

島根原子力発電所 2号炉 審査資料	
資料番号	EP-043 改 12(説 2)
提出年月日	令和 2 年 4 月 17 日

# 島根原子力発電所 2号炉

## 外部事象の考慮について

### 地滑り・土石流影響評価（コメント回答）

---

令和 2 年 4 月  
中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

**Energia**

項目	No.	コメント要旨	コメントを受けた 審査会合等	頁
地滑り影響評価	1	地滑り影響評価について、先行審査実績との相違点があれば、その内容を網羅的に説明した上で、理由及び妥当性を説明すること。また、適用する規格・基準類を明示した上でその根拠を提示するとともに、規格・基準類によらず事業者独自の考えを適用しているものについては重点的に説明すること。	令和元年7月2日 第739回審査会合	4～58
	2	地滑り地形の抽出に関して、自社調査（地形判読、現地調査）の地滑り地形抽出に用いた判断基準や留意点について、基準津波策定時との差異があればそれも含めて説明すること。	令和元年7月2日 第739回審査会合	
	3	自社調査において判定した地滑り地形以外の斜面について、地滑りが発生しないとする根拠を判定プロセス、現地調査結果等を提示して説明すること。	令和元年7月2日 第739回審査会合	
	4	防災科研調査と自社調査の地滑り地形に関する評価の比較については、全ての地滑り地形に対して、空中写真や地形図の比較、詳細な現地調査の結果等、地滑り地形の抽出の根拠となるエビデンスを網羅的に提示して説明すること。	令和元年7月2日 第739回審査会合	
	5	敷地北西方の地滑り地形について、敷地に直接的な影響を及ぼさないとして除外した理由を説明するとともに、流出土砂が敷地へ及ぼす悪影響について、定量的に説明すること。	令和元年7月2日 第739回審査会合	

項目	No.	コメント要旨	コメントを受けた 審査会合等	頁
土石流影響評価	6	土石流影響評価について、先行審査実績との相違点があれば、その内容を網羅的に説明した上で、理由及び妥当性を説明すること。また、適用する規格・基準類を明示した上でその根拠を提示するとともに、規格・基準類によらず事業者独自の考えを適用しているものについては重点的に説明すること。	令和元年7月2日 第739回審査会合	59~214
	7	土石流の影響評価の全体体系において、評価の方針及び机上調査・現地調査の方法の根拠とする基準・指針等を明確にし、事業者独自の方法や考え方をを用いた部分があればその内容も含めて、全体を整理した上で説明すること。	令和元年7月2日 第739回審査会合	
	8	発生流域面積が0.05km <sup>2</sup> 未満となる流域において渓床流動型土石流が発生する可能性が低いとする判断基準を土石流評価フローに反映すること。	令和元年7月2日 第739回審査会合	
	9	土石流危険渓流にある防火帯の施工範囲における土砂量の取り扱いについて考え方を示すこと。	令和元年9月20日 現地調査	
	10	渓床勾配等の基本的なデータを含め、調査の方法及び事象規模（計画流出土砂量等）を妥当としたエビデンスを網羅的に整理して説明すること。	令和元年7月2日 第739回審査会合	
	11	測点位置及び簡易貫入試験結果を踏まえた土石流影響評価の考え方について説明すること。	令和元年9月20日 現地調査	

項目	No.	コメント要旨	コメントを受けた 審査会合等	頁
土石流影響評価	12	100年確率24時間雨量を271mmと評価している点について、松江の過去の月最大24時間降雨量が307mmであることを踏まえて、日雨量観測記録と確率統計解析の考え方を説明すること。	令和元年7月2日 第739回審査会合	
	13	土石流の計画流出土砂量について、国交省や都道府県等の機関が「土石流危険渓流及び土石流危険区域調査要領（案）」に基づいて算定した土砂量を調査した上で、自社調査で独自に算定した土砂量と比較し、採用する計画土砂量に対する考え方を説明すること。	令和元年9月20日 現地調査	59～214
	14	土石流に含まれる転石について、現地調査に基づき、寸法、数量等の状況を整理した上で、施設への影響評価の考え方を説明すること。	令和元年7月2日 第739回審査会合	
	15	土石流危険渓流⑤について、B-3測点からB-1測点にかけて急傾斜から緩傾斜になっている地質的要因を説明すること。	令和元年9月20日 現地調査	215～ 218
	16	土石流危険区域が重なる範囲について、土石流による施設等への影響評価の考え方を説明すること。	令和元年7月2日 第739回審査会合	219～ 220
	17	地滑りのハザードレベルについては、現在別途審査中であるため、その結果を踏まえて改めて説明すること。	令和元年9月12日 第770回審査会合	次回以降 説明
	18	土石流危険区域に含まれる重要施設を示すとともに、その代替施設が土石流の影響を受けないことを説明すること。	令和元年9月20日 現地調査	

## ■指摘事項（令和元年7月2日第739回審査会合）

No.1 地滑り影響評価について、先行審査実績との相違点があれば、その内容を網羅的に説明した上で、理由及び妥当性を説明すること。また、適用する規格・基準類を明示した上でその根拠を提示するとともに、規格・基準類によらず事業者独自の考えを適用しているものについては重点的に説明すること。

### （回答）

・地滑り調査における自社調査と防災科研調査の実施項目及び実施内容を比較するとともに、「地滑り地形の判読方法（鈴木（2000）、渡・小橋（1987）を引用）」及び「現地調査における主な留意点、着目点」を整理した（P10～16）。

・地滑りの影響評価フローに示す検討項目毎に先行審査実績との相違点を整理した。先行審査実績との相違点として、当社は文献調査により地滑り地形の有無を把握するとともに、空中写真判読等により地滑りを示唆する地形的特徴の有無を確認した。さらに、現地調査を実施し、地滑りの特徴が認められる場合は、地滑りが発生する場合を想定し、地滑りの範囲、規模等を評価した（P7, 58）。

No.2 地滑り地形の抽出に関して、自社調査（地形判読、現地調査）の地滑り地形抽出に用いた判断基準や留意点について、基準津波策定時との差異があればそれも含めて説明すること。

### （回答）

・No.1と同様に、地滑り調査における自社調査と防災科研調査の実施項目及び実施内容を比較するとともに、「地滑り地形の判読方法（鈴木（2000）、渡・小橋（1987）を引用）」及び「現地調査における主な留意点、着目点」を整理した（P10～16）。

・自社調査の地滑り地形の抽出に用いた判断基準や留意点については、基準津波策定時の地滑り地形の抽出と同様の考え方である（P16）。

No.3 自社調査において判定した地滑り地形以外の斜面について、地滑りが発生しないとする根拠を判定プロセス、現地調査結果等を提示して説明すること。

（回答）

- ・地滑りの影響評価フローに従い、国土地理院により撮影された複数の公開空中写真により、「地滑り地形の判読方法」に基づき敷地内を網羅的に地形判読を行った結果、抽出した地滑り地形以外の斜面について地滑りを示唆する地形的特徴は認められないことを確認した（P7, 56）。
- ・また、敷地において地質・地質構造を把握するため、文献調査、地表地質踏査を行うとともに、地表からの弾性波探査、ボーリング調査、試掘坑調査を実施した結果、抽出した地滑り地形以外の斜面において地滑りを示唆するすべり面等の構造は認められないことを確認した（P56）。
- ・以上のことから、自社調査において判定した地滑り地形以外の斜面について、地滑りは発生しないと考えられる（P56）。

No.4 防災科研調査と自社調査の地滑り地形に関する評価の比較については、全ての地滑り地形に対して、空中写真や地形図の比較、詳細な現地調査の結果等、地滑り地形の抽出の根拠となるエビデンスを網羅的に提示して説明すること。

（回答）

- ・防災科研調査と自社調査の地滑り地形に関する評価の比較については、全ての地滑り地形に対して、複数の空中写真を比較するとともに、ルートマップ、露頭写真等の詳細な現地調査の結果を示すなど、滑り地形の抽出の根拠となるエビデンスを網羅的に提示した（P17～52）。

No.5 敷地北西方の地滑り地形について、敷地に直接的な影響を及ぼさないとして除外した理由を説明するとともに、流出土砂が敷地へ及ぼす悪影響について、定量的に説明すること。

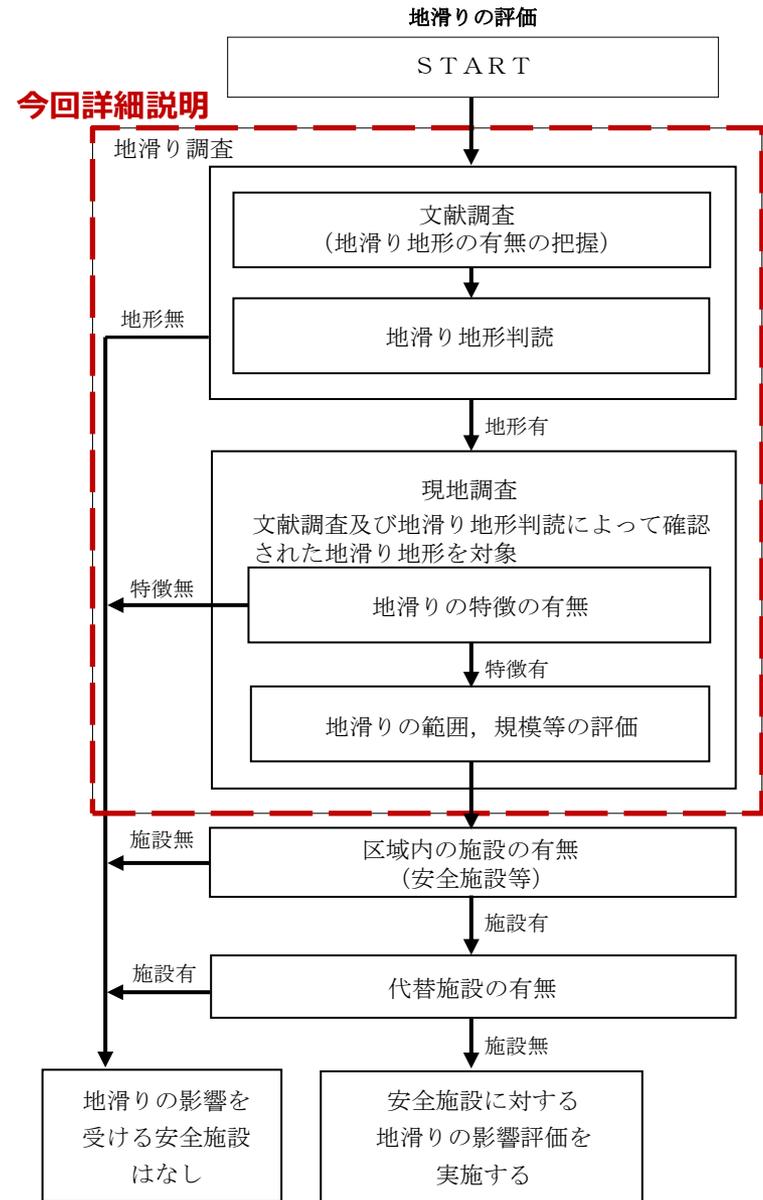
（回答）

・敷地北西方の地滑り地形の位置及び滑り方向の関係から敷地への影響を検討するとともに、基準津波策定時と同様の手法であるHuber and Hager(1997)の予測式により、敷地における津波高さ（全振幅）を検討した結果、敷地における津波高さ（全振幅）が敷地周辺の沿岸域に分布する他の地滑り地形による津波高さ（全振幅）の上位2地点より小さいことを確認した。また、敷地北西方の地滑り地形と他の地滑り地形（津波高さ（全振幅）の上位2地点）による津波について、個々の地滑りの最大水位上昇量となる津波が同時に敷地へ到達する可能性は極めて低いと考えられるが、同時に到達すると仮定した場合においても、敷地における津波高さ（全振幅）を足し合わせた水位は基準津波1（防波堤無）に対して十分に小さい。以上のことから、敷地北西方の地滑り地形の流出土砂が敷地へ及ぼす影響はない。

（P53~55）

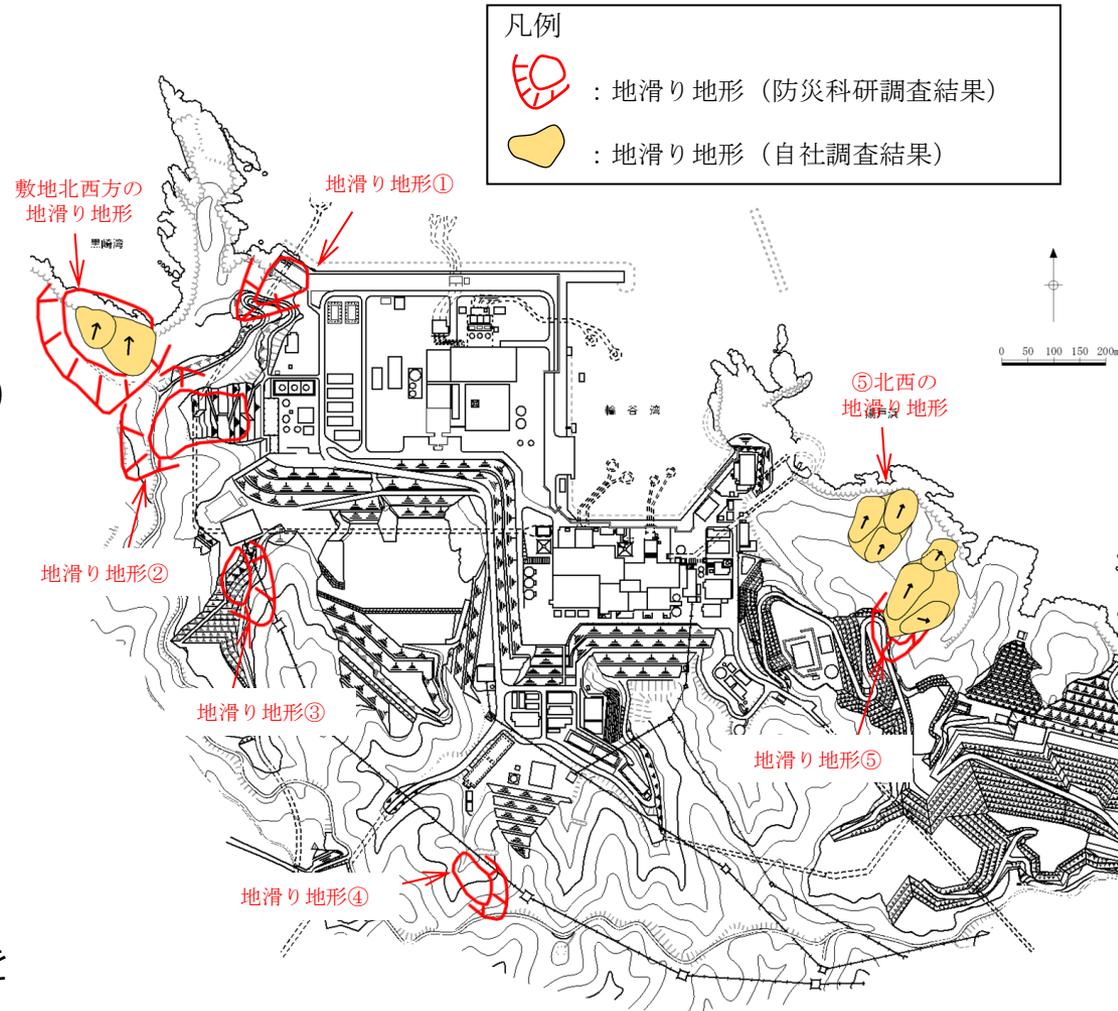
# 1. 地滑りの影響評価フロー

- 地滑りの影響評価フローを右図に示す。
- 地滑り調査では、文献調査により島根原子力発電所周辺に位置する地滑り地形の有無を把握するとともに、敷地内を網羅的に地形判読を行い、地滑りを示唆する地形的特徴の有無を確認した。
- 文献調査及び地滑り地形判読によって確認された地滑り地形を対象に、地形、地質及び湧水等の水文的な観点に基づく現地調査を実施し、地滑りの特徴が認められる場合は、地滑りが発生する場合を想定し、地滑りの範囲、規模等を評価した。



## 2. 地滑り調査

- 文献調査の結果、独立行政法人防災科学技術研究所（以下、「防災科研」）が作成した地すべり地形分布図（清水ほか「恵曇」(2005a) <sup>(1)</sup>「境港」(2005b) <sup>(2)</sup>）では、島根原子力発電所周辺に位置する地滑り地形が示されている。
- 自社調査では、詳細な旧地形図を含む多様な参照資料に加え、防災科研調査に用いた資料を参考に地形判読を行い、地滑りを示唆する地形的特徴の有無を確認した。また、確認された地滑り地形を対象に現地調査を実施し、地滑りの特徴が認められる場合は、地滑りが発生する場合を想定し、地滑り地形の範囲、規模等を評価した。
- 自社調査により抽出された地滑り地形は、防災科研調査結果の敷地北西方の地滑り地形、地滑り地形⑤及び⑤北西の地滑り地形の3箇所である。ただし、敷地北西方の地滑り地形は、構外に位置し、その変状が直接敷地に影響を及ぼさないと考えられるが、流出土砂が敷地へ及ぼす影響について別途評価する。



島根原子力発電所周辺の地滑り地形分布図

## 2. 地滑り調査 (参考) 地すべり地形分布図

- 防災科研は、地形判読に基づき地すべり地形分布図を作成している。※ 1  
地すべり地形分布図の解説と読図の手引きである清水ほか(2006)<sup>(3)</sup>によると、地滑り地形の定義について、地すべり地形を地すべりの変動によって生じた、もしくは生じつつある地形の総称として用いており、そこに表層すべりは含まれないとされている。
- 国土交通省によると、地すべりは一般的には深層崩壊にともなって発生する現象で動きが緩慢なものが多いとされている。ここで深層崩壊は、すべり面が表層崩壊よりも深部で発生し、表土層だけでなく深層の地盤までもが崩壊土塊となる比較的規模の大きな崩壊現象としている。また表層崩壊は、斜面崩壊のうち、厚さ0.5～2.0m程度の表層土が、表層土と基盤層の境界に沿って滑落する比較的規模の小さな崩壊としている。※ 2
- 本資料では、厚さ2m程度より深い規模を「地滑り」とし、それより浅い表層土と基盤層の境界に沿って滑落する規模の現象を「表層すべり」と区別して評価する。
- 防災科研は地すべり地形分布図の利活用における留意点の一つとして、利用者の責任による現地調査が必要としている。そのため、当社で空中写真判読及び現地踏査を実施した。

※ 1 防災科学技術研究所 地すべり地形GISデータ 地すべり地形分布図 HPを参照  
[https://dil-opac.bosai.go.jp/publication/nied\\_tech\\_note/landslidemap/gis.html](https://dil-opac.bosai.go.jp/publication/nied_tech_note/landslidemap/gis.html)

※ 2 国土交通省 砂防：深層崩壊についてよくあるご質問 HPを参照  
[http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sabo/deep\\_landslide\\_FAQ.html](http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sabo/deep_landslide_FAQ.html)

## 2. 地滑り調査

### 2. 1 地滑り調査結果

- 自社調査に用いた資料及び防災科研調査に用いた資料を示す。

自社調査と防災科研調査の内容の比較

		自社調査（平成25～26年）	防災科研調査（平成17年）
実施項目		<ul style="list-style-type: none"><li>・地滑り地形判読（机上）</li><li>・現地調査（ルートマップ作成，平成8年）</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・地滑り地形判読（机上）</li></ul>
実施内容	参照資料	<ul style="list-style-type: none"><li>・モノクロ空中写真（<u>1万分の1</u>，1962年撮影，<u>4万分の1</u>，1973年撮影）</li><li>・カラー空中写真（<u>1万分の1</u>，1976年撮影）</li><li>・等高線図（<u>2千5百分の1</u>）※</li><li>・地形図（<u>5万分の1</u>）</li><li>・アナグリフ※</li><li>・3次元地形モデル※</li></ul> <p>※1mDEM（地形は1962年の空中写真に基づく）または2mDEM（地形の一部は1962年の空中写真に基づく）を用いて作成</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>・モノクロ空中写真（<u>4万分の1</u>，1973年撮影）</li><li>・地形図（<u>5万分の1</u>）</li></ul>
	判読方法	<ul style="list-style-type: none"><li>・実体鏡による空中写真の判読</li><li>・<u>その他資料を補足的に使用</u></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・実体鏡による空中写真の判読</li></ul>
	抽出対象	<ul style="list-style-type: none"><li>・<u>全ての地滑り地形を抽出</u></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・<u>幅150m以上の比較的大規模な地滑り地形のみを抽出</u></li></ul>

## 2. 1 地滑り調査結果

### (参考) 自社調査で用いた資料① (空中写真)

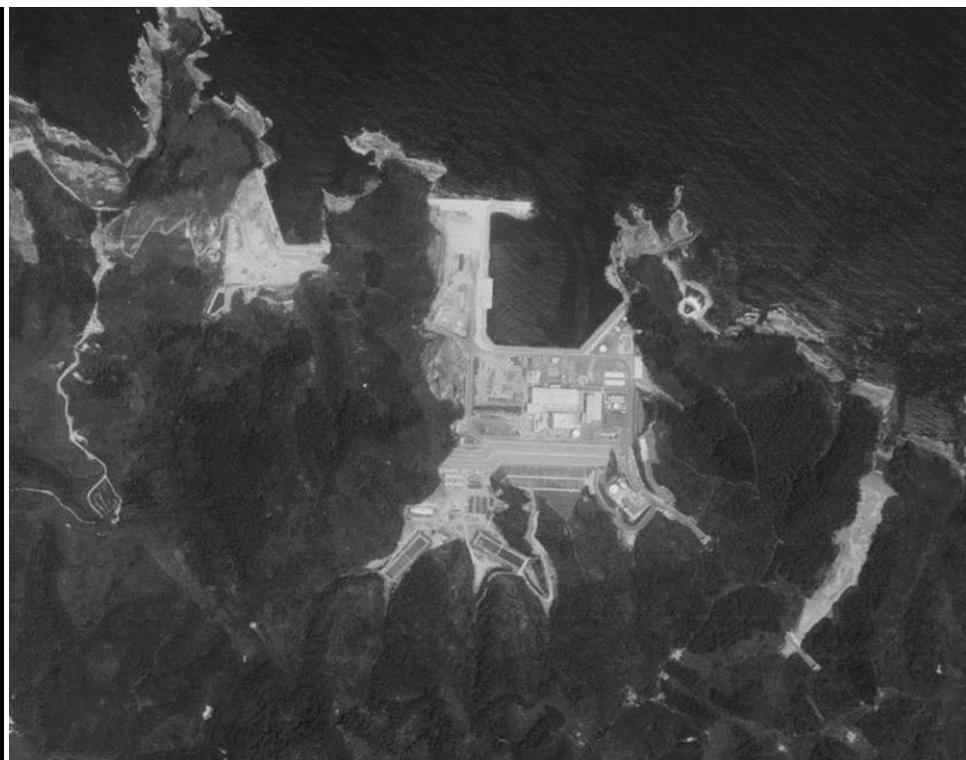
第739回審査会合  
資料1-1-1  
P6 再掲

11

- 自社調査では、主に1962年に国土地理院により撮影された撮影縮尺 1 万分の 1 のモノクロ空中写真（左図参照）、1973年に国土地理院により撮影された撮影縮尺 4 万分の 1 のモノクロ空中写真（右図参照）及び1976年に国土地理院により撮影された撮影縮尺 1 万分の 1 のカラー空中写真を用いた。防災科研調査では、1973年に国土地理院により撮影された撮影縮尺 4 万分の 1 のモノクロ空中写真を用いている。



モノクロ空中写真（撮影縮尺：1 万分の 1，1962年撮影）  
整理番号：MCG622，コース番号：C6，写真番号：4，  
国土地理院HPより引用。



モノクロ空中写真（撮影縮尺：4 万分の 1，1973年撮影）  
整理番号：CG735Y，コース番号：C2，写真番号：3，  
国土地理院HPより引用。  
1 万分の 1 のモノクロ空中写真との比較のため，写真を拡大表示している。

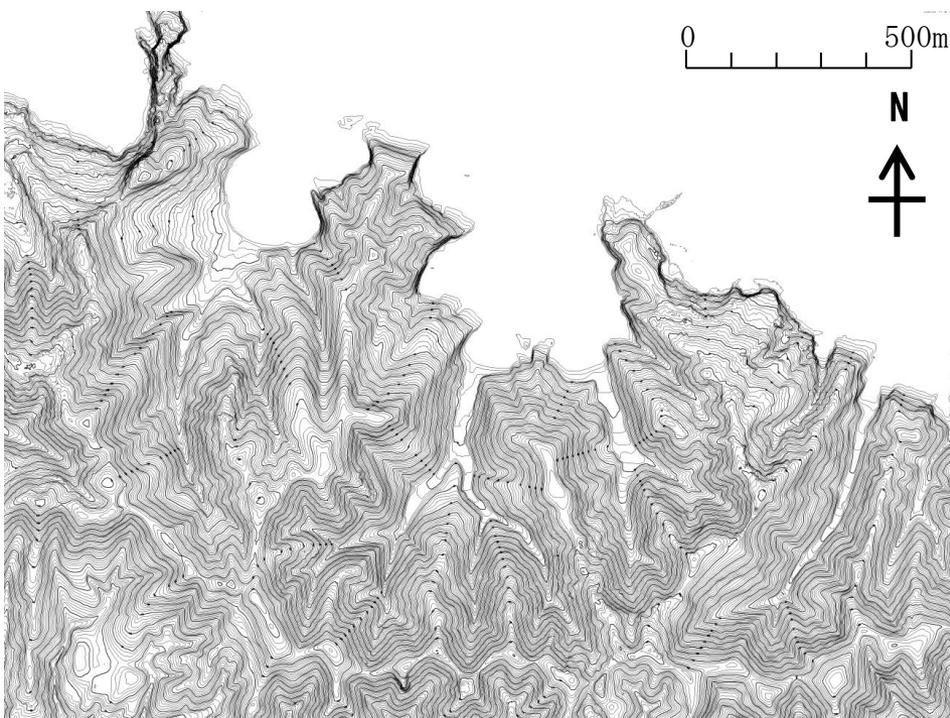
## 2. 1 地滑り調査結果

### (参考) 自社調査で用いた資料② (等高線図)

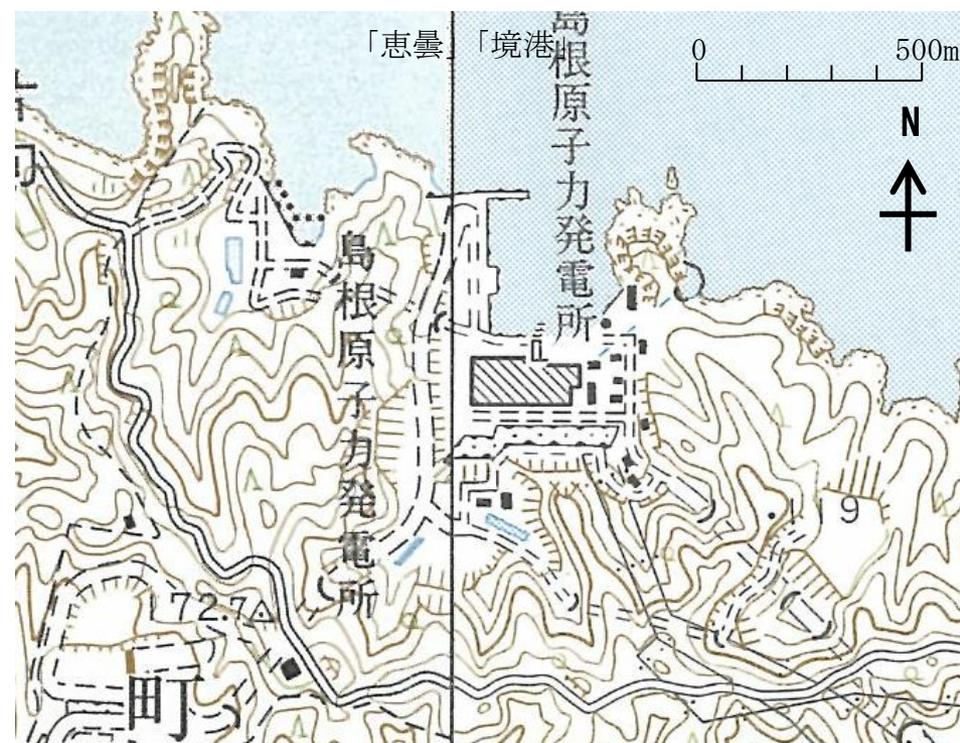
第739回審査会合  
資料1-1-1  
P7 再掲

12

- 自社調査では、主に2006年～2007年に実施された航空レーダー測量結果及び1962年に国土地理院により撮影された撮影縮尺1万分の1の空中写真を用いて作成した2mDEMに基づき作成した2千5百分の1の等高線図(左図参照)及び5万分の1地形図(右図参照)を使用した。防災科研調査では、5万分の1地形図に判読結果を示している。



等高線図：2千5百分の1



地形図：5万分の1地形図  
5万分の1地形図「恵曇」(平成3年発行)、  
「境港」(平成5年発行)を引用。

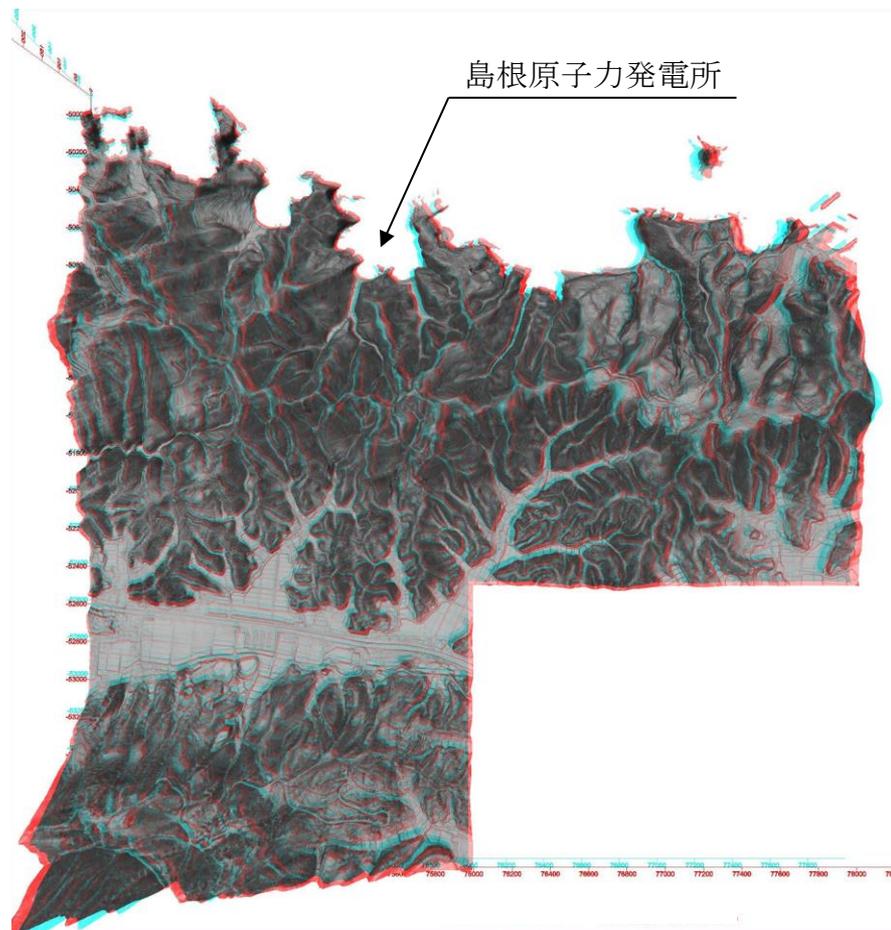
## 2. 1 地滑り調査結果

### (参考) 自社調査で用いた資料③ (アナグリフ)

第739回審査会合  
資料1-1-1  
P8 再掲

13

- 自社調査では、主に2mDEMによる3次元地形モデルから、立体視を可能とする鳥瞰図及びアナグリフ画像を作成し、適宜、地形判読の参考として用いた。



島根原子力発電所周辺のアナグリフ



# 2. 1 地滑り調査結果

## 地滑り地形の判読方法②

■ 鈴木（2000）は、単純な斜面は、二次元的には斜面の垂直断面形（傾斜の変化状態）と水平断面形（等高線の平面形）によってそれぞれ3種に分類され、三次元的には両者の組み合わせによって9種の斜面型に分類されるとしている。また、地滑り地形における等高線の配置は、滑落崖では凹形谷型斜面を示し比較的に単純であるとしていることから、この形態を地すべり地形判読としての基準とする。

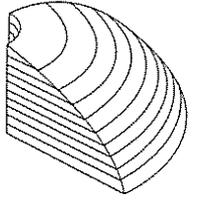
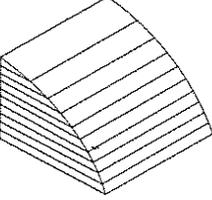
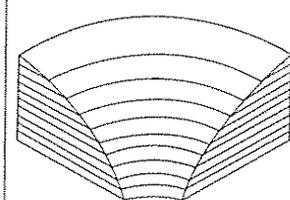
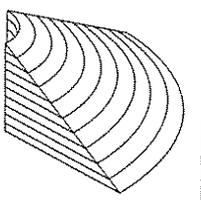
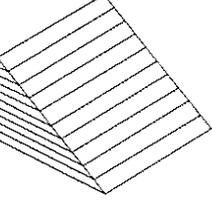
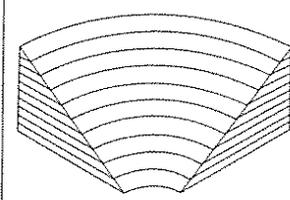
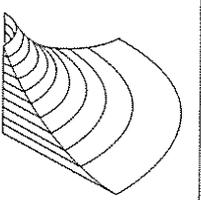
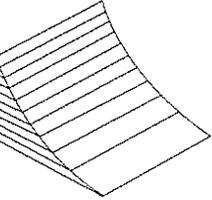
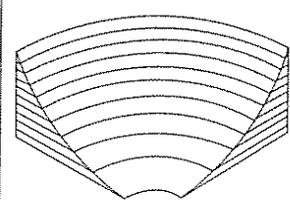
分類	尾根型斜面 (r)	直線斜面 (s)	谷型斜面 (v)
凸形斜面 (X)	 凸形尾根型斜面 (Xr)	 凸形直線斜面 (Xs)	 凸形谷型斜面 (Xv)
等斉斜面 (R)	 等斉尾根型斜面 (Rr)	 等斉直線斜面 (Rs)	 等斉谷型斜面 (Rv)
凹形斜面 (V)	 凹形尾根型斜面 (Vr)	 凹形直線斜面 (Vs)	 凹形谷型斜面 (Vv)

図 14. 0. 1 斜面型の 9 種区分 (図 3. 1. 18 の主要部分を再掲)

斜面の形態的分類

鈴木（2000）を引用

## 2. 1 地滑り調査結果

# 現地調査における主な留意点, 着眼点

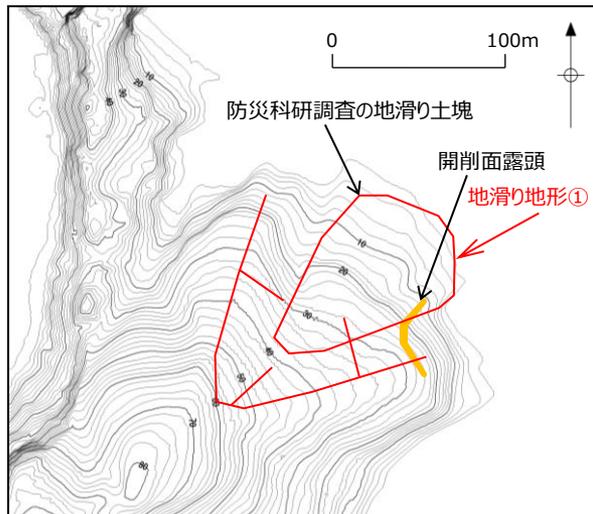
- 自社調査では、文献調査及び地滑り地形判読によって抽出された地滑り地形を対象に、地形、地質及び湧水等の水文的な観点に基づく現地調査を実施し、地滑りの特徴が認められる場合は、地滑りが発生する場合を想定し、地滑りの範囲・規模を評価した。
- なお、自社調査（地形判読、現地調査）の地滑り地形の抽出に用いた判断基準や留意点については、基準津波策定時の地滑り地形の抽出と同様の考え方である。

現地調査における主な留意点, 着目点

項目	留意点・着目点
地形	<ul style="list-style-type: none"><li>・亀裂, 段差等の微地形の有無</li><li>・遷緩線, 遷急線の有無</li><li>・支沢の発達状況</li><li>・旧地形</li></ul>
地質	<ul style="list-style-type: none"><li>・岩種及び岩相</li><li>・地質構造 (流れ盤, 破碎帯の有無等)</li><li>・風化の程度</li><li>・節理間隔, ゆるみの有無</li></ul>
水文	<ul style="list-style-type: none"><li>・表流水及び表流跡の有無</li><li>・湧水地点の位置及び状況</li></ul>
構造物	<ul style="list-style-type: none"><li>・クラックの有無</li></ul>

# 2. 1 地滑り調査結果

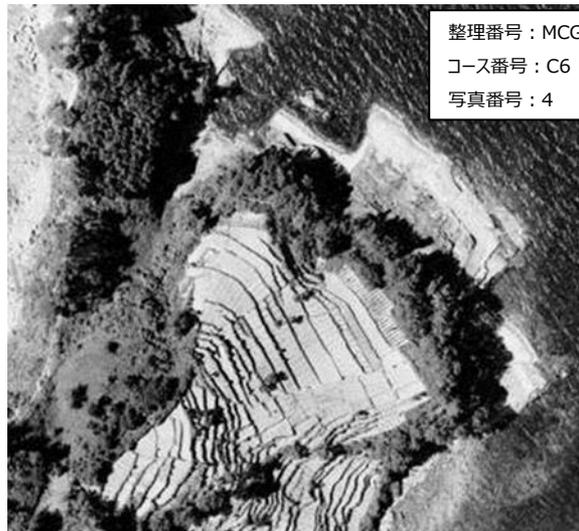
## 地滑り地形① (地形判読)



地滑り地形①周辺の旧地形  
原縮尺：2千5百分の1

凡例  
[Red outline symbol] : 地滑り地形 (防災科研調査結果)

