

2021年5月12日（木）

令和4年度（公社）砂防学会研究発表会「宮崎大会」

# 吉野川水系立川川周辺流域における 斜面の危険度評価手法

八千代エンジニアリング株式会社  
国土交通省 四国地方整備局 四国山地砂防事務所  
国土交通省 国土技術政策総合研究所

○石丸元気、大塚智久、横尾公博、宮田直樹、本屋敷涼  
松下一樹、高原晃宙  
木下篤彦、山田友

# 目次

- 1.はじめに
- 2.検討地域及び手法
- 3.重力変形斜面と深層崩壊箇所と比較
- 4.ひずみ率A・Bの比較と評価閾値の設定
- 5.おわりに

# 1. はじめに

**背景**：深層崩壊のリスク評価は、線状凹地などの微地形や斜面勾配に着目した**溪流レベルの深層崩壊危険度評価**が国土交通省により公表されている。

一方で、深層崩壊による土砂生産を砂防計画の対象土砂に見込むためには、**斜面単位で深層崩壊の危険度を評価することが必要**で、水文・水質やひずみ率を用いた斜面安定度指標が提案されている。

**課題**：それらの指標を実際に発生した深層崩壊に適用して検証した事例は少ない。

**方針**：平成30年7月豪雨で深層崩壊が発生した地域において**重力変形斜面の抽出とひずみ率に着目した深層崩壊の危険度評価**を行い、崩壊生起有無を突合した。精度向上に向けた検討を行った。



検討範囲（立川川周辺流域）



大規模崩壊による高知自動車道の被災状況  
（高知県大豊町立川上名細野）

## 2. 検討地域及び手法

### ○検討地域の概要

- ・吉野川水系左支川立川川周辺流域では、平成30年7月豪雨により崩壊が348箇所※発生（図.1）  
※LP差分解析による
- ・現地調査等※の結果、348箇所中21箇所が深層崩壊の定義に該当すると評価されている。※大塚ほか
- ・三波川帯の高圧型変成岩類（主に泥質片岩）が分布（図.2）。剥離性が顕著で、岩片も脆いことから重力変形による深層崩壊や地すべりを起こしやすい特性を有する。

