

高浜発電所 1～4号炉 火山影響評価について

－資料集－

関西電力株式会社

2020年7月6日



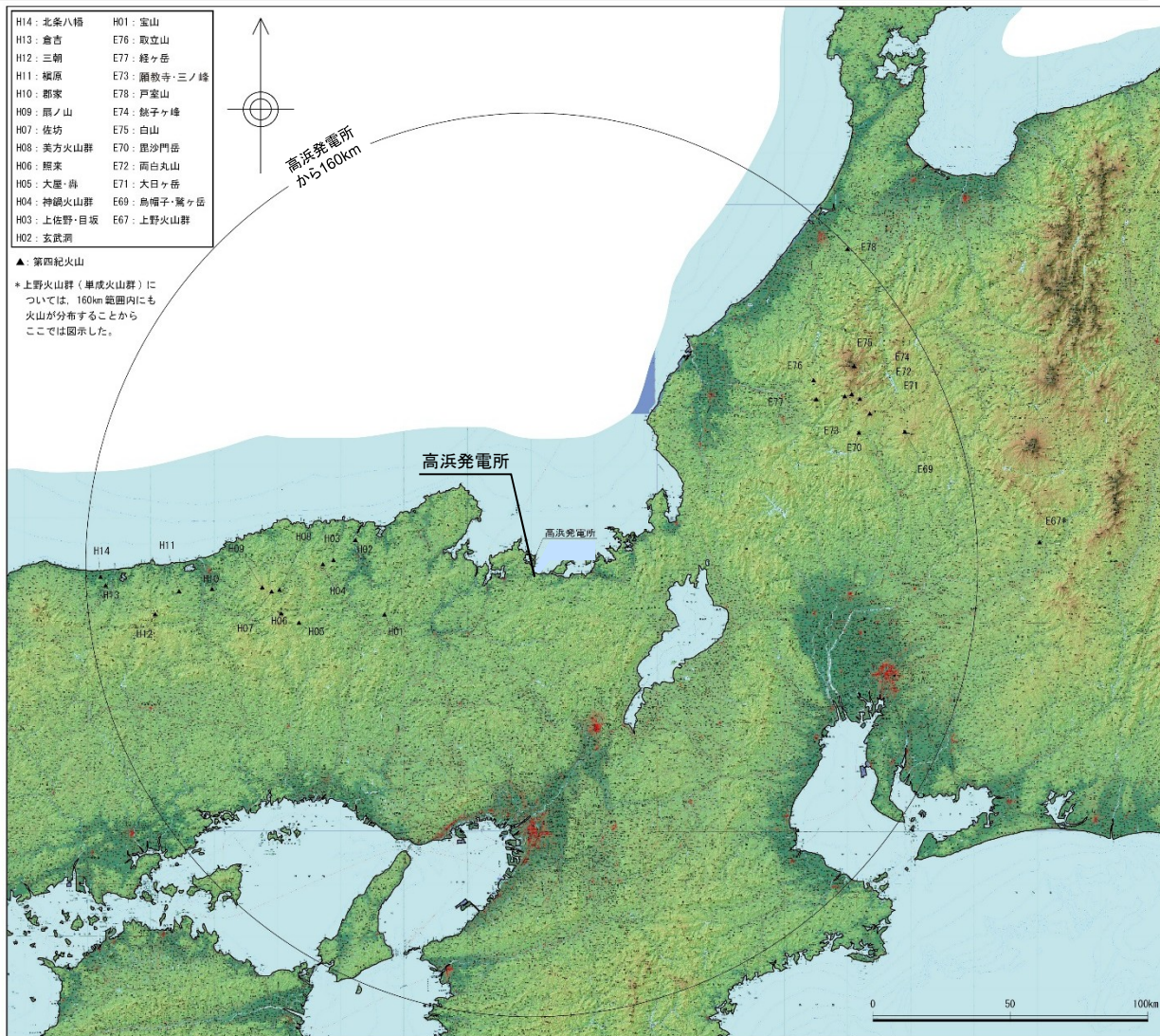
- 資料1: 地理的領域内(160km)に分布する第四紀火山の活動性評価……………p2-32
- 資料2: 敷地及びその周辺での地質調査結果に関する検討…………… p33-40
- 資料3: Tephra2バグに伴う追加検討……………p41-78
- 資料4: 噴出源が同定できない降下火砕物に関する補足資料……………p79-82
- 資料5: 降下火砕物の粒度に関する補足資料……………p83-88
- 資料6: DNPの噴出規模の算出に関する降灰層厚情報の補足資料…………… p89-147
- 資料7: DNP等層厚線図面積の検証について…………… p148-151
- 資料8: 防災科学技術研究所による地震波速度構造モデルについて…………… p152-156
- 資料9: 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…………… p157-159
- 資料10: 敷地におけるDNP降下火砕物の密度について …………… p160-161
- 資料11: 降下火砕物シミュレーションの妥当性の検証について ……………p162-164

資料1

地理的領域内(160km)に分布する第四紀火山の活動性評価

中野他編(2013)、西来他編(2012)、日本火山学会のデータベース等を参考に半径160kmの範囲に位置する第四紀火山を25火山抽出した。

名称	敷地からの 距離(km)	活動年代 (千年前)
北条八幡 (ほうじょうはちまん)	154	2,200 ~ 1,100
倉吉 (くらよし)	152	1,800 ~ 500
三朝 (みささ)	136	1,400 ~ 1,300
横原 (まきはら)	127	800 ~ 700
郡家 (こおけ)	115	2,100
扇ノ山 (おうぎのせん)	97	1,200 ~ 400
佐坊 (さぼう)	94	1,700
美方火山群 (みかた)	91	1,700 ~ 200
照来 (てらぎ)	92	3,100 ~ 2,200
大屋・轟 (おおや・とどろき)	85	2,800 ~ 2,400
神鍋火山群 (かんなべ)	75	700 ~ 10,200
上佐野・目坂 (かみさの・めさか)	71	230 ~ 130
玄武洞 (げんぶどう)	65	1,600
宝山 (たからやま)	57	400 ~ 300
取立山 (とりたてやま)	119	1,000 ~ 800
経ヶ岳 (きょうがたけ)	117	1,400 ~ 700
願教寺・三ノ峰 (がんきょうじ・さんのみね)	126	3,100 ~ 2,500
戸室山 (とむろやま)	158	400 ~ 300
鏡子ヶ峰 (ちようしがみね)	129	1,500
白山 (はくさん)	134	400 ~
毘沙門岳 (びしゃもんだけ)	125	300
両白丸山 (りょうはくまるやま)	131	400 ~ 300
大日ヶ岳 (だいにちがたけ)	132	1,100 ~ 900
烏帽子・鷲ヶ岳 (えぼしわしがたけ)	141	1,600 ~ 1,100
上野火山群 (うえの)	181*	2,800 ~ 900

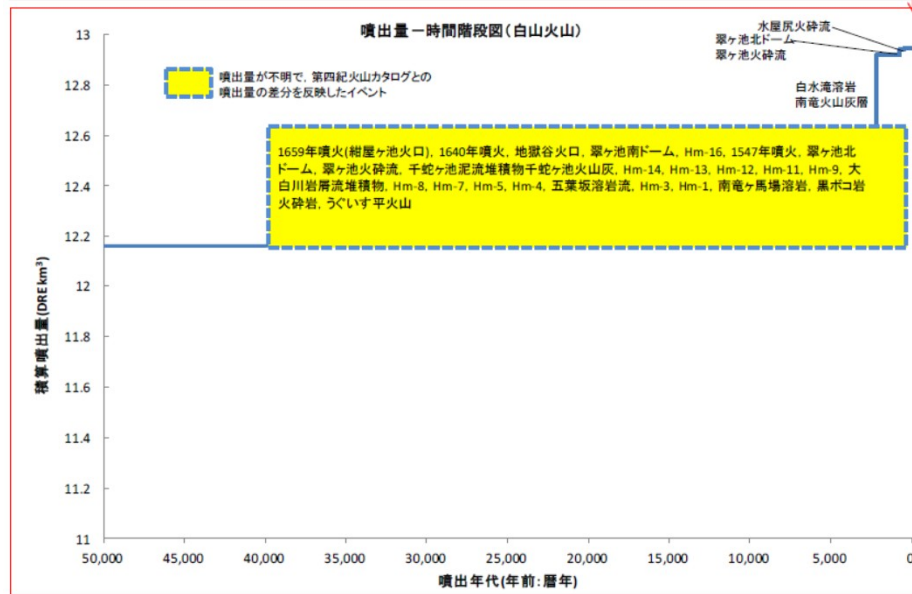
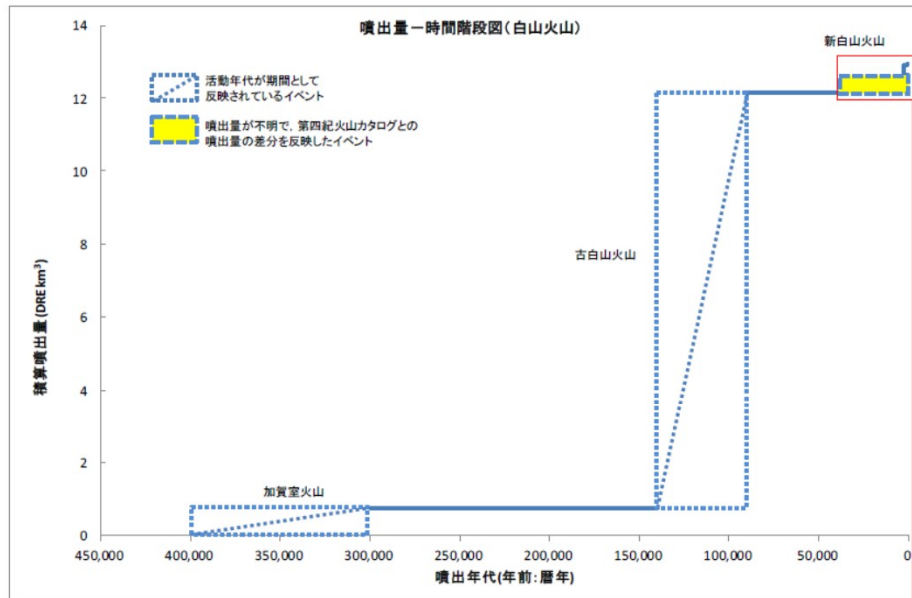


注) 第四紀火山の位置、並びに火山名称は、『日本の火山(第3版)』中野他編(2013)に基づく。貫入岩及び深成岩については図示していない。

半径160kmの範囲の第四紀火山

中野他編(2013)に基づく。貫入岩体・深成岩体については検討の対象から除く。
*：単成火山岩群の一部が160km範囲内にも分布することから、地理的領域内の火山に含めた。

完新世以降に活動があった火山



12. 白山火山

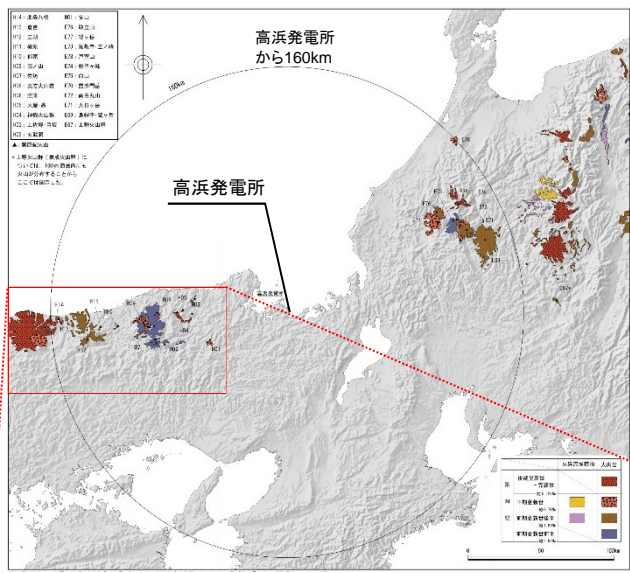
噴出物	年代 (年前:暦年)	噴出量 (DRE km ³)	火山カタログ の噴出量
うくいす平火山			
火砕丘	0-40,000	0.01	0.0076 DRE km ³
1659年噴火 紺屋ヶ池火口	355	—	0.76 DRE km ³
1640年噴火	374	(0.46に包摂)	
地獄谷火口	435	—	
翠ヶ池南 ドーム	458-460	0.005 (その他 0.46に包摂)	
水屋尻火砕流 堆積物			
Hm-16			
1547年噴火 (詳細不明)	467	(0.46に包摂)	
翠ヶ池北 ドーム	775	0.02	
翠ヶ池火砕流 Hm-15			
千蛇ヶ池火口: 千蛇ヶ池泥流 (白根実質泥流) 千蛇ヶ池火山灰	972	—	
Hm-14	1100	—	
Hm-13	1500	—	
Hm-12	1750 ^{※1}	—	
Hm-11	2000 ^{※1}	—	
白水滝溶岩 銅ヶ峰溶岩層 南電火山灰層 (Hm-10)	2200	0.29	
Hm-9	4550	(0.46に包摂)	
大白川岩層 堆積物	5050 ^{※1}	—	
Hm-8	5550	—	
Hm-7	5900	—	
Hm-5	7000	—	
Hm-4	8550	(0.46に包摂)	
五葉坂溶岩流	9050	—	
Hm-3	9050	—	
Hm-1	9550	—	
黒ポコ岩火 砕流	12,820	(0.46に包摂)	
南電ヶ馬場 溶岩	358-40,000 (差体を包摂)	(0.46)	
古白山火山			
大波峰溶岩類			11.4 DRE km ³
清浄ヶ原 溶岩類			
古白山火山 溶岩類 初期火砕流 堆積物	90,000- 140,000	11.4	
小規模火山体 岩屑流 土石流			
加賀室火山			
加賀室火山 溶岩類	300,000- 400,000	0.76	0.76 DRE km ³

一:水蒸気噴火、岩屑なだれ、泥流堆積物
①:第四紀火山カタログによる体積との差分
※1:時間間隔を均等分配して年代を推定して反映

・産業技術総合研究所(2014)、日本の主要第四紀火山の積算マグマ噴出量階段図

完新世以降に活動があったことから、将来の活動可能性が否定できないため原子力発電所に影響を及ぼし得る火山と評価。

完新世以降に活動がなかった火山



		火砕流堆積物	火山岩
第	後期更新世 - 完新世 約 0.12Ma		
	中期更新世 約 0.78Ma		
紀	前期更新世後半 約 1.81Ma		
	前期更新世前半 約 2.58Ma		

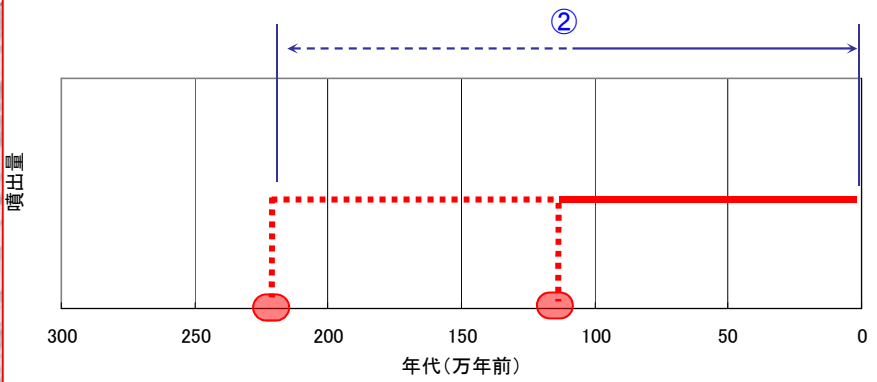
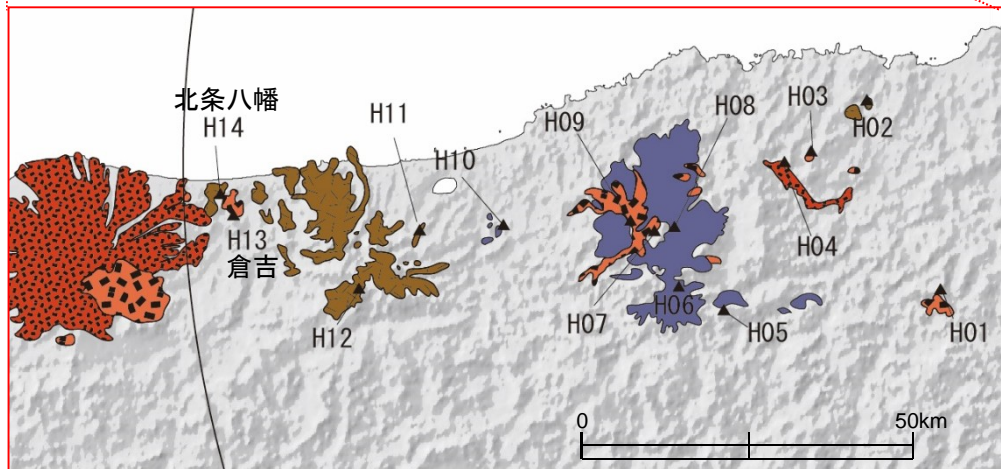
【形式・構造】 火砕丘・溶岩流(単成火山) ※1、※3

【火山体体積】 記載なし※2

【活動時期】 220万年前～110万年前※3

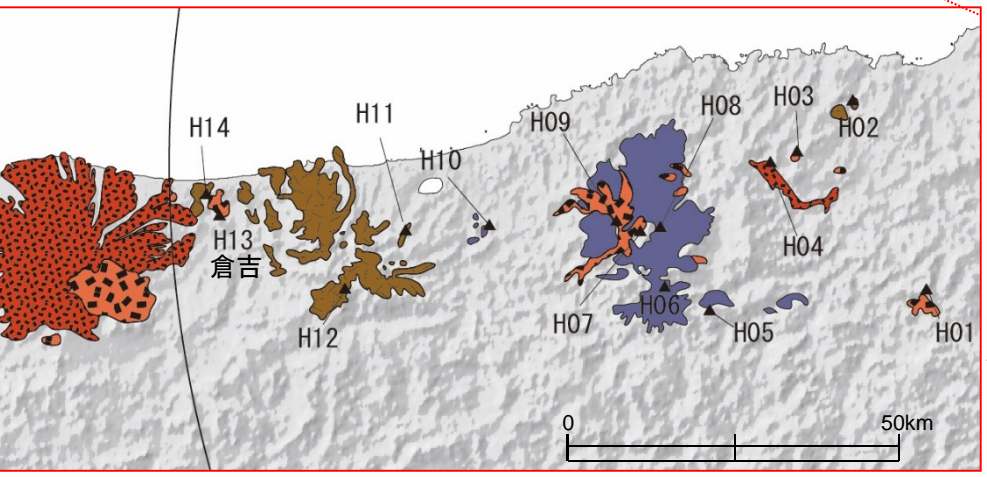
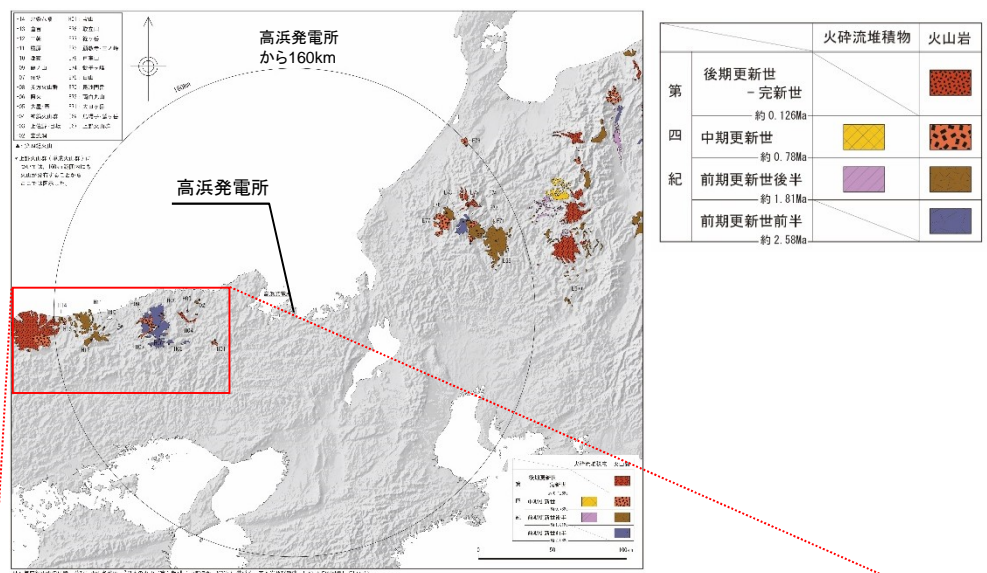
- ・島玄武岩: 229±7万年前～221±6万年前※4
- ・島玄武岩: 112万年前※5

※1) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編(2012): 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース, 地質調査総合センター速報, no.60, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
 ※2) 第四紀火山カタログ委員会編(1999): 日本の第四紀火山カタログ ver.1.0(CD-ROM), 日本火山学会
 ※3) 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) 概要及び付表, 200万分の1地質編集図, no.11, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
 ※4) 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, 8, p.19-p.25
 ※5) 石賀敏(2004): 北条町八幡山の地質, 鳥取地学会誌, 8, p.15-p.18



※) 噴出量は火山体体積とする。なお、噴火時期及び噴出量が不明のため、点線で表示。
 ①活動期間(=活動期間内の最大休止期間)
 ②最新噴火からの経過期間

活動期間が非常に短く、第四紀の期間を通じて繰り返しの活動が認められないことから、将来の活動可能性がない火山と評価。なお、当該火山は中期更新世(約80万年)以降の活動が無く、また当該火山周辺に位置する倉吉を原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として評価している。



【形式・構造】 溶岩流※1,3

【火山体体積】 0.5km^3※2

【活動時期】 180万年前～50万年前※3

- (向山地域)
- ・カルカルリ安山岩: 183±11万年前、173±7万年前、120±6万年前、100±4万年前、49±3万年前※4,5
 - ・倉吉玄武岩: 122±8万年前、118±11万年前※6
- (別所地域)
- ・102±9万年前※4

※1) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編(2012): 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース, 地質調査総合センター速報, no.60, 産業技術総合研究所地質調査総合センター

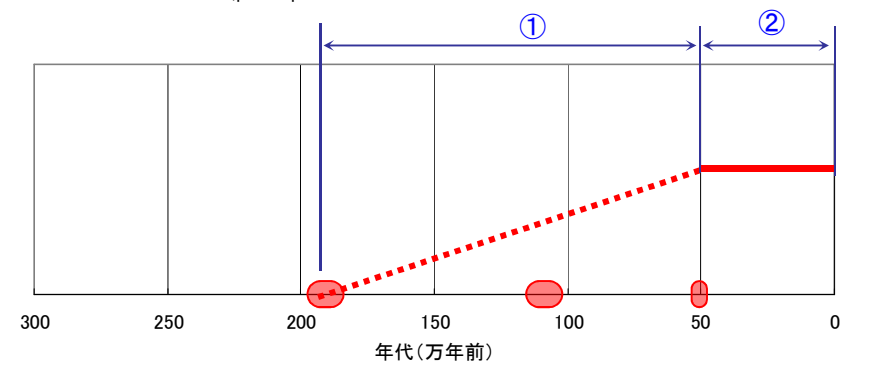
※2) 第四紀火山カタログ委員会編(1999): 日本の第四紀火山カタログ ver.1.0(CD-ROM), 日本火山学会

※3) 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)概要及び付表, 200万分の1地質編集図, no.11, 産業技術総合研究所地質調査総合センター

※4) Uto Kozo(1989): Neogene volcanism of Southwest Japan: Its time and space based on K-Ar dating. Unpub. Ph.D. thesis, The University of Tokyo, p.184

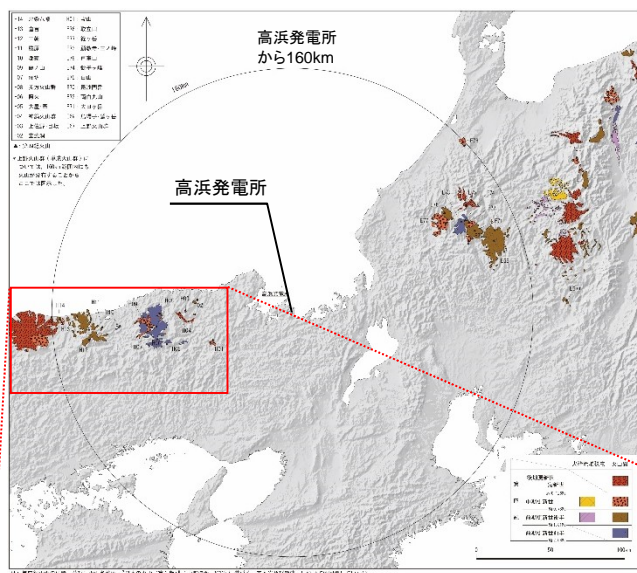
※5) KIMURA, J., KUNIKIYO, T., OSAKA, I., NAGAO, T., YAMAUCHI, S., KAKUBUCHI, S., OKADA, S., FUJIBAYASHI, N., OKADA, R., MURAKAMI, H., KUSANO, T., UMEDA, K., HAYASHI, S., ISHIMARU, T., NINOMIYA, A. and TANASE, A. (2003): Late Cenozoic volcanic activity in the Chugoku area, southwest Japan arc during back-arc basin opening and reinitiation of subduction, The Island Arc 12 22-45

※6) 加々美寛雄・森口 由美・長尾 敬介・沢田 順弘・永尾 隆志(1996): 鳥取県倉吉市に分布する金雲母を含むアルカリ玄武岩の年代とSr・Nd同位体比, 文部省科学研究費報告書(総合研究A)「西南日本の新生代火成活動とテクトニクス」, p.67-p.71



※) 噴出量は火山体体積とする。なお、噴火時期及び噴出量が不明のため、点線で表示。
①活動期間(=活動期間内の最大休止期間)
②最新噴火からの経過期間

最後の噴火からの経過期間が全活動期間よりも長い火山ではないことから、将来の活動可能性が否定できないため原子力発電所に影響を及ぼし得る火山と評価。



		火砕流堆積物	火山岩
第	後期更新世 - 完新世 約 0.126Ma		
	中期更新世 約 0.78Ma		
四	前期更新世後半 約 1.81Ma		
	前期更新世前半 約 2.58Ma		

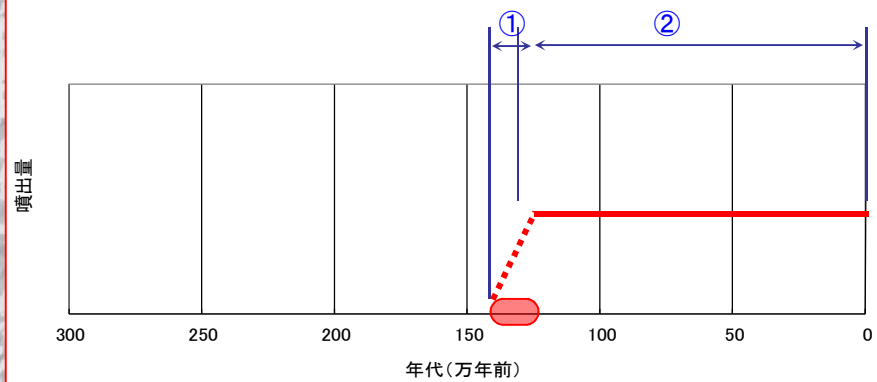
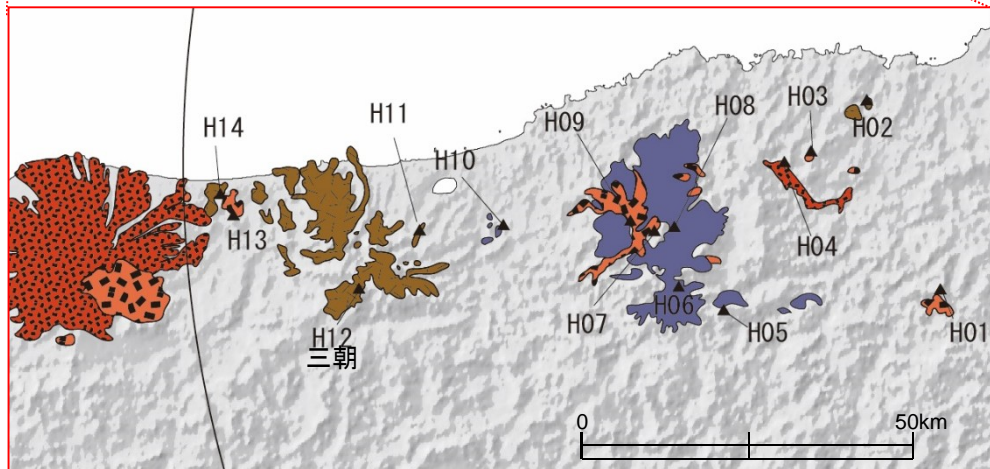
【形式・構造】 溶岩流(溶岩ドーム)※1,3

【火山体体積】 記載なし※2

【活動時期】 140万年前～130万年前※3

- ・三朝 220万年前～鮮新世後期※1
- ・三朝 223±13万年前※4
- ・三朝層群 鮮新世※5

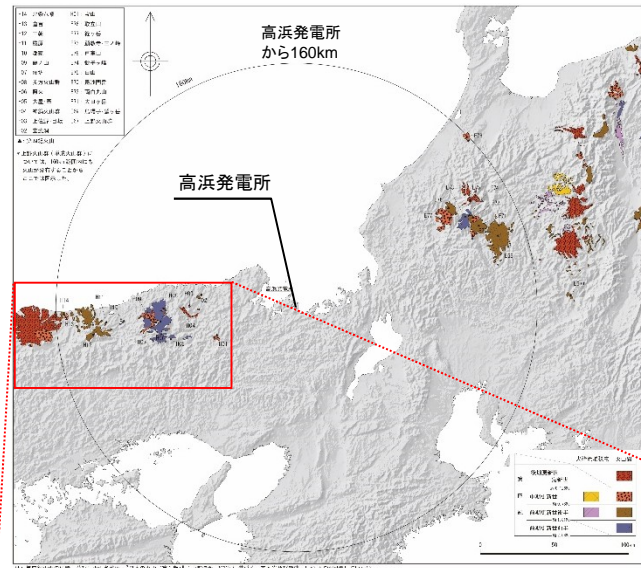
※1) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編(2012):第四紀火山岩体・貫入岩体データベース,地質調査総合センター速報,no.60,産業技術総合研究所地質調査総合センター
 ※2) 第四紀火山カタログ委員会編(1999):日本の第四紀火山カタログ ver.1.0(CD-ROM),日本火山学会
 ※3) 中野俊・西来邦章・宝田晋治・星住英夫・石塚吉浩・伊藤順一・川辺禎久・及川輝樹・古川竜太・下司信夫・石塚治・山元孝広・岸本清行編(2013):日本の火山(第3版)概要及び付表,200万分の1地質編集図,no.11,産業技術総合研究所地質調査総合センター
 ※4) Uto Kozo(1989):Neogene volcanism of Southwest Japan:Its time and space based on K-Ar dating.Unpub.Ph.D.thesis,The University of Tokyo,p.184
 ※5) 藤田崇(1973):鳥取県中部の新第三系について,地質学論集,第9号,p.159-p.171



※)噴出量は火山体体積とする。なお、噴火時期及び噴出量が不明のため、点線で表示。
 ①活動期間(=活動期間内の最大休止期間)
 ②最新噴火からの経過期間

最後の噴火からの経過期間が全活動期間よりも長い火山であることから、将来の活動可能性がない火山と評価。

※3と※1は、いずれも産総研で整理された活動時期であるが、最新文献である※3も用いて評価を実施した。
 なお、上記の場合においても、以下のとおり将来の活動可能性はない火山と評価。
 ①全活動期間90万年間(=220-130万年前) < ②最後の噴火からの経過期間130万年前



		火砕流堆積物	火山岩
第	後期更新世 - 完新世		
	約 0.12Ma		
四	中期更新世		
	約 0.78Ma		
紀	前期更新世後半		
	約 1.81Ma		
	前期更新世前半		
	約 2.58Ma		

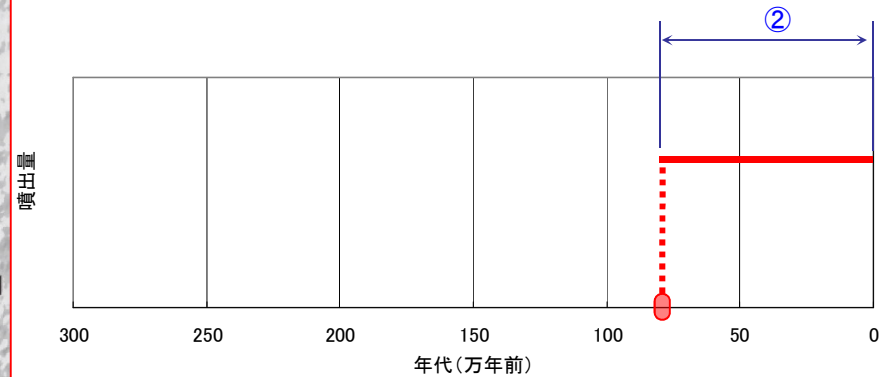
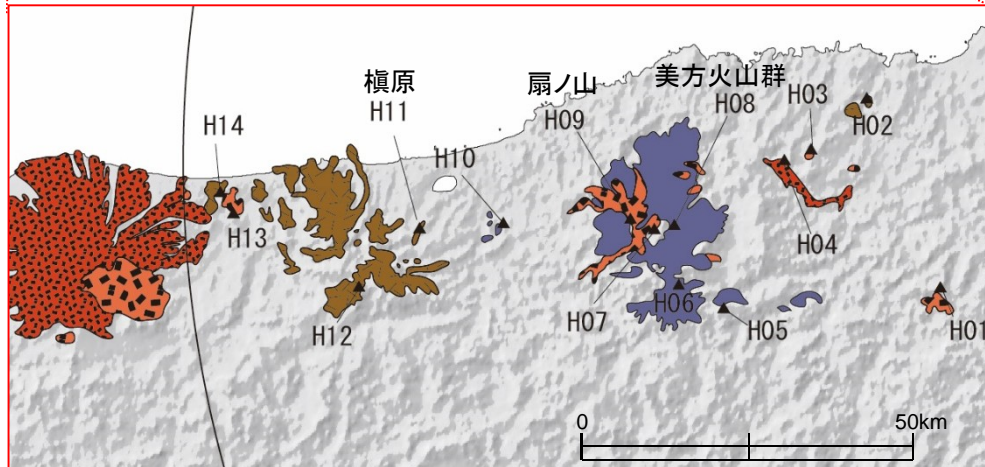
【形式・構造】 溶岩流(単成火山)※1,3

【火山体体積】 記載なし※2

【活動時期】 80万年前～70万年前※3

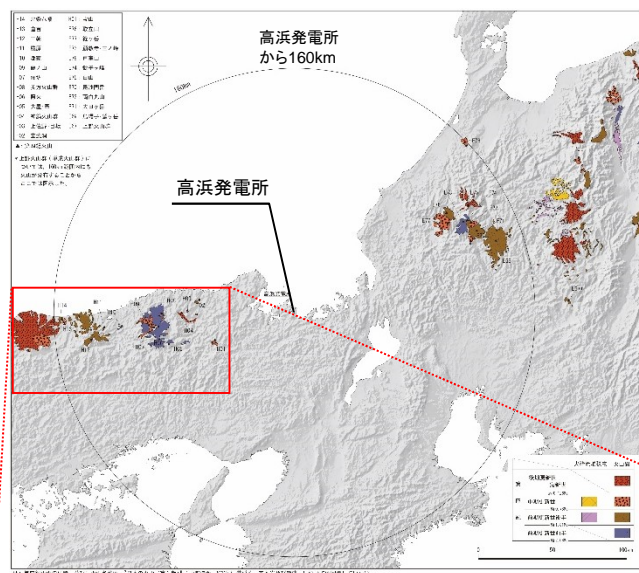
(77±11万年前※4)

- ※1) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之(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、独立行政法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター
- ※2) 第四紀火山カタログ委員会 編(1999): 日本の第四紀火山カタログ ver.1.0(CD-ROM)、特定非営利活動法人 日本火山学会
- ※3) 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(2013): 日本の火山(第3版) 概要及び付表、200万分の1地質編集図、no.11、独立行政法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター
- ※4) Uto Kozo(1989): Neogene volcanism of Southwest Japan: Its time and space based on K-Ar dating, Unpub. Ph.D. thesis, The University of Tokyo 184p



- ※) 噴出量は火山体体積とする。なお、噴火時期及び噴出量が不明のため、点線を表示。
- ①活動期間(=活動期間内の最大休止期間)
- ②最新噴火からの経過期間

活動期間が非常に短く、第四紀の期間を通じて繰り返しの活動が認められないことから、将来の活動可能性がない火山と評価。なお、当該火山は中期更新世(約80万年)以降の活動が無く、また当該火山周辺に位置する倉吉、扇ノ山や美方火山群を原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として評価している。



		火砕流堆積物	火山岩
第	後期更新世 - 完新世		
	約 0.12Ma		
四	中期更新世		
	約 0.78Ma		
紀	前期更新世後半		
	約 1.81Ma		
	前期更新世前半		
	約 2.58Ma		

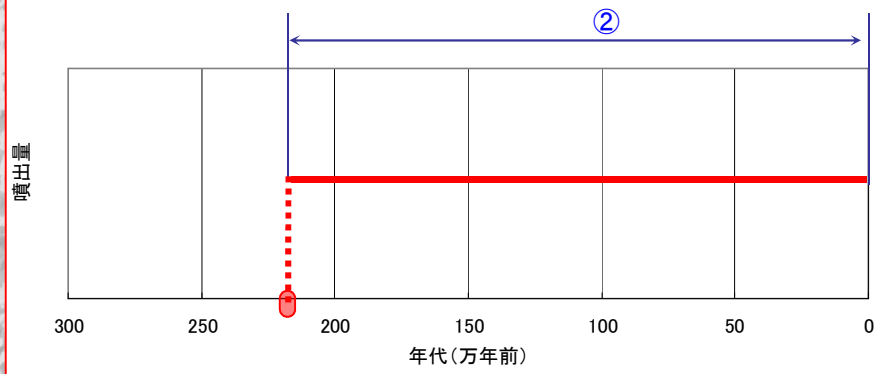
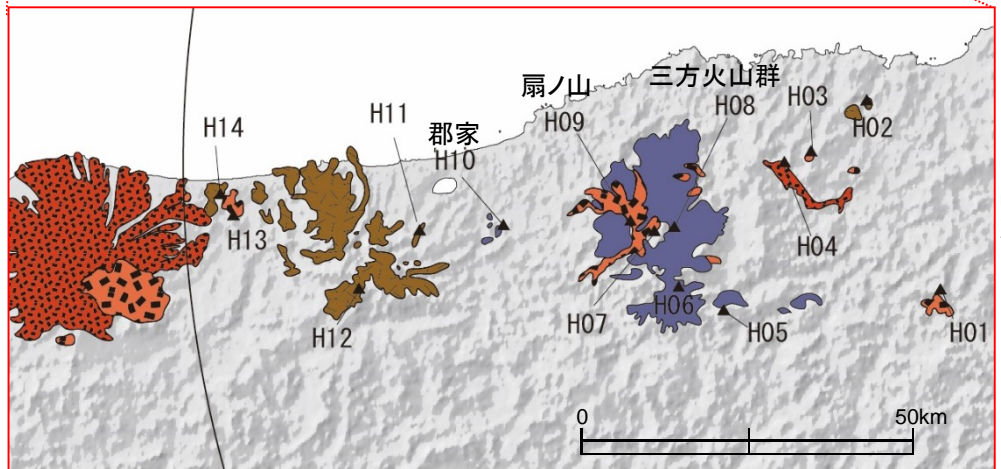
【形式・構造】 溶岩流(単成火山)※1,3

【火山体体積】 記載なし※2

【活動時期】 210万年前※3

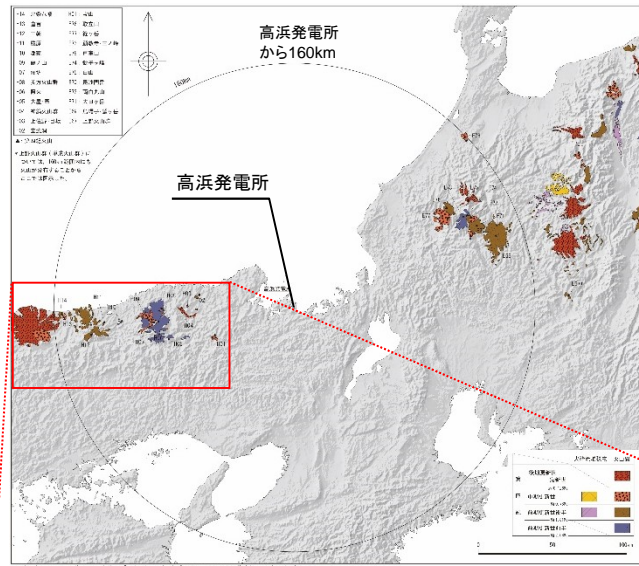
(214±25万年前※4)

- ※1) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之(2012): 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース,地質調査総合センター速報,no.60,産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ※2) 第四紀火山カタログ委員会編(1999): 日本の第四紀火山カタログ ver.1.0(CD-ROM),日本火山学会
- ※3) 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・川輝樹・古川竜太・下司信夫・石塚治・山元孝広・岸本清行(2013): 日本の火山(第3版) 概要及び付表、200万分の1地質編集図, no.11, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ※4) Uto Kozo(1989): Neogene volcanism of Southwest Japan: Its time and space based on K-Ar dating. Unpub. Ph.D. thesis, The University of Tokyo, p.184



※) 噴出量は火山体体積とする。なお、噴火時期及び噴出量が不明のため、点線で表示。
①活動期間(=活動期間内の最大休止期間)
②最新噴火からの経過期間

活動期間が非常に短く、第四紀の期間を通じて繰り返しの活動が認められないことから、将来の活動可能性がない火山と評価。なお、当該火山は中期更新世(約80万年)以降の活動が無く、また当該火山周辺に位置する扇ノ山や美方火山群を原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として評価している。



		火砕流堆積物	火山岩
第	後期更新世 - 完新世		
	約 0.126Ma		
四	中期更新世		
	約 0.78Ma		
紀	前期更新世後半		
	約 1.81Ma		
	前期更新世前半		
	約 2.58Ma		

