

島根原子力発電所 2号炉 審査資料	
資料番号	EP(E)－011(補)改05
提出年月	令和2年7月27日

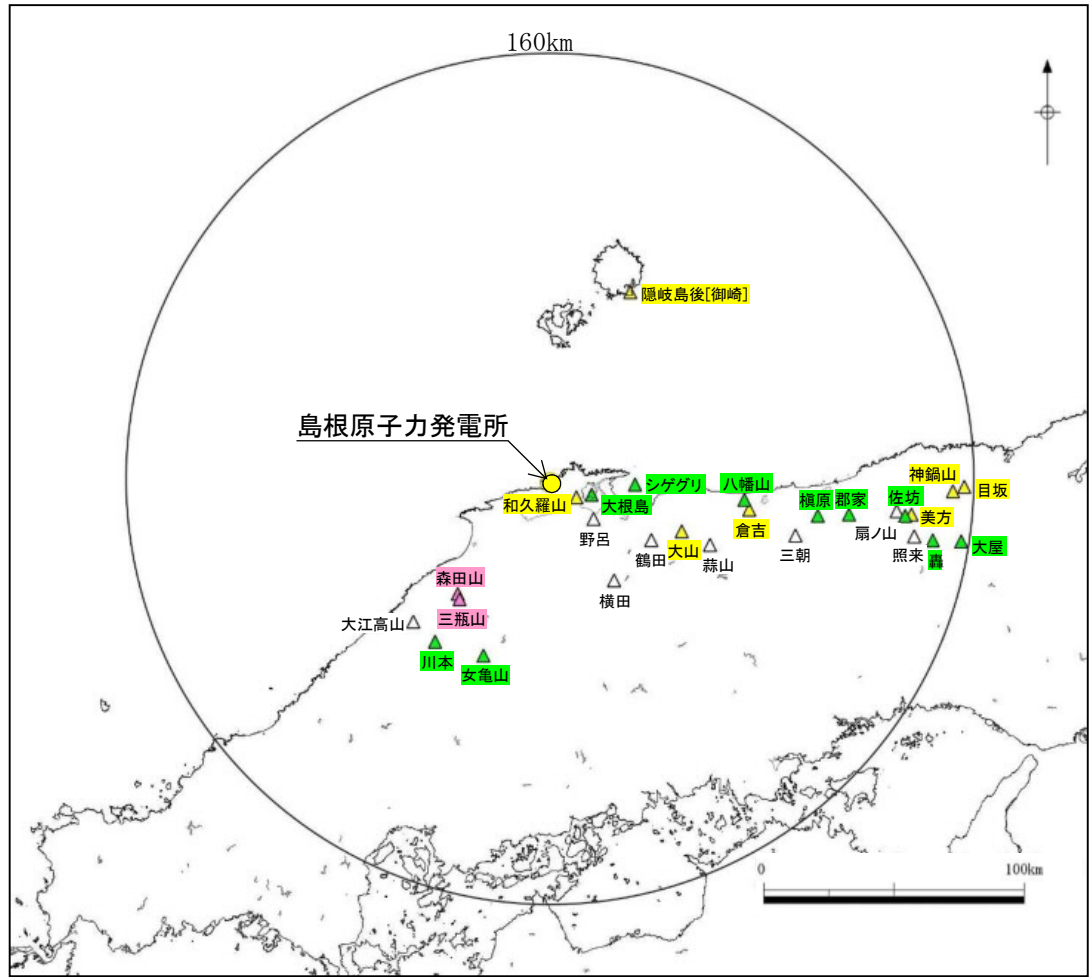
島根原子力発電所
火山影響評価について
(補足説明)

令和2年7月27日
中国電力株式会社

1. 第四紀火山 について(三瓶山・大山を除く).....	2
2. 火山灰に関する地質調査.....	26
3. 三瓶浮布テフラ噴出時の噴火規模について.....	50
4. DNPの噴出規模の算出に関する降灰層厚情報の 補足資料.....	65
5. DNP等層厚線図面積の検証について.....	123
6. 防災科学技術研究所による地震波速度構造モデル について.....	127
7. 既往文献による降下火砕物の体積算出方法の概要 について.....	136
8. 火山灰シミュレーションにおける大気パラメータ及び 噴煙柱高度の考え方について.....	139
9. その他.....	147
・噴火の規模について.....	148
・火砕岩の分類.....	149

1. 第四紀火山について(三瓶山・大山を除く)
2. 火山灰に関する地質調査
3. 三瓶浮布テフラ噴出時の噴火規模について
4. DNPの噴出規模の算出に関する降灰層厚情報の補足資料
5. DNP等層厚線図面積の検証について
6. 防災科学技術研究所による地震波速度構造モデルについて
7. 既往文献による降下火砕物の体積算出方法の概要について
8. 火山灰シミュレーションにおける大気パラメータ及び噴煙柱高度の考え方について
9. その他
 - ・噴火の規模について
 - ・火砕岩の分類

第四紀火山の将来の活動可能性を評価し、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山を抽出した。



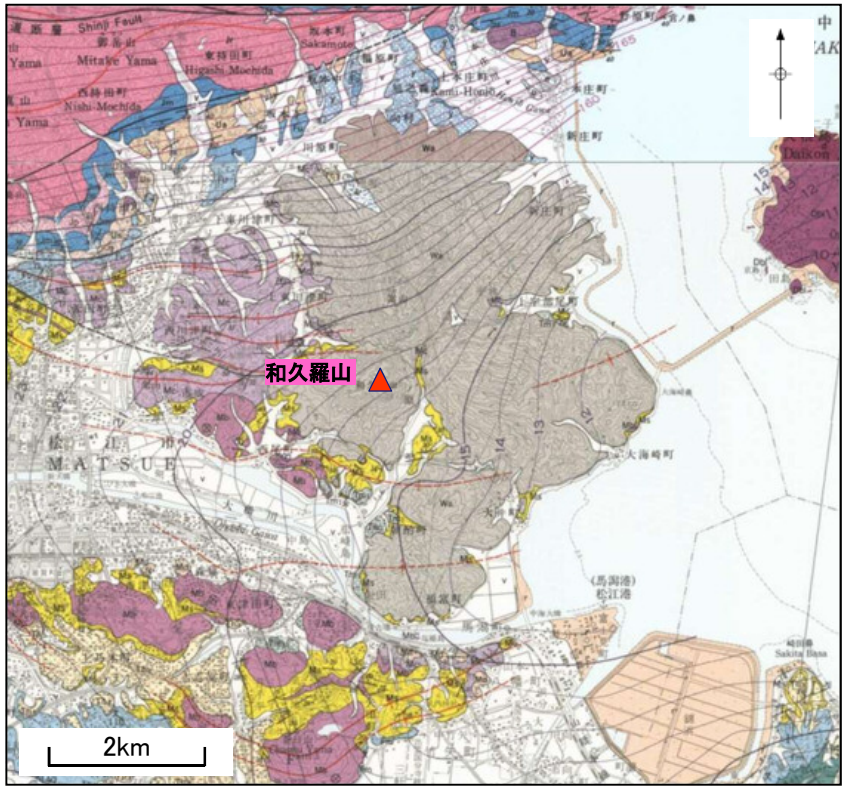
該当する第四紀火山	活動年代 (万年前)	最大活動休止期間
和久羅山	約80 ~ 約634	約416万年
大根島	約19	—
シゲグリ	約90	—
横田(鶴田・野呂)	約97 ~ 約217	約26万年
大山	約2 ~ 約100	約28万年
三瓶山(森田山)	約0.36 ~ 約115	約4万年
森山	約101 ~ 約42	約14万年
女亀山	約180	—
八幡山	約221 ~ 約229	—
大江高山	約86 ~ 約358	約75万年
川本	約209	—
倉吉	約49 ~ 約183	約51万年
隠岐島後[御崎]	約42 ~ 約468	約104万年
三朝	約223 ~ 約590	約140万年
横原	約77	—
郡家	約214	—
扇ノ山	約44 ~ 約122	約20万年
佐坊	約170	—
美方	約22 ~ 約158	約47万年
照来	約225 ~ 約313	約28万年
森	約244 ~ 約276	—
神鍋山(目坂)	約1 ~ 約70	約48万年
大屋	約251	—

鶴田・野呂は横田に、森田山は三瓶山に、目坂は神鍋山に統合して評価した。

第四紀火山27火山のうち、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た結果、23火山に整理される。このうち、三瓶山及び大山を除く21火山について噴火履歴(階段ダイヤグラム)を示す。

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

敷地の南東約11km, 中海の西岸に位置し, 標高261.8mの和久羅山と標高331mの嵩山からなる。鹿野ほか(1994)⁽¹⁾によると, 和久羅山安山岩と呼ばれる角閃石含有無斑晶質安山岩溶岩からなるとされ, 新第三系の松江層がなす褶曲を切って, これを不整合に覆うとされている。

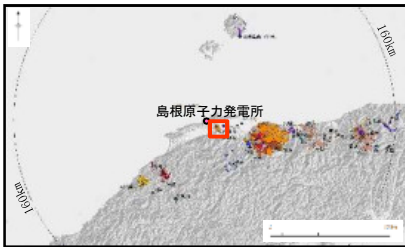


凡例

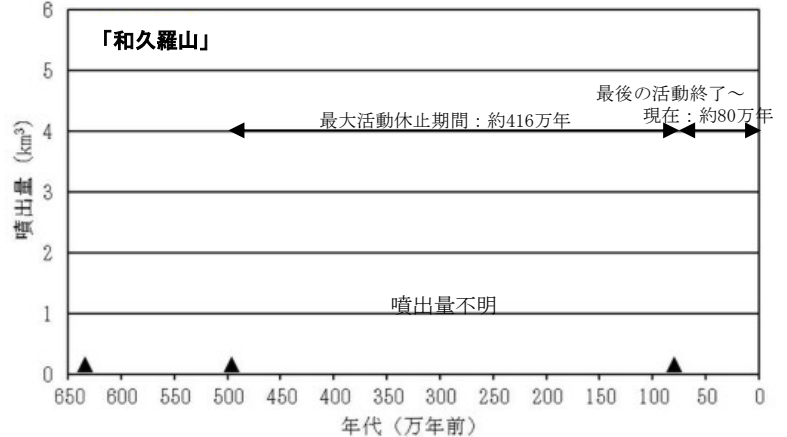
和久羅山安山岩 Wakurayama Andesite	Wa	角閃石含有安山岩溶岩 Hornblende-bearing andesite lava
和久羅山安山岩 Wakurayama Andesite	Wa	角閃石安山岩及び無斑晶安山岩 Hornblende andesite and aphyric andesite

火山形式
溶岩ドーム群
地質調査総合センター(2020)⁽²⁾による

主な岩石
デイサイト
地質調査総合センター(2020)による



Pineda-Velasco et al.(2018)⁽³⁾によると, 活動年代は約90万年前～約70万年前とされている。

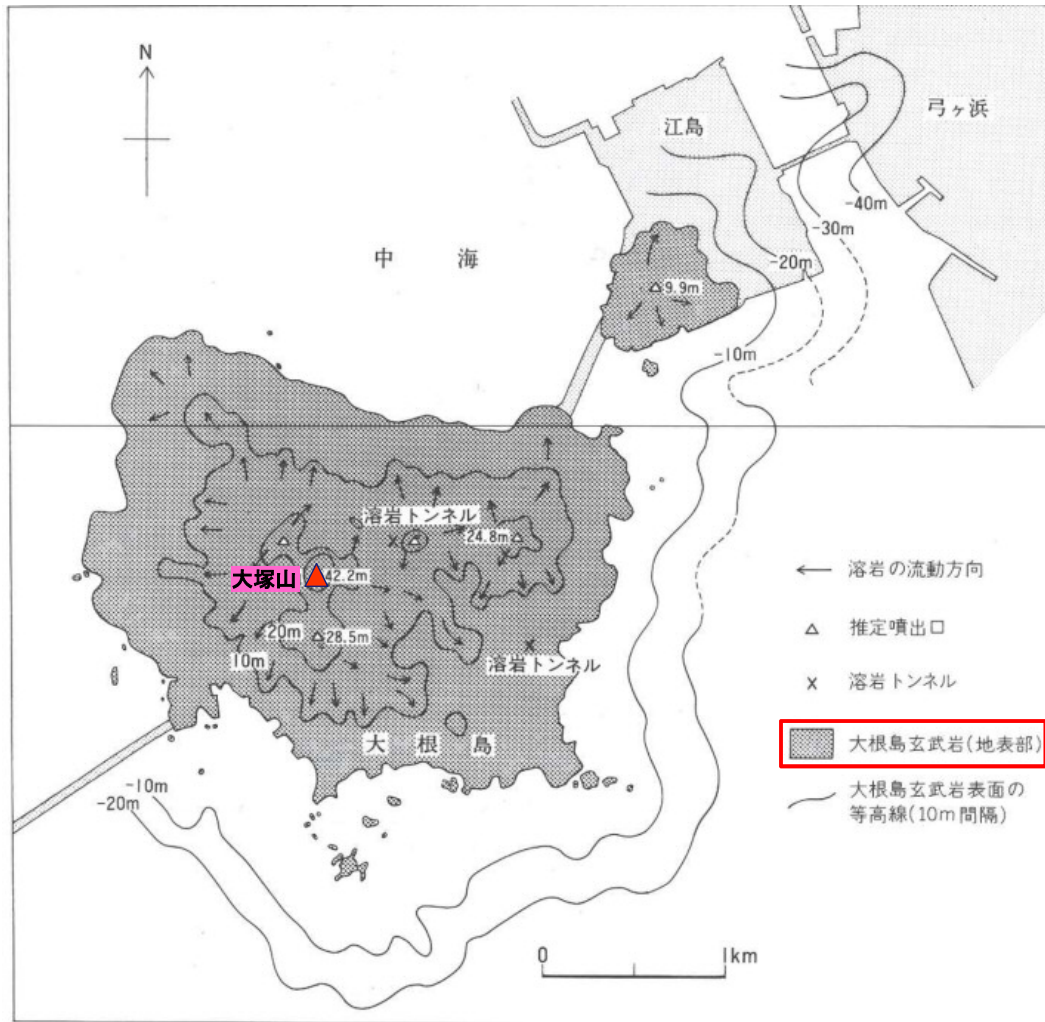


噴出物年代: Pineda-Velasco et al. (2018)
川井・広岡(1966)⁽⁵⁾, Morris et al. (1990)⁽⁶⁾

和久羅山の噴出量一年代階段ダイヤグラム

鹿野ほか(1994), 鹿野・吉田(1985)⁽⁴⁾より引用・加筆

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)⁽⁷⁾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。



大根島玄武岩の分布と地形

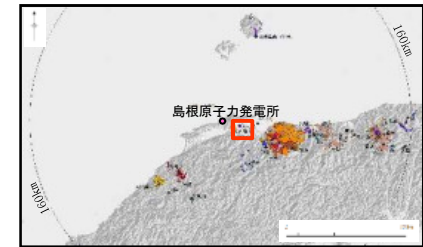
鹿野ほか(1994)より引用・加筆

火山形式
スコリア丘, 溶岩流

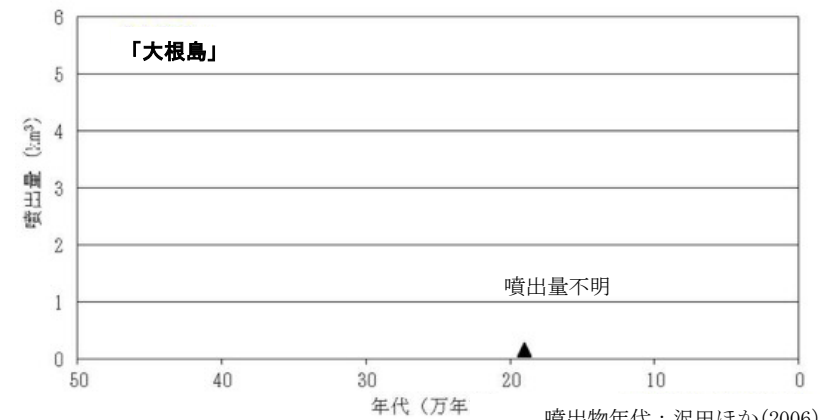
地質調査総合センター(2020)による

主な岩石
玄武岩

地質調査総合センター(2020)による



沢田ほか(2006)⁽⁸⁾によると、活動年代は約19万年前とされている。

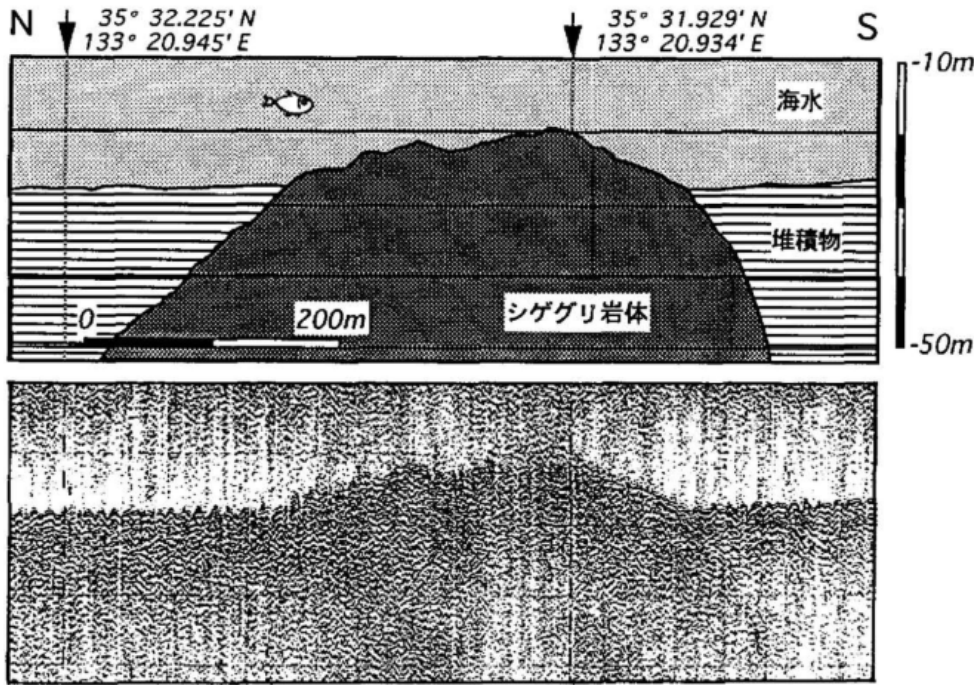


大根島の噴出量一年代階段ダイヤグラム

噴出物年代: 沢田ほか(2006)

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)⁽⁹⁾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).

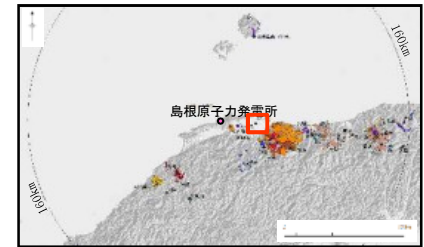
沢田ほか(2001)より引用

火山形式
溶岩ドーム

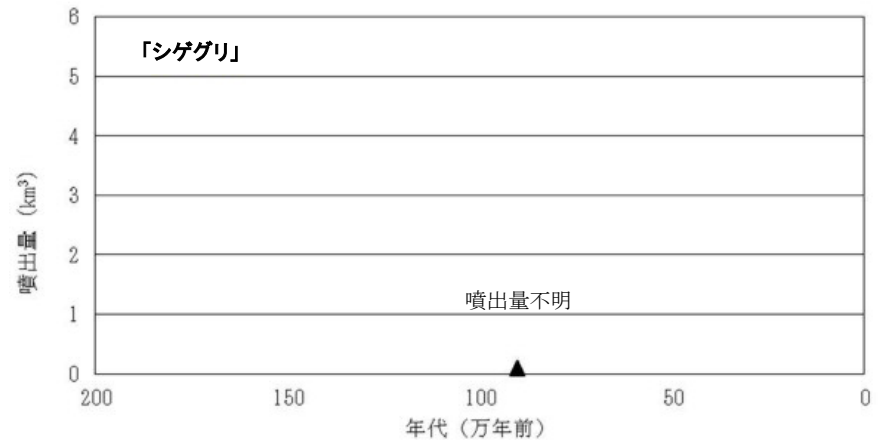
西来ほか編(2012)⁽¹⁰⁾による

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。



噴出物年代: 沢田ほか (2001)

シゲグリの噴出量一年代階段ダイヤグラム

敷地の南東約21km~44kmの島根県南東部から鳥取県北西部にかけて直径およそ40kmの範囲に分布する単成火山群である。日本地質学会編(2009)⁽¹¹⁾によると、溶岩岩脈、火道角礫、溶岩流などから構成される22の独立した岩体からなるとされている。

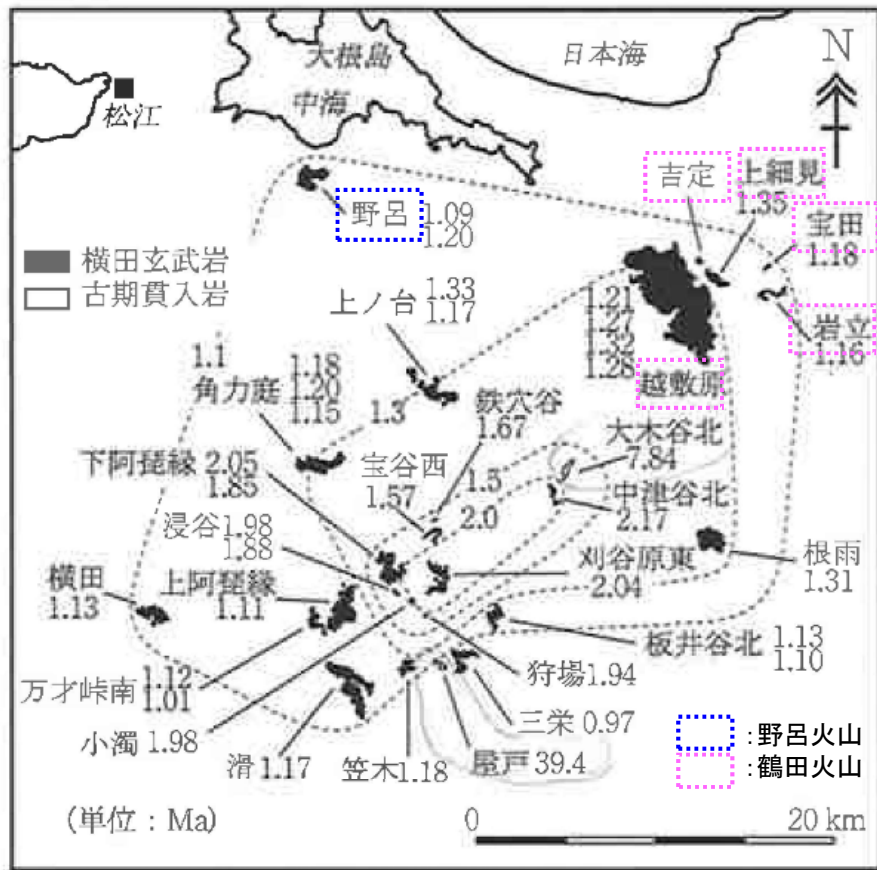
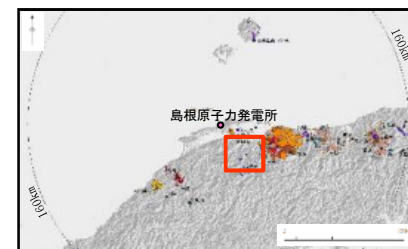


図 6.3.1 島根県横田玄武岩の分布と放射年代 (國清智之・木村純一原図, 放射年代は Kimura et al., 2003 による)
点線: 等年代値線。 日本地質学会編(2009)より引用・加筆

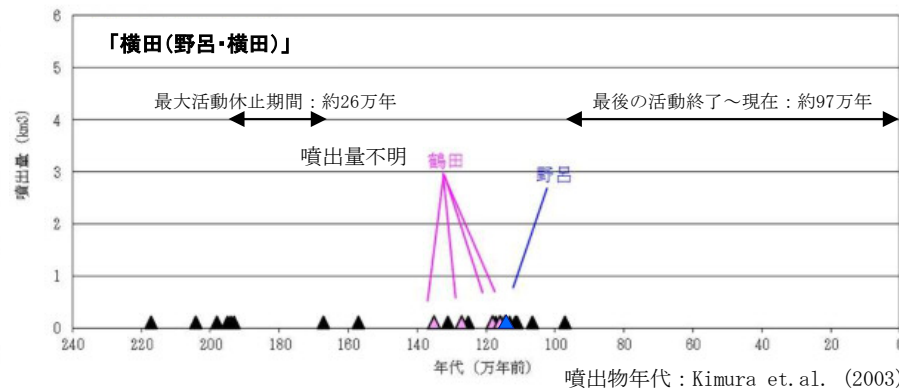
※日本地質学会編(2009)によると、時空分布及び活動様式等から野呂玄武岩、鶴田玄武岩は横田玄武岩の一つとされていることから、横田に統合して評価する。

火山形式
スコリア丘, 溶岩流
地質調査総合センター(2020)による

主な岩石
玄武岩
地質調査総合センター(2020)による

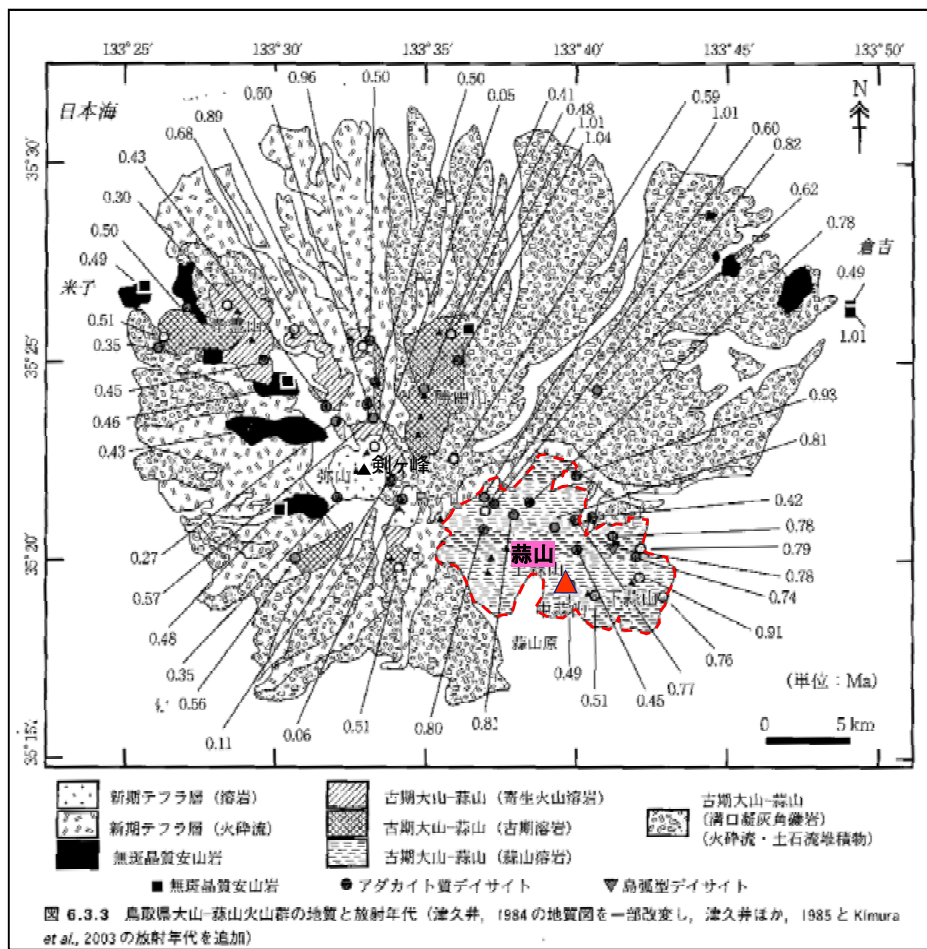


Kimura et al.(2003)⁽¹²⁾によると、活動年代は約217万年前~約97万年前とされている。



横田の噴出量-年代階段ダイアグラム

敷地の南東約64kmに位置する複成火山である。地質調査総合センター(2020)によると、ほぼ東西の火山列をなす成層火山群からなるとされている。



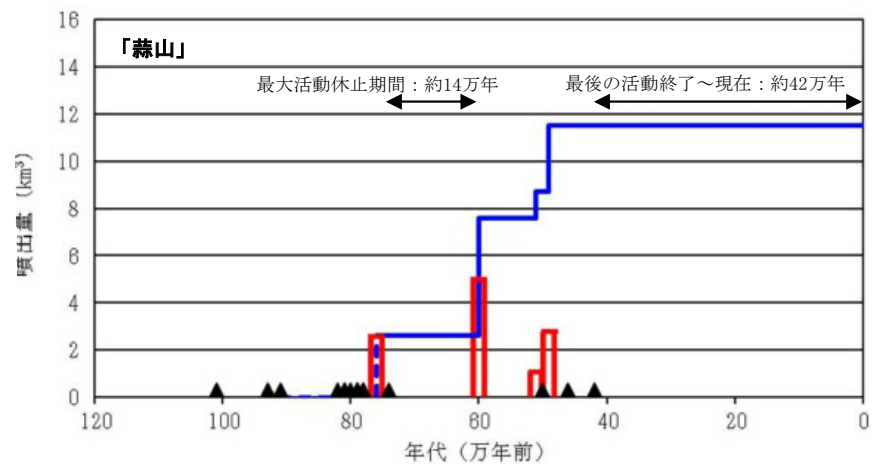
日本地質学会編(2009)より引用・加筆

火山形式
複成火山

地質調査総合センター(2020)による

主な岩石
安山岩

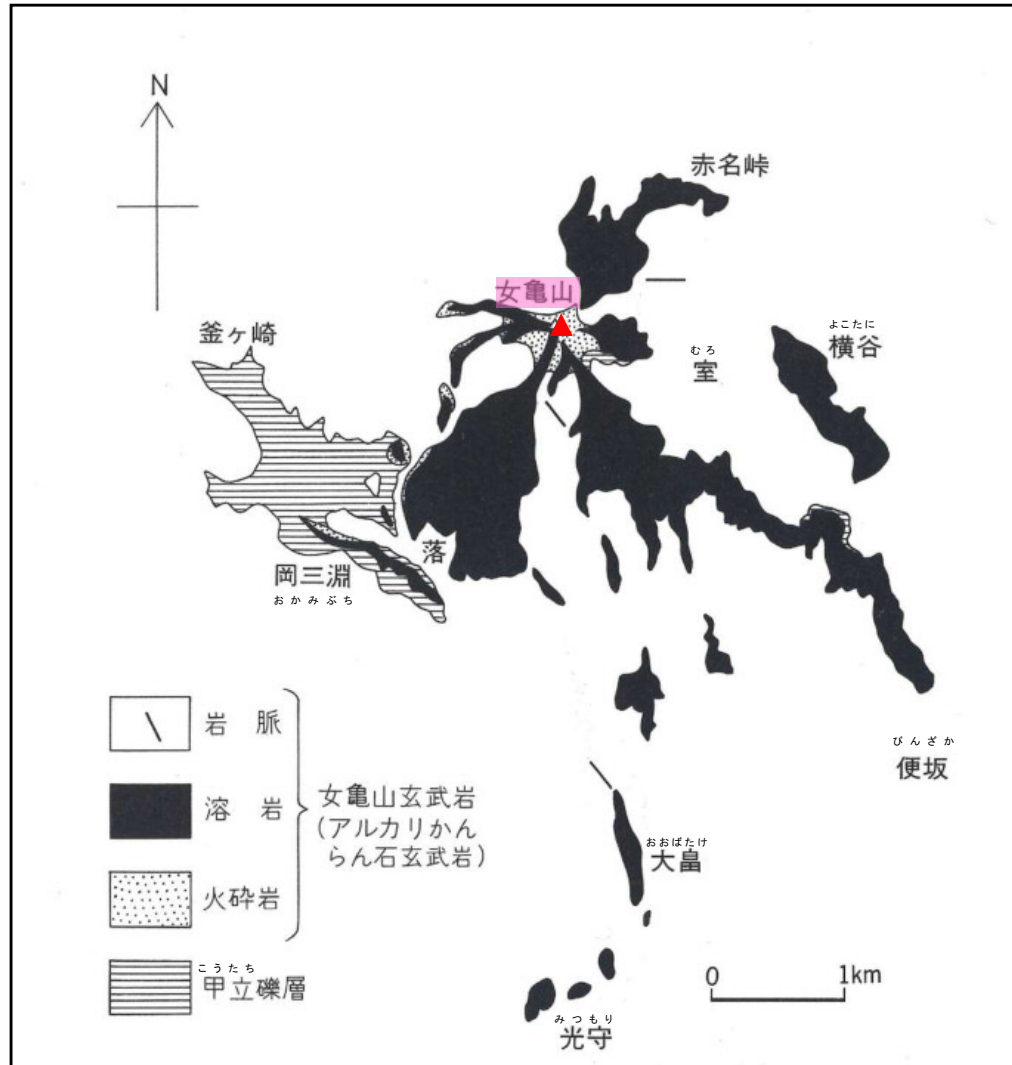
地質調査総合センター(2020)による



噴出量：第四紀火山カタログ編集委員会編 (1999) ⁽¹³⁾
噴出物年代：Kimura et al. (2003), 津久井ほか (1985) ⁽¹⁴⁾

蒜山の噴出量-年代階段ダイアグラム

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)⁽¹⁵⁾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。

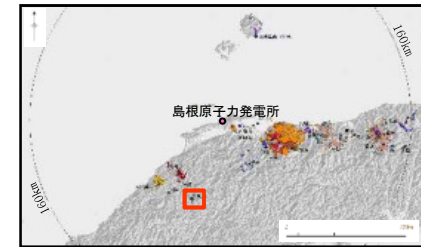


火山形式
単成火山

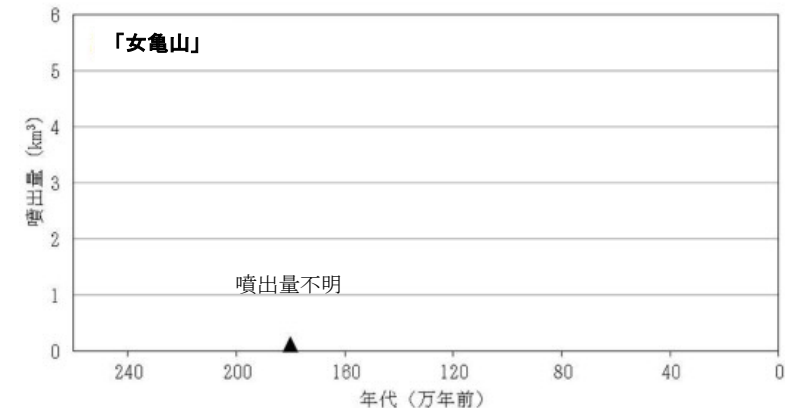
西来ほか編(2012)による

主な岩石
玄武岩

西来ほか編(2012)による



松浦(1986)⁽¹⁶⁾によると, 活動年代は約180万年前とされている。

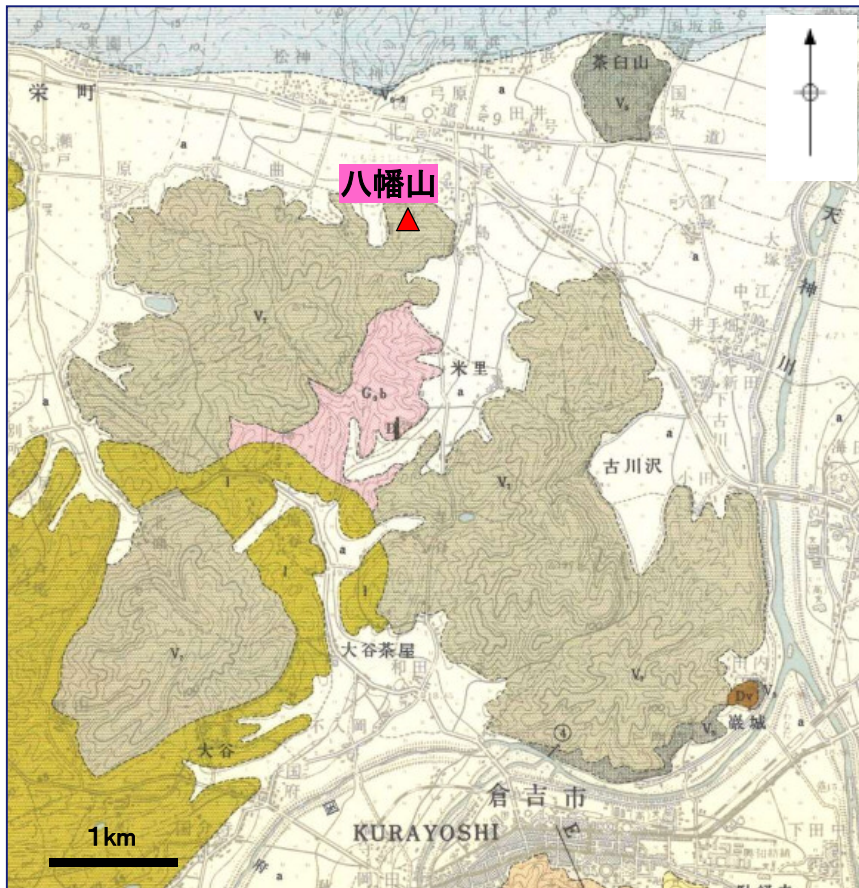


噴出物年代: 松浦 (1986)

女亀山の噴出量一年代階段ダイヤグラム

松浦(1990)より引用・加筆

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)⁽¹⁷⁾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なう) Aphyric andesite, augite-hypersthene andesite(Vd, Ve) and hypersthene andesite(Id)(partly quartz-hornblende-bearing)
--	----------------	---

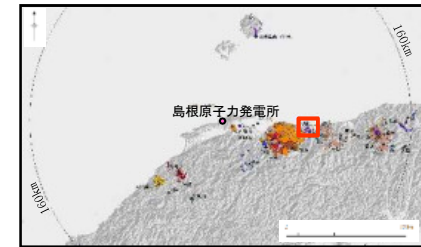
村山・大沢(1961)より引用

火山形式
溶岩流, 単成火山?

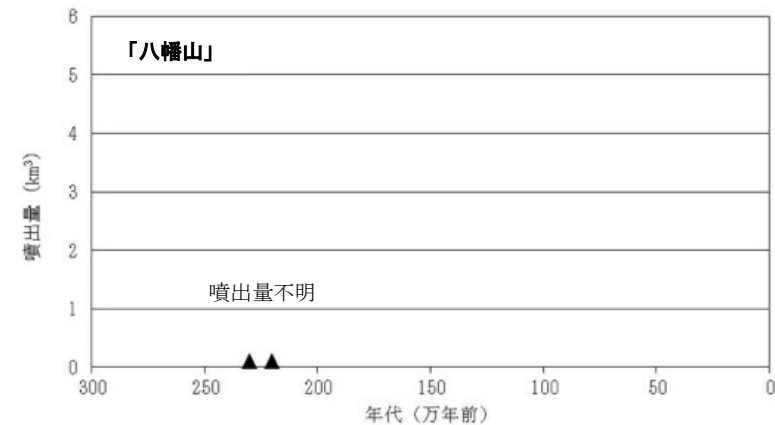
西来ほか編(2012)による

主な岩石
安山岩

西来ほか編(2012)による



木谷・岩本(2004)⁽¹⁸⁾によると, 活動年代は約229万年前～約221万年前とされている。



噴出物年代: 木谷・岩本(2004)

八幡山の噴出量一年代階段ダイヤグラム

敷地の南西約73km, 島根県大田市南西の大江高山(標高約808m)周辺に位置する。日本地質学会編(2009)によると, カルクアルカリ質デイサイト溶岩ドームと同質の火砕岩からなるとされている。

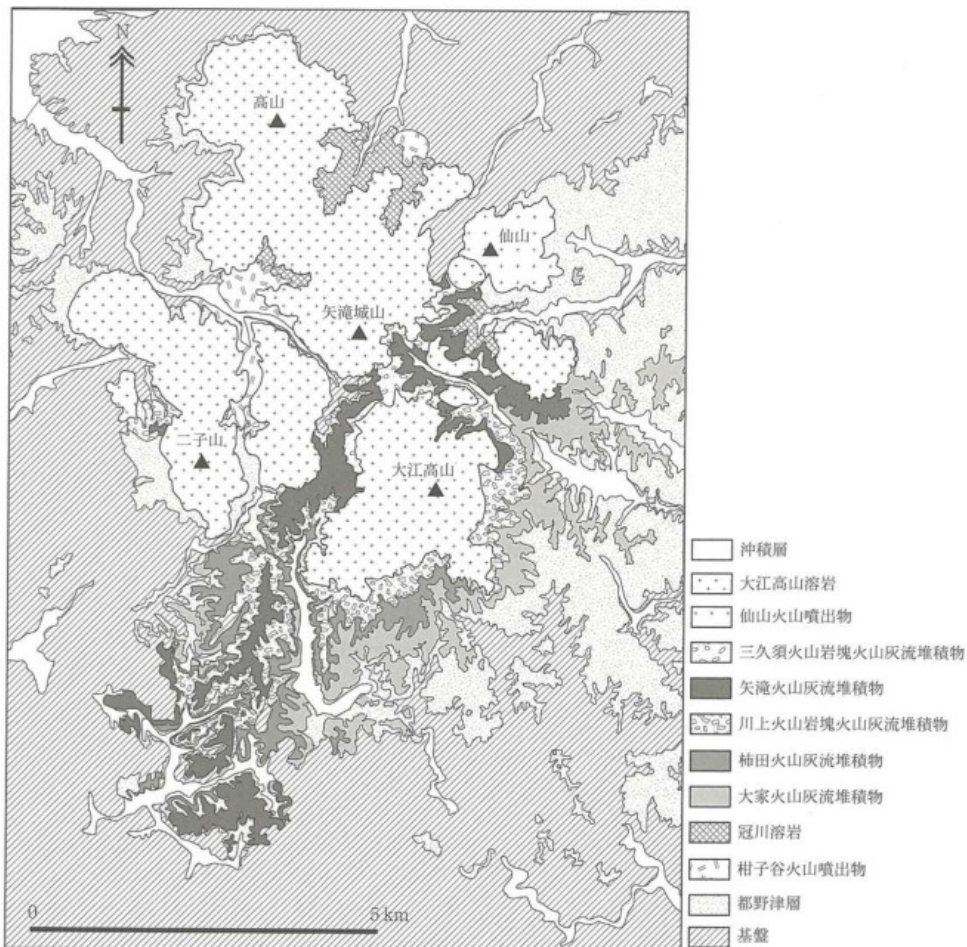


図 6.3.8 島根県大江高山の地質図 (鹿野ほか, 2001 を一部改変簡略化)

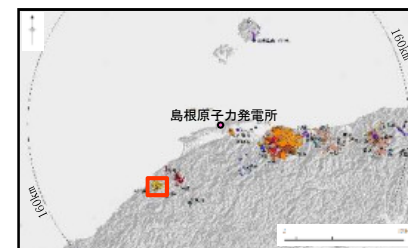
日本地質学会編(2009)より引用

火山形式 溶岩ドーム

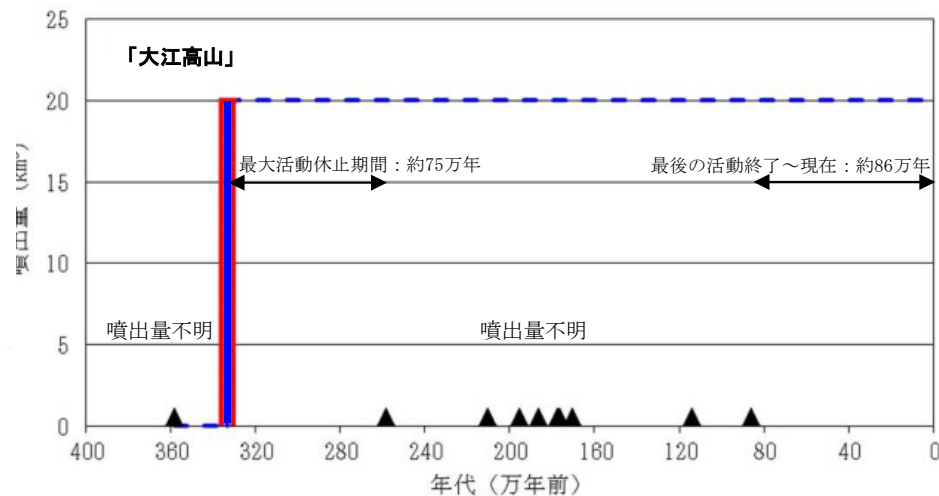
地質調査総合センター(2020)による

主な岩石 デイサイト

地質調査総合センター(2020)による



鹿野ほか(2001)⁽¹⁹⁾及び第四紀火山カタログ編集委員会編(1999)によると, 活動年代は約358万年前～約86万年前とされている。

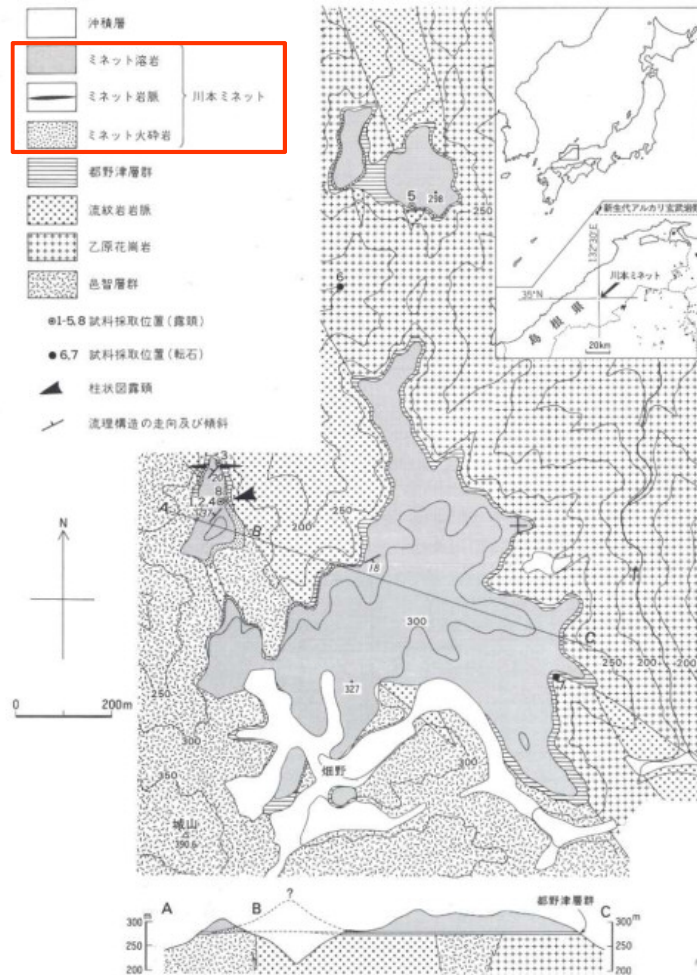


噴出量: 第四紀火山カタログ編集委員会編(1999)

噴出物年代: 鹿野ほか(2001), 第四紀火山カタログ編集委員会編(1999)

大江高山の噴出量-年代階段ダイアグラム

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。

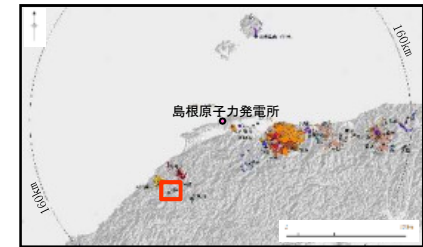


松浦(1990)より引用

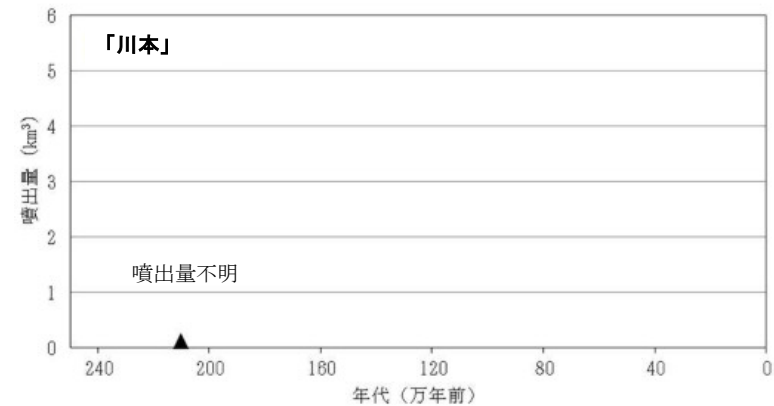
火山形式
単成火山, 溶岩流
西来ほか編(2012)による

主な岩石
玄武岩(ミネット※)
西来ほか編(2012)による

※ 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



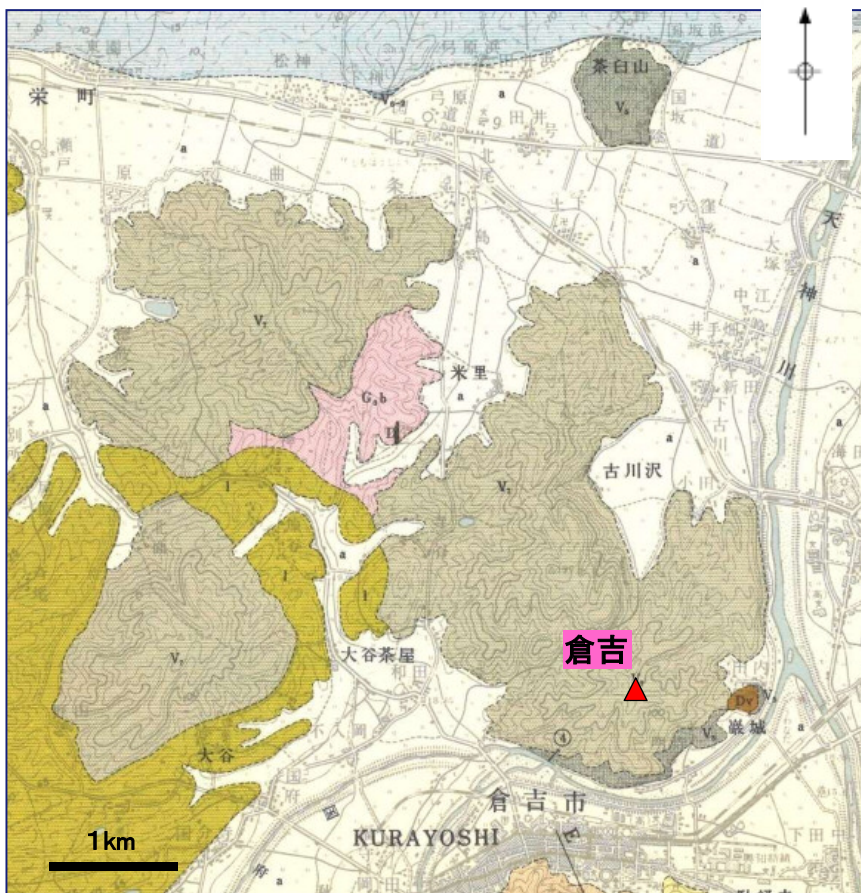
松浦・宇都(1986)⁽²⁰⁾によると、活動年代は約209万年前とされている。



噴出物年代: 松浦・宇都(1986)

川本の噴出量-年代階段ダイヤグラム

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。



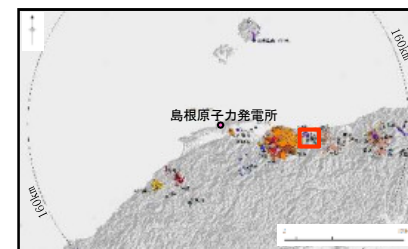
凡例

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)
---	----------------	---

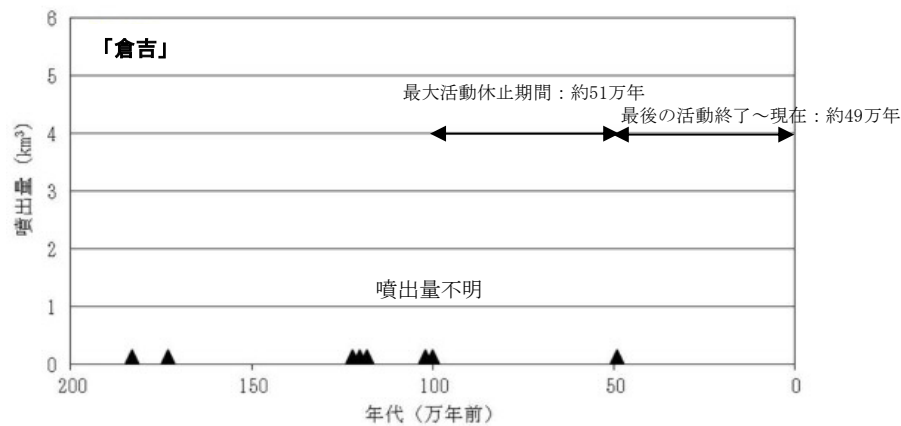
村山・大沢(1961)より引用

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



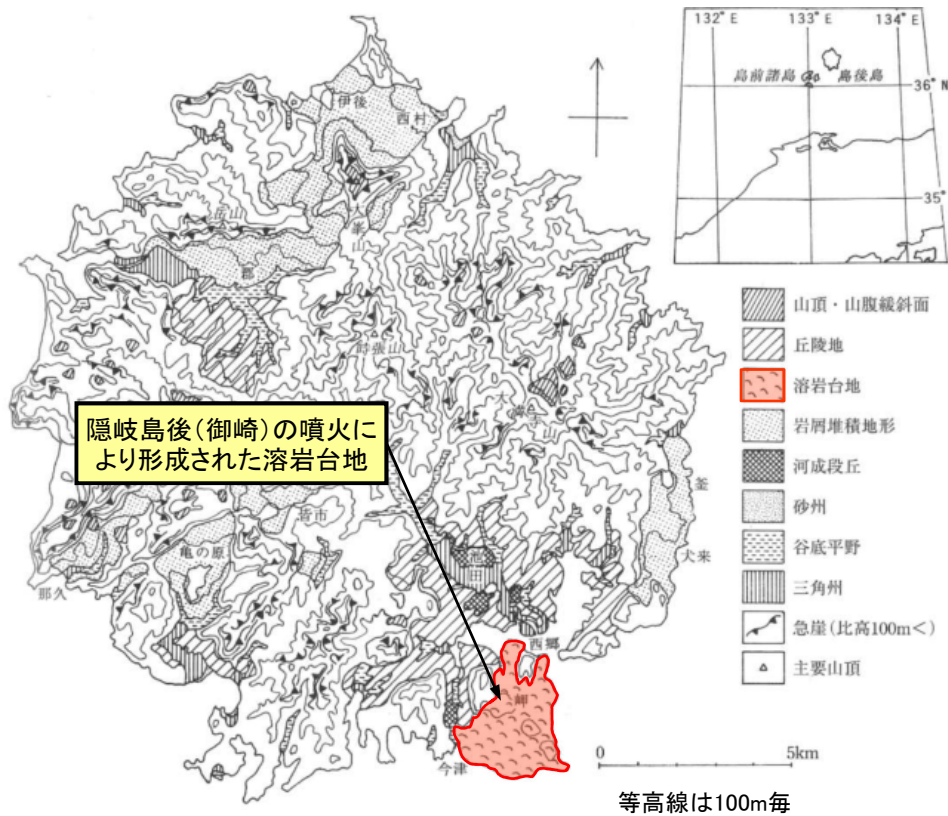
Uto(1989)⁽²¹⁾及びKimura et.al.(2003)によると, 活動年代は約183万年前～約173万年前, 約120万年前～約100万年前, 約49万年前とされている。



噴出物年代: Uto(1989), Kimura et. al. (2003)

倉吉の噴出量一年代階段ダイヤグラム

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)⁽²²⁾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。



隠岐島後島の地形

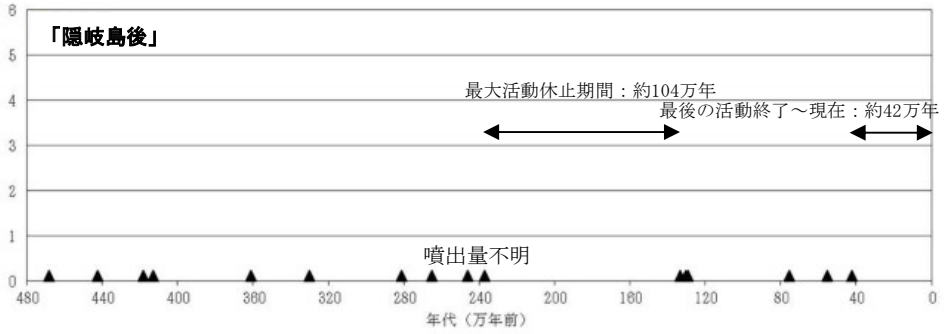
太田ほか編(2004)⁽²³⁾より引用・加筆

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(2020)による

主な岩石
 玄武岩
 地質調査総合センター(2020)による



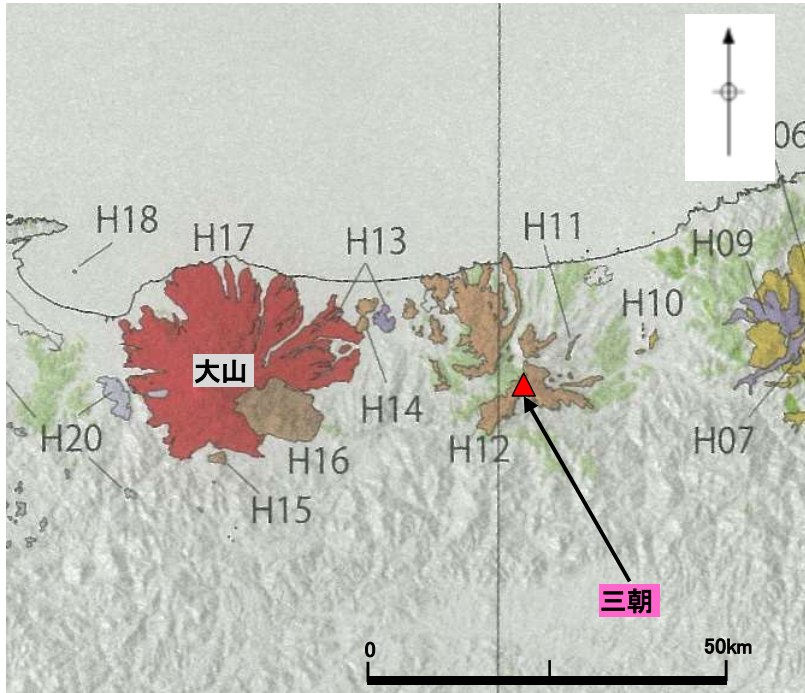
山内ほか(2009)によると, 活動年代は約468万年前～約42万年前とされている。



噴出物年代: 山内ほか(2009)

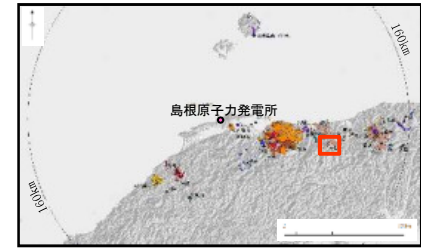
隠岐島後[御崎]の噴出量一年代階段ダイヤグラム

敷地の東南東約94km, 鳥取県と岡山県の境界に位置する三国山(標高約1252m)付近を中心とし, 広範囲にわたって複成火山を形成しているとされている。

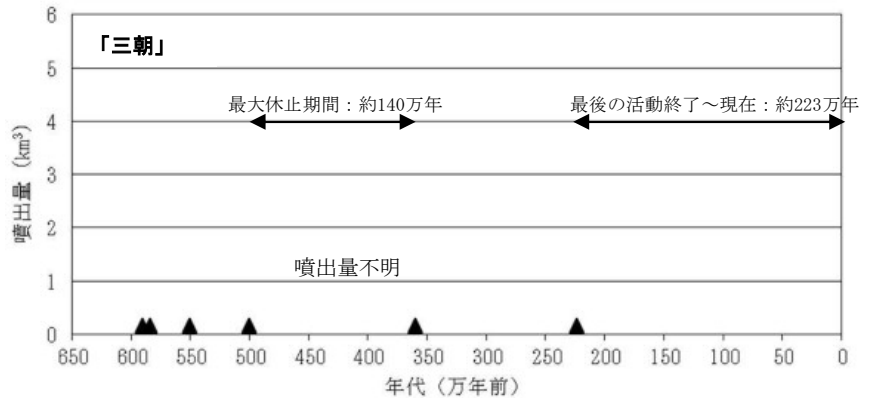


火山形式
溶岩流, 複成火山?
西来ほか編(2012)による

主な岩石
安山岩
西来ほか編(2012)による



鹿野・中野(1985)⁽²⁴⁾, Uto(1989)及び宇都(1995)⁽²⁵⁾によると, 活動年代は約590～約223万年前とされている。



噴出物年代: 鹿野・中野(1985), Uto (1989), 宇都 (1995)

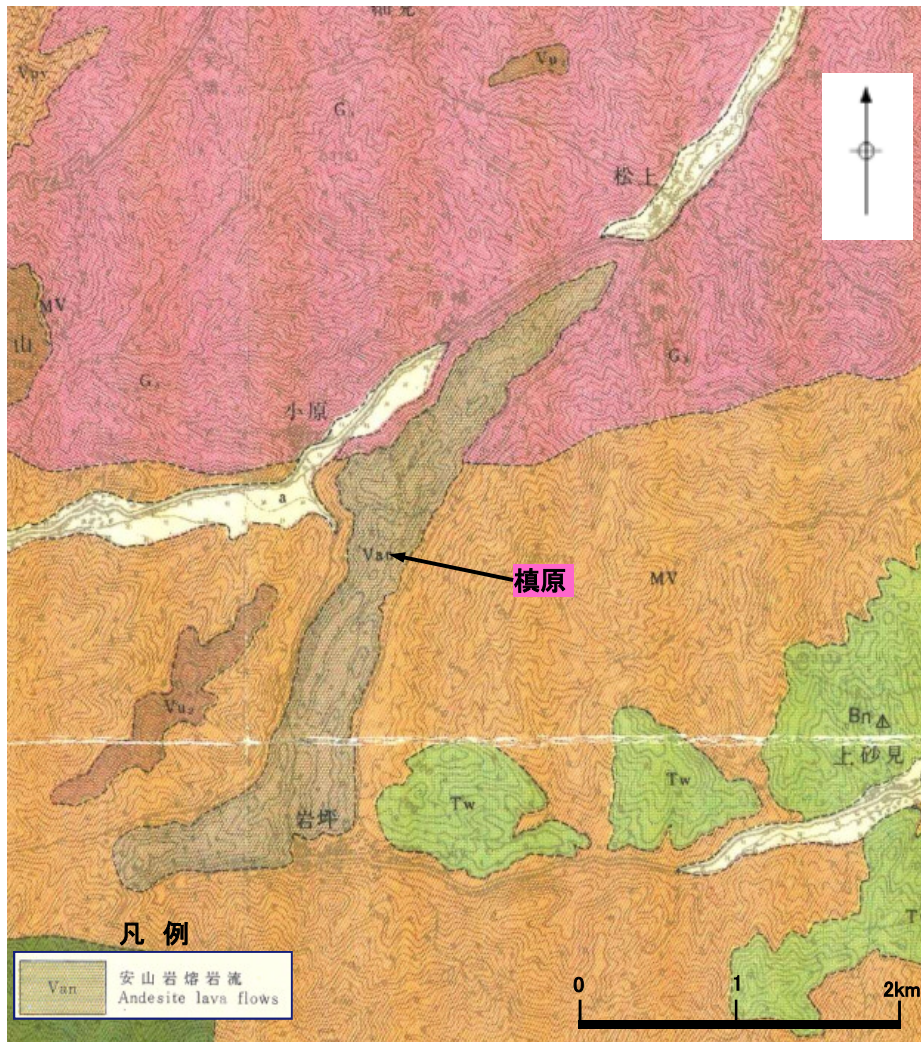
三朝の噴出量-年代階段ダイヤグラム

凡例

	塩基性 Basic	中性 Intermediate	酸性 Acid	火山流堆積物 Pyroclastic flow deposit	侵入岩 Intrusive Plutonic
後期更新世～更新世 Late Pleistocene - Holocene	Q3b	Q3m	Q3a	Q3p	
中期更新世 Middle Pleistocene	Q2b	Q2m	Q2a	Q2p	
前期更新世後半(カラブリアン期) late Early Pleistocene (Calabrian)	Q1b	Q1m	Q1a	Q1p	Q1i
前期更新世前半(ゲラシアン期) early Early Pleistocene (Gelasian)	Gb	Gm	Ga	Gp	Gi
中新世～鮮新世 Miocene - Pliocene	Nv				Ni

中野ほか編(2013)⁽²⁶⁾より引用・加筆

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。

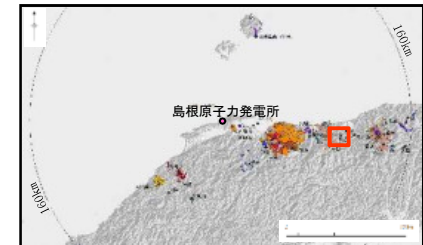


火山形式
溶岩流, 単成火山?