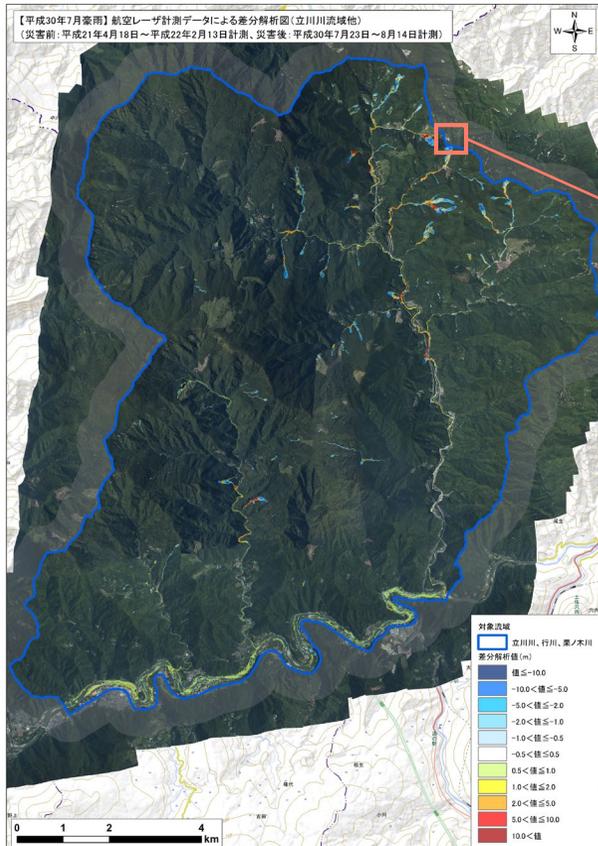


写真.1 滑落崖の状況



写真.2 三波川帯泥質片岩

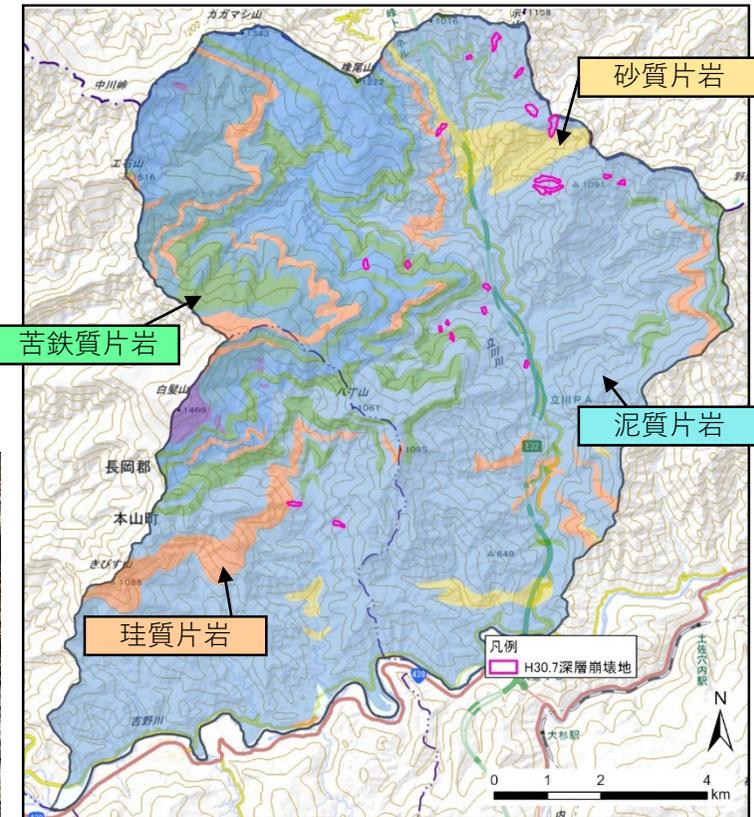


図.2 立川川他流域シームレス地質図

図.1 航空レーザ計測による差分解析図

(被災前2009.4～2010.2 被災後2018.7～2018.8 計測)

## 2. 検討地域及び手法

### ○手法

- ・本検討は、図.3に示すフローに沿って実施した。
- ・重力変形斜面の抽出は、土木研究所資料を参考に、崩壊前DEMを用いて基図を作成し（図.4）、地形判読によって重力変形斜面を271箇所抽出した（図.5）。

