

# 泊発電所3号炉 津波評価について

(補足説明資料) (資料3)

令和6年2月15日  
北海道電力株式会社

# 目次

黒字:今回説明範囲, グレー書き:今後説明予定

1. 計算条件 .....	3
2. 既往津波の検討 .....	25
2.1 既往津波の文献調査 .....	26
2.2 津波堆積物調査 .....	29
2.3 既往津波の再現解析 .....	82
3. 地震に伴う津波	
3.1 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波	
3.2 海域活断層に想定される地震に伴う津波	
4. 地震以外の要因に伴う津波 .....	85
4.1 火山による山体崩壊に伴う津波 .....	86
4.2 海底地すべりに伴う津波 .....	132
4.3 陸上の斜面崩壊(陸上地すべり)に伴う津波 .....	154
4.4 陸上の斜面崩壊(岩盤崩壊)に伴う津波 .....	267
5. 地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ .....	313
5.1 解析実施ケース一覧 .....	314
5.2 ピークが重なる波源の組合せ評価 .....	319
5.3 水位が高い波源の組合せ評価 .....	347
5.4 「貯留堰を下回る時間」の最大ケースの妥当性確認 .....	377
5.5 茶津入構トンネル及びアクセスルートトンネル設置に伴う基準津波への影響評価 .....	380
6. 基準津波策定	
7. 行政機関による津波評価 .....	400
7.1 国の検討会モデルによる検討 .....	401
7.2 地方自治体モデルによる検討 .....	403
8. 超過確率の参照	
9. 基準津波による安全性評価	
参考文献 .....	412

# 1. 計算条件

## 計算手法 (1/3)

一部修正 (H26/12/5審査会合)

○計算は、後藤・小川(1982)に基づき非線形長波の連続式及び運動方程式を基礎方程式とし、計算格子間隔を5kmから5mとした。

項目 \ 領域	A領域	B領域	C領域	D領域	E領域	F領域	G領域	H領域
計算領域	日本海全域 (南北約1,500km, 東西約1,200km)							
計算格子間隔 $\Delta s$	5km	2.5km	833m (2500/3)	278m (2500/9)	93m (2500/27)	31m (2500/81)	10m (2500/243)	5m (2500/486)
計算時間間隔 $\Delta t$	0.1秒 (計算安定条件により設定)							
基礎方程式	線形長波	非線形長波						
沖合境界条件	自由透過	外側の格子領域と、水位・流量を接続。						
陸側境界条件	完全反射				小谷ほか(1998)の 遡上境界条件			
初期条件	地震断層モデルを用いてMansinha and Smylie (1971)の方法により計算される海底地殻変位を初期水位として海面上に与える。							
海底摩擦	考慮 しない	マンニングの粗度係数 $n=0.03\text{m}^{-1/3}\cdot\text{s}$ (土木学会 (2016))						
水平渦動粘性	考慮 しない	係数 $K_{\eta}=1.0\times 10^5\text{cm}^2/\text{s}$ (土木学会 (2016))						
計算潮位	検証計算:T.P. $\pm$ 0.0m 予測計算:M.S.L.=T.P.+0.21m							
計算時間	地震発生後3時間							

# 1. 計算条件

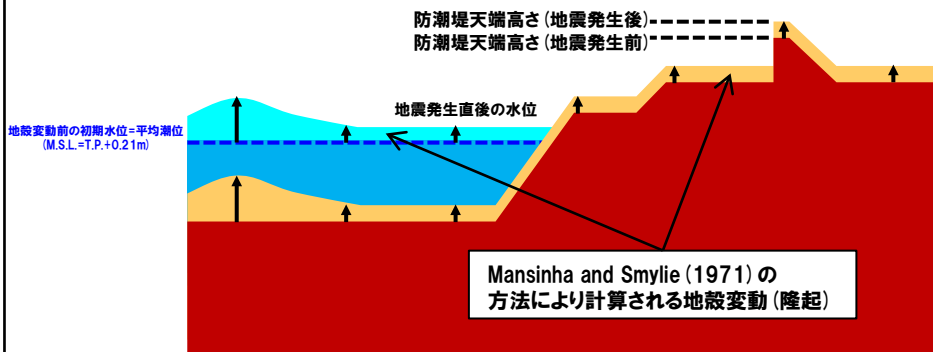
## 計算手法 (2/3) 潮位及び地殻変動 (隆起) の考え方

一部修正 (R3/12/24審査会合)

○潮位及び地殻変動 (隆起) の考え方を以下に示す。

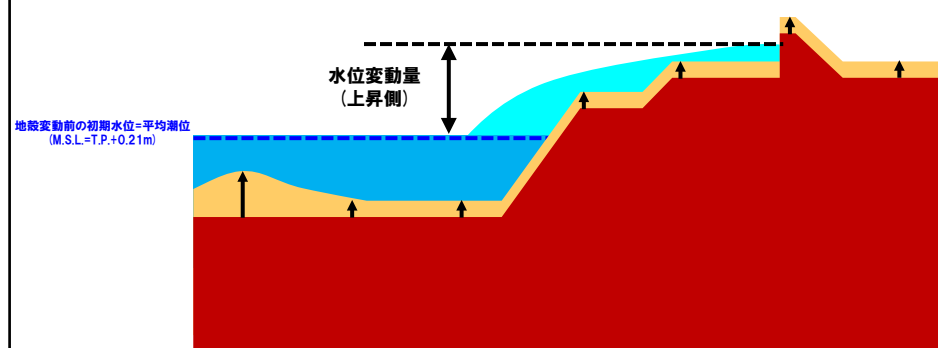
### ①初期条件

- ・数値シミュレーションにおける初期潮位 (地殻変動前の初期水位) は、**平均潮位 (T.P.+0.21m)** とする。
- ・Mansinha and Smylie (1971) の方法により計算される地殻変動 (隆起) が瞬時に生じるように設定する。
- ・地震直後の水位として、**平均潮位 (T.P.+0.21m)** に地殻変動量 (隆起) を加えたものを、解析上の初期条件として与える。



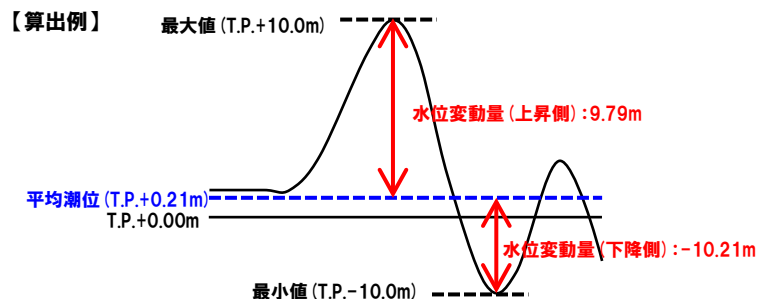
### ②津波伝播計算

- ・①より設定した地殻変動 (隆起) を考慮した海底地形により津波の伝播計算を行い、津波水位の評価項目における最大水位変動量を求める。



### ③パラメータスタディに用いる水位変動量

- ・①のとおり、地震直後の水位として、**平均潮位 (T.P.+0.21m)** に地殻変動量 (隆起) を加えたものを、解析上の初期条件としている。
- ・②より得られる水位時刻歴波形の最大値または最小値と、地殻変動前の初期水位 (平均潮位 (T.P.+0.21m)) の差分を、それぞれ水位変動量 (上昇側) または水位変動量 (下降側) としている。



### ④水位の比較検討 (耐津波設計方針において検討予定)

- ・③より得られた水位変動量に、期望平均満潮位、地殻変動量及び潮位のばらつきを考慮し、評価水位を算出する。
- ・上記より算出した評価水位と、地殻変動前の敷地・施設等の標高と比較・検討する。

#### 【評価水位 (上昇側)】

水位変動量 (上昇側) +  
期望平均満潮位 +  
地殻変動量 (沈降側) +  
潮位のばらつき



地殻変動前の敷地・施設等の標高

#### 【評価水位 (下降側)】

水位変動量 (下降側) -  
期望平均干潮位 -  
地殻変動量 (隆起側) -  
潮位のばらつき



地殻変動前の敷地・施設等の標高

# 1. 計算条件

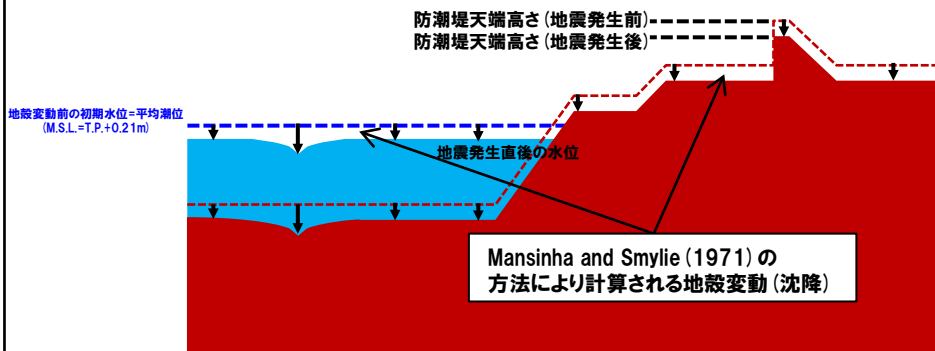
## 計算手法 (3/3) 潮位及び地殻変動 (沈降) の考え方

一部修正 (R3/12/24審査会合)

○潮位及び地殻変動 (沈降) の考え方を以下に示す。

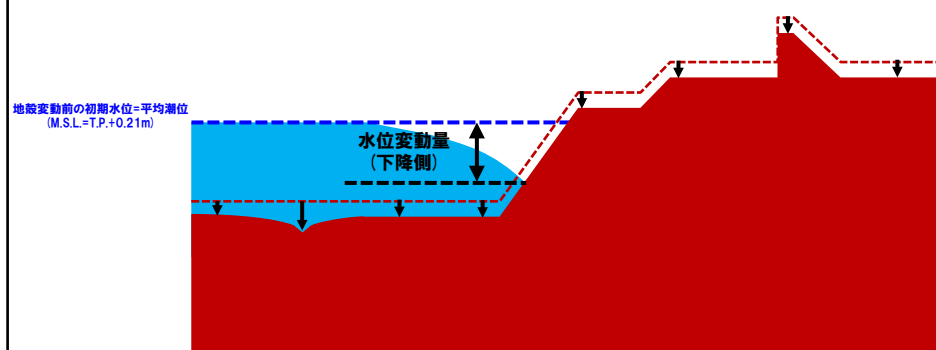
### ①初期条件

- ・数値シミュレーションにおける初期潮位 (地殻変動前の初期水位) は、**平均潮位 (T.P.+0.21m)** とする。
- ・Mansinha and Smylie (1971) の方法により計算される地殻変動 (沈降) が瞬時に生じるように設定する。
- ・地震直後の水位として、**平均潮位 (T.P.+0.21m)** に地殻変動量 (沈降) を加えたものを、解析上の初期条件として与える。



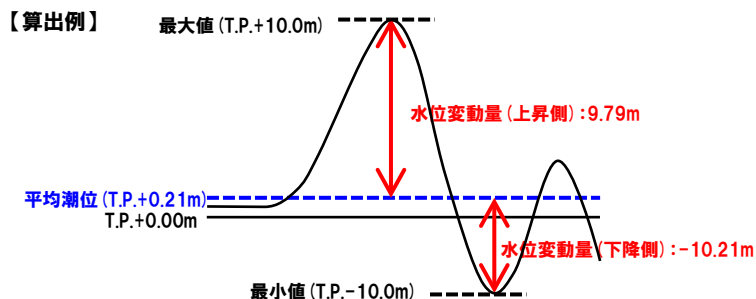
### ②津波伝播計算

- ・①より設定した地殻変動 (沈降) を考慮した海底地形により津波の伝播計算を行い、津波水位の評価項目における最大水位変動量を求める。



### ③パラメータスタディに用いる水位変動量

- ・①のとおりに、地震直後の水位として、**平均潮位 (T.P.+0.21m)** に地殻変動量 (沈降) を引いたものを、解析上の初期条件としている。
- ・②より得られる水位時刻歴波形の最大値または最小値と、地殻変動前の初期水位 (平均潮位 (T.P.+0.21m)) の差を、それぞれ水位変動量 (上昇側) または水位変動量 (下降側) としている。



### ④水位の比較検討 (耐津波設計方針において検討予定)

- ・③より得られた水位変動量に、期望平均満潮位、地殻変動量及び潮位のばらつきを考慮し、評価水位を算出する。
- ・上記より算出した評価水位と、地殻変動前の敷地・施設等の標高と比較・検討する。

#### 【評価水位 (上昇側)】

水位変動量 (上昇側) +  
期望平均満潮位 +  
地殻変動量 (沈降側) +  
潮位のばらつき



比較検討

地殻変動前の敷地・施設等の標高

#### 【評価水位 (下降側)】

水位変動量 (下降側) -  
期望平均干潮位 -  
地殻変動量 (隆起側) -  
潮位のばらつき



比較検討

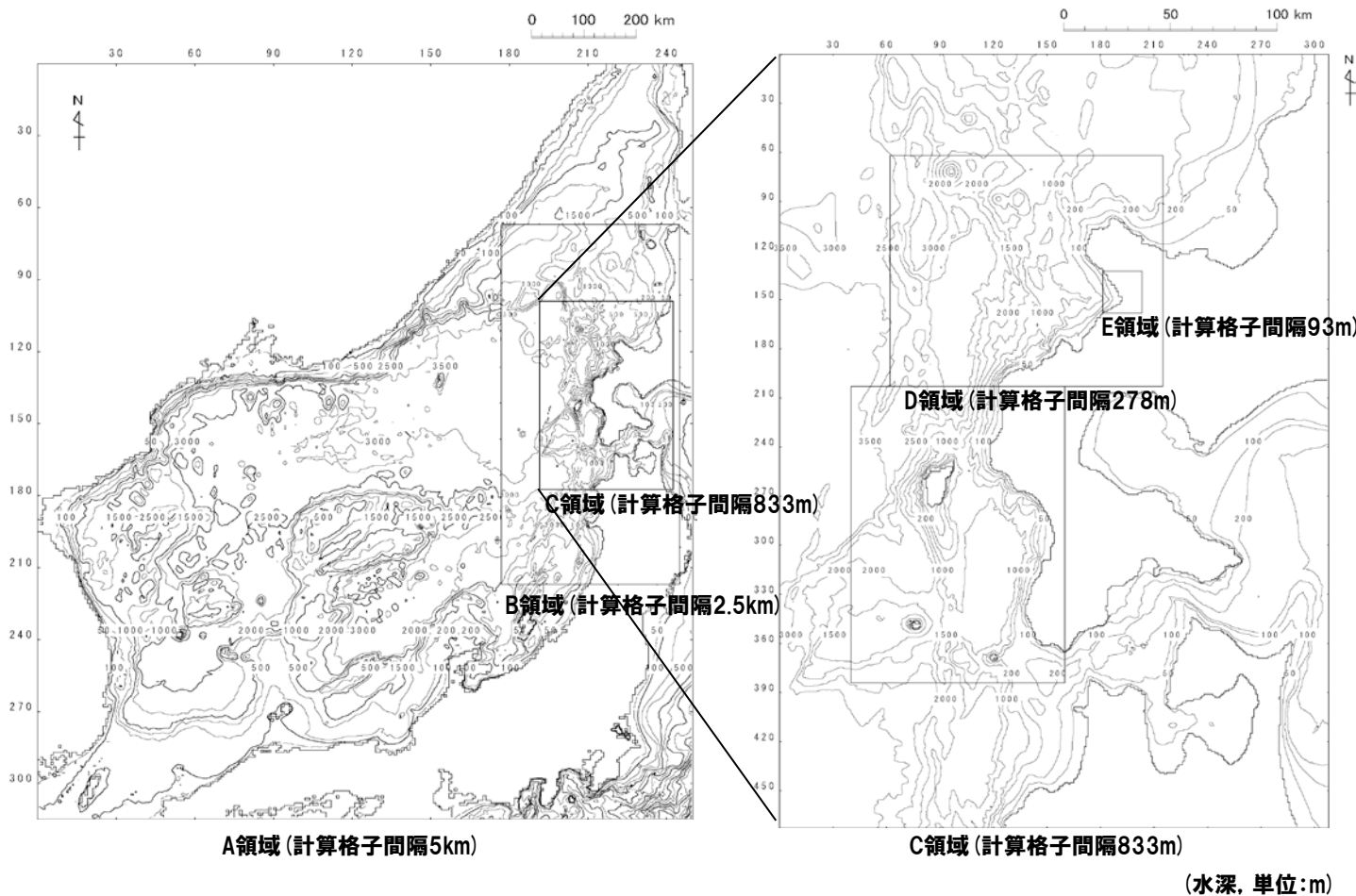
地殻変動前の敷地・施設等の標高

# 1. 計算条件

## 地形モデル (1/8)

一部修正 (H26/12/5審査会合)

- 計算格子間隔は、A領域 (計算格子間隔5km) からH領域 (計算格子間隔5m) へ、細くなるように設定している。
- 長谷川ほか (1987) の方法に基づき、計算格子間隔が、水深と津波の周期から推定される津波の空間波形の1波長の1/20以下になっていることを確認した。

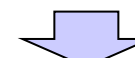


### 長谷川ほか (1987) の方法

計算格子間隔は津波の空間波形の1波長の1/20以下に設定すればよい。

$$\Delta x \leq L/20$$

ここに、 $\Delta x$ : 計算格子間隔 (m)  
 $L$ : 1波長 (m)  $L = \sqrt{gh} \times T$   
 $g$ : 重力加速度 (m/s<sup>2</sup>)  
 $h$ : 水深 (m)  
 $T$ : 周期 (s)



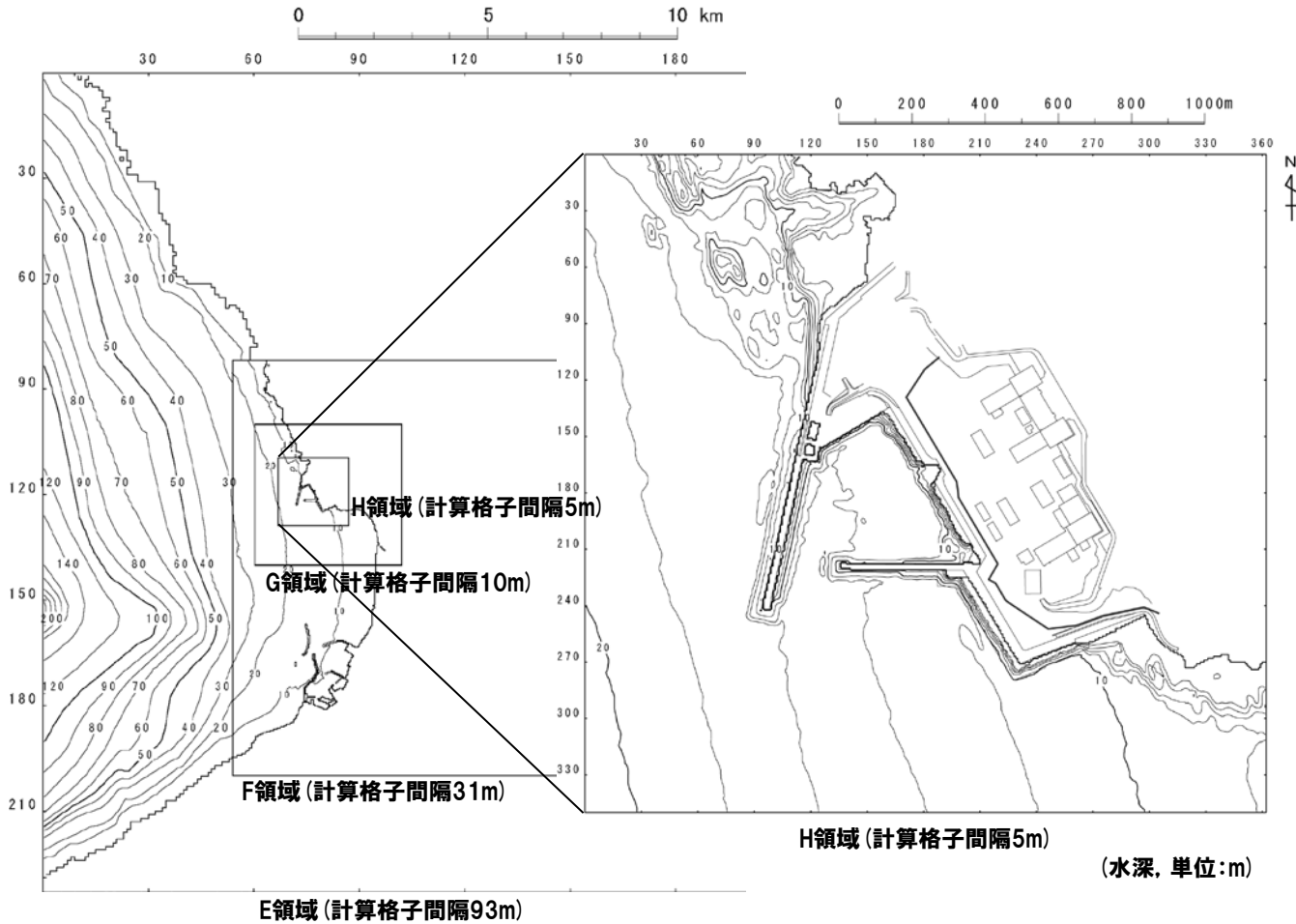
水深	1波長の1/20以下となる計算格子間隔※
10m	238m格子以下
50m	531m格子以下
100m	751m格子以下
1,000m	2,376m格子以下
2,000m	3,360m格子以下

※周期は日本海東縁部の初期波形から8分と仮定した。

# 1. 計算条件

## 地形モデル (2/8)

一部修正 (H26/12/5審査会合)



※H領域については、健全地形モデルを記載。

### 長谷川ほか(1987)の方法

計算格子間隔は津波の空間波形の1波長の1/20以下に設定すればよい。

$$\Delta x \leq L/20$$

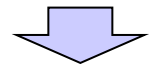
ここに,  $\Delta x$ : 計算格子間隔 (m)

$$L: 1 \text{ 波長 (m)} \quad L = \sqrt{gh} \times T$$

$g$ : 重力加速度 (m/s<sup>2</sup>)

$h$ : 水深 (m)

$T$ : 周期 (s)



水深	1波長の1/20以下となる計算格子間隔※
10m	238m格子以下
50m	531m格子以下
100m	751m格子以下
1,000m	2,376m格子以下
2,000m	3,360m格子以下

※周期は日本海東縁部の初期波形から8分と仮定した。

# 1. 計算条件

## 地形モデル (3/8) 津波防護施設・浸水防護施設ほか位置図

一部修正 (R1/9/27審査会合)

○津波防護対象設備はT.P.+10.0m以上の敷地に設置されており、敷地高さT.P.+10.0mを超える津波に対しては天端高さT.P.+19.0mの防潮堤等により津波から防護する。

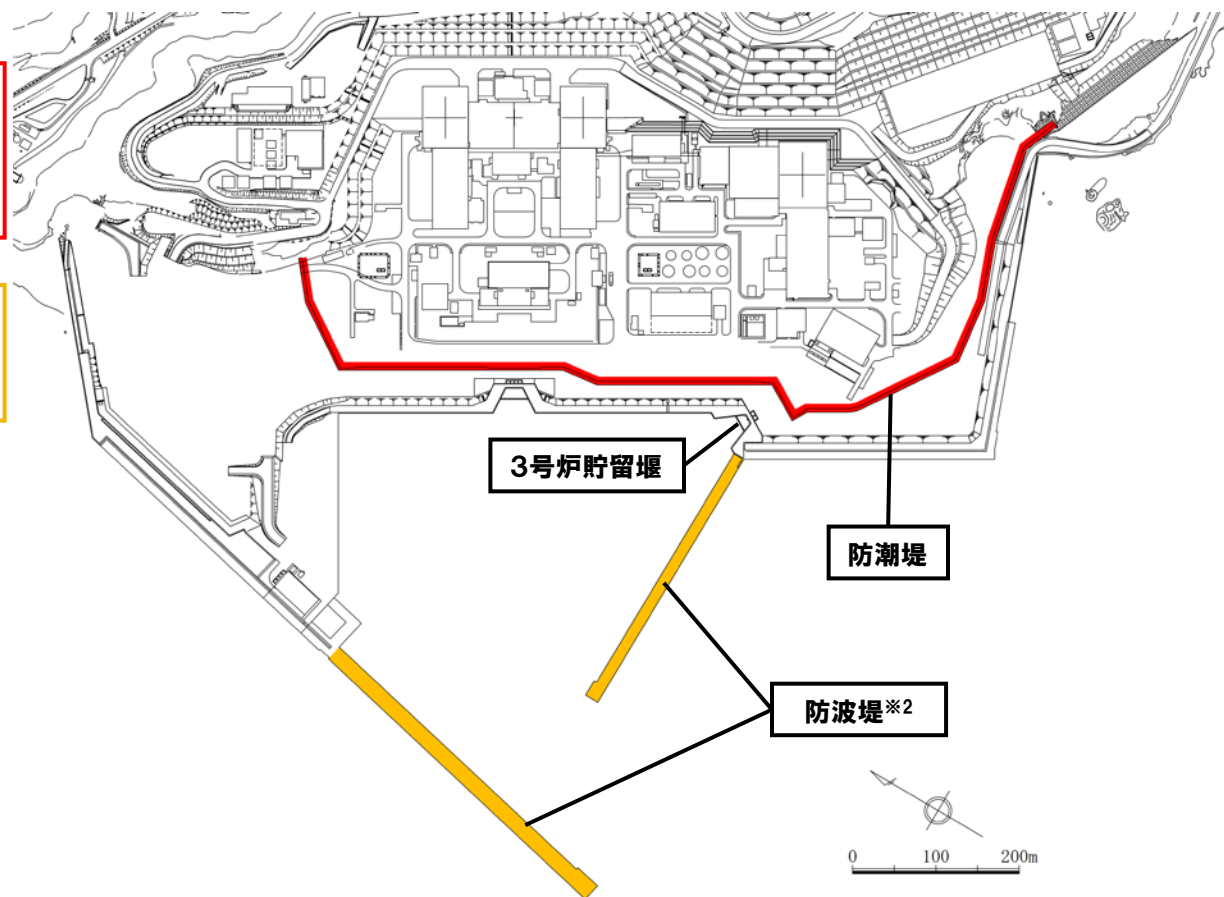
### 【津波防護施設・浸水防護施設】

- ・防潮堤
- ・3号炉貯留堰
- ・屋外排水路逆流防止設備※1

※1:設置位置,構造検討中。

### 【自主設備】

- ・防波堤※2
- ※2:地震により損傷する可能性は否定できないことから、津波影響軽減施設とせず、自主設備とする。



津波防護施設・浸水防護施設ほか 位置図

※防潮堤の内側の津波防護施設は、構造検討中である。

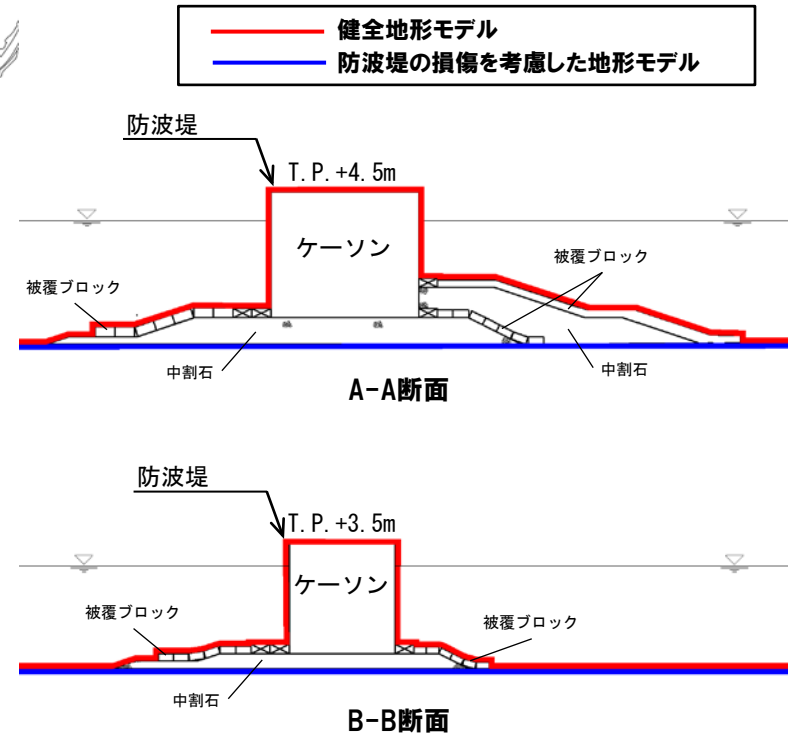
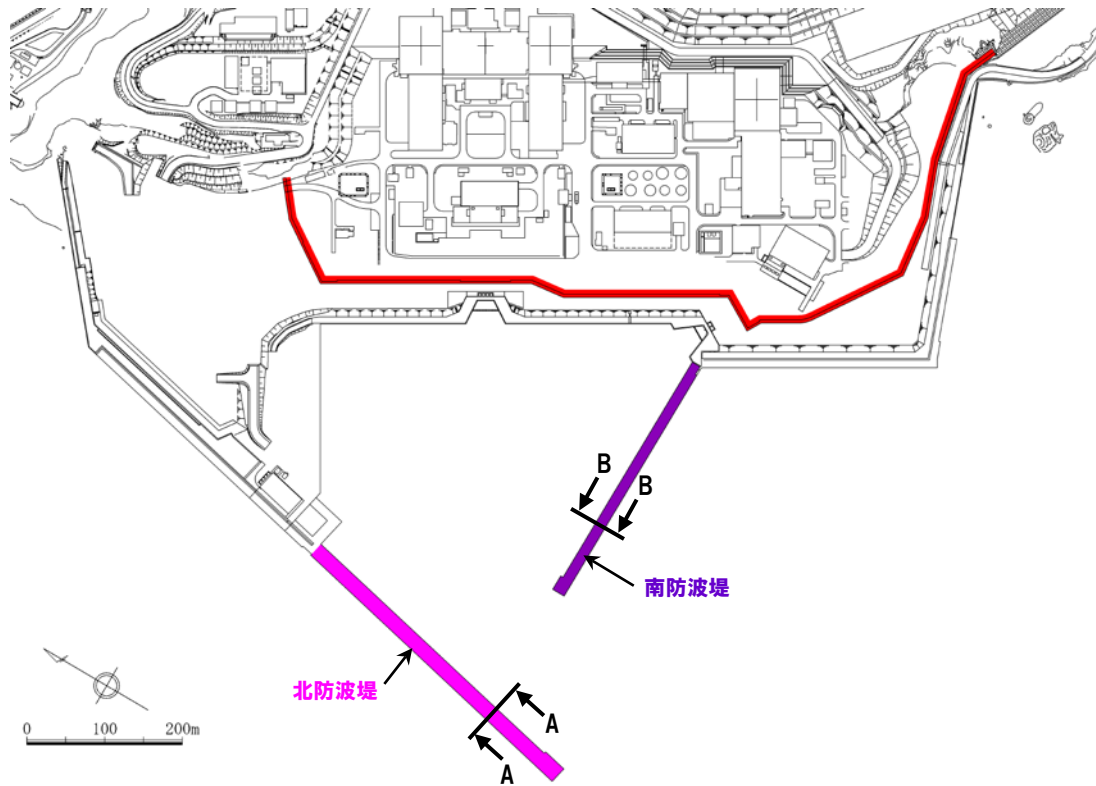


# 1. 計算条件

## 地形モデル (4/8) 防波堤の損傷状態

一部修正 (R1/9/27審査会合)

- 防波堤については、津波影響軽減施設としないことから、これらの損傷を考慮する。
- 北防波堤 (若しくは、南防波堤) の設定条件としては、津波の遡上への影響が大きいと考えられる「あり」・「なし」を考慮する。
- 津波解析の実施に当たっては、以下の複数の地形モデルを用いる。
  - 健全地形モデル (北防波堤あり-南防波堤あり)
  - 防波堤の損傷を考慮した地形モデル① (北防波堤なし-南防波堤なし)
  - 防波堤の損傷を考慮した地形モデル② (北防波堤あり-南防波堤なし)
  - 防波堤の損傷を考慮した地形モデル③ (北防波堤なし-南防波堤あり)



# 1. 計算条件

## 地形モデル (5/8)

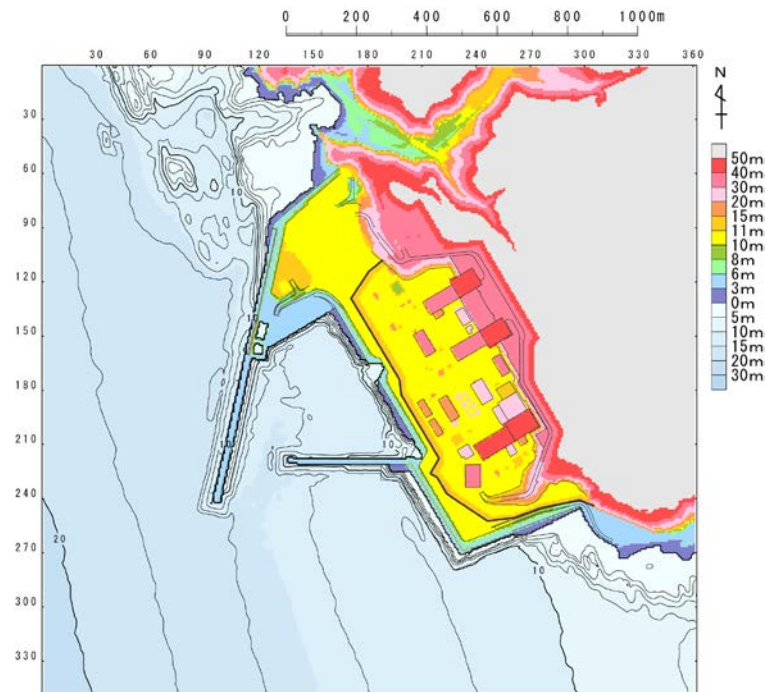
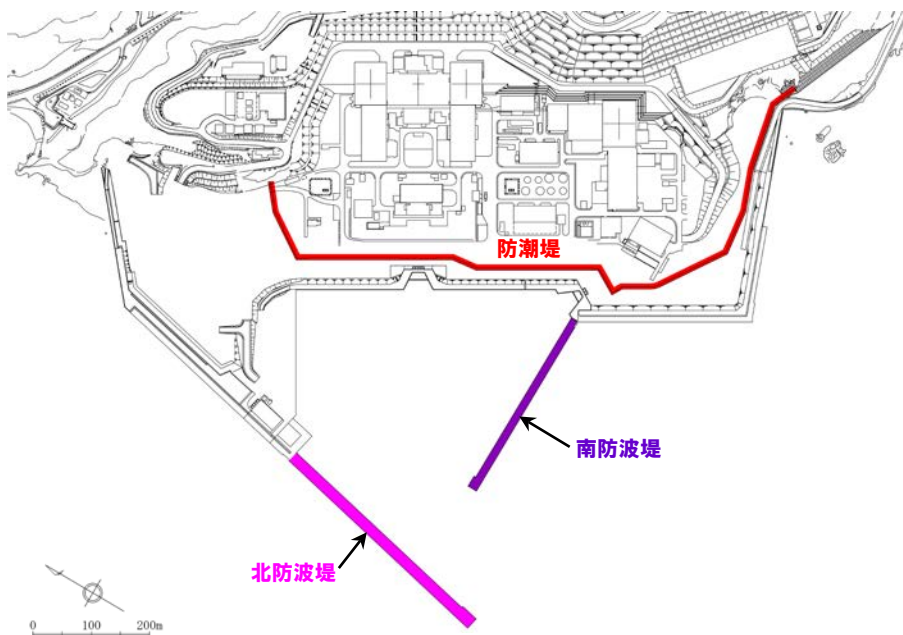
一部修正 (R3/9/3審査会合)

○健全地形モデル (北防波堤あり-南防波堤あり) を用いて津波解析を実施する。

### 【検討に用いる地形モデル】

地形モデル (防波堤の損傷状態)
健全地形モデル (北防波堤あり-南防波堤あり)
防波堤の損傷を考慮した地形モデル① (北防波堤なし-南防波堤なし)
防波堤の損傷を考慮した地形モデル② (北防波堤あり-南防波堤なし)
防波堤の損傷を考慮した地形モデル③ (北防波堤なし-南防波堤あり)

※黄色ハッチングした地形を下図に示している。



# 1. 計算条件

## 地形モデル (6/8)

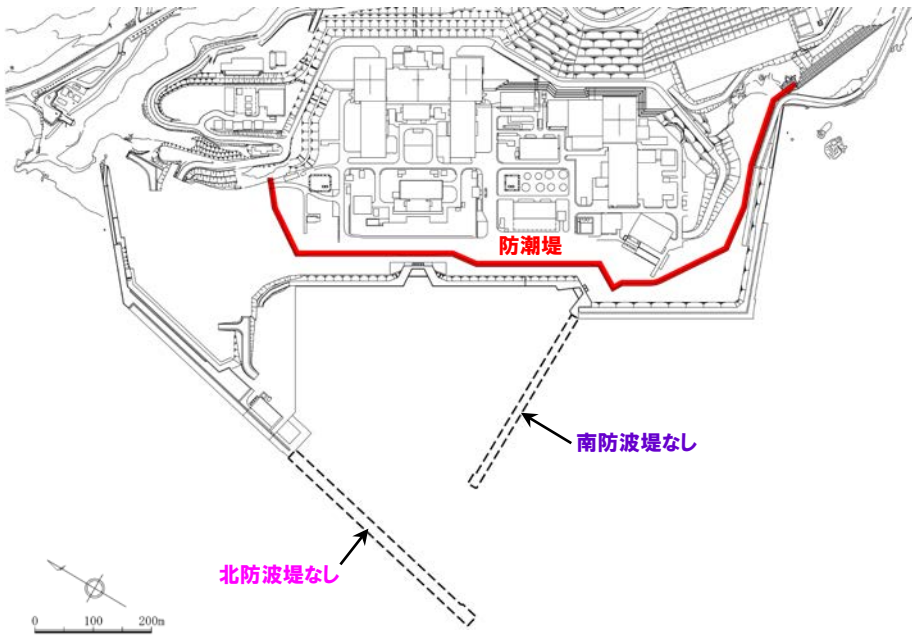
一部修正 (R3/9/3審査会合)

○防波堤の損傷を考慮した地形モデル① (北防波堤なし-南防波堤なし) を用いて津波解析を実施する。

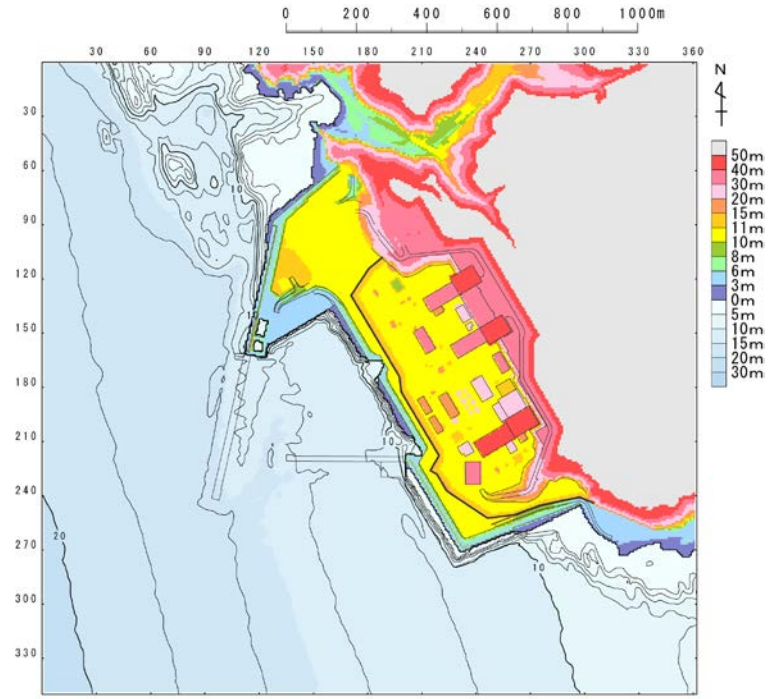
### 【検討に用いる地形モデル】

地形モデル (防波堤の損傷状態)
健全地形モデル (北防波堤あり-南防波堤あり)
防波堤の損傷を考慮した地形モデル① (北防波堤なし-南防波堤なし)
防波堤の損傷を考慮した地形モデル② (北防波堤あり-南防波堤なし)
防波堤の損傷を考慮した地形モデル③ (北防波堤なし-南防波堤あり)

※黄色ハッチングした地形を下図に示している。



※破線で囲った箇所をなくした地形モデルとしている。



# 1. 計算条件

## 地形モデル (7/8)

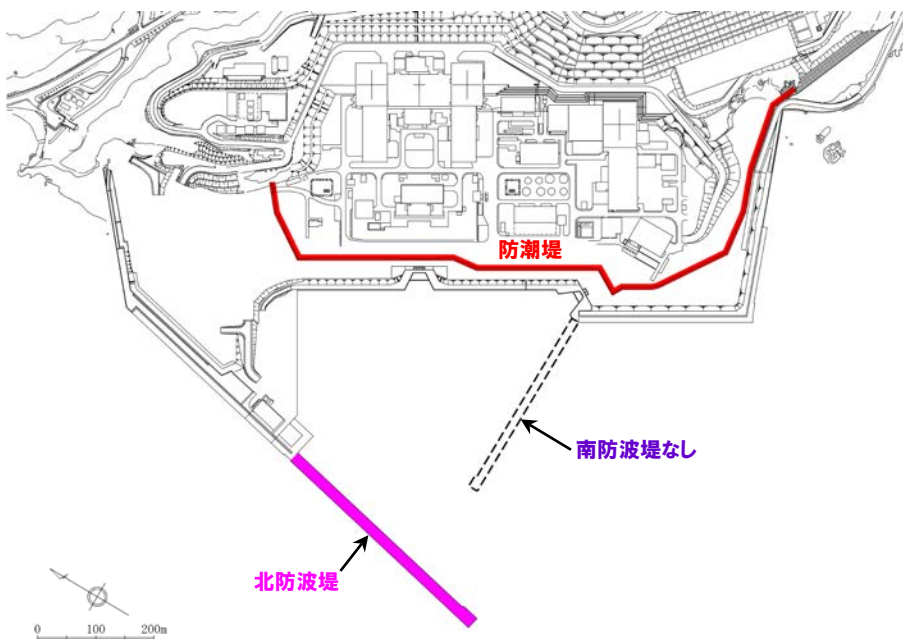
一部修正 (R3/9/3審査会合)

○防波堤の損傷を考慮した地形モデル② (北防波堤あり-南防波堤なし) を用いて津波解析を実施する。

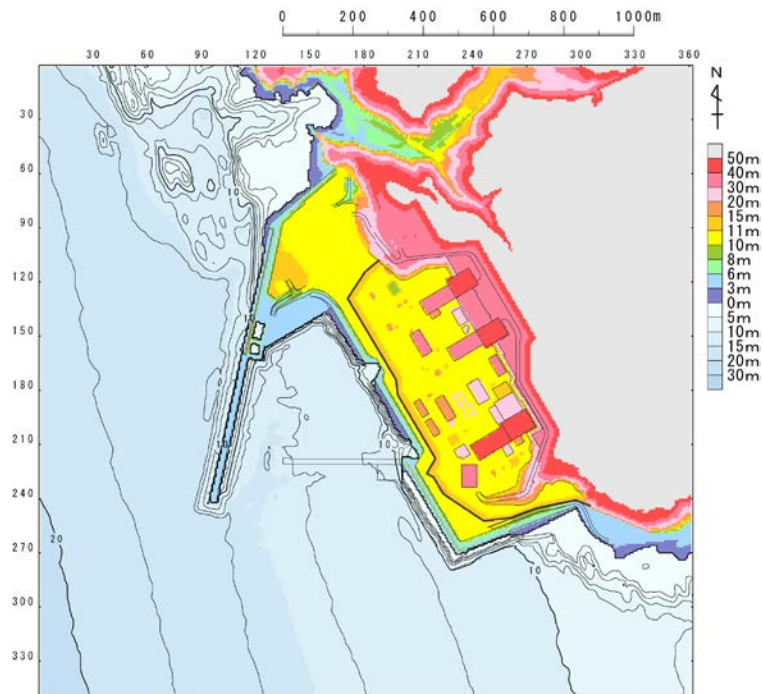
### 【検討に用いる地形モデル】

地形モデル (防波堤の損傷状態)
健全地形モデル (北防波堤あり-南防波堤あり)
防波堤の損傷を考慮した地形モデル① (北防波堤なし-南防波堤なし)
防波堤の損傷を考慮した地形モデル② (北防波堤あり-南防波堤なし)
防波堤の損傷を考慮した地形モデル③ (北防波堤なし-南防波堤あり)

※黄色ハッチングした地形を下図に示している。



※破線で囲った箇所をなくした地形モデルとしている。



# 1. 計算条件

## 地形モデル (8/8)

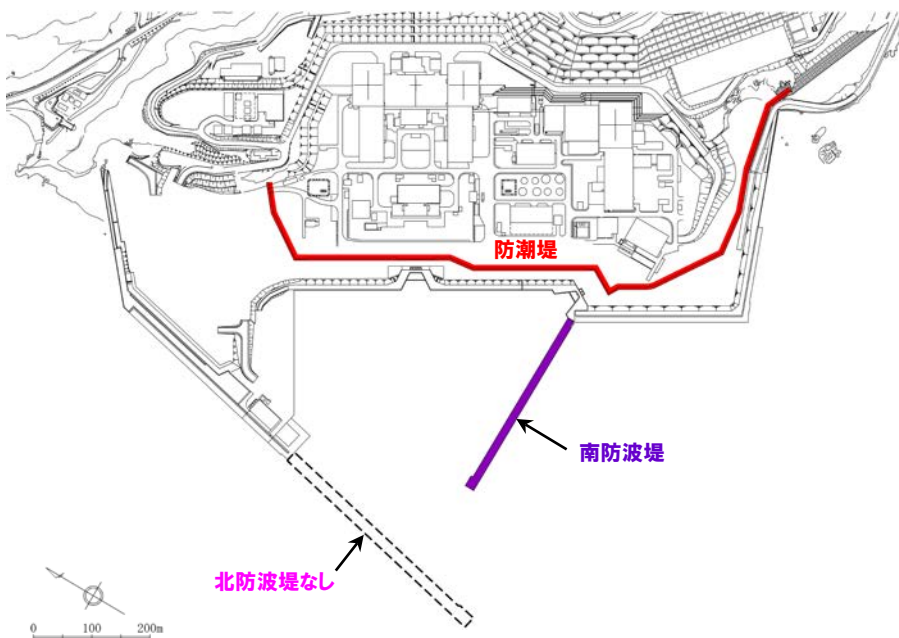
一部修正 (R3/9/3審査会合)

○防波堤の損傷を考慮した地形モデル③ (北防波堤なし-南防波堤あり) を用いて津波解析を実施する。

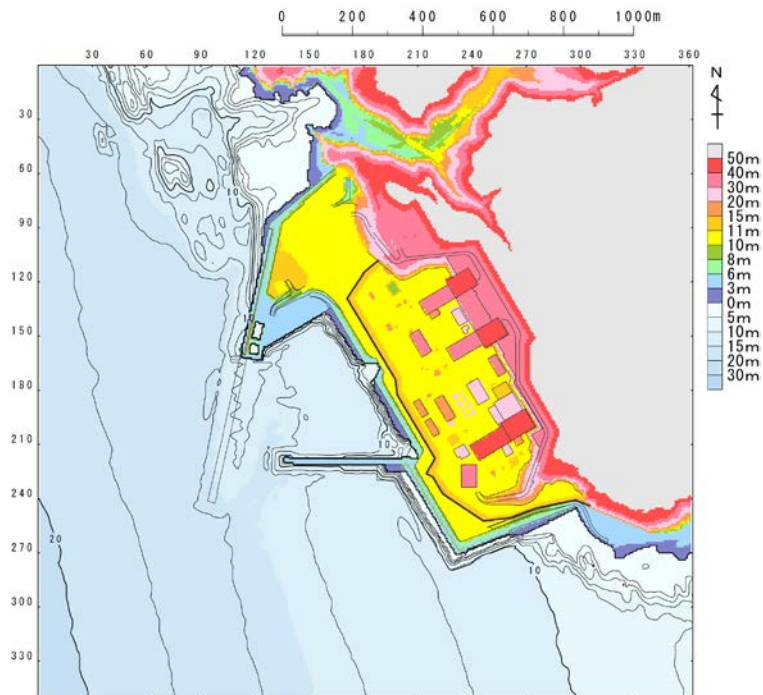
### 【検討に用いる地形モデル】

地形モデル (防波堤の損傷状態)
健全地形モデル (北防波堤あり-南防波堤あり)
防波堤の損傷を考慮した地形モデル① (北防波堤なし-南防波堤なし)
防波堤の損傷を考慮した地形モデル② (北防波堤あり-南防波堤なし)
防波堤の損傷を考慮した地形モデル③ (北防波堤なし-南防波堤あり)

※黄色ハッチングした地形を下図に示している。



※破線で囲った箇所をなくした地形モデルとしている。



# 1. 計算条件

## 評価項目 (1/2)

一部修正 (R3/9/3審査会合)

○3号炉審査における基準適合性の観点から、以下を評価項目として設定する。

### 【水位上昇側に関する評価項目】


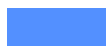


○防潮堤前面・3号炉取水口・1, 2号炉取水口・放水口のそれぞれについて、下図に示す面による範囲から水位変動量を抽出し、最大となる波源を選定する。

### 【水位下降側に関する評価項目】


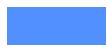
○水位下降側の時間評価としては、一時的な水位上昇による水位回復を見込まないことで安全側の評価となるように、3号炉取水口の水位時刻歴波形から「貯留堰を下回る時間」を算出し、最大となる波源を選定する<sup>※2</sup>。

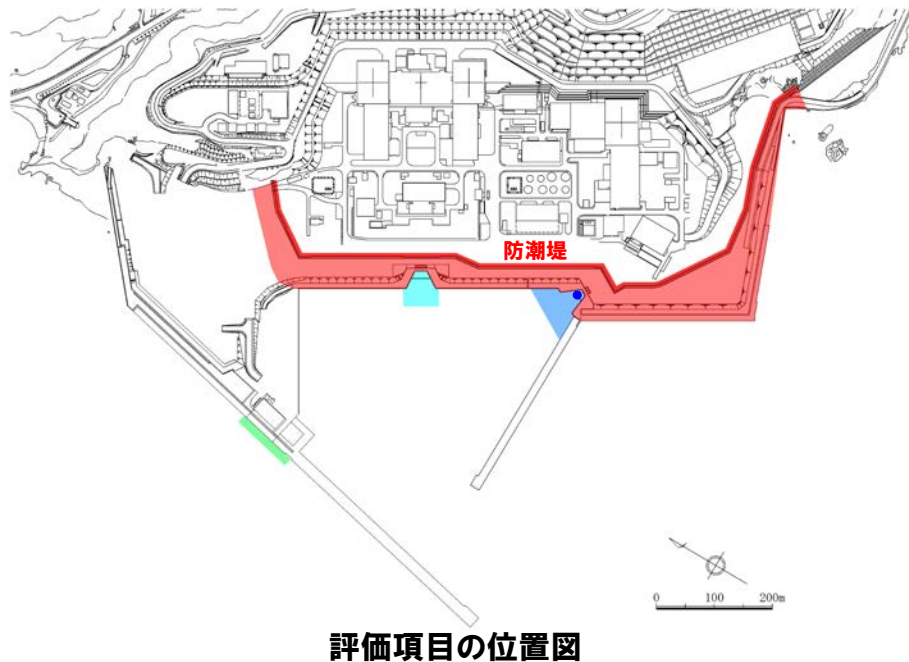
※1:水位変動量大きい波源は、「貯留堰を下回る時間」に対しても影響の大きい波源であると考えられることから、3号炉取水口(水位下降量)(参考値)による波源選定を行うことで、保守的に波源選定を行う(ただし、取水口前面に貯留堰を設置することで取水性を確保するため、「3号炉取水口(水位下降量)」は、基準津波の選定対象としない)。

### 水位上昇側に関する評価項目

凡例	評価項目	評価目的
	防潮堤前面 <sup>※2</sup>	○地上部から津波が流入する可能性の高い波源の選定  ○経路から津波が流入する可能性の高い波源の選定 <sup>※3</sup> ※3:経路内の水位応答と、3号炉取水口・1, 2号炉取水口及び放水口の水位の傾向は同様であると考えられることから、3号炉取水口・1, 2号炉取水口及び放水口を評価項目として設定する。
	3号炉取水口 <sup>※2</sup>	
	1, 2号炉取水口 <sup>※2</sup>	
	放水口 <sup>※2</sup>	

### 水位下降側に関する評価項目

凡例	評価項目	評価目的
	「貯留堰を下回る時間」	○3号炉貯留堰の取水可能時間の評価として最も厳しい波源の選定
	3号炉取水口(水位下降量)(参考値) <sup>※1</sup>	○3号炉原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位を下回る可能性の高い波源の選定



評価項目の位置図

※2:設置許可基準規則 第5条(津波による損傷の防止)別記3「Sクラスに属する施設(津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。下記第三号において同じ。)」の設置された敷地において、基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させないこと。また、取水路及び排水路等の経路から流入させないこと。」に基づき設定した。

# 1. 計算条件

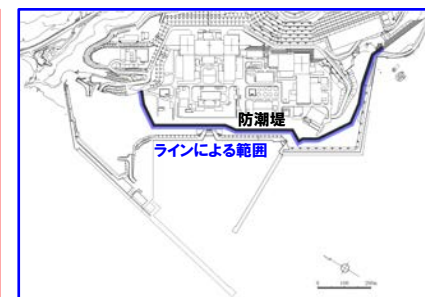
## 評価項目 (2/2)

一部修正 (R3/9/3審査会合)

- 防潮堤前面の評価項目は、右図に示す面による範囲またはラインによる範囲から水位変動量を抽出することが考えられる。
- 防潮堤前面の評価項目は、下表に示す理由から、ラインによる範囲ではなく、面による範囲から水位変動量を抽出し、最大となる波源を選定している。



面による範囲

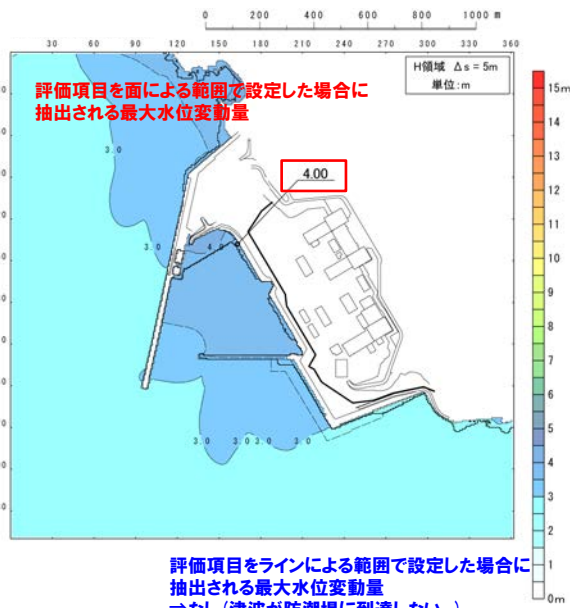


ラインによる範囲

防潮堤前面の評価項目

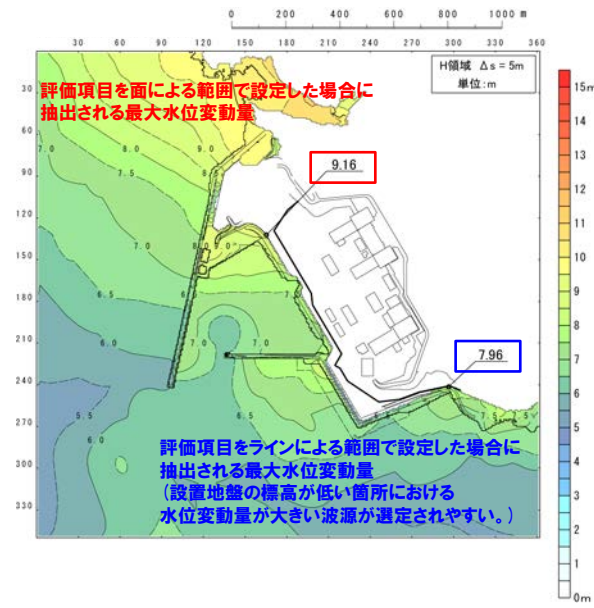
### 【理由①】

- 評価項目をラインによる範囲で設定した場合、防潮堤の設置地盤の標高よりも津波水位が小さい波源は、津波が防潮堤に到達しないため、波源の選定ができない。



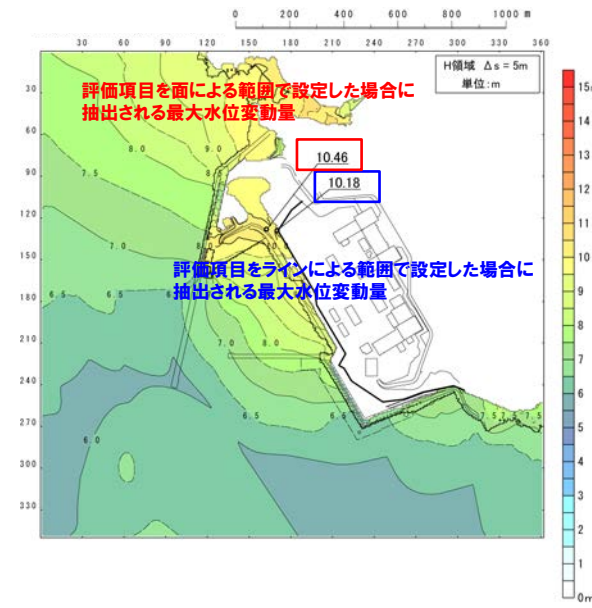
### 【理由②】

- 評価項目をラインによる範囲で設定した場合、防潮堤の設置地盤の標高が全て同一ではないことから、設置地盤の標高が低い箇所における水位変動量が大きい波源が選定されやすく、防潮堤全線に対して影響の大きい波源の選定ができない。



### 【理由③】

- ラインによる範囲から抽出した水位変動量と比較して、面による範囲から抽出した水位変動量の方が大きいため、泊発電所に対して保守的な評価になる。

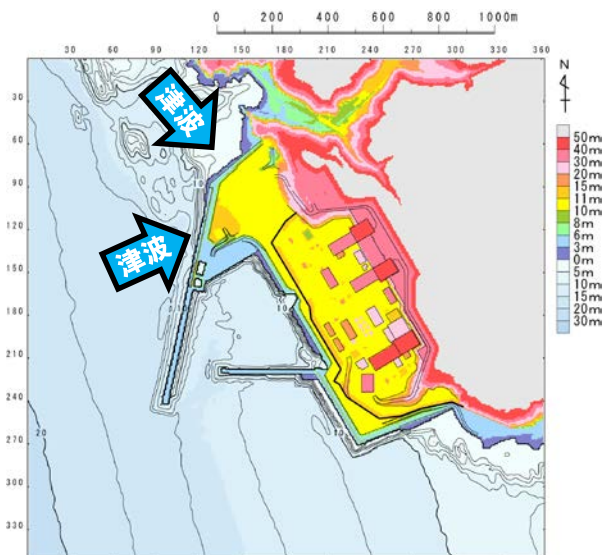


# 1. 計算条件

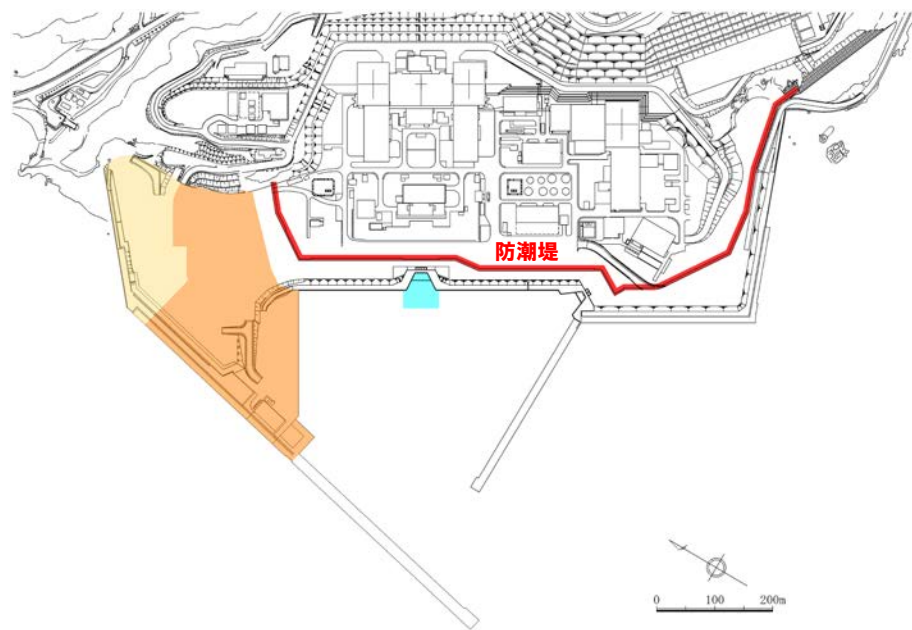
## 影響確認地点 (1/2)

一部修正 (R3/9/3審査会合)

- 敷地北側から防潮堤前面に到達する可能性の高い波源の選定を目的として、敷地北側A・敷地北側Bを影響確認地点に設定する。
- 3号炉原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位を下回る可能性の高い波源の選定を目的として、1, 2号炉取水口 (水位下降量) を影響確認地点に設定する。
- 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の評価では、下図に示す面による範囲から水位変動量を抽出し、最大となる波源をパラメータスタディ結果から選定する\*。  
\*敷地北側A・敷地北側B・1, 2号炉取水口 (水位下降量) に影響の大きい波源は、評価項目 (前々頁参照) に対しても影響の大きい波源であると考えられることから、これらの影響確認地点による波源選定を行うことで、保守的に波源選定を行う (ただし、設置許可基準規則の条文及び重大事故等防止技術的能力基準の評価に関係しないことから、日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の最大ケースの選定対象としない)。



影響確認地点



影響確認地点の位置図

凡例	影響確認地点	影響確認目的
	敷地北側A	○敷地北側から防潮堤前面に到達する可能性の高い波源の選定
	敷地北側B	○敷地北側から防潮堤前面に到達する可能性の高い波源の選定
	1, 2号炉取水口 (水位下降量)	○3号炉原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位を下回る可能性の高い波源の選定

\*津波防護施設ほかの構造は現時点での構造であり、今後変更となる可能性がある。

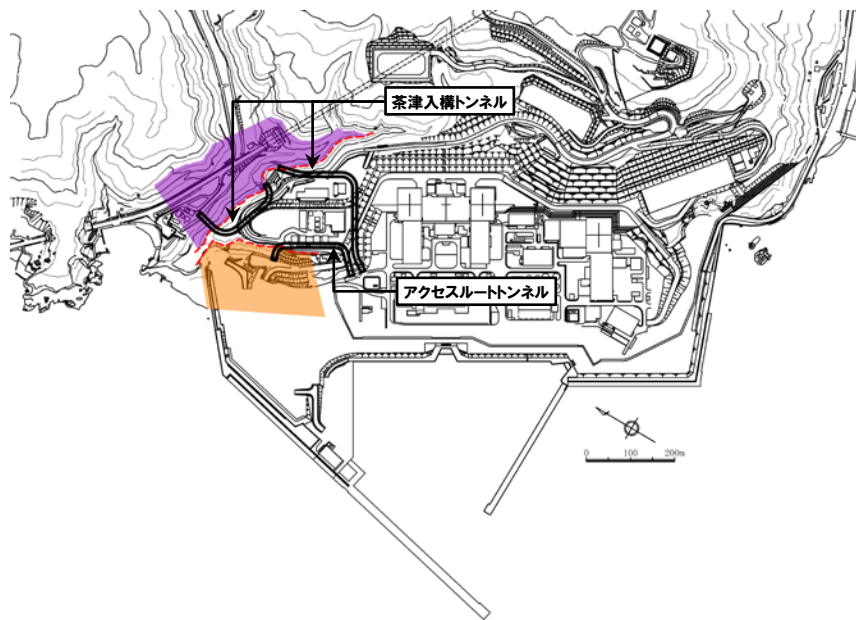


# 1. 計算条件

## 影響確認地点 (2/2)

○地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せの評価では、泊発電所の敷地周辺の地形標高を踏まえ、トンネル坑口から構内（防潮堤内側）へ津波が流入する可能性の高い波源を選定する方法として、影響確認地点を下図のとおり設定し、範囲における水位が最大となる波源を選定する。

- 茶津入構トンネル:茶津入構トンネル坑口, 明かり区間を含む範囲に設定する。
- アクセスルートトンネル:アクセスルートトンネル坑口を含む範囲に設定する。



影響確認地点の位置図

### 水位上昇側に関する影響確認地点

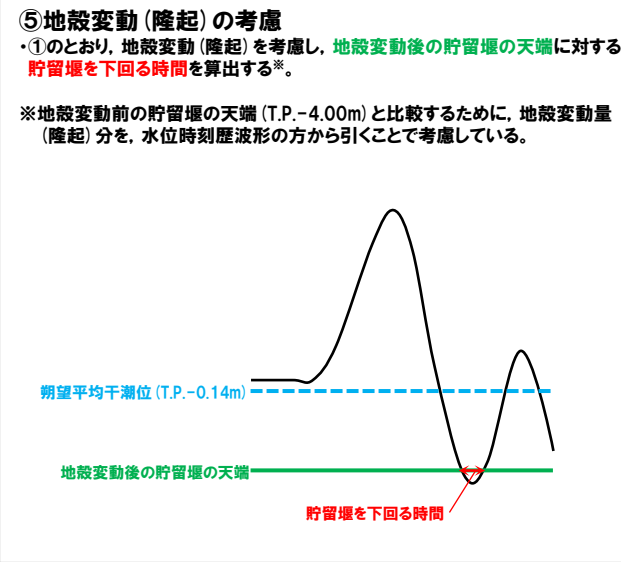
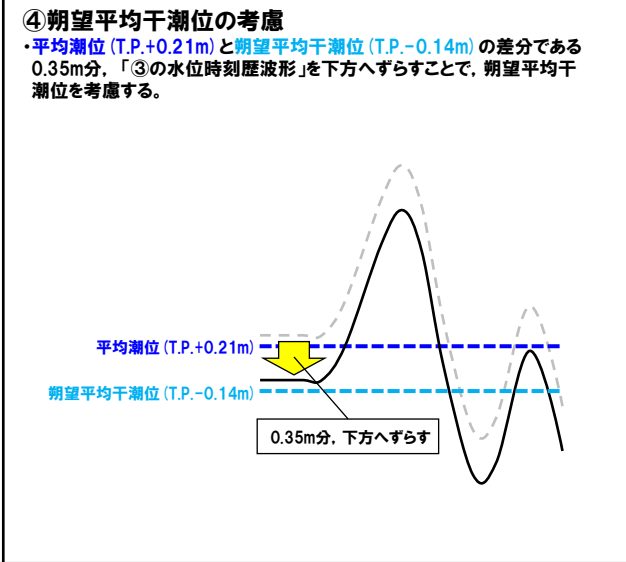
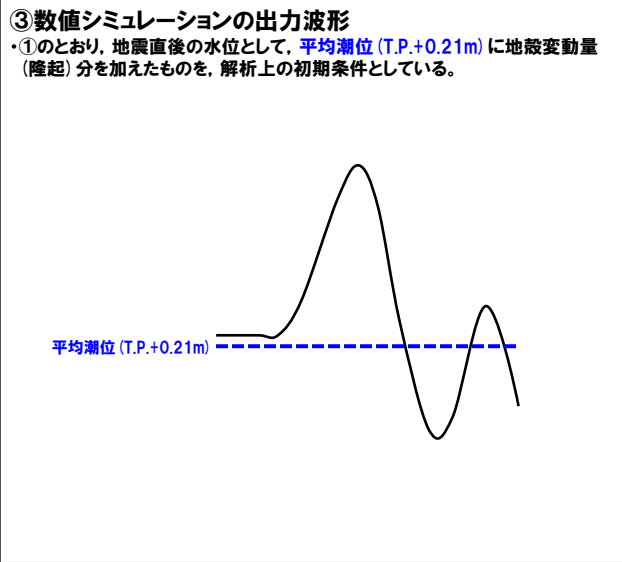
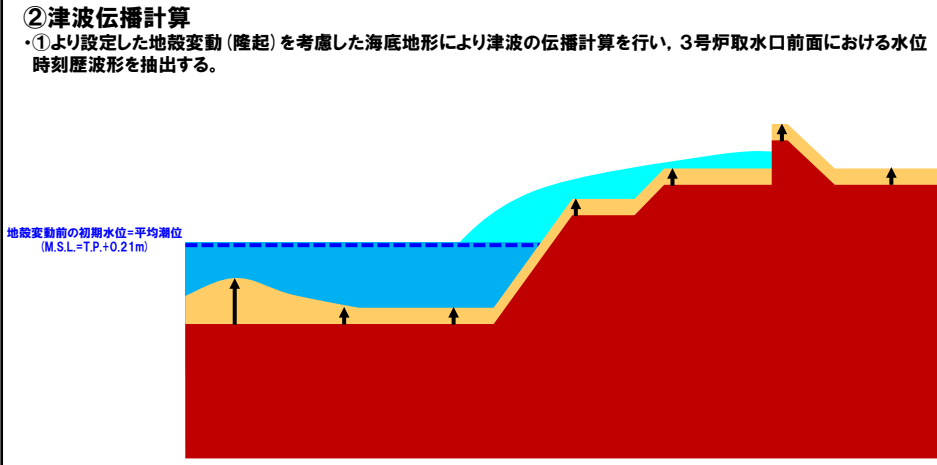
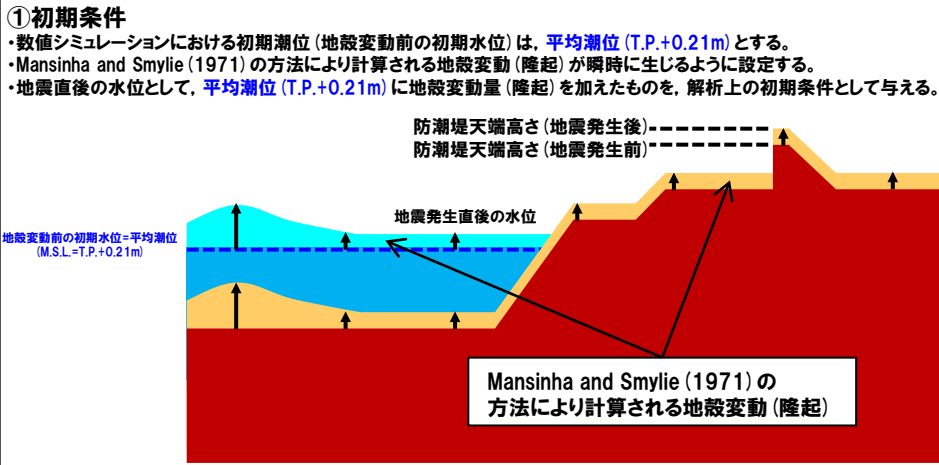
凡例	影響確認地点	影響確認目的
	茶津入構トンネル	○トンネル坑口から構内（防潮堤内側）へ津波が流入する可能性の高い波源の選定
	アクセスルートトンネル	○トンネル坑口から構内（防潮堤内側）へ津波が流入する可能性の高い波源の選定

# 1. 計算条件

## 貯留堰を下回る時間の算出方法 (1/4) 潮位及び地殻変動 (隆起) の考え方

再掲 (R3/12/24審査会合)

○貯留堰を下回る時間の算出における潮位及び地殻変動 (隆起) の考え方を以下に示す。



# 1. 計算条件

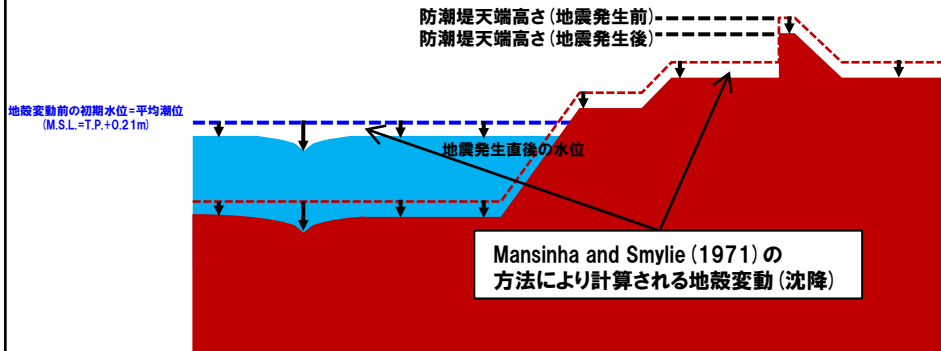
## 貯留堰を下回る時間の算出方法 (2/4) 潮位及び地殻変動 (沈降) の考え方

再掲 (R3/12/24審査会合)

○貯留堰を下回る時間の算出における潮位及び地殻変動 (沈降) の考え方を以下に示す。

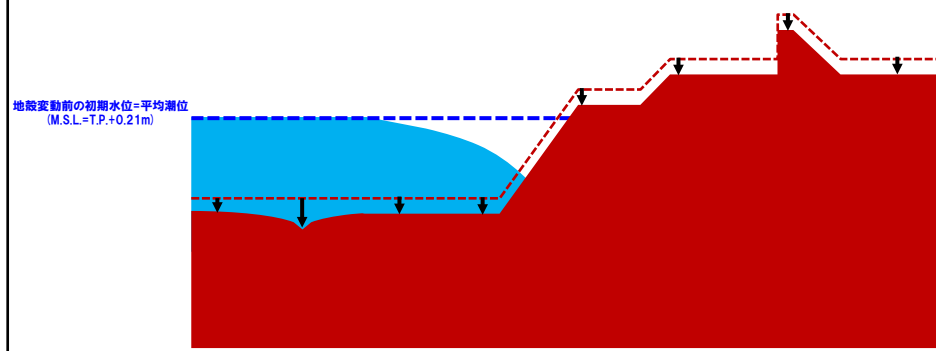
### ①初期条件

- 数値シミュレーションにおける初期潮位 (地殻変動前の初期水位) は、**平均潮位 (T.P.+0.21m)** とする。
- Mansinha and Smylie (1971) の方法により計算される地殻変動 (沈降) が瞬時に生じるように設定する。
- 地震直後の水位として、**平均潮位 (T.P.+0.21m)** に地殻変動量 (沈降) を引いたものを、解析上の初期条件として与える。



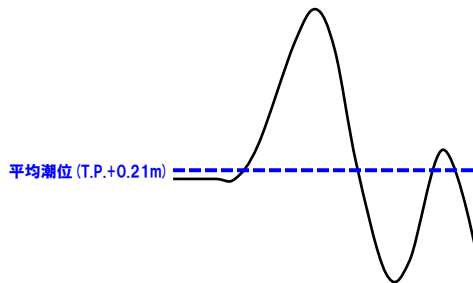
### ②津波伝播計算

- ①より設定した地殻変動 (沈降) を考慮した海底地形により津波の伝播計算を行い、3号炉取水口前面における水位時刻歴波形を抽出する。



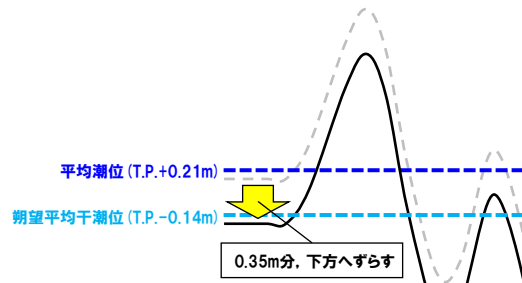
### ③数値シミュレーションの出力波形

- ①のとおり、地震直後の水位として、**平均潮位 (T.P.+0.21m)** に地殻変動量 (沈降) を引いたものを、解析上の初期条件としている。



### ④期望平均干潮位の考慮

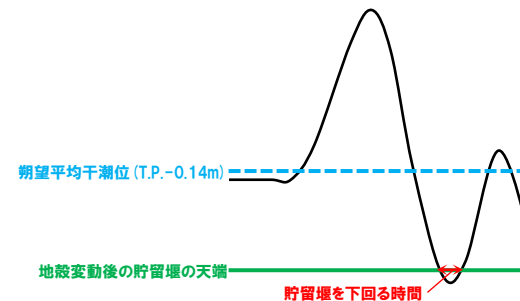
- **平均潮位 (T.P.+0.21m)** と**期望平均干潮位 (T.P.-0.14m)** の差である0.35m分、「③の水位時刻歴波形」を下方へずらすことで、期望平均干潮位を考慮する。



### ⑤地殻変動 (沈降) の考慮

- ①のとおり、地殻変動 (沈降) を考慮し、**地殻変動後の貯留堰の天端** に対する**貯留堰を下回る時間**を算出する\*。

\*地殻変動前の貯留堰の天端 (T.P.-4.00m) と比較するために、地殻変動量 (沈降) 分を、水位時刻歴波形の方に加えることで考慮している。

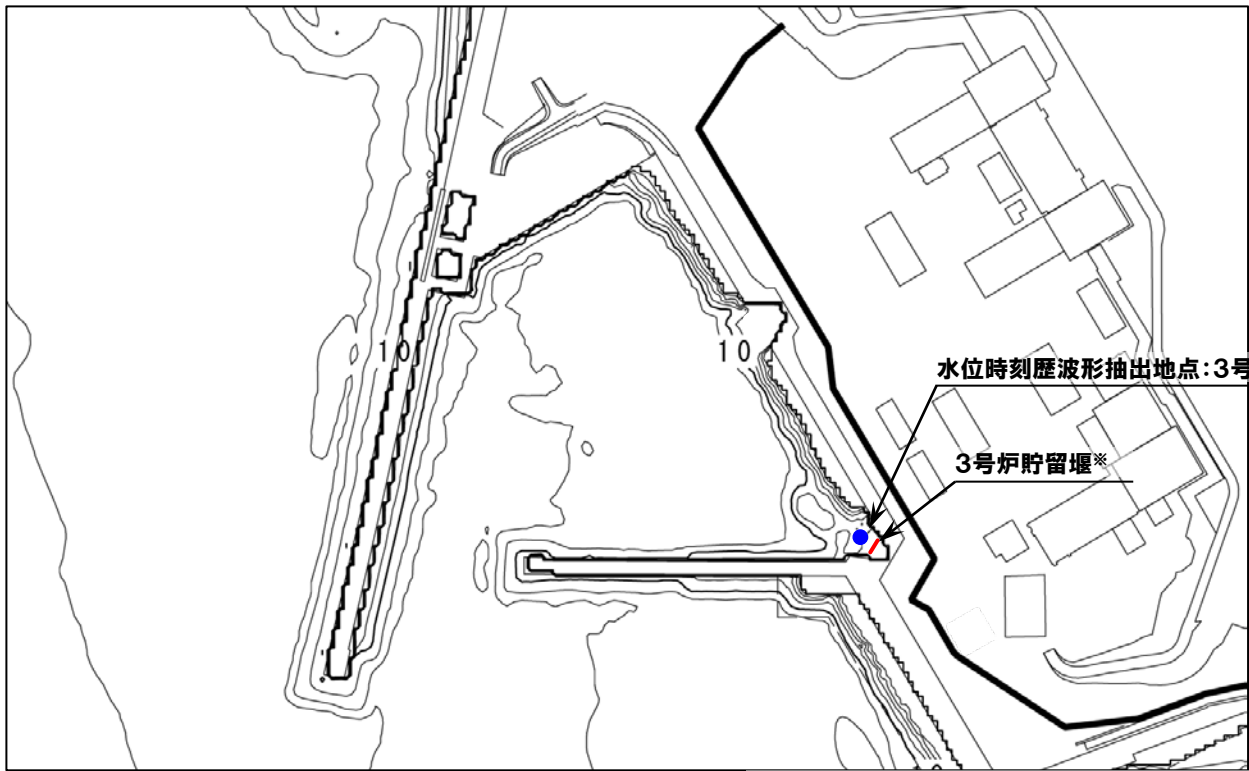


# 1. 計算条件

## 貯留堰を下回る時間の算出方法 (3/4) 水位時刻歴波形の抽出地点

一部修正 (R3/9/3審査会合)

- 貯留堰を下回る時間の算出に用いる水位時刻歴波形は、3号炉取水口前面の代表点から抽出する。
- なお、3号炉貯留堰の天端高さはT.P.-4.00mであるが、数値シミュレーションにおいてモデル化していない。



※数値シミュレーションにおいてモデル化していない。

# 1. 計算条件

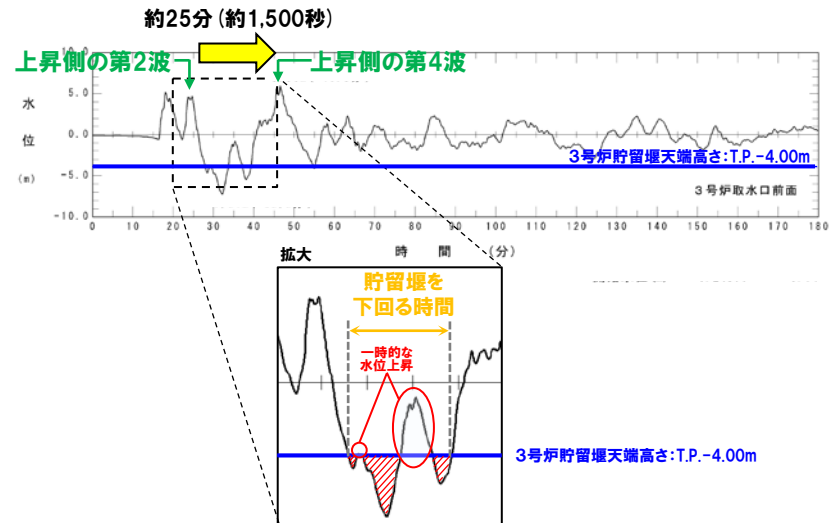
## 貯留堰を下回る時間の算出方法(4/4)「貯留堰を下回る時間」の定義

再掲(R5/12/8審査会合)

- 耐津波設計(施設評価)では、水位下降側の時間評価として安全側の評価となるように「貯留堰を下回る時間」を用いることから、基準津波の評価でも「貯留堰を下回る時間」を評価項目に追加し、最大ケースを基準津波に選定する方針とする。
- 様々な波源の地震に伴う津波の水位時刻歴波形より確認した泊発電所の波源の特徴(水位下降側)を踏まえて、「貯留堰を下回る時間」を以下のとおり定義する。
  - 地震に伴う津波の上昇側の第2波・第4波の間の引き波時が水位下降側への影響が大きいいため、これを対象とする。
  - 上記対象のうち、一時的な水位上昇による水位回復を見込まない3号炉貯留堰天端高さ(T.P.-4.00m)を下回る時間とする。

### 【泊発電所の波源の特徴(水位下降側)】

- 地震に伴う津波の上昇側の第2波(岩内側で反射した津波)と上昇側の第4波(積丹半島北西部から伝播した津波)は、伝播経路の違いにより、約25分(約1,500秒)の差が発生する。
- 地震に伴う津波の上昇側の第2波・第4波は、3号炉貯留堰天端高さ(T.P.-4.00m)と比較して十分に水位が高く、必ず貯留堰内の水位が回復する。
- 水位下降側に対して影響の大きい波形は、地震に伴う津波の上昇側の第2波・第4波の間に発生する。
- 上昇側の第4波以降にも3号炉貯留堰天端高さ(T.P.-4.00m)を下回る波形もあるが、その時間は上昇側の第2波・第4波の間と比較すると十分に小さい。