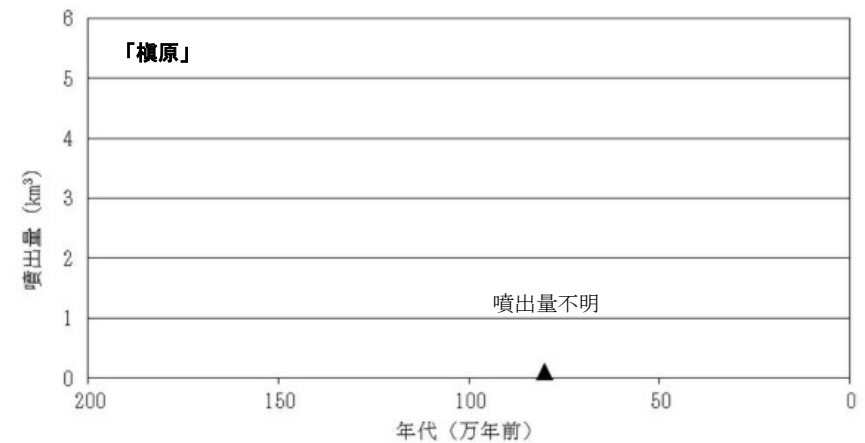
西来ほか編(2012)による

主な岩石
安山岩

西来ほか編(2012)による

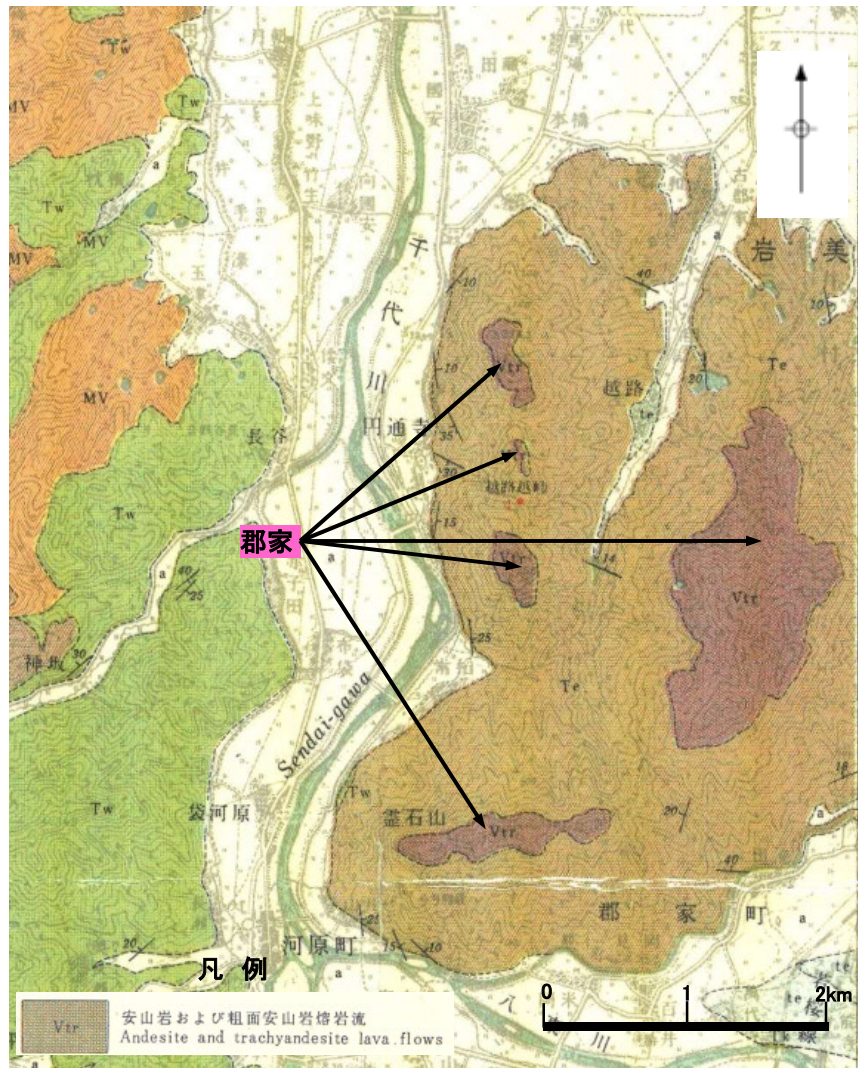


Uto(1989)によると, 活動年代は約77万年
前とされている。



楨原の噴出量-年代階段ダイヤグラム

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。

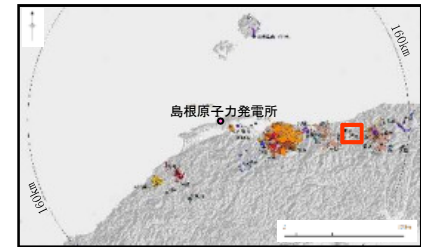


火山形式
溶岩流, 単成火山?

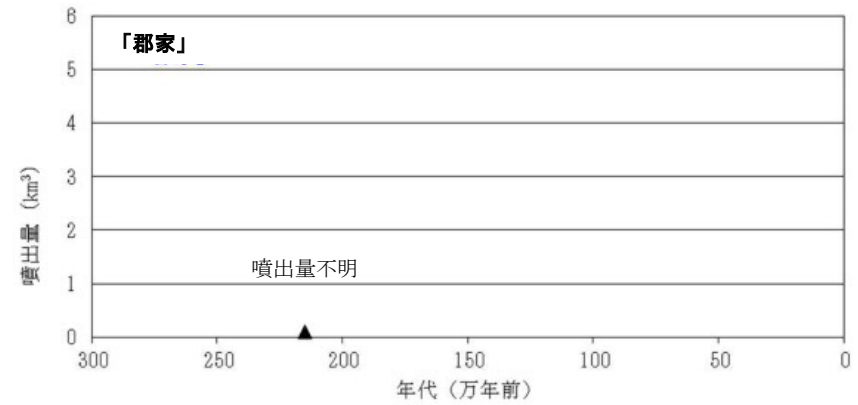
西来ほか編(2012)による

主な岩石
安山岩

西来ほか編(2012)による



Uto(1989)によると, 活動年代は約214
万年前とされている。

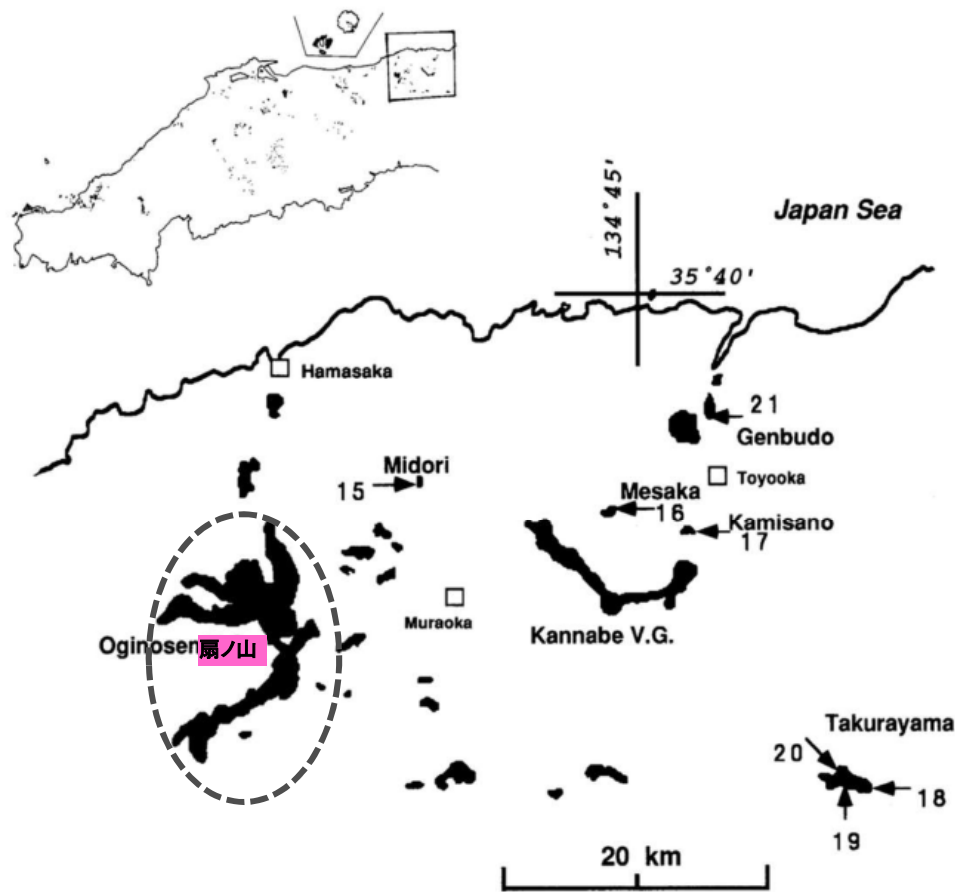


噴出物年代: Uto (1989)

郡家の噴出量-年代階段ダイヤグラム

村山ほか(1963)より引用・加筆

敷地の東方約131km, 鳥取市の南東約20kmに位置する。扇ノ山(標高約1310m)周辺の山体を中心に噴出した複数の溶岩流が流下していると考えられている。



火山形式

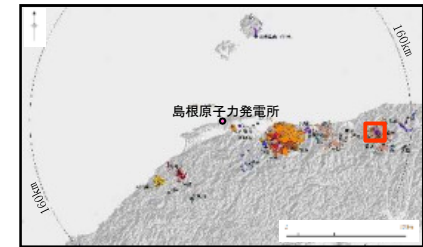
スコリア丘, 溶岩流

地質調査総合センター(2020)による

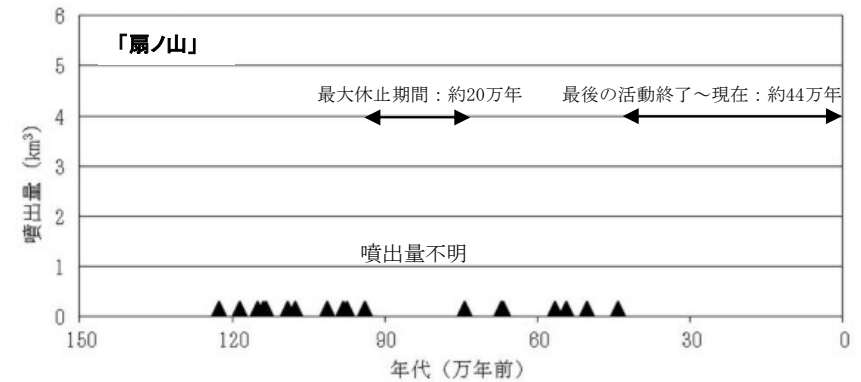
主な岩石

安山岩

地質調査総合センター(2020)による



Furuyama et.al.(1993)⁽²⁸⁾によると, 活動年代は約122万年前～約44万年前とされている。




噴出物年代: Furuyama et. al. (1993)

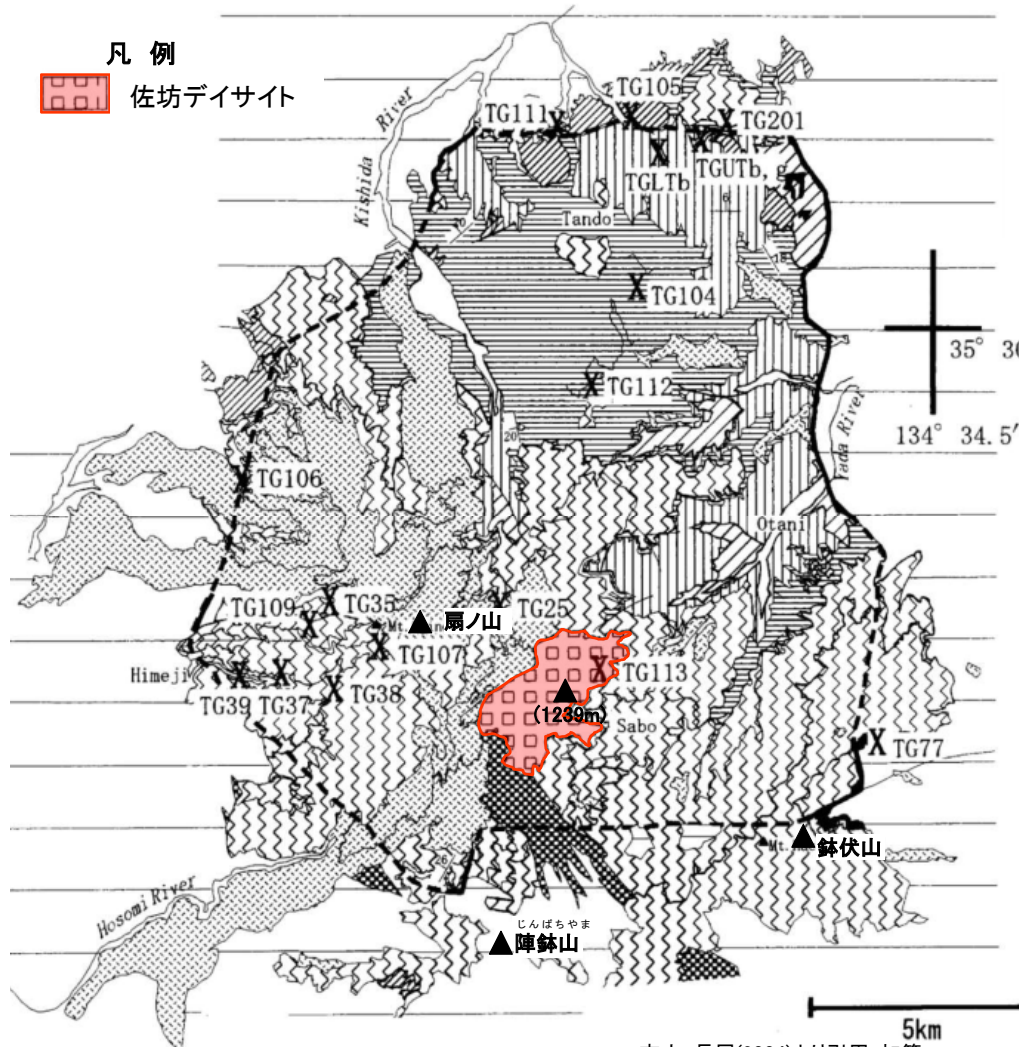
扇ノ山の噴出量一年代階段ダイヤグラム

a ■ 玄武岩質・安山岩質溶岩

古山ほか(1993)⁽²⁹⁾より引用・加筆

敷地の東方約134km, 鳥取県と兵庫県を境する最高標高約1239mの山地に位置する。古山・長尾(2004)⁽³⁰⁾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。

凡 例
 佐坊デイサイト



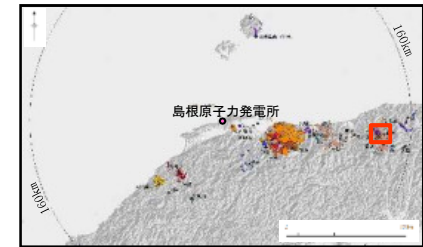
古山・長尾(2004)より引用・加筆

火山形式
溶岩流

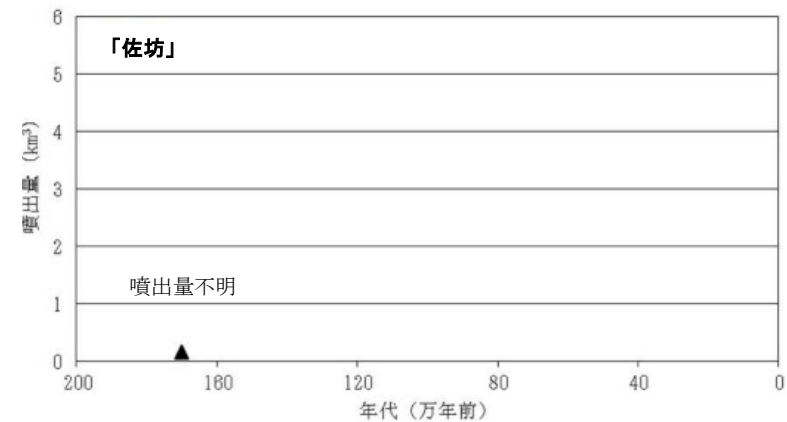
地質調査総合センター(2020)による

主な岩石
デイサイト

地質調査総合センター(2020)による

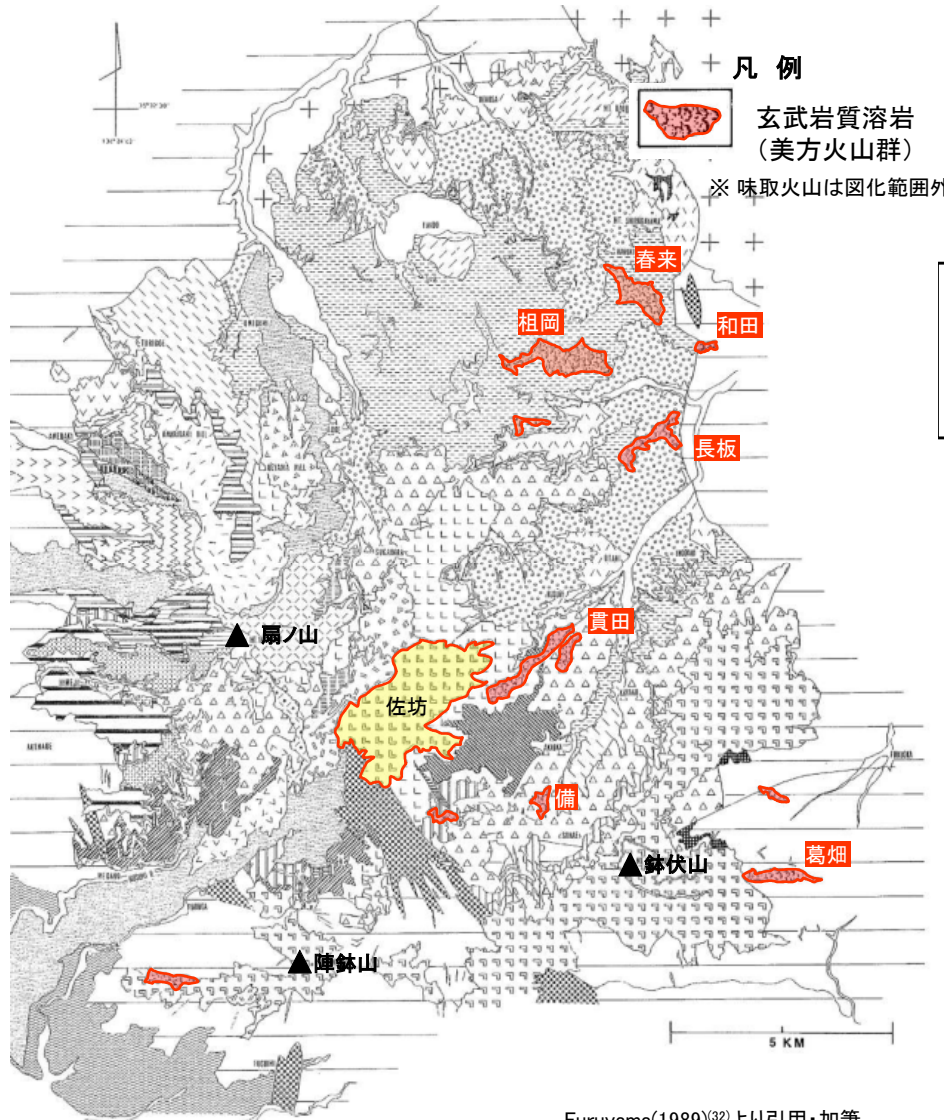


古山・長尾(2004)によると, 活動年代は約170万年前とされている。



噴出物年代: 古山・長尾 (2004)
佐坊の噴出量-年代階段ダイヤグラム

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

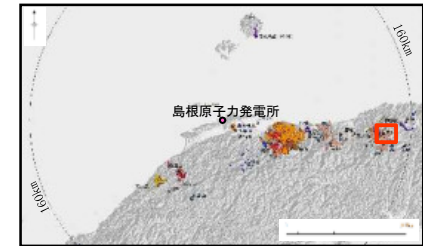
火砕丘, 溶岩流

地質調査総合センター(2020)による

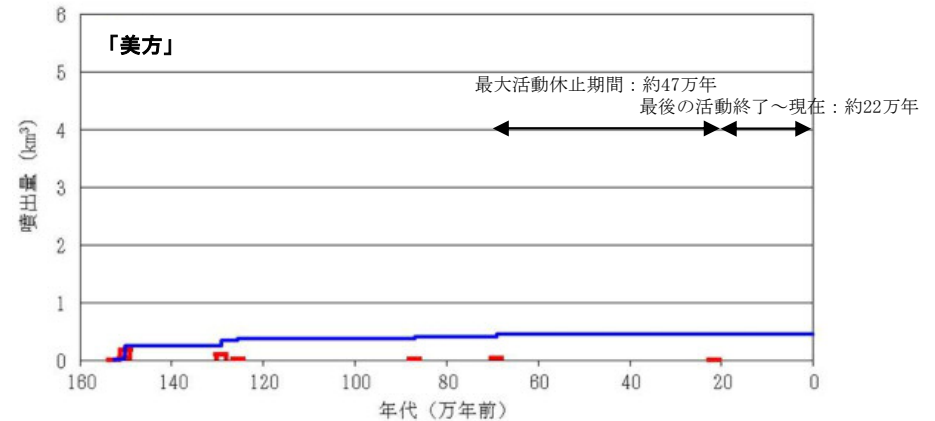
主な岩石

玄武岩, 安山岩

地質調査総合センター(2020)による



北から味取, 春來, 祖岡, 和田, 長板, 貴田, 備, 葛畑の溶岩流が分布している。Furuyama et.al.(1993)及び先山ほか(1995)⁽³¹⁾によると、活動年代は、味取が約22万年前、葛畑が約69万年前、そのほかは約158万年前～約87万年前とされている。

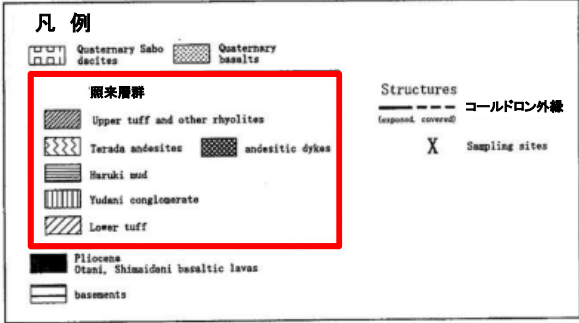
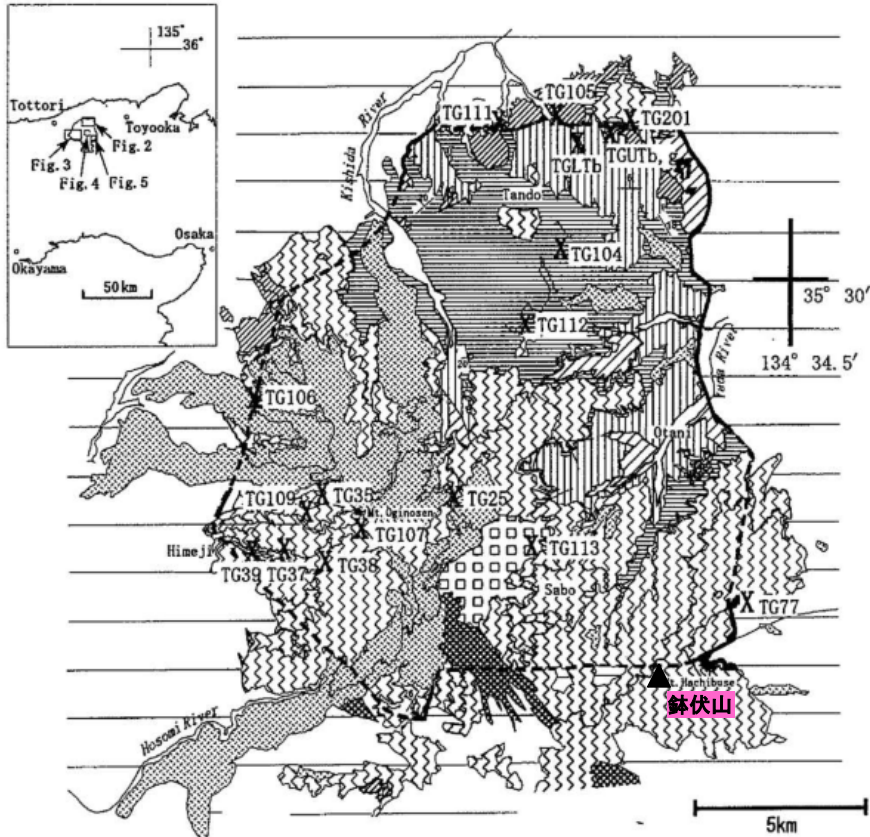


噴出量・噴出物年代: Furuyama et. al. (1993), 先山ほか(1995)

美方の噴出量一年代階段ダイヤグラム

Furuyama(1989)⁽³²⁾より引用・加筆

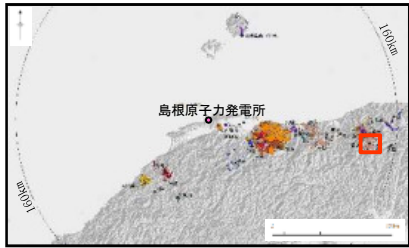
敷地の東方約139kmに位置する。兵庫県香美町の南端鉢伏山(標高約1221m)付近を中心とする複成火山である。西来ほか編(2012)によると、活動初期にコールドロンが形成され、その後安山岩火山山体・溶岩ドームが形成されたとされている。



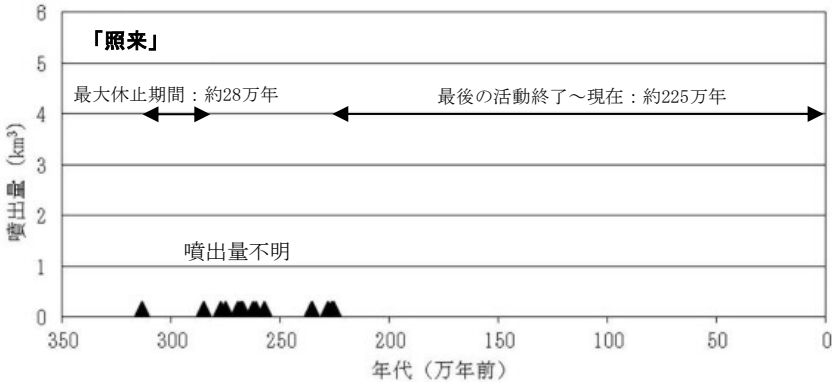
古山・長尾(2004)より引用・加筆

火山形式
火砕流, 複成火山
西来ほか編(2012)による

主な岩石
流紋岩, デイサイト
安山岩, 玄武岩質安山岩
西来ほか編(2012)による

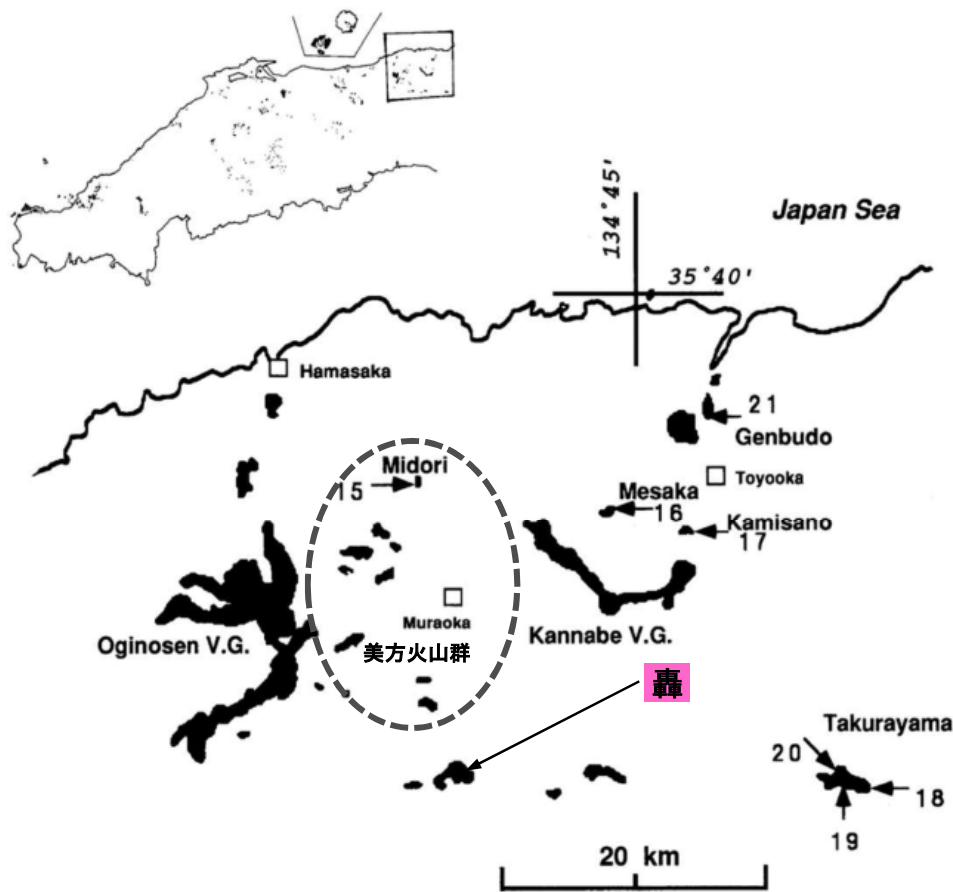


古山・長尾(2004)によると、活動年代は約313万年前～約225万年前とされている。



噴出物年代: 古山・長尾(2004)
照来の噴出量-年代階段ダイヤグラム

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)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。



a ■ 玄武岩質・安山岩質溶岩

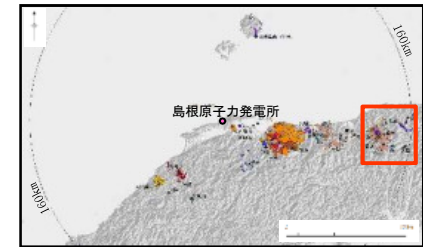
古山ほか(1993)より引用・加筆

火山形式
単成火山

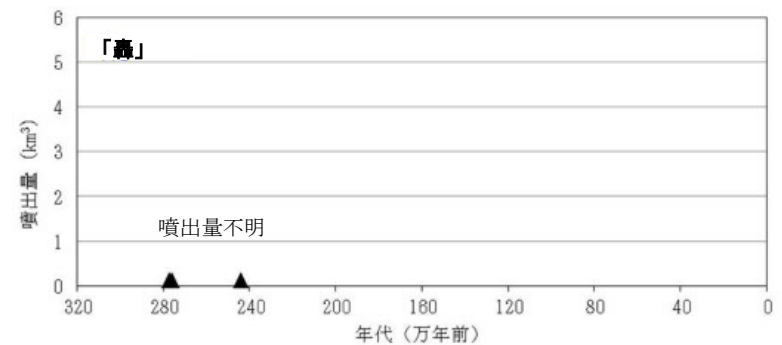
西来ほか編(2012)による

主な岩石
玄武岩

西来ほか編(2012)による



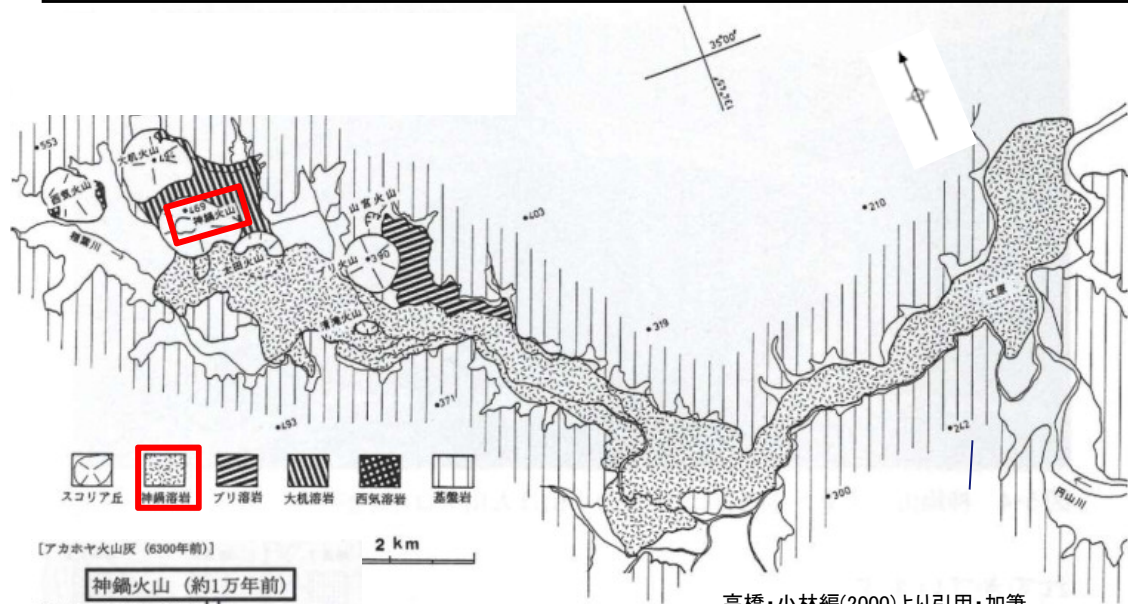
Furuyama et.al.(1993)及び先山ほか(1995)によると, 活動年代は約276万年前～約244万年前とされている。



噴出物年代: Furuyama et al. (1993), 先山ほか(1995)

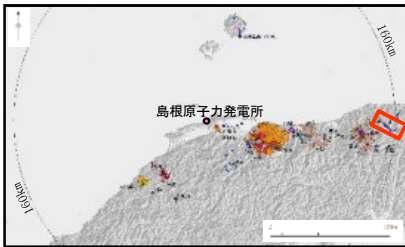
轟の噴出量一年代階段ダイヤグラム

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。

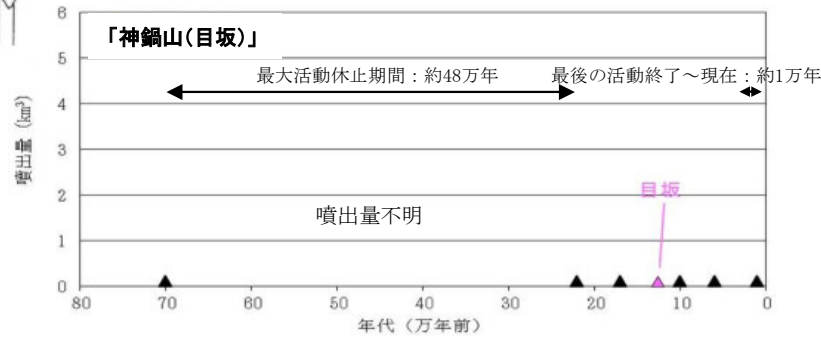
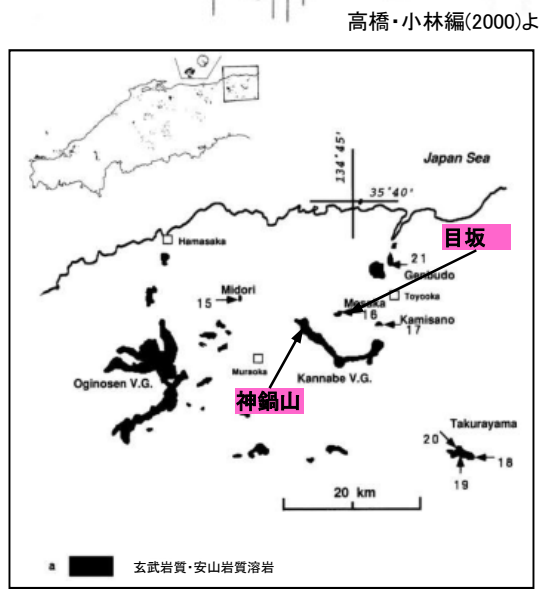


火山形式
 火砕丘
 溶岩流及び小型楕状火山
 地質調査総合センター(2020)による

主な岩石
 玄武岩
 地質調査総合センター(2020)による



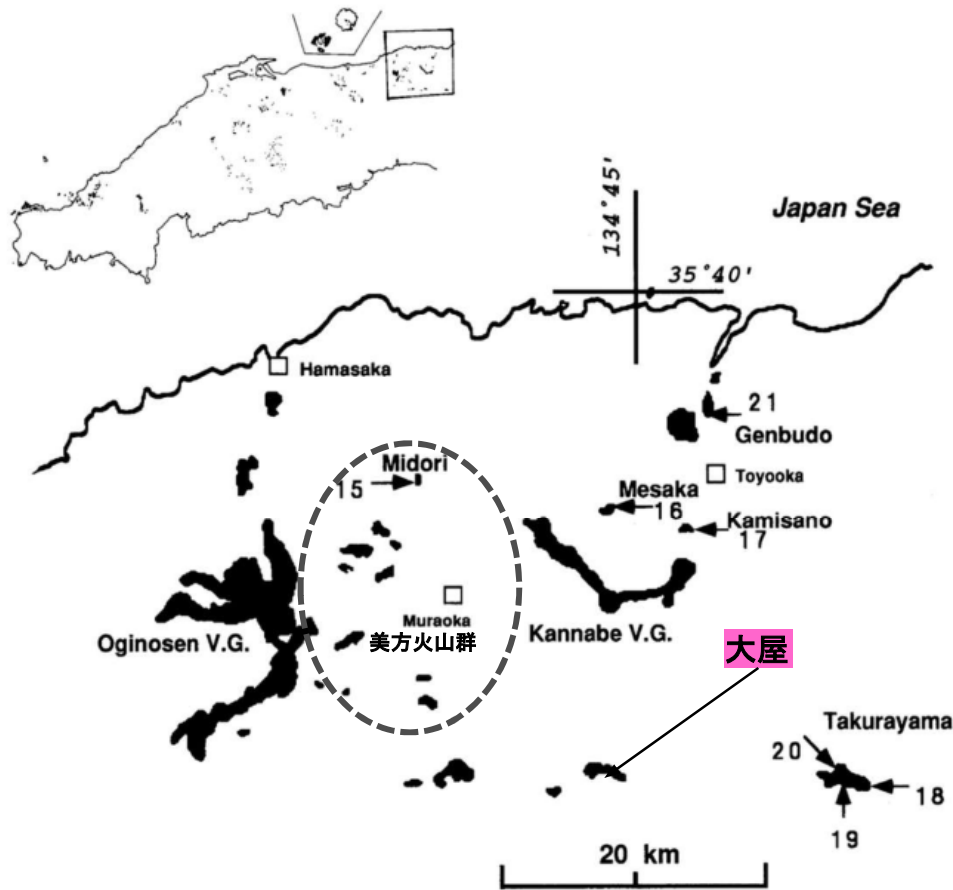
- ・高橋・小林編(2000)⁽³³⁾によると、火山活動は、西気火山の約70万年前に始まり、最新の活動は、約1万年前の神鍋山とされている。
- ・最新の神鍋山の噴火では、粘性の低い玄武岩質溶岩が約13kmにわたって谷沿いを流下している。



噴出年代：高橋・小林編(2000)
 神鍋山(目坂)の噴出量-年代階段ダイヤグラム

※古山ほか(1993)によると、目坂山の活動年代は 0.126 ± 0.014 Ma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(5km)ことから、神鍋山に統合して評価する。

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。



a ■■■■ 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

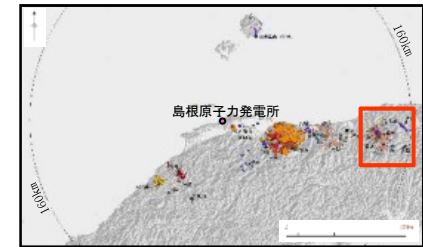
単成火山

西来ほか編(2012)による

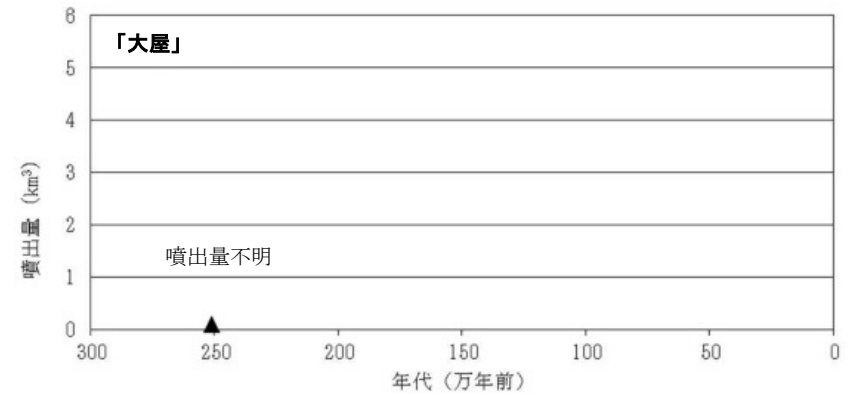
主な岩石

安山岩

西来ほか編(2012)による



Furuyama et.al.(1993)及び先山ほか(1995)によると, 活動年代は約251万年前とされている。



噴出物年代: Furuyama et al. (1993), 先山ほか(1995)

大屋の噴出量-年代階段ダイヤグラム

1. 第四紀火山について(三瓶山・大山を除く)
2. 火山灰に関する地質調査
3. 三瓶浮布テフラ噴出時の噴火規模について
4. DNPの噴出規模の算出に関する降灰層厚情報の補足資料
5. DNP等層厚線図面積の検証について
6. 防災科学技術研究所による地震波速度構造モデルについて
7. 既往文献による降下火砕物の体積算出方法の概要について
8. 火山灰シミュレーションにおける大気パラメータ及び噴煙柱高度の考え方について
9. その他
 - ・噴火の規模について
 - ・火砕岩の分類

- ・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、地質調査(露頭調査, トレンチはぎ取り標本調査, ボーリング調査)を行った。
- ・火山灰層は、町田・新井(2011)⁽³⁴⁾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。
- ・本報告の一部は、日本地質学会第126年学術大会において発表したものである(松田ほか(2019)⁽³⁵⁾)。

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】

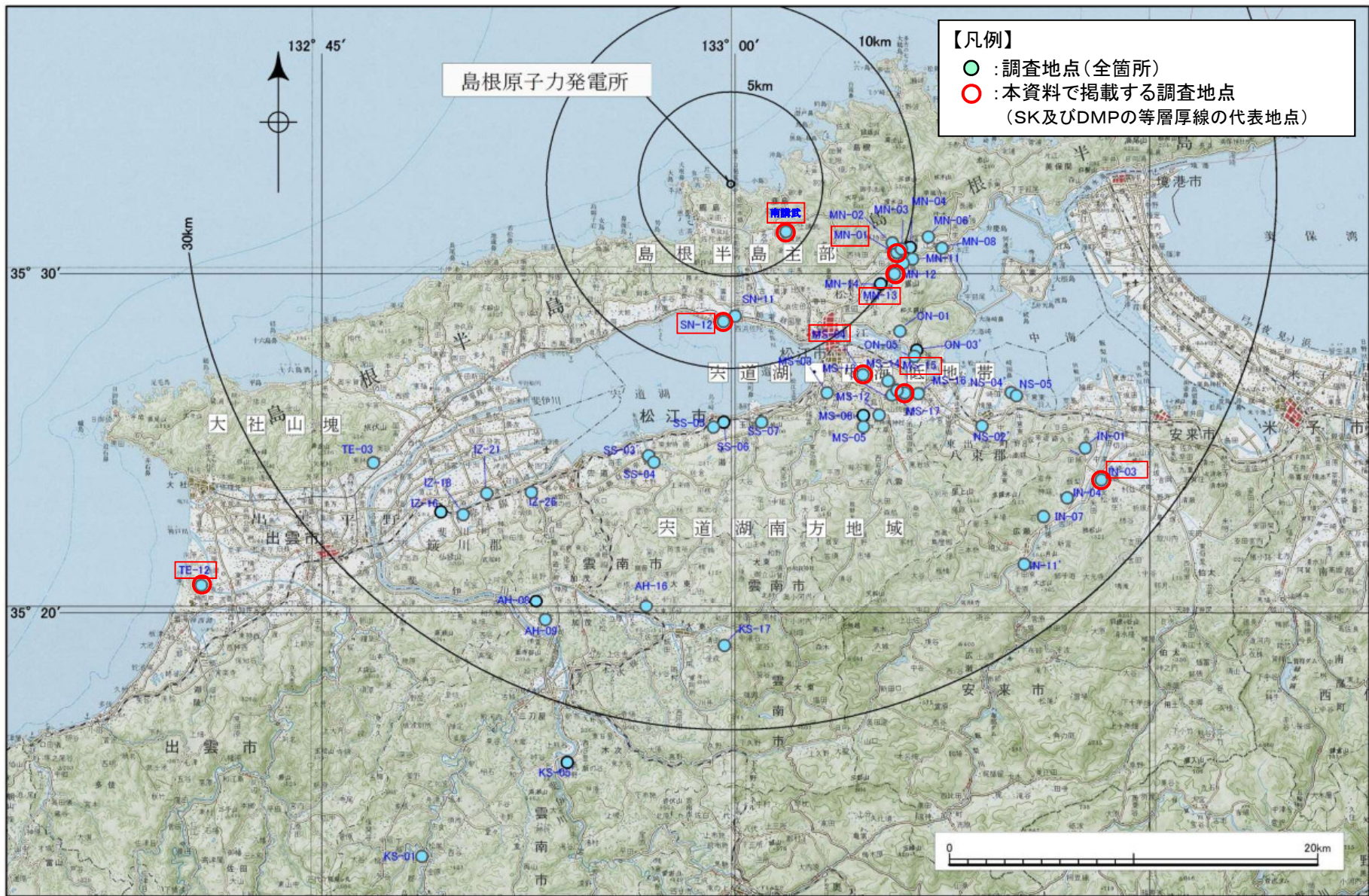
- ・堆積構造(平行葉理・斜交葉理)や逆級化構造など、一度堆積した火山灰が水により二次運搬されたと考えられる特徴が確認できる。
- ・堆積物中に木片や異質岩片などの不純物の混在が確認できる。
- ・構成粒子の淘汰が悪く、不均質であり、一度堆積した火山灰が風などにより他の物質と混合しながら二次運搬されたと考えられる特徴が確認できる。



室内分析による評価方法

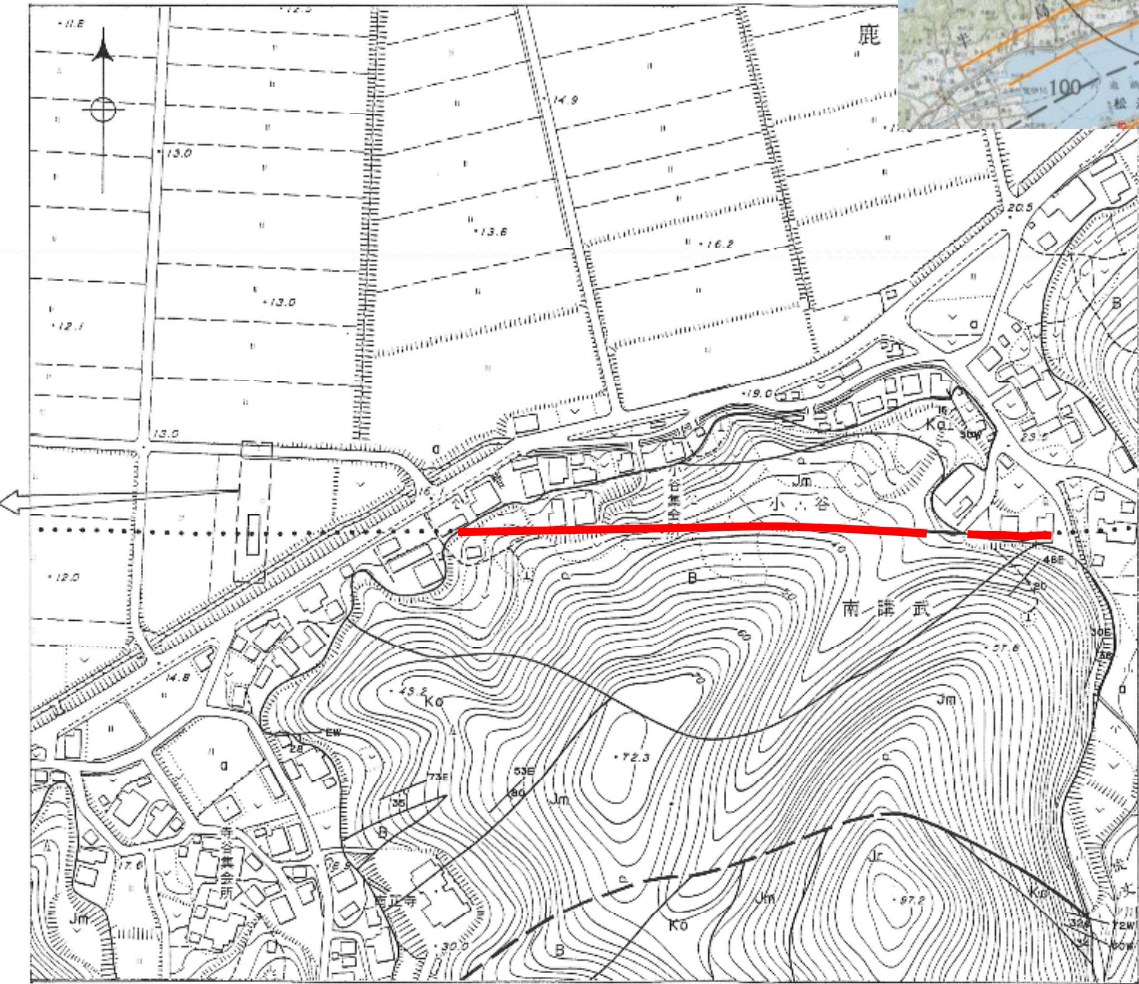
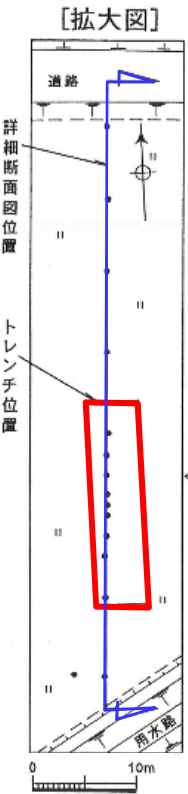
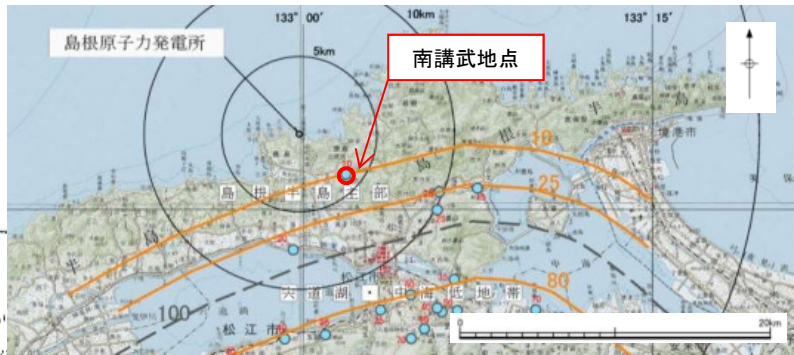
- ・火山灰層が土壌化しており、肉眼観察において、上記の特徴が明瞭でない場合は、連続試料採取による鉱物分析を実施する。
- ・火山灰本質物の量比が急激に減少する箇所等を特定し、純層／再堆積の境界を判別する。

調査位置図



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、三瓶木次テフラ(SK)及び大山松江テフラ(DMP)を確認した。



【凡例】 単位:cm
 — : SKの等層厚線(地質調査結果)
 ● : SKの降灰厚さ(地質調査結果)

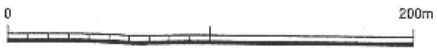
凡例

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	流紋岩溶岩(流紋岩質火砕岩, 貫入岩相を含む)
古浦層	Ko	砂岩(礫岩, 泥岩を挟む)
貫入岩類	B	ドレライト, 安山岩

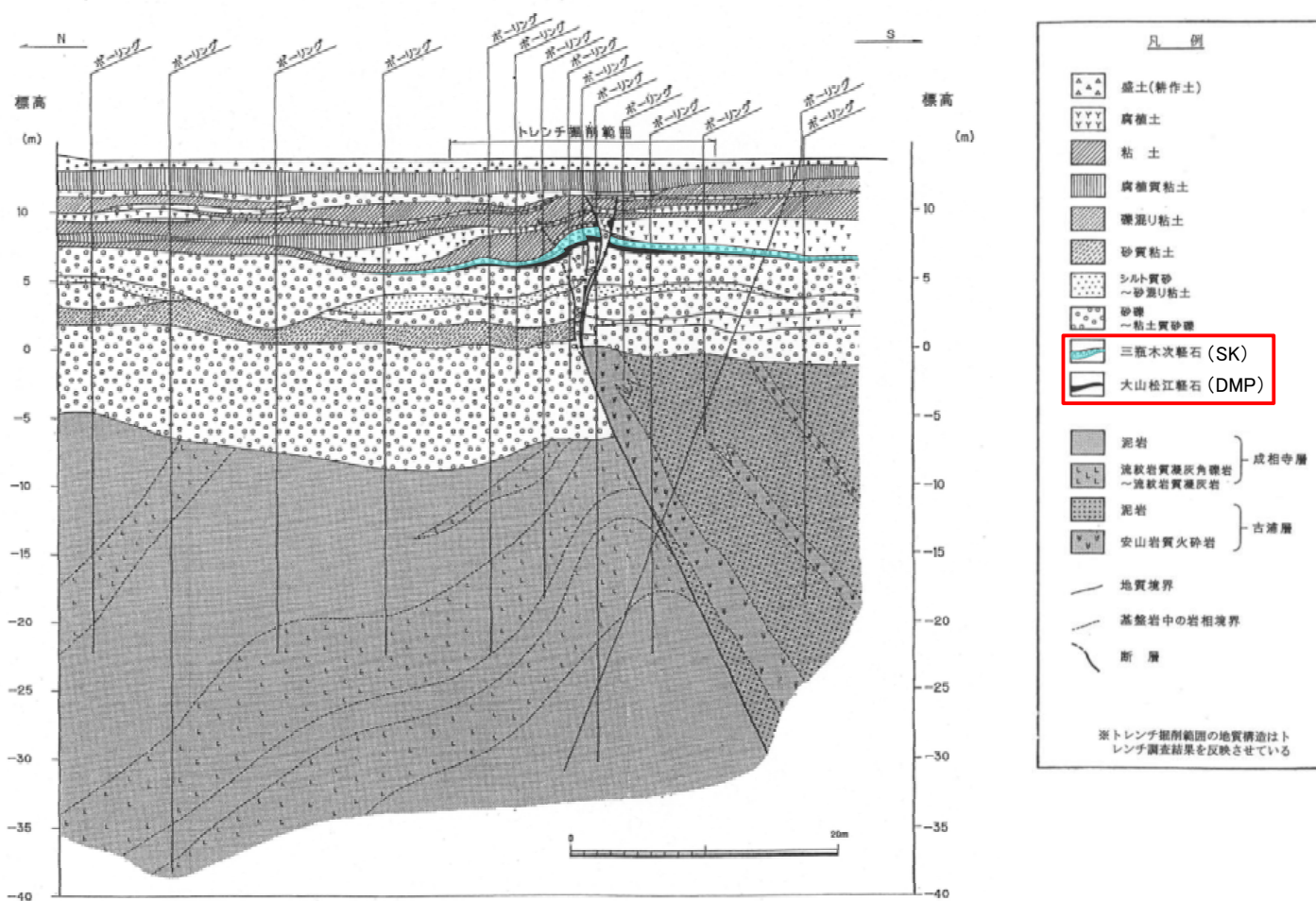
— 地層境界
 — 断層
 - - - 断層(推定)
 断層(伏在)
 — 層理面の走向・傾斜
 ▲ 断層面の走向・傾斜
 □ トレンチ位置
 [] 拡大図範囲

— 央道断層に対応する
変位地形・リニアメント(Aランク)

凡例
● ボーリング位置

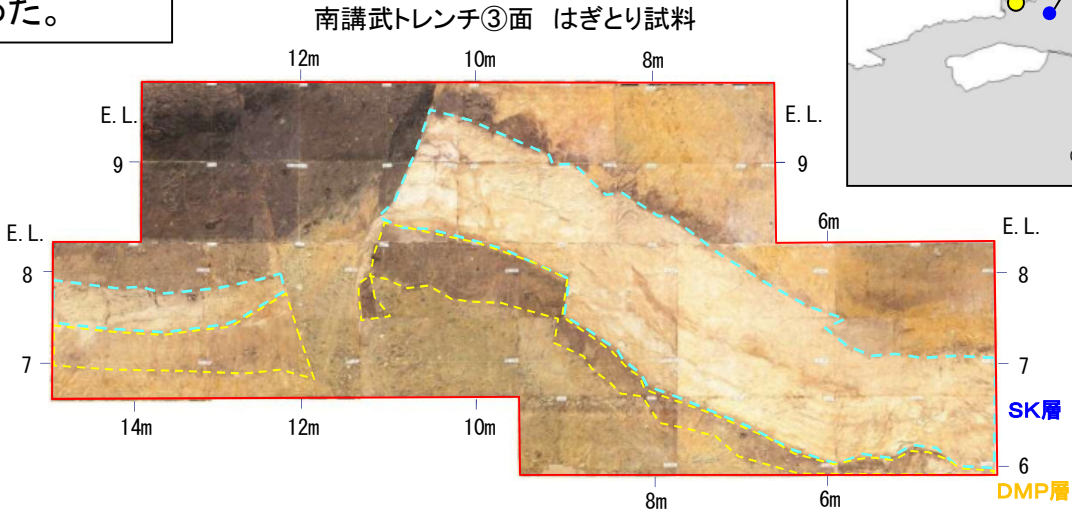
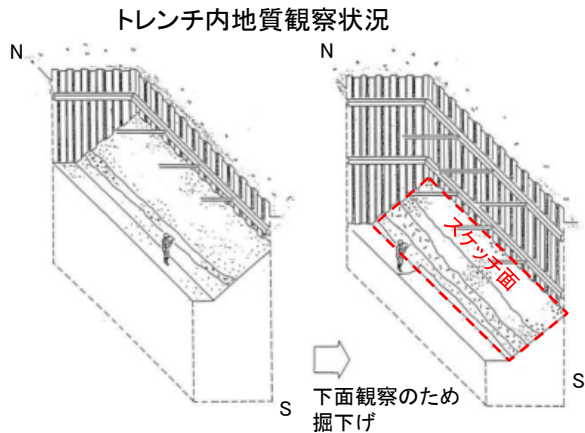
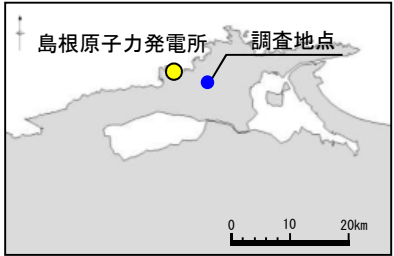