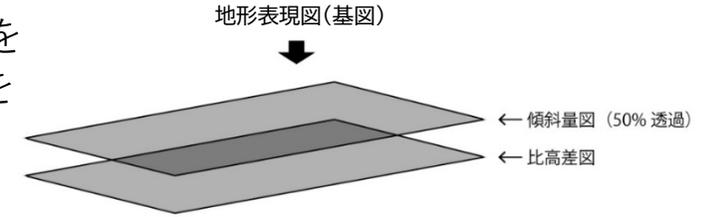


図.4 基図の作成

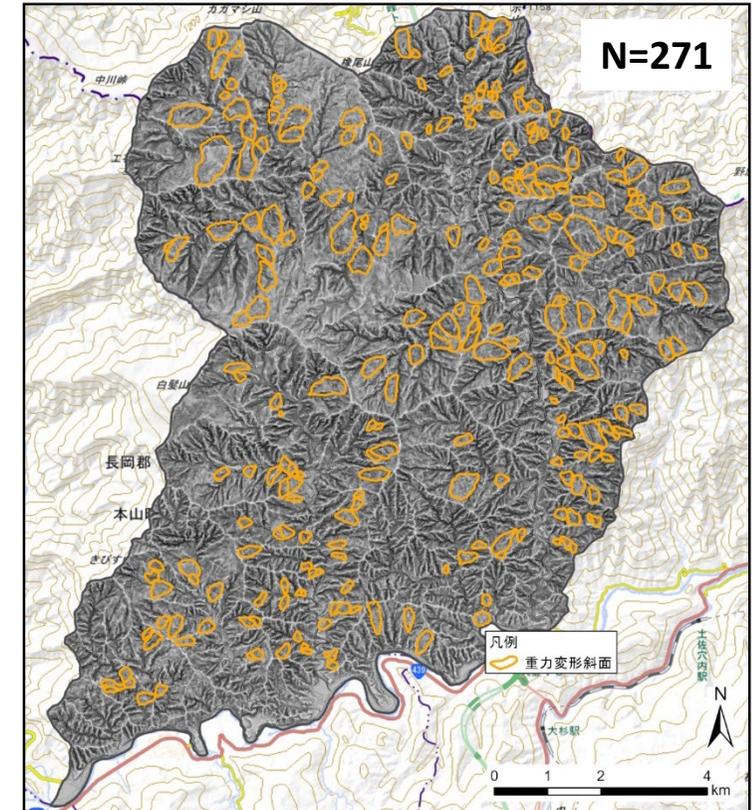


図.5 抽出した重力変形斜面

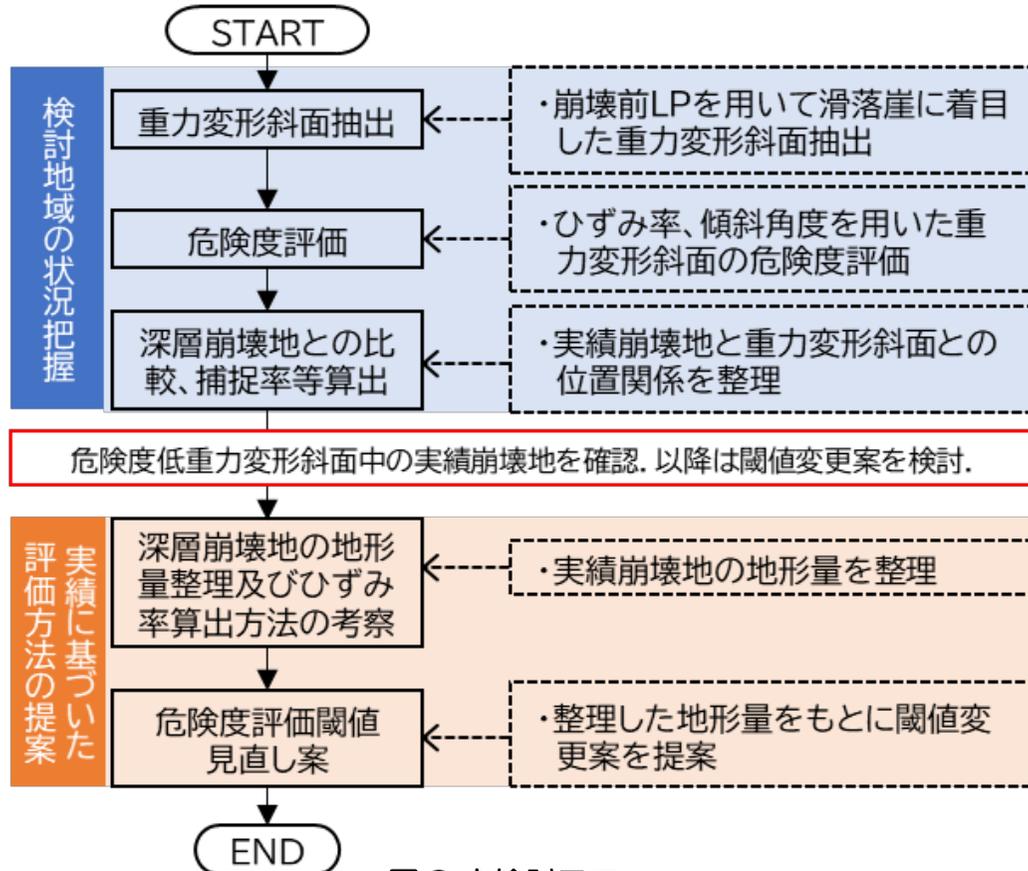


図.3 本検討フロー

## 2. 検討地域及び手法

- 抽出した重力変形斜面のひずみ率及び傾斜角度をもとに危険度評価を実施した。
- ひずみ率は様々な手法が定義（図.6）されているが、本検討では土木研究所の手法（以後、ひずみ率A）、類似地質かつ多数の検討データを基に安定度指標（案）が示されている小野田らの手法（以後、ひずみ率B）を用いた。
- ひずみ率等算出のため、断面図を用いて「小崖頭部」「小崖下部」「斜面末端」の標高等を抽出した（図.7）。
- 評価閾値は表.1とした。

表.1 ひずみ率の定義と閾値

手法	ひずみ率の定義	閾値		指標
		ひずみ率	傾斜角	
土木研究所 ひずみ率A	重力変形斜面の 斜面長の歪み	2.0~6.0	25°以上	深層崩壊発生の危険度が 非常に高い
小野田ほか ひずみ率B	重力変形斜面の 高さの歪み	2.5~30.0	30°以上	危険斜面
		2.5~30.0	25°以上	要注意斜面

