

泊発電所の火山影響評価に関するコメント回答

平成25年12月18日
北海道電力株式会社

1. 洞爺カルデラの火砕流の影響について…………… P.4
2. 羊蹄山及びニセコ・雷電火山群の溶岩流の影響について…………… P.13
3. 羊蹄山, ニセコ・雷電火山群及び狩場山の火山泥流の影響について…………… P.26
4. 羊蹄山の降下火砕物の影響について…………… P.32
5. 敷地における火山灰について…………… P.39

No.	指摘事項	指摘時期
1	噴火したときの火山噴出物の影響を現在の地形を反映した検討を行うこととした指摘については、洞爺カルデラも対象とすること。	11月7日ヒアリング
	洞爺カルデラについては、既往最大規模の噴火を考慮した際の影響を確認するため、現在の地形で火砕流のシミュレーションを実施すること。	11月13日審査会合
2	ニセコ・雷電火山群、羊蹄山については、噴火したときの火山噴出物の影響について、現在の地形を反映した検討を行うこと。	9月25日審査会合
3	ニセコ・雷電火山群、羊蹄山、狩場山については、泥流や土石流の敷地への影響や取水への影響を検討すること。	9月25日審査会合
4	サイトから比較的近距離にある羊蹄山が噴火した場合に想定されるサイト内の火山性碎屑物の降灰層厚についてシミュレーションを行うこと。	11月7日ヒアリング
	羊蹄山については、噴火したときの降下火砕物について、季節的な偏西風の変動の影響も考慮した降灰シミュレーションを実施し、敷地への影響を確認すること。	11月13日審査会合
5	火山灰の密度、粒度分布の設定は、周辺の火山灰の実測データに基づいて行うこと。	11月13日審査会合

1. 洞爺カルデラの火砕流の影響について

No.	指摘事項
1	<p>噴火したときの火山噴出物の影響を現在の地形を反映した検討を行うこととした指摘については、洞爺カルデラも対象とすること。</p> <p>洞爺カルデラについては、既往最大規模の噴火を考慮した際の影響を確認するため、現在の地形で火砕流のシミュレーションを実施すること。</p>

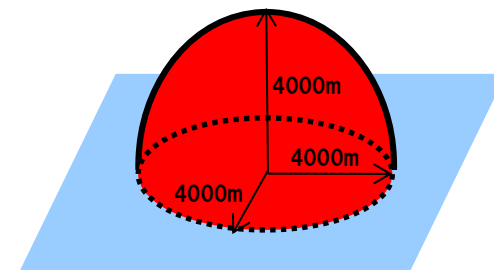
シミュレーションの概要

- 洞爺カルデラについて、約11万年前の既往最大規模の噴火を想定し、現在の地形を考慮した火砕流シミュレーションを実施した。
- 解析ソフトはTITAN2Dを使用した。
- 噴出量については、 100km^3 (VEI6相当)と設定した。

※TITAN2D:アメリカのニューヨーク州立大学バッファロー校で開発された、重力を駆動力とし、流体の挙動を解析する粒子流モデル。想定火口位置から、仮想円柱(パイル)を崩して、火砕流を発生させる。

解析に使用したパラメータ

パラメータ	単位	値	設定根拠
噴出量	km^3	100	洞爺カルデラ総噴出量 150km^3 (第四紀火山カタログ委員会編, 1999), 洞爺火山灰噴出量 67.23km^3 (須藤ほか, 2007)より, $150-67.23=82.77 \approx 100\text{km}^3$ (VEI6相当)を設定
長軸半径	m	4,000	パイルの体積 100km^3 及び地形図の洞爺湖直径読み取りより設定
短軸半径	m	4,000	パイルの体積 100km^3 及び地形図の洞爺湖直径読み取りより設定
高さ	m	4,000	カルデラ噴火で火砕流を発生させるパイル高さ4km(Sheridan, 1979)より設定
内部摩擦角	°	30	流体体積比60%の土石流の内部摩擦角 $25 \sim 45^\circ$ (Iverson, 1997)
底面摩擦係数	-	0.08	当時の地形を考慮した検証計算により設定

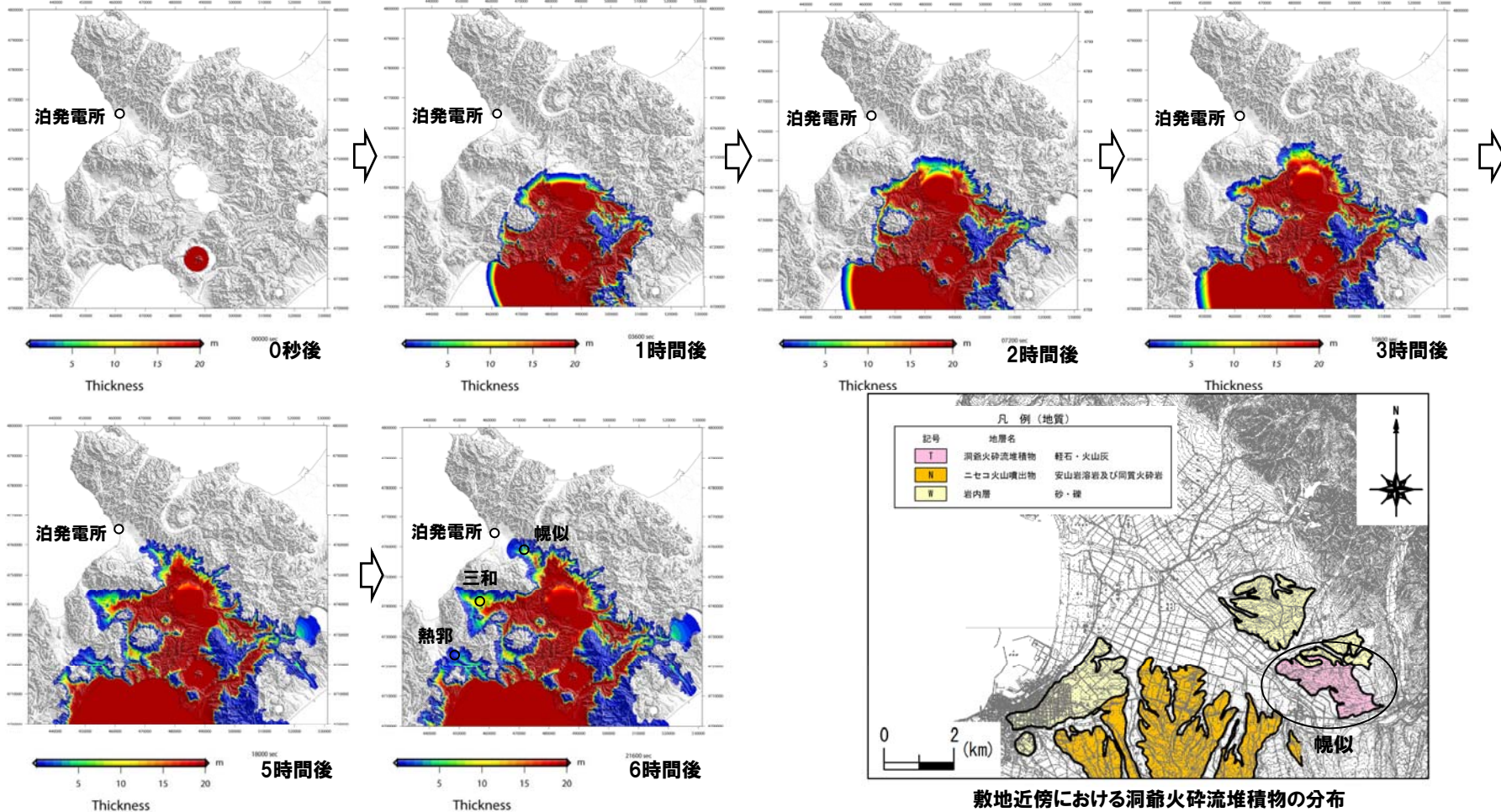


100km³のパイル(イメージ図)

1.1 火砕流シミュレーション

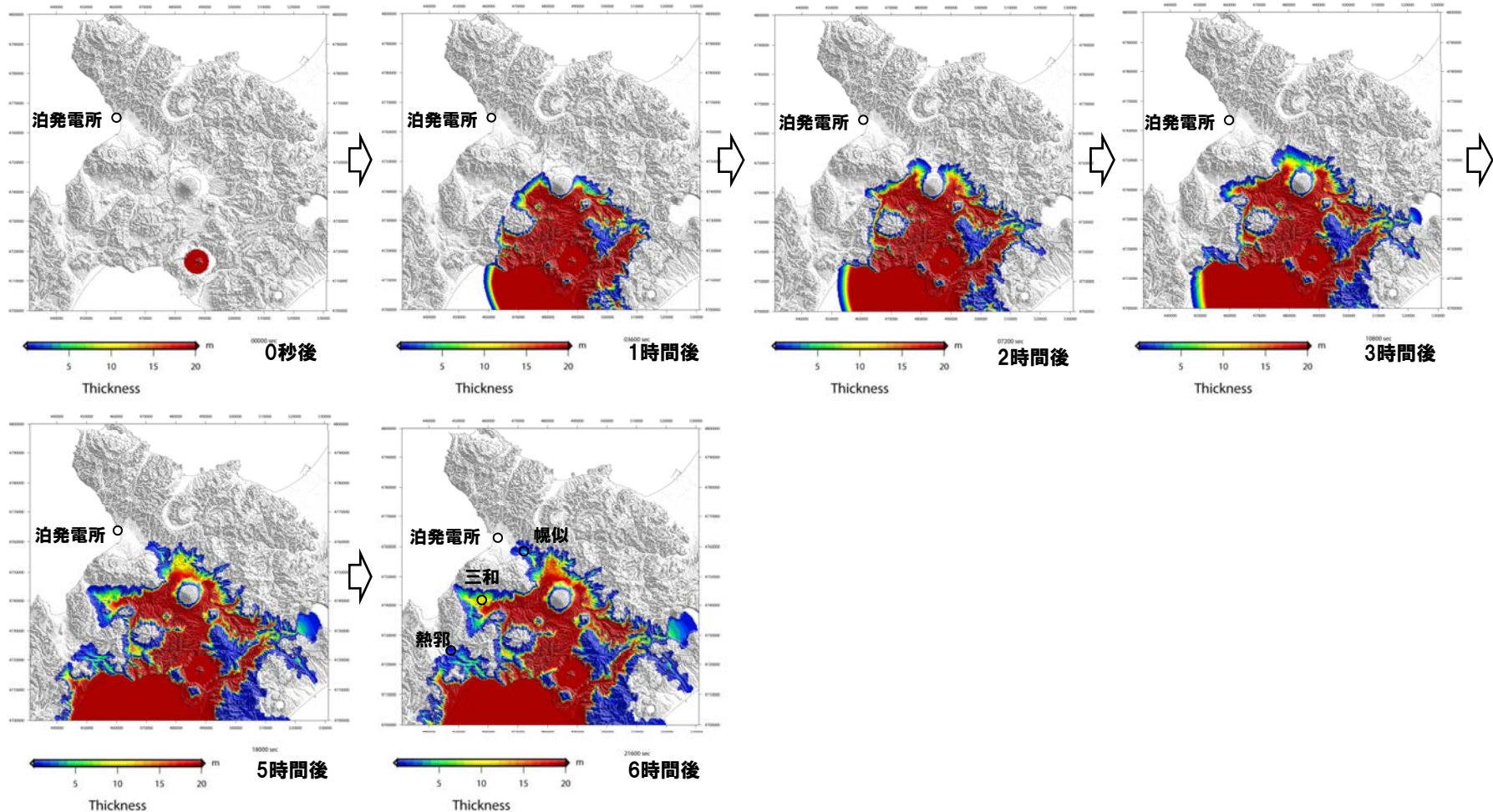
検証計算(当時の地形を考慮)

