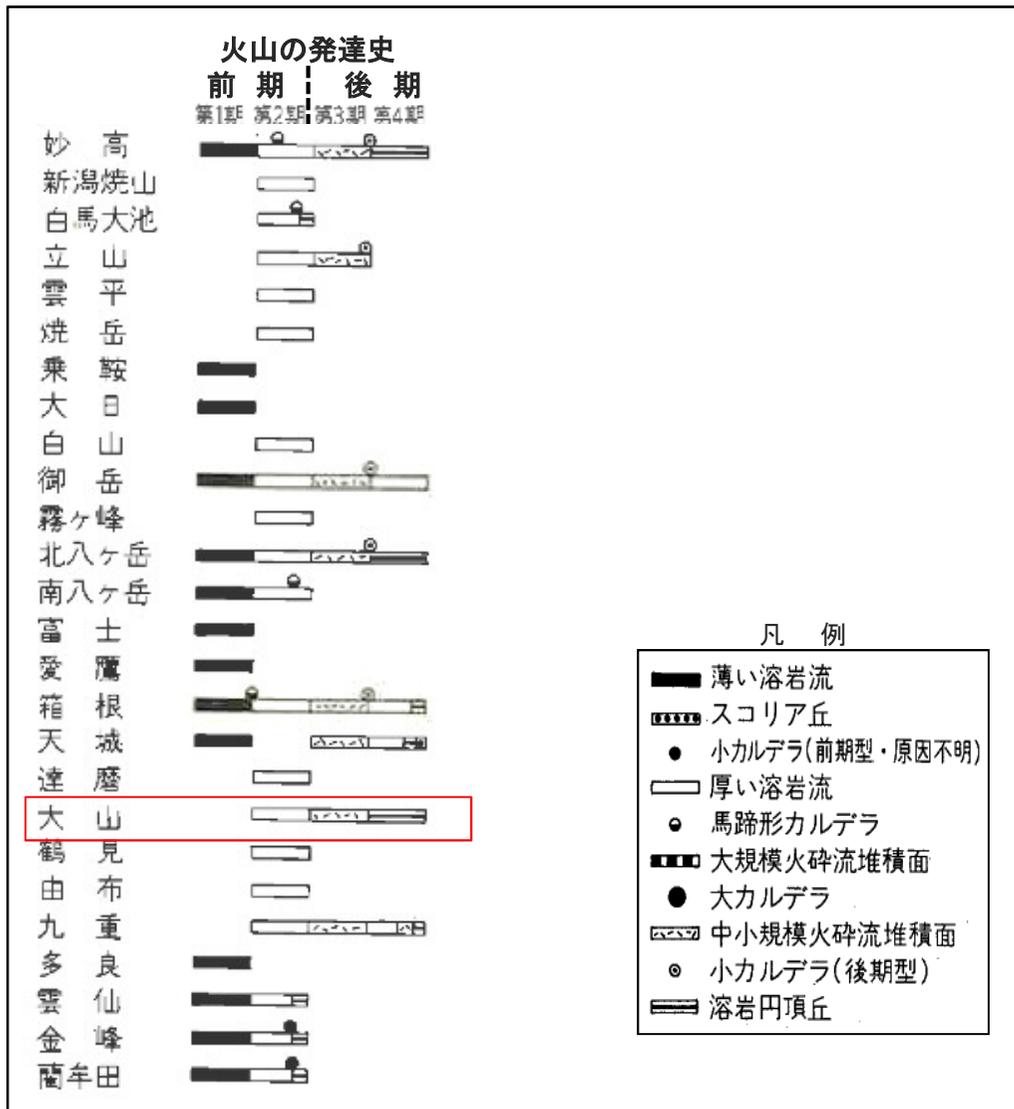
日本地質学会編(2009)より引用

火山形式
 溶岩ドームと火砕丘及び溶岩流
 地質調査総合センター(2013)による

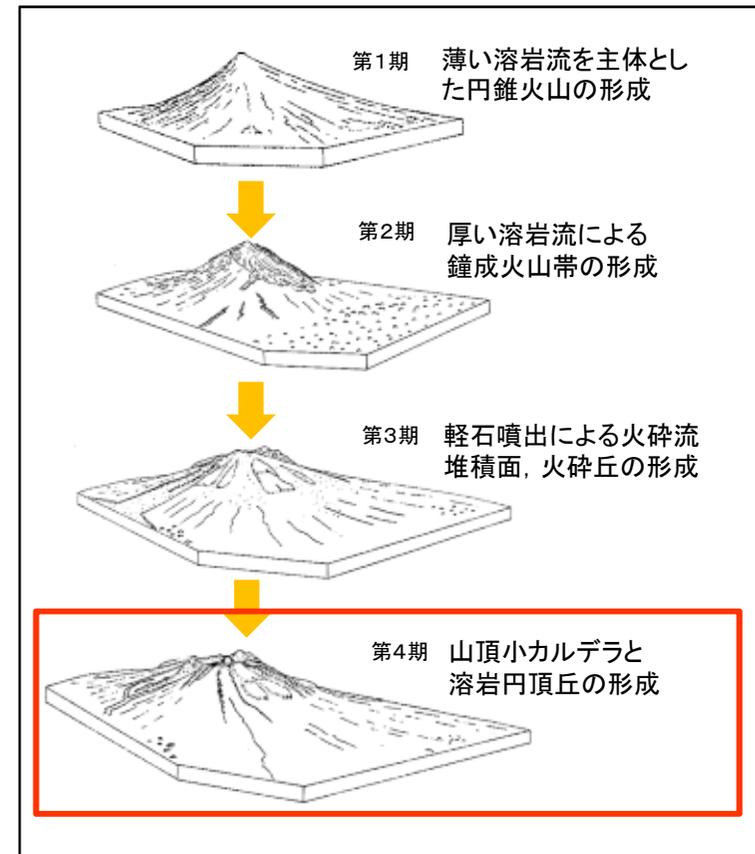
主な岩石
 デイサイト, 安山岩
 地質調査総合センター(2013)による



5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
 大山の噴火規模の想定(噴火履歴の検討(地形発達史))



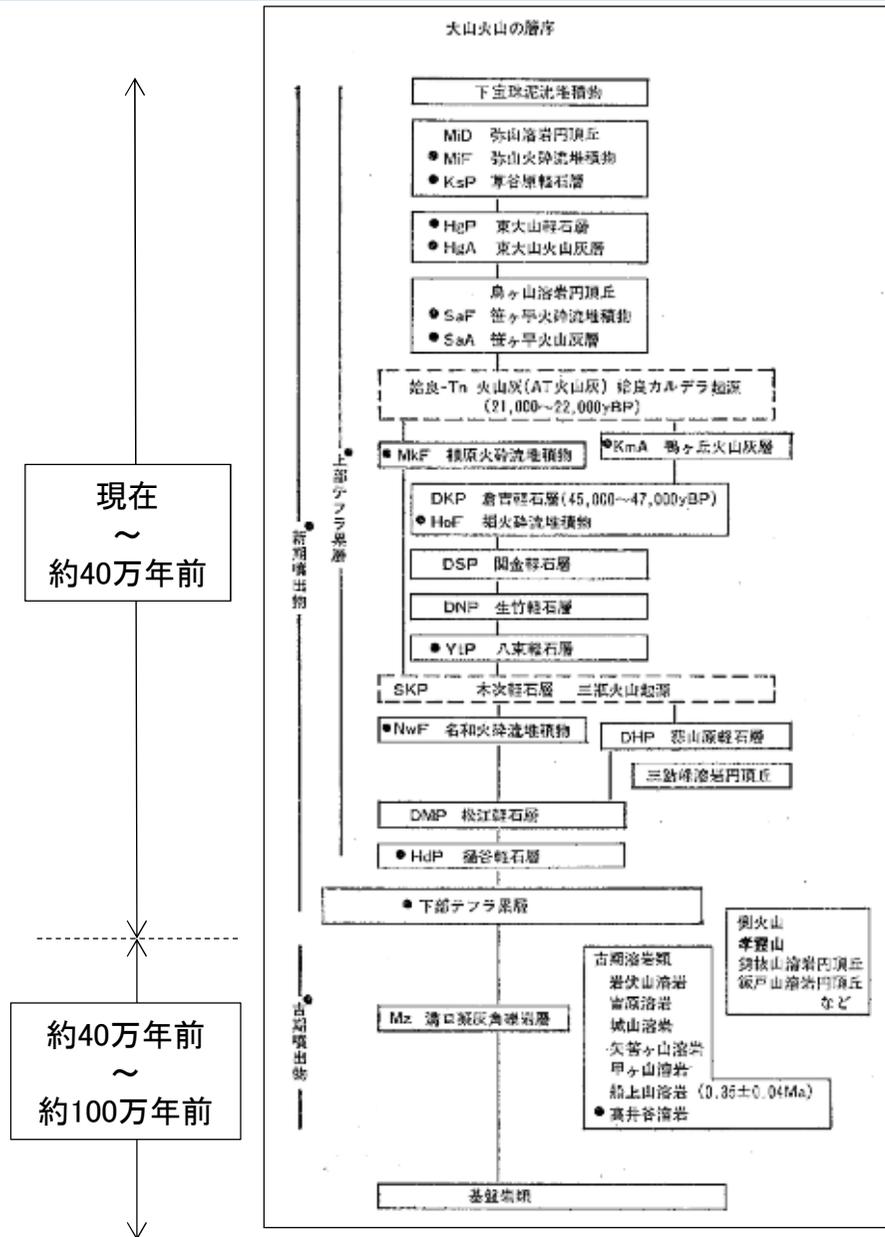
守屋(1983)より引用・加筆



守屋(1983)より引用・加筆

- ・守屋(1983)⁽³⁷⁾によると、日本の第四紀火山の発達史的分類が行われており、大山が分類される円錐火山は、火山地形に応じて、前期(第1期と第2期)と後期(第3期と第4期)の2期にまとめられている。
- ・大山は、現在は火山活動の末期である第4期の溶岩円頂丘が発達していると、後期型円錐火山とされている。

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
 大山の噴火規模の想定(噴火履歴の検討(活動形態の変遷))



津久井ほか(1985)⁽³⁸⁾による大山の火山活動は以下のとおりである。

【約100万年前～約40万年前(古期噴出物)】

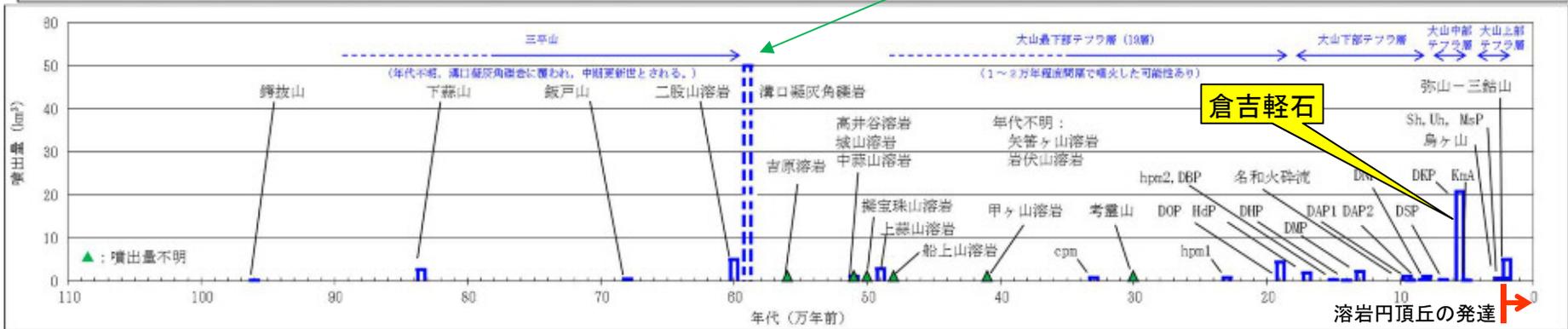
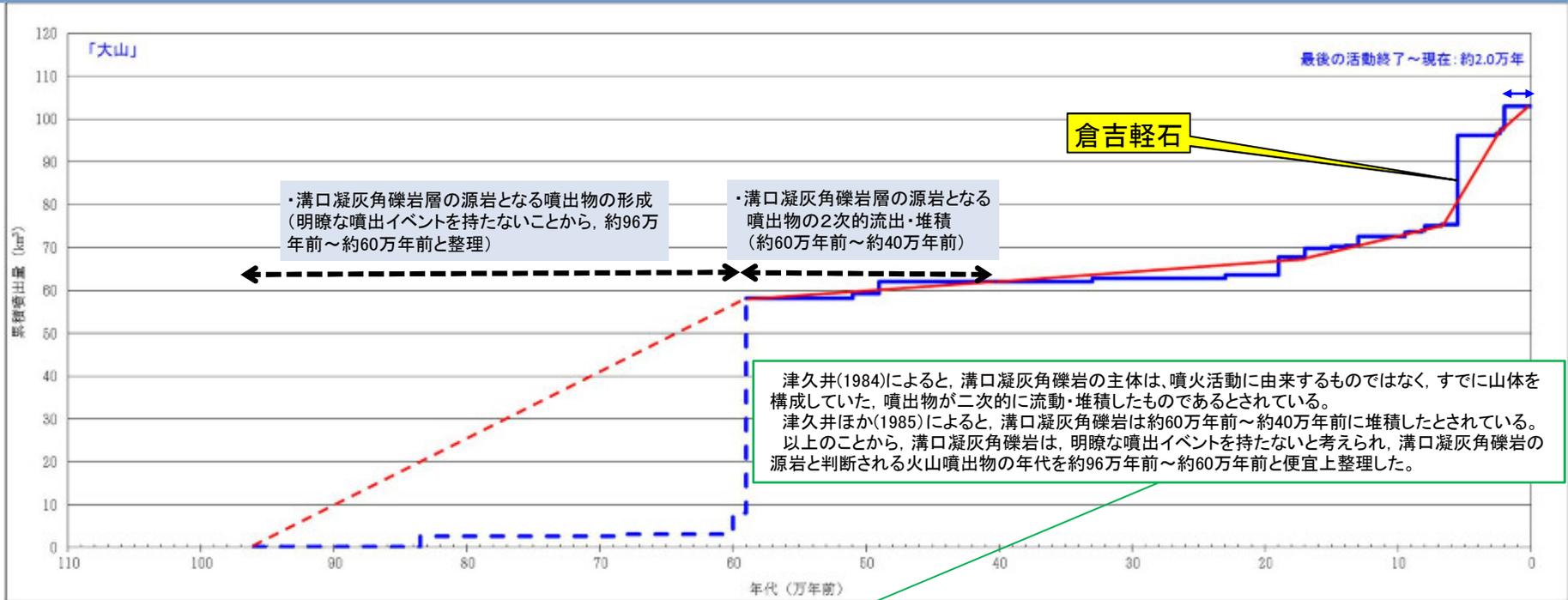
約100万年前の溶岩円頂丘形成や溶岩流出から始まり、約60万年前から約40万年前にかけて、現在の大山の骨格の大部分を形成した活動(古期溶岩類、溝口凝灰角礫岩層等)があるとされている。

なお、溝口凝灰角礫岩層の主体は、噴火活動に直接由来するものではなく、すでに山体を構成していた噴出物が、二次的に流動・堆積したものであるとされている。

【約40万年前～現在(新时期噴出物)】

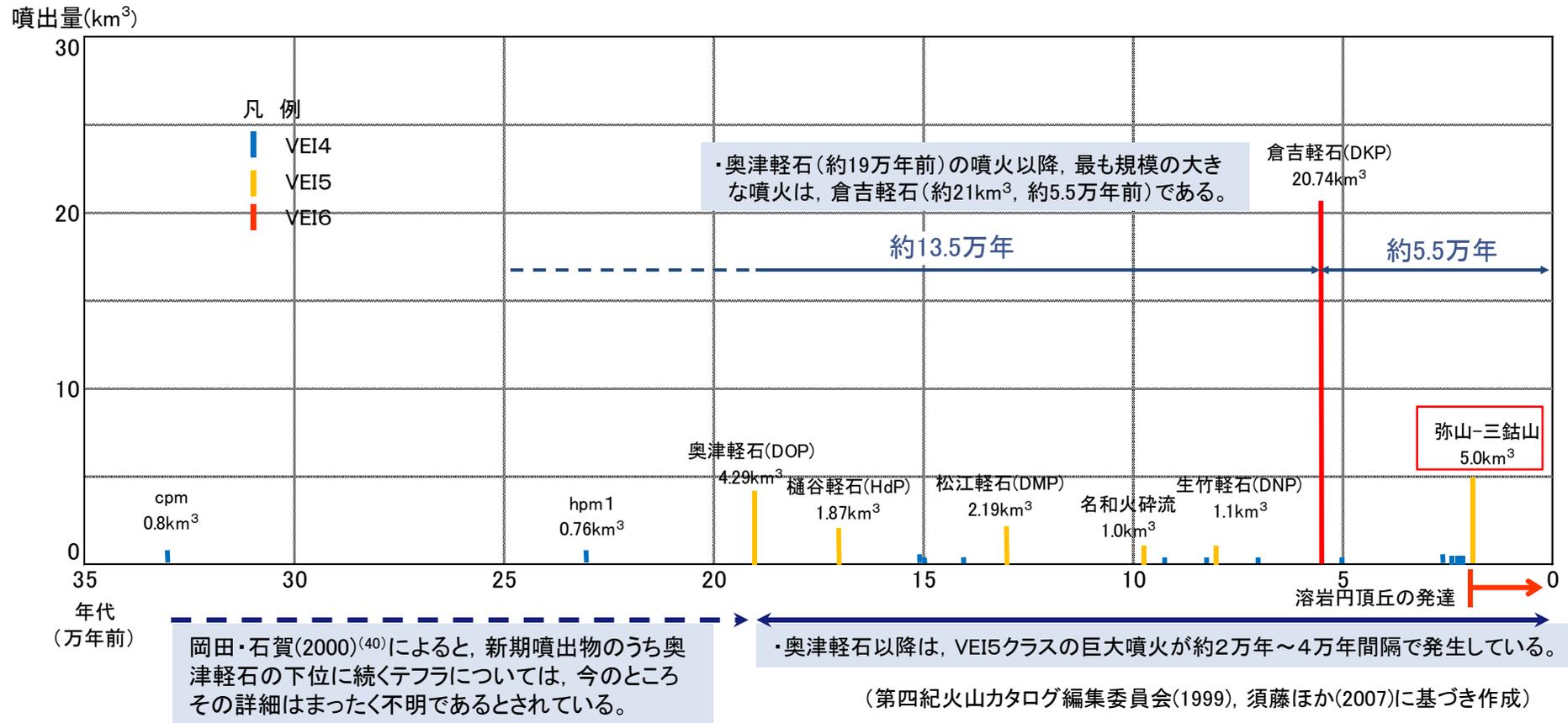
約40万年前以降に繰返した爆発的噴火は、長期間の噴火休止期間が無く、1万年～数万年ごとに大規模な噴火を繰返したとされている。

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
 大山の噴火規模の想定(噴火履歴の検討(階段ダイヤグラム))



- ・ 約40万年前以降において, 最も規模の大きな噴火は倉吉軽石(DKP)である。
- ・ 数km³程度の規模の噴火は, 倉吉軽石の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。

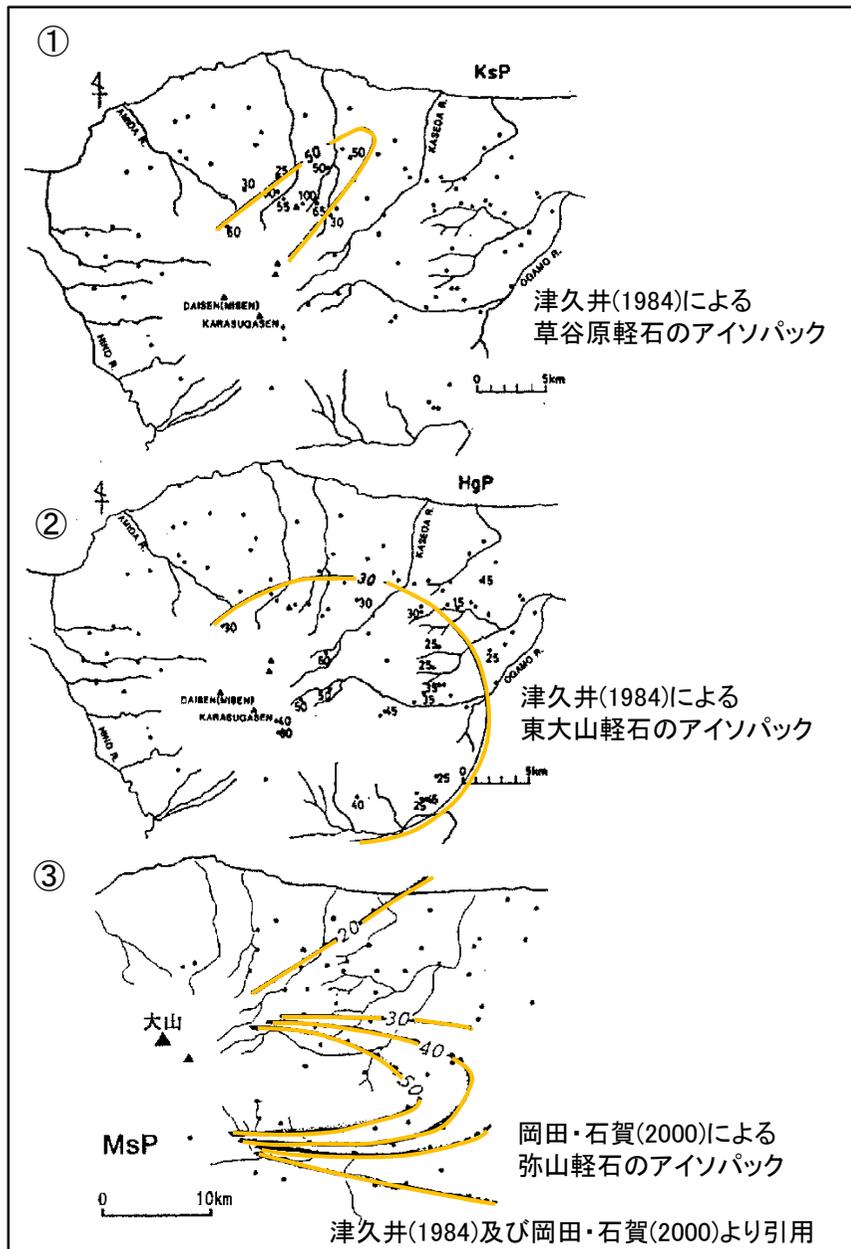
5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
 大山の噴火規模の想定(噴火履歴の検討(新时期噴出物の噴火履歴))



・奥津軽石(約19万年前)の噴火以降、噴火規模の最も大きな倉吉軽石規模の噴火までの期間(約13.5万年)は、倉吉軽石の噴火からの経過時間(約5.5万年)に比べ十分に長い。

・現在の活動様式(溶岩円頂丘の発達)における最大の噴火規模は、弥山-三鈷山噴火時(約2万年前)の規模(噴出量5.0km³)である。

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
 大山の噴火規模の想定(降下火砕物の分布に関する調査結果)



- ・弥山ー三鈷山噴火時のテフラについては、最新の知見に基づき、町田・新井(2011)の大山弥山を採用する。
- ・町田・新井(2011)では、大山弥山のアイソパックは示されていないが、以下の文献調査結果から大山弥山は敷地まで到達していないと考えられる。

(1) 津久井(1984)に示される①草谷原軽石層、②東大山軽石層のアイソパック、及び岡田・石賀(2000)に示される③弥山軽石のアイソパックによると、これらの大山テフラは敷地まで到達していないとされる。

(2) 加藤ほか(2004)⁽⁴¹⁾によると、上記の火山灰は、町田・新井(2003)⁽⁴²⁾に示される大山弥山(町田・新井(2011)に同じ)に対比されている。

- ・敷地周辺において当社で実施した地質調査においては、弥山ー三鈷山噴火時の火山灰は確認されていない。

弥山ー三鈷山噴火時のテフラ(大山弥山)は敷地まで到達していないと考えられる。

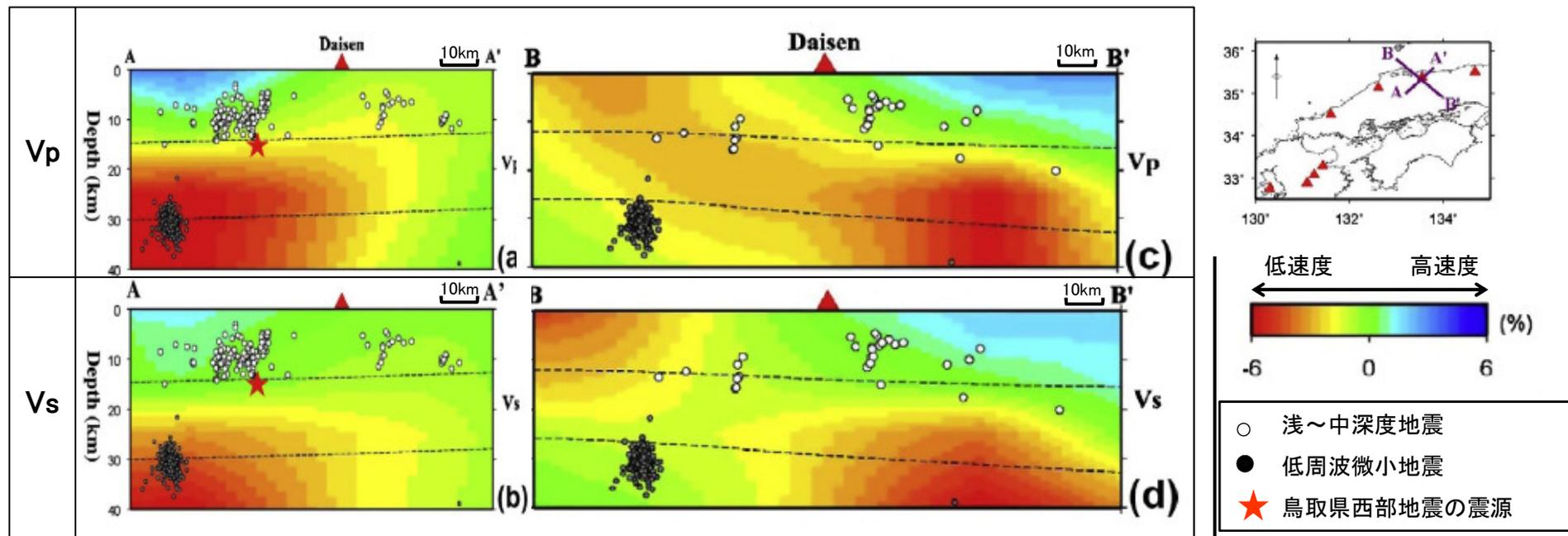
大山テフラの層序区分とその対比

	津久井(1984)	岡田・石賀(2000)	町田・新井(2011)
新しい	弥山火砕流堆積物(MiF)	弥山火砕流(MiF)	大山鏡ヶ平(DKg)
	① 草谷原軽石層(KsP)	草谷原軽石(KsP)	大山弥山(DMs)
	② 東大山軽石層(HgP)	③ 弥山軽石(MsP)	大山東大山(DHg)
古い	東大山火山灰層(HgA)	上のホーキ(Uh)	大山鏡ヶ平(DSs)
	笹ヶ平火砕流堆積物(SaF)	オドリ火山砂(Od)	
	笹ヶ平火山灰層(SaA)	下のホーキ(Sh)	
	<始良Tn火山灰(AT)>		

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
 大山の噴火規模の想定(地球物理学的調査(地震履歴, 地震波速度構造))

【大山地下深部の地震活動, 地震波速度構造に関する文献】

- Zhao et al.(2011)によると, 大山の南西~南東側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, マグマ溜まりの存在する可能性を示唆している。
- なお, 大見(2002)⁽⁴³⁾によると, 鳥取県西部地震震源域の深部低周波地震は, 深部のマグマ活動に限定して考えるよりも, スラブから供給された流体の挙動に基づくものだと考えるほうが理解しやすいとしている。

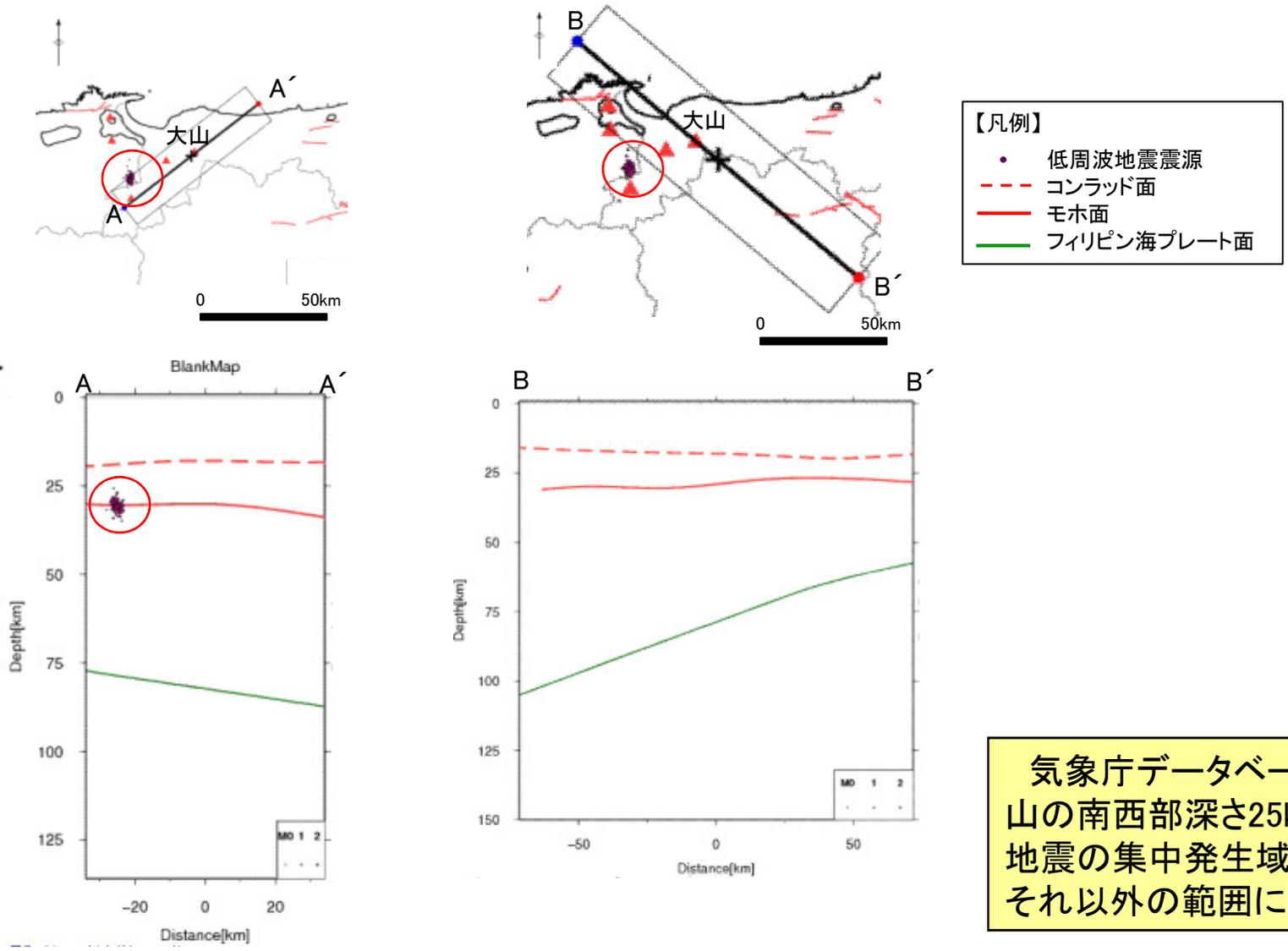


Zhao et al.(2011)より引用・加筆

大山の南西~南東側の地下深部には, 低速度構造が分布し, また低周波微小地震の発生領域も位置しており, マグマ溜まりの存在の可能性を示唆しているが, 東宮(1997)による玄武岩質マグマの浮力中立点の深度よりも深い位置にあると推察される。

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
【参考】大山の噴火規模の想定(低周波地震分布)

気象庁データベースによる低周波地震分布(データ観測期間:1997.1.1~2012.1.1)