- 発電所北西端にある北東向き斜面で標高0~80mの斜面をなす。現在は人工改変が加わり元の地形が残っていない。
- 3種類の空中写真を判読した結果、1962年撮影のモノクロ空中写真が原地形を良く表している。1976年カラー写真は画像の分解能が高いが、耕作地が放棄されており、雑草が繁茂しているように見える。また、海岸側にある立木は1962年に比べて成長し、その斜面地形が判読しにくい。1973年モノクロ空中写真は撮影縮尺が4万分の1と小縮尺であり、微細な地形が判読できない。したがって、地滑り地形判読には、主に1962年モノクロ空中写真を用いることとする。



地滑り地形①周辺の空中写真  
撮影縮尺：1万分の1，1962年撮影



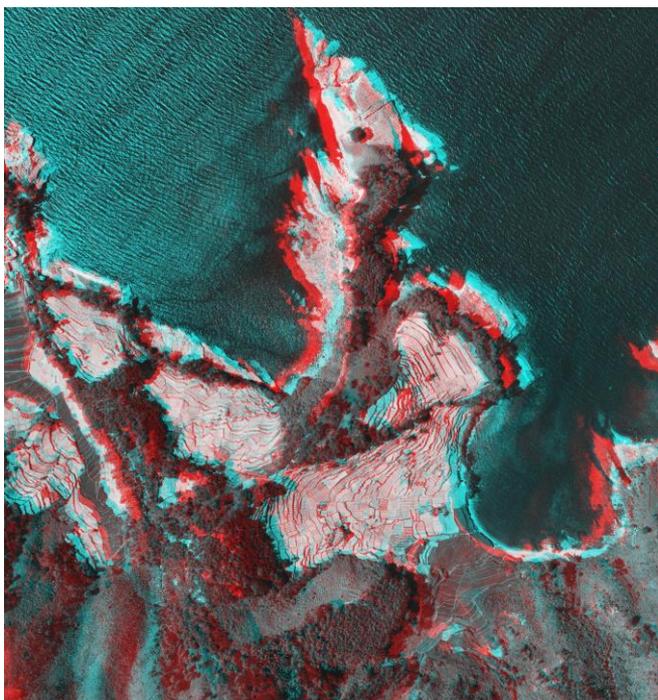
地滑り地形①周辺の空中写真  
撮影縮尺：4万分の1，1973年撮影



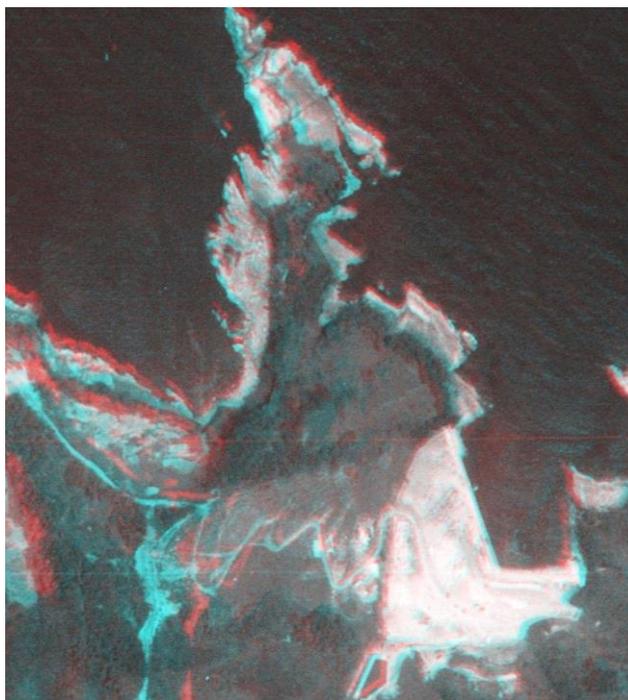
地滑り地形①周辺の空中写真  
撮影縮尺：1万分の1，1976年撮影

## 2. 1 地滑り調査結果 地滑り地形①（地形判読）

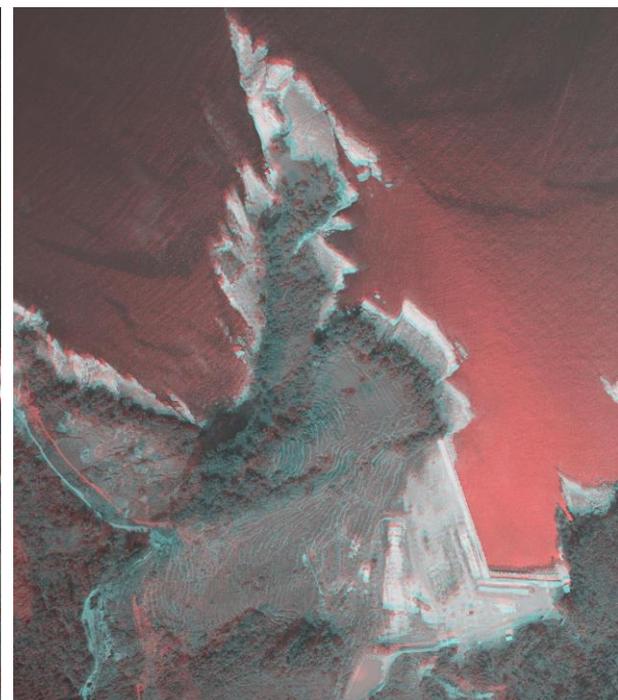
- 空中写真判読に用いた時代の異なる空中写真を用いてアナグリフを作成した。
- 3種類のアナグリフを比較すると、いずれのアナグリフでも大局的な地形の凹凸は認められるが、前頁で示した各写真同様に1962年のアナグリフが最も微細な地形を判読できる。



1962年撮影モノクロ写真のアナグリフ



1973年撮影モノクロ写真のアナグリフ

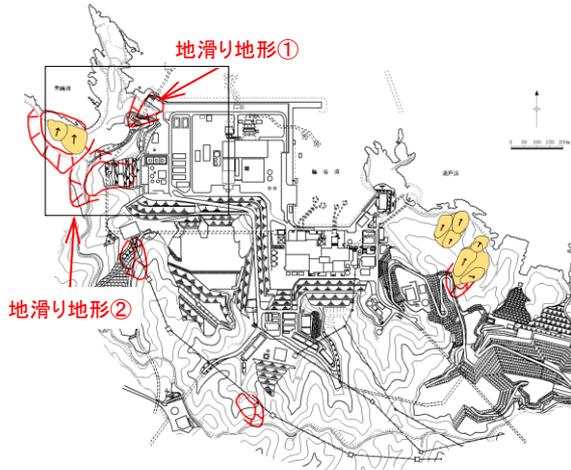


1976年撮影カラー写真のアナグリフ

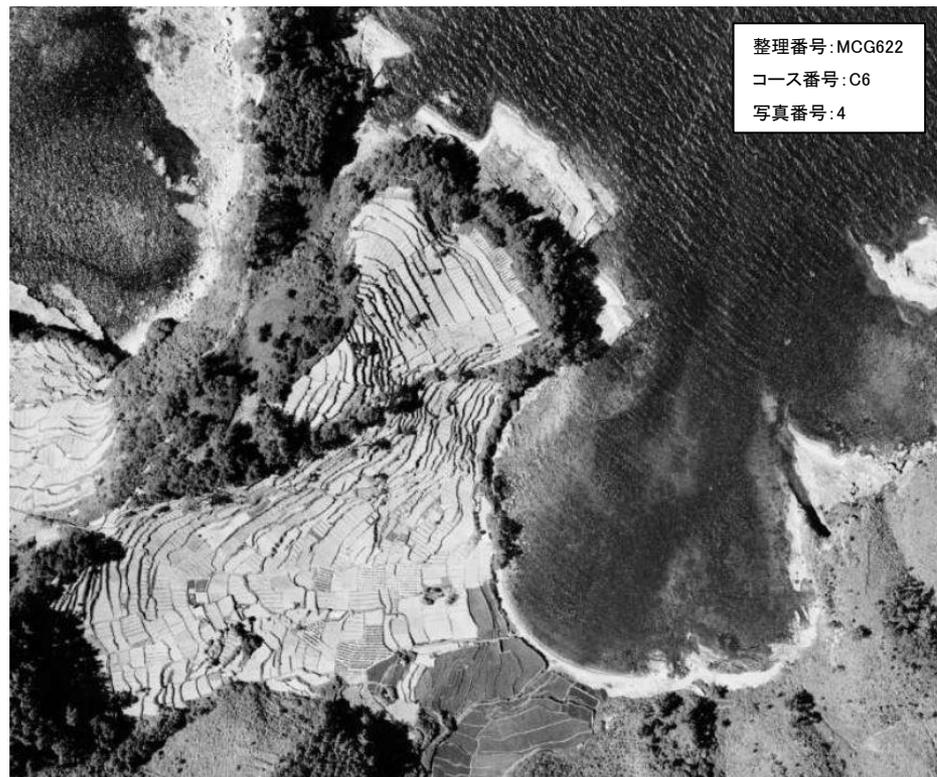
# 2. 1 地滑り調査結果

## 地滑り地形①（地形判読）

- 発電所建設前の空中写真によると、防災科研調査結果の地滑り地形①及び地滑り地形②ともに耕作地からなる。白色の耕作地は畑、濃灰色の耕作地は水田である。ここでは、地滑り地形①の地形判読結果について、発電所建設前の空中写真では地滑りの特徴が認められる地滑り地形②と比較した。
- 地滑り地形①は、発電所北西端にある北東向き斜面で標高0～80mの斜面をなす。発電所建設前の空中写真を判読すると耕作地が整然と段をなす。
- 地滑り地形②は、発電所西端にある東向き斜面で標高10～70mの緩斜面をなす。発電所建設前の空中写真を判読すると不規則な凹凸を有する斜面がある。また、耕作地の輪郭は、谷奥に向かって湾曲して配列する。



凡例	
	: 地滑り地形（防災科研調査結果）
	: 地滑り地形（自社調査結果）

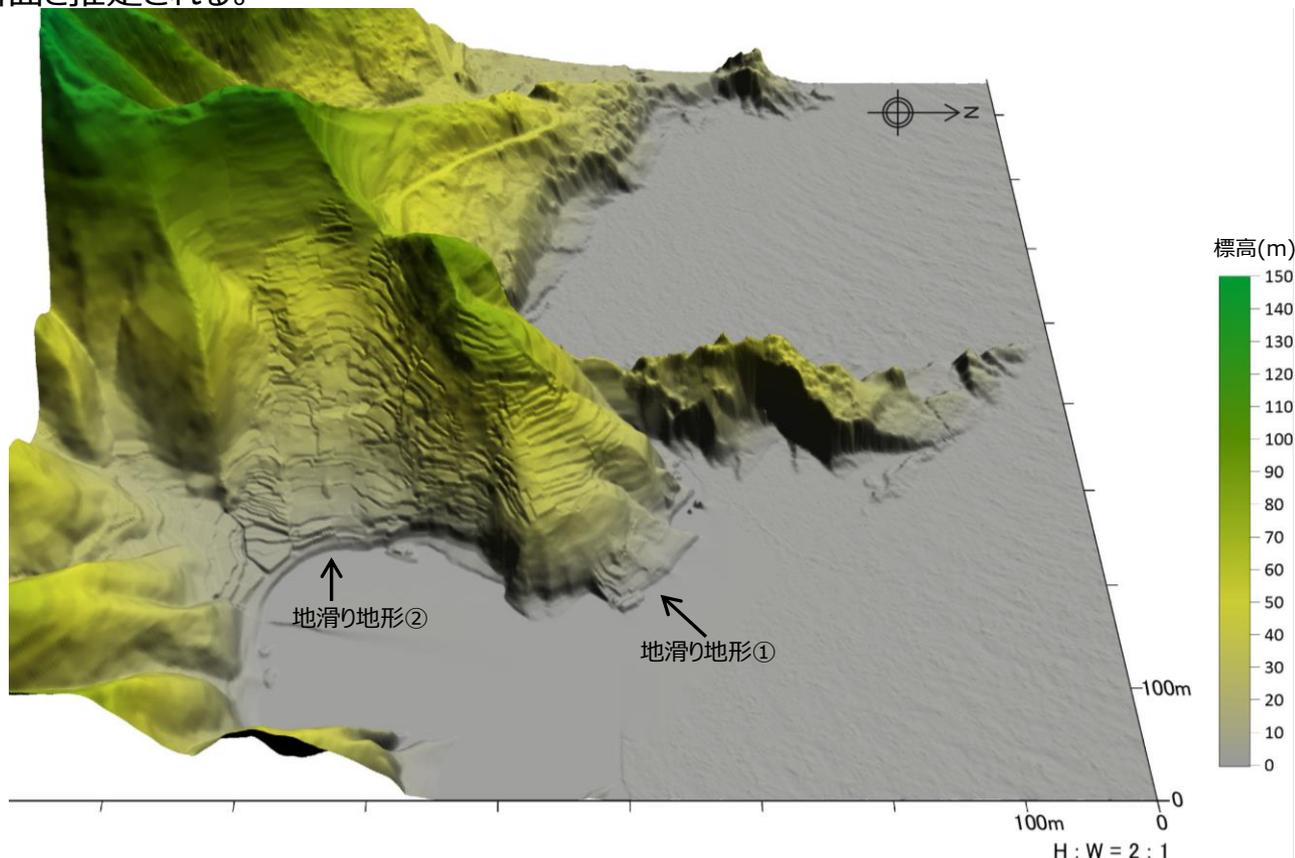
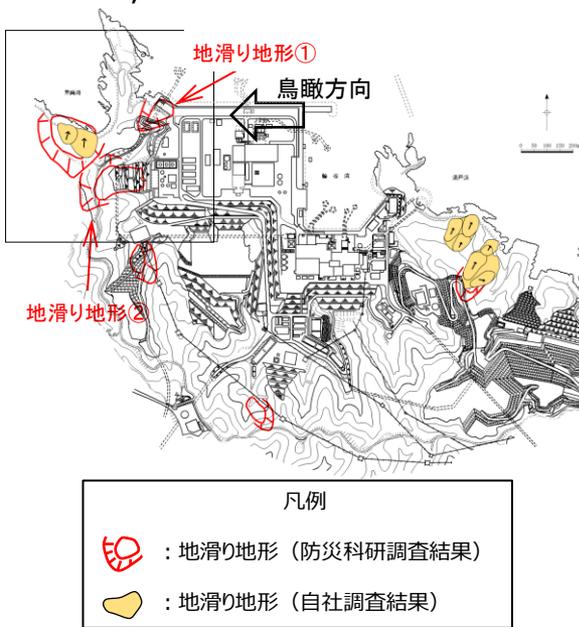


地滑り地形①周辺の空中写真  
撮影縮尺：1万分の1，1962年撮影

# 2. 1 地滑り調査結果

## 地滑り地形①（地形判読）

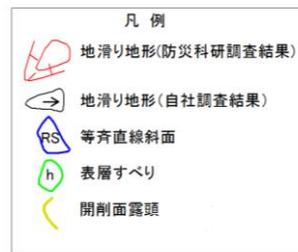
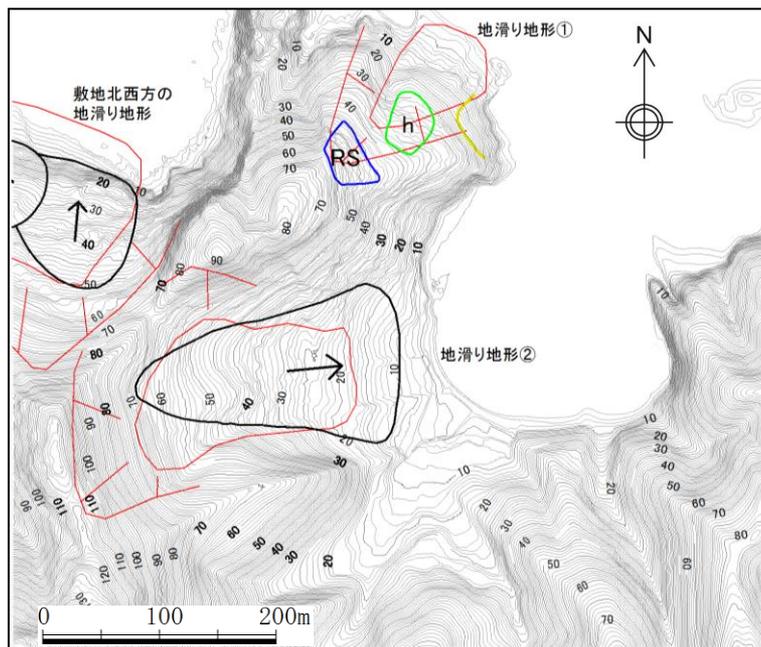
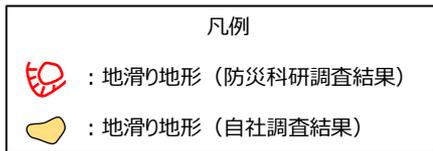
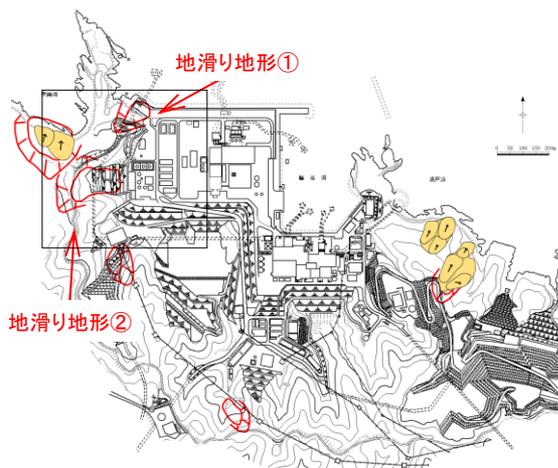
- 地滑り地形①及び地滑り地形②周辺について、空中写真図化により作成した1mDEMを使用し、3次元地形モデルを作成した。
- 防災科研調査結果の地滑り地形①は、滑落崖が認められず、地滑り地形の特徴は確認されない。また、地滑り土塊の地形も不明である。
- 一方、地滑り地形②は、馬蹄形の滑落崖を伴い、滑落崖の中に緩斜面が認められ、不規則な凹凸が確認される。緩斜面は、土砂が堆積して形成された斜面と推定される。



地滑り地形①及び地滑り地形②周辺の旧地形の3次元地形モデル（東からの鳥瞰）  
（モノクロ空中写真（撮影縮尺：1万分の1，1962年撮影）により作成した1mDEMを使用）

# 2. 1 地滑り調査結果 地滑り地形①（地形判読）

- 空中写真図化により作成した1mDEMを使用し、1mコンターの等高線図を作成した。
- 防災科研調査結果の地滑り地形①の地滑り土塊とされる箇所のうち標高25～45mに緩斜面が分布し、等高線の乱れが認められることから、表層すべり (h) が想定される。当該箇所は、浅い谷部に位置することから、厚さ数mの土砂が堆積していると考えられる。また、地滑り地形①の滑落崖とされる箇所に概ね対応する地形として、標高45～65mに相対的に急な斜面が存在するが、その斜面は等斉直線斜面 (RS, 鈴木 (2000)) で傾斜方向が東北東方向を示す。地滑り地形①の崩落方向は北北東方向を示し、斜面(RS)とは方向が異なる。仮に斜面(RS)を滑落崖とした場合、半円形の凹形谷型斜面が想定される (鈴木 (2000)) が、そのような地形は確認されない。
- 一方、地滑り地形②は、3次元地形モデルの検討結果と同様に、馬蹄形の滑落崖を伴い、滑落崖の中に緩斜面が認められ、不規則な凹凸が確認される。緩斜面は、土砂が堆積して形成された斜面と推定され、地滑り地形の特徴 (渡・小橋 (1987) の凹状緩斜面地形) を有する。

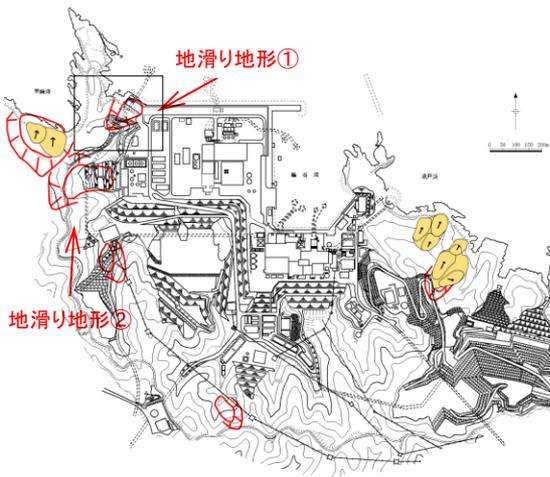


地滑り地形①及び地滑り地形②周辺の旧地形の等高線図  
(モノクロ空中写真 (撮影縮尺: 1万分の1, 1962年撮影) より1mDEMを取得し作成)  
注) 発電所建設前の等高線図であることから、地滑り地形②が認められる。

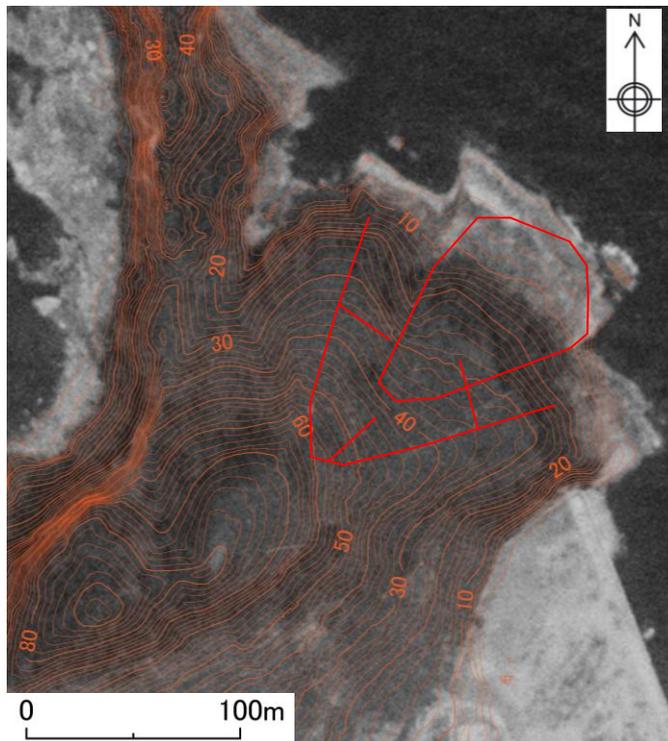
# 2. 1 地滑り調査結果

## 地滑り地形①（（参考）防災科研調査結果に関する考察）

- 防災科研が調査で使用した1973年の空中写真のどの箇所に滑落崖及び地滑り土塊を判読しているかを、旧地形等高線を用いて考察した。
- その結果、滑落崖に相当する地形及び滑落崖に挟まれた地滑り土塊に相当する浅い谷地形が認められた。また、海岸線が北東に凸状に突き出た地形をなす箇所に地滑り土塊の末端部が位置することを確認した。防災科研調査結果は、これらの地形的な特徴から地滑り地形①を判読したと考えられる。



凡例	
	: 地滑り地形 (防災科研調査結果)
	: 地滑り地形 (自社調査結果)

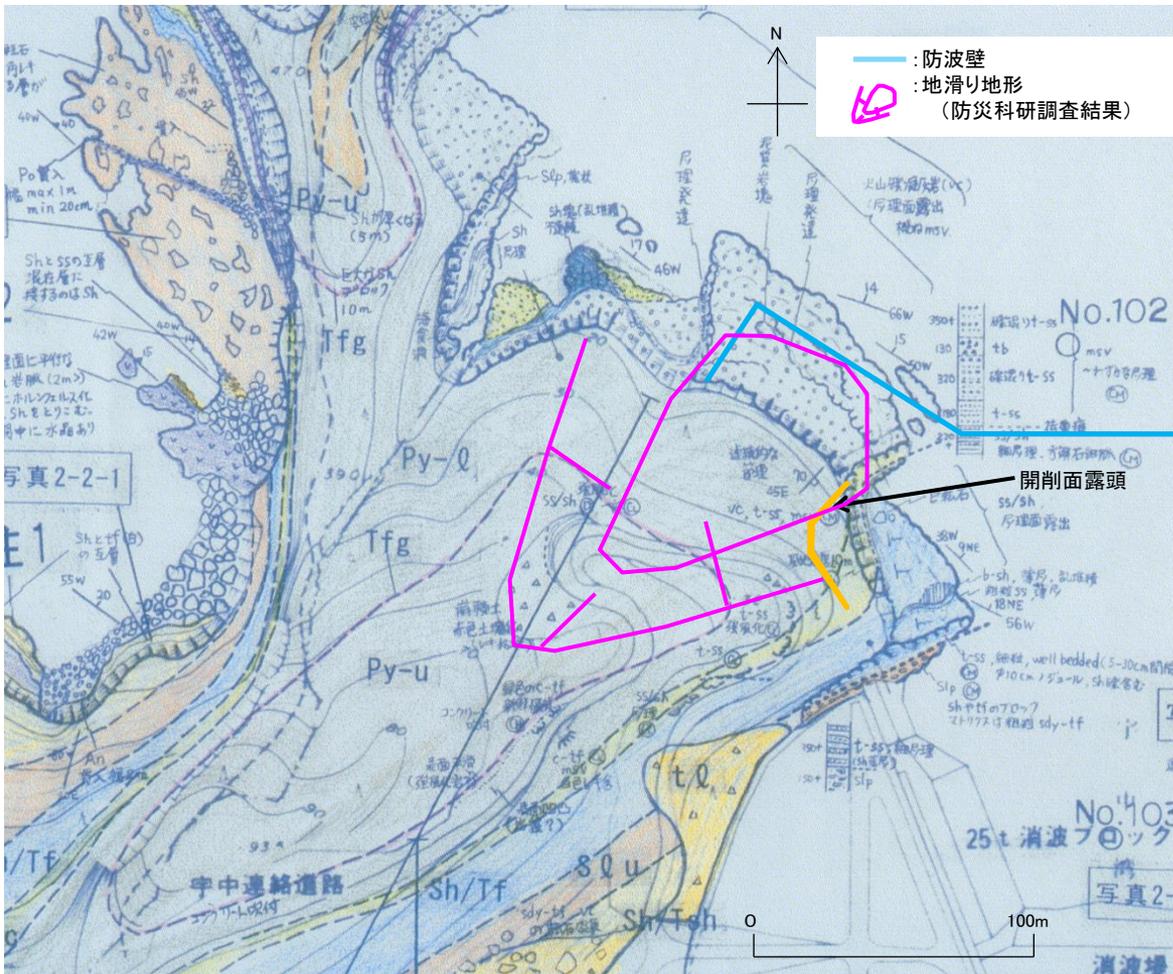


地滑り地形①周辺の空中写真オルソ画像と旧地形等高線  
等高線は1962年撮影空中写真に基づく1mDEMデータから作成



地滑り地形①周辺の空中写真  
撮影縮尺: 4万分の1, 1973年撮影

# 2. 1 地滑り調査結果 地滑り地形① (現地調査)

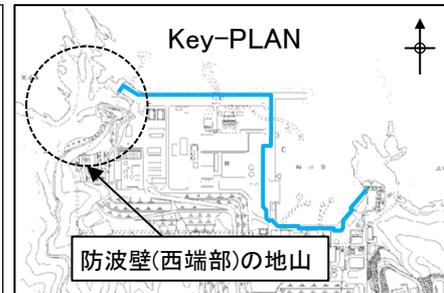


ルートマップ (平成8年調査)

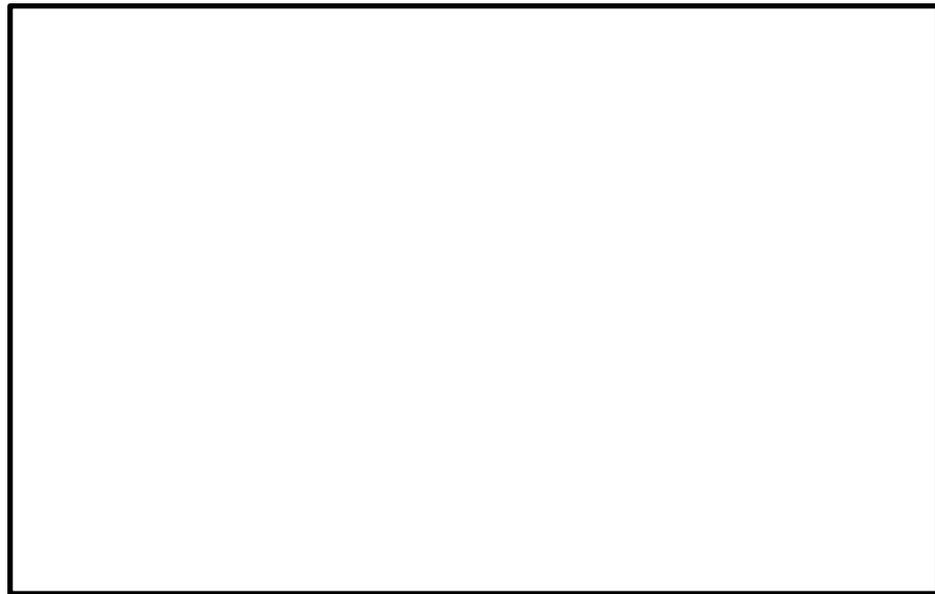
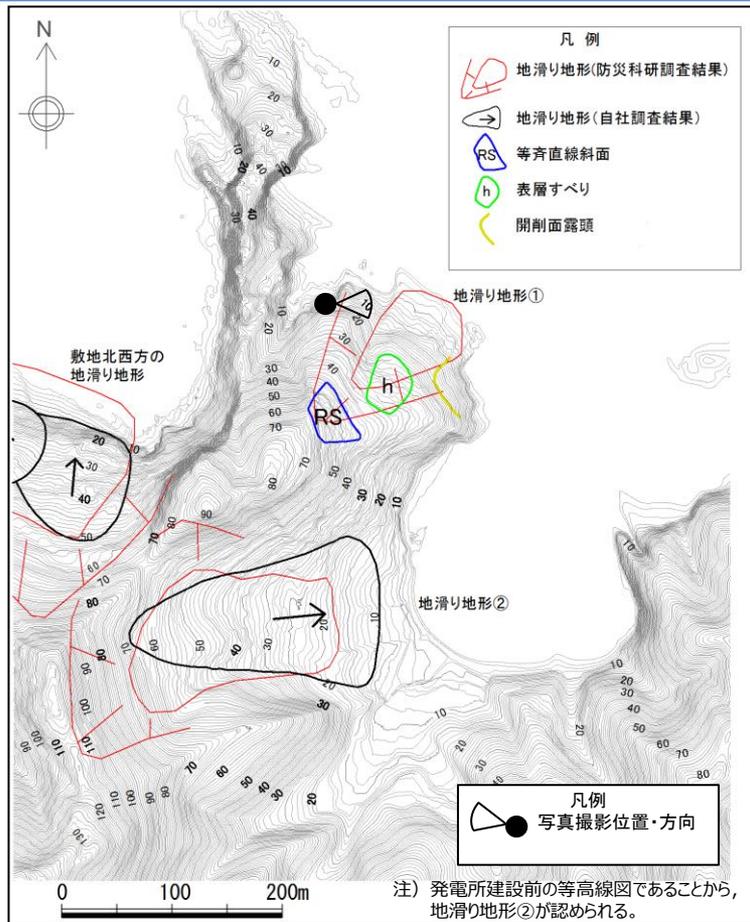
地質区分及び凡例

地質時代	地質名	記号	凡例
第四紀 完新世	盛土	bs	地質境界線
	塵堆積物	tl	層理面の走向・傾斜 (今回の調査)
新第三紀 新相層	頁岩	Po	層理面の走向・傾斜 ※ (既往の調査)
	粗粒玄武岩	Do	節理面の走向・傾斜
中生代 成層	上部黒色頁岩層	Sh-u	貫入面の走向・傾斜
	最上部フローユニット	Py-um	断面の走向・傾斜
	下部黒色頁岩層	Sh-l	
	上部フローユニット	Py-u	
新第三紀 新相層	緑色凝灰岩	Tfg	写真2-2-1 写真位置
	下部フローユニット	Py-l	柱1 露頭柱状図位置
中生代 寺層	粗粒凝灰岩	Tfo	ボーリング位置孔名
	黒色頁岩・凝灰岩互層	Sh/Tf	測線名
	スランプ層	slu	弾性波探査測線
	黒色頁岩・凝灰質頁岩互層	Sh/Tsh	断面図作成位置
	流紋岩質火砕岩	Ry	背斜軸

- ルートマップに用いた略号
- b-Sh, Sh: 黒色頁岩
  - c-tf: 粗粒凝灰岩
  - msv: 塊状
  - Po, An: 安山岩
  - sd-tf: 砂質凝灰岩
  - Slp: スランプ層
  - ss: 砂岩
  - tb: 凝灰角礫岩
  - tf: 凝灰岩
  - t-ss: 凝灰質砂岩
  - vc: 火山礫凝灰岩
  - well bedded: 層理発達



# 2. 1 地滑り調査結果 地滑り地形①（現地調査）



地滑り地形①の地滑り土塊の側方崖末端に相当する箇所

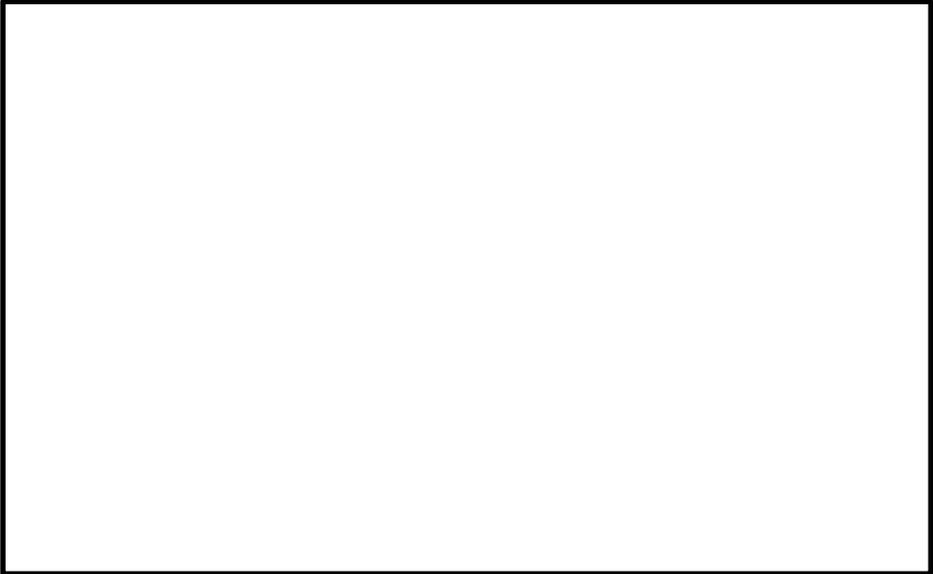
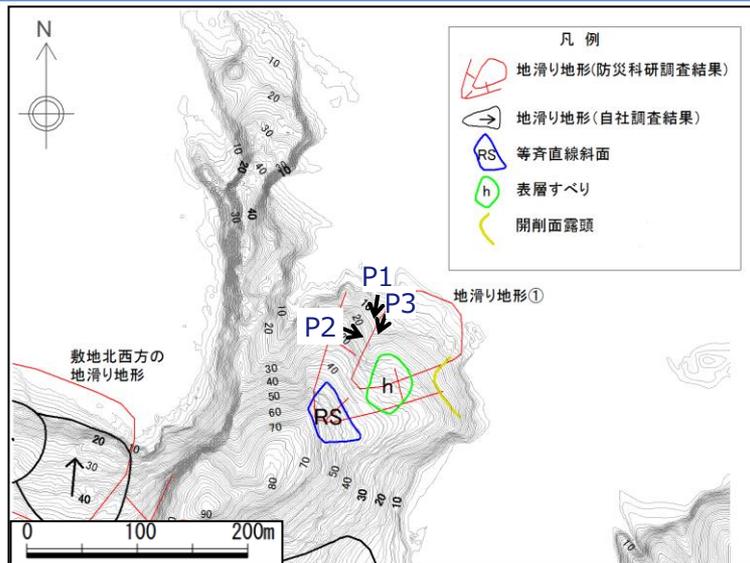


段差地形 拡大写真

- 地滑り地形①の地滑り土塊の側方崖末端に相当する箇所では、高さ約2mの段差が認められる。この地点は北東傾斜の層理面が連続的に見られ、葉理の発達したおおむね新鮮堅硬な火山礫凝灰岩からなる。
- この地点に断層構造や顕著な割れ目は認められず、また地滑り末端部付近に生じる層理面の乱れや圧縮構造は確認されない。