- 約11万年前の既往最大規模の噴火時に、羊蹄山、尻別岳がないことを考慮した地形で検証計算を行った。
- 以下の事項が確認され、洞爺火砕流の分布が概ね再現できていると判断されることから、パラメータを設定した。
 - ・共和町幌似における洞爺火砕流堆積物の分布及び層厚が概ね整合する。
 - ・当社地表地質踏査より、黒松内町熱郭及び蘭越町三和において洞爺火砕流堆積物を確認していることと整合する。



シミュレーション結果(現在の地形)

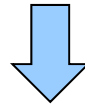
○洞爺カルデラにおける既往最大規模の噴火による火砕流は、敷地に到達しない結果となった。



1.2 火砕流の影響について

○火砕流の影響について

- ・洞爺カルデラについて、約11万年前の既往最大規模の噴火を想定し、現在の地形を反映した火砕流シミュレーションを実施した。
- ・洞爺カルデラから噴出した火砕流は、敷地に到達しない結果となった。



**既往最大規模の噴火を考慮しても、
火砕流が敷地に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価される。**

モニタリングの実施について

○洞爺カルデラについて、既往最大規模の噴火を想定した火砕流シミュレーションの結果を踏まえても、発電所に影響を及ぼさないと判断されるが、敷地近くに設計対応不可能な火山事象が到達していることを考慮し、念のため、自主的にモニタリングを行う。

○p.11-12に洞爺カルデラについての当社のモニタリング計画を再掲する。

モニタリング方法

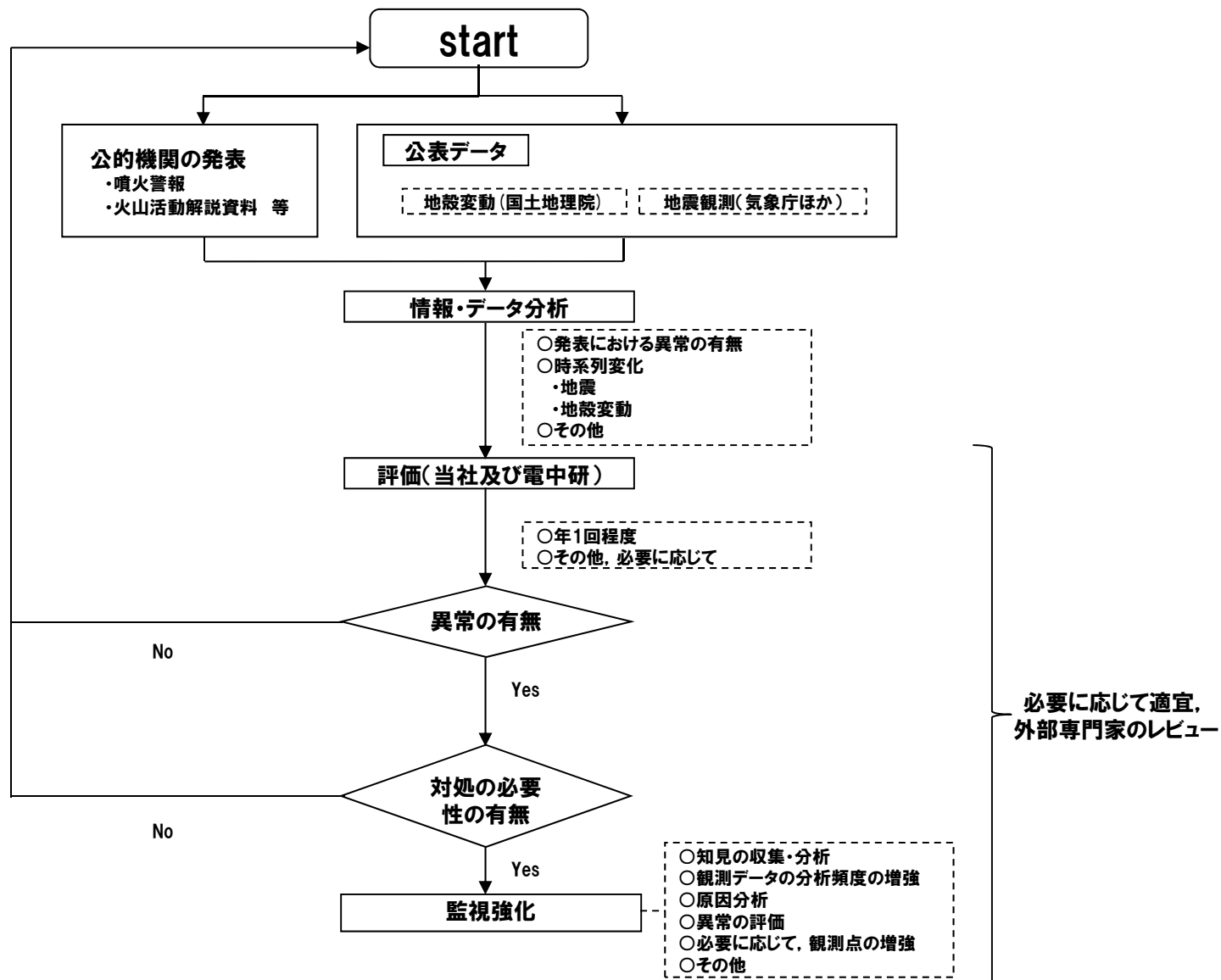
- 洞爺カルデラについて、自主的にモニタリングを行う。
 - ・洞爺カルデラについては、設計対応不可能な火山事象が運用期間中に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価しており、既往最大規模の噴火を考慮しても発電所に影響を及ぼさないと判断されるが、敷地近くに設計対応不可能な火山事象が到達していることを考慮し、念のため、自主的にモニタリングを行う。
- モニタリング項目は、公的機関(国土地理院, 気象庁等)の観測網によるデータを用いた地殻変動及び地震観測とする。
- その他、公的機関による発表情報等を収集・分析し、活動状況に変化がないことを定期的を確認する。

モニタリング体制

- 当社のモニタリング評価結果について、必要に応じて、外部専門家による助言をいただくこととする。

1.4 モニタリングの方法及び体制

モニタリング体制

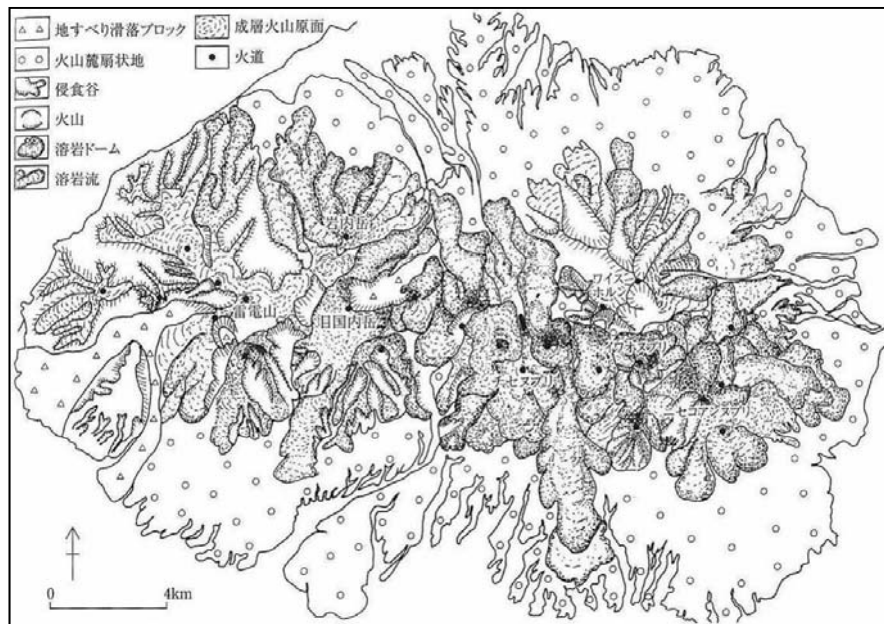


2. 羊蹄山及びニセコ・雷電火山群の 溶岩流の影響について

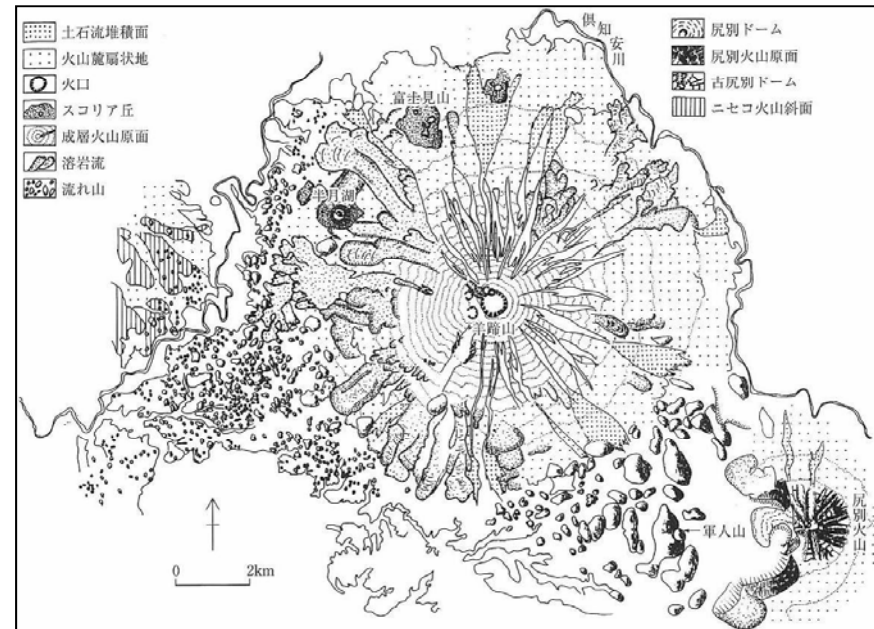
No.	指摘事項
2	ニセコ・雷電火山群, 羊蹄山については, 噴火したときの火山噴出物の影響について, 現在の地形を反映した検討を行うこと。

