

# 那智川流域の表層崩壊・土石流の発生メカニズムと危険度評価マップの作成

田中健貴・木下篤彦

## 1. はじめに

2011年台風第12号によって和歌山県東牟婁郡那智勝浦町を流れる那智川流域では、表層崩壊に起因する土石流が多発し、甚大な被害が生じた<sup>1)</sup>(図-1)。表層崩壊に起因する土石流への対策を実施するためには、表層崩壊が発生するおそれを評価し、崩壊のおそれがある斜面(以後「危険斜面」という。)を抽出する必要がある。

災害発生時の崩壊分布から、地質境界による地下水位上昇によって熊野酸性岩分布域で表層崩壊が集中したこと、斜面の侵食状況で崩壊面積率や崩壊発生メカニズムが異なることが考えられてきた。これらの指標が崩壊に与える影響は、近年の観測や調査結果から検証されてきている。これらの指標を包括的に取り込んだ危険斜面抽出手法を提案できれば、より蓋然性が高い危険斜面抽出が可能となり、地域住民への警戒避難の啓発にも活用できる。以上から、これまでの知見を包括した危険度評価マップを作成した<sup>2)</sup>ので報告する。

## 2. 地質・地形に着目した表層崩壊発生メカニズムと崩壊面積率

### 2.1 地質

那智川流域の地質は、低標高部に中新統熊野層



図-1 那智川流域における表層崩壊発生状況

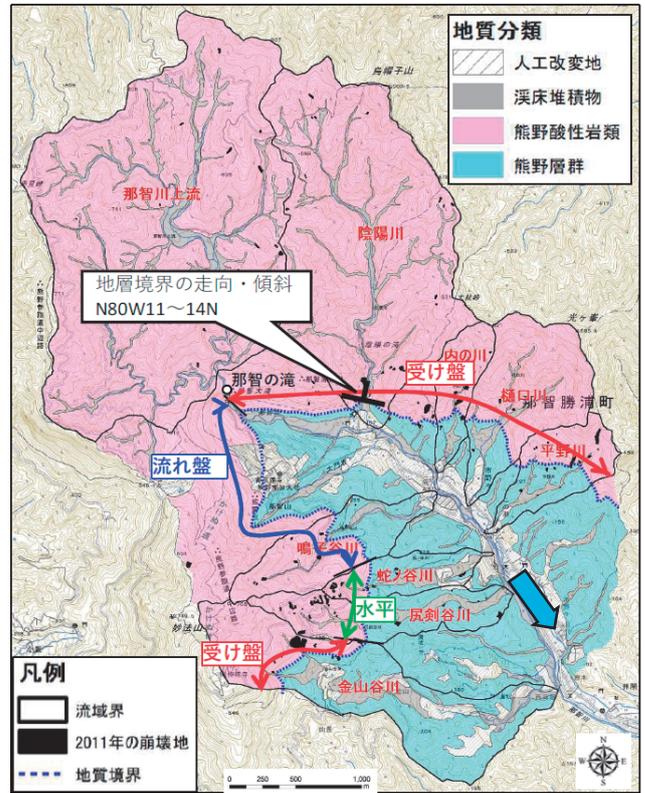


図-2 那智川流域における地質分布

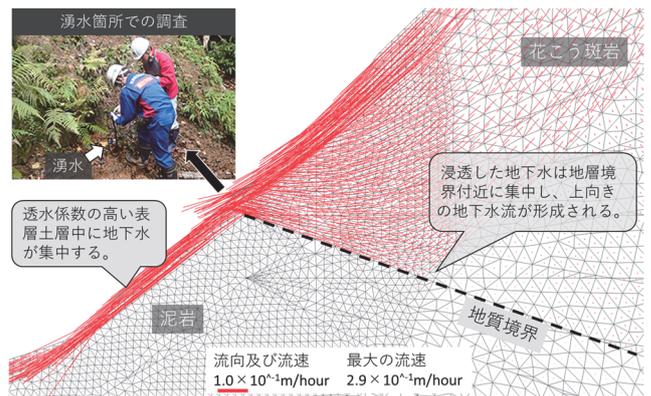


図-3 2011年台風第12号時の地下水流向流速の再現計算(那智川支川平野川流域を対象に計算)