# 2. 1 地滑り調査結果

## 地滑り調査結果（地滑り地形①（現地調査））



P1 地滑り地形①の地滑り土塊の側方崖に相当する箇所（2019年8月撮影）



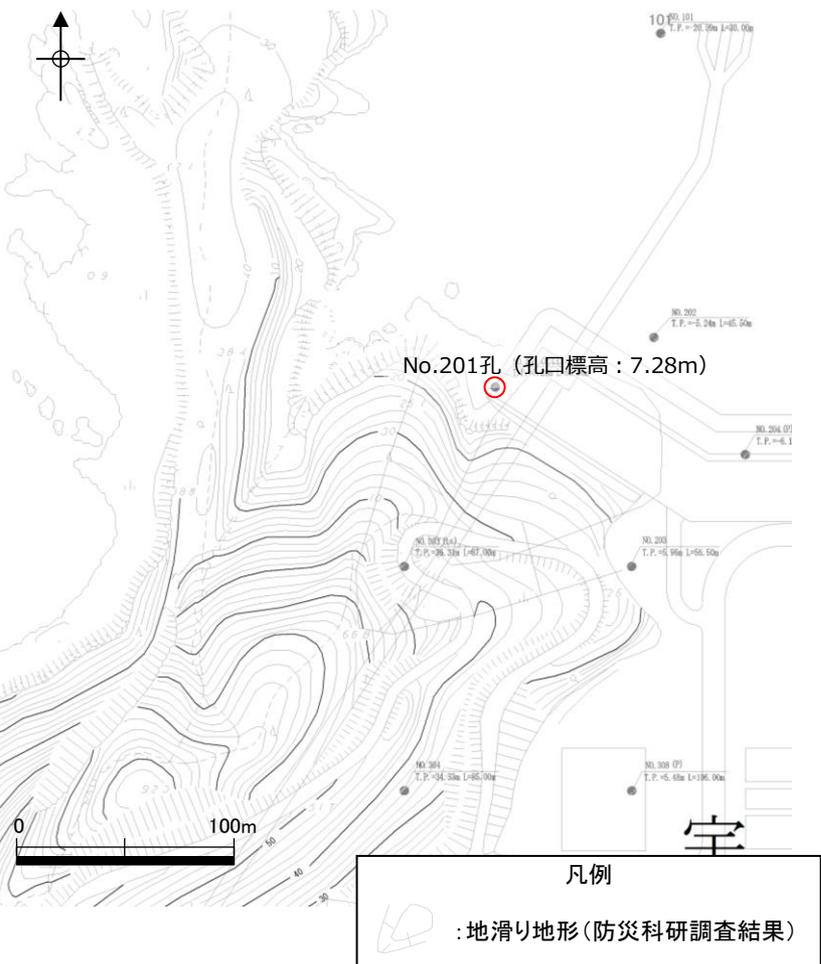
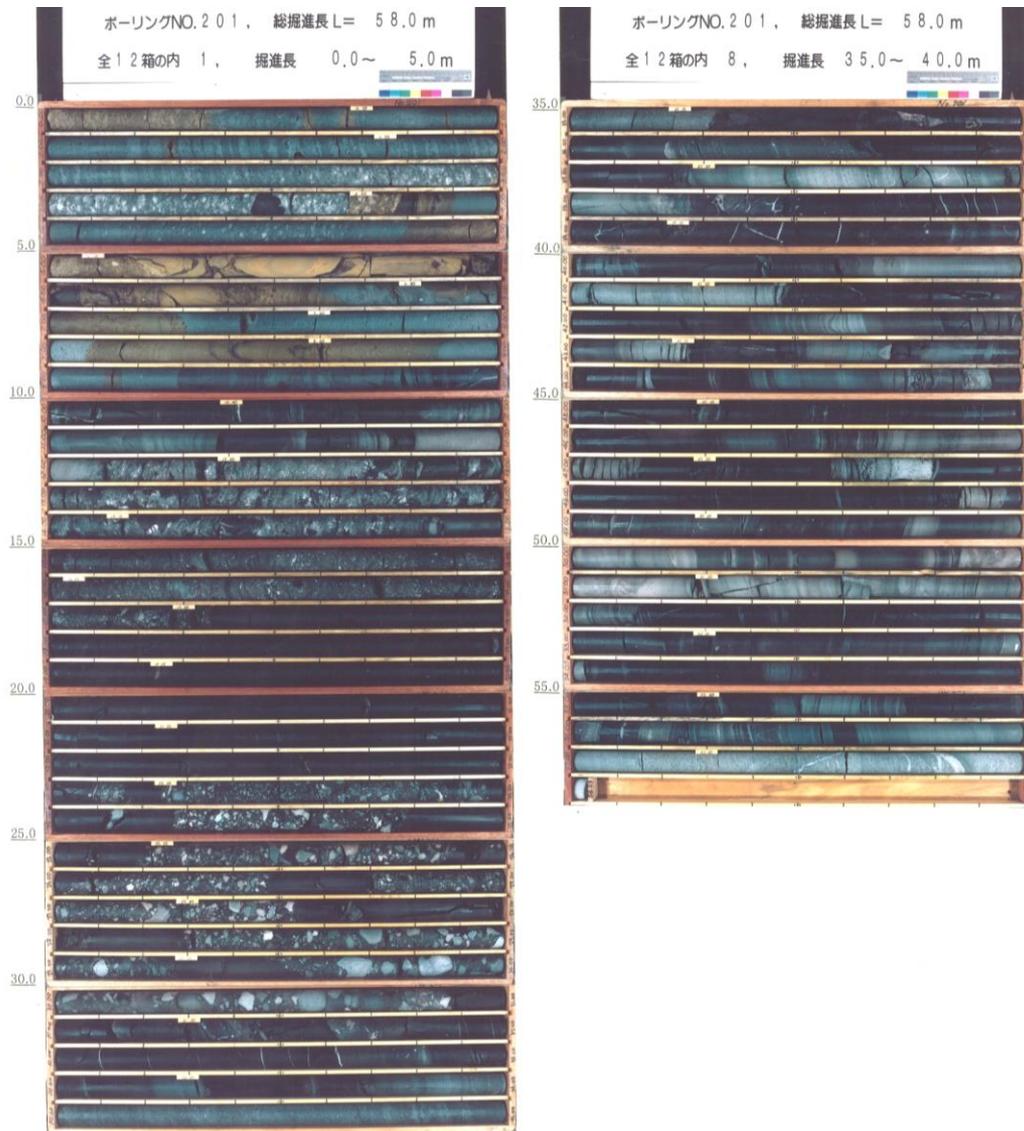
P3 露頭拡大（2019年8月撮影）

P2 露頭拡大（2019年3月撮影）

■ この地点に断層構造や顕著な割れ目は認められず、また側方崖に生じるすべり面や圧縮構造は確認されない。

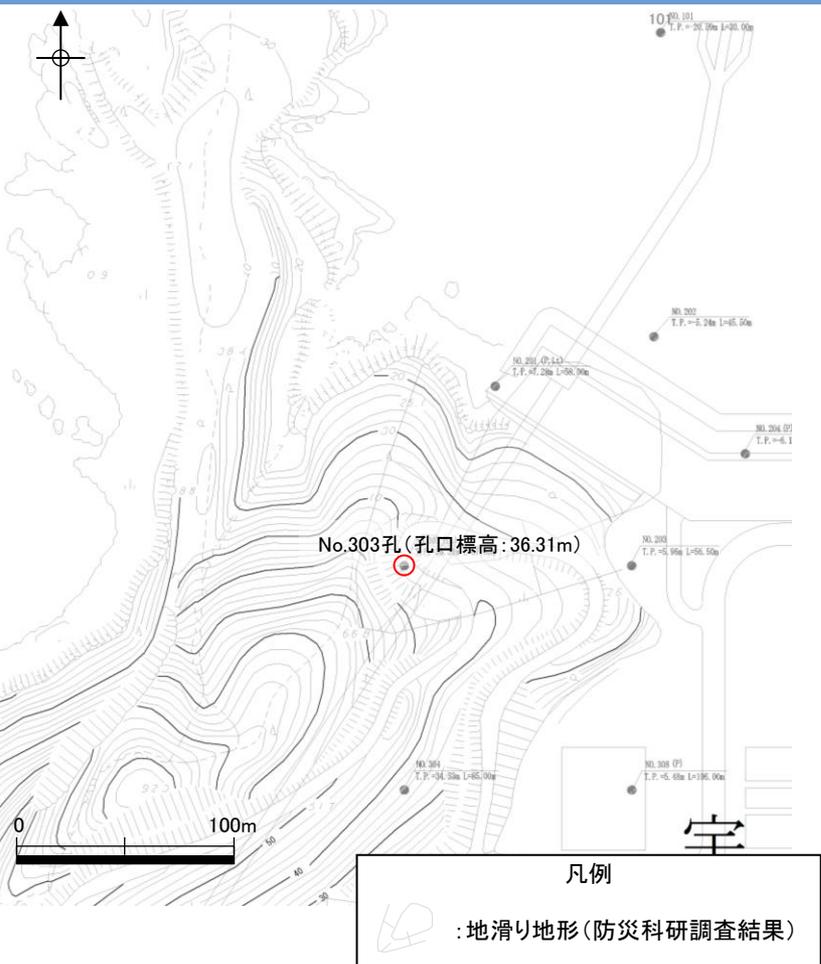
# 2. 1 地滑り調査結果 地滑り地形①（現地調査）

No.201孔 コア写真

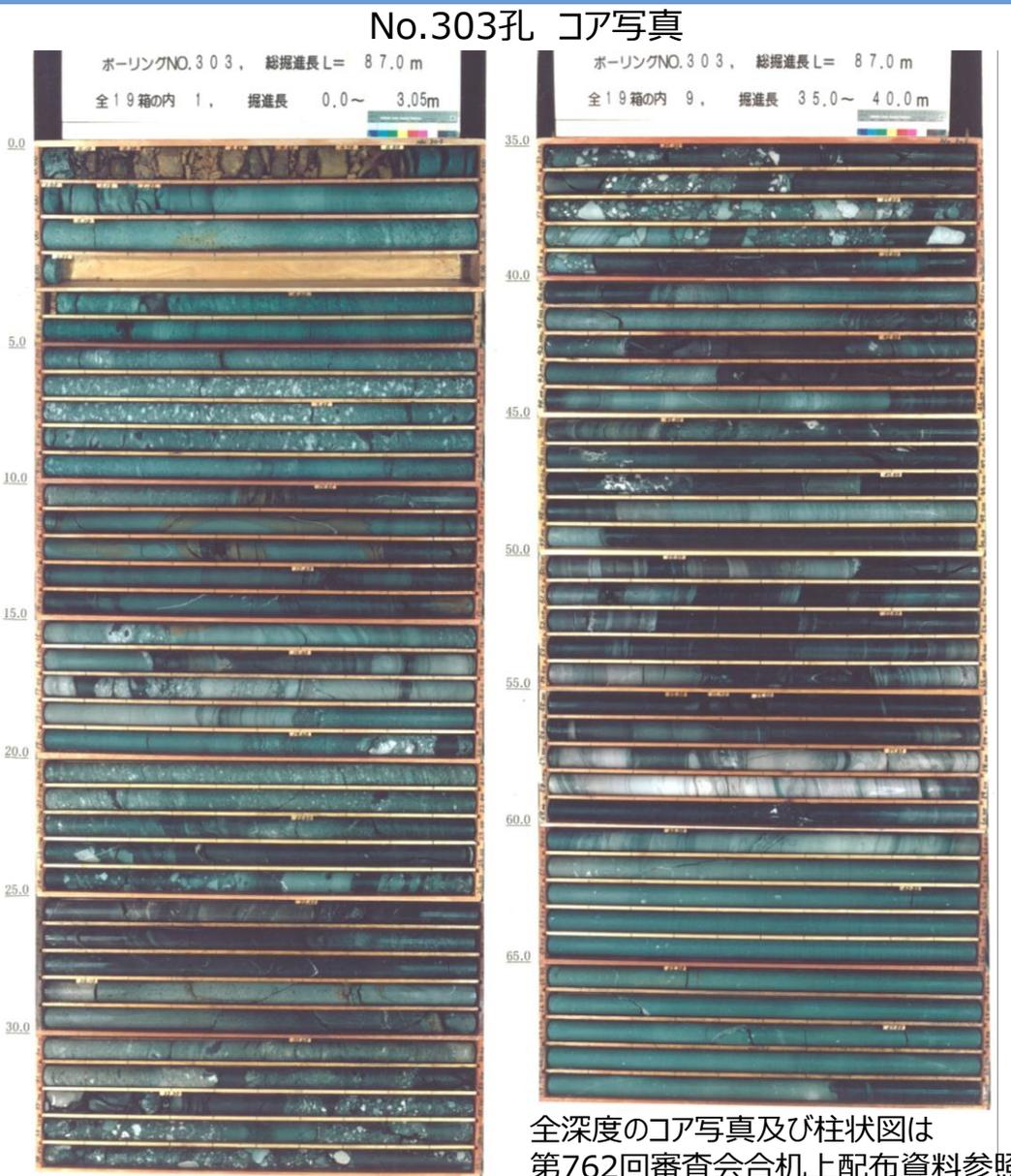


■ 防災科研調査結果の地滑り地形①近傍で掘削されたNo.201孔において、滑り面は認められない。

# 2. 1 地滑り調査結果 地滑り地形①（現地調査）



■ 防災科研調査結果の地滑り地形①近傍で掘削されたNo.303孔において、滑り面は認められない。

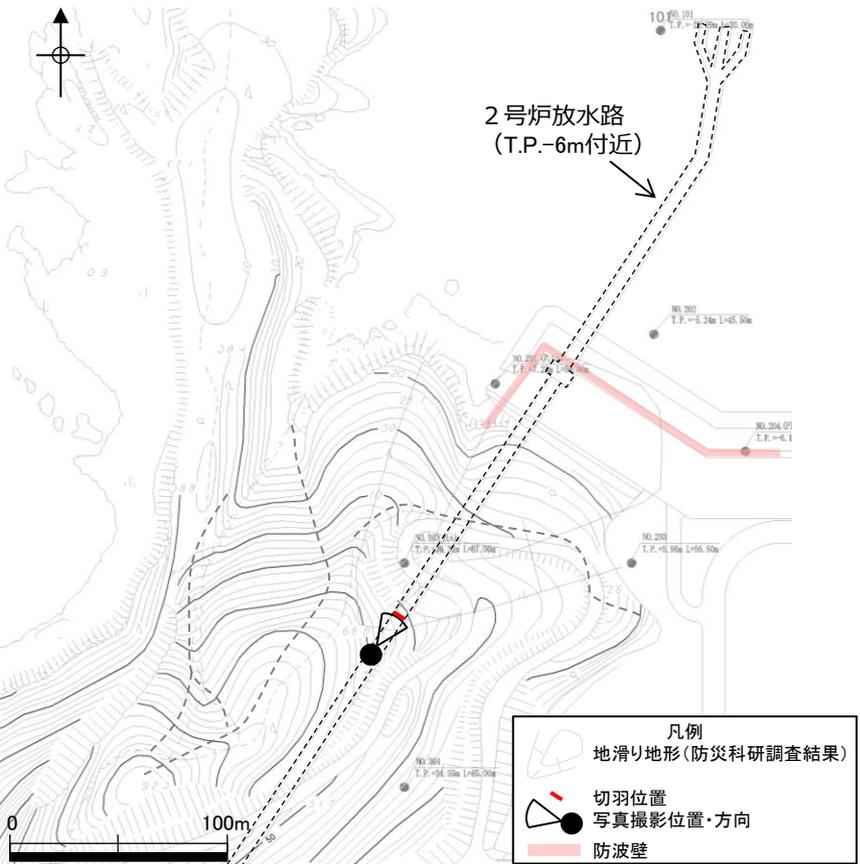


全深度のコア写真及び柱状図は  
第762回審査会合机上配布資料参照

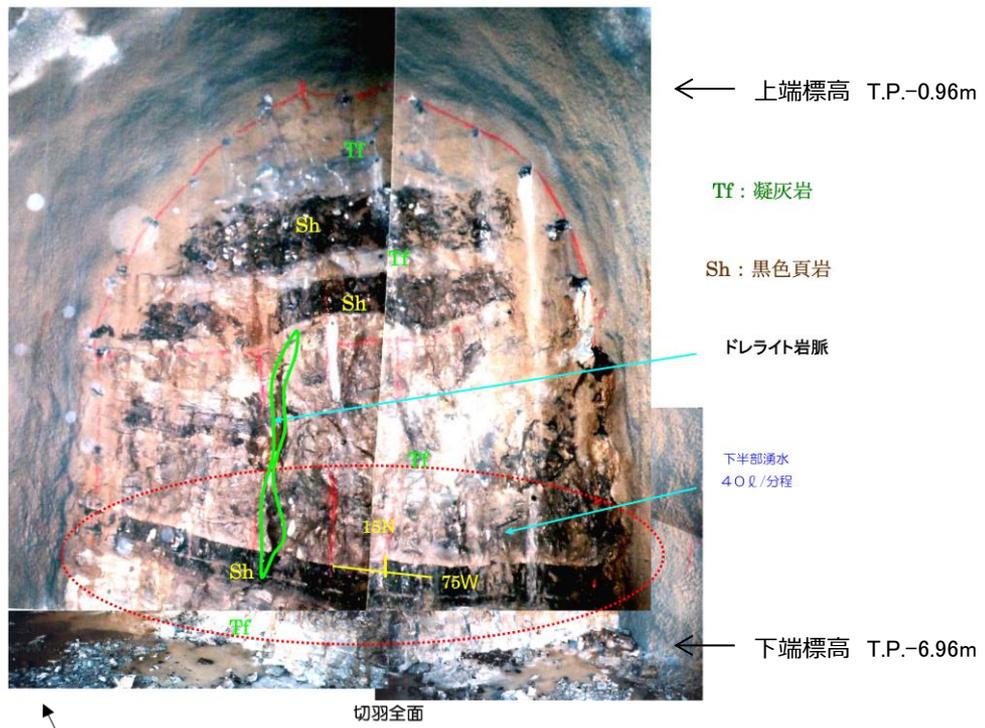
# 2. 1 地滑り調査結果

## 地滑り地形①（現地調査）

■ 地滑り地形①周辺では、2号炉放水路（直径約6m）の切羽面（T.P.-6m付近）の観察を実施している。



2号炉放水路位置図



No.48+14.5 (2005年3月7日撮影)

切羽面観察結果

- 切羽面は黑色頁岩層と淡緑色の凝灰岩層が20～240cmの厚さで互層している。切羽面の中央部に幅10～20cmのドレライトの脈が認められる。層理面 (N75W 15N) が10～20cm間隔で発達し、密着性は比較的良好であるが、薄く褐色酸化している。層理面に直交する縦割れ目も存在するが、緩みや切羽面を横断する割れ目は認められない。
- 観察面において、滑り面は認められない。
- 地滑り地形①周辺の露頭状況及び、ボーリング及び2号炉放水路トンネル切羽面観察の結果から、地山に防災科研調査結果の地滑り地形①規模の深層に及ぶ地滑りは認められない。

# 2. 1 地滑り調査結果

## 地滑り地形①（現地調査）

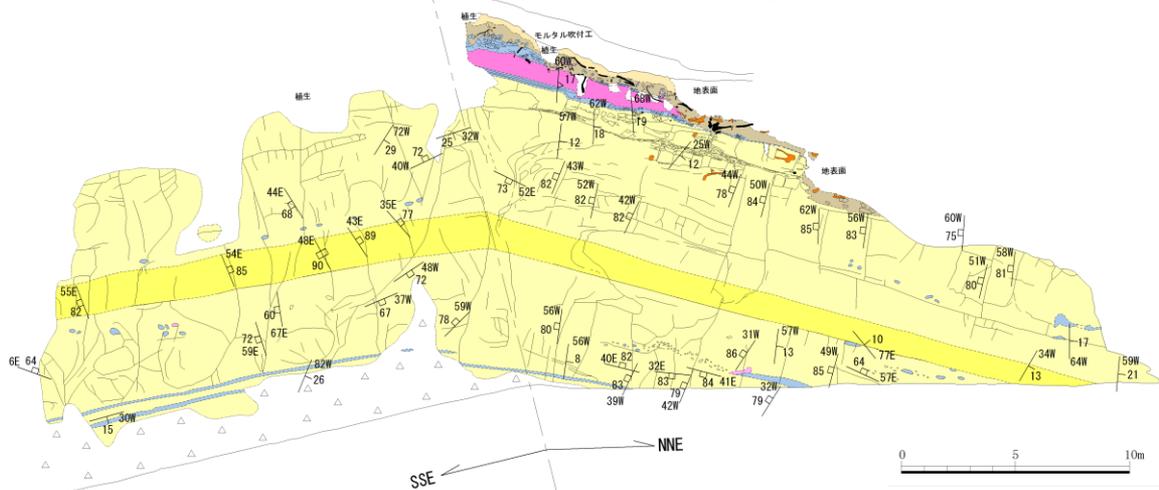
- 開削面露頭は凝灰岩を主体とし、最下部及び上部に黒色頁岩薄層、ほぼ中央に火山礫凝灰岩層が認められる。これらの岩相境界は明瞭で、ほぼ平滑な境界を有する。露頭最上部には粘性土及び礫質土が分布する。
- 層理面は北へ緩く傾斜し、これに直交する高角度割れ目が認められる。露頭全体が弱変質により淡褐色を呈するが、岩盤は堅硬である。シームや断層、褶曲、深層崩壊に伴う地滑り面は認められない。



開削面露頭全景（2019年11月6日撮影）

凡 例

- △ △ 土砂
- 粘性土
- 礫質土
- ドレライト
- 火山礫凝灰岩
- 凝灰岩
- 凝灰質頁岩
- 黒色頁岩

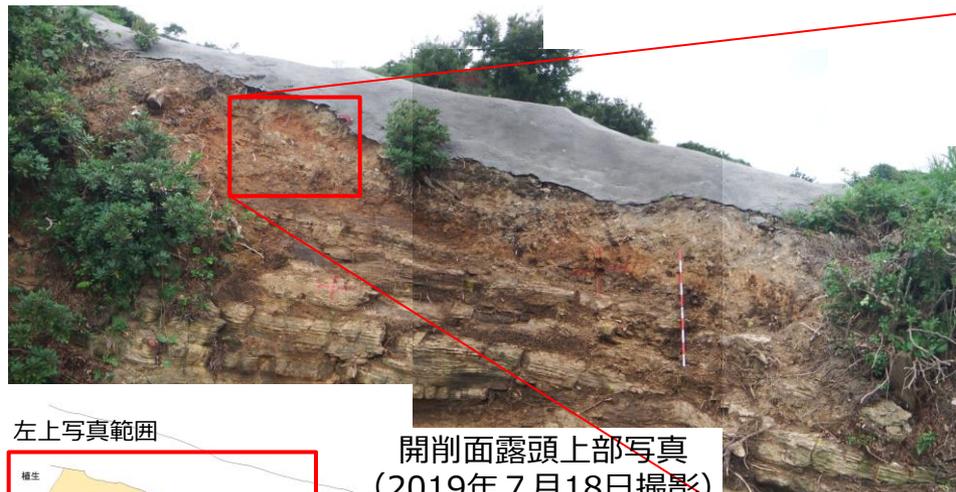


開削面露頭スケッチ

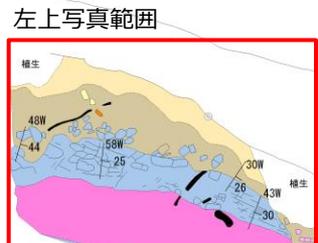
- 礫
- 脱水分解途中の樹木・樹根
- 生育中の樹木・樹根
- 土質境界・岩相境界
- 岩相境界(推定)
- 割れ目
- 層理面の走向・傾斜
- 貫入面の走向・傾斜
- 割れ目の走向・傾斜



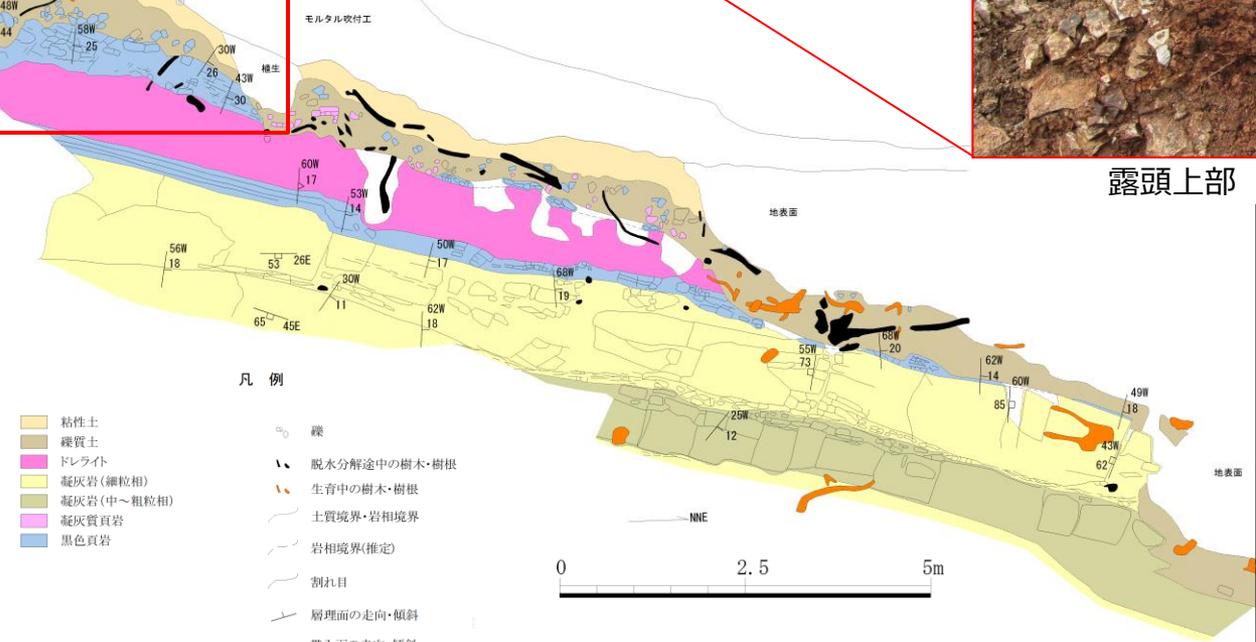
# 2. 1 地滑り調査結果 地滑り地形① (現地調査)



露頭上部 拡大写真 (2019年9月20日撮影)



開削面露頭上部写真  
(2019年7月18日撮影)



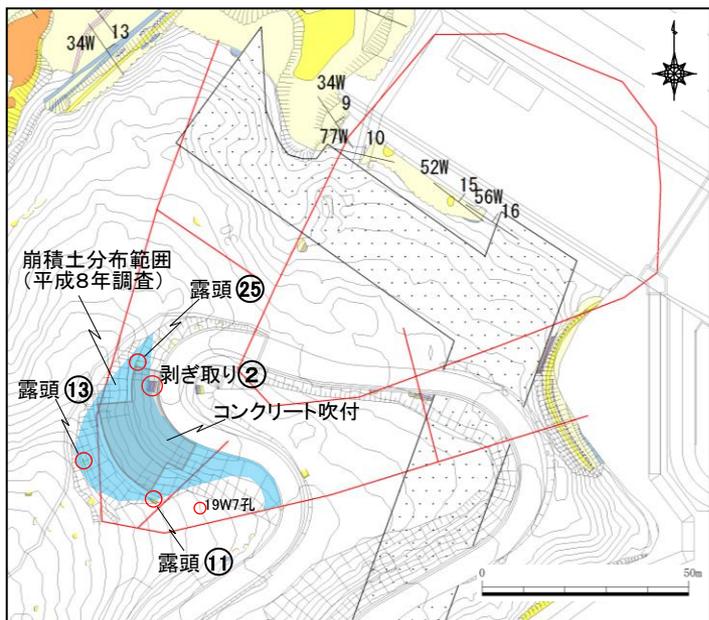
- 凡例
- 粘性土
  - 礫質土
  - ドレライト
  - 凝灰岩(細粒相)
  - 凝灰岩(中～粗粒相)
  - 凝灰質頁岩
  - 黒色頁岩
  - 礫
  - 脱水分解途中の樹木・樹根
  - 生育中の樹木・樹根
  - 土質境界・岩相境界
  - 岩相境界(推定)
  - 割れ目
  - 層理面の走向・傾斜
  - 貫入面の走向・傾斜
  - 割れ目の走向・傾斜

開削面露頭上部スケッチ

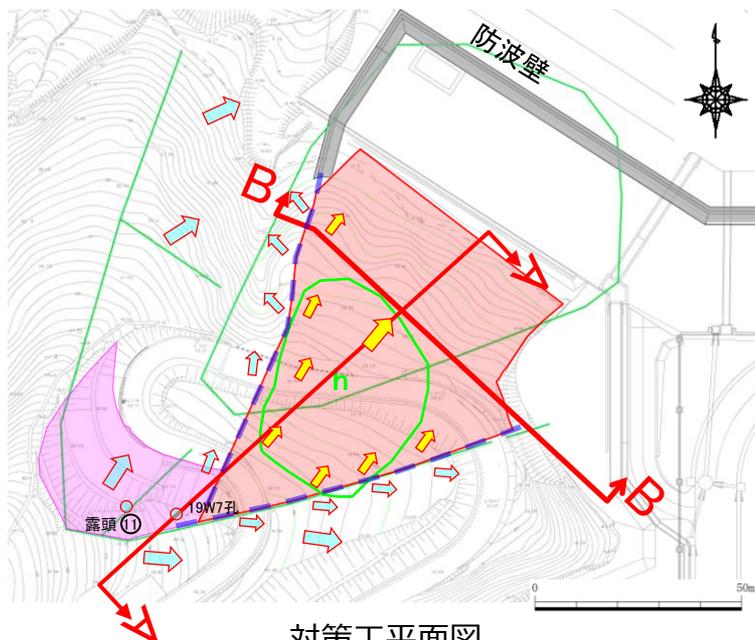
- 開削面露頭上部で認められた礫質土及び粘性土は、表層すべりの要因となる表層土に相当する可能性が考えられる。これらは、空中写真判読で認められた表層すべりを想定した厚さ数mの土砂に相当する可能性が考えられる。
- 礫質土及び粘性土の層厚は、ボーリングコア及び露頭観察の結果、約2mであることが確認された。

# 2. 1 地滑り調査結果 地滑り地形①（対策工の検討）

- 防災科研調査結果の地滑り地形付近において確認された礫質土及び粘性土については、過去の表層すべりの可能性が完全に否定できないことから、防波壁周辺斜面の安定性確保のため、撤去することとする。撤去範囲は、防波壁に与える影響を考慮し、尾根線に囲まれた内側の範囲について、岩盤部までの礫質土及び粘性土を全て撤去する。
- 標高40mより上方斜面では、露頭⑪，19W7孔にて礫質土が認められたことから、ルートマップ（平成8年調査）に記載された『崩積土』の範囲について、岩盤まで礫質土を全て撤去する。



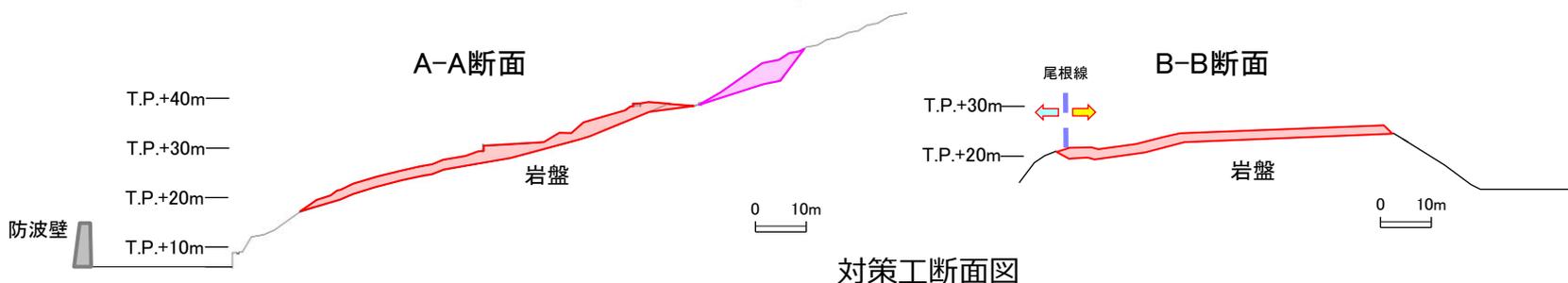
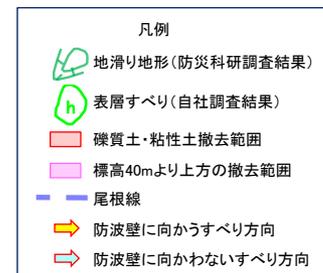
「崩積土」周辺調査位置図



対策工平面図



防波壁（西端部）位置図



対策工断面図

## 2. 1 地滑り調査結果

### 地滑り地形①（まとめ）

#### ■ 地形判読結果

- ・ 防災科研調査の地滑り土塊とされる箇所には等高線の乱れが認められることから、表層すべりが想定される。

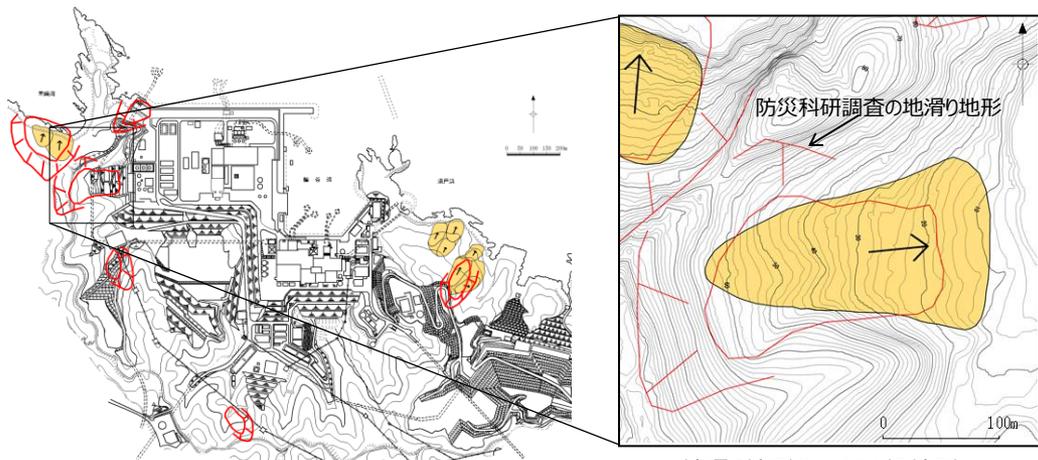
#### ■ 現地調査結果

- ・ 防災科研調査の地滑り土塊とされる箇所の側方崖末端部においては、おおむね新鮮堅硬な岩盤が認められ、そこに断層構造や顕著な割れ目は認められず、また地滑り末端部付近に生じる層理面の乱れや圧縮構造は確認されない。
- ・ 周辺のボーリング調査結果及び2号炉放水路トンネル切羽面観察結果においても滑り面は認められない。
- ・ 防災科研調査の地滑り土塊とされる箇所の側面である開削面露頭においても、堅硬な岩盤が認められ、シームや断層、褶曲、深層崩壊に伴う地滑り面は認められなかったが、開削面露頭上部で認められた礫質土及び粘性土（層厚：約2m）については、空中写真判読で認められた表層すべりに相当する可能性が考えられる。

#### ■ 地滑り地形①の調査結果 まとめ

- ・ 地滑り地形①について地形判読及び現地調査の結果、深層崩壊に伴う地滑り面は認められないことから、地滑り地形ではないと判断されるが、防災科研調査の地滑り地形付近において確認された礫質土及び粘性土については、過去の表層すべりの可能性が完全に否定できないことから、防波壁周辺斜面の安定性確保のため、撤去することとする。撤去範囲は、防波壁に与える影響を考慮し、尾根線に囲まれた内側の範囲について、岩盤部までの礫質土及び粘性土を全て撤去する。
- ・ 標高40mより上方斜面では、露頭⑪、19W7孔にて礫質土が認められたことから、ルートマップ（平成8年調査）に記載された『崩積土』の範囲について、岩盤まで礫質土を全て撤去する。

# 2. 1 地滑り調査結果 地滑り地形② (地形判読)



凡例  
 : 地滑り地形 (防災科研調査結果)  
 : 地滑り地形 (自社調査結果)

地滑り地形②周辺の旧地形  
原縮尺：2千5百分の1

注) 発電所建設前の等高線図であることから、地滑り地形②が認められる。

地滑り地形②について、以下に調査結果を示す。

## ■ 地形判読結果

- 発電所西端にある東向き斜面でEL10～70mの緩斜面をなす。現在は人工改変が加わり元の地形が残っていない。発電所建設前の空中写真を判読すると不規則な凹凸を有する斜面があり、等高線の乱れが認められることから、地滑り土塊の存在が示唆される。滑落崖は不明瞭。地滑り土塊の長さは220m、幅は130mである。緩斜面は当時の海岸に達するように見える。



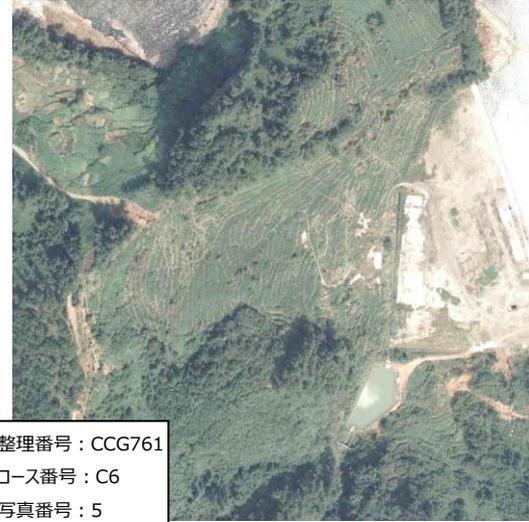
整理番号: MCG622  
 コース番号: C6  
 写真番号: 4

地滑り地形②周辺の空中写真  
撮影縮尺：1万分の1，1962年撮影



整理番号: CG735Y  
 コース番号: C2  
 写真番号: 3

地滑り地形②周辺の空中写真  
撮影縮尺：4万分の1，1973年撮影



整理番号: CCG761  
 コース番号: C6  
 写真番号: 5

地滑り地形②周辺の空中写真  
撮影縮尺：1万分の1，1976年撮影

# 2. 1 地滑り調査結果 地滑り地形②（現地調査）

## ■ 現地調査結果

- 現地踏査の結果，地滑り土塊とされる箇所のうち，EL45mより上方については，堅硬な岩盤が露出しているほか一部盛土があり，地滑り土塊は認められない（P1～P4）。
- 地滑り土塊とされる箇所のうち，EL45mより下方の盛土部については，土地造成工事記録によると，地滑り土塊に相当する土砂は撤去したうえで盛土を施している。また，法尻部付近では基盤面まで段切り掘削後に良質土で置換盛土を行っている（P5）。
- 地滑り地形には地形的特徴として側方崖が認められるが，その他の地質的・水文的な特徴は確認されない（P6）。

## ■ 地滑り地形②の調査結果 まとめ

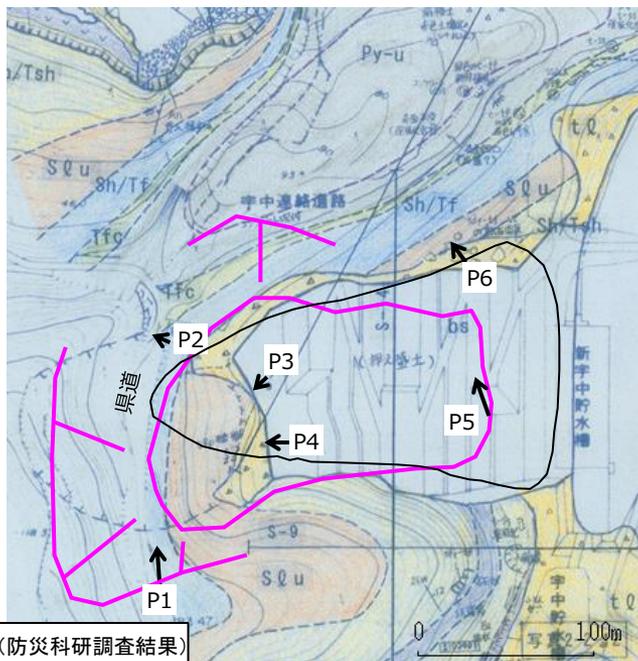
- 地滑り地形②について地形判読及び現地調査の結果，不明瞭な滑落崖が認められるが，地滑り土塊とされる箇所のうち，EL45mより上方については堅硬な岩盤が露出していること，EL45mより下位の盛土部については造成工事により地滑り土塊が撤去されていること，及び，盛土上の道路及び法面に目立った変状が認められないことから，地滑りは想定されない。



地滑り地形②全景

--- 防災科研調査結果の地滑り土塊

: 地滑り地形(防災科研調査結果)  
 : 地滑り地形(自社調査結果)



