

女川原子力発電所
火山影響評価について
(コメント回答)
(補足説明資料)

平成27年 6月12日
東北電力株式会社

補足説明資料

1. 将来の活動可能性のない火山の活動履歴について	p2
2. 給源から女川の方に降灰分布軸をもつ160km以遠の火山について	p28
3. 敷地内および敷地周辺で確認された降下火砕物について	p39
4. 降下火砕物のシミュレーションについて	p47
4. 1 「Tephra2」の再現計算事例	p48
4. 2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較	p49
4. 2. 1 肘折カルデラ	p49
4. 2. 2 鳴子カルデラ	p56
4. 2. 3 蔵王山	p63
4. 2. 4 十和田	p70
参考文献	p77

1. 将来の活動可能性のない火山の活動履歴について

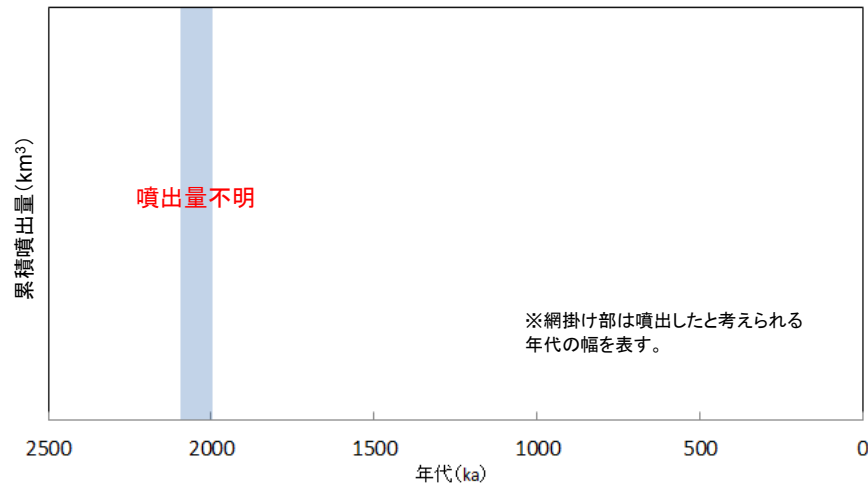
1. 将来の活動可能性のない火山の活動履歴について【青ノ木森】

青ノ木森の概要

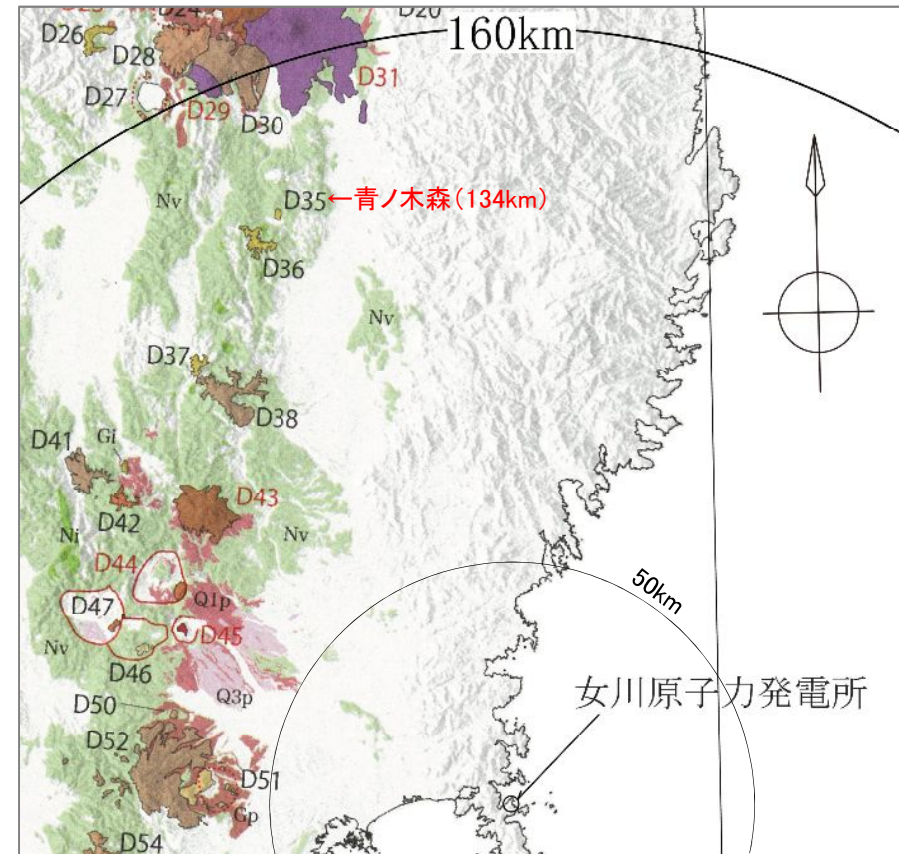
火山名	青ノ木森
敷地からの距離	約134km
火山の形式	複成火山
活動年代	約210万年～約200万年前

青ノ木森の評価

全活動期間よりも最新活動からの経過時間が長いことから、
将来の活動可能性はない。



青ノ木森の噴出量－年代階段ダイヤグラム



敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図（中野ほか編(2013)による）

青ノ木森の活動履歴

地質時代 (Ma)		噴出物名	体積 (km ³)	参考文献
第四紀	完新世			佐藤(1986) 八島ほか(1989) 八島(1990) 中野ほか編(2013)
	更新世	2.0		
		2.1	青ノ木森安山岩	

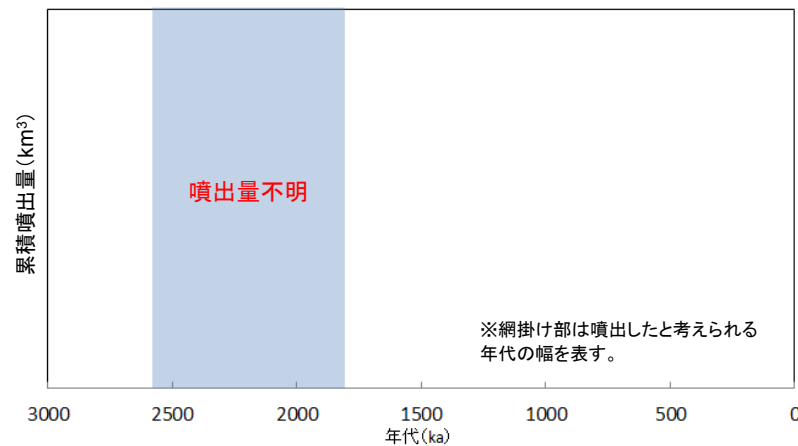
1. 将来の活動可能性のない火山の活動履歴について【松倉山】

松倉山の概要

火山名	松倉山
敷地からの距離	約126km
火山の形式	複成火山
活動年代	ジェラシアン

松倉山の活動履歴

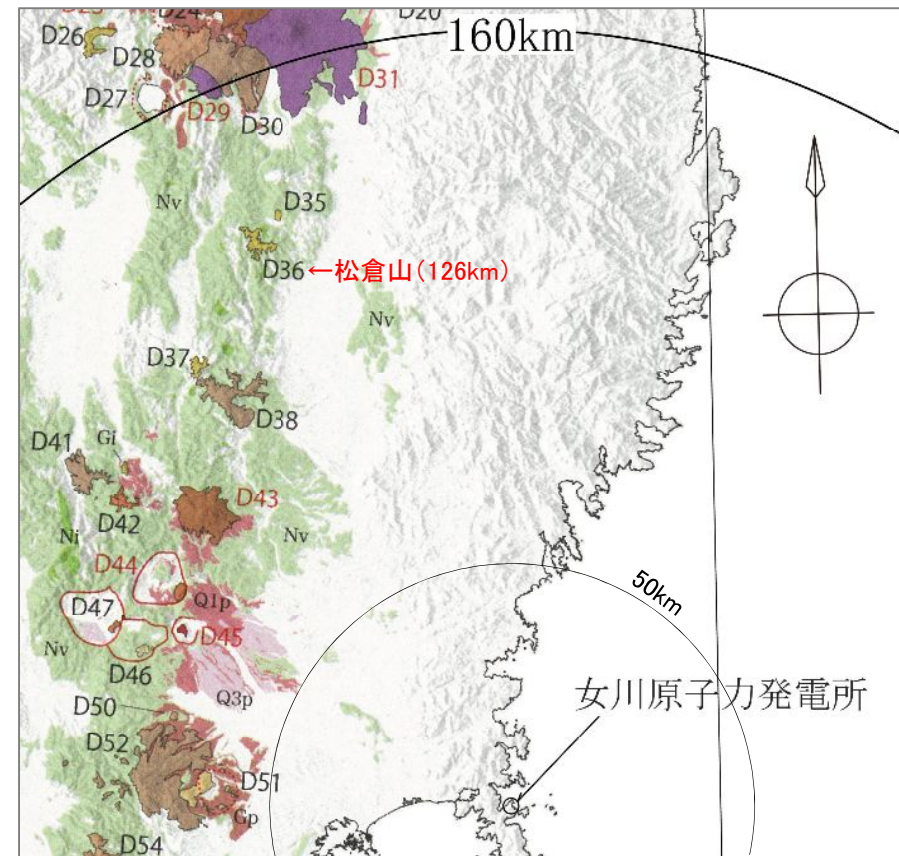
地質時代		噴出物名	体積 (km ³)	参考文献
第四紀	完新世			大沢・須田(1980) 中野ほか編(2013) 西来ほか(2012)
	更新世 ジェラシアン	松倉山 安山岩溶岩および火砕岩	不明	



松倉山の噴出量一年代階段ダイアグラム

松倉山の評価

全活動期間よりも最新活動からの経過時間が長いことから、
将来の活動可能性はない。



敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図（中野ほか編(2013)による）

1. 将来の活動可能性のない火山の活動履歴について【川尻三森山】

第189回審査会合
資料2-2加筆修正

川尻三森山の概要

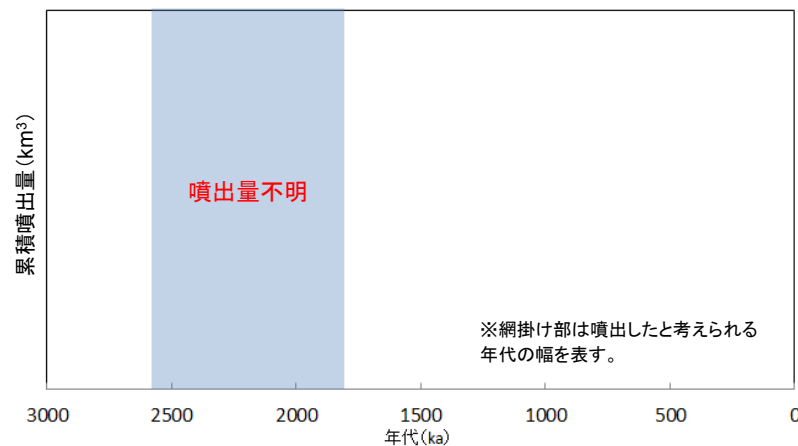
火山名	川尻三森山
敷地からの距離	約111km
火山の形式	複成火山
活動年代	ジェラシアン(約240万年前)

川尻三森山の評価

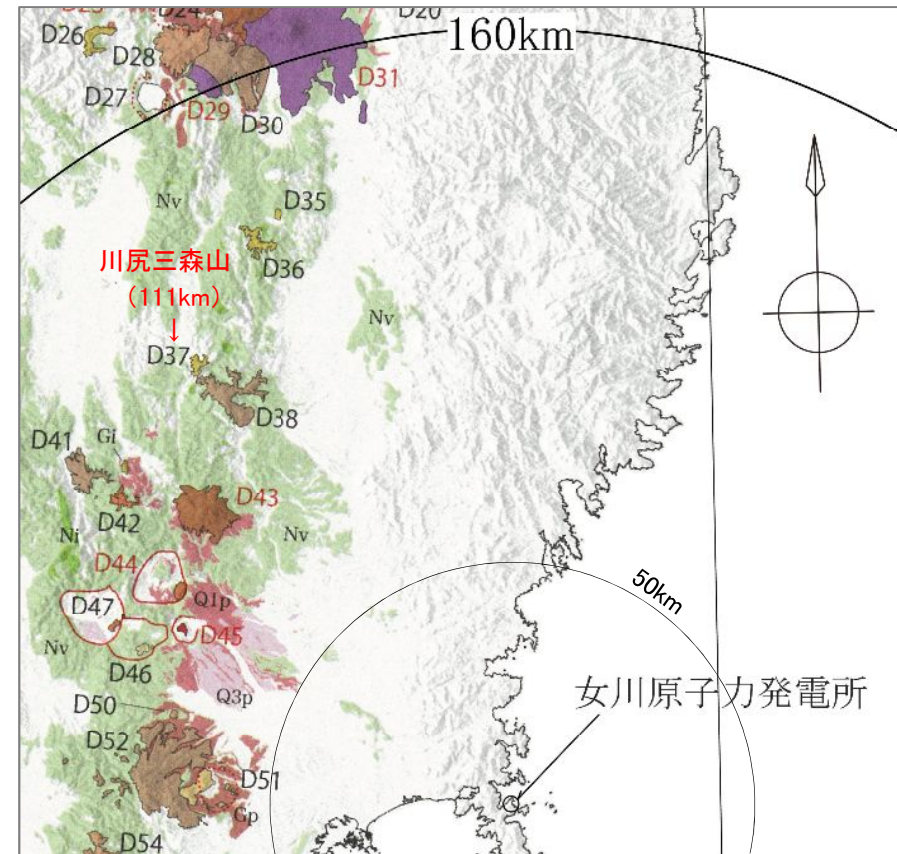
全活動期間よりも最新活動からの経過時間が長いことから、
将来の活動可能性はない。

川尻三森山の活動履歴

地質時代		噴出物	体積 (km ³)	参考文献
第四紀	完新世			Kondo et.al., (2004) 中野ほか編(2013) 西来ほか(2012)
	更新世 （ブライムンディアン）	川尻三森 安山岩	不明	



川尻三森山の噴出量一年代階段ダイヤグラム



敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図（中野ほか編(2013)による）

1. 将来の活動可能性のない火山の活動履歴について【甌山】

甌山の概要

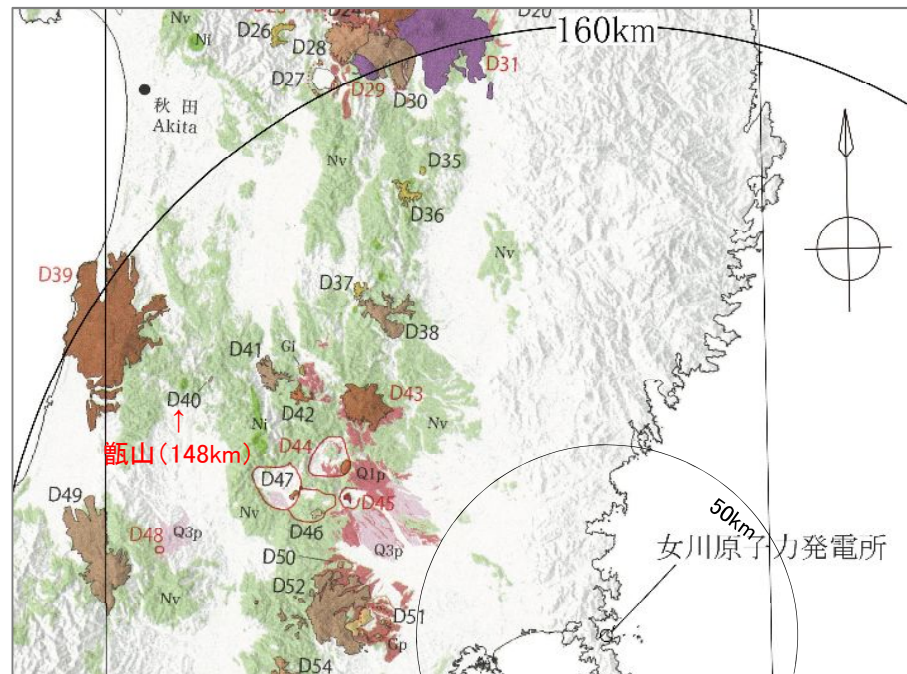
火山名	甌山
敷地からの距離	約148km
火山の形式	溶岩ドーム？
活動年代	約200万年～約140万年前

甌山の評価

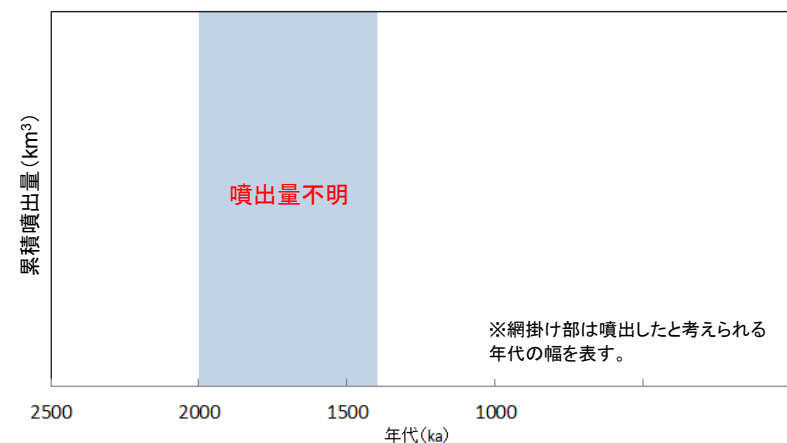
全活動期間よりも最新活動からの経過時間が長いことから、
将来の活動可能性はない。

甌山の活動履歴

地質時代 (Ma)		噴出物名	体積 (km ³)	参考文献
第四紀	完新世			大沢ほか(1979) Kondo et al., (2004) 中野ほか編(2013) 西来ほか(2012)
	更新世	甌岳デイスайト	不明	
		西甌岳デイスайト		
	2.0			



敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図（中野ほか編(2013)による）



甌山の噴出量—年代階段ダイアグラム

1. 将来の活動可能性のない火山の活動履歴について【小比内山】

第189回審査会合
資料2-2加筆修正

小比内山の概要

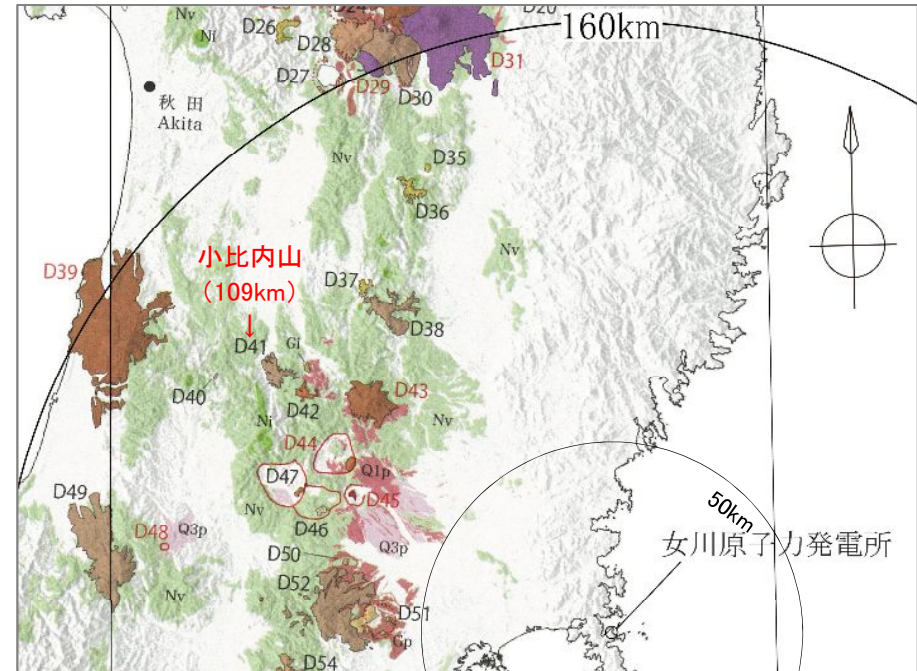
火山名	小比内山
敷地からの距離	約109km
火山の形式	複成火山
活動年代	約100万年～約60万年前

小比内山の評価

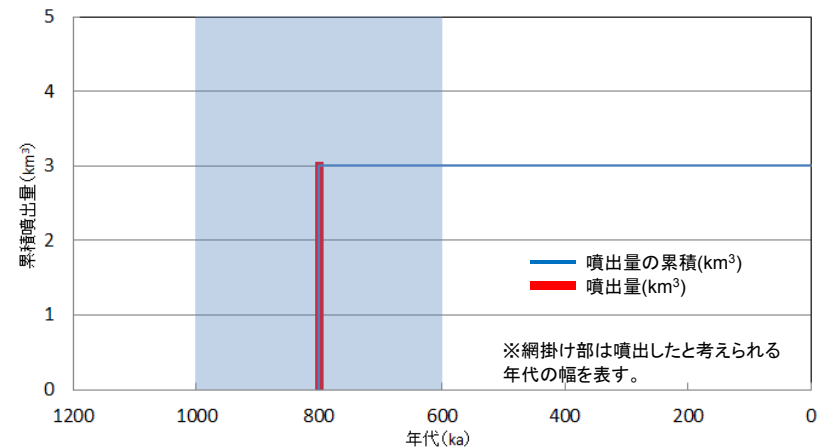
全活動期間よりも最新活動からの経過時間が長いことから、
将来の活動可能性はない。

小比内山の活動履歴

地質時代 (Ma)		噴出物名	体積 (km ³)	参考文献
第四紀	完新世	母沢安山岩 (川井山石英安山岩)	3	大沢ほか(1979) 臼田ほか(1981) 土志田ほか(1999) 第四紀火山カタログ委員会編(1999) 中野ほか編(2013) 西来ほか(2012)
	0.6			
	1.0			



敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図 (中野ほか編(2013)による)



小比内山の噴出量一年代階段ダイヤグラム

1. 将来の活動可能性のない火山の活動履歴について【高松岳】

第189回審査会合
資料2-2加筆修正

高松岳の概要

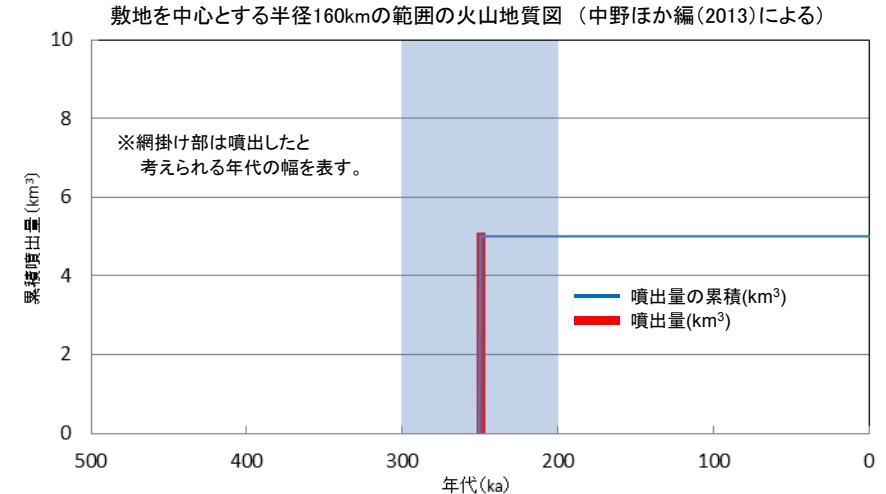
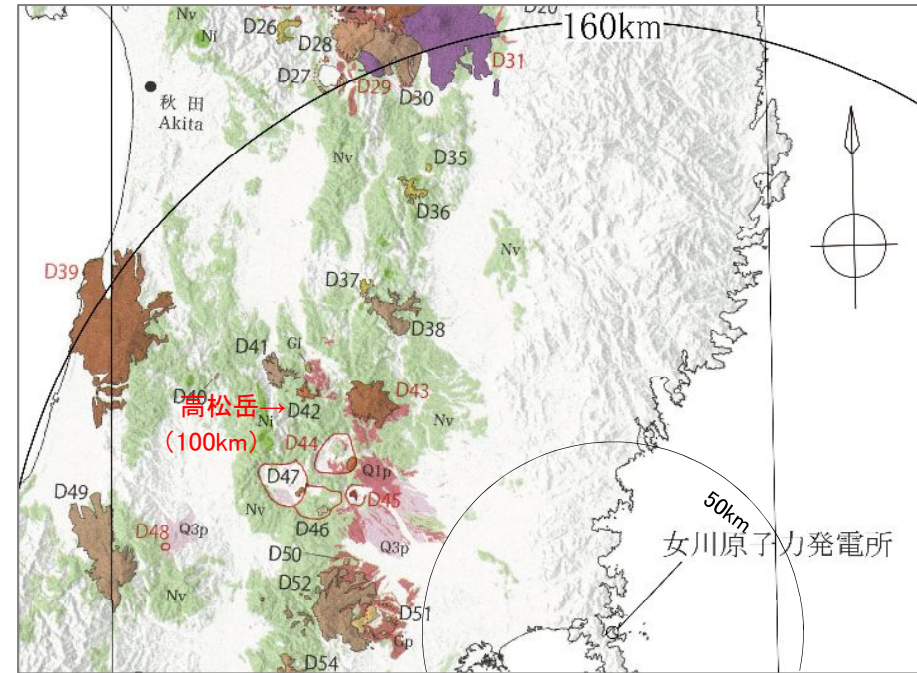
火山名	高松岳
敷地からの距離	約100km
火山の形式	複成火山
活動年代	約30万年～約20万年前

高松岳の評価

全活動期間よりも最新活動からの経過時間が長いことから、
将来の活動可能性はない。

高松岳の活動履歴

地質時代 (Ma)		噴出物名	体積 (km ³)	参考文献
第四紀	完新世		5	竹野(1988) 梅田ほか(1999) 高島ほか(1999) Ban et al., (2007) 第四紀火山カタログ委員会編(1999) 中野ほか編(2013)
	更新世	山伏岳デイサイト		
		高松岳溶岩		
	0.3			



1. 将来の活動可能性のない火山の活動履歴について【鬼首カルデラ①】

鬼首カルデラの概要

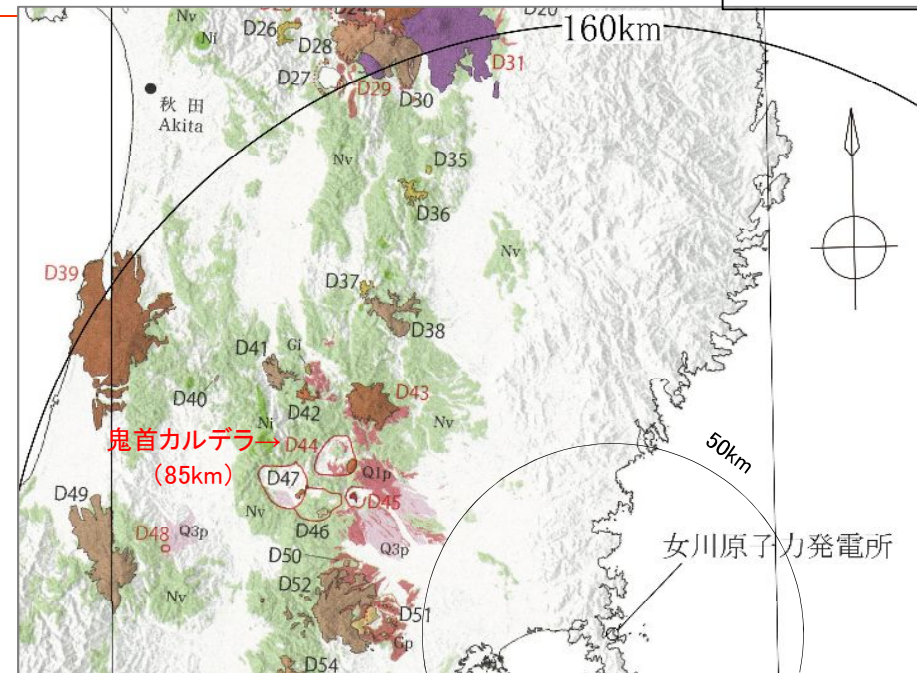
火山名	鬼首カルデラ
敷地からの距離	約85km
火山の形式	カルデラ-火砕流台地、溶岩ドーム
活動年代	約30万年～約20万年前

鬼首カルデラの評価

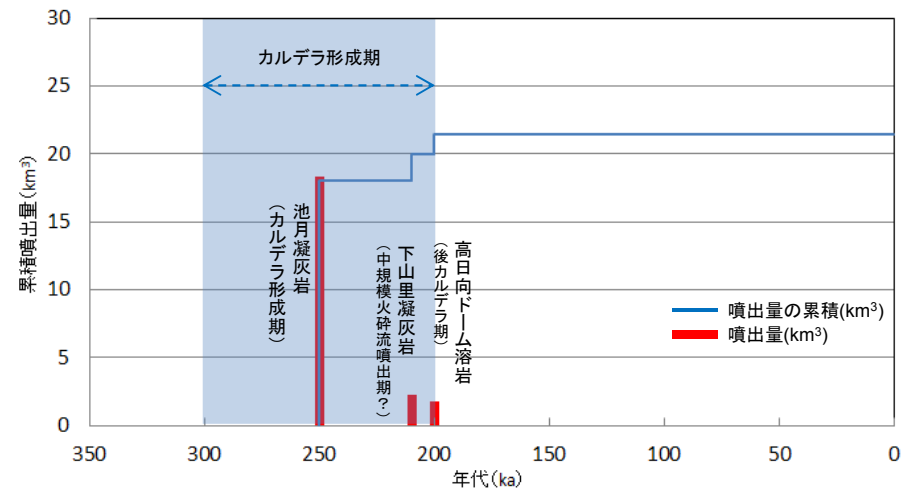
全活動期間よりも最新活動からの経過時間が長いことから、
将来の活動可能性はない。

鬼首カルデラの活動履歴

地質時代 (Ma)	ステージ区分	噴出物名	体積 (km ³)	参考文献	
第四紀	完新世			北村(1956) Ishida(1981) Yamada(1988) 早田(1989) 土谷ほか(1997) 第四紀火山カタログ委員会編(1999) 高島ほか(2006) 中野ほか編(2013)	
		0.2	後カルデラ期		高日向ドーム溶岩
	河倉沢層 (安山岩質火山岩類など)				不明
	宮沢層 (デイサイト質溶岩など)				不明
	赤沢層 (安山岩質火山岩類など)				不明
0.3	更新世	中規模噴出期	下山里凝灰岩	2	
		カルデラ形成期	池月凝灰岩	> 18	



敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図 (中野ほか編(2013)による)



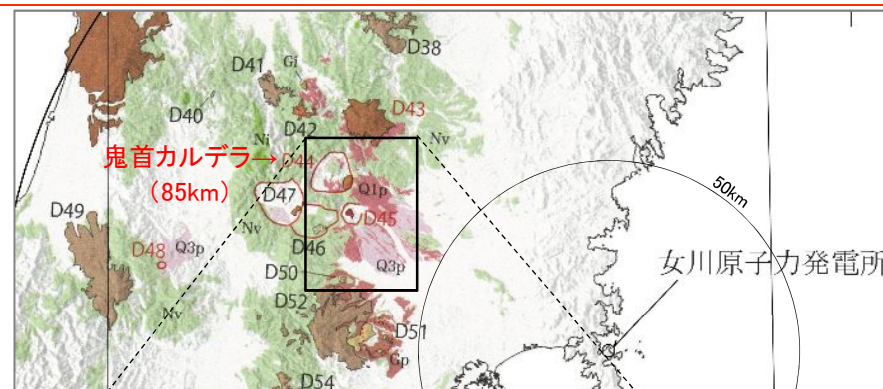
※網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅を表す。

鬼首カルデラの噴出量-年代階段ダイアグラム

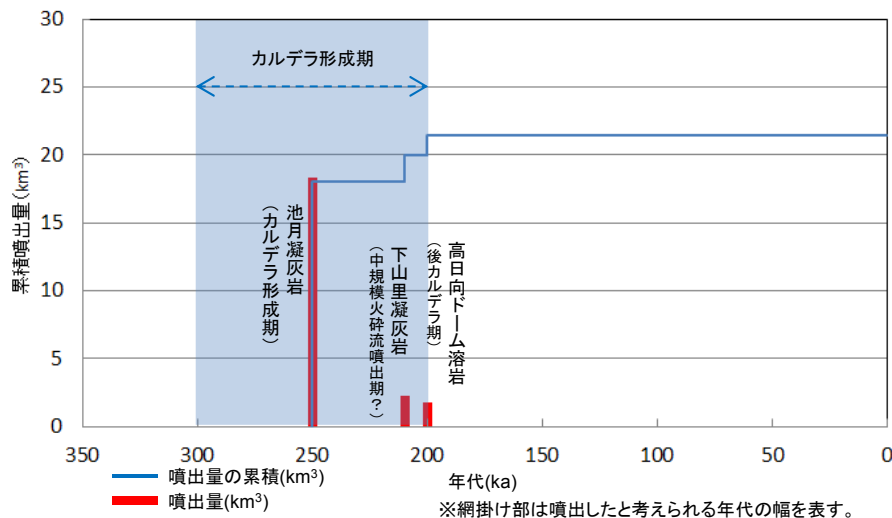
1. 将来の活動可能性のない火山の活動履歴について【鬼首カルデラ②】

設計対応不可能な火山事象の評価(鬼首カルデラ)

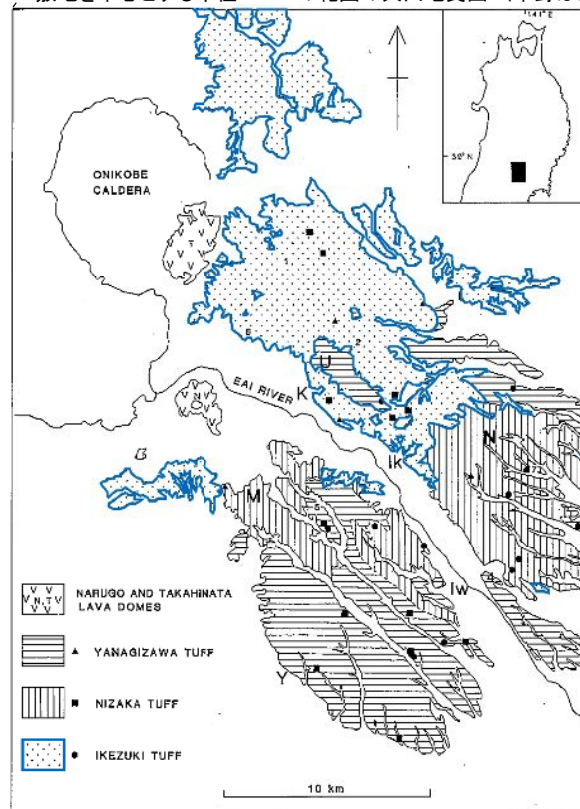
火砕物密度流 (160km)	火砕物密度流の到達範囲は、敷地から十分離れている(約50km)ことから、発電所に影響を及ぼす可能性はない。
溶岩流(50km)	敷地と火山の距離から、発電所に影響を及ぼす可能性はない。
岩屑なだれ他(50km)	敷地は、第四紀を通じて火山フロントより前弧側(東方)に50km以上離れた北上山地南端部の牡鹿半島にあり、敷地周辺では火成活動は確認されていないことから、発電所の運用期間中に影響を及ぼす可能性は十分小さい。
新しい火口の開口	
地殻変動	



敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図 (中野ほか編(2013)による)



鬼首カルデラの噴出量-年代階段ダイヤグラム



鬼首カルデラ周辺の火山地質図 (阪口・山田(1988)に加筆)

噴出量-年代階段ダイヤグラムは、第四紀火山カタログ委員会編(1999)及びYamada(1988)等の文献調査の結果を基に東北電力が独自に作成したものである。

1. 将来の活動可能性のない火山の活動履歴について【赤倉カルデラ】

赤倉カルデラの概要

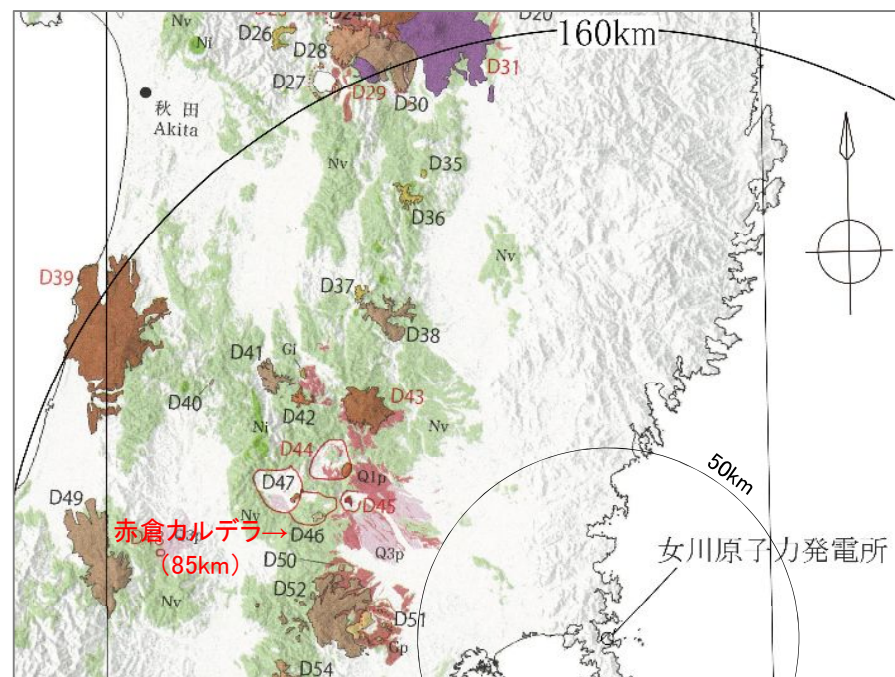
火山名	赤倉カルデラ
敷地からの距離	約85km
火山の形式	カルデラ及びカルデラ埋積堆積物, 溶岩ドーム
活動年代	約300万年～約200万年前

赤倉カルデラの評価

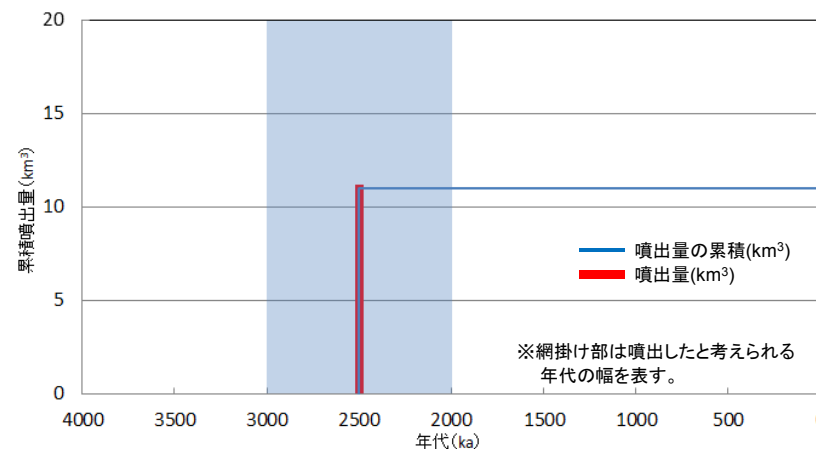
全活動期間よりも最新活動からの経過時間が長いことから、
将来の活動可能性はない。

赤倉カルデラの活動履歴

地質時代 (Ma)		ステージ区分	噴出物名	体積 (km ³)	参考文献
第四紀	完新世	後カルデラ期	みみずく山 デイサイト	不明	大竹(2000) 第四紀火山カタログ委員会編(1999) 西来ほか(2012) 中野ほか編(2013)
	更新世 2.0				
新第三紀	鮮新世 3.0	カルデラ形成期	奥羽山層 (火砕流堆積物)	> 11	



敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図 (中野ほか編(2013)による)



赤倉カルデラの噴出量一年代階段ダイヤグラム

1. 将来の活動可能性のない火山の活動履歴について【向町カルデラ】

向町カルデラの概要

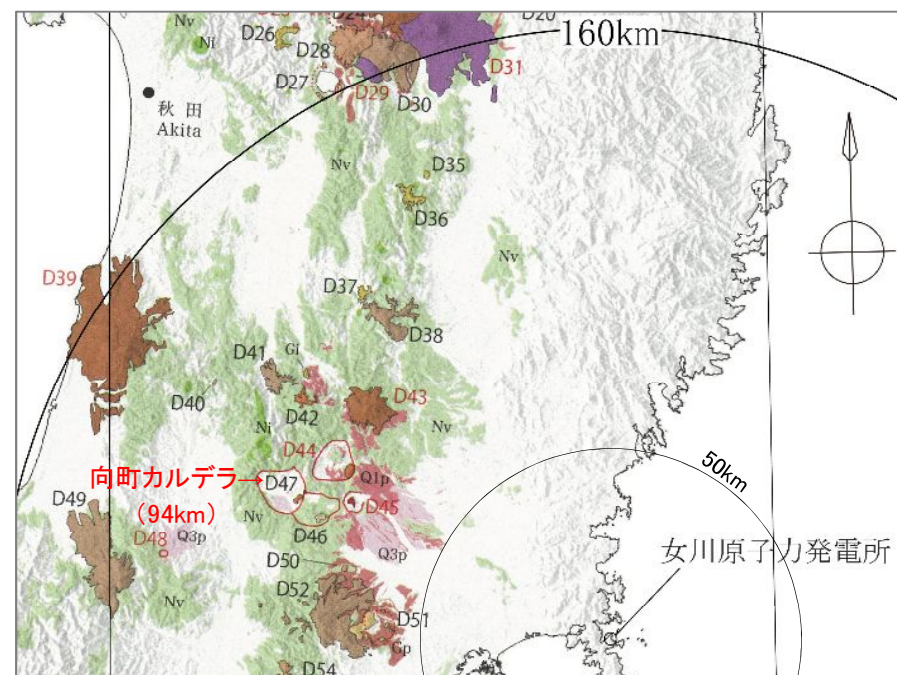
火山名	向町カルデラ
敷地からの距離	約94km
火山の形式	カルデラ-火砕流台地, 溶岩ドーム
活動年代	約100万年～約60万年前

