

# 天竜川上流域における深層崩壊の発生する恐れのある斜面の抽出検討事例

国土交通省 中部地方整備局 天竜川上流河川事務所

椎葉秀作, 岡村修, 山根宏之, 杉山和也 (現木曾川上流河川事務所), 深見悠矢  
アジア航測株式会社

江口友章, 坂口宏, 内藤直司, ○梶原あずさ

## 1. はじめに

深層崩壊が起こると、それに起因する天然ダム形成や大規模土石流の発生により周辺地域に甚大な被害が生じる恐れがある。そのような深層崩壊の発生に備えるためには、深層崩壊の発生場所、時期、規模等を事前に想定しておく必要がある。

深層崩壊の発生場所に着目した研究成果としては、深層崩壊推定頻度マップ、深層崩壊溪流（小流域）レベル評価マップ、深層崩壊跡地密度マップ等が、これまでに公表されている。さらに、溪流レベル評価マップの評価単位よりも小さな斜面単位で深層崩壊の発生する恐れのある斜面を抽出する取り組みが、土木研究所（2016）（以下、リスク評価マニュアルとする。）<sup>1)</sup>等により行われているが、検討事例が少なく各項目における総合的な評価手法は未だ確立されていない。

今回、リスク評価マニュアルで報告された手法に基づき、天竜川上流域において地質別に深層崩壊の発生する恐れのある斜面を抽出し危険度を評価した。本論は、これらの検討事例について報告するものである。

## 2. 検討対象地域

対象地域である天竜川上流域には、7地質帯（領家帯（花崗岩類）、三波川帯、秩父帯、四万十帯、領家帯（変成岩類）、新生代火山岩類、堆積岩類）が分布している。本検討では、地質別に対象地域内の深層崩壊溪流（小流域）レベル評価の発生危険度が相対的に高い、やや高いと判定された10溪流を抽出し、検討した。

## 3. 検討方法

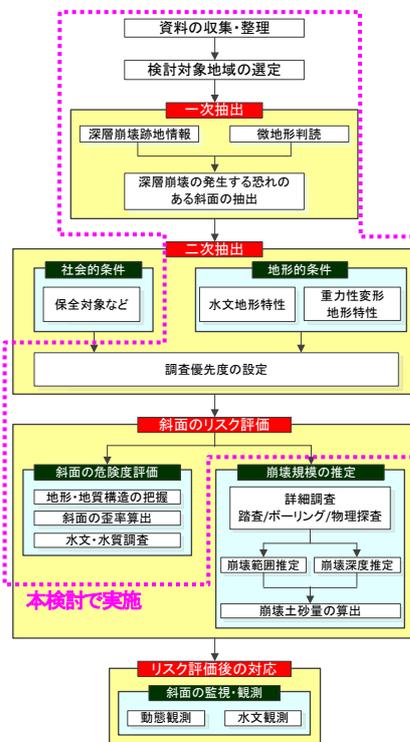
本検討のフローを図1に示し、各段階での実施事項を以下に記す。

### (1) 一次抽出

航空レーザ測量データから作成した赤色立体地図や空中写真を用いて、深層崩壊跡地や深層崩壊と関連性の高い微地形の分布をもとに深層崩壊の発生する恐れのある斜面を判読により抽出した（図2）。抽出にあたっては、リスク評価マニュアル記載の要素に加え、既往研究等を踏まえ、地すべり地形（凸状台地状・単丘状台地状）及び二重山稜（多重）山稜・線状凹地・（山向き）小崖地形を有する斜面にも着目した。

### (2) 二次抽出

航空レーザ測量データ（DEM：数値標高モデル）を用いたGIS上での地形解析手法により、深層崩壊の発生する恐れが高い水文地形特性・重力性変形地形特性にもとづく地形的条件による選定を行った。また、各指標を組み合わせた5つの抽出指標パターンの的中率・カバー率をそれぞれ比較して、最適な組合せ指標を選定した（図3）。次いで、その指標から抽出される危険な地形量が斜面内に占める割合をもとに一次抽出斜面の危険度を4段階で評価した（図4）。