気象庁データベースにおいても、大山の南西部深さ25km以深に低周波地震の集中発生域が確認されるが、それ以外の範囲には確認されない。

【噴火履歴による検討結果】

- ・噴火履歴による検討結果, 現在は火山活動の末期である第4期の溶岩円頂丘が発達しているとし, 後期型円錐火山とされている。
- ・階段ダイヤグラムによる検討の結果, 奥津軽石(約19万年前)の噴火以降, 噴火規模の最も大きな倉吉軽石規模の噴火までの期間(約13.5万年)は, 最新の噴火からの経過時間(約5.5万年)に比べ十分に長い。
- ・現在の活動様式(溶岩円頂丘の発達)における最大の噴火規模は, 弥山-三鈷山噴火時(噴出量: 5.0km^3)である。また, 弥山-三鈷山噴火時のテフラ(大山弥山)は敷地まで到達していないと考えられる。

【地球物理学的調査結果】

- ・大山の南西～南東側の地下深部には, 低速度構造が分布し, また低周波微小地震の発生領域も位置しており, マグマ溜まりの存在の可能性を示唆しているが, 東宮(1997)による玄武岩質マグマの浮力中立点の深度よりも深い位置にあると推察される。

・噴火履歴による検討結果等によると, 原子力発電所の運用期間中には, 大山倉吉軽石(VEI6)を噴出させたような巨大噴火を起こす可能性は極めて低く, 現在の活動様式(溶岩ドーム形成)が今後も継続すると考えられる。

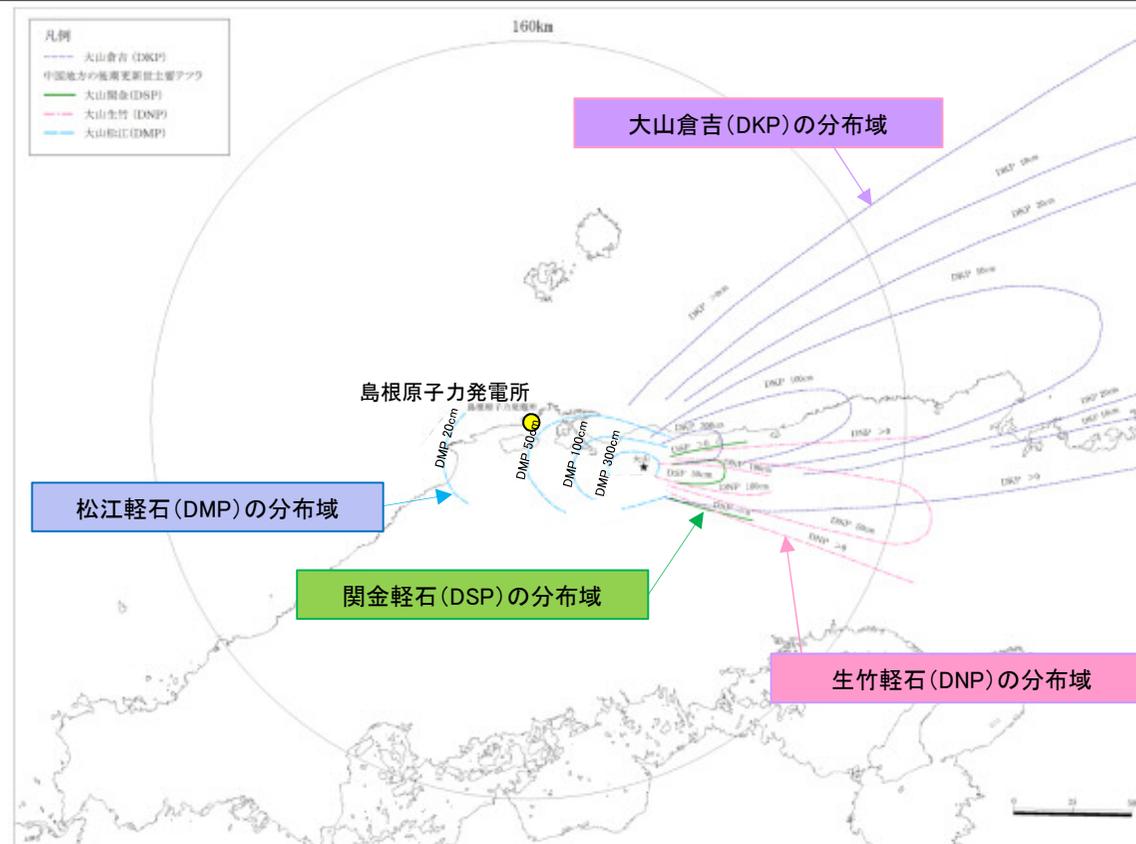
・現在の活動様式(溶岩ドーム形成)における最大の噴火規模は, 弥山-三鈷山噴火時(噴出量: 5.0km^3)であるが, これに伴う火山灰は, 敷地まで到達していないと考えられる。【当初申請の評価】

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価 大山の降下火砕物の影響評価

72

【申請以降の見直し】

現在の活動様式(溶岩ドーム形成)における最大の噴火規模は、弥山ー三鈷山噴火時(噴出量 5.0km^3)であるが、溶岩主体の噴火であることから、降下火砕物の影響評価に当たっては、火山灰に関する調査結果を踏まえ、十分な不確かさを考慮する。



町田・新井(2011)を元に作成

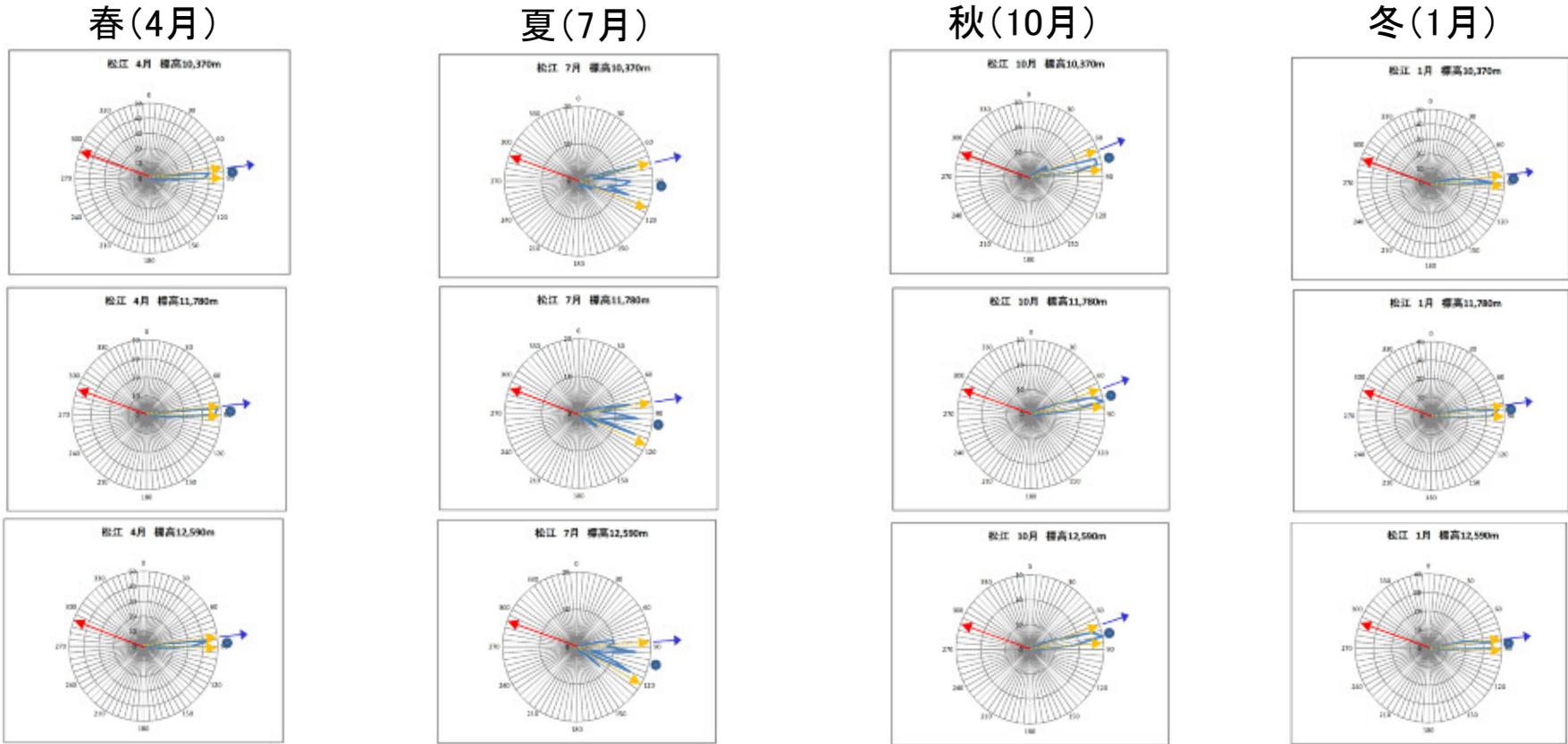
- ・火山灰を伴う噴火規模としては、松江軽石(噴出量: 2.19km^3) > 生竹軽石(噴出量: 1.1km^3) > 関金軽石(噴出量: 0.33km^3)である。
- ・火山の活動様式の不確かさを考慮し、原子力発電所の運用期間中の規模として、火山灰噴出量が最大である約13万年前の松江軽石(以下、大山松江テフラ)の噴出規模(VEI5, 噴出量 2.19km^3)を想定する。

大山松江テフラ(DMP, 総噴出量: 2.19km^3)について、文献調査及び現地調査により層厚を検討する。

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
 大山の降下火砕物の影響評価(降下火砕物の分布に関する調査結果(風向に関する統計処理))

偏西風が卓越する高度10~12km付近のデータ

← 大山から敷地への方向
● 平均値方向
← ±1σ方向



降灰分布に支配的と考えられる偏西風の影響を受ける高度2kmから16kmの1月～12月の風向データについて、統計処理した結果、敷地方向は±1σの風向範囲にないことを確認した。

26年間(1988/1～2013/6)の毎9時及び21時の風向観測結果
 米子観測所:1988/1～2010/2
 松江観測所:2010/3～2013/6



現在の気象条件では、敷地の東方に位置する大山を給源とする降下火砕物が、大山松江テフラ(DMP)のような西向きの降灰分布となる可能性は極めて低いと考えられる。

発電所運用期間中の降下火砕物の影響評価における想定噴出規模として想定する大山松江テフラ(約13万年前, 噴出規模:約2.19km³)について, 以下のとおり降下火砕物の影響評価を行った。

【文献調査】

・町田・新井(2011)によると, 松江軽石は降灰主軸は西向きであり, 敷地周辺での層厚は概ね20~50cmの間とされており, このテフラは分布主軸を火山の西方に伸ばす珍しい分布域をもつテフラとされている。

【風向調査】

・現在の気象条件では, 敷地の東方に位置する大山を給源とする降下火砕物が, 松江軽石のような西向きの降灰分布となる可能性は極めて低いと考えられる。

【現地調査】

大山松江テフラ(DMP)について, 層厚確認のための現地調査を行った結果, 敷地内では降灰は確認されないものの, 敷地周辺の調査結果から敷地における層厚は30cm程度と想定される。



大山の火山の活動様式の不確かさ及び風向の十分な不確かさを踏まえ, 原子力発電所の運用期間中の火山灰を伴う最大噴火規模として想定している大山松江テフラ(約13万年前, 噴出規模:約2.19km³)を想定し, 現地調査結果等により, 大山起源の降下火砕物の層厚を30cmと評価する。【申請以降の見直し】

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (1)地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
三瓶山・大山以外の14火山の既往最大の噴火時のテフラの到達範囲

火山名	敷地からの距離(km)	降下火砕物に関する文献調査結果
大根島	16	地質調査総合センター(2013)によると、噴出物は玄武岩質溶岩流が主体で、降下火砕物によるスコリア丘が形成されるが、町田・新井(2011)によると、広範囲に降下したテフラは確認されていない。
シゲグリ	32	沢田ほか(2001)によると、海底下の安山岩質溶岩ドームの噴出であり、町田・新井(2011)によると、広範囲に降下したテフラは確認されていない。
女亀山	69	松浦(1990) ⁽⁴⁴⁾ によると、噴出物は玄武岩質溶岩流が主体であり、町田・新井(2011)によると、広範囲に降下したテフラは確認されていない。
八幡山	73	西来ほか編(2012)によると、噴出物は安山岩質溶岩流が主体であり、町田・新井(2011)によると、広範囲に降下したテフラは確認されていない。
川本	74	西来ほか編(2012)によると、噴出物は玄武岩質溶岩流が主体であり、町田・新井(2011)によると、広範囲に降下したテフラは確認されていない。
倉吉	75	
隠岐島後(御崎)	77	地質調査総合センター(2013)によると、噴出物は玄武岩質溶岩流が主体で、降下火砕物による火砕丘形成が形成されるが、町田・新井(2011)によると、広範囲に降下したテフラは確認されていない。
榎原	101	西来ほか編(2012)によると、噴出物は安山岩質溶岩流が主体であり、町田・新井(2011)によると、広範囲に降下したテフラは確認されていない。
郡家	113	
佐坊	134	西来ほか編(2012)によると、噴出物はデイサイト質溶岩流が主体であり、町田・新井(2011)によると、広範囲に降下したテフラは確認されていない。
美方	137	地質調査総合センター(2013)によると、噴出物は玄武岩・安山岩質溶岩流が主体で、降下火砕物による火砕丘が形成されるが、町田・新井(2011)によると、広範囲に降下したテフラは確認されていない。
轟	146	西来ほか編(2012)によると、噴出物は玄武岩質溶岩流が主体であり、町田・新井(2011)によると、広範囲に降下したテフラは確認されていない。
神鍋山	152	地質調査総合センター(2013)によると、噴出物は玄武岩質溶岩流が主体で、降下降下火砕物による火砕丘が形成されるが、町田・新井(2011)によると、広範囲に降下したテフラは確認されていない。
大屋	157	西来ほか編(2012)によると、噴出物は安山岩質溶岩流が主体であり、町田・新井(2011)によると、広範囲に降下したテフラは確認されていない。

文献調査の結果、三瓶山・大山以外の14火山からの降下火砕物は、広範囲に降下したテフラも確認されていないことから、敷地への影響はないものと考えられる。

1. 調査内容
2. 敷地に影響を及ぼす可能性のある火山の抽出
3. 将来の活動性評価
4. 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価
5. 火山事象の影響評価
 - 5.1 地理的領域内の火山による火山事象の評価
 - 5.2 降下火砕物の影響評価
 - (1) 地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
 - (2) 地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価
 - (3) 敷地において考慮する降下火砕物の層厚
 - (4) 降下火砕物の密度・粒径

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (2)地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価
噴火規模の想定(評価方針)

地理的領域外(半径160km以遠)

過去の破局的噴火※により敷地への降下火砕物の影響が想定される鬼界カルデラ・始良カルデラ・阿多カルデラ・阿蘇カルデラ及び鬱陵島火山について、発電所の運用期間中の噴火規模を想定し、火山事象の影響評価を行う。

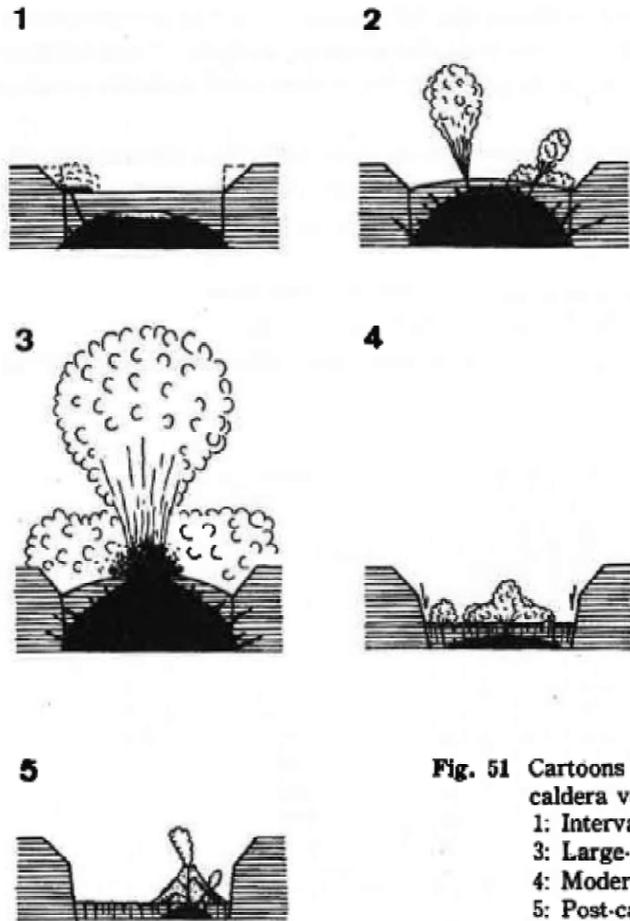
※ 町田・新井(2011)に従い、VEI7以上の噴火を「破局的噴火」と定義する。

運用期間中の噴火規模の評価方法

対象火山		評価の基本方針	評価項目	
地理的領域外 (半径160km以遠)	鬼界カルデラ 始良カルデラ	過去の噴火履歴を検討し、発電所の運用期間中の噴火規模を想定する。	噴火履歴の検討	噴火履歴から活動性を評価
	阿多カルデラ 阿蘇カルデラ		噴火履歴の検討	噴火履歴から活動性を評価
			地球物理学的調査	マグマ溜まりの状況等から活動性を評価
	鬱陵島		噴火履歴の検討	噴火履歴から活動性を評価

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (2)地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価
噴火規模の想定(南九州におけるカルデラ火山の噴火サイクル)

地理的領域外(半径160km以遠)に位置する鬼界・始良・阿多・阿蘇の各カルデラについて、敷地が過去の破局的噴火に伴う降下火砕物の分布範囲に含まれることから、降下火砕物の影響評価対象として、Nagaoka(1988)⁽⁴⁵⁾及び町田・新井(2011)を参考に、運用期間中に破局的噴火の発生する可能性について検討した上で、降下火砕物の影響評価を行った。



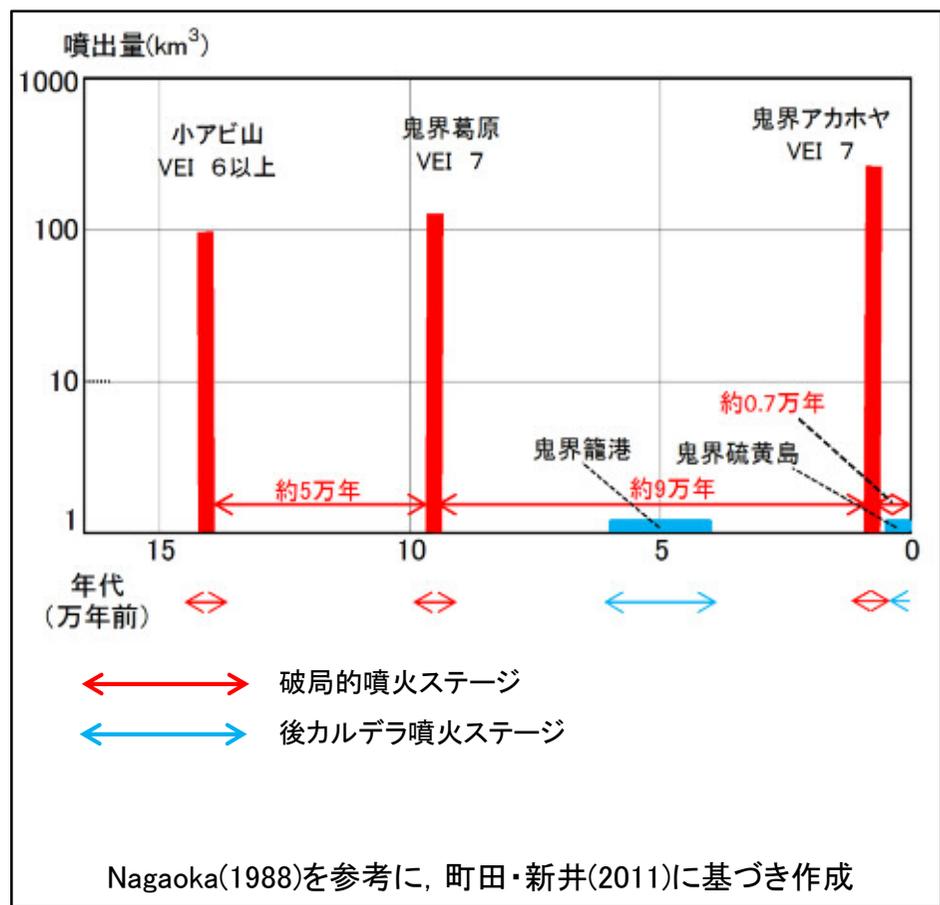
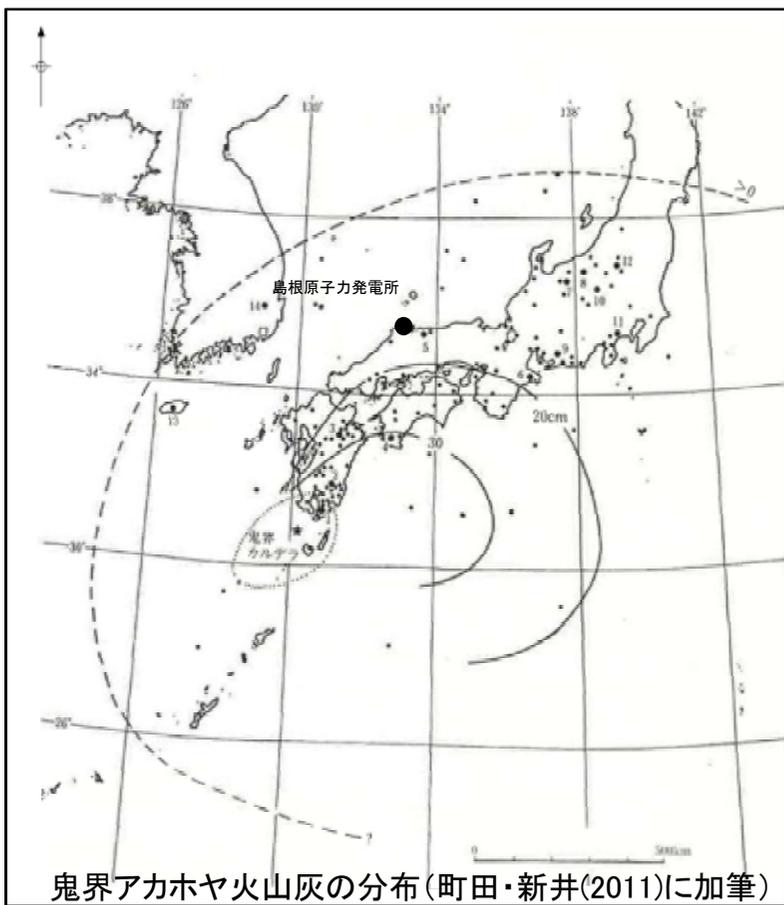
Nagaoka(1988)によると、南九州のカルデラ火山は次のような噴火ステージのサイクルを持つとされている。

- 1; 休止期間
- 2; プリニー式噴火ステージ(破局的噴火に先行して間欠的に発生)
- 3; 破局的(大規模火砕流)噴火ステージ
- 4; 中規模火砕流噴火ステージ(破局的噴火時の残存マグマによる火砕流が発生)
- 5; 後カルデラ噴火ステージ(多様な噴火様式の小規模噴火が発生)

Fig. 51 Cartoons showing an eruptive multi-cycle of a caldera volcano
1: Interval of quiescence; 2: Plinian stage;
3: Large-scale pyroclastic flow stage;
4: Moderate-scale pyroclastic flow stage;
5: Post-caldera stage

Nagaoka(1988)より引用

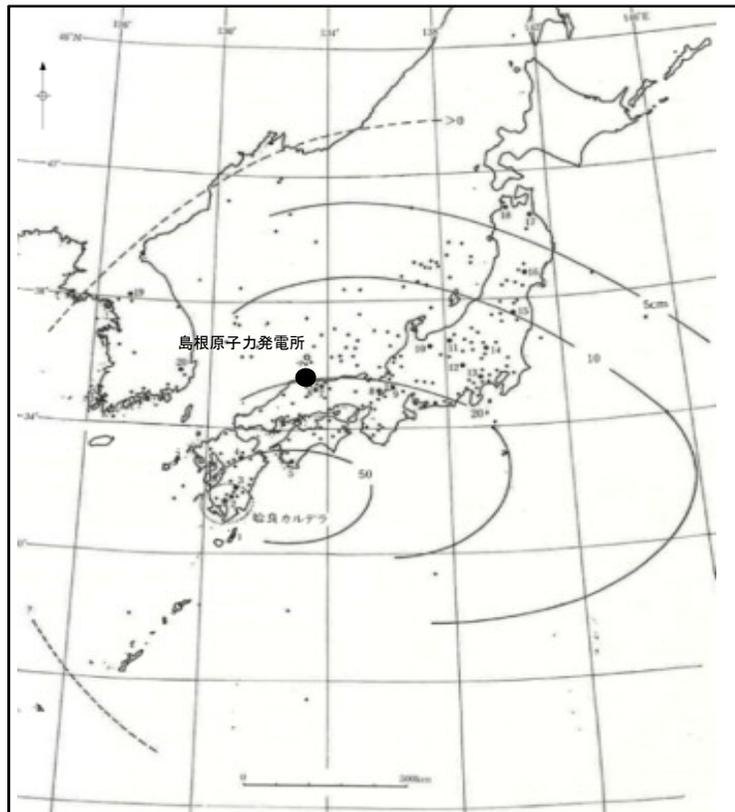
5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (2)地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価
 鬼界カルデラの噴火規模の想定及び降下火砕物の影響評価



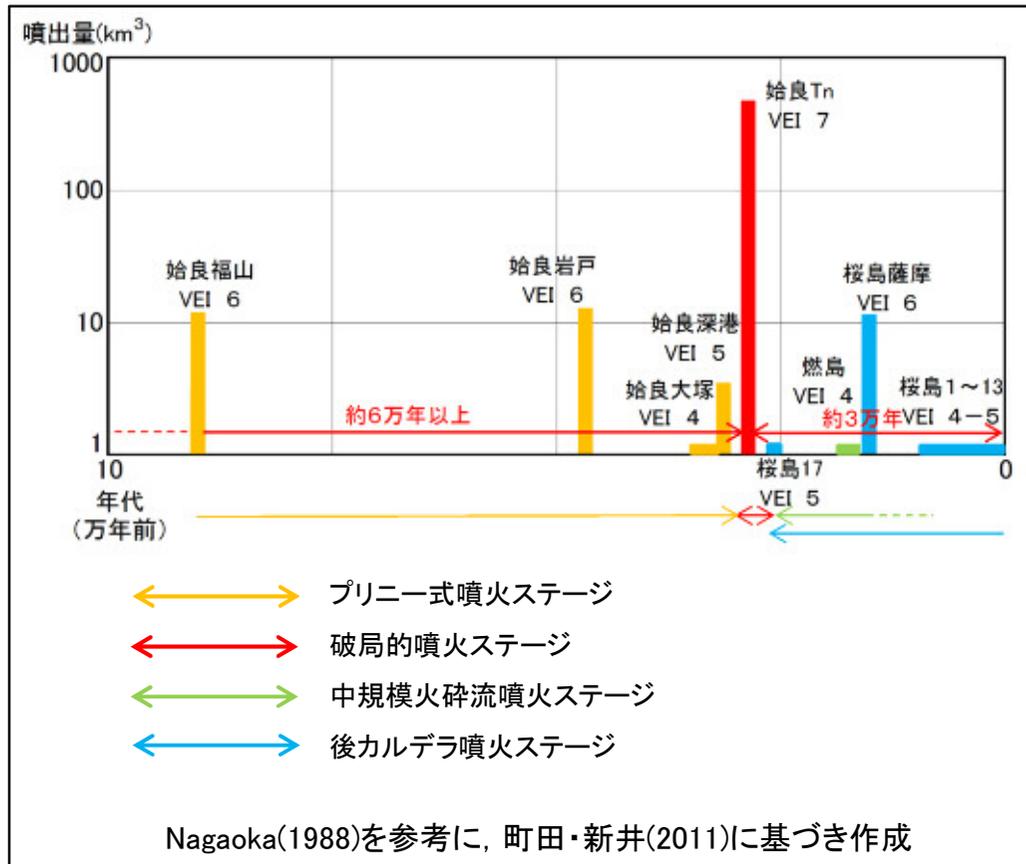
- ・破局的噴火の最短間隔(約5万年)は、最新の破局的噴火からの経過時間(約0.7万年)に比べ十分に長いことから、破局的噴火までの時間的余裕が十分にあると考えられる。
- ・現在の噴火活動は、後カルデラ噴火ステージであり、今後も現在の噴火ステージが継続するものと考えられる。

鬼界カルデラは、発電所の運用期間中に破局的噴火が発生する可能性は極めて低いため、鬼界カルデラ火山灰による敷地への影響はないものと考えられる。

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (2)地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価
始良カルデラの噴火規模の想定及び降下火砕物の影響評価



始良Tn(AT)火山灰の分布(町田・新井(2011)に加筆)

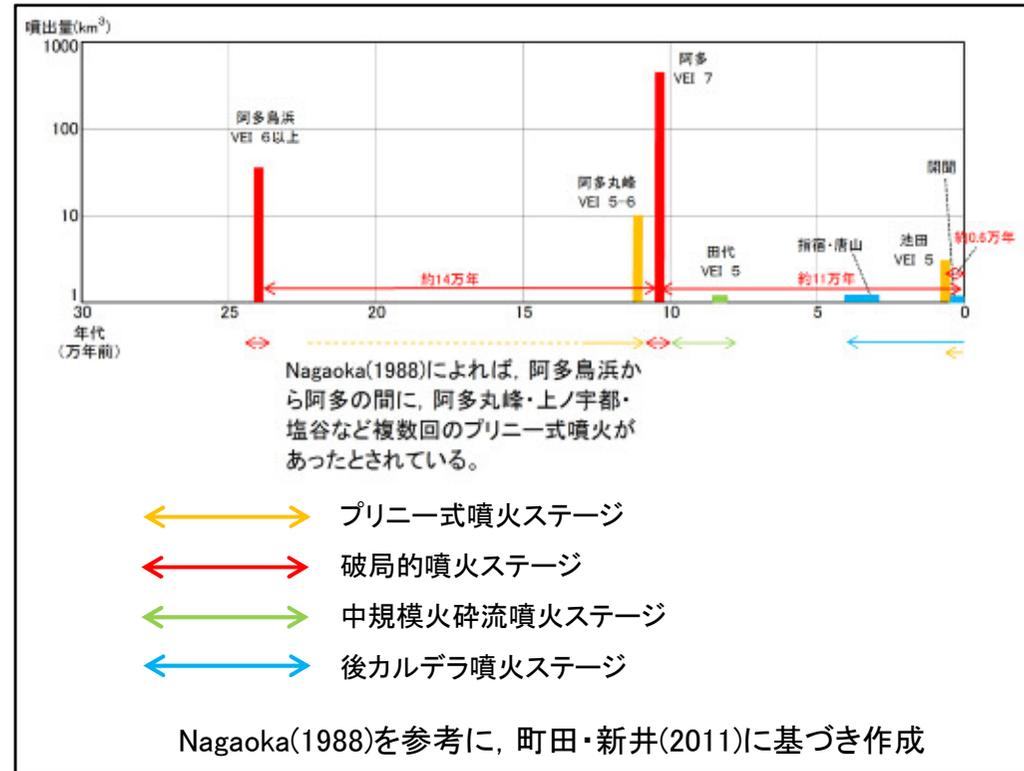
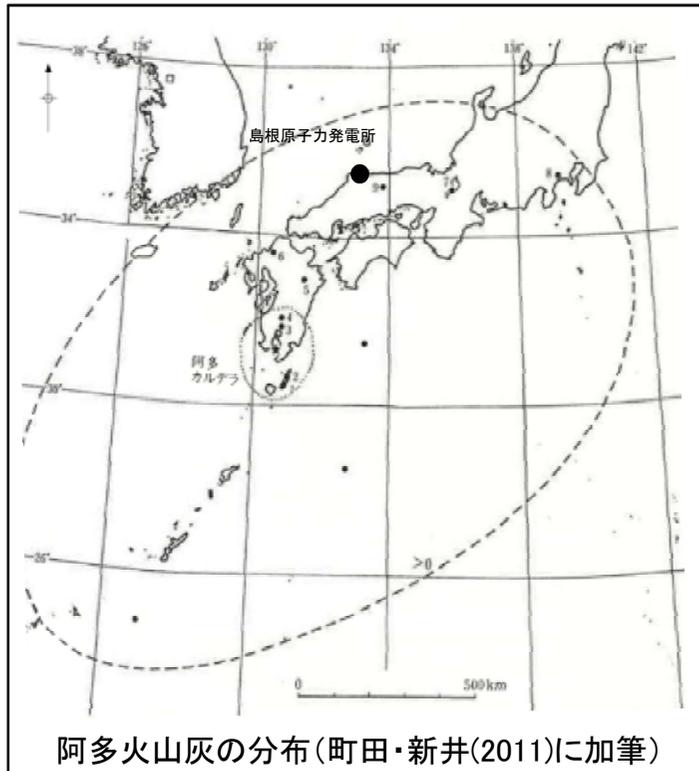