群、高標高部に熊野酸性火成岩類が分布する(図-2)。熊野層群は泥岩優勢砂岩泥岩互層から成り、花こう斑岩によって貫入されている。熊野酸性岩類は、花こう斑岩から構成されている。

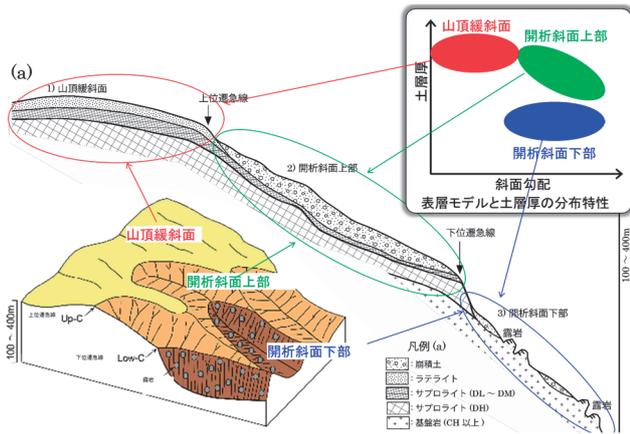


図-4 山地の地形解析区分 (松澤ら<sup>3)</sup>に加筆)

また、これまでの検討で地質境界が受け盤の場合には地下水位が上昇しやすいことが示されている(図-3)。そこで、本研究でも地質境界の走向傾斜に着目した。現地踏査から地層境界の走向傾斜はN80W11~14Nであったため、地層と斜面の傾斜が同一方向の場合は流れ盤、交差している場合は受け盤、水平である場合を水平と区分した。

### 2.2 地形解析区分

山地の開析(侵食)程度によって土層構造が異なるため、表層崩壊発生特性が異なることが示されてきた<sup>3)</sup>。そこで、那智川流域においても山地の開析程度を調査し、山頂緩斜面、開析斜面上部、開析斜面下部の3つに分類した(図-4)。低標高部の熊野層群分布域では尾根沿いに山頂緩斜面が面的に分布し、開析斜面下部の分布が限定的である。一方、高標高部の熊野酸性岩類が分布する範囲は、全体的に開析が進行しており、開析斜面下部が広く分布している。また、山頂緩斜面の分布は限定的で、尾根沿いに帯状に分布する程度となっている(図-5)。

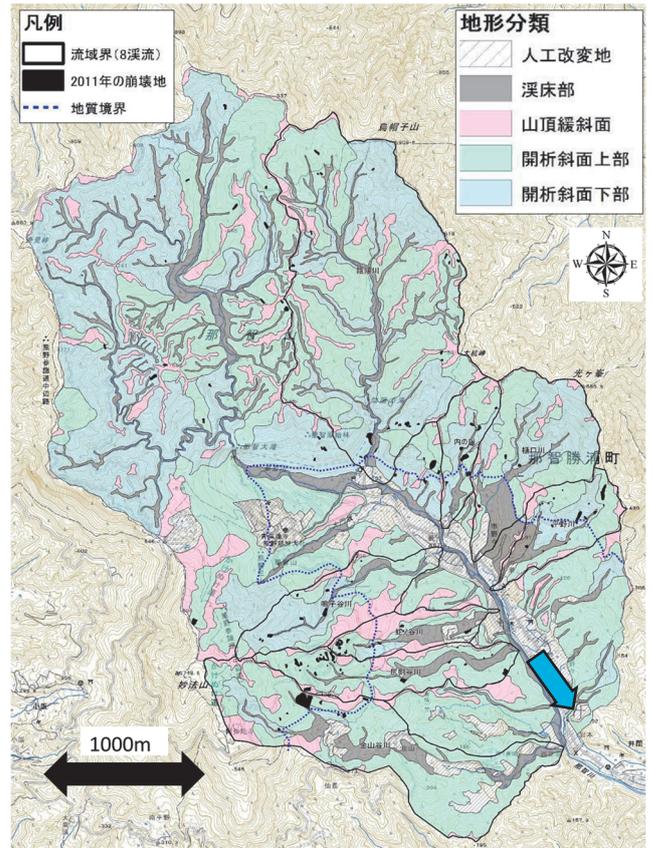


図-5 那智川流域における山地の開析程度

### 2.3 崩壊面積率

地質および山地の開析程度が表層崩壊発生に与えた影響を評価するため、崩壊面積率を次の手順で算出した(表-1)。

①地質、山地の開析程度について各区分の分布面積を算出(表-1、A)