- ・南講武のボーリング調査及びトレンチ調査により, 南北方向の地質断面図を以下に示す。
- ・南講武には三瓶木次テフラ(SK)及び大山松江テフラ(DMP)が確認される。なお, 地質断面図上のSK及びDMPは, 降下火砕物を含む堆積層として表記している。
- ・SK及びDMPを含む堆積層は, トレンチ掘削範囲において最大層厚を示す。

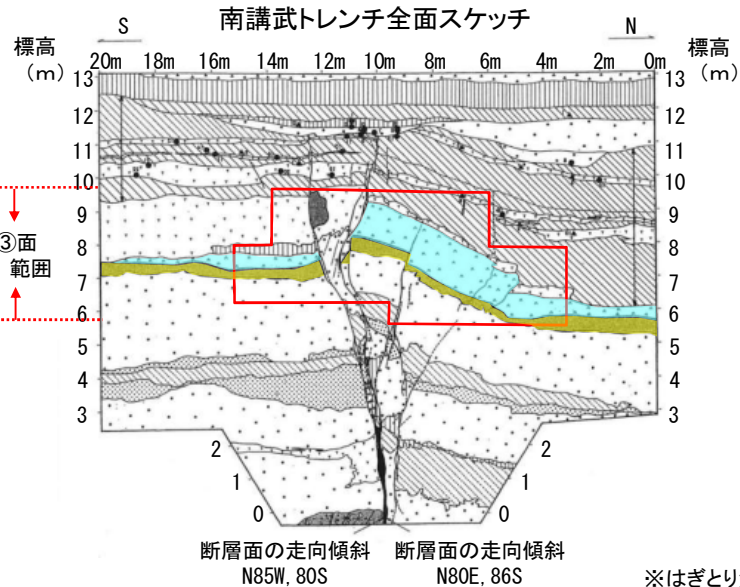
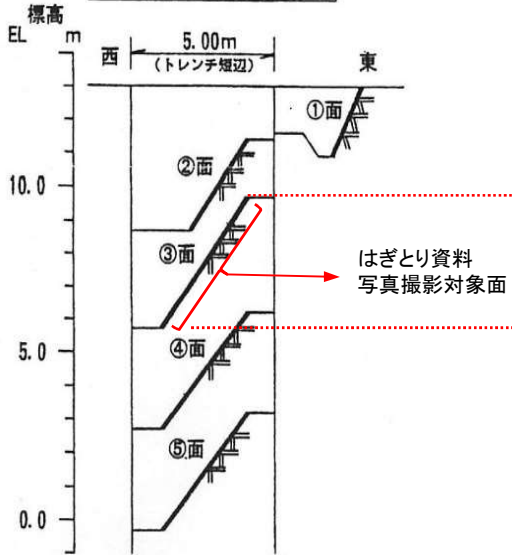


南講武地点(トレンチはぎ取り標本調査(観察範囲・方法))

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



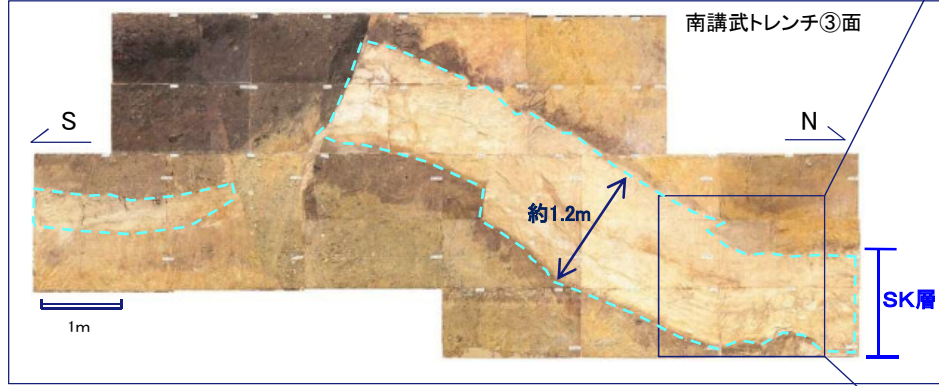
凡例

	硬土(砂状土)
	腐植土
	粘土
	腐植質粘土
	腐植質砂土
	砂質粘土
	シルト質砂 - 粘質土層
	砂質土
	一点土質砂層
	三坑木次礫石
	火山粉砕礫石
	火山岩質火砕層(古噴層)
	粗粒質土
	塩漬層(硬結は不明層)
	砂層(硬結は不明層)
	不明層

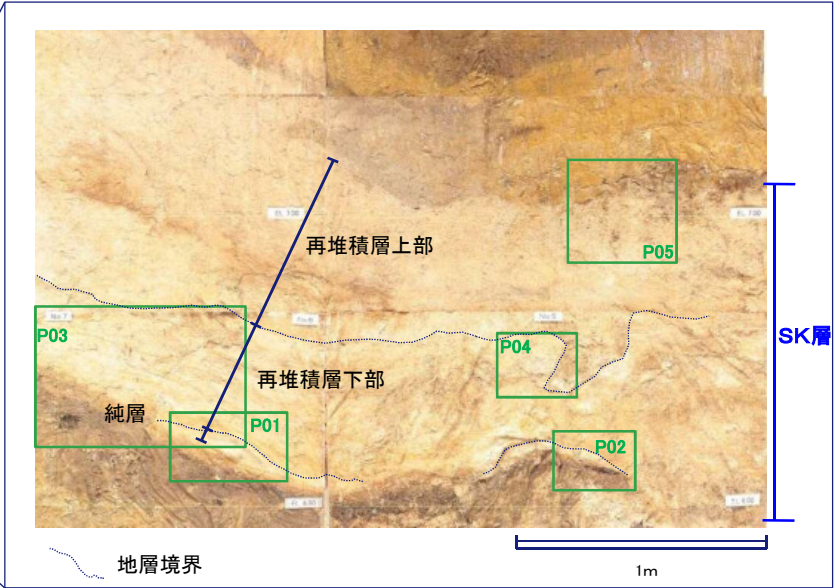
③面はぎとり資料写真撮影範囲

※はぎとり資料と整合性を持たせるためスケッチを反転

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。平均層厚は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。

葉理

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。

逆級化構造

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: 主に軽石からなり、多くの炭化木片や腐食質部を伴う。

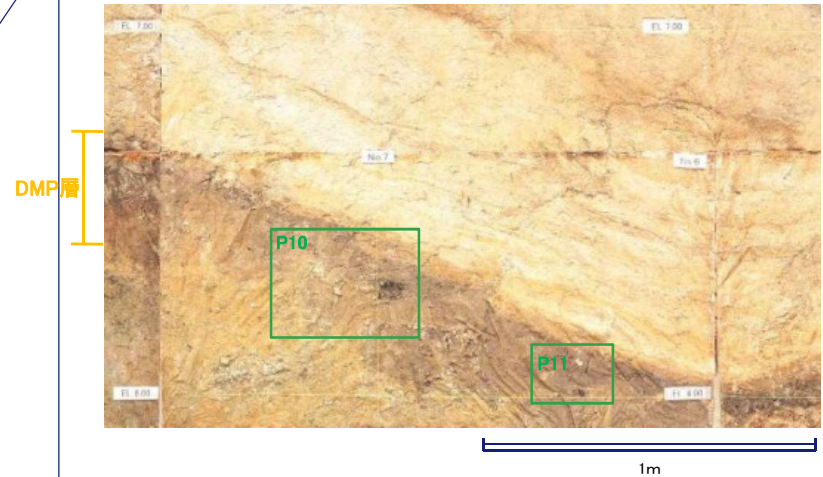
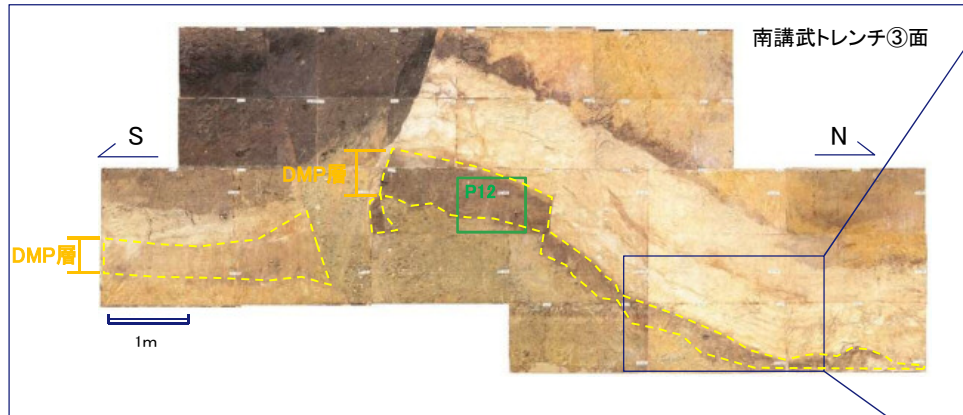
炭化木片

P05: 広範囲に大小さまざまな炭化木片が散在する。

- SK層は軽石主体であるが、不純物を混在する、または、堆積構造(葉理)や逆級化構造が認められる範囲を再堆積層と判断した。
- SK層の見かけの層厚約1.2mのうち、再堆積の特徴が認められない最下部の地層を純層と判断し、その層厚を10cmと評価する。

南講武地点(トレンチはぎ取り標本調査(観察結果(DMP層)))

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。

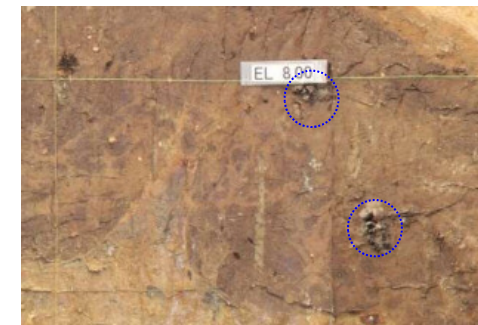
○ 異質礫 ○ 炭化木片



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。



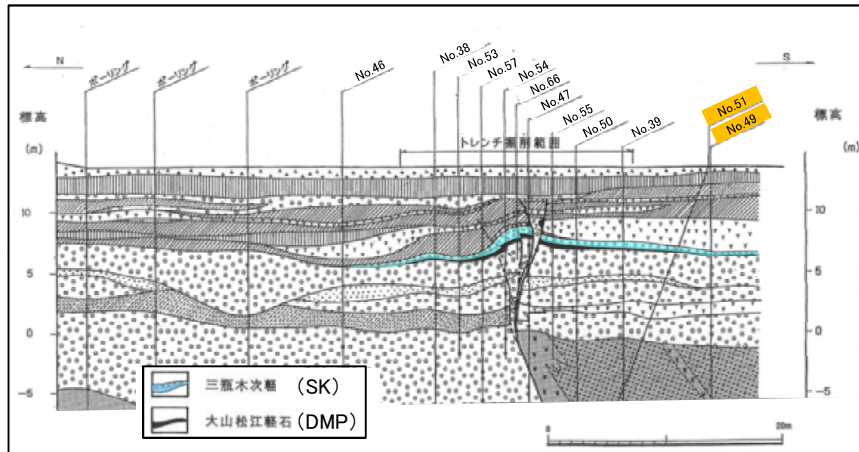
P11: 炭化木片が散在している。



P12: 径5cm～数mm程の炭化木片が散在している。

・DMP層は、不純物を多く混在するシルト～砂質からなるため、再堆積層であり純層は認められない。

南講武地点(ボーリング調査(宍道断層南側(トレンチ掘削範囲の南側)))



・南講武トレンチ掘削範囲の南側で実施したボーリング結果によると、SK層及びDMP層が確認されるが、いずれも堆積層中に木片や異質岩片などの不純物を混在する再堆積層と判断した。

凡例
 : SK層
 : DMP層

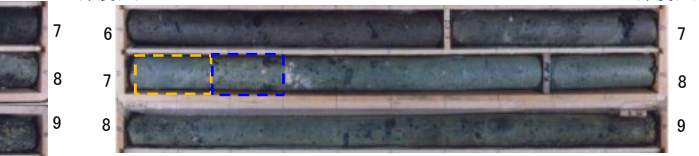
No.51

SK層:再堆積層38cm DMP層:再堆積層13cm



No.49

SK層:再堆積層16cm DMP層:再堆積層13cm



No.51 深度7.24m~7.40m 安山岩礫

泥岩礫 木片・腐植物

深度7.24~7.62mがSK層である。腐植物が混在する礫混じりシルトで火山ガラスや石英・長石等の鉱物粒を含む。また、安山岩等の礫を混入する。

No.49 深度7.02m~7.17m

木片 安山岩礫

腐植物

深度7.01m~7.17mがSK層である。やや火山灰質な砂質シルトで、火山ガラスや石英・長石の鉱物粒を含む。また、木片等の腐植物を混入する。

No.51 深度7.62m~7.76m 石英粒

安山岩礫

腐植物含み黒色化

深度7.62~7.75mがDMP層である。長石・石英の鉱物粒が多く含まれている腐植質シルトで、安山岩等の礫を混入する。

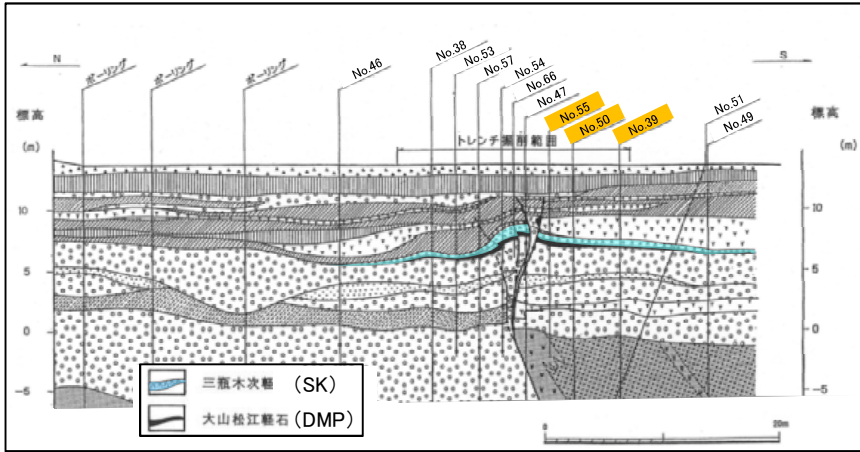
No.49 深度7.18m~7.31m

木片・腐植物

流紋岩礫

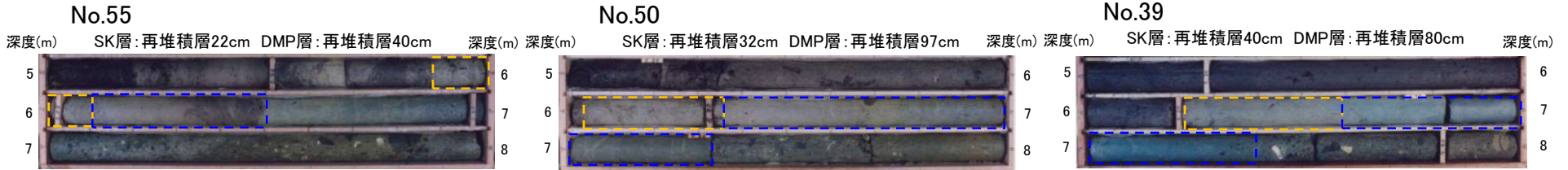
深度7.17~7.30mがDMP層である。木片を多く含む礫混じりシルトで、長石・石英の鉱物粒を多く含む。また、流紋岩礫を混入する。

南講武地点(ボーリング調査(宍道断層南側(トレンチ掘削範囲)))



・南講武トレンチ掘削範囲の宍道断層南側で実施したボーリング結果によると, SK層及びDMP層が確認されるが, いずれも不純物を混在する再堆積層と判断した。

凡例
 : SK層
 : DMP層



No.55 深度5.87m~6.00m
 軽石
 深度5.88~6.10mがSK層である。軽石が混在する砂質土でやや腐植質である。また、木片を混入する。
 木片

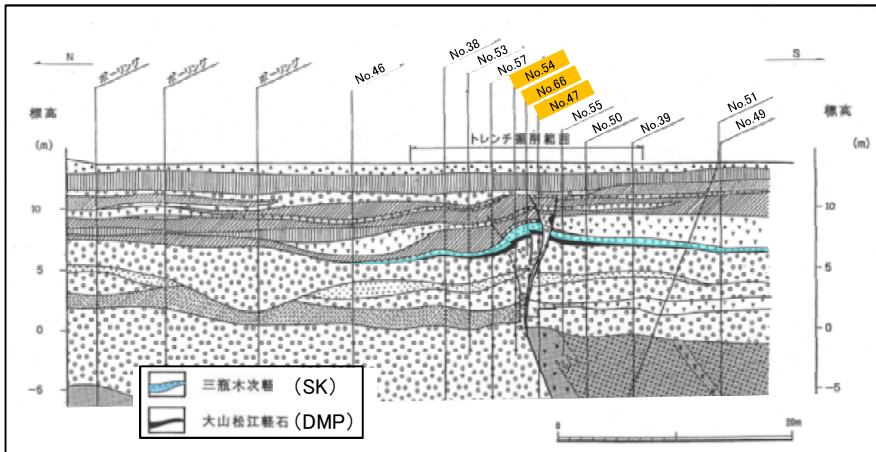
No.50 深度6.10m~6.23m
 木片
 軽石
 深度6.03~6.35mがSK層である。軽石や石英・長石の鉱物粒を多量に含むシルトである。また、木片等の不純物を混入する。
 長石粒

No.39 深度6.30m~6.43m
 木片・腐植物
 泥岩礫
 深度6.20~6.60mがSK層である。石英・長石の鉱物粒を含むシルト層で木片や丸みを帯びた泥岩礫を混入する。

No.55 深度6.15m~6.29m
 木片
 長石粒
 深度6.10~6.50mがDMP層である。長石・石英の鉱物粒が多く含まれている砂質土であり、木片を混入する。

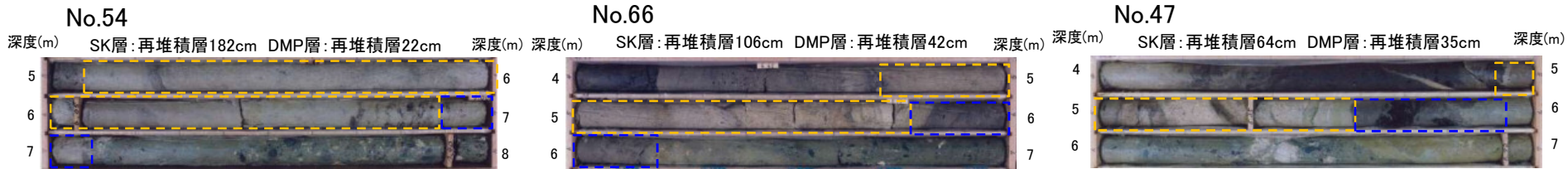
No.50 深度6.70m~6.83m
 木片
 角閃石or輝石
 深度6.35~7.32mがDMP層である。長石・石英の鉱物粒が多く含まれている砂質シルトであり、木片を混入する。

No.39 深度6.89m~6.93m
 木片・腐植物
 長石粒 石英粒
 深度6.60~7.40mがDMP層である。上位のSK層よりも細粒なシルト層で、石英・長石の鉱物粒を含む。また、木片等の腐植物が散在する。



・南講武トレンチ掘削範囲(宍道断層付近)で実施したボーリング結果によると、SK層及びDMP層が確認されるが、いずれも不純物を混在する、または、堆積構造等が認められることから再堆積層と判断した。

凡例
SK層
DMP層



No.54 深度5.85m~6.00m 木片

深度5.08~6.90mがSK層である。このうち、深度5.90~6.05m間が堆積構造の認められない軽石主体の火山灰層であるが、木片を混入する。

軽石層

No.66 深度5.60m~5.76m

深度4.70~5.76mがSK層である。このうち、深度5.35~5.76m間が軽石主体の火山灰層であるが、木片等の腐植物を混入し、最下部付近に堆積構造が認められる。

堆積構造
植物片

No.47 深度5.20m~5.35m

下位に向かって細粒化

深度4.93~5.57mがSK層である。このうち、深度5.15~5.57m間は軽石主体の火山灰層であるが、葉理とみられる堆積構造(軽石の配列)や、下部に向かって細粒となる逆級化構造が認められる。

堆積構造

No.54 深度6.85m~7.00m

深度6.90~7.12mがDMP層である。長石・石英の鉱物粒が多く含まれている火山灰質シルトであるが、木片等の腐植物を混入する。

木片

No.66 深度5.80m~5.95m

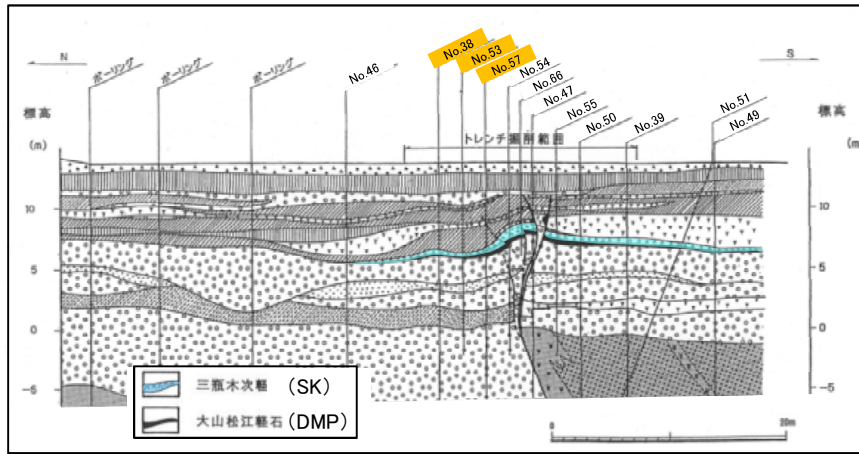
深度5.76~6.18mがDMP層である。長石・石英の鉱物粒が多く含まれる腐植質シルトで、木片を混入する。

石英・長石粒
木片

No.47 深度5.70m~7.85m

深度5.57~5.92mがDMP層である。火山ガラスや石英・長石等の鉱物粒を多く含む腐植質シルトで、木片や礫を混入する。

腐植物
礫



・南講武トレンチ掘削範囲の宍道断層北側で実施したボーリング結果によると, No.38のSK層において軽石主体の火山灰層が認められ, その層厚(純層)は10cmと判断した。
・その他のSK層及びDMP層は, いずれも不純物を混在する, または, 堆積構造等が認められることから再堆積層と判断した。

No.57 深度6.95~7.00m拡大



凡例
[] : SK層
[] : DMP層

No.38 SK層: 純層10cm, 再堆積層16cm
DMP層: 再堆積層42cm

深度(m) 6, 7, 8

No.53 SK層: 再堆積層7cm DMP層: 再堆積層79cm

深度(m) 6, 7, 8, 9

No.57 SK層: 再堆積層35cm DMP層: 再堆積層35cm

深度(m) 6, 7, 8, 9

No.38 深度7.15m~7.30m

深度7.04~7.30mがSK層である。このうち, 深度7.20~7.30m間が堆積構造の認められない軽石主体の火山灰層であり, 層厚10cmの純層と判断した。
軽石層(純層)

No.53 深度7.65m~7.80m 腐植物

堆積構造

深度7.69~7.76mがSK層である。軽石主体の火山灰層であるが, 腐植物を混入するほか, 明瞭な堆積構造が認められる。

No.57 深度6.85m~7.00m

深度6.70~7.05mがSK層である。このうち, 深度6.95~7.05m間は軽石主体の火山灰層であるが, 堆積構造が認められる。

No.38 深度7.50m~7.65m 腐植物

深度7.30~7.72mがDMP層である。長石・石英の鉱物粒を含む腐植質シルトで軽石が点在する。また, 流紋岩礫を混入する。
流紋岩礫

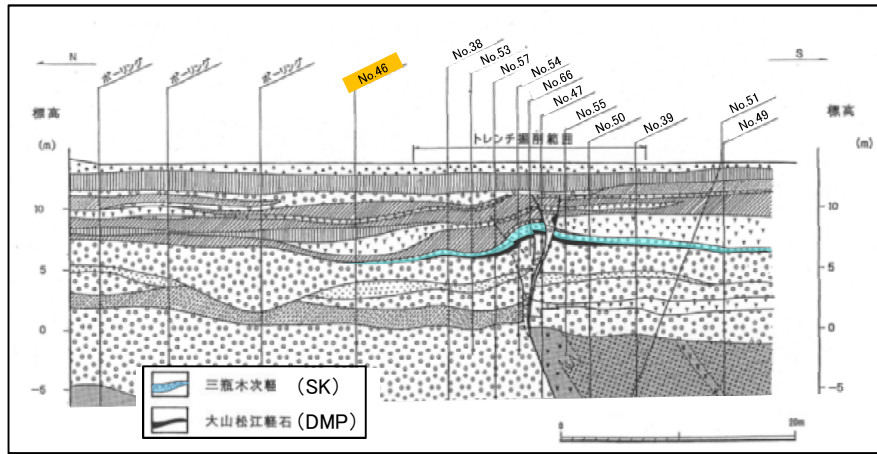
No.53 深度7.80m~7.95m

深度7.76~8.55mがDMP層である。軽石のほか角閃石・長石等の鉱物粒が多く含まれる礫混じりシルトで, 木片のほか砂岩・泥岩礫を混入する。
砂岩礫 木片

No.57 深度7.05m~7.20m

深度7.05~7.40mがDMP層である。火山ガラスや石英・長石等の鉱物粒を多く含む腐植質シルトで, 木片や砂岩礫を混入する。
腐植物 砂岩礫

南講武地点(ボーリング調査(宍道断層北側(トレンチ掘削範囲の北側)))

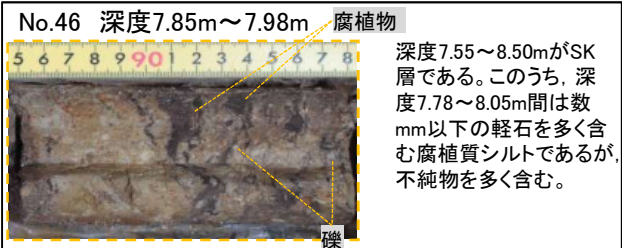
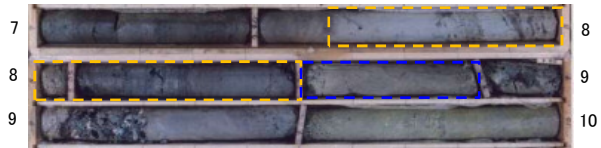


・南講武トレンチ掘削範囲の北側で実施したボーリング結果によると、SK層及びDMP層が確認されるが、いずれも不純物を混在する再堆積層と判断した。

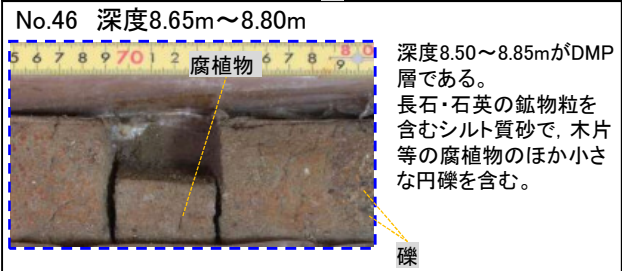
凡例
 [Yellow dashed box] : SK層
 [Blue dashed box] : DMP層

No.46

深度(m) SK層:再堆積層95cm DMP層:再堆積層35cm 深度(m)

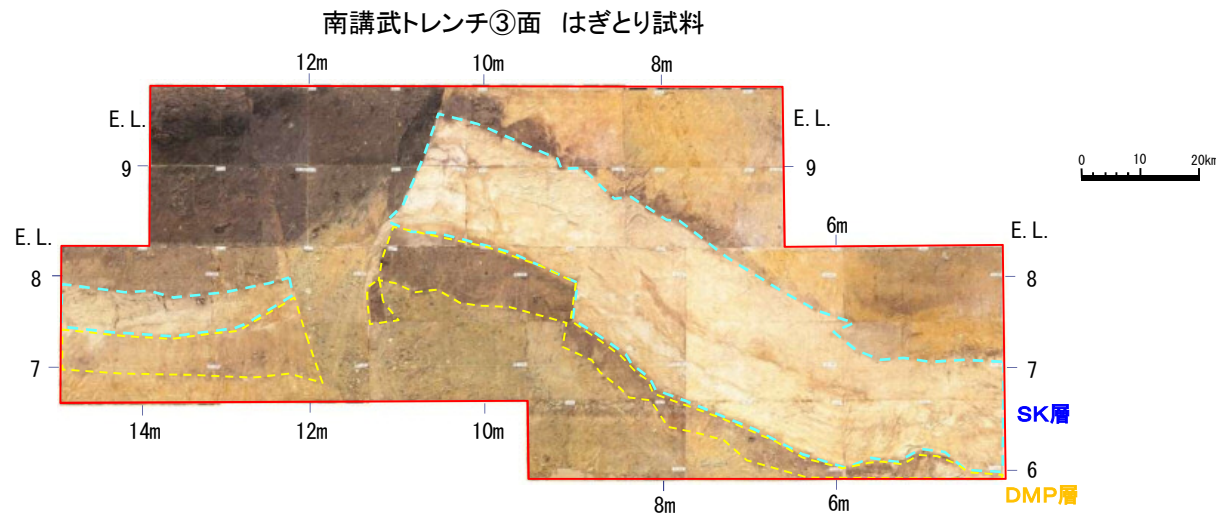


No.46 深度7.85m~7.98m 腐植物
 深度7.55~8.50mがSK層である。このうち、深度7.78~8.05m間は数mm以下の軽石を多く含む腐植質シルトであるが、不純物を多く含む。



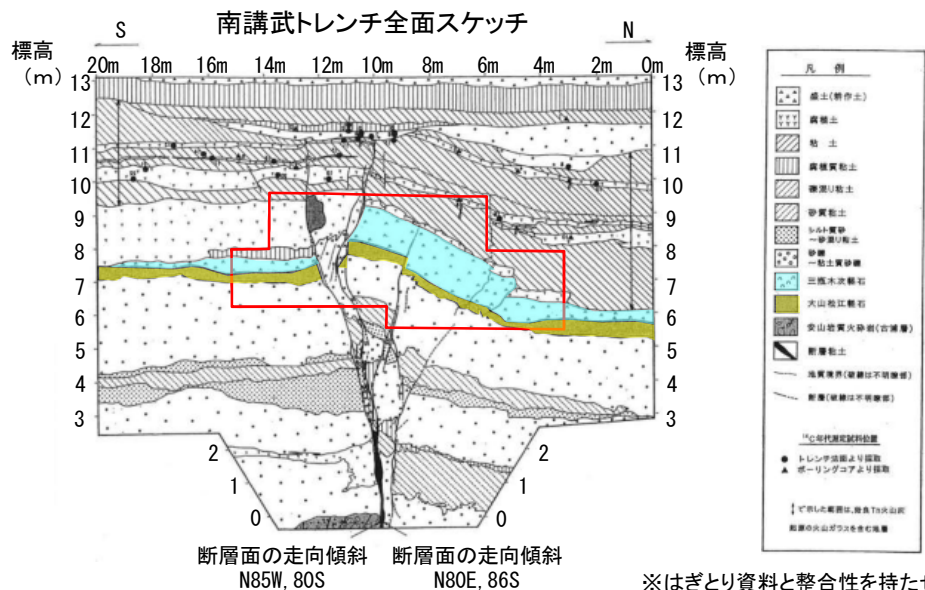
No.46 深度8.65m~8.80m
 腐植物
 深度8.50~8.85mがDMP層である。長石・石英の鉱物粒を含むシルト質砂で、木片等の腐植物のほか小さな円礫を含む。

南講武地点(トレンチはぎ取り標本調査等を踏まえた堆積環境に関する検討)



【SK及びDMP降灰時の堆積環境】

- ・DMP層は、軽石をわずかに含むシルト～砂質主体の再堆積層であり、その上位に軽石主体のSK層が堆積していることから、DMP層とSK層との間に大きな時間間隙はないと考えられる。
- ・SK層は、一部で純層が認められ、その上部の再堆積層も軽石主体であることから、SK層内の純層と再堆積層との間に大きな時間間隙はなく、降灰時の堆積環境が保存されたと考えられる。
- ・SK層及びDMP層は、宍道断層付近に局所的に厚く堆積していることから、これらの堆積時には、断層付近に局所的な窪みが存在していた可能性が考えられる。



③面はぎとり資料
写真撮影範囲

※はぎとり資料と整合性を持たせるためスケッチを反転

【三瓶木次テフラ(SK)の層厚評価】

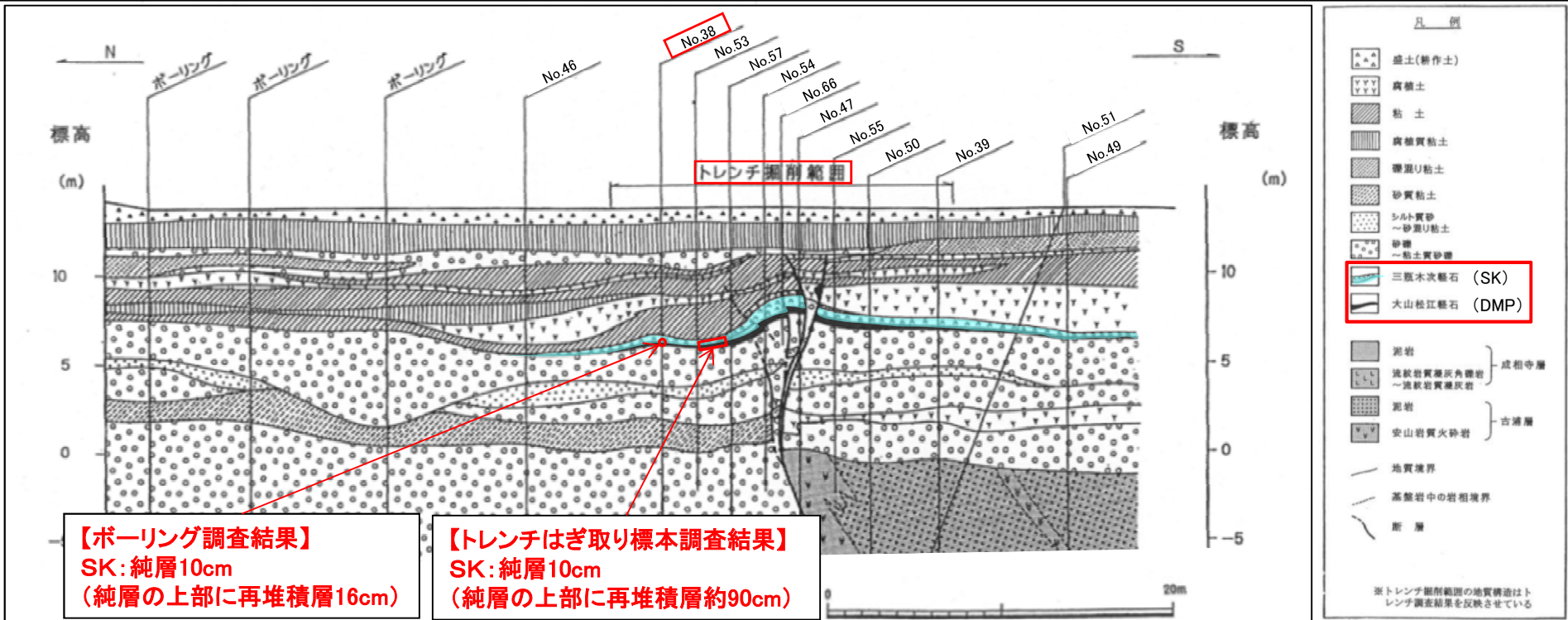
- ・SK層は、軽石主体であり突道断層付近において最大層厚を示すが、不純物を混在する、または、堆積構造(葉理)や逆級化構造が認められる範囲を再堆積層と判断した。
- ・トレンチはぎ取り標本調査結果によると、SK層は、突道断層北側の一部で純層が認められ、その層厚は10cmである。
- ・ボーリング調査結果によると、SK層は、突道断層北側のNo.38の深度7.2~7.3m区間において純層が認められ、その層厚は10cmである。

【大山松江テフラ(DMP)の層厚評価】

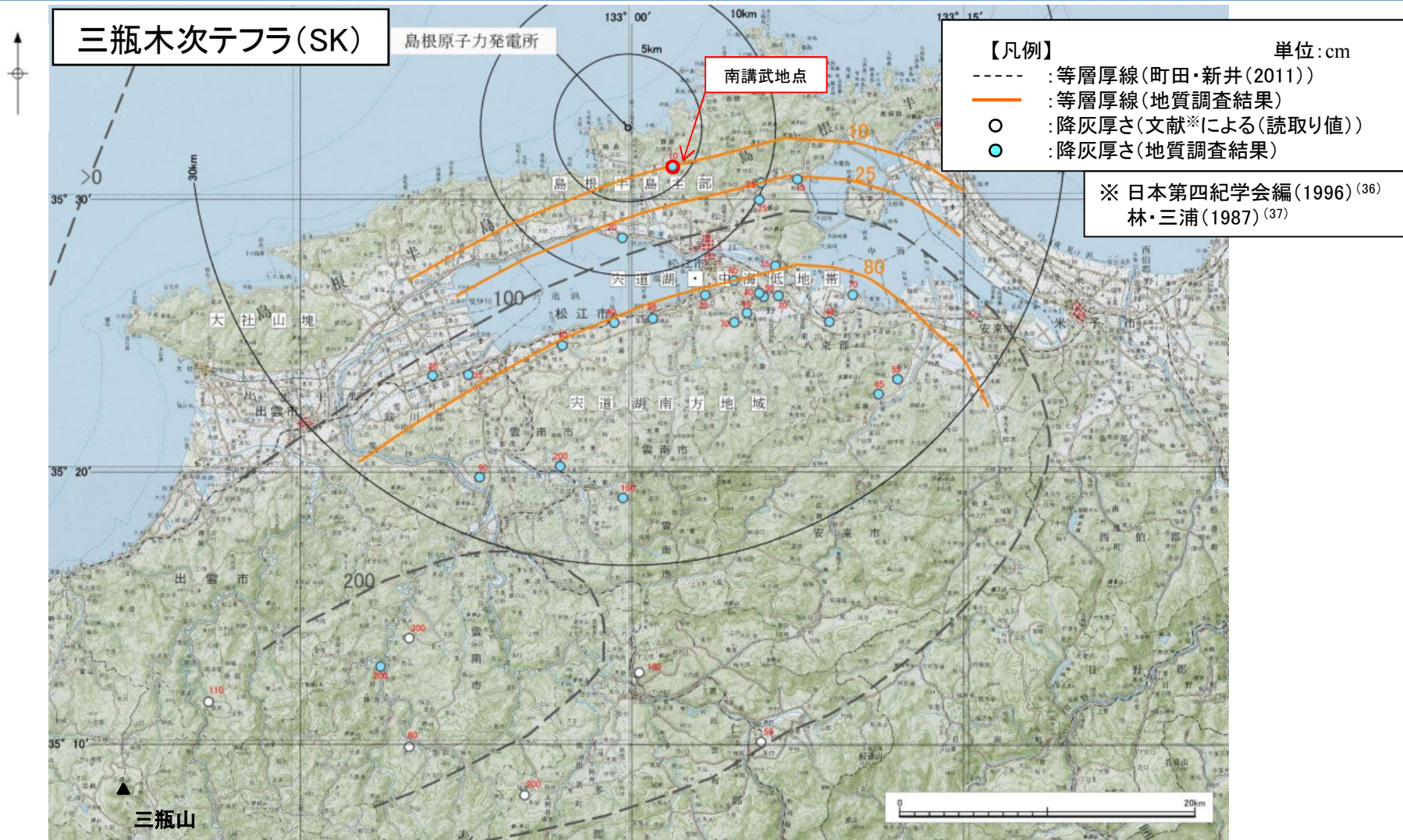
- ・DMP層は、いずれも不純物を多く混在するシルト~砂質からなるため、再堆積層であり純層は認められない。

【堆積環境に関する検討】

- ・SK層及びDMP層のほとんどは、河川等により二次運搬された堆積物と考えられ、トレンチはぎ取り標本調査結果及びボーリング調査結果において不純物を混在する堆積層が認められること等と整合する。



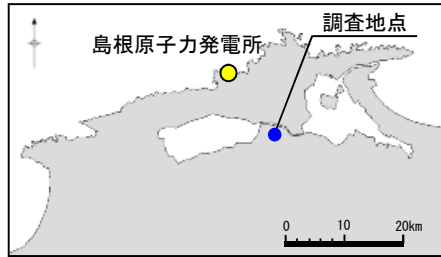
南講武地点(火山灰層厚評価(まとめ))



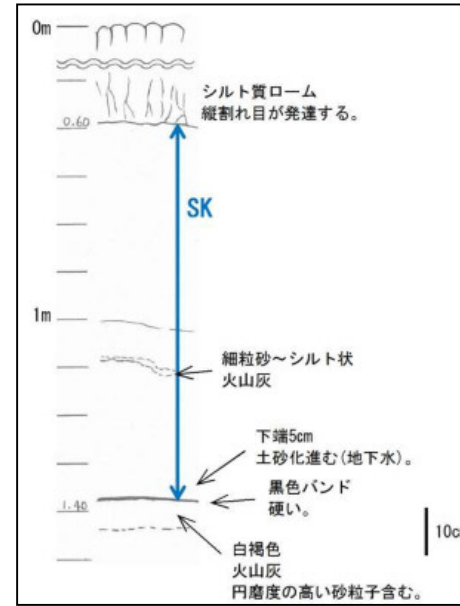
・南講武のトレンチはぎ取り標本調査及びボーリング調査により火山灰の層厚確認を行った結果, SKの純層10cmが確認される。また, DMPの純層は確認されない。

・複数地点で確認した層厚から作成した層厚コンター図との整合性も考慮すると, 南講武における降灰層さは概ね10cm程度であると考えられる。

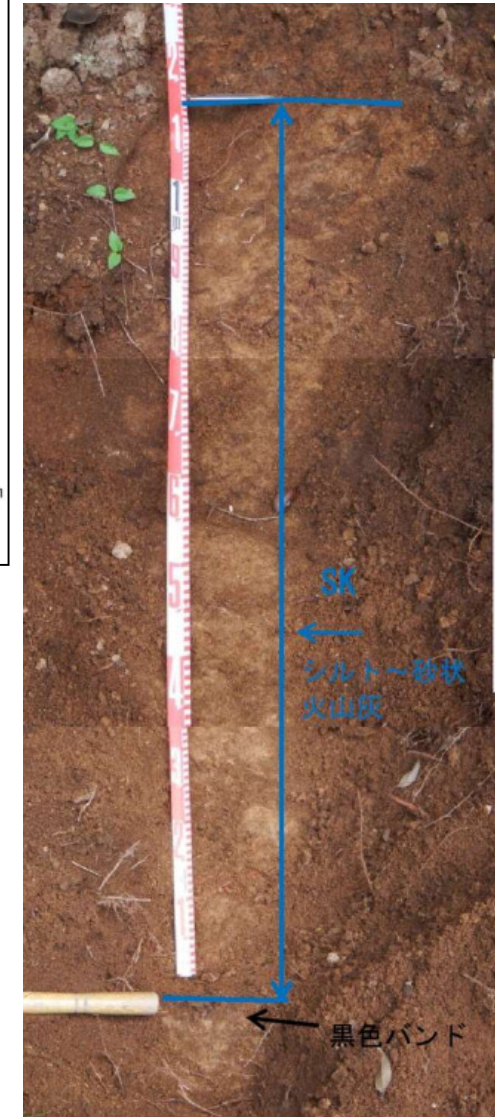
露頭調査 (SK調査地点 (MS-04))



露頭全景写真



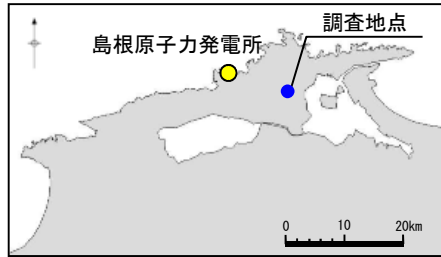
露頭柱状図



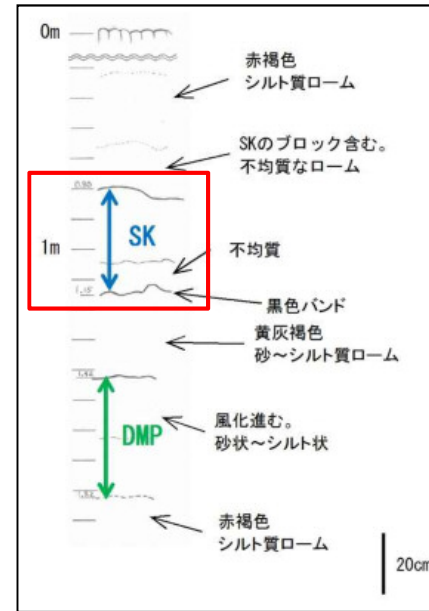
露頭近景写真

露頭区分	(1)法道	(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。]						

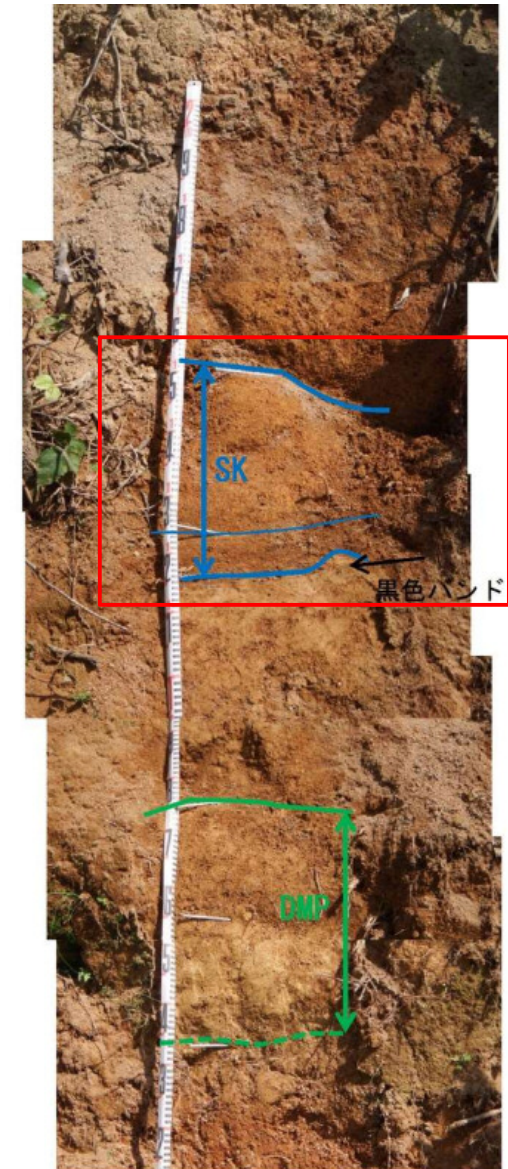
露頭調査 (SK調査地点 (MN-01))



露頭全景写真



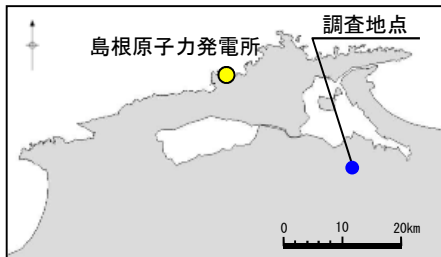
露頭柱状図



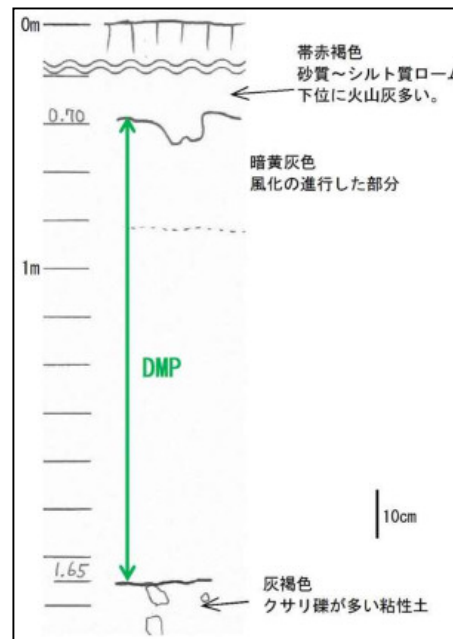
露頭近景写真

露頭区分	(1)法面 (2)河床 (3)河岸 (4)浸食崖 (5)磯 (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は鉍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>						

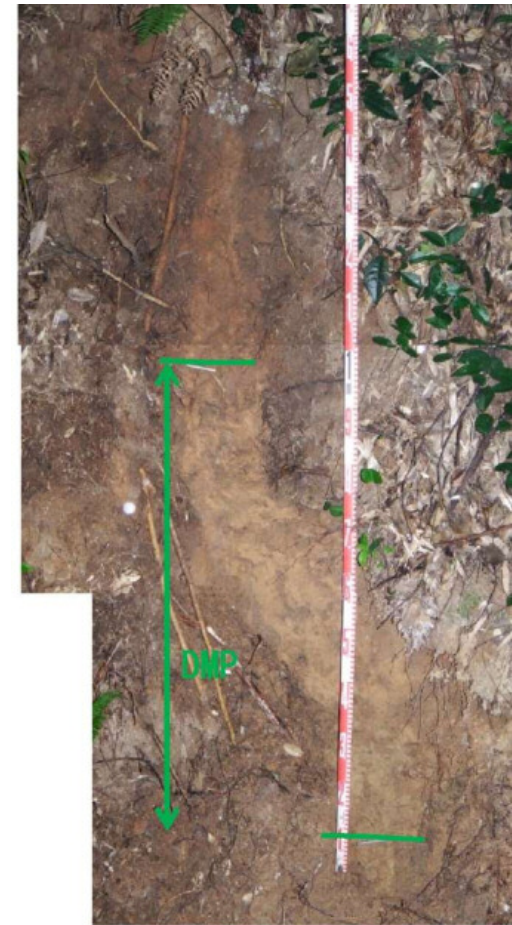
露頭調査(DMP調査地点(IN-03))



露頭全景写真



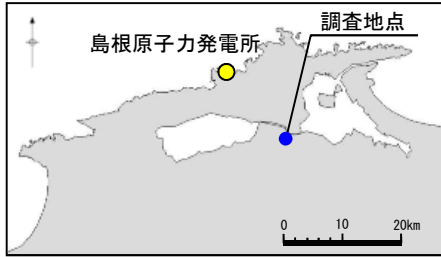
露頭柱状図



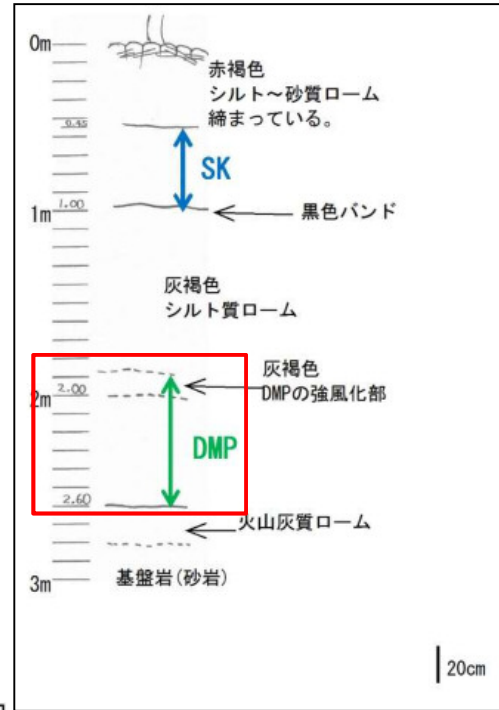
露頭近景写真

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>						

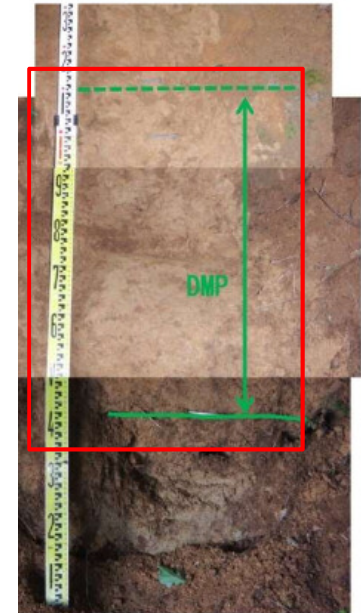
露頭調査 (DMP調査地点 (MS-15))



露頭全景写真



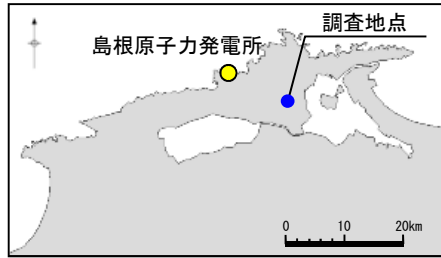
露頭柱状図



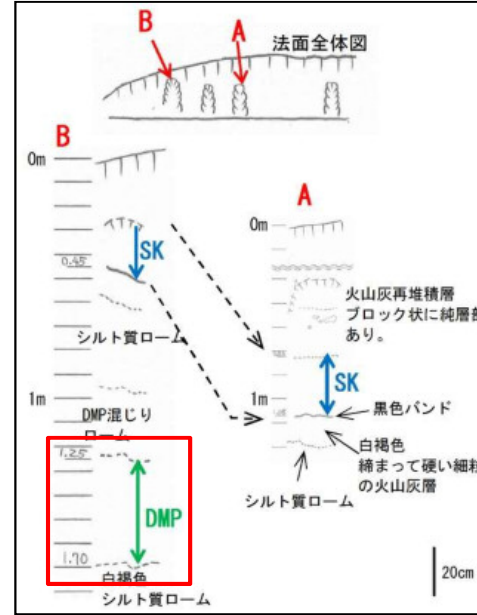
露頭近景写真

露頭区分		(1)法面	(2)河床	(3)河岸	(4)浸食崖	(5)磯	(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。下位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: 粒子が下位ほど明瞭となり、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、黒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。]								

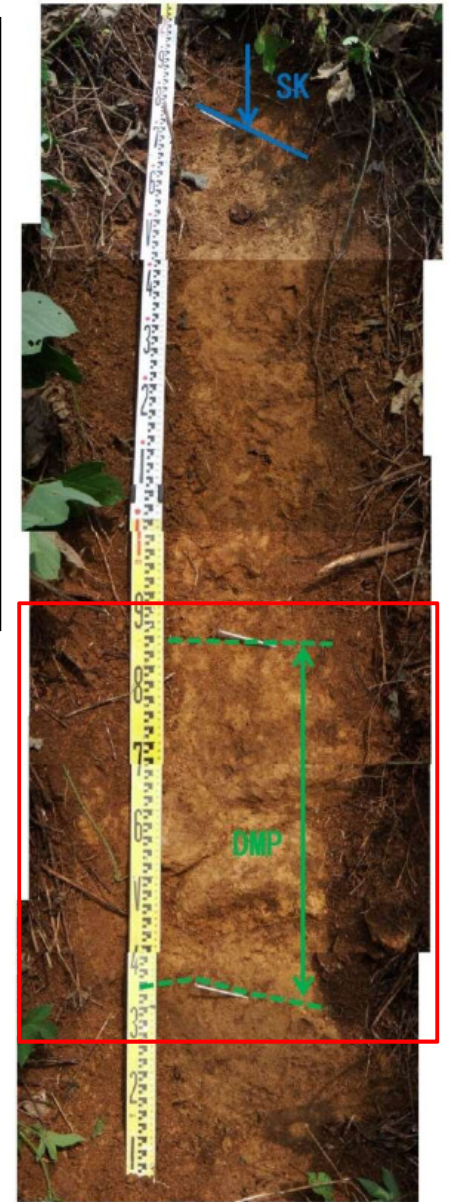
露頭調査(DMP調査地点(MN-13))



露頭全景写真



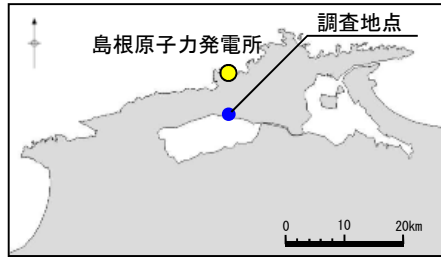
露頭柱状図



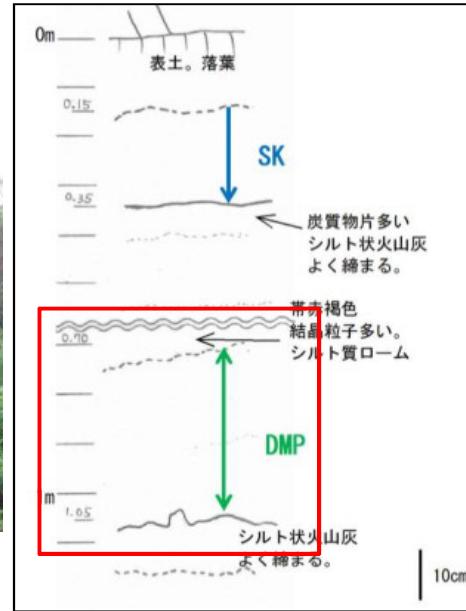
露頭近景写真

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異質物を含む。 DMP:中央下側が最も粗く、上下面に向かって細粒となる。よく縮まる。					
	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。]						

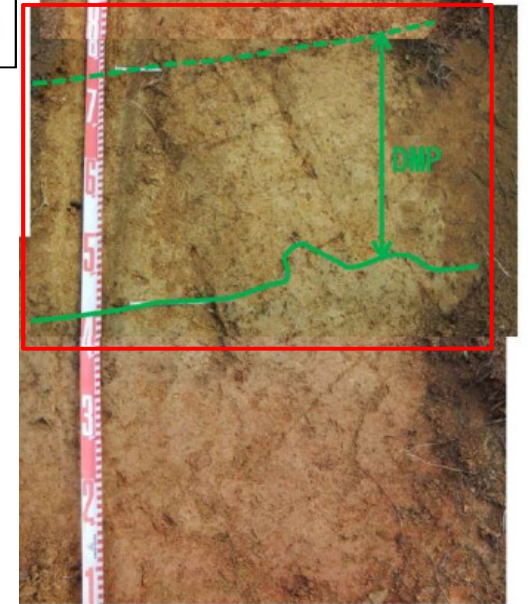
露頭調査(DMP調査地点(SN-12))



露頭全景写真



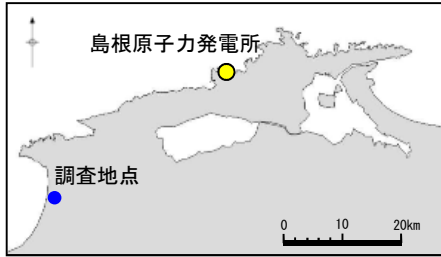
露頭柱状図



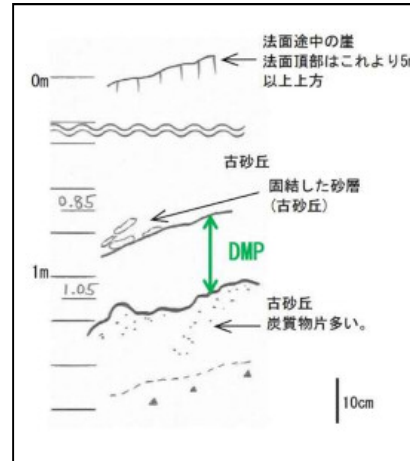
露頭近景写真

露頭区分	(1)法面 位置	(2)河床 (3)河岸 (4)浸食崖 (5)礫 (6)崩壊地 (7)その他 島根県松江市打出町	露頭の向き
テ フ ラ 層	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。細礫を含む。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, 鉍物分析の結果, 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。]		

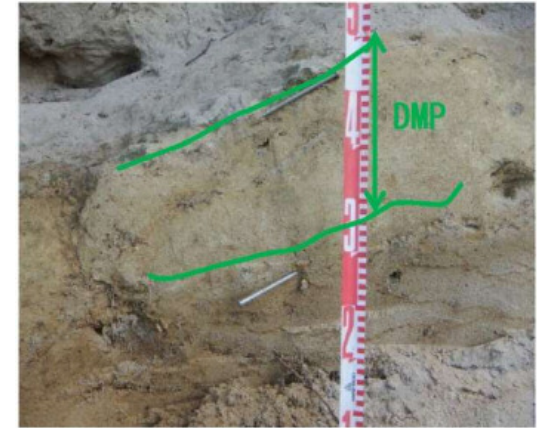
露頭調査 (DMP調査地点 (TE-12))