- ・破局的噴火の活動間隔(約6万年以上)は、最新の破局的噴火からの経過時間(約3万年)に比べて十分長いこと、現在、破局的噴火に先行して発生するプリニー式噴火ステージの兆候が認められないことから、破局的噴火までには十分な時間的余裕があると考えられる。
- ・始良カルデラにおける現在の噴火活動は、桜島における後カルデラ噴火ステージと考えられる。



始良カルデラは、発電所の運用期間中に破局的噴火が発生する可能性は極めて低いため、始良カルデラ火山灰による敷地への影響はないものと考えられる。

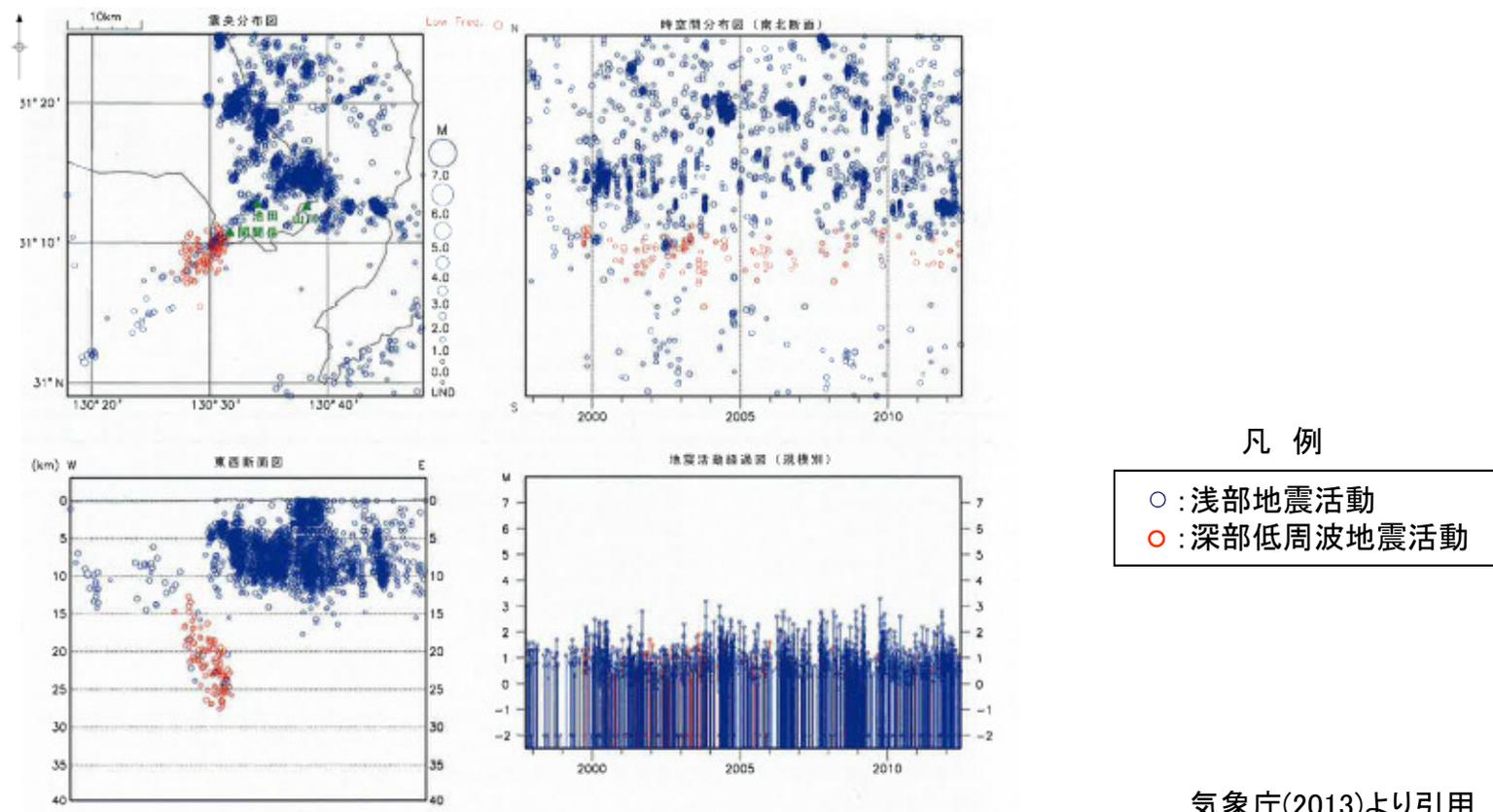
5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (2)地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価
阿多カルデラの噴火規模の想定及び降下火砕物の影響評価



- ・破局的噴火の最短間隔(約14万年)は、最新の破局的噴火からの経過時間(約11万年)に比べて長いことから、次の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。
- ・また、プリニー式噴火の池田噴火(約0.6万年前)が知られているが、過去のプリニー式噴火ステージの継続時間に比べて十分に短い。

現在の噴火活動は、開間岳における後カルデラ噴火ステージもしくは池田におけるプリニー式噴火ステージの初期段階と考えられる。

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (2)地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価
阿多カルデラの噴火規模の想定及び降下火砕物の影響評価

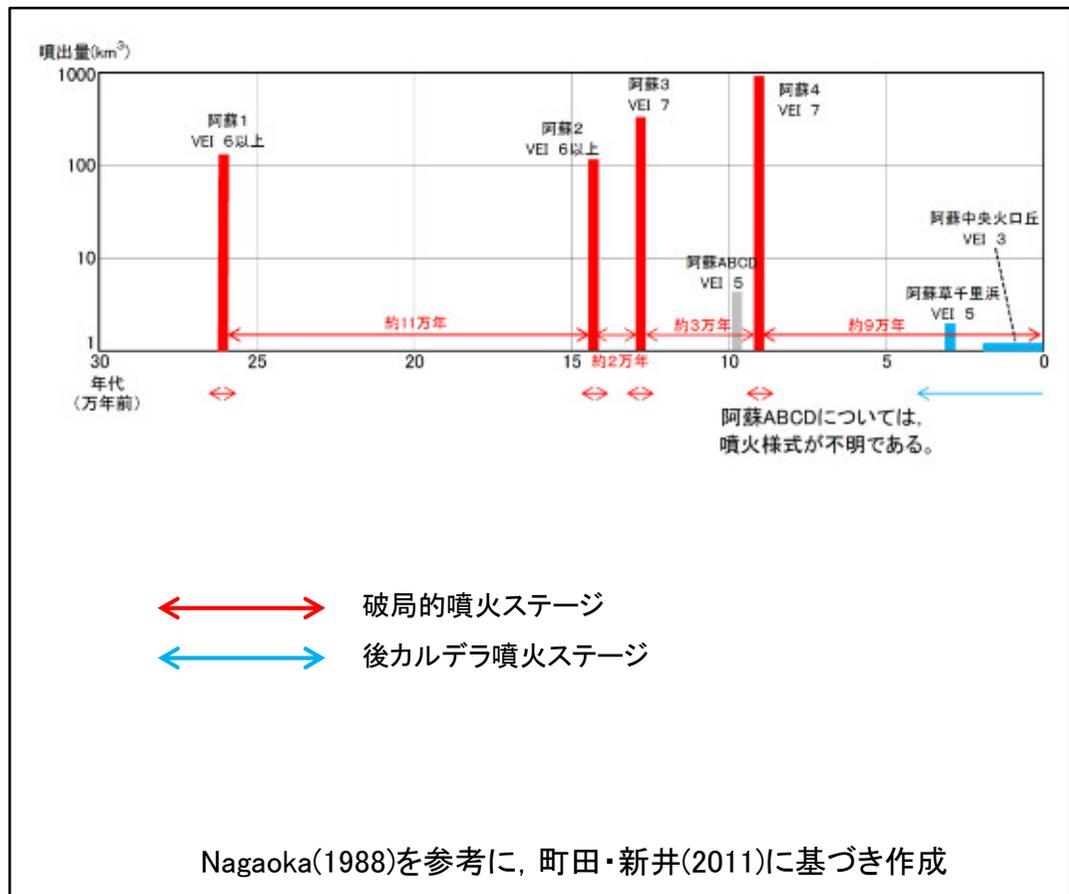


阿多カルデラ周辺における、広域地震観測網による浅部の地震活動及び深部低周波地震活動(1977年10月1日～2012年6月30日)の記録によると、低周波地震活動は約13km以深から認められ、深度約20～約25kmに集中している。

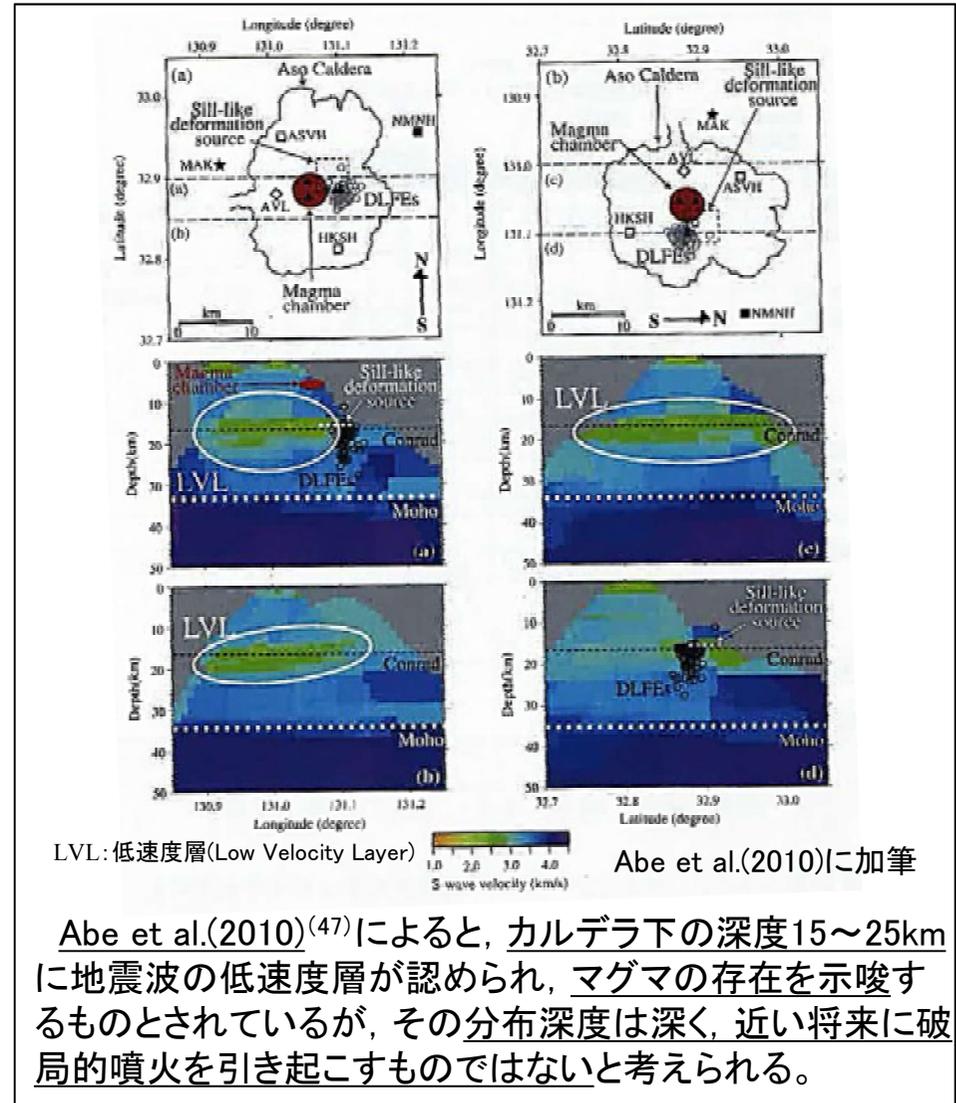
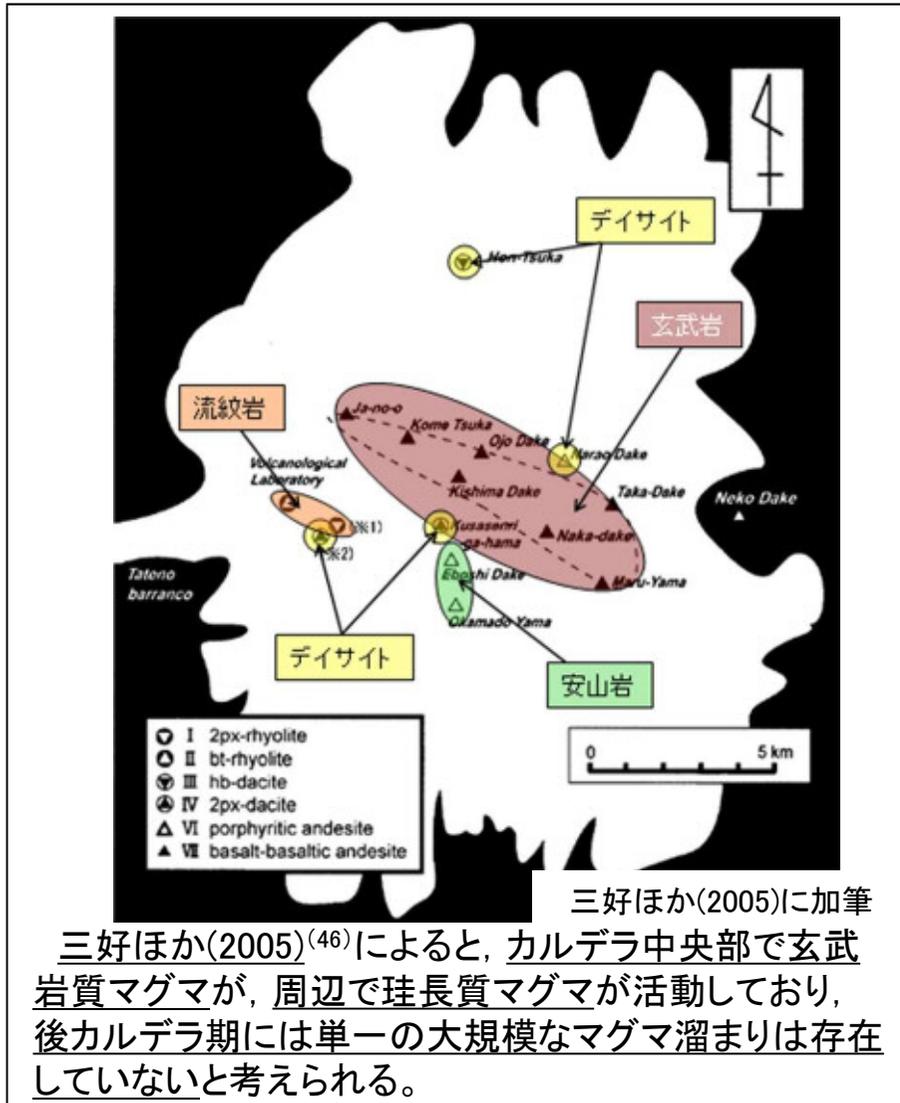
阿多カルデラの地下深部には低速度構造が分布し、マグマ溜まりの存在の可能性を示唆しているが、東宮(1997)による玄武岩質マグマの浮力中立点の深度約12kmよりも十分深い位置にある。よって、阿多カルデラは、発電所の運用期間中に破局的噴火が発生する可能性は極めて低いため、阿多カルデラ火山灰による敷地への影響はないものと考えられる。

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (2)地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価
阿蘇カルデラの噴火規模の想定及び降下火砕物の影響評価

- ・現在の噴火活動は、阿蘇における後カルデラ噴火ステージの活動が継続しているものと考えられる。
- ・破局的噴火の最短間隔(約2万年)は、最新の破局的噴火からの経過時間(約9万年)に比べて短いため、破局的噴火のマグマ溜まりを形成している可能性、破局的噴火を発生させる供給系ではなくなっている可能性等が考えられることから、地下構造の検討によりマグマ溜まりを評価する。



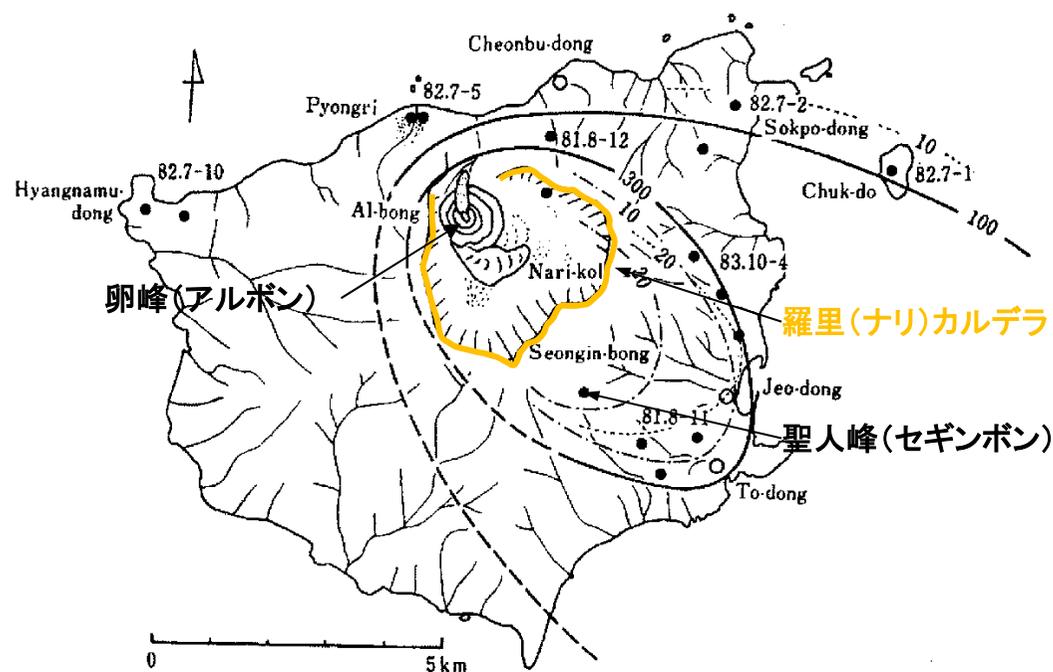
5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (2)地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価
阿蘇カルデラの噴火規模の想定及び降下火砕物の影響評価



以上のことから、阿蘇カルデラは、発電所の運用期間中に破局的噴火が発生する可能性は極めて低く、火山灰による敷地への影響はないものと考えられる。

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (2)地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価
鬱陵島の噴火規模の想定

敷地の北西290kmに位置し、最大標高約984mの聖人峰(セギンボン)を最高峰とする。火山山体が直径約30km、比高約3,000mに達する大型の複成火山で、中腹以上が海面に現れた火山島で、島の大きさは東西約12km、南北約10kmである。



火山形式

火砕丘及び溶岩流

町田ほか(1984)⁽⁴⁸⁾による

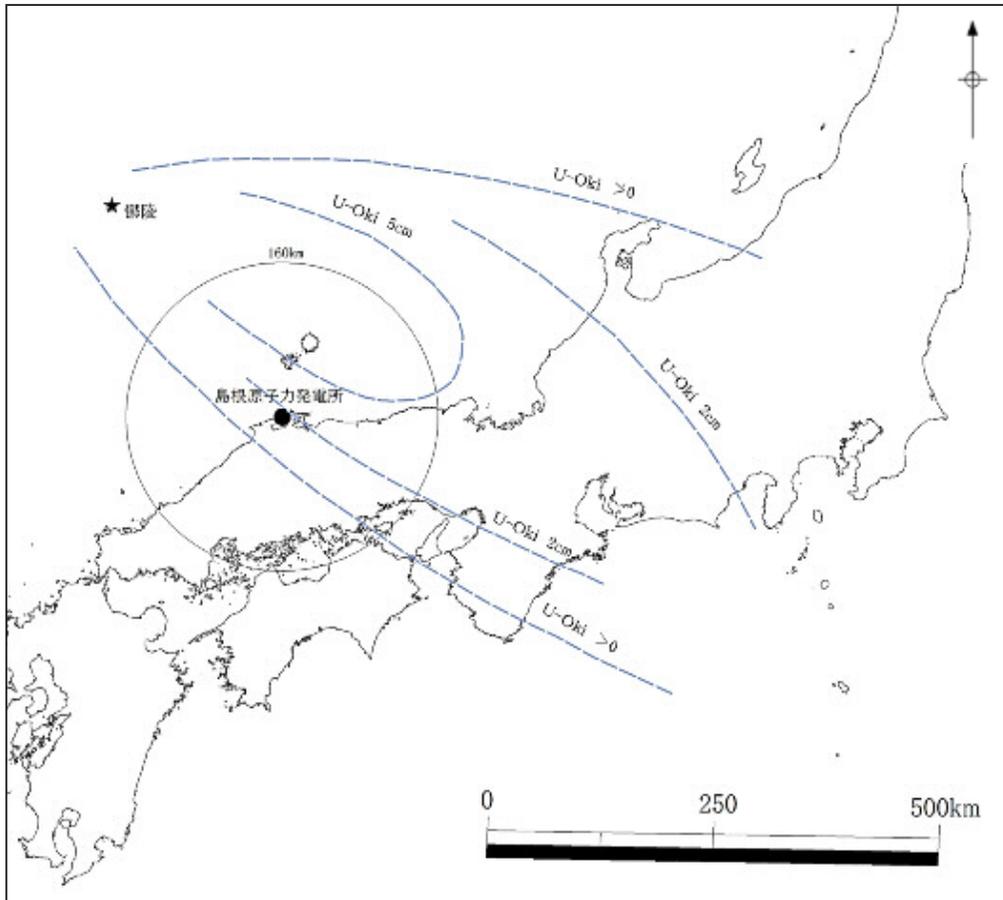
主な岩石

玄武岩, 粗面岩, 粗面安山岩

Harumoto(1970)⁽⁴⁹⁾による

島中央のやや北寄りには、羅里(ナリ)盆地と呼ばれる直径約3.5kmのカルデラが形成され、その北西に中央火口丘である卵峰(アルボン)が形成されている。

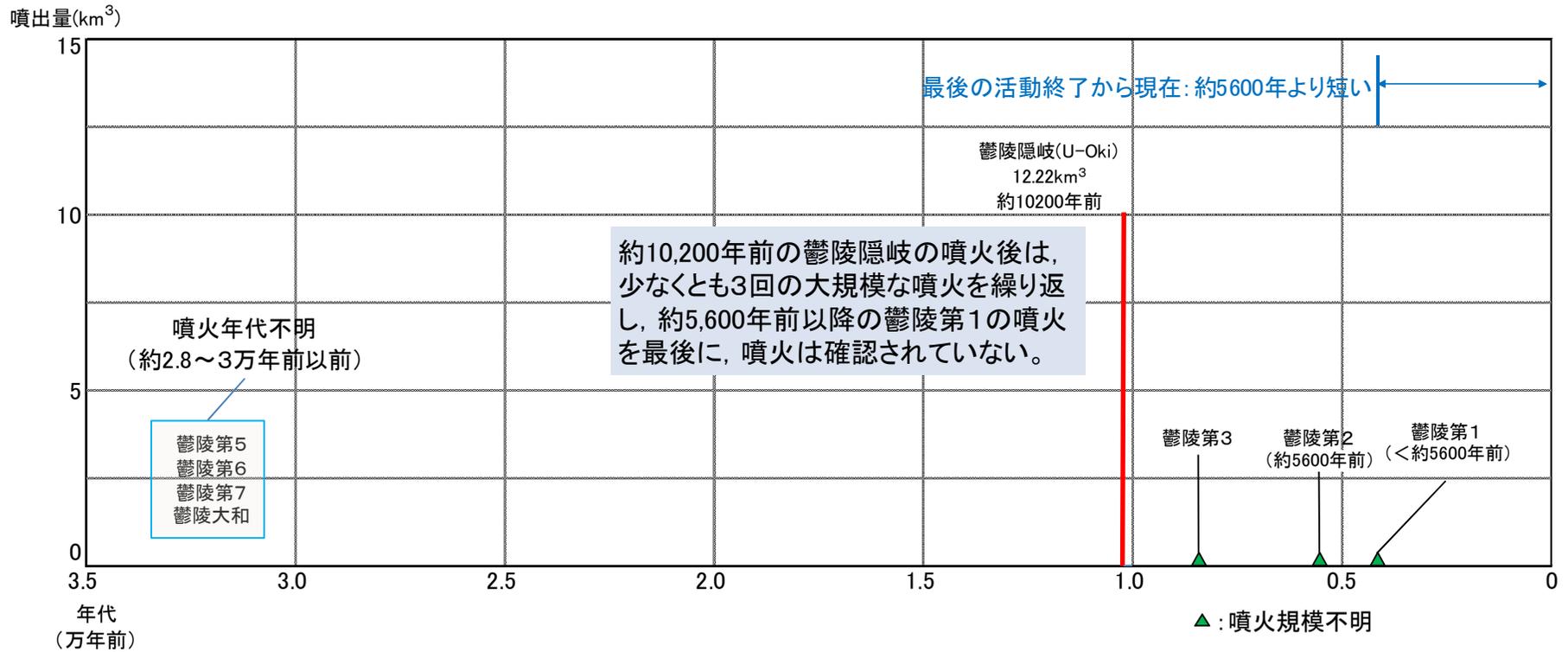
町田ほか(1984)より引用・加筆



等高線図は町田・新井(2011)による

- ・Harumoto(1970)によると、鬱陵島火山の活動は、5期に分けられ、I期からIII期までは、多量の玄武岩質マグマの噴出や爆発的噴火活動を伴う粗面岩質マグマの噴出の反覆により大型火山が形成され、IV期にはカルデラの形成と中央火口丘卵峰(アルボン)が形成されたとしている。さらに、V期には爆発的活動による多量の軽石・火山礫の噴出をしたとしている。
- ・町田・新井(2011)によると、日本国内の陸域で確認されているのは約10,200年前の鬱陵隠岐(U-Oki)で、噴火規模はVEI6(巨大噴火)とされている。

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (2)地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価
鬱陵島の噴火規模の想定



町田・新井(2011)に基づき作成

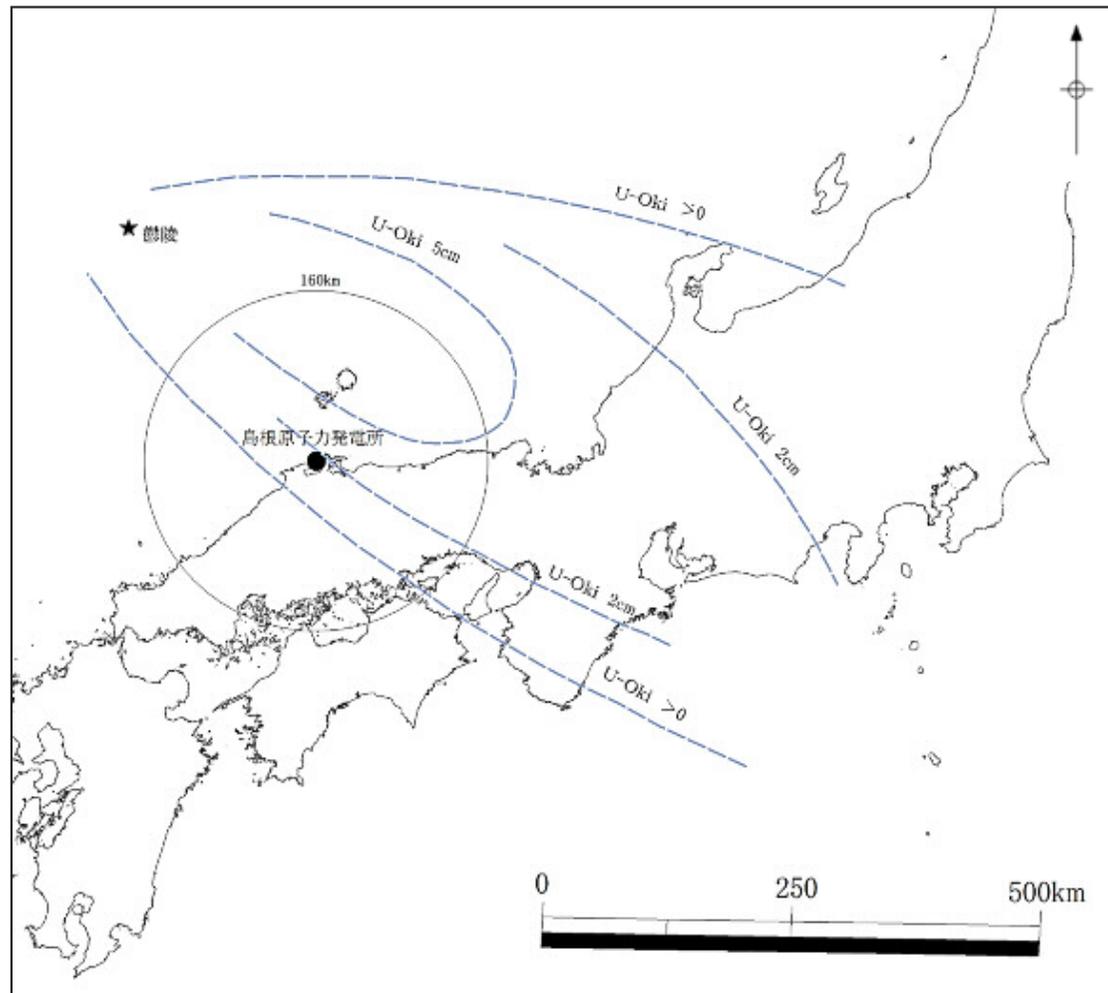
町田・新井(2011)によると、鬱陵島起源のテフラは、鬱陵島周辺と東方の日本海南部の海域を覆うとされている。

鬱陵島の噴火履歴

完新世において、VEI6クラスの鬱陵隠岐の巨大噴火があり、鬱陵隠岐以降にも少なくとも3回の噴火があったが、それらの詳細な噴火規模が不明であることから、運用期間中の噴火規模として、既往最大の鬱陵隠岐の噴火規模(12.22km³)を想定する。

5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (2)地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価
鬱陵島の降下火砕物の影響評価(鬱陵隠岐(U-Oki)の到達範囲)

- ・町田・新井(2011)によると, 鬱陵隠岐(U-Oki)について, 敷地付近での降下火砕物の層厚が2cm以下とされている。
- ・敷地では, 鬱陵隠岐(U-Oki)は確認されていない。



等高線図は町田・新井(2011)による

鬱陵島の降下火砕物の影響評価(鬱陵隠岐に関する火山灰シミュレーション)

鬱陵隠岐(U-Oki)について、敷地では確認されていないが、文献調査の結果、敷地付近での層厚が2cm以下とされており、敷地に到達していた可能性があることから、現在の気象条件における降灰分布を確認するために、火山灰シミュレーションを実施した。

- 火山灰シミュレーションの仕様**
- ・想定する噴火規模: 鬱陵隠岐テフラ(総噴出量: 12.22km³)
 - ・各パラメータ(地形, 噴煙柱, 粒子, 大気): 下表のとおり

※2 L.G. Mastin et al (2009)に示される噴煙柱高度の回帰式 $H(\text{km}) = 25.9 + 6.64 \log_{10}(V(\text{km}^3 \text{DRE}))$

見かけ体積は、須藤ほか(2007)による。
計算により算出

各パラメーター一覧表

対象とする火山		鬱陵島		引用した文献・資料など
想定する噴火規模		U-Oki		
地形 パラメータ	地形モデル解析	m	1,000	国土地理院基盤地図情報 数値標高モデル(10m) (鬱陵島位置は地形図読み取りによる) 座標: UTM座標系
	火口位置X	m	134,205	
	火口位置Y	m	4,158,383	
	火口位置Z	m	984	
噴煙柱 パラメータ	噴煙柱上端の標高	m	30,000	右表参照
	噴出物の総重量	kg	1.2E+13	右表参照
	最大粒径	phi	-10(2 ¹⁰ mm=1024mm)	TEPHRA2による推奨値※1
	最小粒径	phi	10(2 ⁻¹⁰ mm=9.77 × 10 ⁻⁸ mm)	
	中央粒径	phi	4.5(2 ^{-4.5} mm=0.0442mm)	
標準偏差	phi	3(2 ⁻³ mm=0.125mm)		
粒子 パラメータ	渦拡散係数	m ² /s	0.04	T.Suzuki(1983)より
	拡散係数	m ² /s	500	万年(2013)より
	Fall Time	s	3600	C.Bonadonna et al.(2005)より
	Threshold			
	岩石の見かけ密度	kg/m ³	2600	
	軽石の見かけ密度	kg/m ³	1000	TEPHRA2による推奨値※1
大気 パラメータ	風速	m/s	高度ごとに月平均風速(9時, 21時)の平均値	気象庁公開データ(1988~) 輪島観測所(1988~2013)
	風向	度	高度ごとに月平均風向(9時, 21時)の最頻値	
	季節条件		1月~12月	