向町カルデラの評価

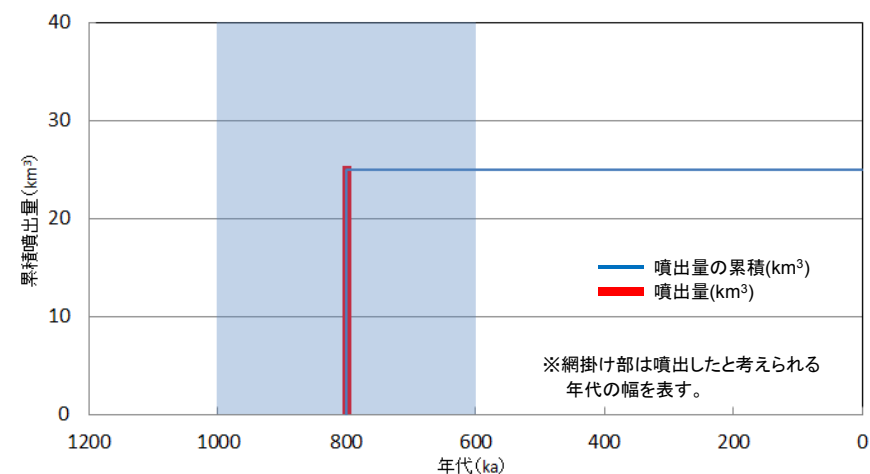
全活動期間よりも最新活動からの経過時間が長いことから、
将来の活動可能性はない。

向町カルデラの活動履歴

地質時代 (Ma)	ステージ区分	噴出物名	体積 (km ³)	参考文献	
第四紀	完新世			田宮(1984) 鈴木(1984) 土志田・ほか(1999) 第四紀火山カタログ委員会編(1999) 大場(2010) 中野ほか編(2013)	
	更新世	後カルデラ期	糠塚山安山岩		> 25
			明神山安山岩		
		カルデラ形成期(?)	上絵馬川火砕岩		
			二枚橋火砕岩		
			東山火砕岩		
			芦沢火砕岩		
1.0					



敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図（中野ほか編(2013)による）



向町カルデラの噴出量一年代階段ダイアグラム

1. 将来の活動可能性のない火山の活動履歴について【薬菜岳】

第189回審査会合
資料2-2加筆修正

薬菜岳の概要

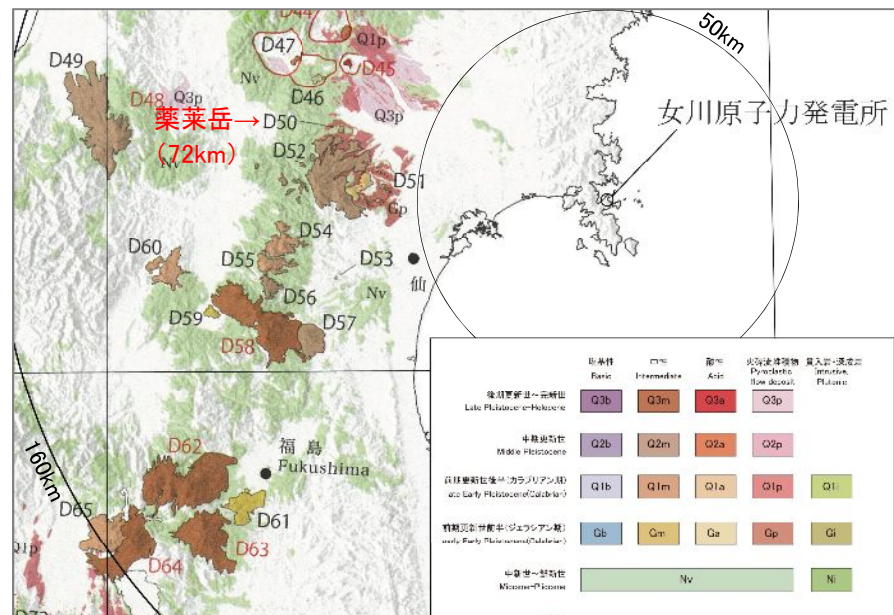
火山名	薬菜岳
敷地からの距離	約72km
火山の形式	溶岩ドーム？
活動年代	約170万年～約100万年前

薬菜岳の評価

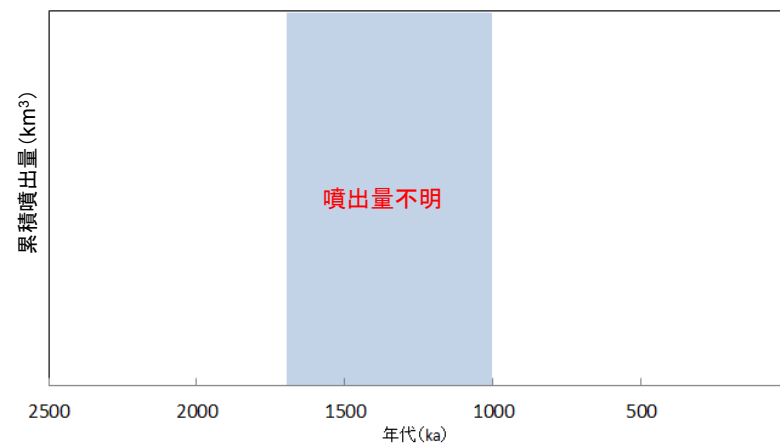
全活動期間よりも最新活動からの経過時間が長いことから、
将来の活動可能性はない。

薬菜岳の活動履歴

地質時代 (Ma)		噴出物名	体積 (km ³)	参考文献
第四紀	完新世	薬菜山火山岩	不明	大沢ほか(1987) 土谷・伊藤(1996) 西来ほか(2012) 中野ほか編(2013)
	1.0			
	1.7			



敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図 (中野ほか編(2013)による)



※網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅を表す。

薬菜山の噴出量-年代階段ダイヤグラム

1. 将来の活動可能性のない火山の活動履歴について【七ツ森カルデラ】

七ツ森カルデラの概要

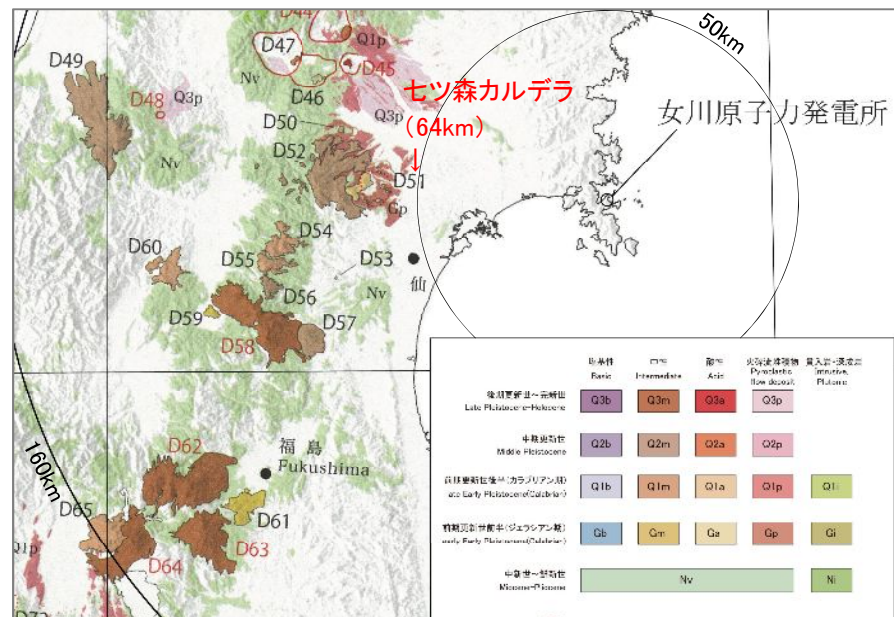
火山名	七ツ森カルデラ
敷地からの距離	約64km
火山の形式	カルデラ、カルデラ埋積堆積物および後カルデラ溶岩ドーム群
活動年代	約250万年～約160万年前

七ツ森カルデラの評価

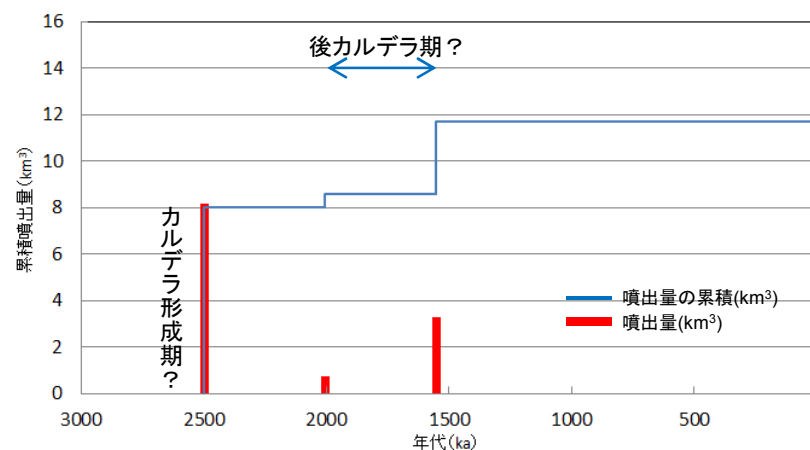
全活動期間よりも最新活動からの経過時間が長いことから、
将来の活動可能性はない。

七ツ森カルデラの活動履歴

地質時代 (Ma)	ステージ区分	噴出物名	体積 (km ³)	参考文献	
第四紀	完新世			八島(1990) 長谷中・青木(1995) 三村(2001) 第四紀火山カタログ委員会編(1999) 西来ほか(2012) 中野ほか編(2013)	
	更新世	後カルデラ期?	赤崩山溶岩 大畑山溶岩 上嘉太神溶岩		>3.1
			七ツ森溶岩		0.6
	カルデラ形成期?	宮床凝灰岩	> 8		



敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図 (中野ほか編(2013)による)



七ツ森カルデラの噴出量一年代階段ダイヤグラム

1. 将来の活動可能性のない火山の活動履歴について【船形山】

船形山の概要

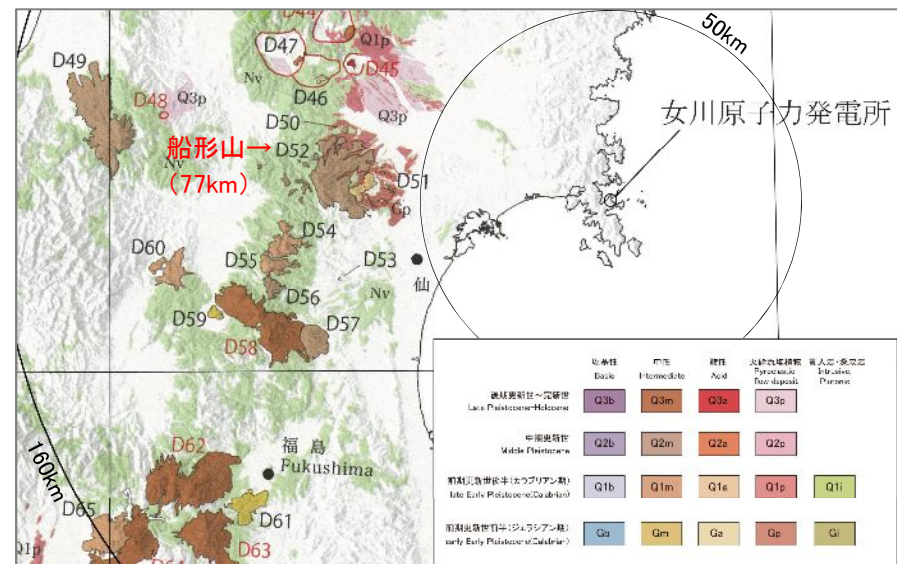
火山名	船形山
敷地からの距離	約77km
火山の形式	複成火山
活動年代	約145万年～約56万年前

船形山の評価

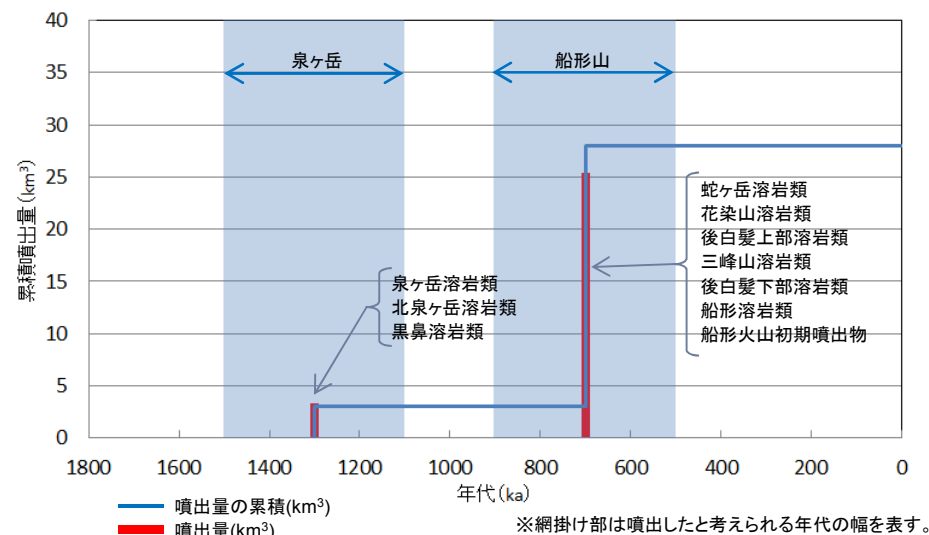
最大休止期間よりも最新活動からの経過時間が長いことから、
将来の活動可能性はない。

船形山の活動履歴

地質時代 (Ma)	噴出物	体積 (km ³)	参考文献		
第四紀 更新世	完新世		Wada (1981) 今田・大場 (1989) 今田ほか (1989) 梅田ほか (1999) 第四紀火山カタログ委員会編 中野ほか編 (2013)		
	船形山	0.50		25	
		0.56			蛇ヶ岳溶岩類
		0.77			花染山溶岩類
		0.60			後白髪上部溶岩類
		0.74			三峰山溶岩類
		0.85			後白髪下部溶岩類
	0.84	船形溶岩類			
	0.90	船形火山初期噴出物			
	泉ヶ岳	1.10		3	
1.14		泉ヶ岳溶岩類			
1.45		北泉ヶ岳溶岩類			
1.50	黒鼻溶岩類				

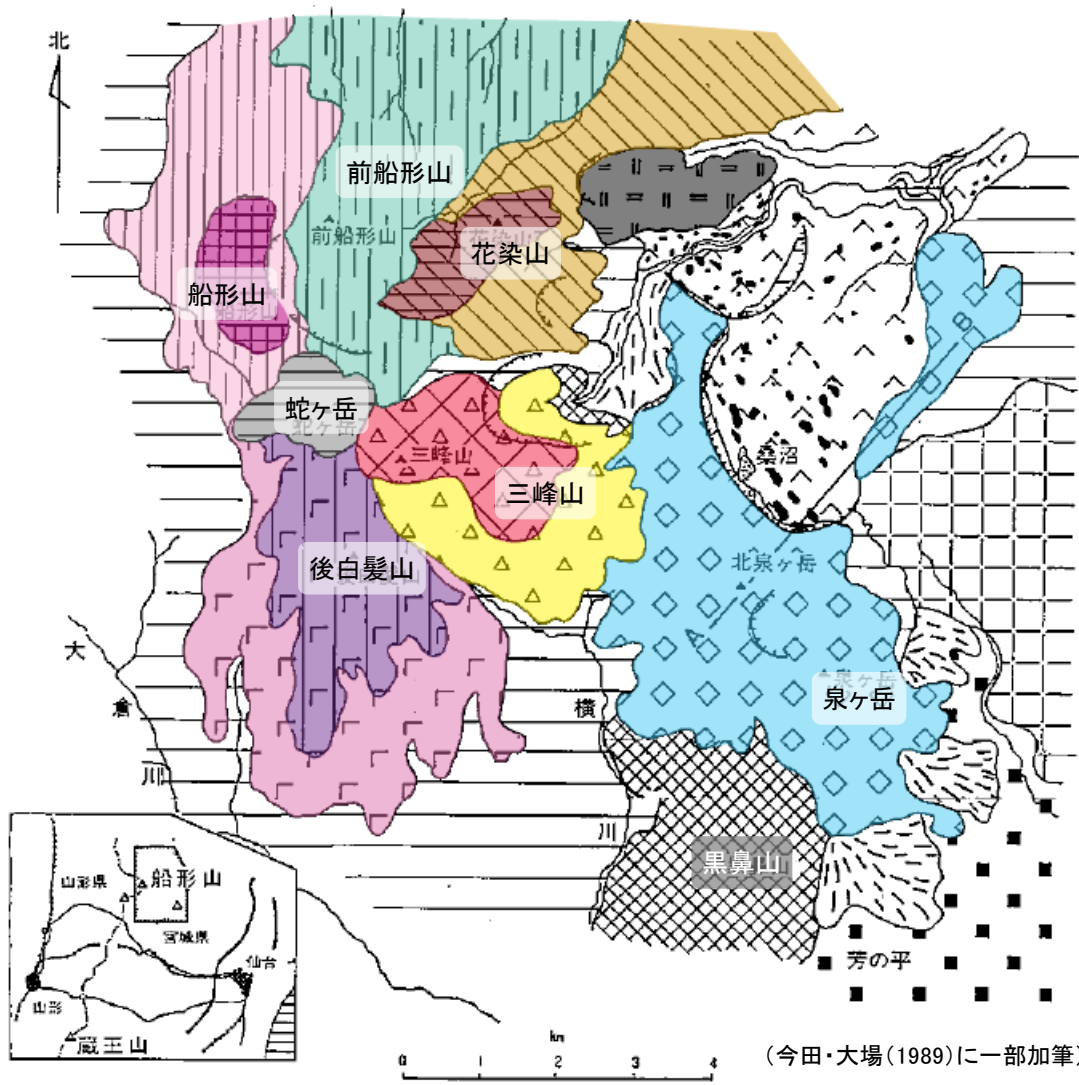


敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図 (中野ほか編(2013)による)



船形山の噴出量一年代階段ダイヤグラム

1. 将来の活動可能性のない火山の活動履歴について【船形山:噴出物の層序】



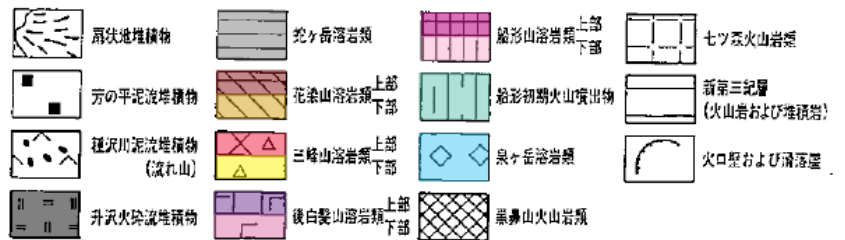
船形山の噴出物(東北電力の評価)

噴出物	
船形火山	蛇ヶ岳溶岩類
	①花染山溶岩類
	②後白髪上部溶岩類
	③三峰山溶岩類
	後白髪下部溶岩類
泉ヶ岳火山	④船形溶岩類
	⑤船形火山初期噴出物
	⑥泉ヶ岳溶岩類
	⑦北泉ヶ岳溶岩類
	黒鼻溶岩類

地質層序で確認
(今田・大場(1989)より)

地質層序で確認
(Wada(1981)より)

船形火山と泉ヶ岳火山の層序はそれぞれ
今田・大場(1989)とWada(1981)を参照した。



1. 将来の活動可能性のない火山の活動履歴について【安達】

安達の概要

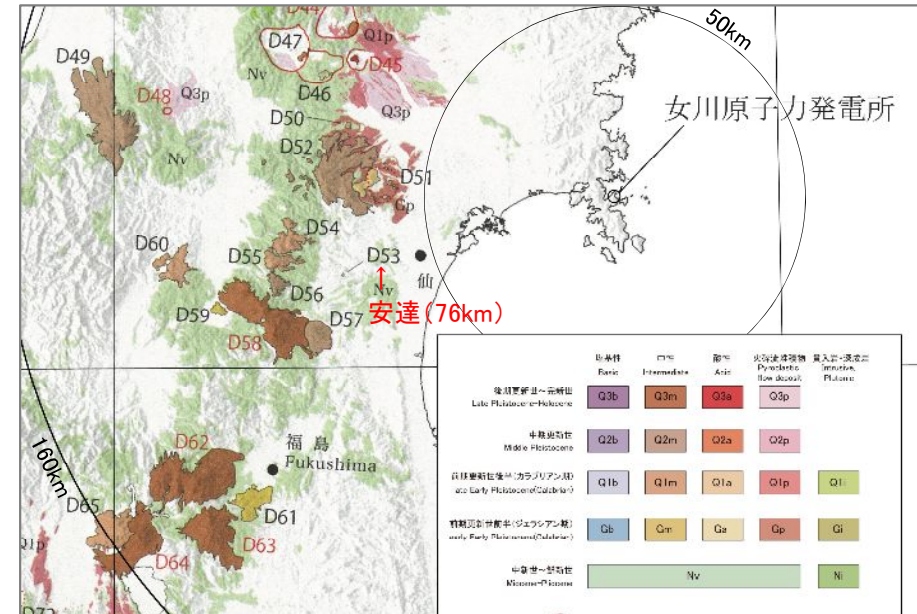
火山名	安達
敷地からの距離	約76km
火山の形式	火砕丘(軽石丘)?
活動年代	約8万年前

安達の評価

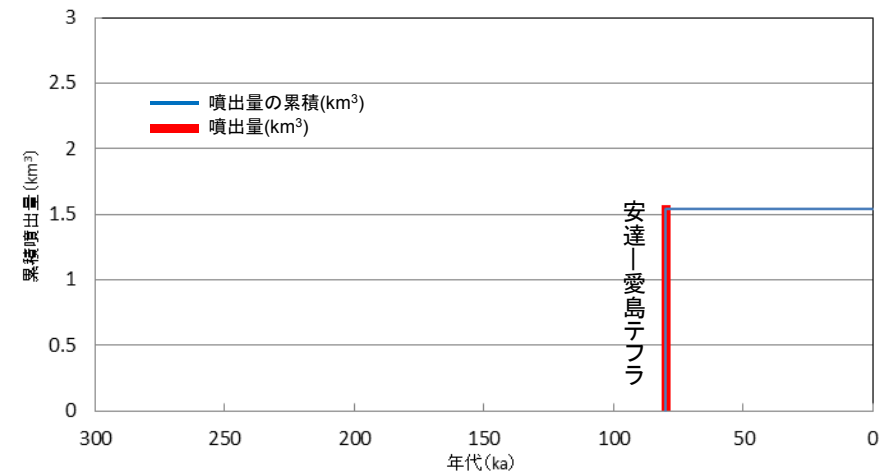
全活動期間よりも最新活動からの経過時間が長いことから、
将来の活動可能性はない。

安達の活動履歴

地質時代 (Ma)		噴出物名	体積 (km ³)	参考文献
第四紀	完新世			蟹沢(1985) 第四紀火山カタログ委員会編(1999) 中野ほか編(2013)
	更新世 0.08	安達-愛島テフラ	1.54	



敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図 (中野ほか編(2013)による)



安達の噴出量-年代階段ダイヤグラム

1. 将来の活動可能性のない火山の活動履歴について【大東岳】

大東岳の概要

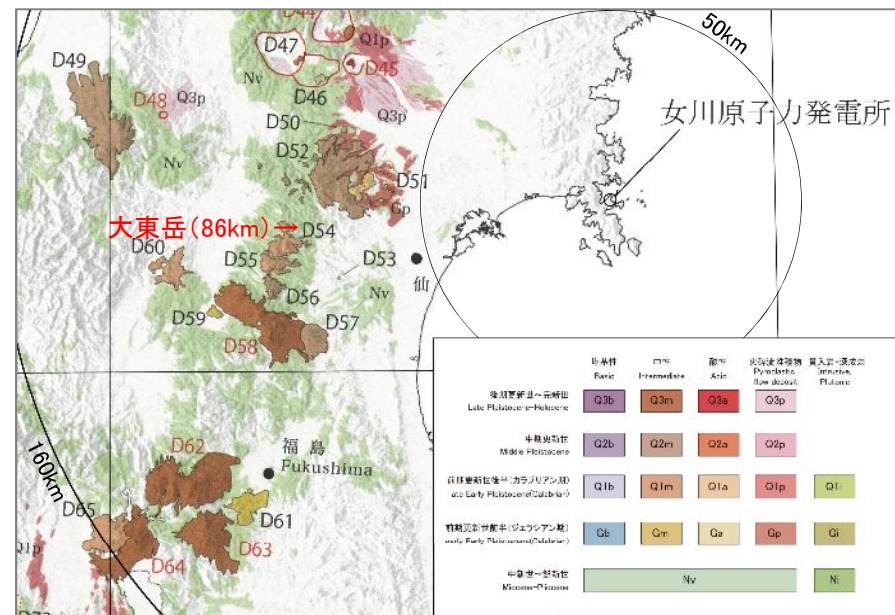
火山名	大東岳
敷地からの距離	約86km
火山の形式	複成火山, 溶岩ドーム
活動年代	約170万年前

大東岳の評価

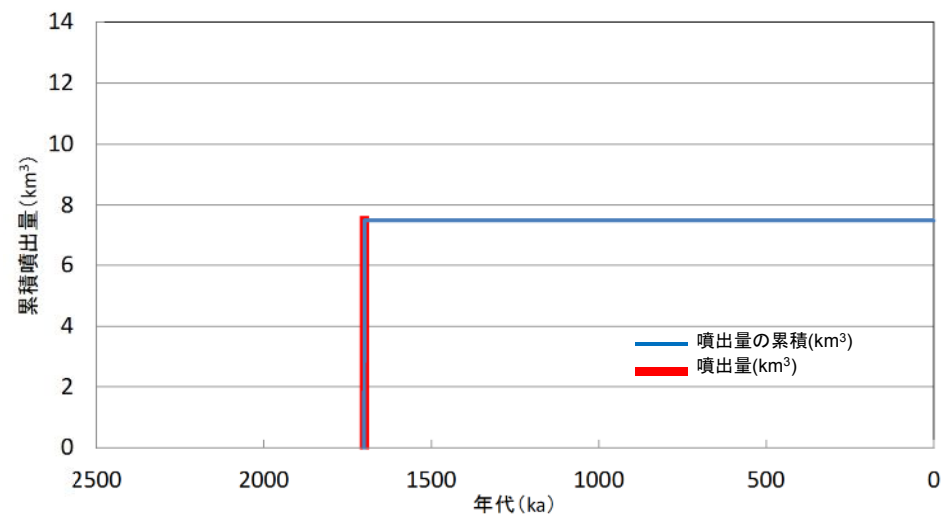
全活動期間よりも最新活動からの経過時間が長いことから、
将来の活動可能性はない。

大東岳の活動履歴

地質時代 (Ma)		噴出物	体積 (km ³)	参考文献
第四紀	完新世			
	更新世 1.7	弥吉溶岩円頂丘溶岩	7.5	山本・石川(2006) 第四紀火山カタログ委員会編(1999) 中野ほか編(2013)
		東大崖溶岩		
		こぶし平溶岩		
		鹿打沢溶岩		
		立石沢火砕流堆積物		
		弥吉溶岩		
		樋の沢溶岩		
		大東滝溶岩		
		白滝沢溶岩		



敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図 (中野ほか編(2013)による)



大東岳の噴出量-年代階段ダイヤグラム

1. 将来の活動可能性のない火山の活動履歴について【神室岳】

神室岳の概要

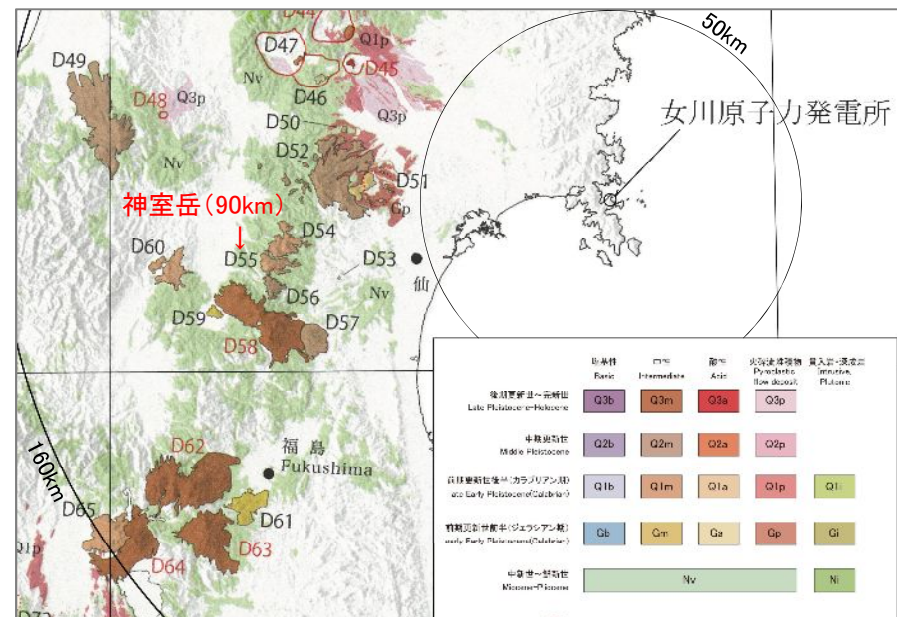
火山名	神室岳
敷地からの距離	約90km
火山の形式	複成火山
活動年代	約170万年前

神室岳の評価

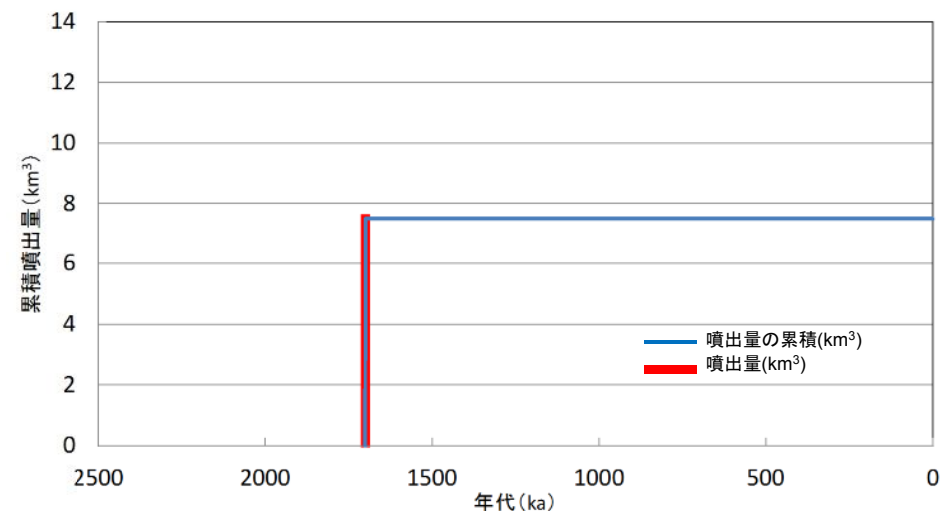
全活動期間よりも最新活動からの経過時間が長いことから、
将来の活動可能性はない。

神室岳の活動履歴

地質時代 (Ma)		噴出物名	体積 (km ³)	参考文献	
第四紀	完新世			三村(2001) 山本・石川(2006) 第四紀火山カタログ委員会編(1999) 中野ほか編(2013)	
	更新世	1.7	7.5		
					仙台神室岳火山岩類
					山形神室岳火山岩類



敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図（中野ほか編(2013)による）



神室岳の噴出量－年代階段ダイアグラム

1. 将来の活動可能性のない火山の活動履歴について【雁戸山】

雁戸山の概要

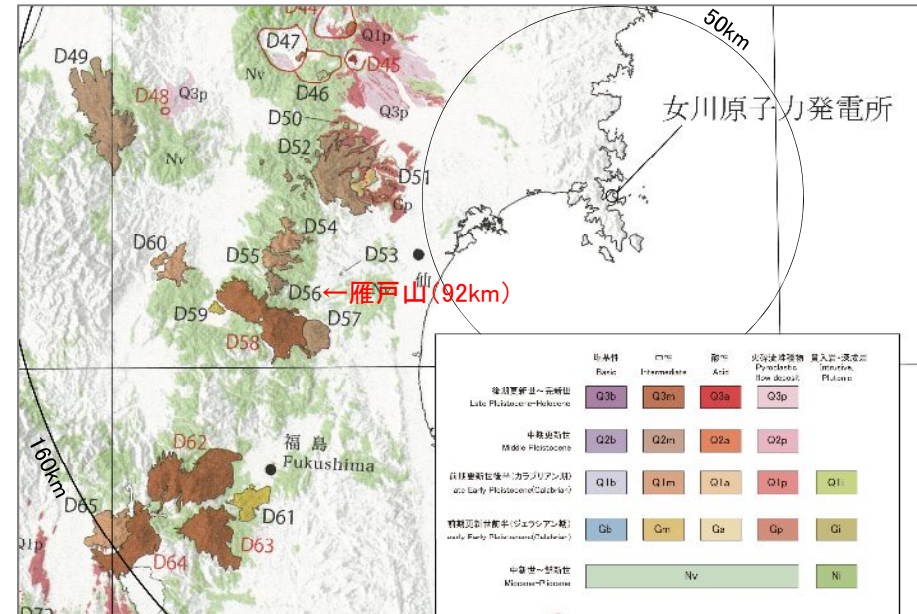
火山名	雁戸山
敷地からの距離	約92km
火山の形式	複成火山
活動年代	約40万年～約30万年前

雁戸山の評価

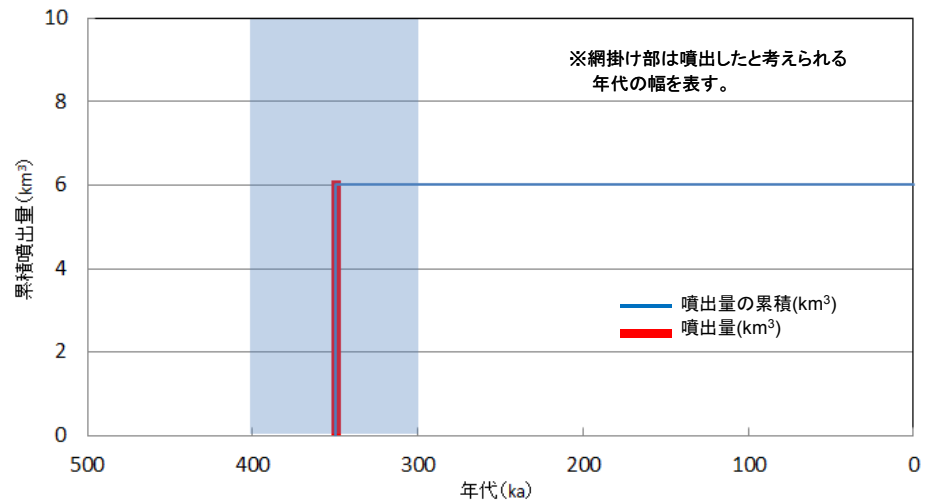
全活動期間よりも最新活動からの経過時間が長いことから、
将来の活動可能性はない。

雁戸山の活動履歴

地質時代 (Ma)		噴出物名	体積 (km ³)	参考文献
第四紀	完新世			高岡・ほか(1988) 第四紀火山カタログ委員会編(1999) 中野ほか編(2013)
	更新世	雁戸山溶岩類	6	



敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図（中野ほか編(2013)による）



雁戸山の噴出量-年代階段ダイヤグラム

1. 将来の活動可能性のない火山の活動履歴について【青麻山】

青麻山の概要

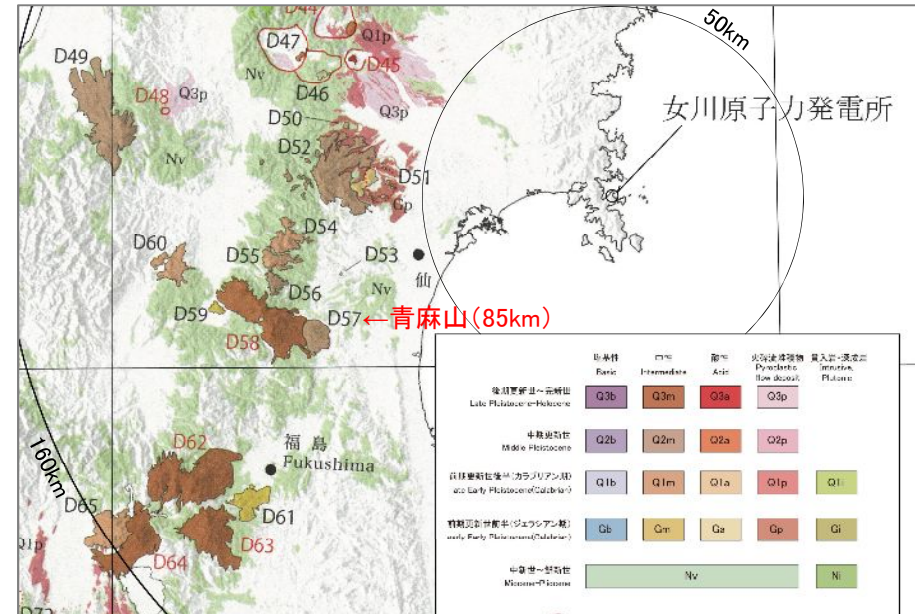
火山名	青麻山
敷地からの距離	約85km
火山の形式	複成火山-カルデラ、溶岩ドーム
活動年代	約40万年～約30万年前

青麻山の評価

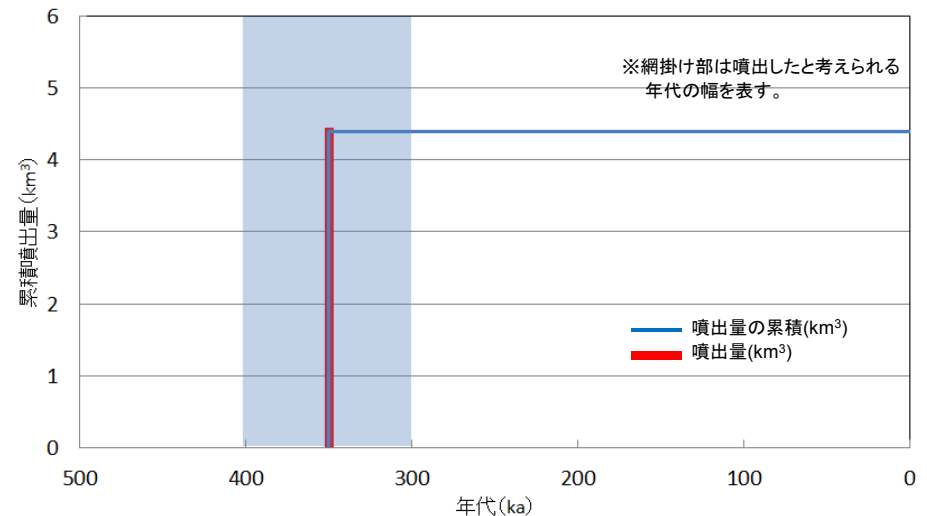
全活動期間よりも最新活動からの経過時間が長いことから、
将来の活動可能性はない。

青麻山の活動履歴

地質時代 (Ma)	ステージ区分	噴出物	体積 (km ³)	参考文献	
第四紀	完新世			伴(1992) 戸谷・伴(2001) 三村(2001) Toya et al.,(2005) 第四紀火山カタログ委員会編(1999) 中野ほか編(2013)	
	0.3	後期	遠森山円頂丘溶岩		0.8
			青麻山円頂丘溶岩		
			あけら山円頂丘溶岩		
			板橋沢火砕岩類		
	形成期	カルデラ	曲竹軽石流堆積物		3.6
			曲竹スコリア堆積物		
	前期	カルデラ	オナシ溶岩		
			凧倉山溶岩		
			松川火砕流堆積物		
			八山火砕流堆積物		
			461m峰溶岩		
	0.4		赤松沢溶岩		



敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図 (中野ほか編(2013)による)



青麻山の噴出量-年代階段ダイアグラム

1. 将来の活動可能性のない火山の活動履歴について【三吉・葉山】

第189回審査会合
資料2-2加筆修正

三吉・葉山の概要

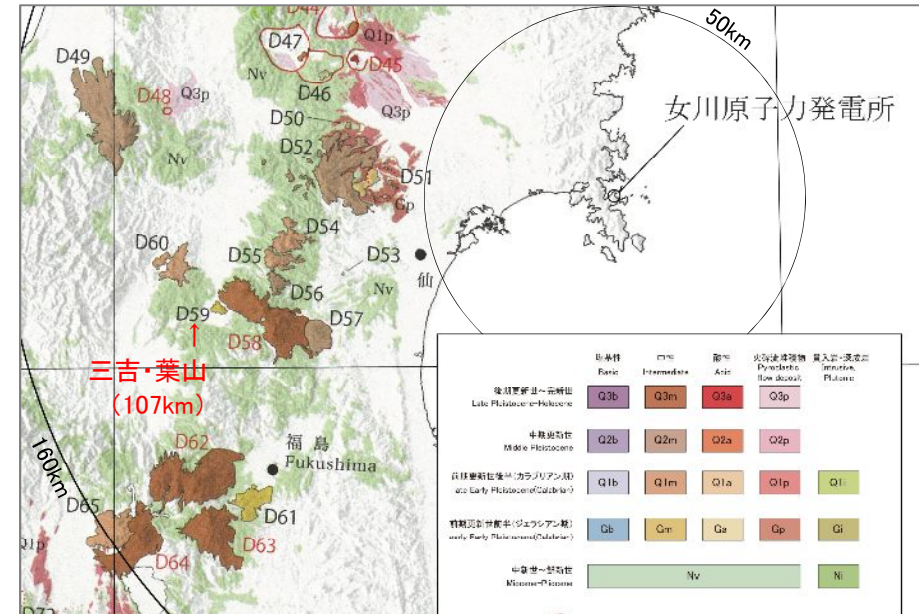
火山名	三吉・葉山
敷地からの距離	約107km
火山の形式	複成火山
活動年代	約240万年～約230万年前

