

土砂災害対策の強化に向けた検討会 ハード対策分科会（第2回）

討議資料

平成26年3月26日



国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部

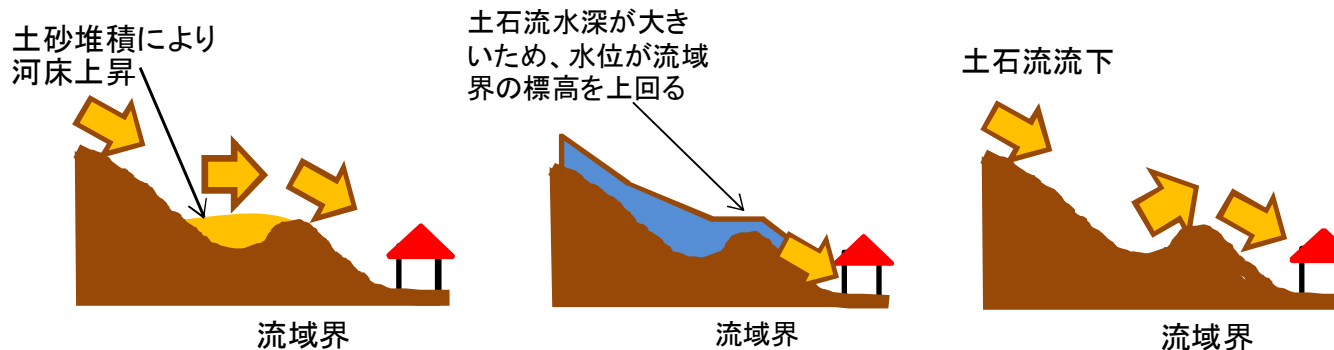
1. 土石流の流域界乗り越え現象

土石流の流域界乗り越えの恐れのある地域の抽出の考え方

○火山地域等の谷の開析の進んでいない地域においては、土石流が流域界を越えて流下する可能性があることから、危険性の高い地域の抽出方法を検討したい。

流域界乗り越え現象の主な特徴

- ・河床上昇によって流域界を埋塞
- ・水位が流域界の比高を超過
- ・土石流の直進性によって流域界を超過 など



問題となる箇所の主な特徴

- ・崩壊起因で発生するなど、土石流の堆積厚が大きい
- ・谷底と流域界との比高が小さい
- ・土石流のピーク流量が大きい
- ・流路が屈曲している
- ・縦断勾配が急で流速が大きい など

抽出方法の例

- ・地形、地質的な特徴から問題となり得る流域を抽出
- ・危険流域で崩壊土砂量、河床上昇、水位上昇の数値計算を行い比高差と比較
- ・土石流流下計算により比高乗り越えを推定 など

土石流の流域界乗り越えの恐れのある地域の抽出方法イメージ

○火山の活動状況、定量的な地形指標等による1次抽出、さらに斜面勾配、流路の形状、流域界地形の比高差に関し、簡易な物理的計算手法によって土石流が流域界を乗り越えるかどうかを判定する2次抽出の方法を検討したい。

1次抽出の例

土石流が流域界を乗り越える恐れのある火山地域のチェックポイントは以下4点

1) 火山の活動状況

⇒ 活動の開始時期が比較的新しく谷の開析が進んでいない火山
下刻作用を妨げる溶岩流が堆積している火山

2) 急勾配の山腹斜面

3) 谷地形が不明瞭で、流域界を越えて流下したり、土石流危険溪流として抽出されない可能性のある流域

⇒ 谷の開析の進んでいない流域
谷密度、谷次数、比高差、起伏量等の地形量に着目

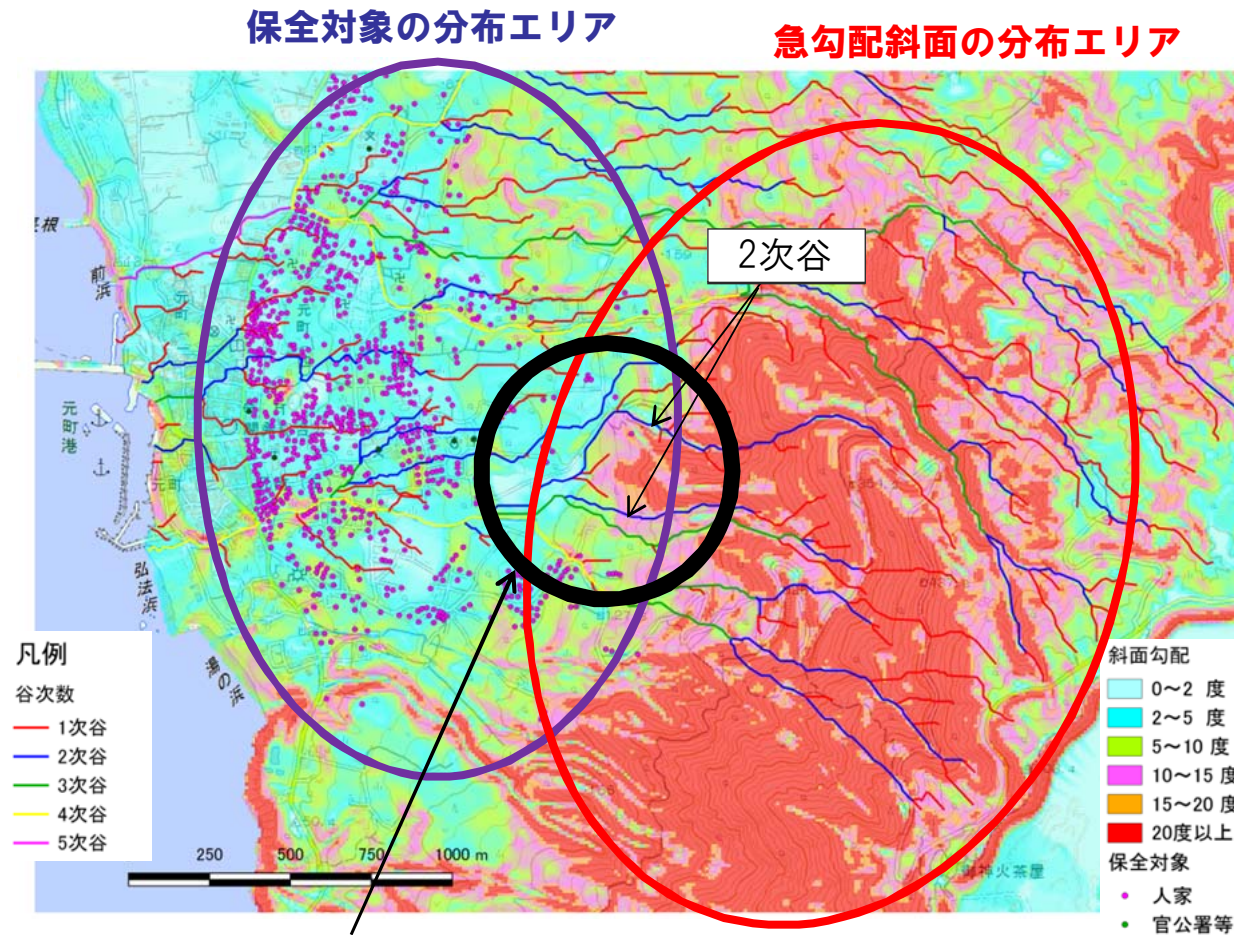
4) 土石流の氾濫範囲に保全対象人家のある地域

⇒ 火口周辺に保全対象人家のある地域

土石流の流域界乗り越えの恐れのある地域の抽出検討（1次抽出例）

ODEMによって地形量を自動計算することで流域界を乗り越える危険性の高い地域をおおまかに抽出することができるのではないかな。

斜面勾配と谷次数、保全対象の状況



実際の土砂流出箇所との関係



（10mDEMを使用した場合）

保全対象分布と急勾配斜面分布の重なる付近で1,2次谷等の低い谷次数の溪流が入り込んでいるエリア

土石流の流域界乗り越えの恐れのある火山の抽出検討(1次抽出例)

○火山の活動状況、溶岩流堆積の有無、保全対象の有無、地形図の目視による確認等から流域界乗り越える危険性の高い地域をおおまかに抽出することができるのではないかな。

伊豆大島



図 50-1 伊豆大島の地形図
国土地理院発行の5万分の1地形図(大島)及び数値地図50mメッシュ(標高)

霧島

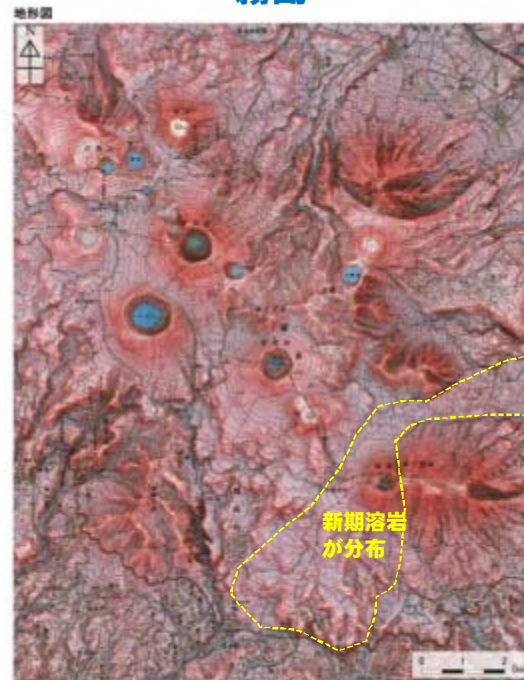


図 63-1 霧島山主要部の地形図
国土地理院発行の5万分の1地形図(霧島山)及び数値地図50mメッシュ(標高)

阿蘇山



図 34-5 阿蘇山から中興期の地形図
国土地理院発行の5万分の1地形図(阿蘇山)及び数値地図50mメッシュ(標高)

