

泊発電所の基準津波に関するコメント回答

平成25年11月29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	日本海東縁部の波源モデルを現在の知見に基づいて設定したことは理解するが、用いている知見は40年程度のものであり、日本海東縁部の地震再来周期と比較して短く、部分的なものであることも考慮し、更に北側の北海道西方沖との連動について検討すること。	10月16日審査会合	11月29日審査会合
2	川白の地すべり対策はどの程度の耐震性を有しているのかを説明すること。	8月14日審査会合	11月29日審査会合
	弁慶岩については、定量的根拠がなく対象としないとされている。定量的根拠がないのであれば、影響が小さくても波源として評価するべき。	8月14日審査会合	11月29日審査会合
3	兜岩付近のボーリング調査結果の考察においては、踏査結果の位置を1/2,500地形図に示すこと。	10月16日審査会合	11月29日審査会合
4	海底地すべりのスクリーニングのうち、茂津多西方沖については、音波探査記録等による確認も行うこと。	10月16日審査会合	11月29日審査会合
5	奥尻海嶺付近のさらに西側に文献で示されている断層群について検討すること。	10月16日審査会合	11月29日審査会合
6	基準津波ケースにおける地殻変動量について説明すること。	8月14日審査会合	11月29日審査会合
7	基準津波と海底地すべりの重畳を検討する際に考慮する時間差に関する不確かさの考慮について、現在検討中の基準津波となる波源の確定後、あらためて波源となる地震の主要動の継続時間を踏まえて考慮すべき時間を見直すこと。	9月12日ヒアリング	11月29日審査会合

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
8	北海道のボーリングKY-07のプランクトンの種類を示すこと。公的機関で明瞭な堆積物は出現していないが、自社の調査結果も持つべき。	8月14日審査会合	12月下旬ご説明予定
9	土砂移動について、土砂濃度1%だけではなく、土砂濃度5%についても検討すること。	8月14日審査会合	12月下旬ご説明予定
10	土砂移動について、最終結果だけではなく、(計算の途中段階で発生すると思われる)最大堆積時の分布を示すこと。	8月14日審査会合	12月下旬ご説明予定
11	保守的検討として岩礁を-10cmでモデル化しているが、現地形でもチェック計算を行うこと。	8月14日審査会合	12月下旬ご説明予定
12	超過確率を算出するに当たって実施されたアンケート等について、単に土木学会から引用していることを示すだけではなく、その内容を説明すること。また、ロジックツリー作成に関わった専門家の構成等を明らかにすること。	9月12日ヒアリング	12月下旬ご説明予定
13	FSAR規定の運用に先立ち、超過確率の説明においては、認識論的不確からしさと理論的不確かさを区別して説明できるようにしておくこと。	9月12日ヒアリング	12月下旬ご説明予定
14	超過確率の参照については、審査ガイドの中で審査官が確認すべき事項が列記されているが、今後、基準地震動、基準津波が確定する段階で詳細に確認していくことになるので、審査ガイドを参照して説明資料の準備を進めておくこと。	9月12日ヒアリング	12月下旬ご説明予定
15	秋田県による津波評価を踏まえた津波の検討やサイト近傍の岩礁を考慮した入力津波の評価など、これまでの審査会合等で指摘した残りの課題についても、準備ができ次第回答すること。	9月12日ヒアリング	12月下旬ご説明予定

No	指摘事項
1	日本海東縁部の波源モデルを現在の知見に基づいて設定したことは理解するが、用いている知見は40年程度のものであり、日本海東縁部の地震再来周期と比較して短く、部分的なものであることも考慮し、更に北側の北海道西方沖との連動について検討すること。

資料「日本海東縁部における波源の連動に関する検討結果について」にてご説明

No	指摘事項
2	<p>川白の地すべり対策はどの程度の耐震性を有しているのかを説明すること。</p> <p>弁慶岩については、定量的根拠がなく対象としないとされている。定量的根拠がないのであれば、影響が小さくても波源として評価するべき。</p>

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

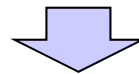
地すべり地形の評価

○川白

- 地すべり地形は多数のブロックより形成されており、空中写真判読結果から、山側のブロックは開析しており、古く安定した地すべり地形と考えられる。
- 海岸線付近の小規模なブロックに対しては、地すべり対策が実施されており、滑落することはないと評価。
- しかし、川白の地すべり対策の設計は、本申請において想定している日本海東縁部に想定される地震を対象としているものではない。

○弁慶岩

- 空中写真判読の結果から、4箇所の開析された馬蹄形台地から形成され、古いものと推定される。
- それぞれの地すべり地形が小規模であり、地すべり方向に系統性はなく、さらに、距離も約15kmであることから、発電所への影響は小さいと評価。

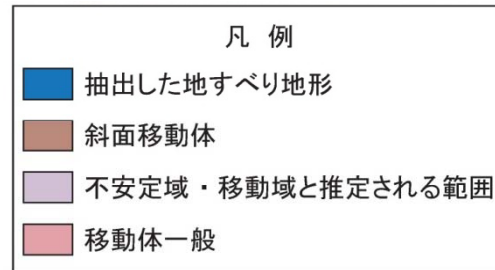


検討方針

- 川白については、日本海東縁部に想定される地震クラスの発生による影響の可能性を考慮して、地表地質踏査結果及び地すべり地形の安定性に関する検討結果を踏まえて、地すべり想定ブロックと規模を精査のうえ、陸上の斜面崩壊が発生した場合の数値シミュレーションによる定量的評価対象の候補を抽出する。
- 弁慶岩については、地すべり地形と判読していること、地すべり方向に系統性はないこと、周辺で施工されたトンネル工事記録及び地表地質踏査結果から、主要部分が直接外海に面する2箇所の地すべりブロックを陸上の斜面崩壊が発生した場合の数値シミュレーションによる定量的評価対象の候補として抽出する。
- 抽出した定量的評価対象候補について、規模の大きい順に数値シミュレーションを実施し、敷地への影響の有無を順次判定する。
- 津波発生モデルについては、Kinematic landslide モデルの手法を用いる。

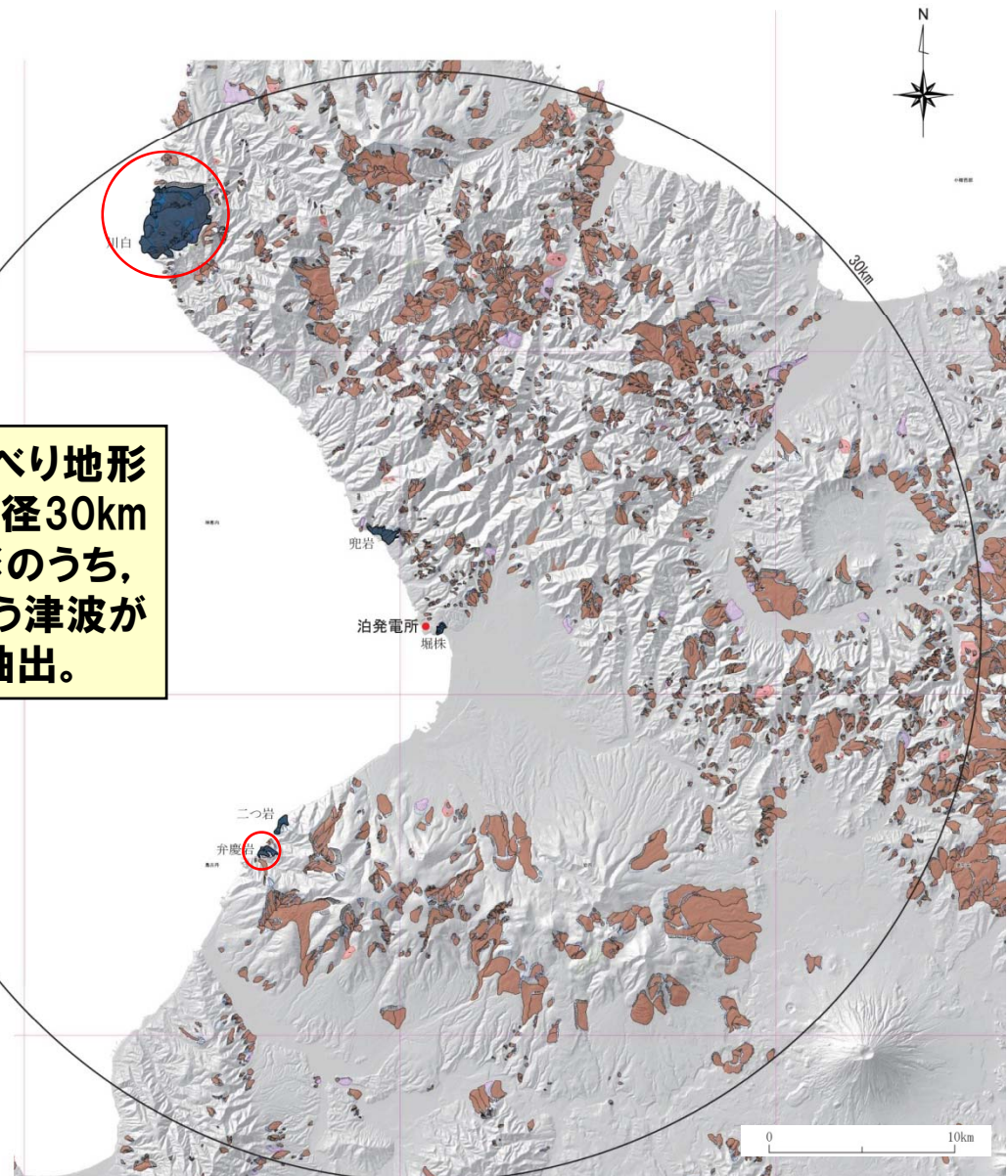
2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

陸上地すべり地形の抽出結果



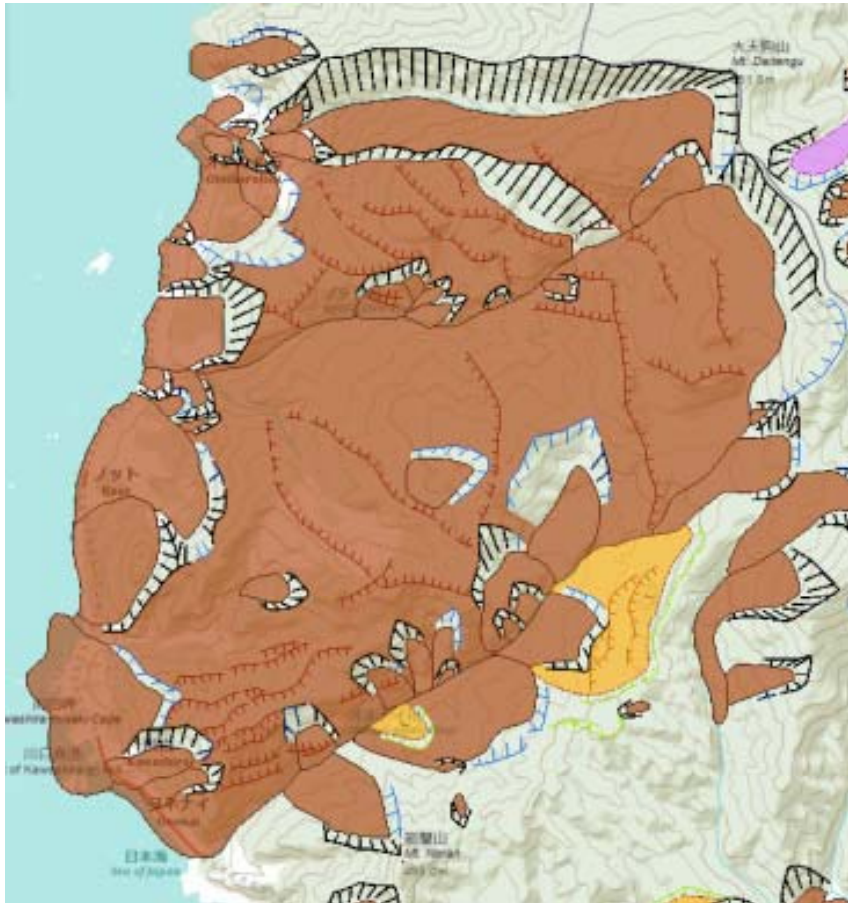
防災科学技術研究所 地すべり地形分布図に加筆
<http://lsweb1.ess.bosai.go.jp/>

○防災科学技術研究所の地すべり地形データベースから、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、斜面崩壊に伴う津波が発生する可能性のある地形を抽出。

