

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11月13日
北海道電力株式会社

審査会合における説明内容

第25回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合(平成25年9月25日)における説明内容

- 敷地から半径160km範囲の第四紀火山は39火山あり, そのうち審査ガイドに従って抽出した10火山について個別評価を行った。敷地と火山の間の地形状況及び設計対応不可能な火山事象の分布範囲の検討より、「ニセコ・雷電火山群」を詳細検討が必要な火山として抽出した。
- また, 敷地近くに設計対応不可能な火山事象が到達している火山についての自主的な検討により、「洞爺カルデラ」を詳細検討が必要な火山として抽出した。
- これら二つの火山について詳細検討した結果, 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く, 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ものと評価し, モニタリングの対象外と判断した。
- 敷地において想定される火山事象について検討した結果, 「降下火砕物」を抽出した。その層厚は, 文献調査結果及び敷地内地質調査結果より40cmと評価した。

ヒアリング・審査会合における指摘事項

No.	指摘事項	指摘時期	説明予定時期
1	洞爺カルデラに関して、最新の地殻変動データ等、公的なデータをレビューすること。	9月25日審査会合	11月13日審査会合
	洞爺火砕流堆積物についての調査結果を整理して提示すること。	9月25日審査会合	
2	ニセコ・雷電火山群、羊蹄山について、過去の噴火状況等について、さらに詳しく資料に記載すること。	9月25日審査会合	11月13日審査会合
3	尻別岳については、町田・新井(2003)では、最新活動時期が7万年前との記載があるので、再度文献等を確認すること。	9月25日審査会合	11月13日審査会合
	現在の支笏カルデラが活動ステージのどのステージにあるのか検討すること。	9月20日ヒアリング	
4	火山灰の層厚設定については、敷地内のボーリング調査のデータも確認したうえで、設定の妥当性について説明すること。	9月25日審査会合	11月13日審査会合
5	ニセコ・雷電火山群、洞爺カルデラについては、公的機関による検討結果だけではなく、自主的な観測も含めて、モニタリングが必要ではないか。	9月25日審査会合	11月13日審査会合
6	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	11月下旬ご説明予定
7	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	11月下旬ご説明予定

No.	指摘事項
1	<p>洞爺カルデラに関して、最新の地殻変動データ等、公的なデータをレビューすること。</p> <p>洞爺火砕流堆積物についての調査結果を整理して提示すること。</p>

1.1 洞爺カルデラの概要

噴火形式・カルデラ形成年代・噴火年代等

- 洞爺火砕流・Toyaテフラを噴出した最大規模の噴火はカルデラ形成期に発生
- 噴火年代は約11万年前
- 噴火のステージにおいて最大規模噴火(破局的な噴火)に先立つ噴火ステージがある。

【噴火形式】

● Ikeda et al. (1990) :

- 洞爺地域の火山活動はカルデラ形成期(洞爺火砕流)と後カルデラ火山(初期:中島火山, 後期:有珠外輪山・溶岩円頂丘)のステージに区分される。

● 池田・勝井(1986)及び町田ほか(1987) :

- 現在のカルデラを形成した噴火は以下の4ステージ(1輪廻の噴出物)に分けられる。

- ① フレアトプリニアン噴火……………火砕流噴火に先立つステージ
- ② 火砕流(2ユニット)・降下火山灰(1ユニット)
- ③ 火砕流(軽石流)噴出……………火道拡大期
- ④ 火砕流噴火……………最大規模噴火 → **洞爺火砕流・Toyaテフラ**

- 町田ほか(1987)では、池田・勝井(1986)で分けたステージのうち、①及び②について大規模な火砕流噴火に先立つフレアトプリニアン噴火の産物とみられるとしている。

【最大規模噴火に先立つ噴火における噴出量】

- 鈴木ほか(1970)及び5万分の1地質図幅から推定される、大規模な火砕流噴火に先立つ噴火に相当する①及び②ステージの噴出量は、約9km³と推定される。

【噴火年代】

- 町田・新井(2003) : 約112ka ~ 約115ka
- 鷹澤ほか(2007) : 約113ka ~ 約132ka

1.1 洞爺カルデラの概要

噴火形式・カルデラ形成年代・噴火年代等

- 洞爺火砕流・Toyaテフラを噴出した最大規模の噴火は噴火ステージ④と考えられる。
- 町田ほか(1987)ではTpfl-1, Tpf1aは大規模噴火に先立つフレアトプリニアン噴火であろうとしている。
- 町田・新井(2003), 雁沢ほか(2007)ではTpfl I・IIの年代を約130ka, Tpfl III・IVの年代を約110kaとしている。
- 洞爺カルデラ周辺の地質図幅でも, 洞爺カルデラ噴出物相当層には, 層内で層相の違いが記載されている。
- これらより, 大規模噴火に先立つステージとその活動時期は, ①及び②ステージの約14万年前~12万年前と推定される。
- 地質図幅から推定される噴出量は約9.0km³と推定される。

文献における洞爺カルデラの各噴火ステージと年代

噴火ステージ (池田・勝井 1986)より		鈴木ほか(1970)	池田・勝井(1986)	町田ほか(1987)		町田・新井(2003)		雁沢ほか(2007) SAR法による Red TL年代測定
④	最大規模の 火砕流噴火	洞爺カルデラ 噴出物IV	Tpfl-4 (洞爺火砕流4)	Tpfl-4 (洞爺火砕流4)	大規模 火砕流噴火	白井(2001) 112(ka)	噴出年代: 112~115(ka)	Tpfl IV 113±13(ka)
		火山砕屑物						
③	火道拡大・ 火砕流噴火	洞爺カルデラ 噴出物III	Tpfl-3 (洞爺火砕流3)	Tpfl-3 (洞爺火砕流3)				Tpfl III 113~114 ±13~11(ka)
②	カルデラ 形成前の噴火	空沢凝灰岩層	Tpfa (洞爺降下火山灰)	Tpfa (洞爺降下火山灰)	大規模火砕流 噴火に先立つ フレアトプリ ニアン噴火	奥村・寒川(1984) FT: 130±30(ka)		Tpfl I / II 132±15(ka)
		洞爺カルデラ 噴出物II	Tpfl-2 (洞爺火砕流2)	Tpfl-2 (洞爺火砕流2)				
		洞爺カルデラ 噴出物I	Tpfl-1 (洞爺火砕流1)	Tpfl-1 (洞爺火砕流1)				
①		上長和層	上長和層	上長和層				

周辺の洞爺カルデラ噴出物の対比

1/5 地質図幅		
「虻田」「西紋別」	「留寿都」	「狩太」「豊浦」
洞爺浮石流 (上部)	留寿都層 (上部)	留寿都層
胡桃大以下の各種 岩石及び浮石等の角 礫を多量に含み岩石 と浮石とは等量であ る。	軽石、火山灰から構 成され、多量の石英砂 と少量の安山岩小礫が 混じる桃色粗しょうの 浮石流。	軽石、火山灰から 構成される多量の石 英粒と安山岩礫の混 じる軽石流堆積物。 稀に腐食土層や礫層 を挟むことがある。
洞爺浮石流 (下部)	留寿都層 (下部)	伊達町より長流を へて、虻田に至る国 道では、腐食土層の 薄層を挟む。
塊状で節理を欠く。 一般的には層理を欠 き安山岩角礫、浮石 が火山灰とともに凝 結した粗粒な岩石か らなる。	構成は上部と同じで あるが、分級作用を受 け一部斜交葉理が認め られる。	
	喜茂別 溶結凝灰岩層	

1.1 洞爺カルデラの概要

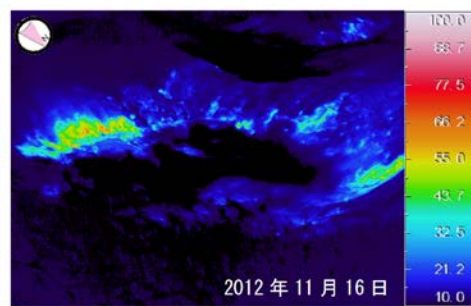
有珠山の状況(気象庁 火山活動解説資料)

- 気象庁では、有珠山を監視対象の活火山とし、平成15年から月に1回、有珠山について火山活動解説資料を報告している。
- 火山活動解説資料では、噴気などの表面現象、地震・微動の発生及び地殻変動についての観測結果や不定期で実施している山体の上空からの観測結果及び赤外熱映像装置による観測結果について取りまとめている。
- 活動概況(平成25年9月、気象庁HPより抜粋)
 - ・噴気などの表面現象の状況
山頂火口原からの噴気の高さは火口縁上50m以下、西山西麓火口群N-B火口の噴気は今期間観測されず、噴気活動は低調に経過しました。
 - ・地震及び微動の発生状況
火山性地震は少なく、地震活動は低調に経過しました。震源は山頂火口原直下の浅いところに分布しました。火山性微動は観測されませんでした。
 - ・地殻変動の状況
GPS連続観測では、過去の噴火後の山体収縮を示す地殻変動が続いていますが、これまでの傾向に変化はなく、火山活動の高まりを示すような地殻変動は認められませんでした。
- 近年では、有珠山の火山活動に特段の変化はなく、静穏に経過しており、噴火の兆候は認められないとしている。



2012年11月16日

N-B火口内部

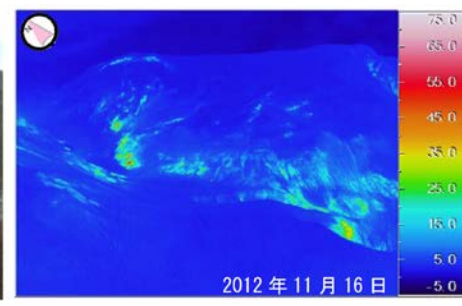


2012年11月16日



2012年11月16日

山頂火口原

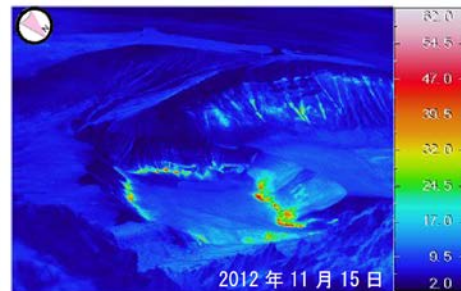


2012年11月16日



2012年11月15日

銀沼火口



2012年11月15日

左 図:噴気状況
右 図:地表面温度分布

(気象庁HPより)

1.1 洞爺カルデラの概要

噴火警戒レベル(有珠山)



- 気象庁では有珠山について、噴火警戒レベルを設定し、レベル1～5において警戒が必要な範囲と取るべき防災対応を示している。
- 警戒レベル5においても、泊地域は警戒が必要な範囲には含まれていない。
- 気象庁は有珠山に対し、平成20年6月9日に噴火予報(噴火警戒レベル1, 平常)を発表し、その後予報警報事項に変更はない。

平成20年6月運用開始

有珠山の噴火警戒レベル

予報警報	対象範囲	レベル(キーワード)	火山活動の状況	住民等の行動及び登山者・入山者等への対応	想定される現象等
噴火警戒レベル	居住地域及びそのより火口側	5 (避難)	居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生、あるいは切迫している状態にある。	危険な居住地域からの避難等が必要。	<ul style="list-style-type: none"> ●地震活動のさらなる活発化や顕著な地殻変動が観測される等により、山頂もしくは山麓からの噴火の発生が切迫している。 過去の事例 2000年3月29日、1977年8月7日未明：身体に感じる地震が多発 ●山頂から噴火が発生し、大きな噴石や火砕流・火砕サージが居住地域まで到達。 過去の事例 1977年8月7日09時12分、1853年4月22日、1822年3月12日、1769年1月23日：山頂火口内内から噴火。大きな噴石が山頂火口から概ね4kmまで飛散。火砕流・火砕サージが噴火範囲に流下して山頂火口から最大10kmまで到達(1977年7月)、多量の軽石や火山灰が広範囲に堆積 ●山麓から噴火が発生し、大きな噴石や火砕サージが居住地域まで到達。 過去の事例 2000年3月31日13時07分、1944年6月23日、1910年7月25日：山麓から噴火。大きな噴石が火口から概ね2kmまで飛散。火砕サージが火口から最大3km(1944年7月事例)まで到達
		4 (避難準備)	居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生すると予想される(可能性が高まっている)。	警戒が必要な居住地域での避難の準備、災害時要援護者の避難等が必要。	<ul style="list-style-type: none"> ●地震活動がさらに活発化し身体に感じる地震が増加し始める等、山頂もしくは山麓からの噴火発生の可能性が高まっている。 過去の事例 2000年3月28日、1977年8月6日04時頃：身体に感じる地震が増加
火口周辺警戒レベル	火口から居住地域まで	3 (入山規制)	居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす(この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ)噴火が発生、あるいは発生すると予想される。	住民は通常の生活(今後の火山活動の推移に注意)。状況に応じて災害時要援護者等の避難準備等。登山禁止や入山規制等危険な地域への立入規制等。	<ul style="list-style-type: none"> ●地震活動が活発化し、山頂もしくは山麓からの噴火の発生が予想される。 過去の事例 2000年3月28日未明、1977年8月6日03時30分頃、1943年12月28日：微小な地震が多発し身体に感じる地震も発生
		2 (火口周辺規制)	火口周辺に影響を及ぼす(この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ)噴火が発生、あるいは発生すると予想される。	住民は通常の生活(今後の火山活動の推移に注意)。火口周辺への立入規制等。	<ul style="list-style-type: none"> ●身体に感じない微小な地震活動の高まり等がみられる。 過去の事例 2000年3月27日、1977年8月6日02時頃：微小な地震が増加 ●既存の噴気孔や地熱地帯からごく小さな噴火が発生し、周辺に大きな噴石飛散。 過去の事例 観測事例なし
噴火予報	火口内等	1 (平常)	火山活動は静穏。火山活動の状態によって、火口内で火山灰の噴出等が見られる(この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ)。	状況に応じて火口内及び近傍への立入規制等。	<ul style="list-style-type: none"> ●火山活動は静穏。状況により既存の火口内及び近傍に影響する程度の火山灰の噴出等の可能性あり。

注1) 有珠山では、噴火が発生した初期の段階で噴火地点(火口)を特定できない。噴火警戒レベル2(火口周辺規制)では火口周辺への立入規制等、レベル3(入山規制)では入山規制や有珠山麓等での営林作業の中止等が必要である。
 注2) 本資料中の大きな噴石とは、風の影響を全く受けずに降道を描いて飛散する程度の大きな噴石を指す。
 この噴火警戒レベルは、地元市町等と調整の上で作成したものです。各レベルにおける具体的な規制範囲等については、地域防災計画等で定められていますので、各市町にお問い合わせください。

気象庁
 Japan Meteorological Agency
 平成24年3月

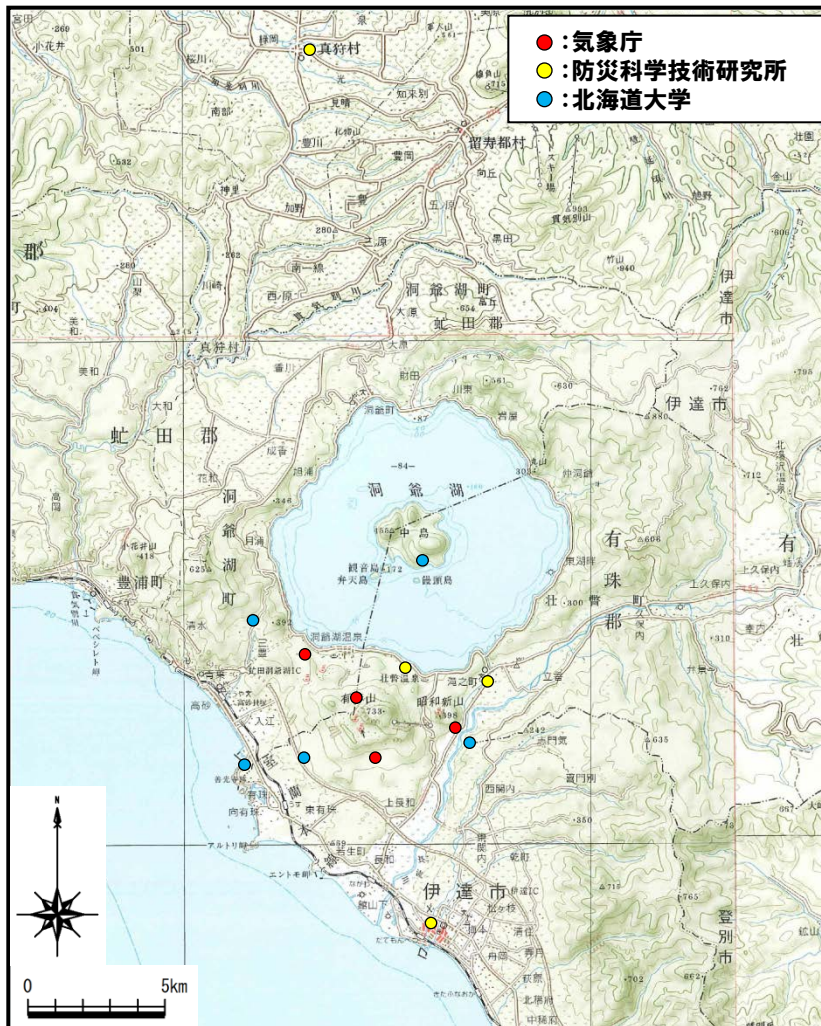
1.1 洞爺カルデラの概要

まとめ(洞爺カルデラの現況)

- 洞爺カルデラにおける火山活動は、後カルデラ火山活動期と考えられる。
- 最新の活動は有珠山であると考えられる。
- 気象庁の火山活動解説資料によれば、近年では、有珠山の火山活動に特段の変化はなく、静穏に経過しており、噴火の兆候は認められない。
- 気象庁は、有珠山について噴火警戒レベルを設定しているが、現在の噴火警戒レベルは1(平常)であり、警戒レベル5(避難)においても、泊地域は警戒が必要な範囲には含まれていない。

1.2 火山性地震

洞爺カルデラ周辺の地震活動(「日本活火山総覧(第4版)」)



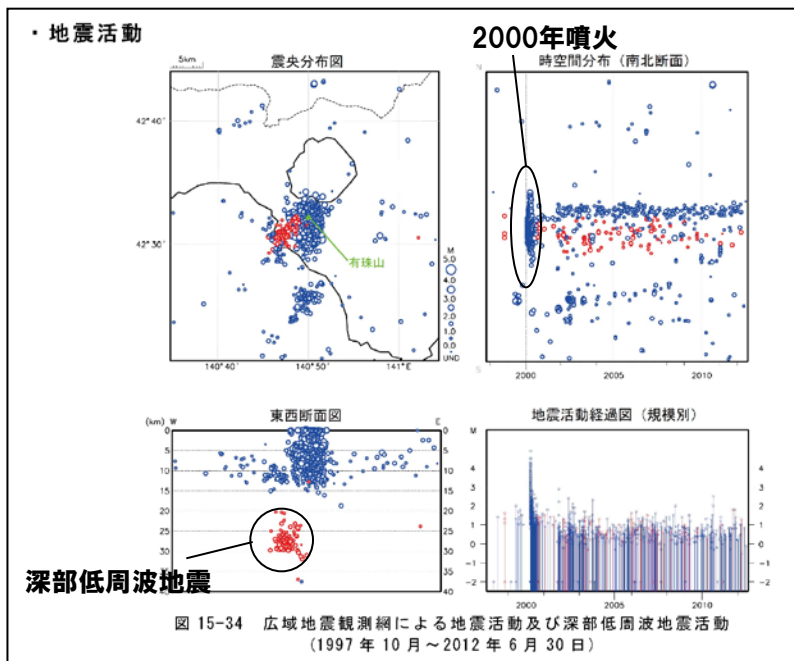
- 洞爺カルデラ周辺には、公的機関の地震計が設置されている。
- 「日本活火山総覧(第4版)」(気象庁編(2013))に地震活動及び深部低周波地震活動の時空間分布が取りまとめられている。

洞爺カルデラ周辺の地震計位置図
(「日本活火山総覧(第4版)」に基づき作成)

1.2 火山性地震

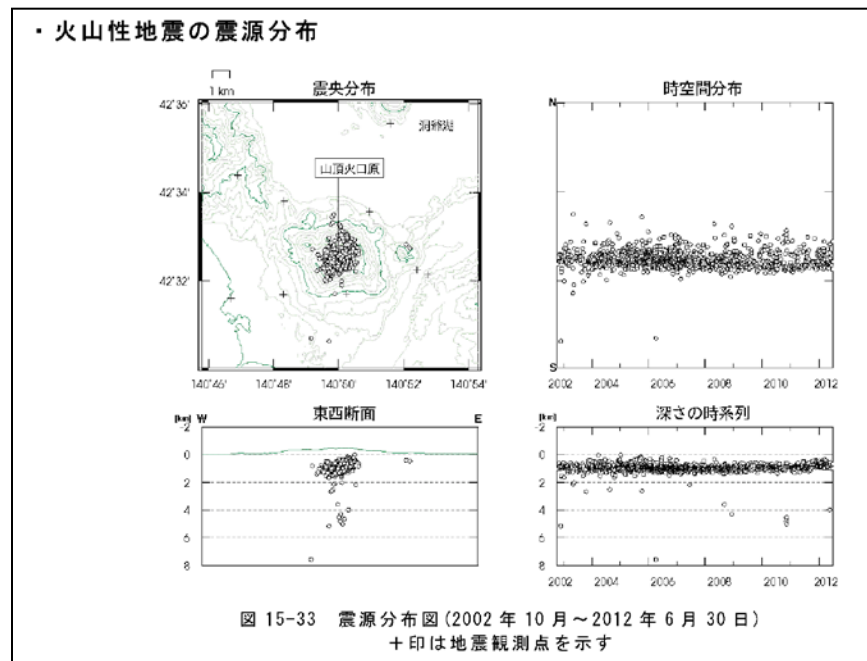
洞爺カルデラ周辺の地震活動(「日本活火山総覧(第4版)」)

- 洞爺カルデラ周辺においては、有珠山周辺に震央が集中している。
- 浅部の地震活動は、2000年の噴火時に最大となり、噴火後は横ばいで変化の兆候は認められない。
- 噴火後の火山性地震は、山頂火口原(深さ2km以浅)付近に集中しており、規模・位置の時空間分布に変化の兆候は認められない。
- 深部低周波地震活動(約20km以深)は、有珠山の南西付近に認められるが、噴火を挟んで規模・位置の時空間分布に変化の兆候は認められない。



洞爺カルデラ周辺の地震活動※1

(1997年10月～2012年6月30日, 「日本活火山総覧(第4版)」に一部加筆)



有珠山の火山性地震※2

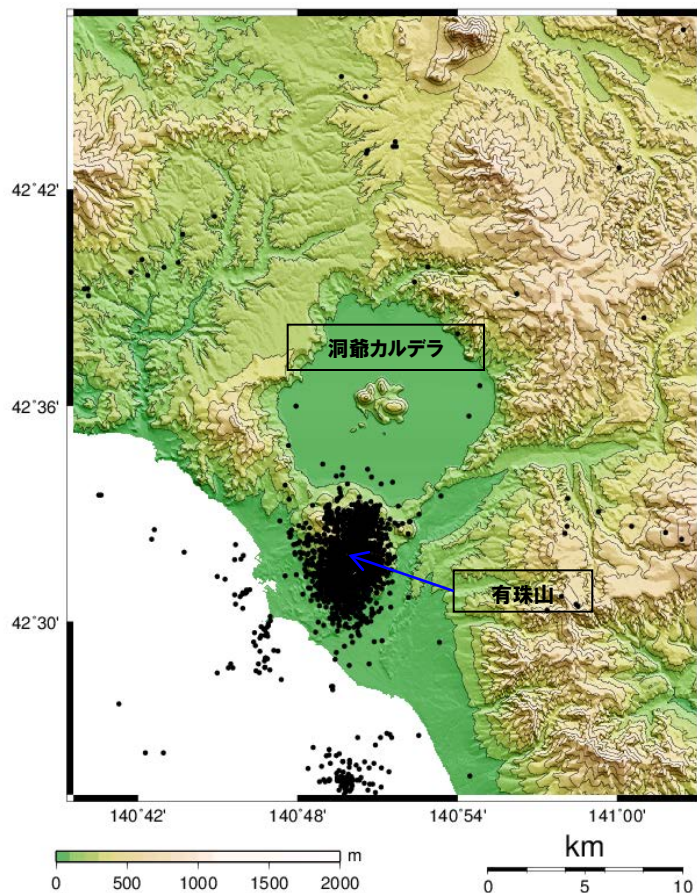
(2002年10月～2012年6月30日, 「日本活火山総覧(第4版)」)

※1 大学や防災科学技術研究所等の関係機関から気象庁が地震観測データの提供を受けてデータ処理した結果(震源データ)をもとに、当該火山周辺の構造性地震も含めた微小地震の活動を示した図

※2 ※1の地震活動のうち、深度10km以浅の震源のみを抽出した図

1.2 火山性地震

有珠山周辺の地震活動(地震年報)



洞爺カルデラ周辺の震央分布図
(1983/1/1~2011/12/31の記録(深さ20km以浅))

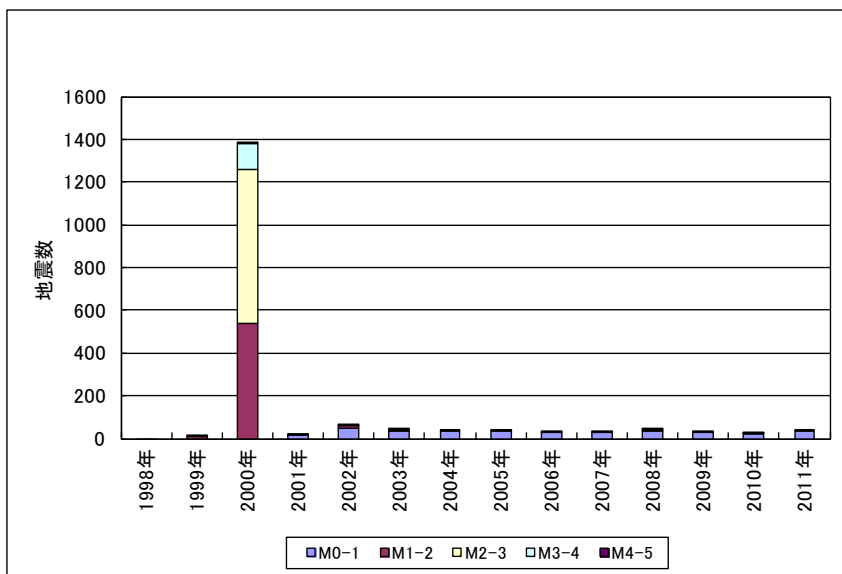
○過去約30年間における洞爺カルデラ周辺の深さ20km以浅の地震活動の震央分布を示す。震央のデータは地震年報(気象庁(2011))のものを使用した。

○洞爺カルデラ周辺においては、有珠山周辺に震央が集中している。

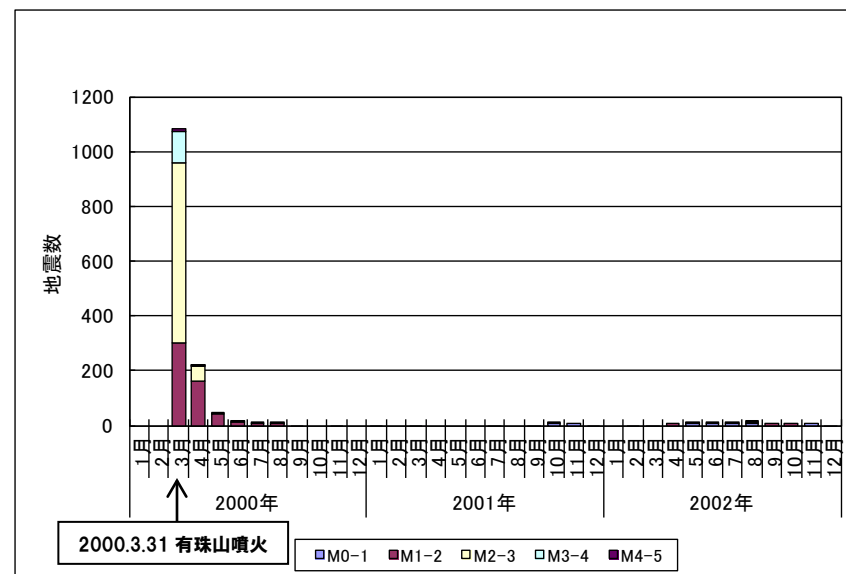
1.2 火山性地震

有珠山周辺の地震活動(地震年報)

