

高知大学 教育研究部 自然科学系農学部門 笹原克夫

国土交通省 四国山地砂防事務所 高川智

独立行政法人 防災科学技術研究所 防災システム研究センター 土志田正二

国際航業株式会社 ○小野尚哉、伊藤雅之、江藤史哉、大神昭徳、島田徹

キーワード 表層崩壊、前兆現象、地すべり、微地形調査、航空レーザ計測、マッピング

1. はじめに

山地における土砂災害の危険箇所を広域・均質に調査・抽出する手法として、空中写真判読による微地形判読が有効とされ、数多く活用されてきた。しかし、日本国内の山地は森林に覆われている場合が多く、その場合空中写真では地表面に現れた微小（高さ 50cm から 1 m 程度）な段差などを発見することは困難である。近年、航空写真測量に代わる広域測量の手法として、航空レーザ測量が多用されるようになり、国などの機関により広域なデータ整備が進められつつある。ただし、これまで航空レーザ測量データを用いた事例として報告されてきた大部分は、地すべり地形の抽出事例¹⁾や、表層崩壊跡地自体の抽出を行った事例²⁾であり、小規模な表層崩壊などの前兆現象を示すような段差などのより微小な地形を抽出した試みはほとんどない。

本研究では小規模な表層崩壊の前兆現象を把握するため、航空レーザ測量データを用いて解析を行い、微小な地形要素を判読し、現地踏査において高さ 50cm 程度の微小な滑落崖等の線状地形が把握できることを確認した。さらに判読限界を検討するため、判読と現地踏査における各々の微地形の明瞭度について対比を行った。

2. 調査フィールドおよび調査手法

本研究の研究対象地域は、エリア 1（図-1、2）およびエリア 2（図-3）の 2 地区である。エリア 1 は秩父帯の仁淀川層を基盤とする地域であり、仁淀川層は砂岩優勢な砂岩・泥岩互層および泥質岩基質中に砂岩・チャート・石灰岩・緑色岩類のブロックを伴うメランジュが繰り返し出現する地質構造を呈し³⁾、杉の植林地を主体とする斜面である。一方、エリア 2 は三波川帯の三縄層の泥質片岩を主とし、緑色片岩や石英片岩、砂質片岩を狭にし、東北東 - 西南西方向に伸張する地質断層が通過する位置にあり³⁾、主に落葉広葉樹からなる斜面である。

このエリア 1、2 を含む広範な範囲においては、航空レーザ計測による測点密度 50cm ~ 100cm メッシュデータ（以降 DEM と呼称する）が国土交通省により整備されている。本研究では微地形判読のため、この DEM を用いたカラー標高傾斜図や傾斜量図、傾斜分散量図などを作成し、同図を用いた微地形判読によって抽出した微地形と、現地踏査で確認した微地形を比較検討した。

具体的には、エリア 1 では 50cm メッシュの DEM を用い、エリア 2 では 1m メッシュの DEM を基礎データとして用いた。微地形判読は、線状構造を示す段差地形を主な抽出対象とし、カラー標高傾斜図などで表現された微地形について、図-1 で表す傾斜量に対応する濃淡のコントラストや比高および連続性に着目し、主観的に「明瞭度」として明瞭、やや明瞭、不明瞭の 3 段階で抽出区分した。現地踏査は、判読で抽出した範囲の一部に対し、主に段差地形の「明瞭度（表-1）」に着目して調査を行った。

3. 調査結果

エリア 1 において判読、抽出した微地形を図-1 に、現地踏査により確認した微地形を図-2 に示す。調査の結果、判読で微地形を抽出した箇所は踏査においても微地形が確認されており、判読では概ね比高約 50cm 以上の段差地形や、勾配変化線まで抽出できていることが判った。さらに、判読により抽出された微地形の一部には、現地踏査では見落としがちな下草に覆われた微地形も含まれていた。このことは先に述べたような既往の事例などに比べ、より規模の小さな表層崩壊などの前兆現象を示す微地形が抽出可能であることを示している。また、エリア 2 における現地踏査の結果（図-3）、エリア 1 と同様に比高約 50cm 以上の段差地形や、勾配変化線まで抽出できていることが判った。

判読による微地形抽出と実際の現地状況をエリア 1 において対比し、各々の明瞭度の対応状況を確認した結果、表-1 に示す対応が得られた。これにより踏査によって「部分的に解析・浸食されている冠頂を持つ滑落崖など」として確認された微地形と、判読時に「明瞭」とした地形の相関が 76% となるなど、現地踏査における明瞭度と判読時の明瞭度に 70 ~ 94% の高い整合性が確認された（表-1）。なお、判読時には一種類の明瞭度に区分していた連続した 1 つの地形要素が、踏査の結果、複数種類の明瞭度に区分されるものが多数あり、複数の明瞭度に区分される場合はその全てを件数としてカウントした。

