

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
2. 既往津波の検討
3. 地震に伴う津波
4. 地震以外の要因に伴う津波
 4. 1 火山による山体崩壊に伴う津波
 - (1) 対象火山の抽出
 - (2) 地形変化量分布の設定
 - (3) 火山活動を考慮した山体崩壊の影響
 - (4) Kinematic landslideモデルと二層流モデルとの比較
 - (5) 数値シミュレーション結果
 4. 2 海底地すべりに伴う津波
 - (1) 海底地すべり地形の抽出
 - (2) パラメータの設定根拠
 - (3) Kinematic landslideモデルと二層流モデルとの比較
 - (4) 数値シミュレーション結果
 4. 3 陸上の斜面崩壊（陸上地すべり）に伴う津波
 - (1) 川白の調査結果
 - (2) 兜岩の調査結果
 - (3) 二つ岩の調査結果
 - (4) 弁慶岩の調査結果
 - (5) パラメータの設定根拠
 - (6) Kinematic landslideモデルと二層流モデルとの比較
 - (7) 数値シミュレーション結果
 4. 4 陸上の斜面崩壊（岩盤崩壊）に伴う津波
 - (1) 文献調査
 - (2) 調査結果
 - (3) パラメータの設定根拠
 - (4) 数値シミュレーション結果
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
6. 基準津波策定
7. 行政機関による津波評価

参考文献

(1) 川白の調査結果

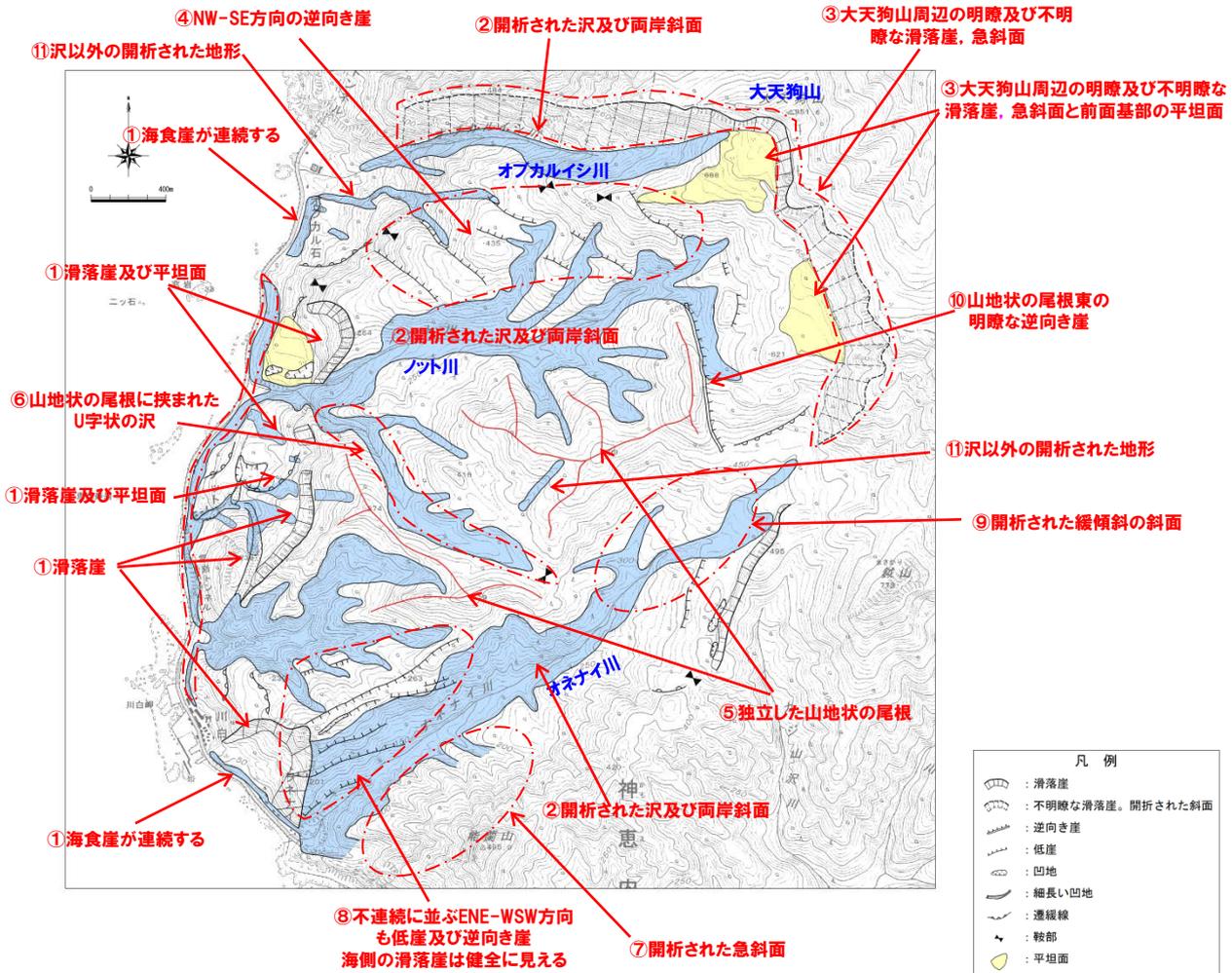
川白 空中写真判読 (1/15) 地形要素図 (1/3)

再掲 (H27/5/15 審査会合)

○縮尺4万分の1及び1万5千分の1の空中写真判読並びに縮尺1/2,500の地形図判読を行い地形要素を抽出した。

○判読範囲における地形の特徴は、以下のとおりである。

- ① (海岸部) 海食崖が連続するほか、明瞭な滑落崖及び基部平坦面が認められる。
- ② (オブカルイシ川・ノット川・オネナイ川沿い) 両岸斜面は開析された地形である。
- ③ (大天狗山周辺) 明瞭及び不明瞭な滑落崖、若しくは、急斜面が連続し、その前面には断続的に平坦面が分布する。
- ④ (オブカルイシ川～ノット川) NW-SE方向の逆向き崖が認められる。
- ⑤ (ノット川～オネナイ川) 独立した山地状の尾根が発達し、連続する斜面は急傾斜である。
- ⑥ (山地状の尾根の間) U字状の開析された沢が分布する。
- ⑦ (オネナイ川下流～中流左岸斜面) 開析されており、滑落崖や基部の地すべり土塊は認められない。
- ⑧ (オネナイ川下流右岸斜面) 不連続に並ぶENE-WSW方向の低崖及び逆向き崖が認められる。
- ⑨ (オネナイ川上流) 沢、両岸斜面とも開析され緩傾斜を呈する。
- ⑩ (山地状の尾根の東) 明瞭な逆向き崖が認められる。
- ⑪ (その他) 沢以外においても開析された地形が認められる。



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
	: 連緩線
	: 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

地形要素図

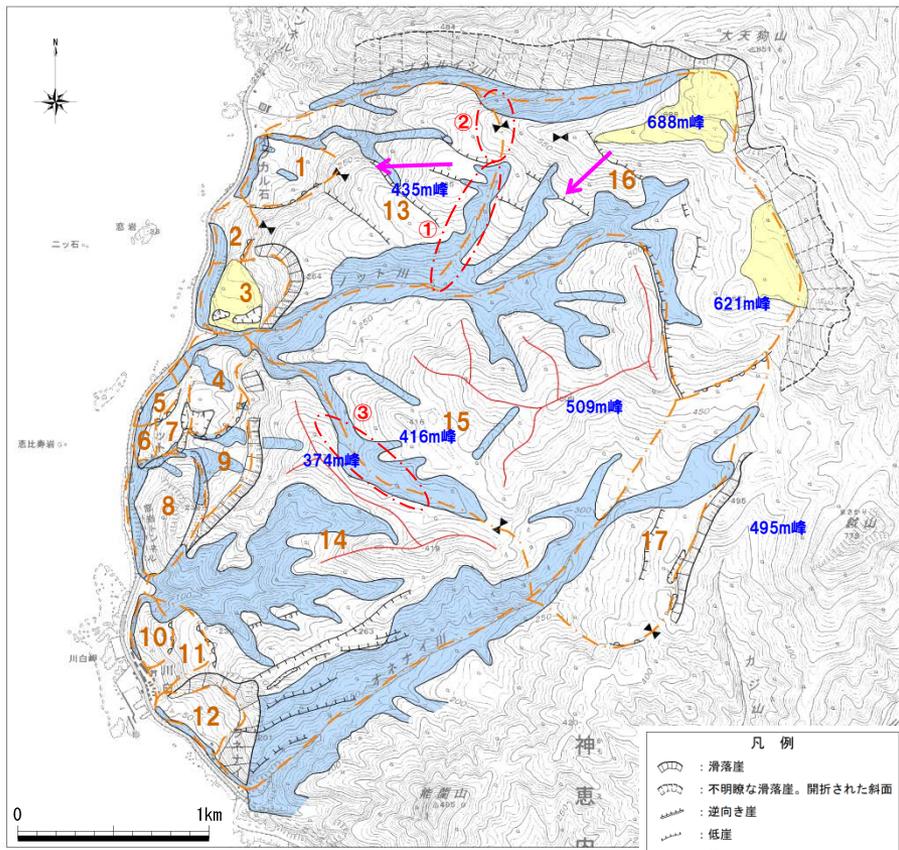
(1) 川白の調査結果

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。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。
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。
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。北側方崖はブロック9側方崖と同じ。
5	遷緩線と連続する地形を抽出。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。
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。ブロック5・8との側方崖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。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。ブロック7と凹地が連続せず、北側方崖をブロック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。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。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
 - 侵食谷、海岸沿いは海食崖

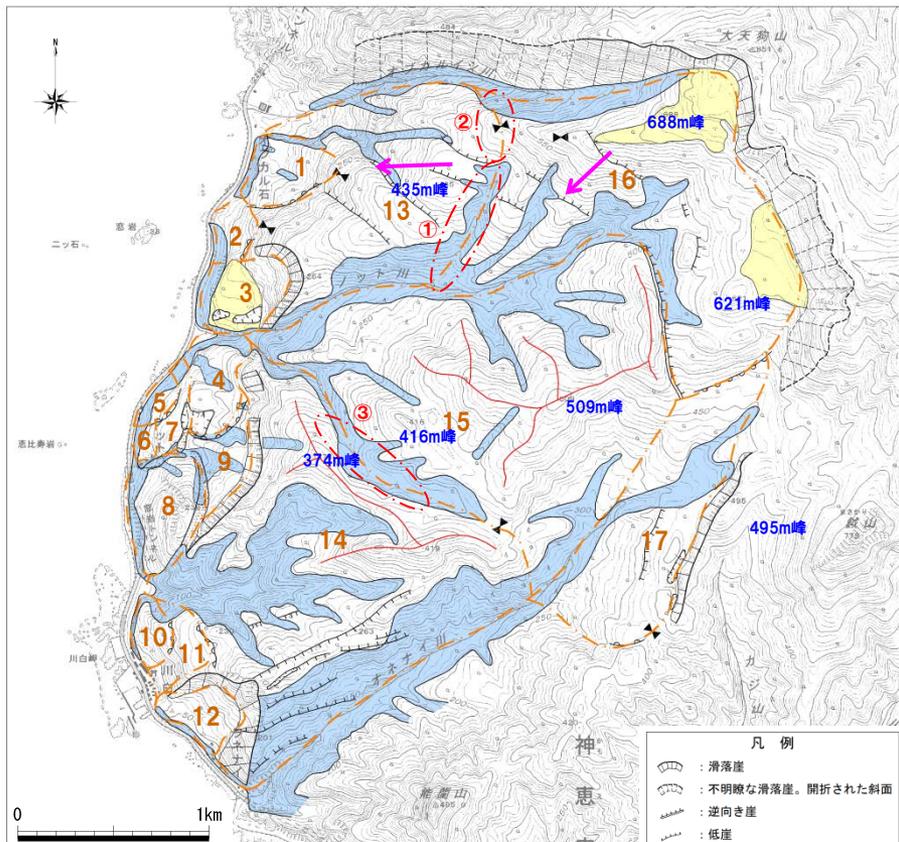
(1) 川白の調査結果

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。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。
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。側方崖はオブ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、側方崖をオブ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

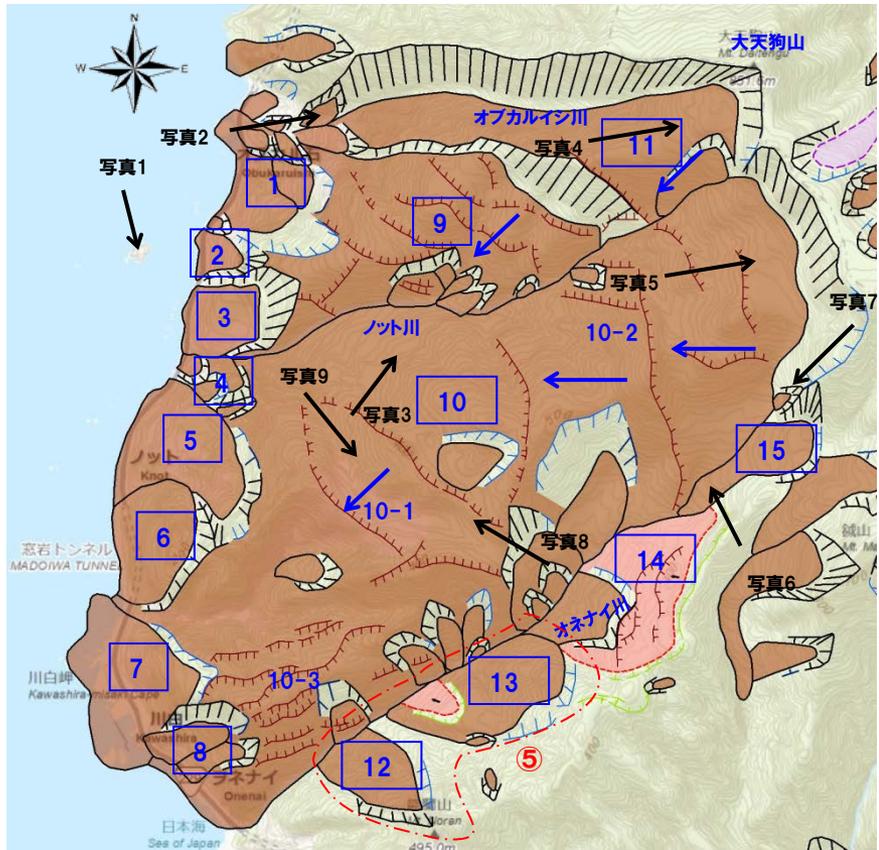
- 凡例
- 滑落崖
 - 不明瞭な滑落崖。開析された斜面
 - 逆向き崖
 - 低崖
 - 凹地
 - 細長い凹地
 - 遷緩線
 - 鞍部
 - 平坦面
 - 地すべりに見えない尖った尾根
谷壁斜面は急勾配
 - 浸食谷、海岸沿いは海食崖

(1) 川白の調査結果

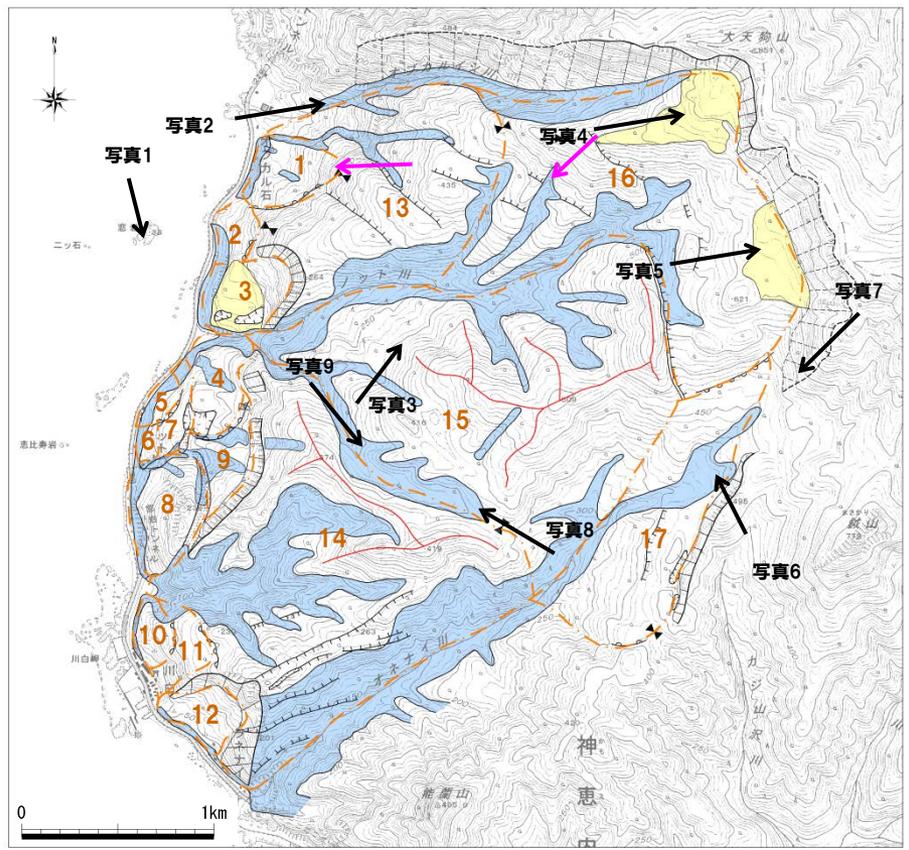
川白 空中写真判読 (4/15) 防災科学研究所 (2010) との比較 (1/11)

再掲 (H27/5/15 審査会合)

○地すべり地形DB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1万5千分の1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、地すべり地形DBの判読結果と差が認められる部分がある。



地すべり地形DB (WEB) (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

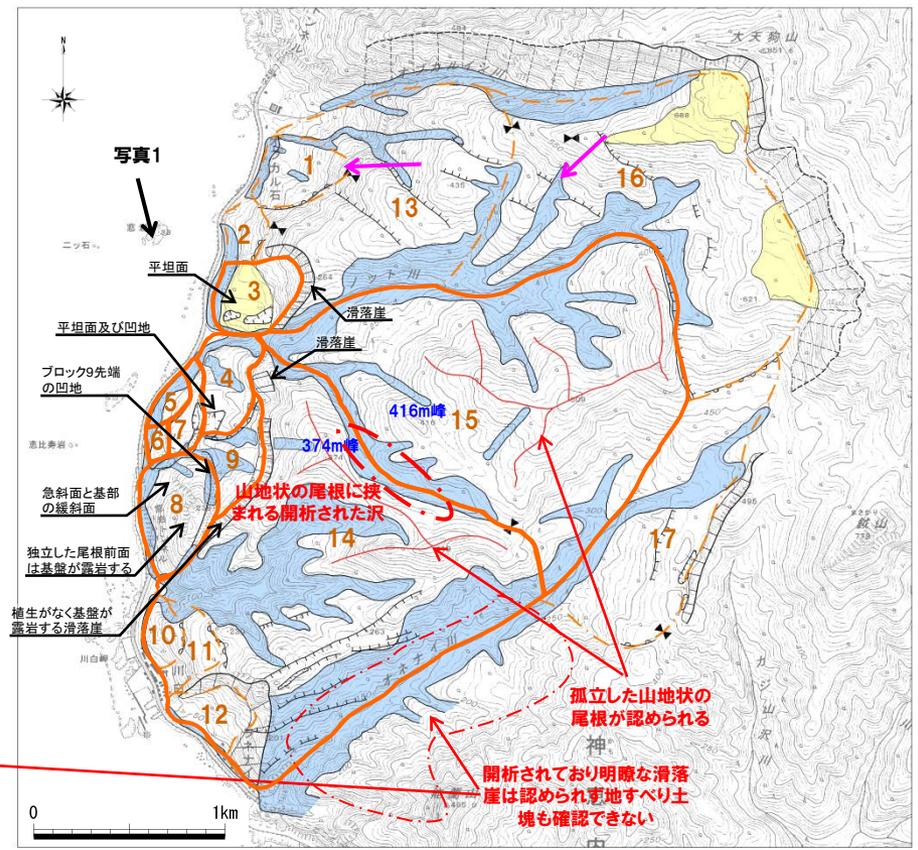
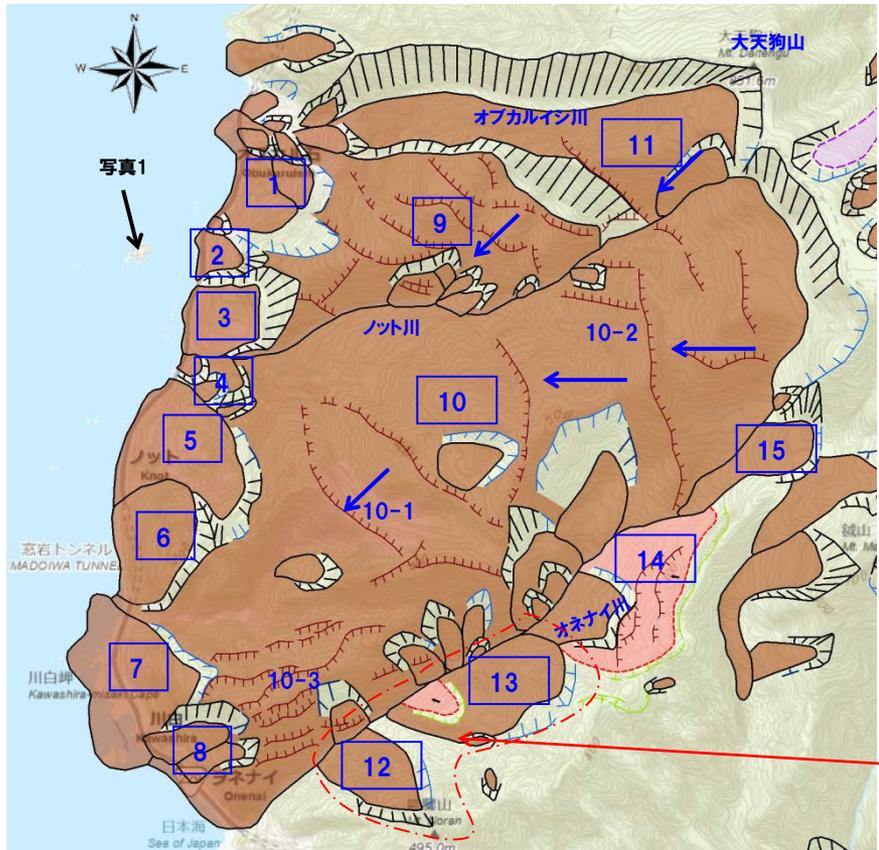
(1) 川白の調査結果

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

再掲 (H27/5/15 審査会合)

【海岸部】

- 地すべり地形DB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)。
- 地すべり地形DBのブロック5は、滑落崖基底部の標高が異なることから、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)。
- 地すべり地形DB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。



地すべり地形DB (WEB) (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)

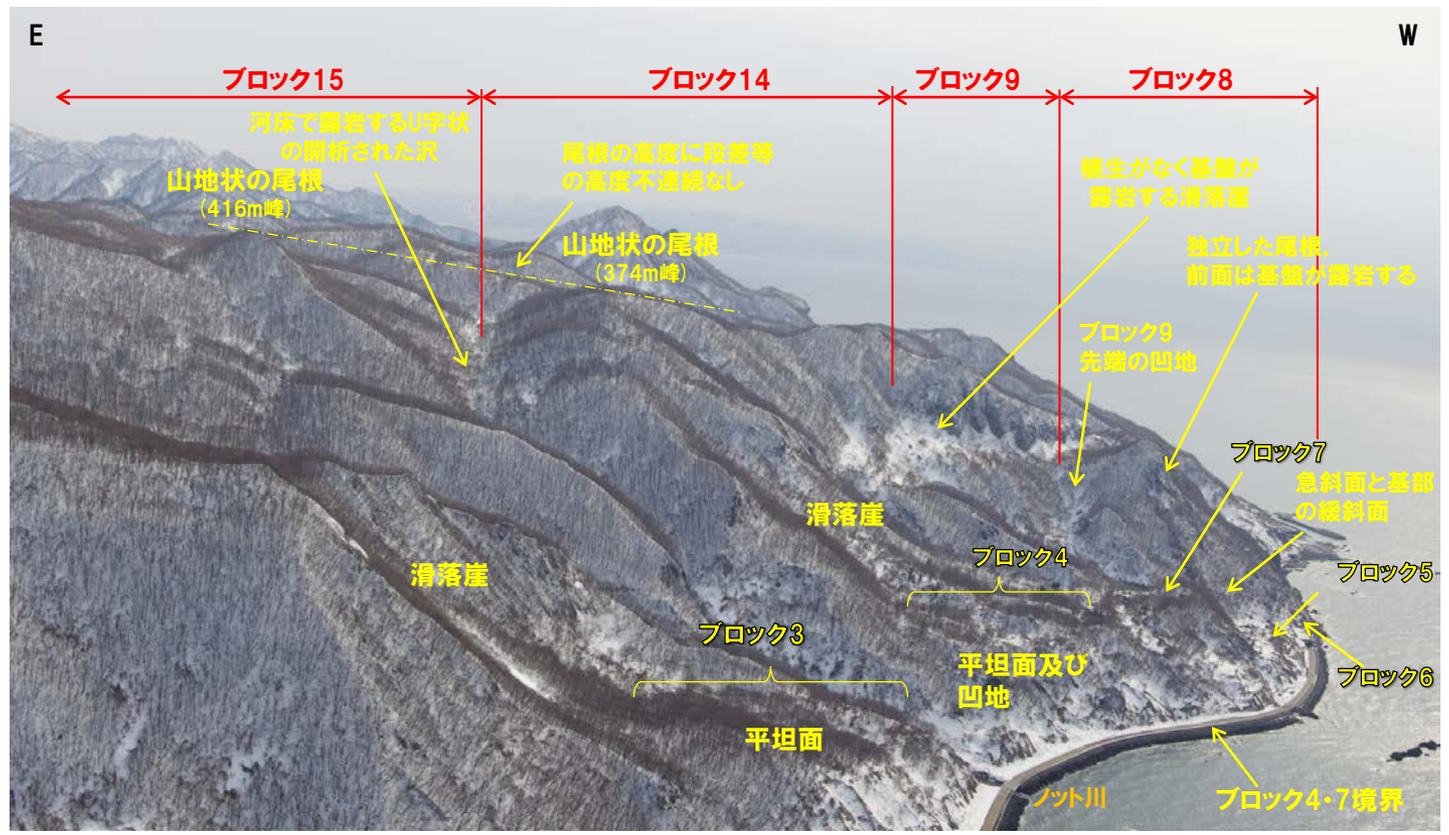


写真1:ブロック3～9, 14,15の状況
 ノット川を挟んでブロック3・4が分布する。
 ブロック14・15は、開析された沢を境界とした。
 山地状の尾根の高度は一樣勾配であり、境界を挟んで地すべりの発生による段差等の高度不連続は認められない。
 ブロック9の基部斜面先端に凹地が認められ、ブロック8との境界とした。
 ブロック8は独立した尾根に見える。
 ブロック5・6・7の滑落崖基部は、それぞれ標高が異なることから活動時期が異なると推定され、個別の評価とした。

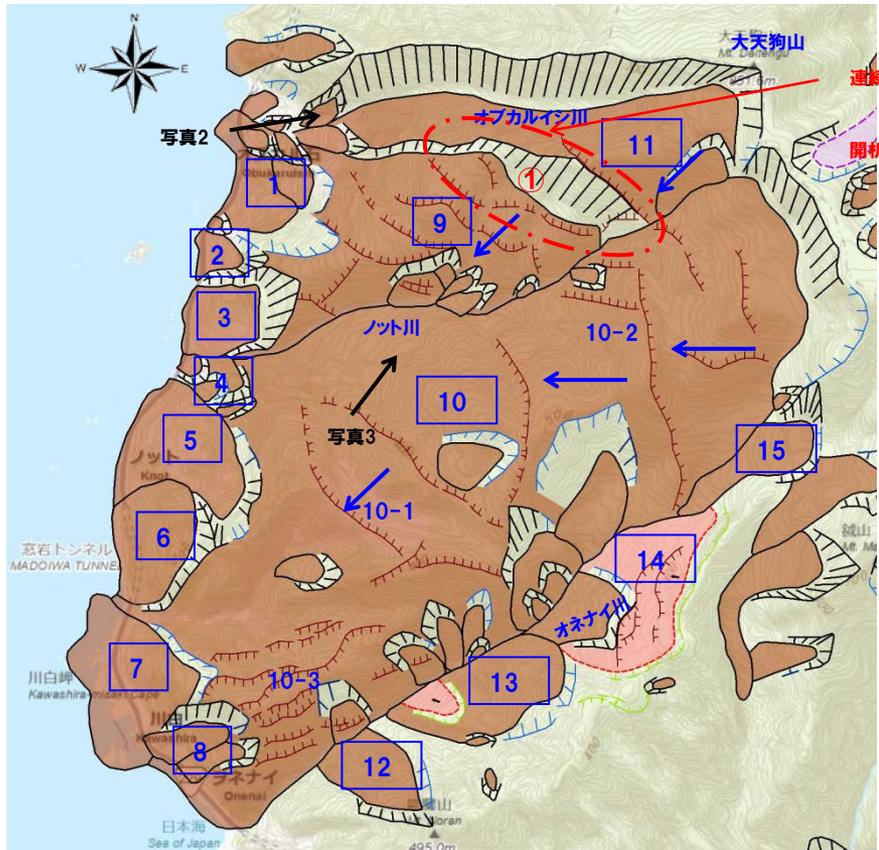
(1) 川白の調査結果

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

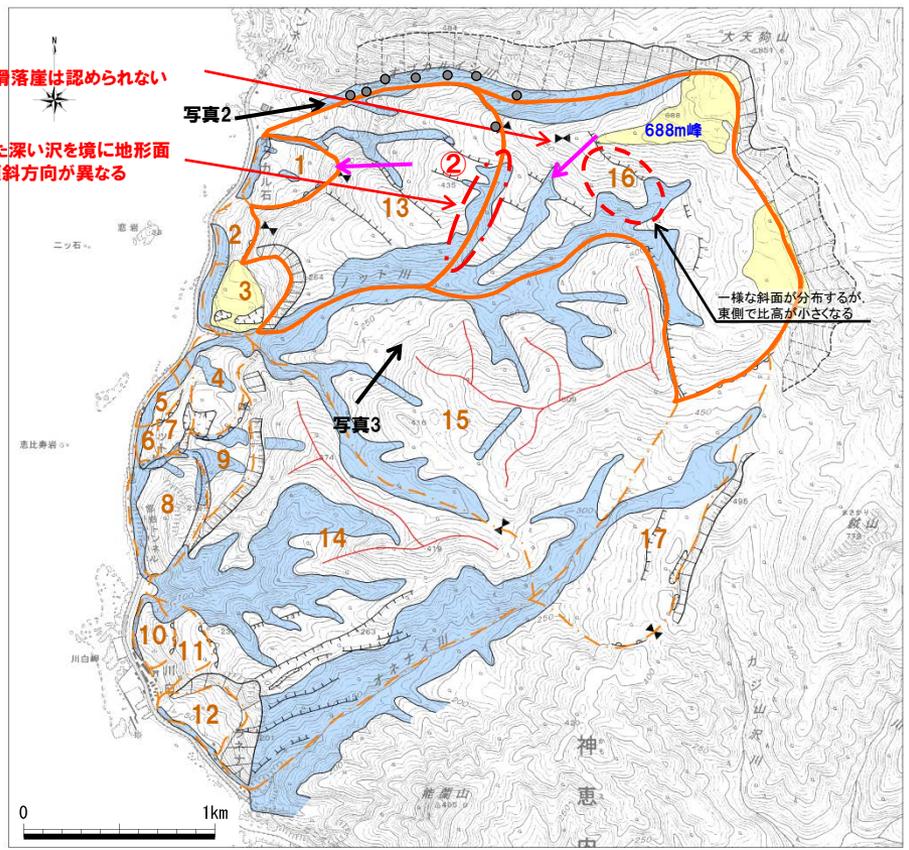
再掲 (H27/5/15 審査会合)

【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)。
- 地すべり地形DB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)。
- 地すべり地形DB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)。
- 地すべり地形DB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。



地すべり地形DB (WEB) (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

(1) 川白の調査結果

川白 空中写真判読 (8/15) 防災科学研究所 (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 (地すべり地形DB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。
 地すべり地形DB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 (地すべり地形DBブロック9・11)
 地すべり地形DB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。

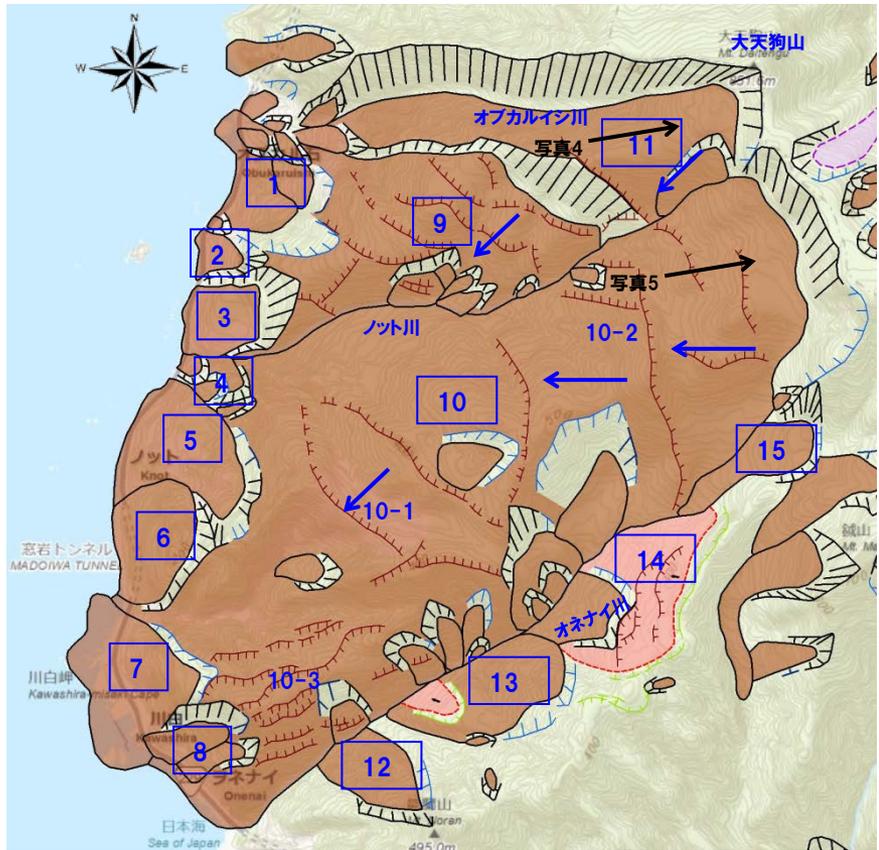
(1) 川白の調査結果

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

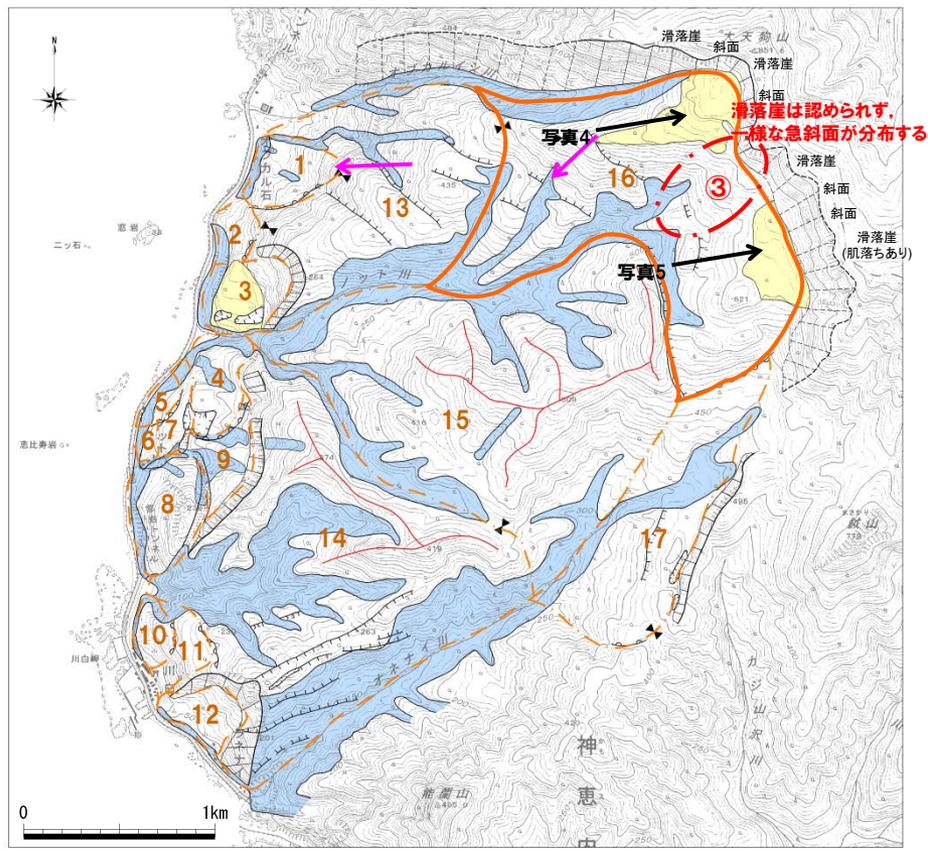
再掲 (H27/5/15 審査会合)

【大天狗山周辺】

- 地すべり地形DB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、地すべり地形DB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)。



地すべり地形DB (WEB) (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、地すべり地形DB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。

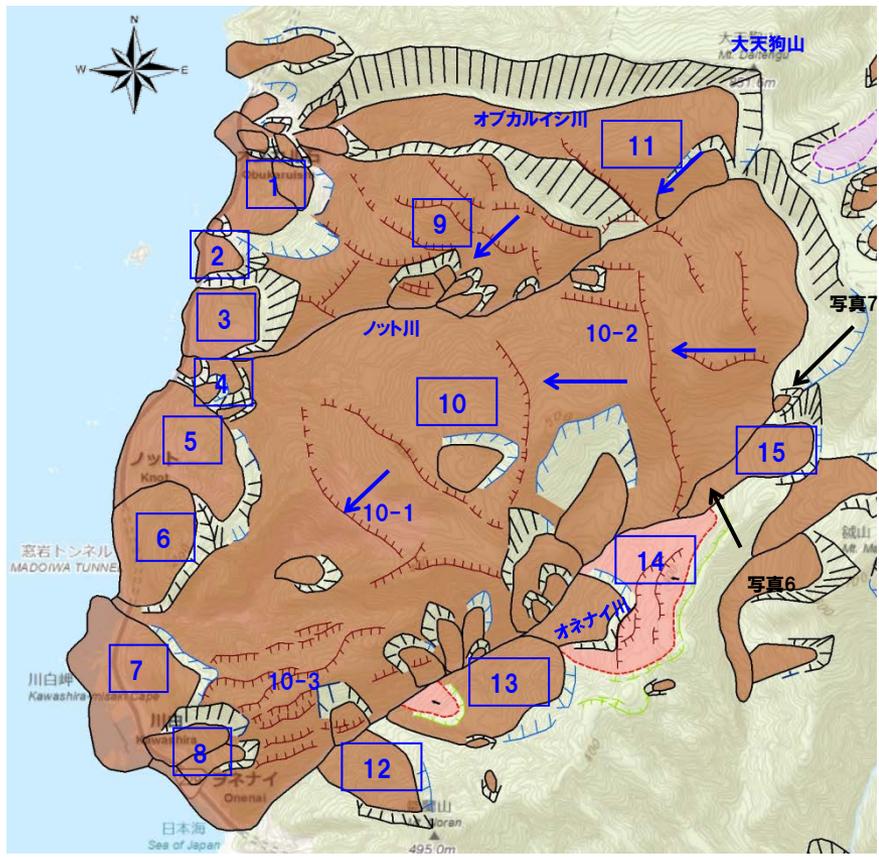
(1) 川白の調査結果

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

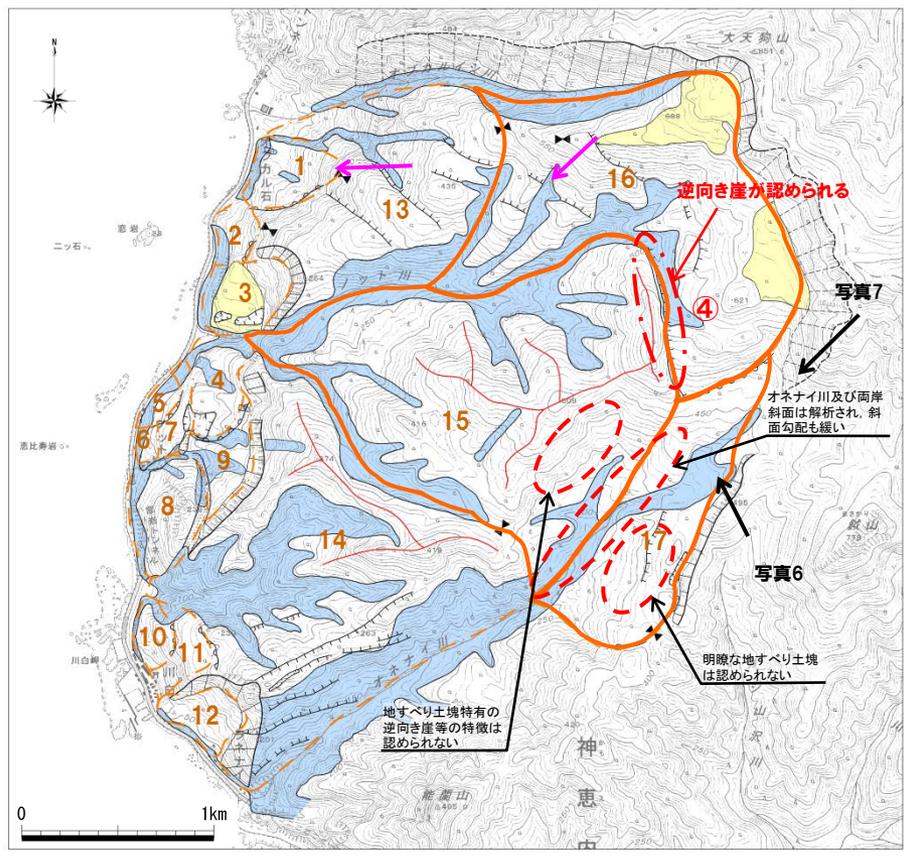
再掲 (H27/5/15 審査会合)

【大天狗山南～オネナイ川上流周辺】

- 地すべり地形DB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（地すべり地形DB10-2）」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（地すべり地形DB10-2）」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）。
- 地すべり地形DB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）。



地すべり地形DB (WEB) (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）

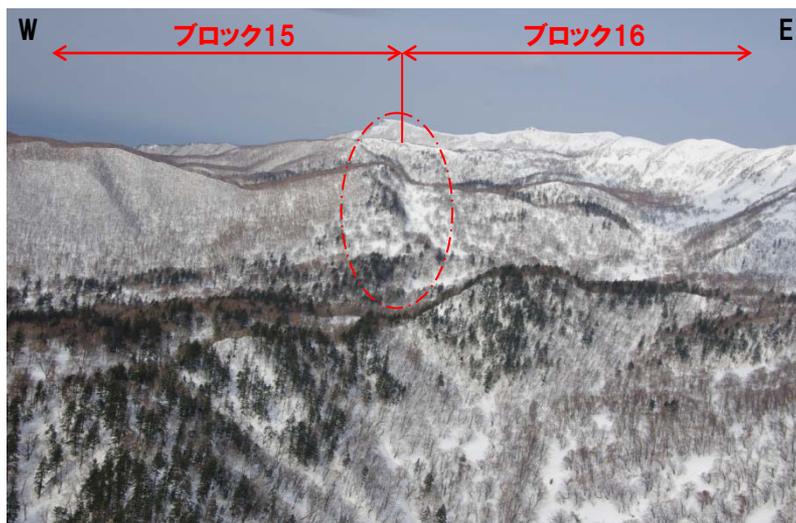


写真6:ブロック15・16境界（地すべり地形DBブロック10）
 ブロック15では地すべり土塊特有の逆向き崖や低崖等の地表面の特徴は認められない。
 ブロック境界の逆向き崖は滑落崖にも見え、ブロック16の移動方向は南北方向の可能性も考えられる。
 両ブロックとも植生のある開析された斜面である。

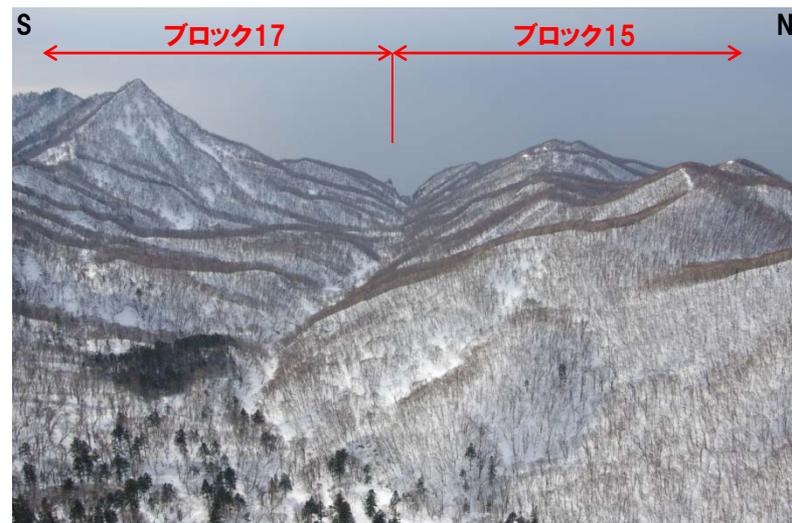


写真7:ブロック15・17境界（地すべり地形DBブロック10・15）
 ブロック境界にあたるオネナイ川及び両岸斜面は開析され、斜面勾配も緩い。
 ブロック17は明瞭な地すべり土塊が認められず、緩傾斜の崖錐斜面の可能性が考えられる。
 ブロック15の斜面には地すべり土塊特有の逆向き崖等の特徴は認められない。

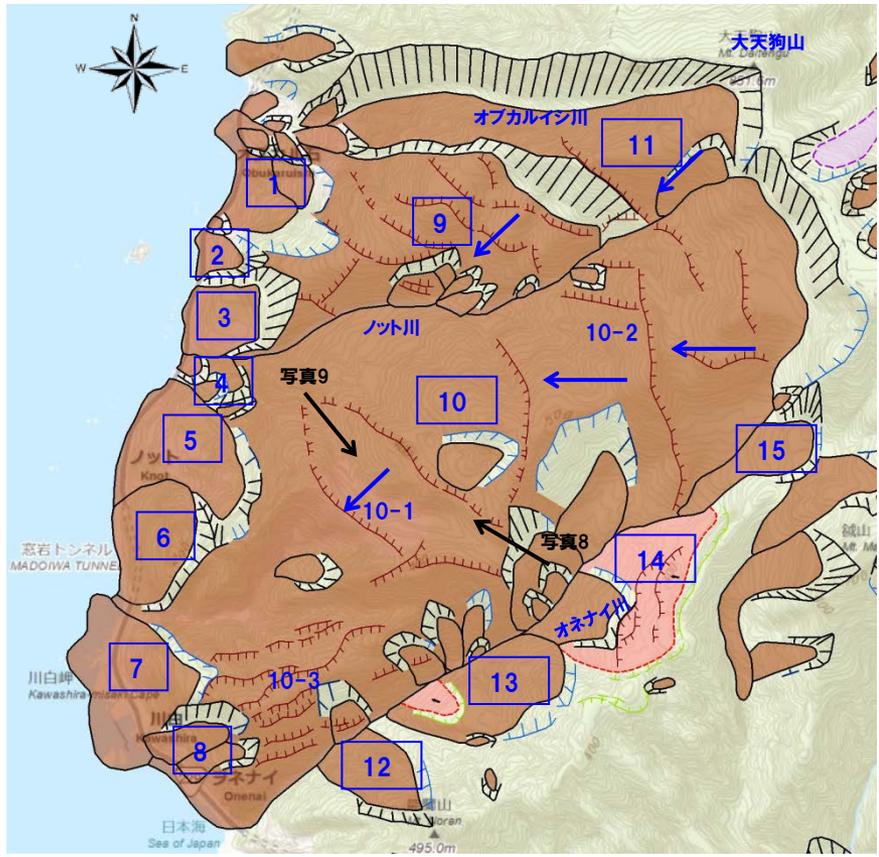
(1) 川白の調査結果

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

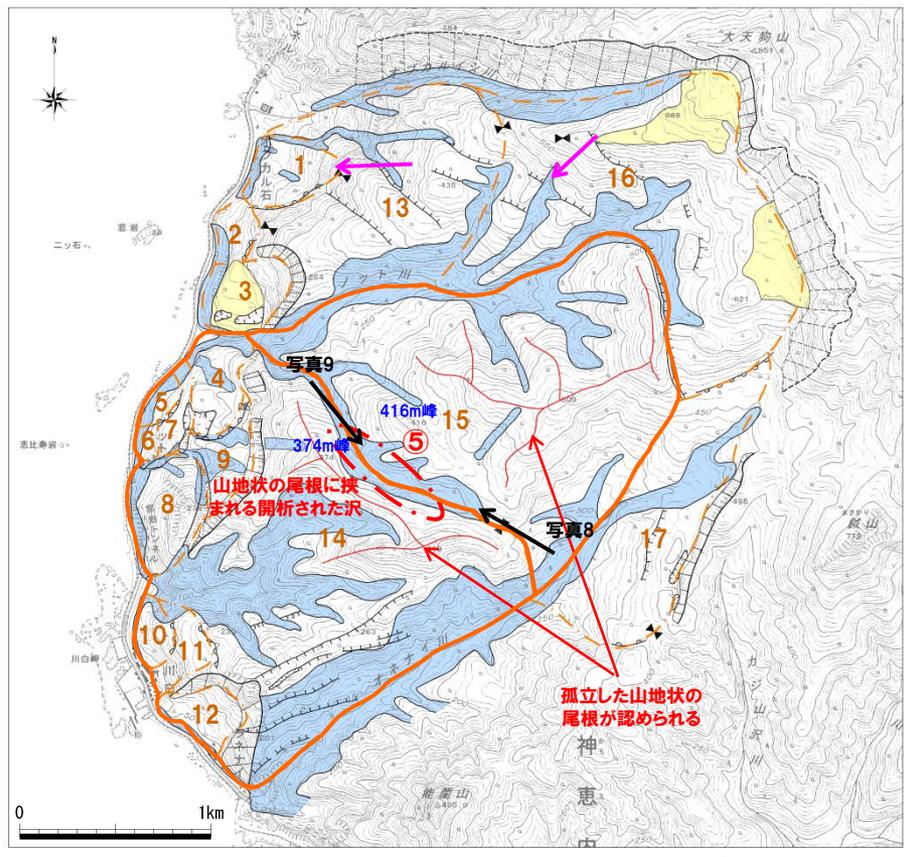
再掲 (H27/5/15 審査会合)

【ノット川～オネナイ川】

- 山間部では、地すべり地形DBのブロック9～15の7ブロックを、縮尺1万5千分の1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。
- 地すべり地形DB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（地すべり地形DB10-1）」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、地すべり地形DB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）。



地すべり地形DB (WEB) (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 (地すべり地形DB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、地すべり地形DBで記載される逆向き崖や低崖は認められない。

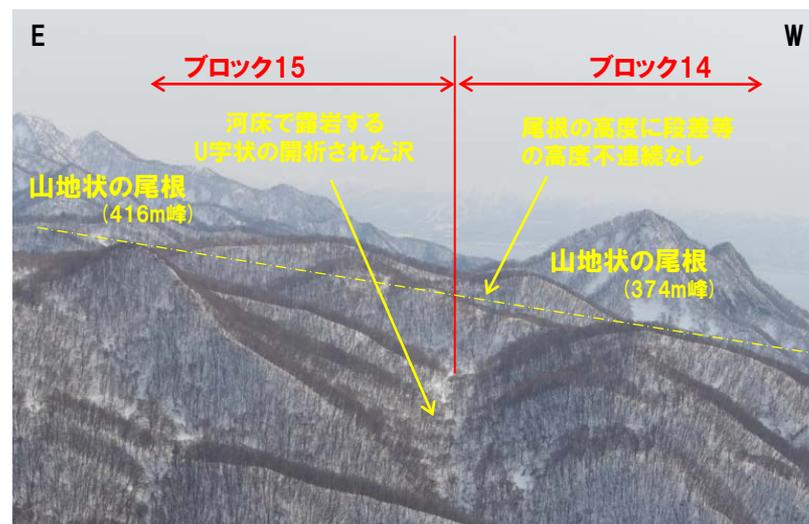


写真9: (写真1の拡大) ブロック14・15境界 (地すべり地形DBブロック10)
 ブロック14・15は、開析された沢を境界とした。
 山地状の尾根の高度は一様勾配であり、境界を挟んで地すべりの発生による段差等の高度不連続は認められない。

(1) 川白の調査結果

川白 空中写真判読 (15/15) まとめ

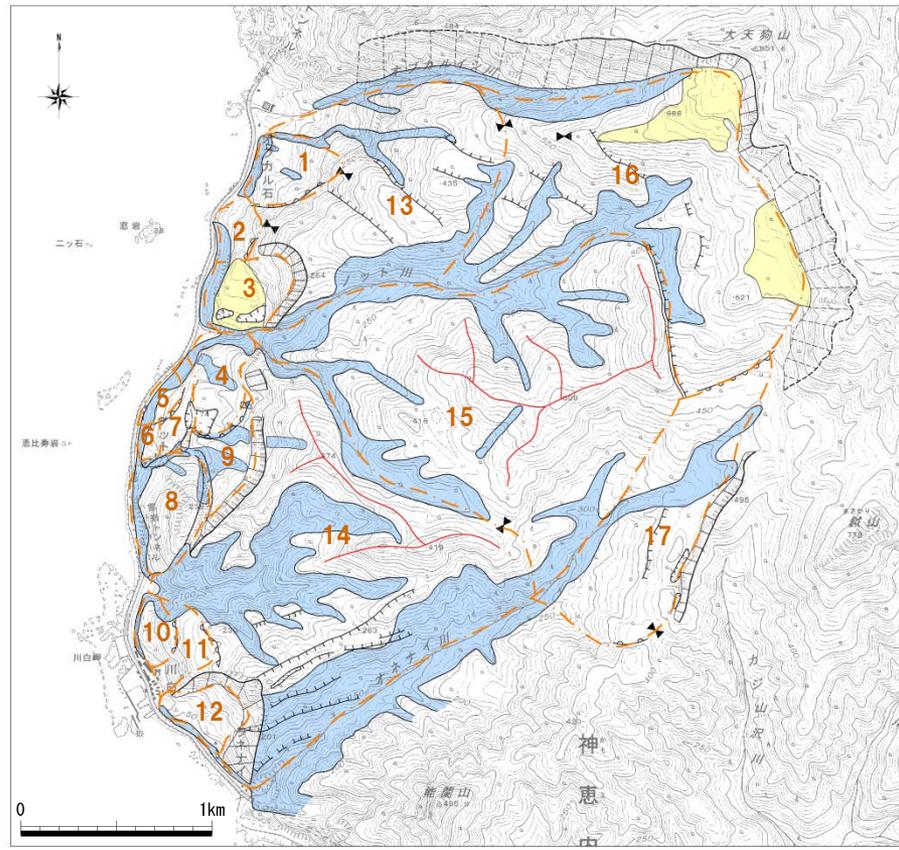
再掲 (H27/5/15審査会合)

【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。



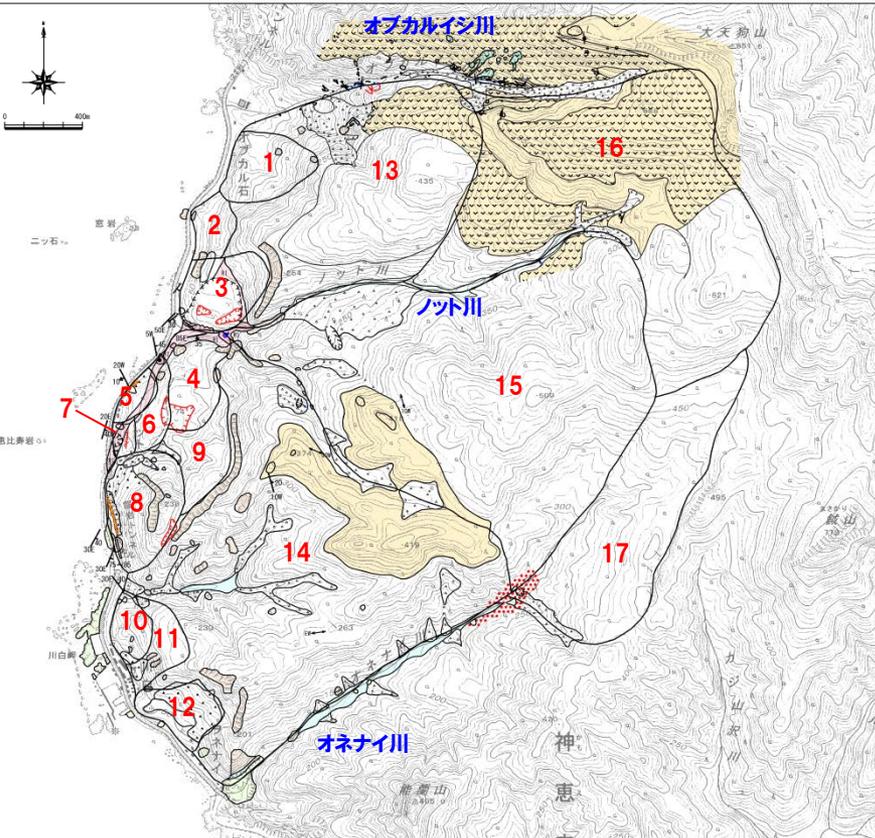
判読による地形区分図

(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

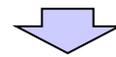
一部修正 (H27/5/15審査会合)

- 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碎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崖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は自破碎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、その上位に水冷破碎岩・自破碎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碎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。



- 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、
 - 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状況である。
- 以上のことから、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。

ルートマップ

凡例	
地質区分	地形面区分
□ 深床堆積物	△ 急崖
△ 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
△ 層状溶岩	○ 崩壊地形
△ 塊状溶岩類	○ 地質構造
△ 神志内層	○ 地層の走向・傾斜
△ 中新世	○ すべり面の走向・傾斜
△ 古平層	○ 流理面の走向・傾斜
△ 火砕岩類 (自破碎溶岩主体)	
△ 安山岩	
△ 流紋岩	
△ プロピライト	
△ 硬頁岩	

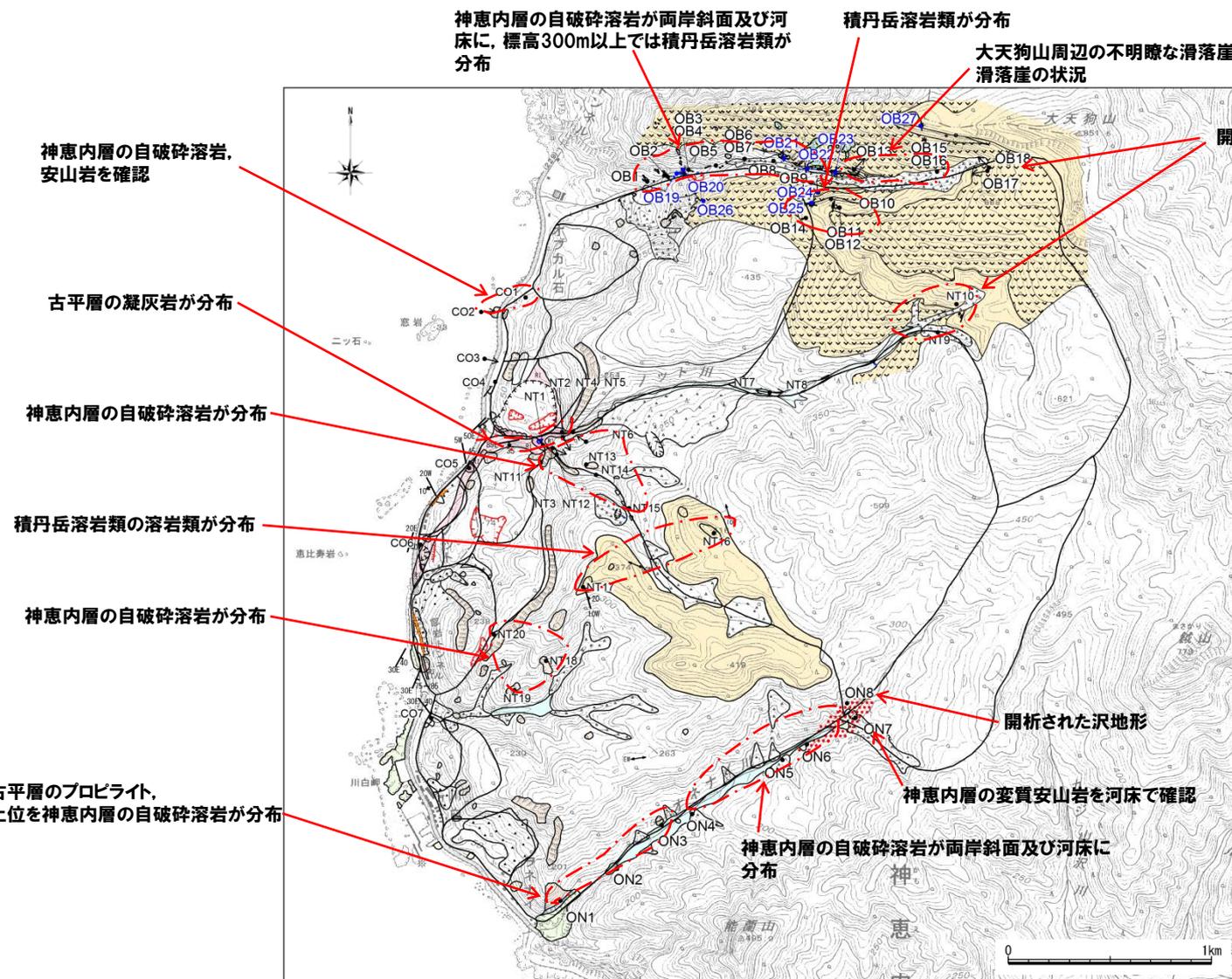
赤字: 小ブロック

(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: オブカレイシ川周辺
 NT: ノット川周辺
 ON: オネナイ川周辺
 CO: 海岸部

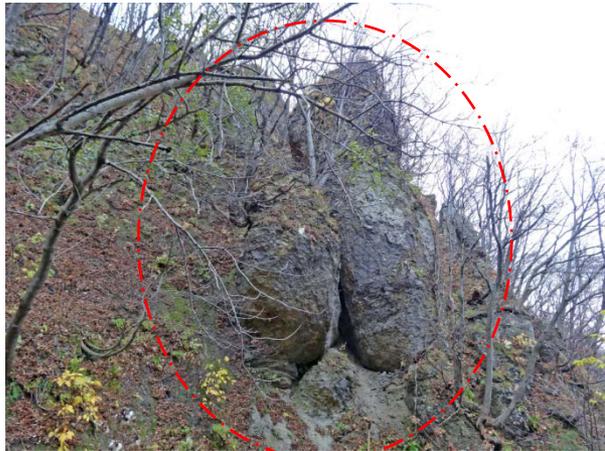
凡例	
地質区分	地形面区分
□ 漢床堆積物	〰 亀裂
△ 扇状地堆積物	〰 陥没地形
● 地すべり堆積物・斜面堆積物	〰 流動中の地すべり斜面
□ S11 層状堆積物	〰 崩壊地形
□ S12 塊状溶岩類	〰 地質構造
□ Vh1 火砕岩類 (自破砕溶岩主体)	〰 地層の走向・傾斜
□ 変質部	〰 すべり面の走向・傾斜
□ R1 流紋岩	〰 流路面の走向・傾斜
□ Gt 古平層	
□ Sh プロピライト	
□ 硬質頁岩	

(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。

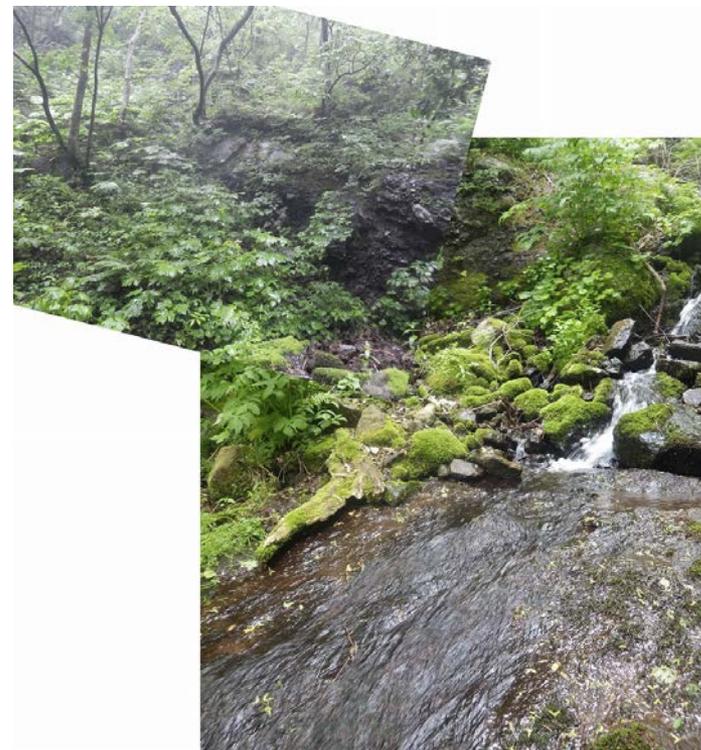
(1) 川白の調査結果

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。

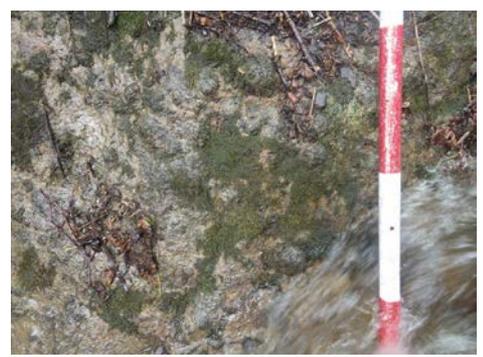
(1) 川白の調査結果

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, N10W/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）