三吉・葉山の評価

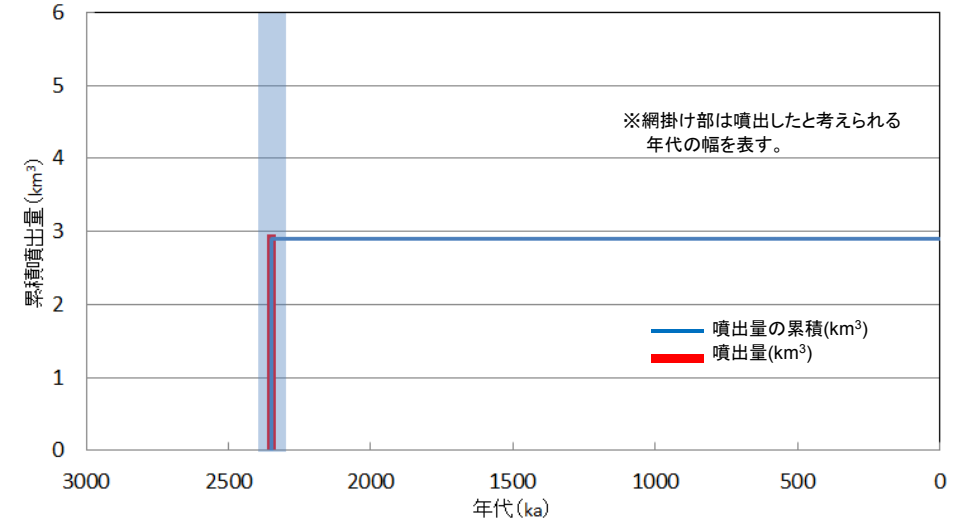
全活動期間よりも最新活動からの経過時間が長いことから、
将来の活動可能性はない。

三吉・葉山の活動履歴

地質時代 (Ma)		噴出物	体積 (km ³)	参考文献
第四紀	完新世			市村(1963) 谷ほか(1975) 中島ほか(1995) 梅田ほか(1999) 第四紀火山カタログ委員会編(1999) 西来ほか(2012) 中野ほか編(2013)
	更新世	葉山溶岩	2.9	
		仙石溶岩		
	2.4			



敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図（中野ほか編(2013)による）



三吉・葉山の噴出量－年代階段ダイヤグラム

1. 将来の活動可能性のない火山の活動履歴について【白鷹山】

白鷹山の概要

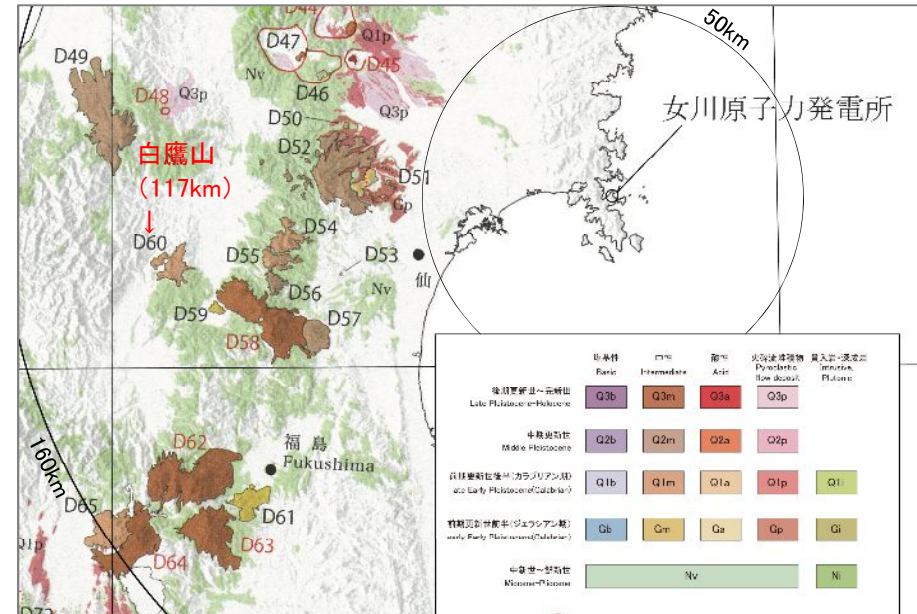
火山名	白鷹山
敷地からの距離	約117km
火山の形式	複成火山, 溶岩ドーム
活動年代	約100万年～約80万年前

白鷹山の評価

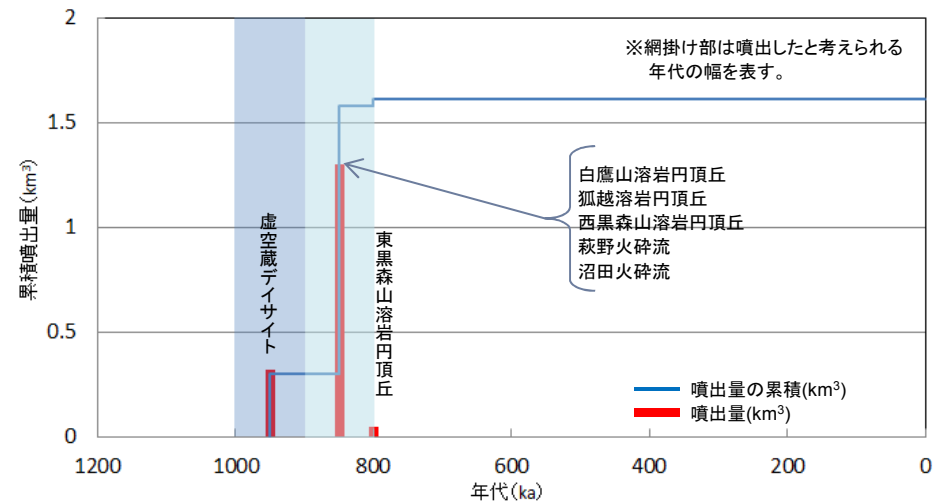
全活動期間よりも最新活動からの経過時間が長いことから、
将来の活動可能性はない。

白鷹山の活動履歴

地質時代 (Ma)		噴出物	体積 (km ³)	参考文献	
第四紀	完新世			長澤ほか(1995) 石井・斎藤(1997) 三村・鹿野(2000) 第四紀火山カタログ委員会編(1999) 中野ほか編(2013)	
	更新世	0.8	東黒森山溶岩円頂丘		0.03
			畑谷岩屑なだれ堆積物		2
			白鷹山溶岩円頂丘		0.15
			狐越溶岩円頂丘		0.02
			西黒森山溶岩円頂丘		0.05
			小白府岩屑なだれ堆積物		0.01
			針生岩屑なだれ堆積物		1.3
			萩野火砕流堆積物		1
			沼田火砕流堆積物		0.06
1.0	虚空蔵デイスайト	0.3			



敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図 (中野ほか編(2013)による)



白鷹山の噴出量-年代階段ダイヤグラム

1. 将来の活動可能性のない火山の活動履歴について【笹森山】

笹森山の概要

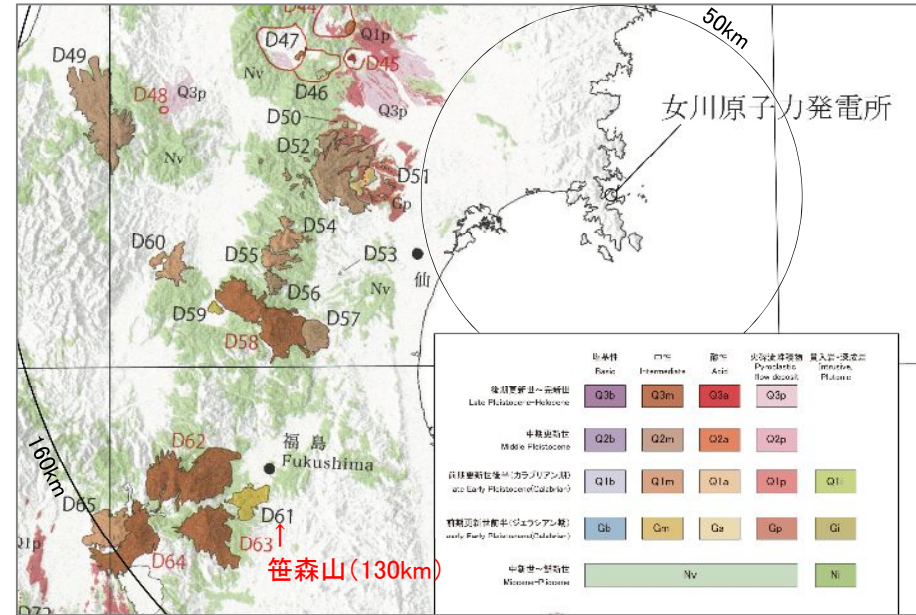
火山名	笹森山
敷地からの距離	約130km
火山の形式	複成火山？
活動年代	約370万年～約200万年前

笹森山の評価

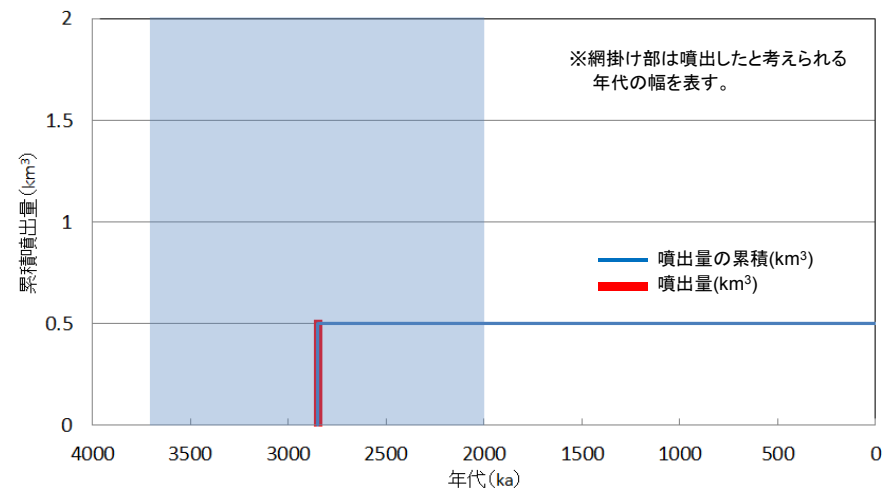
全活動期間よりも最新活動からの経過時間が長いことから、
将来の活動可能性はない。

笹森山の活動履歴

地質時代 (Ma)		噴出物	体積 (km ³)	参考文献
第四紀	完新世	笹森山安山岩	0.5	八島(1990) 阪口(1995) 長橋ほか(2004) 第四紀火山カタログ委員会編(1999) 西来ほか(2012) 中野ほか編(2013)
	更新世 2.0			
新第三紀	鮮新世 3.7			



敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図 (中野ほか編(2013)による)



笹森山の噴出量-年代階段ダイヤグラム

1. 将来の活動可能性のない火山の活動履歴について【猫魔ヶ岳①】

猫魔ヶ岳の概要

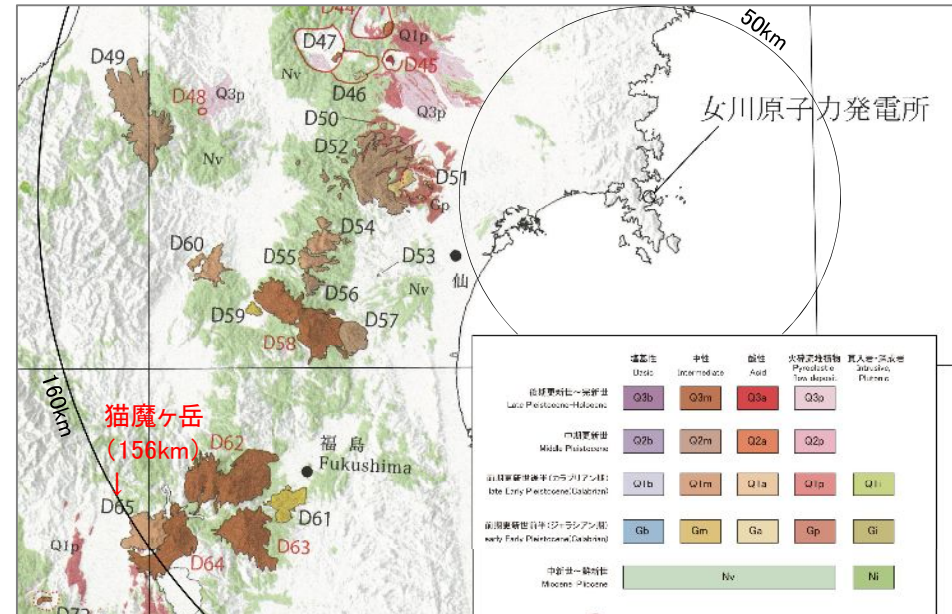
火山名	猫魔ヶ岳
敷地からの距離	約156km
火山の形式	複成火山
活動年代	約143万年～約40万年前

猫魔ヶ岳の評価

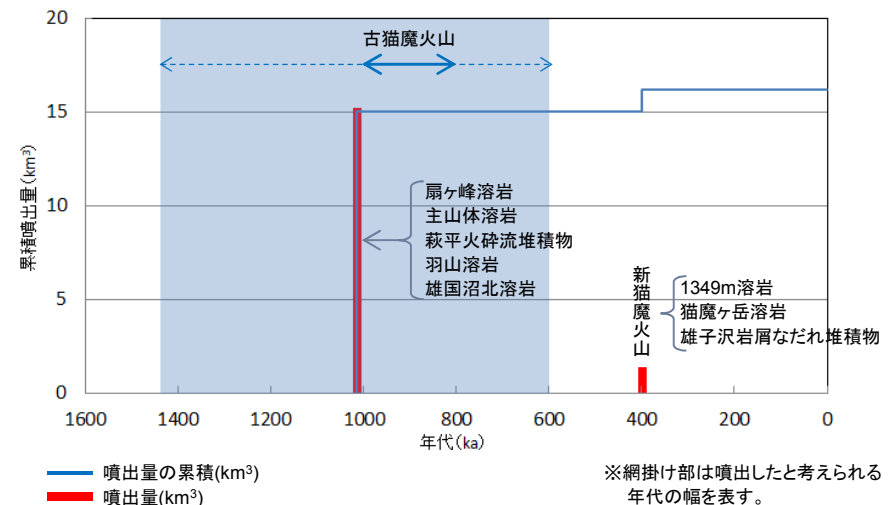
最大休止期間よりも最新活動からの経過時間が長いことから、将来の活動可能性はない。

猫魔ヶ岳の活動履歴

地質時代 (Ma)	ステージ区分	噴出物	体積 (km ³)	参考文献				
第四紀	完新世	新猫魔火山	1349m溶岩	1.2	NEDO(1990) 三村(2002) 中野ほか編(2013)			
			猫魔ヶ岳溶岩					
			雄子沢岩屑なだれ堆積物			-		
	更新世	古猫魔火山	扇ヶ峰溶岩	15				
			主山体溶岩					
			萩平火砕流堆積物					
			羽山溶岩					
			雄国沼北溶岩					
			0.40					
			0.80					
0.68								
0.60								
0.86								
0.75								
0.67								
1.11								
1.43								
1.00								



敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図（中野ほか編(2013)による）



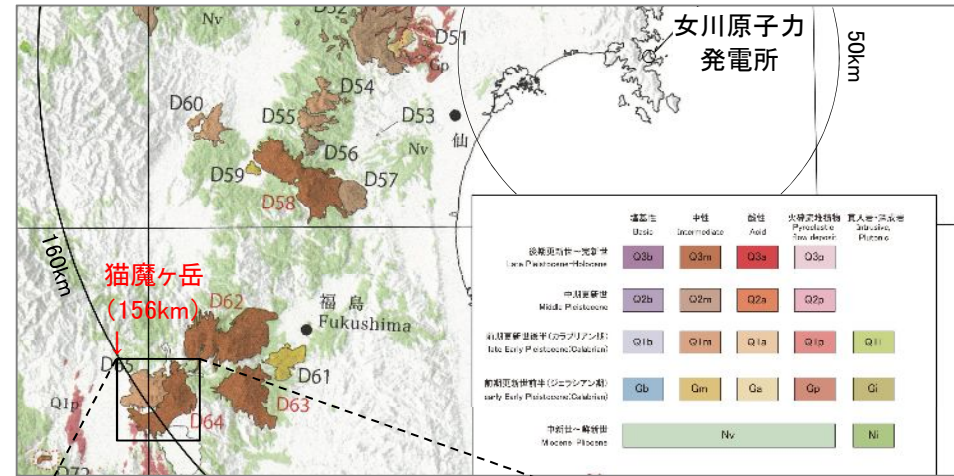
猫魔ヶ岳の噴出量-年代階段ダイアグラム

※網掛け部は噴出したと考えられる年代の幅を表す。

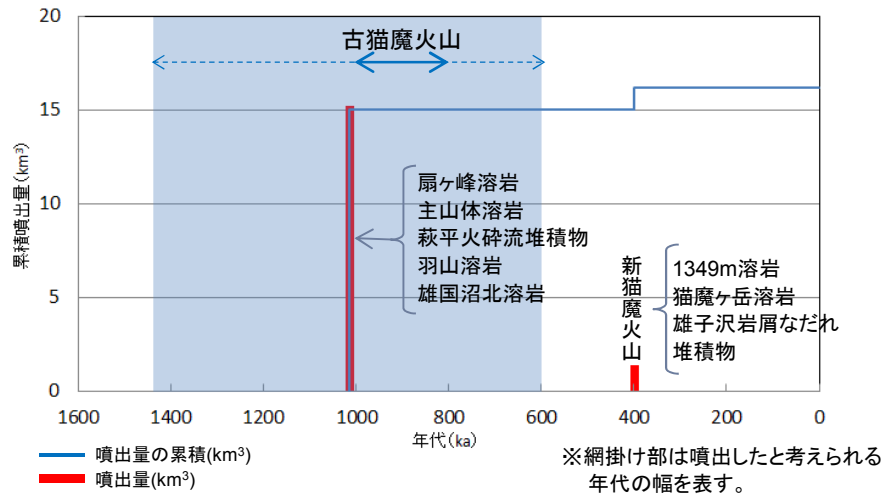
1. 将来の活動可能性のない火山の活動履歴について【猫魔ヶ岳②】

設計対応不可能な火山事象の評価(猫魔ヶ岳)

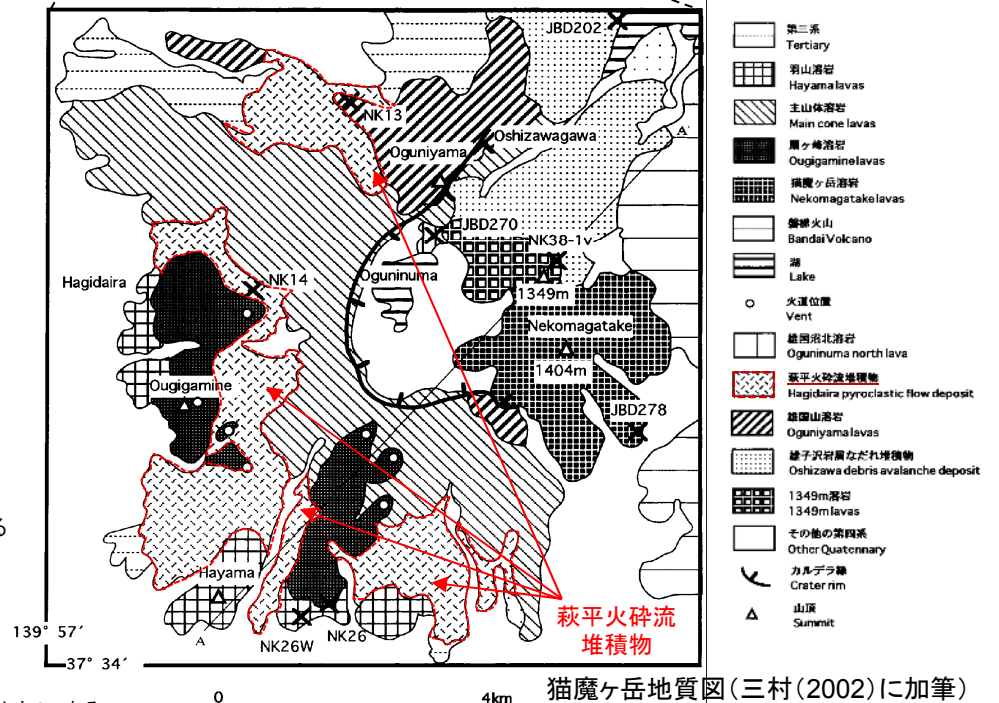
火砕物密度流 (160km)	火砕物密度流は猫魔ヶ岳周辺に限られる。
溶岩流 (50km)	敷地と火山の距離から、発電所に影響を及ぼす可能性はない。
岩屑なだれ他 (50km)	
新しい火口の開口	敷地は、第四紀を通じて火山フロントより前弧側(東方)に50km以上離れた北上山地南端部の牡鹿半島にあり、敷地周辺では火成活動は確認されていないことから、発電所の運用期間中に影響を及ぼす可能性は十分小さい。
地殻変動	



敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山地質図 - (中野ほか編(2013)による)



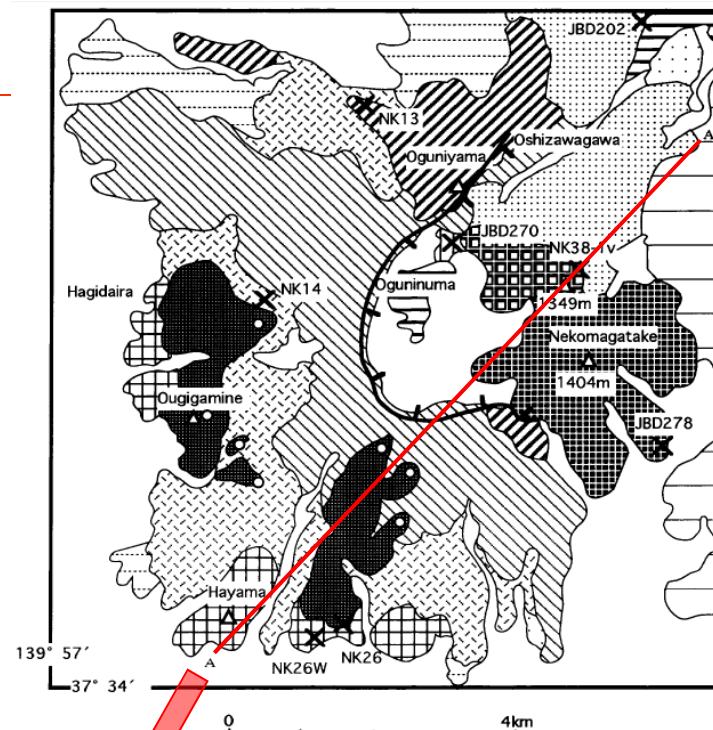
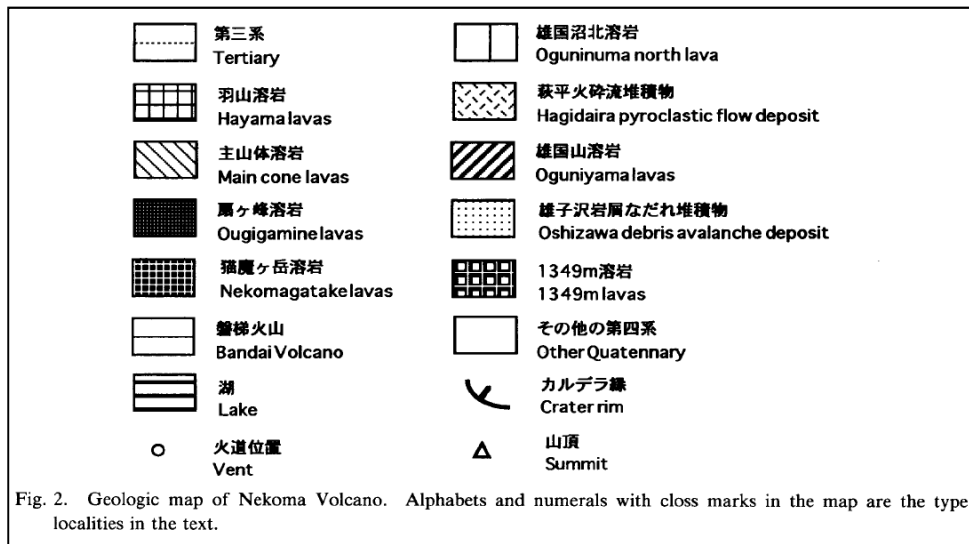
猫魔ヶ岳の噴出量一年代階段ダイヤグラム



猫魔ヶ岳地質図(三村(2002)に加筆)

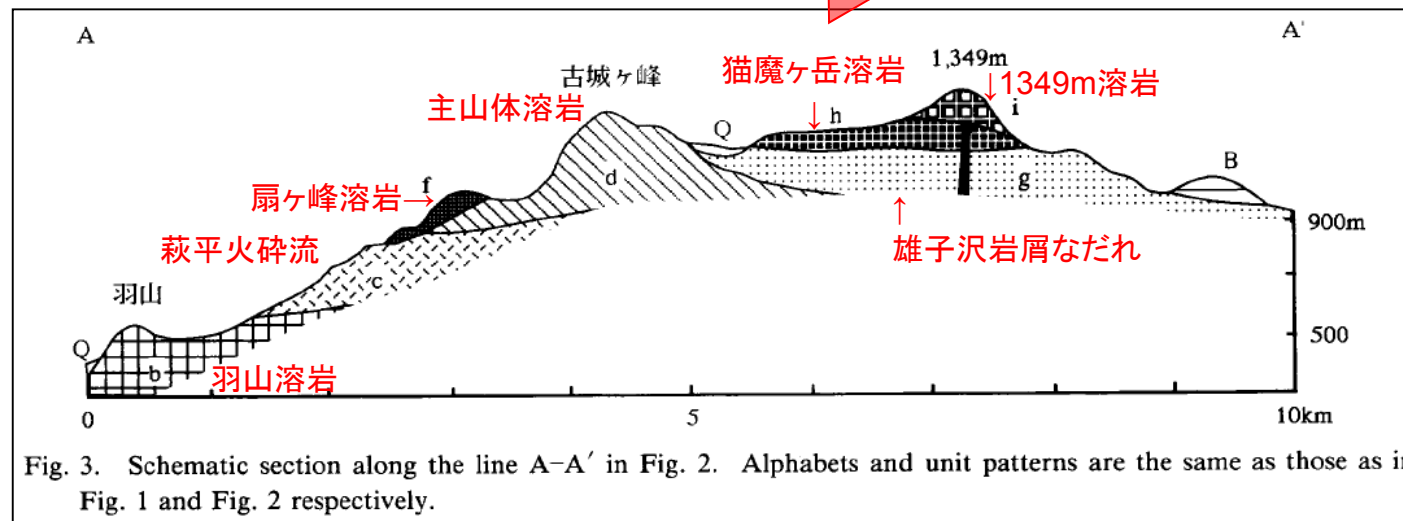
噴出量一年代階段ダイヤグラムは、中野ほか編(2013)等の文献調査の結果を基に東北電力が独自に作成したものである。

1. 将来の活動可能性のない火山の活動履歴について 【猫魔ヶ岳：噴出物の層序】



猫魔ヶ岳の噴出物(東北電力の評価)

噴出物	
新猫魔火山	1349m溶岩
	①猫魔ヶ岳溶岩
	雄子沢岩屑なだれ堆積物
古猫魔火山	②扇ヶ峰溶岩
	③主山体溶岩 (雄国山溶岩を含む)
	④萩平火砕流堆積物
	⑤羽山溶岩
	⑥雄国沼北溶岩



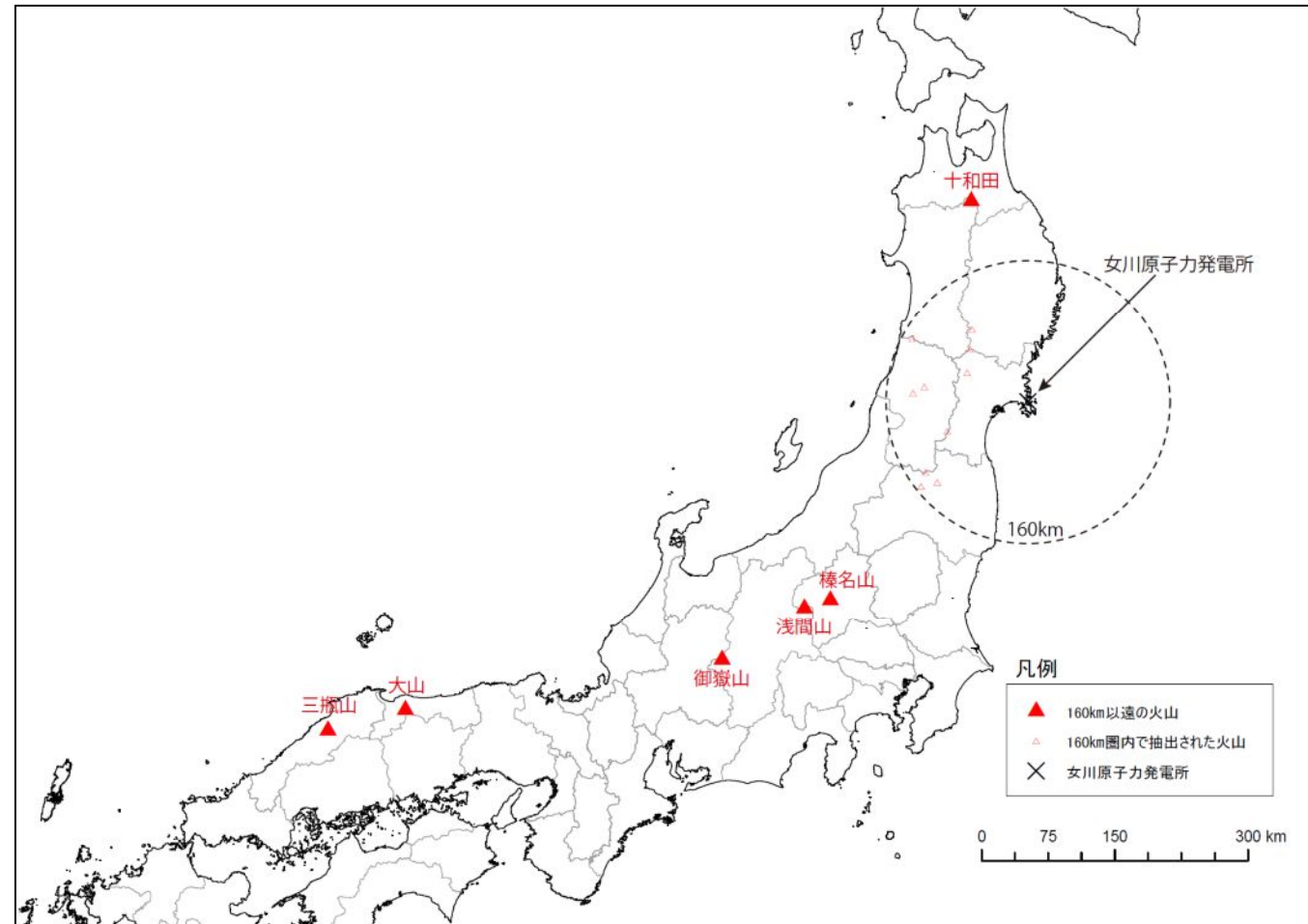
三村(2002)に一部加筆

2. 給源から女川の方方向に降灰分布軸をもつ 160km以遠の火山について

2. 給源から女川の方方向に降灰分布軸をもつ160km以遠の火山について

➤ 給源から女川原子力発電所の方向に分布軸をもつ160km以遠の火山及び広域テフラは以下のとおり。

火山	テフラ名	
十和田	To-a	十和田 a
	To-Cu	十和田-中楸
榛名山	Hr-FP	榛名ニツ岳伊香保
浅間山	As-A	浅間 A(天明)
	As-B	浅間 B(天仁)
	As-C	浅間 C
	UG	立川ローム 上部ガラス質部
	As-K	浅間草津
	As-YP	浅間板鼻黄色
As-Sr	浅間白糸	
御嶽山	On-Pm1	御岳第 1
大山	DKP	大山倉吉
三瓶山	SK	三瓶木次



給源から女川原子力発電所の方向に分布軸をもつ160km以遠の火山

2. 給源から女川の方方向に降灰分布軸をもつ160km以遠の火山について【十和田】

【十和田】

- 十和田a(To-a)は、宍倉ほか(2007)によれば、石巻平野で実施した津波堆積物調査の結果から数cmの厚さで分布していることが報告されており、敷地内の地質調査においても最大層厚6cmを確認している。
- 十和田一中掬(To-Cu)は、早田・八木(1991)によれば、吾妻山で1.3cmが確認されているものの、敷地周辺では確認されていない。

火山	テフラ名	
十和田	To-a	十和田 a
	To-Cu	十和田一中掬
榛名山	Hr-FP	榛名ニツ岳伊香保
浅間山	As-A	浅間 A(天明)
	As-B	浅間 B(天仁)
	As-C	浅間 C
	UG	立川ローム 上部ガラス質部
	As-K	浅間草津
	As-YP	浅間板鼻黄色
	As-Sr	浅間白糸
御嶽山	On-Pm1	御岳第 1
大山	DKP	大山倉吉
三瓶山	SK	三瓶木次

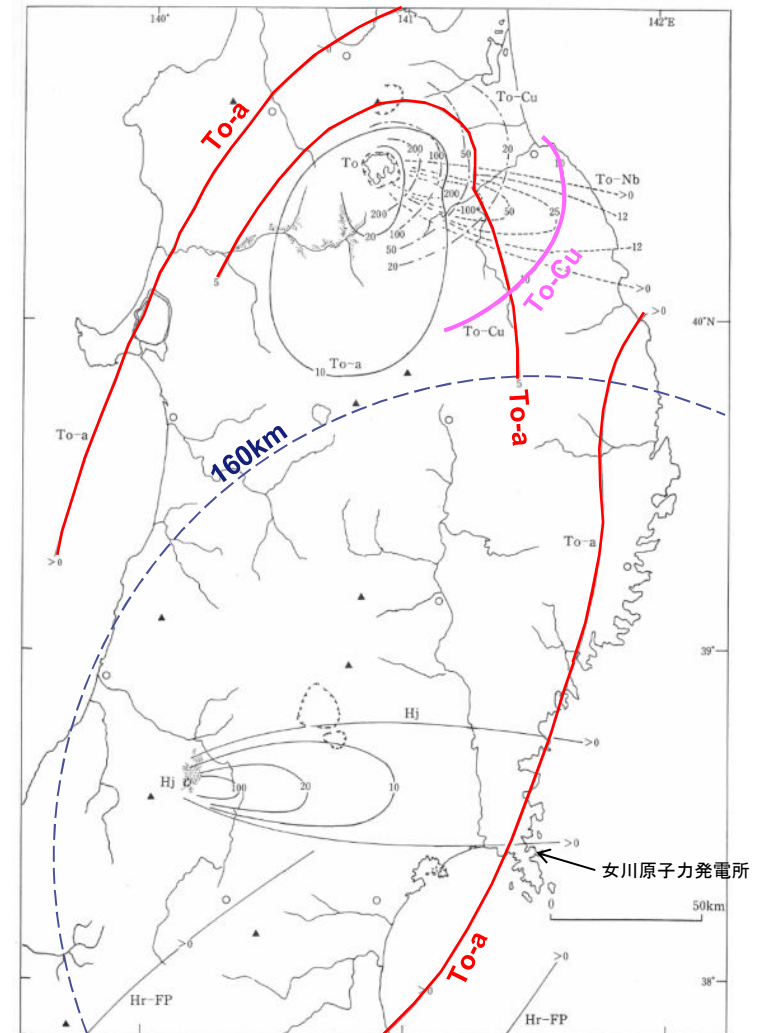


図 3.4-2 東北地方の完新世主要テフラの等層厚線図

To-a 十和田 a (ppt の分布も示す)^{[1] 宍倉ほか} Hr-FP 榛名ニツ岳伊香保^[2] To-Cu 十和田一中掬^[3]To-Nb 十和田南部^[1] HJ 肘折尾花沢 (ppt の分布も示す) To: 十和田, HJ: 肘折

[1] 町田ほか (1981a), 2) Arai et al. (1986), 3) Hayakawa (1985)

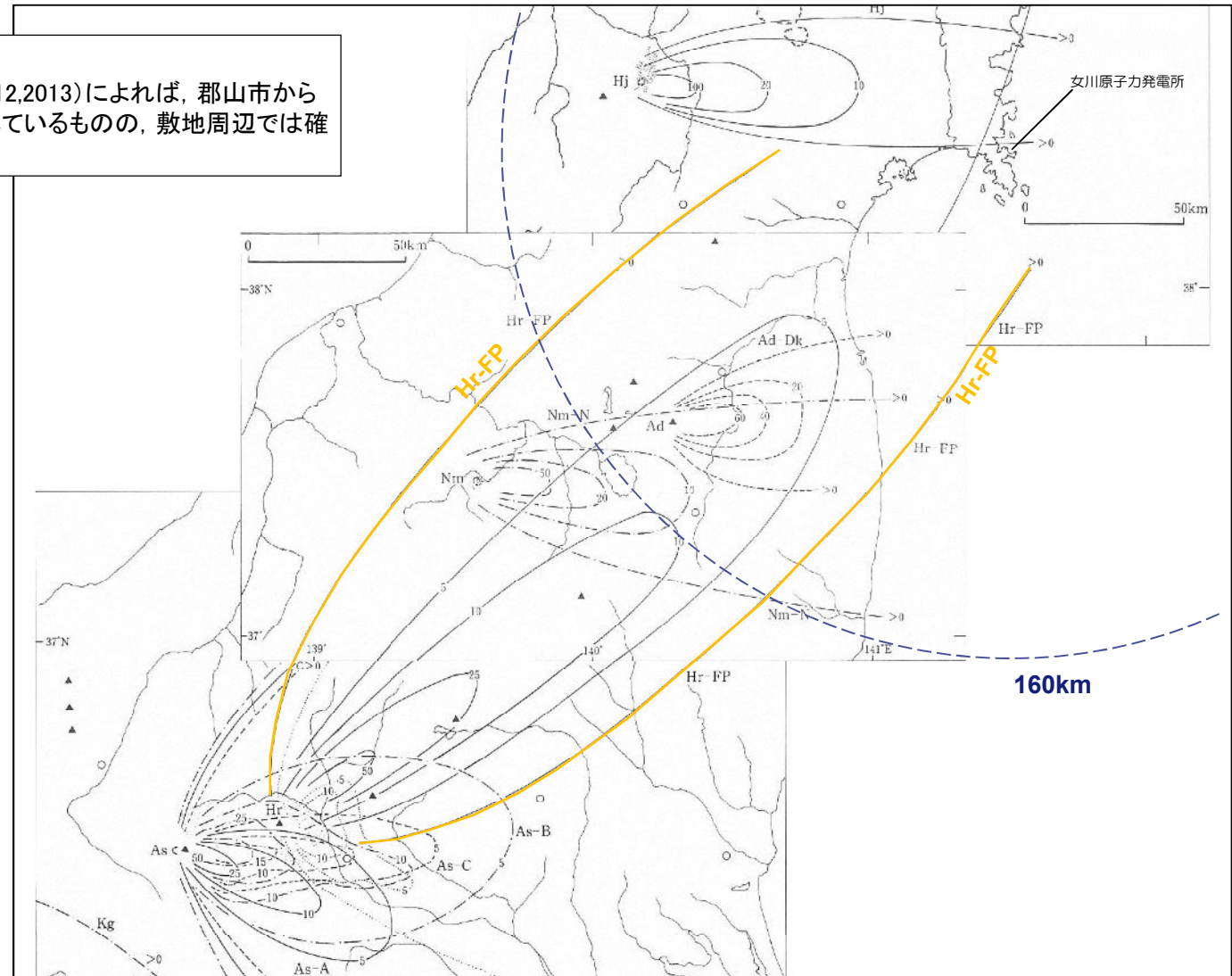
東北地方の完新世主要テフラの等層厚線図
(町田・新井(2003)に一部加筆)

2. 給源から女川の方角に降灰分布軸をもつ160km以遠の火山について【榛名山】

【榛名山】

- 榛名ニツ岳伊香保 (Hr-FP) は、山元(2012,2013)によれば、郡山市から福島市にかけて約6cmの層厚が確認されているものの、敷地周辺では確認されていない。

火山	テフラ名	
十和田	To-a	十和田 a
	To-Cu	十和田中掬
榛名山	Hr-FP	榛名ニツ岳伊香保
浅間山	As-A	浅間 A(天明)
	As-B	浅間 B(天仁)
	As-C	浅間 C
	UG	立川ローム 上部ガラス質部
	As-K	浅間草津
	As-YP	浅間板鼻黄色
	As-Sr	浅間白糸
御嶽山	On-Pm1	御岳第1
大山	DKP	大山倉吉
三瓶山	SK	三瓶木次



北関東～東北地方の主要テフラの等層厚線図
(町田・新井(2003)に一部加筆)

2. 給源から女川の方へ降灰分布軸をもつ160km以遠の火山について 【浅間山①】

第189回審査会合
資料2-2加筆修正

【浅間山①】

- 浅間A(As-A), 浅間B(As-B)及び浅間C(As-C)は, 浅間山周辺においてテフラが確認されているものの, 東北地方ではほとんど確認されていない。

火山	テフラ名	
十和田	To-a	十和田 a
	To-Cu	十和田中掬
榛名山	Hr-FP	榛名二ツ岳伊香保
浅間山	As-A	浅間 A(天明)
	As-B	浅間 B(天仁)
	As-C	浅間 C
	UG	立川ローム 上部ガラス質部
	As-K	浅間草津
	As-YP	浅間板鼻黄色
	As-Sr	浅間白糸
御嶽山	On-Pm1	御岳第 1
大山	DKP	大山倉吉
三瓶山	SK	三瓶木次