○羊蹄山及びニセコ雷電火山群の火山噴出物の影響についての検討は、以下の理由から、溶岩流を対象とした。

- ・羊蹄山は、安山岩の溶岩流、スコリアを繰り返し噴出して成長したとされている(小疇ほか編, 2003)。
- ・ニセコ・雷電火山群の活動は、溶岩の流出や溶岩ドームの形成が主体であるとされている(勝井ほか, 2007)。
- ・ニセコ・雷電火山群の現在の活動中心は、イワオヌプリにあるとされ、イワオヌプリは小規模な溶岩流で構成される。
- ・各火山の火山噴出物の分布範囲は山体近傍に限定される。



ニセコ・雷電火山群の地形分類図(小疇ほか編(2003))



羊蹄山の地形分類図(小疇ほか編(2003))

シミュレーションの概要(羊蹄山)

- 羊蹄山について、現在の地形を反映した溶岩流シミュレーションを実施した。
- 解析ソフトはJ-SASを使用した。
- シミュレーションに当たっては、以下の事項を考慮した。
 - ・溶岩流噴出量については、文献に基づき、 0.18km^3 と設定した。
 - ・パラメータについては、当該火山は安山岩質であることから、同様に安山岩質の火山である桜島の溶岩流シミュレーション実績(大原ほか(1990), 家田ほか(2009)等)を参考として設定した。

※J-SAS:(財)砂防・地すべり技術センターによって開発された土石流・泥流の2次元氾濫解析モデル

SiO ₂ (wt.%)	玄武岩					安山岩						デイサイト						流紋岩										
	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
羊蹄山 (54.2-65.9)																												
浅間山 (53.5-74.0)																												
富士山 (49.0-52.0)																												
伊豆大島 (49.5-58.0)																												
桜島 (56.5-67.2)																												

※ SiO₂の数値は数値は日本活火山総覧(第4版)(気象庁編, 2013)より

解析に使用したパラメータ

パラメータ	単位	値	設定根拠
溶岩流噴出量	km ³	0.18	上澤ほか(2011)に基づき設定
溶岩流ハイドログラフ	m ³ /s	500	火山防災マップ作成指針より設定
溶岩流温度	℃	1,000	大原ほか(1990), 家田ほか(2009)
溶岩密度	g/cm ³	2.5	他火山実績
重力加速度	m/s ²	9.8	一般値
温度-粘性関数	poise (=0.1Pa·S)	3.0×10^9	大原ほか(1990), 家田ほか(2009)
温度-降伏応力関数	dyn/cm ²	9.6×10^6	大原ほか(1990), 家田ほか(2009)

溶岩流噴出量の設定(羊蹄山)

○溶岩流噴出量は、勝井ほか(2007)及び上澤ほか(2011)に基づき、以下の理由から、保守的に北山期(約1万年前以降)の総噴出物を対象とし、 0.18km^3 と設定した。

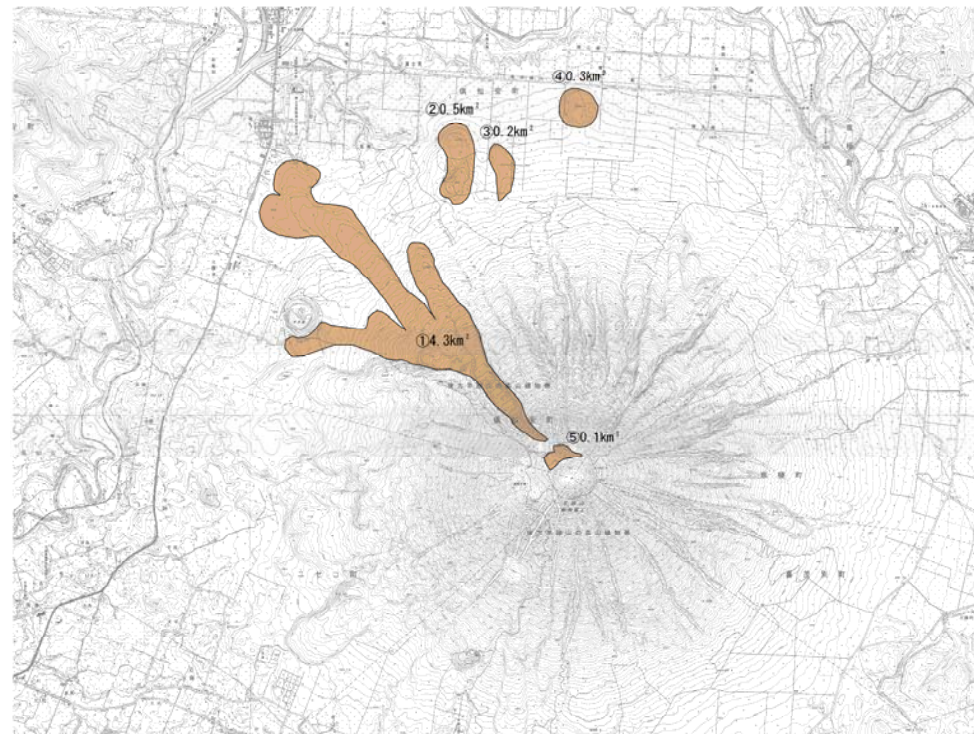
- ・勝井ほか(2007)では、新羊蹄火山の活動は旧期(約4.5~1.5万年前)、新时期(約1.5~1万年前)及び北山期(約1万年前以降)の3期に分けられ、北山期では①~⑤の火山噴出物を噴出し、現在は活動休止期にあるとされている。
- ・江草ほか(2003)では、最近の約1万年間で、噴出率が低下しているとされている。
- ・上澤ほか(2011)では、最新の活動は、山頂近傍の北山火口群(⑤)における約2,500年前の小規模な噴火(約 0.0003km^3)とされている。

勝井ほか(2007)及び上澤ほか(2011)に基づく
溶岩流噴出量(北山期)

	面積 (km ²)	層厚 (km)	
①高砂溶岩流	4.3	0.03	= 0.129km^3
②火山碎屑丘	0.5	0.05	= 0.025km^3
③火山碎屑丘	0.2	0.02	= 0.004km^3
④火山碎屑丘	0.3	0.04	= 0.012km^3
⑤北山火口噴出物	0.1	0.10	= 0.01km^3

合計 **0.18km^3**

※最新の活動とされる約2,500年前の噴火は⑤に含まれる。



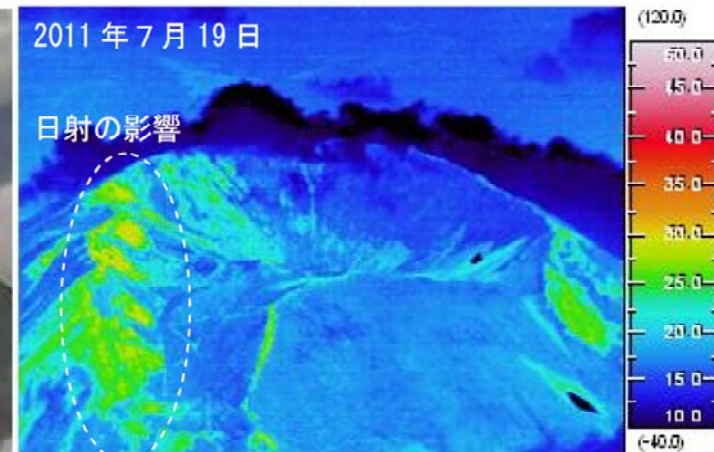
勝井ほか(2007)に基づく羊蹄山噴出物(北山期)の分布

参考(羊蹄山の状況(気象庁 火山活動解説資料))

- 気象庁では、羊蹄山について、平成16年から年に1回程度、火山活動解説資料を報告している。
- 調査項目は、山体の上空からの観測及び赤外熱映像装置による観測である。
- 近年では、羊蹄山には噴気や地熱域は認められず、噴火の兆候は認められない**としている。



羊蹄山に噴気は認められない
(上空から撮影, 気象庁HPより)



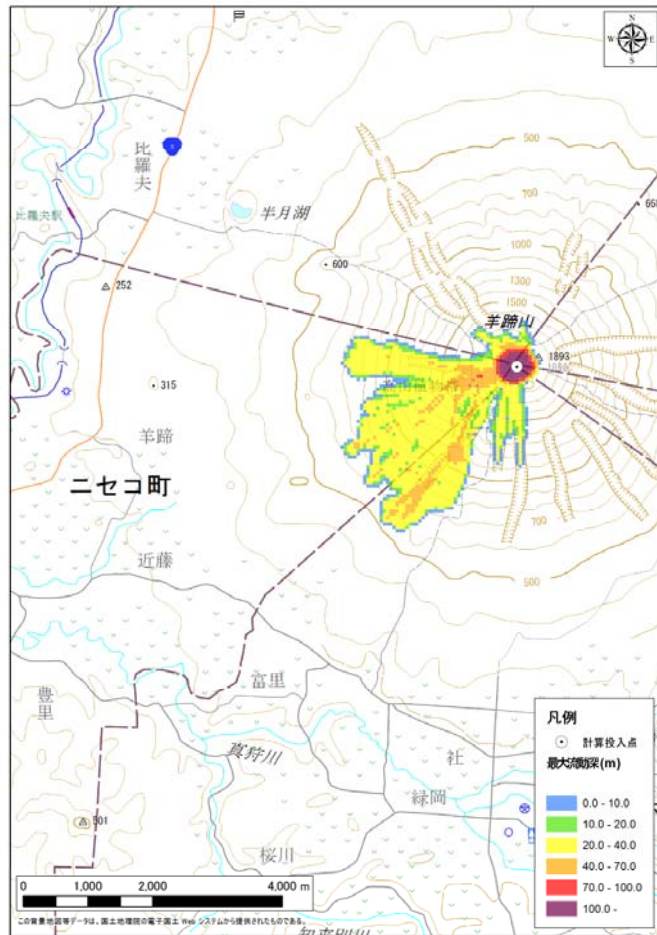
羊蹄山に地熱域は認められない
(赤外熱映像装置による地表面温度分布, 気象庁HPより)