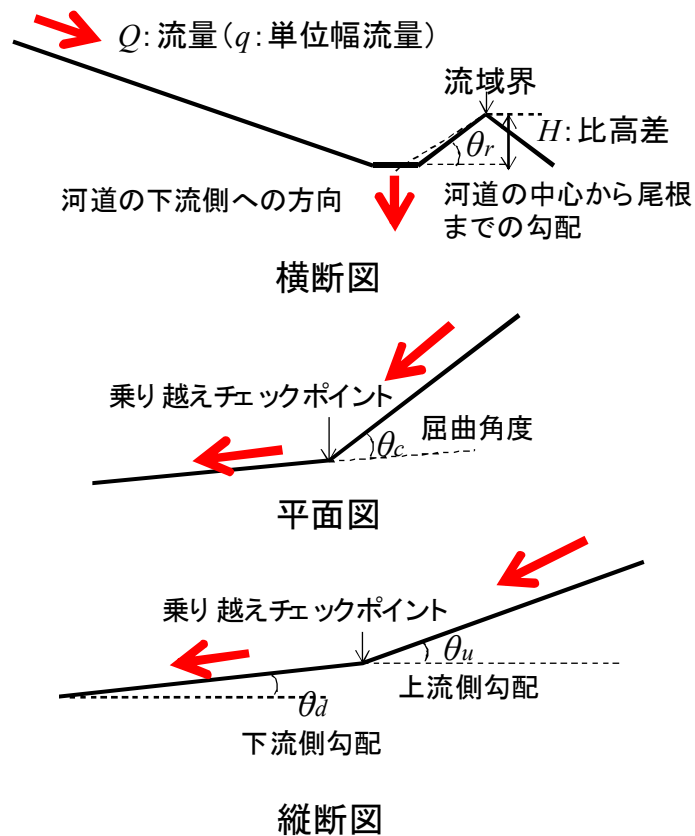
	伊豆大島	霧島	阿蘇山
谷の開析度合いが小さい	活動開始が4~5万年以降	活動開始が2.5万年以降エリアあり (南東方向、高崎川方面等)	活動開始が5万年前
火山山麓扇状地等流路が不安定な地形上に保全対象が分布	有り (元町溶岩流上に分布する元町集落等)	有り (南東方向、高崎川方面等)	有り (夜峰山、外輪山付近等)
下刻作用を妨げる新しい溶岩流の存在	有り (元町溶岩流)	有り (南東方向、御鉢山溶岩等)	無し (過去2000年内)

土石流の流域乗り越えの恐れのある地域の抽出（2次抽出例）

○1次抽出で流域界乗り越えの危険性の高い地域を抽出し、さらに個別の流域内の箇所について、流域界を乗り越えるかどうか、土石流水深、運動エネルギー、土砂堆積深に着目することで、簡易な数値計算手法で確認できるのではないか。

確認すべき地形量諸元

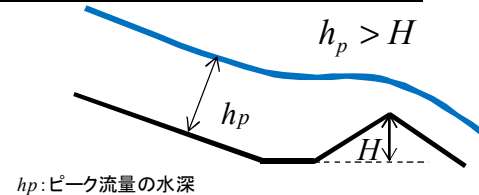
上流からの土石流



簡易な計算手法の着目点

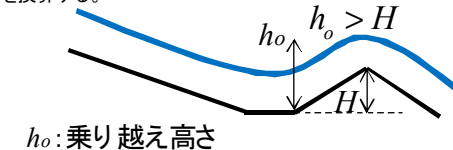
ピーク流量の単位幅流量 q_p でチェックする。
 q_p から、抵抗則を用いて、上流側の地形条件でピーク時水深、ピーク時流速を算出し、下記1. 2. から検討する。

1. 土石流水深が比高差を越える場合

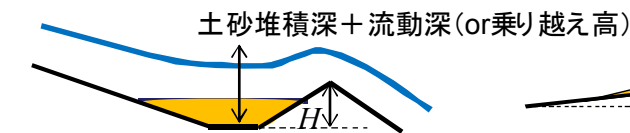


2. 土石流流速が速く、乗り越える場合

簡易的に運動エネルギーと位置エネルギーから乗り越え高さ h_o （最大到達高さ）を換算する。

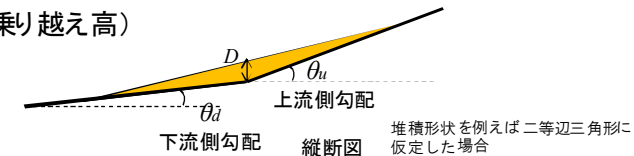
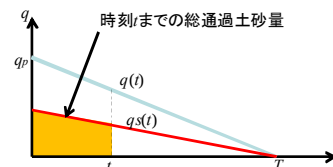


3. 河道への土砂堆積を考慮する場合



(1) 土石流のハイドログラフを想定

$q(t)$: 通過時刻 t の時点での単位幅流量
 $qs(t)$: 通過時刻 t の時点での単位幅流砂量



(2) 時系列の土砂堆積深と流動深(乗り越え高)の和を算出し

- $q(t)$ を用いて、1. の土石流水深 $h_p(t)$ 、2. の乗り越え高さ $h_o(t)$ を算出し、危険側を採用する。
- 採用した危険側の値と $D(t)$ の和をとり、時系列の到達高さを算出する。

2. 氾濫開始点の設定

氾濫開始点の検討例

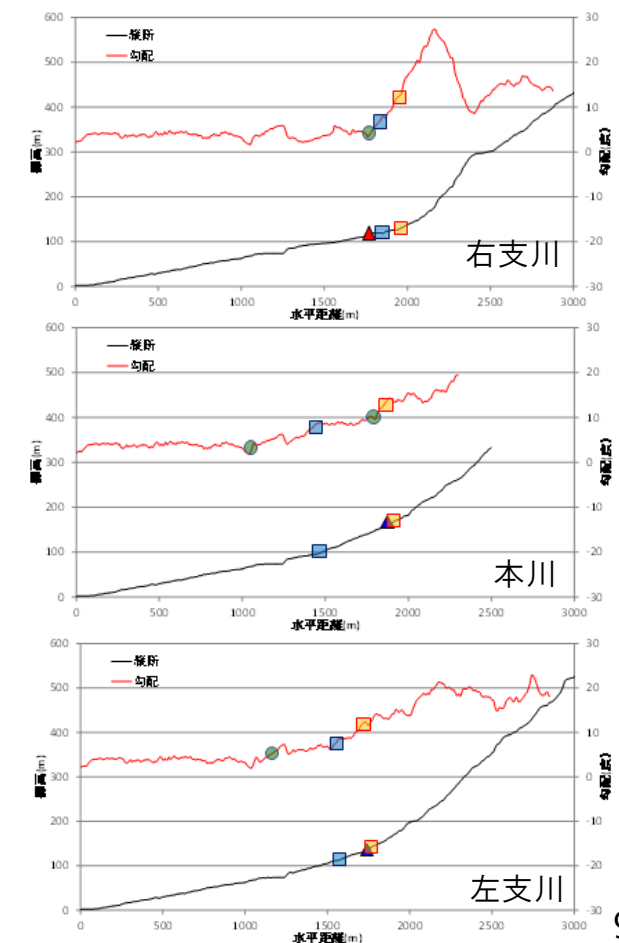
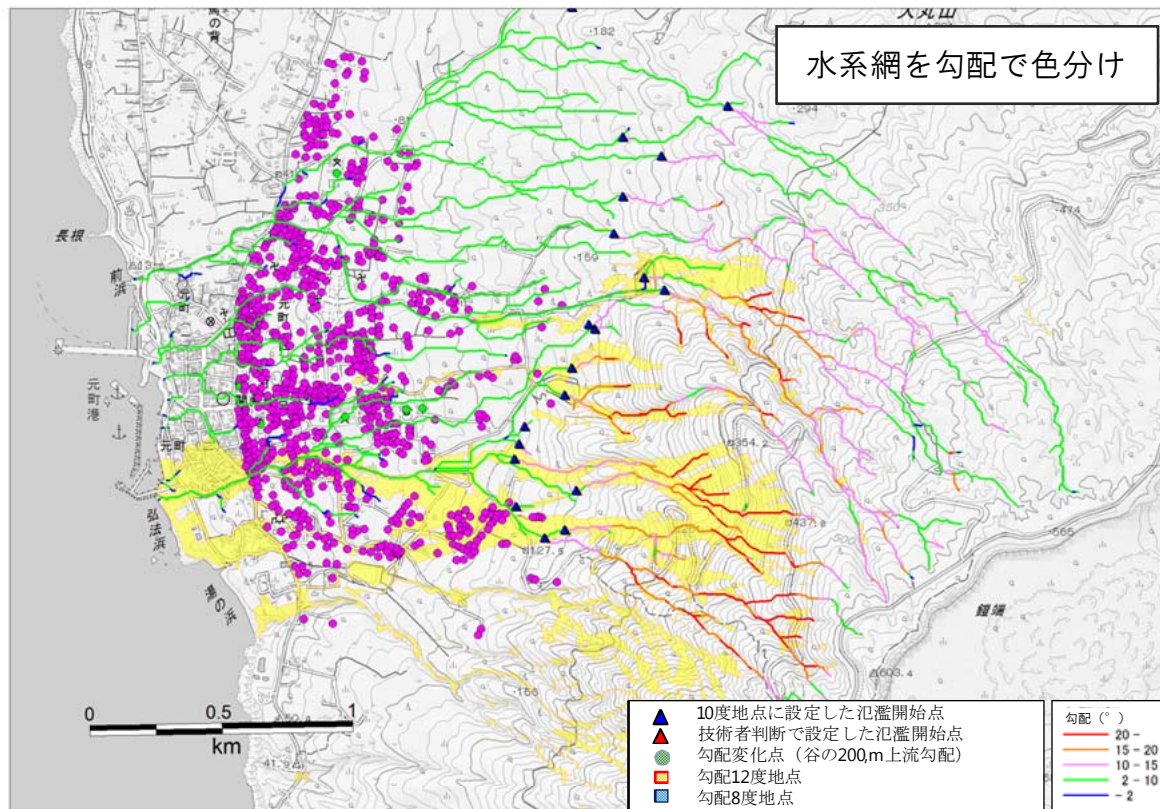
○縦断勾配について必要条件を設定し、谷地形、扇状地形の形状や保全対象の位置関係などから氾濫開始点を検討する方法が考えられる。

○これまではいわゆる「谷出口」を各技術者の判断で氾濫開始点としてきたが、考慮すべき項目を提示することで統一的な考え方によって氾濫開始点を設定出来るようになる。

①DEMデータとGISを用いた谷(水系網)の抽出

②下記の条件から氾濫開始地点を設定

- ・谷の縦断勾配 (火山や流域等一定の範囲ごとに設定(例えば10度)、勾配変化点)
- ・保全対象の位置 (保全対象の位置によって氾濫開始点を上流に移動)
- ・過去の災害実績 (崖錐の堆積状況や災害の記録等)
- ・地形形状 (下流近くに保全対象がなく谷(流路)が明瞭な場合は下流に設定等)



3. 超過外力と砂防施設の効果

近年の主な土石流災害と降雨確率規模に関する分析事例

○近年、気候変動等により降雨確率規模は増大する傾向にあり、砂防施設に計画規模以上の外力が加わることも想定する必要があると考えられる。

平成13年～21年までに死者・行方不明者の生じた土石流災害について、土石流対策等の規模の想定に広く用いられている24時間雨量の降雨確率年について分析した結果、降雨確率年が100年を超えるものが12件あった。