露頭全景写真



露頭柱状図

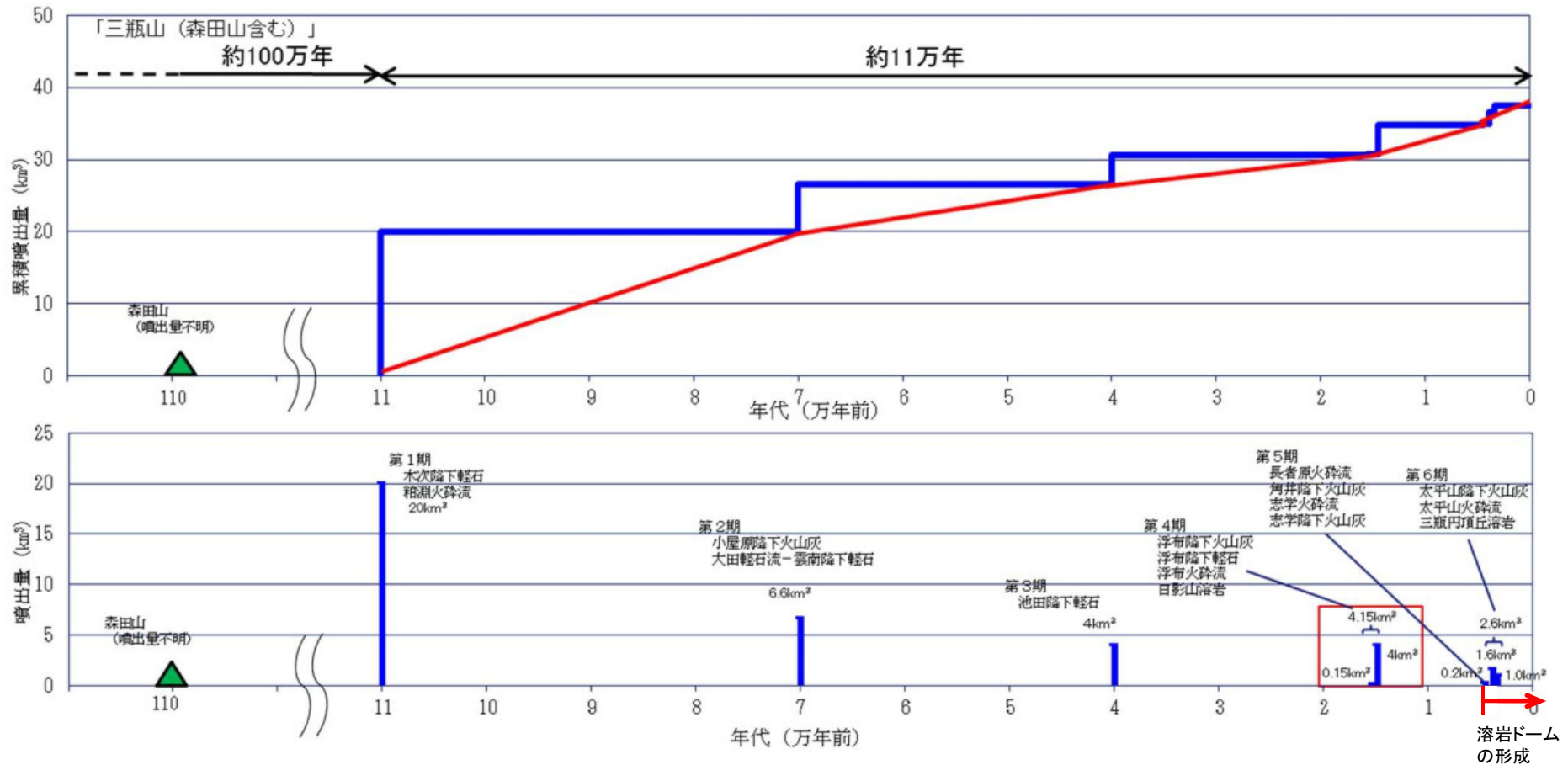


露頭近景写真

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。]						

1. 第四紀火山について(三瓶山・大山を除く)
2. 火山灰に関する地質調査
3. **三瓶浮布テフラ噴出時の噴火規模について**
4. DNPの噴出規模の算出に関する降灰層厚情報の補足資料
5. DNP等層厚線図面積の検証について
6. 防災科学技術研究所による地震波速度構造モデルについて
7. 既往文献による降下火砕物の体積算出方法の概要について
8. 火山灰シミュレーションにおける大気パラメータ及び噴煙柱高度の考え方について
9. その他
 - ・噴火の規模について
 - ・火砕岩の分類

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))



(町田・新井(2011), 第四紀火山カタログ編集委員会編(1999), 須藤ほか(2007)⁽³⁸⁾に基づき作成)

- ・三瓶浮布テフラ噴出時の噴火規模については、複数の知見が報告されていることから、これらの知見を整理し、噴火規模の妥当性を確認する。

三瓶浮布テフラ噴出時の噴火規模の妥当性確認

- ・三瓶浮布テフラ噴出時の噴火規模に関する知見として、①【採用値】第四紀火山カタログ編集委員会編(1999):噴出量 4.15km^3 、②須藤ほか(2007)三瓶浮布降下軽石:噴出量 74.77km^3 、③須藤ほか(2007)三瓶浮布:噴出量 6.20km^3 が報告されている。これらの噴出量に関する知見を整理し、三瓶浮布テフラ噴出時の噴火規模の妥当性を確認する。

①【採用値】 第四紀火山カタログ編集委員会編(1999):噴出量 4.15km^3

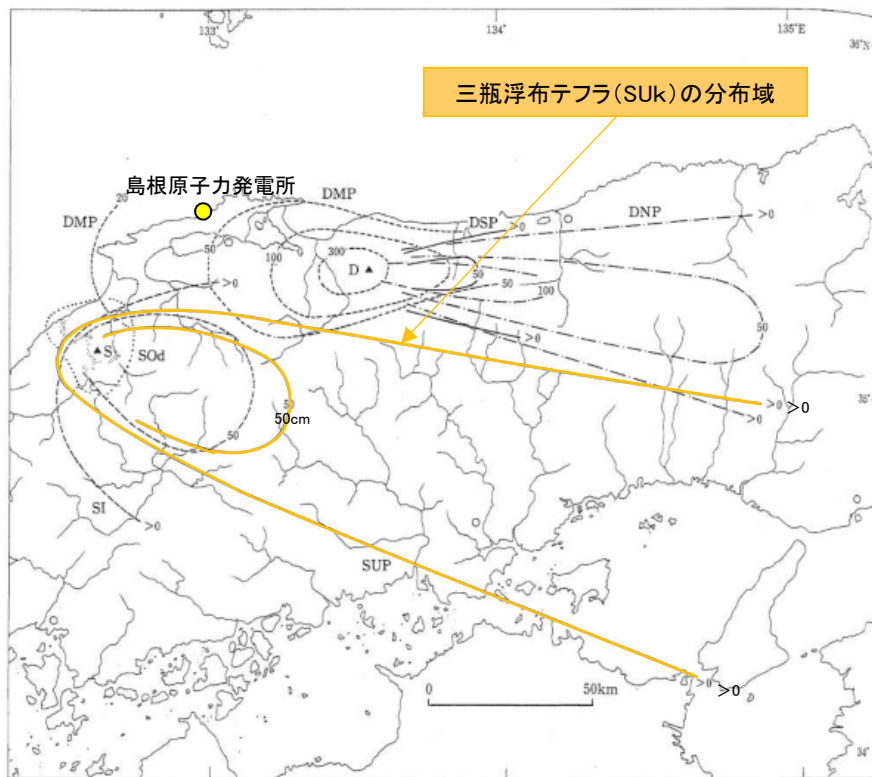


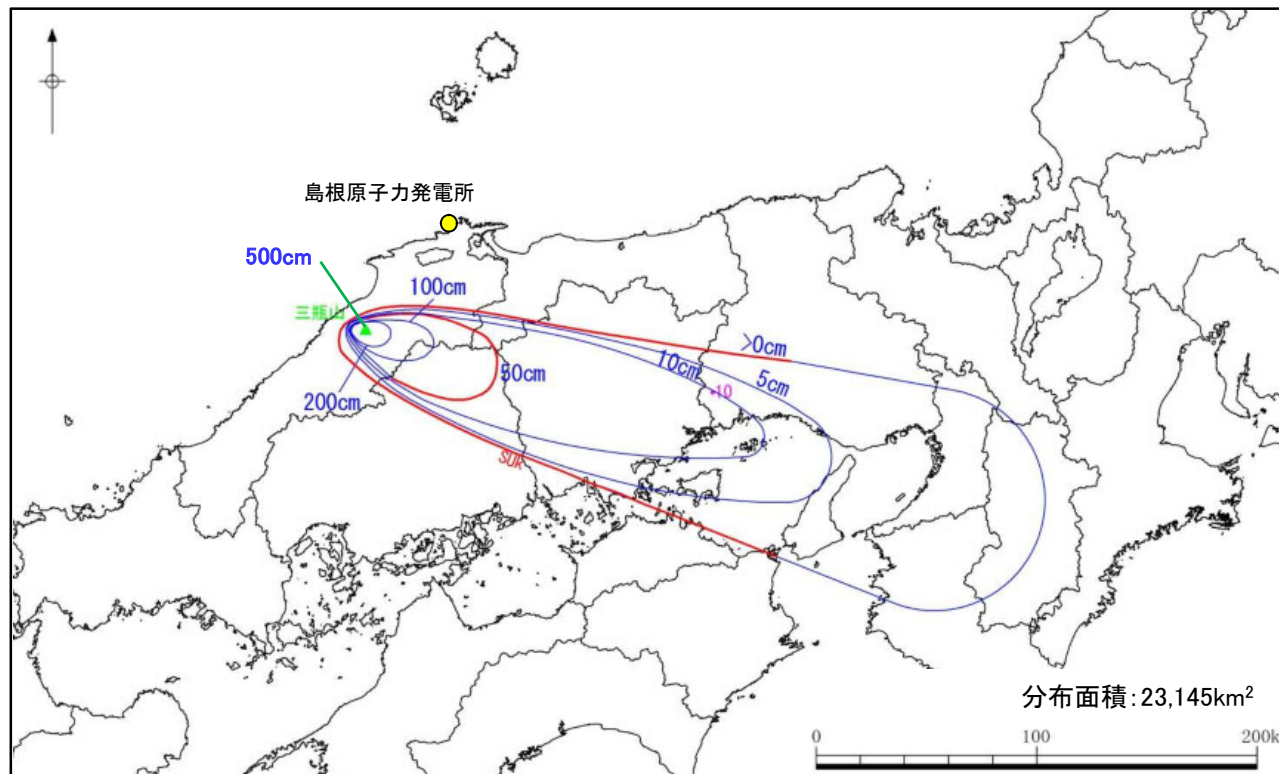
図 3.2-1 中国地方の第四紀後期主要テフラの等層厚線図。
SUP 三瓶浮布¹⁾²⁾ SI 三瓶池田¹⁾²⁾ SOd 三瓶大田¹⁾²⁾ (点線内が pfl 分布域)
DSP 大山阿金²⁾ DNP 大山生竹²⁾ DMP 大山松江²⁾ D:大山, S:三瓶
[1] 林・三浦(1987), 2) 町田・新井(1979), 3) 津久井(1984)]

町田・新井(1992)より引用・加筆

- ・第四紀火山カタログ編集委員会編(1999)によると、三瓶山を構成する個別火山体は、古三瓶、三瓶火砕流、三瓶カルデラ、上山ベースサージ、日影山、小田火砕流・浮布降下軽石、多根火砕流、北の原溶岩流、三瓶溶岩円頂丘、奥ノ湯火砕流、太平山火砕流・降下火山灰に分類されている。
- ・三瓶浮布テフラ噴出時の噴火規模は、保守的に日影山(溶岩) 0.15km^3 と小田火砕流・浮布降下軽石 4km^3 を足し合わせた 4.15km^3 と評価した。
- ・なお、第四紀火山カタログ編集委員会編(1999)は、これらの個別火山体の噴火規模について具体的な算定根拠を示していないが、小田火砕流・浮布降下軽石の噴出量 4km^3 は、広域的なテフラ分布に言及した町田・新井(1992)⁽³⁹⁾に示される等層厚線図を基に見積もられているものと考えられる。

① 第四紀火山カタログ編集委員会編(1999):噴出量 4.15km^3 の妥当性確認

- ・ 町田・新井(1992)は, 三瓶浮布テフラ(赤穂上部火山灰)が兵庫県南部(赤穂市)で確認された報告(野村・田中(1987)⁽⁴⁰⁾)を基に, 分布主軸を火山の東南東方向に伸ばす等層厚線図を作成している。また, 町田・新井(1992)は, 三瓶浮布テフラの給源からの分布距離は200km以上であるとしている。
- ・ 町田・新井(1992)に示された等層厚線図を基に, 概ね近畿地方までの降灰分布を示すように等層厚線を補間することにより, 第四紀火山カタログ編集委員会編(1999)に示される噴出量 4km^3 を再現できることを確認した。



【凡例】 単位: cm

- : 町田・新井(1992)による等層厚線
- : 補間した等層厚線
- : 野村・田中(1987)による降灰報告地点 (数字は降灰厚さ(cm))

・三瓶山山頂の最大層厚は, 浮布池南岸(三瓶浮布テフラの模式地点)で確認される層厚500cmを考慮した(服部ほか(1983)⁽⁴¹⁾)。

① 第四紀火山カタログ編集委員会編(1999):噴出量 4.15km^3 の妥当性確認

- ・ 町田・新井(2011)によると, 町田・新井(1992)以降の最近の知見として, 三瓶浮布テフラに対比される火山灰は, 三方低地(竹村ほか(1994)⁽⁴²⁾), 琵琶湖(吉川ほか(1991)⁽⁴³⁾), 奈良盆地(吉川ほか(1986)⁽⁴⁴⁾等), 神戸市域(加藤ほか(1996)⁽⁴⁵⁾), 赤穂市域(野村・田中(1987))及び岡山県北部(細池湿原)(野村ほか(1995)⁽⁴⁶⁾)に認められることから, 町田・新井(1992)に示される等層厚線図が見直されている。なお, 50cmの等層厚線については見直しを行っていない。
- ・ 町田・新井(2011)に示される最近の知見を踏まえた等層厚線図を基に, 等層厚線を補間し, 三瓶浮布テフラの噴出量を算出する。

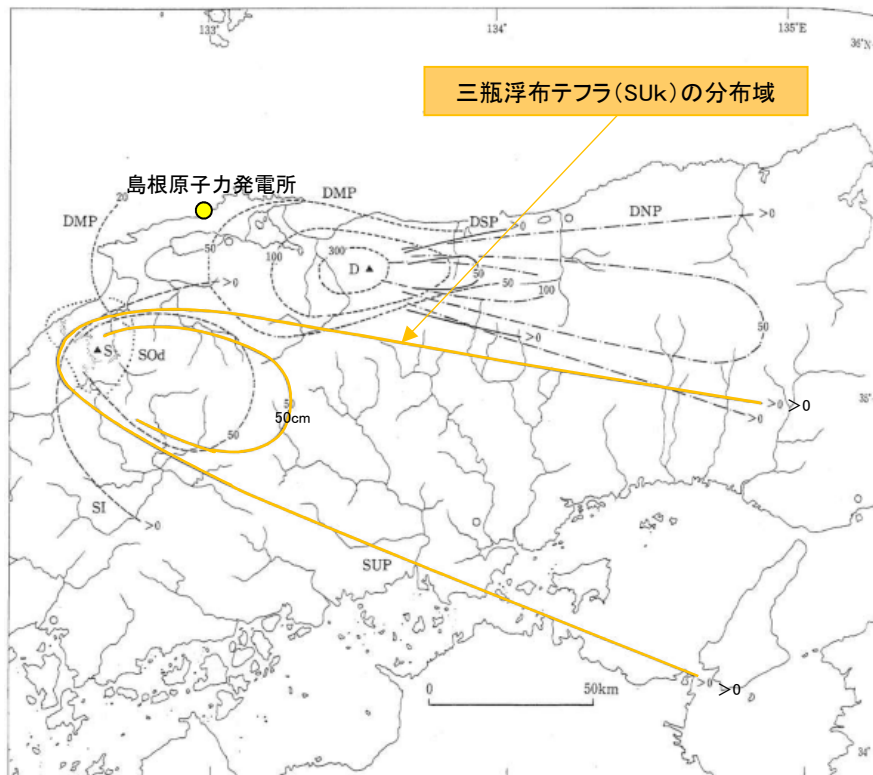


図 3.2-1 中国地方の第四紀後期主要テフラの等層厚線図。
SUP 三瓶浮布^{1)など} SI 三瓶池田^{1)など} SOd 三瓶大田^{1)など} (点線内が pfi 分布域)
DSP 大山関金^{2,3)} DNP 大山生竹^{2,3)} DMP 大山松江^{2,3)} D:大山, S:三瓶
[1] 林・三浦(1987), 2) 町田・新井(1979), 3) 津久井(1984)]



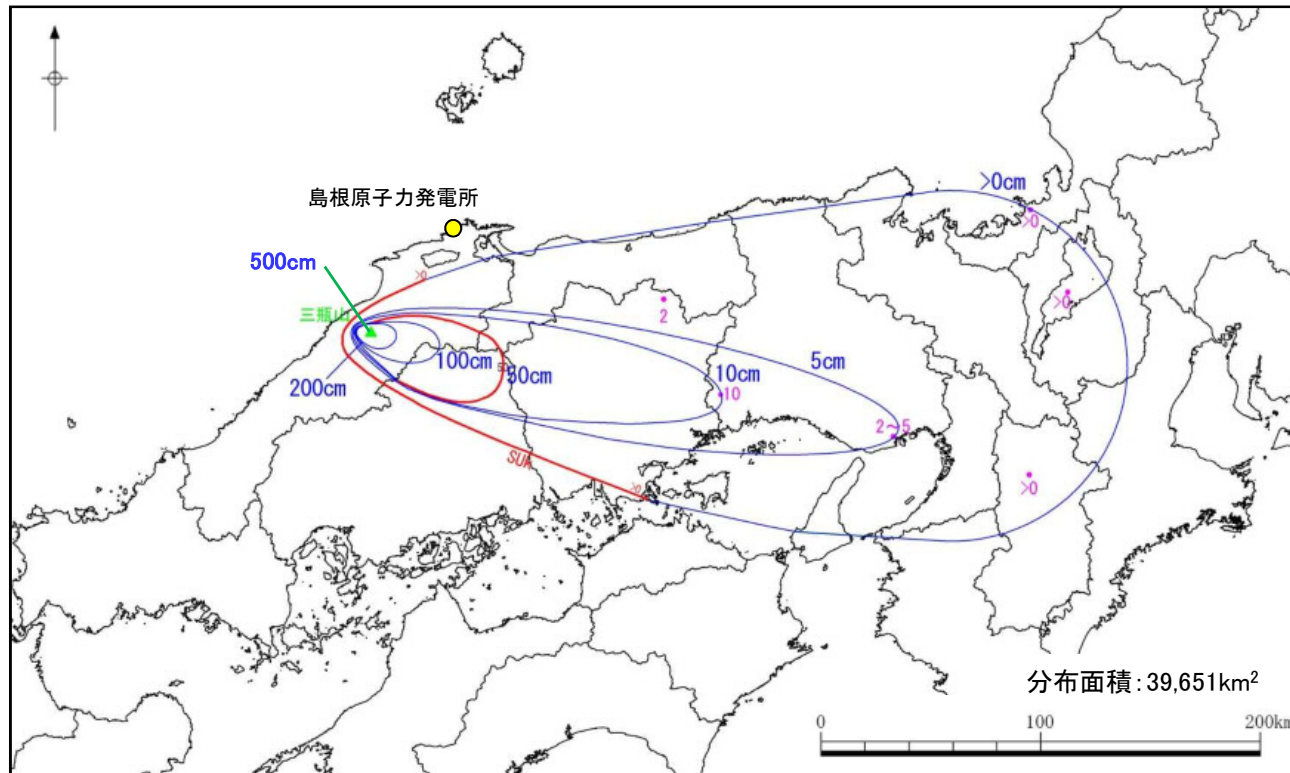
図 3.2-1 中国地方の後期更新世主要テフラの等層厚線図。
SUK 三瓶浮布^{1,4-7)など} SI 三瓶池田^{1)など} SOd 三瓶大田^{1)など} (点線内が pfi 分布域)
DSP 大山関金^{2,3)} DNP 大山生竹^{2,3)} DMP 大山松江^{2,3)} D:大山, S:三瓶
[1] 林・三浦(1987), 2) 町田・新井(1979), 3) 津久井(1984), 4) 竹村ほか(1994), 5) 吉川ほか(1986),
6) Ooi(1992), 7) 加藤ほか(1996)]

町田・新井(1992)より引用・加筆

町田・新井(2011)より引用・加筆

① 第四紀火山カタログ編集委員会編(1999):噴出量 4.15km^3 の妥当性確認

- 町田・新井(2011)に示された等層厚線図を基に、町田・新井(2011)による降灰報告地点を包絡するように層厚コンター線を補間した等層厚線図を作成した結果、三瓶浮布テフラの噴出量は約 4.0km^3 となった。



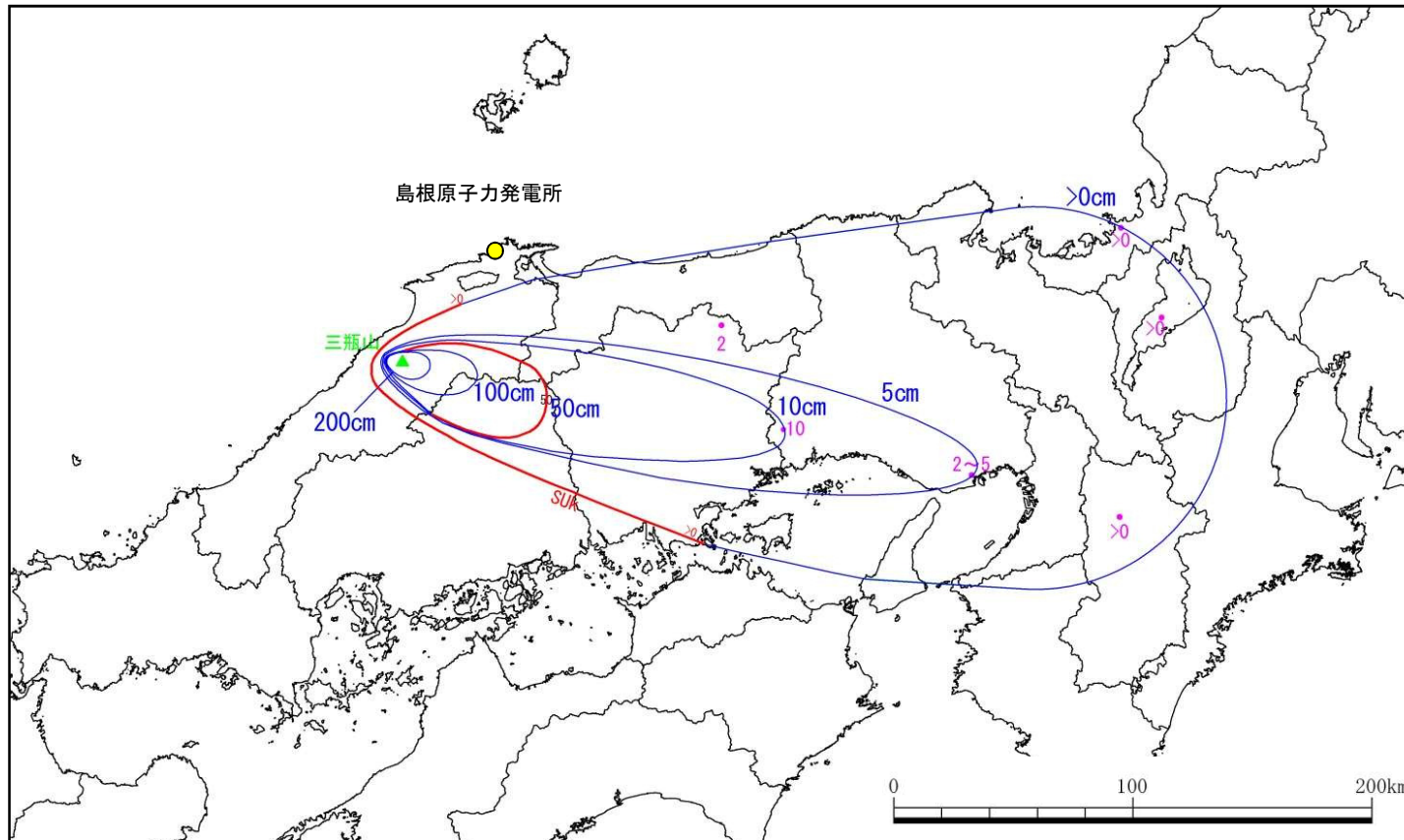
【凡例】 単位:cm
 — : 町田・新井(2011)による等層厚線
 — : 補間した等層厚線
 ● : 町田・新井(2011)による降灰報告地点
 (数字は降灰厚さ(cm))

・三瓶山山頂の最大層厚は、浮布池南岸(三瓶浮布テフラの模式地点)で確認される層厚500cmを考慮した(服部ほか(1983))。

- 町田・新井(2011)を踏まえ作成した等層厚線図より算出される噴出量約 4.0km^3 は、第四紀火山カタログ編集委員会編(1999)に示される小田火砕流・浮布降下軽石の噴出量 4km^3 と同程度である。
- 以上のことから、三瓶浮布テフラ噴出時の噴火規模 4.15km^3 (日影山 0.15km^3 +小田火砕流・浮布降下軽石 4km^3)は、想定する噴出量として妥当と考えられる。

① 第四紀火山カタログ編集委員会編(1999):噴出量 4.15km^3 の妥当性確認

- ・三瓶浮布テフラの噴出規模を算出するため、CADを用いて各等層厚線図の面積を下のとおり算出した。
- ・CADで算出した面積の妥当性を検証するため、三斜法により算出を行い、比較した。
- ・CADで算出した各等層厚線図の面積を利用して体積を算出した。



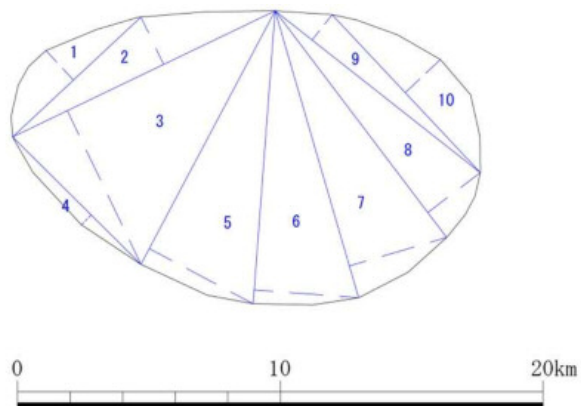
降灰層厚(cm)	0	5	10	50	100	200	500
面積(km^2)	39,651	10,034	5588	1821	529	156	0
体積(Km^3)	1.16	0.39	1.41	0.56	0.32	0.16	0

CADにより算出した面積及び算出した面積を利用して得た体積

① 第四紀火山カタログ編集委員会編(1999):噴出量 4.15km^3 の妥当性確認

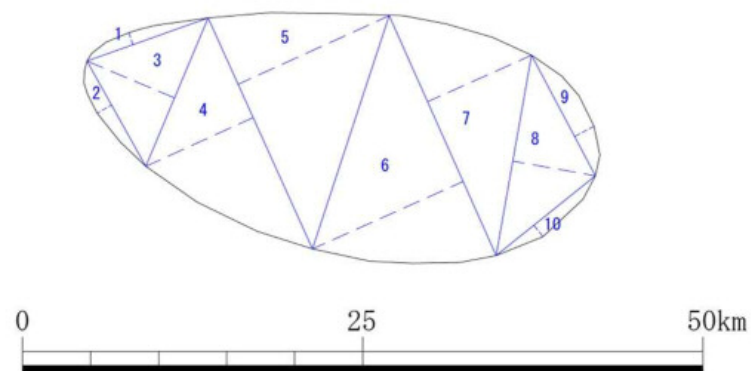
・三斜法は等層厚線図を三角形に分割し、各三角形の面積の合計によって等層厚線図の面積を求めるものであり、数多くの三角形に分割するほど高精度となるが、ここでは10程度の分割を行い、面積を求めた。

等層厚線: 200cm



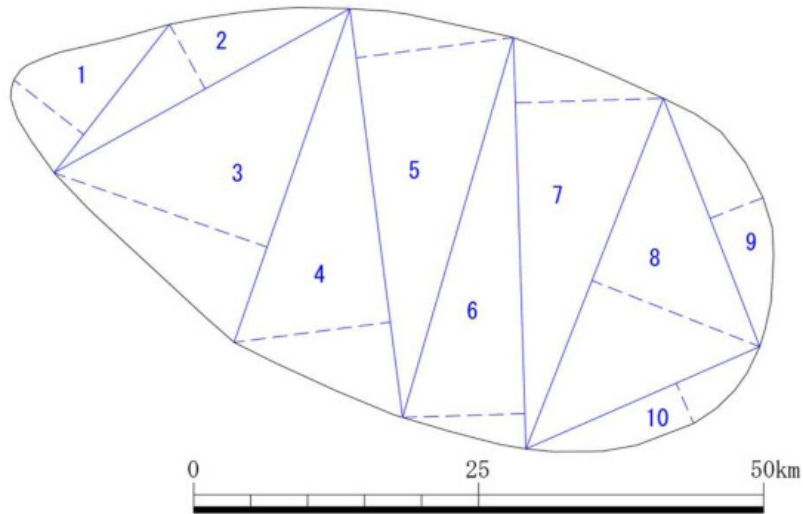
番号	底辺(km)	高さ(km)	倍面積(km ²)
1	6.682	1.538	10.3
2	11.084	1.997	22.1
3	11.084	6.480	71.8
4	6.880	0.528	3.6
5	10.907	4.478	48.8
6	11.166	3.985	44.5
7	11.360	3.857	43.8
8	10.809	2.510	27.1
9	9.939	1.225	12.2
10	8.239	1.838	15.1
		合計	299.5
		面積	149.7

等層厚線: 100cm



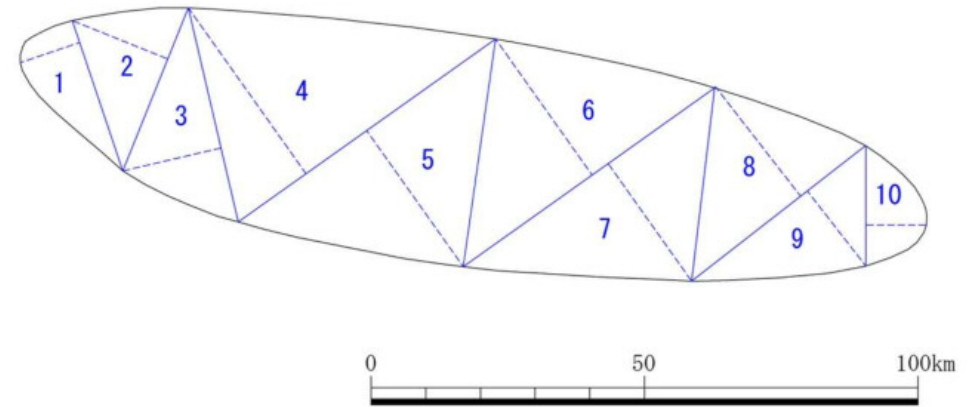
番号	底辺(km)	高さ(km)	倍面積(km ²)
1	9.448	0.926	8.7
2	8.855	1.213	10.7
3	11.813	6.981	82.5
4	18.602	8.665	161.2
5	18.602	12.199	226.9
6	19.271	12.130	233.8
7	19.271	8.364	161.2
8	14.923	6.170	92.1
9	10.017	1.620	16.2
10	9.356	1.071	10.0
		合計	1003.3
		面積	501.7

等層厚線:50cm



番号	底辺(km)	高さ(km)	倍面積(km ²)
1	16.473	7.785	128.2
2	29.652	6.461	191.6
3	30.908	19.787	611.6
4	36.063	13.814	498.2
5	36.063	13.906	501.5
6	36.015	10.729	386.4
7	36.015	12.996	468.1
8	32.962	15.815	521.3
9	23.312	4.986	116.2
10	22.379	3.844	86.0
	合計		3509.1
	面積		1754.5

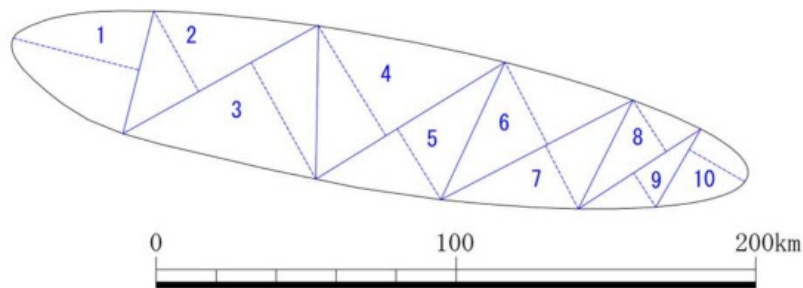
等層厚線:10cm



番号	底辺(km)	高さ(km)	倍面積(km ²)
1	28.971	11.447	331.6
2	32.116	18.797	603.7
3	40.165	18.434	740.4
4	57.702	37.176	2145.1
5	57.702	30.495	1759.6
6	56.628	30.494	1726.8
7	56.628	26.337	1491.4
8	40.294	25.255	1017.6
9	40.294	17.412	701.6
10	21.968	11.064	243.1
	合計		10761.0
	面積		5380.5

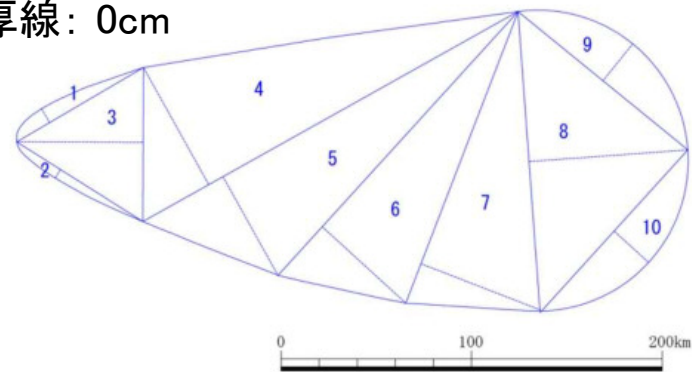
① 第四紀火山カタログ編集委員会編(1999):噴出量 4.15km^3 の妥当性確認

等層厚線:5cm



番号	底辺(km)	高さ(km)	倍面積(km ²)
1	42.161	43.339	1827.2
2	74.526	30.719	2289.4
3	74.526	44.436	3311.6
4	74.105	42.947	3182.6
5	74.105	27.733	2055.2
6	72.092	30.835	2223.0
7	72.092	23.791	1715.1
8	48.776	20.443	997.1
9	48.776	13.584	662.6
10	30.013	21.466	644.3
合計			18908.0
面積			9454.0

等層厚線:0cm



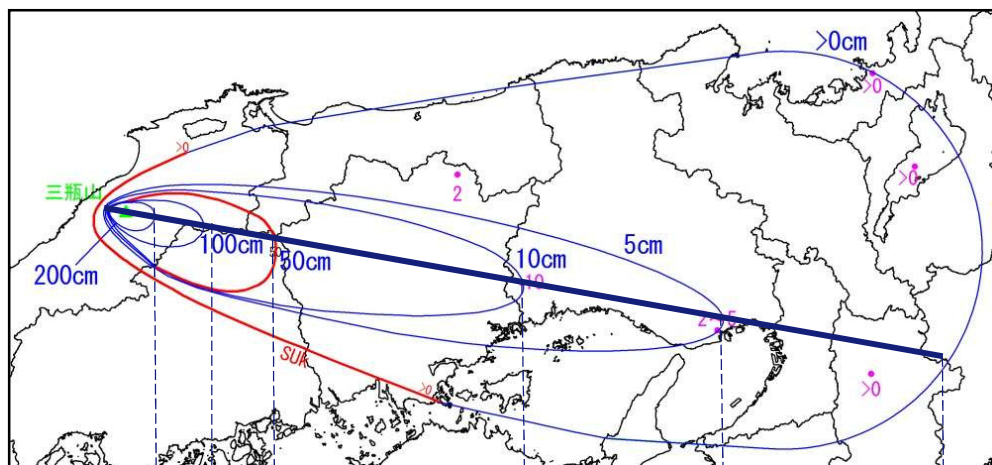
番号	底辺(km)	高さ(km)	倍面積(km ²)
1	77.048	8.382	645.8
2	78.217	5.257	411.2
3	80.641	66.333	5349.2
4	225.485	70.239	15837.8
5	225.485	59.343	13381.0
6	186.880	59.343	11090.0
7	163.740	67.006	10971.6
8	157.168	83.542	13130.1
9	114.790	25.008	2870.7
10	115.173	24.443	2815.2
合計			76502.5
面積			38251.3

- ・CADで算出した面積と、三斜法で算出した面積を下表に示す。
- ・三斜法で算出した面積は、CADで算出した面積の94~96%を再現できており、CADで算出した面積は妥当であることを確認した。

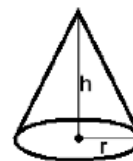
降灰層厚(cm)	0	5	10	50	100	200
①CADで算出した面積(km ²)	39,651	10,034	5,588	1,821	529	156
②三斜法で算出した面積(km ²)	38,251	9,454	5,380	1,755	502	150
比率(②÷①)	96%	94%	96%	96%	95%	96%

① 第四紀火山カタログ編集委員会編(1999):噴出量 4.15km^3 の妥当性確認

・CADで算出した面積(三斜法で比較し, 妥当性を確認)を利用し, 体積を下のとおり算出した。



円錐の体積算出方法



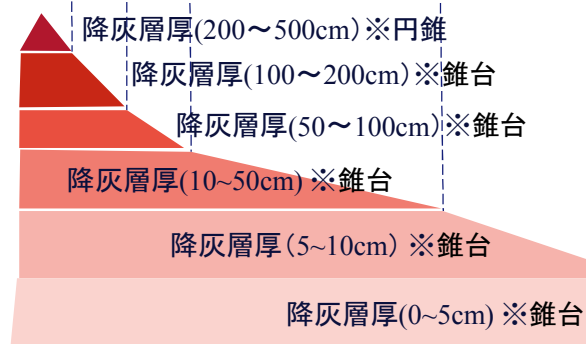
体積 $V = \text{底の面積} S \times h(\text{高さ}) \times 1/3$

但し、底の面積 $S = \text{半径} r \times \text{半径} r \times \text{円周率}(\pi \text{又は} 3.1415\cdots)$

錐台の体積算出方法



体積 $V = h/3 \times (\text{上面の面積} + \sqrt{\text{上面の面積} \times \text{底面の面積}} + \text{底面の面積})$



降灰層厚(cm)	0	5	10	50	100	200	500	合計体積(km^3)
面積(km^2)	39,651	10,034	5588	1821	529	156	0	
体積(km^3)	1.16	0.39	1.41	0.56	0.32	0.16	0	
								4.00

② 須藤ほか(2007)三瓶浮布降下軽石:噴出量74.77km³の妥当性確認

② 須藤ほか(2007)三瓶浮布降下軽石:噴出量74.77km³

- ・ 須藤ほか(2007)は、加藤ほか(1996)に示された等層厚線図を基に、図学的な処理を施して、閉じていない1本の等層厚線を補間した等層厚線図を作成し、その噴出量が74.77km³と見積もられるとしている。

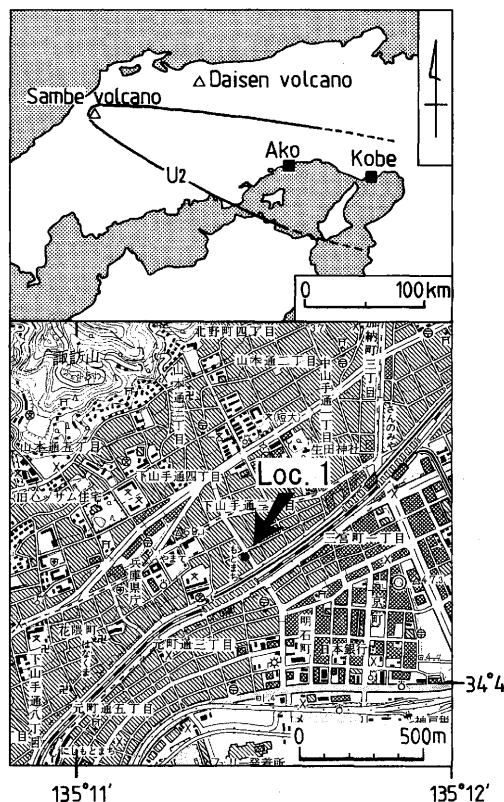
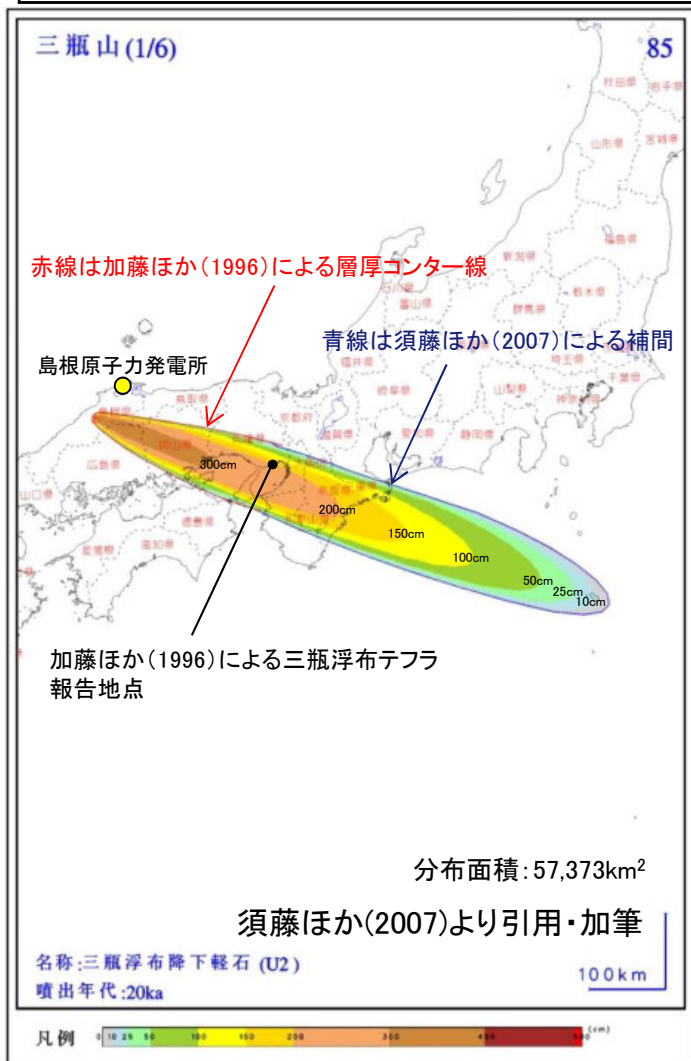


図1 兵庫県神戸市元町のテフラ発見地点と三瓶浮布降下軽石堆積物(U₂)の分布
国土地理院発行2万5千分の1地形図「神戸首部」を使用。
野村・田中(1987)を引用。

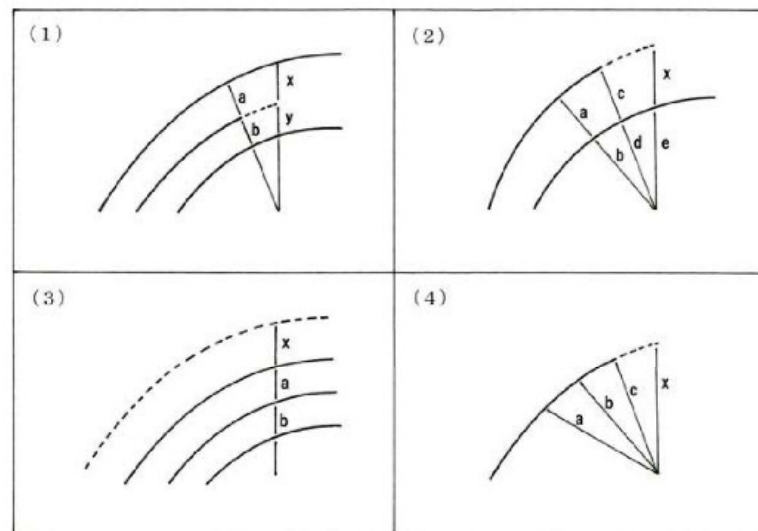
加藤ほか(1996)より引用

- ・加藤ほか(1996)は、神戸市域において、層厚2~5cmの三瓶浮布テフラ(浮布降下軽石堆積物)を報告している。
- ・また、加藤ほか(1996)は、三瓶浮布テフラ(赤穂上部火山灰)が兵庫県南部(赤穂市)で確認された報告(野村・田中(1987))を基に、分布主軸を火山の東南東方向に伸ばす等層厚線図(閉じていない1本の等層厚線)を作成している。

・須藤ほか(2007)が作成した等層厚線図は、神戸市付近において約200cmの層厚となり、加藤ほか(1996)が報告する層厚(2~5cm)より大幅に大きいことから、噴出量(74.77km³)は過大に見積もられているものと考えられる。

(参考) 須藤ほか(2007)による等層厚線図の作成方法

- ・ 須藤ほか(2007)によると、既存の公開資料に記載されている等層厚線図は、1)線が閉じていないことがある、2)本数が十分にないことがある、3)各等厚測定点の厚さから等層厚線を描くまでの間に各原著者の考え方が強く反映されることがあるなど、層厚分布図を作成させるまでの過程で何らかの作業が必要なものが多いとされている。
- ・ 須藤ほか(2007)は、1)等層厚線は火口を何らかの基準点とした円または楕円などの滑らかな閉じた曲線を描く、2)複数の等層厚線は互いに交差しない、3)層厚値は火口から離れるにしたがい小さくなるものとし、図学的な処理を施して、未完成の各等層厚線を補間したとしている。
- ・ 須藤ほか(2007)は、既に公表文献に記載されている162のユニットについて、火山灰の体積と本研究で求めた体積の火山爆発度指数VEIによる比較を行い、そのうち76%は一致して対応したとしている。一致しなかったのは、例えば既存公表資料の中に示された等層厚線の数が少ない場合であり、遠方に達した0cmの等層厚線のすぐ内側に15cmの線が描かれているなど、火口からの距離と層厚の相関が不自然な場合に相当するものなどであったとしている。



実線: 既存の公開資料に記載された等層厚線
破線: 須藤ほか(2007)による補間

第2図 等層厚線補間の方法を示す略図。

Fig. 2 Schematic figures to show how to complete the isopach.

須藤ほか(2007)より引用・加筆

③ 須藤ほか(2007)三瓶浮布:噴出量 6.20km^3 の妥当性確認

③ 須藤ほか(2007)三瓶浮布:噴出量 6.20km^3

- ・ 須藤ほか(2007)は、知見②の他、町田・新井(1992)に示された等層厚線図を基に、図学的な処理を施して、閉じていない2本の等層厚線を補間した等層厚線図を作成し、その噴出量が 6.20km^3 と見積もられるとしている。

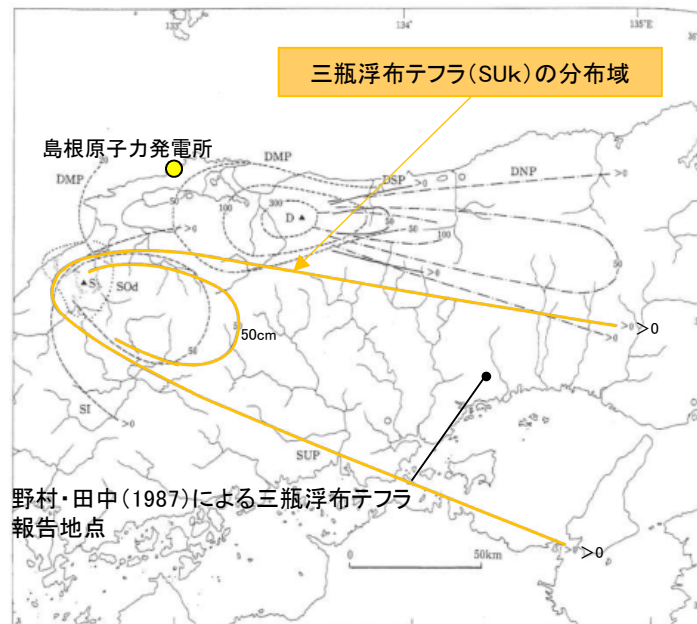
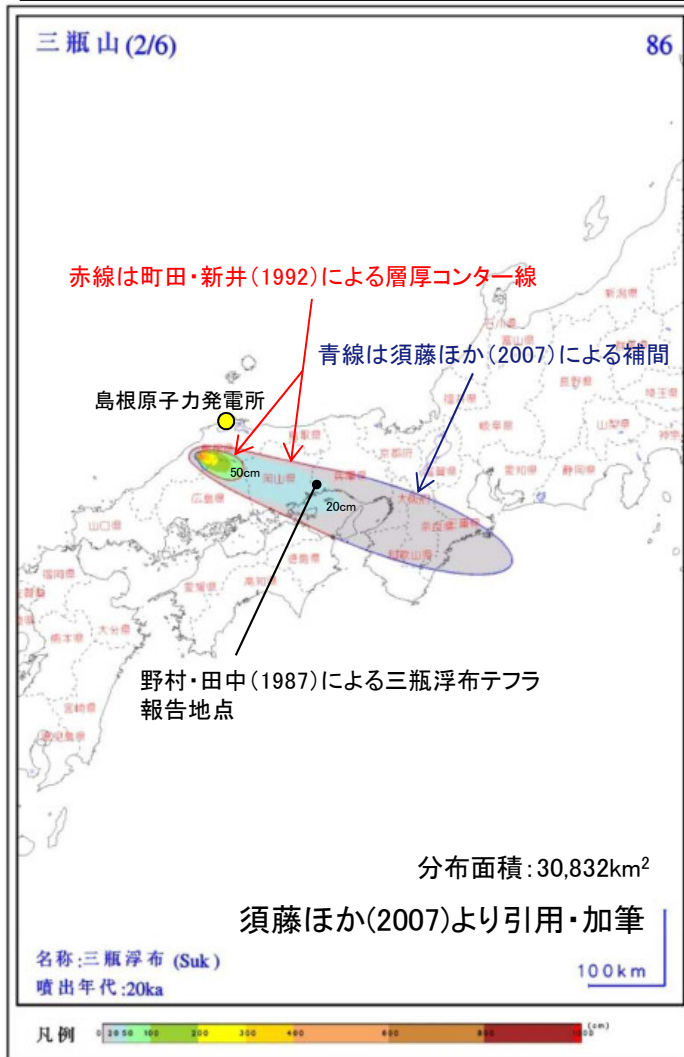


図 3.2-1 中国地方の第四紀後期主要テフラの等層厚線図
SUP 三瓶浮布¹⁾ SI 三瓶池田²⁾ SOD 三瓶大田³⁾ (点線内が pdf 分布域)
DSP 大山麓金²⁾ DNP 大山生竹²⁾ DMP 大山松江²⁾ D:大山, S:三瓶
①) 林・三浦(1987), ②) 町田・新井(1979), ③) 津久井(1984)

- ・ 町田・新井(1992)は、三瓶浮布テフラ(赤穂上部火山灰)が兵庫県南部(赤穂市)で確認された報告(野村・田中(1987))を基に、分布主軸を火山の東南東方向に伸ばす等層厚線図(閉じていない2本の等層厚線)を作成している。

町田・新井(1992)より引用・加筆

- ・ 野村・田中(1987)は、赤穂市域の複数地点で三瓶浮布テフラが認められ、山麓の緩斜面(麓層面)において断続して確認される三瓶浮布テフラの最大層厚は10数cm、平均層厚は10cm前後であるとしている。

- ・ 須藤ほか(2007)が作成した等層厚線図は、赤穂市付近において20cm以上の層厚となり、野村・田中(1987)が報告する層厚(10cm前後)より大きいことから、噴出量(6.20km^3)は大きく見積もられているものと考えられる。

三瓶浮布テフラ噴出時の噴火規模(まとめ)

三瓶浮布テフラ噴出時の噴火規模に関する知見として、①【採用値】第四紀火山カタログ編集委員会編(1999):噴出量 4.15km^3 , ②須藤ほか(2007)三瓶浮布降下軽石:噴出量 74.77km^3 , ③須藤ほか(2007)三瓶浮布:噴出量 6.20km^3 が報告されている。

①【採用値】 第四紀火山カタログ編集委員会編(1999):噴出量 4.15km^3

・三瓶浮布テフラ噴出時の噴火規模は、保守的に日影山(溶岩) 0.15km^3 と小田火砕流・浮布降下軽石 4km^3 を足し合わせた 4.15km^3 と評価した。

・第四紀火山カタログ編集委員会編(1999)に示される小田火砕流・浮布降下軽石の噴出量 4km^3 は、町田・新井(2011)を踏まえ作成した等層厚線図より算出される噴出量約 4.0km^3 と同程度である。

② 須藤ほか(2007)三瓶浮布降下軽石:噴出量 74.77km^3

・須藤ほか(2007)は、加藤ほか(1996)に示された等層厚線図を基に、図学的な処理を施して、閉じていない1本の層厚コンター線を補間した等層厚線図を作成し、その噴出量が 74.77km^3 と見積もられるとしている。

・須藤ほか(2007)が作成した等層厚線図は、神戸市付近において約 200cm の層厚となり、加藤ほか(1996)が報告する層厚($2\sim 5\text{cm}$)より大幅に大きいことから、噴出量(74.77km^3)は過大に見積もられているものと考えられる。

③ 須藤ほか(2007)三瓶浮布:噴出量 6.20km^3

・須藤ほか(2007)は、知見②の他、町田・新井(1992)に示された等層厚線図を基に、図学的な処理を施して、閉じていない2本の等層厚線を補間した等層厚線図を作成し、その噴出量が 6.20km^3 と見積もられるとしている。

・須藤ほか(2007)が作成した等層厚線図は、赤穂市付近において 20cm 以上の層厚となり、野村・田中(1987)が報告する層厚(10cm 前後)より大きいことから、噴出量(6.20km^3)は大きく見積もられているものと考えられる。

・以上のことから、三瓶浮布テフラ噴出時の噴火規模 4.15km^3 は、想定する噴出量として妥当と考えられる。

1. 第四紀火山について(三瓶山・大山を除く)
2. 火山灰に関する地質調査
3. 三瓶浮布テフラ噴出時の噴火規模について
4. **DNPの噴出規模の算出に関する降灰層厚情報の補足資料**
5. DNP等層厚線図面積の検証について
6. 防災科学技術研究所による地震波速度構造モデルについて
7. 既往文献による降下火砕物の体積算出方法の概要について
8. 火山灰シミュレーションにおける大気パラメータ及び噴煙柱高度の考え方について
9. その他
 - ・噴火の規模について
 - ・火砕岩の分類

鳥取県倉吉市 大山池地点

山元(2017)で引用している文献の記載内容

第10図 柱状図(第11図)の位置

第11図 大山東麓から岡山県北部にかけての露頭柱状対比図(凡例は第2図および第5図)

第13図 関金町大山池で見られるテフラの総合柱状図と各テフラの分析結果(DNPより下位の層準は普段は水没している)

岡田・石賀(2000):大山テフラ より抜粋

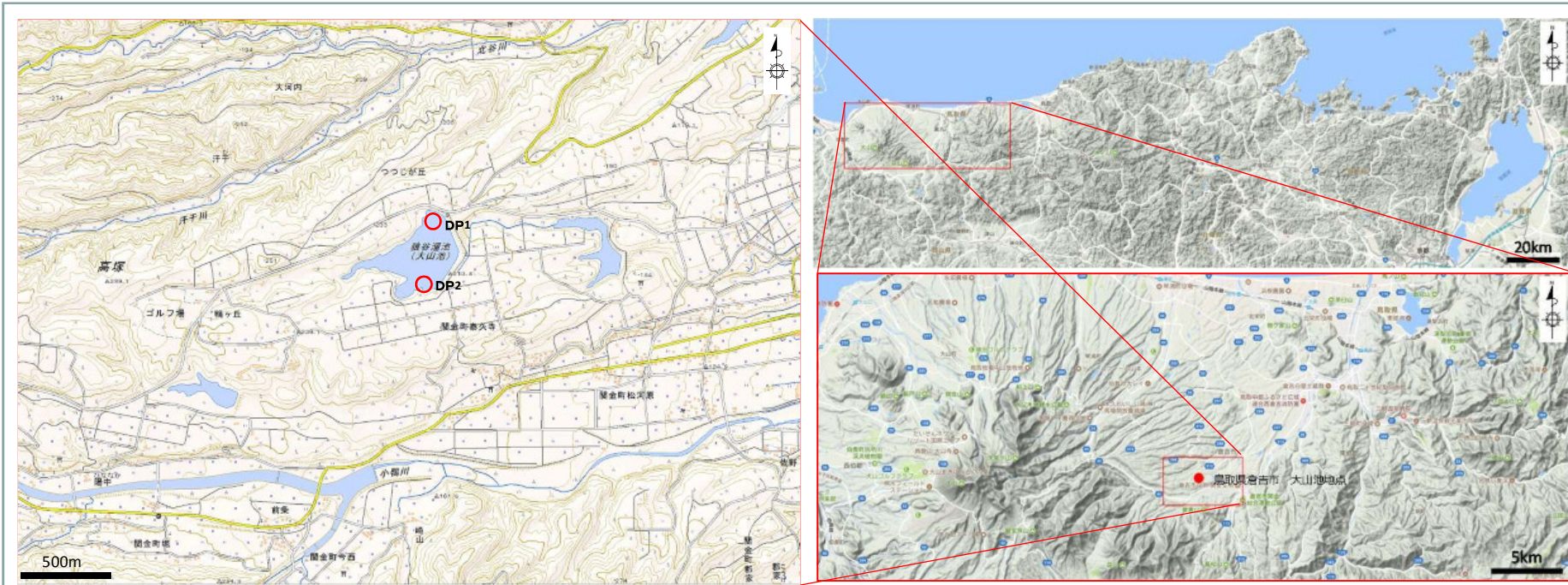
- ・岡田・石賀(2000)によると大山池は人工のため池で、ここには上部テフラから最下部テフラまでの多くの層準がそろっており、大きく構成の異なる鳥取県側と岡山県側の最下部テフラを対比する上で本露頭の存在は重要であると示されている。
- ・上記文献の露頭柱状対比図よりLoc.7(大山池)におけるDNPの層厚は、170cm~200cm程度と示されている。
- ・再堆積などの堆積状況についての記載はない。

Step 3 (関金町大山池)

大山池は人工のため池で、維持・管理のために毎年9月末から10月はじめにかけて水を抜くのが地元の行事になっている。水が抜かれて水位が下がると、普段は水没している多くのテフラが露出して観察できるようになる。本見学旅行当日にはかなり水位が下がっているものと予想される。

ここでは、第13図に示すように上部テフラから最下部テフラまで多くの層準がそろっている。下部テフラの大山荒田軽石1(DAP1)の直下には阿蘇-4火山灰(Aso-4)があり、条件が良ければ肉眼的にも識別できる場合がある。最下部テフラは、大山東麓に分布するほとんどの層準がそろっているが、gpmとhpm1の間にある軽石層は、岡山県側に主に分布する大山奥津軽石(DOP)とBP3軽石に対比できる可能性が強い。大きく構成の異なる鳥取県側と岡山県側の最下部テフラを対比する上で、本露頭の存在は重要である。

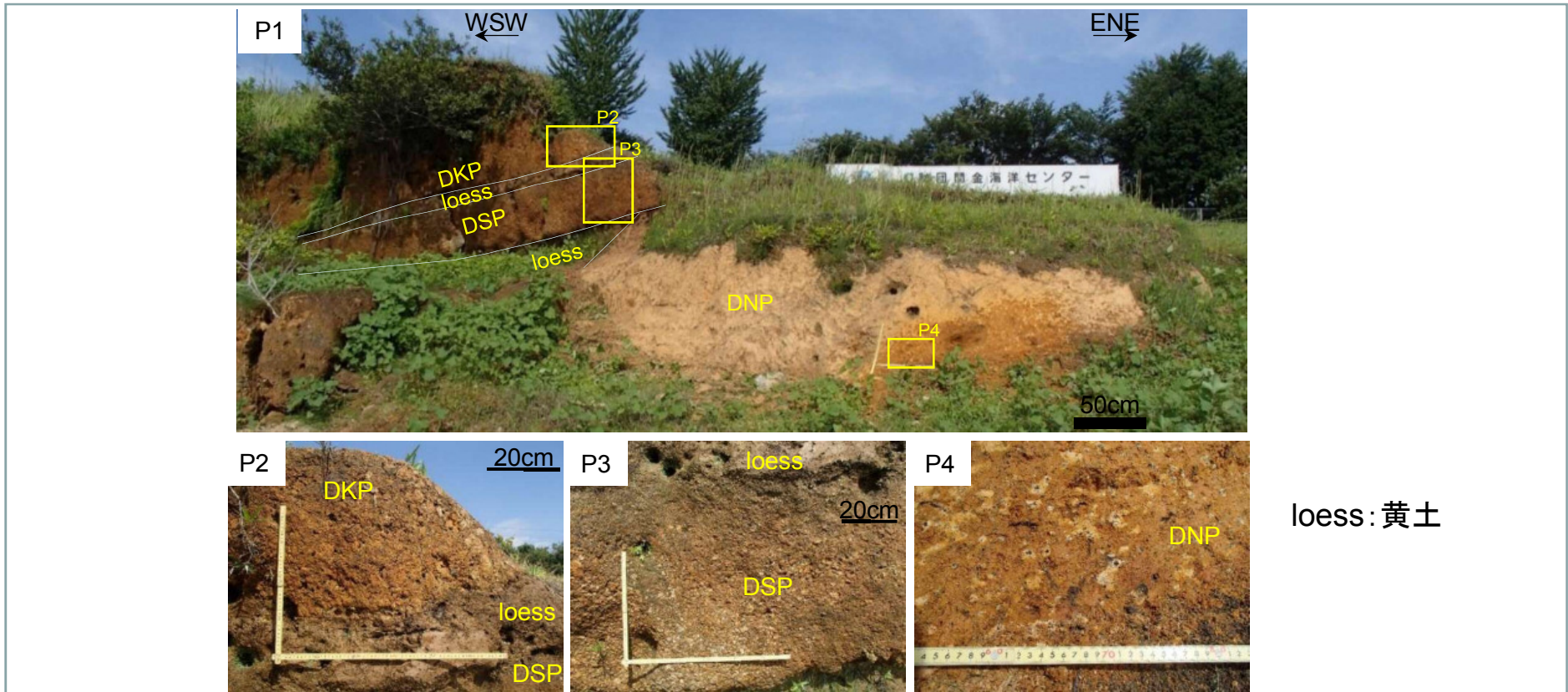
1. 1 地形, 地質的な特徴



出典: 地図データ@2017Google,ZENRINに加筆

- ・大山より東へ約16kmの地点の大山山麓に位置している。
- ・大山池周辺は平坦地形を成しており, 田畑が広がっている。

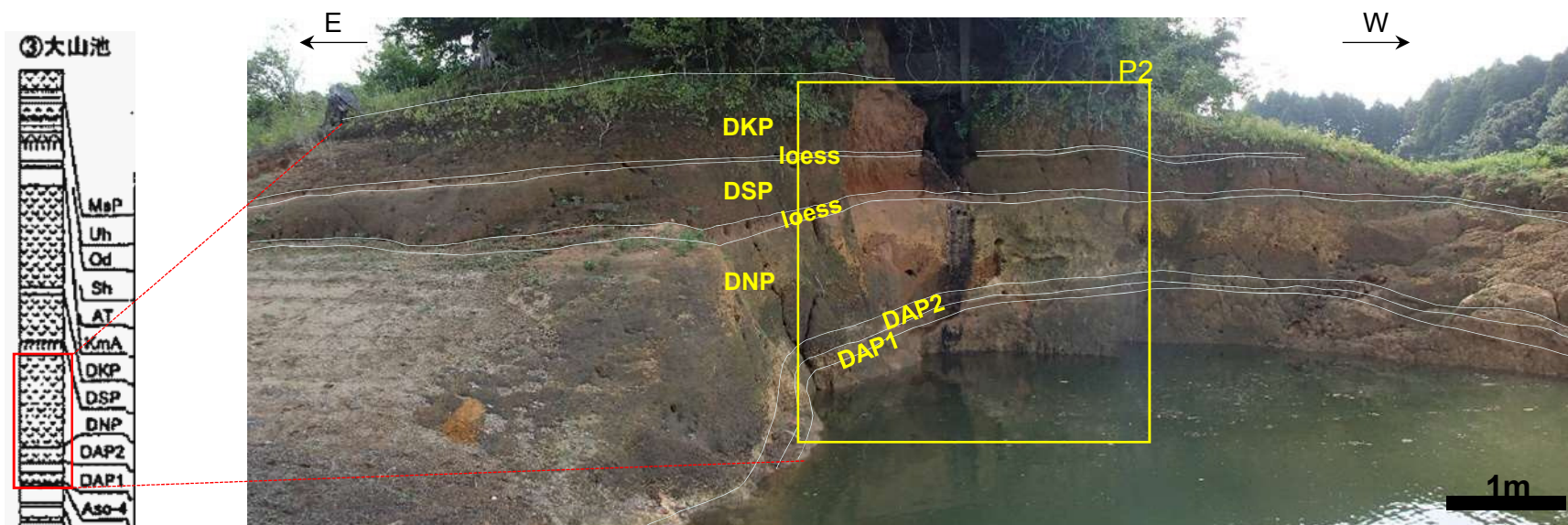
1.2 現地状況(写真) 大山池(DP1)