羊蹄山に関する火山活動解説資料(気象庁HP)を整理した表

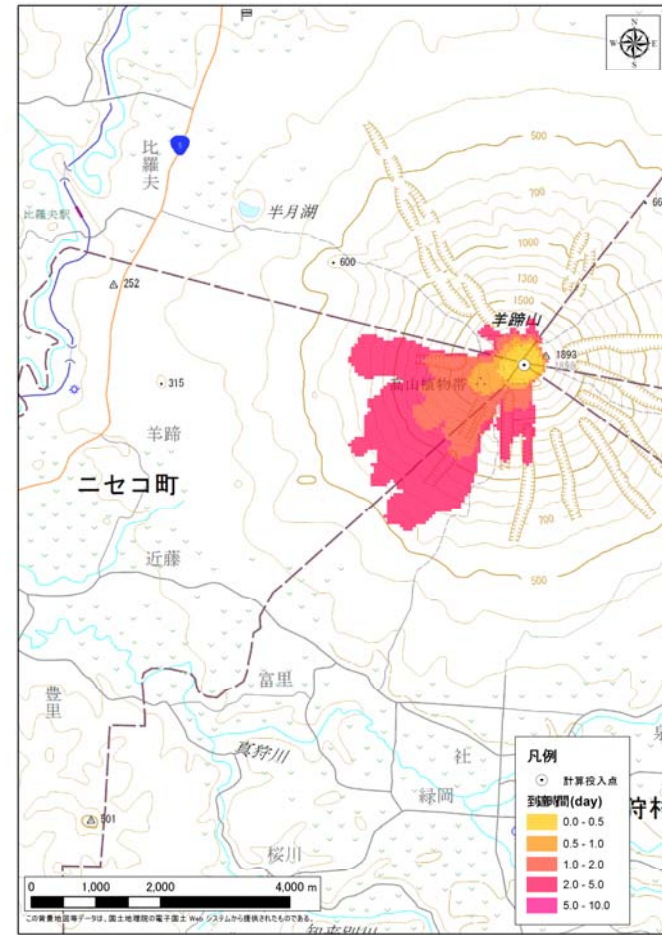
年	月	気象庁の見解(火山活動)	調査項目	備考
H16	5	噴気は認められない。	上空からの観測	
H18	7	噴気は認められず、火山活動は静穏な状況。 前回観測時と比べて、火口の地形等の状況に変化はなし。	上空からの観測	
H19	5	噴気や地熱域は認められず、火山活動は静穏な状況。 前回観測時と比べて、火口の地形等の状況に変化はなし。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	
H20	6	噴気, 地熱域, 地形変化は認められない。火山活動に特段の変化はなく、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は見られない。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	H19.12.1に噴火予報(正常)を発表
H23	7	噴気や日射の影響を上回る地熱域は認められない。火山活動に特段の変化はなく、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は見られない。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	
H24	3	噴気や地熱域は認められない。火山活動に特段の変化はなく、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は見られない。	上空からの観測	

シミュレーション結果(羊蹄山)

○羊蹄山山頂から噴出した溶岩は、主に西～南方向に流下し、分布範囲は山体付近に限定される。



溶岩流最大流動深



溶岩流到達時間

シミュレーションの概要(ニセコ・雷電火山群)

- ニセコ・雷電火山群について、現在の地形を反映した溶岩流シミュレーションを実施した。
- 解析ソフトはJ-SASを使用した。
- シミュレーションに当たっては、以下の事項を考慮した。
 - ・溶岩流噴出量については、地形図よりイワオヌプリ噴出物の分布を読み取り、保守的に 0.72km^3 と設定した。
 - ・パラメータについては、当該火山は安山岩質であることから、同様に安山岩質の火山である桜島の溶岩流シミュレーション実績(大原ほか(1990), 家田ほか(2009)等)を参考として設定した。

	玄武岩					安山岩										デイサイト										流紋岩				
SiO ₂ (wt.%)	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75		
ニセコ・雷電火山群 (53.0-62.2)																														
浅間山 (53.5-74.0)																														
富士山 (49.0-52.0)																														
伊豆大島 (49.5-58.0)																														
桜島 (56.5-67.2)																														

※ SiO₂の数値は数値は日本活火山総覧(第4版)(気象庁編, 2013)より

解析に使用したパラメータ

パラメータ	単位	値	設定根拠
溶岩流噴出量	km ³	0.72	NEDO(1987)に基づき設定
溶岩流ハイドログラフ	m ³ /s	500	火山防災マップ作成指針より設定
溶岩流温度	℃	1,000	大原ほか(1990), 家田ほか(2009)
溶岩密度	g/cm ³	2.5	他火山実績
重力加速度	m/s ²	9.8	一般値
温度-粘性関数	poise (=0.1Pa·S)	3.0×10^9	大原ほか(1990), 家田ほか(2009)
温度-降伏応力関数	dyn/cm ²	9.6×10^6	大原ほか(1990), 家田ほか(2009)

2.2 溶岩流シミュレーション

溶岩流噴出箇所の設定(ニセコ・雷電火山群の活動の変遷)

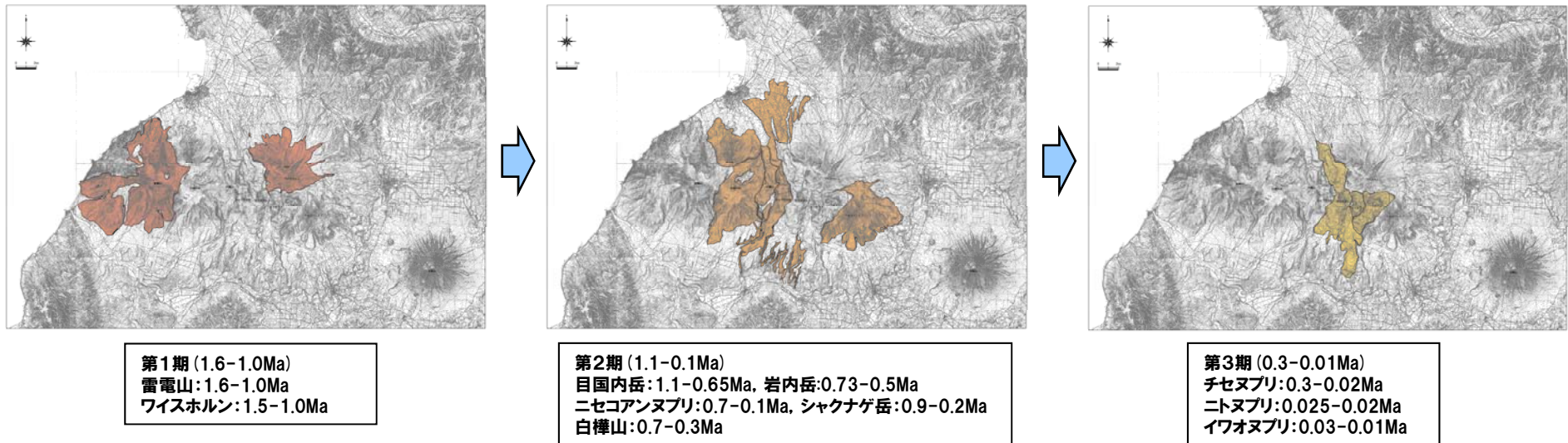
- 児玉ほか(1998b)によれば、ニセコ・雷電火山群の活動は全体として東部に移動しているとされている。
- 勝井ほか(2007)によれば、ニセコ火山の山体形成は、西側からしだいに東側へと波及してゆき、イワオヌプリの活動が最も新しいとされている。
- 気象庁編(2013)では、江戸時代後半や20世紀初頭にはイワオヌプリ山頂部で噴気活動があったとされている。
- 奥野(2003)によれば、イワオヌプリから噴出されたスコリア直下の腐植土の¹⁴C年代値が、6,030±80BPとされており、他のニセコ・雷電火山群の火山噴出物の年代値と比較しても新しい。



- 活動は大局的に西から内陸部へ移動し、ニセコ・雷電火山群の最新の活動はイワオヌプリであると考えられる。



- 溶岩流噴出箇所は、現在の活動中心であるイワオヌプリと設定する。



溶岩流噴出量の設定(ニセコ・雷電火山群)

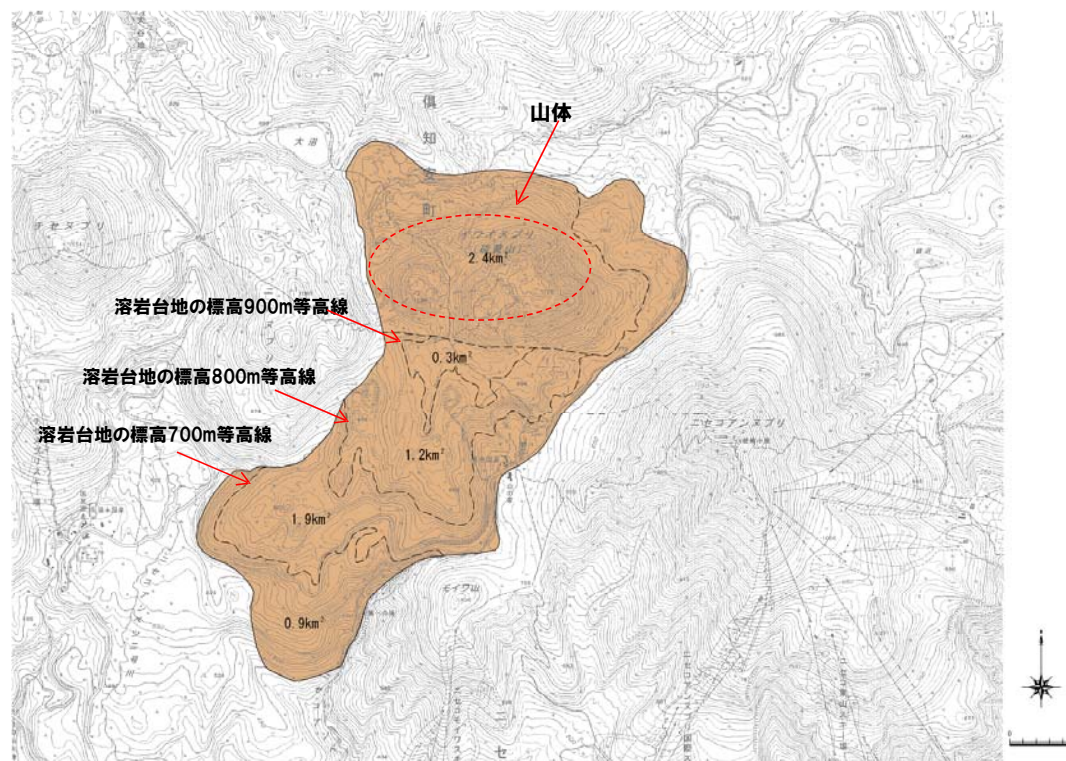
○溶岩流噴出量は、現在の活動中心であるイワオヌプリを対象として、NEDO (1987) の分布範囲から溶岩台地を想定し、 0.72km^3 と設定した。

NEDO (1987) に基づく溶岩流噴出量

- ① 標高900~800m : $(0.3+1.5) / 2 \times 0.1 = 0.09\text{km}^3$
- ② 標高800~700m : $(1.5+3.4) / 2 \times 0.1 = 0.245\text{km}^3$
- ③ 標高700m~境界 : $(3.4+4.3) / 2 \times 0.1 = 0.385\text{km}^3$