平成16年10月	香川県寒川町田面	(降雨確率年：約830年)
平成16年7月	福井県鯖江市	(" : 約810年)
平成16年10月	香川県寒川町越太尾北川	(" : 約680年)
平成16年10月	香川県寒川町打見川	(" : 約680年)
平成17年9月	大分県竹田市	(" : 約430年)
平成13年9月	群馬県嬬恋村	(" : 約340年)
平成17年7月	大分県上津江町	(" : 約240年)
平成18年7月	鹿児島県伊佐市	(" : 約230年)
平成18年7月	長野県辰野町	(" : 約190年)
平成16年10月	京都府舞鶴市	(" : 約150年)
平成13年6月	愛媛県松山市	(" : 約130年)
平成17年9月	宮崎県椎葉村	(" : 約110年)

使用したデータ: 土石流 災害報告 平成13年から平成21年までの9年分のデータ 1475件

「死者＋行方不明者」の発生した災害44件のうち、降雨データ(最大24時間雨量、最大1時間雨量)に記載のある30件について分析を行った。

降雨確率年等の算出には、「アメダス確率降雨量計算プログラム」(土木研究所、<http://www.pwri.go.jp/jpn/seika/amedas/top.htm>)を利用した。

参考: 林ら(2014): 土木技術資料Vol.56, No.1

超過外力に対する砂防堰堤の効果について（整理例）

- 砂防施設は防災施設として超過外力にも粘り強く減災効果を発揮する必要がある。
- 計画規模の土石流を確実、安全に処理するとともに、超過現象の土石流に対しては限界状態まで効果があるものと評価してはどうか。

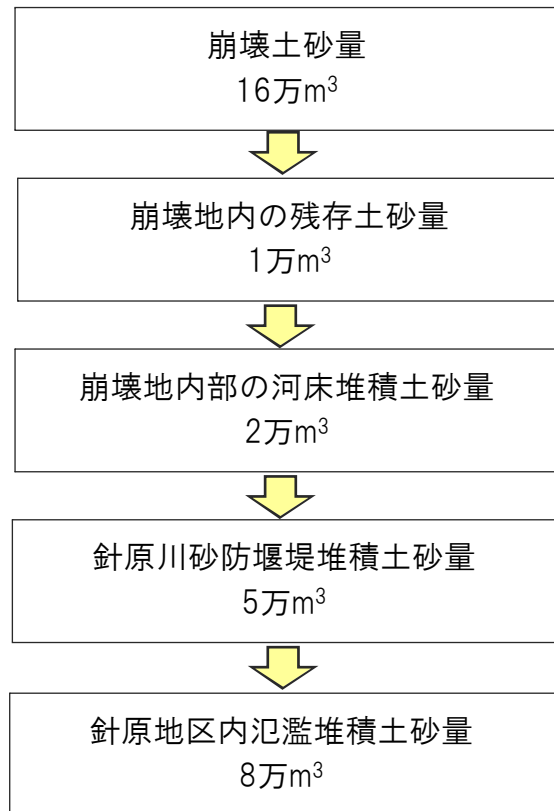
2段階の外力レベルに応じた砂防堰堤の要求性能（イメージ）

		2段階の要求性能	
		【砂防堰堤に求める機能】	【砂防堰堤に求める機能】
		① 溪床を安定化させる。 ② 計画量の土石流土砂を捕捉する。 ③ 流下幅を所定の範囲に収める。	① 溪床を安定化させる。 ② 土石流土砂を出来る限り捕捉する。
		【設計条件】	【限界条件】
		○ 前庭保護工が欠損しない。 ○ 底面に引張応力が生じない。 ○ 底面剪断力と底面剪断抵抗力の比が所定の安全率を下回らない。 ○ 底面圧縮力が地盤支持力を上回らない。 ○ (鋼製) 構造物の部材の一部で塑性変形が生じない。	(効果を発現できる限界の状態) ○ 前庭部の洗掘が進行して本体底面に及ばない。 ○ 応力作用線が底面外に出ない。 ○ 底面剪断力が底面剪断抵抗力を上回らない。 ○ 底面圧縮力が地盤支持力を上回らない。 ○ (鋼製) 構造物全体としての形状保持ができる。
2段階の外力レベル	L1: 通常レベル (例: 1/100確率規模土石流)	◎	
	L2: 低頻度大規模レベル (例: 大規模深層崩壊土石流で、砂防堰堤を越流する規模も大きいもの)		◎

平成9年7月の針原川土石流に対する砂防堰堤の効果事例①

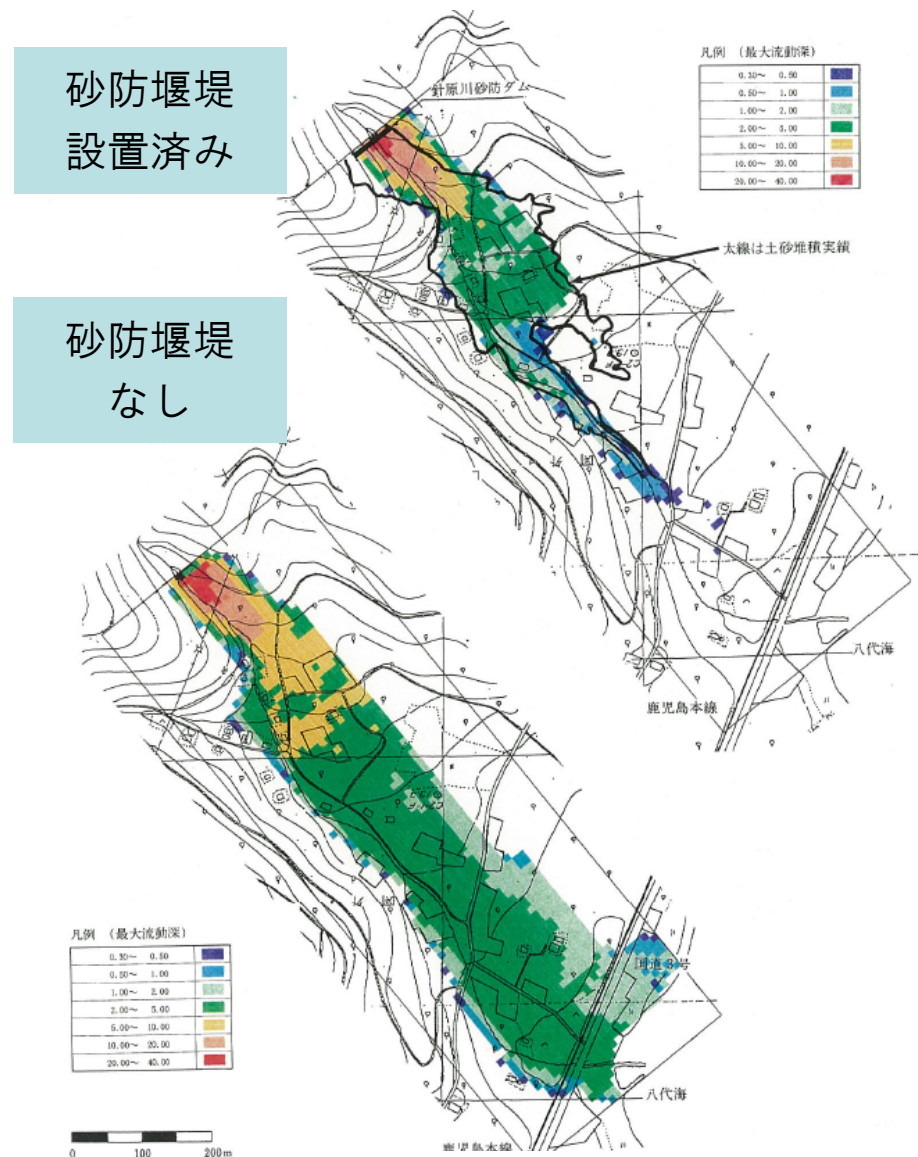
1. 土石流捕捉効果

今回の崩壊土砂量: 160,000m³
砂防堰堤堆積土砂量: 約50,000m³



針原川土石流検討委員会報告書, 平成10年5月

2. 土石流氾濫範囲縮小効果



平成9年7月の針原川土石流に対する砂防堰堤の効果事例②

3. 砂防堰堤の破損状況

右岸袖部が破損



写真-4.2 袖部被災状況



堤高＝14.0m

4. 施設効果に関する評価

・計画規模を超えた土砂流出に対して、計画貯砂容量以上の土砂を捕捉し、下流被害を軽減する効果を発揮した。

(参考)H9.7.10土石流発生時の雨量について

- ・土石流発生時刻(7/10 0:45頃)・・・無降雨
- ・連続雨量(7/7 0:00 ～7/10 0:00)・・・398mm(出水地域雨量観測所(気象庁))
535.5mm(出水浄化センター)

・袖は破損したが、土石流捕捉機能を発揮するために必要な本体部が倒壊したり、著しく不安定な状態(※)になることはなかった。

(※)例えば、前庭部の洗掘が進行して本体底面に及んだ状態など

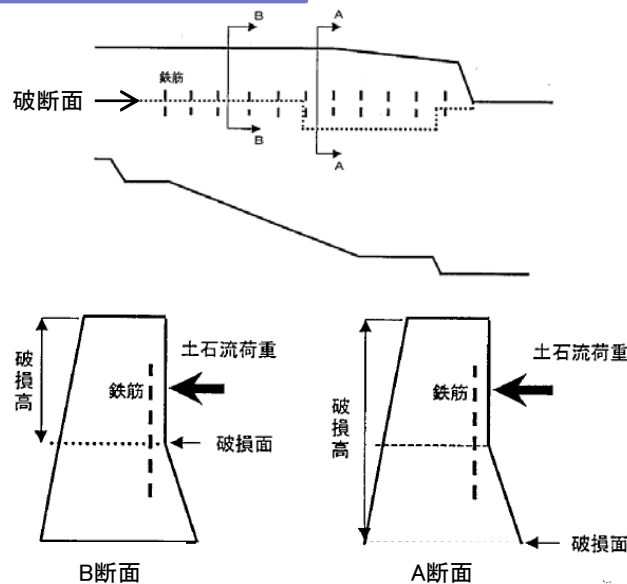
針原川土石流検討委員会報告書, 平成10年5月

平成9年7月の針原川土石流に対する砂防堰堤の効果事例③

砂防堰堤の効果について

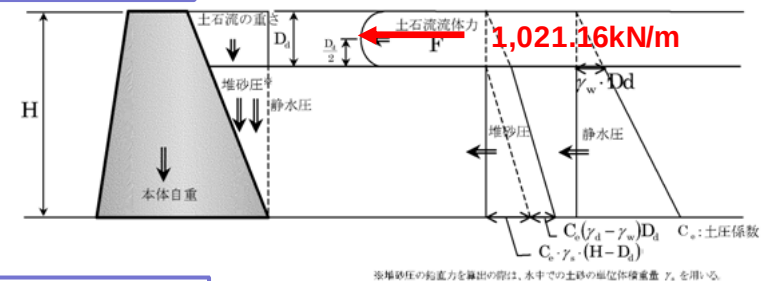
- ・今回の土石流が砂防堰堤に与えた荷重は、袖部破損実態からの逆算等により、設計上の土石流荷重の2～3倍程度であったと推定される。
- ・計画規模の土石流に対して安全率等を考慮して設計していた結果、計画規模を超えた今回の土石流でも、いわゆる限界状態に至らなかったことから、持ちこたえることができ、減災効果を発揮したものと考えられる。
- ・ただし、計画規模以上の土石流に対して、越流流量が増加したり長時間継続することにより起因する不安定化(前庭保護部の洗掘など)に対する要求性能については、新たに検討が必要だと考えられる。