②各区分での崩壊面積率を算出(表-1、C/A)

花こう斑岩分布域では、山頂緩斜面で0.11%、開析斜面上部で0.74%、開析斜面下部で0.38%であったのに対し、泥岩分布域では、山頂緩斜面で0.05%、開析斜面上部で0.21%、開析斜面下部で

表-1 各指標における崩壊地の個数、面積、崩壊面積率

分類	A:分布面積(km <sup>2</sup> )		崩壊地		崩壊地の分布特性		
			B:個数(個)	C:面積(km <sup>2</sup> )	B/A: 個/km <sup>2</sup>	C/A: 面積率(%)	
1. 那智川全域	16.1		226	0.06	14	0.38	
2. 山地の開析区分と地質の組合せ	熊野酸性岩類	山頂緩斜面	1.33	11	0.00	8.2	0.11
		開析斜面上部	4.31	73	0.03	17	0.74
		開析斜面下部	4.47	68	0.02	15.2	0.38
	熊野層群	山頂緩斜面	0.48	5	0.00	10.5	0.05
		開析斜面上部	2.52	22	0.01	8.7	0.21
		開析斜面下部	0.32	15	0.00	47.2	0.64
3. 地質境界の影響(受け盤のみ)	熊野酸性岩類	-200m	1.46	60	0.03	41.2	1.85
	熊野層群	-50m	0.37	13	0	35.4	1.03

