

泊発電所の基準津波に関するコメント回答

平成27年5月15日
北海道電力株式会社

ヒアリング・審査会合における指摘事項

○本日、ご説明内容

No	指摘事項	指摘時期	説明予定時期
1	火山による山体崩壊に伴う津波について、評価対象の選定理由を説明すること。	H26年12月5日審査会合	H27年5月ご説明予定
2	火山による山体崩壊の想定について、地震による津波との重畳に関する検討の必要性も含めて説明すること。	H26年12月5日審査会合	H27年5月ご説明予定
3	陸上の斜面崩壊に伴う津波について、既往の大規模な崩壊の事例も参照し、検討すること。	H26年12月5日審査会合	H27年5月ご説明予定
4	川白について、地すべり規模の評価を再度、整理し、説明すること。	H26年12月5日審査会合	H27年5月ご説明予定
5	堀株について、地すべり土塊の海中への突入の可能性を再度、検討し、説明すること。	H26年12月5日審査会合	H27年5月ご説明予定
6	二つ岩について、現地踏査の情報を追加し、説明すること。	H26年12月5日審査会合	H27年5月ご説明予定
7	砂移動評価について、取水ピットポンプ室における砂の堆積量及び濃度についても示すこと。	H26年12月5日審査会合	H27年5月ご説明予定
8	管路解析について、地震以外の津波との重畳の影響についても検討すること。	H26年12月5日審査会合	H27年5月ご説明予定
9	津波水位評価において考慮する潮位について、現在までの潮位の変動等を整理し、妥当性について説明すること。	H26年12月5日審査会合	H27年5月ご説明予定
10	津波堆積物調査結果に、公的機関による最新の知見を整理して示すこと。	H26年12月5日審査会合	H27年5月ご説明予定

1. 地震以外の津波	4
2. 火山による山体崩壊に伴う津波	6
2-1 島原眉山崩壊による津波の考察	8
2-2 検討対象の抽出(海域火山)	11
2-3 検討対象の抽出(陸域火山)	14
2-4 津波影響評価	44
3. 陸上の斜面崩壊(陸上地すべり)に伴う津波	67
3-1 リツヤ湾津波に関する考察	71
3-2 川白に関する検討結果	81
3-3 兜岩に関する検討結果	138
3-4 堀株に関する検討結果	159
3-5 二つ岩に関する検討結果	163
3-6 弁慶岩に関する検討結果	170
3-7 津波影響評価	183
4. 陸上の斜面崩壊(岩盤崩壊)に伴う津波	215
4-1 岩盤崩壊に関する検討	217
4-2 津波影響評価	268
5. 基準津波の策定	296
6. 津波に対する安全性	312
6-1 砂移動評価について	314
6-2 取水路の水位変動について	320
6-3 貯留堰の容量について	334
6-4 考慮する潮位について	340
7. 津波堆積物調査結果	343
参考資料	353
参考文献	369

1. 地震以外の津波	4
2. 火山による山体崩壊に伴う津波	6
2-1 島原眉山崩壊による津波の考察	8
2-2 検討対象の抽出(海域火山)	11
2-3 検討対象の抽出(陸域火山)	14
2-4 津波影響評価	44
3. 陸上の斜面崩壊(陸上地すべり)に伴う津波	67
3-1 リツヤ湾津波に関する考察	71
3-2 川白に関する検討結果	81
3-3 兜岩に関する検討結果	138
3-4 堀株に関する検討結果	159
3-5 二つ岩に関する検討結果	163
3-6 弁慶岩に関する検討結果	170
3-7 津波影響評価	183
4. 陸上の斜面崩壊(岩盤崩壊)に伴う津波	215
4-1 岩盤崩壊に関する検討	217
4-2 津波影響評価	268
5. 基準津波の策定	296
6. 津波に対する安全性	312
6-1 砂移動評価について	314
6-2 取水路の水位変動について	320
6-3 貯留堰の容量について	334
6-4 考慮する潮位について	340
7. 津波堆積物調査結果	343
参考資料	353
参考文献	369

1. 地震以外の津波

検討方針

○地震以外に起因する、敷地に影響を与える津波が発生する事象として、以下が考えられる。

○山体崩壊 : 松澤 (1988)

- 山地斜面の基盤岩の一部が、力学的な安定を失って突発的に崩落する現象。
- 表層の岩層が起こす斜面崩壊と違って発生頻度は小さいが、一般に大規模な場合が多く大災害が発生する。
- 崩壊は重力地すべりで発生し、その誘因は火山噴火、地震動、地下水(間隙流体圧)変動などが考えられている。
- 崩壊発生地点の比高が大きいため、多くの場合高速地すべり、すなわち岩屑流が発生する。
(活動が継続的に認められる火山で発生することが多い)

○地すべり : 井口 (2004)

- 地すべりという用語は国内では長らく「地すべり防止法」で規定するような再滑動型の比較的ゆっくりとした移動現象に対して用いられてきた。(地すべり地形の再滑動により発生することが多い)

○岩盤崩壊 : 山田ほか (1971)

- 地形とすべり面の傾斜が急で、小規模で突発的に発生し、攪乱された土塊が急速に移動する現象。
(小規模で、突発的に発生し急速で移動)



○上記を参照して、地震以外の津波としては、山体崩壊・岩屑なだれ・地すべり・岩盤崩壊をそれぞれ以下のように取扱うものとした。

- ①火山の山体崩壊に伴う津波 …………… 活動が継続的に認められる火山で発生する山体崩壊・岩屑なだれ
- ②海底地すべりに伴う津波 …………… 地すべり
- ③陸上の斜面崩壊(陸上地すべり)に伴う津波 …… 地すべり
- ④陸上の斜面崩壊(岩盤崩壊)に伴う津波 ……… 岩盤崩壊

○以下の地形について、文献調査結果、地形判読結果及び地表地質踏査結果に基づき、検討対象を抽出した。

- ①山体崩壊、岩屑なだれが発生する可能性のある第四紀火山
- ②海底地すべりが過去に発生した可能性のある斜面(海底地形データ等に基づく)
- ③陸上の斜面崩壊(陸上地すべり)発生する可能性のある斜面(防災科学技術研究所の地すべり地形分布図データベースに基づく)
防災科学技術研究所:地すべり地形分布図データベース(以下、「地すべり地形DB」という。)_ <http://lsweb1.ess.bosai.go.jp/index.html>
- ④陸上の斜面崩壊(岩盤崩壊)が発生する可能性のある斜面(「北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会報告書」に基づく)
北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会報告書:北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会,平成12年10月

○さらに、地震に伴い①～④の事象が発生し、地震による津波と重畳する可能性について検討した。

2. 火山による山体崩壊に伴う津波

1. 地震以外の津波	4
2. 火山による山体崩壊に伴う津波	6
2-1 島原眉山崩壊による津波の考察	8
2-2 検討対象の抽出(海域火山)	11
2-3 検討対象の抽出(陸域火山)	14
2-4 津波影響評価	44
3. 陸上の斜面崩壊(陸上地すべり)に伴う津波	67
3-1 リツヤ湾津波に関する考察	71
3-2 川白に関する検討結果	81
3-3 兜岩に関する検討結果	138
3-4 堀株に関する検討結果	159
3-5 二つ岩に関する検討結果	163
3-6 弁慶岩に関する検討結果	170
3-7 津波影響評価	183
4. 陸上の斜面崩壊(岩盤崩壊)に伴う津波	215
4-1 岩盤崩壊に関する検討	217
4-2 津波影響評価	268
5. 基準津波の策定	296
6. 津波に対する安全性	312
6-1 砂移動評価について	314
6-2 取水路の水位変動について	320
6-3 貯留堰の容量について	334
6-4 考慮する潮位について	340
7. 津波堆積物調査結果	343
参考資料	353
参考文献	369

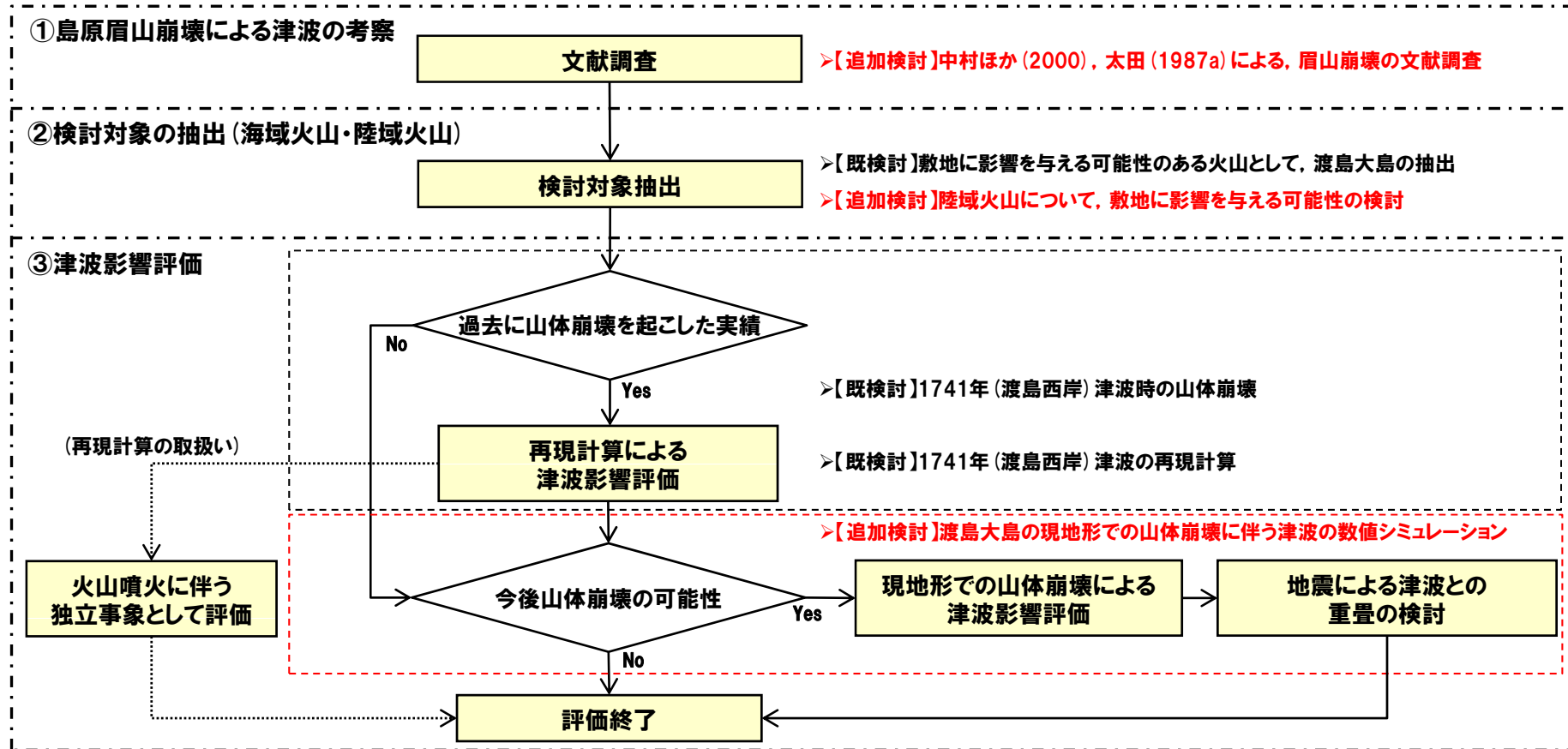
2. 火山による山体崩壊に伴う津波

検討方針

○火山による山体崩壊に伴う津波について、以下のとおり、検討することとした。

- ① 島原眉山崩壊による津波の考察
- ② 検討対象の抽出 (海域火山・陸域火山)
- ③ 津波影響評価

検討フロー



2-1 島原眉山崩壊による津波の考察

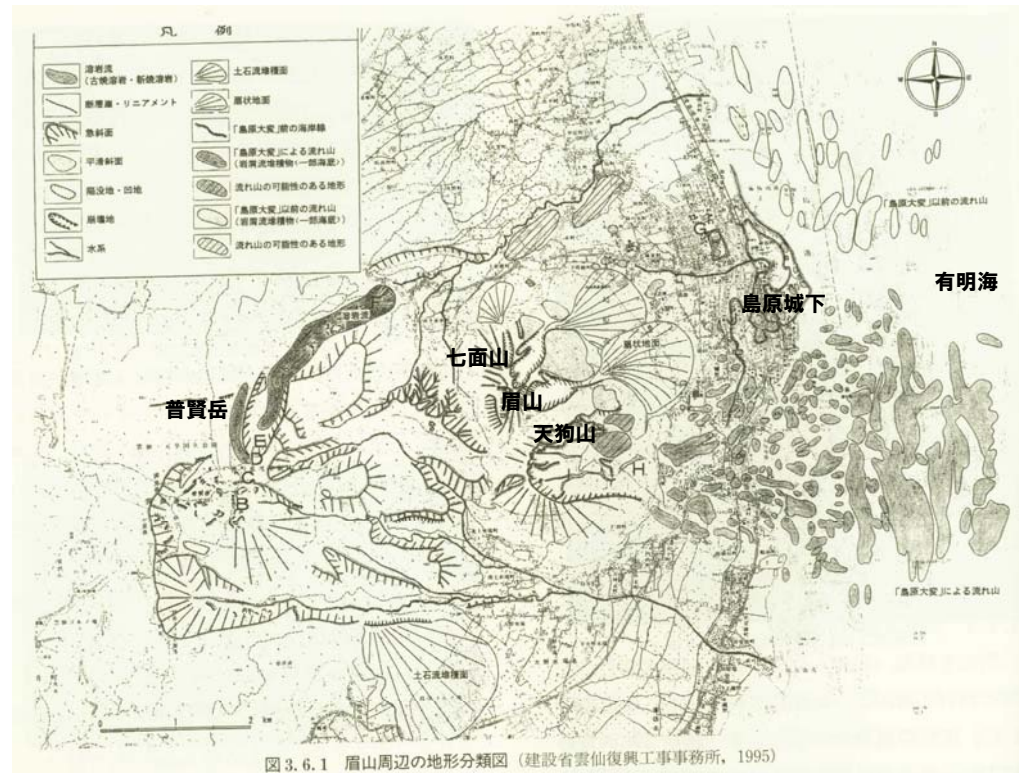
1. 地震以外の津波	4
2. 火山による山体崩壊に伴う津波	6
2-1 島原眉山崩壊による津波の考察	8
2-2 検討対象の抽出(海域火山)	11
2-3 検討対象の抽出(陸域火山)	14
2-4 津波影響評価	44
3. 陸上の斜面崩壊(陸上地すべり)に伴う津波	67
3-1 リツヤ湾津波に関する考察	71
3-2 川白に関する検討結果	81
3-3 兜岩に関する検討結果	138
3-4 堀株に関する検討結果	159
3-5 二つ岩に関する検討結果	163
3-6 弁慶岩に関する検討結果	170
3-7 津波影響評価	183
4. 陸上の斜面崩壊(岩盤崩壊)に伴う津波	215
4-1 岩盤崩壊に関する検討	217
4-2 津波影響評価	268
5. 基準津波の策定	296
6. 津波に対する安全性	312
6-1 砂移動評価について	314
6-2 取水路の水位変動について	320
6-3 貯留堰の容量について	334
6-4 考慮する潮位について	340
7. 津波堆積物調査結果	343
参考資料	353
参考文献	369

2-1 島原眉山崩壊による津波の考察

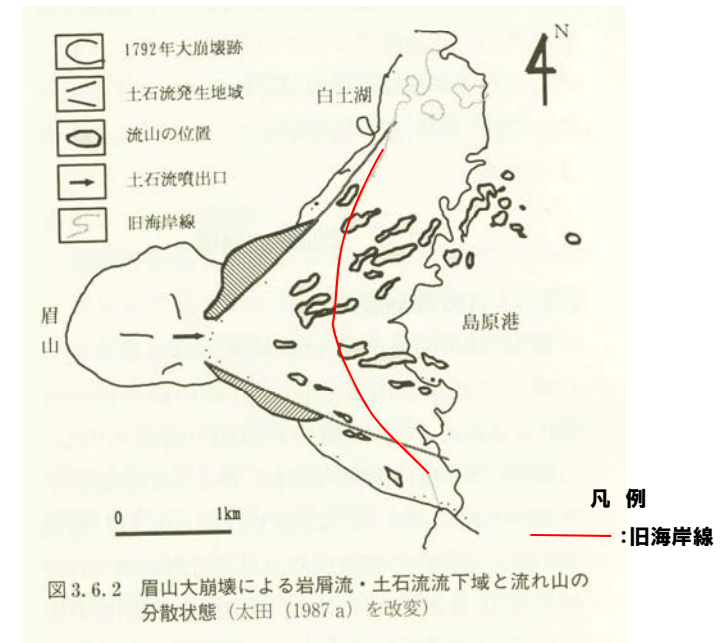
文献調査(雲仙眉山崩壊 中村ほか, 2000)

【概要】

- 眉山は雲仙火山群の最東端に位置する石英安山岩質の溶岩円頂丘(Lava dome)で、北部の七面山(標高819m)と南側の天狗山(標高708m)の2つの釣鐘状ドームから成っている。
- 1792年5月21日20時頃(寛政四年四月一日酉の刻)に、天狗山が山頂部の背後にも達する大崩壊を起こし、さらに有明海に突入した崩土が大津波を誘発して、島原城下をはじめ対岸の肥後をも含めた有明海沿岸の広範囲で、死者行方不明約一万五千人という未曾有の火山災害を発生させた。
- この崩壊により天狗山は約150m低くなり、幅1,000m、長さ2,000m、深さ170mの馬蹄形の典型的な崩壊跡を残した。
- 崩壊土量は $3.4 \times 10^8 \text{m}^3$ と見積もられ、島原の海岸線は約870m前進し沖合にも数十の小島が誕生した。



雲仙普賢岳周辺の地形分類図
(中村ほか, 2000に一部加筆)



眉山崩壊岩屑流と流れ山の分散状況
(中村ほか, 2000に一部加筆)

2-1 島原眉山崩壊による津波の考察

文献調査(雲仙眉山崩壊 中村ほか, 2000;太田, 1987a)

【崩壊までの経緯】

- 眉山崩壊は、以下のように群発地震の発生から普賢岳の噴火を経て、島原四月朔(さく)地震発生後、崩壊に至っている。
 - 1791年11月3日に島原半島西部の小浜(おばま)付近で地震が発生、それ以後小浜や千々石(ちぢわ)一帯で群発地震が発生する。
 - 1792年2月11日に普賢岳が噴火し、その後3月に溶岩の流出が始まり、島原半島では炭酸泉の湧出、炭酸ガスの噴気、地割れ等が発生(地質の脆弱化)。
 - 群発地震の活動中心が半島西部から東部に移り、4月21日には島原中心に地震が群発し始める(岩盤疲労)。
 - 4月25日には最大規模の地震(島原三月朔地震、震度V~VIが8回)が発生。地割れ等が多数生じ、地下水の上昇も見られる(地下水の異常上昇)。
 - 5月21日17時頃より地震が数回続き、20時頃強い地震(島原四月朔地震、M6.4±0.2)が2回発生した後、眉山が崩壊した(地震の発生)。
 - 崩壊に伴い、3波の津波が発生し、有明海沿岸に大きな被害を与え、最も大きい第2波の高さは、約10mと推定されている。

【崩壊の原因】

○崩壊の原因については諸説あったが、太田(1987a)では、米国セントヘレンズ火山の山体崩壊や御岳(おんたけ)山の斜面崩壊などの事例から、それまでの諸説を整理したうえで、崩壊は以下のような、熱水の増大と中~小規模の直下型浅発地震との複合作用によるものとしている。

- ① 亀裂の発達が激しく脆弱な地質
- ② 頻発した地震群による岩盤疲労の進行
- ③ 眉山山体内の熱水圧と地下水位の異常上昇
- ④ 直接の誘因として中~小規模の直下型浅発地震の発生

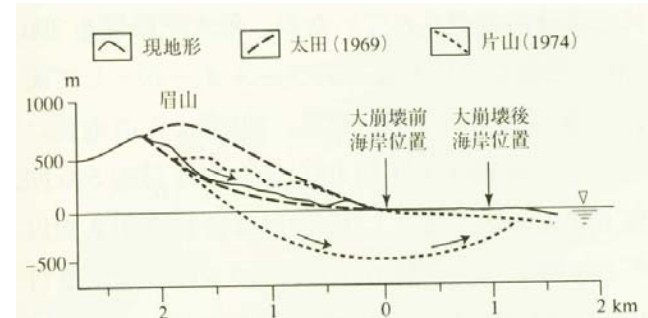
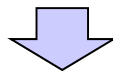


図 3.6.4 眉山大崩壊前後の地形とすべり面の断面図
(太田(1987a)を改変)

断面から推定される $H/L=0.7/3.5=0.2$

眉山崩壊前後の地形

- 文献調査の結果、活動が継続的に認められる火山については、地震により山体崩壊が発生する可能性もあることから、津波影響評価においては、これを考慮する。

2-2 検討対象の抽出(海域火山)

1. 地震以外の津波	4
2. 火山による山体崩壊に伴う津波	6
2-1 島原眉山崩壊による津波の考察	8
2-2 検討対象の抽出(海域火山)	11
2-3 検討対象の抽出(陸域火山)	14
2-4 津波影響評価	44
3. 陸上の斜面崩壊(陸上地すべり)に伴う津波	67
3-1 リツヤ湾津波に関する考察	71
3-2 川白に関する検討結果	81
3-3 兜岩に関する検討結果	138
3-4 堀株に関する検討結果	159
3-5 二つ岩に関する検討結果	163
3-6 弁慶岩に関する検討結果	170
3-7 津波影響評価	183
4. 陸上の斜面崩壊(岩盤崩壊)に伴う津波	215
4-1 岩盤崩壊に関する検討	217
4-2 津波影響評価	268
5. 基準津波の策定	296
6. 津波に対する安全性	312
6-1 砂移動評価について	314
6-2 取水路の水位変動について	320
6-3 貯留堰の容量について	334
6-4 考慮する潮位について	340
7. 津波堆積物調査結果	343
参考資料	353
参考文献	369

2-2 検討対象の抽出 (海域火山)

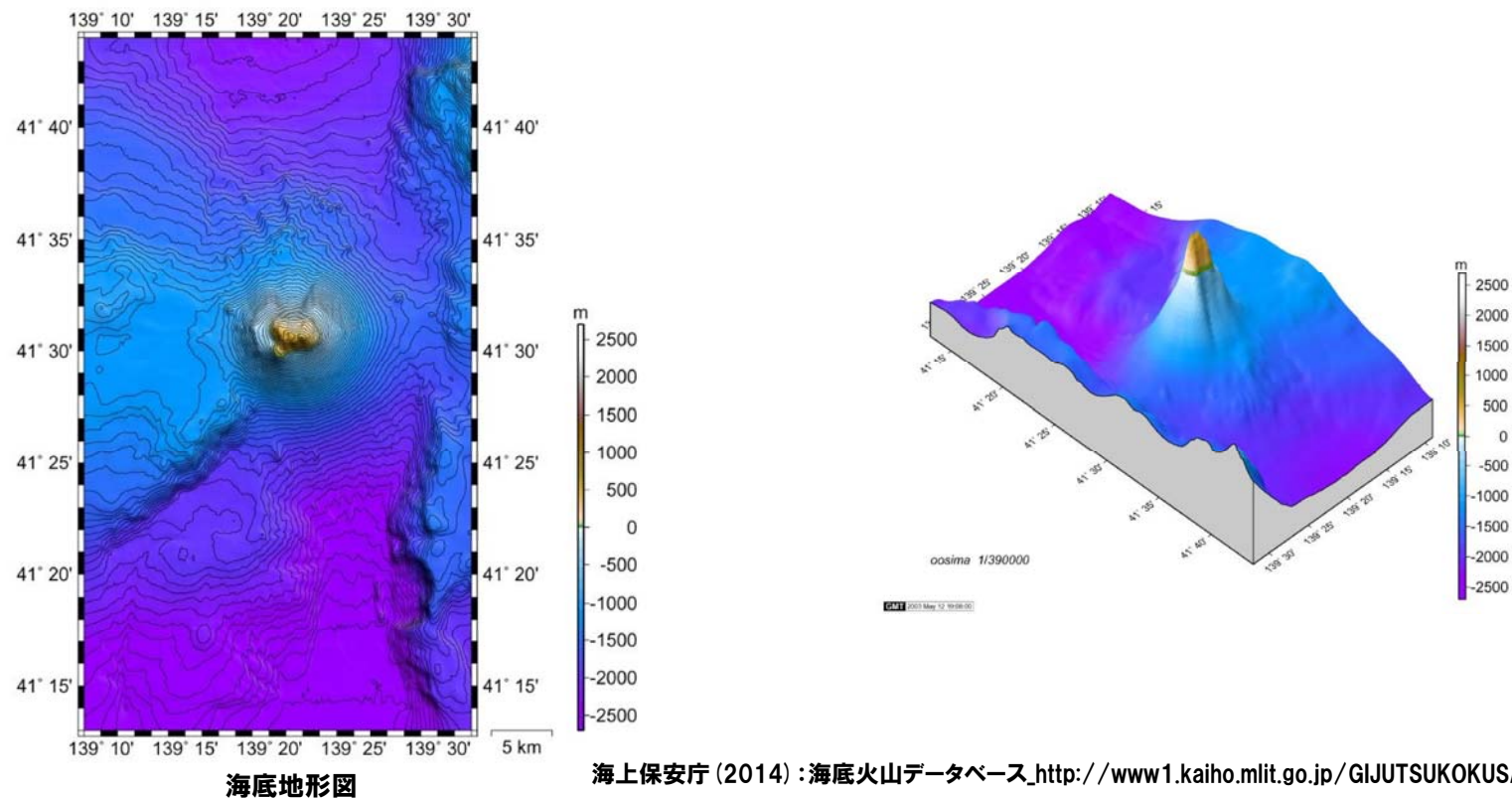
渡島大島の概要 (海上保安庁, 2014)