※水位時刻歴波形は、3号炉取水口前面の代表点から抽出した。

### 「貯留堰を下回る時間」の評価例



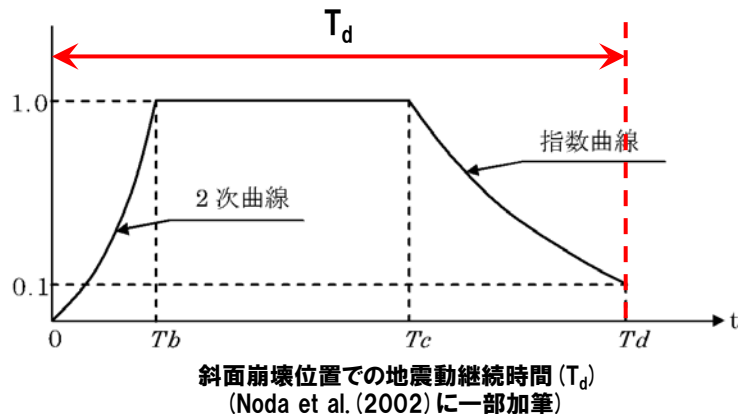
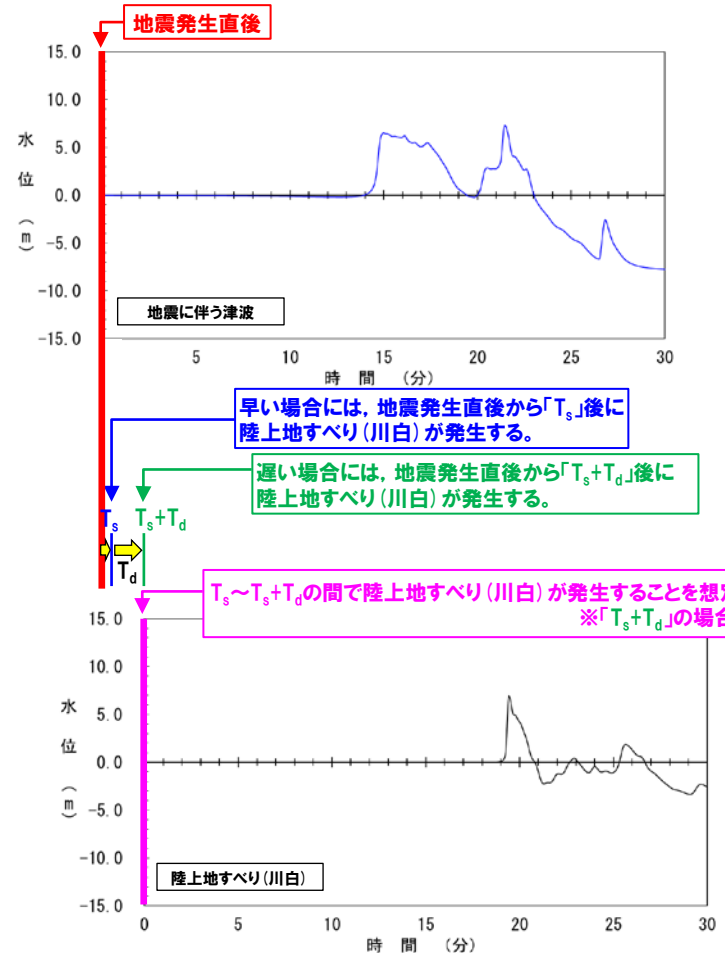
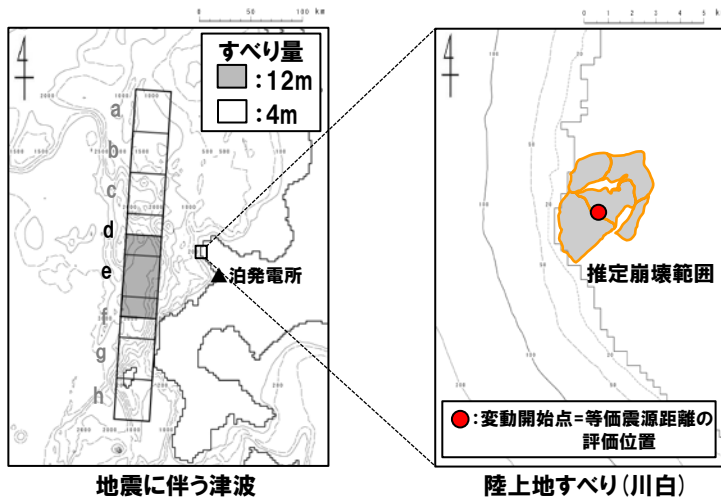
3号炉貯留堰～取水路, 取水ピット縦断面図

# 1. 計算条件

## 組合せ評価における計算条件 (1/2) 陸上地すべり(川白)の発生時刻

再掲 (R5/12/8審査会合)

- 陸上地すべり(川白)は、地震発生直後から「地震動が陸上地すべり(川白)位置に到達する時間( $T_s$ )」を起点として、「陸上地すべり(川白)位置での地震動継続時間( $T_d$ )」の間で発生することを想定する(具体的な考え方は、以下のとおりである。)
- 早い場合には、地震発生直後(下図赤線)から「 $T_s$ 」後に陸上地すべり(川白)が発生する(下図青線)。
- 遅い場合には、地震発生直後(下図赤線)から「 $T_s+T_d$ 」後に陸上地すべり(川白)が発生する(下図緑線)。



※水位時刻歴波形は、3号炉取水口前面の代表点から抽出した。  
※波源:断層パターン7、波源位置:矩形モデル(東へ15km)、アスベリティ位置:de南へ20km、断層面上縁深さ:5km、地形モデル:防波堤の損傷を考慮した地形モデル①の結果を用いて整理した。

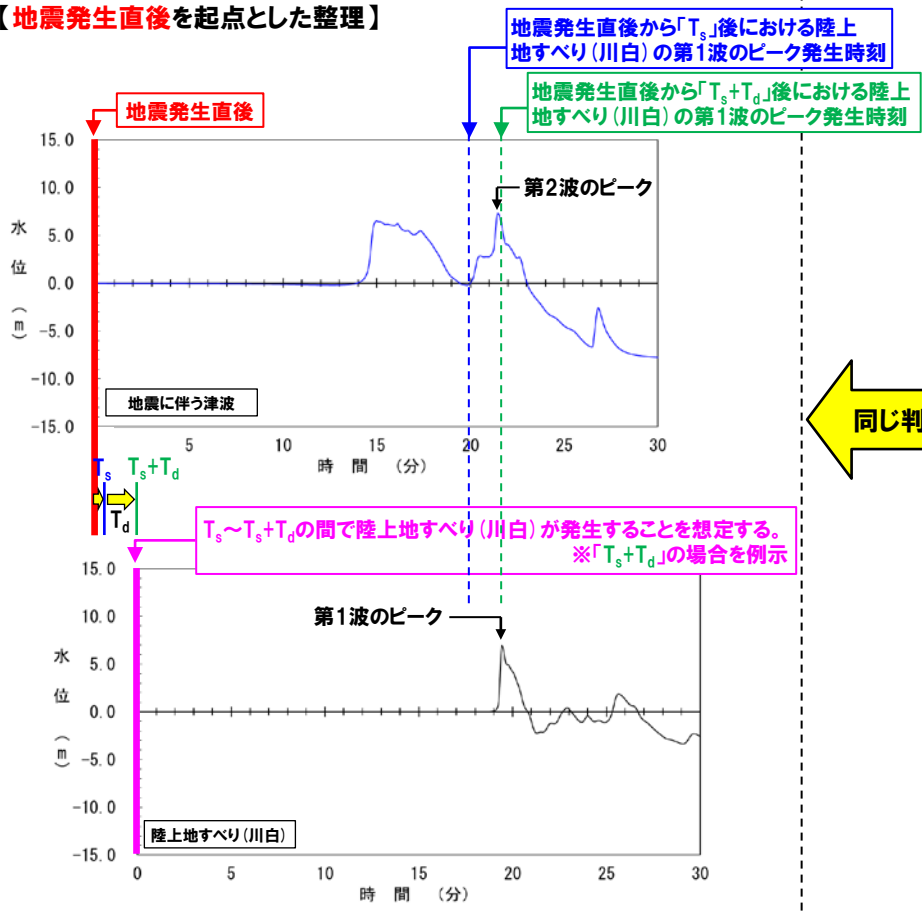
# 1. 計算条件

## 組合せ評価における計算条件 (2/2) 組合せ評価における整理方法

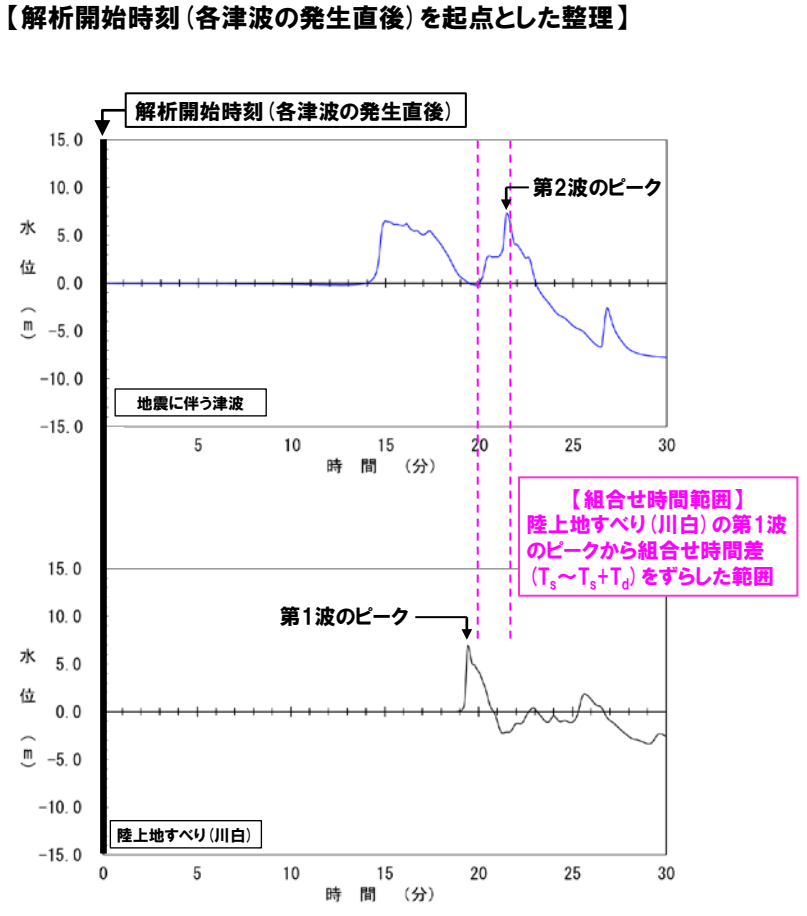
再掲 (R5/12/8審査会合)

- 組合せ評価では、陸上地すべり (川白) が地震発生直後から組合せ時間差 ( $T_s \sim T_s + T_d$ ) の間で発生することを考慮したうえで、地震に伴う津波のピークの発生時刻と、陸上地すべり (川白) のピークの発生時刻の関係を整理することが重要となる。
- ここで、解析開始時刻 (各津波の発生直後) を起点として整理する (右図を参照) に当たって、以下のとおり、用語を定義した。
  - 組合せ時間範囲: 陸上地すべり (川白) の第1波のピークから組合せ時間差 ( $T_s \sim T_s + T_d$ ) をずらした範囲。
  - ピークが重なる: 組合せ時間範囲において、地震に伴う津波のピークが発生する。

【地震発生直後を起点とした整理】



【解析開始時刻 (各津波の発生直後) を起点とした整理】



※水位時刻歴波形は、3号炉取水口前面の代表点から抽出した。  
 ※波源: 断層パターン7, 波源位置: 矩形モデル (東へ15km), アスベリティ位置: de南へ20km, 断層面上縁深さ: 5km, 地形モデル: 防波堤の損傷を考慮した地形モデル①の結果を用いて整理した。

# 1. 計算条件

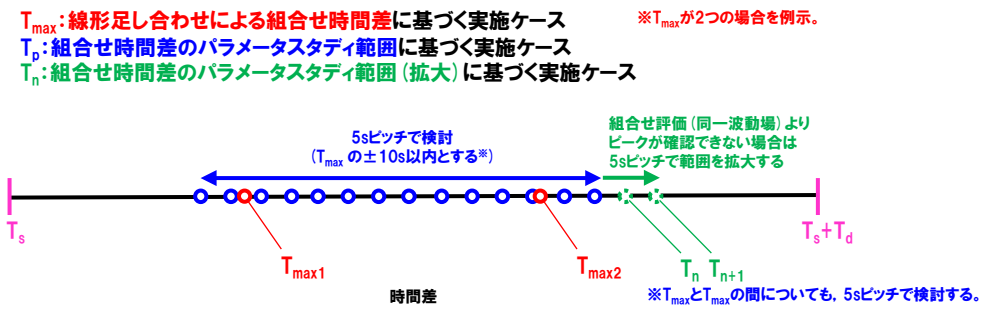
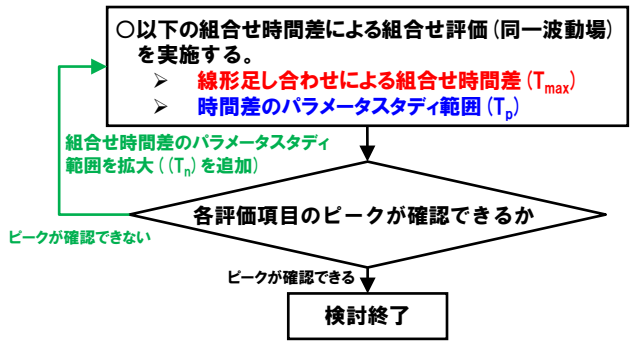
## 「B-1:地震に伴う津波の最大ケースの組合せ評価」における組合せ時間差の設定

再掲 (R5/10/20審査会合)

○「B-1:地震に伴う津波の最大ケースの組合せ評価」では、組合せ時間差を以下のとおり設定する。

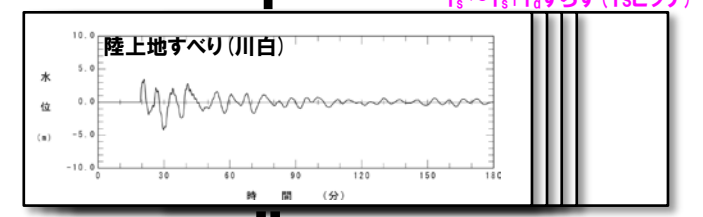
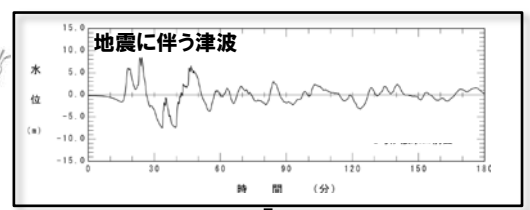
- 線形足し合わせによる組合せ時間差 ( $T_{max}$ ) (「備考:線形足し合わせによる組合せ時間差 ( $T_{max}$ ) の設定方法」を参照)。
- 組合せ評価 (同一波動場) では、 $T_{max}$  による評価結果が大きくなるとは限らないことを踏まえ、 $T_{max}$  の  $\pm 10s$  以内で、5sピッチで組合せ時間差のパラメータスタディ範囲 ( $T_p$ ) を設定する ( $T_{max}$  と  $T_{max}$  の間についても、5sピッチで検討する)。
- 各評価項目のピークが確認できない場合は、5sピッチで組合せ時間差のパラメータスタディ範囲を拡大する ( $T_n$  を追加する)。

### 【組合せ評価 (同一波動場) の検討イメージ】



### 【備考:線形足し合わせによる組合せ時間差 ( $T_{max}$ ) の設定方法】

- 右図に示す5地点から、地震に伴う津波と陸上地すべり (川白) の水位時刻歴波形を抽出する。
- 地震に伴う津波の水位時刻歴波形に陸上地すべり (川白) の水位時刻歴波形を、組合せ時間範囲 ( $T_s \sim T_s + T_d$ ) において、1sピッチでずらしながら、線形足し合わせ波形を作成する。
- 線形足し合わせ波形のうち、各評価項目が最大となる時間差を「線形足し合わせによる組合せ時間差  $T_{max}$ 」に設定する。



線形足し合わせ波形



# 2. 既往津波の検討

- 1. 計算条件 ..... 3
- 2. 既往津波の検討..... 25**
  - 2. 1 既往津波の文献調査 ..... 26
  - 2. 2 津波堆積物調査 ..... 29
  - 2. 3 既往津波の再現解析 ..... 82
- 3. 地震に伴う津波
  - 3. 1 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波
  - 3. 2 海域活断層に想定される地震に伴う津波
- 4. 地震以外の要因に伴う津波 ..... 85
  - 4. 1 火山による山体崩壊に伴う津波 ..... 86
  - 4. 2 海底地すべりに伴う津波 ..... 132
  - 4. 3 陸上の斜面崩壊(陸上地すべり)に伴う津波 ..... 154
  - 4. 4 陸上の斜面崩壊(岩盤崩壊)に伴う津波 ..... 267
- 5. 地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ ..... 313
  - 5. 1 解析実施ケース一覧 ..... 314
  - 5. 2 ピークが重なる波源の組合せ評価 ..... 319
  - 5. 3 水位が高い波源の組合せ評価 ..... 347
  - 5. 4 「貯留堰を下回る時間」の最大ケースの妥当性確認 ..... 377
  - 5. 5 茶津入構トンネル及びアクセスルートトンネル設置に伴う基準津波への影響評価 ..... 380
- 6. 基準津波策定
- 7. 行政機関による津波評価 ..... 400
  - 7. 1 国の検討会モデルによる検討 ..... 401
  - 7. 2 地方自治体モデルによる検討 ..... 403
- 8. 超過確率の参照
- 9. 基準津波による安全性評価
- 参考文献 ..... 412

# 2.1 既往津波の文献調査

## 既往津波の文献調査 日本海における既往津波 (1/2)

○日本海を波源域とし、北海道から本州に襲った既往津波の発生状況について文献調査を行った。

発生日元号	波源域*1	震央*2		地震規模*2 (M)	津波規模*3 (m)	地震津波の概要*4	発電所近傍の痕跡高*5 (m)
		経度 (° E)	緯度 (° N)				
701年5月12日 大宝元年	若狭湾	-	-	-	<2>	・地震うこと3日。若狭湾内の凡海郷が海に没したという「冠島伝説」があるが、疑わしい。	記録なし
850年11月27日 嘉祥3年	山形沖	39.0°	139.7°	≒7.0	<2>	・地裂け、山崩れ、国府の城柵は傾倒し、圧死多数。最上川の岸崩れ、海水は国府から6里のところまで迫った。	記録なし
863年7月10日 貞観5年	新潟沖	-	-	7以上	<2?>	・山崩れ、谷埋まり、水湧き、民家破壊し、圧死多数。直江津付近にあった数個の小島が潰滅したという。	記録なし
887年8月2日 仁和3年	新潟南部沖	-	-	-	<2>	・越後で津波を伴い、溺死者数千という。京都有感。越後に関する史料の信憑性不十分。(宇佐美ほか(2013))	記録なし
1026年6月16日 万寿3年	島根県沖	-	-	-	-	・現益田市高津川河口沖にあった鴨島が大波(あるいは大海嘯)によって崩され、海中に没したという。波は川沿いに16km上流に達したという。被害は50km以上東の黒松(現津江市黒松町)にまで及んだ。口碑および信憑性の低い史料による。その上、これら口碑・史料に「地震」という語は見出せない。(宇佐美ほか(2013)) ・石見(現在の島根県益田市)の海岸に巨大な津波が襲来した。大規模な斜面崩壊による海洋変動が津波発生の原因とされている。(箕浦ほか(2014)(10)) ・影響範囲は山口県の須佐から島根県の江津の間とされている。(飯田(1985)(11)) ⇒島根県に影響があったのは益田市から江津市とされていることから、敷地には津波による影響はなかったと考えられる。	記録なし
1092年9月13日 寛治6年	新潟沖	-	-	-	<2?>	・柏崎〜岩船間の沿岸、海府浦・親不知大津波におそわる。「地震」とある古記もあるも、地震の状況を記した古記録未発見。疑わしい。(宇佐美ほか(2013))	記録なし
1614年11月26日 慶長19年	新潟南部沖	-	-	-	2	・従来、越後高田の地震とされていたもの。大地震の割に史料が少なく、震源については検討すべきことが多い。京都で家屋・社寺などが倒壊し、死2、傷370という。京都付近の地震とする説がある。	記録なし
1644年10月18日 正保1年	秋田本庄	39.4°	140.0°	6.5±1/4	<1>	・本荘城崩壊し、屋倒れ、死者があった。市街で焼失が多かった。金浦村・石沢村で被害。院内村で地裂け、水が湧出した。	記録なし
1729年8月1日 享保14年	能登近海	37.4°	137.1°	6.6~7.0	<-1?>	・珠洲郡・鳳至郡で損・潰家791、死5、山崩れ1731ヶ所。輪島村で潰家28、能登半島先端で被害が大きかった。	記録なし
1741年8月29日 寛保1年	北海道南西沖	41.6°	139.4°	6.9	<3.5>	・渡島大島のこの月の上旬より活動。13日に噴火した。19日早朝に津波、北海道で死1467、流出家屋729、船1521破壊。津軽で田畑の損も多く、流失潰家約100、死37。佐渡・能登・若狭にも津波。 ・江の川河口(島根県津江市)で1~2mの津波が観測された。(羽鳥・片山(1977)(12)) ・津波地震によるものが、火山噴火に伴うものなのか、あるいは他の現象(たとえば海底地すべり)によるものか不明。江津(島根県)でも津波の影響があった。津波の大きさは1~2mである。(渡辺(1998)) ・渡島大島の山体崩壊によって生じたとされている。(佐竹・加藤(2002)(13))	記録なし
1762年10月31日 宝暦12年	新潟県沖	38.1°	138.7°	≒7.0	1	・石垣・家屋が破壊、銀山道が崩れ、死者があった。鶴島村で津波により26戸流出。新潟で地割れを生じ、砂と水を噴出。酒田・羽前南村山郡・日光で有感。	記録なし
1792年6月13日 寛政4年	北海道西方沖	43 3/4°	140.0°	≒7.1	-	・津波があった。忍路で港頭の岸壁が崩れ、海岸に引き上げていた夷船漂流、出漁中の夷人5人溺死。美国でも溺死若干。	記録なし
1793年2月8日 寛政5年	青森県西方沖	40.85°	139.95°	6.9~7.1	1	・鯉ヶ沢・深浦で激しく、全体で潰家154、死12など。大戸瀬を中心に約12kmの沿岸が最高3.5m隆起した。小津波があり、余震が続いた。	記録なし
1799年6月29日 寛政11年	石川近海	36.6°	136.7°	6.0±1/4	<1>	・上下動が激しく、屋根石が1尺も飛び上がったという。金沢城で石垣破壊、城下で潰家4169。能美・石川・河北郡で潰家1003、潰家964。全体で死21。	記録なし
1802年12月9日 享和2年	佐渡	37.8°	138.35°	6.5~7.0	<0?>	・巳刻の地震で微小被害、未刻の地震は大きく、佐渡3郡全体で焼失328、潰家732、死19。島の西南海岸が最大2m隆起した。鶴岡で強く感じ、米沢・江戸・日光・高山・秋田・弘前で有感。	記録なし
1804年7月10日 文化1年	秋田・山形県境沿岸 「象潟地震」	39.05°	139.95°	7.0±0.1	<1>	・5月より付近で鳴動があった。被害は全体で潰家5千以上、死300以上。象潟湖が隆起して乾陸あるいは沼となった。余震が多かった。象潟・酒田などに津波の記事がある。	記録なし
1810年9月25日 文化7年	男鹿半島沿岸	39.9°	139.9°	6.5±1/4	<-1>	・男鹿半島の東半分5月頃より鳴動し、7月中旬から地震が頻発、27日に大地震。寒風山を中心に被害があり、全潰1003、死57。秋田で強く感じ、角館・大館・鯉ヶ沢・弘前・鶴岡で有感。	記録なし
1833年12月7日 天保4年	山形県沖	38.9°	139.25°	7 1/2 ± 1/4	<2.5>	・庄内地方で特に被害が大きく、潰家475、死42。津波が本庄から新潟に至る海岸と佐渡を襲い、能登で大破流出家約345、死約100。	記録なし
1834年2月9日 天保5年	石狩湾	43.3°	141.4°	≒6.4	<1>	・地割れ、泥噴出。アイヌの家23潰れる。その他、会所などに被害。	記録なし
1872年3月14日 明治5年	島根県沖 「浜田地震」	35.15°	132.1°	7.1±0.2	0	・1週間ほど前から鳴動、当日には前震もあった。全体で全潰約5千、死約550。特に石見東部で被害が多かった。海岸沿いに数尺の隆起・沈降がみられ、小津波があった。	記録なし
1892年12月9日 明治25年	石川県西岸	37.1°	136.7°	6.4	0	・家屋・土蔵の破壊があった。11日にも同程度の地震があり、羽咋郡で全潰2、死1。	記録なし
1894年10月22日 明治27年	山形 「庄内地震」	38.9°	139.9°	7	<-1>	・被害は主として庄内平野に集中した。山形県下で全潰3858、半潰2397、全焼2148、死726。	記録なし

# 2.1 既往津波の文献調査

## 既往津波の文献調査 日本海における既往津波 (2/2)

発生日元号	波源域 <sup>※1</sup>	震央 <sup>※2</sup>		地震規模 <sup>※2</sup> (M)	津波規模 <sup>※3</sup> (m)	地震津波の概要 <sup>※4</sup>	発電所近傍の 痕跡高 <sup>※5</sup> (m)
		経度 (° E)	緯度 (° N)				
1988年4月3日 明治31年	山口県見島	34.6°	131.2°	6.2	-1	・見島西部で強く、神社仏閣の損傷・倒潰、石垣の崩壊があった。	記録なし
1927年3月7日 昭和2年	京都府北西部沿岸 「北丹後地震」	35° 38'	134° 56'	7.3	0	・被害は丹後半島の頭部が最も激しく、淡路・福井・岡山・米子・徳島・三重・香川・大阪に及ぶ。全体で死2925、家屋全潰12584(住家 5106、非住家7478)。郷村断層(長さ18km、水平ずれ最大2.7m)とそれに直交する山田断層(長さ7km)を生じた。測量により、地震に伴った地殻の変形が明らかになった。	記録なし
1939年5月1日 昭和14年	男鹿半島沖 「男鹿地震」	39° 57'	139° 47'	6.8	-1	・2分後にもM6.7の地震があった。半島頭部で被害があり、死27、住家全潰479など。軽微な津波があった。半島西部が最大44cm隆起した。	記録なし
1940年8月2日 昭和15年	北海道西方沖 「積丹半島沖地震」	44° 22'	139° 49'	7.5	2	・被害はほとんどなく、津波による被害が大きかった。波高は、羽幌・天塩2m、利尻3m、金沢・宮津1m、天塩河口で溺死10。	岩内:1.7 泊:(1.2)
1947年11月4日 昭和22年	北海道西方沖	43° 55'	140° 48'	6.7	1	・北海道西方沖:北海道の西岸に津波があり、波高は利尻島形状で2m、羽幌付近で0.7m、小被害があった。	記録なし
1964年5月7日 昭和39年	秋田県沖	40° 24'	138° 40'	6.9	-0.5	・青森・秋田・山形3県に民家全壊3などの被害があった。	記録なし
1964年6月16日 昭和39年	新潟県沖 「新潟地震」	38° 22'	139° 13'	7.5	2	・新潟・秋田・山形の各県を中心に被害があり、死26、住家全壊1960、半壊6640、浸水15297、その他船舶・道路の被害も多かった。新潟市内の各所で噴砂水がみられ、地盤の液化による被害が著しかった。石油タンクの火災が発生。津波が日本海沿岸一帯を襲い、波高は新潟県沿岸で4m以上に達した。粟島が約1m隆起した。	記録なし
1964年12月11日 昭和39年	秋田県沖	40° 26'	139° 00'	6.3	-1	・八郎潟干拓堤防約1kmが20cm沈下、亀裂2。津波は深浦で全振幅10cm。 (宇佐美ほか(2013))	記録なし
1971年9月6日 昭和46年	樺太南西沖	46.67	141.38	6.9	-1	・震度は稚内3、北見枝幸2、網走・根室1であったが、樺太全域で有感。震央付近では気象庁震度で5~6で地震による被害があったと思われる(詳細不明)。日本において津波は稚内で最も大きく、検潮記録による津波の波高は64cm。(渡辺(1998))	記録なし
1983年5月26日 昭和58年	秋田・青森県沖 「日本海中部地震」	40° 21.6'	139° 04.7'	7.7	3	・被害は秋田県で最も多く、青森・北海道がこれに次ぐ。日本全体で死104(うち津波によるもの100)、傷163(同104)、建物全壊934、半壊2115、流失52、一部破損3258、船沈没255、流失451、破損1187。津波は早い所では津波警報発令以前に沿岸に到達した。石川・京都・鳥根など遠方の府県にも津波による被害が発生した。	岩内:0.6、1.21 泊:1.29、1.39
1993年2月7日 平成5年	能登半島沖	37° 39.4'	137° 17.8'	6.6	-0.5	・被害は珠洲市を中心に発生した。火災は130km離れた金沢市で1件発生したという統計もある。輪島に小津波(最大波高26cm)あり、小木港にも小津波があった。住家・非住家の被害には地盤沈下によるものも約20件くらいあった。(宇佐美ほか(2013))	記録なし
1993年7月12日 平成5年	北海道南西沖 「北海道南西沖地震」	42° 46.9'	139° 10.8'	7.8	3	・地震に加えて津波による被害が大きく、死202、不明28、傷323。特に地震後間もなく津波に襲われた奥尻島の被害は甚大で、島南端の青苗地区は火災もあって壊滅状態。夜10時すぎの間のなかで多くの人命、家屋等が失われた。津波の高さは青苗の市街地で10mを越えたところがある。 ・津波は日本海沿岸の各地に達した。船の転覆沈没は新潟県で24、石川県24、鳥根県70隻で鳥根では床下浸水50世帯を出した。(宇佐美ほか(2013))	岩内:2.27~3.56 泊:2.62、3.04
2007年3月25日 平成19年	能登地方 「能登半島地震」	37° 13.2'	136° 41.2'	6.9	-1	・海陸境界域の横ずれ成分を含む逆断層型地殻内地震。死1、傷356、住家全壊686、半壊1740(2009年1月現在)。最大震度6強(石川県3市町)、珠洲と金沢で0.2mの津波。	記録なし
2007年7月16日 平成19年	柏崎沖 「新潟県中越沖地震」	37° 33.4'	138° 36.6'	6.8	-1	・新潟県沿岸海域の逆断層型地殻内地震(深さ17km)。2004年中越地震に近いが余震活動は不活発。震源域内の原子力発電所が被災した初めての例。死15、傷2346、住家全壊1331、半壊5710。最大震度6強(新潟県3市村、長野県1町)、地盤変状・液化なども目立った。日本海沿岸で最大35cm(柏崎)の津波。	記録なし

※1: 渡辺(1998)、羽鳥(1984)、及び宇佐美ほか(2013)を参照。

※2: 宇佐美ほか(2013)を参照。

※3: 宇佐美ほか(2013)を参照。但し、< >は羽鳥(1984)、( )は羽鳥(1996)の値。

各文献で値が異なる場合は、最も大きな値を記載。

津波規模mについて、羽鳥(1986)は下式で表し、規模階級は0.5間隔で区分できるとした。

$$m = 2.7 \log H + 2.7 \log \Delta - 4.3 \quad (\text{単位} H: \text{m}, \Delta: \text{km})$$

H: 津波の高さ、Δ: 距離(震央から観測点までの海洋上の最短距離)

また各津波規模の概況について、宇佐美ほか(2013)は、右表のように示した。

※4: 地震・津波の概要に出典の記載がないものは国立天文台編(2016)による。

※5: 東北大学・原子力規制庁(2014)を参照。信頼度Aの値を記載。

津波規模 m <sup>※3</sup>	概況 <sup>※3</sup>
-1	波高50cm以下、無被害。
0	波高1m前後で、ごくわずかの被害がある。
1	波高2m前後で、海岸の家屋を損傷し船艇をさらう程度。
2	波高4~6mで、家屋や人命の損失がある。
3	波高10~20mで、400km以上の海岸線に顕著な被害がある。
4	最大波高30m以上で、500km以上の海岸線に顕著な被害がある。

余白

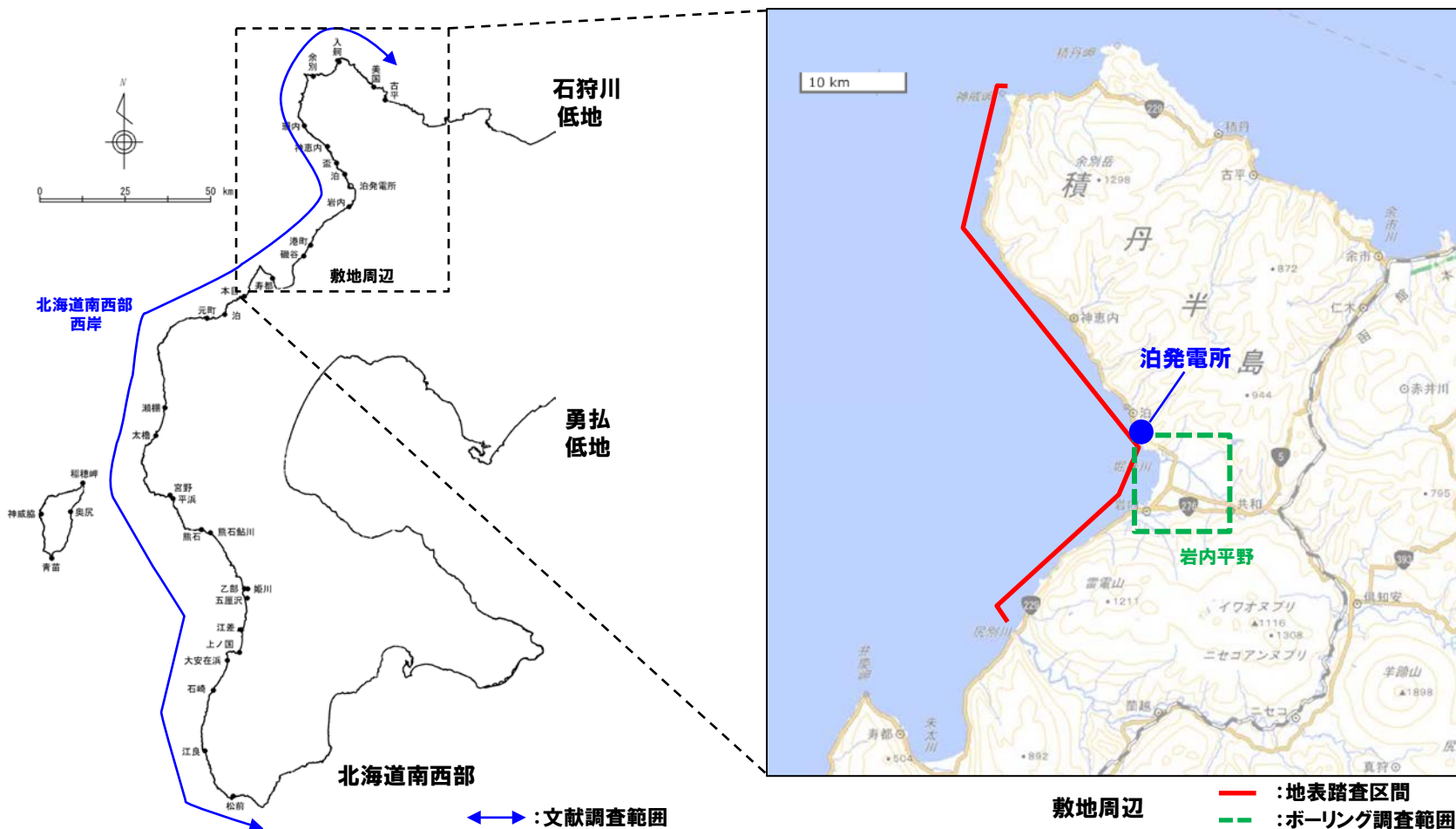
# 2. 2 津波堆積物調査

- 1. 計算条件 ..... 3
- 2. 既往津波の検討 ..... 25
  - 2. 1 既往津波の文献調査 ..... 26
  - 2. 2 津波堆積物調査 ..... 29**
  - 2. 3 既往津波の再現解析 ..... 82
- 3. 地震に伴う津波
  - 3. 1 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波
  - 3. 2 海域活断層に想定される地震に伴う津波
- 4. 地震以外の要因に伴う津波 ..... 85
  - 4. 1 火山による山体崩壊に伴う津波 ..... 86
  - 4. 2 海底地すべりに伴う津波 ..... 132
  - 4. 3 陸上の斜面崩壊(陸上地すべり)に伴う津波 ..... 154
  - 4. 4 陸上の斜面崩壊(岩盤崩壊)に伴う津波 ..... 267
- 5. 地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ ..... 313
  - 5. 1 解析実施ケース一覧 ..... 314
  - 5. 2 ピークが重なる波源の組合せ評価 ..... 319
  - 5. 3 水位が高い波源の組合せ評価 ..... 347
  - 5. 4 「貯留堰を下回る時間」の最大ケースの妥当性確認 ..... 377
  - 5. 5 茶津入構トンネル及びアクセスルートトンネル設置に伴う基準津波への影響評価 ..... 380
- 6. 基準津波策定
- 7. 行政機関による津波評価 ..... 400
  - 7. 1 国の検討会モデルによる検討 ..... 401
  - 7. 2 地方自治体モデルによる検討 ..... 403
- 8. 超過確率の参照
- 9. 基準津波による安全性評価
- 参考文献 ..... 412

# 2.2 津波堆積物調査

## 津波堆積物調査及び検討範囲

- 津波堆積物の文献調査調査範囲は、泊発電所の敷地周辺に最も影響を与えた「1993年北海道南西沖地震津波」において津波痕跡高が大きい積丹半島以南の日本海沿岸を対象とした。
- 小嶋ほか(2003)では、当該地域を北海道南西部と大区分していることから北海道南西部西岸と呼称した。
- 津波堆積物の地表地質踏査範囲は、泊発電所の敷地周辺として、泊発電所から約30km圏内である神威岬から尻別川河口の沿岸部を対象とした。
- 特に敷地近傍の岩内平野では北海道(2013)の調査地点を補完する位置で、かつ津波堆積物が保存されている可能性が高い砂丘や湿地に着目して対象範囲とした。



## 2.2 津波堆積物調査

### 文献調査結果(せたな町平浜)(1/3)

#### 【調査概要】

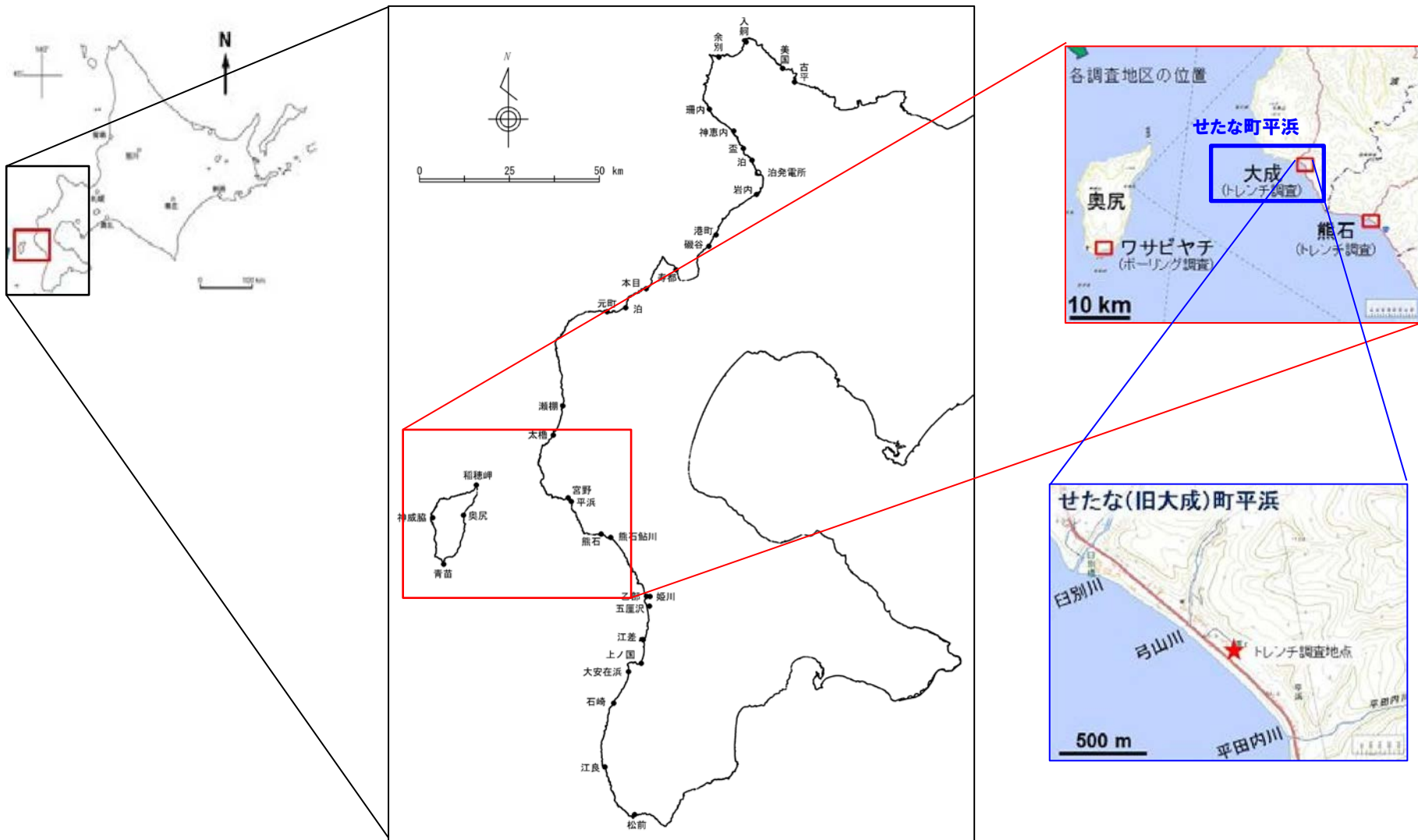
- 文献番号:IV:東大地震研(2017):平成29年度「日本海地震・津波調査プロジェクト」成果報告書
- 調査方法:トレンチ調査(3カ所)

#### 【調査結果】

- イベント堆積物 :Th-1~Th-3
- 津波堆積物 :Th-1~Th-3
- 年代 :Th-1(1741年), Th-2(12世紀), Th-3(2,500年前頃)
- 標高 :Th-1(約4.0m), Th-2(約3.5m), Th-3(約4.8m)
- 津波堆積物・年代の根拠は、以下のとおりである。
  - Th-2イベントやTh-3イベントを示す礫は、礫の形状の特徴からあきらかに海浜起源であり、礫の配列から求めた礫の供給方向も海浜方向であるとされている。
  - また、Th-2の礫を含む地層は後浜の環境から安定した地表に変化した層相であり、海浜環境ではなく、離水した環境に当時の海浜礫が運搬されたものであるとされている。
  - Th-1イベントは1741年の渡島大島の崩壊起源の津波、礫を多く含むTh-2イベントは、12世紀の津波による堆積物であると推定できるとされている。
  - Th-3イベントの砂層は、地層から採取した試料の年代では約2,000~2,200年前を示すが、これまでの檜山・奥尻地域における津波堆積物との対比を考慮すると約2,500年前の津波イベントに対比できる可能性が高いとされている。

# 2.2 津波堆積物調査

## 文献調査結果(せたな町平浜) (2/3)



調査位置  
(東大地震研(2017)に一部加筆)



# 2.2 津波堆積物調査

## 文献調査結果(せたな町平浜) (3/3)

せたな町(旧大成町)・平浜トレンチ



図3 せたな町平浜地区でのトレンチ掘削地点の地形と掘削位置

トレンチ位置  
(東大地震研(2017)より)

トレンチ断面(HIM-1)



図4 せたな町平浜地区でのトレンチ1 (HIM-1) の層相  
トレンチ断面図(HIM-1)  
(東大地震研(2017)より)

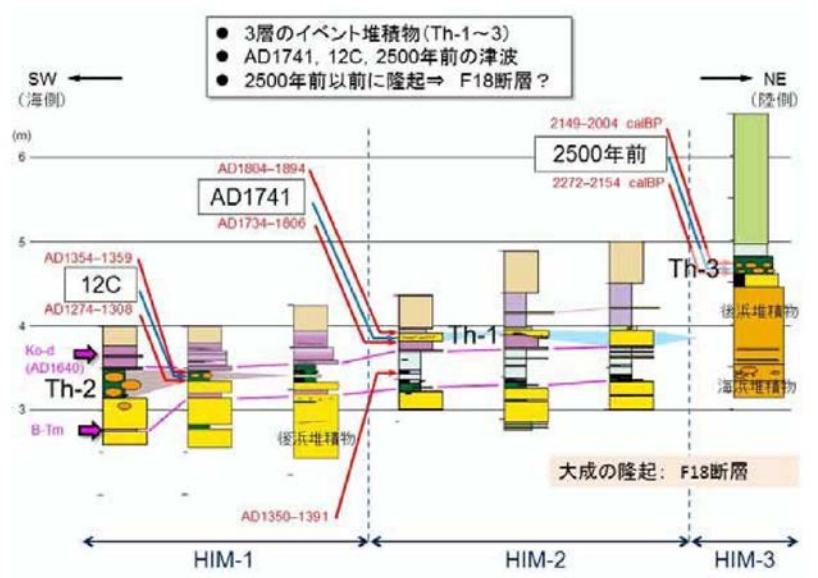


図5 せたな町平浜地区でのトレンチ1~3 (HIM-1~3) の層相対比とイベント堆積物  
柱状図  
(東大地震研(2017)より)

## 2.2 津波堆積物調査

### 文献調査結果(八雲町熊石鮎川)(1/3)

#### 【調査概要】

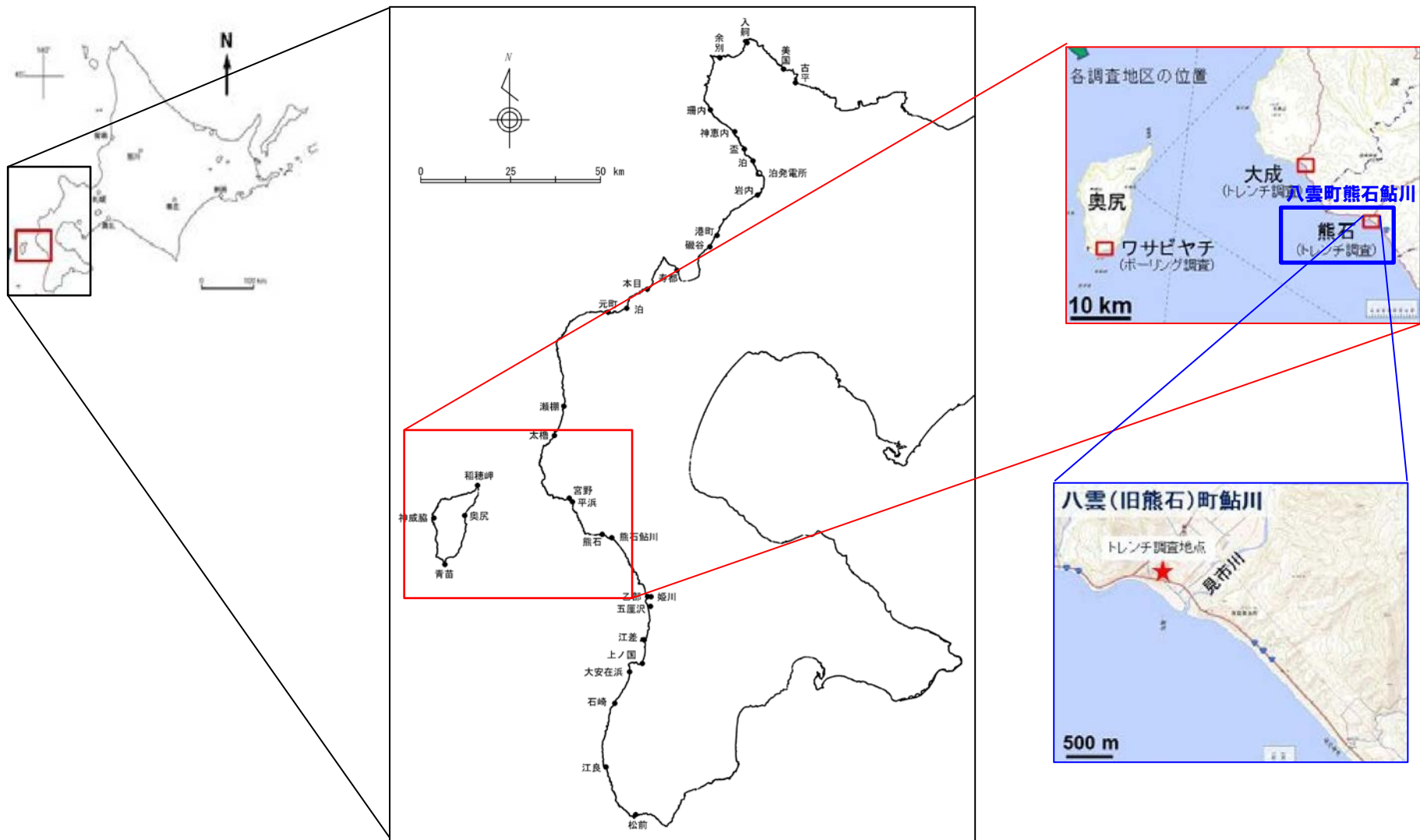
- 文献番号:IV:東大地震研(2017):平成29年度「日本海地震・津波調査プロジェクト」成果報告書
- 調査方法:トレンチ調査(8ヶ所)

#### 【調査結果】

- イベント堆積物:Ku-1・Ku-2
- 津波堆積物:Ku-2
- 年代:Ku-2(1741年)
- 標高:Ku-2(約2.4m~約2.7m)
- 津波堆積物・年代の根拠は、以下のとおりである。
  - 氾濫原環境を示すシルト層に挟在する粗粒砂層(Ku-1イベント)は、層相から河川起源の砂層である可能性が高いとされている。
  - Ku-2の浸食面を伴うイベント砂層は、構成する砂層ユニットの古流向から判断すると見市川河口からの遡上と戻り流れの方向を示し、河口から遡上したイベント砂層であることを示唆するとされている。
  - トレンチ断面から採取した試料の年代とこれまでの檜山・奥尻地域における津波堆積物の年代から推定すると、1741年の渡島大島の崩壊起源の津波による堆積物であると推定できるとされている。

# 2.2 津波堆積物調査

## 文献調査結果(八雲町熊石鮎川)(2/3)



調査位置  
(東大地震研(2017)に一部加筆)

# 2.2 津波堆積物調査

## 文献調査結果 (八雲町熊石鮎川) (3/3)

八雲町(旧熊石町)・鮎川トレンチ

トレンチ断面 (AYU-3)

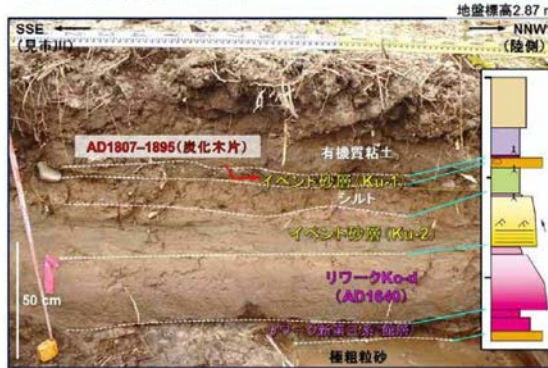


図6 八雲町鮎川地区でのトレンチ掘削地点の地形と掘削位置

図7 八雲町鮎川地区でのトレンチ3 (AYU-3) の層相

トレンチ位置 (東大地震研 (2017) より)

トレンチ断面 (東大地震研 (2017) より)

### Ku-2イベント



- 古流向(押し引きの流れ)
  - 層相(内部侵食面や、重鉱物を多く含む)
  - 形成年代(Ko-d上位)
- ⇒1741津波堆積物



図9 八雲町鮎川地区での Ku-2 イベント堆積物の古流向とイベント対比

トレンチ位置 (東大地震研 (2017) より)

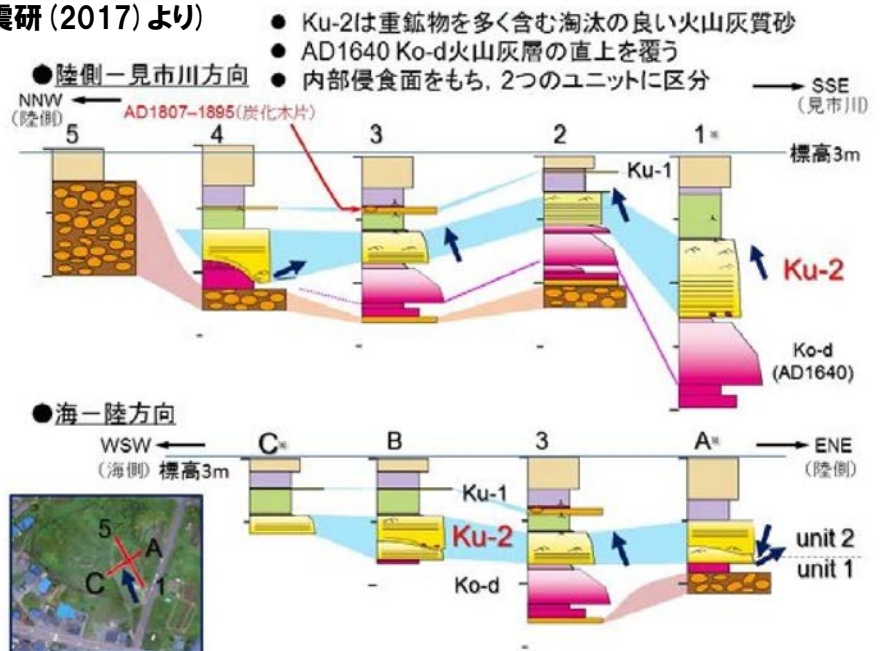


図8 八雲町鮎川地区でのトレンチ1~5、A~C (AYU-1~5、A~C) の層相対比とイベント堆積物

柱状図 (東大地震研 (2017) より)

## 2.2 津波堆積物調査

### 文献調査結果(乙部町姫川)(1/3)

#### 【調査概要】

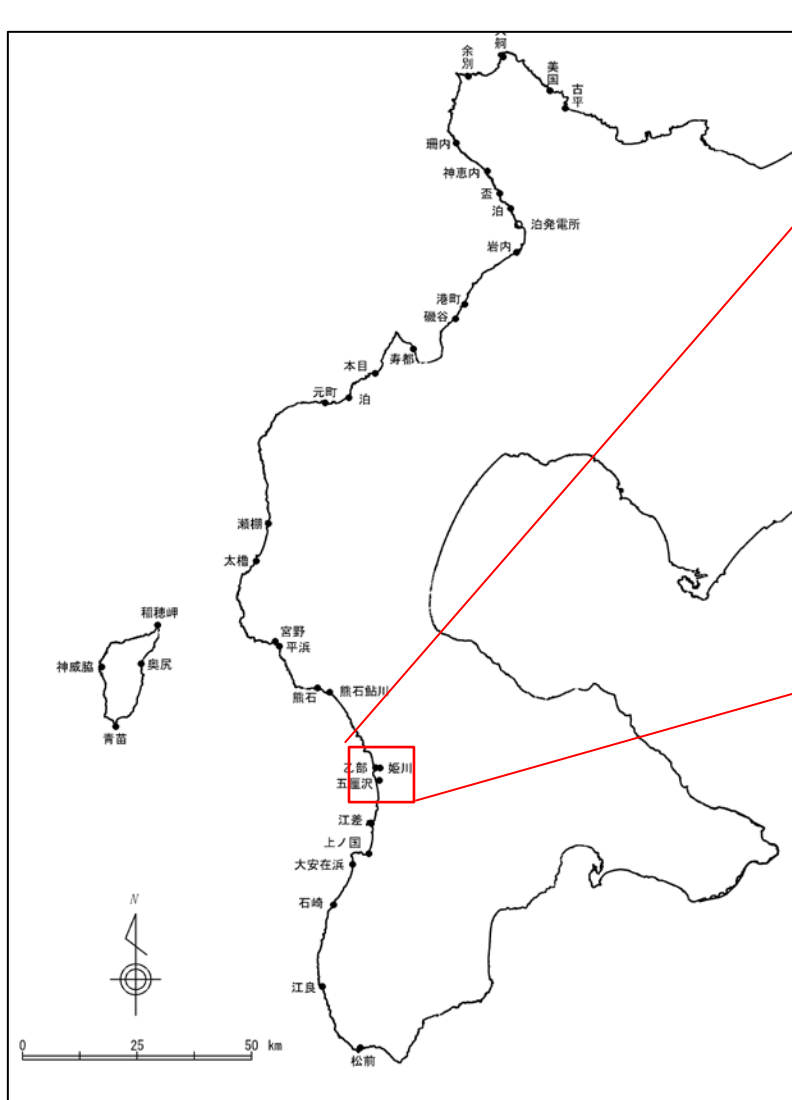
- 文献番号: I : 川上ほか(2015): 北海道の日本海・オホーツク海沿岸における津波履歴: 重点研究「北海道の津波災害履歴の研究-未解明地域を中心に-」成果報告書
- II : Kawakami et al. (2017b): Stratigraphic record tsunami along the Japan Sea, southwest Hokkaido, northern Japan
- 調査方法: 露頭観察(6ヶ所), ハンディジオスライサー調査(2ヶ所)

#### 【調査結果】

- イベント堆積物: Oh-1・Oh-2
- 津波堆積物: Oh-1・Oh-2
- 年代: Oh-1(1741年), Oh-2(13世紀頃)
- 標高: Oh-1(1.95m~2.4m), Oh-2(約1.0m)
- 津波堆積物・年代の根拠は、以下のとおりである。
  - Ko-dテフラの上位に1層(Oh-1), Ko-dテフラより下位に1層(Oh-2)のイベント砂層を認定したとされている。
  - 上下の泥炭~泥炭質粘土層には他に明瞭な砂層が挟まれないこと、基底に含まれる細礫~極粗粒砂が良く円磨されていること、Ko-dテフラとの関係から、イベント砂層Oh-1は洪水起源ではなく1741年の津波堆積物と推定したとされている。
  - OTB-7において、B-TmテフラとKo-dテフラの間に、奥尻島や江差町五厘沢で認定した13世紀頃のイベントに対応する堆積物は認められないが、高EC・低pHの幅の広いピークは、奥尻島や江差町五厘沢で13世紀頃と推定された津波イベントの層準を含む。砂層などは認められないことから、堆積物を伴わない海水の侵入の痕跡である可能性もあるとされている。
  - 一方、OTB-4のイベント砂層Oh-2は、C14年代値から奥尻島や江差町五厘沢で認定した13世紀頃のイベント砂層に対比される可能性があるが現時点では詳細は不明であるとされている。

# 2.2 津波堆積物調査

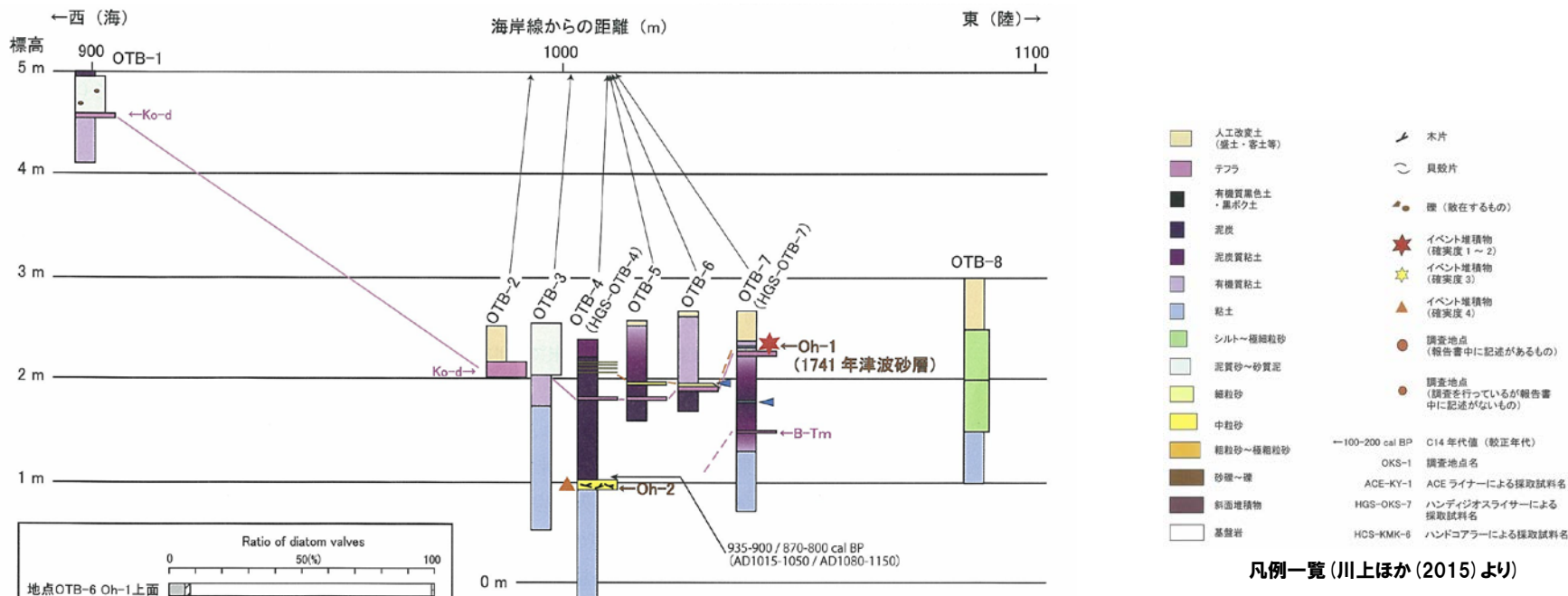
## 文献調査結果(乙部町姫川)(2/3)



調査位置  
(川上ほか(2015)に一部加筆)

# 2.2 津波堆積物調査

## 文献調査結果(乙部町姫川)(3/3)



乙部町姫川の氾濫原における調査地点と調査結果 (川上ほか(2015)より)

## 2.2 津波堆積物調査

### 文献調査結果(江差町五厘沢)(1/5)

#### 【調査概要】

- 文献番号: I : 川上ほか(2015): 北海道の日本海・オホーツク海沿岸における津波履歴: 重点研究「北海道の津波災害履歴の研究-未解明地域を中心に-」成果報告書
- 調査方法: ハンドコアラー・ハンディジオスライサー調査(7ヶ所)

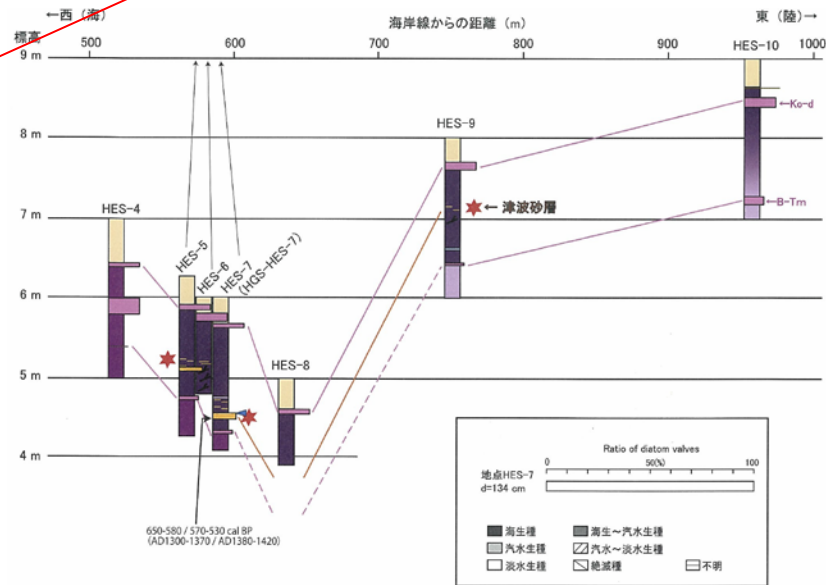
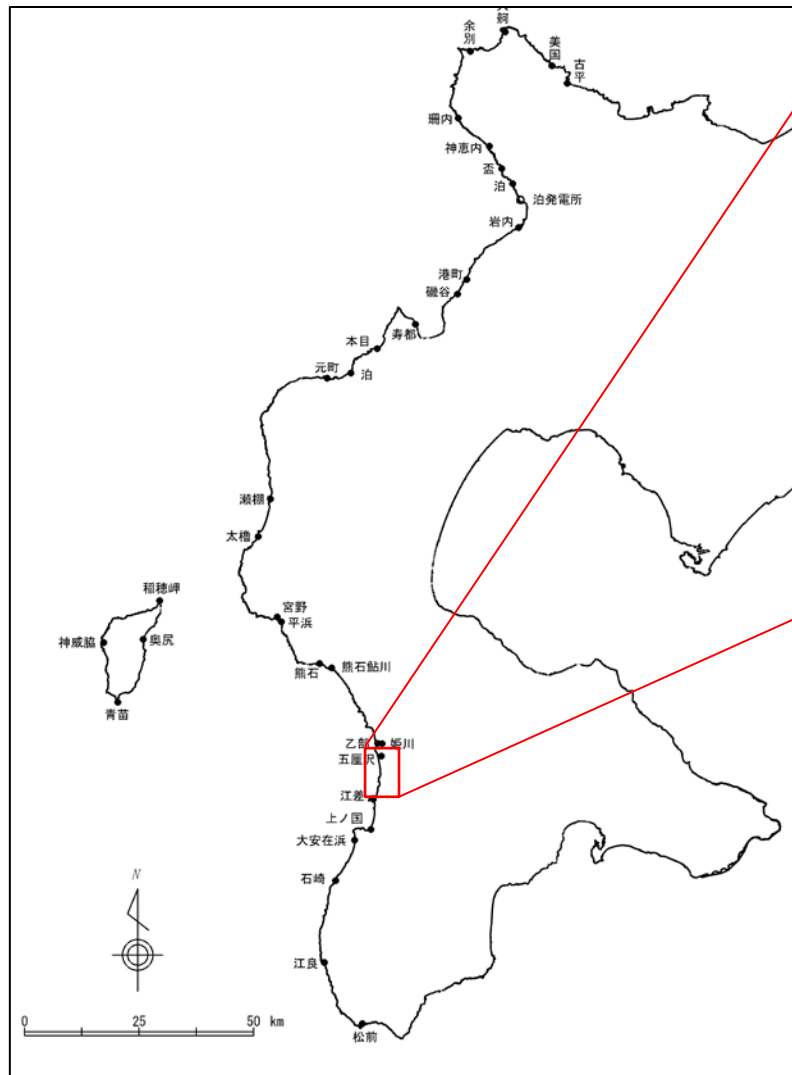
#### 【調査結果】

- イベント堆積物: 14~15世紀頃・年代不詳
- 津波堆積物 : 14~15世紀頃・年代不詳
- 年代 : 14~15世紀頃・年代不詳
- 標高 : 14~15世紀頃(4.8m~7.1m), 年代不詳(5m)
- 津波堆積物・年代の根拠は、以下のとおりである。
  - Ko-dテフラより下位, B-Tmテフラより上位の層準において、泥炭層中に粗粒砂層が挟在するのを複数地点で確認したとされている。
  - 砂粒子はよく円磨され淘汰がよく、また前後に他の砂層や粘土層がまったく認められないことから、河川の洪水起源はなく海浜由来のイベント砂層と認定したとされている。
  - 本砂層は、海浜砂と類似する組成、現海岸線から700mを超える分布、及び奥尻島の津波堆積物との同時性(イベントの広域性)などから、津波起源であると判断され、<sup>14</sup>C法年代測定値から14~15世紀頃のものとして推定される津波堆積物とされているとされている。



# 2.2 津波堆積物調査

## 文献調査結果(江差町五厘沢)(2/5)



調査位置  
(川上ほか(2015)に一部加筆)

## 2.2 津波堆積物調査

### 文献調査結果(江差町五厘沢)(3/5)

#### 【調査概要】

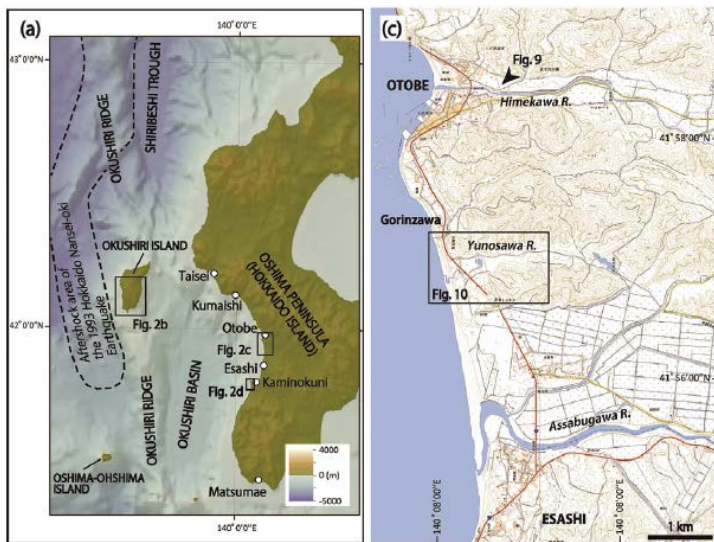
- 文献番号: II : Kawakami et al. (2017b) : Stratigraphic record tsunami along the Japan Sea, southwest Hokkaido, northern Japan
- 調査方法: ハンディジオスライサー調査(15ヶ所)

#### 【調査結果】

- イベント堆積物 : Ey-1, Ey-2
- 津波堆積物 : Ey-1, Ey-2
- 年代 : Ey-1 (1741年), Ey-2 (12世紀)
- 標高 : Ey-1 (約5.5m~約6.5m), Ey-2 (約4.8m~約6.2m)
- 津波堆積物・年代の根拠は、以下のとおりである。
  - 泥炭層中に、2層の砂層(Ey-1(上位)及びEy-2(下位))が認められるとされている。
  - Ey-1は、Ko-dテフラの上位にある淘汰の良い中粒~粗粒砂で、Ey-2はKo-dとB-Tmテフラの間に認められるよく円磨された粗粒砂からなるとされている。
  - Ey-1及びEy-2は現在の沿岸砂と特徴が類似しており、陸側へ長距離輸送されていることから、津波による可能性が高いとされている。
  - Ey-1は、Ko-dテフラの上位に位置することから、1741年津波により堆積したものと考えられるとされている。
  - Ey-2は、直下の泥炭の<sup>14</sup>C法年代測定値が14~15世紀を示すが、奥尻島や乙部町姫川で確認された津波堆積物(13~15世紀・13世紀頃・11~13C頃)と同時期に堆積したものであるとされている。

# 2.2 津波堆積物調査

## 文献調査結果 (江差町五厘沢) (4/5)



調査位置  
(Kawakami et al. (2017b) より)

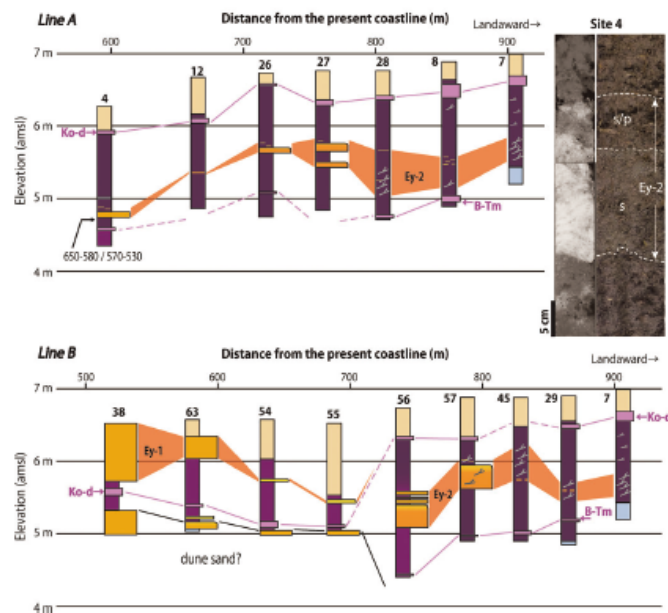
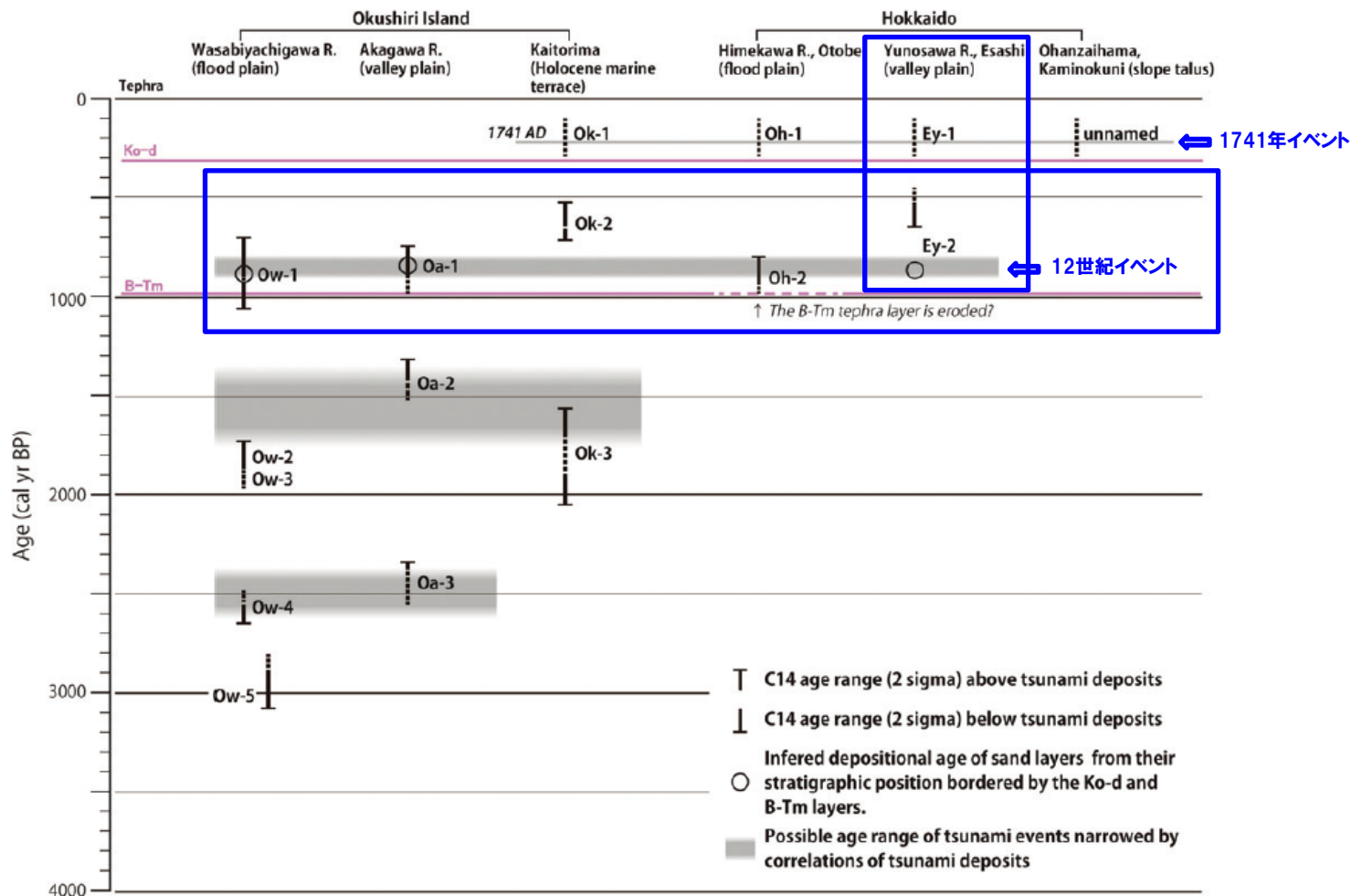


FIGURE 10 Trace of tsunami sand beds in a valley plain of the Yunosawa River, Gorinzawa, Esashi. At the inland sites, Ey-2 is predominated by wood fragments interpreted as rafted debris. Photo and soft-x-ray radiograph show Ey-2 at Site 4 (s, sandy part; s/p, sand-peat mixture part). See Figure 4 for legend of the column and Figure 6 for chronostratigraphic correlation with the tsunami deposits at other sites. Inundation limit of the 1993 tsunami is inferred from aerial photos taken by the GSI just after the disaster

調査位置及び柱状図  
(Kawakami et al. (2017b) より)

# 2.2 津波堆積物調査

## 文献調査結果 (江差町五厘沢) (5/5)



北海道南西部の日本海岸沿岸における津波堆積物の層序と年代 (Kawakami et al. (2017b) に一部加筆)

## 2.2 津波堆積物調査

### 文献調査結果(上ノ国町大安在浜)(1/6)

#### 【調査概要】

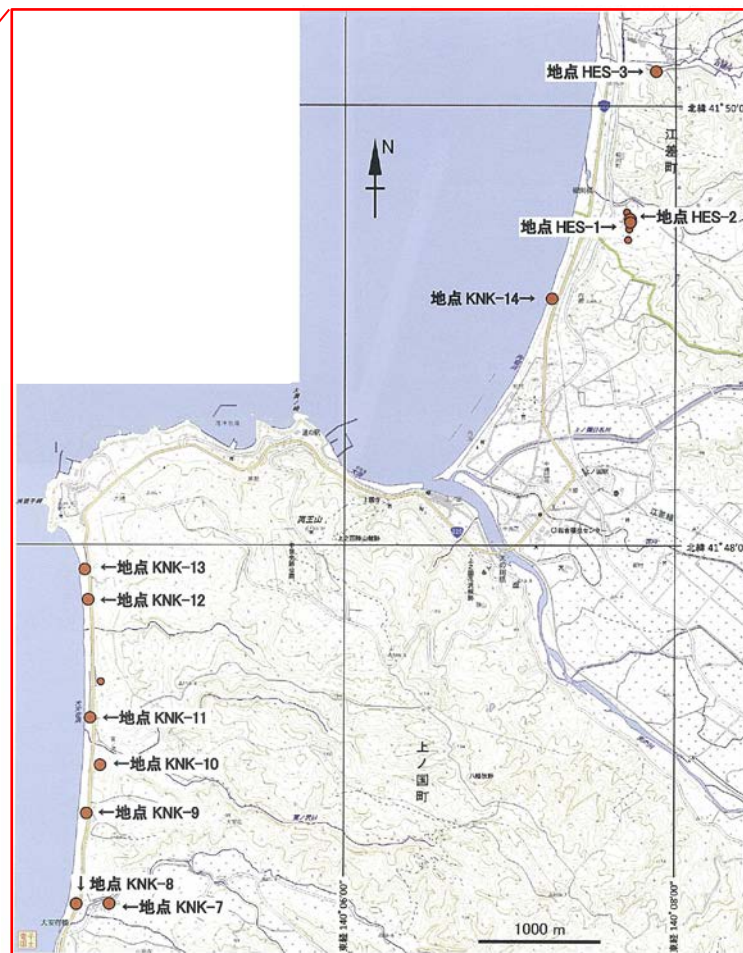
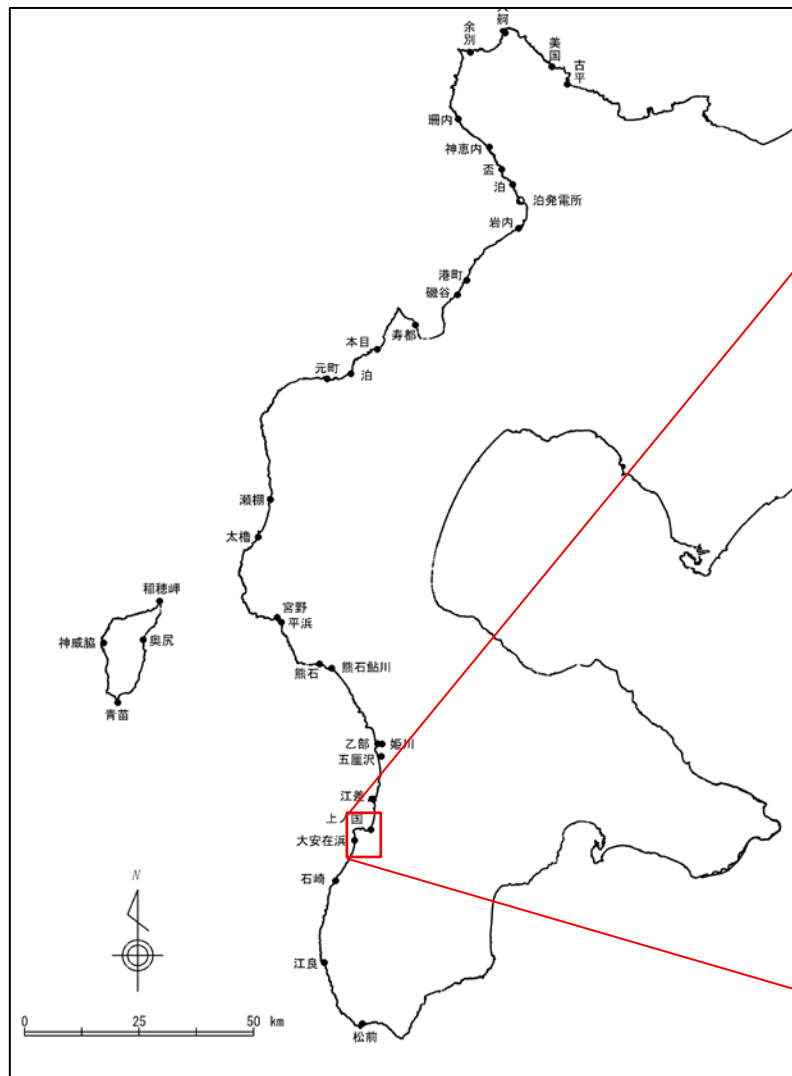
- 文献番号: I : 川上ほか(2015): 北海道の日本海・オホーツク海沿岸における津波履歴: 重点研究「北海道の津波災害履歴の研究-未解明地域を中心に-」成果報告書
- 調査方法: 露頭観察(7ヶ所)

#### 【調査結果】

- イベント堆積物: 1741年・年代不詳
- 津波堆積物 : 1741年・年代不詳
- 年代 : 1741年・年代不詳
- 標高 : 1741年(6.88m), 年代不詳(5.1m~8.5m)
- 津波堆積物・年代の根拠は、以下のとおりである。
  - 地点KNK-13では、前後の層準と比較してかなりオーバーサイズである円磨された大礫(大きいもので長径10cm程度)が、Ko-dテフラの直上に配列するとされている。
  - この礫は、1741年の津波による打ち上げ礫の可能性があるとされている。

# 2.2 津波堆積物調査

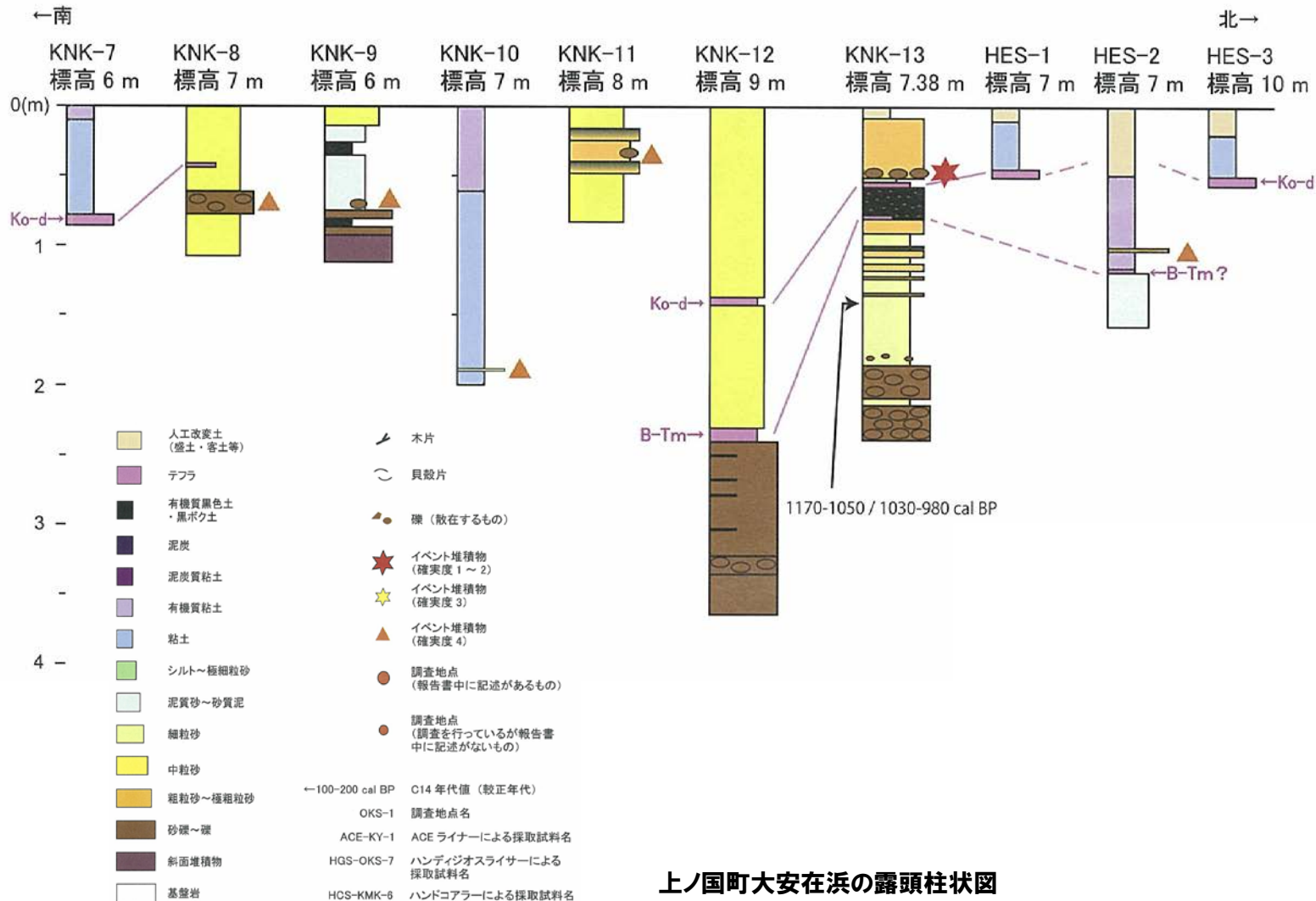
## 文献調査結果(上ノ国町大安在浜)(2/6)