合計 **0.72km^3**

※台地の体積=(頂面の面積+底面の面積)/2×高さより算出



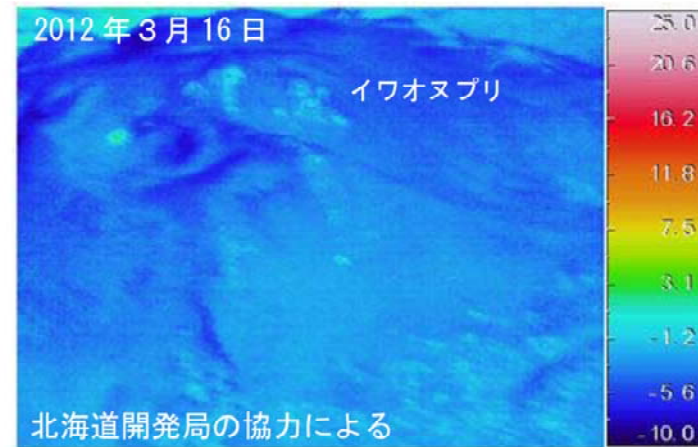
イワオヌプリ噴出物の分布

参考(イワオヌプリの状況(気象庁 火山活動解説資料))

- 気象庁では、ニセコ・雷電火山群のうち最新の火山活動が起こっているイワオヌプリについて、平成16年から年に1回程度、火山活動解説資料を報告している。
- 調査項目は、山体の上空からの観測及び赤外熱映像装置による観測である。
- 近年では、イワオヌプリには噴気や地熱域は認められず、噴火の兆候は認められないとしている。



イワオヌプリに噴気は認められない
(上空から撮影, 気象庁HPより)



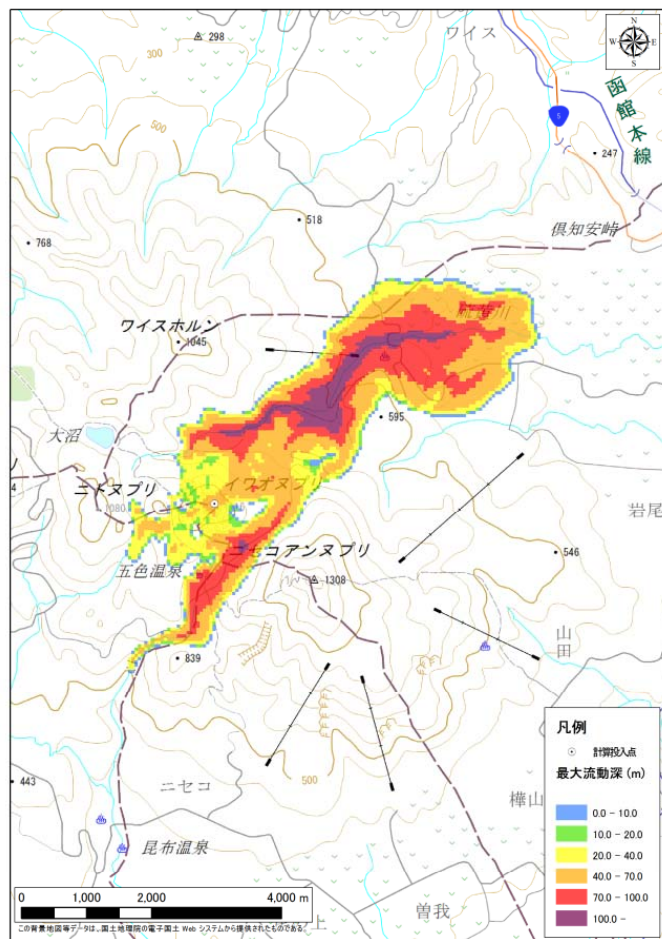
イワオヌプリに地熱域は認められない
(赤外熱映像装置による地表面温度分布, 気象庁HPより)

イワオヌプリに関する火山活動解説資料(気象庁HP)を整理した表

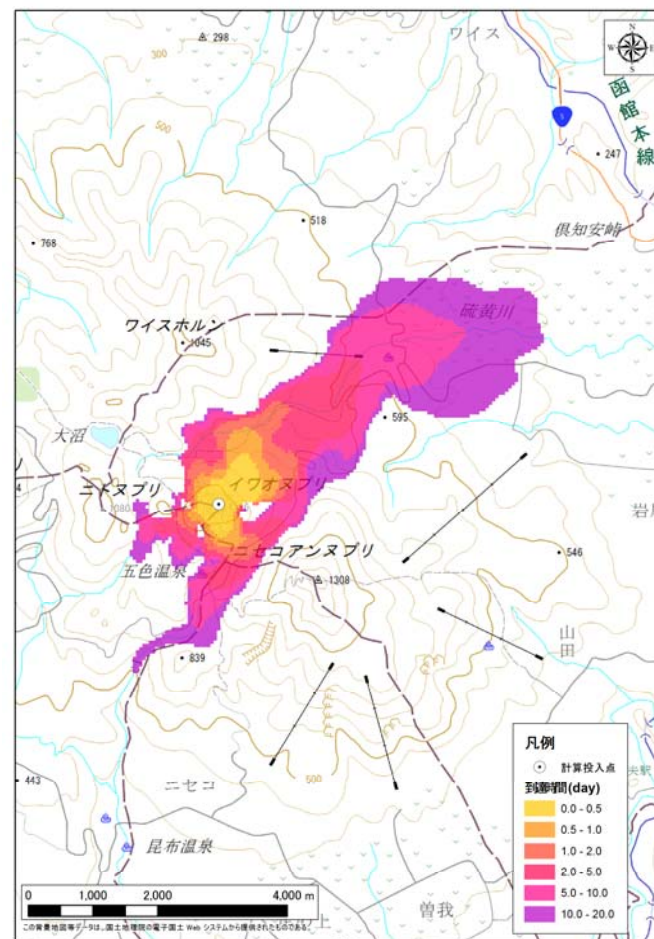
年	月	気象庁の見解(火山活動)	調査項目	備考
H16	5	噴気は認められない。	上空からの観測	
H18	7	噴気や高温域は認められない。火山活動は静穏な状況。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	
H19	5	噴気や高温域は認められない。火山活動は静穏な状況。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	
H20	3	噴気や地熱域は認められない。火山活動に特段の変化はなく、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は見られない。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	H19.12.1に噴火予報(正常)を発表
	6	噴気や地熱域は認められない。火山活動に特段の変化はなく、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は見られない。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	
H23	7	噴気や日射の影響を上回る地熱域は認められない。火山活動に特段の変化はなく、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は見られない。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	
H24	3	噴気は認められず、地熱域の状況に特段の変化はない。火山活動に特段の変化はなく、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は見られない。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	

シミュレーション結果(ニセコ・雷電火山群)

○イワオヌプリ山頂から噴出した溶岩は、ワイスホルン、ニトヌプリ及びニセコアンヌプリに規制され、主に北東及び南西方向に流下し、敷地方向には流下しない結果となった。



溶岩流最大流動深

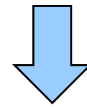


溶岩流到達時間

2.3 溶岩流の影響について

○溶岩流の影響について

- ・羊蹄山及びニセコ・雷電火山群について、現在の地形を反映した溶岩流シミュレーションを実施した。
- ・各火山から噴出した溶岩流は、敷地方向には流下しない結果となった。



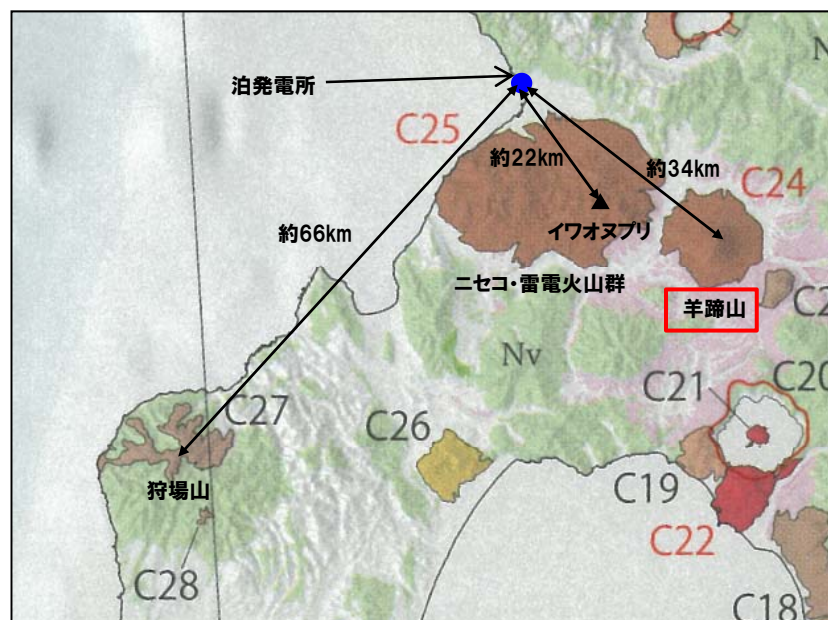
溶岩流が敷地に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価される。

3. 羊蹄山, ニセコ・雷電火山群及び狩場山の 火山泥流の影響について

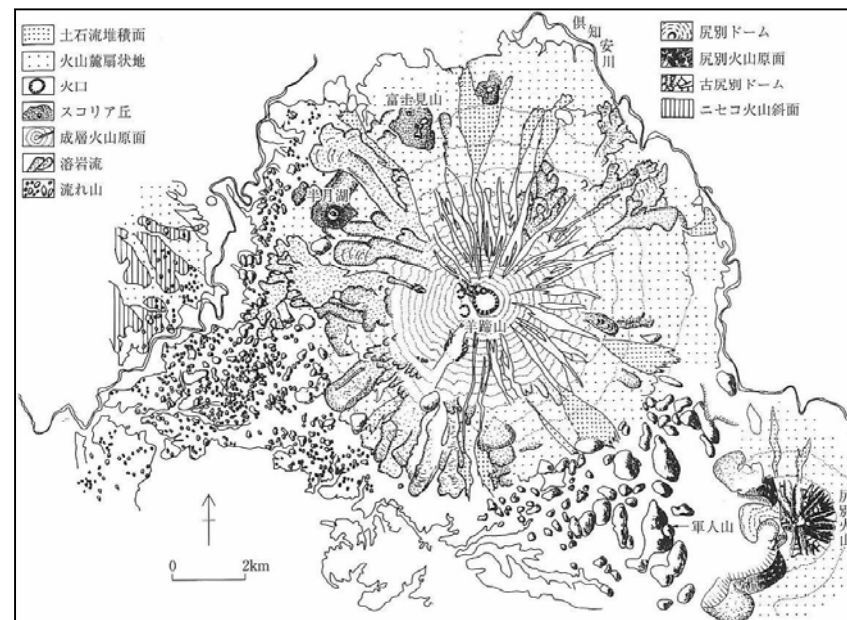
No.	指摘事項
3	ニセコ・雷電火山群，羊蹄山，狩場山については，泥流や土石流の敷地への影響や取水への影響を検討すること。