【調査結果】

- ・大山池北岸露頭(DP1)では、下位から順にDNP, DSP, DKPを確認した。
- ・いずれも黄褐色を呈する粗粒軽石質火山灰であり、各テフラ層の間には数10cmの黄土が挟在していることを確認した。
- ・DNP, DSP, DKPはいずれもメートルオーダーの層厚を有し、DNPの層厚は上位2層の火山灰層に比べやや厚い層を呈していた。
- ・DNPは変質により粘土化し、他のものよりも淡い褐色を呈していた。

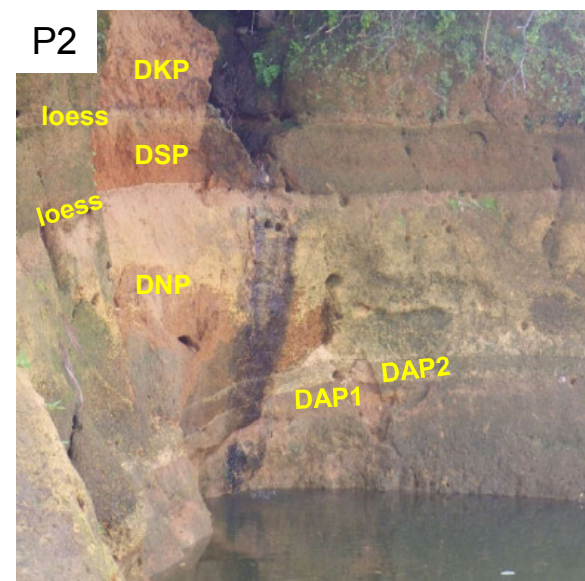
1.2 現地状況(写真) 大山池(DP2)



岡田・石賀(2000)より

【調査結果】

- ・大山池南岸露頭(DP2)では、下位から順にDAP1, DAP2, DNP, DSP, DKPを確認した。
- ・いずれも黄褐色を呈する粗粒軽石質火山灰からなり、各テフラの層間には数10cmの黄土が挟在していた。
- ・DNPの層厚は上位2層の火山灰層に比べやや厚く、層厚は2m程度であった。
- ・DNPは変質により粘土化し、他のものよりも淡い褐色を呈していた。



兵庫県養父市 大屋地点

山元(2017)で引用している文献の記載内容

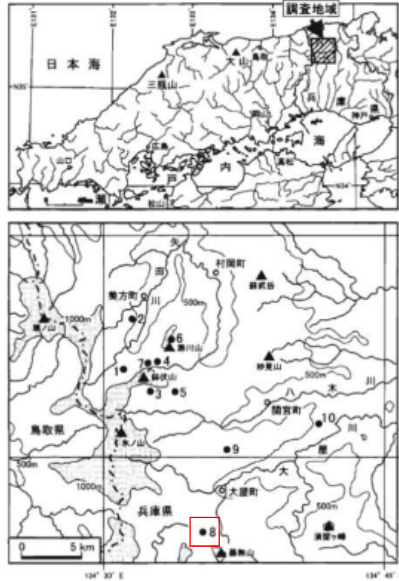
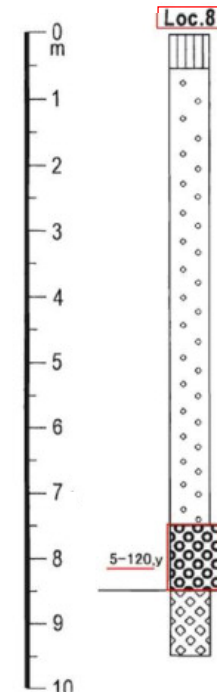


図1 調査地域と記載した第四紀テフラ露頭の位置

ところが、当地域は山地が大半を占め、テフラが保存されやすい丘陵や河岸段丘などの比較的平坦な地形の発達が悪いことから、これまでにテフラ層序の研究がなされていなかった。こうした山地域にあって、鉢伏山周辺地域(図1)には後期鮮新世～中期更新世に噴出した溶岩流台地(Furuyama et al., 1993; 先山ほか, 1995)が残存し、第四紀のテフラが保存されやすい平坦面や窪地を提供している。これらの溶岩流台地周辺には地滑り・崩壊地が多数分布し、地滑りブロック背後の凹地や崩壊土砂の平坦な堆積面は、溶岩流台地上の平坦面や窪地と並び、テフラの保存に好適な場所となっている。したがって、本地域に九州の火山起源の広域テフラや大山火山起源のテフラが保存されている可能性は高いと予想される。

加藤他(2001):兵庫県北西部・鉢伏山周辺地域の第四紀後期テフラ層序
—大山火山起源のテフラを中心として— より抜粋

- ・加藤他(2001)によると鉢伏山周辺地域には、後期鮮新世～中期更新世に噴出した溶岩流台地が残存し、これらの溶岩流台地周辺には地滑り、崩壊地が多数分布すると示されている。
- ・Loc.8(大屋町大屋スキー場)では、層厚5cm～120cmのDNPが示されている。
- ・再堆積などの堆積状況についての記載はない。



加藤他(2001)に加筆

K-Ah: 鬼界アカホヤ火山灰
AT: 始良丹沢火山灰
Ata: 阿多火山灰
DSP: 大山関金軽石
DNP: 大山生竹軽石
DOP: 大山奥津軽石
hpm2: 大山最下部火山灰hpm2軽石
gpm: 大山最下部火山灰gpm軽石
fpm: 大山最下部火山灰fpm軽石



図2 調査地点におけるテフラ柱状図

露頭の位置は図1を参照。柱状図左には、記載テフラの層厚(単位はcm)と色調(y:黄色, yb:黄褐色, yg:黄灰色, ygb:黄灰褐色, gb:灰褐色, lb:明褐色, lyb:明黄褐色, w:白色, yw:黄白色)を記した。

Loc.8(大屋町大屋スキー場)では、崩壊堆積物の上位に黄褐色火山灰土とクロボク土が累重し、火山灰土の最下部に径2～3mmの普通角閃石と黒雲母の結晶が散在する黄色風化軽石(T-19)が挟在する。T-19は粒径2～5mmの軽石と岩片から構成され、径10mmを超える軽石や岩片も含まれる。

2.1 地形, 地質的な特徴



- ・大屋地点は崖錐性堆積物が見られる山腹に位置しており, 崩壊により形成されたと考えられる角礫層が分布していることを現地において確認した。

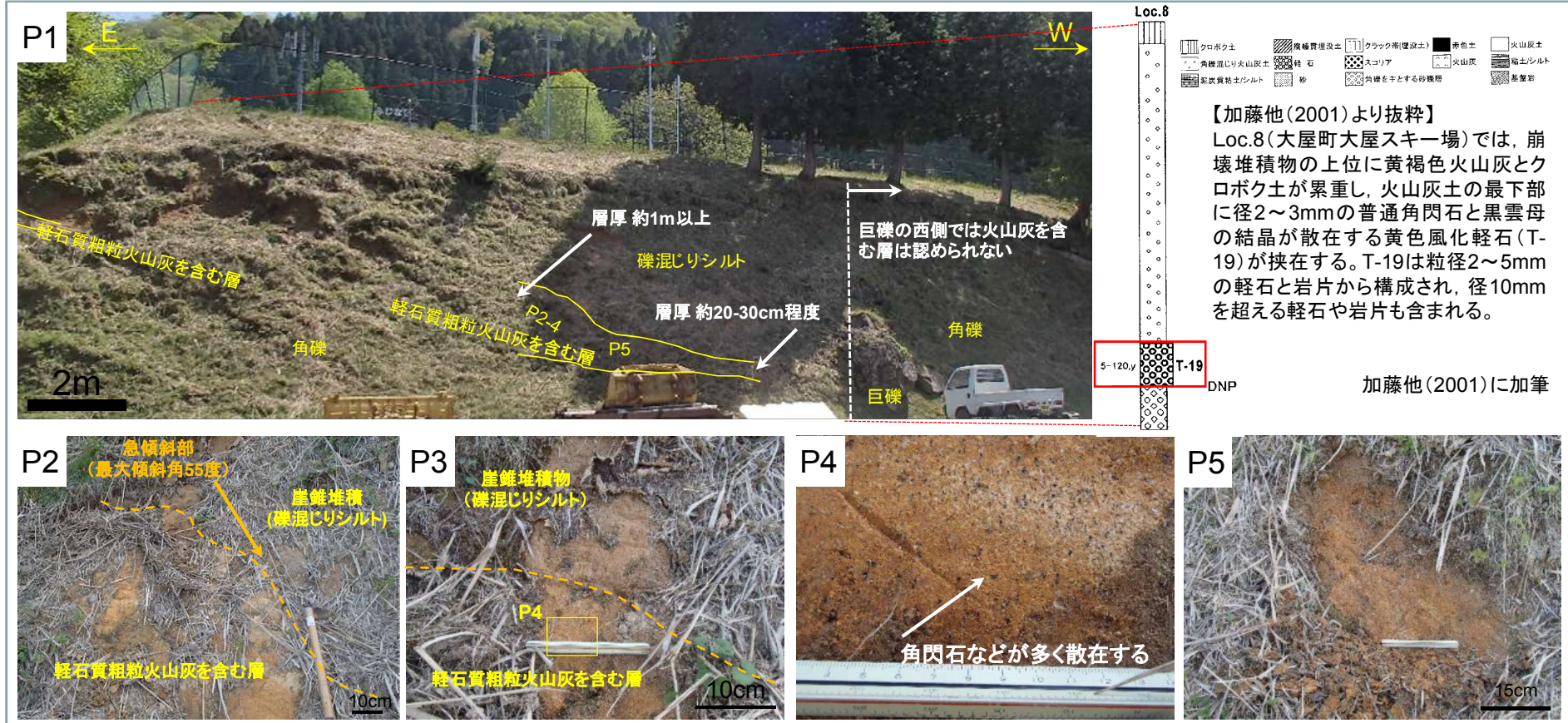
兵庫県養父市 大屋地点調査結果について

関西電力
と同様

第2回大山火山の火山灰分布に関する情報収集に係る
意見交換会
資料2-1 P11 再掲

2.2 現地状況(写真)

大屋スキー場(OY1)

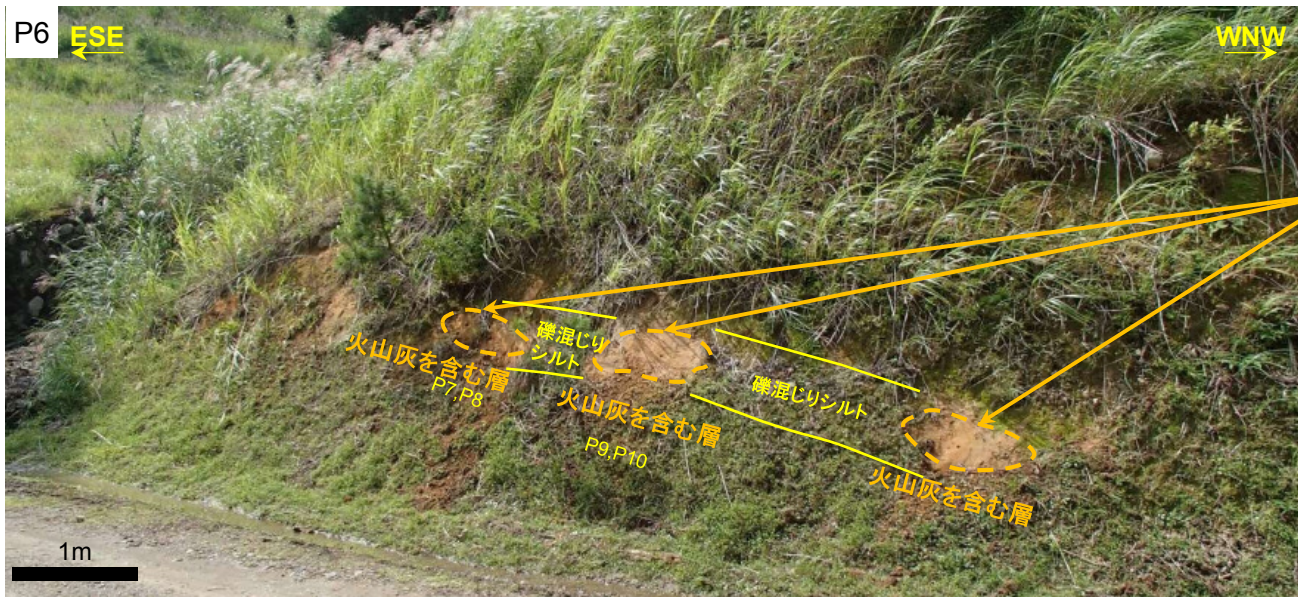


【調査結果】

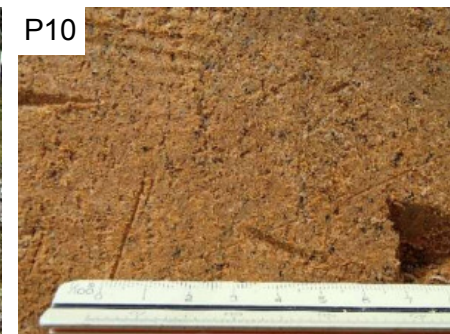
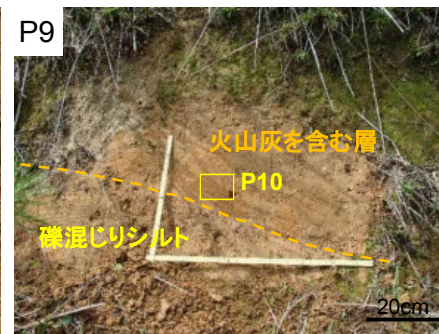
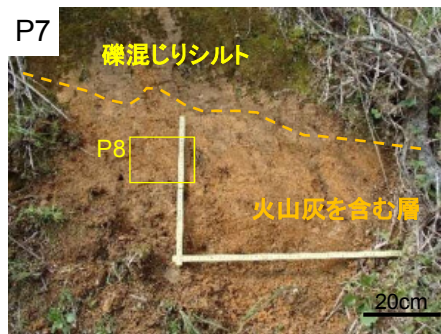
- ・加藤他(2001)によるLoc.8は、山腹にある崖錐斜面の切土法面に位置する。
- ・切土法面は、角礫を主体とする礫質な崩壊堆積物からなり、礫混じりシルトからなる被覆層が崩壊堆積物を覆っていた。
- ・切土法面には巨礫があり、その東側では火山灰を含む層が堆積しているのに対し、巨礫の西側ではそのような層は認められなかった。
- ・東側にある火山灰を含む層は、角礫層と礫混じりシルト層の境界付近に傾斜(最大傾斜角55度)して挟在していた(P2, P3)。
- ・火山灰を含む層の層厚は一定でなく、西側端部(巨礫付近)で20cm~30cm程度であり、東に向かい層厚は厚くなり、1m以上あることを確認した。
- ・火山灰を含む層は黄褐色を呈する軽石質粗粒火山灰からなり、角閃石などが多く散在していた(P4, P5)。

2.2 現地状況(写真)

大屋スキー場(OY2)



軽石質粗粒火山灰を含む層がレンズ状に点在している



【調査結果】

- ・加藤他(2001)によるLoc.8露頭の約150m南西の道路法面においても火山灰を含む層を確認した。
- ・この火山灰を含む層は細礫を含む淡褐色シルト中に層厚20~50cmの黄褐色の軽石質粗粒のものであり、一様な層構造を形成しておらず、連続性も認められなかった。

2.3 考察

1. 地質学, 地形学的見地からの特徴

- ・加藤他(2001)によると鉢伏山周辺地域には、後期鮮新世～中期更新世に噴火した溶岩流台地が残存し、これらの溶岩流台地周辺には地滑り、崩壊地が多数分布すると示されている。
- ・現地調査の結果、大屋地点は崖錐性堆積物が見られる山腹に位置しており、崩壊により形成されたと考えられる角礫層が分布していることを確認した。

2. 火山灰を含む層の観察結果

【露頭OY1】

- ・露頭OY1では巨礫を含む角礫を主体とする礫質な崩壊堆積物からなる切土法面に火山灰を含む層を確認した。
- ・その東側では火山灰を含む層が堆積しているのに対し、巨礫の西側ではそのような層は認められなかった。
- ・火山灰を含む層の層厚は一定でなく、数10cm～1m以上あることを確認した。
- ・火山灰を含む層は黄褐色を呈する軽石質粗粒火山灰からなり、角閃石などが多く散在していた。

【露頭OY2】

- ・露頭OY2では火山灰を含む層を確認したが、この層は細礫を含む淡褐色シルト中に層厚20～50cmの黄褐色の軽石質粗粒のものであり、一様な層構造を形成しておらず、連続性も認められなかった。

対象となる火山灰を含む層は降灰層厚として評価できない。

兵庫県香美町 瀬川山地点

既往文献の記載内容

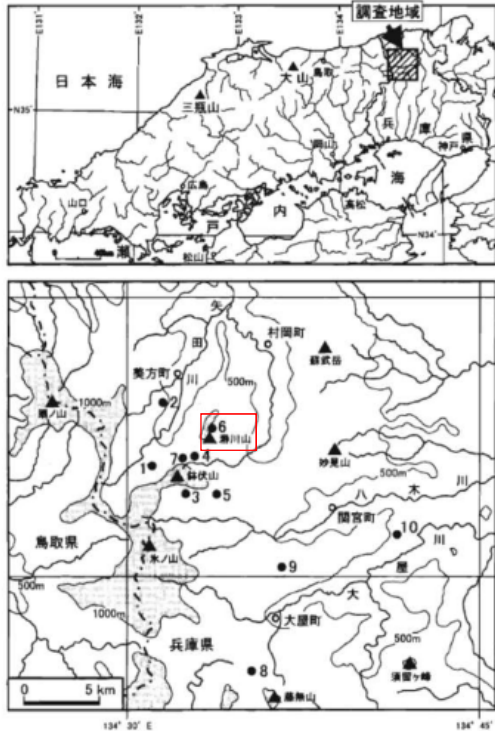


図1 調査地域と記載した第四紀テフラ露頭の位置

ところが、当地域は山地が大半を占め、テフラが保存されやすい丘陵や河岸段丘などの比較的平坦な地形の発達が悪いことから、これまでにテフラ層序の研究がなされていなかった。こうした山地域にあって、鉢伏山周辺地域 (図1) には後期鮮新世～中期更新世に噴出した溶岩流台地 (Furuyama et al., 1993; 先山ほか, 1995) が残存し、第四紀のテフラが保存されやすい平坦面や窪地を提供している。これらの溶岩流台地周辺には地滑り・崩壊地が多数分布し、地滑りブロック背後の凹地や崩壊土砂の平坦な堆積面は、溶岩流台地上の平坦面や窪地と並び、テフラの保存に好適な場所となっている。したがって、本地域に九州の火山起源の広域テフラや大山火山起源のテフラが保存されている可能性は高いと予想される。

加藤他(2001):兵庫県北西部・鉢伏山周辺地域の第四紀後期テフラ層序—大山火山起源のテフラを中心として— より抜粋

- ・加藤他(2001)によると鉢伏山周辺地域には、後期鮮新世～中期更新世に噴出した溶岩流台地が残存し、第四紀のテフラが保存されやすい平坦面や窪地を提供していると示されている。
- ・Loc.6(村岡町瀨川山)では、層厚5cm～10cmのDNPが示されている。
- ・再堆積などの堆積状況についての記載はない。

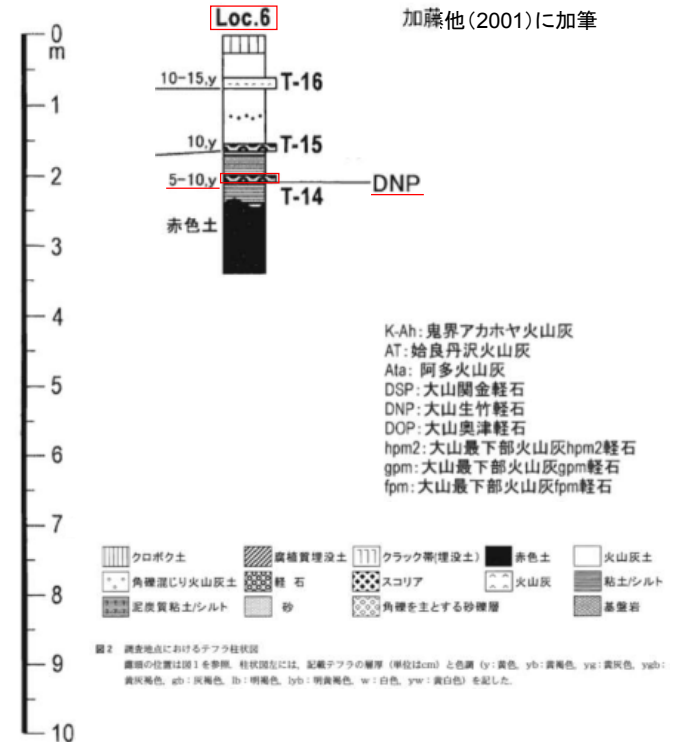


図2 調査地点におけるテフラ柱状図
露頭の位置は図1を参照。柱状図左には、記載テフラの層序(単位は2cm)と色調(y:黄色、yb:黄褐色、yk:黄灰色、yab:黄灰褐色、ab:灰褐色、b:明褐色、lyb:明黄褐色、w:白色、yw:黄白色)を記した。

Loc.6(村岡町瀨川山)は、瀨川山の山頂部に広がる溶岩流台地上に位置する。ここでは、赤色土を不整合に覆う粘土に黄褐色風化軽石(T-14)がパッチ状に挟在する。T-14は粒径1～4mmの軽石と岩片から構成され、径1～2mmの普通角閃石と黒雲母の結晶が散在する。粘土の上位には黄褐色火山灰土とクロボク土が累重し、火山灰土の最下部に黄色風化軽石(T-15)が、上部に黄色細粒火山灰土(T-16)が、それぞれ挟在する。T-15はT-14より細粒で、粒径1～3mmの軽石と岩片から構成され、径1mm程度の普通角閃石と黒雲母の結晶が散在する。

3.1 地形, 地質的な特徴



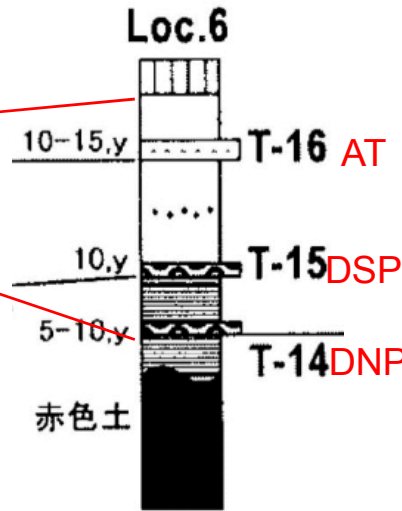
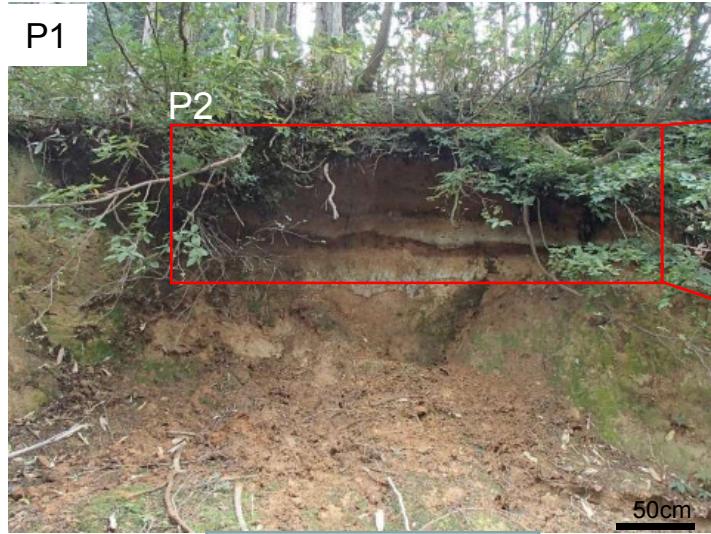
- ・瀨川山地点は瀨川山山頂部の平坦な台地に位置しており, ほぼ水平に層を成している湿地堆積物層が分布していることを現地において確認した。

兵庫県香美町 瀨川山地点調査結果について

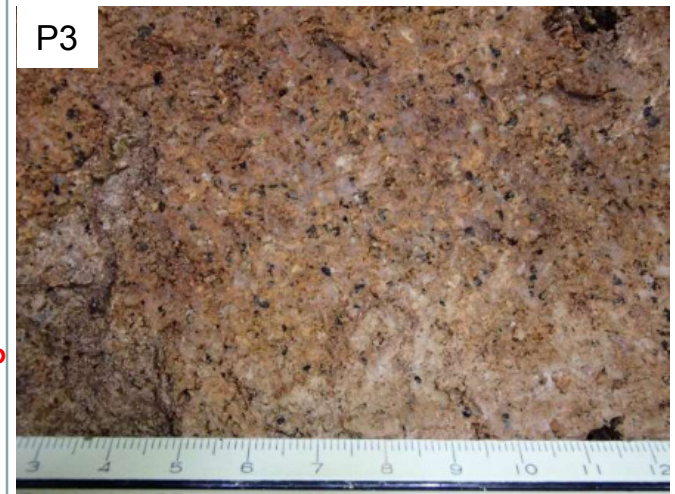
関西電力
と同様

第2回大山火山の火山灰分布に関する情報収集に係る
意見交換会
資料2-1 P17 再掲

3.2 現地状況(写真)

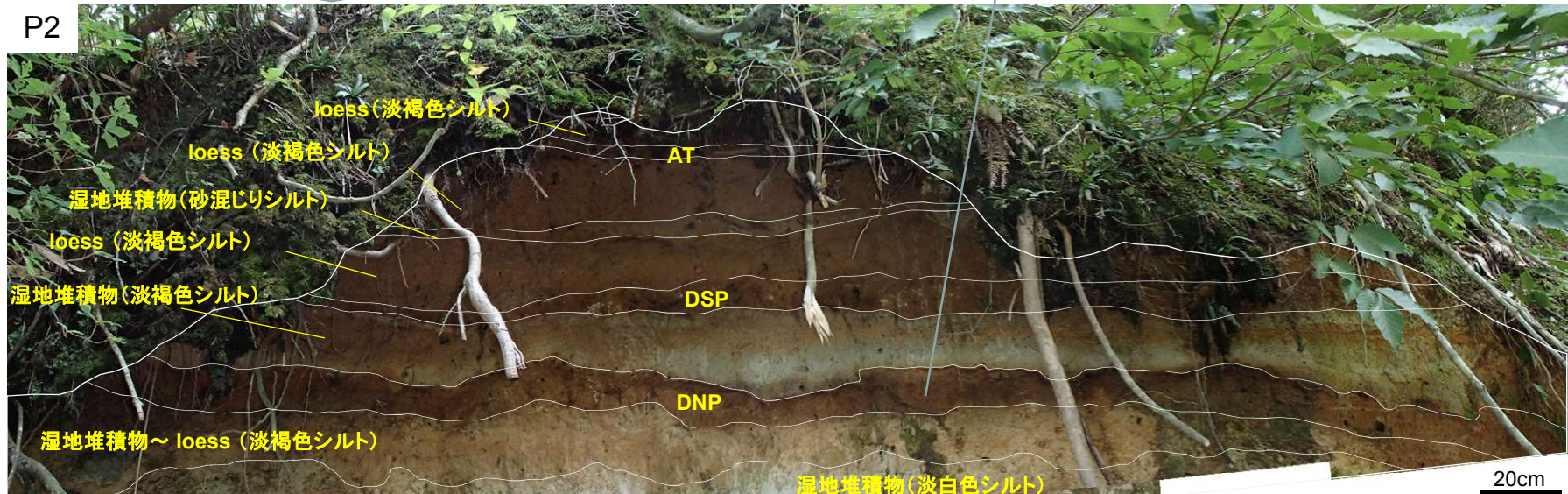


加藤他(2001)に加筆



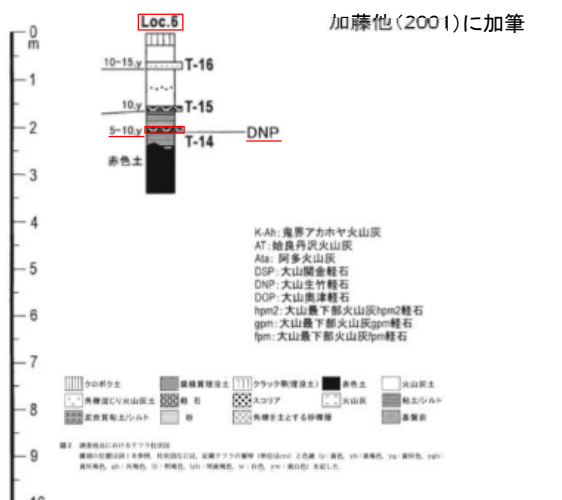
黒色の重鉱物を多く含み、径数mmのパミスが散在する粗粒火山灰が肉眼で認められた。

拡大写真



【瀨川山の文献との整合確認について】

既往文献の記載内容

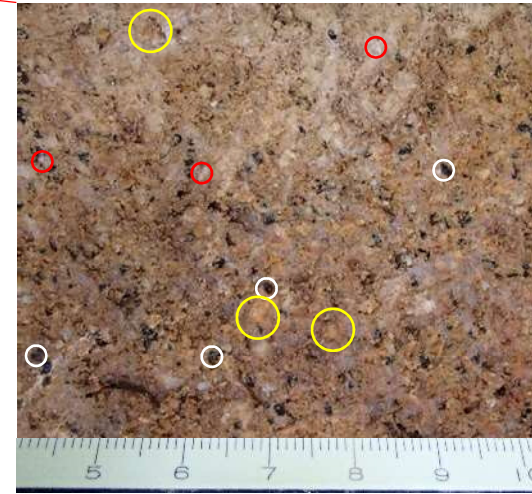
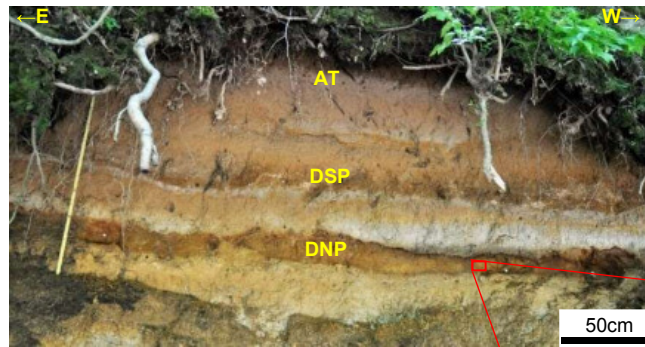


加藤他(2001)に加筆

Loc.6 (村岡町瀨川山)は、瀨川山の山頂部に広がる溶岩流台地上に位置する。ここでは、赤色土を不整合に覆う粘土に黄褐色風化軽石 (T-14) がパッチ状に挟在する。T-14は粒径1~4mmの軽石と岩片から構成され、径1~2mmの普通角閃石と黒雲母の結晶が散在する。粘土の上位には黄褐色火山灰土とクロボク土が累重し、火山灰土の最下部に黄色風化軽石 (T-15) が、上部に黄色細粒火山灰 (T-16) が、それぞれ挟在する。T-15はT-14より細粒で、粒径1~3mmの軽石と岩片から構成され、径1mm程度の普通角閃石と黒雲母の結晶が散在する。

現地調査の結果

現地露頭写真



● 軽石
○ 岩片
○ 角閃石

・加藤他(2001)によるとDNPには、粒径1~4mmの軽石と岩片から構成され、径1~2mmの普通角閃石と黒雲母の結晶が散在すると示されるが、現地調査を実施した結果、5mm以下の軽石と2mm以下の岩片、角閃石が散在していることを確認した。

・現地調査の結果(前回までの報告書も含む)と既往文献に記載される内容に不整合は見られない。

3. 2 現地状況(写真)

【調査結果】

- ・調査地点は瀨川山の標高900-1,000mにおいて北東-南西に延びる山頂小起伏面に位置しており、その露頭法面では湿地堆積物や黄土質な堆積物に挟まれた3層の火山灰層を確認した。
- ・加藤他(2001)は岩相や岩石記載的特徴に基づき、3層の火山灰層を上位から順に、始良Tnテフラ(AT)、大山関金軽石(DSP)、大山生竹軽石(DNP)としており、確認した3層の火山灰層は加藤他(2001)のものと同じものであると推察される。
- ・この3層の一部である加藤他(2001)でDNPとされている層は層厚10~15cmの褐色を呈する軽石質粗粒火山灰層で、径1mm以下の角閃石を多く含み、径1~5mmの軽石が見られた。層は連続しており、大屋地点に比べて層厚の変化が小さいことを確認した。

3.3 考察

1. 地質学, 地形学的見地からの特徴

- ・加藤他(2001)によると鉢伏山周辺地域には, 後期鮮新世～中期更新世に噴火した溶岩流台地が残存し, 第四紀のテフラが保存されやすい平坦面や窪地があると示されている。
- ・現地調査の結果, 瀨川山地点は瀨川山山頂部の平坦な台地に位置しており, ほぼ水平に層を成している湿地堆積物層が分布していることを確認した。

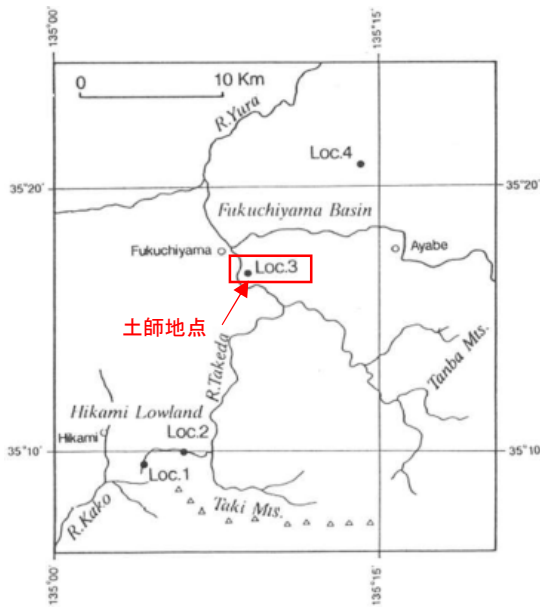
2. 火山灰層の観察結果

- ・調査地点は瀨川山の標高900-1,000mにおいて北東-南西に延びる山頂小起伏面に位置しており, その露頭法面では湿地堆積物や黄土質な堆積物に挟まれた3層の火山灰層を確認した。
- ・本調査で確認した3層の火山灰層は加藤他(2001)のものと同一のものであると推察される。
- ・この3層のうちDNPと思われる層は層厚10～15cmの褐色を呈する軽石質粗粒火山灰層で, 径1mm以下の角閃石を多く含み, 径1～5mmの軽石が見られた。
- ・このDNPの層は連続しており, 大屋地点に比べて層厚の変化が小さいことを確認した。

対象となる火山灰層に再堆積であるような特徴は確認できず, 降灰層厚として評価できると考えられる。

京都府福知山市 土師地点

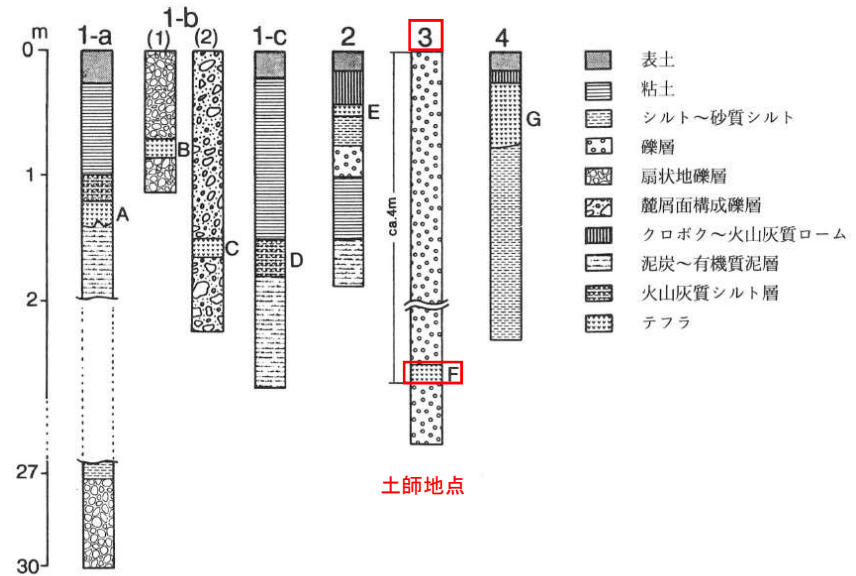
山元(2017)で引用している文献の記載内容



第1図 露頭位置図

(3) 福知山市土師：道路新設により出現し、井上(1984)が最初に報告した露頭 (Loc. 3)。露頭は長田野面の段丘崖下に位置する。ここにはコブル礫を主とする段丘礫層があり、礫層中の標高36～38m²¹に、最大層厚50cmで、レンズ状に挟まれた、灰黄赤色の軽石(テフラF)がある。このテフラは10°傾いて堆積し、横方向へは、局所的に欠如する。テフラ中には最大径3mmの軽石を含むほか、細礫を含んでいる。この軽石の上位・下位の堆積物は泥質のマトリックスにとむ、チャート礫を主とした亜円～円礫よりなる礫層である。

野村(1994):氷上低地・福知山盆地に分布するテフラと地形学上の問題 より抜粋

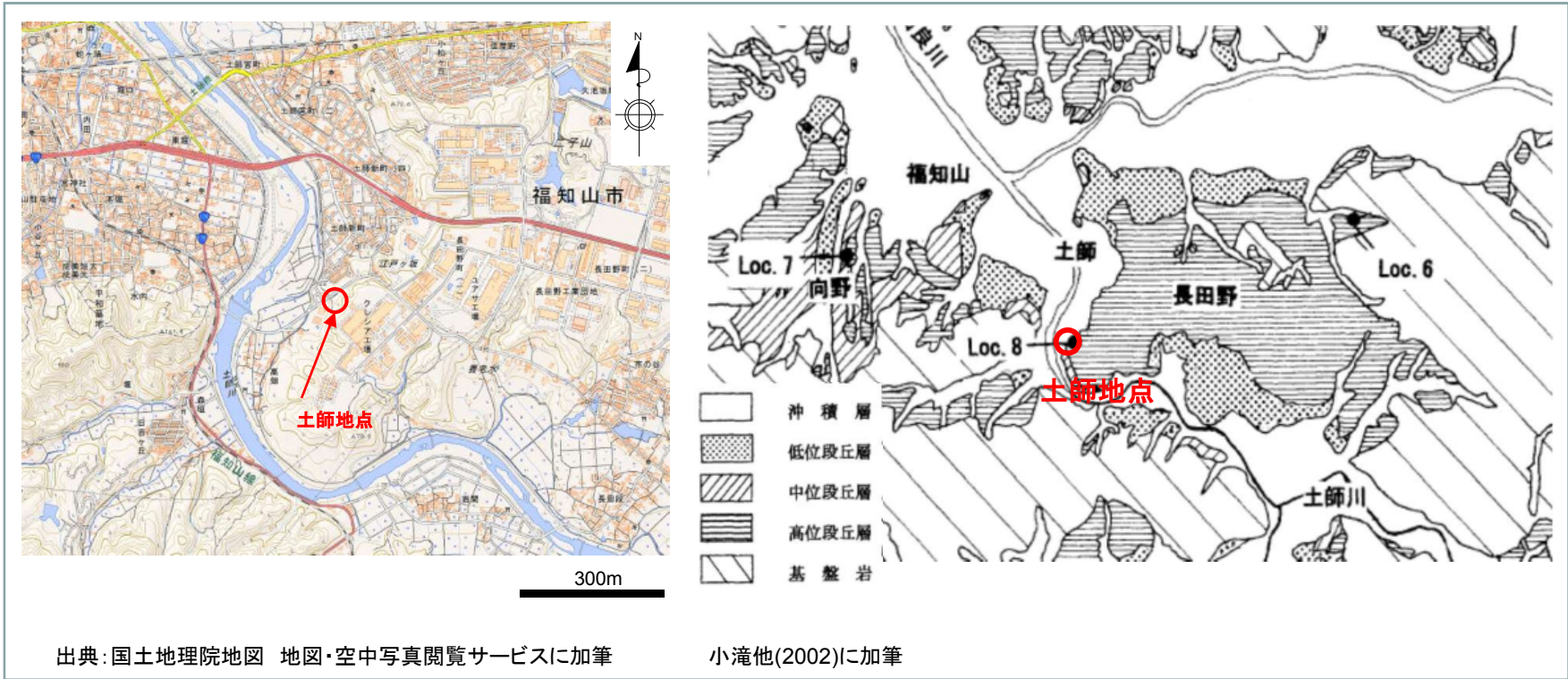


第3図 柱状図

野村(1994)に加筆

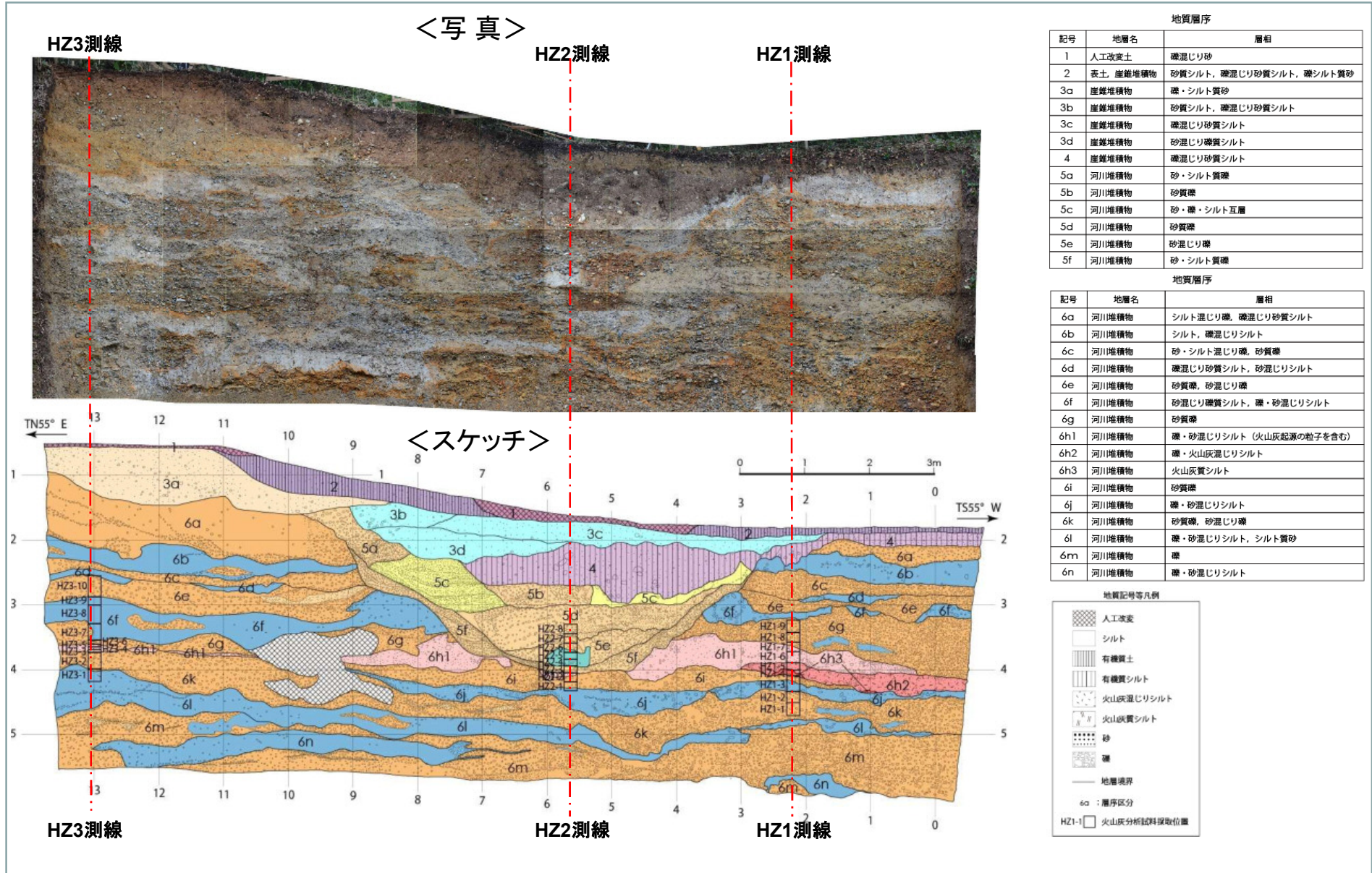
- ・野村(1994)によるとLoc.3(土師)では、段丘礫層中に最大層厚50cmのDNPがレンズ状に挟まれていると示されている。
- ・土師地点の地質はコブル礫を主とする段丘礫層であり、露頭法面の堆積物は泥質のマトリックスに富み、チャート礫を主とした亜円～円礫よりなる礫層である。

4. 1 地形, 地質的な特徴



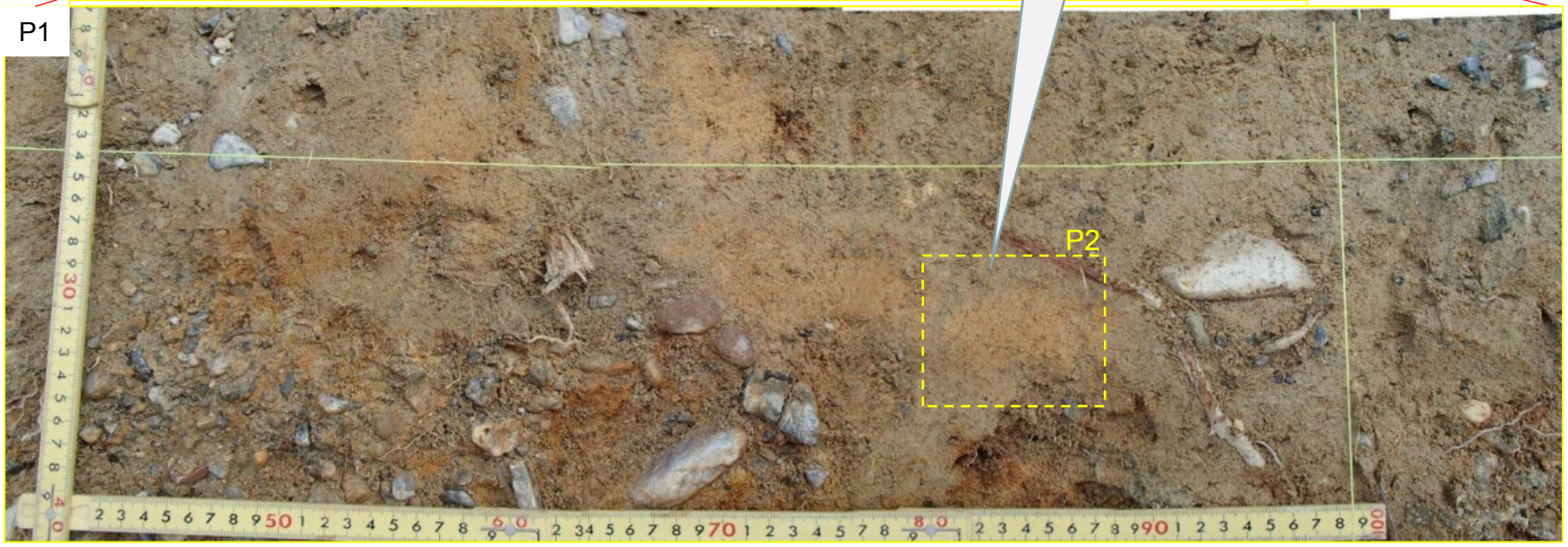
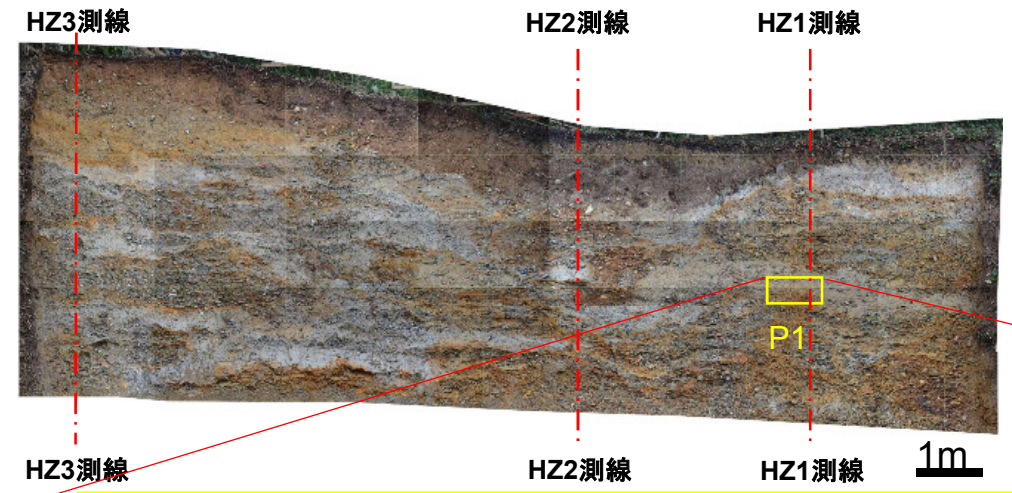
・土師地点は小滝他(2002)のLoc.8としても示されている地点であり, 小滝他(2002)によると露頭付近は土師の長田野面構成層にアバットして, 中位段丘層と考えられる砂礫層が局所的に分布すると示されている。

4.2 現地剥ぎ取り状況(写真, スケッチ)



4.2 現地剥ぎ取り状況(写真, スケッチ)

<詳細写真>



4.2 現地剥ぎ取り状況(写真, スケッチ)

<写真, スケッチからの考察>

・主に礫からなる河川堆積物や崖錐堆積物が複数の層を構成している。それらの層の中に火山灰を含む3つの層を確認した。

6h層: 礫及びシルトの互層からなる火山灰を含む河川堆積物。その性状によりさらに三層に細分。

6h1層: 礫・砂混じりシルト(火山灰起源の粒子を含む)

6h2層: 灰褐色を呈する礫・火山灰混じりシルト

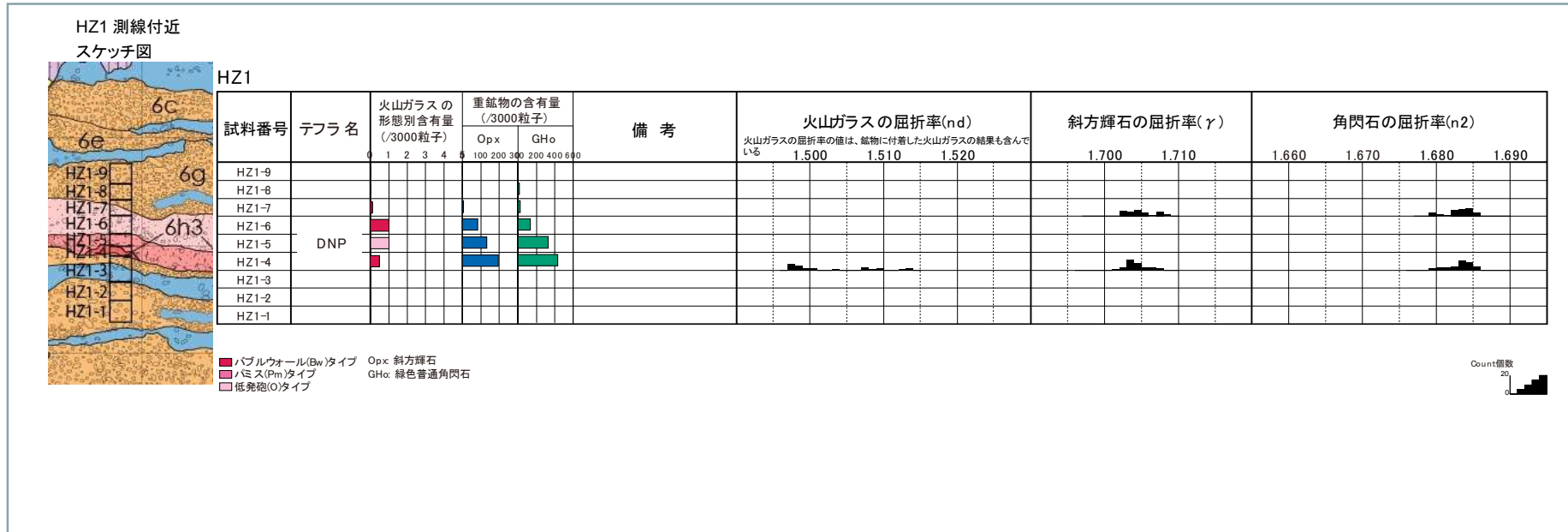
6h3層: 明褐色を呈する粗粒な火山灰質シルト(層厚5-10cm)。

その分布は断続的であり連続性に乏しい。また火山灰質シルトには碎屑物起源の細礫や砂粒子が含まれる。

・野村(1994)に記載されている火山灰層の特徴(河川由来の礫や砂を多く含んでいるなど)から、野村(1994)、小滝(2002)で示されている火山灰層は6h1層~6h3層であることが考えられる。

・6h1層~6h3層を比較的多く含んでいる測線(HZ1)、旧河床面の中心にあり6h1層~6h3層の一部を含んでいる測線(HZ2)、6h1層~6h3層の一部を含んでいる測線(HZ3)の計3つの測線から試料を採取し、鉱物組成及び屈折率測定を行った。

4.3 鉱物組成及び屈折率測定の結果



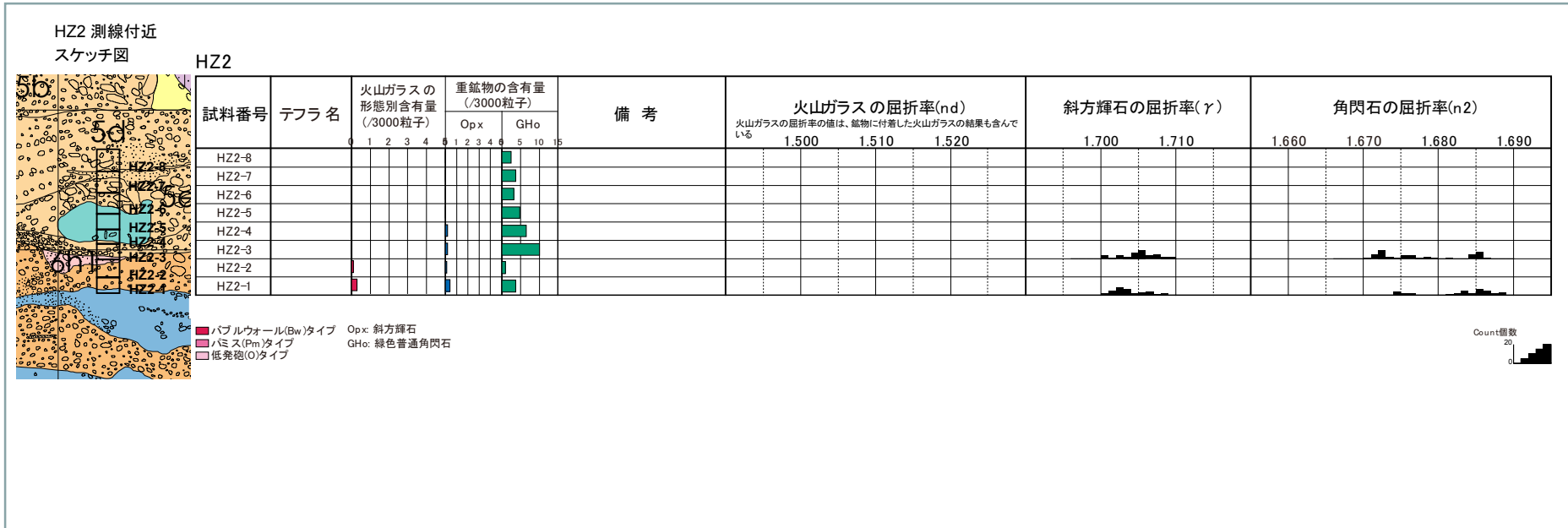
【HZ1 測線】

- 火山灰を含んでいる6h1～6h3から採取したHZ1-4, HZ1-5, HZ1-6の3試料に、多くの火山灰起源の斜方輝石や普通角閃石を含んでいることを確認した。
- 斜方輝石の屈折率は1.701-1.709を示し、普通角閃石の屈折率は1.679-1.686を示した。これらの屈折率は、古澤・梅田(2002)^{※1}による大山池露頭のDNPの屈折率とほぼ一致している。

上記の結果よりHZ1測線上に分布する火山灰を含む河川堆積物層(6h1層～6h3層)中には、DNPが含まれていると推察される。

※1: 古澤・梅田(2002) 新期大山テフラDNP, DSP, DKPの岩石記載的特徴の再検討, 第四紀研究, vol.41, No.2, p.123-129, 日本第四紀学会。

4.3 鉱物組成及び屈折率測定の結果



【HZ2 測線】

- 全体的に少量の普通角閃石を、一部の試料にごくわずかな斜方輝石を含んでいることを確認した。
- 斜方輝石の屈折率は1.700-1.710を示し、角閃石の屈折率は1.671-1.689を示した。
斜方輝石の屈折率は、古澤・梅田(2002)^{※1}による大山池露頭のDNPの屈折率とほぼ一致しているが、角閃石の屈折率は差異が出ている。

上記の結果よりHZ2測線上に分布する火山灰を含む河川堆積物層(6h1層)中には、DNPと他の火山灰、若しくは他の火山灰が含まれている可能性が考えられる。

※1: 古澤・梅田(2002) 新期大山テフラDNP, DSP, DKPの岩石記載的特徴の再検討, 第四紀研究, vol.41, No.2, p.123-129, 日本第四紀学会.

4.3 鉱物組成及び屈折率測定の結果



【HZ3 測線】

- HZ3-2に少量の斜方輝石と普通角閃石を含んでおり、その他の試料にはごくわずかな斜方輝石と普通角閃石を含んでいることを確認した。
- 斜方輝石の屈折率は1.699-1.715を示し、角閃石の屈折率は1.670-1.687を示した。
斜方輝石の屈折率は、古澤・梅田(2002)^{※1}による大山池露頭のDNPの屈折率とほぼ一致しているが、角閃石の屈折率は差異が出ている。

上記の結果よりHZ3測線上に分布する火山灰を含む河川堆積物層(6h1層)中には、DNPと他の火山灰、若しくは他の火山灰が含まれている可能性が考えられる。

※1: 古澤・梅田(2002) 新期大山テフラDNP, DSP, DKPの岩石記載的特徴の再検討, 第四紀研究, vol.41, No.2, p.123-129, 日本第四紀学会.