○位置

緯度	経度	標高	点名	出典
41° 30' 35.65"	139° 22' 01.75"	732.41m	江良岳 (一等三角点・大島)	日本活火山総覧 (第4版)

○概要

火山名	別名	概要	火山地形	年代
渡島大島	松前大島	溶岩流堆積物 (70 cu.km) 火砕流堆積物 (0.1 cu.km以下) 降下テフラ堆積物 (10 cu.km)	主要な山体は火砕丘と溶岩流で構成され、まれに溶岩ドーム、山頂付近に馬蹄形カルデラが認められる。	更新世末期 or 完新世～1790年 噴火記録:1741～1742, 1759, 1786, 1790



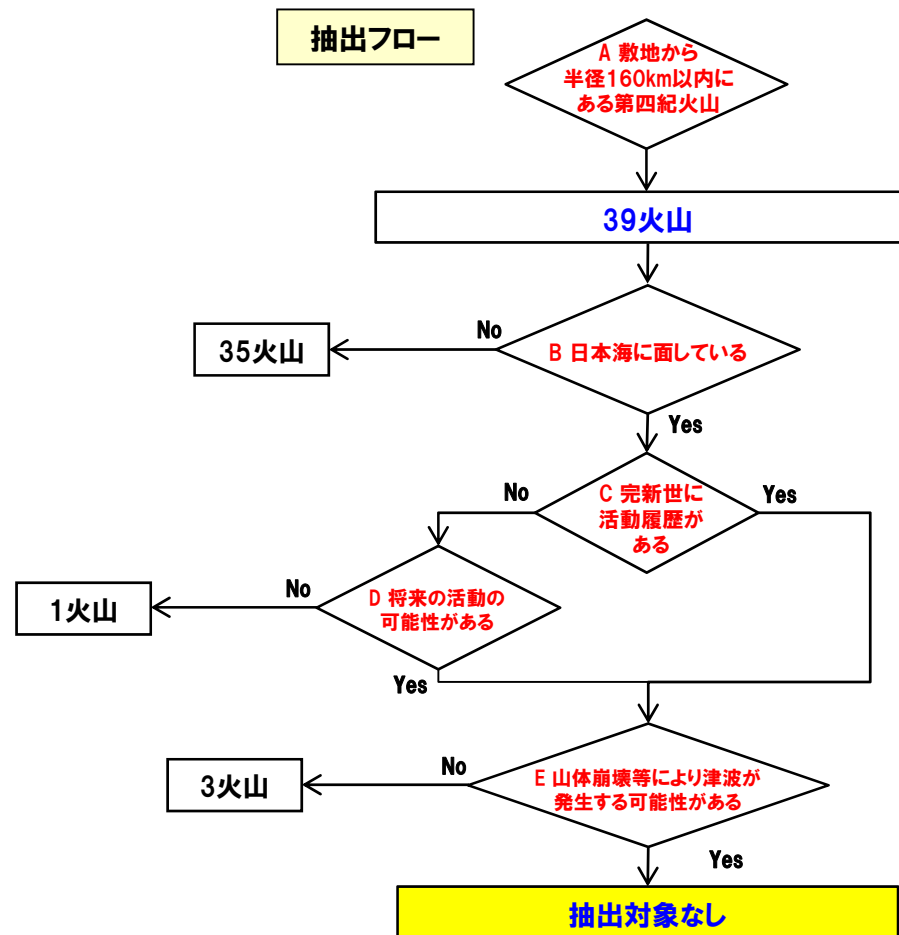
2-3 検討対象の抽出(陸域火山)

1. 地震以外の津波	4
2. 火山による山体崩壊に伴う津波	6
2-1 島原眉山崩壊による津波の考察	8
2-2 検討対象の抽出(海域火山)	11
2-3 検討対象の抽出(陸域火山)	14
2-4 津波影響評価	44
3. 陸上の斜面崩壊(陸上地すべり)に伴う津波	67
3-1 リツヤ湾津波に関する考察	71
3-2 川白に関する検討結果	81
3-3 兜岩に関する検討結果	138
3-4 堀株に関する検討結果	159
3-5 二つ岩に関する検討結果	163
3-6 弁慶岩に関する検討結果	170
3-7 津波影響評価	183
4. 陸上の斜面崩壊(岩盤崩壊)に伴う津波	215
4-1 岩盤崩壊に関する検討	217
4-2 津波影響評価	268
5. 基準津波の策定	296
6. 津波に対する安全性	312
6-1 砂移動評価について	314
6-2 取水路の水位変動について	320
6-3 貯留堰の容量について	334
6-4 考慮する潮位について	340
7. 津波堆積物調査結果	343
参考資料	353
参考文献	369

2-3 検討対象の抽出 (陸域火山)

抽出フロー

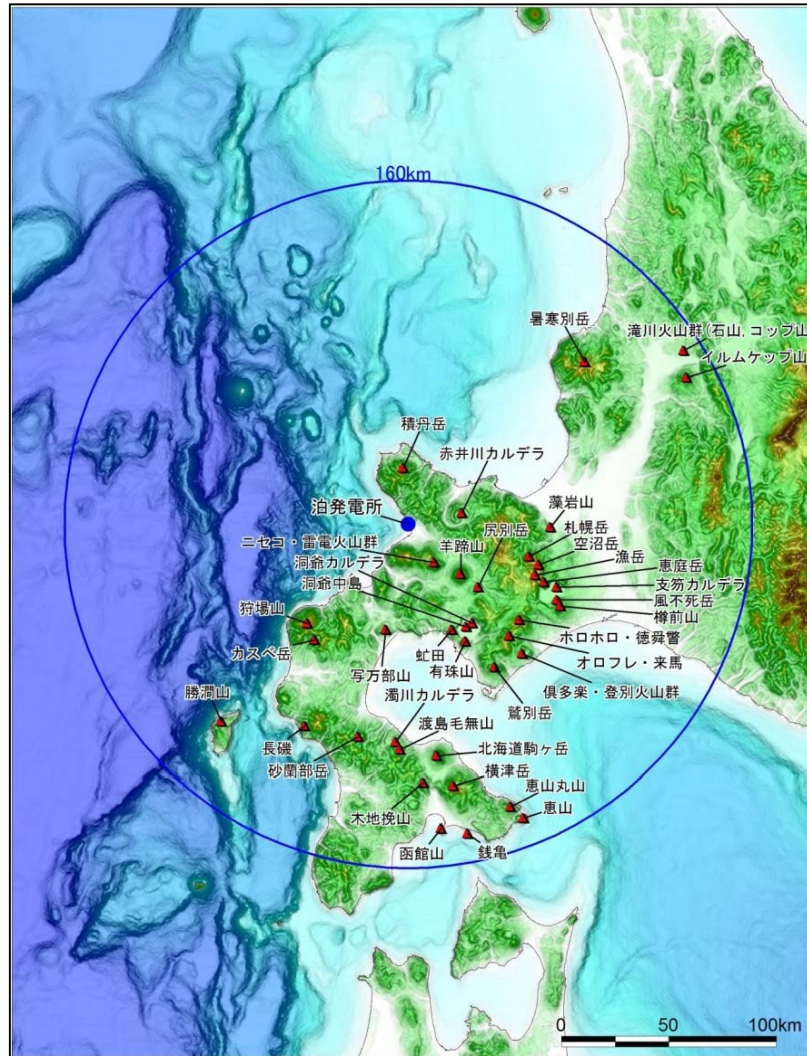
- 敷地に影響を与える可能性のある火山の抽出は、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」を参考に、産業技術総合研究所(2013)「日本の火山(第3版)」に基づき、敷地から半径160km以内にある第四紀火山のうち、日本海沿岸に面した火山を対象とした。
- 山体崩壊等の火山由来の事象は、火山活動に伴って発生することから、上記のうち、完新世に活動があるか、将来の活動の可能性のあるものを対象とした。
- 対象とした火山について、個別に山体崩壊等により津波が発生する可能性を考慮し、津波影響評価対象とする火山の抽出を行った。



2-3 検討対象の抽出 (陸域火山)

第四紀火山の抽出結果

検討対象火山の抽出結果：39火山



「日本の火山(第3版)」に基づき作成

敷地から半径160km以内の検討対象火山の位置

検討対象火山の最新活動時期及び敷地からの距離

番号	火山名	最新活動期	敷地からの距離(km)
C02	滝川火山群(石山,コップ山)	G	151.3
C03	イルムケップ山	G	146.1
C04	暑寒別岳	G	111.5
C05	藻岩山	G	66
C06	積丹岳	G	26.5
C07	赤井川カルデラ	Q1	25.3
C08	札幌岳	Q1	58.1
C09	空沼岳	Q2	63.2
C10	漁岳	G	63.6
C11	支笏カルデラ	Q3	74.8
C12	恵庭岳	H	68.6
C13	風不死岳	H	77.7
C14	樽前山	H	80.2
C15	ホロホロ・徳舜警	Q2	68
C16	オロフレ・来馬	Q2	70.2
C17	倶多楽・登別火山群	H	80.5
C18	鷲別岳	Q2	77.8
C19	虻田	Q1	53.4
C20	洞爺カルデラ	Q2	54.8
C21	洞爺中島	Q3	55.1
C22	有珠山	H	60.7
C23	尻別岳	Q2	43.6
C24	羊蹄山	H	33.8
C25	ニセコ・雷電火山群	H	21.5
C26	写万部山	G	50.5
C27	狩場山	Q2	66.1
C28	カスベ岳	Q1	69.4
C29	勝淵山	Q2	126.4
C30	長磯	Q1	105.7
C31	砂蘭部岳	Q1	102.2
C32	濁川カルデラ	Q3	101.9
C33	渡島毛無山	Q1	105.3
C34	北海道駒ヶ岳	H	109
C35	横津岳	Q1	123.7
C36	木地挽山	G	120.6
C37	恵山丸山	Q2	139.9
C38	恵山	H	146.9
C39	函館山	Q1	142.7
C40	銭亀	Q3	146.7

凡例(最新活動期)
 H:完新世
 Q3:後期更新世
 Q2:中期更新世
 Q1:前期更新世後半
 G:前期更新世前半

火山番号は「日本の火山(第3版)」の表記に従う

2-3 検討対象の抽出 (陸域火山)

日本海に面した火山の抽出結果

日本海沿岸に面した火山: 4火山



「日本の火山 (第3版)」に基づき作成

敷地から半径160km以内の検討対象火山の位置

検討対象火山の最新活動時期及び敷地からの距離

番号	火山名	最新活動期	敷地からの距離 (km)
C02	滝川火山群(石山, コップ山)	G	151.3
C03	イルムケップ山	G	146.1
C04	曇寒別岳	G	111.5
C05	藻岩山	G	66
C06	積丹岳	G	26.5
C07	赤井川カルデラ	Q1	25.3
C08	札幌岳	Q1	58.1
C09	空沼岳	Q2	63.2
C10	漁岳	G	63.6
C11	支笏カルデラ	Q3	74.8
C12	恵庭岳	H	68.6
C13	風不死岳	H	77.7
C14	樽前山	H	80.2
C15	ホロホロ・徳舜警	Q2	68
C16	オロフレ・来馬	Q2	70.2
C17	倶多楽・登別火山群	H	80.5
C18	鷺別岳	Q2	77.8
C19	虻田	Q1	53.4
C20	洞爺カルデラ	Q2	54.8
C21	洞爺中島	Q3	55.1
C22	有珠山	H	60.7
C23	尻別岳	Q2	43.6
C24	羊蹄山	H	33.8
C25	ニセコ・雷電火山群	H	21.5
C26	写万部山	G	50.5
C27	狩場山	Q2	66.1
C28	カスベ岳	Q1	69.4
C29	勝潤山	Q2	126.4
C30	長磯	Q1	105.7
C31	砂蘭部岳	Q1	102.2
C32	濁川カルデラ	Q3	101.9
C33	渡島毛無山	Q1	105.3
C34	北海道駒ヶ岳	H	109
C35	横津岳	Q1	123.7
C36	木地挽山	G	120.6
C37	恵山丸山	Q2	139.9
C38	恵山	H	146.9
C39	函館山	Q1	142.7
C40	銭亀	Q3	146.7

赤色: 日本海に面した火山

凡例 (最新活動期)
 H: 完新世
 Q3: 後期更新世
 Q2: 中期更新世
 Q1: 前期更新世後半
 G: 前期更新世前半

火山番号は「日本の火山 (第3版)」の表記に従う

○日本海沿岸に面した火山として、ニセコ・雷電火山群, 狩場山, 勝潤山, 長磯を抽出する。

2-3 検討対象の抽出（陸域火山）

完新世に活動した火山及び将来の活動の可能性がある火山の抽出結果

- 完新世に活動した火山として、ニセコ・雷電火山群を抽出する。
- 将来の活動の可能性については、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」によれば、最後の活動終了からの期間が、過去の最大休止期間より長い等により判断できるとされている。
- また、兼岡・井田（1997）によれば、日本のような島弧火山は数十万年程度が平均的な活動期間と考えてよいとされている。
- 以上のことから、将来の活動の可能性がある火山として、最後の活動終了からの期間が、過去の最大休止期間より短い火山として狩場山を、数十万年以降の活動が確認される火山として、勝潤山を抽出する。

検討対象火山の活動時期と最新活動からの経過時間

番号	火山名	活動時期	最新活動からの経過時間	最新活動の新旧
C25	ニセコ・雷電火山群	約 40 万年前以降。最新の噴火は約 6000 年前。雷電山は約 140-80 万年前	約 6ka	
C27	狩場山	約 80-25 万年前	約 0.25Ma	
C29	勝潤山	30 万ないし 20 万年前	0.2Ma	
C30	長磯	約 220-170 万年前	1.72 ± 0.33Ma	×

赤色：完新世に活動した火山
青色：将来の活動の可能性がある火山

火山番号は「日本の火山（第3版）」の表記に従う

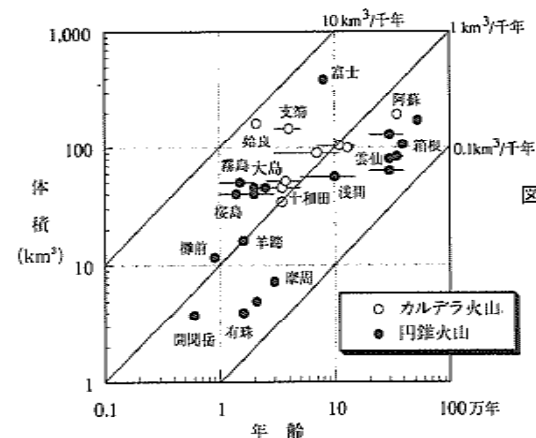


図 2.1 日本の代表的な火山の年齢と体積の関係

島弧の火山の長期間にわたる平均噴出率は、1000 年当たり $0.1-10 \text{ km}^3$ のばらつきがある。一般にカルデラ火山の噴出率が高いが、富士山も同程度に噴出率が高い。[守屋以智雄, 1983²⁹などの資料に基づく]

日本の代表的な火山の活動期間（兼岡・井田, 1997）

2-3 検討対象の抽出 (陸域火山)

抽出火山の評価 (ニセコ・雷電火山群) (1/4)

- 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) (小疇ほか, 2003)
- 活動：表に示すとおり (NEDO, 1986)



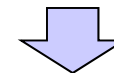
「日本の火山 (第3版)」に基づき作成

ニセコ・雷電火山群の位置

ニセコ・雷電火山群の各火山の活動年代 (NEDO, 1986による)

火山名		活動年代 (Ma)	
ニセコ火山群	イワオヌプリ	0.01 - 0.03	
	ニトヌプリ	0.02 - 0.025	
	チセヌプリ	0.02 - 0.3	
	白樺山	0.3 - 0.7	
	ジャクナゲ岳	0.2 - 0.9	
	ニセコアンヌプリ	0.1 - 0.7	
	ワイスホルン	1.0 - 1.5	
	雷電火山群	岩内岳	0.5 - 0.75
		目国内岳	0.65 - 1.1
		雷電山	1.0 - 1.6
基底噴出物		0.87 - 1.63	
雷電岬火山角礫岩層		1.8 - 2.0	

- 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・ジャクナゲ岳・白樺山
- 第3期: チセヌプリ・ニトヌプリ・イワオヌプリ

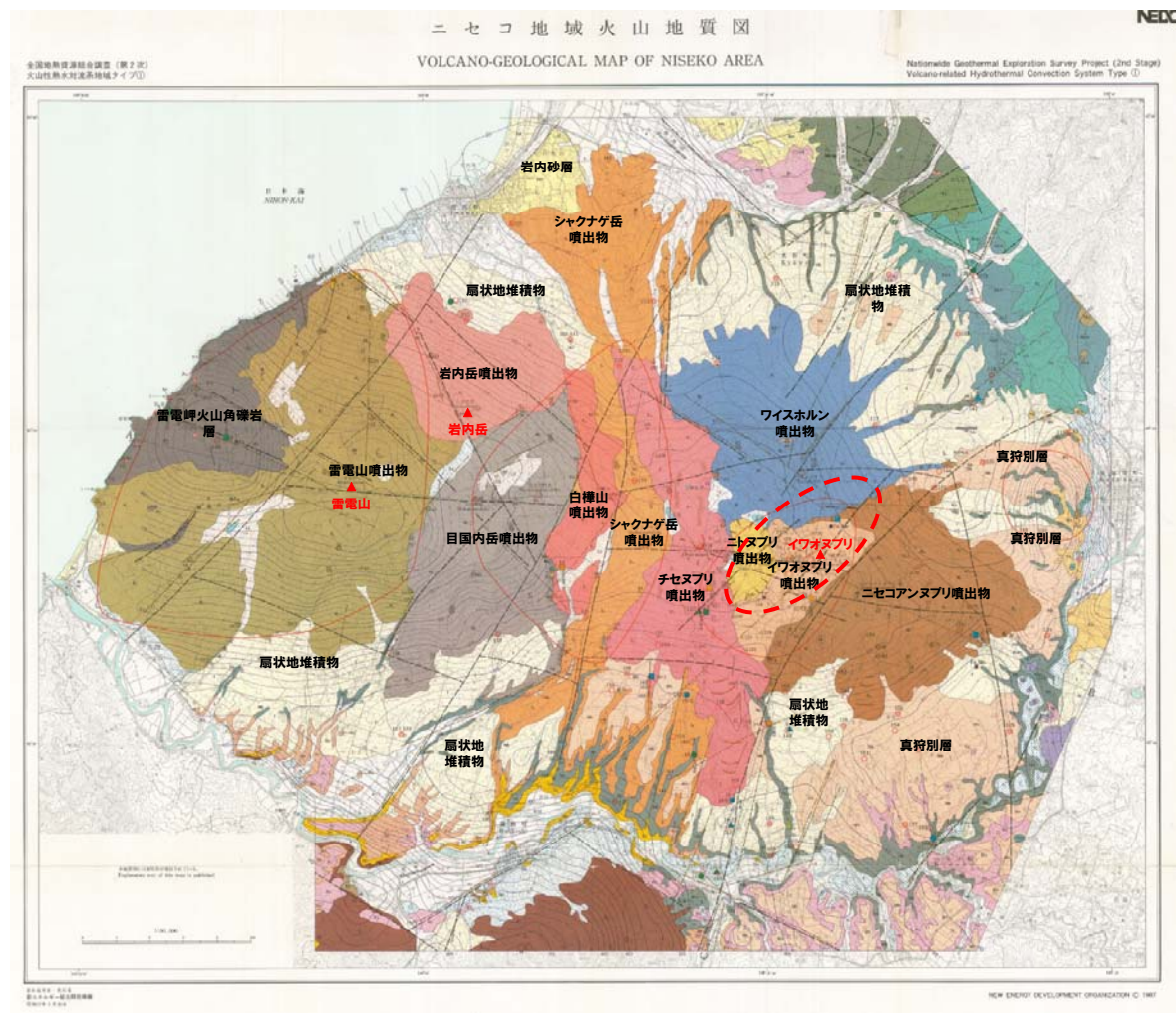


○最新の活動は、内陸部のイワオヌプリである。

2-3 検討対象の抽出(陸域火山)

抽出火山の評価(ニセコ・雷電火山群)(2/4)

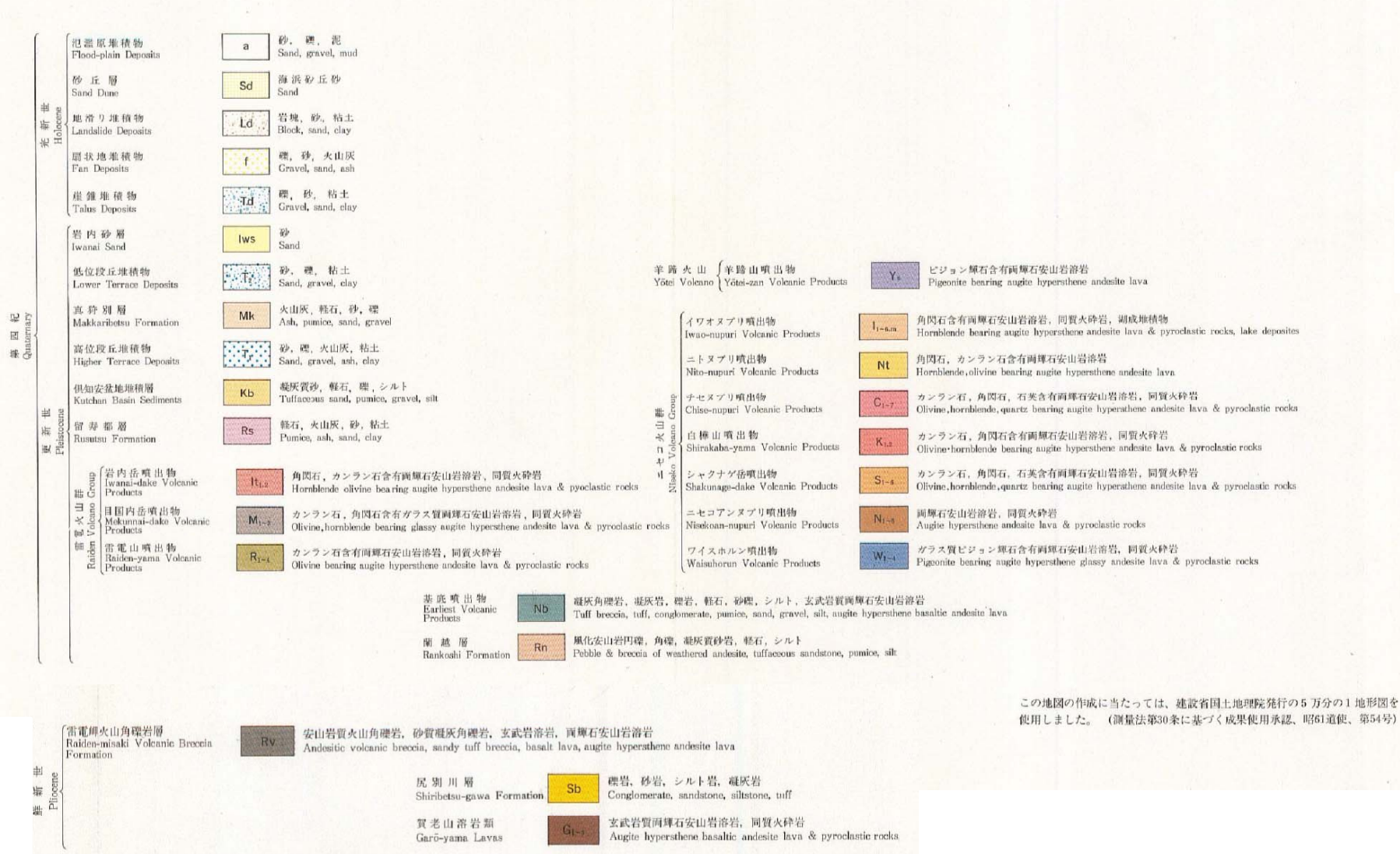
- ニセコ・雷電火山群のうち、海岸部には第四系更新統の雷電岬火山角礫岩層が分布している。
- 地表地質踏査結果により、海岸部には堅硬な火砕岩類が連続して分布していることを確認している。



ニセコ地域火山地質図 (NEDO, 1987に一部加筆)

2-3 検討対象の抽出(陸域火山)

抽出火山の評価(ニセコ・雷電火山群)(3/4)



ニセコ地域火山地質図(凡例)(NEDO, 1987より抜粋)

2-3 検討対象の抽出 (陸域火山)

抽出火山の評価 (ニセコ・雷電火山群) (4/4)

温泉・鉱泉 Hot and mineral springs

泉質 Water chemistry	水温 Water temperature (°C)				
	<25	≥25- <42	≥42- <60	≥60- <90	≥90
塩化物泉 Chloride spring	●	●	●	●	●
炭酸水素塩泉 Bicarbonate spring	▲	▲	▲	▲	▲
硫酸塩泉 Sulphate spring	■	■	■	■	■

(地熱調査井・温泉などの番号は説明書第3表及び第6表の番号と同じ)
Numbers of geothermal exploration wells, hot springs and others correspond to those in Tables 3 and 6 of the text.)