上ノ国町大安在浜の調査位置  
(川上ほか(2015)に一部加筆)

# 2.2 津波堆積物調査

## 文献調査結果(上ノ国町大安在浜)(3/6)



上ノ国町大安在浜の露頭柱状図  
(川上ほか(2015)より)

## 2.2 津波堆積物調査

### 文献調査結果(上ノ国町大安在浜)(4/6)

#### 【調査概要】

- 文献番号: II : Kawakami et al. (2017b) : Stratigraphic record tsunami along the Japan Sea, southwest Hokkaido, northern Japan
- 調査方法: 露頭観察(1ヶ所)

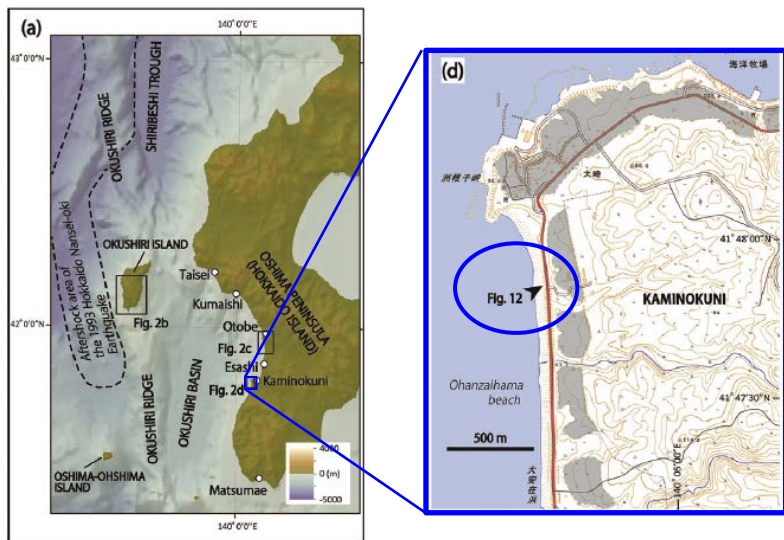
#### 【調査結果】

- イベント堆積物: 12世紀頃・1741年
- 津波堆積物 : 12世紀頃・1741年
- 年代 : 12世紀頃・1741年
- 標高 : 12世紀頃(6.4m~6.9mの間), 1741年(約6.9m)
- 津波堆積物・年代の根拠は、以下のとおりである。
  - Ko-dテフラ(海拔6.9m)の直上に円磨された大礫を含む礫層があり, Ko-dテフラとB-Tmテフラ(海拔6.4m)の間にも同様なレンズ状の中礫砂層が認められるとされている。
  - Ko-dテフラ直上の礫層は, 層相から津波堆積物と判断しており, 歴史記録による1741年の津波高さ(7~10m)と礫層の標高が一致しているとされている。
  - 下位の中礫砂層は, 同一露頭の上位で認定した津波堆積物と同様の特徴を有することから, 津波堆積物と判断しており, 層位から, 奥尻島, 桧山地方南部西海岸で確認されてる12世紀の津波堆積物に対比される可能性があるとしてされている。



# 2.2 津波堆積物調査

## 文献調査結果(上ノ国町大安在浜)(5/6)



露頭調査位置  
(Kawakami et al. (2017b) に一部加筆)



Fig.12 上ノ国町大安在浜の崖錐中の礫質津波堆積物  
(Kawakami et al. (2017b) より)

# 2.2 津波堆積物調査

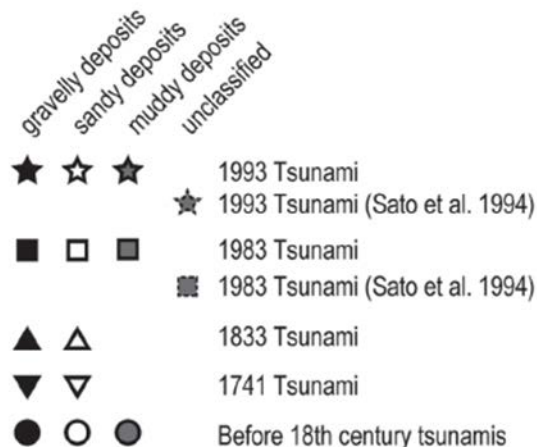
## 文献調査結果(上ノ国町大安在浜)(6/6)

### 【調査概要】

- 文献番号: III:川上ほか(2017a):日本海東縁の津波とイベント堆積物
- 調査方法:既往調査IIの引用

### 【調査結果】

- イベント堆積物:1741年
- 津波堆積物 :1741年
- 年代 :1741年
- 標高 :1741年(7m)
- 津波堆積物・年代の根拠は、以下のとおりである。
  - 1741年の津波によると推定される礫質イベントの堆積物が崖錐堆積物中(駒ヶ岳d火山灰層の直上, 標高7mの位置)に認定されている。



調査位置図  
(川上ほか(2017a)に一部加筆)

## 2.2 津波堆積物調査

### 文献調査結果 (奥尻町神威脇～青苗岬) (1/2)

#### 【調査概要】

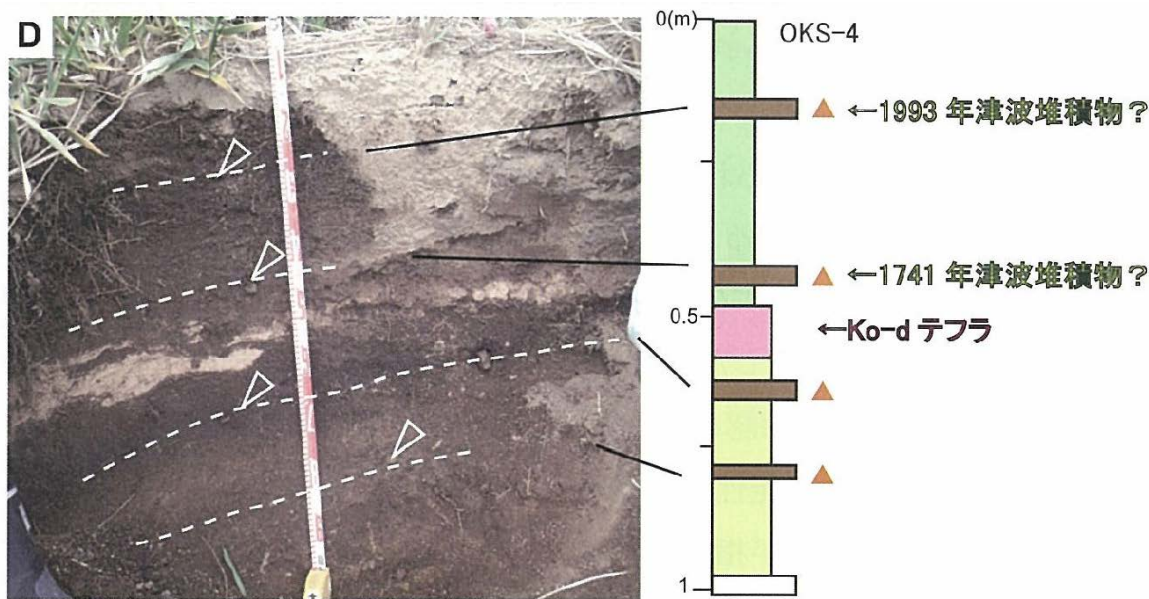
- 文献番号: I : 川上ほか (2015) : 北海道の日本海・オホーツク海沿岸における津波履歴 : 重点研究「北海道の津波災害履歴の研究-未解明地域を中心に-」成果報告書
- 調査方法: 露頭観察 (1ヶ所)

#### 【調査結果】

- イベント堆積物 : 1741年・1993年
- 津波堆積物 : 1741年・1993年
- 年代 : 1741年・1993年
- 標高 : 1741年 (約9.3m), 1993年 (約9.6m)
- 津波堆積物・年代の根拠は、以下のとおりである。
  - 海成段丘に生じた地すべり性凹地 (標高9.7m) に泥質砂・砂質泥が堆積し, Ko-dテフラ, 及び円礫・角礫を混じえるイベント層を挟むとされている。
  - Ko-dテフラ直上のものは直径3cmほどの円礫を伴い, 1741年津波堆積物の可能性が考えられるとされている。
  - また地表面に近いものは亜円礫を含んでおり, 1993年の津波による可能性が指摘されているとされている。

# 2.2 津波堆積物調査

## 文献調査結果 (奥尻町神威脇～青苗岬) (2/2)



調査位置及び露頭柱状図 (川上ほか (2015) より)

## 2.2 津波堆積物調査

### 文献調査結果(奥尻町青苗岬～奥尻)(1/2)

#### 【調査概要】

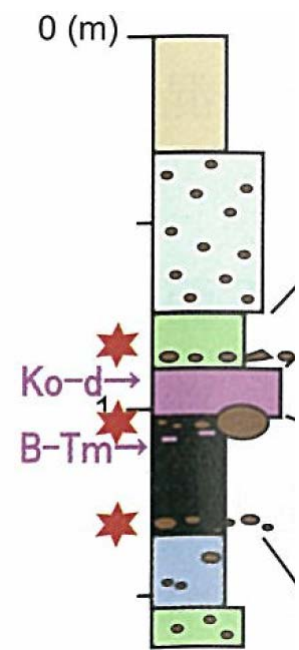
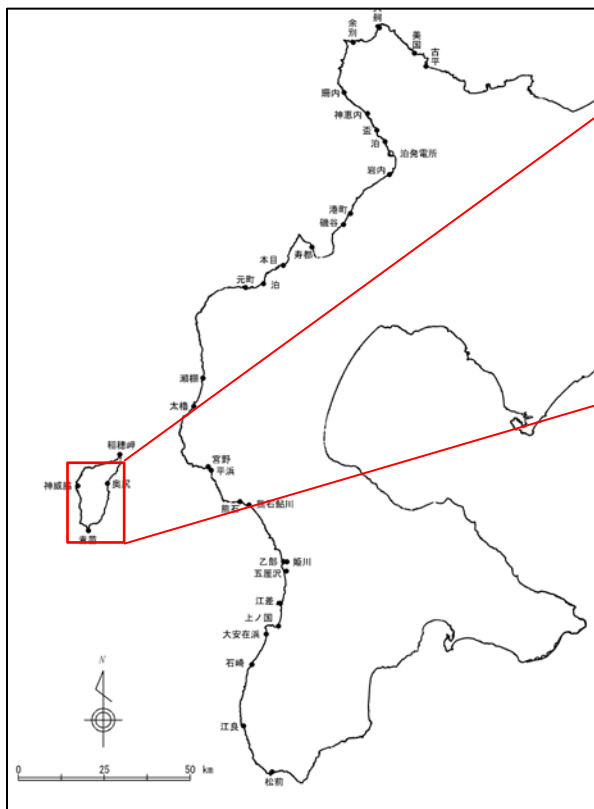
- 文献番号: 1 : 川上ほか(2015): 北海道の日本海・オホーツク海沿岸における津波履歴: 重点研究「北海道の津波災害履歴の研究-未解明地域を中心に-」成果報告書
- 調査方法: 露頭観察(1ヶ所)

#### 【調査結果】

- イベント堆積物: 0k-1～0k-3
- 津波堆積物 : 0k-1～0k-3
- 年代 : 0k-1(1741年), 0k-2(13～15世紀), 0k-3(紀元前100年～4世紀)
- 標高 : 0k-1(約7.3m), 0k-2(約7.1m), 0k-3(約6.9m)
- 津波堆積物・年代の根拠は、以下のとおりである。
  - イベント堆積物と認定したのは、完全にリス以後の堆積物と考えられる黒ボク質土壌層の下面(0k-3)及び上面付近(0k-2), ならびにKo-dテフラ直上の砂質シルト層に挟まれる礫・砂(0k-1)の3層であるとされている。
  - 各イベント堆積物は、少なくとも斜面崩壊を示唆するような乱雑・不淘汰な堆積物を伴わないこと、0k-2の人頭大の巨円礫表面に基質の付着がないことから、現世の海浜礫、若しくは、下位の段丘礫が、津波の際に限って打ち上げられた可能性が高いと考えたとされている。
  - Ko-dテフラ直上の0k-1は1741年の津波堆積物であると判断されるとされている。
  - 0k-2及び0k-3の堆積年代を得るため、上下の土壌層の<sup>14</sup>C法年代測定を行った結果、0k-2が13～15世紀、0k-3が紀元前100年～4世紀となったとされている。

# 2.2 津波堆積物調査

## 文献調査結果(奥尻町青苗岬～奥尻)(2/2)



露頭柱状図 (川上ほか(2015)より)

調査位置及び露頭状況 (川上ほか(2015)より)

## 2.2 津波堆積物調査

### 文献調査結果(奥尻町奥尻～稲穂岬)(1/4)

#### 【調査概要】

- 文献番号: I : 川上ほか(2015): 北海道の日本海・オホーツク海沿岸における津波履歴: 重点研究「北海道の津波災害履歴の研究-未解明地域を中心に-」成果報告書
- 調査方法: ピット調査(2ヶ所), ハンドコアラー・ハンディジオスライサー調査(7ヶ所)

#### 【調査結果(ワサビヤチ川)】

- イベント堆積物: Ow-1～Ow-10(10層)
- 津波堆積物: Ow-1～Ow-6(6層)
- 年代: Ow-1(11～13C頃), Ow-2(1～3C紀頃), Ow-3(2000年前頃), Ow-4(2500年前頃), Ow-5(3000年前頃), Ow-6(3100年前頃)
- 標高: Ow-1(約4.3m～約4.7m), Ow-2(約4.1m～約4.3m), Ow-3(約4.2m), Ow-4(約3.6m～約4.1m), Ow-5(約3.2m～約3.7m), Ow-6(約3.0m～約3.6m)
- 津波堆積物・年代の根拠は、以下のとおりである。
  - イベント砂層は深度2mまで(標高3m以上)の泥炭層中に5層が認められ、それより深いところでは有機質粘土～粘土層及び泥炭層と互層するイベント砂層が5層挟在し、合計10層を確認した(これらを、上から順にOw-1～Ow-10とする。)とされている。
  - イベント砂層は、現海岸線から400m以上離れた河川の氾濫原に堆積しており、とくにOw-1～Ow-6は泥炭層中に挟まれることから津波堆積物の可能性が高いとされている。
  - Ow-1～Ow-6は、①～④のいずれかの複数の特徴を合わせもつことから、津波起源と考えてほぼ間違いないと判断したとされている。
    - ①陸側への薄層化・細粒化
    - ②砂層下部で陸側、上部で海側を示す古流向
    - ③モード組成(河床砂に含まれない花崗閃緑岩期限の碎屑物の存在)
    - ④河口～ごく浅海域を示唆する渦鞭毛藻の産出等
  - 下位のOw-7～Ow-10は粘土層に挟まれており、河川の洪水起源である可能性がOw-1～6と比べてはるかに高いとされている。





## 2.2 津波堆積物調査

### 文献調査結果(奥尻町奥尻～稲穂岬)(3/4)

#### 【調査概要】

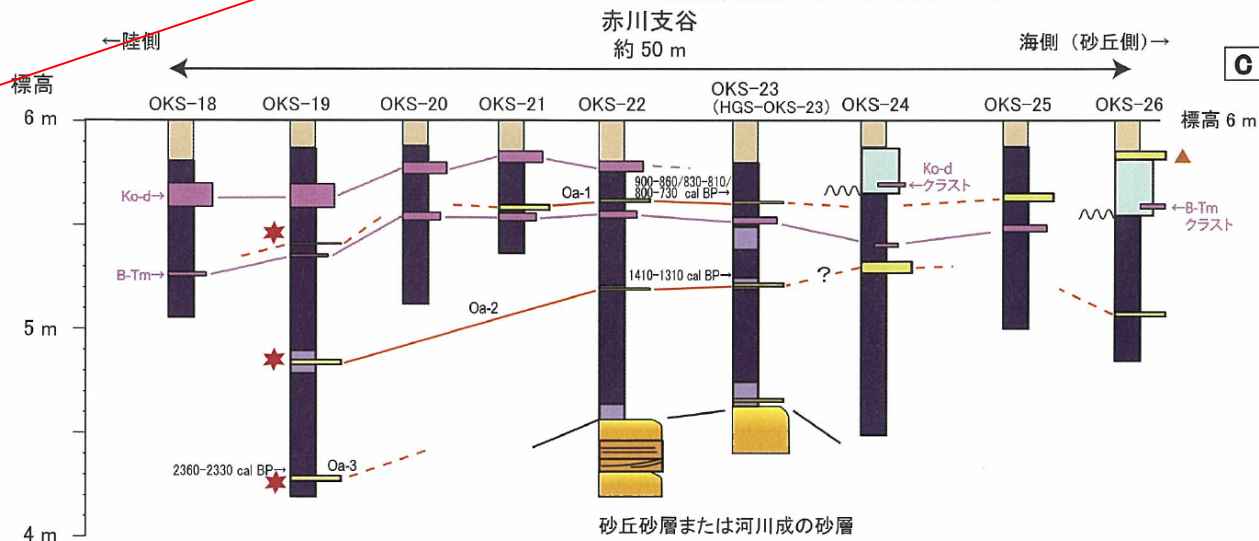
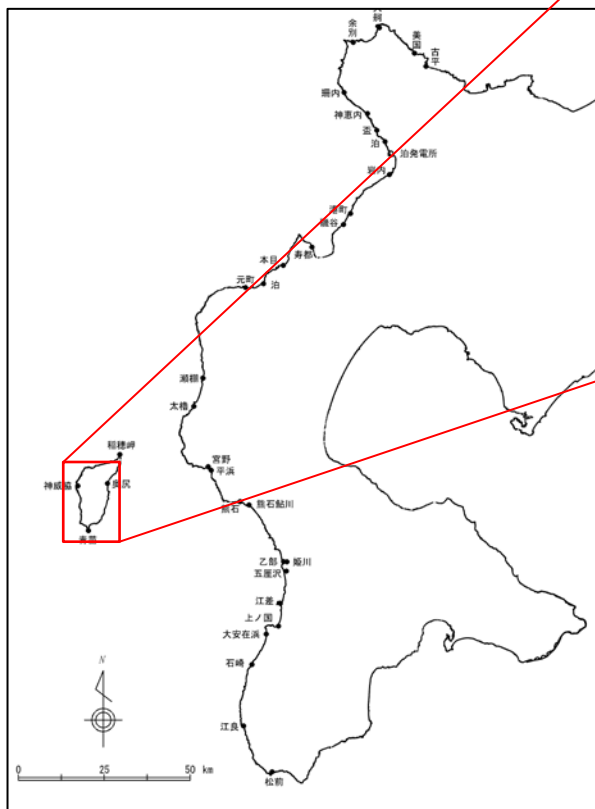
- 文献番号: 1:川上ほか(2015):北海道の日本海・オホーツク海沿岸における津波履歴:重点研究「北海道の津波災害履歴の研究-未解明地域を中心に-」成果報告書
- 調査方法:ハンドコアラー・ハンディジオスライサー調査(9ヶ所)

#### 【調査結果(赤谷支谷)】

- イベント堆積物:0a-1～0a-3
- 津波堆積物:0a-1～0a-3
- 年代:0a-1(13世紀頃),0a-2(BC110～3世紀),0a-3(2500年前頃)
- 標高:0a-1(約5.4m～約5.6m),0a-2(約4.9m～約5.2m),0a-3(約4.3m)
- 津波堆積物・年代の根拠は、以下のとおりである。
  - 赤川支谷では泥炭層が発達しており、イベント砂層の挟在を確認したとされている。
  - 泥炭層にはKo-d及びB-Tmテフラが認められ、テフラを鍵として対比するとKo-dテフラとB-Tmテフラの間意に1層(0a-1),B-Tmテフラの10～50cm下位に1層(0a-2,深度0.8～1.1m付近),地点OKS-19ではさらに下位の深度1.7m付近に薄い砂層が1層(0a-3)挟在するとされている。
  - C14年代を測定した結果、イベント砂層の堆積年代はそれぞれ以下のとおりとされている。
    - ✓ 0a-1:900-730 cal BP以前(11～13世紀)
    - ✓ 0a-2:1,410-1,310 cal BP以前(6～7世紀より前)
    - ✓ 0a-3:2,360-2,330 cal BP以前
  - 0a-1～0a-3は、堆積状況、<sup>14</sup>C法年代測定、奥尻島他地点のイベント堆積物との対比から、それぞれ、13世紀頃の津波堆積物、BC110-3世紀の津波堆積物及び2500年前頃の津波堆積物と判断しているとされている。

# 2.2 津波堆積物調査

## 文献調査結果(奥尻町奥尻～稲穂岬)(4/4)



図Ⅲ-2-13 奥尻島青苗川および赤川の氾濫原、ならびに青苗砂丘における調査地点と調査結果。(A) 調査地点位置図。(B) 青苗川、青苗砂丘および赤川本流の掘削結果。青苗砂丘では砂層中に3枚のイベント礫層(Oas-1～-3)を認めた。現行ストームによる打ち上げ礫よりも高い位置に存在することから、津波起源であると判断した。(C) 赤川支谷の陸-海方向の群列掘削結果。泥炭層中に挟まれる3枚のイベント堆積物(Oa-1～-3)を認めた。地点 OKS-22 および 23 において泥炭層の下位に認められる砂層は、砂丘砂あるいは河川成の砂層と解釈した。青苗砂丘と赤川支谷におけるイベント堆積物の対応関係は表Ⅲ-2-2を参照。

調査位置及び柱状図  
(川上ほか(2015)に一部加筆)

余白

# 2.2 津波堆積物調査

## 津波堆積物の現地調査: 地表地質踏査結果詳細 (1/5)

- 泊発電所の敷地周辺における津波堆積物の有無を詳細に確認するため、泊発電所から約30km圏内である神威岬から尻別川河口の沿岸部において、地表地質踏査を実施した。
- 踏査結果より、人工改変されていない海食崖基部や河口付近の河川沿いで堆積物が認められる露頭において、陸成層（崖錐堆積物含む）中に円礫からなる砂礫層や砂層のような津波堆積物を示唆する海成層の挟在は確認できなかった。



地表地質踏査範囲

尾根内川河口付近



海食崖基部に崖錐が認められる。崖錐堆積物は巨礫からなり、津波堆積物は認められない。

珊内川河口付近



人工改変により、堆積物の状況は不明である。

# 2.2 津波堆積物調査

## 津波堆積物の現地調査: 地表地質踏査結果詳細 (2/5)

- 泊発電所の敷地周辺における津波堆積物の有無を詳細に確認するため、泊発電所から約30km圏内である神威岬から尻別川河口の沿岸部において、地表地質踏査を実施した。
- 踏査結果より、人工改変されていない海食崖基部や河口付近の河川沿いで堆積物が認められる露頭において、陸成層（崖錐堆積物含む）中に円礫からなる砂礫層や砂層のような津波堆積物を示唆する海成層の挟在は確認できなかった。



地表地質踏査範囲

古宇川河口付近



人工改変により、堆積物の状況は不明である。また、河食崖基部に堆積物は認められない。

照岸付近



海食崖基部に崖錐が認められる。崖錐堆積物は無層理な角礫、粘土からなり、津波堆積物は認められない。

# 2.2 津波堆積物調査

## 津波堆積物の現地調査: 地表地質踏査結果詳細 (3/5)

- 泊発電所の敷地周辺における津波堆積物の有無を詳細に確認するため、泊発電所から約30km圏内である神威岬から尻別川河口の沿岸部において、地表地質踏査を実施した。
- 踏査結果より、人工改変されていない海食崖基部や河口付近の河川沿いで堆積物が認められる露頭において、陸成層（崖錐堆積物含む）中に円礫からなる砂礫層や砂層のような津波堆積物を示唆する海成層の挟在は確認できなかった。



地表地質踏査範囲

臼別～茅沼付近



海食崖基部の基盤凹部に充填する崖錐堆積物が認められる。上部はガラス片を含む砂礫、下位は偽礫を多く含む腐植質シルトと礫混じりシルトの互層からなり、津波堆積物は認められない。

堀株川河口付近



人工改変のため、堆積物の状況は不明である。

## 2.2 津波堆積物調査

### 津波堆積物の現地調査：地表地質踏査結果詳細（4/5）

- 泊発電所の敷地周辺における津波堆積物の有無を詳細に確認するため、泊発電所から約30km圏内である神威岬から尻別川河口の沿岸部において、地表地質踏査を実施した。
- 踏査結果より、人工改変されていない海食崖基部や河口付近の河川沿いで堆積物が認められる露頭において、陸成層（崖錐堆積物含む）中に円礫からなる砂礫層や砂層のような津波堆積物を示唆する海成層の挟在は確認できなかった。



地表地質踏査範囲

鳴神トンネル北側付近



人工改変のため、堆積物の状況は不明である。

弁慶トンネル北側（傘岩）付近



海食崖基部に崖錐が認められる。崖錐堆積物は無層理な角礫、シルト混じり砂からなり、津波堆積物は認められない。

# 2.2 津波堆積物調査

## 津波堆積物の現地調査: 地表地質踏査結果詳細 (5/5)

- 泊発電所の敷地周辺における津波堆積物の有無を詳細に確認するため、泊発電所から約30km圏内である神威岬から尻別川河口の沿岸部において、地表地質踏査を実施した。
- 踏査結果より、人工改変されていない海食崖基部や河口付近の河川沿いで堆積物が認められる露頭において、陸成層（崖錐堆積物含む）中に円礫からなる砂礫層や砂層のような津波堆積物を示唆する海成層の挟在は確認できなかった。



地表地質踏査範囲

刀掛岩南方付近



海食崖基部に崖錐が認められる。崖錐堆積物は無層理な角礫、砂混じりシルトからなり、津波堆積物は認められない。

精進川河口付近



河川沿いに亜角礫からなる礫層が認められる。上位より礫（亜円礫－亜角礫）、旧表土、黄褐色シルト混じり細粒砂がみられ、津波堆積物は認められない。



# 2.2 津波堆積物調査

## 行政機関による評価(北海道(2013))(1/3)

一部修正(H26/1/29審査会合)

- 岩内平野では、49地点で調査を行っており、そのうち、25地点は地質条件や人工改変により存否を確認できていないとされている。
- 24地点で氾濫原の泥炭層、粘土層について掘削調査を行っているが約7,000年前以降は、明瞭な津波堆積物は確認できていないとされている。

- 岩内平野におけるボーリング調査結果(KY-07)では、標高-3.2m付近に挟在するイベント砂層に海洋性プランクトンの化石を確認しており、高潮、若しくは、津波による可能性について記載されている。

※北海道(2013)より

### (参考1-4) ボーリング等による調査

#### 岩内平野の津波堆積物調査

泥炭層が厚い地点で、古い時代の津波堆積物の有無を確認

●砂丘(沿岸砂堤列)の海側への成長速度を一定と仮定し、

- ~1kyr前→KY-01
- ~2kyr前→KY-02
- ~3kyr前→KY-03
- 4~6kyr前→KY-04, 05

として調査地点を5点設定

●追加で6,000年前までの確認ボーリングを実施(★KY-07)



■岩内平野(平成24年5~8月実施) 明瞭な堆積物は見つからなかった

#### 岩内平野

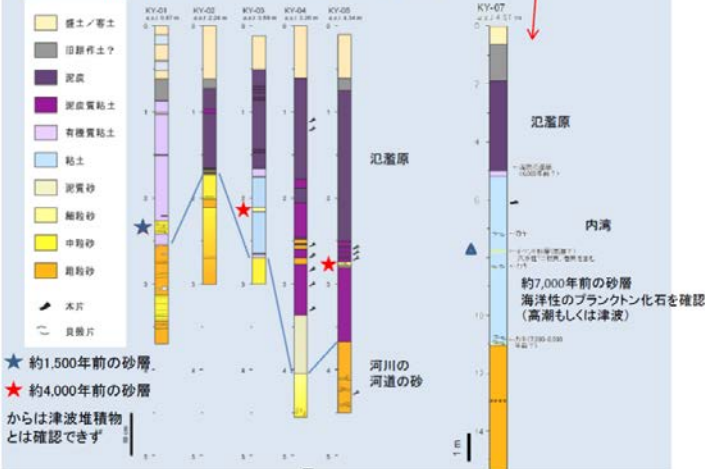
●調査箇所は49地点、うち25箇所は地質条件や人工改変により、存否を確認できず。

●24地点で氾濫原の泥炭層、または粘土層を人力で掘削(最大2m)。明瞭な痕跡は認められず。



- 凡例
- SurvPoint
- 津波堆積物の確認状況
- ★ 1. 有り
  - ▲ 2. 津波の疑いあり
  - 3. 50. 短期間(数百年~数千年)に津波痕跡なし
  - 4. 長期間(数千年以上)に津波痕跡無し
  - 5. 9999. 条件不良

#### 約7,000年前以降は明瞭な津波堆積物は確認できていない



北海道(2013)より

## 2.2 津波堆積物調査

### 行政機関による評価(北海道(2013))(2/3)

再掲(H26/1/29審査会合)

#### 【KY-07地点の調査結果①】

- 調査地点は、沿岸砂堤列背後の泥炭が比較的厚く分布する地点である。
- コア観察結果より、深度11m(標高-6.5m)以浅を完新世の堆積物と推定している。
- このうち深度7m以深については、軟弱な粘土層がカキ等の2枚貝化石を多く含んでいることから内湾環境で堆積した地層と推定している。
- 一方、7m以浅については、粘土層が泥炭層に向かってやや褐色の色調に変わることから、離水に伴って塩水湿地～湖沼環境に堆積環境が移っていったものと推定している。
- 深度7.8m付近に薄い砂層(イベント砂層)が2枚挟まれており、周辺深度のカキの貝殻片の<sup>14</sup>C法年代測定結果より、イベント砂層の年代は約7,000年前と推定している。

※北海道立総合研究機構(2013)を引用及び要約

#### (参考1-4) ボーリング等による調査

##### 岩内平野の津波堆積物調査

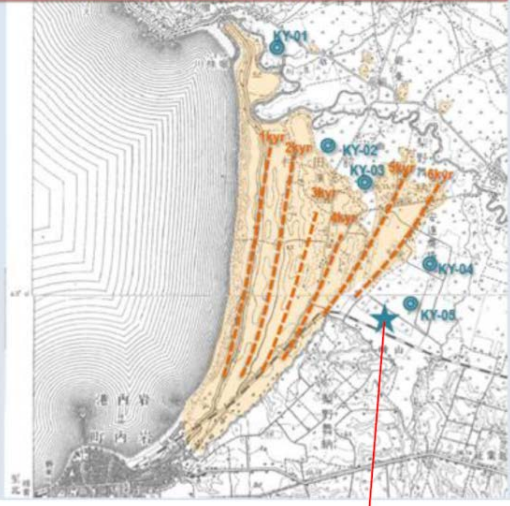
泥炭層が厚い地点で、古い時代の津波堆積物の有無を確認

- 砂丘(沿岸砂堤列)の海側への成長速度を一定と仮定し、

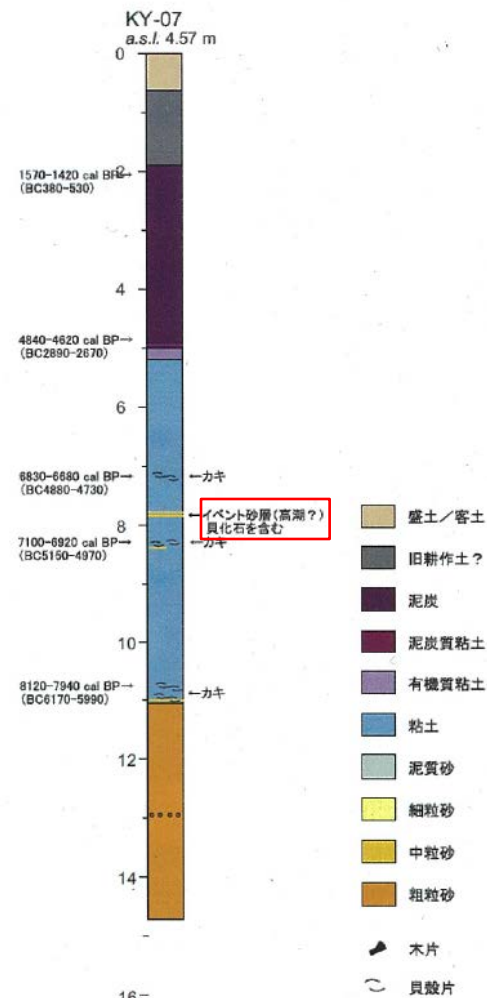
- ～1kyr前→KY-01
- ～2kyr前→KY-02
- ～3kyr前→KY-03
- 4～6kyr前→KY-04, 05

として調査地点を5点設定

- 追加で6,000年前までの確認ボーリングを実施(★KY-07)



【KY-07地点】



## 2.2 津波堆積物調査

### 行政機関による評価(北海道(2013))(3/3)

一部修正(H26/1/29審査会合)

#### 【KY-07地点の調査結果②】

○イベント砂層を挟む粘土層等における珪藻分析結果は、以下のとおりとされている。

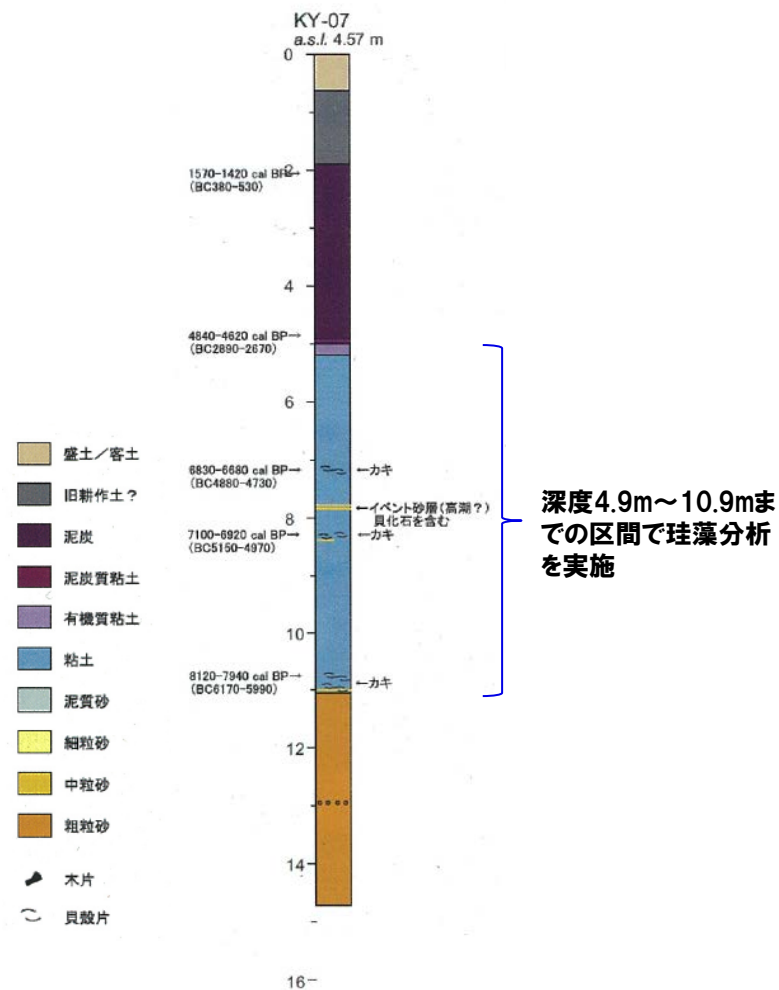
- 深度7m以浅では、海生種に乏しく淡水生種が60~70%を占める。
- 7m以深では淡水生種が50%前後で、海生種が最大25%含まれる。
- イベント砂層の前後では、珪藻の構成に大きな変化はないとしている。

○イベント砂層を挟む粘土層等の有孔虫分析結果は、以下のとおりとされている。

- 有孔虫はイベント砂層の上部及びその上位のシルト層で多産し、イベント砂層の下部及びその下位のシルト層では、きわめて少量の個体が得られたのみである。
- イベント砂層の下位からは、汽水生種から構成され湾奥の環境を示す群集が得られている。
- イベント砂層の上位からは特定の海水生種を含む、外洋水のある程度の流入があり、かつ淡水の影響が少ないラグーン環境を示す群集が得られている。
- イベント砂層からは、内湾の汽水生種とともに外洋生の浮遊性種(*Globigerinita uvula*, *Turborotania quinqueloba*)及び貝形虫類がわずかながら含まれ、外洋側からの運搬作用が働いたことが示唆される。

#### 【堆積物に関する評価】

- イベント砂層の層準は、縄文海進の高潮期に一致し、内湾であった岩内平野に海水と共に海由来の堆積物が最も流入しやすい条件下にあったと推定されるとされている。
- 現段階では、イベント砂層は、津波堆積物の可能性を示唆するものではあるが、高潮起源である可能性を完全に否定することはできず、津波起源であったとしても著しく大きな津波であったかどうかの判断はできないとされている。
- 周辺で実施した地層引き抜き調査(KY-01~KY-05)では、約1,600年前または約4,000年前の地層の層準で、イベント砂層が認められる場合があったが、珪藻分析等の結果から、河川の洪水起源によるものと考えられ、現在のところ津波起源の明瞭な証拠は得られてはいないとされている。
- 北海道の調査では、約1,600年前以降の最新期の地層データが欠如しており、その時代の堆積物の確認について、課題の1つとされている。



KY-07地点の珪藻分析結果の概略

# 2.2 津波堆積物調査

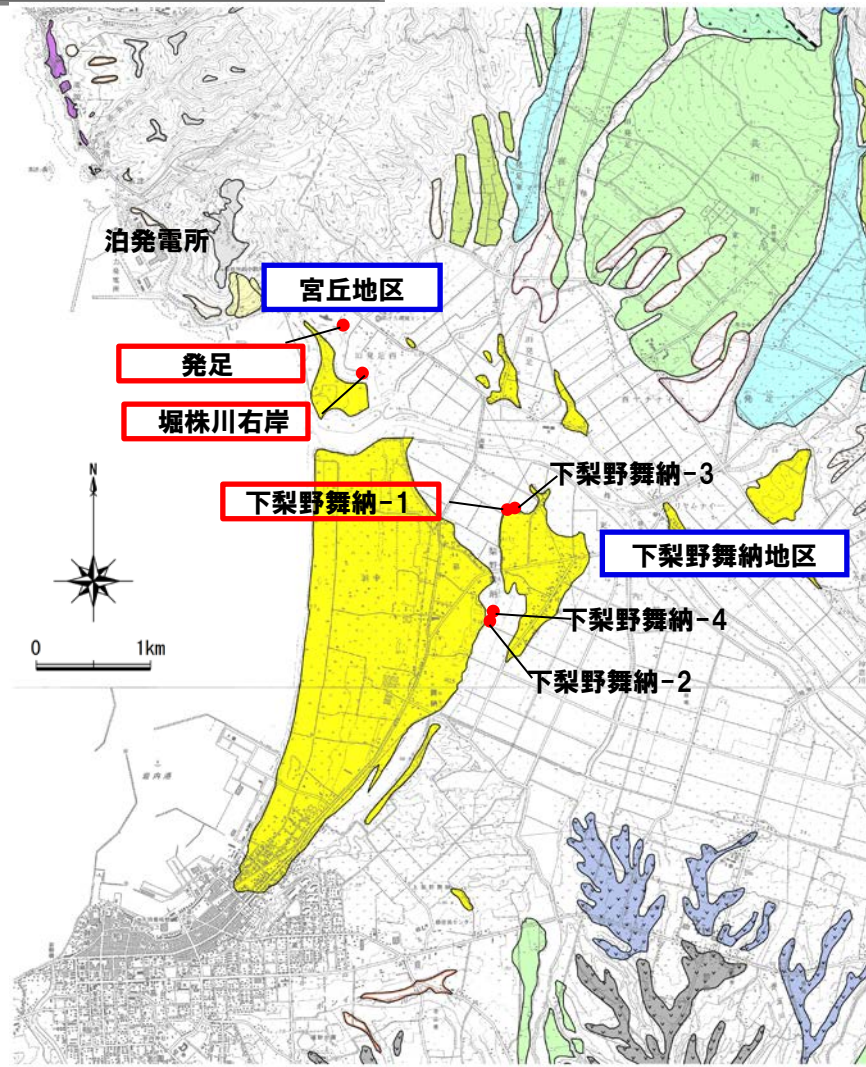
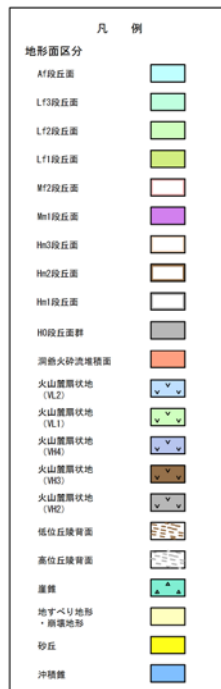
## 当社によるボーリング調査概要 (1/2)

一部修正 (H26/1/29審査会合)

- 行政機関の調査(北海道(2013))では、岩内平野内で相当数の掘削調査を行っているが、人工改変等の影響により、約1,600年前以降の地層データがほとんど得られていないとされている。
- 上記を踏まえ、北海道の調査結果を補完する目的で、岩内平野内で湿地性堆積物(腐植質シルト層)、内湾性堆積物(シルト層)が堆積している可能性がある海岸部に発達する沿岸砂丘背後の低地及び砂丘を横切って広がる氾濫原においてボーリング調査を実施した。
- ボーリング調査結果より、津波堆積物の可能性のあるイベント堆積物が推定される地層(発足、堀株川右岸、下梨野舞納)を抽出した。
- イベント堆積物が推定される地層で実施した珪藻分析、<sup>14</sup>C法年代測定結果より津波堆積物を示す明瞭な根拠は確認できなかった。
- 以上のボーリング調査結果から、明瞭な津波堆積物は確認できなかった。

### ボーリング調査内容一覧

地区名	ボーリング名	坑口標高	掘削深度	<sup>14</sup> C法年代測定	珪藻分析
宮丘地区	発足	3.39m	12m	1試料	23試料
	堀株川右岸	1.74m	18m	3試料	39試料
下梨野舞納地区	下梨野舞納-1	3.04m	6m	3試料	32試料
	下梨野舞納-2	4.30m	10m	—	—
	下梨野舞納-3	2.98m	9m	—	—
	下梨野舞納-4	4.34m	9m	2試料	—



津波堆積物の可能性のある地層が抽出されたボーリング地点

ボーリング調査位置図

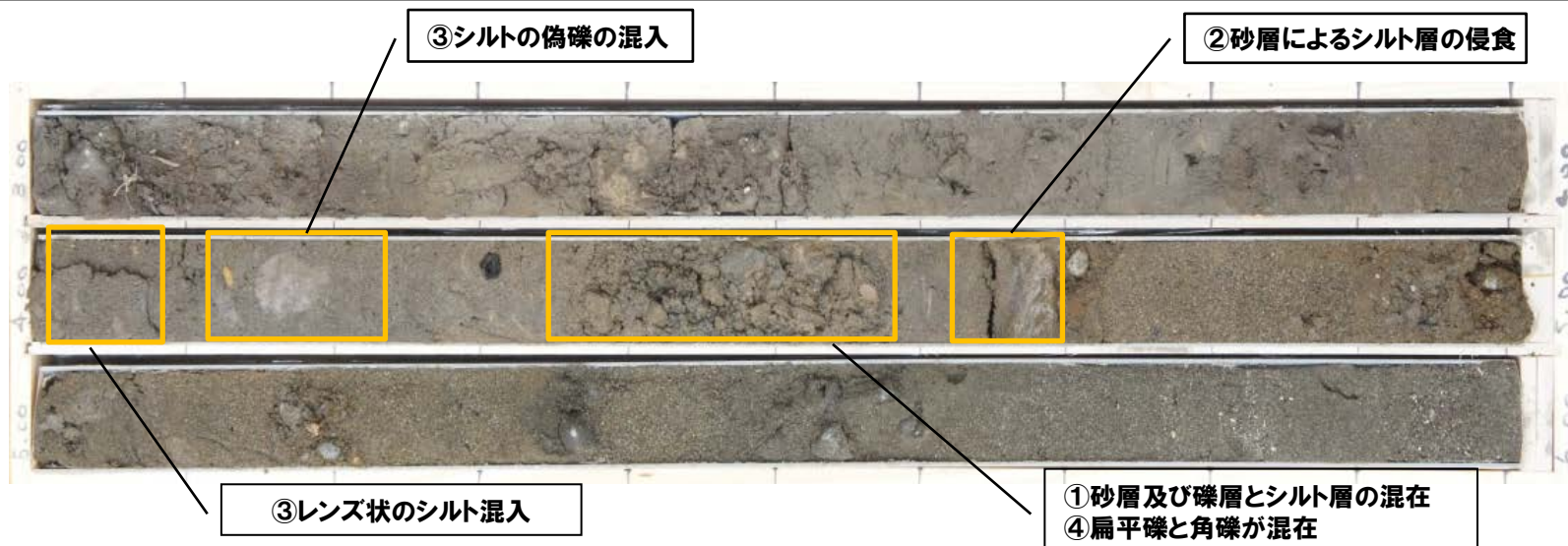
## 2.2 津波堆積物調査

### 当社によるボーリング調査概要 (2/2)

一部修正 (H26/1/29審査会合)

#### 【ボーリングコアにおけるイベント堆積物の可能性のある地層の抽出】

- 抽出に当たっては、ボーリングコア中のシルト層に着目し、侵食や堆積の乱れが認められる地層について、津波堆積物の可能性のあるイベント堆積物として抽出を行った。イベント堆積物の抽出においては川上ほか(2015)を参考にした。
- 川上ほか(2015)ではイベント堆積物を以下のとおり定義している。
  - 定常状態と考えられる過程で形成されている地層(土壌層・粘土層・泥炭層など)に対して、相対的にはるかに強い営力で運搬荒れ体積した、より粗粒な堆積物(砂や礫)を指す。
  - また成因を問わないと言っても、堆積学的・地質学的に見て津波以外の成因であることが明らかな場合はイベント堆積物に含めていない。
  - 問題となるのは高潮堆積物や河川の洪水による堆積物など、津波堆積物との識別が難しいものであり、その場合は成因を問わずにイベント堆積物として認定する。
- 川上ほか(2015)に加え砂層においても、顕著な削り込みや腐植質シルト層等の混在が認められる地層についても、抽出を行った。
- 侵食や堆積の乱れが想定される区間として抽出した例は、以下のとおりである。
  - ① シルト層中に砂層・細礫層が認められる。砂層・細礫層とシルト層とが混在して認められる場合
  - ② 砂層・細礫層が下位のシルト層を侵食している場合
  - ③ 腐植質シルト及びシルトが偽礫状またはレンズ状に含まれる場合
  - ④ 角礫と円礫や扁平礫が混在している場合
- 抽出した地層及びその前後を対象として、珪藻化石分析を行った。



イベント堆積物が推定される地層として抽出した地層の例 (発足 深度3.0m~6.0m)

# 2.2 津波堆積物調査

## 既往津波堆積物調査(当社実施) (1/12)

一部修正 (H26/1/29審査会合)

### 宮丘地区(発足)



### 【地点概要】

○岩内平野沿岸に発達する砂丘背後の堀株川右岸氾濫源内の湿地。

### 【コア観察結果】

- 地表付近は、盛土等に覆われ、深度3.00m～深度3.82mは、植物根や礫が混じる粘土が主体である。
- その下位は砂主体で、深度5.60m以深では、貝殻片を含む、淘汰のよい砂層であり、海成の堆積物と推定される。
- 深度5.80mの貝殻片より、 $5,170 \pm 30yBP$ の $^{14}C$ 法年代測定値が得られている。
- イベント堆積物は、深度3.82m～深度5.60m以浅の砂を主体とする地層内から抽出される。
- イベント堆積物が推定される地層として以下を抽出した。
  - 深度4.03m～4.08m: 層厚0.5mm程度の**レンズ状**のシルトが3層認められる**③**。
  - 深度4.12m～4.20m: シルト質砂中に**偽礫状**のシルト、腐植が混入している**③**。
  - 深度4.37m～4.57m: 扁平礫と角礫が**混在して**認められる**①④**。
  - 深度4.67m : 砂層が下位のシルト層を侵食して堆積している**②**。

### $^{14}C$ 法年代測定結果

深 度(m)	試 料	$^{14}C$ 法年代測定結果
5.80	貝殻片	$5170 \pm 30yBP$ (BC3250-BC3190)

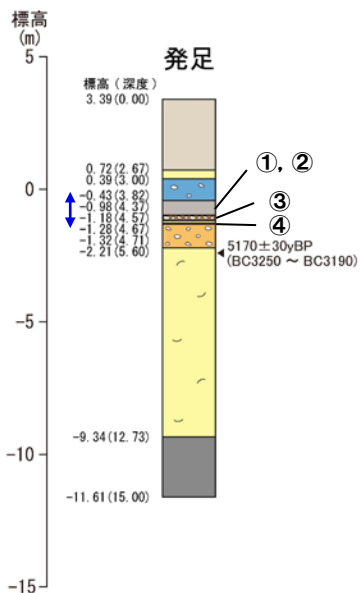
ボーリングコア写真(発足)  
孔口標高 3.39m  抽出範囲

- ① シルト層中に砂層・細礫層が認められる。砂層・細礫層とシルト層とが混在して認められる
- ② 砂層・細礫層が下位のシルト層を侵食している
- ③ 腐植質シルト及びシルトが偽礫状またはレンズ状に含まれる
- ④ 角礫と円礫や扁平礫が混在している

# 2.2 津波堆積物調査

## 既往津波堆積物調査(当社実施) (2/12)

一部修正 (H26/1/29審査会合)

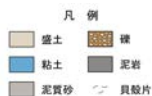


### 【珪藻分析結果】

- 深度3.50m~4.90mの範囲で珪藻分析を実施した。
  - 深度3.90m以浅では、珪藻はわずかしか認められない。
  - 深度3.90m~深度4.35mに認められる珪藻化石の80%~95%が淡水生種である。
  - 深度4.60m以深は、上位層と対比して泥質の堆積物が認められない範囲である。
  - 淡水生種が優勢であるが、深度が深くなるにつれ汽水生種の割合が多くなる。
  - 海水生種は、その分布は少なく**中新統からの再堆積**よるものも認められる。
  - 海水生種は、上下方向に連続的に検出されるが、わずかでピークは認められない。
- 主に河川性の堆積物または氾濫原堆積物と考えられ、本結果からは、津波起源を示す明瞭な証拠は得られなかった。

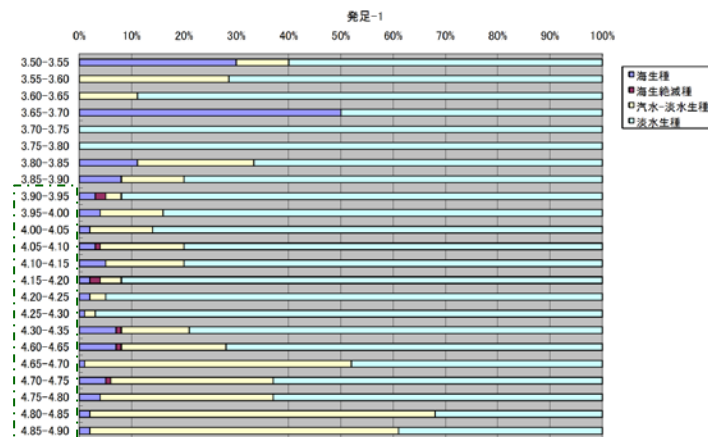
丸数字: イベント堆積物の可能性がある地層として抽出した範囲

- ① 標高-0.64~-0.69m (深度4.03m~4.08m)
- ② 標高-0.73~-0.81m (深度4.12m~4.20m)
- ③ 標高-0.98~-1.18m (深度4.37m~4.57m)
- ④ 標高-1.28m (深度4.67m)



孔名	試料採取深度(m)	海生種	海生絶滅種	汽水-淡水生種	淡水生種	合計
発足-1	3.50-3.55	3	0	1	6	10
	3.55-3.60	0	0	2	5	7
	3.60-3.65	0	0	1	8	9
	3.65-3.70	1	0	0	1	2
	3.70-3.75	0	0	0	5	5
	3.75-3.80	0	0	0	1	1
	3.80-3.85	1	0	2	6	9
	3.85-3.90	2	0	3	20	25
	3.90-3.95	3	2	3	92	100
	3.95-4.00	4	0	12	84	100
	4.00-4.05	2	0	12	86	100
	4.05-4.10	3	1	16	80	100
	4.10-4.15	5	0	15	80	100
	4.15-4.20	2	2	4	92	100
	4.20-4.25	2	0	3	95	100
	4.25-4.30	1	0	2	97	100
	4.30-4.35	7	1	13	79	100
	4.60-4.65	7	1	20	72	100
	4.65-4.70	1	0	51	48	100
	4.70-4.75	5	1	31	63	100
4.75-4.80	4	0	33	63	100	
4.80-4.85	2	0	66	32	100	
4.85-4.90	2	0	59	38	100	

※ 囲みは珪藻を多産する範囲



### 珪藻分析結果

# 2.2 津波堆積物調査

既往津波堆積物調査(当社実施) (3/12)

一部修正 (H26/1/29審査会合)

宮丘地区(堀株川右岸)



ボーリングコア写真(堀株川右岸)  
孔口標高 1.74m  抽出範囲

### 【地点概要】

○岩内平野沿岸に発達する砂丘背後の堀株川右岸氾濫源内の湿地。

### 【コア観察結果】

- 地表付近は、盛土、旧耕作土等に覆われ、深度1.42m～深度2.33mは、シルト主体で腐植質部、砂質部が混在する。
- その下位は砂主体で深度5.25m以深では、貝殻片を含む淘汰のよい砂層であり、海成の堆積物と推定される。
- 深度1.40m及び深度2.10mの腐植質シルトより、それぞれ、 $190 \pm 20\text{yBP}$ 、 $780 \pm 20\text{yBP}$ の $^{14}\text{C}$ 法年代測定値が、深度5.25mの貝殻片より、 $6,430 \pm 30\text{yBP}$ の $^{14}\text{C}$ 法年代測定値が得られている。
- イベント堆積物が推定される地層として以下を抽出した。
  - 深度1.80m～1.93m：砂層中に植物根、腐植質シルト、シルトの混入が認められる③。
  - 深度1.93m～1.96m：レンズ状のシルトが認められる③。
  - 深度2.05m：円礫混じりの砂層が下位の腐植質シルトを侵食している②。

### $^{14}\text{C}$ 法年代測定結果

深 度(m)	試 料	$^{14}\text{C}$ 法年代測定結果
1.38-1.40	腐植質シルト	$190 \pm 20\text{yBP}$ (AD1740-AD1780)
2.08-2.10	腐植質シルト	$780 \pm 20\text{yBP}$ (AD1150-AD1190)
9.75	貝殻片	$6430 \pm 30\text{yBP}$ (BC4510-BC4450)

- ① シルト層中に砂層・細礫層が認められる。砂層・細礫層とシルト層とが混在して認められる
- ② 砂層・細礫層が下位のシルト層を侵食している
- ③ 腐植質シルト及びシルトが偽礫状またはレンズ状に含まれる
- ④ 角礫と円礫や扁平礫が混在している



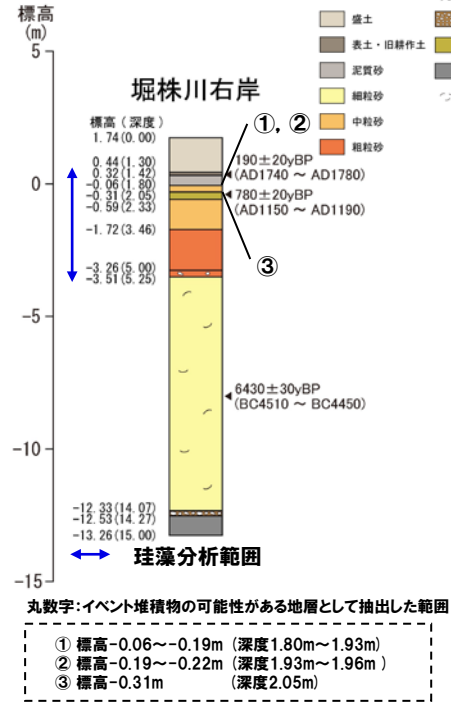
# 2.2 津波堆積物調査

## 既往津波堆積物調査(当社実施) (4/12)

一部修正 (H26/1/29審査会合)

### 【珪藻分析結果】

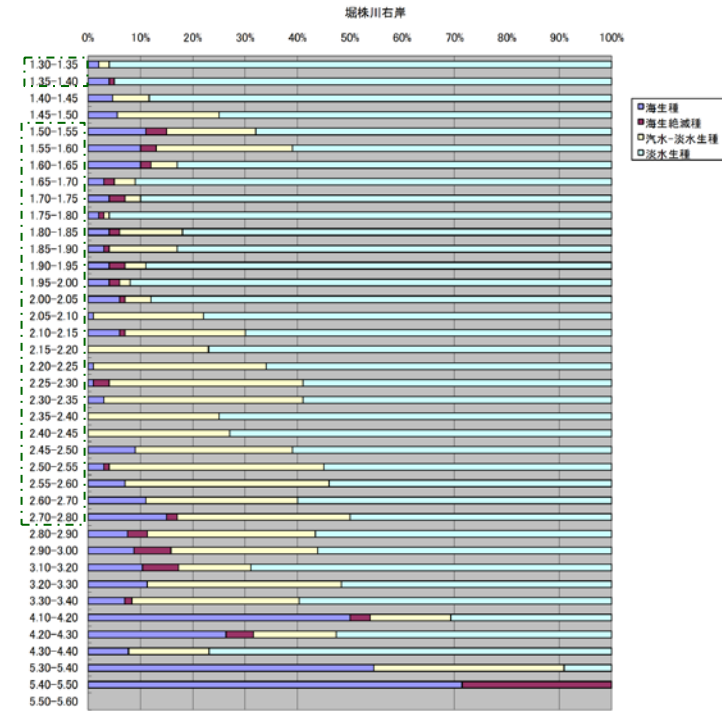
- 深度1.30m～5.60mの範囲で珪藻分析を実施した。
- 深度1.50m付近及び深度2.80m以深では、珪藻はわずかしか認められない。
- イベント堆積物が推定される区間として抽出した区間を含む、深度1.6m～2.1mの区間に認められる珪藻化石の80%～95%が淡水生種で、海生種は10%未満で認められる。
- 深度2.10m～2.80mでは、淡水生種が優勢であるが、深度が深くなるにつれ汽水生種の割合が多くなる。
- 海水生種は、その分布は少なく、**保存度は不良である。**
- 海水生種は、上下方向に連続的に検出されるが、わずかでピークは認められない。
- 主に河川性の堆積物または氾濫原堆積物と考えられ、本結果からは、津波起源を示す明瞭な証拠は得られなかった。



孔名	原料採取深度(m)	海生種	海生絶滅種	汽水-淡水生種	淡水生種	合計
堀株川右岸	1.30-1.35	2	0	2	96	100
	1.35-1.40	4	1	0	95	100
	1.40-1.45	2	0	3	38	43
	1.45-1.50	2	0	7	27	36
	1.50-1.55	11	4	17	68	100
	1.55-1.60	10	3	26	61	100
	1.60-1.65	10	2	5	83	100
	1.65-1.70	3	2	4	91	100
	1.70-1.75	4	3	3	90	100
	1.75-1.80	2	1	1	96	100
	1.80-1.85	4	2	12	82	100
	1.85-1.90	3	1	13	83	100
	1.90-1.95	4	3	4	89	100
	1.95-2.00	4	2	2	92	100
	2.00-2.05	6	1	5	88	100
	2.05-2.10	1	0	21	78	100
	2.10-2.15	6	1	23	70	100
	2.15-2.20	0	0	23	77	100
	2.20-2.25	1	0	33	66	100
堀株川右岸	2.25-2.30	1	3	37	59	100
	2.30-2.35	3	0	38	59	100
	2.35-2.40	0	0	25	75	100
	2.40-2.45	0	0	27	73	100
	2.45-2.50	9	0	30	61	100
	2.50-2.55	3	1	41	55	100
	2.55-2.60	7	0	39	54	100
	2.60-2.70	11	0	29	60	100
	2.70-2.80	15	2	33	50	100
	2.80-2.90	4	2	17	30	53
	2.90-3.00	5	4	16	32	57
	3.10-3.20	6	4	9	40	59
	3.20-3.30	7	0	23	32	62
	3.30-3.40	5	1	23	43	72
	4.10-4.20	13	1	4	8	26
	4.20-4.30	5	1	3	10	19
	4.30-4.40	1	0	2	10	13
	5.30-5.40	6	0	4	1	11
	5.40-5.50	5	2	0	0	7
	5.50-5.60	0	0	0	0	0

※ 囲みは珪藻を多産する範囲

### 珪藻分析結果



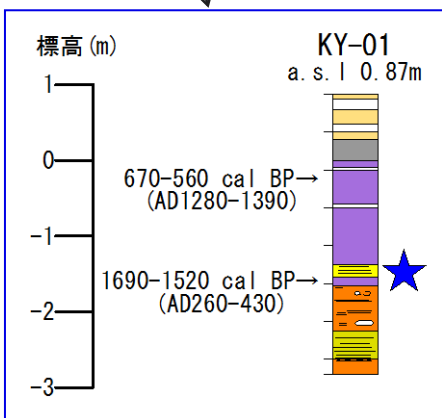
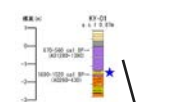
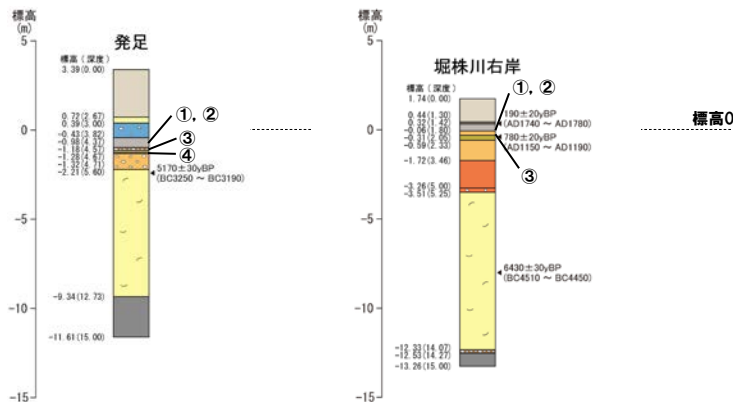
# 2.2 津波堆積物調査

## 既往津波堆積物調査(当社実施) (5/12)

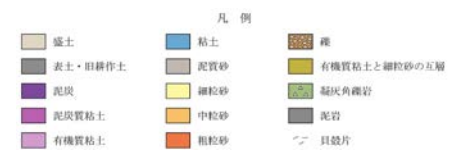
一部修正 (H26/1/29審査会合)

### 【宮丘における調査結果について】

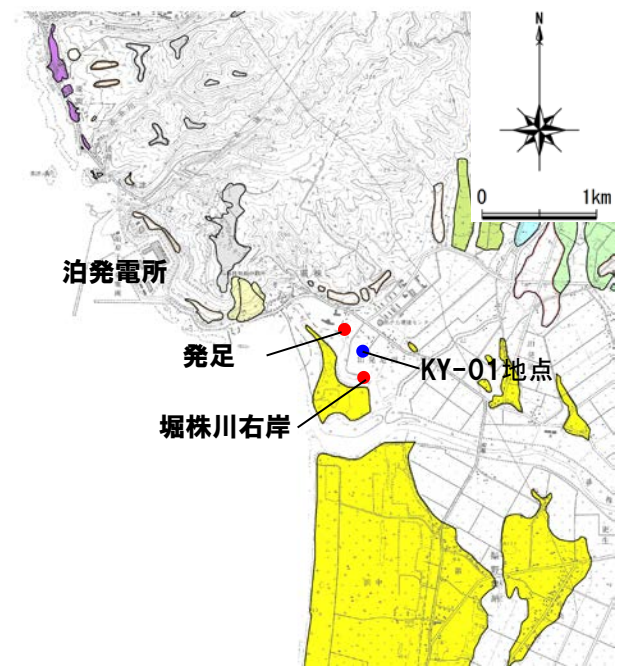
- 宮丘地区では、2地点でボーリング調査を実施した。
- 標高約-4m以深に、海成と考えられる、貝殻片を含む淘汰のよい砂層が分布する。
- 津波堆積物の可能性があるイベント堆積物が推定される区間は、上記砂層の上位の堆積物中より抽出されるが、珪藻分析結果より、河川性堆積物または氾濫原堆積物と推定され、津波起源を示す明瞭な証拠は得られなかった。
- 北海道の調査結果では、調査地点近傍(KY-01地点)にて地層引き抜き調査を実施し、標高-1.5m付近でイベント砂層を確認しているが、珪藻分析及び化学分析の結果から河川の洪水起源のものと考えられ、現段階で津波起源を示すような明瞭な証拠は得られていないとしている。



- 丸数字: イベント堆積物の可能性がある地層として抽出した範囲
- |                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| ① 標高-0.64~-0.69m (深度4.03m~4.08m) | ① 標高-0.06~-0.19m (深度1.80m~1.93m) |
| ② 標高-0.73~-0.81m (深度4.12m~4.20m) | ② 標高-0.19~-0.22m (深度1.93m~1.96m) |
| ③ 標高-0.98~-1.18m (深度4.37m~4.57m) | ③ 標高-0.31m (深度2.05m)             |
| ④ 標高-1.28m (深度4.67m)             |                                  |



宮丘地区における調査結果



調査地点位置図 (●北海道, ●当社)

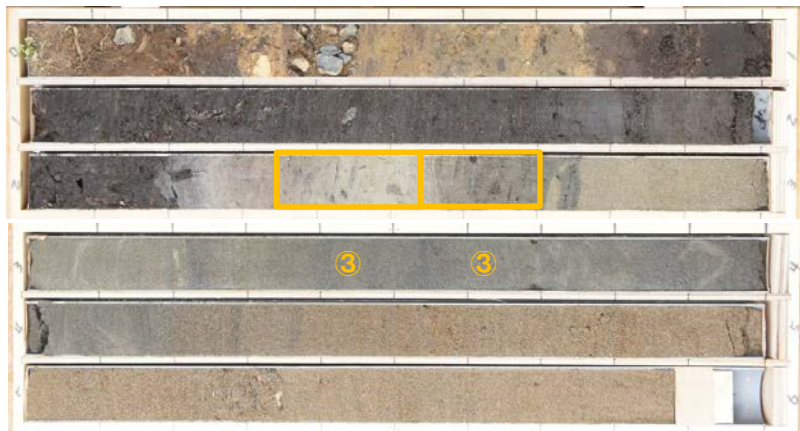
KY-01地点の調査結果 (北海道立総合研究機構(2013)より引用)

# 2.2 津波堆積物調査

既往津波堆積物調査(当社実施) (6/12)

一部修正 (H26/1/29審査会合)

下梨野舞納地区(下梨野舞納-1)



ボーリングコア写真(下梨野舞納-1)  
 孔口標高3.04m  抽出範囲

### 【地点概要】

○岩内平野沿岸に発達する砂丘背後の堀株川左岸の低地。

### 【コア観察結果】

- 地表付近は、盛土等に覆われ、深度0.77m～深度2.75mは、有機質または泥炭質のシルトが主体として分布する。
- 深度3.21m以深では、扁平礫を含む淘汰のよい砂層であり、海成の堆積物と推定される。
- 深度0.95m及び深度2.15mの腐植質シルトより、それぞれ、 $450 \pm 20yBP$ 、 $640 \pm 20yBP$ の $^{14}C$ 法年代測定値が、深度2.74mの木片より、 $4,950 \pm 30yBP$ の $^{14}C$ 法年代測定値が得られている。
- イベント堆積物が推定される地層として以下を抽出した。
  - 深度2.35m～2.54m:シルト層中に腐植がレンズ状に混入するのが認められる③。
  - 深度2.54m～2.70m:層厚1mm～2mm程度のレンズ状のシルトが7層認められる③。

### $^{14}C$ 法年代測定結果

深 度(m)	試 料	$^{14}C$ 法年代測定結果
0.94-0.95	腐植質シルト	$450 \pm 20yBP$ (AD1480-AD1520)
2.14-2.15	腐植質シルト	$640 \pm 20yBP$ (AD1290-AD1330)
2.73-2.74	木片	$4950 \pm 30yBP$ (BC3030-BC2970)

- ① シルト層中に砂層・細礫層が認められる。砂層・細礫層とシルト層とが混在して認められる
- ② 砂層・細礫層が下位のシルト層を侵食している
- ③ 腐植質シルト及びシルトが偽礫状またはレンズ状に含まれる
- ④ 角礫と円礫や扁平礫が混在している

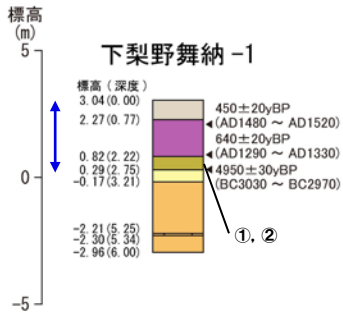
# 2.2 津波堆積物調査

## 既往津波堆積物調査(当社実施) (7/12)

一部修正 (H26/1/29審査会合)

### 【珪藻分析結果】

- 深度2.00m～3.20mの範囲で珪藻分析を実施した。
- 深度3.30m以深では、珪藻は認められない。
- 深度2.00m～2.70mでは、淡水生種の珪藻化石が卓越する。
- 深度2.70m以深は、汽水生種が主体となり、深くなるにつれて海水生種の割合が増える。
- 海水生種は、その分布は少なく、明らかな再堆積によるものも認められる。
- 海水生種は、上下方向に連続的に検出されるが、ボーリングコアから抽出した区間にピークは認められない。
- 主に河川性の堆積物または氾濫原堆積物と考えられ、本結果からは、津波起源を示す明瞭な証拠は得られなかった。



### 珪藻分析範囲

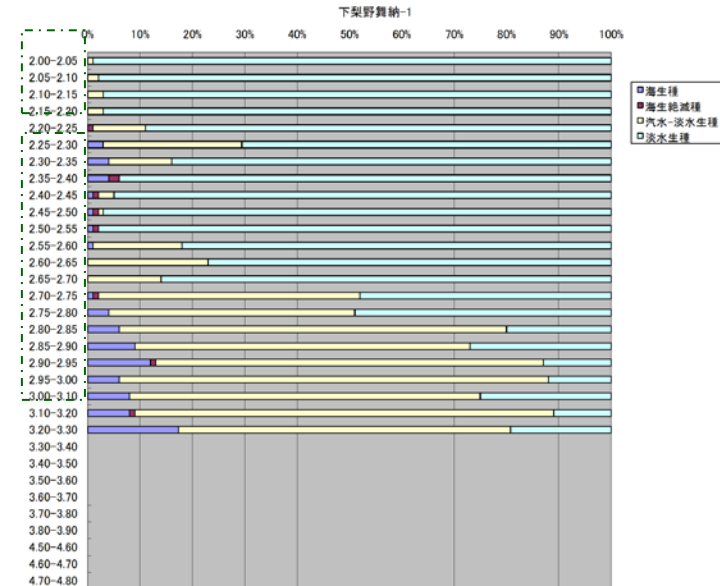
丸数字: イベント堆積物の可能性がある地層として抽出した範囲

- ① 標高0.69～0.45m (深度2.35m～2.54m)
- ② 標高0.45～0.34m (深度2.54m～2.70m)



孔名	試料採取深度(m)	海生種	海生絶滅種	汽水-淡水生種	淡水生種	合計
下梨野舞納-1	2.00-2.05	0	0	1	99	100
	2.05-2.10	0	0	2	98	100
	2.10-2.15	0	0	3	97	100
	2.15-2.20	0	0	3	97	100
	2.20-2.25	0	1	10	89	100
	2.25-2.30	2	0	19	82	100
	2.30-2.35	4	0	12	84	100
	2.35-2.40	4	2	0	94	100
	2.40-2.45	1	1	3	95	100
	2.45-2.50	1	1	1	97	100
	2.50-2.55	1	1	0	98	100
	2.55-2.60	1	0	17	82	100
	2.60-2.65	0	0	23	77	100
	2.65-2.70	0	0	14	86	100
	2.70-2.75	1	1	50	48	100
	2.75-2.80	4	0	47	49	100
	2.80-2.85	6	0	74	20	100
	2.85-2.90	9	0	64	27	100
	2.90-2.95	12	1	74	13	100
	2.95-3.00	6	0	82	12	100
3.00-3.10	8	0	67	25	100	
3.10-3.20	8	1	80	11	100	
3.20-3.30	9	0	33	10	52	
3.30-3.40	0	0	0	0	0	
3.40-3.50	0	0	0	0	0	
3.50-3.60	0	0	0	0	0	
3.60-3.70	0	0	0	0	0	
3.70-3.80	0	0	0	0	0	
3.80-3.90	0	0	0	0	0	
4.50-4.60	0	0	0	0	0	
4.60-4.70	0	0	0	0	0	
4.70-4.80	0	0	0	0	0	

※ 囲みは珪藻を多産する範囲



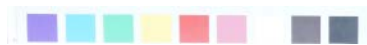
### 珪藻分析結果

# 2.2 津波堆積物調査

既往津波堆積物調査(当社実施) (8/12)

再掲(H26/1/29審査会合)

下梨野舞納地区(下梨野舞納-2)



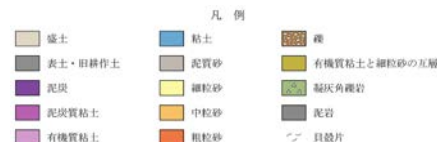
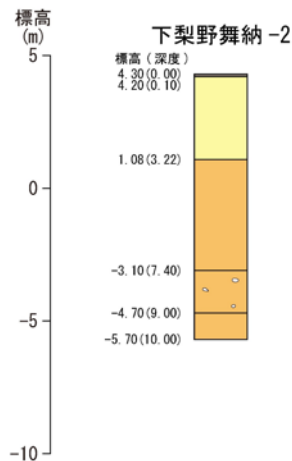
ボーリングコア写真(下梨野舞納-2)  
孔口標高 4.30m

### 【地点概要】

○岩内平野沿岸に発達する砂丘背後の堀株川左岸の低地。

### 【コア観察結果】

○淘汰のよい中砂及び細砂が主体で、堆積の乱れや侵食等、イベント堆積物が推定されるような層相(①~④)は認められない。



- ① シルト層中に砂層・細礫層が認められる。砂層・細礫層とシルト層とが混在して認められる
- ② 砂層・細礫層が下位のシルト層を侵食している
- ③ 腐植質シルト及びシルトが偽礫状またはレンズ状に含まれる
- ④ 角礫と円礫や扁平礫が混在している

# 2.2 津波堆積物調査

既往津波堆積物調査(当社実施) (9/12)

再掲(H26/1/29審査会合)

下梨野舞納地区(下梨野舞納-3)

### 【地点概要】

○岩内平野沿岸に発達する砂丘背後の堀株川左岸の低地。

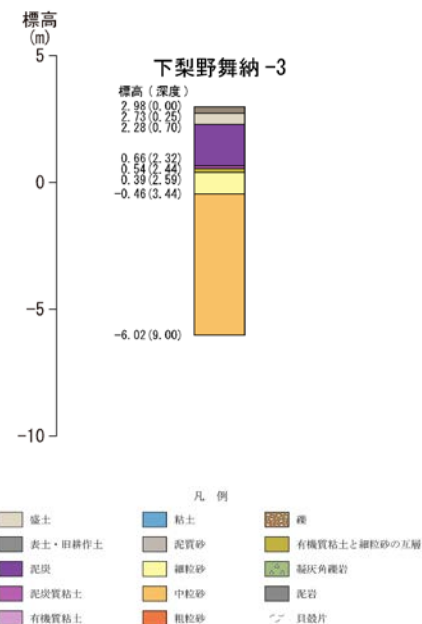
### 【コア観察結果】

○深度0.70m~2.44mに比較的均質な腐植土, 深度2.44m~2.59mにシルト, 深度2.59m以深に淘汰のよい細~中砂が分布するが, 堆積の乱れや侵食等, イベント堆積物が推定されるような層相(①~④)は認められない。



※ コア採取不良のため, 深度0.0~3.0mについて再ボーリングを実施

ボーリングコア写真(下梨野舞納-3)  
孔口標高 2.98m



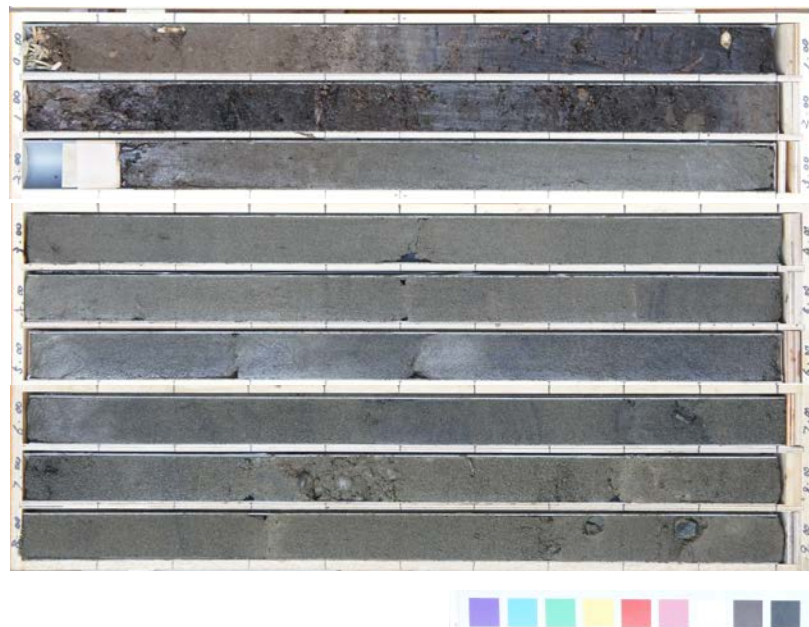
- ① シルト層中に砂層・細礫層が認められる。砂層・細礫層とシルト層とが混在して認められる
- ② 砂層・細礫層が下位のシルト層を侵食している
- ③ 腐植質シルト及びシルトが偽礫状またはレンズ状に含まれる
- ④ 角礫と円礫や扁平礫が混在している

# 2.2 津波堆積物調査

既往津波堆積物調査(当社実施) (10/12)

再掲(H26/1/29審査会合)

下梨野舞納地区(下梨野舞納-4)



ボーリングコア写真(下梨野舞納-4)  
孔口標高 4.34m

### <sup>14</sup>C法年代測定結果

深 度(m)	試 料	<sup>14</sup> C法年代測定結果
0.65-0.68	腐植質シルト	2120±30yBP (BG200-BG140)
2.08-2.10	腐植質シルト	3340±30yBP (BC1420-BC1360)

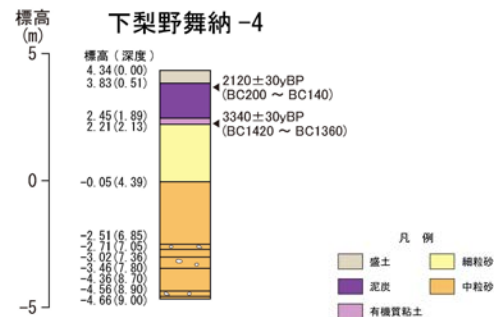
### 【地点概要】

○岩内平野沿岸に発達する砂丘背後の堀株川左岸の低地。

### 【コア観察結果】

○深度0.51m~2.13mに比較的均質な腐植土、深度2.13m以深に淘汰のよい細~中砂が分布するが、堆積の乱れや侵食等、イベント堆積物が推定されるような層相(①~④)は認められない。

○深度0.68m及び深度2.10mの腐植質シルトより、それぞれ、2,120±30yBP、3,340±30yBPの<sup>14</sup>C法年代測定値が得られている。



- ① シルト層中に砂層・細礫層が認められる。砂層・細礫層とシルト層とが混在して認められる
- ② 砂層・細礫層が下位のシルト層を侵食している
- ③ 腐植質シルト及びシルトが偽礫状またはレンズ状に含まれる
- ④ 角礫と円礫や扁平礫が混在している

# 2.2 津波堆積物調査

## 既往津波堆積物調査(当社実施) (11/12)

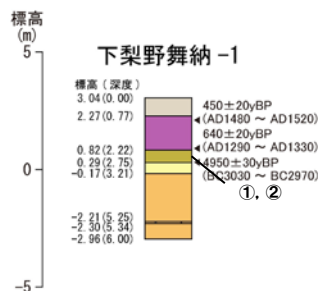
再掲(H26/1/29審査会合)

### 【下梨野舞納地区における調査結果について】

- 下梨野舞納地区では、4地点でボーリング調査を実施した。
- このうち、下梨野舞納-1の標高0~1m付近で津波堆積物の可能性があるイベント堆積物が推定される区間が抽出されたが、珪藻分析結果より、主に河川性の堆積物または氾濫原堆積物と考えられ、本結果からは、津波起源を示す明瞭な証拠は得られなかった。
- 北海道の調査結果では、調査地点近傍にて地層引き抜き調査を実施し、KY-02~KY-05地点において、標高1~2m付近にイベント砂層を確認している。
- 北海道が地層引き抜き調査で確認したイベント砂層は、珪藻分析及び化学分析の結果から河川の洪水起源のものと考えられ、現段階で津波起源を示すような明瞭な証拠は得られていないとしている。



調査地点位置図 (●北海道, ●当社)

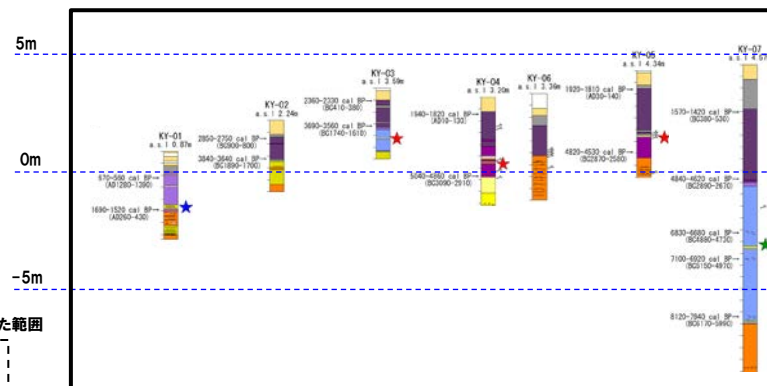


丸数字: イベント堆積物の可能性がある地層として抽出した範囲

- ① 標高0.69~0.45m (深度2.35m~2.54m)
- ② 標高0.45~0.34m (深度2.54m~2.70m)



下梨野舞納-1調査結果



KY-01地点~KY-07地点の調査結果 (北海道立総合研究機構(2013)より引用)