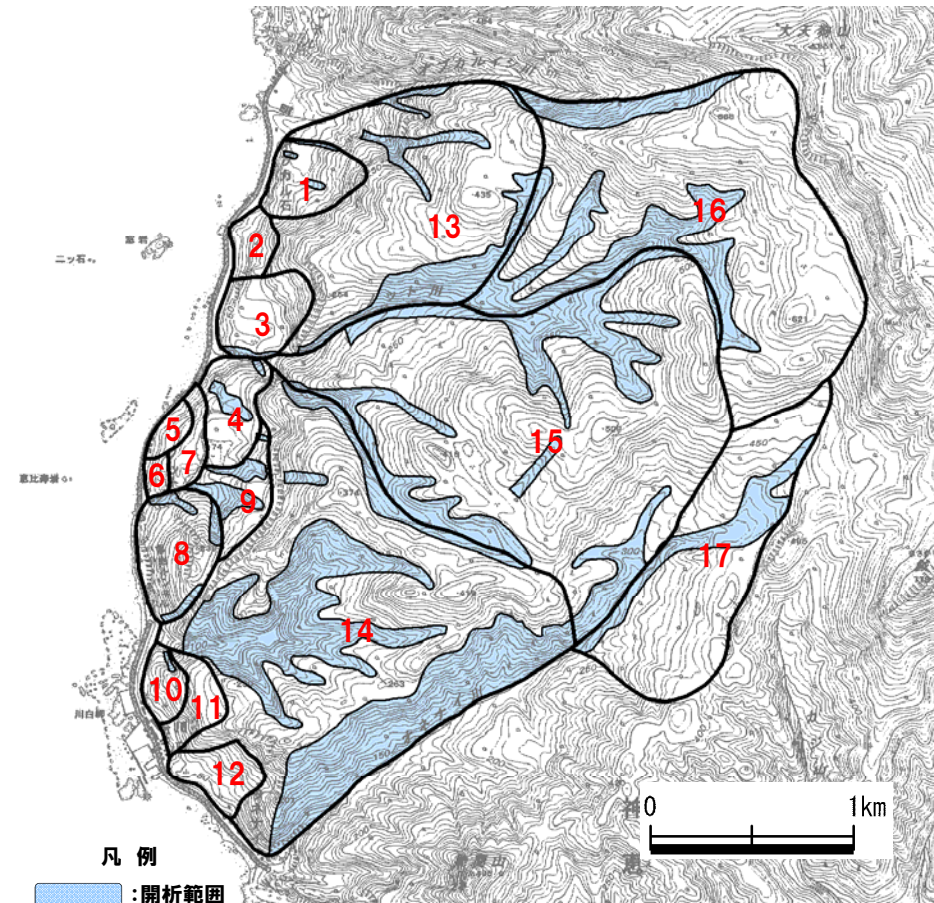


2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

調査結果(川白)



地すべり地形データベース

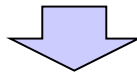


空中写真判読結果

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

地表地質踏査結果 (川白)

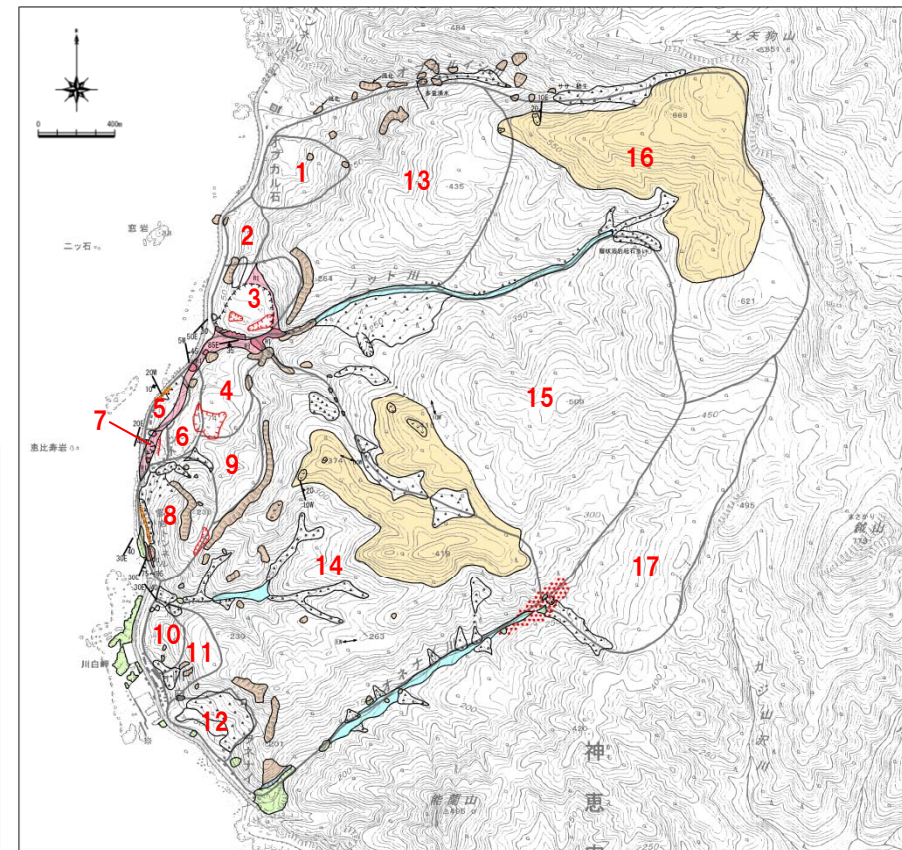
- 海岸部(ブロック1～ブロック12)には、小規模ながら、地すべり、陥没地形、滑落崖様の地形等のブロックの地すべりを示唆する状況が認められることから、不安定ブロック群と評価した。
- ブロック13～ブロック17には、それぞれのブロック境界等において、堅硬な岩盤が連続して分布し、ブロックの地すべりを示唆する状況が認められないことから、安定ブロック群と評価した。



- 以上の結果を踏まえたうえで、開析度合いと地すべり地形の安定性に関する知見による検討結果と併せて、数値シミュレーションによる定量的評価対象の抽出を行うものとする。



赤字:地すべりブロック



ルートマップ

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

○海岸部(ブロック1～ブロック12)には、一部に地すべり地形が認められる。



写真1:凝灰岩の変質・粘土化による小規模な地すべりが認められる。



写真2:凝灰岩の変質・粘土化による小規模な地すべりが認められる。

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

- ブロック13及びブロック16における外縁部の境界(オプカルイシ川)には、溪床に堅硬な岩盤(自破碎溶岩・塊状溶岩)が連続して分布する。
- 溪床から尾根にかけて、下位から堅硬な岩盤(自破碎溶岩・層状溶岩)が分布する。
- 滑落崖等のブロックの地すべりを示唆する状況は認められない。

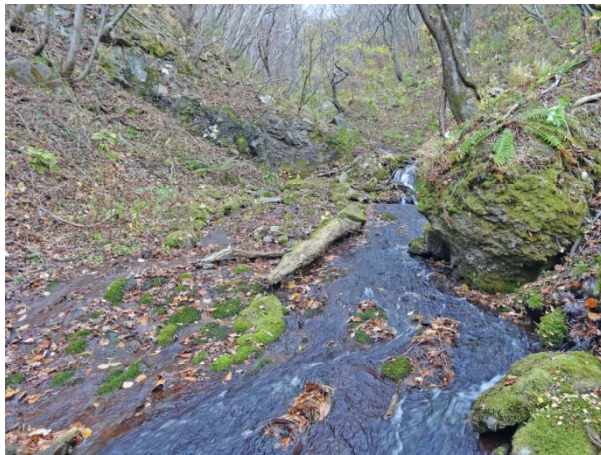


写真3: 溪床に堅硬な自破碎溶岩が連続して分布する。



写真4: 溪床に堅硬な塊状の溶岩が連続して分布する。



写真5: 溪床に堅硬な自破碎溶岩が分布する。



写真6: 写真5の上部において、自破碎溶岩の上位に堅硬な層状溶岩が分布する。

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

- ブロック13～ブロック15の境界（ノット川及び枝沢）には、ブロック境界を挟んで堅硬な岩盤（凝灰岩・自破碎溶岩）が連続して分布する。
- 滑落崖等、ブロックの地すべりを示唆する状況は認められない。



写真7: 溪床に堅硬な凝灰岩の滑床が連続して分布する。



写真8: 溪床に上流に向かって堅硬な凝灰岩と自破碎溶岩が連続して分布する。



写真9: 枝沢の溪床に堅硬な自破碎溶岩が分布する。



写真10: 写真9の上流の溪床にも堅硬な自破碎溶岩が分布する。

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

- ブロック14及びブロック17における外縁部の境界(オネナイ川)には、溪床には堅硬な岩盤(プロピライト・自破碎溶岩・変質安山岩)が連続して分布する。
- 滑落崖等のブロックの地すべりを示唆する状況は認められない。



写真11: オネナイ川河口部の溪床から頂部にかけて、下位から堅硬なプロピライト及び自破碎溶岩(水冷破碎岩)が分布する。



写真12: 溪床に堅硬な自破碎溶岩の滑床が連続して分布する。



写真13: ブロック17の末端の合流部に堅硬な変質安山岩が分布する。



写真14: (写真13の拡大) 堅硬な変質安山岩が連続して分布する。

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

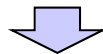
地すべり地形の安定性と不安定ブロックの選定(川白)(1/2)

- 藤原(1970)によれば、切土など的人為的要因による滑動事例を研究し、限界安全率の考え方を示しており、自然地形を改変し、安全率が5~10%低下した時点ですべりが発生することが多いとして、この安全率の低下率を限界安全率とした。
- 稲垣ほか(2005)によれば、古期地すべり地形を復元したうえで、 c 、 ϕ を逆算することにより、古期地すべり地形の安全率と形成時期は、

$$F_s = 1 + 0.00014 \times T^{0.6} \dots\dots (1)$$
 の関係として示されるとし、10数万年前までの古期地すべりの安全率増分は限界安全率とよく一致するとしている。
- また、柳田・長谷川(2000)による古期地すべりの地形開析度 D (%)と地すべりの形成時期 T (年代(年前))との関係、

$$D = 0.02 \times T^{0.6}$$
 を統合したうえで、

$$F_s = 1 + 0.007D \dots\dots\dots (2)$$
 の関係の実用式を提案している。
- 国土交通省(2008)による「地すべり防止技術指針及び同解説」によれば、限界安全率に基づき、地すべり防止計画における計画安全率を1.10~1.20、応急対策等で当面の安全確保を図る場合の計画安全率を1.05以上に設定するものとしている。



- 各々のブロックに対して、(1)式、または(2)式に対する計画安全率 F_s を算出する。
- 「日本海東縁部における地震に伴う津波」との重畳に関する検討は短期的検討であることから、ブロックの安定性評価は $F_s = 1.05$ 以上を確保するものとして、 $F_s = 1.10$ 未満のものを定量的評価対象候補として選定した。

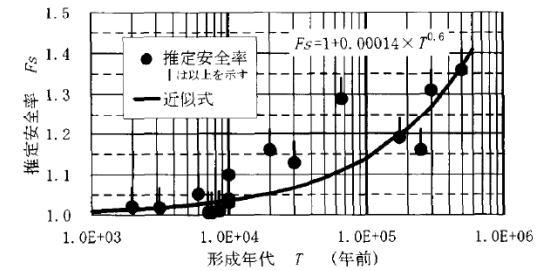


図-5 古期地すべりの形成年代と推定安全率
稲垣ほか(2005)

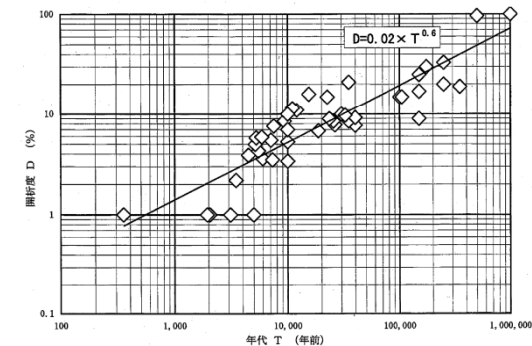


図4 地すべり地形の形成年代と開析度との関係 (柳田・長谷川, 1993)

柳田・長谷川(2000)

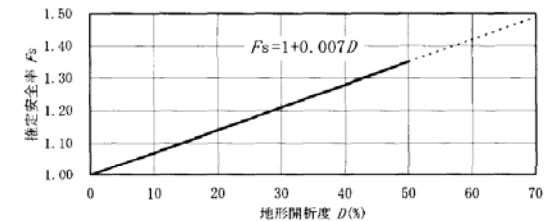


図-6 古期地すべりの地形開析度と推定安全率
稲垣ほか(2005)

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

地すべり地形の安定性と不安定ブロックの選定(川白)(2/2)

- 検討の結果、ブロック1, 2, 3, (5, 6, 7), 8, (10,11), 12の7ブロックを不安定ブロックとして、数値シミュレーションによる定量的評価対象候補とした。
- なお、本検討結果は、地表地質踏査結果と統合的なものとなった。