ルートマップ

凡例			
地質時代	地質名	記号	
第四紀	盛土	bs	地質境界線
	埋蔵堆積物	tf	層面の走向・傾斜 (今回の調査)
新第三紀	珪岩	Ps	層面の走向・傾斜 ※ (既往の調査)
	粗粒玄武岩	bs	層面の走向・傾斜
新第三紀	上部黒色頁岩層	Sh-u	貫入面の走向・傾斜
	最上部フローユニット	Py-u	新層面の走向・傾斜
中生代	下部黒色頁岩層	Sh-l	※(P1-P4) 等質位置
	上部フローユニット	Py-u	柱1 露柱状四位位置
中生代	緑色凝灰岩	Tfc	○ ボーリング位置
	下部フローユニット	Py-l	凡名
第三紀	黒色頁岩ブロック	Shb	測線名
	粗粒凝灰岩	Tfc	弾性変位変位線
代紀	黒色頁岩・凝灰岩互層	Sh/Tf	断面図作成位置
	スランプ層	S Lu	→ 方位角
代紀	黒色頁岩・凝灰岩互層互層	Sh/Tsh	
	流紋岩質火砕岩	Fy	

## 2. 1 地滑り調査結果 地滑り地形②（現地調査）



P1 フェンス(黄矢印) から県道までの斜面は道路造成時に盛土されているが、その上位及び下位の斜面は露岩している。



P3 EL45mの盛土部より山側斜面は堅硬な岩盤が露岩している。



P2 県道より山側の斜面では堅硬な岩盤が露出している。



P4 P3の50m南方の山側斜面は堅硬な岩盤が露岩している。

## 2. 1 地滑り調査結果 地滑り地形②（現地調査）



P5 谷底部の盛土下部では、道路及び法面に目立った変状は認められない。盛土斜面は安定した状態であると考えられる。



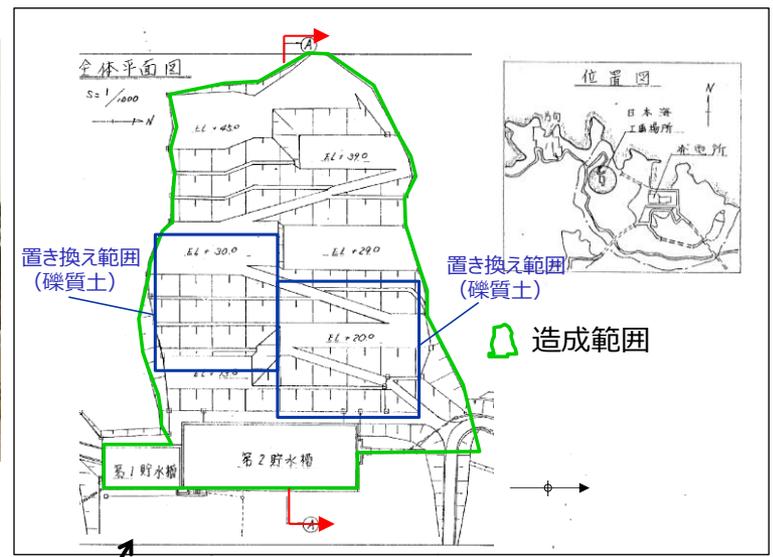
P6 谷底部中位部北端では、盛土背後の斜面が急勾配をなす。地滑り地形の側方崖に相当する可能性がある。

# 2. 1 地滑り調査結果 地滑り地形② (工事記録)

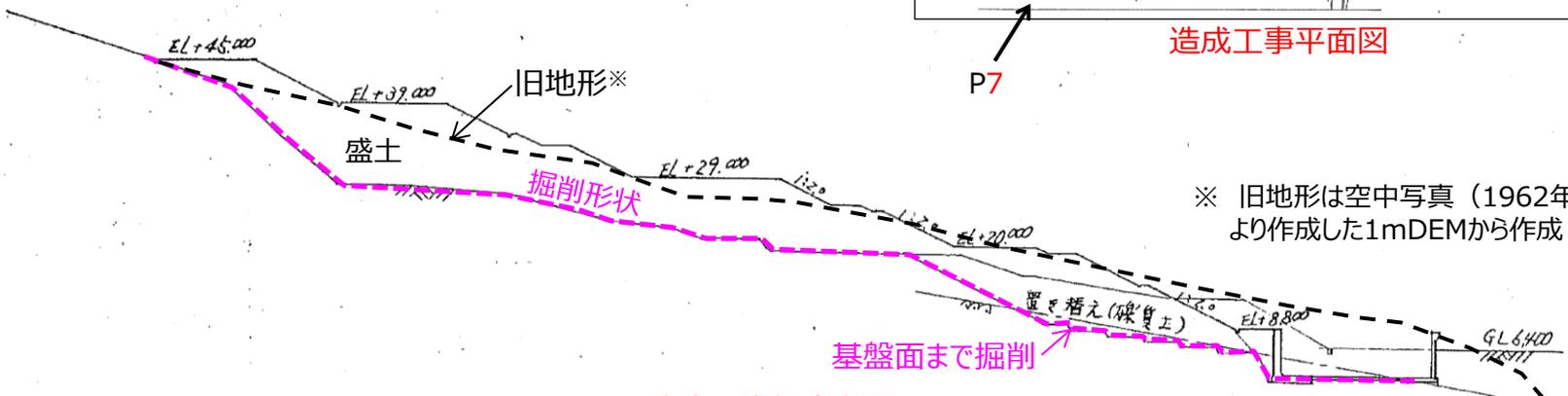
- 地滑り土塊とされる範囲のうちEL45m以下の範囲については、1983年に土地造成工事が行われている。
- 当時の工事記録によると、地滑り土塊とされる箇所は、地滑り土塊に相当する土砂を撤去したうえで、盛土を施している。また、法尻部付近では基盤面まで段切り掘削後に良質土で置換盛土を行っている。



P7 土地造成工事状況写真 (置換盛土施工時) 1983年撮影



造成工事平面図



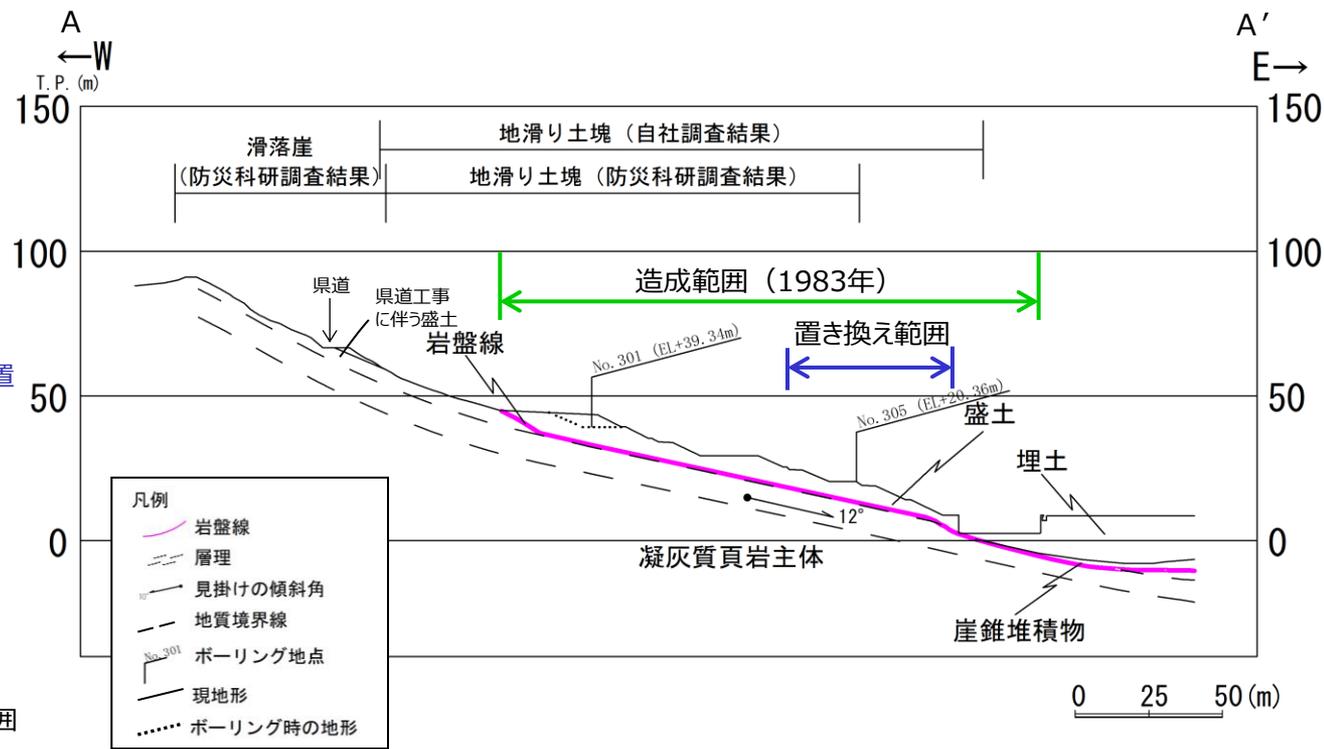
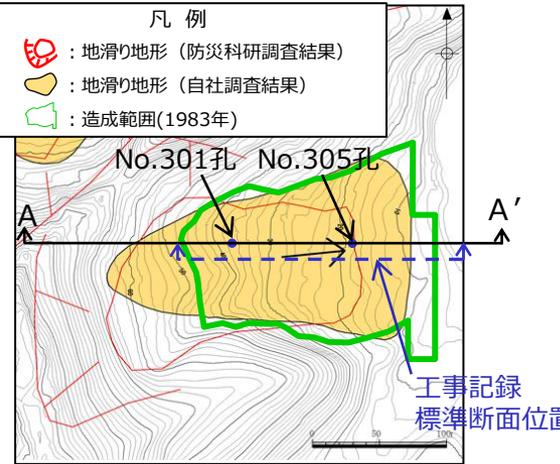
造成工事標準断面図

※ 旧地形は空中写真 (1962年撮影) より作成した1mDEMから作成

# 2. 1 地滑り調査結果 地滑り地形②（地質断面）

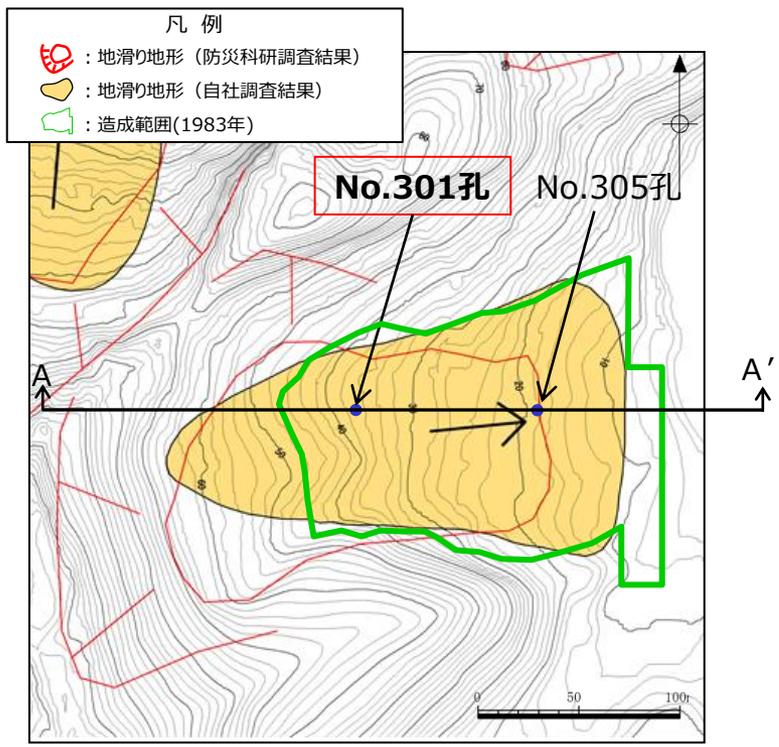
地滑り地形②について、以下に模式断面図を示す。

- EL45mより上方では、堅硬な岩盤が露出しており、地滑り土塊は認められない。
- EL45mより下方では、土地造成工事時に地滑り土塊に相当する土砂は撤去したうえで、盛土を施している。造成工事後に実施したボーリング（No.301孔及びNo.305孔）によると、盛土と岩盤の境界は造成工事の掘削面に概ね一致することから、地滑り土塊は全て撤去されていると考えられる。
- 以上のことから、当該斜面に地すべりは想定されない。



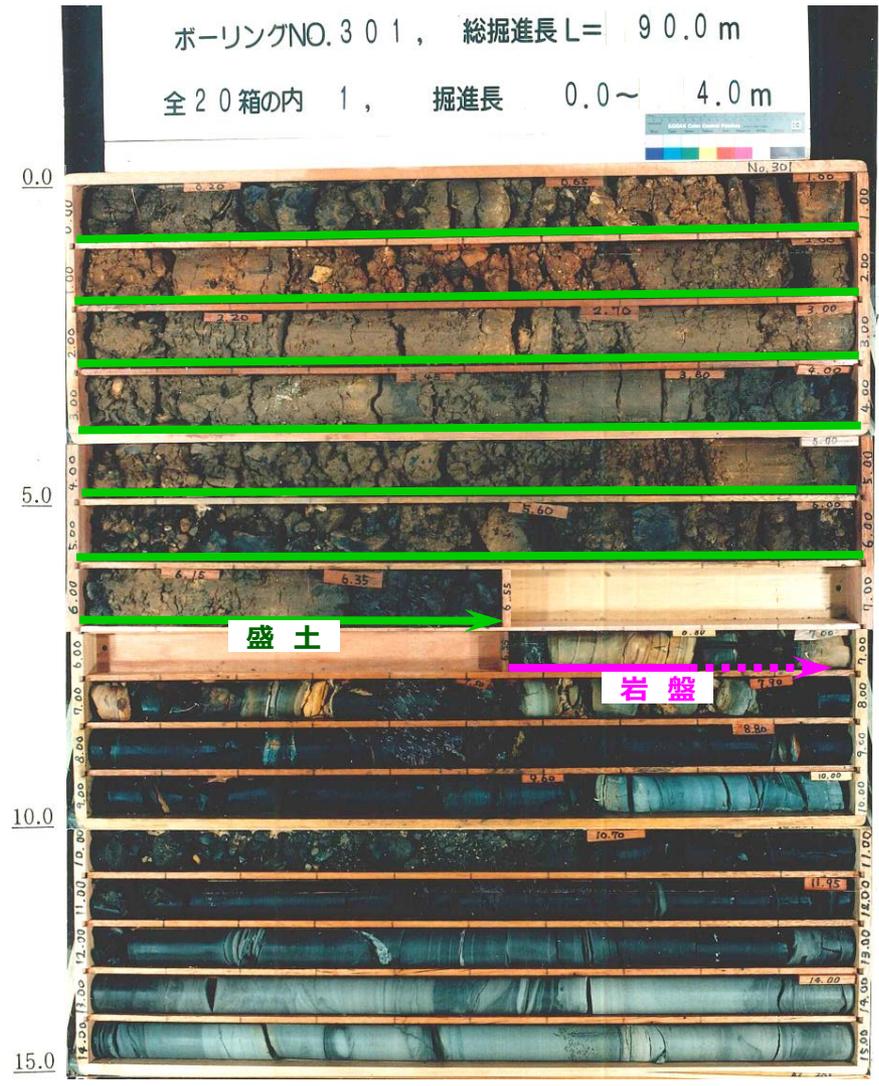
地滑り地形②の模式断面図

# 2. 1 地滑り調査結果 地滑り地形② (ボーリング調査 No.301孔)



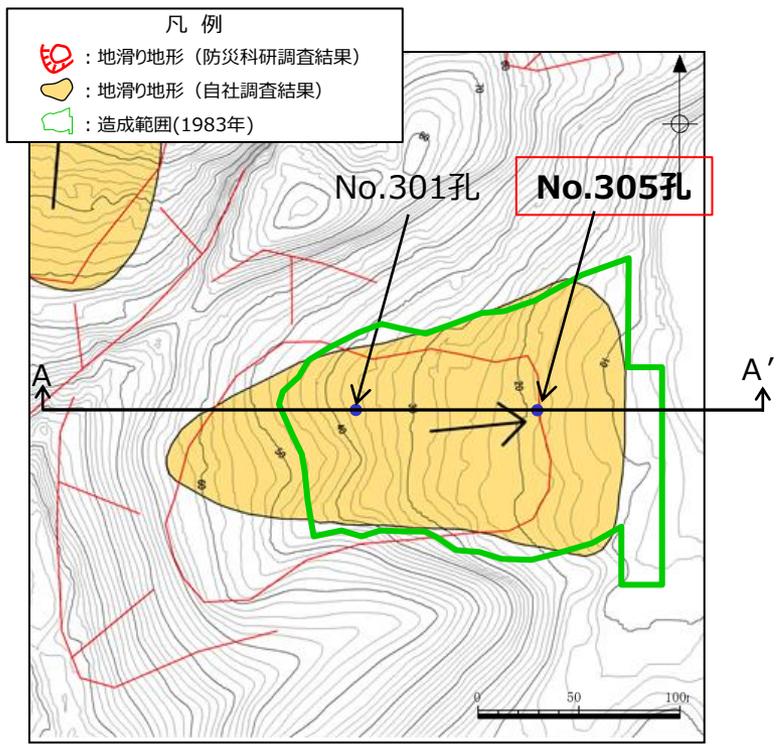
調査位置図

- No.301孔はEL+39mに位置し、G.L.0.00~-6.55m (EL+39.34~+32.79m) は盛土、それ以深は岩盤が認められ、造成工事時の断面図と概ね整合することを確認した。
- 盛土部は礫混り砂からなり、径5~50mm、最大径70mmの黑色頁岩の角~亜角礫を30~40%含み、後述するNo.305孔と同等の盛土性状を有する。
- 盛土中及び岩盤中に、地滑りを示唆する粘土や角礫は認められない。



No.301孔 (1997年) コア写真

# 2. 1 地滑り調査結果 地滑り地形② (ボーリング調査 No.305孔)



調査位置図

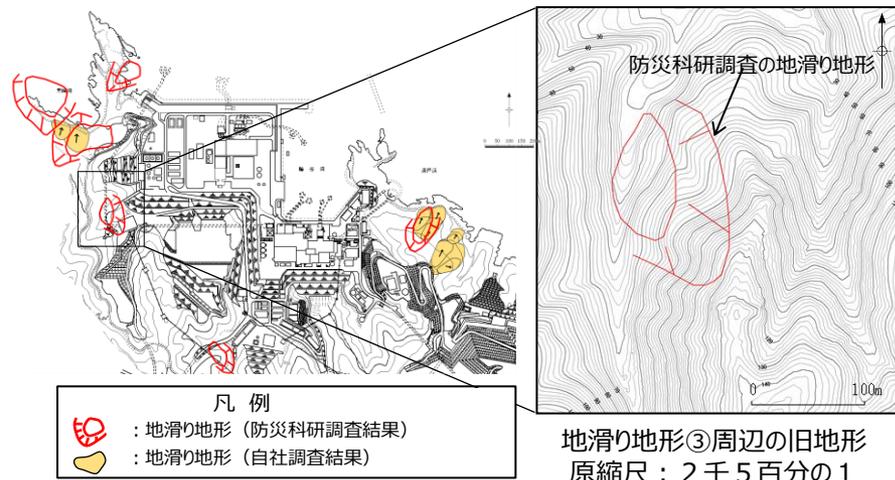
- No.305孔はEL+20mの東端に位置し、G.L.0.00~-7.40m (EL+20.36~+12.96m)は盛土、それ以深は岩盤が認められ、造成工事時の断面図と概ね整合することを確認した。
- 盛土部は礫混り砂からなり、一部は置換盛土に相当する。G.L.約-1~-5mには径10~100mm程度の亜角礫を多く含む。
- 盛土中及び岩盤中に、地滑りを示唆する粘土や角礫は認められない。



ボーリングNO.305, 総掘進長L=221.0m  
全46箱の内 1, 掘進長 0.0~4.0m

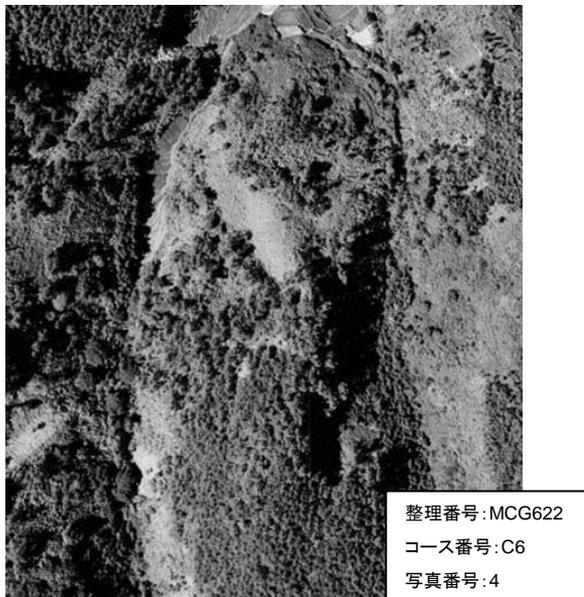
No.305孔(1997年) コア写真

# 2. 1 地滑り調査結果 地滑り地形③ (地形判読)

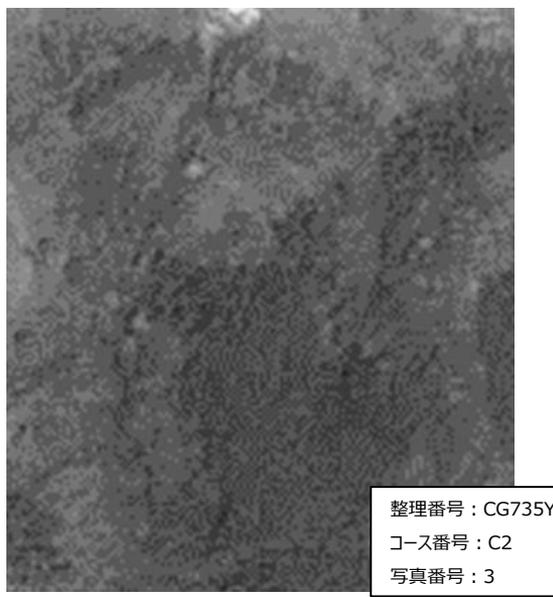


地滑り地形③について、以下に調査結果を示す。

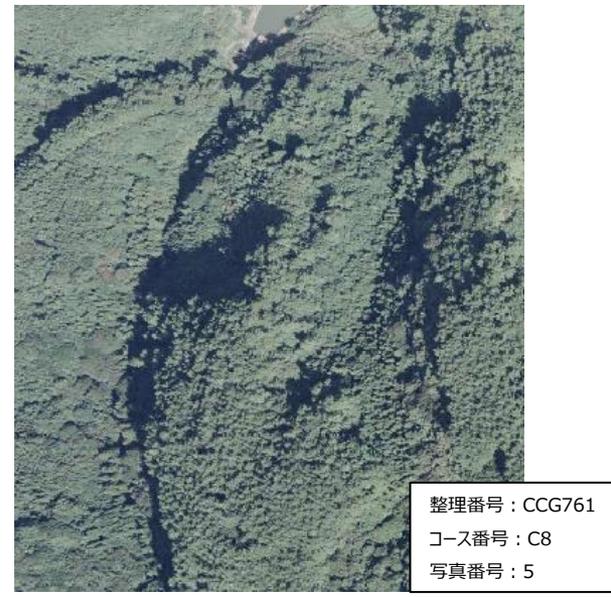
- 地形判読結果
  - 発電所西側にある北向き尾根の西向き斜面で標高30～120mの斜面をなす。北西向き斜面は緩斜面と急斜面が組み合わさった形状をなす。この地形は地滑り地形が判読されていない東隣の谷沿いでも認められる。
  - 地滑りを示唆する地形的特徴は認められない。



地滑り地形③周辺の空中写真  
撮影縮尺：1万分の1，1962年撮影



地滑り地形③周辺の空中写真  
撮影縮尺：4万分の1，1973年撮影



地滑り地形③周辺の空中写真  
撮影縮尺：1万分の1，1976年撮影

# 2. 1 地滑り調査結果

## 地滑り地形③ (現地調査)

### ■ 現地調査結果

- 現地踏査の結果、地質的な特徴として安山岩岩脈が認められる一方、滑落崖・湧水等の地滑りを示唆する地形的・地質的・水文的な特徴は確認されなかった。
- 防災科研調査の地滑り土塊とされる箇所は、頭部の一部を除き盛土で被覆されている。

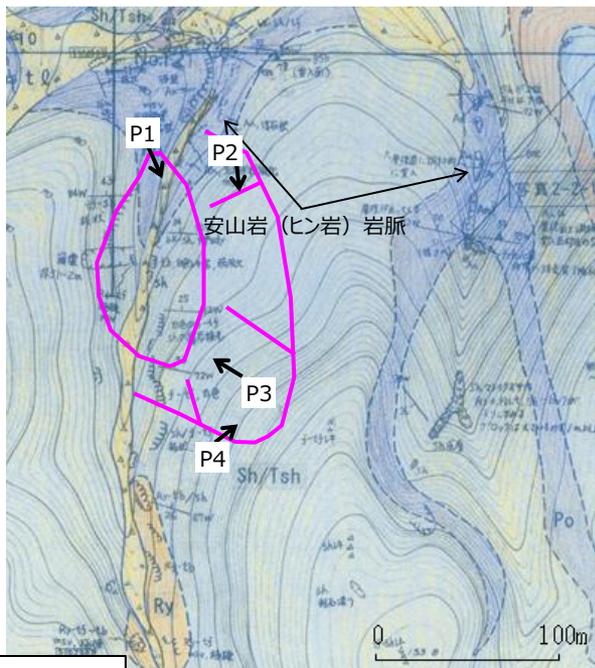
### ■ 地滑り地形③の調査結果 まとめ

- 地滑り地形③について地形判読及び現地調査の結果、滑落崖及び地滑り土塊ともに認められないこと、及び、盛土斜面に変状が認められないことから、地滑り地形ではないと判断する。また、現在は人工改変が加わり元の地形が残っていないことから、地滑りは想定されない。

 防災科研調査結果の滑落崖  
 防災科研調査結果の地滑り土塊  
 (点線部は盛土で旧地形が確認できない)



P1 地滑り地形③全景



 地滑り地形  
(防災科研調査結果)

ルートマップ



### 凡例

地質時代	地質名	記号	地質境界線
第四紀	盛土	St	層理面の走向・傾斜 (今回の調査)
	崖縁堆積物	LE	層理面の走向・傾斜 (既往の調査)
新第三紀	ヒン岩	Py	層理面の走向・傾斜 (既往の調査)
	粗粒玄武岩	Bv	層理面の走向・傾斜
中新世	上部黒色頁岩層	Sh-u	貫入面の走向・傾斜
	最上部フローユニット	Py-ue	層理面の走向・傾斜
	下部黒色頁岩層	Sh-l	
中生代	上部フローユニット	Py-u	等厚位置
	構造		柱1 露頭柱状図位置
第三紀	緑色凝灰岩	Tfg	ボーリング位置
	下部フローユニット	Py-l	孔名
	黒色頁岩ブロック	Shb	
	粗粒凝灰岩	Tfg	測線名
白垩紀	黒色頁岩・凝灰岩互層	Sh/Tr	弾性深層変形線
	スラップ層	Slv	
	黒色頁岩・凝灰岩互層	Sh/Tr	新第四紀成層
第四紀	流紋岩質火砕岩	Rt	谷の形

## 2. 1 地滑り調査結果 地滑り地形③（現地調査）



防災科研調査結果の地滑り土塊  
(点線部は盛土で旧地形が確認  
できない)

P2 地滑り地形③の斜面状況  
防災科研調査の地滑り土塊の大部分は工  
事用道路の盛土で被覆されている。土塊背  
後に滑落崖と判断できる地形要素は認めら  
れない。



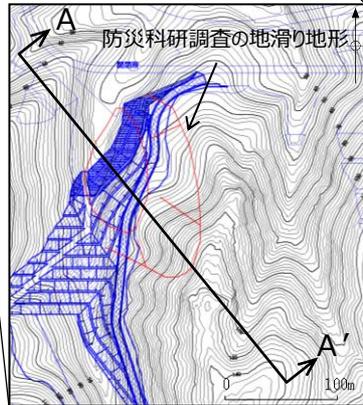
P3 地滑り土塊の頭部とされる斜面の状況  
防災科研調査の地滑り土塊の頭部に位置する小  
尾根である。尾根斜面上に顕著な傾斜変化は認め  
られない。



P4 側方崖とされる斜面の状況  
防災科研調査の滑落崖の側方崖に位置する谷の  
斜面である。この谷は尾根筋まで連続するが、滑落  
崖と判断できる地形要素は認められない。

## 2. 1 地滑り調査結果

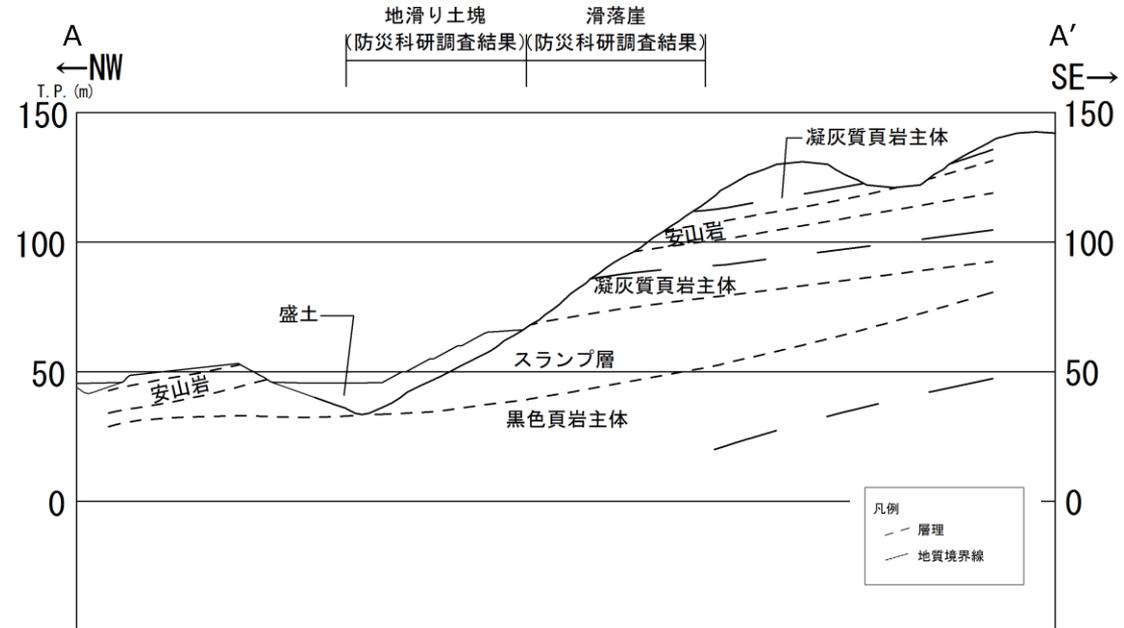
### 地滑り地形③（地質断面）



地滑り地形③周辺の旧地形  
現在の土地造成形状を青線で示す。

地滑り地形③について、以下に模式断面図を示す。

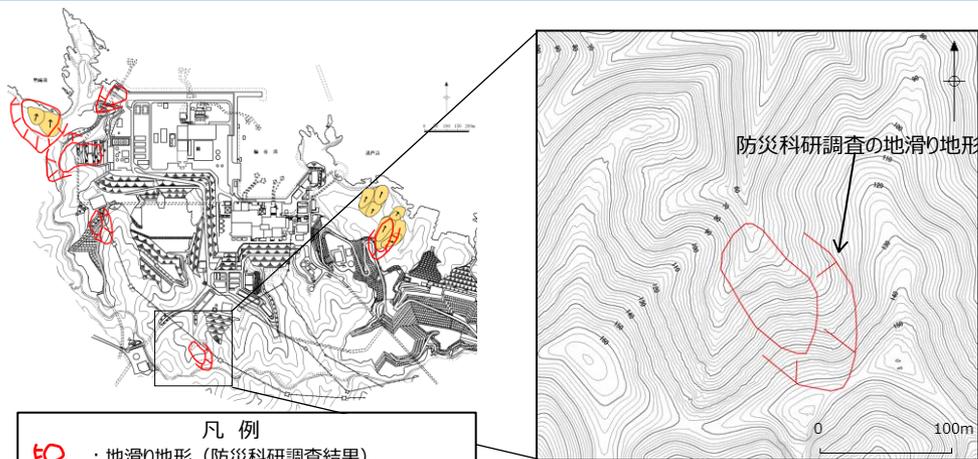
- 防災科研調査により地滑り地形とされた地形のうち、地滑り土塊とされる範囲は、滑落崖とされる斜面上部に比べ、やや緩傾斜である。
- 周辺の地質は黑色頁岩主体層，スランプ層，凝灰質頁岩主体層とする層が緩傾斜をなす。そこに安山岩が岩床状に貫入する構造をなす。
- この斜面には安山岩，凝灰質頁岩主体及びスランプ層といった多様な岩種が出現する。個々の岩種の侵食抵抗性の違いから組織地形が形成されたと考えられる。
- 斜面端部は厚さ10m以上の盛土によって被覆されており、盛土部において地滑りを示唆する変状は認められない。
- 以上のことから、当該斜面に地すべりは想定されない。



地滑り地形③の模式断面図

0 25 50 (m)

# 2. 1 地滑り調査結果 地滑り地形④ (地形判読)



凡例  
: 地滑り地形 (防災科研調査結果)  
: 地滑り地形 (自社調査結果)

地滑り地形④周辺の旧地形  
原縮尺：2千5百分の1

地滑り地形④について、以下に調査結果を示す。

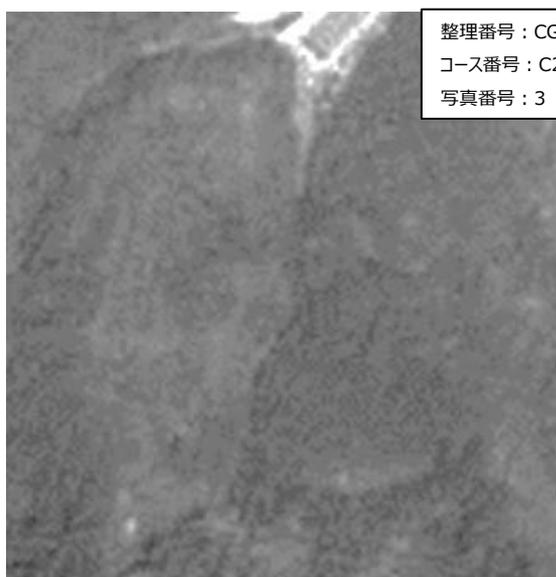
### ■ 地形判読結果

- 発電所南端にある北向き斜面で標高70～150mの斜面をなす。北に開いたすり鉢状の地形の一部であり、北西向きの谷部と北北西向きの尾根部からなる。
- 地滑りを示唆する地形的特徴は認められない。



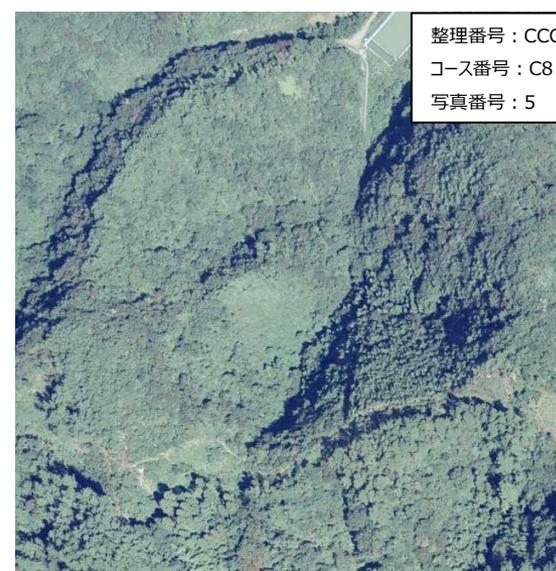
整理番号：MCG622  
コース番号：C7A  
写真番号：5

地滑り地形④周辺の空中写真  
撮影縮尺：1万分の1，1962年撮影



整理番号：CG735Y  
コース番号：C2  
写真番号：3

地滑り地形④周辺の空中写真  
撮影縮尺：4万分の1，1973年撮影



整理番号：CCG761  
コース番号：C8  
写真番号：5

地滑り地形④周辺の空中写真  
撮影縮尺：1万分の1，1976年撮影

# 2. 1 地滑り調査結果

## 地滑り地形④ (現地調査)

### ■ 現地調査結果

- 現地踏査の結果、滑落崖・湧水等の地滑りを示唆する地形的・地質的・水文的な特徴は認められなかった。また、防災科研調査の滑落崖とされている箇所は北西向きの谷からなる凹型斜面に位置し、土塊とされている箇所は北北西向きの尾根に位置する。この尾根は一様な傾斜の等斉斜面をなすことから、地滑り由来の土塊ではなく、通常の尾根型斜面と考えられる。

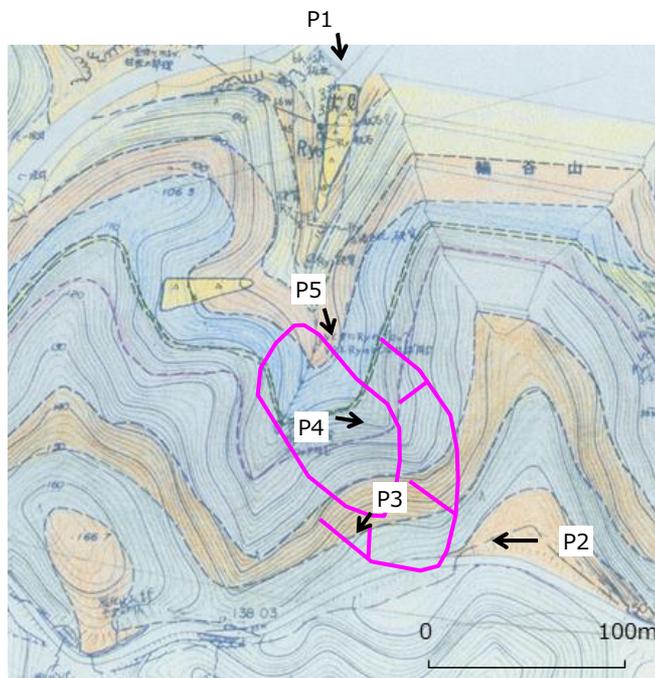
### ■ 地滑り地形④の調査結果 まとめ

- 地滑り地形④について地形判読及び現地調査の結果、滑落崖及び地滑り土塊ともに認められないことから、地滑り地形ではないと判断する。

--- 防災科研調査結果の地滑り土塊



P1 防災科研調査結果の地滑り土塊位置 (遠景)