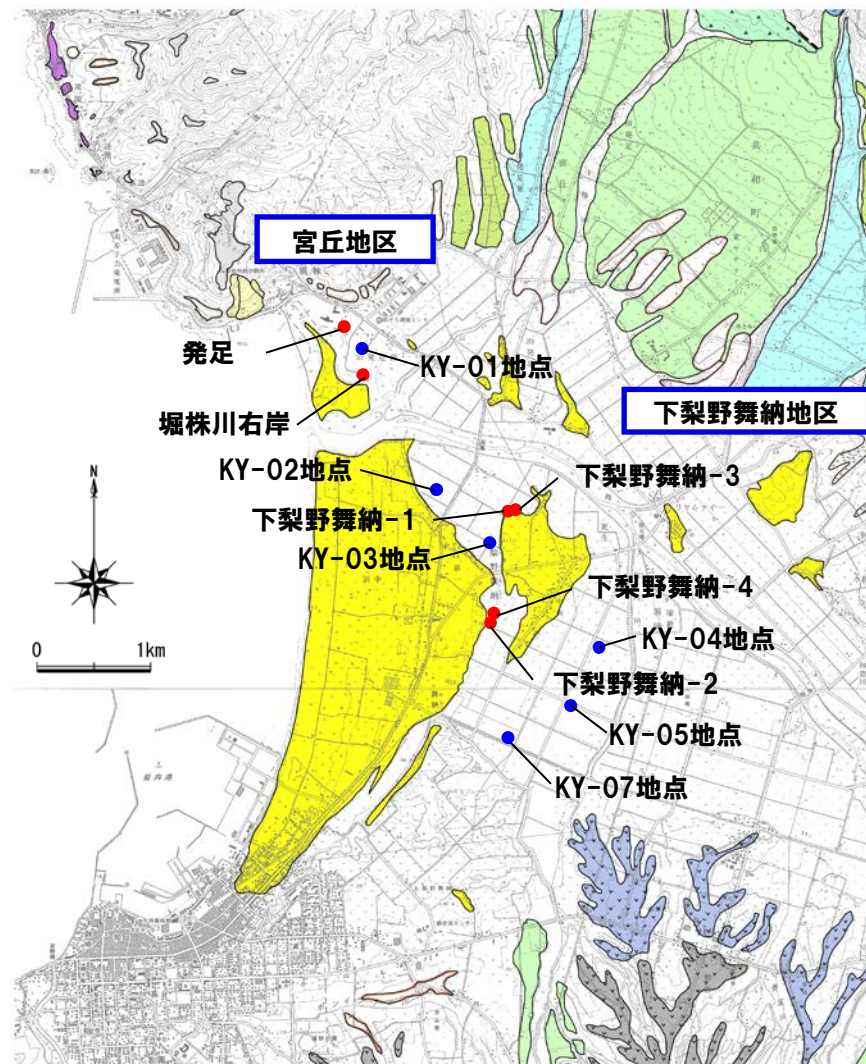
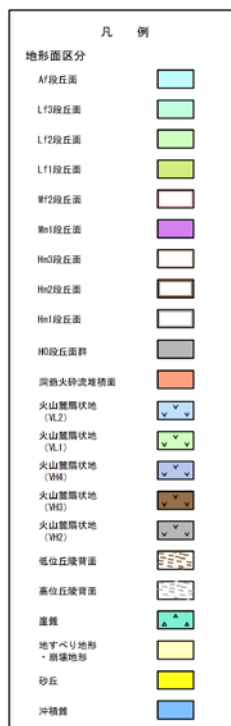
# 2.2 津波堆積物調査

既往津波堆積物調査(当社実施) (12/12)

再掲(H26/1/29審査会合)

### 【津波堆積物調査結果について】

- 岩内平野内で北海道が実施した地層引き抜き調査(KY-01地点~KY-05地点)結果には、一部の地点でイベント砂層が確認されているが、珪藻分析及び化学分析の結果から河川の洪水起源のものと考えられている。
- 当社において宮丘地区及び下梨野舞納地区で実施したボーリング調査では、3地点でイベント堆積物の可能性のある堆積物が推定される区間が抽出されたが、珪藻分析結果より、河川性堆積物または氾濫原堆積物と推定された。
- 北海道が実施したボーリング調査(KY-07地点)では、標高-3.2m付近に約7,000年前のイベント砂層が確認されており、津波または高潮起源によるものの可能性があると評価している。
- 今回の当社の調査では、北海道の調査で確認できていなかった約1,600年前以降の地層について、一部確認することができた。
- 北海道及び当社の調査結果では、岩内平野周辺において、KY-07地点以外に津波堆積物の可能性を示唆する堆積物は確認されておらず、現時点においては、少なくとも、約7,000年前以降について、明瞭な津波堆積物は、確認できていない。



調査地点位置図 (●北海道, ●当社)

# 2. 3 既往津波の再現解析

- 1. 計算条件 ..... 3
- 2. 既往津波の検討 ..... 25
  - 2. 1 既往津波の文献調査 ..... 26
  - 2. 2 津波堆積物調査 ..... 29
  - 2. 3 既往津波の再現解析 ..... 82
- 3. 地震に伴う津波
  - 3. 1 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波
  - 3. 2 海域活断層に想定される地震に伴う津波
- 4. 地震以外の要因に伴う津波 ..... 85
  - 4. 1 火山による山体崩壊に伴う津波 ..... 86
  - 4. 2 海底地すべりに伴う津波 ..... 132
  - 4. 3 陸上の斜面崩壊(陸上地すべり)に伴う津波 ..... 154
  - 4. 4 陸上の斜面崩壊(岩盤崩壊)に伴う津波 ..... 267
- 5. 地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ ..... 313
  - 5. 1 解析実施ケース一覧 ..... 314
  - 5. 2 ピークが重なる波源の組合せ評価 ..... 319
  - 5. 3 水位が高い波源の組合せ評価 ..... 347
  - 5. 4 「貯留堰を下回る時間」の最大ケースの妥当性確認 ..... 377
  - 5. 5 茶津入構トンネル及びアクセスルートトンネル設置に伴う基準津波への影響評価 ..... 380
- 6. 基準津波策定
- 7. 行政機関による津波評価 ..... 400
  - 7. 1 国の検討会モデルによる検討 ..... 401
  - 7. 2 地方自治体モデルによる検討 ..... 403
- 8. 超過確率の参照
- 9. 基準津波による安全性評価
- 参考文献 ..... 412

# 2.3 既往津波の再現解析

## 既往津波の再現性検討

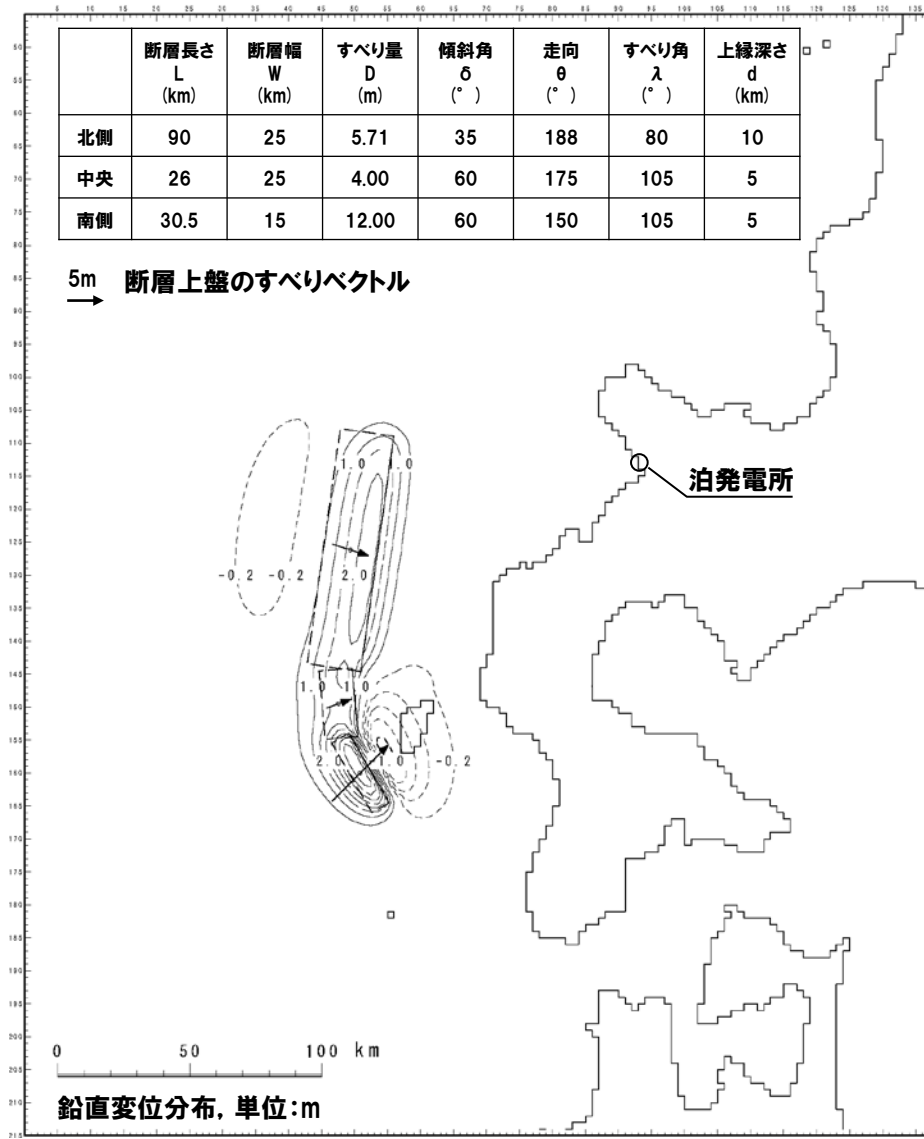
一部修正 (H26/12/5審査会合)

○既往津波に関する文献調査より, 泊発電所の敷地周辺に最も影響を与えた既往津波である「1993年北海道南西沖地震津波」を数値シミュレーションの検証の対象として選定した。

※計算条件は「1 計算条件」を参照

	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	すべり量 D (m)	傾斜角 $\delta$ (°)	走向 $\theta$ (°)	すべり角 $\lambda$ (°)	上縁深さ d (km)
北側	90	25	5.71	35	188	80	10
中央	26	25	4.00	60	175	105	5
南側	30.5	15	12.00	60	150	105	5

5m 断層上盤のすべりベクトル



鉛直変位分布, 単位:m

1993年北海道南西沖地震津波の断層モデル (DCRC-26)

余白

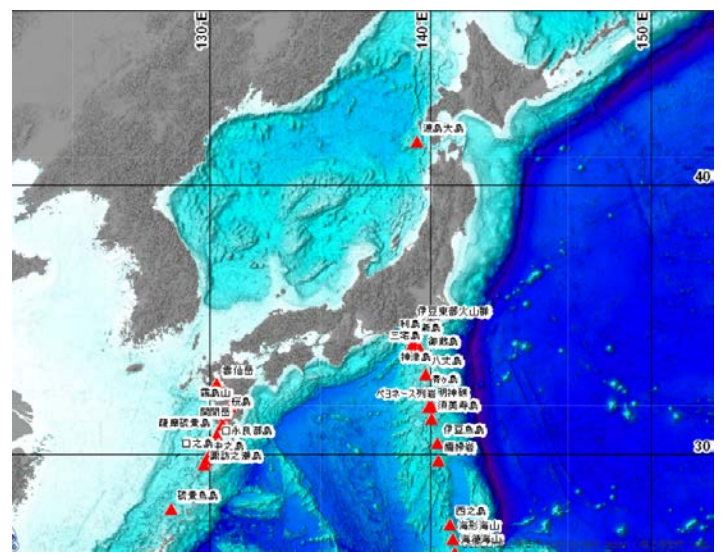
# 4. 地震以外の要因に伴う津波

- 1. 計算条件 ..... 3
- 2. 既往津波の検討 ..... 25
  - 2. 1 既往津波の文献調査 ..... 26
  - 2. 2 津波堆積物調査 ..... 29
  - 2. 3 既往津波の再現解析 ..... 82
- 3. 地震に伴う津波
  - 3. 1 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波
  - 3. 2 海域活断層に想定される地震に伴う津波
- 4. 地震以外の要因に伴う津波 ..... 85**
  - 4. 1 火山による山体崩壊に伴う津波 ..... 86
  - 4. 2 海底地すべりに伴う津波 ..... 132
  - 4. 3 陸上の斜面崩壊(陸上地すべり)に伴う津波 ..... 154
  - 4. 4 陸上の斜面崩壊(岩盤崩壊)に伴う津波 ..... 267
- 5. 地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ ..... 313
  - 5. 1 解析実施ケース一覧 ..... 314
  - 5. 2 ピークが重なる波源の組合せ評価 ..... 319
  - 5. 3 水位が高い波源の組合せ評価 ..... 347
  - 5. 4 「貯留堰を下回る時間」の最大ケースの妥当性確認 ..... 377
  - 5. 5 茶津入構トンネル及びアクセスルートトンネル設置に伴う基準津波への影響評価 ..... 380
- 6. 基準津波策定
- 7. 行政機関による津波評価 ..... 400
  - 7. 1 国の検討会モデルによる検討 ..... 401
  - 7. 2 地方自治体モデルによる検討 ..... 403
- 8. 超過確率の参照
- 9. 基準津波による安全性評価
- 参考文献 ..... 412

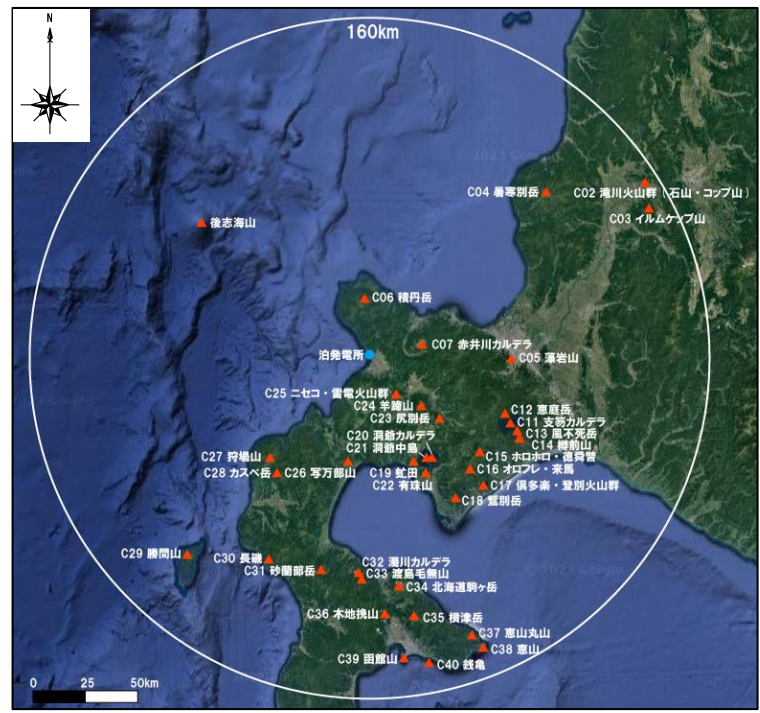
## (1) 対象火山の抽出

### 検討対象抽出 (海域火山)

- 海上保安庁(2022)の海域火山データベースでは北海道には渡島大島が分布することが示されている。
- また、西来ほか編(2012)では敷地から半径160km以内の範囲に後志海山が示されている。
- 上記のうち、第四紀以降の火山であり、完新世に活動があった又は完新世に活動を行っていないものの将来の活動可能性が否定できないものを対象とし、「渡島大島」を選定した。



海域火山データベース  
(海上保安庁(2022)より引用)



敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山の位置図  
(第四紀火山の位置は産業技術総合研究所「日本の火山(DB)」, 西来ほか編(2012)に基づく。  
地質図Navi(ver.1.2.1.20230302)を基に作成)

火山名	活動年代
渡島大島	更新世末期 or 完新世～1790年 噴火記録:1741～1742, 1759, 1786, 1790
後志海山	約90万年前前後(古くても130万年)

# 4.1 火山による山体崩壊に伴う津波

## (1) 対象火山の抽出

### 検討対象抽出(陸域火山)(1/3)

一部修正(H27/5/15審査会合)

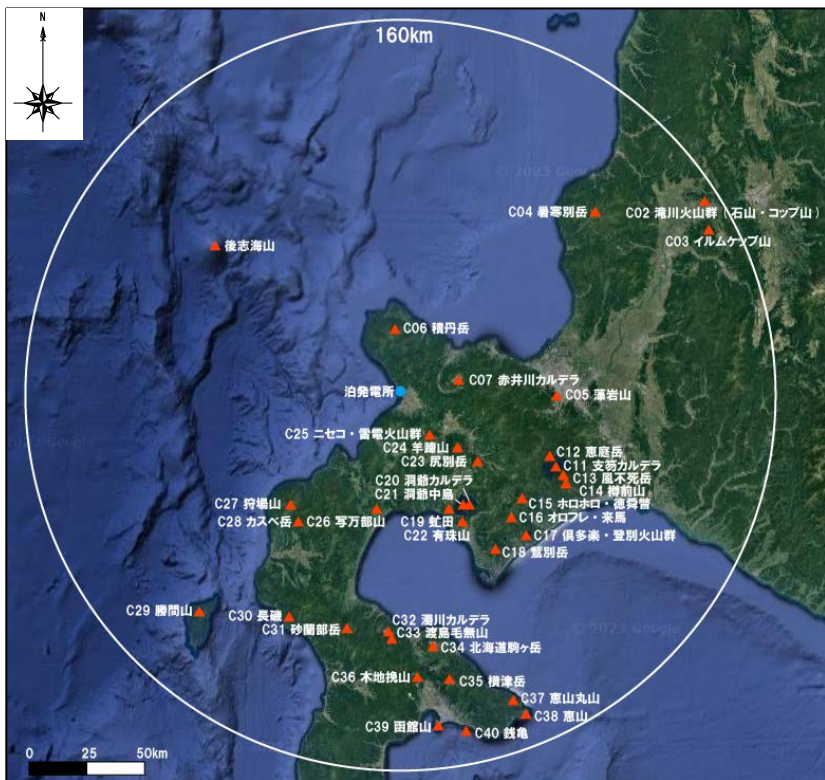
#### 【日本海に面した第四紀陸域火山の抽出結果】

- 敷地に影響を与える可能性のある陸域火山の抽出は、「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「日本の火山(DB)」に基づき、敷地から半径160km以内にある第四紀火山を抽出し、そのうち、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、完新世に活動があった又は完新世に活動を行っていないものの将来の活動可能性が否定できないものを対象とした。
- 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。

#### 敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山

番号	火山名	敷地からの距離(km)	活動年代
C02	海川(たきかわ)火山群(石山いしやま)・コップ山(こっぴやま)	石山:128.2 コップ山:151.3	約1000-170万年前 (石山:約200万年前、コップ山:約170万年前)
C03	イルムケップ山(いむけっぴやま)	146.1	約250万年前
C04	著栗別岳(しよかんべつだけ)	111.5	約400-200万年前
C05	葉岩山(もいわやま)	66.0	約260-240万年前
C06	積丹岳(しゃこたんだけ)	26.5	約250-200万年前
C07	赤井川(あかいがわ)カルデラ	25.3	約210-130万年前
C11	支笏(しこつ)カルデラ(後カルデラ火山含む)	74.8	約4万年前にカルデラ形成
	◎12 恵庭岳(えにわだけ)	68.6	約1万8000年前以前に活動開始
	◎13 風不死岳(ふうふしだけ)	77.7	約4万年前以降
	◎14 樽前山(たるまいさん)	80.2	約9000年前に活動開始
C15	ホロホロ・徳舜堂(とくしゆんべつ)	68.0	約170-160万ないし約60万年前
C16	オロフレ・来馬(らいば)	70.2	来馬岳:約60-50万年前 オロフレ山:活動年代は不明
C17	倶多楽(くつたら)・豊別(のほりべつ)火山群	80.5	約11万年前以降
C18	蟹別岳(わしべつだけ)	77.8	約190万年前
C19	虻田(あぶた)	53.4	約180万年前
C20	洞爺(とうや)カルデラ(後カルデラ火山含む)	54.8	約11万年前にカルデラ形成
	◎21 洞爺中島(とうやなかじま)	55.1	約5-3万年前
	◎22 有珠山(うすざん)	60.7	約3万年前に活動開始
C23	尻別岳(しりべつだけ)	43.6	約70-5万年前
C24	羊蹄山(ようていざん)	33.8	10万ないし数万年前以降
C25	ニセコ・雷電(らいでん)火山群	19.7	雷電火山群:約160-50万年前 ニセコ火山群:約150万年前以降
C26	厚刀部山(はつまべやま)	50.5	約260-250万年前
C27	狩場山(かりばやま)	66.1	約80-25万年前
C28	カスベ岳(かすべだけ)	69.4	前期更新世
C29	勝淵山(かつまやま)	126.4	約70-20万年前
C30	長嶺(ながいそ)	105.7	約220-140万年前
C31	砂廊部岳(さんらべだけ)	102.2	約180万年前
C32	瀧川(たごりがわ)カルデラ	101.9	約2万-1万3000年前
C33	渡島毛無山(おしまけなしやま)	105.3	ジュラシアン-カラブリアン(前期更新世前半-前期更新世後半)
C34	北海道駒ヶ岳(ほっかいどうこまがたけ)	109.0	約4万年前以前に活動開始
C35	横津岳(よこつだけ)	123.7	約170-14万年前
C36	木地挽山(きじびきやま)	120.6	約190万年前以降
C37	基山丸山(えきさんまるやま)	139.9	約20万年前
C38	基山(えさん)	146.9	約5万年前以降
C39	函館山(はこだてやま)	142.7	約120-90万年前
C40	銭亀(ぜにがめ)	146.7	4万5000-3万3000年前の間
—	後志海山(しりべしかいざん)	101.2	約90万年前前後(古くても130万年前)

※後志海山については海域火山として整理(前頁参照)



敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山の位置図

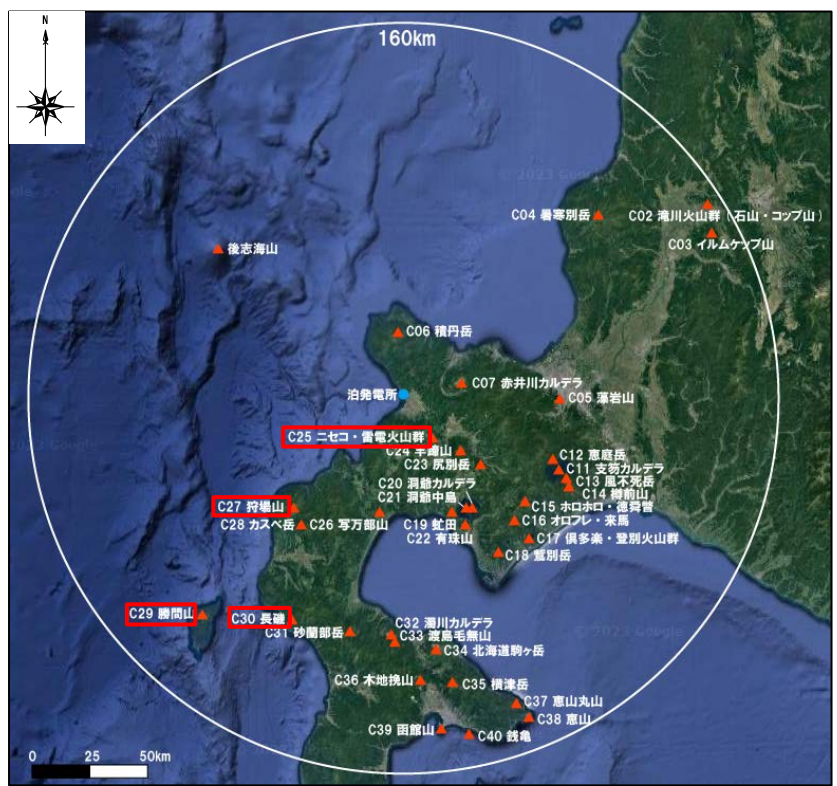
(第四紀火山の位置は産業技術総合研究所「日本の火山(DB)」, 西来ほか編(2012)に基づく。地質図Navi(ver.1.2.1.20230302)を基に作成)

## (1) 対象火山の抽出

### 検討対象抽出 (陸域火山) (2/3)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

敷地から半径160km以内にある第四紀火山うち  
日本海沿岸に面した火山:4火山



敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山の位置図  
(第四紀火山の位置は産業技術総合研究所「日本の火山(DB)」, 西来ほか編(2012)に基づく。  
地質図Navi(ver.1.2.1.20230302)を基に作成)

### 敷地から半径160km以内の範囲にある第四紀火山

番号	火山名	敷地からの距離 (km)	活動年代
C02	滝川(たきかわ)火山群 (石山(いしやま), コップ山(こっぷやま))	石山:128.2 コップ山:151.3	約1000-170万年前 (石山:約200万年前, コップ山:約170万年前)
C03	イルムケップ山(いるむけつがやま)	146.1	約250万年前
C04	番塞別岳(しかんべつだけ)	111.5	約400-200万年前
C05	藻岩山(もいわやま)	66.0	約260-240万年前
C06	積丹岳(しゃこたんだけ)	26.5	約250-200万年前
C07	赤井川(あかいがわ)カルデラ	25.3	約210-130万年前
C11	支笏(しこつ)カルデラ(後カルデラ火山含む)	74.8	約4万年前にカルデラ形成
	☉12 恵庭岳(えにわだけ)	68.6	約1万8000年前以前に活動開始
	☉13 風不死岳(ふっぶしだけ)	77.7	約4万年前以降
	☉14 樽前山(たるまいさん)	80.2	約9000年前に活動開始
C15	ホロホロ・徳舜管(とくしゆんべつ)	68.0	約170-160万ないし約60万年前
C16	オロフレ・来馬(らいば)	70.2	来馬岳:約80-50万年前 オロフレ山:活動年代は不明
C17	倶多楽(くつたら)・登別(のぼりべつ)火山群	80.5	約11万年前以降
C18	鶯別岳(わしべつだけ)	77.8	約190万年前
C19	虹田(あぶた)	53.4	約180万年前
C20	洞爺(とうや)カルデラ(後カルデラ火山含む)	54.8	約11万年前にカルデラ形成
	☉21 洞爺中島(とうやなかじま)	55.1	約5-3万年前
	☉22 有珠山(うずだん)	60.7	約3万年前に活動開始
C23	尻別岳(しりべつだけ)	43.6	約70-5万年前
C24	羊蹄山(ようていざん)	33.8	10万ないし数万年前以降
C25	ニセコ・雷電(らいでん)火山群	19.7	雷電火山群:約160-50万年前 ニセコ火山群:約150万年前以降
C26	写万部山(しゃまんべやま)	50.5	約260-250万年前
C27	狩場山(かりばやま)	66.1	約80-25万年前
C28	カスベ岳(かすべだけ)	69.4	前期更新世
C29	勝瀨山(かつまやま)	126.4	約70-20万年前
C30	長磯(ながいそ)	105.7	約220-140万年前
C31	砂前部岳(さぜんべだけ)	102.2	約180万年前
C32	滝川(たきかわ)カルデラ	101.9	約2万-1万3000年前
C33	渡島毛無山(おしまけなしやま)	105.3	ジェラシアン-カラブリアン(前期更新世前半-前期更新世後半)
C34	北海道駒ヶ岳(ほっかいどうこまがたけ)	109.0	約4万年前以前に活動開始
C35	横津岳(よこつだけ)	123.7	約170-14万年前
C36	木地挽山(きじびきやま)	120.6	約190万年前以降
C37	恵山丸山(えさんまるやま)	139.9	約20万年前
C38	恵山(えさん)	146.9	約5万年前以降
C39	函館山(はこだてやま)	142.7	約120-80万年前
C40	銭亀(ぜにかめ)	146.7	4万5000-3万3000年前の間
—	後志海山(しりべしかいざん)	101.2	約90万年前前後(古くても130万年)

赤色:日本海に面した火山

※後志海山については海域火山として整理(前々頁参照)

○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、勝瀨山、長磯を抽出する。



## (1) 対象火山の抽出

### 検討対象抽出(陸域火山)(3/3)

一部修正(H27/5/15審査会合)

【完新世に活動があった火山及び完新世に活動を行っていないものの将来の活動可能性が否定できない火山の抽出結果】

- 完新世に活動があった火山として、ニセコ・雷電火山群を抽出する。
- 将来の活動可能性については、「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。
- 完新世に活動を行っていないものの将来の活動可能性が否定できない火山として、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狩場山及び勝潤山を抽出する。

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	敷地からの距離(km)	活動時期				判断根拠	
			約258万年前	【更新世】	約1万1,700年前	【完新世】		
C25	ニセコ・雷電火山群	19.7		100万年前	10万年前	1万年前	1,000年前	完新世に活動
C29	勝潤山	126.4		最大休止期間:約40万年	最新活動:約20万年前			最大休止期間約40万年>経過期間約20万年
C27	狩場山	66.1		最大休止期間:約28万年	最新活動:約25万年前			最大休止期間約28万年>経過期間約25万年
C30	長磯	105.7		最大休止期間:約35万年	最新活動:約140万年前			最大休止期間約35万年<経過期間約140万年

:完新世に活動があった火山  
 :完新世に活動を行っていないものの将来の活動可能性が否定できない火山  
 :活動期間  
 :イベント時期(完新世に活動があった火山は省略)

# 4.1 火山による山体崩壊に伴う津波

## (1) 対象火山の抽出

参考 既往の山体崩壊事例 (雲仙眉山崩壊: 中村ほか (2000))

再掲 (H27/5/15審査会合)

- 【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 $3.4 \times 10^8 m^3$ 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。



図 3.6.1 眉山周辺の地形分類図 (建設省雲仙復興工事事務所, 1995)

雲仙普賢岳周辺の地形分類図 (中村ほか (2000) に一部加筆)

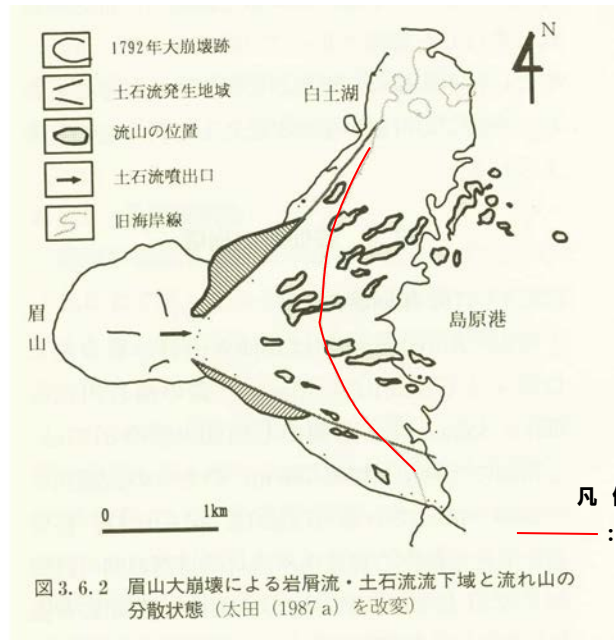


図 3.6.2 眉山大崩壊による岩屑流・土石流流下域と流れ山の分散状況 (太田 (1987 a) を改変)

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)

## (1) 対象火山の抽出

参考 既往の山体崩壊事例（雲仙眉山崩壊：中村ほか（2000）・太田（1987））

一部修正（H27/5/15審査会合）

## 【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付近で地震が発生、それ以後小浜や千々石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、 $M6.4 \pm 0.2$ ）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。

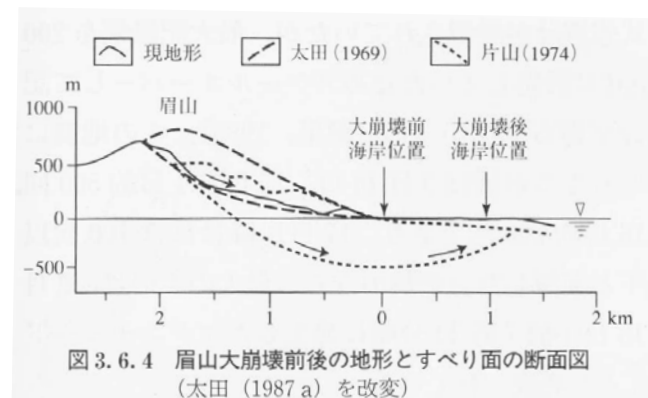
## 【震源との距離】

○震源は特定されていないが、震源の可能性が高い近傍の千々石断層及び布津断層の距離は、約5kmである。

## 【崩壊の原因】

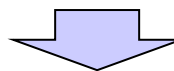
○崩壊の原因については諸説あったが、太田（1987）によれば、米国セントヘレンズ火山の山体崩壊や御岳山の斜面崩壊などの事例から、それまでの諸説を整理したうえで、崩壊は以下のような、熱水の増大と中～小規模の直下型浅発地震との複合作用によるものとされている。

- 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



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を考慮し、検討を実施する

# 4.1 火山による山体崩壊に伴う津波

## (1) 対象火山の抽出

### ニセコ・雷電火山群の概要

一部修正 (H27/8/21 審査会合)

#### ニセコ・雷電火山群の概要

火山名※1	C25 ニセコ・雷電火山群
敷地からの距離	19.7km
活動年代	<p>(雷電火山群) 岩内岳 目国内岳 雷電山</p> <p>約160-50万年前※2</p> <p>(ニセコ火山群) イワオヌプリ ニトヌプリ チセヌプリ 白樺山 シャクナゲ岳 ニセコアンヌプリ ワイスホルン</p> <p>約150万年前以降※2</p>

※1 産業技術総合研究所「日本の火山 (DB)」2023年11月確認。  
 ※2 右表に示すニセコ・雷電火山群の活動履歴に基づく。

#### ニセコ・雷電火山群活動履歴 (イワオヌプリ※3・ニトヌプリ)

年代	噴出物名	参考文献	
第四紀	完新世 6.88ka (完新世~更新世) 不明	イワオヌプリ: 第6期噴出物	山元 (2014)
	(完新世~更新世) 不明	イワオヌプリ: 第5期噴出物	
	(完新世~更新世) 不明	イワオヌプリ: 第4期噴出物	
	(完新世~更新世) 不明	イワオヌプリ: 第3期噴出物	
	(完新世~更新世) 不明	イワオヌプリ: 第2期噴出物	
	更新世 25ka 30ka※4	ニトヌプリ火山噴出物 イワオヌプリ: 第1期噴出物	

#### ニセコ・雷電火山群活動履歴 (チセヌプリ・ニセコアンヌプリ)

年代	噴出物名	参考文献	
第四紀	更新世 不明	チセヌプリ: 第7期噴出物	山元 (2014)
	20ka	チセヌプリ: 第6期噴出物	
	不明	チセヌプリ: 第5期噴出物	
	不明	チセヌプリ: 第4期噴出物	
	不明	チセヌプリ: 第3期噴出物	
	不明	チセヌプリ: 第2期噴出物	
	300ka	チセヌプリ: 第1期噴出物	
	250ka	ニセコアンヌプリ: 第6期噴出物	
	250ka	ニセコアンヌプリ: 第5期噴出物	
	275ka	ニセコアンヌプリ: 第4期噴出物	
	300ka	ニセコアンヌプリ: 第3期噴出物	
	400ka	ニセコアンヌプリ: 第2期噴出物	
700ka	ニセコアンヌプリ: 第1期噴出物		

#### ニセコ・雷電火山群活動履歴 (白樺山・シャクナゲ岳)

年代	噴出物名	参考文献	
第四紀	更新世 300ka	白樺山: 第2期噴出物	山元 (2014)
	300ka	シャクナゲ岳: 第6期噴出物	
	400ka	シャクナゲ岳: 第5期噴出物	
	500ka	シャクナゲ岳: 第4期噴出物	
	600ka	シャクナゲ岳: 第3期噴出物	
	700ka	白樺山: 第1期噴出物	
	700ka	シャクナゲ岳: 第2期噴出物	
	800ka	シャクナゲ岳: 第1期噴出物	

#### ニセコ・雷電火山群活動履歴 (岩内岳・目国内岳)

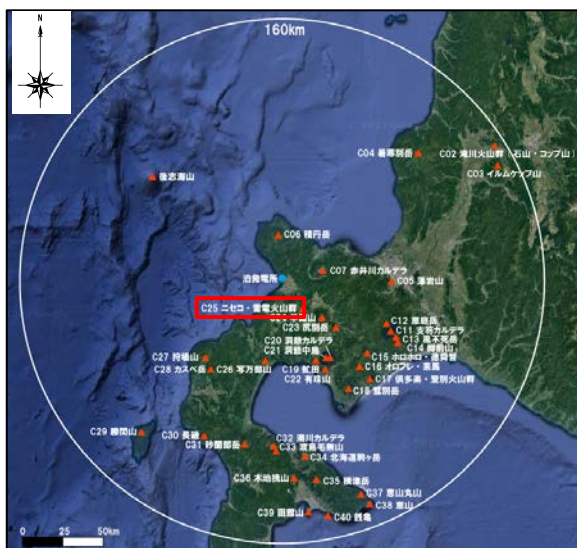
年代	噴出物名	参考文献	
第四紀	更新世 500ka	岩内岳: 第2期噴出物	山元 (2014)
	650ka	目国内岳: 第3期噴出物	
	730ka	岩内岳: 第1期噴出物	
	730ka	目国内岳: 第2期噴出物	
	1,100ka	目国内岳: 第1期噴出物	

#### ニセコ・雷電火山群活動履歴 (ワイスホルン・雷電山)

年代	噴出物名	参考文献	
第四紀	更新世 1,000ka	ワイスホルン: 第4期噴出物	山元 (2014)
	1,000ka	雷電山: 第4期噴出物	
	1,300ka	ワイスホルン: 第3期噴出物	
	1,300ka	雷電山: 第3期噴出物	
	1,400ka	ワイスホルン: 第2期噴出物	
	1,400ka	雷電山: 第2期噴出物	
	1,500ka	ワイスホルン: 第1期噴出物	
	1,600ka	雷電山: 第1期噴出物	

※3 イワオヌプリ火山の最後のマグマ噴火は、山頂部から大イワオヌプリ上部溶岩類の流出であるが、水蒸気噴火はその後も発生している可能性が高く、実際に五色温泉近くでの爆発角礫岩層の年代としてmodernという炭素年代測定結果が得られたとする知見 (松尾・中川, 2017) もある。

※4 ニセコ・雷電火山群の活動履歴については、山元 (2014) に基づき整理しているが、イワオヌプリの活動開始は、松尾・中川 (2017) に示された9,500年前が妥当と考えられる。



#### ニセコ・雷電火山群の位置

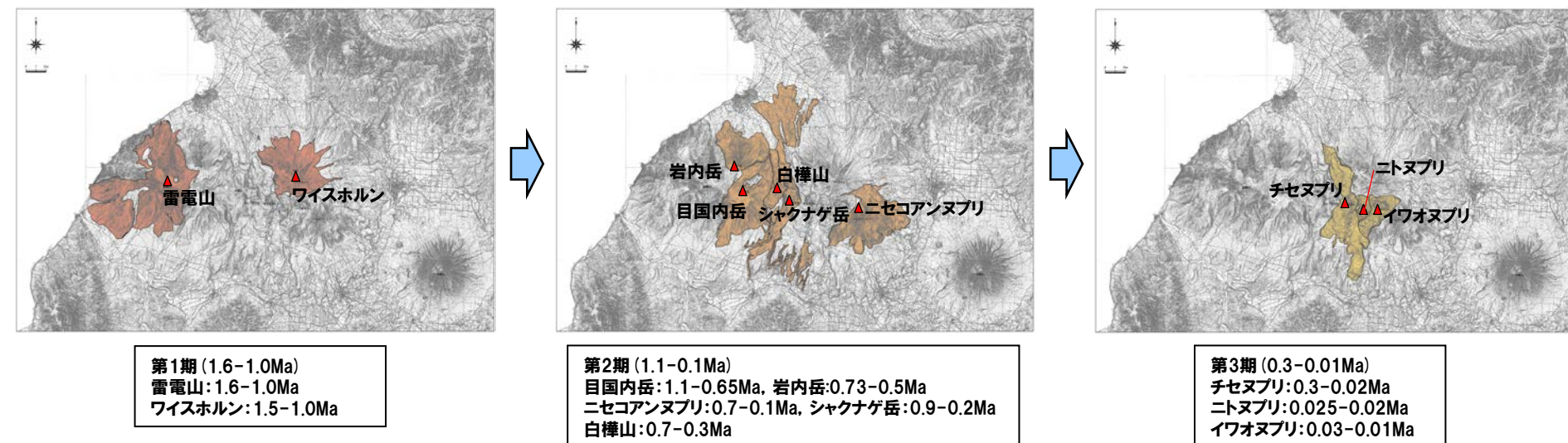
(第四紀火山の位置は産業技術総合研究所「日本の火山 (DB)」, 西来ほか編 (2012) に基づく。地図国Navi (ver.1.2.1.20230302) を基に作成)

## (1) 対象火山の抽出

## ニセコ・雷電火山群の活動の変遷

一部修正 (H27/8/21審査会合)

- 新エネルギー総合開発機構 (1986) によれば、ニセコ・雷電火山群の活動時期については、下図のとおり「第1期」、「第2期」及び「第3期」に分類されている。
- 児玉ほか (1998) 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。
- 松尾・中川 (2017) によれば、イワオヌプリは約9,500年前に活動を開始したとされている。
- 気象庁編 (2013) によれば、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。
- 気象庁「火山活動解説資料」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年から不定期に、火山活動解説資料を報告している。



## ニセコ・雷電火山群の活動の変遷

(地質分布は新エネルギー総合開発機構 (1987) を複写, 年代値は新エネルギー総合開発機構 (1986) による)

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

## (1) 対象火山の抽出

参考 イワオヌプリの状況 (気象庁 火山活動解説資料)

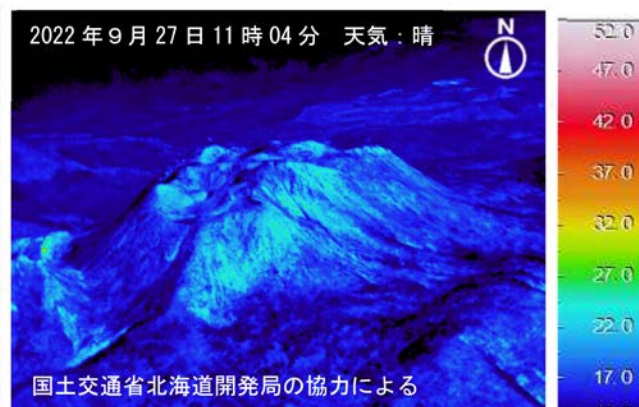
一部修正 (H27/5/15審査会合)

## 【ニセコ・雷電火山群】

- 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年から不定期に、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」とされている。



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認められない。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	H19. 12. 11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認められない。	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、噴火の兆候は認められない。	上空からの観測	
H27	7	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、噴火の兆候は認められない。	上空からの観測	
H28	8	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、静穏に経過しており、噴火の兆候は認められない。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	
H29	8	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、静穏に経過しており、噴火の兆候は認められない。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	
R1	8	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、静穏に経過しており、噴火の兆候は認められない。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	
R4	9	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、静穏に経過しており、噴火の兆候は認められない。	上空からの観測, 赤外熱映像装置による観測	

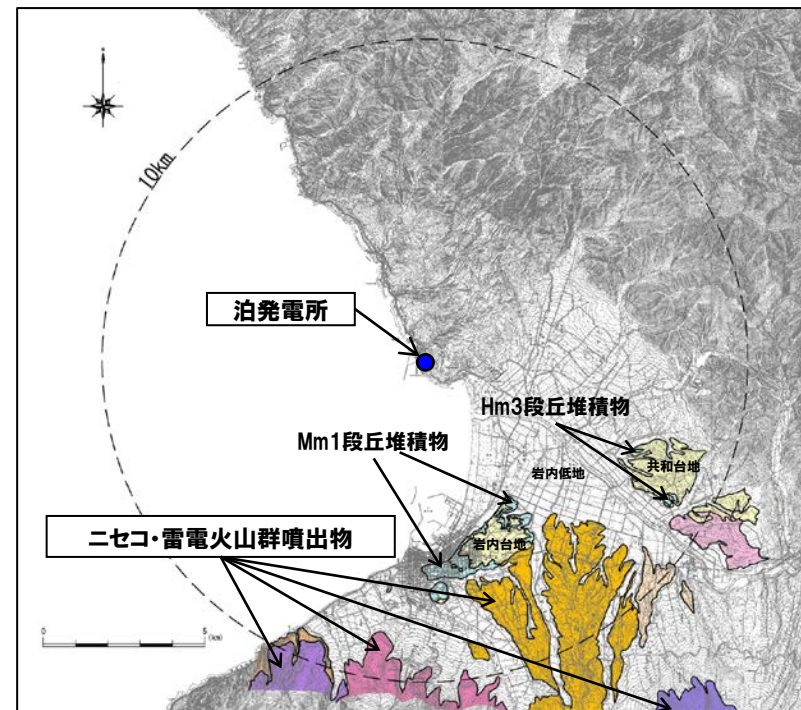
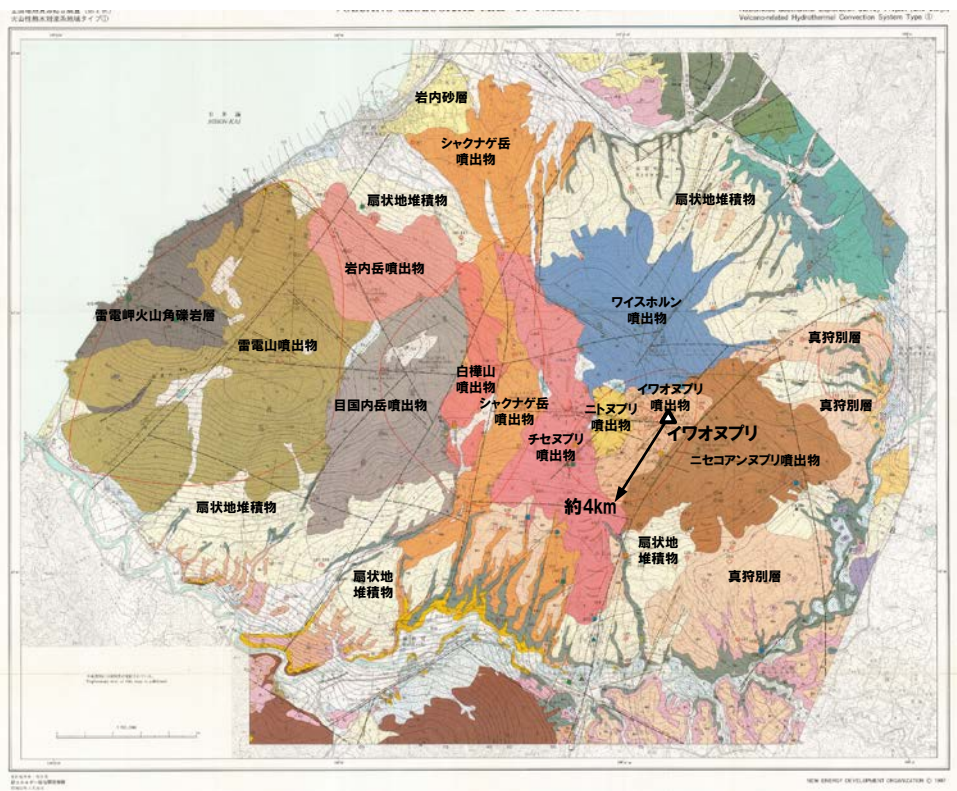
## (1) 対象火山の抽出

### ニセコ・雷電火山群の地質 (1/3)

一部修正 (H27/8/21審査会合)

#### 【文献調査及び当社地質調査結果】

○新エネルギー総合開発機構(1987)に基づく、ニセコ・雷電火山群の溶岩流を含む火山噴出物は、左図のとおり分布するとされており、そのうち、敷地近傍に認められるものは、新エネルギー総合開発機構(1987)において「シャクナゲ岳噴出物」とされているものである。



記号	地質名	凡例
1	洞爺火砕流堆積物	火砕流堆積物
2	ニセコ火山噴出物	火砕流堆積物
3	ニセコ火山噴出物	火山礫層状地堆積物
4	ワイスホルン火山	溶岩及び火砕岩
5	岩内岳火山	溶岩及び火砕岩
6	雷電山火山	溶岩及び火砕岩
7	雷電峰火山角礫岩層	雷電峰火山角礫岩層
		段丘堆積物
		岩内層
		礫及び砂
		礫及び砂

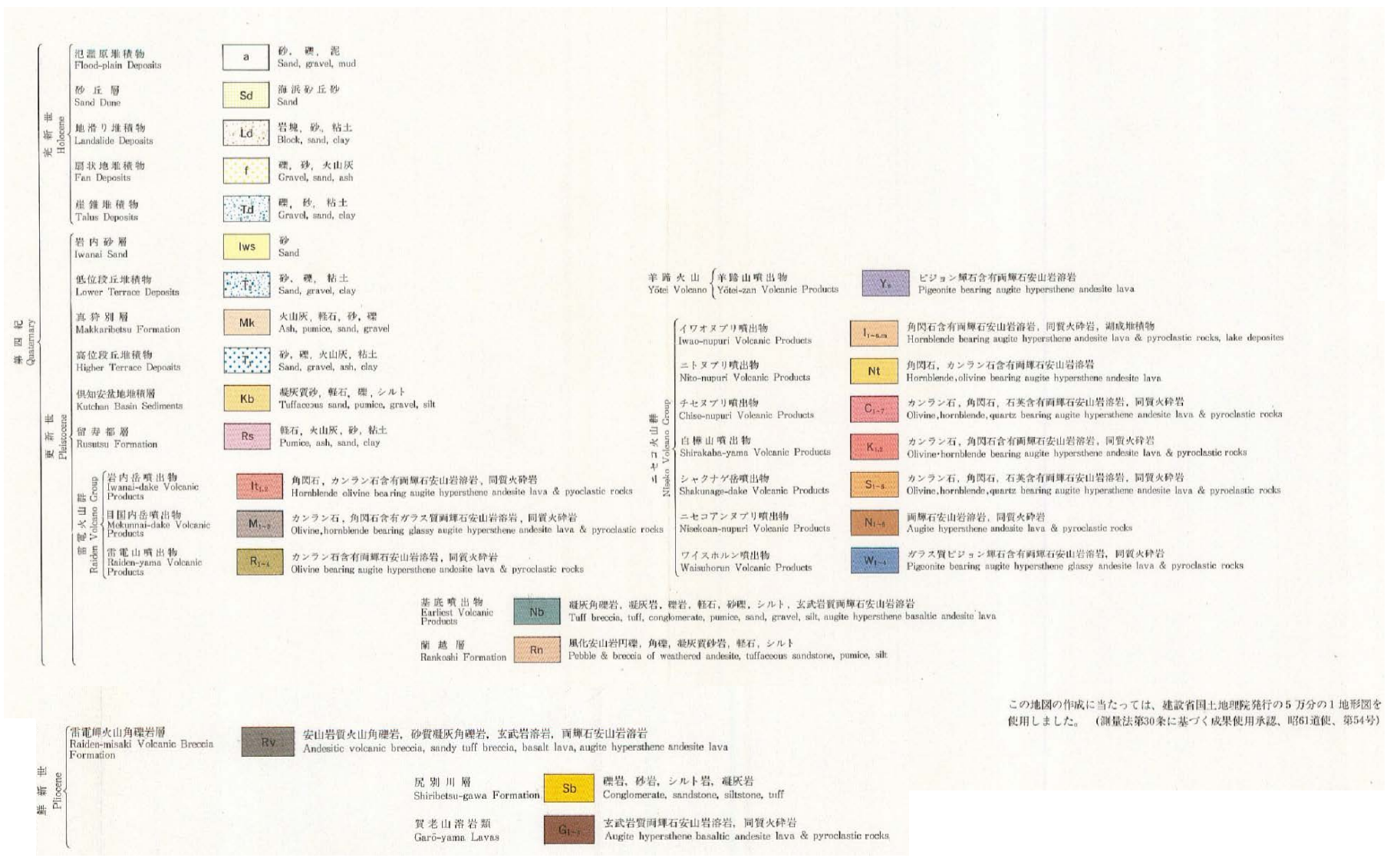
ニセコ地域火山地質図(新エネルギー総合開発機構(1987)に加筆)  
凡例は次頁参照

# 4.1 火山による山体崩壊に伴う津波

## (1) 対象火山の抽出

### ニセコ・雷電火山群の地質 (2/3)

一部修正 (H27/5/15審査会合)



この地図の作成に当たっては、建設省国土地理院発行の5万分の1地形図を使用しました。(測量法第30条に基づく成果使用承認、昭61道使、第54号)

ニセコ地域火山地質図(凡例)(新エネルギー総合開発機構(1987)より抜粋)



# 4.1 火山による山体崩壊に伴う津波

## (1) 対象火山の抽出

### ニセコ・雷電火山群の地質 (3/3)

一部修正 (H27/8/21審査会合)

温泉・鉱泉 Hot and mineral springs

泉質 Water chemistry	泉温 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 pro-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
- 55- 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
- ▽ <sup>14</sup>C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 levees
- 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61地調第666号)

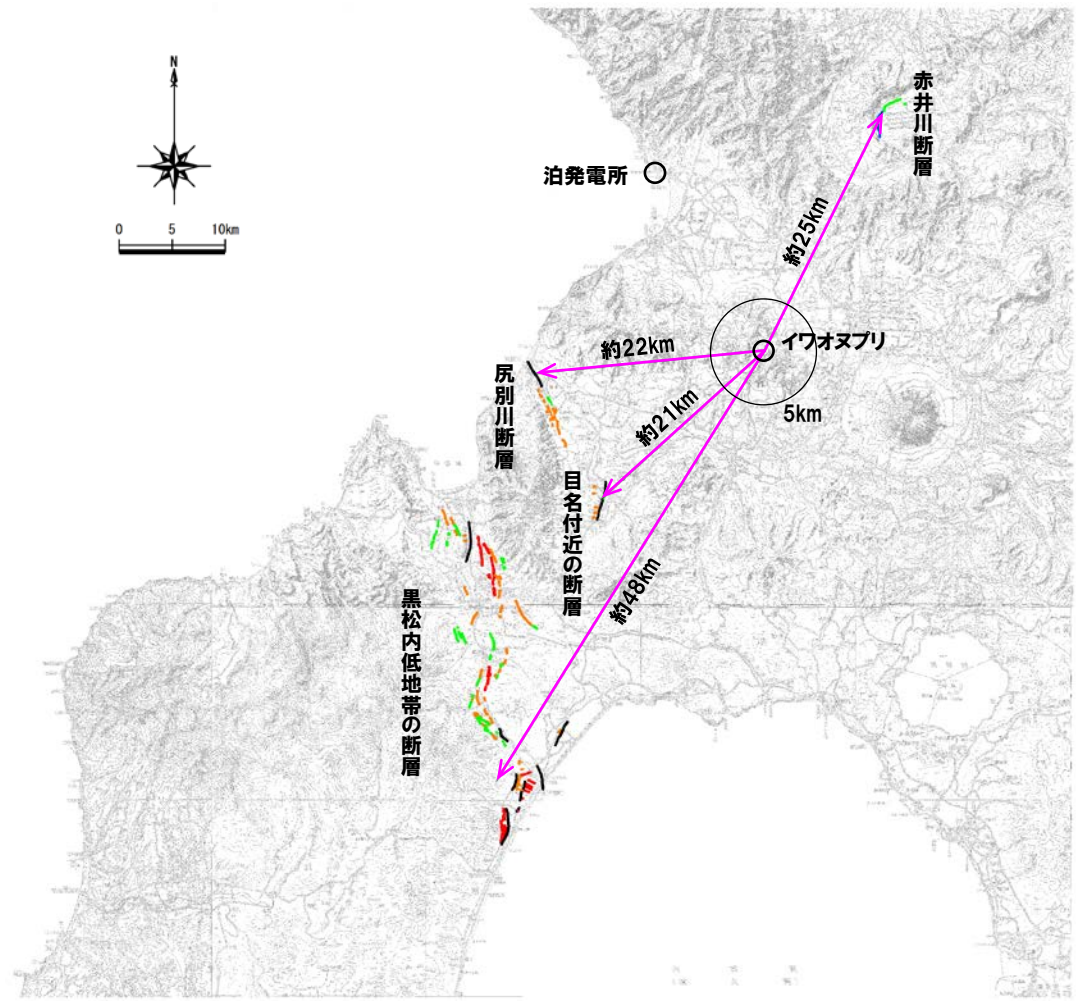
ニセコ地域火山地質図(凡例)(新エネルギー総合開発機構(1987)より抜粋)

## (1) 対象火山の抽出

### ニセコ・雷電火山群周辺の地質構造

再掲 (H27/8/21審査会合)

○文献調査及び当社の調査結果によれば、ニセコ・雷電火山群周辺には尻別川断層が認められるが、現在の活動中心であるイワオヌプリから5km以内には震源となる活構造は認められない。



凡 例

変位地形分類基準

— (Red)	区分Ⅰ
— (Orange)	区分Ⅱ
— (Green)	区分Ⅲ
— (Blue)	区分Ⅳ
— (Black)	区分Ⅴ

敷地周辺陸域の変位地形分布図

(泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書(3号発電用原子炉施設の変更), 平成25年7月に一部加筆)

余白

## (1) 対象火山の抽出

### ニセコ・雷電火山群の海岸部の崩壊地形 (1/2)

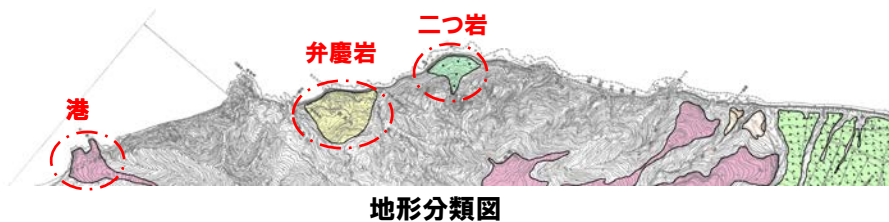
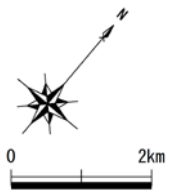
再掲 (H27/8/21審査会合)

- 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・二つ岩の2箇所（崖錐及び地すべり）及び港付近の1箇所（雷電山起源の溶岩流）である。
- 弁慶岩については、陸上の斜面崩壊（陸上地すべり）（以降、「陸上地すべり」と呼ぶ。）に伴う津波の検討を行い、敷地への影響は小さいことを確認している。
- 二つ岩については、空中写真判読及び地表地質踏査の結果から、地すべり地形ではないと評価している。
- 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、防災科学技術研究所 (2010) による地すべり地形分布図を抽出した。
- 防災科学技術研究所 (2010) 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。
- 弁慶岩については、陸上地すべりに伴う津波の検討を行い、敷地への影響は小さいことを確認している。
- 二つ岩については、空中写真判読及び地表地質踏査の結果から、地すべり地形ではないと評価している。
- 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(高位?)
L11段丘面		火山麓扇状地(中位?)
W12段丘面		火山麓扇状地(中位?)
W11段丘面		火山麓扇状地(高位?)
W10段丘面		崖錐・崖錐II
洞爺火砕流二次堆積面		地すべり地形・崩壊地形
砂丘帯		
2. 火山地形面区分		
白糠山起源の溶岩流		
栗野岳起源の溶岩流		
目黒内岳起源の溶岩流		
雷電山起源の溶岩流		
津路崖		
崩壊地形		



## (1) 対象火山の抽出

### ニセコ・雷電火山群の海岸部の崩壊地形 (2/2)

再掲 (H27/8/21 審査会合)

- 北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会 (2000) 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。
- なお, 岩盤崩壊については, 「4. 4 陸上の斜面崩壊 (岩盤崩壊) に伴う津波」で詳細な検討を行う。

岩盤崩壊事例

	急崖比高 (m)	崩壊規模 (m <sup>3</sup> )	敷地までの距離 (km)
ピンノ岬A	30	$5.6 \times 10^2$	11
ピンノ岬B	140	$2.0 \times 10^2$	
ピンノ岬C	125	$1.6 \times 10^2$	
ピンノ岬D	100	$1.1 \times 10^2$	
ピンノ岬E	100	$2.7 \times 10^2$	
ピンノ岬F	145	$1.1 \times 10^2$	
鶏の岩	175	$3.2 \times 10^3$	13
刀掛	100	$1.8 \times 10^3$	16
刀掛A	30	$2.0 \times 10^3$	
刀掛B	30	$1.4 \times 10^4$	
刀掛C	50	$2.5 \times 10^3$	



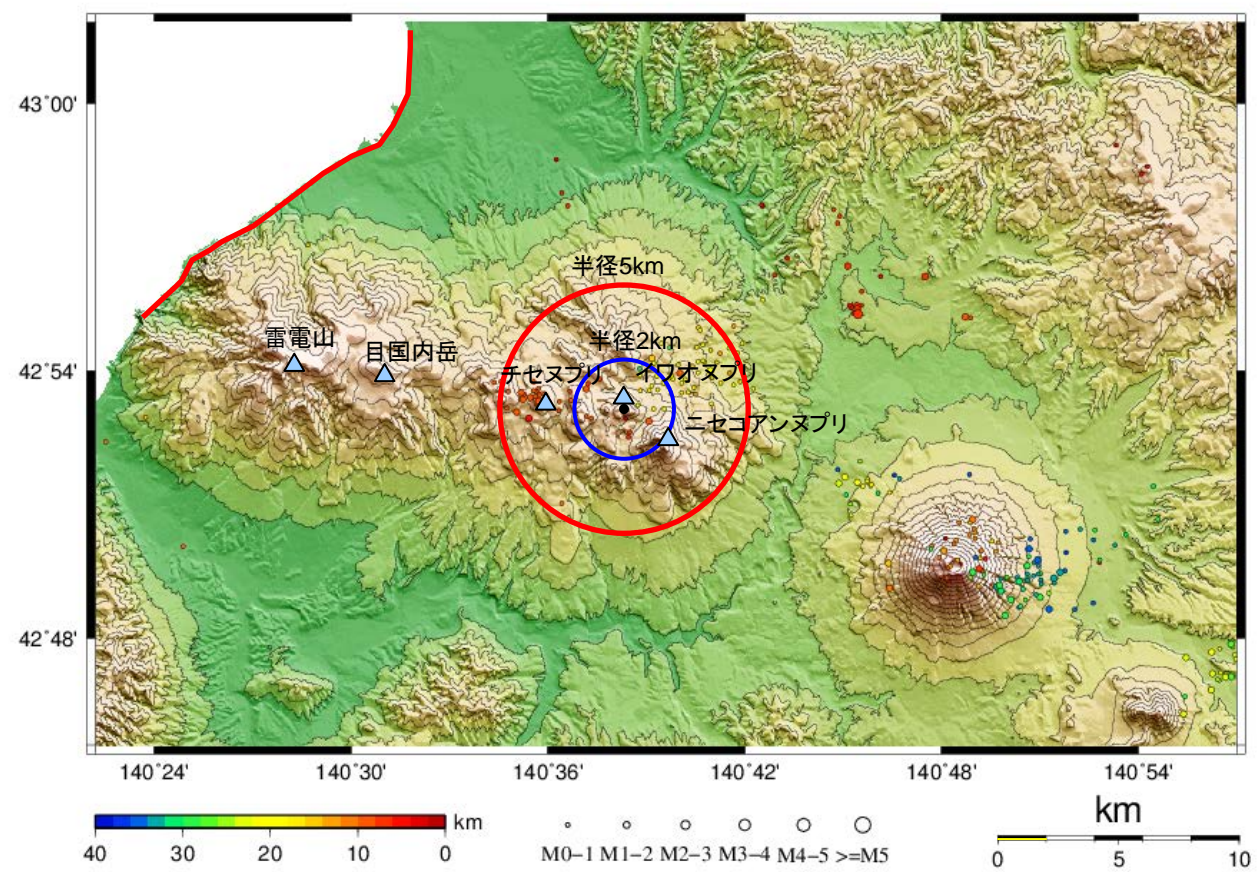
岩盤崩壊事例箇所

## (1) 対象火山の抽出

### ニセコ・雷電火山群周辺の地震活動

再掲 (H27/8/21審査会合)

- 1996年～2011年のニセコ・雷電火山群周辺の地震活動を確した。
- 地震活動はイワオヌプリ～チセヌプリ周辺に認められるが、海岸部までの距離は約10km以上である。
- ニセコ・雷電火山群の海岸部において地震活動は認められない。
- 震央のデータは地震年報(気象庁(2011))を使用した。



ニセコ・雷電火山群周辺の地震活動(1996～2011年)

## (1) 対象火山の抽出

## まとめ(ニセコ・雷電火山群の地形、地質・地質構造等)

再掲(H27/8/21審査会合)

## 【地形】

- ニセコ・雷電火山群の海域に直接面する地形は、弁慶岩・二つ岩の2箇所(崖錐及び地すべり)及び港付近の1箇所(雷電山起源の溶岩流)である。
- 弁慶岩については、陸上地すべりに伴う津波の検討を行い、敷地への影響は小さいことを確認している。
- 二つ岩については、空中写真判読及び地表地質踏査の結果から、地すべり地形ではないと評価している。
- 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い。

## 【地質】

- 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おり、未固結の噴出物等が厚く堆積している状況は認められない。

## 【地質構造】

- 文献調査及び当社の調査結果では、ニセコ・雷電火山群周辺には尻別川断層が認められるが、現在の活動中心であるイワオヌプリからは5km以内には震源となる活構造は認められない。

## 【火山活動】

- 活動は大局的に西(沿岸部)から内陸部へ移動し、ニセコ・雷電火山群において現在活動している火山はイワオヌプリであると考えられる。
- 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されている。

## 【地震活動】

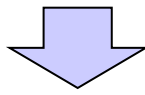
- 1996年～2011年のニセコ・雷電火山群周辺の地震活動はイワオヌプリ～チセヌプリ周辺に認められるが、海岸部までの距離は約10km以上である。
- ニセコ・雷電火山群の海岸部において地震活動は認められない。

## (1) 対象火山の抽出

### まとめ (山体崩壊と地質・地質構造等の関係について)

一部修正 (H27/8/21審査会合)

	ニセコ・雷電火山群	眉山
地質	○ニセコ・雷電火山群のうち、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おり、未固結の噴出物等が厚く堆積している状況は認められない。	○眉山の崩壊物は眉山溶岩の岩片と細粒の火砕岩からなり、非常に脆い岩相とされている。
地質構造 (断層)	○現在の活動中心であるイワオヌプリから5km以内には震源となる活構造は認められない。	○眉山から千々石断層及び布津断層までの距離は、約5kmである。
火山活動	○ニセコ・雷電火山群は約160万年前の雷電山、ワイスホルンの活動から、大局的に西 (沿岸部) から内陸部へ活動を移動し、現在の活動の中心である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。	○眉山が属する雲仙火山群は、火山群全体が現在も活動をしている状況である。
地震活動	○1996年～2011年のニセコ・雷電火山群周辺の地震活動はイワオヌプリ～チセヌプリ周辺に認められるが、海岸部までの距離は約10km以上である。	○2010年～2015年における眉山周辺の地震活動は普賢岳周辺に集中しており、眉山までの距離は5km以内である。
評価	○ニセコ・雷電火山群の海岸部には、火砕岩類が連続して分布していることを確認しており、現在活動中のイワオヌプリ近傍には活構造がないことから、群発地震の発生や、地盤の脆弱化による大規模な山体崩壊が発生する可能性は小さいものと考えられる。	○眉山は、激しい火山活動及び近傍に活断層があることによる群発地震により、眉山全体の地盤が脆弱な状態であったため、中規模な地震が誘因となって大規模な山体崩壊が発生した。



○ニセコ・雷電火山群については、地質・地質構造、火山活動及び地震活動の観点から、眉山において山体崩壊が発生した状況とは異なることから、大規模な山体崩壊が発生する可能性は小さいものと考えられる。



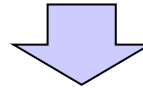
# 4.1 火山による山体崩壊に伴う津波

## (1) 対象火山の抽出

### ニセコ・雷電火山群の評価(まとめ)

一部修正 (H27/8/21審査会合)

- ニセコ・雷電火山群については、地質・地質構造、火山活動及び地震活動の観点から、眉山において山体崩壊が発生した状況とは異なることから、大規模な山体崩壊が発生する可能性は小さいものと考えられる。
- 既往の山体崩壊の事例について更なるレビューを行った結果、大部分の事例が、火山活動に伴う山体崩壊を起こしており、火山活動終了、若しくは、休止中の時期に崩壊を起こした事例についても、ニセコ・雷電火山群における状況とは異なることから、大規模な山体崩壊が発生する可能性は小さいものと考えられる。
- 一方、地震による崩壊等の発生について、可能性は小さいながらも否定はできない。



- ニセコ・雷電火山群の海岸部において急斜面が崩壊する可能性については、「4.4 陸上の斜面崩壊(岩盤崩壊)に伴う津波」で詳細な検討を行う。
- なお、ニセコ・雷電火山群については、敷地から近いことを考慮し、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。

## (1) 対象火山の抽出

### 狩場山の概要 (1/2)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

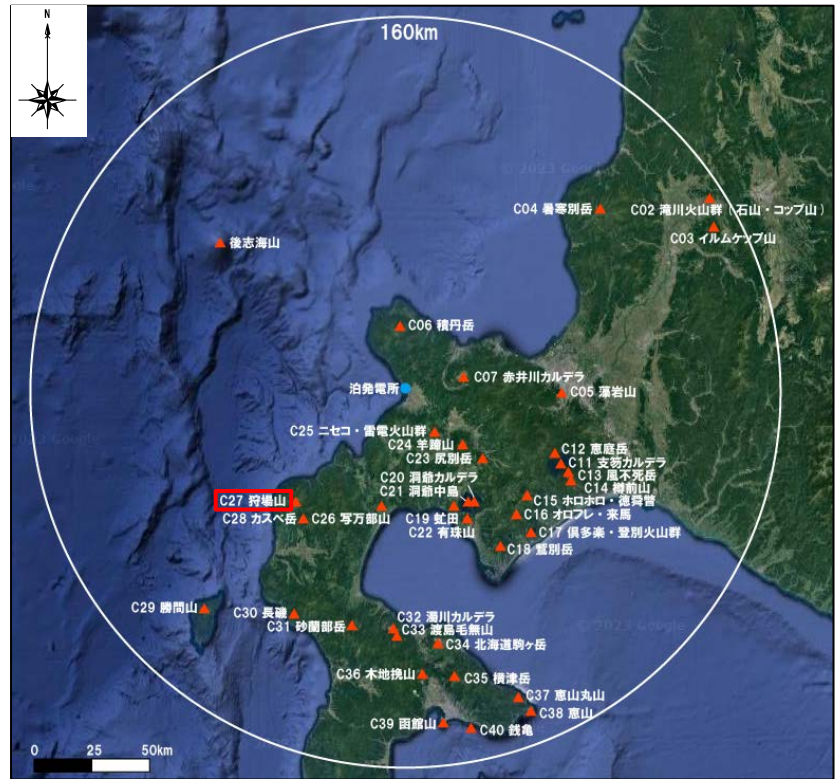
#### 狩場山の概要

火山名※1	C27 狩場山
敷地からの距離	66.1km
活動年代※1, ※2	約80-25万年前

○狩場山は、気象庁による活火山※3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。

※1 産業技術総合研究所「日本の火山(DB)」2023年11月確認。  
 ※2 西来ほか編(2012)「第四紀火山岩体・貫入岩体データベース」2023年11月確認。

※3:火山噴火予知連絡会(2003)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。



狩場山の位置

(第四紀火山の位置は産業技術総合研究所「日本の火山(DB)」, 西来ほか編(2012)に基づく。  
 地質図Navi(ver.1.2.1.20230302)を基に作成)

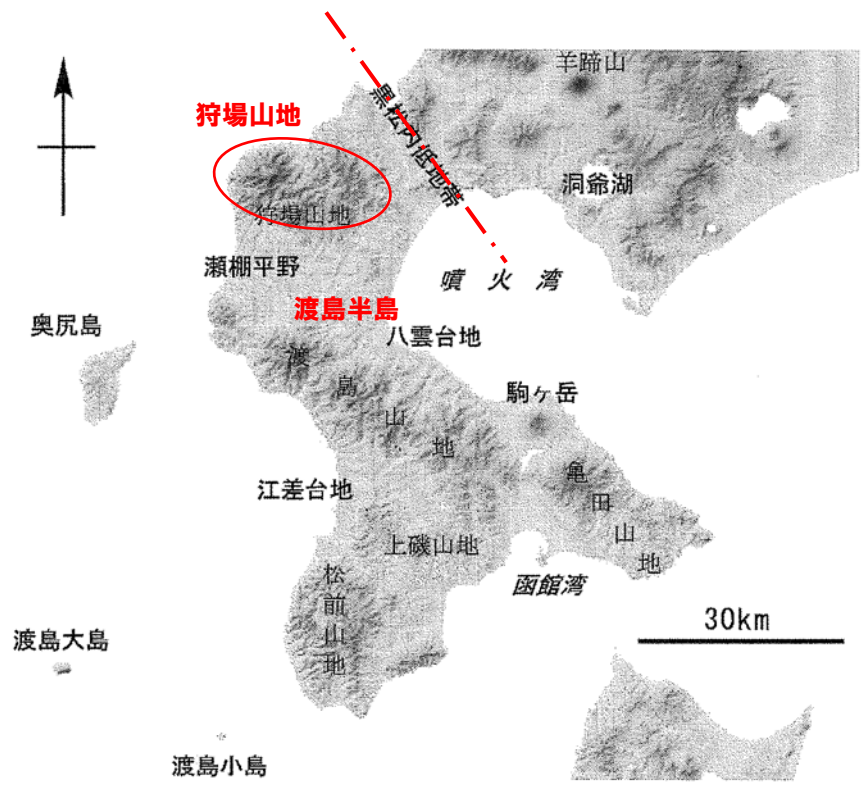
## (1) 対象火山の抽出

### 狩場山の概要 (2/2)

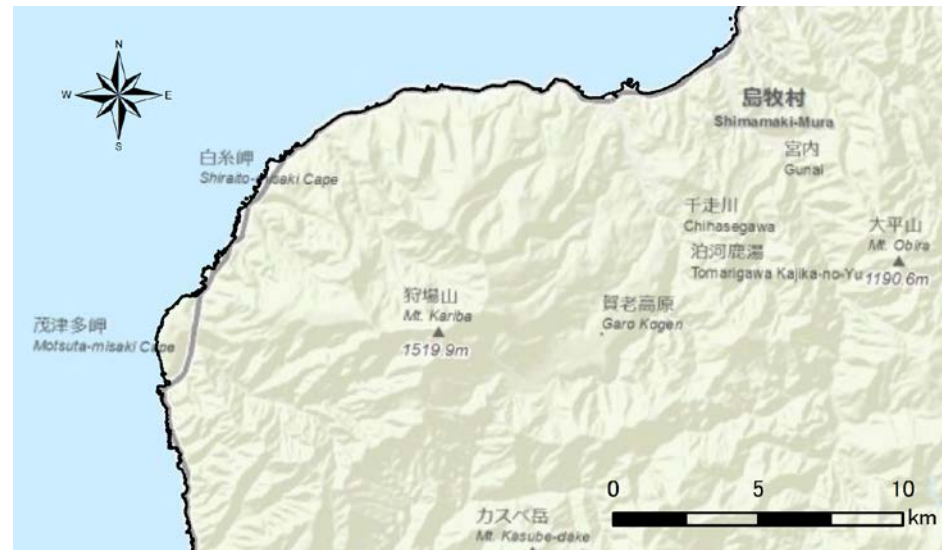
一部修正 (H27/5/15審査会合)

- 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※)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。
- 産業技術総合研究所「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。

※Kaneoka et al. (1987)に記載される年代値である。



渡島半島と地形概略



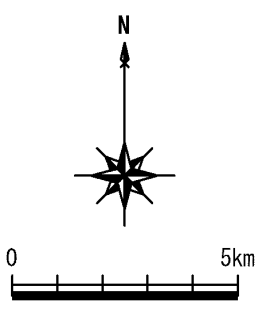
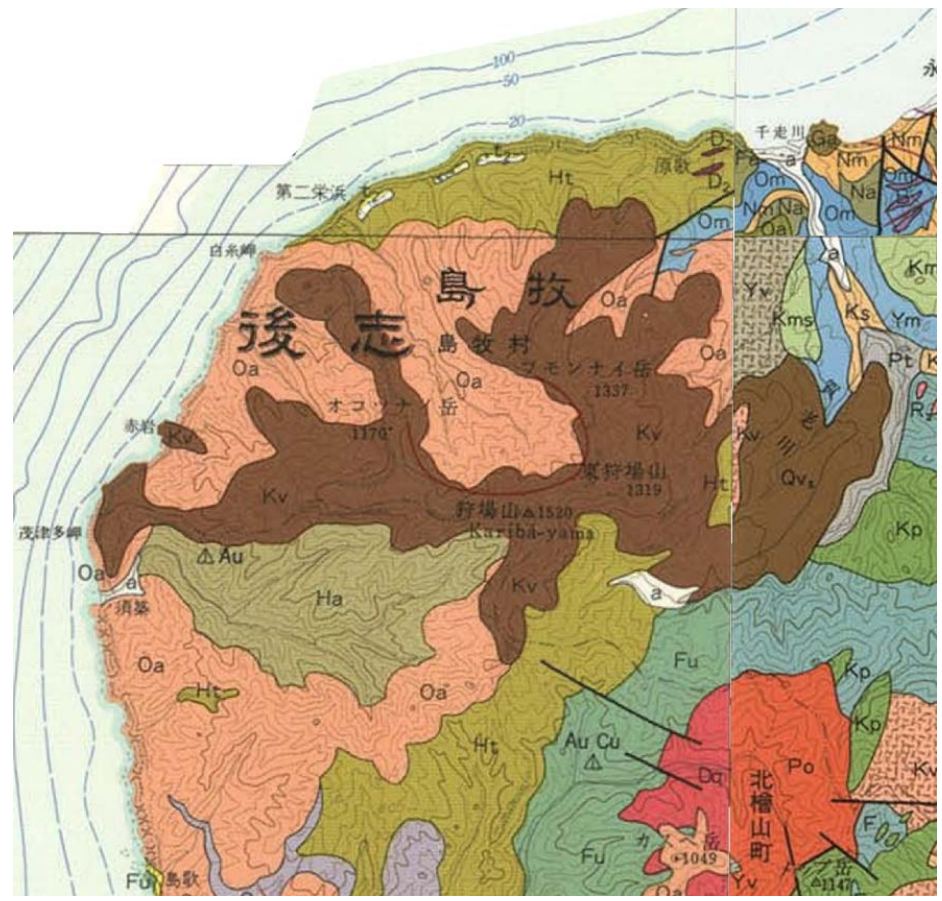
狩場山遠景 (北東より望む)

## (1) 対象火山の抽出

### 狩場山の地質 (1/2)

再掲 (H27/5/15審査会合)

○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～中新世の北檜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

## (1) 対象火山の抽出

### 狩場山の地質 (2/2)

再掲 (H27/5/15審査会合)



## (1) 対象火山の抽出

## 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)

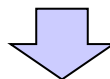
再掲(H27/5/15審査会合)

○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。



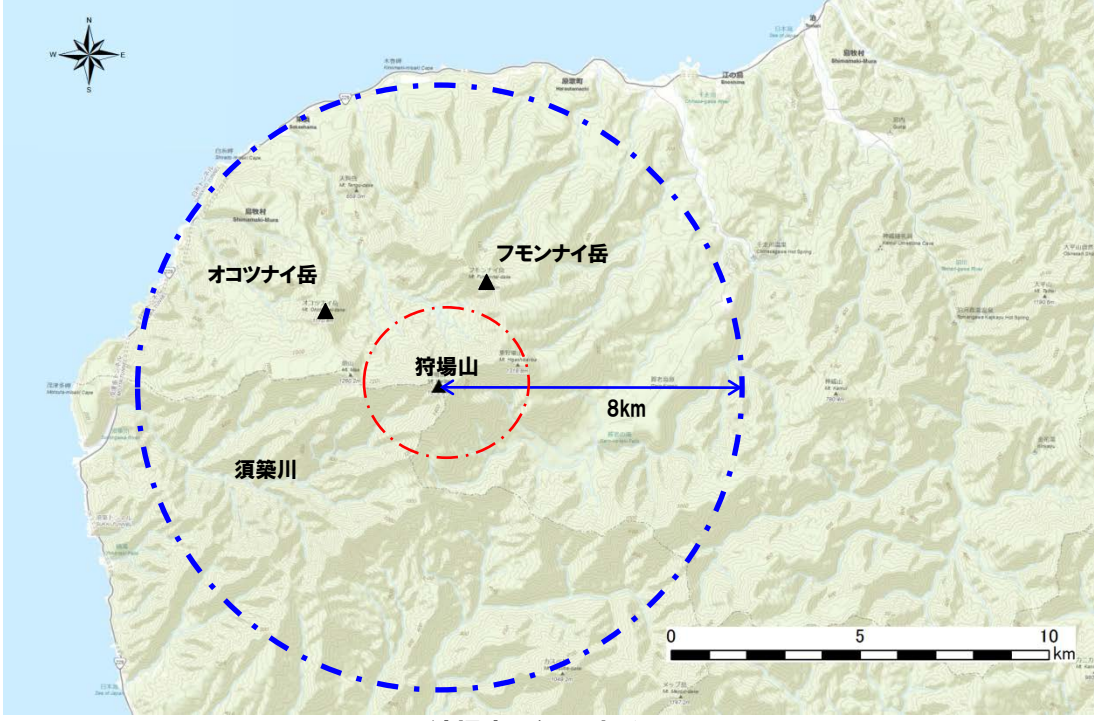
○狩場山は、火山活動に伴う大規模崩壊が発生する可能性は小さい。

## (1) 対象火山の抽出

### 狩場山の大規模崩壊の影響範囲の検討

再掲 (H27/5/15審査会合)

- 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。



狩場山周辺の地形図



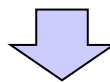
○狩場山において, 山体崩壊等により津波が発生する可能性は小さい。

## (1) 対象火山の抽出

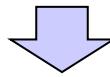
## 狩場山の評価 (まとめ)

再掲 (H27/5/15審査会合)

- 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、その活動時期は約80-25万年前とされている。
- 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。



## (1) 対象火山の抽出

### 勝澗山の概要 (1/3)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

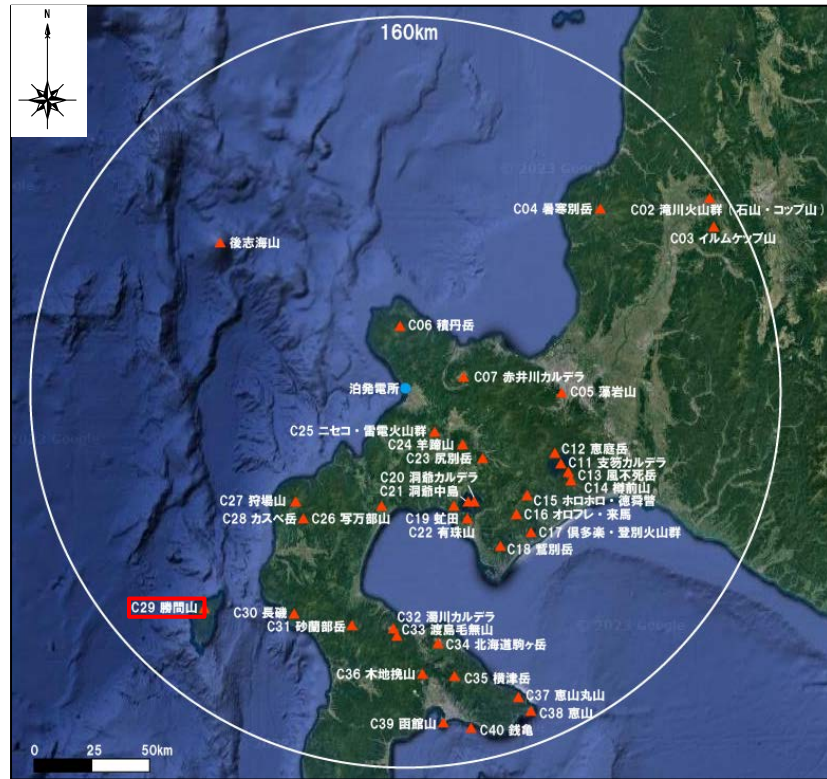
#### 勝澗山の概要

火山名※1	C29 勝澗山
敷地からの距離	126.4km
活動年代※2	約70-20万年前

※1 産業技術総合研究所「日本の火山 (DB)」2023年11月確認。  
 ※2 右下表に示す勝澗山の活動履歴に基づく。

○勝澗山は、気象庁による活火山※3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。

※3:火山噴火予知連絡会 (2003) 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。



勝澗山の位置

(第四紀火山の位置は産業技術総合研究所「日本の火山 (DB)」, 西来ほか編 (2012) に基づく。地質図Navi (ver.1.2.1.20230302) を基に作成)