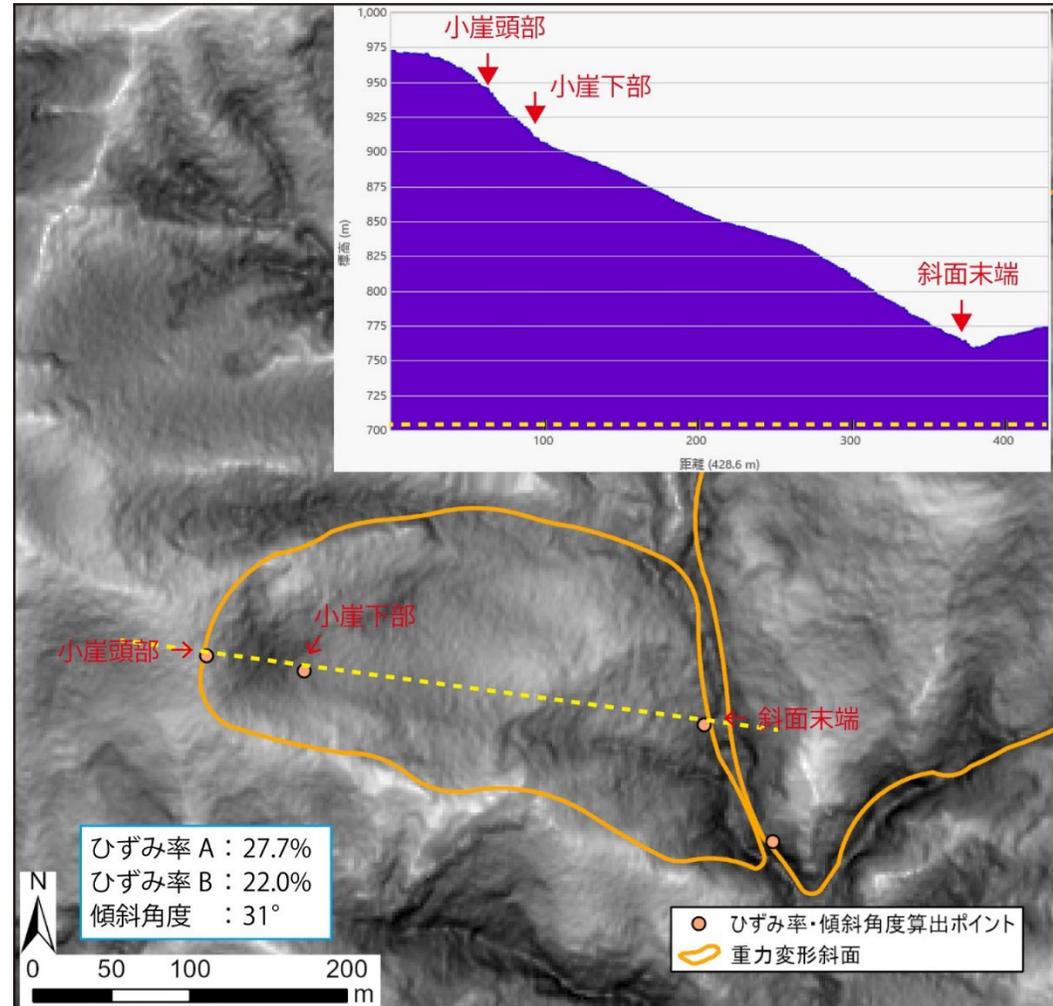
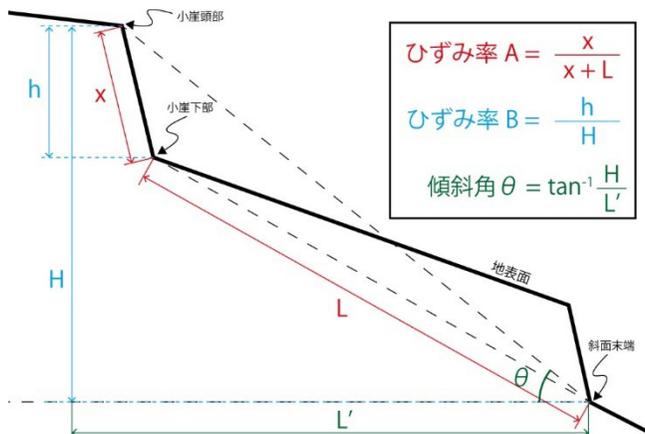


図.7 ひずみ率算出方法

## 2. 検討地域及び手法

- 抽出した重力変形斜面の危険度評価結果は以下の赤枠内の通り（図.8、図.9）。
- この結果と深層崩壊地の位置関係から、深層崩壊地の予測と実績との比較を行った。