出典：リスク評価マニュアル(2016)に一部加筆  
図1 深層崩壊の発生する恐れのある斜面抽出及びリスク評価フロー

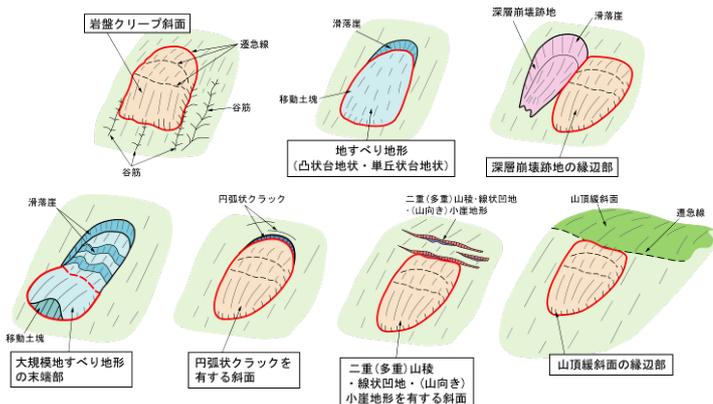
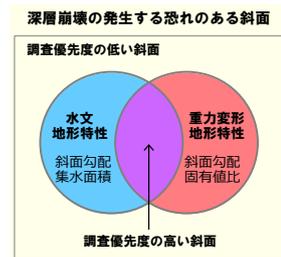


図2 深層崩壊の発生する恐れのある斜面抽出イメージ



出典：リスク評価マニュアル(2016)に一部加筆  
図3 地形による調査優先度設定のイメージ

### (3) 斜面の危険度評価

地表踏査や UAV 調査、千木良ら (2014) <sup>2)</sup>による「地形・地質構造」や斜面に形成された小崖の拡大進行程度を示した「斜面のひずみ率」、水文・水質における周辺との比較により斜面の特異性を示した「水文水質調査」といった調査を行い、斜面の危険度を総合的に評価した(図4)。

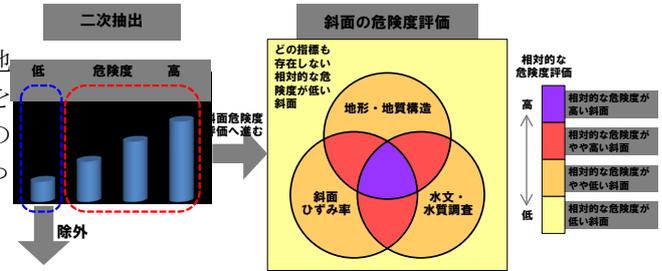


図4 斜面の危険度評価方法

## 4. 検討結果

### 4.1. 二次抽出結果

#### (1) 水文地形特性・重力性変形地形特性に基づく地形量指標の設定

リスク評価マニュアルの手法を参考に、深層崩壊跡地及び岩盤クリープ斜面と関連性が高い水文地形(斜面勾配・集水面積)と重力性変形地形(斜面勾配比, 最小固有値比)の閾値を設定した。最終的に設定した閾値は、表1のとおりである。

表1 地形的条件による閾値設定結果

地質	水文地形特性		重力変形地形特性	
	メッシュ	危険度が高い地形量の閾値	斜面勾配比	最小固有値比
領家帯(花崗岩類)	20m	平均深層崩壊面積率の2倍	0.75以上	4.00以上
三波川帯		平均深層崩壊面積率の1.5倍	0.80以上	3.50以上
秩父帯		平均深層崩壊面積率の1.5倍	0.90以上	4.00以上
四万十帯		平均深層崩壊面積率の1.5倍	0.90以上	4.00以上
領家帯(変成岩類)		平均深層崩壊面積率の1.5倍	0.75以上	4.00以上
新生代火山岩類		平均深層崩壊面積率の1.5倍	0.70以上	3.75以上
堆積岩類		平均深層崩壊面積率の1.25倍	0.40以上	3.00以上

#### (2) 3指標を組み合わせた抽出指標の設定

各指標を組み合わせた抽出指標パターンから最適となった抽出指標設定結果を表2に示す。抽出にあたっては、的中率比1.5以上、カバー率25%以上を条件として設定した。

表2 3指標を組み合わせた抽出指標

地質	AND・OR条件を考慮した抽出指標
領家帯(花崗岩類)	少なくとも2要素で閾値以上
三波川帯	3要素すべてで閾値以上
秩父帯	少なくとも2要素で閾値以上
四万十帯	少なくとも2要素で閾値以上
領家帯(変成岩類)	少なくとも2要素で閾値以上
新生代火山岩類	少なくとも2要素で閾値以上
堆積岩類	水文地形が閾値以上で、最小固有値比・斜面勾配比のいずれかが閾値以上