ブロック No	地すべり体の面積 (m ²)	地すべり体を侵食した谷部の面積 (m ²)	地形開析度 D (%)	地すべりの形成時期 T (年前)	開析度から求まる安全率
1	103,973	9,695	9	26,000	1.063
2	48,005	0	0	—	—
3	132,159	10,048	8	22,000	1.056
4	119,318	19,001	16	69,000	1.112
5	41,612	0	0	—	—
6	23,935	0	0	—	—
7	48,159	0	0	—	—
8	178,084	25,255	14	55,000	1.098
9	107,809	45,151	42	344,000	1.294
10	57,466	2,535	4	7,000	1.028
11	47,803	0	0	—	—
12	92,462	0	0	—	—
13	976,382	223,886	23	126,000	1.161
14	1,997,958	999,934	50	461,000	1.350
15	2,254,563	543,626	24	136,000 (461,000)※	1.168
16	1,662,735	417,007	25	145,000 (461,000)※	1.175
17	722,147	138,921	19	92,000	1.133

※地形層序ではブロックNo.14より古いと考えられるため、46.1万年前とした場合

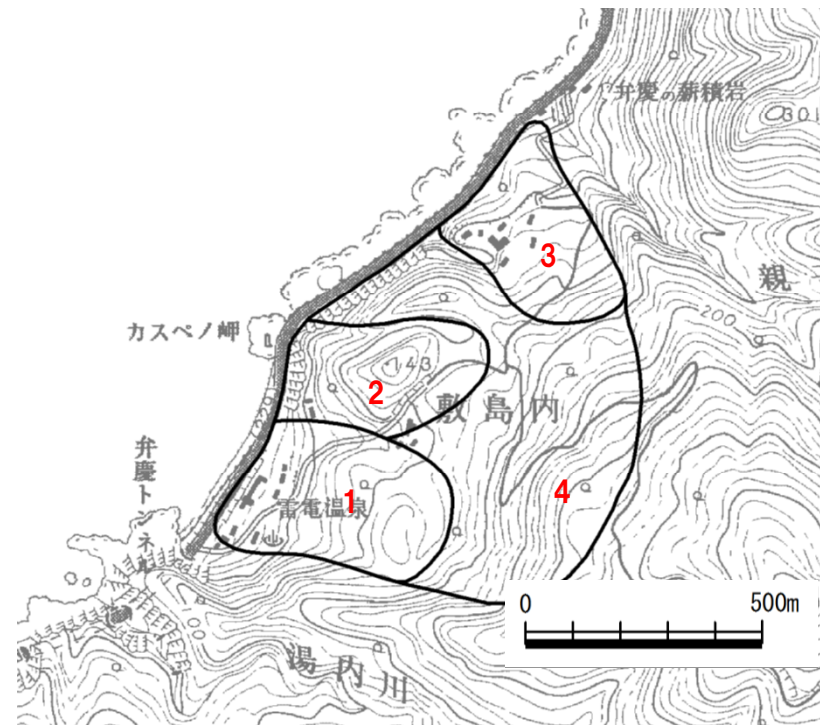
2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

地すべり評価 (弁慶岩)

- 北海道の道路トンネル(2005)によると、ブロック1～ブロック3の区間は、新第三紀鮮新世の火山角礫岩～安山岩とされており、風化や破碎を示唆する記載はない。
- 地表地質踏査結果は以下のとおりである。
 - ・ブロック2については、堅硬な岩盤が前面の海岸部まで連続的に分布し、ブロックの地すべりを示唆する状況は認められない。
 - ・ブロック4については、ブロック2と同様に山側では堅硬な安山岩溶岩、沿岸部では堅硬な火砕岩が連続して分布し、ブロックの地すべりを示唆する状況は認められない。
- 以上のことから、地すべりブロックの可能性が否定できない、ブロック1及びブロック3の2ブロックを数値シミュレーションによる定量的評価対象の候補として抽出した。



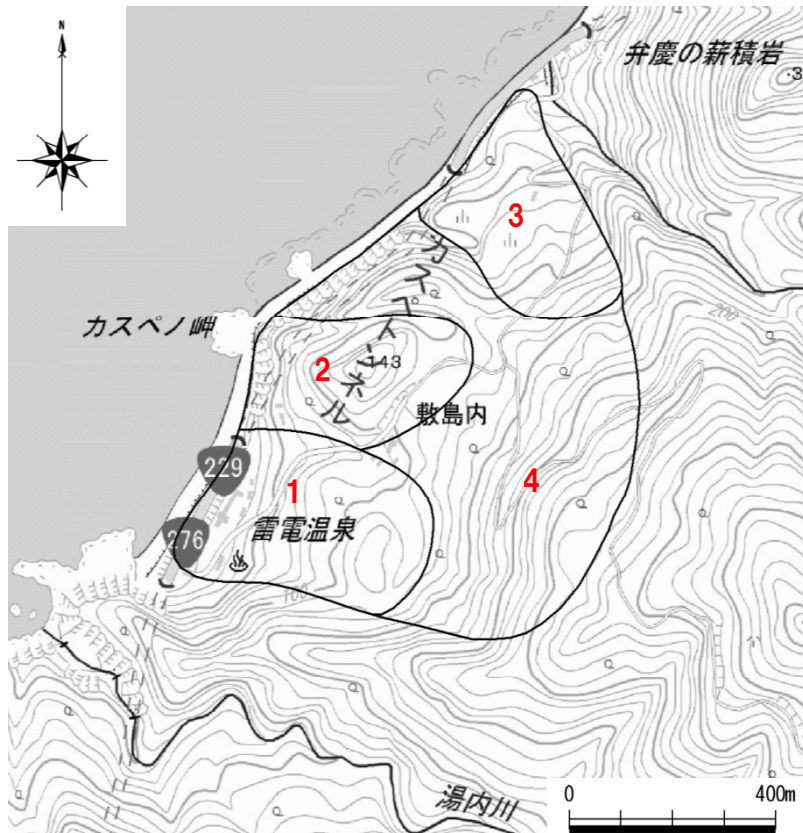
地すべり地形データベース (一部加筆)



空中写真判読結果

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

地表地質踏査結果 (弁慶岩)



○ブロック1

- 過去においてブロック上部の平坦面に池の存在が示唆されること、平坦面が多段化していること等から、地すべりブロックの可能性は否定できない。

○ブロック2

- カスペノ岬付近の海岸部には、堅硬な火砕岩類が連続して分布し、ブロックの地すべりを示唆する状況は認められない(写真1～写真4)。
- ブロック全体が堅硬な安山岩溶岩及び火砕岩で形成されており、貫入岩の可能性も推定される。
- ブロックの地すべりを示唆する状況は認められない(写真5～写真7)。

○ブロック3

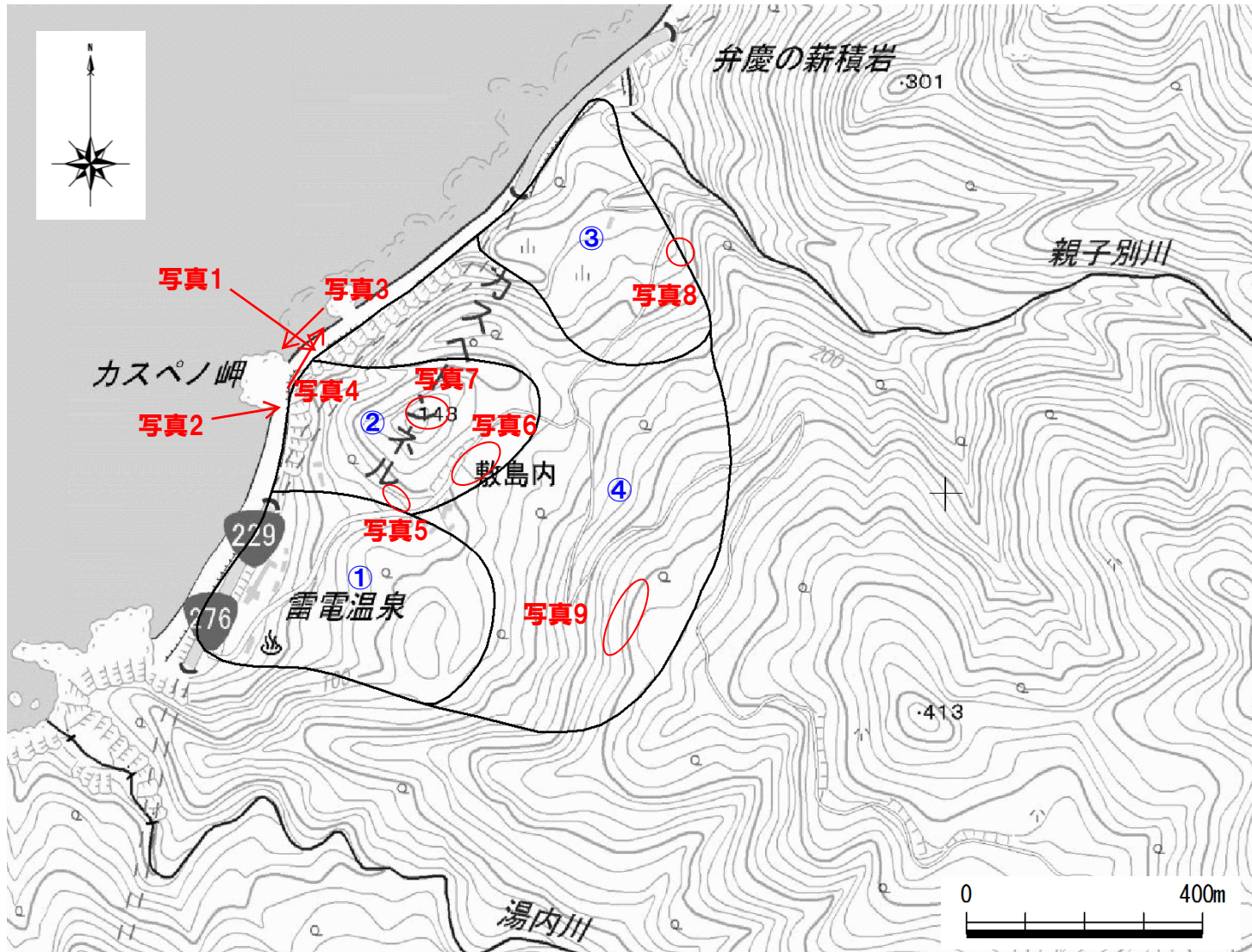
- 北側の尾根部は、堅硬な安山岩溶岩で形成されている(写真8)。
- しかし、ブロック内に集水井等の地すべり対策工がなされていることから、地すべりブロックの可能性は否定できない。

○ブロック4

- ブロック2～ブロック3の区間のカスペノ岬付近の海岸部には、堅硬な火砕岩類が連続して分布し、ブロックの地すべりを示唆する状況は認められない(写真1～写真4)。
- 中央部では、堅硬な安山岩溶岩が分布し、地すべりを示唆する状況は認められない(写真9)。

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

地表地質踏査結果 (弁慶岩)



2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

地表地質踏査結果 (弁慶岩)



写真1:ブロック2及びブロック4の境界付近には、堅硬な火山礫凝灰岩が分布し、ブロックの地すべりを示唆する段差や破碎は認められない。



写真2:ブロック2の中央・先端部のカスペノ岬付近には、堅硬な火山礫凝灰岩が分布し、ブロックの地すべりを示唆する段差や破碎は認められない。

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

地表地質踏査結果 (弁慶岩)



写真3

写真3:ブロック2及びブロック4の境界の延長部に当たるカスペノ岬には、堅硬な火山礫凝灰岩が分布し、ブロックの地すべり示唆する段差や破碎は認められない。



写真3 (南側)

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

地表地質踏査結果 (弁慶岩)



写真4



写真3～4の海岸の露頭状況

写真4:ブロック2の海岸部には、堅硬な火山礫凝灰岩が分布し、ブロックの地すべりを示唆する段差や破砕は認められない。

写真3～4:ブロック2～ブロック4の海岸部には、堅硬な火山礫凝灰岩が連続して分布する。

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

地表地質踏査結果 (弁慶岩)



写真5

写真5:ブロック2の南側中腹には、堅硬な安山岩溶岩及び自破碎溶岩の境界が認められる。



写真6

写真6:ブロック2の背後の鞍部には、堅硬な安山岩溶岩が分布する。

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

地表地質踏査結果 (弁慶岩)



写真7

写真7:ブロック2の頂上付近には、堅硬な安山岩溶岩及び火山礫凝灰岩が分布する。



写真8

写真8:ブロック3の北側の遷緩線付近には、山側に堅硬な安山岩溶岩が分布し、ブロックの地すべりを示唆する滑落崖等は認められないものの、海岸側との地質の連続性は確認できない。

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

地表地質踏査結果 (弁慶岩)