【形式・構造】 火砕丘・溶岩流※1,3

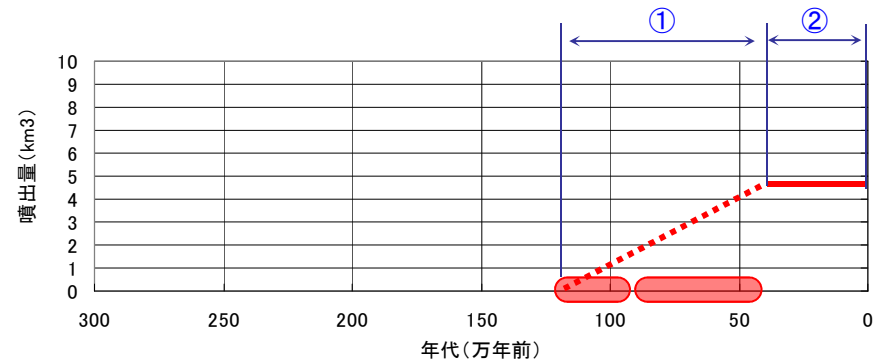
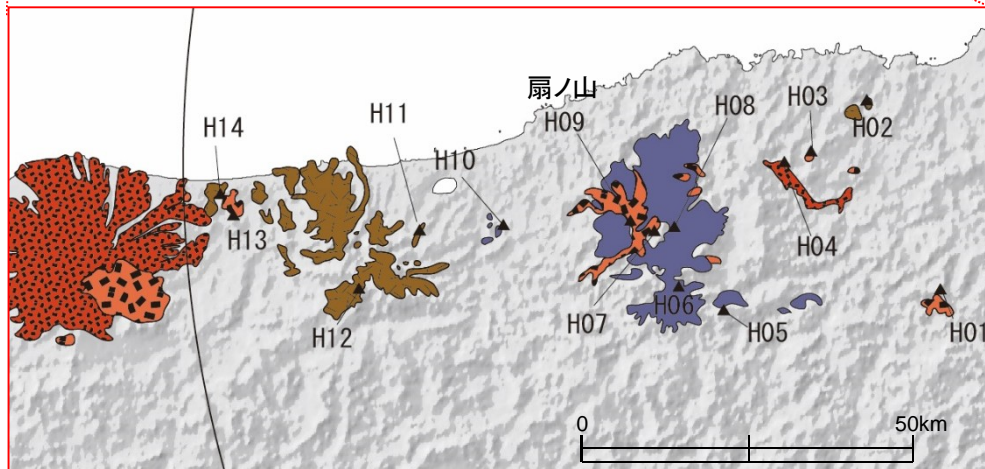
【火山体体積】 4.7km³※2

【活動時期】 120万年前～40万年前※3

{
 第1期 122±5万年前～94±4万年前
 第2期 92±5万年前～39±4万年前

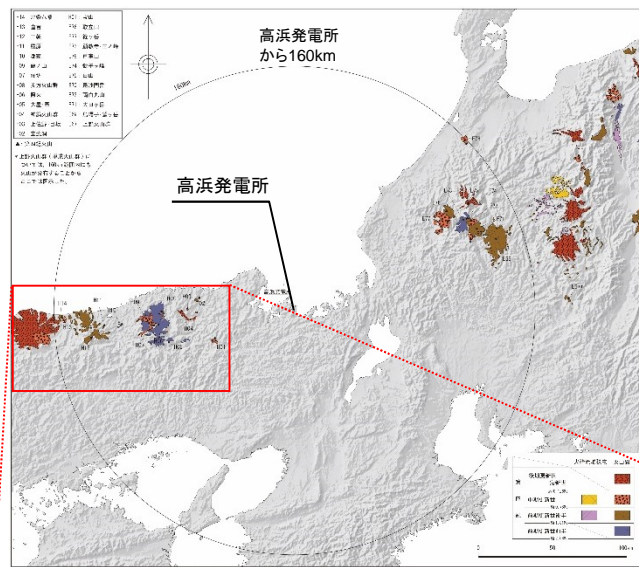
※4、※5

- ※1) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編(2012): 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース, 地質調査総合センター速報, no.60, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ※2) 第四紀火山カタログ委員会編(1999): 日本の第四紀火山カタログ ver.1.0(CD-ROM), 日本火山学会
- ※3) 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) 概要及び付表, 200万分の1地質編集図, no.11, 産業技術総合研究所 地質調査総合センター
- ※4) Furuyama, K., Nagao, K., Mitsui, S., Kasatani, K. (1993): K-Ar ages of Late Neogene monogenetic volcanose in the east san-in district, Southwest Japan. Earth Science (CHIKYUKAGAKU), vol.47, p.519 - p.532
- ※5) 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・主化学組成—, 人と自然, 兵庫県立人と自然の博物館, 6, p.149 - p.170



※) 噴出量は火山体体積とする。なお、噴火時期及び噴出量が不明のため、点線で表示。
 ①活動期間(=活動期間内の最大休止期間)
 ②最新噴火からの経過期間

最後の噴火からの経過期間が全活動期間よりも長い火山ではないことから、将来の活動可能性が否定できないため原子力発電所に影響を及ぼし得る火山と評価。



		火砕流堆積物	火山岩
第	後期更新世 - 完新世 約 0.126Ma		
	中期更新世 約 0.78Ma		
紀	前期更新世後半 約 1.81Ma		
	前期更新世前半 約 2.58Ma		

【形式・構造】 溶岩流※1,3

【火山体体積】 記載なし※2

【活動時期】 170万年前※3

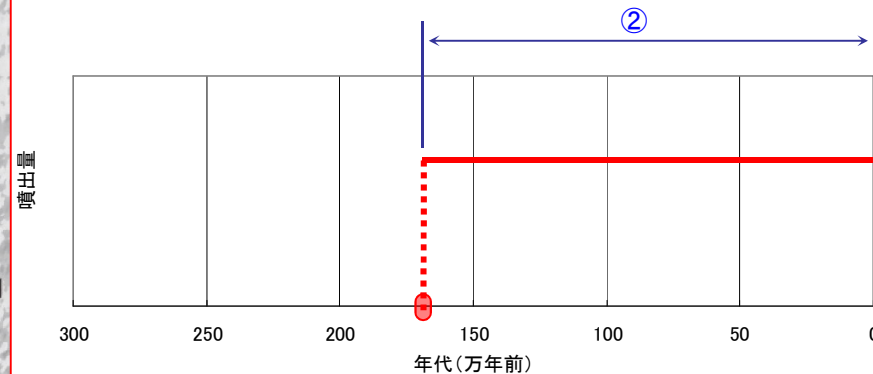
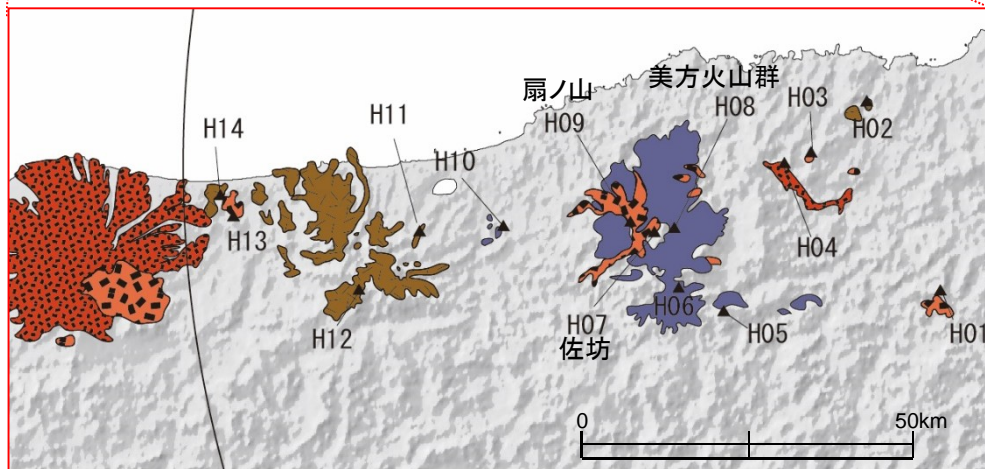
(170±5万年前※4)

※1) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編(2012): 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース, 地質調査総合センター速報, no.60, 産業技術総合研究所地質調査総合センター

※2) 第四紀火山カタログ委員会編(1999): 日本の第四紀火山カタログ ver.1.0(CD-ROM), 日本火山学会

※3) 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) 概要及び付表, 200万分の1地質編集図, no.11, 産業技術総合研究所地質調査総合センター

※4) 古山勝彦・長尾敬介(2004): 照来コールドロンのK-Ar年代, 火山, 49, 4, p.181-p.187

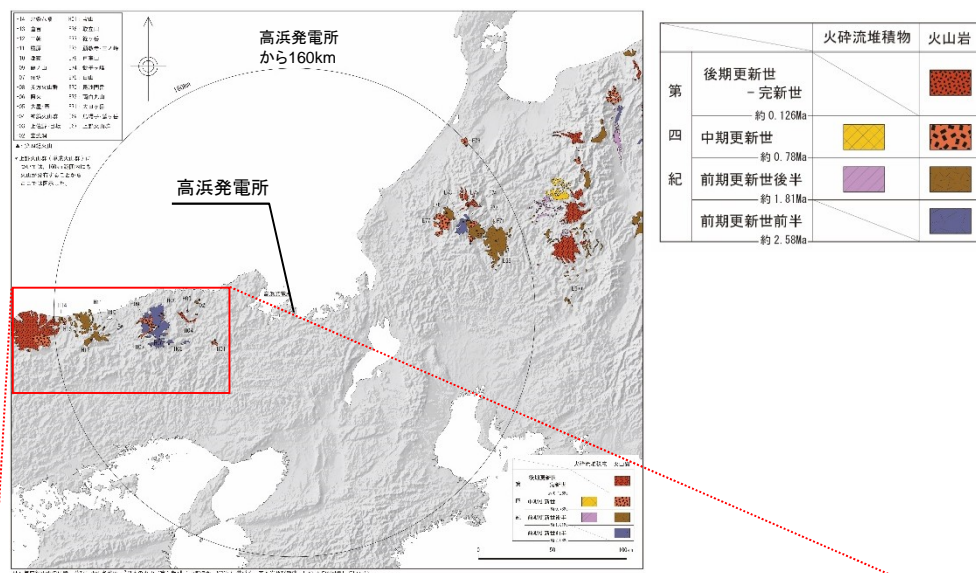


※) 噴出量は火山体体積とする。なお、噴火時期及び噴出量が不明のため、点線で表示。

①活動期間(=活動期間内の最大休止期間)

②最新噴火からの経過期間

活動期間が非常に短く、第四紀の期間を通じて繰り返しの活動が認められないことから、将来の活動可能性がない火山と評価。なお、当該火山は中期更新世(約80万年)以降の活動が無く、また当該火山周辺に位置する扇ノ山や美方火山群を原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として評価している。



		火砕流堆積物	火山岩
第	後期更新世 - 完新世		
	約 0.126Ma		
四	中期更新世		
	約 0.78Ma		
紀	前期更新世後半		
	約 1.81Ma		
	前期更新世前半		
	約 2.58Ma		

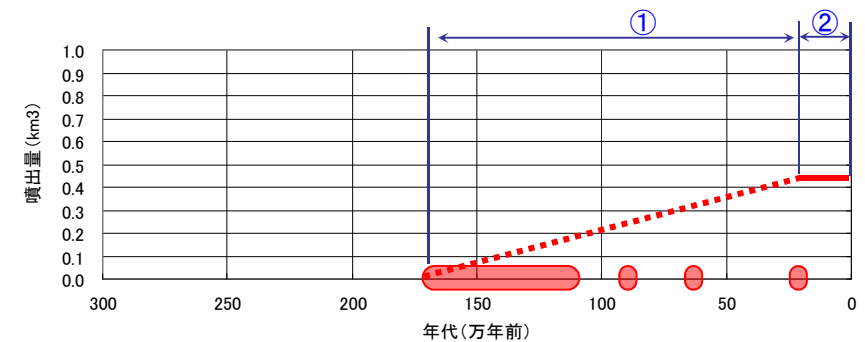
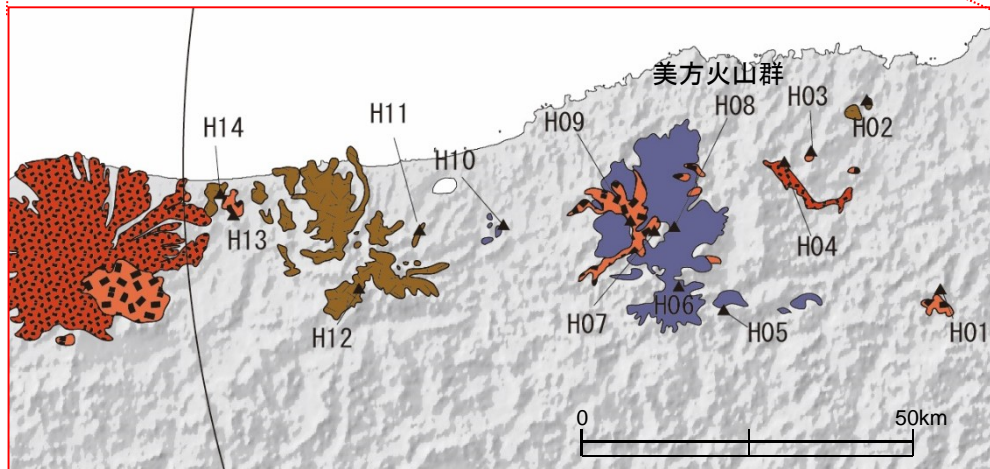
【形式・構造】 火砕丘・溶岩流※1,3

【火山体体積】 0.46km³※2

【活動時期】 170万年前～20万年前※3

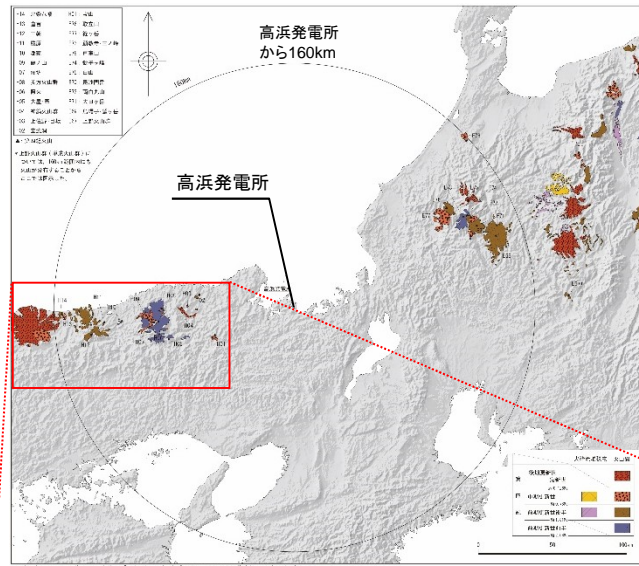
味取22±1万年前、葛畑69±2万年前
備87±3万年前、その他126±4万年前～158±5万年前

- ※1) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編(2012): 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース, 地質調査総合センター速報, no.60, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ※2) 第四紀火山カタログ委員会編(1999): 日本の第四紀火山カタログ ver.1.0(CD-ROM), 日本火山学会
- ※3) 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) 概要及び付表, 200万分の1地質編集図, no.11, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ※4) Furuyama, K., Nagao, K., Mitsui, S. ando kasatani, K. (1993) K-Ar ages of Late Neogene monogenetic volcanoes in the east San-in district, Southwest Japan, Earth Science(Chikyu Kagaku), 47, p.519-p.532
- ※5) 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・主化学組成一, 人と自然, 兵庫県立人と自然の博物館, 6, p.149-p.170



※) 噴出量は火山体体積とする。なお、噴火時期及び噴出量が不明のため、点線で表示。
①活動期間(=活動期間内の最大休止期間)
②最新噴火からの経過期間

最後の噴火からの経過期間が全活動期間よりも長い火山ではないことから、将来の活動可能性が否定できないため原子力発電所に影響を及ぼし得る火山と評価。



		火砕流堆積物	火山岩
第	後期更新世 - 完新世 約 0.126Ma		
	中期更新世 約 0.78Ma		
紀	前期更新世後半 約 1.81Ma		
	前期更新世前半 約 2.58Ma		

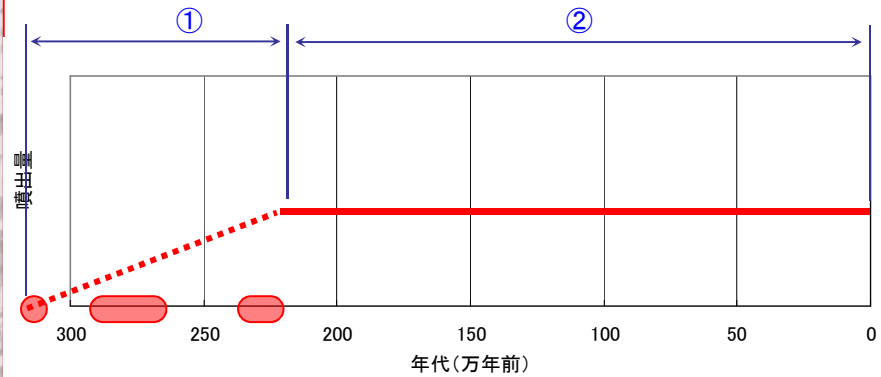
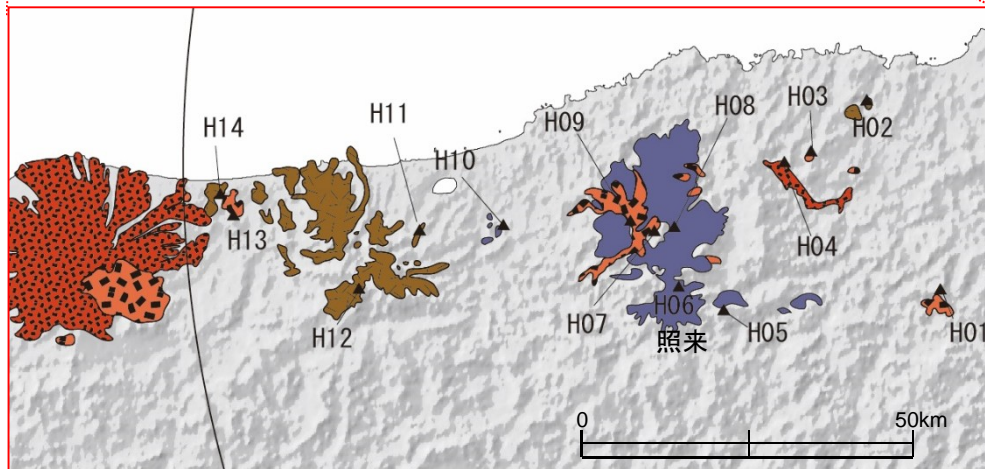
【形式・構造】 火砕流・溶岩流・カルデラ※1,3

【火山体体積】 記載なし※2

【活動時期】 310万年前～220万年前※3

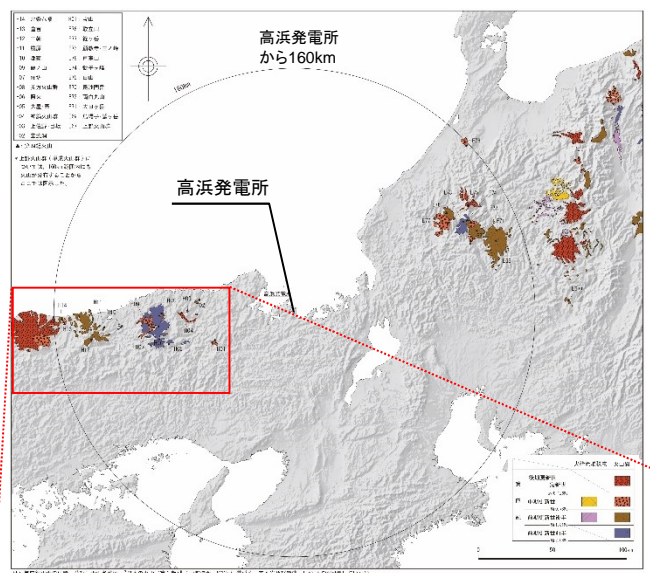
下部凝灰岩310万年前、安山岩280万年前～260万年前
流紋岩230万年前～220万年前

- ※1) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編(2012): 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース, 地質調査総合センター速報, no.60, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ※2) 第四紀火山カタログ委員会編(1999): 日本の第四紀火山カタログ ver.1.0(CD-ROM), 日本火山学会
- ※3) 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) 概要及び付表, 200万分の1地質編集図, no.11, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ※4) 古山勝彦・長尾敬介(2004): 照来コールドロンのK-Ar年代, 火山, 49, 4, p.181-p.187



- ※) 噴出量は火山体体積とする。なお、噴火時期及び噴出量が不明のため、点線で表示。
- ①活動期間(=活動期間内の最大休止期間)
- ②最新噴火からの経過期間

最後の噴火からの経過期間が全活動期間よりも長い火山であることから、将来の活動可能性がない火山と評価。



		火砕流堆積物	火山岩
第	後期更新世 - 完新世		
	約 0.12Ma		
四	中期更新世		
	約 0.78Ma		
紀	前期更新世後半		
	約 1.81Ma		
	前期更新世前半		
	約 2.58Ma		

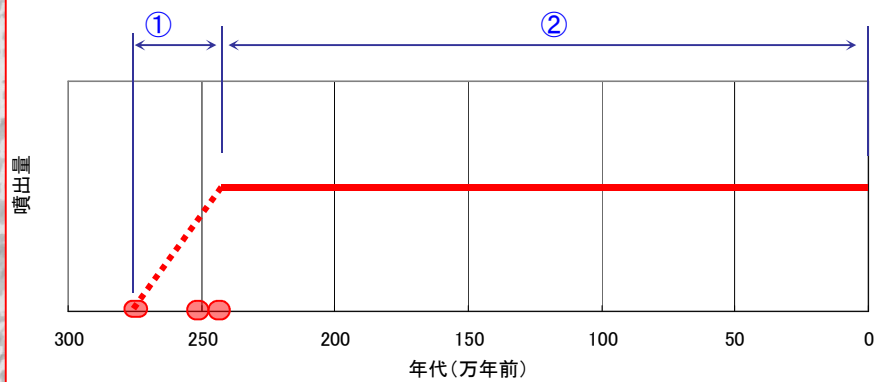
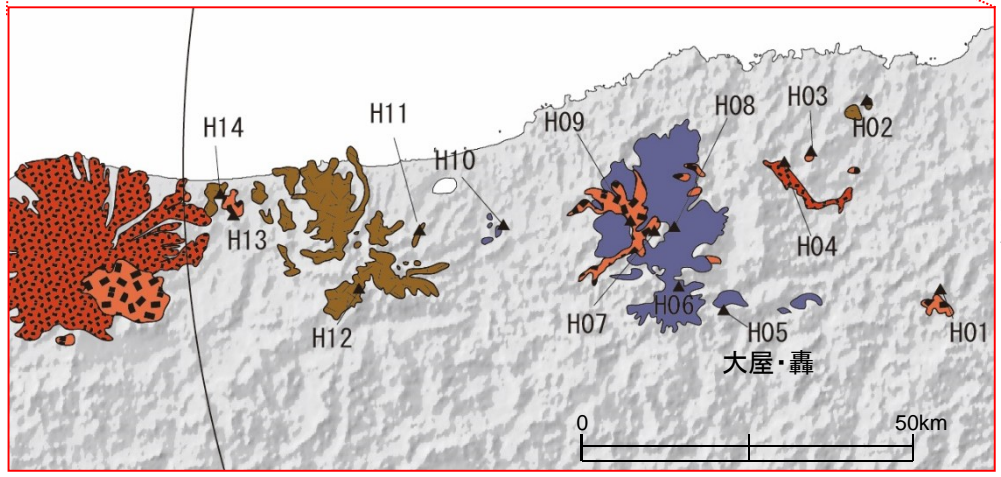
【形式・構造】 溶岩流、単成火山群※1,3

【火山体体積】 記載なし※2

【活動時期】 280万年前～240万年前※3

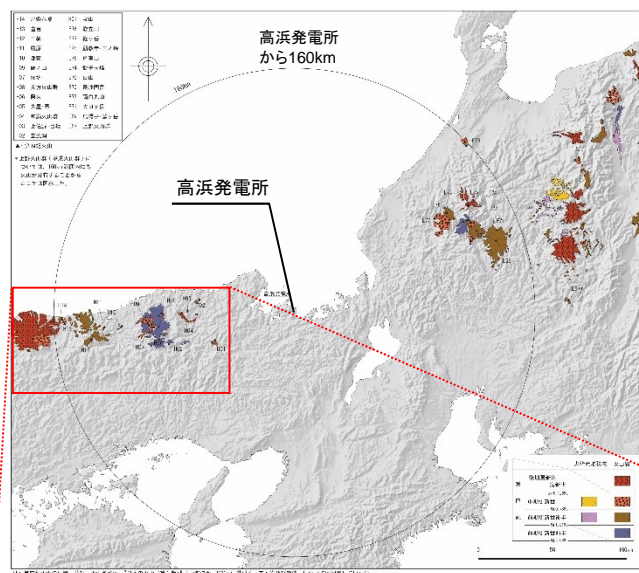
- 大屋 251±7万年前、241±8万年前※4、※5
- 轟 277万年前±8、276±8万年前、244±8万年前※4、※5

- ※1) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編(2012): 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース, 地質調査総合センター速報, no.60, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ※2) 第四紀火山カタログ委員会編(1999): 日本の第四紀火山カタログ ver.1.0(CD-ROM), 日本火山学会
- ※3) 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) 概要及び付表, 200万分の1地質編集図, no.11, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ※4) Furuyama, K., Nagao, K., Mitsui, S., Kasatani, K. (1993): K-Ar ages of Late Neogene monogenetic volcanose in the east san-in district, Southwest Japan, Earth Science (CHIKYU KAGAKU), 47, 6, p.519-p.532
- ※5) 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・主化学組成-, 人と自然, 兵庫県立人と自然の博物館, 6, p.149-p.170



※) 噴出量は火山体体積とする。なお、噴火時期及び噴出量が不明のため、点線で表示。
①活動期間(=活動期間内の最大休止期間)
②最新噴火からの経過期間

最後の噴火からの経過期間が全活動期間よりも長い火山であることから、将来の活動可能性がない火山と評価。



		火砕流堆積物	火山岩
第	後期更新世 - 完新世		
	約 0.126Ma		
四	中期更新世		
	約 0.78Ma		
紀	前期更新世後半		
	約 1.81Ma		
	前期更新世前半		
	約 2.58Ma		

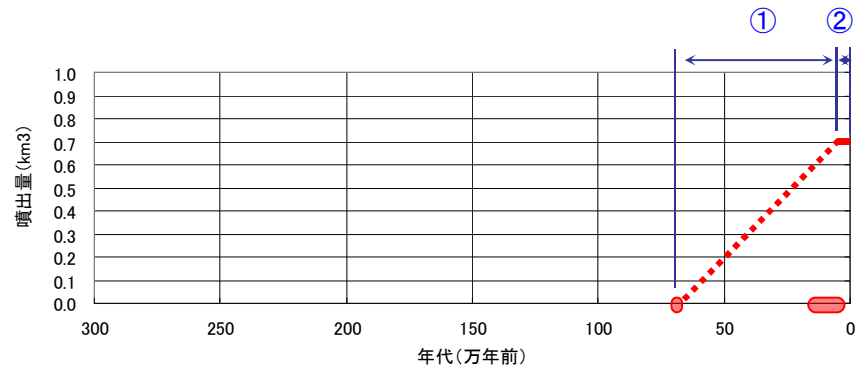
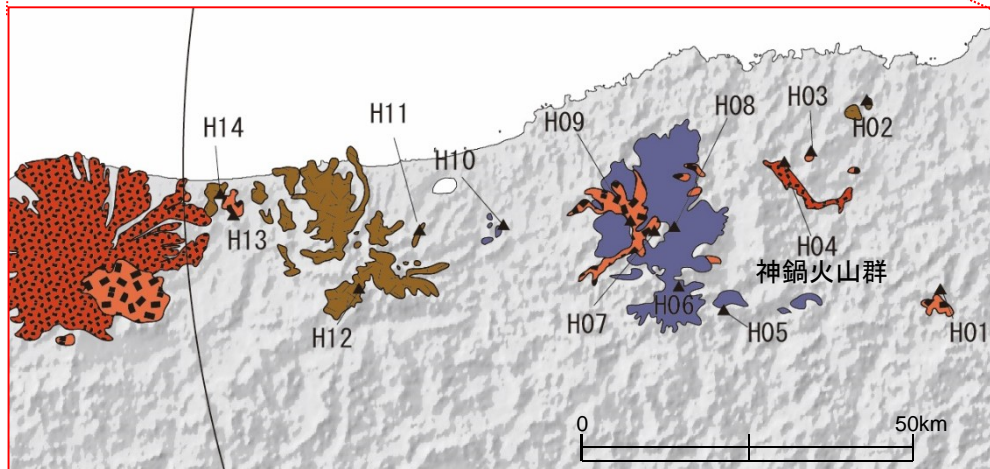
【形式・構造】 火砕丘・溶岩流※1,3

【火山体体積】 0.70km³※2

【活動時期】 70万年前～2万年前or1万年前※3

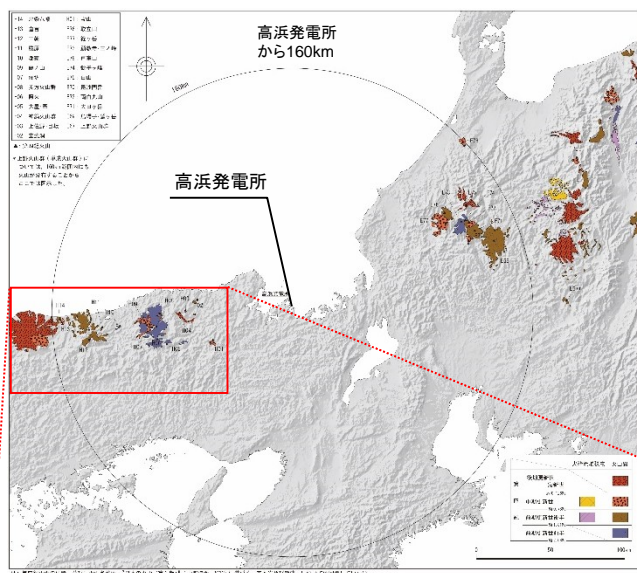
（西気70万年前、大机22万年前、ブリ17万年前
太田10万年前、清滝6万年前、神鍋1万年前）※4

- ※1) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編(2012): 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース, 地質調査総合センター速報, no.60, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ※2) 第四紀火山カタログ委員会編(1999): 日本の第四紀火山カタログ ver.1.0(CD-ROM), 日本火山学会
- ※3) 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) 概要及び付表, 200万分の1地質編集図, no.11, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ※4) 古山勝彦(2000): フィールドガイド 日本の火山-6 中部・近畿・中国の火山, p.83-p.100



※) 噴出量は火山体体積とする。なお、噴火時期及び噴出量が不明のため、点線で表示。
①活動期間(=活動期間内の最大休止期間)
②最新噴火からの経過期間

最後の噴火からの経過期間が全活動期間よりも長い火山ではないことから、将来の活動可能性が否定できないため原子力発電所に影響を及ぼし得る火山と評価。



		火砕流堆積物	火山岩
第	後期更新世 - 完新世		
	約 0.126Ma		
四	中期更新世		
	約 0.78Ma		
紀	前期更新世後半		
	約 1.81Ma		
	前期更新世前半		
	約 2.58Ma		

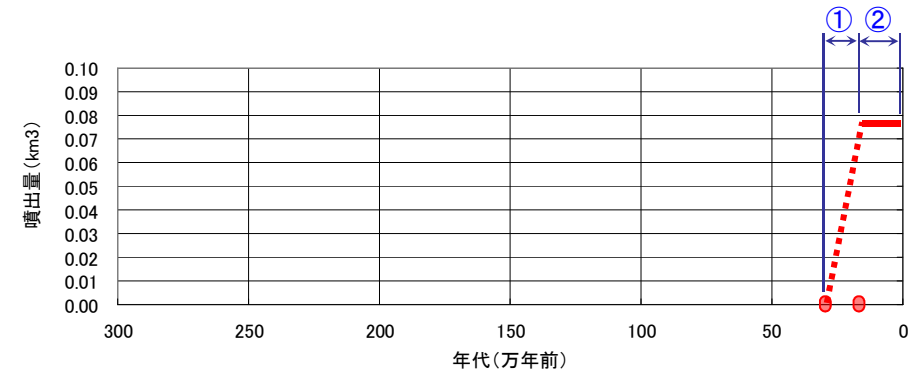
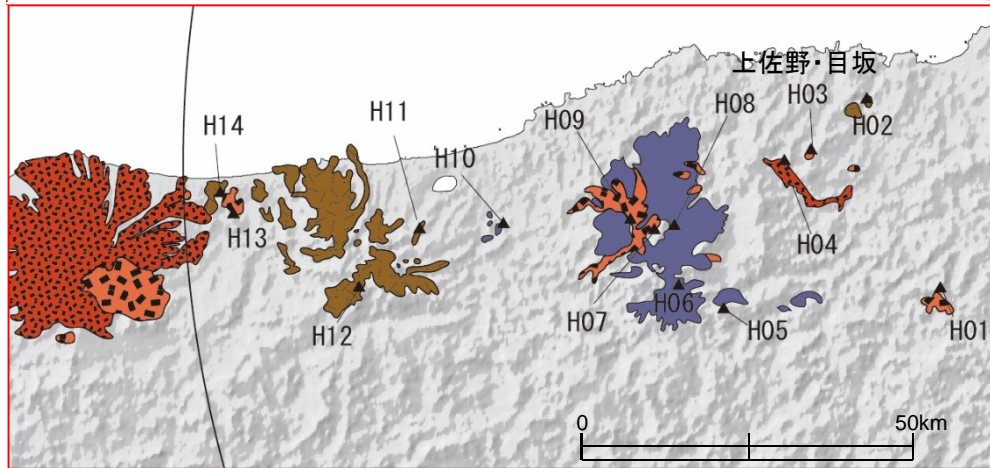
【形式・構造】 火砕丘・溶岩流、単成火山群※1,3

【火山体体積】 0.077km³※2

【活動時期】 23万年前～13万年前※3

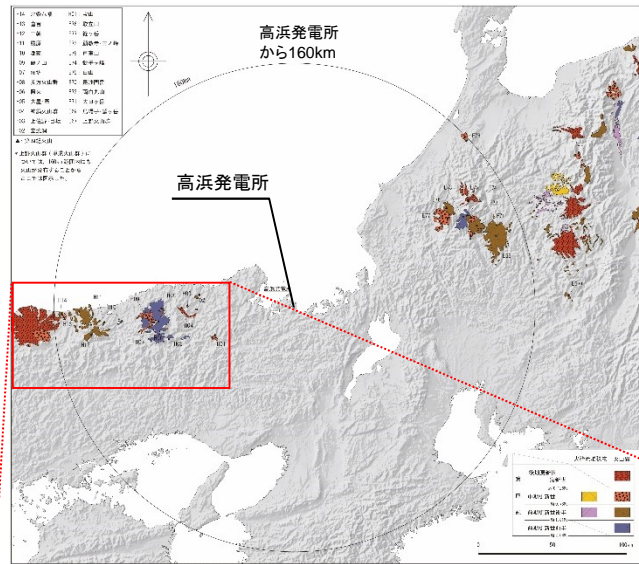
〔 上佐野23.4±1万年前、目坂12.6±1.4万年前 〕※4

- ※1) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編(2012): 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース, 地質調査総合センター速報, no.60, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ※2) 第四紀火山カタログ委員会編(1999): 日本の第四紀火山カタログ ver.1.0(CD-ROM), 日本火山学会
- ※3) 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) 概要及び付表, 200万分の1地質編集図, no.11, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ※4) Furuyama, K., Nagao, K., Mitsui, S., Kasatani, K. (1993): K-Ar ages of Late Neogene monogenetic volcanose in the east san-in district, Southwest Japan, Earth Science (CHIKYU KAGAKU), 47, 6, p.519 -p.532



※) 噴出量は火山体体積とする。なお、噴火時期及び噴出量が不明のため、点線で表示。
①活動期間(=活動期間内の最大休止期間)
②最新噴火からの経過期間

- ・中央値で評価すると、最後の噴火からの経過期間が全活動期間よりも長い火山であるが、参考まで年代値のばらつきも考慮すると、最後の噴火からの経過期間の方が短い火山である。
- ・西来他(2012)によると、上佐野・目坂火山は単成火山であり、神鍋火山群とともに、北但馬単成火山群を構成しているとされている。
- ・その北但馬単成火山群においては、神鍋火山群の方がより活動的であることから、上佐野・目坂火山は将来の活動可能性がない火山と評価。
- ・また当該火山は、火山体体積も0.077km³を考慮すると、噴火規模も非常に小さい火山であることから、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山には該当しないと評価。



		火砕流堆積物	火山岩
第	後期更新世 - 完新世		
	約 0.126Ma		
四	中期更新世		
	約 0.78Ma		
紀	前期更新世後半		
	約 1.81Ma		
	前期更新世前半		
	約 2.58Ma		

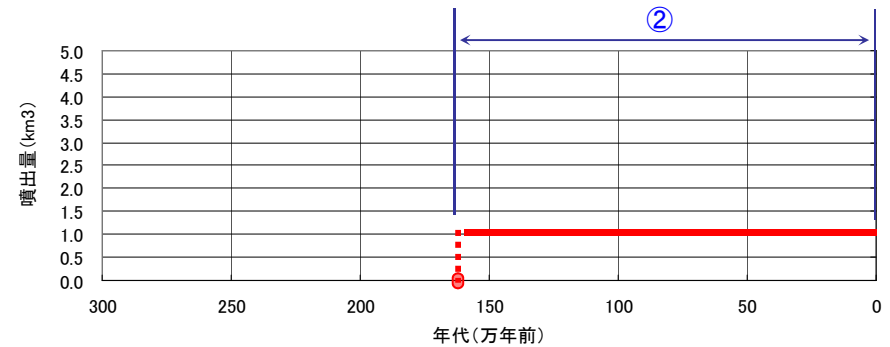
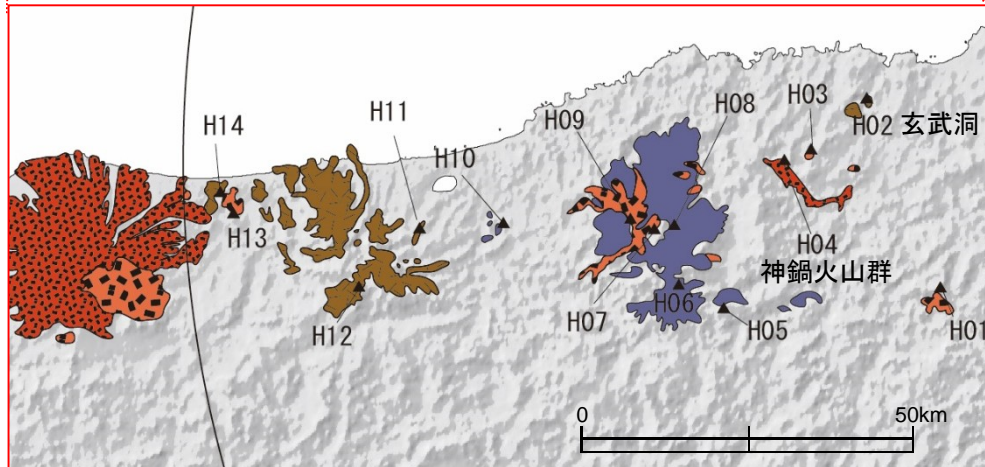
【形式・構造】 火砕丘・溶岩流※1,3

【火山体体積】 1km³※2

【活動時期】 160万年前※3

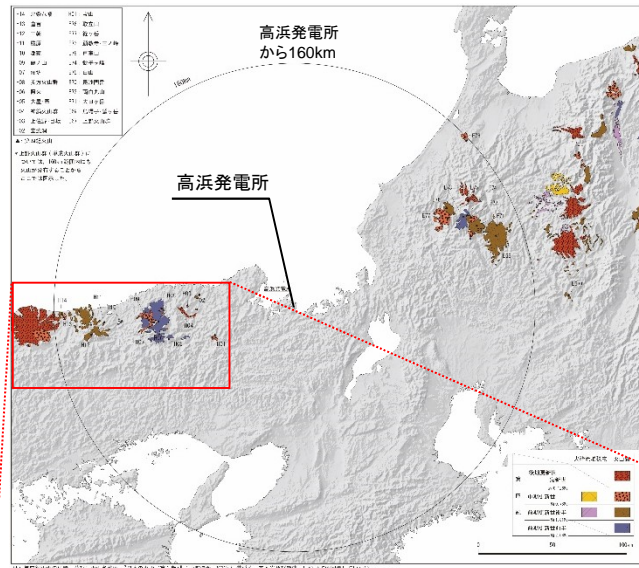
〔 165±5万年前※4 〕

- ※1) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編(2012): 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース, 地質調査総合センター速報, no.60, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ※2) 第四紀火山カタログ委員会編(1999): 日本の第四紀火山カタログ ver.1.0 (CD-ROM), 日本火山学会
- ※3) 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) 概要及び付表, 200万分の1地質編集図, no.11, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ※4) Furuyama, K., Nagao, K., Mitsui, S., Kasatani, K. (1993): K-Ar ages of Late Neogene monogenetic volcanose in the east san-in district, Southwest Japan, Earth Science (CHIKYU KAGAKU), 47, 6, p.519 - p.532



- ※) 噴出量は火山体体積とする。なお、噴火時期及び噴出量が不明のため、点線で表示。
- ①活動期間(=活動期間内の最大休止期間)
- ②最新噴火からの経過期間

活動期間が非常に短く、第四紀の期間を通じて繰り返しの活動が認められないことから、将来の活動可能性がない火山と評価。なお、当該火山は中期更新世(約80万年)以降の活動が無く、また当該火山が属する北但馬単成火山群の一部である神鍋火山群を原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として評価している。



		火砕流堆積物	火山岩
第	後期更新世 - 完新世		
	約 0.126Ma		
四	中期更新世		
	約 0.78Ma		
紀	前期更新世後半		
	約 1.81Ma		
	前期更新世前半		
	約 2.58Ma		

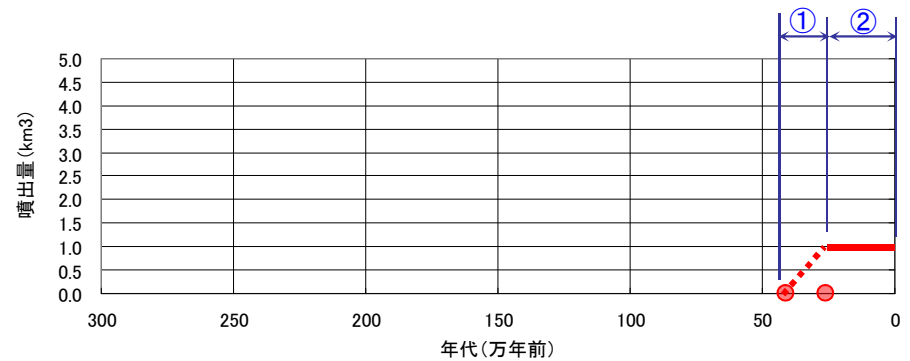
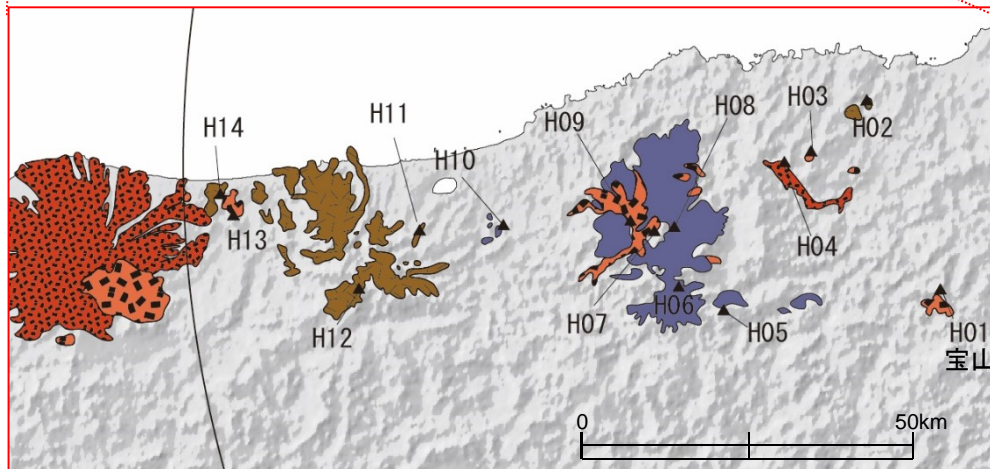
【形式・構造】 火砕丘・溶岩流※1,3