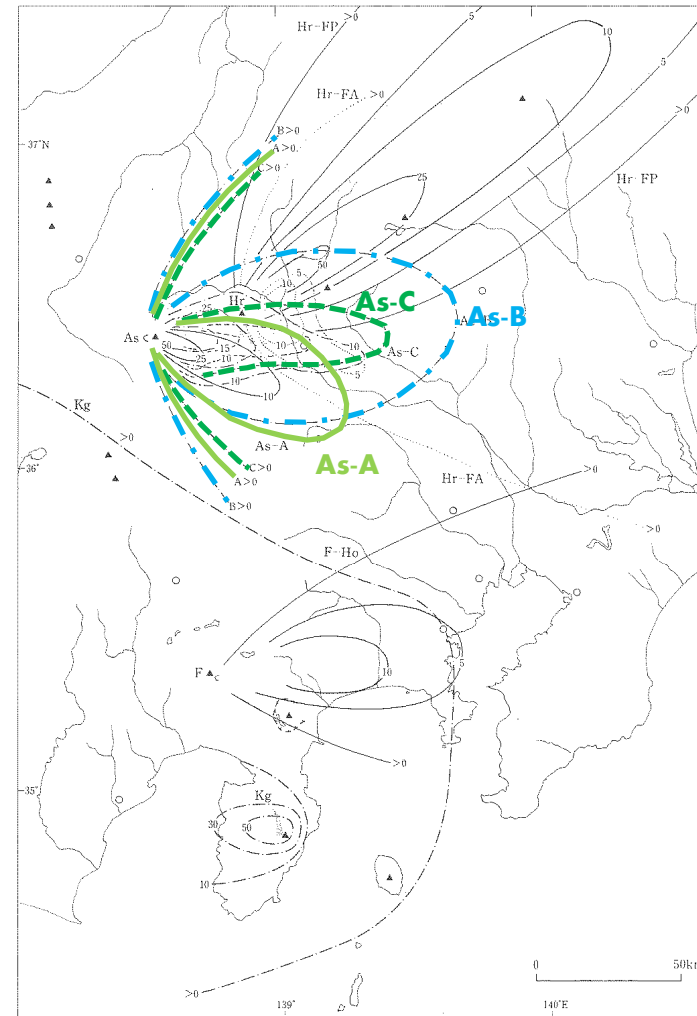


図 3.3-1 中部・関東地方の完新世主要テフラの等層厚線図

As-A 浅間 A(天明)²⁾ F-Ho 富士宝永³⁾より噴出 As-B 浅間 B(天仁)¹⁾ Hr-FP 榛名二ツ岳伊香保⁴⁾より噴出
Hr-FA 榛名二ツ岳波川⁴⁾より噴出 As-C 浅間 C²⁾ Kg 大城カワゴ平⁵⁾ As-A, Hr-FP, Hr-FA, Kg は pfi
の分布も示す。As:浅間, Hr:榛名, F:富士, Kg:大城カワゴ平。

[1] 新井 (1979), 2) Tsuya (1955), 3) 宮地 (1988), 4) 早田 (1989a), 5) 嶋田 (2000)]

中部・関東地方の完新世主要テフラの等層厚線図
(町田・新井(2003)に一部加筆)



2. 給源から女川の方へ降灰分布軸をもつ160km以遠の火山について【浅間山②】

第189回審査会合
資料2-2加筆修正

【浅間山②】

- 小岩・早田(1994)では、仙台市の西方・二口峠周辺においてAs-K・As-YPに対比される可能性があるガラス質テフラ(層厚:1~5cm)が報告されている。
- 苅谷(1996)では、月山においてAs-K(As-YP)を確認したことが報告されている(連続採取した試料を洗浄処理することで確認)。

火山	テフラ名	
十和田	To-a	十和田 a
	To-Cu	十和田中撮
榛名山	Hr-FP	榛名ニツ岳伊香保
浅間山	As-A	浅間 A(天明)
	As-B	浅間 B(天仁)
	As-C	浅間 C
	UG	立川ローム 上部ガラス質部
	As-K	浅間草津
	As-YP	浅間板鼻黄色
	As-Sr	浅間白糸
御嶽山	On-Pm1	御岳第1
大山	DKP	大山倉吉
三瓶山	SK	三瓶木次

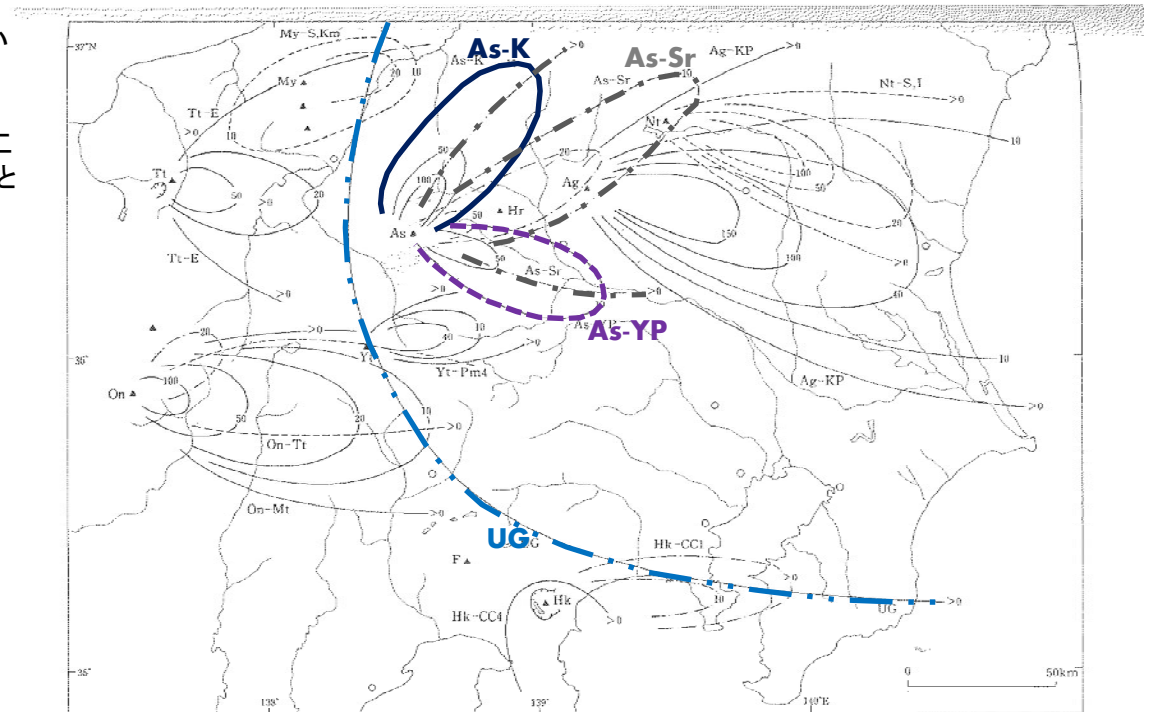


図 3.3-2 中部・関東地方の後期更新世主要テフラの等層厚線図(その1)

Nt-S 男体七本塚¹⁾ Nt-I 男体今市¹⁾ UG 立川ローム上部ガラス質²⁾ As-K 浅間草津 (pHの分布も示す)³⁾ As-YP 浅間板鼻黄色 (pHの分布も示す)³⁾
 As-Sr 浅間白糸⁴⁾ Yt-Pm1 ハツ岳^{4),5)} Ag-KP 赤城御池⁶⁾ My-S, Km 妙高陣山・兼保⁷⁾ Hk-CC4 箱根三島⁸⁾
 Hk-CC1 箱根中央火口丘¹⁾ Tt-E 立山E⁹⁾ On-Mt 御岳三岳¹⁰⁾ On-Tt 御岳辰野¹⁰⁾

Tt: 立山, My: 妙高, As: 浅間, Hr: 榛名, Ag: 赤城, Nt: 日光男体, On: 御嶽, Yt: ハツ岳, F: 富士, Hk: 箱根, 1) 関東学術研究グループ(1965), 2) 鈴木正彦(1991), 3) 中沢ほか(1984), 4) Kawachi et al.(1967), 5) 中谷(1970), 6) 鈴木毅(1990), 7) 早津・新井(1980), 8) 町田(1971), 9) 町田(1992), 10) 若木ほか(1987)

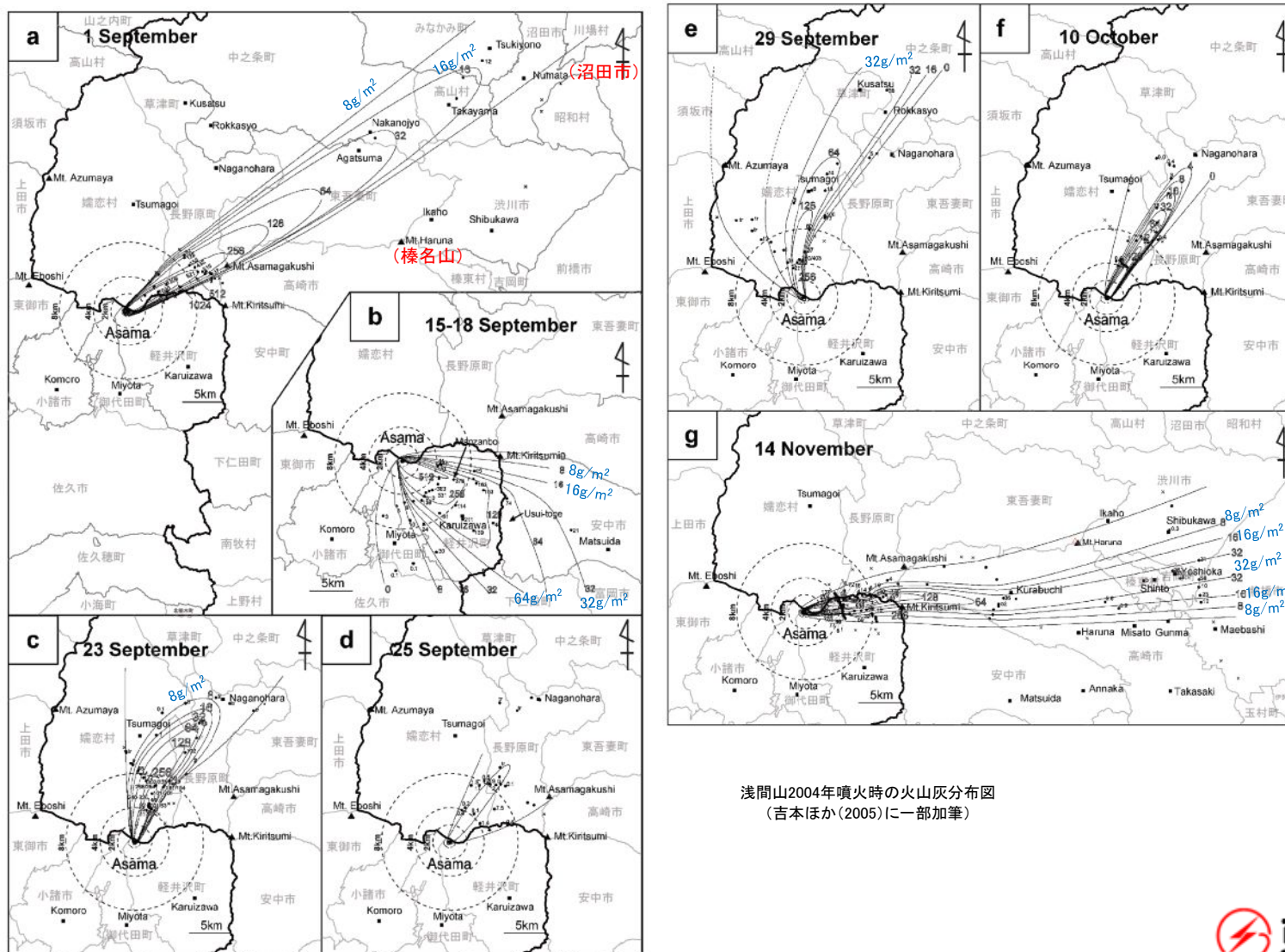
中部・関東地方の後期更新世主要テフラの等層厚線図
(町田・新井(2003)に一部加筆)

2. 給源から女川の方方向に降灰分布軸をもつ160km以遠の火山について【浅間山③】

第189回審査会合
資料2-2 再掲

【浅間山③】

➢ 2004年の噴火時では、その影響が敷地周辺まで及んでいない。



浅間山2004年噴火時の火山灰分布図
(吉本ほか(2005)に一部加筆)

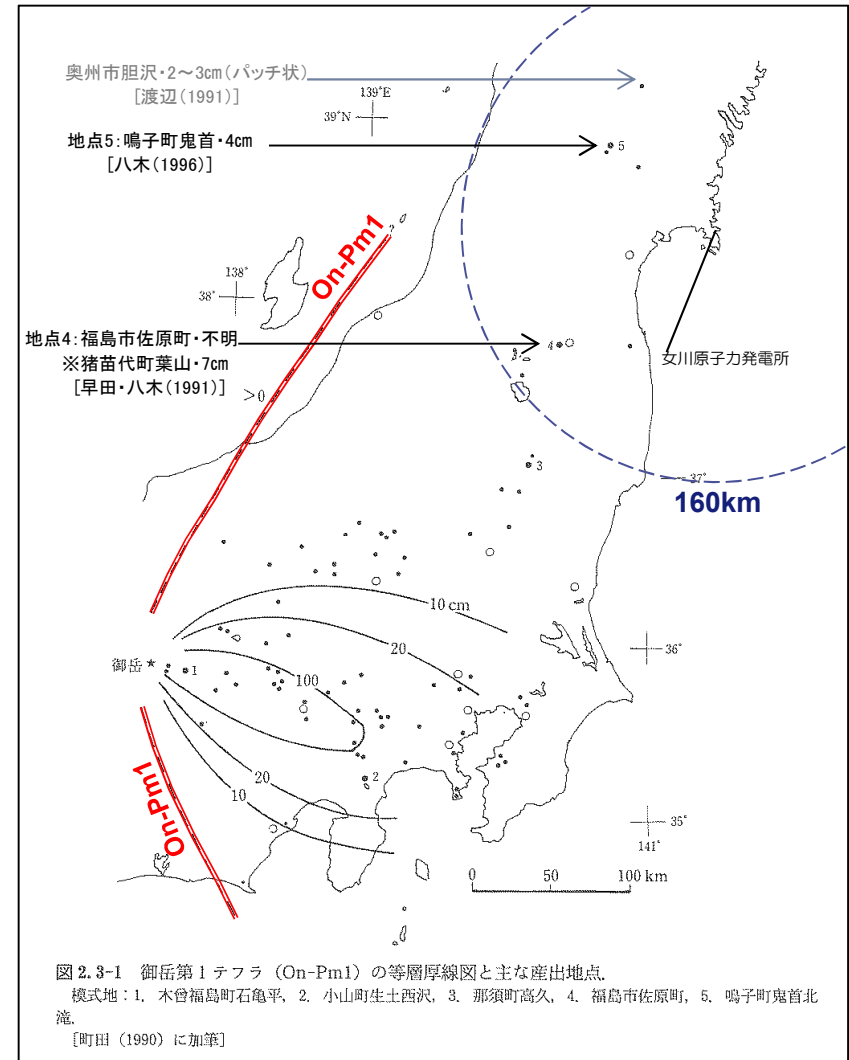
2. 給源から女川の方方向に降灰分布軸をもつ160km以遠の火山について 【御嶽山】

第189回審査会合
資料2-2加筆修正

【御嶽山】

- 御岳第一(On-Pm1)は、八木(1996)によれば、鳴子町鬼首で約4cmの層厚が確認されているものの、敷地周辺では確認されていない。

火山	テフラ名	
十和田	To-a	十和田 a
	To-Cu	十和田中掬
榛名山	Hr-FP	榛名ニツ岳伊香保
浅間山	As-A	浅間 A(天明)
	As-B	浅間 B(天仁)
	As-C	浅間 C
	UG	立川ローム 上部ガラス質部
	As-K	浅間草津
	As-YP	浅間板鼻黄色
	As-Sr	浅間白糸
御嶽山	On-Pm1	御岳第 1
大山	DKP	大山倉吉
三瓶山	SK	三瓶木次



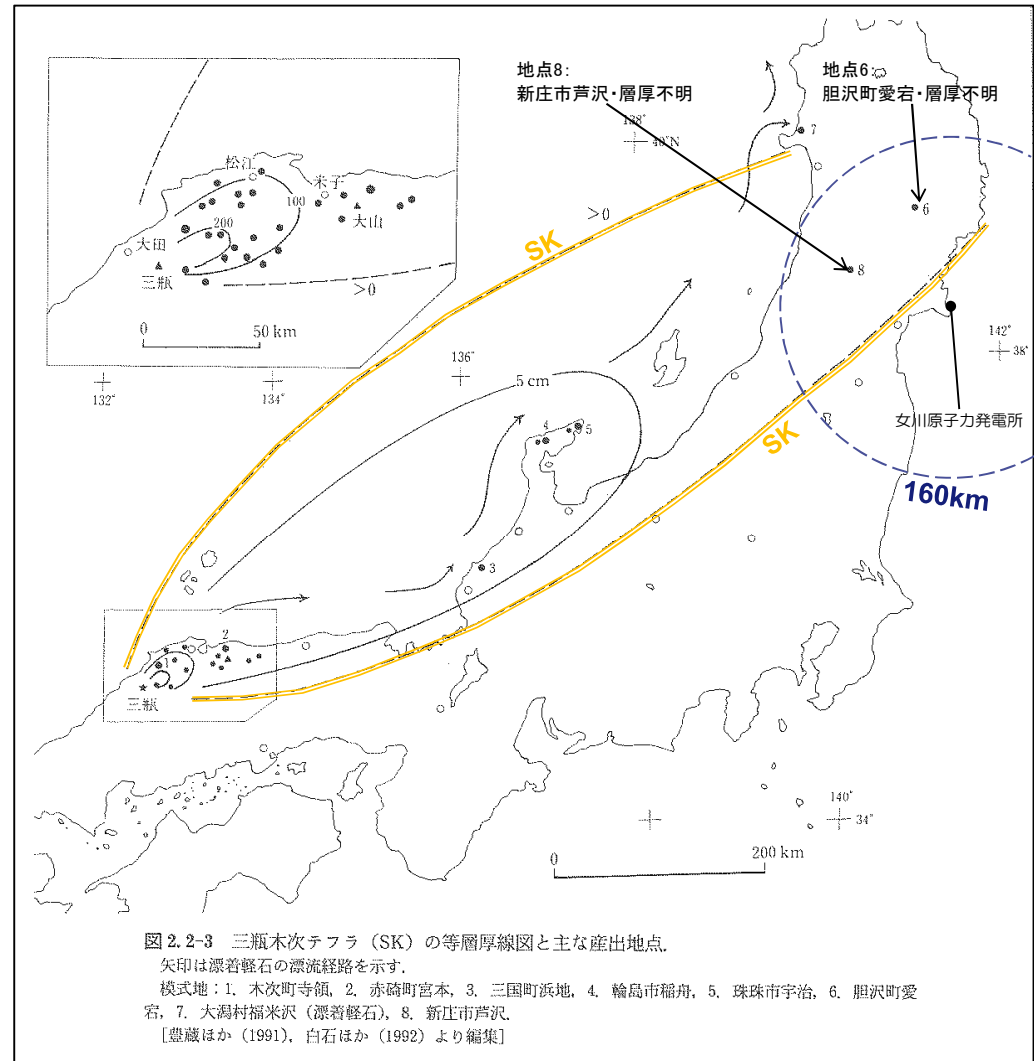
御岳第1テフラの等層厚線図
(町田・新井(2003)に一部加筆)

2. 給源から女川の方角に降灰分布軸をもつ160km以遠の火山について【三瓶山】

【三瓶山】

- 三瓶木次(SK)は、八木・早田(2000)や松浦(2000)によれば、新庄市芦沢・胆沢町愛宕においてテフラが確認されている(層厚不明)ものの、敷地周辺では確認されていない。

火山	テフラ名	
十和田	To-a	十和田 a
	To-Cu	十和田中掬
榛名山	Hr-FP	榛名ニツ岳伊香保
浅間山	As-A	浅間 A(天明)
	As-B	浅間 B(天仁)
	As-C	浅間 C
	UG	立川ローム 上部ガラス質部
	As-K	浅間草津
	As-YP	浅間板鼻黄色
	As-Sr	浅間白糸
御嶽山	On-Pm1	御岳第1
大山	DKP	大山倉吉
三瓶山	SK	三瓶木次



三瓶木次テフラの等層厚線図
(町田・新井(2003)に一部加筆)

2. 給源から女川の方角に降灰分布軸をもつ160km以遠の火山について【まとめ】

- 女川原子力発電所の敷地または敷地周辺に降灰した可能性のある広域テフラは下記であり、十和田aのみ敷地内の地質調査結果から最大層厚6cmが確認されているが、それ以外のテフラについては、いずれも層厚は0～数cmである。

火山	テフラ名		160km範囲の主な露頭		女川地点での評価
			位置	層厚	
十和田	To-a	十和田 a	敷地内	最大6cm	敷地内の地質調査結果から、最大層厚6cm。
	To-Cu	十和田中楸	吾妻山	約1.3cm (早田・八木(1991))	町田・新井(2003)によると、0～数cm。
榛名山	Hr-FP	榛名二ツ岳伊香保	郡山市～福島市	約6cm (山元(2013))	町田・新井(2003)によると、0～数cm。
浅間山	As-A	浅間 A(天明)	東北地方ではほとんど確認されていない。 ※小岩・早田(1994)によれば、二口峠周辺において、As-K・As-YPに対比される可能性があるガラス質テフラ(層厚:1～5cm)が報告されている。		町田・新井(2003)によると、ほぼ0cm。
	As-B	浅間 B(天仁)			
	As-C	浅間 C			
	UG	立川ローム 上部ガラス質部			
	As-K	浅間草津			
	As-YP	浅間板鼻黄色			
	As-Sr	浅間白糸			
御嶽山	On-Pm1	御岳第 1	鳴子町鬼首	約4cm (八木(1996))	町田・新井(2003)によると、0～数cm。
大山	DKP	大山倉吉	猪苗代町葉山	約2cm (鈴木ほか(1995))	町田・新井(2003)によると、ほぼ0cm。
三瓶木次	SK	三瓶木次	胆沢町愛宕	層厚不明 八木・早田(2000) 、松浦(2000)	町田・新井(2003)によると、ほぼ0cm。

3. 敷地内および敷地周辺で確認された 降下火砕物について

3. 敷地内及び敷地周辺で確認された降下火砕物について【バックデータ①】

➤ 敷地内で確認された上部火山灰と下部火山灰の分析結果を以下に示す。

	上部火山灰①	
	主な鉱物	ガラス屈折率
分析結果	opx,cpx,mt	1.513~1.517
参考:十和田a (町田・新井(2003)による)	opx,cpx	1.503~1.507

顕微鏡写真



0.1mm

上部火山灰 ①

	下部火山灰②	
	主な鉱物	ガラス屈折率
分析結果	gr,ho,bi,mt	1.502~1.505
参考:肘折一尾花沢 (町田・新井(2003)による)	opx,ho;qt	1.499~1.504

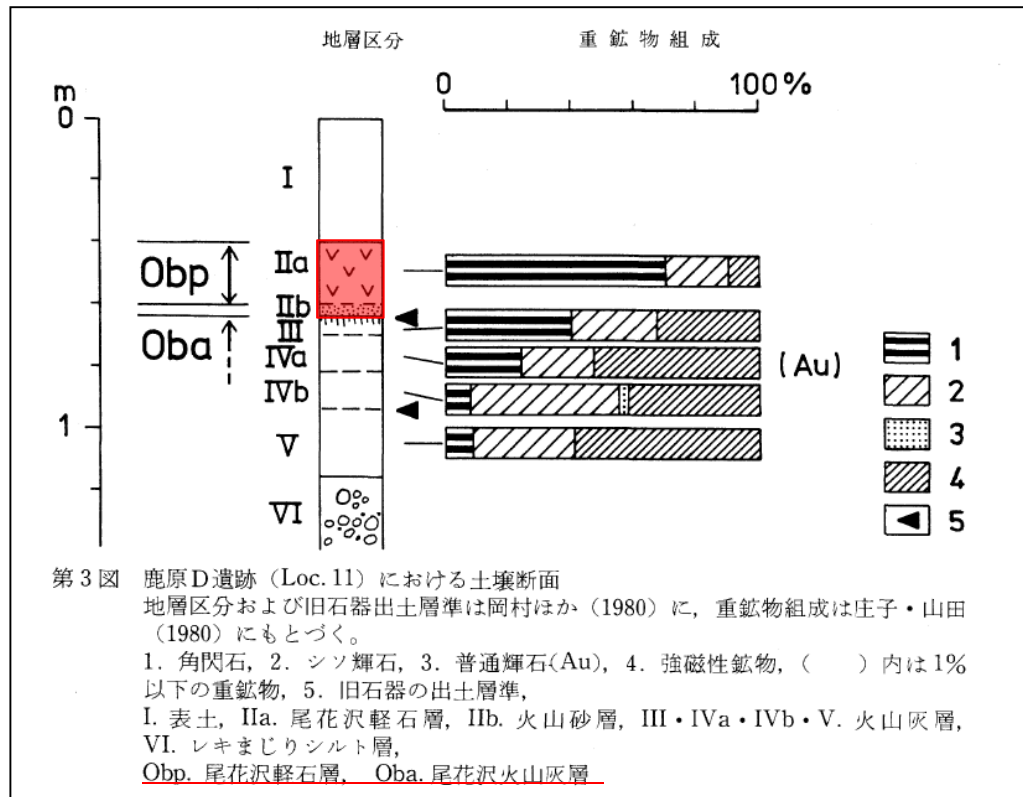
顕微鏡写真



0.1mm

下部火山灰 ②

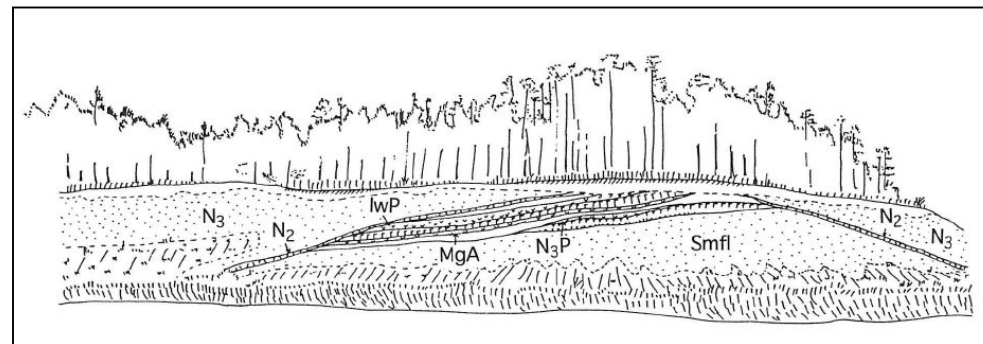
3. 敷地内及び敷地周辺で確認された降下火砕物について【バックデータ②】



鹿原D遺跡の土壌断面(豊島(1980)に加筆)

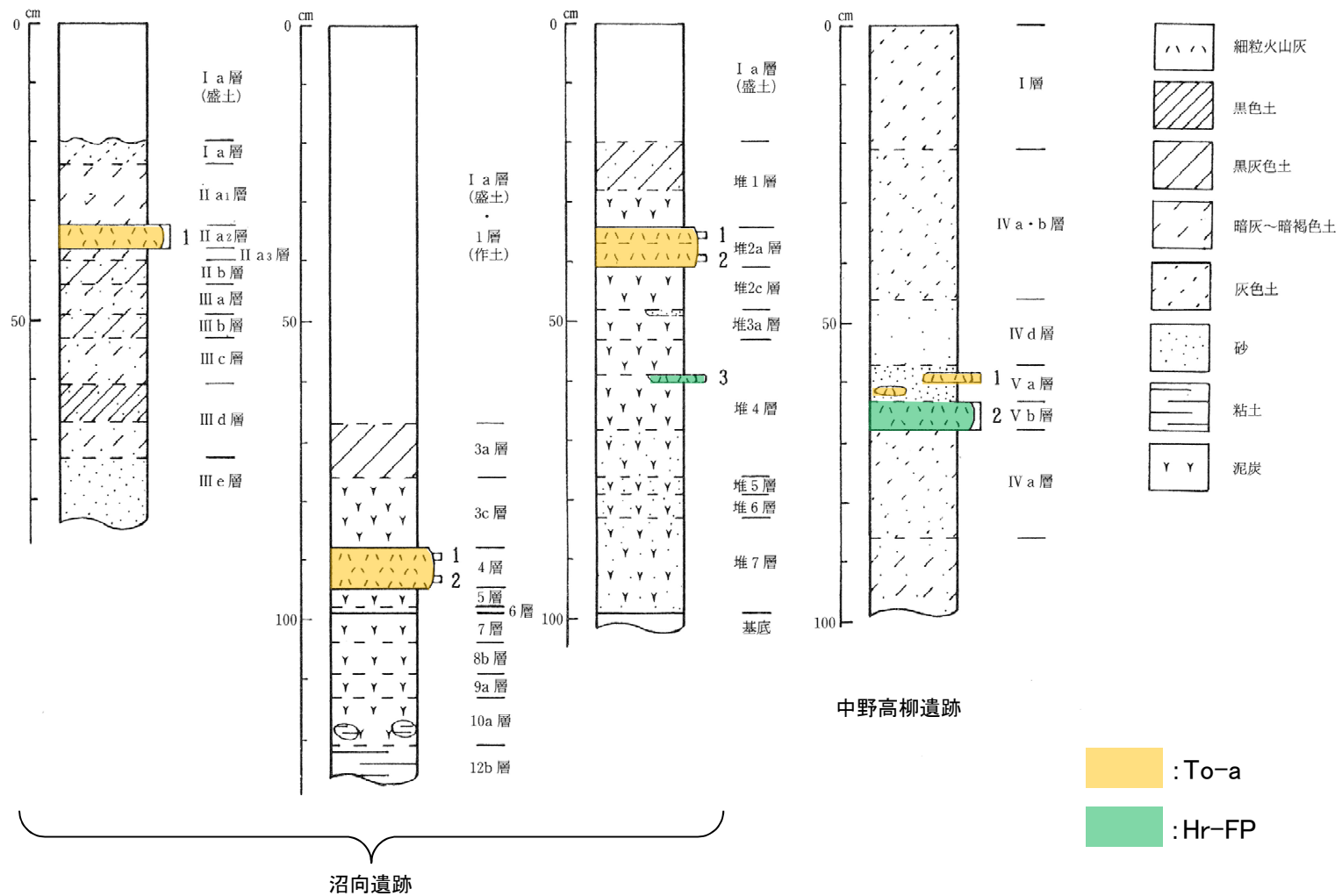


馬場壇A遺跡の発掘状況写真(早田(1996b))



安沢付近の露頭スケッチ(早田(1996c))

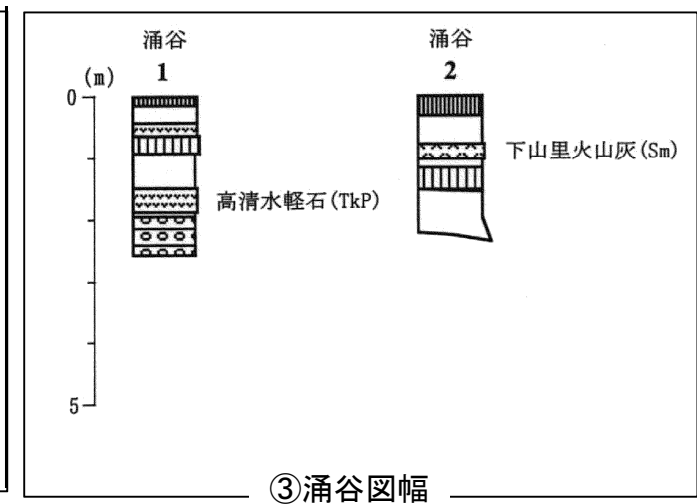
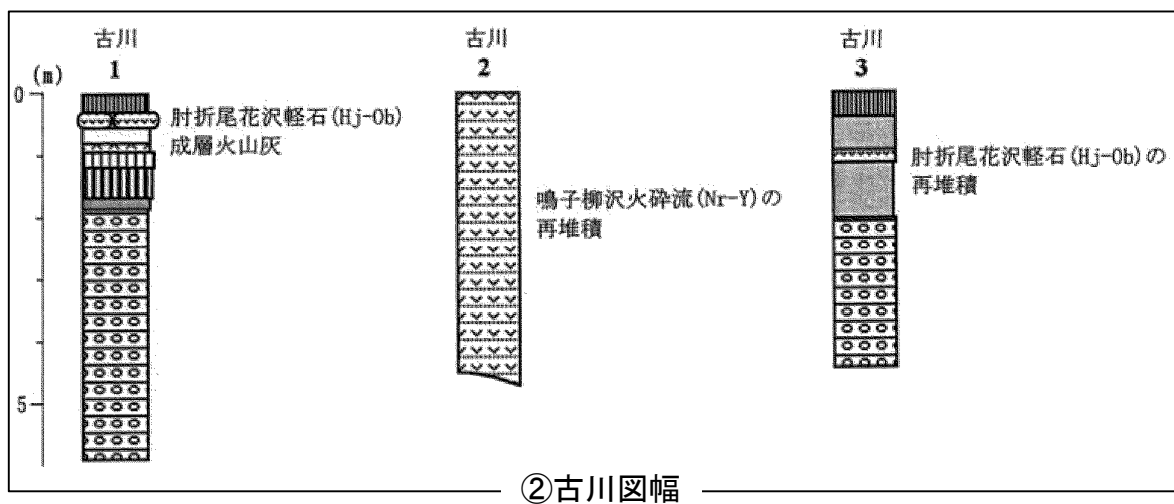
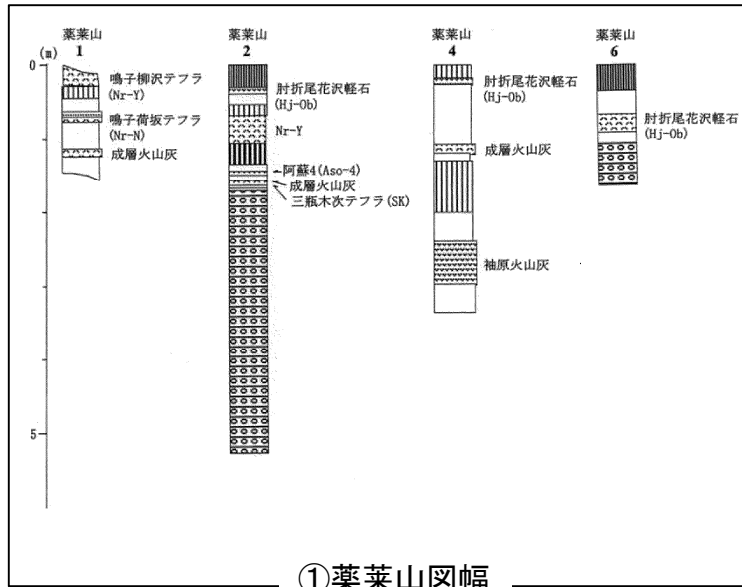
3. 敷地内及び敷地周辺で確認された降下火砕物について 【バックデータ③】



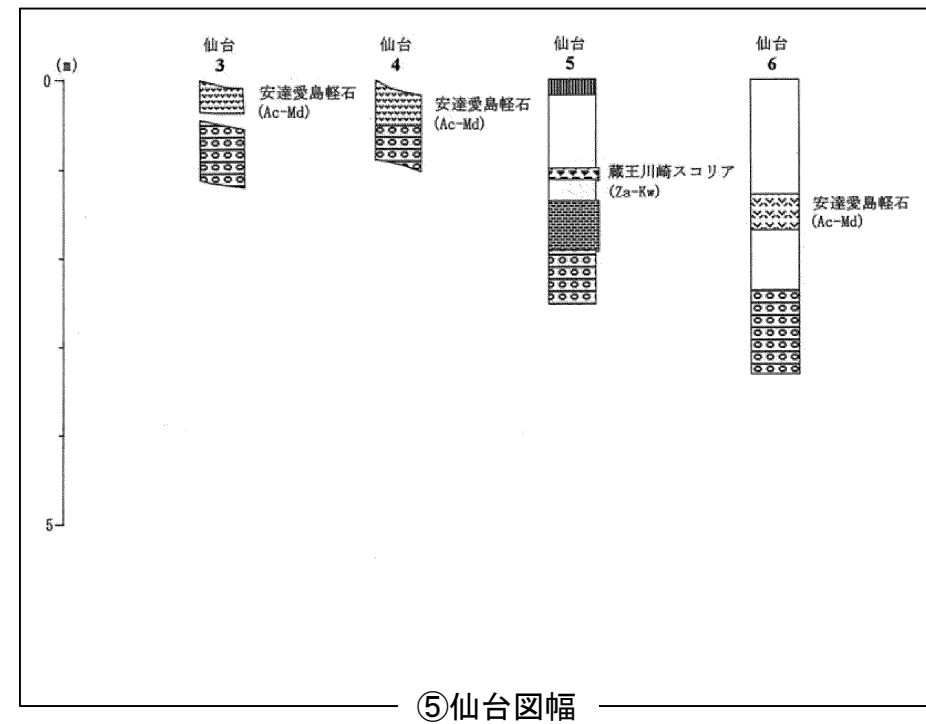
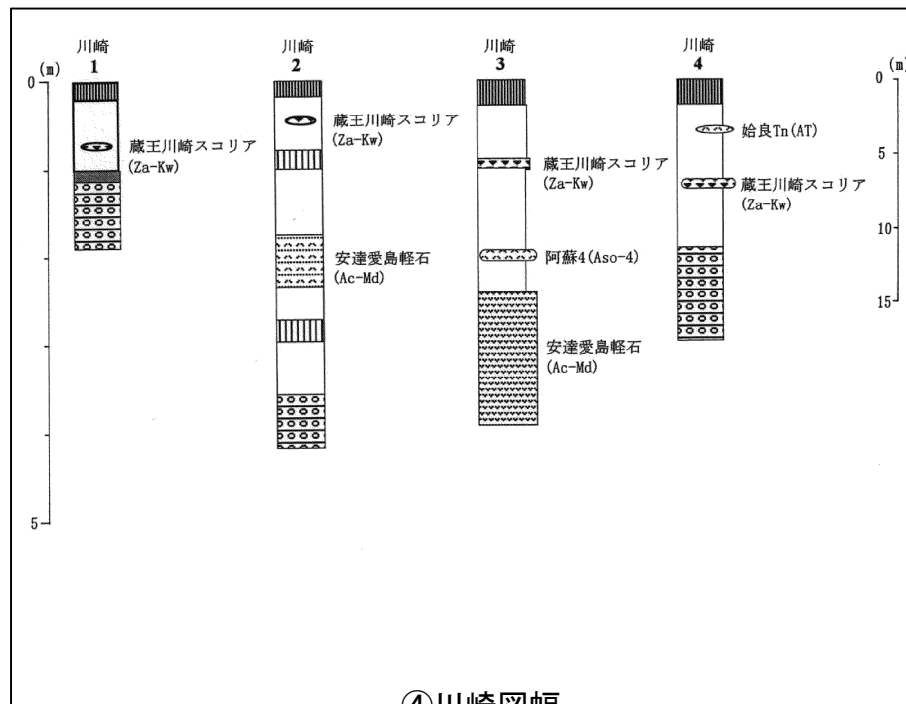
第78図 沼向遺跡、中野高柳遺跡テフラ採取地点の土層柱状図

沼向遺跡・中野高柳遺跡 土層柱状図(早田(2000)に一部加筆)

3. 敷地内及び敷地周辺で確認された降下火砕物について【バックデータ④】

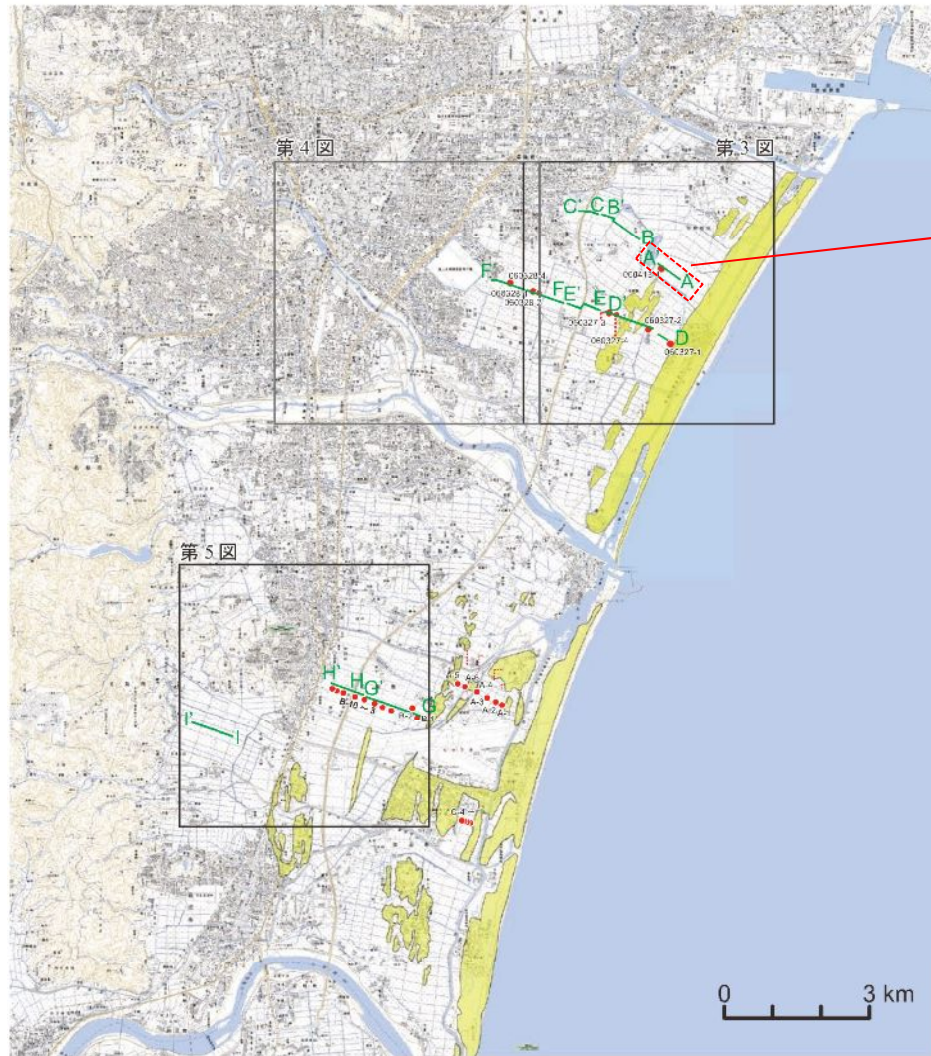


3. 敷地内及び敷地周辺で確認された降下火砕物について【バックデータ⑤】



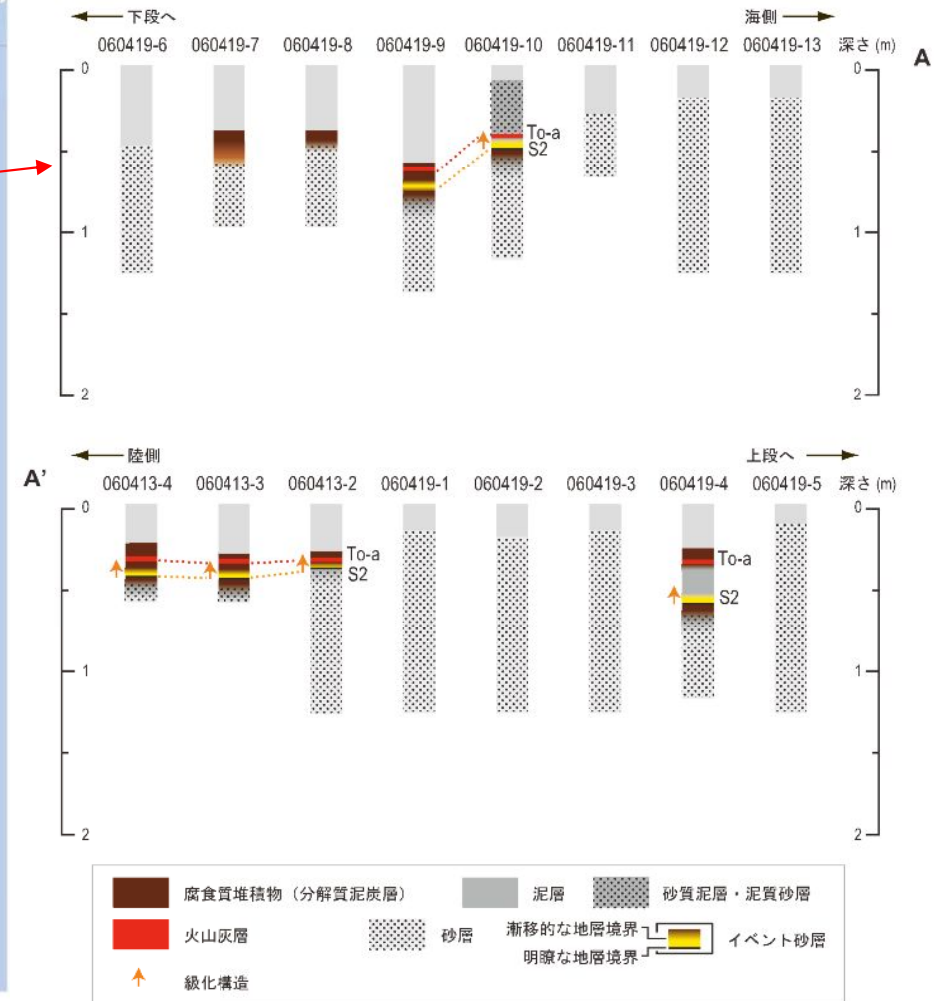
火山灰柱状図(小池・町田編(2001))

3. 敷地内及び敷地周辺で確認された降下火砕物について【バックデータ⑥】



第1図. 調査地点図(1). 赤丸は、澤井ほか(2007)で調査した地点。国土地理院発行1/25000地形図「塩竈」「仙台東北部」「仙台西北部」「仙台西南部」「仙台東南部」「岩沼」「仙台空港」を改変して使用。
 Fig. 1. Location map (1). Red circles are locations studied by Sawai *et al.* (2007). Modified from 1/25000-scale map of Geographical Survey Institute of Japan, [Shiogama], [Sendai Tohokubu], [Sendai Seihokubu], [Sendai Seinanbu], [Sendai Tounanbu], [Iwanuma], [Sendai Kuukou].