ひずみ率A：危険度が非常に高い斜面…18箇所  
 ひずみ率B：危険斜面……………57箇所  
 ひずみ率B：要注意斜面……………89箇所

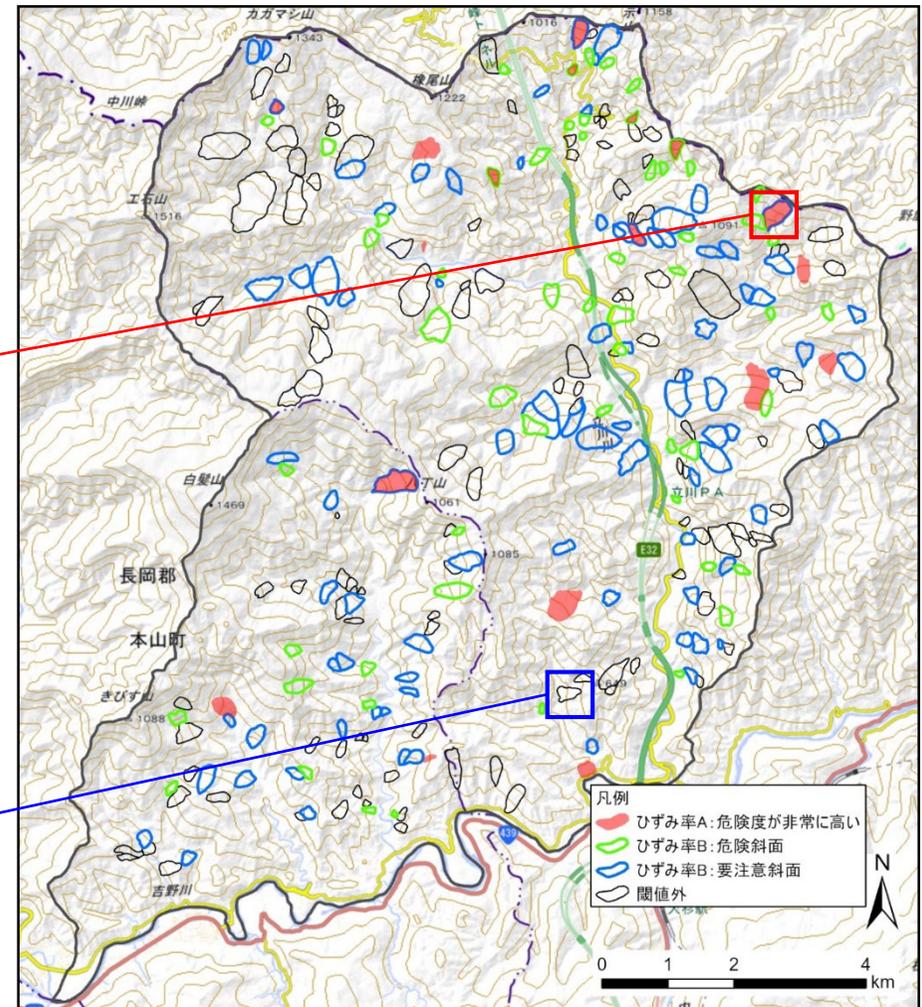
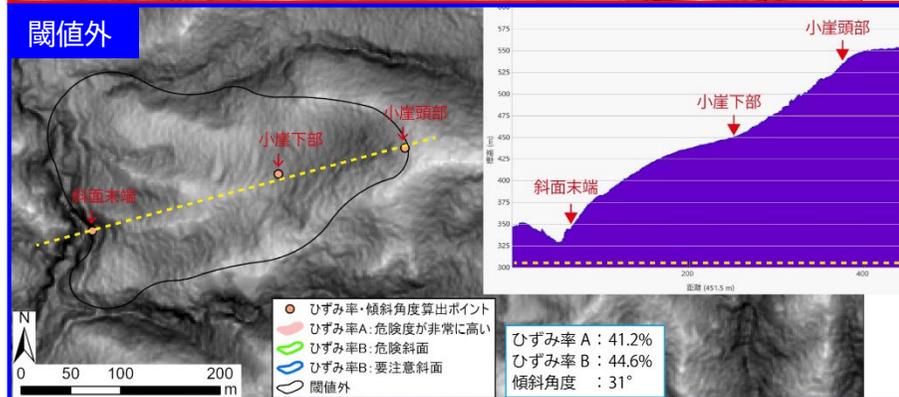
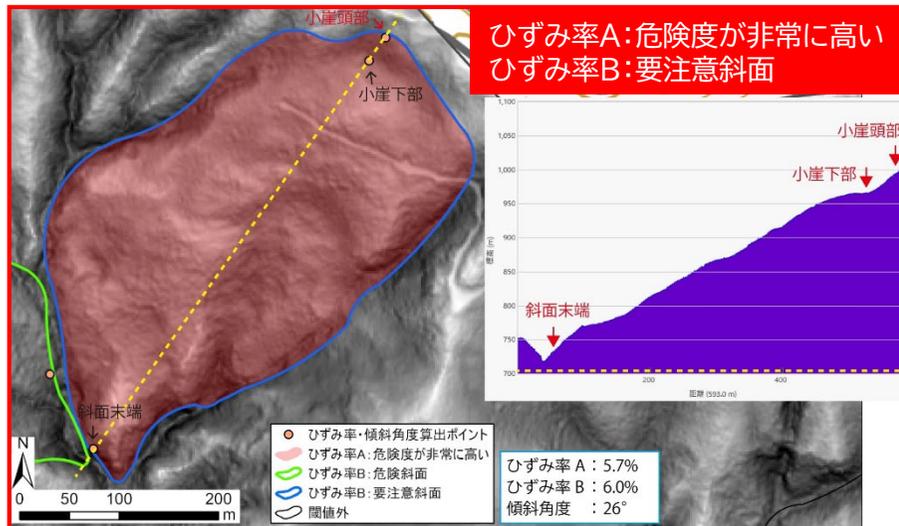


図.8 危険度評価例

図.9 危険度評価結果

### 3. 重力変形斜面と深層崩壊箇所との比較

#### ○検証結果

- 抽出した271箇所の重力変形斜面と深層崩壊地の位置関係は図.10、図.11と表.2の通り。
- 閾値内外問わず重力変形斜面抽出によって、深層崩壊地全21箇所中18箇所を捕捉できた。
- 深層崩壊地の予測において重力変形斜面の抽出は有効である。

表.2 重力変形斜面と深層崩壊地の関係

該当項目	重力変形斜面数	深層崩壊地数
重力変形斜面の抽出	271	18
ひずみ率A:危険度が非常に高い	18	2
ひずみ率B:危険斜面	57	7
ひずみ率B:要注意斜面	89	9
上記閾値外	116	2
重力変形斜面として抽出外	—	3

