

紀伊山地における地形特性と深層崩壊斜面の関連性について

国土交通省近畿地方整備局紀伊山地砂防事務所 吉村 元吾, 今森 直紀, 奥山 悠木
 アジア航測株式会社 ○船越 和也, 岡野 和行, 吉野 弘祐, 染谷 哲久, 井之本 信

1. はじめに

平成 23 年台風 12 号の豪雨によって、紀伊山地中央部では多数の深層崩壊が発生した。紀伊山地中央部では、深層崩壊発生前の平成 21 年に十津川流域で航空レーザ計測が実施されていた(図 1)。さらに、深層崩壊発生後には十津川流域、北山川流域、紀の川上流域、有田川および日高川上流域、富田川および日置川上流域で航空レーザ計測が行われており、紀伊山地の広域で詳細な地形データが存在する。

桜井ら(2015)は、十津川流域を対象に深層崩壊発生前の詳細地形データを用いて、重力性変形による小崖や段差などの線状微地形(以下、重力性変形とする)および斜面勾配等の地形量を 0.25km²程度の面積を持つ単位斜面ごとに算出して、深層崩壊発生に関連性が高い地形要素を抽出している。ここでは、その地形要素を用いて、紀伊山地の広域に分布する深層崩壊発生斜面との関連性を確認した。また、地形要素が該当する斜面の明瞭な変形発達領域にも着目し、その地形的な特徴を確認した。

2. 紀伊山地の広域における地形的特徴

深層崩壊発生に関連性が高い地形要素として抽出した、「重力性変形の延長密度」「固有値比」「斜面勾配」「平均比高」の 4 つの地形要素に着目して、紀伊山地の広域における地形的特徴を確認した。4 つの地形要素の条件は、表 1 の通りとした。

紀伊山地の各流域における重力性変形の延長密度と平均比高の分布を図 2 に示す。重力性変形の延長密度は、紀の川上流域、有田川および日高川上流域、富田川および日置川上流域の密度が高く、北山川流域では密度が低い傾向となった。また、平均比高は紀伊山地の中央部に位置する十津川流域や北山川流域、紀の川上流域で相対的に大きい傾向にあり、西側の有田川および日高川上流域や富田川および日置川上流域では相対的に小さい傾向となった。その他の地形要素について確認すると、固有値比は流域による目立った傾向の違いはなく、斜面勾配は平均比高と類似した分布傾向を示した。

3. 各流域の地形的特徴と深層崩壊斜面との関連性

各流域の地形的特徴を踏まえて、深層崩壊斜面がどのような地形要素に該当しているのかを、深層崩壊面積の違いに着目して確認した。なお、崩壊面積の区分は、河道閉塞対策等の大規模な対策を実施している深層崩壊地を参考に、赤谷地区などが含まれる 0.1km²以上、坪内地区や三越地区などが含まれる 0.04km²以上、その他を 0.01km²以上とした。

地形要素と崩壊面積との関係を見ると、重力性変形の延長密度は、崩壊面積によらず他の地形要素と比較して多くの深層崩壊発生斜面で該当し、固有値比は崩壊面積によらず概ね一定の割合で該当した。

