

深層崩壊の発生年代を判別する地形量指標の有効性検討

国土防災技術株式会社 ○横山 修・小川内良人

国立研究開発法人 土木研究所 木下篤彦^{※1}国土交通省 紀伊山系砂防事務所 小杉 恵^{※2}・北本 楽

※1 現国土交通省 日光砂防事務所 ※2 現近畿地方整備局河川部

1. はじめに

深層崩壊跡地の多寡は、地域における深層崩壊頻度を推定する上で極めて重要な指標である。小川内ら(2021)¹⁾は、紀伊山地における深層崩壊のうち約 20 箇所について、放射性炭素年代から発生年代を特定した。しかし、崩壊堆積物中に含まれる木片等の年代測定試料の採取には課題も多く、条件が整わない場合には発生時期を特定することが困難となる。一方で、一般的に地形が不明瞭であるほど古い地形と認識されており、深層崩壊跡地においても地形的に明瞭である場合は発生年代が比較的新しく、反対に不明瞭な場合は発生年代が古いことが考えられる(例えば、角田(1997)²⁾)。

本研究では、崩壊発生年代と地形の関係を明らかにするため、新旧に関する地形の定量化し、その有効性について検討した。

2. 検討方法

まず、近年発生した深層崩壊、および歴史資料に記されていない(おそらく千年以上前の)深層崩壊跡地を比較し、地形的特徴を整理した。次に、新旧を判断できると考えた地形的特徴について、航空レーザ測量データを用いた地形量指標やその評価方法の検討を行った。その結果、以下の①崖の角の丸み、②崖の輪郭の連続性、③ガリーの発達程度の3つが地形量指標として抽出された。

①崖の丸み

特徴：新しい深層崩壊の崖縁、すなわち崩壊の輪郭では、崩壊地内外で傾斜の変化量が大きく、鋭角となっているのに対し、古い崩壊地では丸みを帯びていた。

指標：一般に地形の凸部や凹部の丸みの評価には、曲率を用いることができる。GIS を用いて 1mDEM から曲率を算出した。滑落崖の縁のラインから両側に距離 5m のバッファゾーンを設け、その範囲内の曲率の分布をボックスプロット図(箱ひげ図)に示し、年代別に比較した。

②崖の輪郭の連続性

特徴：新しい深層崩壊は滑落崖が連続しているのに対し、古い崩壊地の滑落崖は崩落や 2 次すべりによって一部欠けている、あるいは不明瞭となっている場合が多い。

指標：崖の輪郭の連続性は、滑落崖の延長に対する明瞭な部分、あるいは連続する部分の延長の比率を示した。

③ガリーの発達

特徴：新しい深層崩壊にはガリーが形成されており、古い崩壊地にはガリーがほとんどみられない。

指標：ガリーの発達程度は、崩壊地面積(ha)に対して、形成されているガリーの延長(m)の割合を示した。

発生年代が明らかになっている深層崩壊跡地を対象にこれらの地形量指標を算出し、それぞれを比較し、有効性を検討した。

3. 対象とした深層崩壊跡地

対象とした深層崩壊跡地は、赤谷、T-14、K-1、A-3 の 4 箇所である(図-1、表-1)。4 箇所とも中・古生代の付加コンプレックス(四万十帯)であり、主に砂岩、泥岩およびその互層で構成される。赤谷は 2011 年紀伊半島大水害で発生した深層崩壊である。他 3 箇所は小川内ら(2021)により、発生年代が明らかになった深層崩壊跡地であり、近年、300 年前、2600 年前、31,000 年前の 4 時期の地形を比較した。また、赤谷以外は同規模の崩壊である。