仙台市（大沼東-仙台東IC）



第8図. 仙台市の測線（大沼東-仙台東IC）における地質柱状図。
 Fig. 8. Lithostratigraphy on the transect at Sendai City [Oonuma Higashi-Sendai Higashi IC].

津波堆積物調査位置図(澤井ほか(2008))

3. 敷地内及び敷地周辺で確認された降下火砕物について【バックデータ⑦】

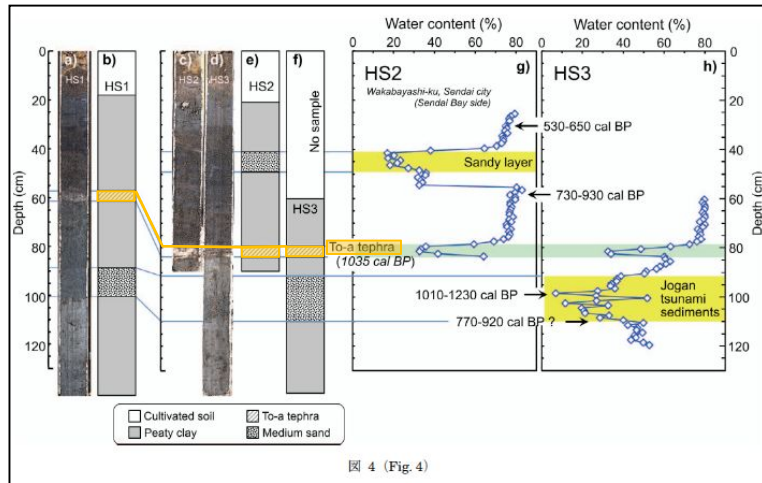


図 4 (Fig. 4)

連続試料写真・HS1, HS2, HS3(渡邊ほか(2014)に加筆)

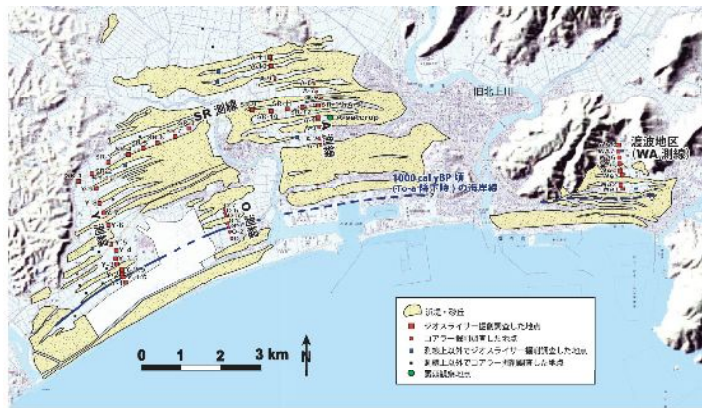
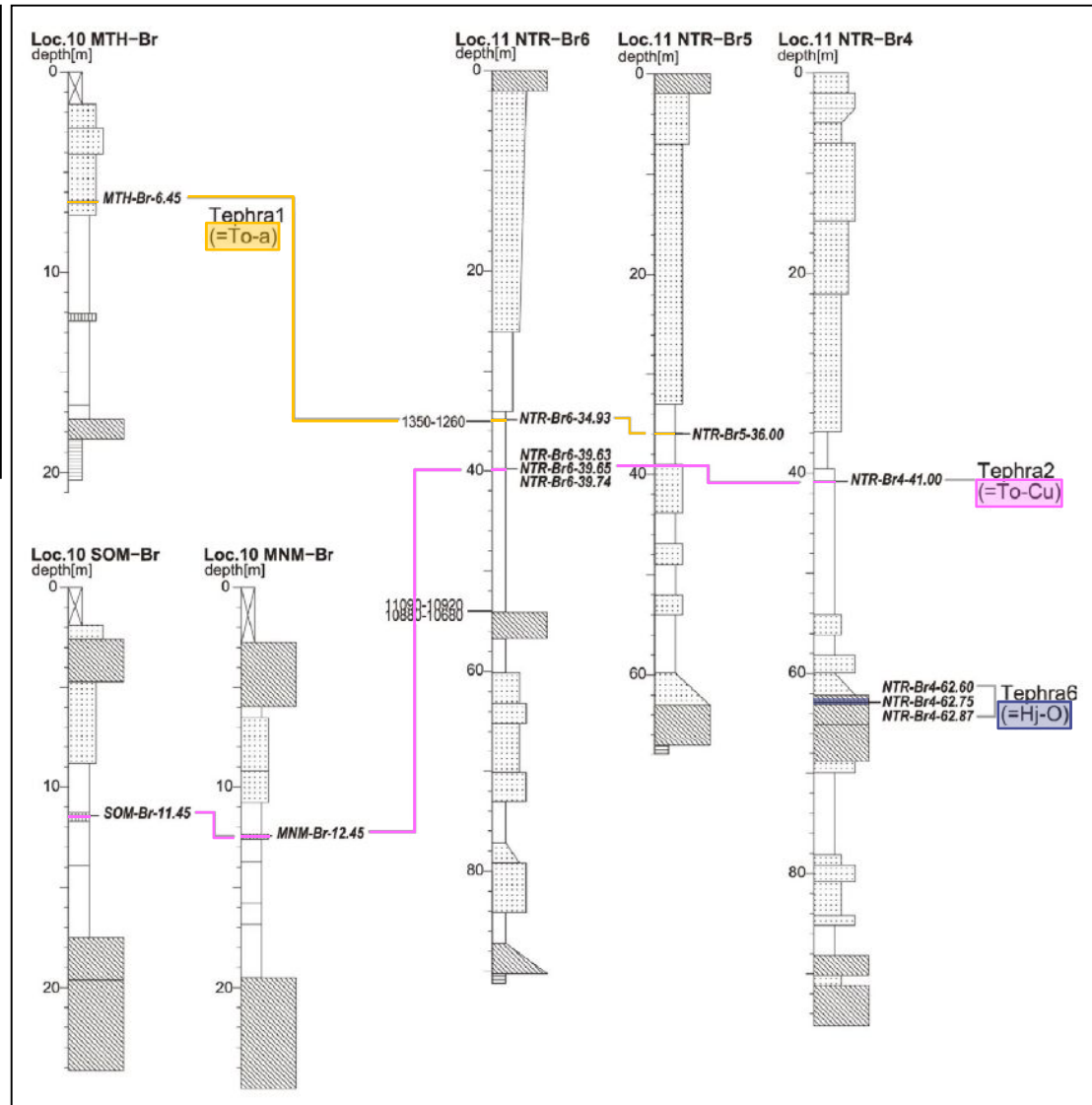


図 2 石巻平野の地形と調査地点。左図は国土院発行の1:25,000の地形図「陸奥」(内巻「石巻」)を基に作成。右図は石巻平野の地形と調査地点を示す。Hate maps are reprojected map of 1:25,000 "Wanmachi", "Ishinomaki", "Ishinobu" and "Cuo", published by Geographical Survey Institute.

石巻平野での津波堆積物調査(宍倉ほか(2007))



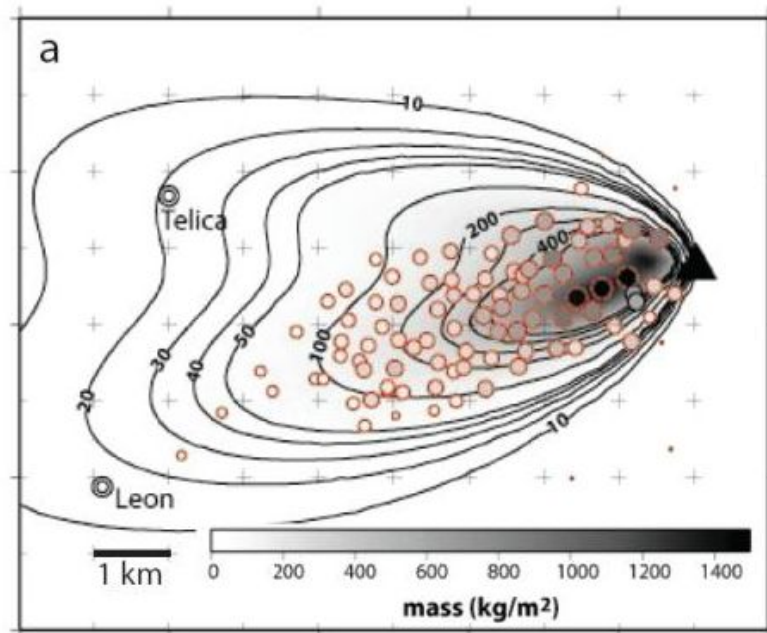
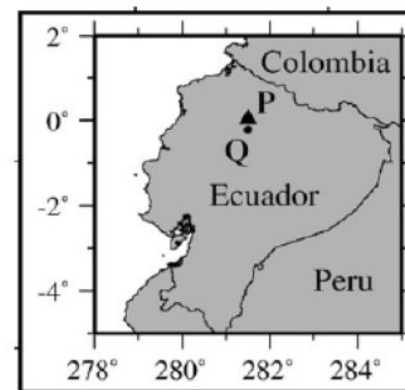
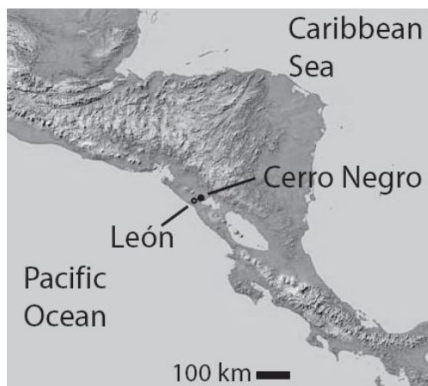
ボーリング柱状図(石村ほか(2014)に加筆)

4. 降下火砕物のシミュレーションについて

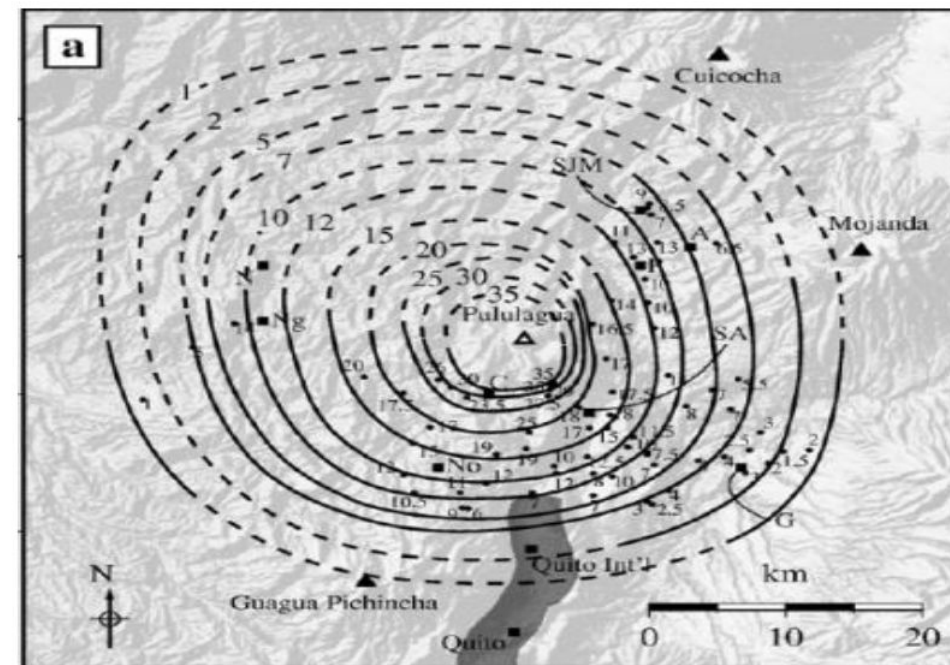
- 4. 1 「Tephra2」の再現計算事例
- 4. 2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較
 - 4. 2. 1 肘折カルデラ
 - 4. 2. 2 鳴子カルデラ
 - 4. 2. 3 蔵王山
 - 4. 2. 4 十和田

4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4.1 「Tephra2」の再現計算事例



Tephra2 Users Manual(2011)によれば, Tephra2を用いてCerro Negro噴火(1992年)のインバージョン解析を実施しており, 同噴火を再現している。



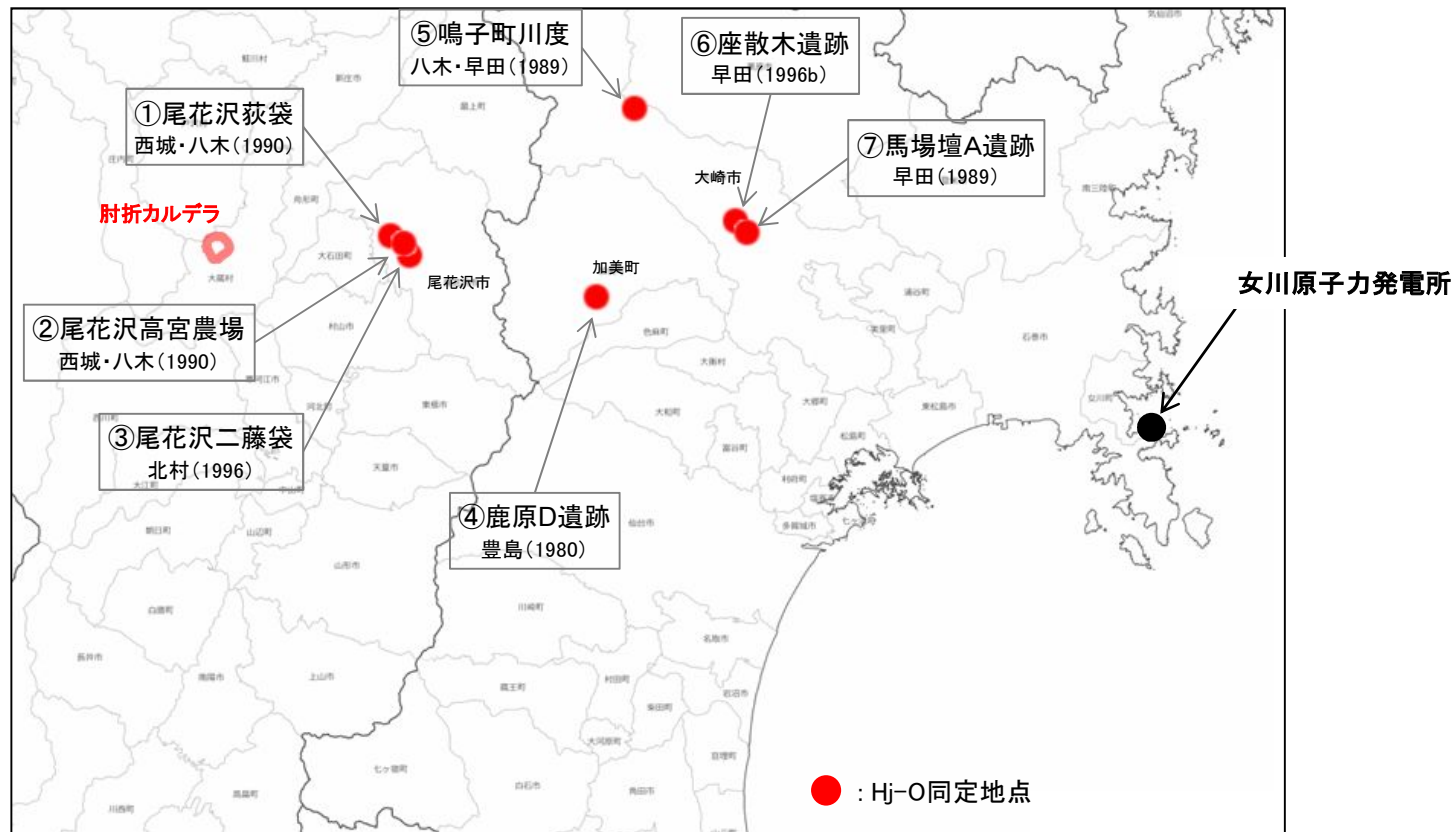
Tephra2 Users Manual(2011)によれば, Tephra2を用いてPululagua噴火(BP2450)のインバージョン解析を実施しており, 同噴火を再現している。

4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4.2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較

4.2.1 肘折カルデラ【肘折ー尾花沢テフラの露頭層厚との比較①】

- 肘折ー尾花沢テフラ(Hj-O)について、数地点が文献で確認されている。
- これらの地点の層厚と降灰シミュレーションの結果を比較した図を次頁以降に示す。

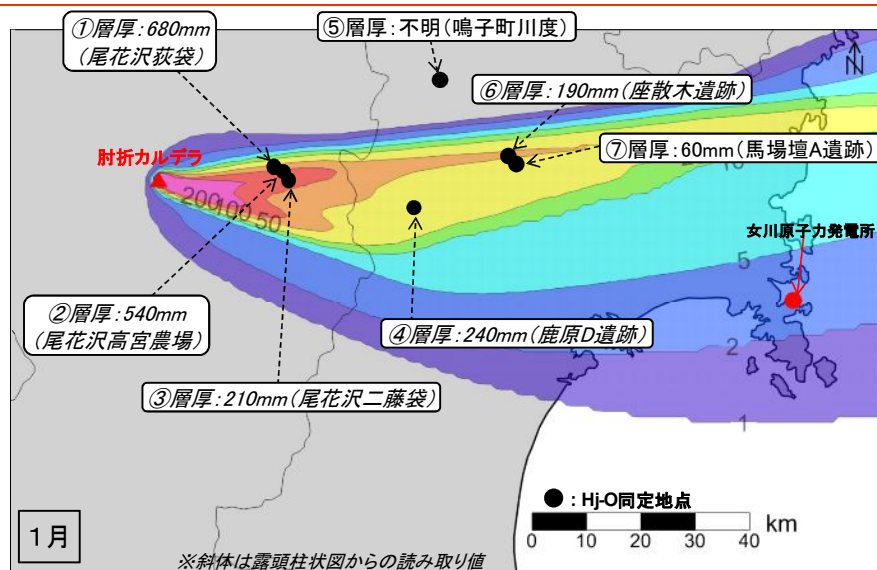


文献調査におけるHj-O同定地点

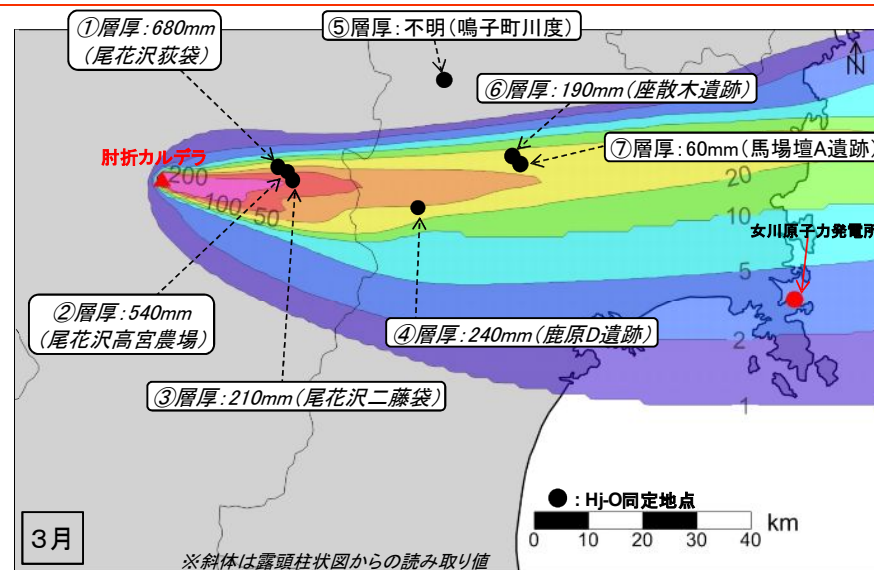
4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4.2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較

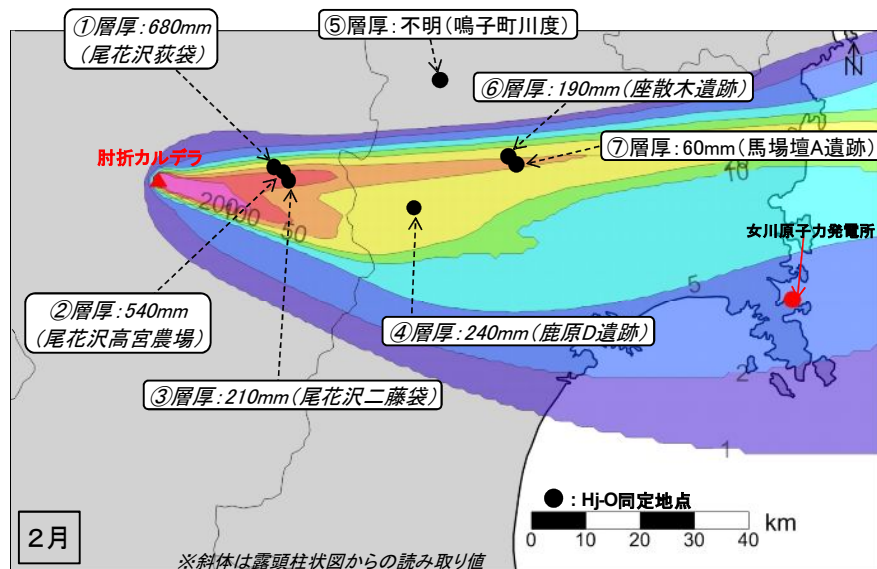
4.2.1 肘折カルデラ【肘折ー尾花沢テフラの露頭層厚との比較②】



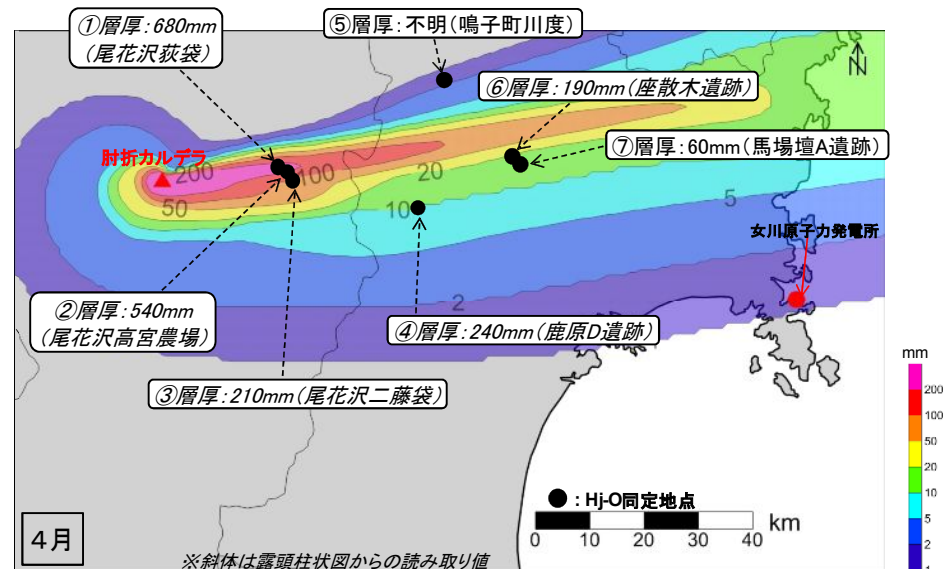
降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(1月)



降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(3月)



降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(2月)

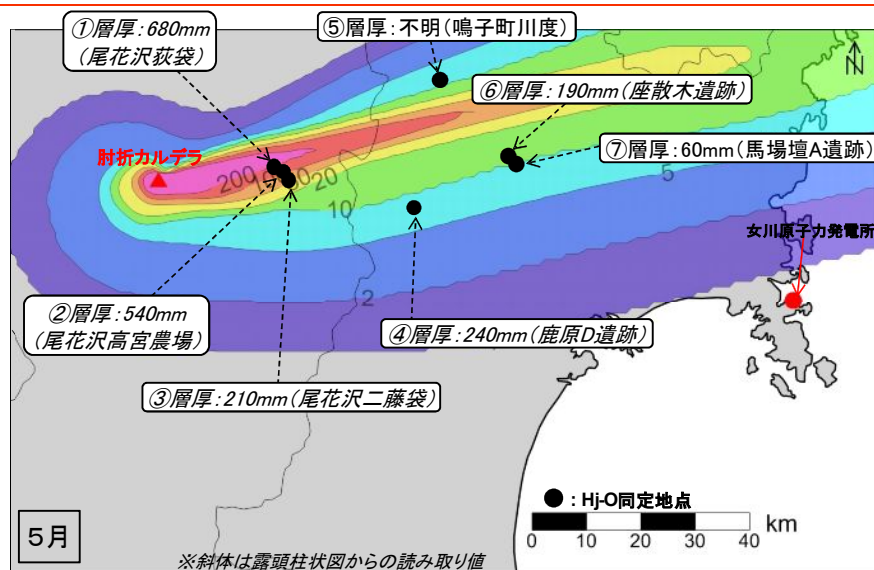


降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(4月)

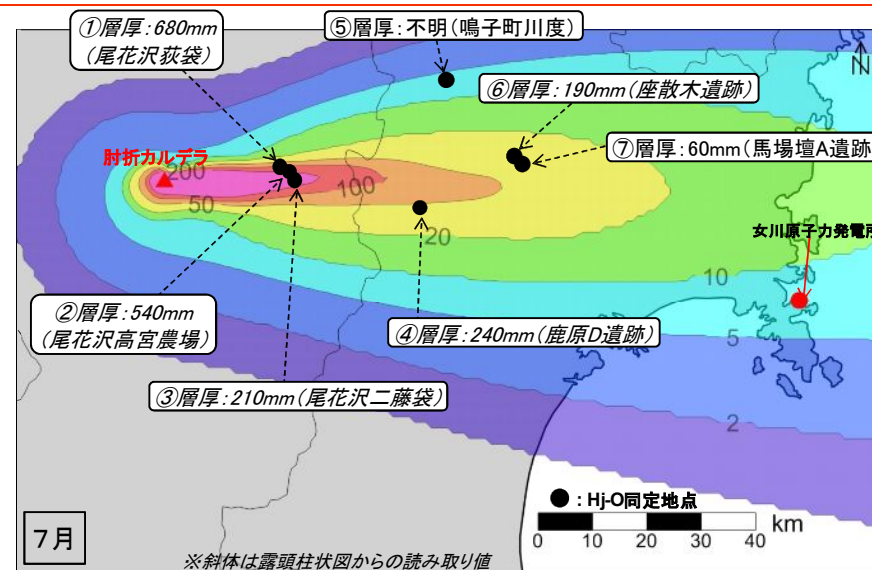
4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4.2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較

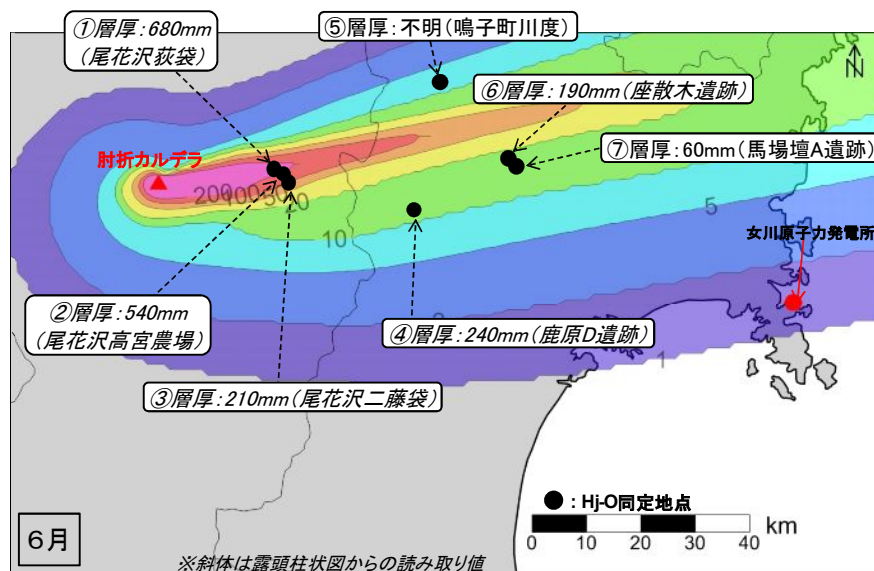
4.2.1 肘折カルデラ【肘折ー尾花沢テフラの露頭層厚との比較③】



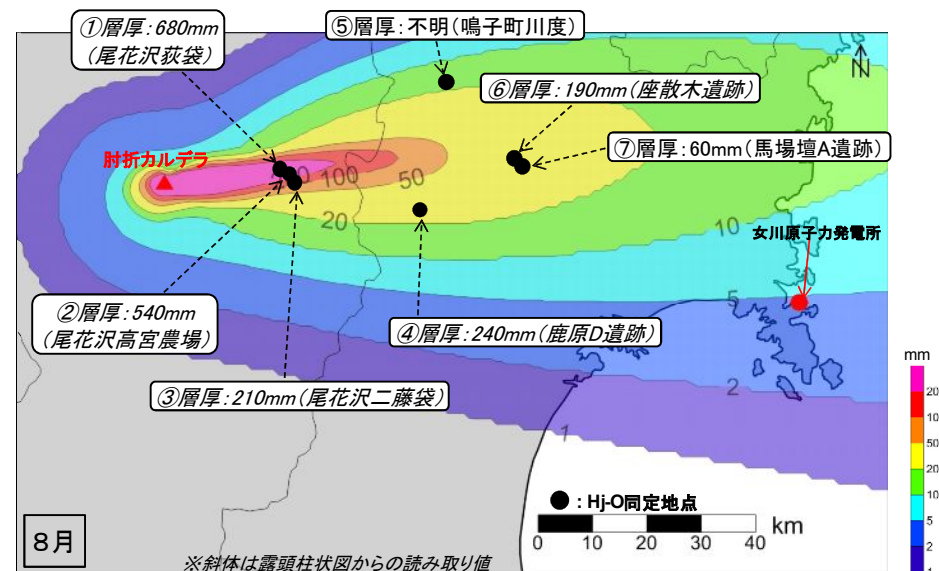
降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(5月)



降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(7月)



降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(6月)

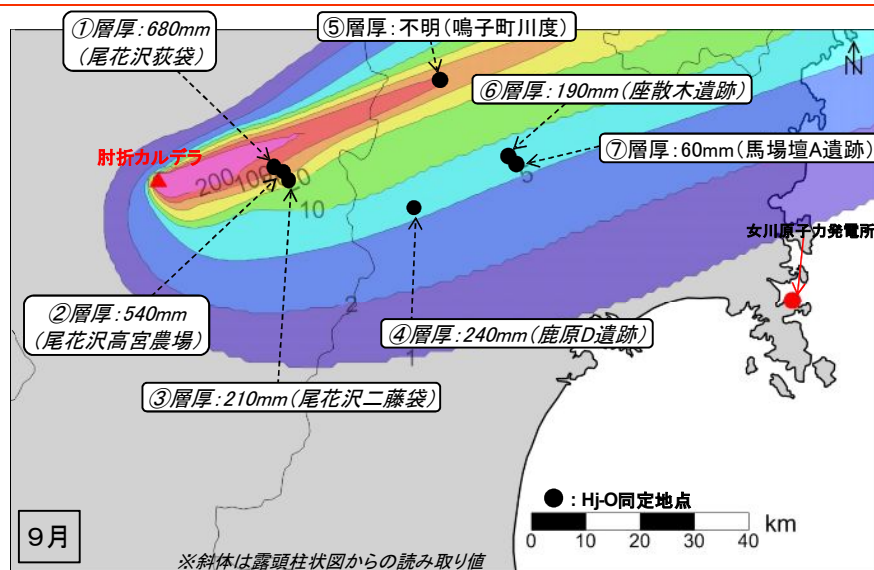


降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(8月)

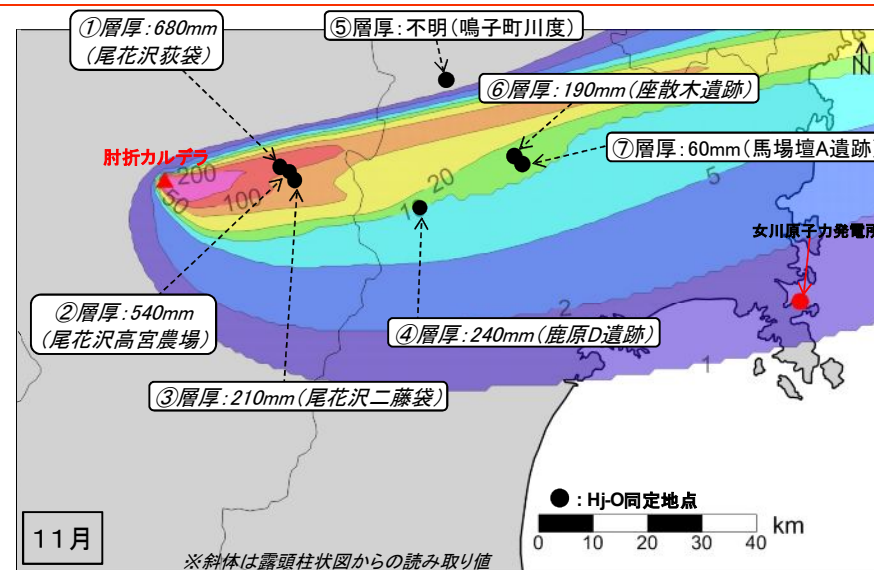
4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4.2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較

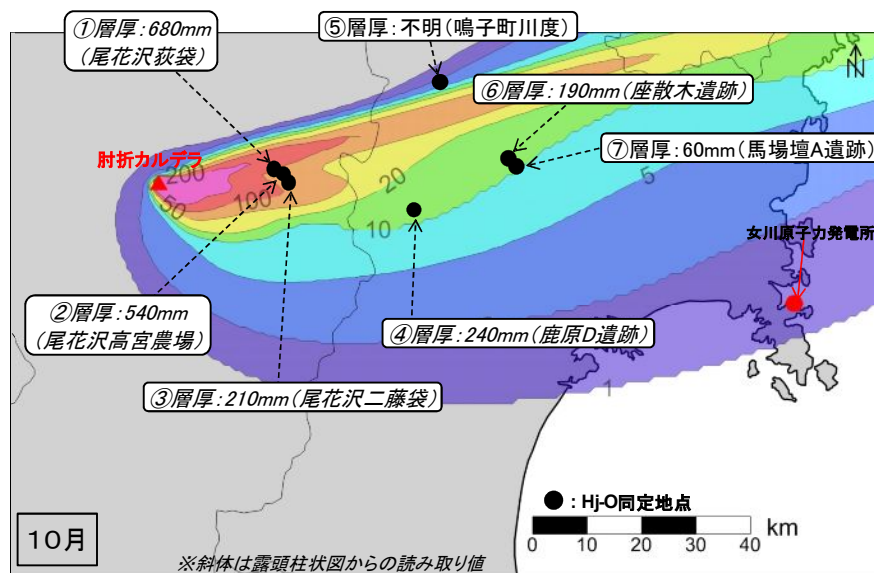
4.2.1 肘折カルデラ【肘折ー尾花沢テフラの露頭層厚との比較④】



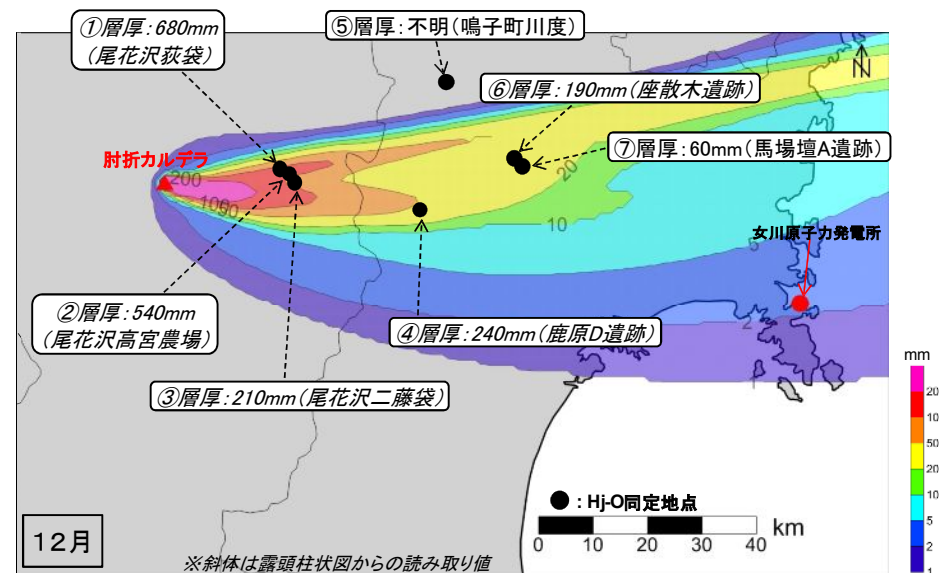
降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(9月)



降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(11月)



降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(10月)

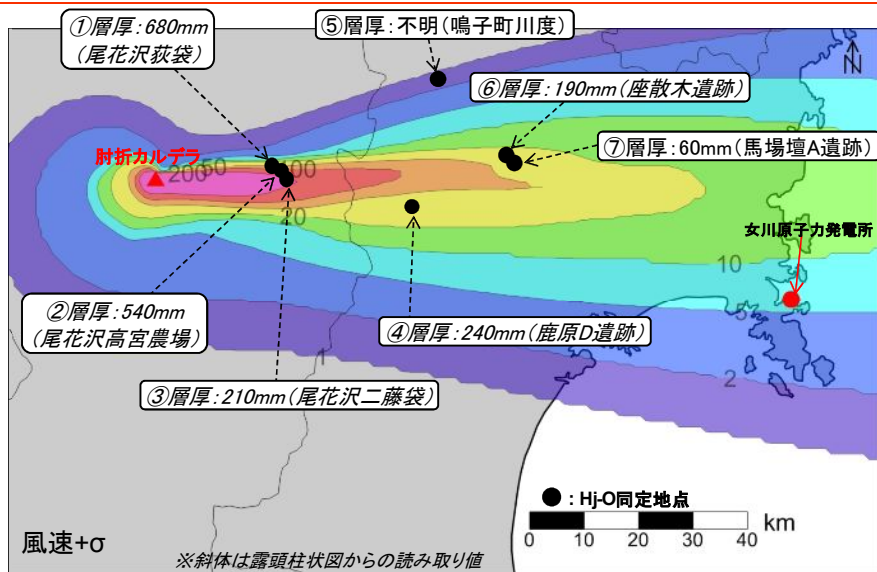


降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(12月)