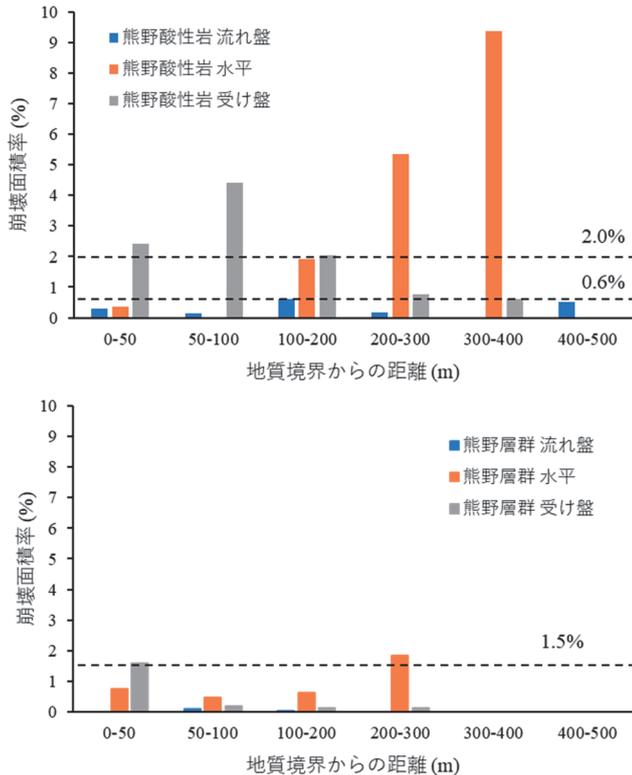


図-6 地質境界からの距離と崩壊面積率

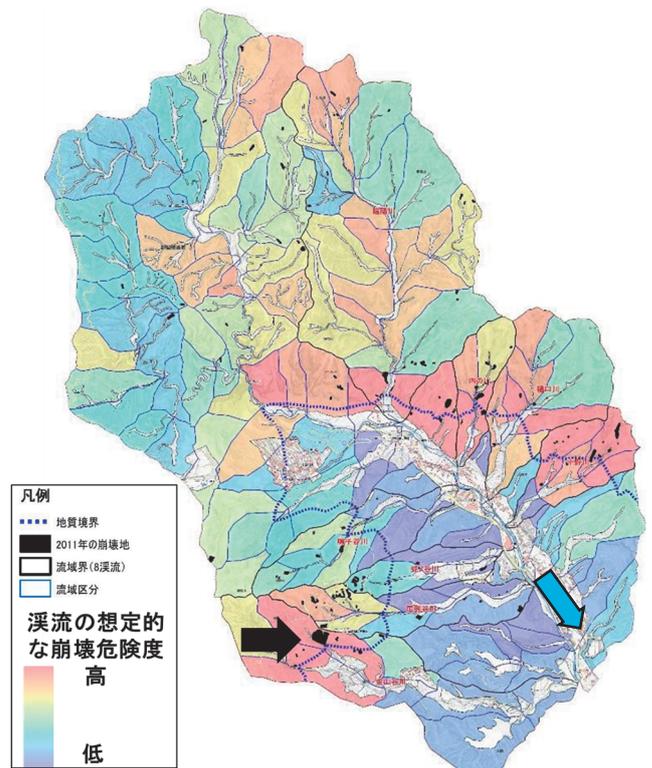


図-7 流域ごとの危険度評価マップ(松澤ら<sup>2)</sup>に加筆)

0.64%であった。つまり、熊野酸性岩類分布域の開析斜面上部で最も崩壊が多発していた。

地層境界部に着目した検討では、地質境界からの距離と崩壊面積率の関係を算出した(図-6)。熊野酸性岩類では、受け盤分布域では地層境界からの距離が200mまでは崩壊面積率が2%以上と高かった。一方、流れ盤地域では0.6%以下と面積率が高くなる傾向はなかった。熊野層群では、受け盤分布域では地層境界からの距離が50mまでは、崩壊面積率が1.5%と高かったが、流れ盤地域では面積率が高くなる傾向はなかった。

なお、水平地域について、熊野酸性岩類で200-400m、熊野層群で200-300mにおいて崩壊面積率が高いが、水平地域は分布面積が狭いために、

崩壊面積率が増加する傾向があったと考えられ、地層境界の影響で崩壊が多発した可能性は低いと考えられる。以上から、受け盤構造では熊野酸性岩分布域では地層境界から200m以内で、熊野層群分布域では地層境界から50m以内で崩壊面積率が高いことが分かる。

### 3. 危険度評価とマップ作成

#### 3.1 危険度評価マップの作成

2.で示した崩壊面積率を基に崩壊危険度を算出した。その1例を表-2に示す。2.3 ①で算出した分布面積に、②で算出した崩壊面積率を乗じた値を合計点として算出した。ただし、地質走向の傾斜を考慮して、熊野酸性岩類では地質境界から

表-2 崩壊危険度の金山谷川流域の1支川における算出事例 (上段：分布面積、中段：崩壊面積率、下段：合計点)

	地形と地質の組み合わせの評価						地質境界の影響 (受け盤のみ)						D: 総合評価点
	熊野酸性岩類			熊野層群			熊野酸性岩類			熊野層群			
							地質境界から 200m			地質境界から 50m			
	山頂緩斜面	開析斜面上部	開析斜面下部	山頂緩斜面	開析斜面上部	開析斜面下部	山頂緩斜面	開析斜面上部	開析斜面下部	山頂緩斜面	開析斜面上部	開析斜面下部	
分布面積	0.035	0.107	0.002	0.000	0.033	0.014	0.015	0.044	0.000	0.000	0.008	0.009	
崩壊面積率	0.110	0.740	0.380	0.050	0.210	0.640	0.400	2.750	1.420	0.200	0.930	2.900	
合計点	0.000	0.080	0.000	0.000	0.010	0.010	0.010	0.120	0.000	0.000	0.010	0.030	0.980