【火山体体積】 1km³※2

【活動時期】 40万年前～30万年前※3

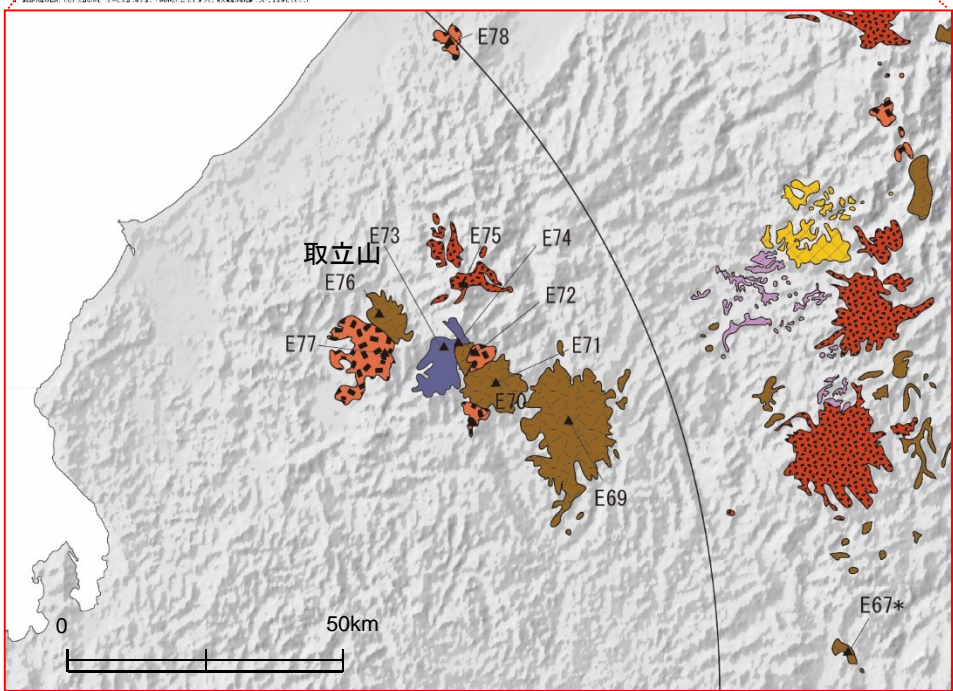
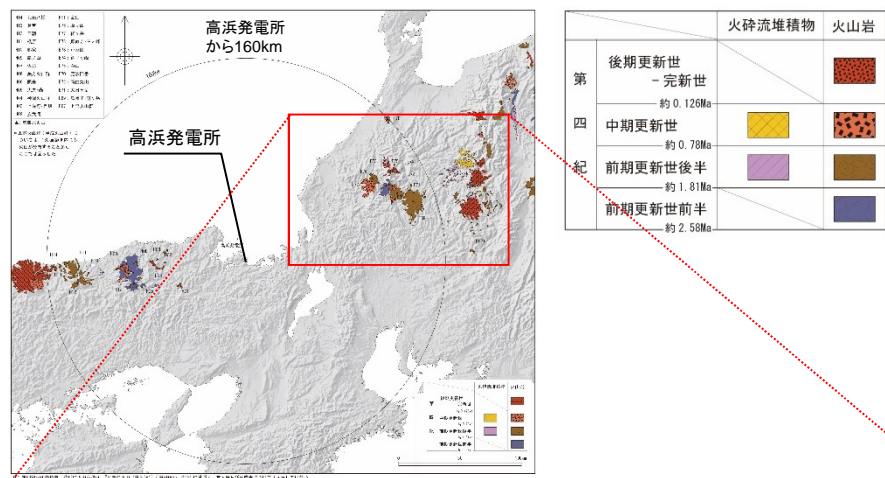
（ 小倉・衣摺溶岩 37万年前 ）※4
（ 田倉山溶岩 31万年前 ）

- ※1) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編(2012): 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース, 地質調査総合センター速報, no.60, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ※2) 第四紀火山カタログ委員会編(1999): 日本の第四紀火山カタログ ver.1.0(CD-ROM), 日本火山学会
- ※3) 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) 概要及び付表, 200万分の1地質編集図, no.11, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ※4) Furuyama, K., Nagao, K., Mitsui, S., Kasatani, K. (1993): K-Ar ages of Late Neogene monogenetic volcanose in the east san-in district, Southwest Japan, Earth Science (CHIKYU KAGAKU), 47, 6, p.519 - p.532



※) 噴出量は火山体体積とする。なお、噴火時期及び噴出量が不明のため、点線で表示。
①活動期間(=活動期間内の最大休止期間)
②最新噴火からの経過期間

最後の噴火からの経過期間が全活動期間よりも長い火山であることから、将来の活動可能性がない火山と評価。



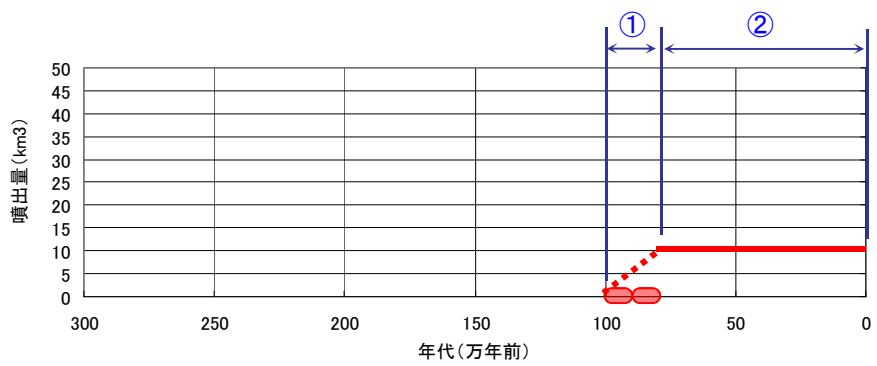
【形式・構造】 複成火山※1,3

【火山体体積】 10.2km³※2

【活動時期】 100万年前～80万年前※3

（ 取立山地域： 87±3万年前～84±4万年前 ）※4
（ 大長山地域： 95±2万年前～88±5万年前 ）

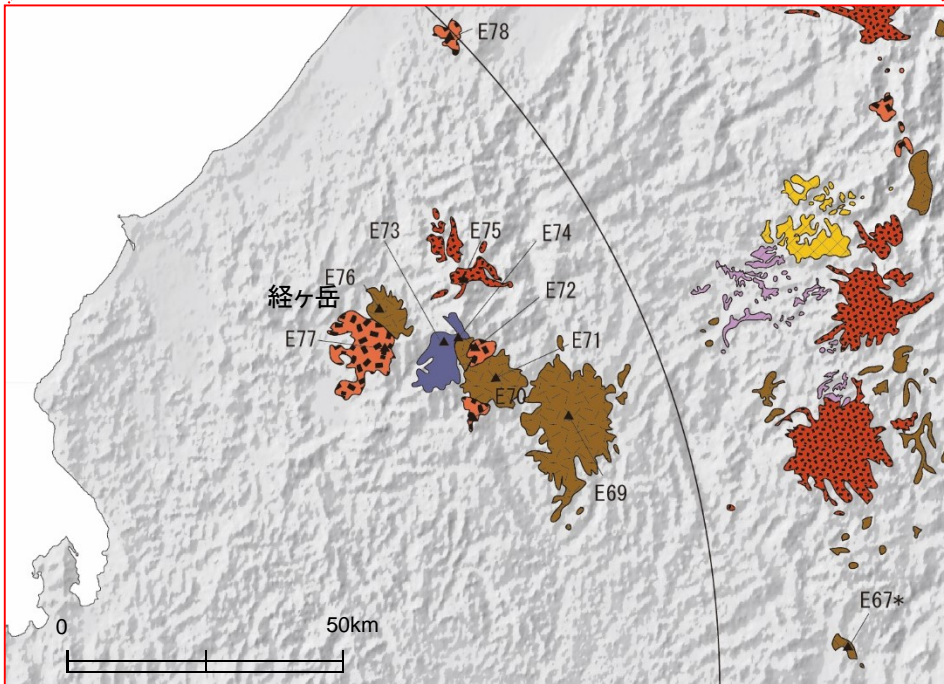
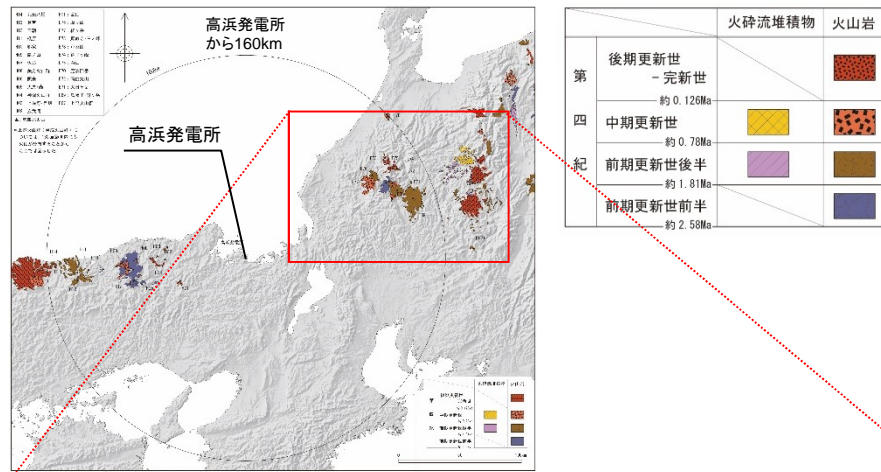
- ※1) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編(2012): 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース, 地質調査総合センター速報, no.60, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ※2) 第四紀火山カタログ委員会編(1999): 日本の第四紀火山カタログ ver.1.0(CD-ROM), 日本火山学会
- ※3) 中野俊・西来邦章・宝田晋治・星住英夫・石塚吉浩・伊藤順一・川辺禎久・及川輝樹・古川竜太・下司信夫・石塚治・山元孝広・岸本清行編(2013): 日本の火山(第3版) 概要及び付表, 200万分の1地質編集図, no.11, 産業技術総合研究所 地質調査総合センター
- ※4) 棚瀬充史・及川輝樹・二ノ宮淳・林信太郎・梅田浩司(2007): K-Ar年代測定に基づく両白山地の鮮新-更新世火山活動の時空分布, 火山, 52, p.39-p.61



※) 噴出量は火山体体積とする。なお、噴火時期及び噴出量が不明のため、点線で表示。
①活動期間 (= 活動期間内の最大休止期間)
②最新噴火からの経過期間

最後の噴火からの経過期間が全活動期間よりも長い火山であることから、将来の活動可能性がない火山と評価。

経ヶ岳(きょうがたけ)



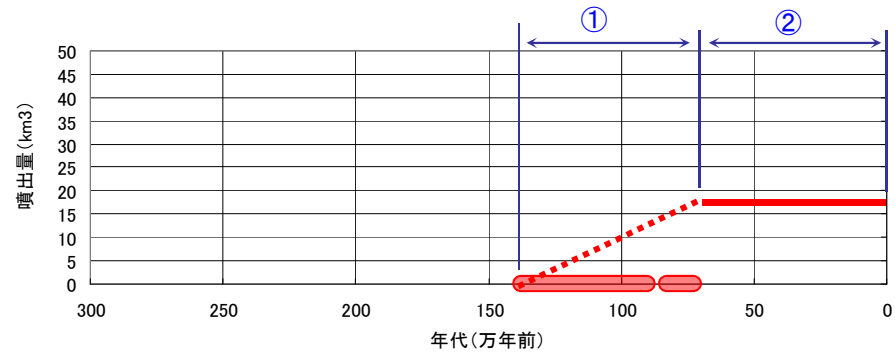
【形式・構造】 複成火山※1,3

【火山体体積】 17.9km³※2

【活動時期】 140万年前～70万年前※3

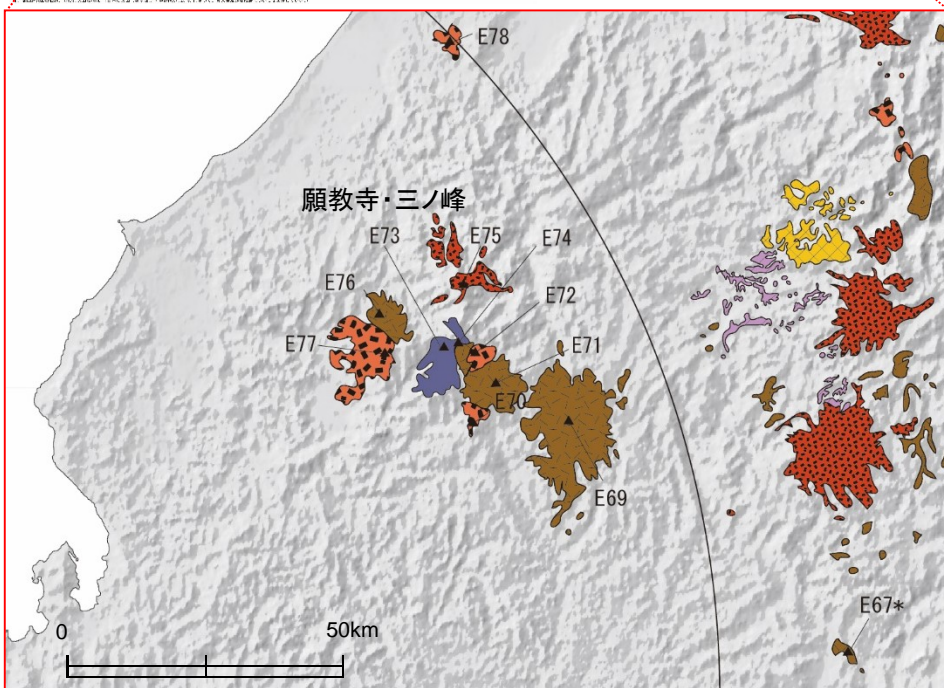
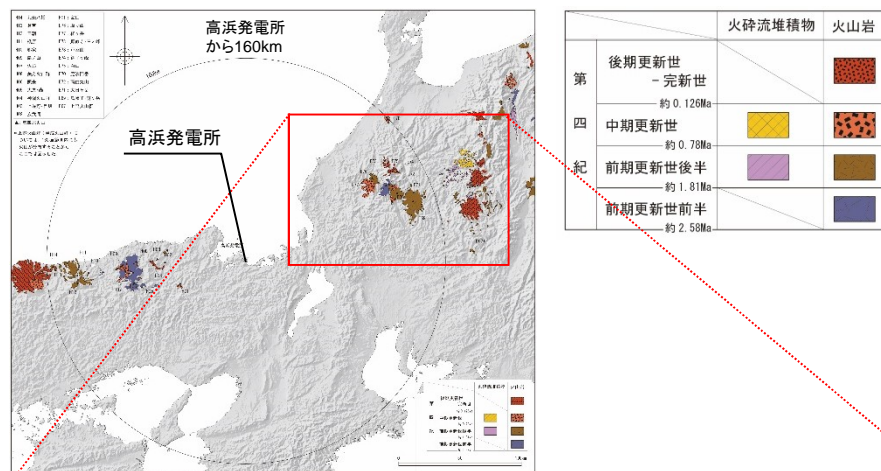
(法恩寺山 : 81±3万年前～72±2万年前) ※4
 (経ヶ岳(狭義) : 102±35万年前～83±4万年前)

- ※1) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編(2012):第四紀火山岩体・貫入岩体データベース,地質調査総合センター速報,no.60,産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ※2) 第四紀火山カタログ委員会編(1999):日本の第四紀火山カタログ ver.1.0(CD-ROM),日本火山学会
- ※3) 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)概要及び付表,200万分の1地質編集図,no.11,産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ※4) 棚瀬充史・及川輝樹・二ノ宮淳・林信太郎・梅田浩司(2007):K-Ar年代測定に基づく両白山地の鮮新-更新世火山活動の時空分布,火山,52,p.39-p.61



- ※) 噴出量は火山体体積とする。なお、噴火時期及び噴出量が不明のため、点線で表示。
- ①活動期間(=活動期間内の最大休止期間)
- ②最新噴火からの経過期間

最後の噴火からの経過期間が全活動期間と同程度であるため、将来の活動可能性が否定できないため原子力発電所に影響を及ぼし得る火山と評価。



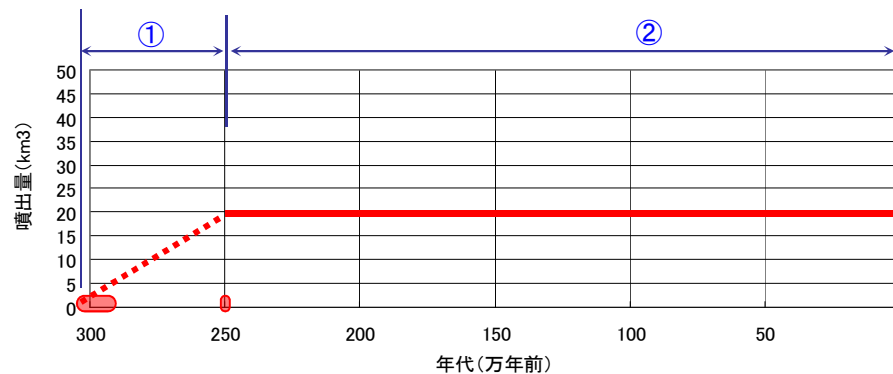
【形式・構造】 複成火山※1,3

【火山体体積】 19.8km³※2

【活動時期】 310万年前～250万年前※3

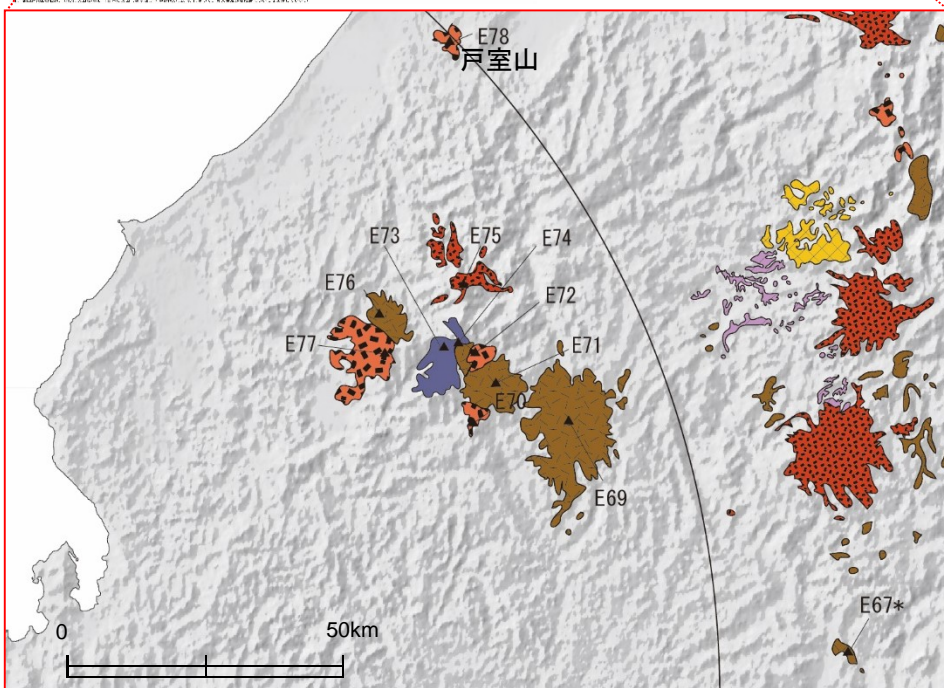
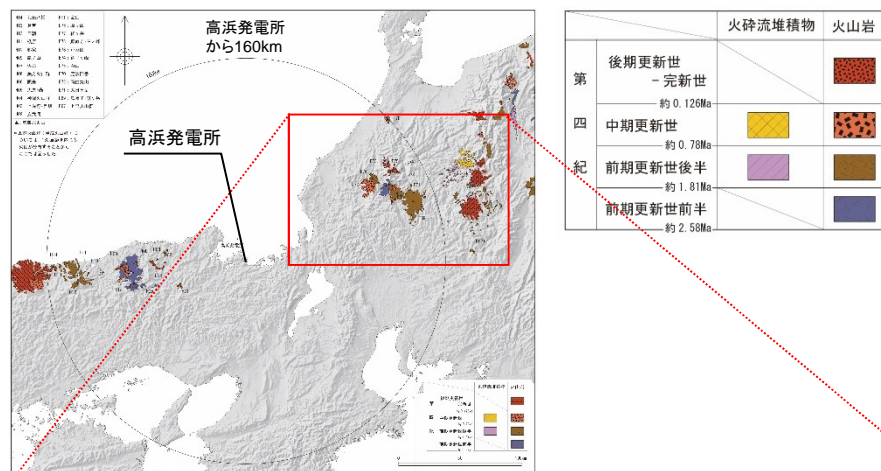
三ノ峰上部溶岩除く全ての噴出物: 310万年前～290万年前
三ノ峰上部溶岩: 250万年前

- ※1) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編(2012): 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース, 地質調査総合センター速報, no.60, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ※2) 第四紀火山カタログ委員会編(1999): 日本の第四紀火山カタログ ver.1.0(CD-ROM), 日本火山学会
- ※3) 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) 概要及び付表, 200万分の1地質編集図, no.11, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ※4) 棚瀬充史・及川輝樹・二ノ宮淳・林信太郎・梅田浩司(2007): K-Ar年代測定に基づく両白山地の鮮新-更新世火山活動の時空分布, 火山, 52, p.39-p.61



- ※) 噴出量は火山体体積とする。なお、噴火時期及び噴出量が不明のため、点線で表示。
- ①活動期間 (= 活動期間内の最大休止期間)
- ②最新噴火からの経過期間

最後の噴火からの経過期間が全活動期間よりも長い火山であることから、将来の活動可能性がない火山と評価。



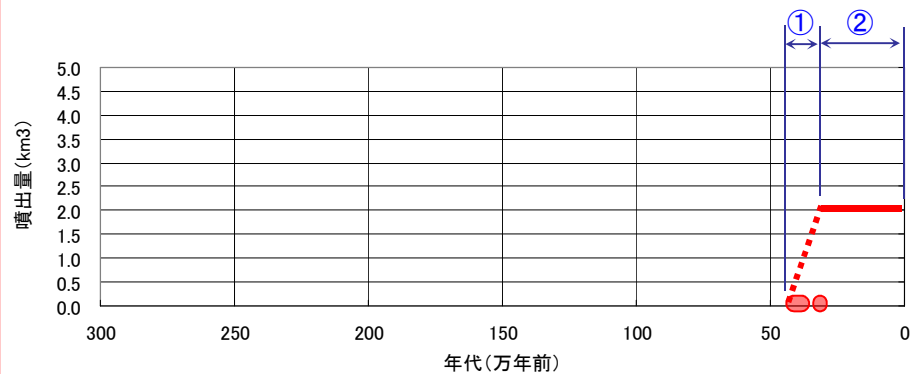
【形式・構造】 溶岩ドーム群※1,3

【火山体体積】 0.2km³※2

【活動時期】 40万年前～30万年前※3

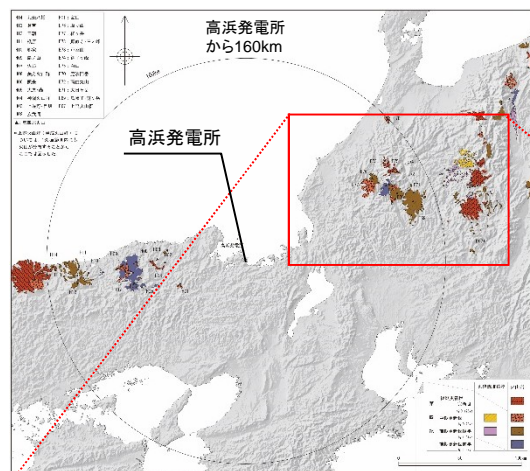
- 戸室山37±4万年前 ※4
- キゴ山40±3万年前・31±4万年前
- スポーツセンター41±2万年前
- 田島城跡42±2万年前

※1) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編(2012): 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース, 地質調査総合センター速報, no.60, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
 ※2) 第四紀火山カタログ委員会編(1999): 日本の第四紀火山カタログ ver.1.0(CD-ROM), 日本火山学会
 ※3) 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) 概要及び付表, 200万分の1地質編集図, no.11, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
 ※4) 酒寄淳史, 林信太郎, 梅田浩司(2002): 石川県, 戸室火山のK-Ar年代, 日本火山学会講演予稿集

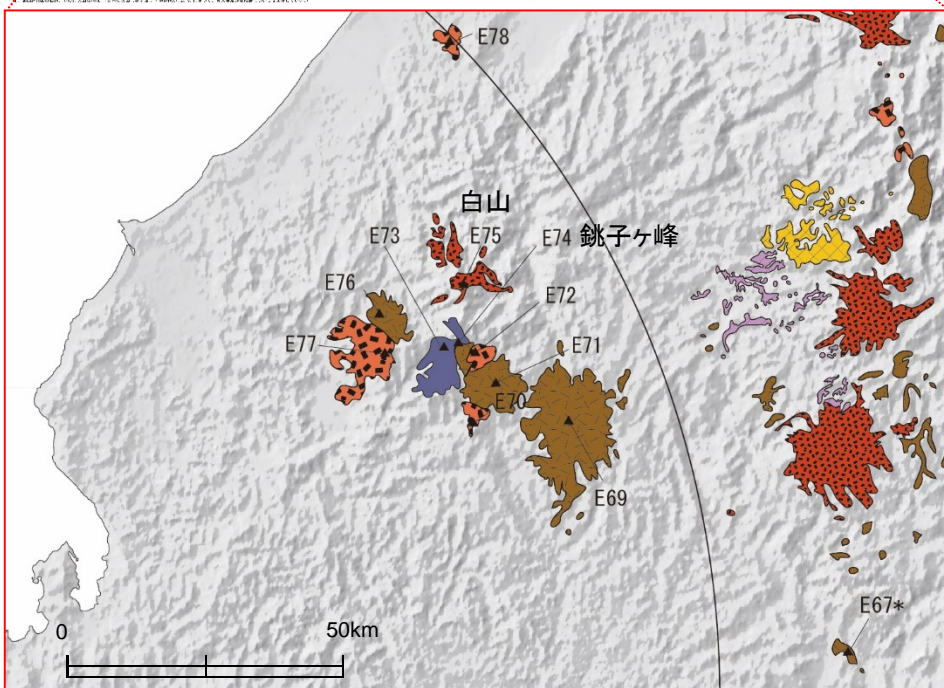


※) 噴出量は火山体体積とする。なお、噴火時期及び噴出量が不明のため、点線で表示。
 ①活動期間(=活動期間内の最大休止期間)
 ②最新噴火からの経過期間

最後の噴火からの経過期間が全活動期間よりも長い火山であることから、将来の活動可能性がない火山と評価。



		火砕流堆積物	火山岩
第4紀	後期更新世 - 完新世		
	約 0.126Ma		
	中期更新世		
	約 0.78Ma		
前期更新世後半			
約 1.81Ma			
前期更新世前半			
約 2.58Ma			



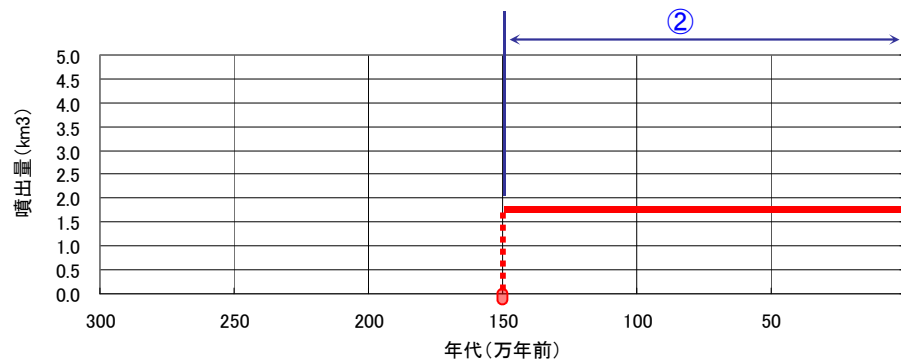
【形式・構造】(溶岩ドーム)※1,3

【火山体体積】1.72km³※2

【活動時期】150万年前※3

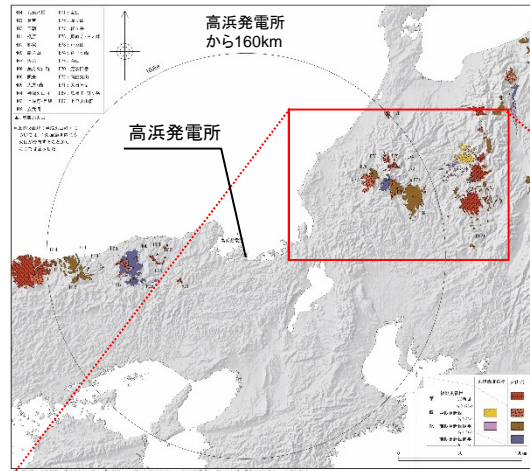
(148±3万年前※4)

- ※1) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編(2012):第四紀火山岩体・貫入岩体データベース,地質調査総合センター速報,no.60,産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ※2) 第四紀火山カタログ委員会編(1999):日本の第四紀火山カタログ ver.1.0(CD-ROM),日本火山学会
- ※3) 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)概要及び付表,200万分の1地質編集図,no.11,産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ※4) 棚瀬充史・及川輝樹・二ノ宮淳・林信太郎・梅田浩司(2007):K-Ar年代測定に基づく両白山地の鮮新-更新世火山活動の時空分布,火山,52,p.39-p.61

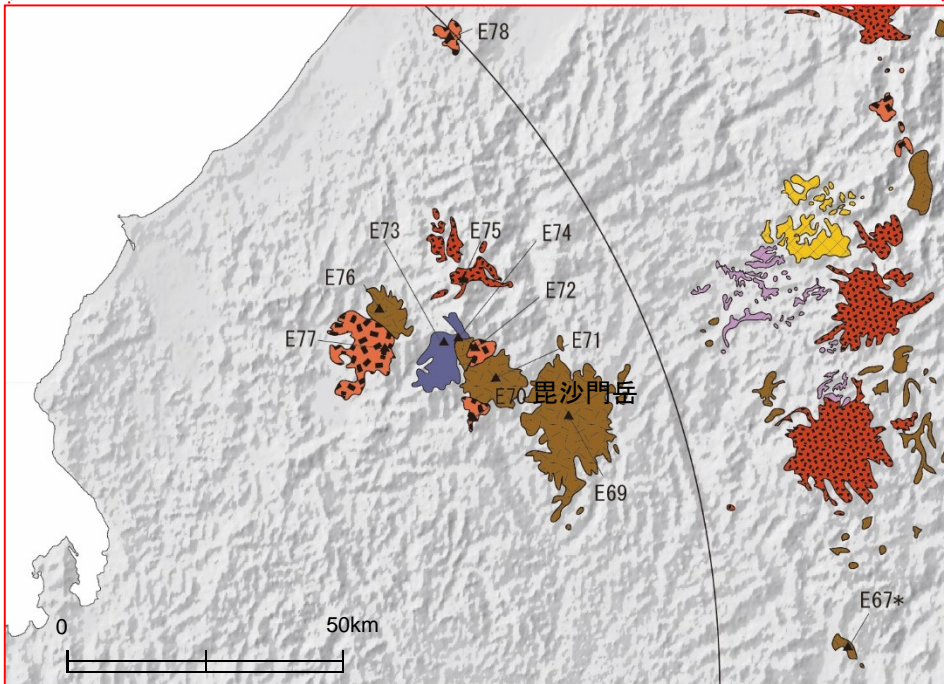


- ※) 噴出量は火山体体積とする。なお、噴火時期及び噴出量が不明のため、点線を表示。
- ①活動期間(=活動期間内の最大休止期間)
- ②最新噴火からの経過期間

活動期間が非常に短く、第四紀の期間を通じて繰り返しの活動が認められないことから、将来の活動可能性がない火山と評価。なお、当該火山は中期更新世(約80万年)以降活動が無いが、当該火山周辺に位置する白山を原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として評価している。



		火砕流堆積物	火山岩
第 四 紀	後期更新世 - 完新世 約 0.126Ma		
	中期更新世 約 0.78Ma		
	前期更新世後半 約 1.81Ma		
	前期更新世前半 約 2.58Ma		



【形式・構造】 複成火山※1,3

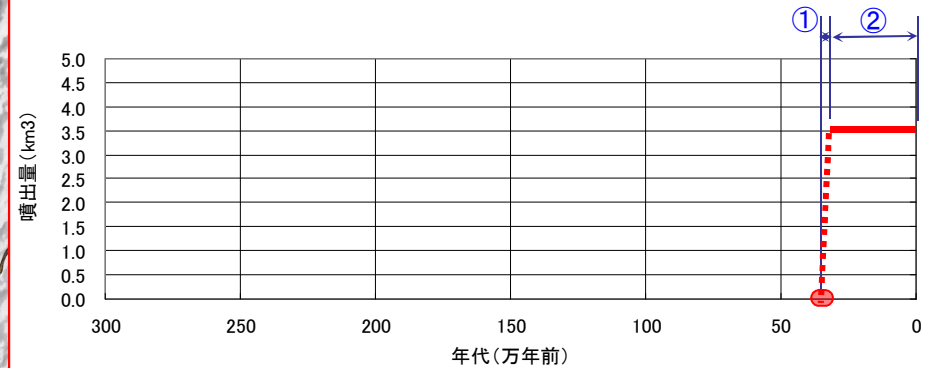
【火山体体積】 3.5km³※2

【活動時期】 30万年前※3

{
 矢谷川溶岩 28±3万年前
 スキー場溶岩 29±3万年前、
 毘沙門岳山頂溶岩30±3万年前

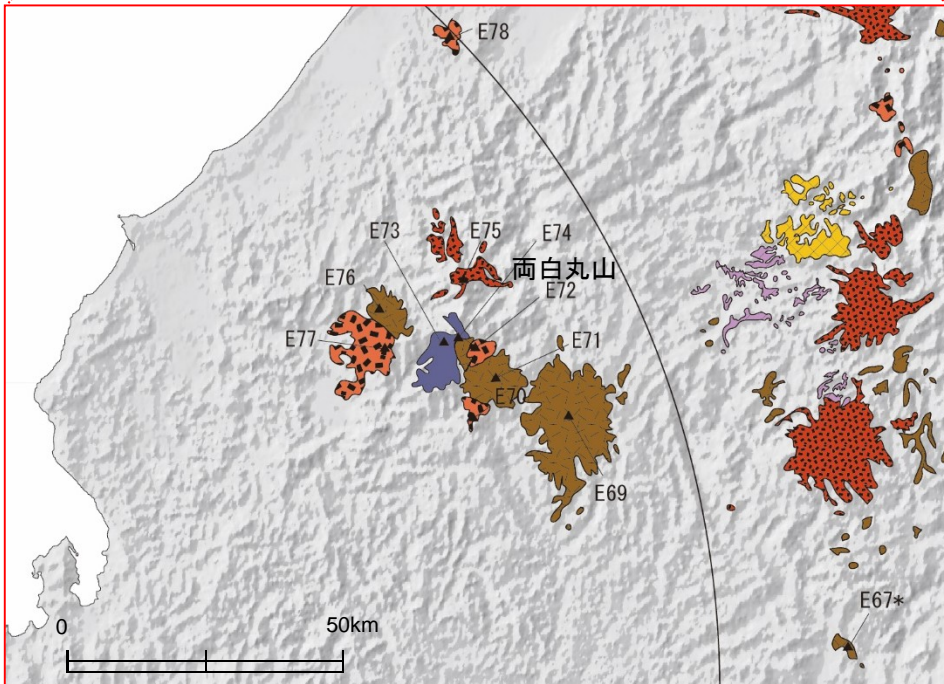
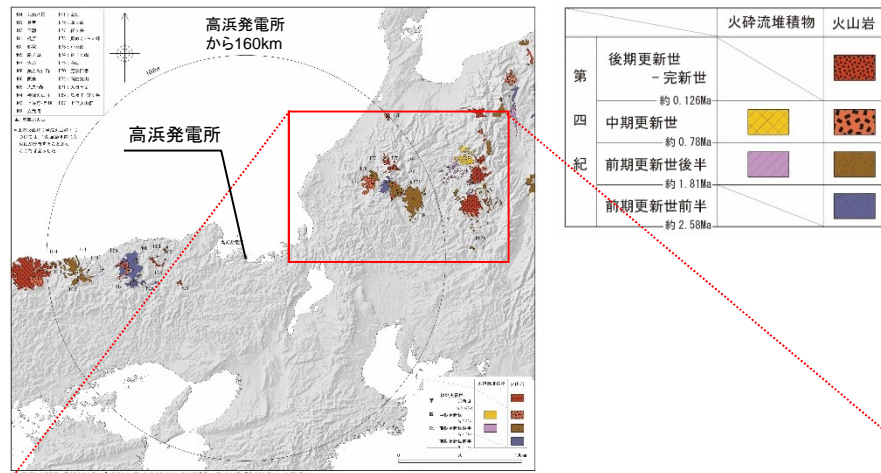
※4

- ※1) 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一速報, no.60, 産業技術総合研究所 地質調査総合センター
- ※2) 第四紀火山カタログ委員会編(1999): 日本の第四紀火山カタログ ver.1.0(CD-ROM), 日本火山学会
- ※3) 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) 概要及び付表, 200万分の1地質編集集団, no.11, 産業技術総合研究所 地質調査総合センター
- ※4) 棚瀬充史・及川輝樹・二ノ宮淳・林信太郎・梅田浩司(2007): K-Ar年代測定に基づく両白山地の鮮新-更新世火山活動の時空分布, 火山, 52, p.39-p.61



※) 噴出量は火山体体積とする。なお、噴火時期及び噴出量が不明のため、点線で表示。
 ①活動期間(=活動期間内の最大休止期間)
 ②最新噴火からの経過期間

活動期間が非常に短く、第四紀の期間を通じて繰り返しの活動が認められないことから、将来の活動可能性がない火山と評価。



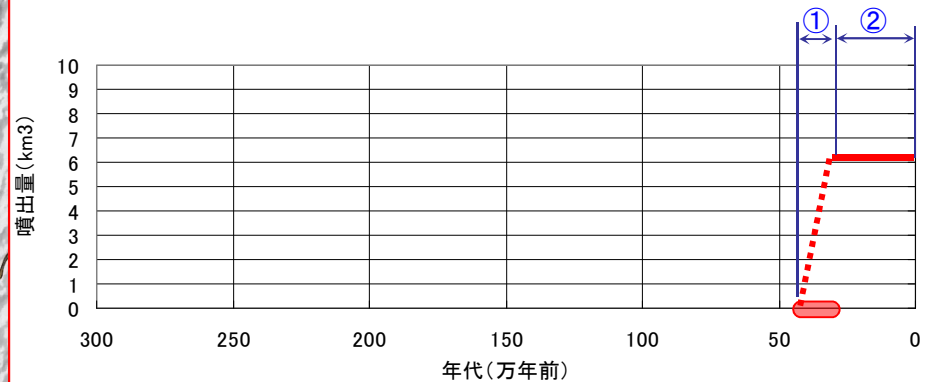
【形式・構造】 複成火山※1,3

【火山体体積】 6.24km³※2

【活動時期】 40万年前～30万年前※3

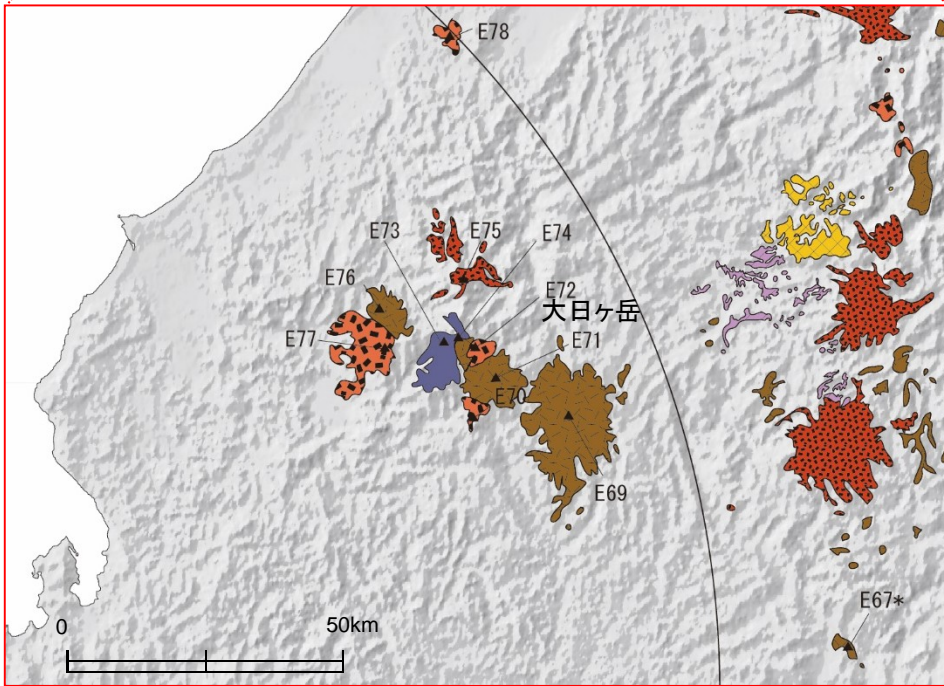
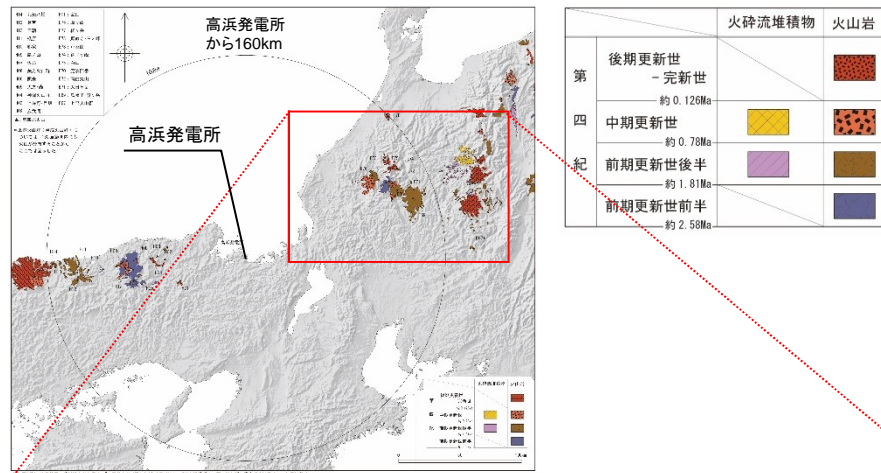
〔 丸山火山岩類 40±3万年前(郡上郡) 〕 ※4
〔 34±4万年前(大野郡) 〕