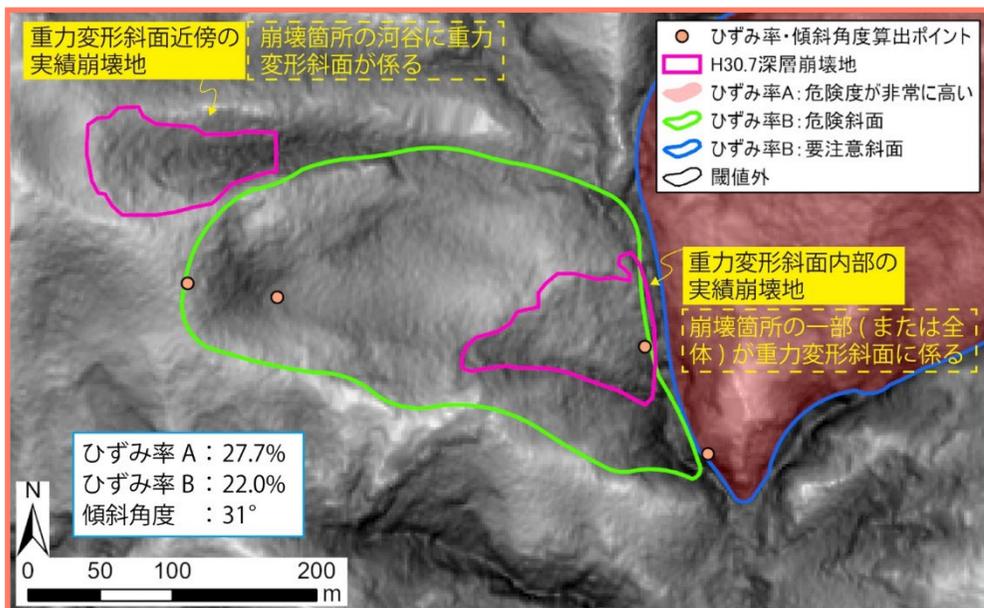


図.11 位置関係の例

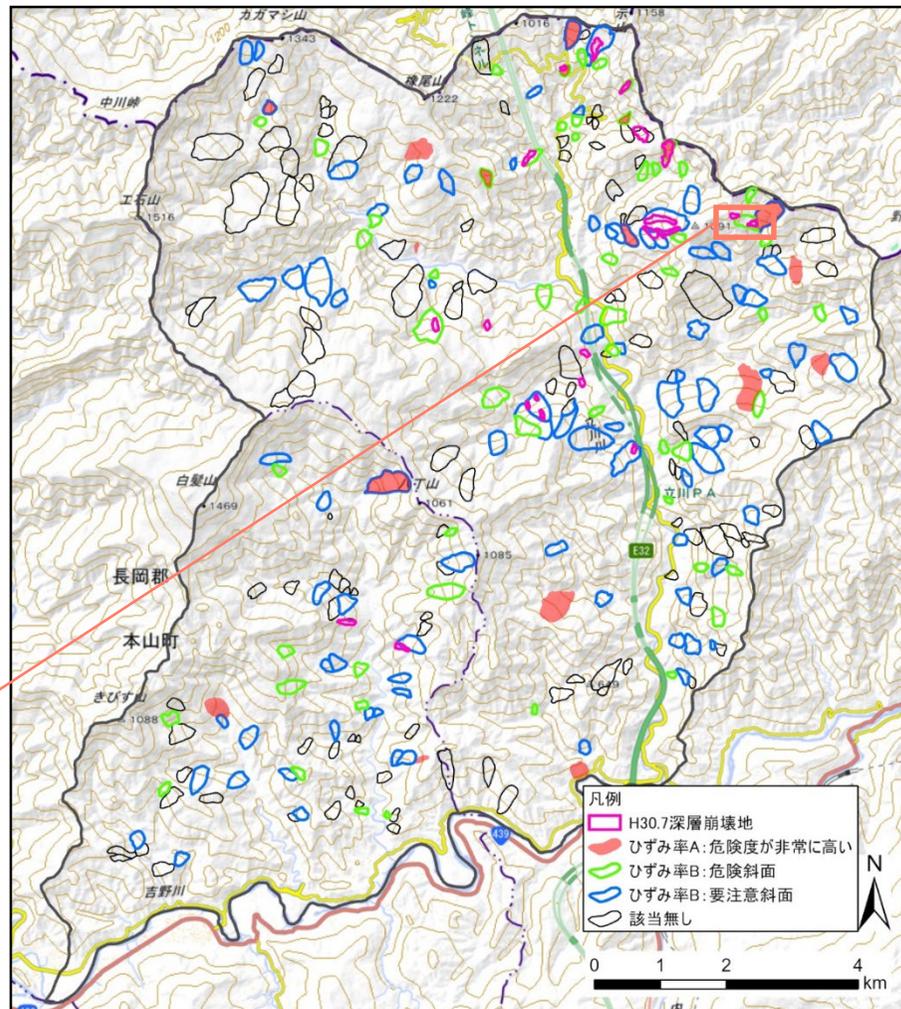


図.10 重力変形斜面と深層崩壊地の関係

### 3. 重力変形斜面と深層崩壊箇所と比較

- ひずみ率A・Bの各閾値に当てはまる深層崩壊地の的中率等を整理した結果は、図.12、表.3の通り。  
→ひずみ率や傾斜角の閾値を設けることで、深層崩壊地の的中率が向上した。