袖部破損実態からの外力推定

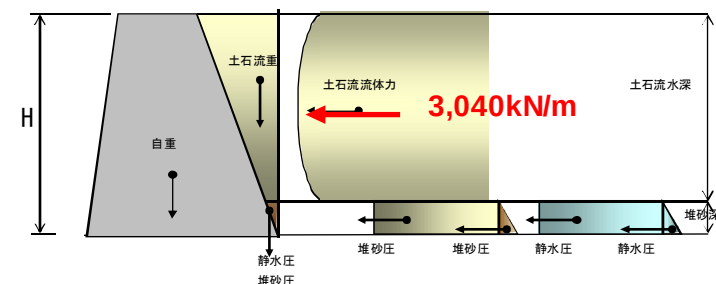


最小土石流荷重=約1,600~4,000kN/m

設計上の外力



限界状態の外力



気候変動等の状況変化に順応した計画の考え方（イメージ）

現状の課題

- 計画後の流域の荒廃状況等の緩やかな状況変化に対応できていない場合があります。
- 気候変動等を想定し、雨の降り方の変化を考慮できていない場合があります。
- 同一流域内の上流側施設の効果を一部考慮できていない。



- 気候変動等により降雨規模が増大する傾向にあり、最新の降雨データおよび増加傾向等を計画降雨量に反映することを検討する。
- 下流側の施設計画に上流側の既存施設の効果を十分反映することを検討する。
- 超過確率規模の土石流に対する砂防施設の効果を警戒避難の計画に反映することが考えられる。
- その他、社会環境や流域の荒廃状況の変化についても最新状況を把握し、計画に反映することを検討する。

※降雨確率規模が増加傾向にあっても、土砂等の最大の氾濫範囲については、前回のハード対策分科会にて既存の範囲で概ね収まるとの議論を踏まえると、基本的には大きな変更は生じないものと考えられる。

砂防施設整備の警戒避難に対する効果について

○砂防施設を整備することで避難路の安全性が確保され、周辺地域の警戒避難体制を強化することができる。また、土砂の氾濫想定範囲にやむを得ず立地している避難場所の安全性を確保することができる。

○超過確率規模の土砂災害に対して、砂防施設が土砂の氾濫範囲を減じる効果が考えられる。それによって警戒避難の計画の高度化もあり得る。

○そのほか、崩壊や土石流が複数波に分かれて発生するような場合には、砂防施設によって土石等が保全対象に到達する時間を遅らせることもあり得る。

長崎県諫早市

流域面積 0.46km²

保全対象人家戸数 12戸
山口公民館(避難場所)
市道260m

砂防堰堤 1基

二級市道湯野尾線

山口公民館

【保全対象写真】

山口公民館

二級市道湯野尾線

山口公民館

二級市道湯野尾線

取り組み事例（長野県の実例）

ハード対策

5カ年計画に基づく対策工事を実施することにより、安全な避難場所の創出を推進

【達成目標】

土砂災害特別警戒区域内の18施設（H24.8.1時点調査）の対策について平成29年度までに着手

注）18施設は、土砂災害特別警戒区域内で、避難所の見直し等が困難かつハード対策の必要性・緊急性が高い箇所。



ソフト対策

市町村地域防災計画の策定を支援し、土砂災害から安全な避難場所の創出を推進

土砂災害に安全な避難場所の創出のため、土砂災害特別警戒区域内に位置している避難所120の内、ハード対策で実施する18以外の施設について、現在具体的な見直し作業を市町村とともに進め、市町村地域防災計画の策定支援を行っています。

○ソフト対策の内容

【避難所変更】

- ① 代替となる避難所へ変更
- ② 近隣の空き家を利用
- ③ 近隣の災害時要援護者関連施設
- ④ 同一敷地内の別建物へ変更

【避難所運用方法の見直し】

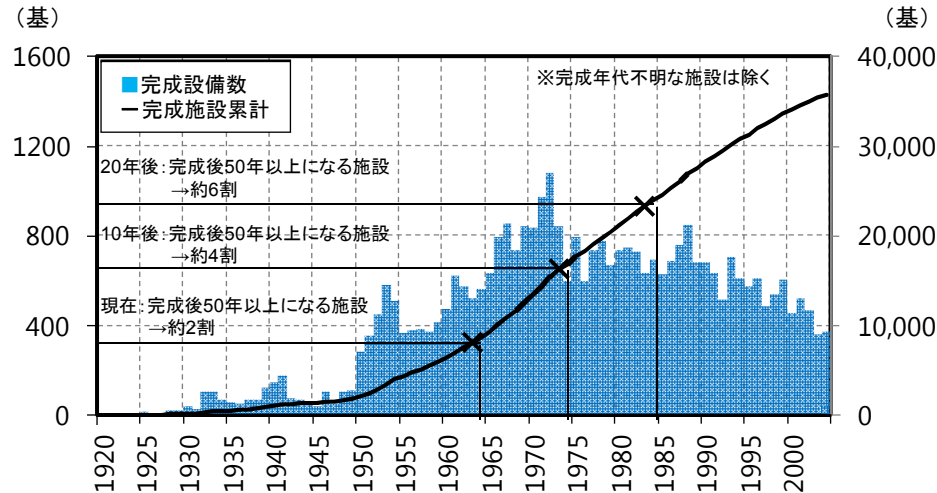
- ⑤ 現在の避難所の2階以上を利用（垂直移動）
- ⑥ 同一建物内で安全な避難位置へ変更



4. 砂防施設の維持管理

砂防施設の機能維持と長寿命化対策例

砂防堰堤等の年代別整備状況(都道府県管理施設)



砂防設備等の機能低下事例

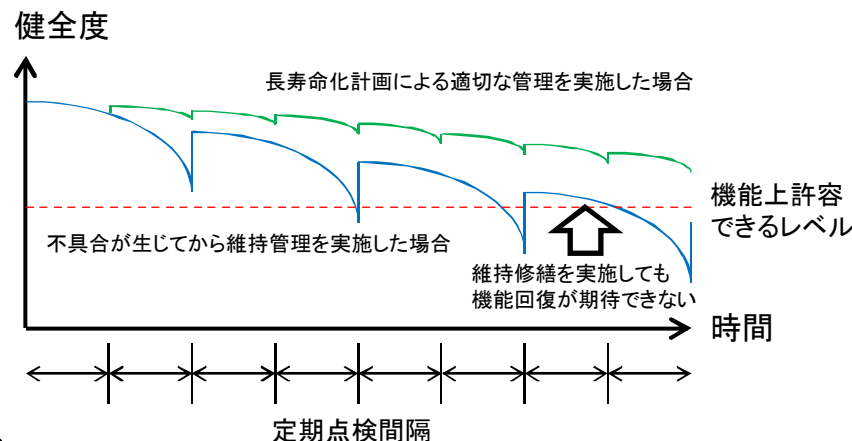


- 砂防堰堤の天端摩耗による堰堤の土砂捕捉機能低下



- 排水機能の低下
- 集水井の主要部材の腐食

長寿命化計画による適切な施設管理の実現



保全すべき各施設の機能	老朽化により生じる施設の不具合	長寿命化のために実施すべき管理の例
土石流の捕捉	天端摩耗	• 定期点検による異常の把握 • 老朽化による損耗が軽微な段階での予防的修繕 • 改築を実施すべき時期・状況の規定 等
地下水の排除	排水不良	• 定期点検による異常の把握 • 定期的な洗浄の実施による目詰まりの予防 • 改築を実施すべき時期・状況の規定 等

砂防施設の機能維持の基本的考え方

- 近年、公共施設の適切な維持管理がより一層求められている。
- 砂防堰堤は防災施設として基本的機能の維持が不可欠であり、砂防堰堤の状態に応じた効果的な維持管理手法の検討が必要である。

■放置すれば下流（周辺）に被害を及ぼす恐れが高い施設の例

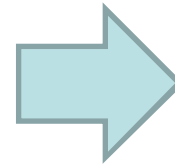
①砂防堰堤の基礎洗掘



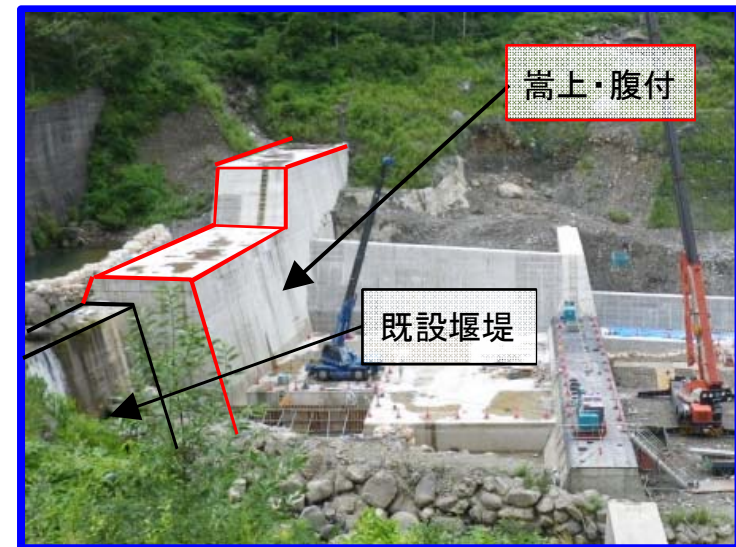
②水通し天端の摩耗



不具合の程度が進行すると、**転倒や大きな破壊**に繋がり、砂防堰堤の持つ機能を発揮できなくなるため



対策イメージ 修繕＋機能向上(嵩上・腹付)



5. 流木対策

不透過型砂防堰堤での流木対策の基本的考え方

- 不透過型砂防堰堤において流木捕捉量を見込む場合には、堰堤下流への流出を考慮した流木対策計画とすることを検討したい。
- 具体的には、堰堤での流木捕捉率を設定することや最低限対策を行うべき下流への流出量の下限值を設定することなどが考えられる。
- 下流への流出量は場の条件や流木の形状によって変化するが、これまでの流出事例の収集および実験等によって捕捉率の設定を行うことが想定される。

流木捕捉率の設定について

計画捕捉量の容積率から算定された流木量に捕捉率を乗じた量を不透過型堰堤での計画流木捕捉量とし、捕捉出来ない残りを流木止め工等の追加的対策によって捕捉する計画とするイメージ。