ルートマップ

: 地滑り地形 (防災科研調査結果)



### 凡例

地質時代	地質名	記号	地質境界線
第四紀	盛土	ts	—
	埋没堆積物	tl	—
新第三紀	珪岩	Ps	—
	粗粒玄武岩	bu	—
中新世	上部黒色頁岩層	Sh-u	—
	最上部フロロユニット	Py-un	—
中新世	下部黒色頁岩層	Sh-l	—
	上部フロロユニット	Py-u	—
第三紀	緑色凝灰岩	Tfg	—
	下部フロロユニット 黒色頁岩ブロック	Py-l Shk	—
白垩紀	粗粒凝灰岩	Tfc	—
	黒色頁岩・凝灰岩互層	Sh/ff	—
白垩紀	スランプ層	S&u	—
	黒色頁岩・凝灰質頁岩互層	Sh/Tab	—
白垩紀	流紋岩質火砕岩	Ry	—

# 2. 1 地滑り調査結果

## 地滑り地形④（現地調査）



 防災科研調査結果の滑落崖



P3 滑落崖とされる斜面の状況  
防災科研調査の滑落崖の通過位置である。顕著な傾斜変化はなく、滑落崖の地形要素は認められない。

P2 防災科研調査の滑落崖の冠頂付近の状況  
防災科研調査の滑落崖の冠頂に位置する。県道沿いに切取法面があるが、滑落崖に相当する急崖は認められない。



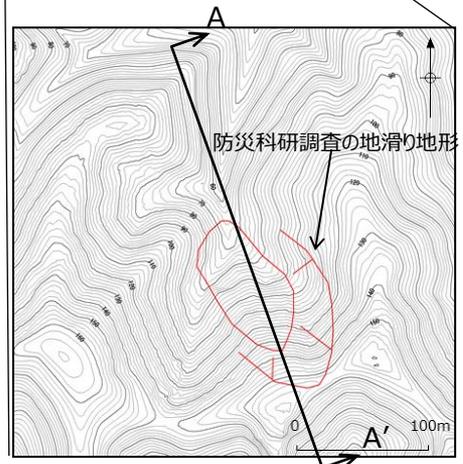
 防災科研調査結果の地滑り土塊



P5 地滑り土塊とされる斜面の末端部の状況  
防災科研調査の地滑り土塊の末端部は2条の溪流の合流点にあたる。急斜面をなすが、等斉斜面である。樹木(幹径最大50cm)に地滑りを示唆する根曲りは認められない。

P4 地滑り土塊とされる斜面の中腹部の状況  
斜面傾斜45度の等斉斜面。県道付近よりP2の末端部まで、顕著な傾斜変化は認められない。

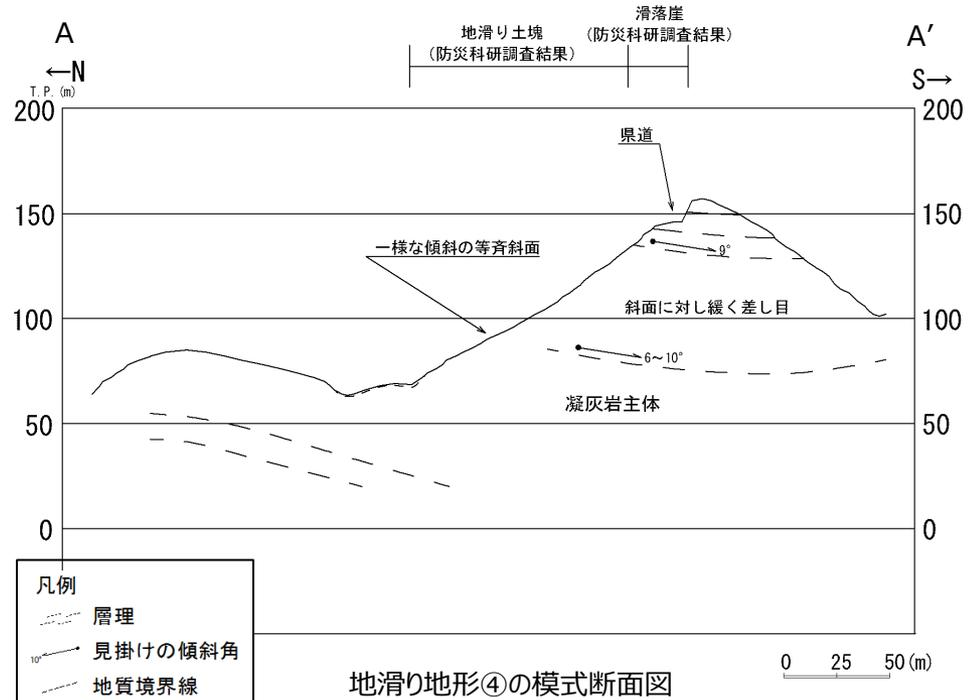
# 2. 1 地滑り調査結果 地滑り地形④（地質断面）



地滑り地形④周辺の旧地形  
原縮尺：2千5百分の1

地滑り地形④について、以下に模式断面図を示す。

- 防災科研調査により地滑り地形とされた地形のうち、滑落崖のうち斜面頂部は県道沿いに切取法面が急斜面をなす。また、地滑り土塊は一様な傾斜の等斉斜面からなる。
- 周辺の地質は凝灰岩を主体とし、斜面に対し緩く南に傾斜した差し目構造を有する。
- 以上のことから、当該斜面に地すべりは想定されない。



地滑り地形④の模式断面図

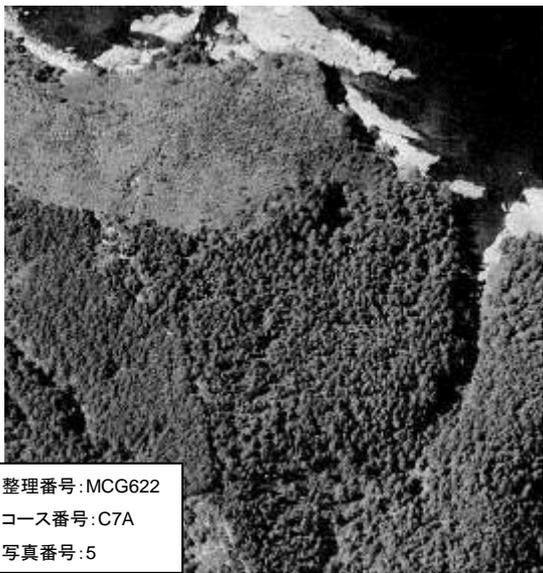
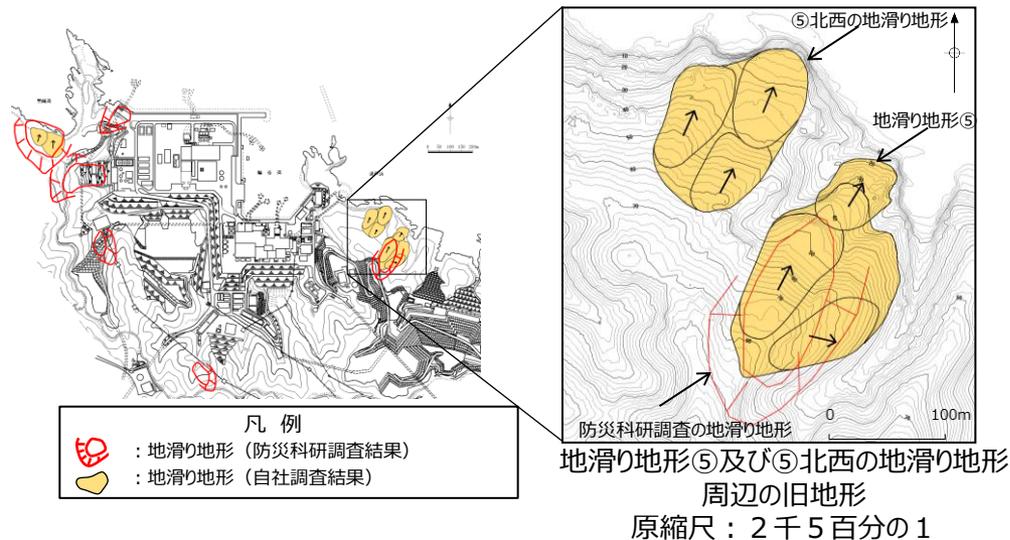
# 2. 1 地滑り調査結果

## 地滑り地形⑤及び⑤北西の地滑り地形（地形判読）

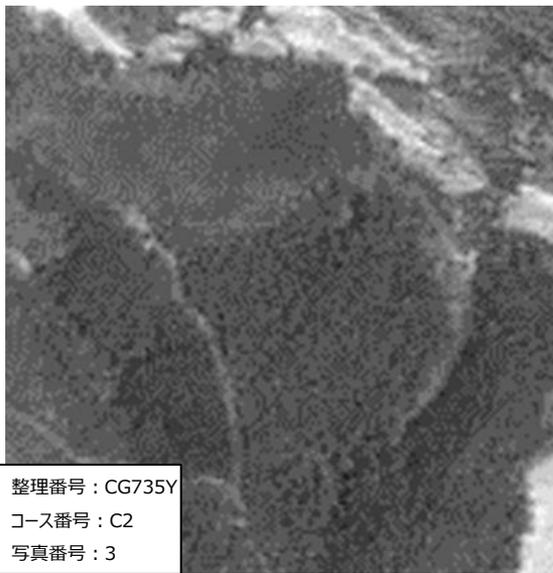
地滑り地形⑤及び⑤北西の地滑り地形について、以下に調査結果を示す。

### ■ 地形判読結果

- 発電所東側にある北東向き斜面で標高20～85m、緩傾斜で尾根状をなす。地滑り地形⑤及び⑤北西の地滑り地形に分けられ、それぞれ不規則な凹凸を有する斜面があり、地滑り地形と考えられる。滑落崖は不明。地滑り地形⑤の長さは250m、幅は140mであり、⑤北西の地滑り地形の長さは160m、幅は80mである。緩斜面は波食台の手前まで達するように見える。



地滑り地形⑤及び⑤北西の地滑り地形周辺の空中写真  
撮影縮尺：1万分の1，1962年撮影



地滑り地形⑤及び⑤北西の地滑り地形周辺の空中写真  
撮影縮尺：4万分の1，1973年撮影



地滑り地形⑤及び⑤北西の地滑り地形周辺の空中写真  
撮影縮尺：1万分の1，1976年撮影

# 2. 1 地滑り調査結果

## 地滑り地形⑤及び⑤北西の地滑り地形（現地調査）

### ■ 現地調査結果

- 地滑り地形⑤及び⑤北西の地滑り地形は、現地踏査の結果、湧水等の地滑りを示唆する水文的な特徴は認められなかったが、地滑り土塊とされる箇所でクラックや段差地形、等高線の乱れ、下方及び先端部への押し出し等の地形的・地質的特徴が確認されたことから、地滑り土塊の存在が示唆される。

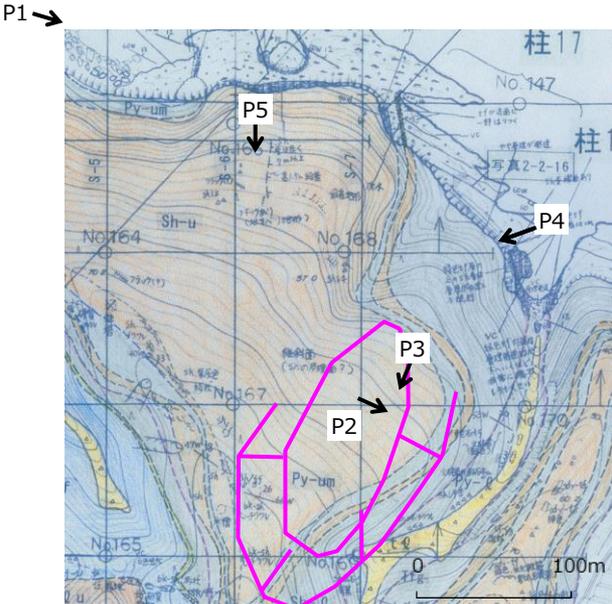
### ■ 地滑り地形⑤及び⑤北西の地滑り地形の調査結果 まとめ

- 地滑り地形⑤及び⑤北西の地滑り地形について地形判読及び現地調査の結果、両者ともに地滑り土塊が認められることから地滑り地形と判断する。

凡例

地質時代	地質名	記号	地質境界線
第四紀	盛土	bs	層理面の走向・傾斜 (今回の調査)
	埋積堆積物	tl	層理面の走向・傾斜 ※(既往の調査)
新第三紀	頁岩	Pa	層理面の走向・傾斜 ※(既往の調査)
	粗粒玄武岩	bu	層理面の走向・傾斜
中生代	上部黒色頁岩層	Sh-u	頁岩面の走向・傾斜
	最上部フロユユニット	Py-um	断層面の走向・傾斜
中生代	下部黒色頁岩層	Sh-l	断層面の走向・傾斜
	上部フロユユニット	Py-u	断層面の走向・傾斜
中生代	緑色凝灰岩	Tfg	柱1 露柱状岩位置
	下部フロユユニット	Py-l	○ ボーリング位置 孔名
中生代	黒色頁岩ブロック	Shb	測線名
	粗粒凝灰岩	Tfo	断層名
中生代	黒色頁岩・凝灰岩互層	Sh/Tf	断層名
	スランプ層	SEu	断層名
中生代	黒色頁岩・凝灰岩互層	Sh/Tsh	断層名
	流紋岩質火砕岩	Pv	断層名

⑤北西の地滑り地形  
(自社調査結果)



ルートマップ

🟡 : 地滑り地形  
(防災科研調査結果)



P1 ⑤北西の地滑り地形位置（遠景）

## 2. 1 地滑り調査結果

### 地滑り地形⑤及び⑤北西の地滑り地形（現地調査）



P2 地滑り土塊内部に認められる滑落崖末端部の位置は、西側ではほぼ一定の標高をなすが、東側では次第に低くなる。滑落崖と地滑り土塊の境界は明瞭である。



P3 地滑り土塊内部の滑落崖の側部は直線的であり、滑落崖と地滑り土塊の明瞭な地形の違いを示す。

--- 自社調査結果の地滑り土塊



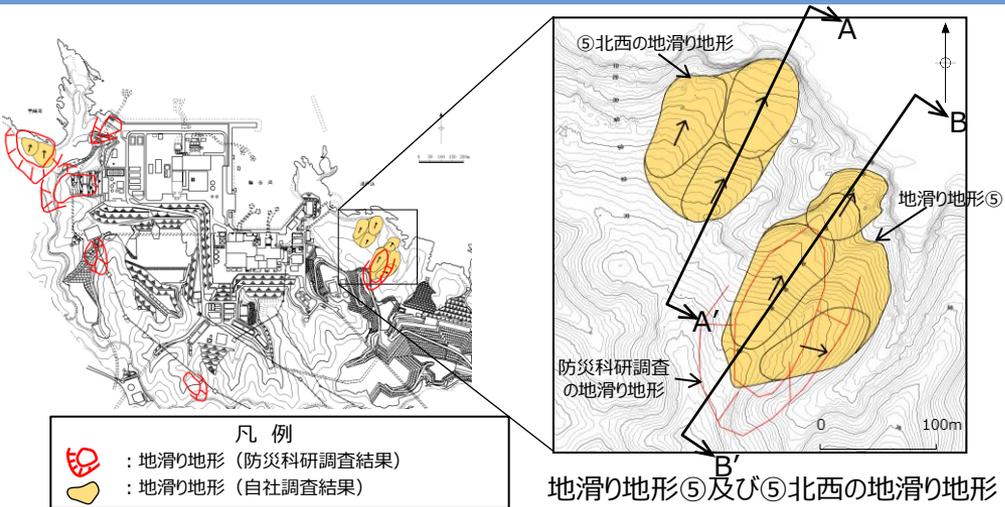
P4 海岸部には凝灰岩の連続露頭があり、層理面の走向傾斜はN57W 28Nである。緩み構造の認められないC<sub>M</sub>級岩盤であり、地滑りの影響はないと考えられる。



P5 ⑤北西の地滑り土塊内部には、滑落崖と地滑り土塊の境界をなす明瞭な段差地形が認められる。

# 2. 1 地滑り調査結果

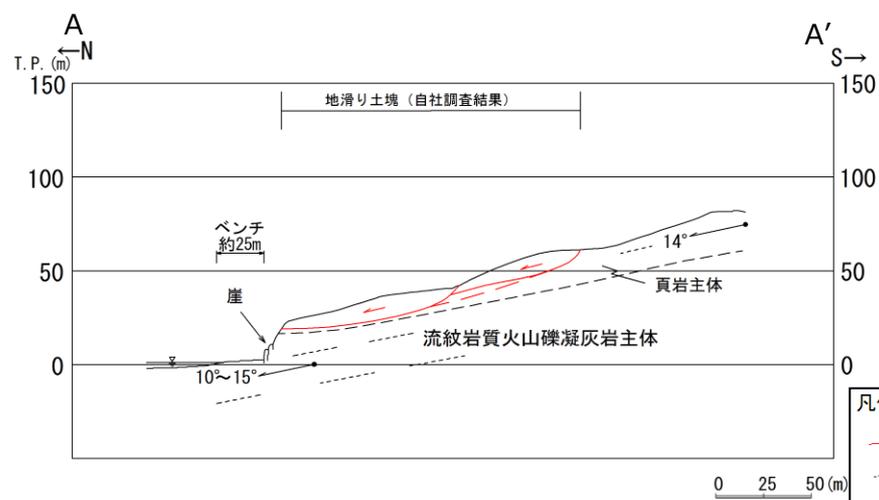
## 地滑り地形⑤及び⑤北西の地滑り地形（地質断面）



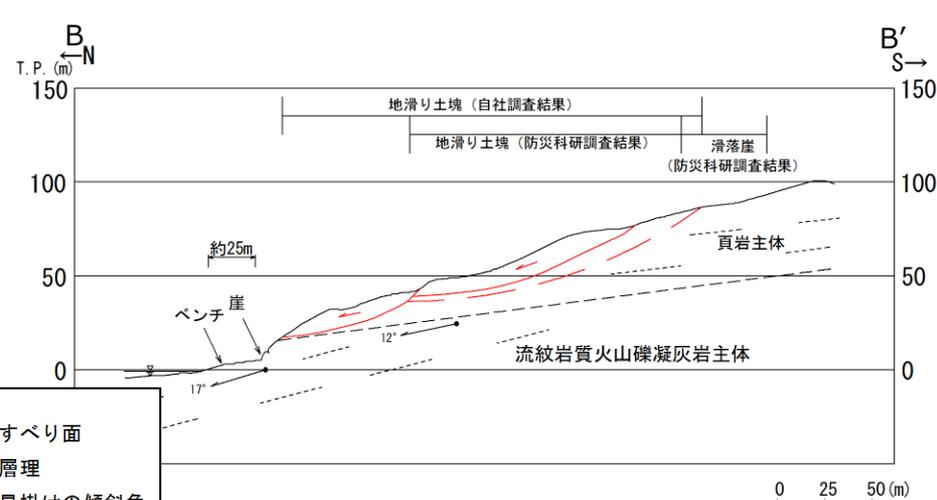
地滑り地形⑤及び⑤北西の地滑り地形  
周辺の旧地形  
原縮尺：2千5百分の1

地滑り地形⑤及び⑤北西の地滑り地形について、以下に模式断面図を示す。

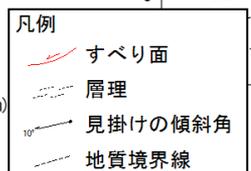
- 地滑り地形⑤
  - 岩盤の構造は走向がN50°～75°W方向で北に10°～17°傾斜する穏やかな単斜構造をなし、地滑り土塊は流れ盤となる。
  - 各地滑り土塊の移動体は頁岩が主体であり、流紋岩質火山礫凝灰岩と黑色頁岩の地層境界付近の層理面沿いにすべり面が推測される。
- ⑤北西の地滑り地形
  - 岩盤の構造は走向がN50°～70°W方向で北に12°～17°傾斜する穏やかな単斜構造をなし、地滑り土塊は流れ盤となる。
  - 各ブロックの移動体は頁岩が主体であり、流紋岩質火山礫凝灰岩と黑色頁岩の地層境界付近の層理面沿いにすべり面が推測される。



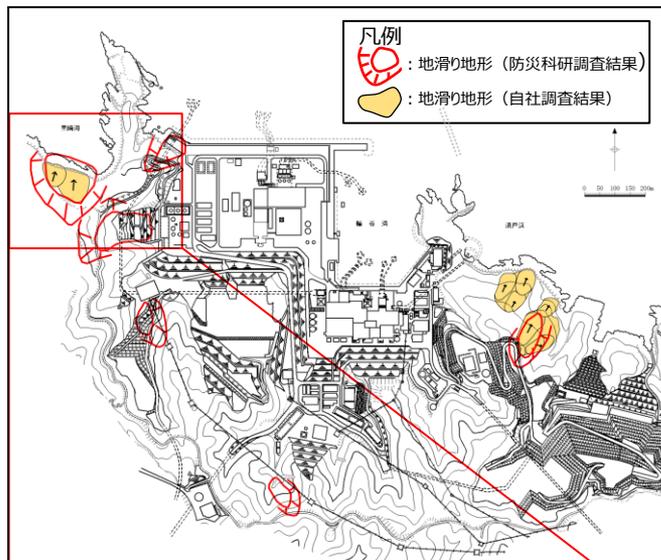
⑤北西の地滑り地形の模式断面図



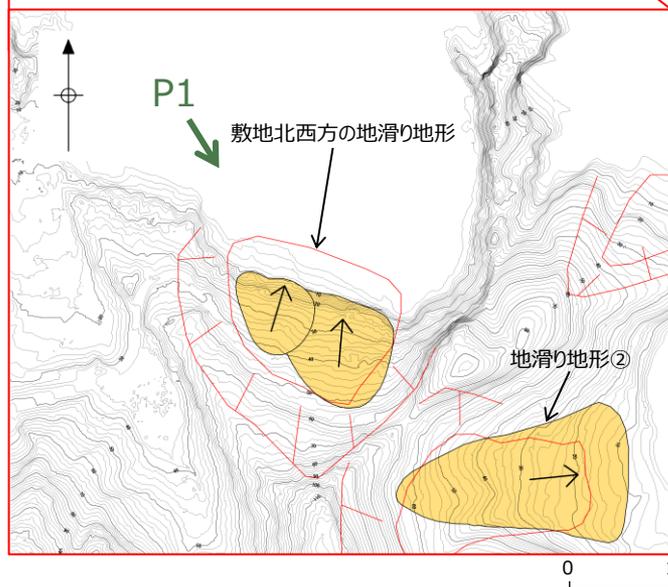
地滑り地形⑤の模式断面図



## 2. 1 地滑り調査結果 敷地北西方の地滑り地形



島根原子力発電所周辺の地滑り地形



- 敷地北西方の地滑り地形は敷地外に位置しており、北に向かって傾斜する斜面である。
- 敷地北西方の地滑り地形は岬から約500m入り込んだ湾の奥に位置し、地滑り土塊の滑り方向もほぼ北方向であることから、その変状が直接敷地に影響を及ぼさないと考えられるが、流出土砂が敷地へ及ぼす影響について検討を行った。



P1 敷地北西方の地滑り地形位置（遠景）

← 撮影方向

注) 発電所建設前の等高線図であることから、地滑り地形②が認められる。

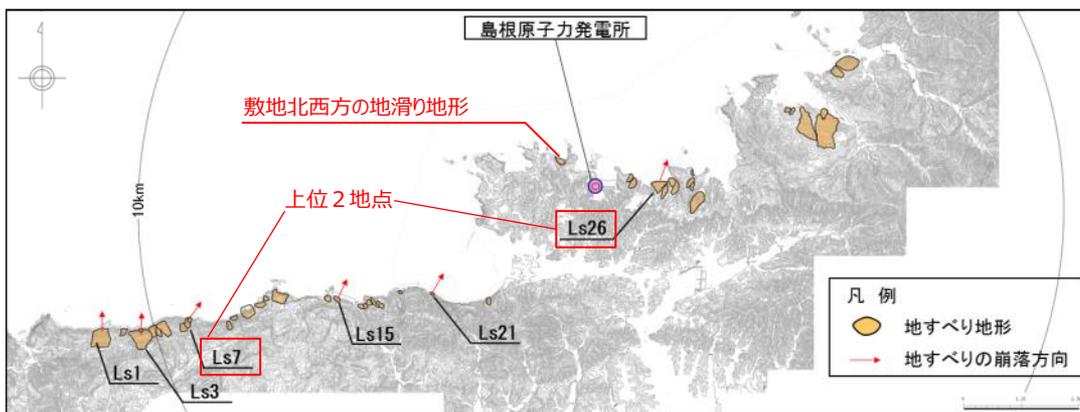
## 2. 1 地滑り調査結果

# 敷地北西方の地滑り地形（流出土砂の影響検討）

- 敷地北西方の地滑り地形を対象に基準津波策定時と同様にHuber and Hager(1997) (6) の予測式により、敷地における津波高さ（全振幅）を検討した。なお、当該地滑り地形は西側と東側の2つの地滑り土塊からなるが、両者は近接することから一つの地滑り土塊として取り扱った。
- 検討の結果、敷地北西方の地滑り地形による津波高さ（全振幅）は0.20mとなるが、敷地周辺の沿岸域に分布する他の地滑り地形による津波高さ（全振幅）の上位2地点（1.20m及び0.44m）より小さい。また、敷地北西方の地滑り地形と他の地滑り地形（津波高さ（全振幅）の上位2地点）による津波について、個々の地滑りの最大水位上昇量となる津波が同時に敷地へ到達する可能性は極めて低いと考えられるが、同時に到達すると仮定した場合、敷地における津波高さ（全振幅）を足し合わせた水位（1.84m）は基準津波1（防波堤無：11.6m）に対して十分に小さい。
- 以上のことから、敷地北西方の地滑り地形の流出土砂が敷地へ及ぼす影響はない。

地すべり (図中の番号)	長さ L (m)	幅 b (m)	厚さ t (m)	土量 Vs (m <sup>3</sup> )	すべり面 の傾斜角 $\alpha$ ( $^{\circ}$ )	進行角 $\gamma$ ( $^{\circ}$ )	突入 水深 $d_1$ (m)	発電所 水深 $d_2$ (m)	発電所 までの 距離 r(km)	発電所での津波 高さ(全振幅) $H_2$ (m)
敷地北西方の 地滑り地形	125	170	25	531,250	29	+110	10	20	1	0.20
参考 ※	Ls7	402	190	2,138,640	27	+35	15	20	9	1.20
	Ls26	289	290	3,520,020	14	-105	10	20	0.5	0.44

合計  
1.84m



※第771回審査会合 資料1-2 P191  
参照（上位2地点を抜粋）

敷地周辺の沿岸域に分布する地滑り地形

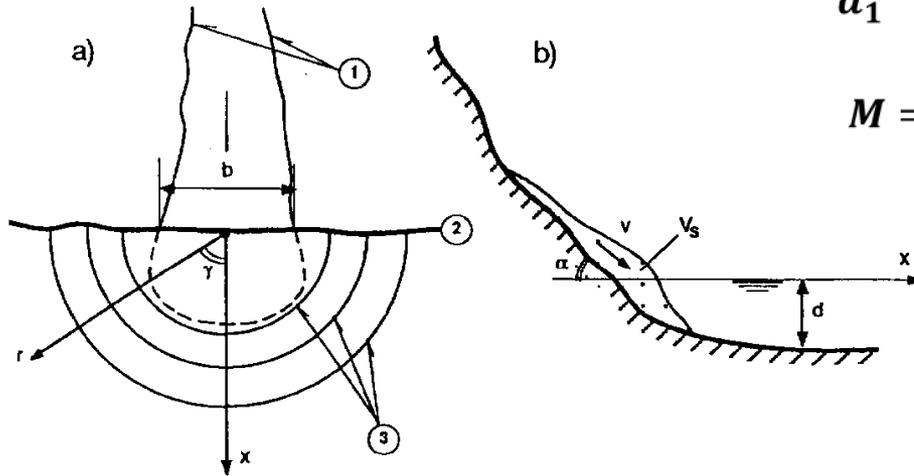
## (参考) Huber and Hager(1997)の方法

- 崩壊部の体積，すべり面の傾斜角，進行角，発電所までの距離等を算定し，Huber and Hager(1997)の予測式により，敷地における津波の全振幅を検討した。

Huber and Hager(1997)の予測式

$$\frac{H_1}{d_1} = 2 \cdot 0.88 \sin \alpha \cos^2\left(\frac{2\gamma}{3}\right) \left(\frac{\rho_s}{\rho_w}\right)^{1/4} M^{1/2} \left(\frac{r}{d_1}\right)^{-2/3}$$

$$M = \frac{V_s}{bd_1^2} \quad H_2/H_1 = (d_1/d_2)^{1/4}$$



Slide layout (a) and section (b) with main parameters of impulse wave  
*Vues schématiques en plan (a) et transversale (b) du glissement, avec désignation des paramètres principaux utilisés dans la description des ondes de translation*

- reservoir water depth  $d$  near the impact site,
- reservoir topography,
- distance  $x$ , and radius  $r$  from the impact site to the location considered, and
- wave propagation direction  $\gamma$ .

$H_1$ : 地すべり発生位置での全振幅

$H_2$ : 敷地前面での全振幅

$d_1$ : 突入水深

$d_2$ : 敷地前面での水深

$V_s$ : 体積

$b$ : 地すべりの幅

$r$ : 発電所までの距離

$\alpha$ : すべり面の傾斜角

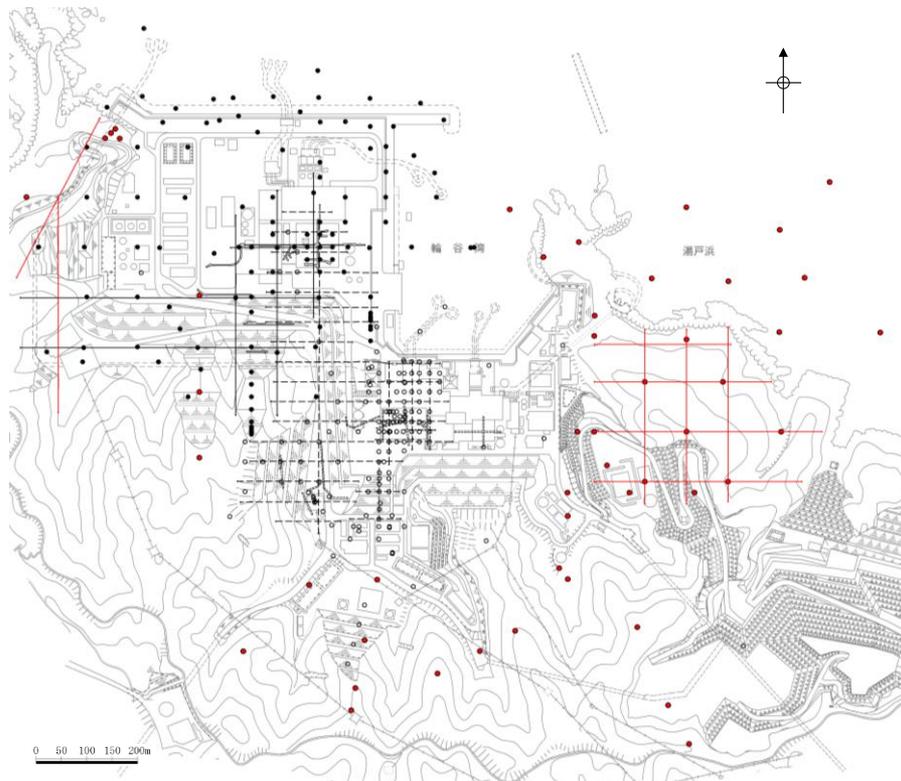
$\gamma$ : 進行角

$\rho_s$ : 2.7g/cm<sup>3</sup>

$\rho_w$ : 1.0g/cm<sup>3</sup>

# 2. 1 地滑り調査結果 抽出した地滑り地形以外の斜面について

- 国土地理院により撮影された複数の公開空中写真により、敷地内を網羅的に地形判読を行った結果、抽出した地滑り地形以外の斜面について地滑りを示唆する地形的特徴は認められない。
- 敷地において地質・地質構造を把握するため、文献調査、地表地質踏査を行うとともに、地表からの弾性波探査、ボーリング調査、試掘坑調査を実施した結果、抽出した地滑り地形以外の斜面において地滑りを示唆するすべり面等の構造は認められない。
- 以上のことから、自社調査において判定した地滑り地形以外の斜面について、地滑りは発生しないと考えられる。



ボーリング位置図

- 凡 例
- 1・2号炉調査他ボーリング位置
  - 3号炉調査ボーリング位置
  - その他調査ボーリング位置
  - 1・2号炉調査他弾性波探査測線
  - 3号炉調査弾性波探査測線
  - その他調査弾性波探査測線
  - 1・2号炉調査試掘坑・試験坑
  - 3号炉調査試掘坑・試験坑

調査数量一覧表

調査項目	1・2号炉調査他 1968～1982 年度 2006～2008 年度	3号炉調査 1995～2002 年度	その他調査 1995年度 2007～2008 年度 2011～2015 年度 2019年度	合計
弾性波探査	5,600m (24測線)	2,520m (6測線)	3,320m (9測線)	11,440m (39測線)
	8,120m (30測線)			
ボーリング調査	155孔 (延9,230m)	113孔 (延12,293m)	49孔 (延4,963m)	317孔 (延26,486m)
	268孔 (延21,523m)			
試掘坑調査	840m	930m	-	1,770m
	1,770m			

(調査数量は、2020年4月時点)

## 2. 1 地滑り調査結果 まとめ

■ 地滑り調査結果の概要は以下のとおりである。

地滑り地形	地滑り調査結果
①	<p>深層崩壊に伴う地滑り面は認められないことから、地滑り地形ではないと判断されるが、防災科研調査の地滑り地形付近において確認された礫質土及び粘性土については、過去の表層すべりの可能性が完全に否定できないことから、防波壁周辺斜面の安定性確保のため、撤去することとする。</p> <p>撤去範囲は、防波壁に与える影響を考慮し、尾根線に囲まれた内側の範囲について、岩盤部までの礫質土及び粘性土を全て撤去する。また、標高40mより上方斜面では、礫質土が認められたことから、ルートマップ（平成8年調査）に記載された『崩積土』の範囲について、岩盤まで礫質土を全て撤去する。</p>
②	<p>不明瞭な滑落崖が認められるが、地滑り土塊とされる箇所のうち、EL45mより上方については堅硬な岩盤が露出していること、EL45mより下位の盛土部については造成工事により地滑り土塊が撤去されていること、及び、盛土上の道路及び法面に目立った変状が認められないことから、地滑りは想定されない。</p>
③	<p>滑落崖及び地滑り土塊ともに認められないこと、及び、盛土斜面に変状が認められないことから、地滑り地形ではないと判断する。また、現在は人工改変が加わり元の地形が残っていないことから、地滑りは想定されない。なお、当該地点は地形的・地質的な特徴から、差別侵食に基づく組織地形と考えられる。</p>
④	<p>滑落崖及び地滑り土塊ともに認められないことから、地滑り地形ではないと判断する。なお、当該地点は通常の尾根型斜面と考えられる。</p>
⑤	<p>地滑り地形⑤及び⑤北西の地滑り地形の両者ともに地滑り土塊が認められることから、地滑り地形と判断する。</p>

## 2. 1 地滑り調査結果 先行審査実績との相違点

- 先行審査実績との相違点として、当社は文献調査により地滑り地形の有無を把握するとともに、空中写真判読等により地滑りを示唆する地形的特徴の有無を確認した。さらに、現地調査を実施し、地滑りの特徴が認められる場合は、地滑りが発生する場合を想定し、地滑りの範囲、規模等を評価した。

地滑り地形の抽出に係る先行審査実績との相違点

検討項目	中国電力	先行審査実績		
	島根 (2号)	大飯 (3・4号)	高浜 (1～4号)	伊方 (3号)
文献調査 (地滑り地形の有無の把握)	防災科研の地すべり地形分布図を用いて地滑り地形の有無を把握	防災科研の地すべり地形分布図を用いて地滑り地形の有無を把握	防災科研の地すべり地形分布図を用いて地滑り地形の有無を把握	防災科研の地すべり地形分布図を用いて地滑り地形の有無を把握
地滑り地形判読	<b>空中写真判読等により敷地内を網羅的に地滑りを示唆する地形的特徴の有無を確認</b>	—	—	—
現地調査 (地滑りの特徴の確認)	現地踏査を実施	—	—	現地踏査を実施
現地調査 (地滑りの範囲、規模等の評価)	<b>現地踏査により地滑りの範囲、規模等を評価</b>	—	—	—
(参考) 評価の概要	防災科研調査の地滑り地形の一部については現地踏査により地滑りではないことを確認	防災科研調査の地滑り地形を全て考慮	防災科研調査の地滑り地形を全て考慮	防災科研調査の地滑り地形の一部については現地踏査により地滑りではないことを確認

## ■指摘事項（令和元年7月2日第739回審査会合，令和元年9月20日現地調査）

No.6 土石流影響評価について，先行審査実績との相違点があれば，その内容を網羅的に説明した上で，理由及び妥当性を説明すること。また，適用する規格・基準類を明示した上でその根拠を提示するとともに，規格・基準類によらず事業者独自の考えを適用しているものについては重点的に説明すること。

### （回答）

・土石流の影響評価フローは，「土石流危険渓流および土石流危険区域調査要領（案）」（旧建設省，平成11年）を参考に設定した。上記資料では，発生流域面積が0.05km<sup>2</sup>未満の箇所について渓床流動型土石流を評価しないとしているが，ここでは発生流域面積の大小にかかわらず，評価対象とした（P64～65）。

・土石流の影響評価フローに示す検討項目毎に先行審査実績との相違点を整理した。先行審査実績との主な相違点は以下のとおりである（P95～96）。

① 渓床流動型土石流の現地調査について，侵食深を精度よく把握するため簡易貫入試験を実施し，試験結果に基づき移動可能土砂量を算出した（P82～85）。

② 運搬可能土砂量の算出のうち計画規模の24時間雨量の設定について，砂防指針によると100年超過確率24時間雨量を用いるとされているが，より保守的な評価となる年最大24時間降水量の既往最大観測記録を用いた（P86～90）。

・渓床流動型土石流の調査及び計画流出土砂量の評価にあたっては，「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説」（国土交通省国土技術政策総合研究所，平成28年）を参考とするとともに，自社調査結果と島根県調査結果の計画流出土砂量を比較し，両者を包絡したうえで保守的に設定した値を事象想定として考慮する計画流出土砂量とした（P71～207）。