- 先第四系中の推定断層
Inferred fault in the pre-Quaternary System
- ランドサット画像判読による、連続的で顕著な(強)リニアメント
Strong Lineaments from Landsat Image
- レーダー画像判読による、主要(1次)リニアメント(顕著なもの)
Major Lineaments from SAR Image
- 航空写真判読による、明瞭なリニアメント
Strong Lineaments from Aerial Photograph
- 等重力線(ブーゲー異常), 1ミリガル間隔 $\rho=2.3 \text{ g/cm}^3$
Gravity contour (Bouguer anomaly), 1 milligals interval $\rho=2.3 \text{ g/cm}^3$
- H** 高重力域
Gravity "High"
- L** 低重力域
Gravity "Low"
- Cu** 銅
Copper
- Pb,Zn** 鉛, 亜鉛
Lead, Zinc
- Fe** 鉄
Iron
- Mn** マンガン
Manganese
- S** 硫黄
Sulphur
- Cl** 粘土
Clay
- 変質帯
Alteration zone
- 噴気(90°C以上)
Fumarole (higher than 90°C)
- 冷泉・湧水
Cold spring
- 地熱調査井(全国地熱資源総合調査関係)
Geothermal exploration well (Nationwide geothermal exploration survey project)
- 温泉調査井
Hot spring prospect well
- 磁化方位測定用試料採取位置
Sample localities of paleomagnetometry
- K-Ar年代測定用試料採取位置
Sample localities of K-Ar dating
- ¹⁴C年代測定用試料採取位置
Sample localities of radiocarbon age dating

貫入岩類
Intrusive Rocks

- A** 新期安山岩
Younger andesite
- An** 両輝石安山岩
Augite hypersthene andesite
- Gr** 花崗岩類
Granitic rocks
- R** 流紋岩
Rhyolite

- 火山山頂
Peak of volcano
- 火口
Crater
- 円頂岳
Lava dome
- 溶岩じわ
Lava folds
- 溶岩・火砕流堤防
Lava levee
- 堰止湖
Dammed lake
- 地滑り崩落地形
Landslide scar
- フローユニット界
Flow-unit boundary
- 走向および傾斜
Strike & dip

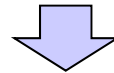
この地質図の印刷に当たっては、工業技術院地質調査所発行のカラーチャートを使用しました。(承認番号G1地調第666号)

ニセコ地域火山地質図(凡例)(NEDO, 1987より抜粋)

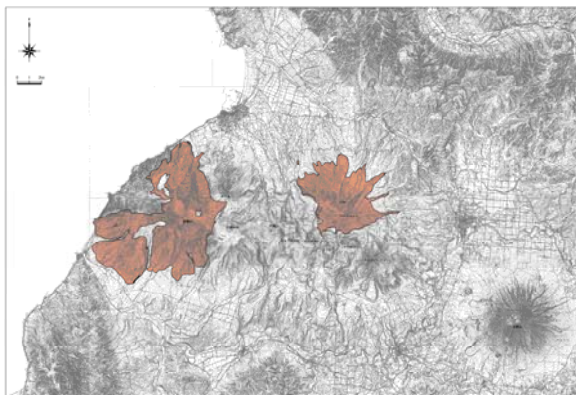
2-3 検討対象の抽出 (陸域火山)

活動の変遷 (ニセコ・雷電火山群)

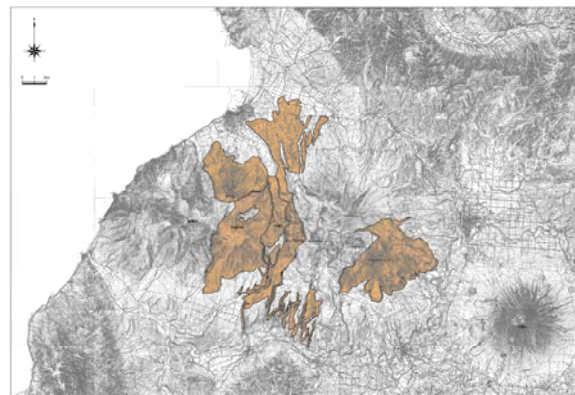
- 児玉ほか (1998b) によれば、ニセコ・雷電火山群の活動は全体として東部に移動しているとされている。
- 勝井ほか (2007) によれば、ニセコ火山の山体形成は、西側からしだいに東側へと波及していき、イワオヌプリの活動が最も新しいとされている。
- 気象庁 (2013) では、江戸時代後半や20世紀初頭にはイワオヌプリ山頂部で噴気活動があったとされている。
- 奥野 (2003) によれば、イワオヌプリから噴出されたスコリア直下の腐植土の¹⁴C年代値が、 $6,030 \pm 80$ BPとされており、他のニセコ・雷電火山群の火山噴出物の年代値と比較しても新しい。



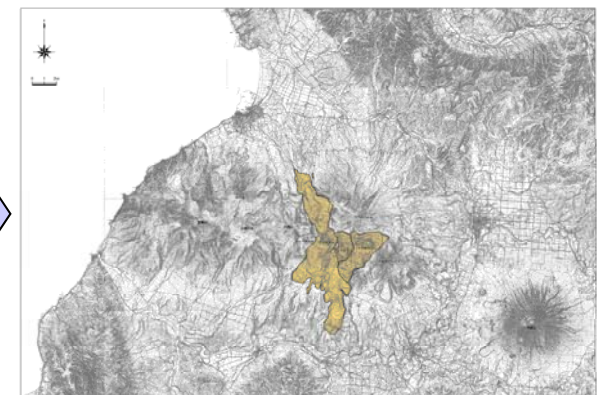
- 活動は大局的に西から内陸部へ移動し、ニセコ・雷電火山群の最新の活動はイワオヌプリであると考えられる。



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)

2-3 検討対象の抽出 (陸域火山)

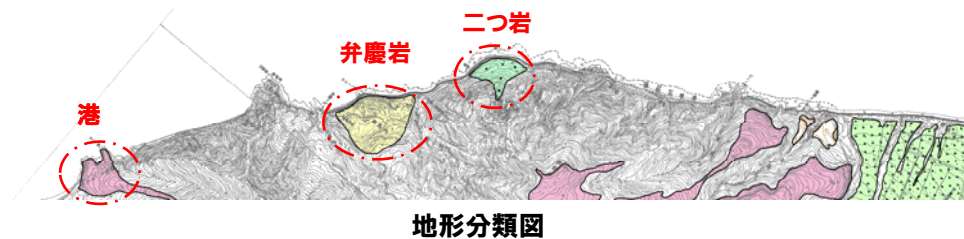
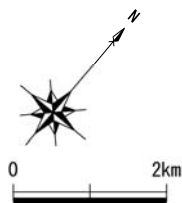
敷地への影響 (ニセコ・雷電火山群) (1/2)

- ニセコ・雷電火山群の海岸部周辺について、空中写真判読を行い、地形分類図を作成した。
- 空中写真判読結果によれば、海域に直接面する地形は、弁慶岩周辺の2箇所及び港付近の1箇所である。
- 弁慶岩及び二つ岩については、「3. 陸上の斜面崩壊 (陸上地すべり) に伴う津波」で検討を行う。
- 港については、雷電山起源の溶岩流が認められるが、空中写真判読結果によれば、地すべり地形は抽出されなかった。

- ニセコ・雷電火山群の海岸部周辺について、地すべり地形DBによる地すべり地形分布図を抽出した。
- 地すべり地形DBで抽出される海域に直接面する地すべりは、弁慶岩及び二つ岩である。
- 弁慶岩及び二つ岩については、「3. 陸上の斜面崩壊 (陸上地すべり) に伴う津波」で検討を行う。
- なお、港については、地すべり地形の記載はない。

凡 例

1. 地形面区分			
L12段丘面		火山麓扇状地(低位2)	
L11段丘面		火山麓扇状地(低位1)	
M2段丘面		火山麓扇状地(中位)	
M3段丘面		火山麓扇状地(高位2)	
H3段丘面		崖壁・崖線	
河川火砕流二次堆積面		地すべり地形・崩壊地形	
砂丘砂			
2. 火山地形面区分			
白糠山起源の溶岩流			
岩内岳起源の溶岩流			
目内岳起源の溶岩流			
雷電山起源の溶岩流			
滑り崖			
崩壊地形			



2-3 検討対象の抽出 (陸域火山)

敷地への影響 (ニセコ・雷電火山群) (2/2)

- 「北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会報告書」(北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会, 平成12年10月) から, ニセコ・雷電火山群の海岸部における岩盤崩壊の事例を確認した。
- ニセコ・雷電火山群の海岸部における崩壊事例は弁慶岩及びピンノ岬付近に集中する。
 - 確認された急崖の比高は30m~175mである。
 - 敷地まで最短距離の地点はピンノ岬Aで距離は約11km, 規模は約 $5.6 \times 10^2 \text{m}^3$ である。
 - 崩壊規模が最大の地点は刀掛Bで, 距離は約16km, 規模は約 $1.4 \times 10^4 \text{m}^3$ である。
- 仮に敷地周辺における岩盤崩壊事例の最大規模である, たこ岩の $1.7 \times 10^4 \text{m}^3$ がピンノ岬Aで発生したとしても, 地すべりシミュレーションの対象としている堀株 (距離約1km, 規模約 $8.5 \times 10^5 \text{m}^3$) より距離が遠く, 規模も小さいことから, 敷地への影響は小さいものと考えられる。
- なお, 刀掛~刀掛Cについては, 「4. 陸上の斜面崩壊 (岩盤崩壊) に伴う津波」で検討を行う。



岩盤崩壊事例

	急崖比高 (m)	崩壊規模 (m^3)	敷地までの 距離 (km)
ピンノ岬A	30	5.6×10^2	11
ピンノ岬B	140	2.0×10^2	
ピンノ岬C	125	1.6×10^2	
ピンノ岬D	100	1.1×10^2	
ピンノ岬E	100	2.7×10^2	
ピンノ岬F	145	1.1×10^2	
鶏の岩	175	3.2×10^3	13
刀掛	100	1.8×10^3	16
刀掛A	30	2.0×10^3	
刀掛B	30	1.4×10^4	
刀掛C	50	2.5×10^3	
(参考) たこ岩	90	1.7×10^4	36

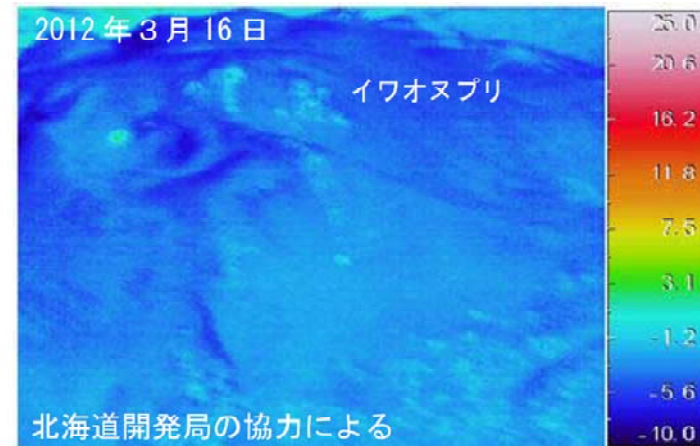
2-3 検討対象の抽出 (陸域火山)

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)

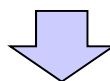
イワオヌプリに関する火山活動解説資料 (気象庁HP) を整理した表

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	
H26	9	噴気は認められない。火山活動に特段の変化はなく、静穏に経過しており、噴火の兆候は見られない。	上空からの観測	

2-3 検討対象の抽出（陸域火山）

文献レビューによる山体崩壊等の大規模崩壊の検討（ニセコ・雷電火山群）

- 井口（2006）によれば，山体崩壊等の大規模崩壊について以下の記載がある。
 - 確認された大規模崩壊の約7割が，同一火山で複数回発生している。
→大規模崩壊は，繰り返し発生しやすいと推定される。
 - 歴史上の大規模崩壊は，火山活動に起因している。
- 最新の活動と考えられるイワオヌプリは，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。
- 井口（2006）では，ニセコ・雷電火山群において，海域に到達するような大規模崩壊の発生は確認されていない。

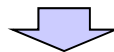


- ニセコ・雷電火山群は，火山活動に伴う大規模崩壊が発生する可能性は小さい。

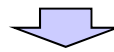
2-3 検討対象の抽出 (陸域火山)

まとめ (ニセコ・雷電火山群)

- ニセコ・雷電火山群の活動状況:
 - 第1期・・・活動時期が古く、活動休止期間も長いことから活動を停止していると考えられる。
 - 第2期・・・40万年以上の活動期間を経て、活動休止期間が概ね20年以上経過しており、活動を停止した可能性が高いと考えられる。
 - 第3期・・・最新の活動が起こっているイワオヌプリについて、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。
- 井口 (2006) では、ニセコ・雷電火山群において、海域に到達するような大規模崩壊の発生は確認されていない。
- ニセコ・雷電火山群の海岸部周辺について、空中写真判読及び地すべり地形DBによる地すべりの抽出を行った結果、弁慶岩及び二つ岩が抽出された(「3. 陸上の斜面崩壊 (陸上地すべり) に伴う津波」で検討を行う。)
- 岩盤崩壊の事例を確認した結果、敷地に最も近い地点は、ピンノ岬Aで距離は約11km、規模は約 $5.6 \times 10^2 \text{m}^3$ であり、崩壊規模が最大の地点は、刀掛Bで距離は約16km、規模は約 $1.4 \times 10^4 \text{m}^3$ であった(岩盤崩壊については、「4. 陸上の斜面崩壊 (岩盤崩壊) に伴う津波」で検討を行う。)



- 最新の活動と考えられるイワオヌプリは、近年では、噴気や地熱域は認められないこと等から、火山活動に伴う山体崩壊等が発生する可能性は小さい。
- イワオヌプリから海域までの距離を考慮すると、仮に山体崩壊等が発生しても、土塊が海域に到達する可能性は小さいと推定される。
- 敷地周辺の岩盤崩壊の最大規模と敷地までの距離を考慮すると、仮に岩盤崩壊が発生しても、敷地に影響を与える可能性は小さいと推定される。



- ニセコ・雷電火山群において山体崩壊等により津波が発生する可能性は小さい。

2-3 検討対象の抽出 (陸域火山)

抽出火山の評価 (狩場山) (1/4)

- 位置 : 敷地の南西方約66km
- 活動 : 中期更新世 (K-Ar法年代値25-70万年前 Kaneoka et al, 1987) に噴出した溶岩が広く分布



狩場山の位置

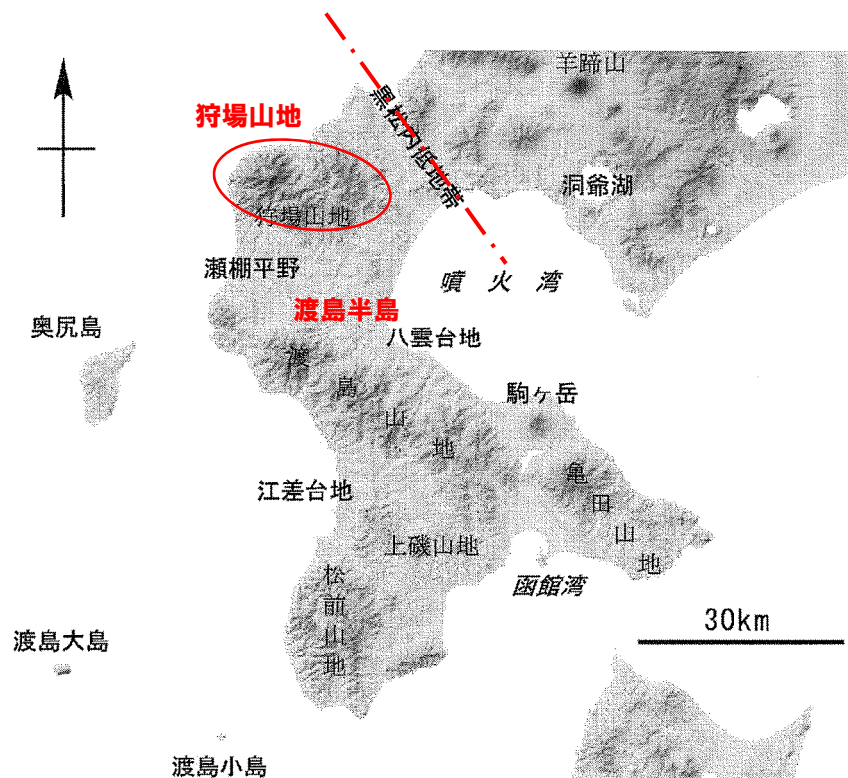
- 狩場山は、気象庁による活火山※に選定されていない (現在、継続的な火山活動は、認められない。)
- 井口 (2006) によれば、狩場山は、大規模崩壊の発生は確認されていない。

※2003 (平成15) 年に火山噴火予知連絡会は、“概ね過去1万年以内に噴火した火山及び現在活発な噴気活動のある火山”を活火山と定義している。

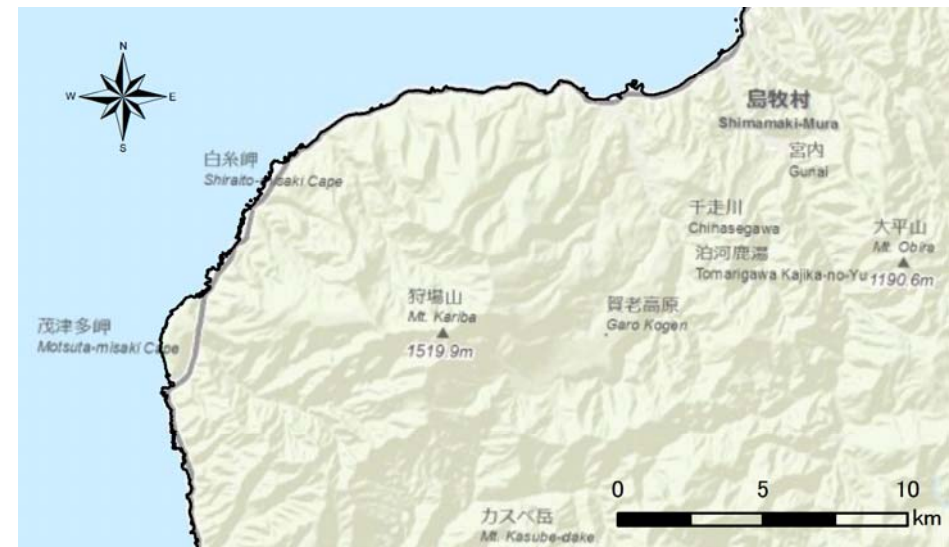
2-3 検討対象の抽出 (陸域火山)

抽出火山の評価 (狩場山) (2/4)

- 狩場山は小疇ほか (2003) によれば、渡島半島北部の日本海に面した地塊山地である狩場山地に位置し、その標高は1,520mである。
- 東西に延びる狩場山地の周辺は谷が深く、中期更新世 (K-Ar法年代値25-70万年前 Kaneoka et al, 1987) に噴出した溶岩が広く分布し、標高1,000m以上で溶岩台地状の比較的平坦な地形をなす、としている。
- 日本の火山 (DB) によれば、火山形態は複成火山で、山体を形成する主な岩石は玄武岩質安山岩を含む安山岩とされている。



渡島半島と地形概略

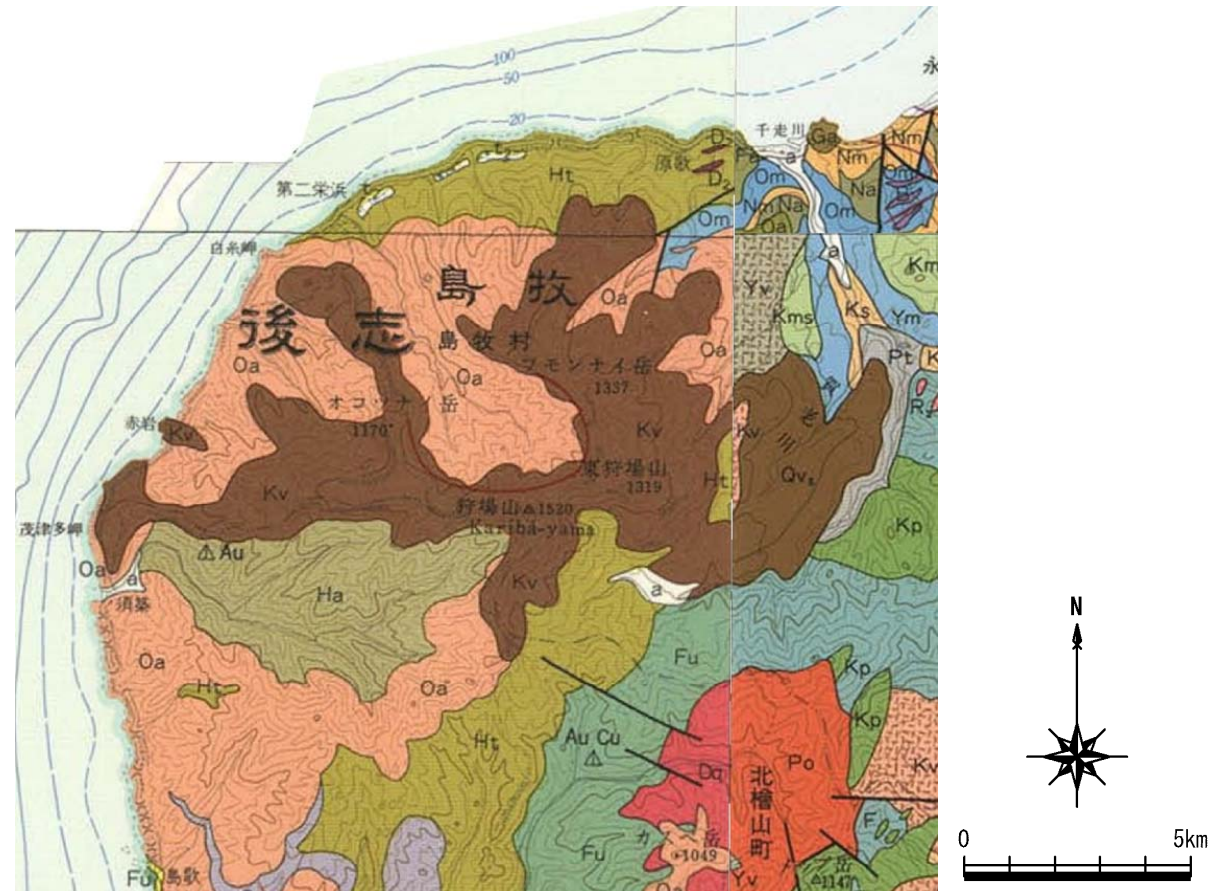


狩場山遠景 (北東より望む)

2-3 検討対象の抽出 (陸域火山)

抽出火山の評価 (狩場山) (3/4)

○狩場山周辺の地質は、秦ほか(1979)によれば、山頂から更新世の狩場火山(輝石角閃石安山岩溶岩, Kv)が分布し、その下位及び周辺に鮮新世～中新世の北桧山層群の角閃石安山岩火砕岩(Oa), 中新世の左俣川層及び馬場川層の変質安山岩溶岩(Ha)及び安山岩火砕岩(Ht)が分布する。



秦ほか(1979) 地質図幅1/20万 久遠

2-3 検討対象の抽出 (陸域火山)

抽出火山の評価 (狩場山) (4/4)

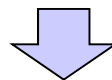


地質図凡例 (秦ほか, 1979に一部加筆)

2-3 検討対象の抽出 (陸域火山)

文献レビューによる山体崩壊等の大規模崩壊の検討 (狩場山)

- 井口 (2006) によれば, 山体崩壊等の大規模崩壊について以下の記載がある。
 - 確認された大規模崩壊の約7割が, 同一火山で複数回発生している。
→大規模崩壊は, 繰り返し発生しやすいと推定される。
 - 歴史上の大規模崩壊は, 火山活動に起因している。
- 狩場山は, 気象庁による活火山に選定されていないことから継続的な火山活動は認められないと判断される。
- 井口 (2006) では, 狩場山において, 海域に到達するような大規模崩壊の発生は確認されていない。



- 狩場山は, 火山活動に伴う大規模崩壊が発生する可能性は小さい。

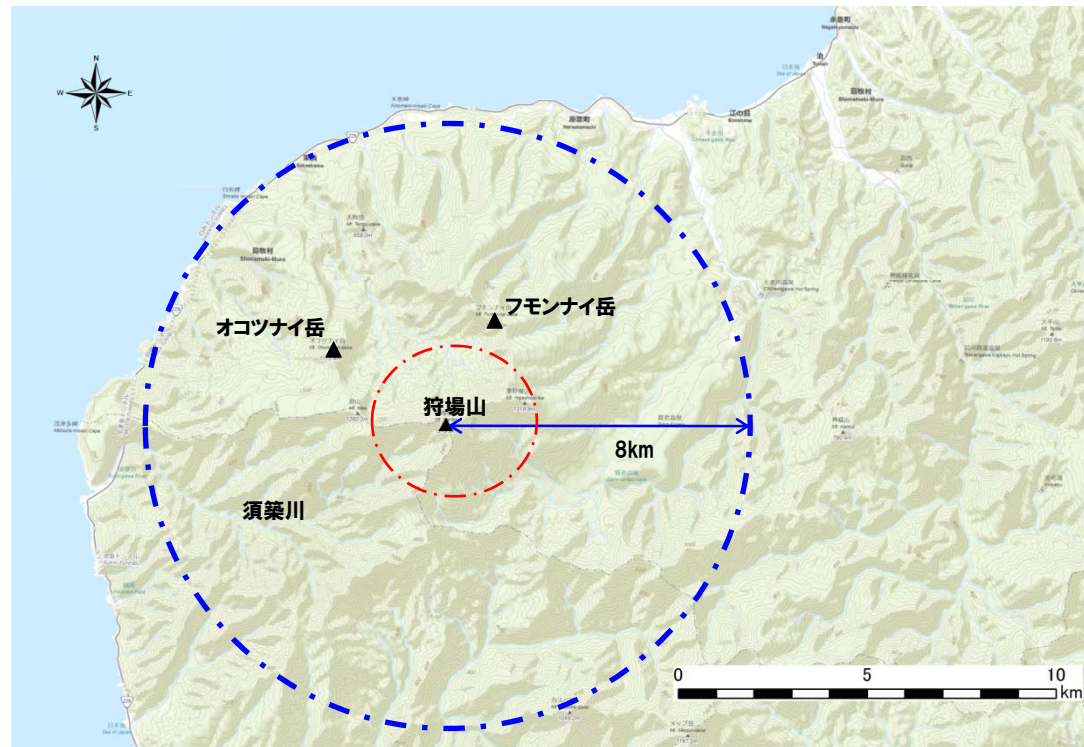
2-3 検討対象の抽出 (陸域火山)