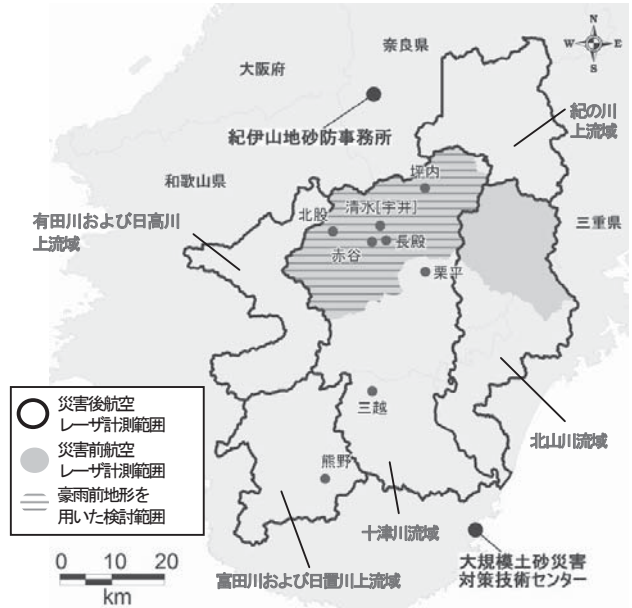


図 1 航空レーザ計測取得範囲と検討対象範囲

表 1 深層崩壊発生に関連性が高い地形要素と条件

地形要素	Window Size	関連性の高い地形条件	単位斜面の閾値
重力性変形の延長密度	-	-	4,000m/km ² 以上
固有値比	30m	5.0以上	15%以上※
平均比高	-	-	275m以上
斜面勾配	250m	30°以上	5%以上※

※深層崩壊発生に関連性の高い地形条件に該当するメッシュが存在する割合

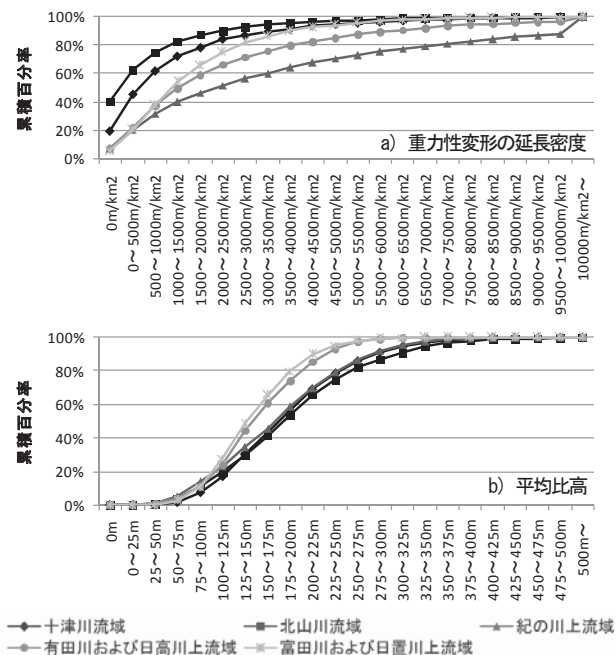


図 2 紀伊山地の広域における地形要素の分布例

一方、平均比高や斜面勾配は崩壊面積が大きい斜面で比較的多く該当し、崩壊面積が小さい場合には該当箇所が少なくなる傾向となった。

各流域における深層崩壊発生斜面の該当地形要素と崩壊面積との関係を見ると、北山川流域は斜面勾配と平均比高が該当し、重力性変形の延長密度は該当しない傾向にあった。一方、紀の川上流域、有田川および日高川上流域、富田川および日置川上流域では、重力性変形が発達しており、重力性変形地形の延長密度や固有値比が該当していた。十津川流域はそれらの特徴を包括的に有し、様々な面積と特徴をもつ深層崩壊が存在した。

4. 深層崩壊地および明瞭な変形発達領域の地形的特徴

深層崩壊発生と関連性のある地形要素が該当する斜面に着目して、明瞭な変形発達領域の微地形判読を行った。明瞭な変形発達領域の例を図4に示す。紀伊山地の広域から深層崩壊発生に関連性のある地形要素を用いて抽出した斜面を詳細にみると、明瞭な斜面変形を示す領域が発達している場合がある。このように、地形要素を用いることで広域から明瞭な変形発達領域を抽出できる可能性がある。

また明瞭な変形発達領域を、斜面下部の地形を下部解放型と下部狭窄型の2種類に分類した(図5)。さらに、平成23年の深層崩壊地についても、災害前の航空レーザ計測データが存在する範囲を対象に、斜面下部の地形を分類した。深層崩壊面積および明瞭な変形発達領域の面積と平均比高との関係を図6に示す。下部狭窄型は、両者とも下部解放型と比較して面積が小さく、起伏量の大きい単位斜面に位置する傾向が確認された。一方、下部解放型は、面積が大きくなることもない、起伏量も大きくなる傾向が確認された。このように、深層崩壊地と明瞭な変形発達領域は類似した地形的特徴を有することが確認された。