羊蹄山

- 羊蹄山は、以下のことから、大規模な火山泥流が発生する可能性は小さいと判断される。
- ・活動様式：羊蹄山は、安山岩の溶岩流を主体とする活動であり、その分布は山体近傍に限定される(小嶋ほか編(2003)等)。
 - ・近年の活動：羊蹄山の最新の活動は、山頂近傍の北山火口群における約2,500年前の小規模な噴火とされており、現在は活動休止期にあるとされている(勝井ほか(2007)等)。
 - ・その他：溶岩流シミュレーション結果は、溶岩流は主に西～南方向に流下し、分布範囲は山体付近に限定される。



羊蹄山(C24)の火山地質図(産総研(2013)に一部加筆)



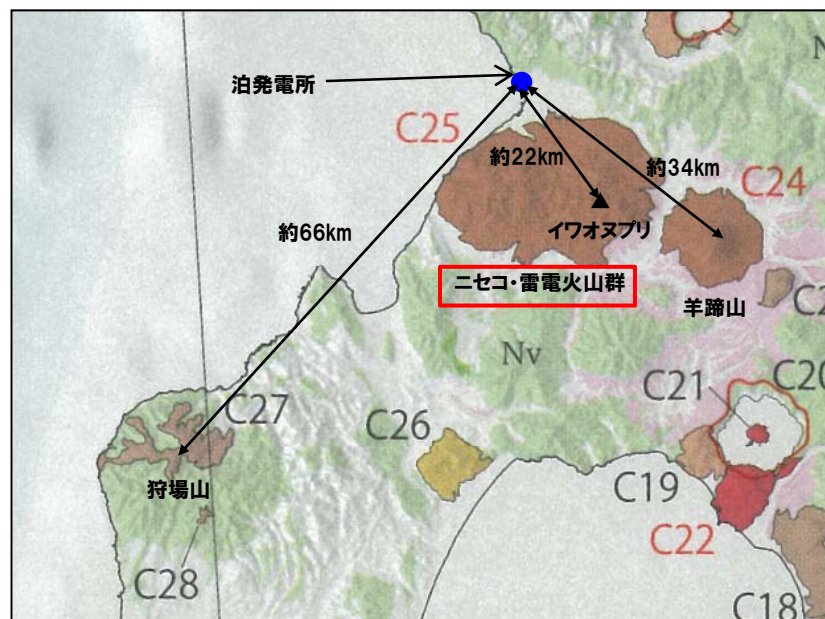
羊蹄山の地形分類図(小嶋ほか編(2003))

3.1 火山泥流の影響について

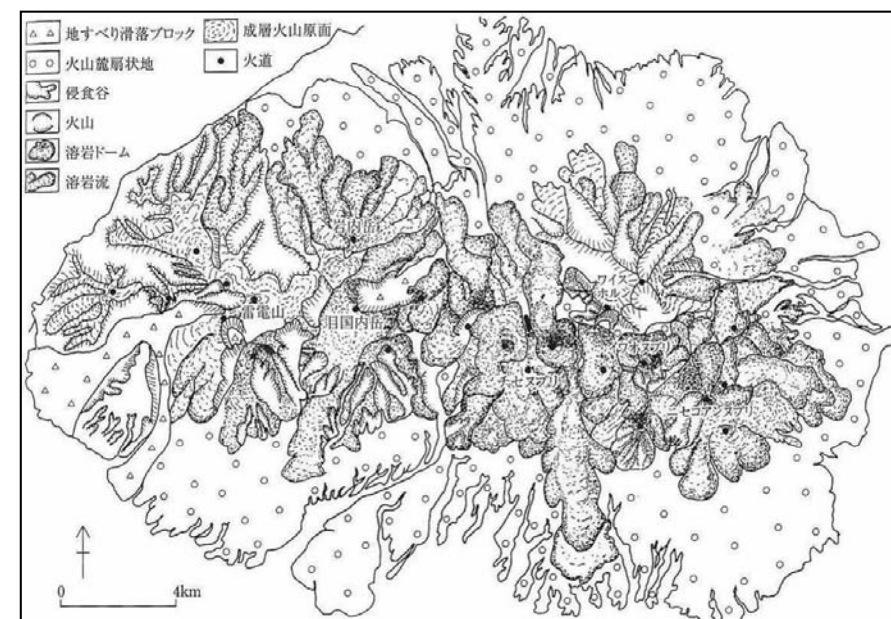
ニセコ・雷電火山群

○ニセコ・雷電火山群は、以下のことから、大規模な火山泥流が発生する可能性は小さいと判断される。

- ・活動様式：ニセコ・雷電火山群は、安山岩の溶岩流を主体とする活動であり、その分布は山体近傍に限定される(小嶋ほか編(2003)等)。
- ・近年の活動：ニセコ・雷電火山群の現在の活動中心はイワオヌプリにあるとされ、最新の噴火は約6,000年前とされている。(勝井ほか(2007), 奥野(2003))
- ・その他：溶岩流シミュレーション結果は、溶岩流はワイスホルン、ニトヌプリ及びニセコアンヌプリに規制され、主に北東及び南西方向に流下し、敷地方向には流下しない。



ニセコ・雷電 (C25) の火山地質図 (産総研 (2013) に一部加筆)

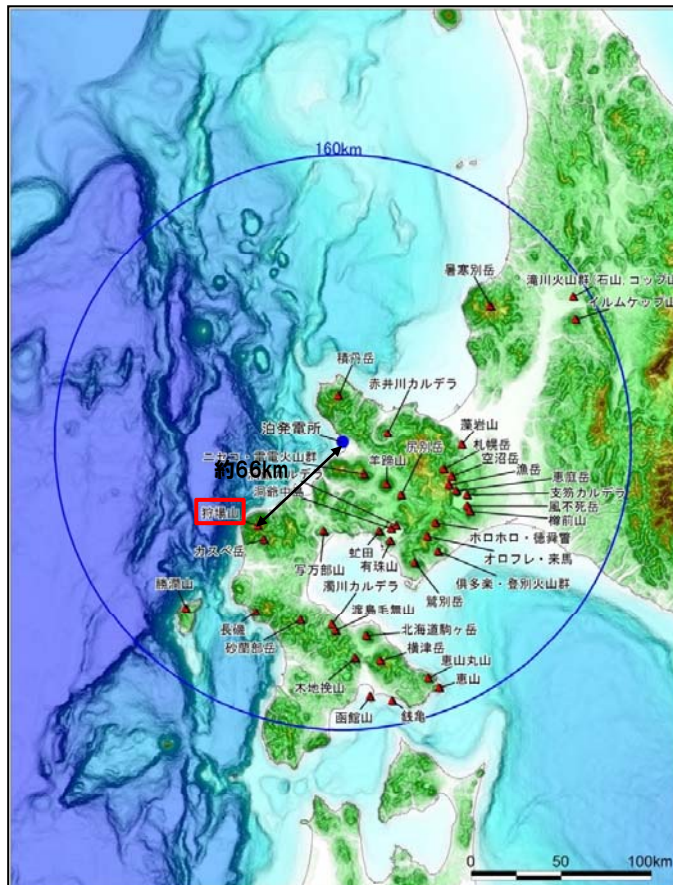


ニセコ・雷電火山群の地形分類図(小嶋ほか編(2003))

3.1 火山泥流の影響について

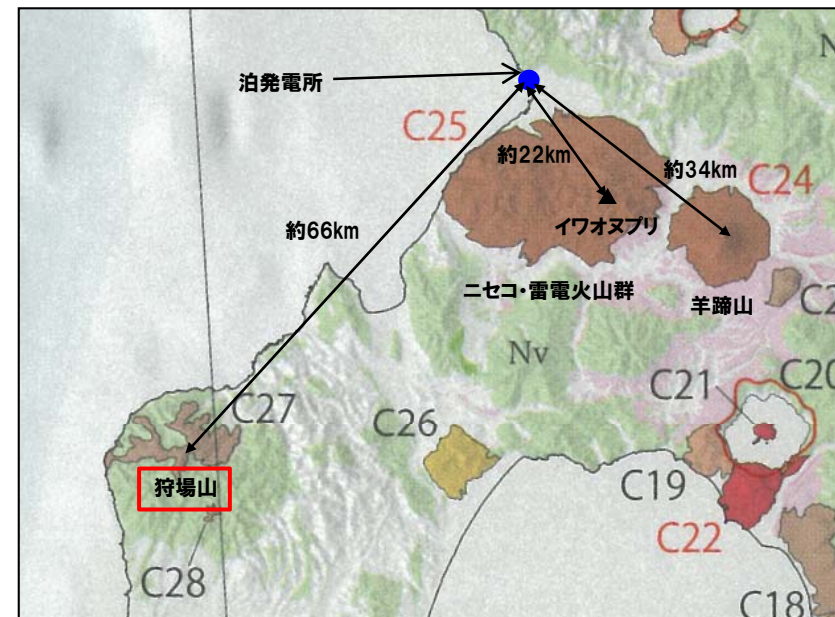
狩場山

- 位置：日本海, 月越山脈を挟んで敷地の南西方約66km
- 構成：溶岩流主体
- 活動：約80~25万年前
- 火山噴出物の分布：溶岩流が山体近傍に限定して分布する。



狩場山の位置

「日本の火山(第3版)」に基づき作成



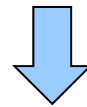
狩場山 (C27) の火山地質図 (産総研 (2013) に一部加筆)

- 狩場山については、溶岩流が山体近傍に限定して分布することから、大規模な火山泥流が発生する可能性は小さいと判断される。
- ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山に比べ、敷地から十分な距離を有している。

3.1 火山泥流の影響について(まとめ)

○火山泥流の影響について

- ・羊蹄山, ニセコ・雷電火山群及び狩場山について, 活動様式, 近年の活動等から, 大規模な火山泥流が発生する可能性は小さいと判断される。
- ・狩場山については, 敷地から十分な距離を有している。



**火山泥流が敷地に到達する可能性は十分小さいと評価される。
また, 発電所の取水機能に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価される。**

4. 羊蹄山の降下火砕物の影響について

No.	指摘事項
4	<p>サイトから比較的近距离にある羊蹄山が噴火した場合に想定されるサイト内の火山性碎屑物の降灰層厚についてシミュレーションを行うこと。</p> <p>羊蹄山については、噴火したときの降下火砕物について、季節的な偏西風の変動の影響も考慮した降灰シミュレーションを実施し、敷地への影響を確認すること。</p>

シミュレーションの概要

- 羊蹄山について、降下火砕物シミュレーションを実施した。
- 解析ソフトはTEPHRA2を使用した。
- シミュレーションに当たっては、以下の事項を考慮した。
 - ・噴出物量については、既往最大規模の羊蹄第一火山灰(Yo.Ps-1)を想定した。
 - ・季節的な偏西風の変動の影響を考慮し、各月における過去30年間分の平均風向・風速データを用いた。