4.4 考察

1. 地質学, 地形学的見地からの特徴

- ・土師地点は土師の長田野面構成層にアバットして、中位段丘層と考えられる砂礫層が局所的に分布するところである。

2. 火山灰を含む層の観察, 分析結果

- ・露頭では主に礫からなる河川堆積物や崖錐堆積物が複数の層を構成している。それらの層の中に火山灰を含む3つの層6h1, 6h2, 6h3を確認した。
- ・斜方輝石と普通角閃石の屈折率よりHZ1測線上に分布する火山灰を含む河川堆積物層(6h1層~6h3層)中には、DNPが含まれていると推察される。
- ・斜方輝石と普通角閃石の屈折率よりHZ2測線上に分布する火山灰を含む河川堆積物層(6h1層)中には、DNPと他の火山灰, 若しくは他の火山灰が含まれている可能性が考えられる。
- ・斜方輝石と普通角閃石の屈折率よりHZ3測線上に分布する火山灰を含む河川堆積物層(6h1層)中には、DNPと他の火山灰, 若しくは他の火山灰が含まれている可能性が考えられる。

対象となる層は円礫を多く含む河川堆積物に火山灰が含まれているものであり、降灰層厚として評価できない。

京都市右京区 越畑地点

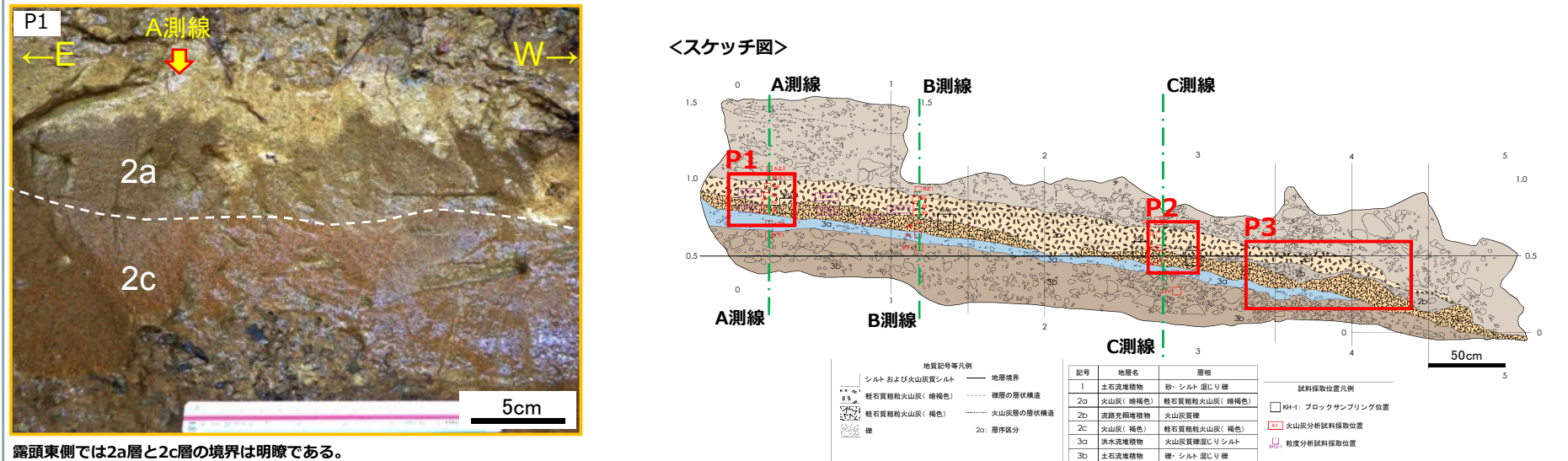
京都市 右京区 越畑地点調査結果について

関西電力
と同様

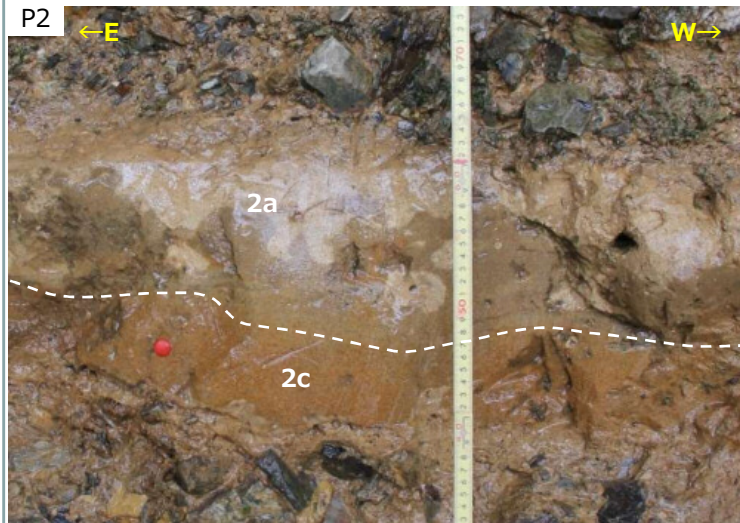
第2回大山火山の火山灰分布に関する情報収集に係る
意見交換会
資料3-1 P5 加筆・修正

越畑地点における意見交換会(2018.10.5)での降灰層厚の評価概要

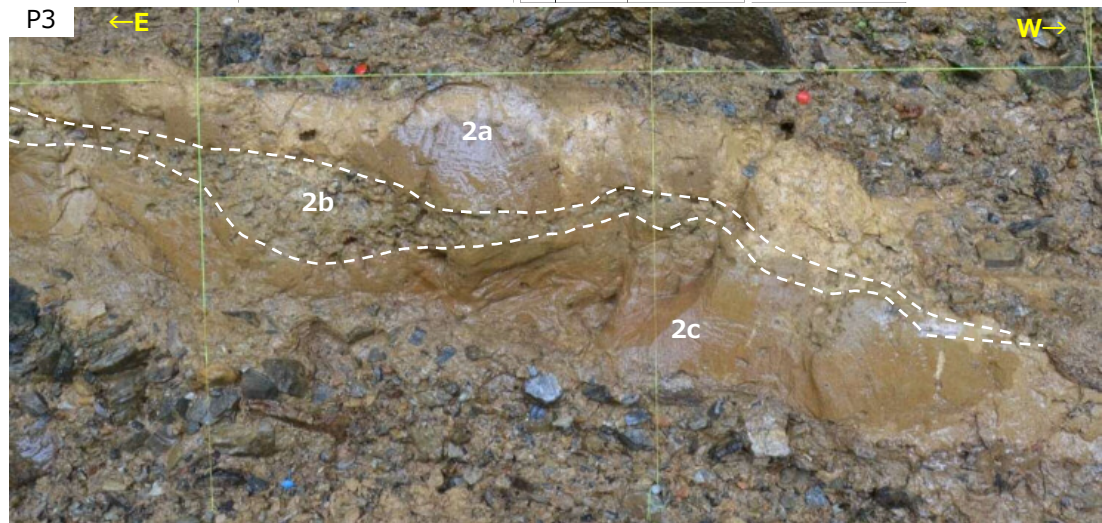
・第2回大山火山の火山灰分布に関する情報収集に係る意見交換会,資料3-1,平成30年10月5日より抜粋



露頭東側では2a層と2c層の境界は明瞭である。



露頭中央部では2a層と2c層の境界は明瞭であり、2a層の下部にラミナが認められる。



露頭西側では、2a層と2c層の境界付近に中礫を主体とする礫層(2b層)が挟在する。

・越畑地点の火山灰を含む層は2層(2a層, 2c層)に区分され、どちらの層もいったん堆積した火山灰が流水等の影響により移動し再堆積して形成された層であり、降灰時の堆積状況が保存されておらず、降灰層厚として評価できないものと考えられる。

京都市 右京区 越畑地点調査結果について

・原子力規制委員会(2018): 大山火山の火山灰分布に関する関西電力との意見交換会及び現地調査結果について,資料5,平成30年11月21日より抜粋



関西電力株式会社「大山火山の火山灰分布に関する情報収集結果について」より抜粋したものに加筆。

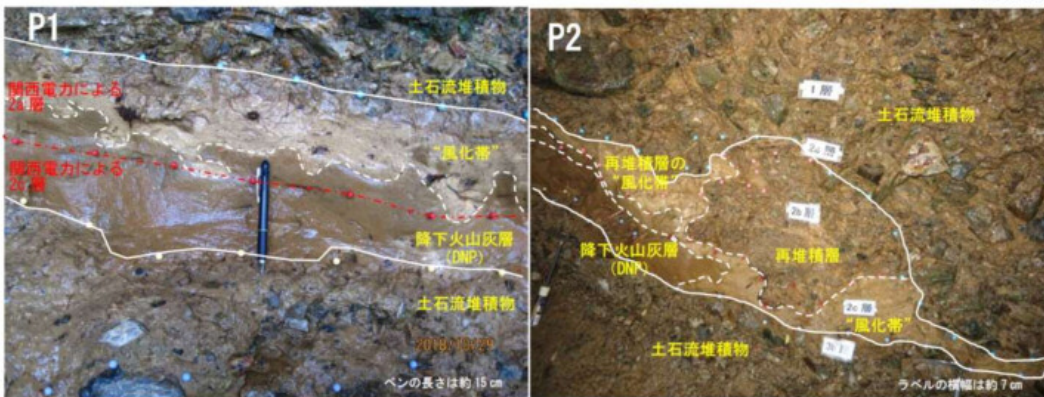
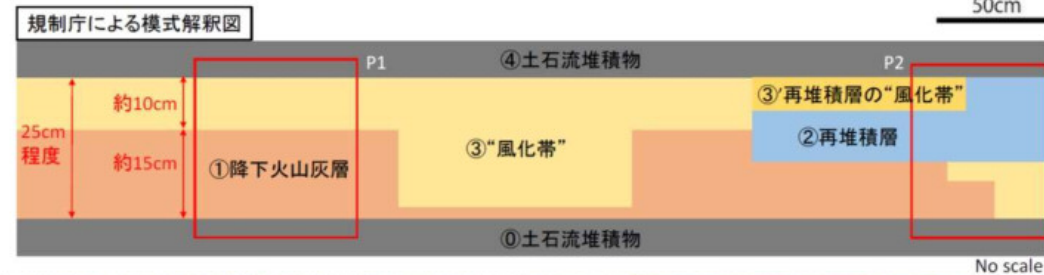


図1. 越畑地点における層区分の解釈

関西電力は礫層(2b層)を基準として色調(赤味)の異なる2層(2a層、2c層)を区分したが(スケッチ参照)、規制庁は風化の進行程度を基準として降下して堆積した層を「降下火山灰層」(風化の程度が小さい)と「風化帯」(風化の程度が大きい)に区分した(模式解釈図参照)。「風化帯」は、降下火山灰層が風化若しくは植生による擾乱で土壌と混じりあったと解釈できる層相を示しており、粒子が変質によって分解され細粒化しているほか、粒子が粘土化したことで白色を呈している。

3) 越畑地域のDNPの堆積状況の評価(まとめ)

今回の調査で降下火山灰層として確認できたのは越畑地点で15cm程度、越畑2地点で10cm以上の層厚であった。また、越畑地点では降下火山灰層の上位に10cm程度の“風化帯”が存在する。この“風化帯”は、降下火山灰層が風化若しくは植生による擾乱で土壌と混じりあったと解釈でき得ることから、規制の観点からはこれらについても降下火山灰層として扱うこととする。これらのことから、規制庁としては、越畑地域のDNPの降灰層厚を25cm程度として評価する。

原子力規制委員会(2018)の評価結果より、越畑地点の層厚は、25cmとする。

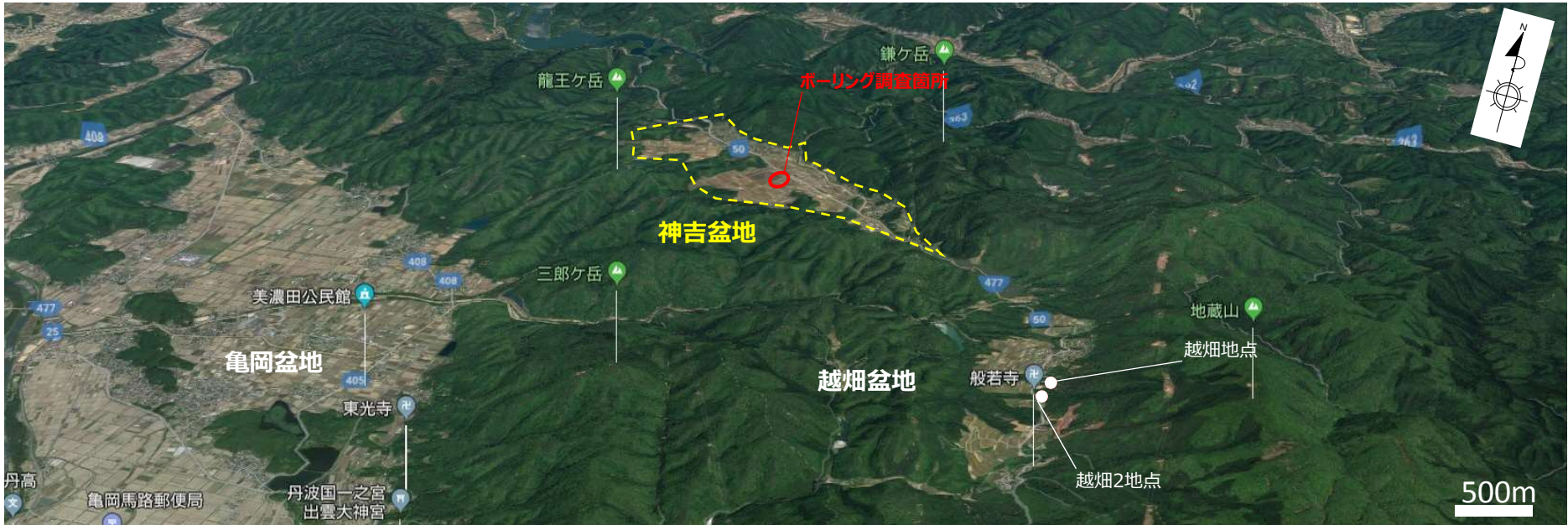
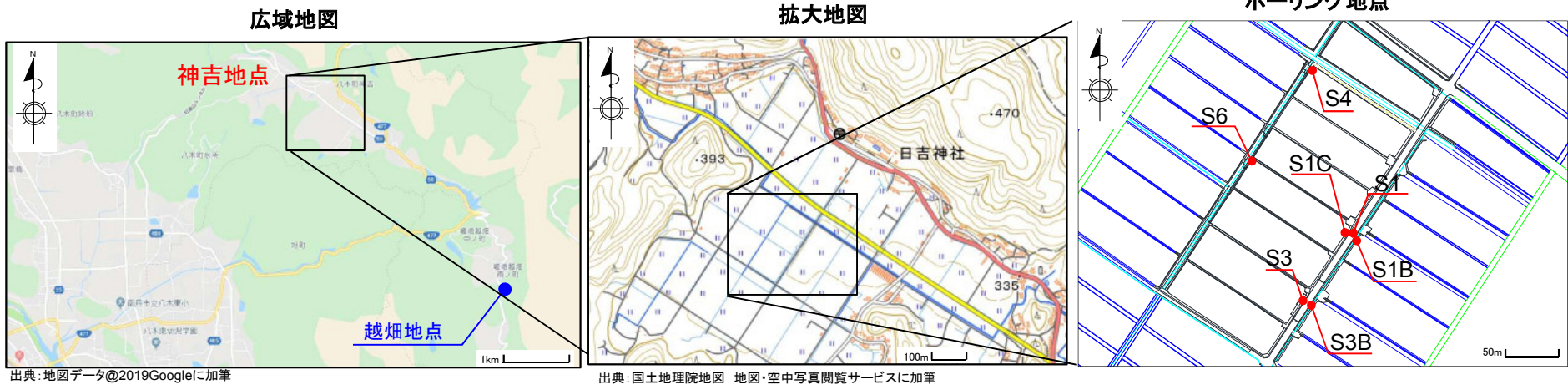
・原子力規制委員会(2018): 大山火山の火山灰分布に関する関西電力との意見交換会及び現地調査結果について,資料5,平成30年11月21日

(参考)越畑地点周辺において 確認されたDNPの状況

越畑地点周辺(越畑2及び神吉地点)では、層厚約10cmのDNP火山灰が認められたが、本調査結果については参考情報とし、火山影響評価における層厚はP96に記載のとおり25cmとする。

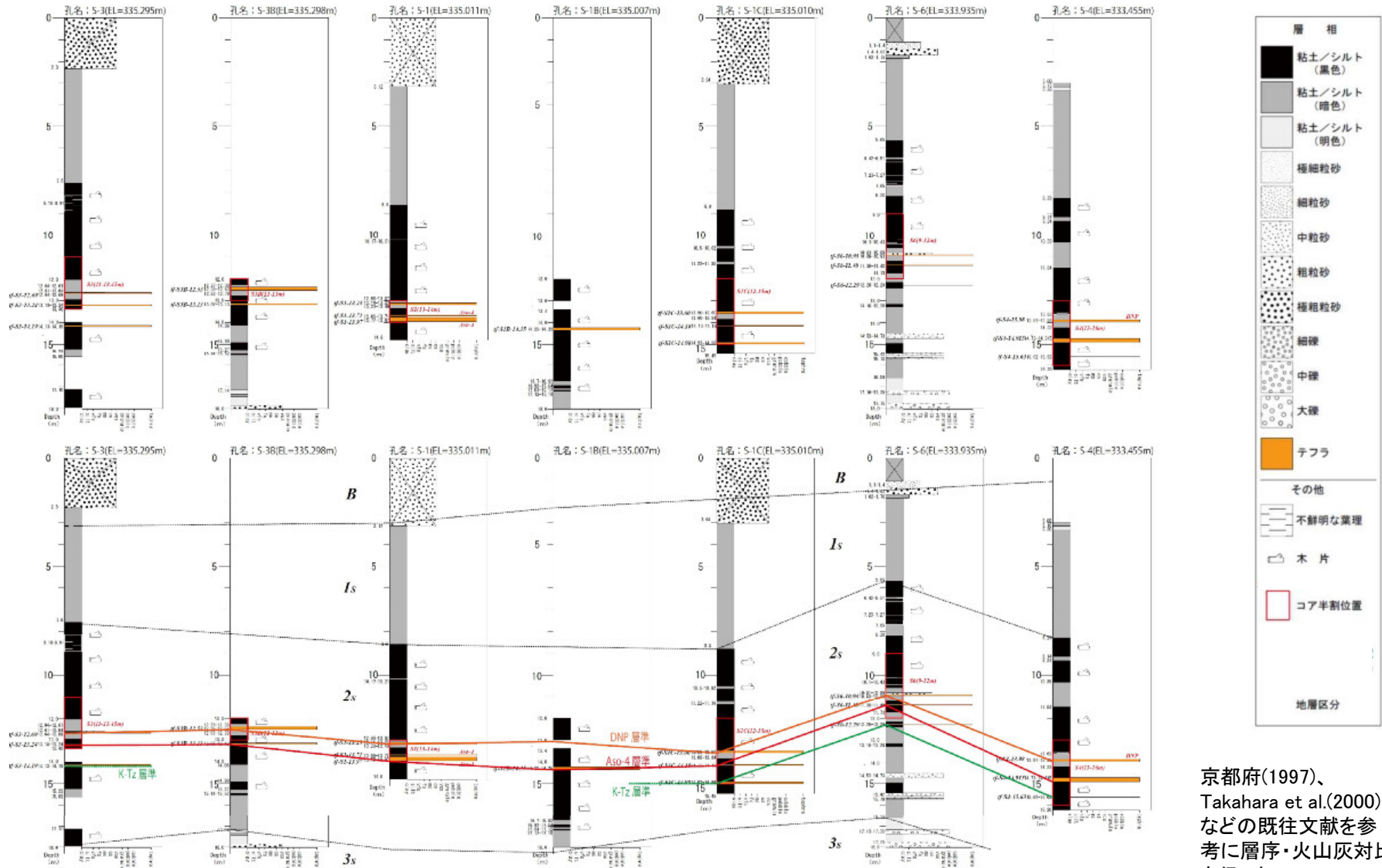
(参考)越畑地点周辺において確認されたDNPの状況:南丹市八木町神吉地点

越畑地点の北西約4kmに位置する南丹市八木町神吉には、断層運動により形成されたと考えられている盆地が発達する。この盆地では京都府(1997), Takahara et al.(2000)などにより盆地構成層の調査が行われており、DNP火山灰をはじめ、複数枚の火山灰を含む厚い堆積層が存在することが知られている。堆積環境として比較的安定していると推測される神吉盆地において、ボーリング調査を実施した。



神吉盆地周辺の空中写真

(参考)越畑地点周辺において確認されたDNPの状況:南丹市八木町神吉地点



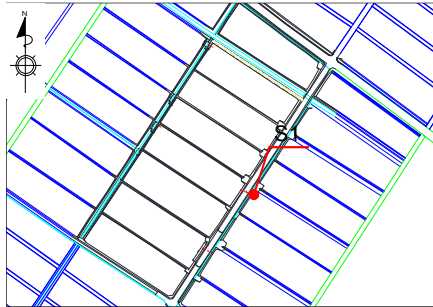
ボーリング柱状図標高対比図(上図:柱状図、下図:層序・火山灰対比)

京都府(1997)、
Takahara et al.(2000)
などの既往文献を参
考に層序・火山灰対比
を行った

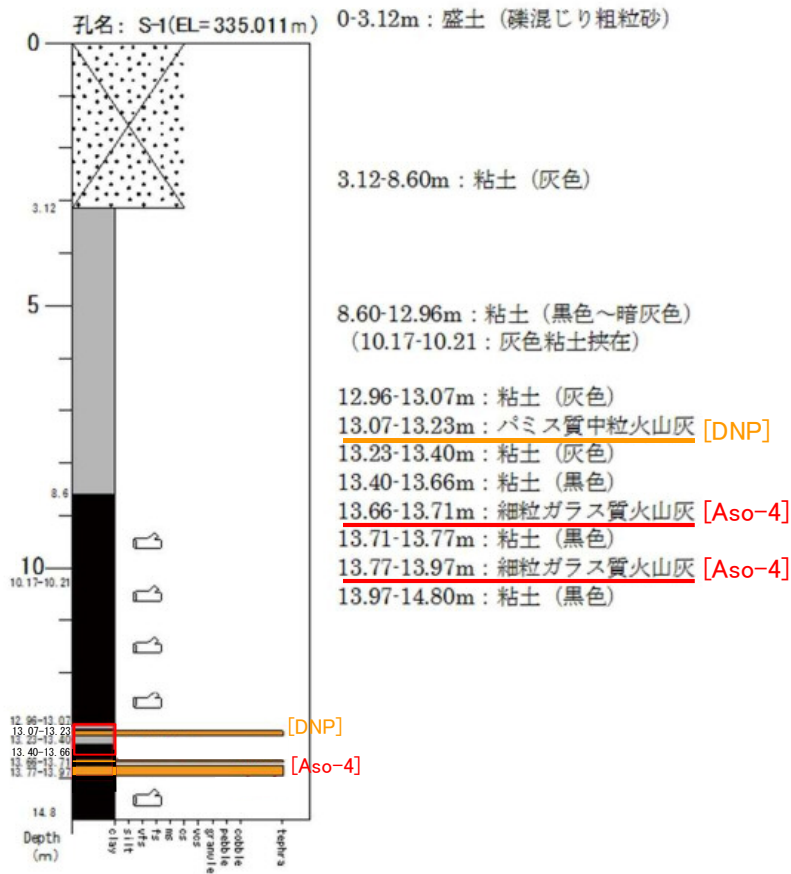
- 標高約322~315m付近に3層の火山灰層が認められ、上位から順にDNP, Aso-4, K-Tzに対比される。
- DNP火山灰相当層の層厚は約10cmである。

(参考)越畑地点周辺において確認されたDNPの状況:南丹市八木町神吉地点

ボーリング地点



S1地点の柱状図とコア写真

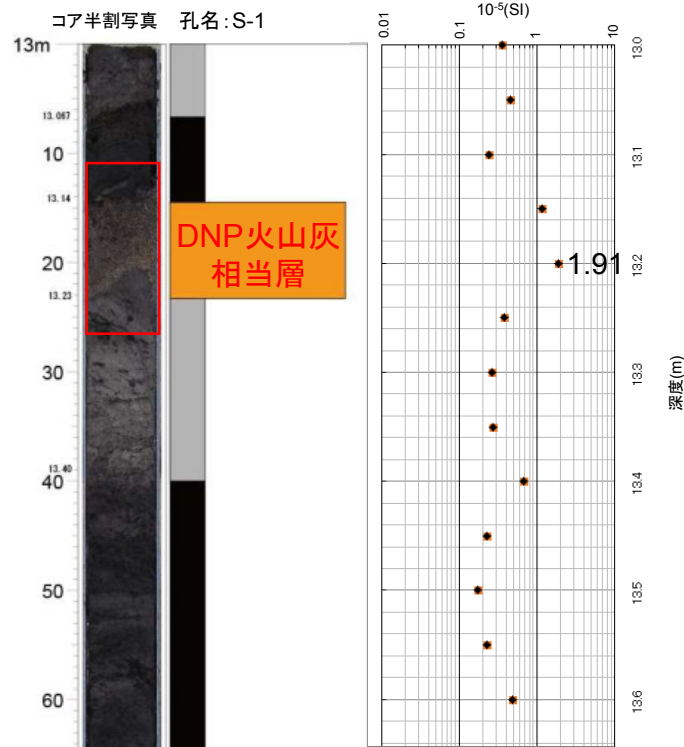


層相	
	粘土/シルト (黒色)
	粘土/シルト (暗色)
	粘土/シルト (明色)
	極細粒砂
	細粒砂
	中粒砂
	粗粒砂
	極粗粒砂
	細礫
	中礫
	大礫
	テフラ
その他	
	不鮮明な業理
	木片
	コア半割位置
	地層区分

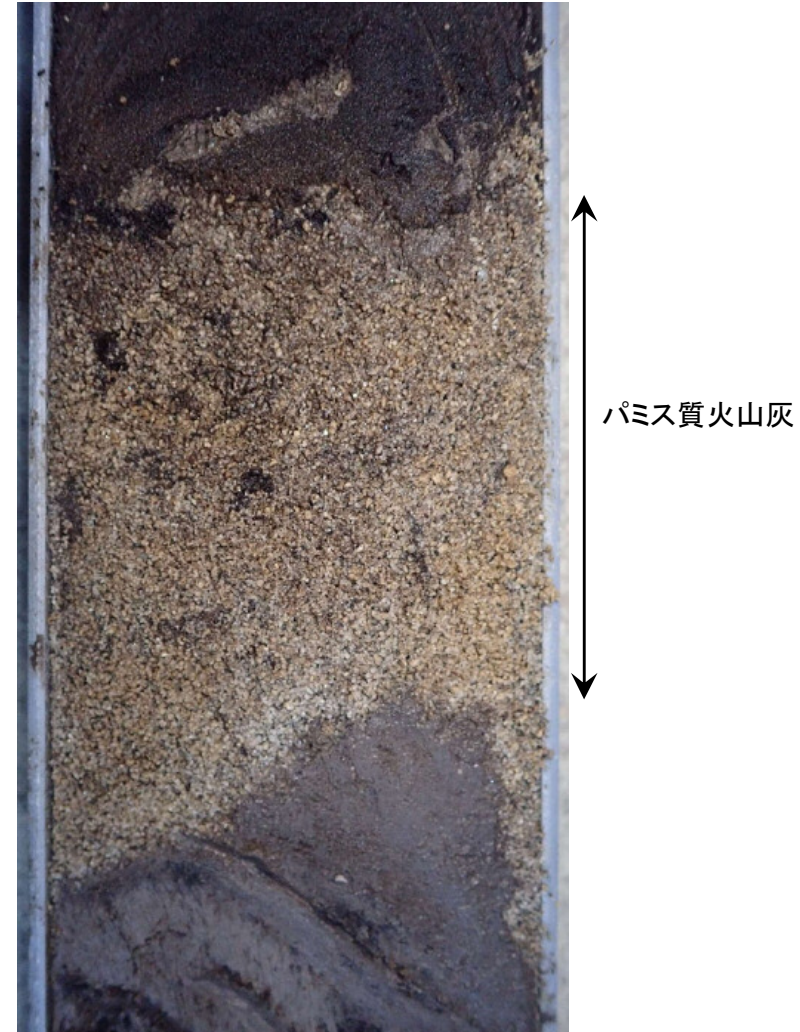


(参考)越畑地点周辺において確認されたDNPの状況:南丹市八木町神吉地点

DNP火山灰相当層の層相(S-1孔13.2m付近)



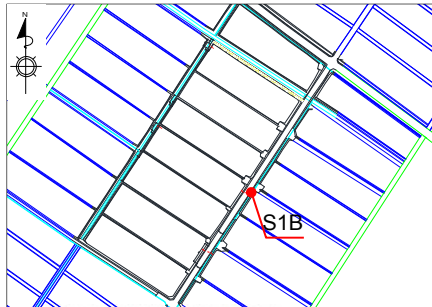
コア半割拡大写真(13.2m付近)



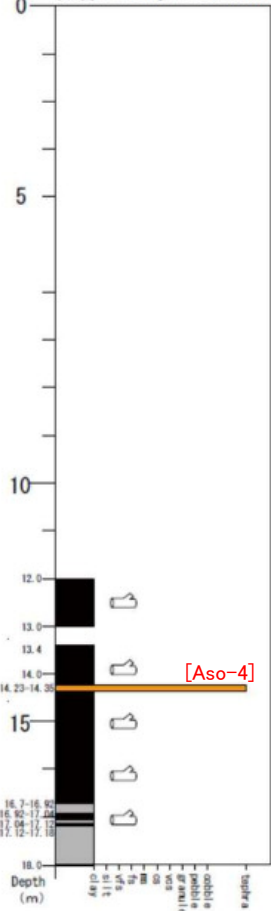
- ・S-1(13.14-13.23m)に分布する火山灰は、層厚約9cmの中粒パミス質火山灰からなる。
- ・全体に均質な粒度の粒子から構成される。
- ・上下層が粘土からなり、静穏な環境が推定される。
- ・異種岩片や碎屑物粒子の混入が認められない。
- ・帯磁率は 1.91×10^{-5} (SI)を示す。

(参考)越畑地点周辺において確認されたDNPの状況:南丹市八木町神吉地点

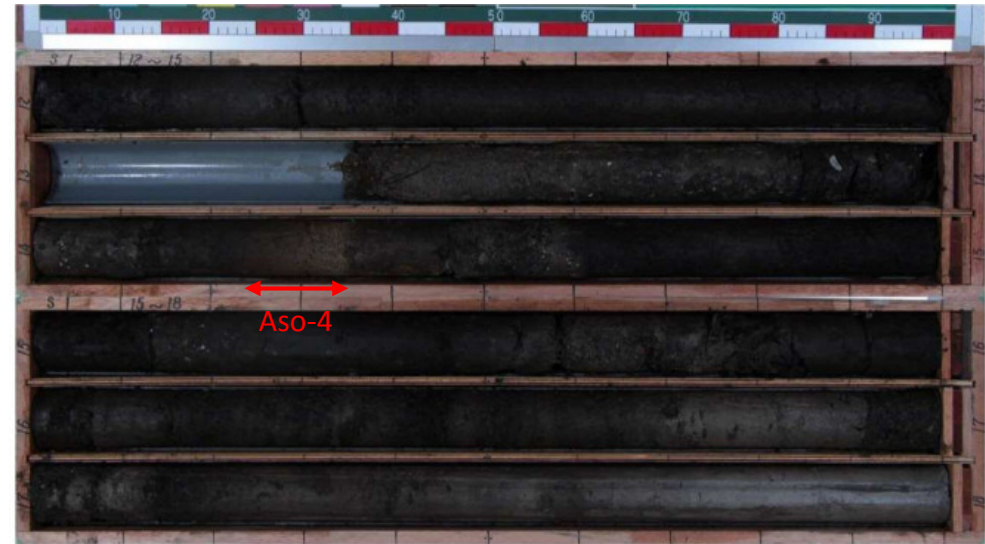
ボーリング地点



孔名: S-1B(EL=335.007m)



S1B地点の柱状図とコア写真



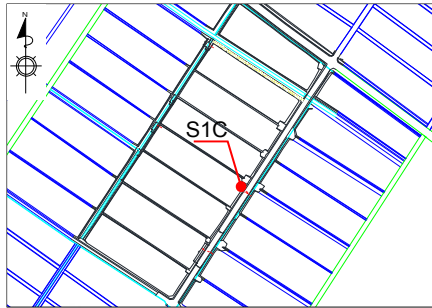
層相	
■	粘土/シルト (黒色)
■	粘土/シルト (暗色)
■	粘土/シルト (明色)
□	極細粒砂
□	細粒砂
□	中粒砂
□	粗粒砂
□	極粗粒砂
□	細礫
□	中礫
□	大礫
■	テフラ
その他	
□	不鮮明な葉理
□	木片
□	コア分割位置
地層区分	

<S1B地点の実施目的>

S1地点のコア採取時にコアの一部を乱した可能性があるため、別孔として同一足場内にて、S1B地点でのコア採取を実施した。

(参考)越畑地点周辺において確認されたDNPの状況:南丹市八木町神吉地点

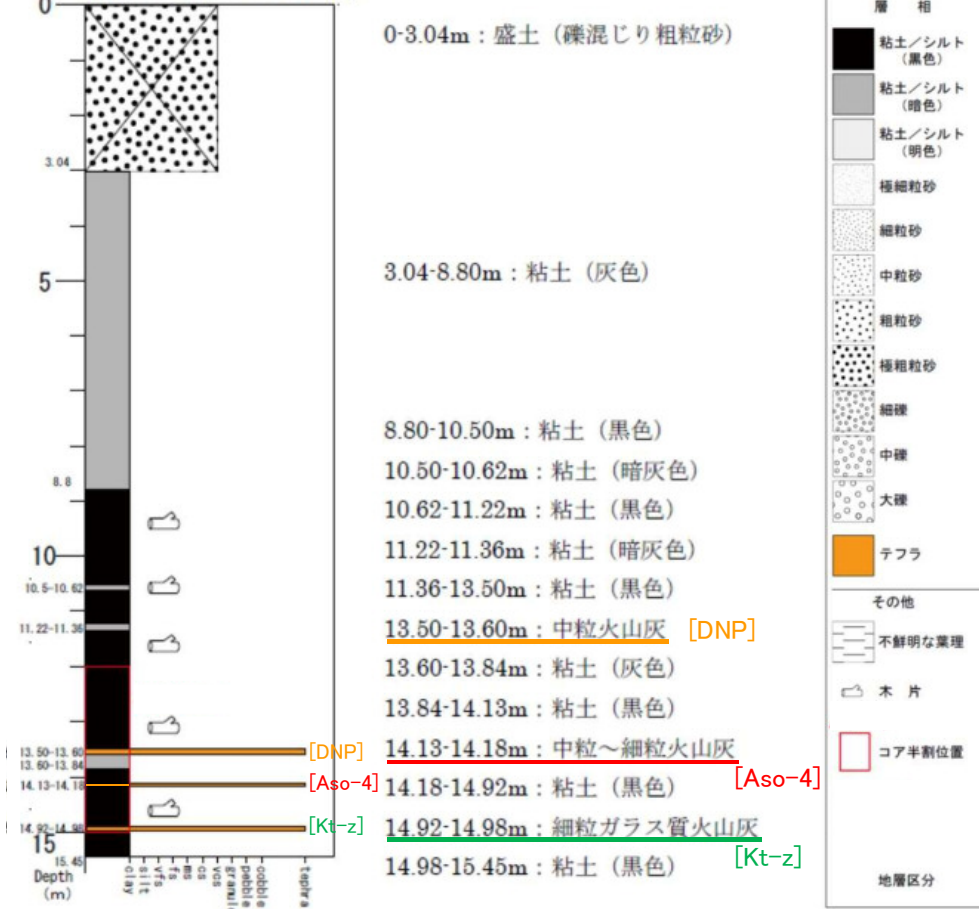
ボーリング地点



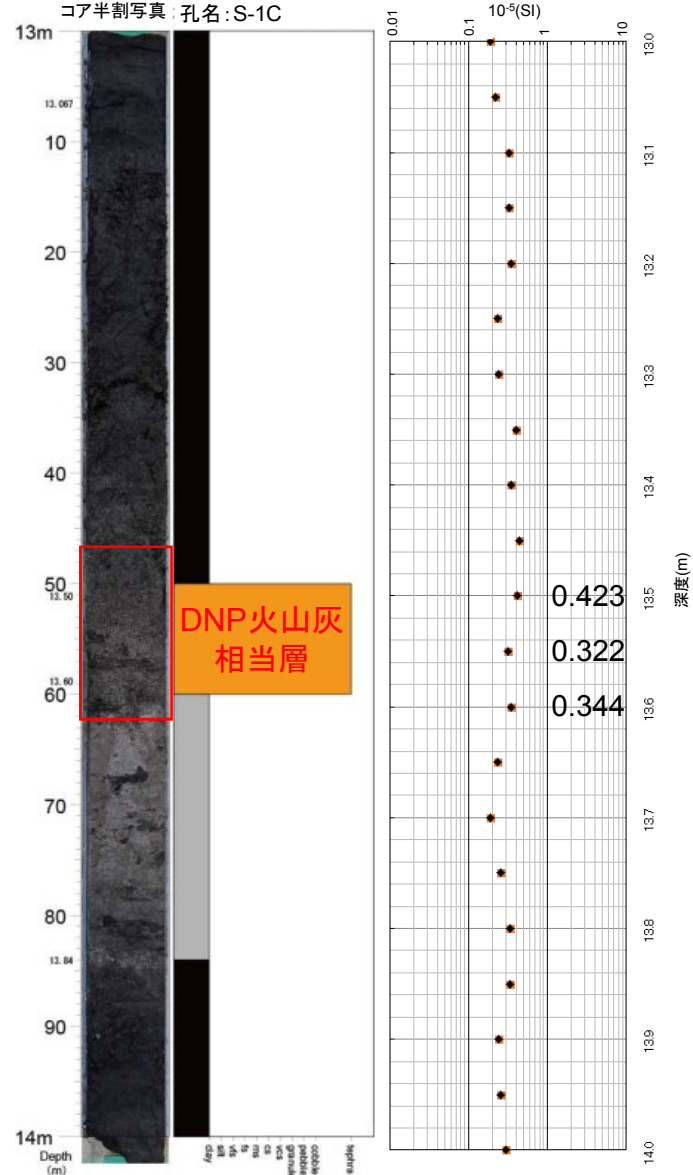
S1C地点の柱状図とコア写真

<S1C地点の実施目的>
S1B地点のコア採取時にコアの一部が欠損したため、別孔として同一足場内にて、S1C地点でのコア採取を実施した。

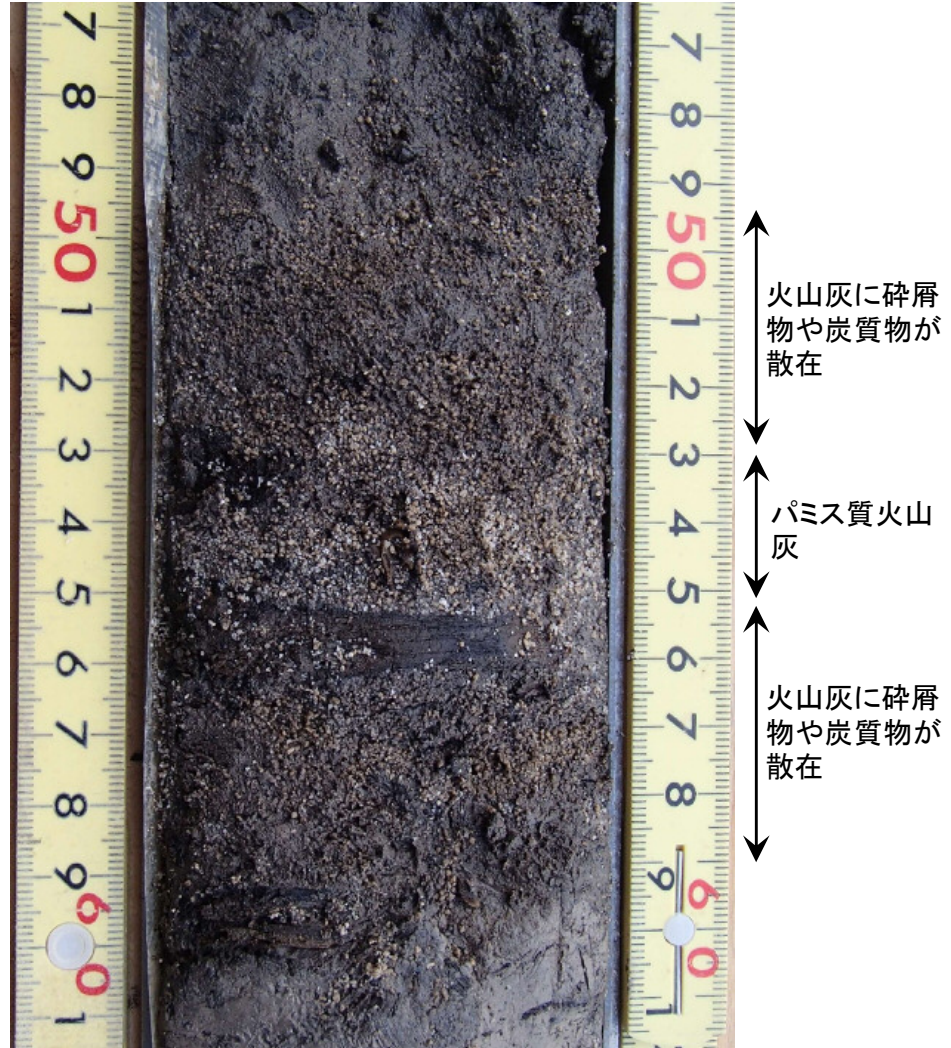
孔名: S-1C(EL=335.010m)



DNP火山灰相当層の層相(S-1C孔13.5m付近)



コア半割拡大写真(13.5m付近)



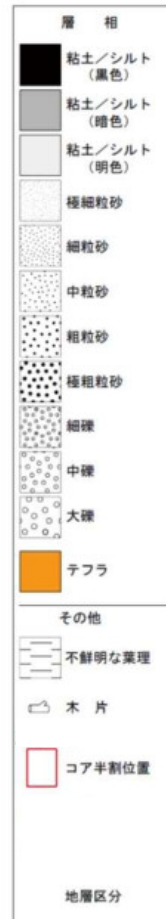
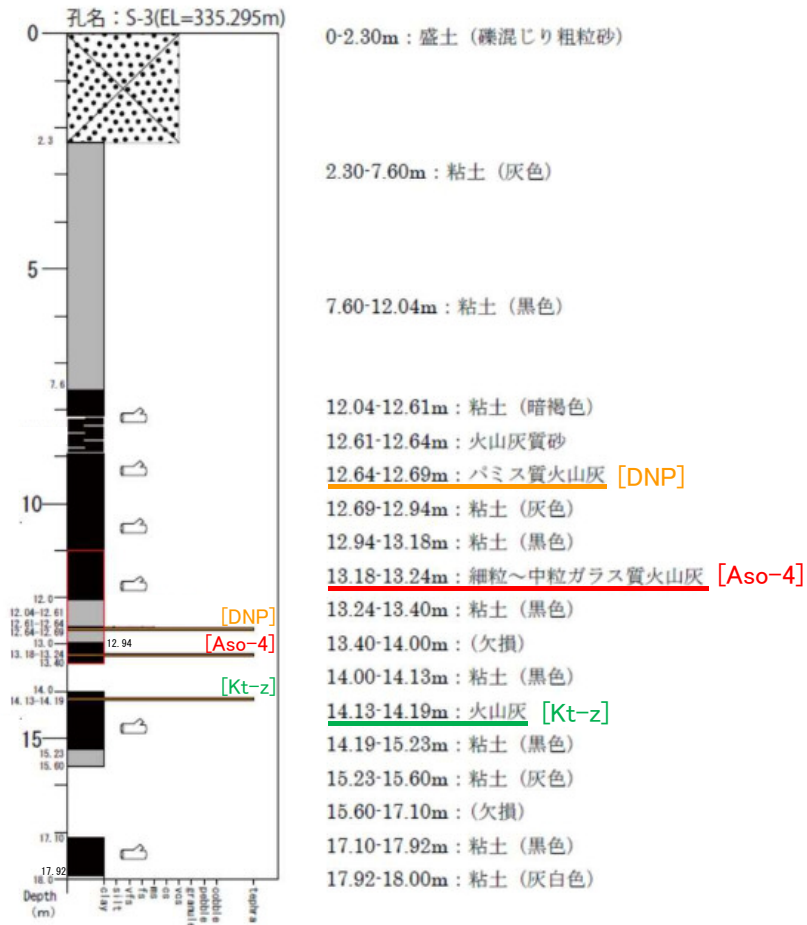
- ・S-1C(13.5-13.6m)に分布する火山灰は、層厚約10cmの碎屑物を含む中粒火山灰からなる。
- ・深度13.53-13.55m間は、ほぼ火山灰起源の粒子みから構成される。
- ・火山灰層は上方細粒化を示すほか、炭質物を含み、降灰後に乱された可能性がある。
- ・帯磁率は0.322~0.423 × 10⁻⁵(SI)を示す。

(参考)越畑地点周辺において確認されたDNPの状況:南丹市八木町神吉地点

ボーリング地点



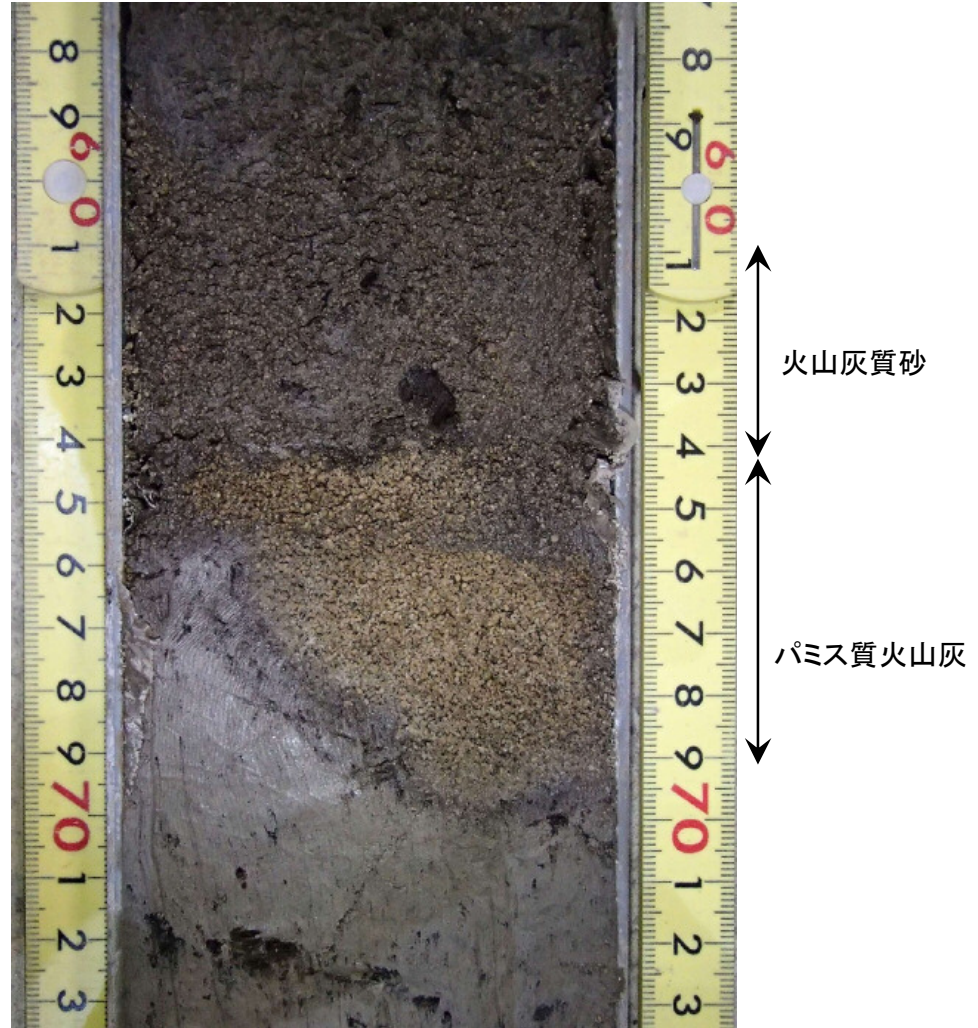
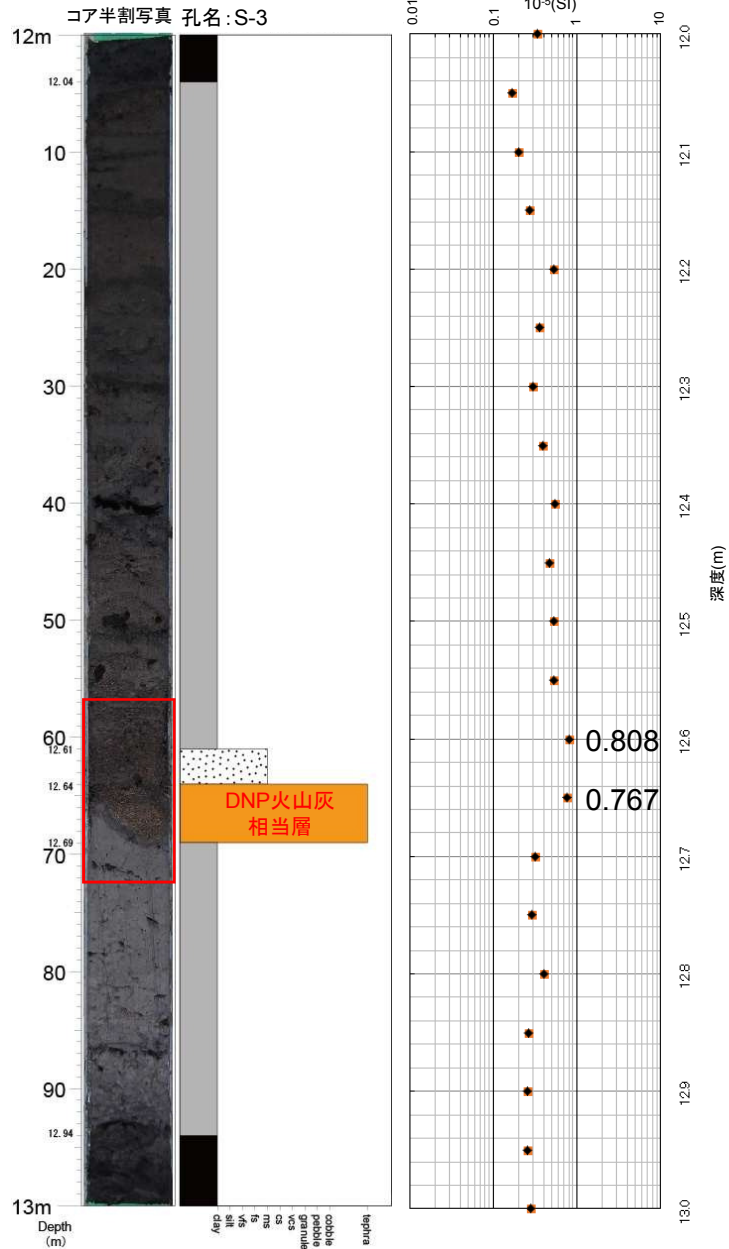
S3地点の柱状図とコア写真



(参考)越畑地点周辺において確認されたDNPの状況:南丹市八木町神吉地点

DNP火山灰相当層の層相(S-3孔12.61-12.69m)

コア半割拡大写真(12.6m付近)



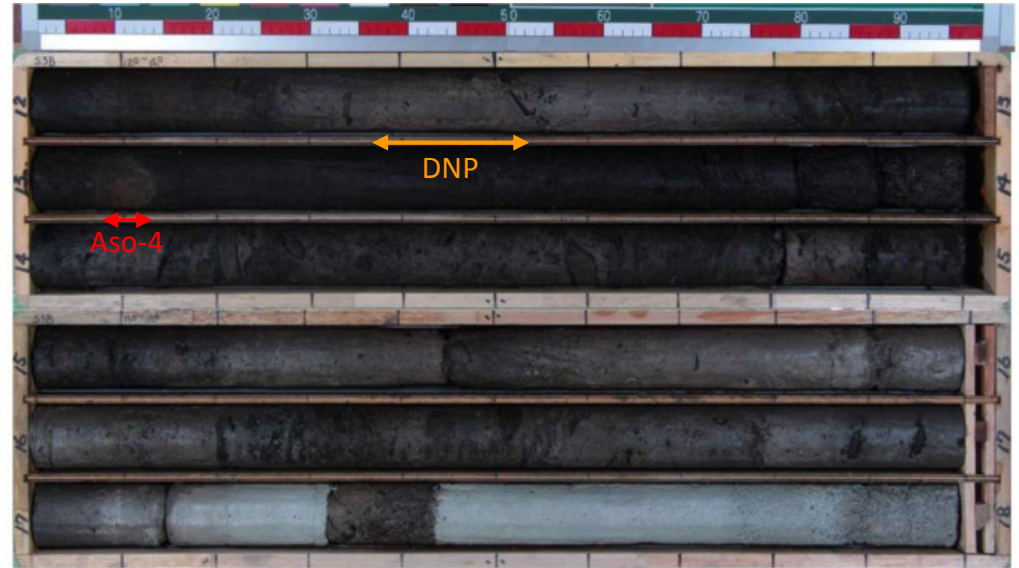
- ・S-3(12.61-12.69m)に分布する火山灰は、下部に層厚1-5cmのパミス質火山灰が認められる。
- ・ほぼ火山灰起源の粒子から構成される均質な火山灰層である。
- ・上部は火山灰質なシルト質砂からなる。
- ・帯磁率は $0.767 \times 10^{-5}(SI)$ 、 $0.808 \times 10^{-5}(SI)$ を示す。

(参考)越畑地点周辺において確認されたDNPの状況:南丹市八木町神吉地点

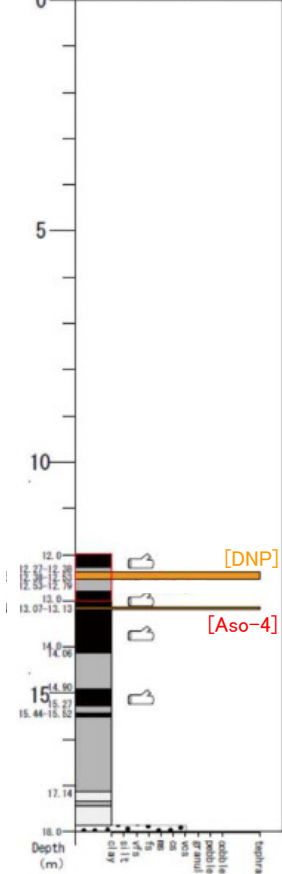
ボーリング地点



S3B地点の柱状図とコア写真



孔名: S-3B(EL=335.298m)

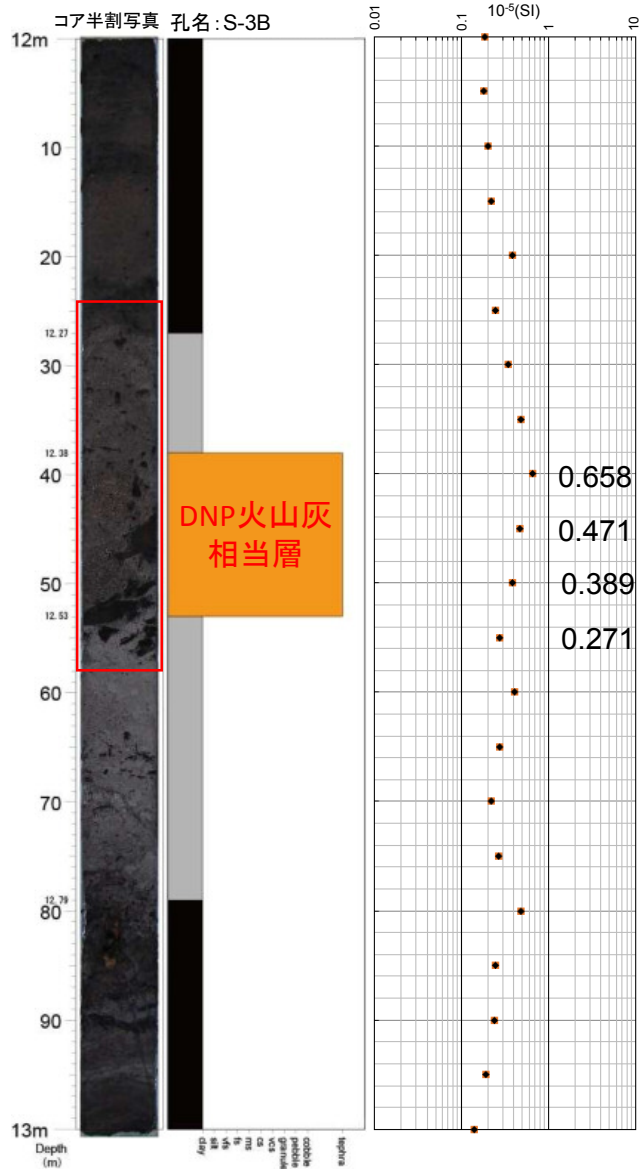


- 12.00-12.27m: 粘土 (黒色)
- 12.27-12.38m: 粘土 (暗褐色)
- 12.38-12.53m: 中粒バミス質火山灰 [DNP]
- 12.53-12.79m: 粘土 (灰白色)
- 12.79-13.07m: 粘土 (黒色)
- 13.07-13.13m: 中粒ガラス質火山灰
- 13.13-14.06m: 粘土 (黒色) [Aso-4]
- 14.06-14.90m: 粘土 (暗灰色)
- 14.90-15.27m: 粘土 (黒色)
- 15.27-15.44m: 粘土 (暗灰色)
- 15.44-15.52m: 粘土 (黒色)
- 15.52-17.14m: 粘土 (暗灰色)
- 17.14-17.32m: 粘土 (暗灰色)
- 17.32-17.84m: 粘土 (灰白色)
- 17.84-18.00m: 極粗粒砂

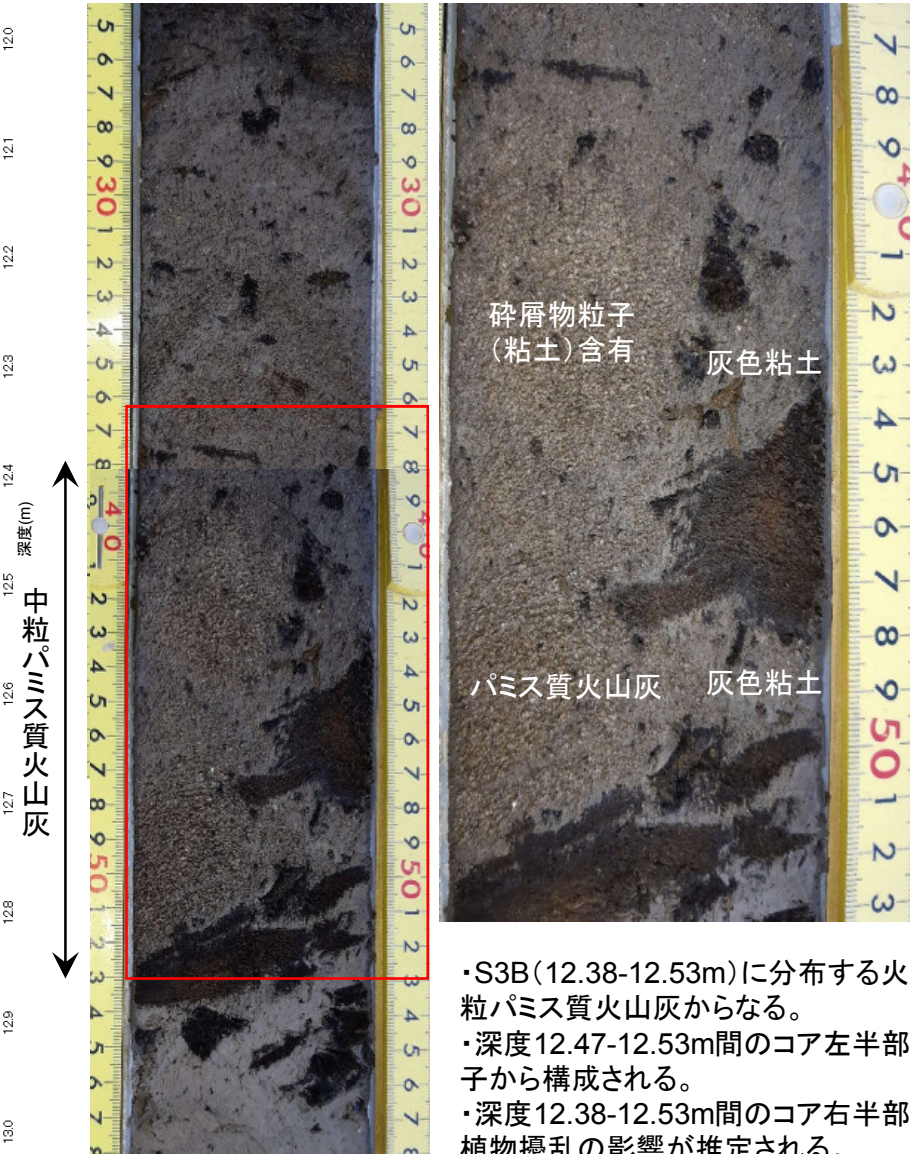
層相	
	粘土/シルト (黒色)
	粘土/シルト (暗色)
	粘土/シルト (明色)
	極細粒砂
	細粒砂
	中粒砂
	粗粒砂
	極粗粒砂
	中礫
	大礫
	テフラ
その他	
	不鮮明な葉理
	木片
	コア分割位置
地層区分	

<S3B地点の実施目的>
S3地点のコア採取時にコアの一部が欠損したため、別孔として同一足場内にて、S3B地点でのコア採取を実施した。

DNP火山灰相当層の層相(S3B孔12.38-12.53m)



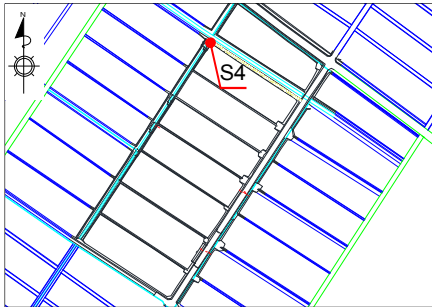
コア半割拡大写真(12.4m付近)



- ・S3B(12.38-12.53m)に分布する火山灰は、褐色を呈する中粒パミス質火山灰からなる。
- ・深度12.47-12.53m間のコア左半部は、概ね均質な火山灰粒子から構成される。
- ・深度12.38-12.53m間のコア右半部は灰白色粘土が分布し、植物擾乱の影響が推定される。
- ・帯磁率は0.389~0.658 $\times 10^{-5}(SI)$ を示す。

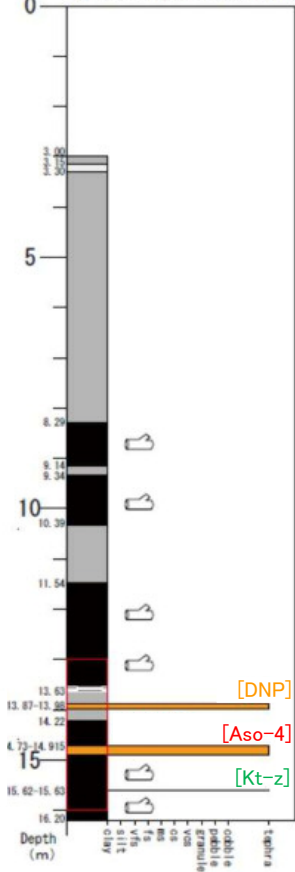
(参考)越畑地点周辺において確認されたDNPの状況:南丹市八木町神吉地点

ボーリング地点



S4地点の柱状図とコア写真

孔名: S-4(EL=333.455m)