- ※1) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編(2012): 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース, 地質調査総合センター速報, no.60, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ※2) 第四紀火山カタログ委員会編(1999): 日本の第四紀火山カタログ ver.1.0(CD-ROM), 日本火山学会
- ※3) 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) 概要及び付表, 200万分の1地質編集図, no.11, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ※4) 清水智・山崎正男・板谷・徹丸(1988): 両白-飛騨地域に分布する鮮新-更新世火山岩のK-Ar年代, 火山研究所報告, 14, p.1-p.36



※) 噴出量は火山体体積とする。なお、噴火時期及び噴出量が不明のため、点線で表示。
①活動期間(=活動期間内の最大休止期間)
②最新噴火からの経過期間

活動期間が非常に短く、第四紀の期間を通じて繰り返しの活動が認められないことから、将来の活動可能性がない火山と評価。



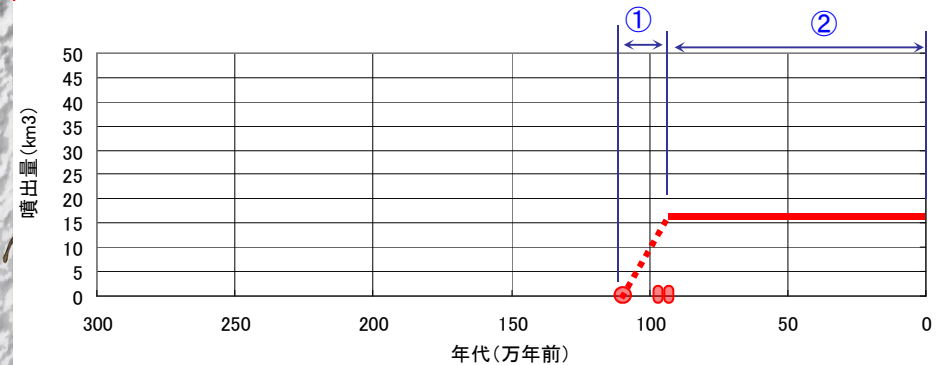
【形式・構造】 複成火山※1,3

【火山体体積】 16km³※2

【活動時期】 110万年前～90万年前※3

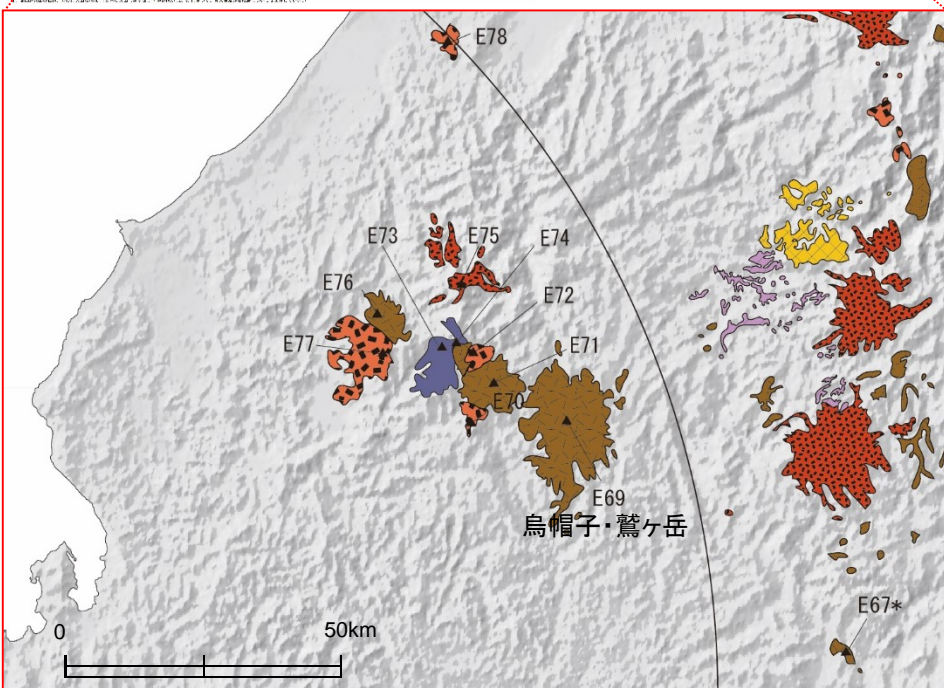
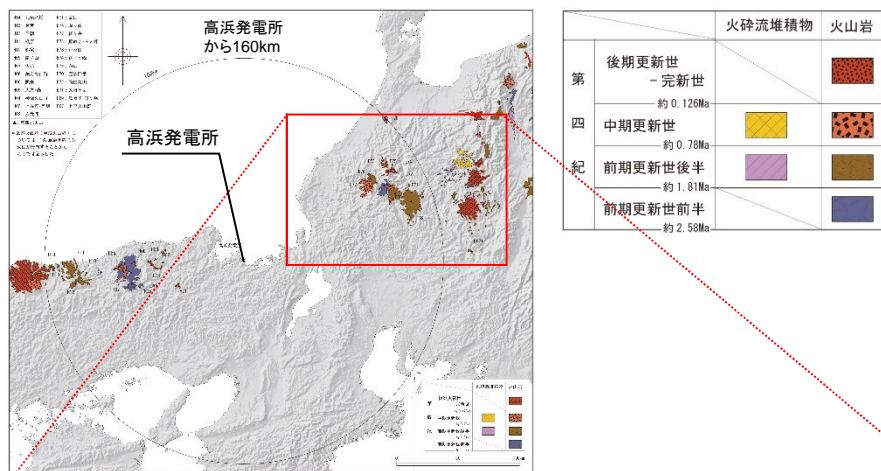
〔 溶岩: 94±4万年前、97±4万年前、101±4万年前※4
岩脈: 103±5万年前※5 〕

- ※1) 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一速報, no.60, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ※2) 第四紀火山カタログ委員会編(1999): 日本の第四紀火山カタログ ver.1.0(CD-ROM), 日本火山学会
- ※3) 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) 概要及び付表, 200万分の1地質編集図, no.11, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ※4) 酒寄淳史・飯田雅裕・森田健一・山口達弘(1996): 天狗・大日ヶ岳火山の地質とK-Ar年代(演旨), 三鉱学会講演要旨集, 日本岩石鉱物鉱床学会, 資源地質学会, 1996, p.79
- ※5) 東野外志男・長尾敬介・板谷徹丸・坂田章吉・山崎正男(1984): 白山火山及び大日ヶ岳火山のK-Ar年代, 石川県白山自然保護センター研究報告, 第10集, p.23-p.29



- ※) 噴出量は火山体体積とする。なお、噴火時期及び噴出量が不明のため、点線で表示。
- ①活動期間(=活動期間内の最大休止期間)
- ②最新噴火からの経過期間

最後の噴火からの経過期間が全活動期間よりも長い火山であることから、将来の活動可能性がない火山と評価。



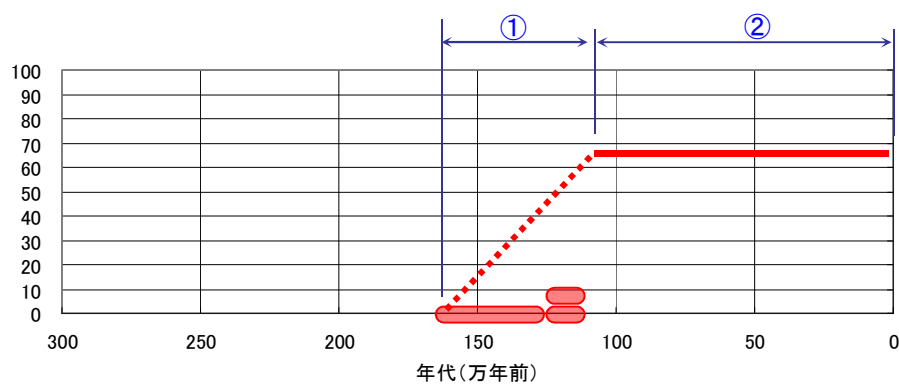
【形式・構造】 複成火山※1,3

【火山体体積】 65.8km³※2

【活動時期】 160万年前～110万年前※3

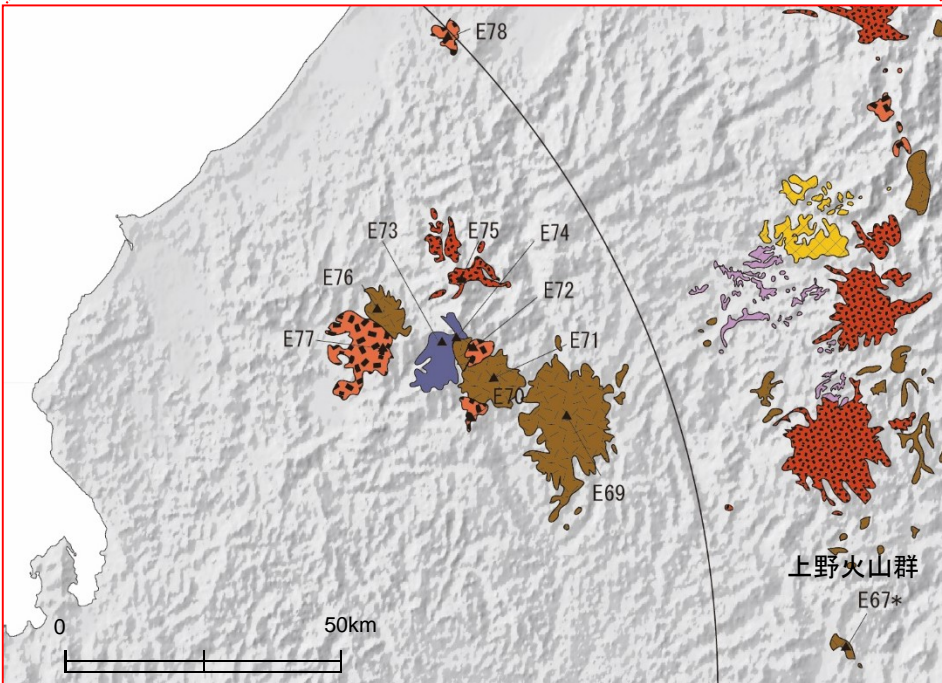
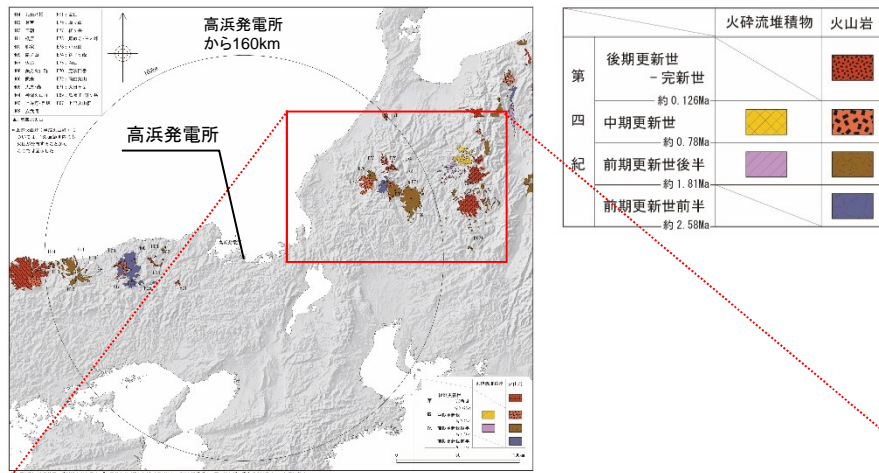
- 古期烏帽子岳 121±3万年前～115±4万年前※4
- 154±11万年前～130±7万年前※5
- 新期烏帽子岳 119±3万年前～107±6万年前※4
- 126±7万年前～119±8万年前※5

※1) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編(2012): 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース, 地質調査総合センター速報, no.60, 産業技術総合研究所 地質調査総合センター
 ※2) 第四紀火山カタログ委員会編(1999): 日本の第四紀火山カタログ ver.1.0(CD-ROM), 日本火山学会
 ※3) 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) 概要及び付表, 200万分の1地質編集図, no.11, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
 ※4) 棚瀬充史・及川輝樹・二ノ宮淳・林信太郎・梅田浩司(2007): K-Ar年代測定に基づく両白山地の鮮新-更新世火活動の時空分布, 火山, 52, p.39-p.61
 ※5) 清水智・山崎正男・板谷徹丸(1988): 両白-飛騨地域に分布する鮮新-更新世火山岩のK-Ar年代, 蒜山研究所報告, 14, p.1-p.36



※) 噴出量は火山体体積とする。なお、噴火時期及び噴出量が不明のため、点線で表示。
 ①活動期間(=活動期間内の最大休止期間)
 ②最新噴火からの経過期間

最後の噴火からの経過期間が全活動期間よりも長い火山であることから、将来の活動可能性がない火山と評価。



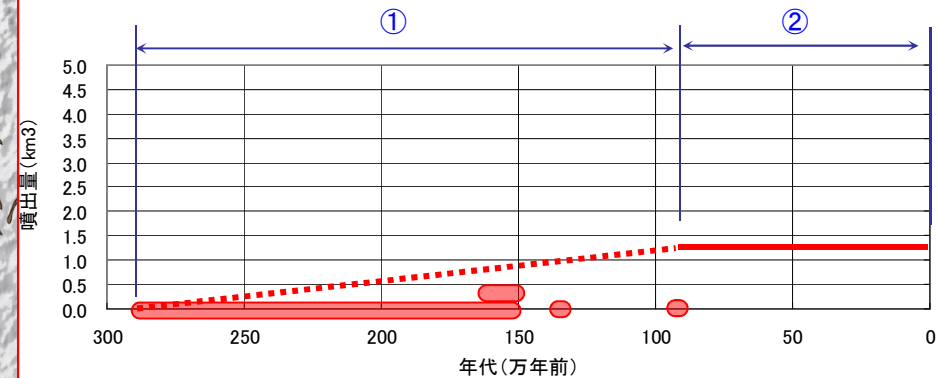
【形式・構造】 溶岩流、単成火山群※1,3

【火山体体積】 1.24km³※2

【活動時期】 280万年前～90万年前※3

- 木曾岩体群 280万年前～150万年前 ※4
- 柿其峠岩体群 190万年前～170万年前
- 坂下岩体 160万年前～150万年前
- 檜谷岩体 136万年前
- 摺鉢山 93万年前

※1) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編(2012): 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース, 地質調査総合センター速報, no.60, 産業技術総合研究所 地質調査総合センター
 ※2) 第四紀火山カタログ委員会編(1999): 日本の第四紀火山カタログ ver.1.0(CD-ROM), 日本火山学会
 ※3) 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) 概要及び付表, 200万分の1地質編集図, no.11, 産業技術総合研究所地質調査総合センター
 ※4) 中野俊・宇都浩三・内海茂(2000): 上野玄武岩類および地藏峠火山岩類のK-Ar年代と化学組成の時間変化, 火山, 第2集, 45, p.87-p.105



※) 噴出量は火山体体積とする。なお、噴火時期及び噴出量が不明のため、点線で表示。
 ①活動期間(=活動期間内の最大休止期間)
 ②最新噴火からの経過期間

最後の噴火からの経過期間が全活動期間と同程度であるため、将来の活動可能性が否定できないため原子力発電所に影響を及ぼし得る火山と評価。

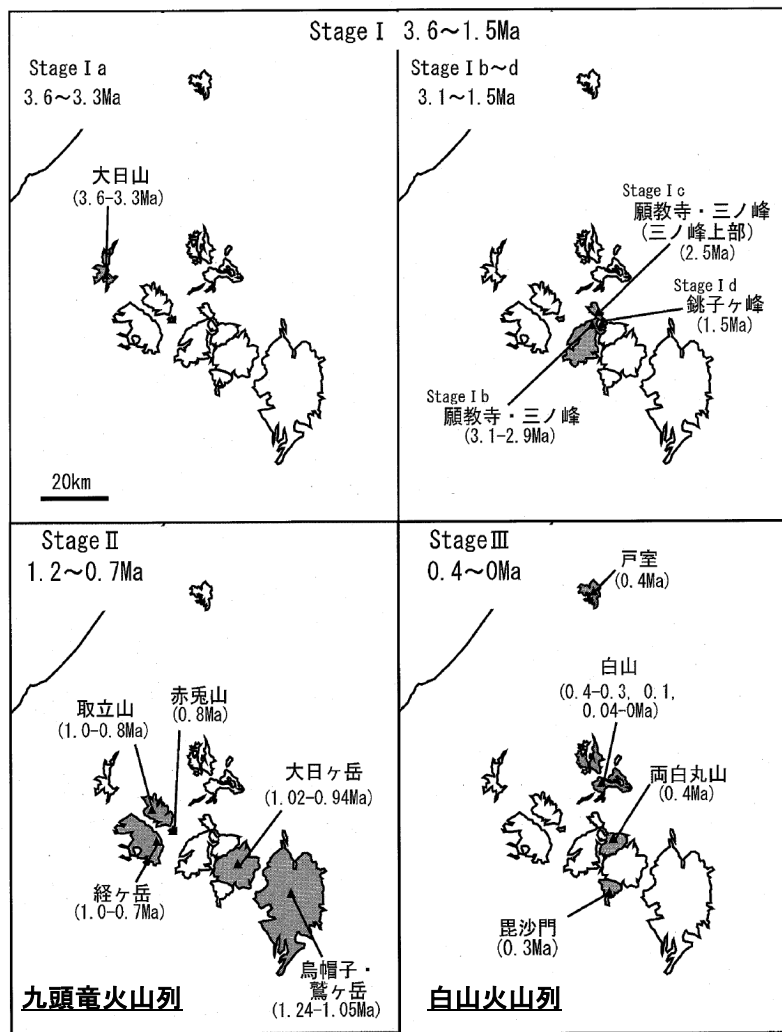


Fig. 7. Spatial variation of volcanic activity after Late Pliocene in the Ryohaku Mountains.
図7 後期鮮新世以降の両白山地における火山活動の時空変遷

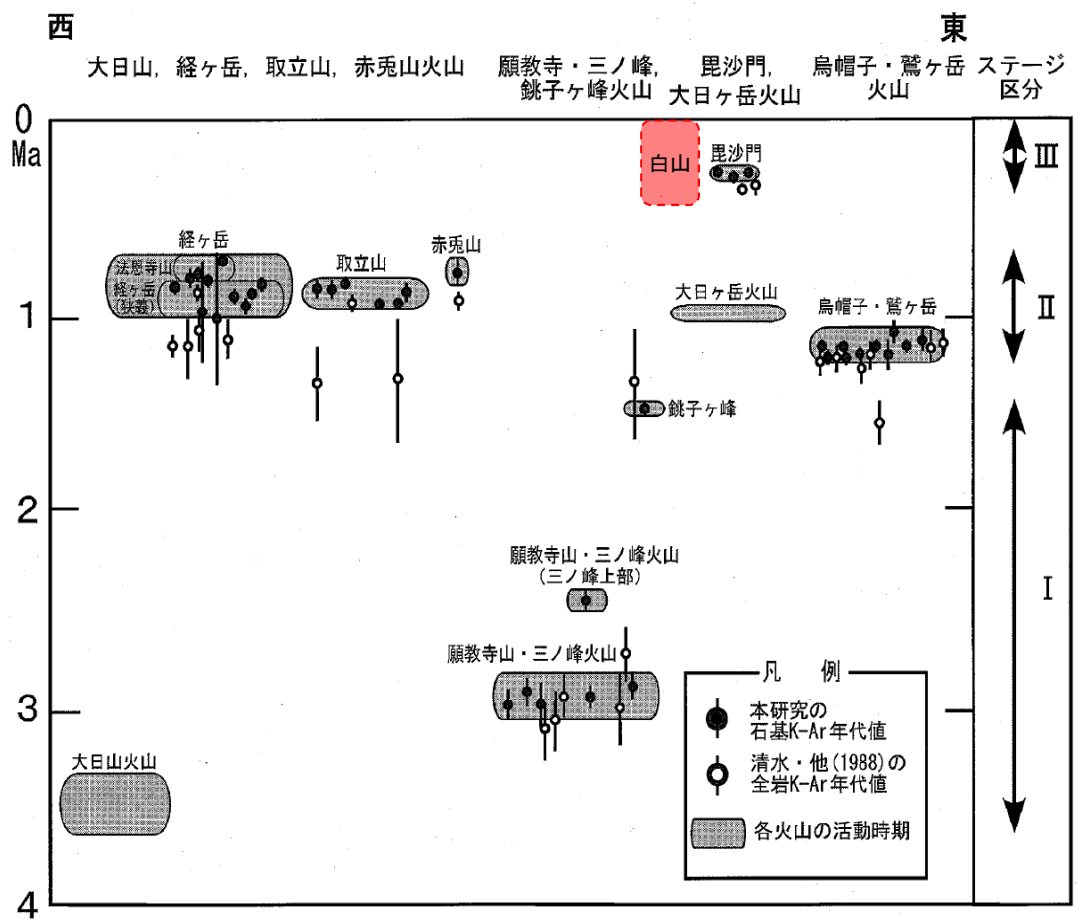


Fig. 6. Comparison of the K-Ar age of this study with Shimizu *et al.* (1988).
図6 本研究と清水・他(1988)のK-Ar年代値の比較。九頭竜火山列の各火山の活動時期とステージ区分もあわせて示す。大日山火山、大日ヶ岳火山は、それぞれ清水・他(1988)、酒寄・他(1996)の年代範囲を示す。

棚瀬他(2007)に白山を追記

・棚瀬充史・及川輝樹・二ノ宮淳・林信太郎・梅田浩司(2007):K-Ar年代測定に基づく両白山地の鮮新-更新世火山活動の時空分布,火山,52,p.39-p.61

・棚瀬他(2007)によると、「両白山地の火山活動をまとめると、I期～III期にわけられる。I期(3.6Ma～1.5Ma)には散発的に火山活動があった。II期(1.2Ma～0.7Ma)の火山活動は東から西に火山活動の場が移動し、西北西-東南東方向の火山列が形成された。III期(0.4Ma～0Ma)には、顕著な南北方向の火山列が形成された。」とされている。

・現在では、白山火山列の中でも、活火山として活動しているのが白山である。

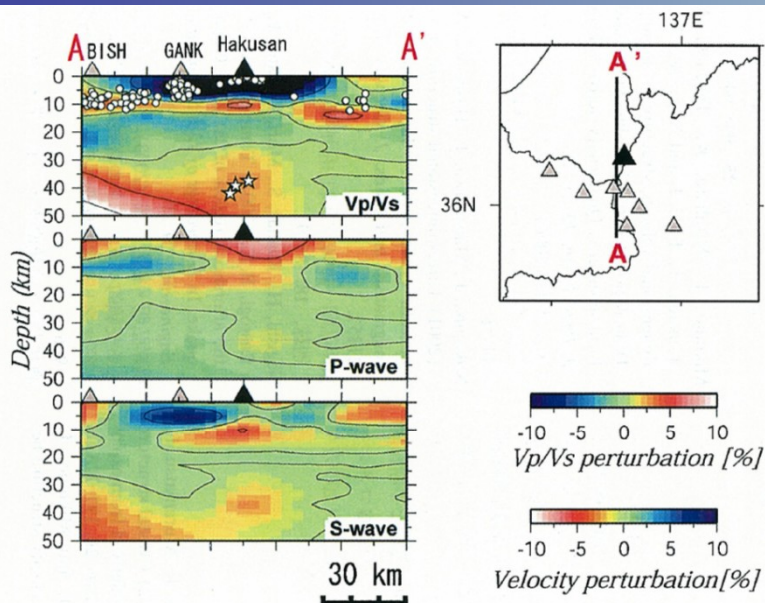


Fig. 8. The perturbations of V_P , V_S and V_P/V_S on the north-south cross section across the Hakusan volcano (along A-A' in the index map). Red and blue indicate slower (higher) and faster (smaller) velocity (V_P/V_S) of seismic wave, respectively. Seismicity is shown as open circles. Low-frequency earthquakes identified by JMA are also shown as open stars (\star). Mt. Hakusan and the other volcanoes in this area are shown as a solid triangle and gray triangles, respectively.

高橋他 (2004)

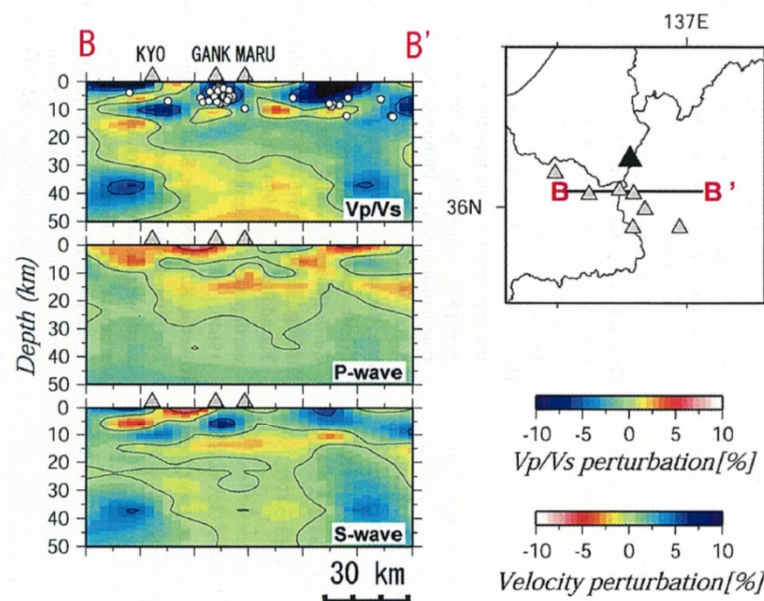


Fig. 9. The perturbations of V_P , V_S and V_P/V_S on the east-west cross section along B-B' in the index map. All symbols are the same as those in Fig. 8.

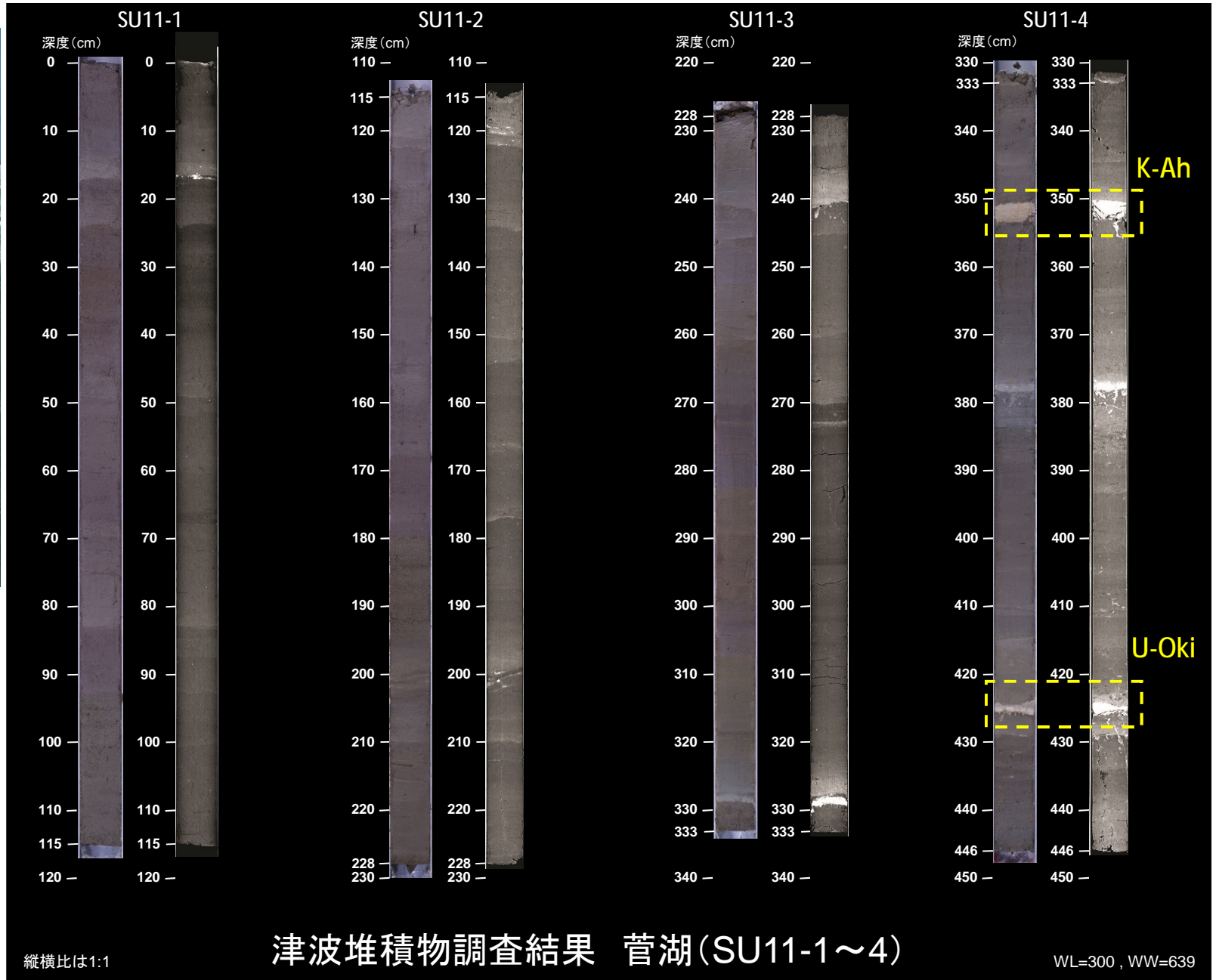
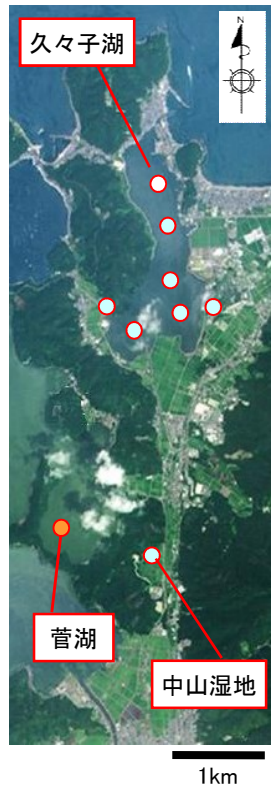
7. ま と め

2001～2002年に行われた白山臨時観測で観測された地震データ及び気象庁の一元化観測値データを用いて白山周辺の三次元速度構造の解析を行った。得られた分解能は20 km以浅で水平方向に0.1～0.2度、深さ方向に5 km程度である。白山下では10～14 kmに顕著な低速度領域が存在し、 V_P/V_S も高いという結果が得られた。この領域を避けるようにして地震活動があることおよび白山が活火山であることから、この低速度領域は火成活動に起因するマグマであると考えられる。このようなマグマの存在を示唆するような構造は白山以外の火山では確認されなかった。これは、九頭竜、白山両火山列において有史以降の活動が確認されているのは白山のみであるという地質学的・歴史学的調査結果と調和的であり、両白山地の第四紀火山群の中では特に白山が活火山としての特徴を持っていることが構造解析の面からも明らかになった。

- ・高橋他 (2004)によると、「マグマの存在を示唆するような構造は白山以外の火山では確認されなかった。両白山地の第四紀火山群の中では特に白山が活火山としての特徴を持っていることが構造解析の面からも明らかになった。」としている。
- ・両白山地における活動履歴やマグマの状況を踏まえ、白山については、将来の活動可能性が否定できない火山と評価する。

資料2

敷地及びその周辺での地質調査結果に関する検討

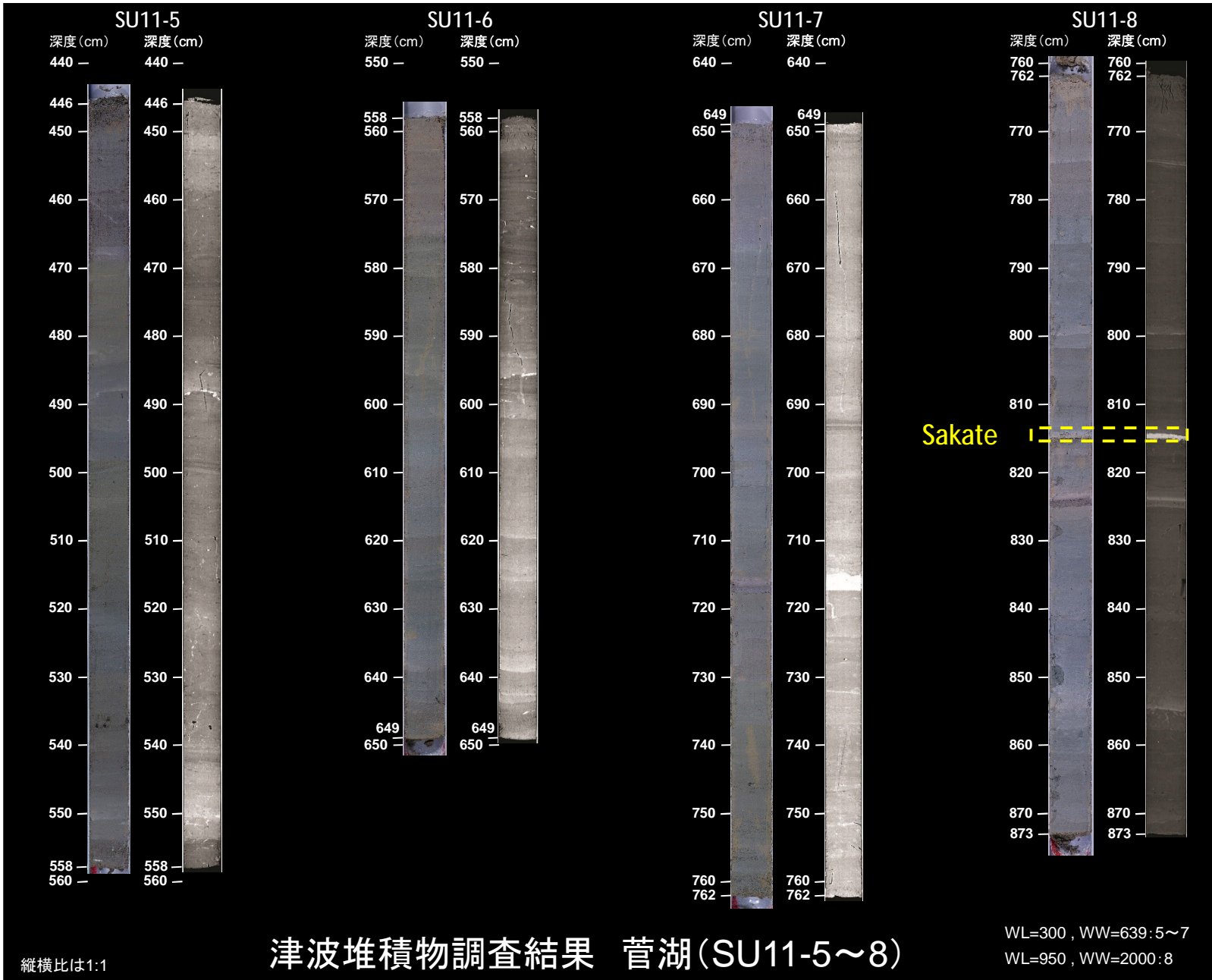
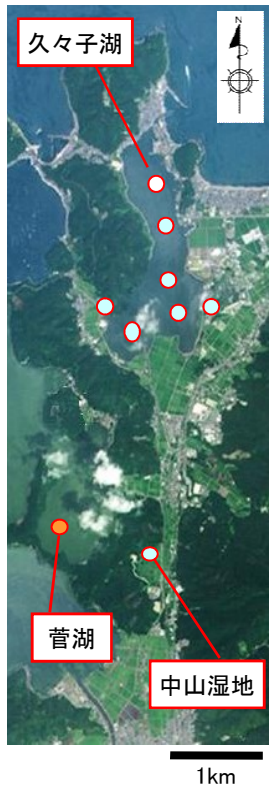


左側:コア写真
右側:X線CT画像

縦横比は1:1

津波堆積物調査結果 菅湖 (SU11-1~4)

WL=300, WW=639

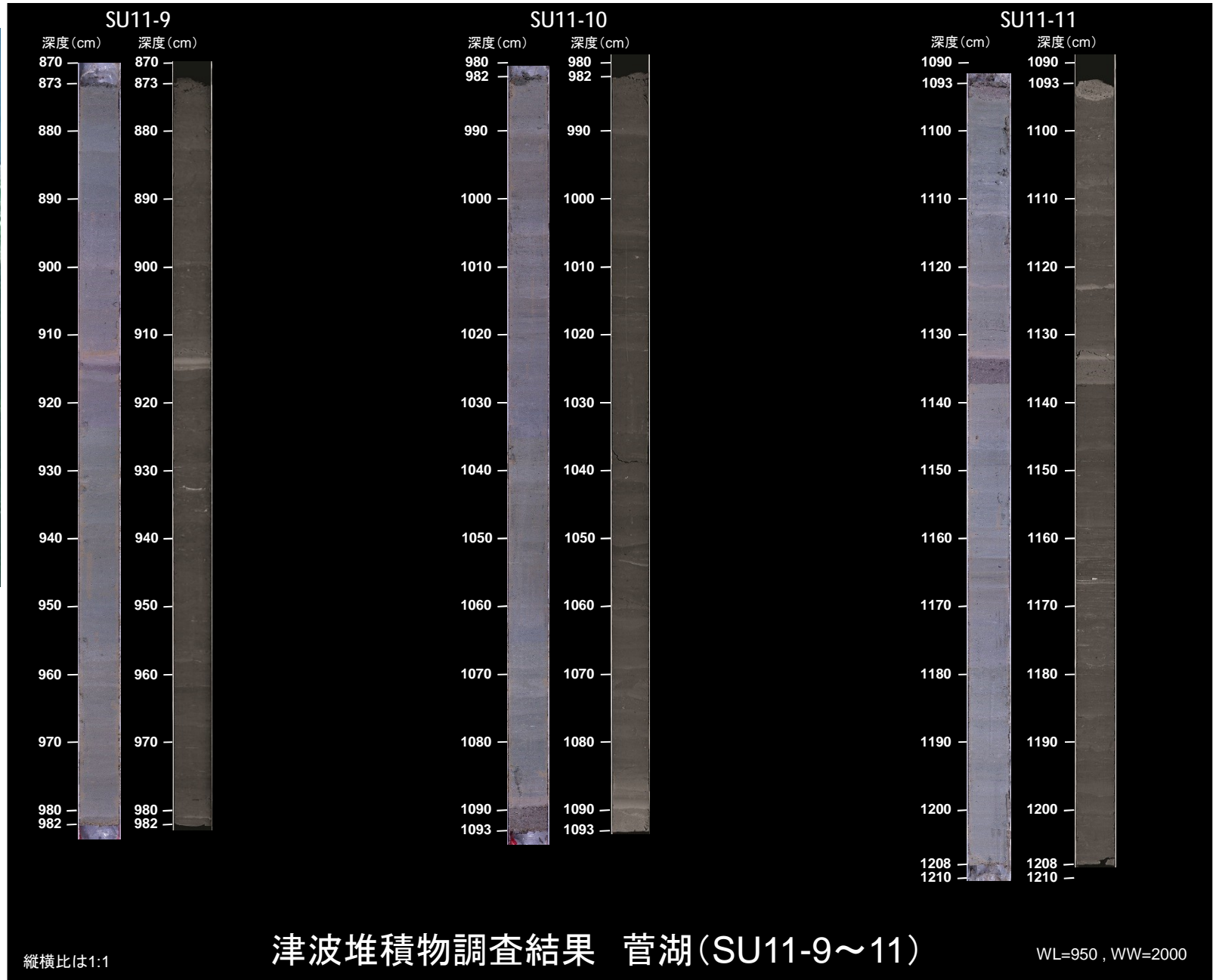
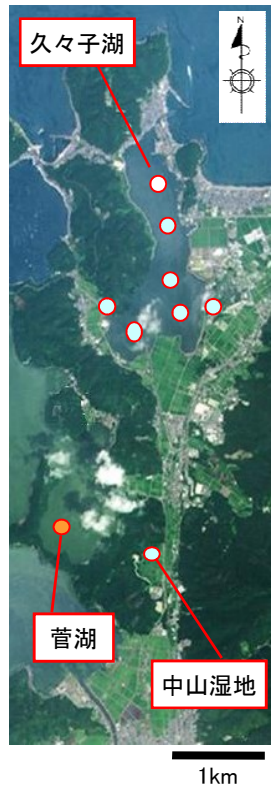


左側:コア写真
右側:X線CT画像

縦横比は1:1

津波堆積物調査結果 菅湖 (SU11-5~8)