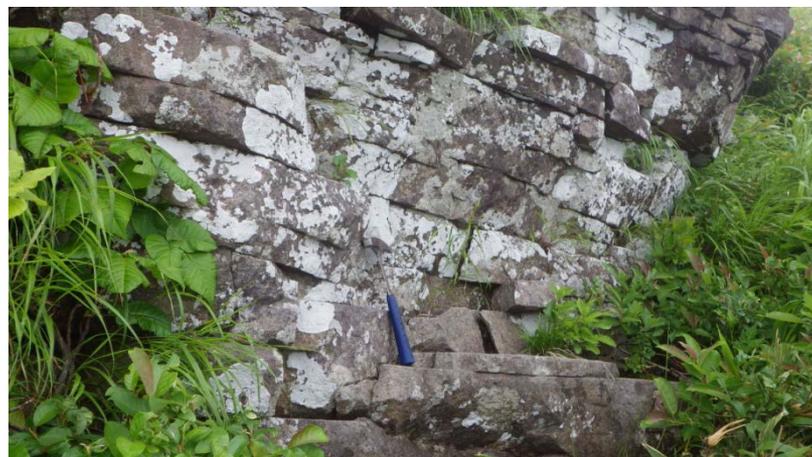
再掲（H27/8/21審査会合）



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)

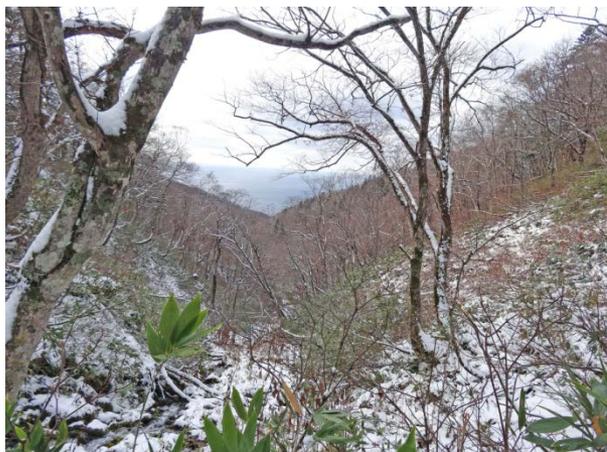
再掲 (H27/5/15審査会合)



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。

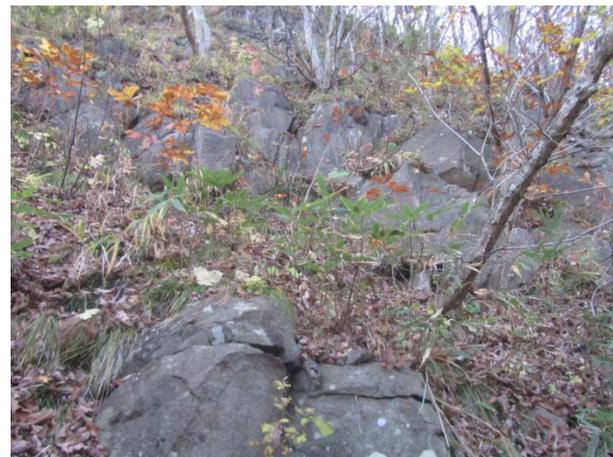
(1) 川白の調査結果

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。

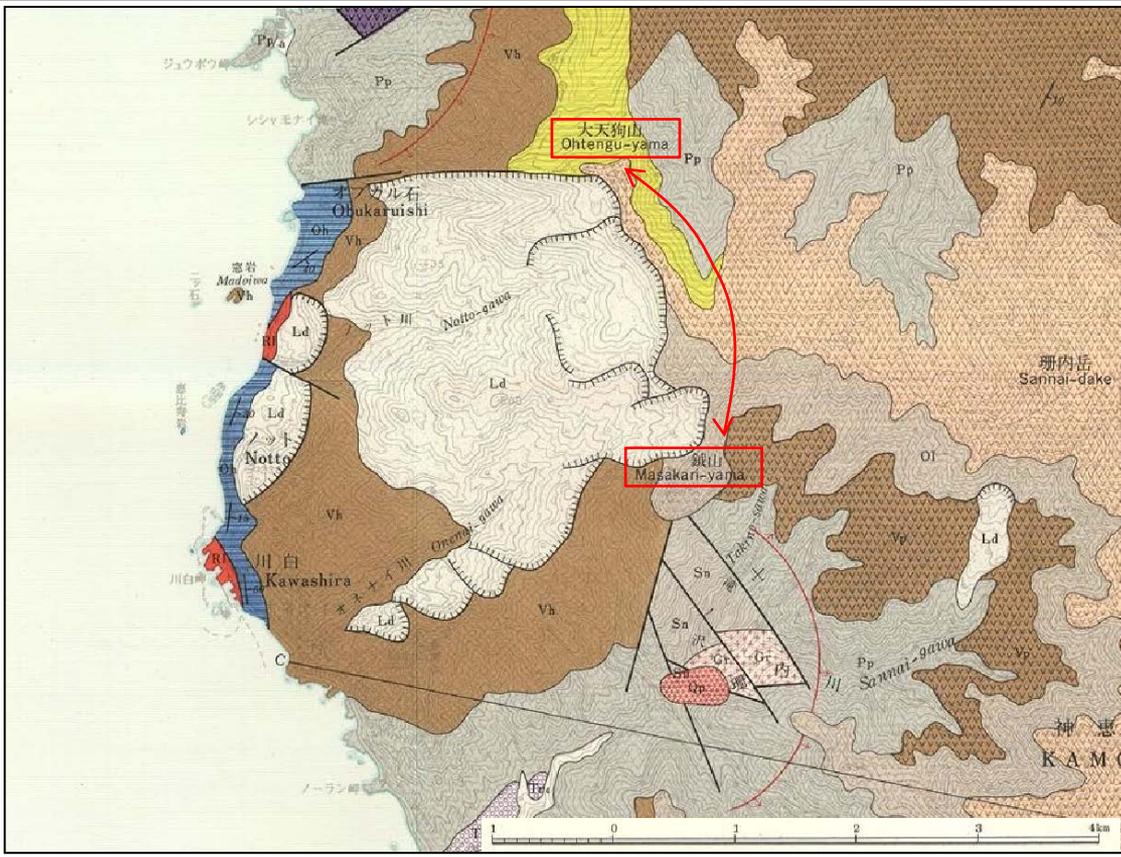
4.3 陸上の斜面崩壊（陸上地すべり）に伴う津波

(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)

再掲 (H27/5/15審査会合)

- 山岸・石井 (1979) では、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地形を記載している。
- 海岸部には新第三系中新統の尾根内層の火砕岩類、流紋岩及び硬質頁岩、南部では尾根内層の火山岩類、更新統の大森山溶岩、大天狗山周辺には更新統の積丹岳溶岩、海岸部及び標高200m以上の陸域には地すべり堆積物が記載されている。
- 地すべりに関しては北側方崖は明瞭であるが、南側方崖は二次滑落崖に切られているとされている。
- 当社における積丹地域の地質層序とは、尾根内層の流紋岩・硬質頁岩が中部中新統の古平層、火砕岩類が上部中新統の神恵内層、大森山溶岩及び積丹岳溶岩が赤井川火山岩類に対比される。
- 本検討では局所的な検討であることから、ほぼ同層準である大森山溶岩、積丹岳溶岩及び地表地質踏査で確認された層状溶岩 (Vh2) を、積丹岳溶岩類 (SI) として検討を行う。



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 Land Slide Deposits	Ld	角礫および角礫状 angular and subangular boulders	地すべり堆積物
第3段台地堆積物 The 3rd Terrace Deposits	Tc3	砂および角礫の混じり砂 gravel (with subangular pebbles), sand and loam with volcanic blocks	
第2段台地堆積物 The 2nd Terrace Deposits	Tc2	砂および砂 gravel and sand	
第1段台地堆積物 The 1st Terrace Deposits	Tc1	砂および砂 gravel and sand	
積丹岳溶岩 Shakotanake Lava	SI	心らん角礫含有角礫岩 silicite bearing hornblende andesite	積丹岳溶岩類
大森山溶岩 Oomoriyama Lava	OI	しそ輝石普通輝石火山岩 sapphirine augite andesite	
安山岩溶岩 Andesite Lava	NI	普通輝石しそ輝石火山岩 sugilite hypersthene andesite	
砂岩凝岩層 Sandstone and Conglomerate	Nc	砂岩、礫および火山岩 sandstone, conglomerate and volcanic conglomerate	
火砕岩層 Volcaniclastic Rock Member	Vc	石英含有角礫岩 quartz bearing lithic hornblende andesite	余別層
シルト岩層 Siltstone Member	Vs	塊状シルト岩 massive siltstone	
火砕岩層 Volcaniclastic Rock Member	Vh	石英含有角礫岩 quartz bearing hornblende andesite	神恵内層
変質安山岩類 Altered Andesite Rocks	Pa	石英含有角礫岩 quartz bearing hornblende andesite (with volcaniclastic rocks)	
硬質頁岩類 Alternation of Hard Shale and Tuff	Pa	硬質頁岩および緑色凝灰岩 hard shale and green tuff	古平層
火砕岩層 Volcaniclastic Rock Member	Vm	角礫石含有流紋岩質硬質頁岩 hornblende dacitic massive lava	
火砕岩層 Volcaniclastic Rock Member	Vk	角礫石含有流紋岩質硬質頁岩および火山岩 hornblende dacitic hyaloclastic and volcanic conglomerate	
砂岩凝岩層 Sandstone-Shale-Green Tuff Member	Vs	砂岩、頁岩および緑色凝灰岩 sandstone, shale and green tuff	

地質図凡例 (山岸・石井 (1979) に一部加筆)

(1) 川白の調査結果

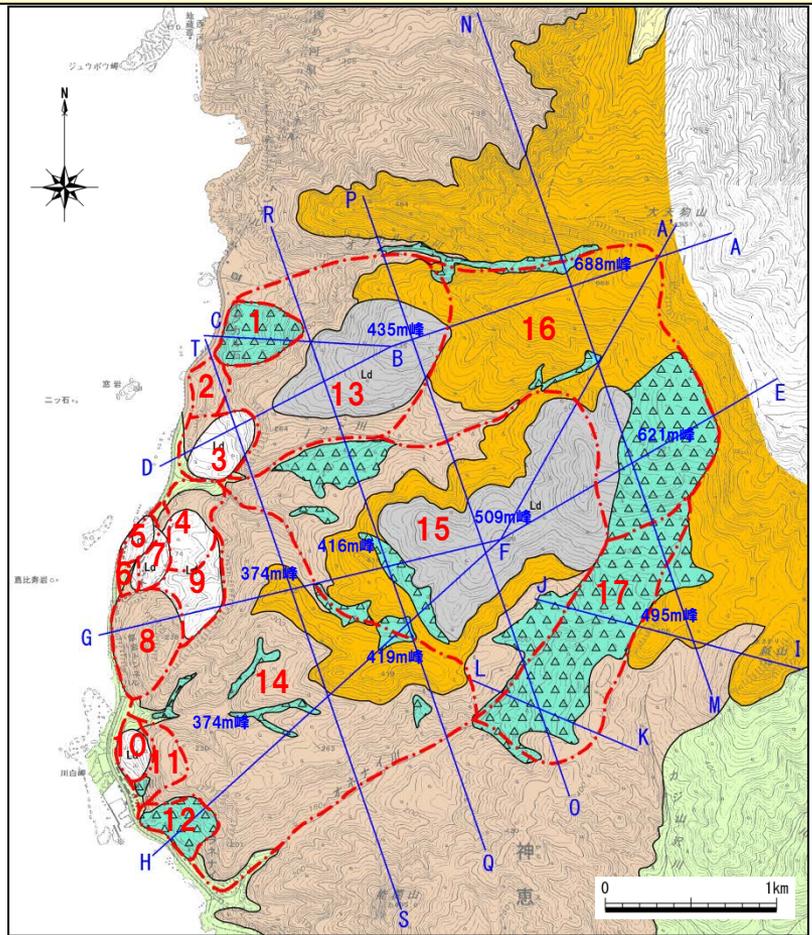
川白 地表地質踏査 (24/34) 地質断面図による検討 (2/10)

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 (Rl)、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、オブカルイシ川～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5万分の1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)

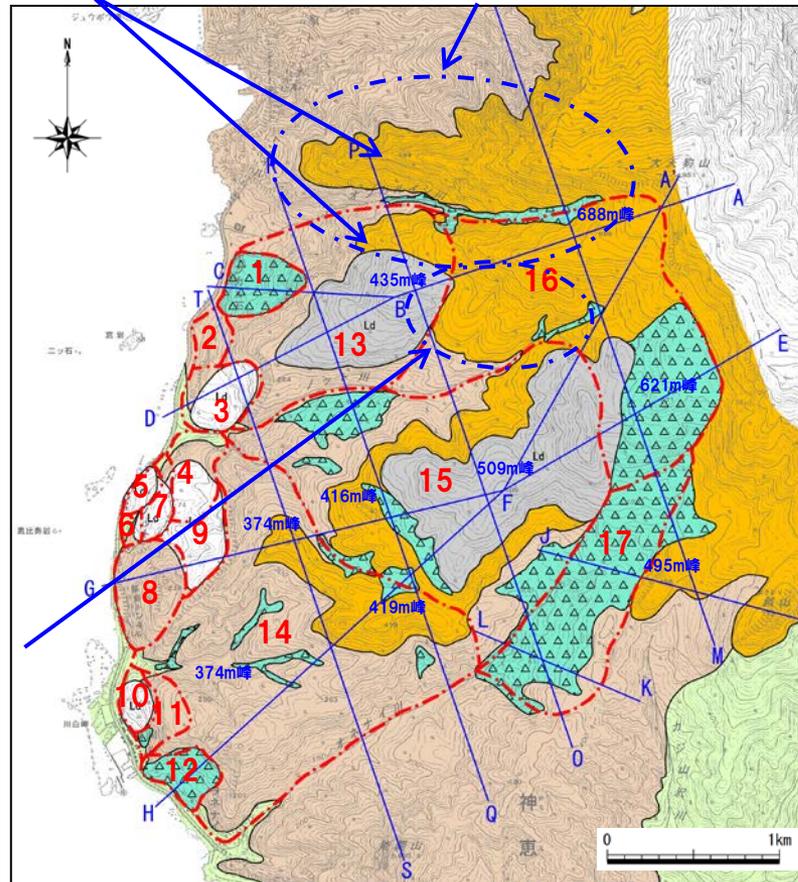
再掲 (H27/8/21審査会合)

- 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付近以高の、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

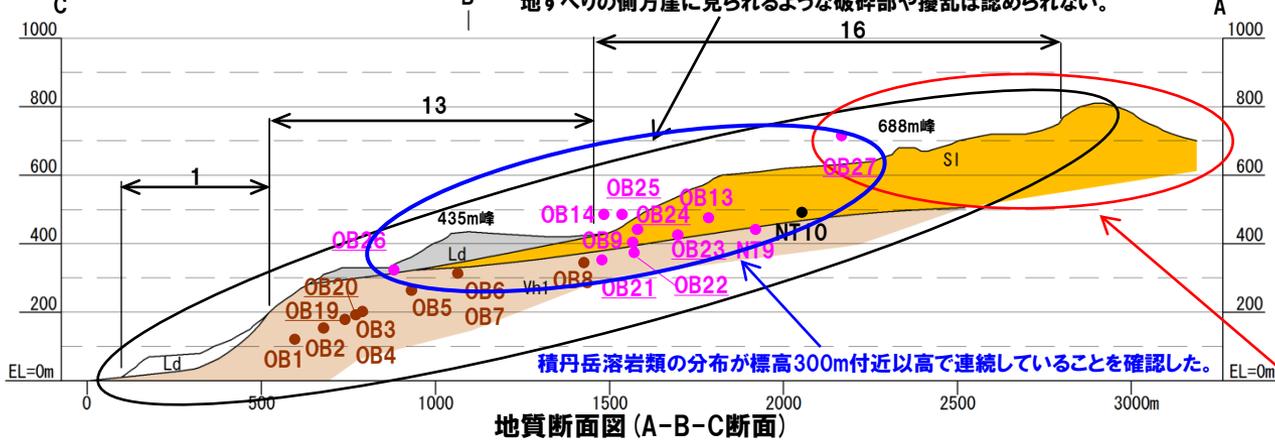
川白 地表地質踏査 (26/34) 地質断面図による検討 (4/10)

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砕溶岩 (Vh1)、それ以高で積丹岳溶岩類 (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砕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 (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。

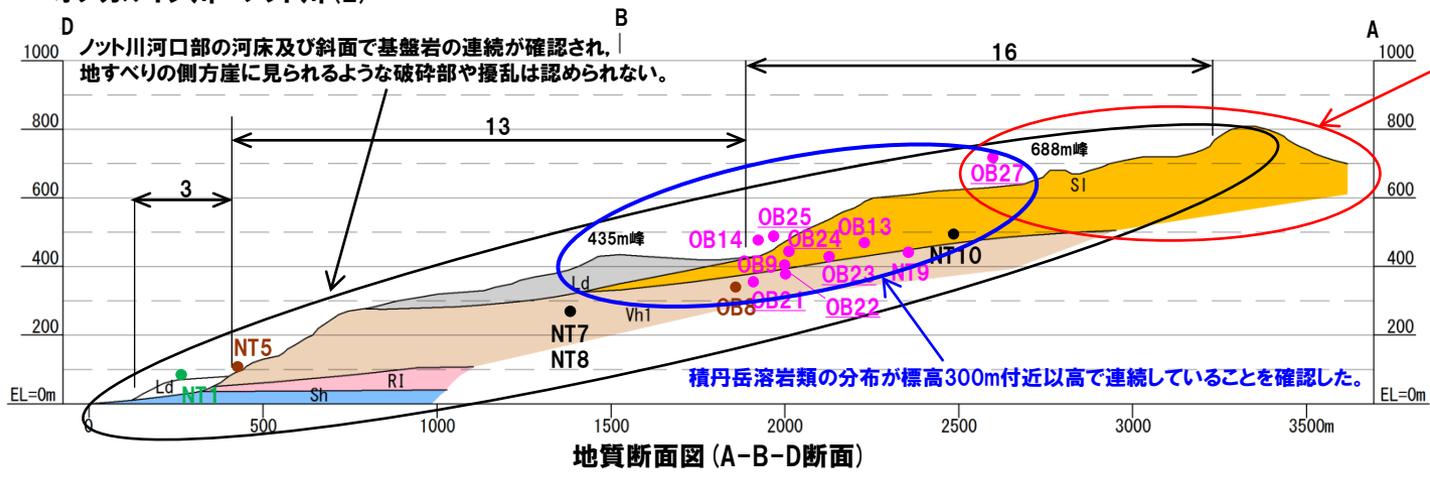
(1) 川白の調査結果

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砕溶岩 (Vh1)、それ以高で積丹岳溶岩類 (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

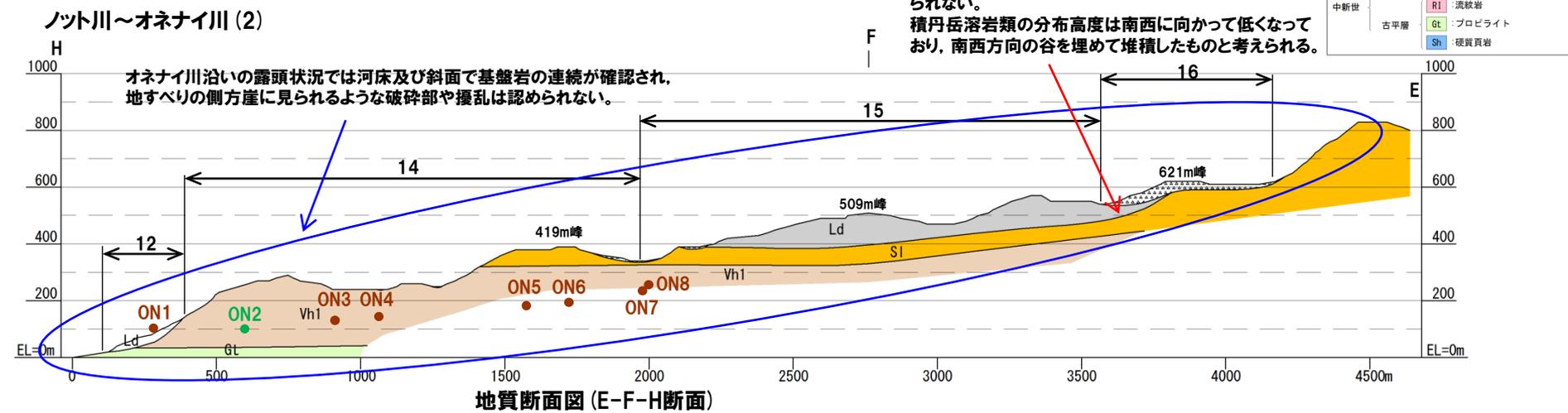
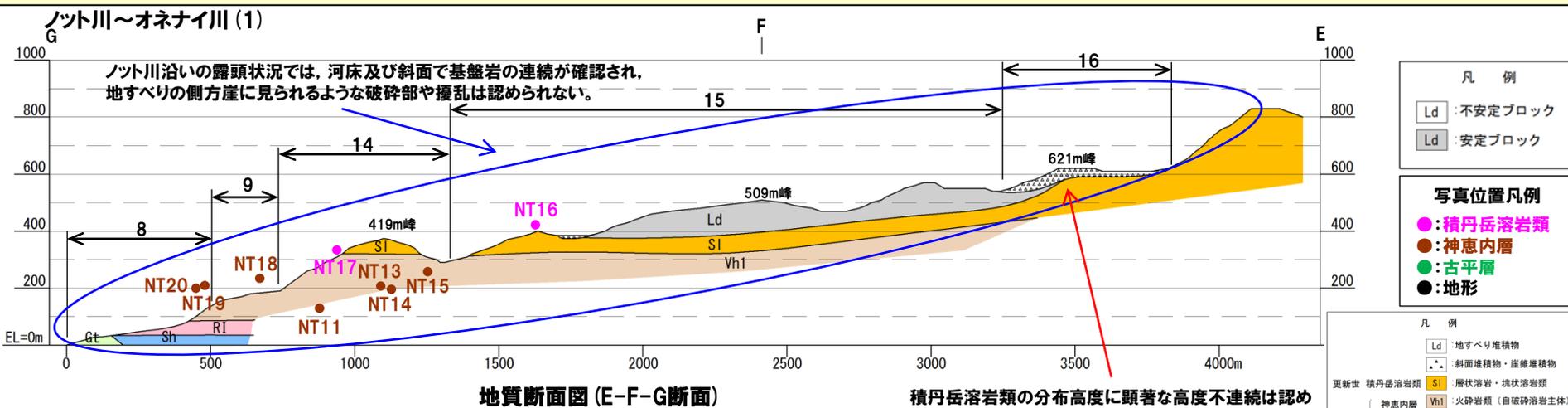
凡 例	
Ld (light grey)	: 不安定ブロック
Ld (dark grey)	: 安定ブロック

(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砕溶岩 (Vh1) を露頭で確認している。
- ブロック8・9は神恵内層の自破砕溶岩 (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。

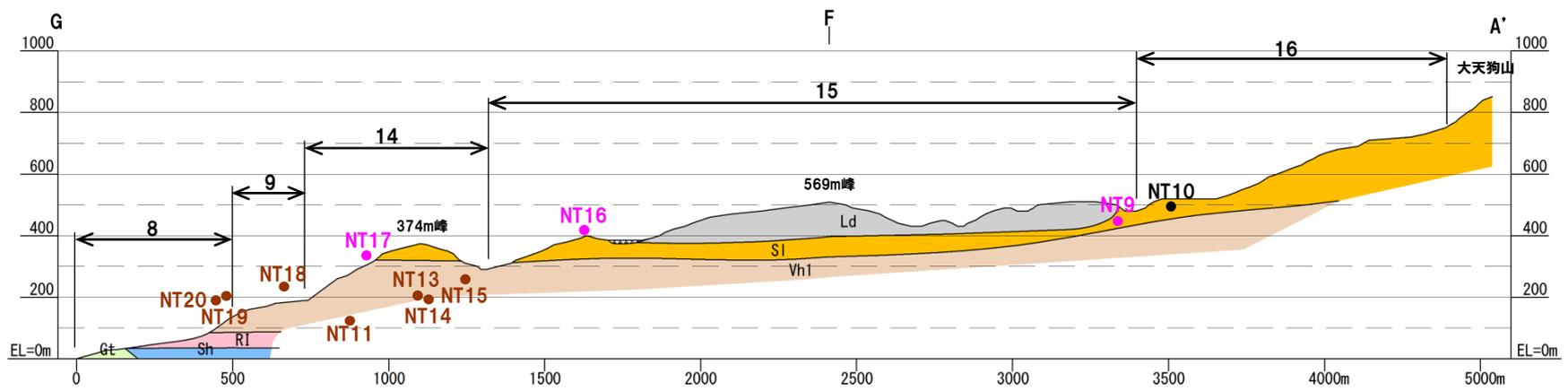


(1) 川白の調査結果

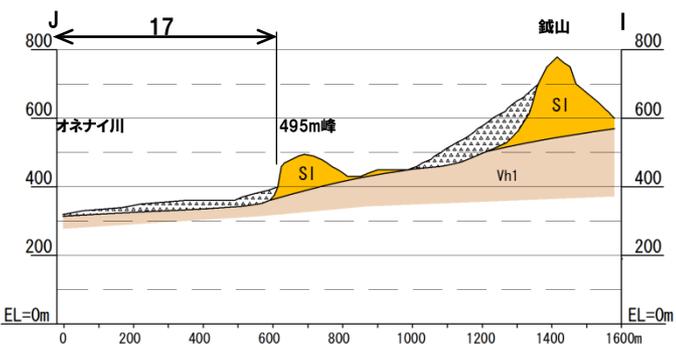
川白 地表地質踏査 (29/34) 地質断面図による検討 (7/10)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

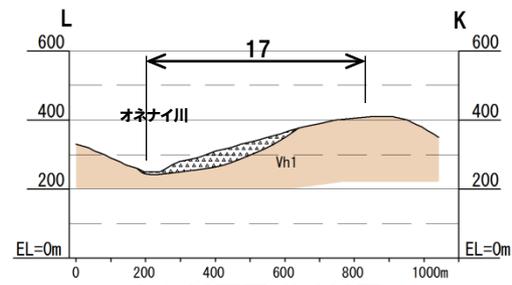
- ブロック16・15及びブロック14の374m峰付近で、積丹岳溶岩類 (SI) を確認している。
- ブロック15では積丹岳溶岩類 (SI) を露頭で確認し、確認標高まで積丹岳溶岩類 (SI)、その上位は地すべり堆積物 (Ld) が分布すると推定した。
- ブロック14は、374m峰・419m峰周辺、ブロック9背後崖、オネナイ川左岸において積丹岳溶岩類 (SI) を露頭で確認している。
- ブロック8・9は神恵内層の自破碎溶岩 (Vh1) を露頭で確認している。
- ブロック17は、標高300m以下の河床で変質した安山岩 (Vh1) を確認している。また、斜面において植生は認められるが、露岩は確認できない。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、地すべり地形DB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
● (orange)	: 神恵内層
● (green)	: 古平層
● (black)	: 地形

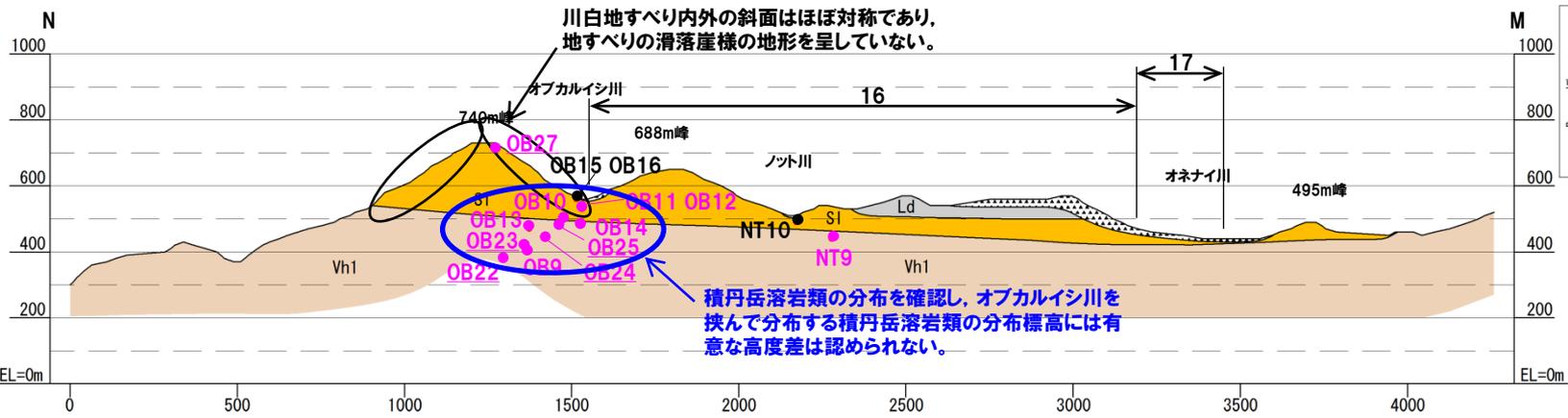
凡 例	
Ld (shaded)	: 不安定ブロック
Ld (unshaded)	: 安定ブロック

(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。



地質断面図 (M-N断面)

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
RI	中新世 流紋岩
Gt	古平層 プロピライト
Sh	硬質頁岩

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

川白地すべり内外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。

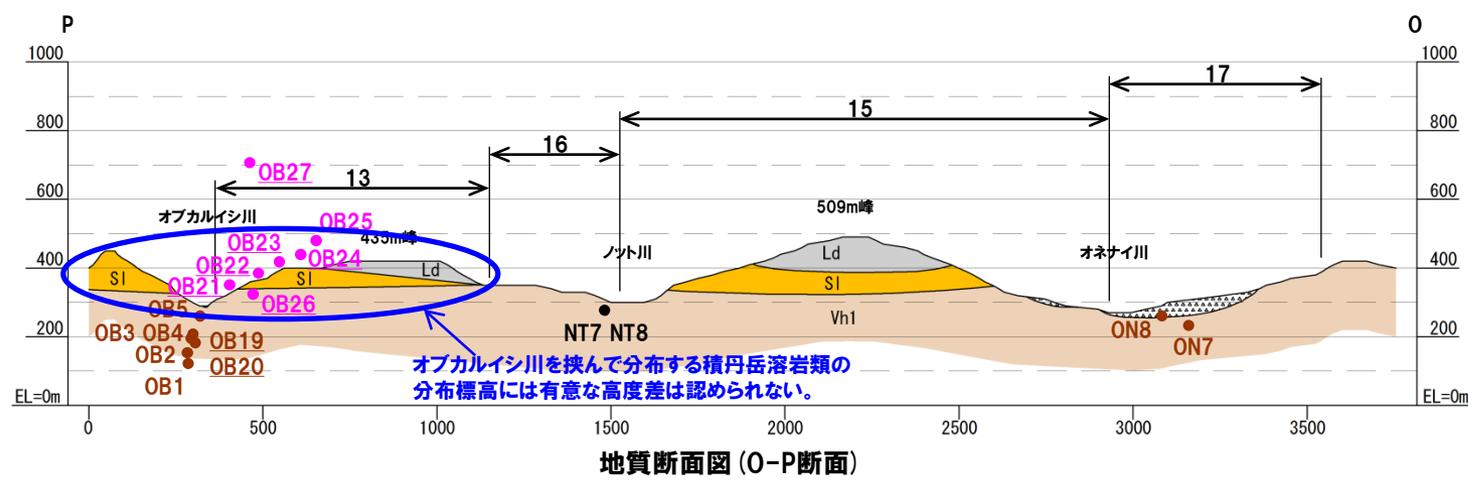
積丹岳溶岩類の分布を確認し、オブカルイシ川を挟んで分布する積丹岳溶岩類の分布標高には有意な高度差は認められない。

(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。



凡例	
Ld	: 地すべり堆積物
▲	: 斜面堆積物・産錐堆積物
更新世 積丹岳溶岩類	SI : 層状溶岩・塊状溶岩類
中新世	神恵内層 Vh1 : 火砕岩類 (自破砕溶岩主体)
	古平層 RI : 流紋岩
	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

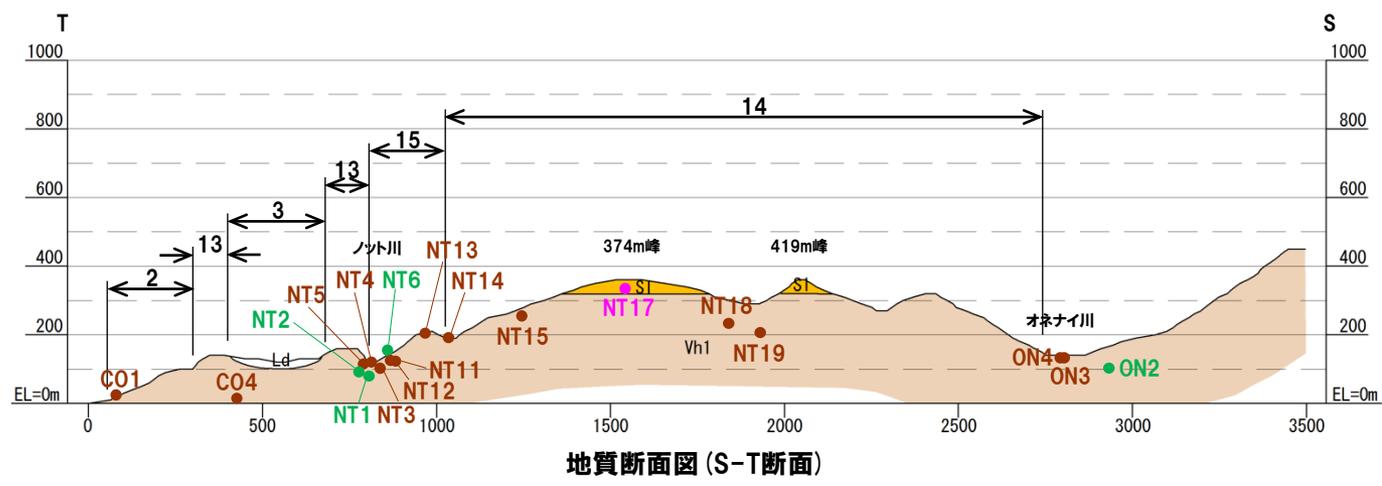
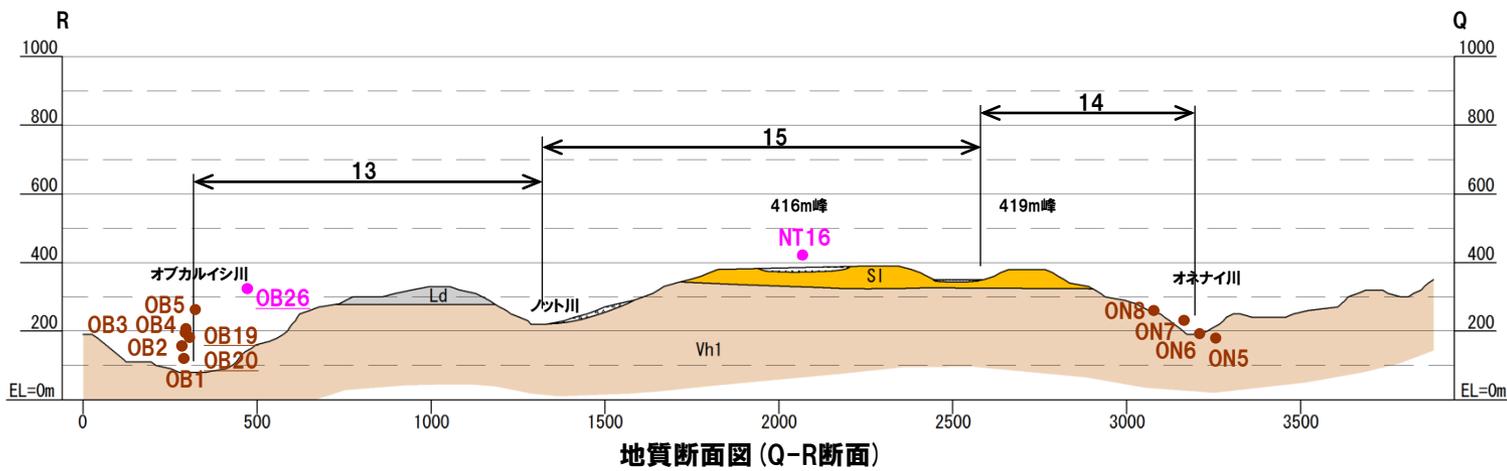
地質断面図 (O-P断面)

(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

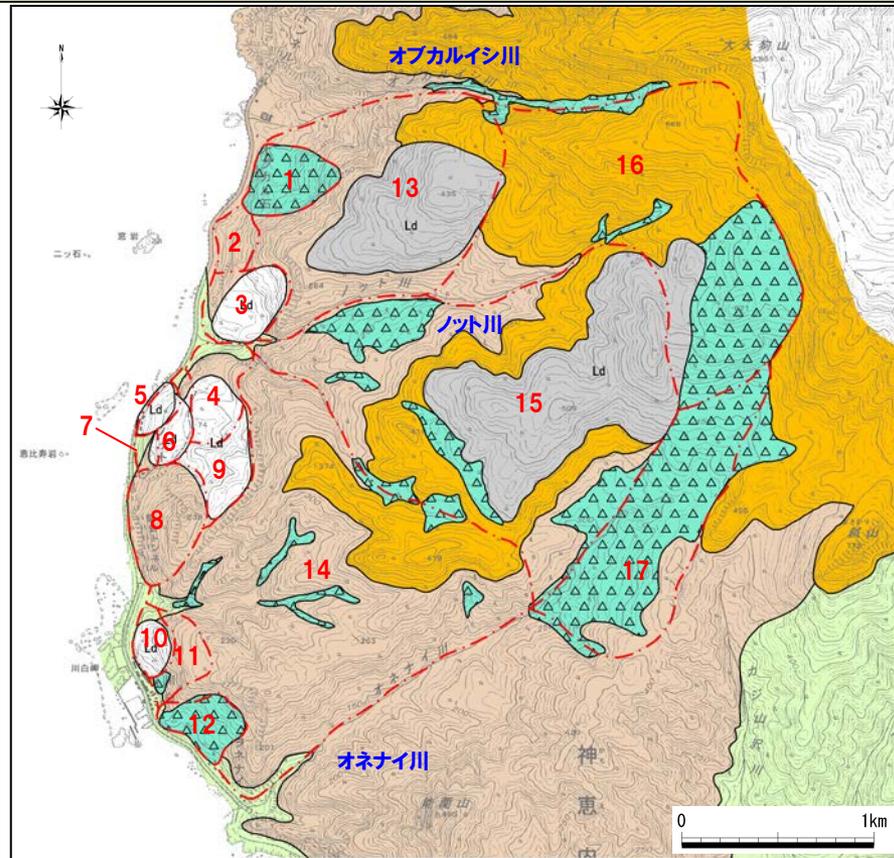
川白 地表地質踏査 (33/34) まとめ (1/2)

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、河床及び両岸斜面で基盤岩の連続を確認していること、斜面及び河川の開析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

凡例

- △ 崖錐堆積物
- Ld 地すべり堆積物 (不安定ブロック)
- Ld 地すべり堆積物 (安定ブロック)
- 更新世 積丹島溶岩類 (火山岩類・火砕岩類)
- 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)

※ ○: 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 (1/2)

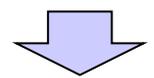
一部修正 (H27/5/15審査会合)

【不安定ブロックの可能性についての評価 (ブロック14~17)】

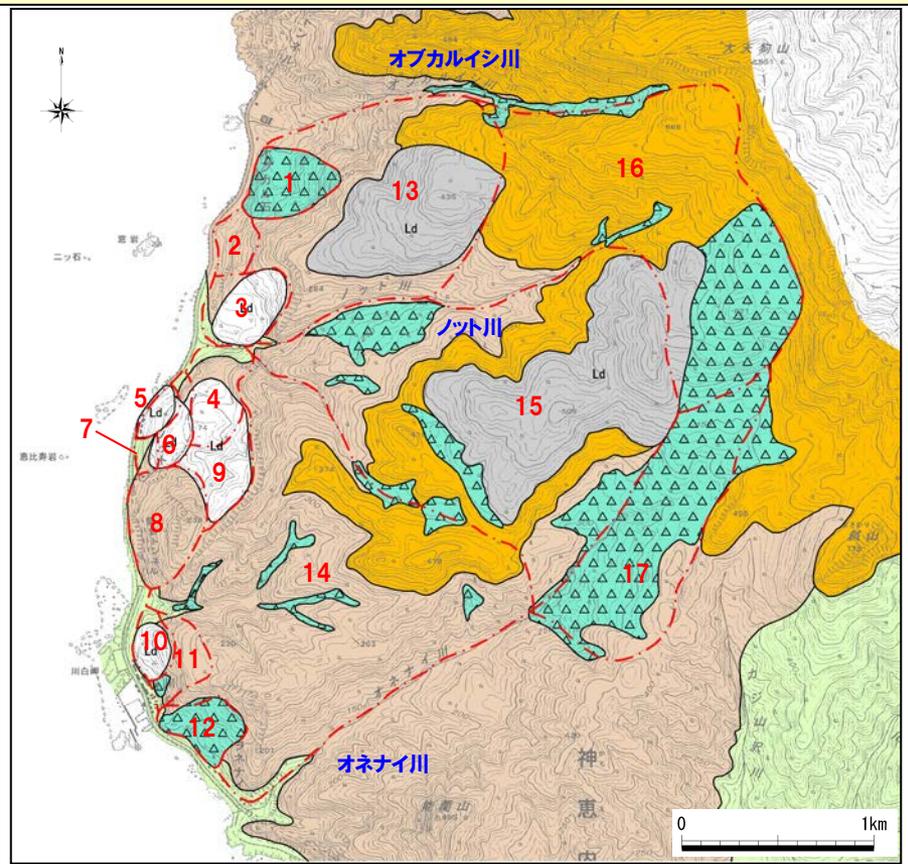
- 地表地質踏査結果等に基づく、地質図及び地質断面図による検討結果より各ブロックの評価については以下のとおりである。
- 評価に当たり、地すべりブロックの可能性のある地形において、ブロック内や側方産の河床、斜面等に露岩が確認でき地すべりの兆候が認められない場合は、不安定ブロックの可能性は小さいとした。

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、産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。
- 以上のことから、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)

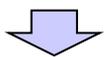
再掲 (H27/5/15審査会合)

- 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 、 ϕ を逆算することにより、古期地すべり地形の安全率と形成時期は、

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

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

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



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

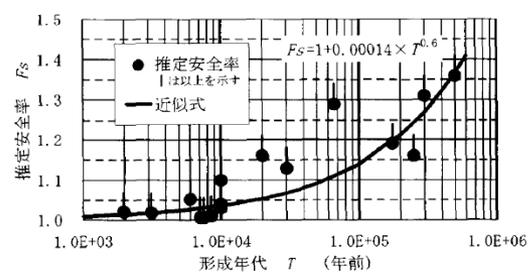


図-5 古期地すべりの形成年代と推定安全率 稲垣ほか (2005)

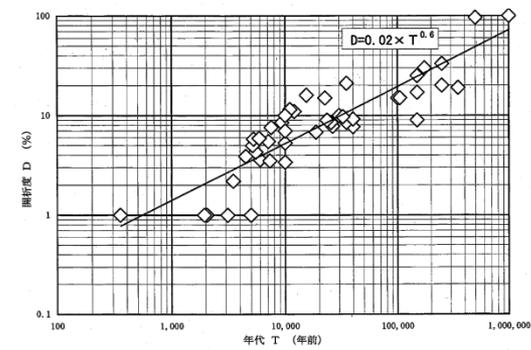


図4 地すべり地形の形成年代と開析度との関係 (柳田・長谷川, 1993) 柳田・長谷川 (2000)

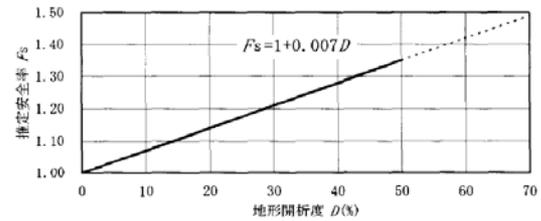


図-6 古期地すべりの地形開析度と推定安全率 稲垣ほか (2005)

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

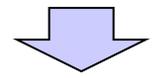
(2) 兜岩の調査結果

兜岩 空中写真判読 (1/3)

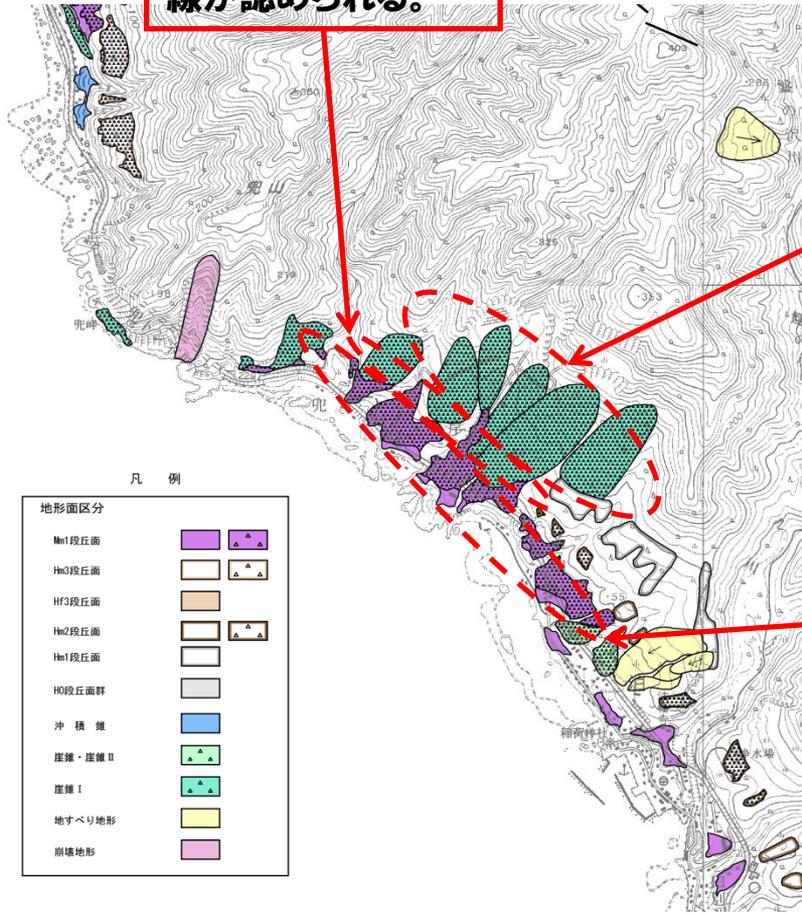
再掲 (H27/5/15審査会合)

○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。

凡例

地形面区分	
Mn1段丘面	
Hn3段丘面	
Hf3段丘面	
Hn2段丘面	
Hn1段丘面	
H0段丘面群	
沖積堆	
崖線・崖線II	
崖線I	
地すべり地形	
崩壊地形	

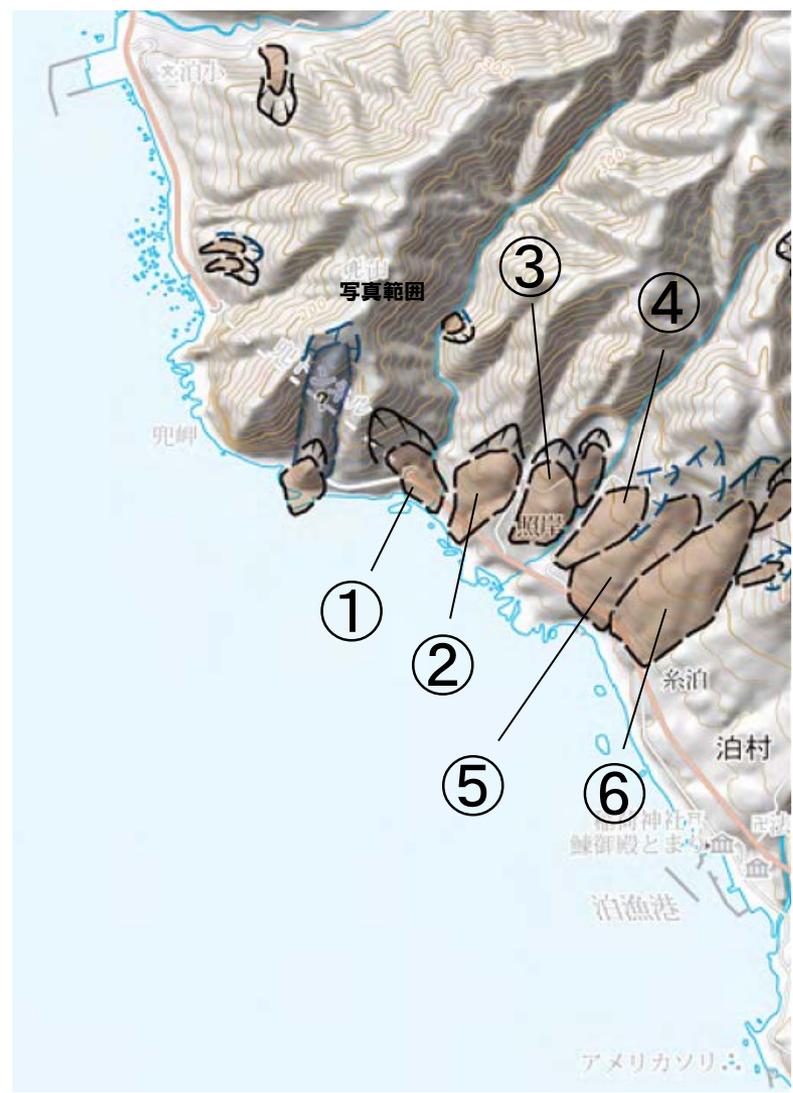
空中写真判読結果

(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)

○地すべり地形DBでは、数箇所の地すべり地形が記載されている。

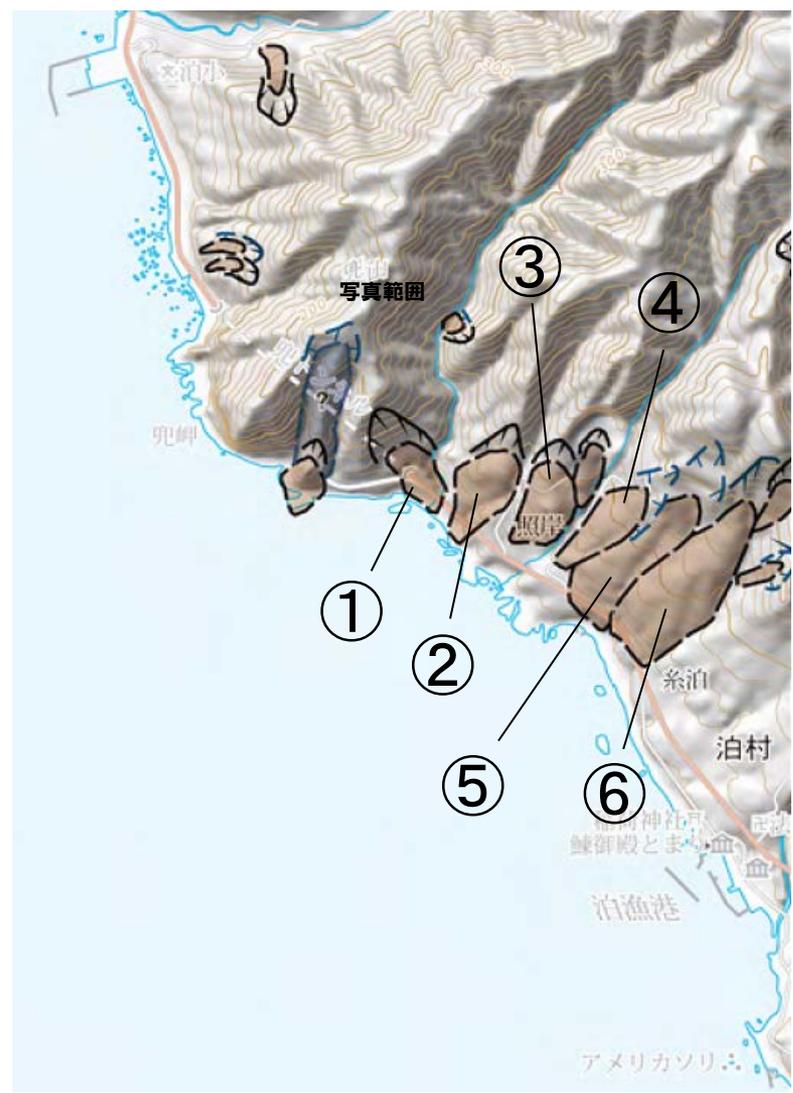


(2) 兜岩の調査結果

兜岩 空中写真判読 (3/3)

再掲 (H27/5/15審査会合)

○地すべり地形DBでは、数箇所の地すべり地形が記載されている。

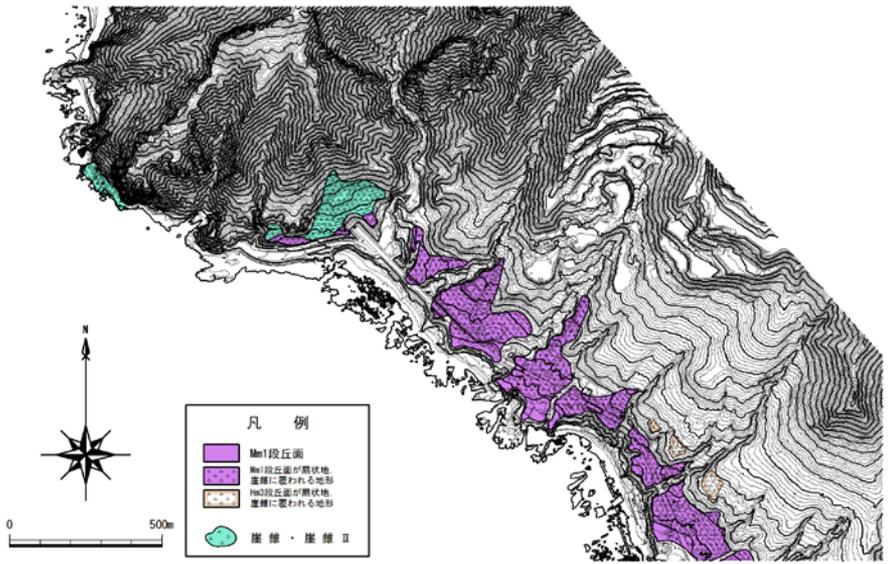


(2) 兜岩の調査結果

兜岩 地形判読 (1/3)

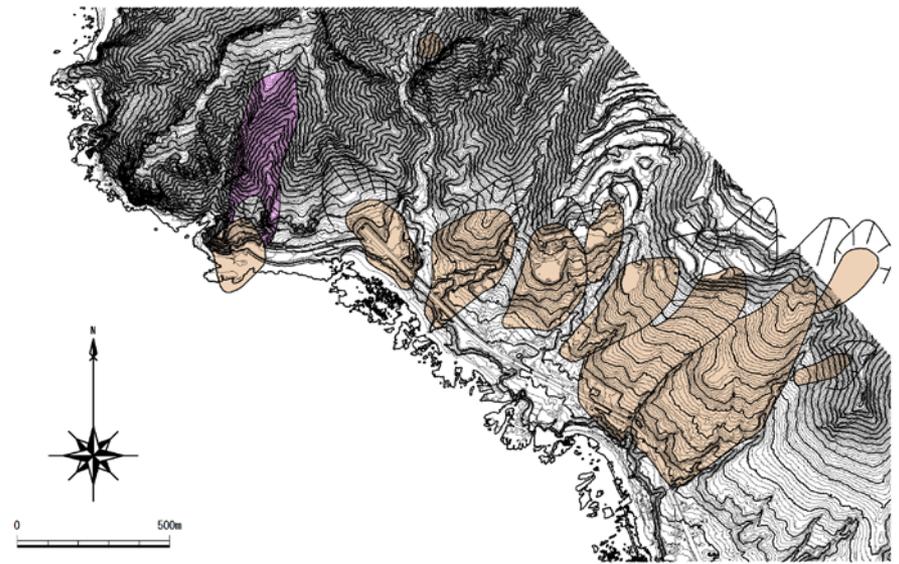
再掲 (H27/5/15審査会合)

- 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、地すべり地形DB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)



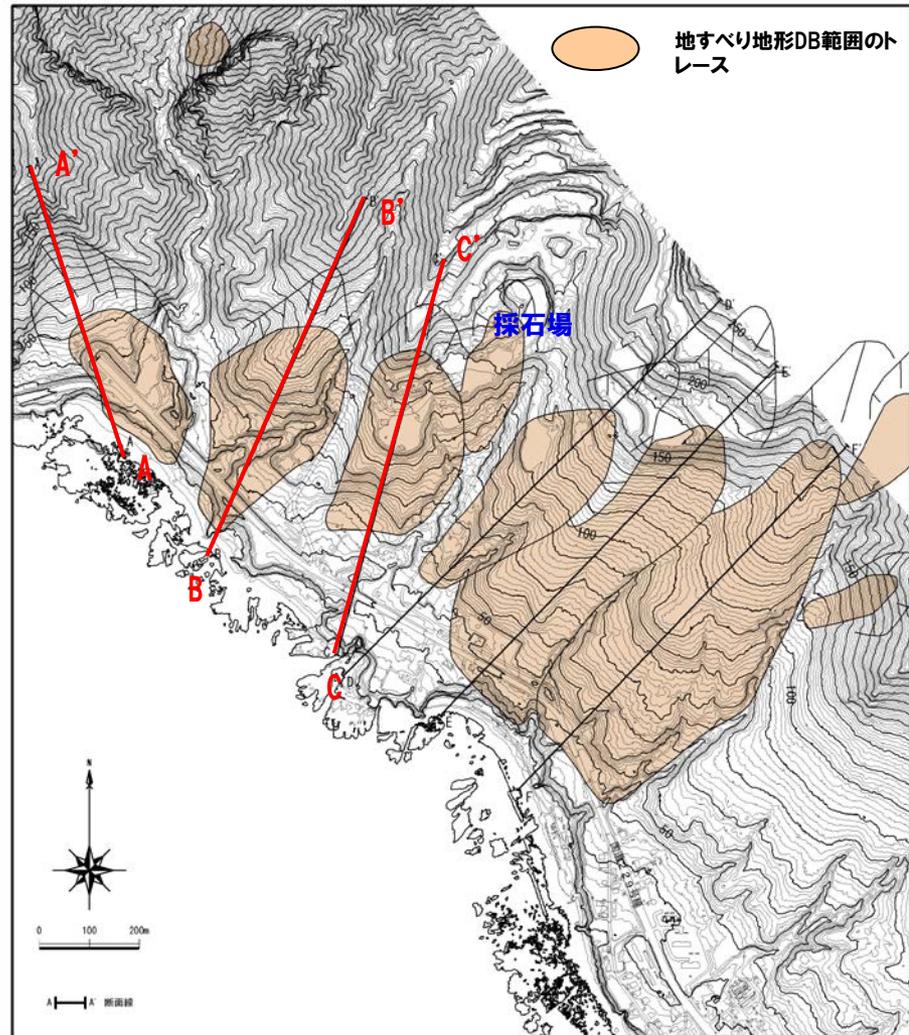
※1/2,500地形図にトレースしたもの

地すべり地形DB範囲

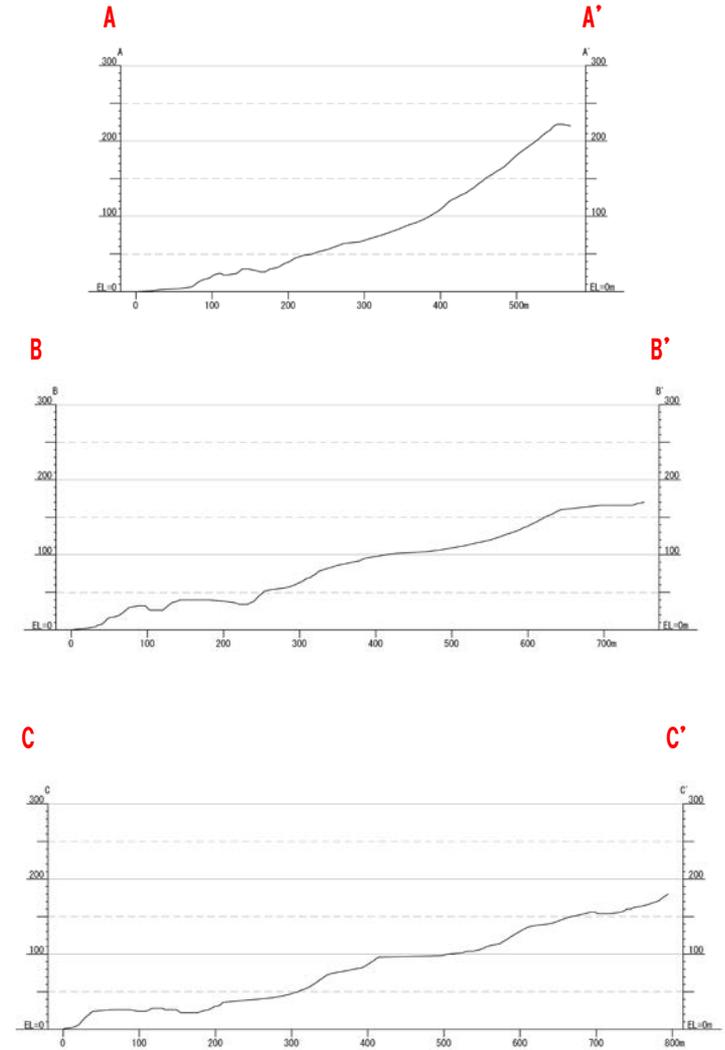
(2) 兜岩の調査結果

兜岩 地形判読 (2/3)

一部修正 (H25/10/16審査会合)



地形図 (原図 1/2,500)

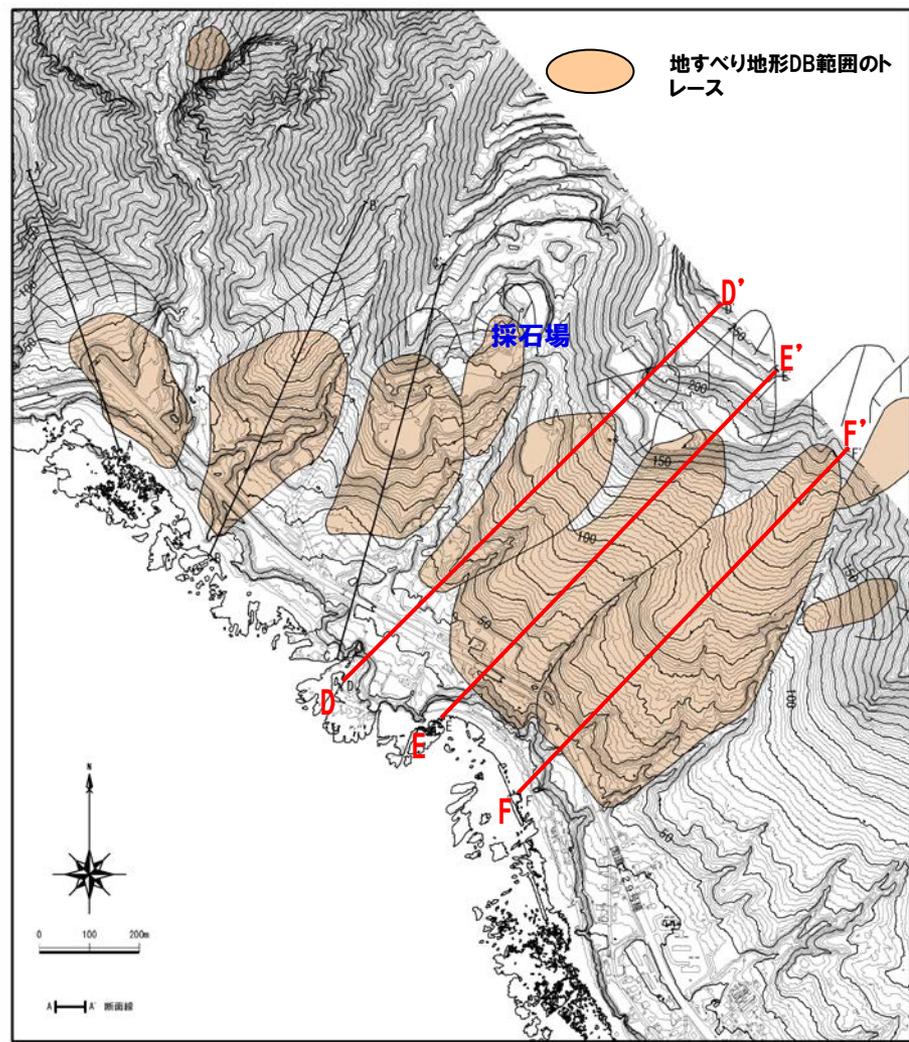


断面図

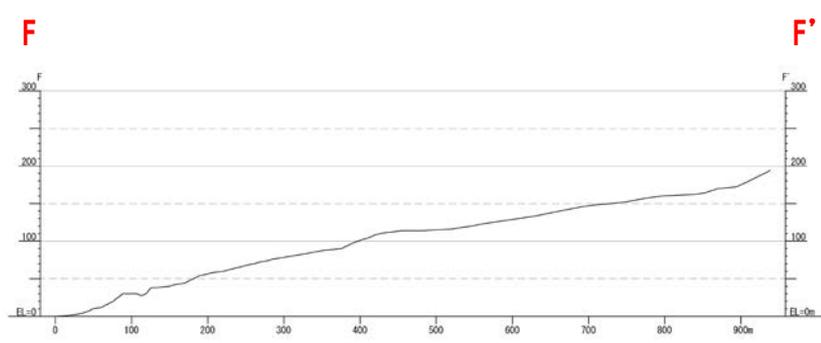
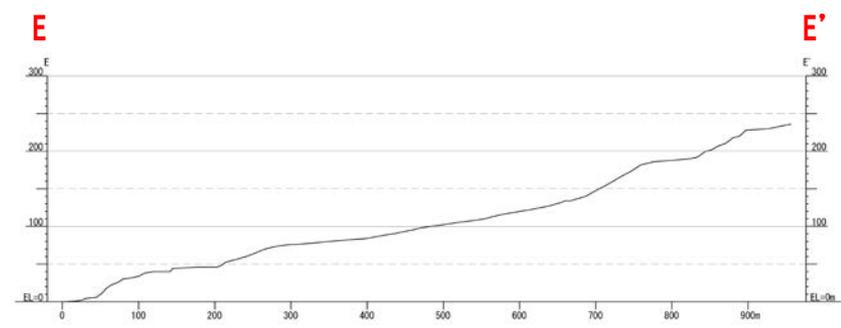
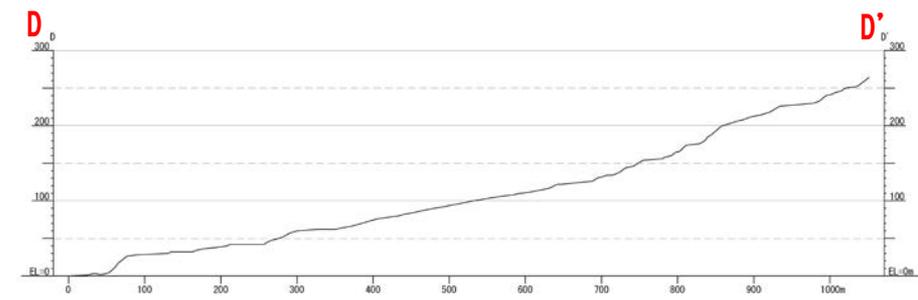
(2) 兜岩の調査結果