対象とする火山	鬱陵島	備考
想定する噴火規模	U-Oki	
噴煙柱高度 H (km) ※2	30	
見かけ体積 V1 (km ³)	12.22	
見かけ体積 V2 (km ³ DRE)	4.70	
噴出物総重量 (kg)	1.2E+13	

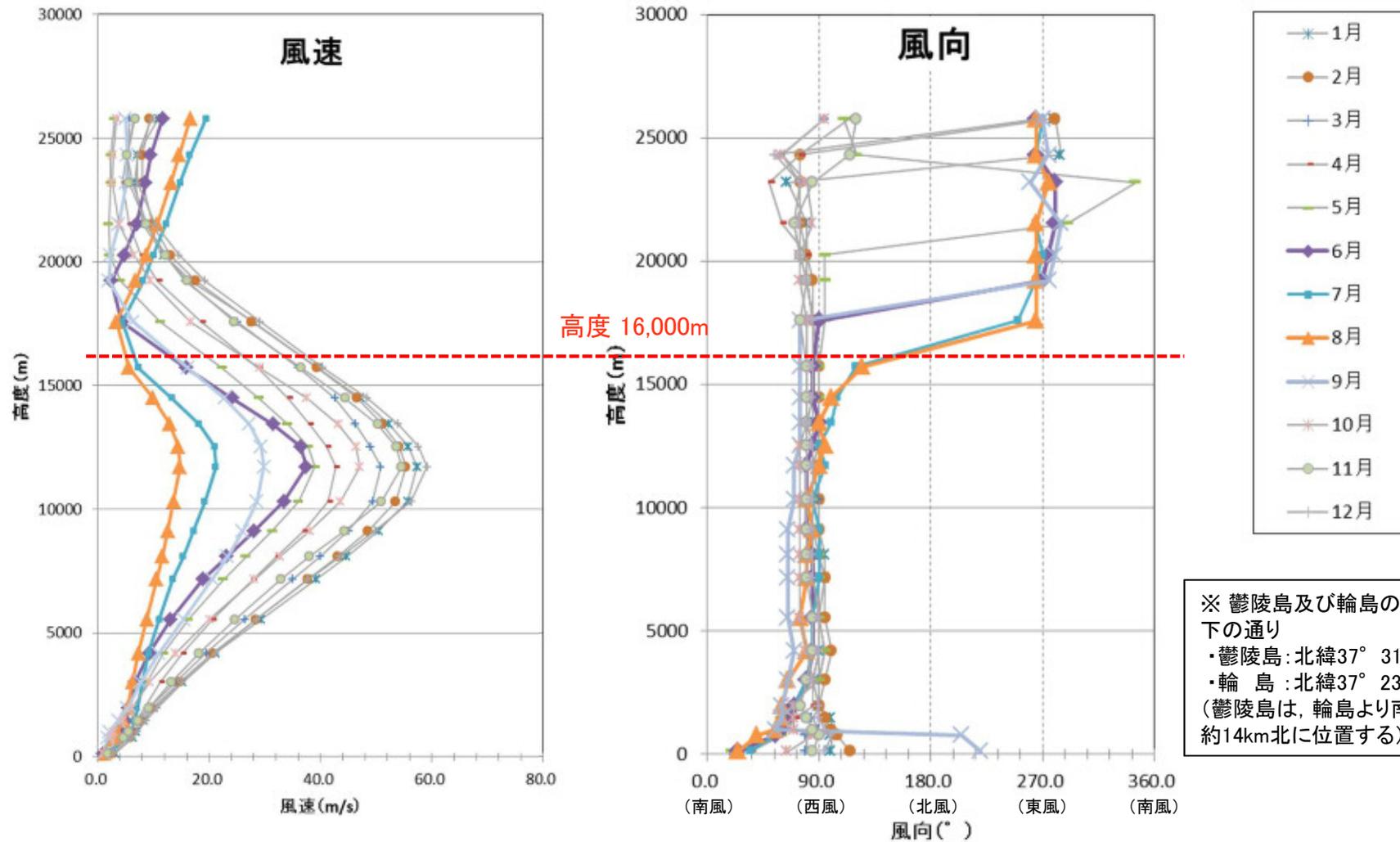
換算値		
岩片の見かけ密度	2600	kg/m ³
降下火砕物の見かけ密度	1000	kg/m ³

※1 Tephra2 Users Manual Spring 2011(University of South Florida)より

鬱陵島の降下火砕物の影響評価(鬱陵隠岐に関する火山灰シミュレーション)

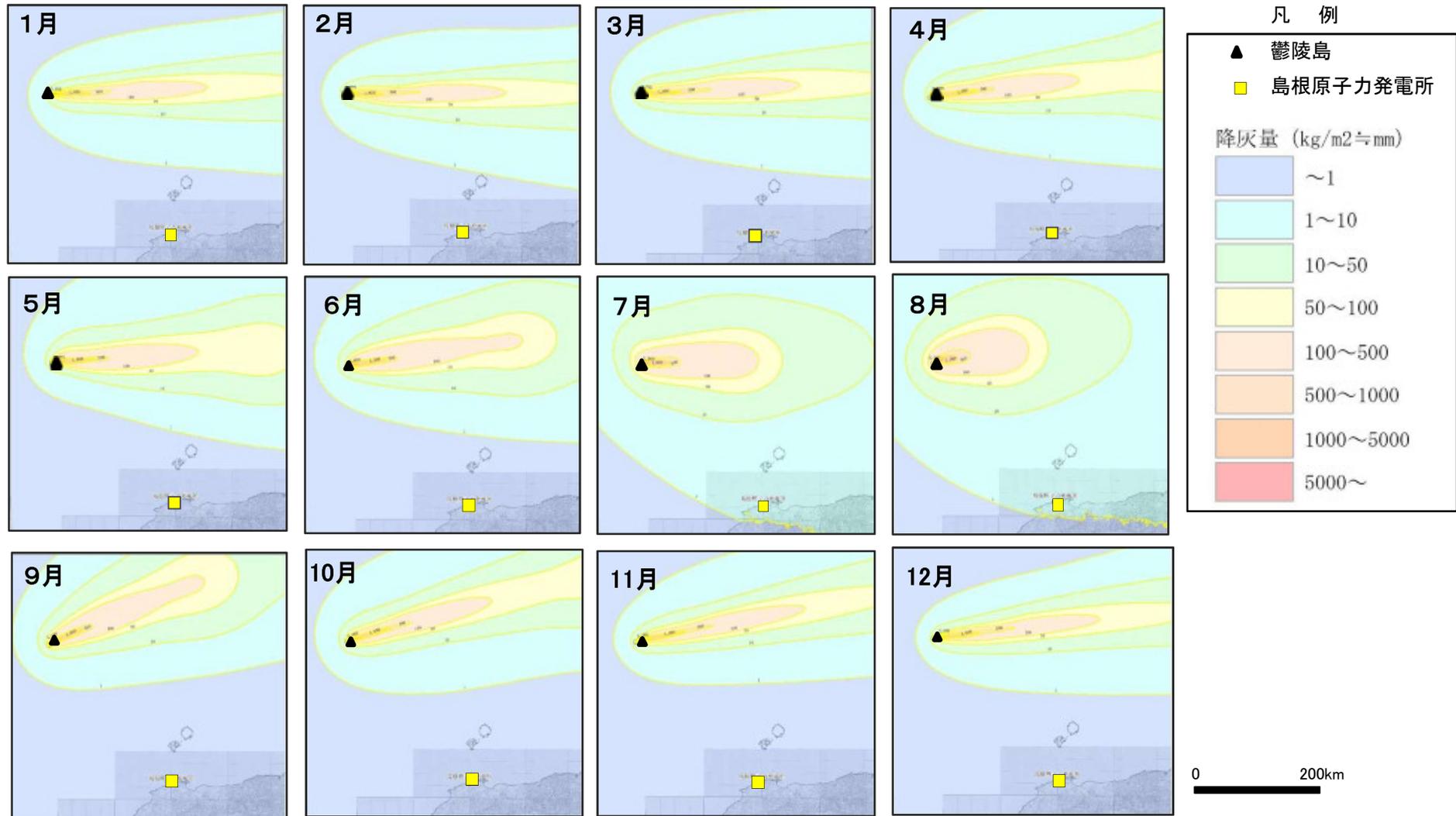
大気パラメータ

鬱陵島と比較的緯度が近い※, 気象庁の輪島観測所(1988年1月~2013年6月)のデータを用いた。なお, 風速は高度毎の9時, 21時の月平均風速の平均値, また風向は高度毎の9時, 21時の月平均風向の最頻値を使用した。
偏西風の風速が早い約16,000m以下の高度では, 年間を通じて西風が卓越する。



5. 火山事象の影響評価 5.2降下火砕物の影響評価 (2)地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価

鬱陵島の降下火砕物の影響評価(鬱陵隠岐に関する火山灰シミュレーション)



火山灰シミュレーションの結果、敷地内において偏西風の弱まる夏場の7・8月で最も厚い1mm程度の降灰であるが、その他の季節では1mm以下の降灰厚である。

1. 調査内容
2. 敷地に影響を及ぼす可能性のある火山の抽出
3. 将来の活動性評価
4. 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価
5. 火山事象の影響評価
 - 5.1 地理的領域内の火山による火山事象の評価
 - 5.2 降下火砕物の影響評価
 - (1) 地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
 - (2) 地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価
 - (3) 敷地において考慮する降下火砕物の層厚
 - (4) 降下火砕物の密度・粒径

(3) 敷地において考慮する降下火砕物の層厚

施設の安全性に影響が大きい降下火砕物について評価した。

対象火山		評価結果
地理的領域内 (半径160km以内)	三瓶山	火山の活動様式の不確かさを考慮し想定噴火規模とした三瓶浮布テフラについて、風向きの不確かさを十分に考慮した場合のシミュレーション結果を踏まえ、敷地での降下火砕物の層厚を28cmとする。【申請以降の見直し】
	大山	火山の活動様式の不確かさ及び風向の十分な不確かさを考慮して想定噴火規模とした大山松江テフラについて、現地調査結果を踏まえ、敷地での降下火砕物の層厚を30cmとする。【申請以降の見直し】
	三瓶山・大山以外の14火山	三瓶山・大山以外の14火山からの火山灰は、島根半島には認められないとされることから、敷地への影響はないものと考えられる。
地理的領域外 (半径160km以遠)	鬼界カルデラ 始良カルデラ 阿多カルデラ 阿蘇カルデラ	鬼界カルデラ・始良カルデラ・阿多カルデラ・阿蘇カルデラは、発電所の運用期間中に破局的噴火が発生する可能性は極めて低いため、火山灰による敷地への影響はないものと考えられる。
	鬱陵島	鬱陵隠岐噴出時の火山灰は、敷地付近では層厚2cm以下とされている。火山灰降灰シミュレーションを実施した結果、敷地での降下火砕物の層厚は1mm以下であった。



【当初申請の評価】

・三瓶山及び大山について、現在の活動様式における噴火において、火山灰は敷地まで到達していないことから、敷地への影響はないものと考えられる。また、施設の安全性に影響が大きい降下火砕物は鬱陵隠岐火山灰であるとし、敷地において考慮する降下火砕物の層厚を2cmと評価していた。

【申請以降の見直し】

・三瓶山及び大山について、火山の活動様式及び風向の不確かさを十分に考慮し、火山灰シミュレーション結果または降灰厚確認のための現地調査結果を踏まえ、敷地において考慮する降下火砕物の層厚を30cmと評価する。

1. 調査内容
2. 敷地に影響を及ぼす可能性のある火山の抽出
3. 将来の活動性評価
4. 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価
5. 火山事象の影響評価
 - 5.1 地理的領域内の火山による火山事象の評価
 - 5.2 降下火砕物の影響評価
 - (1) 地理的領域内の火山による降下火砕物の影響評価
 - (2) 地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価
 - (3) 敷地において考慮する降下火砕物の層厚
 - (4) 降下火砕物の密度・粒径

(4) 降下火砕物の密度・粒径

降下火砕物の密度及び粒径については、敷地内で降下火砕物が確認されていないことから、既往の文献に基づいて設定した。

【密度】

宇井編(1997)⁽⁵⁰⁾によると、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ことから、安全側の値として以下のように設定した。

- ・湿潤密度: 1.5g/cm³
- ・乾燥密度: 0.7g/cm³

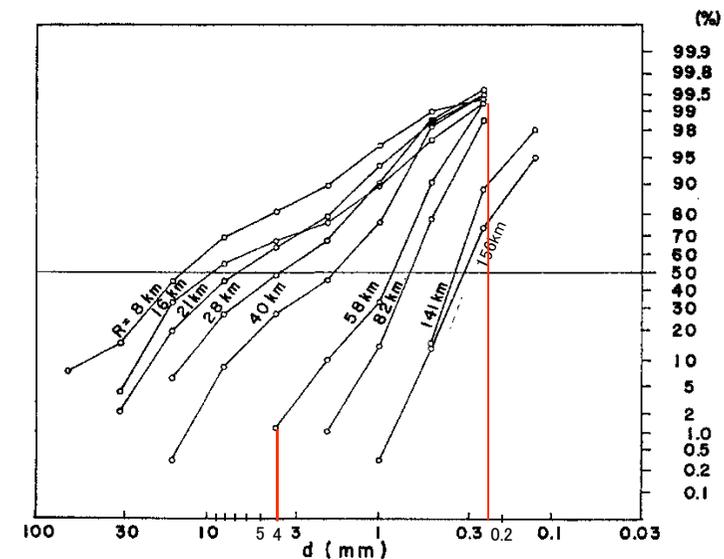
【粒径】

- ・鈴木ほか(1973)⁽⁵¹⁾によると、北海道樽前山の降下火砕物の噴出源から距離ごとの粒径分布曲線が示されており、これに基づき粒径を設定する。
- ・敷地から三瓶山は55kmの距離であることから、鈴木ほか(1973)に示される図の58kmの粒径分布曲線から、以下のように設定した。

- ・粒径: 0.2mm~4mm

Table 1. Size composition of the Ta-b₂ fall unit along the distribution axis.

Locality	Distance from the source (km)	Modian (Md, mm)	Sorting coefficient (So = $\sqrt{Q_2/Q_1}$)
0	8.0	14	2.0
I	15.9	10	2.6
II	21.0	7.0	2.3
III	28.2	3.8	2.3
IV	39.8	1.8	2.0
V	58.4	0.82	1.4
VI	81.9	0.66	1.3
VII	141	0.37	1.2
VIII	156	0.32	1.3



鈴木ほか(1973)より引用・加筆

- (1) 中野俊・西来邦章・宝田晋治・星住英夫・石塚吉浩・伊藤順一・川辺禎久・及川輝樹・古川竜太・下司信夫・石塚治・山元孝広・岸本清行編(2013):日本の火山(第3版)・200万分の1地質編集図, No. 11, 地質調査総合センター
- (2) 須藤茂・猪股隆行・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, 地質調査研究報告, 第58巻, 第9/10号
- (3) 第四紀火山カタログ編集委員会編(1999):日本の第四紀火山カタログ, 日本火山学会
- (4) 気象庁(2005):日本活火山総覧(第3版), (財)気象業務支援センター
- (5) 気象庁(2013):日本活火山総覧(第4版), (財)気象業務支援センター
- (6) 地質調査総合センター(2013):日本の火山, ver. 0.90, 2013.04.01更新, 地質調査総合センター
- (7) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編(2012):第四紀火山岩体・貫入岩体データベース, 地質調査総合センター速報, No. 60, 地質調査総合センター
- (8) 日本地質学会編(2009):日本地方地質誌6中国地方, 朝倉書店
- (9) 町田洋・新井房夫(2011):新編日本の火山灰アトラス, 東京大学出版会
- (10) 寺岡易司・松浦浩久・牧本博・吉田史郎・神谷雅晴・広島俊男・駒沢正夫・志知龍一(1996):20万分の1地質図「高梁」, 地質調査所
- (11) 田村芳彦・柚原雅樹・石井輝秋・入野直子・宿野浩司(2002):大山火山のマグマの反分化, 地球惑星科学関連学会, 2002年合同大会, 予稿集, K080-015
- (12) 松浦浩久・土谷信之(2003):前期更新世森田山溶岩—古三瓶期火山—, 火山 第48巻 第1号
- (13) 古山勝彦・長尾敬介・笠谷一弘・三井誠一郎(1993):山陰東部, 神鍋火山群及び近傍の玄武岩質単成火山のK-Ar年代, 地球科学 第47巻 第5号
- (14) 鹿野和彦・吉田史郎(1985):境港地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所
- (15) 鹿野和彦・中野俊(1986):恵曇地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所
- (16) 吹田歩・徳岡隆夫・上野博芳(2001):音波データ解析による中海湖底下の大根島火山の広がりと三次元可視化, 島根大学地球資源環境学研究報告 20
- (17) 沢田順弘・徳岡隆夫・山内靖喜・三瓶良和・西村清和(2001):宍道地溝帯中軸部, 美保湾で発見された更新世火山とその地質学的意義, 地質学雑誌 第107巻 第6号
- (18) 坂本亨・山田直利(1982):20万分の1地質図「松江及び大社」, 地質調査所

- (19) 鹿野和彦・松浦浩久・服部仁・山田直利・東元定雄(1988): 20万分の1地質図「浜田」, 地質調査所
- (20) 原子力規制委員会(2013): 原子力発電所の火山影響評価ガイド
- (21) 地質調査所編(1992): 日本地質アトラス, 第2版, 地質調査所
- (22) 服部仁・鹿野和彦・鈴木隆介・横山勝三・松浦浩久・佐藤博之(1983): 三瓶山地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所
- (23) 縫部保徳・藤巻宏和(1996): 三瓶火山の珪長質マグマについて(演旨), 日本地質学会第103年学術大会講演要旨
- (24) 松元拓朗(1994): 三瓶火山円頂丘溶岩の科学組成, 地質学雑誌
- (25) 松井整司・井上多津男(1971): 三瓶火山の噴出物と層序, 地球科学 25巻 4号
- (26) 草野高志・中山勝博(1999): ブロックアンドアッシュフローの堆積過程(予察): 島根県三瓶火山の太平山火砕流堆積物の例, 火山 第44巻 第3号
- (27) 小室裕明・志知龍一・和田浩之・糸井理樹(1996): 重力異常からみた三瓶カルデラの基盤形態, 火山 第41巻 第1号
- (28) 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, Vol.19 No.11
- (29) 下鶴大輔・荒牧重雄・井田善明・中田節也編(2011): 火山の事典[第2版], 朝倉書店
- (30) 森田裕一・大湊隆雄(2005): 火山における地震観測の発展と成果, 火山 第50巻
- (31) 浅森浩一・梅田浩司(2005): 地下深部のマグマ・高温流体等の地球物理学的調査技術—鬼首・鳴子火山地域および紀伊半島南部地域への適用—, 原子力バックエンド研究 Vol.11 No.2
- (32) Zhao.D・Wei.W・Nishizono.Y・Inakura.H(2011): Low-frequency earthquakes and tomography in western Japan: Insight into fluid and magmatic activity, Journal of Asian Earth Sciences 42
- (33) Mastin.L.G・Guffanti.M・Servranckx.R・Webley.P・Barsotti.S・Dean.K・Durant.A・Ewert.J.W・Neri.A・Rose.W.I・Schneider.D・Siebert.L・Stunder.B・Swanson.G・Tupper.A・Vollentik.A・Waythomas.C.F(2009): A multidisciplinary effort to assign realistic source parameters to models of volcanic ash-cloud transport and dispersion during eruptions, Journal of Volcanology and Geothermal Research 186
- (34) Suzuki.T(1983): A theoretical model for dispersion of tephra Arc Volcanism: Physics and Tectonics, Terra Scientific Publishing

参考文献

- (35) 萬年一剛(2013): 降下火山灰の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
- (36) Bonadonna.C・Connor.C.B・Houghton.B.F・Connor.L・Byrne.M・Laing.A・Hincks.T.K(2005): Probabilistic modeling of tephra dispersal: Hazard assessment of a multiphase rhyolitic eruption at Tarawera, New Zealand, Journal of Geophysical Research Vol.110 B03203
- (37) 守屋以智雄(1983): 日本の火山地形, 東京大学出版会
- (38) 津久井雅志・西戸裕嗣・長尾敬介(1985): 蒜山火山群・大山火山のK-Ar年代, 地質学雑誌 第91巻 第4号
- (39) 津久井雅志(1984): 大山火山の地質, 地質学雑誌 第90巻 第9号
- (40) 岡田昭明・石賀敏(2000): 大山テフラ, 日本地質学会第107年学術大会 見学旅行案内書
- (41) 加藤茂弘・山下透・檀原徹(2004): 大山テフラの岩石記載的特徴と大山最下部テフラ層中のテフラの対比, 第四紀研究 43
- (42) 町田洋・新井房夫(2003): 新編日本の火山灰アトラス, 東京大学出版会
- (43) 大見士朗(2002): 平成12年鳥取県西部地震の余震分布－震源座標の関数としての観測点補正值を用いた震源決定－, 地震2 54
- (44) 松浦浩久(1990): 赤名地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所
- (45) Nagaoka.S(1988): The late quaternary tephra layers from the caldera volcanoes in and around Kagoshima bay, southern kyushu, Japan, Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University 23
- (46) 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成因関係について, 火山 50
- (47) Abe.Y・Ohkura.T・Shibutani.T・Hirahara.K・Kato.M(2010): Crustal structure beneath Aso Caldera, Southwest Japan, as derived from receiver function analysis, Journal of Volcanology and Geothermal Reserch 195
- (48) 町田洋・新井房夫・李柄高・森脇広・古田俊夫(1984): 韓国鬱陵島のテフラ, 地学雑誌 第93巻 第1号
- (49) Harumoto.A(1970): Volcanic Rocks and Associated rocks of Utsuryoto island, (Japan Sea), 京都大学理学部地質学鉱物学教室 室内春本篤夫教授退官記念事業会
- (50) 宇井忠英編(1997): 火山噴火と災害, 東京大学出版
- (51) 鈴木建夫・勝井義雄・中村忠寿(1973): 樽前降下軽石堆積物Ta-b層の粒度組成, 火山 第2集 第18巻 第2号

島根原子力発電所
火山影響評価について
(補足説明)

平成27年6月12日
中国電力株式会社

1. 三瓶山・大山を除く検討対象火山(14火山)について	P2
2. 火山灰現地調査結果	P20
3. その他	P35
▪ 敷地方向の仮想風の作成方法	
▪ 噴火の規模について	
▪ 火砕岩の分類	

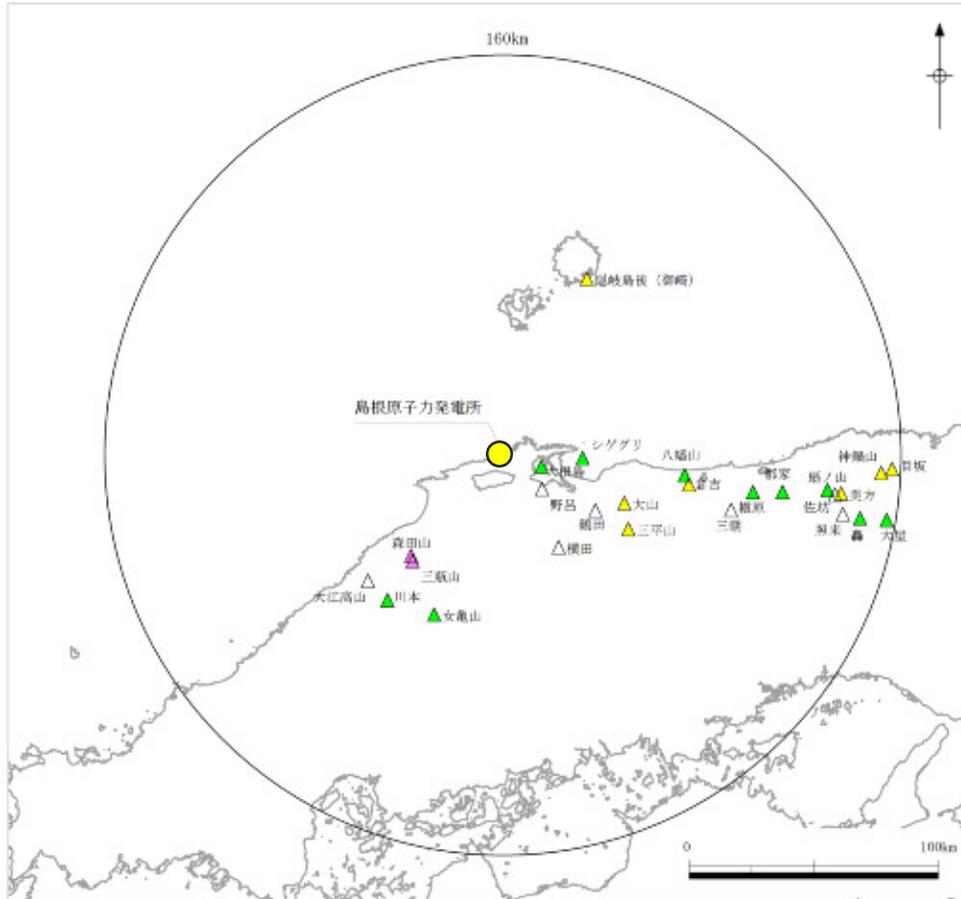
1. 三瓶山・大山を除く検討対象火山(14火山)について

検討対象火山(14火山)

- ・大根島(だいこんじま) p.6
- ・シゲグリ p.7
- ・女亀山(めんがめやま) p.8
- ・八幡山(やわたやま) p.9
- ・川本(かわもと) p.10
- ・倉吉(くらよし) p.11
- ・隠岐島後(御崎)(おきどうご(みさき)) p.12
- ・槇原(まきはら) p.13
- ・郡家(こおげ) p.14
- ・佐坊(さぼう) p.15
- ・美方(みかた) p.16
- ・轟(とどろき) p.17
- ・神鍋山(かんなべやま) p.18
- ・大屋(おおや) p.19

評価結果

検討対象火山の将来の活動可能性を評価し、将来の活動可能性を否定できない火山を抽出した。



該当する第四紀火山	活動年代 (万年前)		最大活動休止期間
大根島	約25ないし20		—
シゲグリ	約90		—
横田(鶴田・野呂)	約90	～ 約230	約26万年
大山(三平山)	約2	～ 約100	約16万年
三瓶山(森田山)	約0.36	～ 約115	約4万年
女亀山	約180		—
八幡山	約220		—
大江高山	約80	～ 約360	約75万年
川本	約210		—
倉吉	約50	～ 約180	約51万年
隠岐島後[御崎]	約40	～ 約450	約104万年
三朝	約220	～ 鮮新世後期	約140万年
横原	約80		—
郡家	約215		—
扇ノ山	約40	～ 約120	約20万年
佐坊	約170		—
美方	約22	～ 約170	約47万年
照来	約220	～ 約310	約28万年
轟	約270		—
神鍋山(目坂)	約2ないし1	～ 約70	約48万年
大屋	約250		—

※ 鶴田・野呂は横田に、三平山は大山に、森田山は三瓶山に、目坂は神鍋山に統合して評価した。

検討対象火山26火山のうち、将来の活動可能性を否定できない火山は16火山である。このうち、三瓶山及び大山では、過去に巨大噴火(噴火規模: 三瓶山約20km³, 大山約20km³)が発生している。

A	完新世に活動があった火山(活火山)
B	最大活動休止期間が不明な火山(単成火山を含む)
C	最新活動からの経過時間が最大活動休止期間よりも短い火山
	最新活動からの経過時間が最大活動休止期間よりも長い火山

検討対象火山の活動年代一覧表(三瓶山・大山を除く)

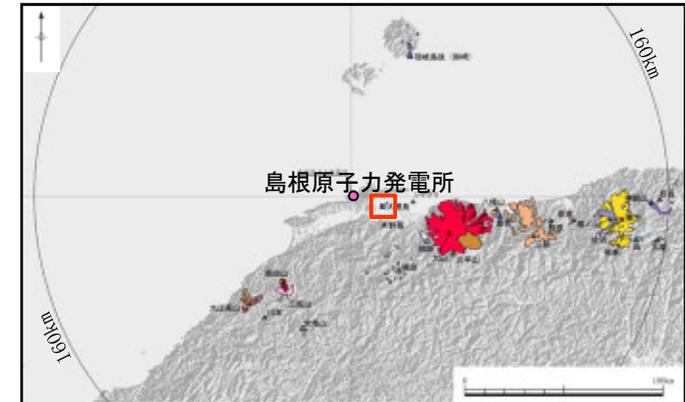
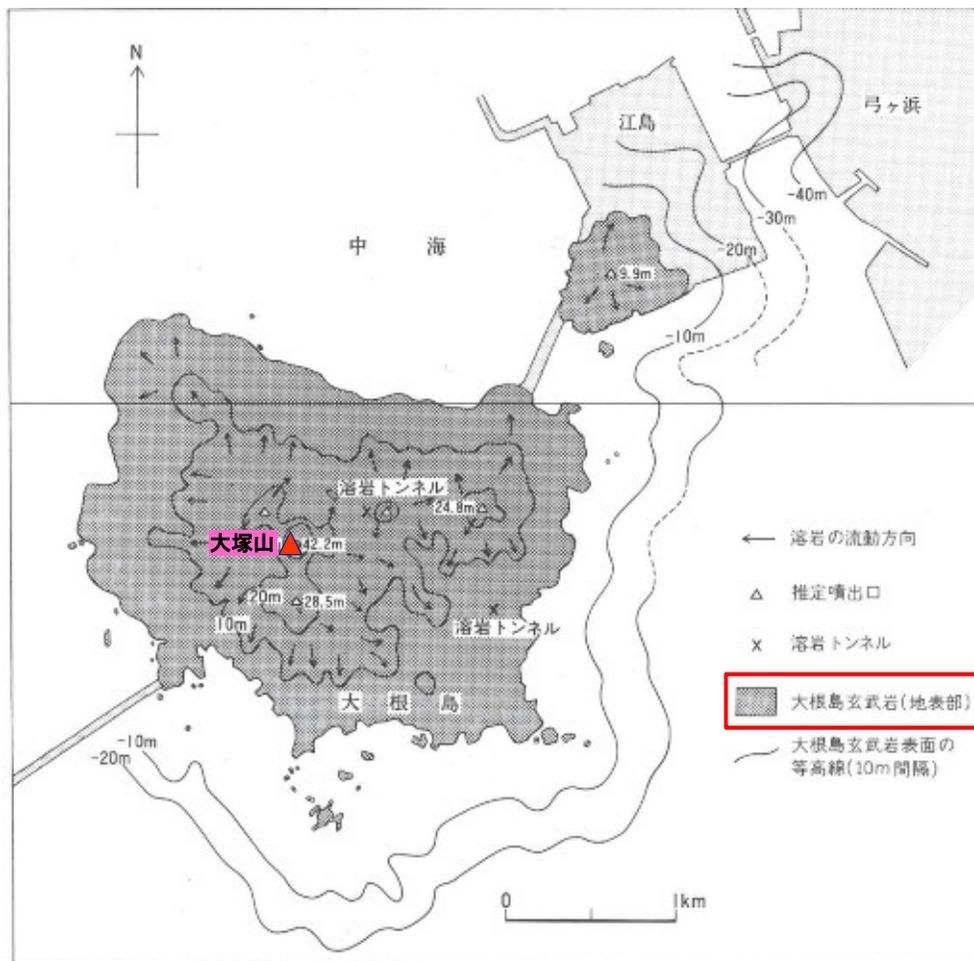
該当する第四紀火山	活動年代 (万年前)		最大活動休止期間	活動年代(グラフ表示)						
	約25ないし20	約90		約26万年	258万年前 新第三紀 第四紀	100万年前	10万年前	1万年前	現在	
大根島	約25ないし20		—							
シゲヅリ	約90		—							
横田(鶴田・野呂)	約90	～ 約230	約26万年							
女亀山	約180		—							
八幡山	約220		—							
大江高山	約80	～ 約360	約75万年							
川本	約210		—							
倉吉	約50	～ 約180	約51万年							
隠岐島後[御崎]	約40	～ 約450	約104万年							
三朝	約220	～ 鮮新世後期	約140万年							
横原	約80		—							
郡家	約215		—							
扇ノ山	約40	～ 約120	約20万年							
佐坊	約170		—							
美方	約22	～ 約170	約47万年							
照来	約220	～ 約310	約28万年							
轟	約270		—							
神鍋山(目坂)	約2ないし1	～ 約70	約48万年							
大屋	約250		—							