#### 勝澗山活動履歴

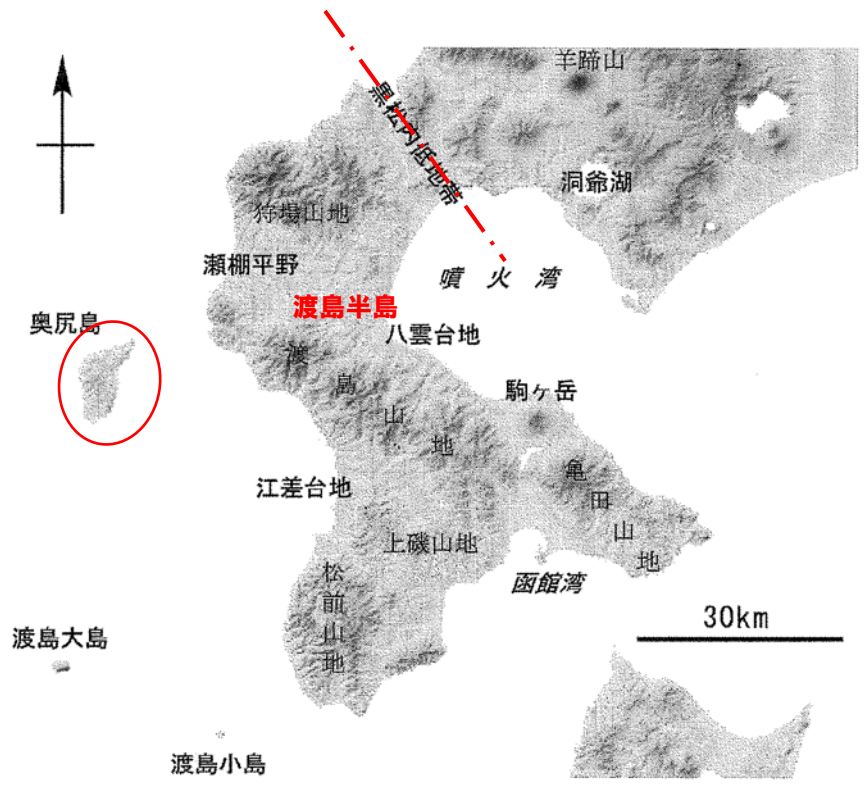
	年代	噴出物名	参考文献
第四紀	完新世		玉生 (1978) 鷹澤 (1992) 新エネルギー総合開発機構 (1994)
	更新世		
	0.20±0.06Ma	勝澗山溶岩	
	0.31±0.09Ma	勝澗山溶岩	
	0.71±0.11Ma	勝澗山溶岩	

## (1) 対象火山の抽出

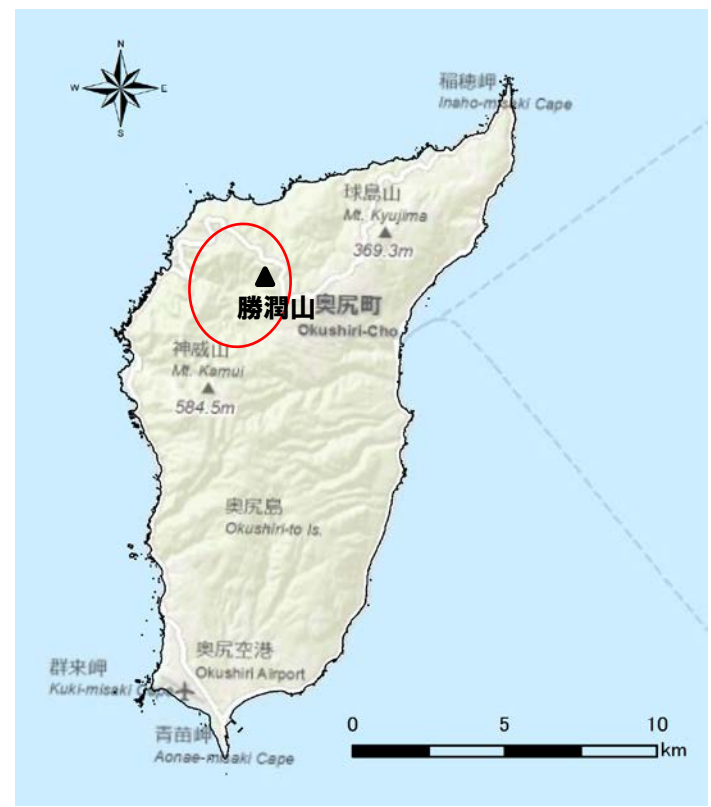
### 勝潤山の概要 (2/3)

再掲 (H27/5/15審査会合)

- 勝潤山は、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。
- 勝潤山 (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4km<sup>2</sup>、体積0.2km<sup>3</sup>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17km<sup>2</sup>、体積2.4km<sup>3</sup>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



奥尻島及び勝潤山位置

## (1) 対象火山の抽出

### 勝潤山の概要 (3/3)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

- 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FT年代測定法結果 $0.31 \pm 0.09\text{Ma}$ 、新エネルギー総合開発機構(1994)ではFT年代測定法結果 $0.71 \pm 0.11\text{Ma}$ が得られている。



空中写真

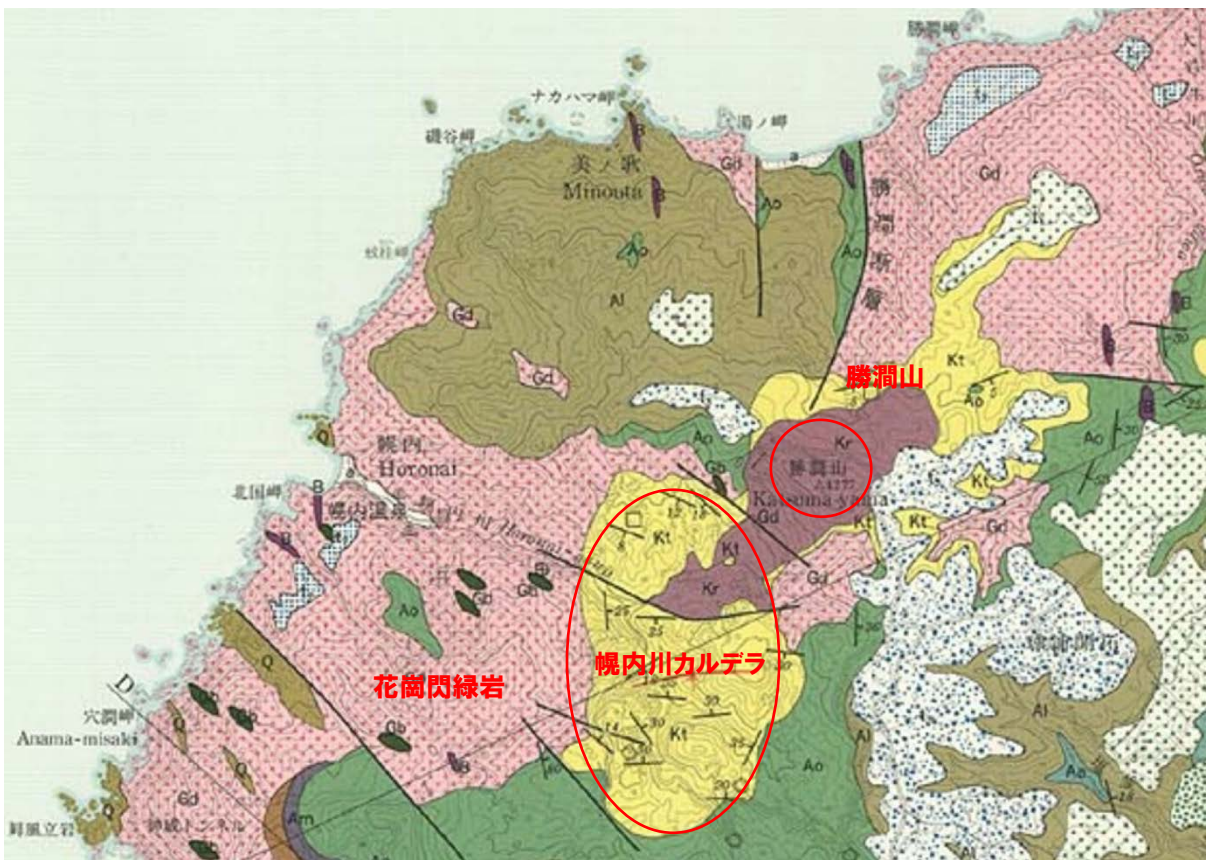
勝潤山河口と幌内川カルデラ付近の地形

## (1) 対象火山の抽出

### 勝澗山の地質 (1/2)

再掲 (H27/5/15審査会合)

○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。

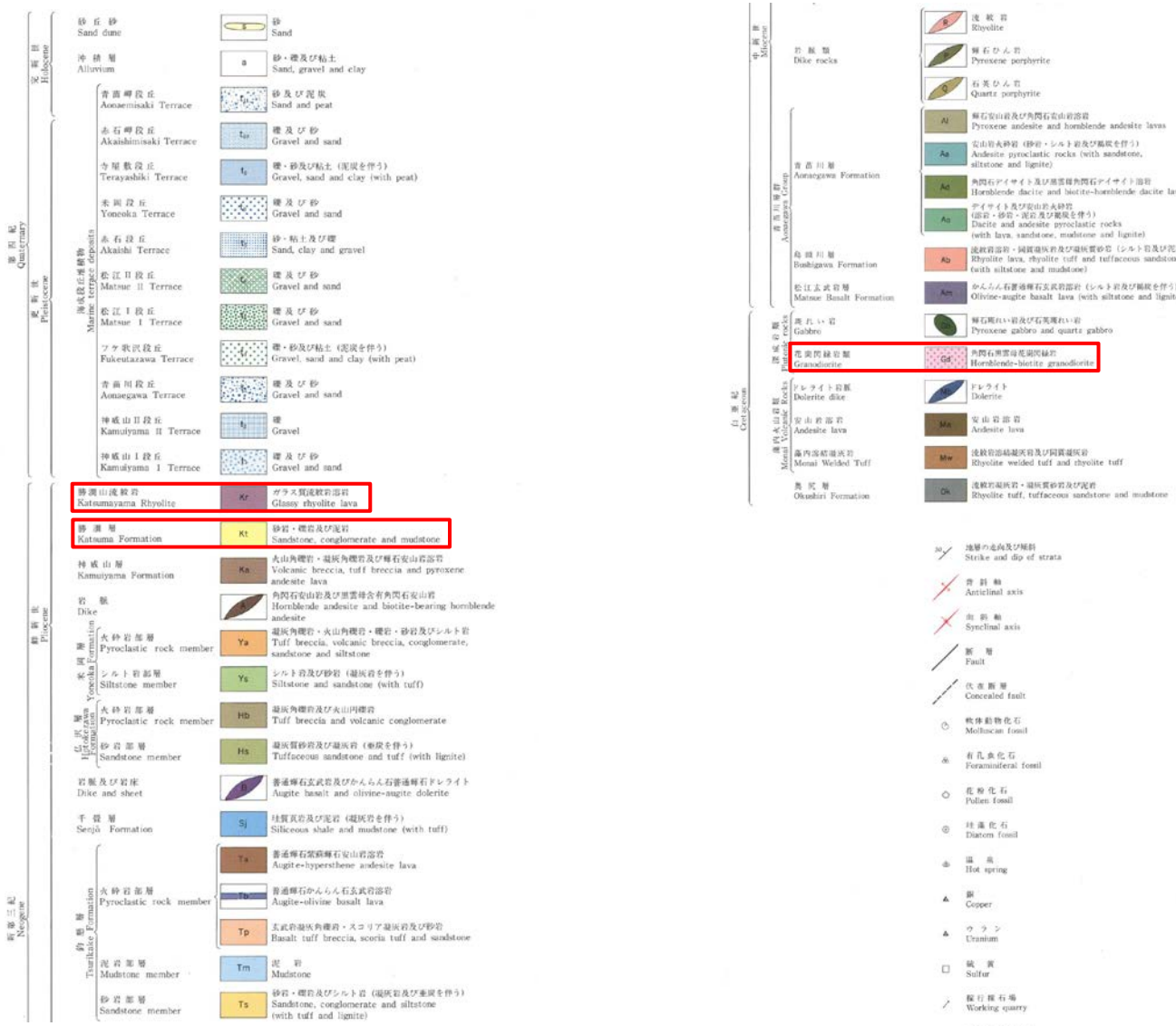


秦ほか(1982) 地質図幅1/5万 奥尻北部及び南部地域(一部加筆)

## (1) 対象火山の抽出

### 勝潤山の地質 (2/2)

再掲 (H27/5/15審査会合)



地質図凡例 (秦ほか(1982)に一部加筆)

## (1) 対象火山の抽出

## 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)

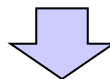
再掲(H27/5/15審査会合)

○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。



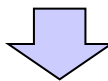
○勝澗山は、火山活動に伴う大規模崩壊が発生する可能性は小さい。

## (1) 対象火山の抽出

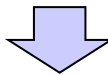
### 勝澗山の評価 (まとめ)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

- 勝澗山は奥尻島の北部に位置する第四紀火山で、その活動時期は約70-20万年前とされている。
- 宇井・中川 (1999) では、分布面積4km<sup>2</sup>、体積0.2km<sup>3</sup>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17km<sup>2</sup>、体積2.4km<sup>3</sup>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 の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)。



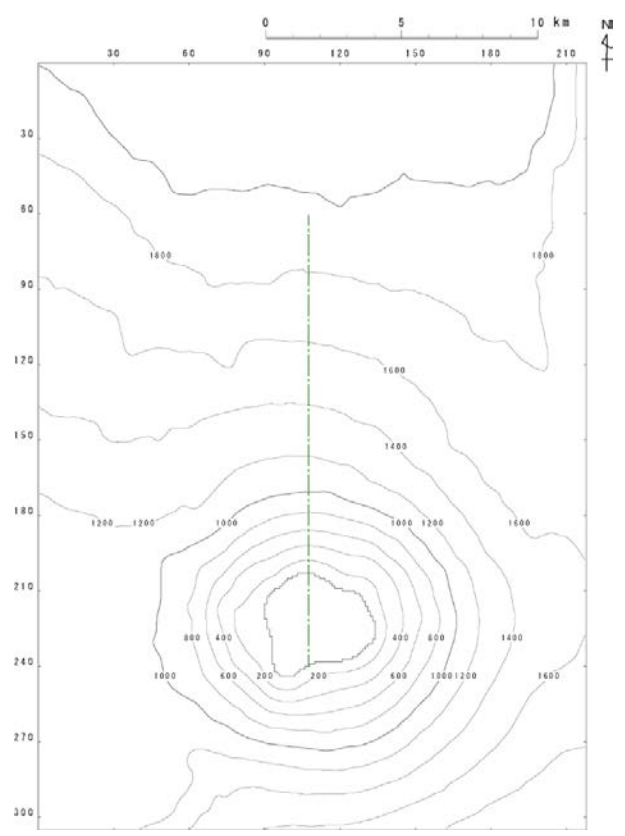
- 勝澗山において山体崩壊等により津波が発生する可能性は小さい。

## (2) 地形変化量分布の設定

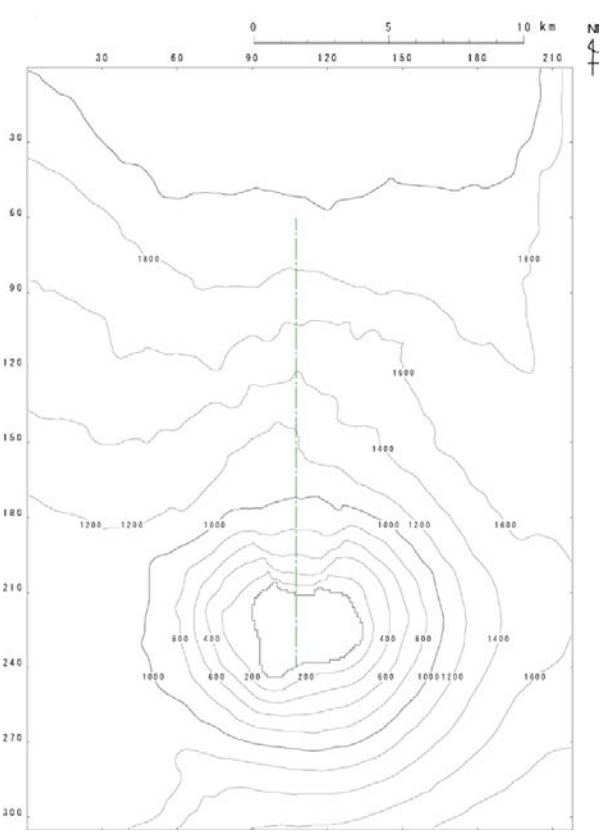
Satake (2007) に基づき設定した地形変化量分布

一部修正 (H25/8/14審査会合)

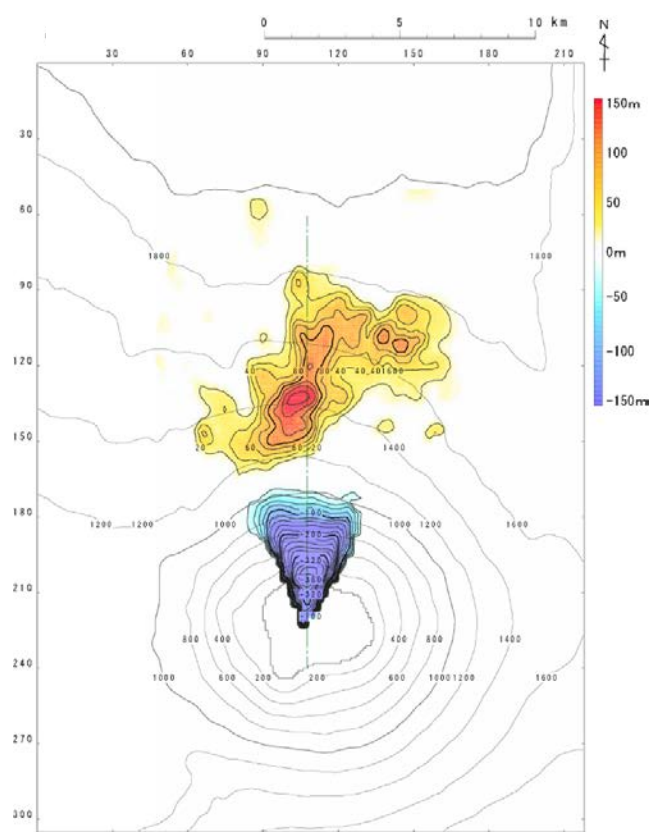
○Satake (2007) に示されている渡島大島周辺の測深図に基づく地形変化から、山体崩壊の前後の地形変化量分布を設定した。



山体崩壊前地形



山体崩壊後地形



地形変化量分布

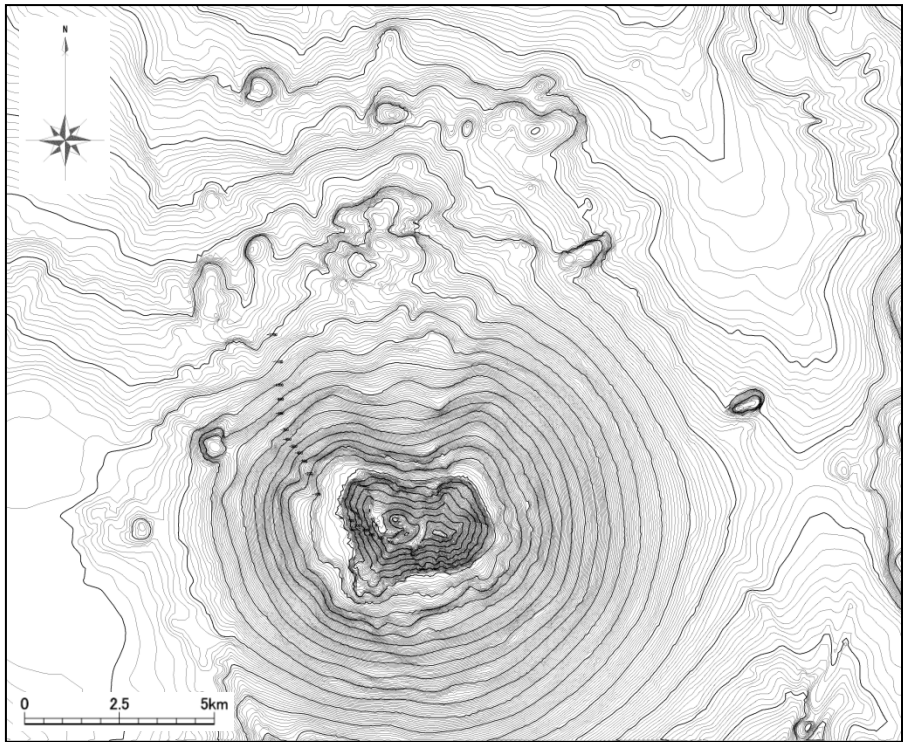


## (3) 火山活動を考慮した山体崩壊の影響

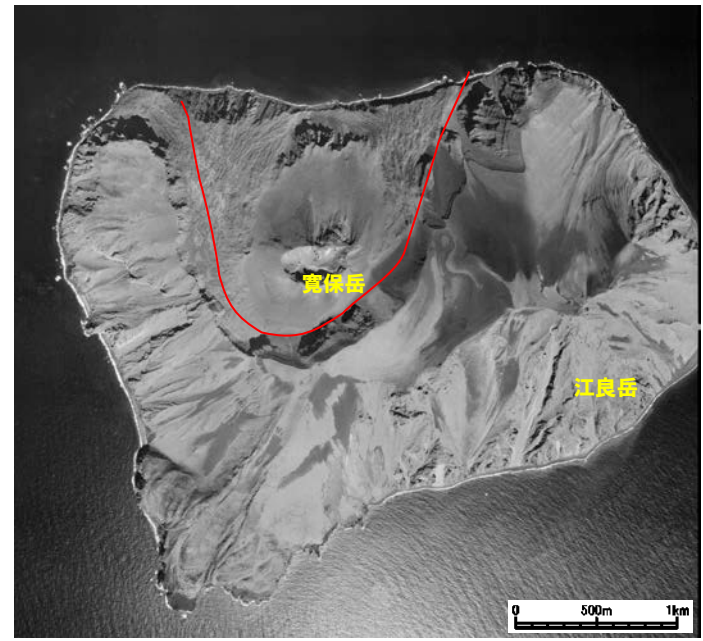
### 渡島大島の今後の火山活動を考慮した山体崩壊の影響 (1/3)

一部修正 (H27/8/21審査会合)

- 渡島大島の今後の火山活動を考慮した山体崩壊の範囲について、現地地形及びSatake (2007) を参考に想定し、崩壊量の算出を行う。
- 海底地形図から山腹に側火山等の地形は認められないことから、渡島大島は水深1,000m付近からそびえる典型的な単成海底火山で、活動の中心は陸上部(渡島大島)と推定される。
- 空中写真から、1741年の山体崩壊地内に後火山とみられる寛保岳が分布し、現在の火山活動の中心となっていると推定される。

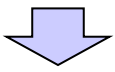


渡島大島の海底地形



1741年の山体崩壊の陸上部の崩壊範囲

凡例  
— : 崩壊範囲



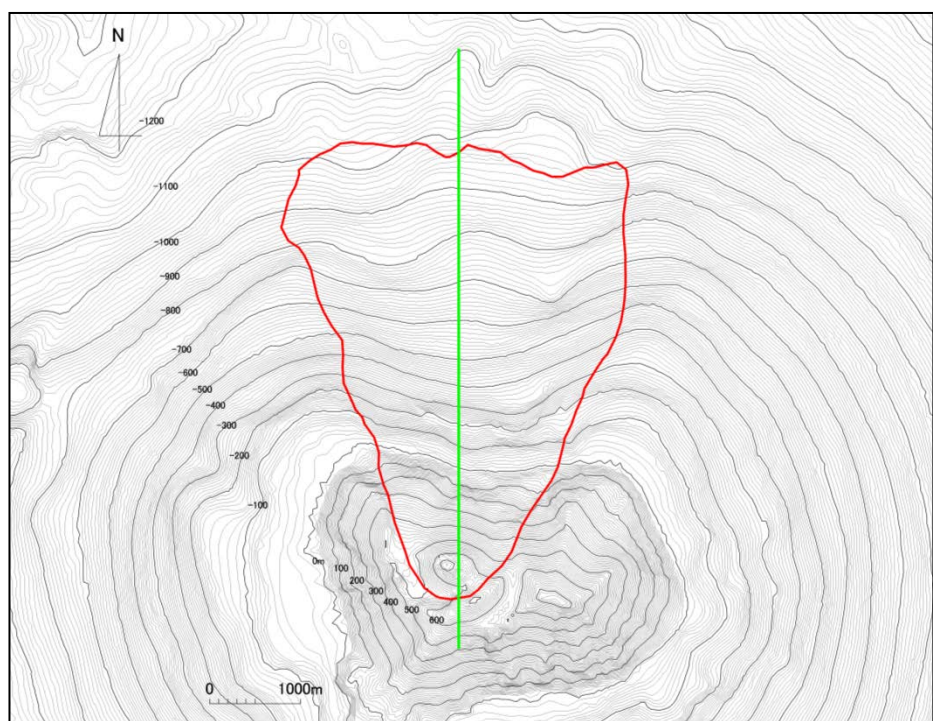
○今後の火山活動を考慮した山体崩壊として、寛保岳の活動の活発化によるものを想定すると、1741年の山体崩壊の規模に相当すると考えられる。

## (3) 火山活動を考慮した山体崩壊の影響

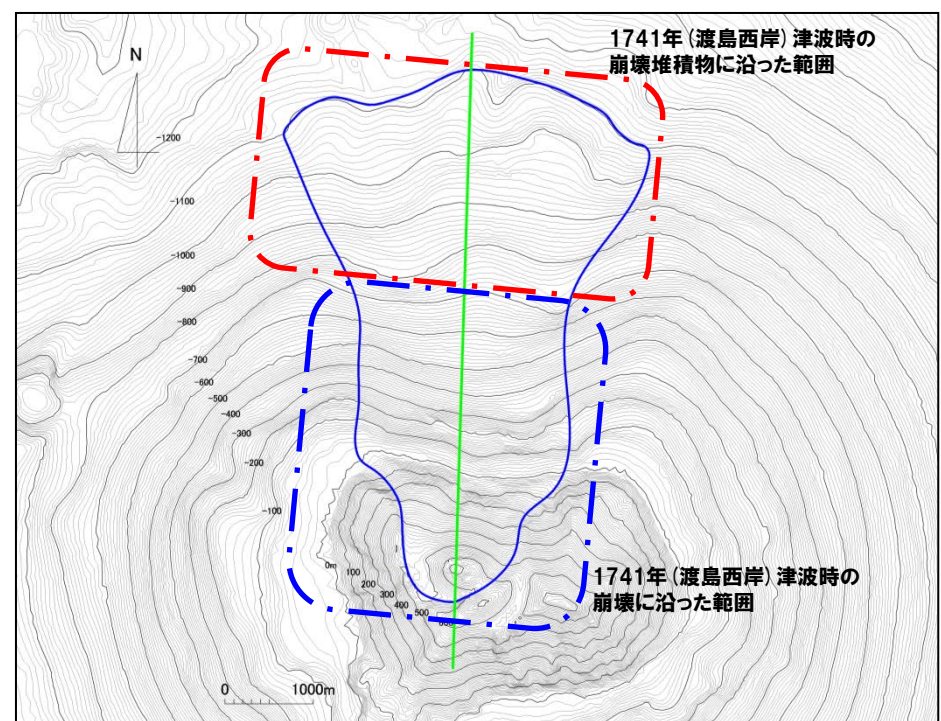
### 渡島大島の今後の火山活動を考慮した山体崩壊の影響 (2/3)

一部修正 (H27/8/21審査会合)

- Satake (2007) に示される1741年 (渡島西岸) 津波時の山体崩壊範囲を参考に、崩壊堆積物に沿った範囲を想定した。
- 今後の火山活動を考慮した山体崩壊の範囲は、以下が再度崩壊するものとして設定した。
  - 1741年 (渡島西岸) 津波時の崩壊に沿った範囲
  - 1741年 (渡島西岸) 津波時の崩壊堆積物に沿った範囲



Satake (2007) に示される1741年 (渡島西岸) 津波時の山体崩壊範囲



今後の火山活動を考慮した山体崩壊範囲

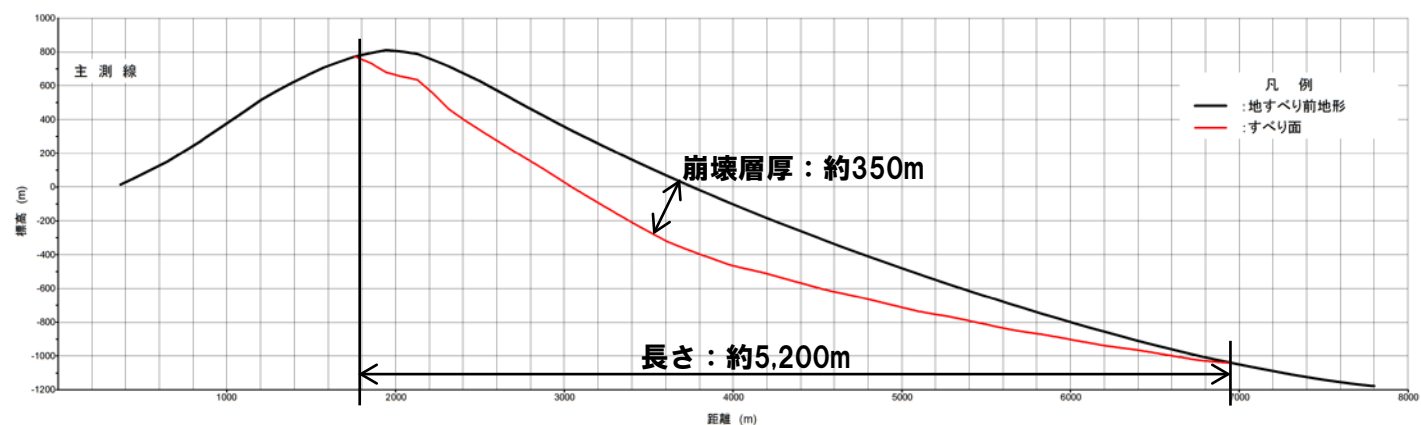
# 4. 1 火山による山体崩壊に伴う津波

## (3) 火山活動を考慮した山体崩壊の影響

### 渡島大島の今後の火山活動を考慮した山体崩壊の影響 (3/3)

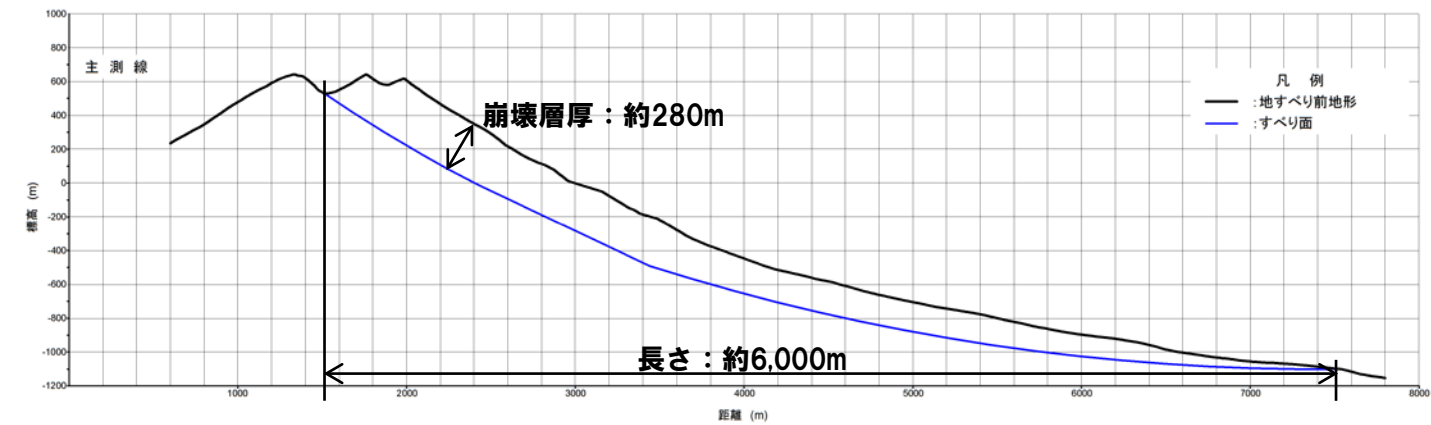
一部修正 (H27/8/21審査会合)

○高速道路調査会(1985)を参考に、崩壊幅から崩壊層厚を設定し、崩壊規模を算出した。



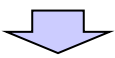
崩壊規模  
約 $2.4 \times 10^9$  m<sup>3</sup>

Satake (2007) に示される1741年(渡島西岸)津波時の山体崩壊の縦断面形状



崩壊規模  
約 $1.9 \times 10^9$  m<sup>3</sup>

今後の火山活動を考慮した山体崩壊の縦断面形状



○今後の火山活動を考慮した山体崩壊の崩壊規模は、Satake (2007) に示される1741年(渡島西岸)津波時の山体崩壊とほぼ同等である。

○以上から、Satake (2007) に示される1741年(渡島西岸)津波時の山体崩壊を想定した計算条件は安全側の評価であることから数値シミュレーションのパラメータとする。

# 4. 1 火山による山体崩壊に伴う津波

## (3) 火山活動を考慮した山体崩壊の影響

参考 今後の火山活動を考慮した山体崩壊の地すべり地形モデル化 (1/4)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

○地すべりシミュレーションは、陸上の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。

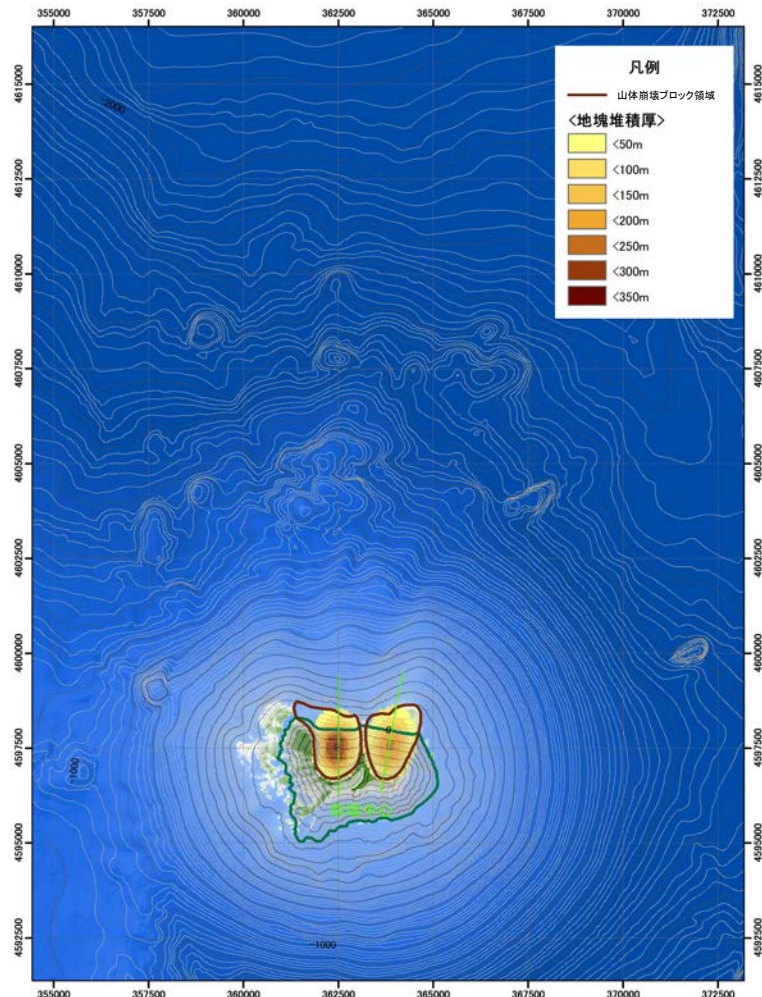
### 【地すべりシミュレーション (TITAN2D)】

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

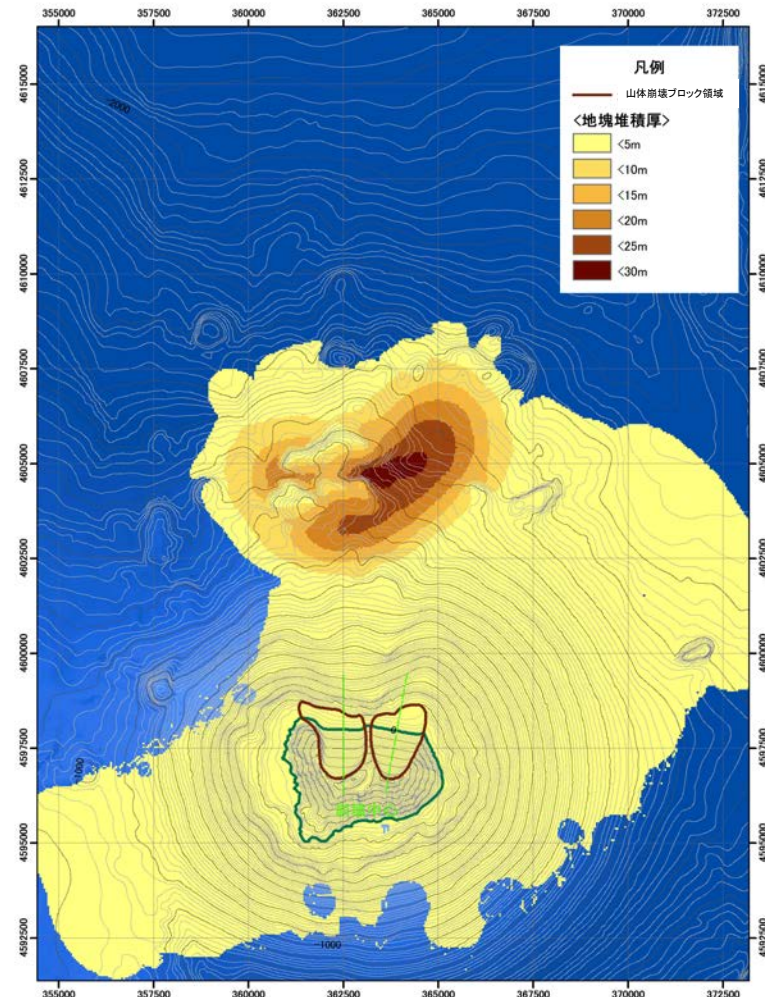
## (3) 火山活動を考慮した山体崩壊の影響

参考 今後の火山活動を考慮した山体崩壊の地すべり地形モデル化 (2/4)

一部修正 (H27/5/15審査会合)



崩壊前



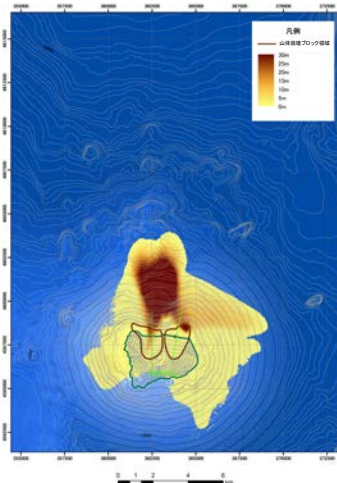
崩壊後(10分後)

## (3) 火山活動を考慮した山体崩壊の影響

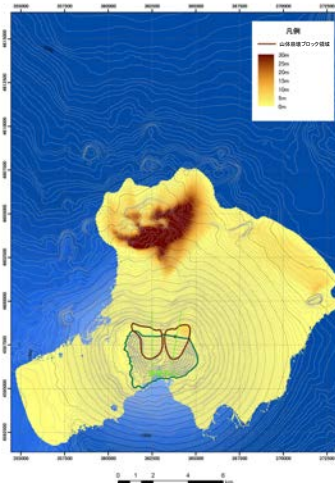
参考 今後の火山活動を考慮した山体崩壊の地すべり地形モデル化 (3/4)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

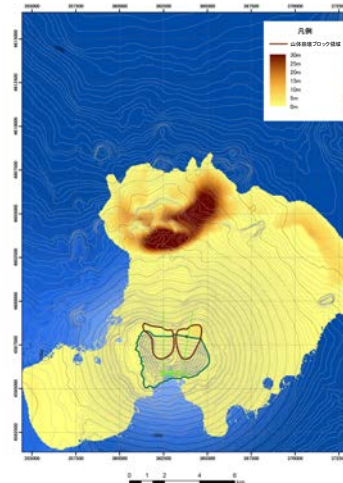
1分後



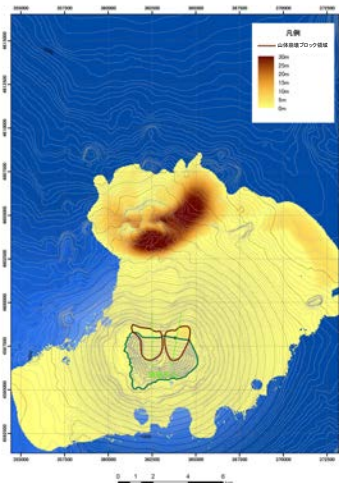
2分後



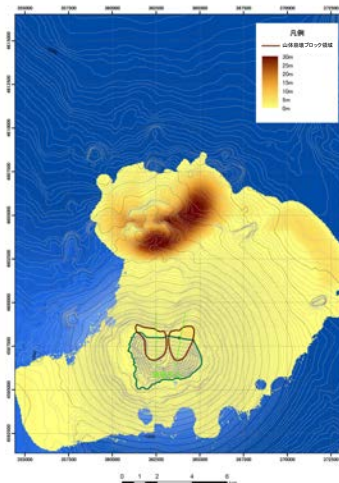
3分後



4分後



5分後



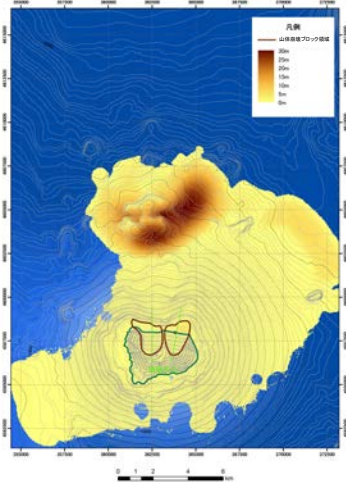
# 4. 1 火山による山体崩壊に伴う津波

## (3) 火山活動を考慮した山体崩壊の影響

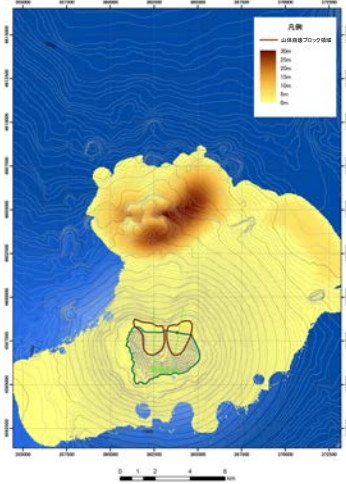
参考 今後の火山活動を考慮した山体崩壊の地すべり地形モデル化 (4/4)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

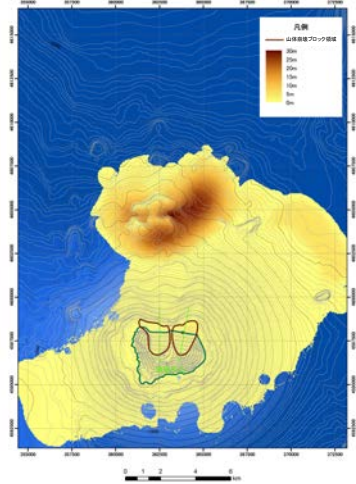
6分後



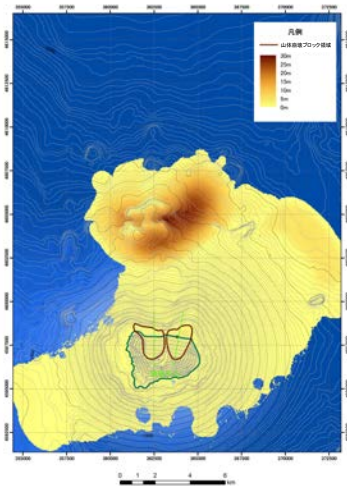
7分後



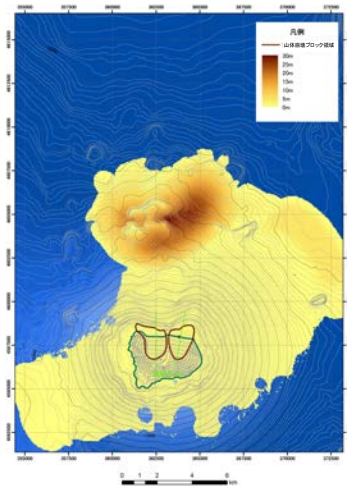
8分後



9分後



10分後



# 4.1 火山による山体崩壊に伴う津波

## (4) Kinematic landslideモデルと二層流モデルとの比較

### Kinematic landslideモデルの評価

一部修正 (H27/5/15審査会合)

○Kinematic landslideモデルが安全側の評価であることを確認する目的で、火山による山体崩壊(渡島大島)を対象に、二層流モデルによる津波の数値シミュレーションを実施した。

#### 【津波シミュレーション(二層流モデル)】

#### 火山による山体崩壊(渡島大島)の数値シミュレーション結果

入力データ	入力値	備考
計算時間間隔 $\Delta t$ (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 $\Delta t$ を小さく設定した。 ○5分以降は、計算安定条件を満たすように設定した。
計算時間(時間)	6	-
海水密度 (kg/m <sup>3</sup> )	1,030	○一般値を使用した。
崩壊物密度 (kg/m <sup>3</sup> )	2,000	○松本ほか(1998)に基づき設定した。
底面粗度係数 $n$ (m <sup>-1/3</sup> ・s)	上層:0.03 下層:0.40	○上層は、土木学会(2016)に基づき設定した。 ○下層は、Kawamata et al.(2005)に基づき設定した。
界面抵抗係数 $f_{int}$	0.0	○Kawamata et al.(2005)に基づき設定した。
渦動粘性係数 $\nu$ (m <sup>2</sup> /s)	下層:0.1	○Kawamata et al.(2005)に基づき設定した。

区分	火山による山体崩壊(渡島大島)*	
	二層流モデル 評価値	【参考】 Kinematic landslideモデル 評価値
防潮堤前面(上昇側)	1.18m	1.59m
3号炉取水口(上昇側)	0.46m	1.32m
1, 2号炉取水口(上昇側)	0.39m	1.22m
放水口(上昇側)	0.92m	1.13m
3号炉取水口(下降側)	0.49m	1.01m
「貯留堰を下回る時間」	0s	0s

\*火山噴火に伴う事象であり、地震事象とは独立した事象であるため、地震に伴う津波との組合せの検討対象としない。

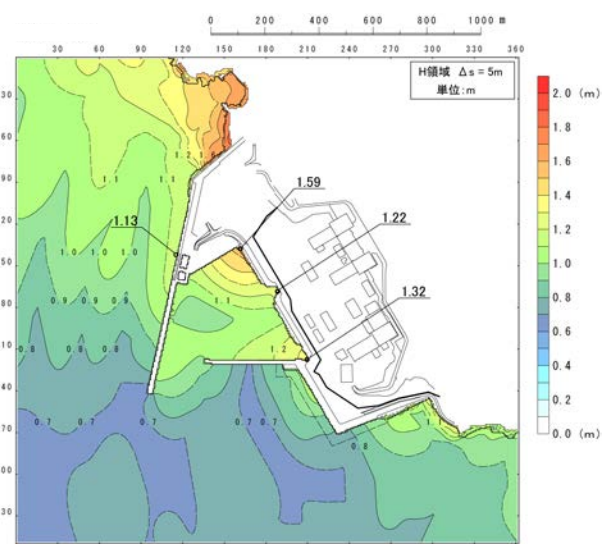
○数値シミュレーション結果から、二層流モデルと比較して、Kinematic landslideモデルの方が評価上安全側である大きな値となることを確認した。



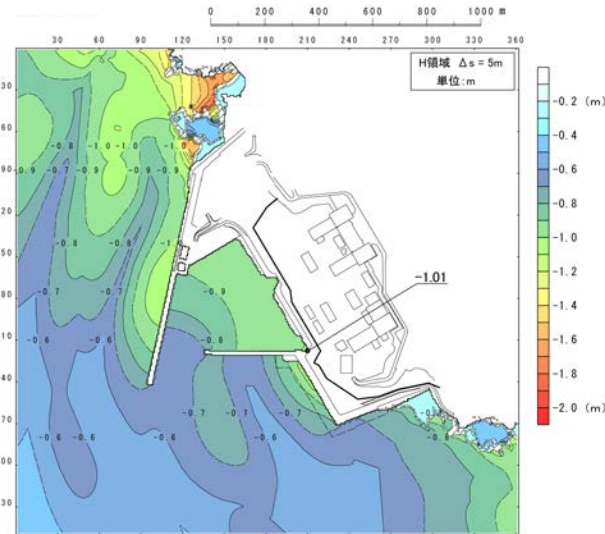
## (5) 数値シミュレーション結果

### 渡島大島 最大水位分布・水位時刻歴波形

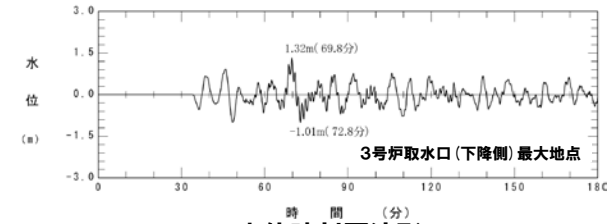
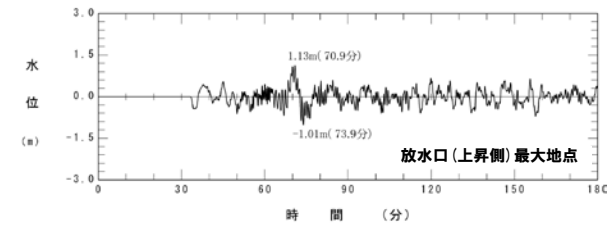
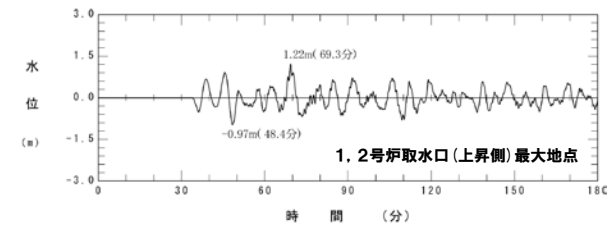
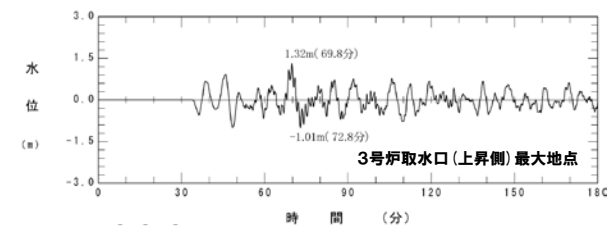
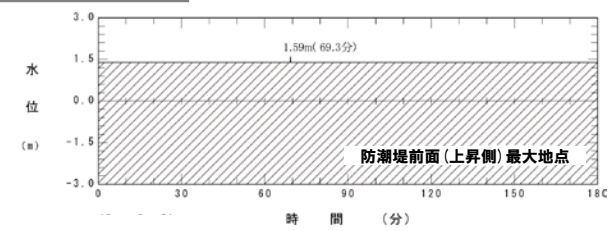
一部修正 (H27/5/15審査会合)



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

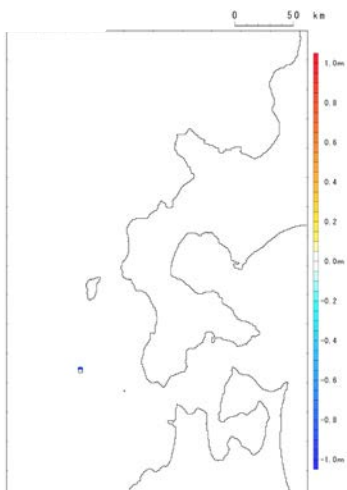
※水位時刻歴波形は水位変動量が最大となる地点から抽出している。

## (5) 数値シミュレーション結果

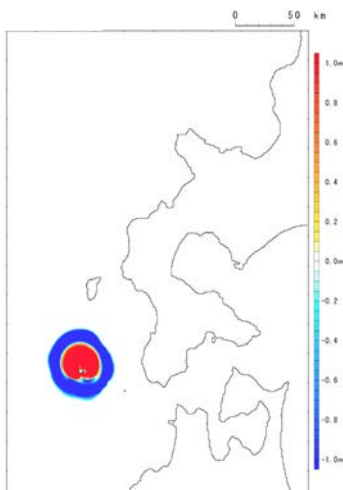
### 渡島大島 津波の伝播状況 (1/2)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

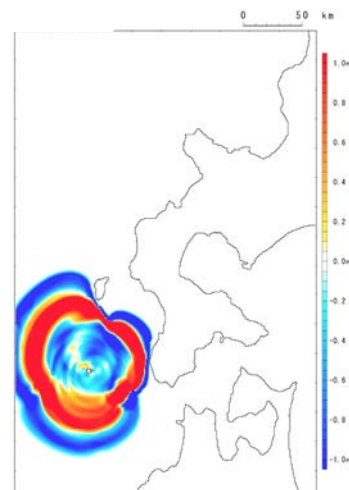
1分後



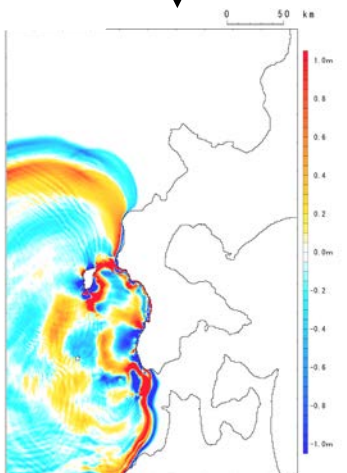
5分後



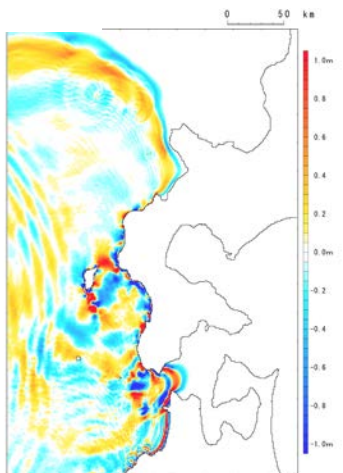
10分後



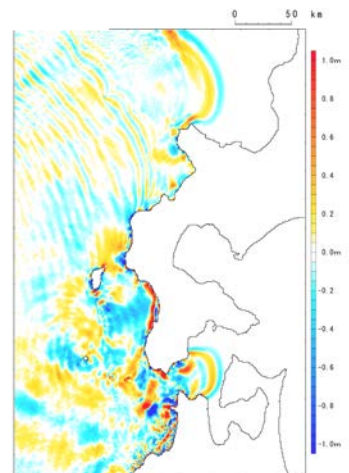
20分後



30分後



40分後

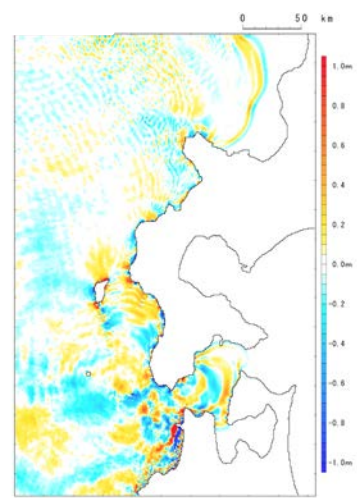


## (5) 数値シミュレーション結果

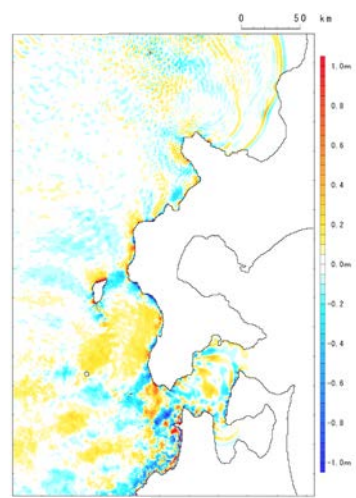
### 渡島大島 津波の伝播状況 (2/2)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

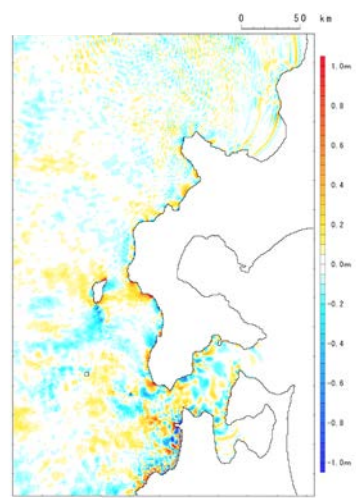
50分後



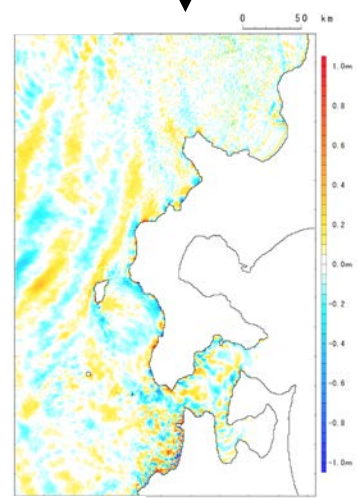
60分後



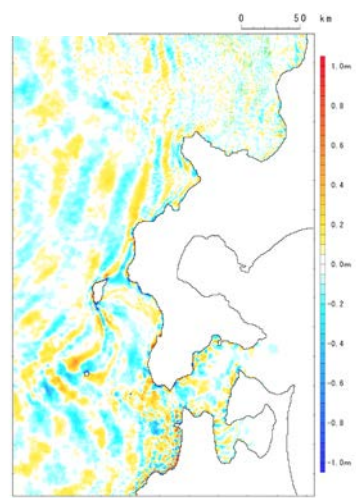
70分後



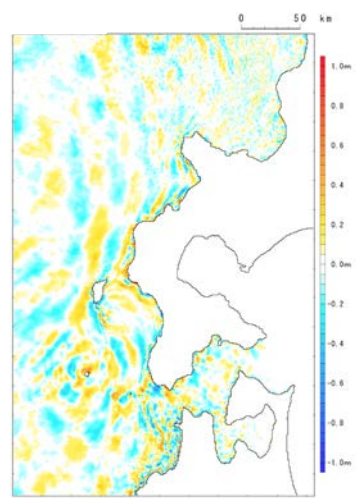
80分後



90分後



100分後



# 4. 2 海底地すべりに伴う津波

- 1. 計算条件 ..... 3
- 2. 既往津波の検討 ..... 25
  - 2. 1 既往津波の文献調査 ..... 26
  - 2. 2 津波堆積物調査 ..... 29
  - 2. 3 既往津波の再現解析 ..... 82
- 3. 地震に伴う津波
  - 3. 1 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波
  - 3. 2 海域活断層に想定される地震に伴う津波
- 4. 地震以外の要因に伴う津波 ..... 85
  - 4. 1 火山による山体崩壊に伴う津波 ..... 86
  - 4. 2 海底地すべりに伴う津波 ..... 132**
  - 4. 3 陸上の斜面崩壊(陸上地すべり)に伴う津波 ..... 154
  - 4. 4 陸上の斜面崩壊(岩盤崩壊)に伴う津波 ..... 267
- 5. 地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ ..... 313
  - 5. 1 解析実施ケース一覧 ..... 314
  - 5. 2 ピークが重なる波源の組合せ評価 ..... 319
  - 5. 3 水位が高い波源の組合せ評価 ..... 347
  - 5. 4 「貯留堰を下回る時間」の最大ケースの妥当性確認 ..... 377
  - 5. 5 茶津入構トンネル及びアクセスルートトンネル設置に伴う基準津波への影響評価 ..... 380
- 6. 基準津波策定
- 7. 行政機関による津波評価 ..... 400
  - 7. 1 国の検討会モデルによる検討 ..... 401
  - 7. 2 地方自治体モデルによる検討 ..... 403
- 8. 超過確率の参照
- 9. 基準津波による安全性評価
- 参考文献 ..... 412

## (1) 海底地すべりに関する文献調査

## 敷地周辺の海底地すべりに関する文献調査

- 敷地周辺海域を対象として、海底地すべりに関する文献調査を実施した。
- 森木ほか(2017)は、日本海東縁部における地すべり地形を示しているが、泊発電所の敷地周辺海域においては規模の大きな海底地すべり地形(面積10km<sup>2</sup>以上、下図の黄線)はなかった\*。

※加えて、森木ほか(2017)を引用した鳴原ほか(2022)、犬井・鳴原(2023)によると、日本海の海底地すべり地形を対象に、津波波源振幅をWatts et al.(2005)の経験式に基づき計算した結果、北海道南西沖では10m超の振幅を発生するとしているものの、当社が想定している陸上地すべり(川白)に伴う津波と比較し影響は小さい。

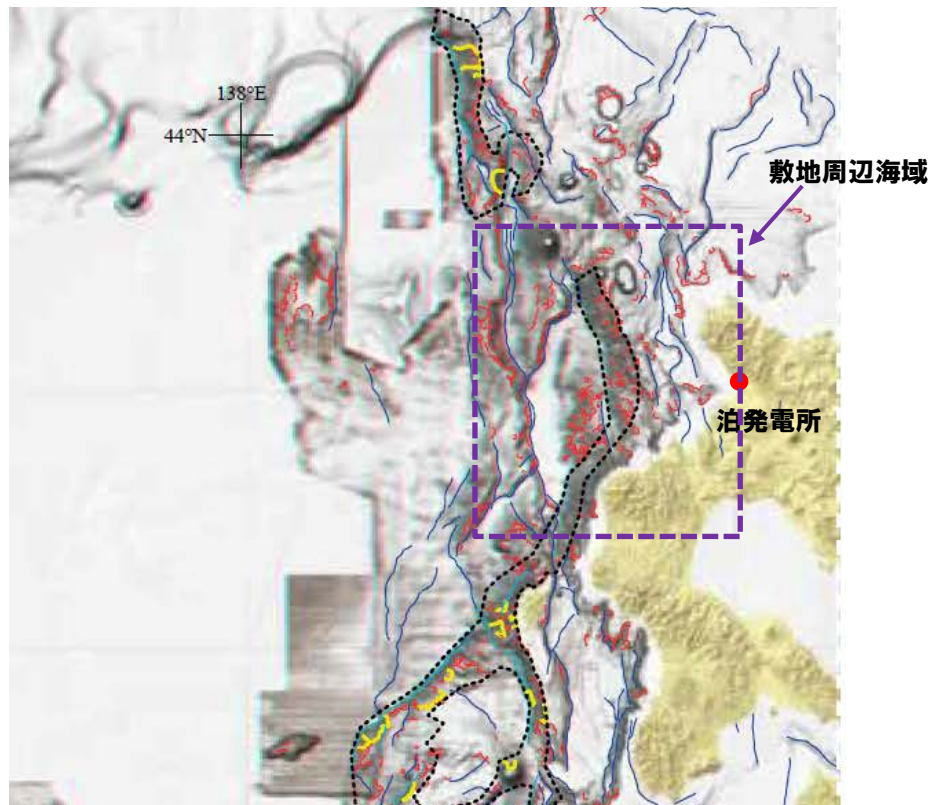


図5. 日本海東縁部のアナグリフ画像と地すべり(赤線、その中で面積10 km<sup>2</sup>以上は黄線)、活断層(青線、その中で面積10 km<sup>2</sup>以上の地すべりと交差するものは水色線)、および、統計的考察に用いた海溝陸側斜面の範囲(破線)。

日本海東遠部の地すべり地形  
森木ほか(2017)を抜粋し、一部加筆

## (2) 海底地すべり地形の抽出

## 海底地すべり地形判読基準

- 敷地前面海域において、水路協会作成の3秒データ(約90mメッシュのDEM)を用い等深線図を作成し、海底地形図、実態視画像を作成し、海底地すべりの可能性がある地形を判読した。
- 3秒データがない箇所についてはM7000の等深線図で補った。
- 海底地形図の判読にあたっては、以下の判読基準により海底地すべりの可能性がある地形を抽出した。

## 海底地すべりの可能性がある地形判読基準\*

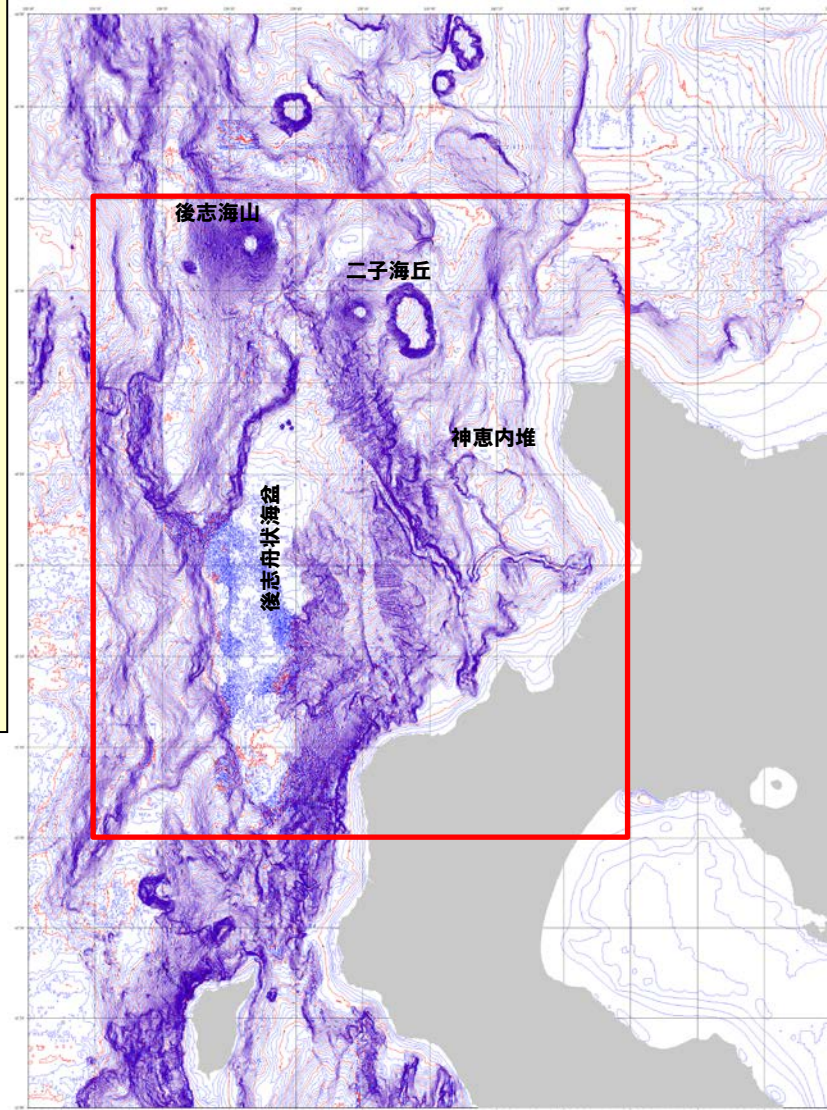
ポイント	典型的特徴
地形	<ul style="list-style-type: none"> <li>○地すべり地形としては滑落崖とその下部にある地すべり土塊(滑落土塊)が対をなす。</li> <li>○陸上の地すべりに比べて、大規模、薄く広がる傾向がある。薄く広がるケースでは土塊は認定しにくいので滑落崖だけを認定する。</li> </ul>
滑落崖	<ul style="list-style-type: none"> <li>○馬蹄形、半円形、コの字形の平面形で、斜面下方へ開く急斜面。</li> <li>○急斜面は平面的に出入りがなくスムーズな形状で、傾斜も一定傾向。</li> <li>○下方に地すべり土塊が対をなして存在すると確実度が上がる。</li> </ul>
地すべり土塊	<ul style="list-style-type: none"> <li>○滑落崖の下部にある扇状地状、舌状の高まり及び台地状を呈す。</li> <li>○典型的な場合には、土塊の表面に不規則な凹凸、低崖、凹地があり、全体として上に凸形の斜面を呈す。</li> </ul>

※Hampton and Lee (1996) 等を参照し作成。

## (2) 海底地すべり地形の抽出

## 地すべり地の形抽出範囲及び抽出

- 海底地すべり地形の抽出は、水路協会の「3秒グリッド水深データ」をフィルター処理によりノイズを除去し海底地形図を作成した。
  - 海底地形図のデータソース: マルチナロービーム水深データ (5秒メッシュ)
  - J-BIRD (任意間隔の測量水深データ)
  - J-EGG500 (500mメッシュ水深データ)
  - 国土地理院基盤地図情報 (数値標高モデル: 10mメッシュ)
- 海底地すべり地形の抽出範囲は、発電所前面海域で急斜面の連続する後志舟状海盆周辺及び地質構造を境すると推定される北方の後志海山を北限とした。
- 地すべり地形は判読基準に基づいて抽出するが、特に発電所に近い神恵内堆の周囲及び長大急斜面が連続する後志舟状海盆の西縁に土砂の流出した痕跡を抽出した。
- そのうち、神恵内堆に分布する地層は未固結から半固結の地層であることから、明瞭な土塊の形成が認められないことも考慮して、周辺よりも低い凹地の分布も着目した。
- そして、判読から抽出された地すべり地形について、別途弊社で実施している海上音波探査記録を参考に、地すべりを示唆する堆積構造の不連続・地すべり土塊等の堆積物を確認し確定させた。



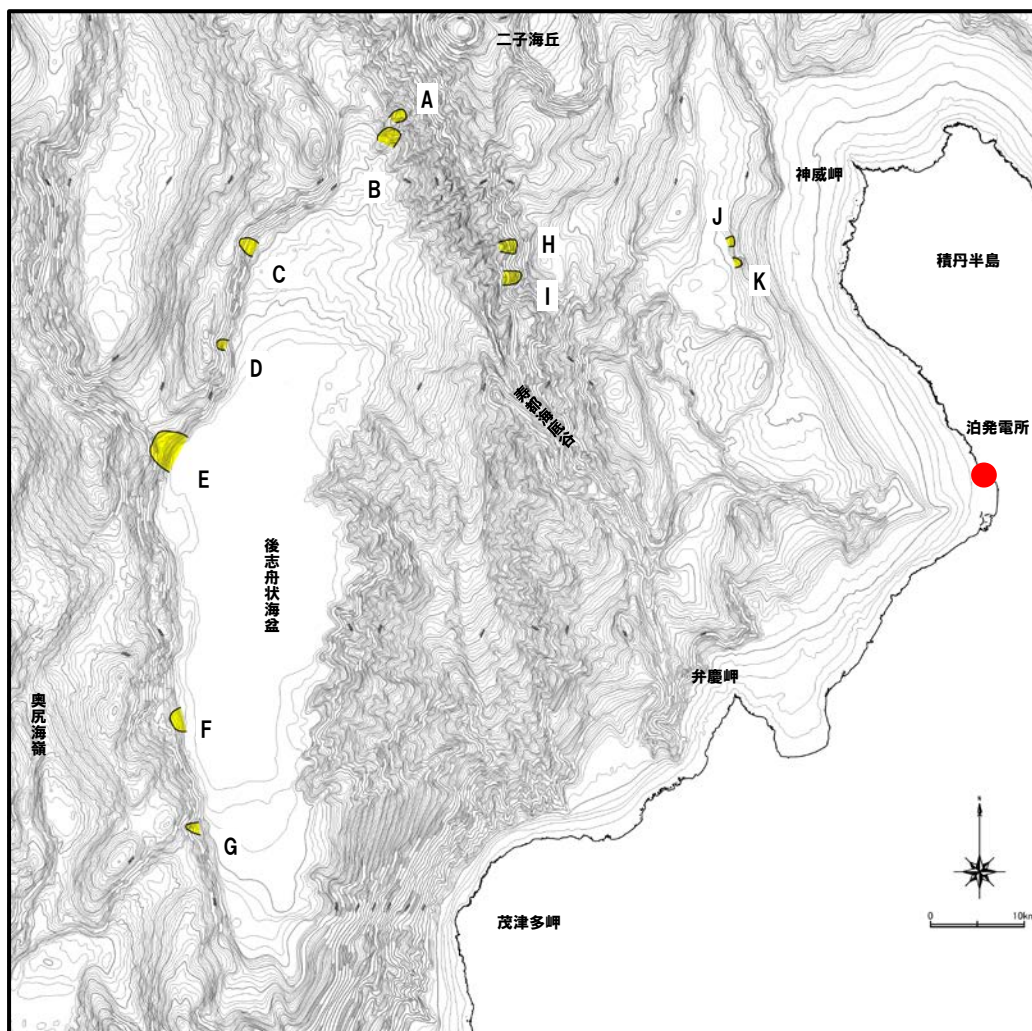
海底地形図及び海底地すべり抽出範囲

## (2) 海底地すべり地形の抽出

## 対象地すべりブロック位置平面図

一部修正 (H26/12/5審査会合)

○地形判読及び海上音波探査記録から11か所の地すべり地形が抽出された。



抽出された地すべり地形位置



## (2) 海底地すべり地形の抽出

## 各地すべりの諸元

一部修正 (H26/12/5審査会合)

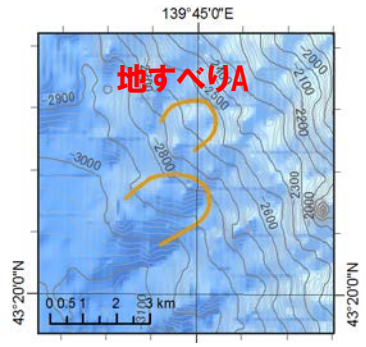
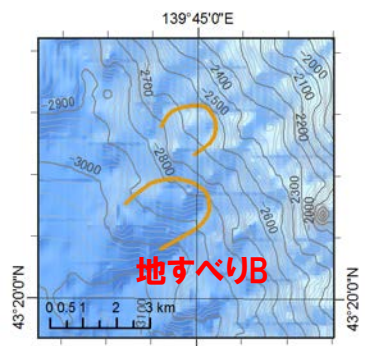
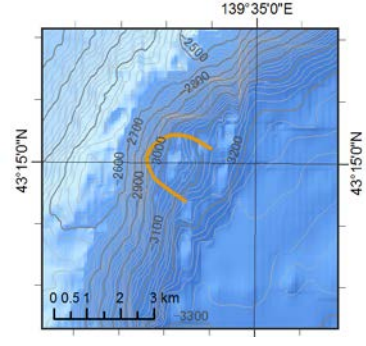
- 抽出された地すべり地形の諸元を以下に示す。  
 ○後志舟状海盆で抽出された地すべり地形で、規模の大きいものは海底地すべりEで、 $2.58 \times 10^8 \text{m}^3$ 、発電所からの距離は87kmである。

## 各地すべり地形の諸元

地すべり地形	L 長さ (m)	W 幅 (m)	H 高低差 (m)	D 推定厚さ (m)	長さ×厚さ ( $\text{m}^2$ )	規模の順位	概略体積 ( $\text{m}^3$ )	体積順位	発電所までの距離 (km)
A	2,000	1,200	180	56	111,000	3	44,000,000	4	72
B	2,200	2,000	230	61	134,000	2	90,000,000	2	71
C	2,000	1,600	280	56	111,000	3	59,000,000	3	80
D	1,000	1,000	260	28	28,000	9	9,000,000	9	81
E	3,000	3,100	350	83	250,000	1	258,000,000	1	87
F	1,400	2,200	140	39	54,000	8	40,000,000	5	89
G	1,700	1,000	280	47	80,000	5	27,000,000	8	91
H	1,600	1,400	420	44	71,000	7	33,000,000	7	55
I	1,700	1,400	480	47	80,000	5	37,000,000	6	54
J	700	1,000	120	19	14,000	11	5,000,000	11	37
K	900	1,000	130	25	23,000	10	8,000,000	10	35

## (2) 海底地すべり地形の抽出

### 抽出された地すべり地形の特徴 (1/4)

地すべり名称	地すべりブロック状況図	分布状況	規模等主諸元
A		<ul style="list-style-type: none"> <li>○北緯43° 23'，東経139° 45' 付近に位置する。</li> <li>○ブロック形状は馬蹄形を呈する。</li> <li>○ブロック頭部はやや不明瞭な遷緩線付近に位置し，末端部は概ね一様な勾配を呈する斜面中に位置する。</li> <li>○想定された地すべりブロックは，並行斜面中に見出された。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○長さL=2.0km</li> <li>○幅W=1.2km</li> <li>○高低差H=180m</li> <li>○概略堆積</li> <li>V=44,000,000m<sup>3</sup></li> </ul>
B		<ul style="list-style-type: none"> <li>○北緯43° 21'，東経139° 44' 付近に位置する。</li> <li>○ブロック形状は弱い角形を呈する。</li> <li>○ブロック頭部はやや不明瞭な遷緩線付近に位置し，末端部では前面に概ね平坦な地盤が広がっている。</li> <li>○想定された地すべりブロックは，弱い沢地形の側面中に見出された。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○長さL=2.2km</li> <li>○幅W=2.0km</li> <li>○高低差H=230m</li> <li>○概略堆積</li> <li>V=90,000,000m<sup>3</sup></li> </ul>
C		<ul style="list-style-type: none"> <li>○北緯43° 15'，東経139° 33' 付近に位置する。</li> <li>○ブロック形状は馬蹄形を呈する。</li> <li>○ブロック頭部はやや不明瞭な遷緩線付近に位置し，末端部では前面に概ね平坦な地盤が広がっている。</li> <li>○想定された地すべりブロックは，並行斜面中に見出された。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○長さL=2.0km</li> <li>○幅W=1.6km</li> <li>○高低差H=280m</li> <li>○概略堆積</li> <li>V=59,000,000m<sup>3</sup></li> </ul>

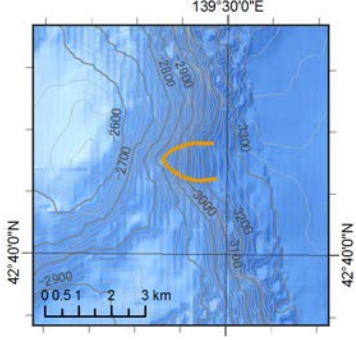
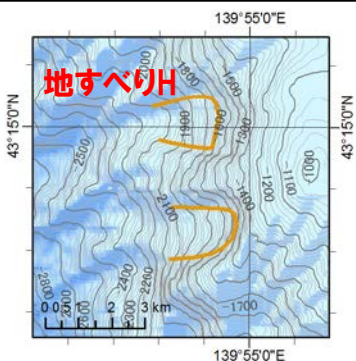
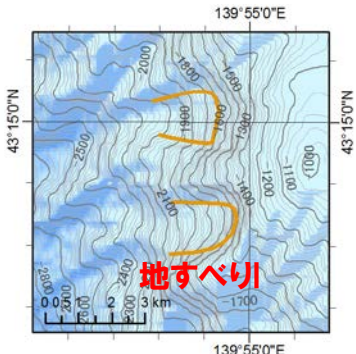
## (2) 海底地すべり地形の抽出

### 抽出された地すべり地形の特徴 (2/4)

地すべり名称	地すべりブロック状況図	分布状況	規模等主諸元
D		<ul style="list-style-type: none"> <li>○北緯43° 9′, 東経139° 31′ 付近に位置する。</li> <li>○ブロック形状は馬蹄形を呈する。</li> <li>○ブロック頭部はやや不明瞭な遷緩線付近に位置し, 末端部は概ね一様な勾配を呈する斜面中に位置する。</li> <li>○想定された地すべりブロックは, 並行斜面中に見出された。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○長さL=1.0km</li> <li>○幅W=1.0km</li> <li>○高低差H=260m</li> <li>○概略堆積 V=9,000,000m<sup>3</sup></li> </ul>
E		<ul style="list-style-type: none"> <li>○北緯43° 3′, 東経139° 27′ 付近に位置する。</li> <li>○ブロック形状は馬蹄形を呈する。</li> <li>○ブロック頭部は鞍部付近に位置し, 末端部は前面には概ね平坦な地盤が広がっている。</li> <li>○想定された地すべりブロックは, 並行斜面中に見出された。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○長さL=3.0km</li> <li>○幅W=3.1km</li> <li>○高低差H=350m</li> <li>○概略堆積 V=258,000,000m<sup>3</sup></li> </ul>
F		<ul style="list-style-type: none"> <li>○北緯42° 48′, 東経139° 28′ 付近に位置する。</li> <li>○ブロック形状は馬蹄形を呈する。</li> <li>○ブロック頭部はやや不明瞭な遷緩線付近に位置し, 末端部では前面に概ね平坦な地盤が広がっている。</li> <li>○想定された地すべりブロックは, 並行斜面中に見出された。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○長さL=1.4km</li> <li>○幅W=2.2km</li> <li>○高低差H=140m</li> <li>○概略堆積 V=40,000,000m<sup>3</sup></li> </ul>

## (2) 海底地すべり地形の抽出

### 抽出された地すべり地形の特徴 (3/4)

地すべり名称	地すべりブロック状況図	分布状況	規模等主諸元
G		<ul style="list-style-type: none"> <li>○北緯42° 42'，東経139° 29' 付近に位置する。</li> <li>○ブロック形状は馬蹄形を呈する。</li> <li>○ブロック頭部はやや不明瞭な遷緩線付近に位置し，末端部では前面に概ね平坦な地盤が広がっている。</li> <li>○想定された地すべりブロックは，弱い沢地形を呈する斜面中に見出された。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○長さL=1.7km</li> <li>○幅W=1.0km</li> <li>○高低差H=280m</li> <li>○概略堆積 V=27,000,000m<sup>3</sup></li> </ul>
H		<ul style="list-style-type: none"> <li>○北緯43° 15'，東経139° 54' 付近に位置する。</li> <li>○ブロック形状は角形を呈する。</li> <li>○ブロック頭部はやや不明瞭な遷緩線付近に位置し，末端部は概ね一様な勾配を呈する斜面中に位置する。</li> <li>○想定された地すべりブロックは，弱い沢地形中に見出された。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○長さL=1.6km</li> <li>○幅W=1.4km</li> <li>○高低差H=420m</li> <li>○概略堆積 V=33,000,000m<sup>3</sup></li> </ul>
I		<ul style="list-style-type: none"> <li>○北緯43° 13'，東経139° 54' 付近に位置する。</li> <li>○ブロック形状は馬蹄形を呈する。</li> <li>○ブロック頭部はやや不明瞭な遷緩線付近に位置し，末端部は概ね一様な勾配を呈する斜面中に位置する。</li> <li>○想定された地すべりブロックは，弱い沢地形中に見出された。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○長さL=1.70km</li> <li>○幅W=1.4km</li> <li>○高低差H=480m</li> <li>○概略堆積 V=37,000,000m<sup>3</sup></li> </ul>

## (2) 海底地すべり地形の抽出

### 抽出された地すべり地形の特徴 (4/4)

地すべり名称	地すべりブロック状況図	分布状況	規模等主諸元
J		<ul style="list-style-type: none"> <li>○北緯43° 15'，東経140° 11' 付近に位置する。</li> <li>○ブロック形状は弱い角形を呈する。</li> <li>○ブロック頭部はやや不明瞭な遷急線付近に位置し，末端部では前面に概ね平坦な地盤が広がっている。</li> <li>○想定された地すべりブロックは，並行斜面中に見出された。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○長さL=0.7km</li> <li>○幅W=1.0km</li> <li>○高低差H=120m</li> <li>○概略堆積 V=5,000,000m<sup>3</sup></li> </ul>
K		<ul style="list-style-type: none"> <li>○北緯43° 14'，東経140° 12' 付近に位置する。</li> <li>○ブロック形状は馬蹄形を呈する。</li> <li>○ブロック頭部はやや不明瞭な遷急線付近に位置し，末端部では前面に概ね平坦な地盤が広がっている。</li> <li>○想定された地すべりブロックは，並行斜面中に見出された。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○長さL=0.9km</li> <li>○幅W=1.0km</li> <li>○高低差H=130m</li> <li>○概略堆積 V=8,000,000m<sup>3</sup></li> </ul>

## (3) パラメータの設定根拠

## 地すべり地形のモデル化 (1/2)

一部修正 (H27/8/21審査会合)