写真9:ブロック4の頂部付近には、上部から下部にかけて堅硬な安山岩溶岩が分布し、ブロックの地すべりを示唆する破碎等は認められない。

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

陸上地すべり地形の抽出結果

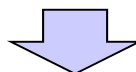
地すべり 地形	L 長さ (m)	W 幅 (m)	H 高低差 (m)	D 推定厚さ(m) 高速道路調査会(1985)	長さ×厚さ (m ²)	規模の 順位	概略体積 (m ³)	体積の 順位	発電所 までの 距離 (km)
川白1	450	360	230	36	16,000	4	1,940,000	4	27.1
川白2	230	340	130	34	8,000	9	890,000	9	27.0
川白3	520	390	180	39	20,000	2	2,640,000	2	26.6
川白 5,6,7	260	470	90	47	12,000	6	1,910,000	5	26.3
川白8	390	640	180	64	25,000	1	5,320,000	1	26.0
川白 10,11	400	430	190	43	17,000	3	2,470,000	3	25.5
川白12	300	310	150	31	9,000	8	960,000	7	25.1
弁慶岩1	500	250	140	25	13,000	5	1,040,000	6	15.1
弁慶岩3	450	250	140	25	11,000	7	940,000	8	14.4

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

津波シミュレーション結果

○陸上地すべり

区分	川白1	川白2	川白3	川白5,6,7	川白8	川白10,11	川白12	弁慶岩1	弁慶岩3
敷地前面 最大水位上昇量	0.10m	-	0.12m	0.06m	0.15m	0.14m	-	-	-
3号炉取水口 最大水位上昇量	0.10m	-	0.09m	0.06m	0.14m	0.12m	-	-	-
3号炉取水口 最大水位下降量	0.09m	-	0.09m	0.05m	0.14m	0.11m	-	-	-
1号及び2号炉取水口 最大水位上昇量	0.10m	-	0.09m	0.05m	0.13m	0.12m	-	-	-
1号及び2号炉取水口 最大水位下降量	0.09m	-	0.09m	0.05m	0.12m	0.11m	-	-	-
概略体積の順位	4 ($1.94 \times 10^6 \text{m}^3$)	9 ($0.89 \times 10^6 \text{m}^3$)	2 ($2.64 \times 10^6 \text{m}^3$)	5 ($1.91 \times 10^6 \text{m}^3$)	1 ($5.32 \times 10^6 \text{m}^3$)	3 ($2.47 \times 10^6 \text{m}^3$)	7 ($0.96 \times 10^6 \text{m}^3$)	6 ($1.04 \times 10^6 \text{m}^3$)	8 ($0.94 \times 10^6 \text{m}^3$)
影響の順位	3	-	4	5	1	2	-	-	-



- 概略体積の大きい順にシミュレーションを実施。
- 「川白1」の結果と「川白5,6,7」の結果を境として、計算値が10cm未満となり、敷地への影響が小さくなることを確認した。
- その他については、「川白5,6,7」の概略体積である約 $1.91 \times 10^6 \text{m}^3$ を下回ることから、敷地に対する影響は小さいものと評価した。
- 以上のことから、基準津波策定に当たって考慮する陸上の斜面崩壊に伴う津波としては、「川白1」、「川白3」、「川白8」、「川白10,11」を選定する。

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

津波シミュレーション(川白1)

- 津波の数値シミュレーションは、火山による山体崩壊に伴う津波の検討結果において、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。
- 土砂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。

【地すべりシミュレーション】

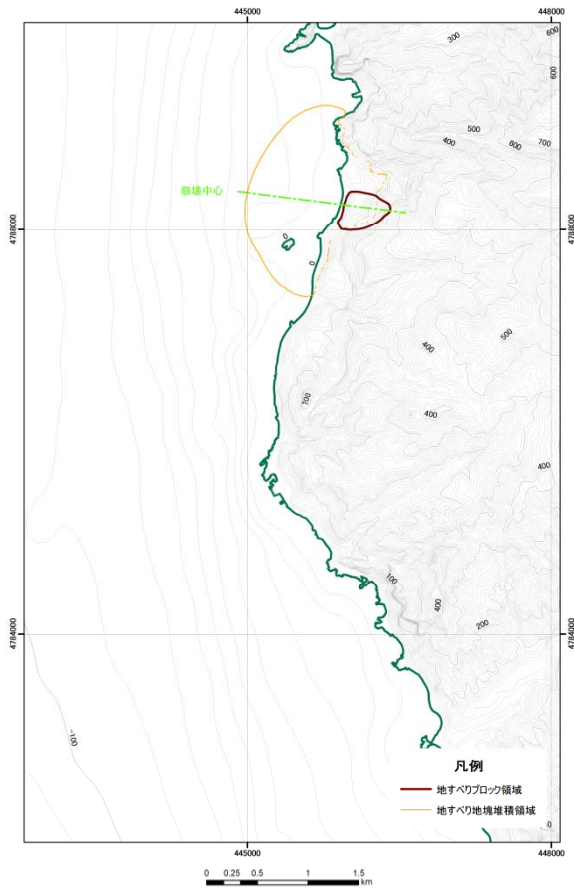
入力データ	入力値	備考
内部摩擦角 $\Phi_{int} (^{\circ})$	30.0	想定される地質(33°程度) より設定
底面摩擦角 $\Phi_{bed} (^{\circ})$	16.7	森脇(1987)より設定

【津波シミュレーション (Kinematic landslide model)】

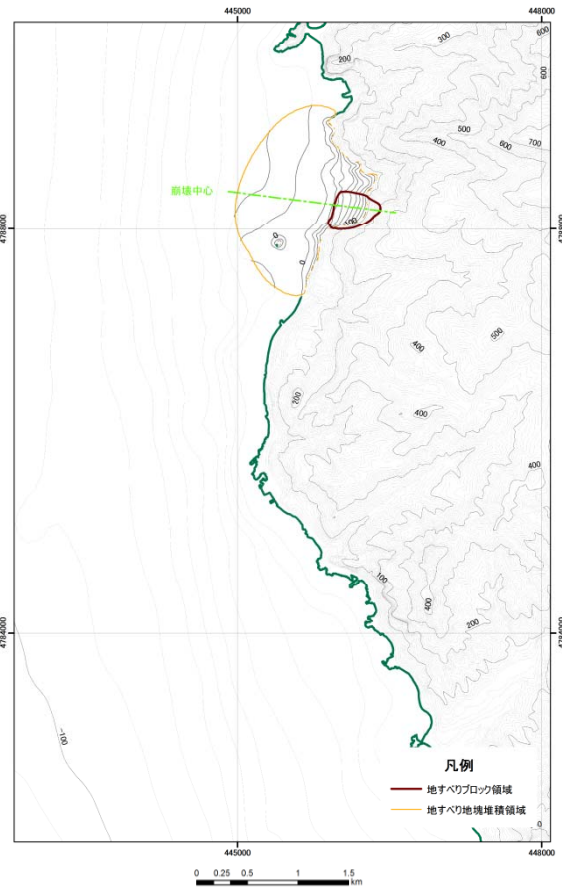
入力データ	入力値	備考
計算時間間隔 Δt (s)	0.1	計算安定条件を満たすように設定。
計算時間(時間)	3	
比高変化(m)	最大30	TITAN2Dによる10分後の地形変化量から設定。
鉛直変位ライズ タイム(s)	120	Satake(2007)に基づき設定。
変動伝播速度 (m/s)	40	Satake(2007)に基づき設定。

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

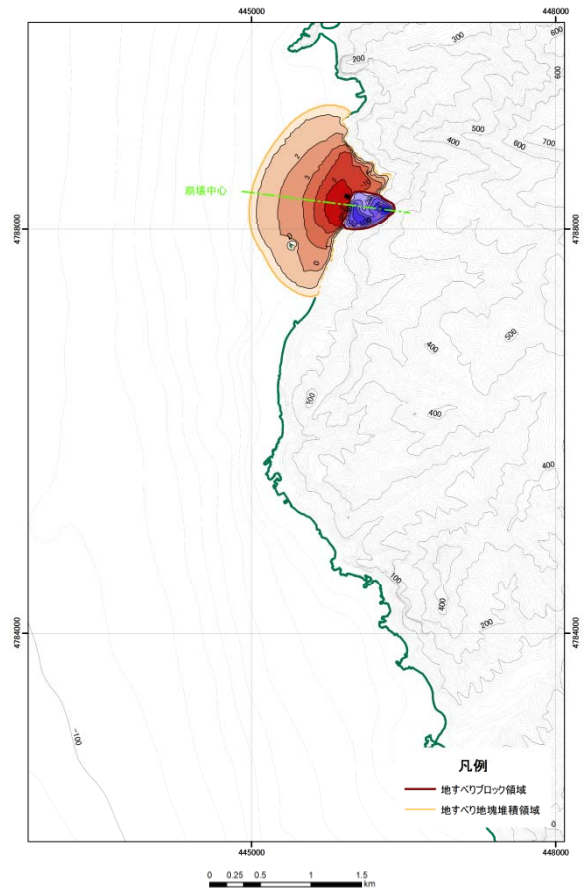
地すべり地形のモデル化 (川白1) (1/2)



地すべり前地形



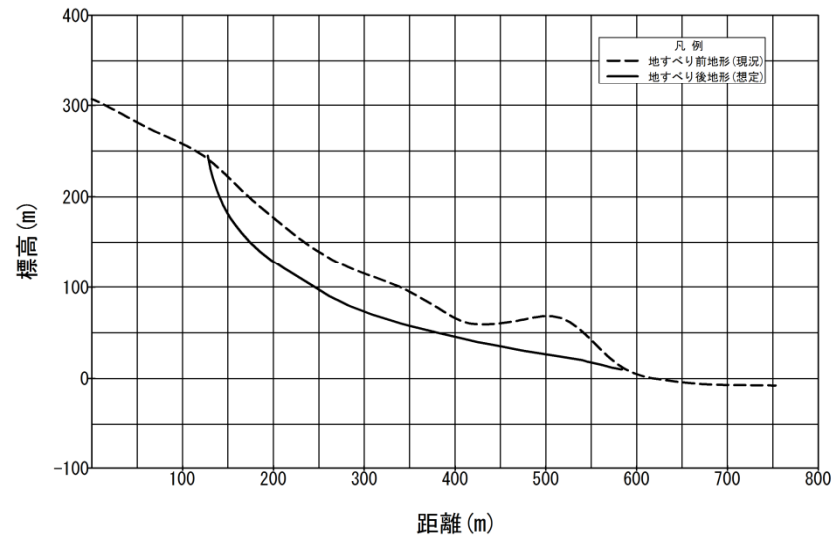
地すべり後地形
10分後



地すべり前後の地形変化量

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

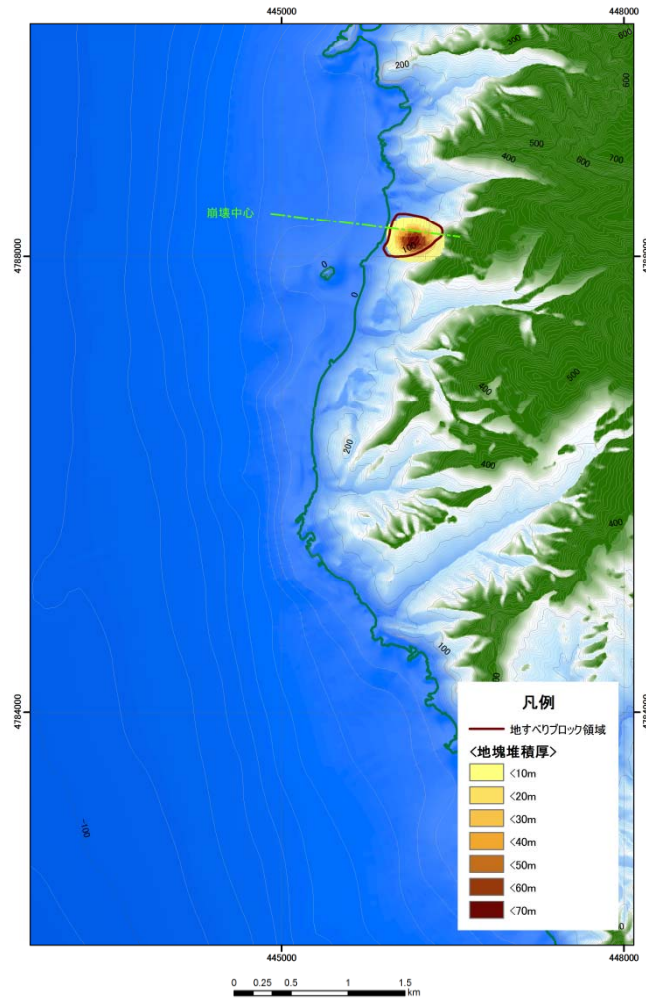
地すべり地形のモデル化 (川白1) (2/2)