※TEPHRA2:南フロリダ大学で開発された粒子で構成された噴煙柱を設定し、重力による落下と風の影響を考慮する移流拡散モデル

解析に使用したパラメータ

	パラメータ	単位	値	設定根拠
火山灰	噴出物量	kg	5.3×10^{11}	須藤ほか(2007)によるYo.Ps-1の噴出量 0.53km^3 より設定
	噴煙高	m	20,000	VEI4の噴煙高(10~25km)より、TEPHRA2にてYo.Ps-1の分布を復元できる値を設定
	最大粒径	ϕ	-6	Yo.Ps-1の最大粒径5.8cm(柏原ほか, 1976)より設定
	最小粒径	ϕ	10	TEPHRA2推奨値
	中央粒径	ϕ	-1.5	柏原ほか(1976)の中央粒径より設定
	粒径の標準偏差	ϕ	1.5	TEPHRA2推奨値
噴火口	UTM-E	m	484,605	日本活火山総覧(第4版)(気象庁編, 2013)より設定
	UTM-N	m	4,741,398	
	標高	m	1,898	

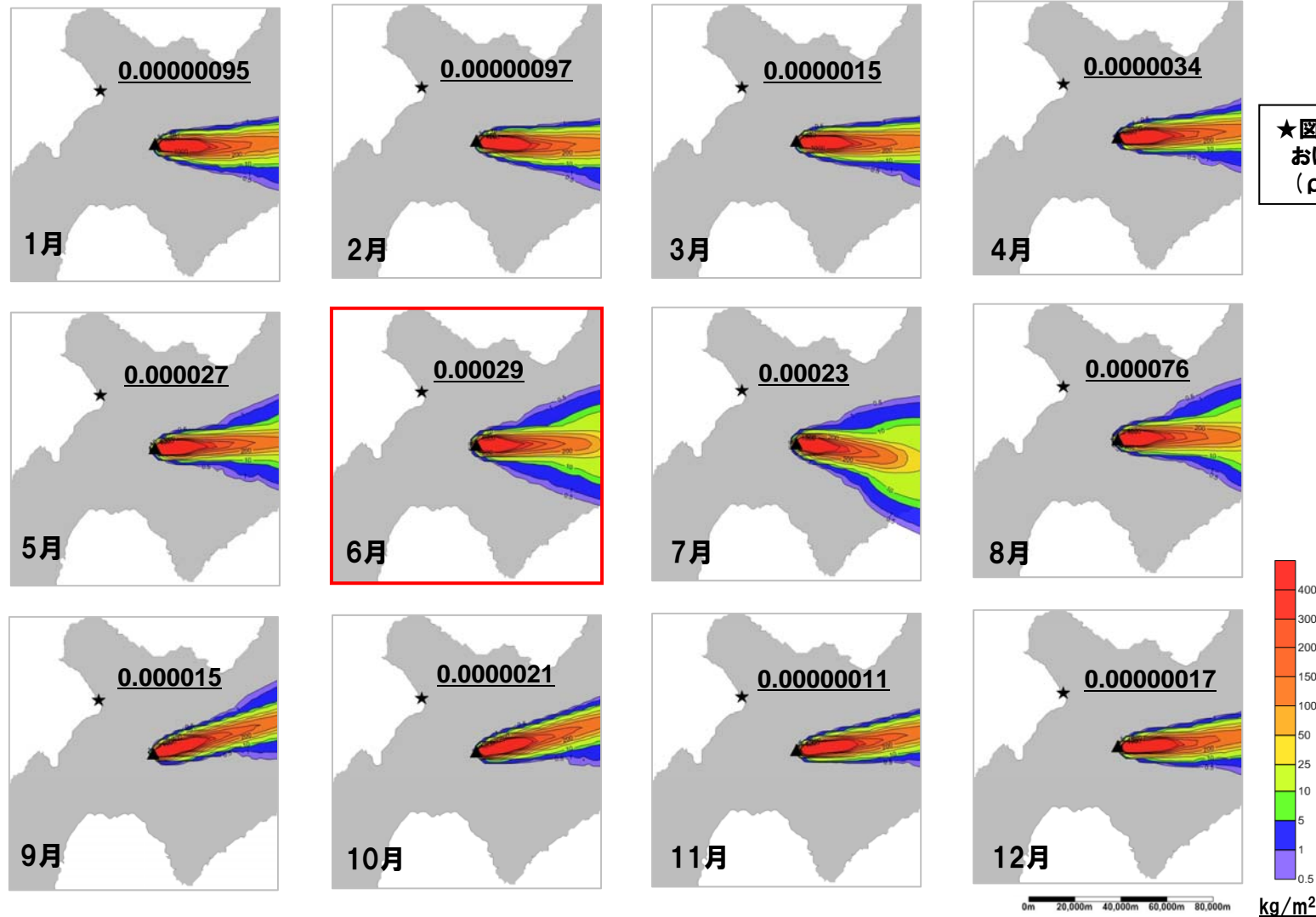
※気象条件は、過去30年間分の札幌気象台の気象ソンの風向・風速データを使用した。

※ ϕ (ファイスケール)は、下式で定義される粒子の大きさを表す尺度である。

$$\phi = -\log_2 D \quad (D: \text{粒径 (mm)})$$

シミュレーション結果

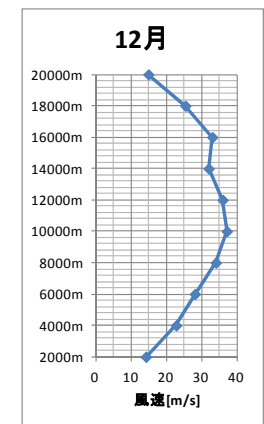
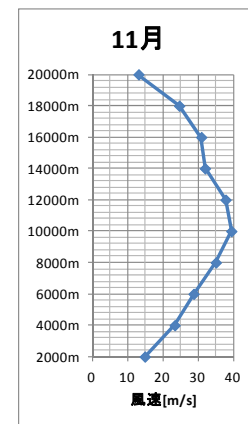
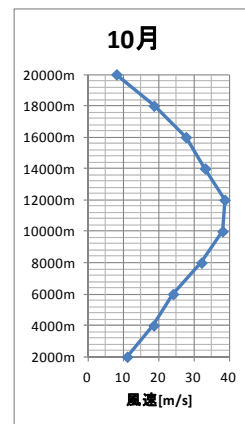
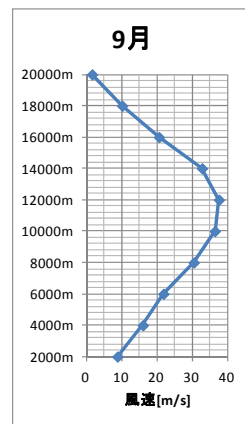
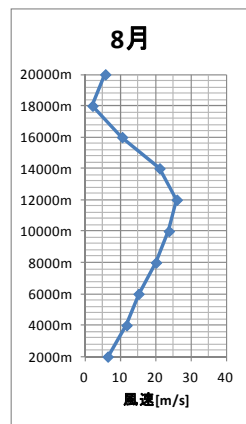
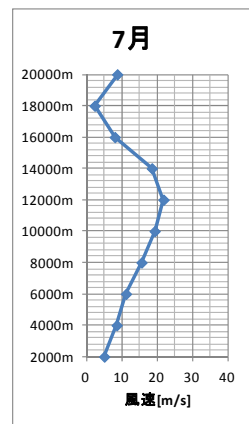
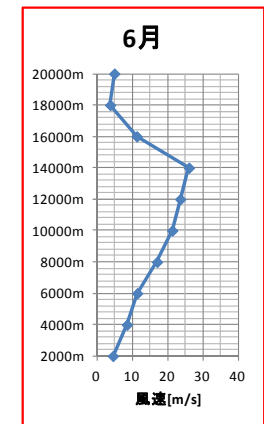
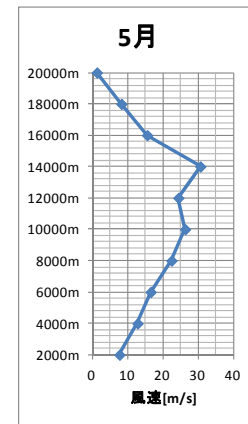
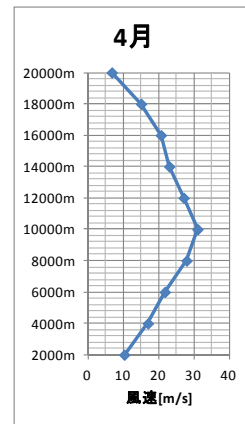
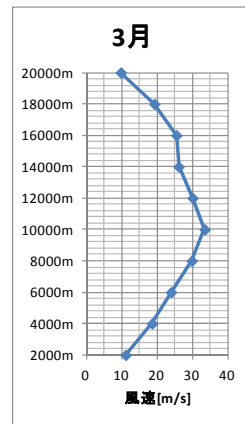
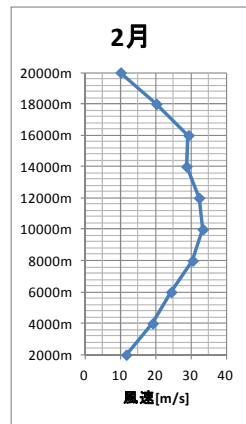
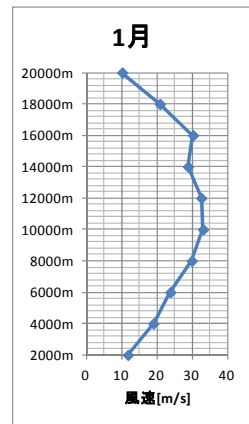
○敷地においては6月の降下量が最大となり、層厚0.00029mm程度となった。