《検討すべき課題》

- ・不透過型砂防堰堤の流木捕捉率は場の条件や流木の形状によって大きく変化することが考えられるが、過去の災害における流出状況や実験等によって一律の捕捉率を設定することは可能かどうか。
- ・安全側を考えると捕捉率の低い事例も参考とすべきではないか。

堰堤下流へ流出する流木量の下限値の設定について

下流への流出量を0とすることができる従前の考え方を見直し、0にはできないこととして流木止め工等の追加的対策によって捕捉する計画とするイメージ。

《検討すべき課題》

- ・堰堤規模や計画捕捉量によって流木止め工等の追加対策の規模は変わることが想定されるが、一律に下限値を設定してすることは可能かどうか。

流木捕捉率導入の考え方（サンプルによる検討例）

土石流の例

土石流5,000m³
(土砂4,900m³+流木100m³)

計画捕捉量5,000m³

計画堆砂勾配

平常時堆砂勾配

現況床勾配

従前の考え方

土砂、流木ともに全て捕捉

追加的流木対策の必要はない

新しい考え方

捕捉量：土砂4,900m³+流木80m³

捕捉率 例)80%

流木の流出20m³

追加的に流木止め等を設置する必要がある

捕捉量：土砂4,900m³+流木80m³

捕捉率 例)80%

流木止めによる
流木捕捉20m³

流木が橋梁を閉塞させたことで氾濫範囲に影響のあった事例

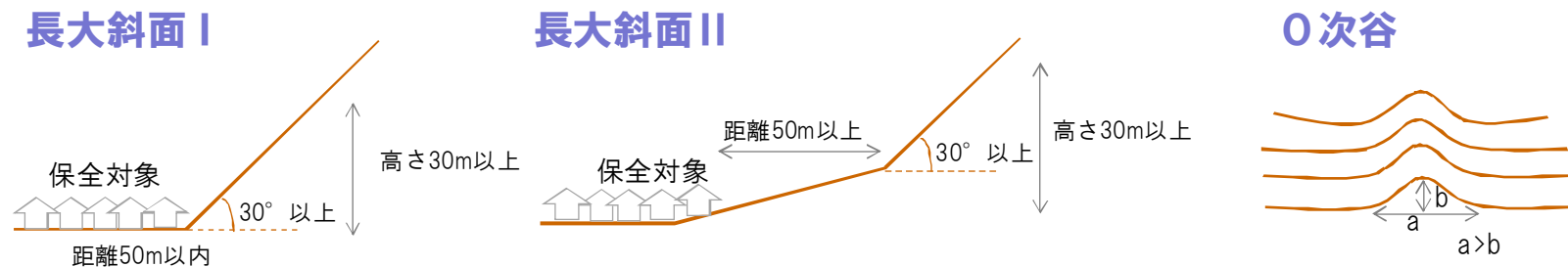
- 橋梁が流木で閉塞されることで後続流が想定していなかった方向へ氾濫した事例がある。
- 流木が下流に流出するとどのようなことが起こりうるかを検討し対策に反映する必要がある。



6. 長大斜面、0次谷対策

長大斜面、0次谷の分類と課題の整理

- ソフト対策の観点から見ると、長大斜面にはその地形形状によって土砂災害警戒区域の対象となるもの（長大斜面Ⅰ）とならないもの（長大斜面Ⅱ）がある。また、0次谷は現在対象としていない。
- ハード対策の観点で見ると、凹形状の長大斜面と0次谷については今後、堰堤等の施設によるハード対策を行うことが考えられる。一方、凸形状の長大斜面については、特化した具体的な工法は検討されていない。
- 下表の×部分について対応を検討する必要があると考えられる。



	凹形状	凸形状	ソフト対策 ※
長大斜面Ⅰ	○	○	△※
長大斜面Ⅱ	○	○	×
0次谷	○		×
ハード対策 ※	△※	×	

危険性の高い箇所の抽出方法、氾濫エリアの設定方法が検討されていない

具体的な対策工法の検討が行われていない

- ※ソフト対策：現在の運用上、土砂災害警戒区域の指定の対象となっているものを○、なっていないものを×と評価。長大斜面Ⅰを△と評価しているのは氾濫範囲の考え方が実態に対応出来ていない場合があるため。
- ハード対策：凹形状の長大斜面、0次谷でのハード対策として考え方が確立しているものを○、確立はしていないが具体的に検討中のものを△、具体的な検討も出来ていないものを×と評価した。なお、凹形状のハード対策について△と評価したのは第1回ハード対策分科会で紹介した小規模砂防堰堤が検討中であるため。

最近の死者が発生した土砂災害箇所 の地質分類

○H20～25年の主要な災害事例を概略的に分析した結果、死者・行方不明者が出た災害のうち約4割が火山岩の地域で発生していた。

○火山地域について優先的に、危険性の高い長大斜面、0次谷を抽出することを検討することが考えられる。

対象期間（H20～H25）

地質		急傾斜 ※1	土石流 ※2	計		日本における面積 比率
付加コンプレックス		6(1)	9(6)	15(7)	24%(25%)	17%
堆積岩類		8(2)	2(0)	10(2)	16%(7%)	40%
変成岩		3(2)	0(0)	3(2)	5%(7%)	4%
火成岩	深成岩	5(3)	7(3)	12(6)	19%(21%)	10%
	火山岩	11(5)	12(6)	23(11)	37%(39%)	28%
計		33(13)	30(15)	63(28)	100%(100%)	99%

地質情報：産業技術総合研究所 20万分の1日本シームレス地質図より

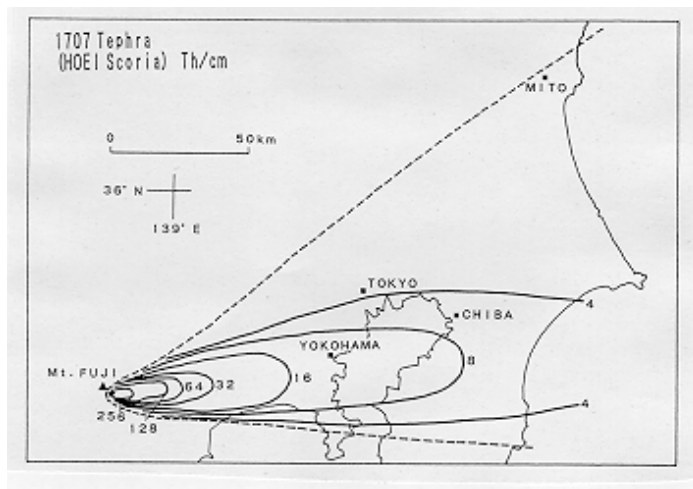
※1：()書きはがけ高さ30m以上の長大斜面における急傾斜災害件数

※2：()書きは土石流危険渓流以外の箇所における土石流災害件数

表層崩壊に起因する土石流発生の特徴がある火山地域の特徴例

伊豆大島での災害を念頭に置くと、表層崩壊による被害の発生する恐れのある箇所の
特徴として、以下の項目が考えられる。

- ・表層に一定の火山灰層が分布
⇒ 有史以降、一定規模以上の噴火活動のある火山地域
- ・比較的浅い火山灰層の下に難透水層が分布
⇒ 難透水層(レス等)の地質構造を有する火山地域、
レスの形成に必要な火山休止期間を有する火山地域
- ・土石流の氾濫範囲に保全対象人家のある地域
⇒ 火口周辺に保全対象人家のある地域
- ・溶岩流によって広く平滑な斜面が形成されている地域
⇒ 有史以降の溶岩流の流出した火山地域

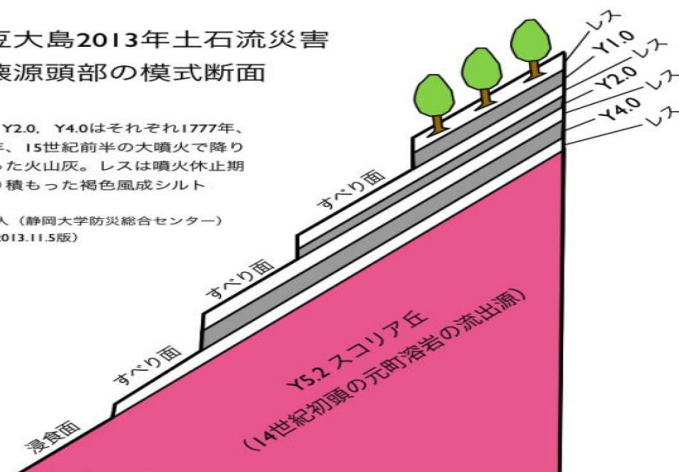


富士山 1707年宝永噴火時の火山灰の分布範囲

伊豆大島2013年土石流災害
崩壊源頭部の模式断面

Y1.0, Y2.0, Y4.0はそれぞれ1777年、
1684年、15世紀前半の大噴火で降り
積もった火山灰。レスは噴火休止期
に降り積もった褐色風成シルト

小山真人(静岡大学防災総合センター)
作成(2013.11.5版)



伊豆大島 崩壊源頭部の模式断面図

阿蘇地域での崩壊メカニズムの検討例

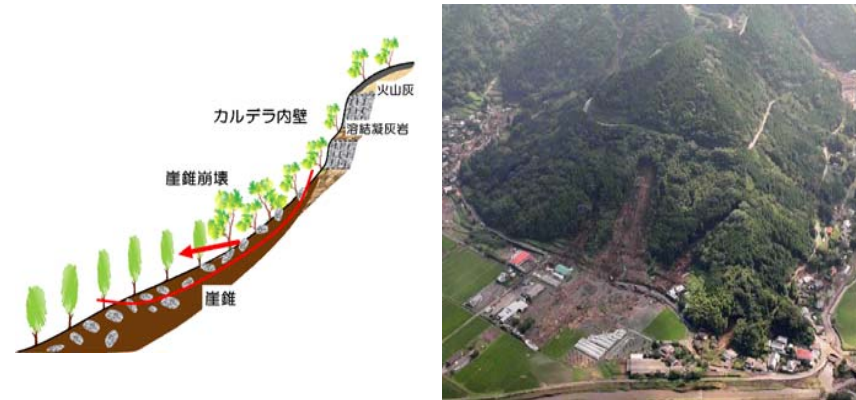
○近年、崩壊性の土砂災害が多く発生している主な火山地域について、発生メカニズムを分析することで、長大斜面、0次谷の概略的な危険箇所抽出に役立てられるのではないかな。