No.7 土石流の影響評価の全体体系において、評価の方針及び机上調査・現地調査の方法の根拠とする基準・指針等を明確にし、事業者独自の方法や考え方をを用いた部分があればその内容も含めて、全体を整理した上で説明すること。

（回答）

・No.6と同様。

No.8 発生流域面積が0.05km<sup>2</sup>未満となる流域において溪床流動型土石流が発生する可能性が低いとする判断基準を土石流評価フローに反映すること。

（回答）

・No.6と同様。

No.9 土石流危険溪流にある防火帯の施工範囲における土砂量の取り扱いについて考え方を示すこと。

（回答）

・現地調査（平成27～28年）以降、一部の土石流危険溪流において防火帯設置に伴う改変や敷地造成により山腹形状の改変が施されているが、流域面積を減少する改変であること、地山を不安定化させる改変ではないことから、現地調査を実施した平成27～28年の地形・地質状況に基づき土砂量の評価を行った（P67～68）。

No.10 溪床勾配等の基本的なデータを含め、調査の方法及び事象規模（計画流出土砂量等）を妥当としたエビデンスを網羅的に整理して説明すること。

（回答）

- ・山腹崩壊型土石流の評価においては、空中写真を用いた図上調査及び現地調査により大規模な崩壊跡等がないことを確認した（P69～70）。
- ・溪床流動型土石流の評価においては、地形図を用いた図上調査及び現地調査により、溪床勾配・流域・溪流の延長・侵食幅・侵食深を算出し自社調査結果と島根県調査結果の計画流出土砂量を比較し、両者を包絡したうえで保守的に設定した値を事象想定として考慮する計画流出土砂量とした（P71～207）。

No.11 測点位置及び簡易貫入試験結果を踏まえた土石流影響評価の考え方について説明すること。

（回答）

- ・堆積土砂の分布等を踏まえ谷を代表すると考えられる横断測線位置において、簡易貫入試験を実施し、簡易貫入試験により確認した侵食深を基に移動可能土砂量を算出した（P82～85, P97～187）。
- ・横断測線は、谷次数毎に1測線を基本とするが、溪床勾配や溪床の断面が大きく変化し1測線では代表できないと判断する場合（例えば、土石流危険溪流⑤B-3-A測点）は、横断測線を追加した（P82, P153～170）。
- ・侵食深の確認のため、簡易貫入試験は、0次谷以外の谷を対象に横断測線位置及び横断測線位置から谷筋の縦断方向へ上下流に約5m離れた位置の延べ3箇所を実施した（P83, P97～187）。

No.12 100年確率24時間雨量を271mmと評価している点について、松江の過去の月最大24時間降雨量が307mmであることを踏まえて、日雨量観測記録と確率統計解析の考え方を説明すること。

（回答）

・運搬可能土砂量の算出に用いる計画規模の24時間雨量は、既往評価では、砂防指針に基づき100年超過確率24時間雨量（271mm（観測地点「恵曇，鹿島」））を用いていたが、観測地点「松江」で100年超過確率24時間雨量（観測地点「恵曇，鹿島」）を上回る既往最大観測記録（306.9mm）が得られていることを踏まえ保守的に306.9mmと設定した（P86～90）。

No.13 土石流の計画流出土砂量について、国交省や都道府県等の機関が「土石流危険渓流及び土石流危険区域調査要領（案）」に基づいて算定した土砂量を調査した上で、自社調査で独自に算定した土砂量と比較し、採用する計画土砂量に対する考え方を説明すること。

（回答）

・自社調査結果と島根県調査結果の計画流出土砂量を比較し、両者を包絡するように設定した値を事象想定として考慮する計画流出土砂量とした（P91～92，P188～207）。

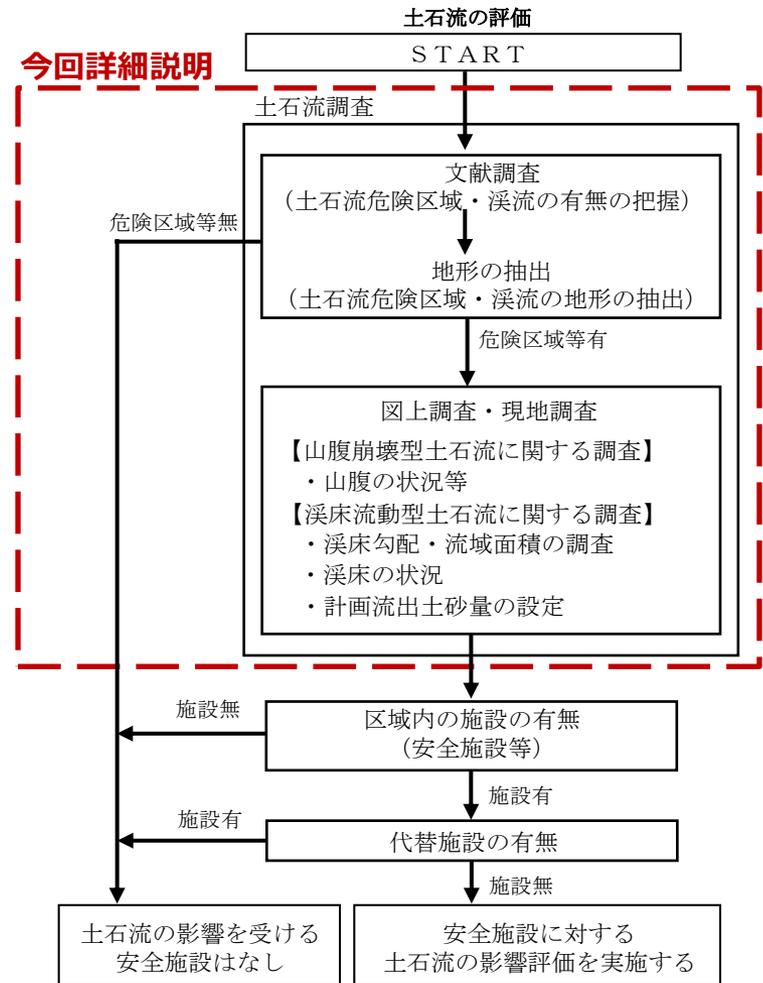
No.14 土石流に含まれる転石について、現地調査に基づき、寸法、数量等の状況を整理した上で、施設への影響評価の考え方を説明すること。

（回答）

- ・各土石流危険渓流の基準点より上流に存在する転石の分布状況及び粒径を把握する調査を実施した（P93, P208~214）。
- ・確認された転石については、粒径0.5m未満となるよう小割を行う。
- ・土石流危険渓流に分布する転石は、土石流発生時に土砂に取り込まれて流下するものと考えられる。
- ・転石を含む土石流は各土石流危険区域に堆積するものとし、その土砂の高さは、小割後の転石の粒径を考慮し、0.5m以上となるよう設定する。

# 3. 土石流の影響評価フロー

- 土石流の影響評価フローを右図に示す。
- 土石流調査は、文献が示す土石流危険区域・溪流を参照したうえで、自社調査によって敷地内の土石流危険区域・溪流の地形を網羅的に抽出した。危険区域等がある箇所については、図上調査を実施し、現地調査によって山腹崩壊型土石流及び溪床流動型土石流に関する現地状況を把握し、土石流の範囲、規模等について評価した。
- 土石流の影響評価フローは、「土石流危険溪流および土石流危険区域調査要領（案）」（旧建設省，平成11年，以下「調査要領（案）」）を参考に設定した。上記資料では、発生流域面積が0.05km<sup>2</sup>未満の箇所について溪床流動型土石流を評価しないとしているが、ここでは発生流域面積の大小にかかわらず、評価対象とした。
- 溪床流動型土石流の調査及び計画流出土砂量の評価にあたっては、「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説」（国土交通省国土技術政策総合研究所，平成28年，以下「砂防指針」）を参考とするとともに、他機関調査との比較結果も踏まえ評価した。

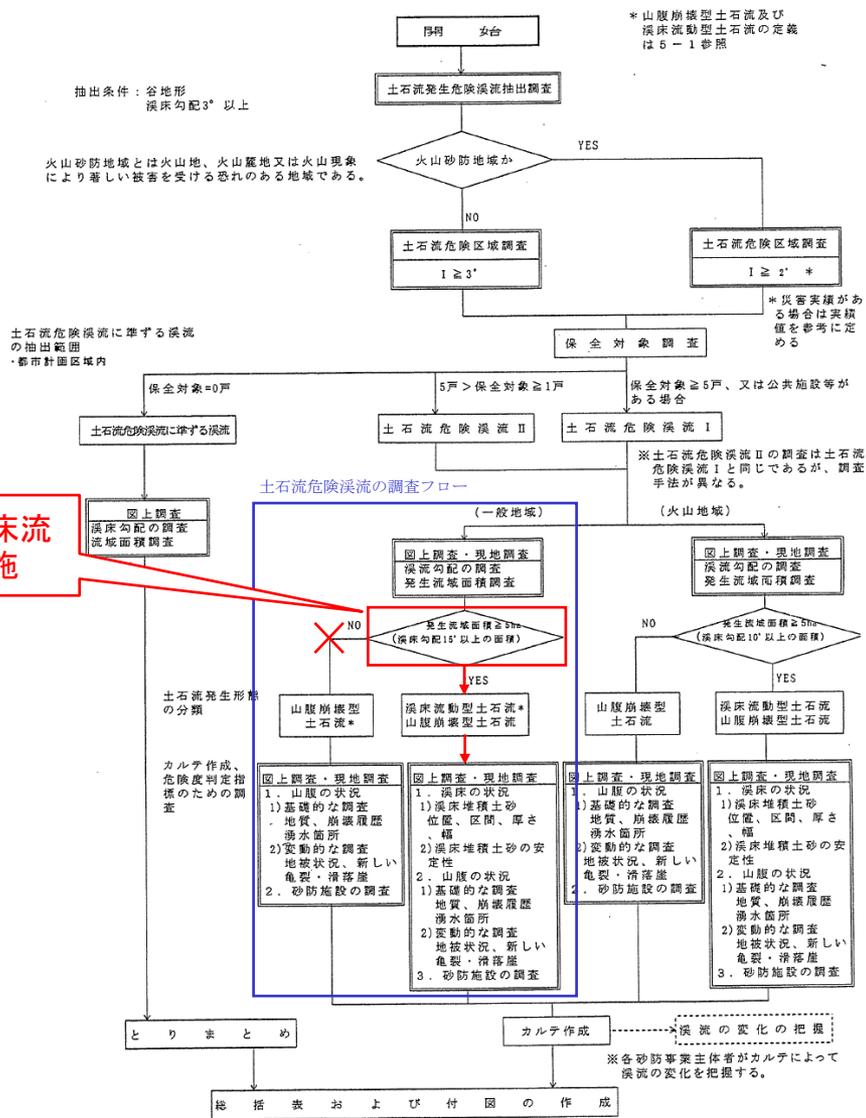


# 3. 土石流の影響評価フロー

## (参考) 溪床流動型土石流の評価について

- 「調査要領（案）」（旧建設省，平成11年）に示された土石流危険渓流の調査フローを右図に示す。
- 上記資料では，発生流域面積が0.05km<sup>2</sup>未満の箇所について溪床流動型土石流を評価しないとしているが，ここでは発生流域面積の大小にかかわらず，評価対象とした。

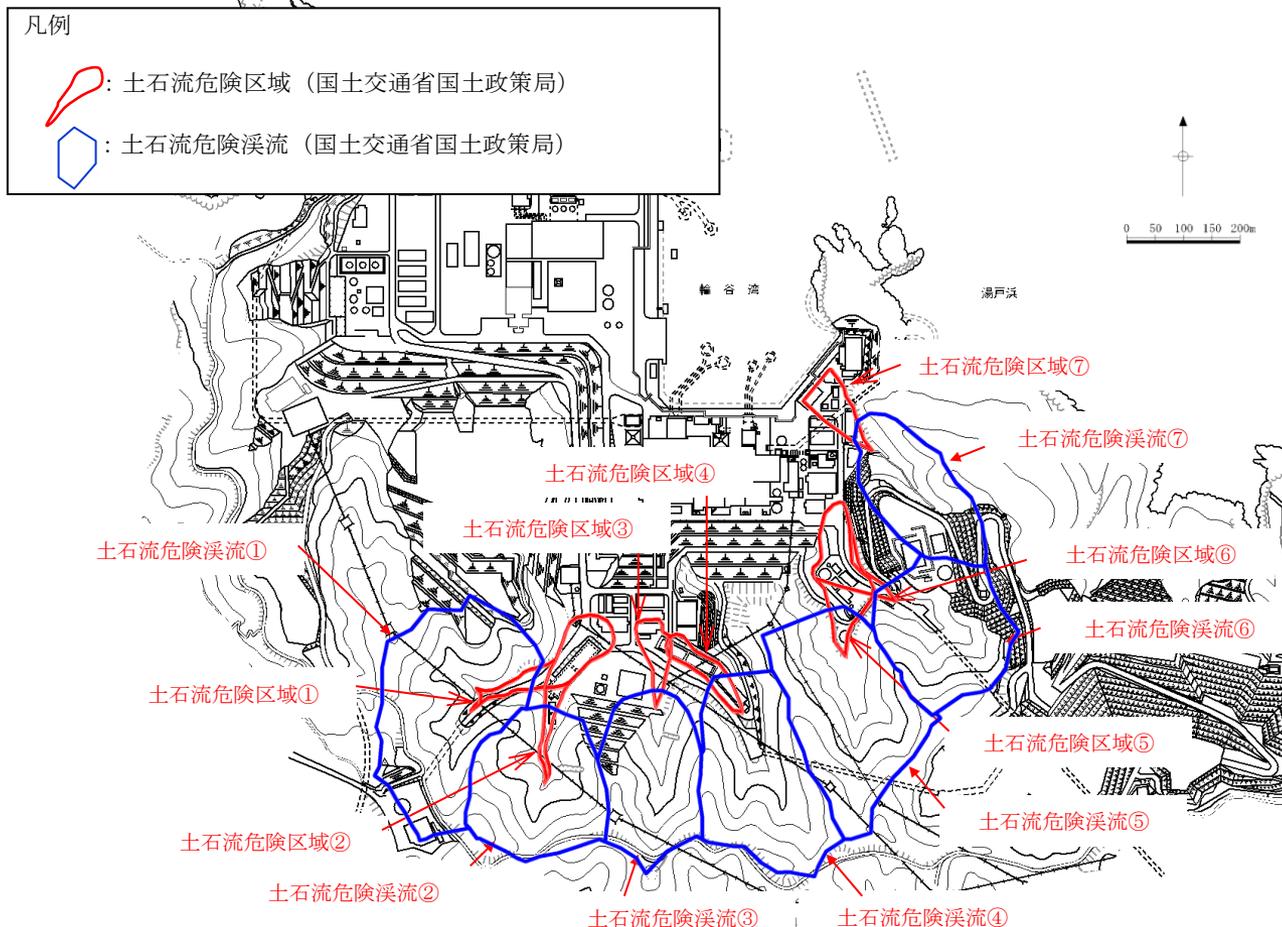
発生流域面積の大小にかかわらず，溪床流動型土石流の図上調査・現地調査を実施



土石流危険渓流の調査フローチャート  
(土石流危険渓流および土石流危険区域調査要領(案)，一部加筆)

# 4. 土石流調査 土石流危険区域及び土石流危険溪流

■ 国土交通省国土政策局が公開する「国土数値情報 土砂災害危険箇所データ」（以下、「土石流危険箇所」）の記載に基づくと、島根原子力発電所周辺の土石流危険区域及び土石流危険溪流は7箇所である。

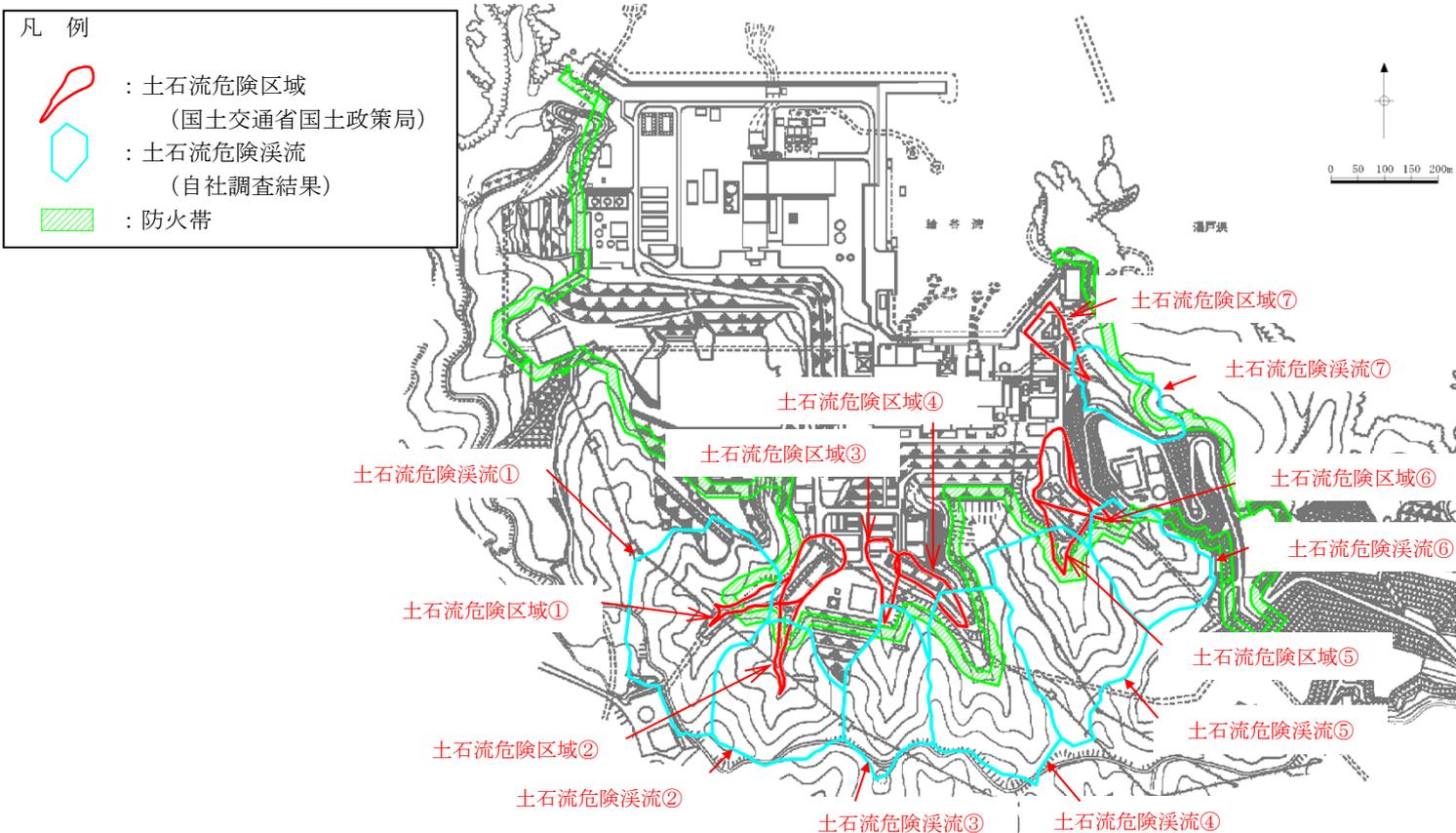


島根原子力発電所周辺における土石流危険区域及び土石流危険溪流位置図

# 4. 土石流調査

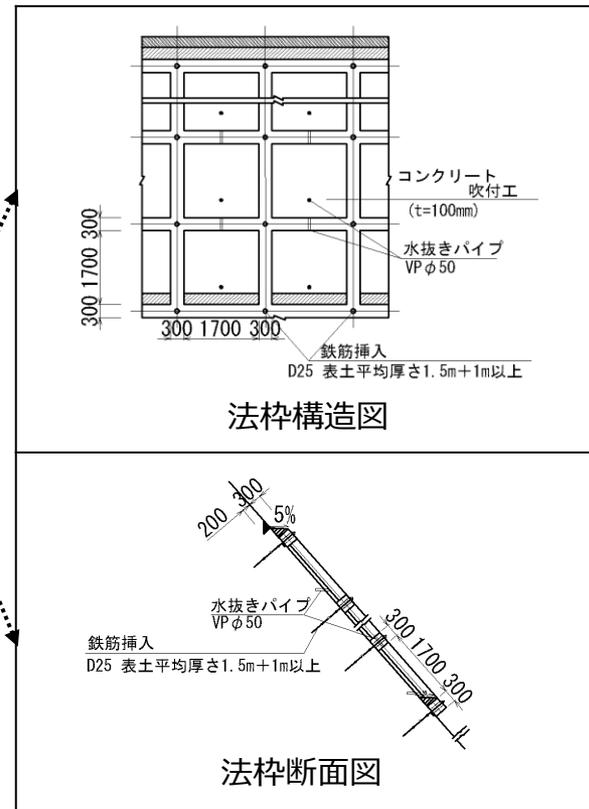
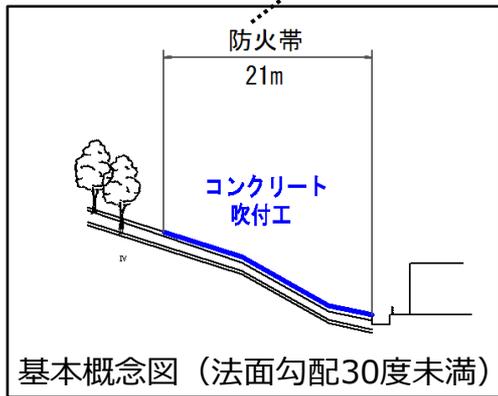
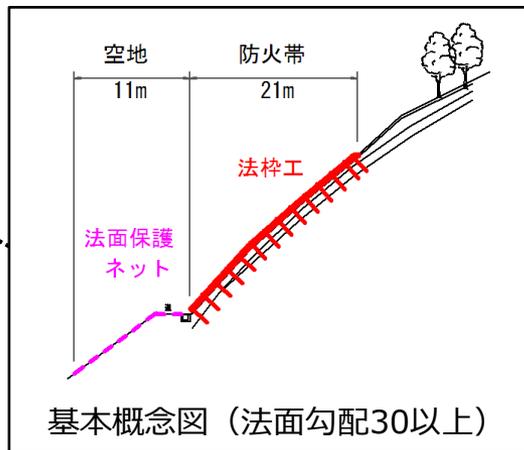
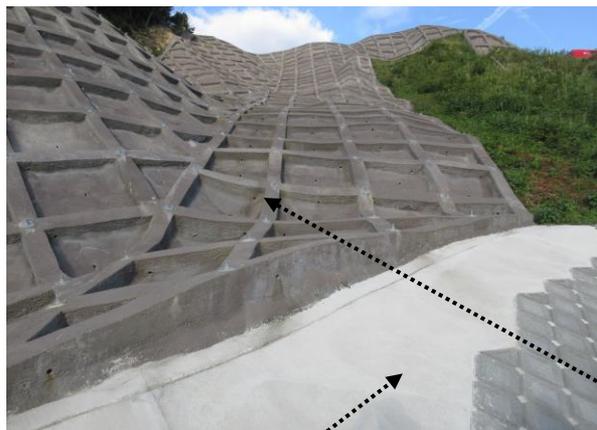
## 人工改変等に伴う土砂量の取り扱いについて

- 土石流調査については、現地調査を実施した平成27～28年の地形・地質状況に基づき評価を行う（令和元年に補足調査を実施）。
- 現地調査（平成27～28年）以降、一部の土石流危険渓流において防火帯設置に伴う改変や敷地造成による山腹形状の改変が施されている。これらは、いずれも流域面積を減少する改変であること、地山を不安定化させる改変ではないことから、現地調査を実施した平成27～28年の地形・地質状況に基づき土砂量の評価を行う。
- 防火帯及び土石流危険渓流の位置関係を示す。



# 4. 土石流調査 (参考) 防火帯の構造

- 発電所周辺で発生した森林火災の構内への延焼を防ぐため、水平距離21m幅の防火帯を設置している。
- 防火帯に求められる機能は不燃構造であることから、該当範囲内で樹木等の伐採・除根、腐葉土等の表土の撤去、浮石の撤去を行い、地表を不燃材料で覆う対策としている。
- 防火帯は法面勾配30度未満ではコンクリート吹付工、30度以上では法枠工を基本としている。これらの対策工は、当該範囲内の表土の流出、侵食防止等の法面保護効果を有する。なお、防火帯設置範囲の斜面については、防火帯設置前の原地形においても安定している。



# 4. 1 土石流調査結果

## 山腹崩壊型土石流の評価（図上調査）

- 国土地理院により撮影された複数の公開空中写真（1962年～2009年）の確認を行い、大規模な崩壊跡がないことを確認した。



モノクロ空中写真（撮影縮尺：1万分の1，1962年撮影）  
整理番号：MCG622，コース番号：C6，写真番号：4，  
国土地理院HPより引用。



カラー空中写真（撮影縮尺：1万分の1，2009年撮影）  
整理番号：CCG20092，コース番号：C10，写真番号：21，  
国土地理院HPより引用。

# 4. 1 土石流調査結果

## 山腹崩壊型土石流の評価（現地調査）

- 山腹の状況を平成27～28年に現地調査により確認した。
- 土石流は主にマサ土や火山灰が分布している範囲で発生しやすい傾向があるが、土石流危険渓流における表層の地質は、主に凝灰岩及び凝灰角礫岩から構成されており、マサ土や火山灰の堆積は認められない。
- 山腹において大規模な崩壊地形は認められない。
- 山腹において大規模な崩壊に至るような新たな亀裂、常時湧水箇所等は認められない。
- 土石流危険渓流⑥及び⑦の山腹の一部は、免震重要棟設置に伴う敷地造成により山腹形状が改変されており、流域は減少している。
- 現地調査の結果、山腹崩壊型土石流が発生する可能性は低いと考えられる。

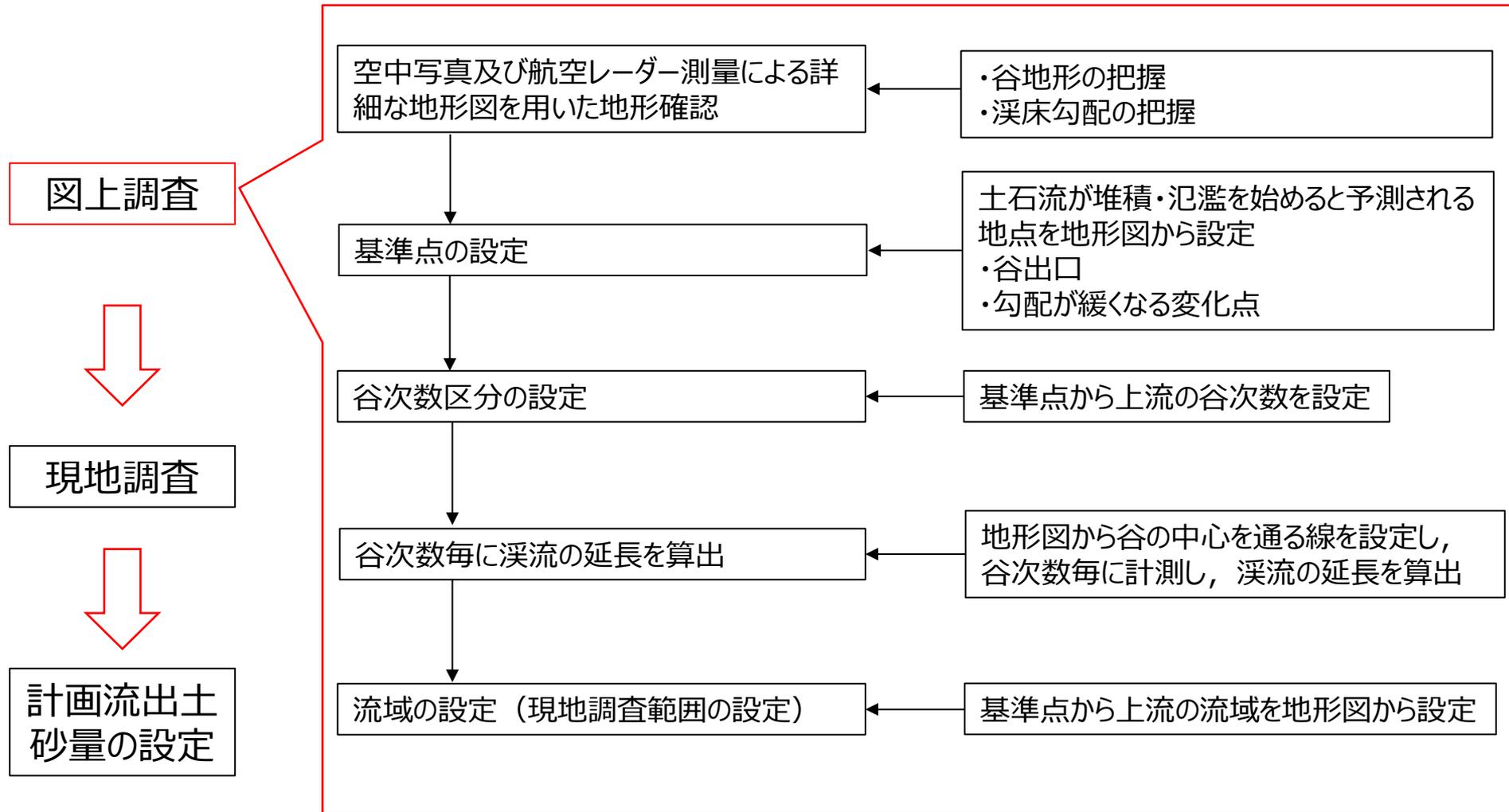
山腹崩壊型土石流に係る現地調査結果

土石流 危険渓流	地質	地山の状況			
		山腹の状況	湧水の有無	砂防施設の有無	山腹形状の改変
①	凝灰角礫岩及び 火山礫凝灰岩 主体	大規模な崩壊地形, 新たな亀裂等なし	間歇水	なし	なし
②				なし	なし
③				なし	一部改変
④				なし	なし
⑤				なし	なし
⑥				あり	大幅に改変
⑦				あり	

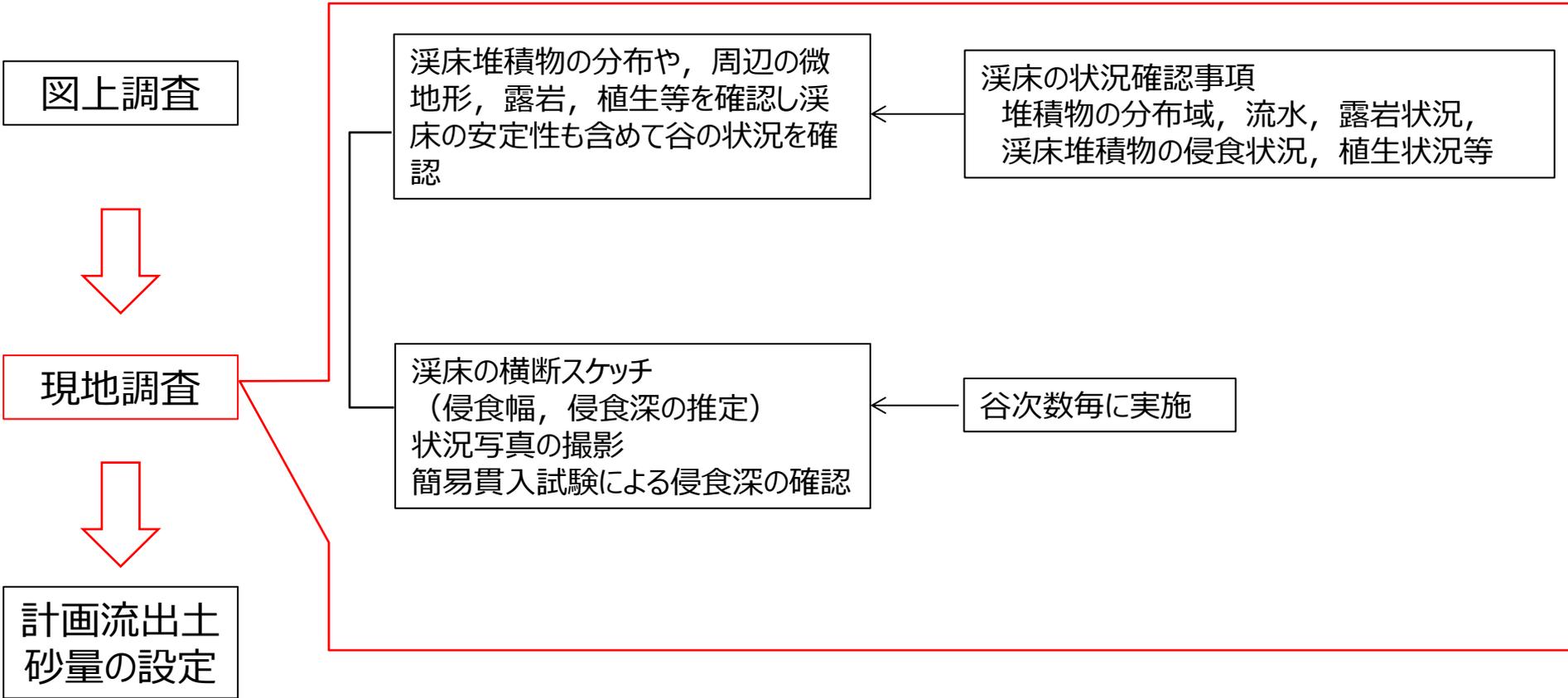
# 4. 1 土石流調査結果

## 渓床流動型土石流の評価方針

- 平成27～28年に図上調査及び現地調査を実施した。
- 図上調査及び現地調査は「土石流危険渓流および土石流危険区域調査要領（案）」、「砂防指針」を参考に実施する。

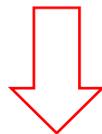


# 4. 1 土石流調査結果 溪床流動型土石流の評価方針

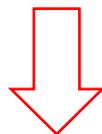


# 4. 1 土石流調査結果 溪床流動型土石流の評価方針

図上調査



現地調査



計画流出土砂量の設定

## (1) 移動可能土砂量の算出

谷次数毎に侵食可能断面積の算出

現地調査結果をもとに侵食幅 (m) 及び侵食深 (m) を谷次数毎に設定し、侵食幅 × 侵食深から侵食可能断面積を算出



移動可能土砂量の算出

侵食可能断面積 × 溪流の延長から算出

## (2) 計画規模の土石流によって運搬できる土砂量 (以下、運搬可能土砂量) の算出

流域面積の算出

基準点から上流の流域面積を算出



計画規模の降雨量の設定

発電所周辺における既往最大観測記録を踏まえ降雨量を設定



運搬可能土砂量の算出

流域面積、計画規模の降雨量、溪床勾配を踏まえた土石流濃度等を基に運搬可能土砂量を算出

## (3) 計画流出土砂量の算出

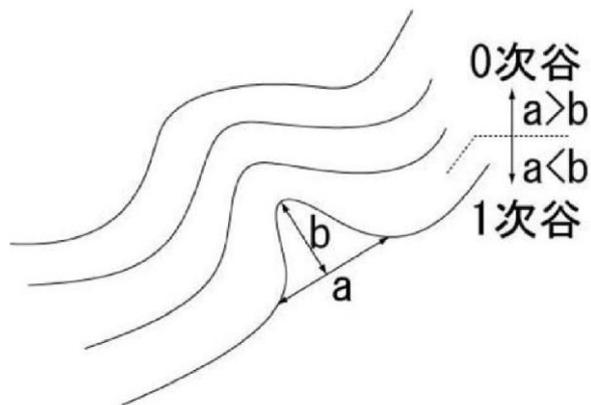
移動可能土砂量と運搬可能土砂量とを比較して小さい方の値を自社調査結果の計画流出土砂量とする。また、自社調査結果と島根県調査結果の計画流出土砂量を比較し、両者を包絡したうえで保守的に設定した値を事象想定として考慮する計画流出土砂量とする。

## 4. 1 土石流調査結果 図上調査（谷次数区分の設定）

- 谷の状況は枝分かれした先で変化するため、谷次数区分を実施し、谷次数毎に評価する。設定にあたっては「砂防指針」及び「河川砂防技術基準 調査編」（国土交通省水管理・国土保全局，平成24年6月）を参考とした。

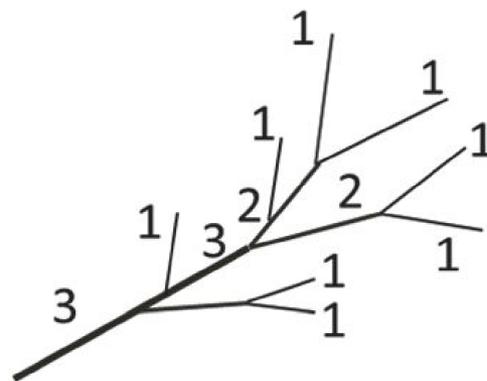
### 谷次数区分の設定

- 0次谷は、等高線の凹み具合を眺めて、凹んでいる等高線群の間口よりも奥行が小なる地形とする。
- 1次谷と1次谷が合流すると2次谷になるというように、同次の谷が合流するとその谷の次数プラス1の谷次数となるように設定する。
- 谷の次数を設定した結果を次頁以降に示す。