4.1 降下火砕物シミュレーション

風向・風速について

- 過去30年間分の風速月平均を示す。
- 6月においては、風速のピークが高度14,000m付近にある。



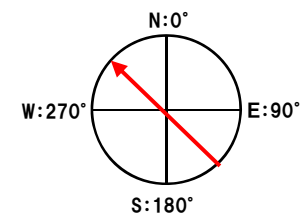
過去30年間分の風速月平均

※札幌気象台の気象ソンの風向・風速データ過去30年分を使用した。

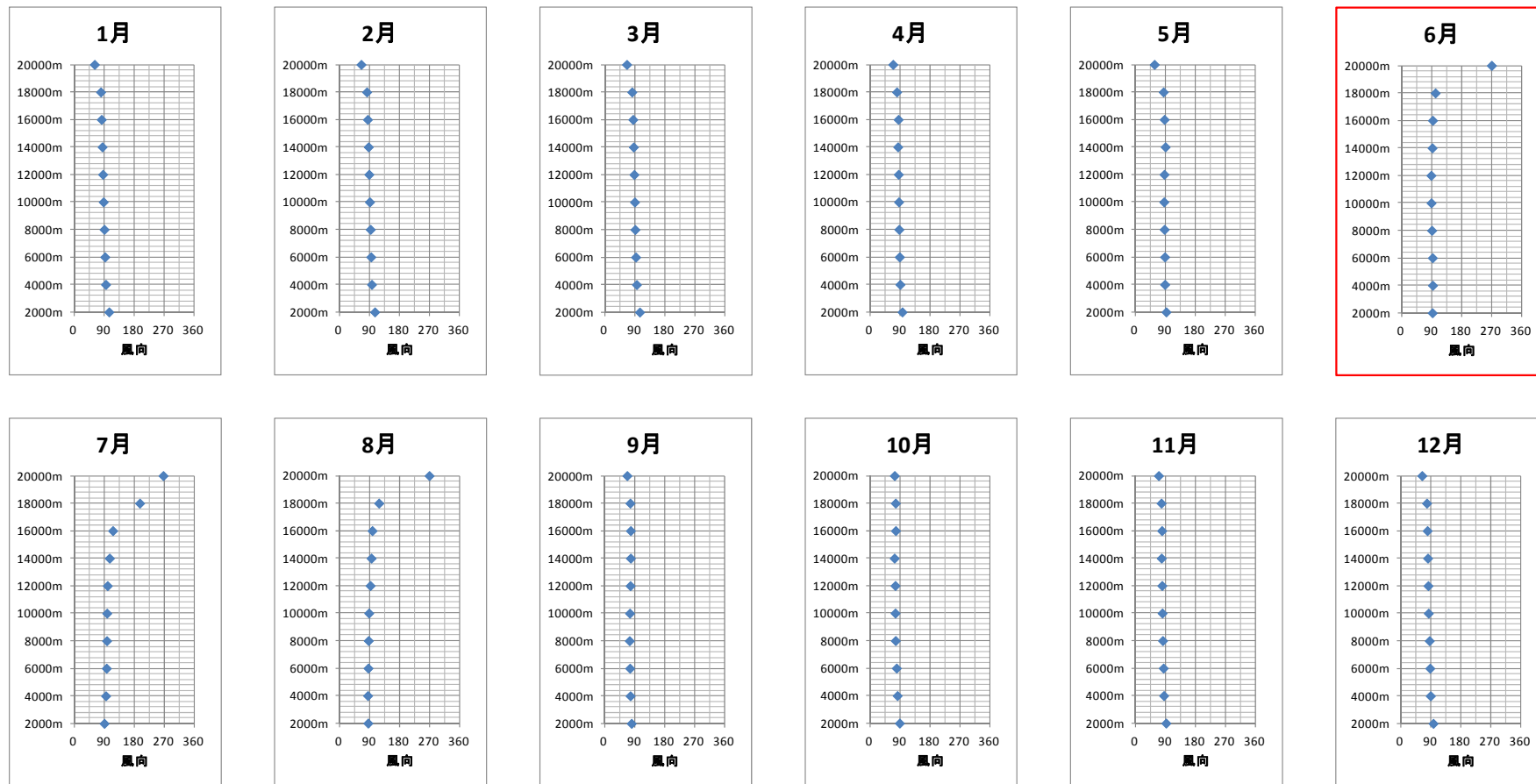
4.1 降下火砕物シミュレーション

風向・風速について

- 過去30年間分の風向月平均を示す。
- 6月においても、偏西風が卓越する。



← 羊蹄山から泊発電所への方角(314°)



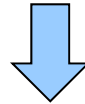
過去30年間分の風向月平均

※札幌気象台の気象ソンの風向・風速データ過去30年分を使用した。

4.2 降下火砕物の影響について

○降下火砕物の影響について

- ・羊蹄山について、降下火砕物シミュレーションを実施した。
- ・羊蹄山から噴出した降下火砕物は、敷地において層厚0.00029mm程度となった。
- ・敷地における火山灰の層厚は、敷地内で確認された火山灰質シルトの層厚40cmと評価しており、シミュレーション結果を踏まえても、十分保守的な値であると判断される。



敷地における火山灰の層厚40cmは、十分保守的な値と評価する。

5. 敷地における火山灰について

No.	指摘事項
5	火山灰の密度，粒度分布の設定は，周辺の火山灰の実測データに基づいて行うこと。

火山灰の実測について

- 火山灰の密度及び粒径の設定にあたっては、敷地周辺の火山灰(Yo-3, Ta-d, Spfa-1)をサンプリングし、密度試験及び粒度試験を行った。
- サンプリング対象は、設計対応等の検討を行うための降下火山灰の物性の設定を行う観点から、以下の事項を考慮して選定した。
 - ・敷地から比較的近い火山を給源とすること。
 - ・給源から遠方においても降下火山灰が分布し、試料採取に適切な火山灰層厚を有する露頭での試料採取が可能であること。
 - ・降下年代が比較的新しく、風化等の影響が小さいと推定されること。



サンプリング位置図

設計で考慮する火山灰の密度，粒径について

<密度>

○密度試験結果より，以下の値が得られた。

- ・乾燥密度：約0.50-0.70g/cm³
- ・湿潤密度：約0.89-1.04g/cm³

○宇井編（1997）では，「乾燥した火山灰は密度が0.4-0.7であるが，湿ると1.2を超えることがある。」とされている。

○八木・三浦（2003）では，敷地周辺の広域降下火山灰である支笏火山灰（Spfa-1）について，乾燥密度0.41-0.66g/cm³，湿潤密度0.75-1.36g/cm³と記載されている。

○以上から，密度は，飽和状態も考慮し，保守的に以下の数値を設定した。

- ・湿潤密度：1.5g/cm³
- ・乾燥密度：0.7g/cm³

<粒径>

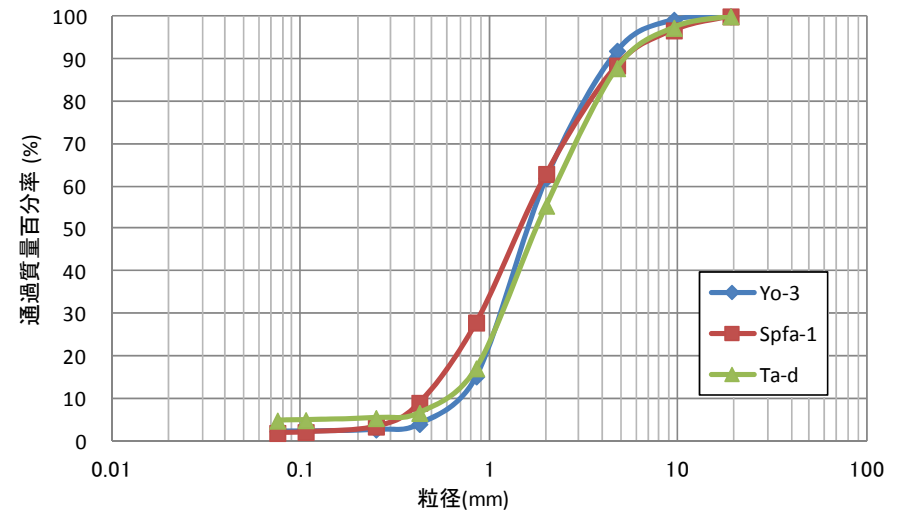
○粒度試験結果より，粒径は以下の数値を設定した。

・粒径：0.4~5mm (D₁₀-D₉₀)

Yo-3	: D ₁₀ =0.7mm, D ₉₀ =4mm
Spfa-1	: D ₁₀ =0.4mm, D ₉₀ =5mm
Ta-d	: D ₁₀ =0.6mm, D ₉₀ =5mm

密度試験結果

試料名	湿潤密度(g/cm ³)	乾燥密度(g/cm ³)	参考 (飽和密度(g/cm ³))
Yo-3	1.04	0.70	1.42
Spfa-1	0.89	0.50	1.30
Ta-d	1.04	0.58	1.35
平均	0.99	0.59	1.36



粒度試験結果

(文献)

- ・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
- ・須藤 茂・猪股隆行・佐々木寿・向山 栄(2007):わが国の降下火山灰データベース作成, 地質調査研究報告, 第58巻, 第9/10号, pp.261-321.
- ・Michael F. Sheridan(1979):Emplacement of pyroclastic flows: A review, Geological Society of America, Special Paper 180, pp.125-136.
- ・Richard M. Iverson(1997):THE PHYSICS OF DEBRIS FLOWS, Reviews of Geophysics, 35, 3, pp.245-296.
- ・小崎尚・野上道男・小野有五・平川一臣編(2003):日本の地形2 北海道, 東京大学出版会.
- ・勝井義雄・岡田弘・中川光弘(2007):北海道の活火山, 北海道新聞社.
- ・気象庁編(2013):日本活火山総覧(第4版).
- ・大原正則・宮本邦明・桑野修司・矢澤昭夫・山下伸太郎(1990):桜島の溶岩流, 平成2年度砂防学会研究発表会概要集, pp.296-299.
- ・家田泰弘・大坪隆三・山下伸太郎・安養寺信夫・酒井敦章(2009):桜島における昭和噴火時の溶岩流の数値シミュレーションによる再現, 平成21年度砂防学会研究発表会概要集, P-240.
- ・上澤真平・中川光弘・江草匡倫(2011):南西北海道, 羊蹄火山の完新世噴火史の再検討, 火山, 第56巻, 第2・3合併号, pp.51-63.
- ・江草匡倫・中川光弘・藤田豪平(2003):西南北海道, 羊蹄火山の活動史:埋積された古羊蹄火山の発見と噴出率の時間変化, 日本火山学会講演予稿集 2003年秋季大会, pp.57.
- ・新エネルギー総合開発機構(1987)⁽¹⁾:昭和61年度全国地熱資源総合調査(第2次) 火山性熱水対流系地域タイプ①(ニセコ地域) 地熱調査成果図集.
- ・産業技術総合研究所(2013):日本の火山(第3版).
- ・奥野充(2003):ニセコ・イワオヌプリ, 大雪山・旭岳, 屈斜路・アトサヌプリにおける最新噴火の年代学的研究, 文部省科学研究費重点領域研究 北海道における完新世火山の火山活動特性の評価 研究成果報告書, pp.13-23.
- ・柏原 信・広瀬保志・香河正人・菅 恵一・春日井昭・山岸一夫(1976):羊蹄火山のデフラワー降下軽石・スコリア堆積物とその¹⁴C年代について一, 第四紀研究, 第15巻, 第2号, pp.75-86
- ・宇井忠英編(1997):火山噴火と災害, 東京大学出版会.
- ・八木一善・三浦清一(2003):破碎性を有する火山灰土の力学特性とその評価法一北海道の火山灰地盤における検討一, 応用地質, 第44巻, 第3号, pp.142-153.

(WEB)

- ・気象庁 火山活動解説資料: http://www.seisvol.kishou.go.jp/tokyo/STOCK/monthly_v-act_doc/monthly_vact.htm