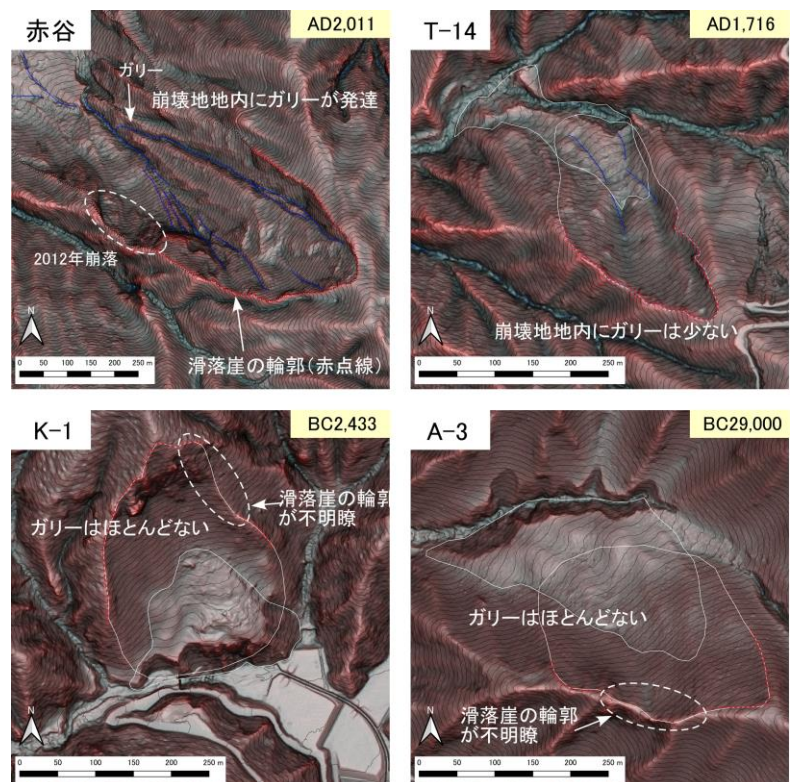


図-1 発生年代の異なる 4 地区の深層崩壊跡地

表-1 対象の深層崩壊の諸元

名称	位置	地質	崩壊面積	発生年代
赤谷	奈良県五條市	中・古生代／付加コンプレックス	26.64 ha	2011 年 9 月
T-14	奈良県十津川村	中・古生代／付加コンプレックス	3.35 ha	1700 年代
K-1	奈良県上北山村	中・古生代／付加コンプレックス	5.35 ha	BC2400 年代
A-3	和歌山県かつらぎ町	中・古生代／付加コンプレックス	5.24 ha	BC29,000 年代

4. 結果

ボックスプロット図では、滑落崖の縁のバッファゾーンで算出された曲率の最大値、75%値、中央(50%)値、25%値、最小値が表現されている(図-2)。中央値は古い崩壊でやや曲率が低下する傾向にあったが、発生年代による飛躍的な変化は見られなかった。一方、2011年に発生した赤谷では、値のとり幅が大きいのにに対し、年代の古いA-3では、値の幅が小さくなっていた。これは、新しい崩壊ほど急な部分を多く含み、古い崩壊には急な部分は少なく、緩いカーブが多く存在していることが考えられる。

崖の連続性は、新しい崩壊地が古い崩壊地よりも連続性が良い傾向にあった(図-3)。赤谷では、2011年の崩壊発生後の数年以内に拡大崩壊が起き、縁が欠けてしまったことや右側壁下部が岩盤の上を崩土が流下して滑落崖の段差が小さく侵食されたため、やや連続性が低下したものと考えられる。

ガリーの発達程度では、古い崩壊にはガリーがほとんど認められず、多くは新しい崩壊にのみ発達する傾向にあった(図-4)。これは、崩壊後しばらくは崩壊地内にルーズな土砂の残存し、侵食されやすい状況にあることが考えられる。崩壊から長期間経過している場合は、植生等によって侵食が抑制されると同時に、ガリーが埋没することが考えられる。