狩場山の大規模崩壊の影響範囲の検討

- 沿岸方向には北にフモンナイ岳 (標高1,338m), 西にオコツナイ岳 (標高1,171m) の障壁, 南西方向には河口部が狭く深い須築 (すつき) 川がある。
- 山頂から海岸線までは8km以上ある。
- したがって, 仮に山体崩壊等が発生しても, 土塊が海域に到達する可能性は小さい, 若しくは, 到達してもその規模はわずかと推定される。



- 狩場山において, 山体崩壊等により津波が発生する可能性は小さい。

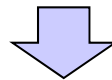


狩場山周辺の地形図

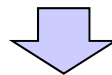
2-3 検討対象の抽出（陸域火山）

まとめ（狩場山）

- 狩場山は、渡島半島北部の日本海側に位置する第四紀火山で、その活動時期は中期更新世（25-70万年前）とされている。
- 火山形態は複成火山で、活動の際に噴出した溶岩が広く分布し、標高1,000m以上では溶岩台地状の比較的平坦な地形をなしている。
- 狩場山と敷地との距離は約66kmである。
- 狩場山は、気象庁による活火山に選定されていないことから継続的な火山活動は認められないと判断される。
- 井口（2006）では、狩場山において、海域に到達するような大規模崩壊の発生は確認されていない。



- 狩場山は、火山活動に伴う山体崩壊等が発生する可能性は小さい。
- 狩場山から海域までの距離、狩場山周辺の地形等を考慮すると、仮に山体崩壊等が発生しても、土塊が海域に到達する可能性は小さいと推定される。

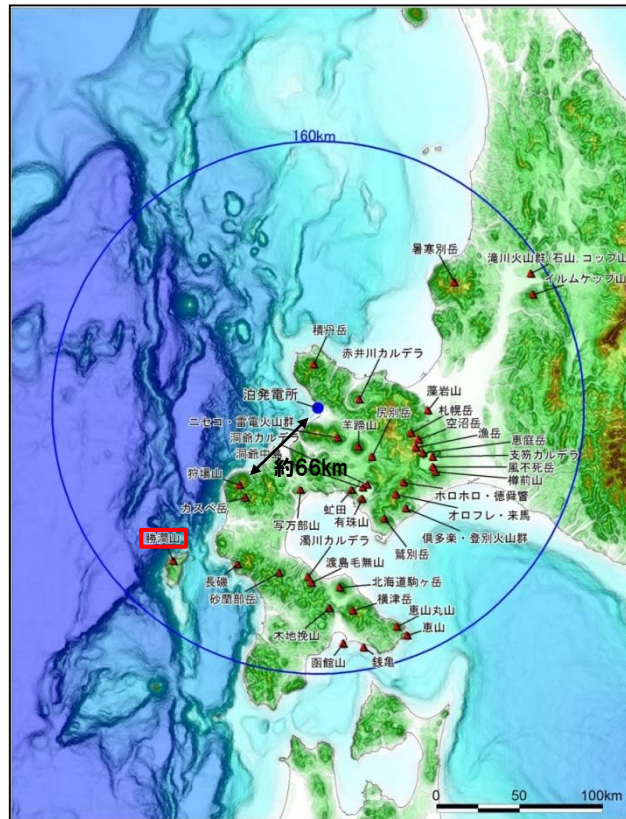


- 狩場山において山体崩壊等により津波が発生する可能性は小さい。

2-3 検討対象の抽出 (陸域火山)

抽出火山の評価 (勝澗山) (1/5)

- 位置：敷地の南西方約126km
- 活動：日本の火山 (DB) によれば、中期更新世 (30万ないし20万年前)。
流紋岩溶岩のFT年代測定法結果 $0.20 \pm 0.06\text{Ma}$ (雁沢, 1992), ガラスのFT年代測定法結果 $0.31 \pm 0.09\text{Ma}$ (玉生, 1978)



勝澗山の位置

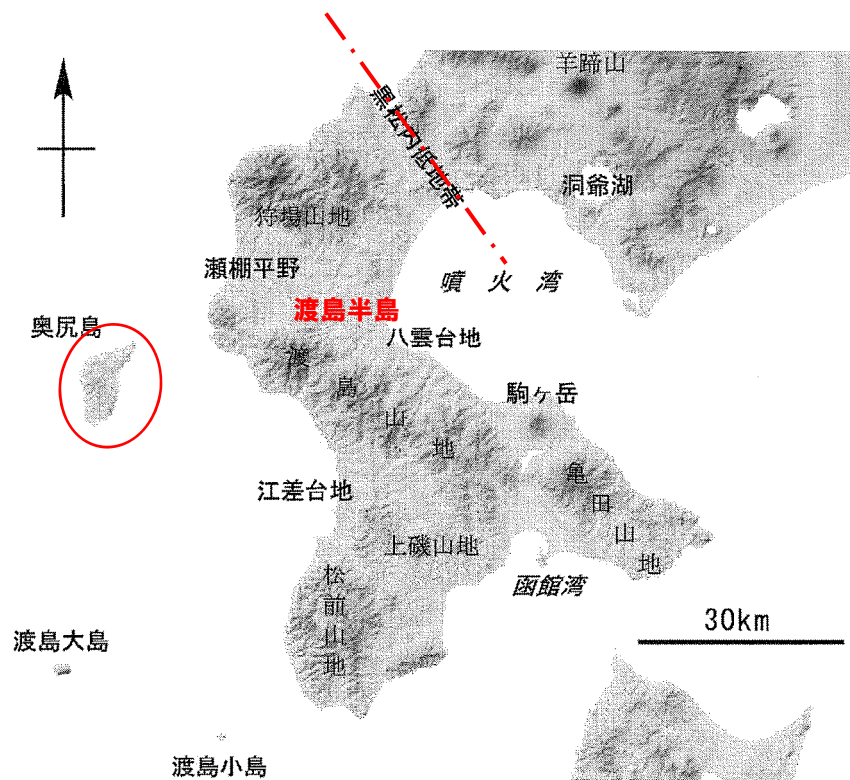
- 勝澗山は、気象庁による活火山※に選定されていない (現在、継続的な火山活動は、認められない。)
- 井口 (2006) では、勝澗山は、大規模崩壊発生 of 調査対象となっていない。

※2003 (平成15) 年に火山噴火予知連絡会は、“概ね過去1万年以内に噴火した火山及び現在活発な噴気活動のある火山”を活火山と定義している。

2-3 検討対象の抽出 (陸域火山)

抽出火山の評価 (勝瀨山) (2/5)

- 勝瀨山は、渡島半島中部、日本海の沖合30~60kmに位置する奥尻島の第四紀火山である。
- 奥尻島は南北20km、東西10kmの奥尻海嶺上の島で、約60km南には渡島大島が位置している。
- 勝瀨山(標高428m)は、奥尻島の北部、幌内川上流に位置し、宇井・中川(1999)では、分布面積4km²、体積0.2km³の流紋岩溶岩からなる小規模な中期更新世の単成火山とされている(Satake, 2007によれば、1741年(渡島西岸)津波における山体崩壊の規模は、面積17km²、体積2.4km³程度であり、これと比較しても規模は極めて小さい。)



渡島半島と地形概略



奥尻島及び勝瀨山位置

2-3 検討対象の抽出 (陸域火山)

抽出火山の評価 (勝潤山) (3/5)

- 勝潤山火山は、秦ほか(1982)では勝潤山溶岩の溶岩ドームとされていたが、鹿野ほか(2006)では溶岩ドームよりは複雑で、三つの噴出中心を持ち、勝潤山山頂付近には勝潤山火口(直径740m)と勝潤山西火口(直径180m)が、勝潤山南側、幌内川上流域にはこれらの火口が開口する前に形成された幌内川カルデラが分布する。
- 勝潤山火口からは火砕サージ・火砕流が噴出した後に、流紋岩溶岩が噴出し、勝潤山西火口は勝潤山火口から噴出した流紋岩溶岩上に開口し、火砕サージを噴出している。幌内川カルデラは湖成堆積物に埋積された南北2km、東西1.5kmの盆状構造を呈している。
- 幌内川カルデラの湖成堆積物は、勝潤山火口からの溶岩の貫入により変形していることから、形成時期は勝潤山火口、勝潤山西火口形成以前と考えられるが、カルデラ形成に関連した噴出物は確認できていない。
- 勝潤山の形成年代については、勝潤山を構成する流紋岩溶岩から雁沢(1992)ではFT年代測定法結果 $0.20 \pm 0.06\text{Ma}$ 、玉生(1978)ではガラスのFT年代測定法結果 $0.31 \pm 0.09\text{Ma}$ が得られている。



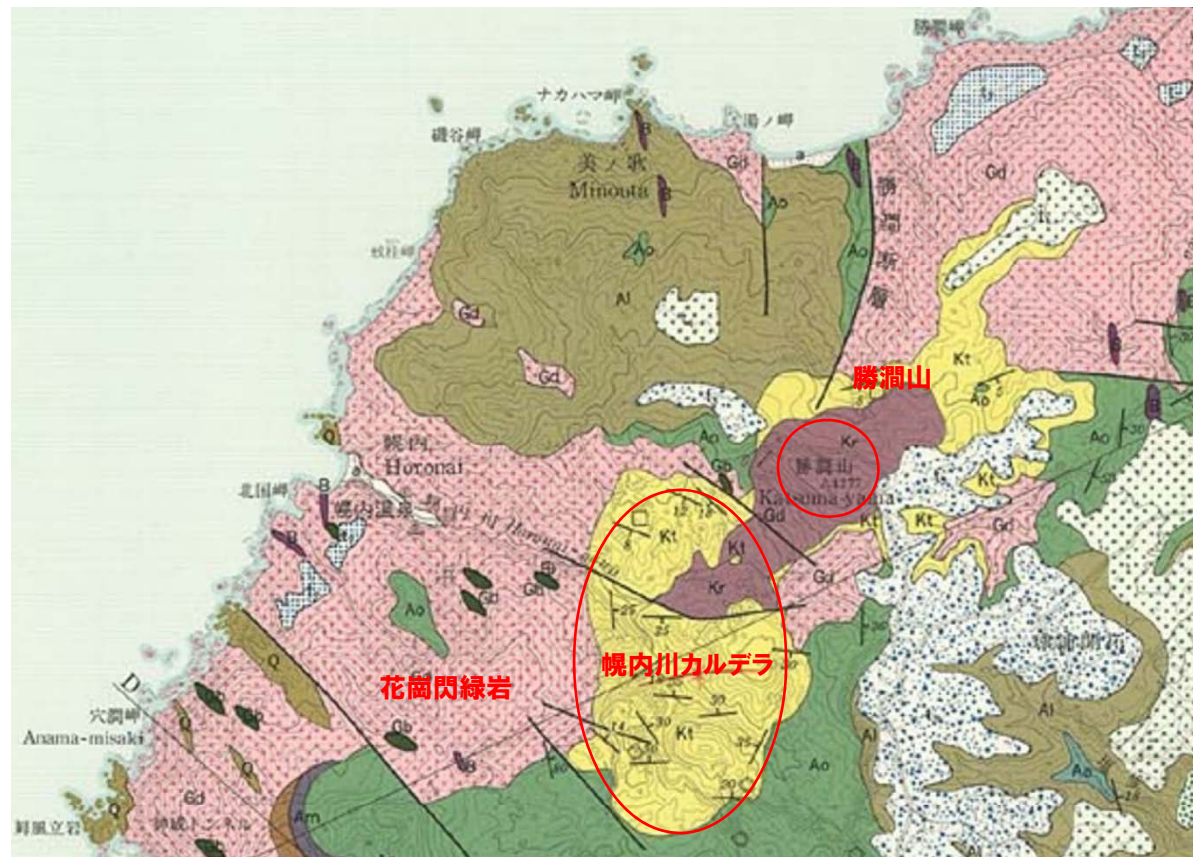
空中写真

勝潤山河口と幌内川カルデラ付近の地形

2-3 検討対象の抽出 (陸域火山)

抽出火山の評価 (勝澗山) (4/5)

○勝澗山周辺の地質は、秦ほか(1982)によれば、勝澗山山頂周辺には鮮新世の勝澗山流紋岩が、幌内川カルデラには鮮新統の勝澗層(砂岩・礫岩及び泥岩)が分布するとされ、勝澗層の下位に白亜紀の花崗閃緑岩類が分布するとされている。



秦ほか(1982) 地質図幅1/5万 奥尻北部及び南部地域(一部加筆)

2-3 検討対象の抽出 (陸域火山)

抽出火山の評価 (勝潤山) (5/5)

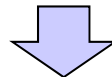
<p>第四紀 Quaternary</p> <p>沖積層 Alluvium</p> <p>青島輝段丘 Aosemitsuki Terrace</p> <p>赤石輝段丘 Akaishimiski Terrace</p> <p>寺尾敷段丘 Terayashiki Terrace</p> <p>葉田段丘 Yoneoka Terrace</p> <p>赤石段丘 Akaishi Terrace</p> <p>松江II段丘 Matsume II Terrace</p> <p>松江I段丘 Matsume I Terrace</p> <p>フク敷沢段丘 Fukusazawa Terrace</p> <p>青島川段丘 Aomegawa Terrace</p> <p>神威山II段丘 Kamuyama II Terrace</p> <p>神威山I段丘 Kamuyama I Terrace</p> <p>神威山流紋岩 Katsunoyama Rhyolite</p> <p>砂灘層 Katsuma Formation</p> <p>神威山層 Kamuyama Formation</p> <p>岩脈 Dike</p> <p>大砂岩部層 Pyroclastic rock member</p> <p>シルト岩部層 Siltstone member</p> <p>大砂岩部層 Pyroclastic rock member</p> <p>砂岩部層 Sandstone member</p> <p>貫流及びびす床 Dike and sheet</p> <p>千歳層 Senji Formation</p> <p>大砂岩部層 Pyroclastic rock member</p> <p>砂岩部層 Sandstone member</p> <p>砂 Sand</p> <p>砂・礫及び粘土 Sand, gravel and clay</p> <p>砂及び泥炭 Sand and peat</p> <p>礫及び砂 Gravel and sand</p> <p>礫・砂及び粘土 (泥炭を伴う) Gravel, sand and clay (with peat)</p> <p>礫及び砂 Gravel and sand</p> <p>砂・粘土及び礫 Sand, clay and gravel</p> <p>礫及び砂 Gravel and sand</p> <p>礫及び砂 Gravel and sand</p> <p>礫・砂及び粘土 (泥炭を伴う) Gravel, sand and clay (with peat)</p> <p>礫及び砂 Gravel and sand</p> <p>礫 Gravel</p> <p>礫及び砂 Gravel and sand</p> <p>ガラス質流紋岩 Glassy rhyolite lava</p> <p>砂岩・礫岩及び泥岩 Sandstone, conglomerate and mudstone</p> <p>火山角礫岩・凝灰岩及び礫石火山岩 Volcanic breccia, tuff, breccia and pyroxene andesite lava</p> <p>角閃石・輝石及び流紋岩 Hornblende andesite and biotite-bearing hornblende andesite</p> <p>凝灰岩・火山角礫岩・礫岩・砂岩及びシルト岩 Tuff breccia, volcanic breccia, conglomerate, sandstone and siltstone</p> <p>シルト岩及び砂岩 (凝灰岩を伴う) Siltstone and sandstone (with tuff)</p> <p>凝灰岩・凝灰岩及び火山岩 (凝灰岩を伴う) Tuff breccia and volcanic conglomerate</p> <p>凝灰質砂岩及び凝灰岩 (凝灰岩を伴う) Tuffaceous sandstone and tuff (with lignite)</p> <p>普通輝石玄武岩及びかんらん石玄武岩 Augite-basalt and olivine-augite basalt</p> <p>珪質頁岩及び泥岩 (凝灰岩を伴う) Siliceous shale and mudstone (with tuff)</p> <p>普通輝石・角閃石・輝石玄武岩 Augite-hypersthene andesite lava</p> <p>普通輝石かんらん石玄武岩 Augite-olivine basalt lava</p> <p>玄武岩・凝灰岩・凝灰岩・スコリア凝灰岩及び砂岩 Basalt tuff breccia, scoria tuff and sandstone</p> <p>泥岩 Mudstone</p> <p>砂岩・礫岩及びシルト岩 (凝灰岩及び泥炭を伴う) Sandstone, conglomerate and siltstone (with tuff and lignite)</p>	<p>中新世 Miocene</p> <p>岩脈類 Dike rocks</p> <p>青島川層 Aomegawa Formation</p> <p>高麗川層 Hoshigawa Formation</p> <p>松江玄武岩層 Matsume Basalt Formation</p> <p>礫れい岩 Gabbro</p> <p>花崗閃緑岩類 Granodiorite</p> <p>デライト岩脈 Dolerite dike</p> <p>安山岩部層 Andesite lava</p> <p>溶岩結合凝灰岩 Monal Welded Tuff</p> <p>鳥見層 Okushiri Formation</p> <p>流紋岩 Rhyolite</p> <p>輝石かん岩 Pyroxene porphyrite</p> <p>石英かん岩 Quartz porphyrite</p> <p>輝石安山岩及び角閃石安山岩 Pyroxene andesite and hornblende andesite lavas</p> <p>安山岩部層 (砂岩・シルト岩及び凝灰岩を伴う) Andesite pyroclastic rocks (with sandstone, siltstone and lignite)</p> <p>角閃石かん岩及び角閃石かん岩 Hornblende dacite and hornblende-hornblende dacite lavas</p> <p>デライト及び安山岩部層 (砂岩・砂岩・泥岩及び凝灰岩を伴う) Dacite and andesite pyroclastic rocks (with lava, sandstone, mudstone and lignite)</p> <p>流紋岩部層・同層凝灰岩及び凝灰質砂岩 (シルト岩及び泥炭を伴う) Rhyolite lava, rhyolite tuff and tuffaceous sandstone (with siltstone and mudstone)</p> <p>かんらん石普通輝石玄武岩部層 (シルト岩及び凝灰岩を伴う) Olivine-augite basalt lava (with siltstone and lignite)</p> <p>輝石かん岩及び石英かん岩 Pyroxene gabbro and quartz gabbro</p> <p>角閃石流紋岩 Hornblende-biotite granodiorite</p> <p>デライト Dolerite</p> <p>安山岩部層 Andesite lava</p> <p>流紋岩結合凝灰岩及び同層凝灰岩 Rhyolite welded tuff and rhyolite tuff</p> <p>流紋岩凝灰岩・凝灰質砂岩及び泥岩 Rhyolite tuff, tuffaceous sandstone and mudstone</p> <p>地層の走向及び傾斜 Strike and dip of strata</p> <p>背斜軸 Anticlinal axis</p> <p>向斜軸 Synclinal axis</p> <p>断層 Fault</p> <p>伏在断層 Concealed fault</p> <p>軟体動物化石 Molluscan fossil</p> <p>有孔虫化石 Foraminiferal fossil</p> <p>花粉化石 Pollen fossil</p> <p>珪藻化石 Diatom fossil</p> <p>温泉 Hot spring</p> <p>銅 Copper</p> <p>ウラン Uranium</p> <p>硫黄 Sulfur</p> <p>採石場 Working quarry</p> <p>調査試料採取地点 Locality for dating</p> <p>化学分析試料採取地点 Locality for chemical analysis</p>
--	---

地質図凡例 (秦ほか, 1982に一部加筆)

2-3 検討対象の抽出（陸域火山）

文献レビューによる山体崩壊等の大規模崩壊の検討（勝澗山）

- 井口（2006）によれば、山体崩壊等の大規模崩壊について以下の記載がある。
 - 確認された大規模崩壊の約7割が、同一火山で複数回発生している。
→大規模崩壊は、繰り返し発生しやすいと推定される。
 - 歴史上の大規模崩壊は、火山活動に起因している。
- 勝澗山は、気象庁による活火山に選定されていないことから継続的な火山活動は認められないと判断される。
- 井口（2006）では、勝澗山は、大規模崩壊発生への調査対象となっていない。

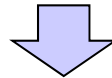


- 勝澗山は、火山活動に伴う大規模崩壊が発生する可能性は小さい。

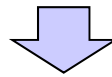
2-3 検討対象の抽出 (陸域火山)

まとめ (勝澗山)

- 勝澗山は奥尻島の北部に位置する第四紀火山で、その活動時期は日本の火山 (DB) によれば、中期更新世 (30万ないし20万年前) とされている。
- 宇井・中川 (1999) では、分布面積4km²、体積0.2km³の流紋岩溶岩からなる小規模な中期更新世の単成火山とされている (Satake, 2007によれば、1741年 (渡島西岸) 津波における山体崩壊の規模は、面積17km²、体積2.4km³程度であり、これと比較しても規模は極めて小さい。)
- 勝澗山と敷地との距離は約126kmである。
- 勝澗山は、気象庁による活火山に選定されていないことから継続的な火山活動は認められないと判断される。
- 井口 (2006) では、勝澗山は、大規模崩壊発生 of 調査対象となっていない。



- 勝澗山は、火山活動に伴う山体崩壊等が発生する可能性は小さい。
- 勝澗山の規模と敷地までの距離を考慮すると、仮に山体崩壊等が発生しても、敷地に影響を与える可能性は小さいと推定される (規模は、1741年 (渡島西岸) 津波における山体崩壊事例と比較しても極めて小さい。)



- 勝澗山において山体崩壊等により津波が発生する可能性は小さい。

2-3 検討対象の抽出（陸域火山）

まとめ（検討対象の抽出）

【ニセコ・雷電火山群】

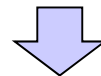
- 井口（2006）では、ニセコ・雷電火山群において、海域に到達するような大規模崩壊の発生は確認されていない。
- 最新の活動と考えられるイワオヌプリは、近年では、噴気や地熱域は認められないこと等から、火山活動に伴う山体崩壊等が発生する可能性は小さい。
- イワオヌプリから海域までの距離を考慮すると、仮に山体崩壊等が発生しても、土塊が海域に到達する可能性は小さいと推定される。

【狩場山】

- 井口（2006）では、狩場山において、海域に到達するような大規模崩壊の発生は確認されていない。
- 現在は継続的な火山活動は認められず、火山活動に伴う山体崩壊等が発生する可能性は小さい。
- 狩場山から海域までの距離、狩場山周辺の地形等を考慮すると、仮に山体崩壊等が発生しても、土塊が海域に到達する可能性は小さいと推定される。

【勝澗山】

- 井口（2006）では、勝澗山は、大規模崩壊発生への調査対象となっていない。
- 現在は継続的な火山活動は認められず、火山活動に伴う山体崩壊等が発生する可能性は小さい。
- 勝澗山の規模と敷地までの距離を考慮すると、仮に山体崩壊等が発生しても、敷地に影響を与える可能性は小さいと推定される。



- 検討対象として抽出したニセコ・雷電火山群、狩場山、勝澗山において、火山による山体崩壊に伴う津波の敷地への影響は小さいと評価した。

1. 地震以外の津波	4
2. 火山による山体崩壊に伴う津波	6
2-1 島原眉山崩壊による津波の考察	8
2-2 検討対象の抽出(海域火山)	11
2-3 検討対象の抽出(陸域火山)	14
2-4 津波影響評価	44
3. 陸上の斜面崩壊(陸上地すべり)に伴う津波	67
3-1 リツヤ湾津波に関する考察	71
3-2 川白に関する検討結果	81
3-3 兜岩に関する検討結果	138
3-4 堀株に関する検討結果	159
3-5 二つ岩に関する検討結果	163
3-6 弁慶岩に関する検討結果	170
3-7 津波影響評価	183
4. 陸上の斜面崩壊(岩盤崩壊)に伴う津波	215
4-1 岩盤崩壊に関する検討	217
4-2 津波影響評価	268
5. 基準津波の策定	296
6. 津波に対する安全性	312
6-1 砂移動評価について	314
6-2 取水路の水位変動について	320
6-3 貯留堰の容量について	334
6-4 考慮する潮位について	340
7. 津波堆積物調査結果	343
参考資料	353
参考文献	369