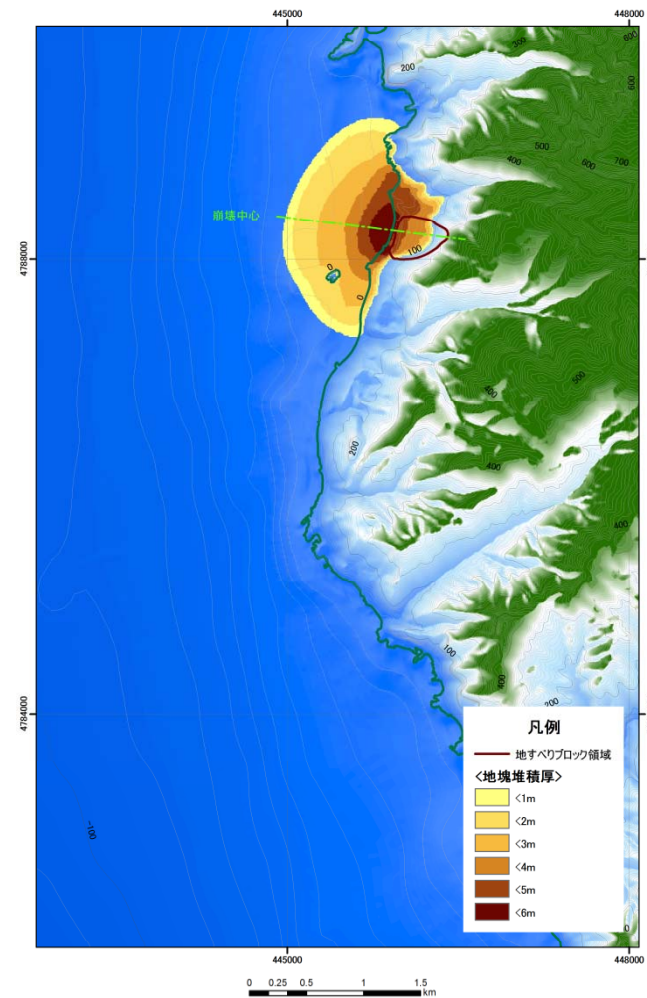
地すべり地形の断面形状

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

地すべりシミュレーション結果 (川白1)



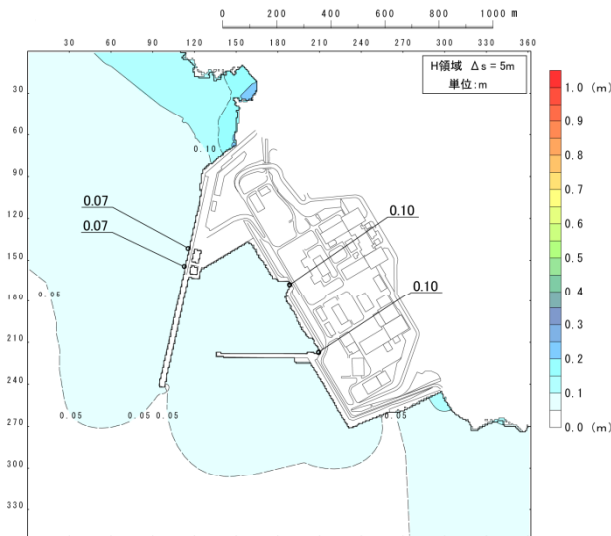
崩壊前



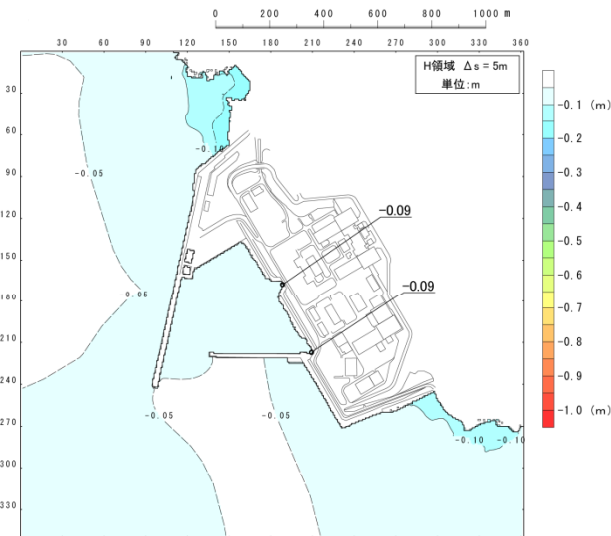
崩壊後 (10分後)

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

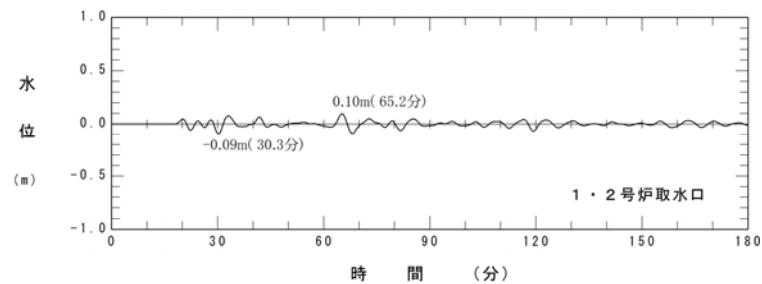
数値シミュレーション結果 (川白1)



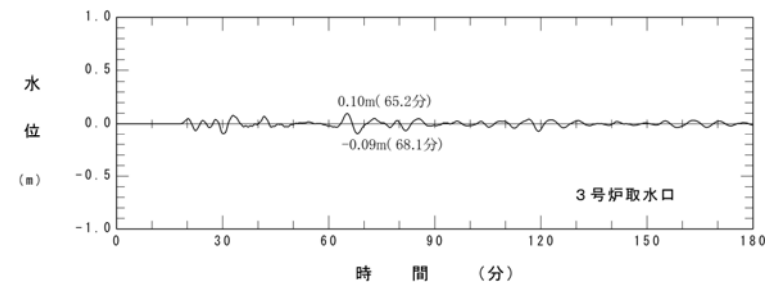
最大水位上昇量分布



最大水位下降量分布



水位時刻歴波形
(1, 2号炉取水口位置)



水位時刻歴波形
(3号炉取水口位置)

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

津波シミュレーション(川白3)

- 津波の数値シミュレーションは、火山による山体崩壊に伴う津波の検討結果において、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。
- 土砂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。

【地すべりシミュレーション】

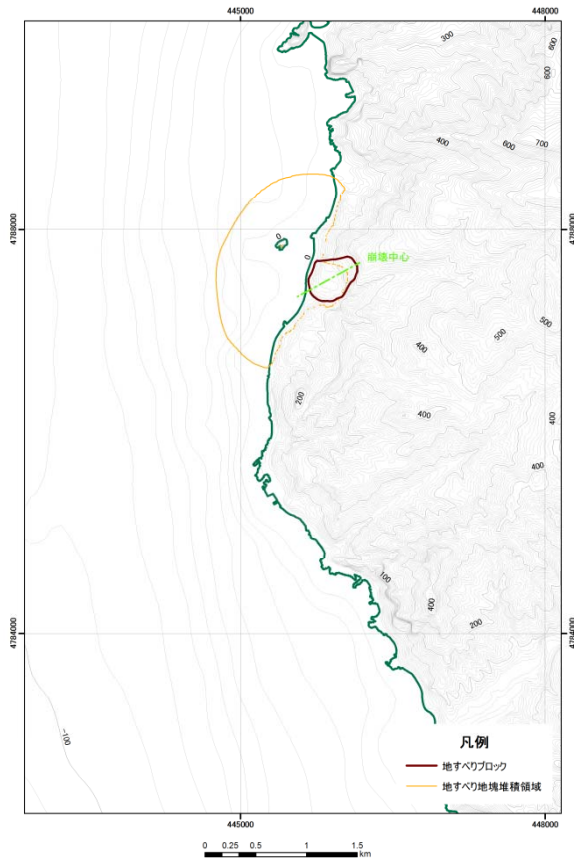
入力データ	入力値	備考
内部摩擦角 $\Phi_{int} (^{\circ})$	30.0	想定される地質(33°程度) より設定
底面摩擦角 $\Phi_{bed} (^{\circ})$	16.7	森脇(1987)より設定

【津波シミュレーション (Kinematic landslide model)】

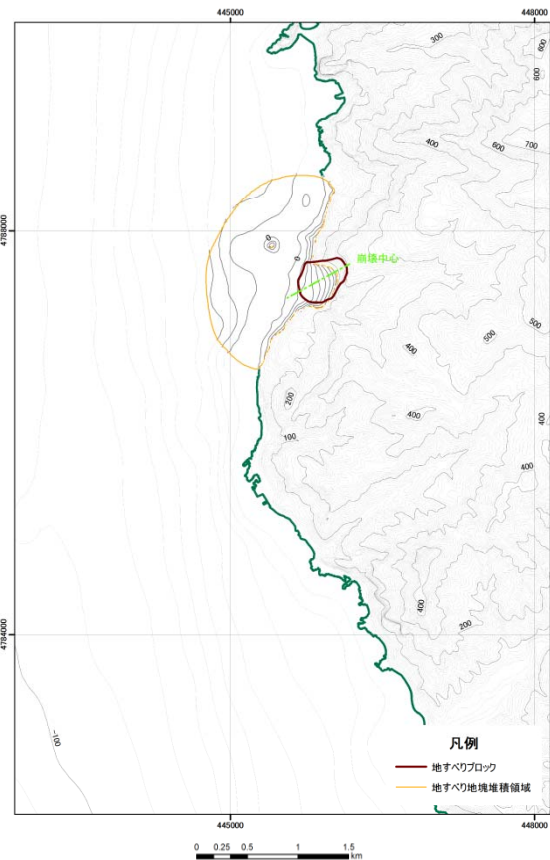
入力データ	入力値	備考
計算時間間隔 $\Delta t (s)$	0.1	計算安定条件を満たすように設定。
計算時間(時間)	3	
比高変化(m)	最大57	TITAN2Dによる10分後の地形変化量から設定。
鉛直変位ライズ タイム(s)	120	Satake(2007)に基づき設定。
変動伝播速度 (m/s)	40	Satake(2007)に基づき設定。

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

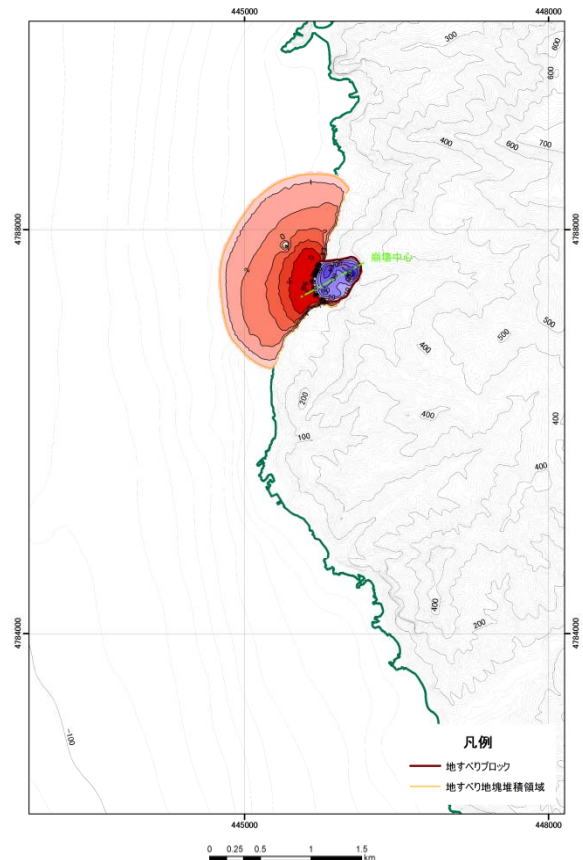
地すべり地形のモデル化 (川白3) (1/2)