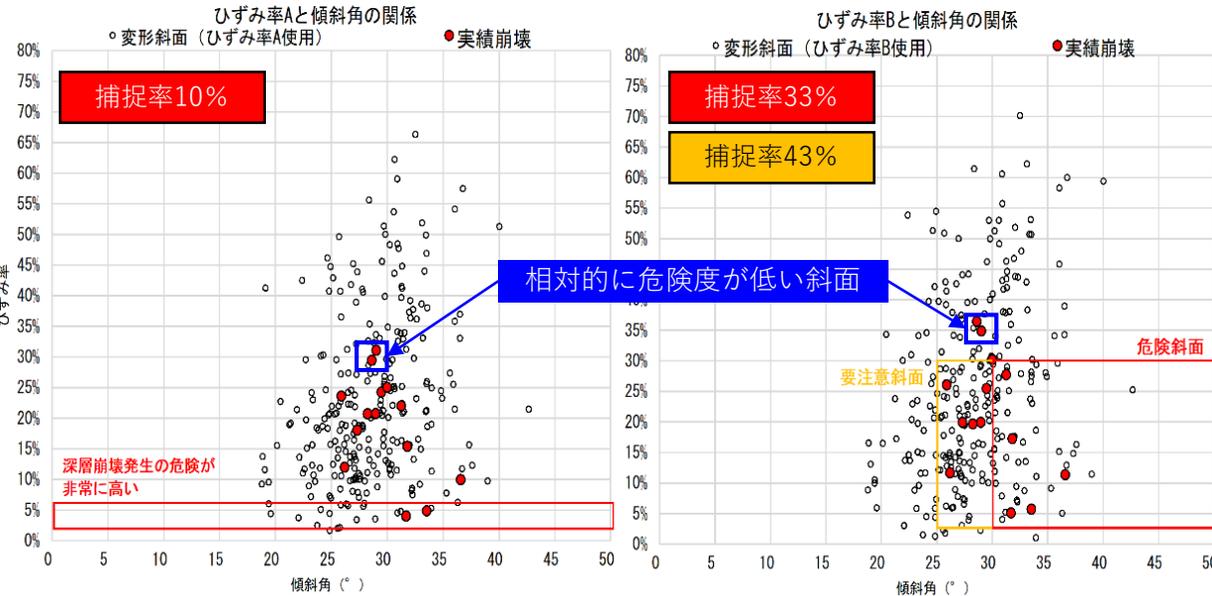


図.12 重力変形斜面のひずみ率整理結果と各手法の閾値

表.3 各手法における捕捉率と的中率

No.	方法	該当数 A	捕捉斜面数 B	捕捉率 (B/21箇所)	的中率 B/A	空振り率 1-B/A
①	変形斜面の抽出のみ	271	18	86%	7%	93%
②	①+ひずみ率A	18	2	10%	11%	89%
③	①+ひずみ率B 危険斜面のみ	57	7	33%	12%	88%
④	①+ひずみ率B 要注意斜面のみ	89	9	43%	10%	90%
⑤	①+ひずみ率B 危険斜面・要注意斜面	146	16	76%	11%	89%

- 一方で、ひずみ率に着目した場合、ひずみ率30%以上となる相対的に危険度が低い斜面にも深層崩壊が2箇所発生した（図.12：青枠）。
- ここで、「相対的に危険度の低い重力変形斜面に該当する深層崩壊地」について、
  - ①ひずみ率A・Bの定義を検証したうえで、本検討に用いる（適する）ひずみ率を選定
  - ②重力変形斜面で発生した深層崩壊地全てにおいて捕捉可能となるよう、平成30年7月豪雨時の深層崩壊地21箇所の地形量を加味した閾値の設定を実施し、深層崩壊地における適用性を検証した。

# 4. ひずみ率A・Bの比較と評価閾値の設定

## ○ひずみ率と閾値の設定

- ・ひずみ率Aは重力変形斜面の斜面長の歪み、ひずみ率Bは高さの歪みに着目した評価である。
- ・深層崩壊は、新鮮な岩盤を巻き込んだ規模の大きい崩壊現象で、その特徴は非変形部と明確な分離面で切り離された変形部（または弱部）が移動するもの（図.13）。  
→主として分離面に沿って斜面表層から変形部までが**斜面下方に移動するもの**。
- ・したがって本検討では**ひずみ率Aを採用**して、深層崩壊地の地形量（表.4）をもとに危険度評価における 閾値を設定した(図.14)。
- 結果：捕捉率は86%と高く、的中率は向上または同程度となる(表.5)