- 2000年噴火前後の有珠山周辺における年別及び月別の地震発生数を整理した結果、以下の特徴が認められる。
- 2000年の噴火時に火山性地震と考えられる、M2-4の地震が多く認められる。
 - 地震発生数は、有珠山噴火時の2000年3月に最も多く、噴火後には発生頻度が低くなっている。
 - 2001年以降、M1以上の地震の発生はほとんど認められず、現在、地震活動は低調に経過している。



地震発生数の年別時間変化
(1998~2011年 深さ20km以浅)

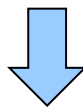


地震発生数の月別時間変化
(2000~2002年 深さ20km以浅)

1.2 火山性地震

まとめ

- 洞爺カルデラ周辺の地震活動について文献調査を行った。
- 公的機関の観測結果を取りまとめた「日本活火山総覧(第4版)」及び地震年報のデータについて検討した。
- 調査・検討の結果は以下のとおり。
 - ・洞爺カルデラ周辺の地震活動は、有珠山周辺に集中している。
 - ・有珠山周辺の浅部の地震活動は、2000年の噴火時に頻度が最大となり、M2-4の地震が多く認められる。噴火後はM2以上の地震の発生はほとんど認められず、M0-1の地震が横ばいに続いており、変化の兆候は認められない。
 - ・噴火後の火山性地震は、山頂火口原付近に集中しており、時空間分布に変化の兆候は認められない。
 - ・深部低周波地震活動は、噴火を挟んで時空間分布に変化の兆候は認められない。



- 地震活動は洞爺カルデラ域での広域的なものではなく、活動中心は有珠山周辺に限定的であり、有珠山の活動状況と調和的である。

1.3 地殻変動

文献調査結果

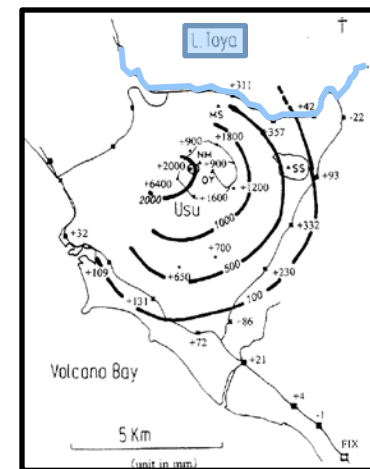
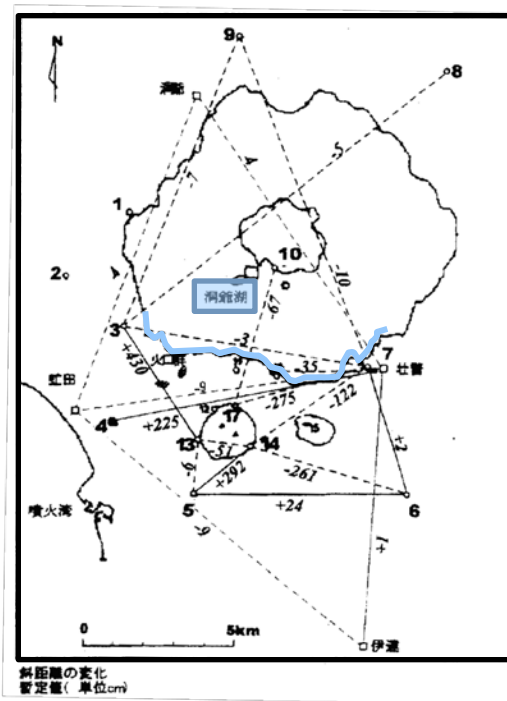
- 現在、地下浅部にマグマ溜まり存在の兆候は認められない。
- 現在、洞爺カルデラ域での広域的な地殻変動は認められない。

【給源の状況(現在)】

- 西田(1983):
 - 洞爺湖上及びその周辺において磁気測量を行った結果、比較的浅い所に巨大なマグマ溜まりが存在する証拠は得られなかった。

【地殻変動観測結果(GPSほか)】

- 森ほか(2000)・森ほか(2007):
 - 2000年有珠山噴火に伴う地殻変動は有珠山の山体周辺の局所的なものであり、洞爺カルデラ域での広域的な地殻変動はほとんど認められない。



森ほか(2000)による測角・辺長測量結果(左図)・水準測量結果(右図)(一部加筆)

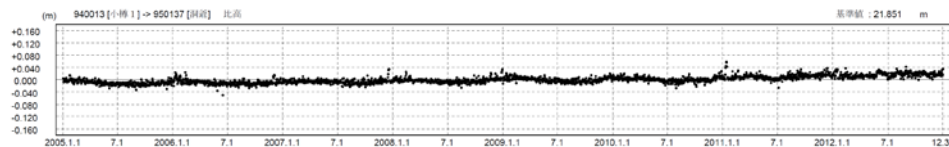
変動量解析結果

- 国土地理院の電子基準点データを用いて、洞爺カルデラ周辺の地殻変動について解析を行った（対象期間：2005年1月～2012年12月）。
- 洞爺カルデラ域の4基準点（大滝，洞爺，虻田，伊達）の年間上下変動量を示す。
- 各基準点とも，年間上下変動量に大きな変動はなく，顕著な隆起や沈降の傾向は認められない。
- 次ページ以降，東北地方太平洋沖地震発生前後年の年間変動ベクトル図（上下）を示す。

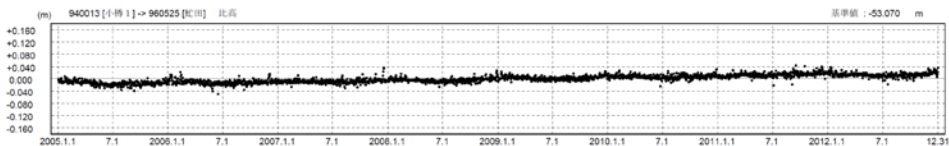
年間上下変動量 (cm)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
大滝	+0.12	-1.66	+0.38	+1.37	+1.50	+0.28	+0.95	-0.91
洞爺	-0.29	-0.82	-0.09	+1.13	+0.52	+0.80	+0.02	+0.43
虻田	-0.35	-0.87	+0.22	+0.82	+1.04	+0.72	+1.06	-0.09
伊達	-0.15	-1.05	+0.21	+0.63	+1.28	+0.27	+1.26	+0.05

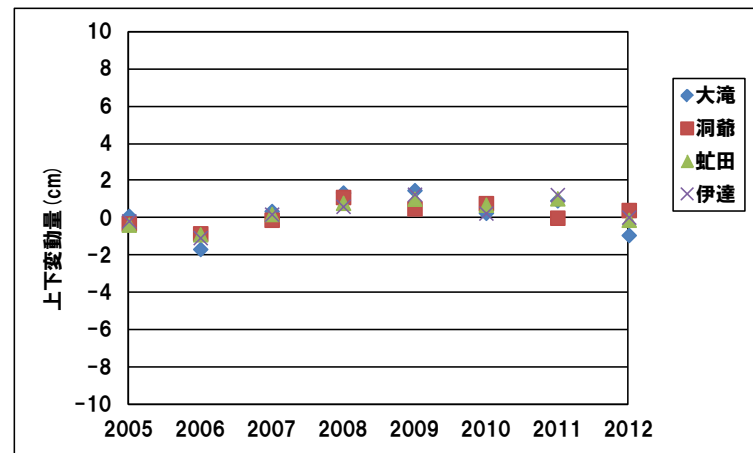
(固定局:小樽1)



小樽1ー洞爺間の基線長変化(比高)



小樽1ー虻田間の基線長変化(比高)



年間上下変動量のグラフ

1.3 地殻変動

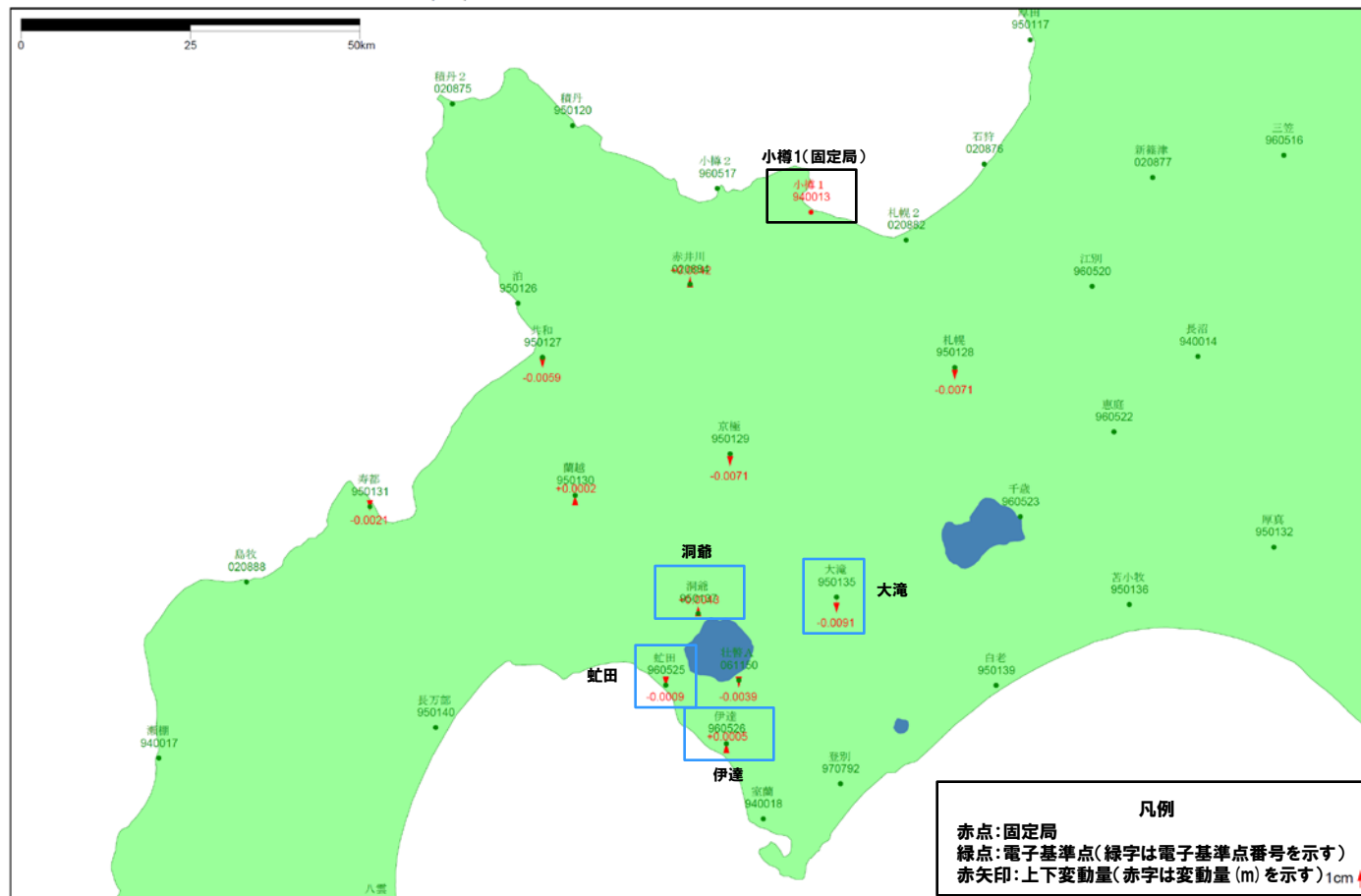
変動量解析結果

- 東北地方太平洋沖地震発生後、2012年の変動ベクトル図(上下)を示す。
- 周囲の基準点と比較しても、洞爺カルデラ域での顕著な隆起や沈降は認められない。

基準値: 2012年1月1日00時00分～2012年1月10日23時59分(平均)
比較値: 2012年12月22日00時00分～2012年12月31日23時59分(平均)

ベクトル図(上下)

固定局: 940013



赤: Bernese FO [IGS]

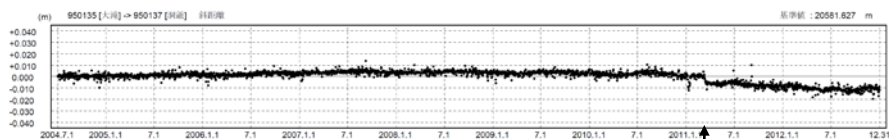
「この地図の作成にあたっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の300万分の1日本とその周辺及び100万分の1日本を使用したものである。(承認番号 平20業使、第226号)」

電子基準点の変動ベクトル図(上下)
(対象期間: 2012.1~2012.12)

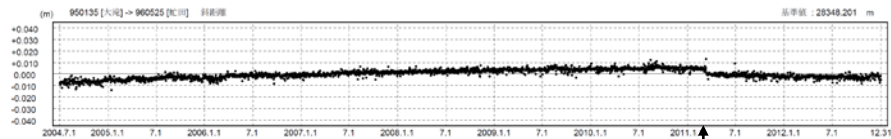
1.3 地殻変動

変動量解析結果

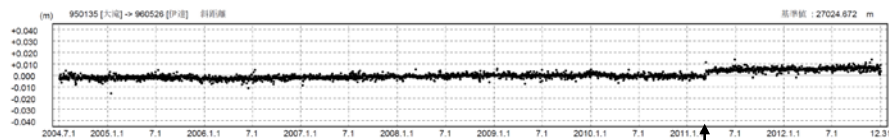
- 洞爺カルデラ域の4観測点(大滝, 洞爺, 虻田, 伊達)を結んだ6測線の基線長の斜距離変化を示す(対象期間: 2004年7月~2012年12月)。
- 各測線ともに, 東北地方太平洋沖地震前後で不連続が認められるものの, 対象期間において変化は緩やかであり, 顕著な膨張や収縮は認められない。



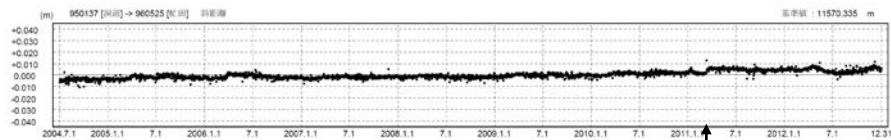
①大滝-洞爺間の斜距離変化 東北地方太平洋沖地震



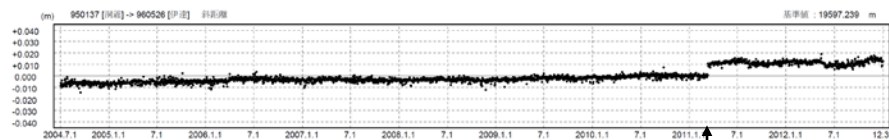
②大滝-虻田間の斜距離変化 東北地方太平洋沖地震



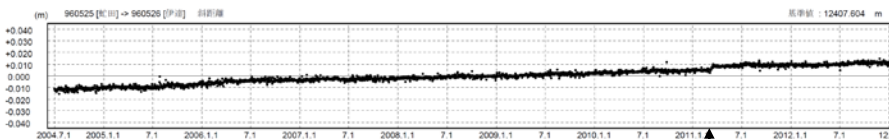
③大滝-伊達間の斜距離変化 東北地方太平洋沖地震



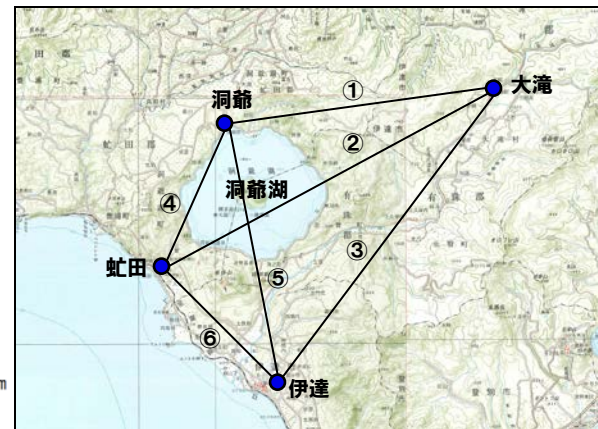
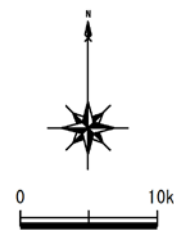
④洞爺-虻田間の斜距離変化 東北地方太平洋沖地震



⑤洞爺-伊達間の斜距離変化 東北地方太平洋沖地震



⑥虻田-伊達間の斜距離変化 東北地方太平洋沖地震



洞爺カルデラ域観測点位置図

1.3 地殻変動

カルデラ(巨大)噴火に関する知見

○カルデラの巨大噴火に係るマグマ溜まり再蓄積は、約100年～約3000年の時間スケールと推測されるとの事例報告 (Gualda et al. (2012), Druitt et al. (2012))

【巨大噴火のマグマ溜まりの滞留時間】

●Gualda et al. (2012) :

Long Valleyカルデラ形成時の噴出物中の石英粒子中のTi濃度拡散プロファイル分析等に基づき、マグマ中の石英結晶の滞留時間を検討した結果、500年～3000年程度であるとしている。

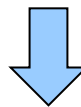
●Druitt et al. (2012) :

Santorini火山Minoan噴火の際の斜長石中のMgの分布と拡散モデルから、マグマ溜まりの再蓄積は約100年程度で発生したとしている。

1.3 地殻変動

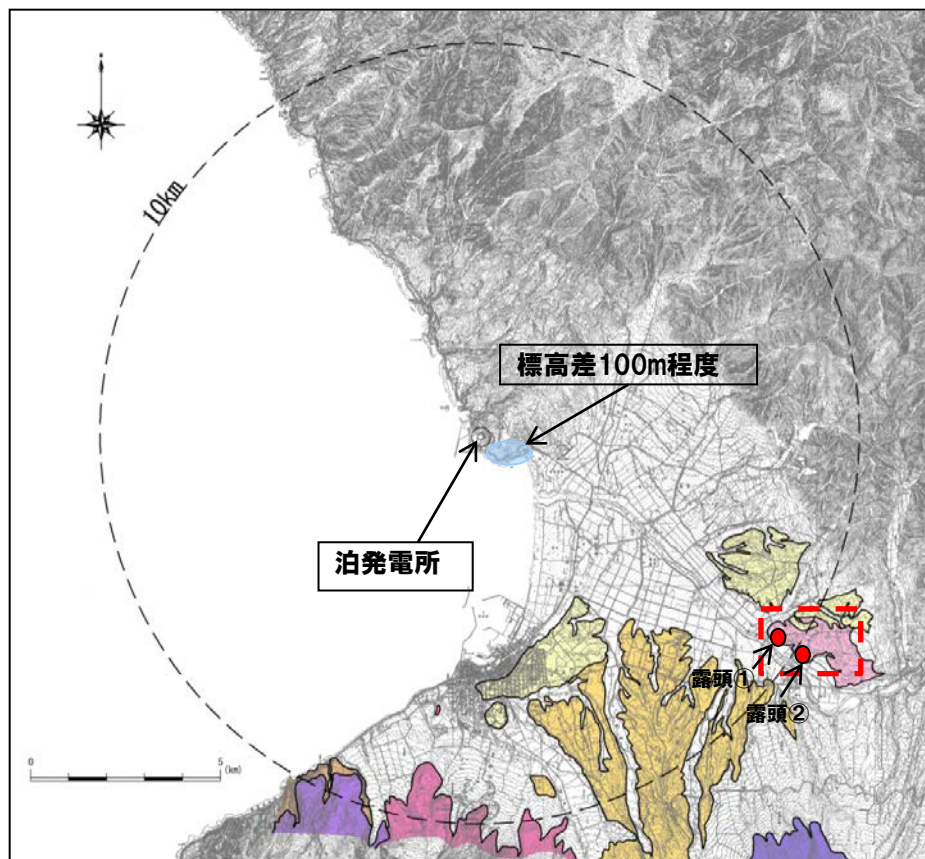
まとめ

- 文献調査結果によれば、現在、地下浅部にマグマ溜まり存在の兆候や洞爺カルデラ域での広域的な地殻変動は認められない。
- 変動量解析結果によれば、洞爺カルデラ域での顕著な隆起や沈降、膨張や収縮は認められない。



- 洞爺カルデラにおいては、大規模なマグマ噴出を伴う破局的噴火直前を示唆するような広域的な地殻変動等は認められない。

1.4 洞爺火砕流堆積物の分布・性状について



凡 例

記号	地層名	
T	洞爺火砕流堆積物	火砕流堆積物
N	ニセコ火山噴出物	火砕流堆積物、泥流堆積物、火山砕砂
W	岩内層	礫及び砂
W	ワイスホルン火山	溶岩及び火砕岩
I	岩内岳火山	溶岩及び火砕岩
R	雷電山火山	溶岩及び火砕岩
	雷電峠火山角礫岩層	

敷地近傍の火山地質図

【洞爺火砕流堆積物の分布】

●地表地質踏査結果:

- 共和町幌似付近(標高30-50m程度)に分布が確認されているが、それ以外の敷地近傍には分布は確認されていない。
- 分布が確認されている位置から北西方向には標高約30-70m程度の共和台地(岩内層で構成)が位置するが、堆積物の分布は確認されていない。

●敷地内ボーリング調査結果等:

- 敷地では、洞爺カルデラを起源とする火砕流堆積物等は認められない。
- 敷地と岩内平野の間には、丘陵地が分布し、標高差が100m程度ある。

【洞爺火砕流堆積物の性状】

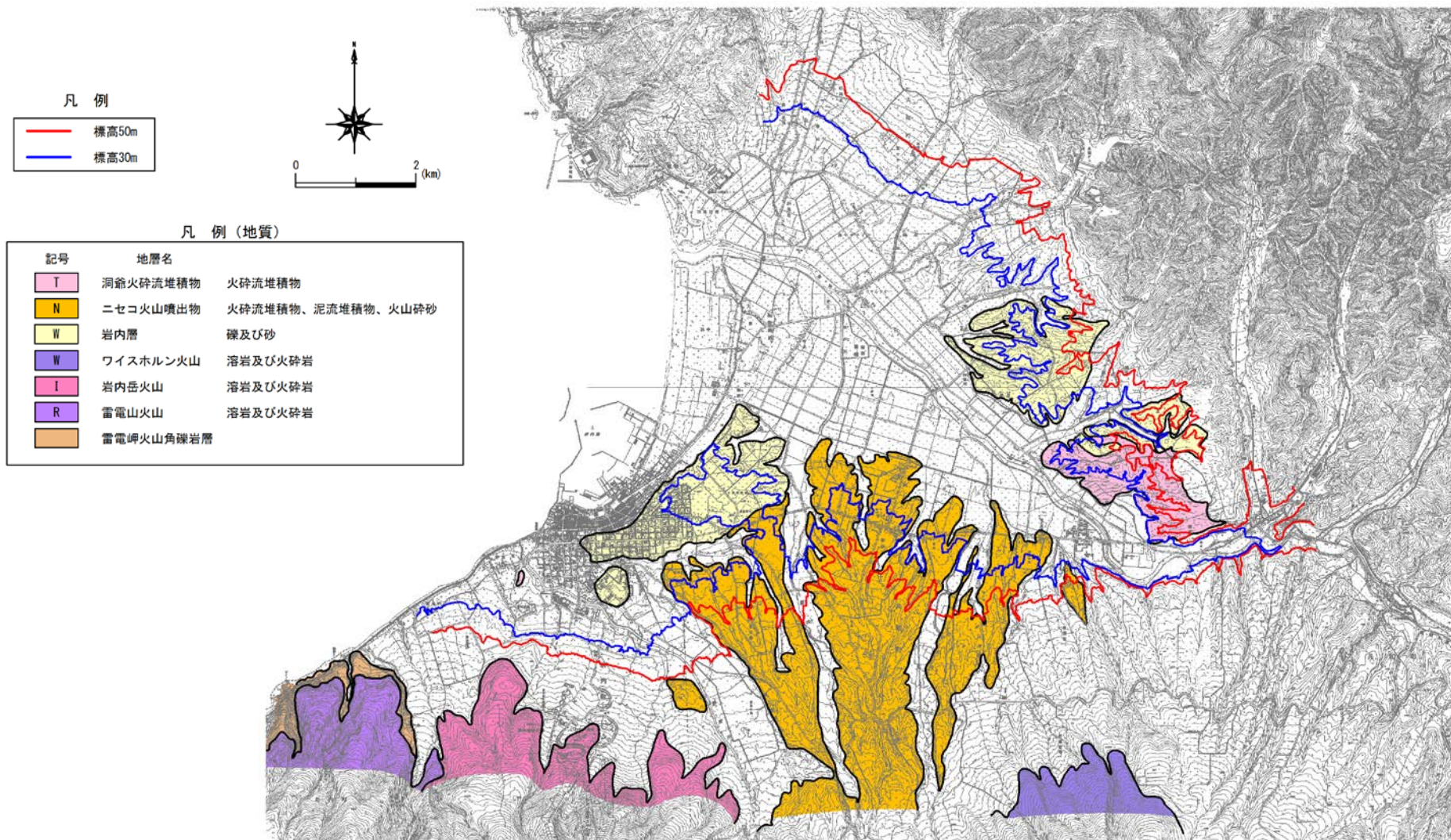
●地表地質踏査結果:

- 共和町幌似付近の露頭では、堆積物の状況として、以下のような性状を確認している。
 - ・灰桃色火山灰を主体とする。
 - ・発泡のよい軽石が散在する。

1.4 洞爺火砕流堆積物の分布・性状について

【洞爺火砕流堆積物の分布】

共和町幌似付近の洞爺火砕流堆積物は、標高約30～50mに分布しており、周辺の洞爺火砕流より古い地層を覆って分布する状況や標高約30～50m以上に分布する状況は認められない。