地すべり前地形



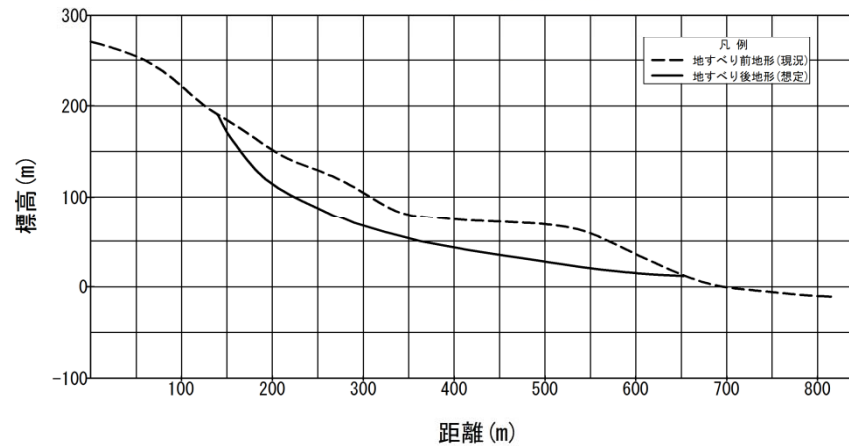
地すべり後地形
10分後



地すべり前後の地形変化量

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

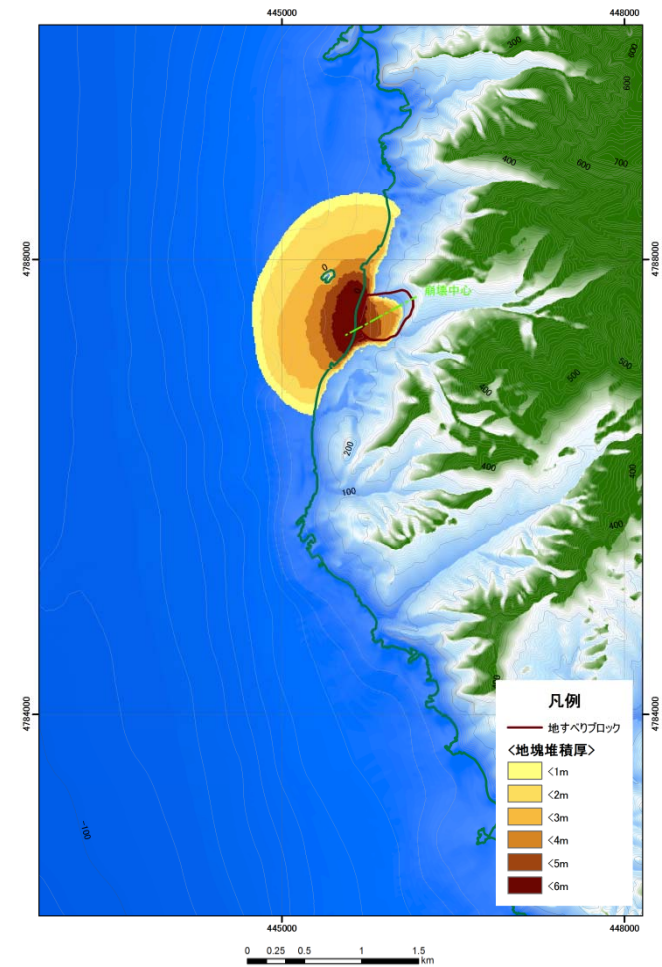
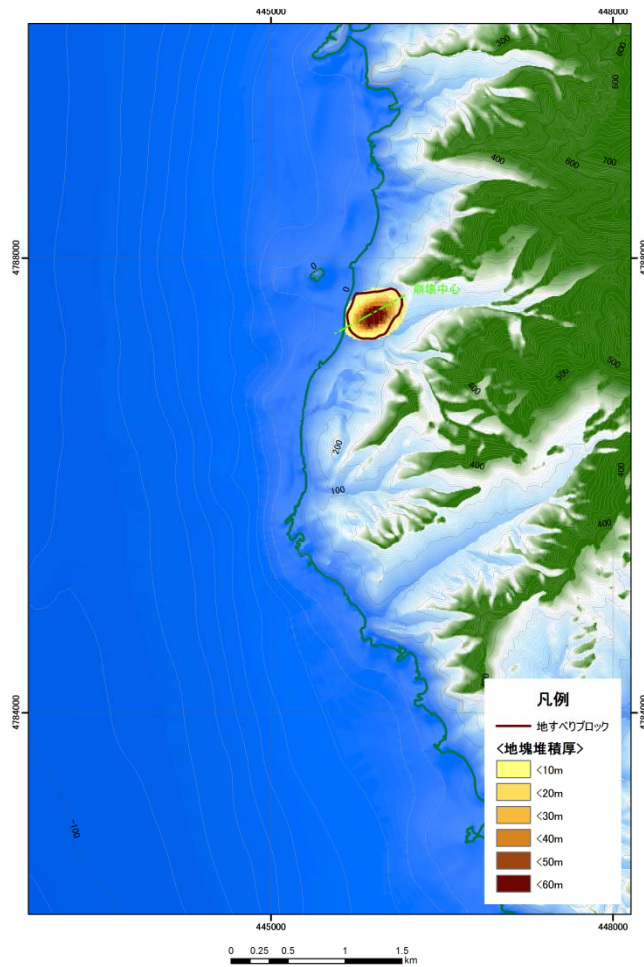
地すべり地形のモデル化 (川白3) (2/2)



地すべり地形の断面形状

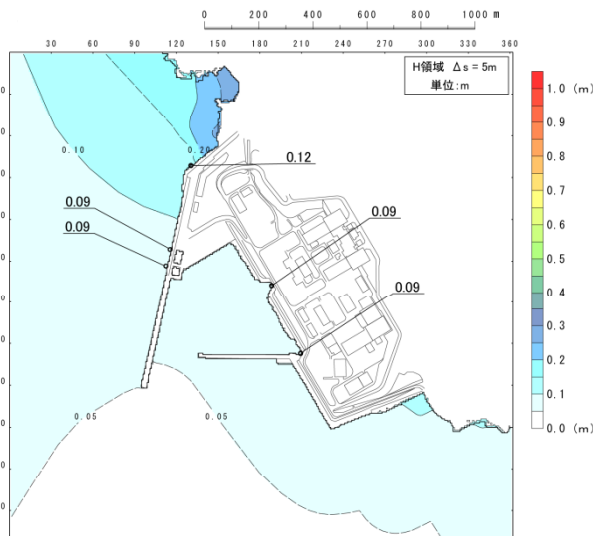
2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

地すべりシミュレーション結果 (川白3)

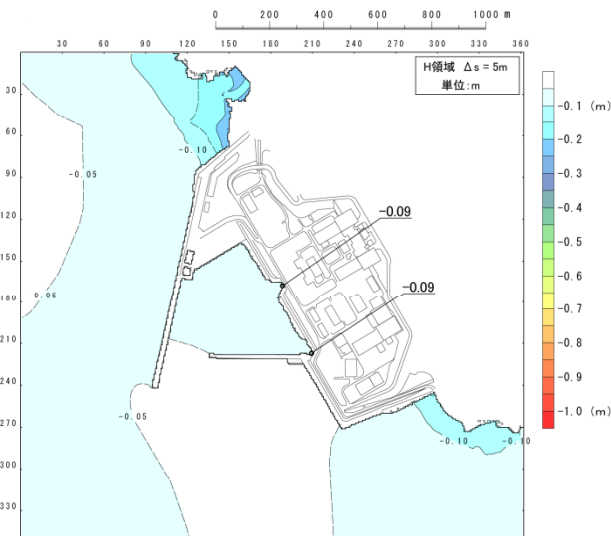


2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

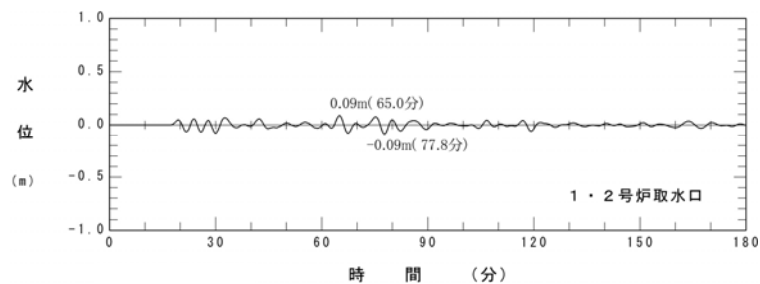
数値シミュレーション結果 (川白3)



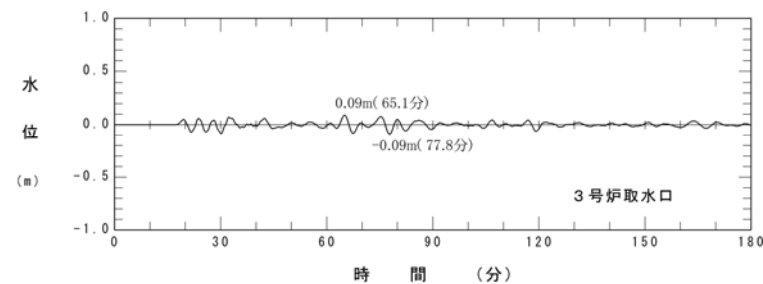
最大水位上昇量分布



最大水位下降量分布



水位時刻歴波形
(1, 2号炉取水口位置)



水位時刻歴波形
(3号炉取水口位置)

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

津波シミュレーション(川白8)

- 津波の数値シミュレーションは、火山による山体崩壊に伴う津波の検討結果において、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。
- 土砂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。

【地すべりシミュレーション】

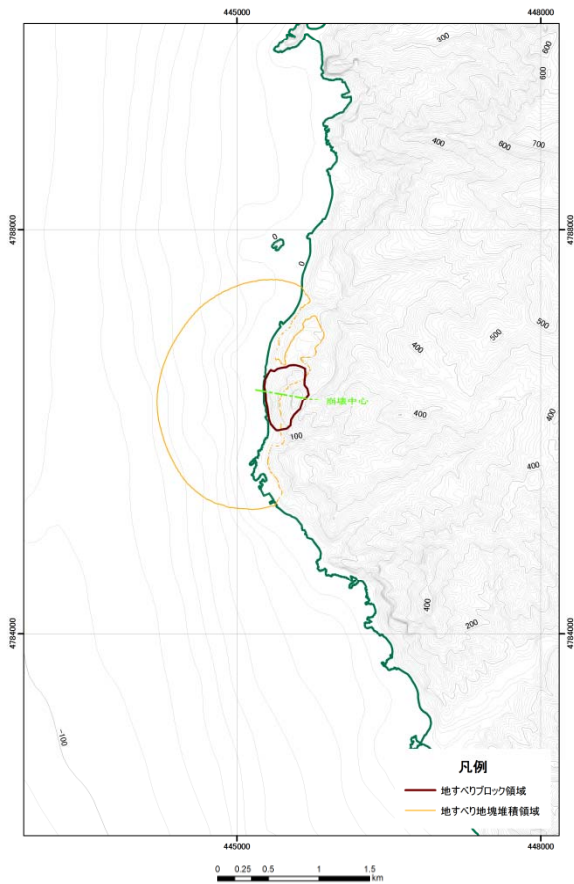
入力データ	入力値	備考
内部摩擦角 Φ_{int} (°)	30.0	想定される地質(33°程度) より設定
底面摩擦角 Φ_{bed} (°)	16.2	森脇(1987)より設定

【津波シミュレーション (Kinematic landslide model)】

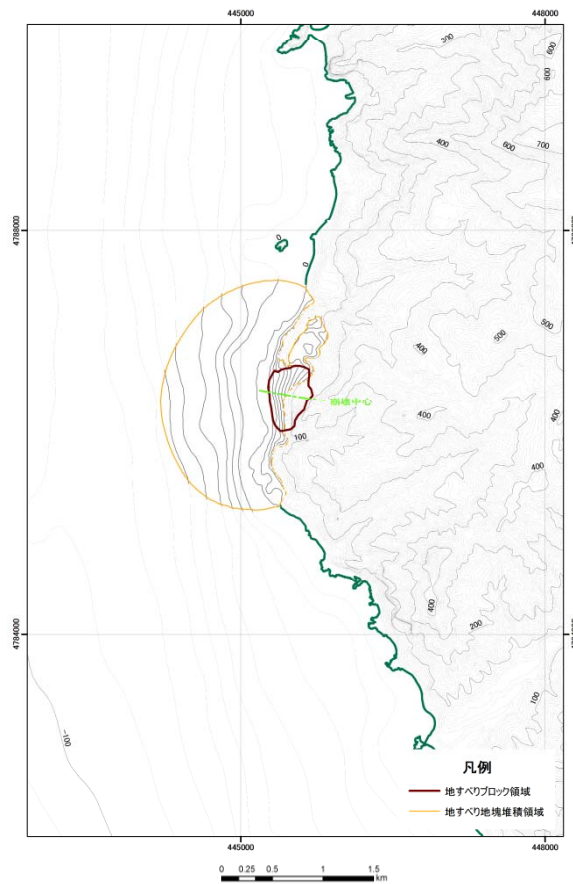
入力データ	入力値	備考
計算時間間隔 Δt (s)	0.1	計算安定条件を満たすように設定。
計算時間(時間)	3	
比高変化(m)	最大37	TITAN2Dによる10分後の地形変化量から設定。
鉛直変位ライズ タイム(s)	120	Satake(2007)に基づき設定。
変動伝播速度 (m/s)	40	Satake(2007)に基づき設定。

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

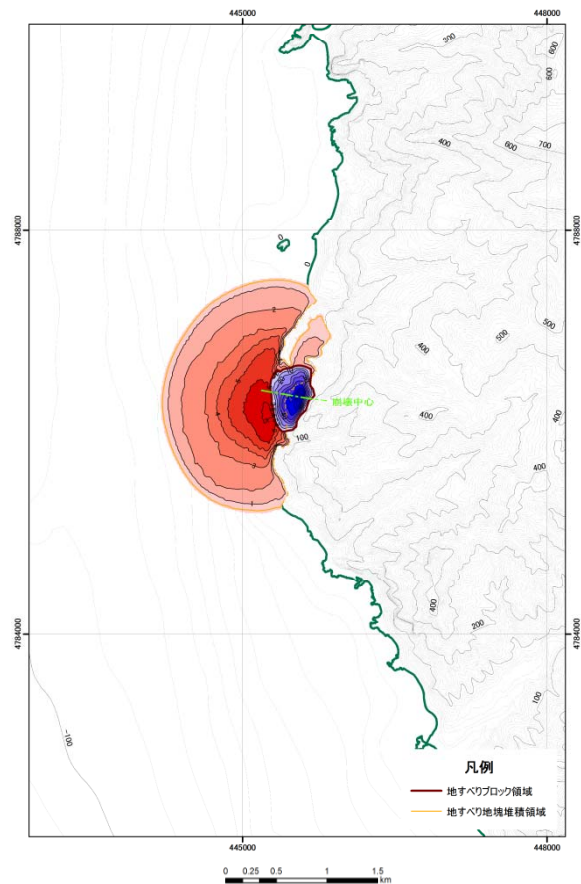
地すべり地形のモデル化 (川白8) (1/2)