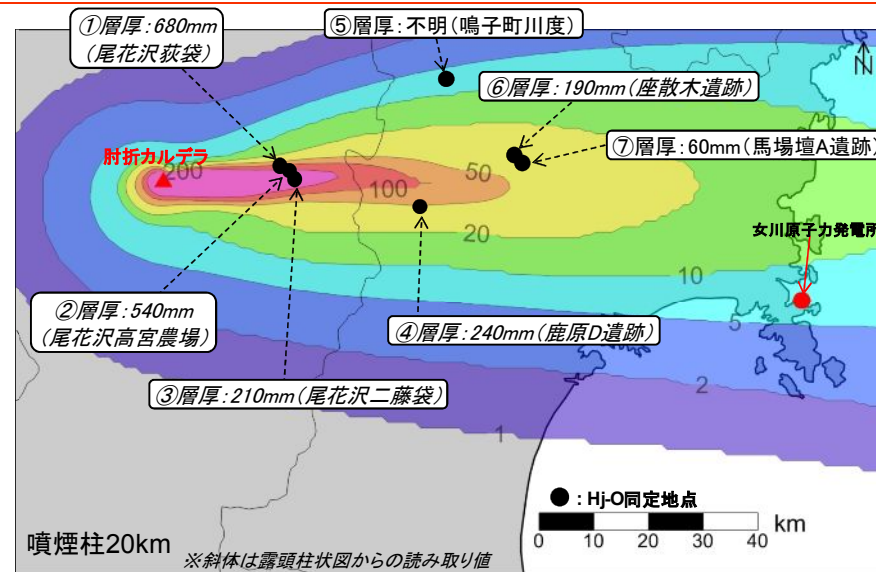
4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4.2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較

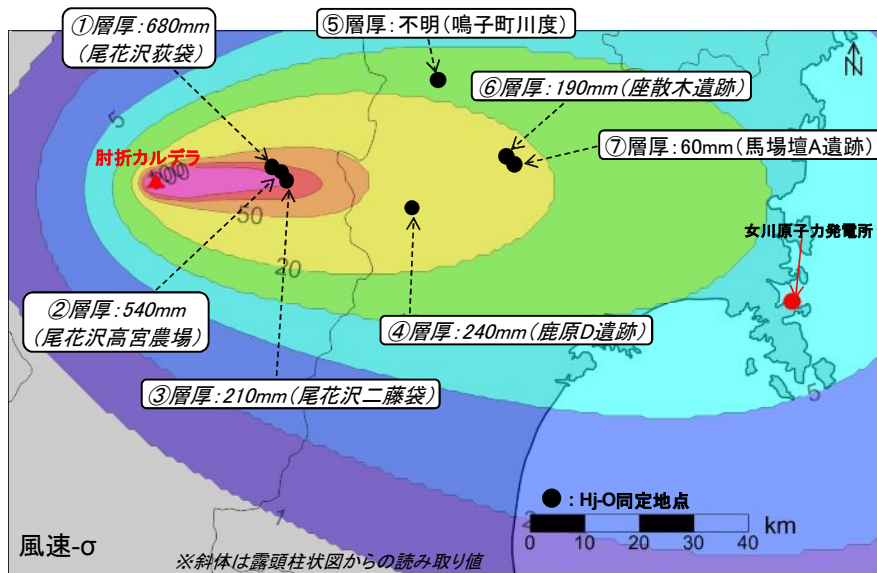
4.2.1 肘折カルデラ【肘折ー尾花沢テフラの露頭層厚との比較⑤】



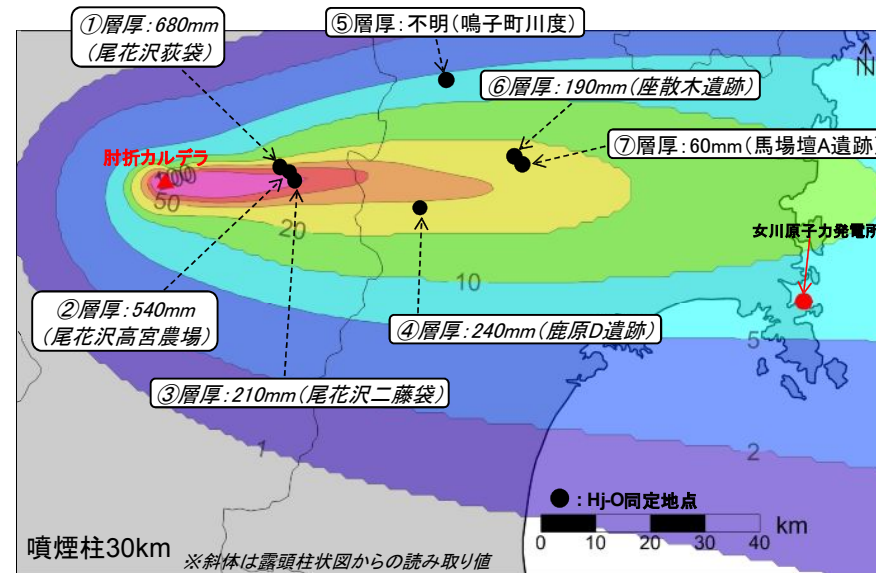
降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(風速+σ)



降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(噴煙柱20km)



降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(風速-σ)



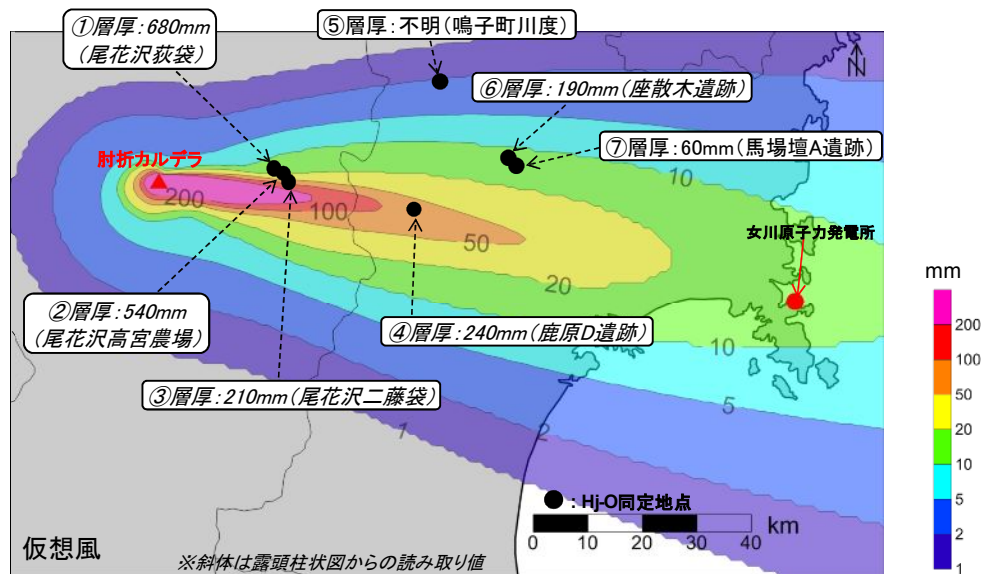
降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(噴煙柱30km)

mm
200
100
50
20
10
2
1

4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4.2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較

4.2.1 肘折カルデラ【肘折ー尾花沢テフラの露頭層厚との比較⑥】



降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(仮想風)

4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4. 2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較

4. 2. 1 肘折カルデラ【肘折一尾花沢テフラの露頭層厚との比較⑦】

- 肘折一尾花沢テフラ(Hj-O)を対象とした降灰シミュレーションの結果(基本ケース, 不確かさケース)と文献で示されている層厚について比較を行った結果, 気象条件を8月とした場合, 文献の層厚と概ね整合している。

基本ケースとの比較

単位: mm

番号	文献層厚	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
①	680	約50	10~20	10~20	200以上	200以上	約200	約20	200以上	100~200	約100	100~200	100~200
②	540	約100	20~50	20~50	約200	100~200	200以上	20~50	200以上	50~100	50~100	約100	100~200
③	210	100~200	50~100	50~100	約100	50~100	100~200	100~200	100~200	20~50	50~100	50~100	50~100
④	240	20~50	20~50	約50	約10	5~10	10~20	50~100	20~50	5~10	10~20	10~20	約50
⑤	不明	0	0	0	1~2	5~10	10~20	約2	10~20	約100	2~5	0	0
⑥	190	約50	20~50	10~20	20	10~20	約20	10~20	20~50	5~10	10~20	10~20	20~50
⑦	60	約50	約50	10~20	10~20	10~20	10~20	10~20	20~50	5~10	10~20	10~20	20~50

文献層厚の斜体は, 柱状図からの読み取り値を示す。

■: 文献で示されている層厚と概ね整合している地点。

不確かさケースとの比較

単位: mm

番号	文献層厚	平均風速- σ	平均風速+ σ	噴煙柱20km	噴煙柱30km	仮想風
①	680	100~200	約100	100~200	約100	10~20
②	540	100~200	100~200	約200	100~200	約20
③	210	100~200	約200	200以上	約200	約100
④	240	20~50	20~50	約50	20~50	50~100
⑤	不明	10~20	1~2	5~10	5~10	2~5
⑥	190	20~50	10~20	20~50	20~50	10~20
⑦	60	20~50	10~20	20~50	20~50	10~20

文献層厚の斜体は, 柱状図からの読み取り値を示す。

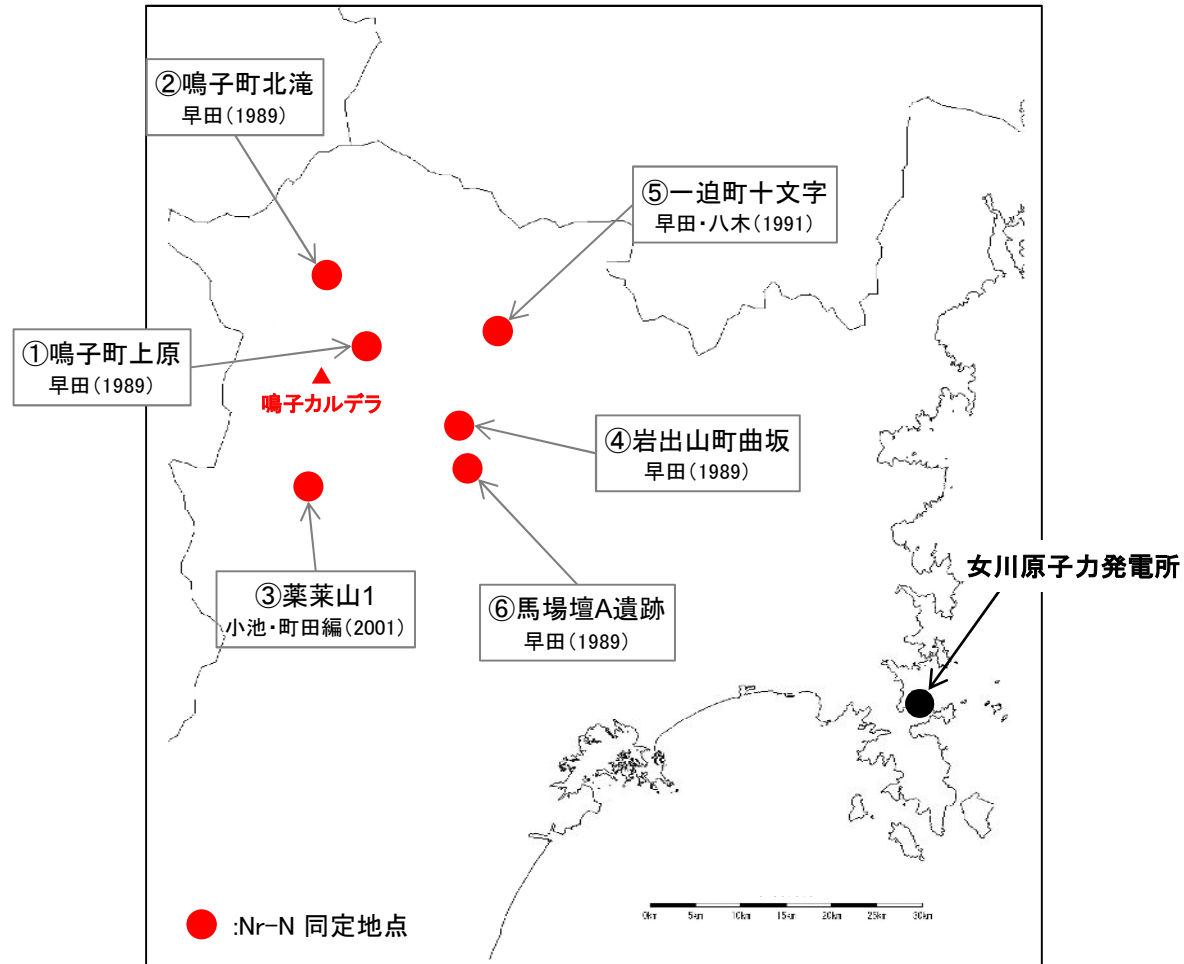
■: 文献で示されている層厚と概ね整合している地点。

4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4.2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較

4.2.2 鳴子カルデラ【鳴子-荷坂テフラの露頭層厚との比較①】

- 鳴子-荷坂(Nr-N)について、数地点が文献で確認されている。
- これらの地点の層厚と降灰シミュレーションの結果を比較した図を次頁以降に示す。

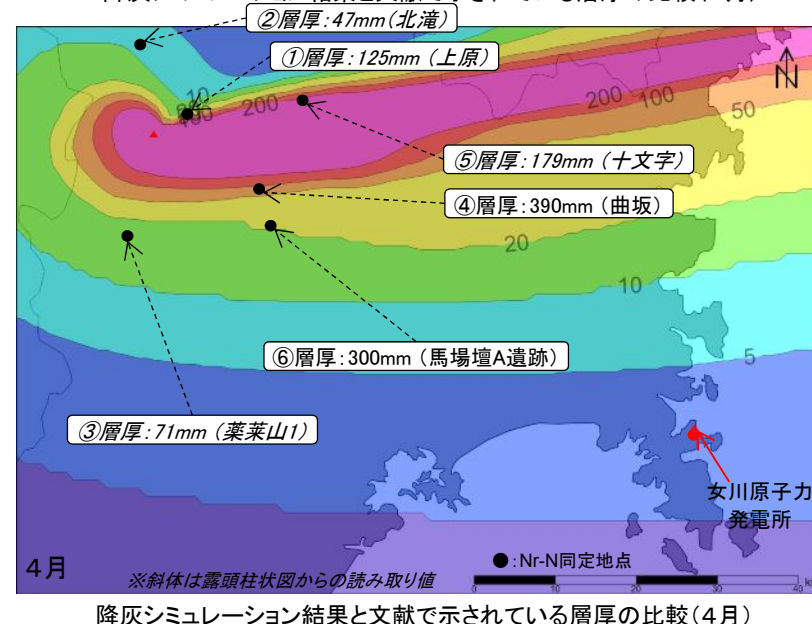
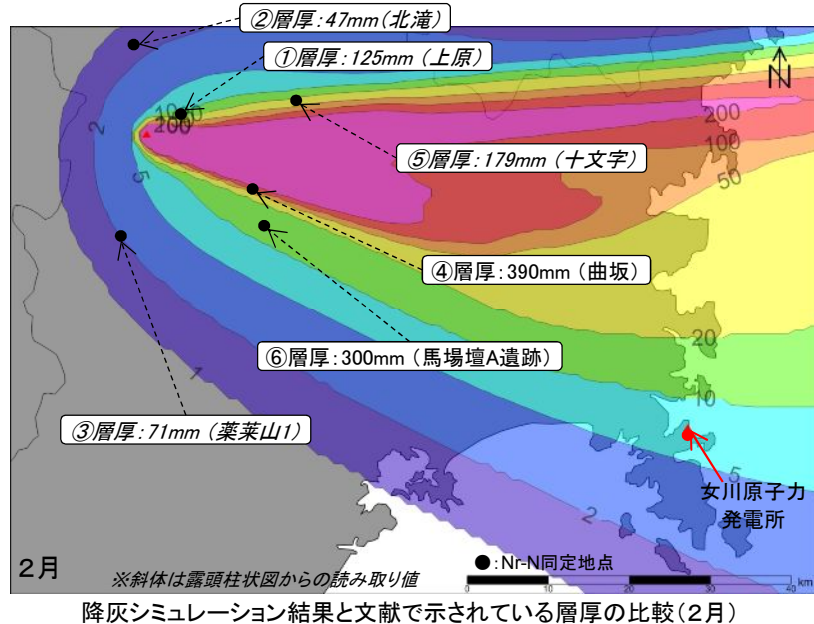
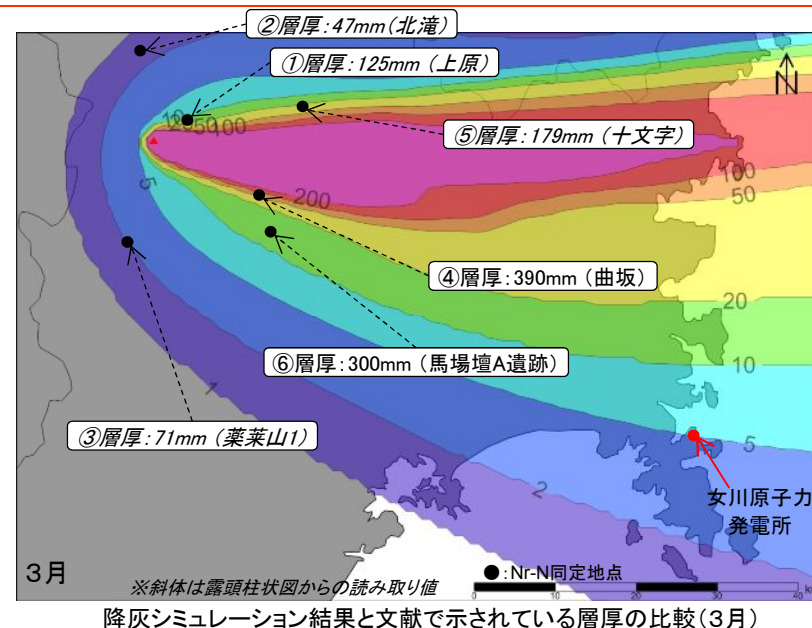
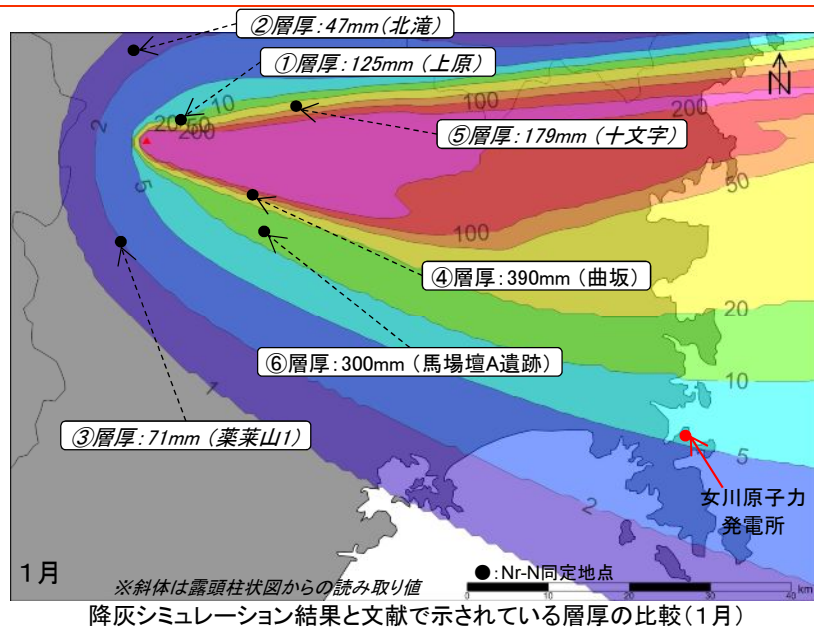


文献調査におけるNr-N同定地点

4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4.2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較

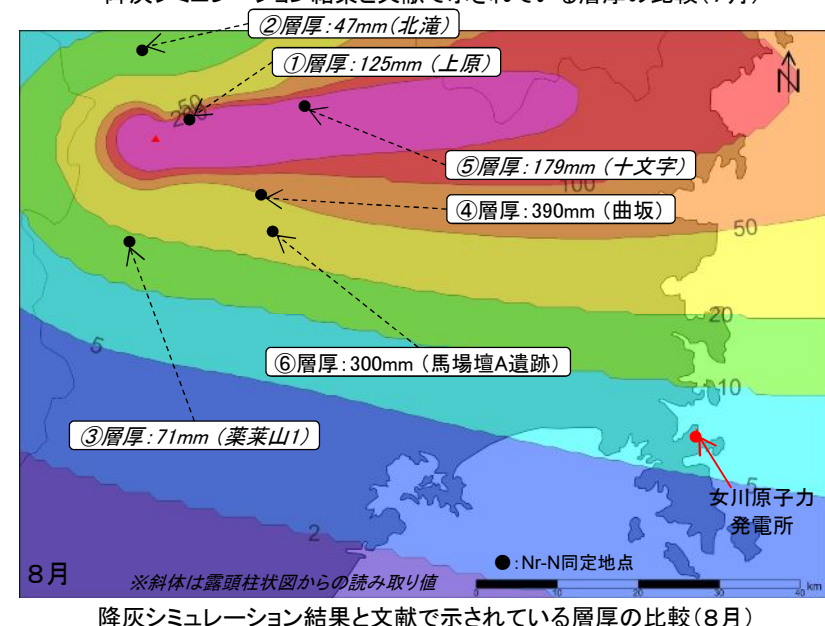
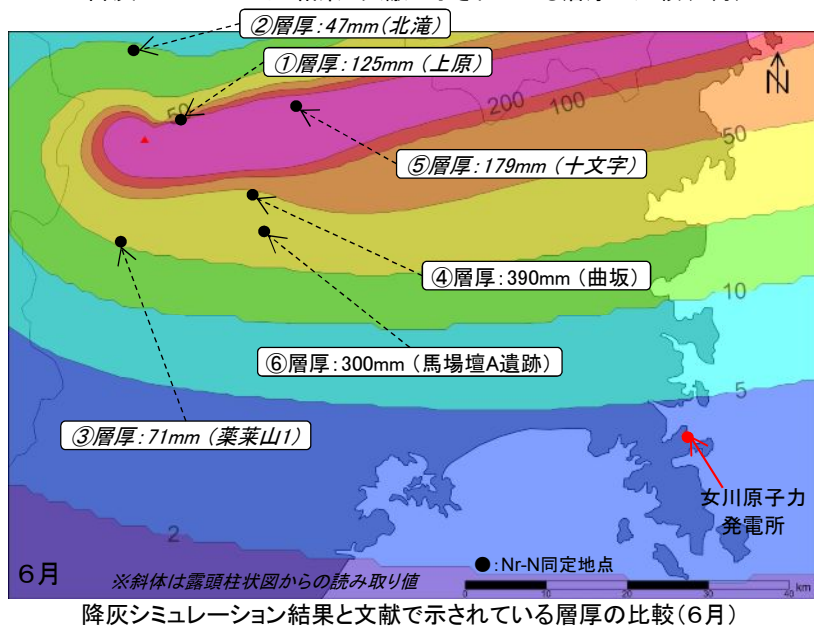
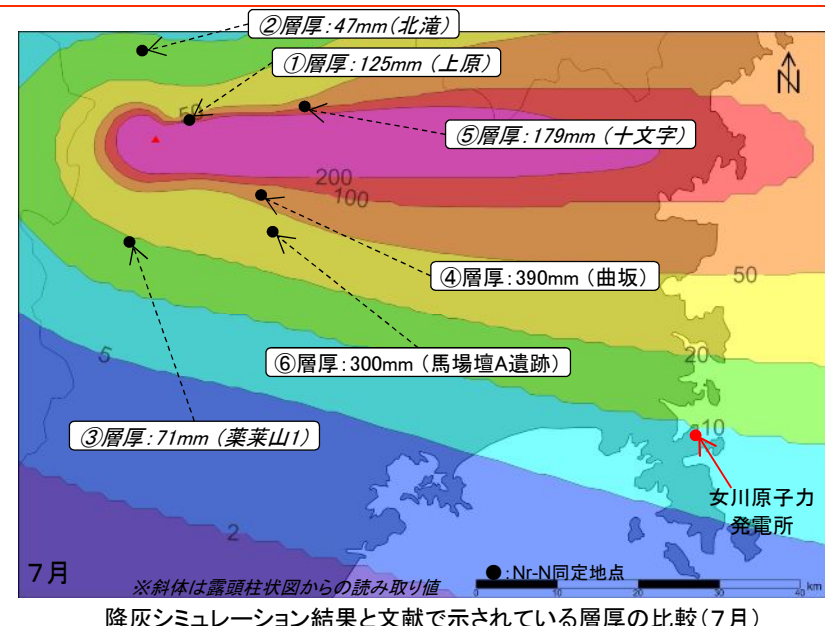
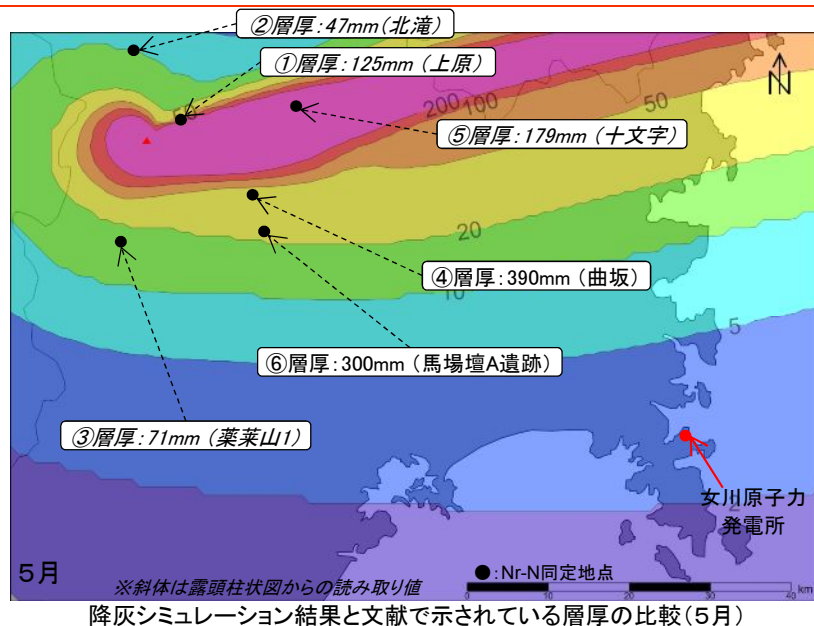
4.2.2 鳴子カルデラ【鳴子-荷坂テフラの露頭層厚との比較②】



4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4.2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較

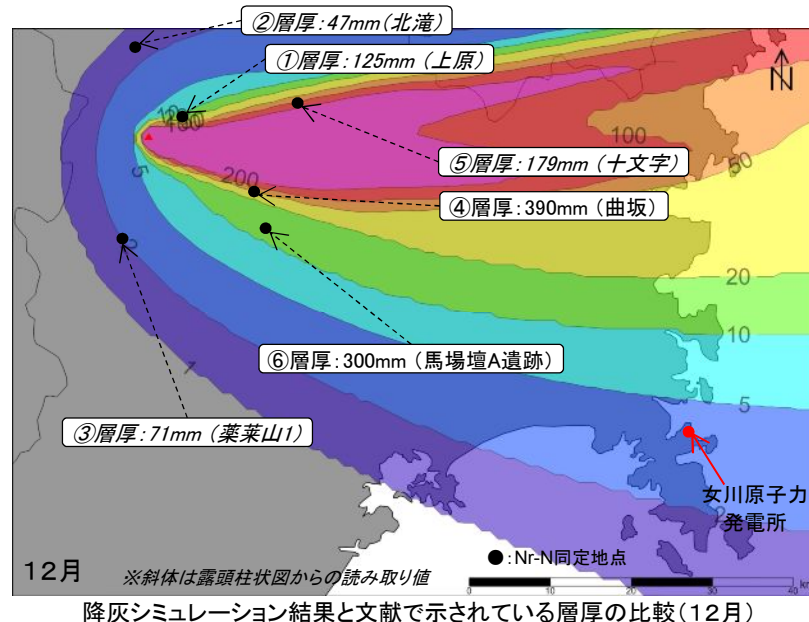
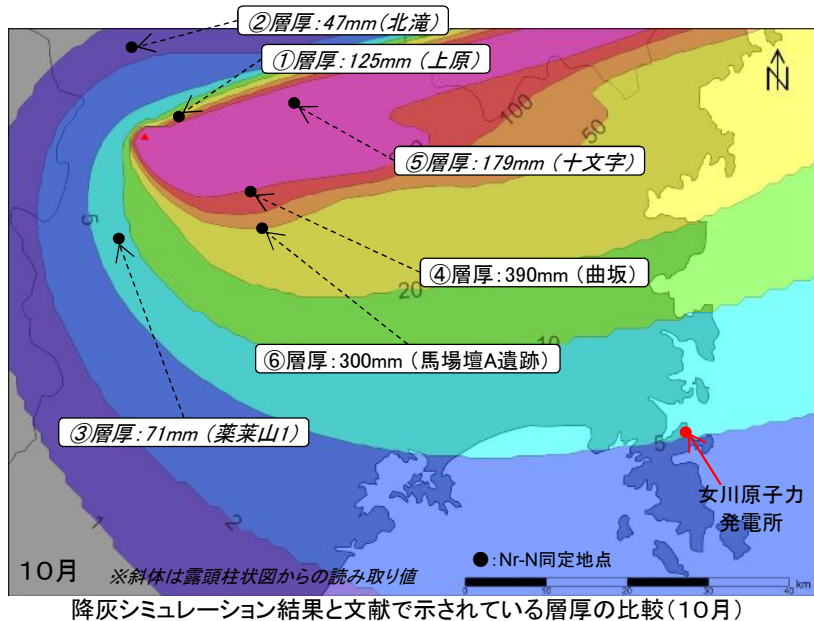
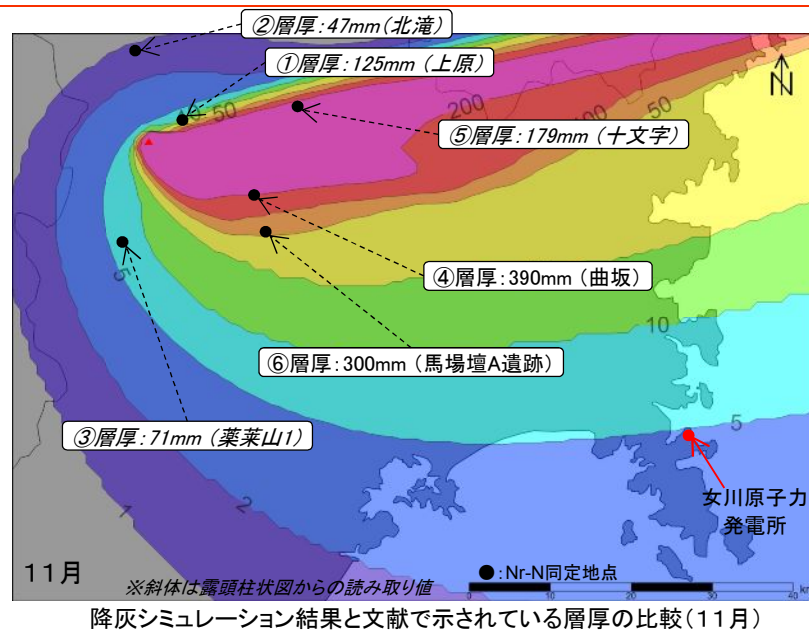
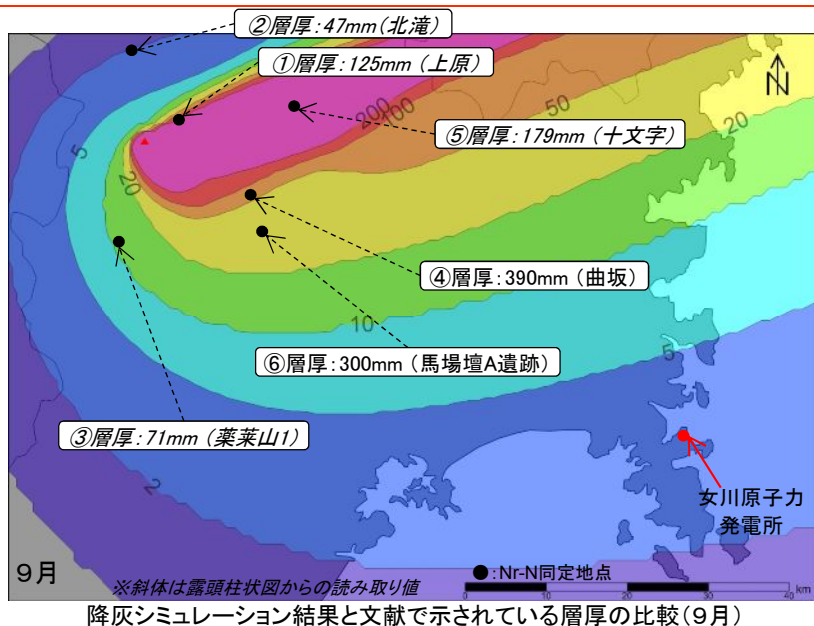
4.2.2 鳴子カルデラ【鳴子-荷坂テフラの露頭層厚との比較③】



4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4. 2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較

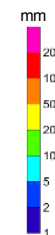
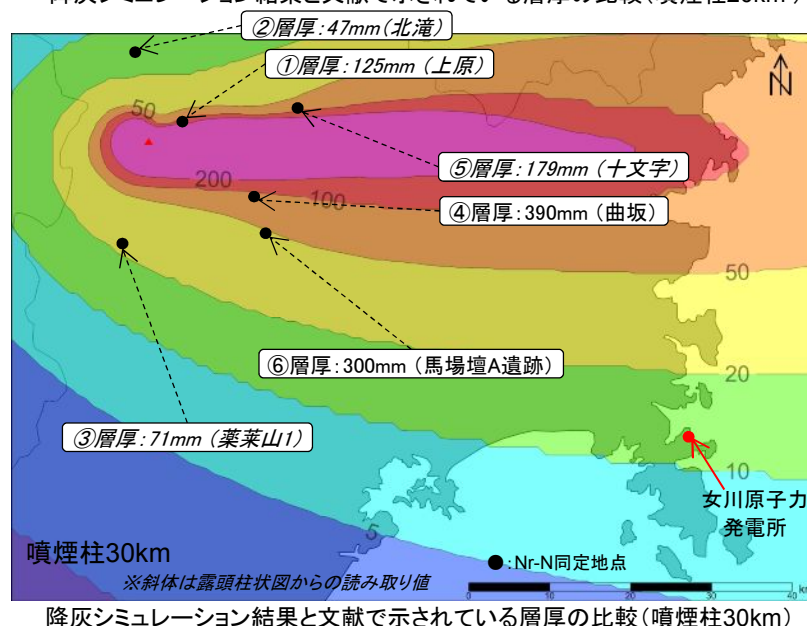
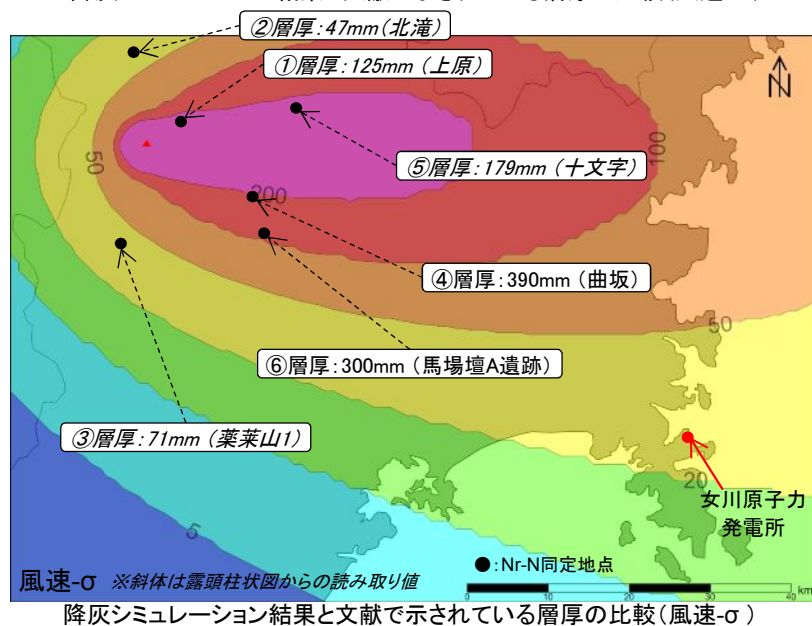
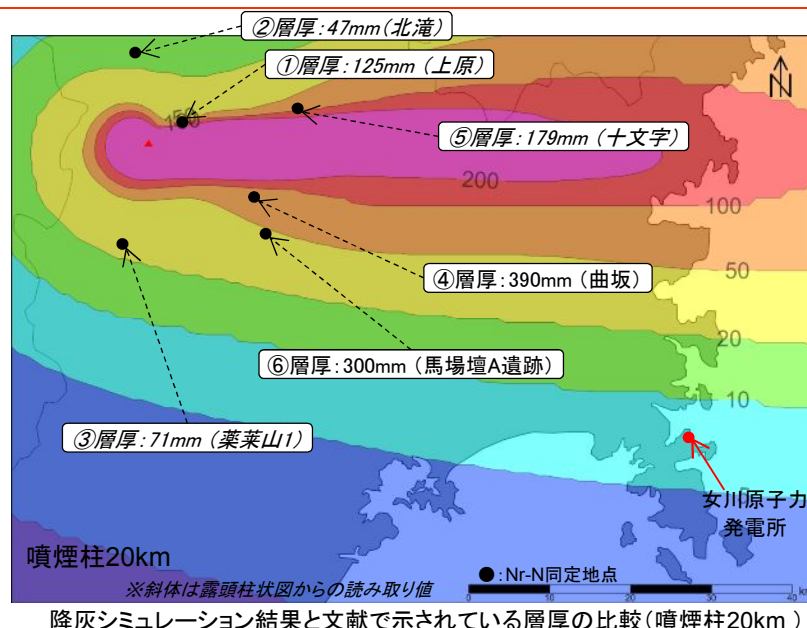
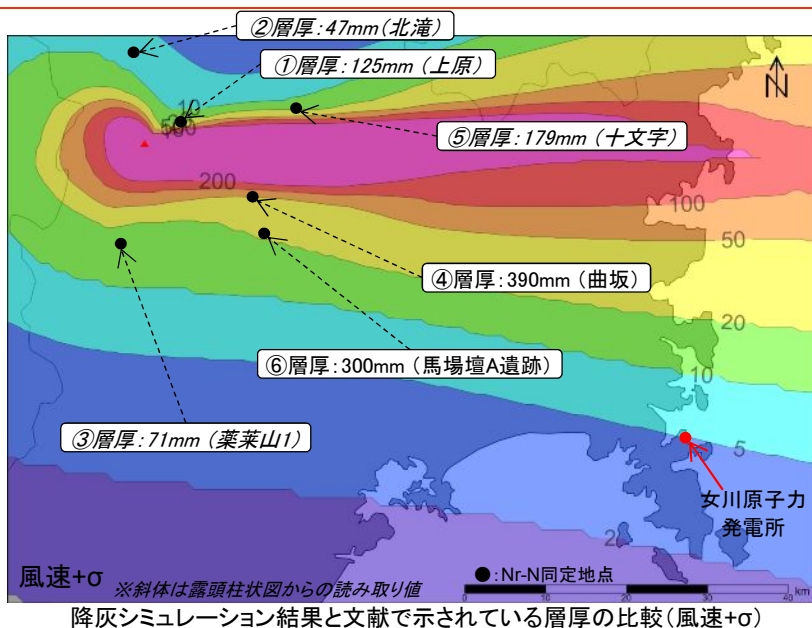
4. 2. 2 鳴子カルデラ【鳴子ー荷坂テフラの露頭層厚との比較④】



4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4.2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較

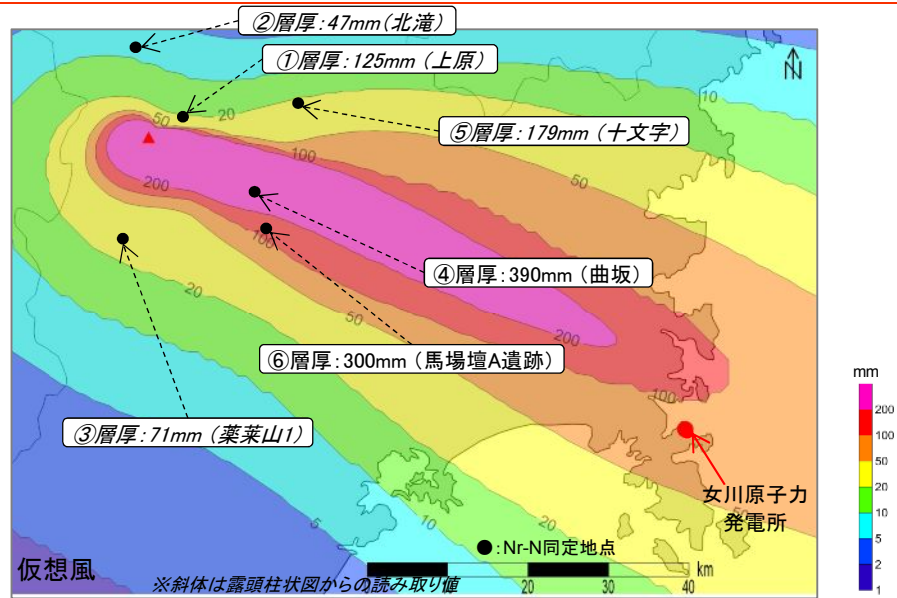
4.2.2 鳴子カルデラ【鳴子-荷坂テフラの露頭層厚との比較⑤】



4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4.2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較