2-4 津波影響評価

検討対象

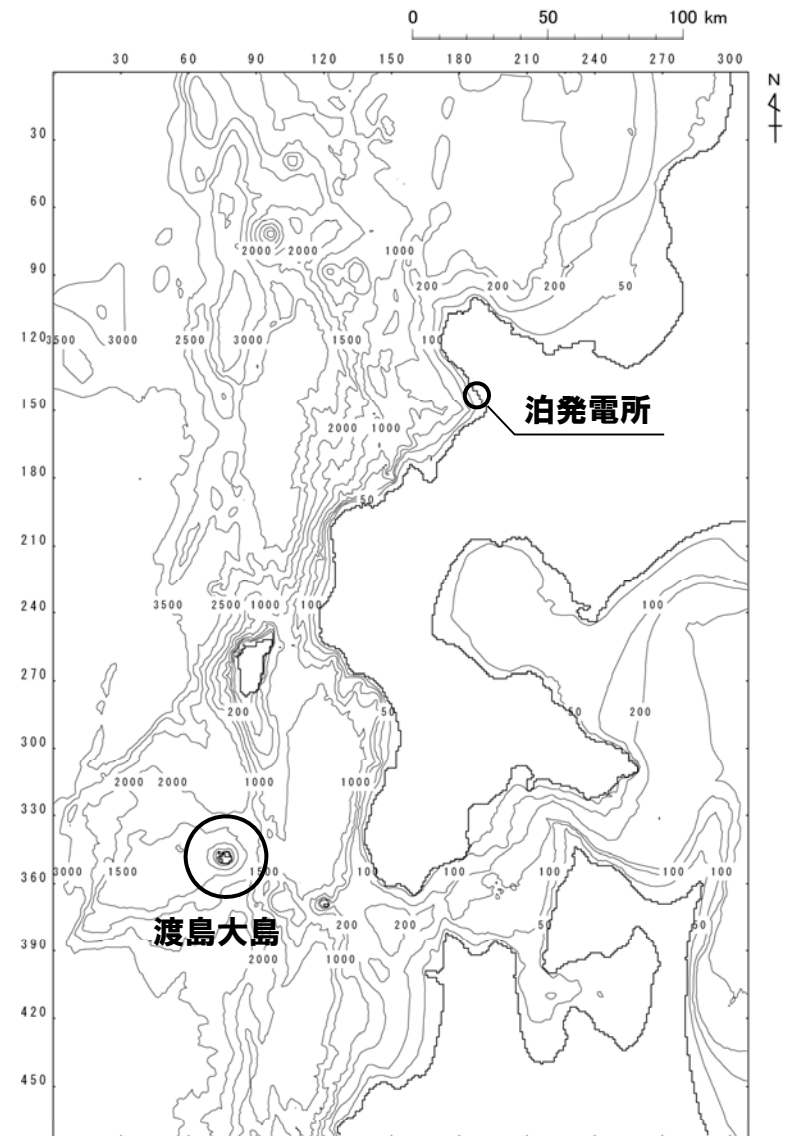
- 敷地に影響を与える可能性のある、海域火山及び陸域火山について検討した結果、渡島大島が検討対象として抽出された。

検討方針(再現計算)

- 渡島大島の山体崩壊に伴う津波の影響を確認する目的で、Satake (2007) に基づく1741年(渡島西岸)津波の再現計算を実施する。
- 津波の数値シミュレーションは、以下の2モデルを実施。
 - ①Kinematic landslideモデル
崩壊物が斜面を滑り降りる過程を想定し、「位置エネルギー」を与えるモデル。
 - ②二層流モデル
崩壊物が海底斜面を滑り降りる過程(下層)と、そのために海面に起こる波(上層)を同時に計算する相互作用モデル。

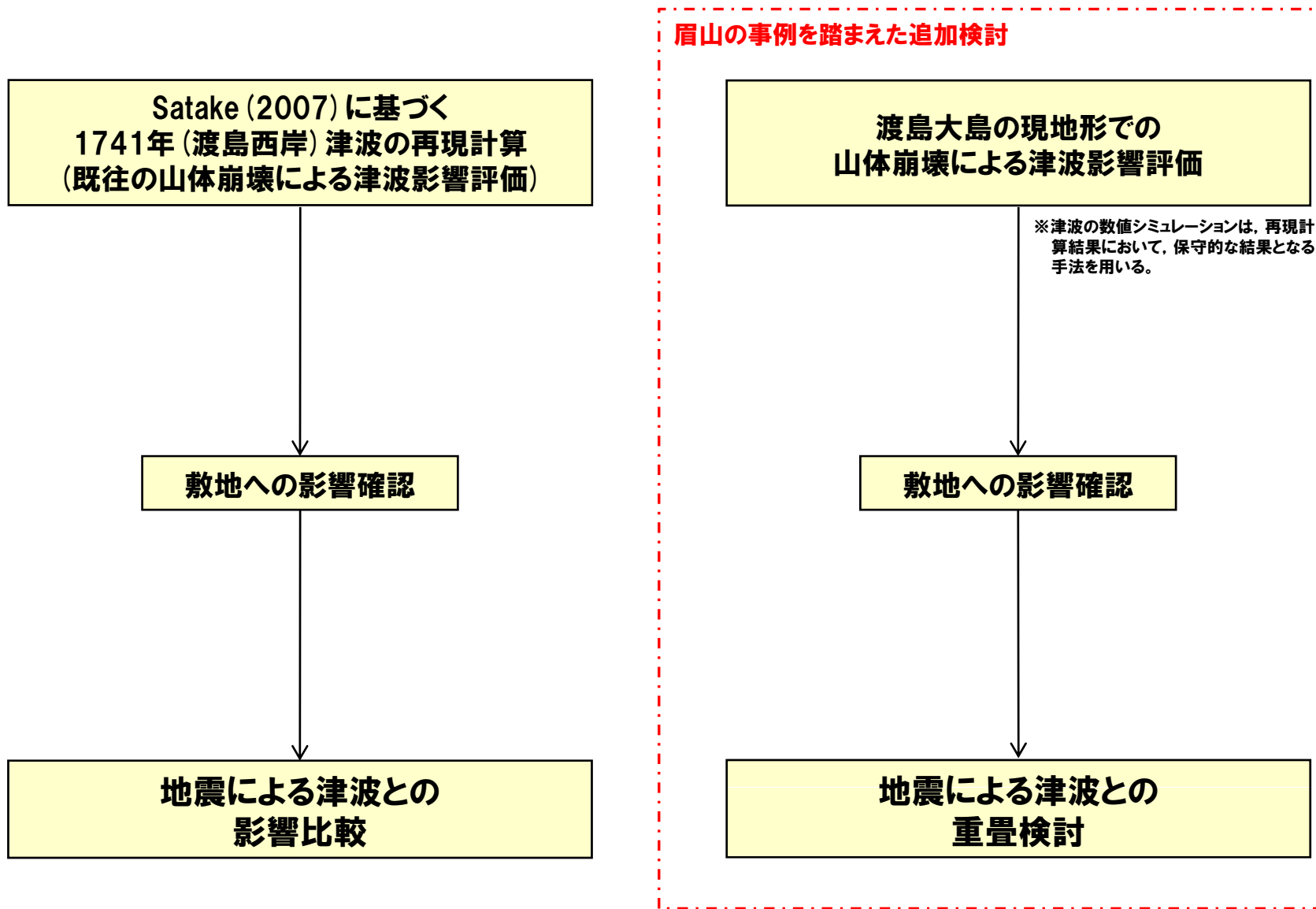
検討方針(現地形)

- 眉山の事例を踏まえると、継続的に火山活動が認められる渡島大島については、地震により山体崩壊が発生する可能性もあることから、現地形において山体崩壊が発生した場合の影響について、検討を実施する。
- 津波の数値シミュレーションは、再現計算結果において、保守的な結果となる手法を用いる。



渡島大島位置図

検討フロー



2-4 津波影響評価

採用したパラメータ(再現計算)(Kinematic landslideモデル)

再掲(H25/8/14審査会合)

入力データ	入力値等	備考
計算時間間隔 Δt (s)	0.1	計算安定条件を満たすように設定。
計算時間(時間)	3	
比高変化(m)	最大388	Satake(2007)による崩壊前後の地形を基にデータ化。
鉛直変位ライズタイム(s)	120	Satake(2007)に基づき設定。
変動伝播速度(m/s)	40	Satake(2007)に基づき設定。

2-4 津波影響評価

採用したパラメータ(再現計算)(二層流モデル)

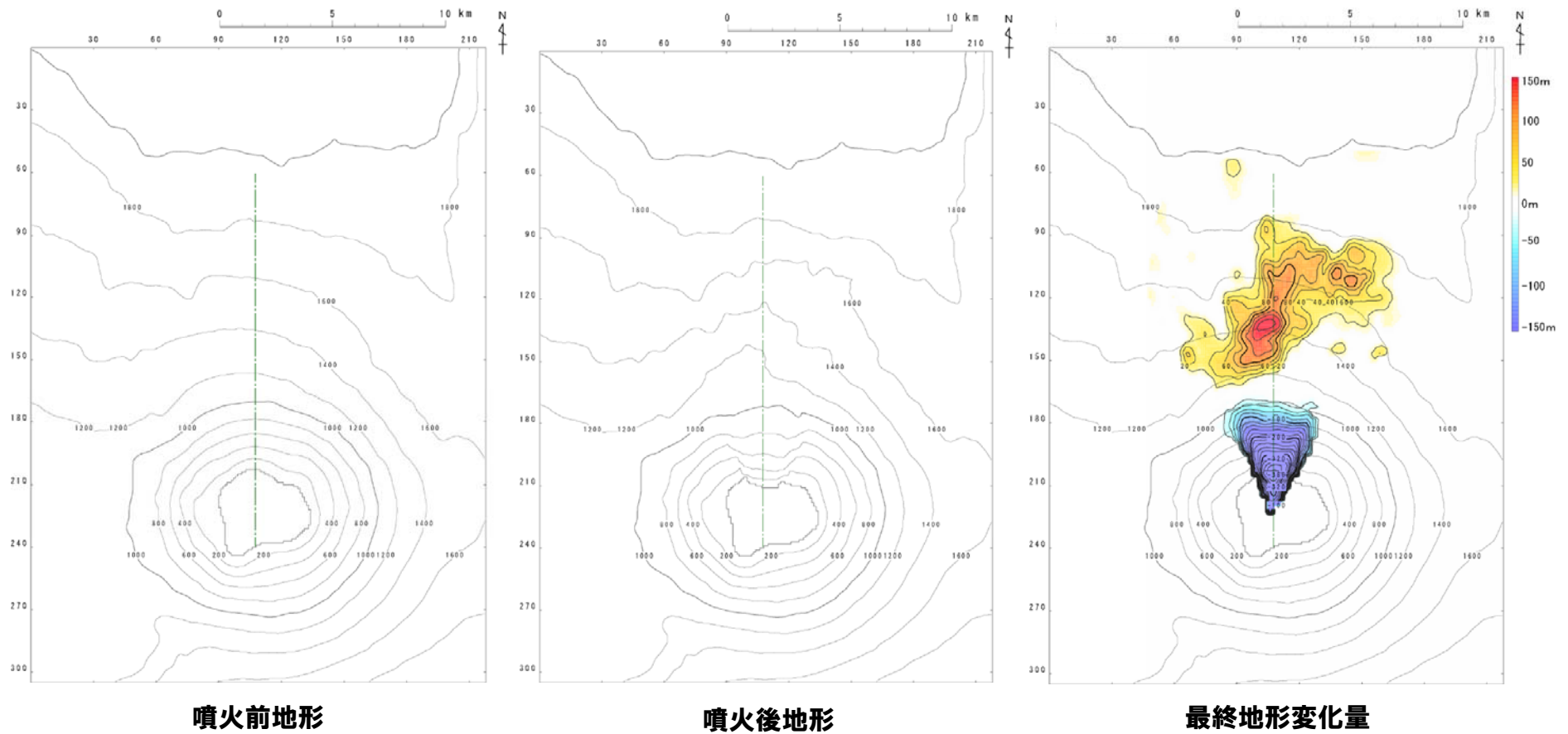
再掲(H25/8/14審査会合)

入力データ		入力値等	備考
計算時間間隔 Δt (s)		崩壊後5分まで:0.002秒 崩壊後5分以降:0.2秒	崩壊後5分までは計算が安定に進むよう Δt を小さく設定。 5分以降は計算安定条件を満たすように設定。
計算時間(時間)		6	
海水密度 (kg/m ³)		1,030	一般値を使用。
崩壊物密度 (kg/m ³)		2,000	松本ほか(1998)に基づき設定。
底面粗度係数 n (m ^{-1/3} ・s)	上層	0.03	土木学会(2002)に基づき設定。
	下層	0.40	Kawamata et al.(2005)に基づき設定。
界面抵抗係数 f_{int}		0.0	Kawamata et al.(2005)に基づき設定。
渦動粘性係数 ν (m ² /s)	下層	0.1	Kawamata et al.(2005)に基づき設定。

噴火前地形と噴火後地形及び最終地形変化量(再現計算)(1/2)

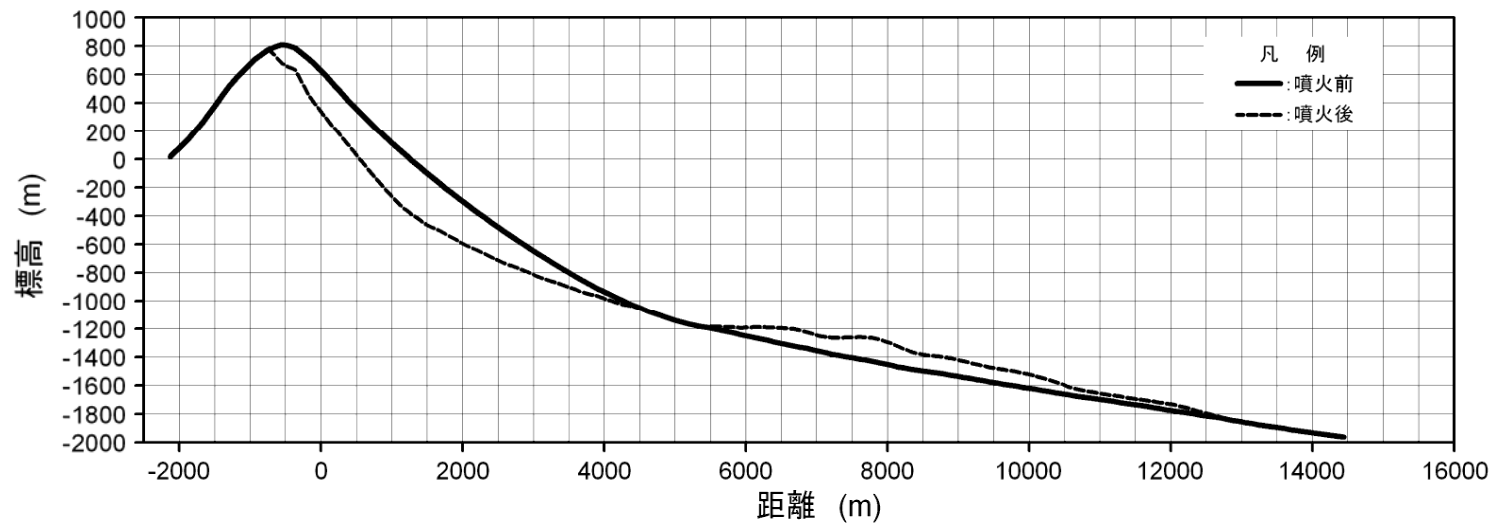
再掲(H25/8/14審査会合)

○山体崩壊に関する解析に当たっては, Satake(2007)に示されている渡島大島周辺の測深図に基づく地形変化から噴火前と噴火後の地形変化を推定。



噴火前地形と噴火後地形及び最終地形変化量(再現計算)(2/2)

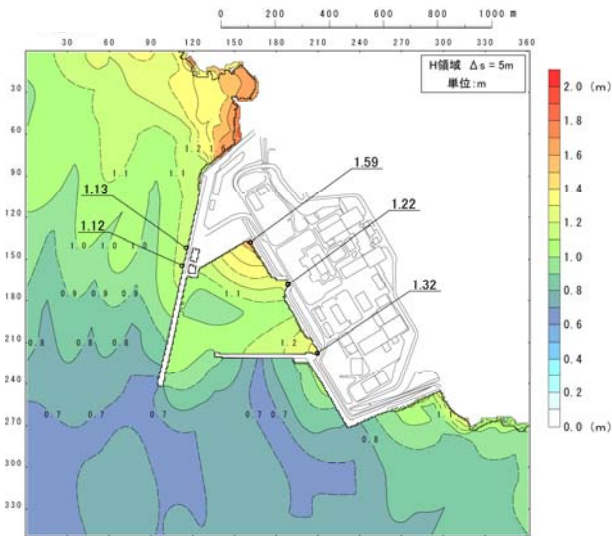
再掲(H25/8/14審査会合)



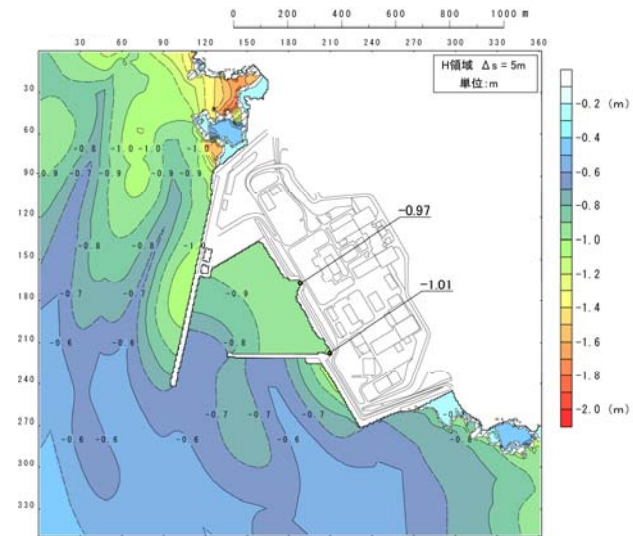
噴火前地形と噴火後地形の断面形状

2-4 津波影響評価

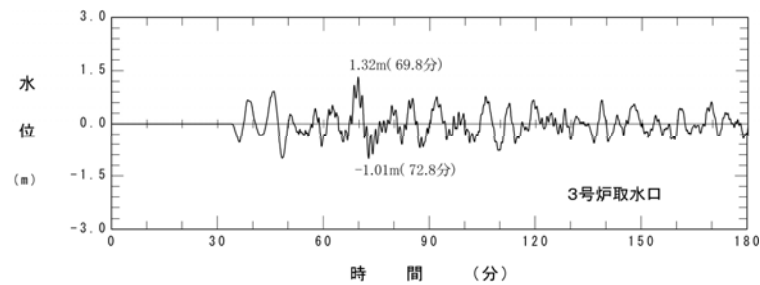
津波シミュレーション結果 (再現計算) (3号炉取水口)



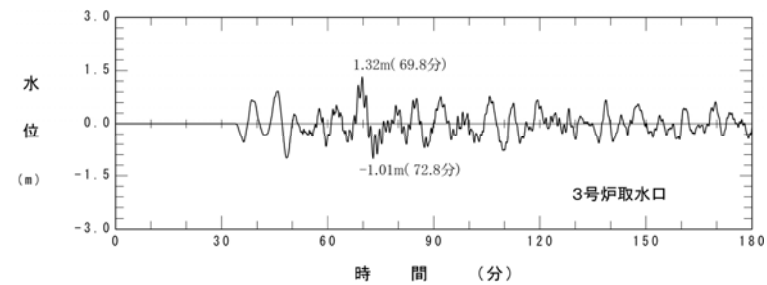
最大水位上昇量分布



最大水位下降量分布



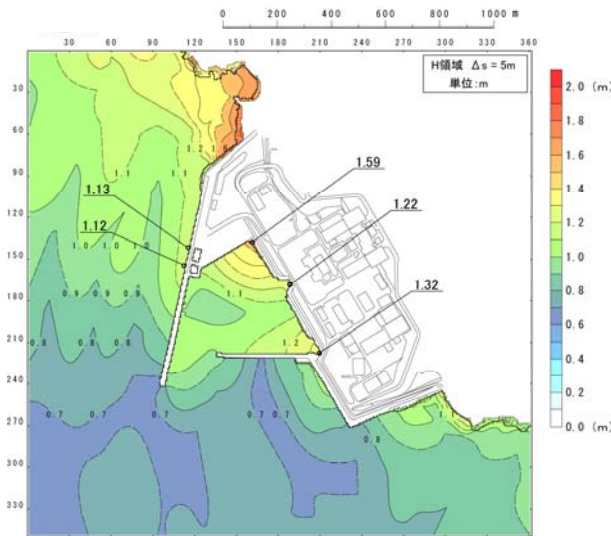
水位時刻歴波形



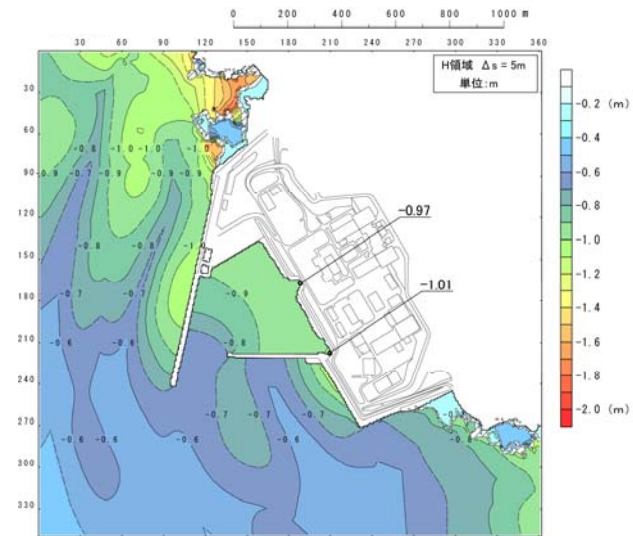
水位時刻歴波形

2-4 津波影響評価

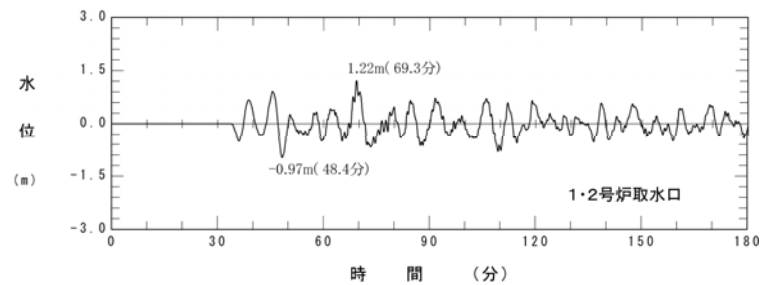
津波シミュレーション結果 (再現計算) (1, 2号炉取水口)



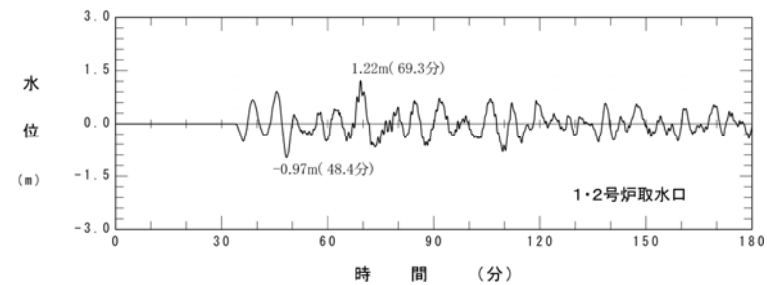
最大水位上昇量分布



最大水位下降量分布



水位時刻歴波形



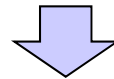
水位時刻歴波形

2-4 津波影響評価

津波シミュレーション結果(再現計算)

- 渡島大島の山体崩壊に伴う津波の影響を確認する目的で、Satake (2007) に示されている渡島大島周辺の測深図に基づく地形変化から噴火前と噴火後の地形変化を推定し、Kinematic landslideモデル及び二層流モデルにより、数値シミュレーションによる再現計算を実施した。
- 数値シミュレーションの結果、計算値は日本海東縁部に想定される地震に伴う津波を下回ることを確認した。

区分	Kinematic landslide モデル	二層流モデル	(参考) 日本海東縁部に想定される 地震に伴う津波
敷地前面 最大水位上昇量	1.59m	1.53m	8.15m
3号炉取水口 最大水位上昇量	1.32m	0.69m	6.61m
3号炉取水口 最大水位下降量	1.01m	0.92m	7.50m
1号及び2号炉取水口 最大水位上昇量	1.22m	0.60m	6.82m
1号及び2号炉取水口 最大水位下降量	0.97m	0.63m	7.18m



- Satake (2007) に基づく1741年(渡島西岸)津波の再現計算については、火山噴火に伴う事象であり、日本海東縁部に想定される地震に伴う津波とは独立した事象であると考えられる。
- 一方、眉山の事例を踏まえると、継続的に火山活動が認められる渡島大島については、地震により山体崩壊が発生する可能性もあることから、現地形において山体崩壊が発生した場合の影響について、検討を実施する。

2-4 津波影響評価

採用したパラメータ (渡島大島・現地形)

- 山体崩壊ブロックの選定については、Satake (2007) のモデル等を参考にして、現地形における1741年に発生したとされる山体崩壊範囲及び周辺地形状況より2箇所を抽出した。
- 山体崩壊シミュレーションは、崩壊土砂の動きを時刻歴で解析することが可能なTITAN2Dを使用する。
- 津波の数値シミュレーションは、再現計算結果において、敷地に対して影響が大きい結果となった「Kinematic landslideモデル」の手法を用いる。