地すべり前地形



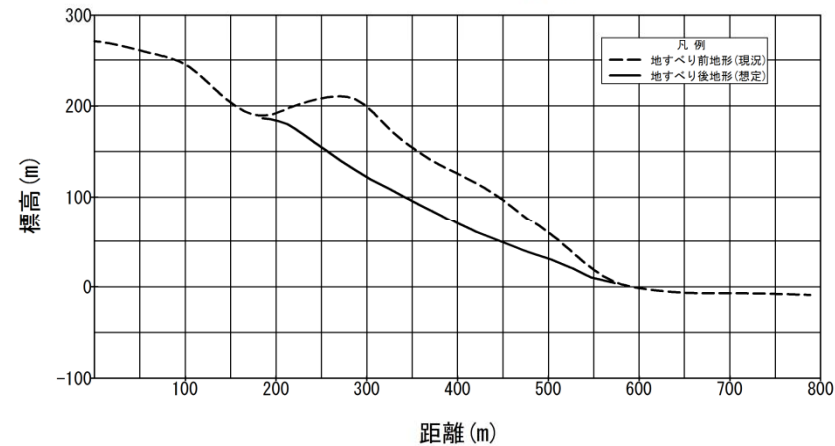
地すべり後地形
10分後



地すべり前後の地形変化量

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

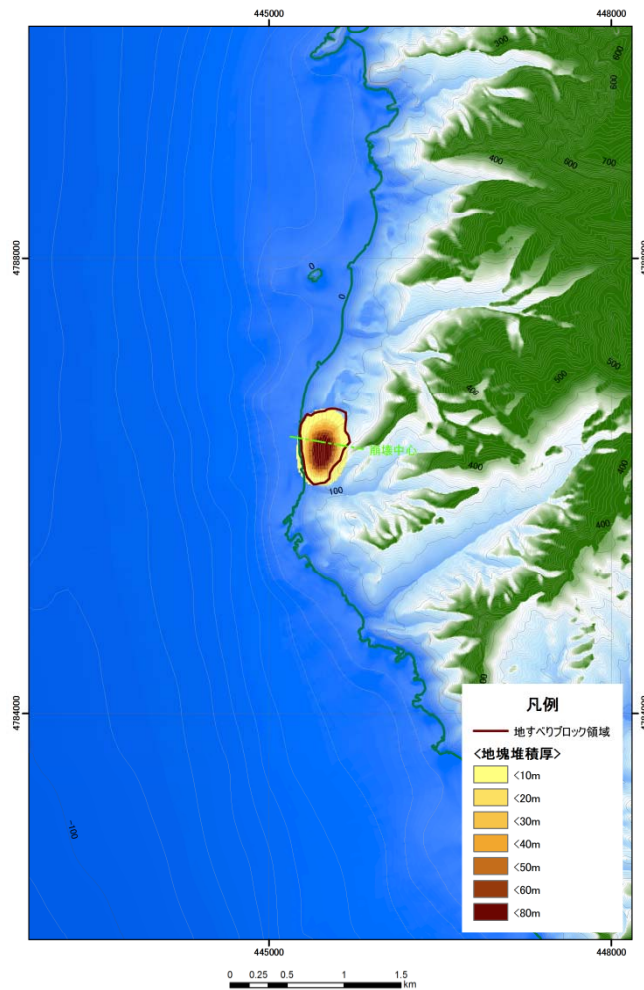
地すべり地形のモデル化 (川白8) (2/2)



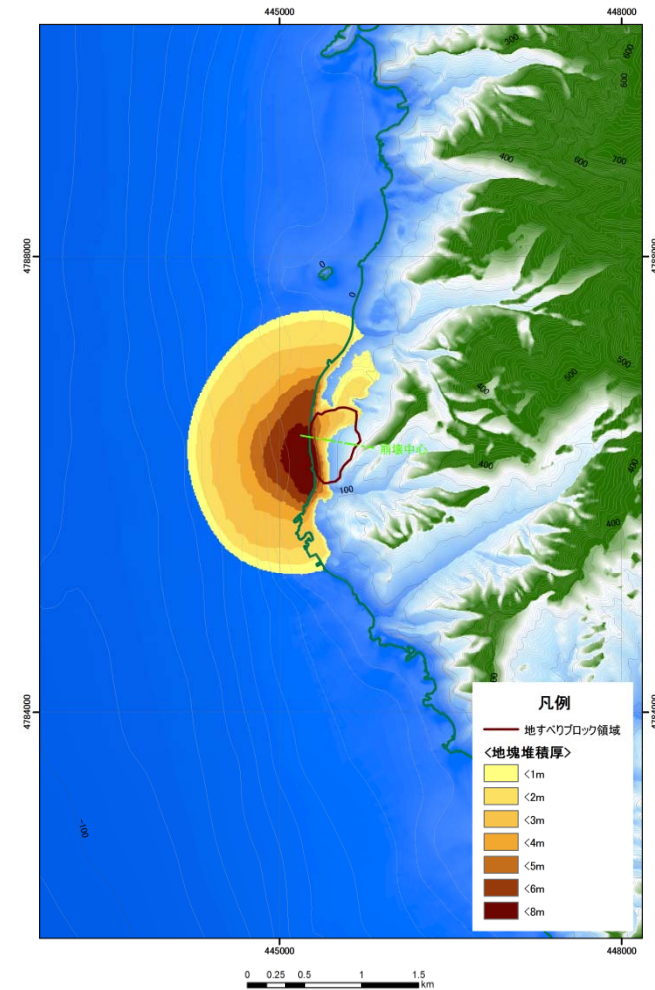
地すべり地形の断面形状

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

地すべりシミュレーション結果 (川白8)



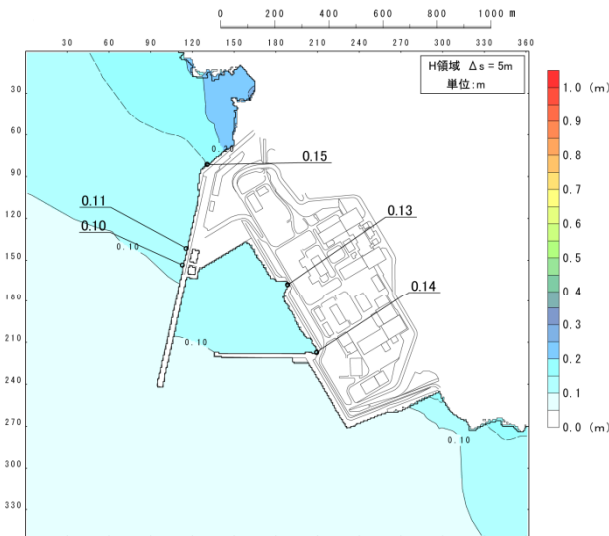
崩壊前



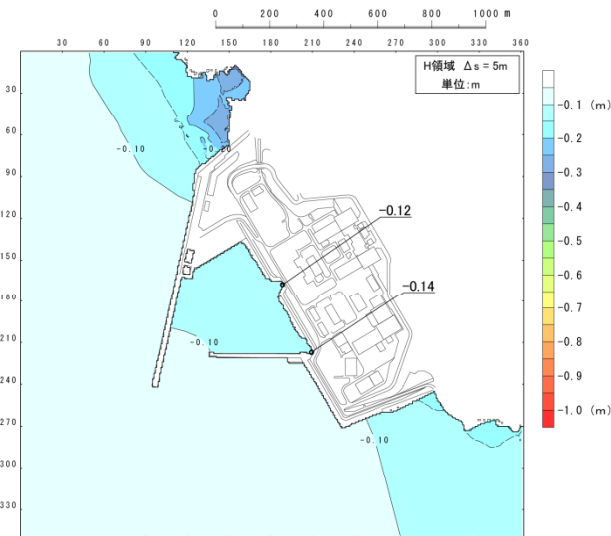
崩壊後 (10分後)

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

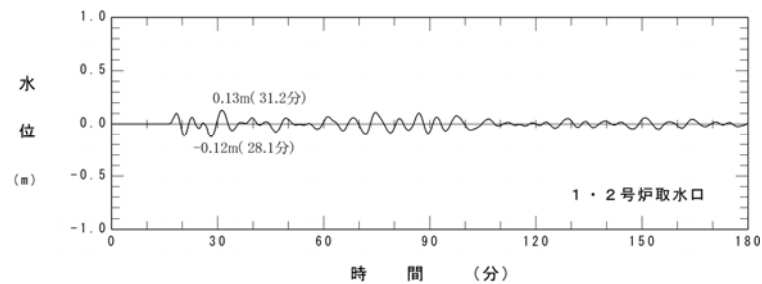
数値シミュレーション結果 (川白8)



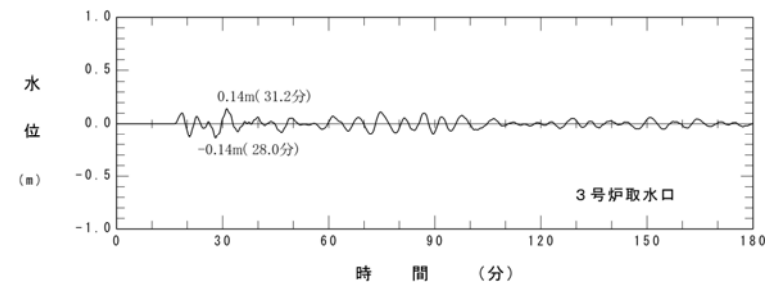
最大水位上昇量分布



最大水位下降量分布



水位時刻歴波形
(1, 2号炉取水口位置)



水位時刻歴波形
(3号炉取水口位置)

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

津波シミュレーション(川白10,11)

- 津波の数値シミュレーションは、火山による山体崩壊に伴う津波の検討結果において、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。
- 土砂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。

【地すべりシミュレーション】

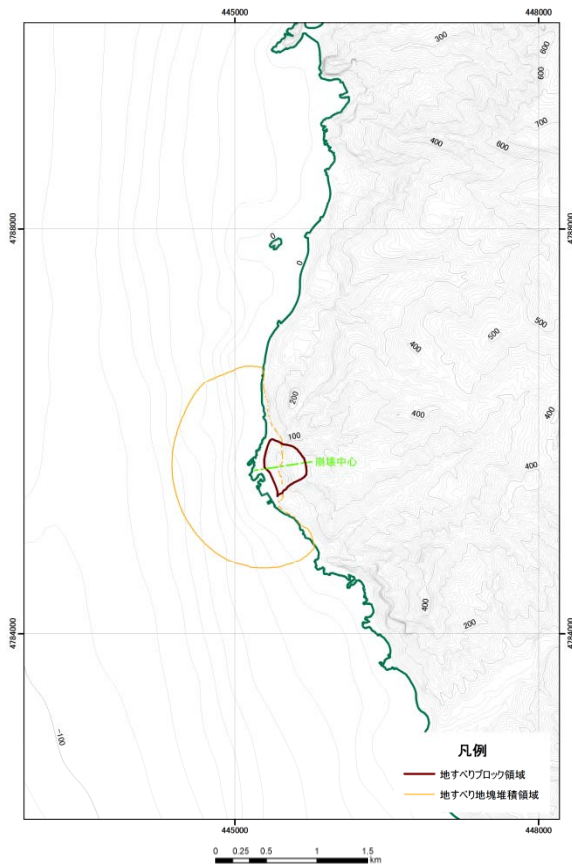
入力データ	入力値	備考
内部摩擦角 $\Phi_{int} (^{\circ})$	30.0	想定される地質(33°程度) より設定
底面摩擦角 $\Phi_{bed} (^{\circ})$	17.2	森脇(1987)より設定