WL=300, WW=639.5~7
WL=950, WW=2000:8

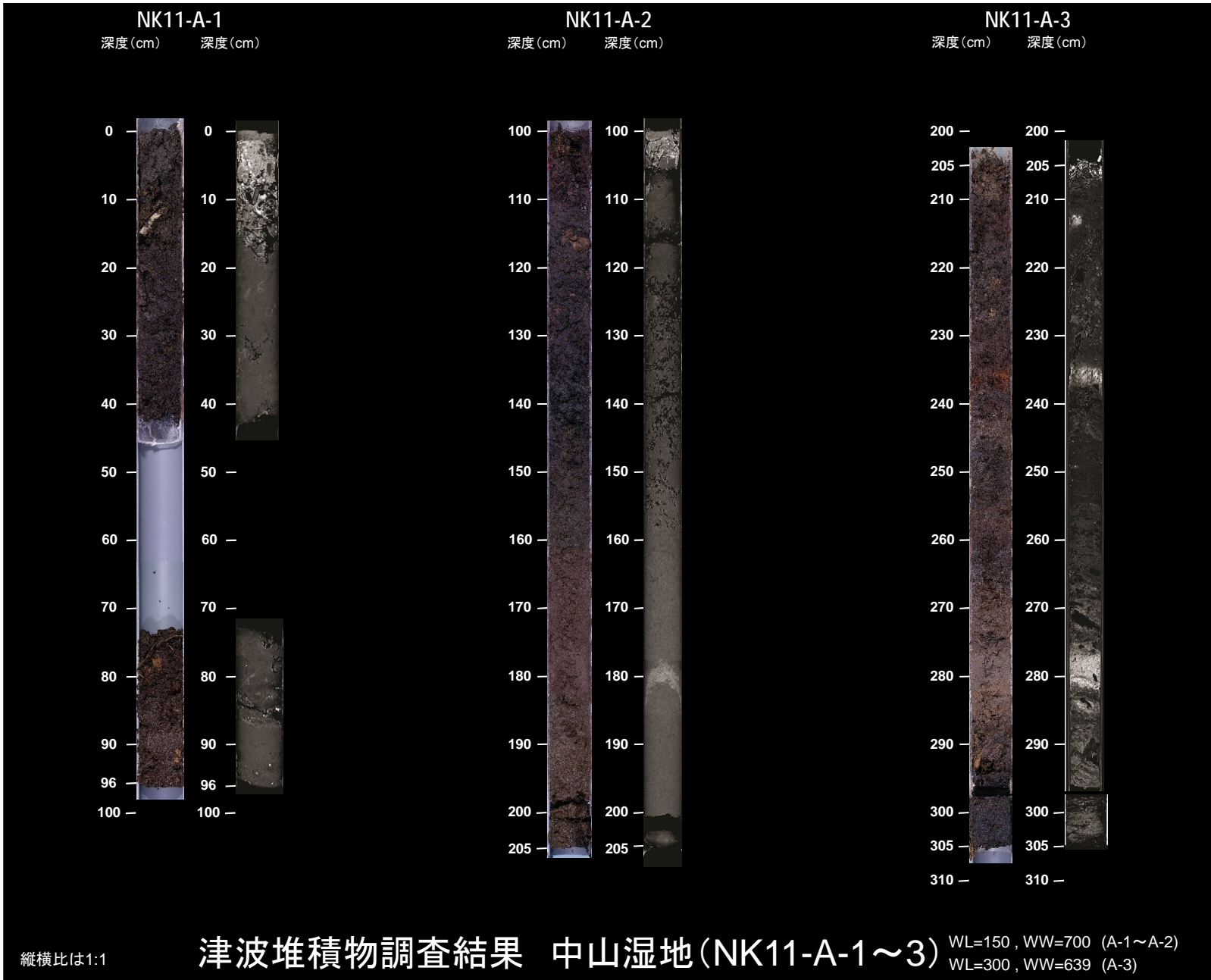


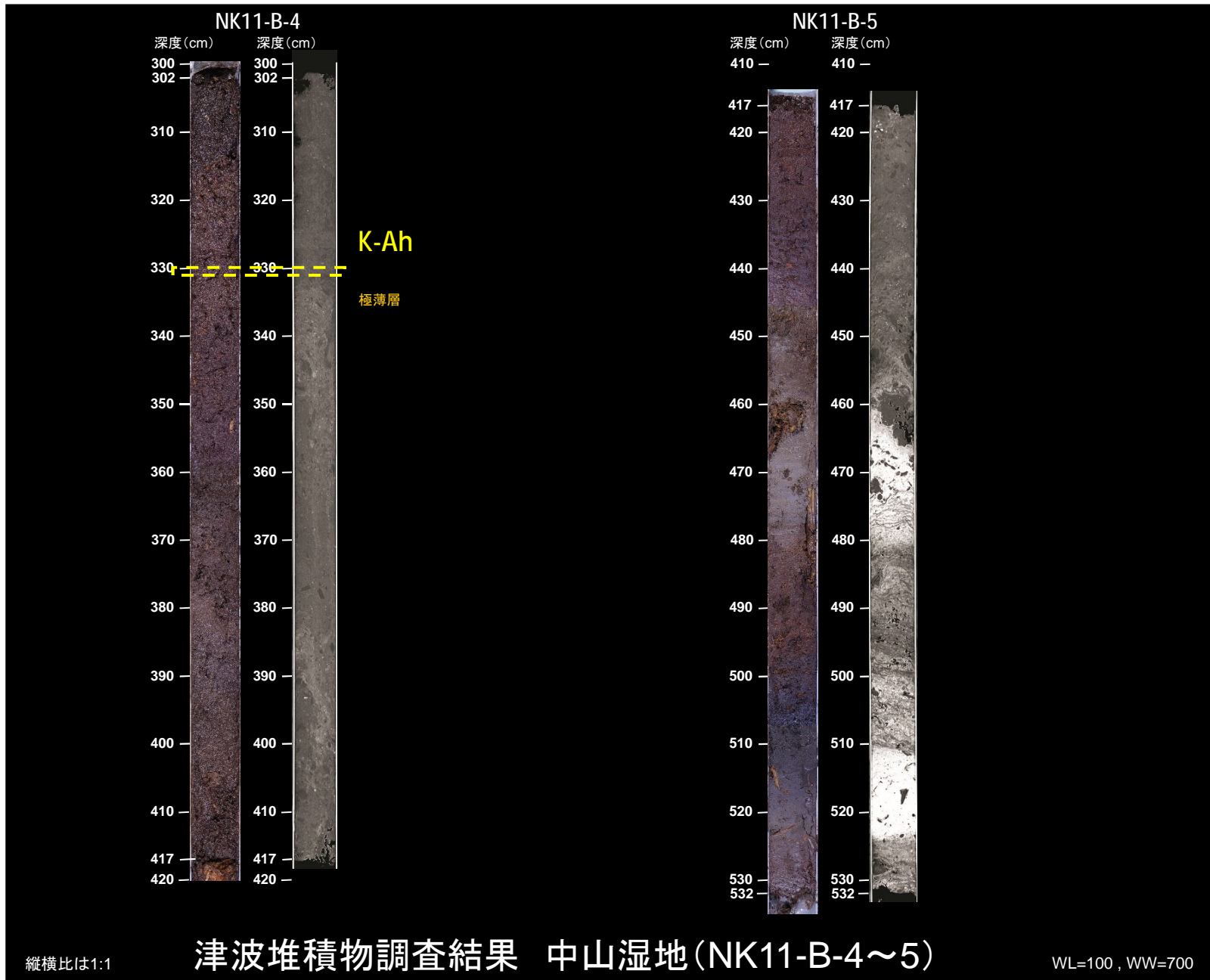
左側:コア写真
 右側:X線CT画像

縦横比は1:1

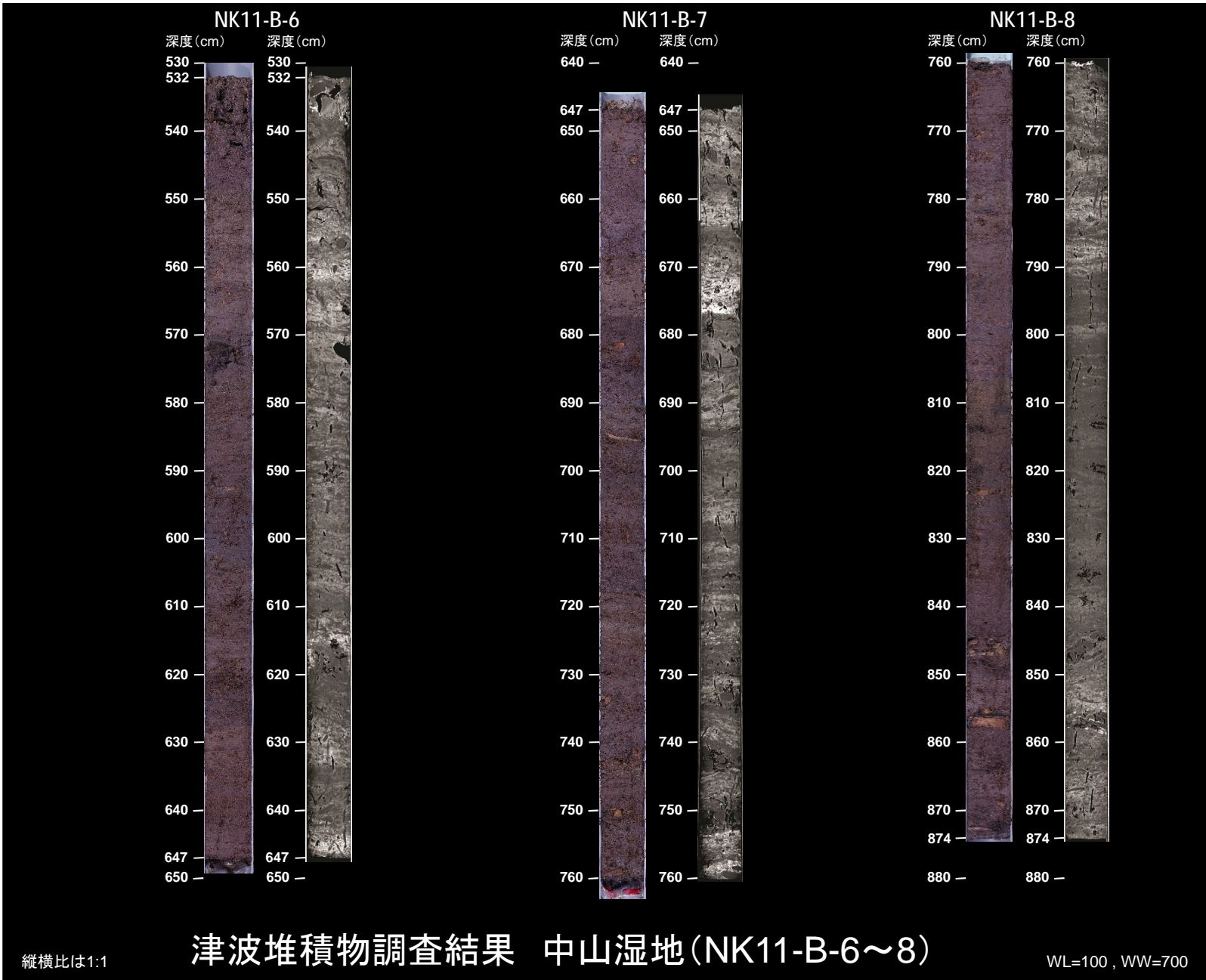
津波堆積物調査結果 菅湖(SU11-9~11)

WL=950, WW=2000





左側:コア写真
右側:X線CT画像

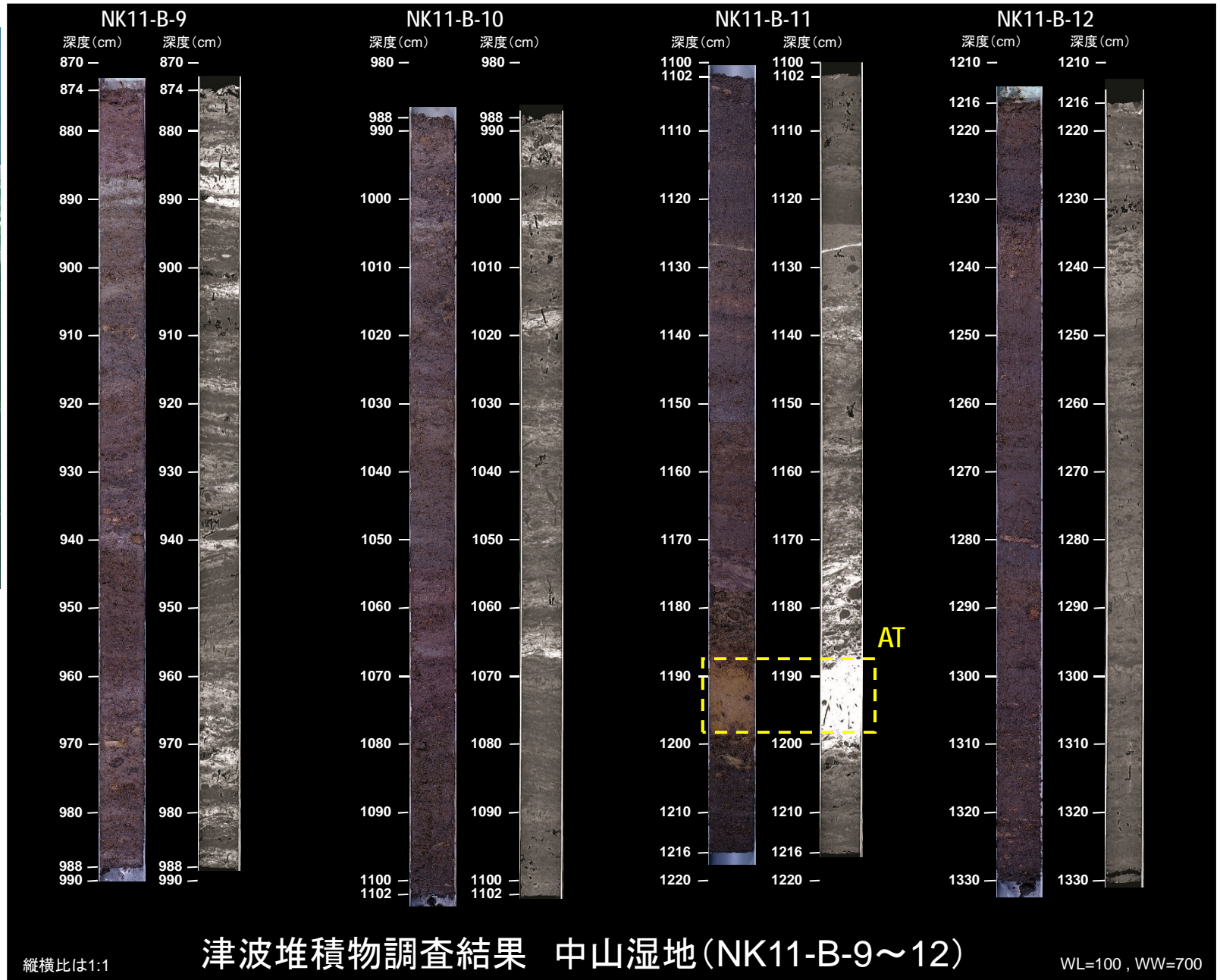


左側:コア写真
右側:X線CT画像

縦横比は1:1

津波堆積物調査結果 中山湿地(NK11-B-6~8)

WL=100, WW=700



資料3

Tephra2/バグに伴う追加検討

①バグの概要及び影響分析

- ・当社は、これまで降下火砕物の降灰層厚の検討において、移流拡散モデルの「Tephra2」（オープンソース）を用いたシミュレーションを実施してきた。
- ・日本火山学会2016年秋季大会のポスターセッションにて、大阪大学佐伯准教授が、「Tephra2」の解析コードにバグ（粒子の落下速度の式）があると発表。
- ・この指摘を受け、当社においても「Tephra2」の解析コードを確認したところ、同様のバグがあることを確認した。

移流拡散モデルの概念図

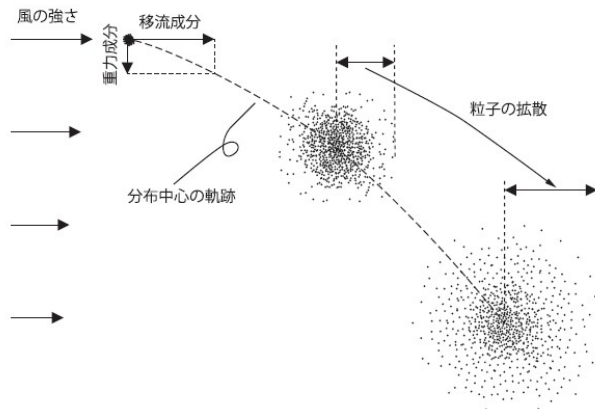


図 1 移流拡散モデルの概念図

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

バグの状況

■ 粒子の落下速度の原理式

$$v = \frac{gd^2(\rho_p - \rho_g)}{18\mu} \quad \text{for } Re < 6$$

$$v = d \left[\frac{4g^2(\rho_p - \rho_g)}{225\rho_g\mu} \right]^{\frac{1}{3}} \quad \text{for } 6 \leq Re < 500$$

$$v = \left[\frac{3.1gd(\rho_p - \rho_g)}{\rho_g} \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{for } 500 \leq Re < 200,000.$$

v : 落下速度
d : 粒子径
g : 重力加速度
 ρ_p : 粒子密度
 ρ_g : 大気密度
 μ : 大気の粘性
Re : レイノルズ係数

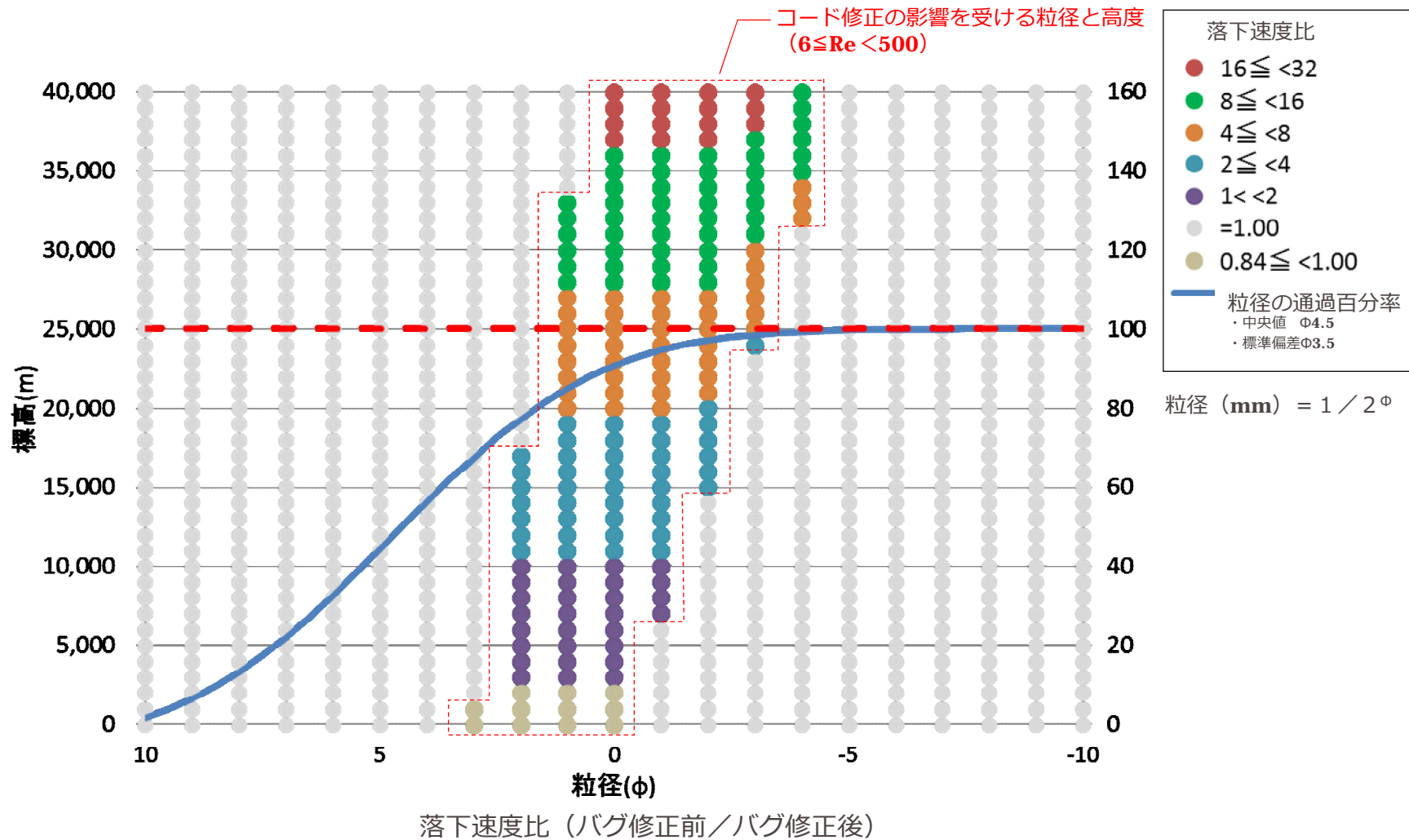
■ バグ修正前のコード

```
temp1 = GRAV_SQRD_x_4 * part_density * part_density / AIR_VISCOSITY_x_225 * rho
vti = ashdiam * pow(temp1, ONE_THIRD)
```

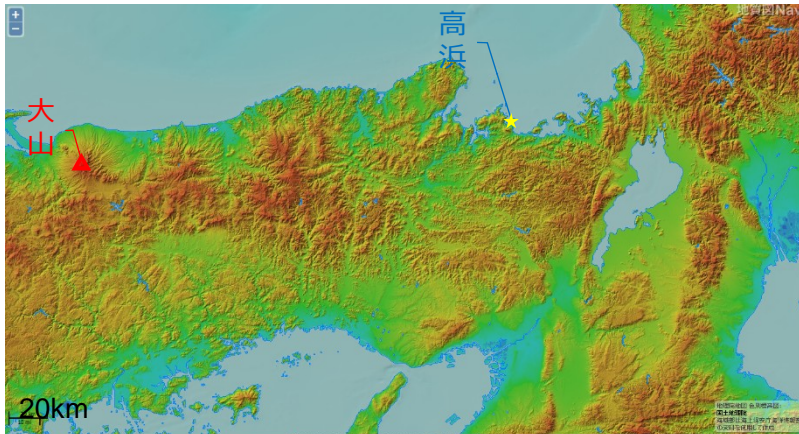
バグ

■ バグ修正後のコード

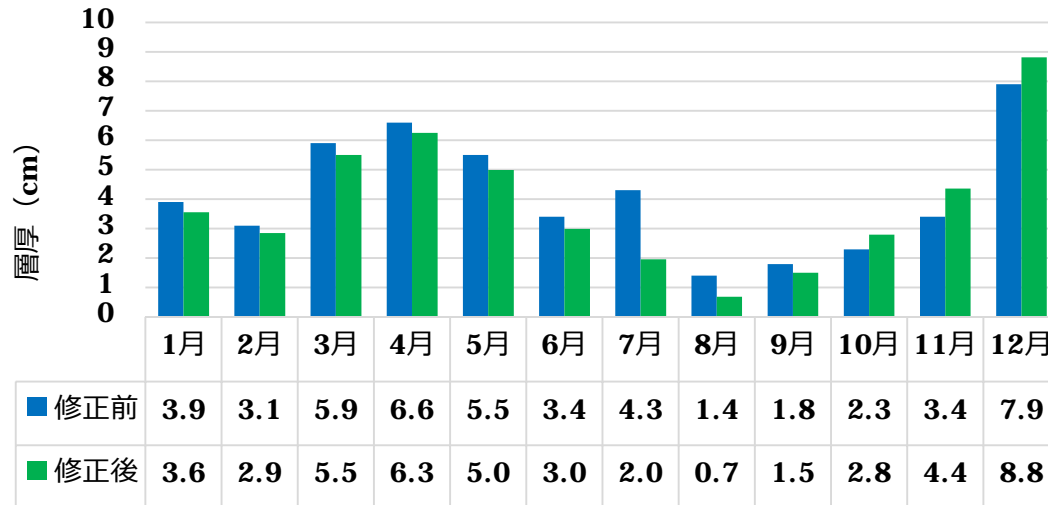
```
temp1 = GRAV_SQRD_x_4 * part_density * part_density / AIR_VISCOSITY_x_225 / rho
vti = ashdiam * pow(temp1, ONE_THIRD)
```



- ・バグの影響範囲を確認するため、修正前後の落下速度比について、粒径と標高の関係について整理した。
- ・その結果、噴煙柱高度25kmであれば、粒径0.125mm (3φ) ~ 8mm (-3φ) の範囲であり、高度が高いほど、粒子の落下速度比が大きくなっていることが分かった。
- ・なお、当初用いた粒径のうち、バグ影響範囲の割合は約3割程度である。



検討対象火山及び発電所の位置図



計算結果

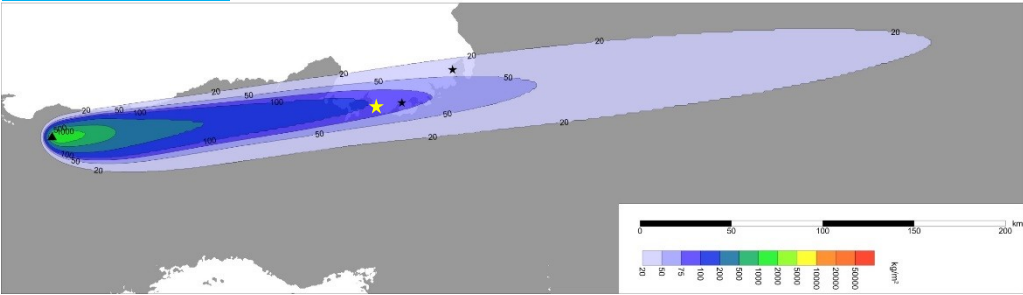
項目	バグ修正前	バグ修正後	
噴出量	5.0km ³	同左	
噴煙柱高度	25,000m	同左	
噴出標高	1,729m	同左	
風速	1~12月の各月の平均値	同左	
風向	1~12月の各月の最頻値	同左	
粒径の パラ メータ (mm)	最大	1/2 ⁻¹⁰	同左
	最小	1/2 ¹⁰	同左
	中央	1/2 ^{4.5}	同左
	標準偏差	1/2 ^{3.5}	同左
軽石密度	1.0t/m ³	同左	
岩石密度	2.6t/m ³	同左	
解析コード	南フロリダ大学 Tephra2 (バグ修正前)	南フロリダ大学 Tephra2 (バグ修正後)	

※) 万年(2013)等を参考に、粒子の拡散に関するパラメータ (拡散係数 10,000m²/s、渦拡散係数0.04m²/s、Fall Time Threshold 3,600秒) を設定

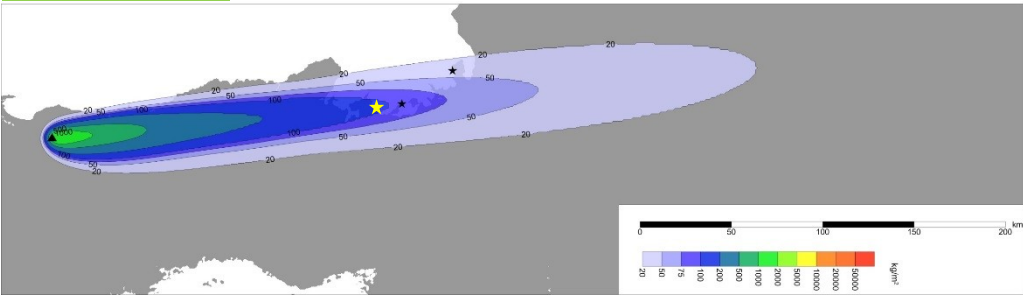
計算条件一覧表

- ・バグの影響分析を行うために、これまで降下火砕物シミュレーションを実施してきた大山の噴火規模を対象に、Tephra2のバグ修正前後の計算を実施し、バグの影響を確認した。
- ・結果、発電所地点の層厚については、バグ修正前後で比較すると、月によって大小関係が異なるが、最大でも2cm程度であった。

修正前

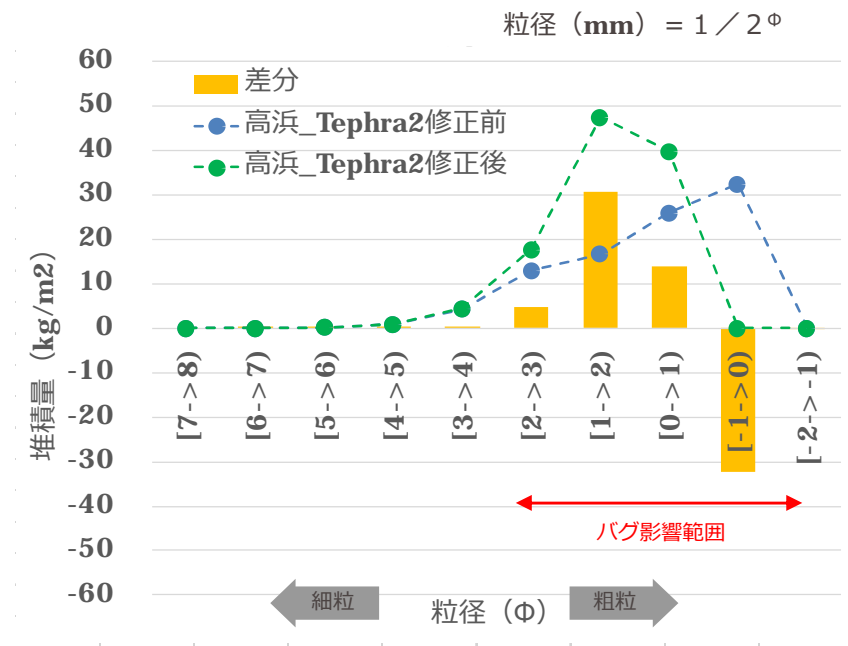


修正後



※) 比較解析のため、いずれのケースも地形の考慮はしていない。

アイソパック (一例: 12月)



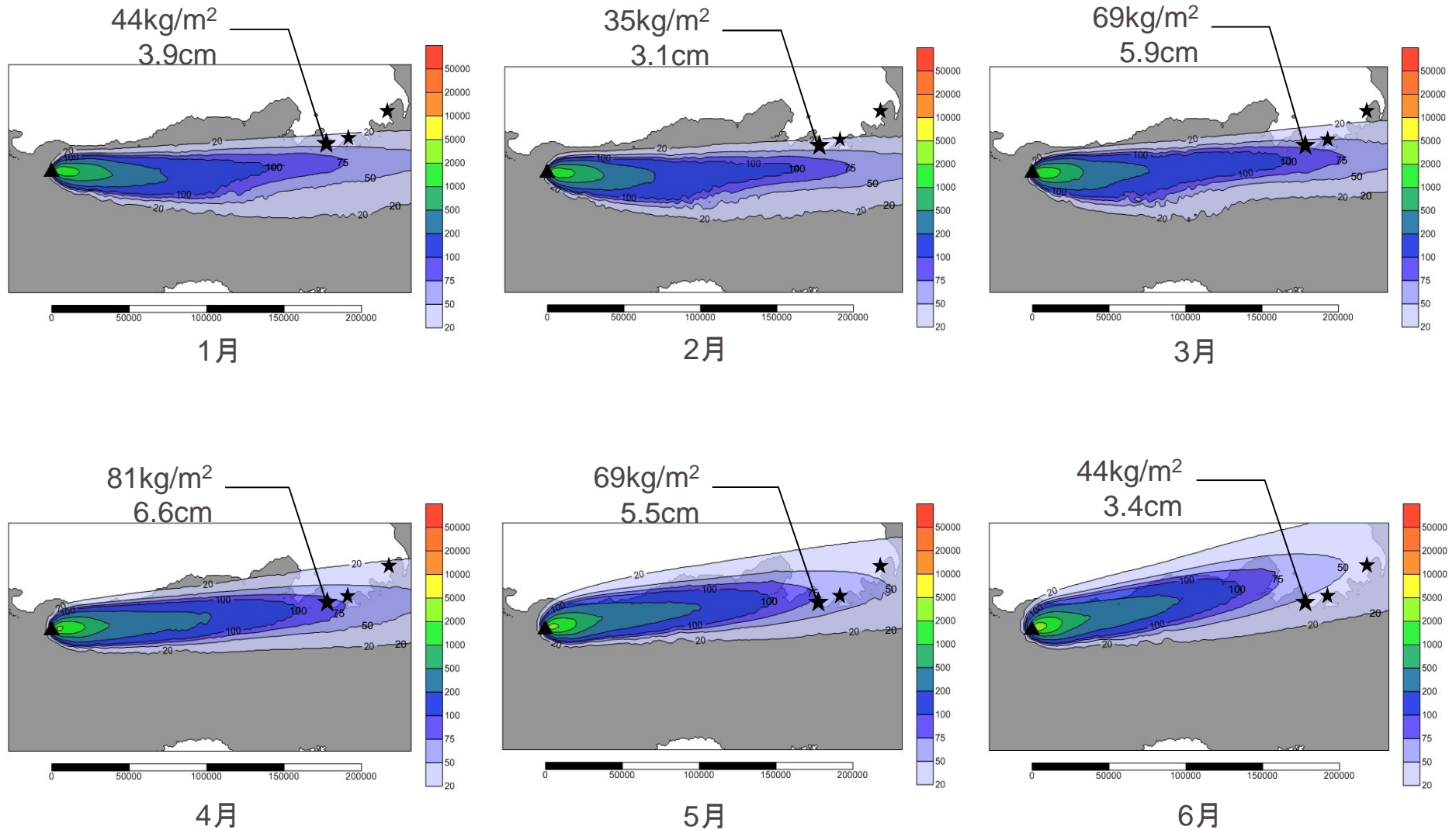
発電所地点における粒径ごとの堆積量 (一例: 12月)

- バグ修正前後でアイソパックを比較した結果、分布範囲は狭くなっていることが確認できた。
- これは、バグの修正により、一部の粒子の落下速度が速くなることによって、遠方に飛散していた降下火砕物が、修正前よりも手前に落下していることが原因であると考えられる。
- また、発電所地点に堆積した降下火砕物の粒径分布を確認した結果、粗い粒径が減少し、より細かい粒径が増加する傾向が確認されたが、バグの影響を受ける範囲の粒径であることが確認できた。

- バグの影響分析を行うために、これまで降下火砕物シミュレーションを実施してきた大山の発電所運用期間中の噴火規模を対象に、Tephra2のバグ修正前後の計算を実施し、バグの影響を確認した。
- 結果、発電所地点の層厚については、バグ修正前後で比較すると、月によって大小関係が異なるが、最大でも2cm程度であった。
- バグ修正前後で比較した結果、アイソパックの分布範囲は狭くなっていることが確認できた。
- これは、バグの影響に伴い、一部の粒子の落下速度が速くなることによって、遠方に飛散していた降下火砕物がそれよりも手前に落下していることが原因であると考えられる。
- また、発電所地点に堆積した降下火砕物の粒径分布を確認した結果、一部の粒径において増減が確認されたが、バグの影響を受ける範囲の粒径であることが確認できた。

(補足資料)

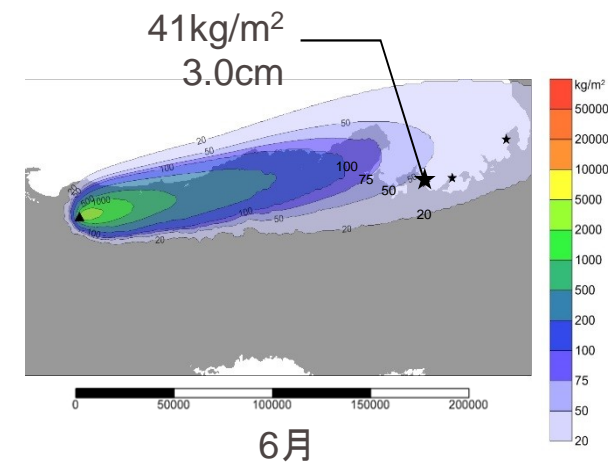
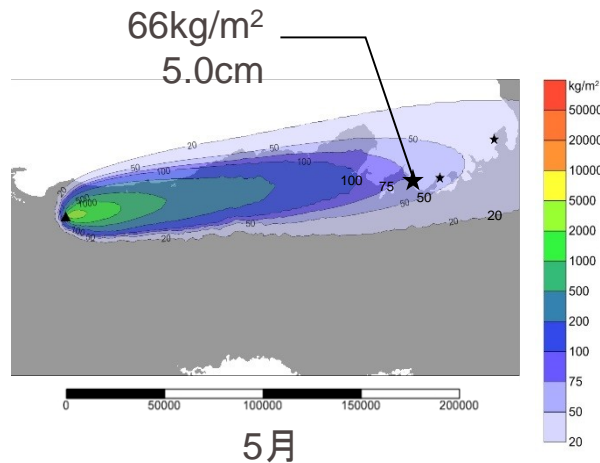
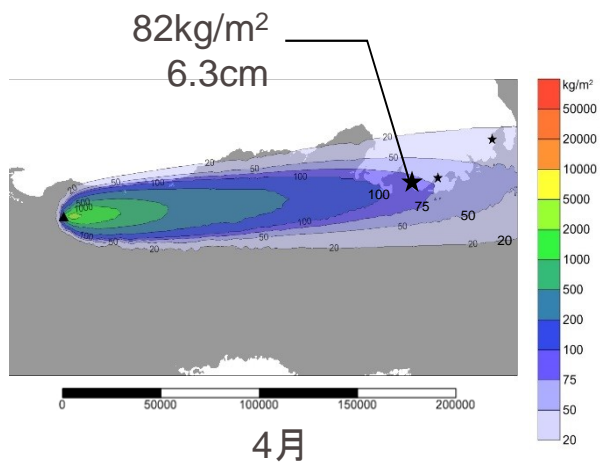
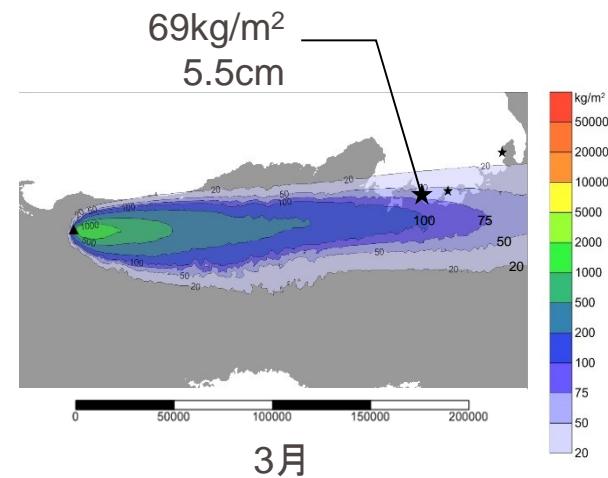
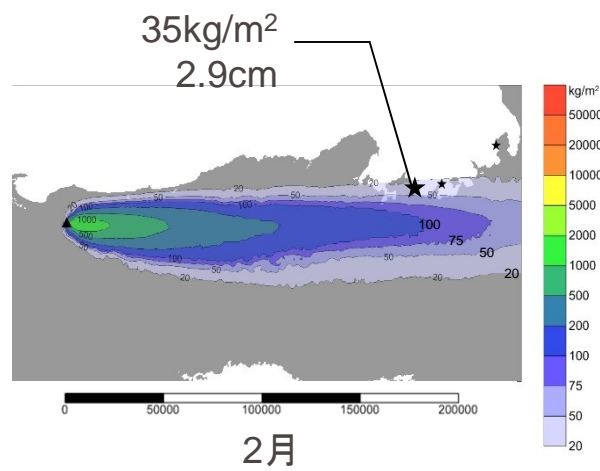
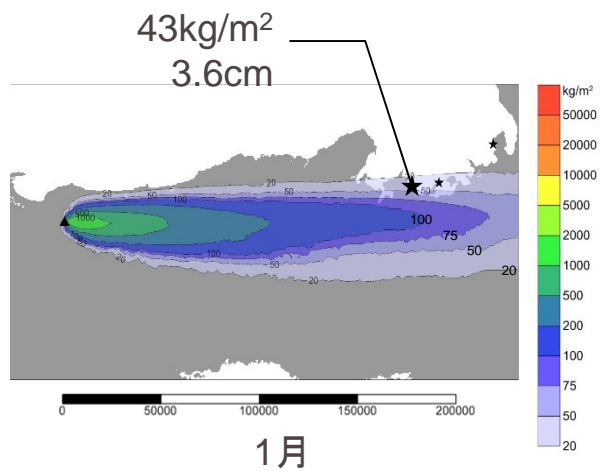
バグ修正前後の計算結果の比較



※アイソパックは降下火砕物堆積重量の分布図

上段: 高浜発電所位置での降下火砕物堆積重量

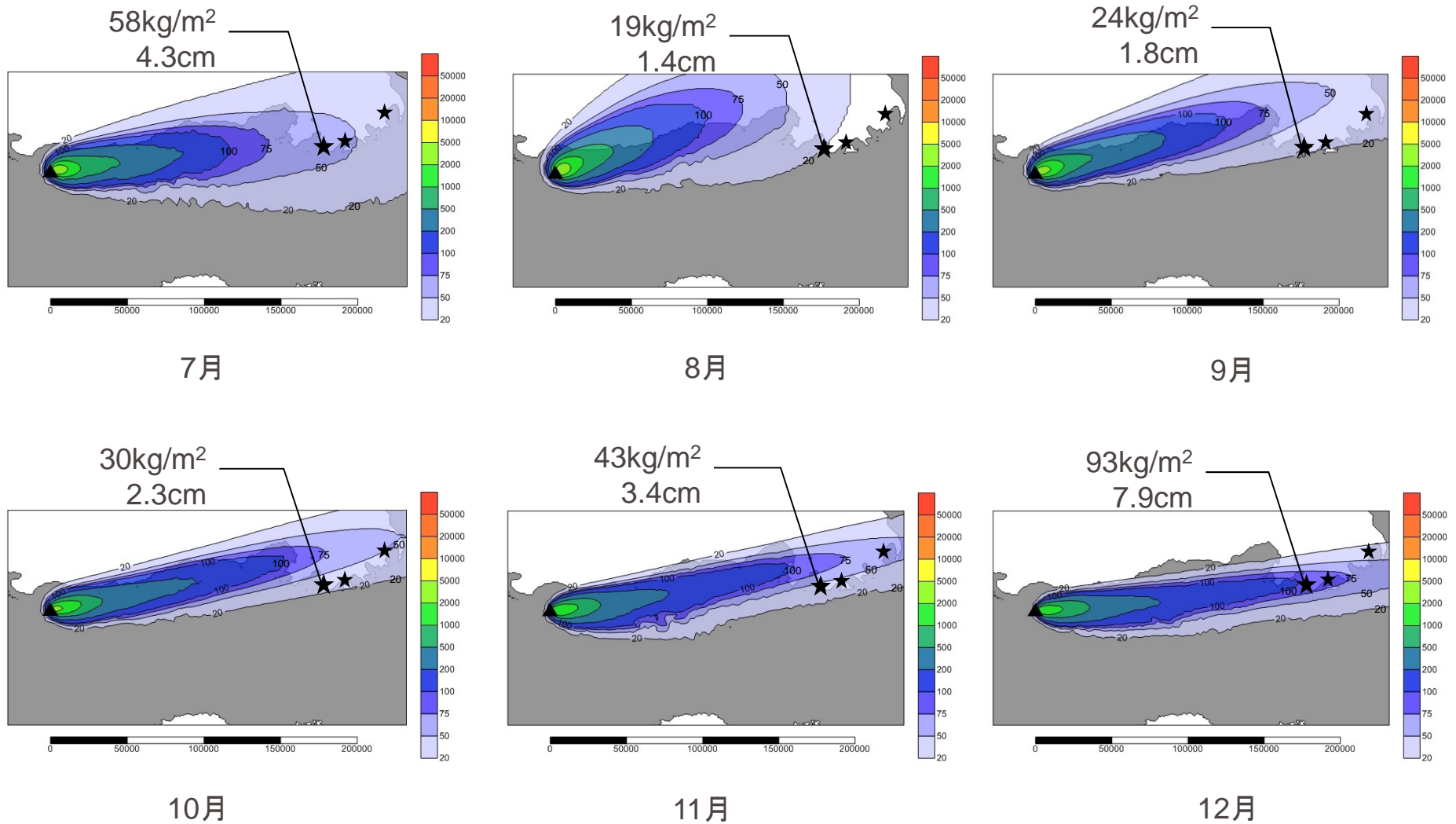
下段: 高浜発電所位置での降下火砕物堆積層厚(堆積した粒径分布より等価密度を算出し、層厚を算出)