5. 深層崩壊発生年代を判別する地形指標の有効性

地形判読の段階では、今回指標とした崖の丸み、連続性、ガリーの発達程度は深層崩壊の新旧を判別する上では重要な着目点と言える。また、年代測定試料を採取する段階では、過去2000年以内の深層崩壊を選別する場合の根拠にもなり得る。今後はさらにサンプルを増やし評価を行うことで、大まかな年代の推定や新旧を区分するための閾値の設定が可能と考えられる。また、地形データの解析により、深層崩壊の発生頻度推定にも活用が期待される。

謝辞：国土技術政策総合研究所の皆様には、多大なご協力と指導を頂いた。また、航空レーザ測量データの提供など、ご協力に感謝申し上げます。

引用文献：

- 小川内良人・横山修・木下篤彦・山田拓・柴田俊・田中健貴・山越隆雄・西山賢一，放射性炭素年代から推定される紀伊山地の深層崩壊発生頻度，砂防学会誌，74，1，p.3-14，2021.
- 角田隆彦・本島勲・野崎隆司，標定点による岩盤斜面の安定度診断の試み，応用地質，38，1，p.2-12，1997.

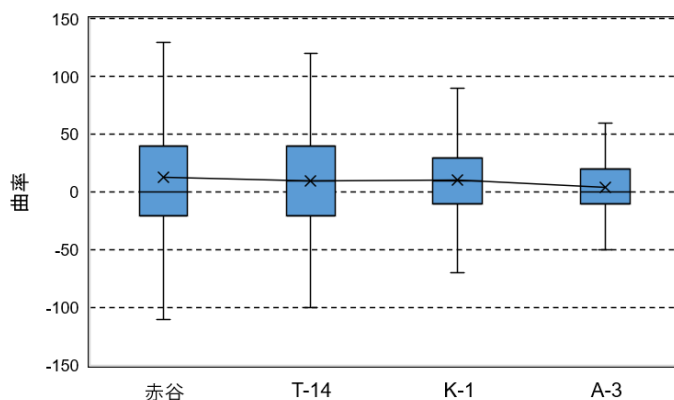


図-2 深層崩壊発生年代による崖の丸みの変化

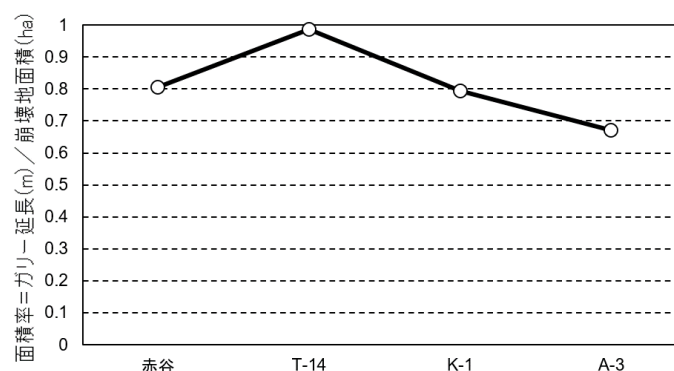


図-3 深層崩壊発生年代による滑落崖の輪郭の延長

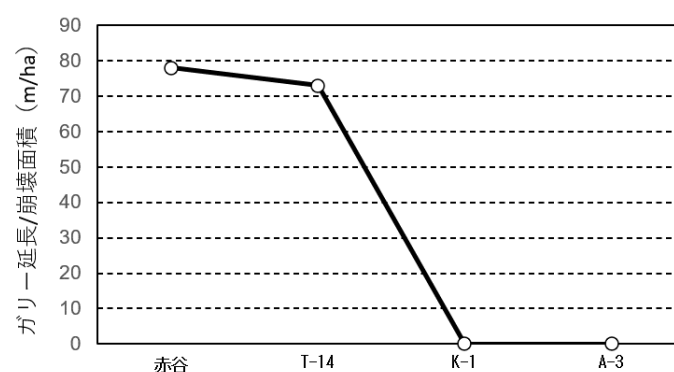


図-4 深層崩壊発生年代によるガリーの発達程度