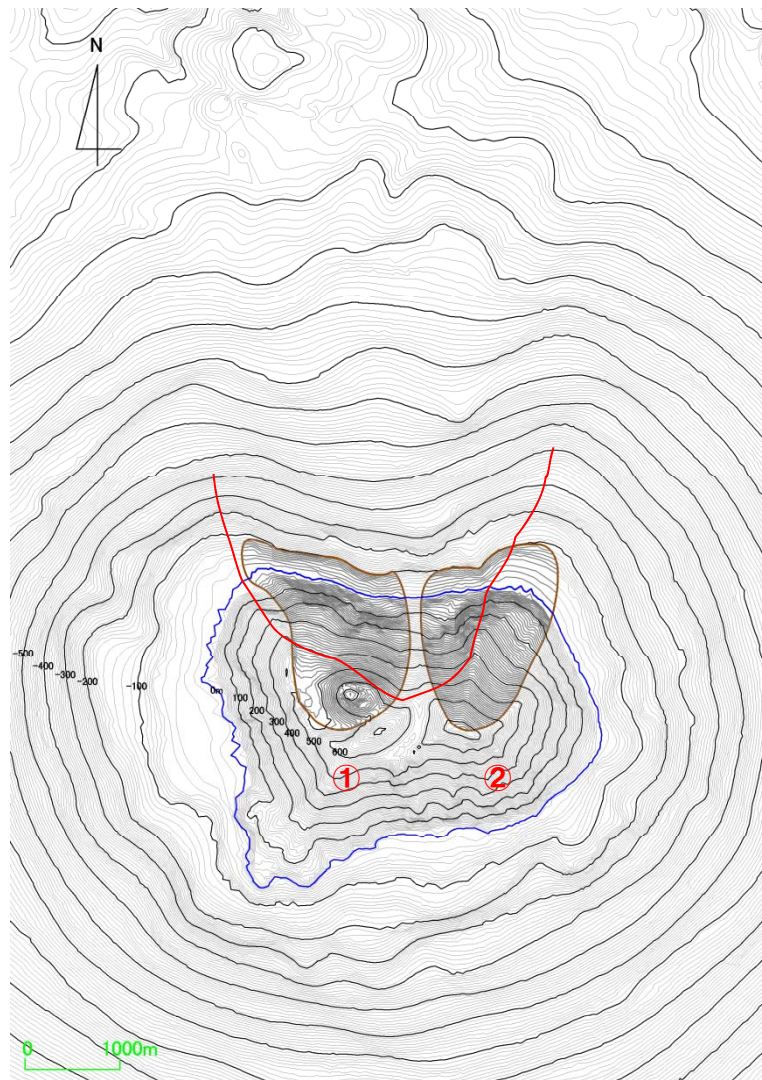
【山体崩壊シミュレーション】

入力データ	入力値	備考
内部摩擦角 Φ_{int} (°)	30.0	想定される地質 (33° 程度) より設定。
底面摩擦角 Φ_{bed} (°)	11.3	森脇 (1987) より設定。

【津波シミュレーション (Kinematic landslideモデル)】

入力データ	入力値	備考
計算時間間隔 Δt (s)	0.1	計算安定条件を満たすように設定。
計算時間 (時間)	3	
比高変化 (m)	最大159	TITAN2Dによる10分後の地形変化量から設定。
鉛直変位ライズ タイム (s)	120	Satake (2007) に基づき設定。
変動伝播速度 (m/s)	40	Satake (2007) に基づき設定。

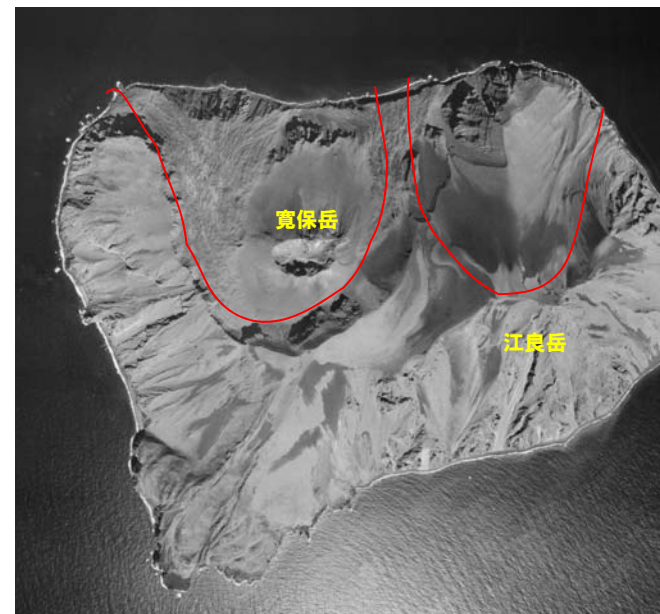
山体崩壊ブロックの選定



凡例 — : Satake (2007) — : 本検討

Satake (2007) 及び本検討の崩壊範囲

- 山体崩壊範囲は、空中写真判読、地形判読及びSatake (2007) を参考に抽出した。
- 崩壊範囲の抽出においては、以下の点に着目した。
 - 1741年崩壊時に、崩壊していない範囲。
 - 斜面勾配の変化点。
 - 急傾斜斜面。
- 崩壊面の基底は、概ね水深100m以浅で海底地形の勾配が急になることから、水深100mを崩壊面の基底とした。
- ①ブロックの上端は、西側山頂部の孤立丘である寛保岳を含む範囲とし、崩壊範囲は寛保岳を含む範囲から連続する急斜面部分とした。
- ②ブロックの上端は、江良岳の頂上とし、崩壊範囲は頂上から連続する尾根地形を包含する範囲とした。

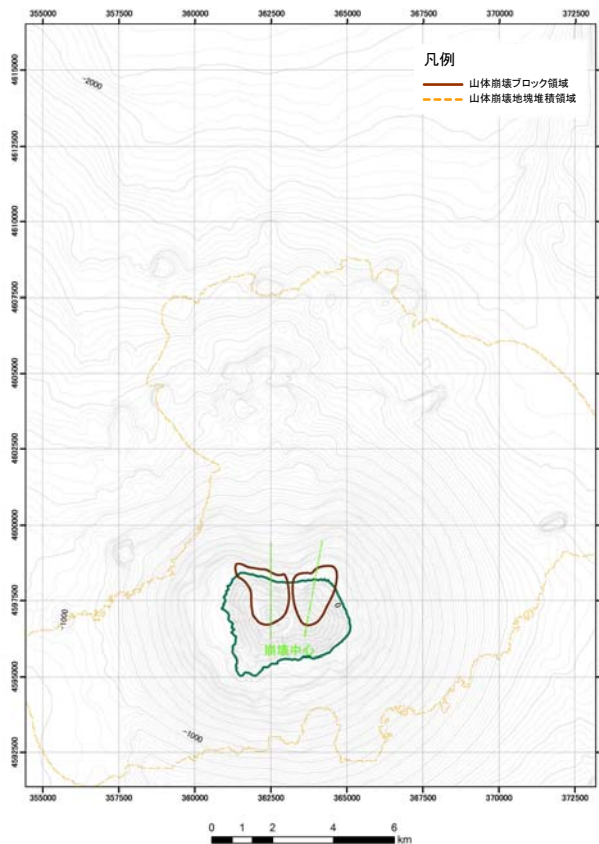


凡例

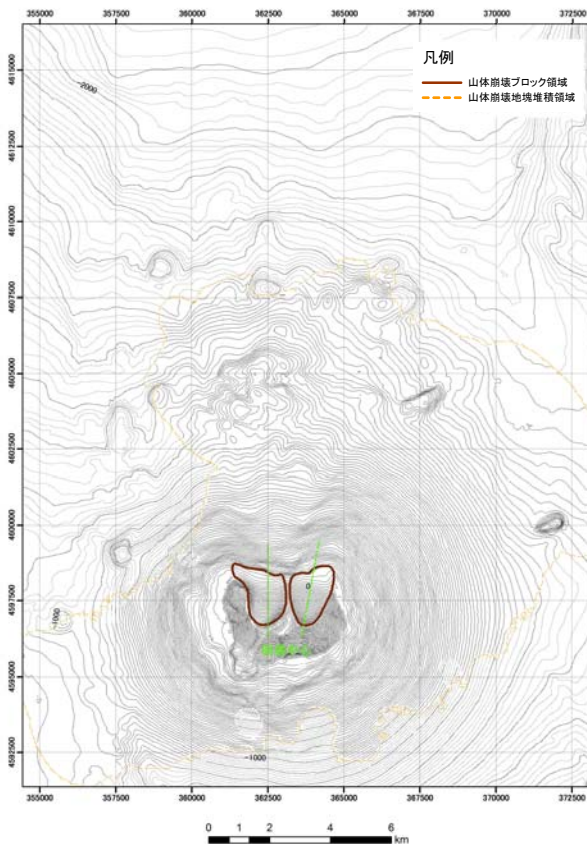
— : 崩壊範囲

陸上部の崩壊範囲

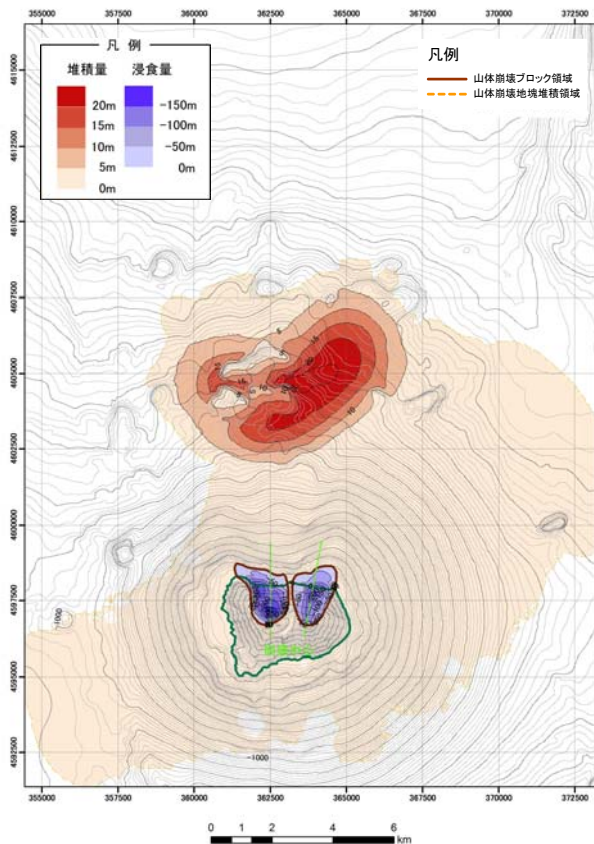
山体崩壊地形のモデル化 (渡島大島・現地形) (1/2)



山体崩壊前地形



山体崩壊後地形
10分後

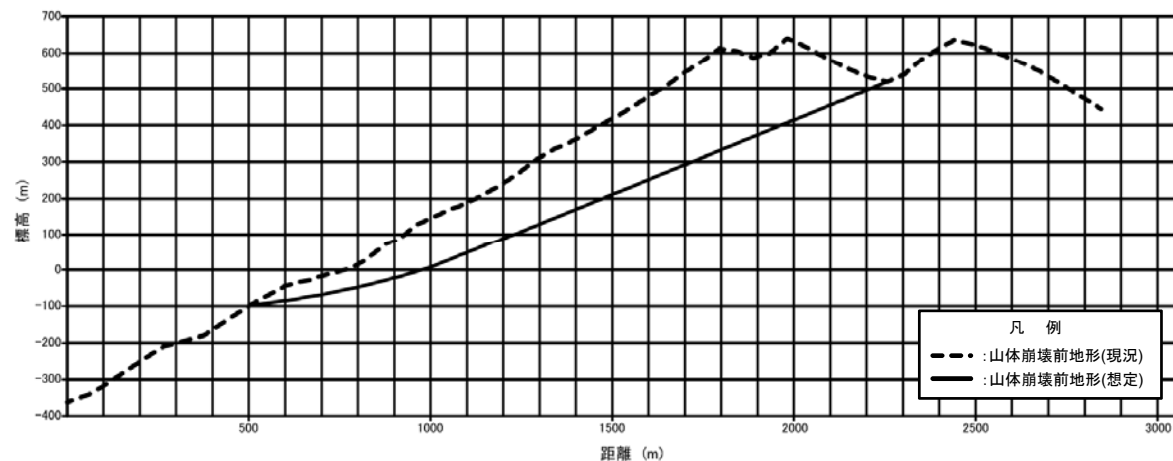


山体崩壊前後の地形変化量

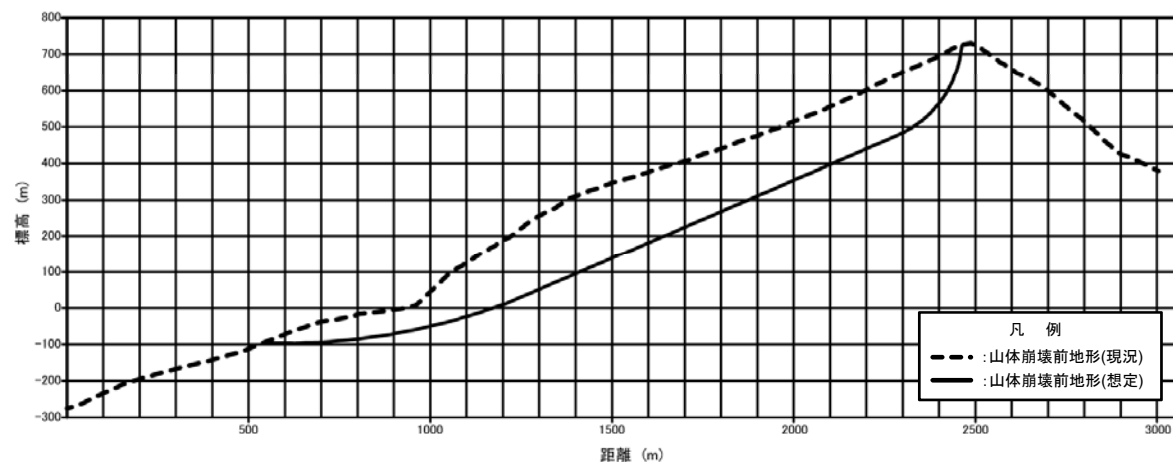
2-4 津波影響評価

地すべり地形のモデル化 (渡島大島・現地形) (2/2)

LO① 山体崩壊断面図

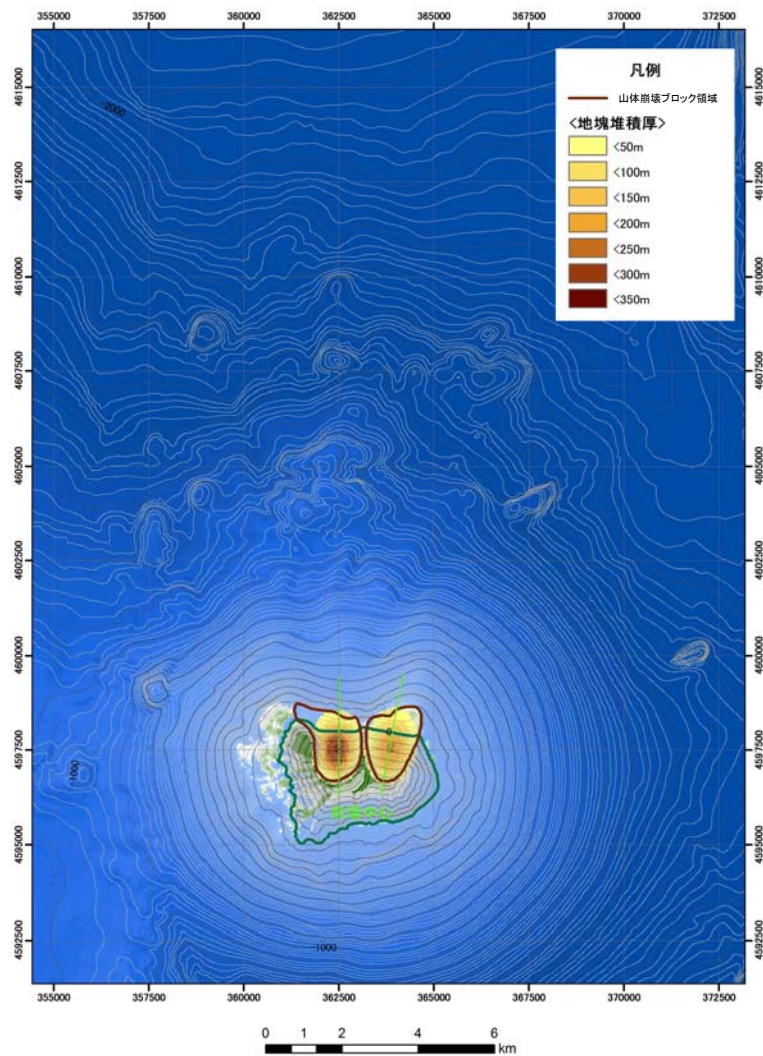


LO② 山体崩壊断面図

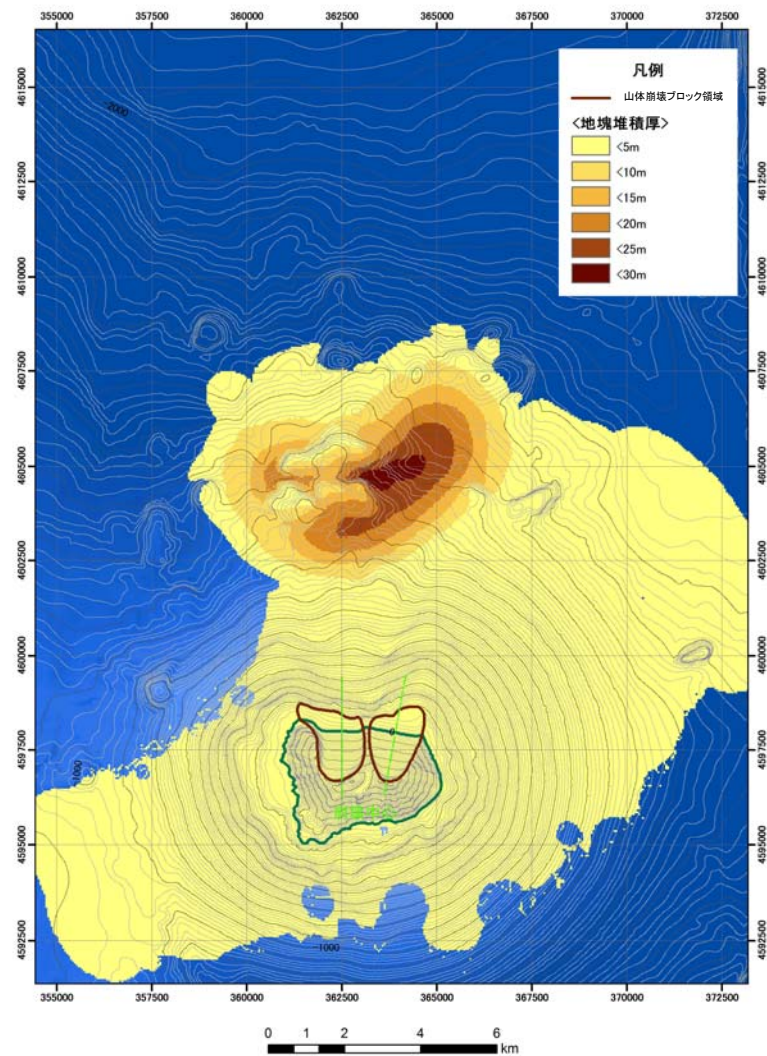


山体崩壊地形の断面形状

山体崩壊シミュレーション結果 (渡島大島・現地形)



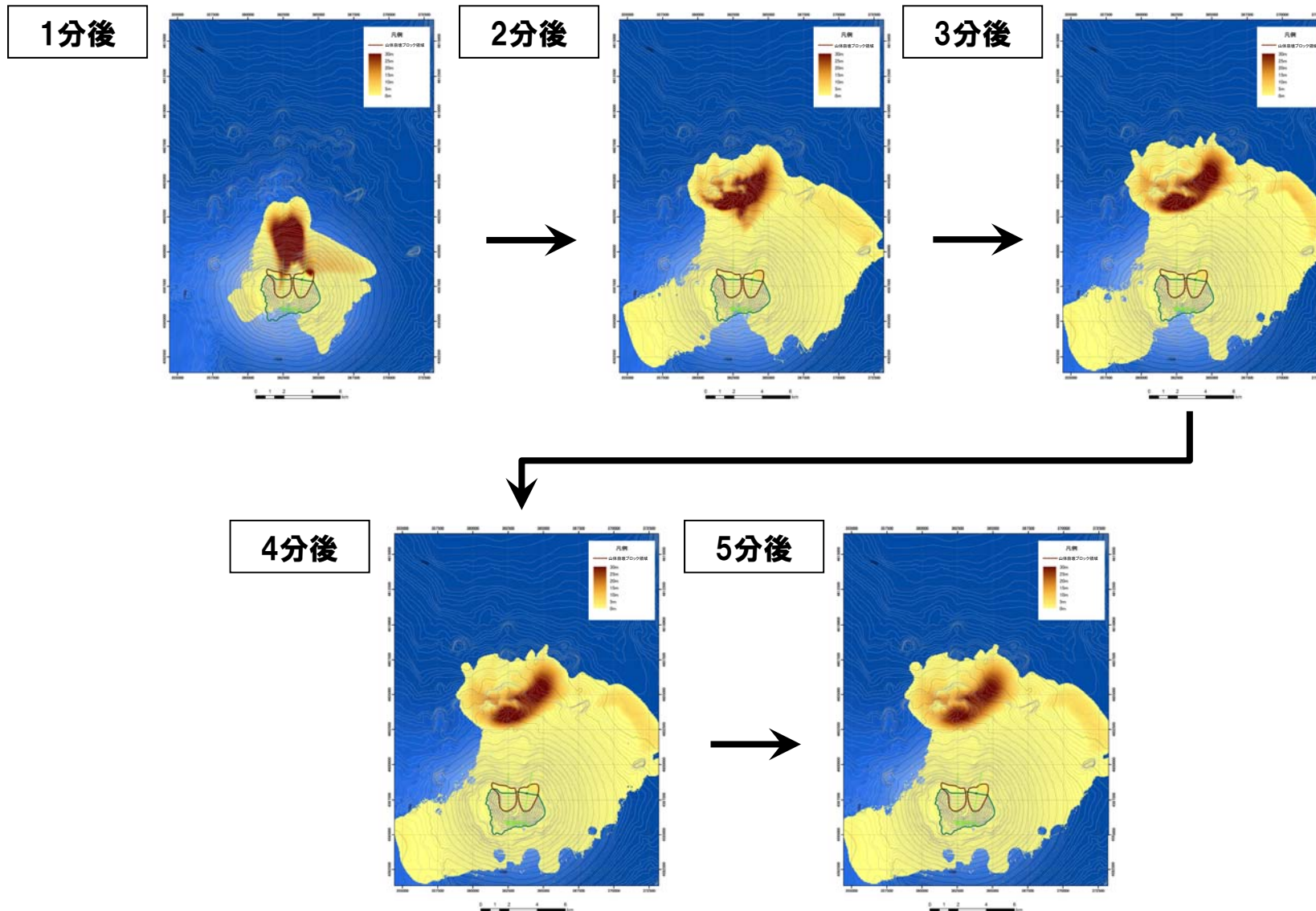
崩壊前



崩壊後(10分後)

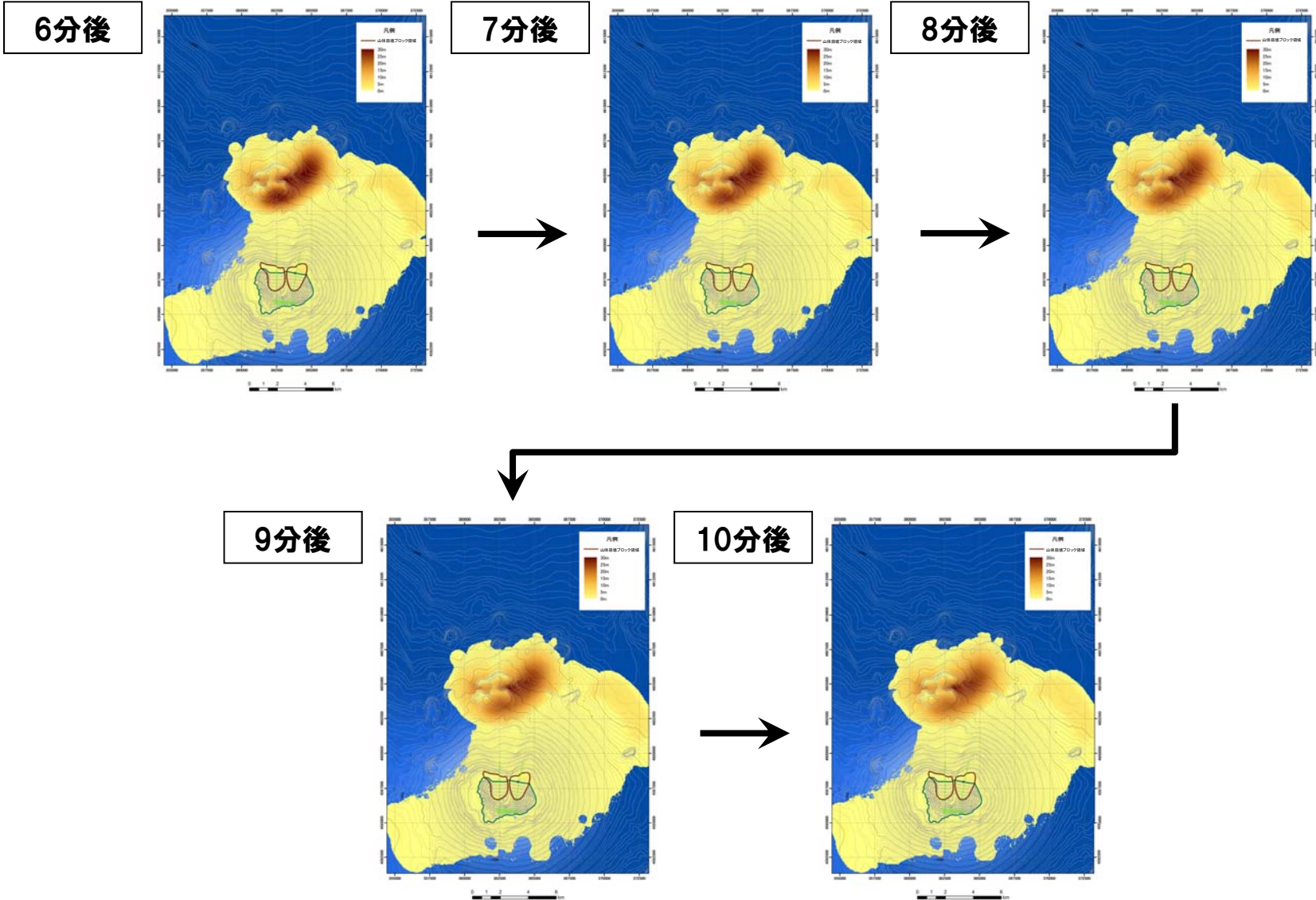
2-4 津波影響評価

山体崩壊シミュレーション スナップショット (渡島大島・現地形) (1/2)