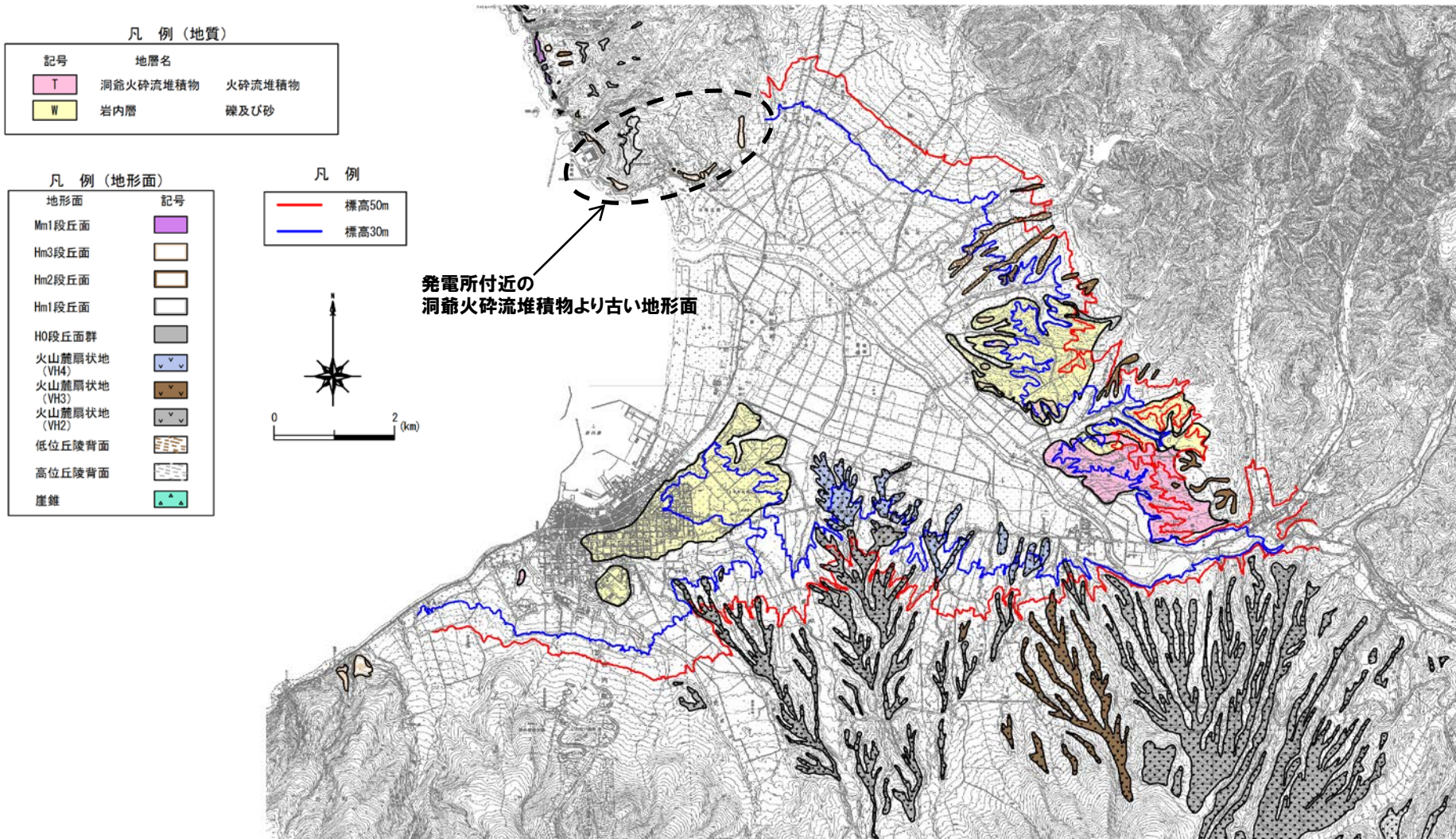


敷地近傍の火山地質図

1.4 洞爺火砕流堆積物の分布・性状について

【洞爺火砕流堆積物の分布】

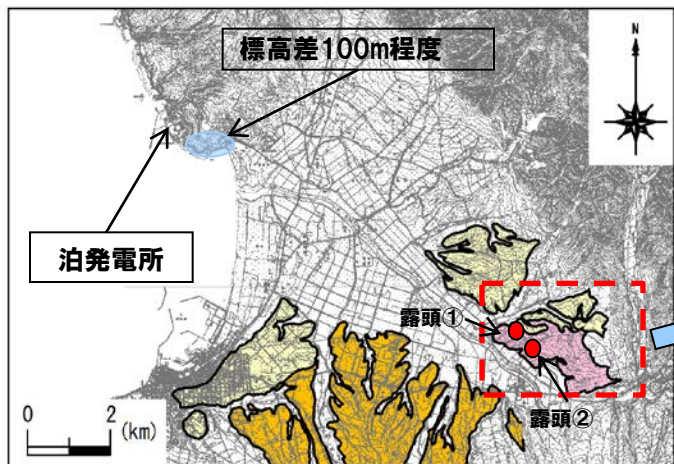
共和町幌似付近の洞爺火砕流堆積物は、標高約30～50mに分布しており、周辺の洞爺火砕流より古い地形面及び岩内層を覆って分布する状況や標高約30～50m以上に分布する状況は認められない。また、発電所付近にも洞爺火砕流堆積物より古い地形面は分布するが、洞爺火砕流堆積物は認められない。



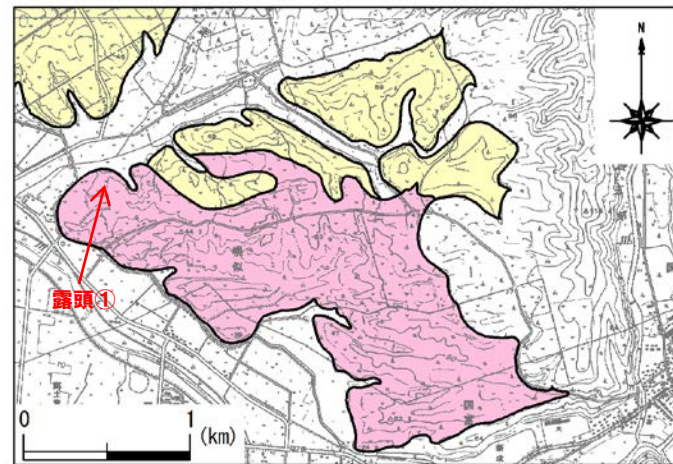
敷地近傍の地形分類図

1.4 洞爺火砕流堆積物の分布・性状について

【露頭①の状況】



露頭位置



露頭位置(拡大)



露頭全景
堆積物の層厚は約13mを確認(堆積物頂部の標高は約30m)



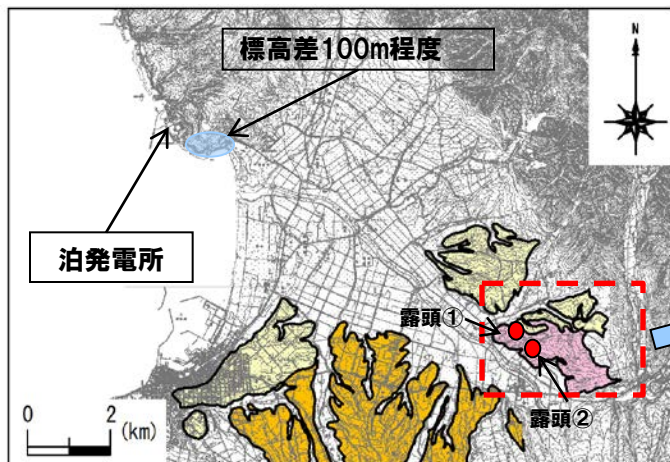
露頭近景



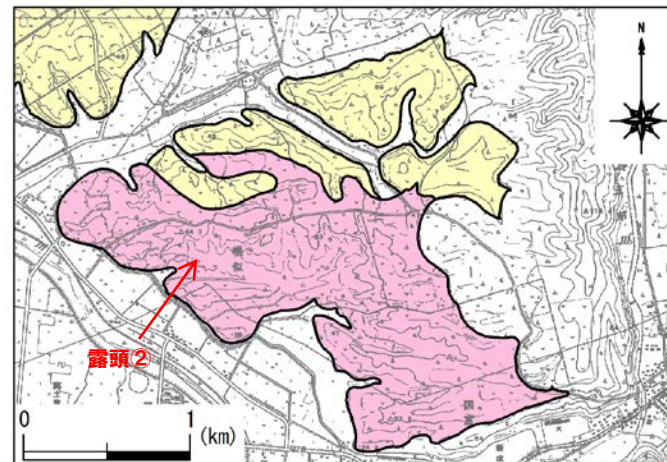
【堆積物の状況】
 灰桃色火山灰を主体とする。
 発泡のよい軽石が散在する(軽石の平均直径は10mm程度, 最大直径70mm程度のもが点在する)
 炭化物, 直径4mm前後の円磨された岩片が散在する。

1.4 洞爺火砕流堆積物の分布・性状について

【露頭②の状況】



露頭位置



露頭位置(拡大)



露頭全景
堆積物の層厚は約8mを確認(堆積物頂部の標高は40m程度)



露頭近景



【堆積物の状況】
灰桃色火山灰を主体とする。
発泡のよい軽石が散在する(軽石の平均直径は10mm程度, 最大直径40mm程度のものが点在する)
直径4mm以下の円磨された岩片が散在する。

1.5 まとめ(洞爺カルデラ)

➤火山性地震:

- 地震活動は洞爺カルデラ域での広域的なものではなく、活動中心は有珠山周辺に限定的であり、有珠山の活動状況と調和的である。

➤地殻変動:

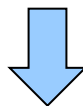
- 洞爺カルデラにおいては、大規模なマグマ噴出を伴う破局的噴火直前を示唆するような広域的な地殻変動等は認められない。

➤活動性評価:

- 洞爺カルデラで想定される運用期間中の噴火規模については、後カルデラ火山活動期の有珠山相当であると考えられる。
- 近年では、有珠山の火山活動に特段の変化はなく、静穏に経過しており、噴火の兆候は認められない。
- 現在の有珠山の噴火警戒レベルは1(平常)であり、警戒レベル5(避難)においても、泊地域は警戒が必要な範囲には含まれていない。

➤その他:

- 共和町幌似付近の露頭における地表地質踏査結果に基づき、洞爺火砕流堆積物の性状を取りまとめた。



- 洞爺カルデラに想定される運用期間中の噴火規模は、後カルデラ火山活動期の有珠山相当であると考えられ、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が十分小さいものと評価する。
- 洞爺カルデラについては、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、地殻変動等について、現在の状況から有意な傾向の変化がないことを確認するため、自主的にモニタリングを行うことを計画している。その内容については後述する。

No.	指摘事項
2	ニセコ・雷電火山群, 羊蹄山について, 過去の噴火状況等について, さらに詳しく資料に記載すること。

2.1 ニセコ・雷電火山群

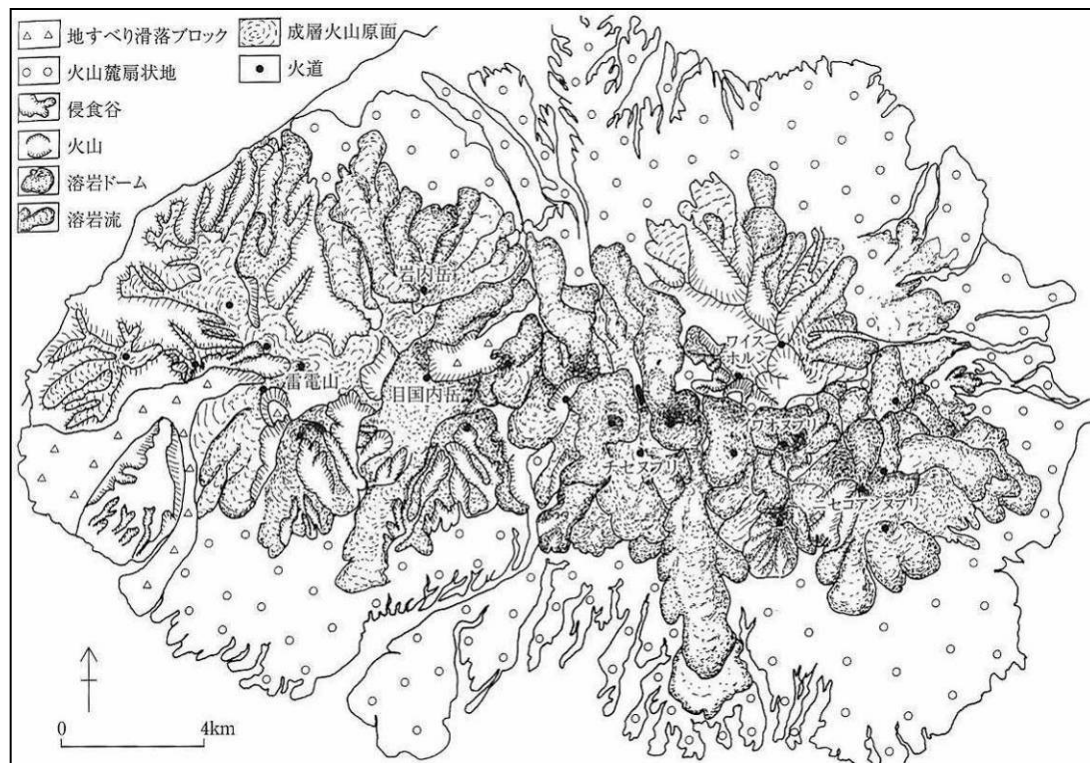
ニセコ・雷電火山群

- 位置：敷地の南東方約22km
- 構成：3火山群(ワイスホルン, ニセコ火山群, 雷電火山群)(小嶋ほか編(2003))
- 活動：約200万年前以降に雷電山が活動を開始した。確認された最新のマグマ噴火は、イワオヌプリの約6,000年前である。
- 火山噴出物の分布：溶岩流などの分布は山体近傍に限定される。
- 噴出規模：最近活動したと考えられるイワオヌプリの総噴出量はNEDO(1986, 1987)の分布より、約0.7km³と推定される。



「日本の火山(第3版)」に基づき作成

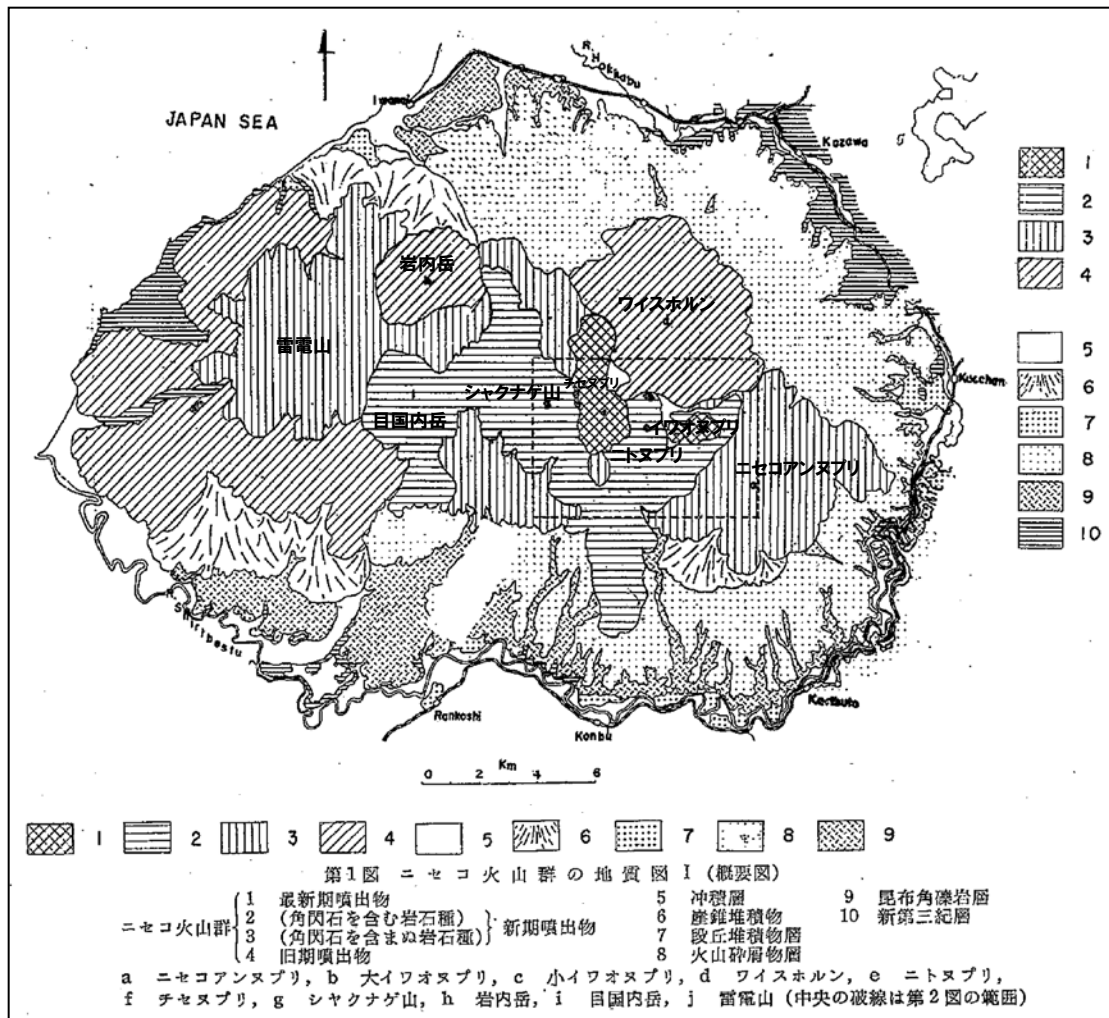
ニセコ・雷電火山群の位置



ニセコ・雷電火山群の地形分類図(小嶋ほか編(2003))

2.1 ニセコ・雷電火山群

地質分布・地質層序 (大場 (1960))



火山地質図(大場(1960))に一部加筆)

地質層序表(大場(1960))に一部加筆)

第1表 地質層序

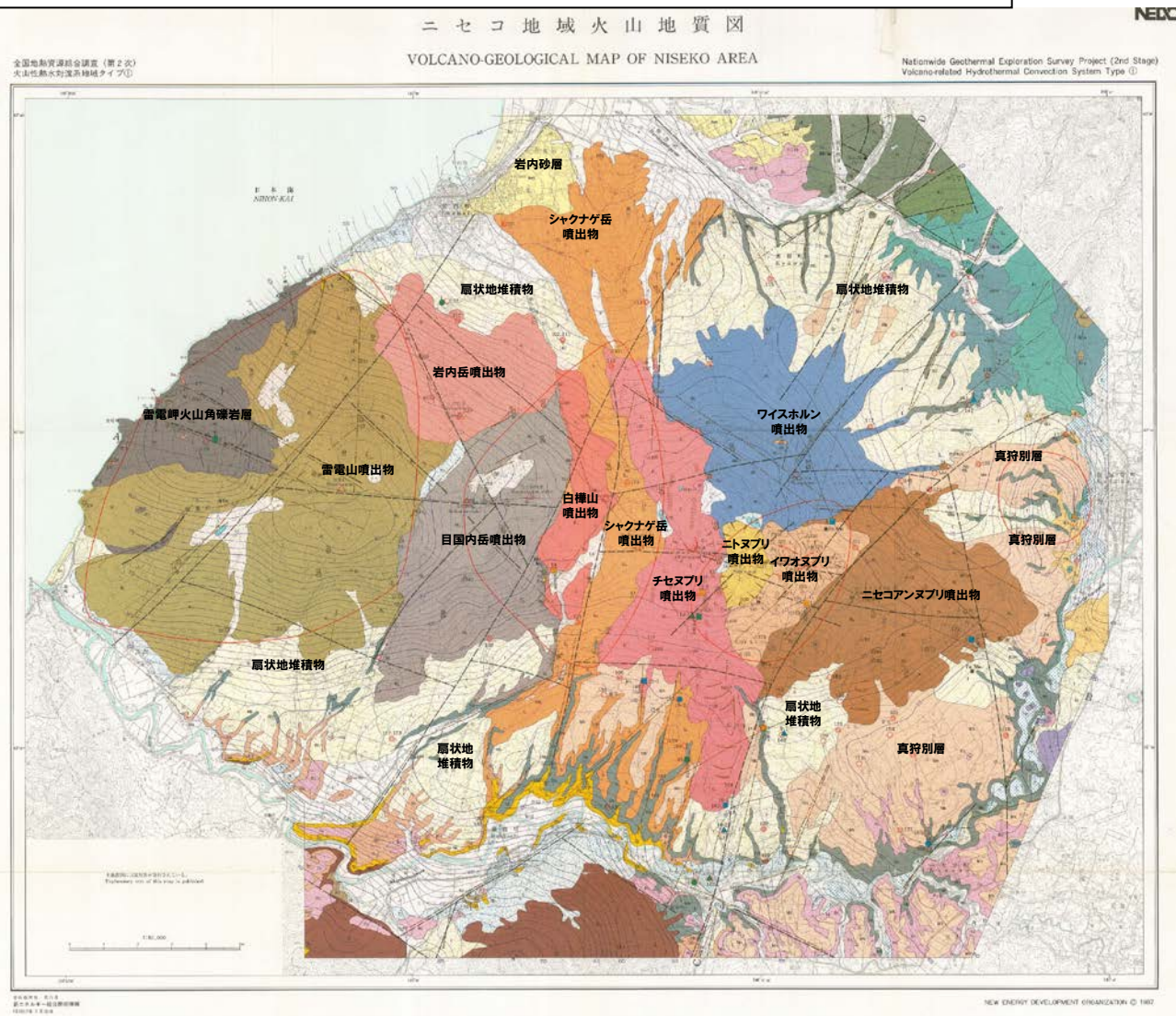
時代	層序	火山活動		
第四紀	沖積世	河床堆積物	大イワオヌプリ	最新期ニセコ火山群
		湖水堆積物	小イワオヌプリ	
		扇状地堆積物	チセヌプリ	
			ニトヌプリ	
第四紀	洪積世	火山砕屑物	シャクナゲヌプリ	新期ニセコ火山群
		段丘堆積物	ニセコアンヌプリ	
			雷電岳(上部)	
			目国内岳	
第三紀	鮮中新世	雷電岳(下部)	旧期ニセコ火山群	
		岩内岳		
		ワイスホルン		
第三紀	新第三紀層			

○ニセコ・雷電火山群による火砕流、溶岩流等の設計対応不可能な火山事象は、敷地まで到達していない。

○活動時期から、「旧期ニセコ火山群」、「新期ニセコ火山群」及び「最新期ニセコ火山群」に分類している。

2.1 ニセコ・雷電火山群

地質分布・地質層序 (NEDO (1986,1987))



【NEDO (1986, 1987) 調査概要】

○目的:
「全国地熱資源総合調査」(旧通商産業省からの補助金で実施)の一環として、1984年～1986年にニセコ地域(ニセコ・雷電火山群)における調査を実施。

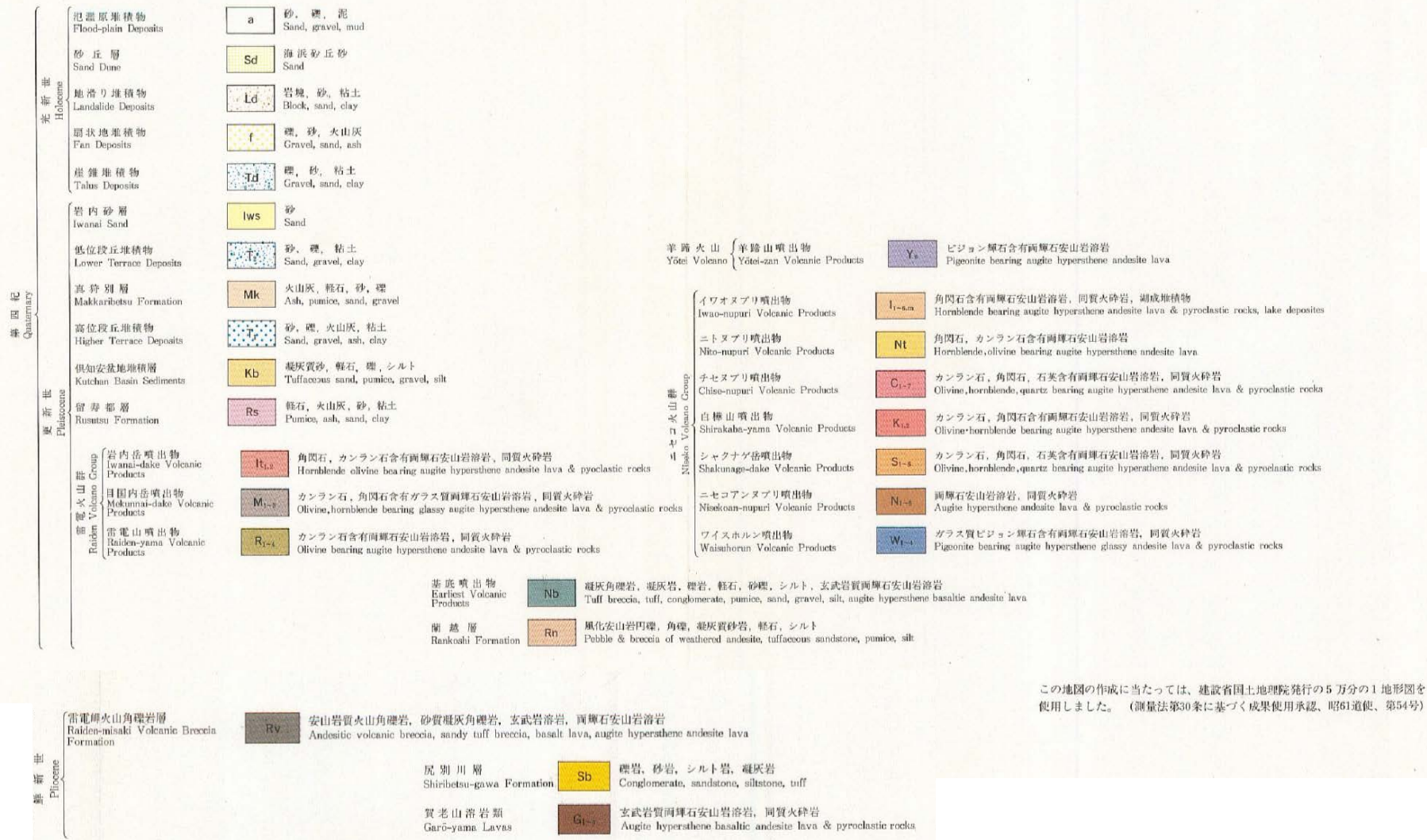
○調査範囲(図幅範囲):
火山地質図作成範囲は、ニセコ・雷電火山群の火山噴出物が分布する範囲。

○調査内容:
基盤の地質構造、火山地質構造(雷電火山群・ニセコ火山群の地質構造)に関する
・空中写真判読
・地表地質踏査
各火山噴出物のフローユニット単位での
・磁化方位測定
・年代測定
・化学組成分析
等を実施。

ニセコ地域火山地質図(NEDO(1987))に一部加筆)

2.1 ニセコ・雷電火山群

地質分布・地質層序 (NEDO (1986,1987))



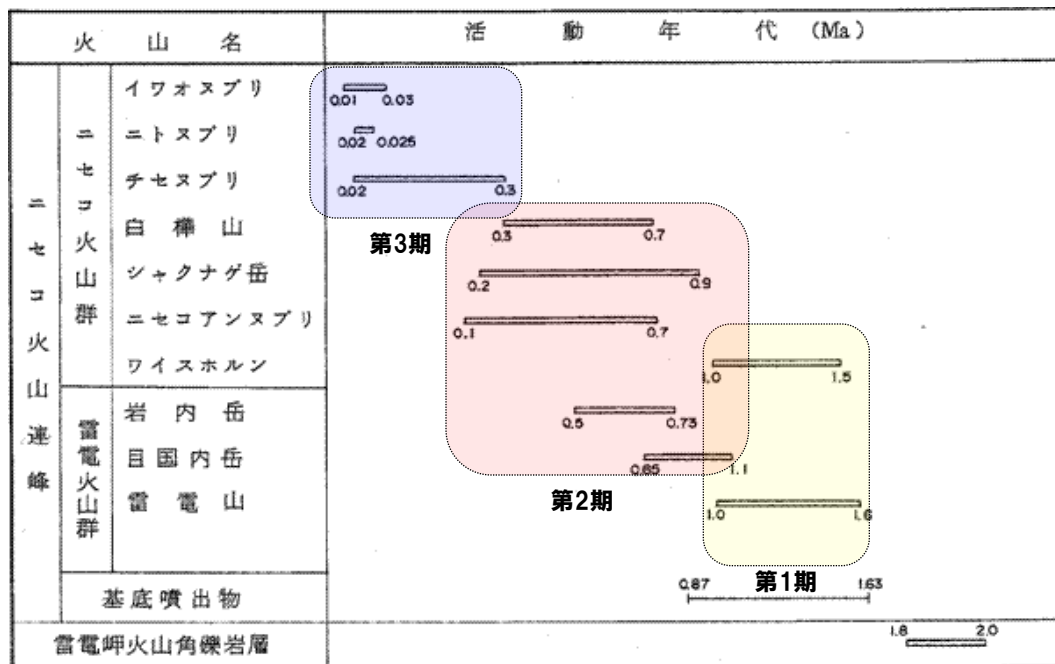
ニセコ地域火山地質図(凡例)(NEDO(1987)より抜粋)