兜岩 地形判読 (3/3)

再掲 (H27/5/15審査会合)



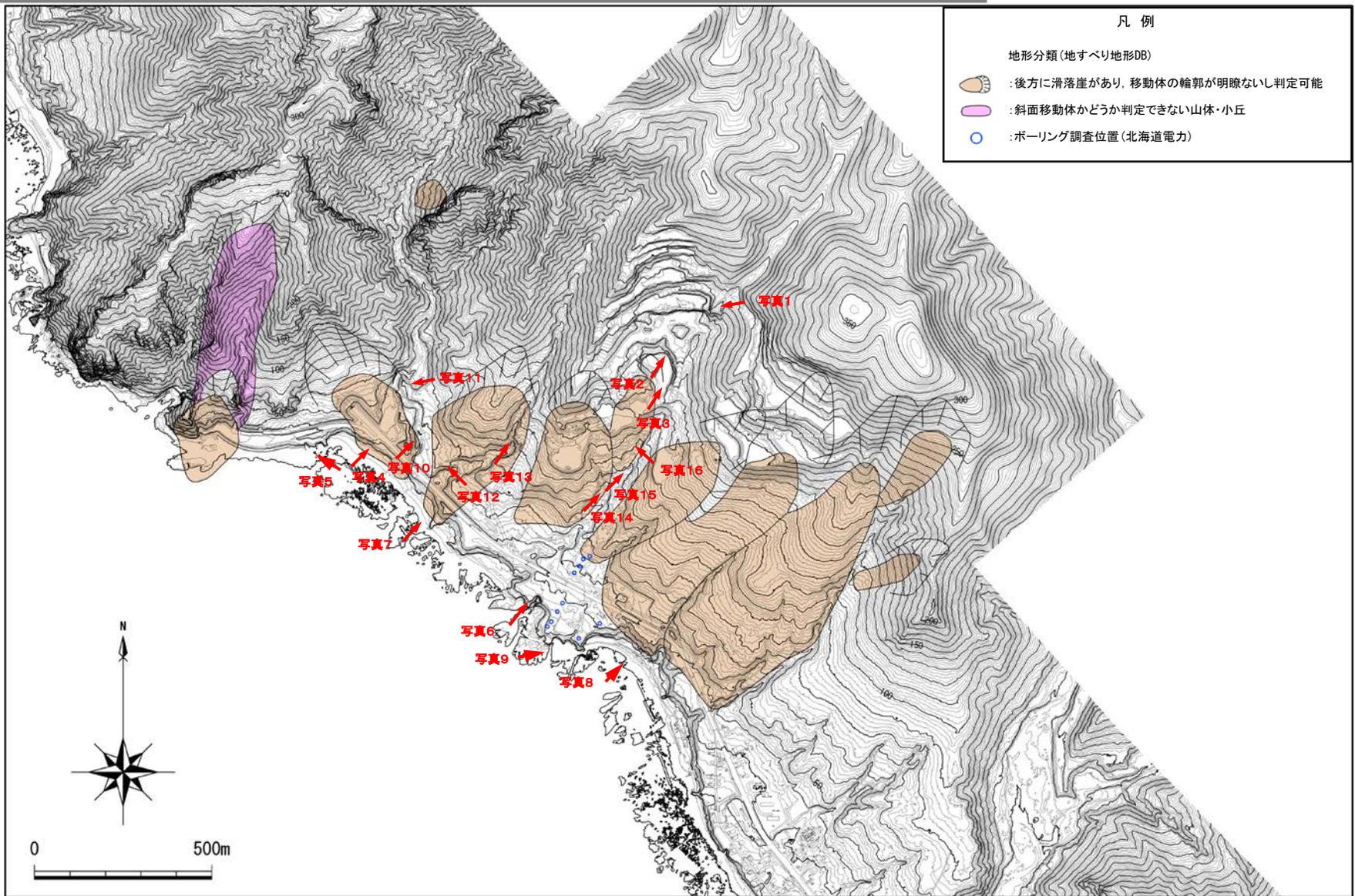
地形図 (原図 1/2,500)



(2) 兜岩の調査結果

兜岩 地表地質踏査 (1/10)

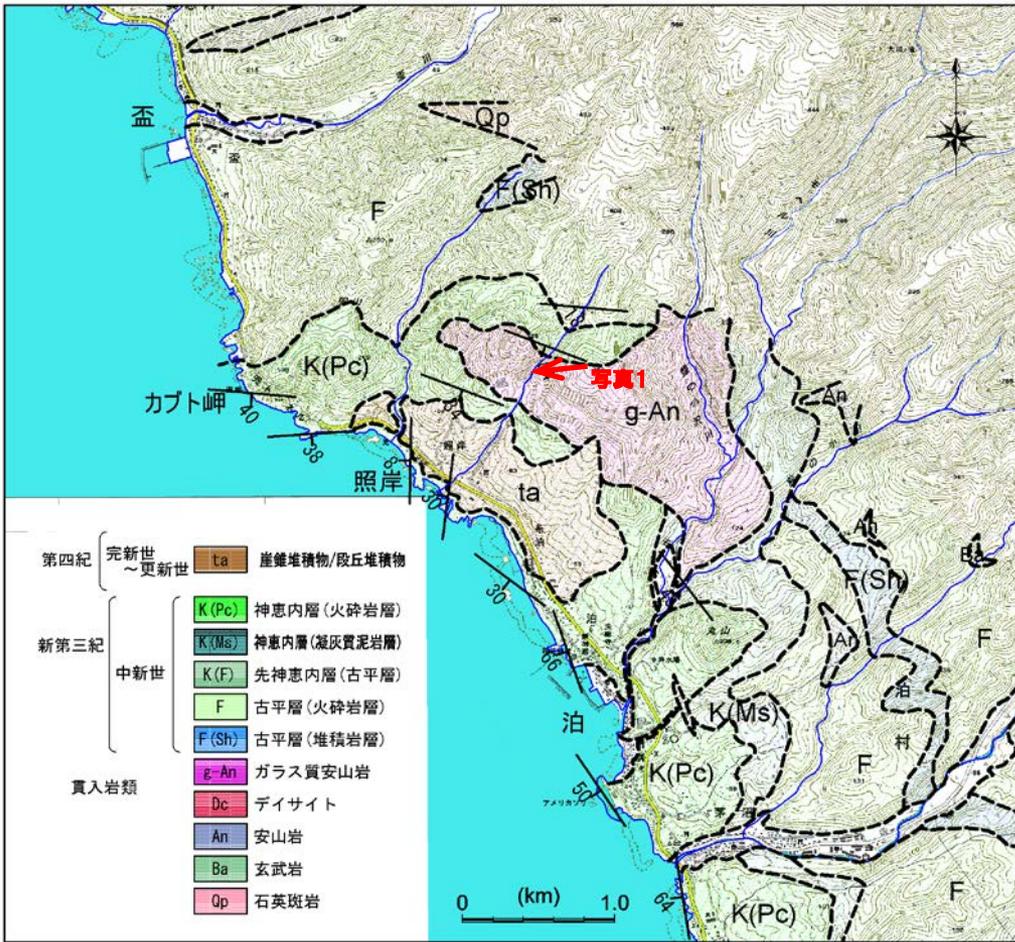
再掲 (H27/5/15審査会合)



(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)

- 地すべり地形DB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。

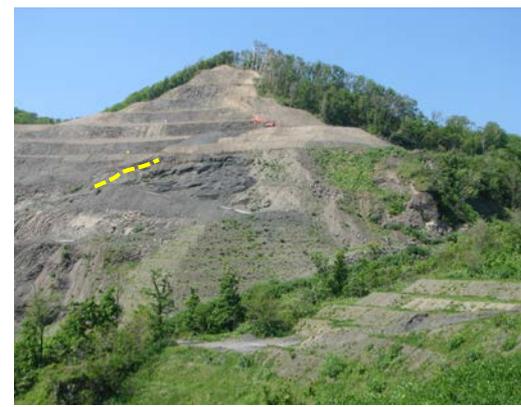
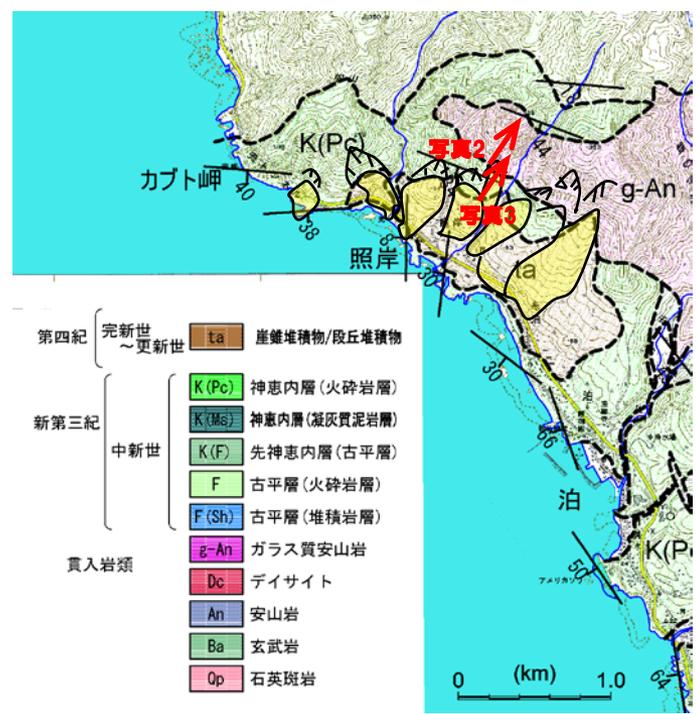


写真2



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)

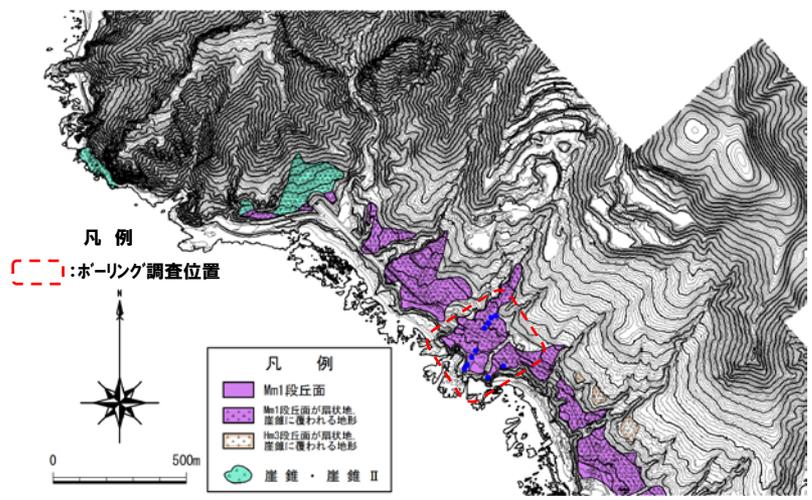
○沿岸部では神恵内層の火砕岩が塊状に分布し、地すべりによる破碎を示唆するようなものは認められない。



写真4:沿岸部の火砕岩分布状況

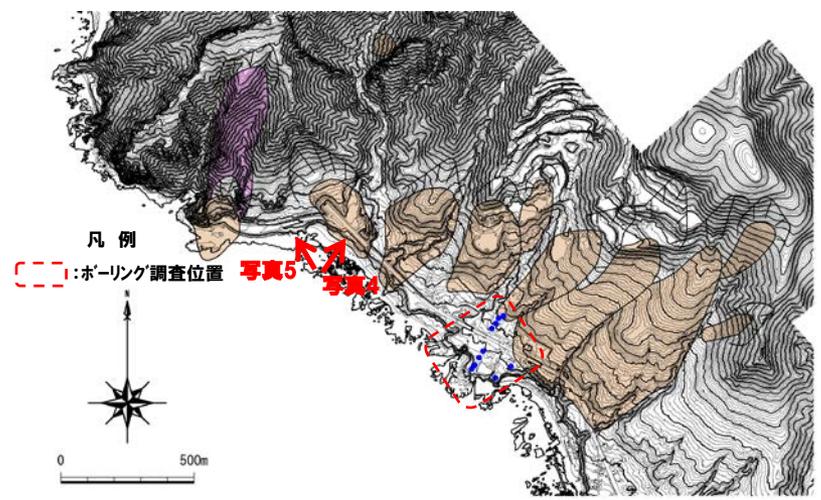


写真5:沿岸部の火砕岩分布状況



地形分類図 (原図 1/2,500)

※等高線間隔:2m



地すべり地形DB範囲

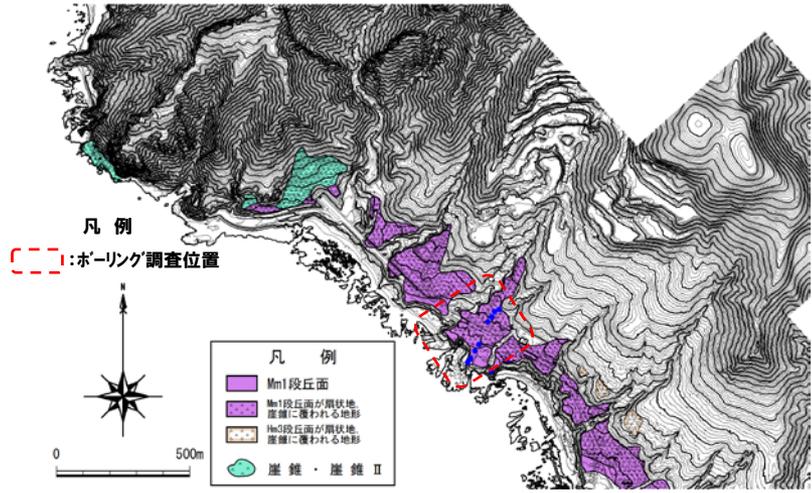
※1/2,500地形図にトレスしたもの

(2) 兜岩の調査結果

兜岩 地表地質踏査 (5/10) 沿岸部 (2/3)

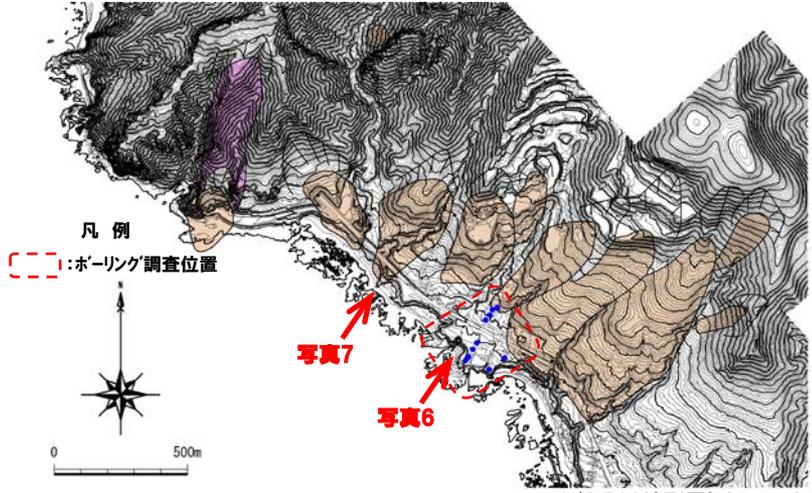
再掲 (H27/5/15審査会合)

○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。



※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の

地すべり地形DB範囲

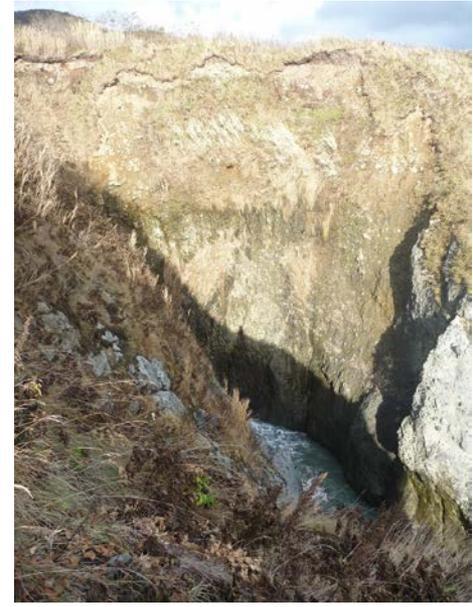


写真6:沿岸部の火砕岩分布状況



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)

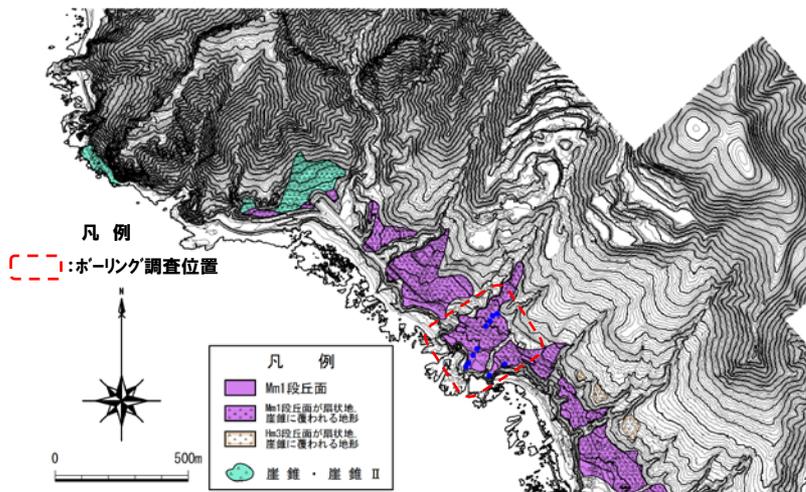
○沿岸部では神恵内層の火砕岩が塊状に分布し、地すべりによる破碎を示唆するようなものは認められない。



写真8:沿岸部の火砕岩分布状況

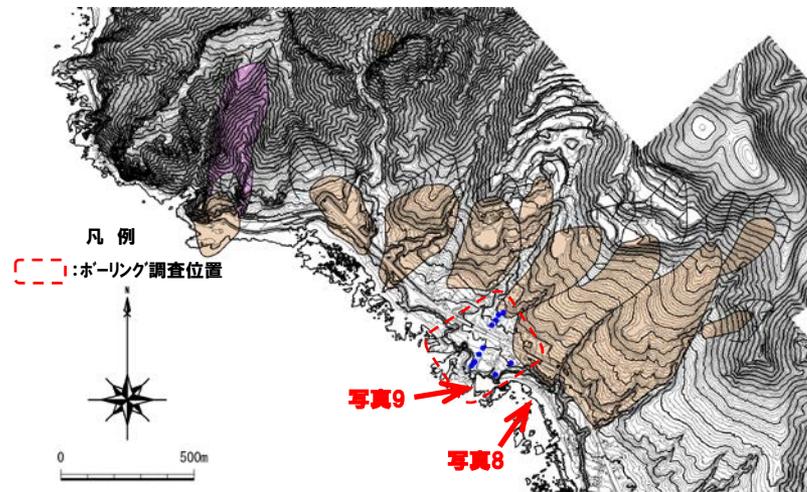


写真9:沿岸部の火砕岩分布状況



※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

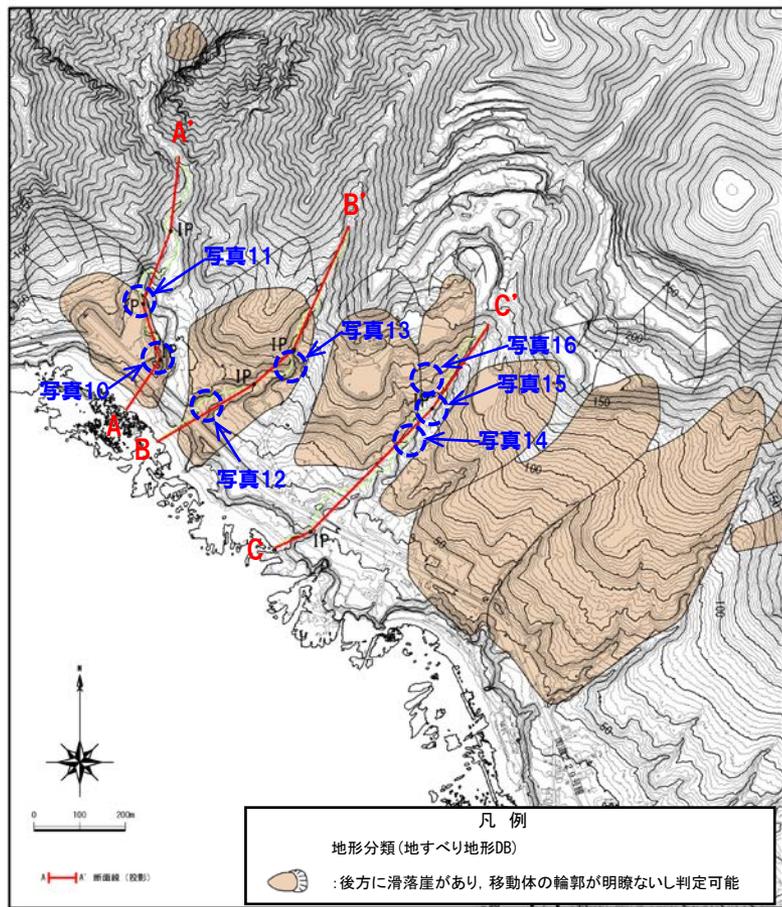
地すべり地形DB範囲

(2) 兜岩の調査結果

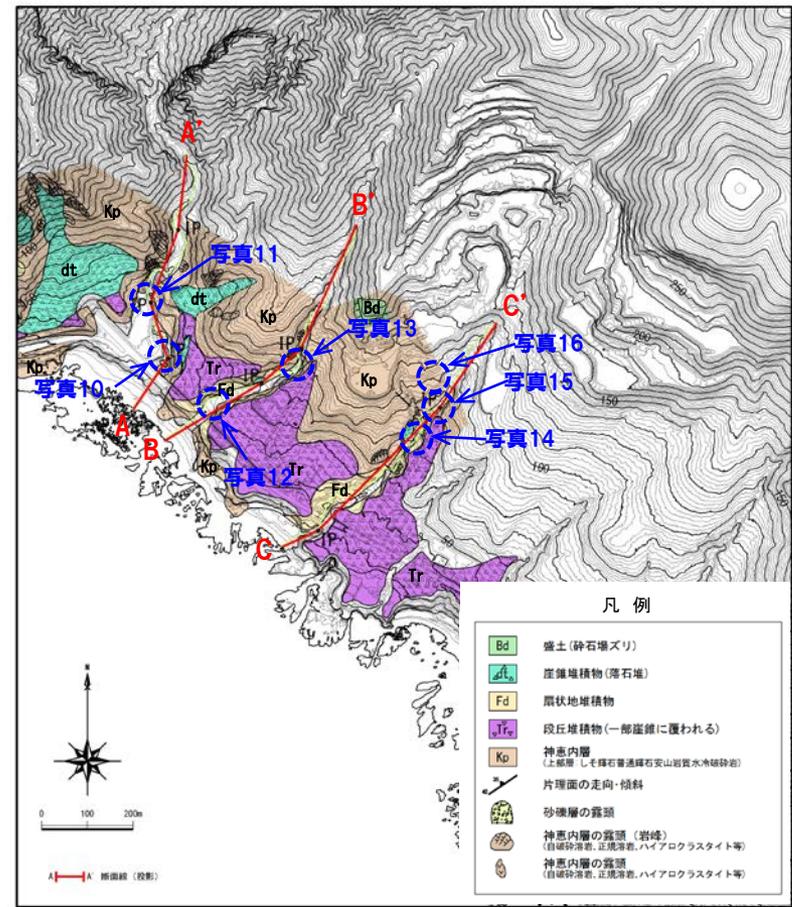
兜岩 地表地質踏査 (7/10) 沢沿い (1/4)

再掲 (H27/5/15審査会合)

- 地すべり地形DB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 (地すべり地形DB)



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。

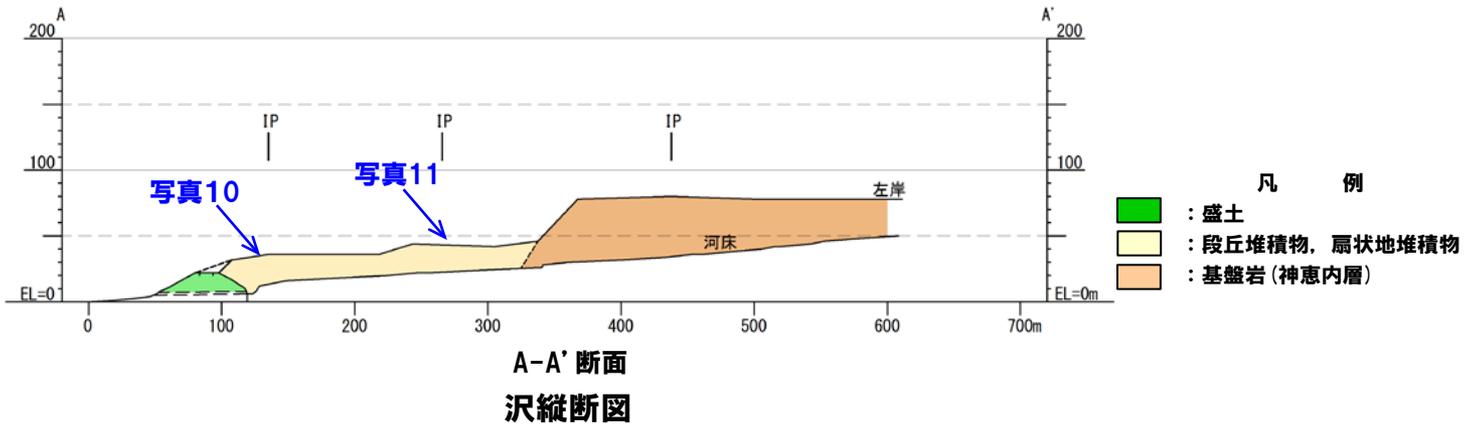


写真10: 地すべりブロック前面の沢河床の自破碎溶岩。滝を形成している。



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。

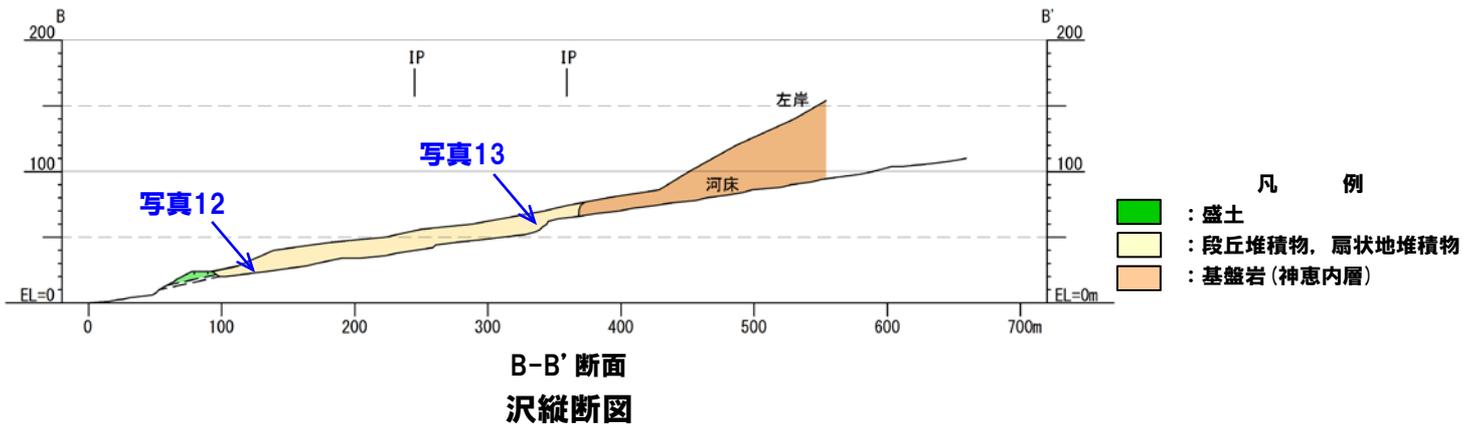


写真12: 基盤を覆って分布する扇状地性堆積物。



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。

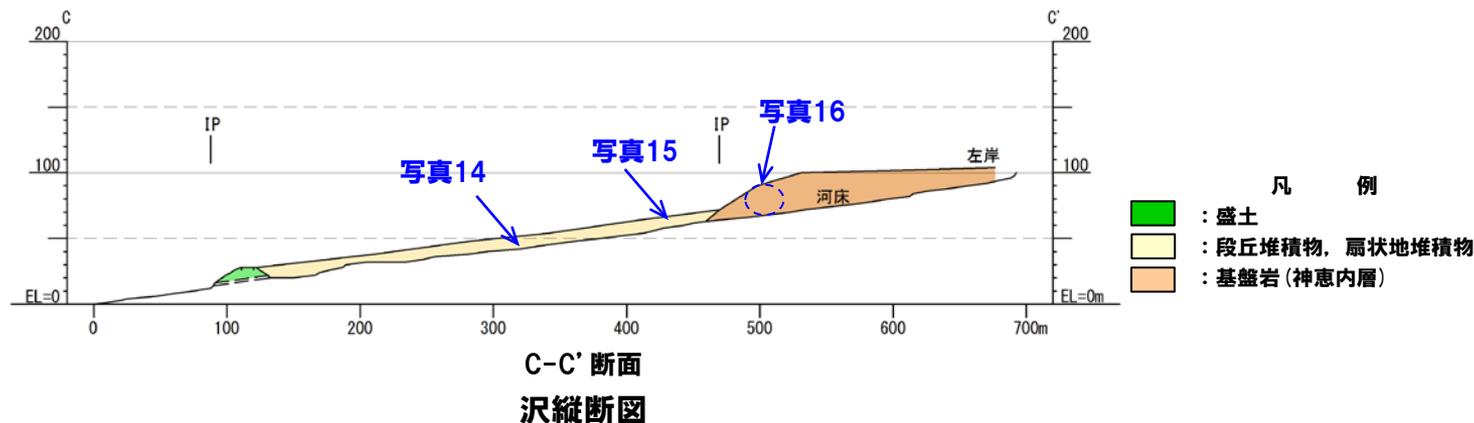


写真14: 河床に分布するよく締まった礫層。



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。

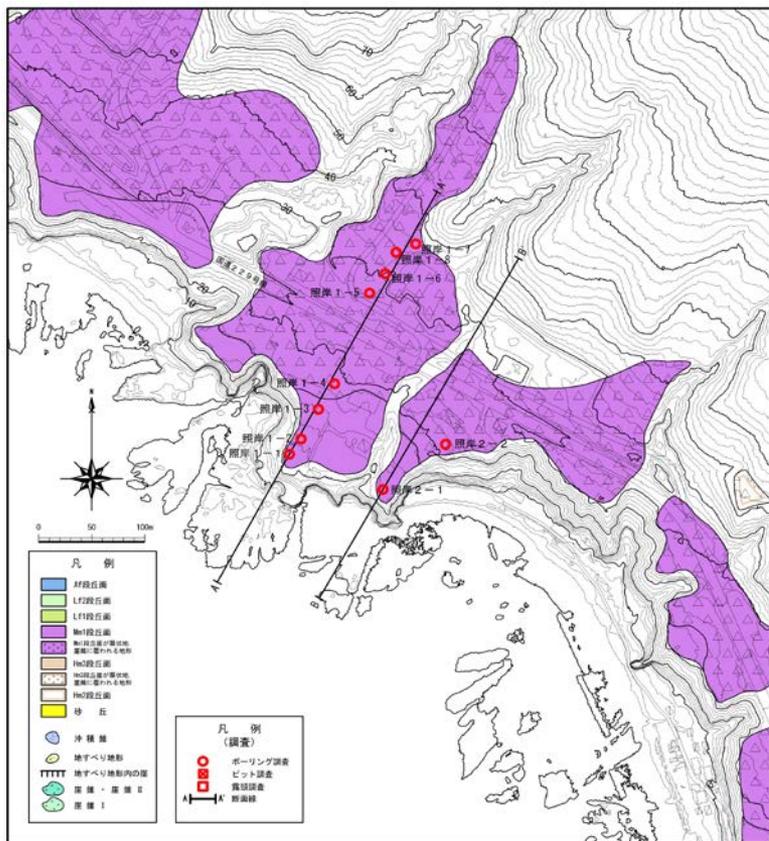
(2) 兜岩の調査結果

兜岩 ボーリング調査 (1/2)

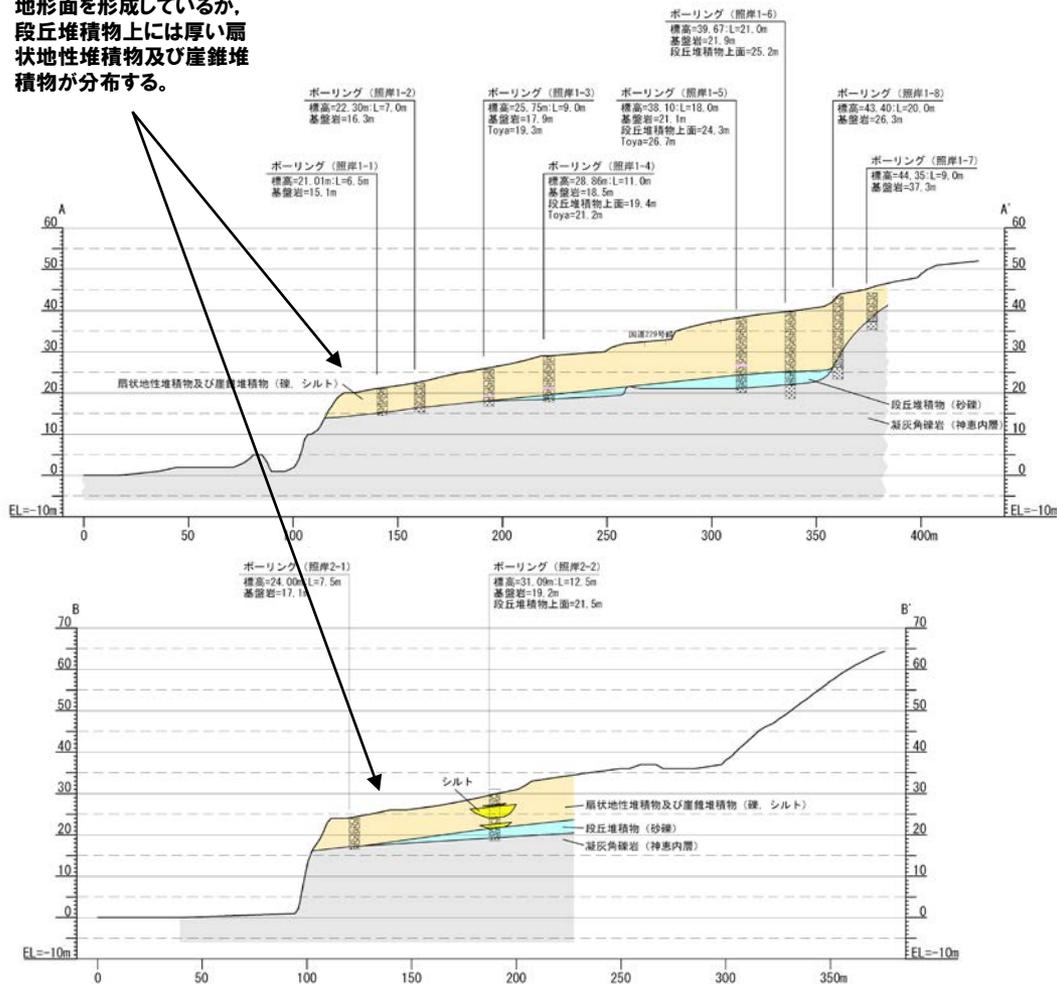
再掲 (H27/5/15審査会合)

○地すべり地形DB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



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。



(2) 兜岩の調査結果

兜岩 ボーリング調査 (2/2)

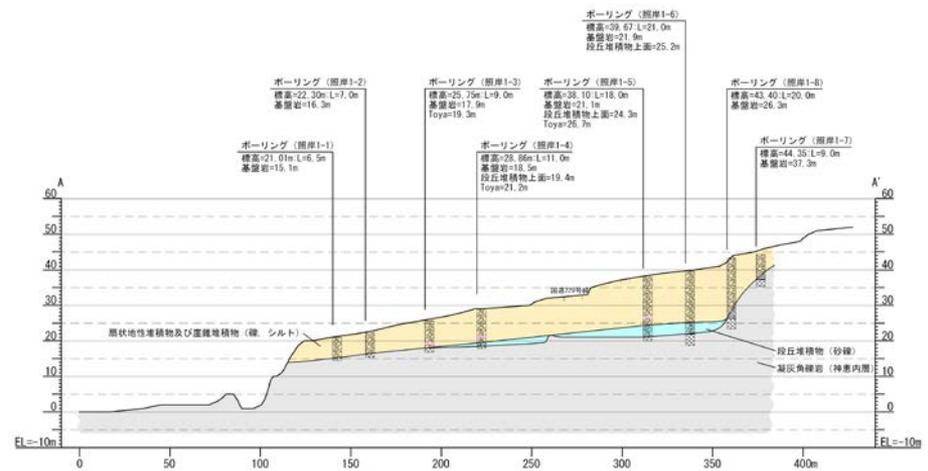
再掲 (H27/5/15審査会合)

○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、ブロック状に破砕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】

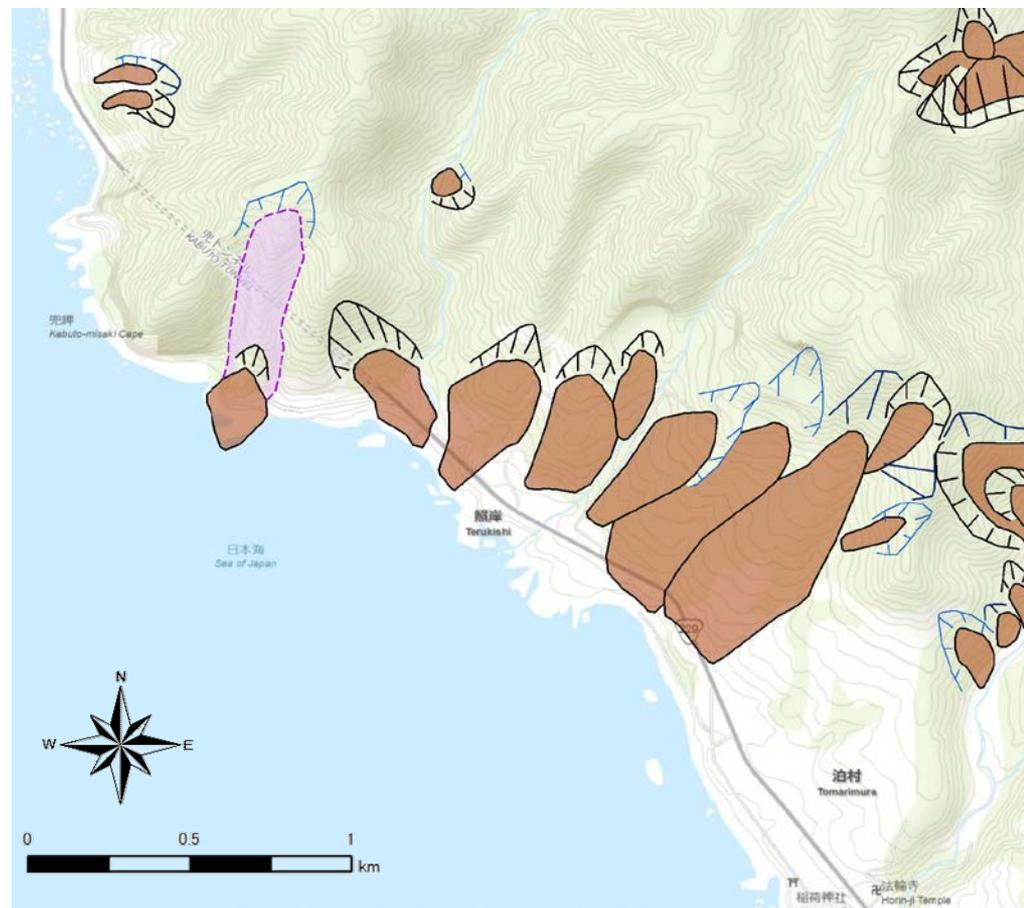
○防災科学研究所（2010）に示される滑落崖付近において、地すべりによる破碎を示唆するようなものは認められない。

【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）

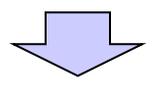
○空中写真判読結果・地形判読結果、地表地質踏査結果及びボーリング調査結果を踏まえ、敷地に影響のある津波を発生させる可能性がある津波として、兜岩は選定しない。

(3) 二つ岩の調査結果

二つ岩 空中写真判読

一部修正 (H27/5/15審査会合)

- 急勾配の沢の出口に発達した扇状地様の堆積地形が認められる。
- 対象範囲を含む急崖部については、火山岩類が露岩し、滑落崖等の地すべりを示唆する状況は認められない。
- 二つ岩周辺は、国道229号線の弁慶トンネルの坑口に位置し、施工実績から地すべりを示唆する地質は認められない。
- 前面位置の水深は浅い（約20m）。



○沖積錐であり、地すべりではないと判断される。

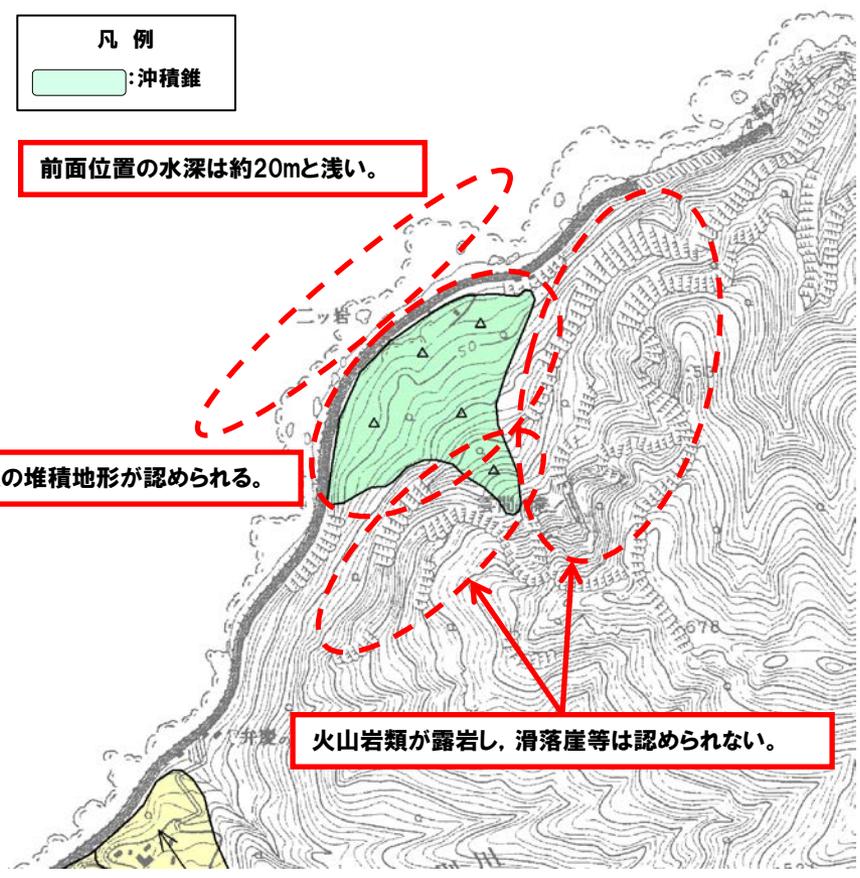
凡例

: 沖積錐

前面位置の水深は約20mと浅い。

扇状地様の堆積地形が認められる。

火山岩類が露岩し、滑落崖等は認められない。



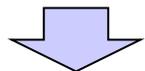
空中写真判読結果

(3) 二つ岩の調査結果

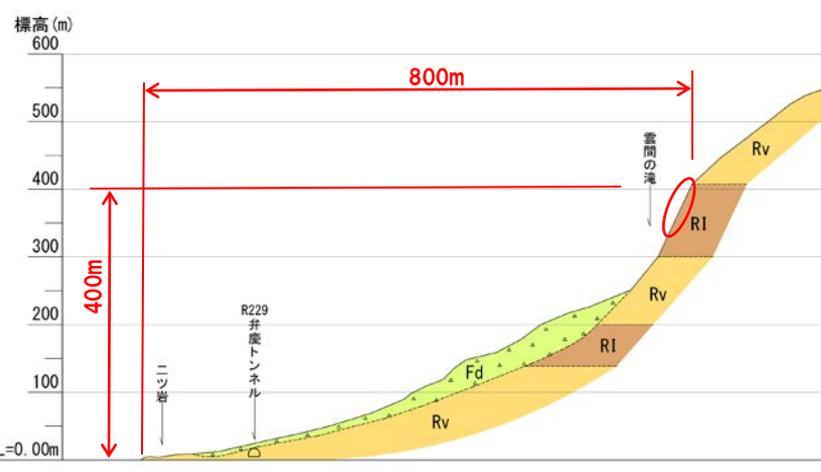
二つ岩 地表地質踏査 (1/3)

再掲 (H27/5/15審査会合)

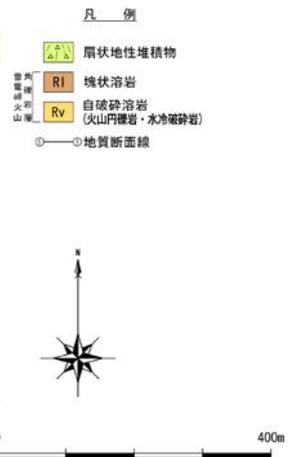
- 二つ岩周辺は海岸線に沿って比高100m程度の急崖が連続し、二つ岩付近では雲間の滝に代表される急崖から供給された堆積物が、扇状地地形を形成している。
- 扇状地基部の急崖には、新第三紀鮮新世の雷電岬火山角礫岩層の塊状溶岩及び自破碎溶岩が露岩しており、それらには地すべりを示唆する状況は認められない。
- 二つ岩付近では地すべり地形は認められず、地すべり地形DBの地すべり地形は、扇状地及び露岩した急崖と考えられる。
- 仮に雲間の滝上流での岩盤崩壊を考慮しても、海岸までの距離は崩壊高さ（約400m）の2倍程度を有しており、崩壊堆積物の分布範囲はほぼ陸域に限られると考えられる。



○地表地質踏査の結果も踏まえたうえで、二つ岩については地すべり地形ではないことから、数値シミュレーションによる定量的評価対象外と判断される。



①-①断面



ルートマップ

(3) 二つ岩の調査結果

二つ岩 地表地質踏査 (2/3)

再掲 (H27/5/15審査会合)

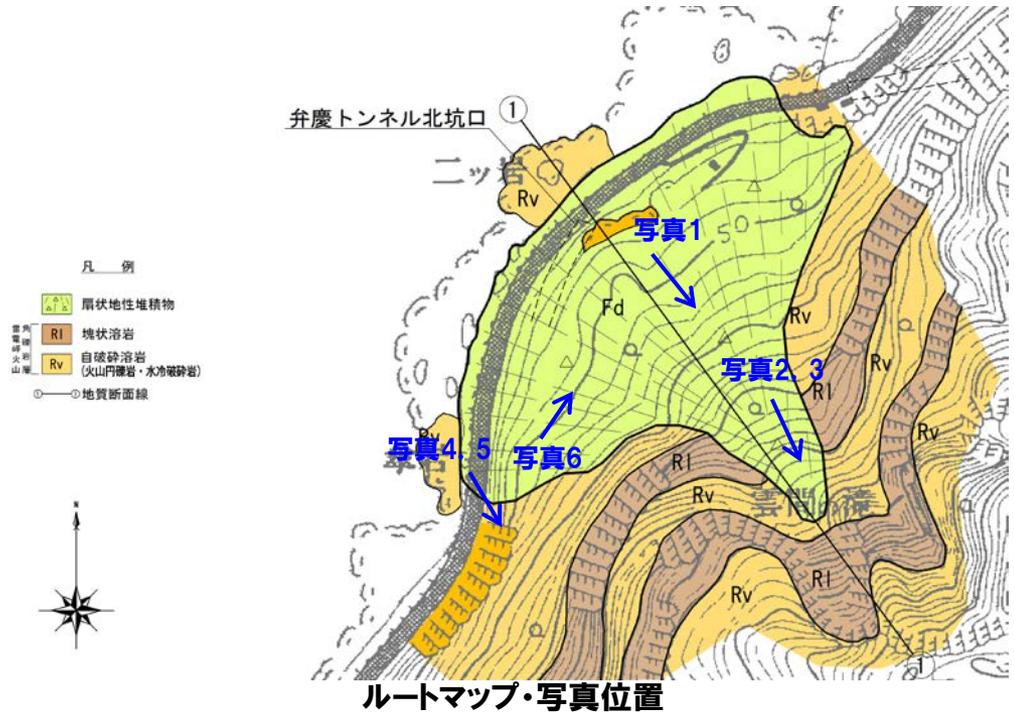


写真2: 雲間の滝付近の急崖
柱状節理の発達した堅硬な溶岩が露岩し、滑落崖等の地すべりを示唆する状況は認められない。



写真3: (写真2の拡大)
柱状節理の発達した堅硬な溶岩が露岩し、滑落崖等の地すべりを示唆する状況は認められない。



写真1: 前面の扇状地様の沖積錐の背後に雷電火山岩層の火山岩が急崖を形成している。

(3) 二つ岩の調査結果

二つ岩 地表地質踏査 (3/3)

再掲 (H27/5/15審査会合)

○二つ岩南側の雲間の滝周辺の急崖部も露岩しており堅硬な火山岩が認められる。また前面の地形にも遷急線や急崖は認められない。



写真4:二つ岩北側の急崖部。自破碎溶岩の露頭が認められる。



写真5: (写真4の拡大) 自破碎溶岩の状況, 滑落崖等は認められない。



写真6:沖積錐の緩斜面部(10~15°)。遷急線や急崖は認められない。

(3) 二つ岩の調査結果

二つ岩の調査結果（まとめ）

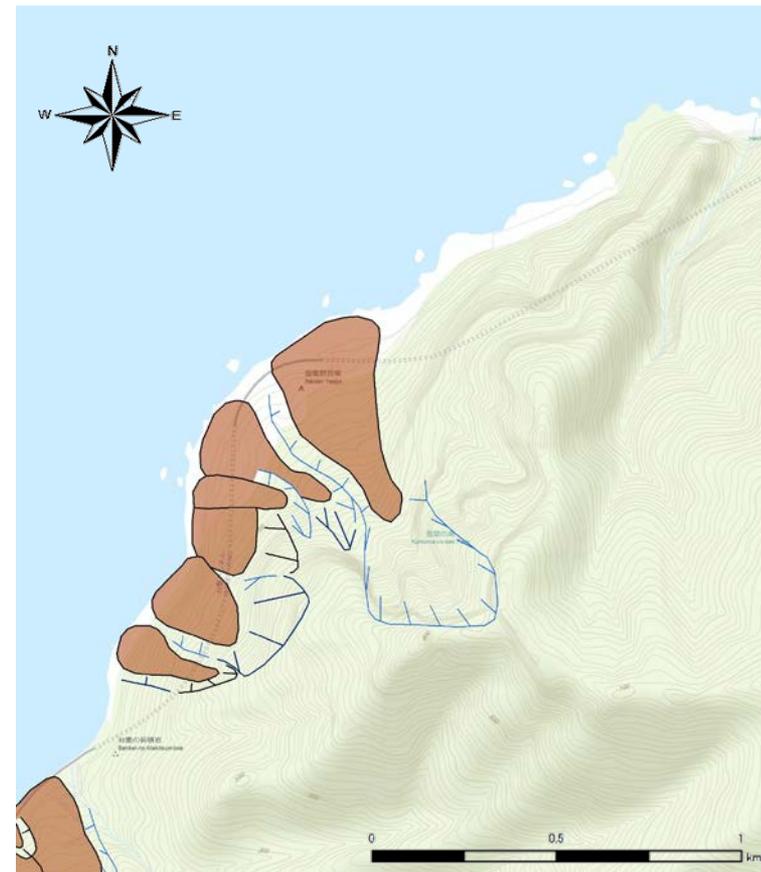
一部修正（H27/5/15審査会合）

【空中写真判読】

○前面位置の水深は約20mと浅く、急勾配の沢の出口に発達した扇状地様の堆積地形が認められることから、沖積錐であり、地すべり地形ではないと判断した。

【地表地質踏査結果】

○防災科学研究所（2010）に示される滑落崖付近において、火山岩類が露岩し、滑落崖等の地すべりを示唆するようなものは認められない。



地すべり地形位置図（二つ岩）
（防災科学研究所（2010）より引用）

○空中写真判読及び地表地質踏査結果を踏まえ、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、二つ岩は選定しない。

(4) 弁慶岩の調査結果

評価対象の選定 弁慶岩

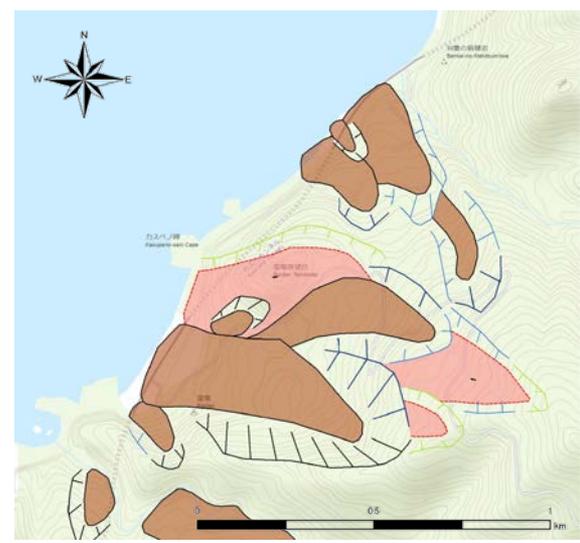
一部修正 (H27/5/15審査会合)

【空中写真判読結果】

- 地すべり地形は4箇所のブロックから構成される。
- 滑落崖は、開析されて不明瞭であり、地すべり方向に系統性はない。

【地表地質踏査結果】

- ブロック2及びブロック4は、海岸部に堅硬な火砕岩類が連続して分布し、地すべりを示唆する状況は認められない。
- ブロック1及びブロック3は、地すべり地形の特徴を確認した。



地すべり地形位置図 (弁慶岩)
(防災科学研究所 (2022) より引用)



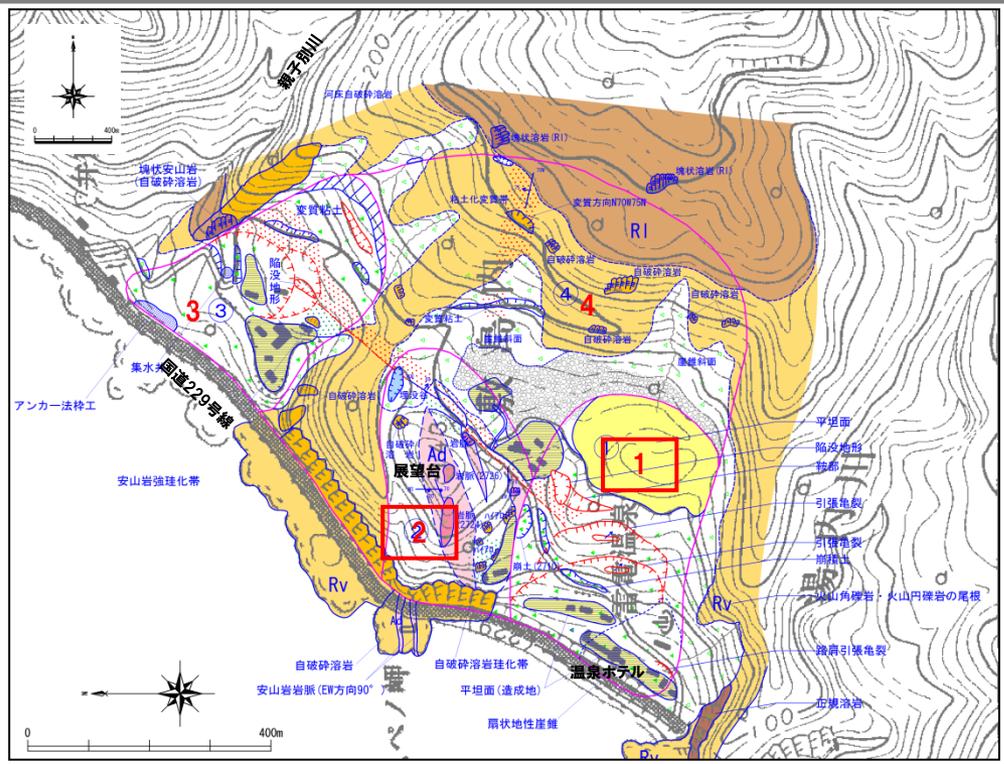
空中写真判読結果 (弁慶岩)

- 空中写真判読結果及び地表地質踏査を踏まえ、ブロック1及びブロック3の崩壊を想定し、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、弁慶岩を選定した。
- なお、安全側の評価となるブロック1及びブロック3が一括崩壊した場合を想定した。

(4) 弁慶岩の調査結果

弁慶岩 地表地質踏査 (1/9)

再掲 (H27/5/15審査会合)



赤字:ブロック

凡例	
地質記号	地形記号
地すべり崩積土	平坦面
崖堆積物	平坦面(造成地)
塊状溶岩落石堆	鞍部・コル
Ri 塊状溶岩	引張亀裂・分離丘
Rv 自破砕溶岩・火山円礫岩・水砕破砕岩	段差
Ad 安山岩岩脈	陥没地形
粘土化変質帯	滑落崖
珪化変質帯	法面
断層(推定含む)	露岩地点(塊状溶岩)
片理面の走向・傾斜	露岩地点(自破砕溶岩)
変質帯の走向・傾斜	露岩地点(安山岩岩脈)
	埋没谷
	沢筋
	地すべり想定ブロック

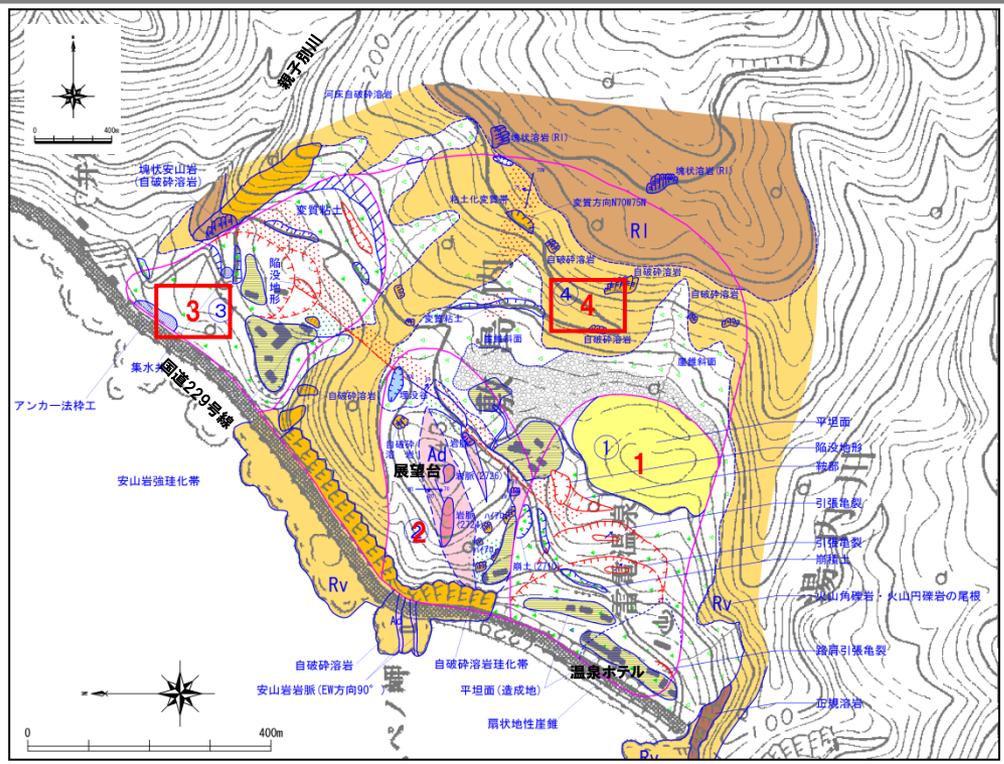
弁慶岩周辺ルートマップ

- 弁慶岩は、地表地質踏査結果から4ブロックに区分され、それぞれのブロックの特徴は以下のとおりである。
- ブロック1**
 - 舌端部（海岸部）：国道229号法面は、植生被覆があり基盤の分布は不明であるが、擁壁工に変状は認められない。
 - 舌端部～中腹部：標高20m～30mの緩斜面に造成された温泉ホテル背後の道路に古い引張亀裂が認められる。
 - 北側方崖部：温泉ホテルと展望台の中間にある沢状の鞍部で画されており、鞍部北側には安山岩脈及び自破砕溶岩が認められる。
 - 南側方崖部：南北に張り出した尾根部と前面の崖錐堆積物の斜面からなり、段差や陥没等の地すべりを示唆する地形の発達には認められない。
 - 背後崖部：標高110m付近の平坦面で、安山岩溶岩由来の落石堆からなる斜面が形成されており滑落崖等は認められないが、平坦面より前面の斜面には引張亀裂が2列、陥没地形が1箇所確認されることから、地すべりは標高110m付近より海側の斜面に限定される。
- ブロック2**
 - 舌端部（海岸部）：地すべり先端部に相当する海岸部汀線付近では自破砕溶岩、山腹から山頂にかけての急崖斜面では自破砕溶岩及び堅硬緻密な安山岩岩脈が連続露頭し、地すべりを示唆するせん断面や弱線は認められない。
 - 北側方崖部：閉塞した谷地形で、両岸には基盤岩、側方崖先端部の海食崖には基盤の自破砕溶岩の連続露頭が分布し、地すべりを示唆するすべり面は認められない。
 - 南側方崖部：展望台～海食崖にかけて自破砕溶岩の連続露頭が分布し、地すべりを示唆するすべり面は認められない。
 - 背後崖部：展望台背後の鞍部で、変質帯の分布に沿って発達することや、脆弱な粘土化変質と岩質が硬化する珪化変質の両方の特徴を有すること等から、基盤の岩質を反映した差別浸食により形成された地形と判断される。

(4) 弁慶岩の調査結果

弁慶岩 地表地質踏査 (2/9)

再掲 (H27/5/15審査会合)



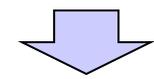
凡例

地質記号	地形記号
地すべり崩積土	平坦面
崖錐堆積物	平坦面(造成地)
塊状溶岩落石堆	鞍部・コル
RI 塊状溶岩	引張亀裂・分離丘
Rv 自破碎溶岩・火山円礫岩・水冷破砕岩	段差
Ad 安山岩岩脈	陥没地形
粘土化変質帯	滑落崖
珪化変質帯	法面
断層(推定含む)	露岩地点(塊状溶岩)
片理面の走向・傾斜	露岩地点(自破碎溶岩)
変質帯の走向・傾斜	露岩地点(安山岩岩脈)
	埋没谷
	沢筋
	地すべり想定ブロック

赤字:ブロック

弁慶岩周辺ルートマップ

- ブロック3**
 - 舌端部 :国道229号の法面で、アンカー付き法枠工等の斜面对策が施工されており、北側は開析された緩斜面、南側は段丘状の急斜面となるが、**中腹部にかけて地すべり地形の発達**が認められる。
 - 北側方崖部:親子別川左岸斜面で、**崩積土**が分布する。
 - 南側方崖部:谷地形～鞍部で、南側斜面には自破碎溶岩が分布し、ブロック側は崖錐堆積物に覆われている。
 - 背後崖部 :国道229号法面は、擁壁工に変状は認められないものの、**中腹から背後にかけて、明瞭な段差地形・陥没地形等の地すべり特有の微地形が発達**する。
- ブロック4**
 - 本ブロックは、ブロック1～3の背後のブロックで、ブロック2を含む斜面中央部が安山岩岩脈群を基盤とした非地すべり地域であること、山頂部が塊状溶岩の末端であり、滑落崖ではないことから、**地すべり地形ではないと判断**される。

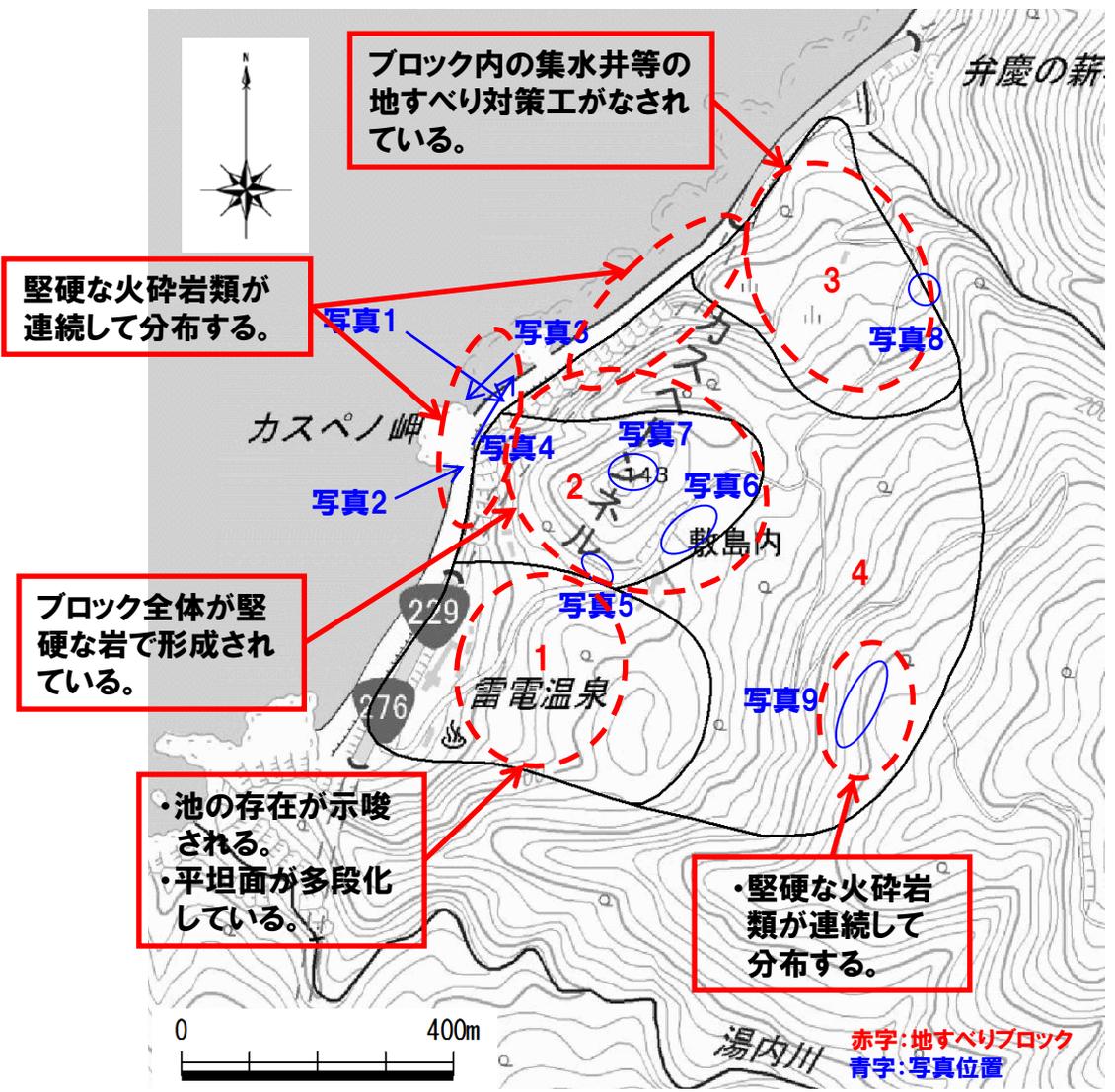


○**地表地質踏査結果より、弁慶岩地域の地すべりはブロック1・3が該当し、ブロック2・4は地すべりではないと判断される。**

(4) 弁慶岩の調査結果

弁慶岩 地表地質踏査 (3/9)