0次谷と1次谷の判定

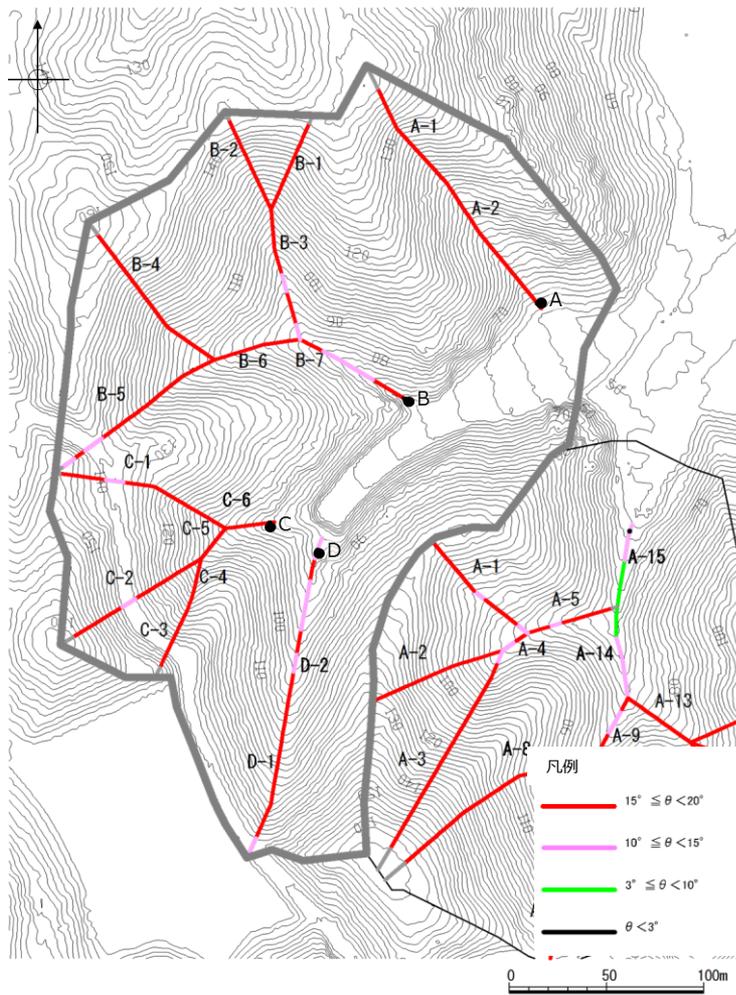
「砂防指針」より引用



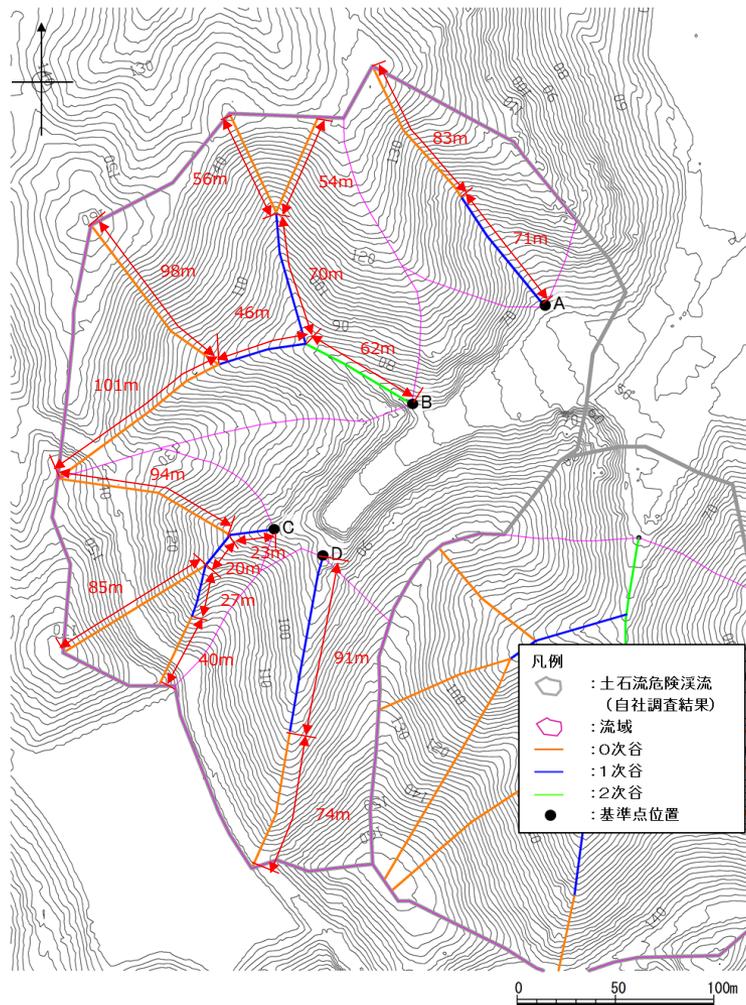
谷の次数区分

「河川砂防技術基準 調査編」（国土交通省水管理・国土保全局，平成24年6月）より引用

# 4. 1 土石流調査結果 図上調査結果（土石流危険溪流①）



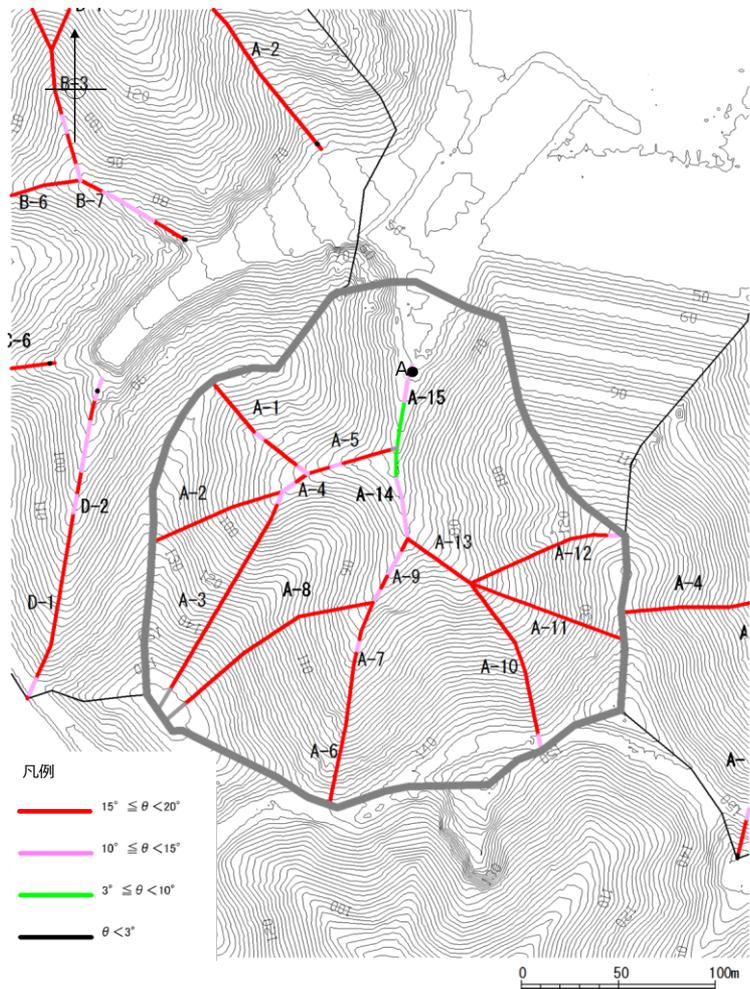
溪床勾配図



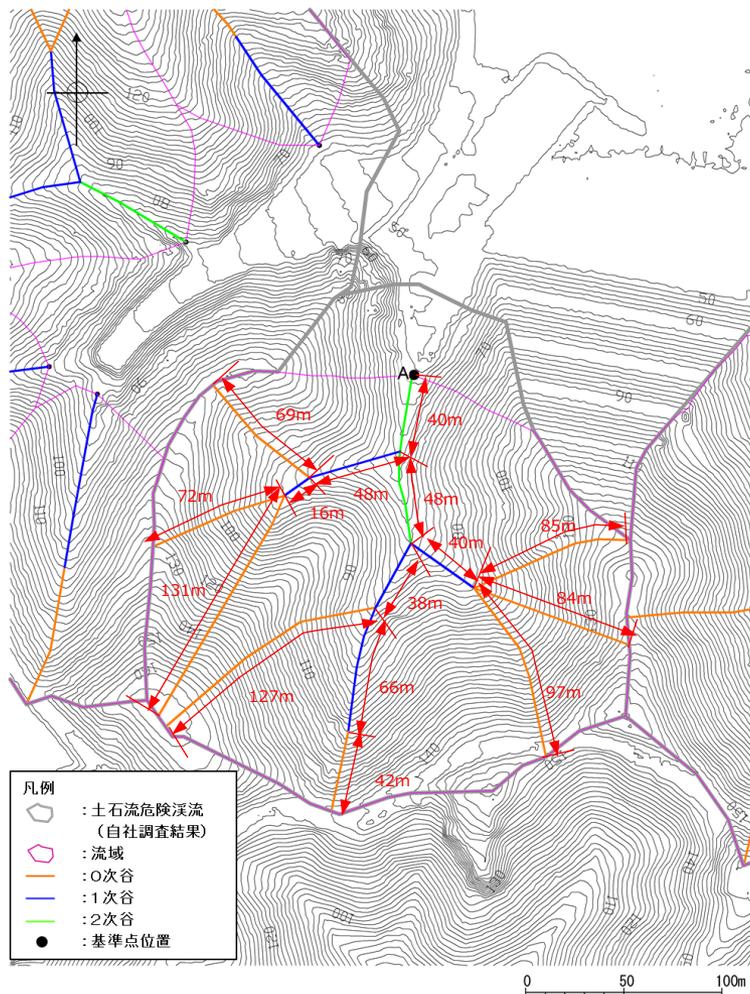
谷次数，溪流の延長及び流域図

流域は，基準点から発する分水界で囲まれる領域であり，この流域の中で発生する土砂量を評価対象とする。

# 4. 1 土石流調査結果 図上調査結果（土石流危険溪流②）



溪床勾配図

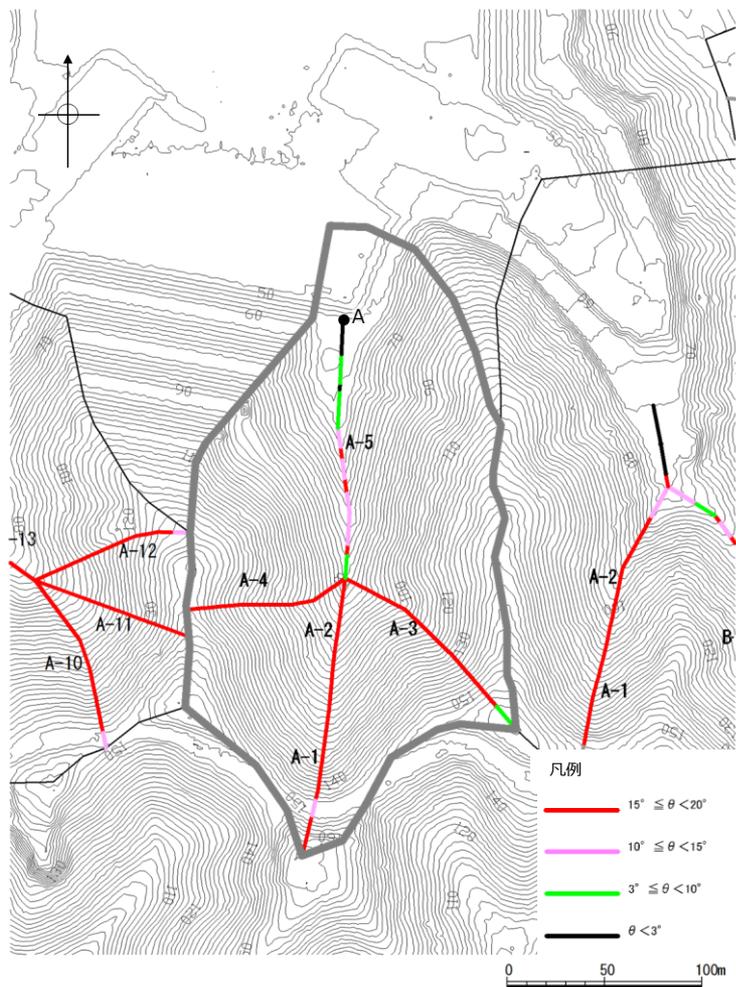


谷次数，溪流の延長及び流域図

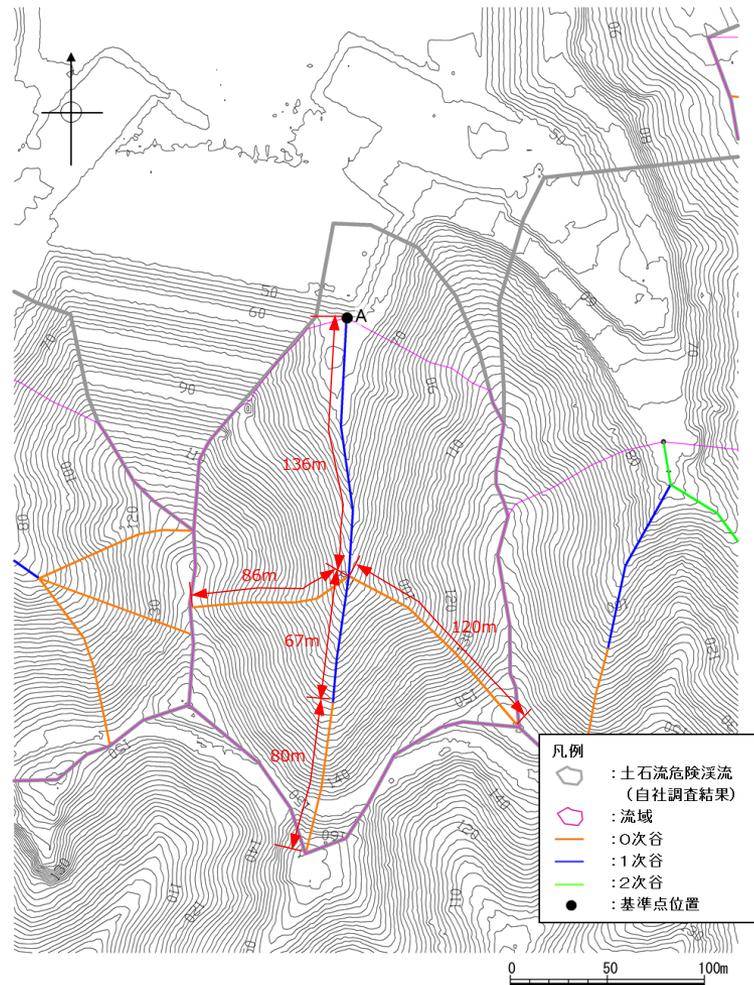
流域は、基準点から発する分水界で囲まれる領域であり、この流域の中で発生する土砂量を評価対象とする。

# 4. 1 土石流調査結果

## 図上調査結果（土石流危険溪流③）



溪床勾配図

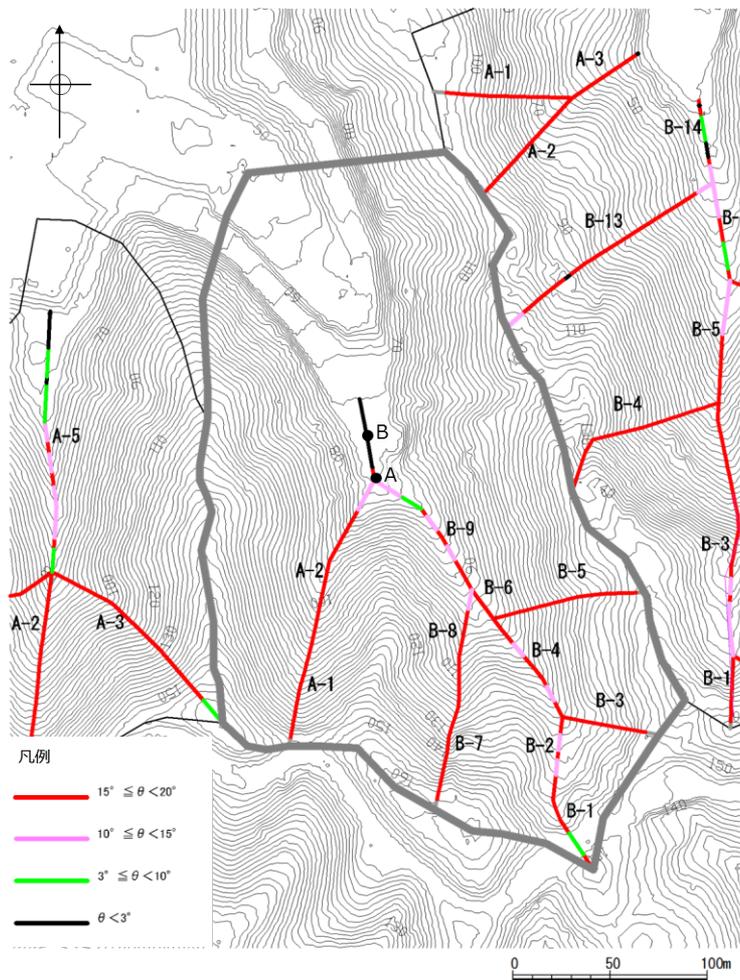


谷次数，溪流の延長及び流域図

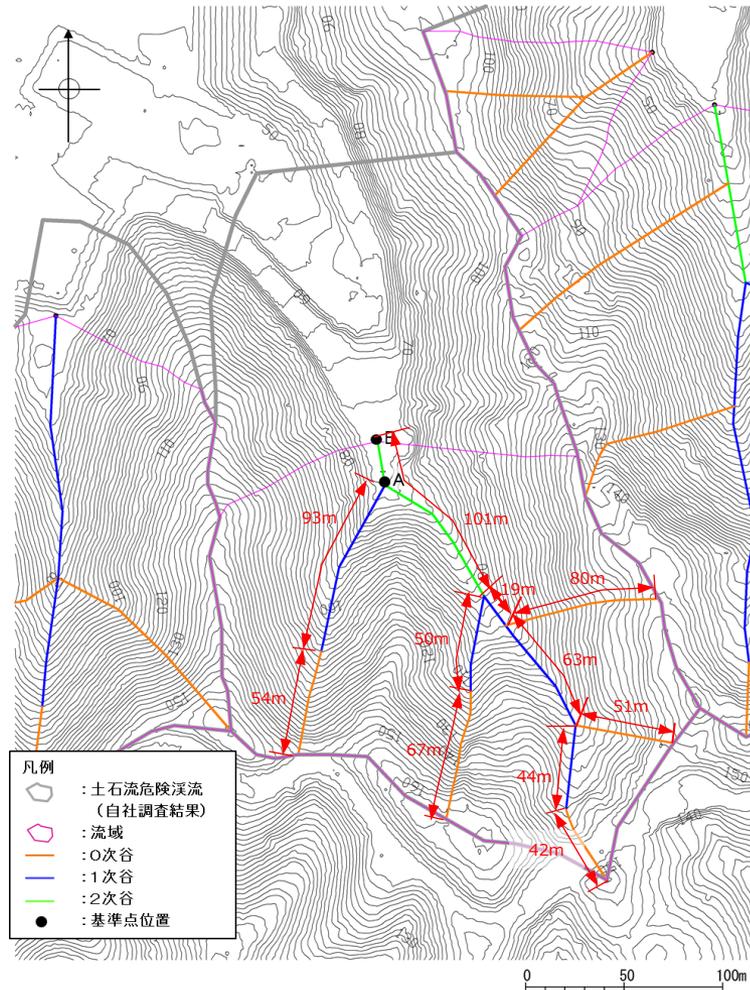
流域は，基準点から発する分水界で囲まれる領域であり，この流域の中で発生する土砂量を評価対象とする。

# 4. 1 土石流調査結果

## 図上調査結果（土石流危険溪流④）



溪床勾配図

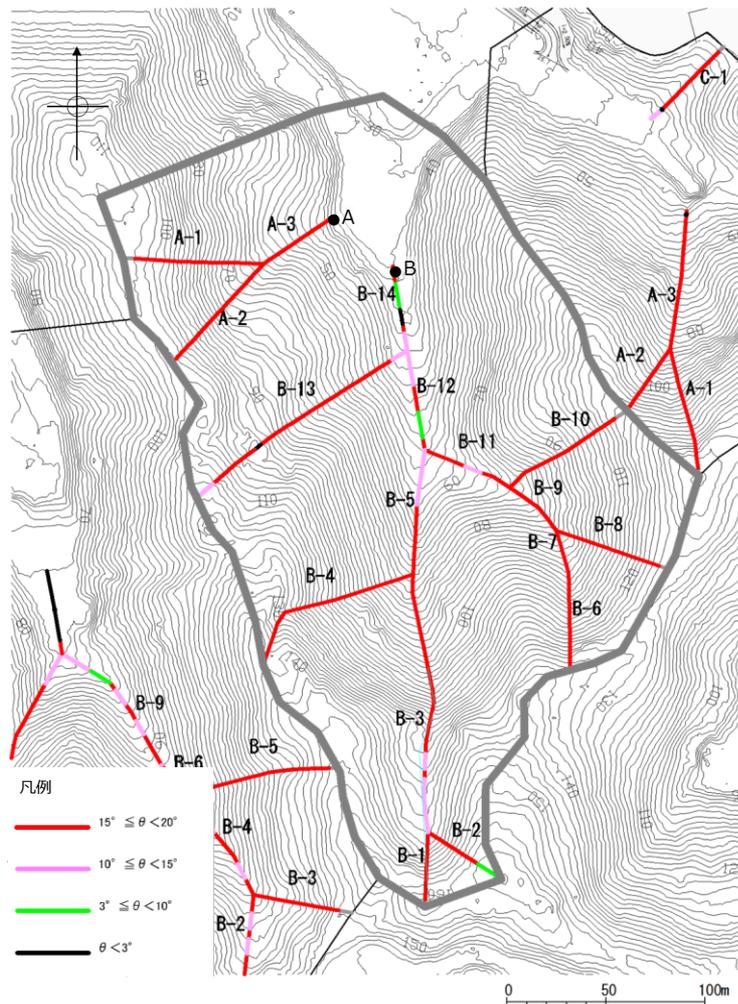


谷次数，溪流の延長及び流域図

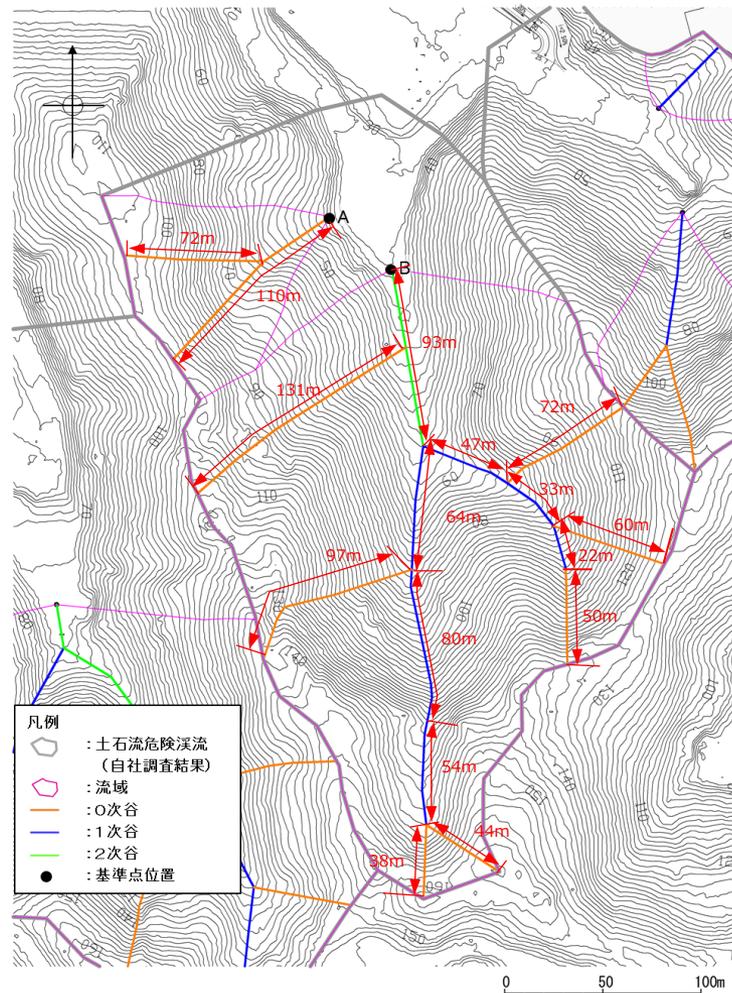
基準点Aより上流の流域は基準点Bより上流の流域に包絡されるため、移動可能土砂量，運搬可能土砂量の評価にあたっては基準点Bに代表させる。

流域は、基準点から発する分水界で囲まれる領域であり、この流域の中で発生する土砂量を評価対象とする。

# 4. 1 土石流調査結果 図上調査結果（土石流危険溪流⑤）



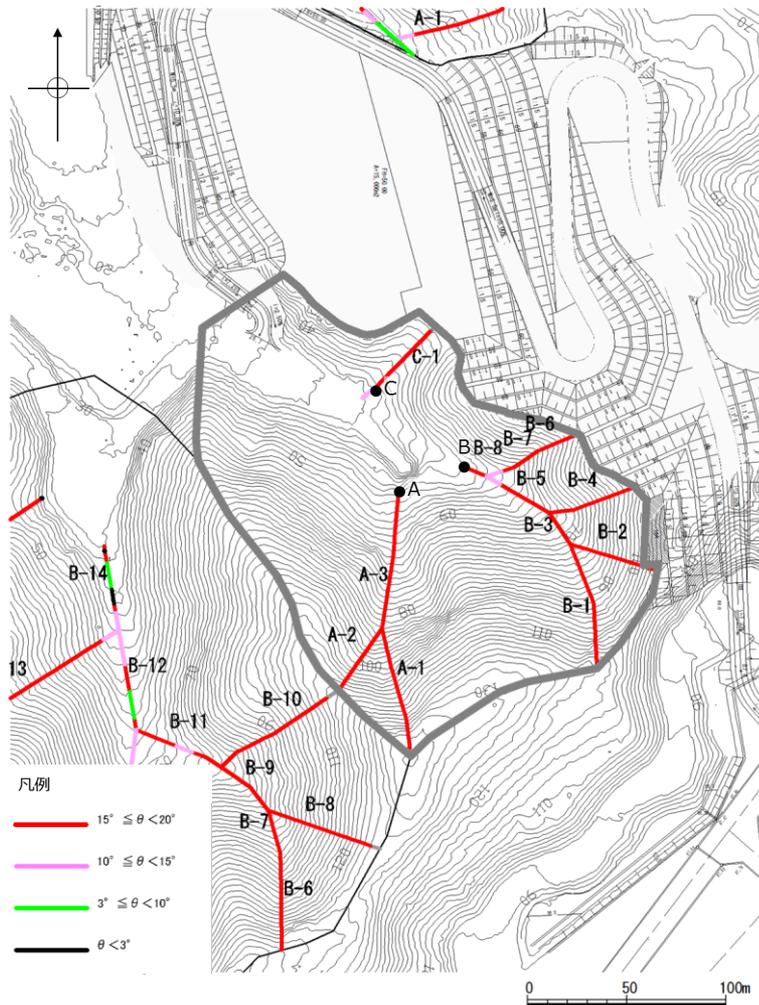
溪床勾配図



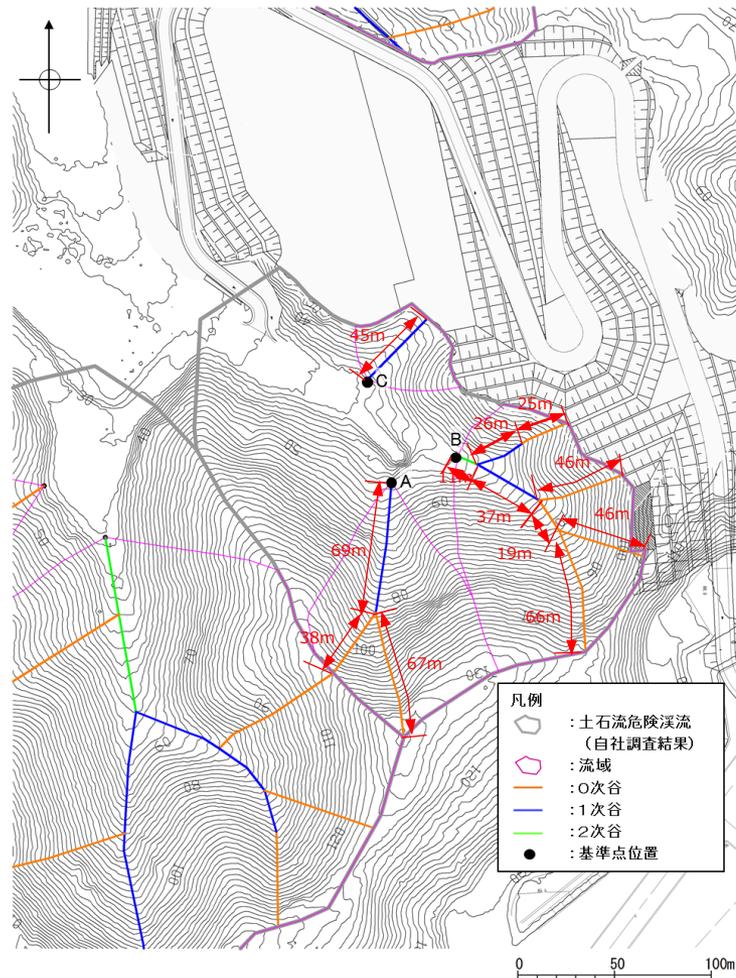
谷次数, 溪流の延長及び流域図

流域は、基準点から発する分水界で囲まれる領域であり、この流域の中で発生する土砂量を評価対象とする。

# 4. 1 土石流調査結果 図上調査結果（土石流危険溪流⑥）



溪床勾配図

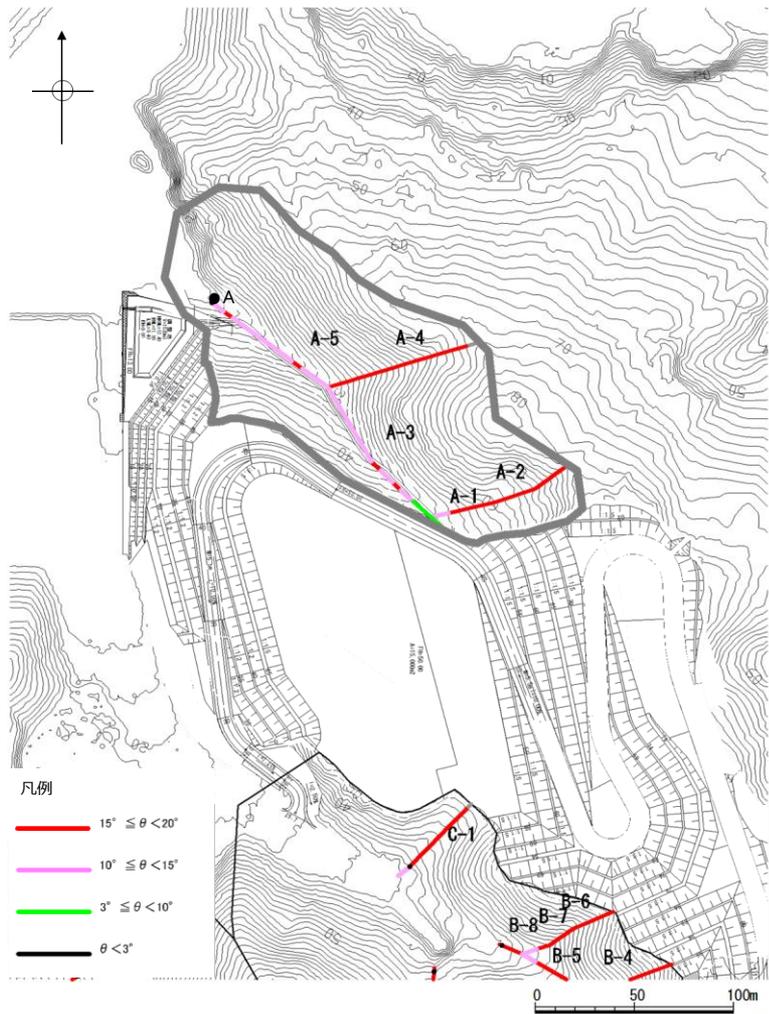


谷次数，溪流の延長及び流域図

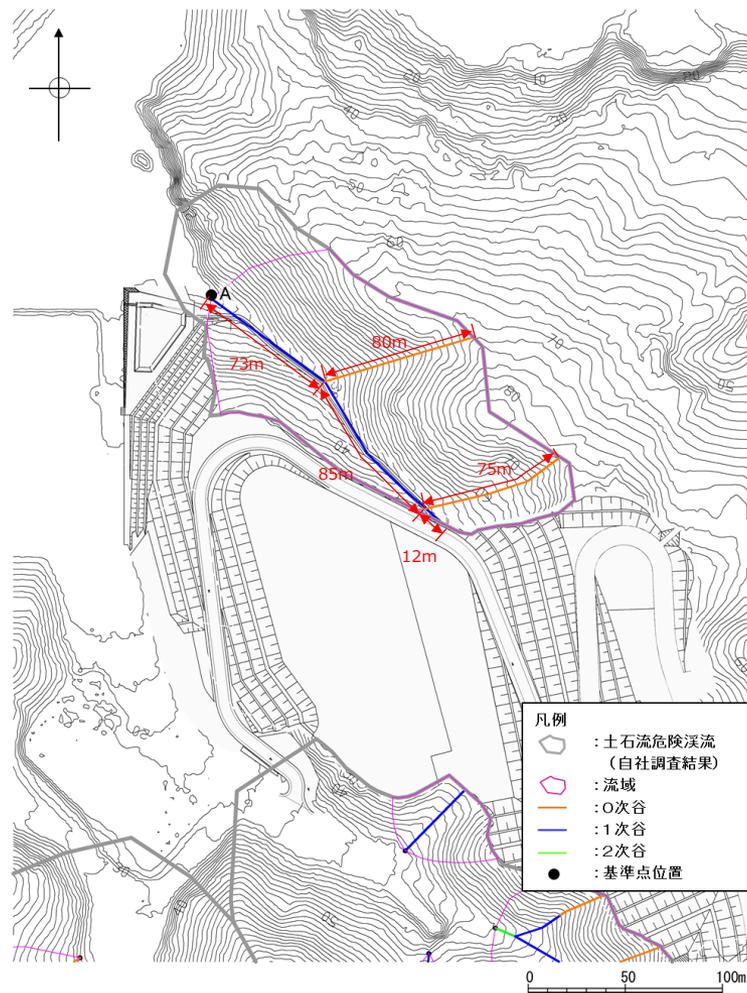
流域は，基準点から発する分水界で囲まれる領域であり，この流域の中で発生する土砂量を評価対象とする。

# 4. 1 土石流調査結果

## 図上調査結果（土石流危険溪流⑦）



溪床勾配図

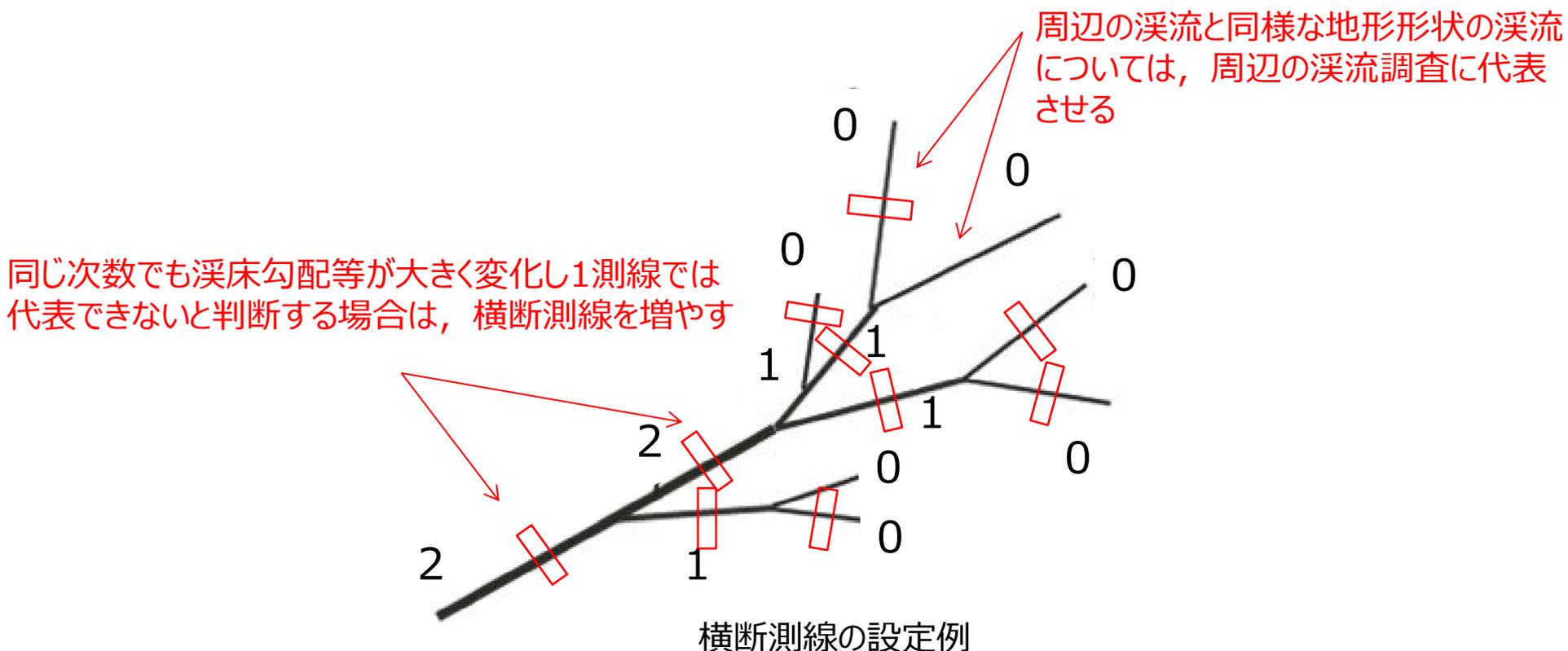


谷次数, 溪流の延長及び流域図

流域は、基準点から発する分水界で囲まれる領域であり、この流域の中で発生する土砂量を評価対象とする。

## 4. 1 土石流調査結果 現地調査（横断測線の設定）

- 横断測線位置は、堆積土砂の分布等を踏まえ谷を代表すると考えられる位置とした。
- 横断測線は、谷次数毎に1測線を基本とするが、溪床勾配や溪床の断面が大きく変化し1測線では代表できないと判断する場合は、横断測線を増やした。横断測線を増やした谷については、横断測線が代表する溪流の延長を見直した。また、図上調査結果及び現地調査の結果、周辺の溪流と同様な地形形状（溪床勾配、谷幅、斜面状況）の溪流については、周辺の溪流の調査結果に代表させた。



# 4. 1 土石流調査結果 現地調査（平均侵食幅，平均侵食深の考え方）

- 「砂防指針」に基づき，侵食幅（土石流発生時に侵食が予想される平均溪床幅）（m）及び侵食深（土石流発生時に侵食が予想される溪床堆積土砂の平均深さ）（m）を推定した。

## ■「砂防指針」

・移動可能溪床堆積土砂量を算出する際の $B_d$ 、 $D_e$ は現地調査および近傍溪床における土石流時の洗掘状況などを参考に推定する。 $B_d$ 、 $D_e$ を現地調査により推定する場合は図-4（1）に示すように溪流断面における溪岸斜面の角度の変化，土石流堆積物上に成育する先駆樹種と山腹地山斜面に成育する樹種の相違等を参考に山腹と溪床堆積土砂を区分して行う。 $D_e$ の推定は図-4（1）における断面形状だけでなく，上下流における溪床の露岩調査を行い，縦断的な基盤の連続性を考慮して行う。