2.1 ニセコ・雷電火山群

地質分布・地質層序 (NEDO (1986,1987))

- ニセコ・雷電火山群による火砕流、溶岩流等の設計対応不可能な火山事象は、敷地まで到達していない。
- 活動時期を、「第1期」、「第2期」及び「第3期」に分類している。
 - 第1期: 雷電山・ワイスホルン
 - 第2期: 目国内岳・岩内岳・ニセコアンヌプリ・シャクナゲ岳・白樺山
 - 第3期: チセヌプリ・ニトヌプリ・イワオヌプリ

ニセコ・雷電火山群の各火山の活動年代(NEDO(1986))に一部加筆)



2.1 ニセコ・雷電火山群

活動時期 (日本地質学会編 (2010))

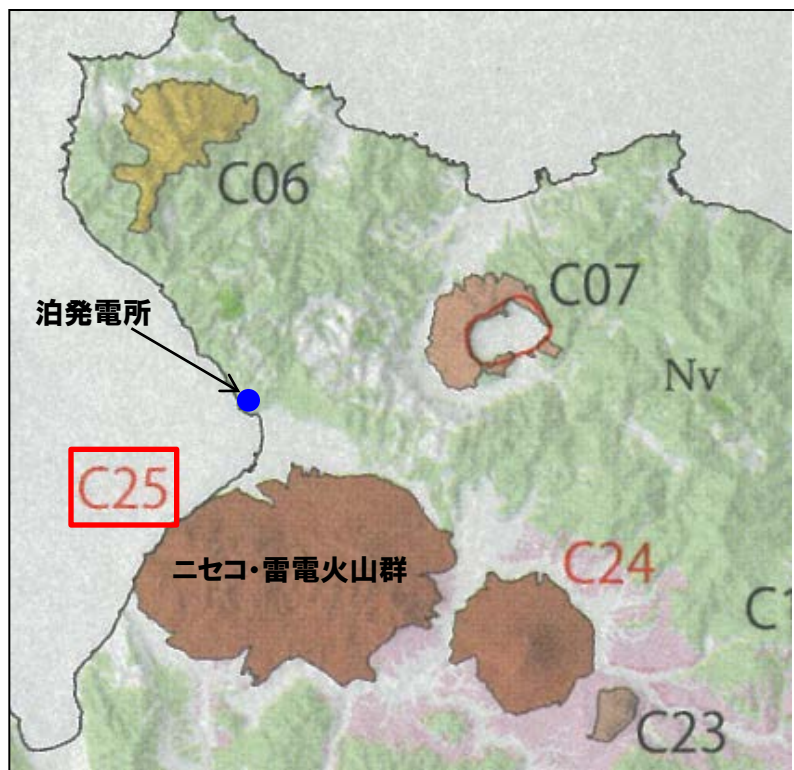
- 活動時期を、「古期火山群」、「中期火山群」及び「新期火山群」に分類している。
- 各火山群を構成する火山体の活動時期は以下とされている。
 - 古期火山群: 雷電火山 ($2.03 \pm 0.28\text{Ma} - 0.99 \pm 0.12\text{Ma}$)
目国内岳火山 ($1.2 \pm 0.2\text{Ma} - 0.62 \pm 0.06\text{Ma}$)
岩内岳火山 ($0.64 \pm 0.13\text{Ma} - 0.5 \pm 0.2\text{Ma}$)
ワイスホルン火山 ($1.3 \pm 0.4\text{Ma} - 0.9 \pm 0.3\text{Ma}$)
 - 中期火山群: 白樺山火山 ($0.68 \pm 0.04\text{Ma} - 0.3 \pm 0.2\text{Ma}$)
シャクナゲ岳火山 ($0.8 \pm 0.05\text{Ma} - 0.30 \pm 0.03\text{Ma}$)
ニセコアンヌプリ火山 ($0.69 \pm 0.35\text{Ma} - 0.25 \pm 0.13\text{Ma}$)
 - 新期火山群: チセヌプリ火山 ($0.3 \pm 0.2\text{Ma} - <0.2\text{Ma}$)
ニトヌプリ火山 ($<0.2\text{Ma}$)
イワオヌプリ火山 ($<0.2\text{Ma}$)

2.1 ニセコ・雷電火山群

地質分布・地質層序 (「日本の火山 (第3版)」)

○ニセコ・雷電火山群による火砕流, 溶岩流等の設計対応不可能な火山事象は, 敷地まで到達していない。

○活動時期は, 前期更新世前半～完新世。



凡例

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

○ Caldera rim (broken indicates inferred rim)

✠ Point of submarine eruption, hydrothermal activity or discolored water

* 赤字の火山番号は完新世活動あるいは現在噴気活動が認められる火山
* Volcanoes with red number accompany Holocene activity or fumarolic activity.

VG: Volcano Group

ニセコ・雷電火山群(C25)の火山地質図
(産総研(2013)「日本の火山(第3版)」に一部加筆)

2.1 ニセコ・雷電火山群

まとめ(地質分布・地質層序)

○大場(1960), NEDO(1986,1987)及び産総研(2013)によれば, いずれも火砕流, 溶岩流等の設計対応不可能な火山事象は, 敷地まで到達していない。

○大場(1960), NEDO(1986,1987)及び日本地質学会編(2010)に示されている活動時期は, 概ね整合的である。

文献記載のニセコ・雷電火山群の活動時期まとめ

	大場(1960)	NEDO(1986,1987)	日本地質学会編(2010)
イワオヌプリ	最新期ニセコ火山群	第3期 (0.3-0.01Ma)	新期火山群 (0.3Ma-<0.2Ma)
チセヌプリ			
ニトヌプリ	新期ニセコ火山群	第2期 (1.1-0.1Ma)	中期火山群 (0.8-0.25Ma)
白樺山			
シャクナゲ岳			
ニセコアンヌプリ			
目国内岳	旧期ニセコ火山群	第1期 (1.6-1.0Ma)	古期火山群 (2.03-0.5Ma)
岩内岳			
ワイスホルン			
雷電山			

2.1 ニセコ・雷電火山群

活動の変遷

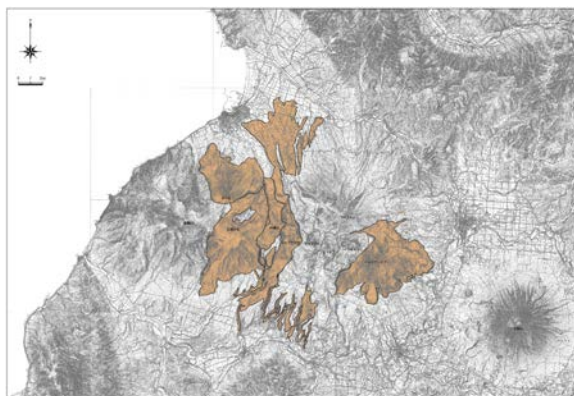
- 児玉ほか (1998b) によれば、ニセコ・雷電火山群の活動は全体として東部に移動しているとされている。
- 勝井ほか (2007) によれば、ニセコ火山の山体形成は、西側からしだいに東側へと波及してゆき、イワオヌプリの活動が最も新しいとされている。
- 気象庁編 (2013) では、江戸時代後半や20世紀初頭にはイワオヌプリ山頂部で噴気活動があったとされている。
- 奥野 (2003) によれば、イワオヌプリから噴出されたスコリア直下の腐植土の¹⁴C年代値が、 $6,030 \pm 80$ BPとされており、他のニセコ・雷電火山群の火山噴出物の年代値と比較しても新しい。



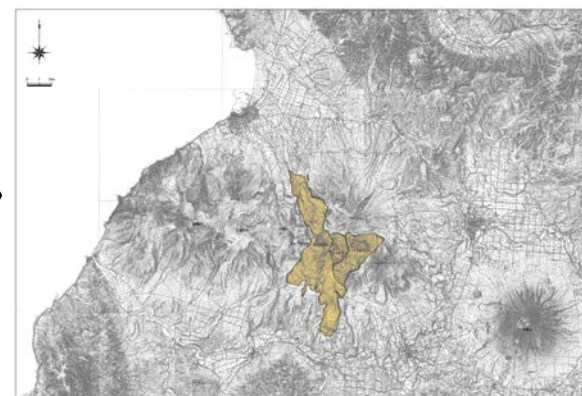
- 活動は大局的に西から内陸部へ移動し、ニセコ・雷電火山群の最新の活動はイワオヌプリであると考えられる。



第1期 (1.6-1.0Ma)
雷電山: 1.6-1.0Ma
ワイスホルン: 1.5-1.0Ma



第2期 (1.1-0.1Ma)
目国内岳: 1.1-0.65Ma, 岩内岳: 0.73-0.5Ma
ニセコアンヌプリ: 0.7-0.1Ma, シャクナゲ岳: 0.9-0.2Ma
白樺山: 0.7-0.3Ma



第3期 (0.3-0.01Ma)
チセヌプリ: 0.3-0.02Ma
ニトヌプリ: 0.025-0.02Ma
イワオヌプリ: 0.03-0.01Ma

ニセコ・雷電火山群の活動の変遷 (地質分布はNEDO (1987) を複写, 年代値はNEDO (1986) による)

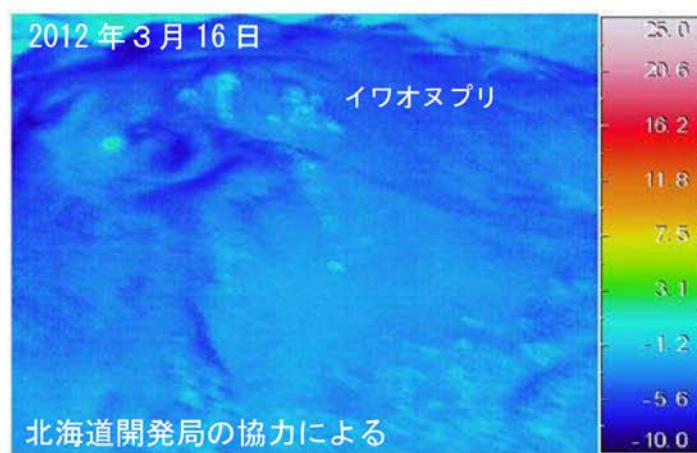
2.1 ニセコ・雷電火山群

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	

2. 1 ニセコ・雷電火山群

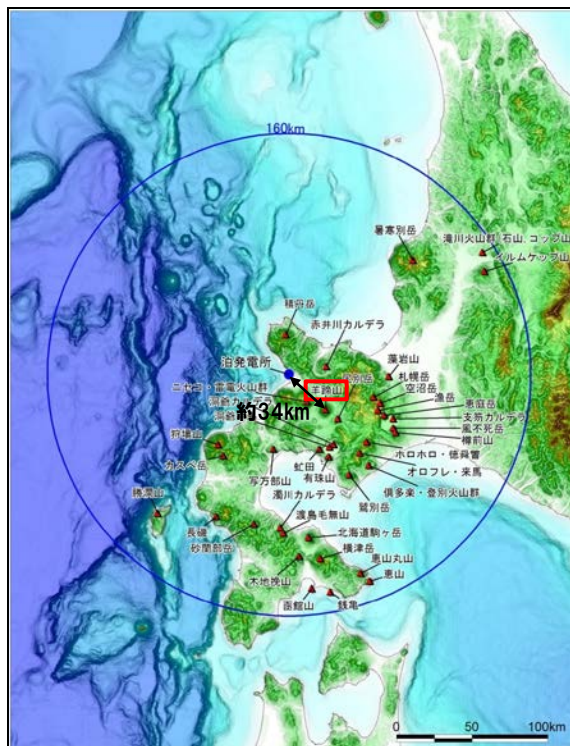
まとめ(ニセコ・雷電火山群)

- 大場(1960), NEDO(1986,1987)及び産総研(2013)によれば, いずれも火砕流, 溶岩流等の設計対応不可能な火山事象は, 敷地まで到達していない。
- 大場(1960), NEDO(1986,1987)及び日本地質学会編(2010)に示されている活動時期は概ね整合的である。
- 最新の活動はイワオヌプリであると考えられる。
- 気象庁の火山活動解説資料によれば, 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されている。

2.2 羊蹄山

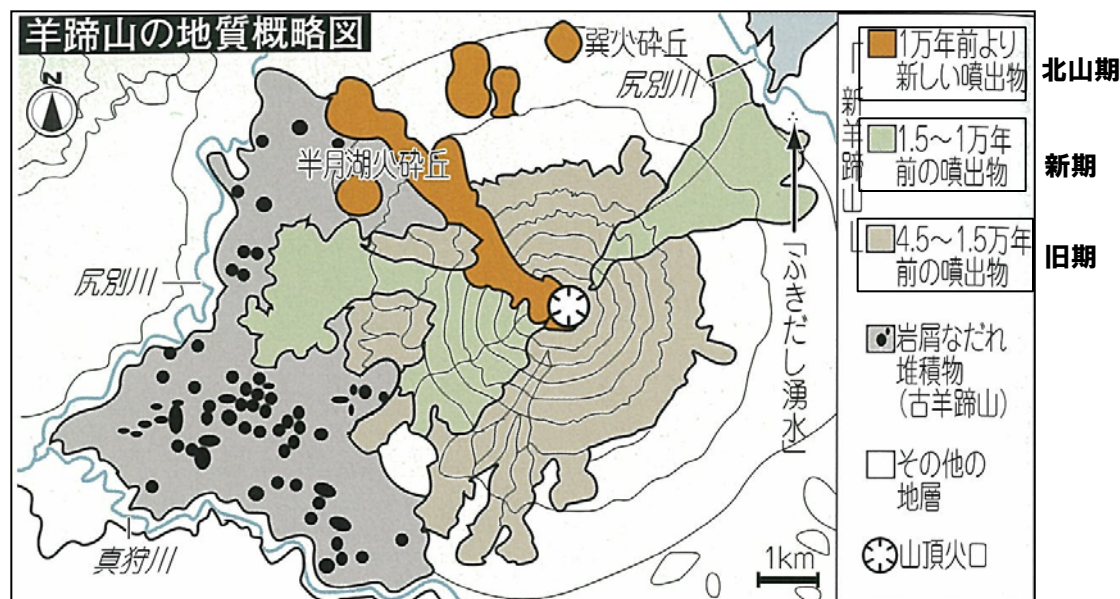
羊蹄山

- 位置：敷地の南東方約34km
- 構成：古羊蹄火山を完全に覆って新羊蹄火山が分布する。
- 活動：約6～7万年前に古羊蹄火山が活動を開始し、約4万5千年前に西側斜面が崩壊した。その後、新羊蹄火山の活動は、「旧期」、「新期」及び「北山期」に分類される。最新の活動は、山頂近傍の「北山火口群」における約2500年前の小規模な噴火(北山期)とされており、現在、活動休止期にあるとされている(勝井ほか(2007))。
- 火山噴出物の分布：
溶岩流や岩屑なだれ等の分布は山体周辺に分布する。町田・新井(2003)によれば、降下火砕物は羊蹄第1火山灰(Yo-1)及び羊蹄第3火山灰(Yo-3)があり、羊蹄山の東方に堆積している。
- 噴出規模：上澤ほか(2011)及び勝井ほか(2007)より、1万年前以降の活動による噴出量は約0.2km³と推定される。



羊蹄山の位置

「日本の火山(第3版)」に基づき作成



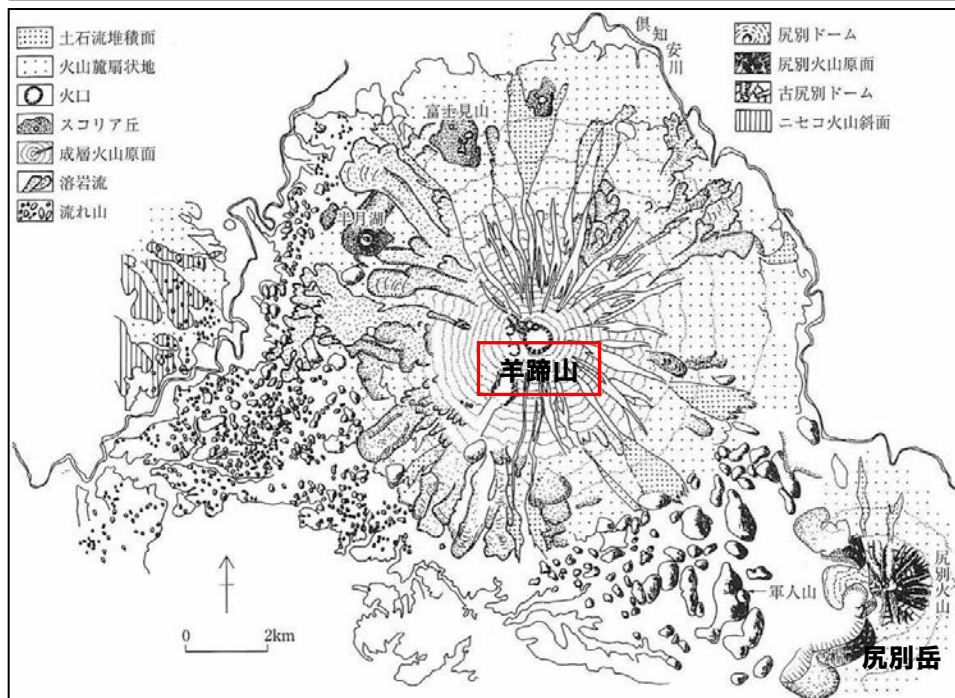
羊蹄山の地質概略図(勝井ほか(2007))

2.2 羊蹄山

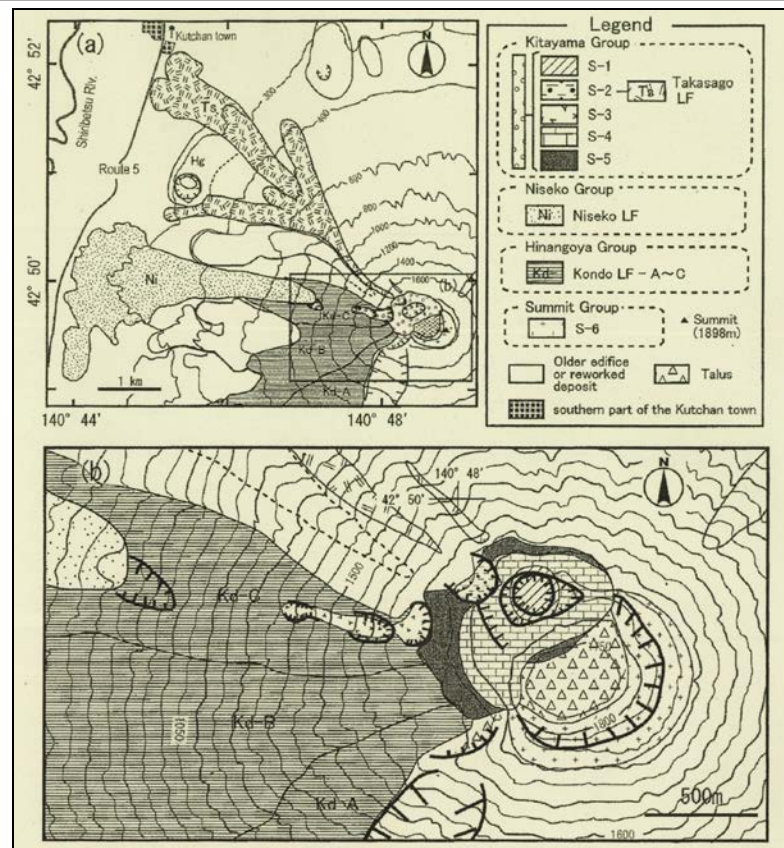
地質分布

○羊蹄山から噴出した溶岩流や岩屑なだれ等は山体周辺に分布する。

○最新の活動は、山頂近傍の「北山火口群」における約2,500年前の小規模なものとされている。



羊蹄山の地形分類図(小嶋ほか編(2003)に一部加筆)



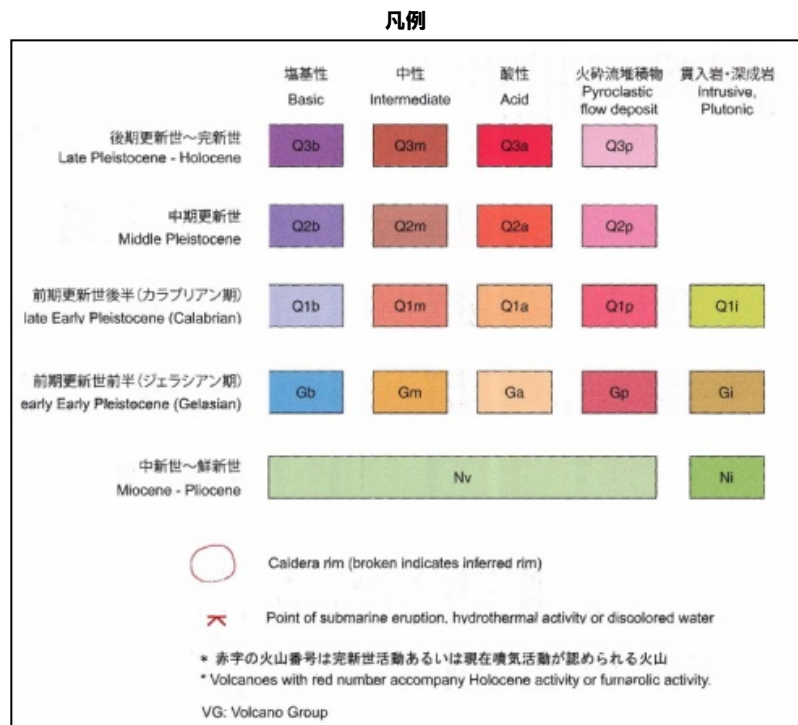
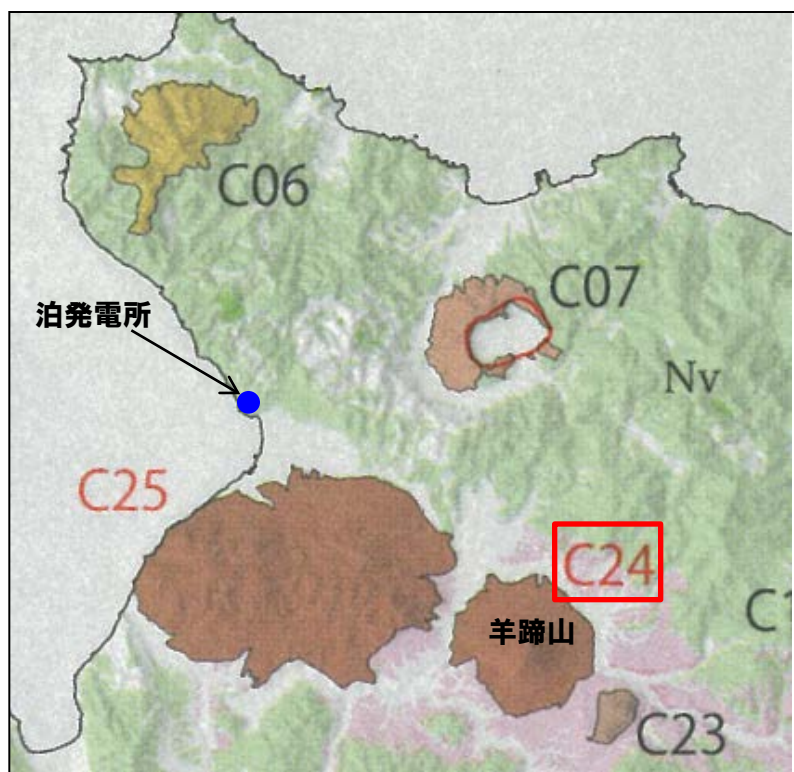
完新世における羊蹄山山頂周辺の火口からの噴出物の分布
(上澤ほか(2011))

2.2 羊蹄山

地質分布（「日本の火山（第3版）」）

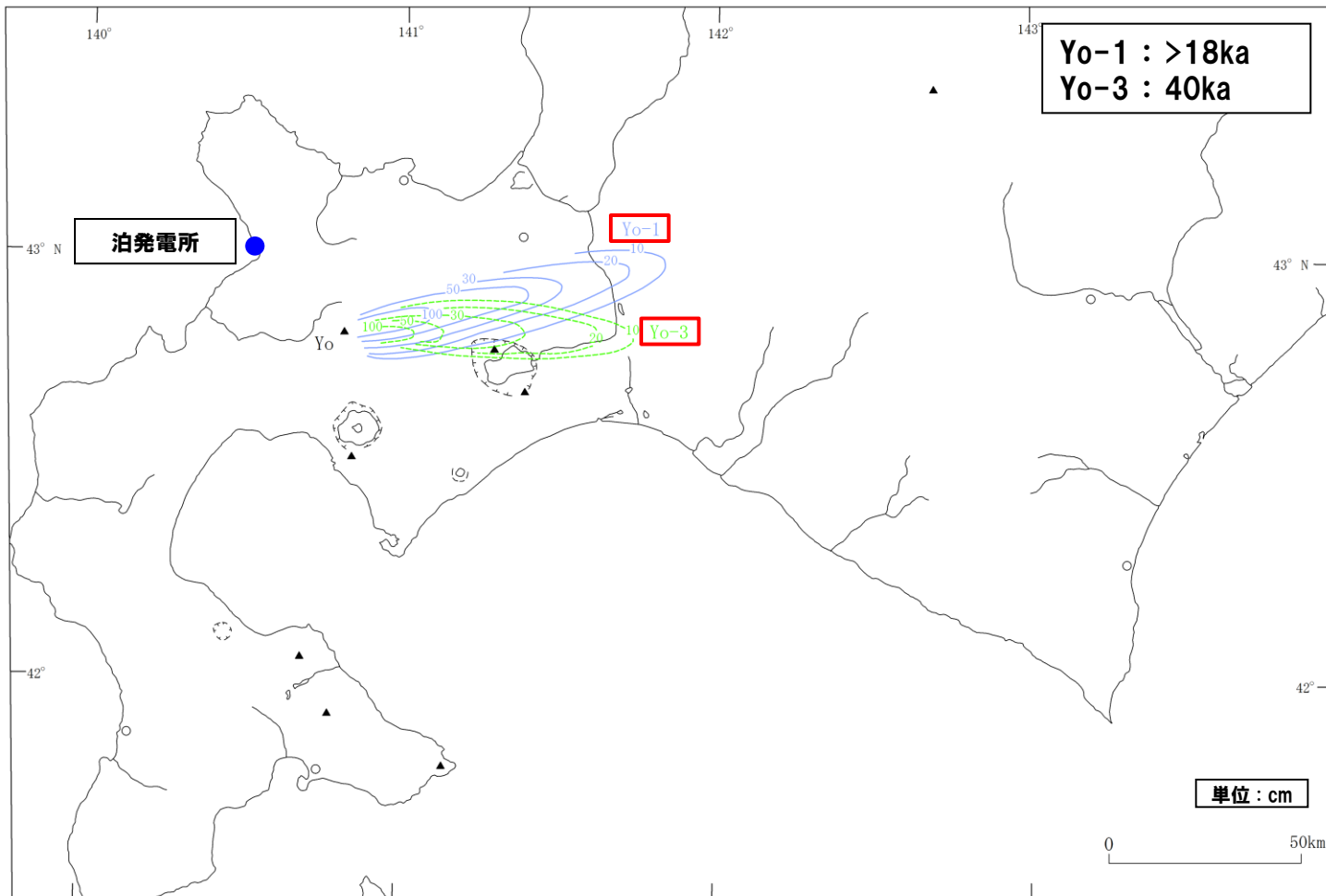
○羊蹄山による火砕流、溶岩流等の設計対応不可能な火山事象は、敷地まで到達していない。