①カルデラ壁の急斜面の崩壊と土石流



- 火山灰を主体とする表層土が滑り落ちる表層崩壊
- 雨量が多かったため、流動化し、溪岸・溪流を侵食して立木等を取り込み土石流化

②崖錐斜面の崩壊



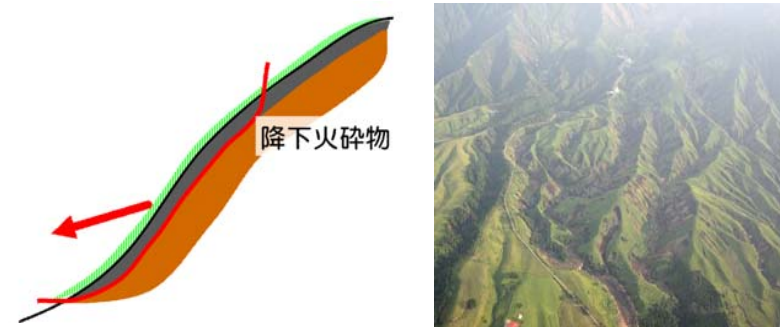
- カルデラ壁の中腹から脚部にかけて発達している崖錐斜面の崩壊。
- 箇所は多数あり、土砂や樹木の到達距離が相対的に長い。

③丘陵地の降下火砕物斜面の崩壊



- カルデラ壁の裾野に厚く堆積した効果火砕物斜面において崩壊が発生
- 箇所は多くないが、4～5mの崩壊深となり被害をもたらした事例もある。

④中央火口丘急斜面の崩壊

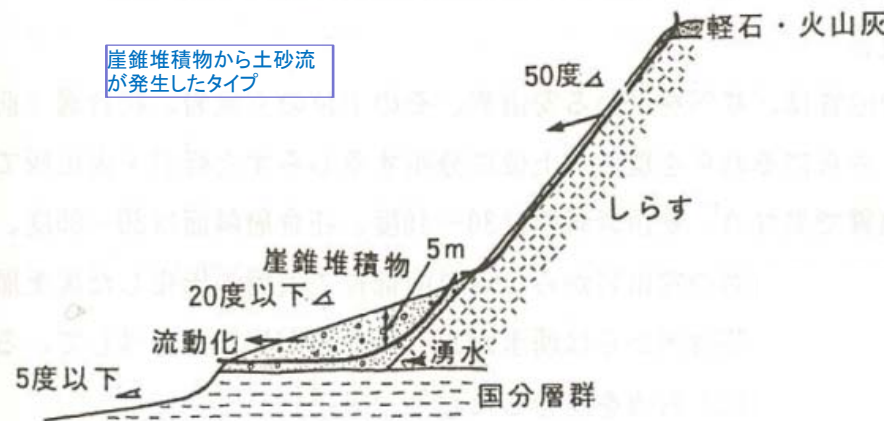


- 中央火口丘の草地や林地の急斜面で表層崩壊が発生
- 小規模だが多数発生

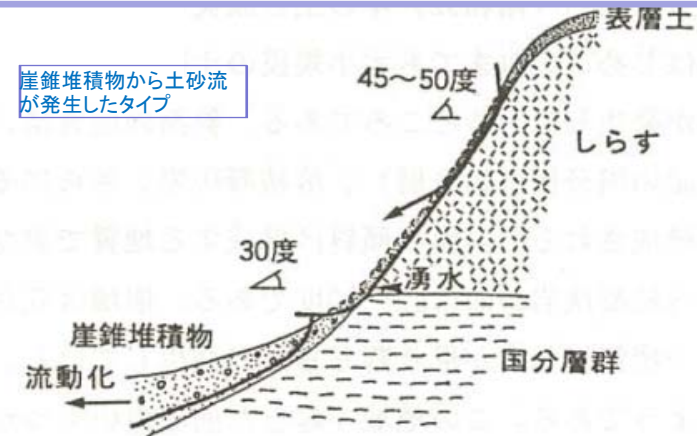
南九州における崩壊メカニズムの検討例

○南九州における災害事例の中から特徴的なものを挙げると、急斜面の崩壊とともに崖錐堆積物が崩壊し土石流化したもの、その際に地層境界面の湧水が関係しているものなどがある。

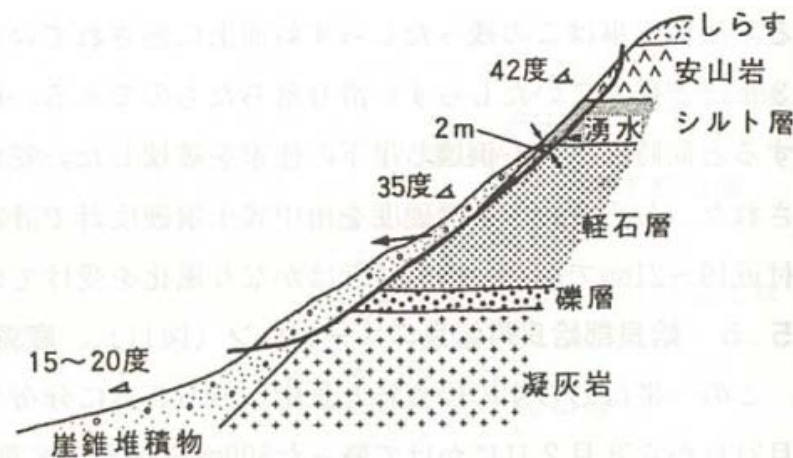
崖錐堆積物から土砂流が発生したタイプ



崖錐堆積物から土砂流が発生したタイプ

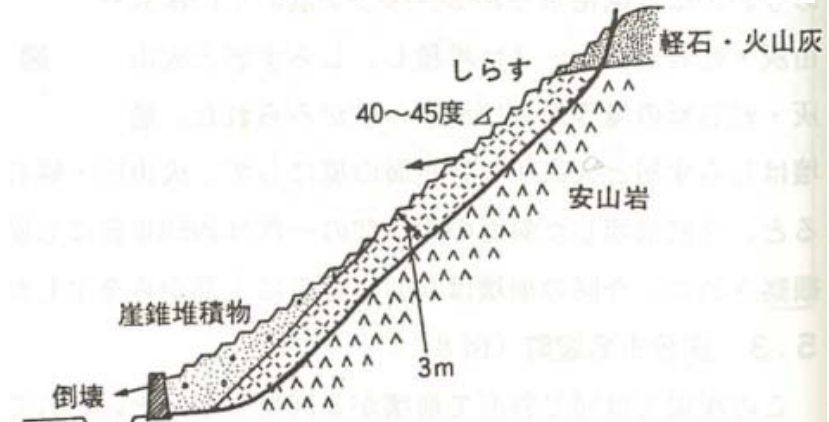


始良ニュータウンにおける
斜面崩壊発生の様式図



桜島SAにおける斜面崩壊発生の様式図

吉田町西佐多浦における
斜面崩壊発生の様式図



大川原における斜面崩壊発生の様式図

多様な崩壊タイプ(下川らによる調査報告より抜粋)

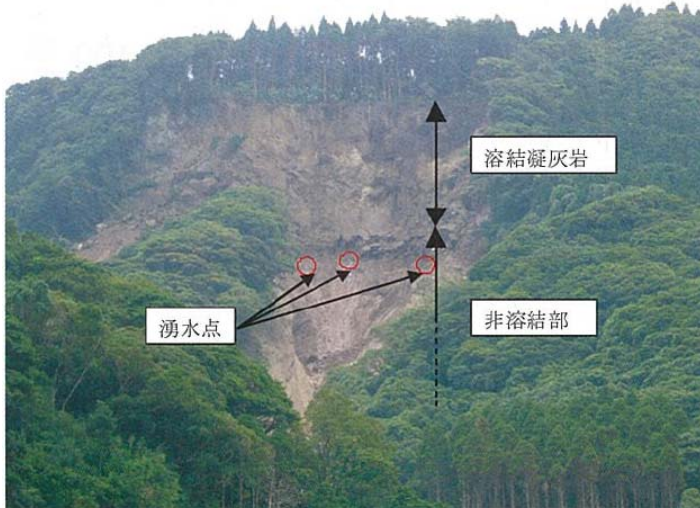
下川ら(1994): 1993年豪雨による鹿児島県下の土砂災害, 1993年鹿児島豪雨災害の総合的調査研究報告書, 1993年豪雨災害鹿児島大学調査研究会, P.47-59

2010年（平成22年）南大隅町船石川の崩壊メカニズム



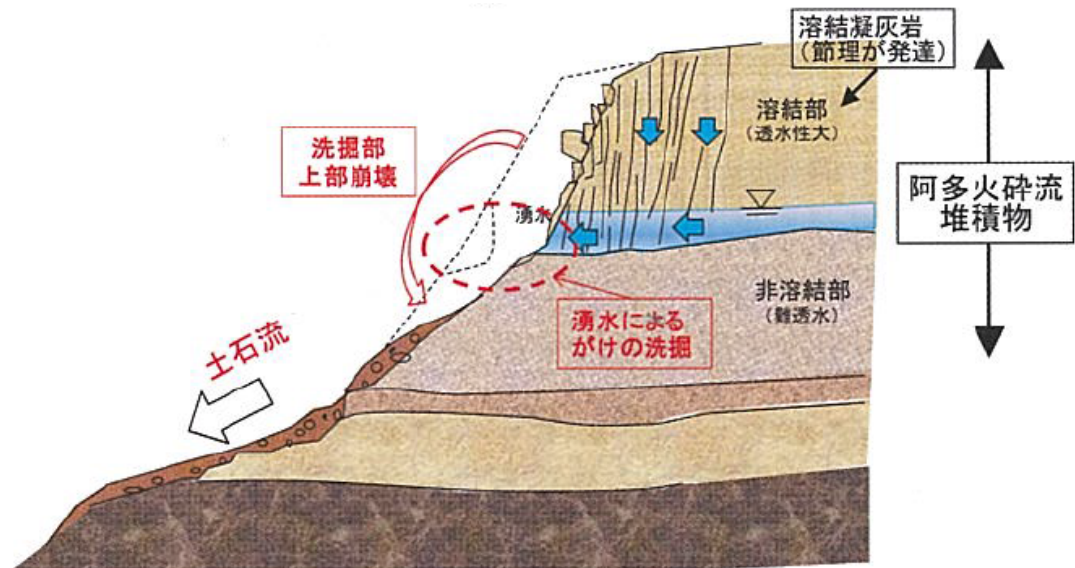
写真－1 船石川斜め写真（7月7日国土交通省九州地方整備局撮影）

Photo 1 Funaishi-River on 7 th Jul. 2010



写真－2 崩壊地の状況（7/7 午後撮影）

Photo 2 Landslide scar



図－5 崩壊発生メカニズムの概念図

Fig.5 Diagram of slope failure mechanism

今回の崩壊は、2007年の崩壊地を含む斜面上部で発生しており、土砂流出イベントのほとんどは無降雨時に発生している。また、溶結凝灰岩とその下位の非溶結層の境界からの湧水による侵食の進行が確認されたことから、6月中降り続いた約1,000 mmの雨が、台地内を浸透して非溶結部との境界面より上位の溶結凝灰岩層に貯留され、境界面からの湧水が非溶結層を侵食したことで、溶結凝灰岩の脚部が不安定化し、上部斜面が崩壊したものと考えられる（図－5）。その後の崩壊は、湧水が崩れ残った溶結凝灰岩の脚部を侵食し続けたことに起因すると考えられる。