4.2.2 鳴子カルデラ【鳴子ー荷坂テフラの露頭層厚との比較⑥】



降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(仮想風)

4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4. 2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較

4. 2. 2 鳴子カルデラ【鳴子ー荷坂テフラの露頭層厚との比較⑦】

鳴子ー荷坂テフラ(Nr-N)を対象とした降灰シミュレーションの結果(基本ケース, 不確かさケース)と文献で示されている層厚について比較を行った結果, 気象条件を10月とした場合または平均風速 $-\sigma$ とした場合, 文献の層厚と概ね整合している。

基本ケースとの比較

単位:mm

番号	文献層厚	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
①	125	10~20	10~20	10~20	50~200	50~200	50~200	100~200	200以上	200以上	50~200	10~50	10~20
②	47	1~2	1~2	1~2	5~10	約10	10~20	10~20	10~20	2~5	1~2	1~2	1~2
③	71	約2	約2	約2	10~20	10~20	約20	10~20	10~20	10~20	5~10	5~10	約2
④	390	50~100	約100	約50	50~100	20~50	20~50	50~100	約50	50~100	約200	約200	約50
⑤	179	20~50	20~50	20~50	200以上	200以上	200以上	約100	200以上	200以上	200以上	100~200	100~200
⑥	300	10~20	10~20	10~20	約20	20~50	20~50	20~50	20~50	20~50	約50	約50	10~20

文献層厚の斜体は, 柱状図からの読み取り値を示す。

■: 文献で示されている層厚と概ね整合している地点。

不確かさケースとの比較

単位:mm

番号	文献層厚	平均風速 $-\sigma$	平均風速 $+\sigma$	噴煙柱20km	噴煙柱30km	仮想風
①	125	200以上	20~50	50~200	50~100	約20
②	47	20~50	5~10	10~20	10~20	5~10
③	71	20~50	10~20	20~50	20~50	20~50
④	390	約200	約50	50~100	50~100	500以上
⑤	179	200以上	約20	約100	50~100	20~50
⑥	300	100~200	20~50	20~50	20~50	100~200

文献層厚の斜体は, 柱状図からの読み取り値を示す。

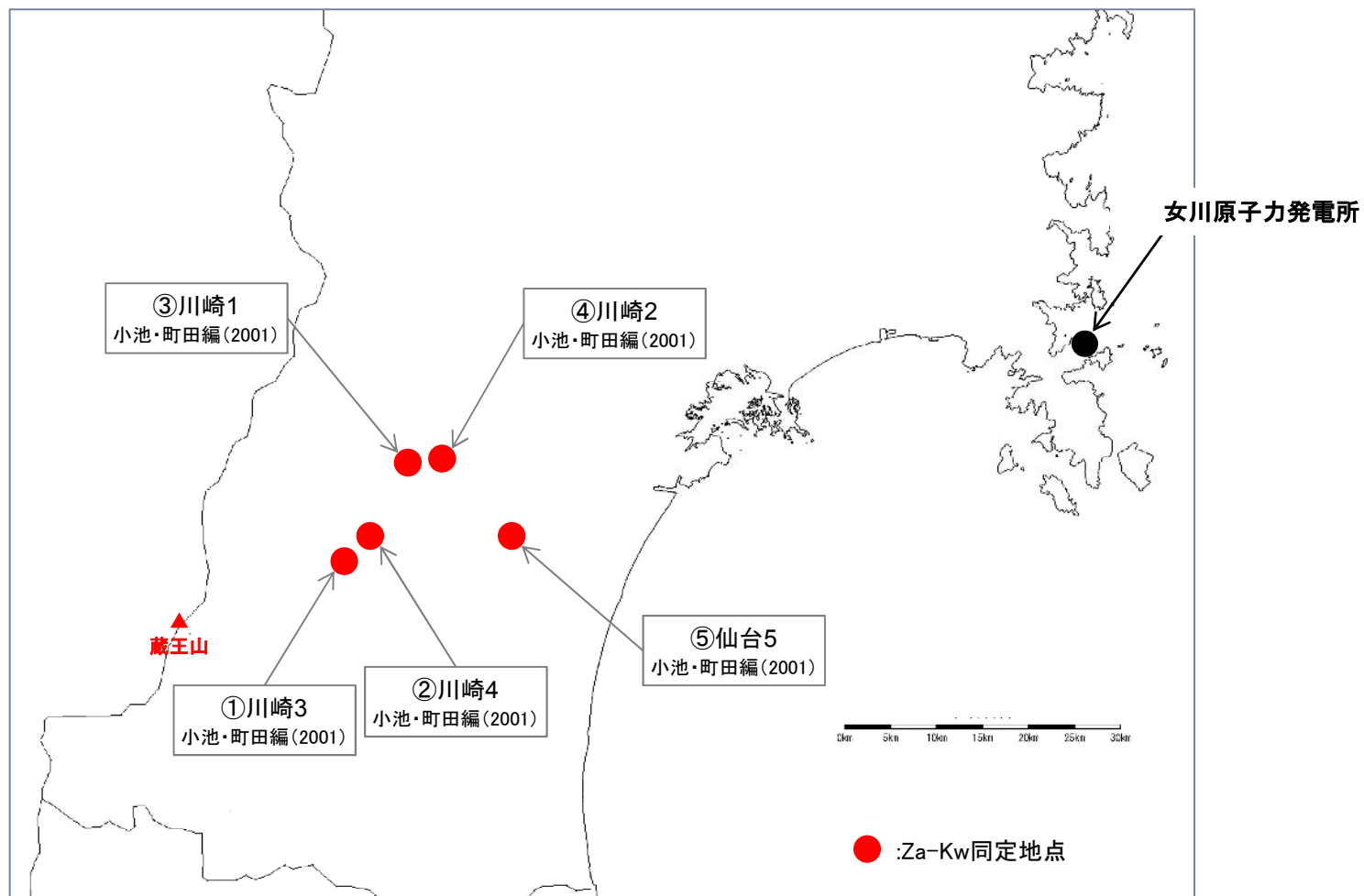
■: 文献で示されている層厚と概ね整合している地点。

4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4.2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較

4.2.3 蔵王山【蔵王ー川崎テフラの露頭層厚との比較①】

- 蔵王ー川崎テフラ(Za-Kw)について、数地点が文献で確認されている。
- これらの地点の層厚と降灰シミュレーションの結果を比較した図を次頁以降に示す。

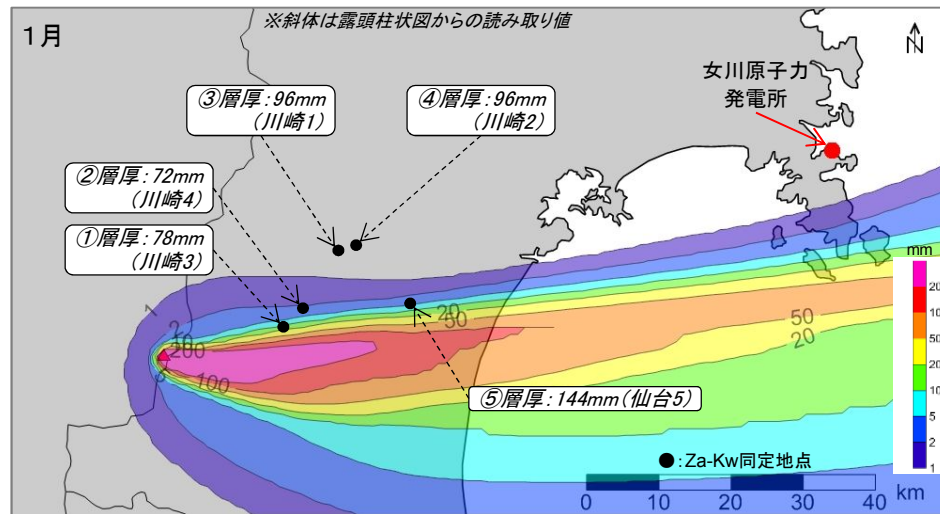


文献調査におけるZa-Kw同定地点

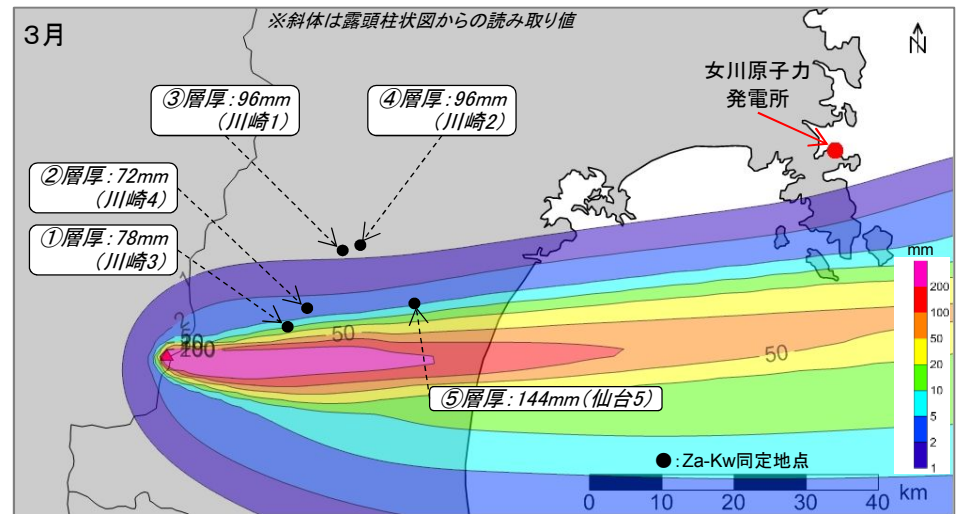
4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4.2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較

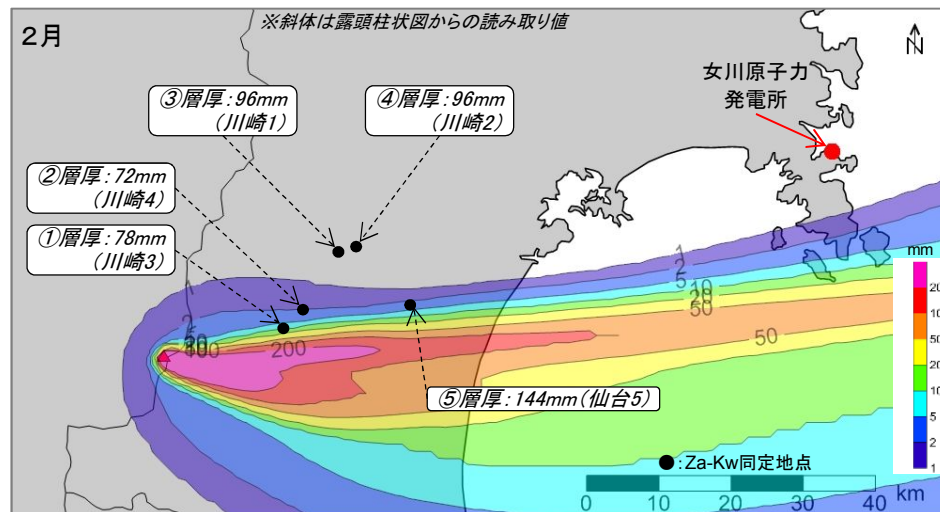
4.2.3 蔵王山【蔵王ー川崎テフラの露頭層厚との比較②】



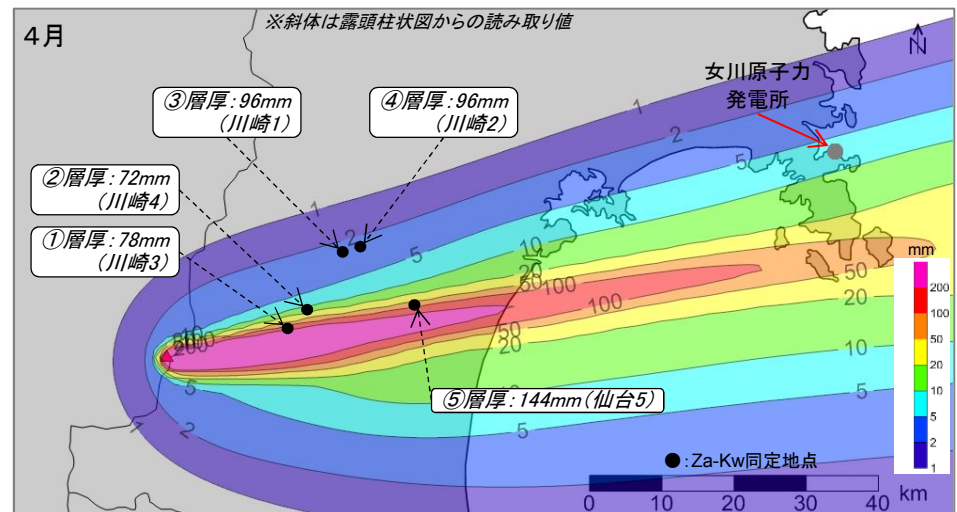
降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(1月)



降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(3月)



降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(2月)

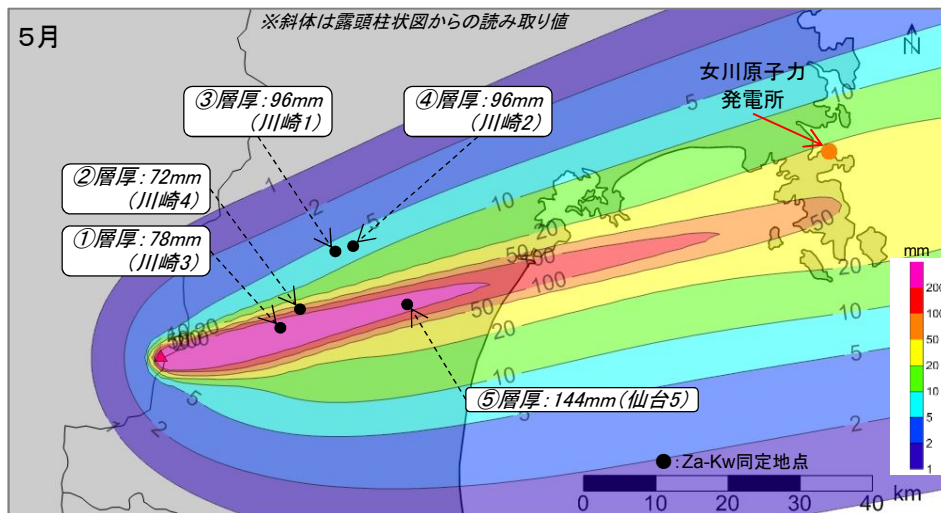


降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(4月)

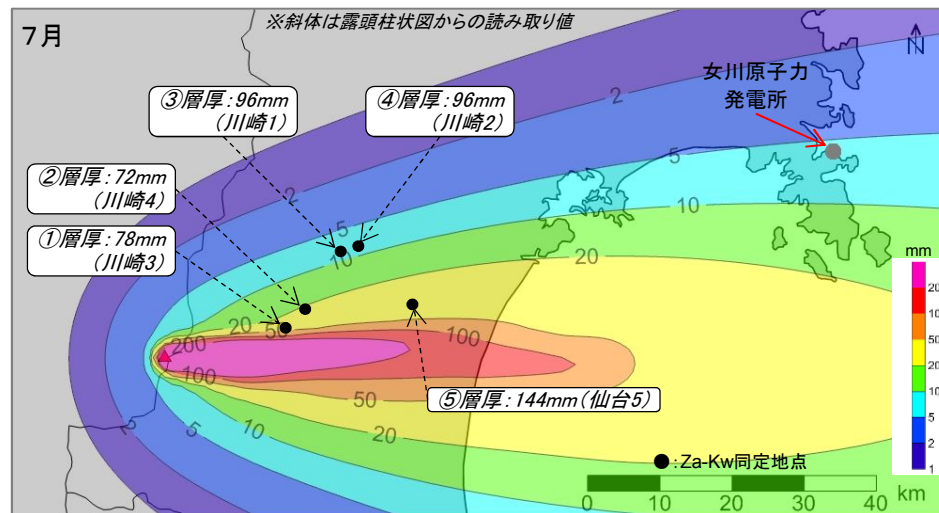
4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4.2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較

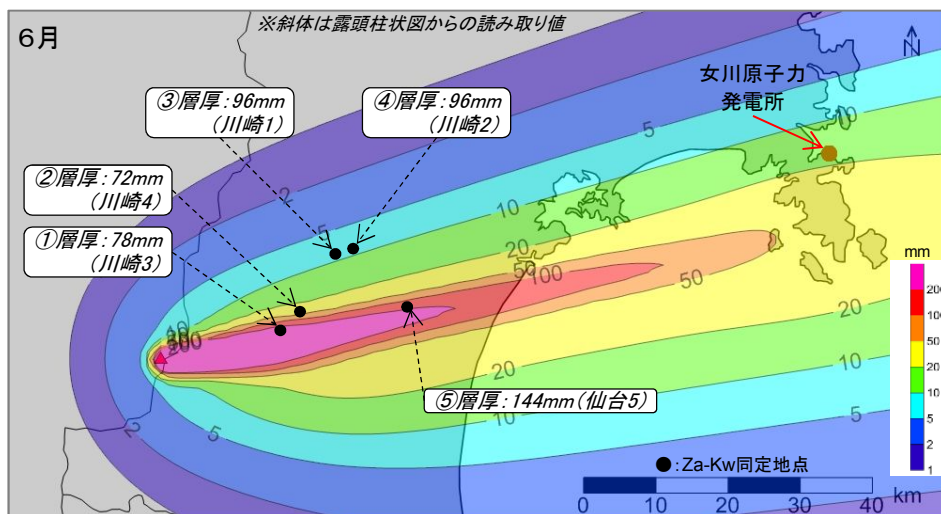
4.2.3 蔵王山【蔵王ー川崎テフラの露頭層厚との比較③】



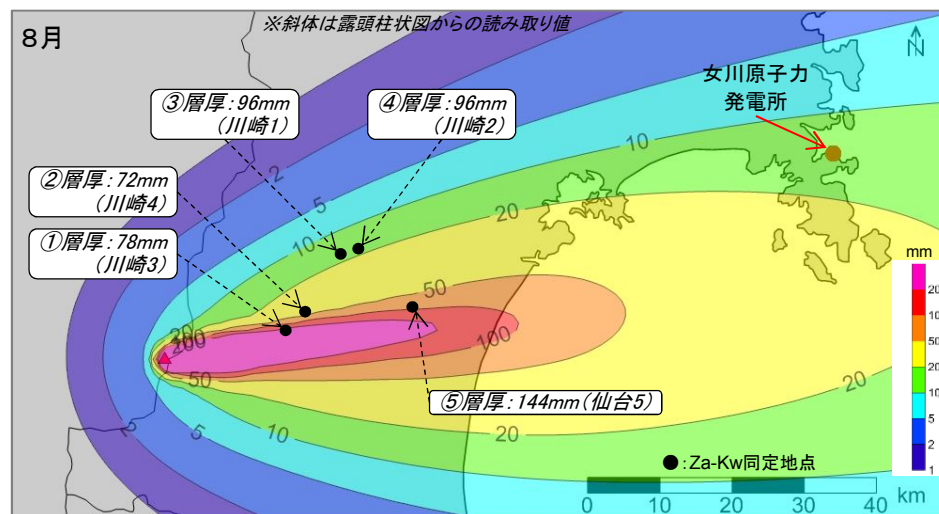
降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(5月)



降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(7月)



降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(6月)

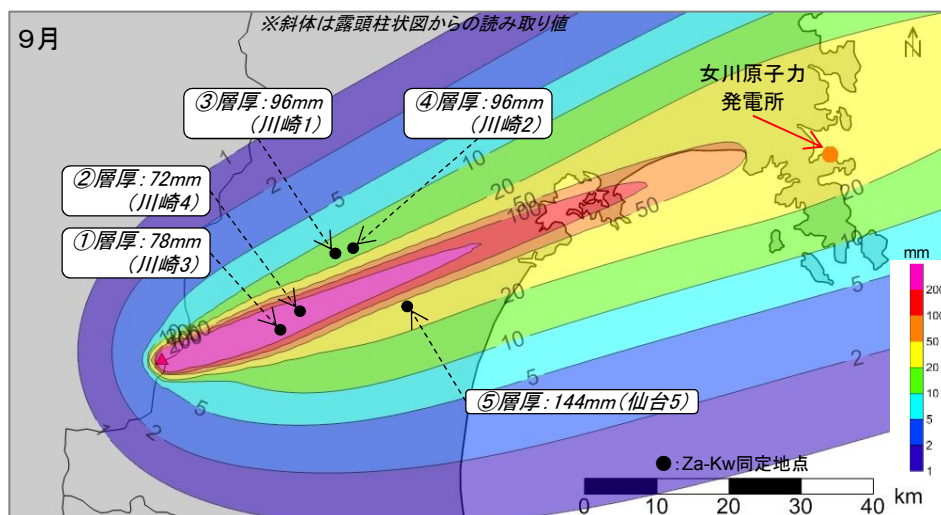


降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(8月)

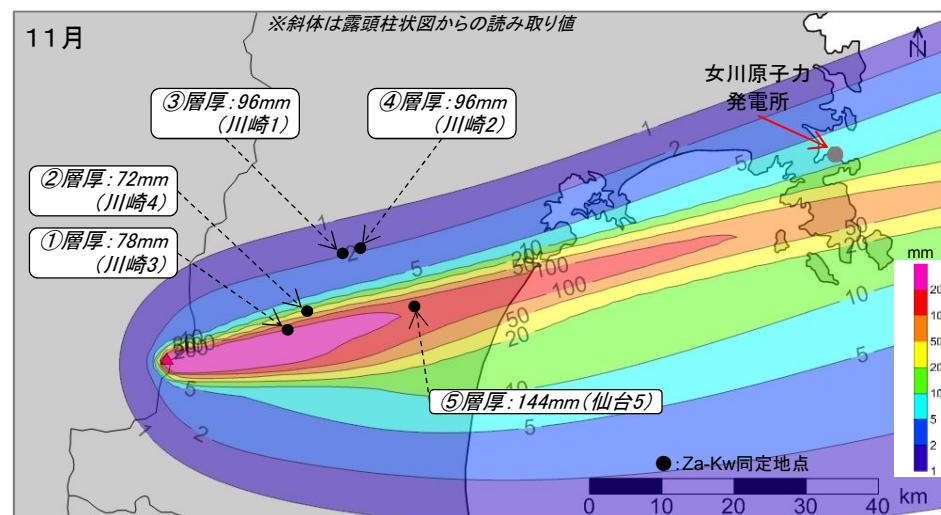
4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4.2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較

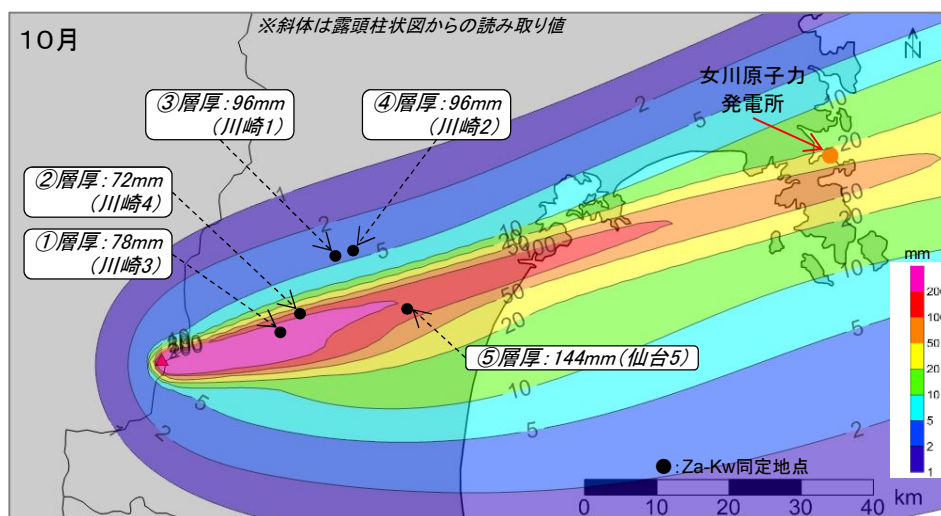
4.2.3 蔵王山【蔵王ー川崎テフラの露頭層厚との比較④】



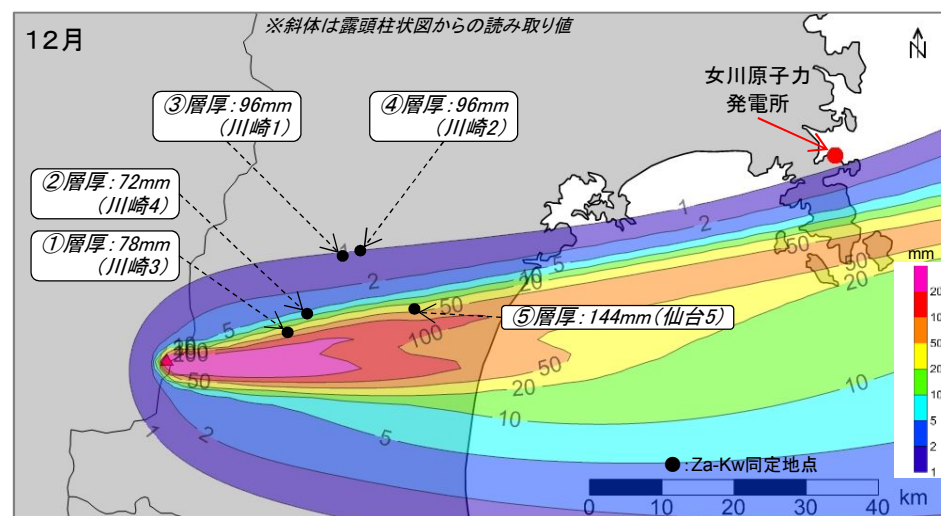
降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(9月)



降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(11月)



降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(10月)

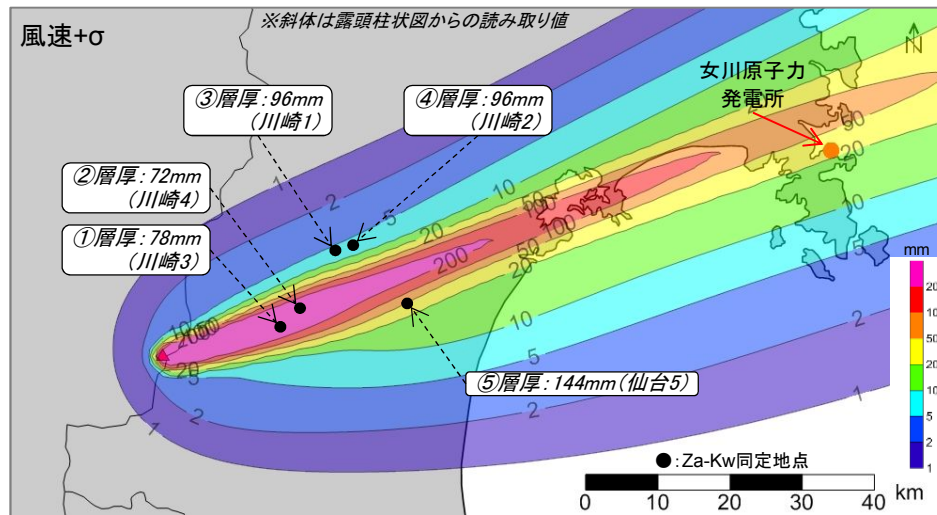
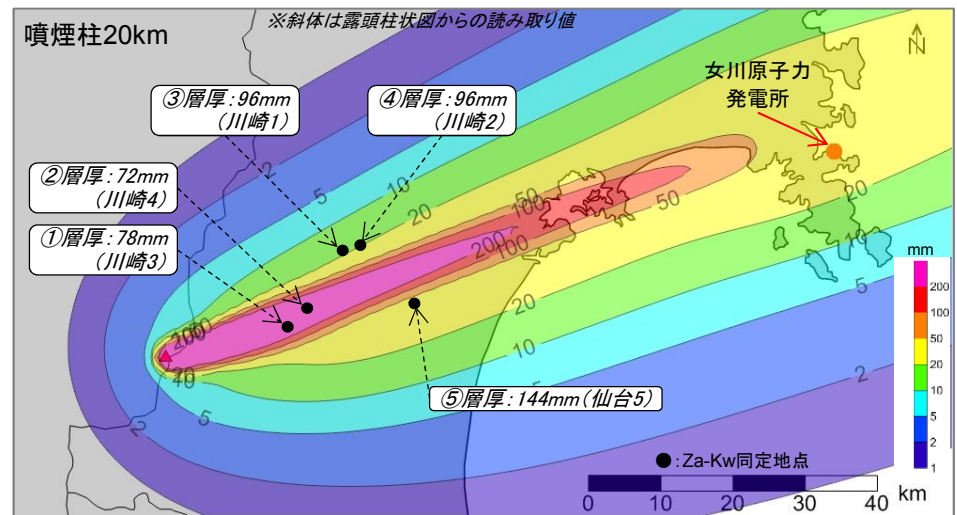


降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(12月)

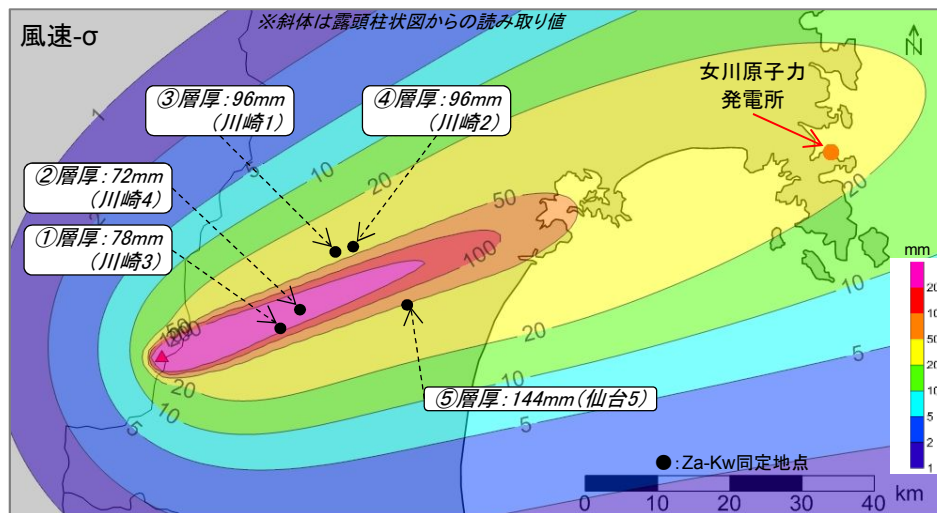
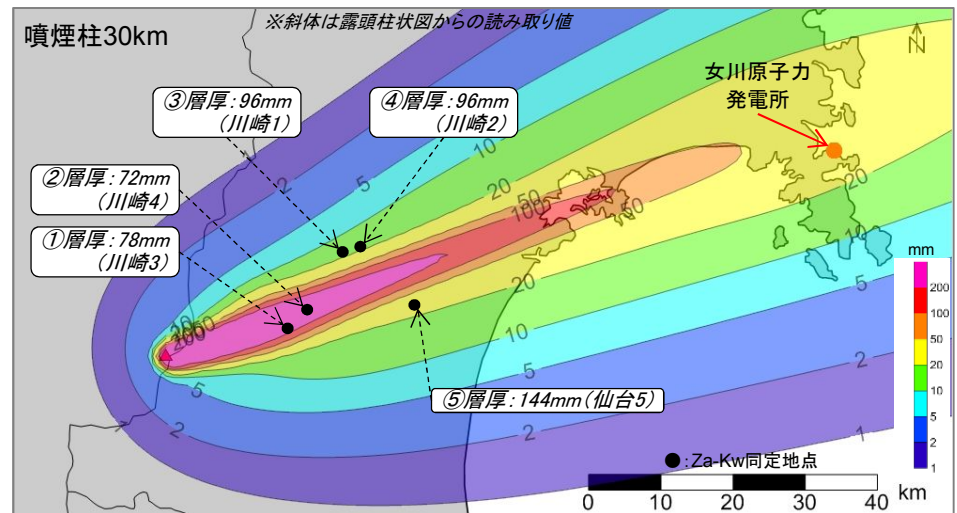
4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4.2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較

4.2.3 蔵王山【蔵王ー川崎テフラの露頭層厚との比較⑤】

降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(風速+ σ)

降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(噴煙柱20km)

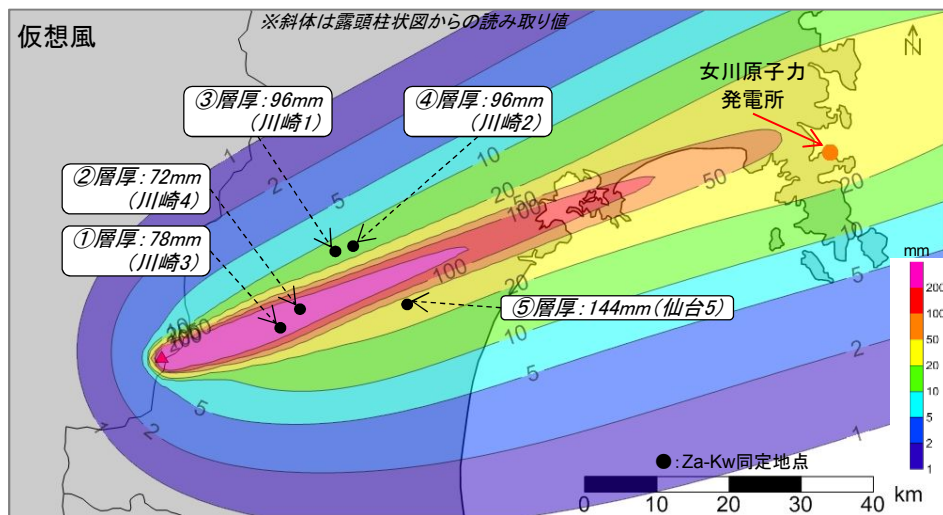
降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(風速- σ)

降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(噴煙柱30km)

4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4. 2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較

4. 2. 3 蔵王山【蔵王ー川崎テフラの露頭層厚との比較⑥】



降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(仮想風)

4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4.2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較

4.2.3 蔵王山【蔵王ー川崎テフラの露頭層厚との比較⑦】

蔵王ー川崎テフラ(Za-Kw)を対象とした降灰シミュレーションの結果基本ケース、不確かさケース)と文献で示されている層厚について比較を行った結果、気象条件を5, 8, 10月とした場合、文献の層厚と概ね整合している。

基本ケースとの比較

単位:mm

番号	文献層厚	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
①	78	10~20	約10	約10	100~200	200以上	200以上	約50	200以上	200以上	200以上	200以上	約50
②	72	2~5	約2	2~5	10~20	約100	約50	20~50	約50	200以上	100~200	20~50	5~10
③	96	0	0	0	2~5	5~10	5~10	5~10	10~20	10~20	2~5	約2	約1
④	96	0	0	0	2~5	5~10	5~10	5~10	10~20	10~20	2~5	約2	約1
⑤	144	約5	2~5	約5	約100	200以上	100~200	20~50	約100	20~50	100~200	100~200	20~50

文献層厚の斜体は、柱状図からの読み取り値を示す。

■:文献で示されている層厚と概ね整合している地点。

不確かさケースとの比較

単位:mm

番号	文献層厚	平均風速- σ	平均風速+ σ	噴煙柱20km	噴煙柱30km	仮想風
①	78	約200	200以上	200以上	200以上	200以上
②	72	200以上	200以上	200以上	200以上	200以上
③	96	20~50	5~10	10~20	10~20	10~20
④	96	20~50	5~10	約20	10~20	10~20
⑤	144	約50	約50	20~50	20~50	20~50

文献層厚の斜体は、柱状図からの読み取り値を示す。

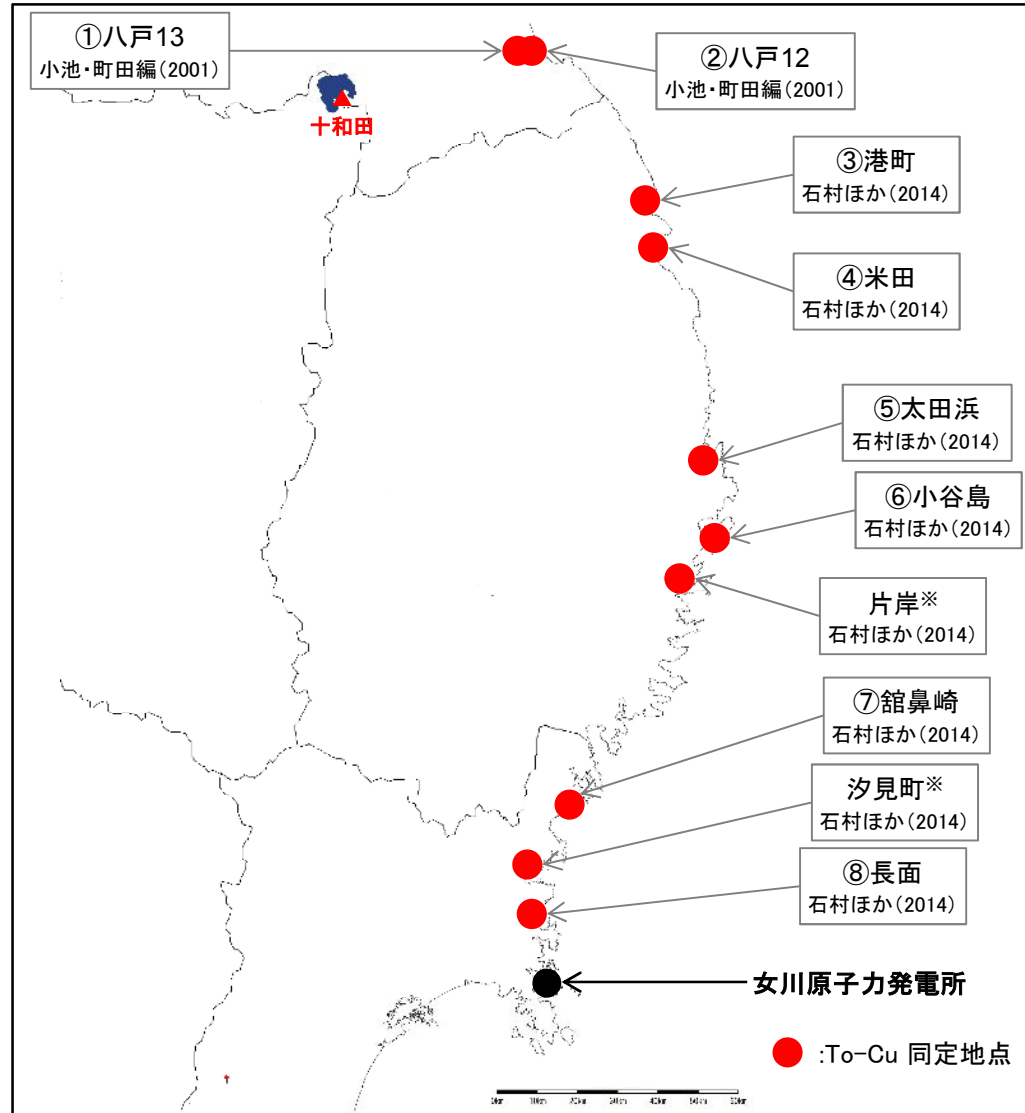
■:文献で示されている層厚と概ね整合している地点。

4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4.2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較

4.2.4 十和田【十和田一中掇テフラの露頭層厚との比較①】

- 十和田一中掇テフラ(To-Cu)について、数地点が文献で確認されている。
- これらの地点の層厚と降灰シミュレーションの結果を比較した図を次頁以降に示す。



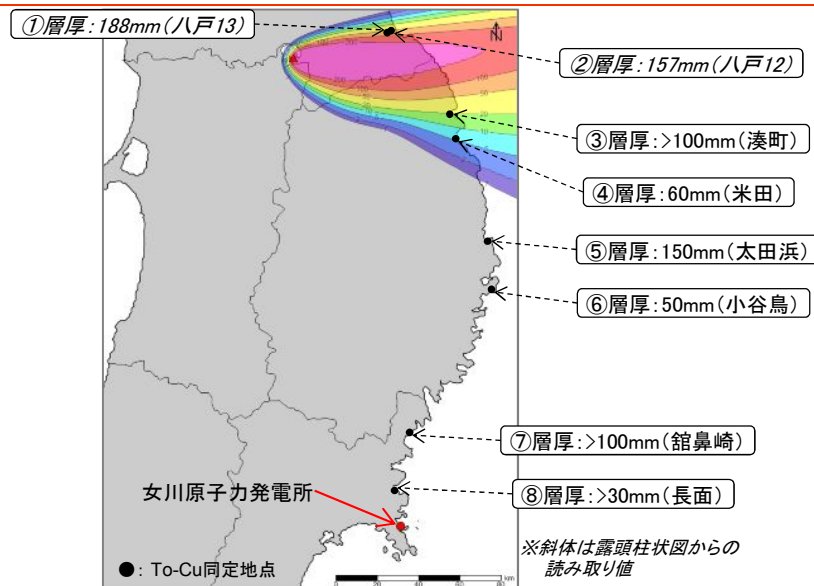
※再堆積の可能性が示唆されることから、比較対象からは除外した。

文献調査におけるTo-Cu同定地点

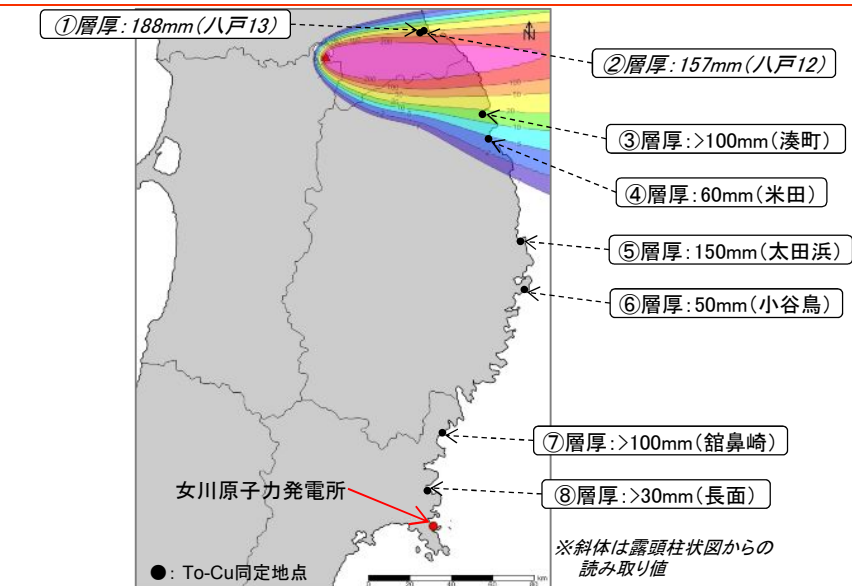
4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4.2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較