○活動時期は、後期更新世～完新世。



羊蹄山(C24)の火山地質図
(産総研(2013)「日本の火山(第3版)」に一部加筆)

降下火砕物の分布



羊蹄第1火山灰(Yo-1)及び羊蹄第3火山灰(Yo-3)の分布(町田・新井 (2003) に一部加筆)

- 降下火砕物としては、Yo-1及びYo-3の分布が認められる。
- これらは、羊蹄山より東方に分布しており、敷地周辺では認められない。

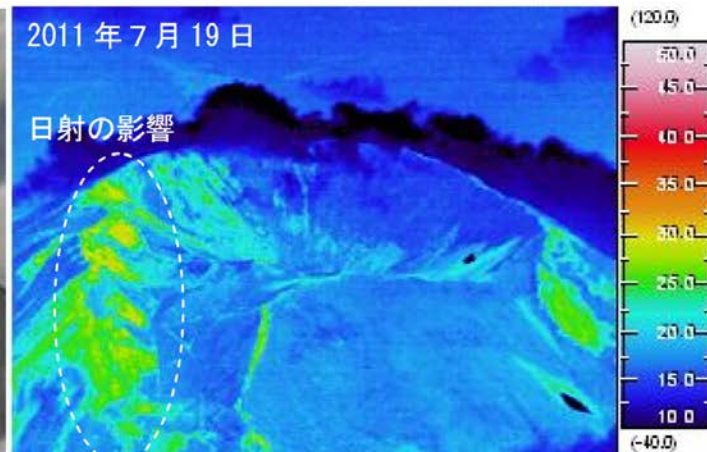
2.2 羊蹄山

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	

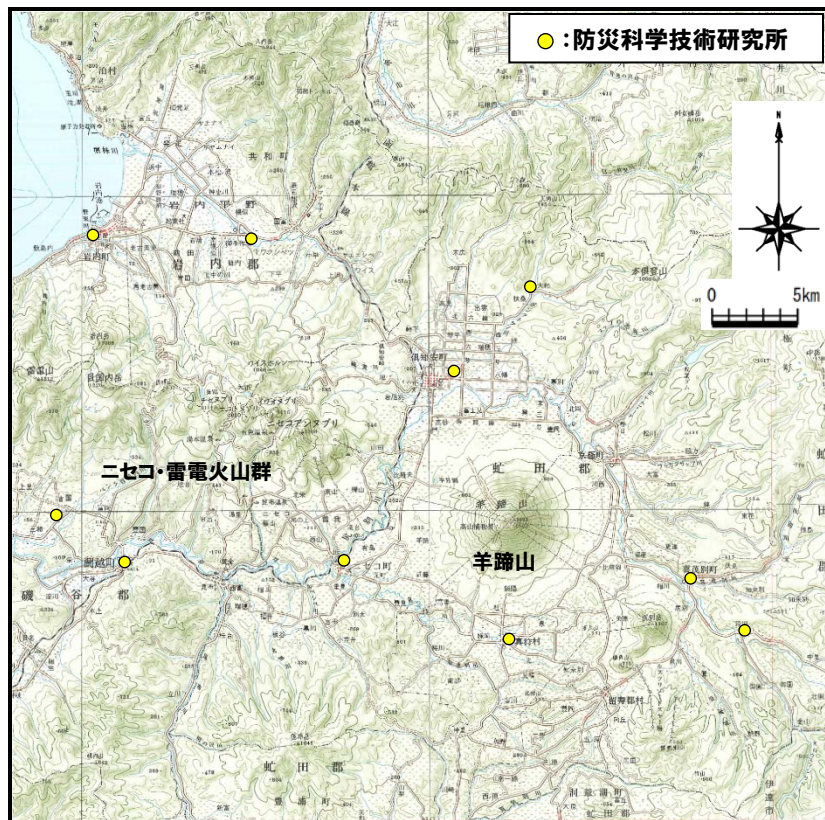
2.2 羊蹄山

まとめ(羊蹄山)

- 代表的な文献(勝井ほか(2007), 小疇ほか編(2003), 上澤ほか(2011), 産総研(2013)等)によれば, いずれも火砕流, 溶岩流等の設計対応不可能な火山事象は, 敷地まで到達していない。
- 新羊蹄火山の活動時期については, 「旧期」, 「新期」及び「北山期」に分類され, 最新の活動は, 約2,500年前の小規模な噴火とされている。
- 羊蹄山は現在, 活動休止期にあるとされている。
- 降下火砕物としてはY₀-1及びY₀-3の分布が認められ, 羊蹄山より東方に分布し, 敷地周辺では認められない。
- 気象庁によれば, 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されている。

2.3 火山性地震

ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺の地震活動(「日本活火山総覧(第4版)」)

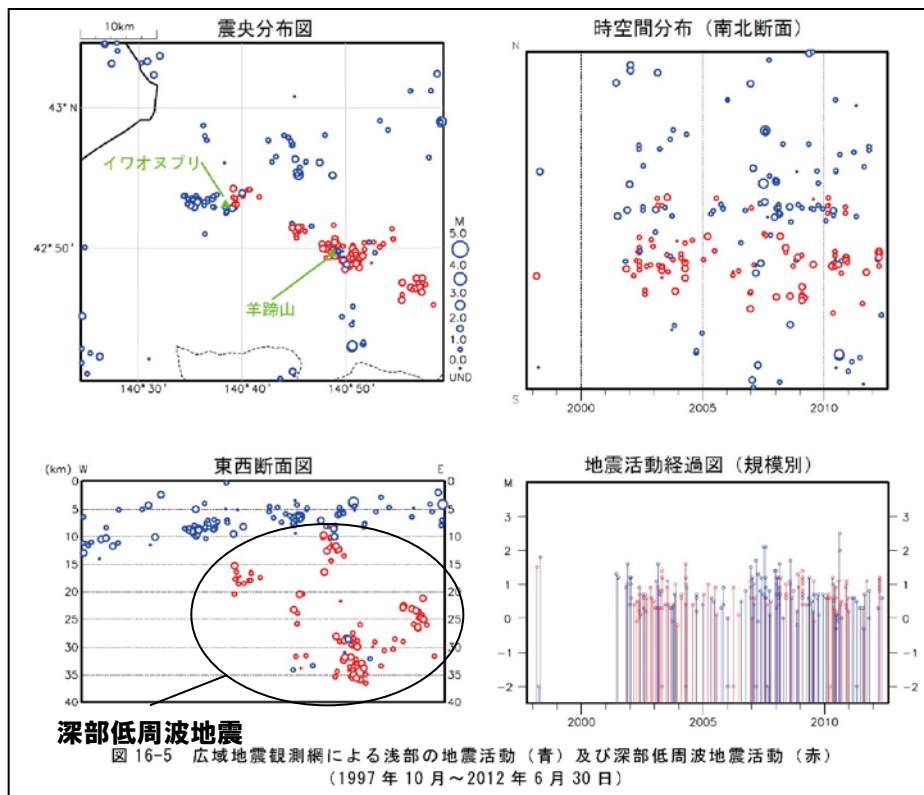


- ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺には、公的機関の地震計が設置されている。
- 「日本活火山総覧(第4版)」(気象庁編(2013))に地震活動及び深部低周波地震活動の時空間分布が取りまとめられている。

ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺の地震計位置図
(「日本活火山総覧(第4版)」に基づき作成)

2.3 火山性地震

ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺の地震活動(「日本活火山総覧(第4版)」)



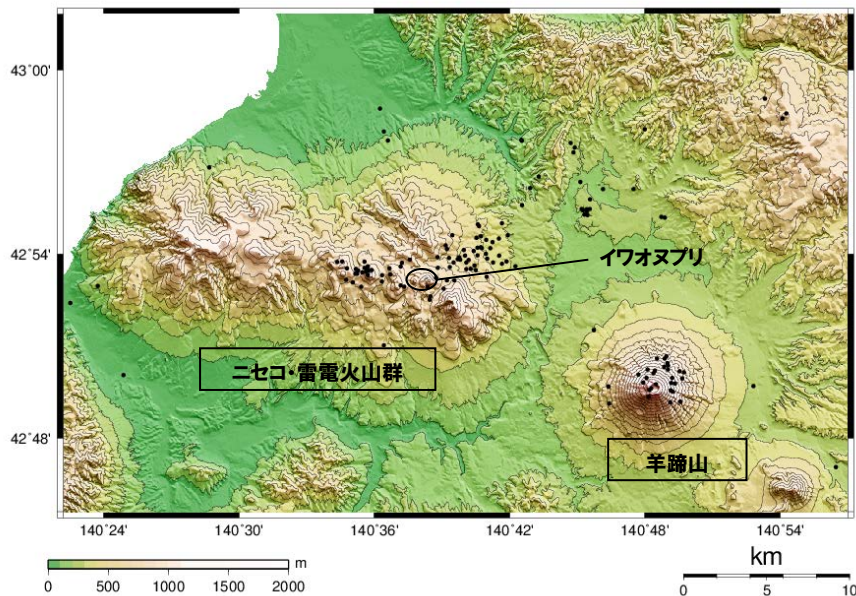
- イワオヌプリ及び羊蹄山周辺においては、散発的に震央の分布が認められる。
- 浅部の地震活動は、イワオヌプリ及び羊蹄山周辺に認められるが、規模・位置の時空間分布に変化の兆候は認められない。
- 深部低周波地震活動(約10km以深)は、イワオヌプリ及び羊蹄山周辺に認められるが、規模・位置の時空間分布に変化の兆候は認められない。

ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺の地震活動

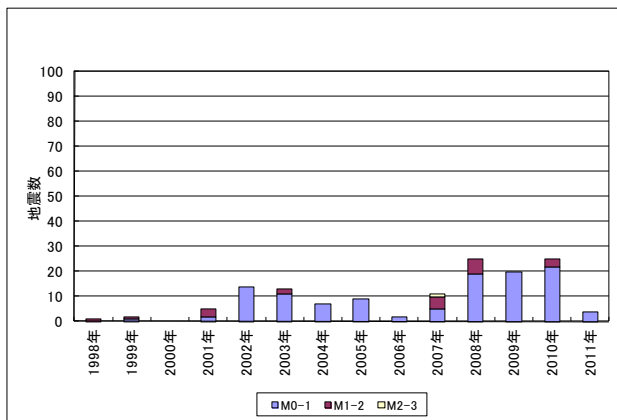
(1997年10月~2012年6月30日、「日本活火山総覧(第4版)」に一部加筆)

2.3 火山性地震

ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山の地震活動(地震年報)



ニセコ・雷電火山群, 羊蹄山周辺の震央分布図
(1983/1/1~2011/12/31の記録(深さ20km以浅))



地震発生数の年別時間変化(1998~2011年 深さ20km以浅)

○過去約30年間におけるニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺の深さ20km以浅の地震活動の震央分布を示す。震央のデータは地震年報(気象庁(2011))のものを使用した。

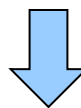
○ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺においては、イワオヌプリ及び羊蹄山周辺に散発的に震央の分布が認められる。

○M1以上の地震の発生は少なく、火山性地震が増加しているような傾向は認められない。

2.3 火山性地震

まとめ

- ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺の火山性地震について文献調査を行った。
- 公的機関の観測結果を取りまとめた「日本活火山総覧(第4版)」の内容及び地震年報のデータについて検討した。
- 調査・検討の結果は以下のとおり。
 - ・イワオヌプリ及び羊蹄山周辺に散発的に震央の分布が認められる。
 - ・浅部の地震活動は、イワオヌプリ及び羊蹄山周辺に認められるが、規模・位置の時空間分布に変化の兆候は認められない。
 - ・深部低周波地震活動(約10km以深)は、イワオヌプリ及び羊蹄山周辺に認められるが、規模・位置の時空間分布に変化の兆候は認められない。



- 地震活動は散発的であり、イワオヌプリ及び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されている気象庁の報告と調和的である。

2.4 地殻変動

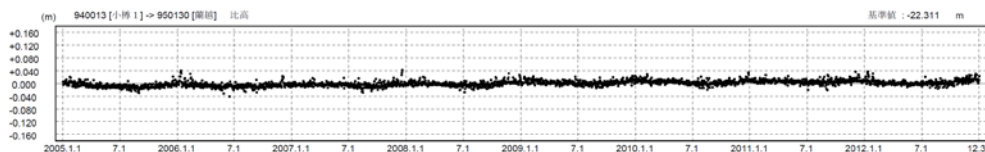
変動量解析結果

- 国土地理院の電子基準点データを用いて、ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺の地殻変動について解析を行った(対象期間:2005年1月~2012年12月)。
- ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺の4基準点(京極, 共和, 寿都, 蘭越)の年間上下変動量を示す。
- 各基準点とも, 年間上下変動量に大きな変動はなく, 顕著な隆起や沈降の傾向は認められない。
- 次ページ以降, 東北地方太平洋沖地震発生前後年の年間変動ベクトル図(上下)を示す。

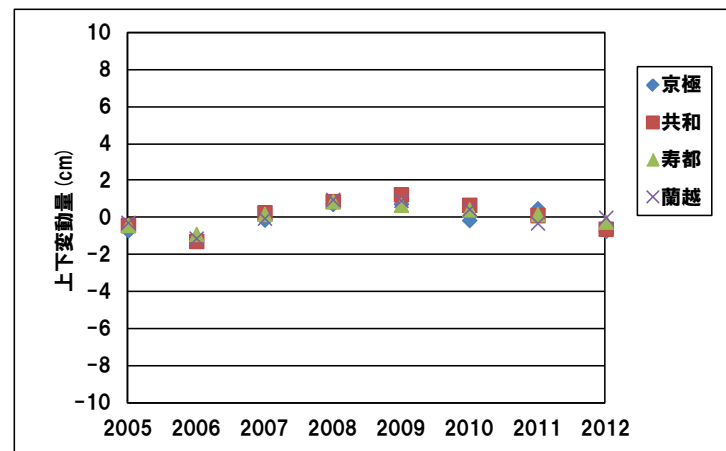
年間上下変動量 (cm)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
京極	-0.68	-1.15	-0.10	+0.75	+0.76	-0.12	+0.51	-0.71
共和	-0.39	-1.25	+0.30	+0.90	+1.27	+0.70	+0.14	-0.59
寿都	-0.39	-0.87	+0.21	+0.90	+0.70	+0.45	+0.20	-0.21
蘭越	-0.25	-1.10	-0.02	+0.99	+0.94	+0.48	-0.28	+0.02

(固定局:小樽1)



小樽1-蘭越間の基線長変化(比高)



年間上下変動量のグラフ

2.4 地殻変動

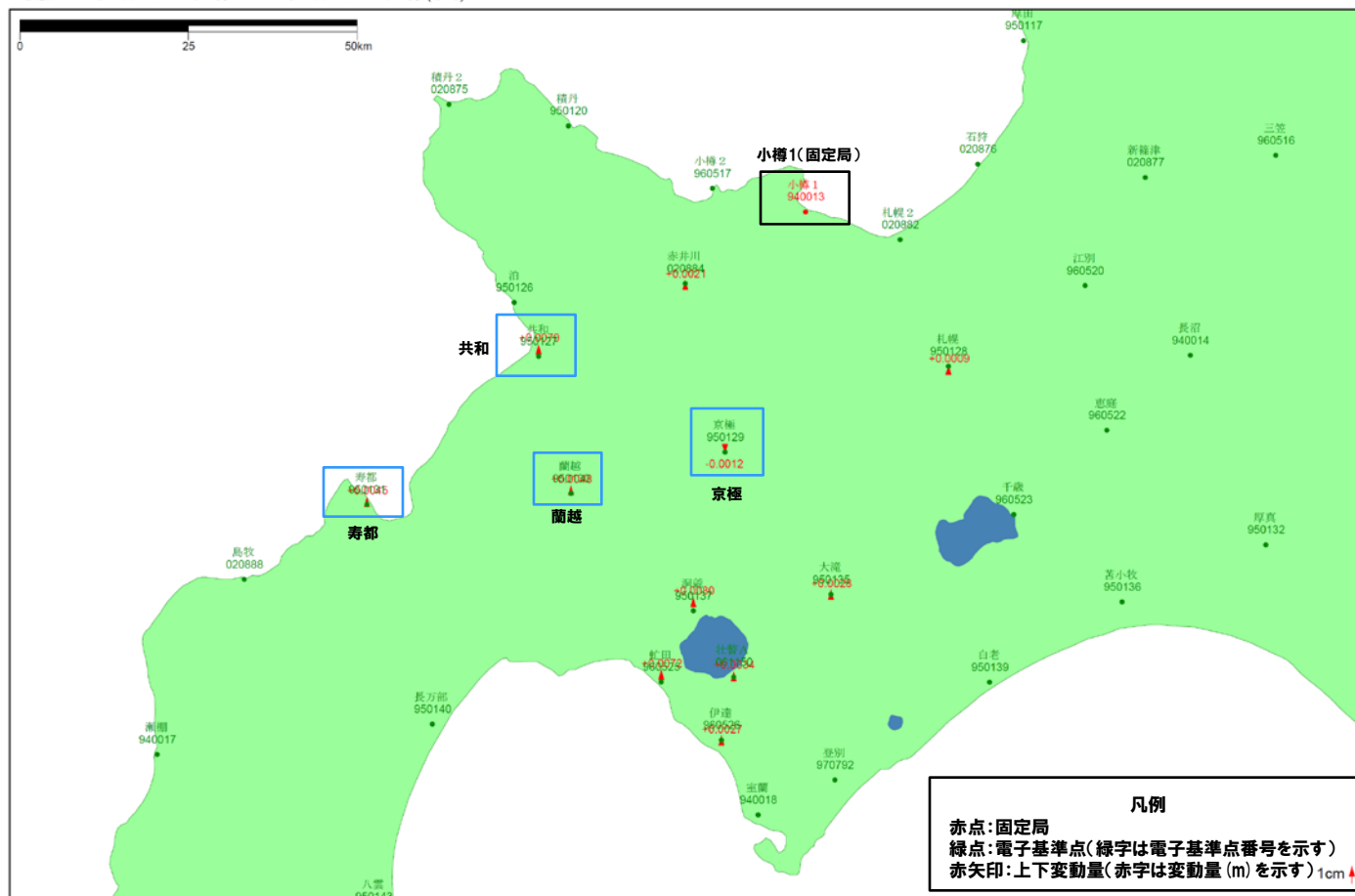
変動量解析結果

- 東北地方太平洋沖地震発生前, 2010年の変動ベクトル図(上下)を示す。
- 周囲の基準点と比較しても, ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺での顕著な隆起や沈降は認められない。

基準値: 2010年1月1日00時00分～2010年1月10日23時59分(平均)
比較値: 2010年12月22日00時00分～2010年12月31日23時59分(平均)

ベクトル図(上下)

固定局: 940013



赤: Bernese FO [IGS]

「この地図の作成にあたっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の300万分の1日本とその周辺及び100万分の1日本を使用したものである。(承認番号 平20業使、第226号)」

電子基準点の変動ベクトル図(上下)
(対象期間:2010.1~2010.12)

2.4 地殻変動

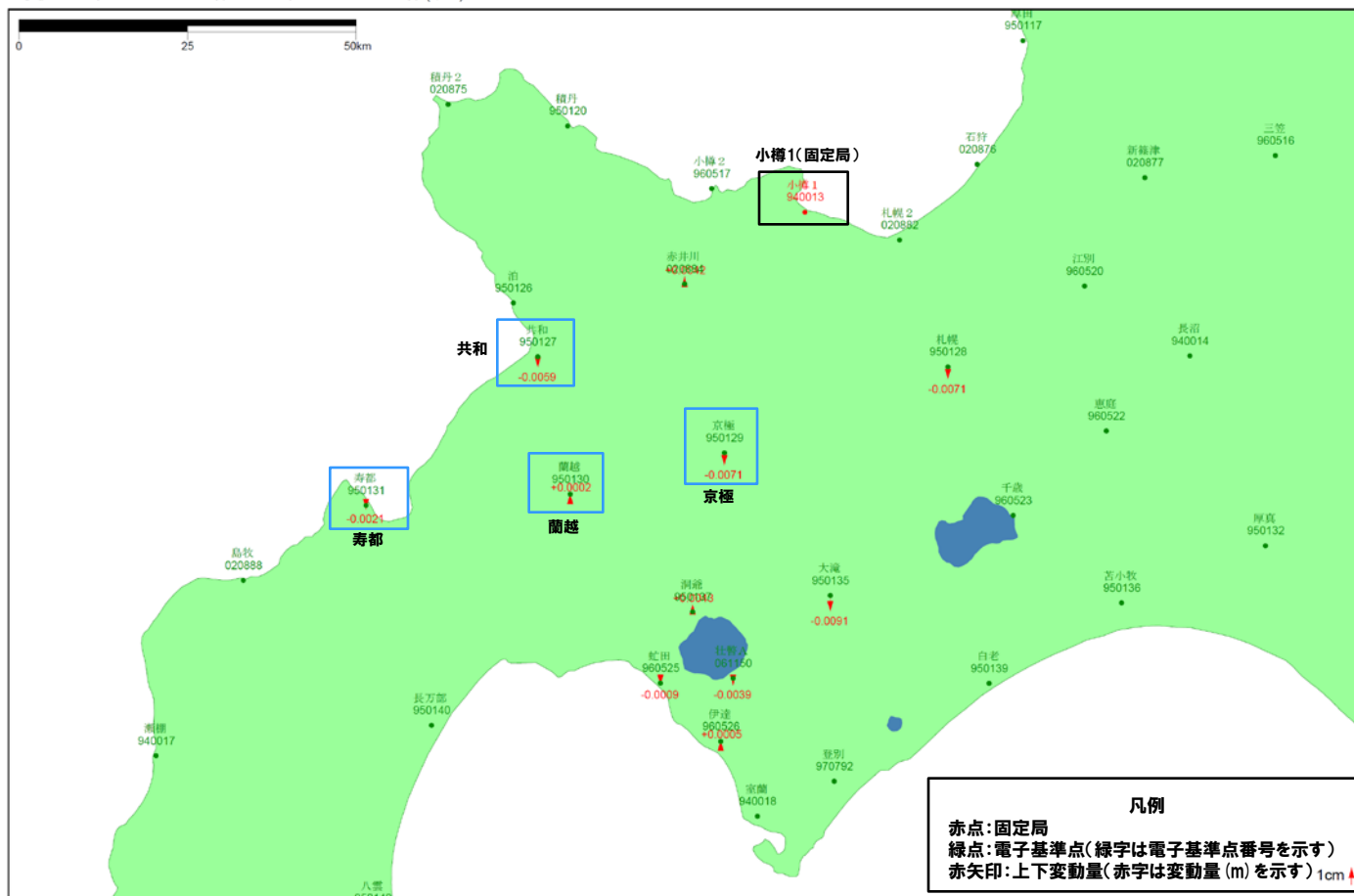
変動量解析結果

- 東北地方太平洋沖地震発生後、2012年の変動ベクトル図(上下)を示す。
- 周囲の基準点と比較しても、ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺での顕著な隆起や沈降は認められない。

基準値: 2012年1月1日00時00分～2012年1月10日23時59分(平均)
比較値: 2012年12月22日00時00分～2012年12月31日23時59分(平均)

ベクトル図(上下)

固定局: 940013



赤: Bernese FO [IGS]

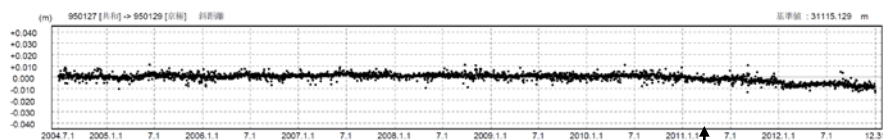
「この地図の作成にあたっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の300万分の1日本とその周辺及び100万分の1日本を使用したものである。(承認番号 平20業使、第226号)」

電子基準点の変動ベクトル図(上下)
(対象期間: 2012.1～2012.12)

2.4 地殻変動

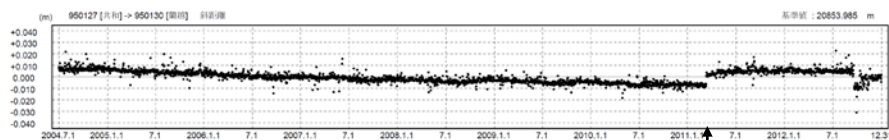
変動量解析結果

- ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺の4観測点(京極, 共和, 寿都, 蘭越)を結んだ5測線の基線長の斜距離変化を示す(対象期間:2004年7月~2012年12月)。
- 各測線ともに, 東北地方太平洋沖地震前後で不連続が認められるものの, 対象期間において変化は緩やかであり, 顕著な膨張や収縮は認められない。



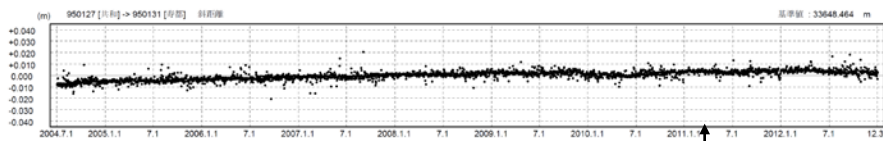
① 共和-京極間の斜距離変化

東北地方太平洋沖地震



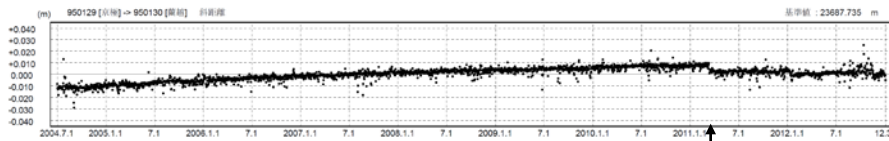
② 共和-蘭越間の斜距離変化

東北地方太平洋沖地震



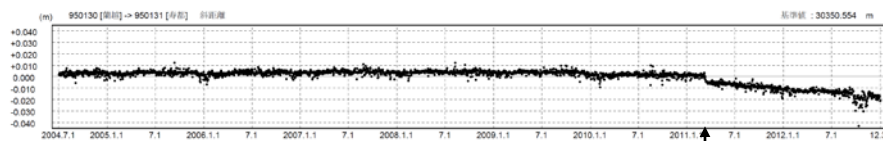
③ 共和-寿都間の斜距離変化

東北地方太平洋沖地震



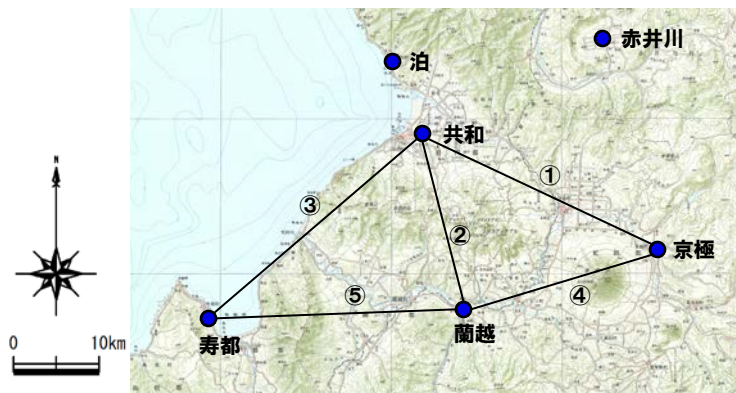
④ 京極-蘭越間の斜距離変化

東北地方太平洋沖地震



⑤ 蘭越-寿都間の斜距離変化

東北地方太平洋沖地震



ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山周辺観測点位置図

2.5 まとめ(ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山)