【津波シミュレーション (Kinematic landslide model)】

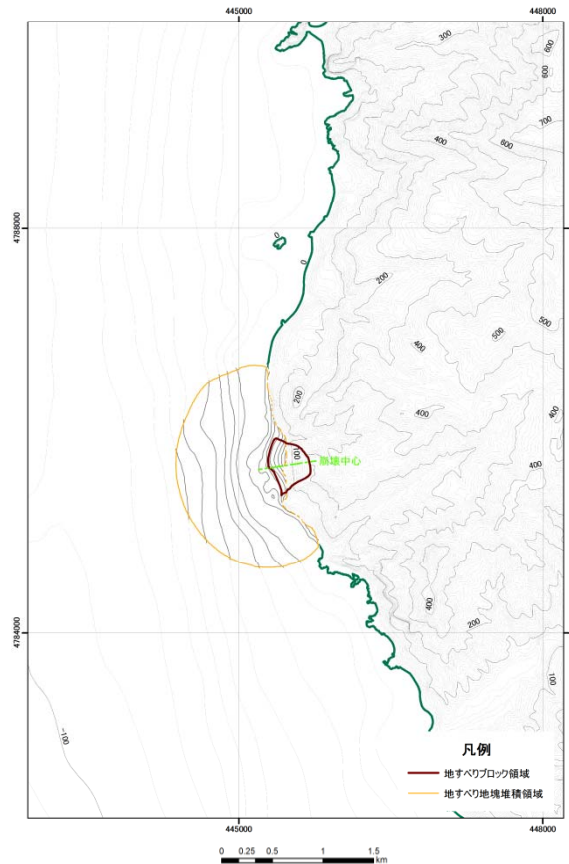
入力データ	入力値	備考
計算時間間隔 $\Delta t (s)$	0.1	計算安定条件を満たすように設定。
計算時間(時間)	3	
比高変化(m)	最大3	TITAN2Dによる10分後の地形変化量から設定。
鉛直変位ライズ タイム(s)	120	Satake(2007)に基づき設定。
変動伝播速度 (m/s)	40	Satake(2007)に基づき設定。

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

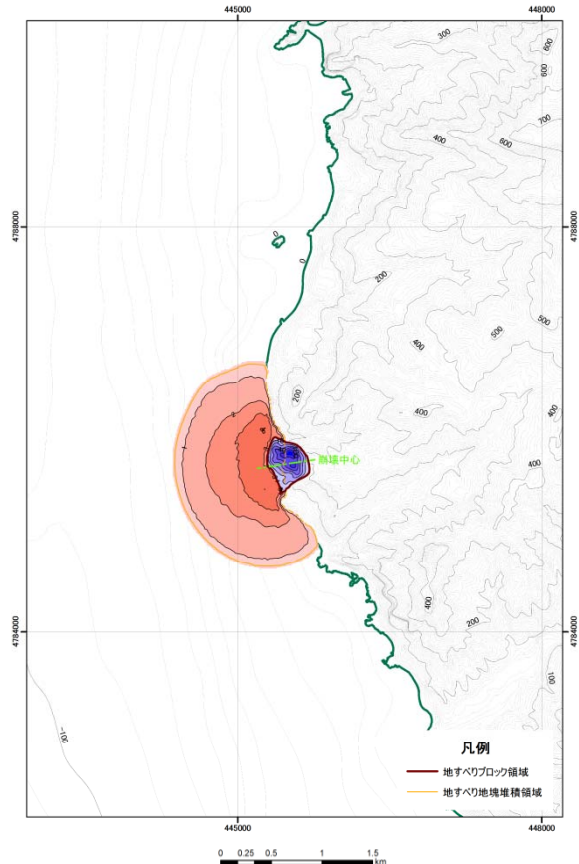
地すべり地形のモデル化 (川白10,11) (1/2)



地すべり前地形



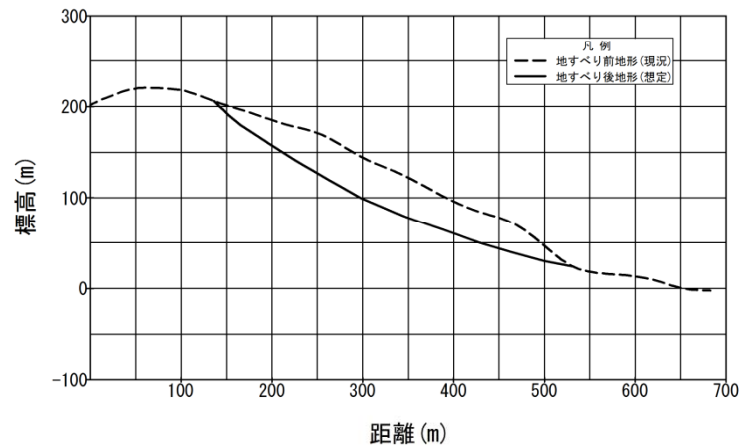
地すべり後地形
10分後



地すべり前後の地形変化量

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

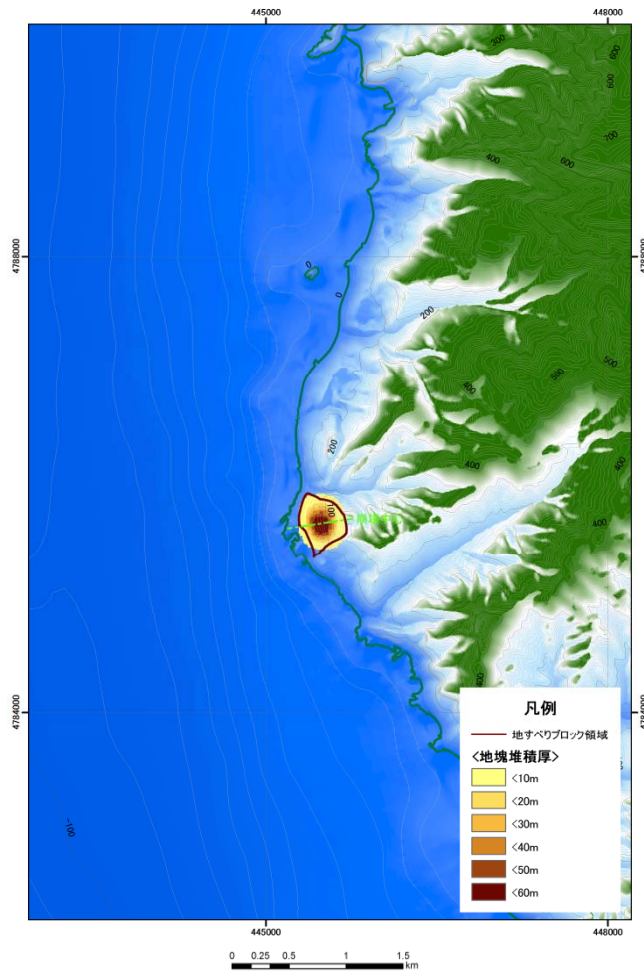
地すべり地形のモデル化 (川白10,11) (2/2)



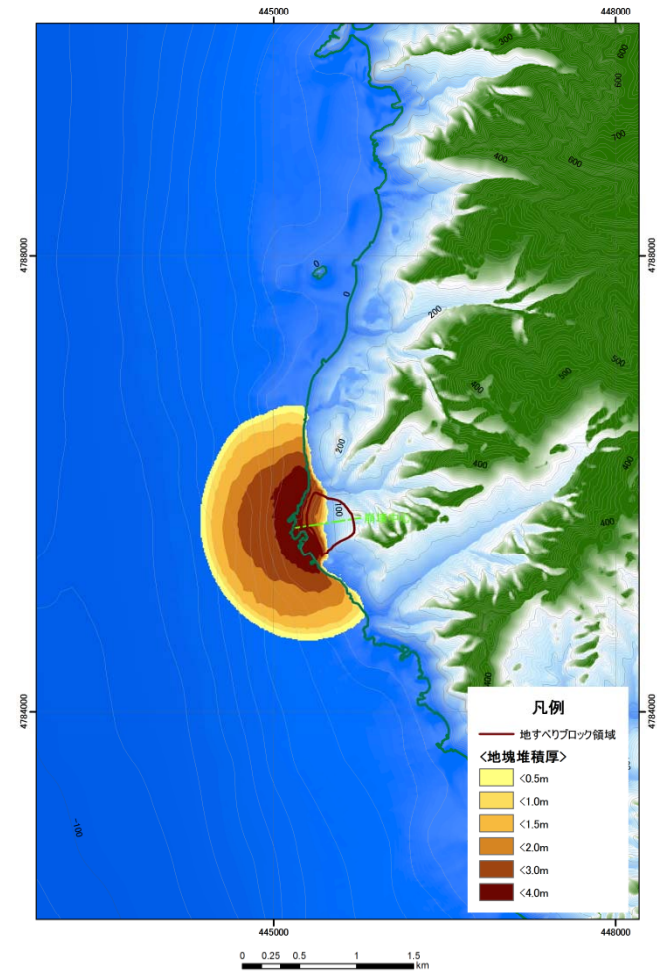
地すべり地形の断面形状

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

地すべりシミュレーション結果 (川白10,11)



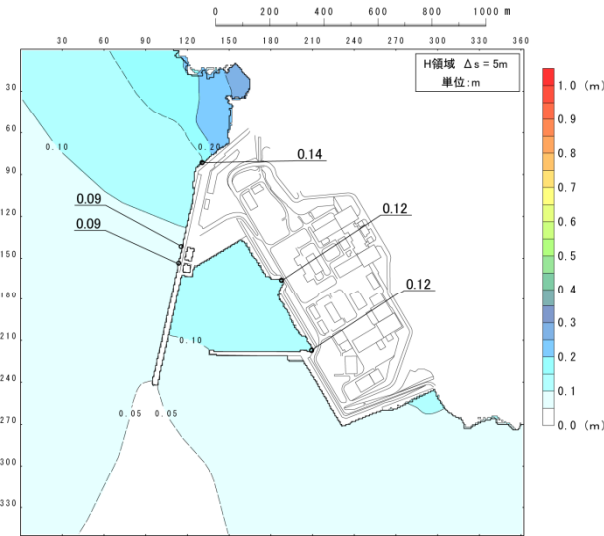
崩壊前



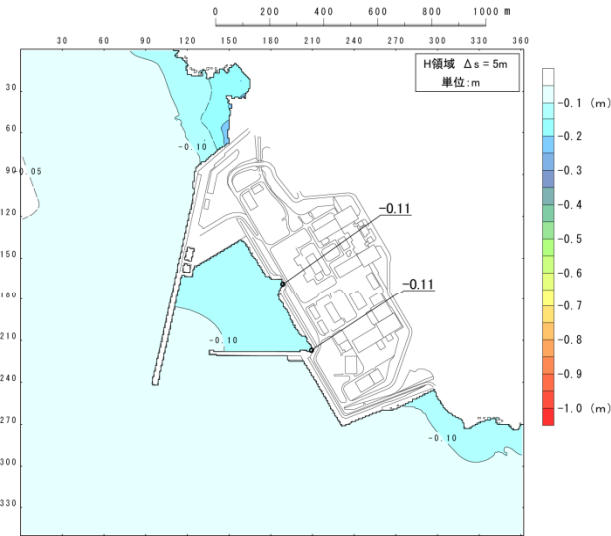
崩壊後 (10分後)

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

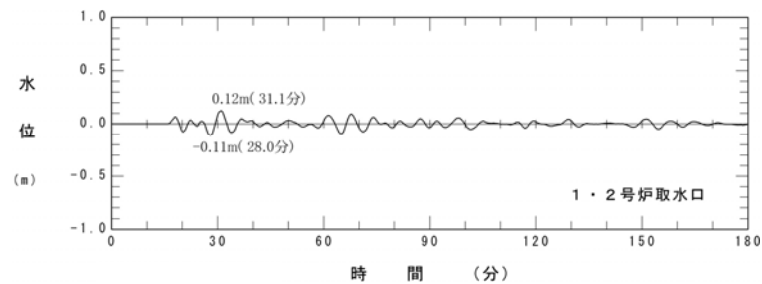
数値シミュレーション結果 (川白10,11)



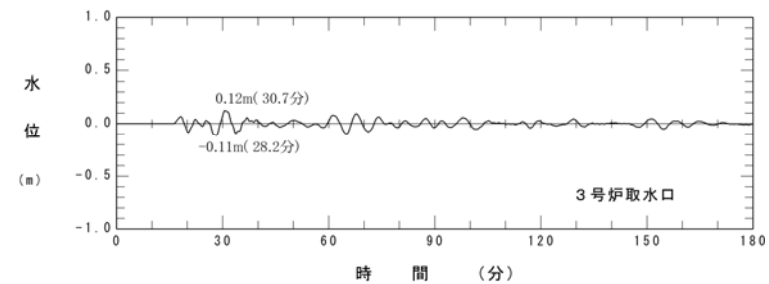
最大水位上昇量分布



最大水位下降量分布



水位時刻歴波形
(1, 2号炉取水口位置)



水位時刻歴波形
(3号炉取水口位置)

2. 陸上の斜面崩壊に伴う津波

まとめ

- 川白及び弁慶岩について、数値シミュレーションによる定量的評価対象の候補を抽出した。
- 川白については、地表地質踏査結果及び開析度合いと地すべり地形の安定性に関する知見による検討結果と併せて評価した結果、7ブロックを数値シミュレーションによる定量的評価対象とした。
- 弁慶岩については、空中写真判読結果、地表地質踏査結果、文献記載等から評価した結果、主要部分が直接外海に面する2ブロックを数値シミュレーションによる定量的評価対象とした。
- 定量的評価対象としたブロックを概略体積の大きい順に数値シミュレーションを実施した結果、基準津波策定に当たって考慮する陸上の斜面崩壊に伴う津波としては、「川白1」、「川白3」、「川白8」及び「川白10,11」を選定した。