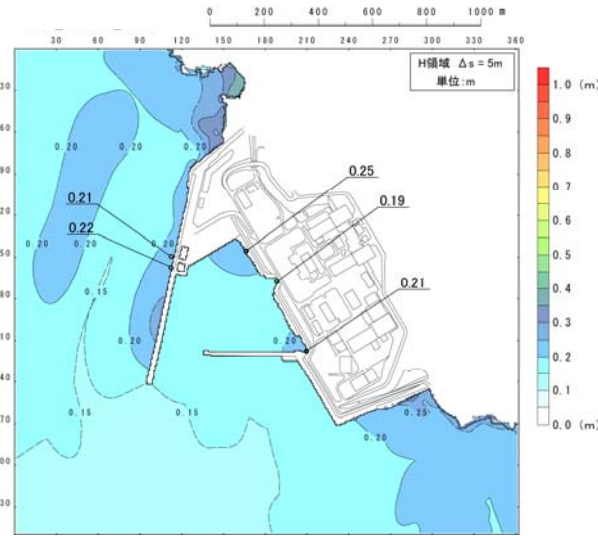
2-4 津波影響評価

山体崩壊シミュレーション スナップショット (渡島大島・現地形) (2/2)

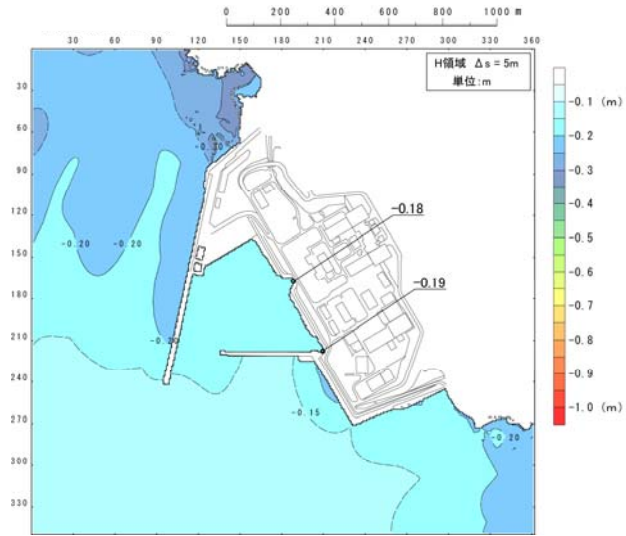


2-4 津波影響評価

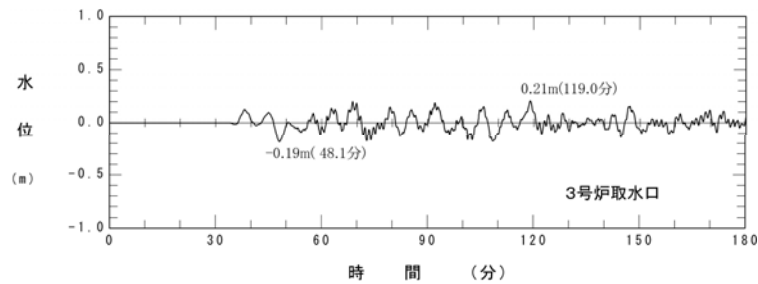
津波シミュレーション結果 (渡島大島・現地形) (3号炉取水口)



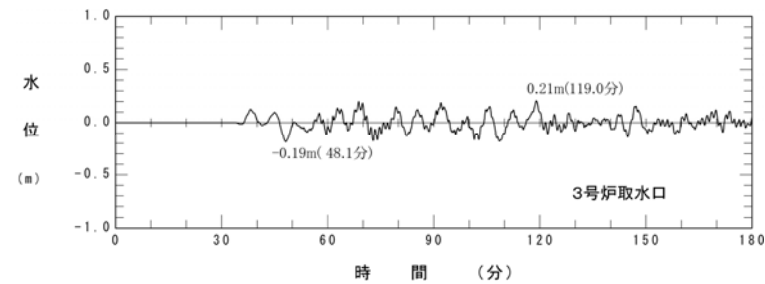
最大水位上昇量分布



最大水位下降量分布



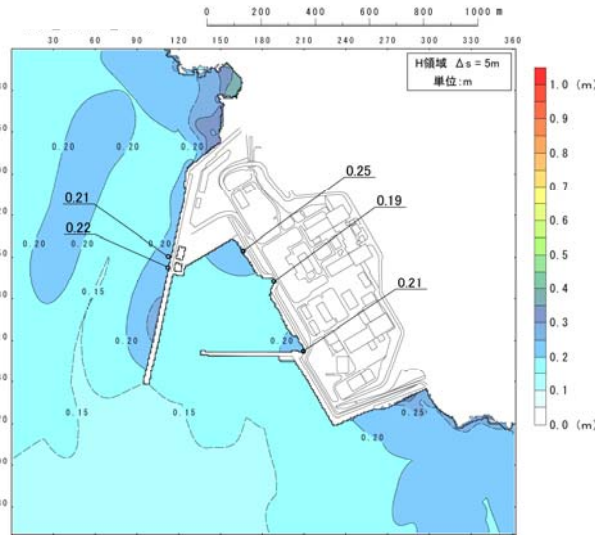
水位時刻歴波形



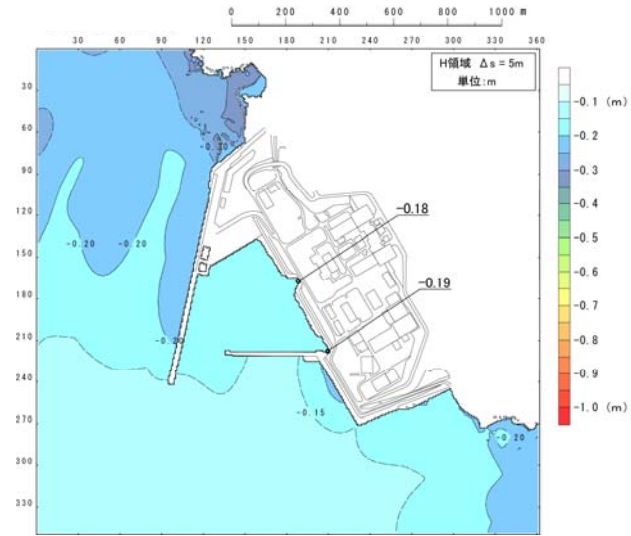
水位時刻歴波形

2-4 津波影響評価

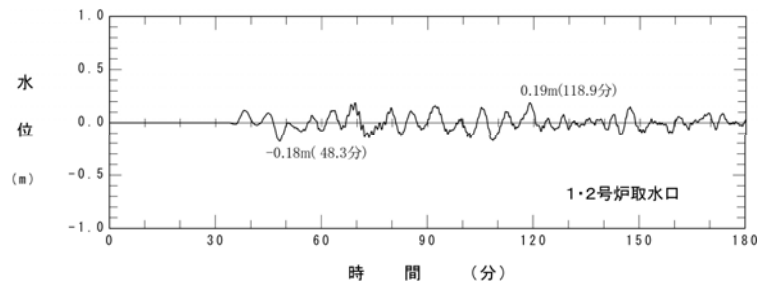
津波シミュレーション結果 (渡島大島・現地形) (1, 2号炉取水口)



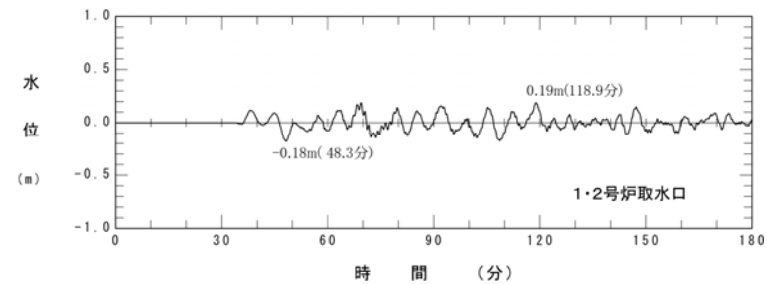
最大水位上昇量分布



最大水位下降量分布



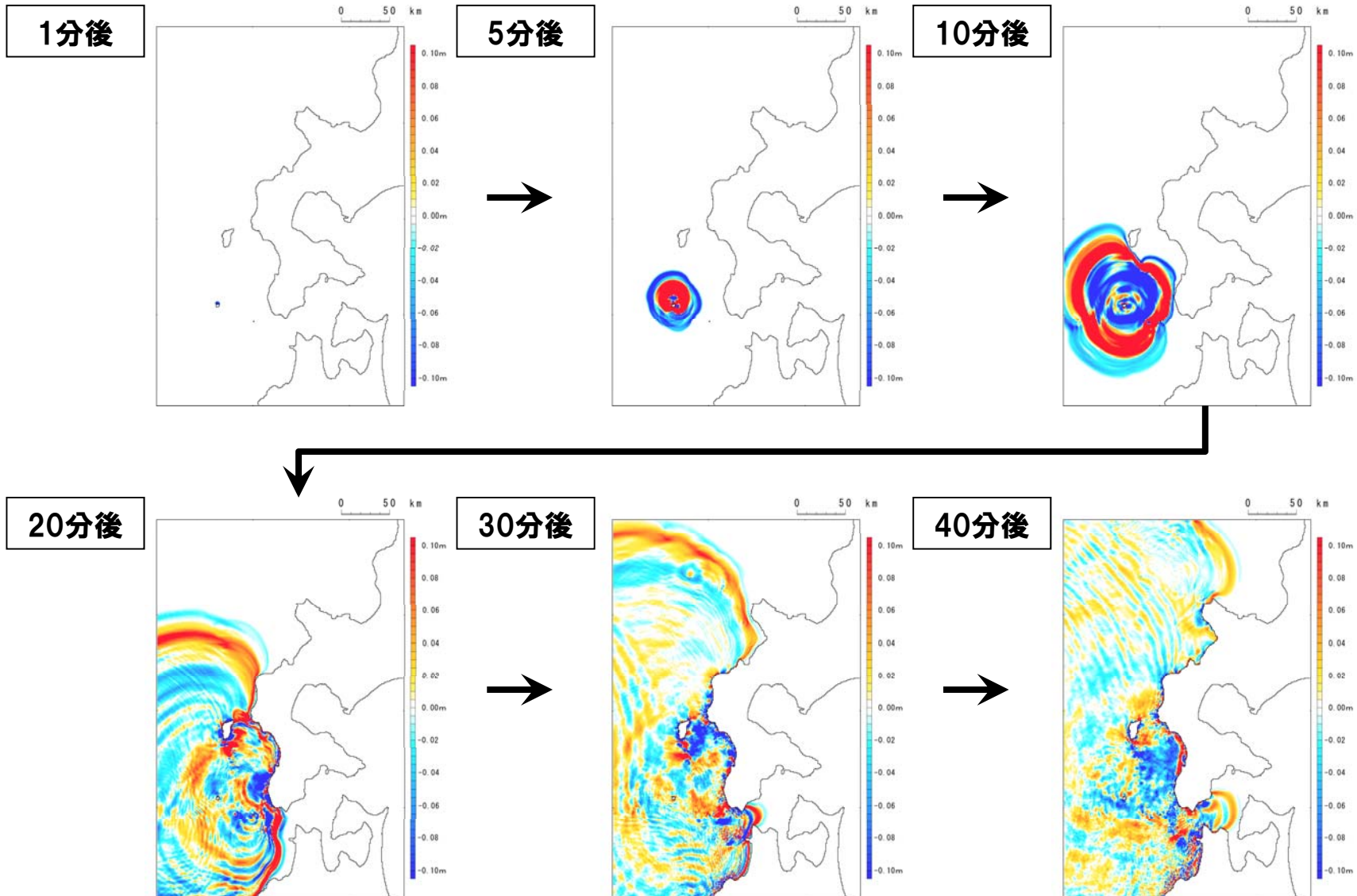
水位時刻歴波形



水位時刻歴波形

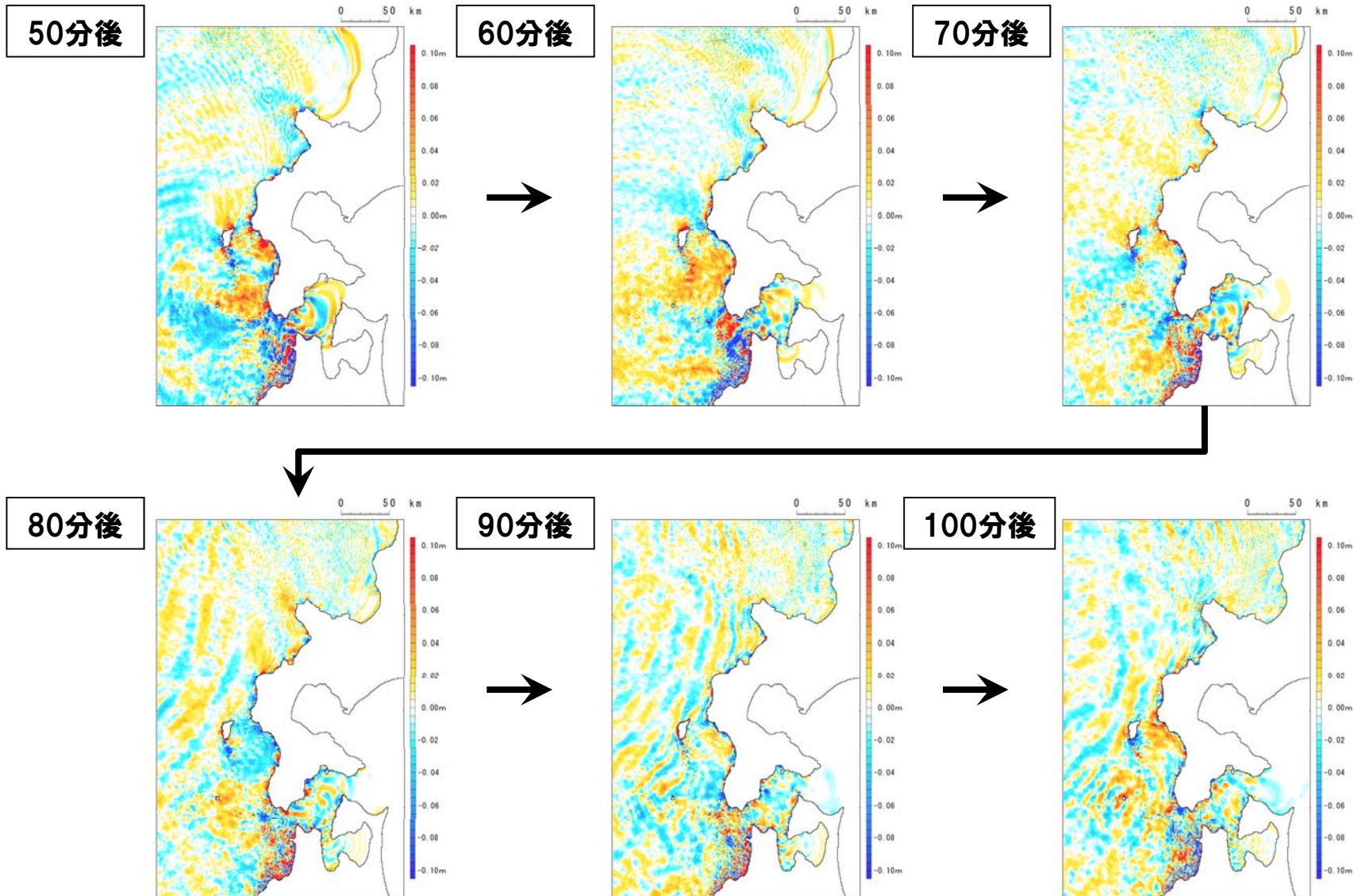
2-4 津波影響評価

津波シミュレーション スナップショット (渡島大島・現地形・敷地周辺) (1/3)



2-4 津波影響評価

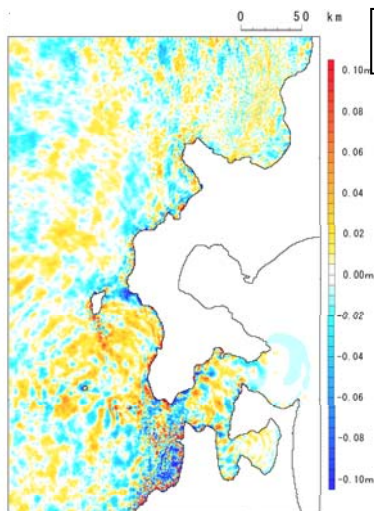
津波シミュレーション スナップショット (渡島大島・現地形・敷地周辺) (2/3)



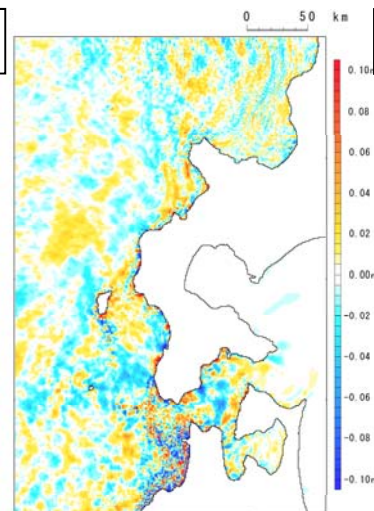
2-4 津波影響評価

津波シミュレーション スナップショット (渡島大島・現地形・敷地周辺) (3/3)

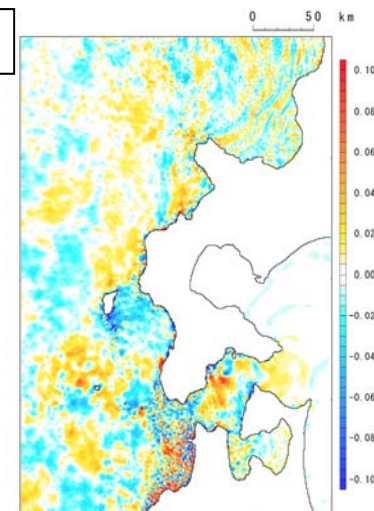
110分後



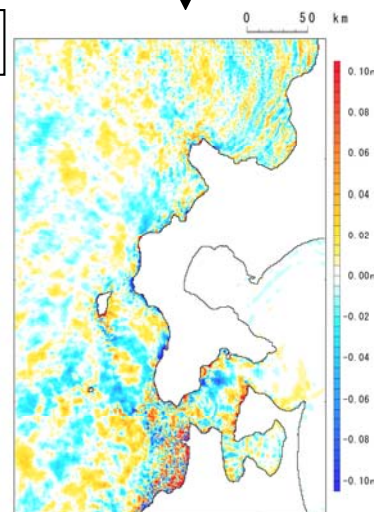
120分後



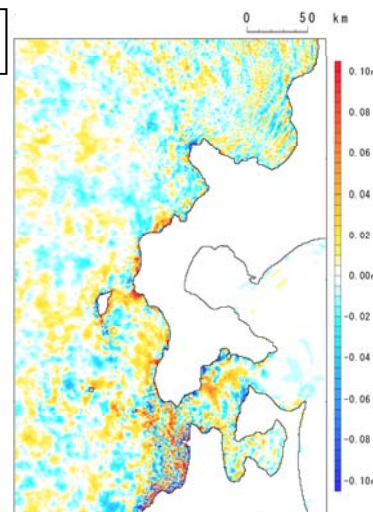
130分後



140分後



150分後

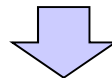


2-4 津波影響評価

まとめ

- 火山による山体崩壊に伴う津波について、敷地に影響を与える可能性のある火山として、渡島大島を検討対象として抽出した。
- 渡島大島の山体崩壊に伴う津波の敷地への影響を確認する目的で、Satake (2007) に基づく1741年(渡島西岸)津波の再現計算を実施した結果、計算値は日本海東縁部に想定される地震に伴う津波を下回ることを確認した。
- 眉山の事例を踏まえ、継続的に火山活動が認められる渡島大島については、地震により山体崩壊が発生する可能性を考慮し、渡島大島の現地形において山体崩壊が発生した場合の影響について検討を実施した。
- 数値シミュレーションの結果、計算値は基準津波策定に当たって考慮する陸上の斜面崩壊(陸上地すべり)(以下、「陸上地すべり」という。)に伴う津波と同程度であった。

区分	渡島大島 (再現計算)	渡島大島 (現地形)	(参考)川白不安定ブロック一括 (陸上地すべりに伴う津波)
敷地前面 最大水位上昇量	1.59m	0.25m	0.34m
3号炉取水口 最大水位上昇量	1.32m	0.21m	0.24m
3号炉取水口 最大水位下降量	1.01m	0.19m	0.21m
1号及び2号炉取水口 最大水位上昇量	1.22m	0.19m	0.22m
1号及び2号炉取水口 最大水位下降量	0.97m	0.18m	0.19m



- Satake (2007) に基づく1741年(渡島西岸)津波の再現計算については、火山噴火に伴う事象であり、日本海東縁部に想定される地震に伴う津波とは独立した事象であると考えられるため、組み合わせについては考慮しない。
- 現地形による山体崩壊に伴う津波については、日本海東縁部に想定される地震に伴う津波との組み合わせを考慮する。

3. 陸上の斜面崩壊（陸上地すべり）に伴う津波

1. 地震以外の津波	4
2. 火山による山体崩壊に伴う津波	6
2-1 島原眉山崩壊による津波の考察	8
2-2 検討対象の抽出（海域火山）	11
2-3 検討対象の抽出（陸域火山）	14
2-4 津波影響評価	44
3. 陸上の斜面崩壊（陸上地すべり）に伴う津波	67
3-1 リツヤ湾津波に関する考察	71
3-2 川白に関する検討結果	81
3-3 兜岩に関する検討結果	138
3-4 堀株に関する検討結果	159
3-5 二つ岩に関する検討結果	163
3-6 弁慶岩に関する検討結果	170
3-7 津波影響評価	183
4. 陸上の斜面崩壊（岩盤崩壊）に伴う津波	215
4-1 岩盤崩壊に関する検討	217
4-2 津波影響評価	268
5. 基準津波の策定	296
6. 津波に対する安全性	312
6-1 砂移動評価について	314
6-2 取水路の水位変動について	320
6-3 貯留堰の容量について	334
6-4 考慮する潮位について	340
7. 津波堆積物調査結果	343
参考資料	353
参考文献	369

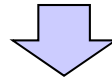
検討方針（1/3）

【地すべりについての考察】

○地すべり及び地すべり地形の特徴として、以下が挙げられる。

- 地すべり地形の存在は、当該斜面において地すべり変動が起きた前歴を示すものである。
- 地すべり変動の9割前後が既存の地すべりの再滑動もしくは地すべり地の拡大によって起きたと経験的に言われるように、地すべりは同じ斜面で繰り返し発生することが多いとされる。
- 地すべりのように広い範囲で斜面が変動する場合、ある時突然変動が始まることはほとんどなく、かなり長期間をかけて前駆的な変動を経た後に本格的なすべりに移行すると考えられ、その初期段階においては斜面がゆっくりと変形する岩盤クリープなどを生じる。
- ひとつの地すべり地形に注目した場合、前回のすべりによって取り敢えず安定状態にあるため、そこが人間の寿命である数十年間にすべる確率はかなり低く、おそらく数十分の1程度だと考えられる。

地すべり地形DBを引用し要約







- 地すべりは、地すべり地形が再滑動することにより生じる可能性が大きいと考えられる。
- これを踏まえて、地すべり評価に当たっては、地すべり地形DBに基づき、不安定ブロックの候補を抽出し、現地調査結果も合わせて評価を行う。