ニセコ・雷電火山群

➤ニセコ・雷電火山群:

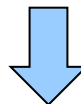
- 代表的な文献によれば、火砕流、溶岩流等の設計対応不可能な火山事象は、敷地まで到達していない。
- ニセコ・雷電火山群の最新の活動はイワオヌプリと考えられる。
- 気象庁によれば、イワオヌプリには噴気や地熱域は認められず、噴火の兆候は認められないとされている。

➤火山性地震:

- 地震活動は散発的であり、イワオヌプリに噴火の兆候は認められないとされている気象庁の報告と調和的である。

➤地殻変動:

- 地殻変動等がほとんど認められず、イワオヌプリに噴火の兆候は認められないとされている気象庁の報告と調和的である。



- 追加検討結果を踏まえても、ニセコ・雷電火山群において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ものと評価する。
- ニセコ・雷電火山群については、敷地から近いことや、敷地との間に地形的障害物がないことを考慮し、念のため、地殻変動等について、現在の状況から有意な傾向の変化がないことを確認するため、自主的にモニタリングを行うことを計画している。その内容については後述する。

2.5 まとめ(ニセコ・雷電火山群及び羊蹄山)

羊蹄山

➤ 羊蹄山:

○代表的な文献によれば、火砕流、溶岩流等の設計対応不可能な火山事象は、敷地まで到達していない。

○降下火砕物は、羊蹄山より東方に分布し、敷地周辺では認められない。

○羊蹄山の最新の活動は約2,500年前の小規模な噴火とされており、現在、活動休止期にあるとされている。

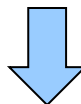
○気象庁によれば、羊蹄山には噴気や地熱域は認められず、噴火の兆候は認められないとされている。

➤ 火山性地震:

○地震活動は散発的であり、羊蹄山に噴火の兆候は認められないとされている気象庁の報告と調和的である。

➤ 地殻変動:

○地殻変動等がほとんど認められず、羊蹄山に噴火の兆候は認められないとされている気象庁の報告と調和的である。



○追加検討結果を踏まえても、羊蹄山において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ものと評価する。

No.	指摘事項
3	<p>尻別岳については、町田・新井(2003)では、最新活動時期が7万年前との記載があるので、再度文献等を確認すること。</p> <p>現在の支笏カルデラが活動ステージのどのステージにあるのか検討すること。</p>

3.1 尻別岳

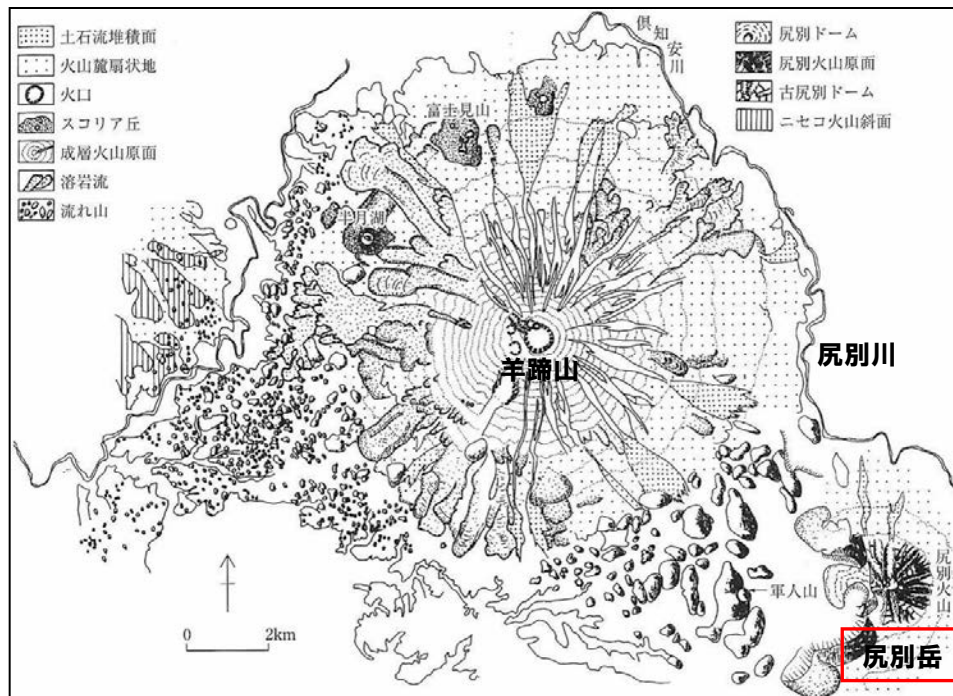
尻別岳

- 位置：敷地の南東方約44km
- 構成：標高1107mの溶岩ドーム。10-5万年前で、溶岩ドームは西側に山体崩壊を起こしており、軍人山などの流れ山が形成された。
- 活動時期：数十万年前(産総研 日本の火山(DB)), 約7万年前(町田・新井 (2003)), 約5万2千年前(中川ほか(2011))
- 火山噴出物の分布：溶岩流, 流れ山等の分布は山体近傍に限定される。



尻別岳の位置

「日本の火山(第3版)」に基づき作成



尻別岳の地形分類図(小疇ほか編(2003)に一部加筆)

3.1 尻別岳

地質分布(1/20万地質図幅「岩内」及び「札幌」)

- 1/20万地質図幅「岩内」(1991) 及び「札幌」(1980) に、尻別岳起源とされる喜茂別火砕流堆積物について分布が示されている。
- 喜茂別火砕流堆積物の分布範囲は、尻別岳近傍の尻別川流域に限定される。
- 喜茂別火砕流堆積物の層位は、熱郭軽石流堆積物(洞爺火砕流堆積物相当)の下位とされている。
- 喜茂別火砕流堆積物の岩相は、流紋岩質溶結凝灰岩とされる。



「岩内」 ← → 「札幌」

地質図(1/20万地質図幅「岩内」(1991) 及び「札幌」(1980) に一部加筆)

3.1 尻別岳

地質分布(1/20万地質図幅「岩内」及び「札幌」)

浸食堆積物 Flood plain deposits	a	砂・礫及び粘土 Sand, gravel and clay
砂丘堆積物 Sand dune deposits	s	砂 Sand
扇状地堆積物 Fan deposits	f	砂・礫・シルト・粘土及び火山灰 Sand, gravel, silt, clay and volcanic ash
尾積堆積物 Talus deposits	td	礫・砂及び粘土、火砕流堆積物を伴う Gravel, sand and clay, with pyroclastic flow deposit
貝内砂層 Island Sand	is	砂 Sand
噴火山 Paratitic volcano	Vp	噴石火山岩漿岩及び火山碎屑物 Pyroclastic material lava and pyroclastic materials
火山碎屑物 Pyroclastic materials	Vb	火山岩塊・火山弾・火山灰・軽石及びスコリア Volcanic block, volcanic bomb, volcanic ash, pumice and scoria
溶岩 Lava	Vl	噴石火山岩漿岩 Pyroclastic andesite lava
低位段丘堆積物 Lower terrace deposits	la	砂・礫・粘土及び火山灰 Sand, gravel, clay and volcanic ash
赤井川粘土層及びローム層 Akaiwa Clay and Loam	ak	粘土及びローム Clay and loam
貫形層 Makkaribetsu Formation	Yp	火山砂・火山灰・火山灰土・スコリア及び粘土、岩層ならびに礫物を含む Volcanic sand, volcanic ash, volcanic ash with scoria and clay, with detrital-terrace deposit
高位段丘堆積物 Higher terrace deposits	la	砂・礫及び粘土 Sand, gravel and clay
帯加安地帯堆積物 Kaihan Basin Deposit	Ka	凝灰質砂・軽石・礫及びシルト Tuffaceous sand, pumice, gravel and silt
知床層 Chitara Formation	ch	砂・礫及び粘土 Sand, gravel and clay
柱状溶岩堆積物 Sotokuji Welded Tuff	so	輝石火山岩溶岩溶岩 Pyroclastic welded tuff
岩舟層 Ranetsu Formation	ru	軽石・火山灰・砂及び粘土、軽石流堆積物を含む Pumice, volcanic ash, sand and clay, with pumice-flow deposit
熱河軽石流堆積物 Naga Dandelion-Flow Deposits	np	軽石及び火山灰 Pumice and volcanic ash
金茂別大沖流堆積物 Kimetsu Pyroclastic Flow Deposits	ki	凝結岩溶岩溶岩 Rhyolite welded tuff

凡例

(1/20万地質図幅「岩内」(1991)に一部加筆)

浸食堆積物 Flood plain deposits	a	砂・礫および粘土 Sand, gravel and clay
低層浸食堆積物 Low moor deposits	ps	スズを含まない泥炭 Peat without Curca
中間層浸食堆積物 Transitional moor deposits	ps	ワカスギ泥炭 Eriophorum angustatum peat
高層浸食堆積物 High moor deposits	ps	ミスゴウ泥炭 Sphagnum peat
砂丘堆積物 Sand dune deposits	s	砂 Sand
扇状地堆積物 Fan deposits	f	砂・礫・シルトおよび粘土 Sand, gravel, silt and clay
崖崩堆積物 Talus deposits	td	礫および砂 Gravel and sand
古砂丘堆積物 Older sand dune deposits	sd	砂および火山灰 Sand and volcanic ash
溶岩 Lava dome	Ta	普通輝石岩溶輝石火山岩 Augite-hypersthene andesite
中央火口溶岩堆積物 (スコリア堆積物を含む) Central cone scoria fall deposits (with scoria flow deposits)	Taf	普通輝石岩溶輝石火山岩 Augite-hypersthene andesite
主山噴出物 Main pumice cone	Tpc	普通輝石岩溶輝石火山岩 Augite-hypersthene andesite
Ta-aおよびTa-b 軽石流堆積物 T-a and T-b pumice-flow deposits	Tpf	普通輝石岩溶輝石火山岩 Augite-hypersthene andesite
中央火口丘 Central cone	Ea	かんらん石含有普通輝石岩溶輝石火山岩 Olivine-bearing augite-hypersthene andesite
火山角礫岩 Volcanic breccia	cb	普通輝石岩溶輝石火山岩 Augite-hypersthene andesite
第1-6期溶岩 1st to 6th stages lavas	cb	普通輝石岩溶輝石火山岩およびかんらん石含有普通輝石岩溶輝石火山岩 Augite-hypersthene andesite and olivine-bearing augite-hypersthene andesite
Ta-a 降下軽石堆積物 Ta-a pumice-fall deposits	cb	普通輝石岩溶輝石火山岩(とくに厚い部分のみ) Augite-hypersthene andesite (thick part only)
第1-3期溶岩 1st to 3rd stages lavas	cb	普通輝石岩溶輝石火山岩およびかんらん石含有普通輝石岩溶輝石火山岩 Augite-hypersthene andesite and quartz-bearing augite-hypersthene andesite
火山角礫岩 Volcanic breccia	cb	普通輝石岩溶輝石火山岩および角閃石含有普通輝石岩溶輝石火山岩溶岩溶岩 Augite-hypersthene andesite and hornblende-bearing andesite welded tuff
広島砂礫層 Hiroshima sand gravel deposits	hr	砂および礫 Sand and gravel
溶岩下軽石堆積物および軽石流堆積物 Shikotsu pumice-fall deposits and pumice-flow deposits	so	角閃石含有普通輝石岩溶輝石火山岩溶岩溶岩および溶岩溶岩 Hornblende-augite-hypersthene dacite pumice tuff and welded tuff
低位段丘堆積物 Lower terrace deposits	la	礫・砂および粘土 Gravel, sand and clay
高位段丘堆積物 Higher terrace deposits	la	礫・砂および粘土 Gravel, sand and clay
森野火山噴出物 Morino volcanics	ma	石英含有角閃石含有普通輝石岩溶輝石火山岩溶岩溶岩 Quartz-bearing hornblende-augite-hypersthene andesite welded tuff
徳島層粘土層 Tokushima Clay Member	tm	粘土・砂・礫および火山灰 Clay, sand, gravel and volcanic ash
更新世火山岩類 Pleistocene volcanic rocks	an	普通輝石岩溶輝石火山岩および岩溶輝石岩溶輝石火山岩 Augite-hypersthene andesite and hypersthene-augite andesite
北洞峠溶岩溶岩溶岩 Soketsu welded tuff	so	石英含有普通輝石火山岩溶岩溶岩 Quartz-bearing hypersthene andesite welded tuff
野尻層・野尻層および茂枝世層 Nogoro, Shishimi and	np	砂・礫・シルトおよび粘土 Sand, gravel, silt and clay
金茂別大沖流堆積物 Kimetsu pyroclastic flow deposits	ki	流紋岩溶岩溶岩 Rhyolite welded tuff
新第一更新世火山岩類 Pliocene to Pleistocene volcanic rocks	ad	角閃石含有普通輝石岩溶輝石火山岩および岩溶輝石岩溶輝石火山岩の溶岩および火山岩 Hornblende-bearing augite-hypersthene andesite and hypersthene-augite andesite lavas and their pyroclastic rocks
侵入岩類 Intrusive rocks	d	ダクタイトおよび流紋岩 Dacite and rhyolite
	b	玄武岩 Basalt

凡例

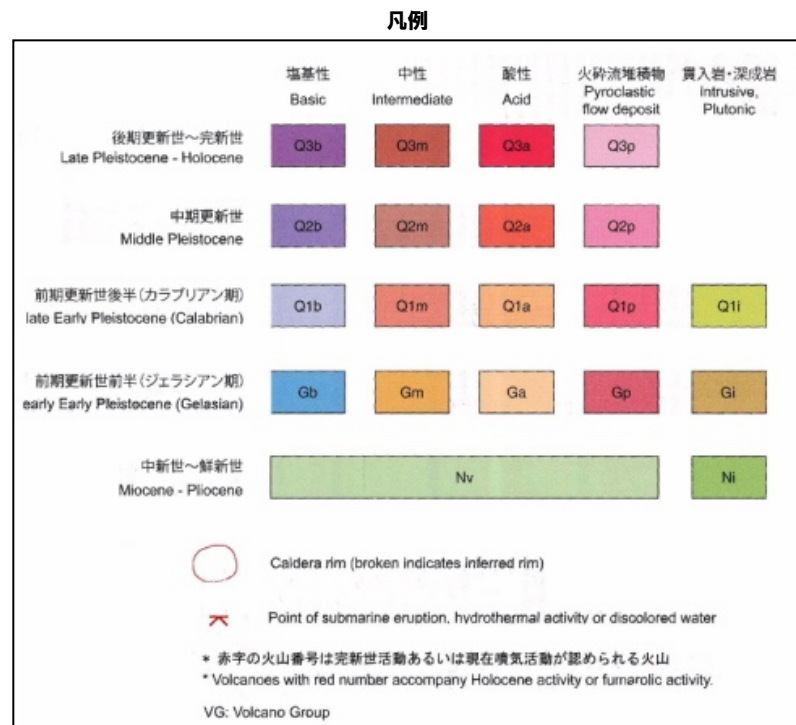
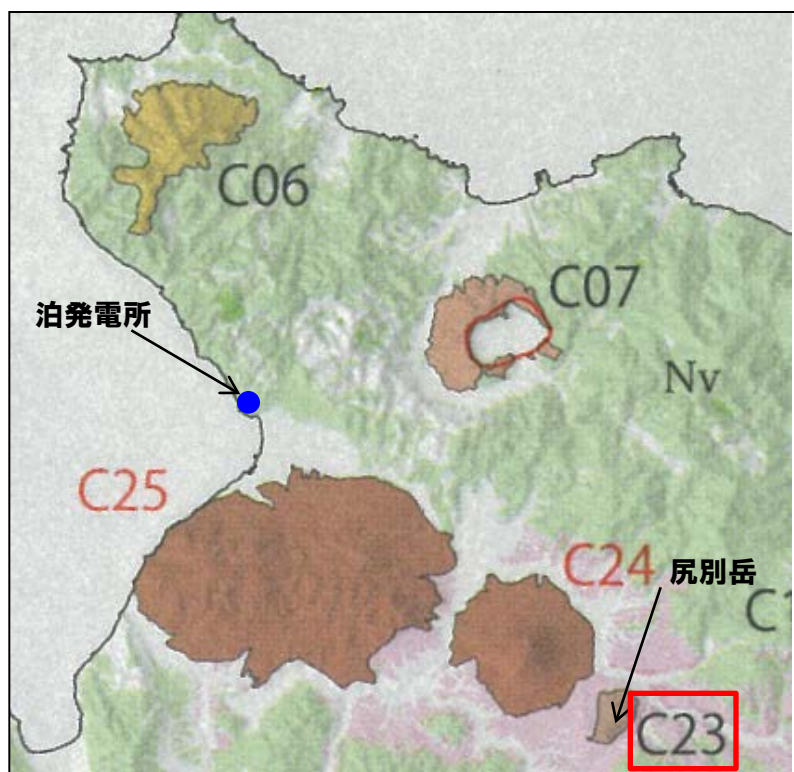
(1/20万地質図幅「札幌」(1980)に一部加筆)

3.1 尻別岳

地質分布（「日本の火山（第3版）」）

○尻別岳による火砕流，溶岩流等の設計対応不可能な火山事象は，敷地まで到達していない。

○活動時期は，中期更新世。



尻別岳(C23)の火山地質図
(産総研(2013)「日本の火山(第3版)」に一部加筆)

3.1 尻別岳

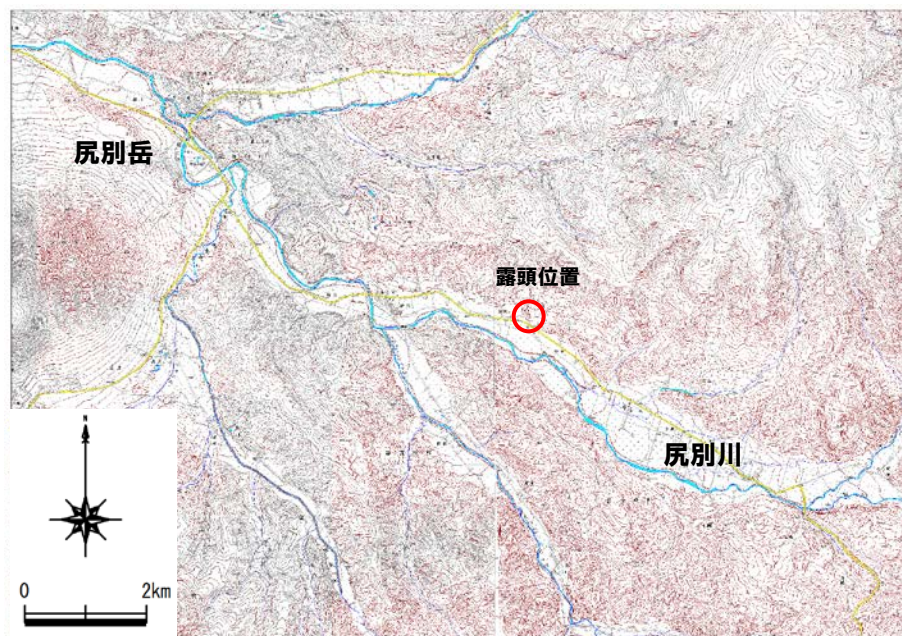
尻別岳起源の火山灰の年代(町田・新井, 2003)

○町田・新井 (2003) では、尻別岳を給源とする火山灰 (Srb) について以下のように記載されている。

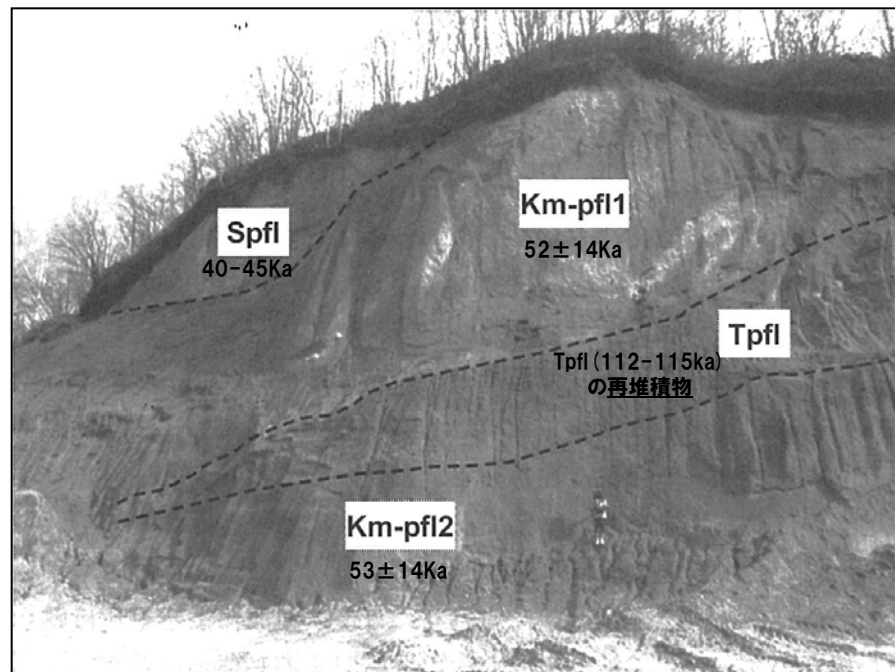
- ・年代：70ka
- ・堆積様式と層相：降下軽石，降下火山灰

地質層序 (中川ほか (2011))

○尻別岳から噴出したとされる2ユニットの喜茂別火砕流(Km-pfl1及びKm-pfl2)は、支笏カルデラ形成時の火砕流(Spfl)に覆われて分布するとされており、FT年代測定値は、Kmpfl-1は $0.052 \pm 0.014\text{Ma}$ 、Kmpfl-2は $0.053 \pm 0.014\text{Ma}$ とされている。



露頭位置図

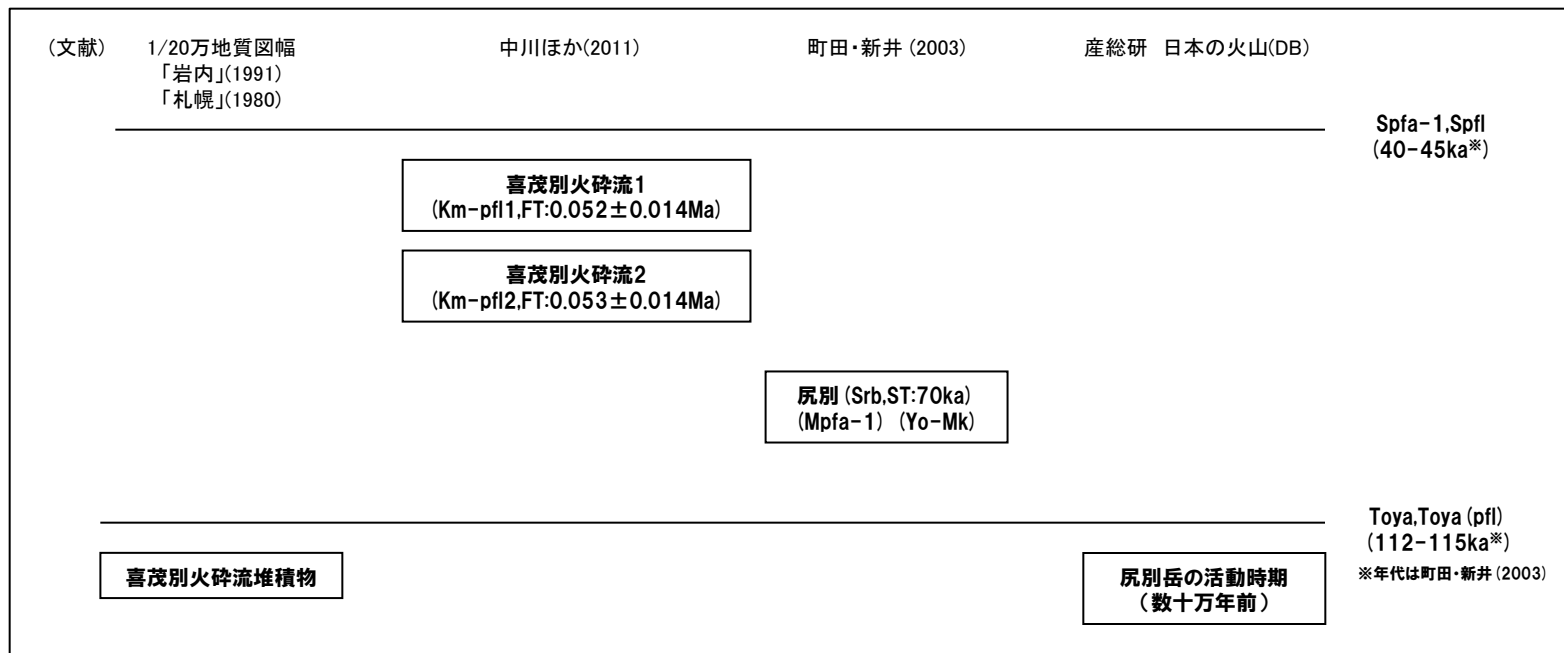


喜茂別火砕流の露頭(喜茂別町鈴木 中川ほか(2011)に一部加筆)

3. 1 尻別岳

まとめ(尻別岳)

文献記載の尻別岳起源の噴出物に関する年代



○代表的な文献(1/20万地質図幅及び産総研(2013))によれば、いずれも火砕流、溶岩流等の設計対応不可能な火山事象は、尻別岳近傍に分布している。

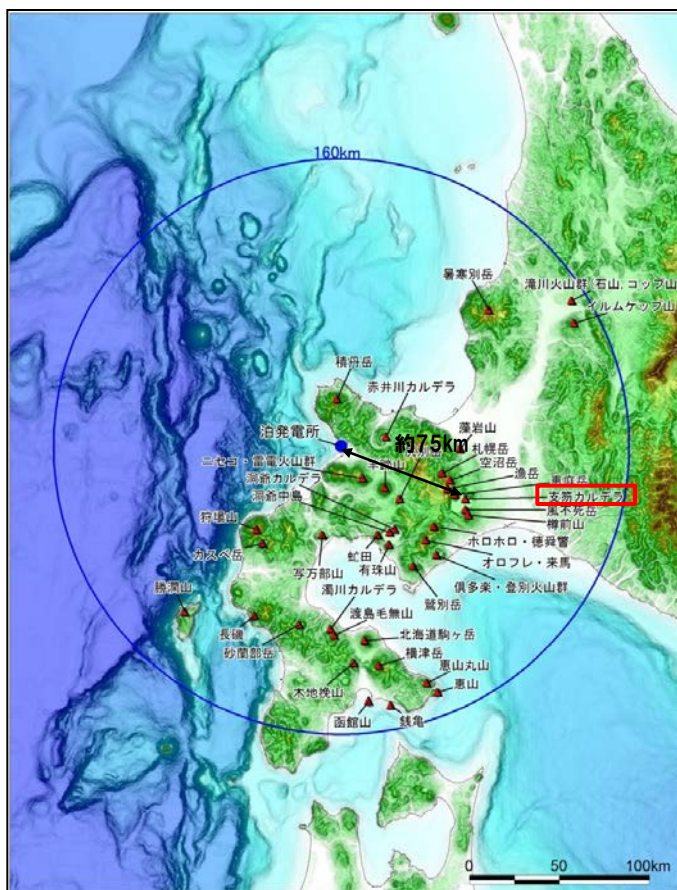
○活動時期については、以下のとおり。

- ・産総研 日本の火山 (DB) : 数十万年前
- ・町田・新井 (2003) : 約7万年前
- ・中川ほか (2011) : 約5万2千年前～約5万3千年前