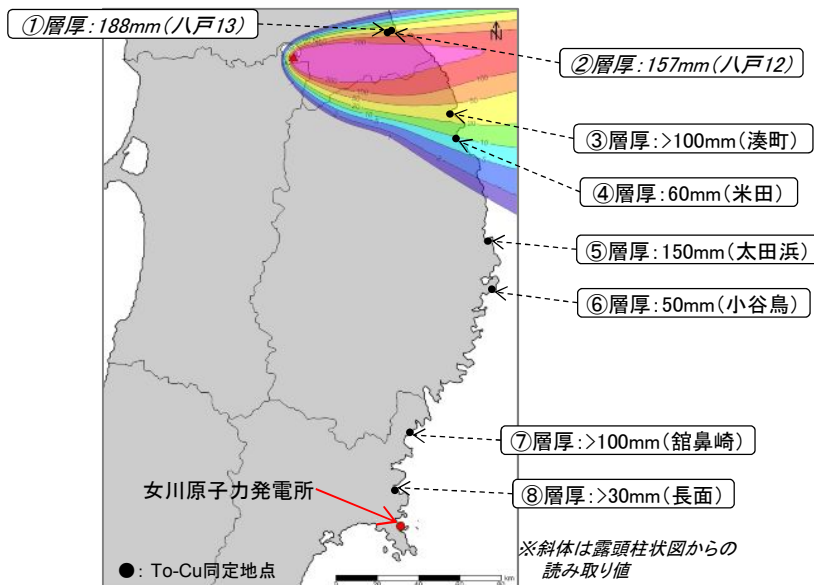
4.2.4 十和田【十和田一中掇テフラの露頭層厚との比較②】



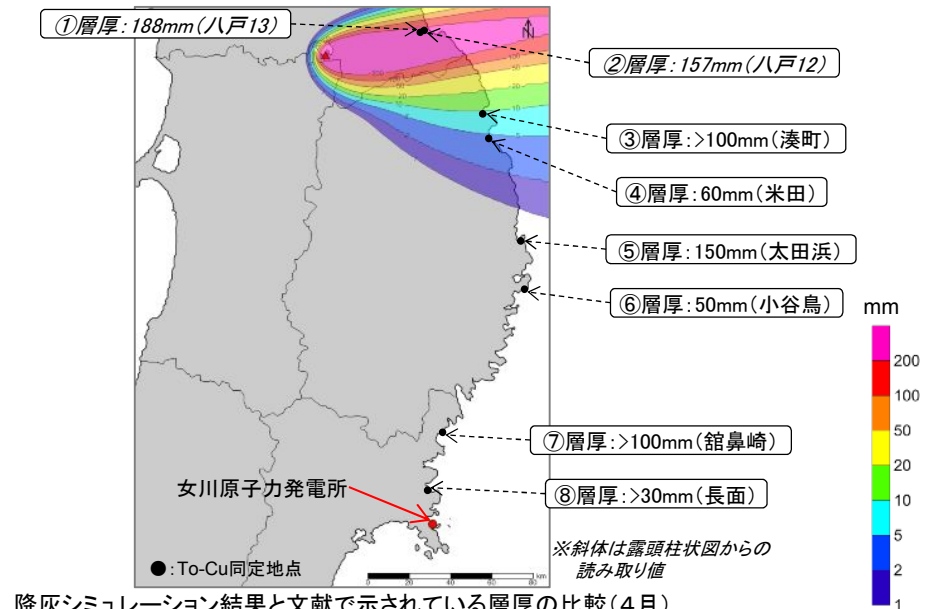
降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(1月)



降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(3月)



降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(2月)

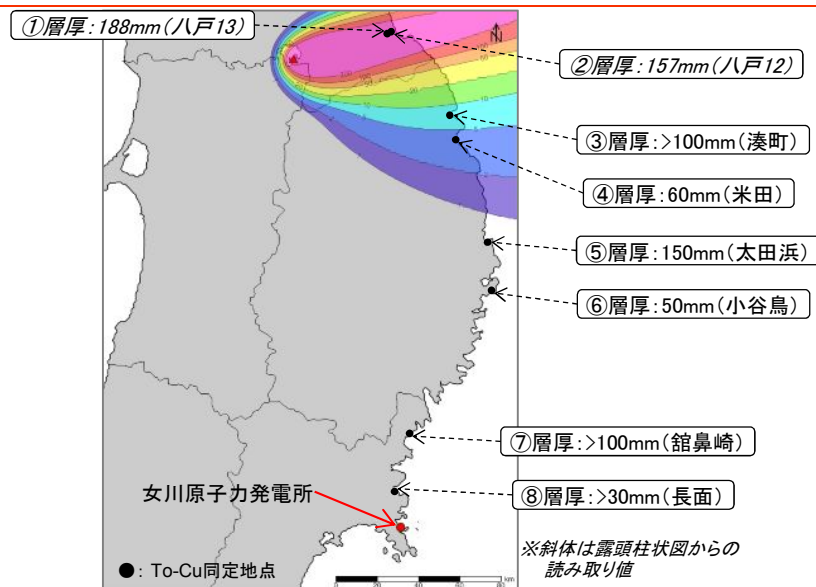


降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(4月)

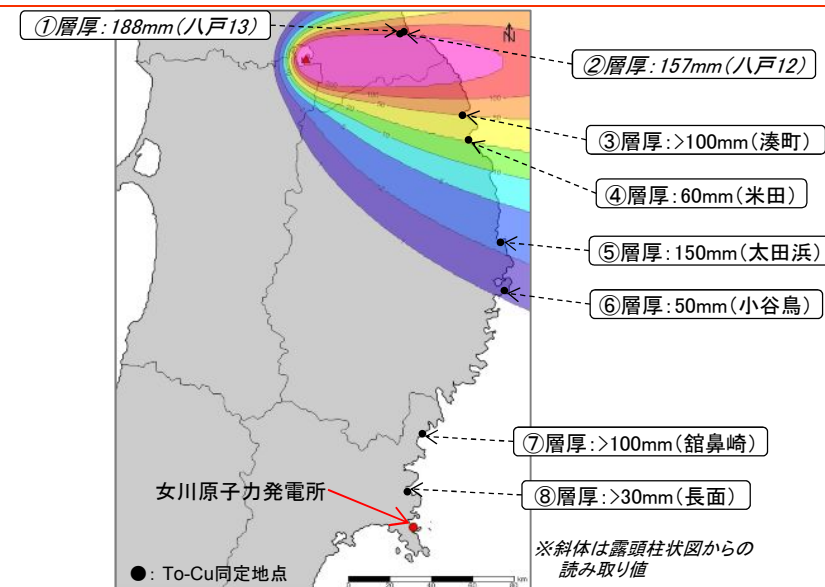
4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4.2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較

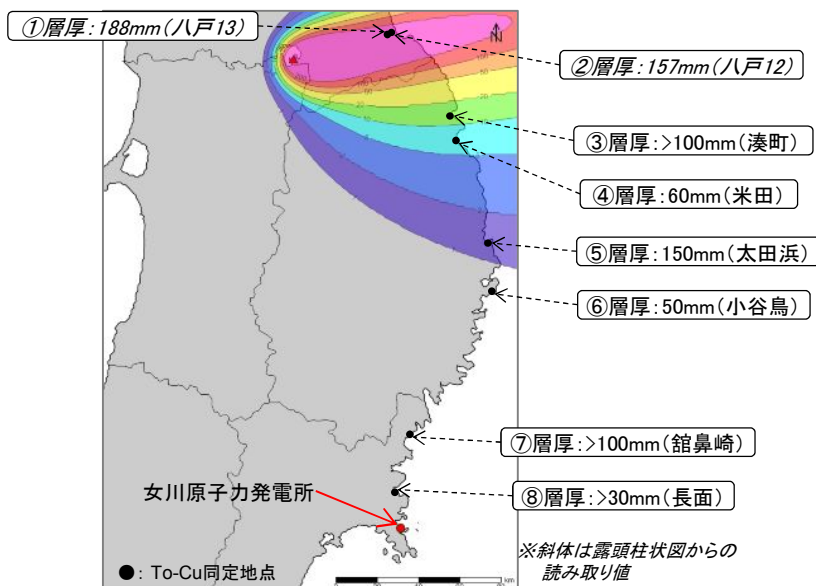
4.2.4 十和田【十和田一中掇テフラの露頭層厚との比較③】



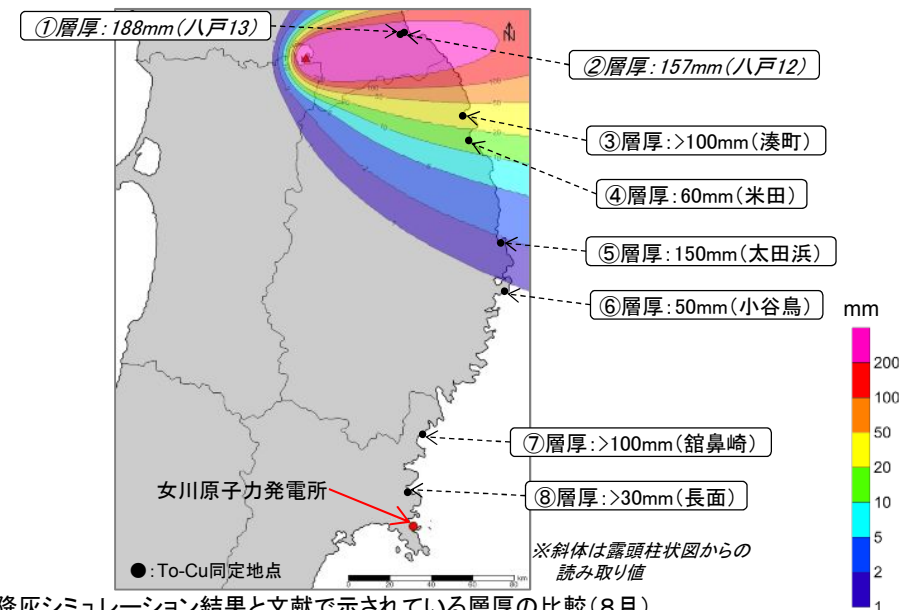
降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(5月)



降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(7月)



降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(6月)

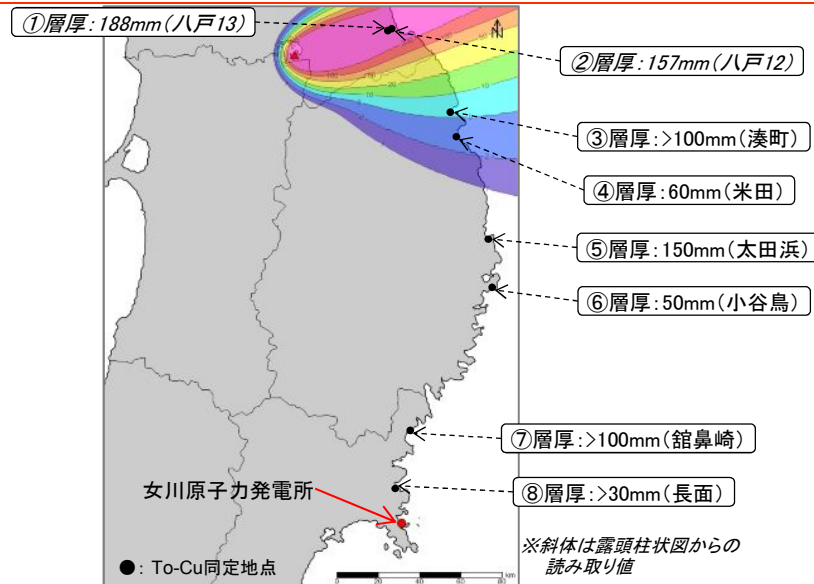


降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(8月)

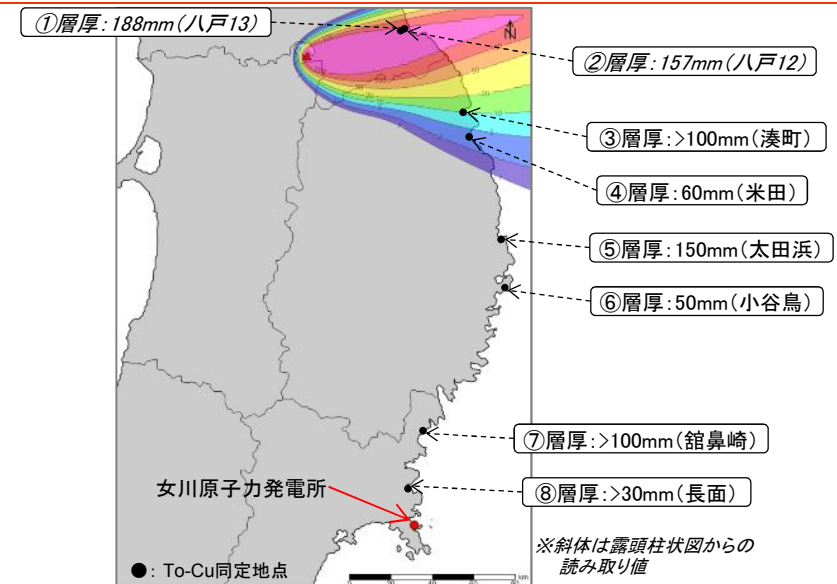
4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4.2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較

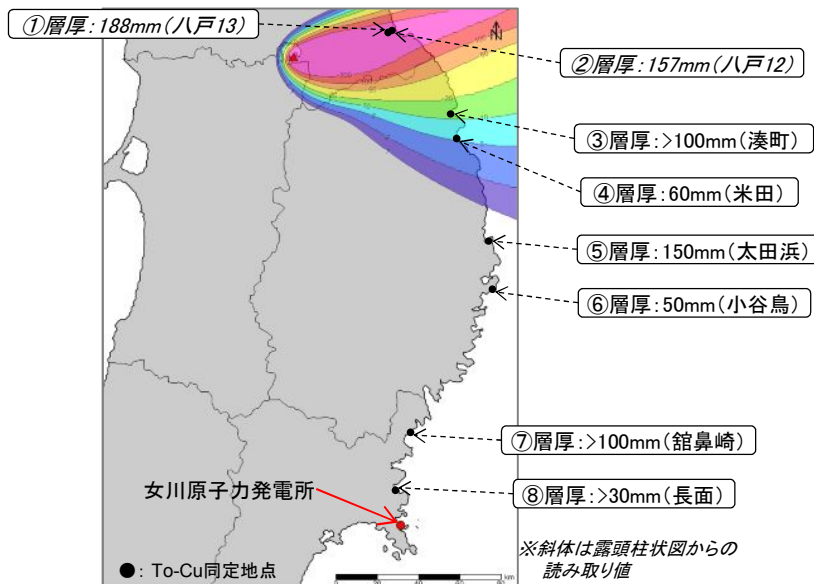
4.2.4 十和田【十和田一中掇テフラの露頭層厚との比較④】



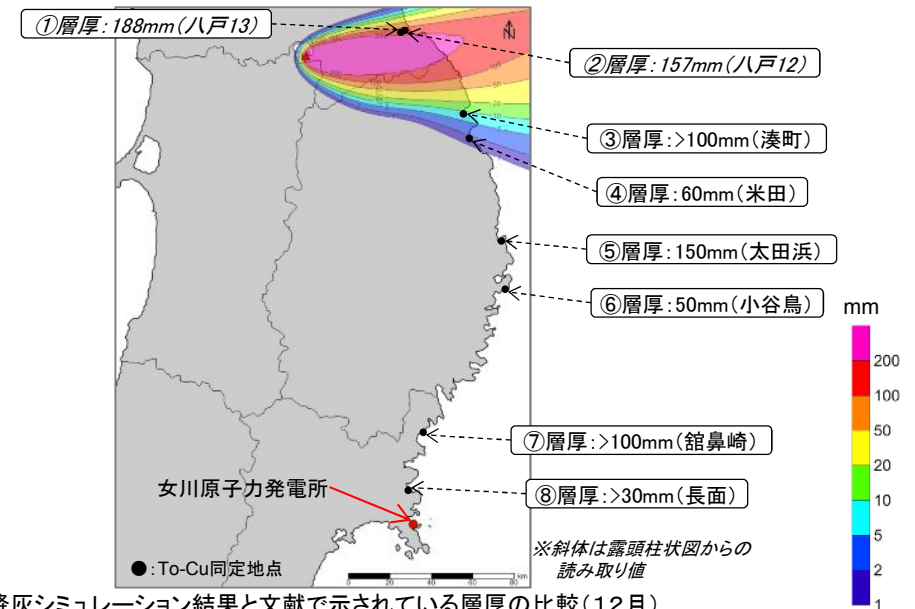
降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(9月)



降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(11月)



降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(10月)

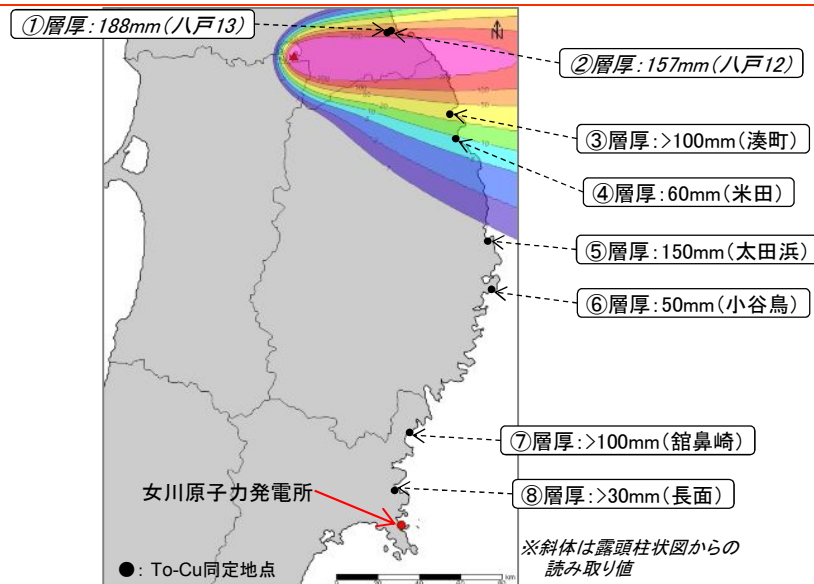


降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(12月)

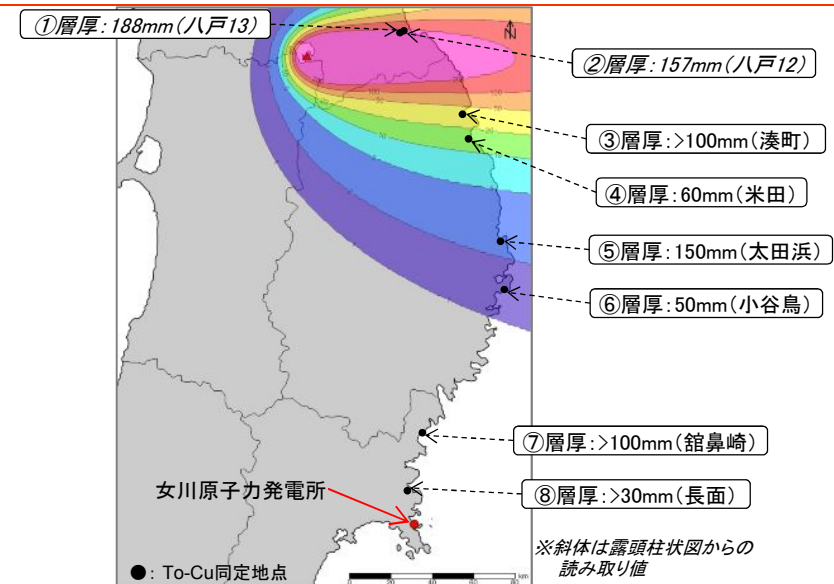
4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4.2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較

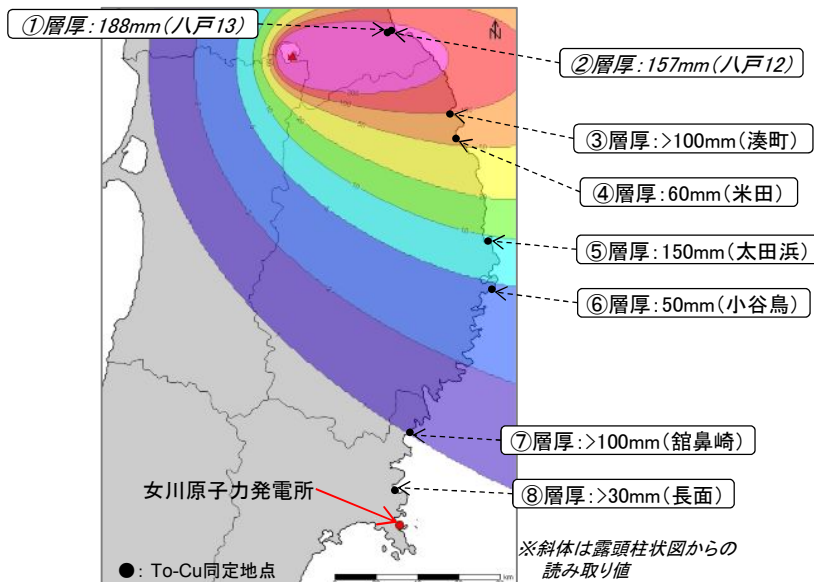
4.2.4 十和田【十和田一中掬テフラの露頭層厚との比較⑤】



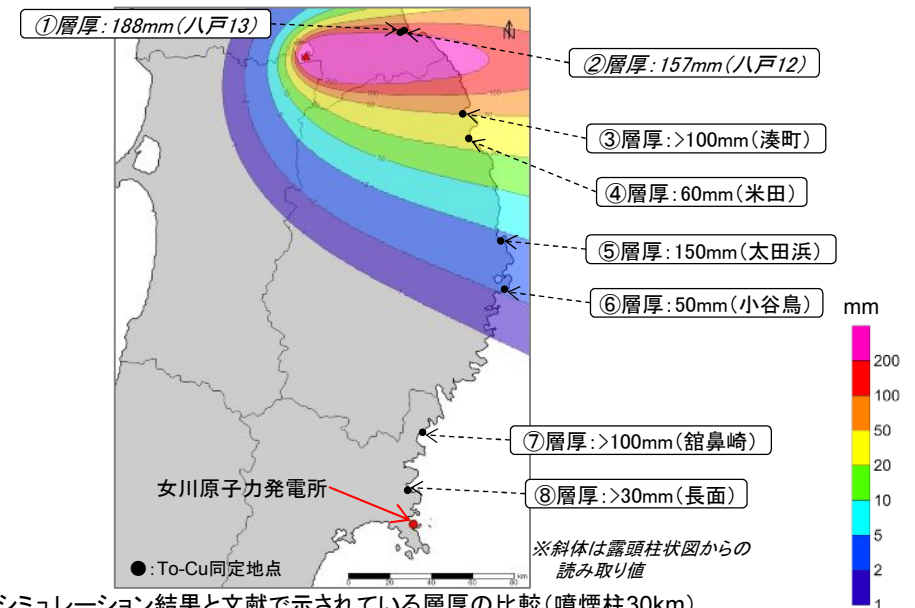
降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(風速+σ)



降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(噴煙柱20km)



降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(風速-σ)

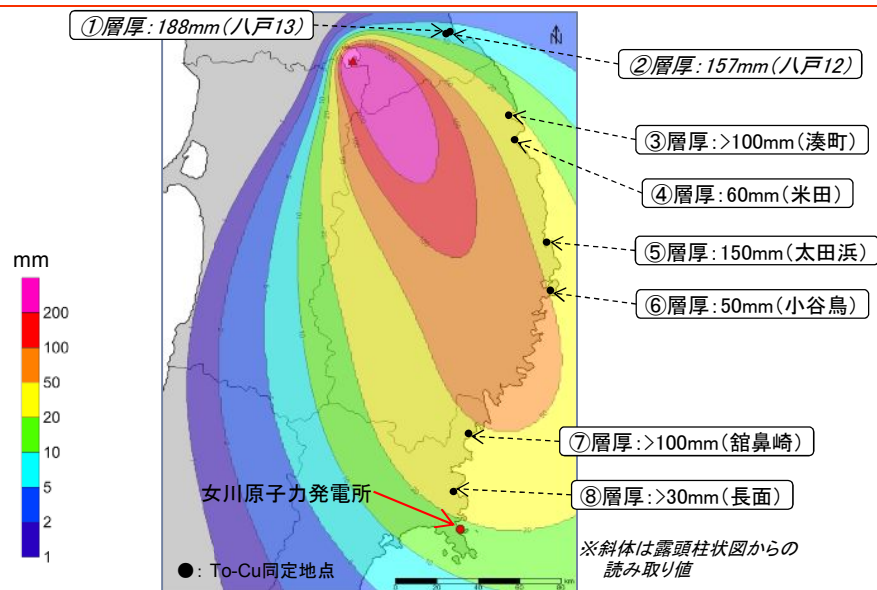


降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(噴煙柱30km)

4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4.2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較

4.2.4 十和田【十和田一中掇テフラの露頭層厚との比較⑥】



降灰シミュレーション結果と文献で示されている層厚の比較(仮想風)

4. 降下火砕物のシミュレーションについて

4.2 露頭で確認される層厚とシミュレーション結果の比較

4.2.4 十和田【十和田一中掇テフラの露頭層厚との比較⑦】

十和田一中掇テフラ(To-Cu)を対象とした降灰シミュレーションの結果(基本ケース, 不確かさケース)と文献で示されている層厚について比較を行った結果, 十和田周辺では平均風速 $-\sigma$ とした場合, 十和田から遠方の範囲では仮想風とした場合, 文献の層厚と概ね整合している。

基本ケースとの比較

単位: mm

番号	文献層厚	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
①	188	50~100	約50	約50	200以上	200以上	200以上	100~200	200以上	200以上	200以上	約200	100~200
②	157	50~100	約50	約50	200以上	200以上	200以上	100~200	200以上	200以上	200以上	約200	100~200
③	>100	約20	20~50	10~20	5~10	5~10	10~20	約50	20~50	5~10	10~20	約10	5~10
④	60	約5	約10	2~5	2~5	2~5	5~10	20~50	10~20	2~5	5~10	2~5	1~2
⑤	150	0	0	0	0	0	1~2	2~5	1~2	0	0	0	0
⑥	50	0	0	0	0	0	0	1~2	0	0	0	0	0
⑦	>100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
⑧	>30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

文献層厚の斜体は, 柱状図からの読み取り値を示す。

■: 文献で示されている層厚と概ね整合している地点。

不確かさケースとの比較

単位: mm

番号	文献層厚	平均風速 $-\sigma$	平均風速 $+\sigma$	噴煙柱20km	噴煙柱30km	仮想風
①	188	200以上	約100	約200	100~200	5~10
②	157	200以上	約100	約200	100~200	5~10
③	>100	約100	20~50	20~50	約50	20~50
④	60	50~100	約10	10~20	20~50	20~50
⑤	150	5~10	0	2~5	2~5	20~50
⑥	50	2~5	0	1~2	2~5	約50
⑦	>100	1	0	0	0	20~50
⑧	>30	0	0	0	0	20~50

文献層厚の斜体は, 柱状図からの読み取り値を示す。

■: 文献で示されている層厚と概ね整合している地点。

参考文献①

- 町田洋・新井房夫(2003):新編 火山灰アトラス[日本列島とその周辺](第2刷)
- 宍倉正展・澤井祐紀・岡村行信・小松原純子・Than Tin Aung・石山達也・藤原治・藤野滋弘(2007):石巻平野における津波堆積物の分布と年代. 活断層・古地震研究報告, 7, 31-46, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 渡辺満久(1991):北上低地帯における河成段丘面の編年および後期更新世における岩屑供給. 第四紀研究, 30, 19-42
- 八木浩司(1996):宮城県鬼首に認められる後期更新世テフラ層-鳴子火山起源のテフラと広域テフラ-. 「第四紀露頭集-日本のテフラ」, 日本第四紀学会, 155-155
- 苅谷愛彦(1996):山形県月山の高山土壌に介在する完新世広域テフラ層. 「第四紀露頭集-日本のテフラ」, 日本第四紀学会, 161-161
- 早田勉(1996a):広域テフラと一緒に発見された前期旧石器-福島市竹ノ森遺跡-. 「第四紀露頭集-日本のテフラ」, 日本第四紀学会, 164-164
- 早田勉・八木浩司(1991):東北地方の第四紀テフラ研究. 第四紀研究, 30(5), 369-378
- 鈴木毅彦・木村純一・早田勉・千葉茂樹・小荒井衛・新井房夫・吉永秀一郎・高田将志(1995):磐梯火山周辺に分布する広域テフラ. 地学雑誌, 104(4), 551-560
- 小岩直人・早田勉(1994):東北地方南中部に分布する更新世末期のガラス質テフラ. 地学雑誌, 103, 68-76
- 山元孝広(2012):福島-栃木地域における過去約30万年間のテフラの再記載と定量化. 地質調査研究報告, 63, 35-91
- 山元孝広(2013):栃木-茨城地域における過去約30万年間のテフラの再記載と定量化. 地質調査研究報告, 64, 251-304
- 吉本充宏・嶋野岳人・中田節也・小山悦郎・辻浩・飯田晃子・黒川将・岡山悠子・野中美雪・金子隆之・星住英夫・石塚吉浩・古川竜太・野上健治・鬼沢真也・新垣賢志・杉本健・長井雅史(2005):浅間山2004年噴火の噴出物の特徴と降灰量の見積もり. 火山, 50, 6, 519-533
- 八木浩司・早田勉(2000):新庄・古川ルートにおける奥羽脊梁山脈山麓部の最終間氷期以降の垂直隆起. 日本第四紀学会講演要旨集, 0-4, pp8-9
- 松浦旅人(2000):山形県新庄盆地およびその周辺地域における河成段丘面編年-毒沢テフラおよび¹⁴C年代資料による検討-. 日本第四紀学会講演要旨集, 0-32, pp64-65
- 北村繁(1996):山形県肘折尾花沢テフラおよび尾花沢盆地のテフラ. 「第四紀露頭集-日本のテフラ」, 日本第四紀学会, 162-162
- 西城潔・八木浩司(1990):山形県尾花沢付近における2万年前頃の河床変化. 第四紀研究, 28, 5, 427-429
- 早田勉(1989):テフロクロノロジーによる前期旧石器時代遺物包有層の検討-仙台平野北部の遺跡を中心に-. 第四紀研究, 28, 4, 269-282
- 八木浩司・早田勉(1989):宮城県中部および北部に分布する後期更新世広域テフラとその層位. 地学雑誌, 98, 7, 39-53
- University of South Florida(2011):Tephra2 Users Manual, Spring 2011
- 八島隆一・渡辺公一・佐藤二郎・周藤賢治(1989):東北日本における鮮新世火山作用(3-岩手県花巻市北西方の青ノ木森安山岩-. 福島大学教育学部論集理科報告, 43, 7-19
- 八島隆一(1990):東北日本弧における鮮新世火山岩のK-Ar年代:阿闍羅山安山岩, 青ノ木森安山岩, セツ森デイサイト, 笹森山安山岩. 地球化学, 44, 3, 150-153
- 佐藤二郎(1986):岩手県脊梁山地東縁部における中新世後期~鮮新世の火山作用. 討論会「東北日本における後期新生代の火山作用とその地質学的背景」資料.
- 大沢あつし・須田芳朗(1980):20万分の1地質図「秋田及び男鹿」. 地質調査総合センター
- 中野俊・西来邦章・宝田晋治・星住英夫・石塚吉浩・伊藤順一・川辺須久・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.
- 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
- H.Kondo, K.Tanaka, Y.Mizuochi, A. Ninomiya(2004):Long-term changes in distribution and chemistry of middle Miocene to Quaternary volcanism in the Chokai-Kurikoma area across the Northeast Japan Arc. Bull. Volcanol. Soc. Jpn. 43, 173-180
- 大沢あつし・大口健志・高安泰助(1979):5万分の1地質図幅「湯沢」および同説明書. 地質調査総合センター, p64
- 臼田雅郎・村山 進・岡本金一・白石建雄・高安泰助・乗富一雄・狐崎長良・山脇康平(1981):5万分の1秋田県総合地質図幅及び説明書「稲庭」. 秋田県総合地質図幅, p110
- 土志田潔・宇都浩三・内海茂(1999):東北地方中部における時代未詳火山岩類のK-Ar年代とその意義. 地球惑星科学関連学会合同大会予稿集, Vc-P001.
- 第四紀火山カタログ委員会編(1999):日本の第四紀火山カタログ, 日本火山学会
- 竹野直人(1988):栗駒北部地熱地域の地質. 地質調査所報告, no. 268, 191-210
- 梅田浩司・林信太郎・伴雅雄(1999):東北日本, 筑森, 高松, 船形, および三吉・葉山火山のK-Ar年代. 火山, 44, 4, 217-222
- 高島勲・荻原宏一・張文山・村上英樹(1999):秋田県泥湯周辺地域の第四紀火山岩類のTL年代. 岩鉱, 94, 1-10
- M.Ban, S.Hirotani, A.Wako, T.Suga, Y.Iai, S.Kagashima, K.Shuto, H.Kagami(2007):Origin of felsic magmas in a large-caldera-related stratovolcano in the central part of NE Japan - Petrogenesis of the Takamatsu volcano. J. Volcanol. Geotherm. Res. 167, 100-118
- 北村信(1956):東北地方脊梁山地(岩手・秋田・宮城県境)に発達する石英安山岩類の層位学の問題について. 地球化学, 28, 14-22
- T.Ishida(1981):Pliocene and Quaternary history of the northern part of Sendai Lowland area, a study of structural and geomorphic development. Saito Ho-on Kai Mus. Nat. Hist. Res. Bull., 49, 19-35
- E.Yamada(1988):Geologic development of the Onikobe caldera, Northeast Japan, with special reference to its hydrothermal system. Rept. Geol. Surv. Japan, 268, 61-190
- 土谷信之・伊藤順一・関陽児・巖谷敏光(1997):5万分の1地質図幅「岩ヶ崎」および同説明書. 地質調査総合センター, p96
- 高島勲・村上英樹・ディク グエン ホン・エディ スチブタ・毛利陽司・柴田能辰(2006):鬼首・鳴子カルデラ周辺の後期更新世火砕流堆積物及び火山岩の熱ルミネッセンス年代. 岩鉱, 35, 70-77
- 大竹正巳(2000):栗駒南部地熱地域, 赤倉カルデラの層序と火砕流噴出・陥没様式. 地質学雑誌, 106, 3, 205-222

参考文献②

41. 田宮良一(1984):新庄・向町盆地の地下構造. 山形応用地質, 4, 25-32
42. 鈴木雅宏(1984):向町カルデラの火砕岩を追って. 山形応用地質, 4, 33-38
43. 大沢穠・三村弘二・久保和也・広島俊男・村田泰章(1987):20万分の1地質図「仙台」. 地質調査所
44. 土谷信之・伊藤順一(1996):5万分の1地質図幅「岩ヶ崎」地域の火山層序:第三紀火山岩類および鬼首カルデラを起源とする火砕流の噴出年代. 日本火山学会講演予稿集, 2, 169-169
45. 長谷中利昭・青木亮(1995):七ツ森カルデラの提唱とカルデラ形成モデル. 「平成6年度深田研究助成」研究報告, 155-173
46. 三村弘二(2001):東北日本火山フロントに沿う七ツ森火山, 神室岳及び青麻火山のK-Ar年代. 地質調査研究報告, 52, 6/7号, 309-313
47. 今田正・大場与志男・高岡宣雄(1989):船形火山溶岩のK-Ar年代. 山形県学術調査報告書「御所山」, 33-36
48. Wada, K. (1981): Contrasted petrological relations between tholeiitic and calc-alkaline series from Funagata volcano. *J. Japan. Assoc. Min. Petr. Econ. Geol.*, 76, 215-232.
49. 蟹沢聡史(1985):仙台およびその周辺に分布する愛島軽石とその中の深成岩質岩片について—噴出元の推定と極端にK2Oに乏しいトータル岩の存在—. 岩鉱, 80, 352-362
50. 山本裕朗・石川賢一(2006):東北本州弧, 磐司岩火山岩類の地質と岩石. 岩鉱, 35, 53-69
51. 高岡宣雄・今田正・大場与志男・今野幸一・飯田美穂・須藤弘・半沢恵二・南館有(1988):百万年より若い火山岩の絶対年代測定. 総合研究(A)「百万年より若い火山岩の絶対年代測定」研究成果報告書(代表高岡宣雄), 1-43.
52. 伴雅雄・大場与志男・石川賢一・高岡宣雄(1992):青麻—恐火山列, 陸奥燧岳, 恐山, 七時雨および青麻火山のK-Ar年代—東北日本弧第四紀火山の帯状配列の成立時期—. 岩鉱, 87, 39-49
53. 戸谷成寿・伴雅雄(2001a):東北日本弧, 青麻火山の形成史と主成分化学組成. 岩鉱, 30, 105-116
54. N.Toya, M.Ban, R.Shinjo(2005): Petrology of Aoso volcano, northeast Japan arc: temporal variation of the magma feeding system and nature of low-K amphibole andesite in the Aoso-Osore volcanic zone. *Contrib Mineral Petrol*, 148, 566-581
55. 市村毅(1963):葉山火山の地質学的考察. 東大地震研彙報, 41, 391-402
56. 谷正己・柴田賢・谷口政碩・阿部智彦(1975):山形盆地周辺の新生代火山岩の年代について. 日本地質学会講演要旨集, 211
57. 中島聖子・周藤賢治・加賀美寛雄・大木淳一・板谷徹丸(1995):東北日本弧, 後期中新世～鮮新世火山岩の島弧横断方向における化学組成および同位体組成変化. 地質学論集, 44, 197-226
58. 長澤一雄・斎藤和男・大場与志男・石井六夢・本田康夫(1995):白鷹火山の初期および主活動期噴出物のK-Ar年代と火山形成. 平成6年度琵琶沼緊急調査報告書—地学・動物—, 山形県立博物館, 39-56
59. 石井六夢・斎藤和男(1997):山形県白鷹火山のK-Ar年代. 山形大紀要(自然科学), 14, 99-108
60. 三村弘二・鹿野和彦(2000):東北日本, 白鷹火山の層序と歴史. 火山, 45, 1, 13-23
61. 長橋良隆・木村裕司・大竹二男・八島隆一(2004):福島市南西部に分布する鮮新世「笹森山安山岩」のK-Ar年代. 地球化学, 58, 6, 407-412
62. 阪口圭一(1995):5万分の1地質図幅「二本松」および同説明書. 地質調査総合センター, p79
63. NEDO(1990):平成元年度全国地熱資源総合調査(第3次)広域熱水流動系調査 磐梯地域 火山岩分布・年代調査報告要旨. 新エネルギー・産業技術総合開発機構, 144p
64. 三村弘二(2002):東北日本, 猫魔火山の地質と放射年代. 火山, 47, 4, 217-225
65. 早田勉(1996b):日本における前期旧石器文化の確認—宮城県座散乱木遺跡・馬場壇A遺跡—. 「第四紀露頭集—日本のテフラ」, 日本第四紀学会, 158-158
66. 早田勉(1996c):鳴子カルデラから噴出した中規模火砕流堆積物群と降下テフラ. 「第四紀露頭集—日本のテフラ」, 日本第四紀学会, 156-156
67. 早田勉(2000):「沼向遺跡, 中野高柳遺跡におけるテフラ分析」. 仙台市文化財調査報告241, 沼向遺跡第1～3時調査, 108-111
68. 阪口圭一・山田堂三(1988):鬼首カルデラ周辺の火砕流堆積物—いわゆる北川石英安山岩—の再検討. 地質調査所報告第268号, 37-59
69. 豊島正幸(1980):山形盆地東縁部における洪積世末期のテフラと河岸段丘の形成時期. 東北地理, 32, 203-210.
70. 小池一之・町田洋編(2001):日本の海成段丘アトラス. 東大出版会, P122
71. 澤井祐紀・穴倉正展・小松原純子(2008):ハンドコアラ—を用いた宮城県仙台平野(仙台市・名取市・岩沼市・亶理町・山元町)における古津波痕跡調査. 活断層・古地震研究報告, No.8, p17-70
72. 石村大輔・山田圭太郎・宮内崇裕・早瀬亮介(2014):三陸海岸の完新統に挟在するテフラの特徴. 地学雑誌, 123, 5, 671-697
73. 渡邊隆広・細田憲弘・土屋範芳・中村俊夫・平野伸夫・岡本敦・奈良郁子・東北大学歴史津波調査グループ(2014):仙台平野における歴史津波堆積物の放射性炭素年代測定—連続土壌堆積物試料HSシリーズの堆積年代(予察的分析)—. 地学雑誌, 123, 6, 904-922
74. 大場聡(2010):「2-4 向町・赤倉」. 山形県地学ガイド, 77-83
75. 今田正・大場与志男(1989):船形火山の火山地質. 山形県学術調査報告書「御所山」, 15-32
76. 早田勉・八木浩司(1991):東北地方の第四紀テフラ研究. 第四紀研究, 30, 5, 369-378