抽出した指標を基に設定した危険度が高い地形量メッシュと一次抽出斜面の分布を比較すると(図5)、両者の分布は概ね一致しており比較的精度良く抽出できていることが確認できた。

#### (3) 調査優先度の高い斜面の設定

一次抽出斜面内の危険度の高い地形量の占有率から評価した斜面危険度結果(図5)より、危険度が2~4と評価した斜面を調査優先度の高い斜面として設定した。

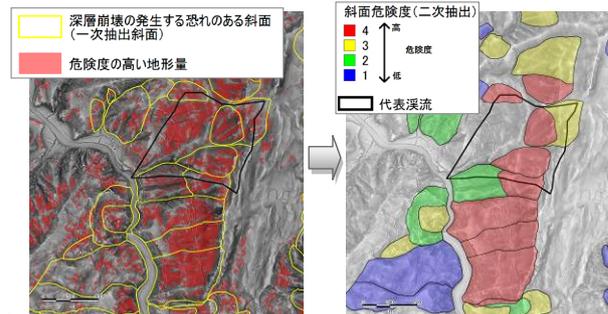


図5 調査優先度の高い斜面の設定結果例

### 4.2. 斜面の危険度評価結果

前節で設定した調査優先度の高い斜面を対象に、「地形・地質構造」「斜面ひずみ率」「水文水質調査」の結果から斜面の危険度を評価した(図6)。評価基準は、各調査結果に基づき以下のとおりとした。

- ① 地形・地質構造: 重力変形地形が地表面にみとめられる場合に、危険度を高く評価
  - ② 斜面ひずみ率: 深層崩壊実績等を踏まえ、斜面上部のひずみ率が4~25%かつ斜面勾配30度以上の場合に、危険度を高く評価
  - ③ 水文水質調査: 現地調査結果に基づき、斜面下部の渓流水の電気伝導度が周囲よりも2倍以上高い場合に、危険度を高く評価
- 以上より設定した地質別の危険度分布状況を図7に示す。領家帯(花崗岩類)及び領家帯(変成岩類)では斜面危険度ランクが低い傾向となり、四万十帯及び三波川帯では斜面危険度ランクが高い傾向がみられた。

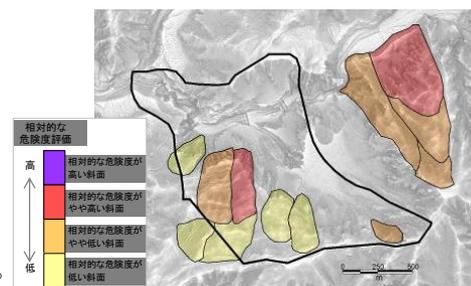


図6 斜面の危険度評価例

## 5. まとめと課題

本検討により、深層崩壊の発生する恐れのある斜面の位置及び危険度を明らかにするとともに、本手法における地質別の適用性を確認することができた。今後は、深層崩壊の発生する恐れが高い斜面を対象として電気探査、ボーリング調査等の詳細調査を実施し、本検討の方法・結果について検証したうえで、天竜川上流域全体へ展開していくことが望まれる。

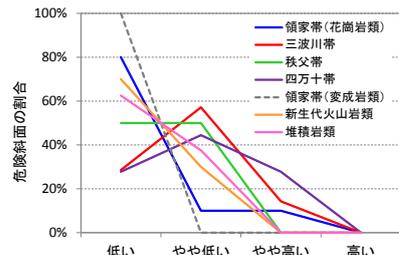


図7 地質別・斜面危険度別の斜面割合

### 【参考文献】

- 1) 国立研究開発法人土木研究所(2016): 深層崩壊の発生する恐れのある斜面抽出技術手法及びリスク評価手法に関する研究。土木研究所資料 第4333号 2016年3月
- 2) 千木良雅弘, 坂島俊彦, 渋谷研一(2014): 深層崩壊発生危険斜面の地質・地形的抽出法について, 平成26年度砂防学会研究発表会概要集, pA-16-17