3.2 支笏カルデラ

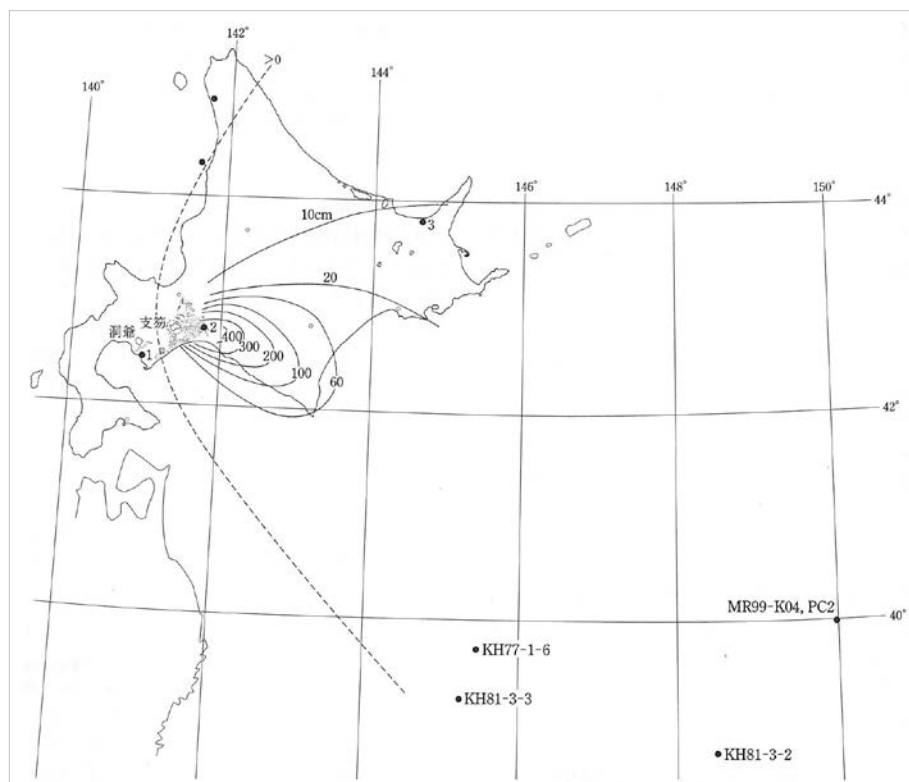
支笏カルデラ

- 位置：敷地の東南東方約75km
- 構成：支笏カルデラ内には、後カルデラ火山である恵庭岳、樽前山
- 活動：5-4万年前にカルデラ形成。最新活動は約4万年前。
- 火山噴出物の分布：別図に示すとおり(町田・新井(2003))。



支笏カルデラの位置

「日本の火山(第3版)」に基づき作成



凡例

実線及び破線：等層厚線

塗りつぶし：支笏火砕流堆積物の分布

支笏火山灰 (Spfa) 及び支笏火砕流堆積物 (Spfl) の分布
(町田・新井(2003)に一部加筆)

3.2 支笏カルデラ

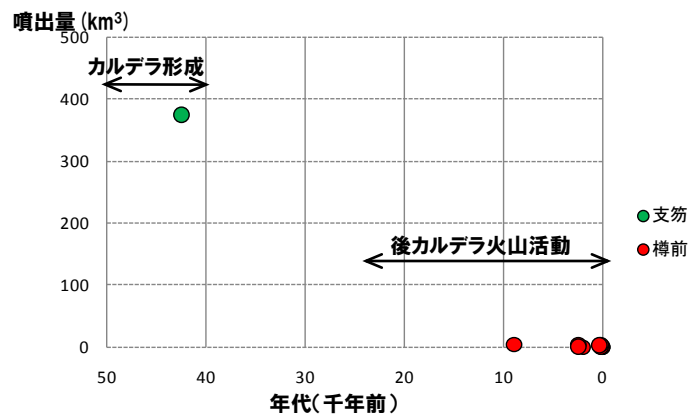
噴火履歴

- 支笏カルデラの活動開始は約6万年前とされ、降下火砕物と火砕流を噴出している。現在のカルデラは約5～4万年前に形成され、最大規模噴火の噴出量は約375km³に及ぶとされている(産総研 日本の火山(DB))。
- 支笏カルデラ形成後、後カルデラ火山群として、カルデラ内に恵庭岳・風不死岳、カルデラ壁上に樽前山が活動している。
- 恵庭岳はカルデラ北西部に位置し、町田・新井(2003)によれば、約2万年以前に噴火したとされている。中村(1973)によれば、最新のマグマ噴火は約2000年前であり、中川ほか(1994)によれば、17～18世紀に少なくとも3回の水蒸気噴火で山頂火口群を形成し、既存の山体の一部は岩屑なだれとして支笏湖に流入しているが、活動規模は不明である。
- 風不死岳は、中川(1993)によれば、約2.5～2.6万年前から活動しており、古川・中川(2009)によれば、最新の活動はマグマ噴火が8500年前、水蒸気噴火は4500年前とされているが、活動規模は不明である。2011年、気象庁に活火山として認定されたが、樽前山に含まれる。
- 樽前山は北側で風不死火山及び支笏湖と接し、約9000年前以降、小規模に噴火し、最新活動としては1978年に噴火している(産総研 日本の火山(DB))。最大噴出規模は1739年の噴火で、噴出量は4.5km³とされており、1900年以降の3回の噴火においては0.1km³以下である。
- 後カルデラ火山群の噴火規模は、いずれも支笏カルデラ形成時の規模に比べて小規模な噴火であり、最新の活動である樽前山・恵庭岳の溶岩流等の分布は山体付近に限られている。



支笏カルデラ位置

(恵庭岳・風不死岳・樽前山の火山噴出物分布は「日本の火山(第3版)」を参考に記載)

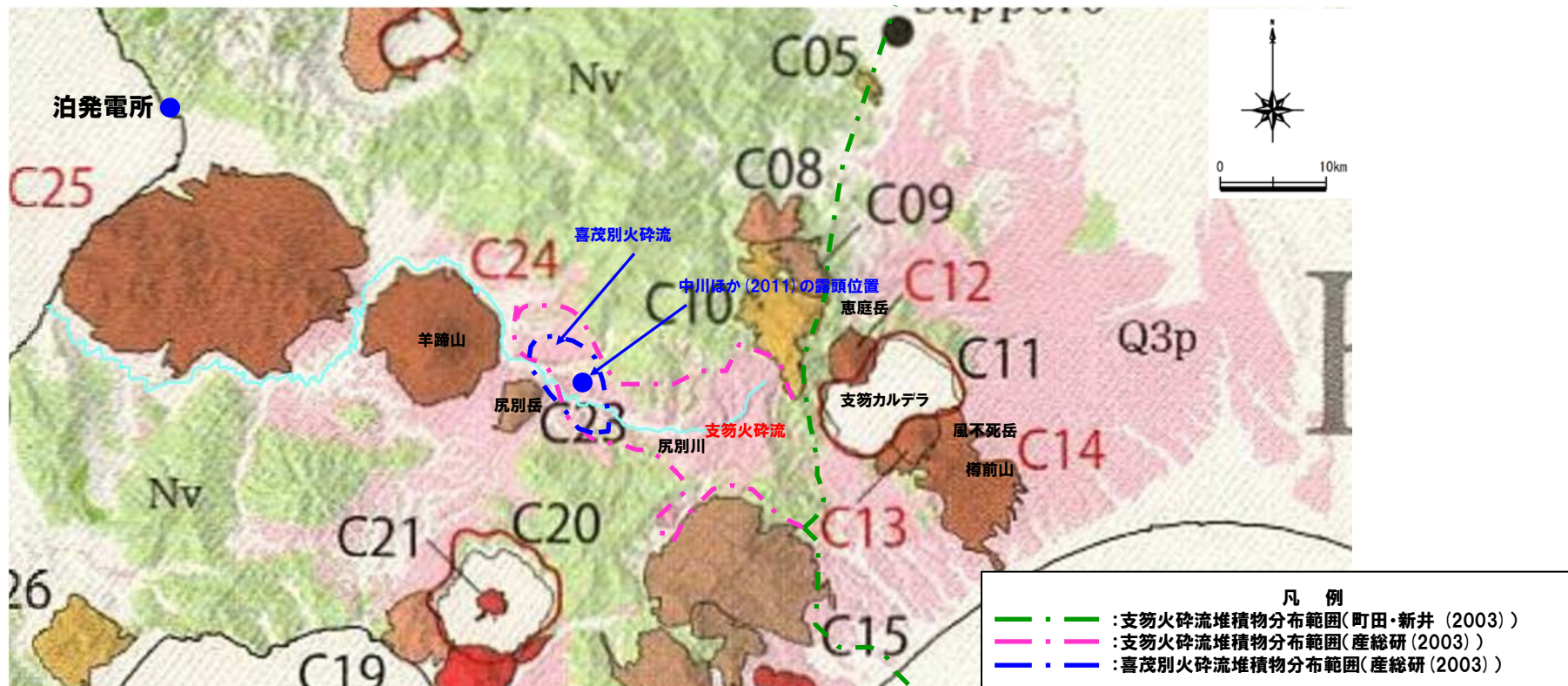


支笏カルデラの噴火履歴

火山	年代 (千年前)	噴出量 (km ³)	備考
支笏カルデラ	40～45	375	出典：産総研 日本の火山(DB)
恵庭	20～15	不明	活動規模については不明。 出典：産総研 日本の火山(DB)、中川ほか(1994)
	2	不明	
	0.5～0.4	不明	
	0.5～0.3	不明	
	0.4～0.261	不明	
風不死岳	8.5	不明	活動規模については不明。
	4.5	不明	出典：古川・中川(2009)
樽前	9	3.9	出典：産総研 日本の火山(DB)
	2.5	0.3	出典：産総研 日本の火山(DB)
	2.5	4.1	出典：産総研 日本の火山(DB)
	2	0.05	出典：産総研 日本の火山(DB)
	0.322	2.9	1668年。出典：産総研 日本の火山(DB)
	0.261	4.5	1739年。出典：産総研 日本の火山(DB)
	0.196～0.183	0.05	1804～1817年。出典：産総研 日本の火山(DB)
	0.133	不明	1867年。出典：産総研 日本の火山(DB)
	0.126	0.506	1874年。出典：産総研 日本の火山(DB)
	0.117	0.00001	1883年。出典：産総研 日本の火山(DB)
	0.091	0.02	1909年。出典：産総研 日本の火山(DB)
0.022	0.00004	1978年。出典：産総研 日本の火山(DB)	

3.2 支笏カルデラ

火山地質図



支笏カルデラ(C11)周辺の火山地質図(産総研(2013)に一部加筆)

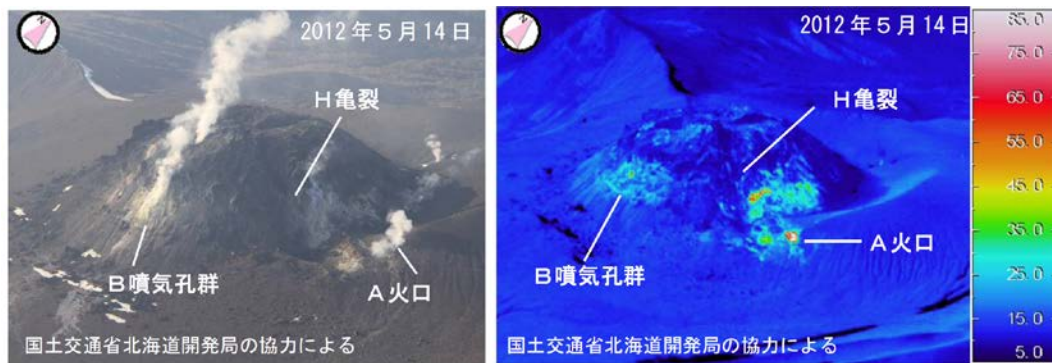
○町田・新井(2003), 中川ほか(2011)等によれば, 支笏カルデラ起源の火砕流堆積物は, 羊蹄山付近まで認められるが, 敷地まで到達していない。

○恵庭岳及び樽前山の火砕流, 溶岩流等の地質分布も, 山体付近に限られている。

3.2 支笏カルデラ

樽前山(気象庁 火山活動解説資料)

- 気象庁では、樽前山を監視対象の活火山とし、平成15年から月に1回、樽前山について火山活動解説資料を報告している。
- 火山活動解説資料では、噴気などの表面現象、地震・微動の発生及び地殻変動についての観測結果や不定期で実施している山体の上空からの観測及び赤外熱映像装置による観測結果について、取りまとめている。
- 活動概況(平成25年9月、気象庁HPより抜粋)
 - ・噴気などの表面現象の状況
 - A火口、B噴気孔群及びE火口に噴気の高さは概ね火口上50m以下で、噴気活動は低調に経過しました。
 - ・地震及び微動の発生状況
 - 7月から活発化した山体西側の深さ3～5kmを震源とする地震活動は、9月に入り低調に経過しました。23日02時34分に発生したM3.0の地震では、伊達市大滝で深度1を観測しました。山頂溶岩ドーム直下の地震活動は低調に経過しています。火山性微動は観測されませんでした。
 - ・地殻変動の状況
 - 傾斜計やGPS連続観測では、火山活動によると考えられる地殻変動は認められません。
- 山頂溶岩ドーム直下の地震活動は低調で、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は認められないが、今後の火山活動の推移に注意が必要とされている。



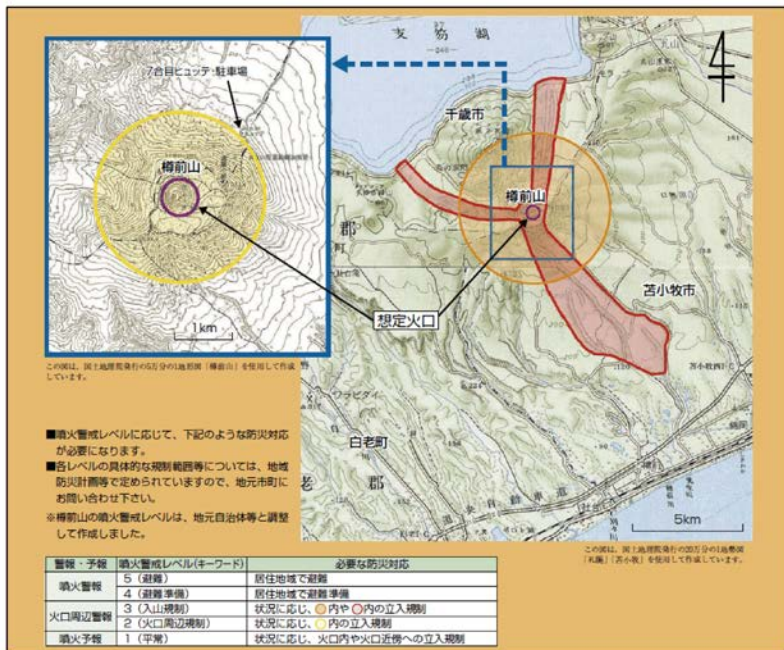
樽前山山頂溶岩ドーム南側の噴気状況及び地表面温度分布
(気象庁HPより)



樽前山山頂部の噴気状況
(気象庁HPより)

3.2 支笏カルデラ

噴火警戒レベル(樽前山)



○気象庁では樽前山について、噴火警戒レベルを設定し、レベル1～5において警戒が必要な範囲と取るべき防災対応を示している。

○警戒レベル5においても、泊地域は警戒が必要な範囲には含まれていない。

○気象庁は樽前山に対し、平成19年12月1日に噴火予報(噴火警戒レベル1、平常)を発表し、その後予報警報事項に変更はない。

樽前山の噴火警戒レベル

平成19年12月1日運用開始

予報警報	対象範囲	レベル(キーワード)	火山活動の状況	住民等の行動及び登山者・入山者等への対応	想定される現象等
噴火警戒	居住地域及びその火口側	5 (避難)	居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生、あるいは切迫している状態にある。	危険な居住地域からの避難等が必要。	<ul style="list-style-type: none"> ●大規模噴火が発生し、火砕流が居住地域まで到達、あるいはそのような噴火が切迫している。 【過去事例】1667年及び1739年：大規模噴火、噴石が火口から概ね4kmまで飛散。火砕流が吹籠りに落下して火口から10km以上の海岸まで到達、多量の軽石や火山灰が吹籠りに堆積 ●中～大規模噴火により融雪型火山泥流が発生して居住地域に到達、あるいはそのような噴火が切迫している。 【過去事例】観測事例なし。
		4 (避難準備)	居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生すると予想される(可能性が高まっている)。	警戒が必要な居住地域での避難の準備、災害時要援護者の避難等が必要。	<ul style="list-style-type: none"> ●中規模噴火の頻発等により、火砕流が居住地域に到達するような大規模噴火の発生が予想される。 【過去事例】観測事例なし。 ●積雪期に小規模噴火が拡大し、融雪型火山泥流の発生が予想される。 【過去事例】観測事例なし。
火口周辺警戒	火口から居住地域近くまで	3 (入山規制)	居住地域の近くで重大な影響を及ぼす(この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ)噴火が発生、あるいは発生すると予想される。	住民は通常の生活。状況に応じて災害時要援護者の避難準備等。登山禁止や入山規制等危険な地域への立入規制等。	<ul style="list-style-type: none"> ●中規模噴火が発生し、噴石が概ね3km以内に飛散、あるいは火砕流が谷沿いに流下。 【過去事例】1874年及び1909年：中規模噴火、噴石が火口から2～3kmまで飛散。火砕流が谷沿いに落下して火口から最大8km程度まで到達(1874年)。火山灰等が山麓で厚さ数cmに堆積 ●地震増加や地殻変動等により、中規模噴火の発生が予想される。 【過去事例】観測事例なし。
		2 (火口周辺規制)	火口周辺に影響を及ぼす(この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ)噴火が発生、あるいは発生すると予想される。	住民は通常の生活。火口周辺への立入規制等。	<ul style="list-style-type: none"> ●小規模噴火が発生し、山頂火口原内外に噴石飛散。 【過去事例】1909年噴火以降繰り返し発生した小規模噴火、山頂部に噴石飛散 ●地震増加や地殻変動等により、中規模噴火の発生が予想される。 【過去事例】2002年～2003年：山頂B噴気孔群で急激な熱活動の高まり 1999年：山頂A火口で急激な熱活動の高まり 1997年～2001年：地震活動の活発化
噴火予報	火口内等	1 (平常)	火山活動は静穏。火山活動の状態によって、火口内で火山灰の噴出等が見られる(この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ)。	状況に応じて火口内への立入規制等。	<ul style="list-style-type: none"> ●火山活動は静穏、状況により山頂火口内及び近傍に影響する程度の噴出の可能性あり。

注1) ここいう噴石とは、主として風の影響を受けずに飛散する大きさのものとする。

注2) 大規模噴火とは、噴煙が9万m以上上がり、火砕流が吹籠りに落下し、それに伴う噴石泥流が発生するような噴火である。

注3) 中規模噴火とは、噴煙が数千mまで上がり、噴石が火口から2～3kmまで飛散し、小規模な火砕流やそれに伴う噴石泥流が発生するような噴火である。

注4) 小規模噴火とは、噴煙が1000m以下まで上がり、噴石が山頂火口原内外に飛散するような噴火である。

各レベルにおける具体的な規制範囲等については地域防災計画等で定められています。各市町村にお問い合わせください。

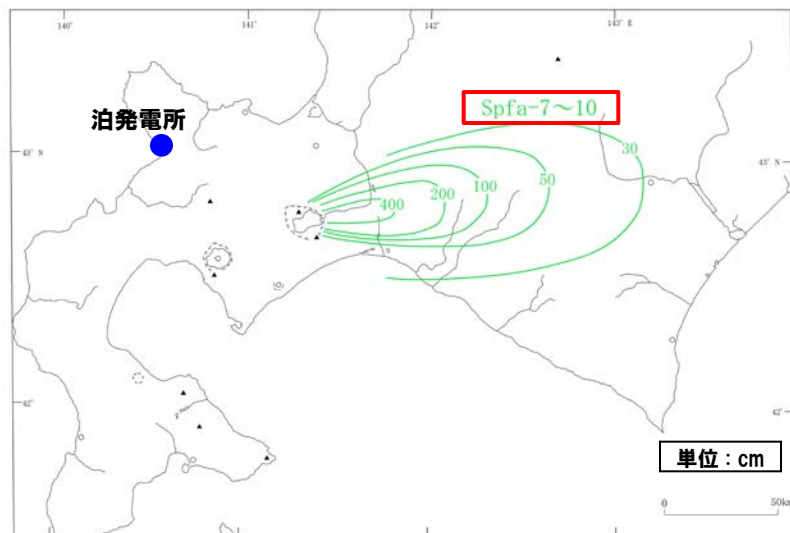
■最新の噴火警戒レベルは気象庁HPでもご覧いただけます。

<http://www.seisvol.kishou.go.jp/tokyo/volcano.html>

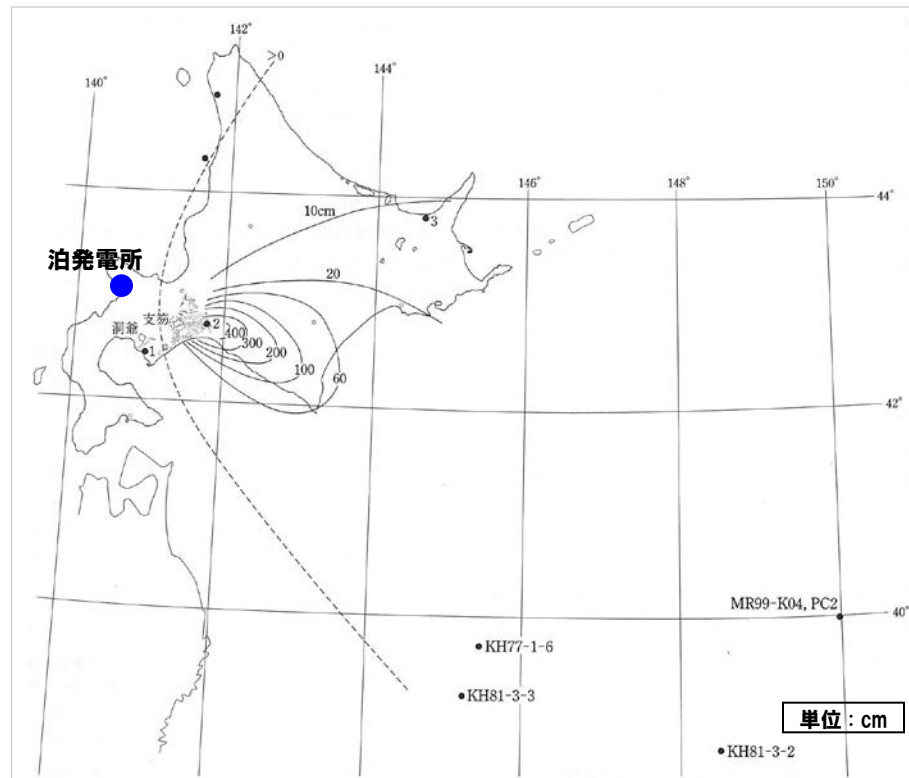
3.2 支笏カルデラ

降下火砕物の分布(支笏カルデラ)

○支笏カルデラによる降下火砕物は、支笏カルデラより東方に分布している。



支笏第7～第10火山灰(Spfa-7～10)の分布
(町田・新井(2003)に一部加筆)



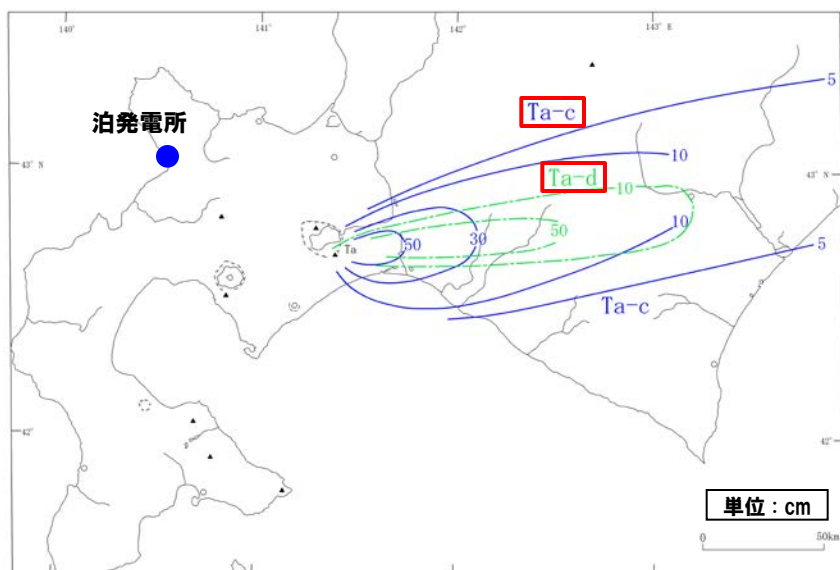
凡例
実線及び破線：等層厚線
塗りつぶし：支笏火砕流堆積物の分布

支笏第1火山灰(Spfa-1)及び支笏火砕流堆積物(Spfl)の分布
(町田・新井(2003)に一部加筆)

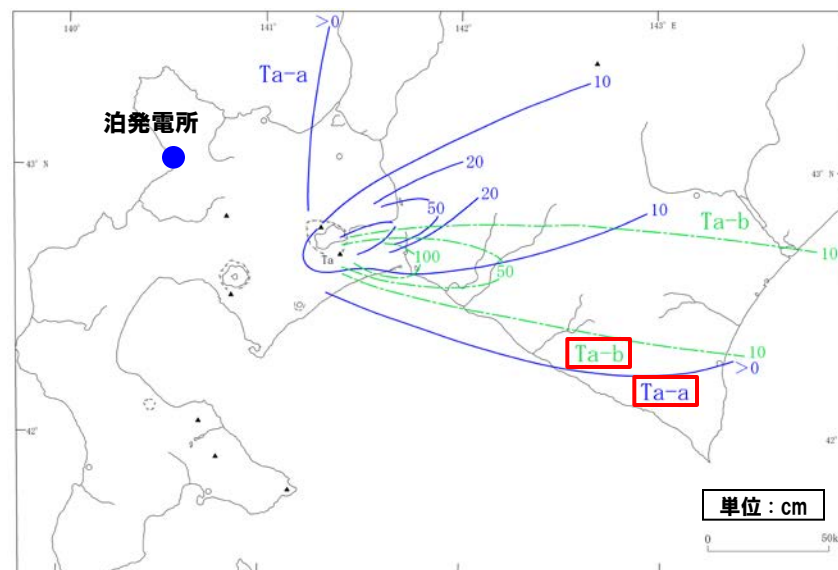
3. 2 支笏カルデラ

降下火砕物の分布(樽前山)