5. おわりに

十津川流域で深層崩壊と関連性が高い4つの地形要素は、紀伊山地で発生した広域の深層崩壊に対しても流域の地形的特徴に応じて相補的に該当することがわかった。また、これらの地形要素に該当する斜面を詳細に確認すると、明瞭な変形発達領域が存在することがわかった。今後、深層崩壊の危険性を評価していくためには、このような領域の状況を現地調査等により確認することが重要であると考えられる。

参考文献

桜井亘・酒井良・奥山悠木・船越和也・岡野和行・染谷哲久・山口和也・井之本信(2015): 深層崩壊発生に関連性が高い微地形と地形量の特徴について、平成27年度砂防学会研究発表会概要集, p.A-184-A-185

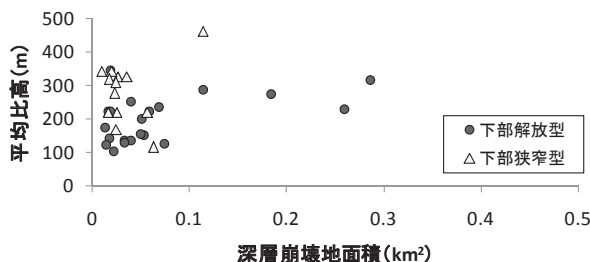


図6 平成23年深層崩壊地および明瞭な変形発達領域の面積と平均比高との関係

崩壊面積	0.01km ² ~0.04km ²	0.04km ² ~0.1km ²	0.1km ² ~
単位斜面の割合	57% (41斜面)	26% (19斜面)	17% (12斜面)
地形要素カバー率	線の太さがカバー率の高さを示す		
重力性変形の延長密度	51.2% (21/41)	52.6% (10/19)	66.7% (8/12)
固有値比	39.0% (16/41)	26.3% (5/19)	41.7% (5/12)
斜面勾配	17.1% (7/41)	5.3% (1/19)	66.7% (8/12)
平均比高	22.0% (9/41)	21.1% (4/19)	50.0% (6/12)
各流域の崩壊面積分布と該当地形要素	ボックス濃度が該当する上記の地形要素を示す		
	北山川流域		
	紀の川上流域		
	有田川・日高川上流域		
	富田川・日置川上流域		
	※「熊野」深層崩壊地のみ		

図3 紀伊山地の広域における地形要素の特徴

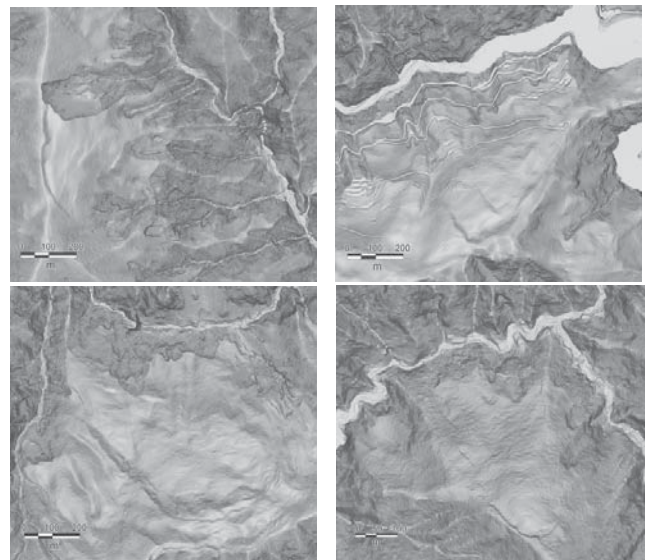


図4 明瞭な変形発達領域の例 (1mDEM 斜度図)

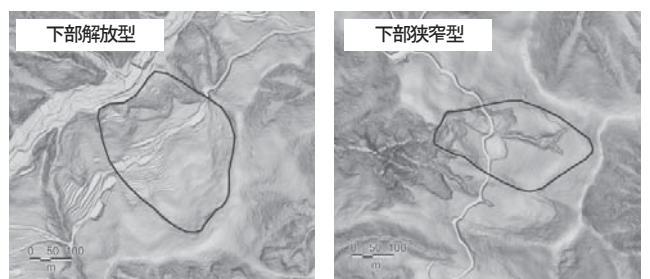


図5 明瞭な変形発達領域と斜面下部の分類例