※アイソパックは降下火砕物堆積重量の分布図

上段:高浜発電所位置での降下火砕物堆積重量

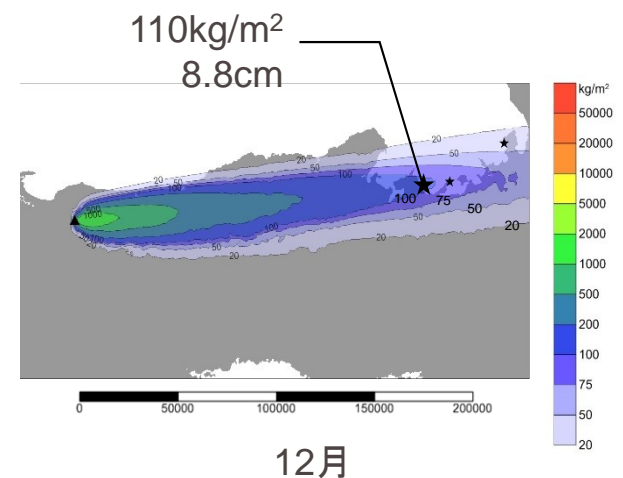
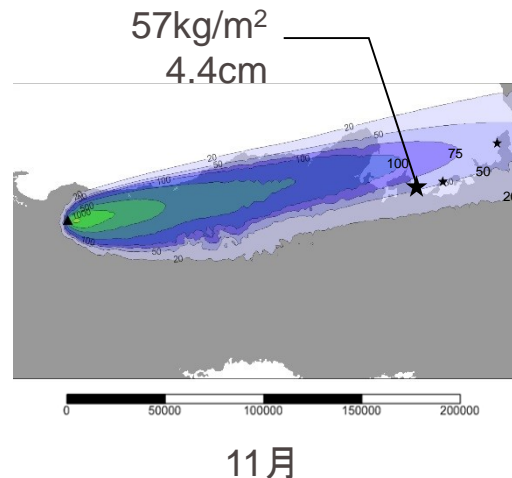
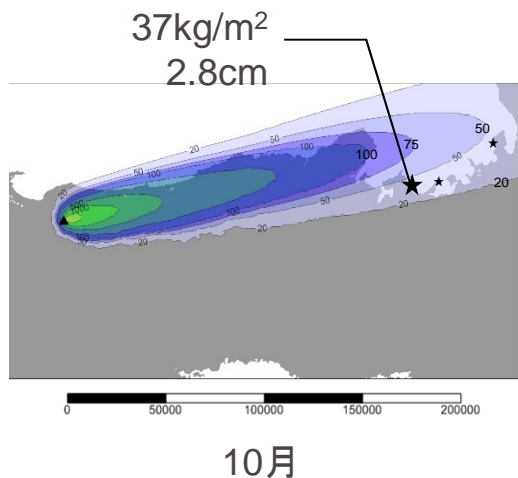
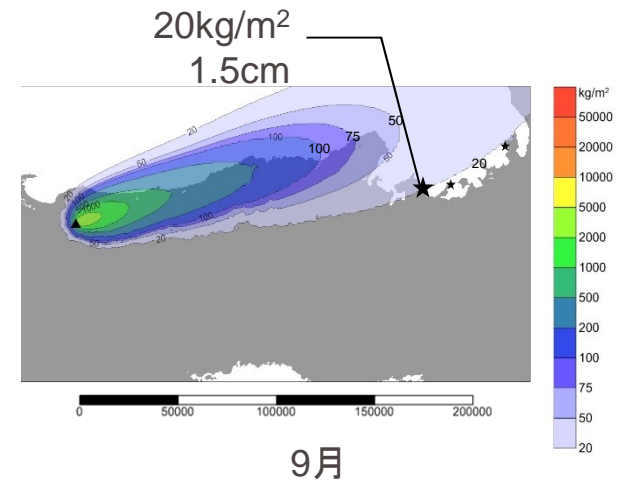
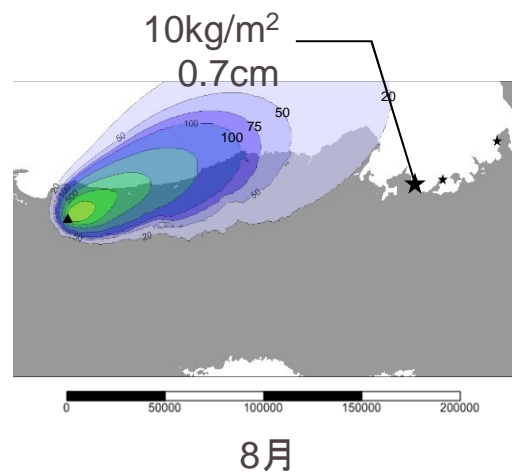
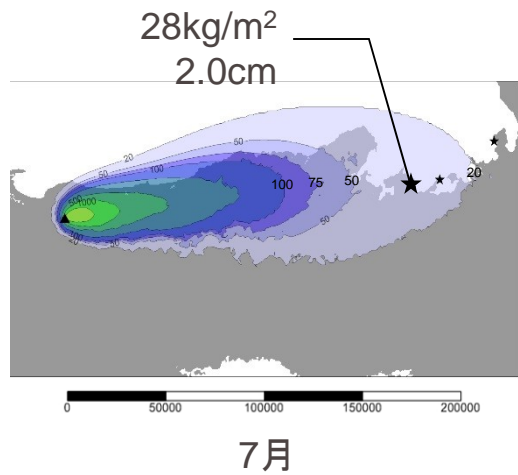
下段:高浜発電所位置での降下火砕物堆積層厚(堆積した粒径分布より等価密度を算出し、層厚を算出)



※アイソパックは降下火砕物堆積重量の分布図

上段: 高浜発電所位置での降下火砕物堆積重量

下段: 高浜発電所位置での降下火砕物堆積層厚(堆積した粒径分布より等価密度を算出し、層厚を算出)

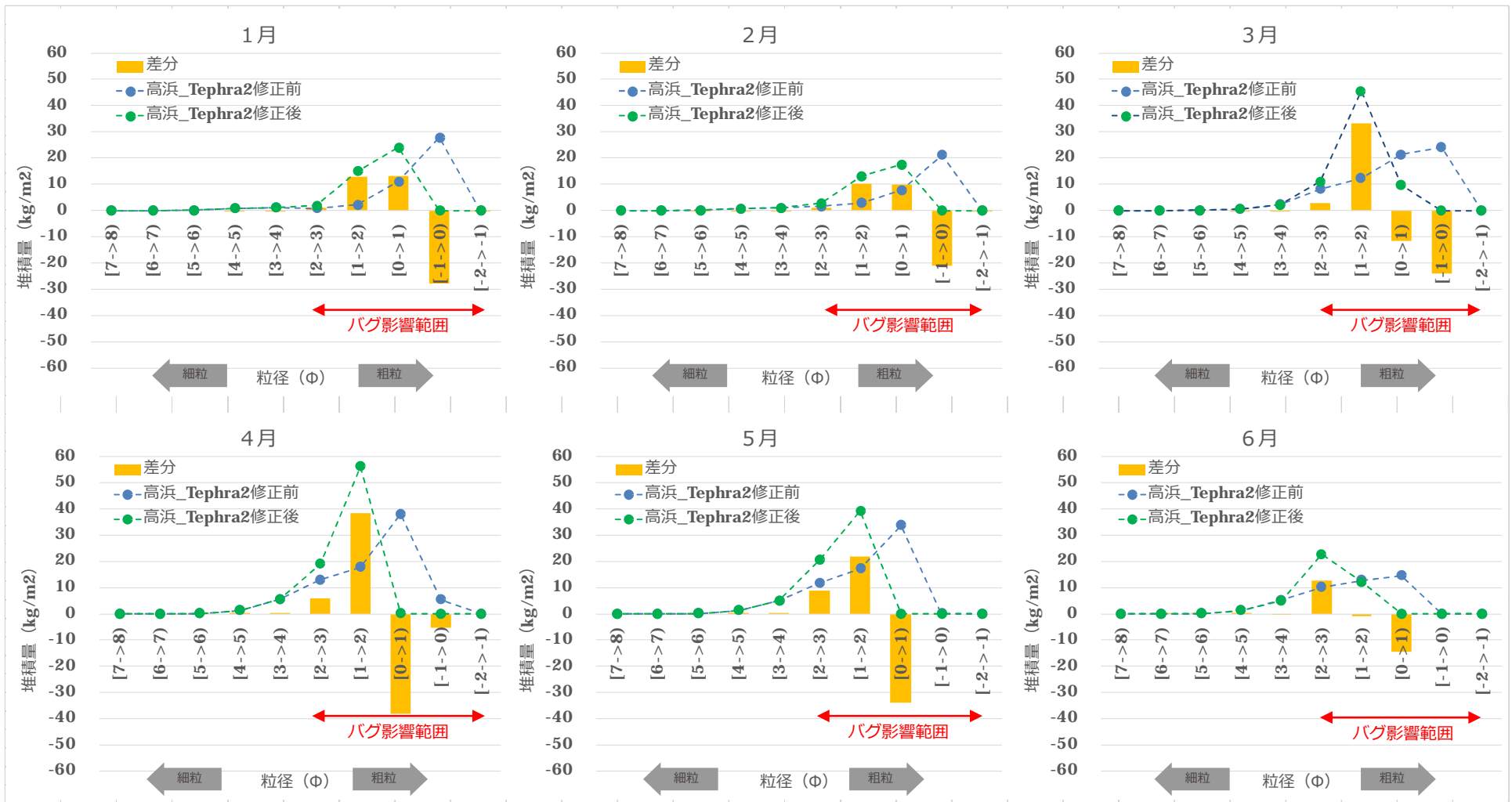


※アイソパックは降下火砕物堆積重量の分布図

上段: 高浜発電所位置での降下火砕物堆積重量

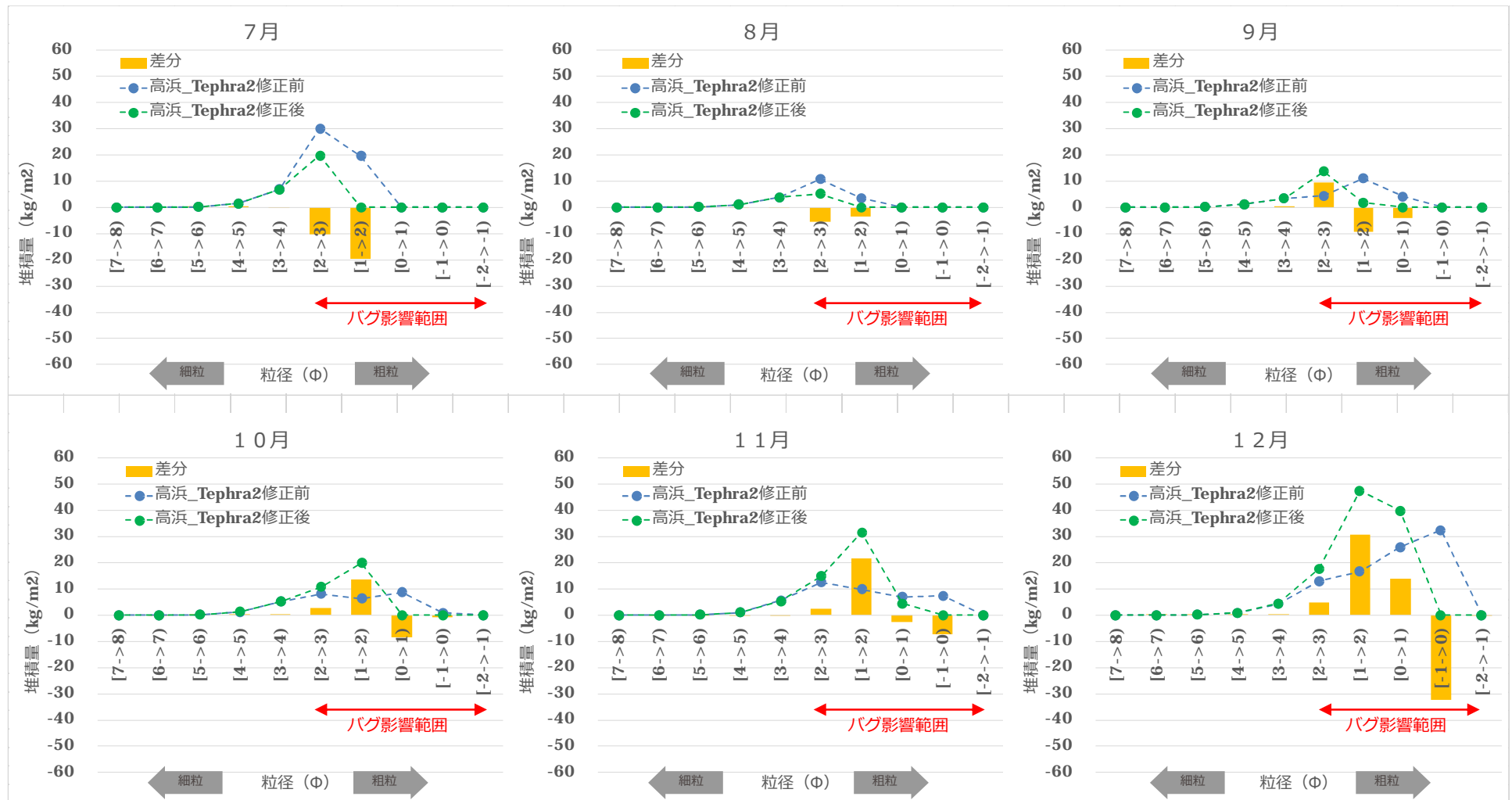
下段: 高浜発電所位置での降下火砕物堆積層厚(堆積した粒径分布より等価密度を算出し、層厚を算出)

計算結果 発電所地点における粒径ごとの堆積量 (1月~6月)



計算結果 発電所地点における粒径ごとの堆積量 (7月~12月)

平成29年3月3日
面談資料 再掲



②Tephra2の適用性検討

Tephra2を用いた大山倉吉軽石(DKP)の再現計算

- これまで、**Tephra2**の再現計算については、「**Tephra2 Users Manual (2011)**」等に示されている噴火の事例を示してきたが、今回**Tephra2**のバグが確認されたため、改めて**Tephra2**の適用性を確認する。
- 再現計算の検討対象とする噴出物については、発電所運用期間中で想定している噴火規模（**5km³**）で広域に分布しているものがないため、発電所運用期間中の噴火の可能性は十分低いと評価しているが、広域に分布している大山倉吉軽石（**DKP**）（**20km³**）を対象とした。

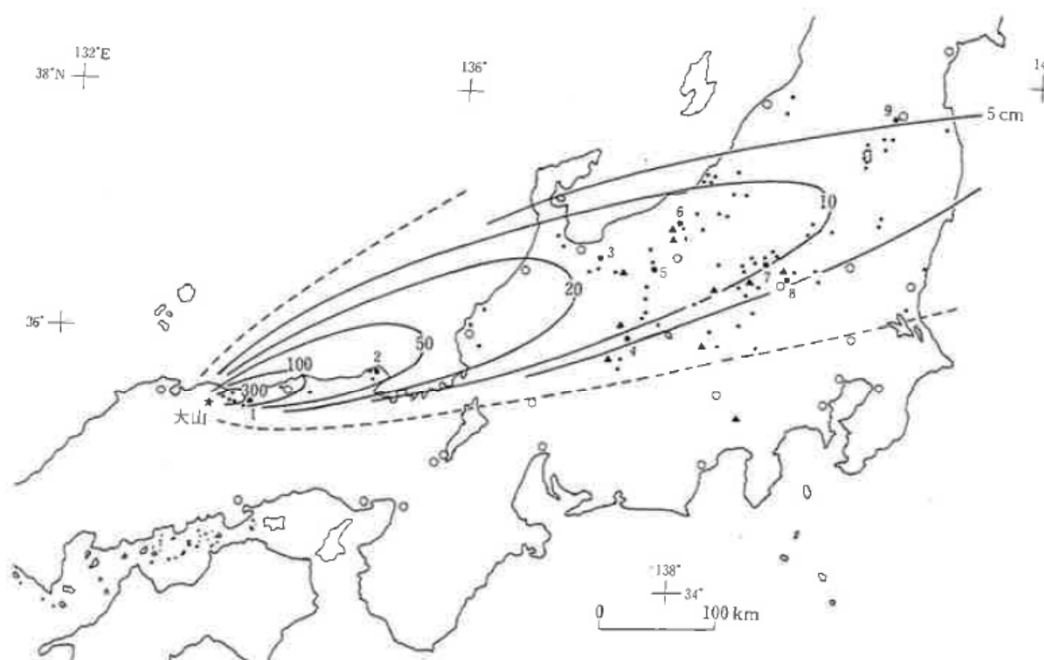


図 2.2-2 大山倉吉テフラ（DKP）の等層厚線図と主な産出地点。

模式地：1. 関金町大山池、2. 丹後町間人、3. 立山町天林、4. 奈川村黒川、5. 大町市居谷里池、6. 妙高町大鹿、7. 高山村中山峠、8. 新里村高泉、9. 福島市佐原町。○印は都府県庁所在地（以下の図でも同様）。[町田・新井（1979）、竹本（1991）などより改訂編集]

町田・新井（2011）

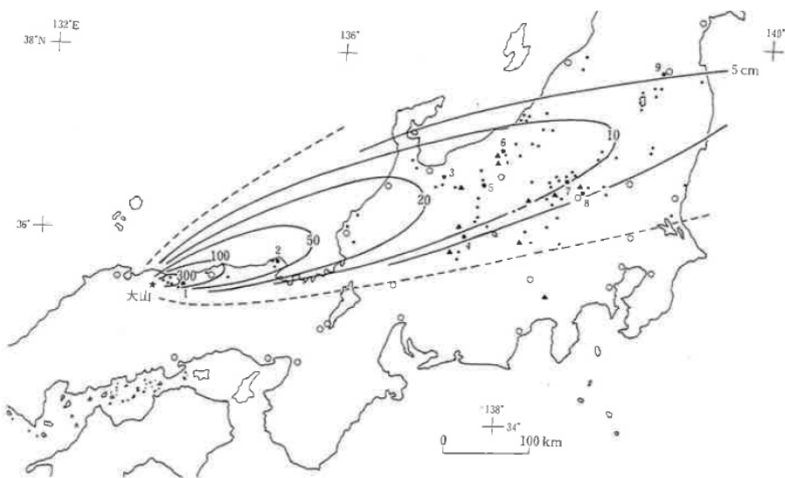
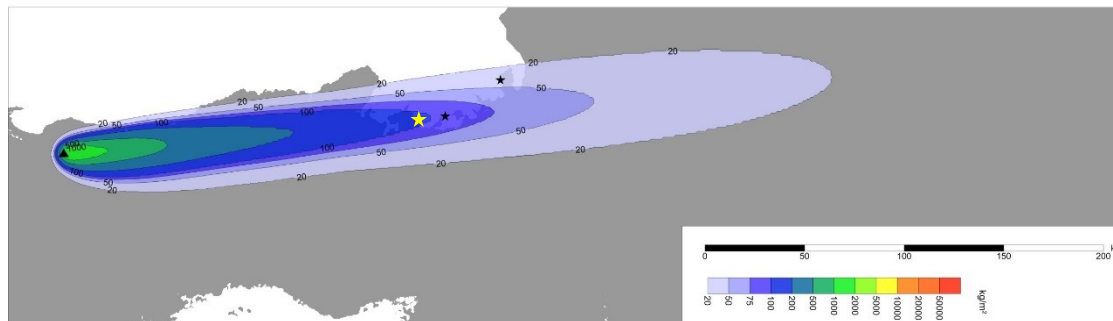


図 2.2-2 大山倉吉テフラ (DKP) の等層厚線図と主な産出地点。

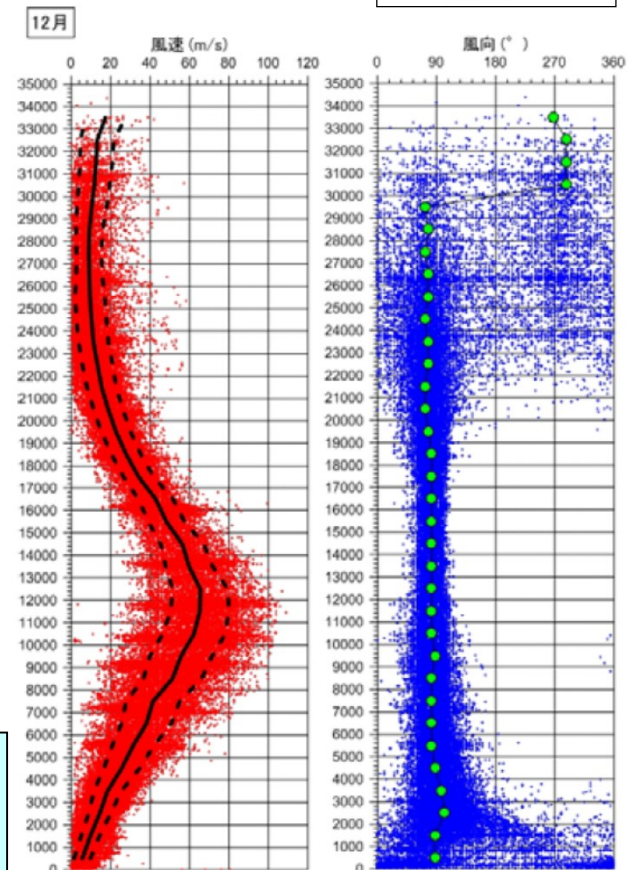
町田・新井 (2011)



当社Tephra2 (風: 12月)

- **DKP**は遠方まで飛散しているため、最も風の強い**12月**の風速データを用いた。
- ただし、**DKP**噴火当時の風況は分からないため、再現計算においては風速のパラメータスタディを実施した。
- 風向については、主軸方向に合わせた。

米子
1981年～2009年
● 風速データ
● 風向データ
— 平均
- - - 平均±標準偏差
● 最頻値

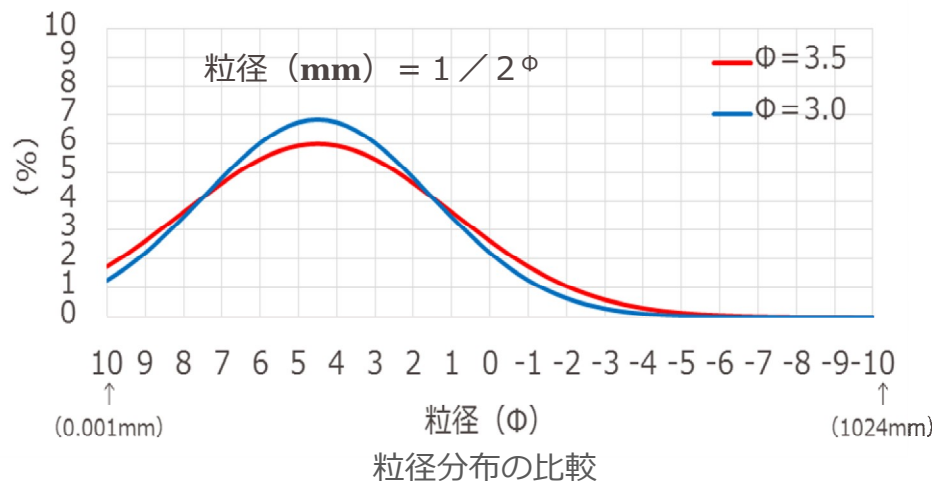


風速・風向データ

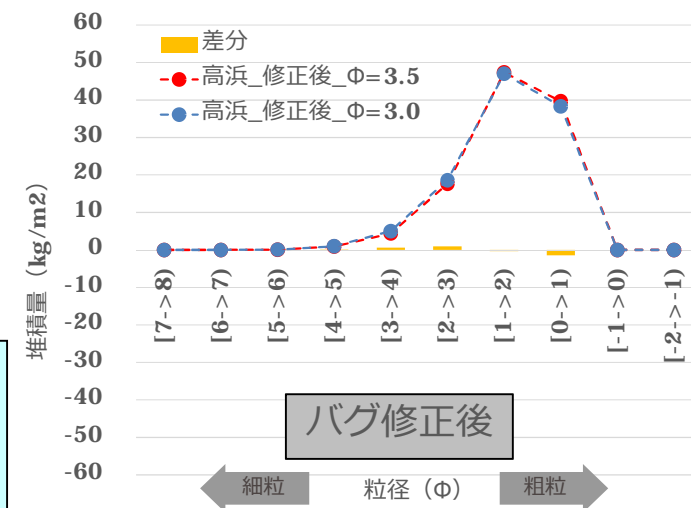
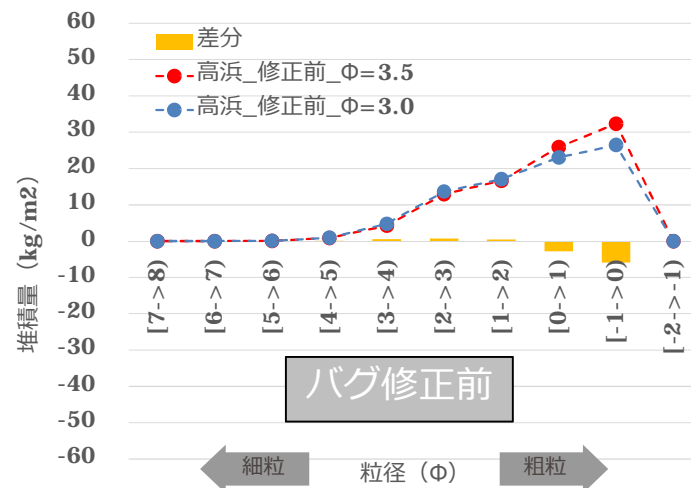
MEDIAN_GRAINSIZE is the median particle size of tephra erupted from the volcano in phi units (the mean of a Gaussian distribution). Examples: Cerro Negro 1992, Nicaragua - basaltic subplinian (0 phi); Etna 1998 - subplinian (1 phi); Soufriere Hills Volcano, Montserrat - vulcanian/dome collapse (3.5 phi); Mount St Helens 1980, USA (4.5 phi).

STD_GRAINSIZE is the standard deviation in particle size of tephra erupted from the volcano in phi units (one standard deviation of a gaussian distribution). Examples: Cerro Negro 1992, Nicaragua - basaltic subplinian (1.0 phi); Etna 1998 - subplinian (1.5 phi); Soufriere Hills Volcano, Montserrat - vulcanian/dome collapse (2 phi); Mount St Helens 1980, USA (3 phi).

粒径の標準偏差の設定に用いた文献*の抜粋
(* Forecasting Tephra Dispersion Using TEPHRA2)



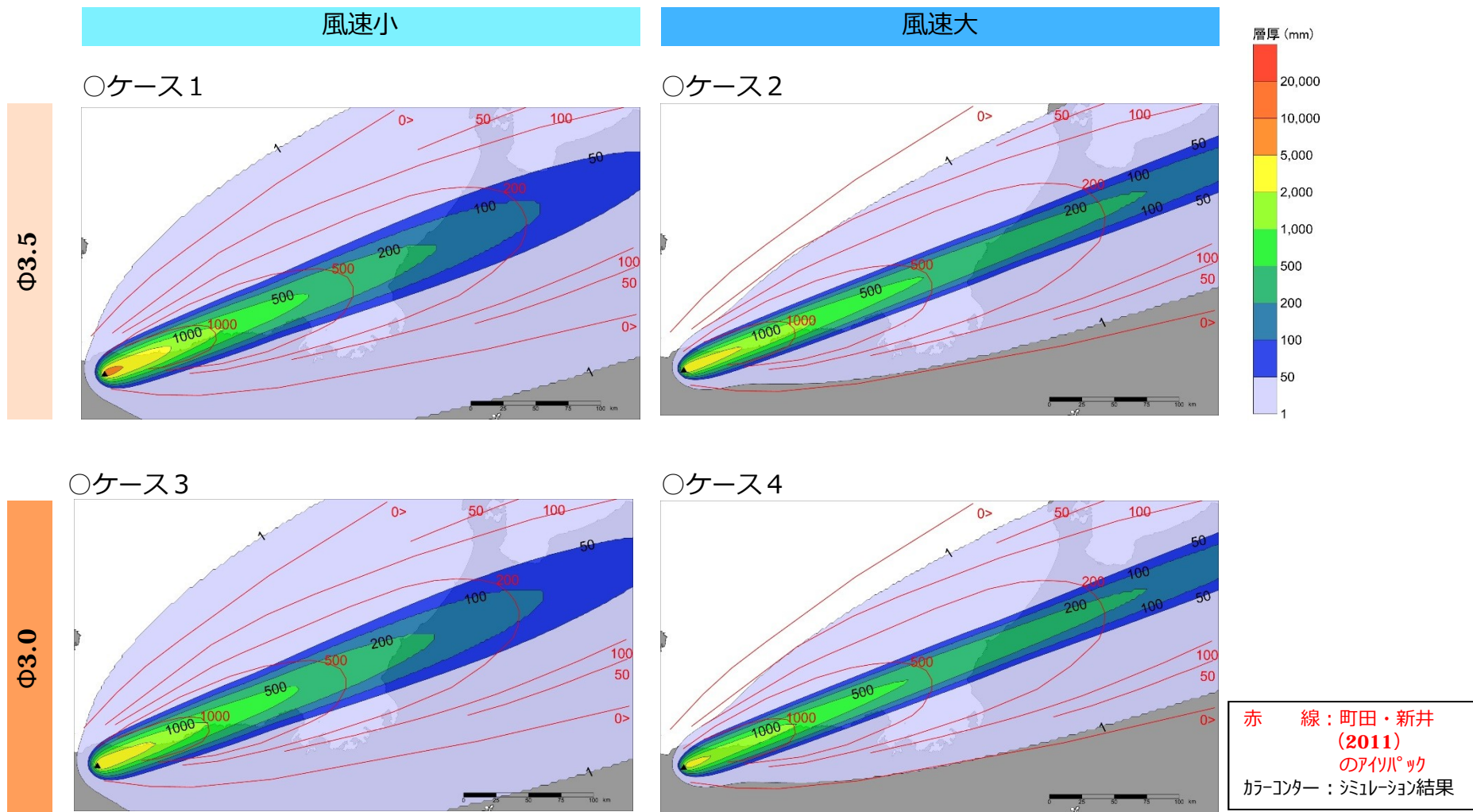
- **DKP**の再現計算において用いる粒径分布については、これまでの計算で用いてきた条件を基本とした。
- その内、粒径の標準偏差については、これまで、発電所地点における粒径毎の堆積量を確認した結果、**φ3.0**より**φ3.5**の方が相対的に多く堆積していたため、文献(セントヘレンズ**VEI5**: **φ3.0**)とは異なる**φ3.5**を用いてきた。
- しかしながら、この結果はバグ修正前であったことから、改めてバグ修正後と比較検討した結果、発電所地点における粒径毎の堆積量が同程度になったため、**DKP**の再現計算の中で、**φ3.5**と**φ3.0**のパラメータスタディを行う。



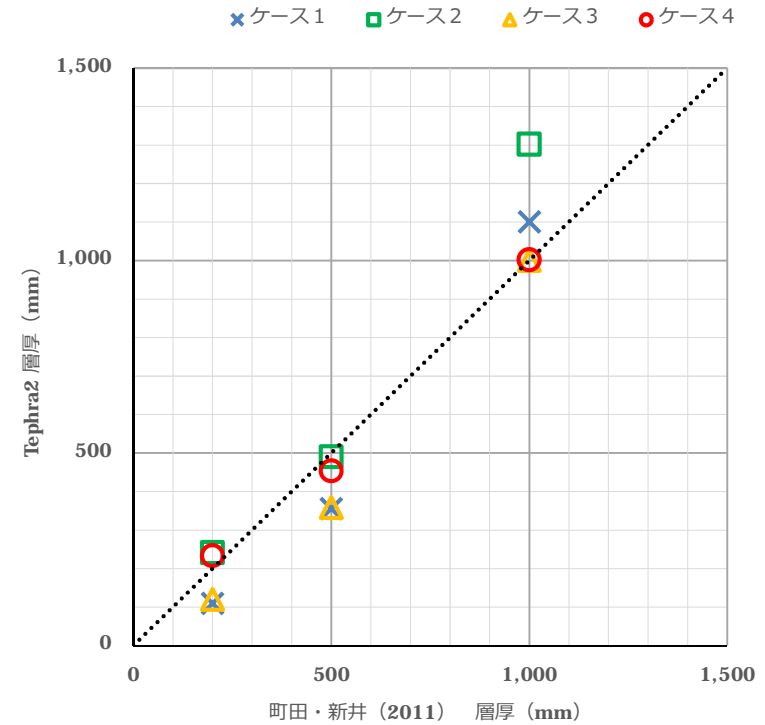
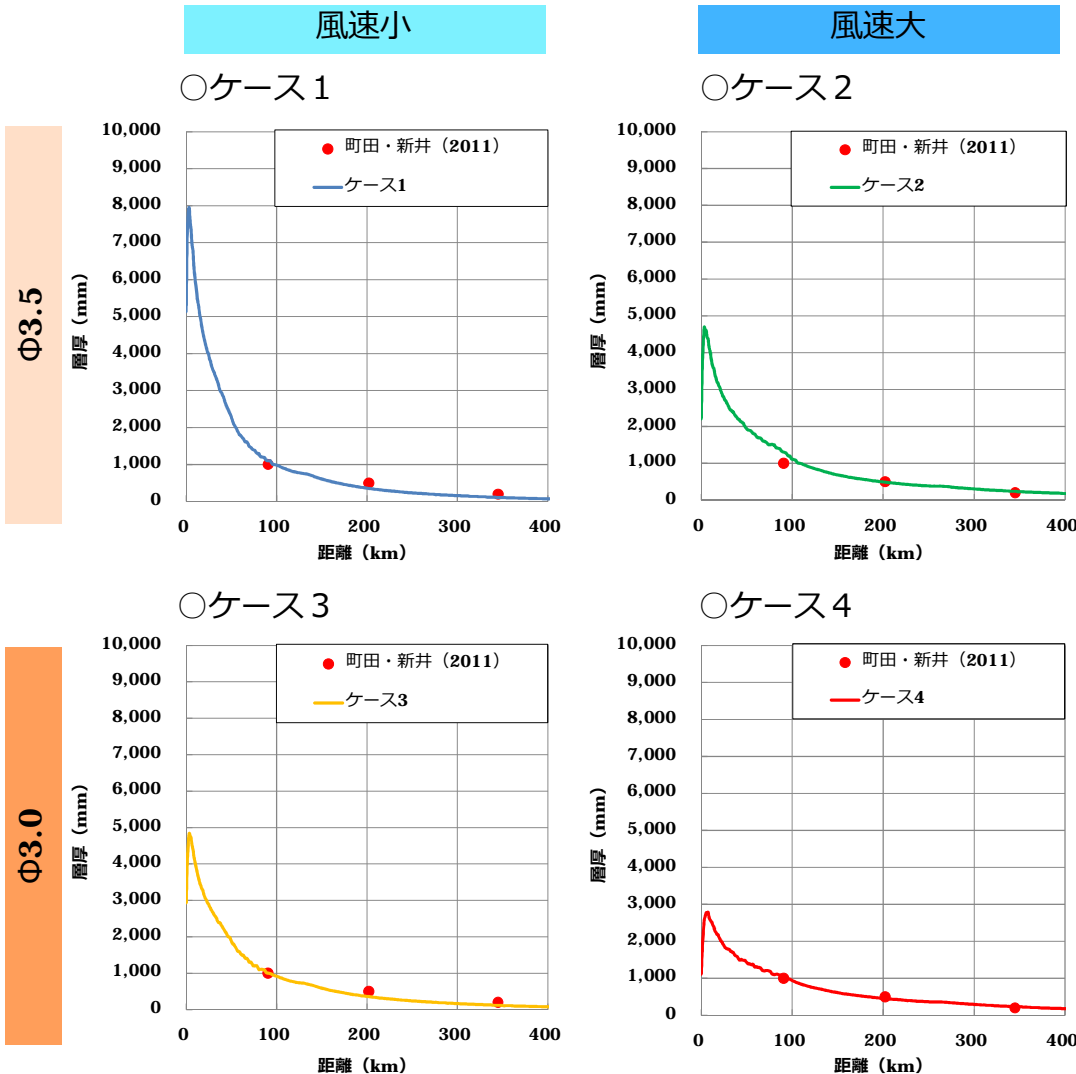
発電所地点における粒径ごとの堆積量
(風: 12月)

項目		ケース1 (風速小・Φ3.5)	ケース2 (風速大・Φ3.5)	ケース3 (風速小・Φ3.0)	ケース4 (風速大・Φ3.0)
噴出量		20km ³	同左	同左	同左
噴煙柱高度		25km	同左	同左	同左
噴出標高		1,729m	同左	同左	同左
風速		12月の平均値	12月の平均値×2倍	12月の平均値	12月の平均値×2倍
風向		アイソパックの 主軸方向にあわせた	同左	同左	同左
粒径の パラメータ (mm)	最大	1/2 ⁻¹⁰	同左	同左	同左
	最小	1/2 ⁻¹⁰	同左	同左	同左
	中央値	1/2 ^{4.5}	同左	同左	同左
	標準偏差	1/2 ^{3.5}	1/2 ^{3.5}	1/2 ^{3.0}	1/2 ^{3.0}
軽石密度		1.0t/m ³	同左	同左	同左
岩石密度		2.6t/m ³	同左	同左	同左
みかけ渦拡散係数		0.04	同左	同左	同左
拡散係数		10,000	同左	同左	同左
Fall Time Threshold		3,600秒	同左	同左	同左
解析コード		南フロリダ大学Tephra2 (バグ修正後)	同左	同左	同左

・計算条件については、これまで当社が降下火砕物シミュレーションを実施してきた計算条件を基本とするが、前述したとおり、風速及び粒径の標準偏差のパラメータスタディを行う。



・アイソパックを比較した結果、到達距離に着目すると、風速を大きくした方がより再現性が高まることが確認できた。
 ・粒径の標準偏差の比較については、風速ほどの大きな違いはないが、わずかに分布傾向が異なっている。より詳細に分析を行うため、主軸方向に対する距離と層厚の関係について整理を行う（次ページ）。



	ケース1 (風速小・ Φ3.5)	ケース2 (風速大・ Φ3.5)	ケース3 (風速小・ Φ3.0)	ケース4 (風速大・ Φ3.0)
層厚比※の 幾何平均	0.75	1.15	0.76	1.02

※) 層厚比 = Tephra2層厚 / 町田・新井 (2011) の層厚

町田・新井 (2011) とTephra2の層厚の比較

距離と層厚の関係図

- より詳細に分析するため、各シミュレーションの主軸方向に対する距離と層厚の関係を作成し、町田・新井 (2011) との比較を行った。この結果からも、風速を大きくすることや粒径の標準偏差をΦ3.0にすることにより再現性が高まることが確認できた。
- なお、粒径の標準偏差については、文献ではΦ3.0とされていることや今回のDKP再現計算結果も参考に、これまで使用していたΦ3.5からΦ3.0に見直すこととする。

②Tephra2の適用性検討

他解析コードとの比較

English Version

2011年東北地方太平洋沖地震による津波被害 2011年韓国新燃岳火山噴火による噴煙 2008年中国四川大地震による被害

アジア太平洋は、地震・津波・火山噴火の大規模自然災害のリスクが高い地域です。2011年の東北地方太平洋沖地震のように、一旦大規模災害が発生すれば、高度に発達した国際経済社会では、サプライチェーンへの影響など、被災国のみならず、様々な国際的な問題に発展します。大規模自然災害への対策は、人間の安全保障として、経済の持続的発展のためにも重要です。アジア太平洋地域の地震及び火山災害軽減、リスク対策は、現在各国でさまざまな活動が行われていますが、各研究機関、関連組織の協力体制の確立、防災関連情報の共有化等が必要とされています。

2012年より発足したG-EVER(アジア太平洋地域大規模ワークショップで採択したG-EVER1協定に基づき)の推進、(2)災害時に役立つ各種災害情報の共有化のための国際標準化の推進、(5)既存のVHub "borderless world of science" の推進、世界基準ハザード評価の推進、(8)各種ワーキンググループの設立、個別のテーマに関する活動、(9)火山噴火のリスク評価WG、(10)巨大噴火のリスク評価WGの活動、そして、アジア太平洋地域地震火山災害20日に、東アジア地域の地質調査機関と協力し、

- ・バグの修正が適切に行われていることを確認する目的で、これまで降下火砕物シミュレーションを実施してきた大山の噴火規模を対象に、他機関がバグ修正を行った解析コードとの比較を行う。
- ・比較には、産業総合研究所HPで公開されているG-EVER火山災害予測支援システム内のTephra2（本資料では「G-EVER」という）を用いる。

産総研 G-EVER 推進チーム (g-ever-mi@aist.go.jp)

MENU

EnergyCone Titan2D Tephra2 計算結果 地図表示

火山リスト WMSレイヤ検索

風速データ: サンプル

参照...

粒径データ(オプション): サンプル

参照...