○地すべりシミュレーションは、海中の土砂の動きを時刻歴で解析することが可能なFLOW-3Dを使用する。

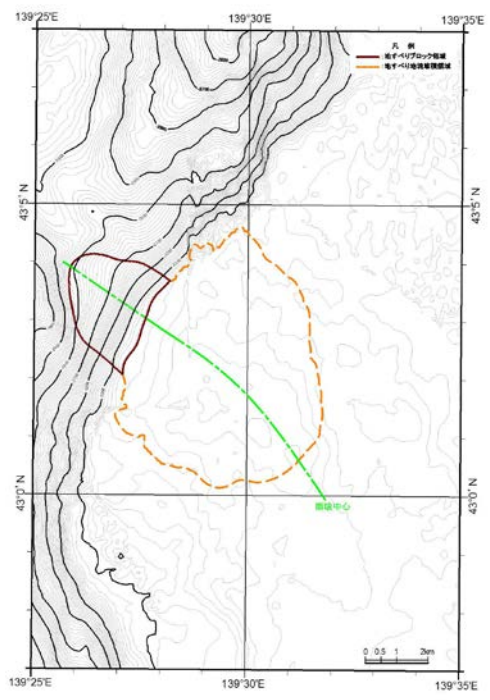
## 【地すべりシミュレーション (FLOW-3D)】

入力データ	入力値	備考
海水の密度 (kg/m <sup>3</sup> )	1,030	○一般値を使用した。
海水の粘性係数 (Pa・s)	0.001	○鈴木・長嶋 (1980) に基づき設定した。
海水の初期水面位置 (m)	T.P. +0.21	○予測計算の計算潮位である。
地すべり地塊の密度 (kg/m <sup>3</sup> )	2,000	○地すべり時に想定される地塊の土質状態 (砂～礫, 礫混り砂状が混在) に対して, 東日本高速道路 (株) ほか (2006), 東日本高速道路 (株) ほか (2007) に基づき設定した。
地すべり地塊の粘性係数 (Pa・s)	10	○高橋・小林 (1993) の実験結果の平均値として設定した。
地塊粒子の平均半径 (m)	0.05	○地すべり時に想定される地塊の土質状態 (砂～礫, 礫混り砂状が混在) に対して, 地盤工学会 (2009) に基づき設定した。
地塊粒子の抵抗係数	0.5	○日本機械学会 (2006) に基づき設定した。
計算メッシュ間隔 (m)	100	○波源域の海底地形データ精度である。
計算時間間隔 (s)	初期値0.01	○計算安定条件を満たすように設定した。
計算時間 (s)	1,800	○地塊の移動速度が十分に緩速になる時間を包絡するように設定した。

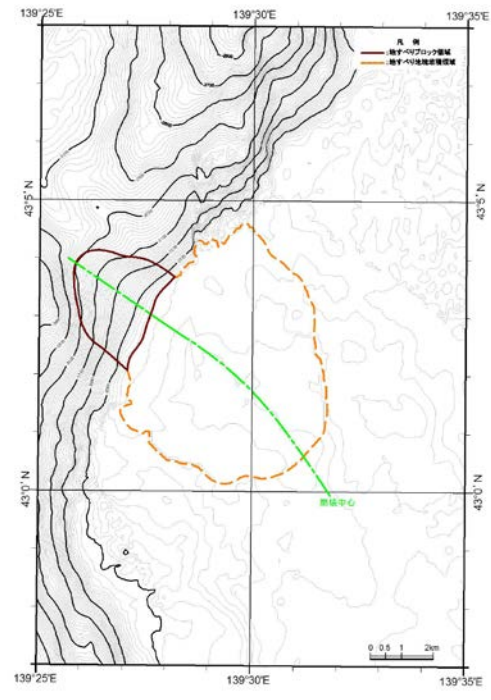
## (3) パラメータの設定根拠

### 地すべり地形のモデル化 (2/2)

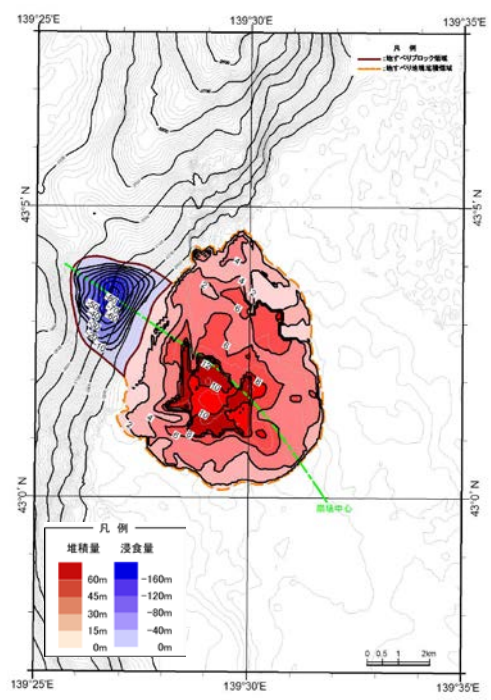
一部修正 (H27/8/21審査会合)



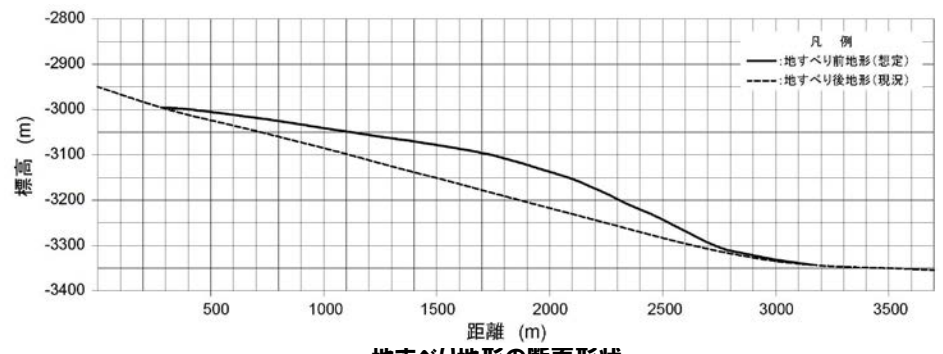
地すべり前地形



地すべり後地形 (10分後)



地すべり前後の地形変化量



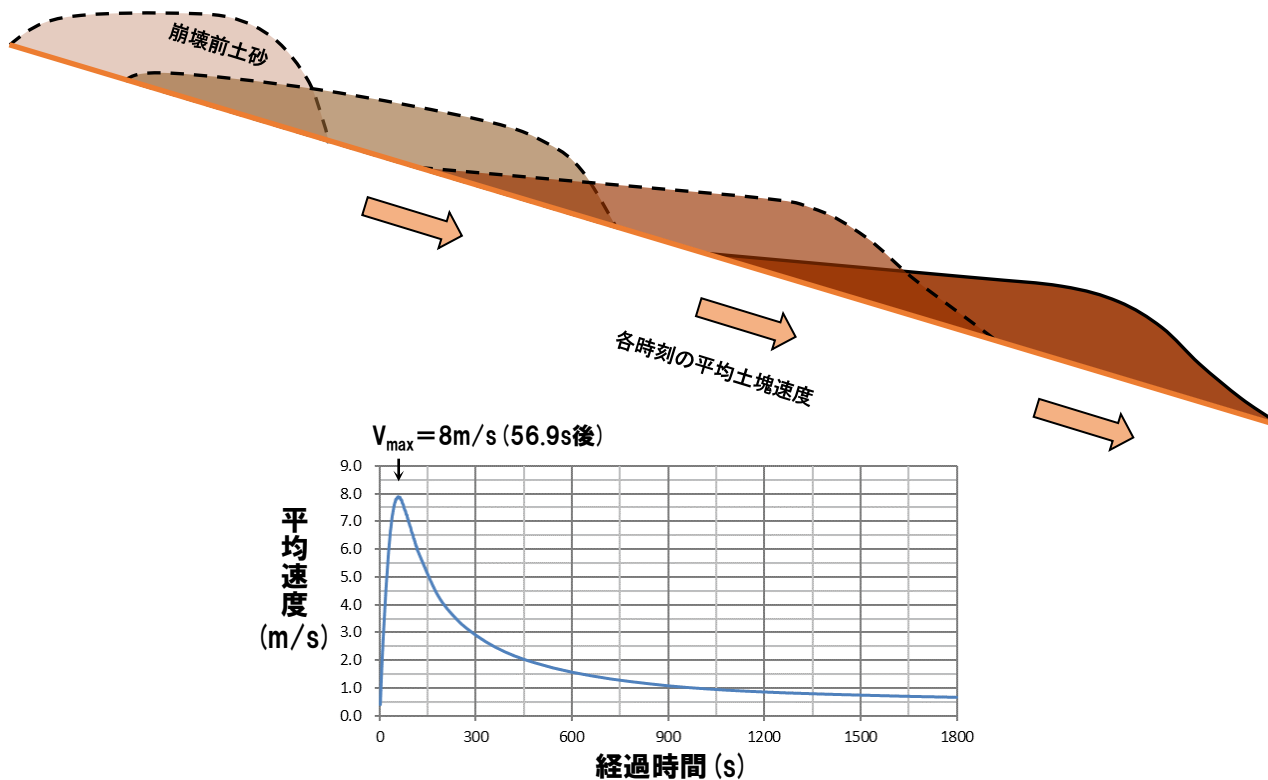
地すべり地形の断面形状

## (3) パラメータの設定根拠

## 変動伝播速度

一部修正 (H27/8/21審査会合)

- 変動伝播速度は、FLOW-3Dによる地すべりシミュレーションで得られる移動土塊の速度を入力値とする。
- 移動土塊の速度は、土塊全体の速度の平均値とし、崩壊開始から崩壊後地形としている崩壊10分後までの間における、各時刻での値を算出する。
- 水山ほか(1985)、道上ほか(1996)及び松村ほか(1997)では、土塊や土砂が湛水池に突入することで生じる波高は、その突入速度が速いほど、高くなるとされている。



○以上より、変動伝播速度は、安全側の評価となる移動土塊の平均速度の最大値である8m/sに設定した。

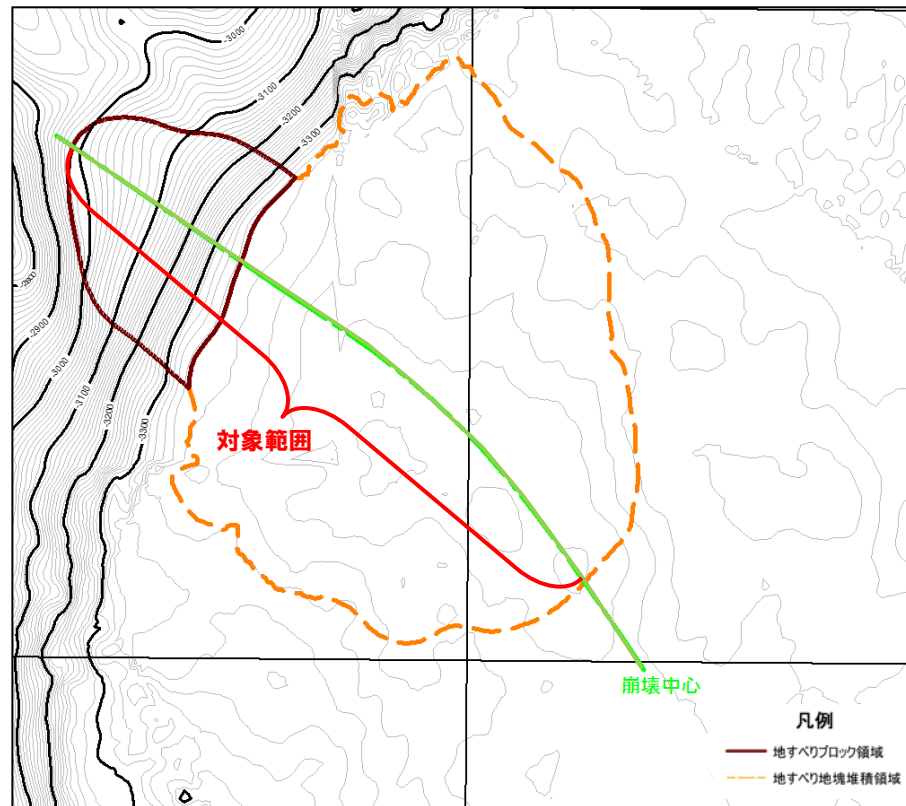


## (3) パラメータの設定根拠

## 鉛直変位ライズタイム (1/3)

一部修正 (H27/8/21審査会合)

- 鉛直変位ライズタイムは、FLOW-3Dによる地すべりシミュレーションにおける土塊の堆積変化について着目し、現象が開始してから概ね終息したと判断されるまでの時間を算出したうえで設定する。
- 土塊の堆積及び浸食の時間変化については、土塊の崩壊中心線を代表とする。
- 算出に用いる堆積変化の対象範囲は、崩壊中心線上で崩壊開始後10分までの変化範囲とする。



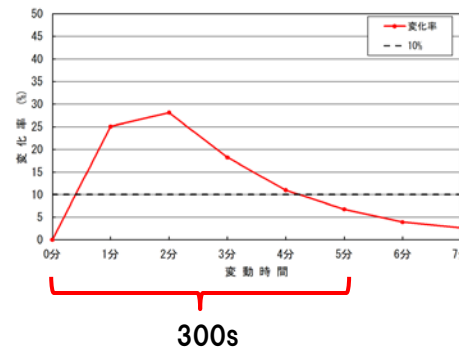
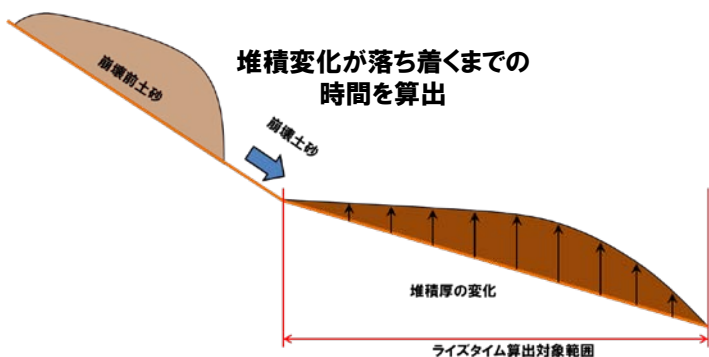
海底地すべりE

(3) パラメータの設定根拠

鉛直変位ライズタイム (2/3)

一部修正 (H27/8/21審査会合)

- 地すべり現象が開始してから概ね終息したとの判断は、堆積変化の総量に対する各時刻間における変化率が10%未満となる時間として算出した。
  - 算出方法: 各時間の変化率 = (時間当たり変化量 ÷ 10分間の総変化量) × 100
- 算出に用いる堆積変化の対象範囲は、崩壊中心線上で崩壊開始後10分までの海域の変化範囲とした。
- 土砂の変化量は、対象範囲の平均値とし、堆積及び浸食を絶対値で評価した。



平均堆積量の変化率が10%未満になるまでの時間

- 海底地すべりのパラメータスタディ結果を踏まえ(次頁参照), 鉛直変位ライズタイムは、安全側の評価となる平均堆積量の変化率が10%未満になるまでの時間から-60sとした時間である240sに設定する。

## (3) パラメータの設定根拠

### 鉛直変位ライズタイム (3/3)

一部修正 (H27/8/21審査会合)

- 鉛直変位ライズタイムは、平均堆積量の変化率が10%未満になるまでの時間である300sを起点とし、±60sを変化させたパラメータスタディ結果より安全側の評価条件になるよう設定する。
- 鉛直変位ライズタイムを、240s、300s、360sに変動させたパラメータスタディを実施した。

#### 【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した。
計算時間 (時間)	3	-
比高変化 (m)	最大81	○FLOW-3Dによる10分後の地形変化量から設定した。
鉛直変位ライズタイム (s)	240,300,360	○パラメータスタディとして検討した。
変動伝播速度 (m/s)	8	○FLOW-3Dによる最大速度から安全側の評価として設定した。

#### 海底地すべりEの数値シミュレーション結果

区分	海底地すべりE		
	鉛直変位 ライズタイム 240s 評価値	鉛直変位 ライズタイム 300s 評価値	鉛直変位 ライズタイム 360s 評価値
防潮堤前面 (上昇側)	0.24m	0.23m	0.22m
3号炉 取水口 (上昇側)	0.22m	0.20m	0.18m
1, 2号炉 取水口 (上昇側)	0.22m	0.20m	0.18m
放水口 (上昇側)	0.24m	0.20m	0.17m
3号炉 取水口 (下降側)	0.16m	0.14m	0.14m
「貯留堰を 下回る時間」	0s	0s	0s

※黄ハッチングは評価項目の最大ケースである。

○以上より、鉛直変位ライズタイムは、安全側の評価として平均堆積量の変化率が10%未満になるまでの時間から-60sとした時間に設定する。

# 4.2 海底地すべりに伴う津波

## (4) Kinematic landslideモデルと二層流モデルとの比較

### Kinematic landslideモデルの評価

一部修正 (H27/8/21審査会合)

○Kinematic landslideモデルが安全側の評価であることを確認する目的で、海底地すべりEを対象に、二層流モデルモデルによる津波の数値シミュレーションを実施した。

#### 【津波シミュレーション(二層流モデル)】

入力データ	入力値	備考
計算時間間隔 $\Delta t$ (s)	0.05	-
計算時間 (時間)	3	-
海水密度 (kg/m <sup>3</sup> )	1,030	○一般値を使用した。
崩壊物密度 (kg/m <sup>3</sup> )	2,000	○松本ほか(1998)に基づき設定した。
底面粗度係数 $n$ (m <sup>-1/3</sup> ・s)	上層:0.03 下層:0.40	○上層は、土木学会(2016)に基づき設定した。 ○下層は、Kawamata et al.(2005)に基づき設定した。
界面抵抗係数 $f_{int}$	0.0	○Kawamata et al.(2005)に基づき設定した。
渦動粘性係数 $\nu$ (m <sup>2</sup> /s)	下層:0.1	○Kawamata et al.(2005)に基づき設定した。

#### 海底地すべりEの数値シミュレーション結果

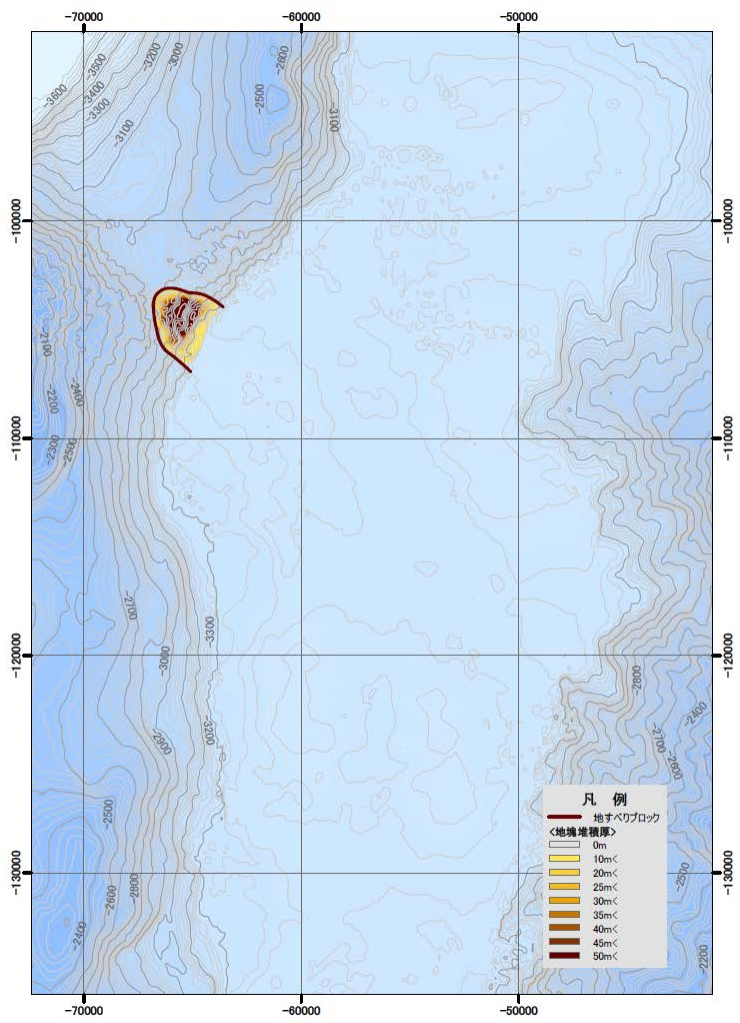
区分	海底地すべりE	
	二層流モデル 評価値	【参考】 Kinematic landslideモデル 評価値
防潮堤前面 (上昇側)	0.13m	0.24m
3号炉 取水口 (上昇側)	0.05m	0.22m
1, 2号炉 取水口 (上昇側)	0.02m	0.22m
放水口 (上昇側)	0.11m	0.24m
3号炉 取水口 (下降側)	0.05m	0.16m
「貯留堰を 下回る時間」	0s	0s

○数値シミュレーション結果から、二層流モデルと比較して、Kinematic landslideモデルの方が評価上安全側である大きな値となることを確認した。

## (5) 数値シミュレーション結果

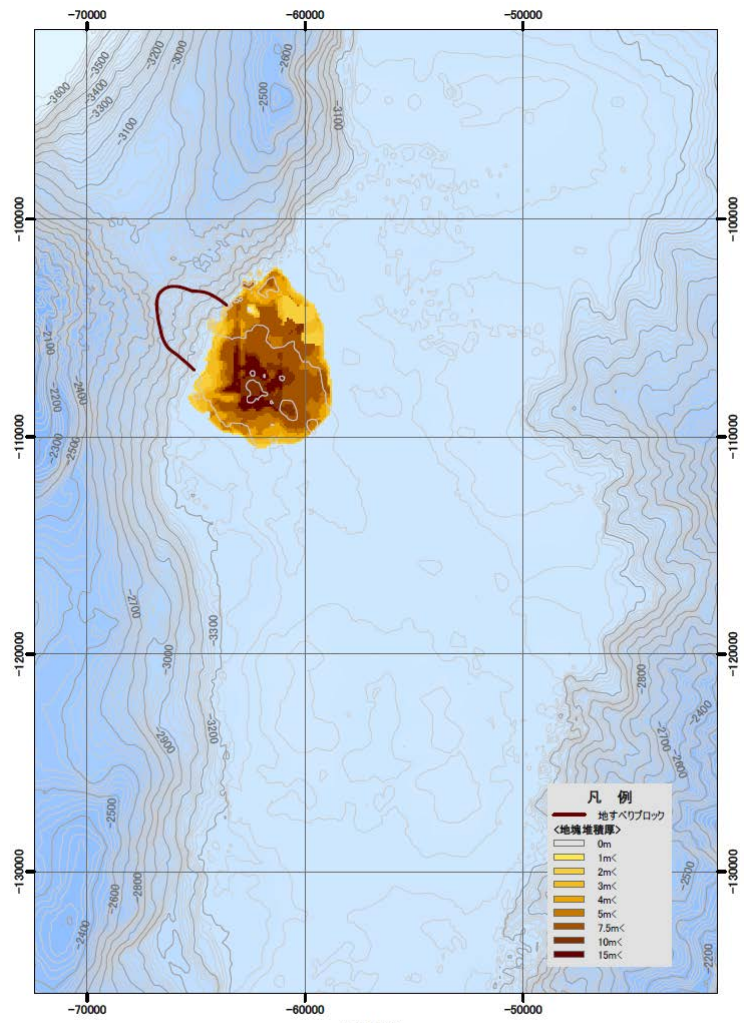
### 海底地すべりE 地すべりシミュレーション(1/3)

再掲(H26/12/5審査会合)



1:200,000  
0 0.75 1.5 3 4.5 6 km

地すべり前



1:200,000  
0 0.75 1.5 3 4.5 6 km

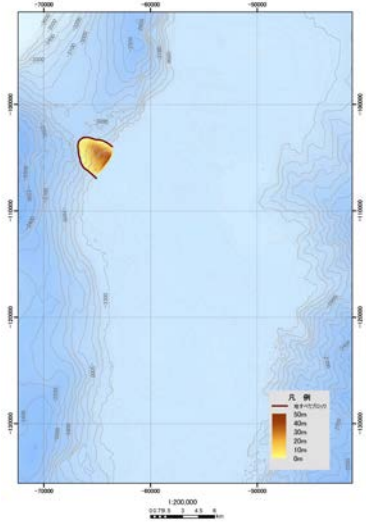
地すべり後(10分後)

## (5) 数値シミュレーション結果

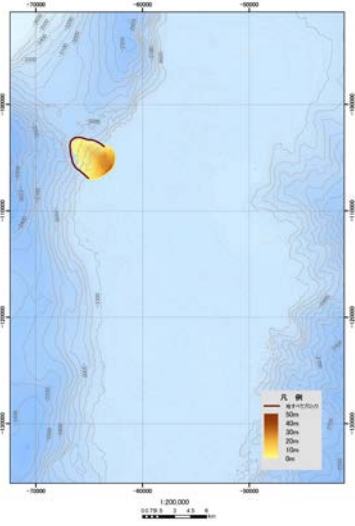
### 海底地すべりE 地すべりシミュレーション (2/3)

再掲 (H26/12/5審査会合)

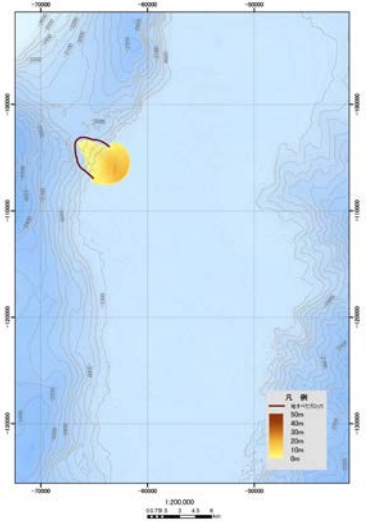
1分後



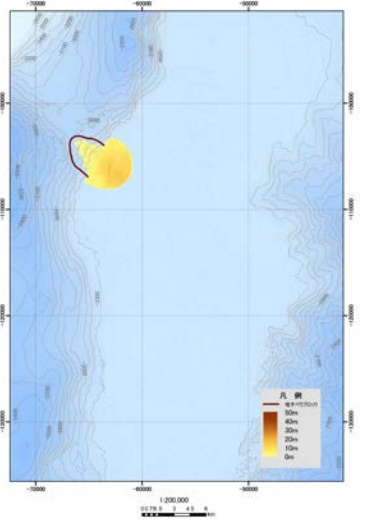
2分後



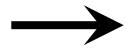
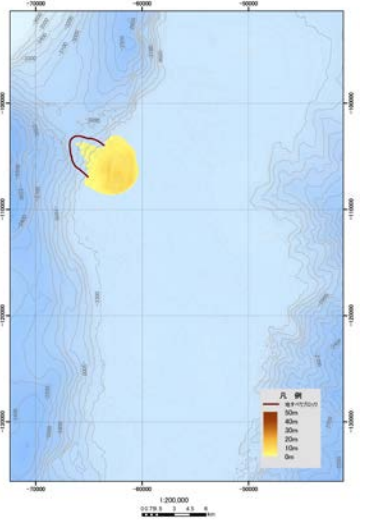
3分後



4分後



5分後

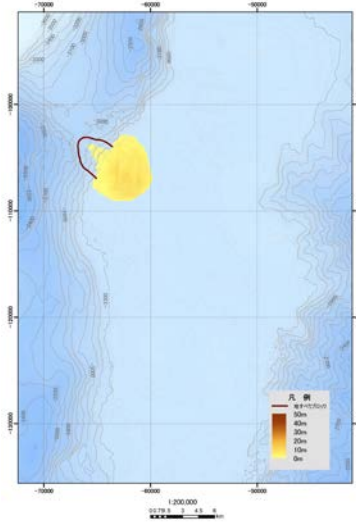


## (5) 数値シミュレーション結果

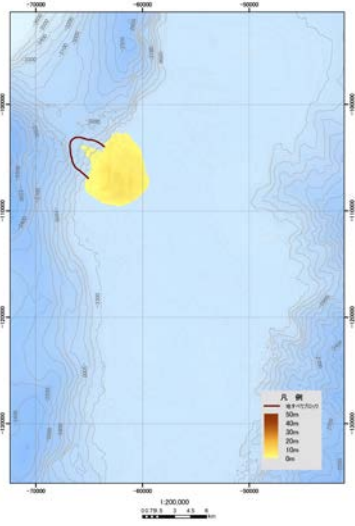
### 海底地すべりE 地すべりシミュレーション (3/3)

再掲 (H26/12/5審査会合)

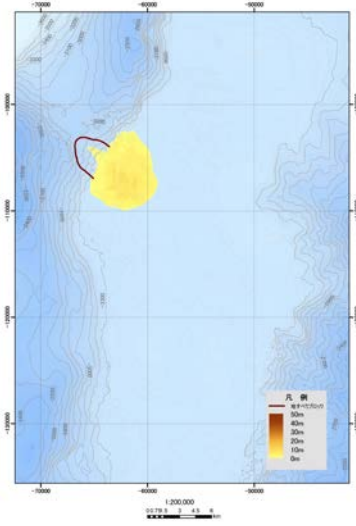
6分後



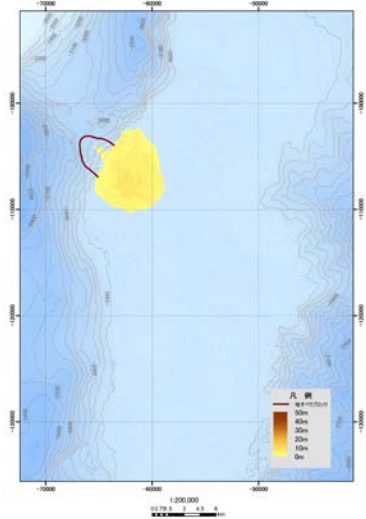
7分後



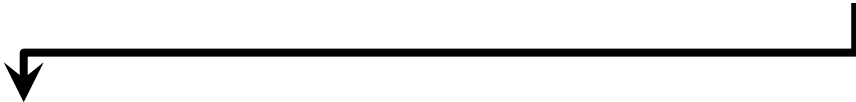
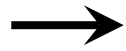
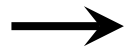
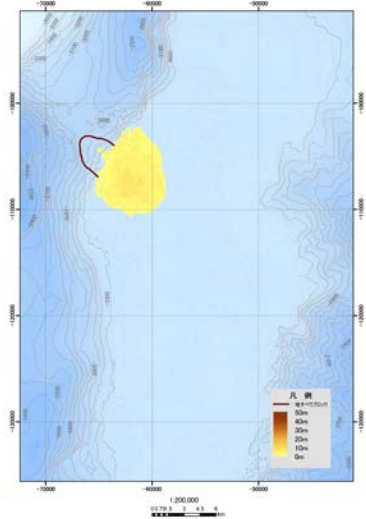
8分後



9分後



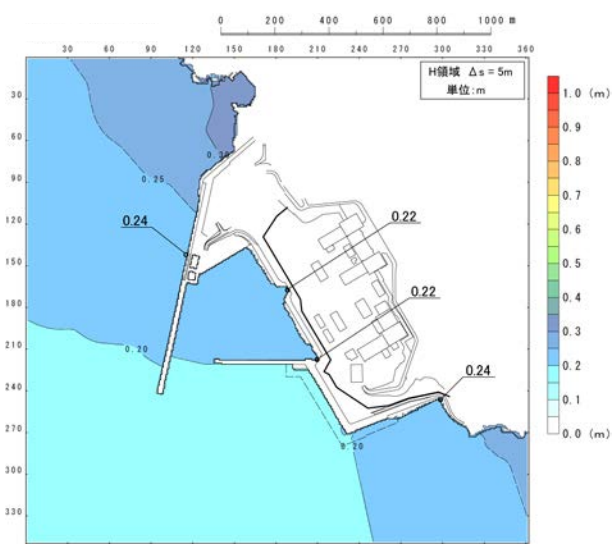
10分後



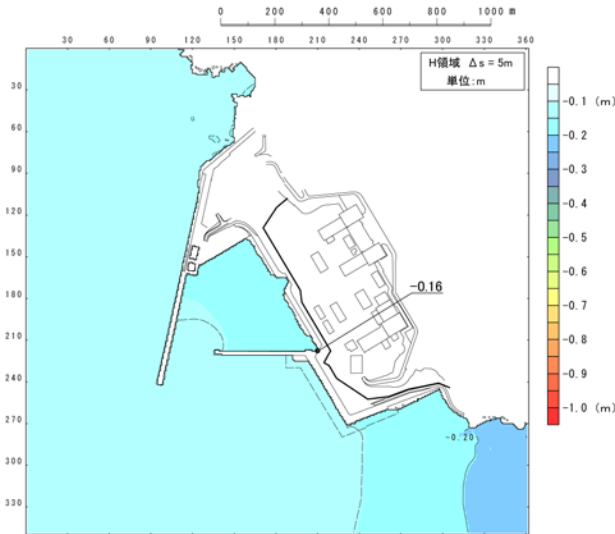
## (5) 数値シミュレーション結果

### 海底地すべりE 最大水位分布・水位時刻歴波形

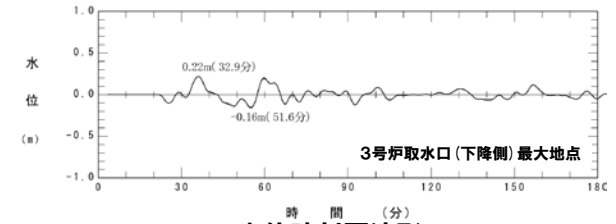
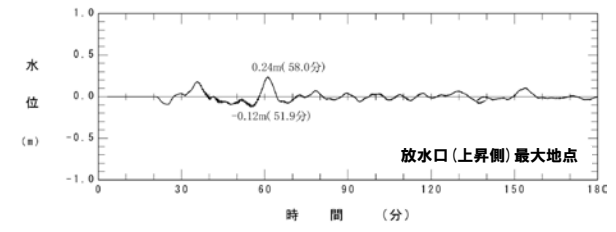
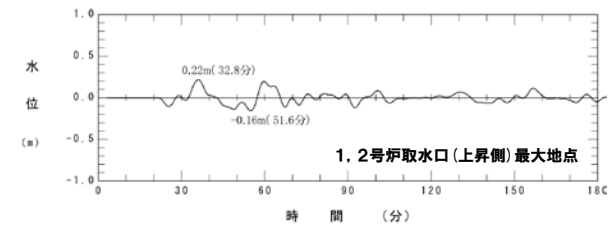
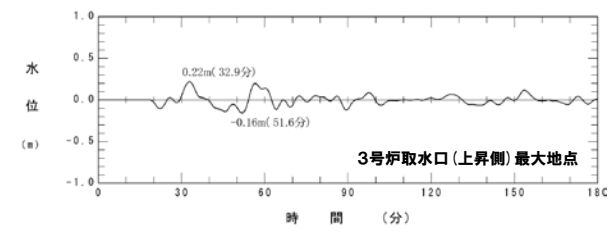
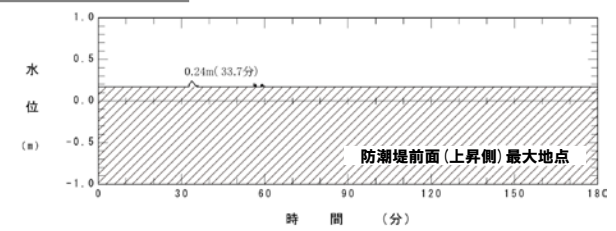
一部修正 (H26/12/5審査会合)



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

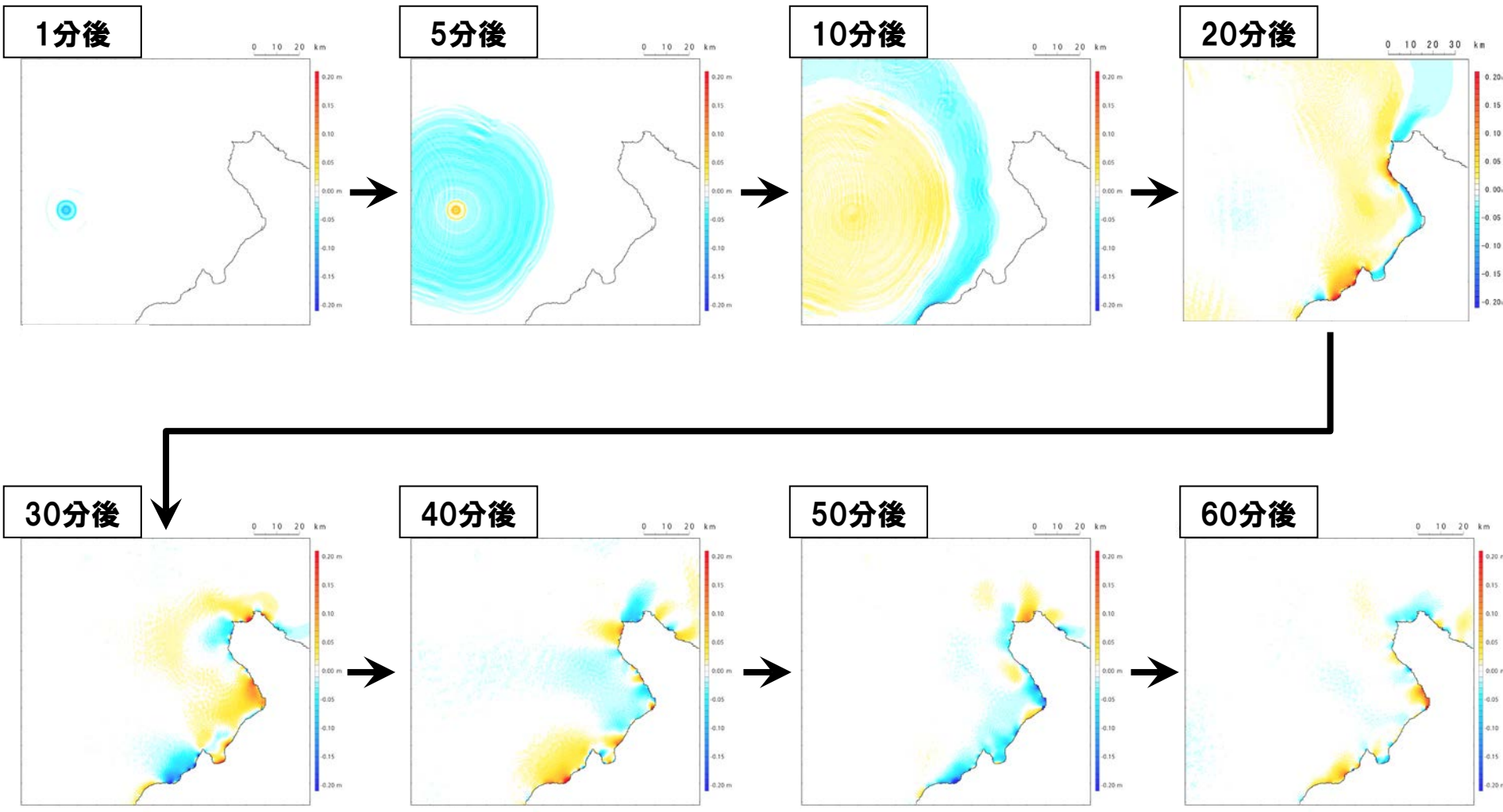
※水位時刻歴波形は水位変動量が最大となる地点から抽出している。



## (5) 数値シミュレーション結果

海底地すべりE 津波の伝播状況

一部修正 (H26/12/5審査会合)



# 4. 3 陸上の斜面崩壊（陸上地すべり）に伴う津波

- 1. 計算条件 ..... 3
- 2. 既往津波の検討 ..... 25
  - 2. 1 既往津波の文献調査 ..... 26
  - 2. 2 津波堆積物調査 ..... 29
  - 2. 3 既往津波の再現解析 ..... 82
- 3. 地震に伴う津波
  - 3. 1 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波
  - 3. 2 海域活断層に想定される地震に伴う津波
- 4. 地震以外の要因に伴う津波 ..... 85
  - 4. 1 火山による山体崩壊に伴う津波 ..... 86
  - 4. 2 海底地すべりに伴う津波 ..... 132
  - 4. 3 陸上の斜面崩壊（陸上地すべり）に伴う津波 ..... 154**
  - 4. 4 陸上の斜面崩壊（岩盤崩壊）に伴う津波 ..... 267
- 5. 地震に伴う津波と地震以外の要因に伴う津波の組合せ ..... 313
  - 5. 1 解析実施ケース一覧 ..... 314
  - 5. 2 ピークが重なる波源の組合せ評価 ..... 319
  - 5. 3 水位が高い波源の組合せ評価 ..... 347
  - 5. 4 「貯留堰を下回る時間」の最大ケースの妥当性確認 ..... 377
  - 5. 5 茶津入構トンネル及びアクセスルートトンネル設置に伴う基準津波への影響評価 ..... 380
- 6. 基準津波策定
- 7. 行政機関による津波評価 ..... 400
  - 7. 1 国の検討会モデルによる検討 ..... 401
  - 7. 2 地方自治体モデルによる検討 ..... 403
- 8. 超過確率の参照
- 9. 基準津波による安全性評価
- 参考文献 ..... 412



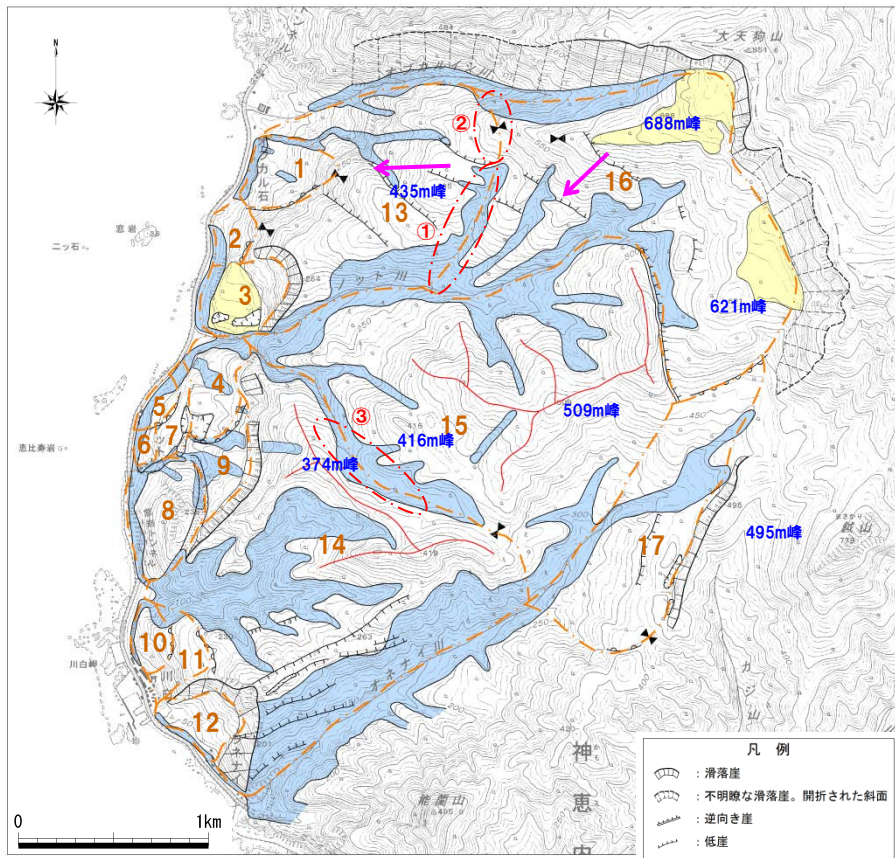
## (1) 川白の調査結果

### 川白 空中写真判読 (2/15) 地形要素図 (2/3)

一部修正 (H27/8/21審査会合)

- 地形要素図に基づき、地すべりブロックを抽出した。
- 地すべりブロックは17ブロック抽出される。
- 大局的には小規模な海岸付近のブロック1～12、大規模な山地部のブロック13～17に区分される。

ブロック	地形的特徴及び抽出根拠
1	○標高250m付近の鞍部と遷緩線、それに連続する地形を抽出した。 ○滑落崖は不明瞭。
2	○標高170m付近の鞍部から150m付近の遷急線、その前面に緩斜面及び平坦面が認められ、それらに連続する地形を抽出した。
3	○滑落崖基部と平坦面、平坦面の末端部までの地形を抽出した。
4	○標高100m付近に滑落崖、前面に鞍部、緩斜面及び陥没地形が認められ、連続する地形を抽出した。 ○北側方産はブロック9側方産と同じ。
5	○遷緩線と連続する地形を抽出した。 ○ブロック7の緩斜面前縁に遷急線が認められ、基部の遷緩線と連続する地形を抽出した。
6	○縮尺1/2,500地形図より、ブロック5と同様にブロック7前面の急斜面基部の遷緩線と連続する地形を抽出した。 ○ブロック5・8との側方産の切り合いから活動時期は古いと推定される。
7	○ブロック9前面の凹地を境界として、連続する地形を抽出した。 ○ブロック4の平坦面前縁に遷急線が認められ、その基部に緩傾斜の斜面堆積物が分布している。 ○ブロック4～6の遷急線の位置関係から活動時期が異なり別ブロックと判断される。
8	○ブロック9前面の凹地を境界として連続する地形を抽出した。 ○ブロック7と凹地が連続せず、北側方産をブロック7に切られることから別ブロックとした。
9	○滑落崖基部の斜面を抽出した。 ○大局的にはブロック9を頂部とする大ブロックであり、374m峰の前縁の滑落崖、基部の緩斜面及び平坦面が認められ、ブロック4・7・8の滑落崖に切られる。
10	○ブロック11内の遷緩線と連続する地形を抽出した。 ○ブロック11の斜面の途中の遷急線からやや急傾斜の斜面となる。ブロック上部で自破砕溶岩の露頭が認められる。



数字: ブロック番号  
 ←: 傾斜方向

地すべりの可能性のある地形区分図

- 凡例
- : 滑落崖
  - : 不明瞭な滑落崖。開折された斜面
  - : 逆向き崖
  - : 低産
  - : 凹地
  - : 細長い凹地
  - : 遷緩線
  - : 鞍部
  - : 平坦面
  - : 地すべりに見えない尖った尾根
  - : 谷壁斜面は急勾配
  - : 侵食谷、海岸沿いは海食崖

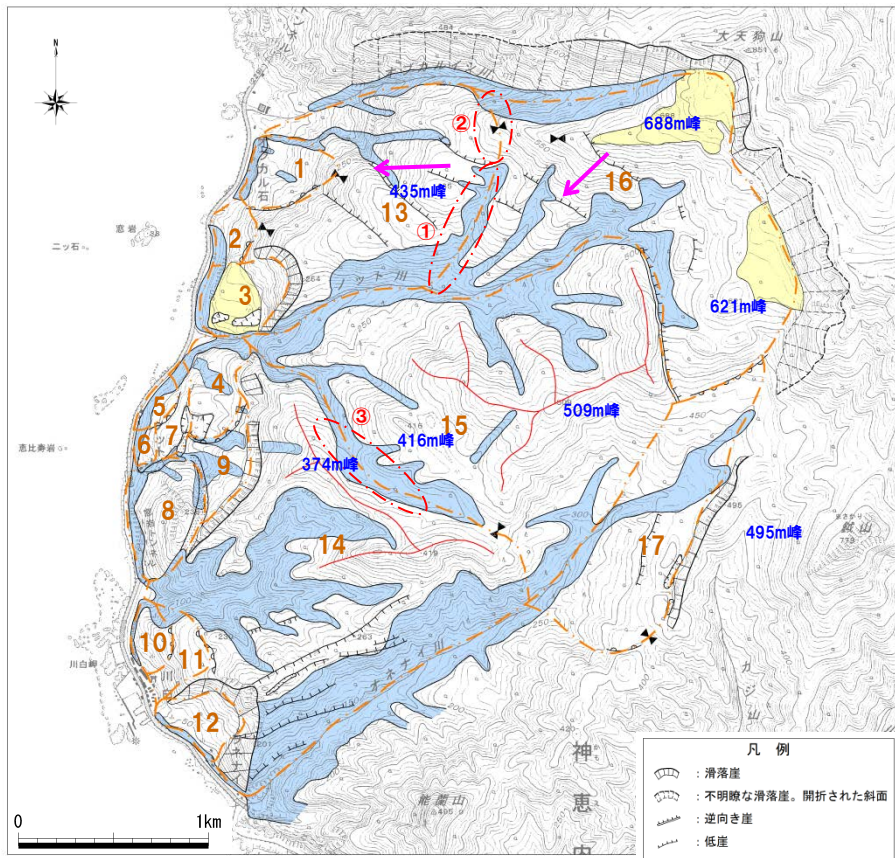
## (1) 川白の調査結果

### 川白 空中写真判読 (3/15) 地形要素図 (3/3)

一部修正 (H27/8/21審査会合)

- 地形要素図に基づき、地すべりブロックを抽出した。
- 地すべりブロックは17ブロック抽出される。
- 大局的には小規模な海岸付近のブロック1～12、大規模な山地部のブロック13～17に区分される。

ブロック	地形的特徴及び抽出根拠
11	○標高200m付近に遷急線が認められ、基部の遷緩線と連続する地形を抽出した。ブロック内の斜面は、ブロック10の遷急線に続く。
12	○標高250m付近の急崖から斜面に連続し、斜面基部の標高50m付近にやや平坦面が認められ、滑落崖基部と連続する地形を抽出した。
13	○「①(ノット川中流右岸)深く開析された沢」と「②尾根の鞍部」を地形境界として、東西の地形面の傾斜方向が、西と南西に異なることから区分した。 ○435m峰平坦部と背後の急斜面との地形境界、435m峰背後とノット川を結ぶ沢地形を境界としてブロックを区分した。 ○ノット川及びノット川～435m峰の沢は開析され樹枝状に発達した沢地形を呈している。側方崖はオプカルイシ川とノット川になる。
14	○孤立した山地状の尾根から連続する斜面を抽出した。 ○境界は③周辺のブロック15の山地状の尾根に挟まれるU字状の谷とした。 ○明瞭な側方崖はオネナイ川となる。 ○ブロック境界沿いは開析され深く浸食された沢が発達する。
15	○孤立した山地状の尾根から連続する斜面を抽出した。 ○東側に明瞭な逆向き崖が認められることからブロック16との境界とし、側方崖をノット川とオネナイ川とするブロックに区分した。 ○ブロック16・17との境界は開析された沢地形を呈する。
16	○大天狗山南南東方向に連続する大天狗山前縁の滑落崖や急斜面基部からブロック13・15境界までを抽出し、側方崖をオプカルイシ川とオネナイ川源流部とするブロックに区分した。 ○688m峰～621m峰に連続する平坦面は溶岩台地状にも判読される。
17	○495m峰前縁の滑落崖基部からブロック15・16境界までの開析された緩斜面地形を抽出した。 ○最大傾斜方向は北西～南西方向を示す。



数字:ブロック番号  
 ←:傾斜方向

### 地すべりの可能性のある地形区分図

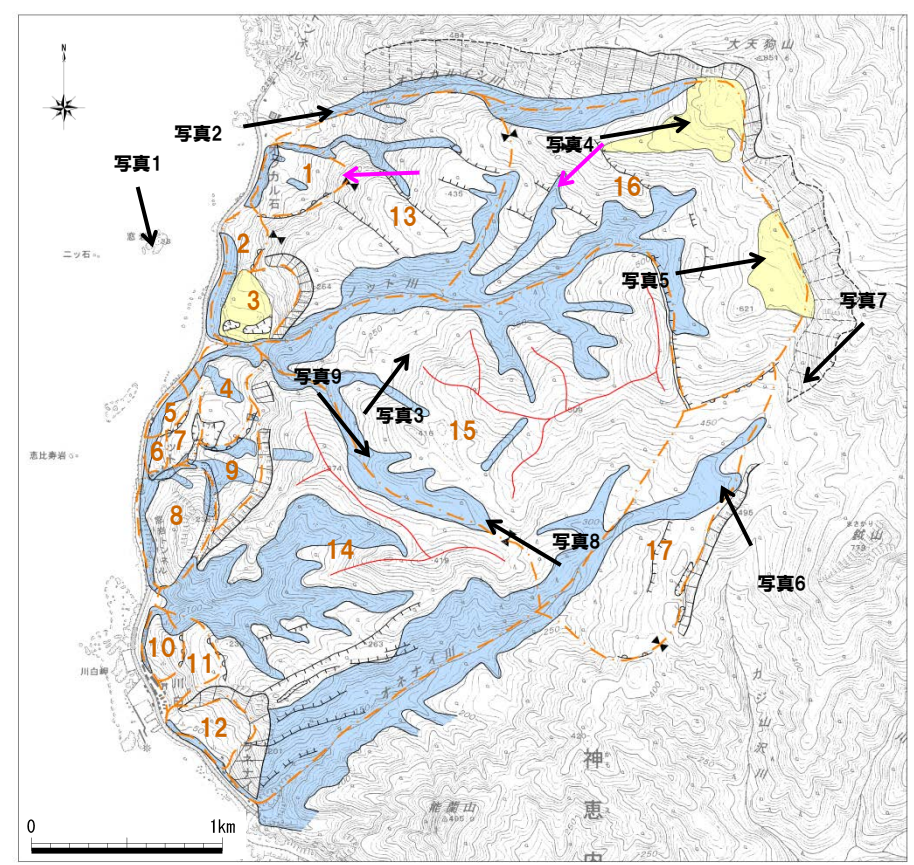
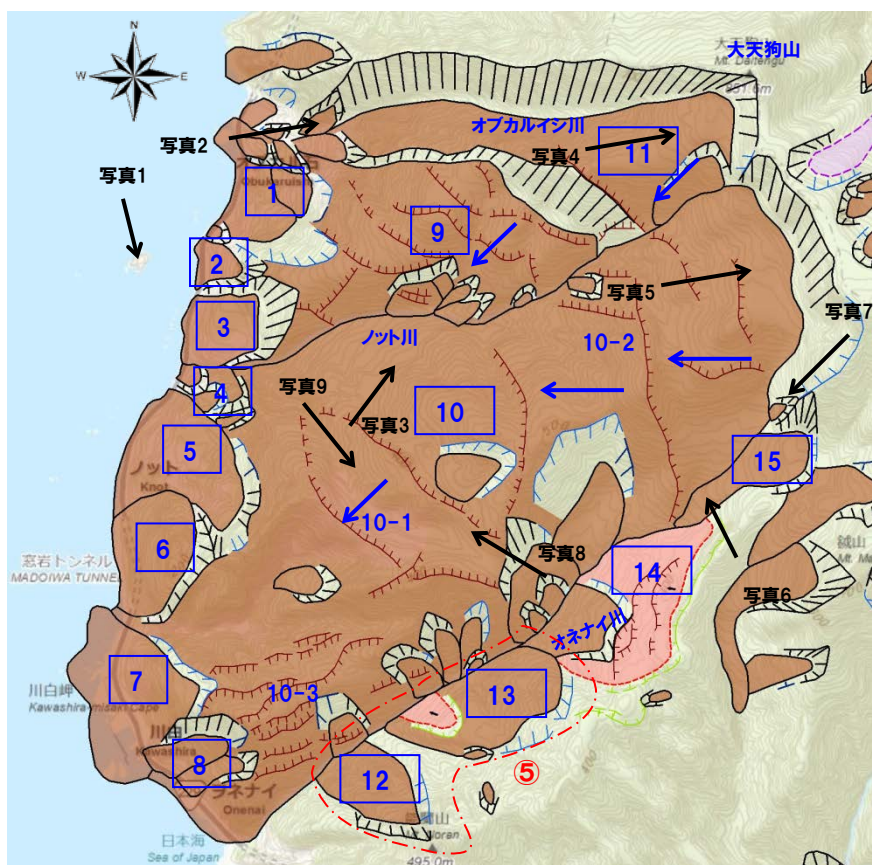
- 凡例
- : 滑落崖
  - : 不明瞭な滑落崖。開析された斜面
  - : 逆向き崖
  - : 低崖
  - : 凹地
  - : 細長い凹地
  - : 遷緩線
  - : 鞍部
  - : 平坦面
  - : 地すべりに見えない尖った尾根  
谷壁斜面は急勾配
  - : 浸食谷、海岸沿いは海食崖

## (1) 川白の調査結果

川白 空中写真判読 (4/15) 防災科学技術研究所 (2010) との比較 (1/11)

再掲 (H27/5/15 審査会合)

○防災科学技術研究所 (2010) と空中写真判読結果では、大局的な地すべりブロックの区分は整合している。  
 ○ただし、縮尺1/15,000の空中写真判読、及び縮尺1/2,500の地形図判読による微地形判読結果により、防災科学技術研究所 (2010) の判読結果と差が認められる部分がある。



防災科学技術研究所 (2010) に一部加筆

← : 空中写真撮影方向  
 ← : 移動方向

判読による地形区分図

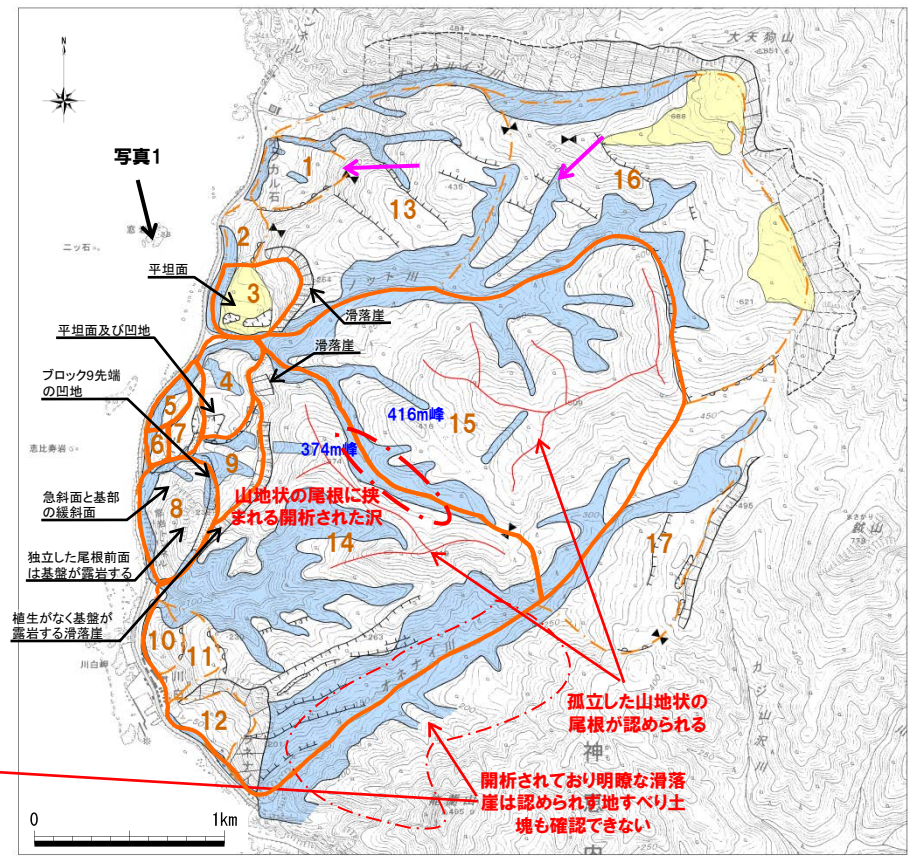
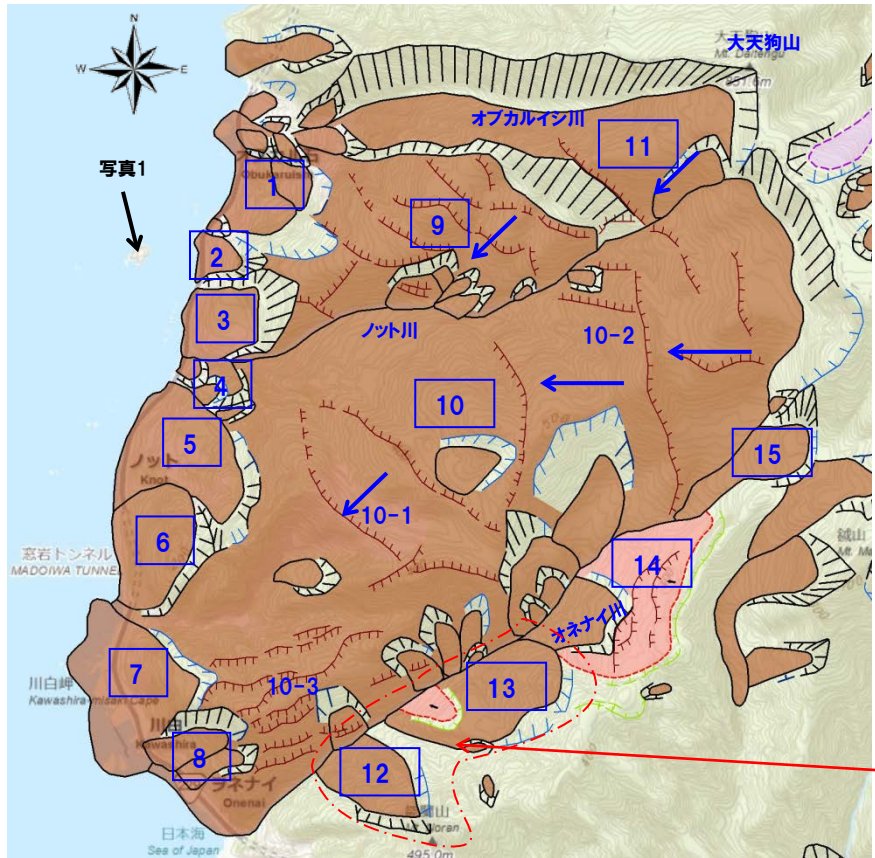
← : 空中写真撮影方向  
 ← : 傾斜方向

## (1) 川白の調査結果

川白 空中写真判読 (5/15) 防災科学技術研究所 (2010) との比較 (2/11)

再掲 (H27/5/15 審査会合)

- 【海岸部】
- 防災科学技術研究所 (2010) の8ブロックを、縮尺1/2,500の地形図による微地形判読結果で12ブロックに細分している (写真1)。
  - 防災科学技術研究所 (2010) のブロック5は、滑落崖基底の標高が異なること等から、ブロック4~7・9に細分した (写真1)。
  - ブロック8は独立した尾根に見え、ブロック9の基部斜面先端には凹地が認められることから、ブロック8との境界とした (写真1)。
  - 防災科学技術研究所 (2010) のブロック12・13は、空中写真判読結果では滑落崖や地すべり土塊は抽出されず、開析された斜面が認められることからブロック対象外とした。



防災科学技術研究所 (2010) に一部加筆

← : 空中写真撮影方向  
 ← : 移動方向

判読による地形区分図

← : 空中写真撮影方向  
 ← : 傾斜方向

## (1) 川白の調査結果

川白 空中写真判読 (6/15) 防災科学技術研究所 (2010) との比較 (3/11)

再掲 (H27/5/15審査会合)

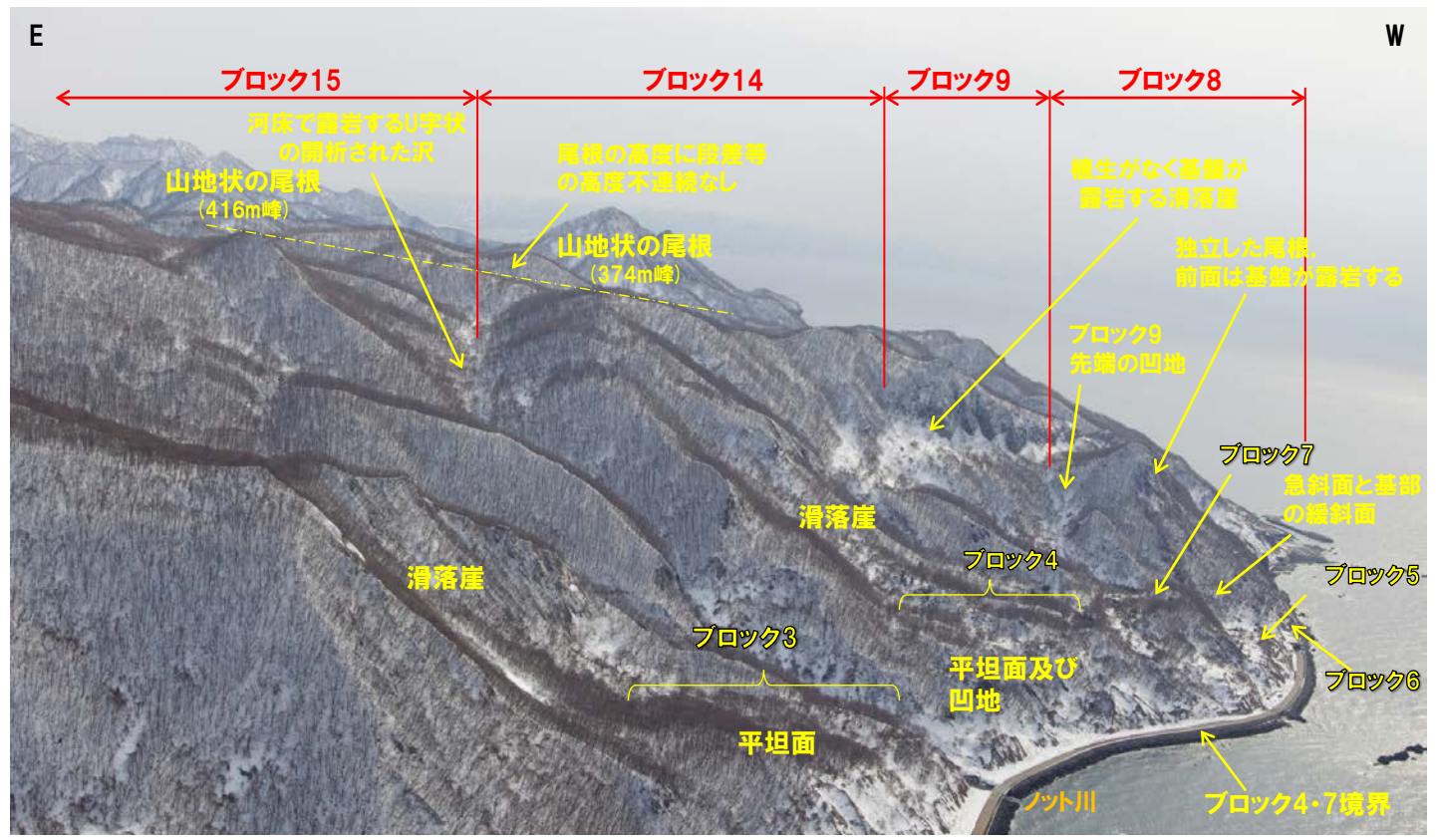


写真1: ブロック3～9, 14, 15の状況

ノット川を挟んでブロック3・4が分布する。  
 ブロック14・15は、開析された沢を境界とした。  
 山地状の尾根の高度は一樣勾配であり、境界を挟んで地すべりの発生による段差等の高度不連続は認められない。  
 ブロック9の基部斜面先端に凹地が認められ、ブロック8との境界とした。  
 ブロック8は独立した尾根に見える。  
 ブロック5・6・7の滑落崖基部は、それぞれ標高が異なることから活動時期が異なると推定され、個別の評価とした。



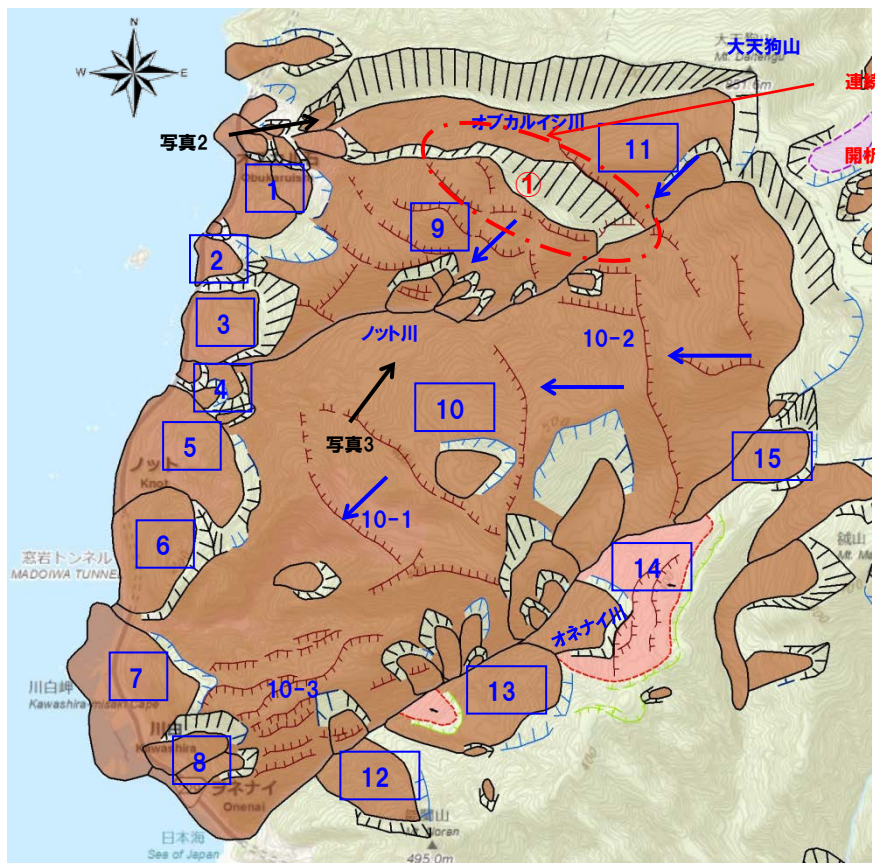
## (1) 川白の調査結果

川白 空中写真判読 (7/15) 防災科学技術研究所 (2010) との比較 (4/11)

再掲 (H27/5/15 審査会合)

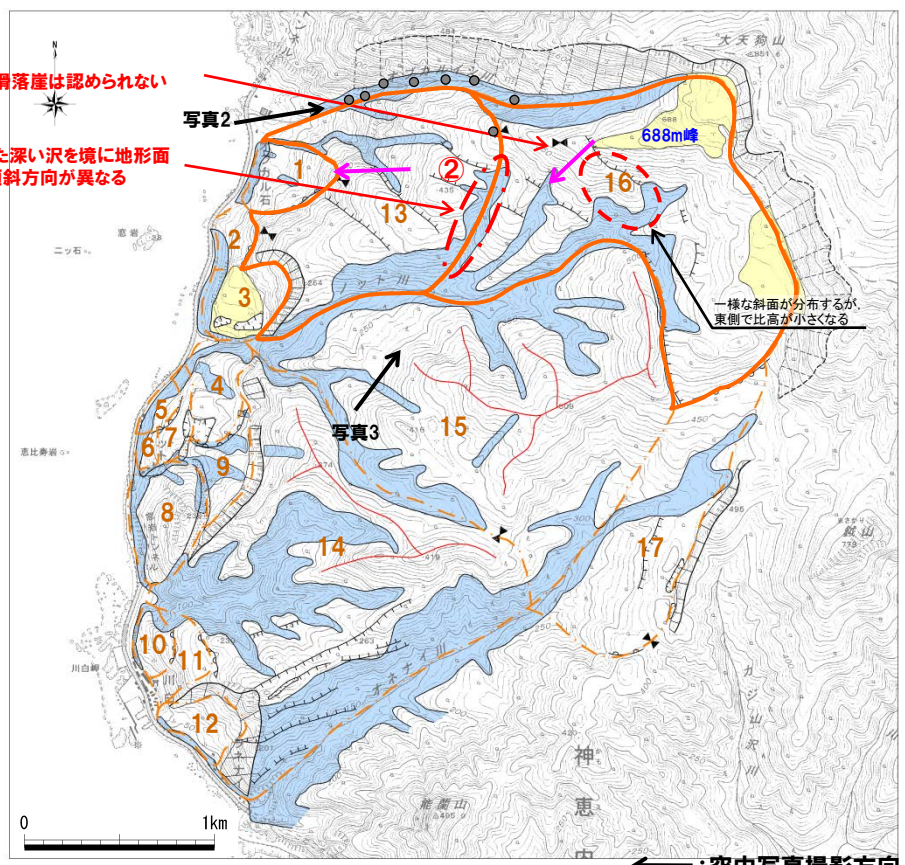
【オブカルイシ川下流付近～上流付近】

- ブロック境界にあたるオブカルイシ川河床には、連続して露岩が確認されている (写真2)。
- 防災科学技術研究所 (2010) のブロック9には明瞭な地すべり土塊が記載されているが、両岸斜面は開析され、斜面勾配も緩い (写真2)。
- 防災科学技術研究所 (2010) のブロック9・11境界「①連続する滑落崖」は認められず、688m峰から連続する斜面及び尾根で形成されており、空中写真判読結果では「②樹枝状を呈する深く浸食された沢」と連続する鞍部をブロック13・16境界としている (写真3)。
- 防災科学技術研究所 (2010) ではブロック9・11の移動方向が南西方向と推定されるが、空中写真判読結果では地形面の最大傾斜方向はブロック16は南西、ブロック13が西方向と異なる。



防災科学技術研究所 (2010) に一部加筆

← : 空中写真撮影方向  
 ← : 移動方向



判読による地形区分図

← : 空中写真撮影方向  
 ← : 傾斜方向  
 ● : 露岩確認位置

連続する滑落崖は認められない  
 開析された深い沢を境に地形面の傾斜方向が異なる

一様な斜面が分布するが、東側で比高が小さくなる

## (1) 川白の調査結果

川白 空中写真判読 (8/15) 防災科学技術研究所 (2010) との比較 (5/11)

再掲 (H27/5/15審査会合)



写真2: オブカルイシ川下流からブロック13 (防災科学技術研究所 (2010) のブロック9) ブロック境界にあたるオブカルイシ川河床には、連続して露岩が確認されている。防災科学技術研究所 (2010) ではブロック13は明瞭な地すべり土塊で記載されているが、両岸斜面は開析され、斜面勾配も緩い。

写真3: ブロック13・16境界 (防災科学技術研究所 (2010) のブロック9・11) 防災科学技術研究所 (2010) の滑落崖位置には斜面が認められることから、樹枝状を呈する沢から尾根の鞍部を境界とした。

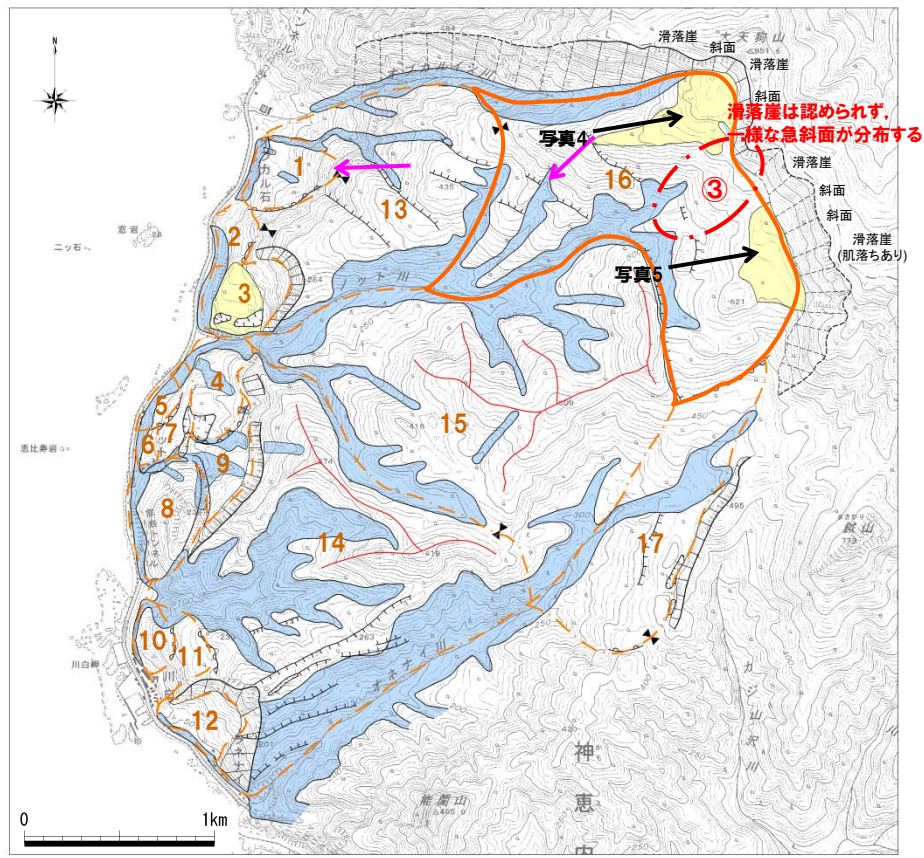
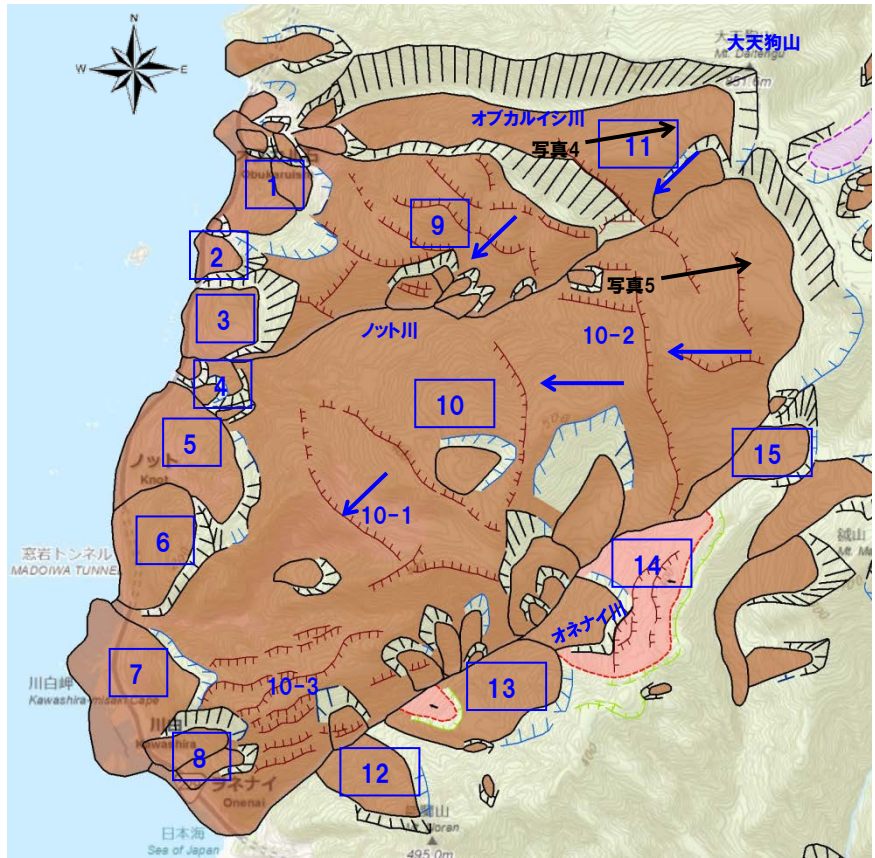
## (1) 川白の調査結果

川白 空中写真判読 (9/15) 防災科学技術研究所 (2010) との比較 (6/11)

再掲 (H27/5/15 審査会合)

### 【大天狗山周辺】

- 防災科学技術研究所 (2010) のブロック10・11境界は、空中写真判読結果では「③一様な連続する斜面」であることから、一連のブロックとした。
- 大天狗山には、肌落ちて凹凸が著しい露岩が断続的に分布し、その間に植生のある開析された斜面が認められる (写真4)。
- また、防災科学技術研究所 (2010) のブロック10に示される大天狗山南側の滑落崖についても、全体的に開析が進んだ斜面であり、肌落ちのある露岩が認められる (写真5)。



防災科学技術研究所 (2010) に一部加筆

← : 空中写真撮影方向  
 ← : 移動方向

判読による地形区分図

← : 空中写真撮影方向  
 ← : 傾斜方向

## (1) 川白の調査結果

川白 空中写真判読（10/15） 防災科学技術研究所（2010）との比較（7/11）

再掲（H27/5/15審査会合）



写真4: 大天狗山周辺の滑落崖

大天狗山付近には露岩が断続的に分布するが、その間に植生のある開析された斜面が認められる。露岩部も開析され、肌落ちで凹凸が著しい。ブロック16は、防災科学技術研究所（2010）による背後崖部と比較して側方崖部（オブカルイシ川）の比高が大きい特徴を有する。



写真5: 大天狗山南のブロック16の滑落崖

全体的に開析が進んだ斜面で、部分的に露岩が認められる。露岩部も肌落ちが認められ開析されている状況である。

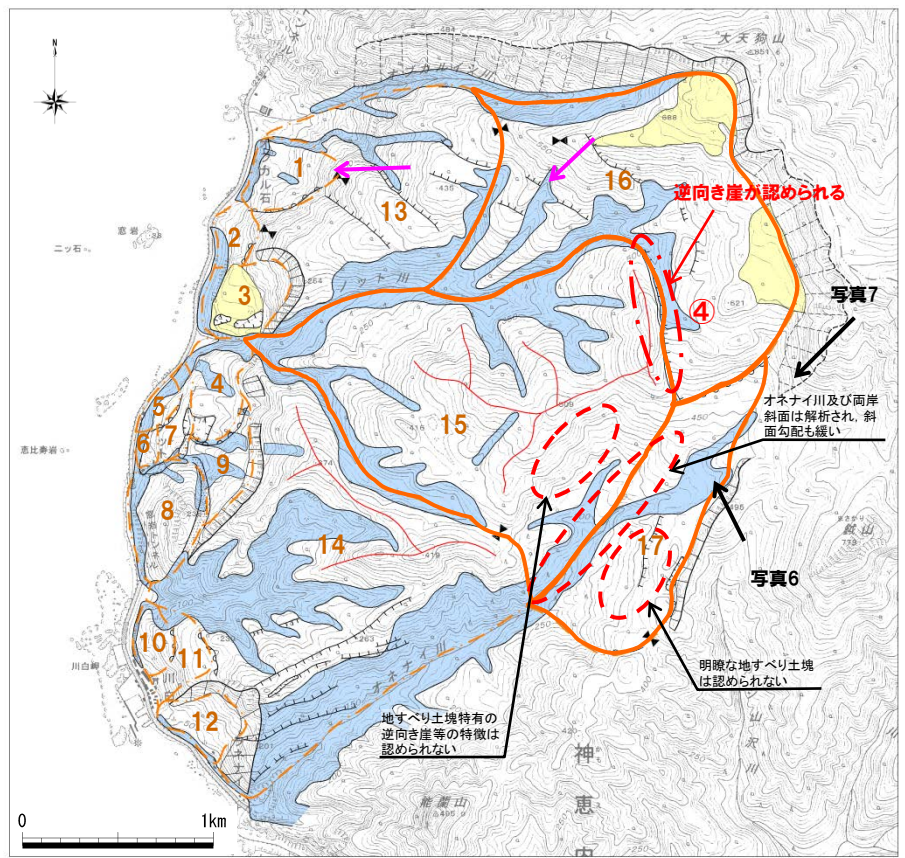
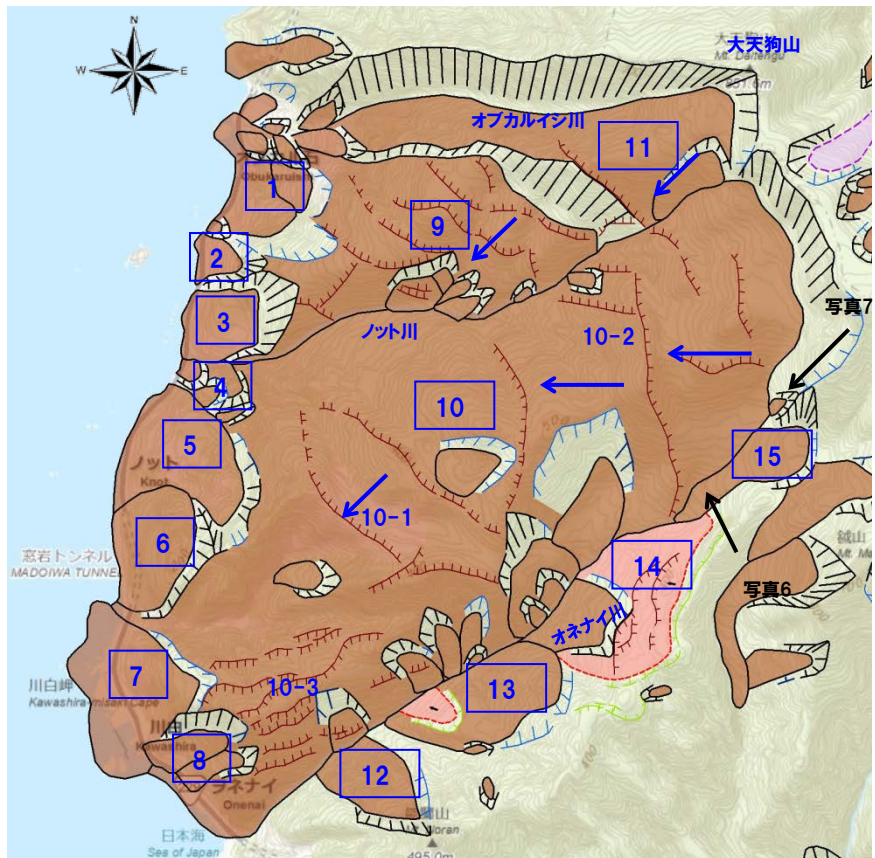
## (1) 川白の調査結果

川白 空中写真判読 (11/15) 防災科学技術研究所 (2010) との比較 (8/11)

再掲 (H27/5/15 審査会合)

### 【大天狗山南～オネナイ川上流周辺】

- 防災科学技術研究所 (2010) のブロック10は、大天狗山から海岸へ連続する一連のブロックとして抽出しているが、空中写真判読結果では、「④逆向き崖 (防災科学技術研究所 (2010) の10-2)」をブロック境界とし、ブロック15・16に細分した (写真6)。
- ブロック15では、地すべり土塊特有の逆向き崖や低崖等の地表面の特徴は認められず、ブロック15・16はともに植生のある開析された斜面である (写真6, 7)。
- ブロック15・16境界の「④逆向き崖 (防災科学技術研究所 (2010) の10-2)」は滑落崖にも見え、ブロック16の移動方向は南北方向の可能性も考えられる (写真6)。
- 防災科学技術研究所 (2010) のブロック14・15は、他のブロックと比較して緩斜面で、地すべり土塊として不明瞭であることから、空中写真判読結果では一括で抽出し、ブロック17とした (写真7)。
- ブロック15・17の境界にあたるオネナイ川及び両岸斜面は開析され、斜面勾配も緩い (写真7)。