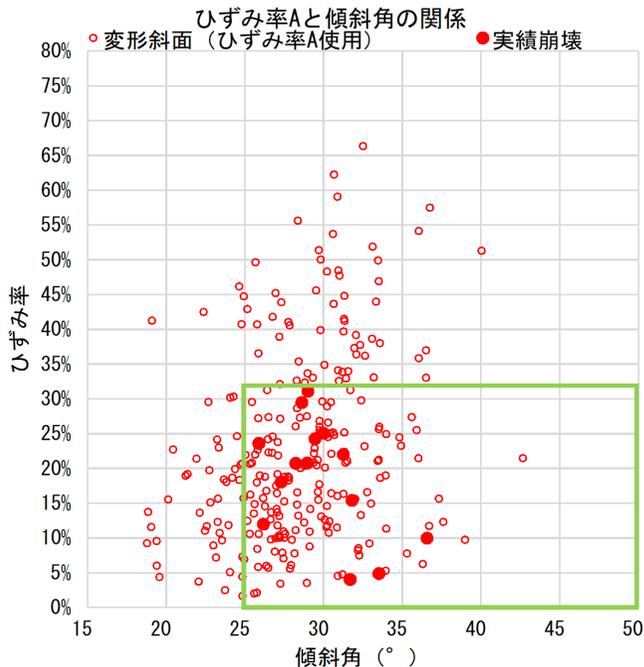


図.14 変更後の閾値と深層崩壊地の関係

表.4 深層崩壊地21箇所 の地形量

手法	項目	閾値	最大値	最小値	平均
土木研究所	ひずみ率A	2.0~6.0%	31.1%	4.0%	19.6%
小野田ほか	ひずみ率B	2.5~30.0%	36.5%	5.1%	21.7%
	傾斜角	25° 以上	38°	27°	32°

表.5 閾値見直し後の捕捉率と的中率

	該当数 A	捕捉斜面数 B	捕捉率 (B/21箇所)	的中率 B/A	空振り率 1-B/A
ひずみ率A 閾値改良型	163	18	86%	11.0%	89.0%

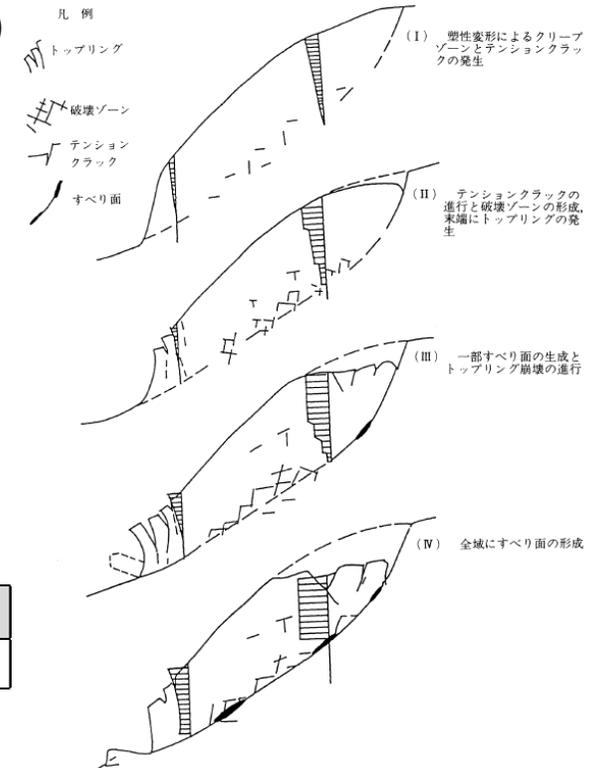


図.13 岩盤滑りのすべり面形成過程 (渡(1992)より引用)

## 4. おわりに

### 【検討結果】

- ・平成30年7月豪雨により深層崩壊が発生した立川川周辺流域において、滑落崖に着目した地形判読により、271箇所重力変形斜面を抽出、危険度評価を実施した。
- ・深層崩壊地との位置関係から、21箇所中18箇所86%を捕捉することができた。  
→**深層崩壊予測に対して重力変形斜面の抽出は有効**であることを示した。
- ・ただし、危険度が相対的に低となる変形斜面中にも実績として崩壊が確認されたため、①深層崩壊地の地形量の整理と②ひずみ率A・Bの有意性を検討したうえで、深層崩壊地の実績に合った深層崩壊危険度評価の閾値を提案した。

### 【今後の展開】

- ・深層崩壊地の予測精度の向上ためには、重力変形斜面の抽出及び危険度評価を実施した後、現地確認による評価を行うことが望まれる。
- ・ただし、重力変形斜面は地形・地質等条件が素因となるため、四国山地などでは無数に抽出され、直接的な調査には限界がある。
- ・したがって、崩壊前後の地形量比較によるスクリーニング精度の向上及び空中電磁探査等を活用した重力変形斜面内部の「ゆるみ」や「地下水」に着目した危険度評価を併せることで、より効率的かつ確度の高い評価が可能になるものと考えている。