標高データ: ASTER GDEM (300m)

評価範囲の座標値(度): 上部のアイコン を選択し、地図上でマウスをドラッグして範囲を指定

緯度

経度

噴煙柱の高さ(m): 27000

噴出量(kg): 1100000000000

最大粒径(phi units): -4.0

最小粒径(phi units): 4.0

中央粒径(phi units): 0.1

粒径の標準偏差(phi units): 1.1

火口の座標値(度): 上部のアイコン を選択し、地図上で火口の場所をマウスでクリックして指定

緯度

経度

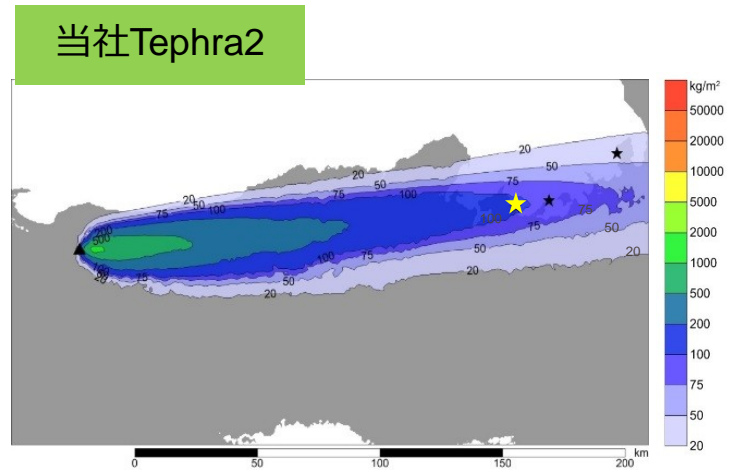
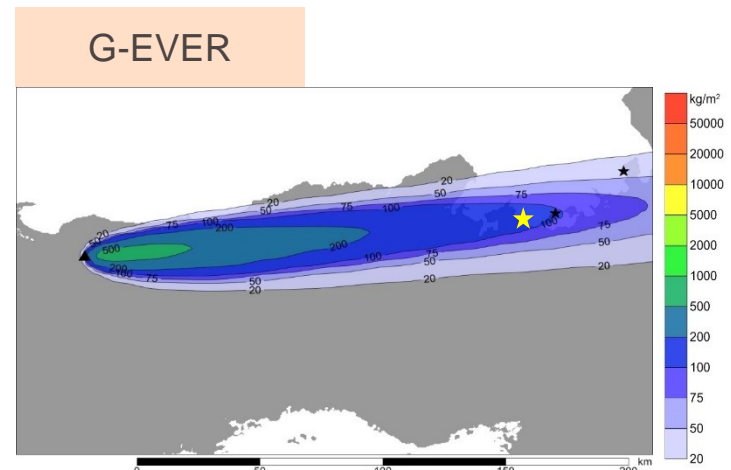
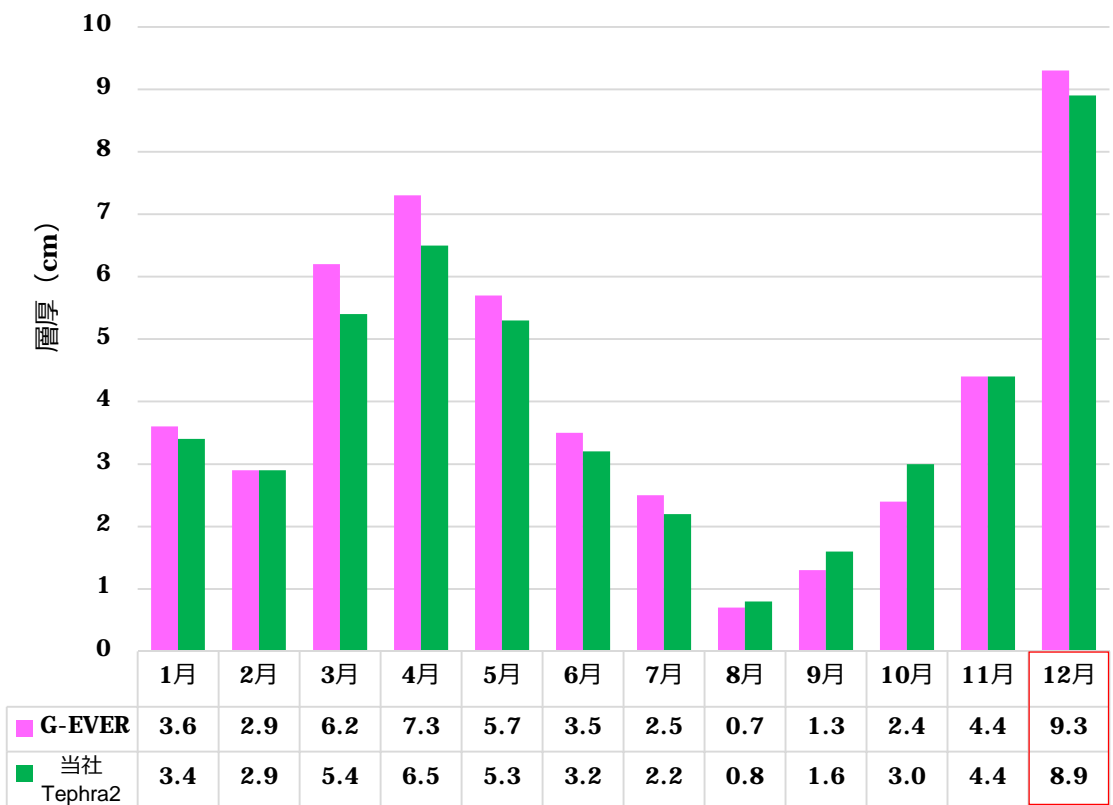
渦拡散係数: 0.04

拡散係数 (m²/s): 10000

落下時間境界値(s): 3600

Google

項目		当社使用のTephra2 (南フロリダ大学よりダウンロード)	G-EVER (参考)	備考 (異なる理由)
給源位置	X (東経)	133.54630°	133.5463°	Tephra2 : 緯度・経度・標高入力。 G-ever : X・Yは、地図上クリックで座標指定。 Zは、DEMデータより導出。
	Y (北緯)	35.371093°	35.3711°	
	Z (噴出標高)	1729m	1713m	
噴出量		5.0km ³	同左	
噴煙柱高度		25,000m	同左	
風速		1~12月の各月の平均値	同左	
風向		1~12月の各月の最頻値	同左	
粒径 パラメータ (mm)	最大粒径	1/2 ⁻¹⁰	同左	
	最小粒径	1/2 ¹⁰	同左	
	中央粒径	1/2 ^{4.5}	同左	
	標準偏差	1/2 ^{3.0}	同左	
軽石密度		1.0t/m ³	同左	
岩石密度		2.6t/m ³	同左	
拡散係数		10,000m ² /s	同左	
渦拡散係数		0.04m ² /s	同左	
Fall Time Threshold		3,600秒	同左	
計算格子間隔		1,000m	900m	Tephra2は、任意の値に設定可。 G-everは、100m、300m及び900mより選択可。 (アイソマップは同規模メッシュの900mを選択)
地形		考慮あり	考慮なし	
コード		バグ修正後	バグ修正後	



アイソパック (一例: 12月)

・当社Tephra2とG-EVERを比較すると、月によって大小関係が異なるが、最大でも1cm以内であり概ね同程度であることから、当社が用いているTephra2のバグ修正は適切に行われていると判断した。

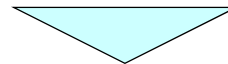
これまで、当社においては、**Tephra2**の再現計算については、「**Tephra2 Users Manual (2011)**」等
に示されている噴火の事例を示してきたが、それ以降に**Tephra2**のバグが確認されたため、以下検討を実
施し、改めて**Tephra2**の適用性を確認した。

○**Tephra2**を用いた大山倉吉軽石（DKP）の再現計算

- ・これまで当社が降下火砕物シミュレーションを実施してきた計算条件を基本として、風速及び粒径の標準偏
差のパラメータスタディを行うことにより、大山倉吉軽石（DKP）の再現性を確認することが出来た。
- ・なお、粒径の標準偏差については、文献ではΦ3.0とされていることや今回のDKP再現計算結果も参考に、こ
れまで使用していたΦ3.5からΦ3.0に見直すこととする。

○他解析コードとの比較

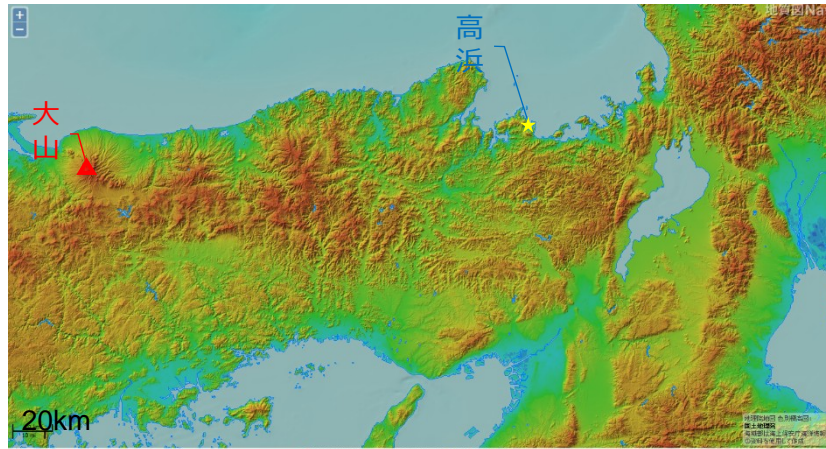
- ・当社**Tephra2**と**G-EVER**を比較すると、月によって大小関係が異なるが、最大でも1cm以内であり概ね同程度
であることから、当社が用いている**Tephra2**のバグ修正は適切に行われていると判断した。



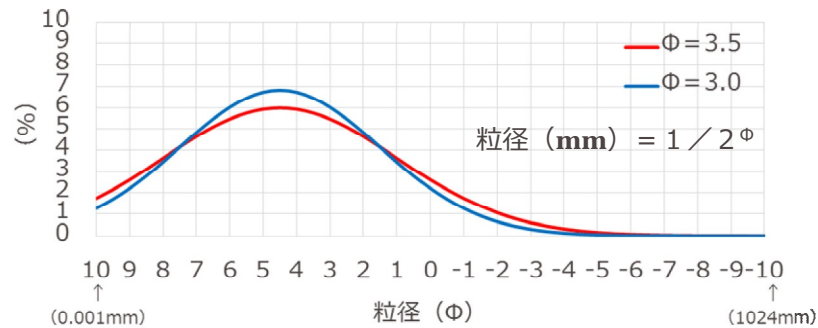
- ・上記検討結果より、バグ修正をした**Tephra2**の適正が確認できたため、発電所運用期間中の噴火規模を用い
た降下火砕物シミュレーションの再計算を実施する。

(補足資料)

バグ修正後の粒径の標準偏差変更に伴う影響確認



検討対象火山及び発電所の位置図

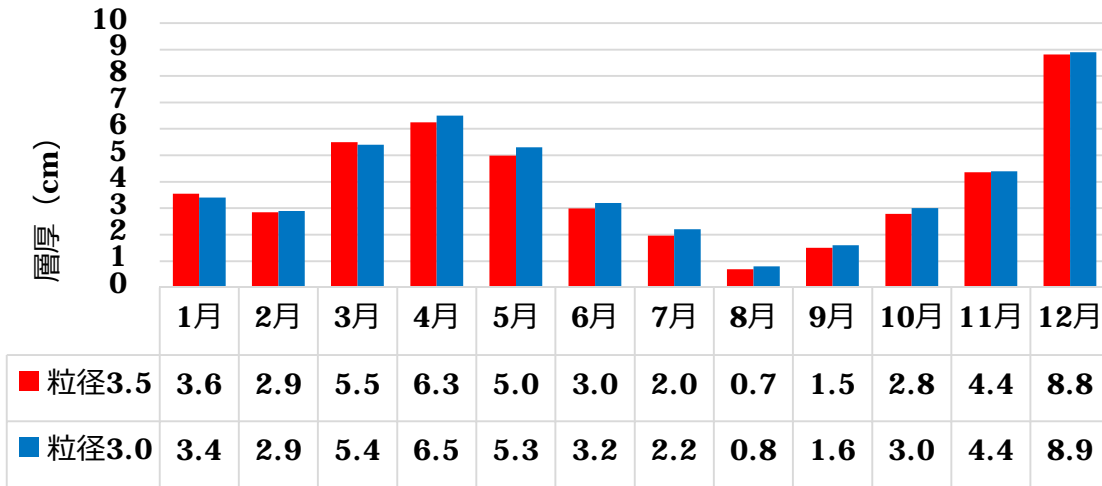


粒径分布の比較

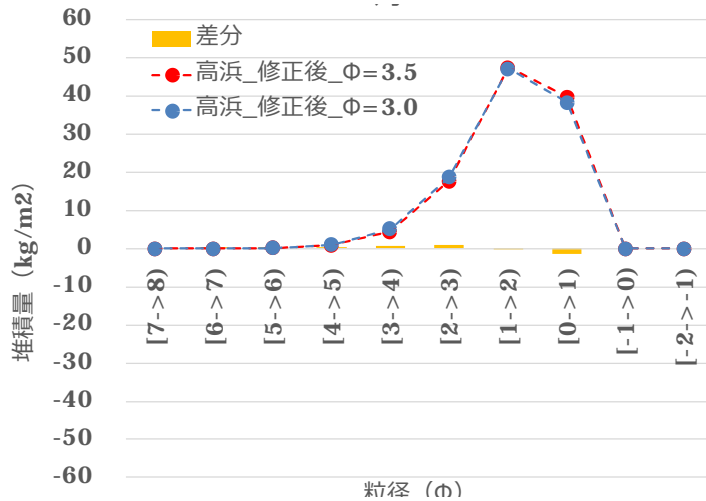
項目	これまでの条件	比較検討条件	
噴出量	5.0km ³	同左	
噴煙柱高度	25,000m	同左	
噴出標高	1,729m	同左	
風速	1~12月の各月の平均値	同左	
風向	1~12月の各月の最頻値	同左	
粒径のパラメータ (mm)	最大	1/2 ⁻¹⁰	同左
	最小	1/2 ¹⁰	同左
	中央	1/2 ^{4.5}	同左
	標準偏差	1/2 ^{3.5}	1/2 ^{3.0}
軽石密度	1.0t/m ³	同左	
岩石密度	2.6t/m ³	同左	
解析コード	南フロリダ大学 Tephra2 (バグ修正後)	同左	

※) 萬年(2013)等を参考に、粒子の拡散に関するパラメータ(拡散係数 10,000m²/s、渦拡散係数0.04m²/s、Fall Time Threshold 3,600秒)を設定

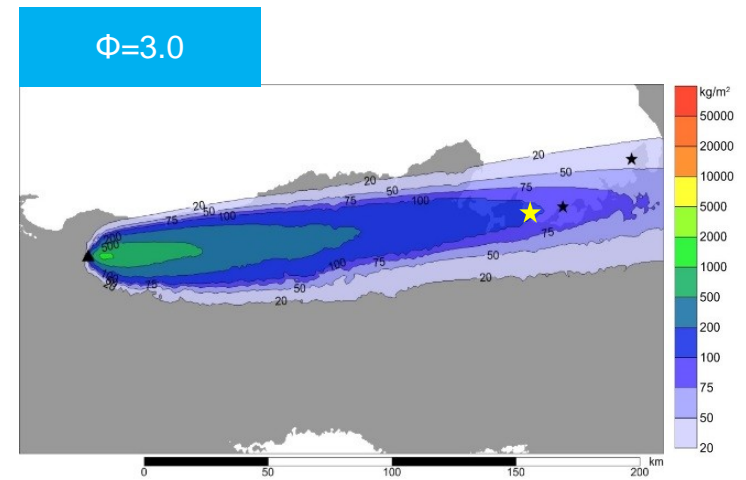
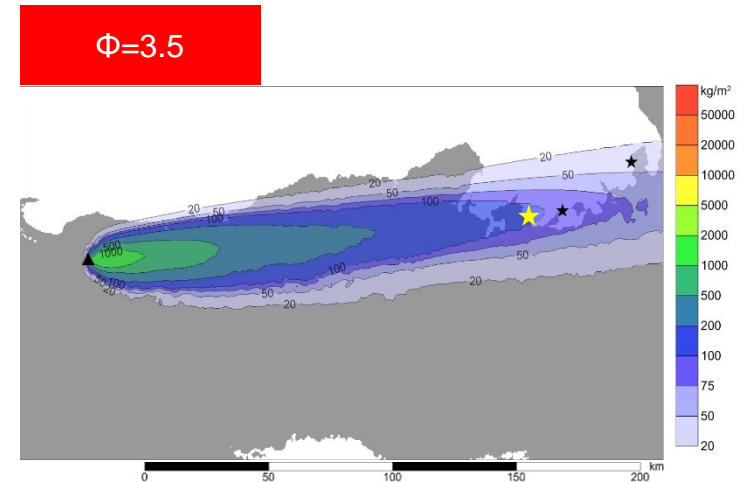
• DKPの再現計算結果より、粒径の標準偏差については3.0の優位性が確認できたため、発電所運用期間中に想定した噴火規模(5km³)について、粒径の標準偏差変更の影響を確認した。



発電所地点の基本ケースの層厚

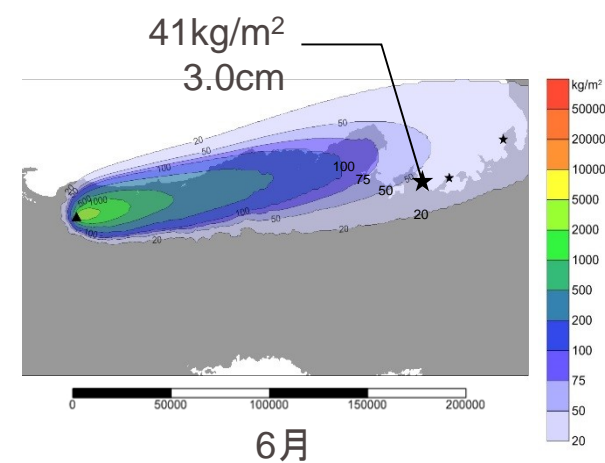
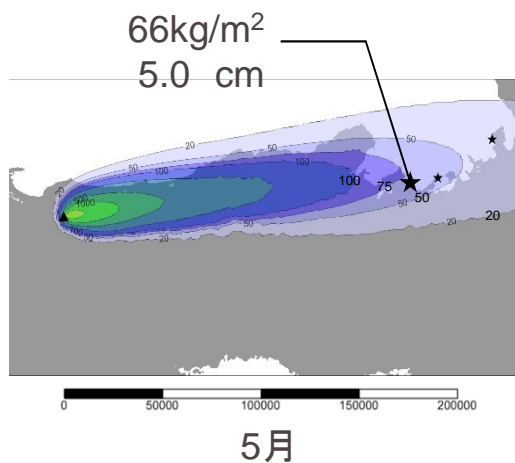
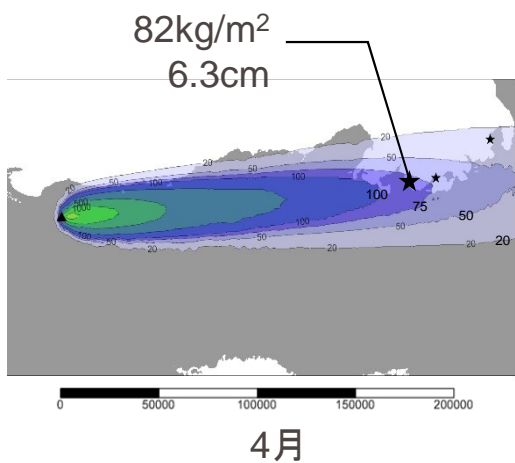
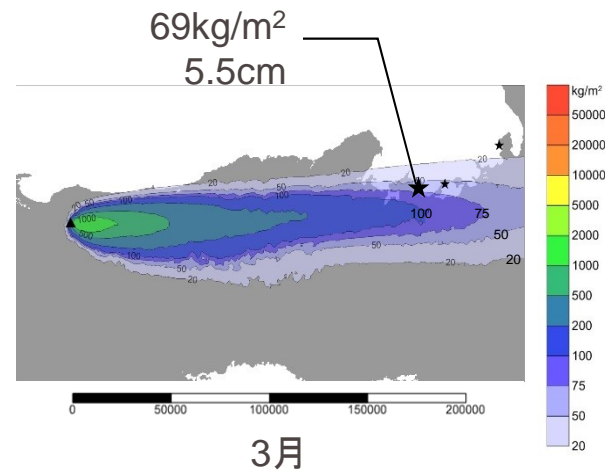
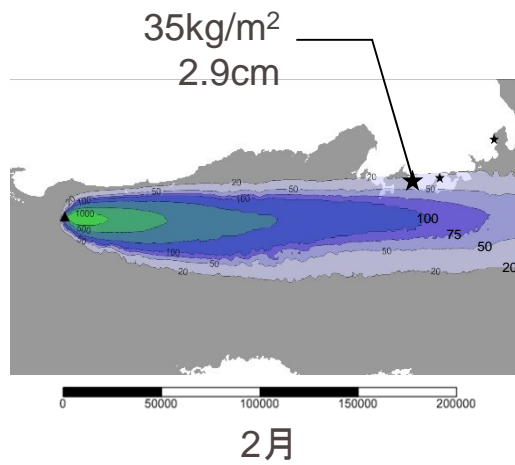
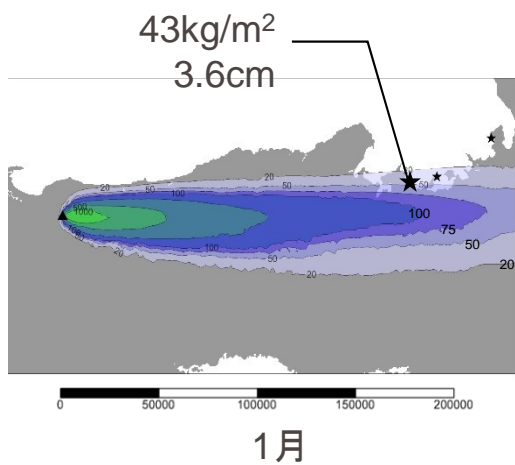


発電所地点における粒径ごとの堆積量 (一例: 12月)



アイソパック (一例: 12月)

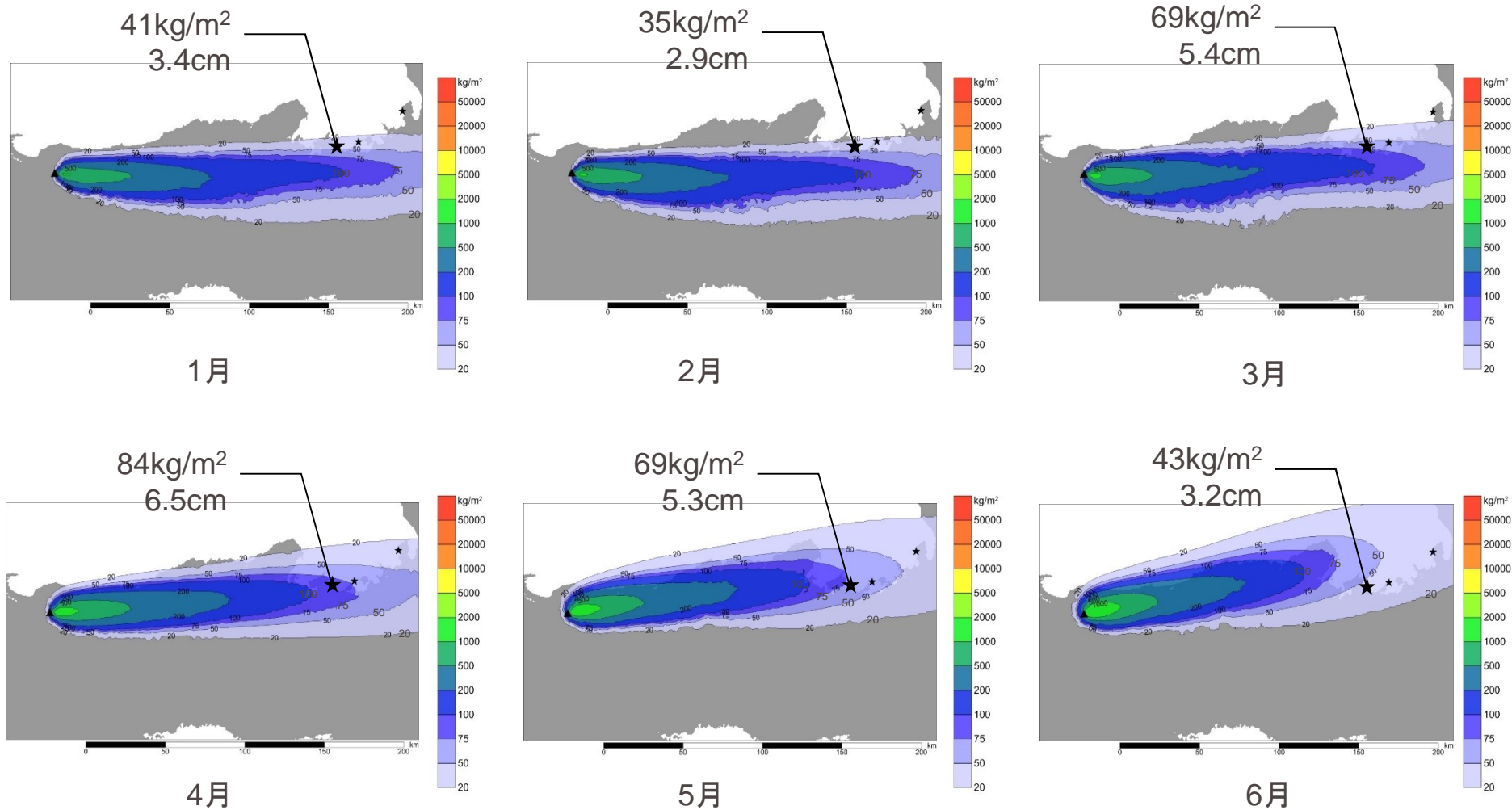
・ 検討の結果、発電所地点の層厚については、その差も数mm程度であり、粒径の標準偏差の変更が影響が小さいことが確認できた。



※アイソパックは降下火砕物堆積重量の分布図

上段: 高浜発電所位置での降下火砕物堆積重量

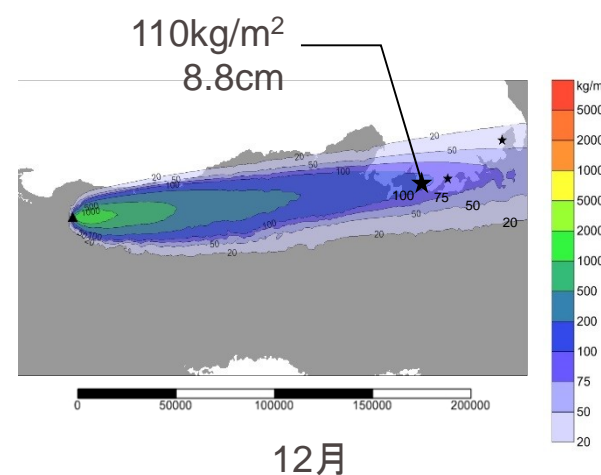
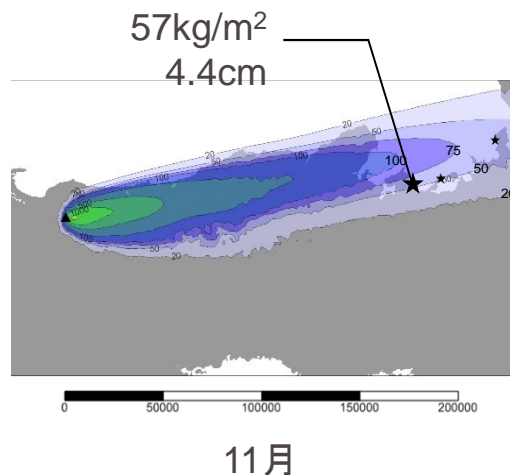
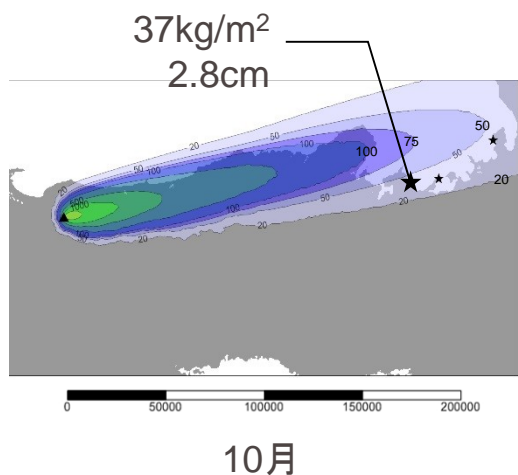
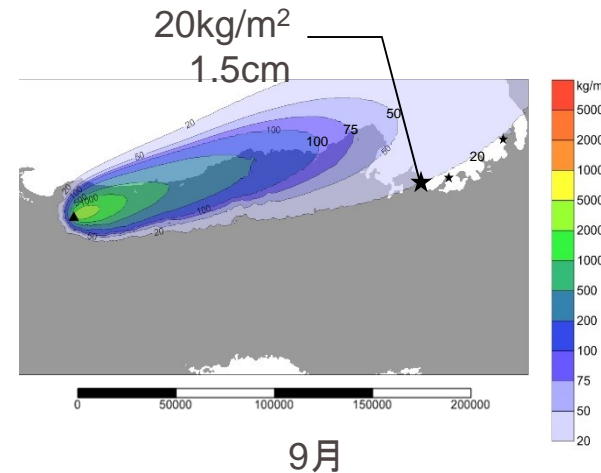
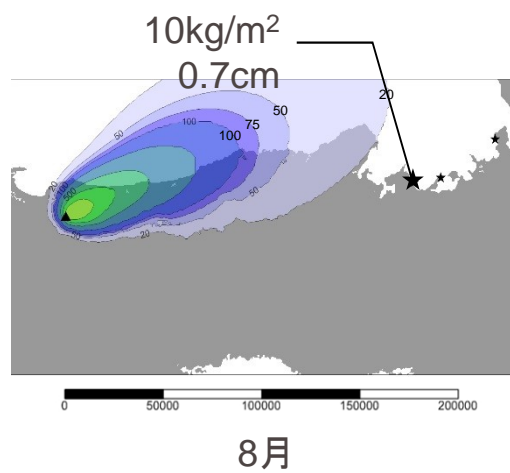
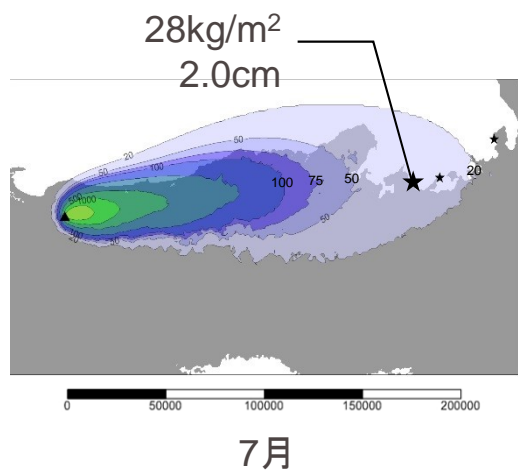
下段: 高浜発電所位置での降下火砕物堆積層厚(堆積した粒径分布より等価密度を算出し、層厚を算出)



※アイソパックは降下火砕物堆積重量の分布図

上段: 高浜発電所位置での降下火砕物堆積重量

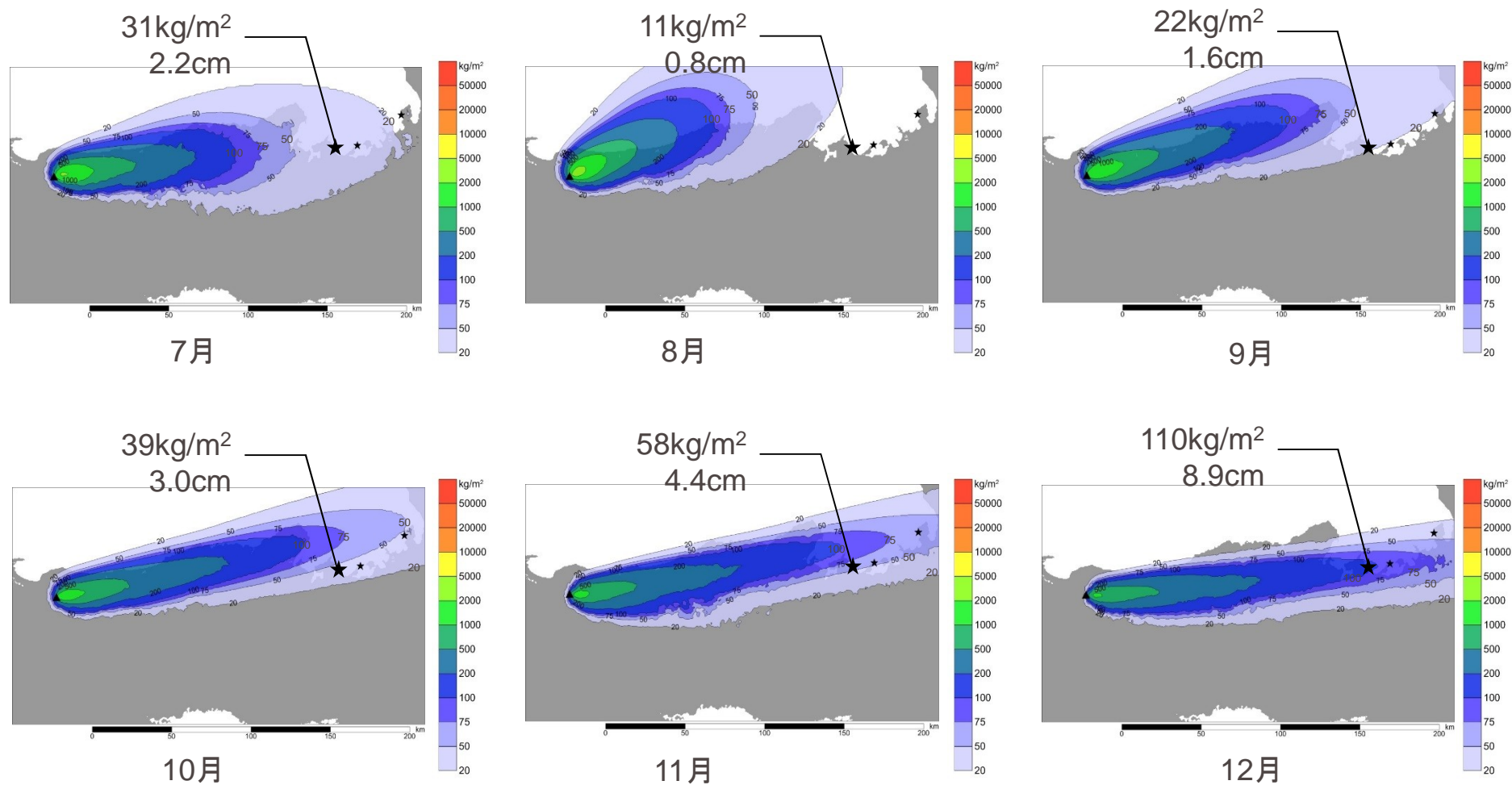
下段: 高浜発電所位置での降下火砕物堆積層厚(堆積した粒径分布より等価密度を算出し、層厚を算出)



※アイソパックは降下火砕物堆積重量の分布図

上段: 高浜発電所位置での降下火砕物堆積重量

下段: 高浜発電所位置での降下火砕物堆積層厚(堆積した粒径分布より等価密度を算出し、層厚を算出)

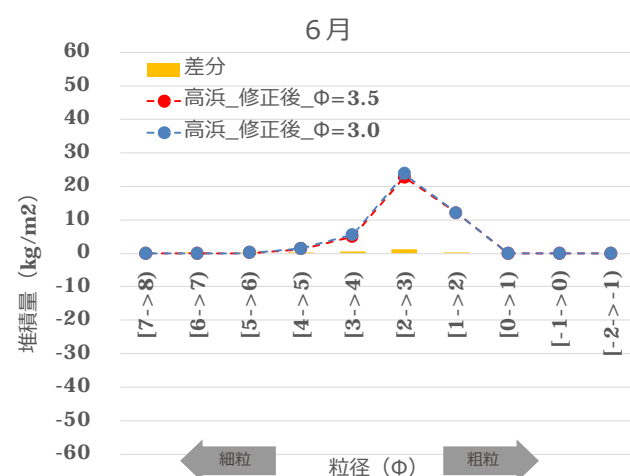
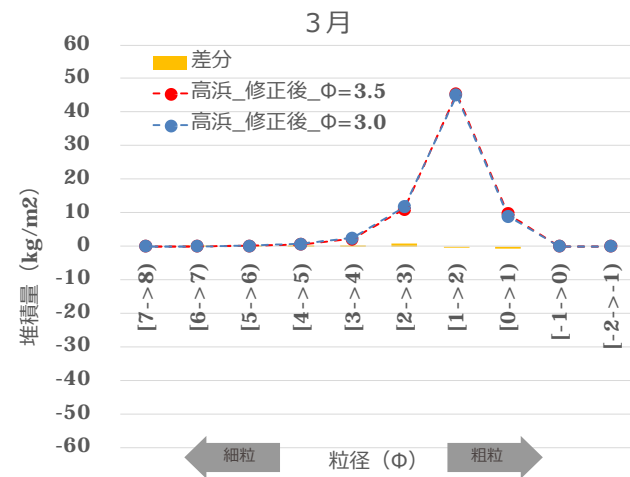
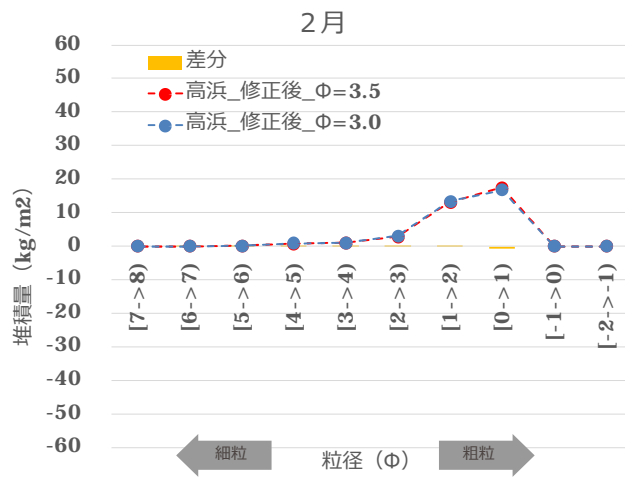
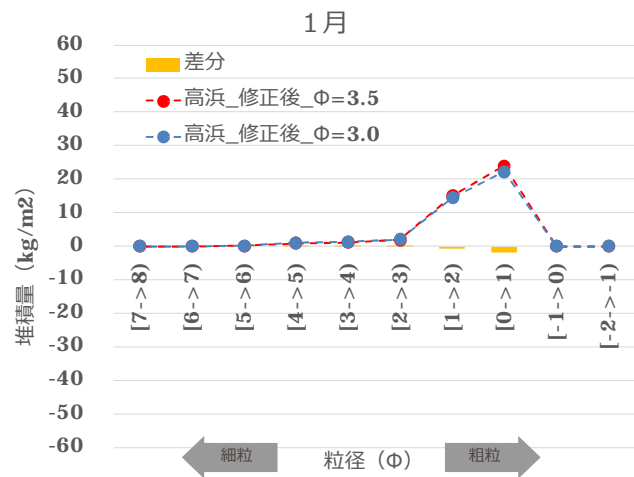


※アイソパックは降下火砕物堆積重量の分布図

上段: 高浜発電所位置での降下火砕物堆積重量

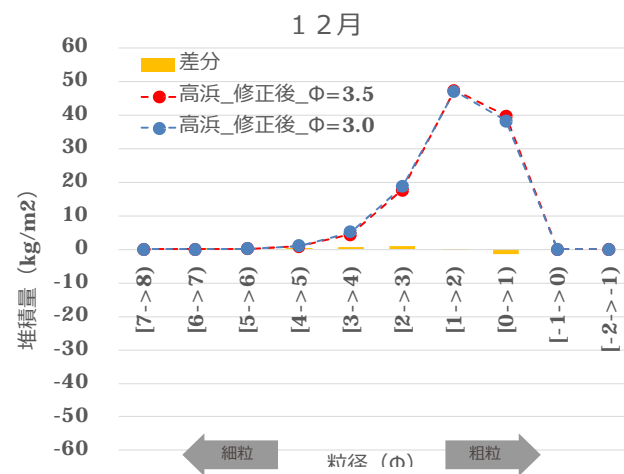
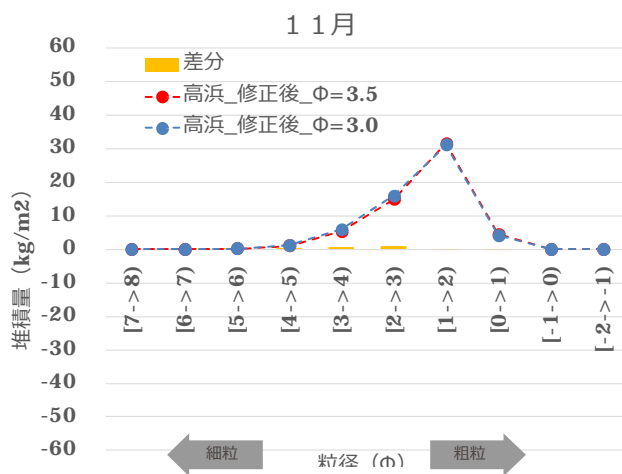
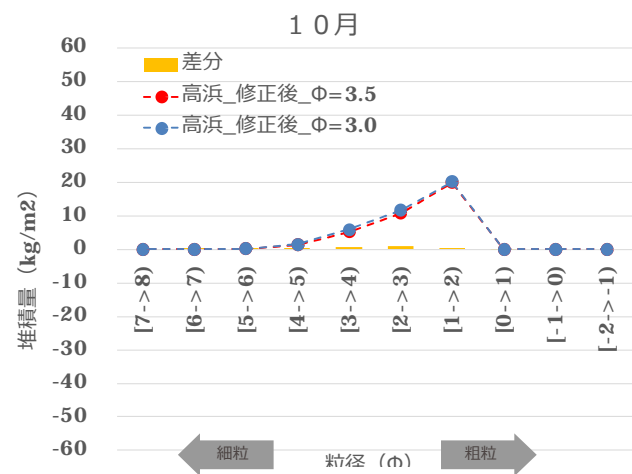
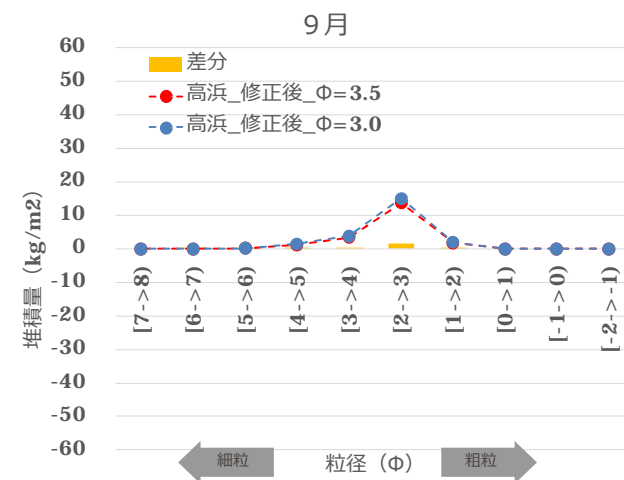
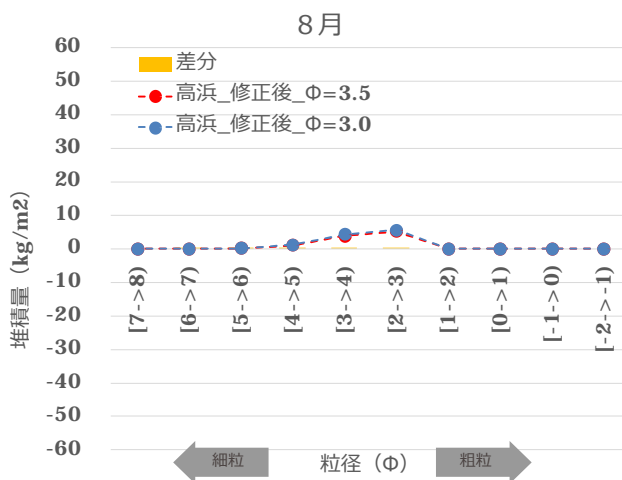
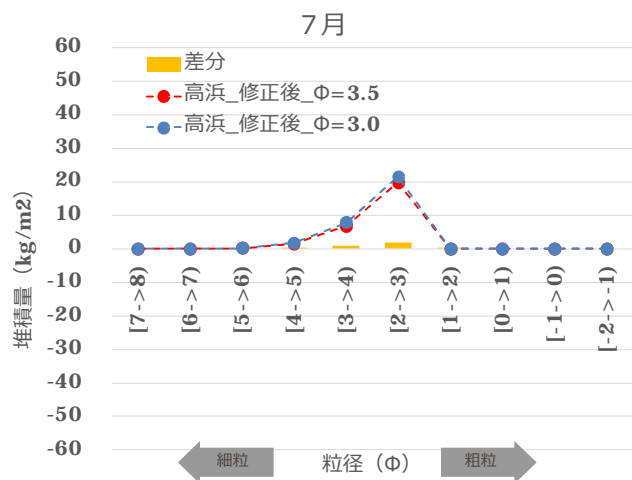
下段: 高浜発電所位置での降下火砕物堆積層厚(堆積した粒径分布より等価密度を算出し、層厚を算出)

計算結果 発電所地点における粒径ごとの堆積量(1月~6月)



計算結果 発電所地点における粒径ごとの堆積量(7月~12月)

平成29年3月3日
面談資料 再掲



(参考)

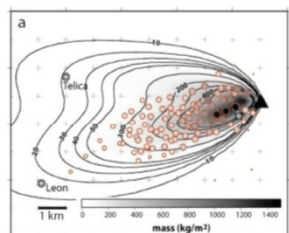
これまでの審査において示してきたTephra2再現計算事例

Example Eruption: Cerro Negro, 1992

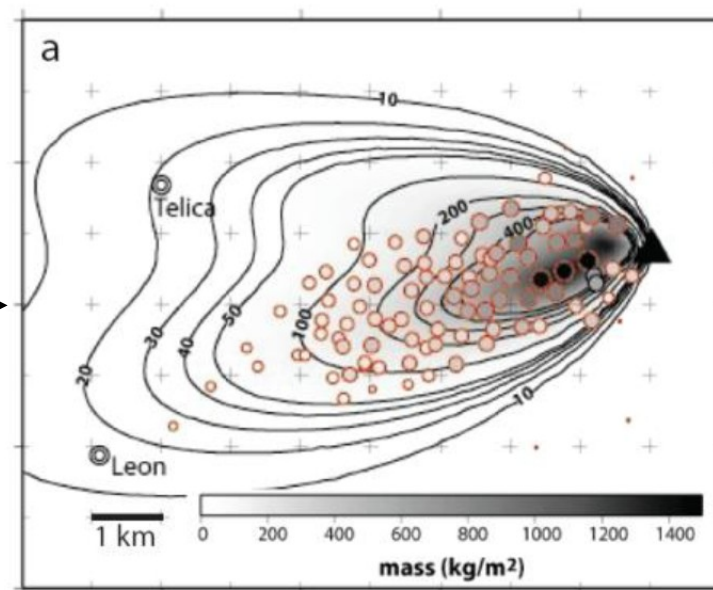
Example included in GUI

Cerro Negro is a small basaltic cinder cone within the Central American volcanic arc that formed in 1850 and has erupted approximately 24 times since. Eruptions typically last hours to days and are characterized by columns extending 4 – 8 km into the atmosphere. Tephra falls from numerous Cerro Negro eruptions have impacted local residents and the population center in León, Nicaragua, ~30 km west-southwest of the vent. Steady trade winds tend to advect tephra towards the WSW.