※合計点=分布面積×崩壊面積率 総合評価点=合計点 / 流域面積 マップには総合評価点を正規化した値を使用

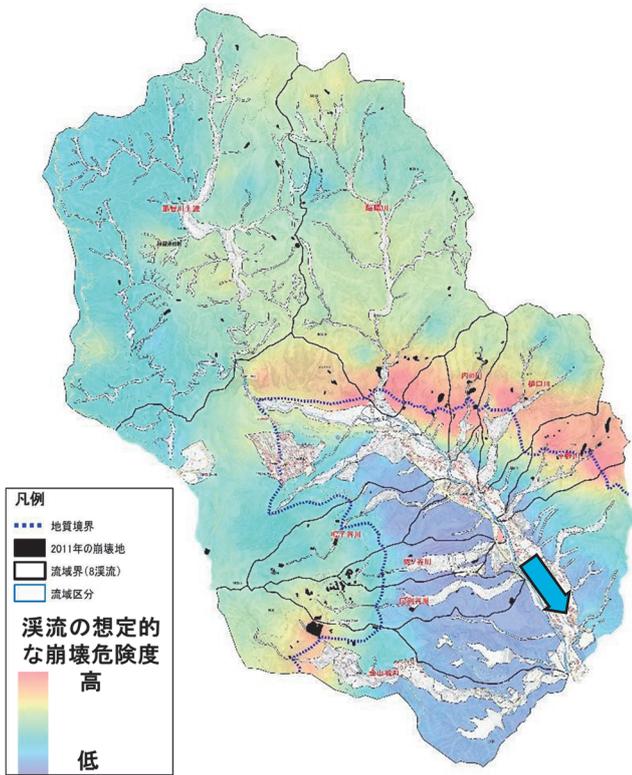


図-8 グラデーション表示した危険度評価マップ

200mの範囲について5.5倍、熊野層群では地質境界から50mの範囲を6.9倍した。さらに、合計点を単元流域の面積で除した値を「総合評価点」とし(表-2、D)、これを正規化した値を基に危険度評価マップを作成した(図-7)。

この危険度評価マップは、那智川流域の左岸側の地質境界周辺で発生した崩壊や右岸側で発生した比較的規模の大きな崩壊(図-7中 右矢印)が生じた流域も高い崩壊危険度として表現できている。

また、地域住民への土砂災害啓発を踏まえて、見やすさを向上させるため危険度をグラデーション表示したマップを作成した(図-8)。必ずしも流域界によって危険度が異なるわけではないため、グラデーション表示の方が実態を反映できている可能性もある。また、図-8では那智川流域の左岸側や右岸側の金山谷川で崩壊危険度が高い傾向がより鮮明に示すことが出来ている。

#### 4. まとめ

現地特性(地質、地形)を反映して作成した今回の危険度評価マップは、崩壊実績を良好に反映し、かつ地域住民が分かりやすいことが期待できる。今後、崩壊危険度の蓋然性や他評価法との比較を検討するとともに、土砂災害の啓発活動や観測機器設置個所の選定に活用したいと考えている。

#### 謝 辞

京都大学松四雄騎准教授、筑波大学内田太郎准教授には危険度評価マップ作成方針のアドバイスを頂きました。ここに記して感謝申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省近畿地方整備局：2011年紀伊半島大水害 国土交通省近畿地方整備局災害対応の記録、2013
- 2) 松澤真・伊藤達哉・南智好・小竹利明・山田拓・柴田俊・木下篤彦・田中健貴：那智川流域の地形・地質特性を反映した表層崩壊危険度マップの作成、令和3年度砂防学会研究発表会概要集、275-276、2015
- 3) 松澤真・木下篤彦・高原晃宙・石塚忠範(2015)花崗岩域における土層構造と表層崩壊形状に与える山地の開析程度の影響、地形、Vol.36、No.1、pp.23-48.

田中健貴



研究当時 国土交通省近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター、現 国土交通省中部地方整備局多治見砂防国道事務所 砂防調査課長  
TANAKA Yasutaka

木下篤彦



国土交通省国土技術政策総合研究所土砂災害研究部砂防研究室 主任研究官、博士(農学)、(近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター)  
Dr.KINOSHITA Atsuhiko