再掲 (H27/5/15審査会合)



ルートマップ・写真位置

- ブロック1
 - 過去においてブロック上部の平坦面に池の存在が示唆される。
 - 平坦面が多段化している。
- ブロック2
 - カスペノ岬付近の海岸部には、堅硬な火砕岩類が連続して分布し、ブロックの地すべりを示唆する状況は認められない。
 - ブロック全体が堅硬な安山岩溶岩及び火砕岩で形成されており、貫入岩の可能性も推定される。
- ブロック3
 - 北側の尾根部は、堅硬な安山岩溶岩で形成されている。
 - しかし、ブロック内に集水井等の地すべり対策工がなされている。
- ブロック4
 - カスペノ岬付近の海岸部には、堅硬な火砕岩類が連続して分布し、ブロックの地すべりを示唆する状況は認められない。
 - 中央部では、堅硬な安山岩溶岩が分布し、地すべりを示唆する状況は認められない。



- ブロック2・4
 - 安定ブロック群
- ブロック1・3
 - 不安定ブロック群 (の可能性)

(4) 弁慶岩の調査結果

弁慶岩 地表地質踏査 (4/9)

再掲 (H25/11/29審査会合)



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



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

(4) 弁慶岩の調査結果

弁慶岩 地表地質踏査 (5/9)

再掲 (H25/11/29審査会合)



写真3

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



写真3 (南側)

(4) 弁慶岩の調査結果

弁慶岩 地表地質踏査 (6/9)

再掲 (H27/5/15審査会合)



写真4



写真3～4の海岸の露頭状況

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

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

(4) 弁慶岩の調査結果

弁慶岩 地表地質踏査 (7/9)

再掲 (H25/11/29審査会合)

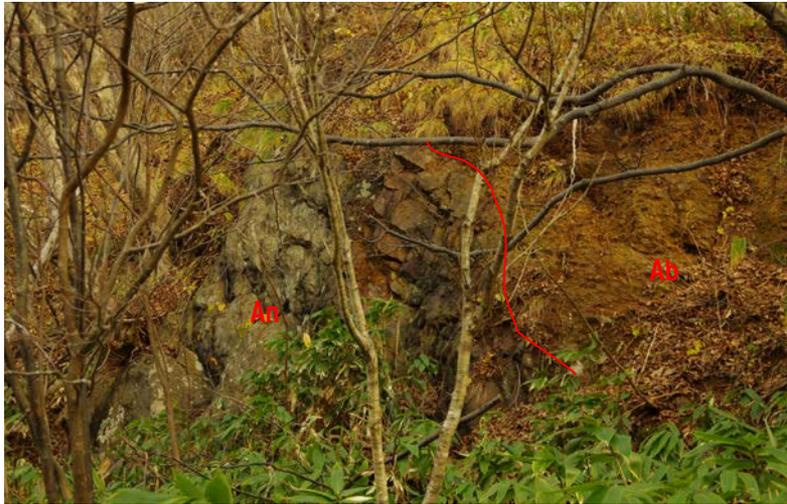


写真5

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



写真6

写真6:ブロック2の背後の鞍部には、堅硬な安山岩溶岩が分布する。

(4) 弁慶岩の調査結果

弁慶岩 地表地質踏査 (8/9)

再掲 (H25/11/29審査会合)



写真7

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



写真8

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

(4) 弁慶岩の調査結果

弁慶岩 地表地質踏査 (9/9)

再掲 (H25/11/29審査会合)



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

(5) パラメータの設定根拠

地すべり地形のモデル化

一部修正 (H27/8/21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。

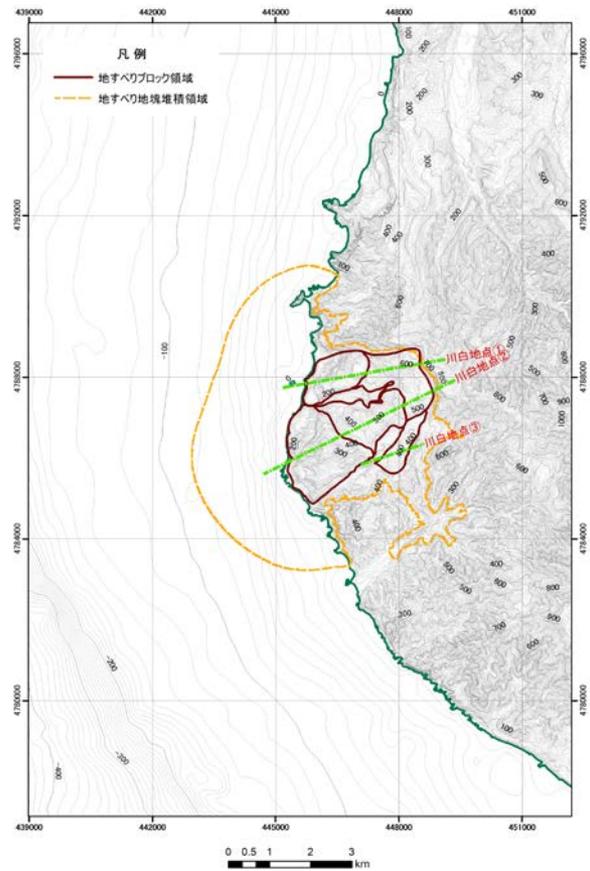
【地すべりシミュレーション (TITAN2D)】

入力データ	入力値			備考
	川白	堀株	弁慶岩	
内部摩擦角 ϕ_{int} (°)	30.0	30.0	30.0	想定される地質 (33° 程度) より設定。
底面摩擦角 ϕ_{bed} (°)	11.3	19.3	18.3	森脇 (1987) より設定。

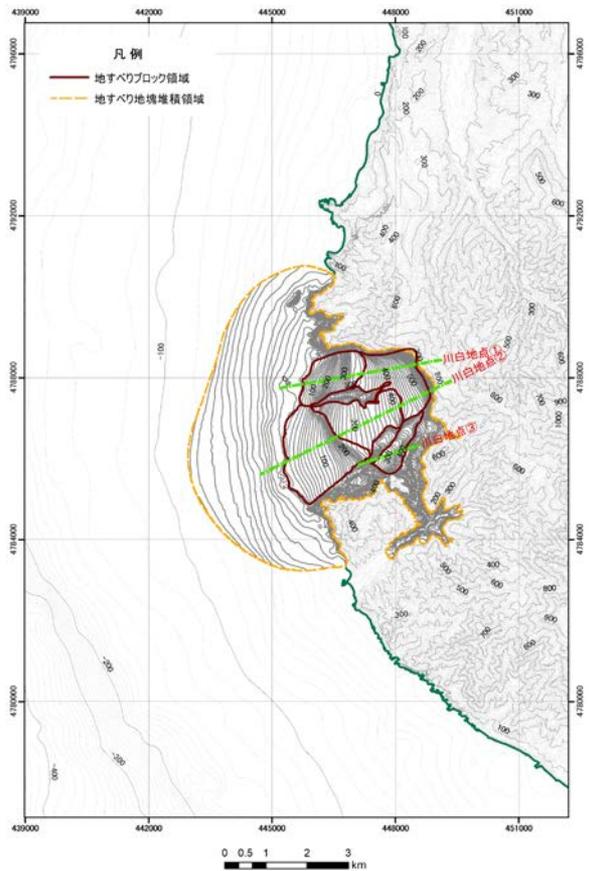
(5) パラメータの設定根拠

地すべり地形のモデル化 川白 (1/2)

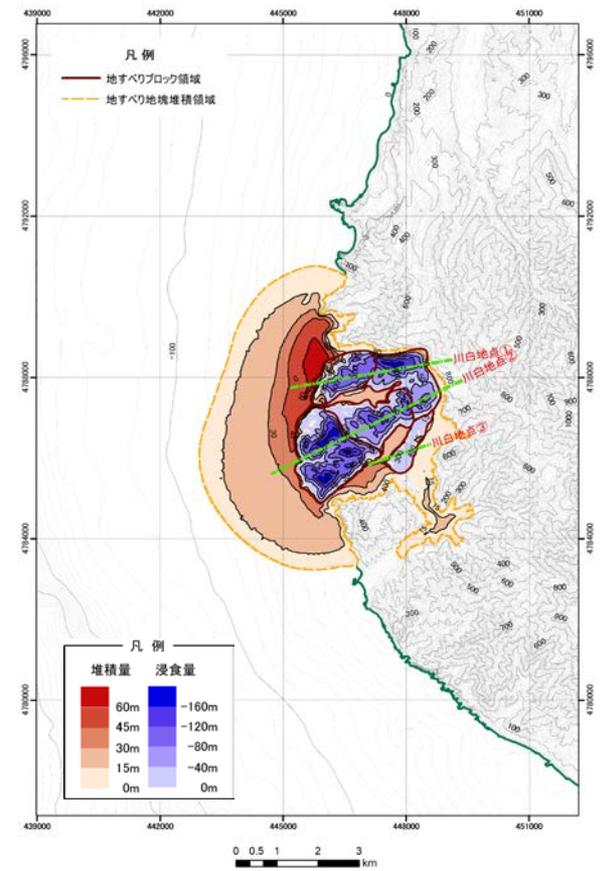
一部修正 (H27/8/21審査会合)



地すべり前地形



地すべり後地形 (10分後)

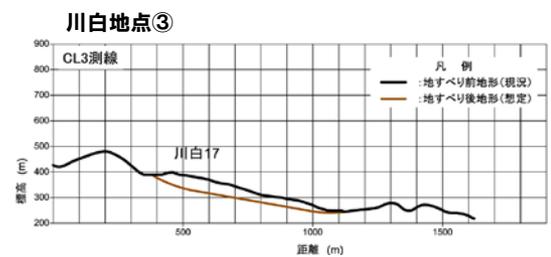
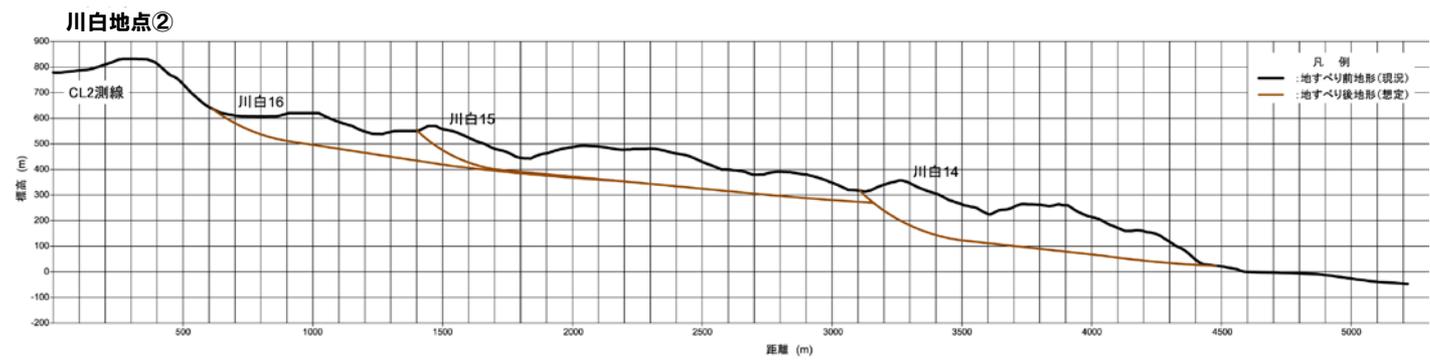
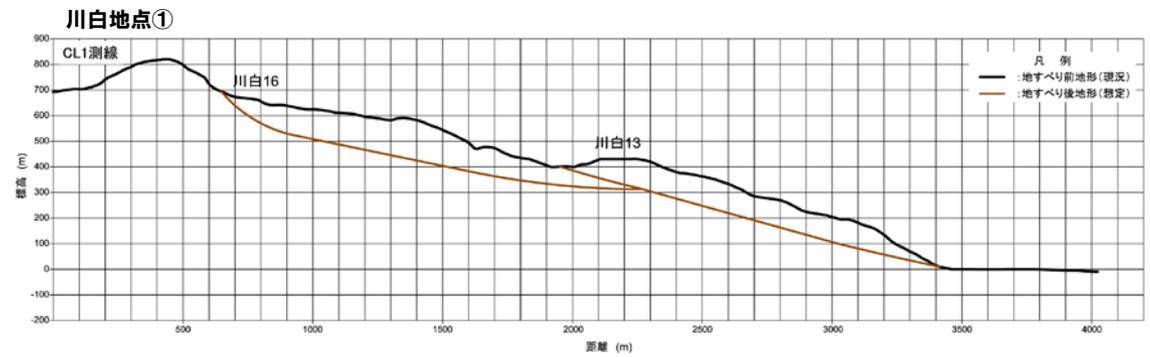


地すべり前後の地形変化量

(5) パラメータの設定根拠

地すべり地形のモデル化 川白 (2/2)

一部修正 (H27/8/21審査会合)

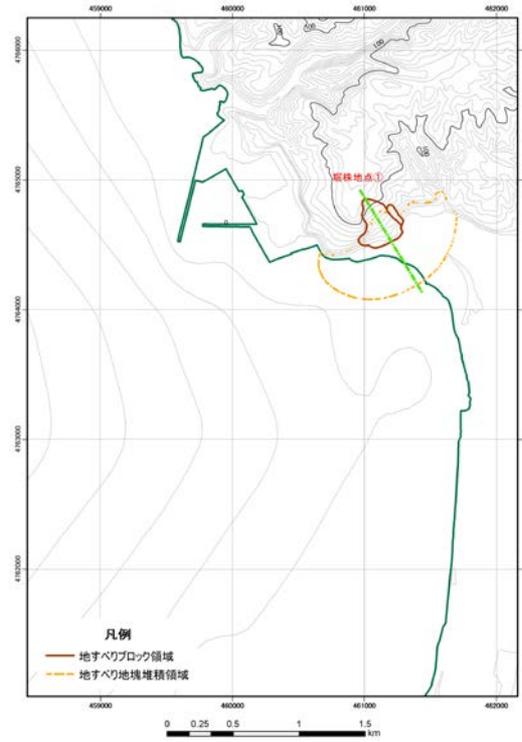


地すべり地形の断面形状

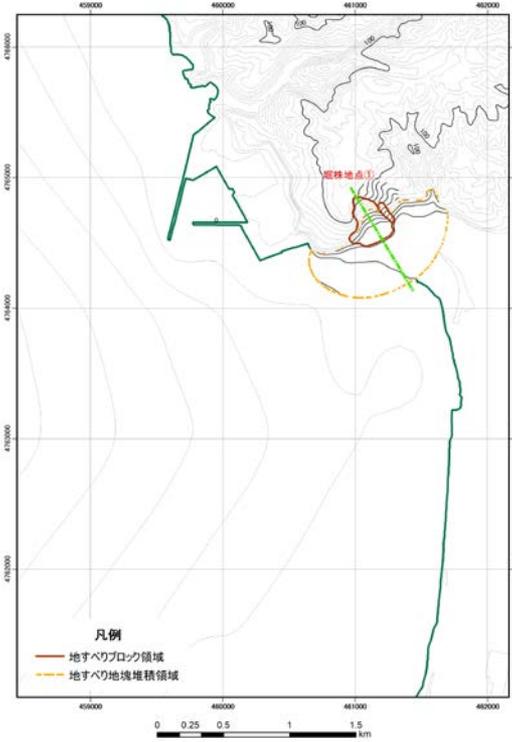
(5) パラメータの設定根拠

地すべり地形のモデル化 堀株

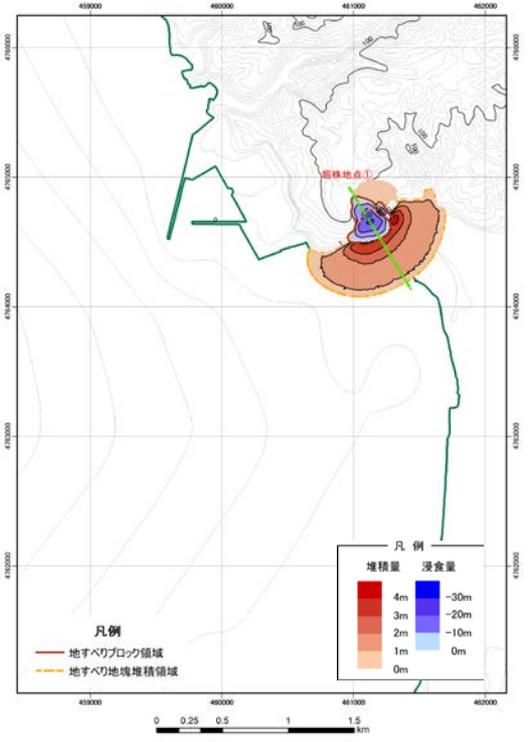
一部修正 (H27/5/15審査会合)



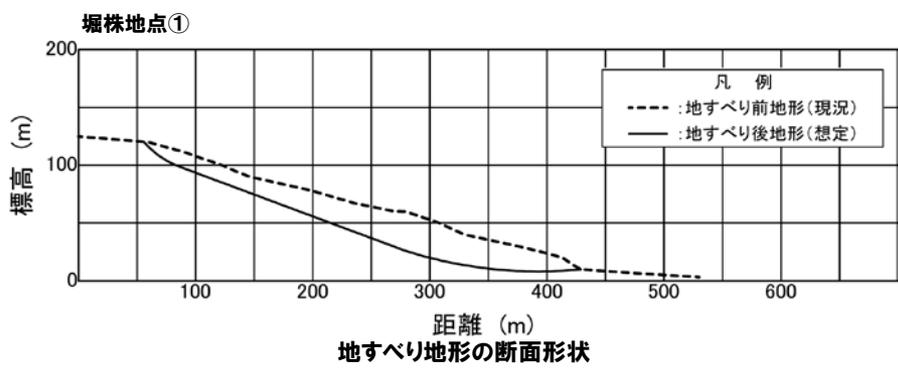
地すべり前地形



地すべり後地形 (10分後)



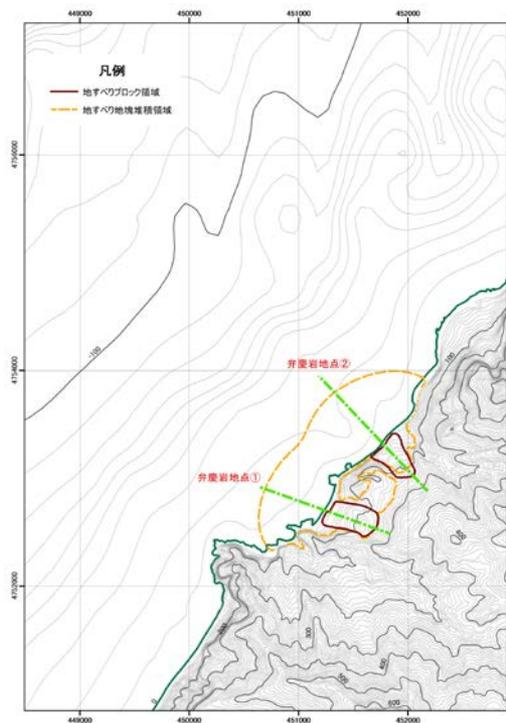
地すべり前後の地形変化量



(5) パラメータの設定根拠

地すべり地形のモデル化 弁慶岩

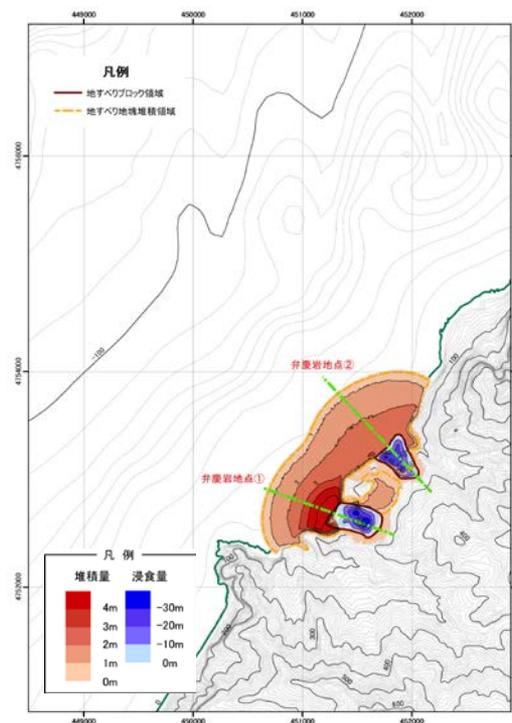
一部修正 (H27/5/15審査会合)



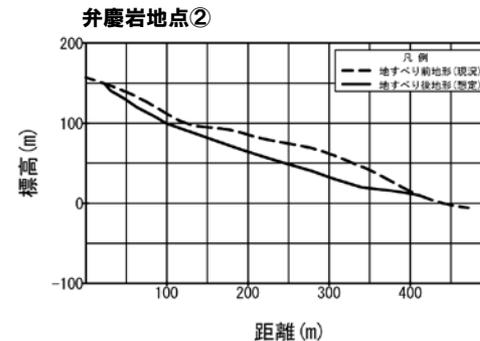
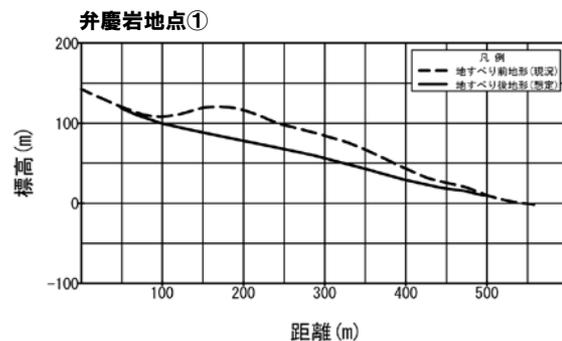
0 0.25 0.5 1 1.5 km
地すべり前地形



0 0.25 0.5 1 1.5 km
地すべり後地形 (10分後)



0 0.25 0.5 1 1.5 km
地すべり前後の地形変化量



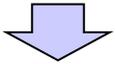
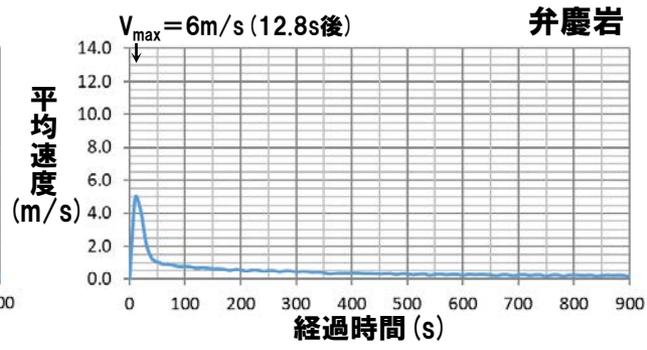
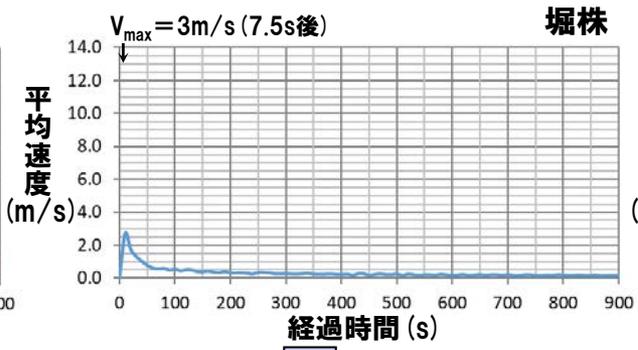
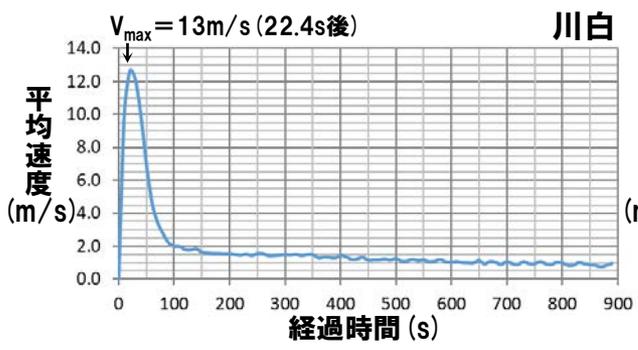
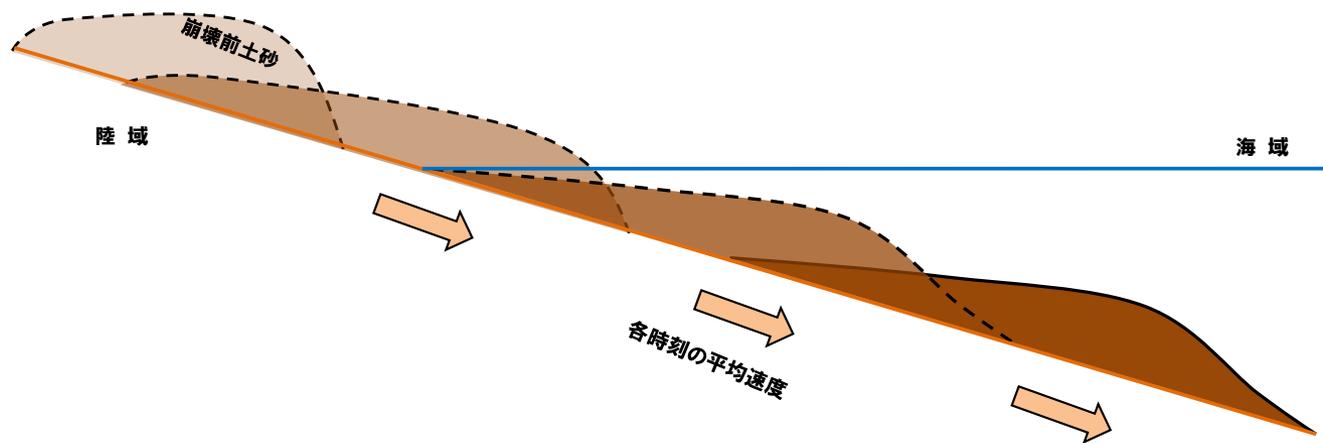
地すべり地形の断面形状

(5) 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、TITAN2D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。



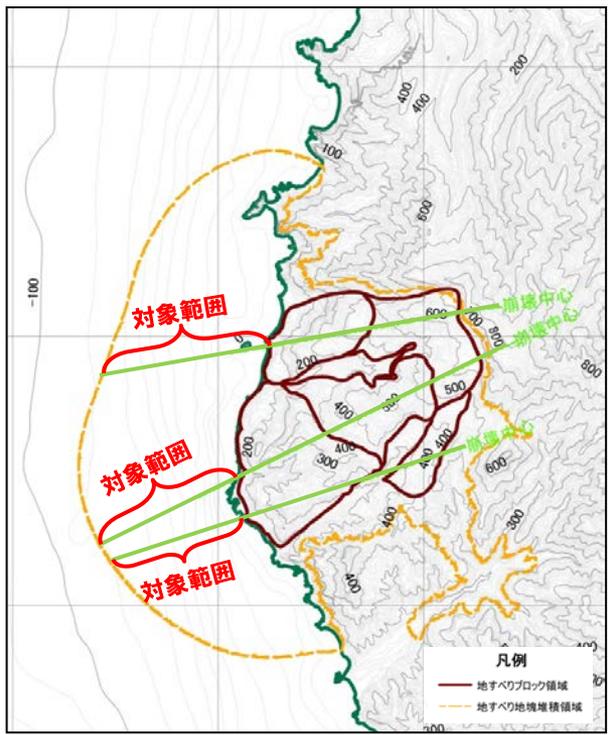
○以上より、変動伝播速度は、安全側の評価となる移動土塊の平均速度の最大値に設定した(川白:13m/s, 堀株:3m/s, 弁慶岩:6m/s)。

(5) パラメータの設定根拠

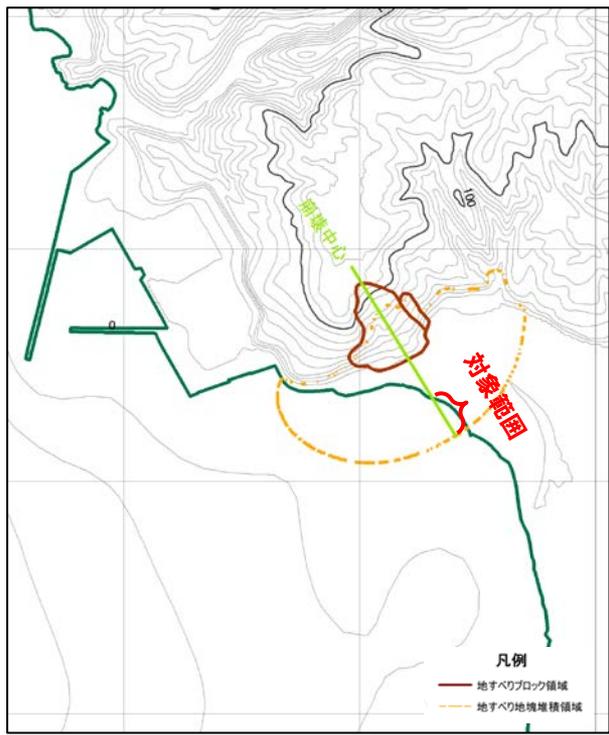
鉛直変位ライズタイム (1/3)

一部修正 (H27/8/21審査会合)

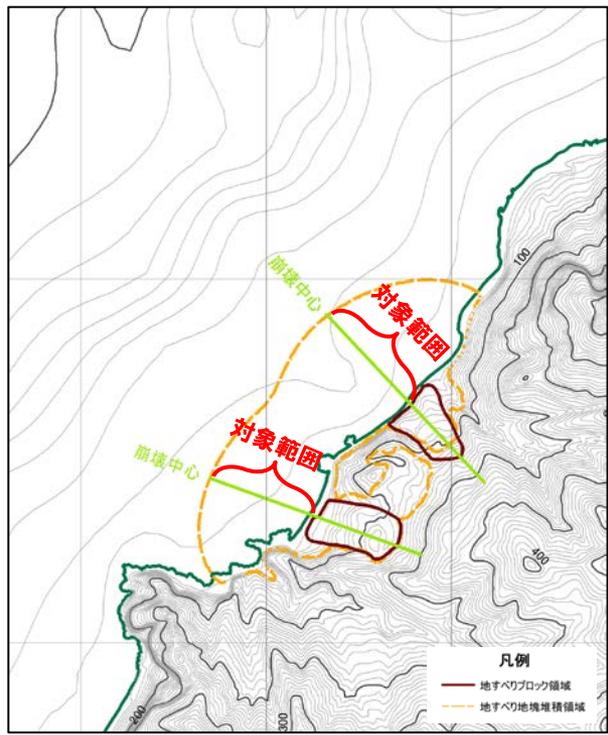
- 鉛直変位ライズタイムは、TITAN2Dによる地すべりシミュレーションにおける土塊の堆積変化について着目し、現象が開始してから概ね終息したと判断されるまでの時間を算出したうえで設定する。
- 土塊の堆積及び浸食の時間変化については、土塊の崩壊中心線を代表とする。
- 算出に用いる堆積変化の範囲は、崩壊中心線上で崩壊開始後10分までの海域の変化範囲とする。



川白



堀株



弁慶岩

(5) パラメータの設定根拠

鉛直変位ライズタイム (2/3)

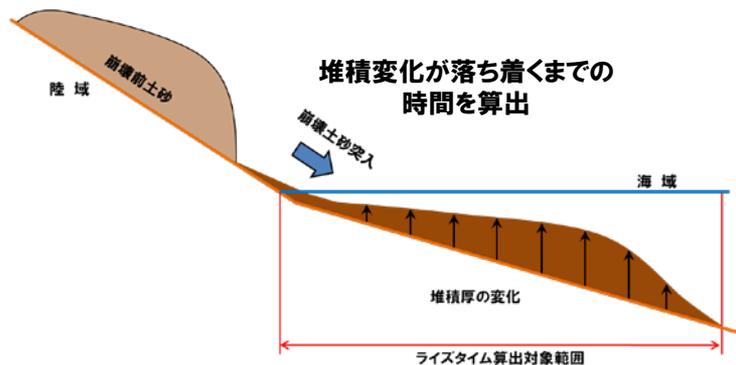
一部修正 (H27/8/21審査会合)

○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5%未満となる時間として算出した。

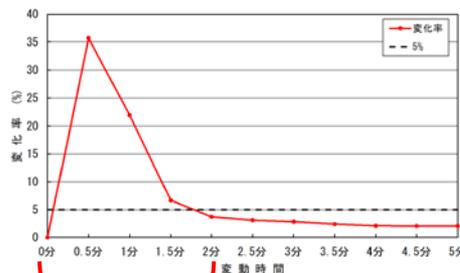
➢ 算出方法: 各時間の変化率 = (時間あたり変化量 ÷ 10分間の総変化量) × 100

○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。

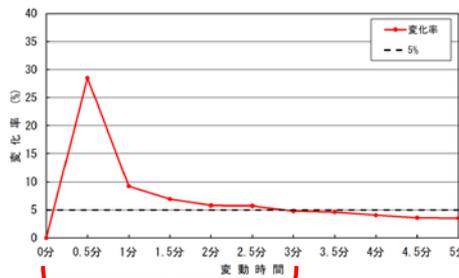
○土砂の変化量は、対象範囲の平均値とし、堆積及び浸食を絶対値で評価した。



堆積変化が落ち着くまでの時間を算出

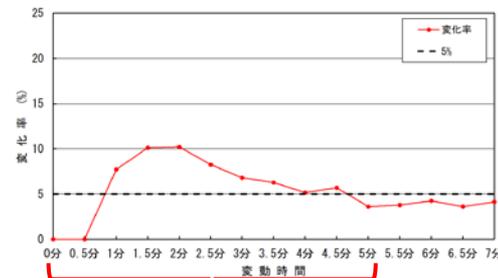


川白



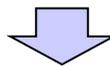
180s

弁慶岩



300s

堀株



○陸上地すべり(川白)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5%未満になるまでの時間から-60sとした時間に設定する(川白:60s, 弁慶岩:120s, 堀株:240s)。

(5) 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)

- 陸上地すべりに伴う津波及び岩盤崩壊に伴う津波のうち、最大ケースとなる川白を対象として検討した。
- 鉛直変位ライズタイムは、平均堆積量の変化率が5%未満になるまでの時間である120s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、60s、120s、180s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。
計算時間 (時間)	3	
比高変化 (m)	最大227	TITAN2Dによる10分後の地形変化量から設定。
鉛直変位ライズタイム (s)	60,120,180	パラメータスタディとして検討。
変動伝播速度 (m/s)	13	TITAN2Dによる最大速度から安全側の評価として設定。

陸上地すべり (川白) の数値シミュレーション結果

区分	陸上地すべり (川白)		
	鉛直変位ライズタイム 60s 評価値	鉛直変位ライズタイム 120s 評価値	鉛直変位ライズタイム 180s 評価値
防潮堤前面 (上昇側)	4.92m	3.12m	2.43m
3号炉取水口 (上昇側)	3.45m	2.79m	2.45m
1, 2号炉取水口 (上昇側)	3.64m	2.72m	2.27m
放水口 (上昇側)	5.91m	3.68m	3.51m
3号炉取水口 (下降側)	4.18m	4.11m	3.99m
「貯留堰を下回る継続時間」	38s	66s	25s
「パルスを考慮しない時間」	38s	66s	25s

※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5%未満になるまでの時間から-60sとした時間に設定する。

(6) 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、陸上地すべりに伴う津波のうち最大ケースとなる川白を対象に、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）】

入力データ	入力値	備考
計算時間間隔 Δt (s)	0.1	
計算時間 (時間)	3	
海水密度 (kg/m ³)	1,030	一般値を使用。
崩壊物密度 (kg/m ³)	2,000	松本ほか (1998) に基づき設定。
底面粗度係数 n (m ^{-1/3} ・s)	上層:0.03 下層:0.40	上層は、土木学会 (2002) に基づき設定。 下層は、Kawamata et al. (2005) に基づき設定。
界面抵抗係数 f_{int}	0.0	Kawamata et al. (2005) に基づき設定。
渦動粘性係数 ν (m ² /s)	下層:0.1	Kawamata et al. (2005) に基づき設定。

陸上地すべり (川白) の数値シミュレーション結果

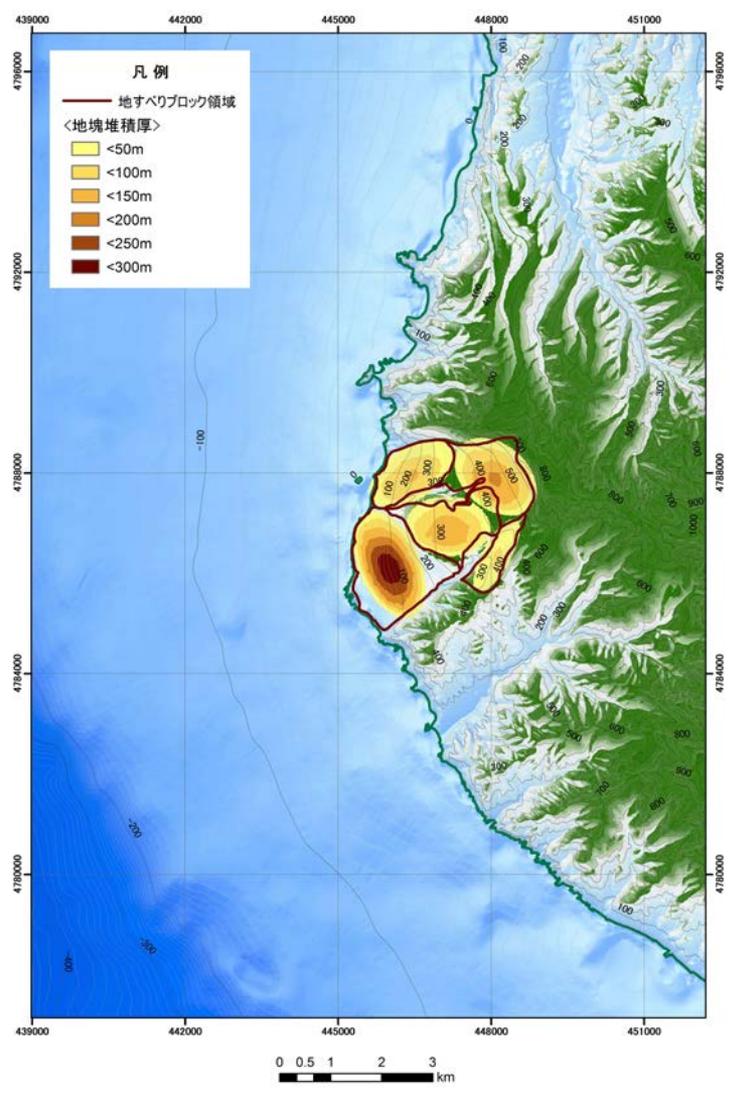
区分	陸上地すべり (川白)	
	二層流モデル 評価値	【参考】 Kinematic landslideモデル 評価値
防潮堤前面 (上昇側)	4.15m	4.92m
3号炉 取水口 (上昇側)	2.28m	3.45m
1, 2号炉 取水口 (上昇側)	2.39m	3.64m
放水口 (上昇側)	5.37m	5.91m
3号炉 取水口 (下降側)	2.67m	4.18m
「貯留堰を下回 る継続時間」	0s	38s
「パルスを考慮 しない時間」	0s	38s

○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。

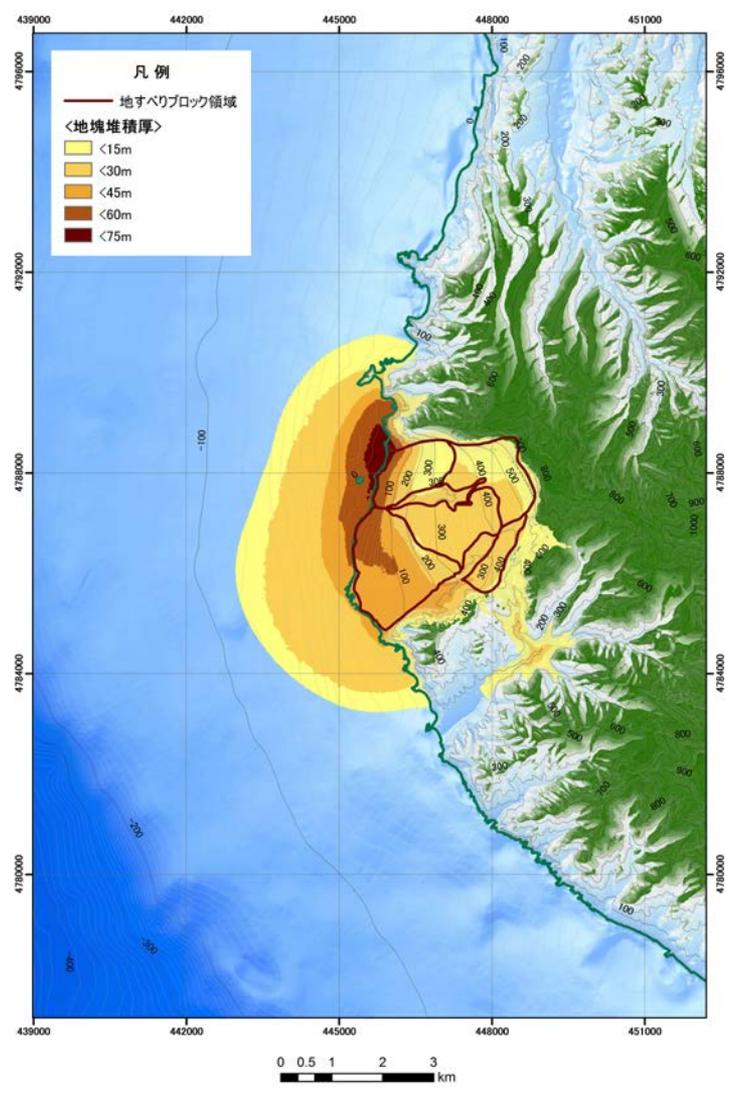
(7) 数値シミュレーション結果

川白 (1/5) 地すべりシミュレーション (1/3)

再掲 (H27/8/21 審査会合)



地すべり前



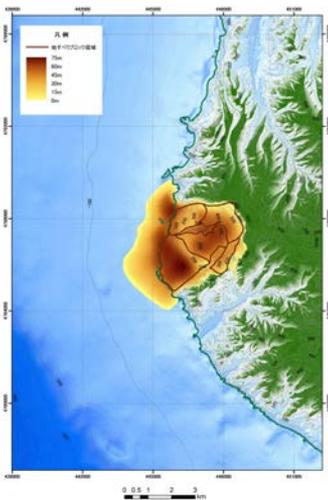
地すべり後 (10分後)

(7) 数値シミュレーション結果

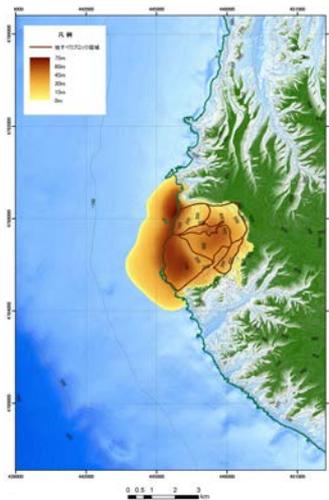
川白 (2/5) 地すべりシミュレーション (2/3)

再掲 (H27/8/21審査会合)

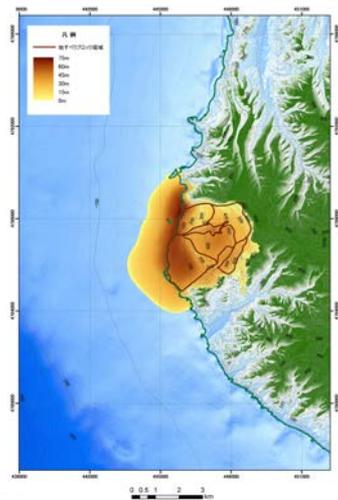
1分後



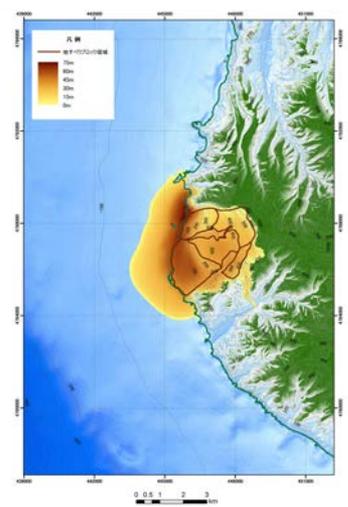
2分後



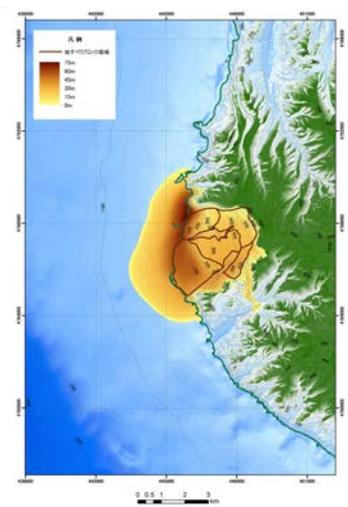
3分後



4分後



5分後

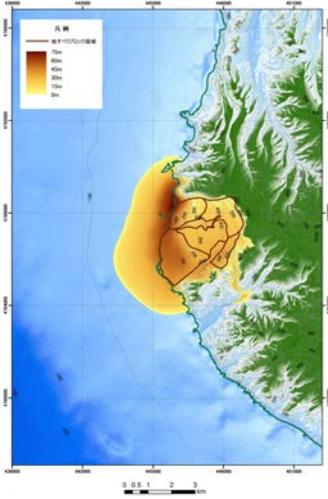


(7) 数値シミュレーション結果

川白 (3/5) 地すべりシミュレーション (3/3)

再掲 (H27/8/21審査会合)

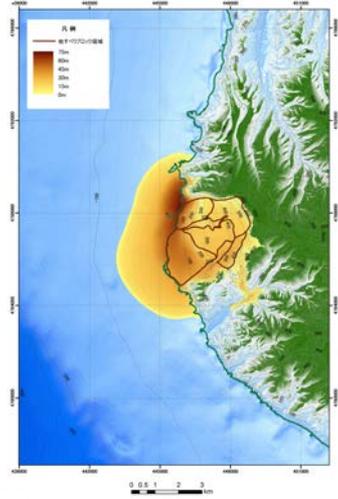
6分後



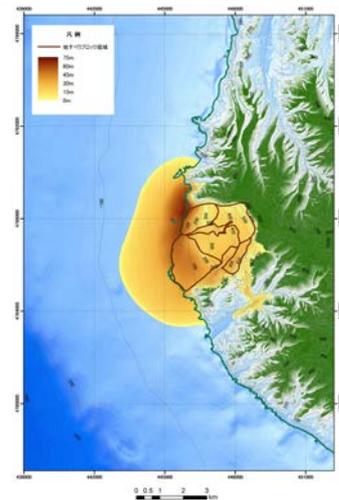
7分後



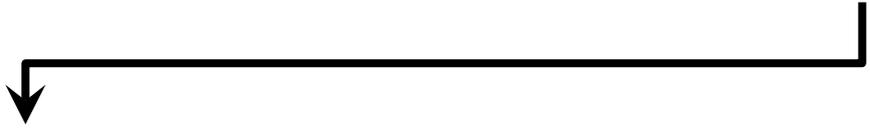
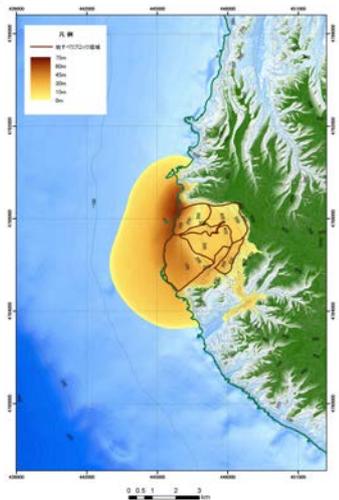
8分後



9分後

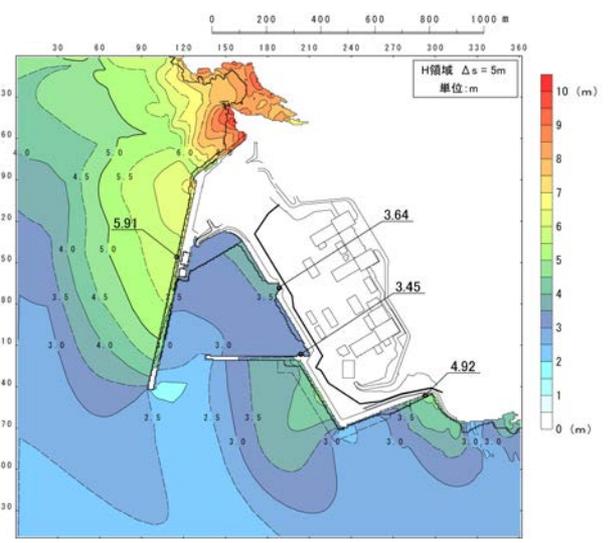


10分後

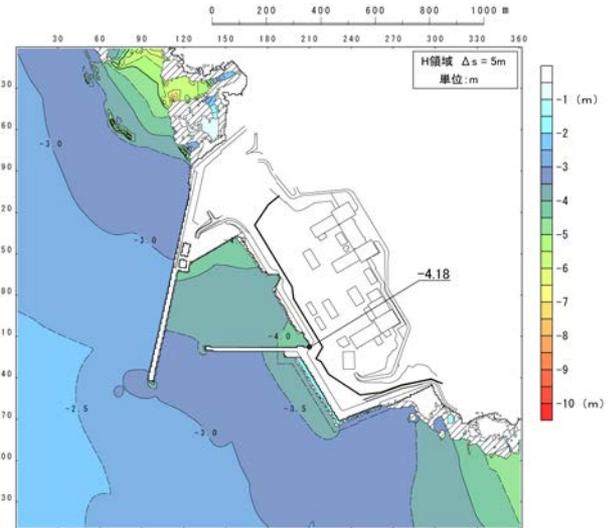


(7) 数値シミュレーション結果

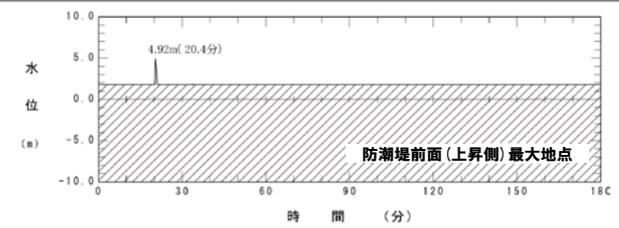
川白 (4/5) 最大水位分布・水位時刻歴波形



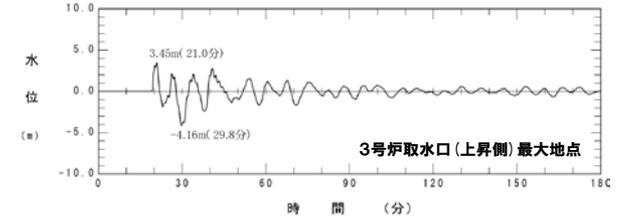
最大水位上昇量分布



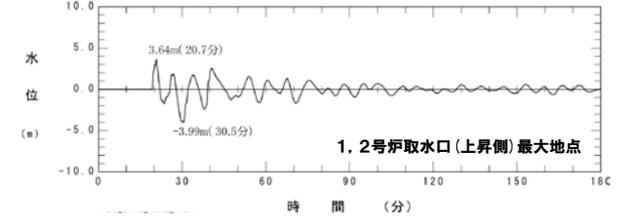
最大水位下降量分布



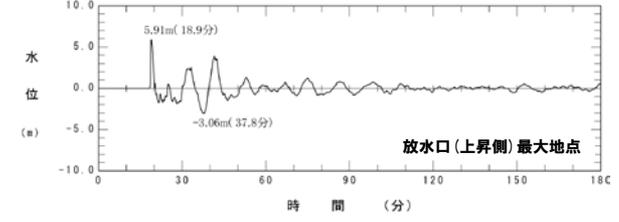
防潮堤前面 (上昇側) 最大地点



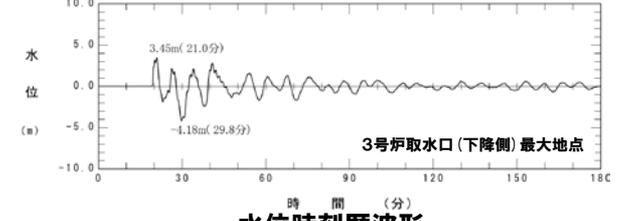
3号炉取水口 (上昇側) 最大地点



1, 2号炉取水口 (上昇側) 最大地点



放水口 (上昇側) 最大地点



3号炉取水口 (下降側) 最大地点

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。

(7) 数値シミュレーション結果

川白 (5/5) 津波の伝播状況

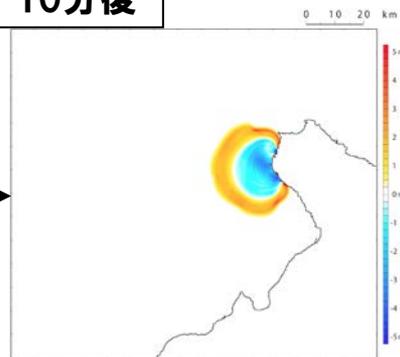
1分後



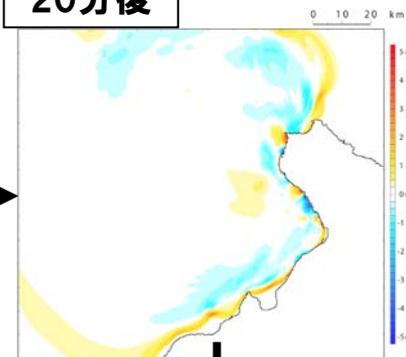
5分後



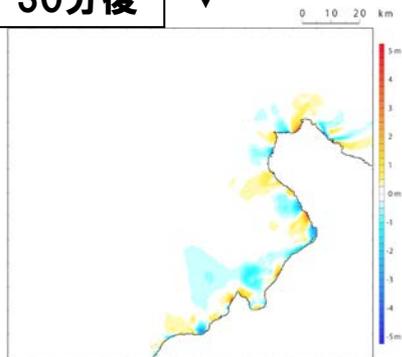
10分後



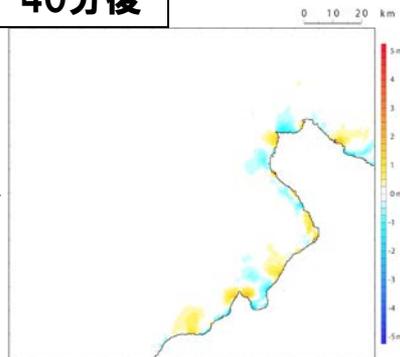
20分後



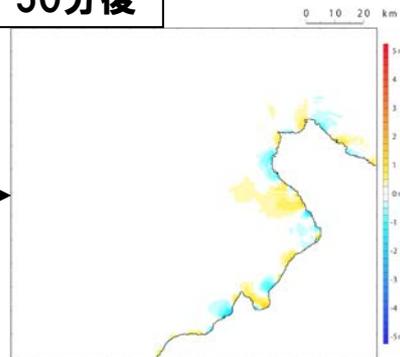
30分後



40分後



50分後



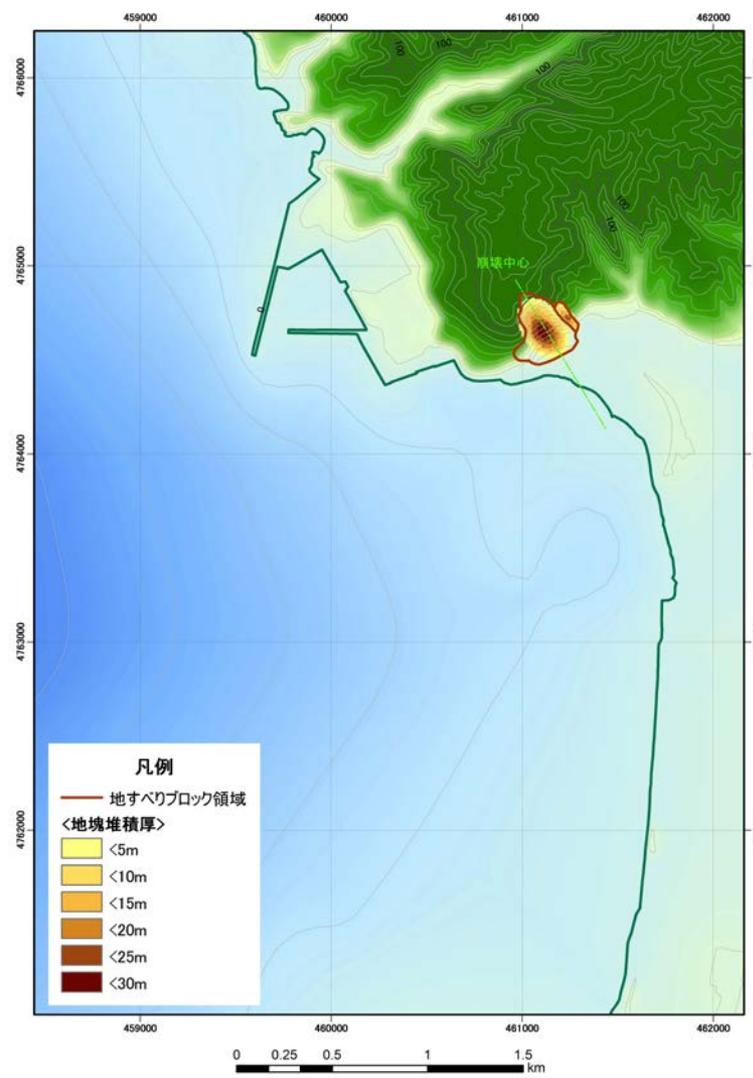
60分後



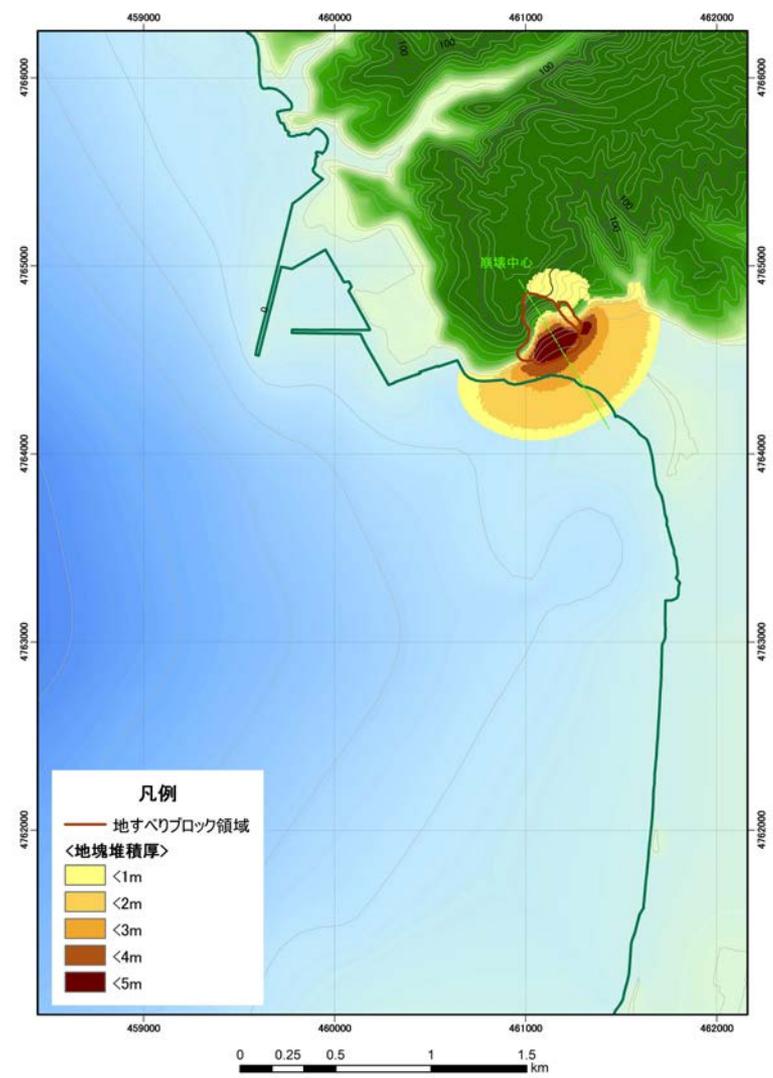
(7) 数値シミュレーション結果

堀株 (1/6) 地すべりシミュレーション (1/3)

再掲 (H27/5/15審査会合)



地すべり前



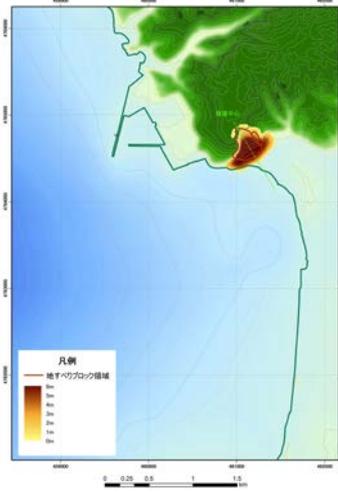
地すべり後 (10分後)

(7) 数値シミュレーション結果

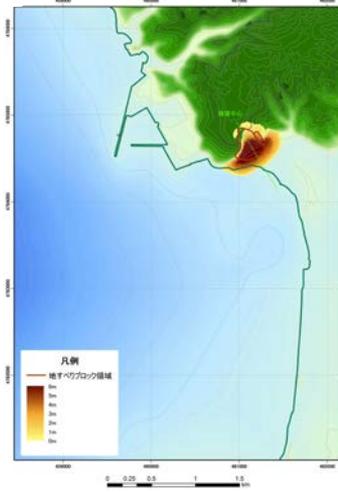
堀株 (2/6) 地すべりシミュレーション (2/3)

再掲 (H27/5/15審査会合)

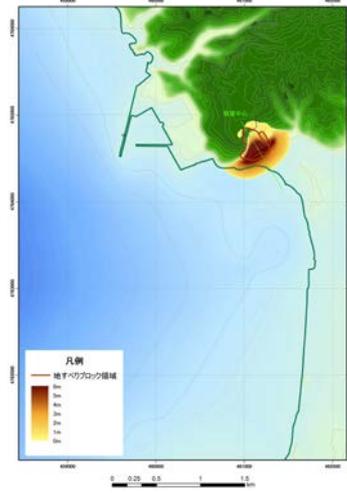
1分後



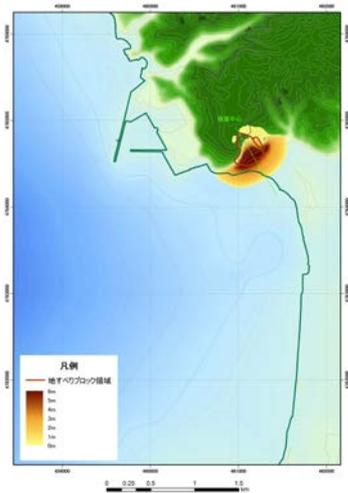
2分後



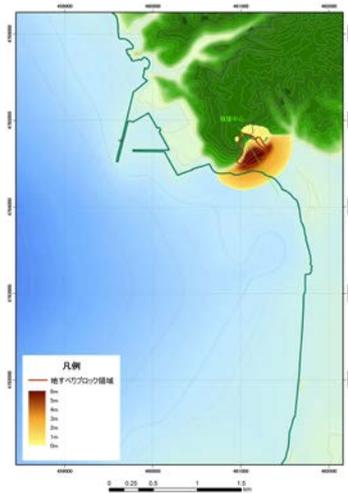
3分後



4分後



5分後

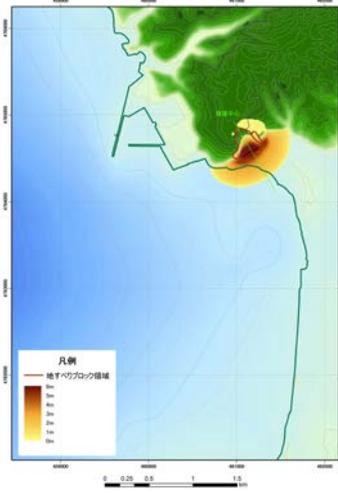


(7) 数値シミュレーション結果

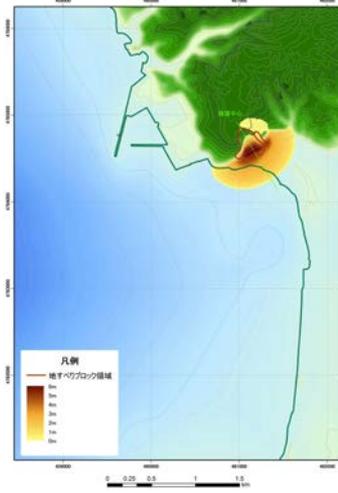
堀株 (3/6) 地すべりシミュレーション (3/3)

再掲 (H27/5/15審査会合)