出典：下川ら(2010)：2010年(平成22年)7月鹿児島県南大隅町で発生した連続土石流災害，砂防学会誌，Vol.63，No.3，p.50-53

■風化しやすい物性である。

表層崩壊に関しては、同一箇所でも周期的に発生する可能性が高い。（※1）

■風化しやすく、表層崩壊も繰り返し発生するので、崖錐も発達しやすい。

異常な豪雨が発生した時に、湧水による土石流が発生する可能性がある。（※2）

■耐侵食性の異なるものが互層であったり、岩層であっても節理が発達している。

比較的長期間安定を保っていた箇所でも、異常な豪雨が発生した時などに、規模の大きい崩落や深層崩壊が発生する可能性がある。（※3）

（※1） 下川ら(1989):しらす台地周辺斜面における崩壊の周期性と発生場の予測, 地形, Vol.10, p.267-284

（※2） 地頭菌ら(2009);シラス斜面の崖錐崩壊に関する水文観測, 砂防学会誌, Vol.62, No.1, p.83-87

（※3） 例としては、平成22年7月船石川(鹿児島県南大隅町)、平成15年7月集川(熊本県水俣市)、平成9年7月針原川(鹿児島県出水市)など

火山山麓の露頭柱状図の例

■伊豆大島の露頭柱状図の特徴

- ・崩壊地の滑落崖では、黒色の火山灰層とやや褐色の土壌化した層の層状構造が確認され、すべり面はいずれかの黒色層と褐色層の境界部であった。
- ・伊豆大島の露頭柱状図や地層切断面を見ると、噴火が活発な時期の堆積物と、それ以外の時期に堆積する層（レス層）が、それぞれあまり厚くない状態で、交互に堆積している。
- ・レス層の浸透能は噴火に伴う堆積層に比べて低く、難透水層として働いた可能性がある。

■露頭柱状図と火山噴火履歴の関係

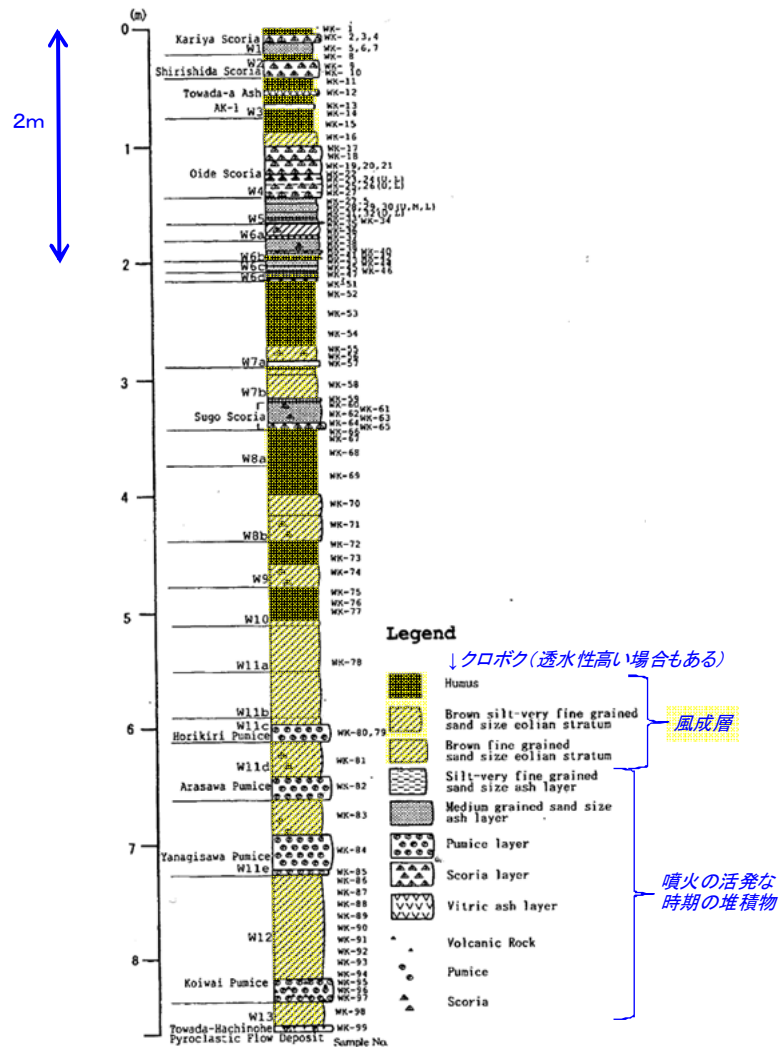
- ・活発な噴火の間隔が100～200年程度開いていると適度な厚さの風成層（レス、ローム、クロボク等）が形成される。
- ・噴火の規模があまり大きくなないと、1層があまり厚くならない。