防災科学技術研究所 (2010) に一部加筆

← : 空中写真撮影方向  
 ← : 移動方向

判読による地形区分図

← : 空中写真撮影方向  
 ← : 傾斜方向

## (1) 川白の調査結果

川白 空中写真判読（12/15） 防災科学技術研究所（2010）との比較（9/11）

再掲（H27/5/15審査会合）

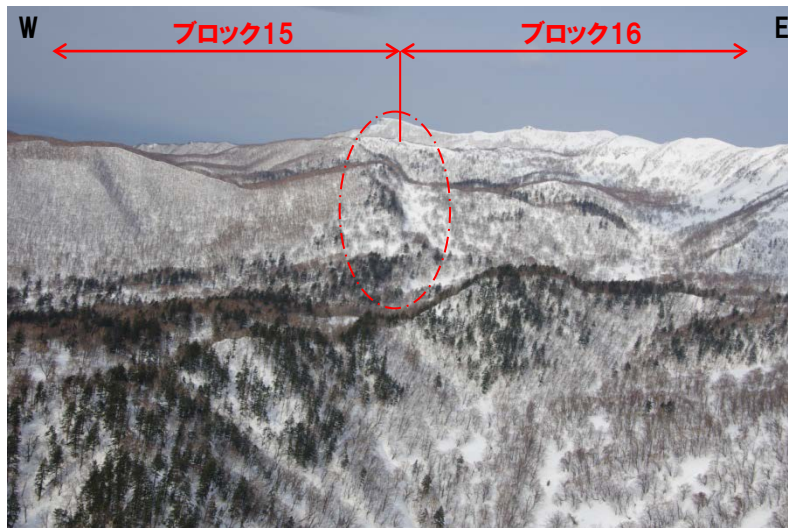


写真6:ブロック15・16境界 (防災科学技術研究所 (2010) のブロック10)  
 ブロック15では地すべり土塊特有の逆向き崖や低崖等の地表面の特徴は認められない。  
 ブロック境界の逆向き崖は滑落崖にも見え、ブロック16の移動方向は南北方向の可能性も考えられる。  
 両ブロックとも植生のある開析された斜面である。

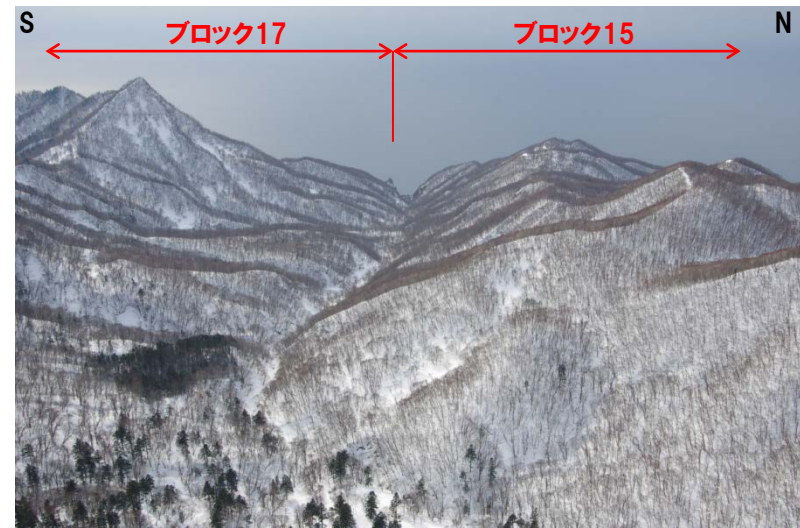


写真7:ブロック15・17境界 (防災科学技術研究所 (2010) のブロック10・15)  
 ブロック境界にあたるオネナイ川及び両岸斜面は開析され、斜面勾配も緩い。  
 ブロック17は明瞭な地すべり土塊が認められず、緩傾斜の崖錐斜面の可能性が考えられる。  
 ブロック15の斜面には地すべり土塊特有の逆向き崖等の特徴は認められない。

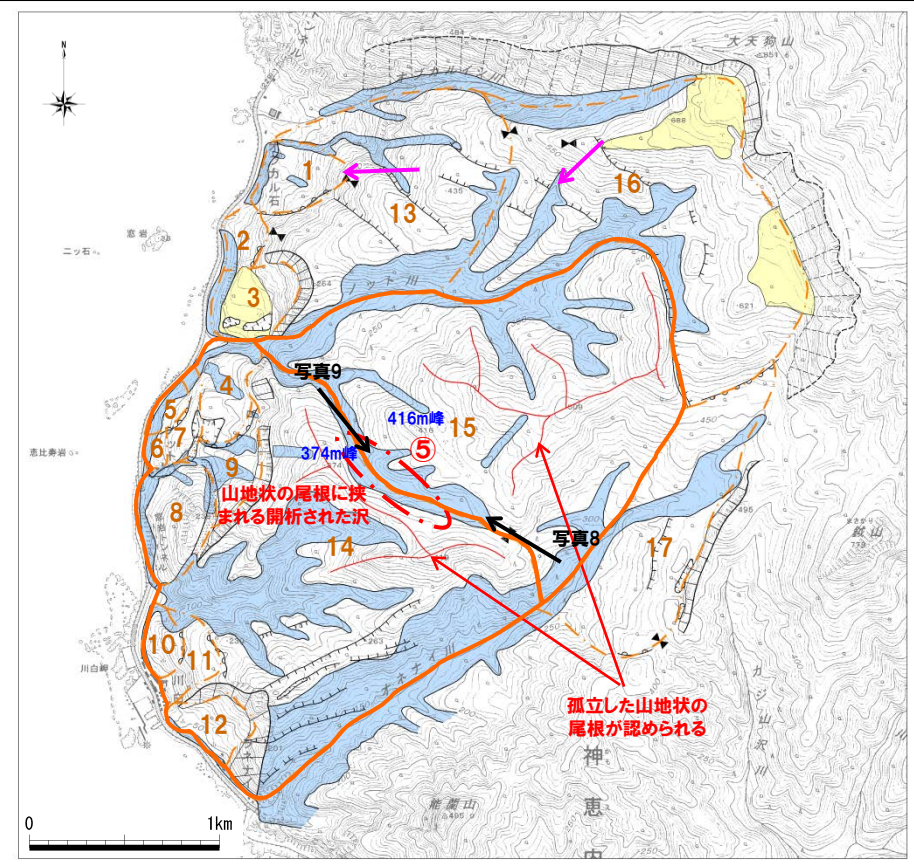
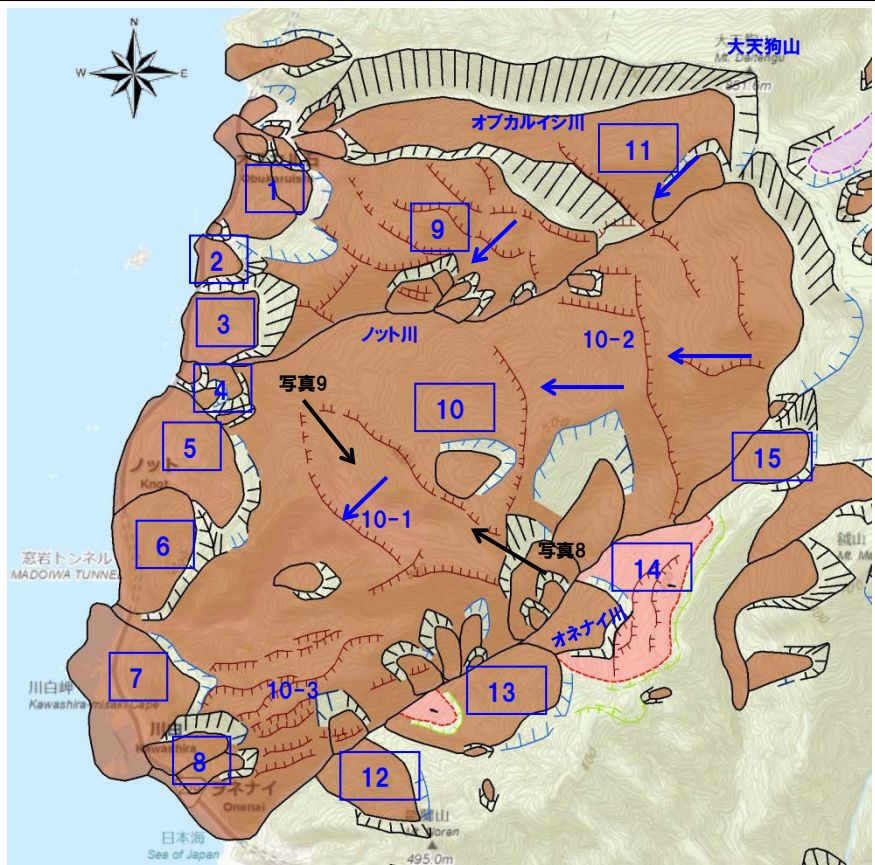
## (1) 川白の調査結果

川白 空中写真判読 (13/15) 防災科学技術研究所 (2010) との比較 (10/11)

再掲 (H27/5/15審査会合)

【ノット川～オネナイ川】

- 山間部では、防災科学技術研究所 (2010) のブロック9～15の7ブロックを、縮尺1/15,000の空中写真判読結果による地形的特徴から、ブロック13～17の5ブロックとした。
- 防災科学技術研究所 (2010) のブロック10は、大天狗山から海岸へ連続する一連のブロックとして抽出しているが、空中写真判読結果では、「⑤山地状の尾根に挟まれた開析された沢 (防災科学技術研究所 (2010) の10-1)」をブロック境界とし、ブロック14・15に細分した (写真8, 9)。
- ブロック14・15境界は、植生のある独立した山地状の尾根に挟まれる開析された沢で、防災科学技術研究所 (2010) で記載される逆向き崖や低崖は認められない (写真8)。
- ブロック14・15に認められる山地状の尾根の高度は一様勾配であり、境界を挟んで地すべりの発生による段差等の高度不連続は認められない (写真9)。



防災科学技術研究所 (2010) に一部加筆

← : 空中写真撮影方向  
 ← : 移動方向

判読による地形区分図

← : 空中写真撮影方向  
 ← : 傾斜方向

## (1) 川白の調査結果

川白 空中写真判読 (14/15) 防災科学技術研究所 (2010) との比較 (11/11)

再掲 (H27/5/15審査会合)



写真8:ブロック14・15境界 (防災科学技術研究所 (2010) のブロック10)  
 ブロック境界は、植生のある独立した山地状の尾根に挟まれる開析された沢で、防災科学技術研究所 (2010) で記載される逆向き崖や低崖は認められない。

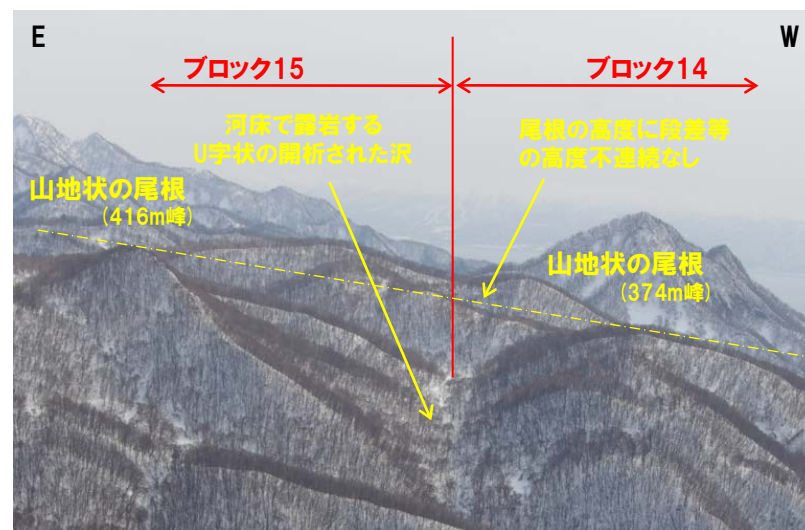


写真9: (写真1の拡大) ブロック14・15境界 (防災科学技術研究所 (2010) のブロック10)  
 ブロック14・15は、開析された沢を境界とした。山地状の尾根の高度は一樣勾配であり、境界を挟んで地すべりの発生による段差等の高度不連続は認められない。



## (1) 川白の調査結果

川白 空中写真判読（15/15）まとめ

再掲（H27/5/15審査会合）

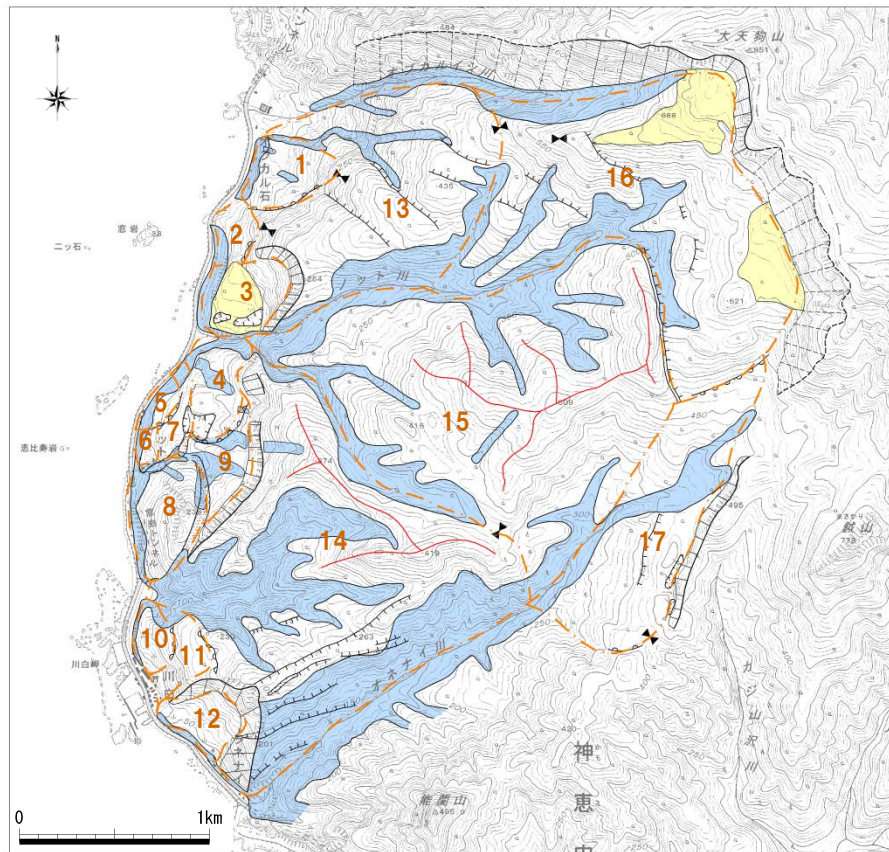
### 【不安定ブロックの可能性についての評価（ブロック1～17）】

○不安定ブロックの可能性について、空中写真判読結果による各ブロックの評価を以下に示す。

○評価に当たっては、滑落崖や地すべり土塊が開析されて不明瞭な場合は、再滑動する可能性が小さいことから不安定ブロックではないとした。

ブロック	ブロック状況	評価※
1	○滑落崖及び土塊が不明瞭であり、古い地すべりと推定される。	○
2	○ブロック3の滑落崖を切ってるように見えることから、地すべりの可能性が大きい。	△
3	○滑落崖及び基部に平坦面が分布することから、地すべりである。	×
4	○滑落崖、平坦面及び凹地が分布することから、地すべりである。	×
5	○ブロック7の緩斜面中の遷急線から基部の遷緩線、斜面へと連続することから、地すべりである。	×
6	○ブロック7の緩斜面中の遷急線から基部の遷緩線、斜面へと連続することから、地すべりである。	×
7	○ブロック4の平坦面前縁に遷急線、その基部に緩傾斜の斜面堆積物が認められることから地すべりである。	×
8	○ブロック9前縁の凹地を境界としており、露岩も堅硬であるが、ブロック9内に位置することから、地すべりの可能性が大きい。	△
9	○土塊部を他ブロックで切られ移動土塊がわずかであるが、地すべりの可能性が大きい。	△
10	○滑落崖は不明瞭であるが、ブロック11の土塊内の遷緩線を抽出することから、地すべりの可能性が大きい。	△
11	○滑落崖は不明瞭であるが、土塊内にブロック10の遷緩線を抽出することから、地すべりの可能性が大きい。	△
12	○滑落崖及び地すべり土塊も明瞭であることから、地すべりである。	×
13	○滑落崖が不明瞭で斜面の開析も進んでおり、古い地すべりと推定される。	○
14	○海岸部やオネナイ川で小規模な地すべりは認められるが、孤立した山地状の尾根を有し、周辺斜面には変状が認められないことから、ブロック全体が地すべりの可能性はない。	○
15	○孤立した山地状の尾根を有し、周辺斜面には変状が認められないことから、地すべりの可能性は小さい。	○
16	○滑落崖及び平坦面が認められるが、斜面は開析されており、古い地すべりと推定される。	○
17	○他ブロックと比較して斜面勾配が緩いこと、地形勾配が上流と下流で異なることから、産錐地形の可能性が推定される。	○

※ ○：不安定ブロックではない、若しくは、不安定ブロックである可能性が小さい。  
 △：不安定ブロックである可能性が大きい。  
 ×：不安定ブロックである。



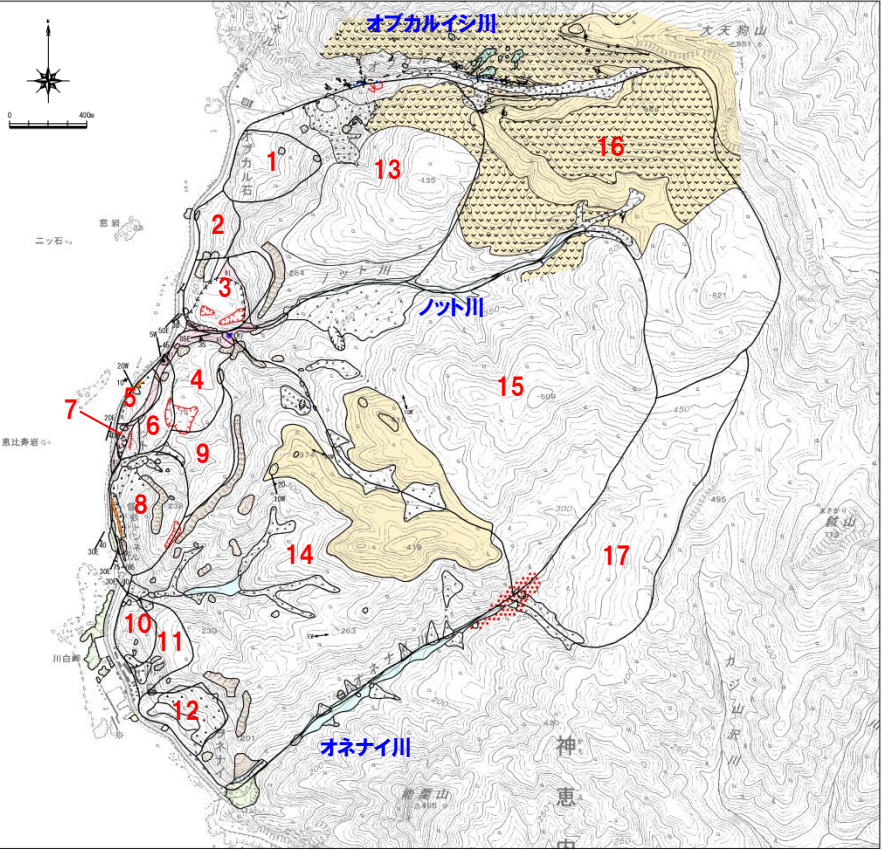
判読による地形区分図

## (1) 川白の調査結果

### 川白 地表地質踏査 (1/34) 地表地質踏査結果

一部修正 (H27/5/15審査会合)

○地表地質踏査結果では、ブロック15・16及びブロック13・14の高標高部に積丹岳溶岩類が連続して確認された。  
 ○オブカルイシ川、ノット川、オネナイ川の下流～中流では、河床に露岩が連続して確認され、地すべりを示唆するような状況は確認されない。



○川白地すべりには、北縁の「オブカルイシ川」、中央の「ノット川」、南縁の「オネナイ川」の3河川が流下しており、それぞれの地表地質踏査結果は以下のとおりである。

#### 【オブカルイシ川】

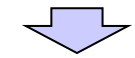
- 河口から標高50m付近までは崖錐が分布し、標高50m以上の河床及び周辺には自破砕溶岩が連続して分布する。
- 標高300m付近以上の両岸斜面及び河床には積丹岳溶岩類が連続して分布する。
- 標高600m付近より、大天狗山の露岩壁となる。

#### 【ノット川】

- 河口より標高50m付近までの河床及び両岸には崩積土が分布し、右岸は地すべり土塊となる。
- 標高50m～100mの河床には白色凝灰岩、標高100～150mは自破砕溶岩の連続露頭となる。
- 標高150m～400m付近まで、河床幅が20m～30mで勾配は極めて緩く、土石流堆等の巨礫の密集は認められず、開析された地形を呈する。
- 標高300m付近以上は、積丹岳溶岩類の層状溶岩・塊状溶岩類が分布し、標高500m付近以上は緩斜面から平坦面へ変化する。

#### 【オネナイ川】

- 河口部はプロピライト化した安山岩（ガラス質変朽安山岩）が50m～80mの急崖を形成し、その上位に水冷破砕岩・自破砕溶岩が連続して滝地形を形成する。
- 標高80m～100mの河床にはプロピライトが分布し、両岸とも露岩してV字谷を呈する。
- 標高100m～250mの河床及び両岸脚部には自破砕溶岩の新鮮な露頭がほぼ露岩しており、崩壊地形は認められず、開析された幅30m～50mの沢が分布する。
- 標高200m付近より河床に変質した安山岩が分布する。



### ルートマップ

凡例		
地質区分	地形区分	
深床堆積物	亀裂	
層状堆積物	陥没地形	
地すべり堆積物・斜面堆積物	流動中の地すべり斜面	
層状溶岩	崩壊地形	
塊状溶岩類	地質構造	
神志内層	火砕岩類(自破砕溶岩主体)	地層の走向・傾斜
中新世	凝灰岩	すべり面の走向・傾斜
	流紋岩	流紋面の走向・傾斜
古早層	プロピライト	
	硬頁岩	

赤字: 小ブロック

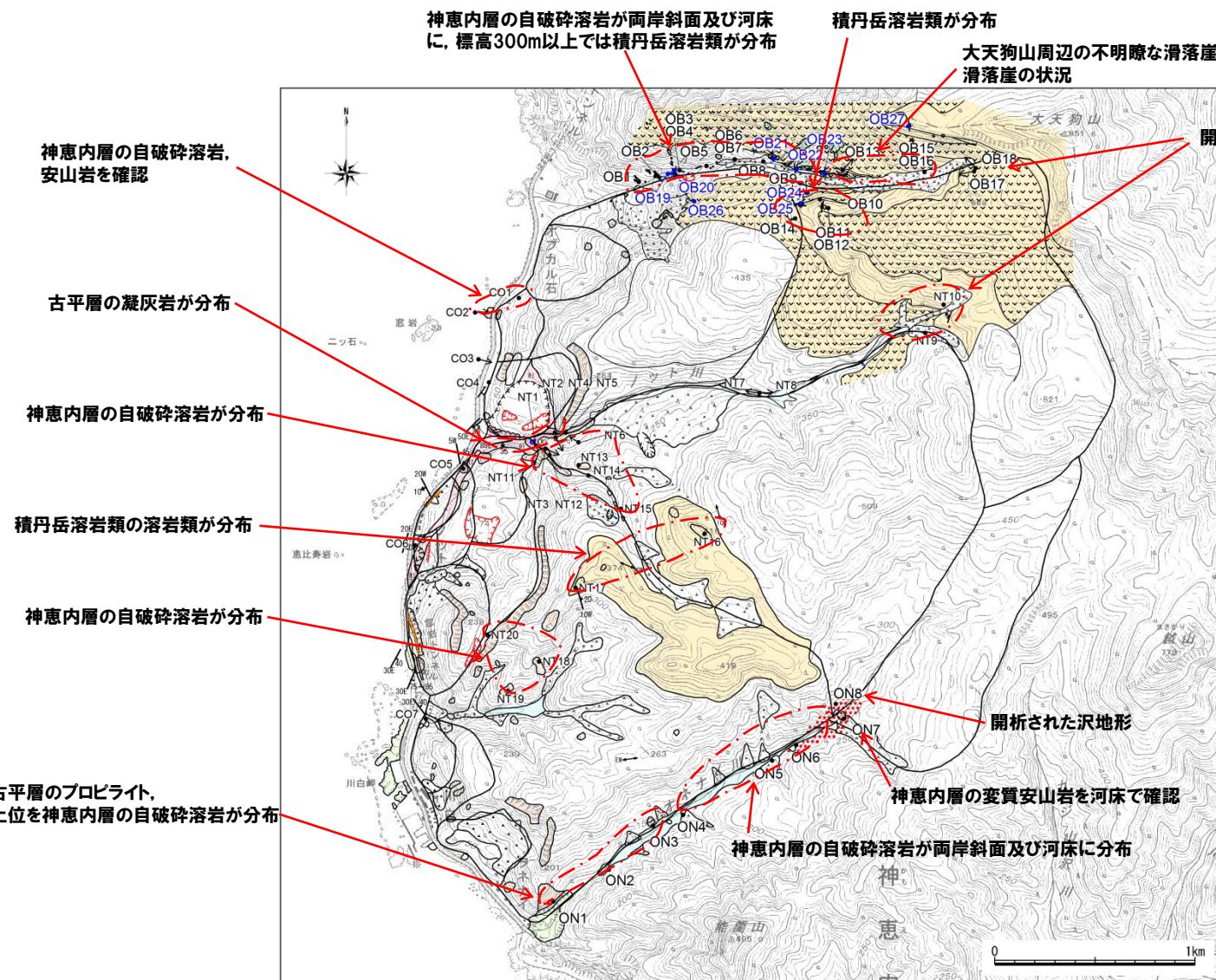
○ノット川の河口部付近、海岸部に、小規模な地すべり土塊が認められる。  
 ○それ以外では、以下の状況である。  
 ➢ ブロック外縁に沿って地すべり面や滑落崖等が連続するような地すべりの特徴は認められない。  
 ➢ 標高200m以上の河床勾配の緩い部分では斜面が開析されている。  
 ○以上から、ブロック13～17の山側のブロックは安定したブロック、ノット川の河口付近は不安定ブロックの可能性が考えられる。

## (1) 川白の調査結果

### 川白 地表地質踏査（2/34） 現地踏査写真位置及び状況

一部修正 (H27/5/15審査会合)

○現地踏査写真位置及び状況を示す。



**写真撮影位置凡例**

OB: オブカルイシ川周辺  
 NT: ノット川周辺  
 ON: オネナイ川周辺  
 CO: 海岸部

凡例	
地質区分	地形面区分
□ 漢床堆積物	〰 亀裂
△ 扇状地堆積物	〰 陥没地形
● 地すべり堆積物・斜面堆積物	〰 流動中の地すべり斜面
○ 崖壁堆積物	〰 崩壊地形
S11 層状溶岩類	〰 地質構造
S12 塊状溶岩類	〰 地層の走向・傾斜
VH1 火砕岩類（自破碎溶岩主体）	〰 すべり面の走向・傾斜
○ 変質部	〰 流路面の走向・傾斜
RI 流紋岩	
GE プロピライト	
Sh 硬質頁岩	

## (1) 川白の調査結果

川白 地表地質踏査 (3/34) オブカルイシ川 (1/9)

再掲 (H27/5/15審査会合)

- オブカルイシ川では下流から標高550m付近まで露岩が確認されている。
- 下流～中流では神恵内層の自破碎溶岩が主に分布する。
- 中流より上流では神恵内層及び上位の積丹岳溶岩類が分布する。
- 上流域では開析された沢が発達する。



OP1: 右岸に分布する神恵内層の自破碎溶岩。



OP3: 両岸から河床まで連続する神恵内層の自破碎溶岩。



OP2: 左岸に分布する神恵内層の自破碎溶岩。



OP4: 右岸に分布する神恵内層の自破碎溶岩。

## (1) 川白の調査結果

川白 地表地質踏査（4/34） オブカルイシ川（2/9）

再掲（H27/5/15審査会合）



OP5: 左岸・河床に分布する神恵内層の塊状溶岩。



OP7: 左岸に分布する神恵内層の自破碎溶岩。



OP6: 右岸に連続する神恵内層の自破碎溶岩（河床～頂部）。



OP8: 左岸に分布する神恵内層の自破碎溶岩。

## (1) 川白の調査結果

川白 地表地質踏査 (5/34) オブカルイシ川 (3/9)

再掲 (H27/5/15審査会合)



OP9: 左岸に分布する神恵内層の自破碎溶岩。



OP11: 左岸に分布する積丹岳溶岩類の層状溶岩 (N10E/20W)。



OP10: 右岸に分布する神恵内層の自破碎溶岩 (標高440m付近)。



OP12: OP11露頭全景, 左岸に分布する積丹岳溶岩類の層状溶岩。

## (1) 川白の調査結果

川白 地表地質踏査 (6/34) オブカルイシ川 (4/9)

再掲 (H27/5/15審査会合)



OP13: 連続する河床の神恵内層の自破碎溶岩。



OP15: 上流の開析された沢の状況 (標高550m付近から下流方向)。



OP14: 左岸に分布する積丹岳溶岩類の層状溶岩 (OP13の上位)。



OP16: 上流の開析された沢の状況 (上流方向)。

## (1) 川白の調査結果

川白 地表地質踏査（7/34） オブカルイシ川（5/9）

再掲（H27/5/15審査会合）



OP17: 上流から下流方向へ開析された沢の状況。



OP18: 山頂及び斜面の露頭で積丹岳溶岩、河床付近では神恵内層を確認。



## (1) 川白の調査結果

川白 地表地質踏査（8/34） オブカルイシ川（6/9）

再掲（H27/8/21審査会合）



OB19:河床から左岸にかけて神恵内層の凝灰角礫岩・火山礫凝灰岩の露頭が連続する。  
すべり面等の破碎部は認められない。



OB20:神恵内層の凝灰角礫岩とハイアロクラスタイト等が分布。

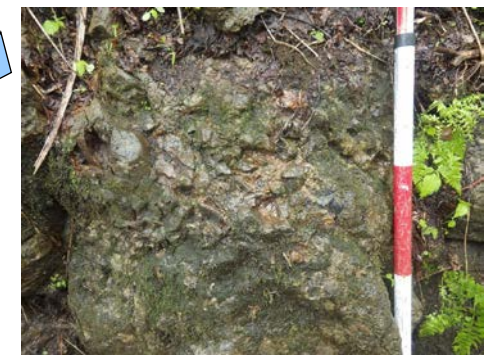
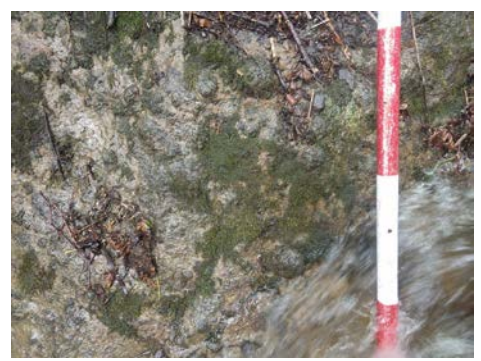
## (1) 川白の調査結果

川白 地表地質踏査 (9/34) オブカルイシ川 (7/9)

再掲 (H27/8/21審査会合)



OB21: オブカルイシ川右岸斜面, 標高350m付近。  
 積丹岳溶岩類の塊状溶岩類と神恵内層のハイアロクラスタイトの境界及びその付近に認められる。  
 陸成の溶岩の特徴である発泡した積丹岳溶岩類の塊状溶岩類。塊状溶岩類はハイアロクラスタイトをほぼ水平に覆う。



OB22: オブカルイシ川支流, 標高360m付近。  
 神恵内層の凝灰角礫岩とハイアロクラスタイトが分布。  
 地質構造は, N10°W/30°。

## (1) 川白の調査結果

川白 地表地質踏査（10/34） オブカルイシ川（8/9）

再掲（H27/8/21審査会合）



OB23: オブカルイシ川支流河床, 標高420m付近。  
節理を伴う積丹岳溶岩類の塊状溶岩類が分布。



OB24: オブカルイシ川左岸斜面, 標高440m付近。  
柱状節理の発達した積丹岳溶岩類の塊状溶岩類。



撮影方向



OB25: オブカルイシ川左岸斜面, 標高480m付近。  
板状節理が発達する積丹岳溶岩類の層状溶岩。

## (1) 川白の調査結果

川白 地表地質踏査 (11/34) オブカルイシ川 (9/9)

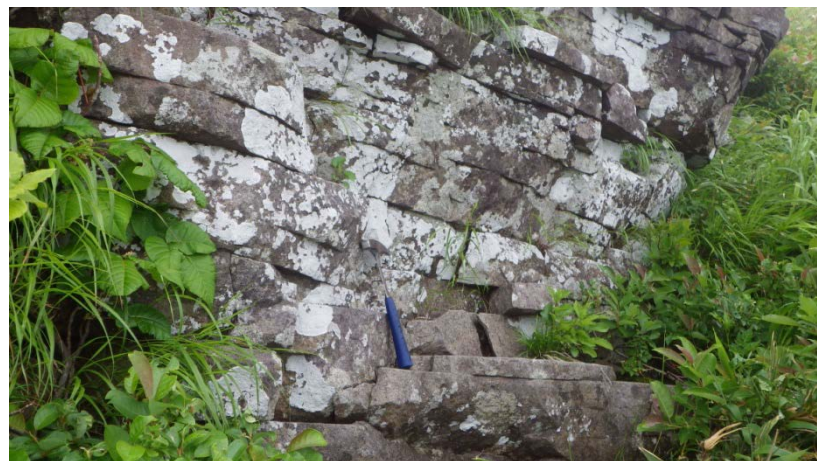
再掲 (H27/8/21審査会合)



撮影方向  
←



OB26: 標高320m付近, 積丹岳溶岩類の塊状溶岩類。



OB27: 標高710m付近, 板状節理 (5~10cm間隔) の発達する積丹岳溶岩類の層状溶岩。

## (1) 川白の調査結果

川白 地表地質踏査 (12/34) ノット川 (1/5)

再掲 (H27/5/15審査会合)

- ノット川では下流から標高200m付近まで古平層及び神恵内層の露岩が連続して確認されている。
- 左岸の枝沢では神恵内層及び積丹岳溶岩類の露頭が確認される。
- 中流, 上流域では, 開析された沢が発達する。



NT1:河床に古平層の凝灰岩が連続して分布し, 滝地形を形成している。



NT3:左岸に古平層の凝灰岩の上位に神恵内層の自破碎溶岩が分布する。



NT2:河床に古平層の凝灰岩が連続して分布し, 滝地形を形成している。

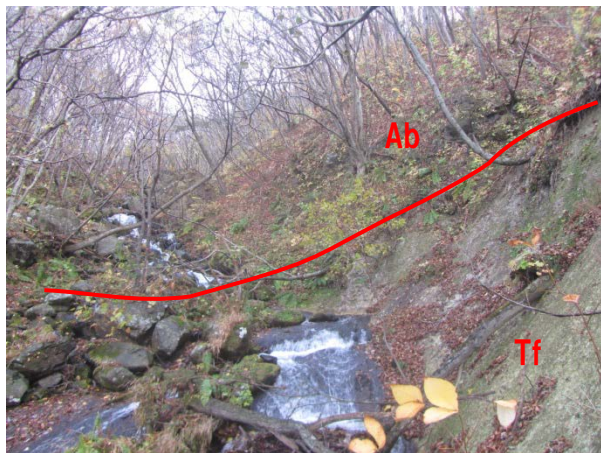


NT4:左岸に分布する古平層の凝灰岩と神恵内層の自破碎溶岩。

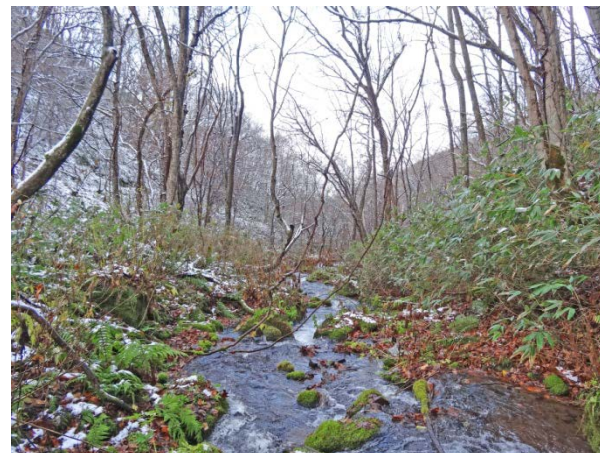
## (1) 川白の調査結果

川白 地表地質踏査 (13/34) ノット川 (2/5)

再掲 (H27/5/15審査会合)



NT5: 河床から左岸にかけて分布する古平層の凝灰岩と神恵内層の自破碎溶岩。



NT7: 中流域の開析された沢の状況（下流方向）。



NT6: 河床に古平層の凝灰岩が連続して分布している。



NT8: 中流域の開析された沢の状況（上流方向）。

## (1) 川白の調査結果

川白 地表地質踏査 (14/34) ノット川 (3/5)

再掲 (H27/5/15審査会合)



NT9:左岸に分布する積丹岳溶岩類の層状溶岩の転石。



NT11:ノット川と枝沢合流部の左岸尾根の神恵内層の自破碎溶岩, 基部は落石堆。



NT10:上流域の開析された沢の状況（下流方向）。



NT12:左岸枝沢河床の神恵内層の自破碎溶岩。

## (1) 川白の調査結果

川白 地表地質踏査（15/34） ノット川（4/5）

再掲（H27/5/15審査会合）



NT13: 枝沢右岸尾根の神恵内層の自破碎溶岩。



NT15: ノット川左岸枝沢中流の河床に分布する神恵内層の自破碎溶岩。



NT14: ノット川左岸枝沢の河床は神恵内層の自破碎溶岩が連続する。



NT16: 416m峰山頂の積丹岳溶岩類の層状溶岩。



## (1) 川白の調査結果

川白 地表地質踏査 (16/34) ノット川 (5/5)

再掲 (H27/5/15審査会合)



NT17:374m峰西側出尾根に分布する積丹岳溶岩類の自破碎溶岩 (N10W/20E)。



NT19:ブロック14西側尾根部の神恵内層の自破碎溶岩 (塊状)。



NT18:ブロック14西側尾根部の神恵内層の自破碎溶岩。



NT20:ブロック9滑落崖の状況, 神恵内層の自破碎溶岩が分布する。

## (1) 川白の調査結果

川白 地表地質踏査 (17/34) オネナイ川 (1/3)

再掲 (H27/5/15審査会合)

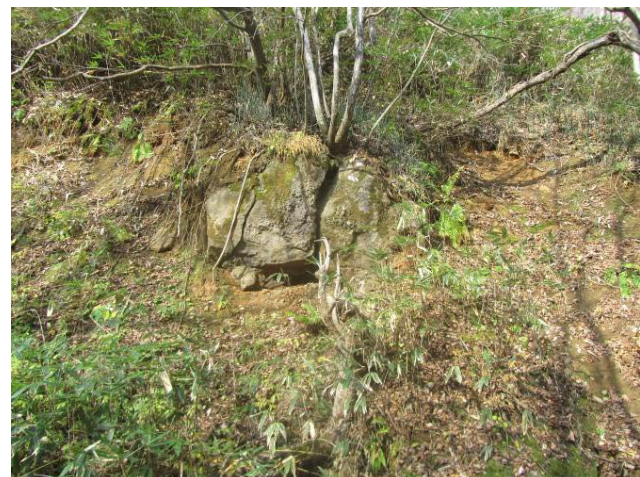
- オネナイ川では下流から標高250m付近まで古平層及び神恵内層の露岩が連続して確認されている。
- 上流域では、緩斜面が発達する。



ON1: オネナイ川河口から201m峰まで基盤が連続する露頭。  
下位は古平層プロピライト, 上位は神恵内層ハイアロクラスタイトが分布する。



ON2: 下流河床の古平層の自破碎溶岩, 滑床状で堆積物は少ない。



ON3: 下流～中流域の右岸斜面にみられる神恵内層の塊状溶岩と下位の古平層の自破碎溶岩。

## (1) 川白の調査結果

川白 地表地質踏査（18/34） オネナイ川（2/3）

再掲（H27/5/15審査会合）



ON4: 中流河床から左岸にかけて分布する神恵内層の自破碎溶岩。



ON6: 中流～上流の河床に分布する神恵内層の変質安山岩。



ON5: 中流左岸の支流合流部に分布する神恵内層の自破碎溶岩。

## (1) 川白の調査結果

川白 地表地質踏査 (19/34) オネナイ川 (3/3)

再掲 (H27/5/15審査会合)



ON7:ブロック15末端部, 枝沢合流箇所, 河床に神恵内層の変質安山岩が分布する。



ON7拡大:左岸の枝沢河床に分布する神恵内層の変質安山岩。



ON8:右岸枝沢の状況, 開析された沢地形が発達する。

## (1) 川白の調査結果

川白 地表地質踏査 (20/34) 海岸部 (1/3)

再掲 (H27/5/15審査会合)

- 海岸部では小規模な地すべりが認められる。
- ブロック境界付近では、堅岩の露頭が認められる。



C01:ブロック1・2境界付近の神恵内層の自破碎溶岩。



C02:ブロック1・2境界付近の神恵内層の自破碎溶岩。

## (1) 川白の調査結果

川白 地表地質踏査 (21/34) 海岸部 (2/3)

再掲 (H27/5/15審査会合)



C03:ブロック3の平坦面, 部分的に新鮮な神恵内層の自破碎溶岩が認められる。



C04:C03の神恵内層の自破碎溶岩。



C05:ブロック7末端の崩壊地形 (古平層の凝灰岩)。

## (1) 川白の調査結果

川白 地表地質踏査 (22/34) 海岸部 (3/3)

再掲 (H27/5/15審査会合)



C06:ブロック6の地すべり土塊。



C07:ブロック10北側境界付近の神恵内層の変質安山岩。

## (1) 川白の調査結果

### 川白 地表地質踏査 (23/34) 地質断面図による検討 (1/10)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

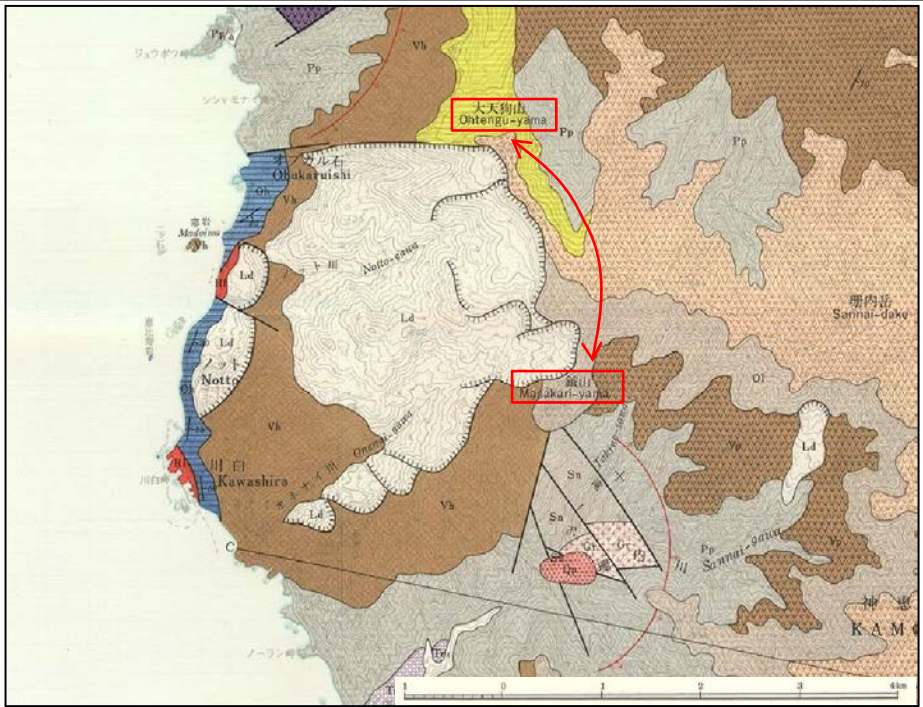
○川白周辺には、山岸・石井 (1979) において、以下の地形及び地質状況が示されている。

#### 【地形】

- 大天狗山～鉞山、オネナイ川左岸及び海岸部にかけて「地すべりの滑落崖」が示されている。
- 主滑落崖は大天狗山をとおり稜線付近を発生部とし、幅3km、長さ4.2km以上の大規模なものとされている。
- 北側面は明瞭な滑落崖であるが、南側面は二次滑落崖により切られているとされている。

#### 【地質】

- 大天狗山～鉞山付近には、第四系更新統の積丹岳溶岩 (Si) 及び大森山溶岩 (Oi) が示されている。
- オネナイ川付近には、新第三系中新統の尾根内層の火砕岩部層 (Vh) が示されている。
- 海岸部には、新第三系中新統の尾根内層の火砕岩部層 (Vh)、パーライト質流紋岩溶岩 (Ri) 及び硬質頁岩凝灰岩互層 (Oh) が示されている。
- 海岸部、オネナイ川左岸斜面及び概ね標高200m以上の範囲には、地すべり堆積物 (Ld) が示されている。



川白周辺の地質図 (山岸・石井 (1979) に一部加筆)

地すべり堆積物 Ld	内堀および内堀 angular and subangular boulders	<b>地すべり堆積物</b>
第3系地層堆積物 T3	礫と角礫からなり、砂および角礫状の火山砕屑物 gravel and sand with volcanic tuff	<b>積丹岳溶岩類</b>
第2系地層堆積物 T2	礫および砂 gravel and sand	
第1系地層堆積物 T1	礫および砂 gravel and sand	
積丹岳溶岩 Si	多量な流紋岩質の溶岩 silicic basaltic brecciated andesite	
大森山溶岩 Oi	石灰質の溶岩 limestone andesite	<b>余別層</b>
尾根内層 Vh	砂岩、礫岩および火山の礫岩 sandstone, conglomerate and volcanic conglomerate	
火砕岩部層 Vh	石炭質の流紋岩質の溶岩 carbonaceous basaltic brecciated andesite	<b>神恵内層</b>
パーライト質流紋岩溶岩 Ri	流紋岩質の溶岩 andesite	
硬質頁岩凝灰岩互層 Oh	硬質頁岩 hard shale	<b>古平層</b>
流紋岩質の溶岩 Vh	流紋岩質の溶岩 andesite	

地質図凡例 (山岸・石井 (1979) に一部加筆)

○尾根内層のパーライト質流紋岩溶岩 (Ri) 及び硬質頁岩凝灰岩互層 (Oh) は、当社作成の積丹地域の第三系下部～上部中新統の古平層に、尾根内層の火砕岩部層 (Vh) は、新第三系上部中新統の神恵内層にそれぞれ対比される。

○なお、本検討においては、第四系更新統の積丹岳溶岩 (Si) 及び大森山溶岩 (Oi) 及び次頁に示す地表地質踏査で確認された層状溶岩は、積丹岳溶岩 (Si) から連続して分布すること、神恵内層 (Vh) の上位に位置することから積丹岳溶岩類 (Si) として取り扱うこととした。



## (1) 川白の調査結果

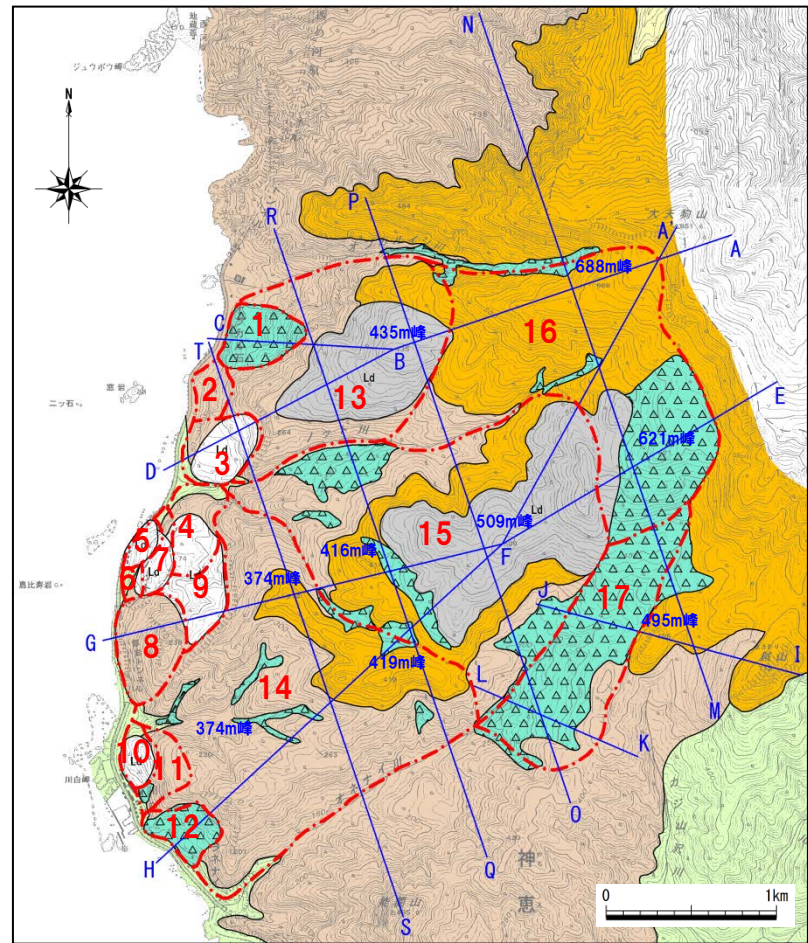
### 川白 地表地質踏査 (24/34) 地質断面図による検討 (2/10)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

- 川白地すべり周辺の地質は、新第三系中新統の古平層と神恵内層 (Vh1)，更新統の積丹岳溶岩類 (SI) を基盤として、その上位に地すべり堆積物 (Ld) 及び崖錐堆積物が分布する。
- 古平層は、海岸部に分布し、硬質頁岩 (Sh)，流紋岩 (RI)，プロピライト (Gt) 等からなる。
- 神恵内層 (Vh1) は、海岸部から山地部にかけて分布し、自破碎溶岩を主体とする火砕岩類等からなる。
- 積丹岳溶岩類 (SI) は、層状溶岩・塊状溶岩を主体とする火山岩類等からなり、山地部において神恵内層 (Vh1) を覆う。
- 地すべり堆積物 (Ld) 及び崖錐堆積物は、神恵内層 (Vh1) 及び積丹岳溶岩類 (SI) を覆う。
- 大天狗山北方の尾根内川沿いには、余別層が分布する。

- 地質断面図の作成における断面位置は、オブカレイシ川～ノット川，ノット川～オネナイ川の海山断面方向とし、山側から海岸にかけて代表的なブロックを通過する位置を選定した。
- 地質図の作成に当たっては、地表地質踏査結果及び1/50,000地質図幅を参考にした。

凡 例	
	崖錐堆積物
	地すべり堆積物 (不安定ブロック)
	地すべり堆積物 (安定ブロック)
更新世 {	積丹岳溶岩類 (火山岩類・火砕岩類)
	余別層 (火砕岩類・シルト岩類)
中新世 {	神恵内層 (火砕岩類・火山岩類)
	古平層 (硬質頁岩・流紋岩・プロピライト)



川白地すべり周辺の地質図

## (1) 川白の調査結果

川白 地表地質踏査 (25/34) 地質断面図による検討 (3/10)

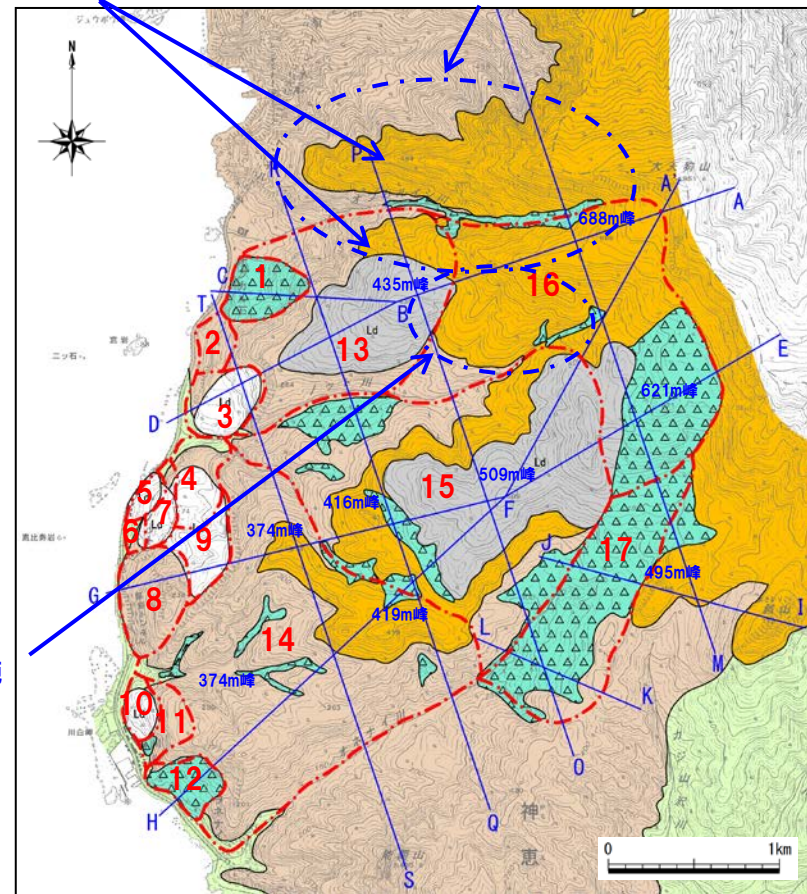
再掲 (H27/8/21審査会合)

- 文献調査結果に加え、オブカルイシ川の中～上流部で地表地質踏査を実施し、神恵内層 (Vh1) 及び上位層の積丹岳溶岩類 (SI) の分布及び地層境界を確認した。
- 標高300m付近以上の、オブカルイシ川両岸において積丹岳溶岩類 (SI) の露頭が連続して確認された。
- 積丹岳溶岩類 (SI) は層状溶岩・塊状溶岩を主体とする火山岩類等からなり、陸上溶岩の特徴を有し、板状節理や層内の境界はほぼ水平に分布している。
- オブカルイシ川を挟んで分布する積丹岳溶岩類の分布標高に、有意な差は認められない。

オブカルイシ川両岸で積丹岳溶岩類の分布標高に差はない。

積丹岳溶岩類が広い範囲で分布する。

積丹岳溶岩類がほぼ水平に堆積していることから分布範囲が拡大される。



川白地すべり周辺の地質図

## (1) 川白の調査結果

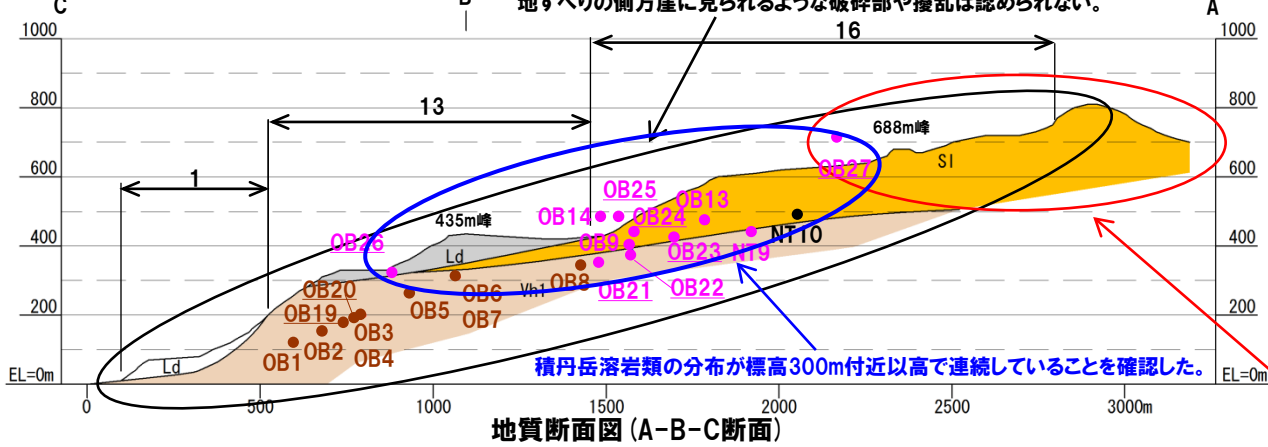
### 川白 地表地質踏査 (26/34) 地質断面図による検討 (4/10)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

- ブロック16は、OB21～OB25、OB27のオブカルイシ川両岸及び左岸頂部で積丹岳溶岩類 (SI) を確認し、その分布が標高300m付近から連続していることを確認した。
- ブロック13では、オブカルイシ川河床及び両岸斜面で標高300m付近まで神恵内層の自破碎溶岩 (Vh1)、それ以上で積丹岳溶岩類 (SI) の露岩を確認するが、ブロック中央の435m峰付近では植生に覆われることから地すべり堆積物 (Ld) が分布すると推定した。
- ブロック1は斜面に植生が認められ、露岩を確認できないことから地すべり堆積物 (Ld) が分布するものとした。

オブカルイシ川～ノット川 (1)

オブカルイシ川沿いの露頭では、河床及び斜面で基盤岩の連続が確認され、地すべりの側方崖に見られるような破碎部や擾乱は認められない。



凡 例	
Ld	: 地すべり堆積物
▲	: 斜面堆積物・崖錐堆積物
更新世 積丹岳溶岩類	SI : 層状溶岩・塊状溶岩類
神恵内層	Vh1 : 火砕岩類 (自破碎溶岩主体)
中新世	RI : 流紋岩
古平層	Gt : プロピライト
	Sh : 硬質頁岩

写真位置凡例	
● (pink)	: 積丹岳溶岩類
● (brown)	: 神恵内層
● (green)	: 古平層
● (black)	: 地形

凡 例	
Ld (white)	: 不安定ブロック
Ld (grey)	: 安定ブロック

積丹岳溶岩類の分布高度に顕著な高度不連続は認められない。  
 積丹岳溶岩類の分布高度は南西に向かって低くなっており、南西方向の谷を埋めて堆積したものと考えられる。

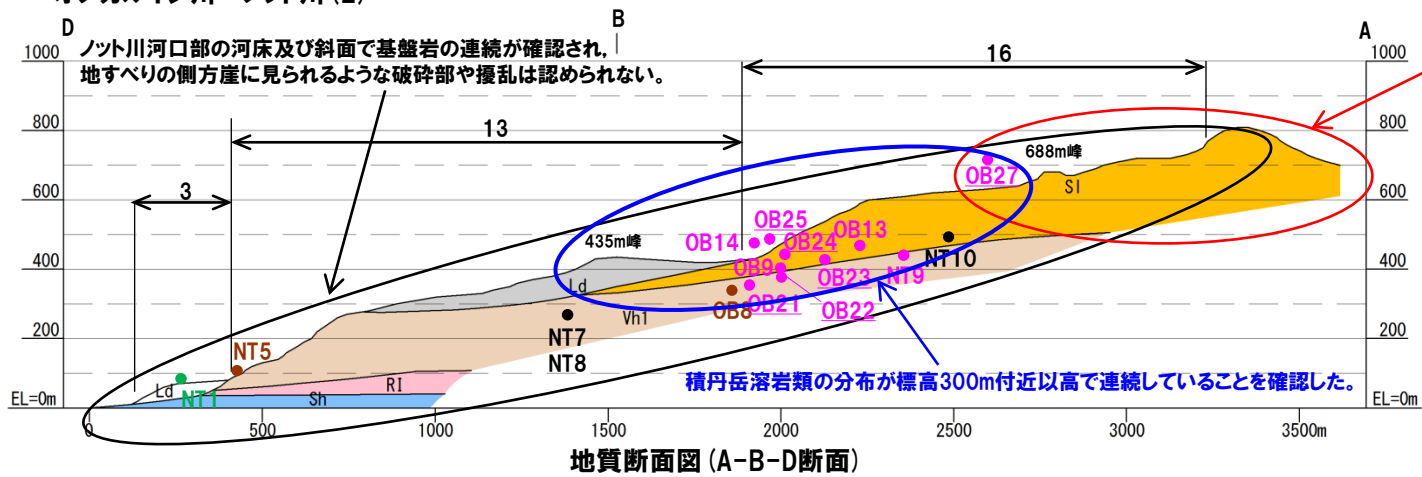
## (1) 川白の調査結果

### 川白 地表地質踏査 (27/34) 地質断面図による検討 (5/10)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

- ブロック16は、OB21～OB25、OB27のオブカルイシ川兩岸及び左岸頂部で積丹岳溶岩類 (SI) を確認し、その分布が標高300m付近から連続していることを確認した。
- ブロック13では、オブカルイシ川河床及び兩岸斜面で標高300m付近まで神恵内層の自破碎溶岩 (Vh1)、それ以上で積丹岳溶岩類 (SI) の露岩を確認するが、ブロック中央の435m峰付近では植生に覆われることから地すべり堆積物 (Ld) が分布すると推定した。
- ブロック3は斜面に植生が認められ、露岩を確認できないことから地すべり堆積物 (Ld) が分布するものとした。

### オブカルイシ川～ノット川 (2)



積丹岳溶岩類の分布高度に顕著な高度不連続は認められない。  
 積丹岳溶岩類の分布高度は南西に向かって低くなっており、南西方向の谷を埋めて堆積したものと考えられる。

凡 例	
Ld	: 地すべり堆積物
▲	: 斜面堆積物・崖堆積物
更新世 積丹岳溶岩類	SI : 層状溶岩・塊状溶岩類
神恵内層	Vh1 : 火砕岩類 (自破碎溶岩主体)
中新世	RI : 流紋岩
古平層	Gt : プロピライト
	Sh : 硬質頁岩

写真位置凡例	
● (紫)	: 積丹岳溶岩類
● (茶)	: 神恵内層
● (緑)	: 古平層
● (黒)	: 地形

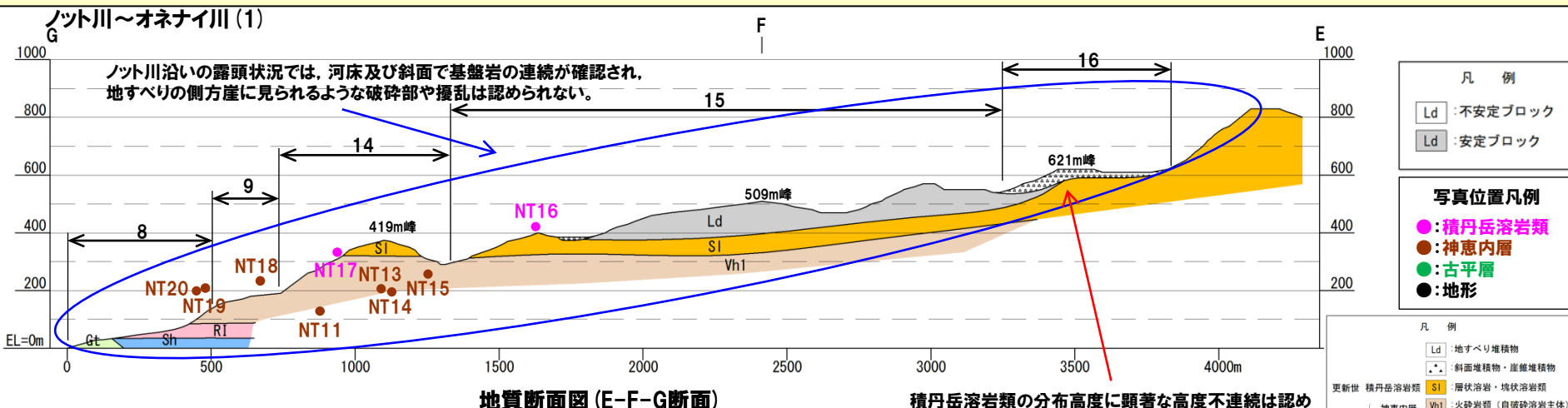
凡 例	
Ld (白)	: 不安定ブロック
Ld (黒)	: 安定ブロック

## (1) 川白の調査結果

### 川白 地表地質踏査 (28/34) 地質断面図による検討 (6/10)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

- ブロック16及びブロック14・15境界付近は、頂部及び河床で積丹岳溶岩類 (SI) を確認している。
- ブロック15では、斜面中腹で露岩を確認し、確認標高まで積丹岳溶岩類 (SI)、その上位は地すべり堆積物 (Ld) が分布すると推定した。
- ブロック14は419m峰周辺で積丹岳溶岩類、ブロック9背後崖、オネナイ川左岸において神恵内層の自破碎溶岩 (Vh1) を露頭で確認している。
- ブロック8・9は神恵内層の自破碎溶岩 (Vh1) を露頭で確認し、ブロック12は斜面堆積物の状況から地すべり堆積物 (Ld) とした。
- ノット川及びオネナイ川における河川沿いの地表地質踏査結果では、下流域～中流域にかけて基盤岩の連続等を確認しており、地すべりの側方崖に見られるような破砕部や擾乱は認められず、兩岸の地質分布にも有意な高度差は認められない。



凡例

- Ld : 不安定ブロック
- Ld : 安定ブロック

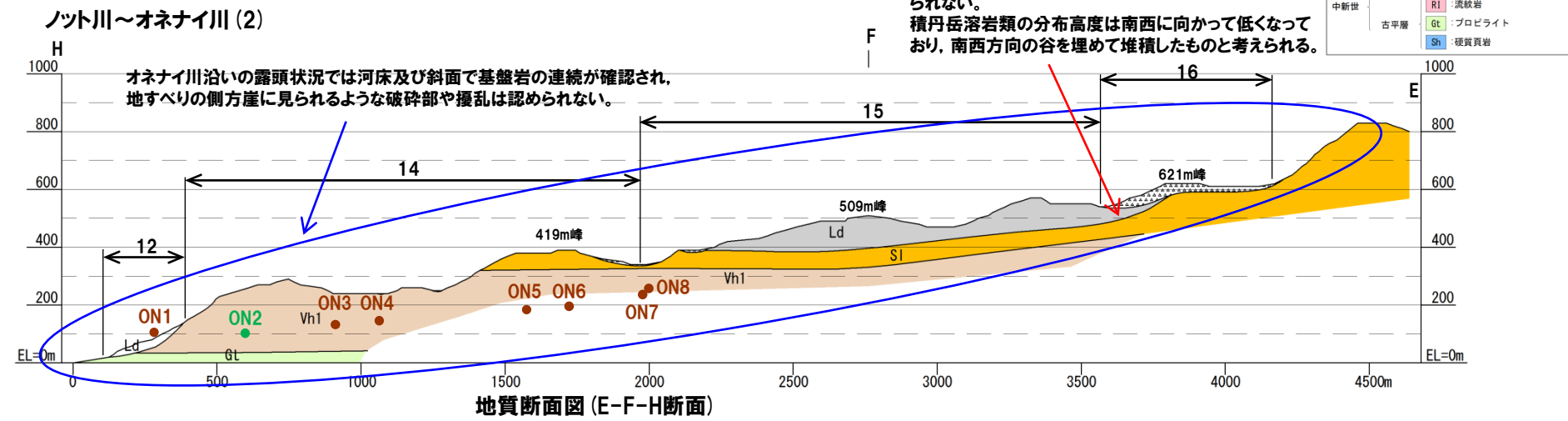
写真位置凡例

- : 積丹岳溶岩類
- : 神恵内層
- : 古平層
- : 地形

凡例

- Ld : 地すべり堆積物
- △ : 斜面堆積物・崖堆積物
- SI : 層状溶岩・塊状溶岩類
- Vh1 : 神恵内層 (自破碎溶岩主体)
- R1 : 中新世 凝灰岩
- Gt : 古平層 プロピライト
- Sh : 硬質頁岩

積丹岳溶岩類の分布高度に顕著な高度不連続は認められない。  
積丹岳溶岩類の分布高度は南西に向かって低くなっており、南西方向の谷を埋めて堆積したものと考えられる。

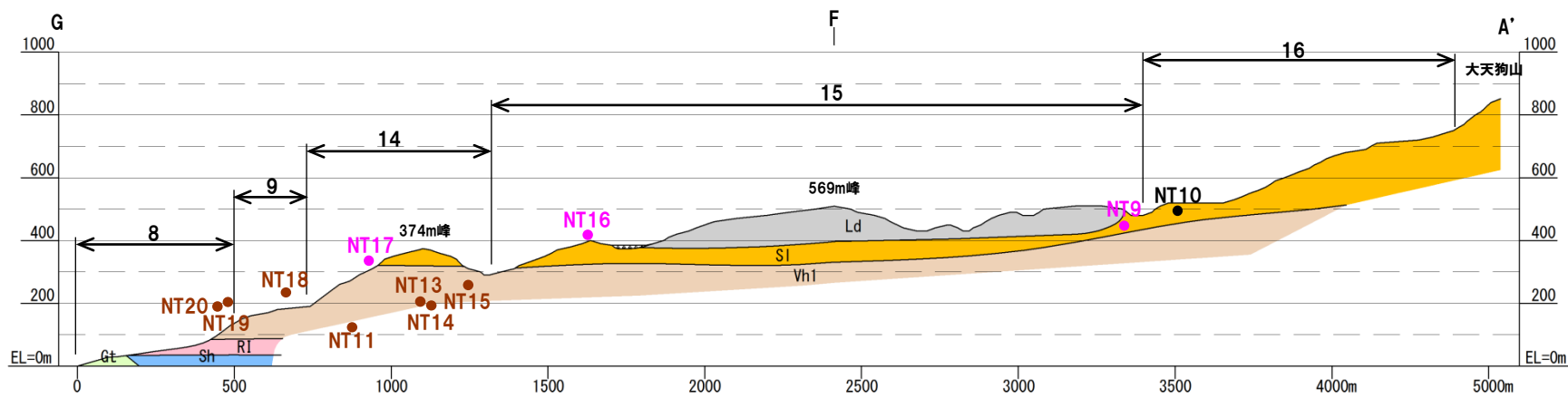


## (1) 川白の調査結果

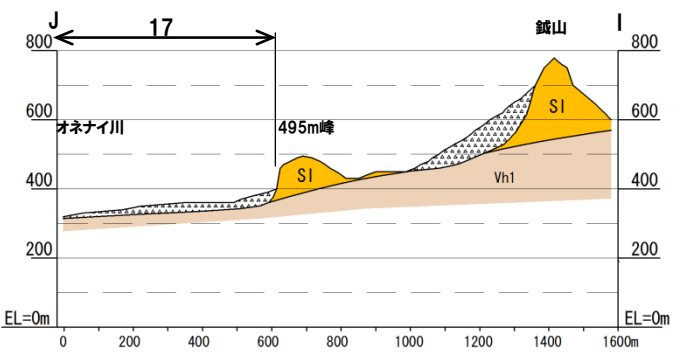
### 川白 地表地質踏査 (29/34) 地質断面図による検討 (7/10)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

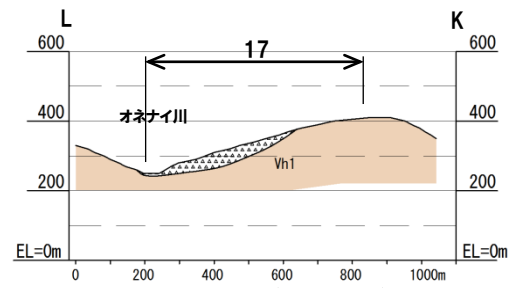
- ブロック16・15及びブロック14の374m峰付近で、積丹岳溶岩類 (SI) を確認している。
- ブロック15では積丹岳溶岩類 (SI) を露頭で確認し、確認標高まで積丹岳溶岩類 (SI)、その上位は地すべり堆積物 (Ld) が分布すると推定した。
- ブロック14は、374m峰・419m峰周辺、ブロック9背後崖、オネナイ川左岸において積丹岳溶岩類 (SI) を露頭で確認している。
- ブロック8・9は神恵内層の自破砕溶岩 (Vh1) を露頭で確認している。
- ブロック17は、標高300m以下の河床で変質した安山岩 (Vh1) を確認している。また、斜面において植生は認められるが、露岩は確認できない。急崖前面の斜面は上流側がSW方向、下流側がNW方向とほかのブロックとは最大傾斜方向が異なること、ブロック15・16の斜面より緩傾斜であることから、斜面崩壊物起源の崖錐地形と推定した。
- 鉾山を滑落崖とする地すべり地形は、防災科学技術研究所 (2010) 及び空中写真判読結果では495m峰には到達していない。



地質断面図 (A'-F-G断面)



地質断面図 (I-J断面)



地質断面図 (K-L断面)

凡 例	
Ld	: 地すべり堆積物
▲	: 斜面堆積物・崖錐堆積物
更新世 積丹岳溶岩類 SI	: 層状溶岩・塊状溶岩類
神恵内層 Vh1	: 火砕岩類 (自破砕溶岩主体)
中新世 RI	: 流紋岩
古平層 Gt	: プロピライト
Sh	: 硬質頁岩

写真位置凡例	
● (Pink)	: 積丹岳溶岩類
● (Brown)	: 神恵内層
● (Green)	: 古平層
● (Black)	: 地形

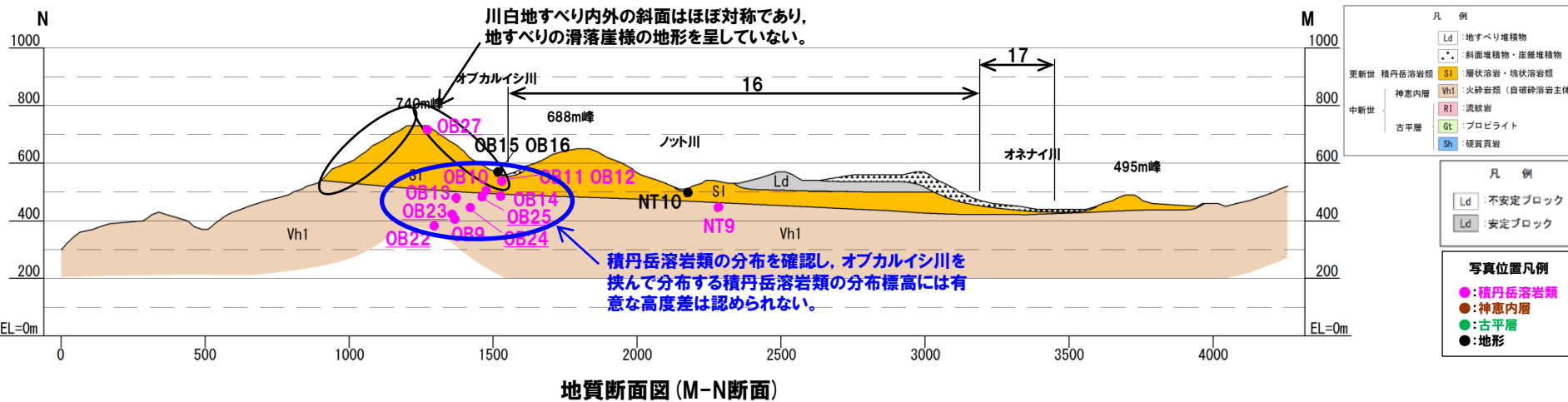
凡 例	
Ld (Light)	: 不安定ブロック
Ld (Dark)	: 安定ブロック

## (1) 川白の調査結果

川白 地表地質踏査 (30/34) 地質断面図による検討 (8/10)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

- 沢部では、両岸ともに開析が進んでおり、緩傾斜の斜面が分布する。特にオネナイ川では開析が著しい。
- 川白全体において、上流部から下流部に向かって、神恵内層 (Vh1) が連続して分布しているものと推定される。
- オブカルイシ川の河床及び斜面では、神恵内層 (Vh1)、積丹岳溶岩類の露岩を確認している。
- オブカルイシ川を挟んで分布する積丹岳溶岩類 (SI) の分布標高には、有意な高度差が認められず、緩やかに南方向に傾斜している。
- また、740m峰の斜面はほぼ対称であり、地すべりの滑落崖様の地形を呈していない。

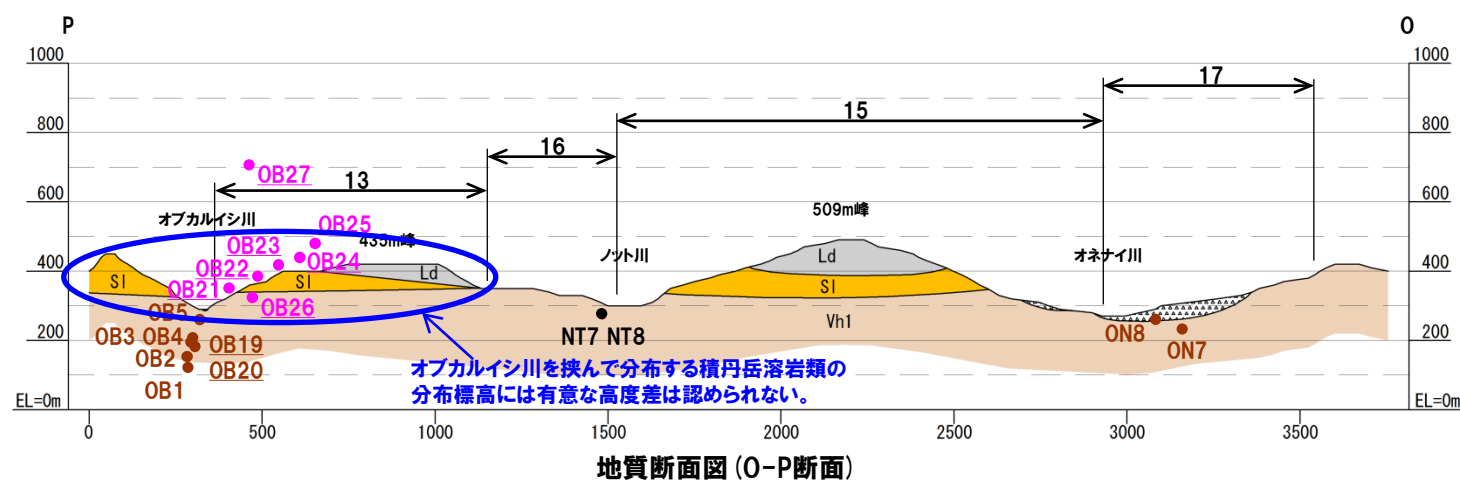


## (1) 川白の調査結果

川白 地表地質踏査 (31/34) 地質断面図による検討 (9/10)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

- 沢部では、両岸ともに開析が進んでおり、緩傾斜の斜面が分布する。特にオネナイ川では開析が著しい。
- 川白全体において、上流部から下流部に向かって、神恵内層 (Vh1) が連続して分布しているものと推定される。
- オブカルイシ川の河床及び斜面では、神恵内層 (Vh1)、積丹岳溶岩類の露岩を確認している。
- オブカルイシ川の標高約300m付近まで積丹岳溶岩類 (SI) を確認し、その分布標高には、有意な高度差が認められず、緩やかに南方向に傾斜している。
- また、740m峰の斜面はほぼ対称であり、地すべりの滑落崖様の地形を呈していない。



オブカルイシ川を挟んで分布する積丹岳溶岩類の分布標高には有意な高度差は認められない。

凡例	
Ld	: 地すべり堆積物
▲	: 斜面堆積物・崖堆積物
更新世 積丹岳溶岩類	SI : 層状溶岩・塊状溶岩類
神恵内層	Vh1 : 火砕岩類 (自破砕溶岩主体)
中新世	RI : 流紋岩
古平層	Gt : プロピライト
	Sh : 硬質頁岩

写真位置凡例	
● (pink)	: 積丹岳溶岩類
● (brown)	: 神恵内層
● (green)	: 古平層
● (black)	: 地形

凡例	
Ld	: 不安定ブロック
Ld	: 安定ブロック

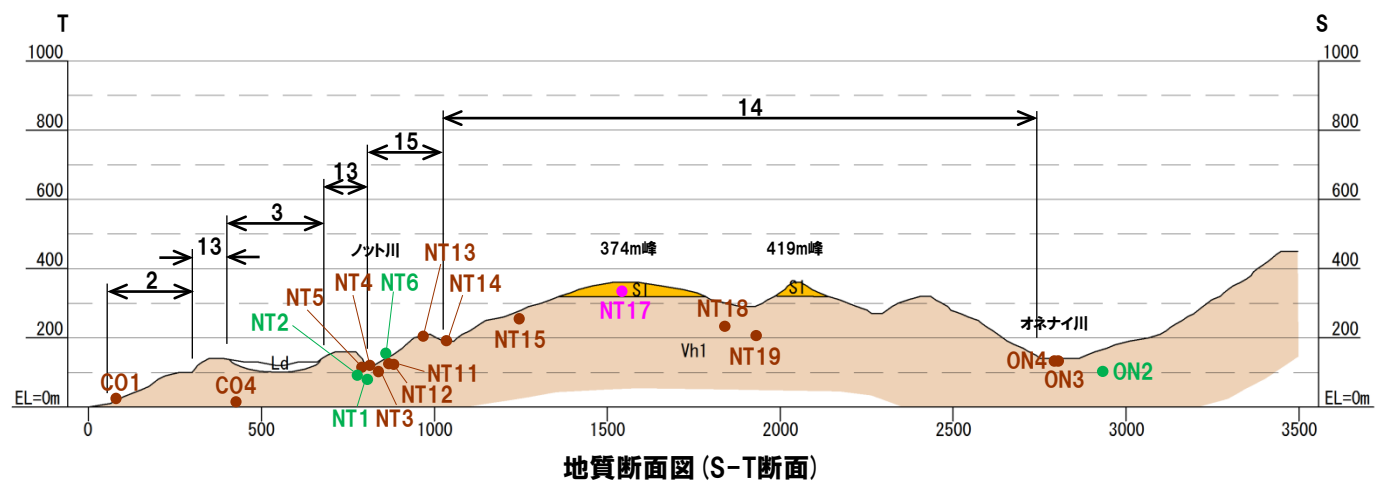
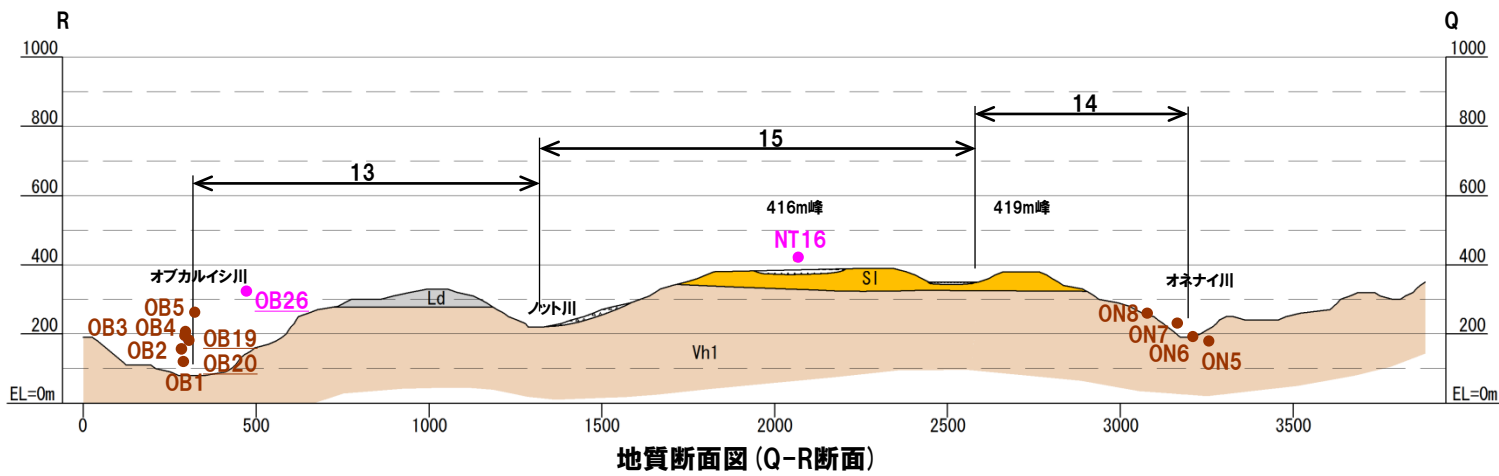


## (1) 川白の調査結果

川白 地表地質踏査 (32/34) 地質断面図による検討 (10/10)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