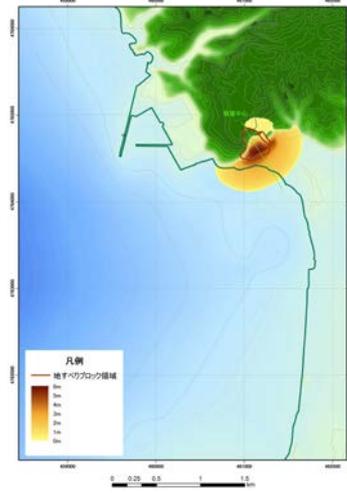
6分後



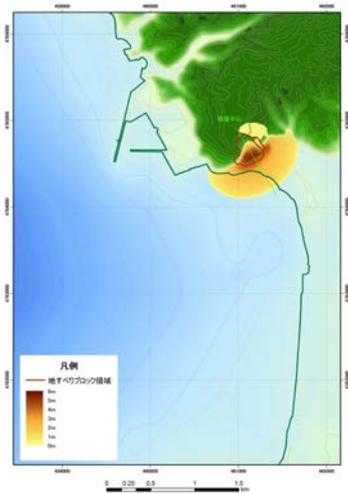
7分後



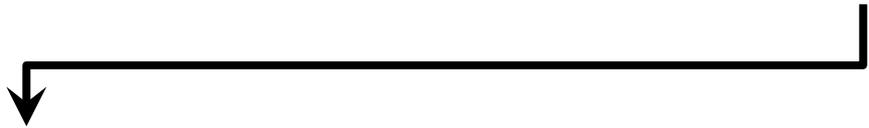
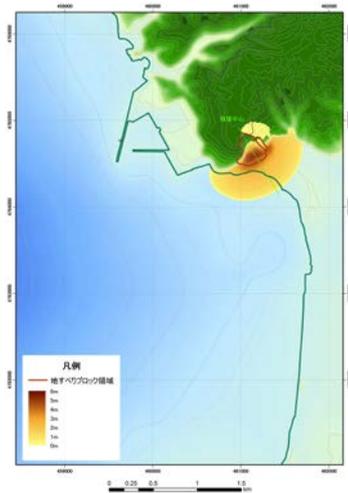
8分後



9分後

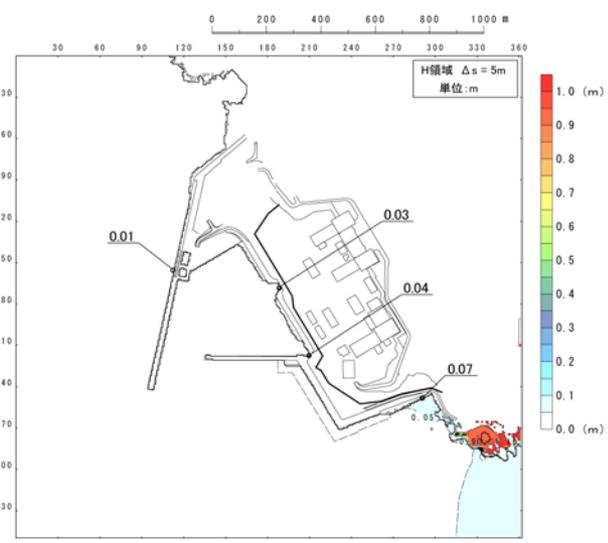


10分後

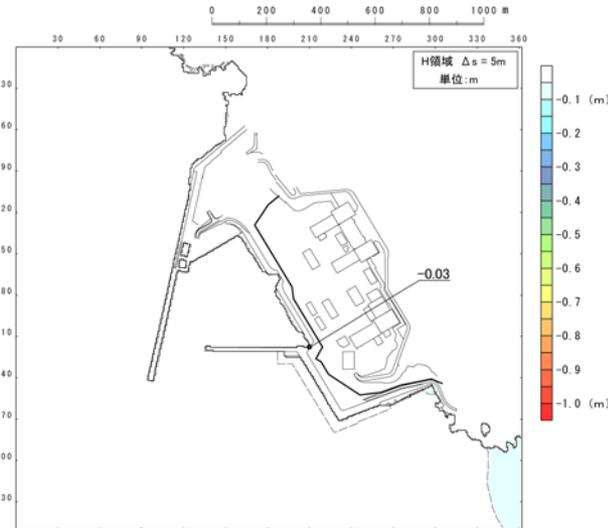


(7) 数値シミュレーション結果

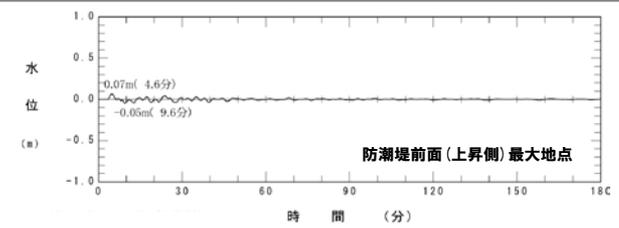
堀株 (4/6) 最大水位分布・水位時刻歴波形



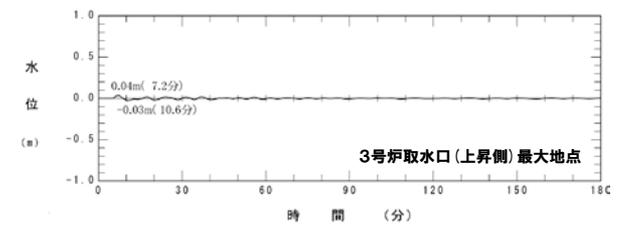
最大水位上昇量分布



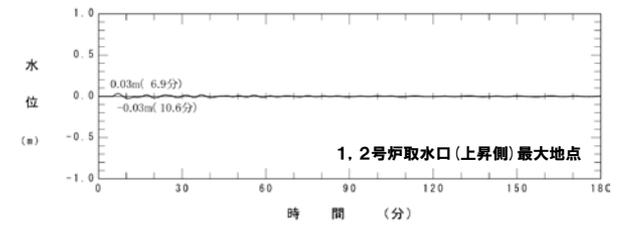
最大水位下降量分布



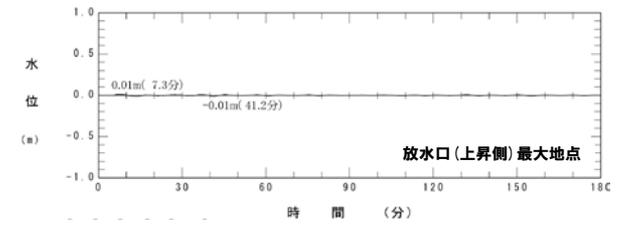
防潮堤前面 (上昇側) 最大地点



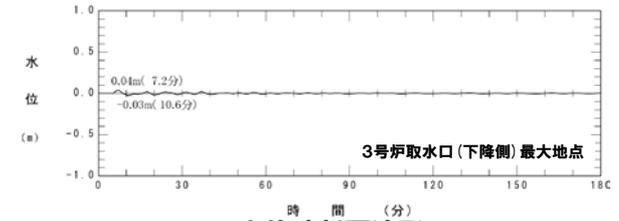
3号炉取水口 (上昇側) 最大地点



1, 2号炉取水口 (上昇側) 最大地点



放水口 (上昇側) 最大地点



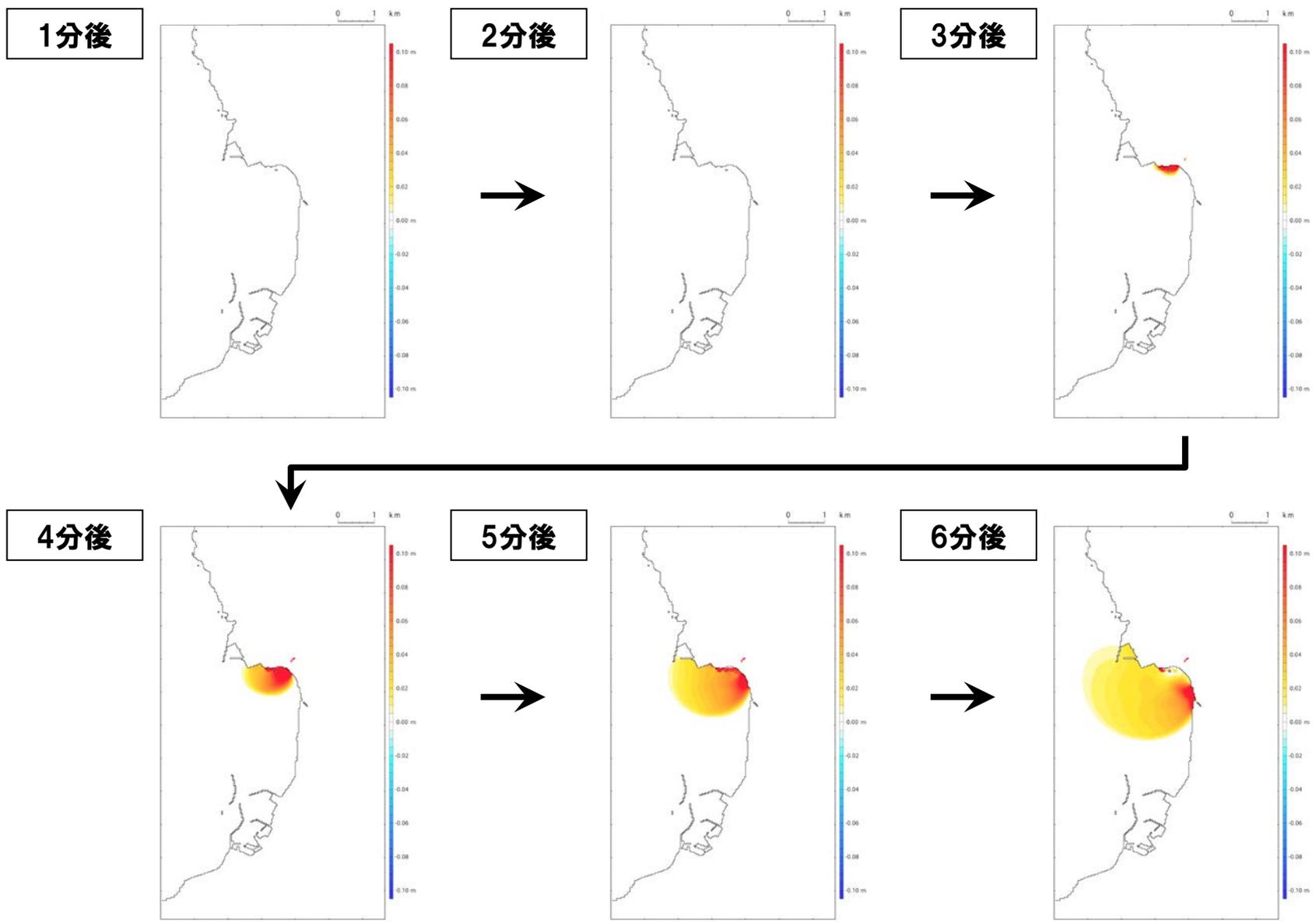
3号炉取水口 (下降側) 最大地点

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。

(7) 数値シミュレーション結果

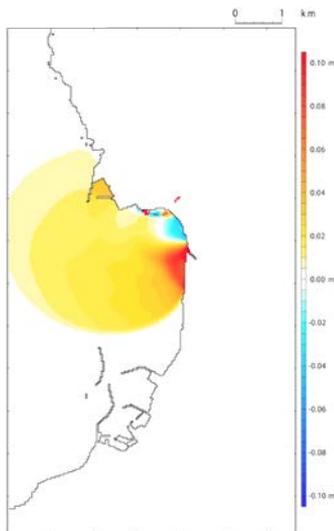
堀株 (5/6) 津波の伝播状況 (1/2)



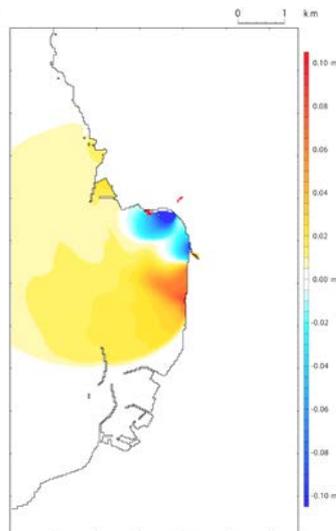
(7) 数値シミュレーション結果

堀株 (6/6) 津波の伝播状況 (2/2)

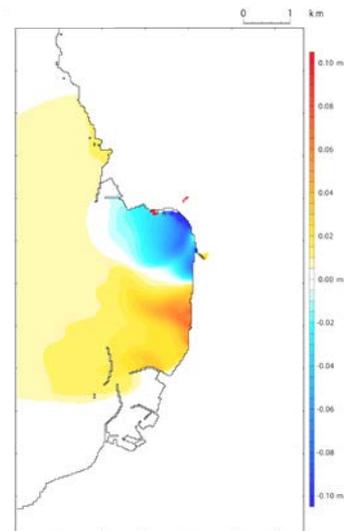
7分後



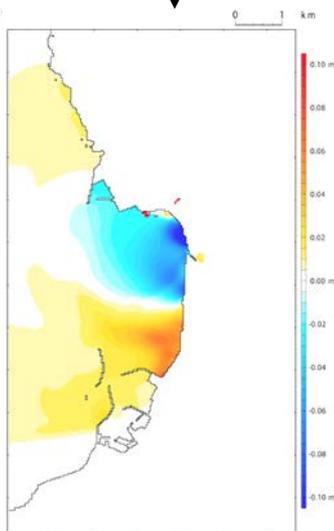
8分後



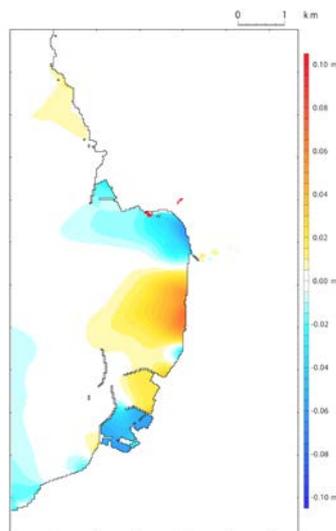
9分後



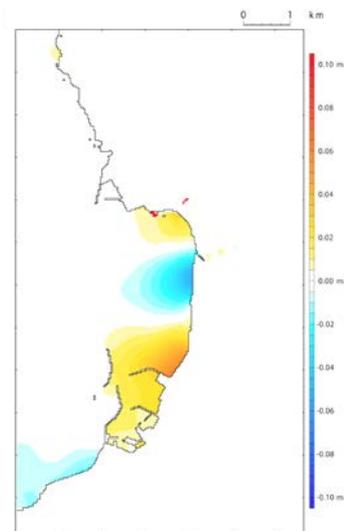
10分後



20分後



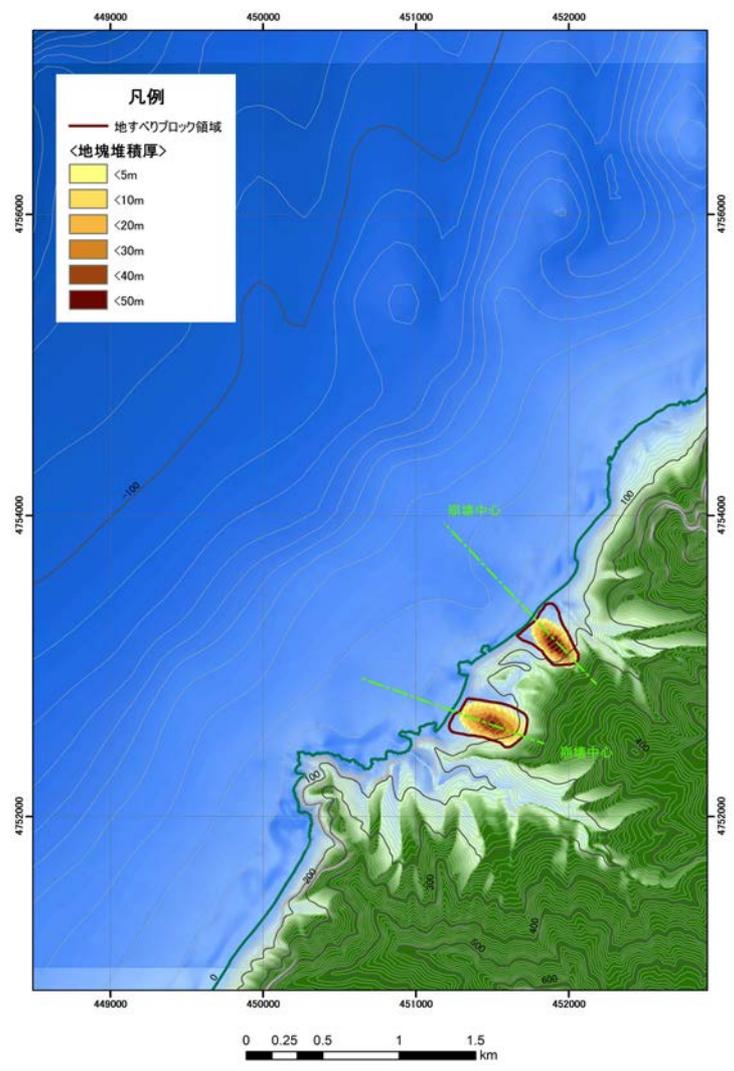
30分後



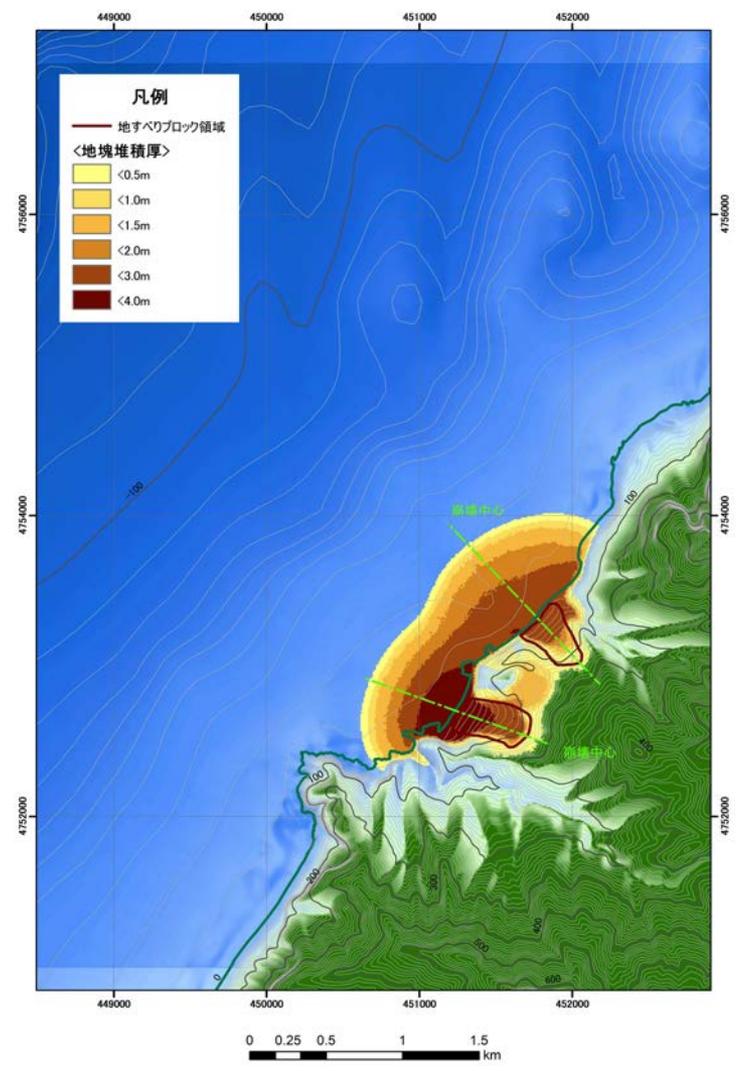
(7) 数値シミュレーション結果

弁慶岩（1/5） 地すべりシミュレーション（1/3）

再掲（H27/5/15審査会合）



地すべり前



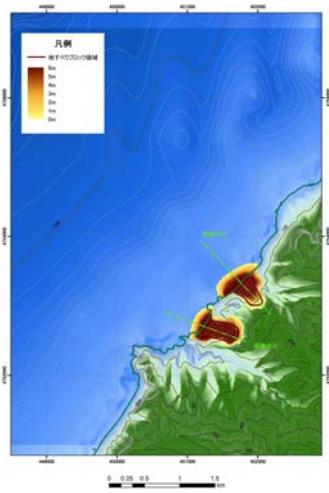
地すべり後（10分後）

(7) 数値シミュレーション結果

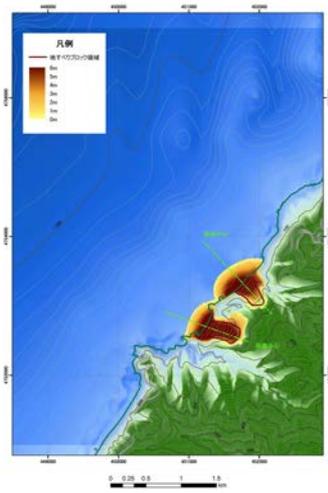
弁慶岩 (2/5) 地すべりシミュレーション (2/3)

再掲 (H27/5/15 審査会合)

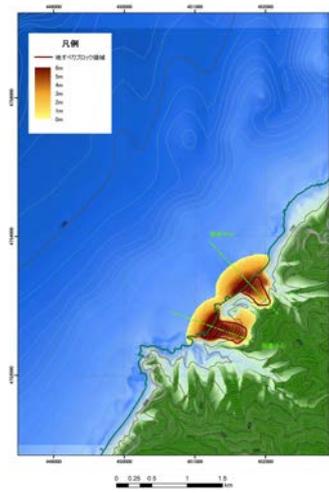
1分後



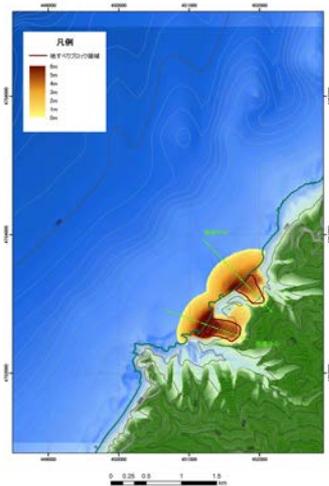
2分後



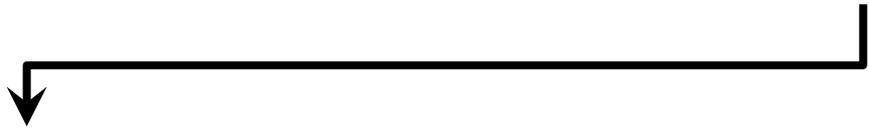
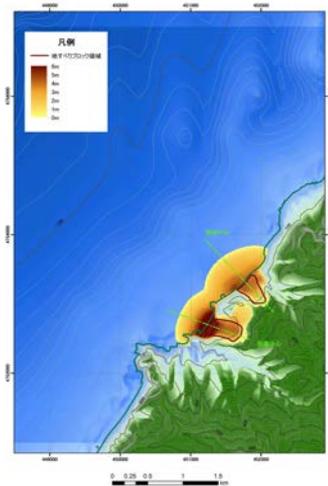
3分後



4分後



5分後

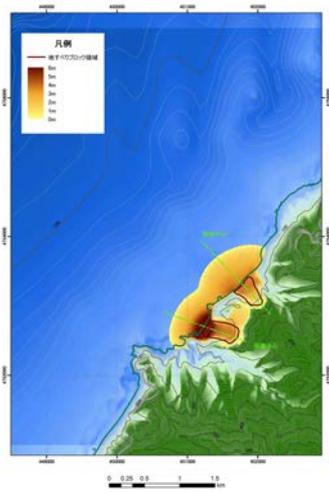


(7) 数値シミュレーション結果

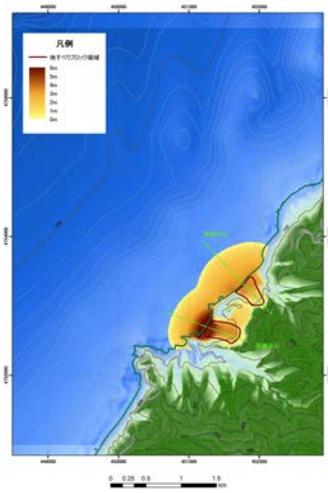
弁慶岩 (3/5) 地すべりシミュレーション (3/3)

再掲 (H27/5/15審査会合)

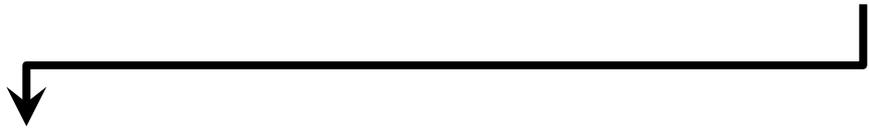
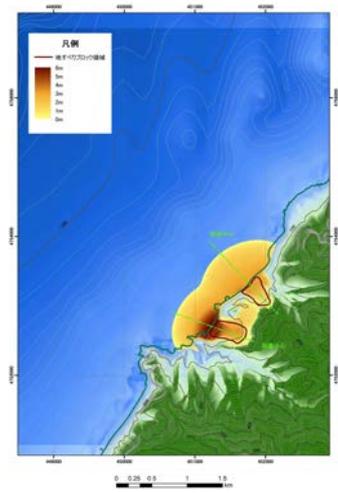
6分後



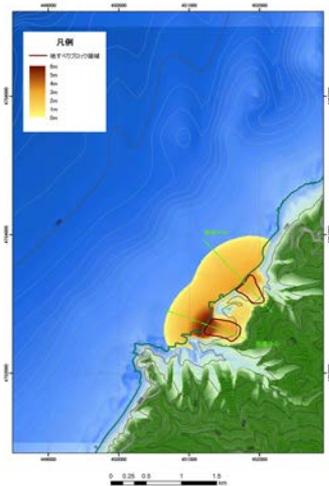
7分後



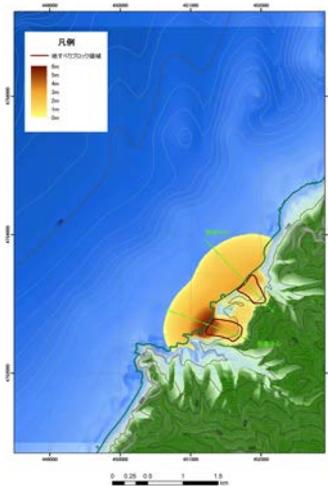
8分後



9分後

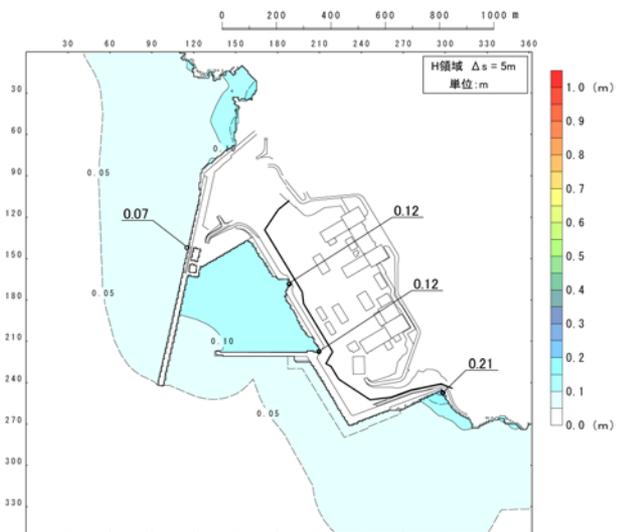


10分後

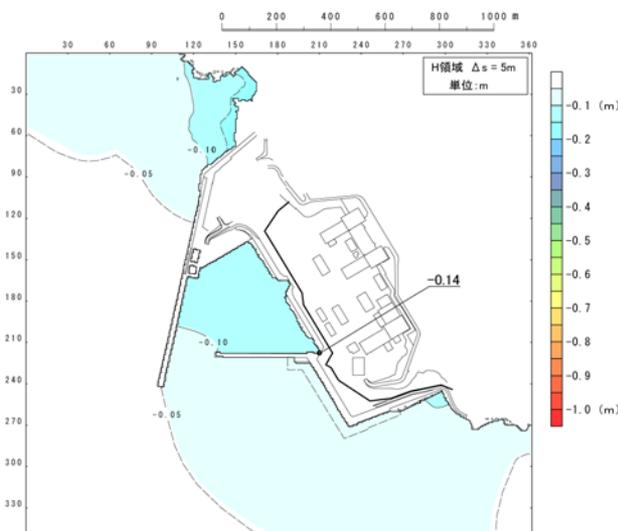


(7) 数値シミュレーション結果

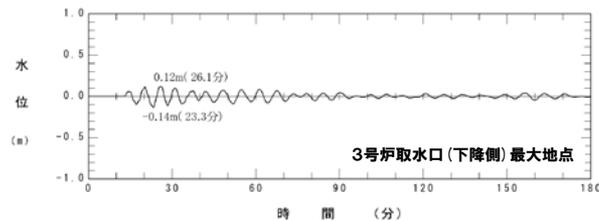
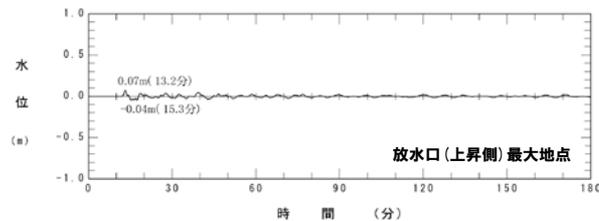
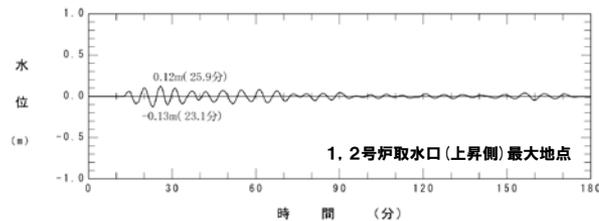
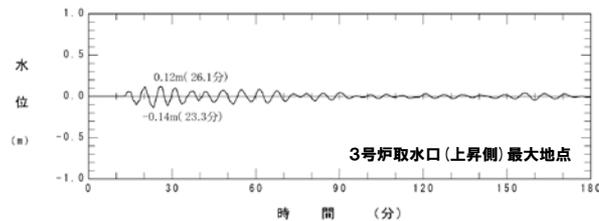
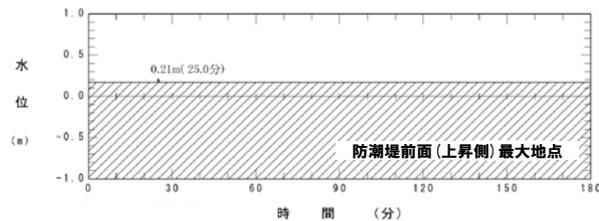
弁慶岩 (4/5) 最大水位分布・水位時刻歴波形



最大水位上昇量分布



最大水位下降量分布

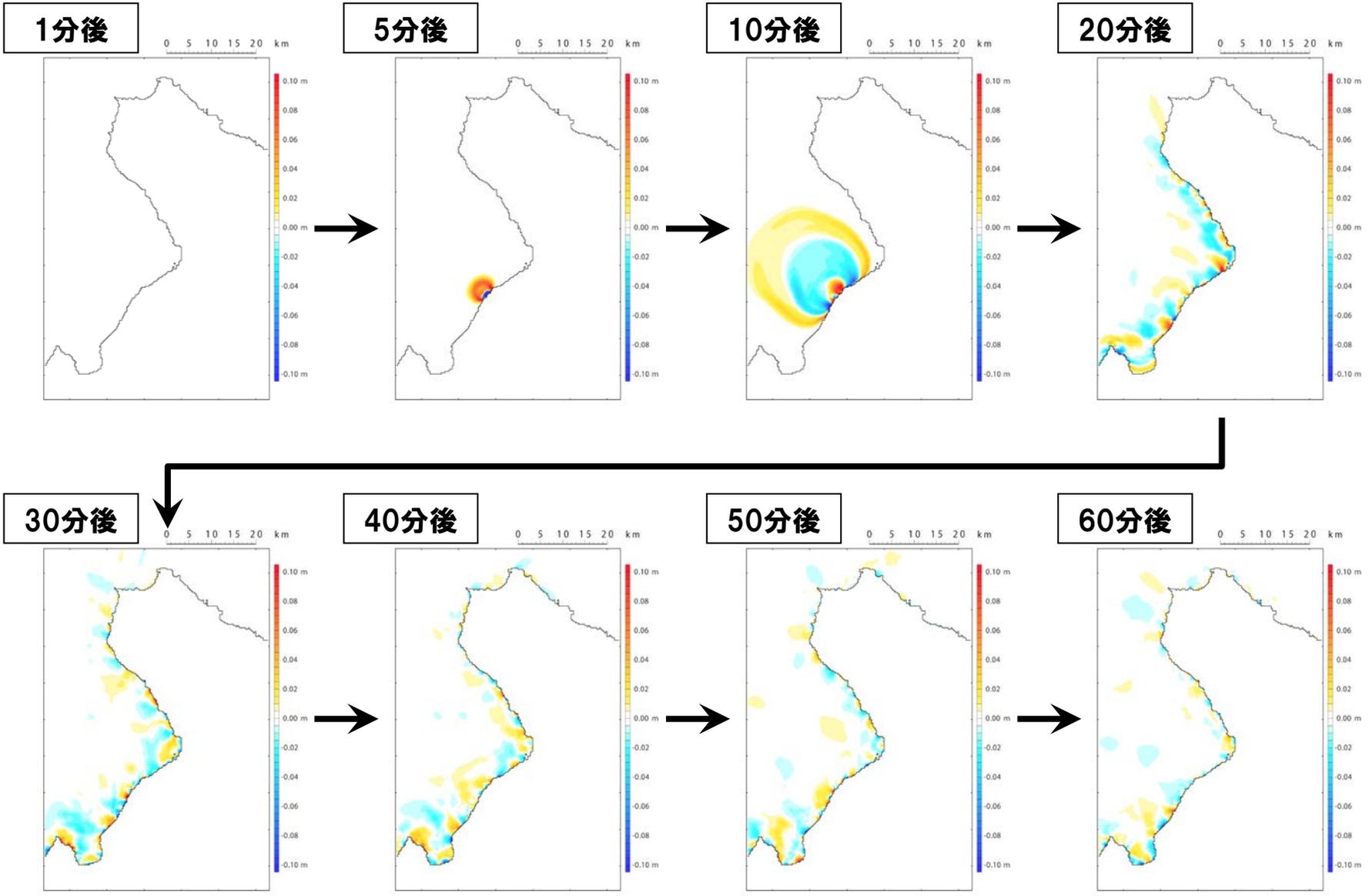


水位時刻歴波形

※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。

(7) 数値シミュレーション結果

弁慶岩（5/5）津波の伝播状況



4. 4 陸上の斜面崩壊（岩盤崩壊）に伴う津波

1. 計算条件
2. 既往津波の検討
3. 地震に伴う津波
4. 地震以外の要因に伴う津波
 4. 1 火山による山体崩壊に伴う津波
 - (1) 対象火山の抽出
 - (2) 地形変化量分布の設定
 - (3) 火山活動を考慮した山体崩壊の影響
 - (4) Kinematic landslideモデルと二層流モデルとの比較
 - (5) 数値シミュレーション結果
 4. 2 海底地すべりに伴う津波
 - (1) 海底地すべり地形の抽出
 - (2) パラメータの設定根拠
 - (3) Kinematic landslideモデルと二層流モデルとの比較
 - (4) 数値シミュレーション結果
 4. 3 陸上の斜面崩壊（陸上地すべり）に伴う津波
 - (1) 川白の調査結果
 - (2) 兜岩の調査結果
 - (3) 二つ岩の調査結果
 - (4) 弁慶岩の調査結果
 - (5) パラメータの設定根拠
 - (6) Kinematic landslideモデルと二層流モデルとの比較
 - (7) 数値シミュレーション結果
 4. 4 陸上の斜面崩壊（岩盤崩壊）に伴う津波
 - (1) 文献調査
 - (2) 調査結果
 - (3) パラメータの設定根拠
 - (4) 数値シミュレーション結果
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
6. 基準津波策定
7. 行政機関による津波評価

参考文献

(1) 文献調査

北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会 (1/9)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

- 山田ほか(1971)による、崩壊と地すべりの定義は、以下のとおりである。
 - 崩壊：地形とすべり面の傾斜が急で、小規模で突発的に発生し、攪乱された土塊が急速に移動する現象。
 - 地すべり：大規模な土塊が緩斜面を原型を保ちつつ緩慢な動きで継続的に滑動する現象。
 - ⇒崩壊：小規模で、突発的に発生し急速で移動。
 - ⇒地すべり：大規模で、緩慢な動きで継続的に移動。

- 岩盤崩壊は、崩壊のうち岩盤斜面で発生するもので、移動する土塊が岩石を主とするものであり、一般的に岩盤崩壊は崩壊発生までの岩盤の変位量が小さく、発生した場合の変動が急激である。
 - ⇒岩盤崩壊は、岩盤斜面で発生し、発生前の変位は小さく、変動は急激。

- (北海道内の)岩盤崩壊の発生箇所は、急峻で比高の高い崖が存在する地域である。

- 岩盤崩壊の規模は、体積が $3,000\text{m}^3$ 以下のものが多く、層雲峡や豊浜トンネルおよび第2白糸トンネルでは $10,000\sim 40,000\text{m}^3$ となっている。これに対し、地すべりの規模は体積が $30,000\sim 500,000\text{m}^3$ のものと $1,000,000\text{m}^3$ を超えるものが存在し、岩盤崩壊に比べて体積は1桁以上大きい。
 - ⇒岩盤崩壊の規模は、地すべりと比べて、体積は1桁以上小さい。

(1) 文献調査

北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会 (2/9) 岩盤崩壊の形態 (1/3)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

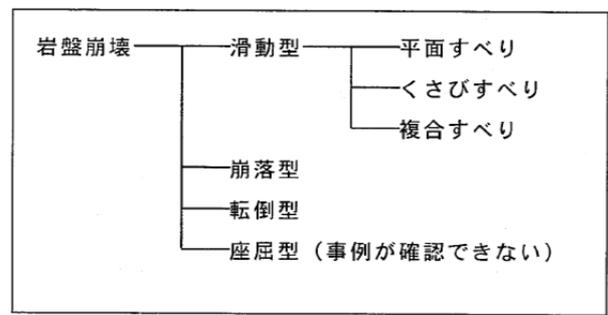
【崩壊形態】

○岩盤斜面変動の崩壊形態の分類を土木学会 (1997) を参考として取りまとめられている。

- ①滑動型:流れ盤となる分離面に規制されて、移動物質がすべり落ちる。
- ②崩落型~
- ③転倒型:急傾斜の分離面に規制されて落下もしくは転倒する。
- ④座屈型:板状に分離した岩体が自重によって座屈して崩壊する。

○滑動型は、主崩壊面の性状によって更に区分されている。

- 平面すべり :1枚もしくは2枚以上の分離面に規制されている。
- くさびすべり :交差する2枚以上の分離面に規制されている。
- 複合すべり :形態の異なる2枚以上の分離面に規制されている。



崩壊形態の分類

崩壊形態の模式図及び特徴

分類	模式図*	特徴
滑動型 平面すべり		流れ盤となる分離面に規制されて滑動する現象。平行する複数の分離面が流れ盤を形成して崩壊する場合もある。
滑動型 くさびすべり		交差する二つの分離面に規制されて滑動する現象。概ね両者の交線方向に滑動する。
滑動型 複合すべり		形態の異なる複数の分離面に規制されて滑動する現象。
崩落型		急傾斜の分離面に規制されて崩壊する現象のうち、岩盤が剥離して落下する現象。
転倒型		急傾斜の分離面に規制されて崩壊する現象のうち、岩盤が重心移動により傾き転倒する現象。
座屈型		板状に分離した岩体が自重によって、亀裂や劣化のある箇所で座屈し、折れ曲がるように全体的に崩壊する現象。

*複合すべりは土木学会 (1999) ²⁾を、平面すべり、くさびすべり、転倒および座屈はAndy, A (1992) ³⁾を引用した。

(1) 文献調査

北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会 (3/9) 岩盤崩壊の形態 (2/3)

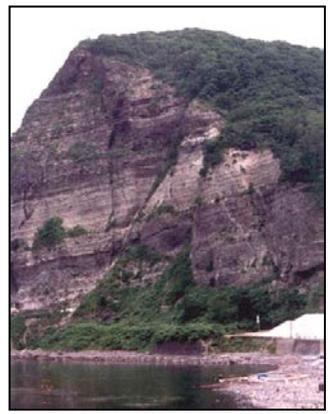
一部修正 (H27/5/15審査会合)

【地質区分による分類】

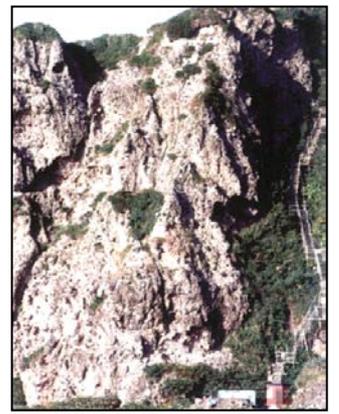
- 岩盤崩壊と地質の関係を検討するために、岩石の物性や分離面の発達状況などの地質工学的特徴に着目した地質の区分を行っている。
- 急崖の地質区分を、火砕岩、溶岩、貫入岩及び新第三系堆積岩（碎屑岩）に区分している。
- 火砕岩と溶岩・貫入岩については、岩相が判別できる崖において露頭規模の特徴に着目し、それぞれ、層状火砕岩、塊状火砕岩、溶岩及び貫入岩に細区分している。

崩壊形態の模式図および特徴

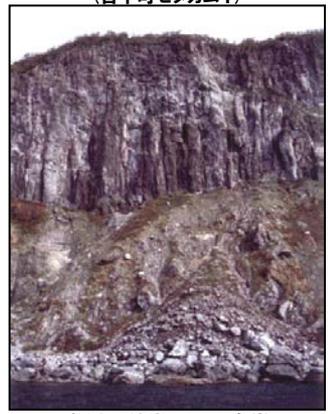
地質区分		露頭規模の特徴	層相※	模式図
新第三系 および 第四系	火砕岩	層状	・複数の岩相により崖が形成される。	
		塊状	・概ね同一の岩相で崖が形成される。	
	溶岩	・柱状節理・板状節理が発達する。	安山岩、デイサイト、玄武岩	
	貫入岩	・柱状節理・板状節理の発達する薄い岩脈群からなる。	デイサイト、安山岩、流紋岩、はんれい岩質岩	
	堆積岩	・成層構造が発達する。	頁岩、泥岩、砂岩、礫岩	



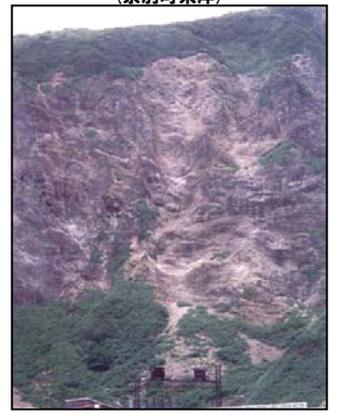
層状火砕岩からなる急崖 (古平町セタカムイ)



塊状火砕岩からなる急崖 (余別町来岸)



主として溶岩からなる急崖 (下部は塊状火砕岩, 島牧村茂津多)



貫入岩からなる急崖 (神恵内村西の河原)

地質区分による代表事例

(1) 文献調査

北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会(4/9) 岩盤崩壊の形態(3/3)

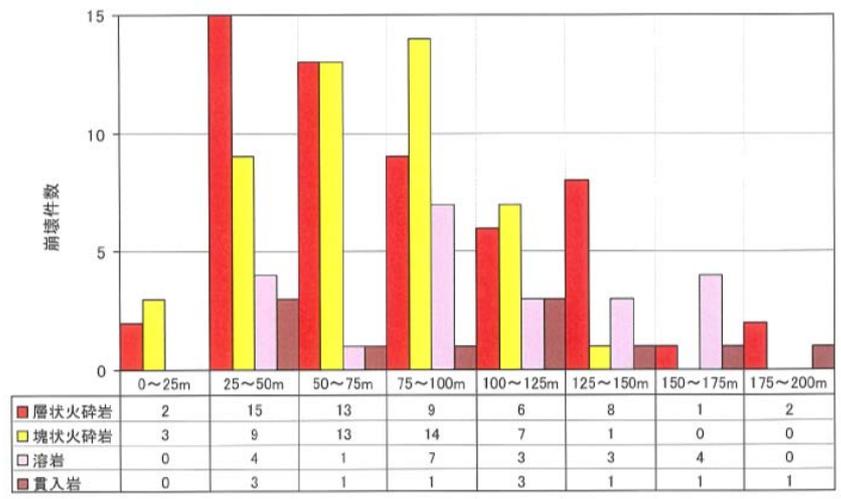
一部修正(H27/5/15審査会合)

【斜面形状区分】

○(日本海沿岸域における)一連の高く急な海食崖の形状は、海食崖が後退していく過程における地質の強度や浸食作用の強弱があらわれたものであることから、海食崖の形状について、崖の比高、形態に着目した区分を行っている。

比高区分

- 既往崩壊箇所について、急崖の比高を整理している。
- 崖の比高は200m以下である。
- さらに、火砕岩でも「層状」では25~50mに、「塊状」では50~100mに頻度の高いピークがあり、崩壊発生数の偏りが認められる。



比高の頻度分布

形態区分

- 形態区分に関しては、以下のように記載されている。
- 広域地形・地質調査の結果、急崖の断面形態は3種類(形態Ⅰ~Ⅲ)に分けられる。
- 形態Ⅰ:活発な海食作用を受けている急崖
- 形態Ⅱ:斜面脚部に崖錐が堆積し、この崖錐が斜面を波力より保護して海食が休止した状態の急崖
- 形態Ⅲ:急崖は海食が停止してから長時間経過して斜面勾配は安定化し、植生が進入
- これらの形態は海食崖の安定化の過程を示し、「形態Ⅰ→形態Ⅱ→形態Ⅲ」と変遷していくものと考えられる。
- 安定化したと考えられる植生の繁茂した形態Ⅲの斜面勾配は、多くの場合60°以下である。
- 川本(1975)による数値解析では、均質な岩盤斜面内部に引張応力領域が現れるのが傾斜60°程度の斜面とされ、急傾斜になるほどその領域が大きくなるものとされている。
- これらのことから、斜面の安定勾配の目安として傾斜60°で急崖を区分した。

傾斜	傾斜 60° 以上		傾斜 60° 未満
形態区分	I	II	III
模式断面図			
記事	<ul style="list-style-type: none"> ・崖脚部の崖錐は部分的で小規模。 ・壁面の植生はほとんど無い。 ・ノッチやオーバーハングが発達する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・崖脚部に厚い崖錐、一部では岩盤の緩斜面を持つ。 ・壁面の植生はほとんど無い。 ・植生は崖脚部の緩斜面に繁茂する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・斜面下部は厚い崖錐が堆積し、上部斜面は安定勾配化する。 ・多くの場合、崖表面には植生が繁茂する。

急崖の形態区分

(1) 文献調査

北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会（5/9）事例レビュー（1/2）

一部修正（H27/5/15審査会合）

【豊浜トンネル崩壊事例】

- 1996年2月10日午前8時10分頃、一般国道229号の豊浜トンネル古平側坑口付近で岩盤崩落が発生した。
- 崩壊に関わる取りまとめの概要は、以下のとおりとされている。

【地形・地質】

- 崩落発生箇所は新第三紀中新世の海底火山活動によって形成された火砕岩からなる急崖斜面で、分布がほぼ崩落箇所に限られる塊状で無層理の細粒火砕岩を主としており、顕在化した亀裂は少ない。
- 崩落壁面には、上部と左側に褐色を呈する風化部がある。この風化部は崩落前の斜面に存在していた亀裂に対応していると考えられる。
- 崩落後のボーリング調査により、積丹半島一帯にみられる広域割れ目系と方向性が一致する不連続な亀裂が、頻度は小さいながらも確認されている。
- 崩落箇所の岩石は工学的には比較的均質な軟岩で、スメクタイトを含む。
- 地下水は崩落壁面のつららの発生や、崩落後のボーリング調査時に被圧水として認められた。
- その後の研究では、崩落部周辺の壁面には、湧水点が15～20m程度の間隔で分布していること等が指摘されている。

【崩壊の規模と要因】

- 岩盤に内在する不連続な亀裂が進展し、互いに連続することによって、発生したものである。
- 亀裂の進展は浸食による応力解放および地下水の浸透による風化により斜面表層部に達した亀裂が開口し、この亀裂と岩盤内部の不連続な亀裂に地下水の浸透による風化、自重と地下水圧などが作用し、進行していったものと考えられる。
- さらに、外気温の影響を受ける範囲の亀裂では、気温低下時の氷結圧および岩盤の凍結融解による岩盤劣化があったものと考えられる。
- なお、崩壊面付近の最深凍結深は50～60cmと推定されている。



豊浜トンネル崩壊箇所全景

(北海道地すべり学会(2012)より引用)

崩壊規模

最大高さ	約70m
最大幅	約50m
最大厚さ	約13m
体積	約11,000m ³
垂直落下距離	約7m

(1) 文献調査

北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会(6/9) 事例レビュー(2/2)

一部修正(H27/5/15審査会合)

【第2白糸トンネル崩壊事例】

- 1997年8月25日午後2時30分頃、国道229号第2白糸トンネル南側坑口付近で岩盤崩落が発生し、その後、同年の8月28日午後1時30分頃に、第1回崩落部に隣接する斜面で2回目の崩落が発生した。
- 崩壊に関わる取りまとめの概要は以下のとおりとされている。

【地形・地質】

- 崩落箇所は斜面傾斜が垂直に近く、約150mもの標高差を持つ急峻な塔状岩体を形成している。
- 下部緩斜面との境界付近には窪地形が見られ、その上部斜面は一部オーバーハングを呈している。
- 地質は、主に新第三紀系の水冷破碎岩からなるが、岩相変化に富み構造も不規則である。
- 特に、岩体下部にはスメクタイトを含む変質の強いゾーンが分布する。
- 各地層の境界は、不規則ではあるが海側への流れ盤となっている。
- 崩壊面で観察される亀裂面は走向により2系統に大別され、いずれも風化により褐色化している。
- 崩落は、崩落面の両端部ではこれらの亀裂面に沿った形で発生しているものの、崩落岩体は単純にこれらの亀裂系で分離していない。
- さらに、崩落面にはこれら主要な面以外のものも一部に認められている。
- 岩体下部の亀裂部や中部層と下部層との境界部の一部で地下水の湧出が認められている。

【崩壊の規模と要因】

- オーバーハングを伴う塔状岩体において、岩相の不規則性、岩体背面に内在する亀裂等の存在、崩落岩体下部のスメクタイトを含む変質の強いゾーンの存在という複雑な地質環境下で、地下水による変質ゾーンの劣化の進行、岩体の自重、地下水、凍結融解等の影響による亀裂の長期的な進展などが複合的に作用して発生した。
- 1997年8月の豪雨が深く関与したものとされている。
- 北海道南西沖地震では震度5を記録し、当箇所と隣接する急崖斜面では岩盤崩落が発生しており、この地震は亀裂進展にある程度の影響を与えた可能性もある。
- 1997年8月3日から8月14日の降雨は、累積雨量で290mmに達し、その間、8月5日には島牧村木巻地区で、最大日雨量102mmを記録する豪雨となった。
- 室内岩石試験結果、崩壊面の中央付近での赤外線放射温度測定結果から明らかになった崩壊面中央付近での通水状況から、この降雨の影響により、崩落岩体の背面の亀裂が進展した可能性が高い。
- さらに、岩体下部では亀裂部などに地下水が供給され、変質ゾーンおよび既存亀裂周辺で強度低下が発生したものと推測される。
- 降雨量と湧水量の関係や崩落直後の壁面が全面湿潤状態であったことなどから、崩落岩体は豪雨後も継続して岩盤中に浸透した地下水の影響を受けていたものと考えられる。
- こうした条件下にあって、崩落岩体背面の亀裂の進展や下部岩体の強度の低下状態は豪雨後も続き、降雨ピークの約3週間後の8月25日、第1回目の崩落岩体は全体的な安定を維持し得ず、落下するに至ったと判断される。



第1回崩落

第2回崩落

第2白糸トンネル崩壊箇所全景
(北海道地すべり学会(2012)より引用)

崩壊規模

	第1回崩落	第2回崩落
最大高さ	約130m	約80m
最大幅	約70m	約30m
最大厚さ	約20m	約20m
体積	約42,000m ³	約14,000m ³

(1) 文献調査

北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会 (7/9)

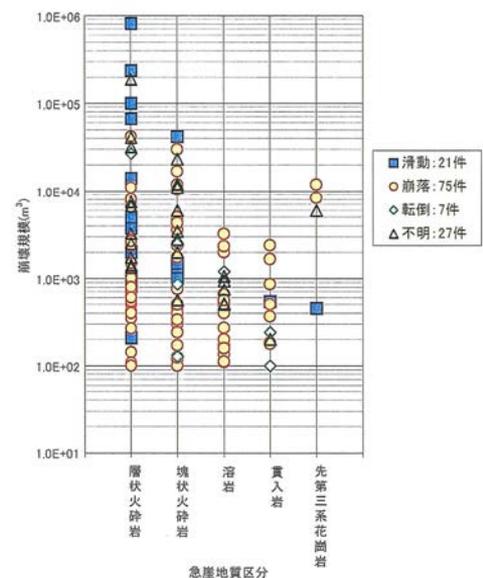
一部修正 (H27/5/15審査会合)

【地質と崩壊規模・形態】

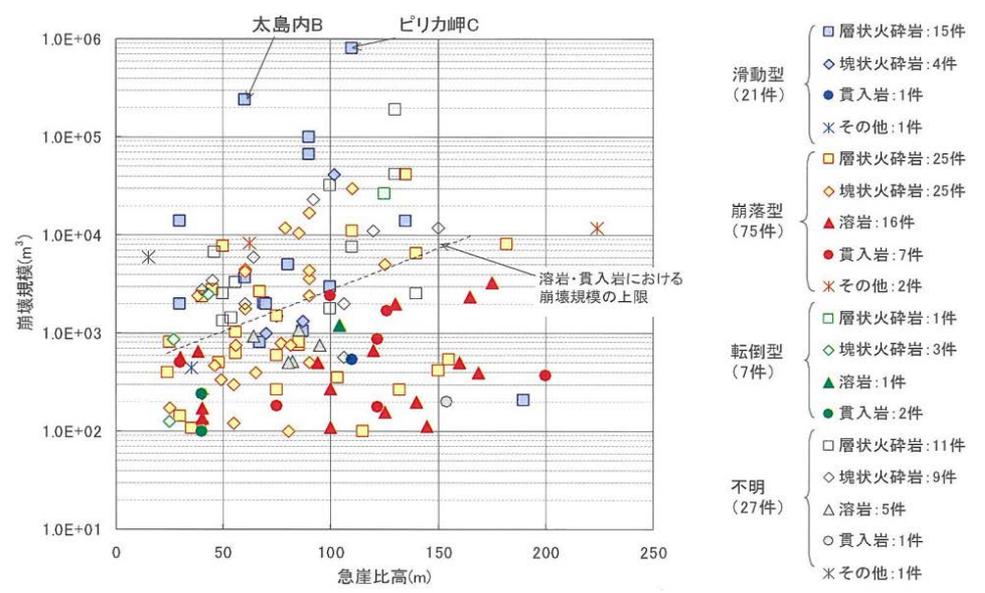
- 火砕岩は、溶岩・貫入岩体に比べて最大の崩壊規模が大きくなる傾向がある。
- 層状火砕岩では、滑動型の崩壊の発生件数が多く、それらは大規模な崩壊になる場合がある。
- 地質によって最大崩壊規模に差があるのは、それぞれの地質に発達する分離面の多少によるものと考えられる。
- 火砕岩での崩壊や、滑動型の崩壊が大規模崩壊になる場合が多い。
- 既往の崩壊規模は、最大でも $8.2 \times 10^5 \text{m}^3$ 程度（滑動型）である。

【急崖の比高と崩壊規模の関係】

- 急崖の比高の増加に伴い最大崩壊規模が増大する傾向がある。
- 溶岩・貫入岩と火砕岩の間には、最大崩壊規模に10倍程度の差がみられる（図中の黒破線）。
- 比高の増加に伴い最大崩壊規模は増大する傾向がある。
- 既往の崩壊における最大規模の比高は200m程度である。
- 既往の崩壊規模は、最大でも $8.2 \times 10^5 \text{m}^3$ 程度（滑動型）である。



地質と崩壊規模・形態の関係 (130件/141件)



急崖の比高と崩壊規模の関係 (130件/141件)

- 滑動型 (21件)
 - 層状火砕岩: 15件
 - ◇ 塊状火砕岩: 4件
 - 貫入岩: 1件
 - ✖ その他: 1件
- 崩落型 (75件)
 - 層状火砕岩: 25件
 - ◇ 塊状火砕岩: 25件
 - ▲ 溶岩: 16件
 - 貫入岩: 7件
 - ✖ その他: 2件
- 転倒型 (7件)
 - 層状火砕岩: 1件
 - ◇ 塊状火砕岩: 3件
 - ▲ 溶岩: 1件
 - 貫入岩: 2件
- 不明 (27件)
 - 層状火砕岩: 11件
 - ◇ 塊状火砕岩: 9件
 - ▲ 溶岩: 5件
 - 貫入岩: 1件
 - ✖ その他: 1件

(1) 文献調査

北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会 (8/9)

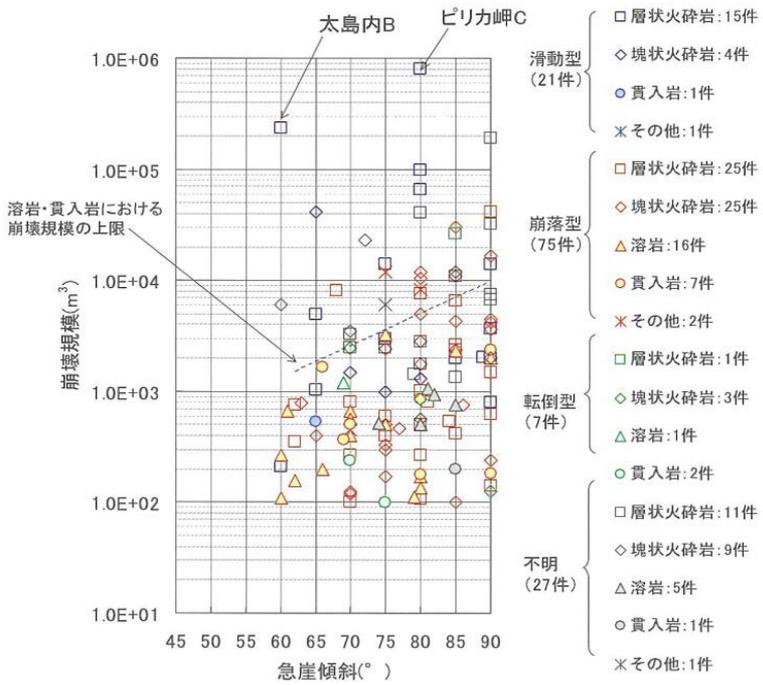
一部修正 (H27/5/15審査会合)

【急崖の傾斜と崩壊規模の関係】

- 斜面が急になるほど最大崩壊規模が増大する傾向にある。
- 主崩壊面が緩くなる場合のある滑動型の崩壊を除くとより明瞭になる。
- 傾斜の増加に伴い最大崩壊規模は増大する傾向がある。
- 既往の崩壊規模は、最大でも $8.2 \times 10^5 m^3$ 程度（滑動型）である。

【岩盤崩壊の規模と地形地質条件の関係】

- 傾斜 60° 未満の形態IIIの急崖では $100m^3$ 以上の岩盤崩壊は認められなかった。
- 比高および傾斜の増加にともなって最大崩壊規模が大きくなる傾向がある。
- 分離面密度の低い地質ほど最大崩壊規模が大きくなる傾向がある。



最大崩壊規模		小規模	↔	大規模
地形条件	比高	低	↔	高
	形態	III	↔	I・II
地質条件	地質区分	溶岩・貫入岩		火砕岩
	(分離面密度)	高	↔	低

岩盤崩壊の規模と地形地質条件の関係

急崖の傾斜と崩壊規模の関係 (130件/141件)

(1) 文献調査

北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会 (9/9)

一部修正 (H27/5/15審査会合)

○既往の崩壊事例に基づき、急崖における岩盤崩壊特性の1つである崩壊規模について着目し、比高、形態、地質区分の3要素を用いて各区間で起こり得る最大崩壊規模についての区分図(岩盤崩壊特性区分図)を作成している。

○区分図の作成に当たっては、急崖(形態Ⅰ・Ⅱ)については、比高及び地質区分と最大崩壊規模の関係に基づき、発生し得る最大崩壊規模を推定している。

○また、形態Ⅲの崖については、100m³以上の崩壊が発生していないことから、急崖比高や地質区分に左右されないものとして、いずれも100m³未満の崩壊規模を推定している。

○敷地周辺においては、大規模(10,000m³以上)な岩盤崩壊が推定される範囲が、14区間確認されている(右図A~N)。

形態Ⅰ・Ⅱ

地質区分	50m未満	50m以上 100m未満	100m以上
火砕岩	赤	赤	赤
溶岩・貫入岩	黄	黄	黄
その他※	黄	黄	黄

形態Ⅲ

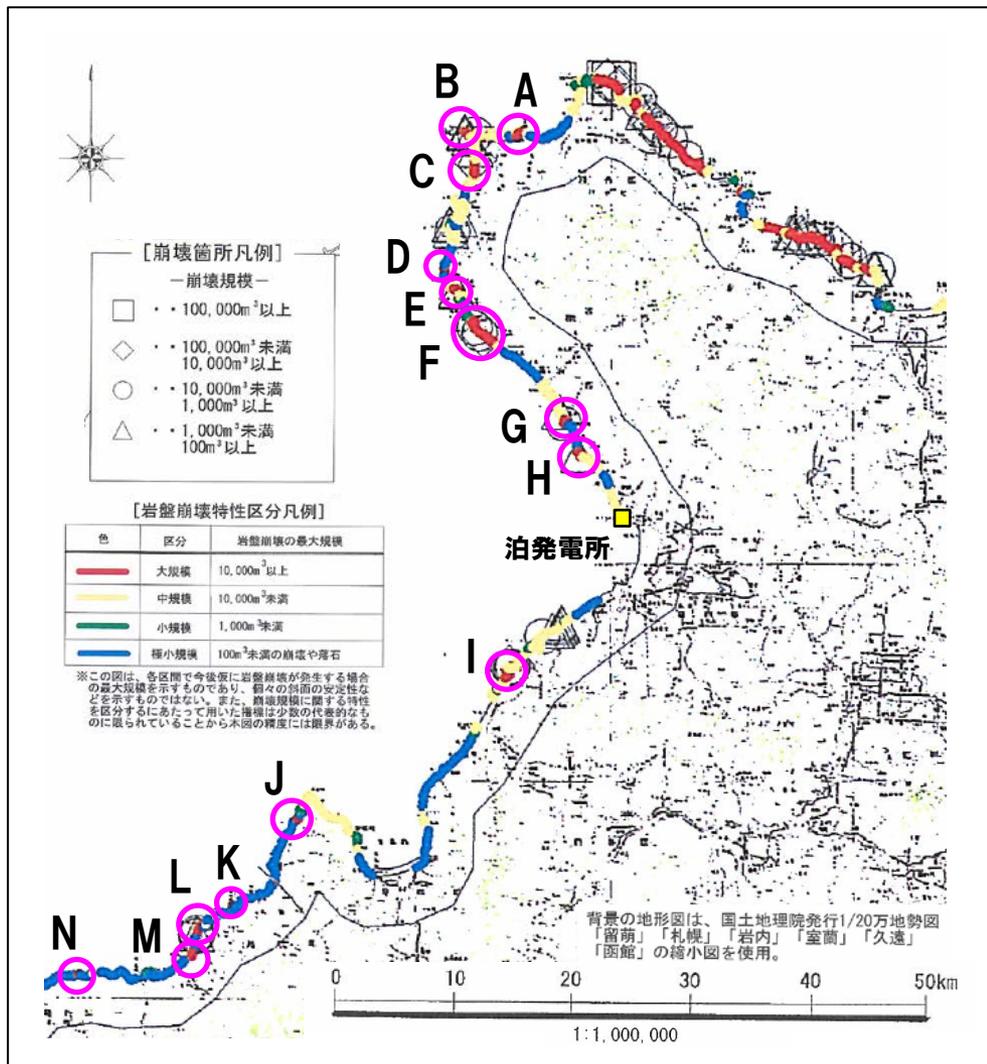
地質区分	50m未満	50m以上 100m未満	100m以上
火砕岩	青	青	青
溶岩・貫入岩	青	青	青
その他※	青	青	青

凡例

色	区分	岩盤崩壊の最大規模
赤	大規模	10,000m ³ 以上
黄	中規模	10,000m ³ 未満
青	小規模	1,000m ³ 未満
青	極小規模	100m ³ 未満の崩壊や落石

※新第三系堆積岩および先第三系花崗岩・堆積岩に該当する。

岩盤崩壊特性区分



岩盤崩壊特性区分図

(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)に一部加筆)

(2) 調査結果

地形解析・地形判読 (1/16)

一部修正 (H27/8/21審査会合)

【地形解析】
 ○地形判読の参考情報とするため、地形解析を行い急傾斜地を抽出した。

《抽出条件》
 ○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）を踏まえ※、以下の条件に該当する急傾斜地を抽出した。
 > 傾斜角60°以上
 > 標高50m以上
 ※傾斜60°未満での岩盤崩壊は、確認されていない。
 ※大規模崩壊（10,000m³以上）の大部分は、比高50m以上で発生している。

《地形解析の対象範囲》
 ○地形解析の対象範囲は、岩盤崩壊による津波の敷地への影響を考慮し、ピリカ岬から木巻岬までとした。
 ○陸域については、海岸線から500mまでとした。

《地形解析に用いる地形》
 ○地形解析に用いる地形は、国土地理院の基盤地図情報の数値標高モデルを用いた。

【地形判読】
 ○地形解析により抽出した急傾斜地のうち、敷地への影響が大きいと考えられる地点について、地形判読を行い、急崖を含む尾根部から緩斜面部までを崩壊地形を設定した。

《地形判読の対象範囲》
 ○地形判読の対象範囲は、以下を踏まえ、川白からピンノ岬付近までとした。
 > 川白～ピリカ岬には、川白の地すべり規模を上回る急傾斜地はない。
 > ピンノ岬付近～木巻岬には、ピンノ岬付近の地すべり規模を上回る急傾斜地はない。

《地形判読に用いる地形》
 ○地形判読に用いる地形は、空中写真、国土地理院のDEMから作成した1/25,000地形図及び航空レーザー測量によるDEMから作成した1/2,500地形図を用いた。