■伊豆大島の露頭柱状図と類似点のある事例、対照的な事例

- ・露頭柱状図を確認出来た事例を分析したところ、伊豆大島と類似例と対照的な事例が見られた。
 - 岩手山・・・類似点のある事例
 - 十勝岳・・・対照的な事例

火山山麓の露頭柱状図の例

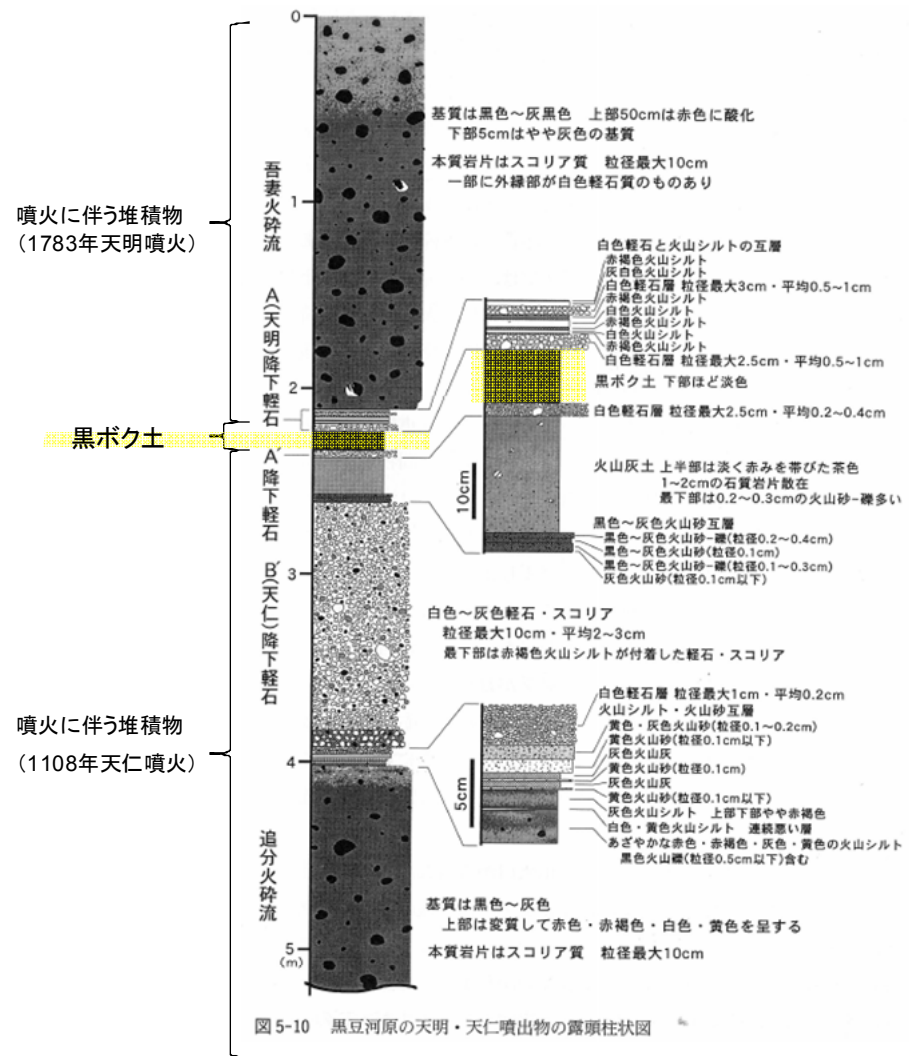
岩手山の例（伊豆大島の例に類似点あり）



地点Bの露頭柱状図

(出典) 古澤明(2003): 洞爺火山灰降下以降の岩手火山のテフラの識別, 地質学雑誌, Vol.109, No.1, p.1-19

浅間山の例（伊豆大島の例と対照的）



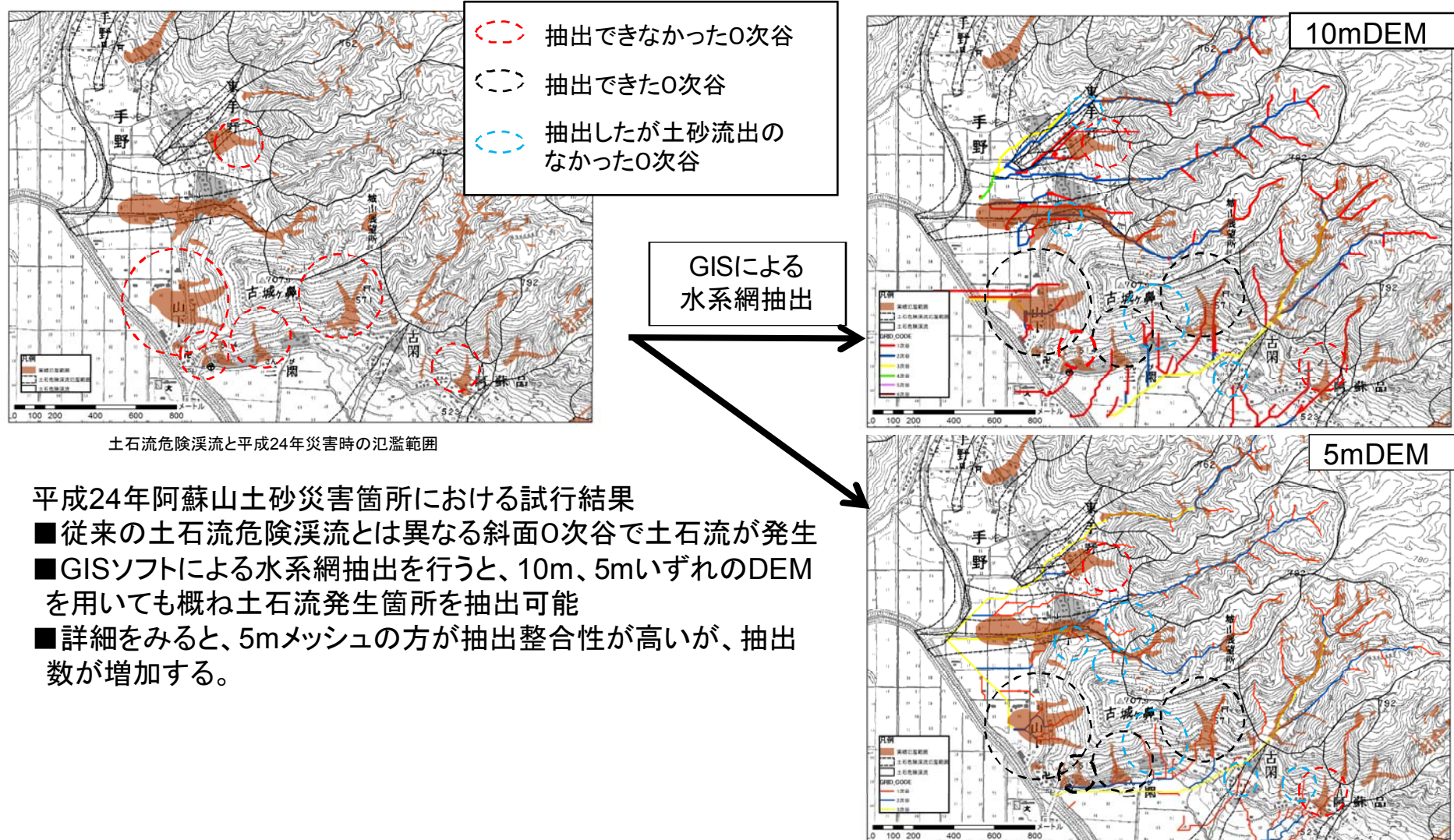
地点3(黒豆河原)の露頭柱状図

(出典) 高橋正樹+小林哲夫編(1998): フィールドガイド日本の火山① 関東・甲信越の火山 I, 築地書館(株), p.111

地形モデルを使った0次谷の定量的抽出例

ODEMを活用することで目視では抽出されていなかった谷地形（水系網）を定量的に抽出することができる。0次谷の自動抽出に役立てられるのではないかな。

DEMデータからGISによる水系網解析と阿蘇の0次谷で発生した実績の比較



表層崩壊に起因する土石流の概略的危険度評価例①

- 長大斜面、0次谷の詳細な危険度評価を行う前に、おおまかな絞り込みを行う手法が必要。
- 土層厚分布等のパラメーターを確率的に与えることで、地形量と簡易力学モデルから、長大斜面、0次谷を包含した流域ごとの表層崩壊危険度の概略を評価する方法をあり、活用できないか。

C-SLIDER法

概略評価での危険流域の抽出

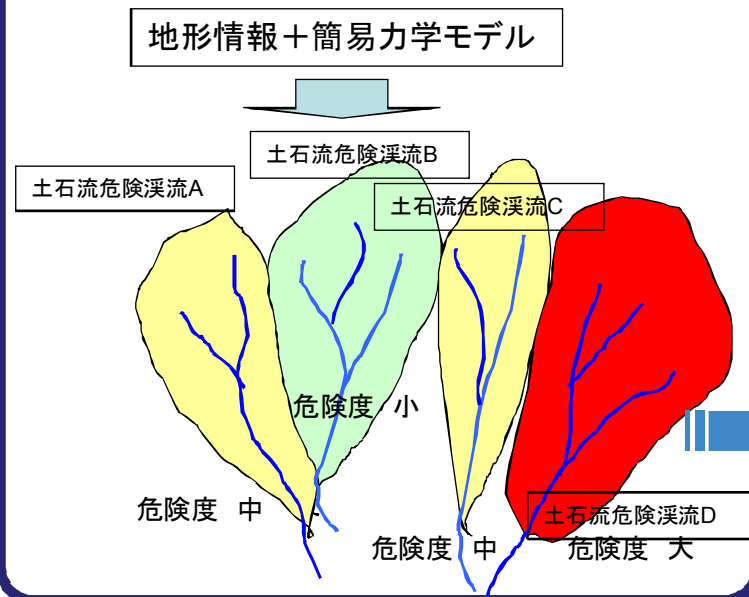
第1段階 概略危険度評価

◆目的

広域(10~100km²オーダー)で表層崩壊に起因する土石流の発生 **大まかな危険度評価**を実施する。

◆手法

地形情報のみから表層崩壊に起因する土石流の危険度評価。



H-SLIDER法

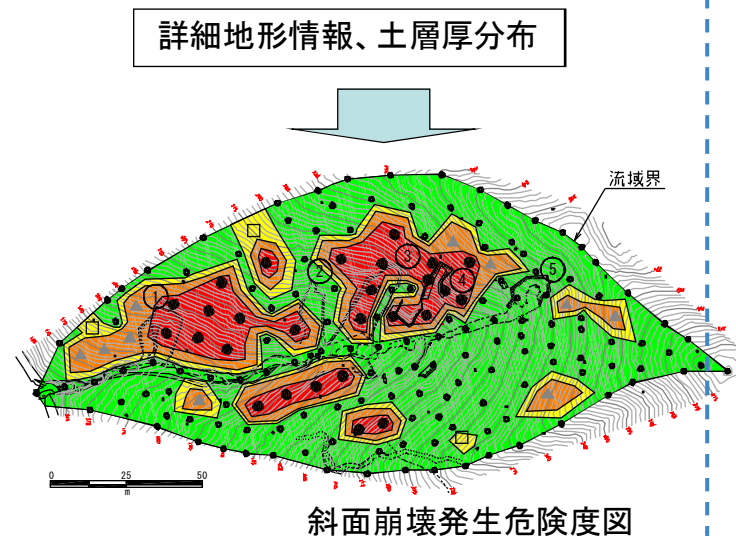
第2段階 危険度の精査

◆目的

第1段階で抽出された特に危険度が高いと考えられた溪流の **精査(第1段階の妥当性の確認、溪流間のより細かい順位付け)**

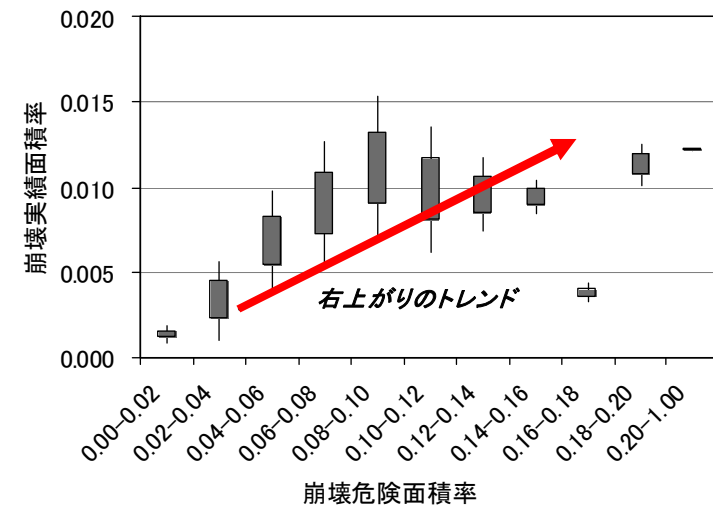
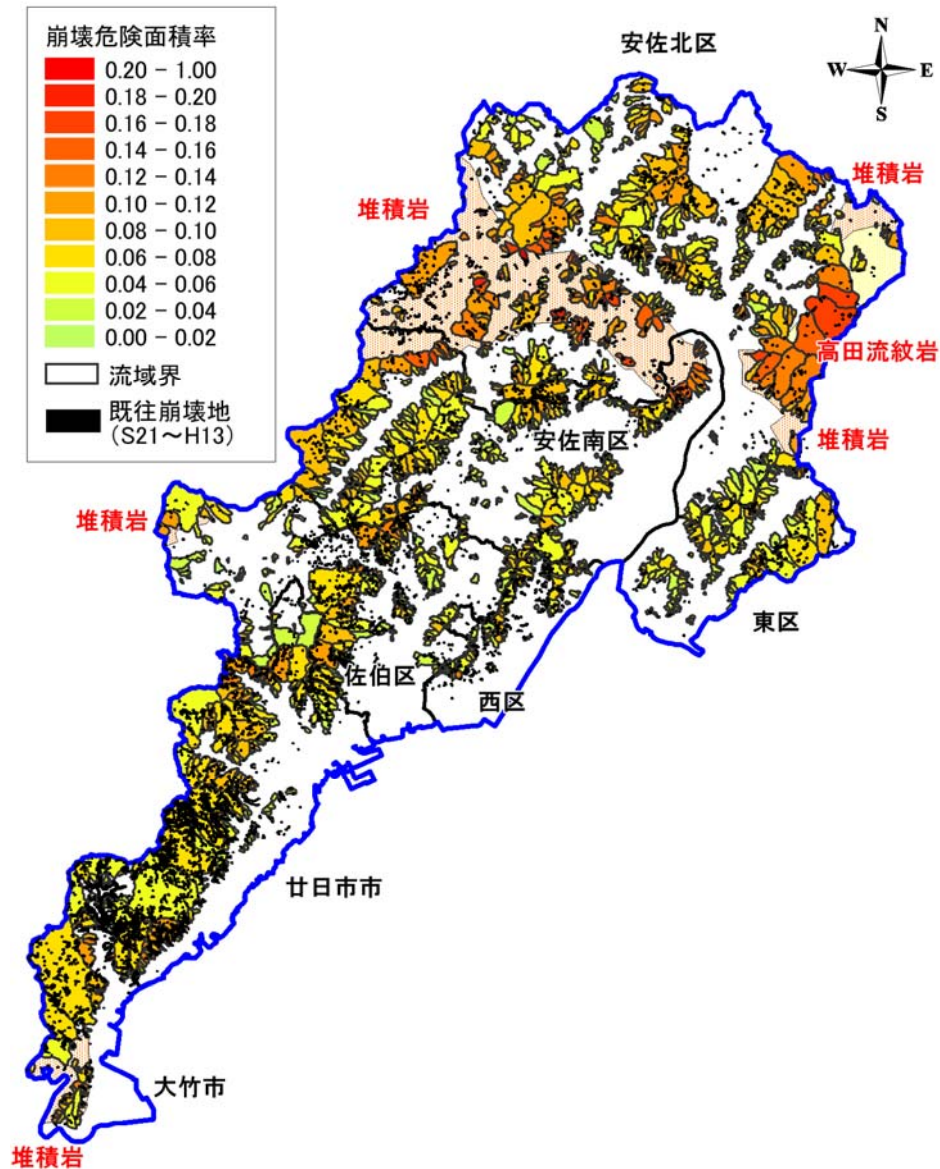
◆手法

高精度な地形・土層厚に関する空間情報に基づく精度の高い表層崩壊発生危険度評価。



表層崩壊に起因する土石流の概略的危険度評価例②

広島西部山系での検討事例



崩壊危険面積率と崩壊実績面積率の関係