○樽前山による降下火砕物は、樽前山より東方に分布している。



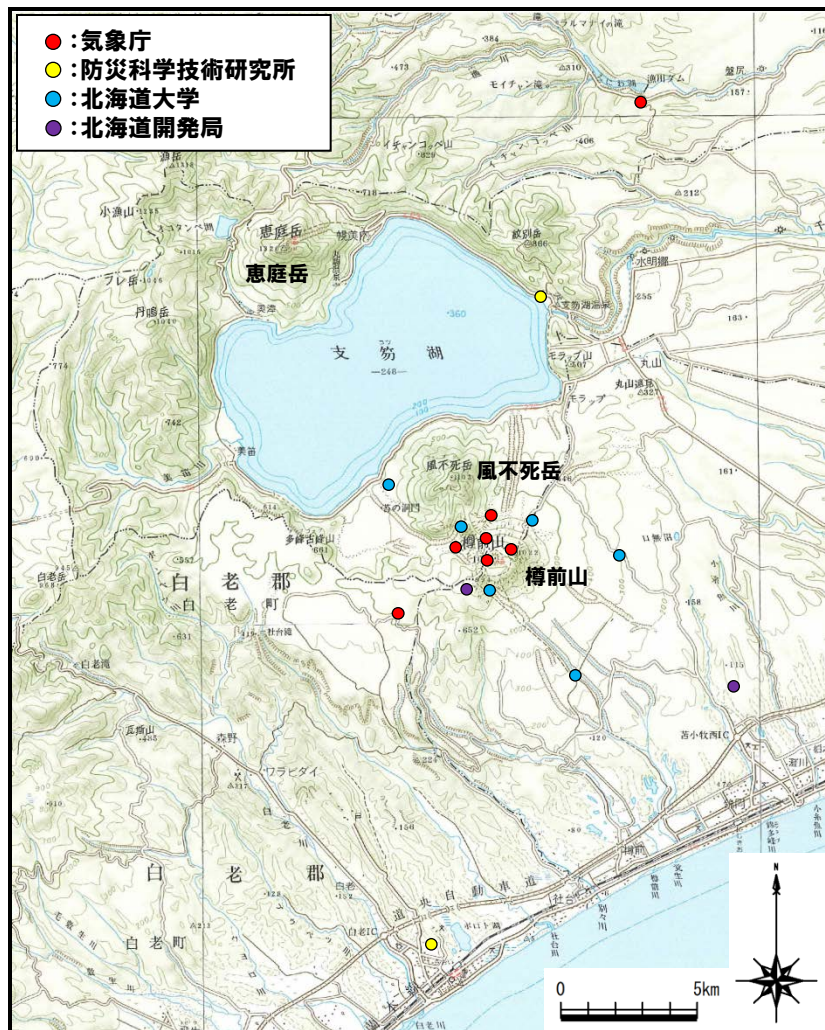
樽前c火山灰(Ta-c)及び樽前d火山灰(Ta-d)の分布
(町田・新井 (2003) に一部加筆)



樽前a火山灰(Ta-a)及び樽前b火山灰(Ta-b)の分布
(町田・新井 (2003) に一部加筆)

3.2 支笏カルデラ

支笏カルデラ周辺の地震活動(「日本活火山総覧(第4版)」)



支笏カルデラ周辺の地震計位置図
(「日本活火山総覧(第4版)」に基づき作成)

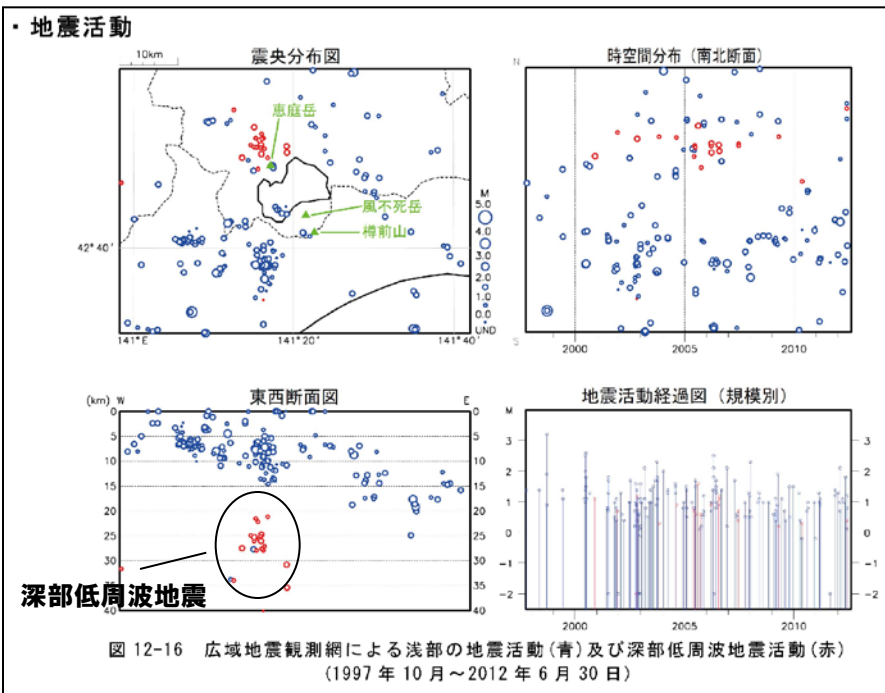
○支笏カルデラ周辺には、公的機関の地震計が設置されている。

○「日本活火山総覧(第4版)」(気象庁編(2013))に地震活動及び深部低周波地震活動の時空間分布が取りまとめられている。

3.2 支笏カルデラ

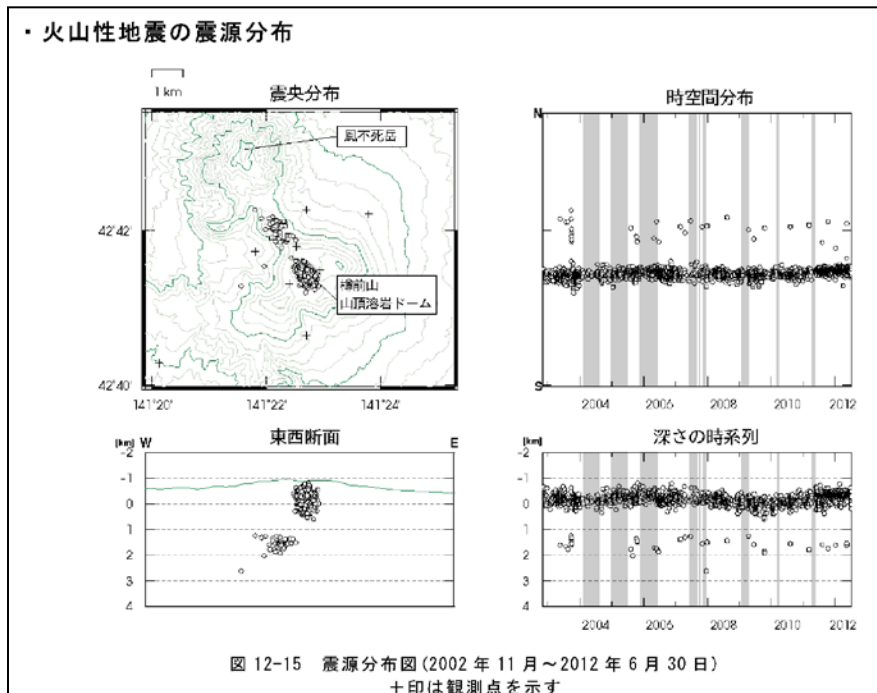
支笏カルデラ周辺の地震活動(「日本活火山総覧(第4版)」)

- 支笏カルデラ周辺においては、樽前山及び恵庭岳付近に震央の分布が認められる。
- 浅部の地震活動は、樽前山周辺に認められるが、規模・位置の時空間分布に変化の兆候は認められない。
- 深部低周波地震活動(約20km以深)は、恵庭岳付近に認められるが、規模・位置の時空間分布に変化の兆候は認められない。



支笏カルデラ周辺の地震活動※1

(1997年10月~2012年6月30日, 「日本活火山総覧(第4版)」に一部加筆)



樽前山の火山性地震※2

(2002年11月~2012年6月30日, 「日本活火山総覧(第4版)」)

※1 大学や防災科学技術研究所等の関係機関から気象庁が地震観測データの提供を受けてデータ処理した結果(震源データ)をもとに、当該火山周辺の構造性地震も含めた微小地震の活動を示した図
※2 ※1の地震活動のうち、深度4km以浅の震源のみを抽出した図

3. 2 支笏カルデラ

まとめ(支笏カルデラ)

- 代表的な文献(町田・新井(2003), 産総研(2013)等)によれば, いずれも火砕流, 溶岩流等の設計対応不可能な火山事象は, 敷地まで到達していない。
- 支笏カルデラにおける活動は, 後カルデラ火山活動期と考えられる。
- 最新の活動は樽前山であると考えられる。
- 気象庁は, 樽前山について噴火警戒レベルを設定しているが, 現在の噴火警戒レベルは1(平常)であり, 警戒レベル5(避難)においても, 泊地域は警戒が必要な範囲には含まれていない。
- 地震活動は樽前山及び恵庭岳付近に認められ, 支笏カルデラにおける新しい活動である恵庭岳や監視対象の樽前山の活動状況と調和的である。

3.3 まとめ(尻別岳及び支笏カルデラ)

➤尻別岳:

○代表的な文献によれば、いずれも火砕流、溶岩流等の設計対応不可能な火山事象は、尻別岳近傍に分布している。

○最新の活動は、約5万2千年前～約5万3千年前とされている。

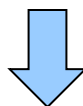
➤支笏カルデラ:

○代表的な文献によれば、いずれも火砕流、溶岩流等の設計対応不可能な火山事象は、敷地まで到達していない。

○支笏カルデラにおける活動は、後カルデラ火山活動期と考えられ、最新の活動は樽前山と考えられる。

○現在の樽前山の噴火警戒レベルは1(平常)であり、警戒レベル5(避難)においても、泊地域は警戒が必要な範囲には含まれていない。

○地震活動は樽前山及び恵庭岳付近に認められ、支笏カルデラにおける新しい活動である恵庭岳や監視対象の樽前山の活動状況と調和的である。



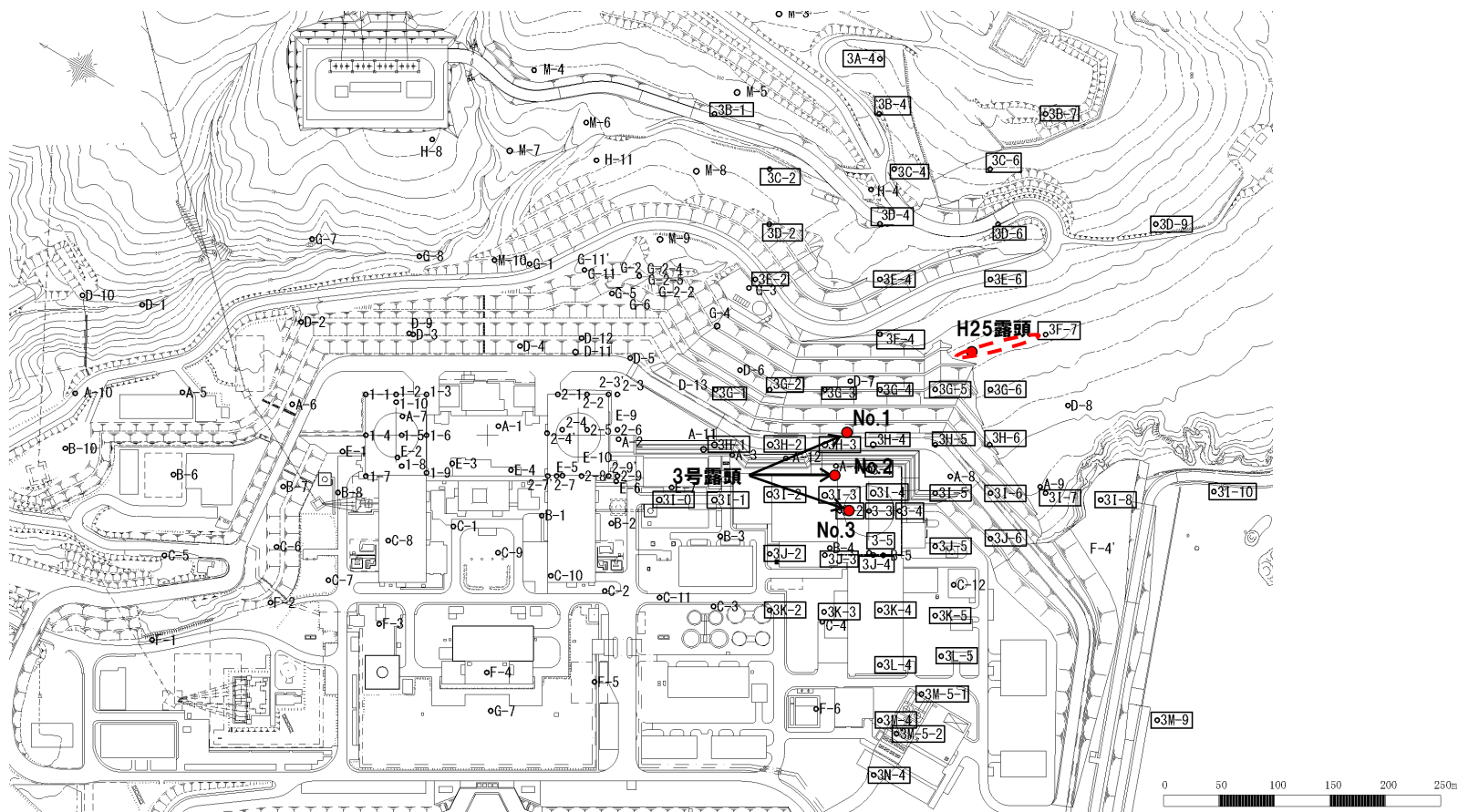
○追加検討結果を踏まえても、尻別岳及び支笏カルデラにおいて設計対応不可能な火山事象が運用期間中に影響を及ぼす可能性は十分小さいものと評価する。

No.	指摘事項
4	火山灰の層厚設定については、敷地内のボーリング調査のデータも確認したうえで、設定の妥当性について説明すること。

4. 火山灰の層厚等について

敷地内で確認した火山灰について

○これまでに敷地内で確認した火山灰質シルトの位置は、以下のとおりである。



敷地内の火山灰質シルト確認位置

- 凡例
- : 露頭確認所
 - ⌄ : 工事写真より確認した範囲

4. 火山灰の層厚等について

敷地内で確認した火山灰について

敷地内で確認した火山灰質シルトの分布

調査	番号	項目	土質	層厚 (m)
3号	No.1	露頭	火山灰質シルト	0.4
	No.2	露頭	火山灰質シルト	0.4
	No.3	露頭	火山灰質シルト	0.25
H25		露頭	火山灰質シルト	0.25

○敷地における火山灰の層厚は、露頭で確認された火山灰質シルトの層厚から、40cmと評価する。

4. 火山灰の層厚等について

火山灰の密度，粒径等について

○火山灰の密度及び粒径については、敷地内で確認された火山灰の給源が特定できないことから、既往の文献で示されている内容を基に設定した。

<密度>

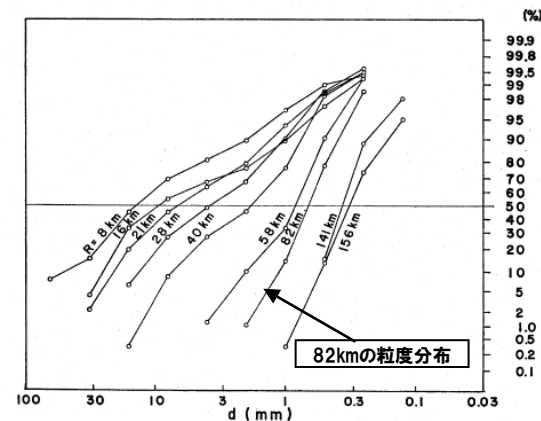
- 宇井編(1997)では、「乾燥した火山灰は密度が0.4-0.7であるが、湿ると1.2を超えることがある。」とされている。
- 八木・三浦(2003)によれば、敷地周辺の広域降下火山灰である支笏火山灰(Spfa-1)について、乾燥密度0.41-0.66g/cm³、湿潤密度0.75-1.36g/cm³と記載されている。
- 密度は、これらを考慮して保守的に以下の数値を設定した。
 - ・湿潤密度:1.5g/cm³
 - ・乾燥密度:0.7g/cm³

<粒径>

- 火山灰の粒径は、鈴木ほか(1973)において、樽前山の降下火砕物の噴出源からの距離別の粒度組成が示されていることから、これを基に設定した。
- 敷地から樽前山の距離は約80kmであり、文献で示されている噴出源からの距離82km地点における粒度分布は約0.3mmから約2mmであることから、以下の数値を設定した。
 - ・粒径:2mm以下(0.3~2mm)

<その他>

- 降下火山灰は、火山ガラス、鉱物結晶片等で構成されており、粘性を生じさせる粘土鉱物(カオリナイト等、風化・変質によって生成される鉱物)は含まれていない。
- 八木・三浦(2003)によれば、粗粒な火山灰土の多くは、粒子が多孔質かつ脆弱であるために粒子破碎が生じやすい粒状体であり、通常の工学範囲にある圧密圧力やせん断応力下においても顕著な構成粒子の破碎が認められるとされている。
- 恒松ほか(1976)では、シラスに含まれる火山ガラスの硬度(モース硬度)を計測しており、火山ガラスの硬度は5とされている。また、高橋(1970)では、火山灰が岩石化した支笏溶結凝灰岩の硬度(ショアー硬度)を計測しており、最大硬度は40.2とされており、モース硬度4~5に相当する。



樽前山の降下火砕物の距離-粒度分布
(鈴木ほか(1973)に加筆)

No.	指摘事項
5	ニセコ・雷電火山群，洞爺カルデラについては，公的機関による検討結果だけではなく，自主的な観測も含めて，モニタリングが必要ではないか。

5. モニタリングの方法及び体制

モニタリング方法

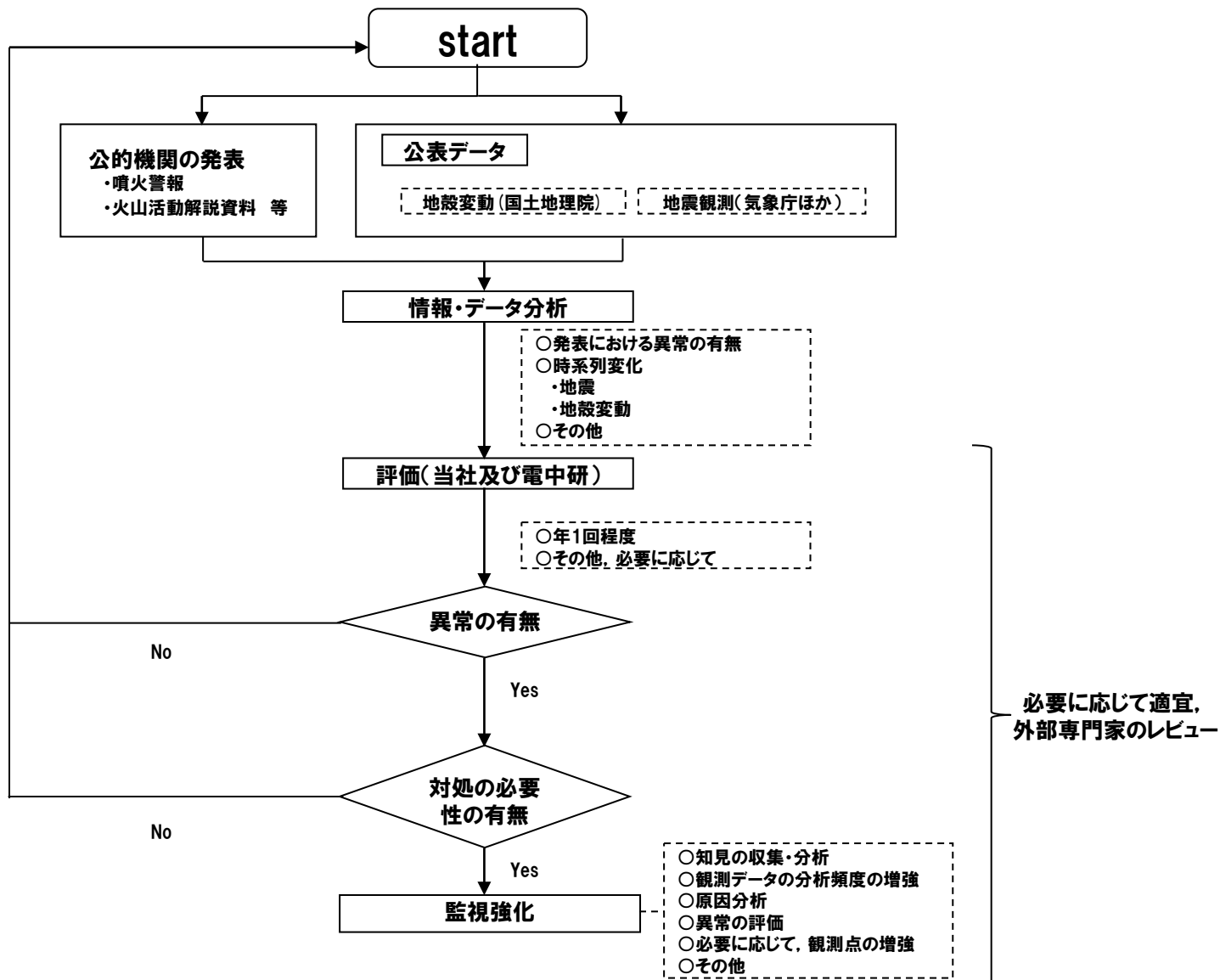
- ニセコ・雷電火山群及び洞爺カルデラについて、自主的にモニタリングを行う。
 - ・ニセコ・雷電火山群については、設計対応不可能な火山事象が運用期間中に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価しており、既往最大規模の噴火を考慮しても発電所に影響を及ぼさないと判断されるが、敷地から近いことや、敷地との間に地形的障害物がないことを考慮し、念のため、自主的にモニタリングを行う。
 - ・洞爺カルデラについては、設計対応不可能な火山事象が運用期間中に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価しており、既往最大規模の噴火を考慮しても発電所に影響を及ぼさないと判断されるが、敷地近くに設計対応不可能な火山事象が到達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に確認する。

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。

5. モニタリングの方法及び体制

モニタリング体制



参考文献一覧(1)

(文献)

- ・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], 東京大学出版会.
- ・ Ikeda,Y. , Ikeda,T. and Kagami,H. (1990) :Caldera-formation from geochemical aspects: A case study of the Toya caldera, southwestern Hokkaido,Japan. J. Min. Petr. Econ. Geol., 85, pp.569-577.
- ・池田稔彦・勝井義雄 (1986) :洞爺カルデラの形成とその噴出物, 日本火山学会1986年度秋季大会講演要旨, P1.
- ・町田洋・新井房夫・宮内崇裕・奥村晃史 (1987) :北日本をおおう洞爺火山灰, 第四紀研究, 第26巻, 第2号, pp.129-145.
- ・鈴木守・松井公平・東三郎・大場与志男 (1970) :伊達町の地質, 北海道地下資源調査所.
- ・国府谷盛明・土井繁雄 (1961) :5万分の1地質図幅「狩太」, 北海道地下資源調査所.
- ・土井繁雄・松井公平・藤原哲夫 (1958) : 5万分の1地質図幅「豊浦」, 北海道開発庁.
- ・斎藤昌之・藤原哲夫・石川昭三・松井公平 (1956) : 5万分の1地質図幅「留寿都」, 北海道開発庁.
- ・太田良平 (1956) : 5万分の1地質図幅「虻田」, 工業技術院地質調査所.
- ・村山正郎・上村不二雄 (1955) : 5万分の1地質図幅「西紋別」, 北海道開発庁.
- ・鷹澤好博・臼井理沙・田中 瞳・東 剛 (2007) :SAR法による洞爺火砕流堆積物の赤色熱ルミネセンス年代測定, 地質学雑誌, Vol.113, pp.470-478
- ・国土地理院 (2000) :2万5千分1 火山土地条件図 有珠山.
- ・産業技術総合研究所 (2013) :日本の火山(第3版).
- ・山縣耕太郎 (1996) :テフラ層序に基づく洞爺火山の噴火史, 地球惑星科学関連学会合同大会予稿集, 巻1996, pp.710.
- ・気象庁編 (2013) :日本活火山総覧(第4版).
- ・気象庁 (2011) :地震年報.
- ・西田泰典 (1983) :洞爺カルデラにおける磁気測量, 日本火山学会講演予稿集, 第2集, 28 (2) ,pp.176.
- ・森濟・井口正人・味喜大介・伊藤壮介・大島弘光・田村真・前川徳光 (2000) :— 2000年有珠山噴火に伴う地殻変動— 洞爺カルデラと有珠山周辺の地殻変動—, 日本火山学会講演予稿集, 2, pp.46.
- ・森濟・鈴木敦生・大島弘光・及川純・青木陽介・井口正人・松島健 (2007) :有珠山および洞爺カルデラ地域のGPS観測 (2006年集中観測), 日本地球惑星連合大会予稿集, V156-P003.
- ・Gualda et al. (2012) :Timescales of Quartz Crystallization and the Longevity of the Bishop Giant Magma Body. PlosOne, Vol. 7, Issue 5, e37492.
- ・Druitt et al. (2012) :Decadal to monthly timescales of magma transfer and reservoir growth at a caldera volcano. Nature,482 (7383) ,pp.77-80.

参考文献一覧(2)

- ・小嶋尚・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.
- ・大場与志男(1960):ニセコ火山群の岩石について, 地質学雑誌, 第66巻, pp.788-799.
- ・新エネルギー総合開発機構(1986):昭和60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) 調査 火山岩分布年代調査報告書 要旨.
- ・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.
- ・新エネルギー総合開発機構(1987)⁽²⁾: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 ニセコ地域火山地質図1:50,000, ニセコ地域地熱地質編図1:100,000 説明書.
- ・日本地質学会編(2010):日本地方地質誌1 北海道地方.
- ・児玉浩・宇井忠英・中川光弘(1998b):ニセコ火山群の火山活動史, 日本岩石鉱物鉱床学会 平成9年度学術講演会予稿集, pp.8.
- ・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.
- ・奥野充(2003):ニセコ・イワオヌプリ, 大雪山・旭岳, 屈斜路・アト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.
- ・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.
- ・中川光弘・上澤真平・坪井宏太(2011):南西北海道, 尻別火山起源の喜茂別火砕流と洞爺火砕流の偽層序関係, 日本火山学会講演予稿集, 2011年度秋季大会, pp.66.
- ・石田正夫・三村弘二・広島俊男(1991):20万分の1地質図「岩内」, 工業技術院地質調査所.
- ・石田正夫・曾屋龍典・須田芳朗(1980):20万分の1地質図「札幌」, 工業技術院地質調査所.
- ・中村忠寿(1973):恵庭火山の中期噴出物の¹⁴C年代—日本の第四紀層の¹⁴C年代(82)—, 地球科学, 27巻, 第1号, pp.42-43.
- ・中川光弘・増田健介・勝井義雄(1994):後支笏カルデラ, 恵庭火山の最新の噴火活動, 火山, 第39巻, 第5号, pp.237-241.
- ・中川光弘(1993):後支笏カルデラ火山群の形成史・活動様式およびマグマ系, 文部科学研究費自然災害特別研究 火山災害の規模と特性報告書, pp.27-42.
- ・古川竜太・中川光弘(2009):後支笏カルデラ, 風不死火山の爆発的噴火活動と年代, 日本火山学会講演予稿集, 2009年度秋季大会, pp.41.
- ・産業技術総合研究所編(2003):20万分の1数値地質図幅集「北海道南部」.
- ・宇井忠英編(1997):火山噴火と災害, 東京大学出版会.

参考文献一覧(3)

- ・八木一善・三浦清一(2003):破砕性を有する火山灰土の力学特性とその評価法—北海道の火山灰地盤における検討—, 応用地質, 第44巻, 第3号, pp.142-153.
- ・鈴木建夫・勝井義雄・中村忠寿(1973):樽前降下軽石堆積物Ta-b層の粒度組成, 火山, 第2集, 第18巻, 第2号, pp.47-63.
- ・恒松修二・井上耕三・松田応作(1976):シラスを主材料とする結晶化ガラス, 窯業協会誌84巻, pp.278-286.
- ・高橋文明(1970):支笏溶結凝灰岩の硬度について, 北海道大学地球物理学研究報告, pp.73-79.

(WEB)

- ・産業技術総合研究所 日本の火山データベース:<https://gbank.gsj.jp/volcano/>
- ・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
- ・気象庁 噴火警戒レベル:<http://www.seisvol.kishou.go.jp/tokyo/keikailevel.html>