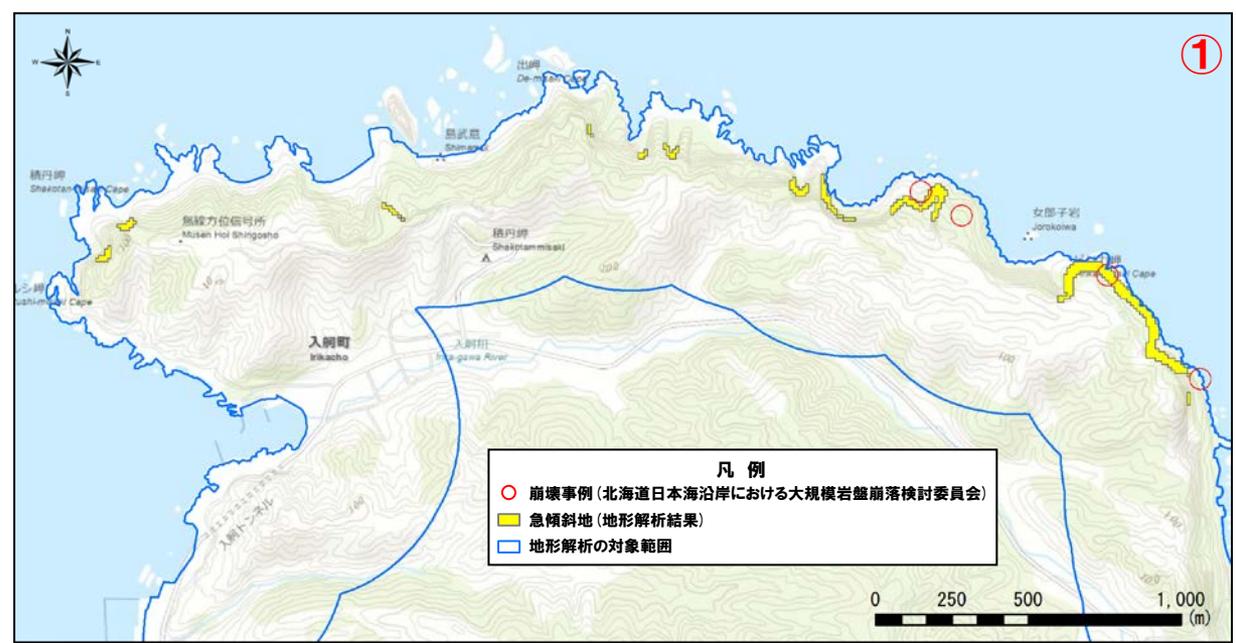
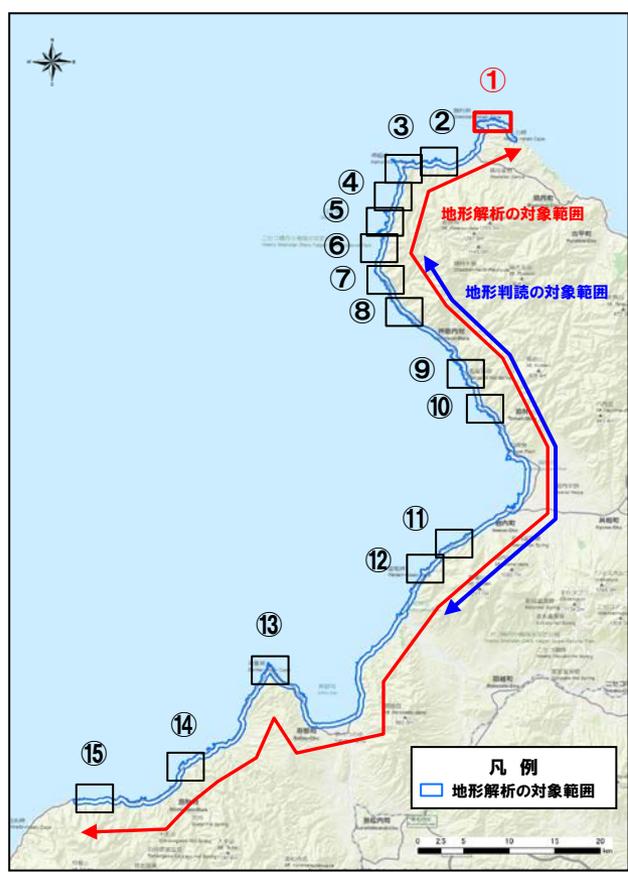


(2) 調査結果

地形解析・地形判読 (2/16)

一部修正 (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)における崩壊事例」, 「地形解析より得られた急傾斜地」及び「地形判読より抽出した崩壊地形」の位置を下図に示す。

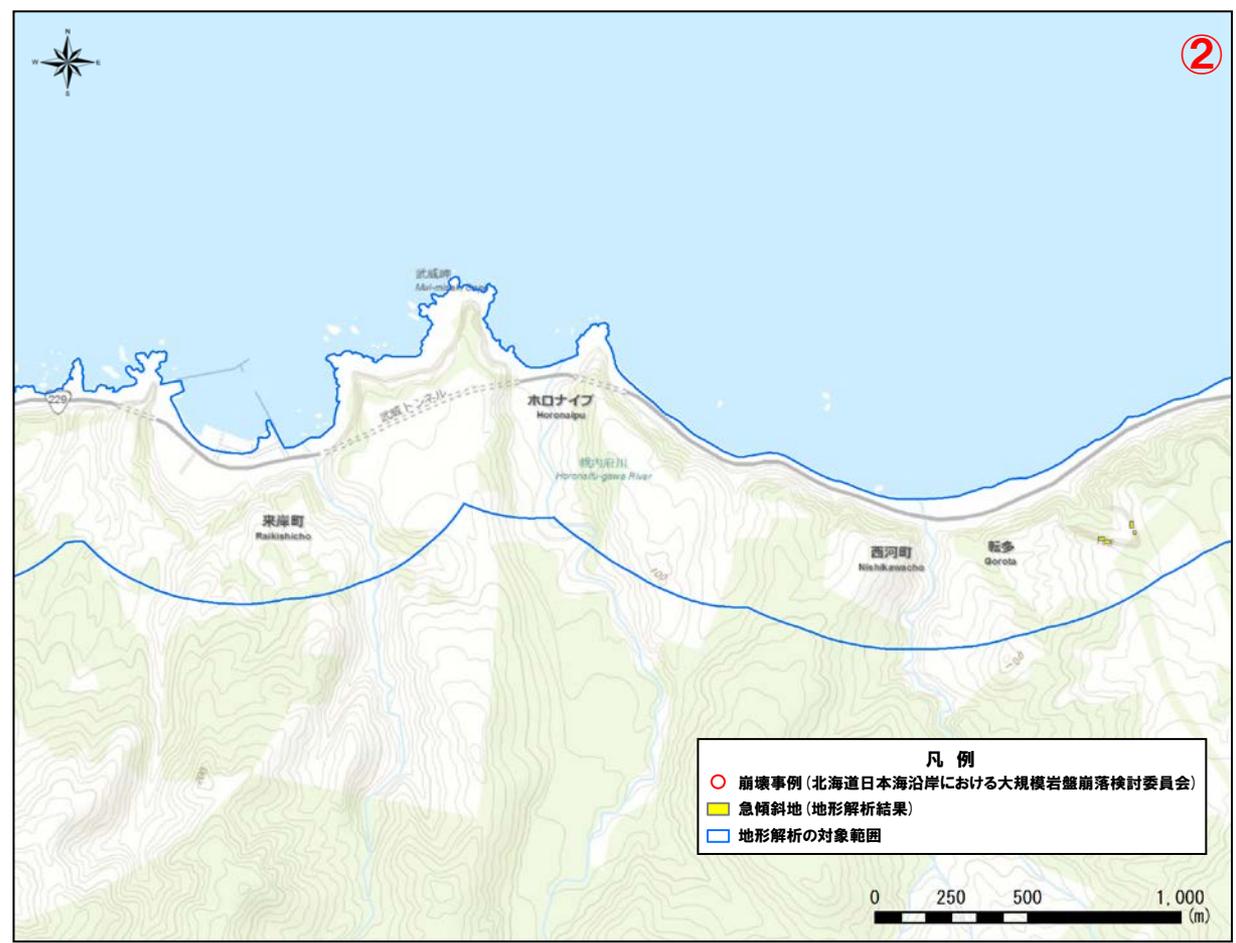
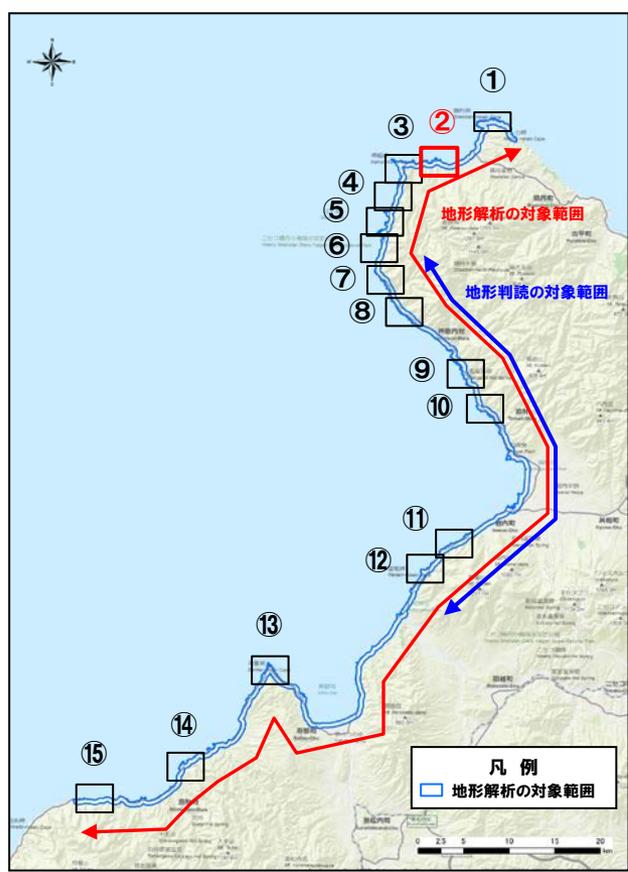


(2) 調査結果

地形解析・地形判読 (3/16)

一部修正 (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)における崩壊事例」, 「地形解析より得られた急傾斜地」及び「地形判読より抽出した崩壊地形」の位置を下図に示す。

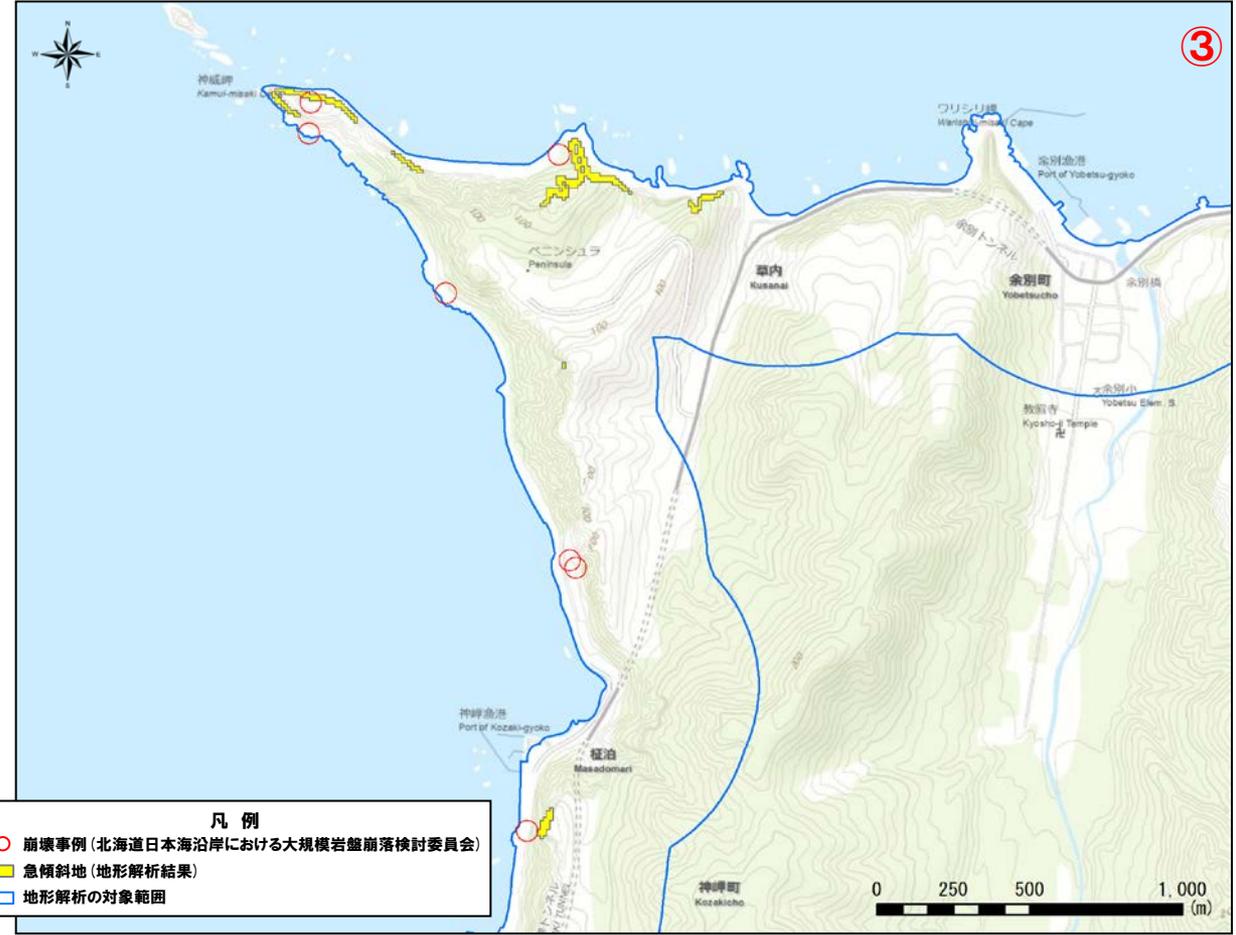
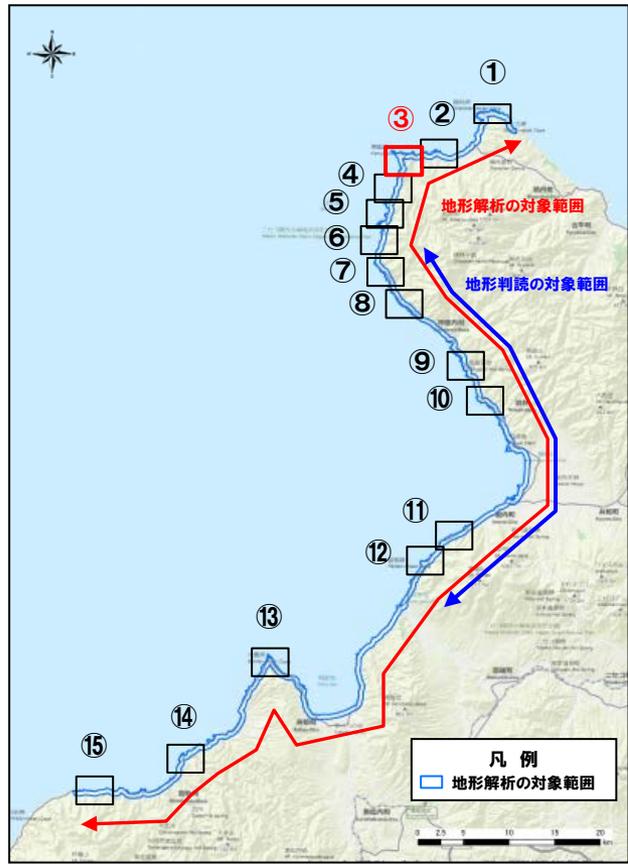


(2) 調査結果

地形解析・地形判読 (4/16)

一部修正 (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) における崩壊事例」, 「地形解析より得られた急傾斜地」及び「地形判読より抽出した崩壊地形」の位置を下図に示す。

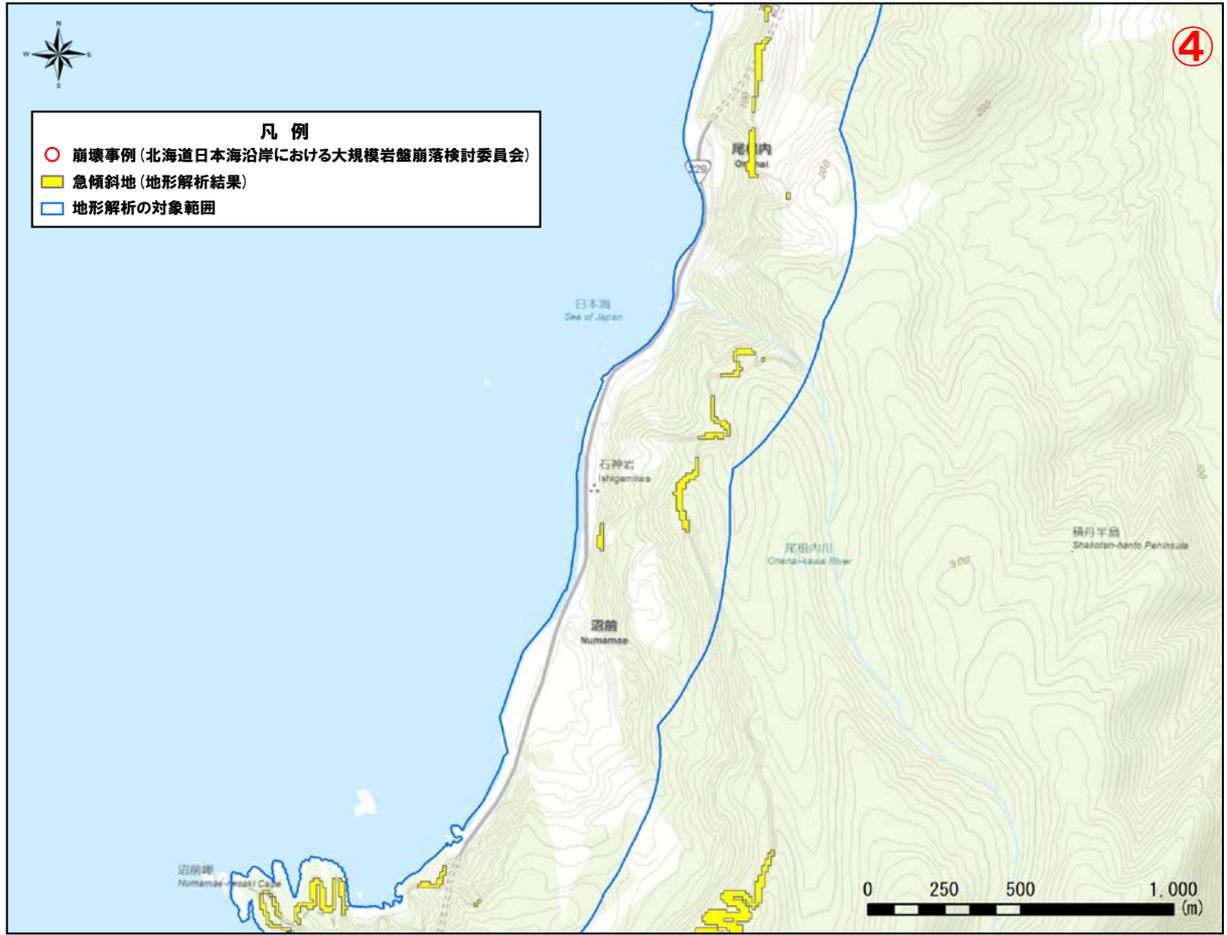
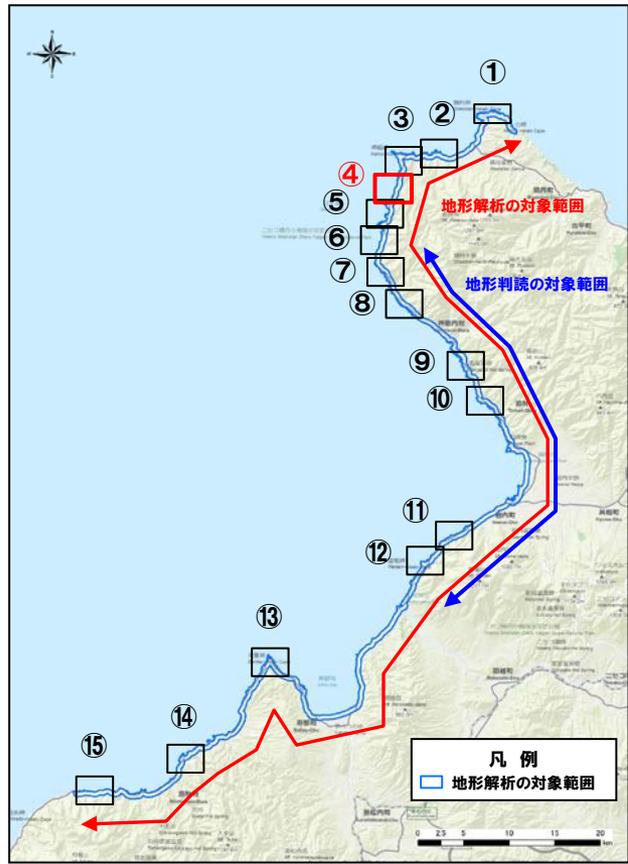


(2) 調査結果

地形解析・地形判読 (5/16)

一部修正 (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)における崩壊事例」, 「地形解析より得られた急傾斜地」及び「地形判読より抽出した崩壊地形」の位置を下図に示す。

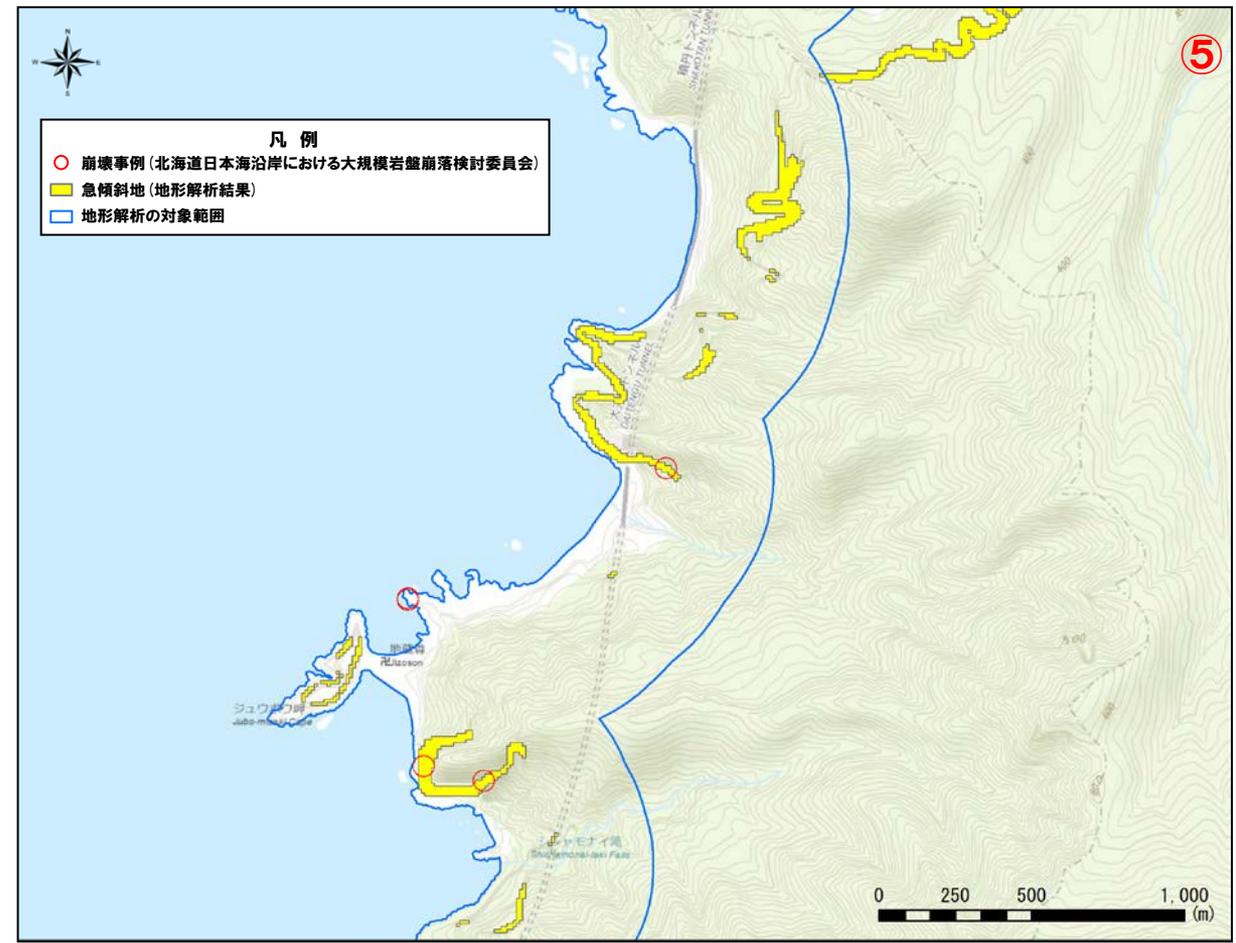
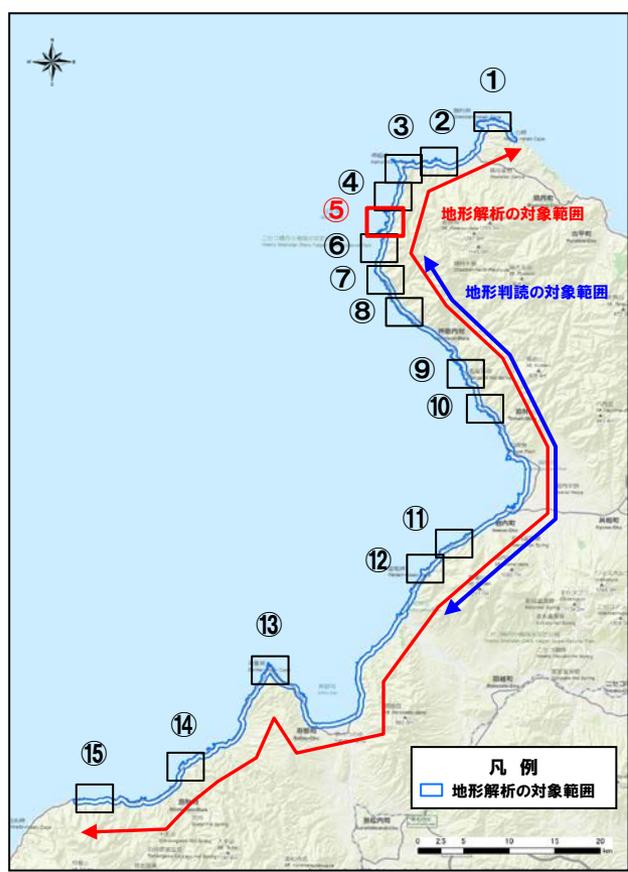


(2) 調査結果

地形解析・地形判読 (6/16)

一部修正 (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)における崩壊事例」, 「地形解析より得られた急傾斜地」及び「地形判読より抽出した崩壊地形」の位置を下図に示す。

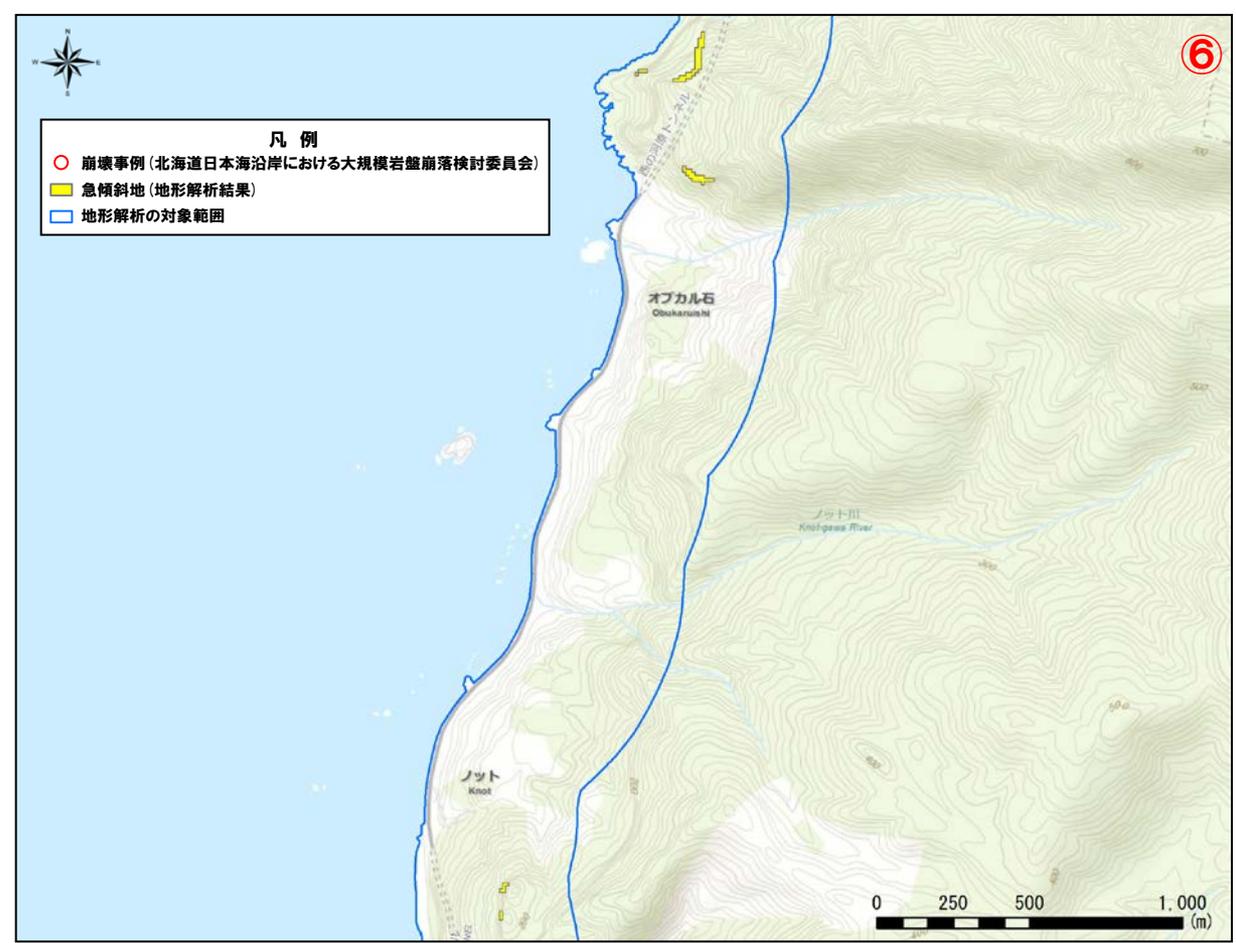
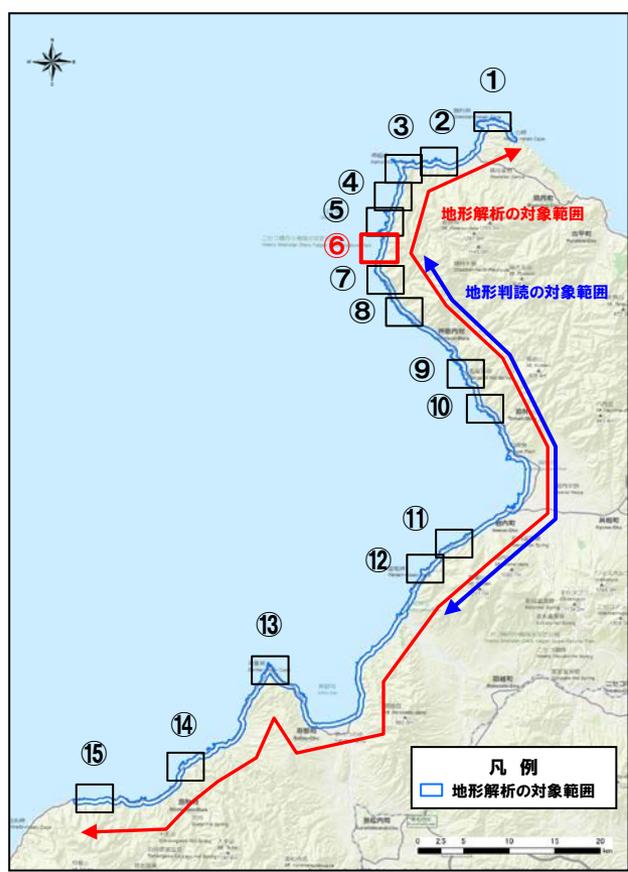


(2) 調査結果

地形解析・地形判読 (7/16)

一部修正 (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) における崩壊事例」, 「地形解析より得られた急傾斜地」及び「地形判読より抽出した崩壊地形」の位置を下図に示す。

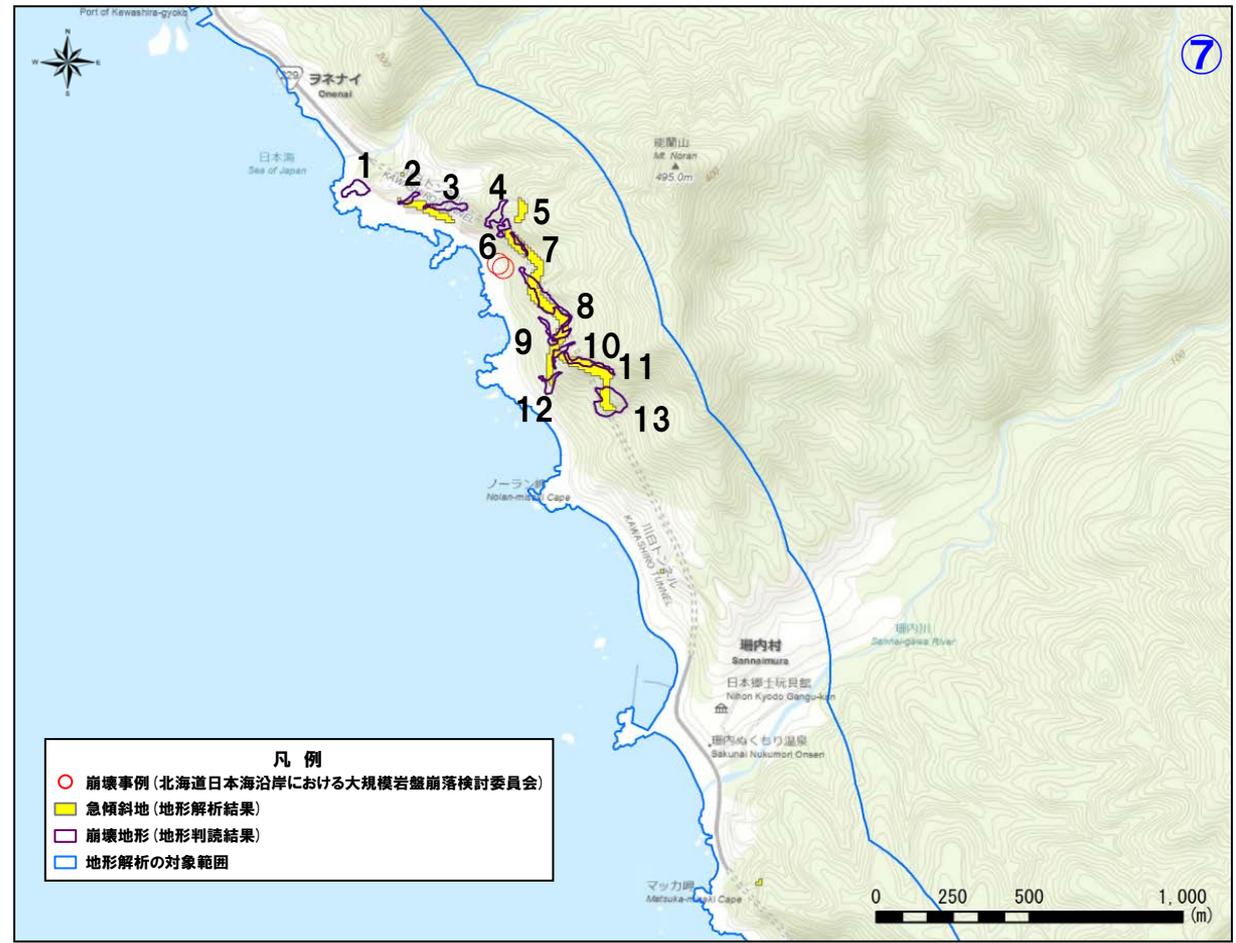
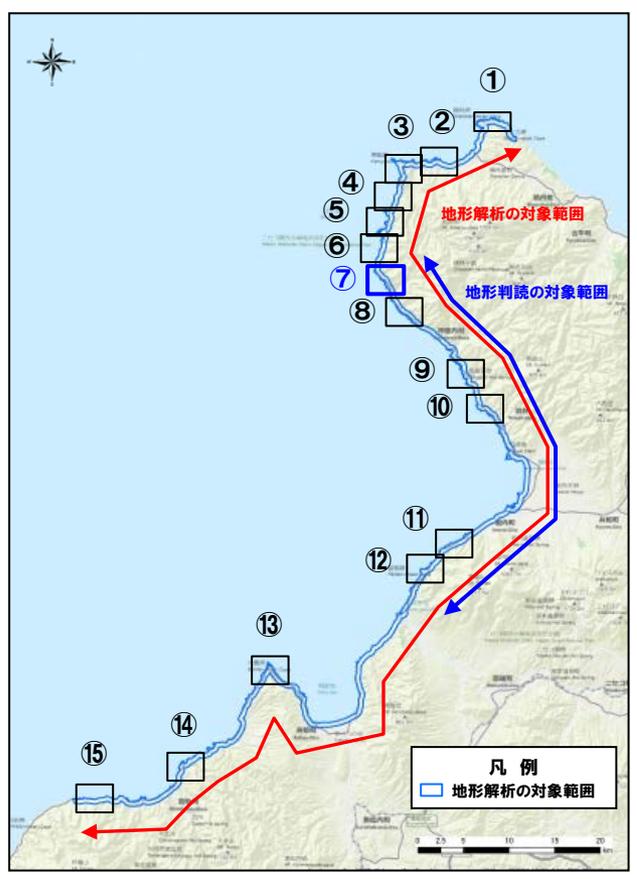


(2) 調査結果

地形解析・地形判読 (8/16)

一部修正 (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) における崩壊事例」, 「地形解析より得られた急傾斜地」及び「地形判読より抽出した崩壊地形」の位置を下図に示す。

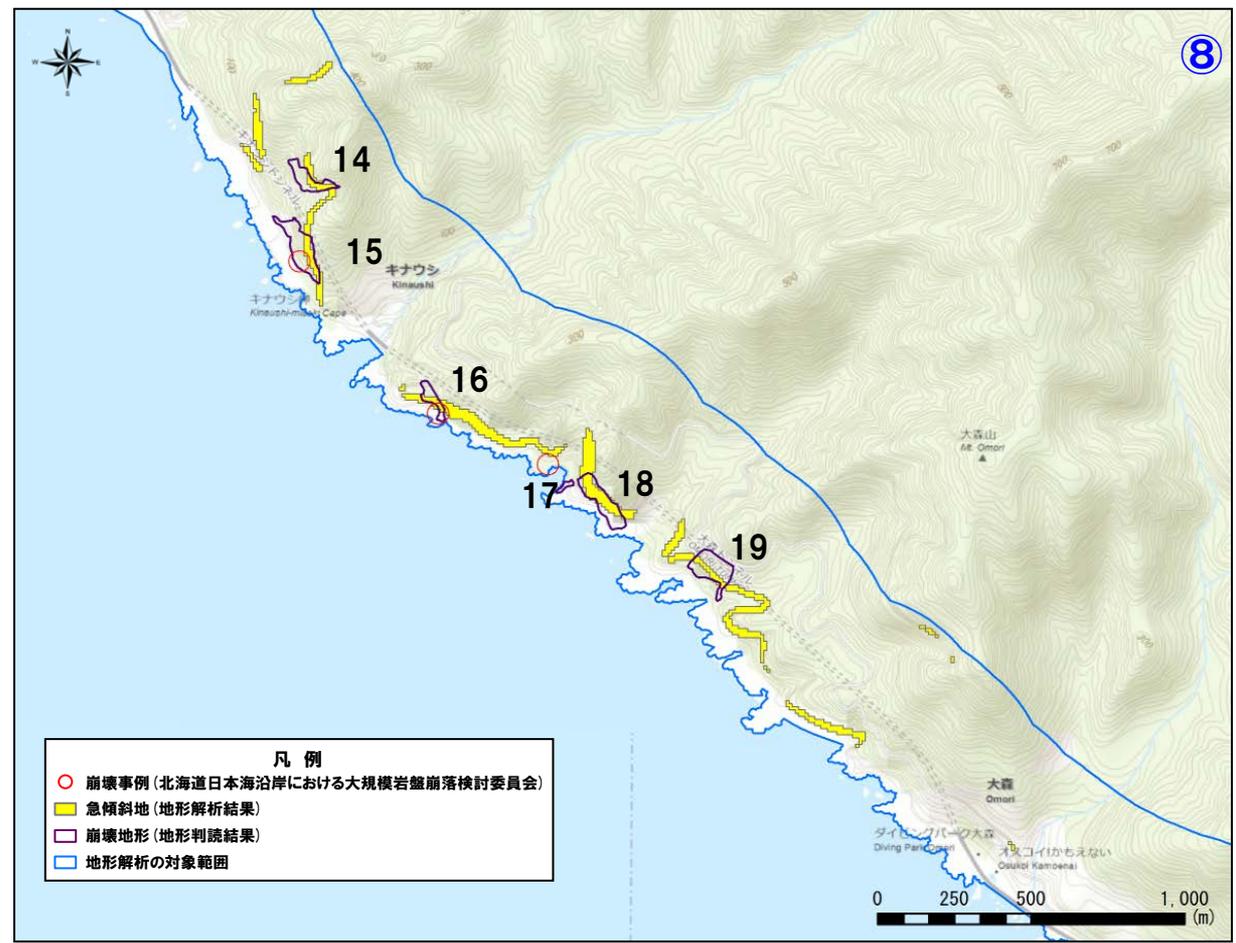
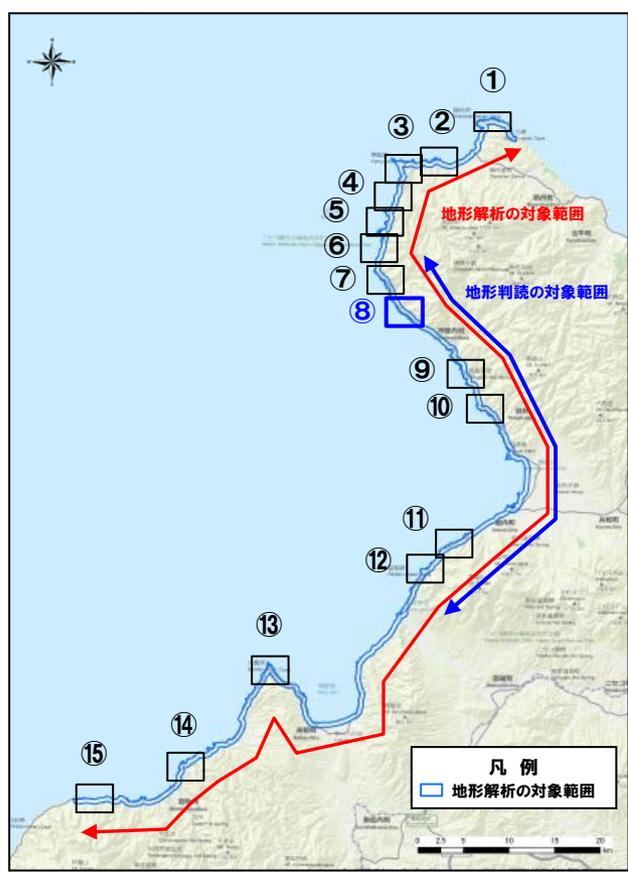


(2) 調査結果

地形解析・地形判読 (9/16)

一部修正 (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) における崩壊事例」, 「地形解析より得られた急傾斜地」及び「地形判読より抽出した崩壊地形」の位置を下图に示す。

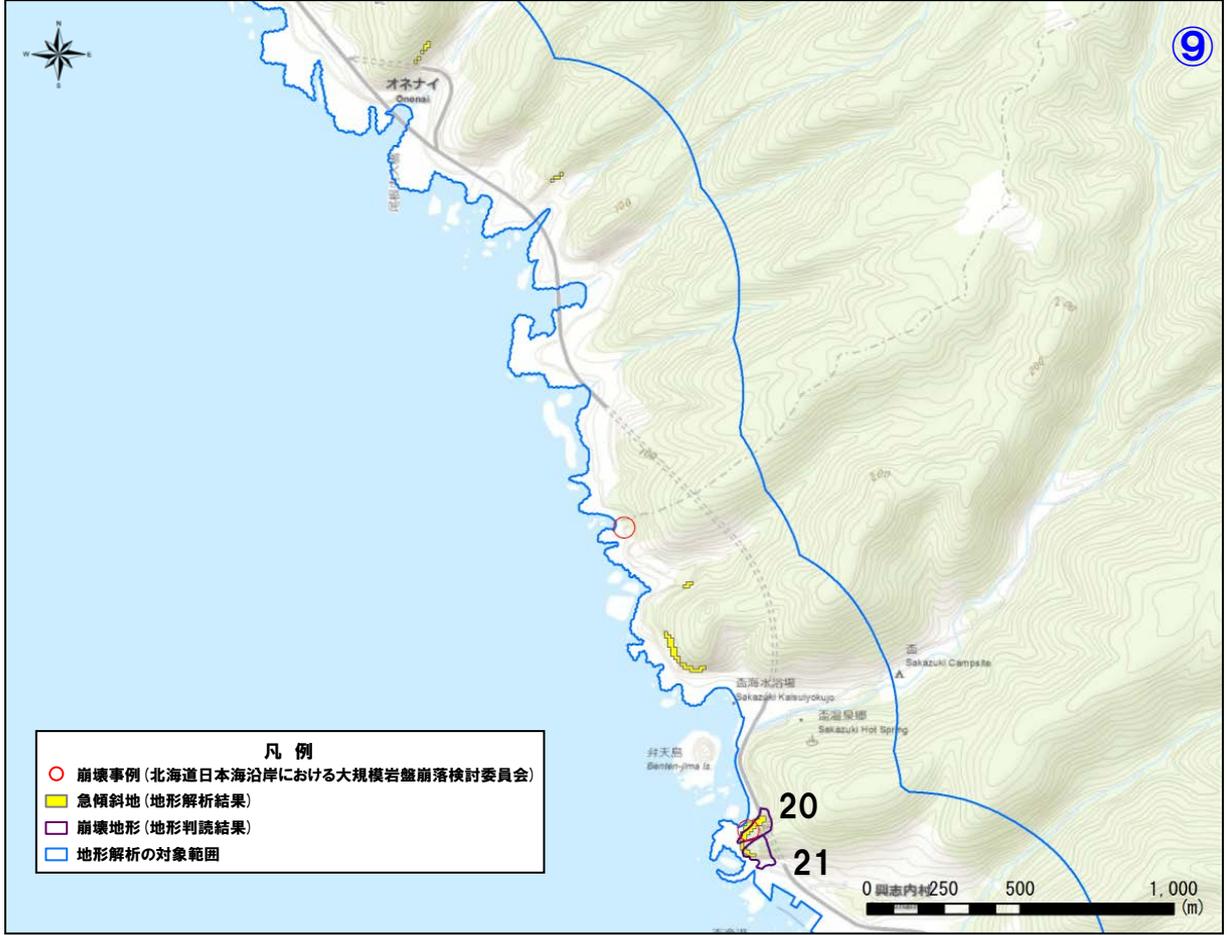
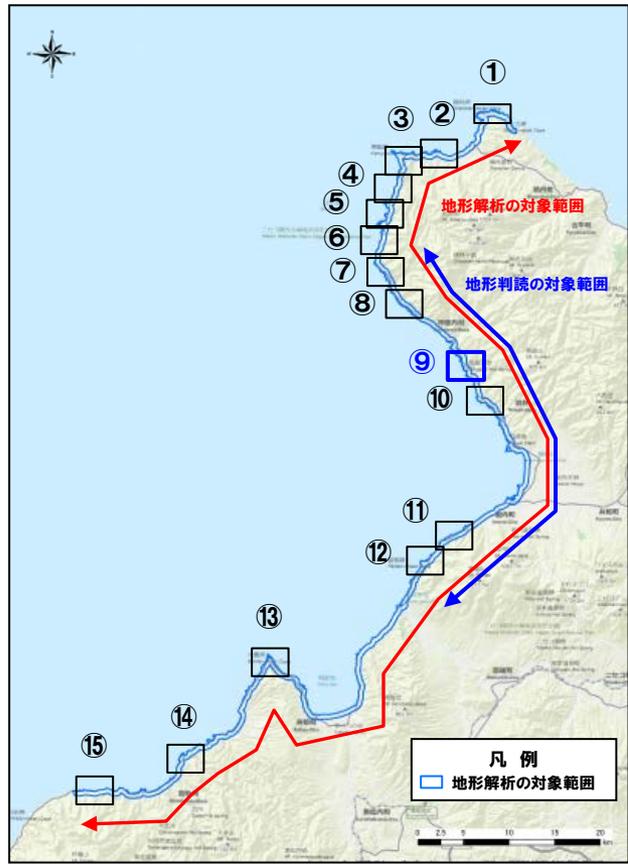


(2) 調査結果

地形解析・地形判読 (10/16)

一部修正 (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)における崩壊事例」, 「地形解析より得られた急傾斜地」及び「地形判読より抽出した崩壊地形」の位置を下图に示す。

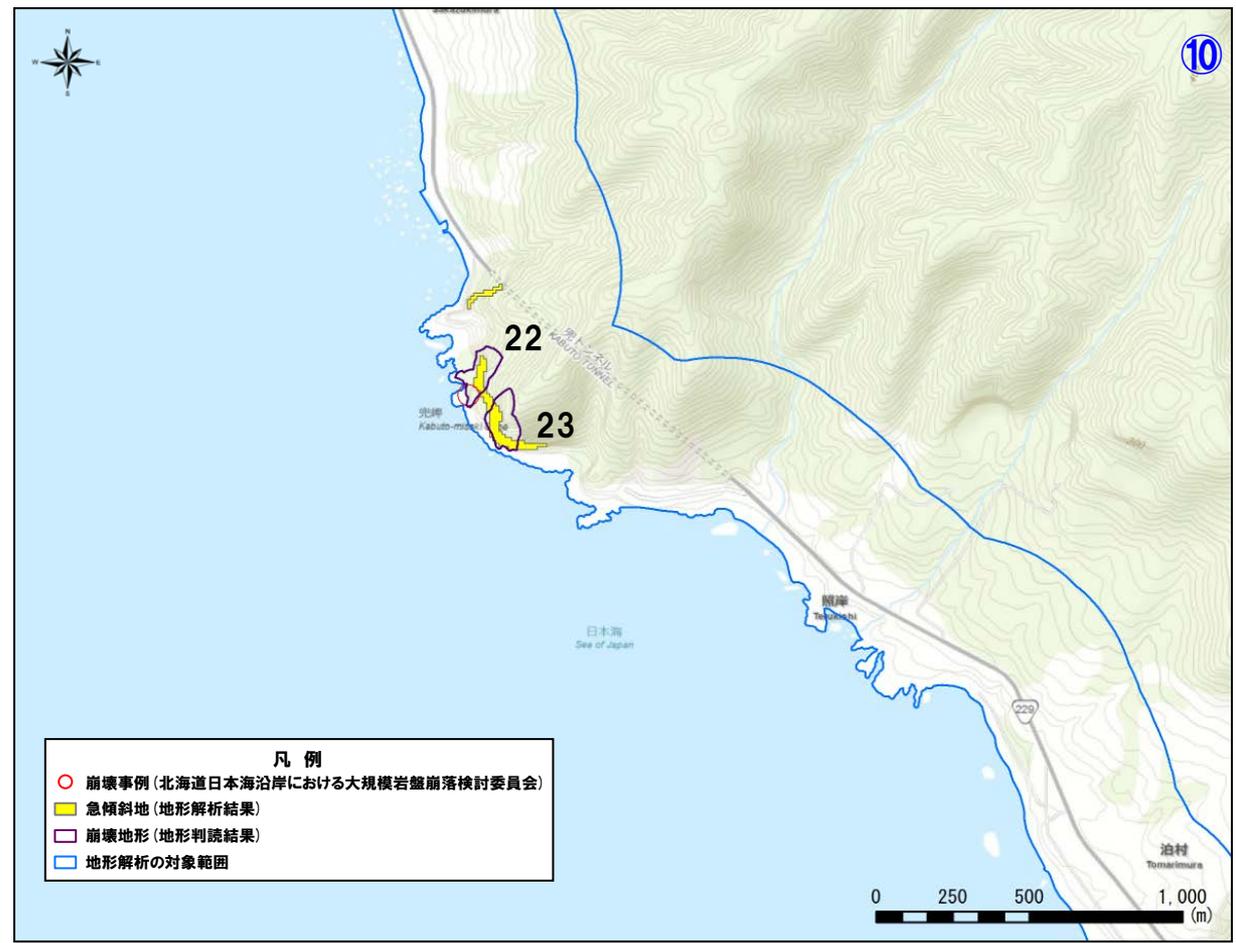
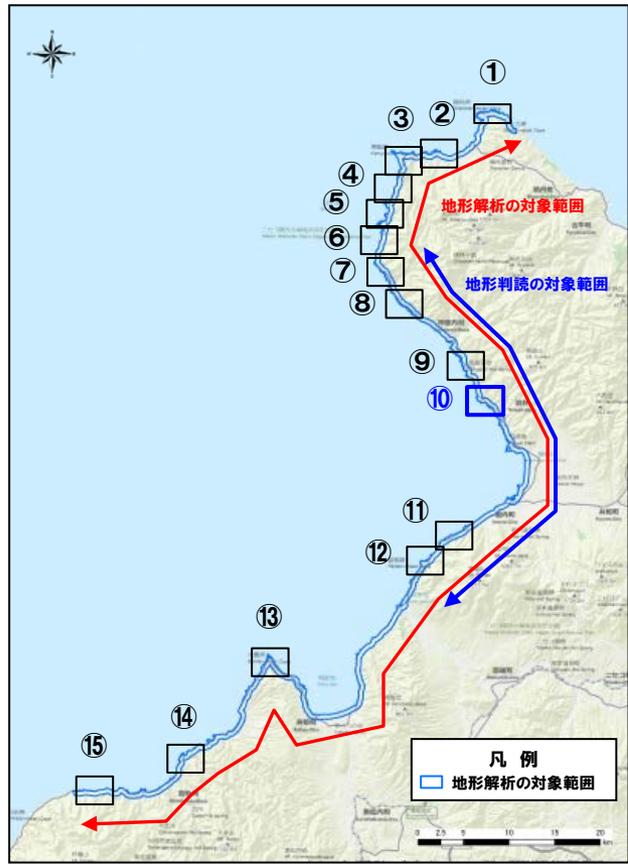


(2) 調査結果

地形解析・地形判読 (11/16)

一部修正 (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) における崩壊事例」, 「地形解析より得られた急傾斜地」及び「地形判読より抽出した崩壊地形」の位置を下図に示す。

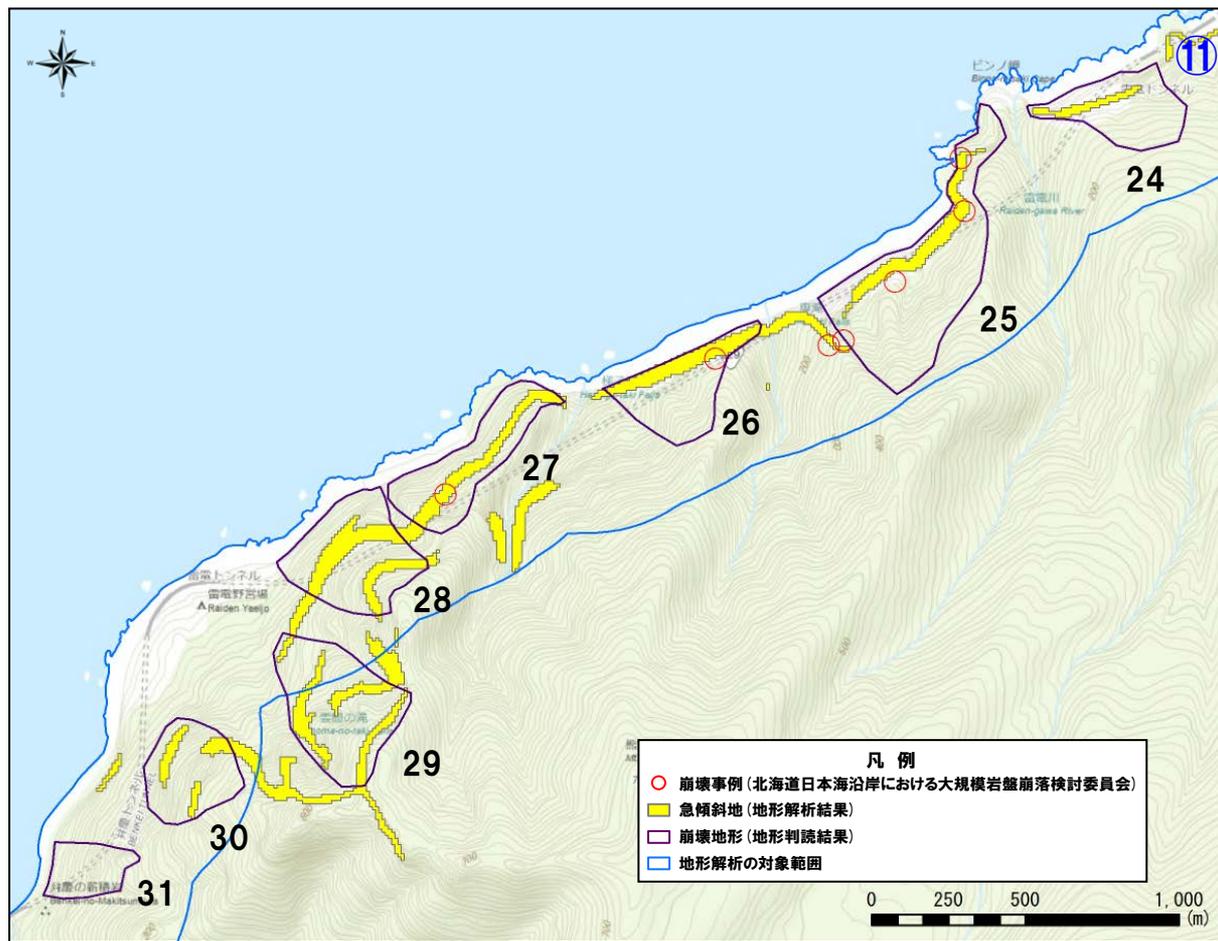
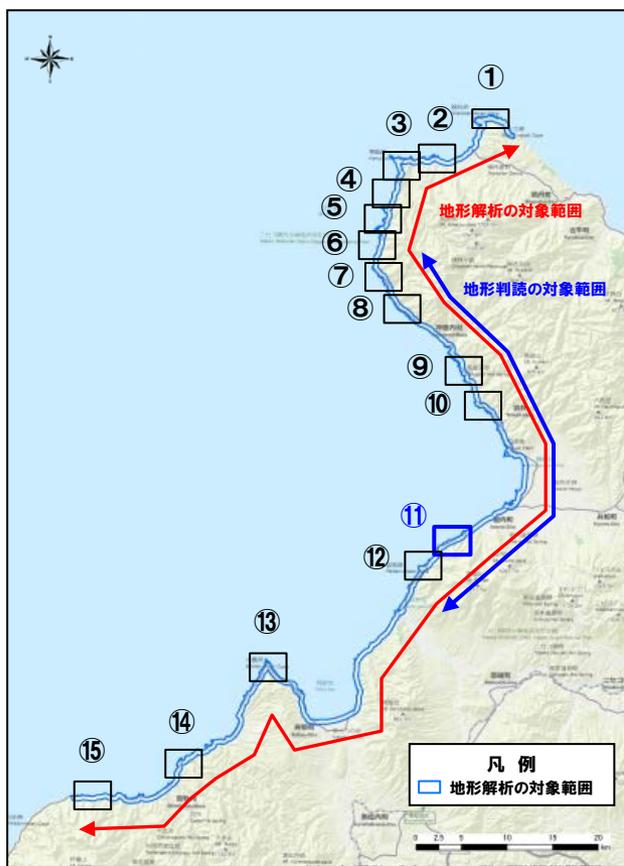


(2) 調査結果

地形解析・地形判読 (12/16)

一部修正 (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)における崩壊事例」, 「地形解析より得られた急傾斜地」及び「地形判読より抽出した崩壊地形」の位置を下图に示す。

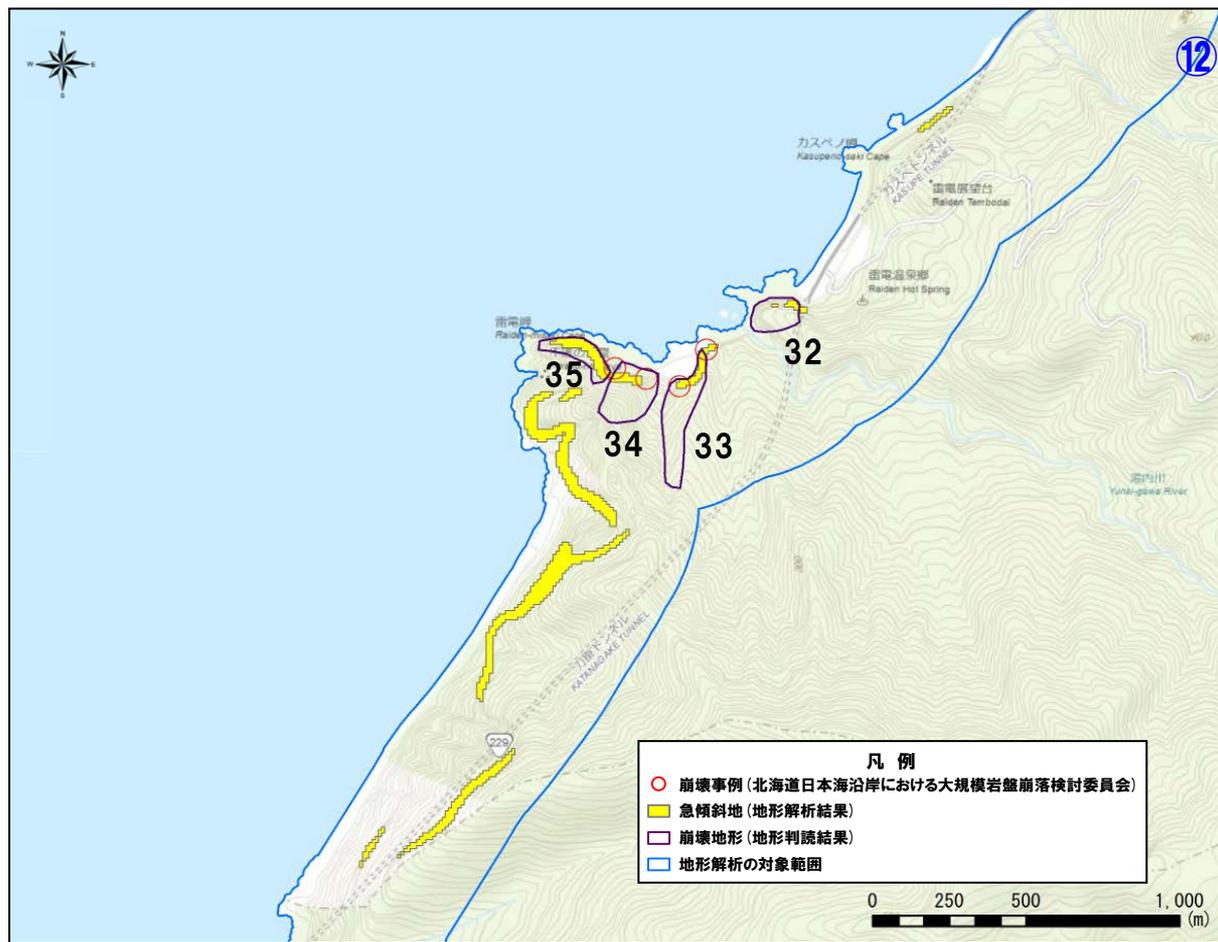
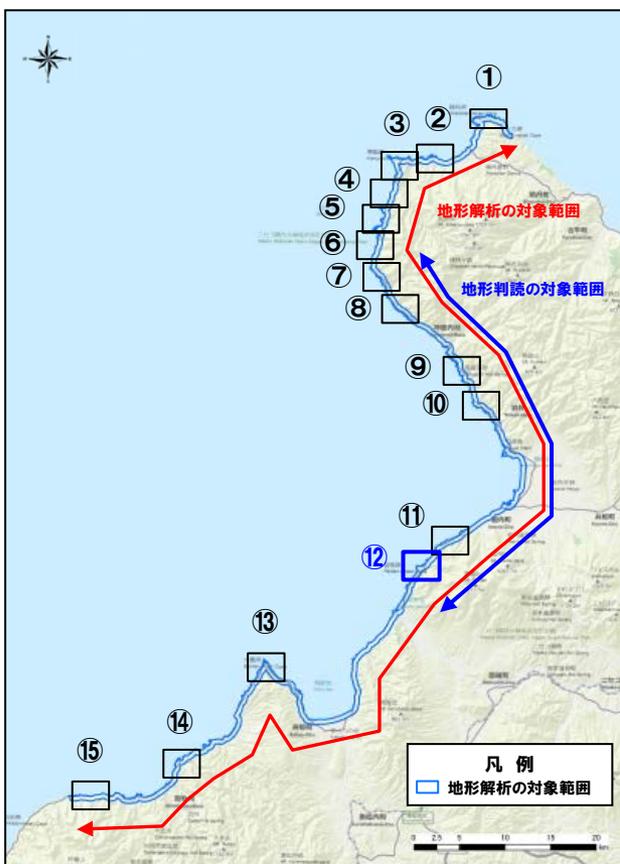


(2) 調査結果

地形解析・地形判読 (13/16)

一部修正 (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) における崩壊事例」, 「地形解析より得られた急傾斜地」及び「地形判読より抽出した崩壊地形」の位置を下図に示す。