※鶴田・野呂は横田に、目坂は神鍋山に統合して評価した。

A	完新世に活動があった火山(活火山)
B	最大活動休止期間が不明な火山 (単成火山を含む)
C	最新活動からの経過時間が最大活動 休止期間よりも短い火山
	最新活動からの経過時間が最大活動 休止期間よりも長い火山

大根島

敷地の南東約16kmに位置し、中海に浮かぶ東西約3km、南北約2.5kmのほぼ長方形の小島で、島中央部の大塚山(標高約42m)を最高峰とする。吹田ほか(2001)⁽¹⁾によると、大根島は陸上に噴出した火山で、粘性の低い玄武岩が非常に緩い勾配(1~3°)で中海湖底下まで広がっているとされている。



火山形式

スコリア丘, 溶岩流

地質調査総合センター(2013)⁽²⁾による

主な岩石

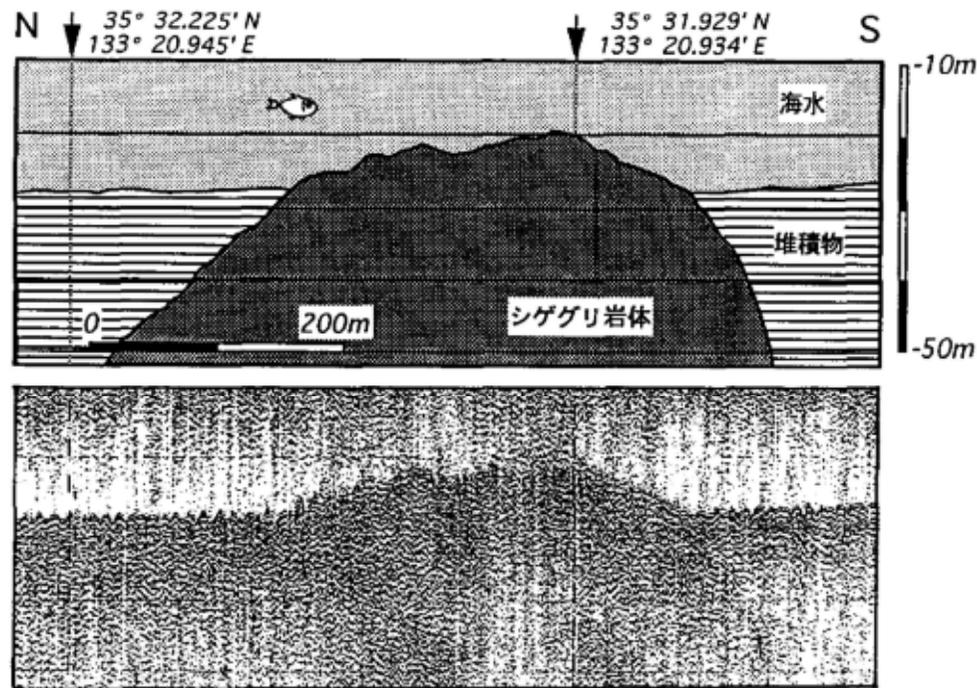
玄武岩

地質調査総合センター(2013)による

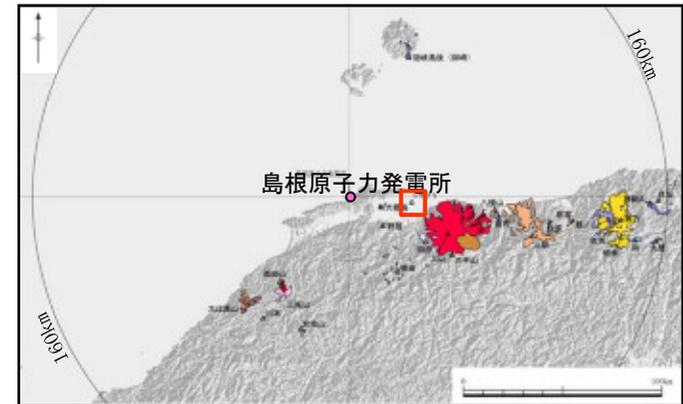
地質調査総合センター(2013)によると、活動年代は約25万年前~約20万年前とされている。

シゲグリ

敷地の東方約32kmの美保関沖の水深約26mの海底に位置する頂部水深約19mの岩礁である。沢田ほか(2001)⁽⁴⁾によると、岩礁の直径は、約500m、海底からの比高約7mの緩やかなドーム状ないし円錐台状の地形を示すとされている。



第4図. ユニブームによるシゲグリ岩礁周辺の断面図（下図）とその解釈（上図）.



火山形式
溶岩ドーム

西来ほか編(2012)⁽⁵⁾による

主な岩石
安山岩, デイサイト

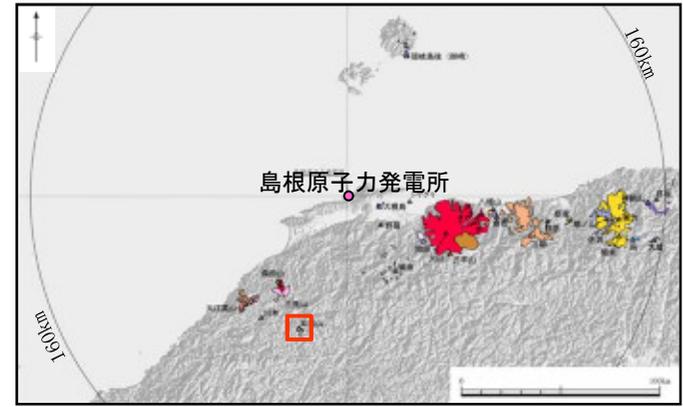
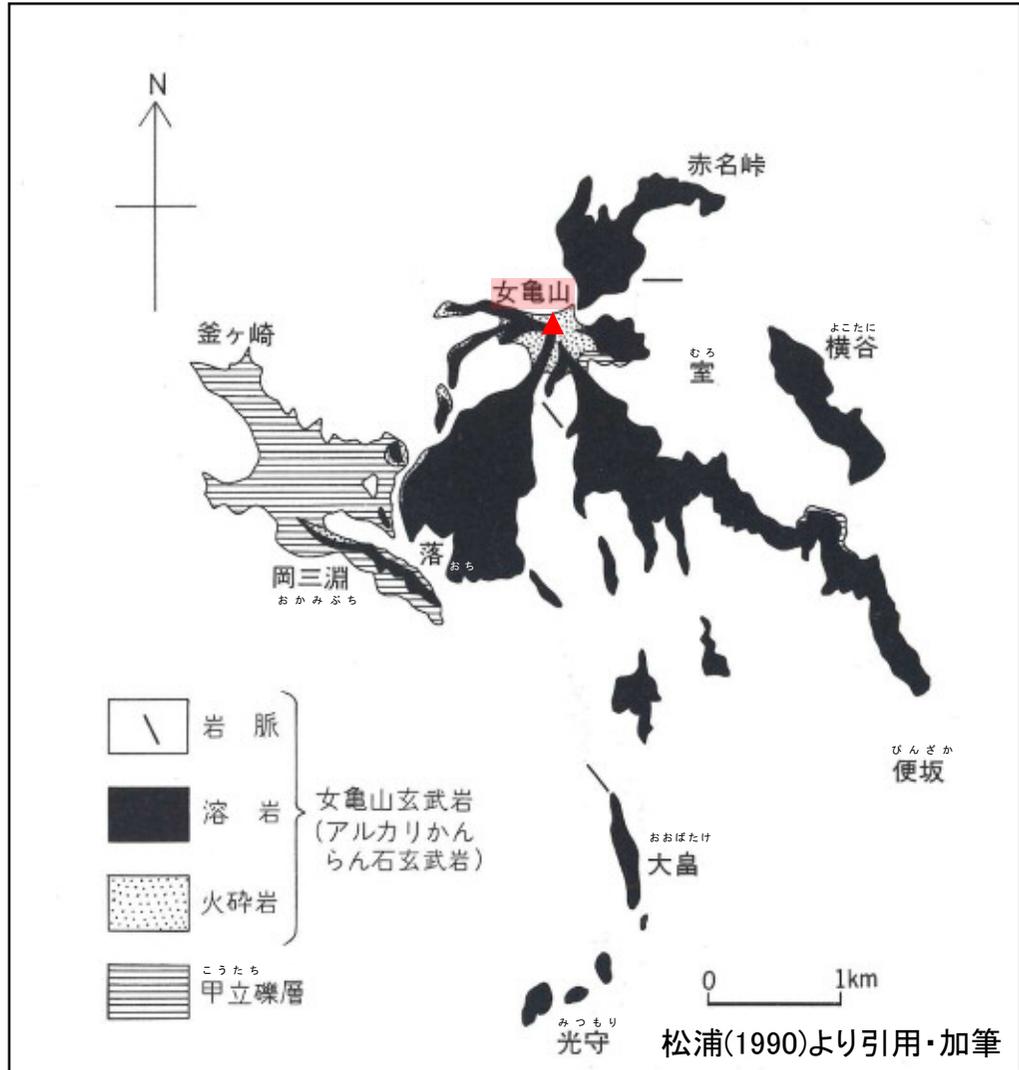
西来ほか編(2012)による

沢田ほか(2001)によると、活動年代は約90万年前とされている。

沢田ほか(2001)より引用

女亀山

敷地の南西約69km, 島根県と広島県の境界に位置する女亀山山頂(標高約830m)付近を噴出口とする単成火山で, 松浦(1990)⁽⁶⁾によると, 山頂周辺の南北約7km, 東西約4kmの範囲に少なくとも6筋の溶岩流が分布しているとされている。



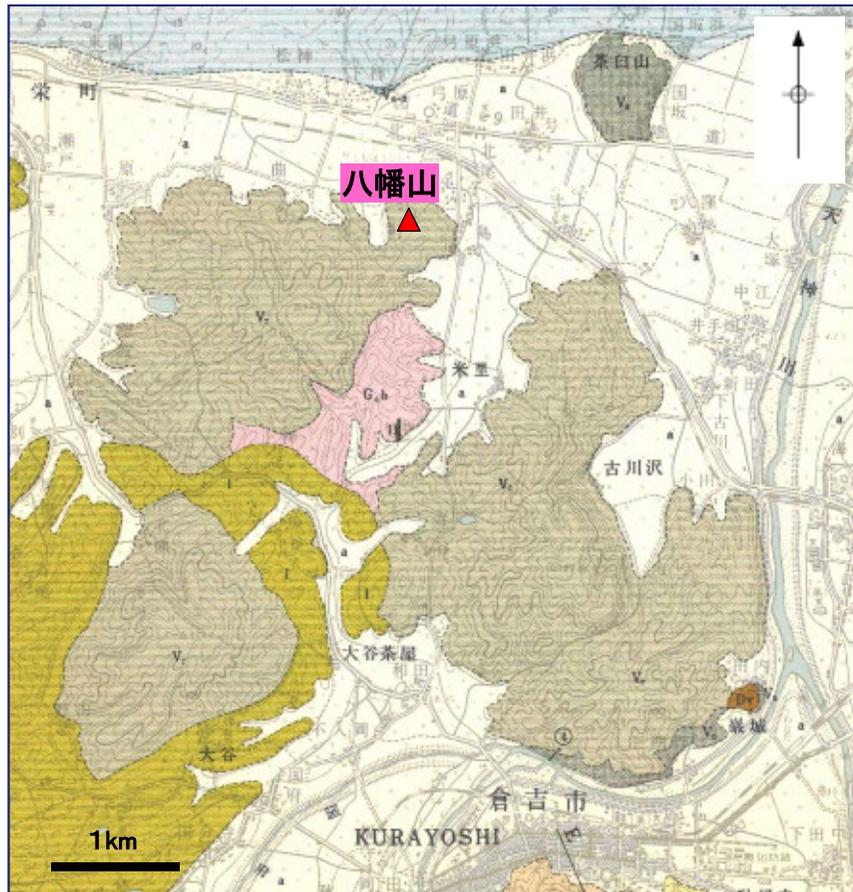
火山形式
単成火山
西来ほか編(2012)による

主な岩石
玄武岩
西来ほか編(2012)による

松浦・宇都(1986)⁽⁷⁾によると, 活動年代は約180万年前とされている。

八幡山

敷地の東方約73km, 鳥取県倉吉市の北方の八幡山(標高約59m)周辺に位置する。西来ほか編(2012)によると, 村山・大沢(1961)⁽⁸⁾による鉢伏山板状安山岩類に相当するとされている。

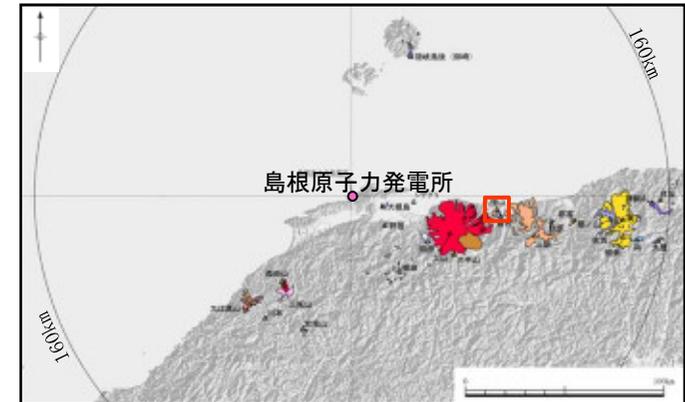


凡例

鉢伏山板状安山岩類
Hachibuseyama platy
andesites

無斑晶安山岩・普通輝石紫蘇輝石安山岩(Vd, Ve)および紫蘇輝石安山岩(Id)
(ときに石英および角閃石を伴う)
Aphyric andesite, augite-hypersthene andesite(Vd, Ve) and
hypersthene andesite(Id)(partly quartz-hornblende-bearing)

村山・大沢(1961)より引用



火山形式

溶岩流, 単成火山?

西来ほか編(2012)による

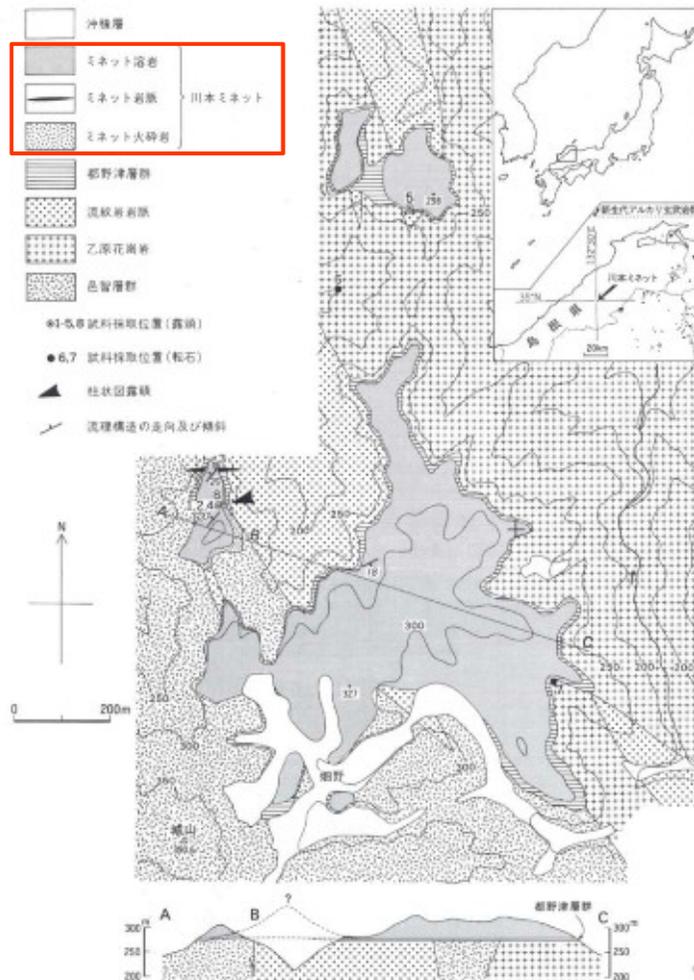
主な岩石

安山岩

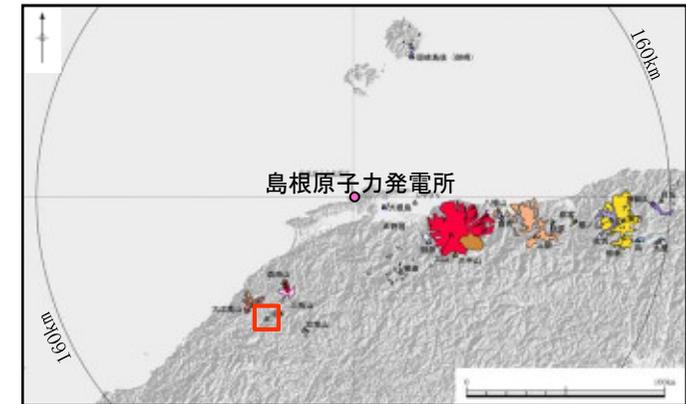
西来ほか編(2012)による

木谷・岩本(2004)⁽⁹⁾によると, 活動年代は約230万年前～約220万年前とされている。

敷地の南西約74kmに位置し，標高300m前後の比較的なだらかな山体を形成する。松浦(1990)によると，ミネットの溶岩流が，南北約1.5km，東西約0.8kmの範囲に分布しているとされている。



松浦(1990)より引用



火山形式

単成火山, 溶岩流

西来ほか編(2012)による

主な岩石

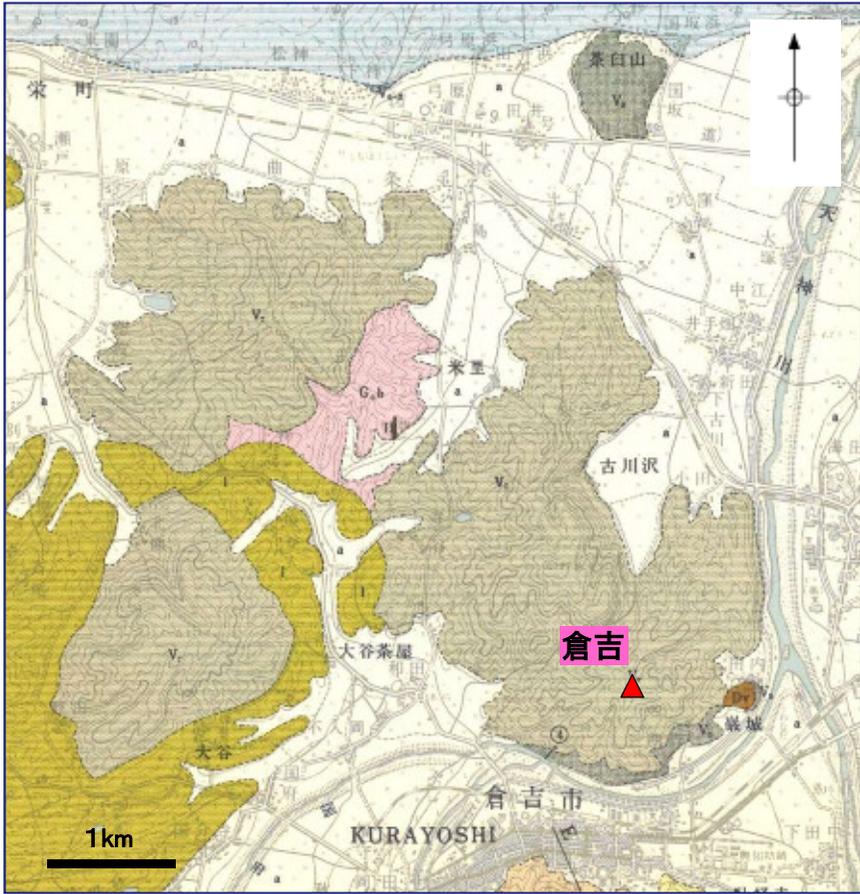
玄武岩(ミネット)

西来ほか編(2012)による

松浦・宇都(1986)によると，活動年代は約210万年前とされている。

※ ミネット: 玄武岩質相当の珪酸分にもかかわらず花崗岩よりもカリウムに富む特異な岩石

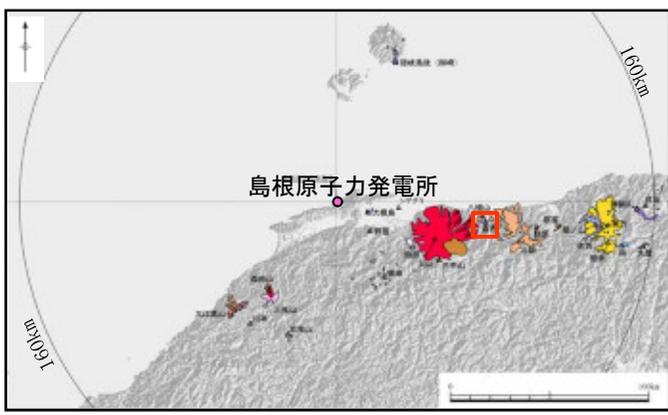
敷地の東方約75km, 鳥取県倉吉市の北方の向山(標高約129m)周辺に位置する。西来ほか編(2012)によると, 村山・大沢(1961)による鉢伏山板状安山岩類に相当するとされている。



凡例

鉢伏山板状安山岩類 Hachibuseyama platy andesites	V ₁	無斑晶安山岩・普通輝石・紫蘇輝石安山岩(Vd, Ve)および紫蘇輝石安山岩(Id) (ときに石英および角閃石を伴う) Aphyric andesite, augite-hypersthene andesite(Vd, Ve) and hypersthene andesite(Id)(partly quartz-hornblende-bearing)
--------------------------------------------	----------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

村山・大沢(1961)より引用



火山形式

溶岩流, 複数の火山(単成火山群?)で構成
西来ほか編(2012)による

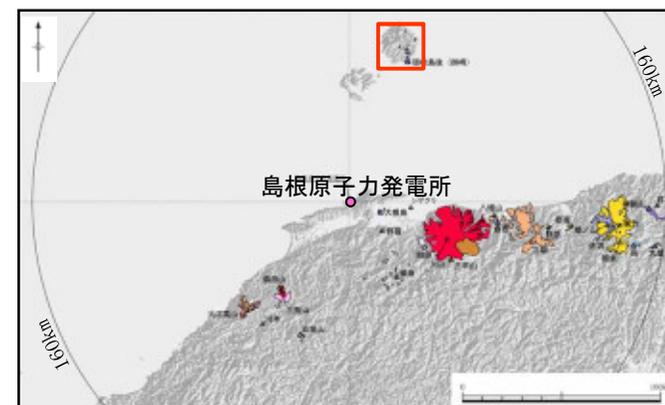
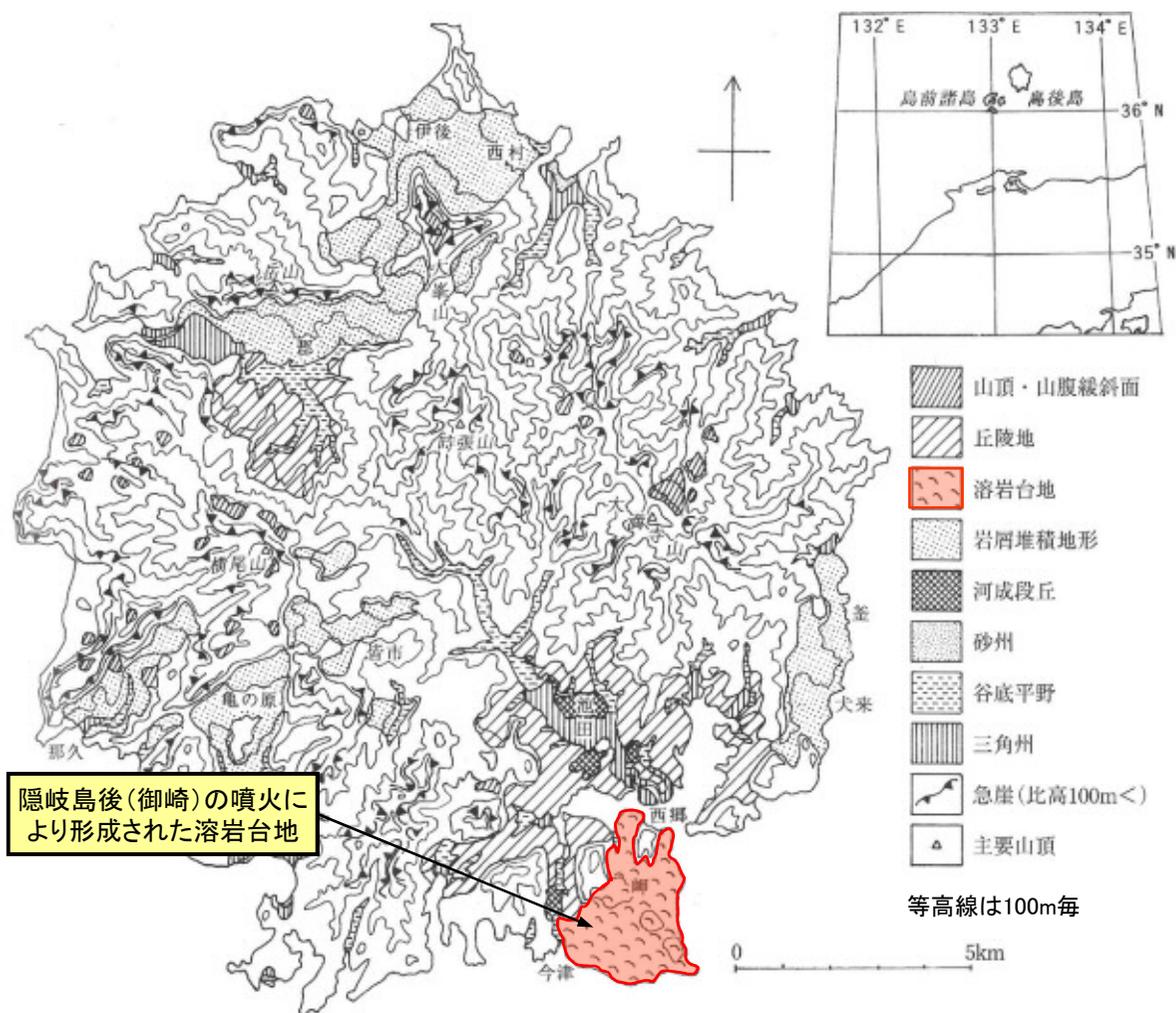
主な岩石

玄武岩・安山岩
西来ほか編(2012)による

西来ほか編(2012)によると, 向山周辺では, 活動年代は約180万年前~約170万年前, 約120万年前~約100万年前, 約50万年前とされている。

隠岐島後(御崎)

敷地の北方約77km, 隠岐島後島の南端に位置し, 南北約3.7km, 東西約3kmの広がりを持つ玄武岩からなる溶岩台地を形成している。山内ほか(2009)⁽¹⁰⁾によると, 溶岩台地上には複数の火砕丘が点在しているとされている。



火山形式

火砕丘, 溶岩流及び小型楕状火山^{たてじょう}

地質調査総合センター(2013)による

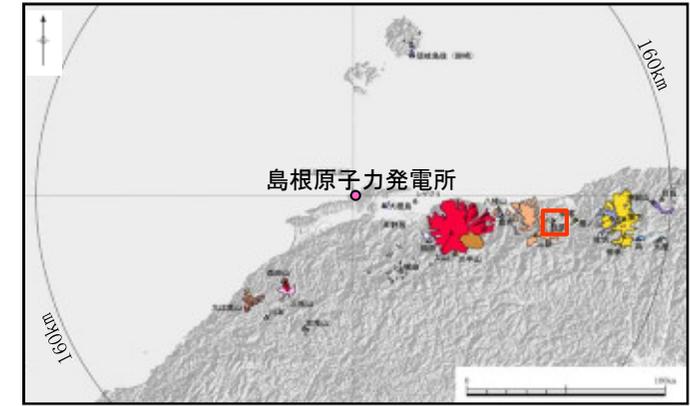
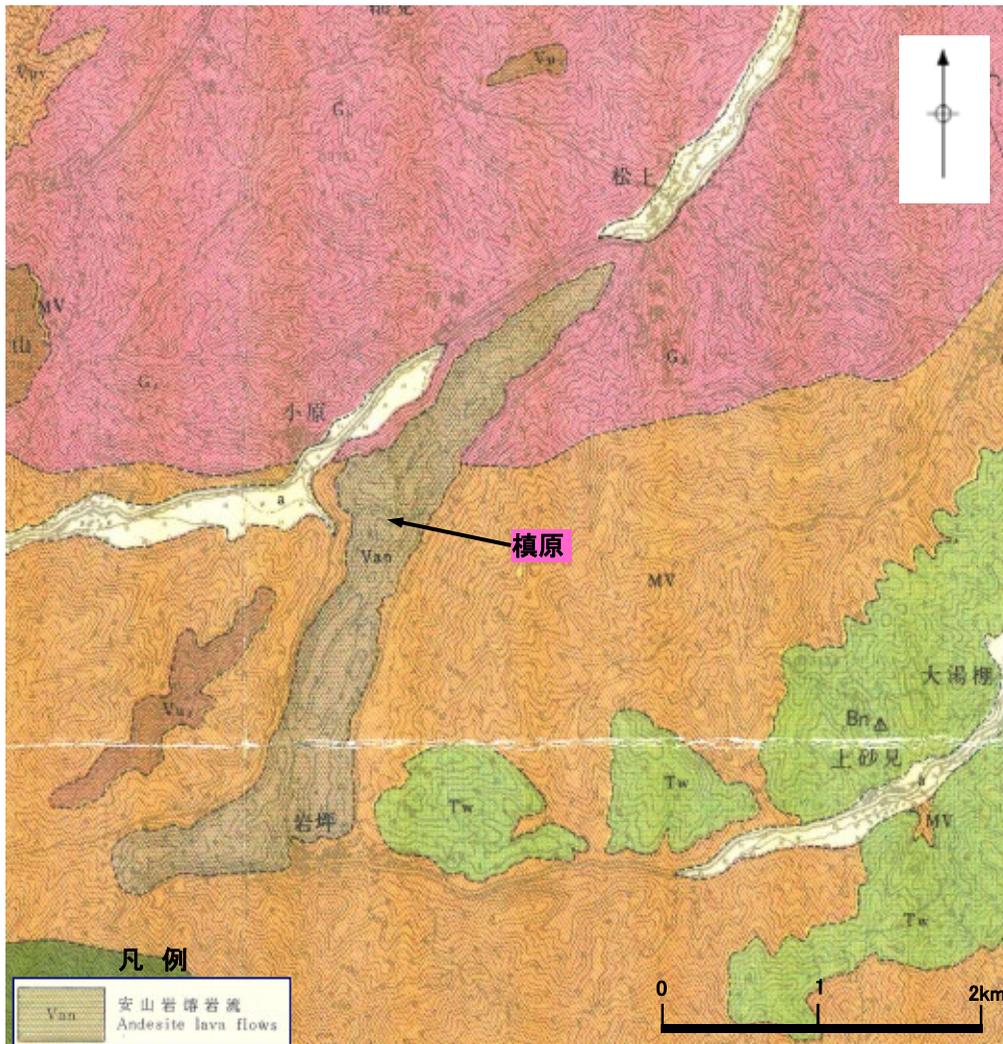
主な岩石

玄武岩

地質調査総合センター(2013)による

地質調査総合センター(2013)によると, 活動年代は約60万年～約40万年前とされている。

敷地の東方約101km, 鳥取市の南西約13kmの標高約300mの山地に位置する。溶岩が基盤の谷を埋めるように細長い分布を示すとされている。



火山形式

溶岩流, 単成火山?