Cerro Negro erupted in 1992 after 21 years of quiescence. The 7 km eruption column was observed by the Instituto Nicaragüense de Estudio Territoriales (INETER). The activity was accompanied by dramatic widening of the vent and erosion of the cinder cone. The 1992 eruption consisted of two phases. The initial phase, lasting approximately 7 hours, was characterized by an energetic plume reaching approximately 7 km into the atmosphere. The second phase, lasting approximately 17 hours, was characterized by a weak, bent over plume of column height 1 – 4 km [Connor et al., 1993].



拡大図



Isopach map created by inverting trench data with Tephra2 (inversion edition)



Photos by C. Connor

University of South Florida(2011): Tephra2 Users Manual Spring

Tephra2 Users Manual(2011)によると、Cerro Negro 噴火について、Tephra2を用いてインバージョン解析を実施し、同噴火の再現をしている。

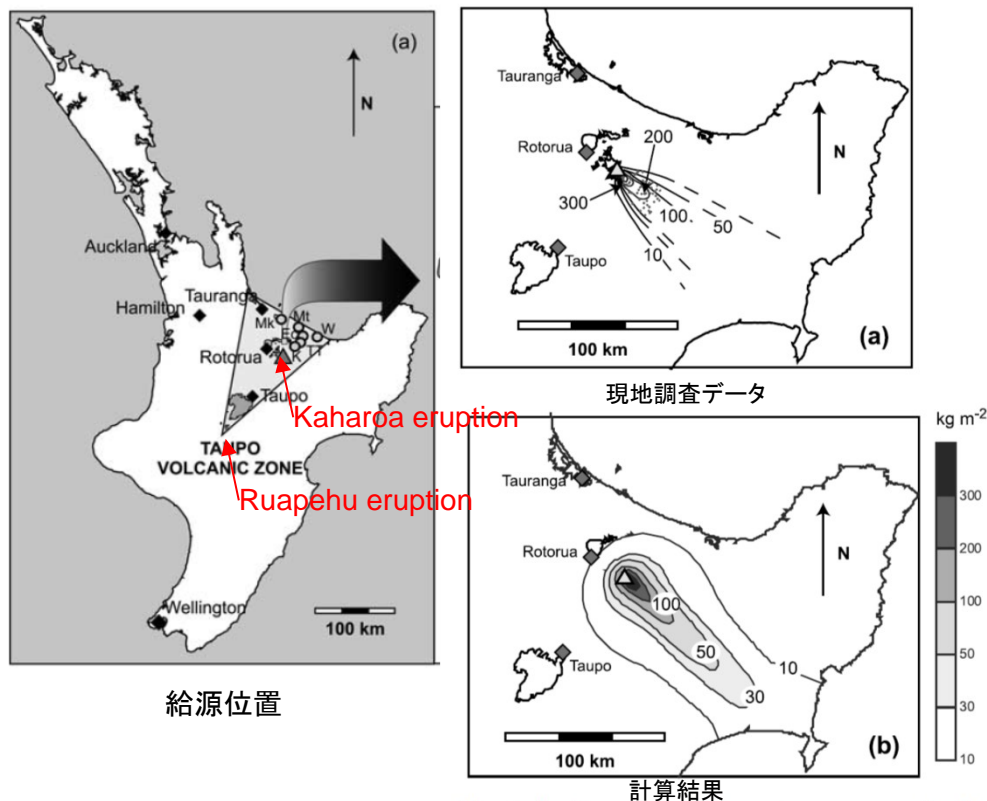


Figure 9. Comparison between isomass maps for the ~A.D. 1315 Kaharoa eruption (unit F) compiled from field data [Sahetapy-Engel, 2002] and the deposit computed with best fit values. The color scale is also shown (isomass contours were computed with the same interval used in the field data map). Some key cities (diamonds) and Tarawera (triangle) are shown. See color version of this figure in the HTML.

Kaharoa eruption

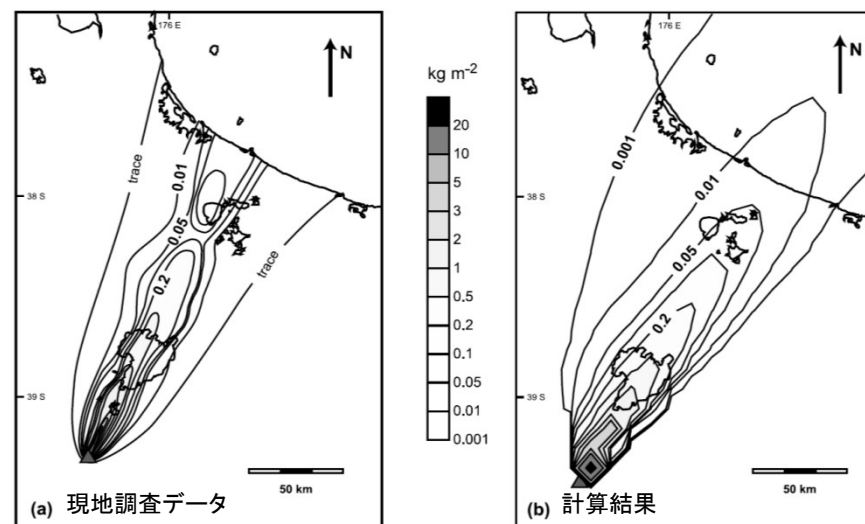


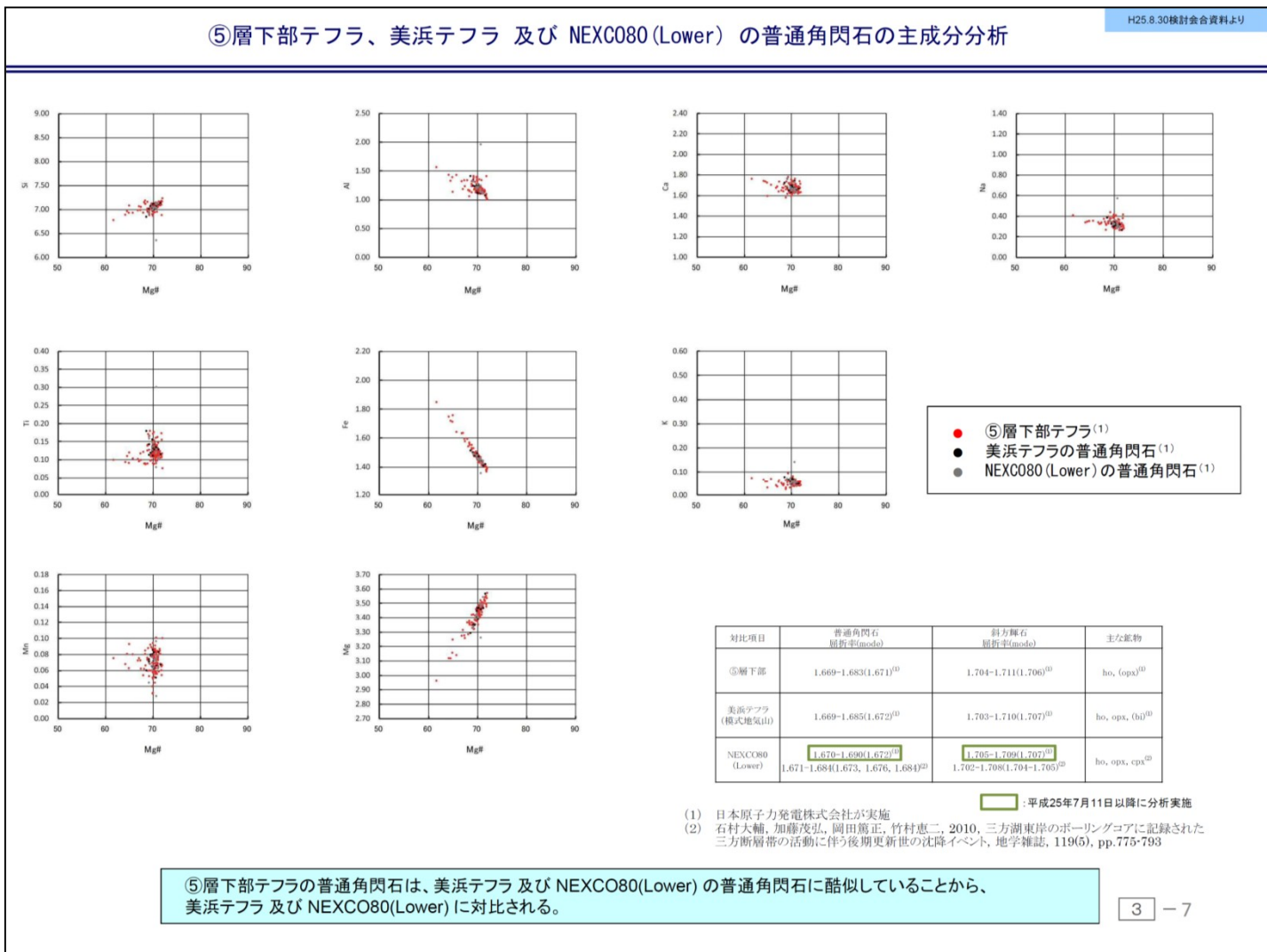
Figure 11. Comparison between isomass maps for the Ruapehu eruption (Houghton et al., submitted manuscript, 2004) and the deposit computed with best fit values. Tephra fall accumulation is in kg m^{-2} . The color scale is also shown (isomass contours were computed with the same interval used in the field data map). See color version of this figure in the HTML.

Ruapehu eruption

Bonadonna(2005)によると、Tephra(Tephra2の前のバージョン)を用いてニュージーランドにおけるTarawera Volcanic のKaharoa eruption とRuapehu eruption の2つの噴火の再現計算を行った後、確率論的ハザードの検討を実施している。

資料4

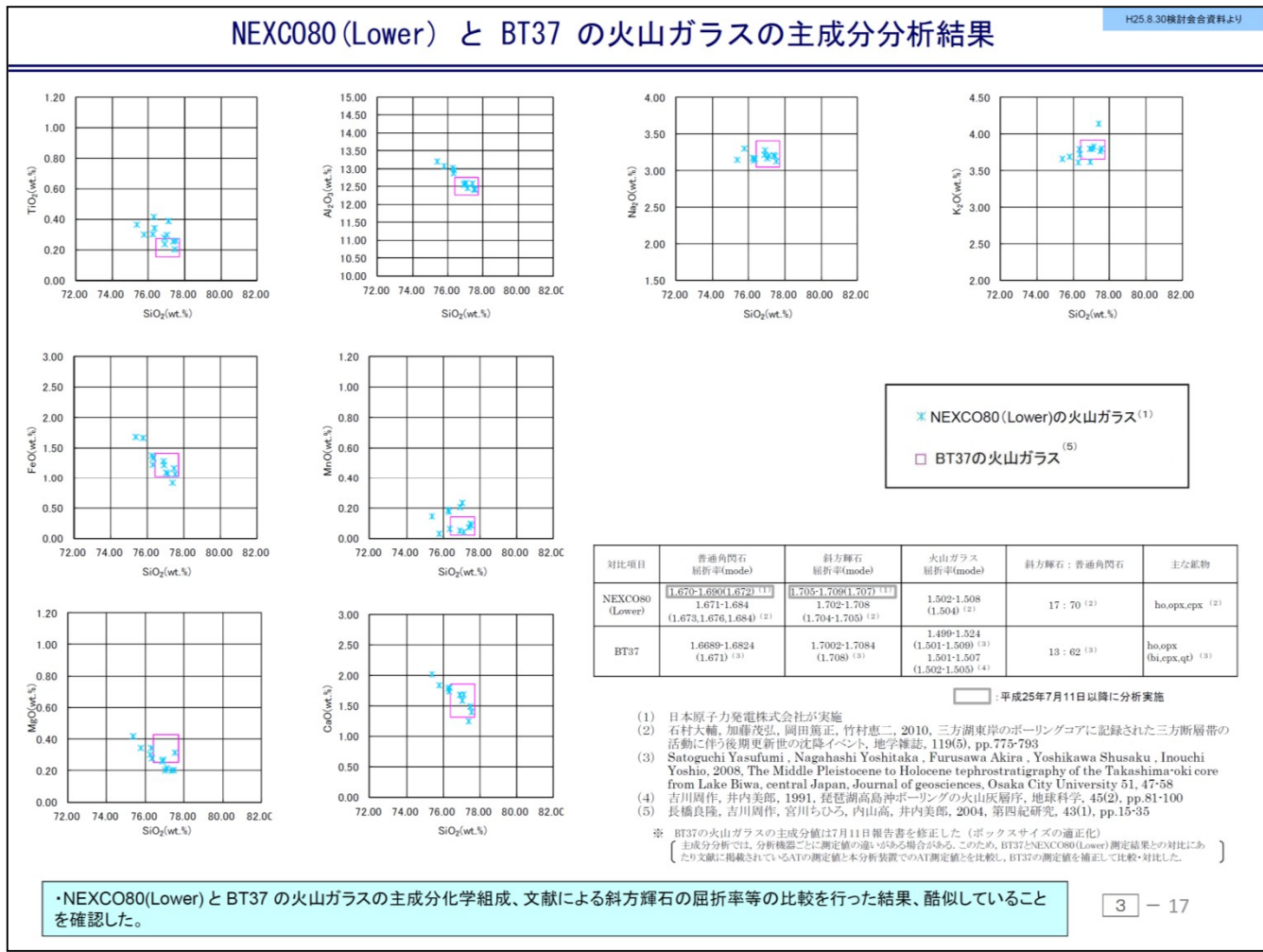
噴出源が同定できない降下火砕物に関する補足資料



日本原子力発電株式会社(2014)

・日本原子力発電株式会社(2014)より、NEXCO80と気山露頭の美浜テフラは普通角閃石の主成分分析等から酷似するとしている。

日本原子力発電株式会社(2014):原子力規制委員会有識者会合による敦賀発電所敷地内破砕帯現地調査について(資料),2014年1月24日



日本原子力発電株式会社(2014)

・日本原子力発電株式会社(2014)より、「NEXCO(Lower)とBT37の火山ガラスの主成分化学組成、文献による斜方輝石の屈折率等の比較を行った結果、酷似していることを確認した。」とされている。

・また、長橋ほか(2004)によると、BT37(層厚1cm)は12.7万年とされていることから、NEXCO80の降灰年代も12.7万年と考えられる。

・日本原子力発電株式会社(2014):原子力規制委員会有識者会合による敦賀発電所敷地内破砕帯現地調査について(資料), 2014年年1月24日

・長橋他(2004):近畿地方およびハ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-EDS分析による火山ガラス片の主要成分化学組成-第四紀研究43(1), p.15-p.35



The "Lake Suigetsu 2006 Varved Sediment Core" project, or "Suigetsu Varves 2006" for short, is a multi-national, collaborative research project based around a **sediment core** taken from Lake Suigetsu [soo-ee-get-soo], central Japan, in summer 2006. The two over-arching aims of the project are:

- to provide high and ultra-high resolution, quantitatively reconstructed palaeoenvironmental data for the East Asian monsoon region, coupled with an excellent chronology, across the last 150,000 years;
- and to establish a purely terrestrial **radiocarbon (^{14}C) calibration** model across the Late Pleistocene (roughly 10,000 to 50,000 years before present), based on ^{14}C dating of terrestrial material, free of marine reservoir effects, coupled with the independent chronology provided by **varve counting** of the annually laminated lacustrine sediment.

The project will therefore contribute to international scientific endeavour by using multi-proxy palaeoenvironmental data to determine the precise timings and rates of environmental changes, and in facilitating understanding of past changes in the global carbon cycle. It is further hoped that, through identification of independent tie-points to similarly well-constrained palaeoenvironmental datasets from geographically distant sites, spatial leads and lags in climate change across the global climate system will be identified.

Details of the situation and site of Lake Suigetsu can be found at:

- [Location](#)

A more thorough introduction to the SG06 sediment core, central to the "Suigetsu Varves 2006" project, is also provided:

- [The SG06 sediment core](#)

The SG06 sediment core

The sediment cores central to the "Suigetsu Varves 2006" project were collected in the summer of 2006 from the centre of Lake Suigetsu, at a water depth of approximately 34 m. The coring was undertaken using a hydro-pressure, thin-walled piston sampler, which was installed on a floating drilling platform. Sediment was obtained from four parallel bore-holes ("A", "B", "C", and "D") overlapping such that material from any given Lake Suigetsu sedimentary horizon would be represented by at least one of the individual sediment cores. In this way, a **composite core (referred to as "SG06") of over 73 m was obtained, representing a continuous archive of palaeoenvironmental information spanning approximately the last 150,000 years.**

Each of the sediment core sections was extracted from its sampling tube within a few days of its recovery from the lake bottom. The cores were then immediately split into two half cylinders, and the freshly-exposed sediment surface digitally photographed, along with a depth scale, before any colour changes through oxidation could occur. Within each core section, layers with clearly identifiable characteristics were identified, ideally at 10 to 20 cm intervals, and defined at 1 mm precision using the depth scale of the digital images.

Sub-sampling from the cores for multi-proxy palaeoenvironmental analysis was subsequently undertaken using the 'double L channel' methodology of Nakagawa (2007).

The upper ~46 m of the Lake Suigetsu sediment profile demonstrates distinct **lamination** and represents sediment deposition spanning approximately the last 60,000 years. The underlying core section, from 46.01 to 63.75 m composite depth, is not laminated, and represents a time period when the lake was not deep enough to maintain anoxic bottom water conditions. Below 63.75 m, down to the base of the core at 73.19 m composite depth, the sediment is composed of alternating peat, inorganic clay layers, and occasionally finely laminated organic clays. This time period represents alternating fluvial and shallow water lacustrine environments that occurred after the initial tectonic formation of the basin.

A more thorough account of the sediment coring process, as well as a more detailed description of the SG06 core stratigraphy, is given by Nakagawa *et al.* (2012).



5.5. Tephrostratigraphy and preliminary chronology

A total of 30 visible tephra layers were recognised within the entire SG06 core sequence, 11 of which are being identified using mineral composition, shard morphology, and shard refractive indices (more robust identification by glass chemistry is being carried out; Smith and Blockley, personal communication). The distribution of these visible tephra layers, as well as their ages according to the existing literature, are summarised in Fig. 10C. The age of the SG06 core bottom is yet to be determined, but is subject to further investigation. **If the sediment accumulation rate is assumed to have been constant between the core bottom and the Aso-4 tephra layer (composite depth c. 4960 cm), then the age of the core bottom may be as old as 200 ka. Even if the sedimentation rate below the Ata tephra (composite depth c. 5350 cm) was twice as high as the overlying section, the estimated age for the core bottom would still be around 150 ka. Low resolution fossil pollen assemblage data from the core bottom is dominated by boreal conifer trees and herbs, indicating generally cold climate (Nakagawa, unpublished data). Based on these facts, we provisionally conclude that the base of the SG06 core is older than marine isotope stage (MIS) 5 and that sediment deposition in Lake Suigetsu commenced during the MIS 6.**

Nakagawa *et al.*
(2012)

○NEXCOコア調査位置近傍の水月湖で実施され、より詳細に火山灰層厚を分析している水月湖のボーリング(SG06)でNEXCO80の層厚について検討する。

○SG06は、73m以上の複合コア(SG06)を採取し、以下のとおり、Nakagawa *et al.*(2012)より過去15万年間程度の古環境情報を連続的に得ており、NEXCO80(約12.7万年前)をカバーできていると考えられる。

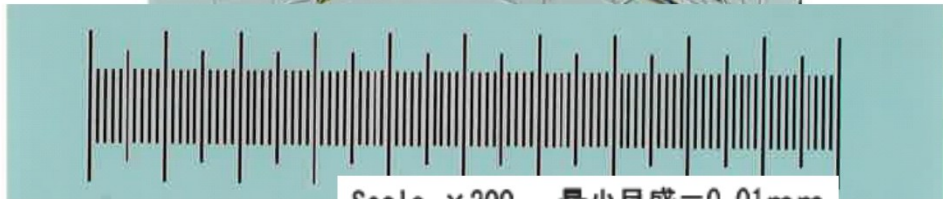
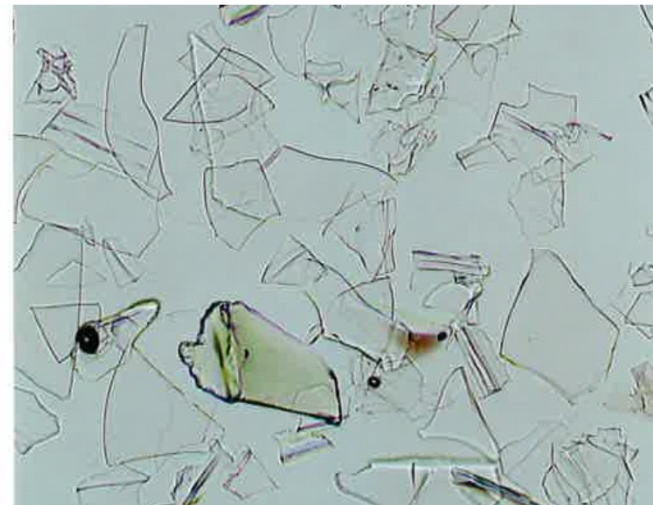
- Aso4やAtaの出現深度から堆積速度を算出するとコア底の年代は約15万年前になると推定。
- コア底の花粉分析からも寒冷期の花粉が確認されたことからMIS6に堆積したものの推定。

資料5

降下火砕物の粒度に関する補足資料



位置図



久々子湖における津波堆積物調査における火山灰の粒径

・久々子湖における津波堆積物調査で確認されている鬼界アカホヤ(K-Ah)の火山灰の顕微鏡写真を示す。降下火砕物(火山灰)の粒径は、約0.2mm程度であると考えられる。



ボーリングNo	対比される火山灰	(%)	ガラスの形態	鉱物組成	軽鉱物	重鉱物
NK11-A-4	K-Ah	92.0	珪長質bw>pm型、亀ノ甲ガラス・色付きガラス少量含む	火山ガラス>>軽鉱物>重鉱物、岩片	Qz, Pl	Opq>GHb, Opx>Cpx, Ap
NK11-A-11	AT	95.0	珪長質bw>pm型、亀ノ甲ガラス・色付きガラス少量含む、水和層厚10μm程度	火山ガラス>>軽鉱物>重鉱物、岩片	Pl, Qz	Opx>GHb, Opq, Cpx, Ap, 他

【共通の判例】

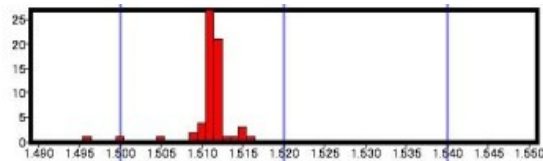
軽鉱物: Pl:斜長石, Qz:石英, Af:アルカリ長石

重鉱物: Ol:カンラン石, Opx:斜方輝石, Cpx:単斜輝石, Bhb, GHb:緑色・褐色角閃石, Opq:不透明鉱物, Cum:カミングトン閃石, Bt:黒雲母, Ap:アパタイト

火山ガラス形態: bw:バブルウォール型, pm:軽石型, It:不規則型

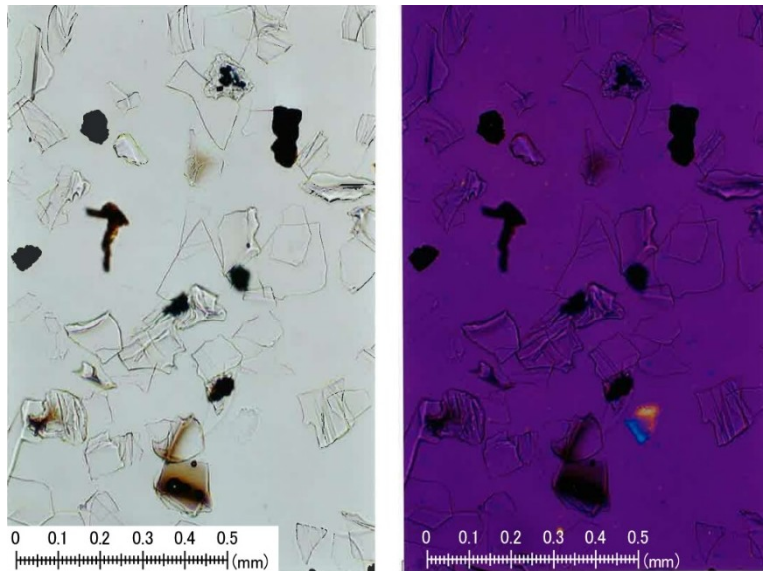
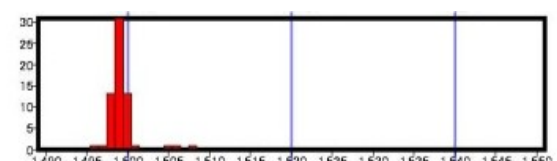
中山湿地(NK11-A-4)コア画像

火山ガラス屈折率

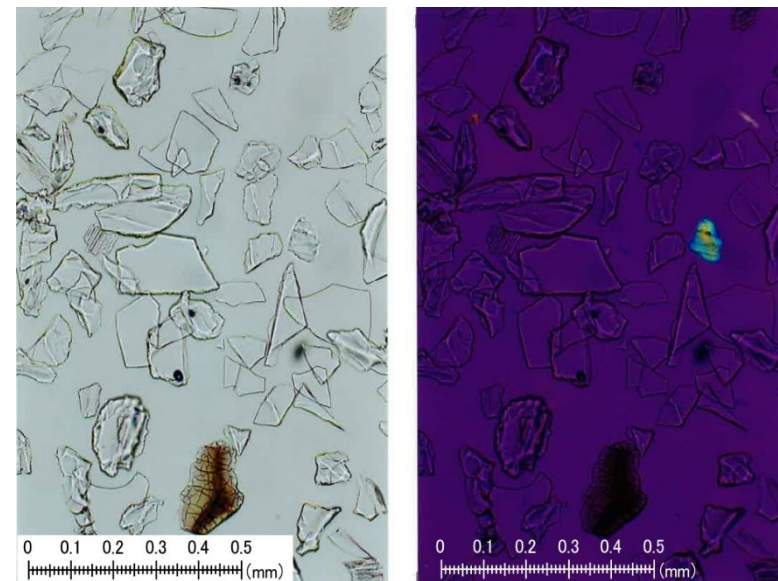


中山湿地(NK11-A-11)コア画像

火山ガラス屈折率



K-Ahのほぼ純層(92%)偏光顕微鏡による顕微鏡画像
左:Open nicol 右:Cross nicol



ATのほぼ純層(95.0%)偏光顕微鏡による顕微鏡画像
左:Open nicol 右:Cross nicol



ボーリングNo	対比される火山灰	(%)	ガラスの形態	鉱物組成	軽鉱物	重鉱物
SU11-A-4	K-Ah	95.5	珪長質薄手bw>pm型	火山ガラス>>軽鉱物>重鉱物, 岩片	Pl, Qz	Opq, Cpx>Opx, Ap
SU11-A-4	U-Oki	49.5	アルカリ質pm型主体	火山ガラス>軽鉱物>岩片>重鉱物	Af>Qz, Pl	Bt, Opq, GHb, BHb, Cpx, 他

【共通の判例】

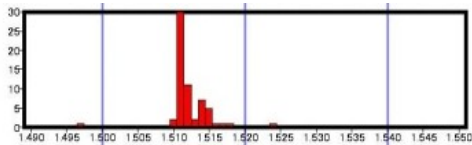
軽鉱物: Pl:斜長石, Qz:石英, Af:アルカリ長石

重鉱物: Ol:カンラン石, Opx:斜方輝石, Cpx:単斜輝石, BHb, GHb:緑色・褐色角閃石, Opq:不透明鉱物, Cum:カミントン閃石, Bt:黒雲母, Ap:アパタイト

火山ガラス形態: bw:バブルウォール型, pm:軽石型, It:不規則型

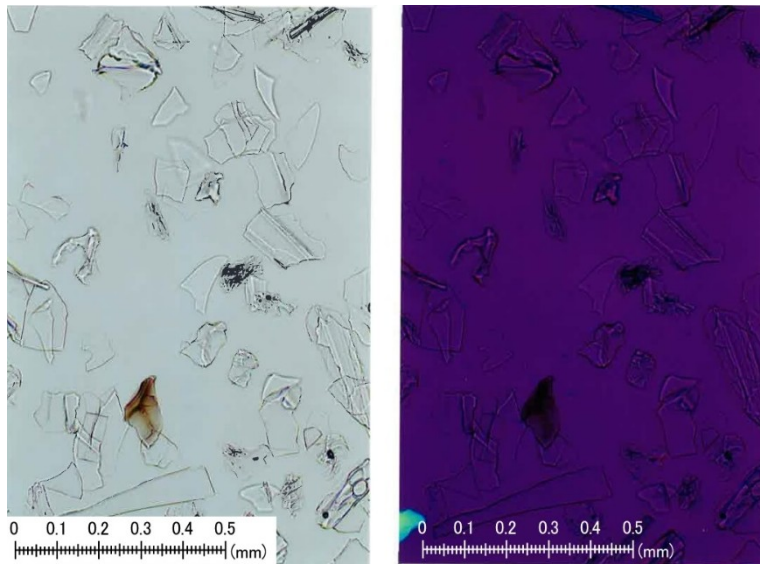
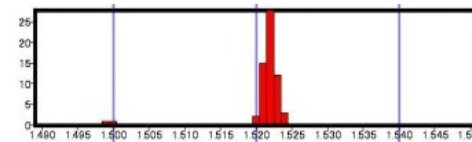
菅湖(SU11-A-4)コア画像

火山ガラス
屈折率

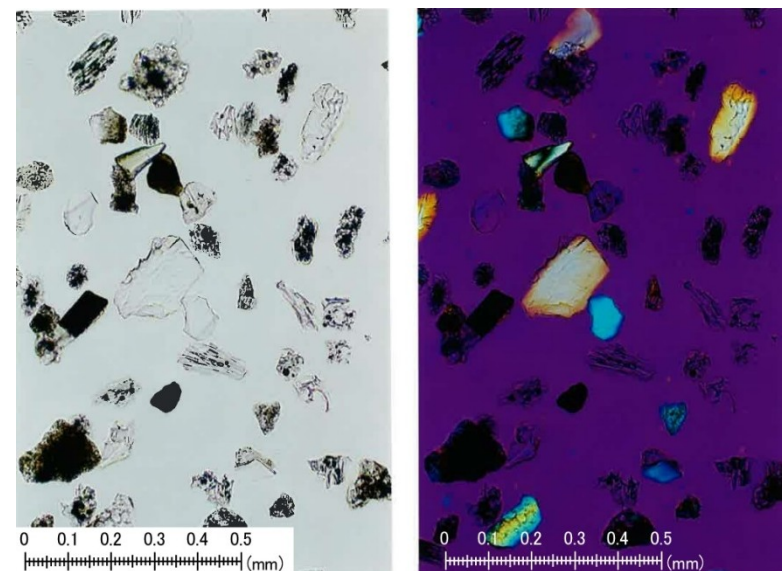


菅湖(SU11-A-4)コア画像

火山ガラス
屈折率



K-Ahのほぼ純層(95.5%) 偏光顕微鏡による顕微鏡画像
左:Open nicol 右:Cross nicol



U-Okiのほぼ純層(49.5%) 偏光顕微鏡による顕微鏡画像
左:Open nicol 右:Cross nicol

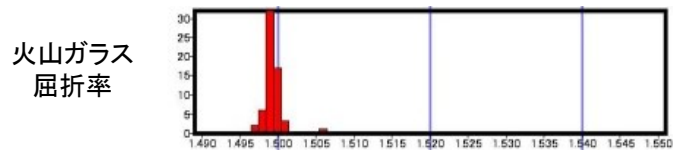


ボーリングNo	対比される火山灰	(%)	ガラスの形態	鉱物組成	軽鉱物	重鉱物
SU11-A-8	Sakate	32.0	珪長質pm型	軽鉱物 > 火山ガラス > 岩片 > 重鉱物	Qz, Pl	GHb, Bt, Opq > BHb, Ap, Cum
SU11-B-1	K-Ah	96.5	珪長質薄手bw>pm型	火山ガラス >> 軽鉱物 > 岩片 > 重鉱物	Pl, Qz	Opq, Opx, Cpx, Ap

【共通の判例】

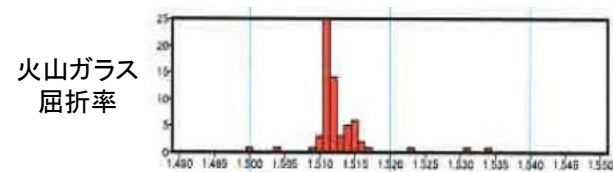
軽鉱物: Pl:斜長石, Qz:石英, Af:アルカリ長石
重鉱物: Ol:カンラン石, Opx:斜方輝石, Cpx:単斜輝石, BHb, GHb:緑色・褐色角閃石, Opq:不透明鉱物, Cum:カミングトン閃石, Bt:黒雲母, Ap:アパタイト
火山ガラス形態: bw:バブルウォール型, pm:軽石型, It:不規則型

菅湖(SU11-A-8)コア画像

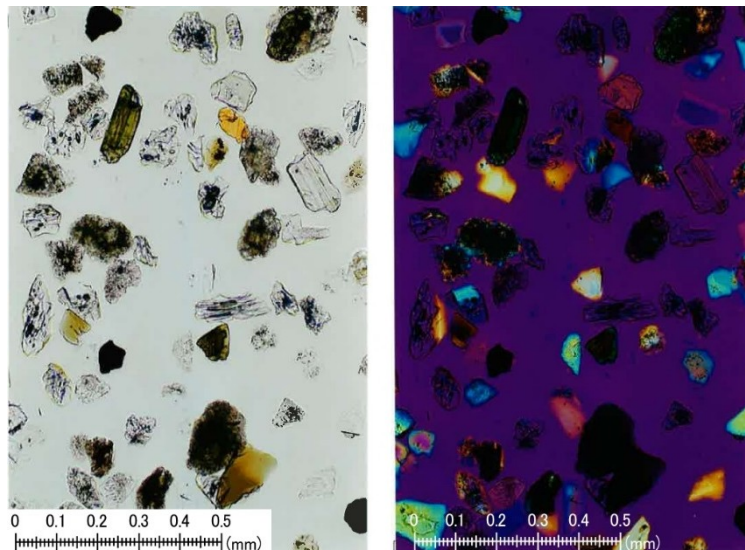


火山ガラス
屈折率

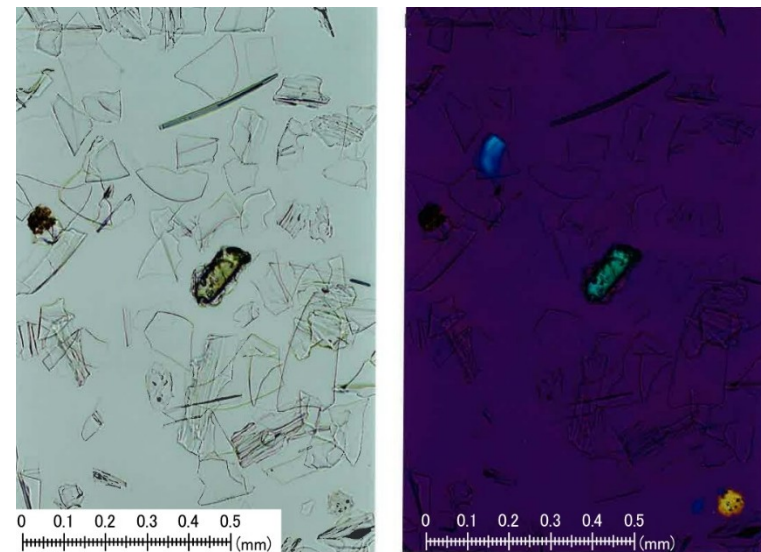
菅湖(SU11-B-1)コア画像



火山ガラス
屈折率



sakate (32%) 偏光顕微鏡による顕微鏡画像
左:Open nicol 右:Cross nicol



K-Ahのほぼ純層(96.5%) 偏光顕微鏡による顕微鏡画像
左:Open nicol 右:Cross nicol



菅湖

ボーリングNo	対比される火山灰	(%)	ガラスの形態	鉱物組成	軽鉱物	重鉱物
SU11-B-2	U-Oki	77.0	アルカリ質pm型主体	火山ガラス>軽鉱物>岩片>重鉱物	Af>Pl	Bt, Opq, GHb, Cpx, AP主, BHb含む
SU11-B-6	sakate	28.5	珪長質薄手pm型>It型	軽鉱物>火山ガラス>岩片>重鉱物	Qz, Pl	GHb, Bt, Opq, Cum主, BHb含む

【共通の判例】

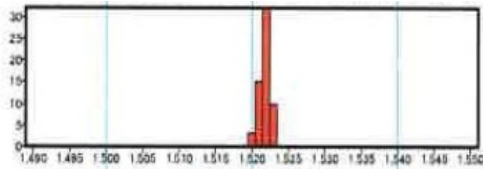
軽鉱物: Pl:斜長石, Qz:石英, Af:アルカリ長石

重鉱物: Ol:カンラン石, Opx:斜方輝石, Cpx:単斜輝石, BHb, GHb:緑色・褐色角閃石, Opq:不透明鉱物, Cum:カミングトン閃石, Bt:黒雲母, Ap:アパタイト

火山ガラス形態: bw:バブルウォール型, pm:軽石型, It:不規則型

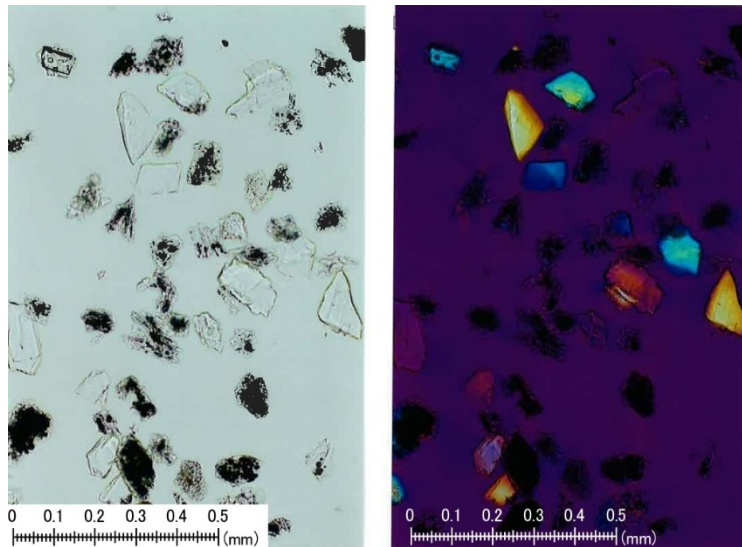
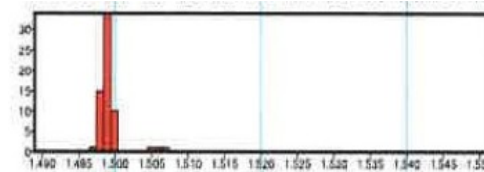
菅湖(SU11-B-2)コア画像

火山ガラス屈折率

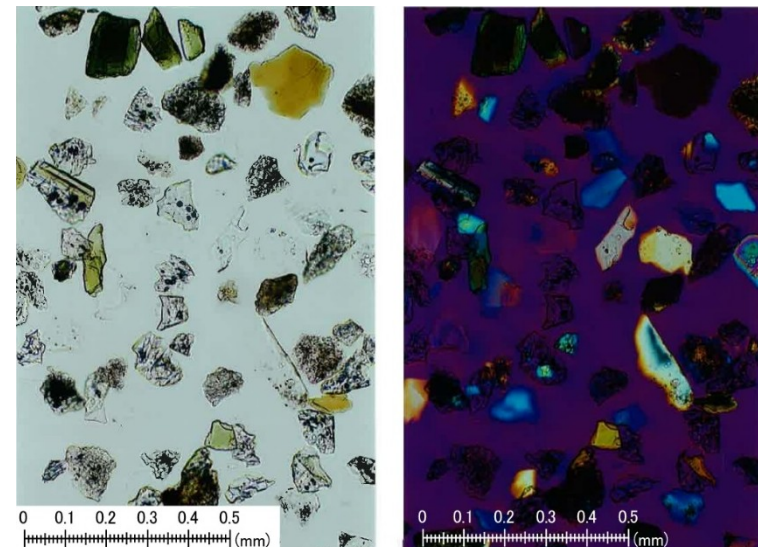


菅湖(SU11-B-6)コア画像

火山ガラス屈折率



U-Oki(77%) 偏光顕微鏡による顕微鏡画像
左:Open nicol 右:Cross nicol



sakate(28.5%) 偏光顕微鏡による顕微鏡画像
左:Open nicol 右:Cross nicol