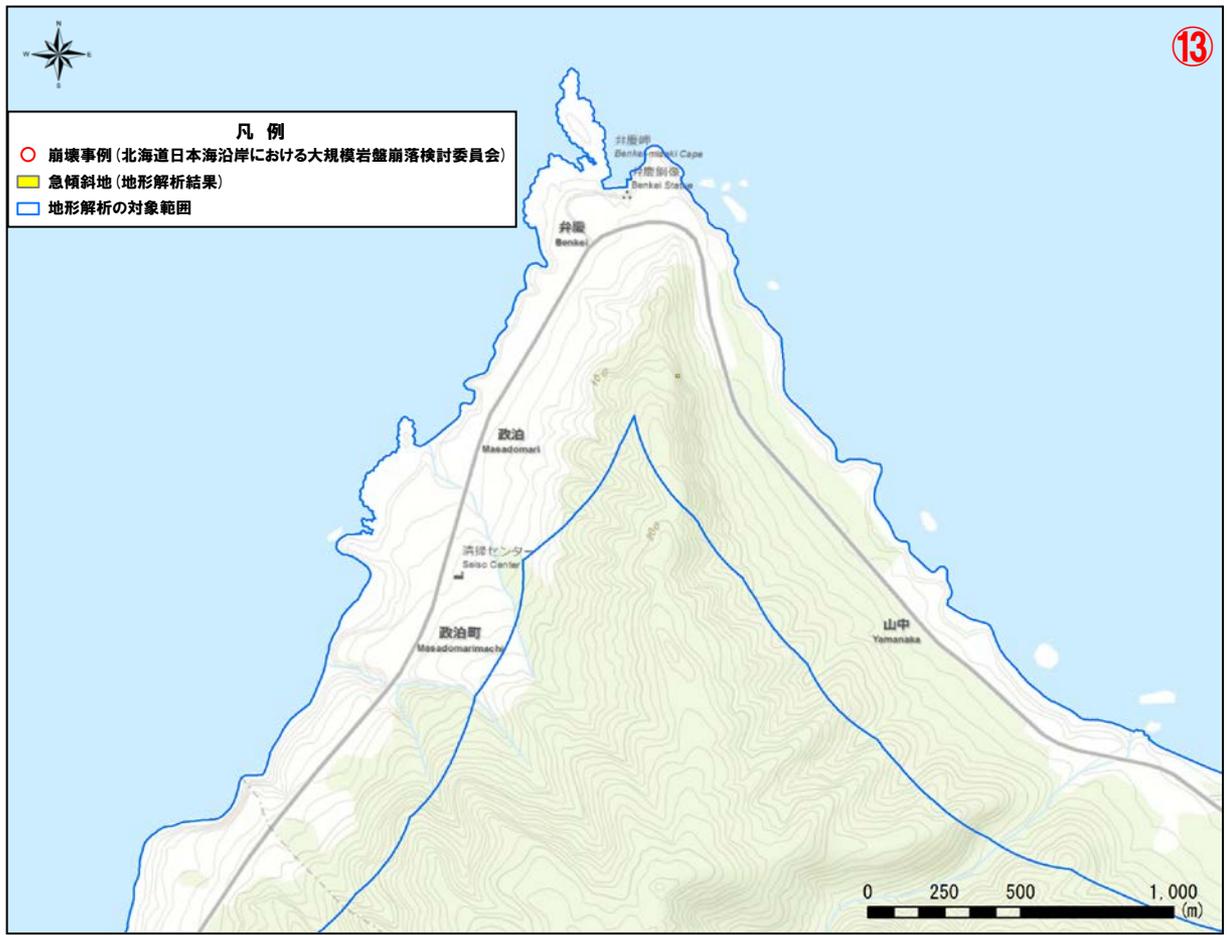
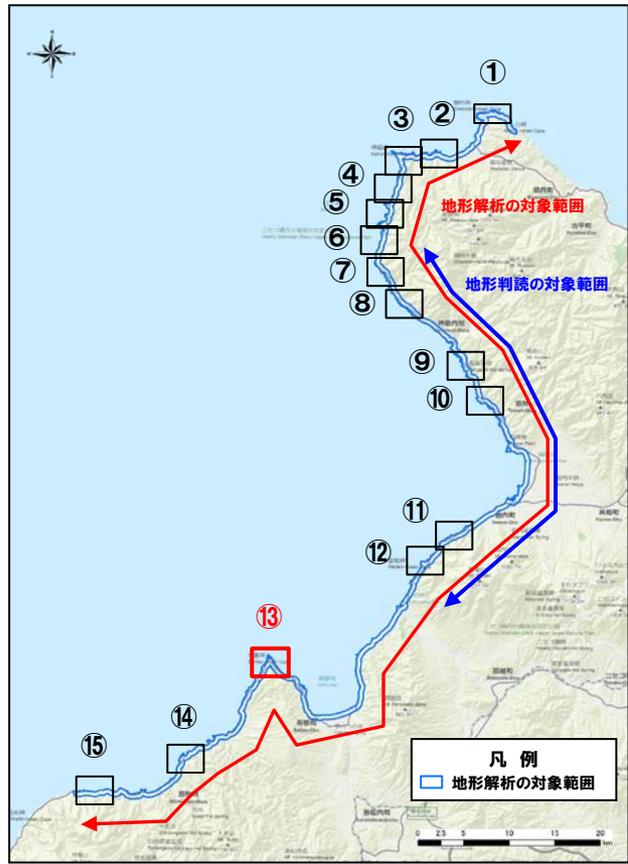


(2) 調査結果

地形解析・地形判読 (14/16)

一部修正 (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)における崩壊事例」, 「地形解析より得られた急傾斜地」及び「地形判読より抽出した崩壊地形」の位置を下図に示す。

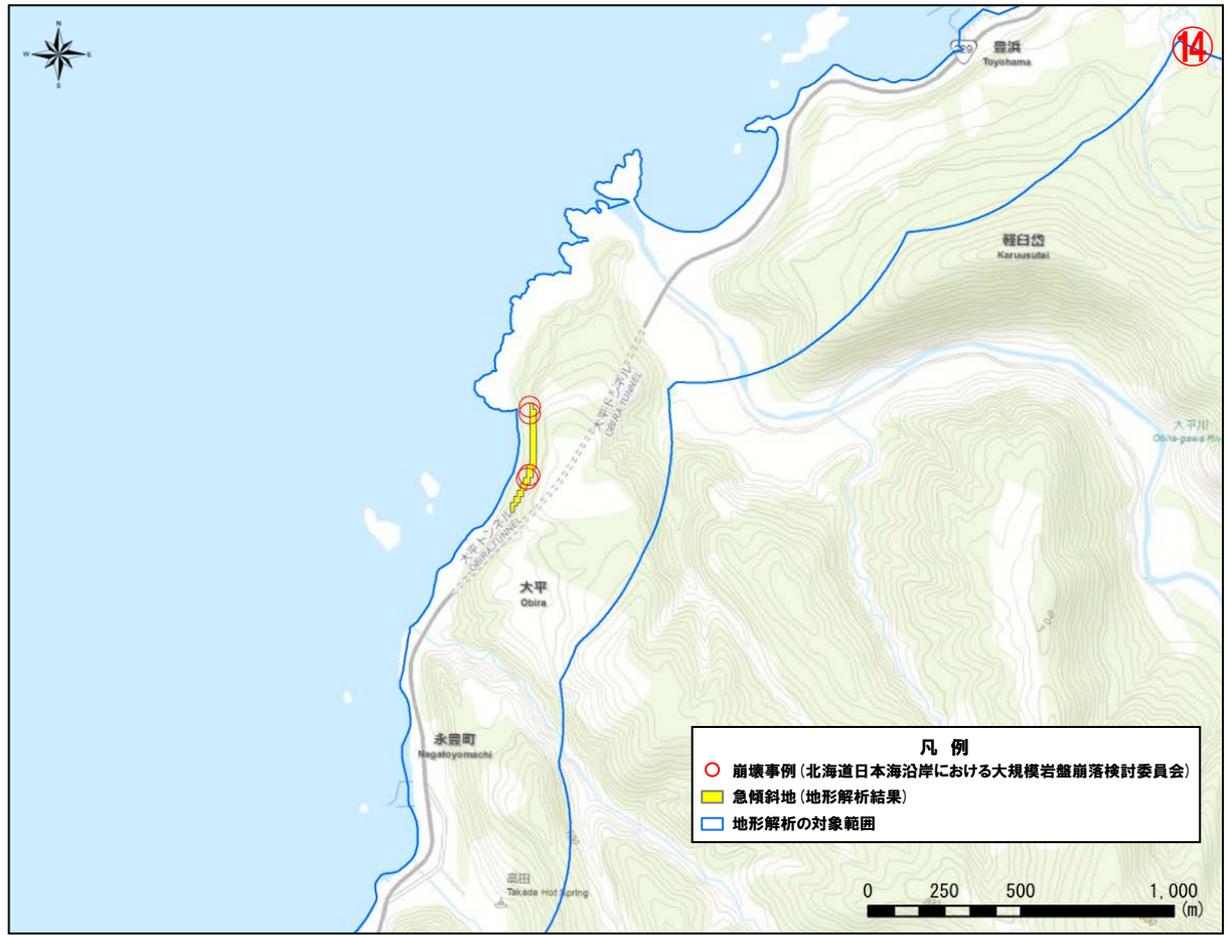
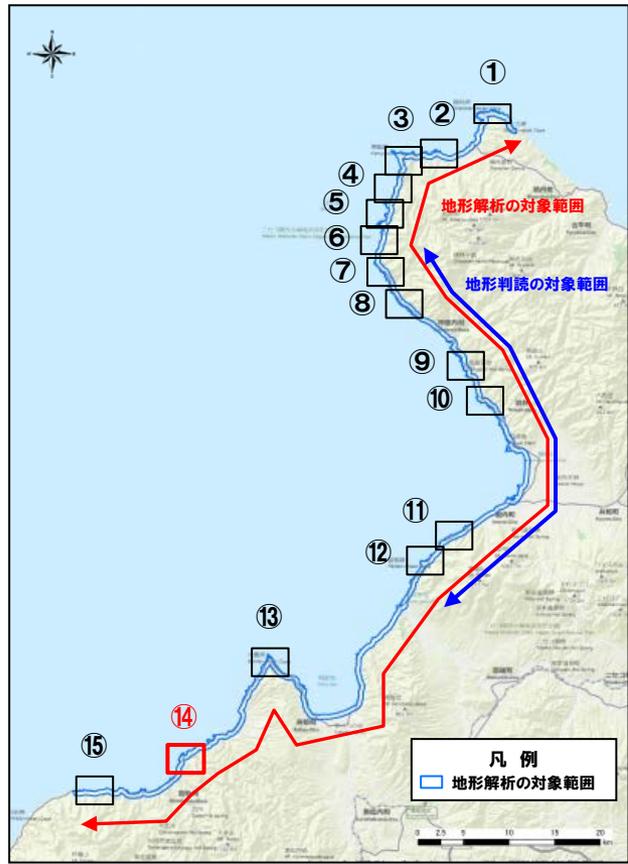


(2) 調査結果

地形解析・地形判読 (15/16)

一部修正 (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)における崩壊事例」, 「地形解析より得られた急傾斜地」及び「地形判読より抽出した崩壊地形」の位置を下図に示す。

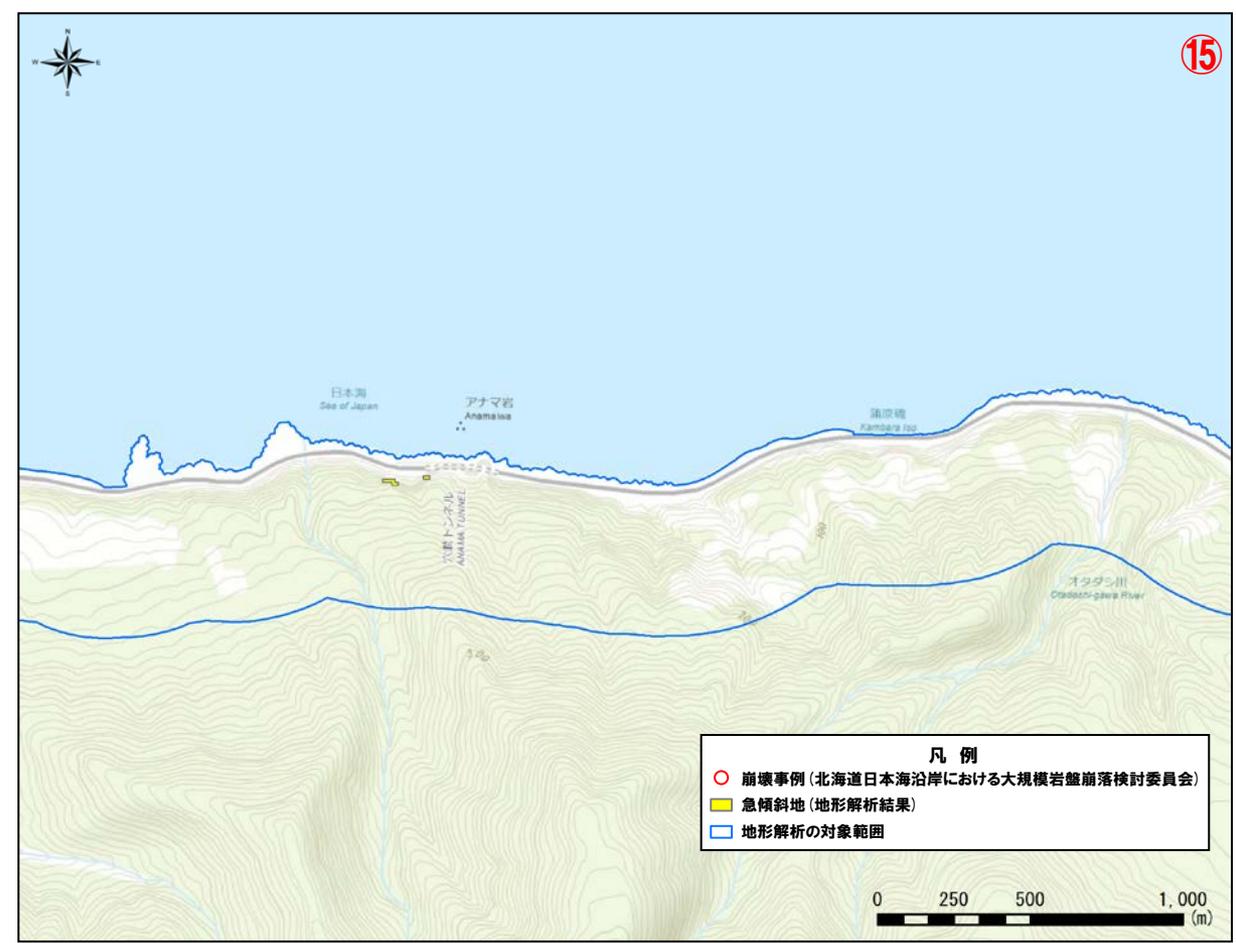
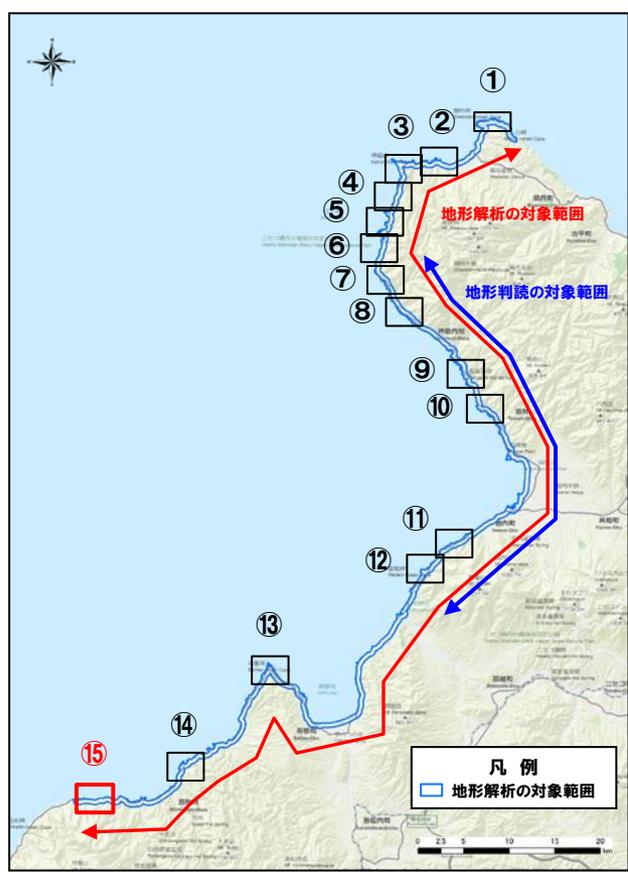


(2) 調査結果

地形解析・地形判読 (16/16)

一部修正 (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) における崩壊事例」, 「地形解析より得られた急傾斜地」及び「地形判読より抽出した崩壊地形」の位置を下図に示す。



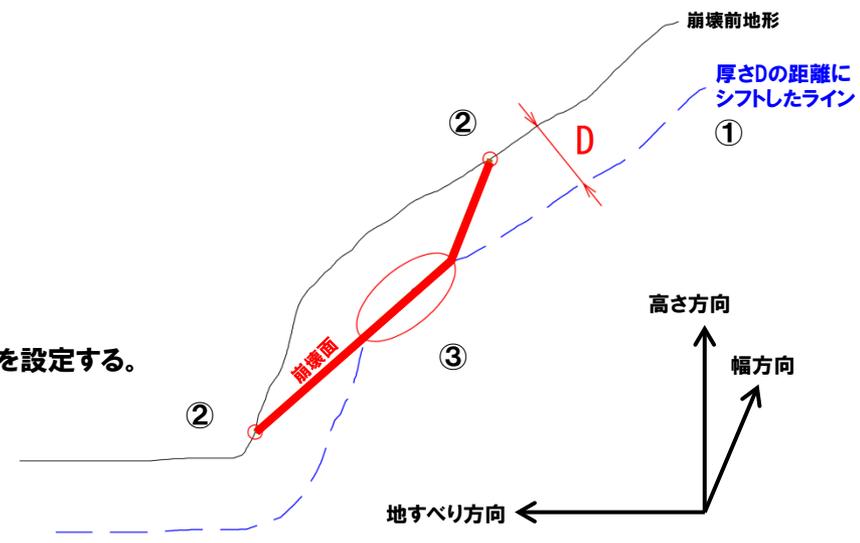
(3) パラメータの設定根拠

地すべり地形のモデル化 (1/6)

一部修正 (H27/8/21審査会合)

- 地形判読結果から、幅Wを設定した。
- 厚さDについては、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）によると20m程度であるが、安全側の評価として、高速道路調査会（1985）を参考に、幅Wから算定した。
- 崩壊面形状については、設定した諸元から、下図の手順により設定した。

- ①崩壊前地形から厚さDの距離にシフトしたラインを設定する。
- ②崩壊地形の頭部境界点と末端部境界点を崩壊面の固定点とする。
- ③崩壊面を上記のラインに接するように設定する。
岩盤崩壊であることから、崩壊面は直線的な形状とする。
- ④断面形状に基づき、直線的な面の集合体からなるものとして、平面的な崩壊面形状を設定する。



崩壊面形状の設定方法

(3) パラメータの設定根拠

地すべり地形のモデル化 (2/6)

一部修正 (H27/8/21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。
- なお、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）における岩盤崩壊事例では、崩壊堆積物の到達距離は、ほぼ崩壊高さ以内であるが、TITAN2Dの結果による崩壊堆積物の到達距離は、崩壊高さの約2～3倍となり安全側の評価である。

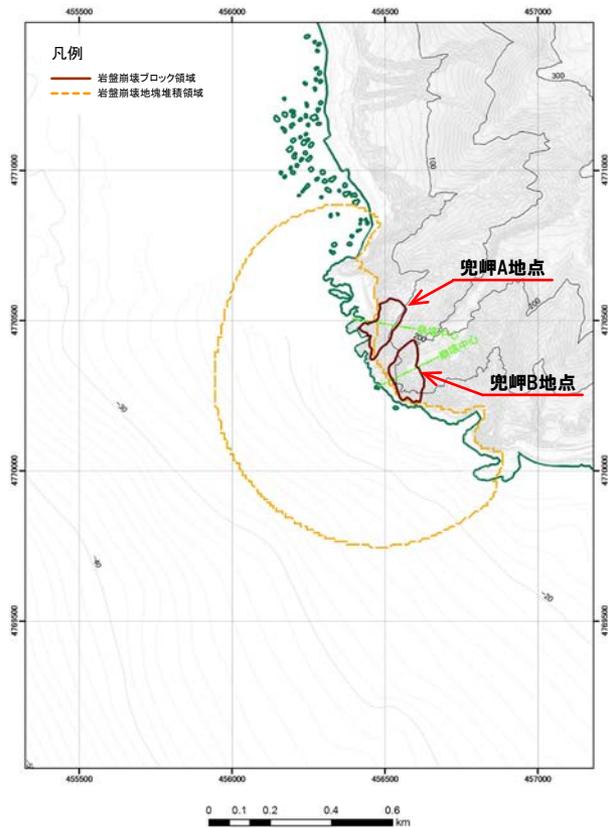
【地すべりシミュレーション (TITAN2D)】

入力データ	入力値		備考
	兜岬付近	ピンノ岬付近	
内部摩擦角 ϕ_{int} (°)	30.0	30.0	陸上地すべりに伴う津波と同値に設定。
底面摩擦角 ϕ_{bed} (°)	20.3	15.6	森脇(1987)より設定。

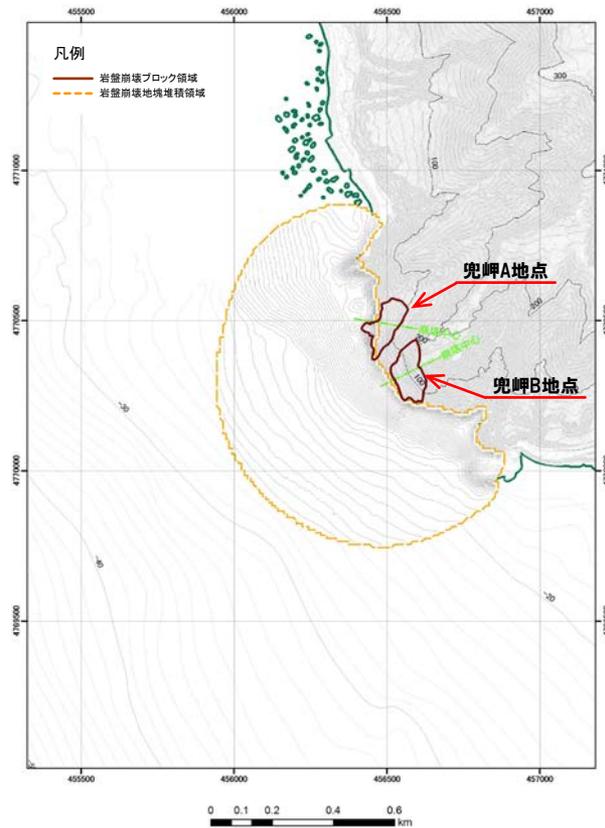
(3) パラメータの設定根拠

地すべり地形のモデル化 (3/6) 兜岩付近 (1/2)

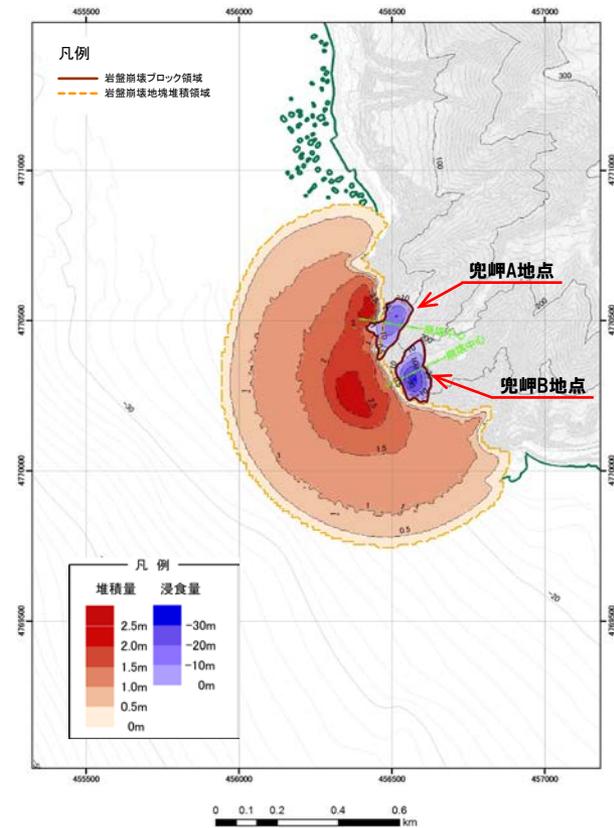
再掲 (H27/8/21審査会合)



岩盤崩壊前地形



岩盤崩壊後地形 (10分後)



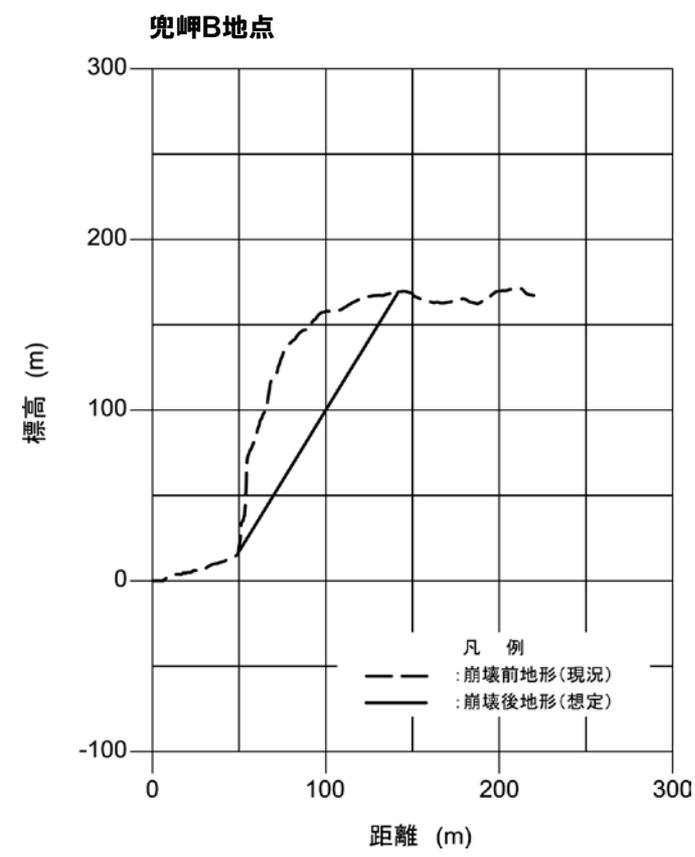
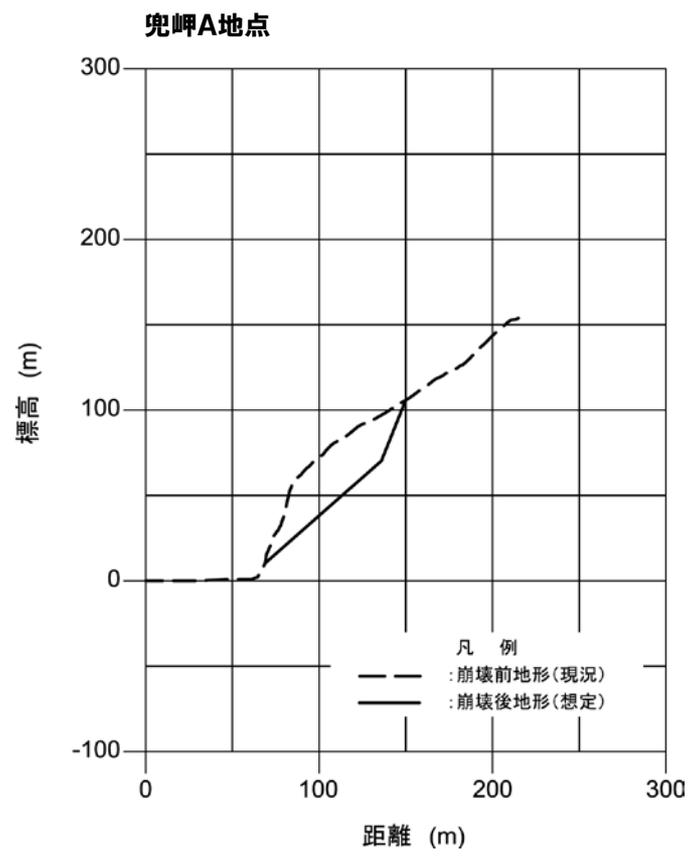
岩盤崩壊前後の地形変化量

4.4 陸上の斜面崩壊（岩盤崩壊）に伴う津波

(3) パラメータの設定根拠

地すべり地形のモデル化 (4/6) 兜岩付近 (2/2)

再掲 (H27/8/21審査会合)

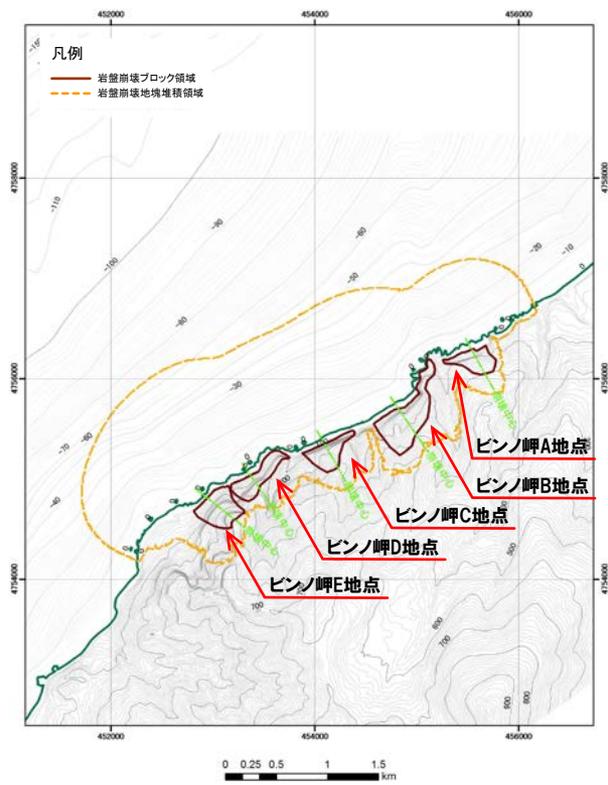


岩盤崩壊地形の断面形状

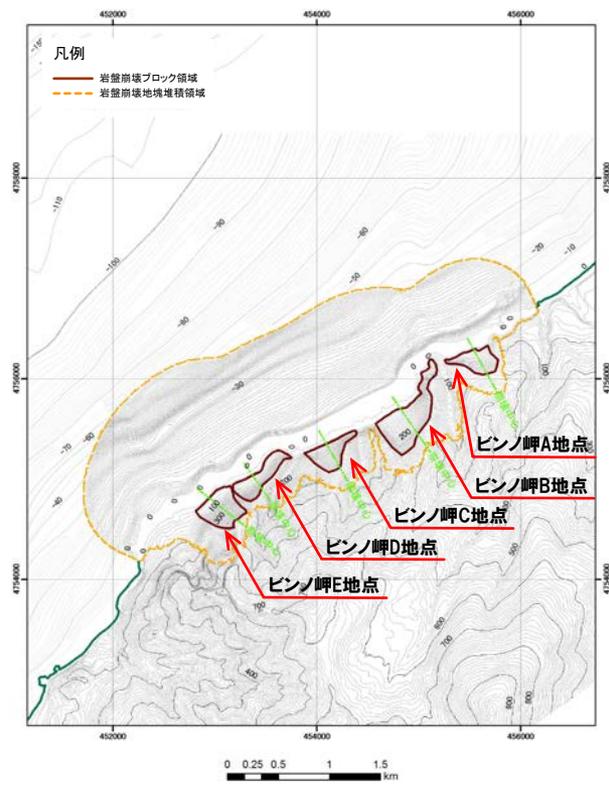
(3) パラメータの設定根拠

地すべり地形のモデル化 (5/6) ビンノ岬付近 (1/2)

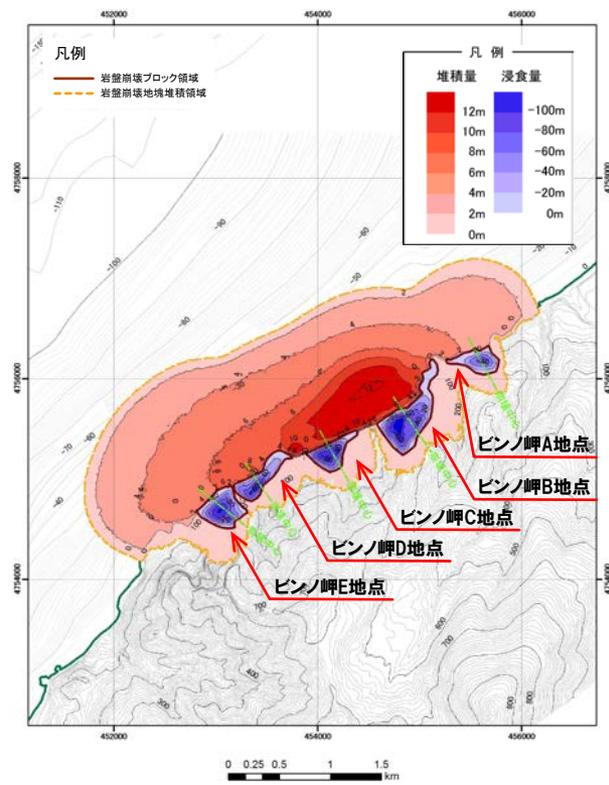
再掲 (H27/8/21 審査会合)



岩盤崩壊前地形



岩盤崩壊後地形 (10分後)

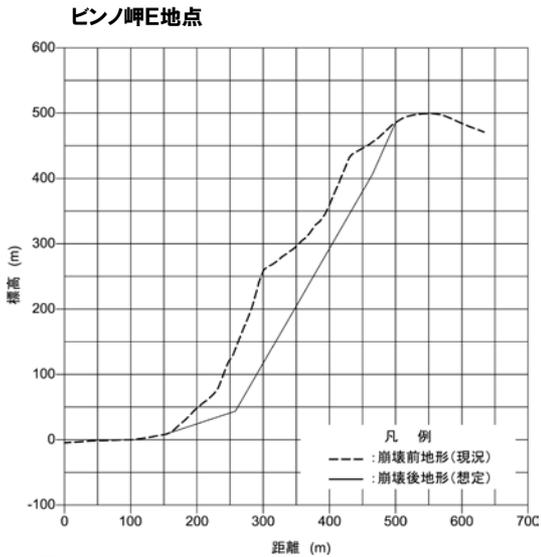
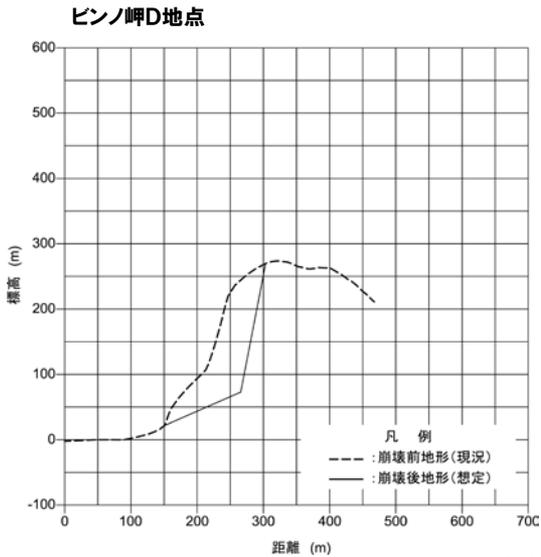
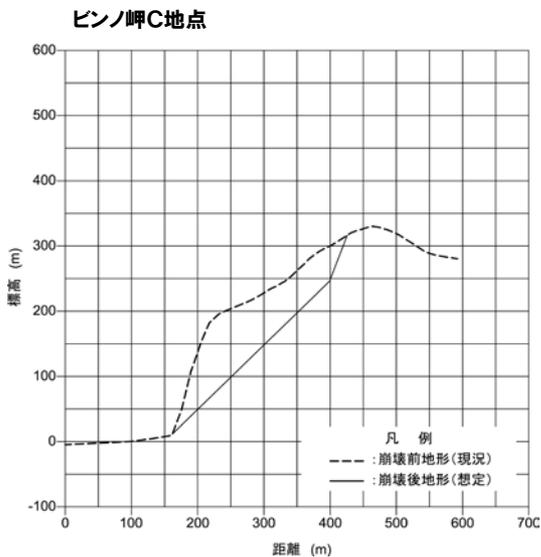
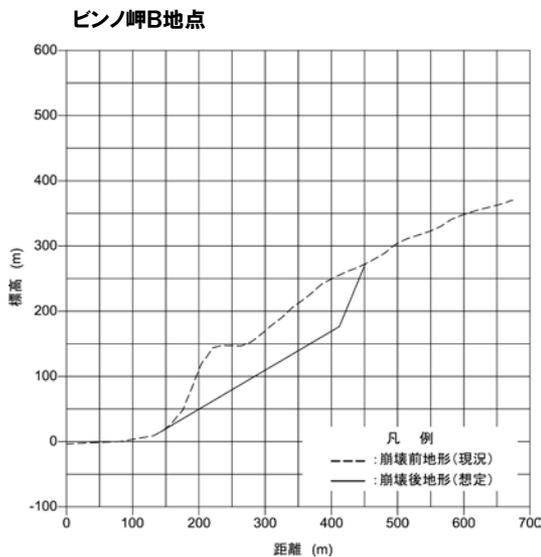
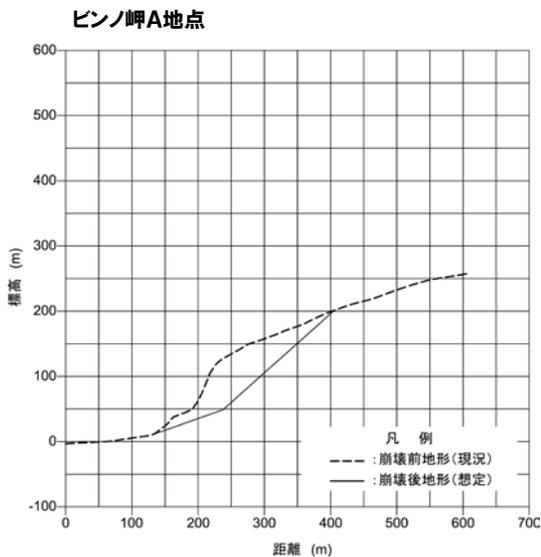


岩盤崩壊前後の地形変化量

(3) パラメータの設定根拠

地すべり地形のモデル化 (6/6) ビンノ岬付近 (2/2)

再掲 (H27/8/21審査会合)



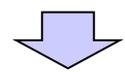
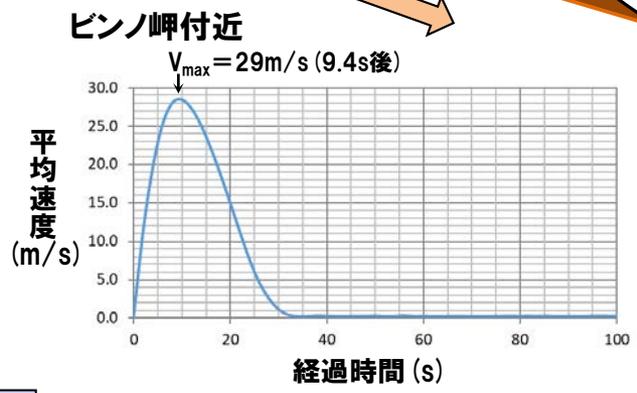
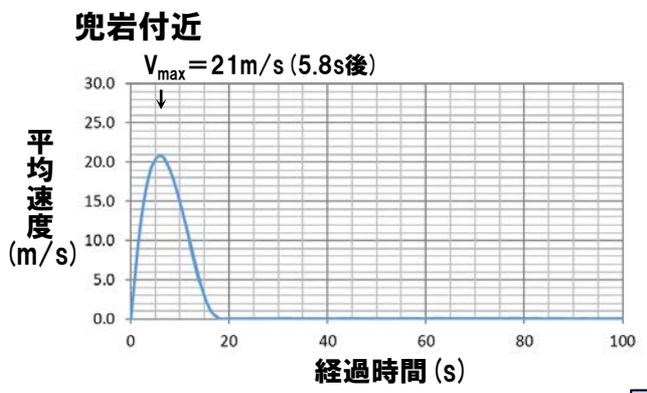
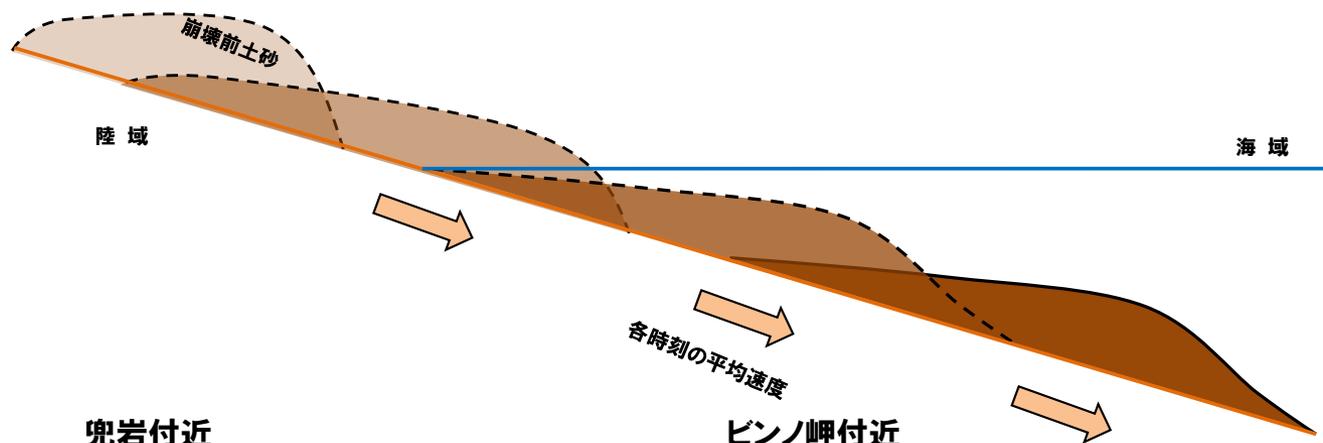
岩盤崩壊地形の断面形状

(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、TITAN2D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。



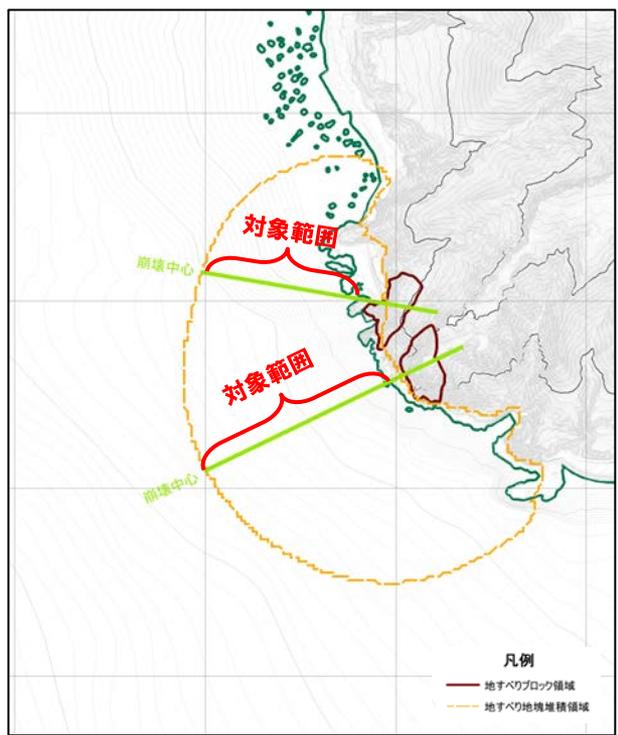
○以上より、変動伝播速度は、安全側の評価となる移動土塊の平均速度の最大値に設定した(兜岩付近:21m/s, ピンノ岬付近:29m/s)。

(3) パラメータの設定根拠

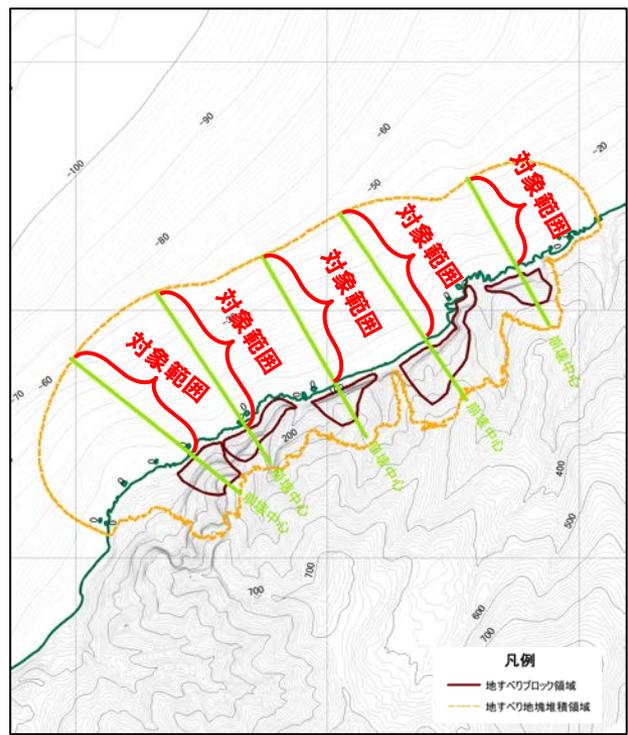
鉛直変位ライズタイム (1/2)

一部修正 (H27/8/21審査会合)

- 鉛直変位ライズタイムは、TITAN2D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する。



兜岩付近



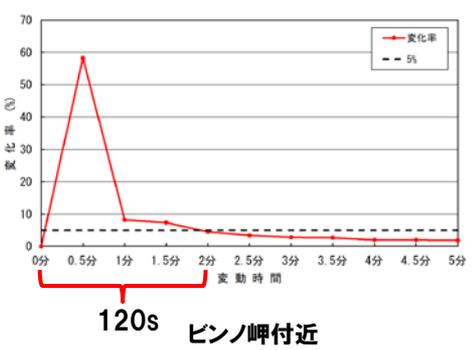
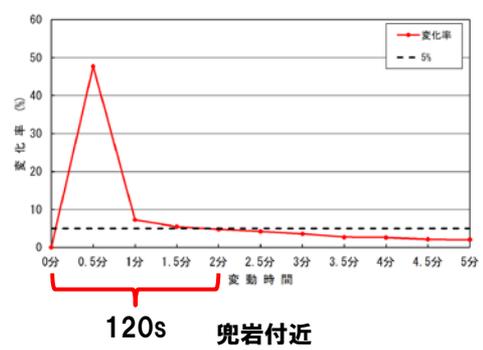
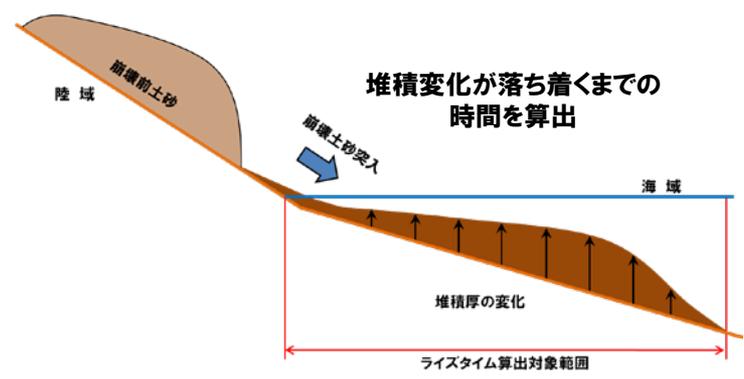
ビンノ岬付近

(3) パラメータの設定根拠

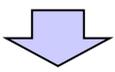
鉛直変位ライズタイム (2/2)

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5%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5%未満になるまでの時間

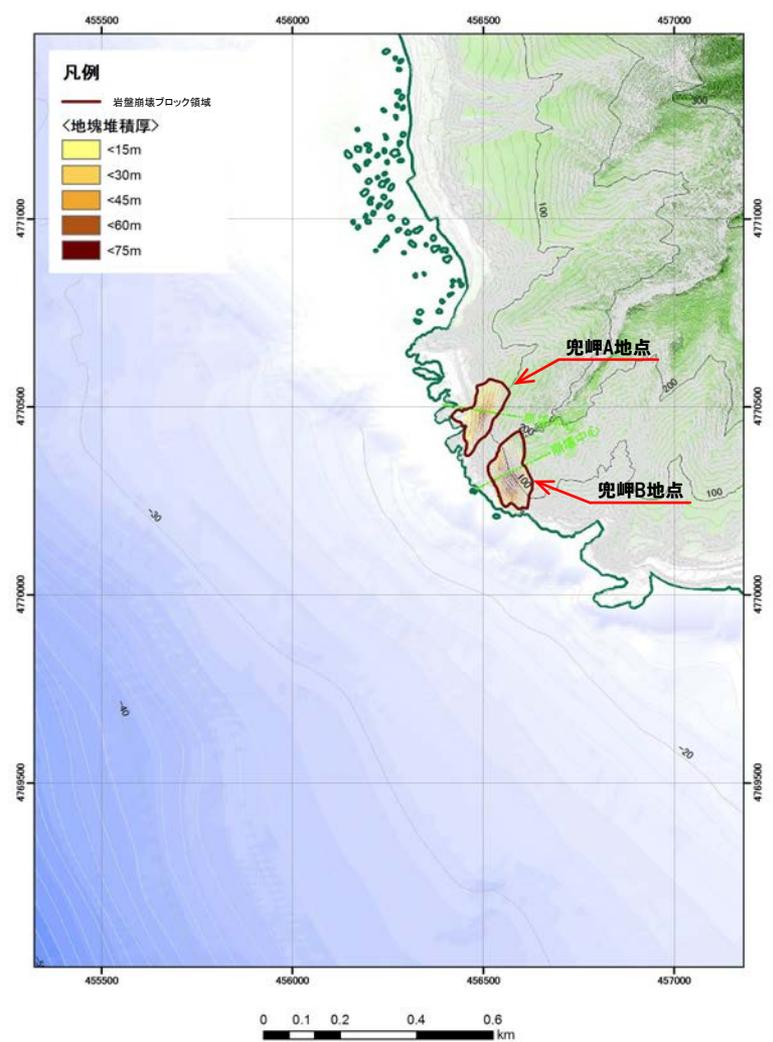


○陸上地すべり（川白）のパラメータスタディ結果を踏まえ、鉛直変位ライズタイムは、安全側の評価となる平均堆積量の変化率が5%未満になるまでの時間から-60sとした時間に設定する（兜岩付近:60s, ピンノ岬付近:60s）。

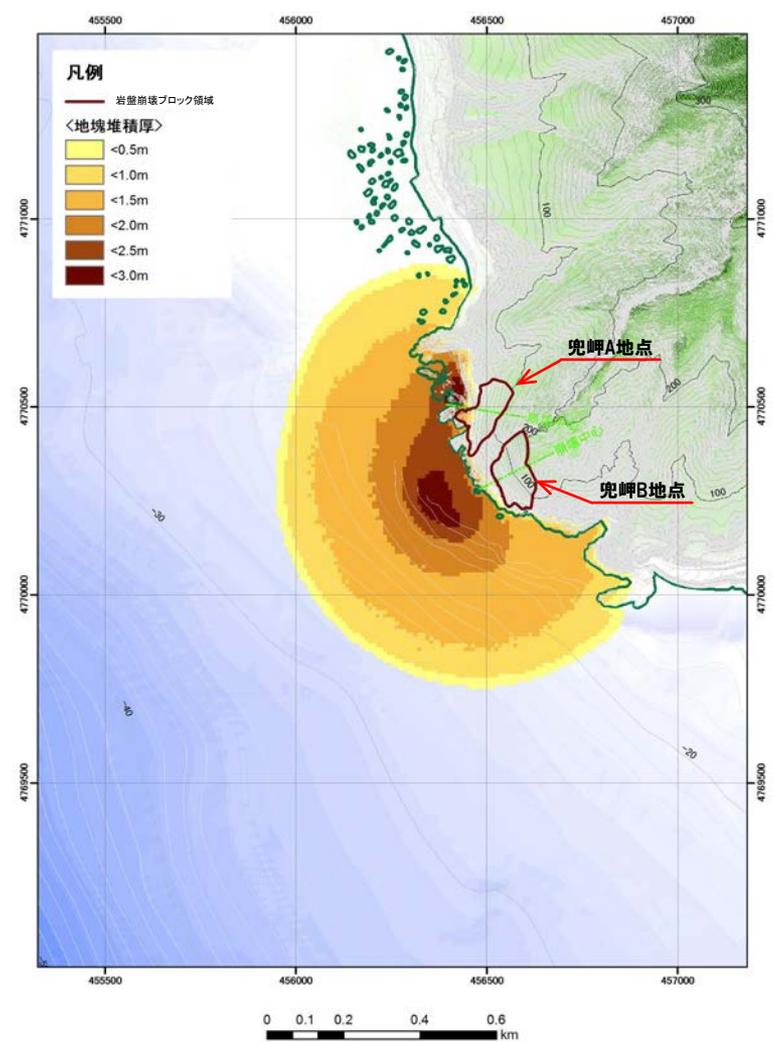
(4) 数値シミュレーション結果

兜岬付近 (1/5) 地すべりシミュレーション (1/3)

再掲 (H27/8/21審査会合)



岩盤崩壊前



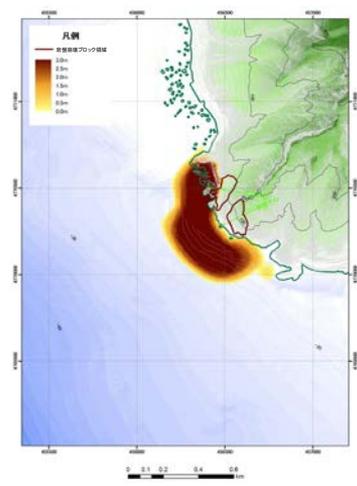
岩盤崩壊後 (10分後)

(4) 数値シミュレーション結果

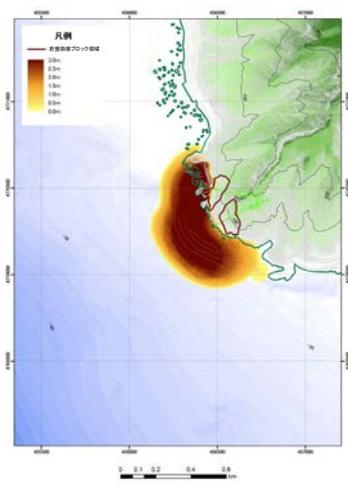
兜岬付近 (2/5) 地すべりシミュレーション (2/3)

再掲 (H27/8/21審査会合)

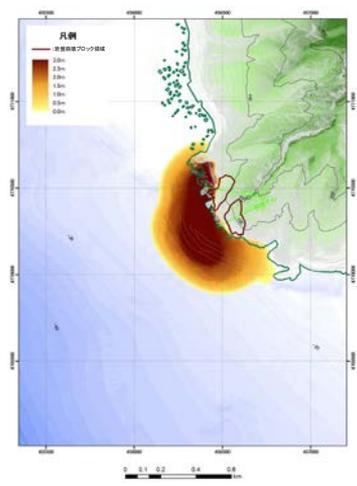
1分後



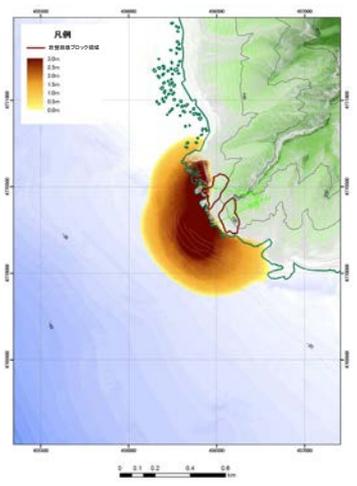
2分後



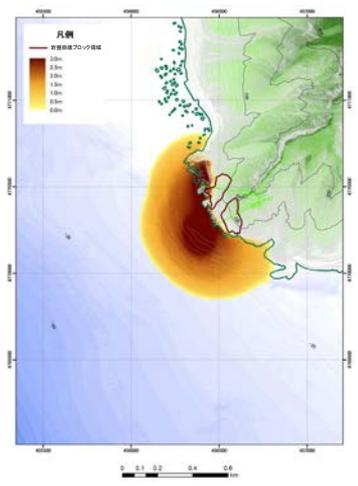
3分後



4分後



5分後

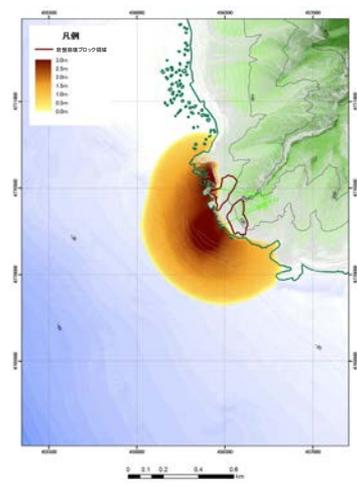


(4) 数値シミュレーション結果

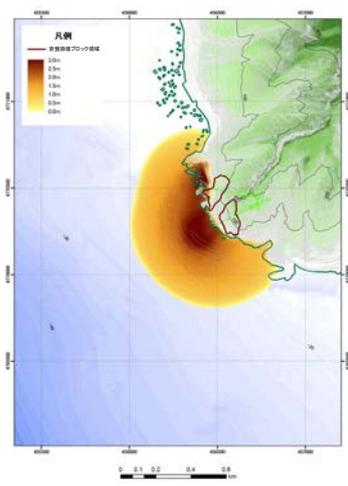
兜岬付近 (3/5) 地すべりシミュレーション (3/3)

再掲 (H27/8/21 審査会合)

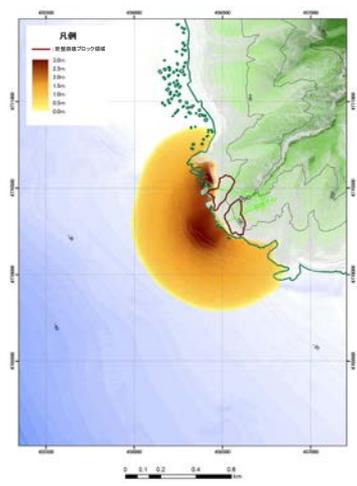
6分後



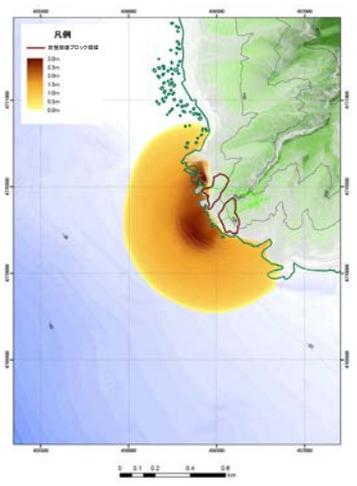
7分後



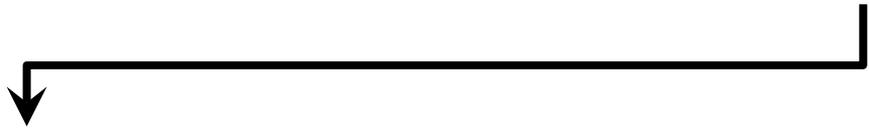
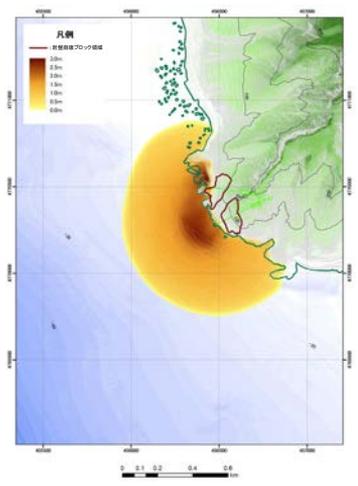
8分後



9分後

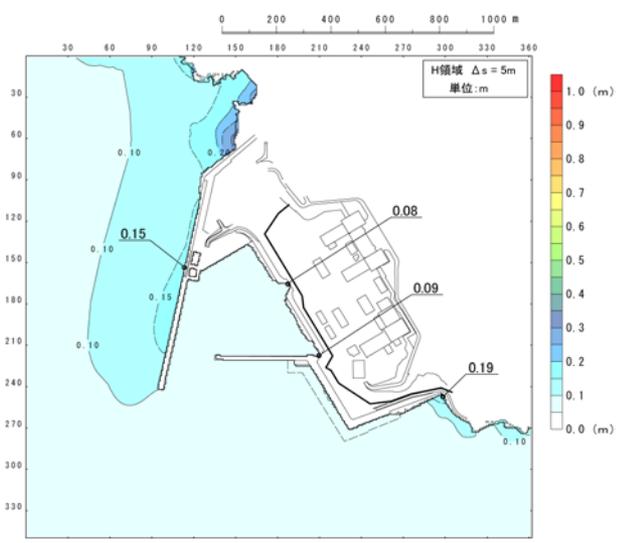


10分後

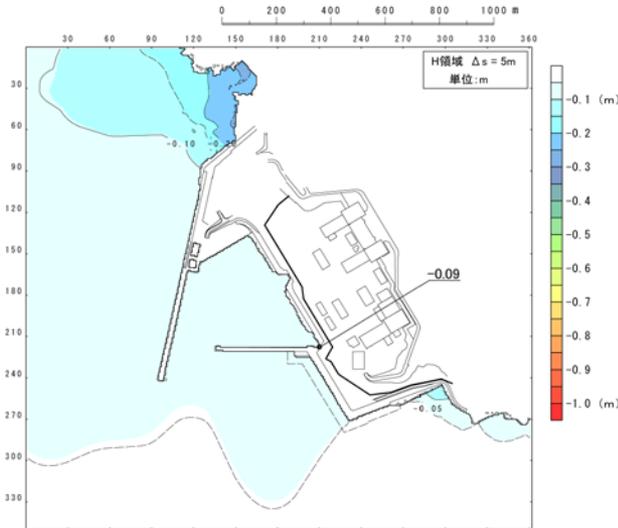


(4) 数値シミュレーション結果

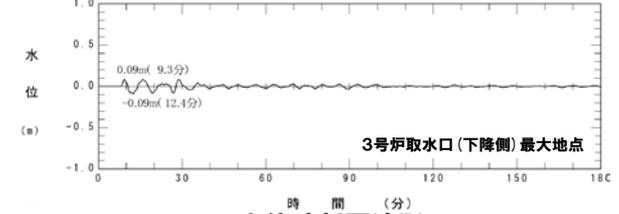
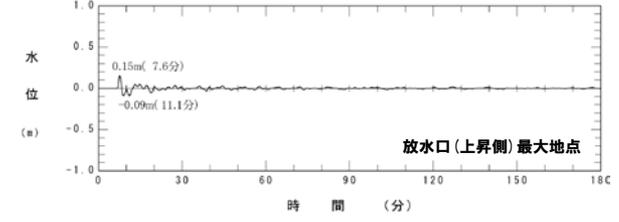
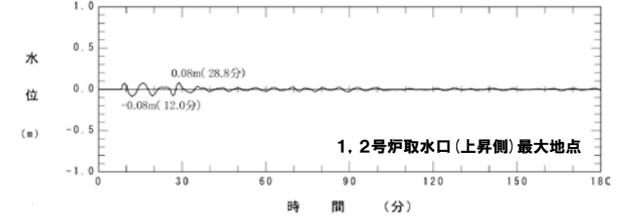
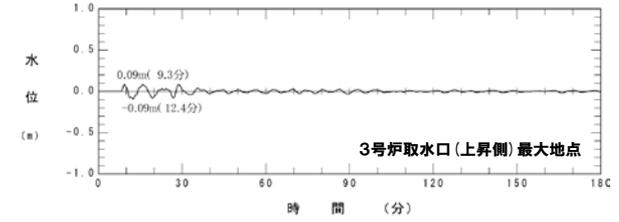
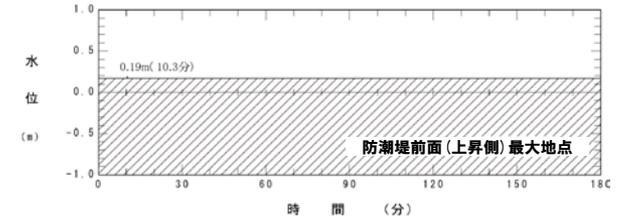
兜岬付近 (4/5) 最大水位分布・水位時刻歴波形