$B_d$ ：土石流発生時に侵食が予想される平均溪床幅（m）

$D_e$ ：土石流発生時に侵食が予想される溪床堆積土砂の平均深さ（m）

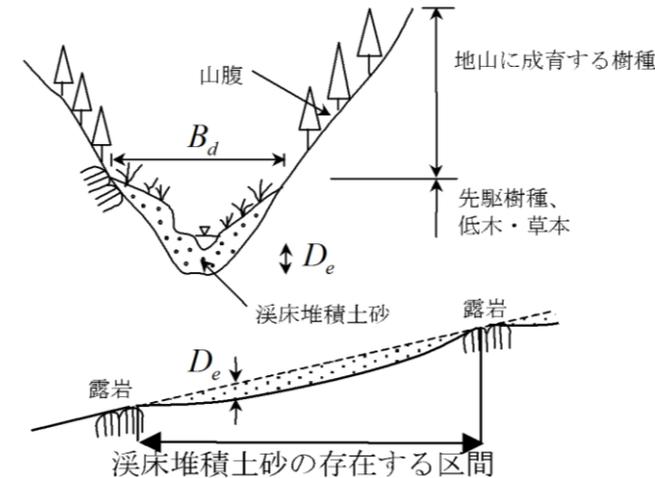
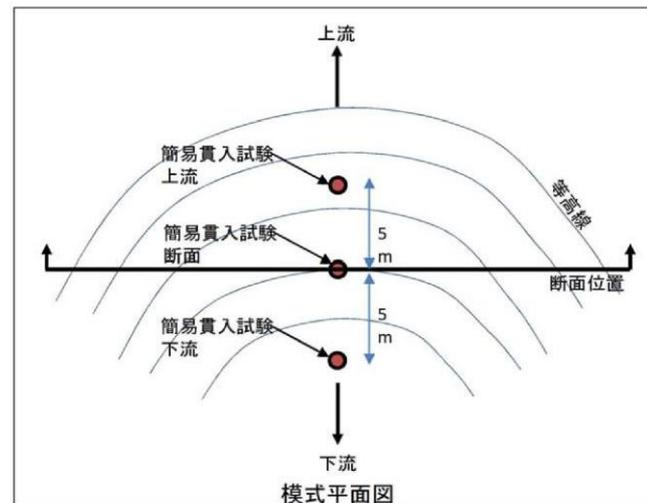


図-4（1）侵食幅，侵食深の調査方法

- 侵食深の確認のため，簡易貫入試験は，0次谷以外の谷を対象に横断測線位置及び横断測線位置から谷筋の縦断方向へ上下流に約5m離れた位置の延べ3箇所を実施した。侵食深は，小山内ほか（2005）（7）に基づき，地質によらず崩れずに斜面上に残るとされている「 $N_d \geq 20$ 」を深度とし，3箇所の平均値より算出した。



侵食深の調査方法（簡易貫入試験）



簡易貫入試験結果例

# 4. 1 土石流調査結果 計画流出土砂量の設定（移動可能土砂量の算出方法）

- 移動可能土砂量は、現地調査の結果、「砂防指針」に基づき、侵食深、侵食幅及び溪床の延長を想定して算出した。
- 移動可能土砂量 $V$ は、以下の式により算出する。

$$V = \sum (A_n \times L_n)$$

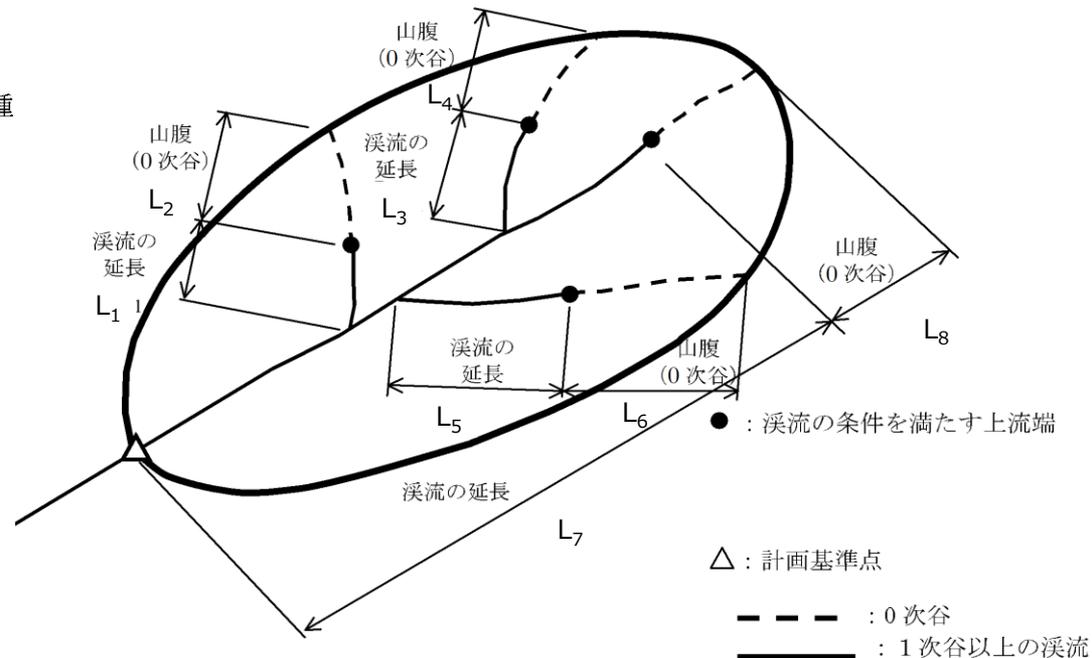
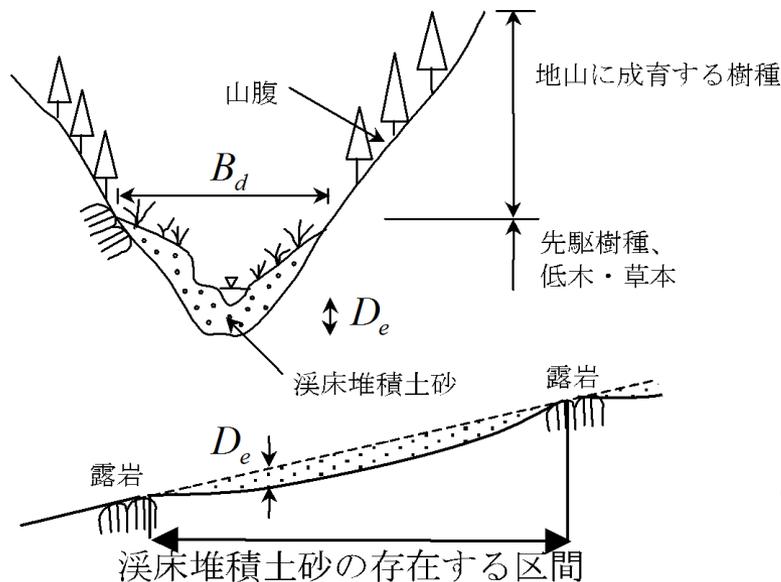
$$A_n = B_d \times D_e$$

$A_n$  : 侵食可能断面積（移動可能溪床堆積土砂の平均断面積）（ $m^2$ ）

$L_n$  : 溪流の延長または0次谷の延長（ $m$ ）

$B_d$  : 侵食幅（ $m$ ）

$D_e$  : 侵食深（ $m$ ）



# 4. 1 土石流調査結果

## 計画流出土砂量の設定（移動可能土砂量算出結果）

- 現地調査の結果、「砂防指針」に基づき、侵食深、侵食幅及び溪床の延長を想定して溪床全体の移動可能土砂量を算出した。
- 溪床を対象とした現地調査結果の詳細はP97～187に示す。

溪床を対象とした現地調査結果

土石流危険溪流	基準点	移動可能土砂量 (m <sup>3</sup> )
①	A	2,560
	B	3,030
	C	1,530
	D	1,320
②	A	5,930
③	A	1,880
④	B	3,810
⑤	A	820
	B	7,840
⑥	A	1,070
	B	2,050
	C	1,260
⑦	A	980

# 4. 1 土石流調査結果

## 計画流出土砂量の設定（運搬可能土砂量の算出方法）

■「砂防指針」を参考に、運搬可能土砂量は以下の式を用いて求めた。

$$Vec = \frac{10^3 \cdot R_{24} \cdot A}{1 - K_v} \cdot \left[ \frac{Cd}{1 - Cd} \right] \cdot K_{f2}$$

- Vec : 運搬可能土砂量 (m<sup>3</sup>)
- R<sub>24</sub> : 計画規模の24時間雨量 (mm)
- A : 流域面積(km<sup>2</sup>)
- K<sub>v</sub> : 空隙率 (K<sub>v</sub> = 0.4) (「砂防指針」より一般値を設定)
- Cd : 流動中の土石流の容積土砂濃度  
溪流⑦を除き溪床勾配が15°以上のため、Cdは上限値の0.54  
溪流⑦は溪床勾配が14.9°のため、Cdは0.52
- K<sub>f2</sub> : 流出補正率 (K<sub>f2</sub> = 0.05(logA - 2.0)<sup>2</sup> + 0.05, 0.1 ≤ K<sub>f2</sub> ≤ 0.5)

$$C_d = \frac{\rho \tan \theta}{(\sigma - \rho)(\tan \phi - \tan \theta)}$$

- σ : 礫の密度 (2.6t/m<sup>3</sup>) (「砂防指針」より一般値を設定)
- ρ : 水の密度 (1.2t/m<sup>3</sup>) (「砂防指針」より一般値を設定)
- φ : 溪床堆積土砂の内部摩擦角(35°) (「砂防指針」より一般値を設定)
- θ : 溪床勾配 (°)

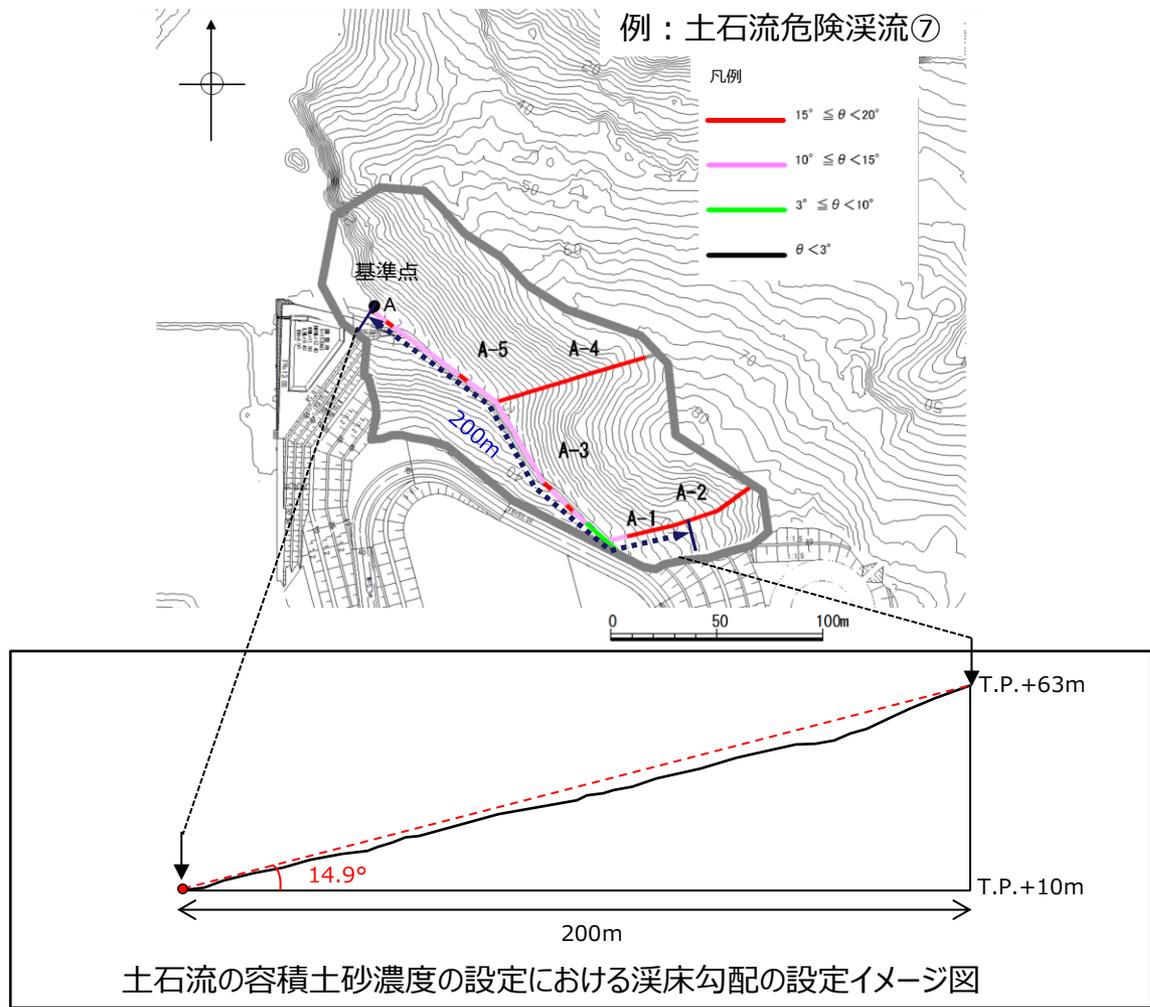
計画規模の24時間雨量は、砂防指針によると100年超過確率24時間雨量を用いるとされているが、観測地点「松江」で100年超過確率24時間雨量（観測地点「恵曇，鹿島」）を上回る年最大24時間降水量の既往最大観測記録（306.9mm）が得られていることを踏まえ、計画規模の24時間雨量を保守的に306.9mmと設定した。

（参考）100年超過確率24時間雨量 271mm（恵曇（1942～1967），鹿島（1968～2007））

# 4. 1 土石流調査結果

## (参考) 計画流出土砂量の設定 (溪床勾配の設定について)

- 流動中の土石流の容積土砂濃度の設定における溪床勾配は、「砂防指針」に基づき、基準点から上流200mの平均溪床勾配の値とした。



# 4. 1 土石流調査結果

## (参考) 計画流出土砂量の設定 (24時間雨量の設定について)

■ 観測地点「松江」では、年最大24時間降水量の既往最大観測記録306.9mmが得られている。

年最大24時間降水量の観測記録 (松江)

西暦	昭和 平成	使用した資料	観測所	年最大24時間降水量 <sup>*1</sup>		
				雨量(mm)	発生日時	
1950	S25	アメダス	松江	68.5	9/2	15:00~
1951	S26	アメダス	松江	68.7	7/14	22:00~
1952	S27	アメダス	松江	124.6	9/12	10:00~
1953	S28	アメダス	松江	155.7	7/4	23:00~
1954	S29	アメダス	松江	95.1	9/25	11:00~
1955	S30	アメダス	松江	108.6	7/5	17:00~
1956	S31	アメダス	松江	74.7	8/23	13:00~
1957	S32	アメダス	松江	68.6	7/8	12:00~
1958	S33	アメダス	松江	116.3	7/1	23:00~
1959	S34	アメダス	松江	115.2	8/8	14:00~
1960	S35	アメダス	松江	71.8	9/4	22:00~
1961	S36	アメダス	松江	149.7	8/8	23:00~
1962	S37	アメダス	松江	79.7	9/4	0:00~
1963	S38	アメダス	松江	127.3	6/3	9:00~
1964	S39	アメダス	松江	306.9	7/18	9:00~
1965	S40	アメダス	松江	148.9	7/21	5:00~
1966	S41	アメダス	松江	102.1	9/17	14:00~
1967	S42	アメダス	松江	138.5	10/27	9:00~
1968	S43	アメダス	松江	173.5	7/14	23:00~
1969	S44	アメダス	松江	149.0	7/31	2:00~
1970	S45	アメダス	松江	109.5	6/14	17:00~
1971	S46	アメダス	松江	148.5	6/11	7:00~
1972	S47	アメダス	松江	222.0	7/11	10:00~
1973	S48	アメダス	松江	53.0	4/16	18:00~
1974	S49	アメダス	松江	169.0	7/9	15:00~
1975	S50	アメダス	松江	90.0	8/6	11:00~
1976	S51	アメダス	松江	112.5	8/10	7:00~
1977	S52	アメダス	松江	113.5	8/7	18:00~
1978	S53	アメダス	松江	58.5	6/30	3:00~
1979	S54	アメダス	松江	137.5	10/18	13:00~
1980	S55	アメダス	松江	115.0	10/13	1:00~
1981	S56	アメダス	松江	192.5	6/28	12:00~
1982	S57	アメダス	松江	106.0	9/24	19:00~
1983	S58	アメダス	松江	158.5	9/27	16:00~
1984	S59	アメダス	松江	130.0	6/25	21:00~
1985	S60	アメダス	松江	116.5	6/24	8:00~

西暦	昭和 平成	使用した資料	観測所	年最大24時間降水量 <sup>*1</sup>		
				雨量(mm)	発生日時	
1986	S61	アメダス	松江	108.0	7/9	5:00~
1987	S62	アメダス	松江	150.5	10/16	9:00~
1988	S63	アメダス	松江	222.5	7/13	2:00~
1989	H01	アメダス	松江	98.0	9/1	12:00~
1990	H02	アメダス	松江	78.0	9/19	3:00~
1991	H03	アメダス	松江	97.5	6/1	23:00~
1992	H04	アメダス	松江	70.5	8/24	14:00~
1993	H05	アメダス	松江	156.5	6/28	23:00~
1994	H06	アメダス	松江	108.5	9/14	20:00~
1995	H07	アメダス	松江	126.0	7/20	17:00~
1996	H08	アメダス	松江	159.5	6/25	8:00~
1997	H09	アメダス	松江	174.5	7/11	8:00~
1998	H10	アメダス	松江	115.0	10/17	10:00~
1999	H11	アメダス	松江	102.0	6/29	4:00~
2000	H12	アメダス	松江	187.0	9/22	4:00~
2001	H13	アメダス	松江	147.5	6/18	17:00~
2002	H14	アメダス	松江	64.5	10/19	19:00~
2003	H15	アメダス	松江	126.5	7/11	6:00~
2004	H16	アメダス	松江	116.0	10/20	1:00~
2005	H17	アメダス	松江	137.0	7/1	11:00~
2006	H18	アメダス	松江	171.0	7/18	0:00~
2007	H19	アメダス	松江	85.0	6/24	2:00~
2008	H20	アメダス	松江	121.5	6/20	4:00~
2009	H21	アメダス	松江	130.0	6/22	1:00~
2010	H22	アメダス	松江	87.5	7/3	0:00~
2011	H23	アメダス	松江	161.0	5/10	23:00~
2012	H24	アメダス	松江	92.0	9/15	12:00~
2013	H25	アメダス	松江	119.0	9/3	13:00~
2014	H26	アメダス	松江	105.5	10/12	22:00~
2015	H27	アメダス	松江	77.0	8/31	12:00~
2016	H28	アメダス	松江	94.5	8/28	15:00~
2017	H29	アメダス	松江	133.0	10/22	3:00~
2018	H30	アメダス	松江	126.5	9/29	20:00~

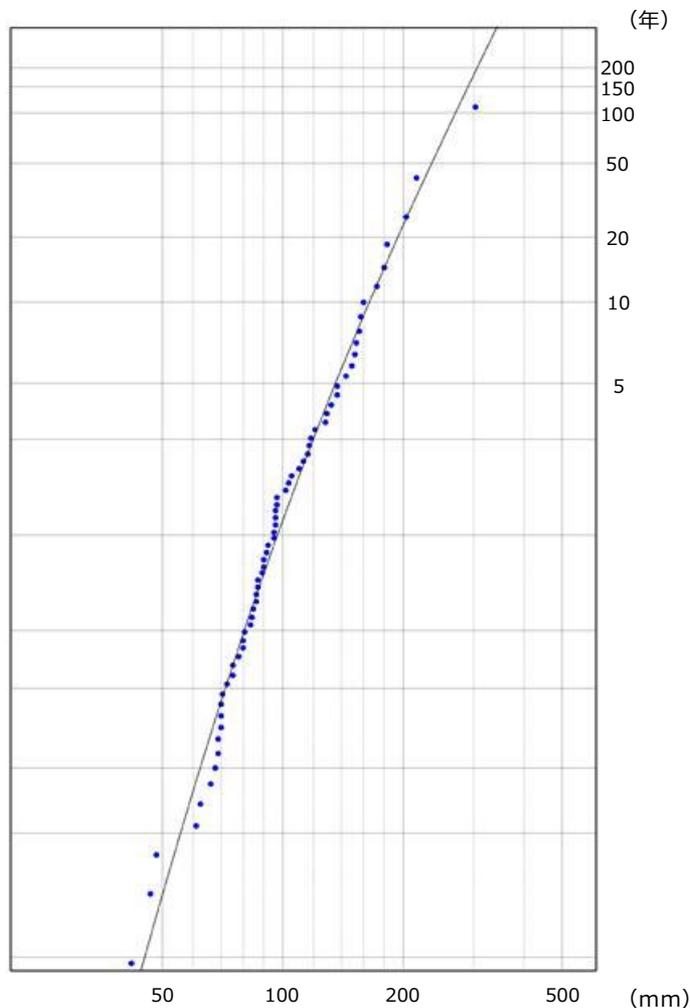
※ 1 気象庁HPより引用

1964 : 既往最大観測値

# 4. 1 土石流調査結果

## (参考) 計画流出土砂量の設定 (24時間雨量の設定について)

- 100年超過確率24時間雨量は、発電所周辺（観測地点：恵曇，鹿島）の日雨量観測記録を用いて「高水計画検討の手引き（案）」（一般財団法人国土技術研究センター，平成12年10月）に基づき実施した結果，271mmとなった。



確率統計解析結果

# 4. 1 土石流調査結果

## 計画流出土砂量の設定（運搬可能土砂量算出結果）

■ 運搬可能土砂量を算出した結果を示す。

運搬可能土砂量算出結果

土石流危険渓流	基準点	流域面積 (km <sup>2</sup> )	運搬可能土砂量 (m <sup>3</sup> )
①	A	0.009	2,702
	B	0.024	7,205
	C	0.010	3,002
	D	0.013	3,903
②	A	0.045	13,510
③	A	0.034	10,208
④	B	0.038	11,409
⑤	A	0.007	2,102
	B	0.050	15,011
⑥	A	0.007	2,102
	B	0.010	3,002
	C	0.002	600
⑦	A	0.016	4,433

# 4. 1 土石流調査結果

## 計画流出土砂量の設定（自社調査に基づく計画流出土砂量算出結果）

■ 自社調査結果に基づき、移動可能土砂量及び運搬可能土砂量から計画流出土砂量を算出した結果を示す。

自社調査結果に基づく計画流出土砂量

土石流 危険渓流	基準点	移動可能土砂量 (m <sup>3</sup> )	運搬可能土砂量 (m <sup>3</sup> )	計画流出土砂量 ※1 (m <sup>3</sup> )	計画流出土砂量 (m <sup>3</sup> ) (渓流ごとの総計)
①	A	2,560	2,702	2,560	8,440
	B	3,030	7,205	3,030	
	C	1,530	3,002	1,530	
	D	1,320	3,903	1,320	
②	A	5,930	13,510	5,930	5,930
③	A	1,880	10,208	1,880	1,880
④	B	3,810	11,409	3,810	3,810
⑤	A	820	2,102	1,000 <sup>※2</sup>	8,840
	B	7,840	15,011	7,840	
⑥	A	1,070	2,102	1,070	4,120
	B	2,050	3,002	2,050	
	C	1,260	600	1,000 <sup>※2</sup>	
⑦	A	980	4,433	1,000 <sup>※2</sup>	1,000

※1 砂防指針に基づき、計画流出土砂量は移動可能土砂量と運搬可能土砂量のより小さい値を採用し、一の位を切り上げて表記する。

※2 砂防指針に基づき、計画基準点において算出した計画流出土砂量が1,000m<sup>3</sup>以下の場合、計画流出土砂量を1,000m<sup>3</sup>とした。

## 4. 1 土石流調査結果 計画流出土砂量の設定（計画流出土砂量の算出）

- 島根県は平成13年に土石流危険渓流の現地調査を実施している。
- 自社調査結果及び島根県調査結果の計画流出土砂量を以下に示す。なお、自社調査結果と島根県調査結果の比較の詳細はP188～207に示す。
- 島根県調査との主な相違点は、侵食深を精度よく把握するため簡易貫入試験を実施するとともに、谷の次数毎に横断測線を設定し測線数を増やした。
- 自社調査結果と島根県調査結果の計画流出土砂量を比較し、両者を包絡したうえで保守的に設定した値を事象想定として考慮する計画流出土砂量とする。

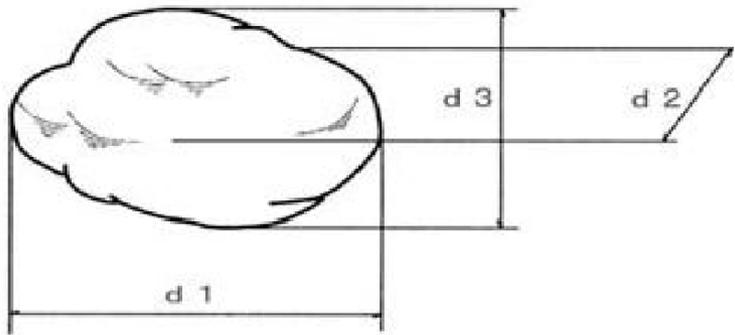
計画流出土砂量

	計画流出土砂量 (m <sup>3</sup> ) (自社調査結果)	計画流出土砂量 (m <sup>3</sup> ) (島根県調査結果)	計画流出土砂量 (m <sup>3</sup> ) (事象想定)
横断測線	谷の次数毎に実施 (3～13測線)	代表的な谷で実施 (1～2測線)	
土石流危険渓流①	8,440	調査なし	9,000
土石流危険渓流②	5,930	調査なし	6,000
土石流危険渓流③	1,880	1,388	2,000
土石流危険渓流④	3,810	5,914	6,000
土石流危険渓流⑤	8,840	6,770	9,000
土石流危険渓流⑥	4,120	4,528	5,000
土石流危険渓流⑦	1,000	1,170※	2,000

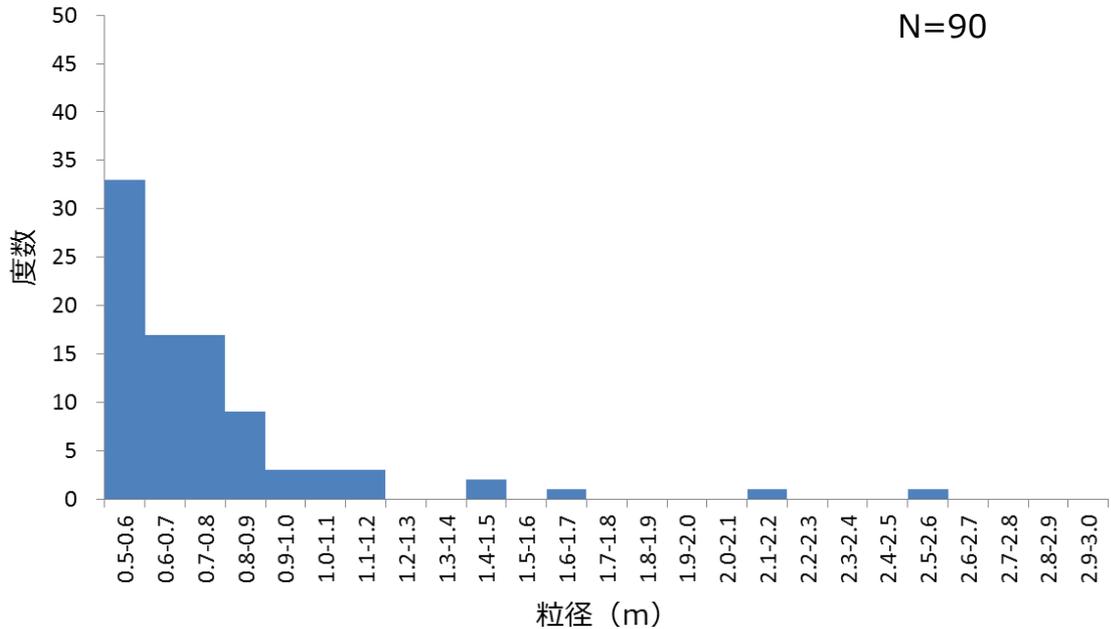
※島根県調査（平成13年）以降、渓流の一部は敷地造成により改変されていることから、改変区間の移動可能土砂量を補正し算出した。

# 4. 1 土石流調査結果 転石の調査方法及び調査結果

- 各土石流危険溪流の基準点より上流に存在する転石の分布状況及び粒径を把握する調査を実施した。
- 粒径は礫の縦幅、横幅、高さの3方向を実測し、その平均とした。転石の調査結果を以下に示す。
- 確認された転石については、粒径0.5m未満となるよう小割を行う。
- 土石流危険溪流に分布する転石は、土石流発生時に土砂に取り込まれて流下するものと考えられる。
- 転石を含む土石流は各土石流危険区域に堆積するものとし、その土砂の高さは、小割後の転石の粒径を考慮し、0.5m以上となるよう設定する。



巨礫の粒径



粒径の度数分布図  
(土石流危険溪流①～⑦)

砂防事業設計指針  
(島根県土木部砂防課, 平成27年4月) より引用

詳細な調査結果をP208～214に示す。

# 4. 1 土石流調査結果

## (参考) 転石を含む土石流流体力の算出方法

■ 「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律施行令第2条第2号の規定に基づき国土交通大臣が定める方法を定める告示（国土交通省告示第332号）」において、土石流により建築物に作用すると想定される力の大きさの算出方法が示されており、土石流に含まれる礫（転石）の密度が考慮されている。なお、「砂防指針」によると、土石流により流下する土石等の量は1波の土石流により流出すると想定される土砂量を考慮するとされている。

令第3条第2号の規定に基づき当該土石流により流下する土石等の量、土地の勾配等に応じて国土交通大臣が定める方法は、次の式により算出することとする。

$$F_a = \rho_a U^2$$

この式において、 $F_a$ 、 $\rho_a$  及び  $U$  は、それぞれ次の数値を表すものとする。  
 $F_a$  土石流により建築物に作用すると想定される力の大きさ（単位 1平方メートルにつきキロニュートン）  
 $\rho_a$  次の式により計算した土石流の密度（単位 1立方メートルにつきトン）

$$\rho_a = \frac{\rho \tan \phi}{\tan \phi - \tan \theta}$$

この式において、 $\rho$ 、 $\phi$  及び  $\theta$  は、それぞれ次の数値を表すものとする。  
 $\rho$  土石流に含まれる流水の密度（単位 1立方メートルにつきトン）  
 $\phi$  土石流に含まれる土石等の内部摩擦角（単位 度）  
 $\theta$  土石流が流下する土地の勾配（単位 度）

$U$  次の式により計算した土石流の流速（単位 メートル毎秒）

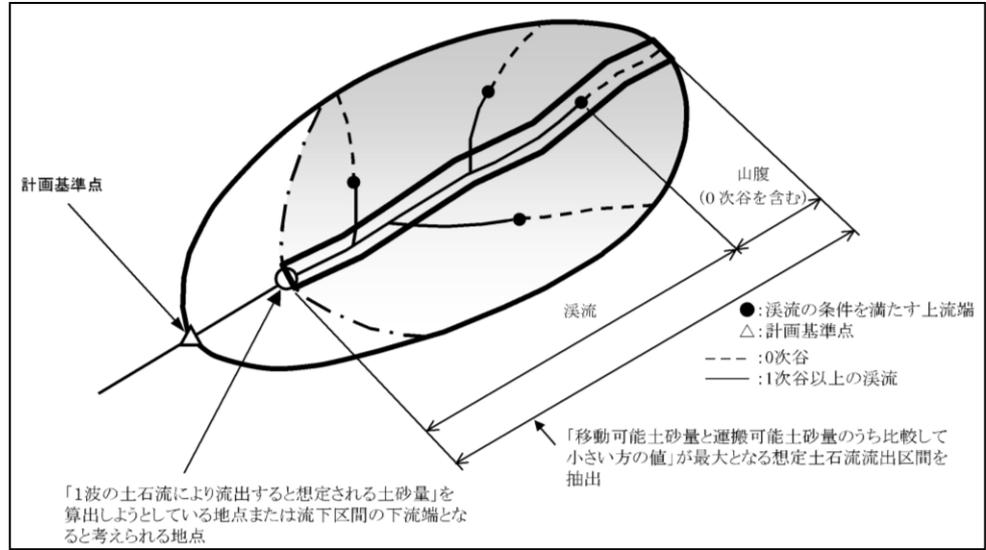
$$U = \frac{h^{2/3} (\sin \theta)^{1/2}}{n}$$

この式において、 $h$ 、 $\theta$ 、 $n$  は、それぞれ次の数値を表すものとする。  
 $h$  次の式により計算した土石流の高さ（単位 メートル）

$$h = \left\{ \frac{0.01 n C_* V (\sigma - \rho) (\tan \phi - \tan \theta)}{\rho B (\sin \theta)^{1/2} \tan \theta} \right\}^{3/5} \dots \text{小割後の転石の粒径を考慮して0.5mを下限値とする}$$

この式において、 $n$ 、 $C_*$ 、 $V$ 、 $\sigma$ 、 $\rho$ 、 $\phi$ 、 $\theta$  及び  $B$  は、それぞれ次の数値を表すものとする。

- $n$  粗度係数
- $C_*$  堆積土石等の容積濃度
- $V$  土石流により流下する土石等の量（単位 立方メートル）
- $\sigma$  土石流に含まれる礫の密度（単位 1立方メートルにつきトン）**・・・「砂防指針」より一般値2.6t/m<sup>3</sup>を採用**
- $\rho$  土石流に含まれる流水の密度（単位 1立方メートルにつきトン）**・・・「砂防指針」より一般値1.2t/m<sup>3</sup>を採用**
- $\phi$  土石流に含まれる土石等の内部摩擦角（単位 度）**・・・「砂防指針」より**
- $\theta$  土石流が流下する土地の勾配（単位 度）**一般値35°を採用**
- $B$  土石流が流下する幅（単位 メートル）
- $\theta$  土石流が流下する土地の勾配（単位 度）
- $n$  粗度係数



1波の土石流により流出すると想定される土砂量算出のイメージ図

「砂防指針」より引用・加筆

「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律施行令第2条第2号の規定に基づき国土交通大臣が定める方法を定める告示（国土交通省告示第332号）」より引用・加筆

# 4. 1 土石流調査結果 先行審査実績との相違点

- 土石流調査に係る先行審査実績との主な相違点は以下のとおりである。
- 渓床流動型土石流の現地調査について、侵食深を精度よく把握するため簡易貫入試験を実施し、試験結果に基づき移動可能土砂量を算出した。
- 運搬可能土砂量の算出のうち計画規模の24時間雨量の設定について、砂防指針によると100年超過確率24時間雨量を用いるとされているが、より保守的な評価となる年最大24時間降水量の既往最大観測記録を用いた。

土石流調査に係る先行審査実績との相違点

検討項目	先行審査実績			
	中国電力 島根 (2号)	大飯 (3・4号)	高浜 (1～4号)	伊方 (3号)
文献調査 (土石流危険区域・ 溪流の有無の把握)	国土数値情報 土砂災害危 険箇所データを用いて土石流 危険区域・溪流の有無を把握	国土数値情報 土砂災害危 険箇所データを用いて土石流 危険区域・溪流の有無を把握	国土数値情報 土砂災害危 険箇所データを用いて土石流 危険区域・溪流の有無を把握	防災マップ(伊方町)を用い て土石流危険区域・溪流の有 無を把握
地形の抽出 (土石流危険区域・ 溪流の抽出)	土石流危険区域・溪流を抽出	土石流危険区域・溪流を抽出	土石流危険区域・溪流を抽出	土石流危険区域・溪流を抽出
山腹崩壊型土石流 調査 ①図上調査 ②現地調査	①空中写真による大規模な崩 壊跡の確認 ②地質, 山腹の状況の確認	①空中写真による大規模な崩 壊跡の確認 ②地質, 山腹の状況の確認	①空中写真による大規模な崩 壊跡の確認 ②地質, 山腹の状況の確認	—

次頁へ続く

# 4. 1 土石流調査結果 先行審査実績との相違点

検討項目	中国電力	先行審査実績		
	島根 (2号)	大飯 (3・4号)	高浜 (1～4号)	伊方 (3号)
渓床流動型土石流調査 ①図上調査 ②現地調査	①詳細な地形図を用いた地形確認（渓床勾配の把握）、基準点の設定、谷次数区分の設定、渓流の延長の算出、流域の設定（流域面積の算出） ②谷の状況確認、渓床の横断スケッチ・写真撮影、 <b>簡易貫入試験の実施</b> （0次谷の侵食深は0.5mとする）	①詳細な地形図を用いた地形確認（渓床勾配の把握）、基準点の設定、谷次数区分の設定、渓流の延長の算出、流域の設定 ②谷の状況確認、渓床の横断スケッチ・写真撮影（0次谷の侵食深は0.5mとする）	①詳細な地形図を用いた地形確認（渓床勾配の把握）、基準点の設定、谷次数区分の設定、渓流の延長の算出、流域の設定（流域面積の算出） ②谷の状況確認、渓床の横断スケッチ・写真撮影（0次谷の侵食深は0.5mとする）	①基準点の設定、渓流の延長の算出、流域の設定 ②谷の状況確認、渓床のスケッチ、写真撮影
③計画流出土砂量の評価 (1)移動可能土砂量の算出 (2)運搬可能土砂量の算出 (3)計画流出土砂量の算出	(1)現地調査結果を踏まえ、侵食可能断面積と渓流長より算出 (2)計画規模の24時間雨量（ <b>既往最大観測値</b> ）と流域面積より算出 (3)移動可能土砂量と運搬可能土砂量の比較、島根県調査結果との比較により算出	(1)現地調査結果を踏まえ、侵食可能断面積と渓流長より算出 (2)- (3)移動可能土砂量、国土交通省調査結果との比較により算出	(1)現地調査結果を踏まえ、侵食可能断面積と渓流長より算出 (2)計画規模の24時間雨量（100年超過確率）と流域面積より算出 (3)移動可能土砂量と運搬可能土砂量の比較、国土交通省調査結果との比較により算出	-
(参考) 評価の概要	国土数値情報 土砂災害危険箇所データで示された全ての土石流危険区域・渓流を対象に、自社調査結果と島根県調査結果の計画流出土砂量を比較し、両者を包絡するように計画流出土砂量を設定	国土数値情報 土砂災害危険箇所データで示された全ての土石流危険区域・渓流を対象に、自社調査結果と国土交通省調査結果の計画流出土砂量を比較し、両者を包絡するように計画流出量を設定	国土数値情報 土砂災害危険箇所データで示された全ての土石流危険区域・渓流を対象に、自社調査結果と国土交通省調査結果の計画流出土砂量を比較し、両者を包絡するように計画流出量を設定	-