西来ほか編(2012)による

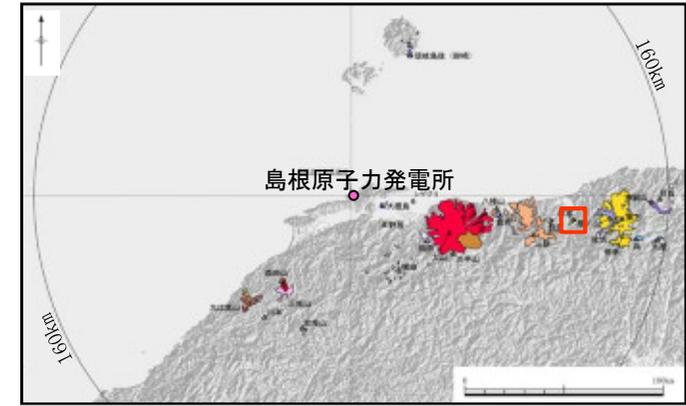
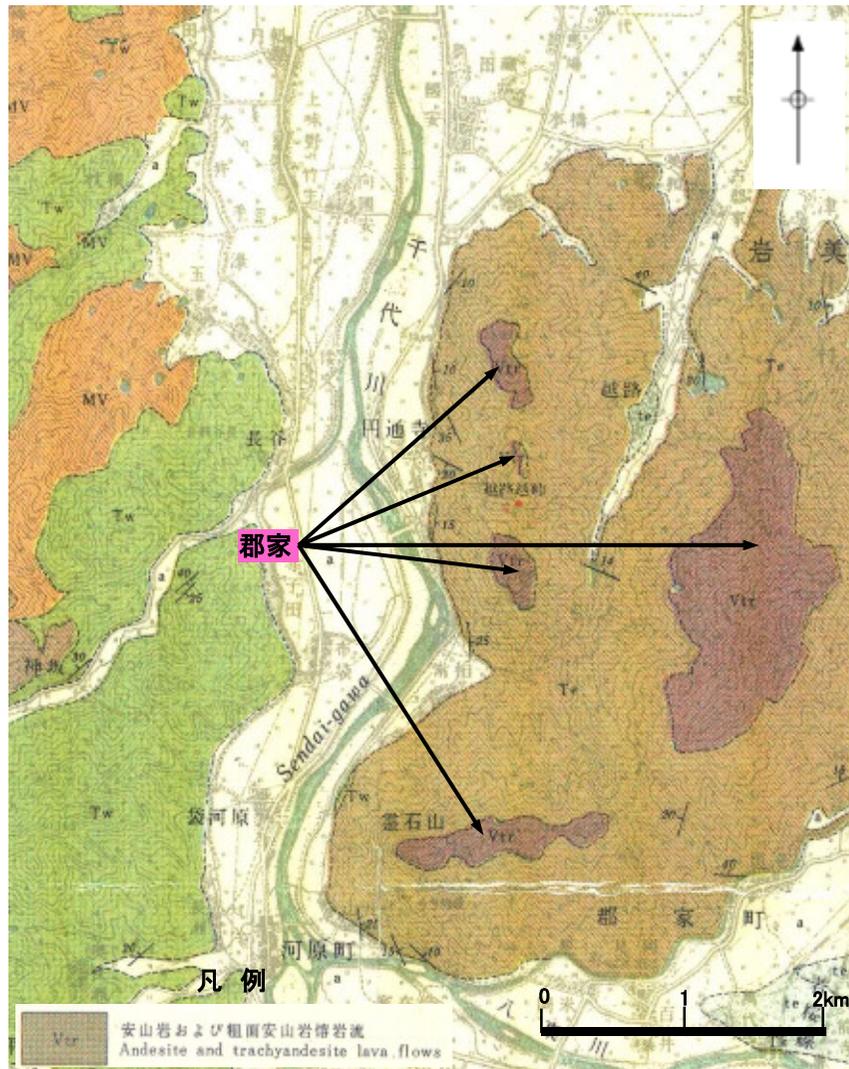
主な岩石

安山岩

西来ほか編(2012)による

西来ほか編(2012)によると, 活動年代は約80万年前とされている。

敷地の東方約113km, 鳥取市の南方約8kmに位置する。標高約340mの山体を中心に少なくとも5つの安山岩質溶岩が確認されるとされている。



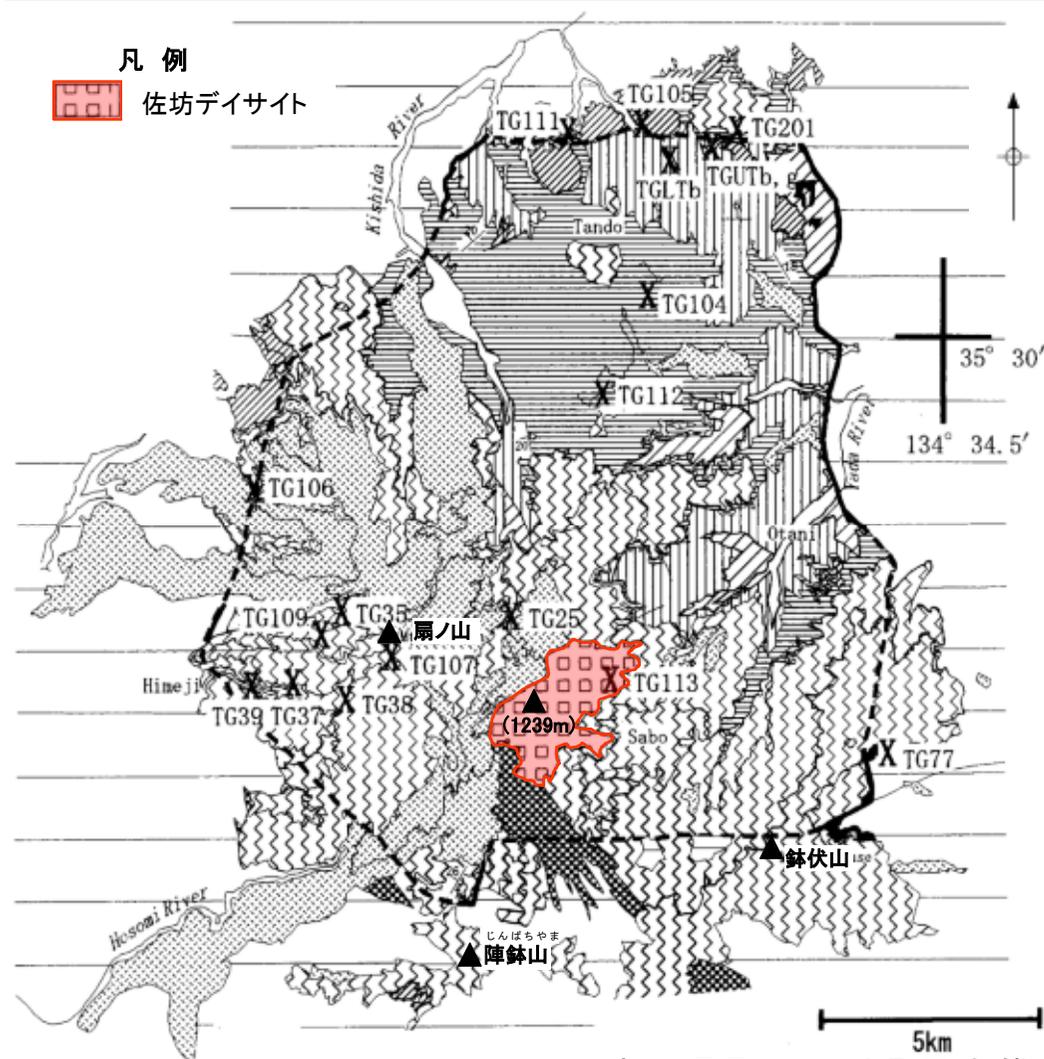
火山形式
溶岩流, 単成火山?
西来ほか編(2012)による

主な岩石
安山岩
西来ほか編(2012)による

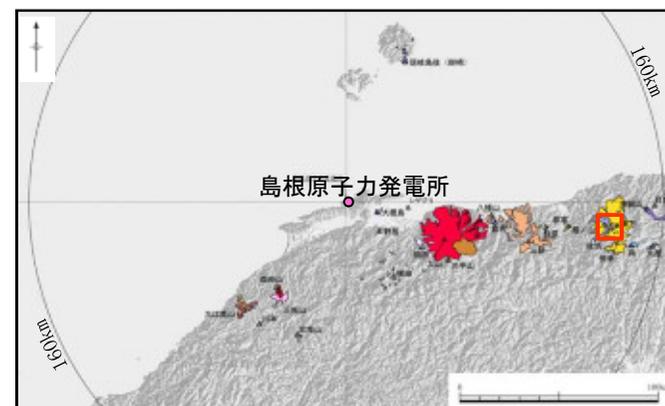
西来ほか編(2012)によると, 活動年代は約215万年前とされている。

佐坊

敷地の東方約134km, 鳥取県と兵庫県を境する標高約1239mの山体に位置する。古山・長尾(2004)⁽¹³⁾によると, NE-SW方向にやや長い(長径3.5km, 短径1.5km)のデイサイト溶岩であるが, 地形が開析され本来の溶岩流等の地形は失われているとされている。



古山・長尾(2004)より引用・加筆



火山形式
 溶岩流

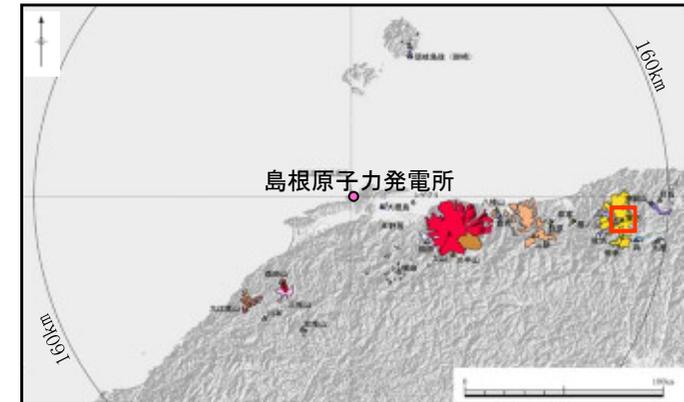
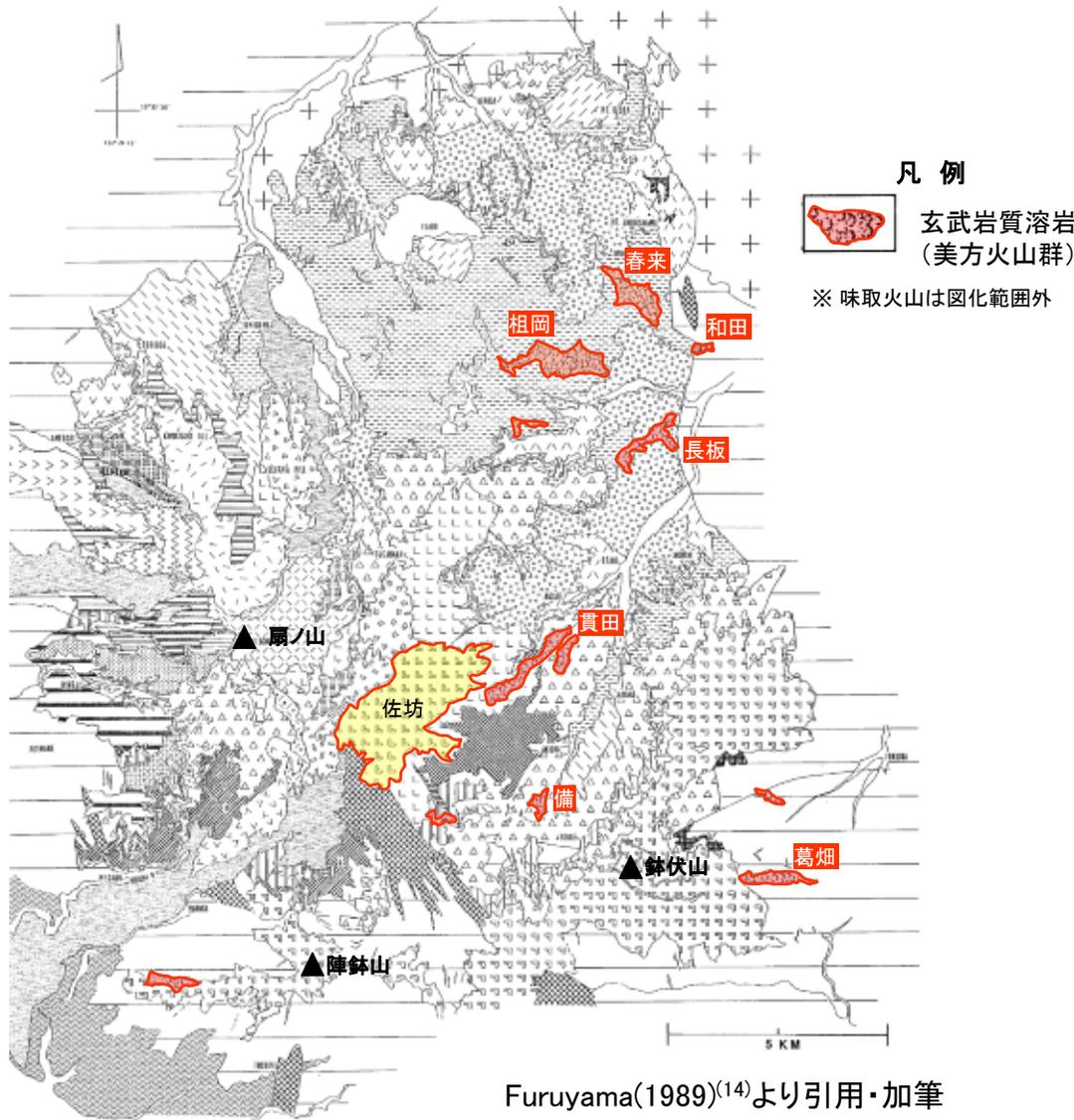
地質調査総合センター(2013)による

主な岩石
 デイサイト

地質調査総合センター(2013)による

地質調査総合センター(2013)
 によると, 活動年代は約170万年
 前とされている。

敷地の東方約137kmに位置する。兵庫県村岡町から関宮町にかけて分布する数km規模の小規模な玄武岩質溶岩流から成る単成火山群であるとされている。



火山形式

火砕丘, 溶岩流

地質調査総合センター(2013)による

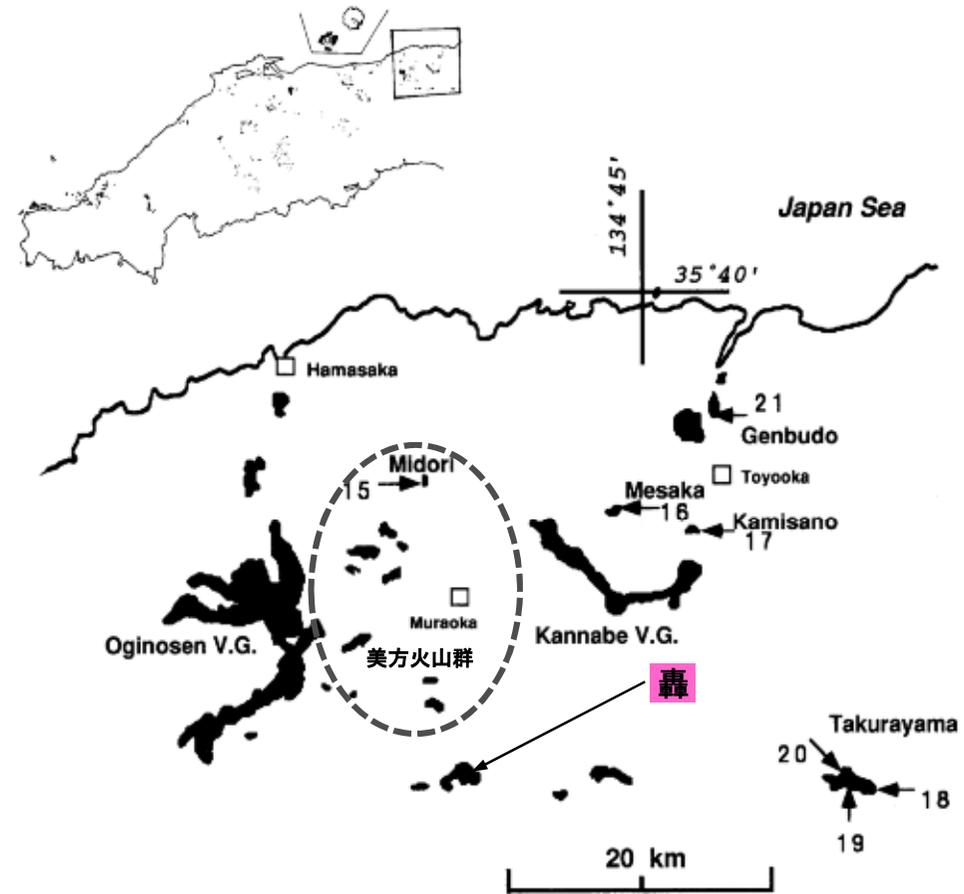
主な岩石

玄武岩, 安山岩

地質調査総合センター(2013)による

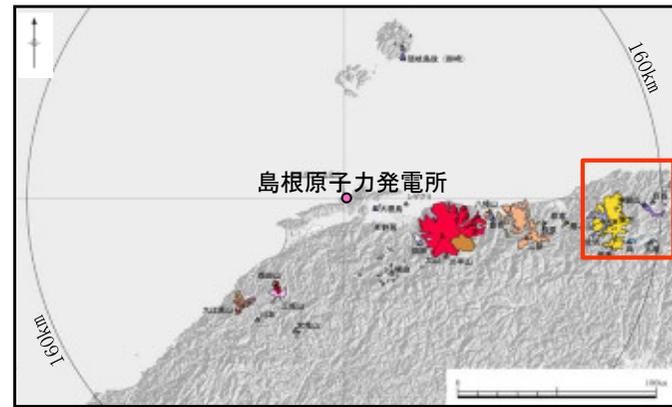
北から味取, 春来, 祖岡, 和田, 長板, 貫田, 備, 葛畑の溶岩流が分布している。地質調査総合センター(2013)によると、活動年代は、味取が約22万年前、葛畑が約70万年前、そのほかは約170万年前～約120万年前とされている。

敷地の東方約146km, 兵庫県関宮町轟地区に位置する。Furuyama et al.(1993)⁽¹⁵⁾によると、溶岩台地が形成され、所々に風化したスコリア堆積物が見られるとされている。



玄武岩質・安山岩質溶岩

古山ほか(1993)⁽¹⁶⁾より引用・加筆



火山形式
単成火山

西来ほか編(2012)による

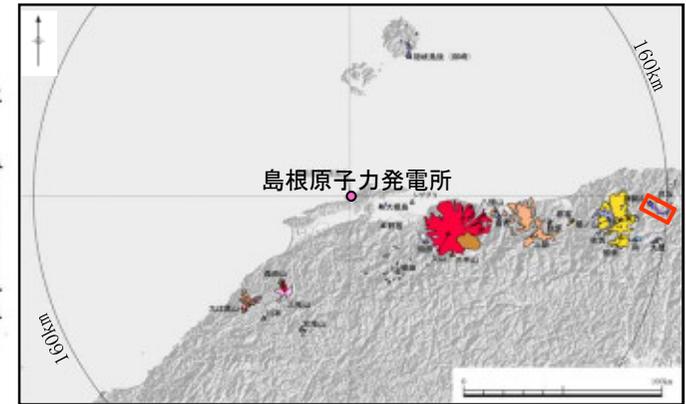
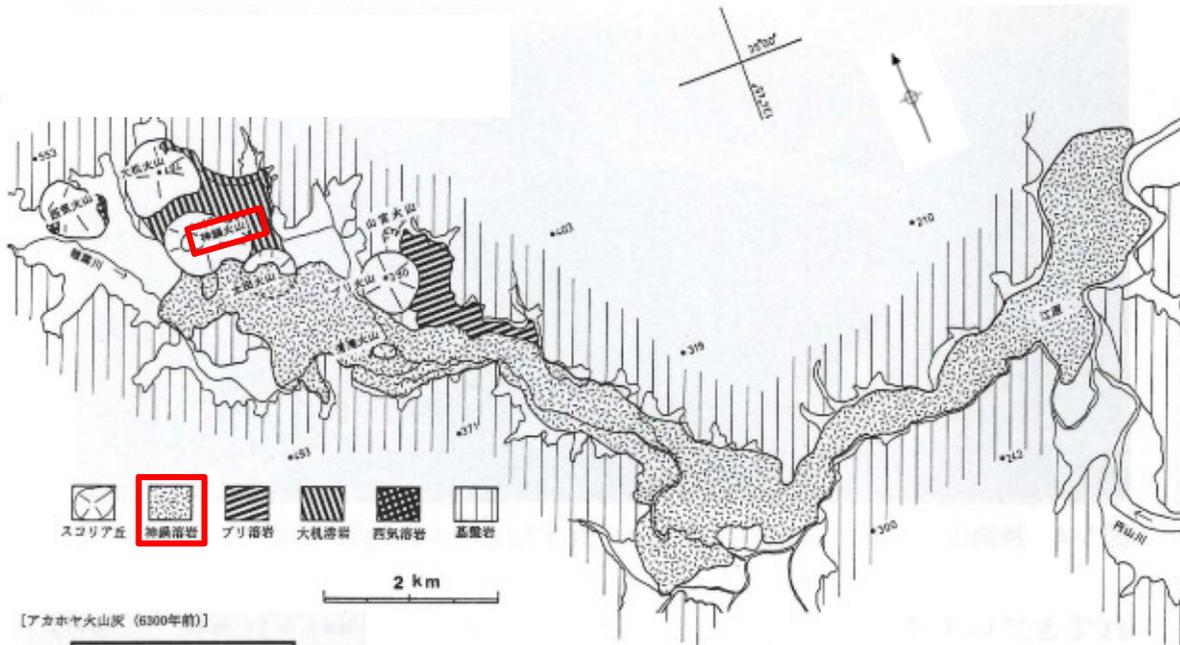
主な岩石
玄武岩

西来ほか編(2012)による

西来ほか編(2012)によると、活動年代は約280万年前～約240万年前とされている。

神鍋山

敷地の東方約152km, 兵庫県日高町に位置する標高約469mの神鍋山を噴出口とする。地質調査総合センター(2013)によると、大机山やブリ山等おおつくえの7つの単成火山から構成される火山群とされている。



火山形式

火砕丘, 溶岩流及び小型楕状火山
地質調査総合センター(2013)による

主な岩石

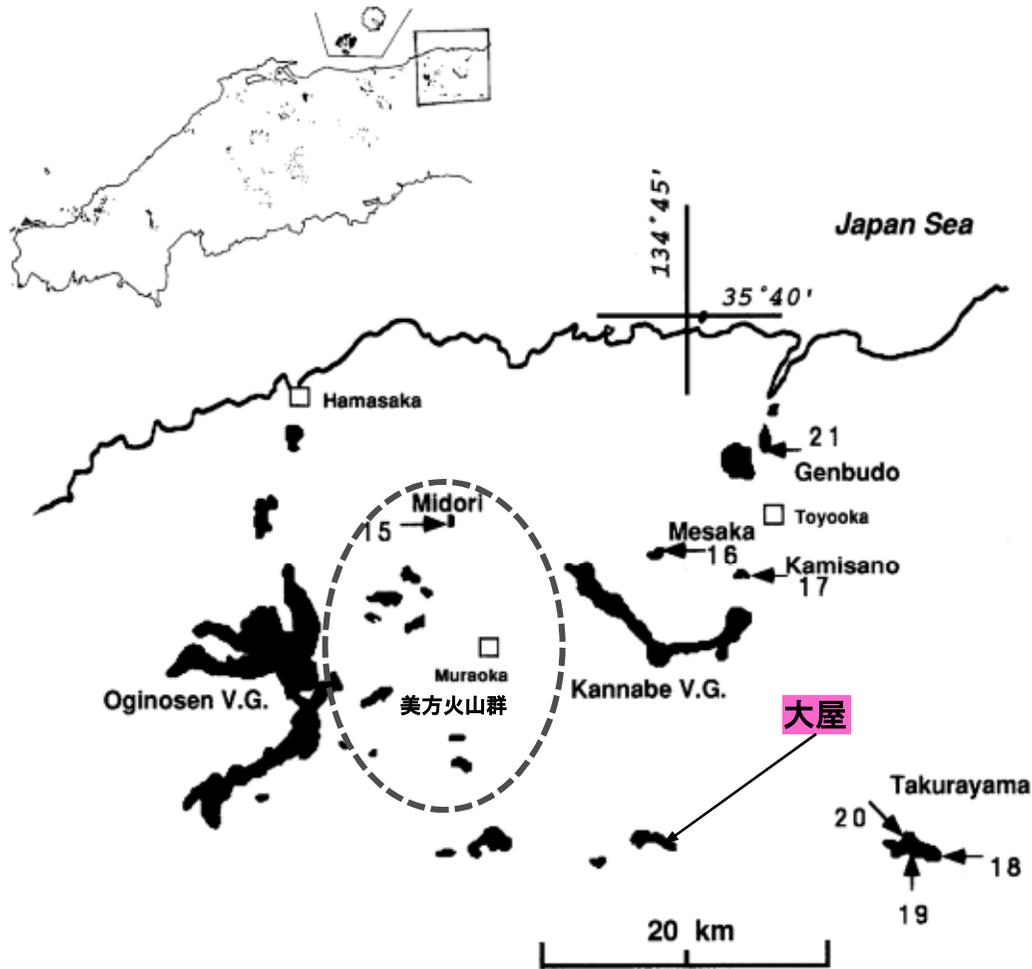
玄武岩
地質調査総合センター(2013)による

高橋・小林(2000)より引用・加筆



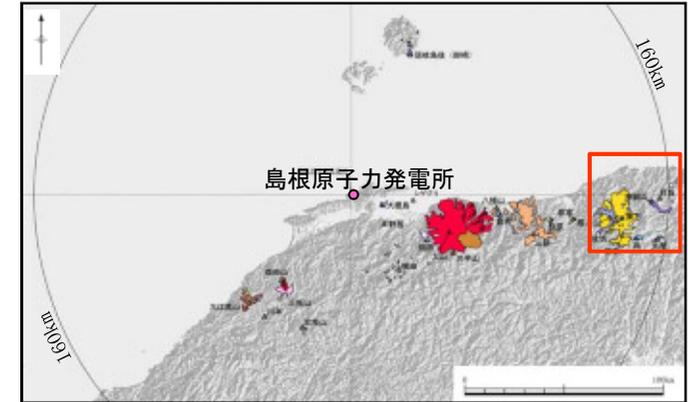
・高橋・小林(2000)⁽¹⁷⁾によると、火山活動は、西気火山の約70万年前に始まり、最新の活動は、約1万年前の神鍋山とされている。
 ・最新の神鍋山の噴火では、粘性の低い玄武岩質溶岩が約13kmにわたって谷沿いを流下している。

敷地の東方約157km, 兵庫県大屋町に位置する。Furuyama et al.(1993)によると, 急崖に囲まれた溶岩台地が形成されているとされている。



玄武岩質・安山岩質溶岩

古山ほか(1993)より引用・加筆



火山形式
単成火山

西来ほか編(2012)による

主な岩石
安山岩

西来ほか編(2012)による

西来ほか編(2012)によると, 活動年代は約250万年前～約240万年前とされている。

2. 火山灰現地調査結果

敷地近傍で確認されている三瓶木次テフラ(SK)及び大山松江テフラ(DMP)について、敷地周辺における降下厚さを確認するため、現地調査(露頭観察, トレンチはぎ取り標本観察)を行った。
 火山灰層は、町田・新井(2011)⁽¹⁸⁾を参考に、下記の特徴が確認できるものを純層または再堆積層として評価した。

肉眼観察による評価方法

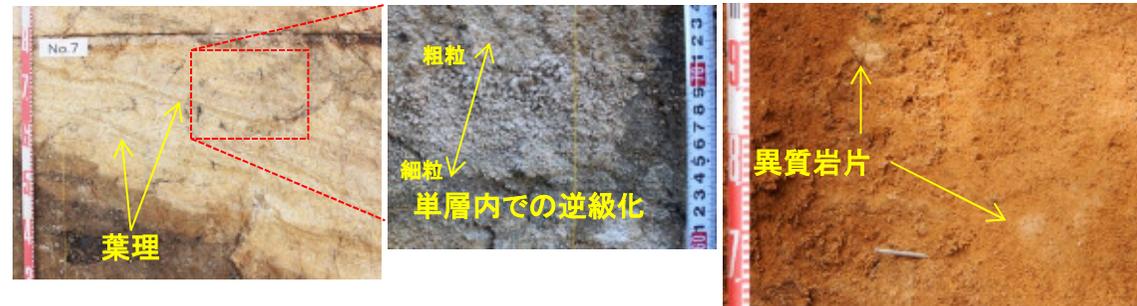
【純層の特徴】

- ・淘汰が良く、軽石粒子に富む。



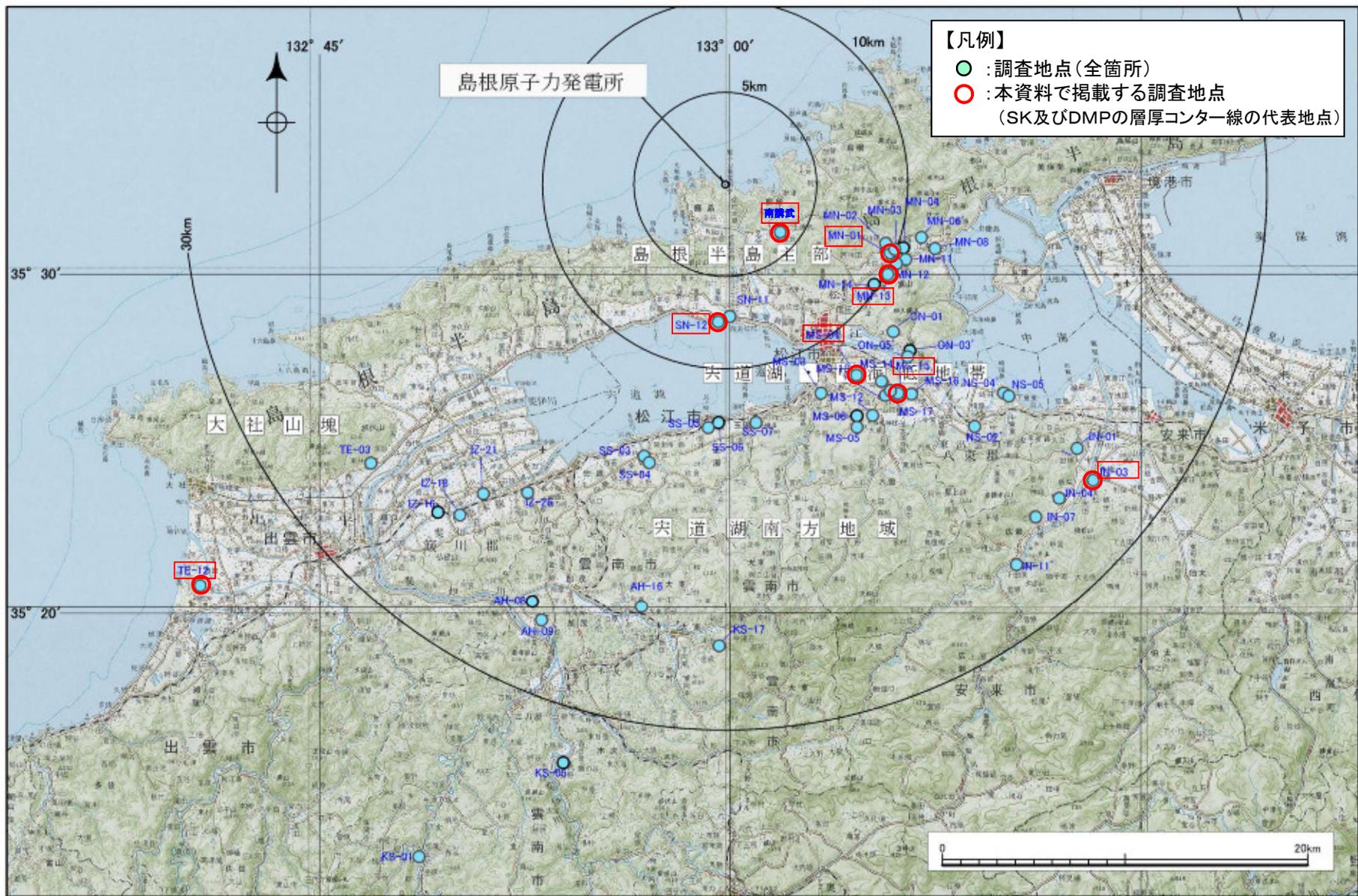
【再堆積の特徴】

- ・堆積構造(平行葉理・斜交葉理)や逆級化構造など、一度堆積した火山灰が水により二次運搬されたと考えられる特徴が確認できる。
- ・堆積物中に木片や異質岩片などの不純物の混在が確認できる。
- ・構成粒子の淘汰が悪く、不均質であり、一度堆積した火山灰が風などにより他の物質と混合しながら二次運搬されたと考えられる特徴が確認できる。