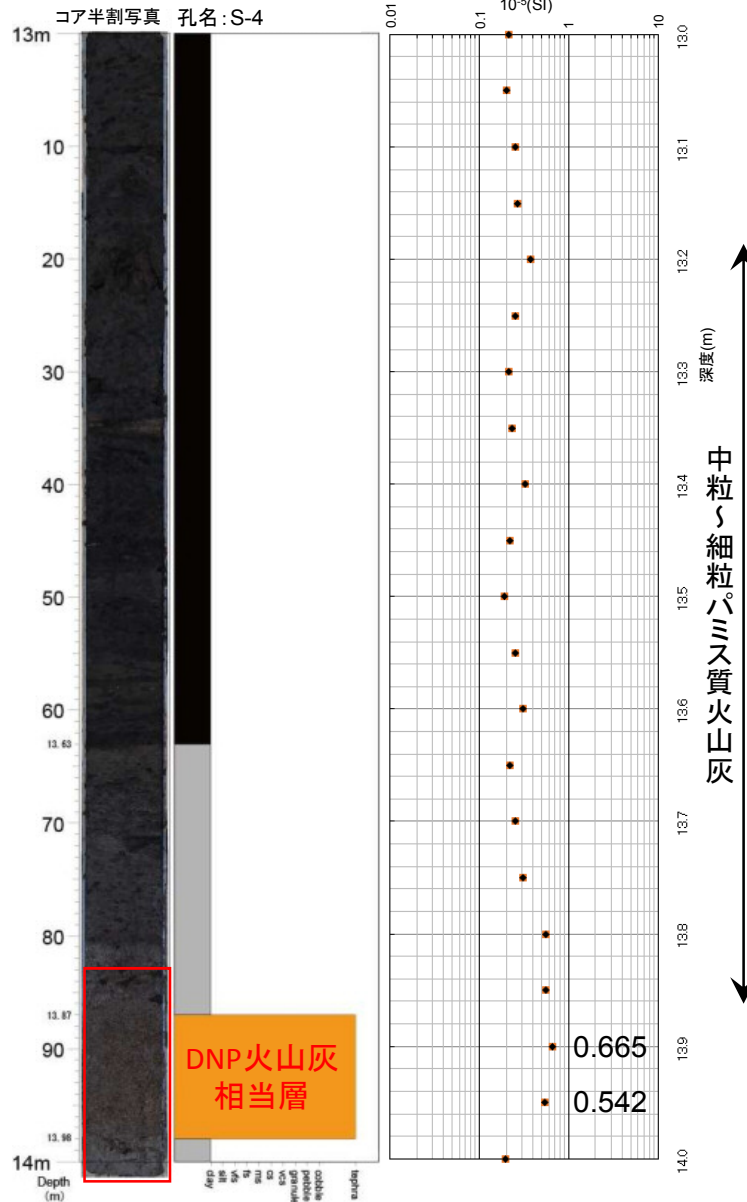
- 3.00-3.15m: 粘土 (灰色)
- 3.15-3.30m: 粘土 (灰白色)
- 3.30-8.29m: 粘土 (暗褐色)
- 8.29-9.14m: 粘土 (黒色)
- 9.14-9.34m: 粘土 (暗褐色)
- 9.34-10.39m: 粘土 (黒色)
- 10.39-11.54m: 粘土 (暗褐色)
- 11.54-13.63m: 粘土 (黒色)
- 13.63-13.87m: 粘土 (褐色~暗褐色)
- 13.87-13.98m: パミス質中粒火山灰 [DNP]
- 13.98-14.22m: 粘土 (暗褐色)
- 14.22-14.73m: 粘土 (黒色)
- 14.73-14.88m: 細粒~極細粒ガラス質火山灰
- 14.88-14.915m: 細粒~中粒火山灰 [Aso-4]
- 14.915-15.62m: 粘土 (黒色)
- 15.62-15.63m: 細粒ガラス質火山灰 [Kt-z]
- 15.63-16.20m: 粘土 (黒色~暗褐色)

層相	
	粘土/シルト (黒色)
	粘土/シルト (暗色)
	粘土/シルト (明色)
	極細粒砂
	細粒砂
	中粒砂
	粗粒砂
	極粗粒砂
	細礫
	中礫
	大礫
	テフラ
その他	
	不鮮明な葉理
	木片
	コア半割位置
地層区分	



(参考)越畑地点周辺において確認されたDNPの状況:南丹市八木町神吉地点

DNP火山灰相当層の層相(S4孔13.87-13.98m)



コア半割拡大写真(13.9m付近)

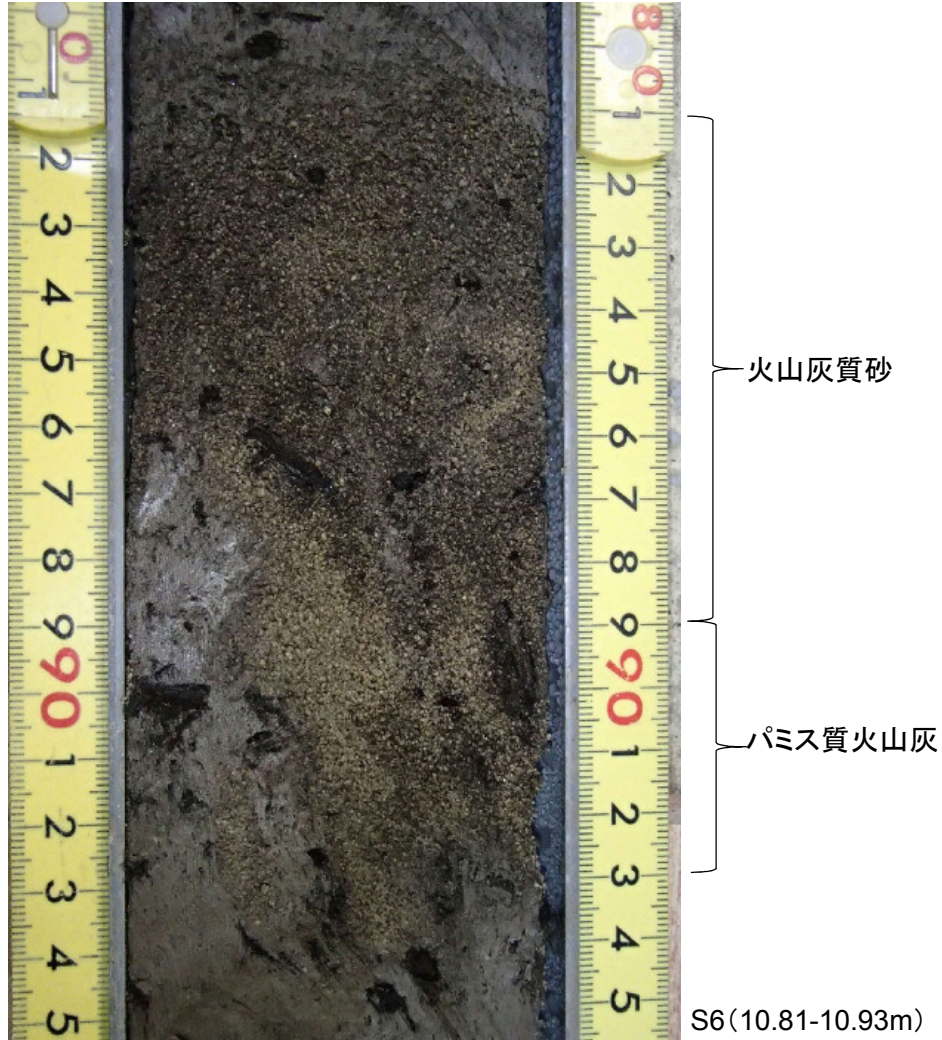
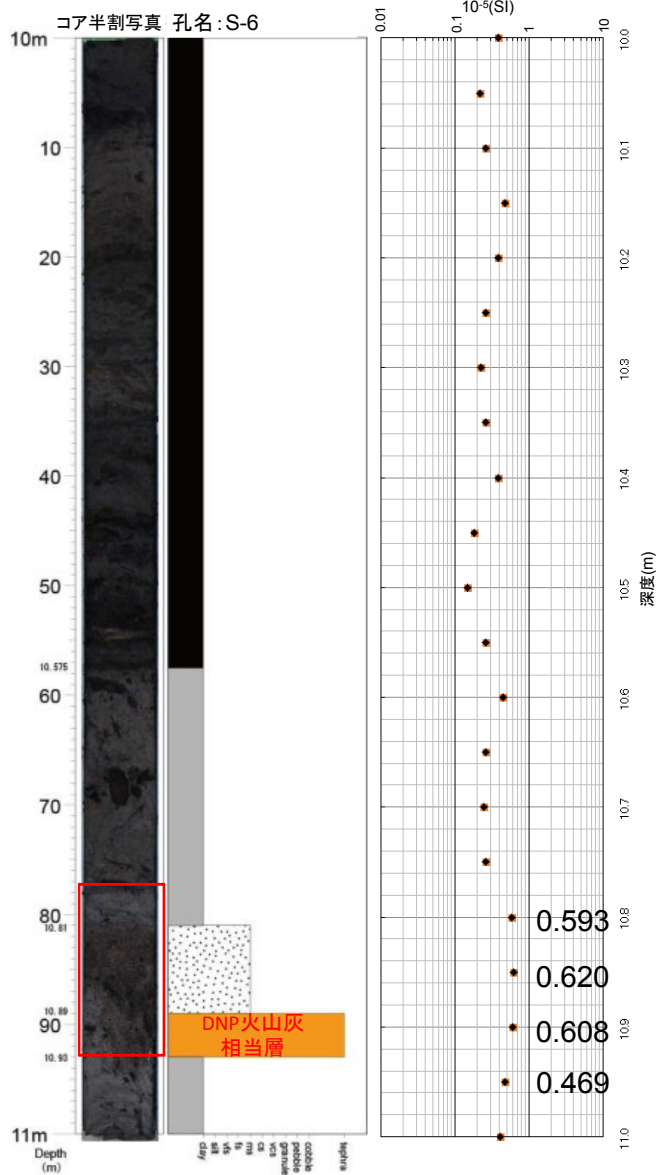


- ・S4(13.87-13.98m)に分布する火山灰は、明褐色を呈する中粒〜細粒火山灰であり、パミスもしくは長石とみられる淡色粒子を主体とし、黒色鉱物粒子を伴う。
- ・上方細粒化し、上部はやや粘土化している。
- ・上下層が粘土からなり静穏な環境が推定される。
- ・上方細粒化しているものの異種岩片や碎屑物粒子の混入が認められない。
- ・帯磁率は、 $0.542 \times 10^{-5} (SI) \sim 0.665 \times 10^{-5} (SI)$ を示す。

(参考)越畑地点周辺において確認されたDNPの状況:南丹市八木町神吉地点

DNP火山灰相当層の層相 (S-6孔10.81-10.93m)

コア半割拡大写真(10.8m付近)



- ・S-6(10.81-10.93m)に分布する火山灰は、下部に層厚約4cmのパミス質火山灰が認められ、上部は火山灰質なシルト質砂からなり、火山灰の再堆積を示唆する。
- ・また、下位の灰白色粘土とは高角度の境界で接し、降灰後の擾乱の影響を被った可能性が高く、肉眼観察では降灰層厚として評価できない。
- ・帯磁率は 0.608×10^{-5} (SI)を示す。

琵琶湖高島沖地点

琵琶湖で確認された火山灰に関する既往文献の記載内容

長橋他(2004) 近畿地方および八ヶ岳山麓における過去43万年間の広域テフラの層序と編年に加筆

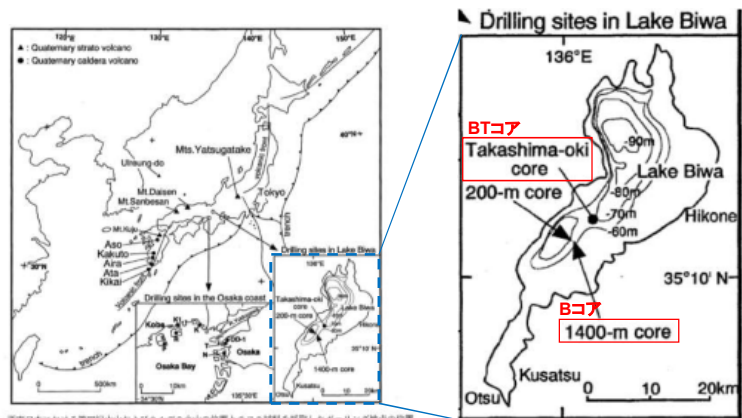


図1 西南日本における第四紀火山およびクマゲラ火山の位置とテフラ試料を採取したボーリング地点の位置

表2 年代指標テフラにもとづき算出した高島沖コアの堆積速度とテフラ年代

Tephra name	tephra correlation	Depth (m)	Age (ka)	sed. rate (m/1000y)	Thickness (cm)	Maximum grain size (mm)
BT1	Kg	1.52	3.1	0.490		0.28
BT2		1.72	4.3	0.163		0.25
BT3	K-Ah	2.23	7.3		2.5	0.66
BT4	U-Oki	2.65	10.7		2.5	0.27
BT5		3.18	12.3	0.318	3.0	0.20
BT6	Sakate	4.76	17.2	↑		0.33
BT7		7.90	27.1	↑	1.0	0.87
BT8		8.35	28.5	↑	0.3	0.92
BT9	Kitoragawa	8.37	28.5	↑	1.0	1.18
BT10	AT	8.62	29.0		10.0	0.95
BT11		8.72	29.3	0.301	2.5	0.84
BT12		8.84	29.7	↑	2.0	0.73
BT14		14.59	48.7	↑		0.40
BT15	SI	14.69	49.0			0.43
BT16		26.70	79.6	0.387	2+	1.83
BT17		27.15	80.7	↑	8.5	1.80
BT18		27.20	80.9	↑	2.0	2.55
BT19		28.24	83.5	↑	5.0	1.90
BT20		28.34	83.8	↑	1.5	2.53

・長橋他(2004)によると琵琶湖高島沖コアには、DNPの層厚が5cmと示されている。

壇原他(2010) 琵琶湖1400m掘削試料の編年:フィッシュン・トラック年代とテフラ同定の再検討に加筆

表6 広域テフラ層準および磁気層序に基づいた1400mコアの年代制約

Depth (m)	Sample or horizon	Bed (T,S,R)	Key tephra or magneto-stratigraphy	Correlation BT140 m core ^{1,2}	Control-age (ka)
10.3	B3-3	T	(reworked K-Ah)		
12.9	B5-3U	T	K-Ah	BT3	7.3
13.3	B5-3M	T			
13.5	B5-3L	T	U-Oki	BT4	10.7
25.6	B13-3	T	DSs	BT9	
27.1	B15-2	T	AT	BT10	26-29
30.3	B17-2	T	DKm (+AT)		
37.8	B22cc	T	SI +?	BT14-15	
64.8	B40cc	T	D-?	BT16-18	
65.6	B41-2	T	DNP	BT19	
66.9	B43-1	T	Aso-4	BT22	85-90
70.2	B45-3	T	K-Tz (+Aso-4)	BT25	95
74.6	B53-3	T	Ata		105-110

表4 1400mコアのT層に挟むテフラ分析の結果

No.	Depth (m)	Sample	Thickness (cm)	Mineral composition VGLMHHM Lth Oth	LM
T bed					
1	10.3	B3-3	0.5	61 2 0 0 137	PI
2	12.9	B5-3U	1.5-1.8	194 3 1 2 0	PI
3	13.3	B5-3M	1-2	5 191 1 0 3	Kf,Qz,PI
4	13.5	B5-3L	3.5-8	92 63 2 43 0	Af
5	25.6	B13-3	1-1.5	26 70 13 91 0	PI
6	27.1	B15-2	?	156 28 4 4 8	Kf,Qz,PI
7	30.3	B17-2	?	20 95 12 58 15	Qz,PI,Kf
8	37.8	B22cc	1	62 70 47 19 2	PI,Qz
9	64.8	B40cc	6	14 149 37 0 0	PI
10	65.6	B41-2	?	26 108 66 0 0	PI
11	66.9	B43-1	5-7	150 19 10 21 0	PI

・壇原他(2010)によると琵琶湖1400mコアには、DNPの層厚が?(不明)と示されている。

・琵琶湖1400mコア地点においては、DNPの層厚が不明と示されている。一方、琵琶湖高島沖コア地点では、DNPの層厚が5cmと示されている。

水月湖地点

水月湖で確認された火山灰に関する既往文献の記載内容

Albert et al., (2018)

Constraints on the frequency and dispersal of explosive eruptions at Sambe and Daisen volcanoes (South-West Japan Arc) from the distal Lake Suigetsu record (SG06 core), Earth-science Reviews(発行準備中) に加筆

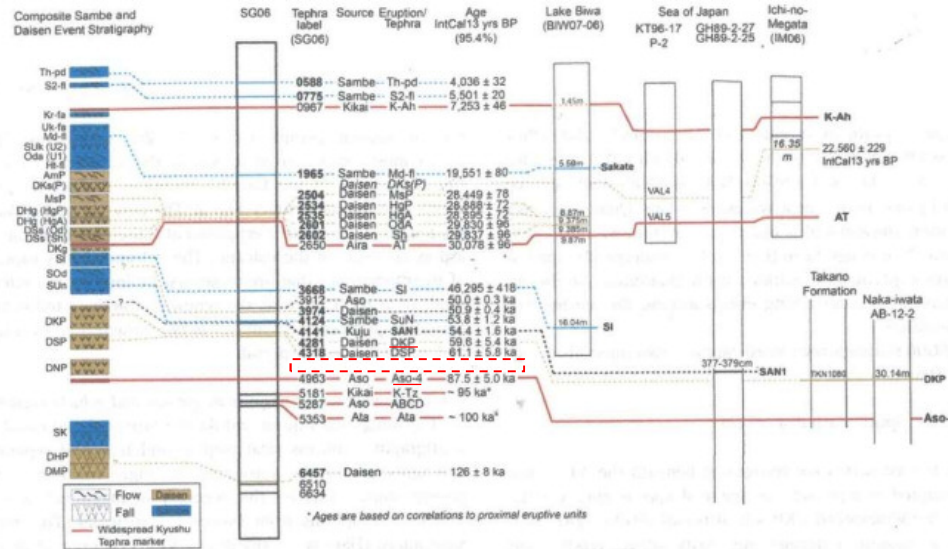


Fig. 9. The integrated proximal-distal event stratigraphy of Daisen and Sambe volcanoes based on the record preserved in the Lake Suigetsu SG06 sedimentary archive, with correlations to other sedimentary records. The SG06 tephra ages are shown as IntCal13 yrs. BP in the radiocarbon timeframe (95.4%). Beyond the annually laminated and 14C dated portion of the sequence, the age-depth model is based on a linear extrapolation that is anchored by deeper chronological tie points, which include ⁴⁰Ar/³⁹Ar ages of volcanic units (e.g., Aso-4/SG06-4963). All ages reported that are outside the ¹⁴C timeframe are provided in ka with 2σ errors (equivalent to 95.4% probability range).

this is likely to reflect unfavourable dispersal axis. For instance the sub-Plinian/Plinian fall associated with Daisen Kusadanihara (DKs), which is exposed to the north of the Daisen summit (Domitsu et al., 2002; Yamamoto, 2017), and the Daisen Namatake (DNP) Plinian eruption, which is dispersed E/SE towards the southern shores of Lake Biwa (Yamamoto, et al., 2017) are both absent from the Lake Suigetsu stratigraphy. The Sambe Plinian Kisuki (SK) eruption (Table 1) has a strong north-easterly dispersal mapped just to the north of Lake Suigetsu (Machida and Arai, 2003). The absence of visible tephra layers associated with large magnitude eruptions at Daisen and Sambe does not preclude their future identification as non-visible cryptotephra horizons in the Lake Suigetsu record. Indeed in European distal tephrostratigraphic investigations, the mapped distribution of ash fall from many large eruptions has been greatly extended through the identification of cryptotephra layers (e.g., Blockley et al., 2007; Lowe et al., 2015; Albert et al., 2015). Ongoing cryptotephra investigations through the Lake Suigetsu sediments will resolve many additional tephra fall layers, and dramatically extend known ash dispersals of Japanese eruptions (e.g., McLean et al., 2018).

・Albert et al.,(2018)によると水月湖コア(SG06)には、肉眼視が可能なDNPの層は確認されなかったと示されている。

・水月湖においては、DNPの層は確認されていない。

①岡田・谷本(1986)に記載されるDNPの降灰層厚に関する情報

大山生竹軽石(DNP)の噴出規模に関する評価について

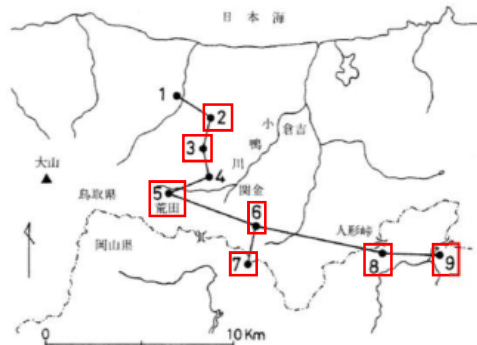
関西電力
と同様

第1回大山火山の大山生竹
テフラの噴出規模に係る報
告徴収結果に関する会合
資料1-2 P7 加筆・修正

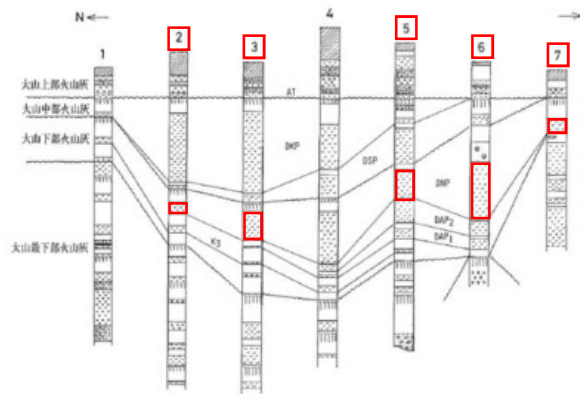
DNPの降灰層厚に関する情報について

① 岡田・谷本(1986)に記載される内容を以下に示す

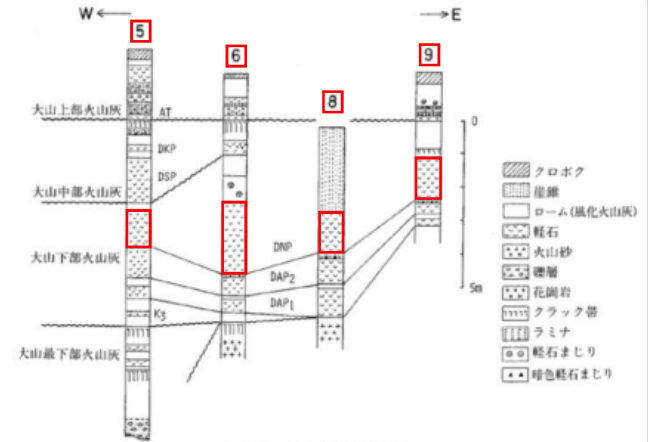
岡田・谷本(1986) : 大山下部火山灰から新たに発見された2枚の降下軽石層について より引用・加筆



第2図 柱状図の位置。1: 東伯町杉地～大杉間 2: 倉吉市服部 3: 倉吉市倭谷～般若間
4: 関金町大山池 5: 関金町荒田 6: 関金町関金宿～三朝町福本間 7: 中和村別所 8: 人形峠 9: 上斎原村恩原貯水池南



第3図 南北方向の柱状対比図。凡例は第4図。



第4図 東西方向の柱状対比図

4: 関金町大山池地点について

この地点は、報告徴収命令で示された大山地点(岡田・石賀(2000))と同一であると判断した。
なお、本文献の柱状図から読み取ったこの地点の層厚は、200cmであり報告徴収命令で示された大山池地点と同じ層厚であった。

岡田・谷本(1986)に記載される柱状図から以下に述べる対象地点のDNPの層厚を読み取ると、

かせだに
倉吉市服部地点で45cm, 倉吉市倭谷～般若間地点で110cm, 関金町荒田地点で115cm,

かみさいばらそんおんばら
関金町関金宿～三朝町福本間地点で220cm, 中和村別所地点で50cm, 人形峠地点で120cm

及び上斎原村恩原貯水池南地点で120cmのDNPが記載されている。

②田中他(1982)に記載されるDNPの降灰層厚に関する情報

大山生竹軽石(DNP)の噴出規模に関する評価について

関西電力
と同様

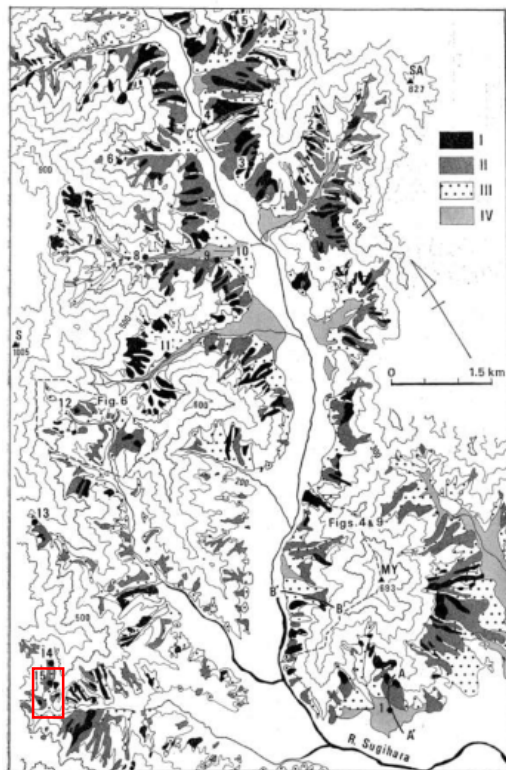
第1回大山火山の大山生竹
テフラの噴出規模に係る報
告徴収結果に関する会合
資料1-2 P8 加筆・修正

関西電力(2019)での評価

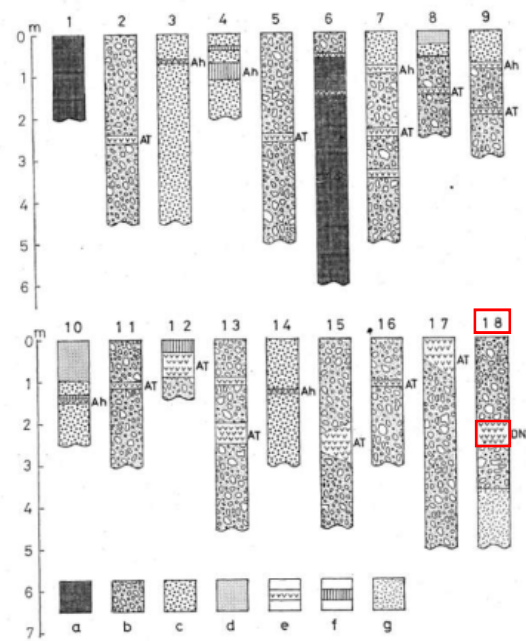
DNPの降灰層厚に関する情報について

② 田中他(1982)に記載される内容を以下に示す

田中他(1982): 杉原川流域の山麓斜面の形成機構ならびに形成年代について より引用・加筆



第3図 杉原川流域の山麓斜面の分布および露頭位置
I: I面 II: II面 III: III面 IV: IV面 MY: 妙見山 S: 千ヶ峰 SA: 鎌ヶ峰
1~15: 露頭位置および調査号 A~A', B~B', C~C': 第11図の露頭断面位置



第5図 柱状図

a: I面構成層 b: II面構成層 c: III面構成層 d: IV面構成層 e: 火山灰 f: 黒ボク g: 基盤
1. 妙見山西麓 2. 妙見山西麓 3. 妙見山西麓 4. 安楽田 5. 丹治谷林道終点 6. 河上神社
7. 清水東林道 8. 轟谷奥 9. 市原谷奥 10. 市原谷中流 11. 市原谷出口 12. 熊野神社 13. 町
立牧場 14. 神光寺 a 15. 神光寺 b 16. 宮前谷奥 17. 奥荒田林道終点 18. 奥荒田林道入口

第3図15地点では、粗大な堆積物よりなるII面構成層がみられる。この堆積物中からは、その時代決定の資料として他の火山灰層が見つかった(第5図, 18)。この火山灰層の厚さは40~60cm、2次堆積の分も含めると、その厚さは80cmに達する部分もある。野外での観察からは、ATに比べてより固く、粘性があり、厚さは大という特徴がある。この火山灰は有色鉱物の特徴から大山を給源とする大山生竹軽石(DNP)(町田・新井, 1979)に対比され、その降下年代は6~7万年前と推定されている¹⁴⁾。

田中他(1982)によれば、兵庫県多可町奥荒田林道入口地点でDNPの層厚が40~60cmと記載されている。

③野村・田中(1992)に記載されるDNPの降灰層厚に関する情報

大山生竹軽石(DNP)の噴出規模に関する評価について

関西電力
と同様

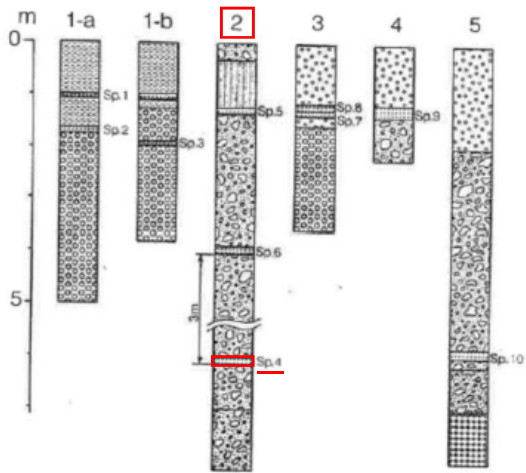
第1回大山火山の大山生竹
テフラの噴出規模に係る報
告徴収結果に関する会合
資料1-2 P9 加筆・修正

関西電力(2019)での評価

DNPの降灰層厚に関する情報について

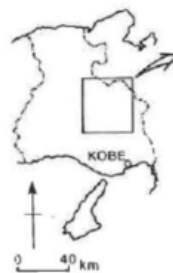
③ 野村・田中(1992)に記載される内容を以下に示す

野村・田中(1992):兵庫県東部に降下した後期更新世以降のテフラ より引用・加筆



第二図 柱状図

1. 降下テフラ
2. 火山灰質堆積物
3. ローム泥じり岩層
4. クロボク
5. シルト層
6. 段丘礫層
7. 半固結〜未固結岩層
8. 固結の進んだ岩層
9. 基盤岩



第一図

いかに、Sp.9について検討する。Sp.9は斜方輝石・角閃石からなることから、大山起源のものであると判断される。Sp.9に「1」の火山ガラスを多量に含有することから、このテフラは大山中部累層よりも古いと考える。また、葦山地域や大山東麓地域のテフラは、下部のものほど、角閃石が多い傾向にある(野村、一九九二)。また、大山中部累層のそれぞれのテフラは鉱物の品数に特徴がある(町田・新井、一九七九)が、Sp.9はその特徴をそなえていない。この様な点から、このテフラは大山下部累層に相当すると考える。下部累層の中で、Sp.9と類似した鉱物組成のテフラにはDNPがあり、Sp.9はDNPであるとは判断される。なお、DNPはこの地域では露出面の最下部付近に確認されており(田中ほか、一九八二)、DNPにおけるSp.9の存在の仕方と共通している点とも間接的である。

(中略)

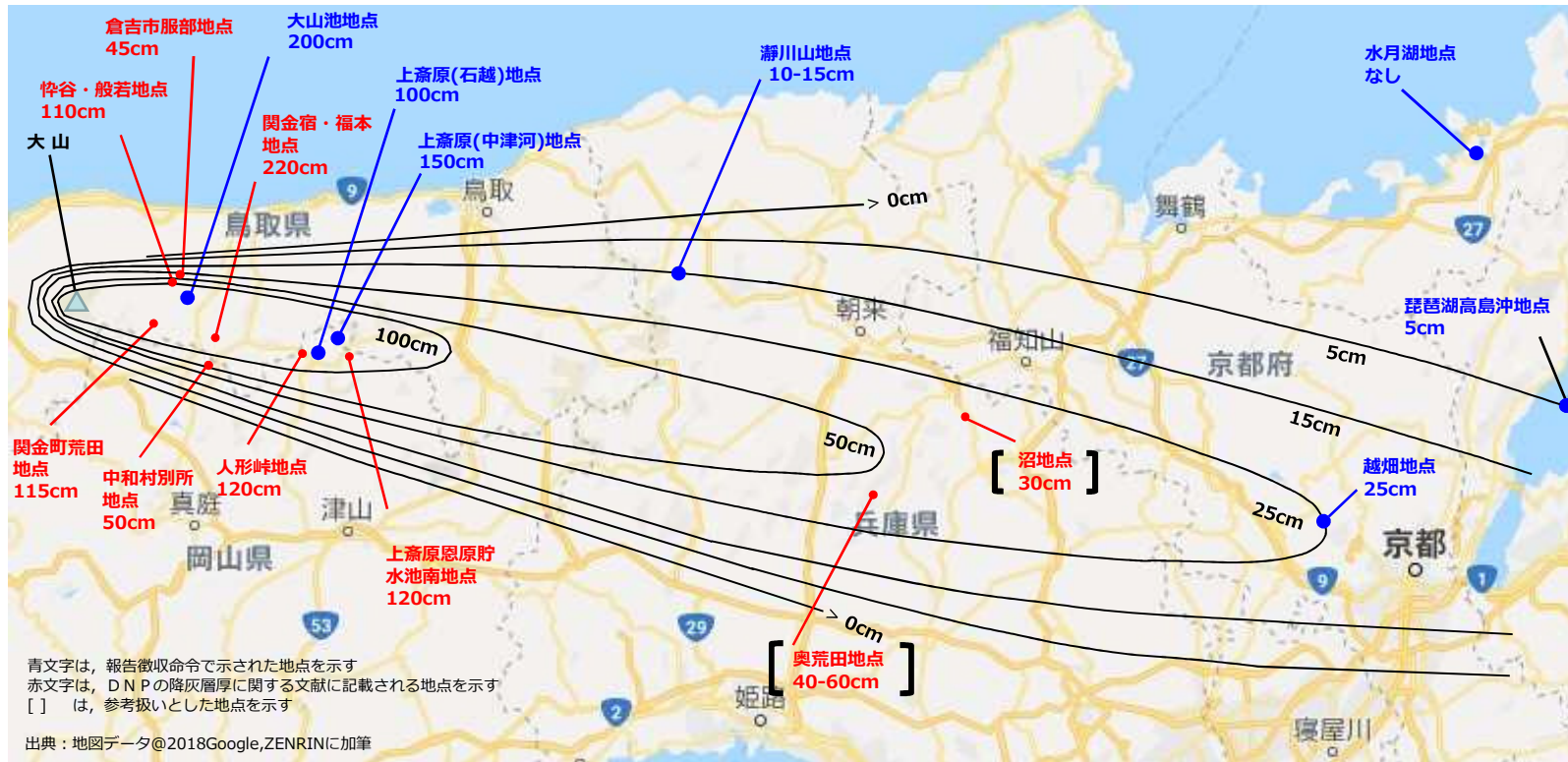
①) 水上町沼のテフラ
加古川上流部には中・古生層の頁岩、頁岩とチャートが互層をなす層状チャートからなる山地がある。これら山地のうち、チャートの分布する地域には、山麓に大衆の岩層が供給され、急傾斜の露出面が形成されている。「それはそのような露出面にあり、岩層はマトリックスの状態から二層に区分できる。下半部は径八十cm以下の未風化の岩層よりなり、マトリックスが粘土質で、固結が進行している。一方、岩層層の上半部は半固結・未固結、未風化で、下半部と同様に径八十cm以下の未風化の岩層よりなる。その上部は岩層が点在するクロボクに覆われる。構成岩石はすべてチャートであり、未風化で、稜角が鋭く、堅硬である。岩層層中には、最下部付近に降下軽石層、最上部付近にガラス質火山灰が、いずれもレンズ状で挟んでいる。また、上位の岩層層には、岩層層の他の部分にくらべてシルト質マトリックスにとむ点で特徴的な岩層層があり、露頭中央部の埋没谷地形を示す部分以外は、現在の地表とはほぼ同様の傾斜で堆積している(第二図)。
下位の降下軽石(Sp.9)は最大層厚三十cm、黄赤色を呈し、水分が多い場合はミソ土状を呈してみられる。上位のガラス質火山灰(Sp.10)は黄褐色を呈し、層厚八cmである。岩層層中位のマトリックスにむく角礫層(Sp.10)は、層厚約五十cm、ペアル以下の角礫を含有し、黄灰色を呈し、火山ガラスを多量に含んでいる。

野村・田中(1992)によれば、兵庫県丹波市水上町沼地点でDNPの層厚が30cmと記載されている。

1. 第四紀火山について(三瓶山・大山を除く)
2. 火山灰に関する地質調査
3. 三瓶浮布テフラ噴出時の噴火規模について
4. DNPの噴出規模の算出に関する降灰層厚情報の補足資料
- 5. DNP等層厚線図面積の検証について**
6. 防災科学技術研究所による地震波速度構造モデルについて
7. 既往文献による降下火砕物の体積算出方法の概要について
8. 火山灰シミュレーションにおける大気パラメータ及び噴煙柱高度の考え方について
9. その他
 - ・噴火の規模について
 - ・火砕岩の分類

DNP等層厚線図面積の検証について(1/3)

- ・DNPの噴出規模を算出するため、Google Earth Proを用いて各等層厚線図の面積を下のとおり算出した。
- ・これらの面積の妥当性を検証するため、三斜法により算出を行い、比較した。



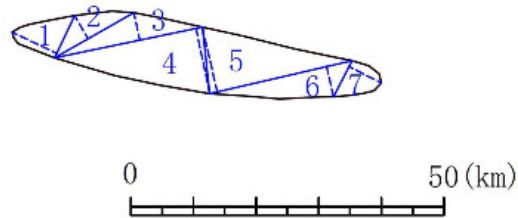
降灰層厚(cm)	25	50	100
面積(km ²)	3,589	1,646	474

Google Earth Proにより算出した面積

DNP等層厚線図面積の検証について(2/3)

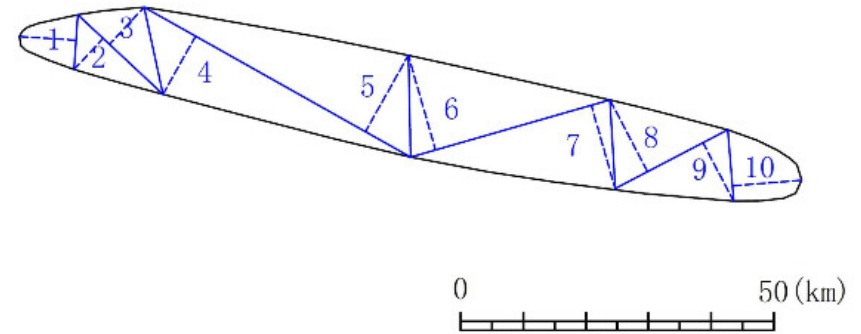
・三斜法は等層厚線図を三角形に分割し、各三角形の面積の合計によって等層厚線図の面積を求めるものであり、数多くの三角形に分割するほど高精度となるが、ここでは10程度の分割を行い、面積を求めた。

等層厚線：100cm



番号	底辺(km)	高さ(km)	倍面積(km ²)
1	7.491	7.895	59.1
2	14.594	4.283	62.5
3	24.076	4.528	109.0
4	24.076	10.623	255.8
5	23.326	10.597	247.2
6	23.326	4.961	115.7
7	6.488	5.806	37.7
合計			887.0
面積			443.5

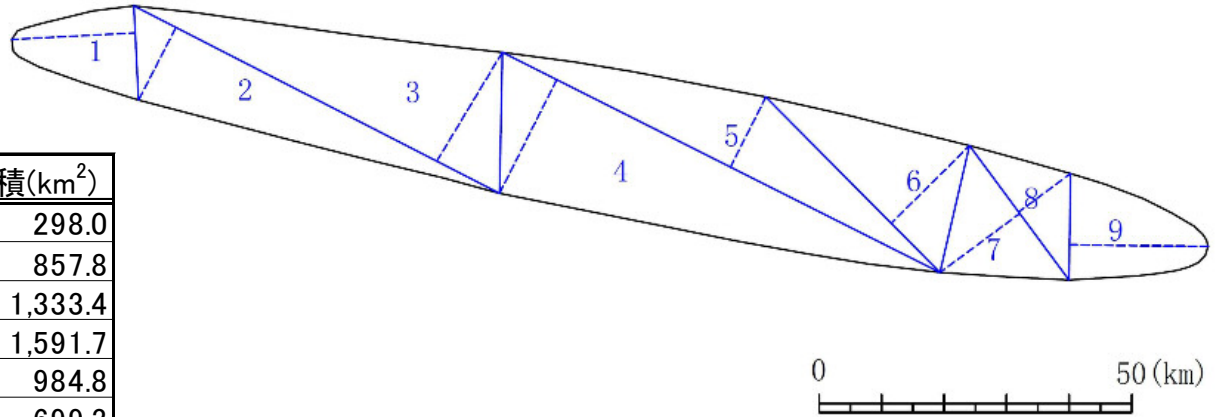
等層厚線：50cm



番号	底辺(km)	高さ(km)	倍面積(km ²)
1	8.777	9.103	79.9
2	18.633	6.792	126.6
3	18.633	8.076	150.5
4	48.834	10.617	518.5
5	48.834	14.008	684.1
6	33.127	15.737	521.3
7	33.127	13.850	458.8
8	20.283	12.937	262.4
9	20.283	10.552	214.0
10	11.448	11.123	127.3
合計			3,143.4
面積			1,571.7

DNP等層厚線図面積の検証について(3/3)

等層厚線：25cm



番号	底辺(km)	高さ(km)	倍面積(km ²)
1	15.078	19.761	298.0
2	65.725	13.052	857.8
3	65.725	20.287	1,333.4
4	78.364	20.311	1,591.7
5	78.364	12.567	984.8
6	39.555	17.678	699.3
7	26.755	15.903	425.5
8	26.755	10.276	274.9
9	16.988	22.138	376.1
合計			6,841.4
面積			3,420.7

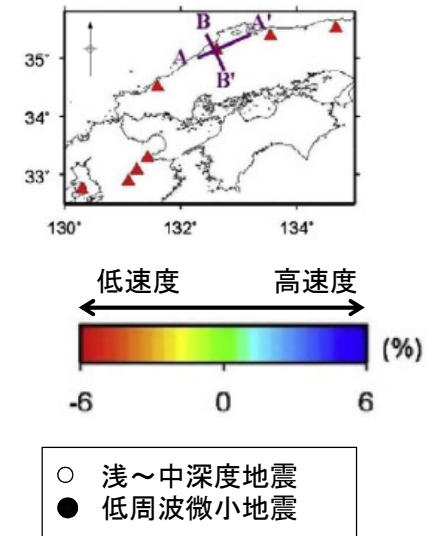
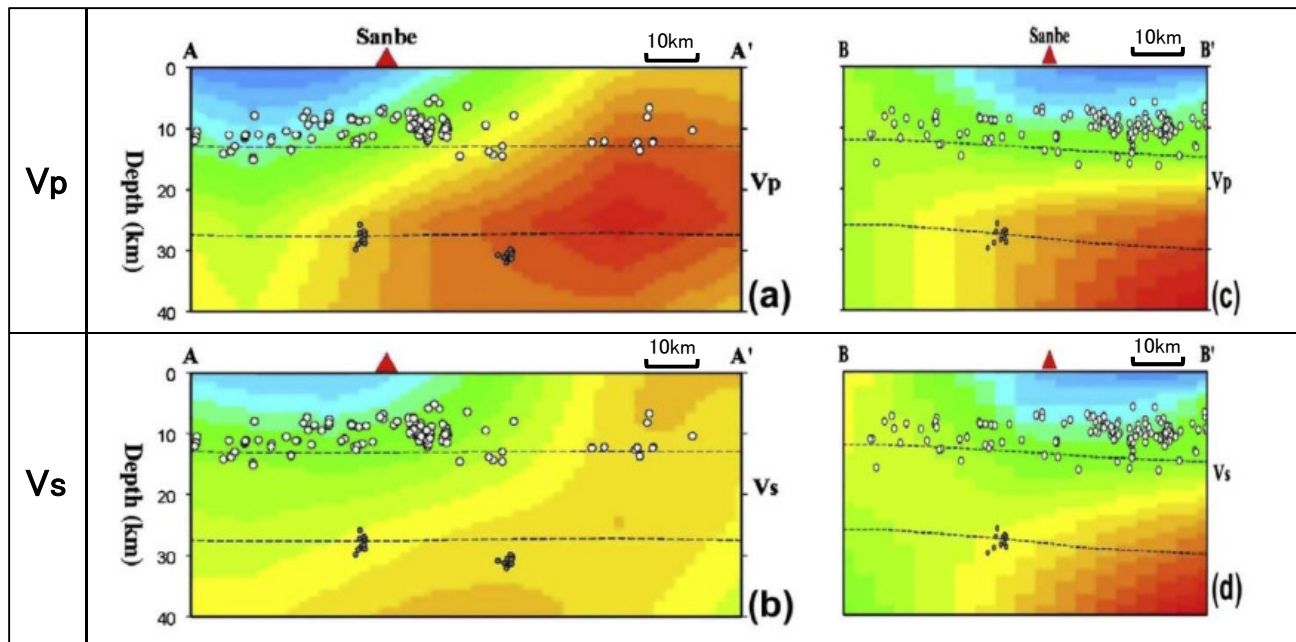
- ・Google Earth Proで算出した面積と、三斜法で算出した面積を下表に示す。
- ・三斜法で算出した面積は、Google Earth Proで算出した面積の94～96%を再現できており、Google Earth Proで算出した面積は妥当であることを確認した。

降灰層厚(cm)	25	50	100
①Googel Earth Proで算出した面積(km ²)	3,589	1,646	474
②三斜法で算出した面積(km ²)	3,420	1,572	444
比率(②÷①)	95%	96%	94%

1. 第四紀火山について(三瓶山・大山を除く)
2. 火山灰に関する地質調査
3. 三瓶浮布テフラ噴出時の噴火規模について
4. DNPの噴出規模の算出に関する降灰層厚情報の補足資料
5. DNP等層厚線図面積の検証について
6. 防災科学技術研究所による地震波速度構造モデルについて
7. 既往文献による降下火砕物の体積算出方法の概要について
8. 火山灰シミュレーションにおける大気パラメータ及び噴煙柱高度の考え方について
9. その他
 - ・噴火の規模について
 - ・火砕岩の分類

三瓶山の地震波速度構造モデルについて(1/3)

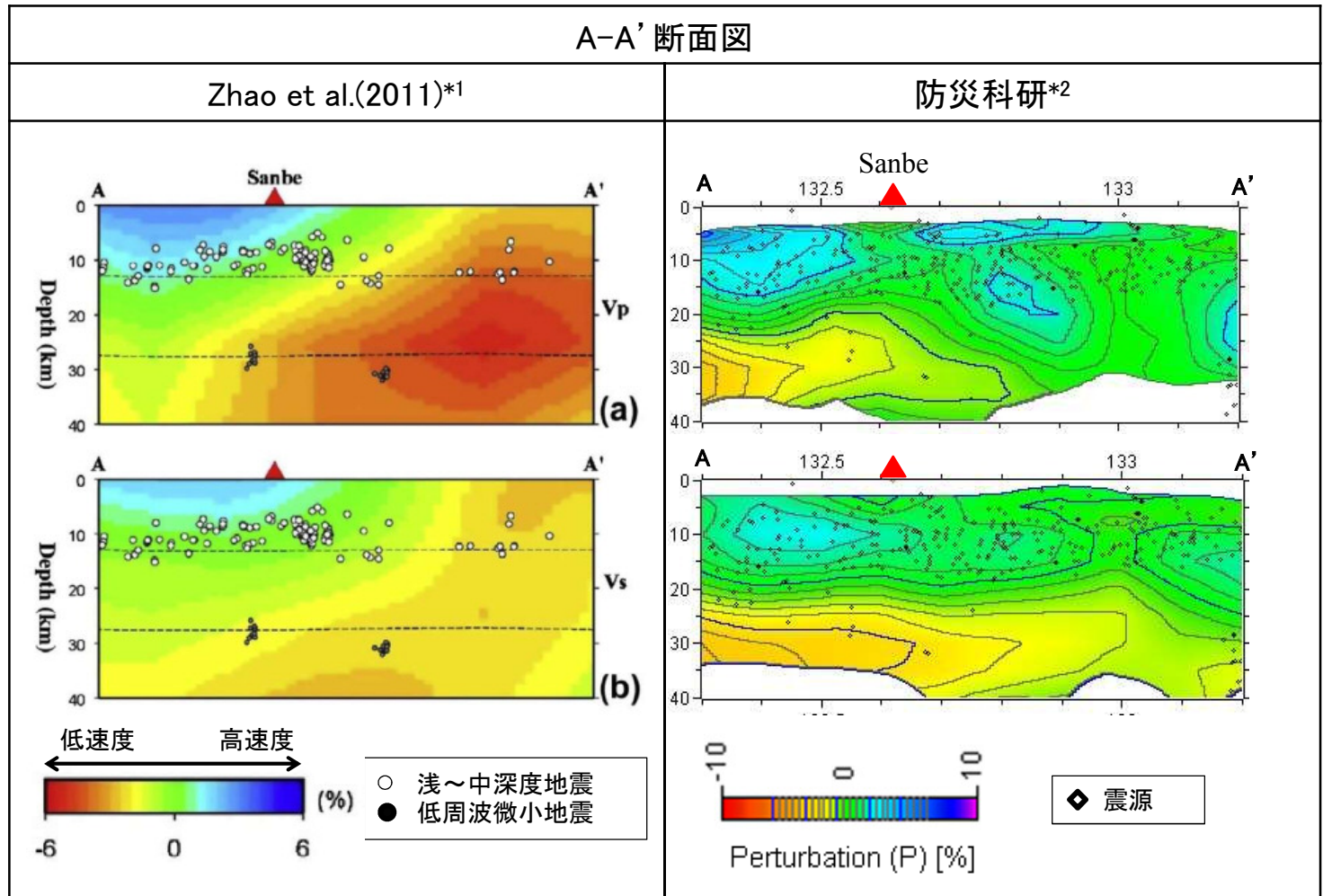
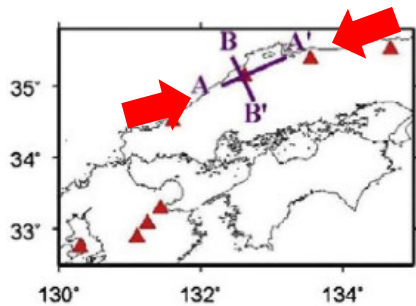
- Zhao et al. (2011)⁽⁴⁷⁾によれば、地震波トモグラフィ解析の結果、三瓶山の地下深部に広がる低速度層は20km以深に位置しているとされている。
- 一方、防災科学技術研究所(以下、「防災科研」という。)では、高感度地震観測網(Hi-net)、日本海溝海底地震津波観測網(S-net)の地震観測データを使用した日本列島下の3次元地震波速度構造モデルが公開されており、順次改定が行われている。
- 最新の公開データである「海域拡大2019年版」について、Zhao et al. (2011)による速度構造モデルとの比較を行う。



Zhao et al.(2011)より引用・加筆

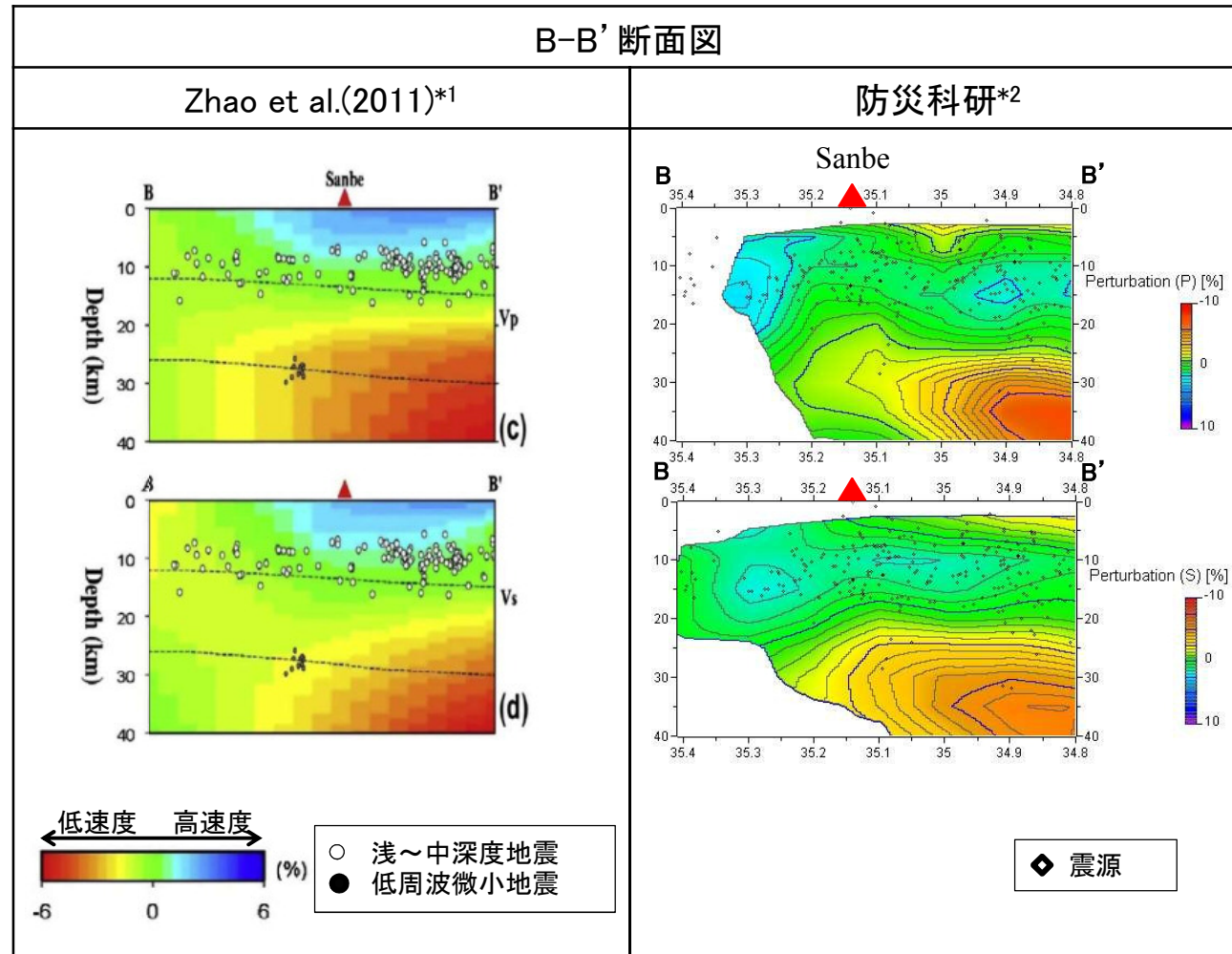
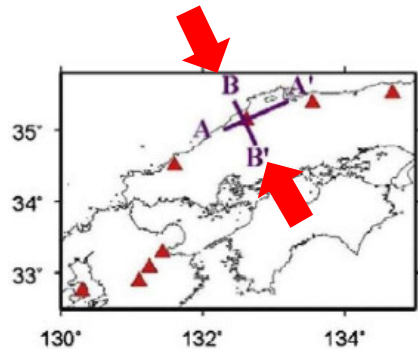
三瓶山の地震波速度構造モデルについて(2/3)

- ・防災科研の速度構造モデルは、そのデータや、任意の位置において断面図を作成するソフトウェア(日本列島三次元地震波速度構造表示ソフトウェア)がホームページ上で公開されている。
(http://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo_kozo/)
- ・それらを用い、Zhao et al.(2011)が示す断面図と同じ位置において作成した断面図とを比較する。



*1: Zhao et al.(2011)より引用・加筆

*2: Matsubara et al.(2019)⁽⁴⁸⁾より引用・加筆



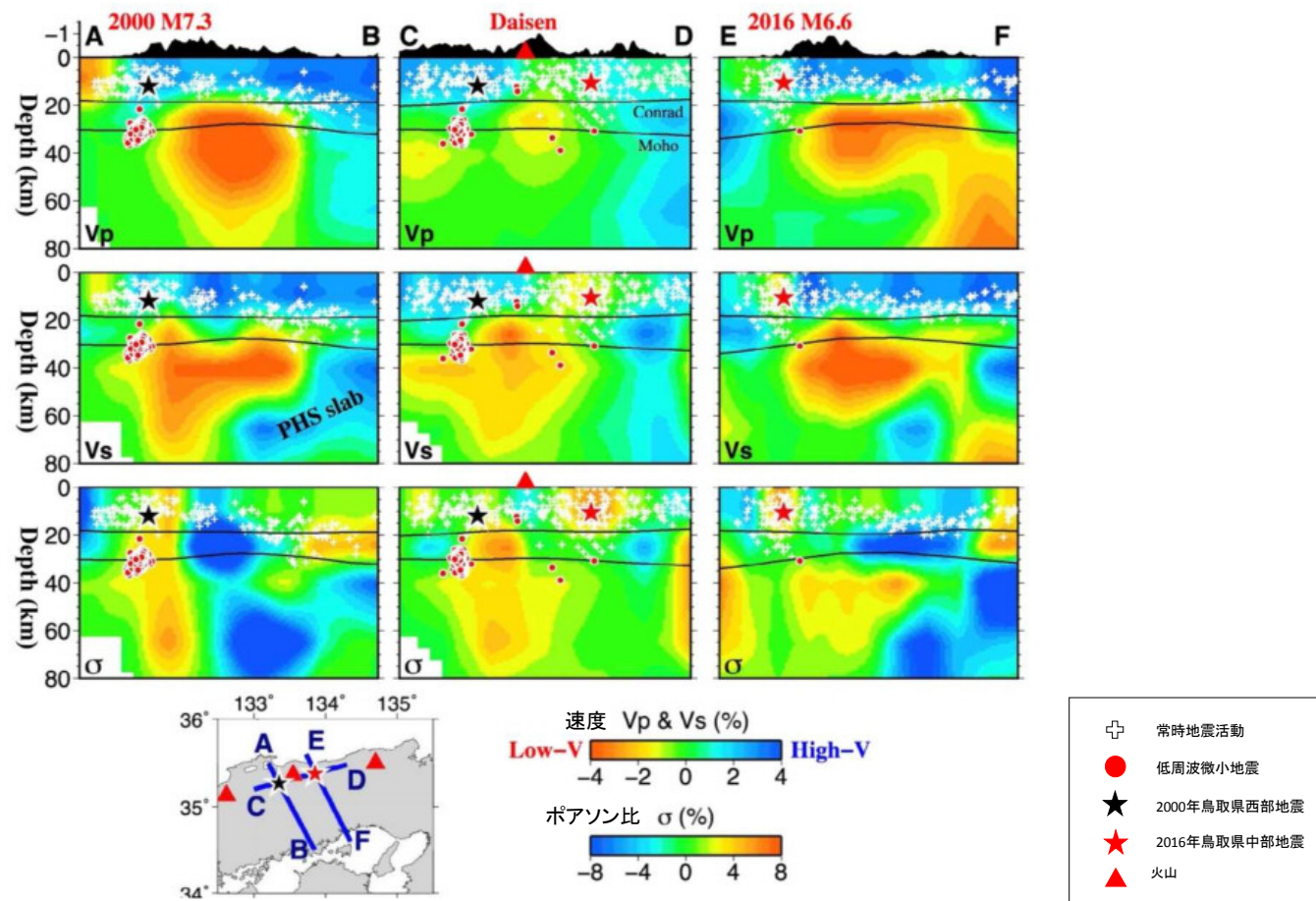
*1: Zhao et al.(2011)より引用・加筆

*2: Matsubara et al.(2019)より引用・加筆

- ・Zhao et al.(2011)は、三瓶山の北東～南東側の20km以深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。
- ・防災科研では、三瓶山の南西～南東側の20km以深に低速度層が分布することが示されている。
- ・防災科研では、Zhao et al.(2011)と概ね同等の深度に低速度層が分布することから、マグマ溜まりの存在の可能性とその深度については、Zhao et al.(2011)と同様に解釈されるものと判断する。

大山の地震波速度構造モデルについて(1/4)