3. 陸上の斜面崩壊（陸上地すべり）に伴う津波

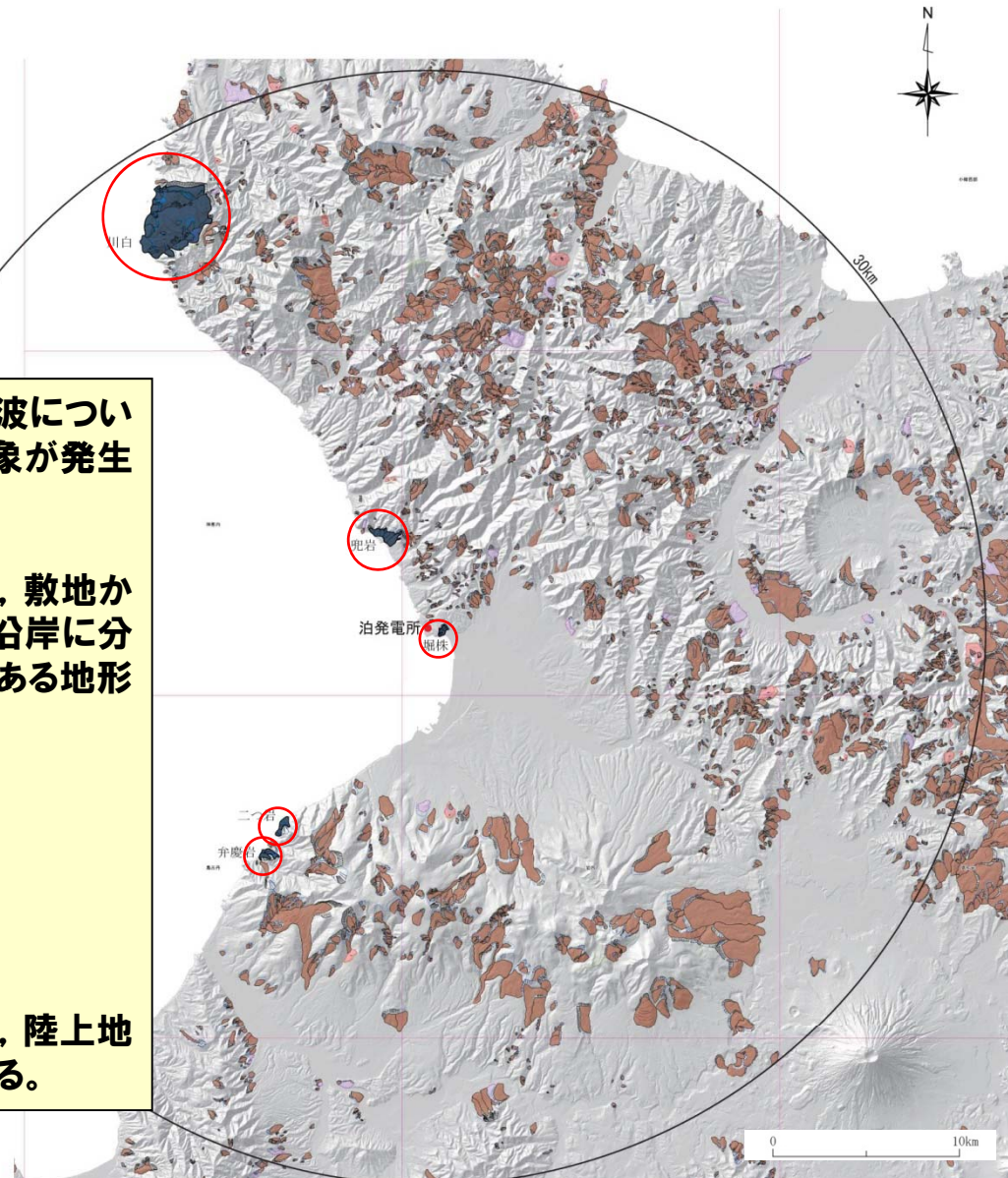
検討方針（2/3）

一部修正(H25/8/14審査会合)

凡 例	
	抽出した地すべり地形
	斜面移動体
	不安定域・移動域と推定される範囲
	移動体一般

防災科学技術研究所 地すべり地形分布図に加筆
<http://lsweb1.ess.bosai.go.jp/>

- 地すべり等に起因して発生したと考えられる既往津波について文献レビューを行い、敷地周辺において同様な事象が発生する可能性について検討する。
- 上記の検討を踏まえたうえで、地すべり地形DBから、敷地から半径30km程度以内にある地すべり地形のうち、沿岸に分布し、陸上地すべりに伴う津波が発生する可能性のある地形（5箇所）を抽出。
 - ①川白
 - ②兜岩
 - ③堀株
 - ④二つ岩
 - ⑤弁慶岩
- 抽出した地すべり地形について調査結果を再整理し、陸上地すべりに伴う津波が発生する可能性について検討する。



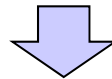
検討方針（3/3）

【地すべり地形DBによる地すべり評価方法】

○地すべり地形DBにおける評価の概要は、以下のとおりである。

- 地すべり地形分布図は、地すべり変動によって形成された地形的痕跡である「地すべり地形」を空中写真の実体視判読によってマッピングし、地形図上にその分布状況を示した地形学的予察図である。
- 国土地理院が撮影した縮尺4万分の1のモノクローム空中写真を、倍率4倍の簡易実態鏡を用いて判読し、幅150m以上の比較的大規模な地すべり地形のみを抽出している。
- 刊行以来、図の全体を新たな写真を用いて判読するような、本格的な修正作業は実施していない。
- ごく一部を除き、判読した地すべり地形についての現地調査は実施されておらず、図示されている個々の地すべり地形が、本当に過去の地すべり変動によって形成されたかについての確認はされていない。

地すべり地形DBを引用し要約



【当社による地すべり評価方法】

- 上記を踏まえ、当社では、地すべり地形の評価に当たって、以下のとおり、より詳細な検討を行っている。
- 空中写真判読は、国土交通省の縮尺1万5千分の1のカラー空中写真を使用している。
- 空中写真判読のみでは、評価するうえで十分ではないと判断されるものについては、地形判読、地表地質踏査、ボーリング調査を実施する。
- 既往の大規模な地すべりについても文献レビューを実施し、条件整理を行ったうえで、敷地周辺において同様な事象が発生する可能性について検討する。

3-1 リツヤ湾津波に関する考察

1. 地震以外の津波	4
2. 火山による山体崩壊に伴う津波	6
2-1 島原眉山崩壊による津波の考察	8
2-2 検討対象の抽出(海域火山)	11
2-3 検討対象の抽出(陸域火山)	14
2-4 津波影響評価	44
3. 陸上の斜面崩壊(陸上地すべり)に伴う津波	67
3-1 リツヤ湾津波に関する考察	71
3-2 川白に関する検討結果	81
3-3 兜岩に関する検討結果	138
3-4 堀株に関する検討結果	159
3-5 二つ岩に関する検討結果	163
3-6 弁慶岩に関する検討結果	170
3-7 津波影響評価	183
4. 陸上の斜面崩壊(岩盤崩壊)に伴う津波	215
4-1 岩盤崩壊に関する検討	217
4-2 津波影響評価	268
5. 基準津波の策定	296
6. 津波に対する安全性	312
6-1 砂移動評価について	314
6-2 取水路の水位変動について	320
6-3 貯留堰の容量について	334
6-4 考慮する潮位について	340
7. 津波堆積物調査結果	343
参考資料	353
参考文献	369

3-1 リツヤ湾津波に関する考察

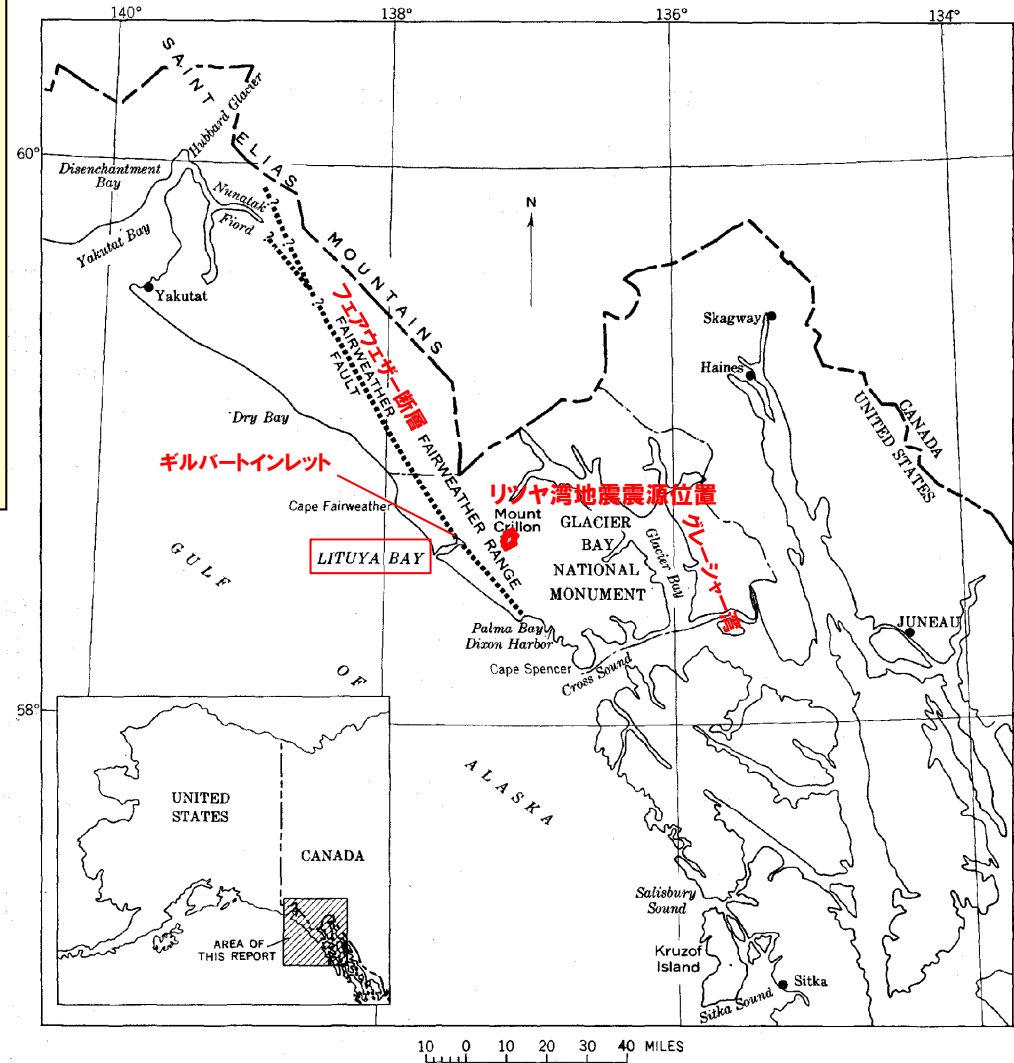
検討方針

- 基準津波に係る審査ガイドに記載があり、陸上の斜面崩壊に伴い発生した津波と考えられる既往津波として、リツヤ湾津波について文献レビューを行う。
- 文献調査結果から、地形、地質及び活断層の分布状況等の条件を整理し、敷地周辺において同様な事象が発生する可能性について検討する。

3-1 リツヤ湾津波に関する考察

文献調査 (リツヤ湾津波 Miller, 1960) (1/2)

- リツヤ湾は、アラスカ湾の北東岸に位置するT字型の形状の長さ約12km、最大幅3km、最大水深約220mの湾で、湾口部の幅約210m、水深約10mとやや閉鎖された環境にある。
- 1958年7月9日夕方、湾奥を横断するフェアウェザー断層で地震 (リツヤ湾地震) が発生し、断層変位と地震動により、湾奥のギルバートインレットの斜面で大規模な岩盤すべりを起こした。
- 岩盤崩落の湾への流入と衝撃により、湾内の水が対岸の尾根を海拔約530mまで遡上し、森林を破壊した。
- 当時、湾内に停泊していた3艘の釣り舟の内、2艘は沈没し2名が死亡している。
- 湾外への影響は小さく、約100km東のグレーシャー湾で0.6~0.9m、約220km南東のsitka測候所で最大約0.1mの波高を確認している。



リツヤ湾の位置

リツヤ湾の位置 (拡大)

3-1 リツヤ湾津波に関する考察

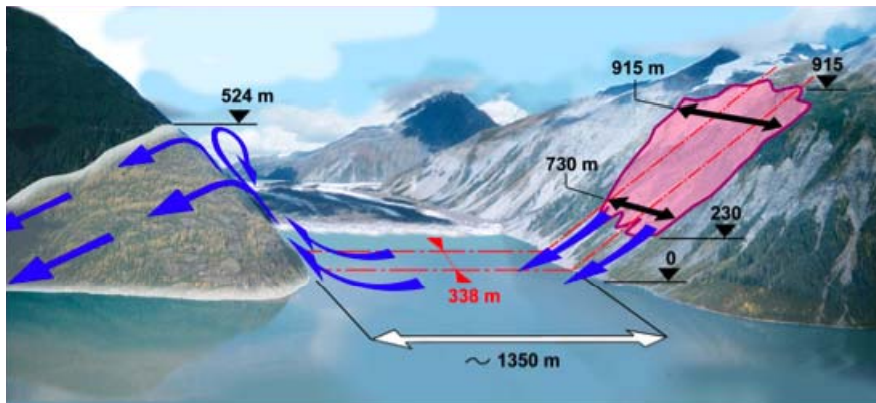
文献調査 (リツヤ湾津波 Miller, 1960) (2/2)

【概要】

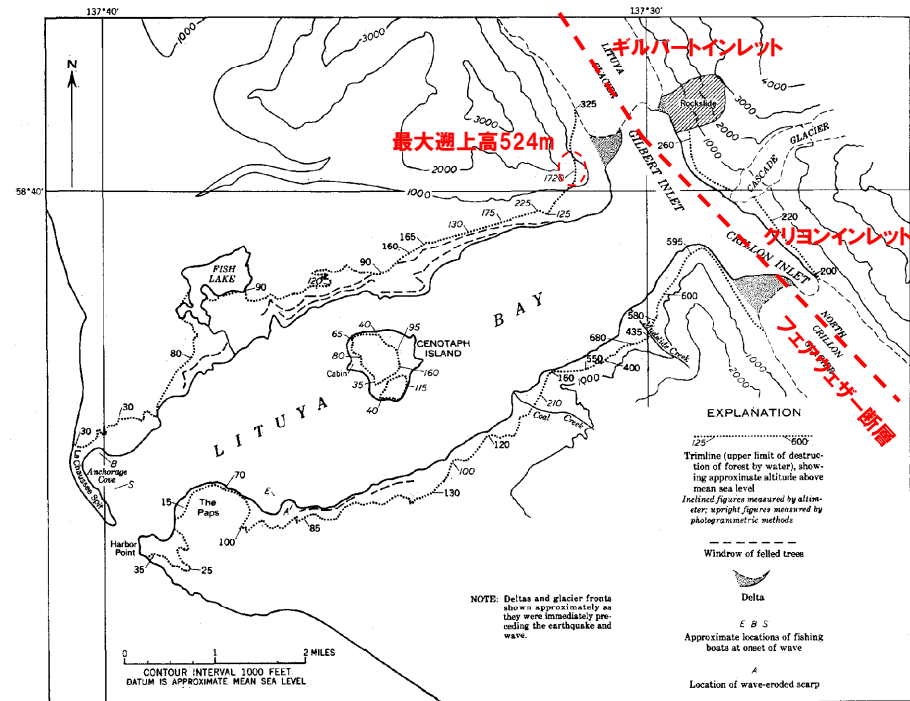
- リツヤ湾は、北東方向に延びる主要部は長さ約12km、幅1~3kmで、湾奥の直交するギルバートインレット、クリヨンインレットはフェアウェザー断層による地溝の一部である。
- フェアウェザー断層はセントエイリアス山脈の南部から北西方向に延びる長さ約160km以上とされ、それぞれのインレットの中央付近を通過する。
- 1958年7月9日のリツヤ湾地震はMw8.3、深さ60kmで断層の約12km東、湾奥から約21km南東のフェアウェザー連山内で発生した(地震における断層変位は水平方向約6.6m、上下方向約1mである。)
- 岩盤すべりは、湾奥正面のギルバートインレット側の急斜面で発生し、平均幅0.8km、長さ約1km、層厚90m、崩落量約 $3 \times 10^7 \text{m}^3$ であり、最大すべり高さ915mから幅1.4kmの狭隘なギルバートインレットに高速で滑り落ちた。
- 崩落の衝撃と急速な流入により、インレット内の水はすべり岩塊により押し上げられ、反対の斜面を海拔524mまで駆け上がりリツヤ湾内に広がった。湾口部での遡上高さは約5~10mを確認している。
- 湾内の沿岸の森林破壊の状況から過去にも地すべりが原因と考えられる津波の発生した痕跡が認められる(過去約100年間で5回)。

【特徴】

- 岩盤すべりは氷河地形特有の水河に浸食された急斜面で発生している。
- 地質は角閃石及び黒雲母の結晶片岩が分布しており、それらは片理で分離しやすい特徴を持つ傾向があることや、当該地域では開口亀裂が発達している状況が確認されている。
- 巨大津波の発生は岩盤すべりによるが、その原因は激しい降雨と煩雑な凍結融解による岩盤の亀裂の発達、インレットの深い水深等の要因が複合的に影響し、断層変位及び地震動が引き金になったとされている。



岩盤すべりと津波の遡上の状況

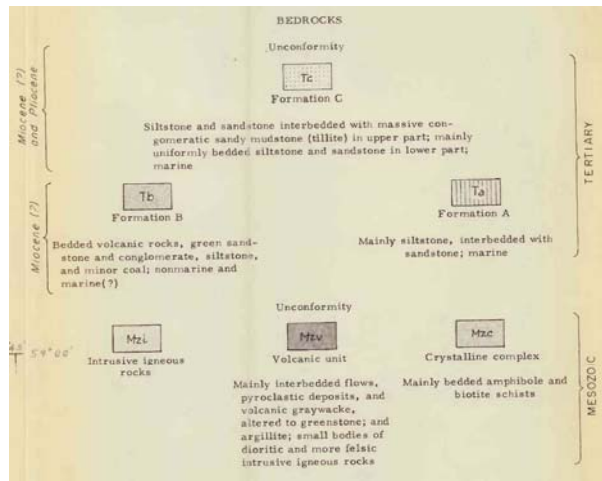


リツヤ湾の遡上高さ分布 (Miller, 1960に一部加筆)

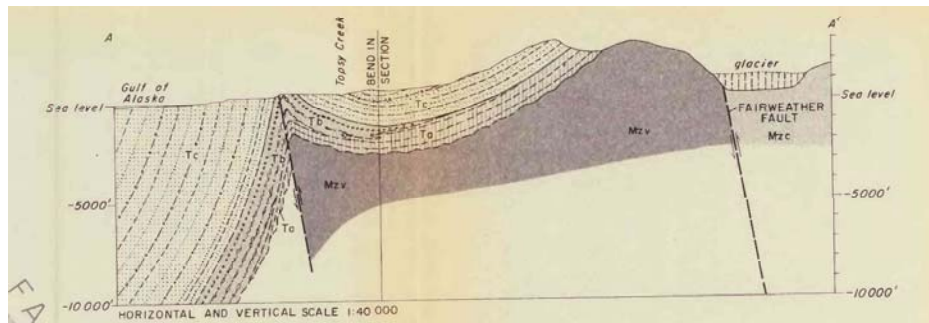
3-1 リツヤ湾津波に関する考察

文献調査 (リツヤ湾周辺の地質 Miller, 1961)

- リツヤ湾周辺は新第三紀中新世及び鮮新世の火山岩, 堆積岩, 変成岩が分布する。
- 北西方向に延びるリツヤ湾の湾奥に沿ってフェアウェザー断層がNW-SE方向に分布している。
- 岩盤すべりの発生箇所はフェアウェザー断層の北東側で, そこには中新世の結晶片岩が, 南西側 (海側) では下位から中新世の変質火山岩類, 鮮新世の火山岩類~堆積岩が分布する。
- 地質構造は, N50° W走向で北東へ急傾斜する構造である。
- 結晶片岩は, 広域変成作用により地下深部で剪断応力を受けて再結晶化したため, 雲母のような板状の鉱物や角閃石のような柱状の鉱物が方向性をもって配列し, 片理 (面状構造) を持つことから, 岩石は片理に沿って板状に割れやすい性質を有する。



基礎岩凡例



A-A' 断面



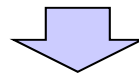
リツヤ湾周辺の地質図 (Miller, 1961に一部加筆)

3-1 リツヤ湾津波に関する考察

文献調査結果 (1958年 リツヤ湾津波)

○Miller (1960), Miller (1961) を基に、リツヤ湾地震及び巨大津波の発生要因について、とりまとめた結果は以下のとおりである。

- 閉鎖されたリツヤ湾の狭隘なギルバートインレット (幅1.4km) に、高速で大量の岩塊が流入することによる衝撃と押し出しにより、閉鎖された湾内における水面変動 (津波の遡上) が増大した。
- 氷河地形特有の海拔1,000m以上に達する急斜面が分布する (高標高から高速で一気に海中へ流入する)。
- すべり箇所付近に活断層が分布し、地震の際に変位した。
- すべり箇所の地質は変成岩である結晶片岩が分布し、片理沿いの剥離 (弱部の発達)、激しい降雨や凍結融解による開口亀裂の発達により弱部が生じていた。
- すべり箇所の斜面は、氷河地形特有の急傾斜であり、それと岩盤の弱部の発達が重なっていたと考えられる。

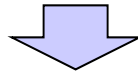


○巨大津波の発生は、『①地形的な特徴』、『②地質特有の条件』に、『③気象条件』が加わり、さらに引き金となる『④至近に分布するアクティブな活断層運動と地震』が重なり発生したものと考えられる。

3-1 リツヤ湾津波に関する考察

敷地周辺の地形からの検討

- 敷地周辺においては、リツヤ湾のような閉鎖された湾等は分布しない。
- 敷地の対岸には急斜面を有する地形は認められない。
- 沿岸部の地すべり地形のうち、不安定ブロックと評価した斜面の標高は最大で200m程度であり、リツヤ湾のような沿岸から海拔1,000mを有するような急斜面は認められない。
- 津波により森林が破壊された痕跡は認められない。



- 敷地周辺は、リツヤ湾とは異なる地形条件と考えられる。

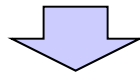


敷地周辺の地形図

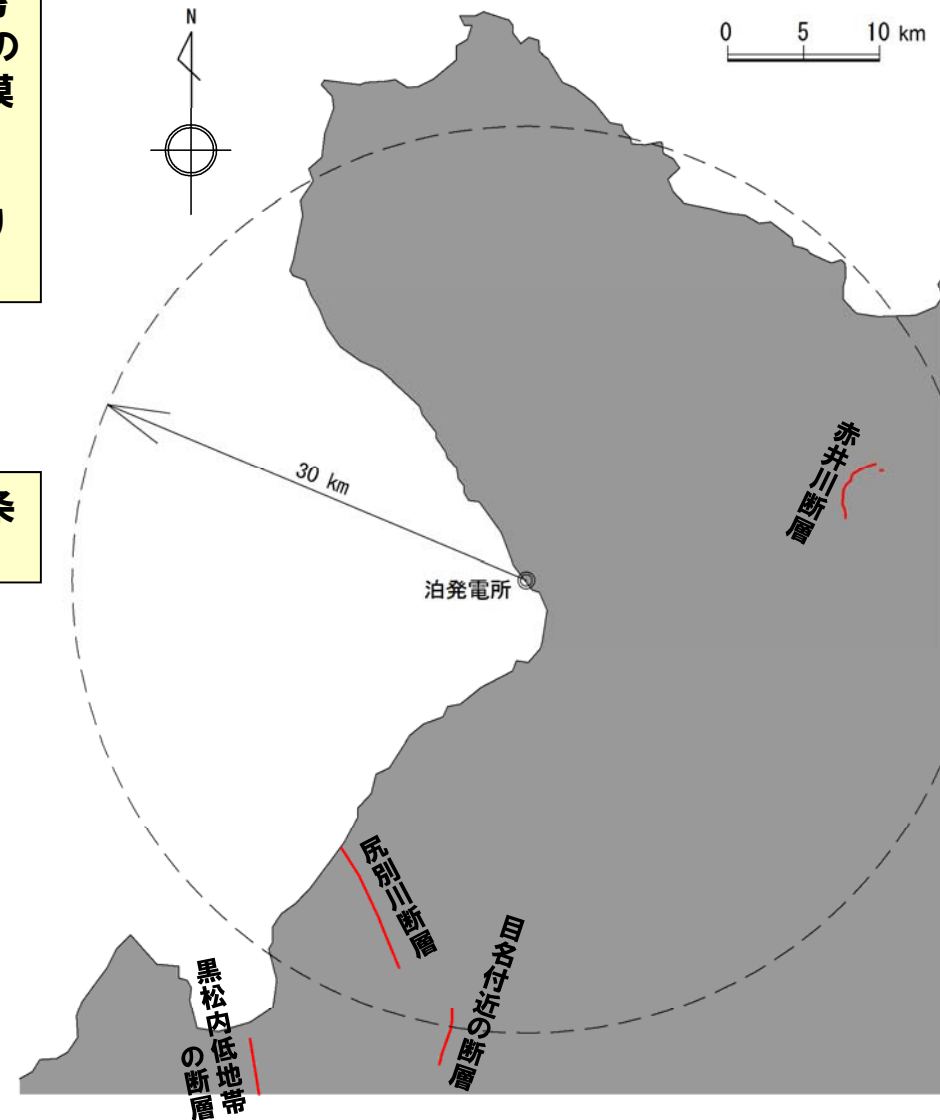
3-1 リツヤ湾津波に関する考察

敷地周辺の活断層からの検討

- 敷地周辺の沿岸部で、地すべりを発生させる可能性を考慮する活断層として、尻別川断層を評価しているが、その規模はMw6.9程度であり、リツヤ湾地震 (Mw8.3) の規模と比較して、極めて小さいものと考えられる。
- また、尻別川断層周辺の尻別川河口～寿都町にかけては、海成段丘の分布が認められ、高標高からの地すべりが発生するような急斜面は認められない。



- 敷地周辺の活断層の分布状況は、リツヤ湾とは異なる条件と考えられる。

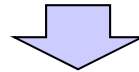


敷地周辺の活断層位置図

3-1 リツヤ湾津波に関する考察

まとめ

- リツヤ湾で発生した巨大津波は、特殊な地形や地質条件に気象条件が加わった状況で、活断層運動及び地震活動が引き金となって発生した事象である。
- 敷地周辺について、地形、地質条件及び活断層の分布状況を整理した結果、リツヤ湾とは異なる条件と考えられる。



- 不安定な地すべり地形が再滑動するという特徴を踏まえ、地すべり地形DBを基に抽出された地すべり地形について、空中写真判読、地形判読、地表地質踏査、ボーリング調査等を踏まえ、安定性を検討のうえ、保守的に評価する。
- 一方、リツヤ湾の事例を踏まえると、岩盤崩壊により津波が発生する可能性もあることから、これについては「4. 陸上の斜面崩壊（岩盤崩壊）に伴う津波」において別途検討する。