- 沢部では、両岸ともに開析が進んでおり、緩傾斜の斜面が分布する。
- 川白全体において、上流部から下流部に向かって、神恵内層 (Vh1) が連続して分布しているものと推定される。
- 各沢の河床及び斜面において、古平層 (Gt), 神恵内層 (Vh1), 積丹岳溶岩類 (SI) の露岩を確認している。



凡例	
Ld	: 地すべり堆積物
▲	: 斜面堆積物・崖錐堆積物
更新世 積丹岳溶岩類 SI	: 層状溶岩・塊状溶岩類
神恵内層 Vh1	: 火砕岩類 (自破砕溶岩主体)
中新世 流紋岩 RI	: 流紋岩
古平層 Gt	: プロピライト
Sh	: 硬質頁岩

写真位置凡例	
● (pink)	: 積丹岳溶岩類
● (orange)	: 神恵内層
● (green)	: 古平層
● (black)	: 地形

凡例	
Ld	: 不安定ブロック
Ld	: 安定ブロック

## (1) 川白の調査結果

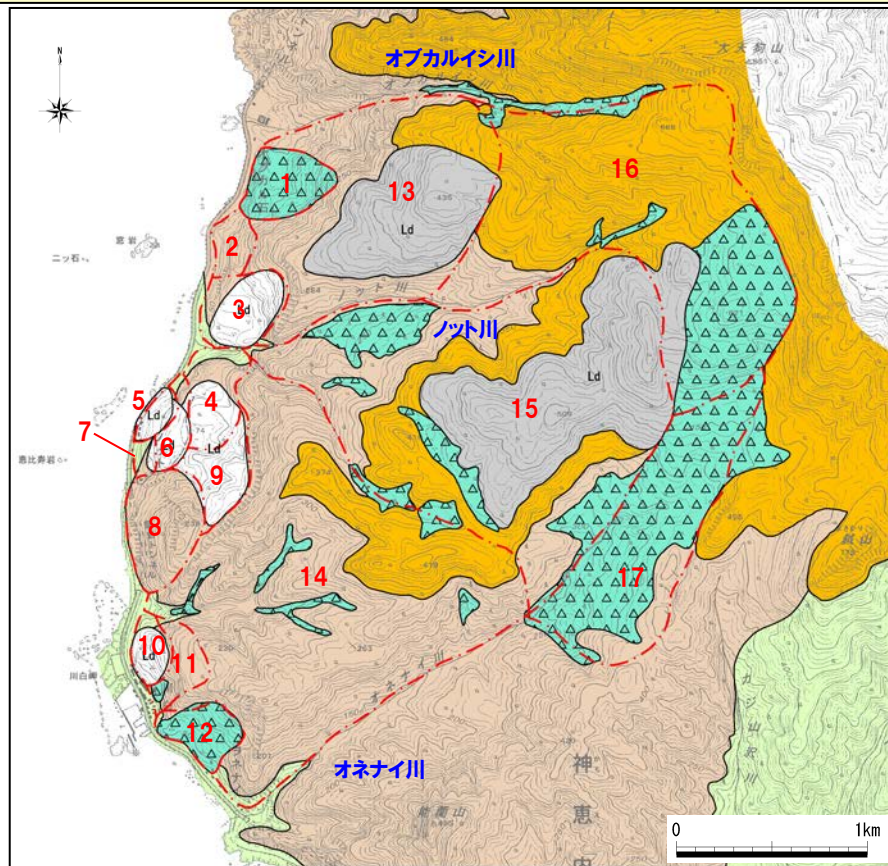
川白 地表地質踏査 (33/34) まとめ (1/2)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

### 【不安定ブロックの可能性についての評価(ブロック1~13)】

- 地表地質踏査結果等に基づく、地質図及び地質断面図による検討結果より各ブロックの評価については以下のとおりである。
- 評価に当たっては、地すべりブロックの可能性のある地形において、ブロック内や側方崖の河床、斜面等に露岩が確認でき、地すべりの兆候が認められない場合は、不安定ブロックの可能性は小さいとした。

ブロック	地質的特徴	評価※
1	○地すべりに基盤の確認できず、堆積物も崖錐堆積物で地すべり堆積物との区別が困難なことから地すべりの可能性が大きい。	△
2	○やや平坦な地形及び急斜面が、末端部中央に位置する堅岩露頭の背後に認められることから、小規模地すべりと推定される。	○
3	○滑落崖や、土塊内に地すべり斜面が認められることから、地すべりである。	×
4	○滑落崖、平坦面及び凹地が分布することから、地すべりである。	×
5	○ブロック7の緩斜面中の遷急線から滑落崖、基部の遷緩線から斜面堆積物が認められることから、地すべりである。	×
6	○ブロック7の緩斜面中の遷急線から滑落崖、基部の遷緩線から斜面堆積物が認められることから、地すべりである。	×
7	○ブロック4の平坦面前縁に遷急線、その基部に緩傾斜の斜面堆積物が認められることから地すべりである。	×
8	○海食部では小規模な崩落が認められるが、ブロック内の露岩は堅硬であることから、ブロック全体が地すべりではない。	○
9	○滑落崖及びブロック8境界には堅岩が分布すること、土塊部を他ブロックで切られ移動土塊がわずかであることから、ブロック全体が地すべりを起こす可能性は小さい。	○
10	○滑落崖は不明瞭であるが、ブロック11内の遷緩線を抽出することから、地すべりの可能性が大きい。	△
11	○滑落崖は不明瞭であるが、ブロック内にブロック10の遷緩線を抽出することから、地すべりの可能性が大きい。	△
12	○滑落崖及び地すべり土塊も明瞭であることから、地すべりである。	×
13	○オブカルイシ川下流～中流及びノット川下流において、河床及び兩岸斜面で基盤岩の連続を確認していること、斜面及び河川の開折が進んでいることから、河川をすべり線としてブロック全体が移動するような大規模な地すべりの可能性は小さいと考えられる。	○



赤字:地すべりブロック

※ ○:不安定ブロックではない、若しくは、不安定ブロックである可能性が小さい。  
 △:不安定ブロックである可能性が大きい。  
 ×:不安定ブロックである。



川白地すべり周辺の地質図

## (1) 川白の調査結果

### 川白 地表地質踏査 (34/34) まとめ (2/2)

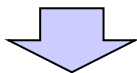
一部修正 (H27/5/15審査会合)

#### 【不安定ブロックの可能性についての評価(ブロック14~17)】

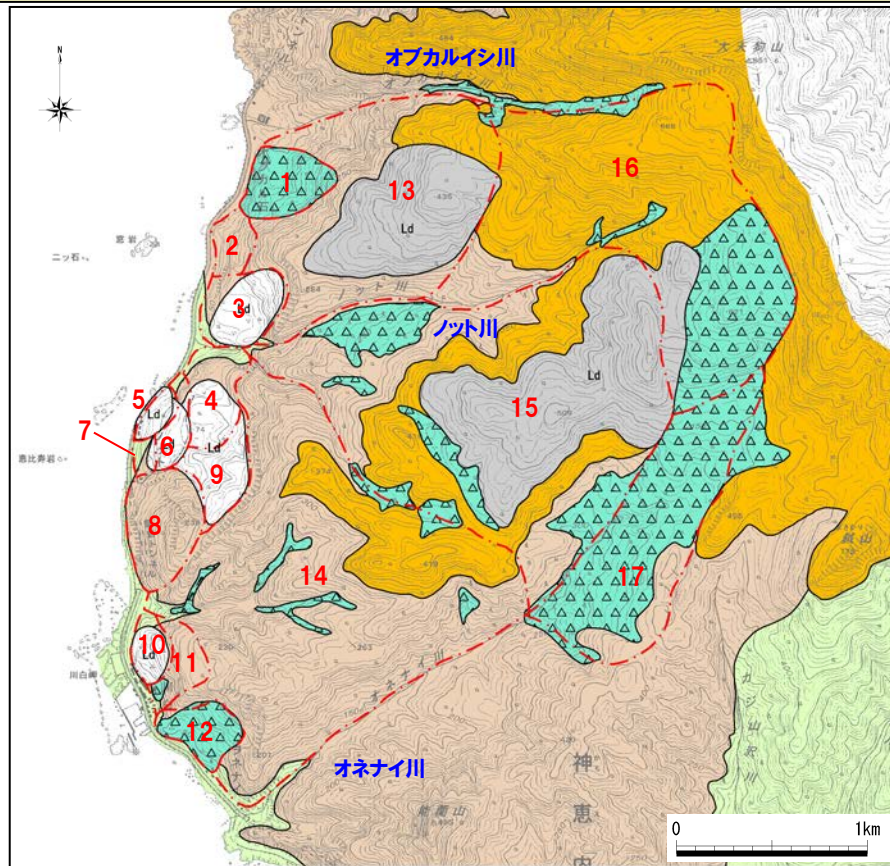
- 地表地質踏査結果等に基づく、地質図及び地質断面図による検討結果より各ブロックの評価については以下のとおりである。
- 評価に当たり、地すべりブロックの可能性のある地形において、ブロック内や側方崖の河床、斜面等に露岩が確認でき地すべりの兆候が認められない場合は、不安定ブロックの可能性は小さいとした。

ブロック	地質的特徴	評価※
14	○ 海岸部やオネナイ川で小規模な崩落が認められるが、孤立した山地状の尾根を有し、ブロック内の河床から尾根まで堅硬な基盤岩が確認されることから、ブロック全体が地すべりの可能性はない。	○
15	○ 孤立した山地状の尾根を有し、周辺斜面には変状が認められないこと、斜面も開析されていることから、地すべりの可能性は小さい。	○
16	○ 滑落崖及び平坦面が認められ、古い地すべりの可能性は否定できないが、斜面が開析されていること、明瞭な滑落崖の分布が連続しないこと、河床及び平坦面から続く斜面において積丹岳溶岩類(SI)が確認され、分布標高には有意な高度差は認められないことから、ブロック全体が移動するような大規模な地すべりの可能性はない。	○
17	○ 他ブロックと比較して斜面勾配が緩いこと、地形勾配が上流と下流で異なることから、地すべり地形の可能性は小さく、崖錐地形の可能性が大きい。 ○ なお、仮に地すべりとした場合、規模も小さく、開析されて地すべり土塊が斜面化し、安定している状態と考えられる。	○

※ ○: 不安定ブロックではない、若しくは、不安定ブロックである可能性が小さい。  
 △: 不安定ブロックである可能性が大きい。  
 ×: 不安定ブロックである。



- 各ブロックの地質的特徴は、以下のとおりである。
  - 海岸部に小規模な地すべりブロックが認められる。
  - ブロック13・14において河床及び両岸斜面に堅硬な基盤岩を連続して確認している。
  - 積丹岳溶岩類の基底の分布標高には有意な高度差は認められない。
  - 山側ブロックの斜面が開析されており、安定状態と推定される。
- 以上から、大天狗山付近から海岸部まで、一連で移動するような大規模な地すべりが活動している徴候は認められないものと判断される。



赤字: 地すべりブロック



川白地すべり周辺の地質図

## (1) 川白の調査結果

### 川白 開析度の検討 (1/2)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

○藤原 (1970) によれば、切土などの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。

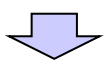
○稲垣ほか (2005) によれば、古期地すべり地形を復元したうえで、 $c$ 、 $\phi$  を逆算することにより、古期地すべり地形の安全率と形成時期は、式 (1) の関係として示されるとし、10数万年前までの古期地すべりの安全率増分は限界安全率とよく一致するとしている。

$$F_s = 1 + 0.00014 \times T^{0.6} \dots\dots (1)$$

○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、式 (2) の関係の実用式を提案している。

$$F_s = 1 + 0.007D \dots\dots\dots (2)$$

○国交省 (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、式 (1) , または式 (2) に対する計画安全率  $F_s$  を算出する。

○地震に伴う津波との組合せ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。

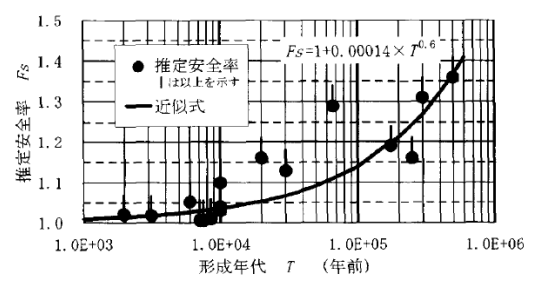


図-5 古期地すべりの形成年代と推定安全率  
稲垣ほか (2005)

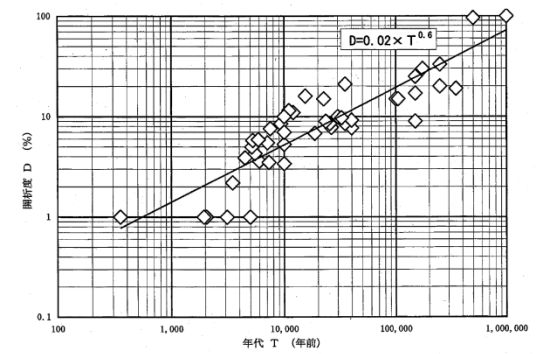


図4 地すべり地形の形成年代と開析度との関係 (柳田・長谷川, 1993)  
柳田・長谷川 (2000)

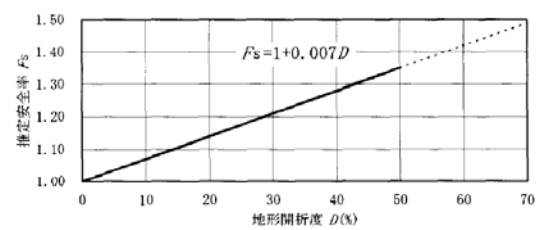


図-6 古期地すべりの地形開析度と推定安全率  
稲垣ほか (2005)

## (1) 川白の調査結果

## 川白 開析度の検討 (2/2)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

○検討の結果、ブロック1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12を不安定ブロックとし、数値シミュレーションによる定量的評価対象候補として抽出した。

ブロック	地すべり体の面積 (m <sup>2</sup> )	地すべり体を浸食した谷部の面積 (m <sup>2</sup> )	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 Fs
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 (1.350)*
16	1,662,735	417,007	25	145,000 (461,000)*	1.175 (1.350)*
17	722,147	138,921	19	92,000	1.133

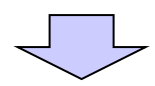
※地形層序ではブロック14より古いと考えられるため、46.1万年前とした場合の地すべりの形成時期から求まる安全率

## (2) 兜岩の調査結果

### 兜岩 空中写真判読 (1/3)

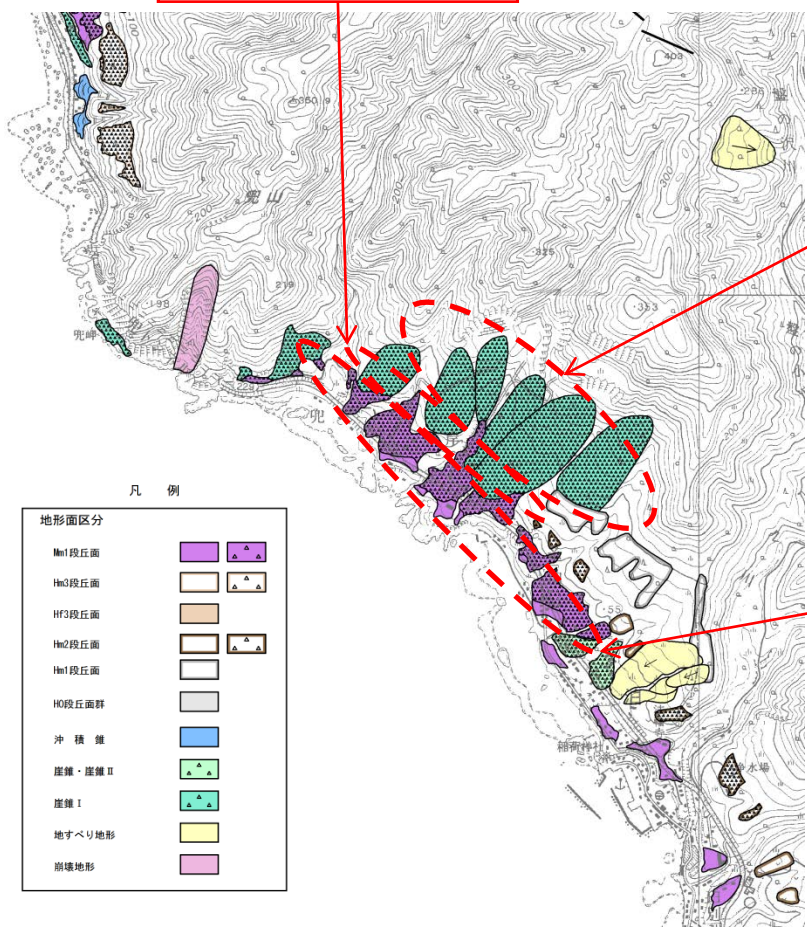
再掲 (H27/5/15審査会合)

○海側の比較的平坦な地形と山側に比較的急傾斜の地形が判読されるが、その境界には比較的明瞭な遷緩線が認められ、海側の地形はやや開析されている。



- 滑落崖から連続した斜面を有する一般的な地すべり地形とは異なる。
- 傾斜の変化や開析程度等から、地すべり地形ではないと推定される。

○比較的明瞭な遷緩線が認められる。



【山側】  
○比較的急傾斜の地形が判読される。

【海側】  
○比較的平坦な開析された地形が判読される。

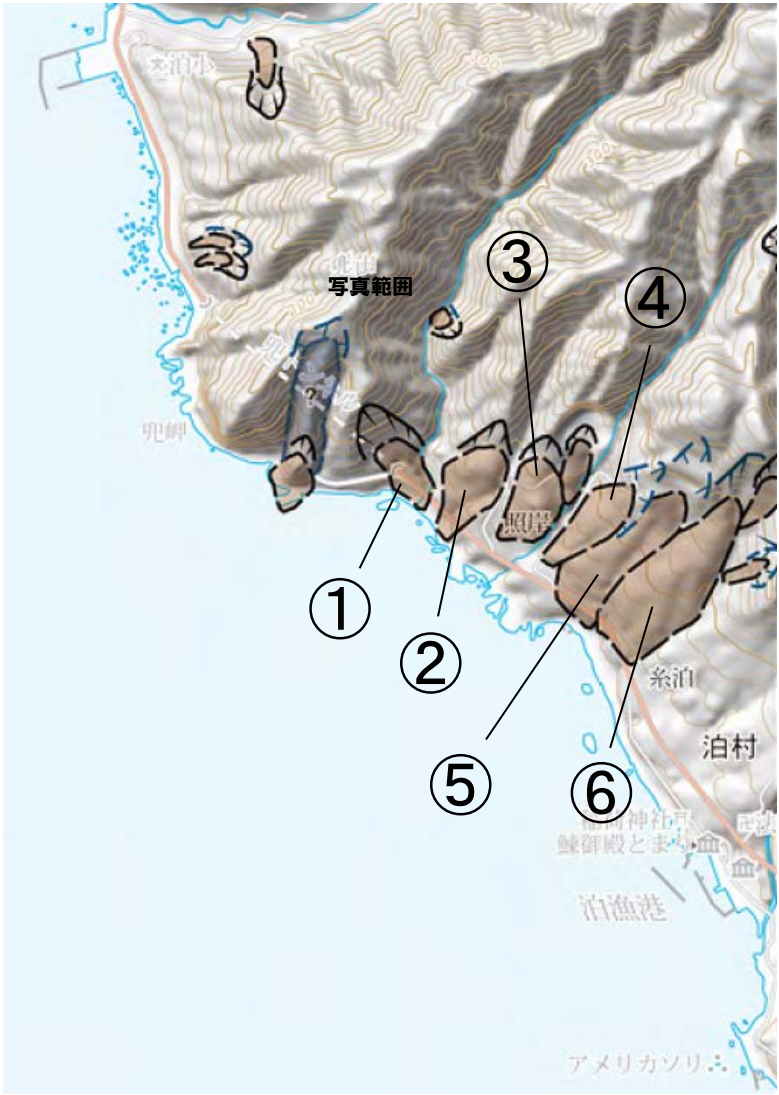
空中写真判読結果

## (2) 兜岩の調査結果

### 兜岩 空中写真判読 (2/3)

再掲 (H27/5/15審査会合)

○防災科学技術研究所 (2010) では、数箇所の地すべり地形が記載されている。

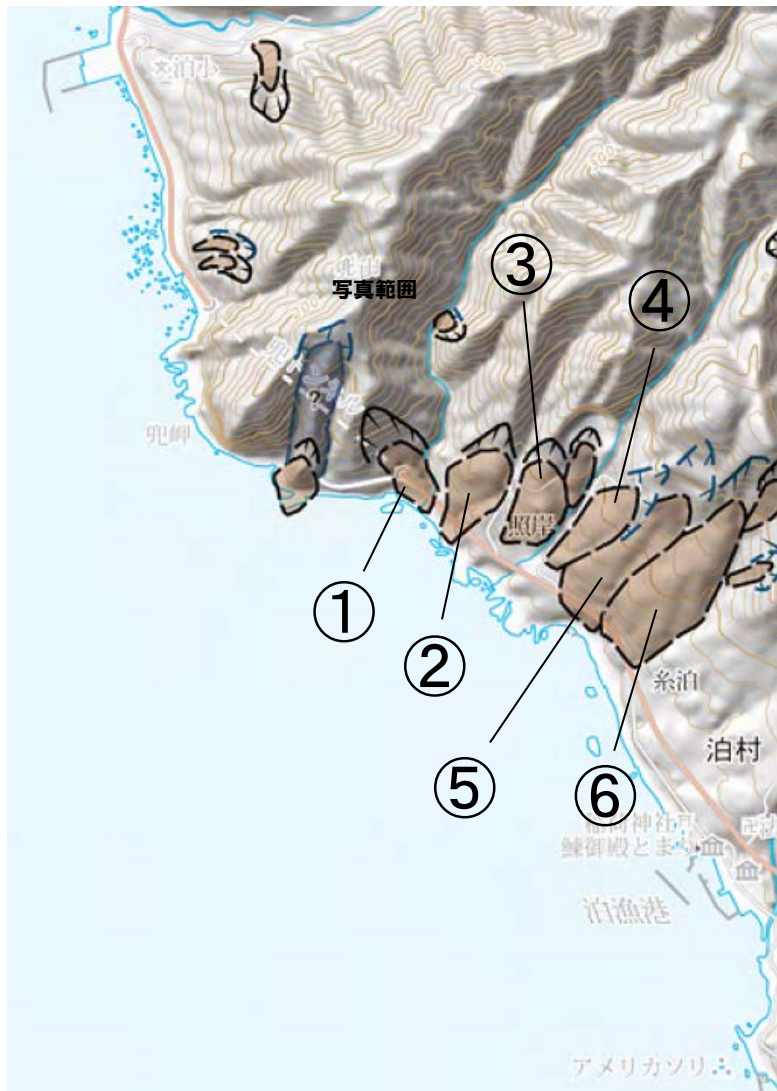


## (2) 兜岩の調査結果

## 兜岩 空中写真判読 (3/3)

再掲 (H27/5/15審査会合)

○防災科学技術研究所 (2010) では、数箇所の地すべり地形が記載されている。



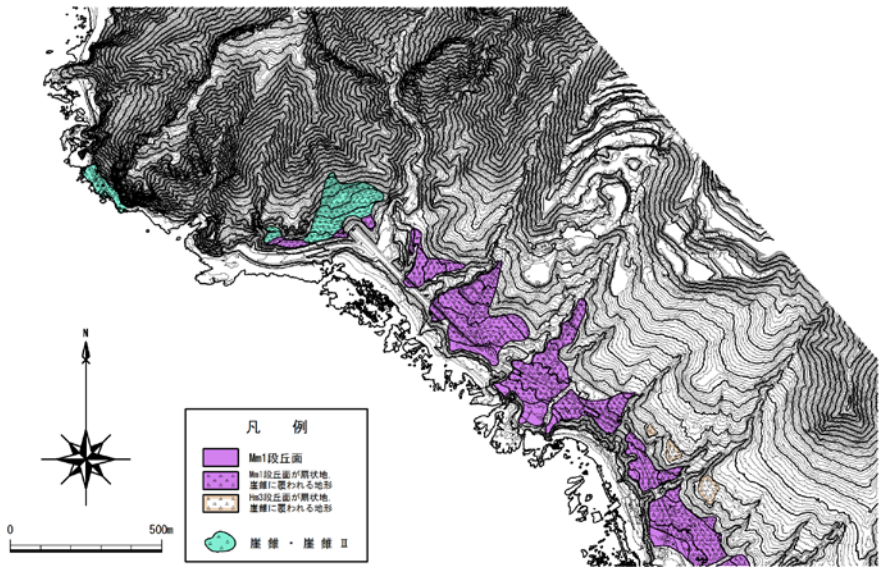


## (2) 兜岩の調査結果

### 兜岩 地形判読 (1/3)

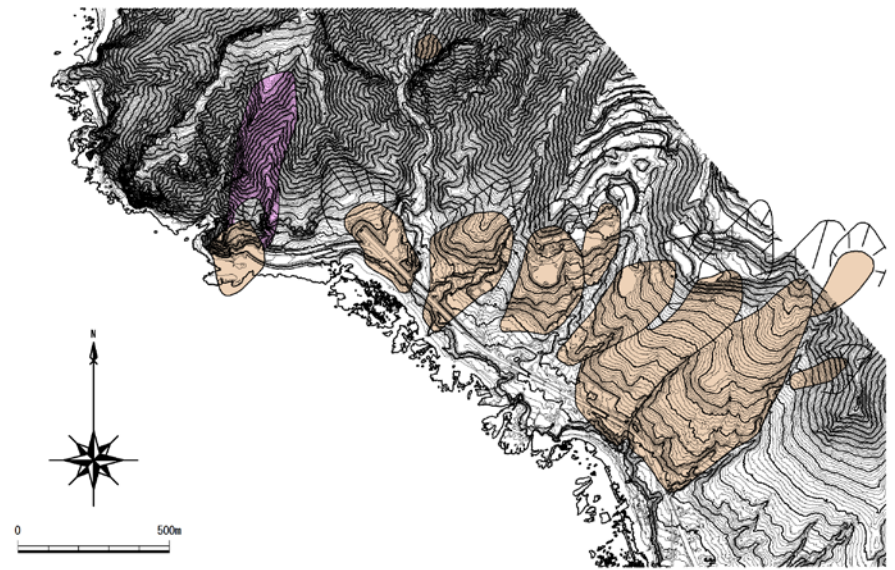
再掲 (H27/5/15審査会合)

○空中写真及び航空レーザー測量によるDEMから作成した1/2,500の地形図を用いて地形判読を実施した。  
 ○地形調査結果より、防災科学技術研究所(2010)に対応するような明瞭な滑落崖、側方崖等の特徴的な地形や等高線の乱れは認められないことから、地すべり地形は判読していない。



※等高線間隔:2m

地形分類図(原図 1/2,500)



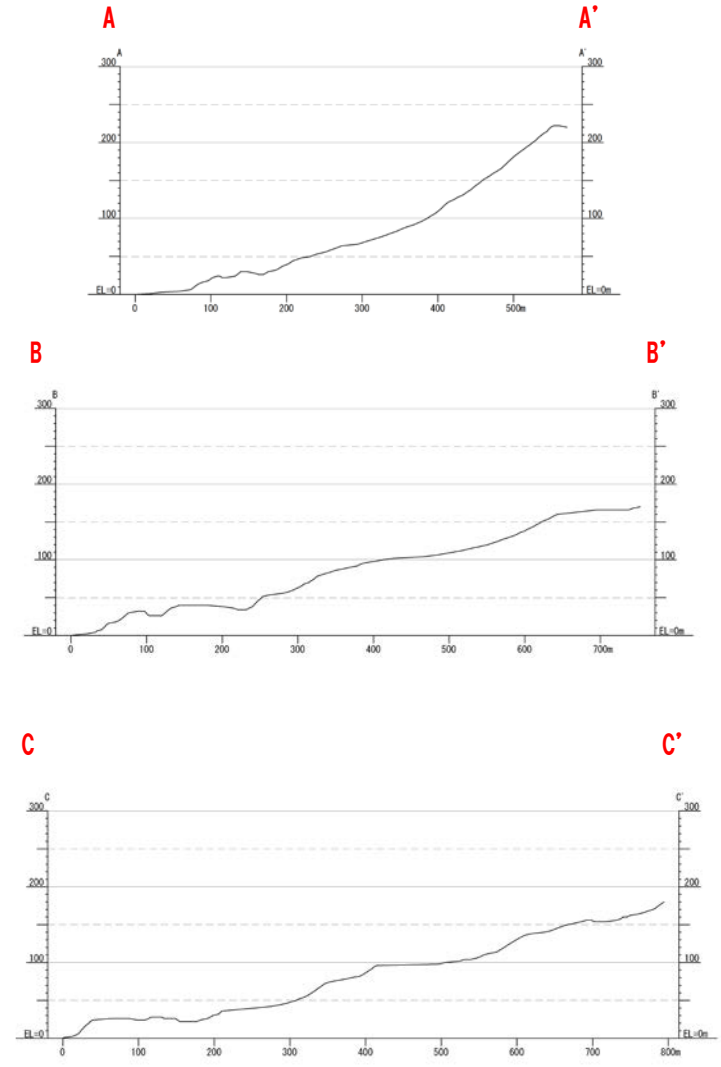
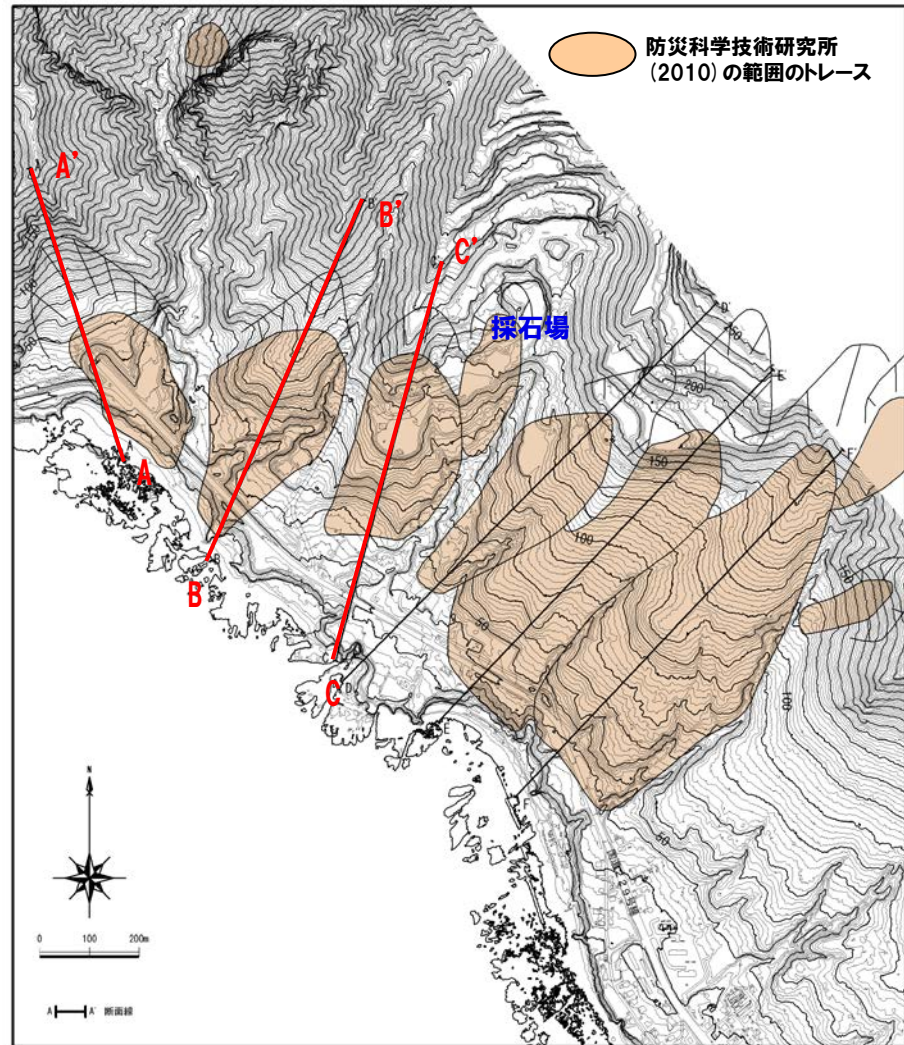
※1/2,500地形図にトレースしたもの

防災科学技術研究所(2010)の範囲

## (2) 兜岩の調査結果

### 兜岩 地形判読 (2/3)

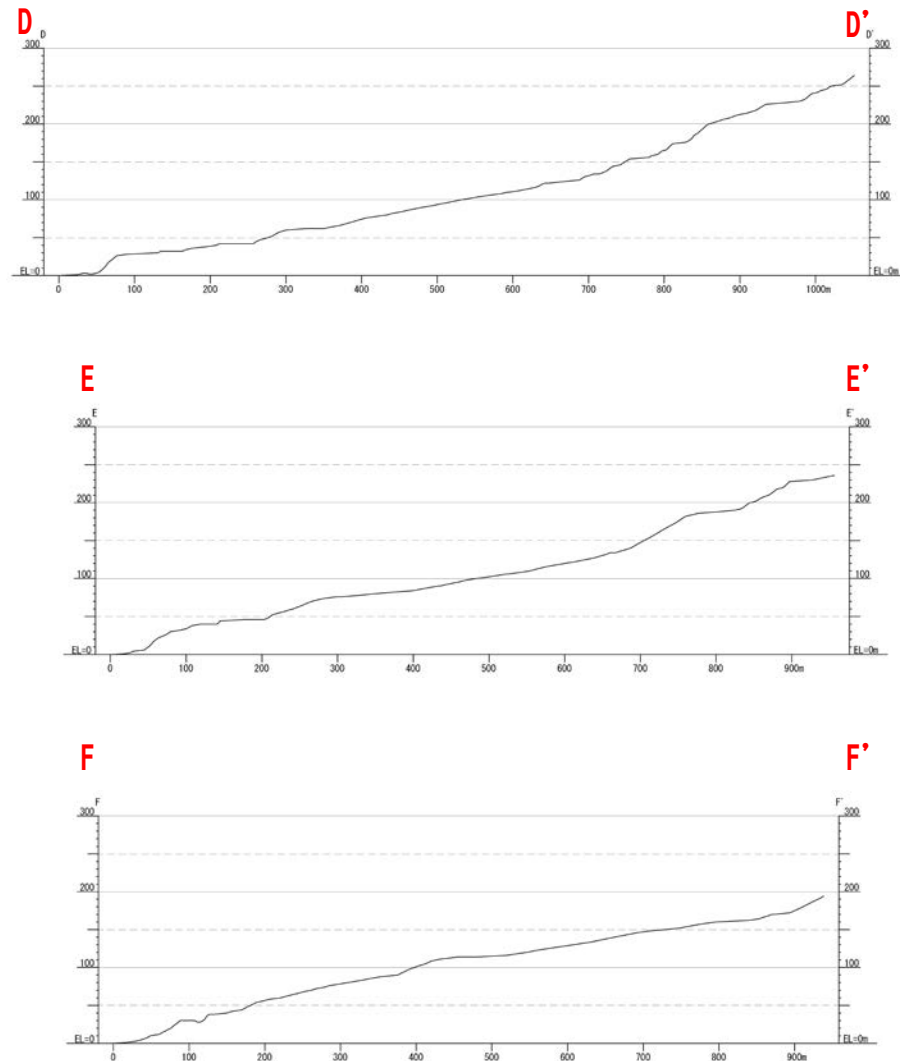
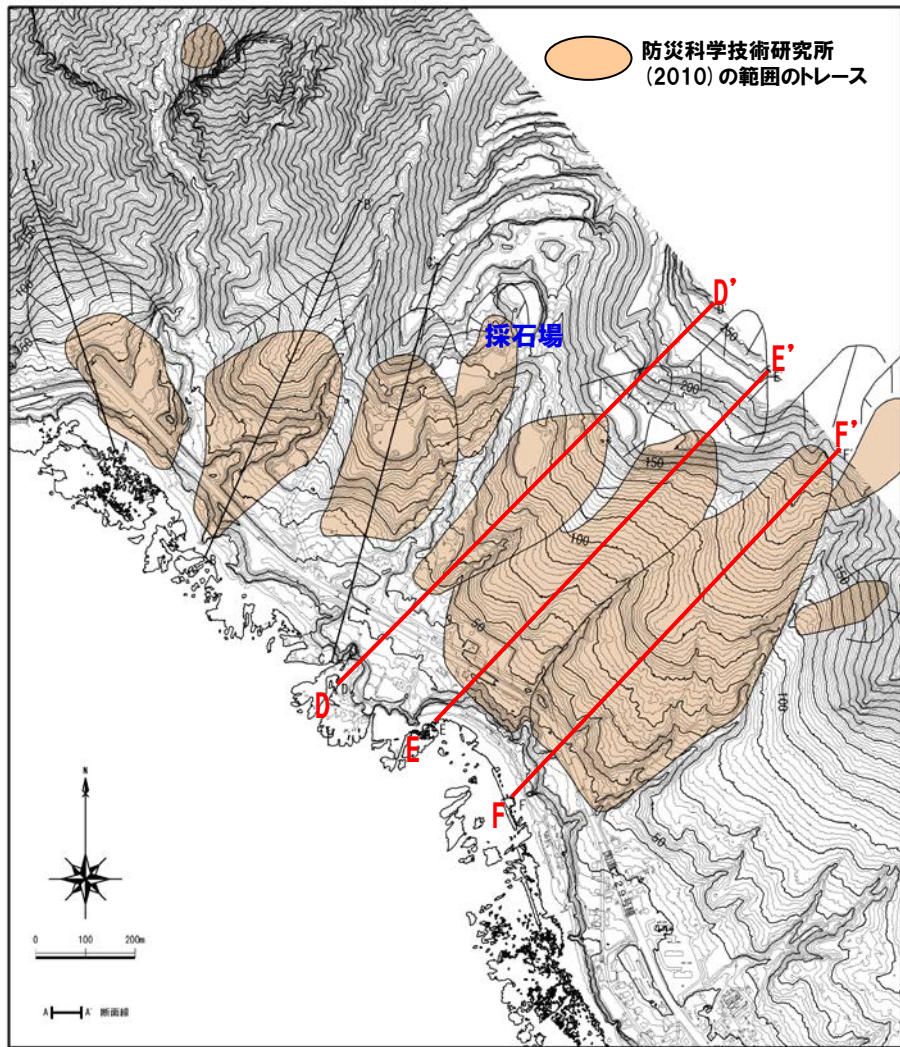
再掲 (H27/5/15審査会合)



## (2) 兜岩の調査結果

### 兜岩 地形判読 (3/3)

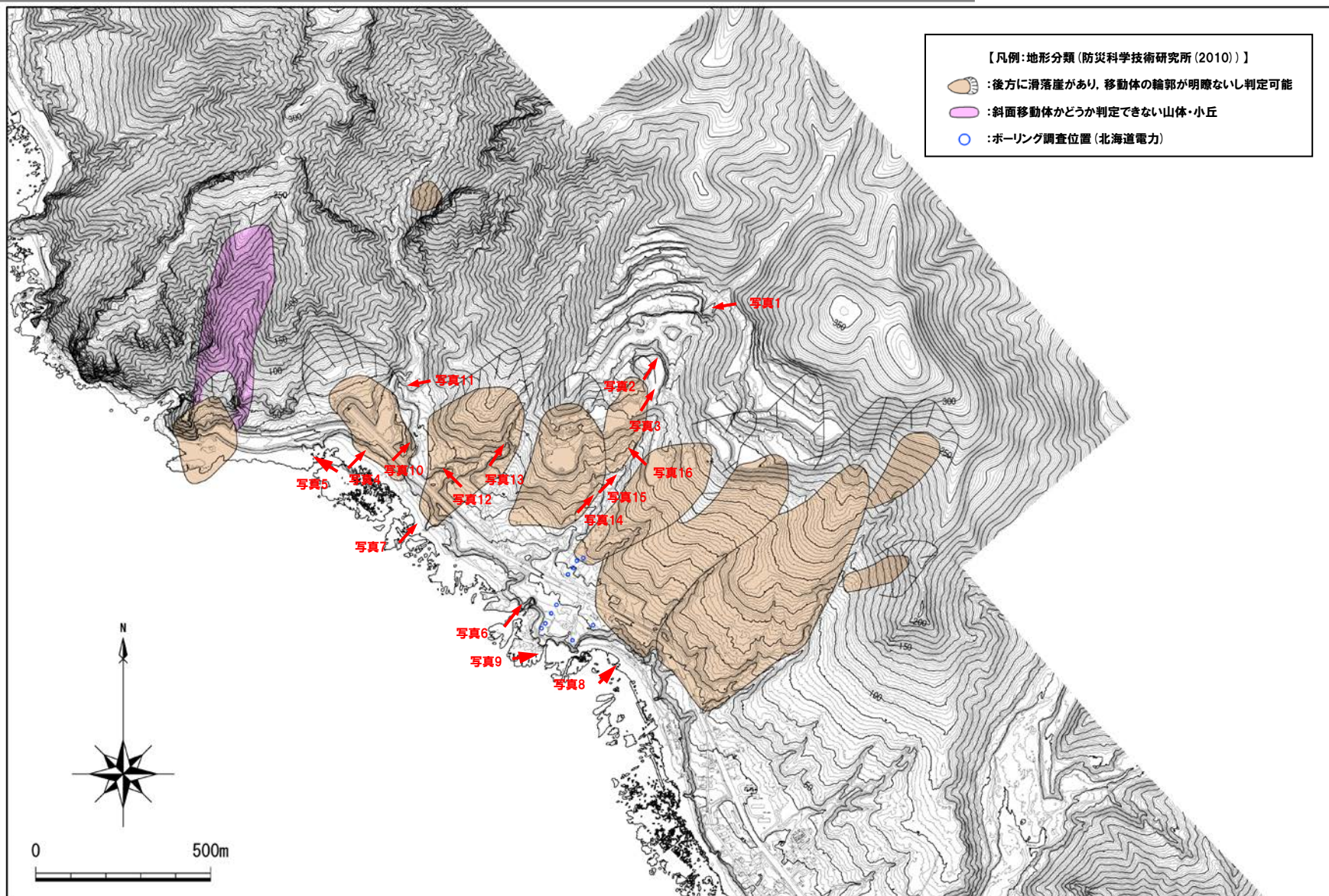
再掲 (H27/5/15審査会合)



## (2) 兜岩の調査結果

## 兜岩 地表地質踏査 (1/10)

再掲 (H27/5/15審査会合)

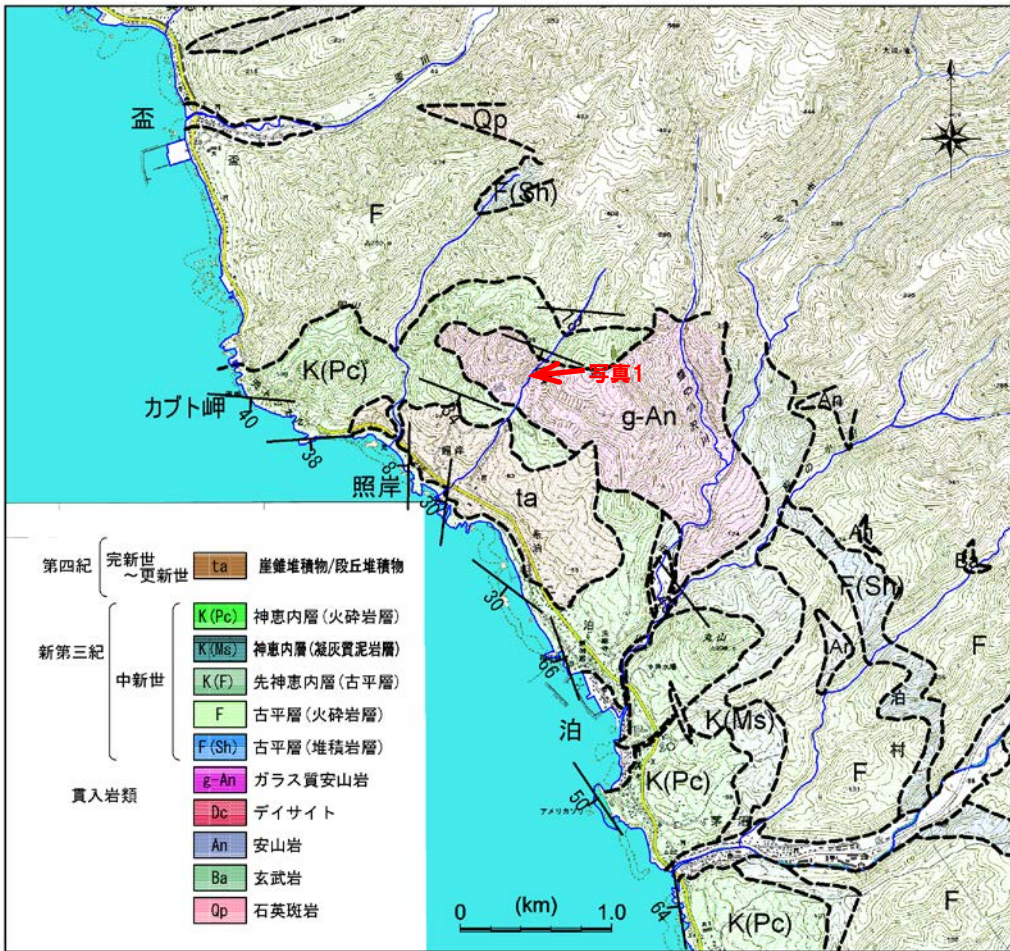


写真位置図

## (2) 兜岩の調査結果

### 兜岩 地表地質踏査 (2/10) 砕石場周辺 (1/2)

再掲 (H27/5/15審査会合)



- 兜岩周辺には、新第三系上部中新統の神恵内層の火砕岩が分布し、その山側に貫入岩が分布している。
- 貫入岩の特徴は以下のとおりである。
  - 黒色の硬質なガラス質安山岩が主体である。
  - 柱状節理が発達する部分が認められる。



写真1: 山側に分布する貫入岩

## (2) 兜岩の調査結果

### 兜岩 地表地質踏査 (3/10) 砕石場周辺 (2/2)

再掲 (H27/5/15審査会合)

- 防災科学技術研究所 (2010) では、貫入岩と神恵内層の境界付近、神恵内層の火砕岩と貫入岩の境界、神恵内層の火砕岩と崖錐堆積物の境界の山側付近に滑落崖を記載している。
- 貫入岩と神恵内層の境界は山側の採石場で認められるが、境界周辺に地すべりによる破碎を示唆するものは認められない。

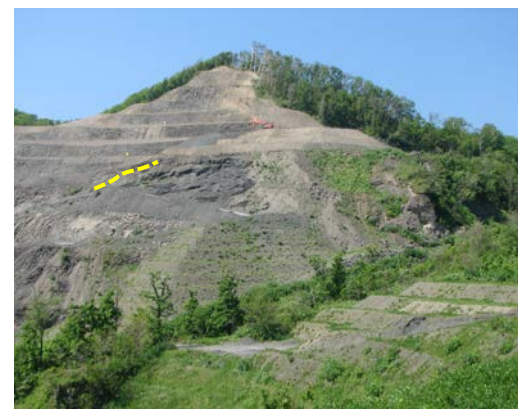
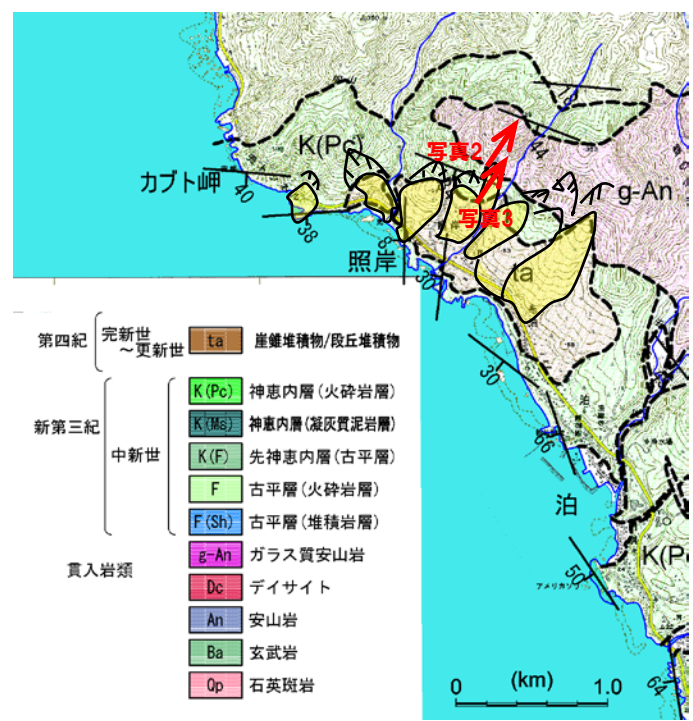


写真2

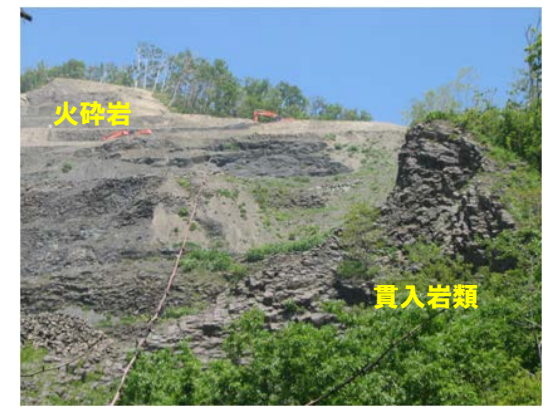


写真3

照岸地点山側の採石場

## (2) 兜岩の調査結果

兜岩 地表地質踏査 (4/10) 沿岸部 (1/3)

再掲 (H27/5/15審査会合)

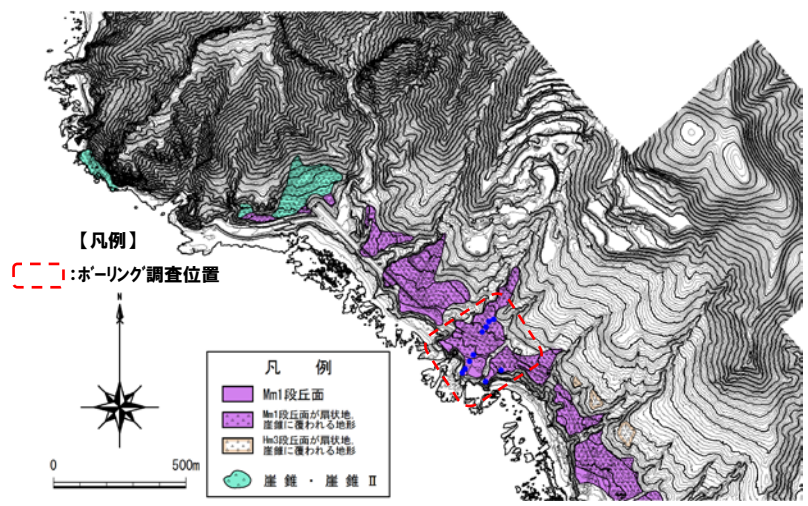
○沿岸部では神恵内層の火砕岩が塊状に分布し、地すべりによる破碎を示唆するようなものは認められない。



写真4:沿岸部の火砕岩分布状況

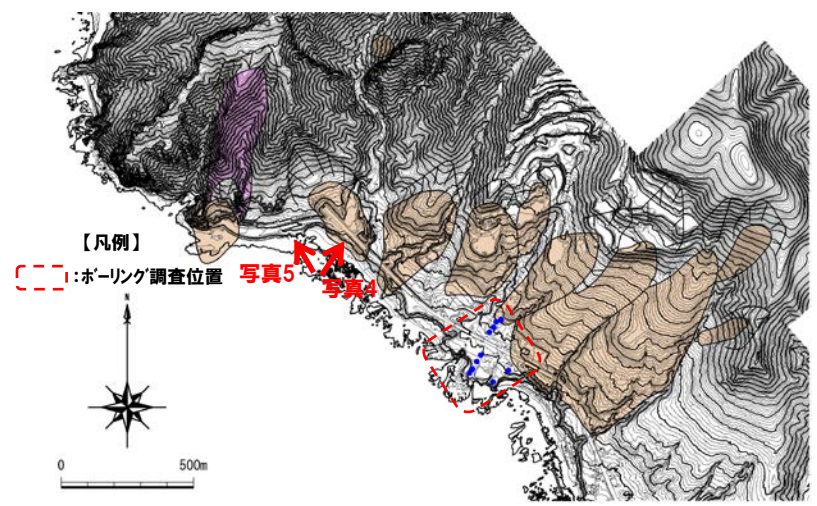


写真5:沿岸部の火砕岩分布状況



地形分類図 (原図 1/2,500)

※等高線間隔:2m



防災科学技術研究所 (2010) の範囲

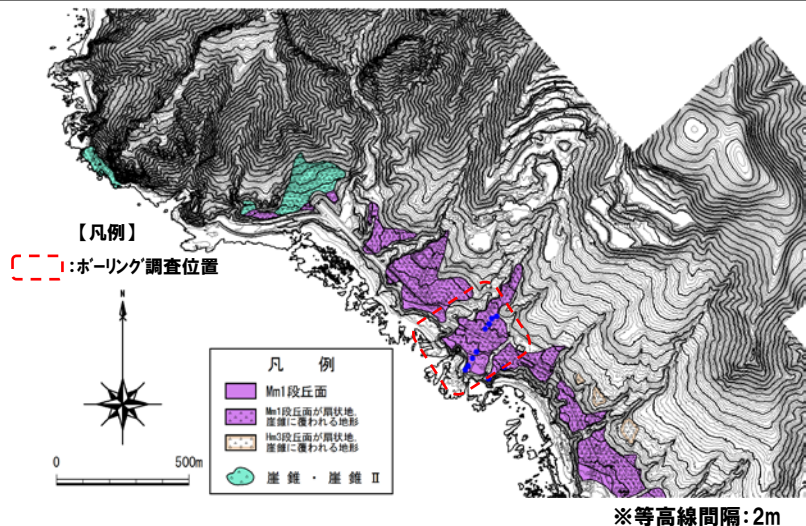
※1/2,500地形図にトレースしたもの

## (2) 兜岩の調査結果

### 兜岩 地表地質踏査 (5/10) 沿岸部 (2/3)

再掲 (H27/5/15審査会合)

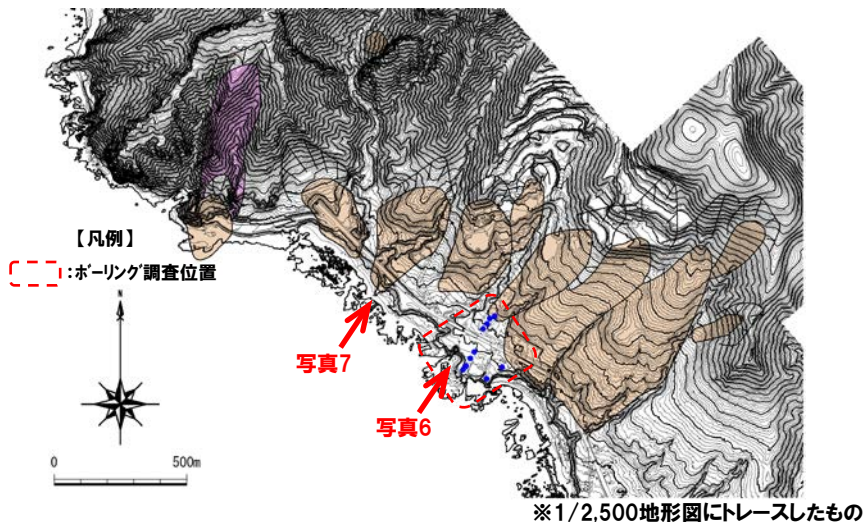
○沿岸部では神恵内層の火砕岩が塊状に分布し、地すべりによる破碎を示唆するようなものは認められない。



地形分類図 (原図 1/2,500)



写真6:沿岸部の火砕岩分布状況



防災科学技術研究所 (2010) の範囲



写真7:沿岸部の火砕岩分布状況



## (2) 兜岩の調査結果

兜岩 地表地質踏査 (6/10) 沿岸部 (3/3)

再掲 (H27/5/15審査会合)

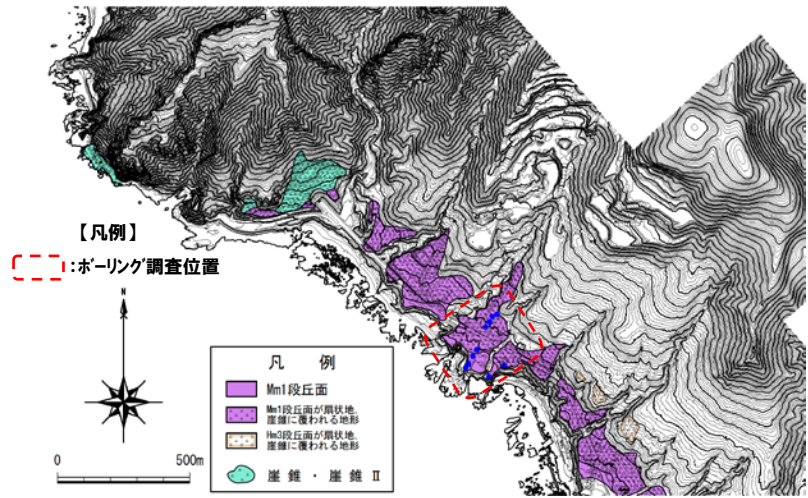
○沿岸部では神恵内層の火砕岩が塊状に分布し、地すべりによる破碎を示唆するようなものは認められない。



写真8:沿岸部の火砕岩分布状況

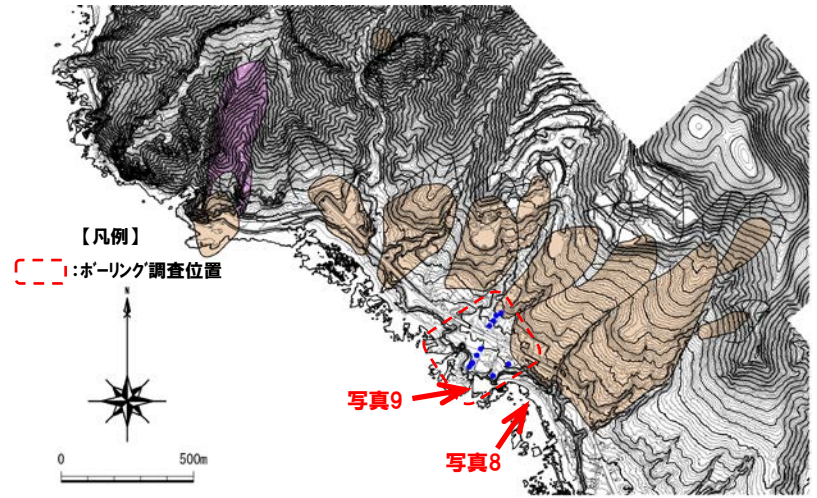


写真9:沿岸部の火砕岩分布状況



※等高線間隔:2m

地形分類図 (原図 1/2,500)



※1/2,500地形図にトレスしたもの

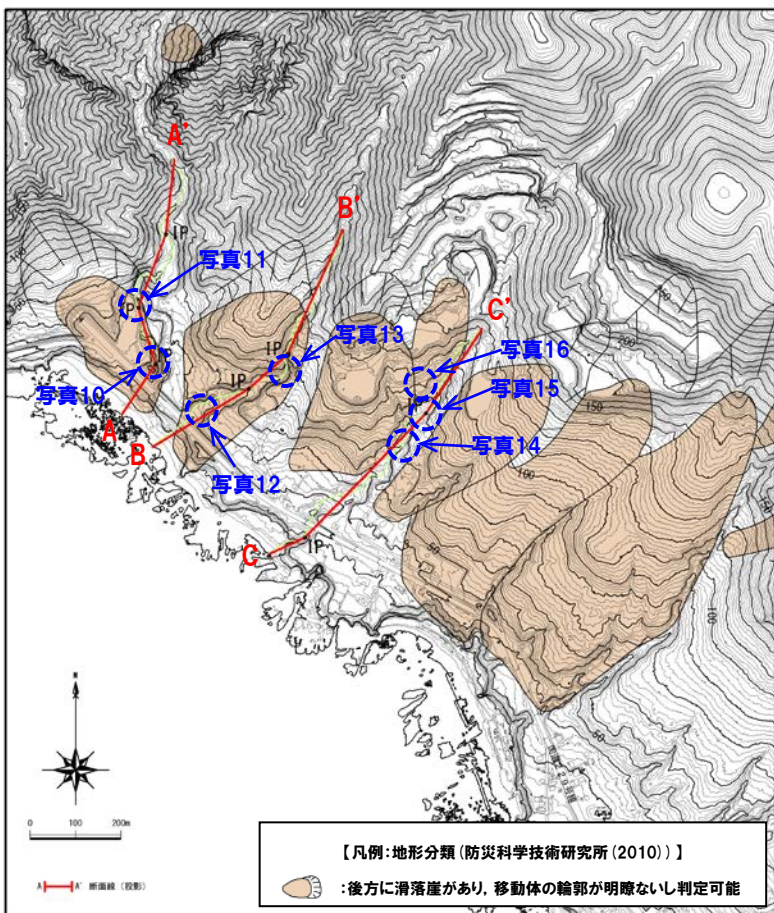
防災科学技術研究所 (2010) の範囲

## (2) 兜岩の調査結果

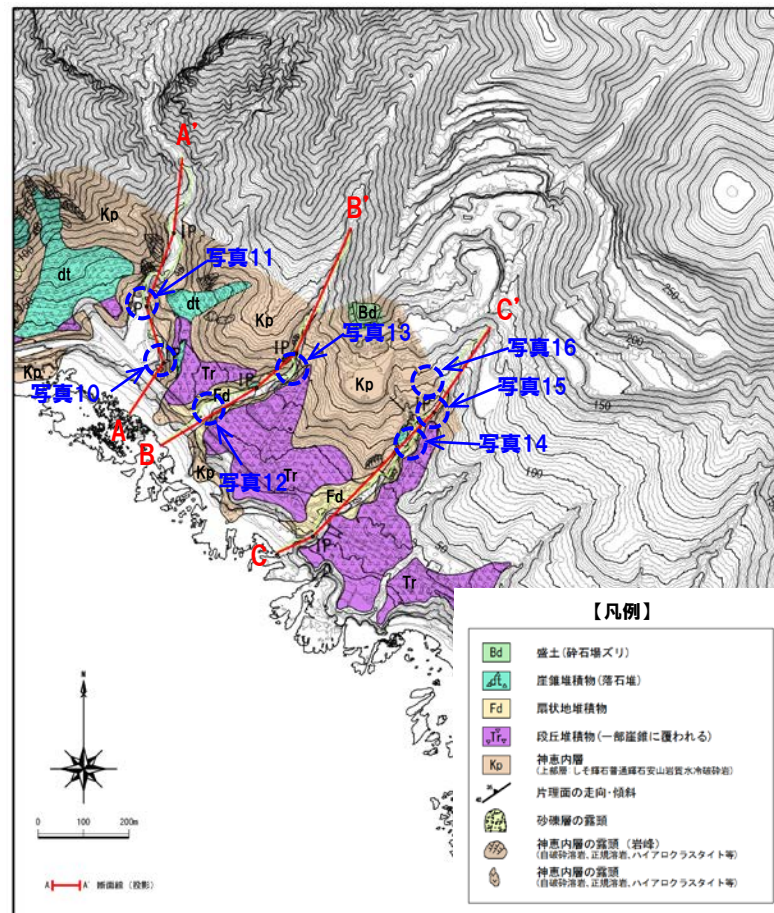
### 兜岩 地表地質踏査（7/10） 沢沿い（1/4）

再掲（H27/5/15審査会合）

- 防災科学技術研究所（2010）の範囲の河床露頭では、神恵内層の火砕岩が塊状に分布し、地すべりによる破碎を示唆するようなものは認められない。
- 周辺で基盤を覆って分布する堆積物は、礫混じりシルト質砂を主体とし、よく締まっている。



地形分類図（防災科学技術研究所（2010））



地質図

## (2) 兜岩の調査結果

兜岩 地表地質踏査 (8/10) 沢沿い (2/4)

再掲 (H27/5/15審査会合)

- A-A' 断面では、山地から神恵内層の基盤岩が分布し、山地部の河床では神恵内層の健岩が確認され、遷緩線より下流の緩斜面では段丘堆積物、扇状地堆積物が堆積し、一部河食崖に神恵内層の露頭が確認される。
- 緩斜面部では地すべりを示唆するような先端部の舌状地形は認められない。

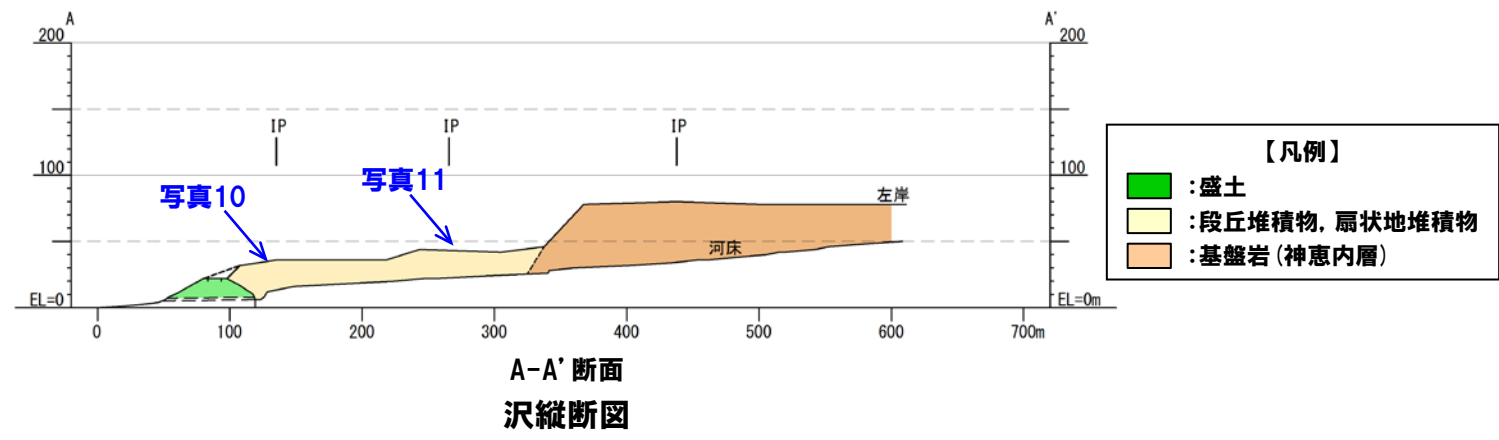


写真10: 地すべりブロック前面の沢河床の自破碎溶岩。滝を形成している。



写真11: 地すべりブロック東側の沢の河食崖に分布する自破碎溶岩。付近の河床でも確認される。



## (2) 兜岩の調査結果

兜岩 地表地質踏査 (9/10) 沢沿い (3/4)

再掲 (H27/5/15審査会合)

○B-B' 断面では、山地から神恵内層の基盤岩が分布し、山地部の河床では神恵内層の健岩が確認され、遷緩線より下流の緩斜面では段丘堆積物、扇状地堆積物が堆積し、照岸地点で実施したボーリング調査結果とも整合している。

○緩斜面部では地すべりを示唆するような先端部の舌状地形は認められない。

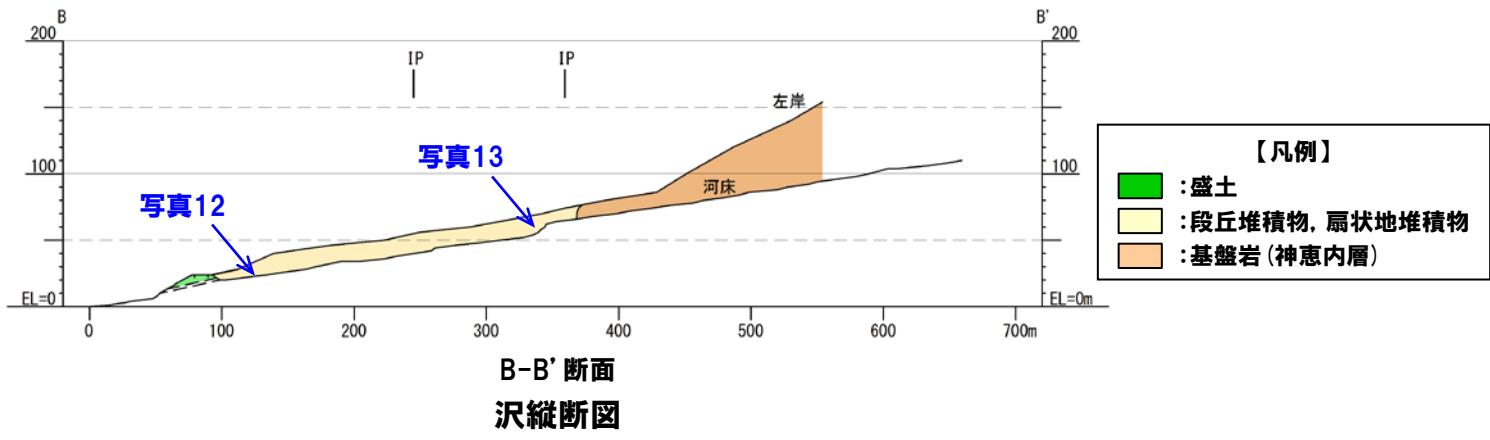


写真12: 基盤を覆って分布する扇状地性堆積物。



写真13: 神恵内層の凝灰角礫岩が河床で連続露頭する。

## (2) 兜岩の調査結果

### 兜岩 地表地質踏査（10/10） 沢沿い（4/4）

再掲（H27/5/15審査会合）

- C-C' 断面では、山地から神恵内層の基盤岩が分布し、山地部の河床では神恵内層の健岩が確認され、遷緩線より下流の緩斜面では段丘堆積物、扇状地堆積物が厚く堆積し、一部河食崖に神恵内層の基盤岩が分布する。
- 緩斜面部では地すべりを示唆するような先端部の舌状地形は認められない。

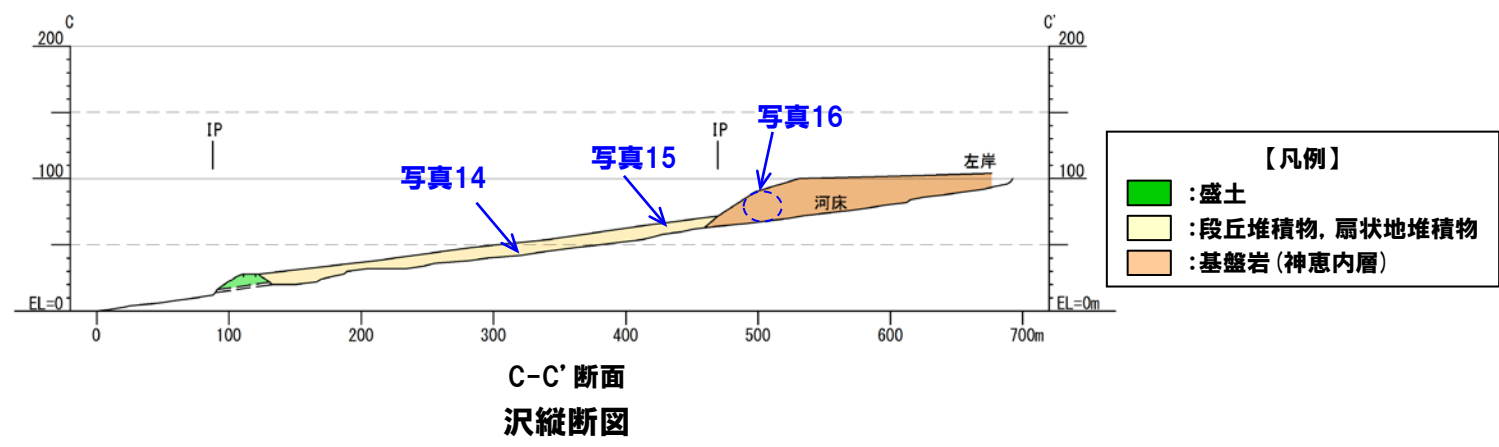


写真14: 河床に分布するよく締まった礫層。



写真15: 写真6の上流には、河食崖基部に神恵内層の凝灰角礫岩の露頭が点在する。



写真16: 右岸の河食崖に分布する神恵内層の凝灰角礫岩の露頭。

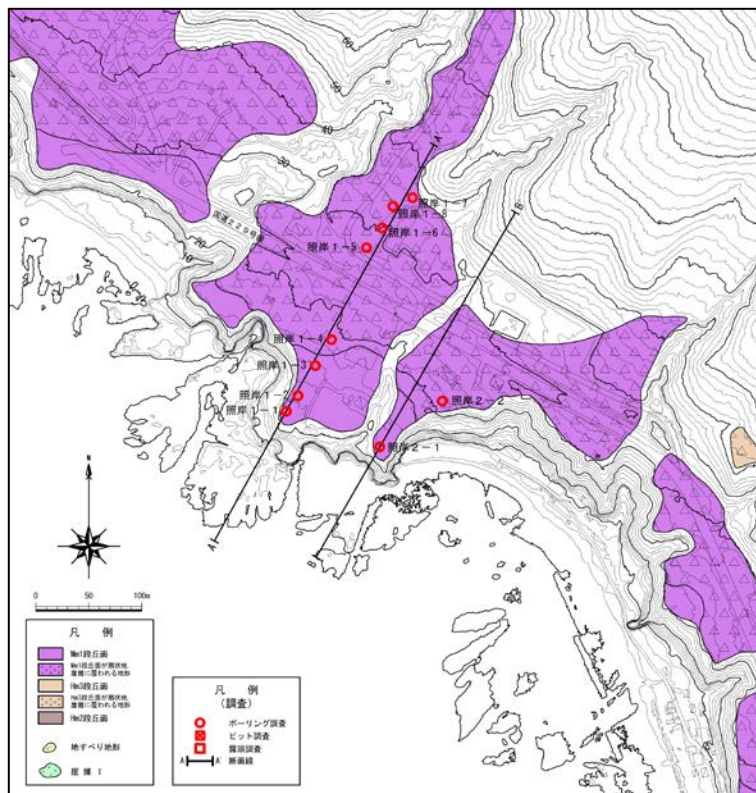
## (2) 兜岩の調査結果

### 兜岩 ボーリング調査 (1/2)

再掲 (H27/5/15審査会合)

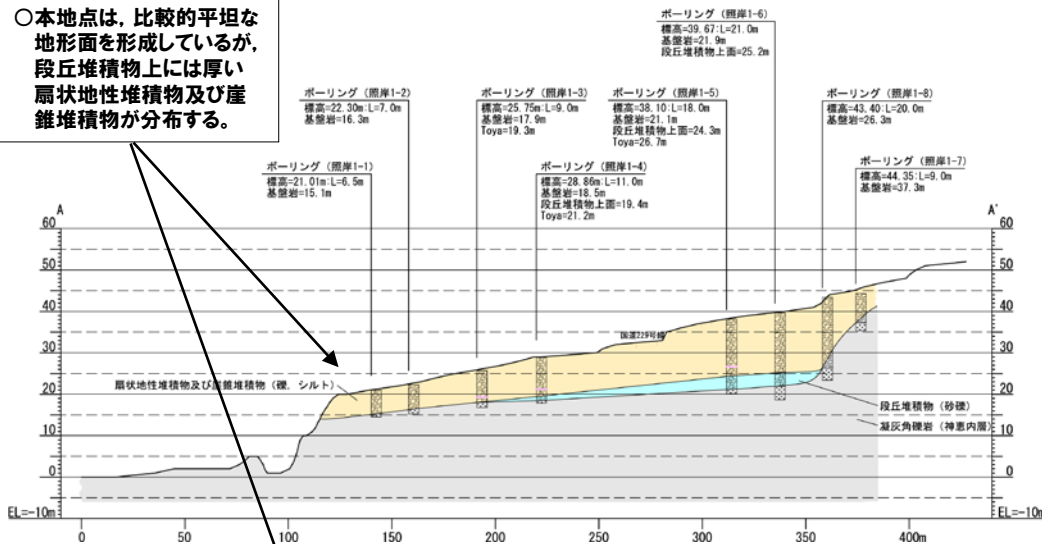
○防災科学技術研究所 (2010) により指摘される地すべり分布の下部～下流の海岸部で実施したボーリング調査結果では、基盤岩の上位に段丘堆積物及び洞爺火山灰が認められ、岩盤と堆積物の間に堆積物の乱れは認められず、境界もスムーズに連続する。

### 泊村 照岸

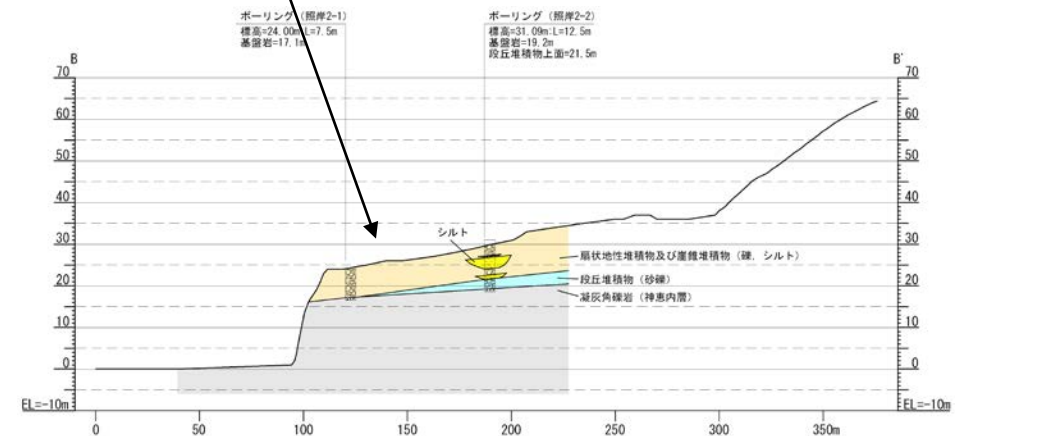


地形分類図

○本地点は、比較的平坦な地形面を形成しているが、段丘堆積物上には厚い扇状地性堆積物及び崖錐堆積物が分布する。



A-A' 断面



B-B' 断面

## (2) 兜岩の調査結果

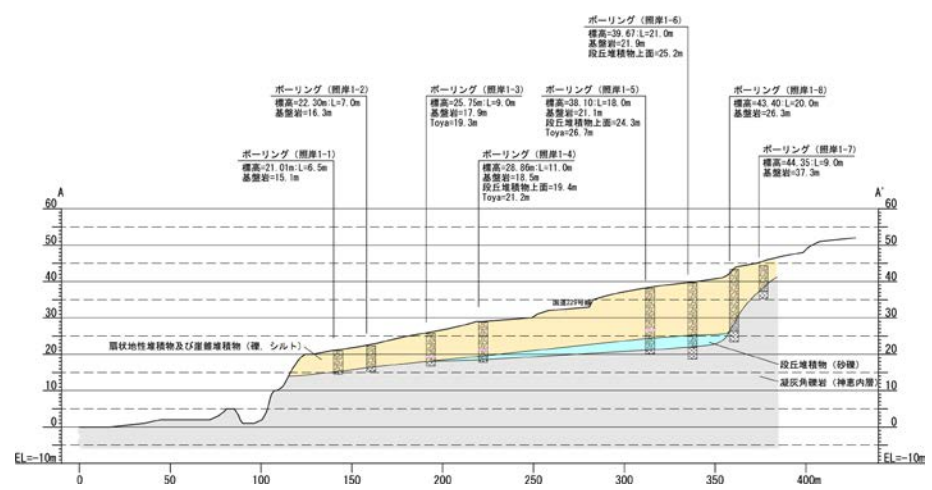
### 兜岩 ボーリング調査 (2/2)

再掲 (H27/5/15審査会合)

- 照岸地点のボーリングコアについては、以下のことが確認され、ボーリング調査地点においては、地すべりを示唆するものは認められない。
- 基盤と堆積物の境界付近はほぼ一様に連続し、地すべりによる影響を受けていない。
- 沿岸部の露頭及びボーリングコアで確認される基盤岩は健岩であり、ブロック状に破碎された部分や擦痕等は認められない。
- 段丘堆積物の上位の地層は、周辺と同様のシルト質な砂礫が主体で、基質はシルトを含む細粒砂、礫は安山岩質で粒径の大きい角礫、亜角礫、亜円礫が混入しており、地表地質踏査で確認されているものと同様であり、崖錐堆積物、または扇状地性堆積物と推定される。
- なお、これらの堆積物中にせん断面やシート状の粘土の挟在等は認められない。



照岸地点遠景



照岸地点断面図

## (2) 兜岩の調査結果

### 兜岩の調査結果（まとめ）

一部修正 (H27/5/15審査会合)

#### 【空中写真判読結果・地形判読結果】

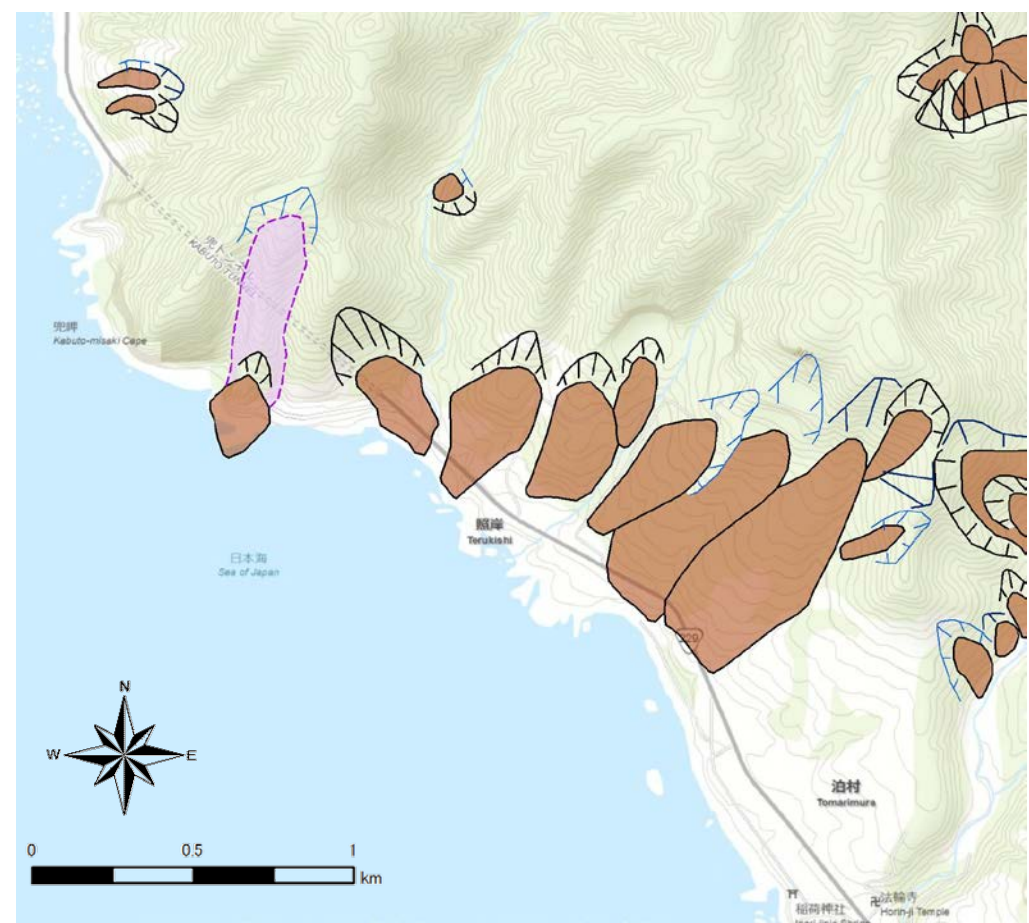
○明瞭な滑落崖、側方崖等の特徴的な地形や、等高線の乱れは認められない。

#### 【地表地質踏査結果】

○防災科学技術研究所（2010）に示される滑落崖付近において、地すべりによる破碎を示唆するようなものは認められない。

#### 【ボーリング調査結果】

- 地すべり地形末端付近のボーリングコアで確認される基盤岩は健岩であり、ブロック状に破碎された部分や擦痕等は認められない。
- また、基盤と堆積物の境界付近はほぼ一様に連続しており、堆積物中にせん断面やシート状の粘土の挟在等は認められないことから、崩積土地すべりが想定されない。
- 沢部に堆積する崖錐堆積物及び扇状地性堆積物の層厚は10m～20m程度で、ボーリング調査結果で確認した層厚と顕著な差は認められない。



地すべり地形位置図（兜岩）  
（防災科学技術研究所（2010）より引用）

○空中写真判読結果・地形判読結果、地表地質踏査結果及びボーリング調査結果を踏まえ、敷地に影響のある津波を発生させる可能性がある津波として、兜岩は選定しない。