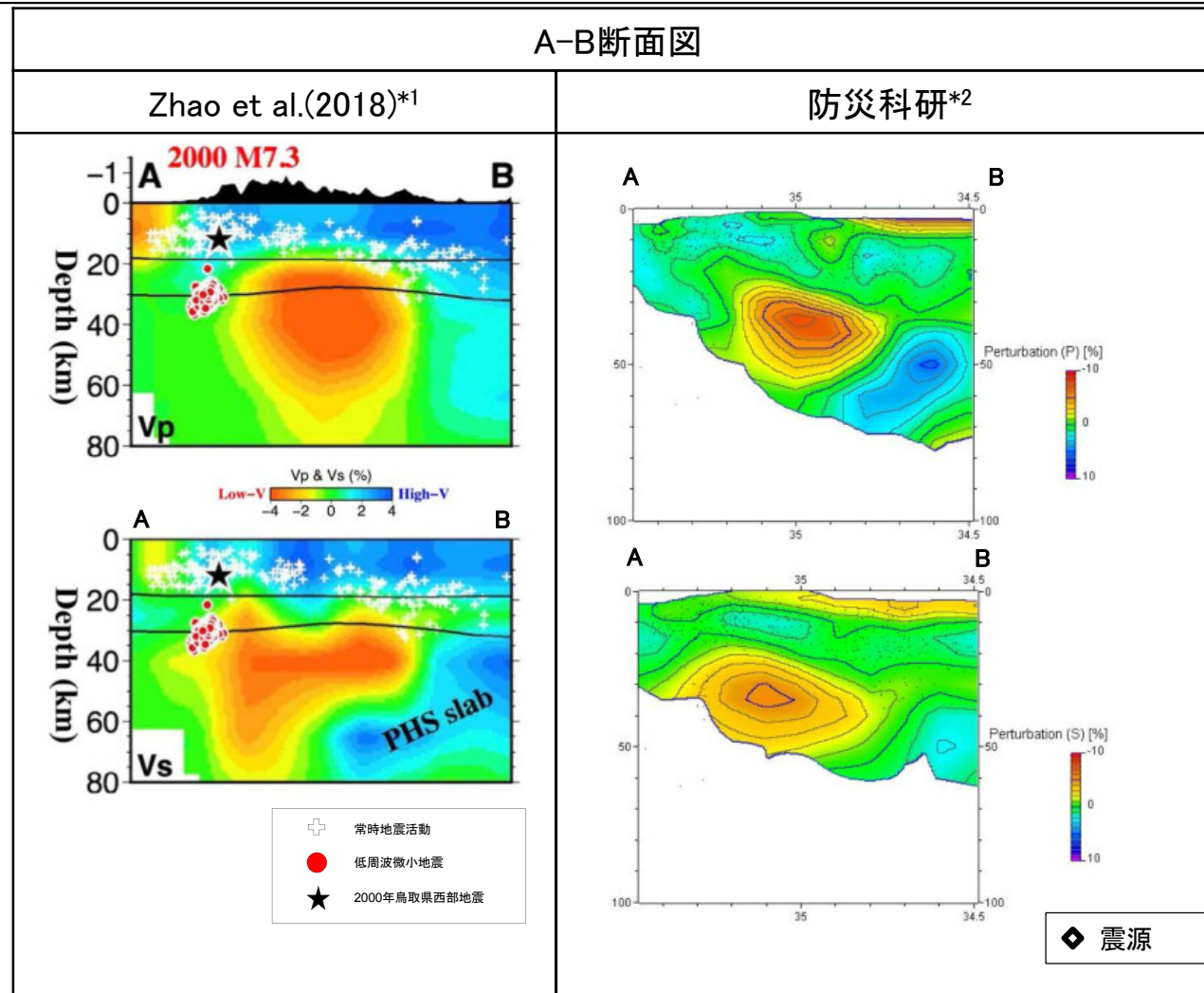
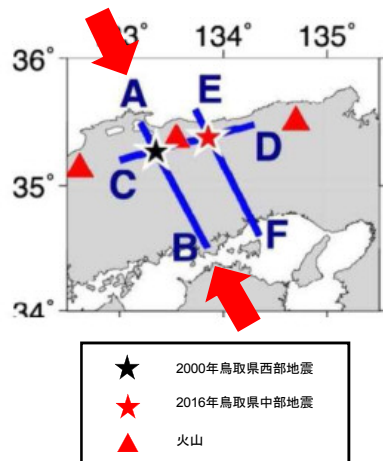
- Zhao et al.(2011) 及び Zhao et al.(2018)⁽⁴⁹⁾によれば、地震波トモグラフィ解析の結果、大山の地下深部に広がる低速度層は20km以深に位置しているとされている。
- 一方、防災科学技術研究所(以下、「防災科研」という。)では、高感度地震観測網(Hi-net)、日本海溝海底地震津波観測網(S-net)の地震観測データを使用した日本列島下の3次元地震波速度構造モデルが公開されており、順次改定が行われている。
- 最新の公開データである「海域拡大2019年版」について、Zhao et al.(2018)による速度構造モデルとの比較を行う。



Zhao et al.(2018)より引用・加筆

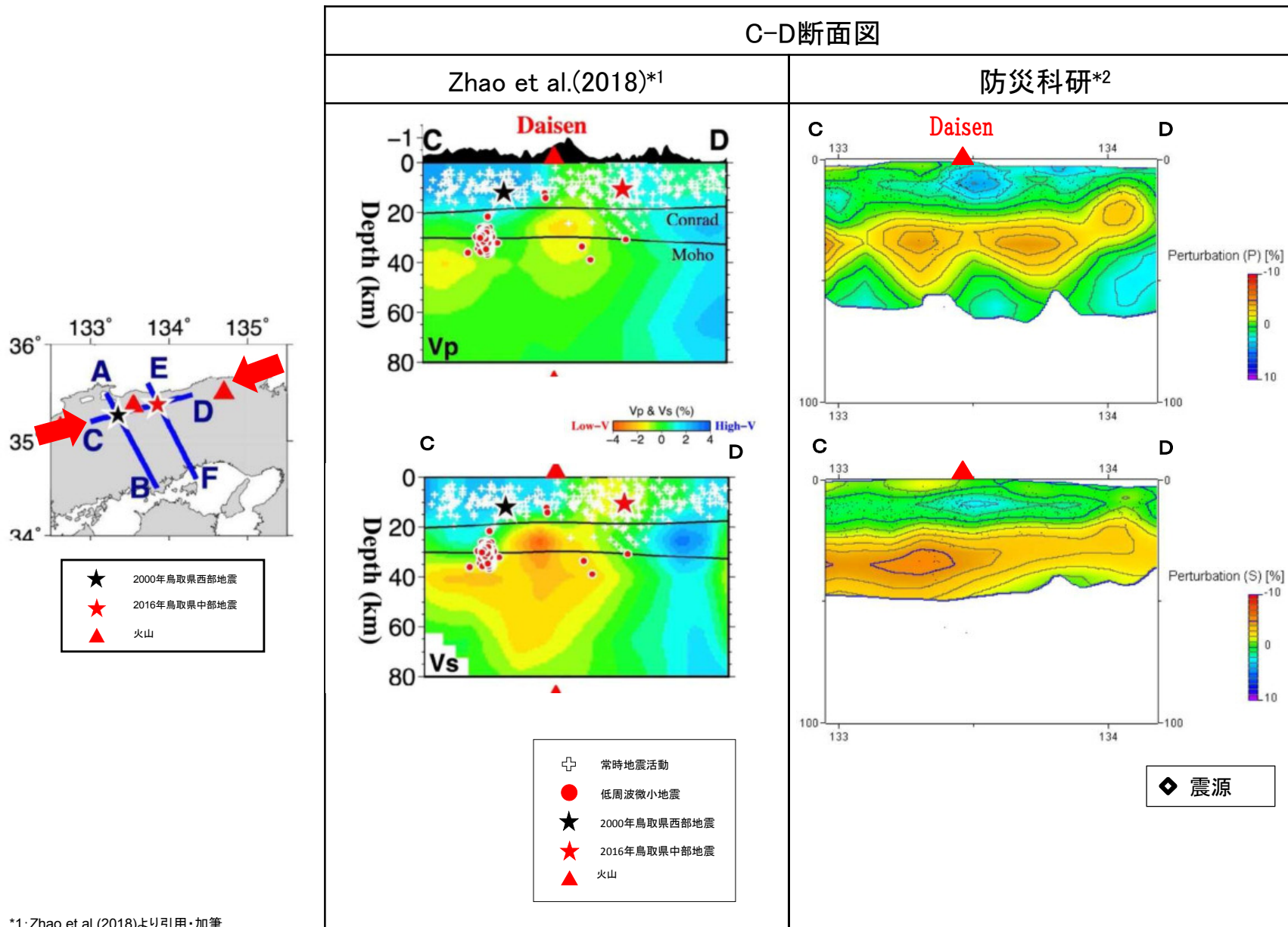
大山の地震波速度構造モデルについて(2/4)

- ・防災科研の速度構造モデルは、そのデータや、任意の位置において断面図を作成するソフトウェア(日本列島三次元地震波速度構造表示ソフトウェア)がホームページ上で公開されている。
(http://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo_kozo/)
- ・それらを用い、Zhao et al.(2018)が示す断面図と同じ位置において作成した断面図とを比較する。



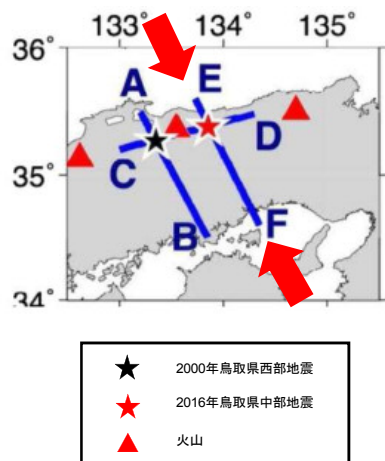
*1: Zhao et al.(用2018)より引用・加筆
*2: Matsubara et al.(2019)より引用・加筆

大山の地震波速度構造モデルについて(3/4)



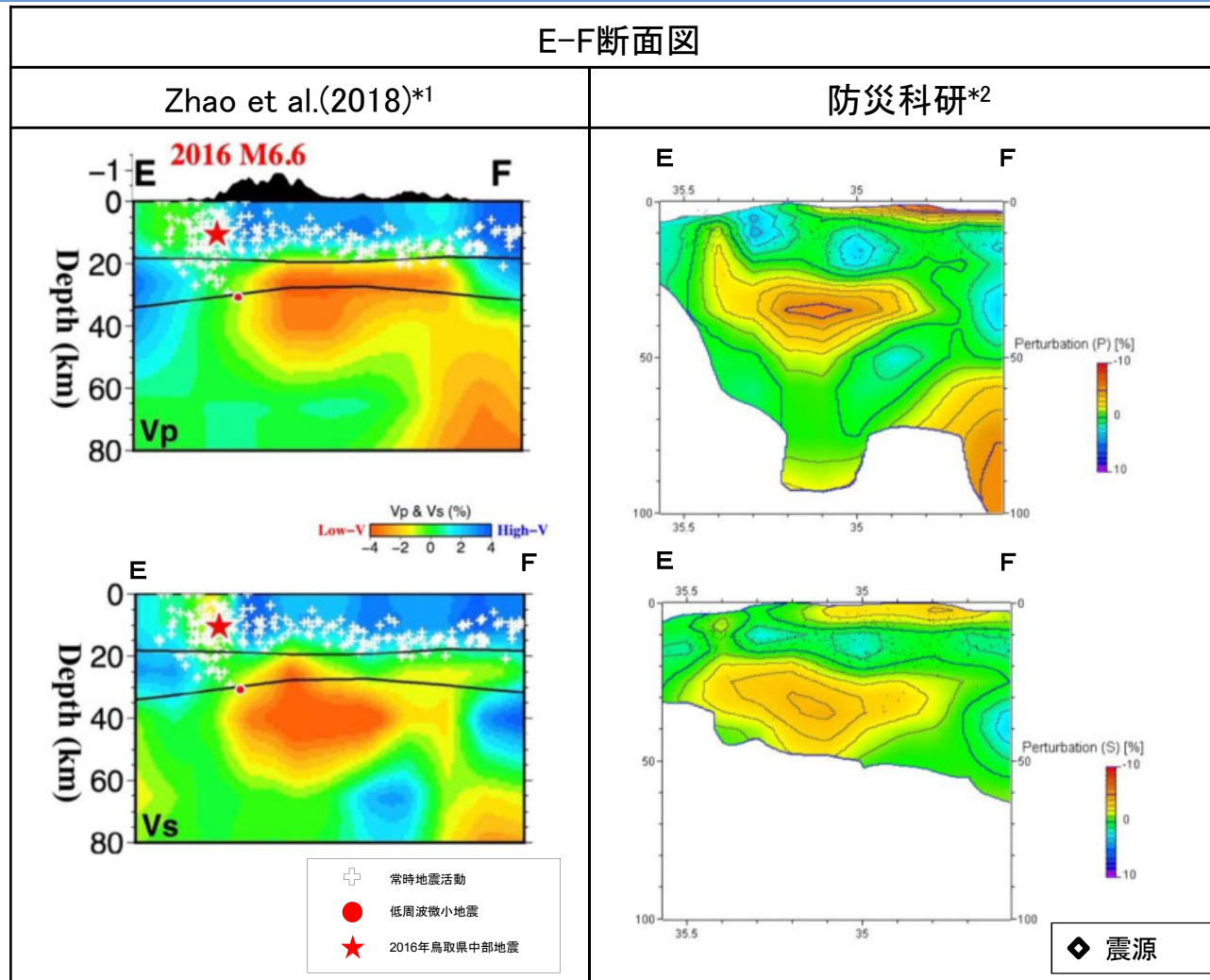
*1: Zhao et al.(2018)より引用・加筆
*2: Matsubara et al.(2019)より引用・加筆

大山の地震波速度構造モデルについて(4/4)



*1: Zhao et al.(2018)より引用・加筆

*2: Matsubara et al.(2019)より引用・加筆



- ・Zhao et al.(2018)は、大山の地下20km以深に広がる低速度・ポアソン比と、2000年鳥取県西部地震震源域のモホ面付近に集中する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。
- ・防災科研では、大山の地下20km以深に低速度層が分布することが示されている。
- ・防災科研では、Zhao et al.(2018)と概ね同等の深度に低速度層が分布することから、マグマ溜まりの存在の可能性とその深度については、Zhao et al.(2018)と同様に解釈されるものと判断する。

余白

1. 第四紀火山について(三瓶山・大山を除く)
2. 火山灰に関する地質調査
3. 三瓶浮布テフラ噴出時の噴火規模について
4. DNPの噴出規模の算出に関する降灰層厚情報の補足資料
5. DNP等層厚線図面積の検証について
6. 防災科学技術研究所による地震波速度構造モデルについて
7. 既往文献による降下火砕物の体積算出方法の概要について
8. 火山灰シミュレーションにおける大気パラメータ及び噴煙柱高度の考え方について
9. その他
 - ・噴火の規模について
 - ・火砕岩の分類

Legros(2000)⁽⁵⁰⁾による降下火砕物の体積算出方法の概要について

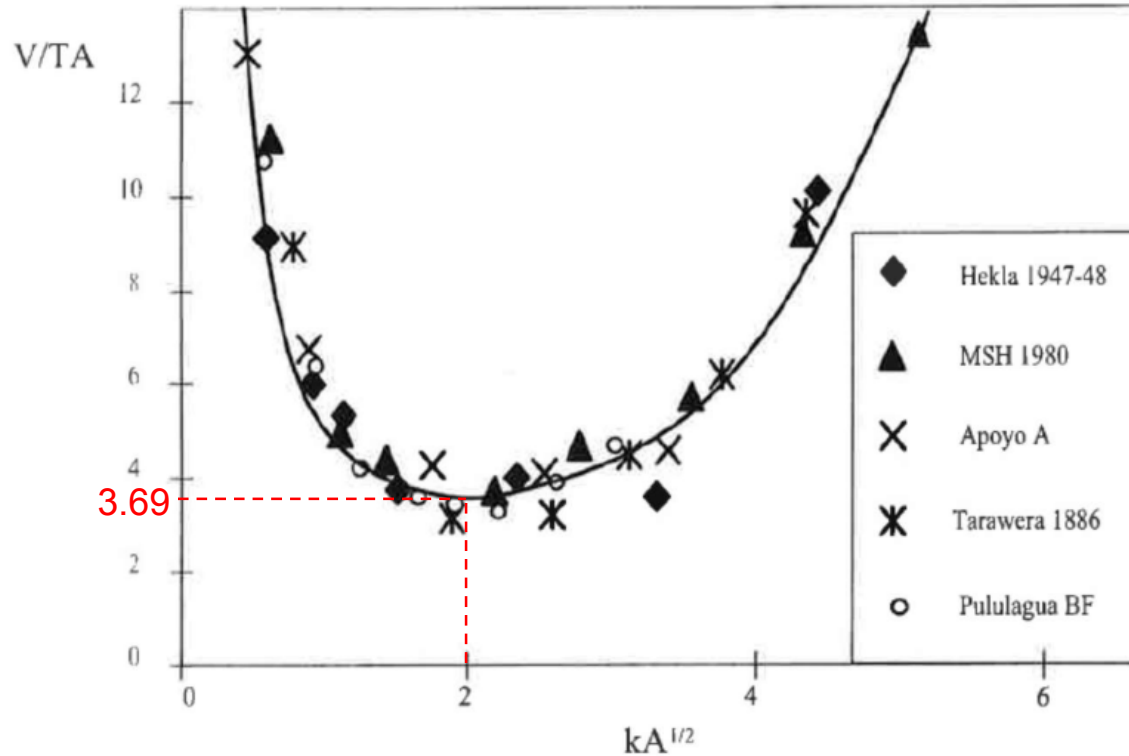


Fig. 1. Theoretical relation between the dimensionless volume V/TA and the dimensionless thinning rate $kA^{1/2}$ as deduced from Eq. 4. V/TA has a minimum value of 3.69 for $kA^{1/2} = 2$. Isopach data from several deposits are seen to collapse around this curve (references in Table 1).

V/TA は $kA^{1/2}=2$ に対して最小値3.69となる。
いくつかの火砕物からの等層厚線のデータはこの曲線の周辺にプロットされる。

Legros(2000)より引用・加筆

図-1 $V=2Texp(kA^{1/2})/k^2$ の式から導き出される V/TA と $kA^{1/2}$ の理論的關係

Legros(2000)によると、降下火砕物の層厚が火口から離れるにつれて指数関数的に減少するという仮定に基づき得られる $V=2Texp(kA^{1/2})/k^2$ の式から V/TA と $kA^{1/2}$ の理論的關係を図-1のように示し、 $V=3.69TA$ の式を提案したと示される。この手法は、1つの等層厚線のデータが得られたときに最小体積を求めることができるものである。

既往文献による降下火砕物の体積算出方法の概要について

Hayakawa(1985)⁽⁵¹⁾による降下火砕物の体積算出方法の概要について

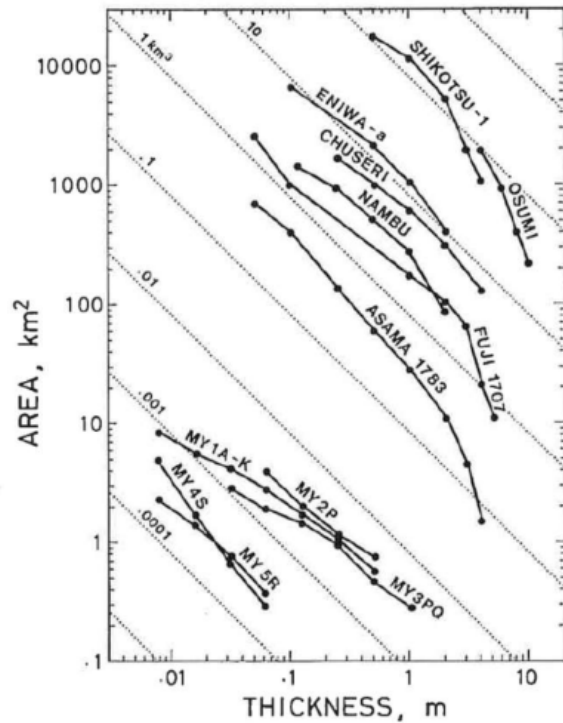


Fig. 42. Relation between the areas enclosed by isopachs, S , and the thickness, T , for the Miyakejima 1983 deposit (MY; HAYAKAWA *et al.*, 1984) and for some plinian deposits (references are given in Table 12). The product TS is almost constant for each deposit excepting the Osumi deposit and some of the Miyakejima deposit. The dotted lines are iso-volume lines assuming $V=12.2 TS$.

点線は、 $V=12.2TS$ と仮定したときの同体積線

Hayakawa(1985)より引用・加筆

図-1 火砕物に対する等層厚線の面積 S と厚さ T の関係

表-1 結晶法により質量と体積を求めた降下火砕物のTSに対するVの割合

Table 10. Ratio of V to TS for the deposits for which the mass (and volume) has been determined by the crystal method.

	M ($\times 10^{15}$ g)	V (km^3)	T (cm)	TS (km^3)	V/TS
Taupo*	13.74	24	50	1.53	15.7
			25	2.27	10.6
Waimihia*	17.77	29.08	50	2.26	12.9
			25	1.90	15.3
Hatepe*	3.70	6.00	50	0.530	11.3
			25	0.455	13.2
Chuseri	4.01	6.68	100	0.593	11.3
			50	0.495	13.5
Nambu	0.97	2.16	50	0.253	8.5
			25	0.232	9.3
(Average)				5つの降下火砕物の傾き(V/TS)の平均値 \Rightarrow	12.2

Hayakawa(1985)より引用・加筆

Hayakawa(1985)によると、等層厚線に囲まれる面積 S と厚さ T の関係は図-1のように示され、厚さと面積の積 TS は一部の降下火砕物を除くと各火砕物でほぼ一定であり、同じ火砕物では大きく変わらないと示される。この性質を利用することによって、Hayakawa(1985)は、体積 V を簡便に計算することのできる式 $V=12.2TS$ を導いた。係数12.2は、表-1に示す結晶法により計算された5つの降下火砕物の結果から、体積 V が積 TS と比例関係にあるとし、5つの降下火砕物の傾き(V/TS)の平均値である。

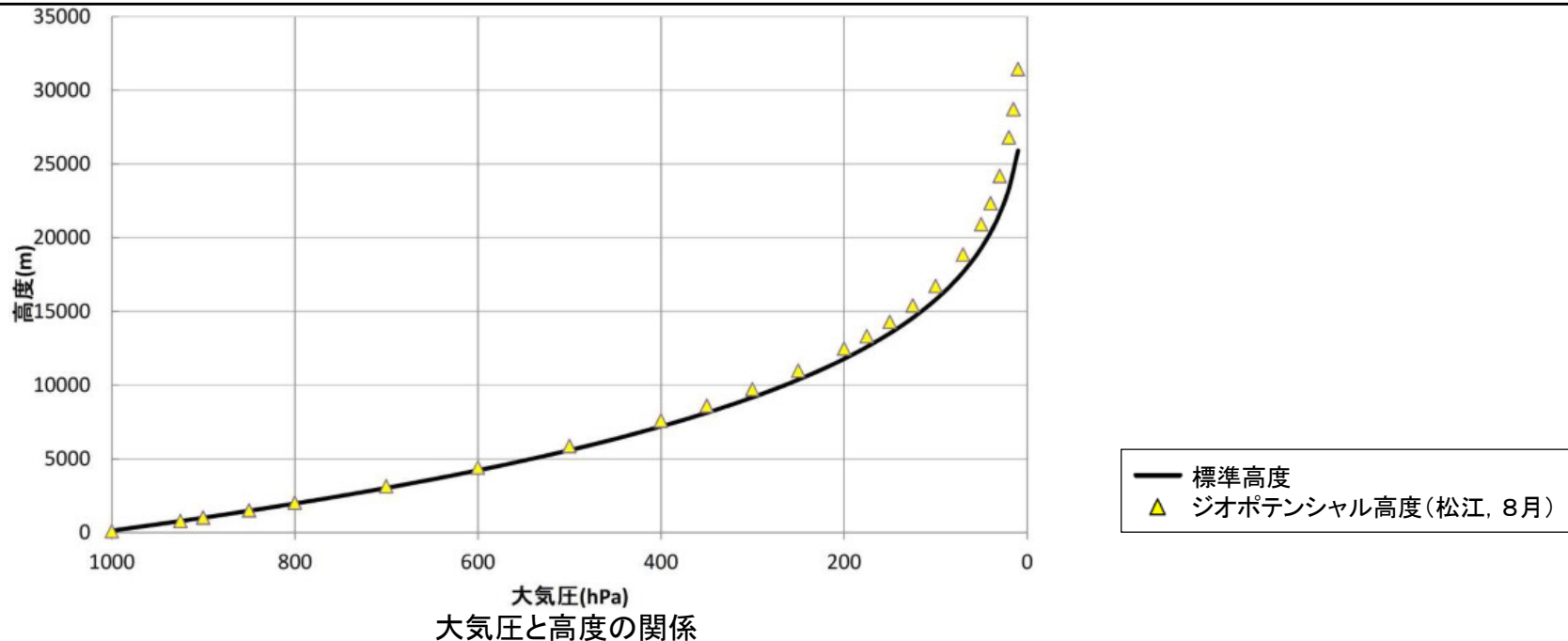
1. 第四紀火山について(三瓶山・大山を除く)
2. 火山灰に関する地質調査
3. 三瓶浮布テフラ噴出時の噴火規模について
4. DNPの噴出規模の算出に関する降灰層厚情報の補足資料
5. DNP等層厚線図面積の検証について
6. 防災科学技術研究所による地震波速度構造モデルについて
7. 既往文献による降下火砕物の体積算出方法の概要について
8. 火山灰シミュレーションにおける大気パラメータ及び噴煙柱高度の考え方について
9. その他
 - ・噴火の規模について
 - ・火砕岩の分類

大気パラメータの考え方

- ・ 気象庁は、指定気圧面(観測を実施する25の気圧面, 1000hPaから5hPaまで)の風速, 風向等を取得している。
- ・ 指定気圧面の換算高度については、主に以下の2種類がある。
 - 方法① 実際の大気の状態に係わらず、標準的な大気モデルを用いて求めた高度(以下、標準高度)
 - 標準高度は、ICAO(国際民間航空機関)の標準大気(大気圧と高度の関係)を参考に、対象火山周辺の大気条件(観測所における地上の大気圧, 気温)を考慮して作成している。
 - 方法② 指定気圧面ごとの気圧, 気温等を用いて計算で求めた高度(以下、ジオポテンシャル高度)
 - ジオポテンシャル高度は、同一気圧面における高度が大気の状態に応じて変動するため、気象庁よりデータ提供されている対象火山周辺のジオポテンシャル高度に基づき統計処理を行い、データ取得期間の指定気圧面ごとの平均値を作成している。

大気パラメータの考え方:

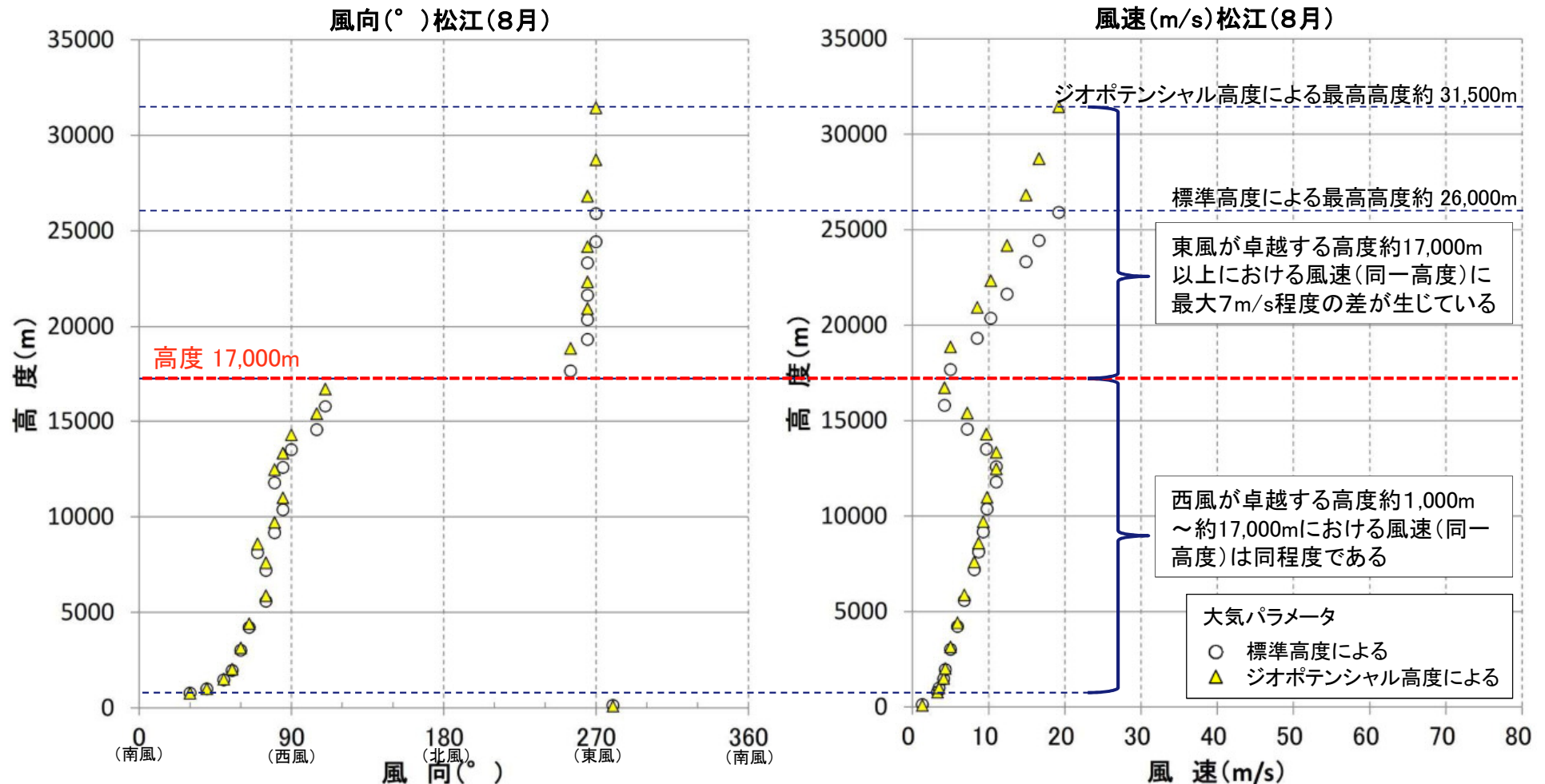
- ① 基本ケースのうち敷地における降灰層厚が最大となる8月の大気パラメータにより、標準高度による場合とジオポテンシャル高度による場合とを比較した結果、敷地における降灰層厚は同程度となることから(次頁以降参照)、標準高度による大気パラメータを用いた火山灰シミュレーションを実施する。
- ② 敷地における降灰層厚が最大となるケースについては、ジオポテンシャル高度による大気パラメータを用いた火山灰シミュレーションも実施し、標準高度による大気パラメータを用いた火山灰シミュレーション結果の妥当性を確認する。



大気パラメータの比較

大気パラメータの比較(敷地における降灰層厚が最大となる月:8月)

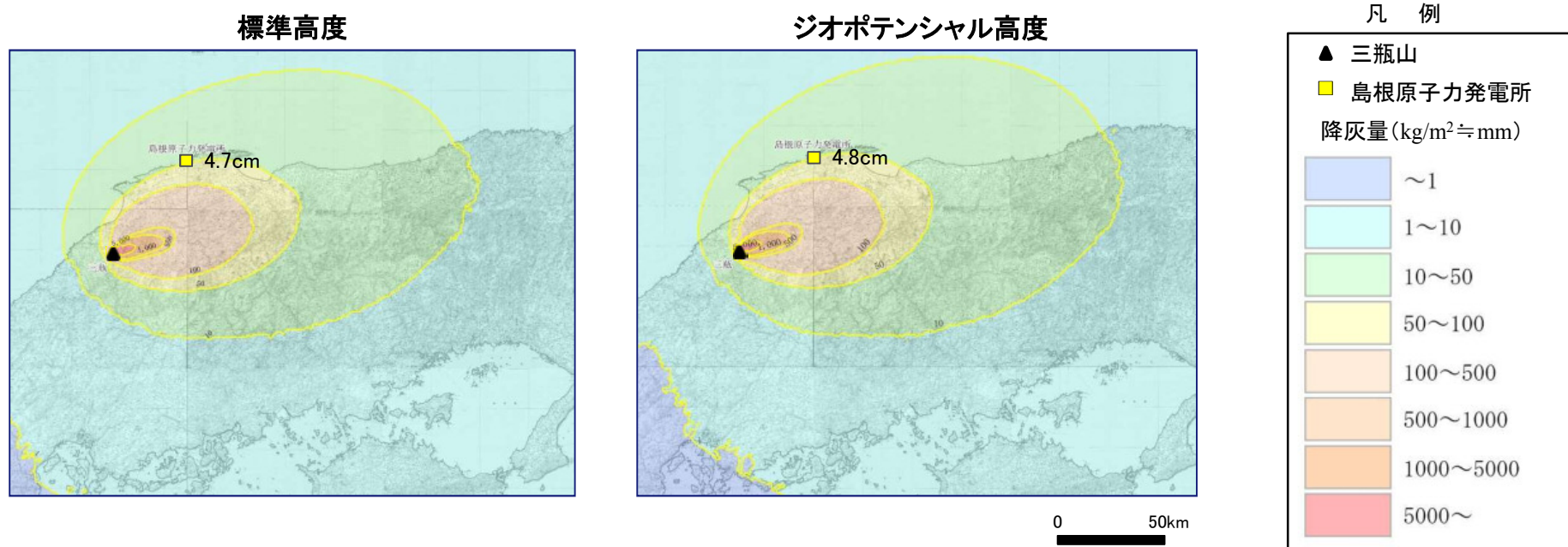
- ・ 高度約1,000m～約17,000mでは西風が卓越し、標準高度による風速とジオポテンシャル高度による風速(同一高度)は同程度である。
- ・ 一方、高度約17,000m以上では東風が卓越し、標準高度による風速とジオポテンシャル高度による風速(同一高度)には、最大7m/s程度の差が生じている。



大気パラメータの影響

大気パラメータの影響検討(三瓶浮布テフラの敷地における降灰層厚が最大となる月:8月)

基本ケースのうち敷地における降灰層厚が最大となる8月の大気パラメータを対象に、標準高度による場合とジオポテンシャル高度による場合の比較検討を実施した。



- ・基本ケースのうち敷地における降灰層厚が最大となる8月の大気パラメータにより、標準高度による場合とジオポテンシャル高度による場合とを比較した結果、敷地における降灰層厚は同程度(0.1cm差)となることが確認された。
- ・高度約17,000m以上の大気パラメータの設定が敷地における降灰層厚に及ぼす影響はほとんどないと考えられる。

噴煙柱高度の考え方(L.G. Mastin et al. (2009)による)

- L.G. Mastin et al. (2009)⁽⁵²⁾は、西暦1,900年以降の世界の火山の噴火(VEI2~6)について、既存の公開資料に記載されている噴煙柱高度、噴出量、継続時間等を整理し、これらのデータセットを用いて噴煙柱高度と噴出量の回帰式を求めている。
- 火山灰シミュレーションの対象火山である三瓶山、大山及び鬱陵島の考慮する噴出量は2.19~12.22km³と幅広となることから、この回帰式を用いて噴出規模に応じた噴煙柱高度を設定する。なお、設定された噴煙柱高度は25~30kmであり、町田・新井(2011)に示されるVEI5以上の噴煙柱高度(>25km)と整合する。
- 三瓶浮布テフラ(噴出量:4.15km³)の場合、回帰式により設定される噴煙柱高度は27kmとなる。この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)について、回帰式により設定される噴煙柱高度27kmを用いた場合と町田・新井(2011)に示されるVEI5の噴煙柱高度の最小値25kmを用いた場合の敷地における降灰層厚を比較した結果、いずれの月も両者は同程度である(次頁以降参照)。

世界の火山の噴火事例(データセット)

Table 1
Eruption source parameters for well-studied eruptions. Variables include plume height *H*, erupted volume *V*, mass eruption rate *M*, and duration *D*. The mass eruption rate is calculated by multiplying the erupted volume by density to arrive at an erupted mass, and then dividing the erupted mass by the duration. Plume heights are annotated with a letter, which indicates the method by which plume height was estimated: "v"-visual observation from the ground or an airplane; "r"-radar; "s"-satellite images; "i"- isopleth data. For silicic eruptions, column 3 indicates the magma type; r=ryholite, d=dacite, a=andesite. Letters in parentheses indicate subordinate magma types. Observations that form the basis for these values are described in Mastin et al. (in preparation)

Volcano	Date of onset	Magma type	VEI	H (km)	V (km ³) DRE	M (kg/s)	D (h)	Reference
Silicic and andesitic eruptions								
St. Helens	3/8/2005	d	2	9v	1e-04	4e05	0.5	1,2
St. Helens	7/22/1980	d	2	10.3r	0.001	1.4e06	0.45	3
St. Helens	5/25/1980	d	3	10.2r	0.016	2e07	<0.5	3
St. Helens	6/12/1980	d	3	9.6r	0.017	2e07	0.5	3
Pinatubo, Philippines	6/12/1991	d	3	17.5r	0.0056	6e06	0.63	4,5,40
Ruapehu, NZ	6/17/1996	a	3	5.7s	0.002	2e05	6.5	12,13
Redoubt, USA	12/15/1989	a	3	9v	0.008	4-7e06	1.03	14, 15
Nevado del Ruiz, Colombia	11/13/1985	a,d	3	20i	0.014	3e07	0.3	16
Spurr, USA	6/27/1992	a	3	11.3r	0.012	2e06	4.4	17,18,19
Spurr, USA	8/18/1992	a	3	10.5r	0.014	3e06	3.5	17,18,19
Spurr, USA	9/17/1992	a	3	10.7r	0.015	3e06	3.6	17,18,19
Hekla, 1970	5/5/1970	a	3	12-16v	0.017	6e06	2	20
Hekla, 1980	8/17/1980	a	3	19v	0.019	2e06	5	21
Reventador, Ecuador	11/3/2002	a	4	17v	0.12	1e07	22	22
Hekla, 1947	3/29/1947	a	4					
brownish-gray ash				28v	0.034	4.6e07	0.5	
brownish-black ash				8-25v	0.013	1.6e07	0.5	23
Soufriere, St. Vincent	5/7/1902	a,d	4	14v	0.14	3-4e07	2.5-3.5	24,25
El Chichón A, Mexico	3/29/1982	a	5	20i	0.30	3.5e07	5	26
El Chichón B, Mexico	4/4/1982 0135 GMT	a	5	24i	0.39	6.0e07	4	26
El Chichón C, Mexico	4/4/1982 1122 GMT	a	5	22i	0.40	4.0e07	7	26
Hudson, Chile	8/12/1991	a	5	12-18v	3.0	7e07	31	27,28
St. Helens	5/18/1980	d	5	13.5e	0.2	2e07	9	3,6
Quizapu, Chile	4/10/1932	d	6	27-30i	4.0	1.5e08	18	7
Novarupta	6/6/1912		6					
Episode I		a,(a)		23.5i	2.94	1.2e08	16	
Episode II		d		22.5i	1.96	5.2e07	26	
Episode III		d,(a)		19i	1.63	1.1e08	10	8
Pinatubo, Philippines	6/15/1991	d	6	35-40s	0.8-1.6	2-4e08	3	9,10,11,40
Santa Maria, Guatemala	10/24/1902	a,(d)	6	34i	3.3	5-7e07	24-36	29,30,31
Basaltic eruptions								
Etna, 2001	7/19/2001		2	0.5-2.5v	9e-04	6e03	115	32
Cerro Negro, 1995	11/19/1995		2	2-2.5v	1.3e-03	9.4e03	-100	33
Cerro Negro, 1992	4/9/1992		3	2.8-6.8v	0.0094	3e05	-21	33
Izu-Oshima	11/21/1986		3	10s,v	0.0045	8e05	3	41
Fuego, 1971	9/14/1971	a,(a)	3	10v	0.03	1.7e06	12	34,35
Miyakejima, Japan	8/18/2000		3	15.5r	0.0042	1.2e06	3.4	36,37,38
Fuego, 1974	10/14/1974		4	10v	0.02	3e06	5	39

Information sources:
¹Mastin (2007); ²Scott et al. (in press); ³Sarna-Wojcicki et al. (1981); ⁴Paladio-Melosantos et al. (1996); ⁵Hoblitt et al. (1996); ⁶Durant et al. (this volume); ⁷Hildreth and Drake (1992); ⁸Friesztein and Hildreth (1992); ⁹Koyaguchi (1996); ¹⁰Koyaguchi and Ohno (2001a); ¹¹Holasek et al. (1996); ¹²Prata and Grant (2001); ¹³Bonadonna and Houghton (2005); ¹⁴Miller and Chouet (1994); ¹⁵Scott and McGimsey (1994); ¹⁶Naranjo et al. (1986); ¹⁷Neal et al. (1995); ¹⁸Eichelberger et al. (1995); ¹⁹McGimsey et al. (2001); ²⁰Thorarinnsson and Sigvaldason (1971); ²¹Gronvold et al. (1983); ²²Smithsonian Institution (2002); ²³Thorarinnsson (1949); ²⁴Anderson and Flett (1903); ²⁵Carey and Sigurdsson (1978); ²⁶Carey and Sigurdsson (1986); ²⁷Scasso et al. (1994); ²⁸Naranjo et al. (1993); ²⁹Rose (1972); ³⁰Carey and Sparks (1986); ³¹Anderson (1908); ³²Scollo et al. (2007); ³³Hill et al. (1998); ³⁴Bonis and Salazar (1973); ³⁵Rose et al. (1973); ³⁶Tupper et al. (2004); ³⁷Nakada et al. (2005); ³⁸Geshi et al. (2002); ³⁹Rose et al. (2008); ⁴⁰Pallister et al. (1992); ⁴¹Mammen (2006).

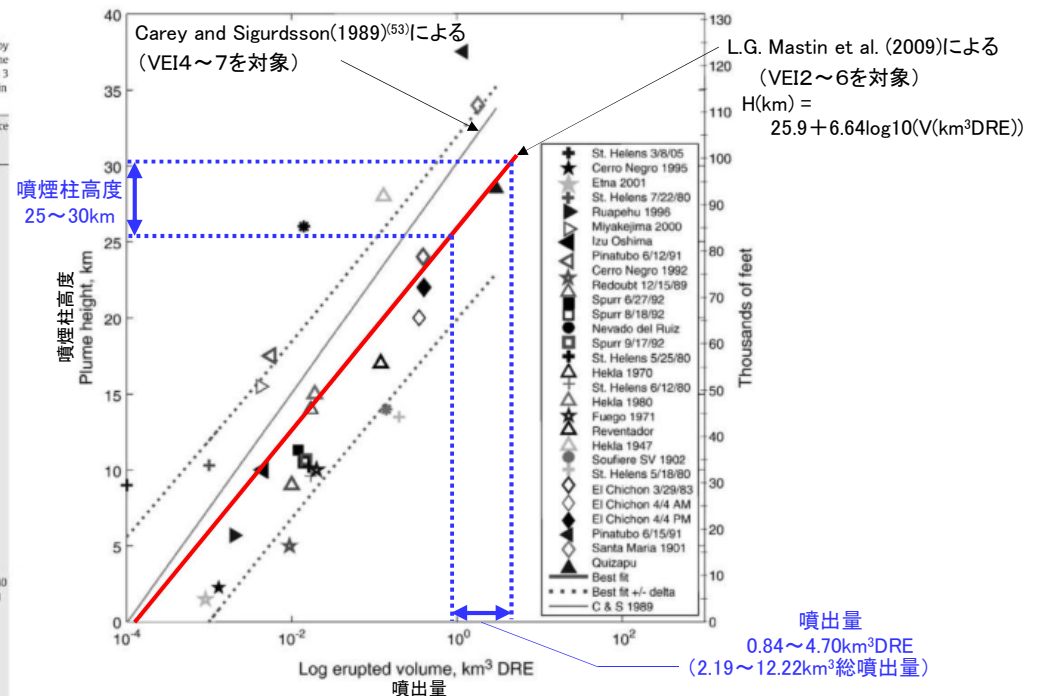


Fig. 2. Plume height versus log erupted volume (DRE) for the eruptions listed in Table 1. The bold solid line is the best-fit curve through the data, and the bold dotted lines are envelope curves that enclose 50% of the predictions as calculated by the routine polyval in Matlab®. The light solid line is the best-fit curve obtained by Carey and Sigurdsson (1989). Symbols in the legend are arranged from smallest to largest erupted volume.

噴煙柱高度と噴出量の関係

L.G. Mastin et al. (2009)より引用・加筆

(参考)噴煙柱高度の考え方(町田・新井(2011)による)

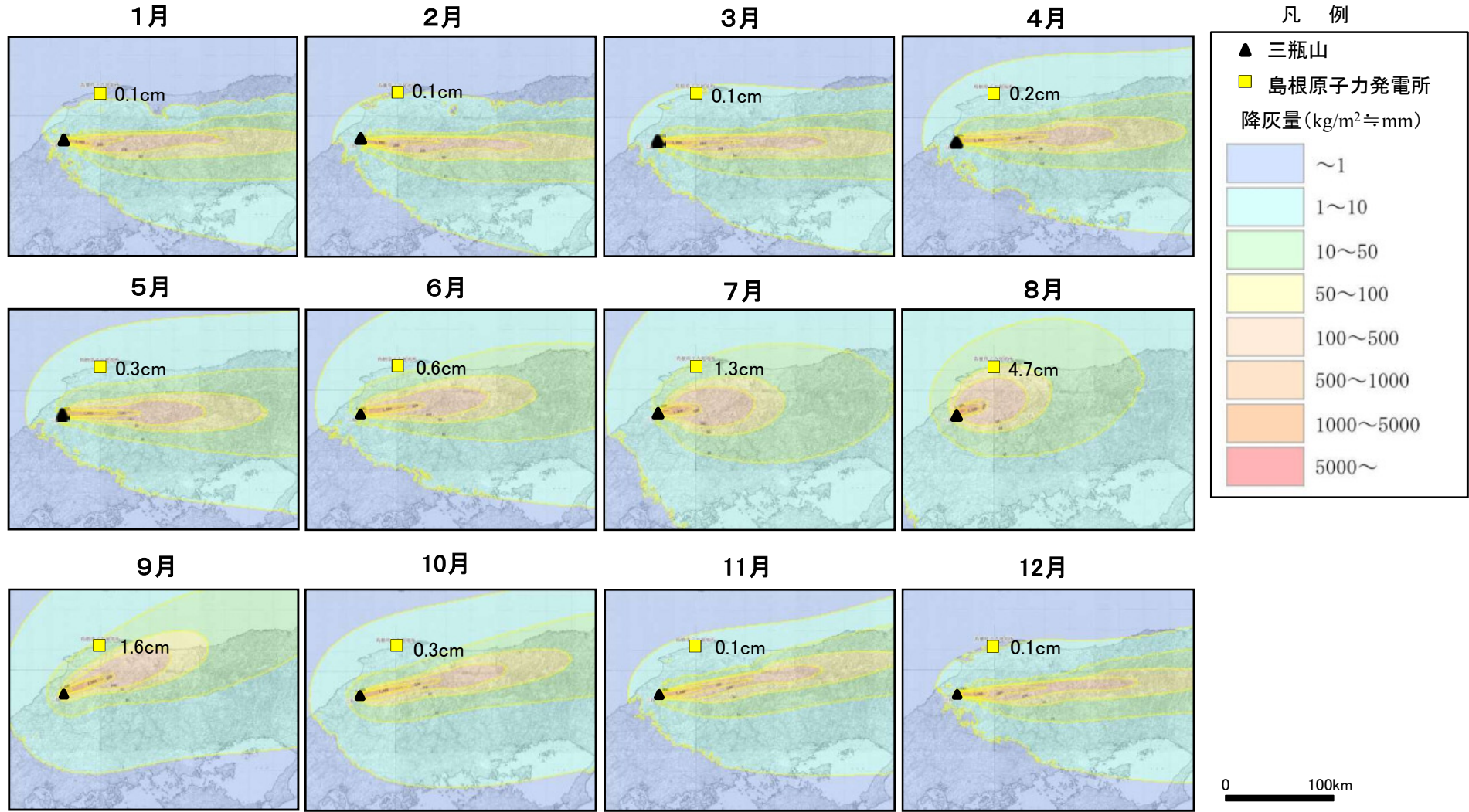
- ・火山灰シミュレーションの対象火山である三瓶山, 大山及び鬱陵島の考慮する噴出規模は2.19~12.22km³であり, VEI5以上に相当する。
- ・町田・新井(2011)によると, L.G. Mastin et al. (2009)に示される噴煙柱高度の回帰式と同様に, 噴出物総体積が大きくなるほど噴煙柱高度が大きくなるとされており, また, VEI5以上の噴煙柱高度は25km以上になるとされている。

表3 火山爆発度指数 VEI (Volcanic Explosivity Index)

[Newhall and Self (1982) に加筆]

VEI	1	2	3	4	5	6	7	8
噴出物総体積 (km ³)	0.0001 ~	0.001 ~	0.01 ~	0.1 ~	1 ~	10 ~	100 ~	1000~
噴煙柱高度 (km)	0.001 0.1~1	0.01 1~5	0.1 3~15	1 10~25	10 >25	100	1000	
	小噴火	中噴火		大噴火	巨大噴火		破局的噴火	
		爆発的噴火						
		テフロクロノロジーに利用						
	高頻度				低頻度			

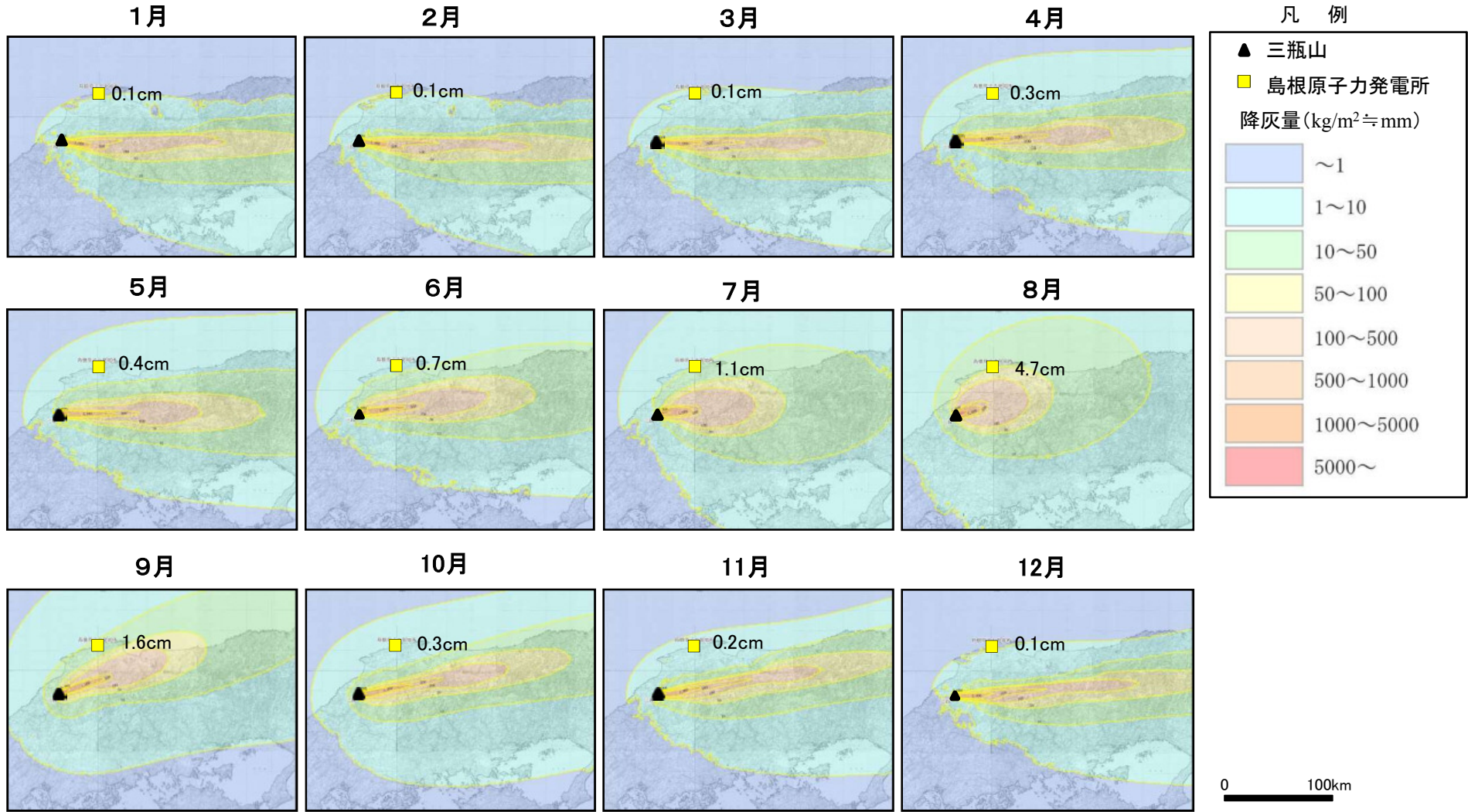
基本ケース(噴煙柱高度:27km(L.G. Mastin et al. (2009)に示される噴煙柱高度の回帰式による))



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4.7cmとなった。

噴煙柱高度の影響

基本ケース(噴煙柱高度:25km(町田・新井(2011))に示されるVEI5の噴煙柱高度の最小値))



噴煙柱高度を25kmとし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、噴煙柱高度27kmの場合と同程度(最大0.2cm差)となることを確認した。

1. 第四紀火山について(三瓶山・大山を除く)
2. 火山灰に関する地質調査
3. 三瓶浮布テフラ噴出時の噴火規模について
4. DNPの噴出規模の算出に関する降灰層厚情報の補足資料
5. DNP等層厚線図面積の検証について
6. 防災科学技術研究所による地震波速度構造モデルについて
7. 既往文献による降下火砕物の体積算出方法の概要について
8. 火山灰シミュレーションにおける大気パラメータ及び噴煙柱高度の考え方について
9. その他
 - ・噴火の規模について
 - ・火砕岩の分類

噴火の規模について

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)⁽⁵⁴⁾による

※3: Cas and Wright(1987)⁽⁵⁵⁾

※4: 木庭編(2006)⁽⁵⁶⁾

火成岩の分類

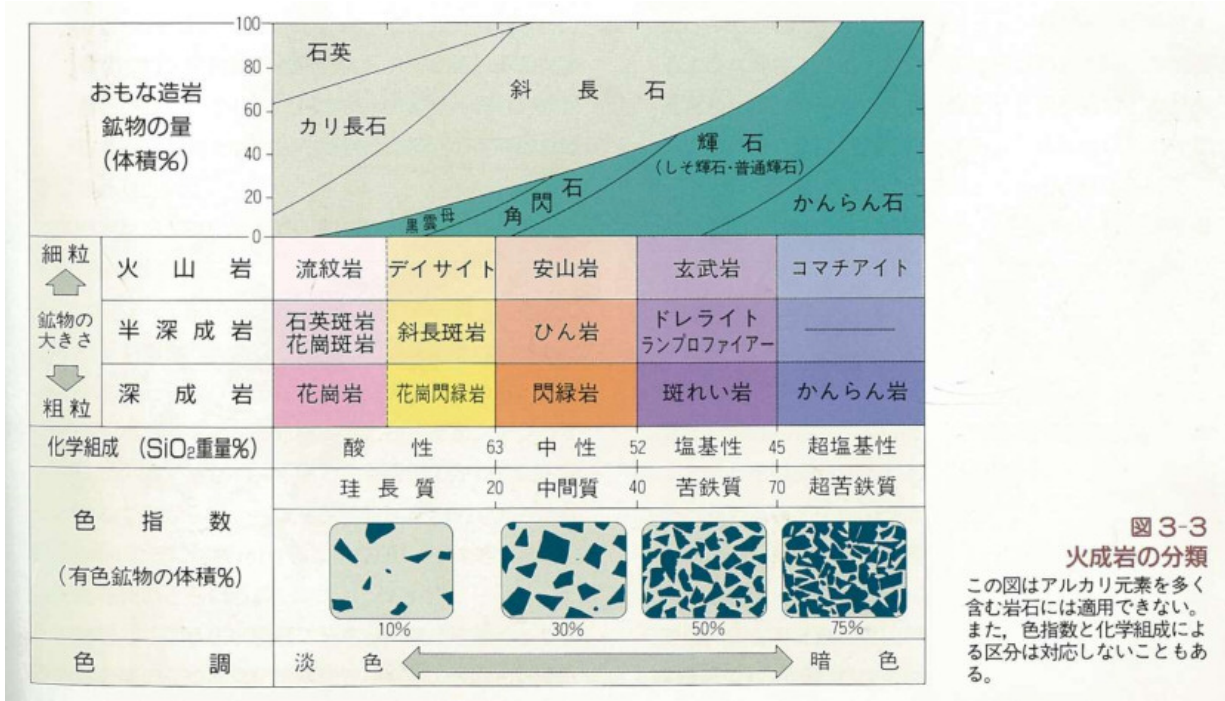


図3-3
火成岩の分類
この図はアルカリ元素を多く含む岩石には適用できない。また、色指数と化学組成による区分は対応しないこともある。

山口地学会編(1991)⁽⁵⁷⁾より引用

参考文献

- (1) 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
- (2) 地質調査総合センター(2020): 日本の火山, ver. 2.32, 2020.03.25更新, 地質調査総合センター
- (3) Pineda-Velasco.I・Kitagawa.H・Nguyen.T.-T・Kobayashi.K・Nakamura.E(2018): Production of High-Sr Andesite and Dacite Magmas by Melting of Subducting Oceanic Lithosphere at Propagating Slab Tears, Journal of Geophysical Research Solid Earth. 2018, Vol.123, No.5
- (4) 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地質図幅), 地質調査所
- (5) 川井直人・広岡公夫(1966) 西南日本新生代火成岩類若干についての年代測定結果. 年代測定結果を中心としてみた日本の酸性岩類の形成時期., 連合学術大会シンポジウム総合討論会資料 5
- (6) Morris. P. A.・Itaya.T・Watanabe.T・Yamauchi.S(1990): Potassium/argon ages of Cenozoic igneous rocks from eastern Shimane Prefecture-Oki Dozen Island, southwest Japan and the Japan Sea opening., Jour. Southeast Asian Earth Sci. 4
- (7) 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
- (8) 沢田順弘・今井雅浩・三浦環・徳岡隆夫・板谷徹丸(2006): 島根県江島の更新世玄武岩と鳥取県弓ヶ浜砂州南東端粟島の中新世流紋岩のK-Ar年代, 島根大学地球資源環境学研究報告 25
- (9) 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
- (10) 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
- (11) 日本地質学会編(2009): 日本地方地質誌6中国地方, 朝倉書店
- (12) Kimura.J・Kunikiyo.T・Osaka.I・Nagao.T・Yamaguchi.S・Kakubuchi.S・Okada.S・Fujibayashi.N・Okada.R・Murakami.H・Kusano.T・Umeda.K・Hayashi.S・Ishimura.T・Ninomiya.A・Tanase.S(2003): Late Cenozoic volcanic activity in the Chugoku area, southwest Japan arc during back-arc basin opening and reinitiation of subduction, The Island Arc 12
- (13) 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
- (14) 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

参考文献

- (15) 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
- (16) 松浦浩久(1986): 広島県女亀山のアルカリ玄武岩のK-Ar年代, 地質学雑誌 第92巻
- (17) 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
- (18) 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
- (19) 鹿野和彦・牧本博・土谷信之・豊遙秋(2001): 温泉津及び江津地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所
- (20) 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
- (21) Uto K(1989): Neogene volcanism of Southwest Japan, Its time and space based on K-Ar dating. Unpub. Ph. D. thesis, The University of Tokyo
- (22) 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
- (23) 太田陽子・成瀬敏郎・田中眞吾・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
- (24) 鹿野和彦・中野俊(1985): 山陰地方新第三系の放射年代と対比について, 地質調査所月報 第36巻
- (25) 宇都浩三(1995): 火山と年代測定: K-Ar, $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ 年代測定の現状と将来, 火山 第40巻 特別号
- (26) 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
- (27) 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
- (28) 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
- (29) 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
- (30) 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
- (31) 先山徹・松田高明・森永速男・後藤篤・加藤茂弘(1995): 兵庫県北部の鮮新世～更新世火山岩類— K-Ar年代・古地磁気・主要化学成分—, 人間と自然 no.6

参考文献

- (32) 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
- (33) 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
- (34) 町田洋・新井房夫(2011): 新編日本の火山灰アトラス(第2刷), 東京大学出版会
- (35) 松田典大・田中雅章・中村克・清水雄一・宮本新平(2019): 島根県東部における三瓶木次テフラおよび大山松江テフラの分布について, 日本地質学会第126年学術大会講演要旨, R5-O-18
- (36) 日本第四紀学会編(1996): 第四紀露頭集, 日本第四紀学会
- (37) 林正久・三浦清(1987): 三瓶火山のテフラの層序とその分布, 山陰地域研究(自然環境) 第3号
- (38) 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
- (39) 町田洋・新井房夫(1992): 日本の火山灰アトラス, 東京大学出版会
- (40) 野村亮太郎・田中眞吾(1987): 兵庫県南部のU₂火山灰層—その対比と地形編年上の意義—, 神戸大学教養部紀要 39
- (41) 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
- (42) 竹村恵二・北川浩之・林田明・安田喜憲(1994): 三方湖・水月湖・黒田低地の堆積物の層序と年代—三方低地の最終間氷期以降の堆積環境—, 地学雑誌 103
- (43) 吉川周作・井内美郎(1991): 琵琶湖高島沖ボーリングコアの火山灰層序, 地球科学 45巻 2号
- (44) 吉川周作・那須孝悌・樽野博幸・古谷正和(1986): 近畿地方に分布する後期更新世～完新世の火山灰層について, 地球科学 40巻 1号
- (45) 加藤茂弘・壇原徹・山下透・武村恵二・岡田篤正(1996): 兵庫県神戸市で発見された三瓶火山起源のテフラ, 第四紀研究 35
- (46) 野村亮太郎・田中眞吾・柏谷健二・相馬秀廣・小倉博之・川崎輝雄(1995): 岡山県北部, 細池湿原のテフラについて, 第四紀研究 34
- (47) 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

参考文献

- (48) Matsubara. M•Sato. H•Uehira. K•Mochizuki. M•Kanazawa. T•Takahashi. N•Suzuki. K•Kamiya. S(2019) : Seismic velocity structure in and around the Japanese Island src derived from seismic tomography including NIED MOWLAS Hi-net and S-net data, *Seismic Waves – Probing Earth System*, IntechOpen
- (49) Zhao.D•Liu.X•Hua.Y(2018) : Tottori earthquakes and Daisen volcano: Effects of fluids, slab melting and hot mantle upwelling, *Earth and Planetary Science Letters* 485
- (50) Legros.F(2000) : Minimum volume of a tephra fallout deposit estimated from a single isopach, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 96
- (51) Hayakawa.Y(1985) : Pyroclastic geology of Towada volcano. *Bull. Earthq. Res. Inst. Univ. Tokyo* 60
- (52) 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
- (53) Carey S•Sigurdsson H(1989): The intensity of plinian eruptions, *Bulletin of Volcanology* 51(1)
- (54) 宇井忠英編(1997): 火山噴火と災害, 東京大学出版
- (55) Cas, RAF and Wright, J.V. (1987): *Volcanic Successions : Modern and Ancient*. Allen and Unwin, London.
- (56) 木庭元晴編(2006) : 宇宙 地球 地震と火山, 古今書院
- (57) 山口地学会編(1991) : 山口県の岩石図鑑, 第一学習社