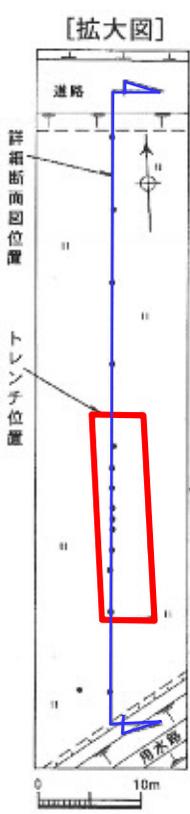
室内分析による評価方法

- ・火山灰層が土壌化しており、肉眼観察において、上記の特徴が明瞭でない場合は、連続試料採取による鉱物分析を実施する。
- ・火山灰本質物の量比が急激に減少する箇所等を特定し、純層／再堆積の境界を判別する。



南講武地点(位置図)

・敷地から南東約4kmに位置する南講武の低地部において、ボーリング調査及びトレンチ調査により、SK及びDMPを確認した。



凡例
● ボーリング位置



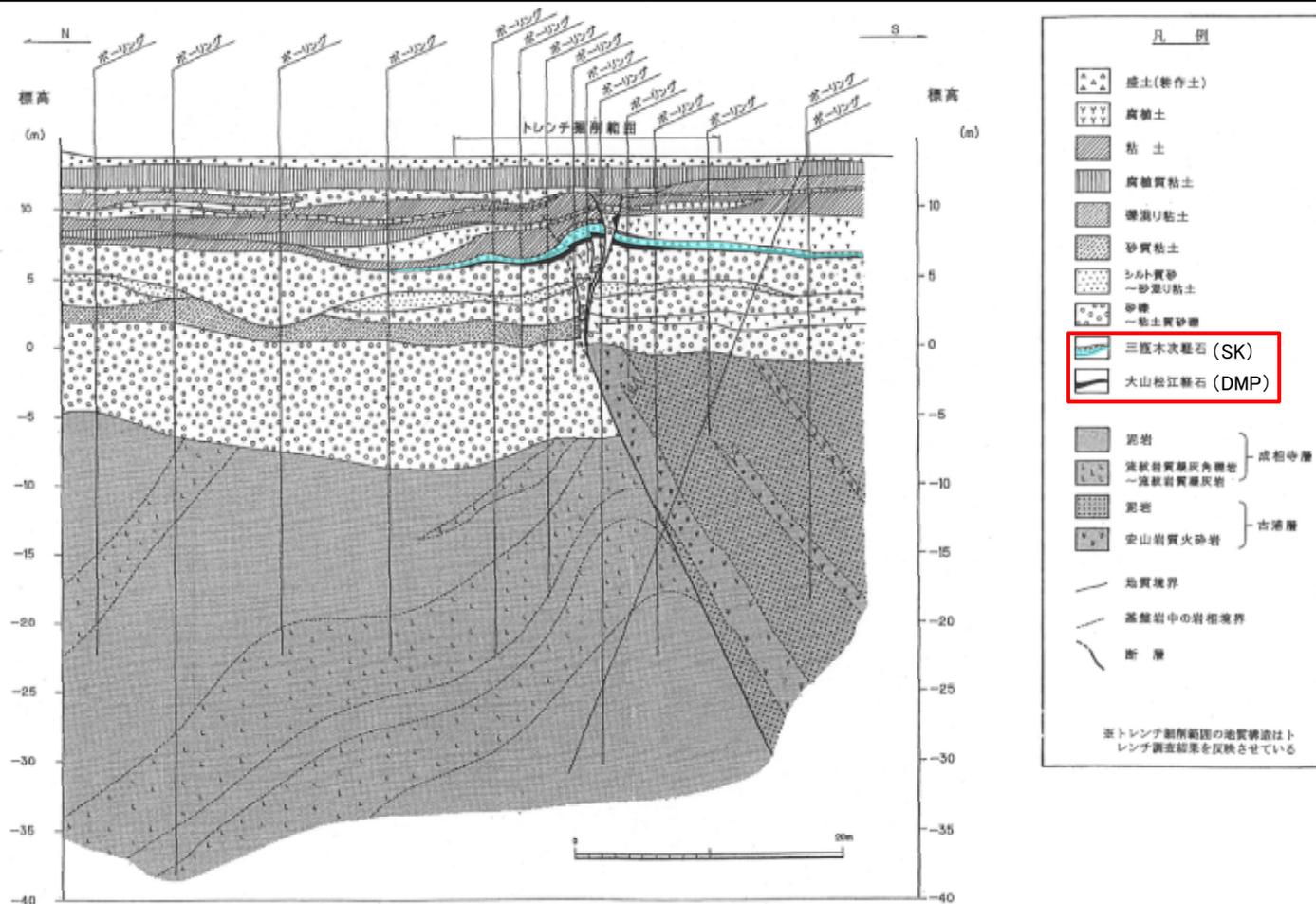
【凡例】 単位:cm
 — SKの層厚コンター線(当社調査結果)
 ● SKの当社調査で確認された降灰厚さ

凡例	
沖積低地堆積物	a 礫, 砂, シルト~粘土
成相寺層	Jm 泥岩(流紋岩質凝灰岩を挟む)
	Jr 流紋岩質凝灰岩(流紋岩質火砕岩, 貫入岩相を含む)
古浦層	Ka 砂岩(礫岩, 泥岩を挟む)
貫入岩類	B ドレライト, 安山岩
—	地層境界
—	断層
- - -	断層(推定)
.....	断層(伏在)
—	層理面の走向・傾斜
—/	断層面の走向・傾斜
□	トレンチ位置
□	拡大図範囲

— 突道断層に対応する
変位地形・リニアメント(Aランク)

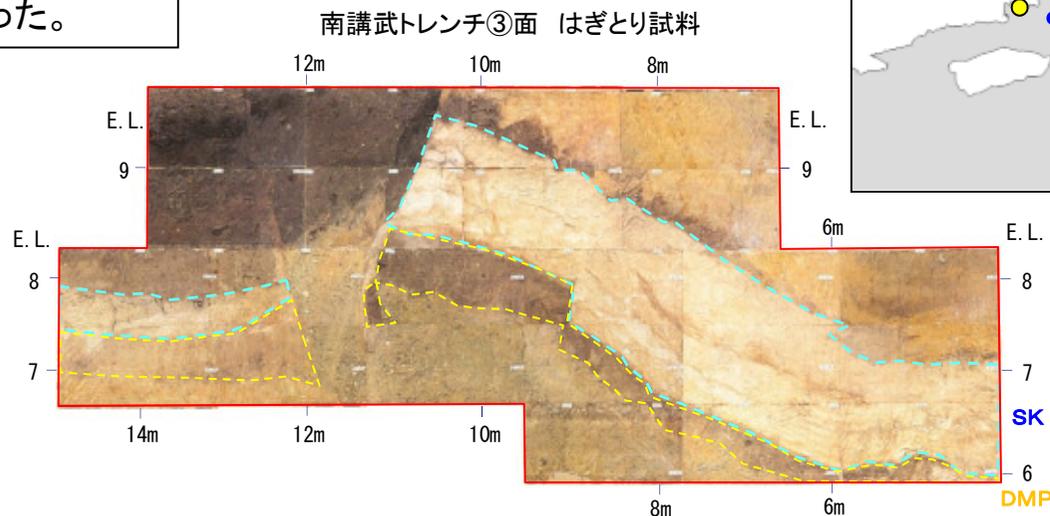
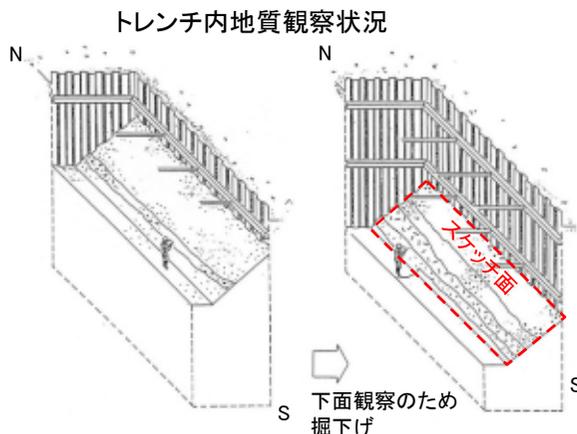
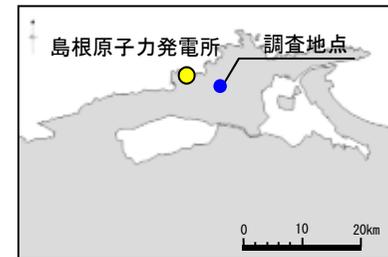
南講武地点(地質断面図)

- ・南講武地点で実施したボーリング結果によると、SK及びDMPが確認される。
- ・SK及びDMPは、トレンチ掘削範囲において最大層厚を示すが、トレンチ掘削範囲の北側では確認されないことから、局所的な堆積であると考えられる。
- ・南講武トレンチ調査において作成したはぎ取り標本により層厚確認を行った結果、北側壁面で確認されるSKの見かけの層厚は約1.2mであるが、純層は10cmである。また、DMPの純層は確認されない。
- ・南講武で認められるSKの純層は、複数地点で確認した層厚から作成した層厚コンター線とも整合しており、三瓶山(給源)からの距離に応じた降灰厚さであると考えられる。

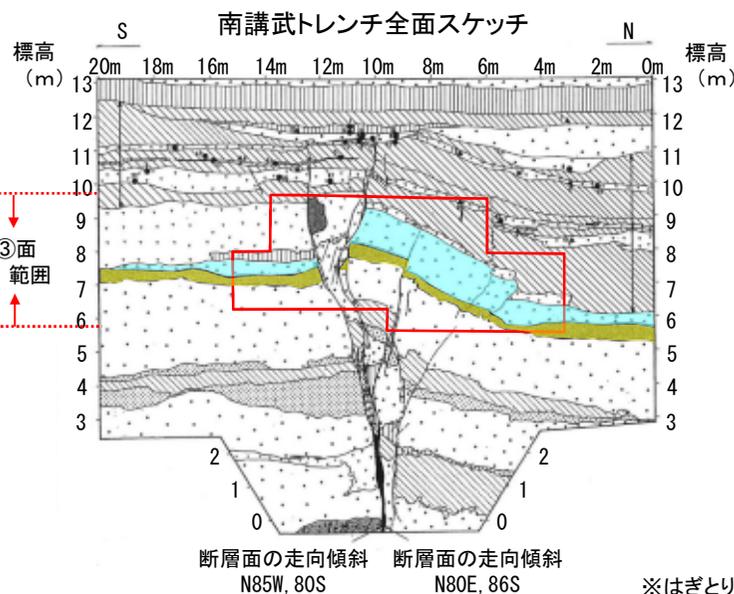
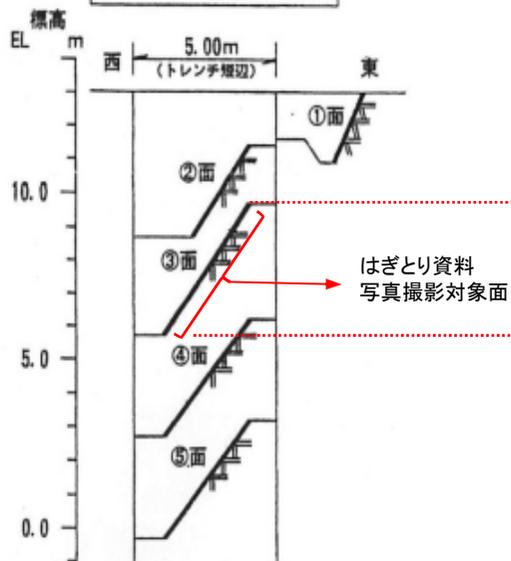


南講武地点 トレンチはぎ取り標本調査結果(観察範囲・方法)

南講武トレンチ調査において作成したはぎ取り標本について、火山灰の層厚確認を行った。



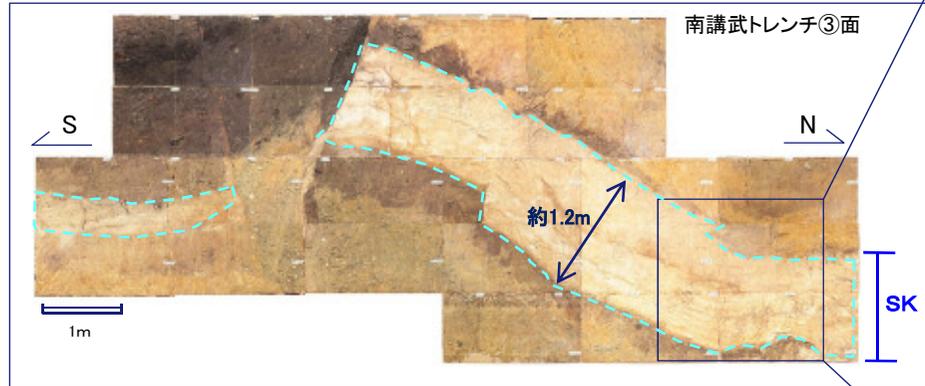
スケッチ位置図



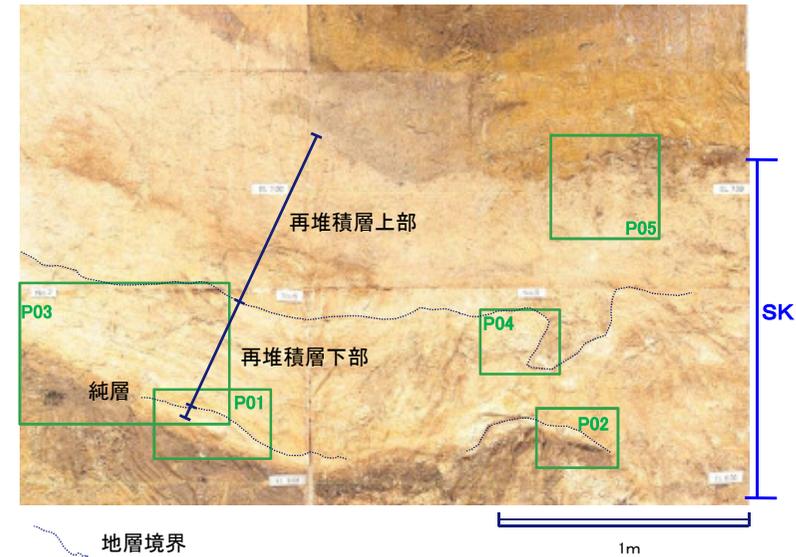
※はぎとり資料と整合性を持たせるためスケッチを反転

南講武地点 トレンチはぎ取り標本調査結果(観察結果(SK層))

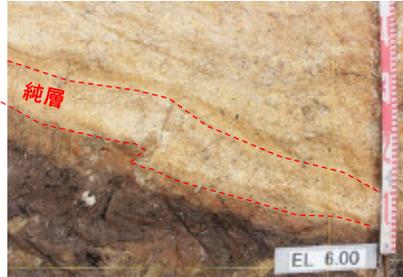
観察結果(SK層)



南講武トレンチにおいてみられるSKの堆積層は、純層と再堆積層からなる。
(詳細は以下)



純層部: 径3mm以下の軽石からなり均質である。

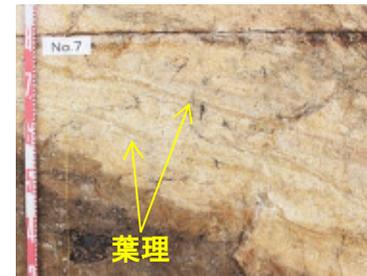


P01: 純層。両端にかけて層厚は薄化。
平均層厚は10cmほどである。



P02: 純層。層厚は平均5cmほどである。

再堆積層下部: 葉理が顕著に発達している。主に軽石からなる。上部では逆級化構造がみられる。炭化木片散在。

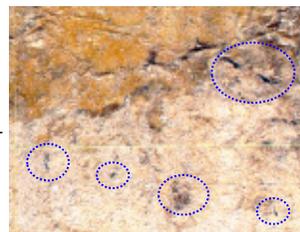


P03: 連続性の良い葉理がみられる。
淡黄灰色部は主に軽石からなり、
褐色部は細砂~シルトからなる。
炭化木片伴う。



P04: 軽石からなるユニットが
逆級化構造を示している

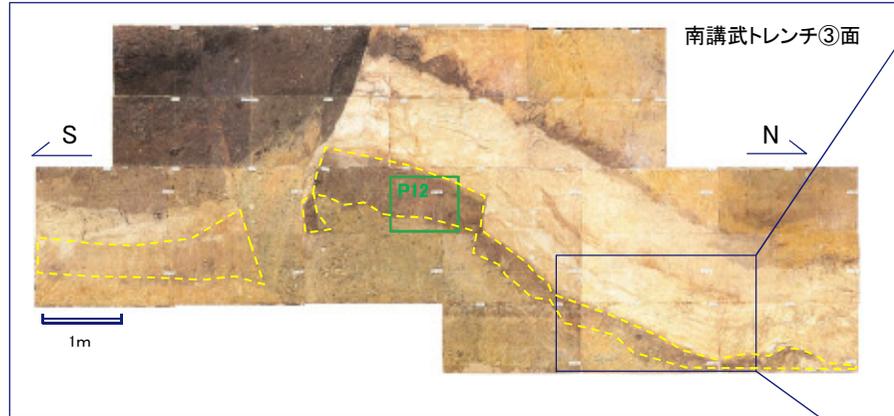
再堆積層上部: 構造的な特徴はほぼみられない。
主に軽石からなり、多くの炭化木片や
腐食質部を伴う。



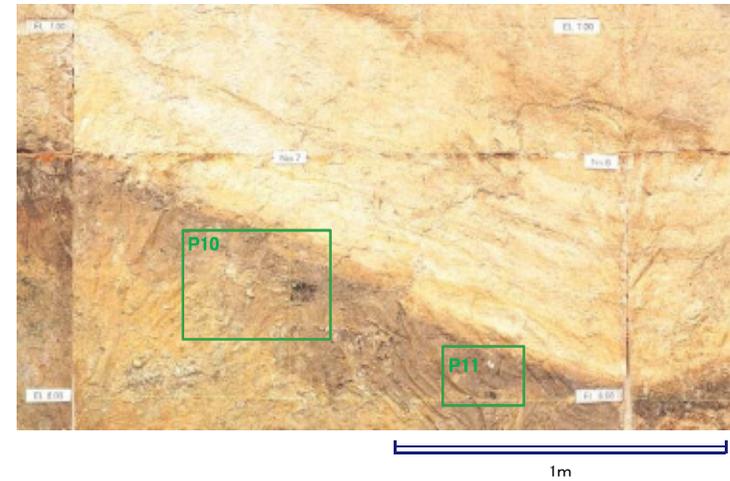
P05: 広範囲に大小さまざまな炭化木片が散在する。

観察結果より、北側壁面で確認されるSKの見かけの層厚は約1.2mであるが、純層は10cmである。

観察結果(DMP層)

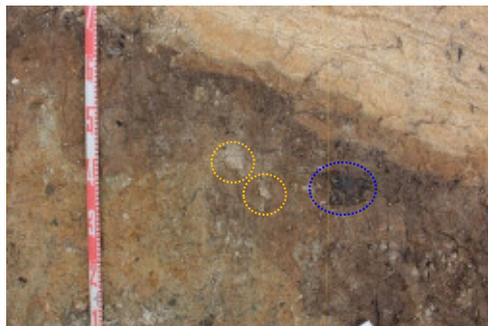


南講武トレンチにおいてみられるDMPの堆積層は、再堆積層のみからなる。
(詳細は以下)



再堆積層: 全体に褐色を呈する。シルト～砂質であり、わずかに軽石を含む。炭化木片や腐植部が多くみられる。下限は不明瞭であり、かなり凹凸しているように見える。
最大径5cm程の炭化木片を含む。

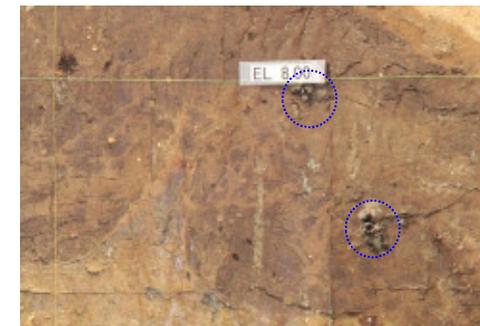
● 異質礫 ● 炭化木片



P10: 全体に大小さまざまな炭化木片と異質礫を伴い非常に不均質である。
軽石など火山性の堆積物はほとんど認められない。



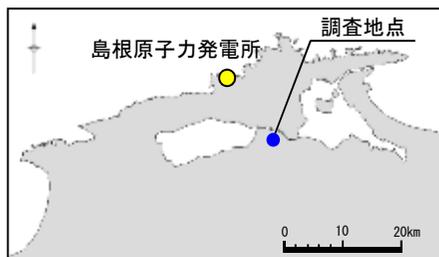
P11: 炭化木片が散在している。



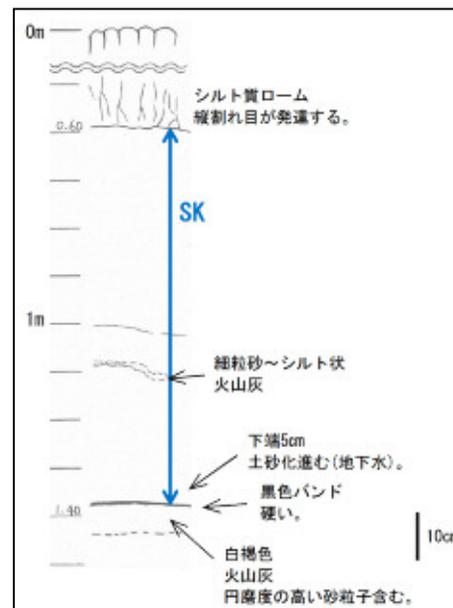
P12: 径5cm～数mm程の炭化木片が散在している。

観察結果より、南講武地点においては、DMPの純層は確認されない。

露頭調査結果(SK調査地点(MS-04))



露頭全景写真



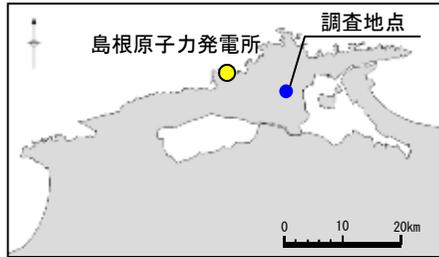
露頭柱状図



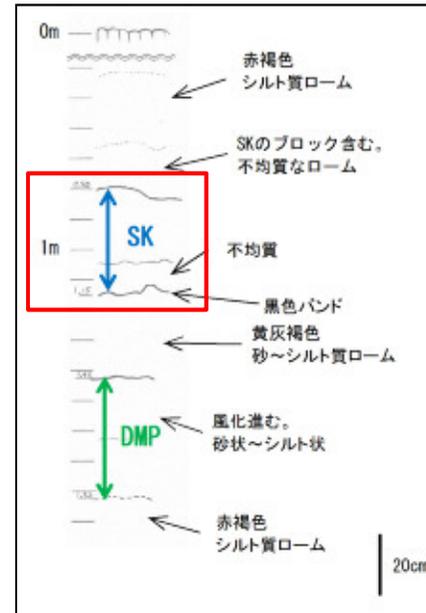
露頭近景写真

露頭区分	(1)法面	(2)河床	(3)河岸	(4)浸食崖	(5)礫	(6)崩壊地	(7)その他	
位置	島根県松江市上乃木六丁目						露頭の向き	南
テ フ ラ 層	層厚と色調	層厚: SK:0.80m 色調: 灰褐～橙灰褐色						
	構成物質とその粒径(mm)	軽石と結晶粒子を主体とする(粗粒砂状)。結晶粒子は石英・斜長石が目立つ。全体に褐色に風化しているが粘土化は少ない。下部にシルト～砂状の火山灰薄層を挟む。下端部5cmほどは暗褐色を呈し土砂化する。						
	堆積構造の有無と詳細	塊状。上部では軽石の量が多くなる。下部に火山灰の薄層を挟む。						
	上下層との関係	上面: 明瞭。 下面: シャープで明瞭。黒色バンドを境界とする。						
判定	SK: 層厚0.80mのうち, 0.80mが純層である。 [風化しているものの軽石・結晶粒子が良く残っており, 異質物も含んでいないことから, SKはすべて純層と判断する。]							

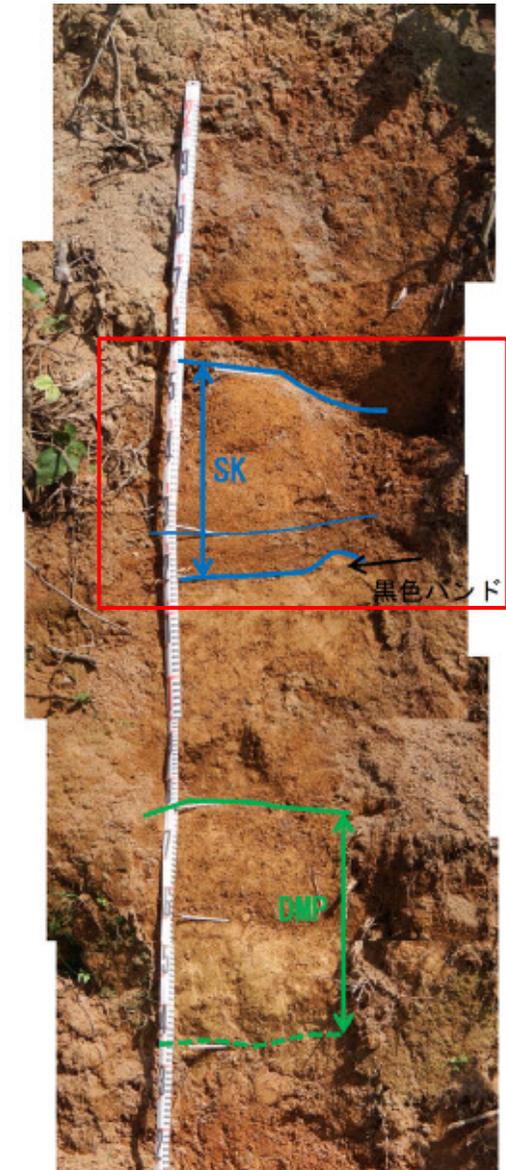
露頭調査結果 (SK調査地点 (MN-01))



露頭全景写真



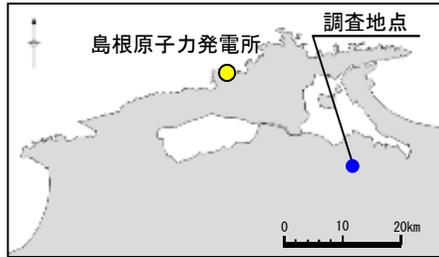
露頭柱状図



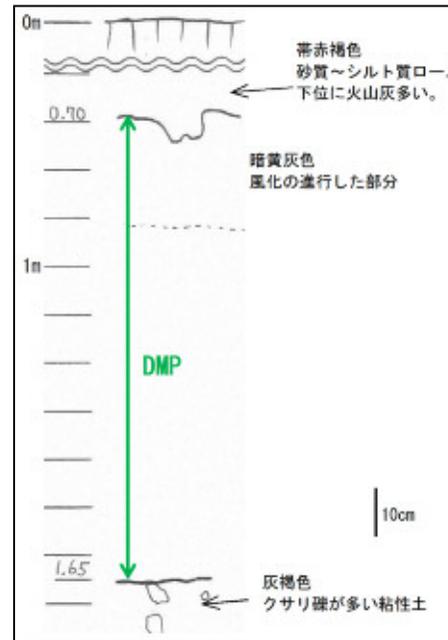
露頭近景写真

露頭区分	(1)法面 (2)河床 (3)河岸 (4)浸食崖 (5)礫 (6)崩壊地 (7)その他						
	位	置	島根県松江市坂本町坂本下			露頭の向き	南西
テ フ ラ 層	層厚と色調	層厚: SK:0.35m DMP:0.40m 色調: SK:橙黄褐色 DMP:黄白褐〜黄褐色					
	構成物質とその粒径(mm)	SK: 中粒砂状の軽石と結晶粒子からなるが、全体に風化している。 DMP: 下半分はシルト状主体の軽石と結晶粒子, 上半分は砂状で風化の進んだ軽石と結晶粒子からなる。微細な空隙が多く認められる(多孔質)が、締まっている。					
	堆積構造の有無と詳細	SK: 下端部0.10mほどは不均質であるが、その上位は均質な火山灰からなる。 DMP: 上下2層に区分され(シルト状・砂状で風化), その境界は明瞭である。					
	上下層との関係	SK: 上面:明瞭。不均質部の上面:明瞭。下面:シャープで明瞭, 黒色バンドを境界とする。 DMP: 上面:明瞭。下面:漸移。					
判定	<p>SK: 層厚0.35mのうち, 0.25mが純層である。</p> <p>DMP: 層厚0.40mのうち, 0.40mが純層である。</p> <p>[SKは鉱物分析の結果も踏まえ0.35m中, 不均質な下端部を除く0.25mを純層と判断する。DMPは0.40m中, すべてを純層と判断する。]</p>						

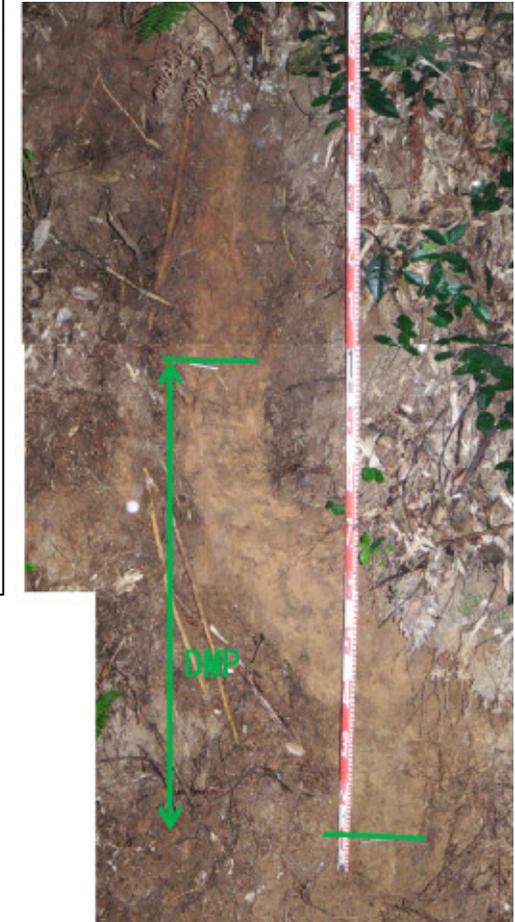
露頭調査結果(DMP調査地点(IN-03))



露頭全景写真



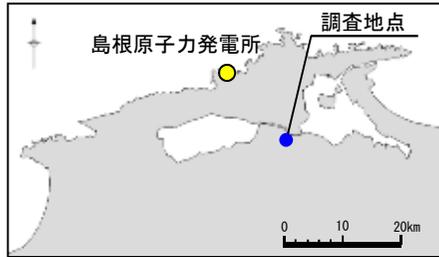
露頭柱状図



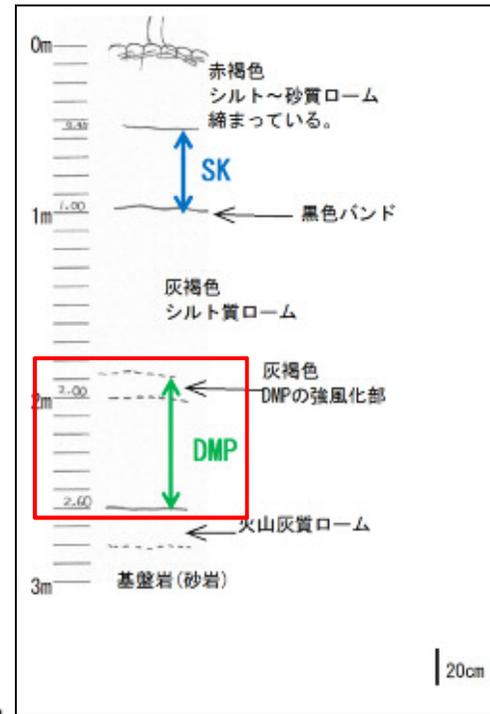
露頭近景写真

露頭区分	(1)法面 (2)河床 (3)河岸 (4)浸食崖 (5)礫 (6)崩壊地 (7)その他						
	位置	島根県安来市能義町				露頭の向き	南西
テ フ ラ 層	層厚と色調	層厚: DMP:0.95m 色調: 暗黄灰～黄褐色					
	構成物質とその粒径(mm)	軽石(中粒砂状～シルト状)と結晶粒子からなる。全体に風化が進み結晶粒子は長石以外が不鮮明である。特に上端20cmほどは強風化し、ローム質となる。風化しているが全体に均質である。					
	堆積構造の有無と詳細	塊状。不明瞭ながら、結晶粒子の含有量が下部ほど多い傾向がある。					
	上下層との関係	上面: 明瞭(色調の変化)。 下面: 明瞭(岩片の有無)。					
判定	<p>DMP: 層厚0.95mのうち、0.95mが純層である。</p> <p>[DMPは風化が進み細粒化しているが、全体に均質で異質物は認められないことから、純層と判断する。]</p>						