最大水位上昇量分布



最大水位下降量分布

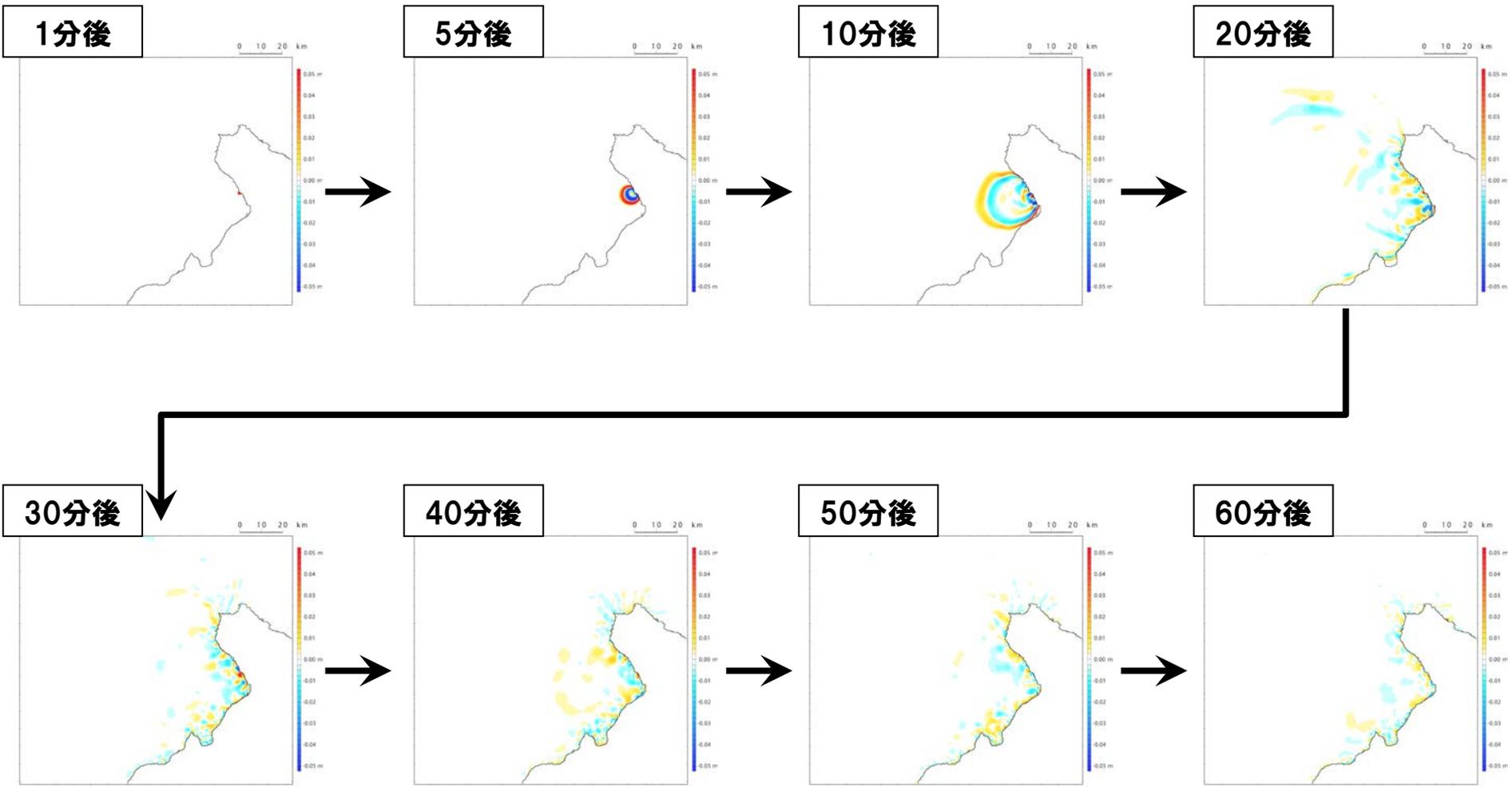


水位時刻歴波形

※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。

(4) 数値シミュレーション結果

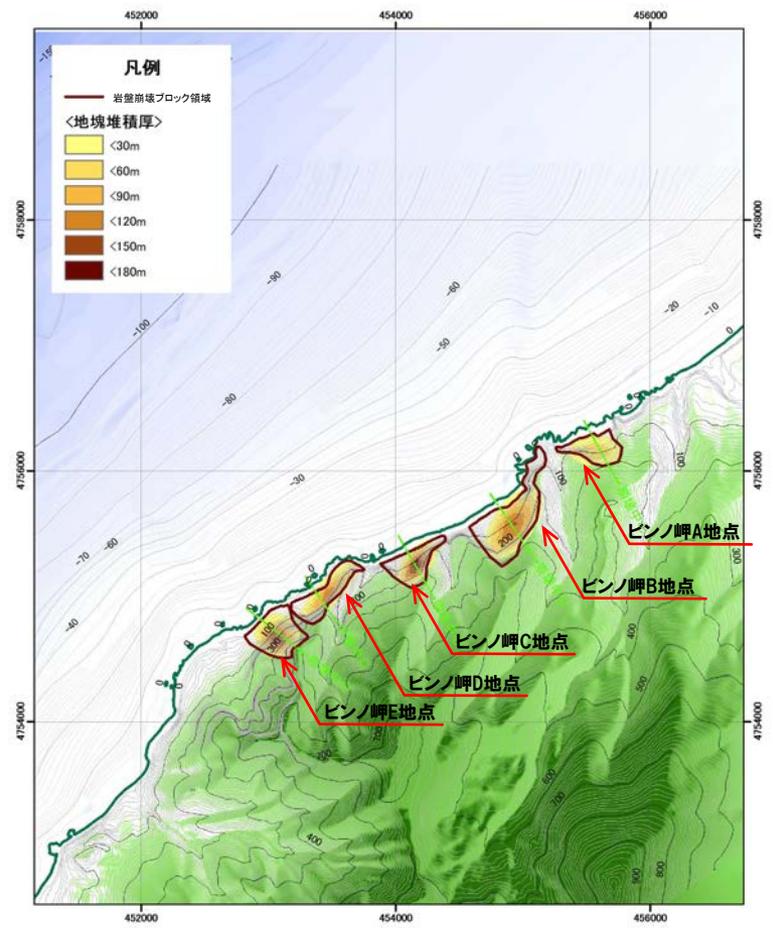
兜岬付近 (5/5) 津波の伝播状況



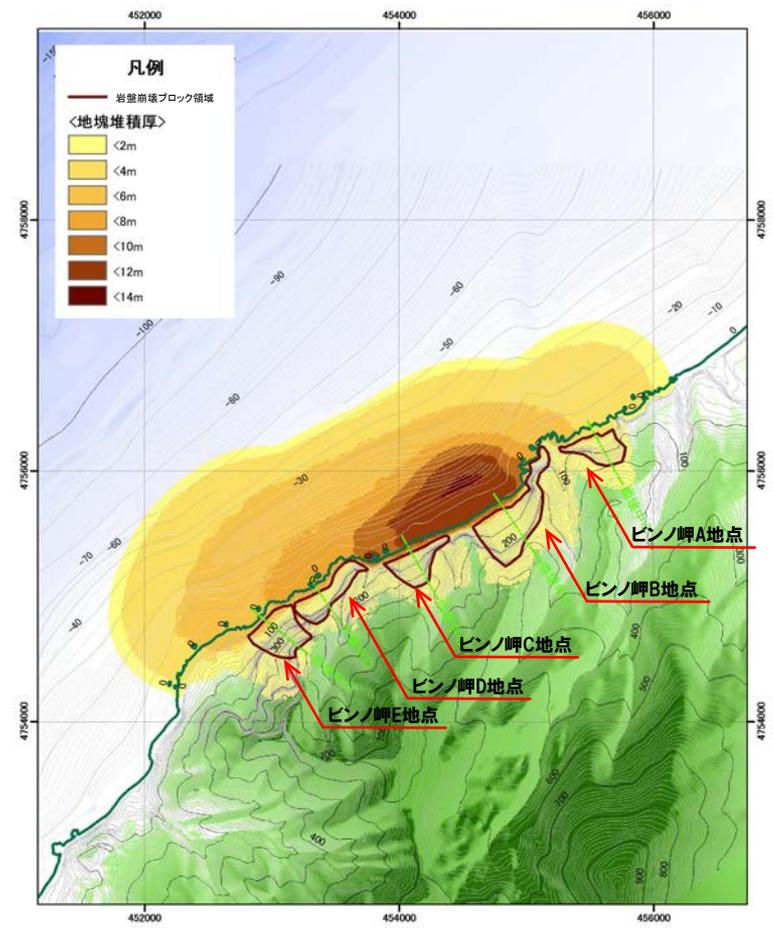
(4) 数値シミュレーション結果

ビンノ岬付近（1/5） 地すべりシミュレーション（1/3）

再掲（H27/8/21審査会合）



岩盤崩壊前



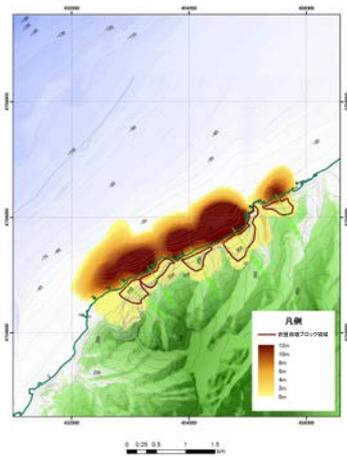
岩盤崩壊後（10分後）

(4) 数値シミュレーション結果

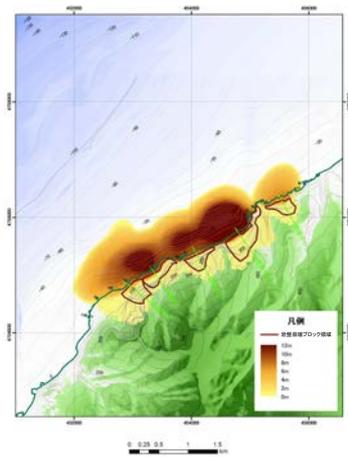
ビンノ岬付近 (2/5) 地すべりシミュレーション (2/3)

再掲 (H27/8/21 審査会合)

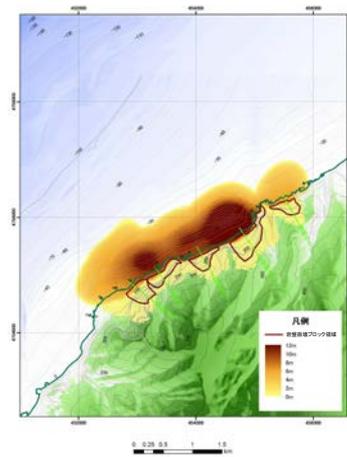
1分後



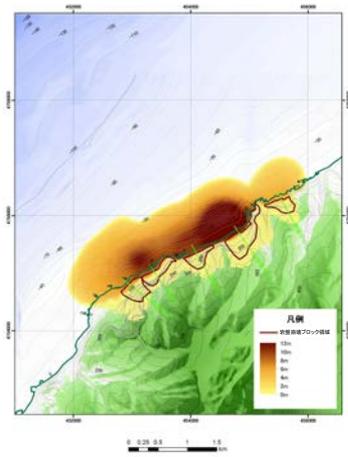
2分後



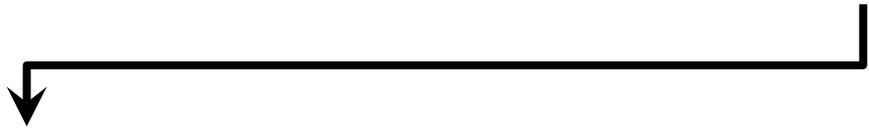
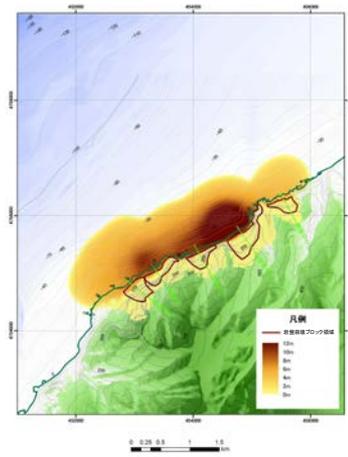
3分後



4分後



5分後

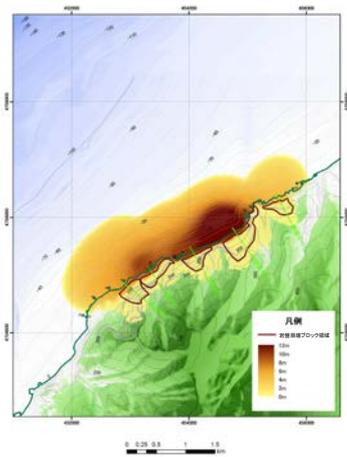


(4) 数値シミュレーション結果

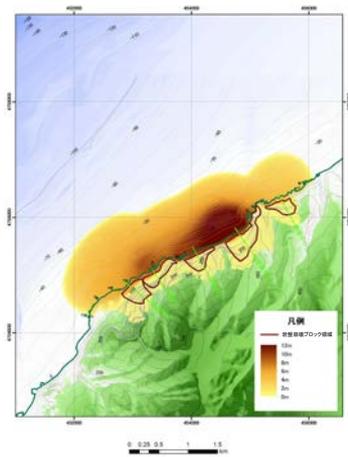
ビンノ岬付近 (3/5) 地すべりシミュレーション (3/3)

再掲 (H27/8/21 審査会合)

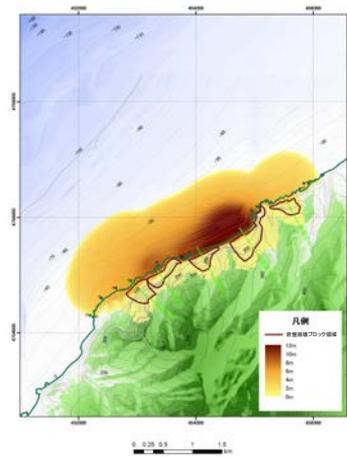
6分後



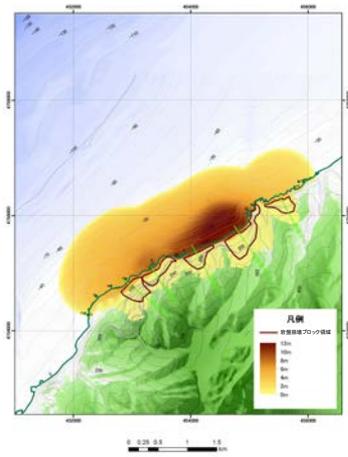
7分後



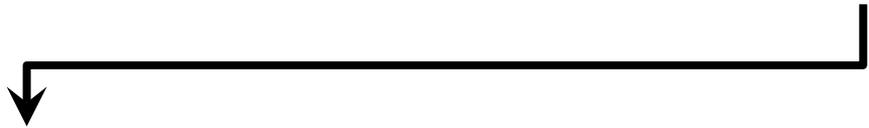
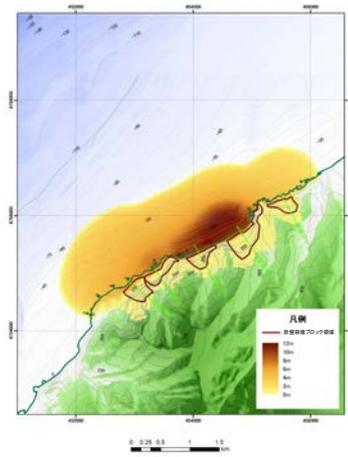
8分後



9分後

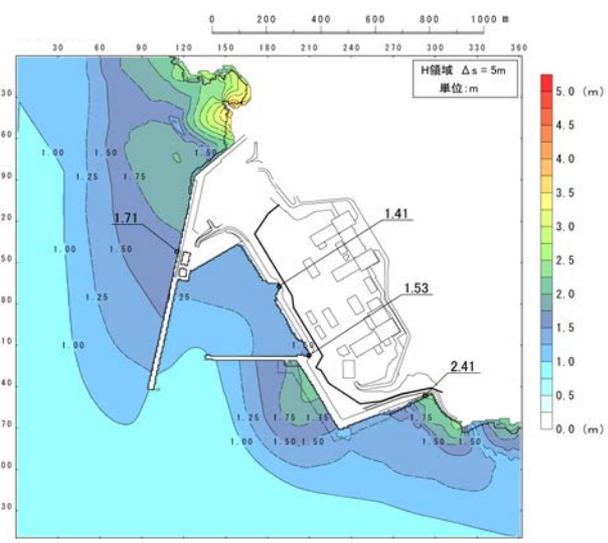


10分後

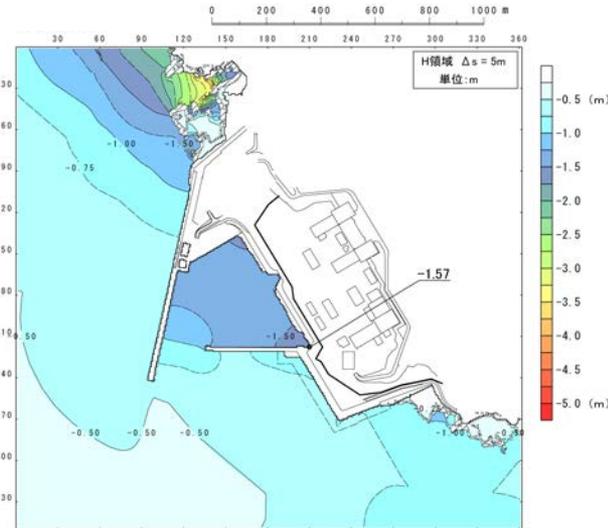


(4) 数値シミュレーション結果

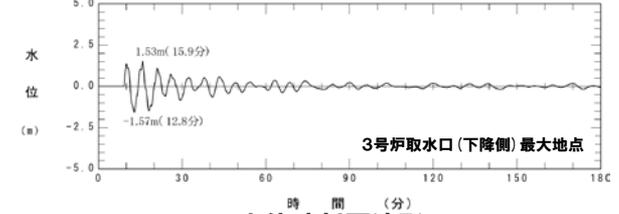
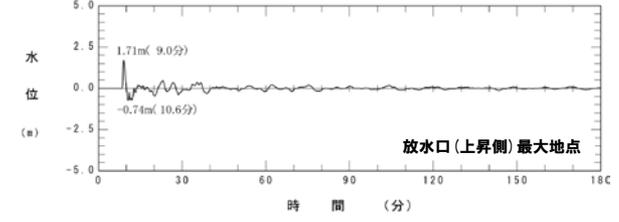
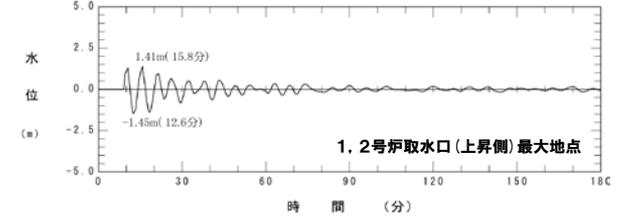
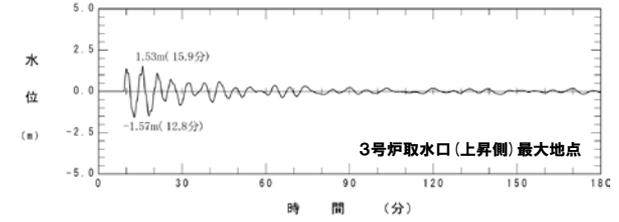
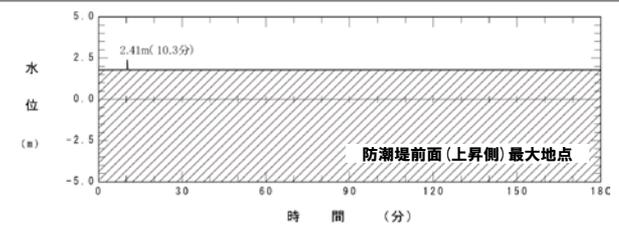
ピンノ岬付近(4/5) 最大水位分布・水位時刻歴波形



最大水位上昇量分布



最大水位下降量分布



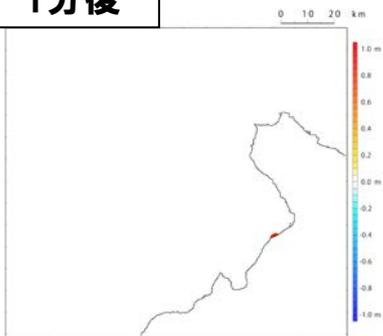
水位時刻歴波形

※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。

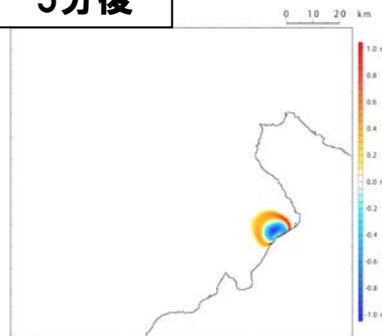
(4) 数値シミュレーション結果

ピンノ岬付近 (5/5) 津波の伝播状況

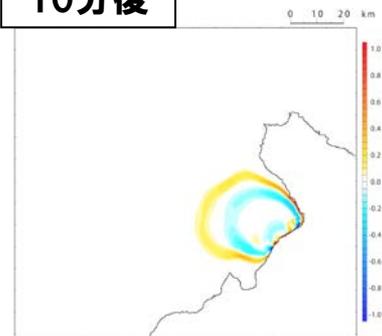
1分後



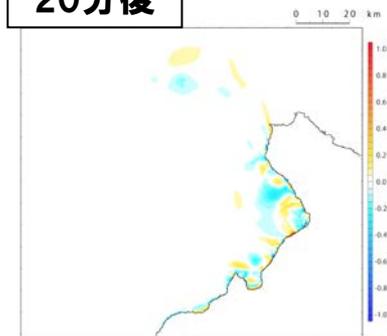
5分後



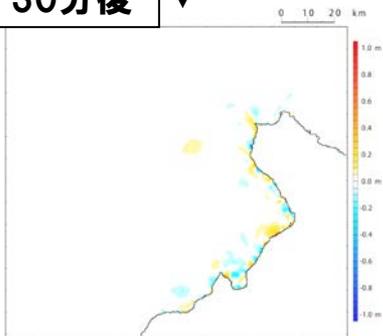
10分後



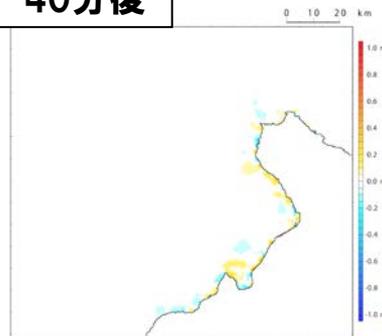
20分後



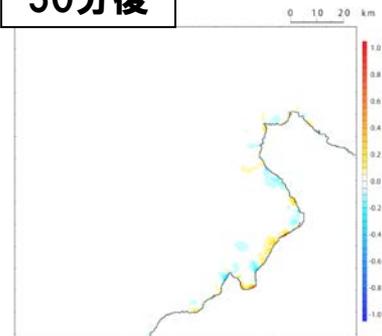
30分後



40分後



50分後



60分後



- 1. 計算条件
- 2. 既往津波の検討
- 3. 地震に伴う津波
- 4. 地震以外の要因に伴う津波
- 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
- 6. 基準津波策定
- 7. 行政機関による津波評価**
 - 7.1 国の検討会モデルによる検討
 - 7.2 地方自治体モデルによる検討

参考文献

7. 1 国の検討会モデルによる検討

- 1. 計算条件
- 2. 既往津波の検討
- 3. 地震に伴う津波
- 4. 地震以外の要因に伴う津波
- 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
- 6. 基準津波策定
- 7. 行政機関による津波評価
 - 7. 1 国の検討会モデルによる検討
 - 7. 2 地方自治体モデルによる検討

参考文献

7.1 国の検討会モデルによる検討

国交省ほか(2014)の断層モデルによる数値シミュレーション結果(1/2)

一部修正(H26/12/5審査会合)

○国交省ほか(2014)のパラメータスタディ結果は下表のとおりである。

【F12断層】

対象ケース	変動パラメータ	防潮堤前面	3号炉取水口	1,2号炉取水口	放水口	3号炉取水口	
	大すべり域の位置	(上昇側)	(上昇側)	(上昇側)	(上昇側)	(下降側)	
		水位変動量	水位変動量	水位変動量	水位変動量	水位変動量	貯留堰を下回る時間
F12断層	大すべり域右側	3.72m	2.22m	2.16m	1.72m	-2.46m	0s
	大すべり域中央	3.53m	2.30m	2.18m	2.00m	-2.50m	0s
	大すべり域左側	3.80m	2.33m	2.29m	2.00m	-2.02m	0s
	大すべり域隣接LLR	3.79m	2.45m	2.35m	2.57m	-2.38m	0s
	大すべり域隣接LRR	4.05m	2.47m	2.50m	1.72m	-2.34m	0s

※黄ハッチングは評価項目の最大ケースである。

【F14断層】

対象ケース	変動パラメータ	防潮堤前面	3号炉取水口	1,2号炉取水口	放水口	3号炉取水口	
	大すべり域の位置	(上昇側)	(上昇側)	(上昇側)	(上昇側)	(下降側)	
		水位変動量	水位変動量	水位変動量	水位変動量	水位変動量	貯留堰を下回る時間
F14断層	大すべり域右側	3.95m	3.47m	3.44m	3.06m	-2.59m	0s
	大すべり域中央	3.86m	3.49m	3.31m	2.71m	-2.63m	0s
	大すべり域左側	3.73m	3.34m	3.17m	2.55m	-2.71m	0s
	大すべり域隣接LLLR	3.79m	3.41m	3.26m	2.55m	-2.61m	0s
	大すべり域隣接LRRR	3.74m	3.48m	3.21m	2.55m	-2.74m	0s
	大すべり域隣接LRLR	3.93m	3.32m	3.30m	3.539m	-2.73m	0s
	大すべり域隣接LRRR	4.29m	3.27m	3.28m	3.536m	-2.67m	0s

※黄ハッチングは評価項目の最大ケースである。

7.1 国の検討会モデルによる検討

国交省ほか(2014)の断層モデルによる数値シミュレーション結果(2/2)

一部修正(H26/12/5審査会合)

○国交省ほか(2014)のパラメータスタディ結果は下表のとおりである。

【F15断層】

対象ケース	変動パラメータ	防潮堤前面	3号炉取水口	1,2号炉取水口	放水口	3号炉取水口	
	大すべり域の位置	(上昇側)	(上昇側)	(上昇側)	(上昇側)	(下降側)	
		水位変動量	水位変動量	水位変動量	水位変動量	水位変動量	貯留堰を下回る時間
F15断層	大すべり域右側	4.17m	3.37m	3.37m	2.49m	-2.83m	0s
	大すべり域中央	4.29m	3.18m	3.27m	2.47m	-2.84m	0s
	大すべり域左側	3.65m	3.16m	3.19m	2.39m	-2.47m	0s
	大すべり域隣接LLLR	3.76m	3.25m	3.30m	2.33m	-2.50m	0s
	大すべり域隣接LRRR	3.79m	3.34m	3.30m	2.48m	-2.54m	0s
	大すべり域隣接LRLR	4.66m	3.33m	3.24m	3.13m	-3.33m	0s
	大すべり域隣接LRRR	4.87m	3.32m	3.24m	3.12m	-3.31m	0s

※黄ハッチングは評価項目の最大ケースである。

7. 2 地方自治体モデルによる検討

- 1. 計算条件
- 2. 既往津波の検討
- 3. 地震に伴う津波
- 4. 地震以外の要因に伴う津波
- 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
- 6. 基準津波策定
- 7. 行政機関による津波評価
 - 7. 1 国の検討会モデルによる検討
 - 7. 2 地方自治体モデルによる検討

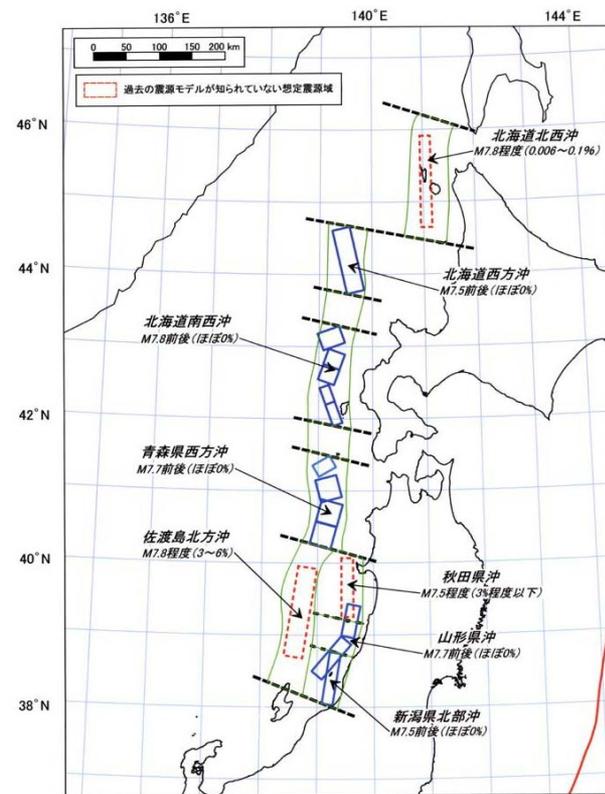
参考文献

7.2 地方自治体モデルによる検討

地方自治体による検討一覧(地震規模の整理)

- 日本海東縁部において評価を実施している地方自治体の検討内容について、以下のとおり整理した。
 - 日本海東縁部における既往最大の地震は、1993年北海道南西沖地震(断層長さ131km, M_w 7.84)である。
 - 既往最大規模相当を想定した自治体は、北海道・青森県である。
 - 既往最大を上回る地震規模を想定した自治体は、秋田県・山形県・新潟県・石川県・福井県・鳥取県・島根県である。
 - 最も地震規模が大きいモデルは、秋田県の断層長さ350km, M_w 8.69である。

	最大規模の地震		想定位置
	断層長さ	モーメントマグニチュード	
北海道(2017)	—	M_w 7.9	北海道南西沖など
青森県(2015)	—	M_w 7.9	青森県西方沖
秋田県(2013)	350km	M_w 8.69	青森県西方沖～佐渡島北方沖
山形県(2014)	—	(マグニチュード8.5)	佐渡島北方沖
新潟県(2014)	—	M_w 8.09	佐渡島北方沖
富山県(2012)	—	—	—
石川県(2012)	167km	M_w 7.99	佐渡島北方沖
福井県(2012)	167km	M_w 7.99	佐渡島北方沖
鳥取県(2012)	222km	M_w 8.16	佐渡島北方沖
島根県(2012)	223km	M_w 8.01	佐渡島北方沖
山口県(2015)	—	—	—
【参考】 既往最大の地震	131km	M_w 7.84	1993年北海道南西沖地震



想定地震の震源域・規模
(地震本部(2003)より引用)

7.2 地方自治体モデルによる検討

地方自治体による検討概要 (1/6)

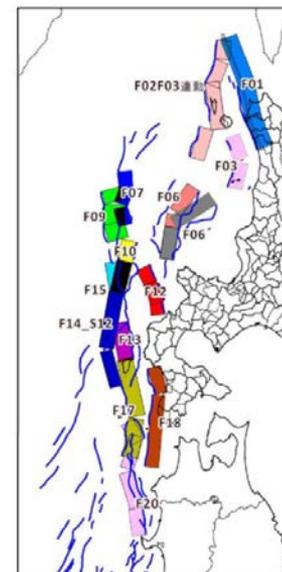
■北海道 (2017)

○国交省ほか (2014) に基づき最大 M_w 7.9の地震を想定している。

想定地震一覧

地震モデル	マグニチュード	説明
F01	7.9	国の報告書により設定された津波断層モデルF01モデルをベースに、大すべり域を1つに繋げたモデル
F03	7.4	国の報告書で示している断層トレースを基に、F03の東側の断層について、新たに設定したモデル
F02F03連動	7.8	国の報告書により設定された津波断層モデルF02とF03の連動を設定したモデル
F06	7.6	国の報告書により設定された津波断層モデルF06モデルをベースに、大すべり域を1つに繋げたモデル
F06	7.6	国の報告書で示している断層トレースを基に、F06の東側の断層について、新たに設定したモデル
F07	7.4	国の報告書により設定された津波断層モデルF07モデルをベースに、大すべり域を1つに繋げたモデル
F09	7.6	国の報告書により設定された津波断層モデルF09モデルをベースに、大すべり域を1つに繋げたモデル
F10	7.5	国の報告書により設定された津波断層モデルF10モデルをベースに、大すべり域を1つに繋げたモデル
F12	7.4	国の報告書により設定された津波断層モデルF12モデルをベースに、大すべり域を1つに繋げたモデル
F13	7.3	国の報告書により設定された津波断層モデルF13モデルをベースに、大すべり域を1つに繋げたモデル
F14.S12	7.9	国の報告書により設定された津波断層モデルF14モデルをベースとした以下の2モデルの解析結果を足し合わせたもの ・大すべり域を1つに繋げたモデル ・南側のセグメント全体を大すべり域として配置したモデル
F15	7.8	国の報告書により設定された津波断層モデルF15モデルをベースに、大すべり域を1つに繋げたモデル
F17	7.8	国の報告書により設定された津波断層モデルF17モデルをベースに、大すべり域を1つに繋げたモデル
F18	7.7	国の報告書により設定された津波断層モデルF18モデルをベースに、大すべり域を1つに繋げたモデル
F20	7.8	国の報告書により設定された津波断層モデルF20モデルをベースに、大すべり域を1つに繋げたモデル

(北海道 (2017) に一部加筆)



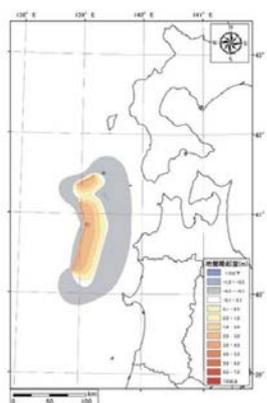
津波断層モデル位置 (北海道 (2017) より引用)

■青森県 (2015)

○地震本部 (2003) が示す青森県西方沖に M_w 7.9の地震を想定している。



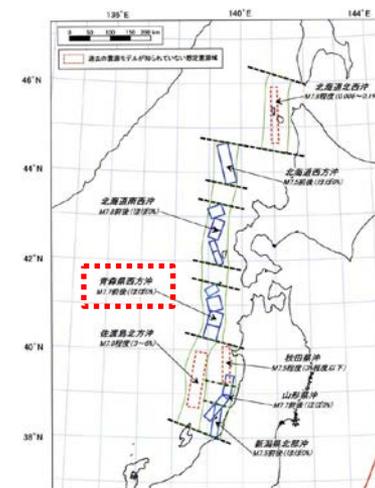
想定地震位置図



地盤変動量

(青森県 (2015) より引用)

■青森県想定
青森県西方沖 M_w = 7.9



想定地震の震源域・規模 (地震本部 (2003) に一部加筆)

7.2 地方自治体モデルによる検討

地方自治体による検討概要 (2/6)

■秋田県 (2013)

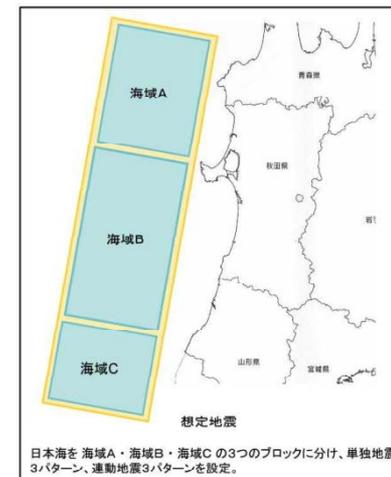
○単独地震として3領域を設定したうえで、さらに連動地震として3領域の同時破壊を想定した断層長さ350km, M_w 8.7の地震を想定している。

想定地震パラメータ

区分	ID	震源, 想定地震	関連震源	想定した地震規模		傾斜角		すべり角 λ (°)	断層モデル 上端深さ Hs (km)	断層 モデル長さ L _{model} (km)	断層 モデル幅 W _{model} (km)	断層 モデル面積 S _{model} (km ²)	断層モデル 下端深さ H _d (km)	地震モーメント M ₀ (Nm)	モーメント マグニチュード M _w	平均 すべり量 D _{model} (m)	備考
				断層長さL (km)	マグニチュード M ₀	δ (°)	θ (°)										
単独地震	1	海域A	日本海中部	130	7.9	東傾斜	35	90	0	130	50	6,500	29	6.85E+20	7.82	3.0	小断層を2km×2kmでモデル化
	2	海域B	佐渡島北方沖, 秋田県沖, 山形県沖	140	7.9	東傾斜	35	90	0	140	54	7,560	31	8.59E+20	7.89	3.2	
	3	海域C	新潟県北部沖, 山形県沖	80	7.5	西傾斜	55	90	0	80	32	2,560	26	1.69E+20	7.42	1.9	
連動地震	4	海域A+海域B	新潟県北部沖, 山形県沖	270	8.5	東傾斜	20	90	0	270	105	28,350	36	6.24E+21	8.46	6.3	小断層を5km×5kmでモデル化
	5	海域B+海域C	佐渡島北方沖, 秋田県沖, 山形県沖	220	8.3	東傾斜	20	90	0	220	85	18,700	29	3.34E+21	8.28	5.1	
	6	海域A+海域B+海域C	新潟県北部沖, 山形県沖	350	8.7	東傾斜	20	90	0	350	135	47,250	46	1.34E+22	8.69	8.1	

注) 海域Cの単独地震については、津波シミュレーションの概略計算で秋田県への影響が比較的小さいと想定されたため、最終的な詳細計算は省略した。

(秋田県 (2013) に一部加筆)



想定地震位置図 (秋田県 (2013) より引用)

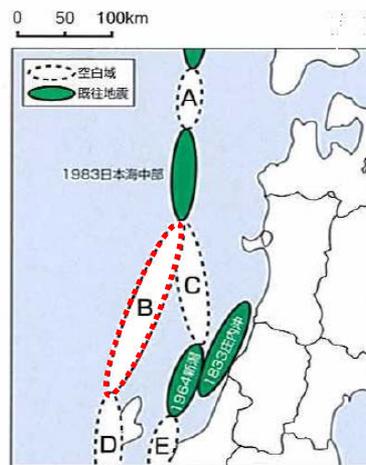
■山形県 (2014)

○地震本部 (2003) が示す佐渡島北方沖の空白域にマグニチュード8.5の地震を想定している。

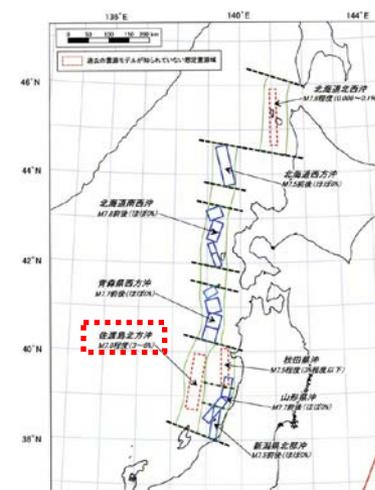
想定震源域及び想定地震規模

想定震源域	想定地震規模
「長期評価佐渡島北方沖」の空白域 (右図「B」)	マグニチュード8.5
「長期評価秋田県沖」の空白域 (右図「C」)	マグニチュード8.0

(山形県 (2014) に一部加筆)



想定地震位置図 (山形県 (2014) に一部加筆)



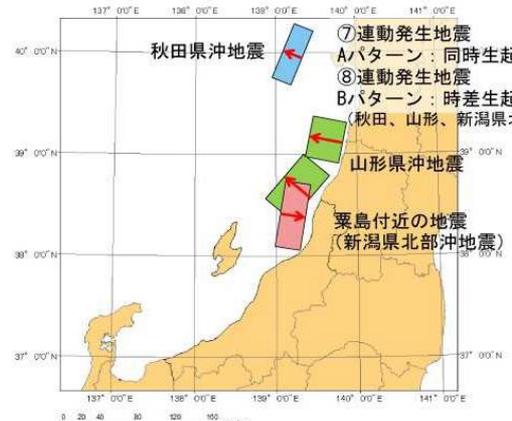
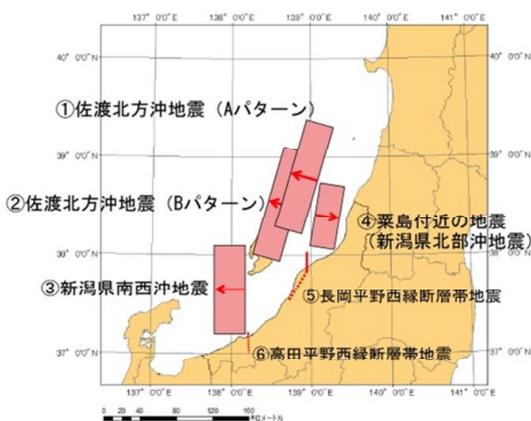
想定地震の震源域・規模 (地震本部 (2003) に一部加筆)

7.2 地方自治体モデルによる検討

地方自治体による検討概要 (3/6)

■新潟県 (2016)

○地震本部 (2003) を参照し、佐渡島北方沖地震として最大 M_w 7.80を設定。さらに、3連動地震として M_w 8.09の地震を想定している。



- ①佐渡北方沖地震 (Aパターン) M_w 7.80
- ②佐渡北方沖地震 (Bパターン) M_w 7.80
- ③新潟県南西沖地震 M_w 7.75
- ④粟島付近の地震 (新潟県北部沖地震) M_w 7.56
- ⑤長岡平野西縁断層帯地震 M_w 7.63
- ⑥高田平野西縁断層帯地震 M_w 7.10
- ⑦連動発生地震 (同時) (秋田, 山形, 新潟県北部沖) M_w 8.09
- ⑧連動発生地震 (時間差) (秋田, 山形, 新潟県北部沖)

想定震源位置図 (新潟県 (2016) に一部加筆)

■富山県 (2012)

○海域の活断層による津波のみ想定しており、日本海東縁部の地震による津波は想定していない。



想定地震位置図 (富山県 (2012) より引用)

想定地震パラメータ

名称	規模 (M)	原点	走向 (度)	傾斜角 (度)	滑り角 (度)	断層上端深さ (km)	長さ (km)	幅 (km)	滑り量 (m)
奥羽山断層帯の地震	7.4	北緯 36.872° 東経 137.343°	210	45	90	0.1	35	22	2.9m (実測値)
糸魚川沖地震	7.2	北緯 37.002° 東経 137.556°	約41度 (平均走向)	30	90	0.1	28	44	2.2m (標準算式)
能登半島沖地震	7.2	北緯 37.531° 東経 137.463°	約103度 (平均走向)	30	90	0.1	28	44	2.2m (標準算式)
(参考) 糸魚川沖地震 【断層が運動する場合】	8.0	北緯 37.002° 東経 137.556°	約58度 (平均走向)	30	90	0.1	84	44	6.6m (標準算式)
(参考) 奥羽山断層帯の地震 【滑り量標準算式】	7.4	北緯 36.872° 東経 137.343°	210	45	90	0.1	35	22	1.4m (標準算式)

※1: 滑り量の「標準算式」は、地震調査研究推進本部等で使用されている方法で、地震のモーメント (規模) と断層面積から求めるものである。
 ※2: 奥羽山断層帯の滑り量の「実測値」は、平成7, 8年度に実施した富山県の活断層調査結果より設定した。

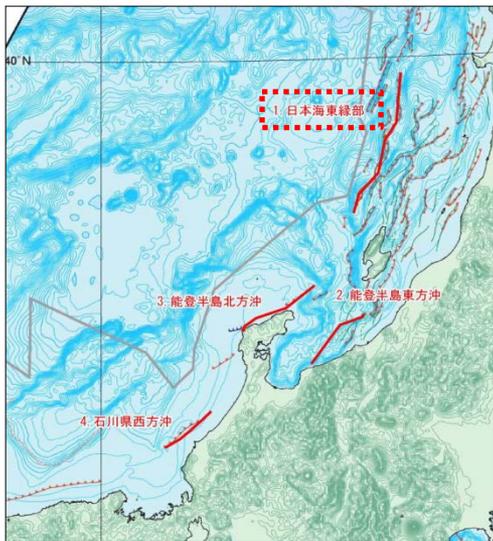
(富山県 (2012) より引用)

7.2 地方自治体モデルによる検討

地方自治体による検討概要 (4/6)

■石川県 (2012)

○徳山ほか (2001) が示す活断層を基に、 M_w 7.99の地震を想定している。



想定地震位置図 (石川県 (2012) に一部加筆)

想定地震パラメータ

断層名		1 日本海東縁部	2 能登半島東方沖	3 能登半島北方沖	4 石川県西方沖
想定マグニチュード	M_w	7.99	7.58	7.66	7.44
気象庁マグニチュード	M_j	8.54	8.03	8.13	7.85
気象庁マグニチュード	M_j	8.54	8.02	8.13	7.85
断層長 (km)	L	167	82	95	65
幅 (km)	W	17.32	17.32	17.32	17.32
地震モーメント (N・m)	M_o	1.22E+21	2.95E+20	3.89E+20	1.82E+20
すべり量 (m)	D	12.01	5.94	6.76	4.62
上縁深さ (km)	d	0	0	0	0
傾斜角	ϕ	60	60	60	60
すべり角	λ	90	90	90	90

(石川県 (2012) に一部加筆)

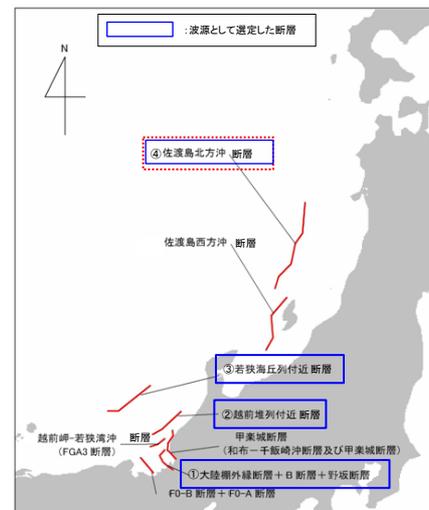
■福井県 (2012)

○徳山ほか (2001) が示す活断層等を参考に、 M_w 7.99の地震を想定している。

想定地震パラメータ

選定波源	マグニチュード' M_w	地震により隆起する地盤	
		すべり量	長さ, 幅
①野坂,B及び大陸棚外縁断層	7.28	3.73m	長さ49km 幅17.32km
②越前堆列付近断層	7.44	4.62m	長さ65km 幅17.32km
③若狭海丘列付近断層	7.63	6.43m	長さ90km 幅17.32km
④佐渡島北方沖断層	7.99	12.01m	長さ167km 幅17.32km

(福井県 (2012) に一部加筆)



想定地震位置図 (福井県 (2012) に一部加筆)

7.2 地方自治体モデルによる検討

地方自治体による検討概要 (5/6)

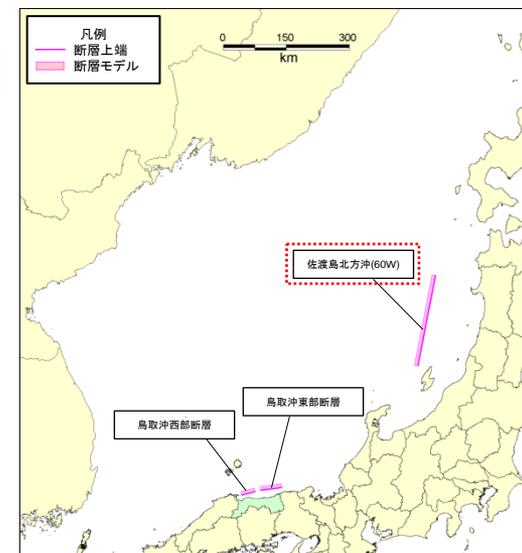
■鳥取県 (2012)

○地震本部 (2003) を参照し、佐渡島北方沖の領域に最大 M_w 8.16の地震を想定している。

想定地震パラメータ

想定断層	M_w	緯度 (度)	経度 (度)	深さ (km)	走向 (度)	傾斜 (度)	すべり角 (度)	長さ(運動) (km)	幅 (km)	すべり量 (m)	
鳥取沖東部断層 (北上がり)	7.30	35.75	134.46	0	262	90	40	51.0	15.00	4.24	
鳥取沖東部断層 (南上がり)	7.30	35.69	133.89	0	82	90	40	51.0	15.00	4.24	
鳥取沖西部断層 (北上がり)	7.05	35.65	133.75	0	255	90	40	33.0	15.00	2.74	
鳥取沖西部断層 (南上がり)	7.05	35.58	133.39	0	75	90	40	33.0	15.00	2.74	
隠岐東方断層	7.38	36.55	134.03	0	78	60	90	58.2	17.32	4.19	
隠岐北西方の断層	7.77	36.40	132.67	0	11	60	90	31.0	17.32	8.23	
		36.68	132.74	0	334	60	90	35.9	(114)	17.32	8.23
		36.97	132.57	0	4	60	90	46.8	17.32	8.23	
佐渡島北方沖 (パターン1)	E (東落ち)	7.85	38.95	138.41	0	20	45	90	131.1	21.21	7.71
		7.85	38.95	138.41	0	20	60	90	131.1	17.32	9.44
		7.85	40.06	138.93	0	200	45	90	131.1	21.21	7.71
佐渡島北方沖 (パターン2)	E (東落ち)	8.16	38.36	138.15	0	12.9	45	90	222.2	21.21	13.06
		8.16	38.36	138.15	0	12.9	60	90	222.2	17.32	16.00
		8.16	40.31	138.73	0	193.3	45	90	222.2	21.21	13.06
佐渡島北方沖 (パターン2)	W (西落ち)	8.16	40.31	138.73	0	193.3	60	90	222.2	17.32	16.00
		8.16	40.31	138.73	0	193.3	60	90	222.2	17.32	16.00
		8.16	40.31	138.73	0	193.3	60	90	222.2	17.32	16.00

(鳥取県 (2012) に一部加筆)



想定地震位置図
(鳥取県 (2012) に一部加筆)

■島根県 (2012)

○地震本部 (2003) を参照し、佐渡島北方沖の領域に最大 M_w 8.01の地震を想定している。

想定地震パラメータ

想定断層	M_j	$M_w^{※4}$	緯度 (度)	経度 (度)	深さ (km)	走向 (度)	傾斜 (度)	すべり角 (度)	長さ (km)	幅 (km)	すべり量 (m)
佐渡島北方沖の地震 ^{※2}	7.85	7.85	38.9498	138.4131	0.0	20	60	90	131.1	17.3	9.4
【参考】佐渡島北方沖の地震 (M8.01) ^{※3}	8.01	8.01	38.3584	138.1383	0.0	20	60	90	222.7	17.3	9.5
出雲市沖合の地震 (断層北傾斜)	7.5	6.9	35.5879	132.8784	3.0	267	45	90	38.4	17.0	3.2 ^{※1}
出雲市沖合の地震 (断層南傾斜)	7.5	6.9	35.5690	132.4544	3.0	87	45	90	38.4	17.0	3.2 ^{※1}
浜田市沖合の地震	7.3	6.8	35.1888	132.2491	3.0	232	45	90	27.0	17.0	2.4 ^{※1}
隠岐北西方の地震	7.4	6.9	36.9606	132.5336	3.0	154	45	-90	36.0	17.0	2.8 ^{※1}

※1:すべり量は、Mから松田式により算出 (logD=0.6M-4.0)
 ※2:中国電力想定モデル (2008) に基づき設定
 ※3:佐渡島北方沖の最大規模の地震として設定
 ※4:津波震源としての M_w (武村式 $M_w=0.78M_j+1.08$ により算出)

(島根県 (2012) に一部加筆)



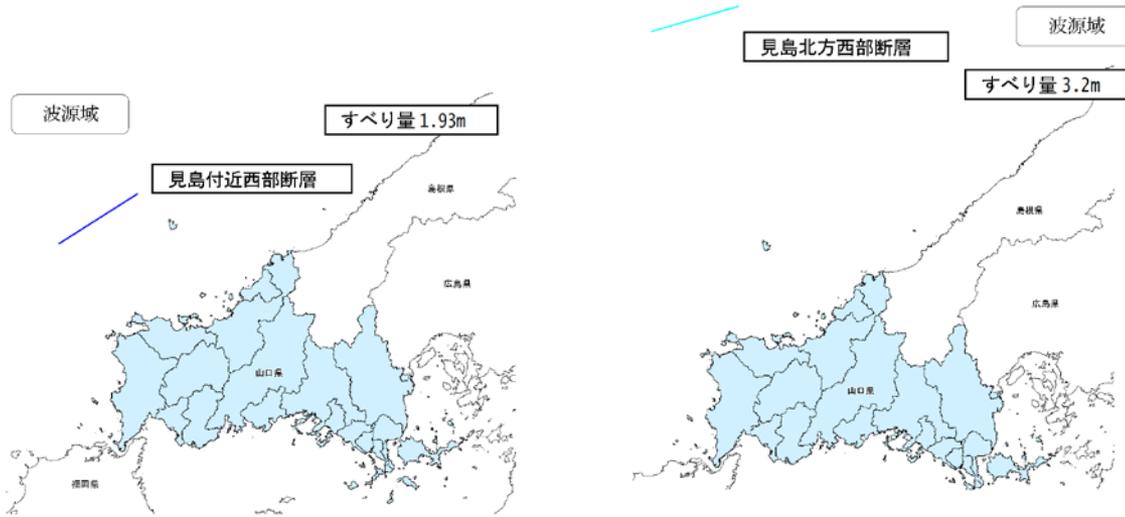
想定地震位置図
(島根県 (2012) より引用)

7.2 地方自治体モデルによる検討

地方自治体による検討概要 (6/6)

■山口県 (2015)

○海域活断層による津波のみ想定しており、日本海東縁部の地震による津波は想定していない。



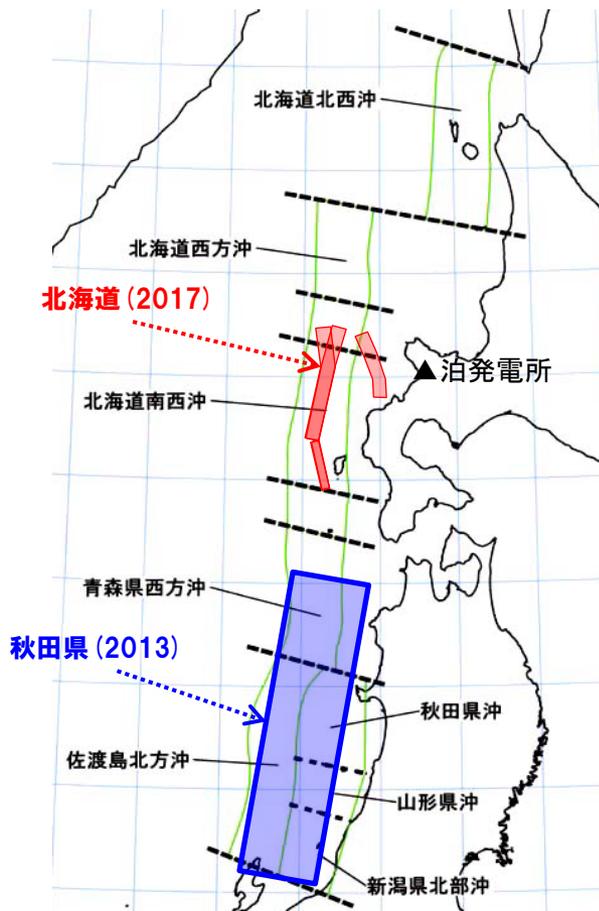
想定地震位置図
(山口県 (2015) より引用)

- ①山口県独自モデル 見島付近西部断層
- ②山口県独自モデル 見島北方沖西部断層

7.2 地方自治体モデルによる検討

地方自治体における津波評価の検討対象

- 日本海東縁部において評価を実施している地方自治体の検討内容の整理結果を踏まえ、行政機関における津波評価の検討対象は、以下の理由より、秋田県(2013)及び北海道(2017)とする。
 - 秋田県(2013)：最も地震規模の大きい断層モデル(M_w 8.69, 断層長さ350km)を想定している。
 - 北海道(2017)：最も泊発電所に近い位置に断層モデルを想定している。



検討対象とする断層モデルの位置
(地震本部(2003)に一部加筆)

参考文献

- ・ 渡辺偉夫 (1998) : 日本被害津波総覧 [第2版], 東京大学出版会, 238p.
- ・ 羽鳥徳太郎 (1984a) : 北海道渡島沖津波 (1741年) の挙動の再検討, 東京大学地震研究所彙報, 59, pp.115-125.
- ・ 宇佐美龍夫・石井寿・今村隆正・武村雅之・松浦律子 (2013) : 日本被害地震総覧 599-2012, 東京大学出版会, 694p.
- ・ 羽鳥徳太郎 (1996) : 日本近海における津波マグニチュードの特性, 津波工学研究報告, Vol.13, pp.17-26.
- ・ 羽鳥徳太郎 (1986) : 津波の規模階級の区分, 東京大学地震研究所彙報, Vol.61, pp.503-515.
- ・ 国立天文台編 (2016) : 理科年表, 平成28年版, 丸善出版.
- ・ 羽鳥徳太郎 (1995) : 日本海沿岸における津波エネルギー分布, 地震, 第2輯, 第48巻, pp.229-233.
- ・ 北海道 (2013) : 平成24年度日本海沿岸の津波浸水想定の特検・見直し報告書, 北海道に津波被害をもたらす想定地震の再検討ワーキンググループ.
- ・ 川上源太郎・仁科健二・加瀬善洋・廣瀬亘・田近淳・渡邊達也・石丸聡・嵯峨山積・林圭一・高橋良・深見浩司・田村慎・輿水健一・岡崎紀俊・大津直 (2015) : 北海道の日本海・オホーツク海沿岸における津波履歴: 充填研究「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, 北海道地質研究所調査研究報告, 第42号, pp1-218.
- ・ 川上源太郎・加瀬善洋・卜部厚志・高清水康博・仁科健二 (2017a) : 日本海東縁の津波とイベント堆積物, 地質学雑誌, 第123巻, 第10号, pp.857-877.
- ・ Gentaro Kawakami, Kenji Nishina, Yoshihiro Kase, Jun Tajika, Keiichi Hayashi, Wataru Hirose, Tsumoru Sagayama, Tatsuya Watanabe, Satoshi Ishimaru, Ken'ichi Koshimizu, Ryo Takahashi and Kazuomi Hirakawa. (2017b) : Stratigraphic record tsunami along the Japan Sea, southwest Hokkaido, northern Japan, Island Arc, Volume26, Issue4, p.18.
- ・ 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.
- ・ 北海道立総合研究機構 (2013) : 平成24年度津波堆積物調査研究業務報告書.
- ・ 羽鳥徳太郎・片山通子 (1977) : 日本海沿岸における歴史津波の挙動とその波源域, 東京大学地震研究所彙報, Vol.52, pp.49-70.
- ・ 宮部直巳 (1941) : 昭和15年8月2日日本海に起つた津浪, 東京帝國大學地震研究所彙報, pp.104-114.
- ・ 中央气象台 (1940) : 「気象要覧」, 第492号, pp.954-956.
- ・ 斎藤博英 (1941) : 北海道西岸を襲ひし津浪, 北海道気象要報, 第1巻, 第3号, pp.107-125.
- ・ 気象庁 (1984) : 昭和58年 (1983年) 日本海中部地震調査報告, 気象庁技術報告, 第106号, p.254.
- ・ 後藤章夫・高橋浩晃・宇津木充・小野忍・大島弘光・笠原稔・竹中博士・齊田智治 (1994) : 北海道南西沖地震に伴う津波-小樽から礼文島まで, 月刊海洋, 号外No.7, pp.153-158.
- ・ 相田勇 (1977) : 三陸沖の古い津波のシミュレーション, 東京大学地震研究所彙報, Vol.52, pp.71-101.
- ・ 土木学会 (2016) : 「原子力発電所の津波評価技術」, 土木学会原子力土木委員会津波評価部会.

参考文献

- 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編 (2012) : 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース.
- 産業技術総合研究所 (2013) : 日本の火山 (第3版).
- 兼岡一郎・井田喜朗 (1997) : 火山とマグマ, 東京大学出版社.
- 中村浩之・井上公夫・土屋智・石川芳治 (2000) : 地震砂防, 古今書院.
- 太田一也 (1987a) : 眉山大崩壊のメカニズムと津波, 月刊地球, 9巻4号, pp.214-220.
- 小嶋尚・野上道男・小野有五・平川一臣 (2003) : 日本の地形2 北海道, 東京大学出版会.
- 児玉浩・宇井忠英・中川光弘 (1998b) : ニセコ火山群の火山活動史, 日本岩石鉱物鉱床学会 平成9年度学術講演会予稿集, p.8.
- 勝井義雄・岡田弘・中川光弘 (2007) : 北海道の活火山, 北海道新聞社.
- 気象庁 (2013) : 日本活火山総覧 (第4版).
- 奥野充 (2003) : ニセコ・イワオヌブリ, 大雪山・旭岳, 屈斜路・アトヌブリにおける最新噴火の年代学的研究, 文部省科学研究費重点領域研究 北海道における完新世火山の火山活動特性の評価研究成果報告書, pp.13-23.
- 北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会: 北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会報告書, 平成12年10月.
- 気象庁 (2011) : 地震年報.
- Kaneoka Ichiro, Hiromitsu Yamagishi and Masahiro Yahata (1987) : K-Ar Ages of the Neogene Submarine Volcanic Rocks and Overlying Quaternary Subaerial Lavas from the Mt.karibayama Area, Southwest Hokkaido, Bujl. Volcanol. Soc. Japan, Ser.2, Vol, 32 (1987) No. 4, pp. 329-333.
- 秦光男・佐藤博之・須田芳朗・小川健三 (1979) : 20万分の1地質図「久遠」, 工業技術院地質調査所.
- 井口隆 (2006) : 日本の第四紀火山で生じた山体崩壊・岩屑なだれの特徴-発生状況・規模と運動形態・崩壊地形・流動堆積状況・発生原因について-, Journal of the Japan Landslide Society, Vol.42, No.5 (2006) January, pp.409-420.
- 雁沢好博 (1992) : 西南北海道渡島半島の第三系層序と古地理, 地理学論集, No.37, pp.11-23.
- 玉生志郎 (1978) : ガラスによるフィッション・トラック年代測定, 日本地質学会第85年学術大会講演要旨, p.288.
- 宇井忠英・中川光弘 (1999) : 第四紀火山カタログ委員会編 日本の第四紀火山カタログ1999, 日本火山学会.
- Satake,K. (2007) : Volcanic origin of the 1741 Oshima-Oshima tsunami in the Japan Sea, Earth Planets Space, Vol.59, pp.381-390.
- 秦光男・瀬川秀良・矢島淳吉 (1982) : 奥尻島北部及び南部地域の地質, 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅) 地質調査所, p.83.
- 鹿野和彦・吉村洋平・石山大三・Geoffrey J.Orton・大口健志 (2006) : 北海道奥尻島 勝間山火山の噴出物と構造, 火山, 第51巻 (2006), 第4号, pp.211-229.

参考文献

- 高速道路調査会 (1985) : 地すべり地形の安定度評価に関する研究報告書, p.36.
- Kawamata, K., K. Takaoka, K. Ban, F. Imamura, S. Yamaki, and E. Kobayashi (2005) : Model of tsunami generation by collapse of volcanic eruption: The 1741 Oshima-Oshima Tsunami, Tsunamis, Vol.23, pp.79-96.
- Hampton and Lee (1996) : SUBMARINE LANDSLIDES, Reviews of Geophysics, Volume 34, Issue 1, pp.33-59.
- 鈴木博・長嶋昭 (1980) : 高圧力下における海水の粘性係数, 日本機械学会論文集 (B編), 46巻, 408号, pp.1574-1582.
- 東日本高速道路(株), 中日本高速道路(株), 西日本高速道路(株) (2006) : 設計要領第一集土工編: pp.1-44.
- 東日本高速道路(株), 中日本高速道路(株), 西日本高速道路(株) (2007) : 設計要領第二集橋梁建設編: pp.4-8.
- 高橋保・小林幸一郎 (1993) : 粘性土石流の流動機構に関する研究, 京都大学防災研究所年報第36号B-2, pp.433-449.
- 地盤工学会 (2009) : 地盤材料試験の方法と解説-二分冊の1-, 丸善, p.55.
- 日本機械学会 (2006) : 機械工学便覧基礎編 α4 流体力学, 丸善, p.84.
- 土木学会 (1999) : 水理公式集 (平成11年版), p.245, pp.374-376.
- 水山高久・吉松弘行・鈴木浩之 (1985) : 湛水した砂防ダムに流入する土石流の影響, 第29回水理講演会論文集, pp.639-644.
- 道上正規・檜谷浩・木戸 正二 (1996) : 貯水池内での土砂流入に伴う水面波に関する実験的研究.
- 松村和樹・高濱淳一郎・嶋大尚・村上正人・道上正規・檜谷浩・哇森雅樹・北栄雅人 (1997) : 土塊が水域に突入することによる段波の形成過程に関する実験的研究.
- 松本智裕・橋和正・今村文彦・首藤伸夫 (1998) : 土石流による津波発生・伝播モデルの開発, 海岸工学論文集, 第45巻, pp.346-350.
- 土木学会 (2002) : 「原子力発電所の津波評価技術」, 土木学会原子力土木委員会津波評価部会.
- 山岸宏光・石井正之 (1979) : 5万分の1地質図幅説明書「余別および積丹岬」北海道立地下資源調査所.
- 藤原明敏 (1970) : 地すべり調査と解析, pp.148-149.
- 稲垣秀輝・大久保拓郎・長谷川修一・矢田部龍一 (2005) : 古期地すべりの安定性, 土と基礎, Vol.53, No.2, pp.17-19.
- 柳田誠・長谷川修一 (2000) : 地すべり地形の年齢—地すべり地形の形成から消失までの時間—, 第39回日本地すべり学会研究発表会講演集, pp.591-594.
- 国土交通省 (2008) : 地すべり防止技術指針及び同解説, 平成20年4月, 国土交通省砂防部 独立行政法人土木研究所, p.52.
- 森脇寛 (1987) : 崩土の到達距離予測, 日本地すべり学会誌, 地すべり, 第24巻, 第2号, pp.10-16.
- 山田剛二・渡正亮・小橋澄治 (1971) : 地すべり・斜面崩壊の実態と対策, pp.310-325.
- 土木学会 (1997) : 大規模岩盤崩壊に関する技術検討委員会報告書.
- 川本眺万 (1975) : 岩盤力学, p.161.
- 国土交通省・内閣府・文部科学省 (2014) : 日本海における大規模地震に関する調査検討会 報告書, 平成26年9月日本海における大規模地震に関する調査検討会.
- 地震本部 (2003) : 日本海東縁部の地震活動の長期評価について, 地震調査研究推進本部, p.62

参考文献

(WEB)

- 東北大学・原子力規制庁(2014):津波痕跡データベース.
<https://tsunami-db.irides.tohoku.ac.jp/tsunami/mainframe.php>
- 海上保安庁海域火山データベース: <http://www1.kaiho.mlit.go.jp/GIJUTSUKOKUSAI/kaiikiDB/list-2.htm>
- 気象庁 火山活動解説資料: http://www.seisvol.kishou.go.jp/tokyo/STOCK/monthly_v-act_doc/monthly_vact.htm
- (独)防災科学技術研究所 地すべり地形分布図データベース: <http://lsweb1.ess.bosai.go.jp/>
- (独)産業技術総合研究所地質調査総合センター 日本の火山: <https://gbank.gsj.jp/volcano/>
- 秋田県(2013):「地震被害想定調査」に係る津波関連データについて.
<https://www.pref.akita.lg.jp/pages/archive/6779>
- 北海道(2017):北海道日本海沿岸における津波浸水想定公表について.
https://www.pref.hokkaido.lg.jp/kn/sbs/nihonkai_tsunami-sinnsuisoutei.html
- 青森県(2015):津波浸水想定設定.
<https://www.pref.aomori.lg.jp/kotsu/build/tunami-sinnsuisoutei.html>
- 山形県(2014):山形県津波浸水想定,被害想定検討委員会について.
<https://www.pref.yamagata.jp/020072/bosai/kochibou/bousaijouhou/jishintsunami/tsunami/shinnsuisoutei/tsunamiinkai.html>
- 新潟県(2014):新潟県地域防災計画.
<https://www.pref.niigata.lg.jp/sec/bosaikikaku/sec-bousaikikaku-chiikibousaieikaku.html>
- 富山県(2012):津波浸水想定公表について.
<https://www.pref.toyama.jp/1900/bousaianzen/bousai/suigai/kj00017580.html>
- 石川県(2012):石川県津波浸水想定区域図の作成について.
https://www.pref.ishikawa.lg.jp/bousai/kikikanri_g/tsunami_info.html
- 福井県(2012):福井県における津波シミュレーション結果の公表について.
<https://www.pref.fukui.lg.jp/doc/kikitaisaku/kikitaisaku/tunami-soutei.html>
- 鳥取県(2012):鳥取県津波対策検討委員会.
<https://www.pref.tottori.lg.jp/273953.htm>
- 島根県(2012):島根県津波浸水想定区域マップ.
https://web-gis.pref.shimane.lg.jp/bousai_shiryo/tsunamishinsui_souteizuH29.html
https://www.pref.shimane.lg.jp/bousai_info/bousai/bousai/bosai_shiryo/tsunamishinsui_souteizuH29.html
- 山口県(2015):山口県津波浸水想定図.
<https://www.pref.yamaguchi.lg.jp/soshiki/6/12640.html>