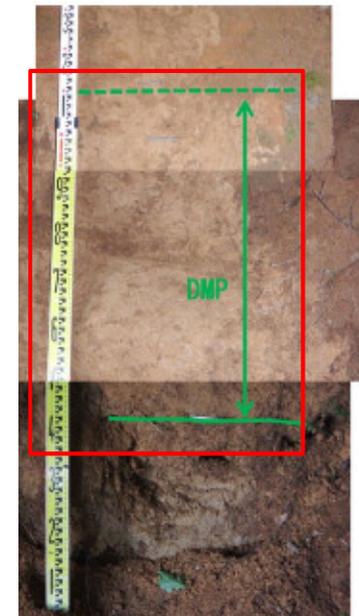
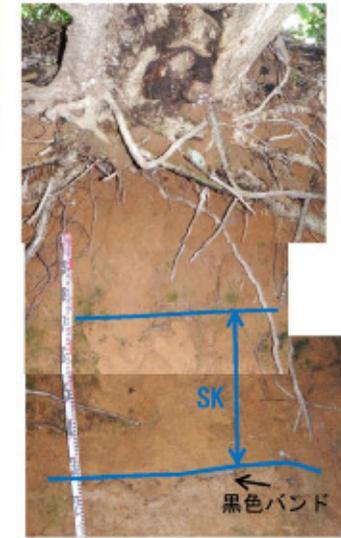
露頭調査結果(DMP調査地点(MS-15))



露頭全景写真



露頭柱状図

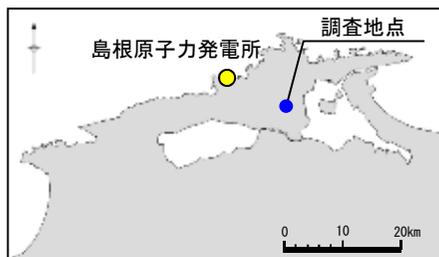


露頭近景写真

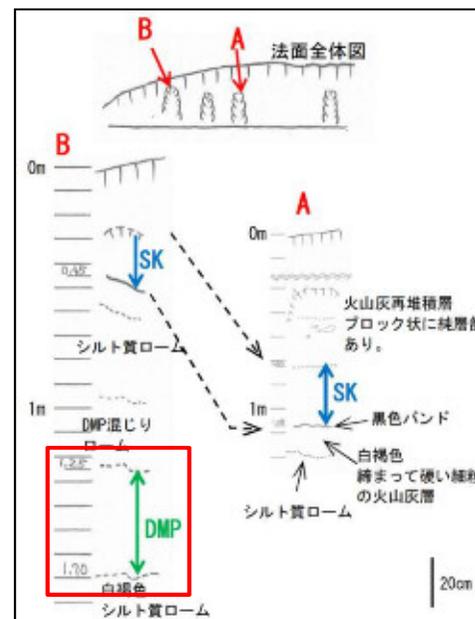
露頭区分	(1)法面	(2)河床	(3)河岸	(4)浸食崖	(5)礫	(6)崩壊地	(7)その他	
位置	島根県松江市矢田町						露頭の向き	西

テ フ ラ 層	層厚と色調	層厚: SK:0.45m DMP:0.70m 色調: SK:橙褐色 DMP:黄褐色
	構成物質とその粒径(mm)	SK: 結晶粒子を主体とし軽石を含む。下部に向かって軽石の量が多くなる。比較的淘汰が良く、サラサラした感じで緩い。 DMP: シルト状～中粒砂状の結晶粒子を主体とし軽石を混じえる。結晶粒子では有色鉱物が目立つ。風化する。
	堆積構造の有無と詳細	SK: 不明瞭な級化構造をなし、下部に向かって粒径が粗くなる(シルト～中粒砂状)傾向がある。 DMP: 粒子が下部ほど明瞭となり、不明瞭な級化構造をなす。
	上下層との関係	SK: 上面:明瞭。下面:シャープで明瞭、黑色バンドを境界とする。 DMP: 上面:漸移。下面:明瞭。
判定	SK: 層厚0.45mのうち、純層は認められない。 DMP: 層厚0.70mのうち、0.70mが純層である。 [SKは再堆積と判断する。DMPは純層と判断する。]	

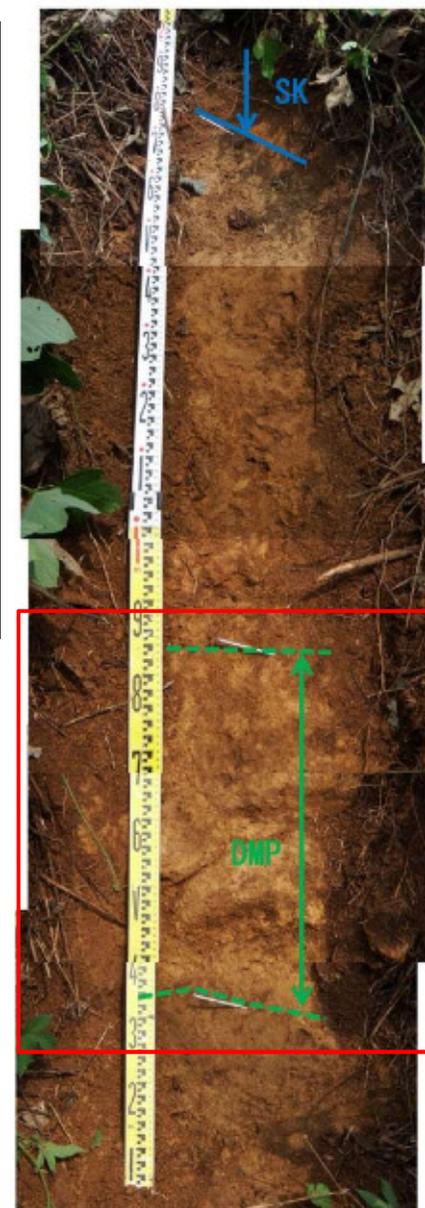
露頭調査結果(DMP調査地点(MN-13))



露頭全景写真



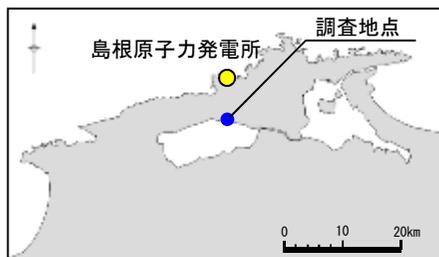
露頭柱状図



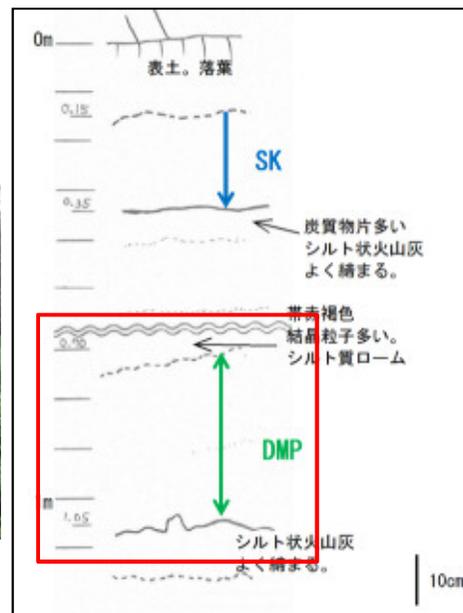
露頭近景写真

露頭区分	(1)法面 (2)河床 (3)河岸 (4)浸食崖 (5)磯 (6)崩壊地 (7)その他						
	位置	島根県松江市川原町				露頭の向き	南
テ フ ラ 層	層厚と色調	層厚: SK:0.25m DMP:0.45m 色調: SK:灰褐色 DMP:黄褐色					
	構成物質とその粒径(mm)	SK:粗粒砂状をなす軽石を主体とする降下軽石である。結晶粒子と炭質物を含む。結晶粒子は石英・長石が多い。 DMP:中粒砂状〜シルト状の軽石と結晶粒子からなり、炭質物を含む。					
	堆積構造の有無と詳細	SK:下方がわずかに粗く、不明瞭な正級化構造をなす。上位層もSKと見受けられるが不均質で炭質物を含む。 DMP:中央下位側が最も粗く、上下面に向かって細粒となる。よく締まる。					
	上下層との関係	SK:上面:漸移。下面:シャープで明瞭、黒色バンドが境界をなす。 DMP:上面:漸移。下面:漸移。					
判定	SK:層厚0.25mのうち、0.25mが純層である。 DMP:層厚0.45mのうち、0.45mが純層である。 [SKは、目立つ異質物がないこと・均質なことから純層と判断する。DMPも同様に純層と判断する。]						

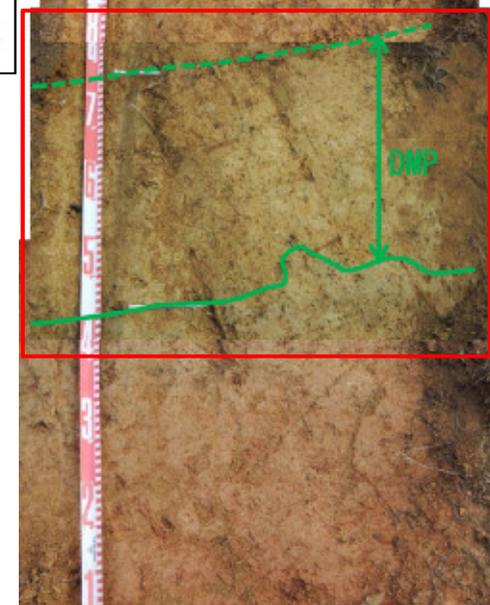
露頭調査結果(DMP調査地点(SN-12))



露頭全景写真



露頭柱状図



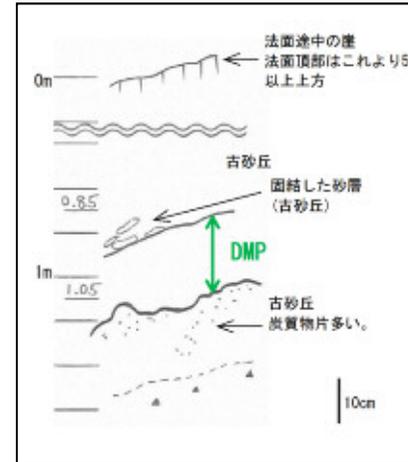
露頭近景写真

露頭区分	(1)法面 (2)河床 (3)河岸 (4)浸食崖 (5)礫 (6)崩壊地 (7)その他
位置	島根県松江市打出町
露頭の向き	
層厚と色調	層厚: SK:0.20m DMP:0.35m 色調: SK:橙褐色 DMP:黄褐色
構成物質とその粒径(mm)	SK: 中粒砂~シルト状の結晶粒子と(特に径1mm程度の白色の斜長石が目立つ)軽石からなる。全体が褐色に強風化する。雑礫を含む。締まりが悪くフカフカした感じである。 DMP: 細粒砂状の軽石と結晶粒子からなる。炭質物片を含む。
堆積構造の有無と詳細	SK: 塊状。 DMP: 塊状。上部5cm程は割れ目にローム層が入り込んでいる。
上下層との関係	SK: 上面: 不明(地表面へ移行)。下面: 明瞭でシャープ(炭質物片多い)。 DMP: 上面: 漸移。下面: 細かく凹凸するが明瞭。
判定	SK: 層厚0.20mのうち、0.20mが純層である。 DMP: 層厚0.35mのうち、0.35mが純層である。 [SKは細礫を含むが、鉱物分析の結果、純層と判定された。DMPはきれいな火山灰からなり純層と判断する。]

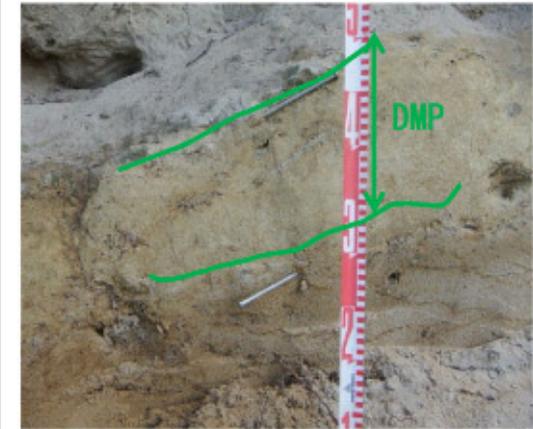
露頭調査結果(DMP調査地点(TE-12))



露頭全景写真



露頭柱状図



露頭近景写真

露頭区分	(1)法面 (2)河床 (3)河岸 (4)浸食崖 (5)磯 (6)崩壊地 (7)その他						
	位置	島根県出雲市外園町				露頭の向き	南西
テ フ ラ 層	層厚と色調	層厚： DMP:0.20m 色調： 褐黄色					
	構成物質とその粒径(mm)	結晶粒子と軽石からなる。いずれも粒径は細粒砂状～中粒砂状で、きれいな火山灰からなる。長石と有色鉱物が目立つ。場所により径2mm前後の長石の結晶粒子が目立つ。風化の程度は弱い。上下位の古砂丘に比べて締まっている。					
	堆積構造の有無と詳細	塊状。均質。北に向かって低角度で傾斜する。					
	上下層との関係	上面：明瞭。境界面直上には、部分的に固結した砂層(古砂丘)の小レンズが認められる。 下面：明瞭。凹凸が著しい。					
判定	DMP：層厚0.20mのうち、0.20mが純層である。 [均質できれいな火山灰からなる。異質物を含んでおらず、純層と判断する。]						

3. その他

- 敷地方向の仮想風の作成方法
- 噴火の規模について
- 火砕岩の分類

敷地方向の仮想風(三瓶山に関する火山灰シミュレーション)の作成方法

敷地方向への仮想風を用いた検討

風向のバラつきによる影響が最も大きい8月を対象に、より厳しい条件を考慮した検討として、敷地方向への仮想風を用いたシミュレーションを実施した。

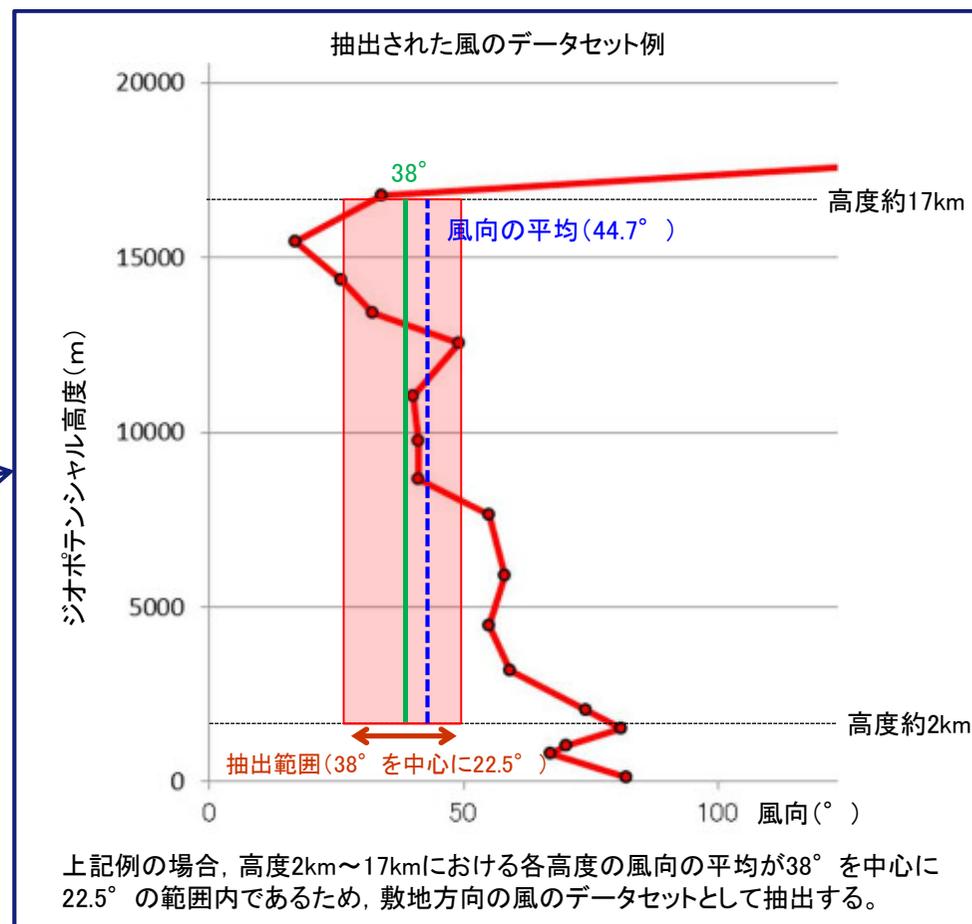
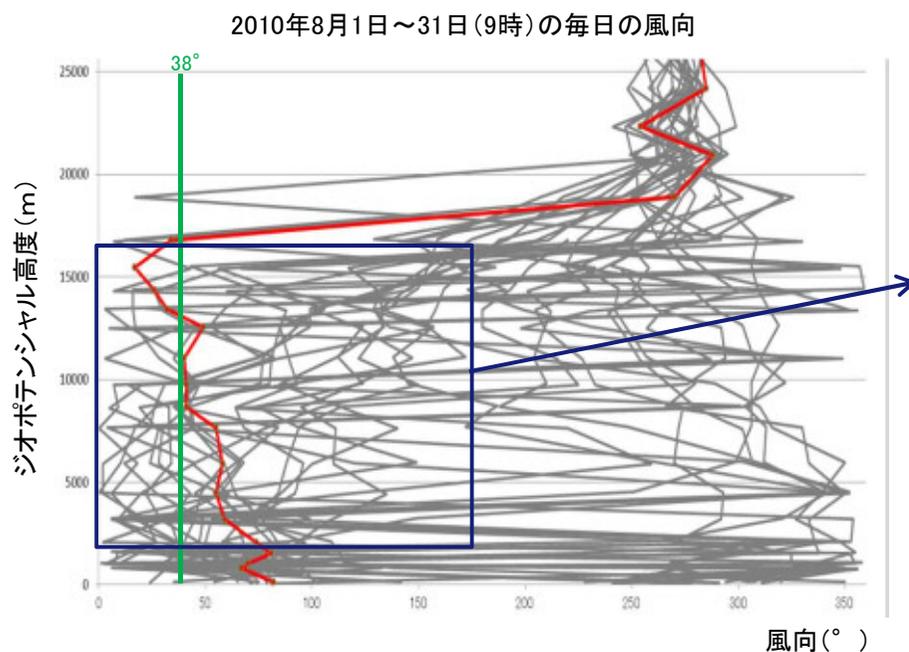
【敷地方向の風の抽出条件】

高度約2km～約17kmにおける風向の平均値が抽出範囲内(38° ※1を中心に22.5° ※2の範囲)に入る風。

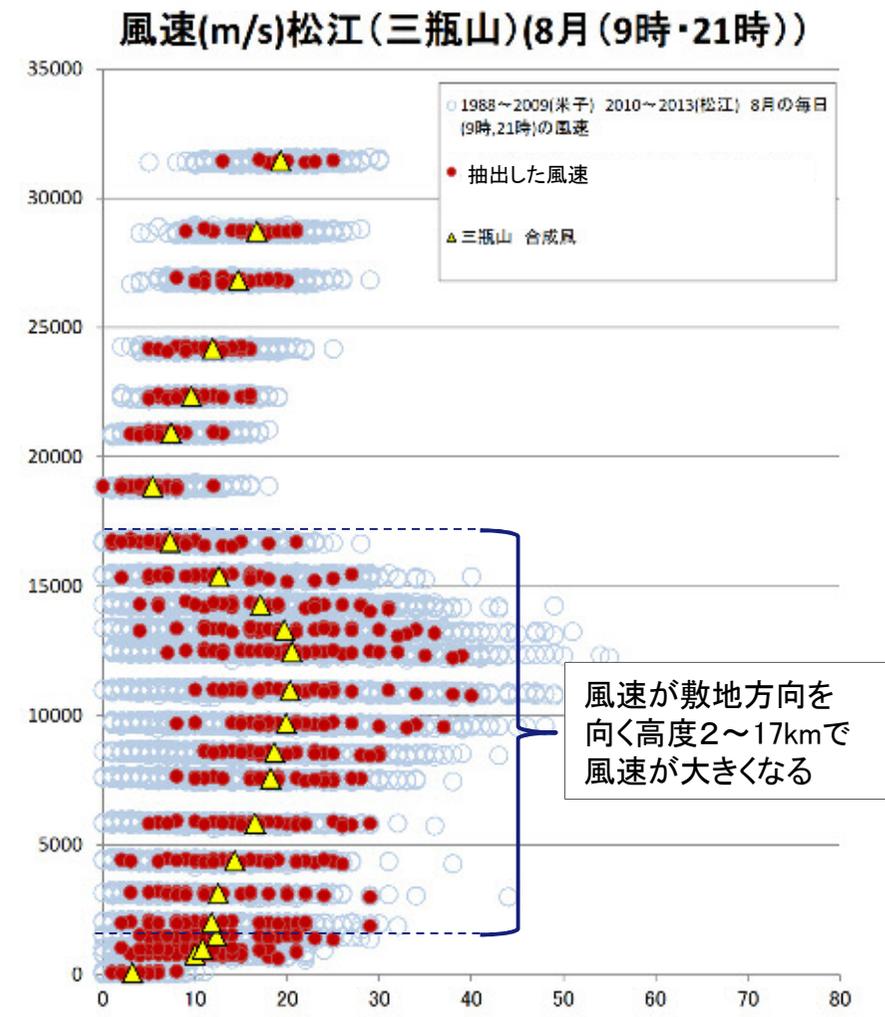
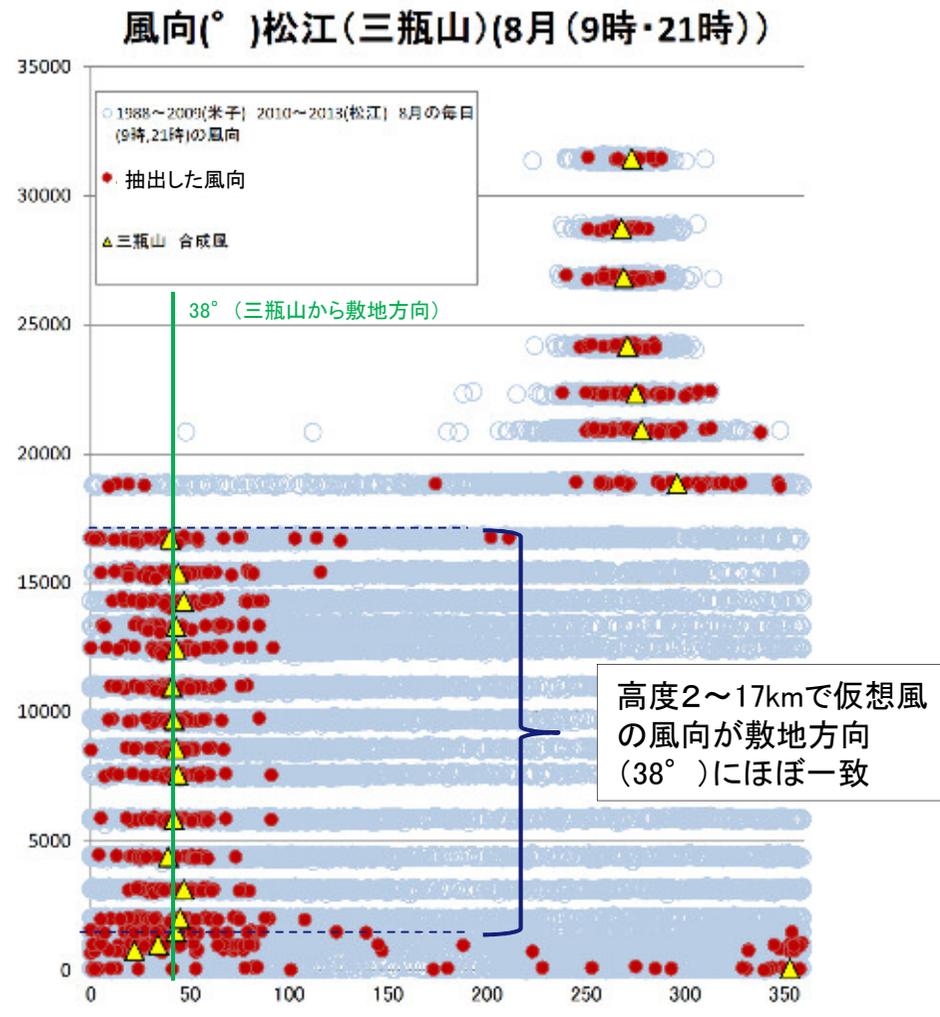
※1 三瓶山から敷地へ向かう方向

※2 風向を16方位に区分した際の1方位の角度

敷地方向の風の抽出方法



敷地方向への仮想風の作成結果



火山爆発度指数VEI※1	1	2	3	4	5	6	7	8
噴出物総体積(km ³)※1	0.0001~0.001	0.001~0.01	0.01~0.1	0.1~1	1~10	10~100	100~1000	1000~
噴出柱高度(km)※1	0.1~1	1~5	3~15	10~25	>25			
規模 ※1	小噴火	中噴火		大噴火	巨大噴火		破局的噴火	
噴火の分類※2								
噴火模式図※4								

※1: 町田・新井(2011)
 ※2: 宇井編(1997)⁽¹⁹⁾による
 ※3: Cas and Wright(1987)⁽²⁰⁾
 ※4: 木庭編(2006)⁽²¹⁾

火成岩の分類

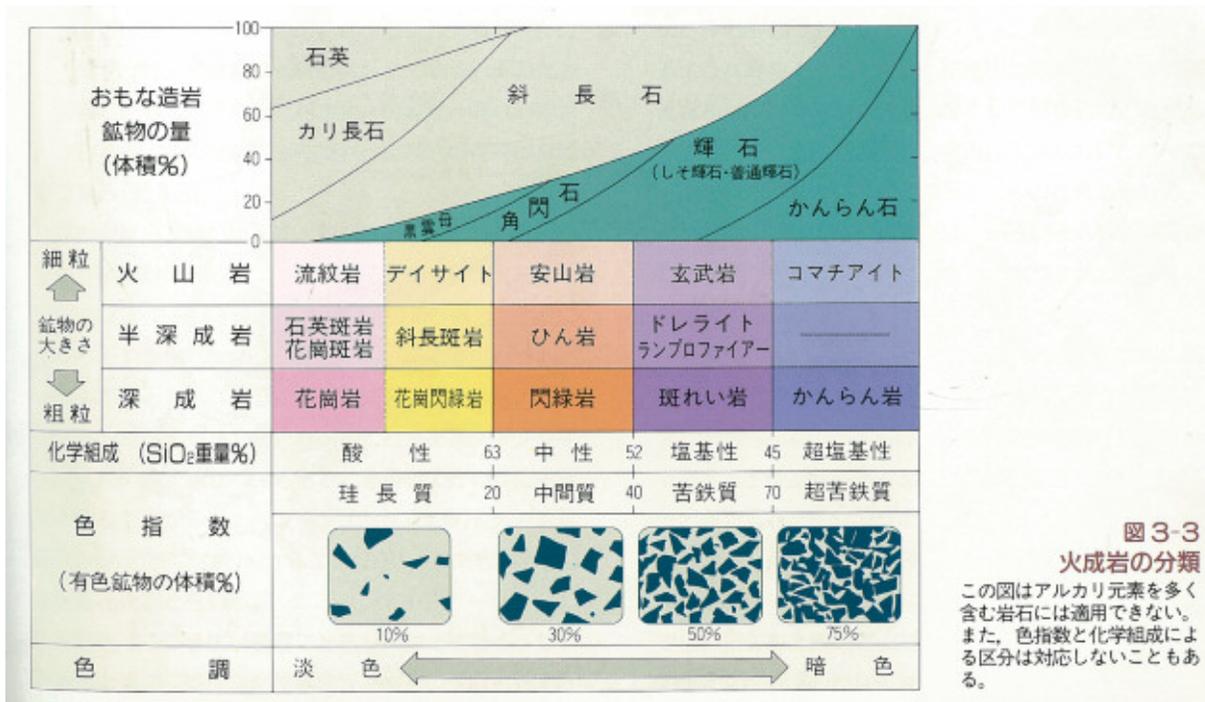


図 3-3
火成岩の分類
この図はアルカリ元素を多く含む岩石には適用できない。また、色指数と化学組成による区分は対応しないこともある。

山口地学会編(1991)⁽²²⁾より引用

参考文献

- (1) 吹田歩・徳岡隆夫・上野博芳(2001): 音波データ解析による中海湖底下の大根島火山の広がりと三次元可視化, 島根大学地球資源環境学研究報告 20
- (2) 地質調査総合センター(2013): 日本の火山, ver. 0.90, 2013.04.01更新, 地質調査総合センター
- (3) 鹿野和彦・山内靖喜・高安克己・松浦浩久・豊遙秋(1994): 松江地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所
- (4) 沢田順弘・徳岡隆夫・山内靖喜・三瓶良和・西村清和(2001): 宍道地溝帯中軸部, 美保湾で発見された更新世火山とその地質学的意義, 地質学雑誌 第107巻 第6号
- (5) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編(2012): 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース. 地質調査総合センター速報, No. 60, 地質調査総合センター
- (6) 松浦浩久(1990): 赤名地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所
- (7) 松浦浩久・宇都浩三(1986): 島根県川本町に分布するミネット溶岩の全岩K-Ar年代, 地質調査所月報 第37巻 第2号
- (8) 村山正郎・大沢穠(1961): 5万分の1地質図幅「青谷・倉吉」, 地質調査所
- (9) 木谷啓二・岩本志信(2004): 北条町島に分布する無斑晶溶岩のK-Ar年代, 鳥取地学会誌 第8号
- (10) 山内靖喜・沢田順弘・高須晃・小室裕明・村上久・小林伸治・田村良一(2009): 西郷地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査総合センター
- (11) 太田洋子・成瀬敏郎・田中真吾・岡田篤正編(2004): 日本の地形6近畿・中国・四国, 東京大学出版会
- (12) 村山正郎・一色直記・坂本亨(1963): 5万分の1地質図幅「鳥取南部」, 地質調査所
- (13) 古山勝彦・長尾敬介(2004): 照来コールドロンのK-Ar年代, 火山 第49巻 第4号
- (14) Furuyama.K(1989): Geology of the Teragi Group, Southwest Japan—with special reference to the Terada Volcanics —, Journal of Geosciences Osaka City University Vol.32 Art.5
- (15) Furuyama.K・Nagao.K・Mitsui.S・Kasatani.K(1993): K-Ar Ages of Late Neogene monogenetic volcanoes in the east San-in district Southwest Japan, EARTH SCIENCE Vol.47 No.6
- (16) 古山勝彦・長尾敬介・笠谷一弘・三井誠一郎(1993): 山陰東部, 神鍋火山群及び近傍の玄武岩質単成火山の K-Ar年代, 地球科学 47巻 5号
- (17) 高橋正樹・小林哲夫編(2000): フィールドガイド 日本の火山6 中部・近畿・中国の火山, 築地書館

参考文献

- (18) 町田洋・新井房夫(2011): 新編日本の火山灰アトラス, 東京大学出版会
- (19) 宇井忠英編(1997): 火山噴火と災害, 東京大学出版
- (20) Cas, RAF and Wright, J.V. (1987): Volcanic Successions : Modern and Ancient. Allen and Unwin, London.
- (21) 木庭元晴編(2006): 宇宙 地球 地震と火山, 古今書院
- (22) 山口地学会編(1991): 山口県の岩石図鑑, 第一学習社