また、今回示したエリア 1 は主に針葉樹林（杉の植林地）を主体とするため、レーザ計測データの精度が低くなりがちな上空視界が比較的閉塞された条件であったが、レーザ計測時の現地環境および計測密度、解析方法を調

整することで、精度の高い微地形判読に適用できることが判った。

4．まとめ

本研究では、DEMにより概ね比高約50cm以上の段差地形や、勾配変化線まで抽出できていることから、小規模な表層崩壊などの前兆現象を示す微地形が抽出可能であることを示した。また、現地踏査における明瞭度と判読時の明瞭度には高い整合性が確認されたことから、従来の空中写真判読と比較し、DEMに基づく判読結果はより客観性を有しているものとする。ただし、航空レーザデータは植生状況によってはレーザが地表まで到達せず、地表面の状態を計測できないこともある。

一方、今後の課題として、山地における土砂災害の危険箇所が数多くある中で、研究地域周辺では、深層崩壊（大規模斜面崩壊）の危険性を把握するために航空レーザデータが広域的に整備されており、これらのデータを使用し異なる地質帯における検証や、より広く標本数を増やして検証を行う必要がある。また、本論ではDEMを用いた主観的な判読を行い、現地踏査との良好な整合性が確認されたが、主観的な判読では、判読者により抽出内容に差が生じることから、客観的かつ定量的に抽出するための方法を検討する必要があるため、筆者等はその点についても研究を行っている⁴⁾。

【参考文献】

- 1) 杉本宏之他:数値標高モデルを用いた地すべり地形抽出手法の開発,土木技術資料,Vol.47,No.3,pp.58~63,2005
- 2) 土志田正二・千木良雅弘・中村剛:航空レーザスキャナーを用いた崩壊地形解析:泥火山山体斜面を例として,地形,28,pp.23~39,2007
- 3) 四国地方土木地質図編集委員会:四国地方土木地質図,(財)国土開発技術研究センター,平成10年3月
- 4) Shoji Doshida & Katsuo Sasahara et al: Quantitative evaluation of micro topographies by using airborne laser scanner data: International symposium on sediment disasters under the influence of climate change and tectonic activity (2nd), 2011 (投稿中)

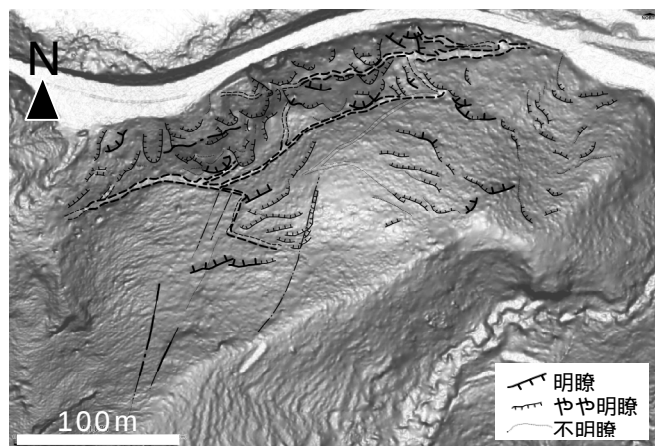


図-1 判読結果図-エリア1-(50cmDEM)

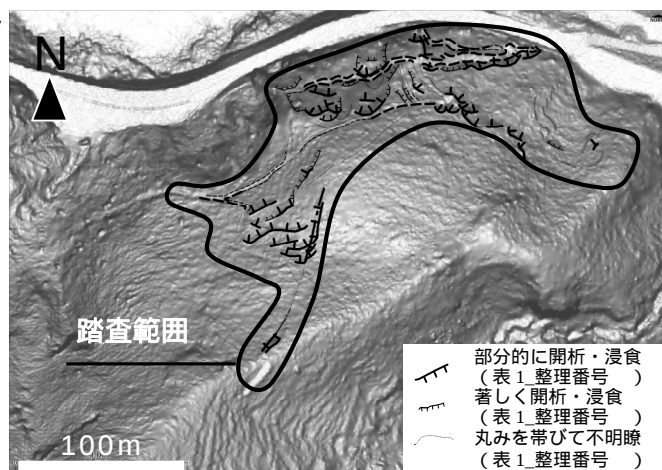


図-2 踏査結果図-エリア1-(50cmDEM)

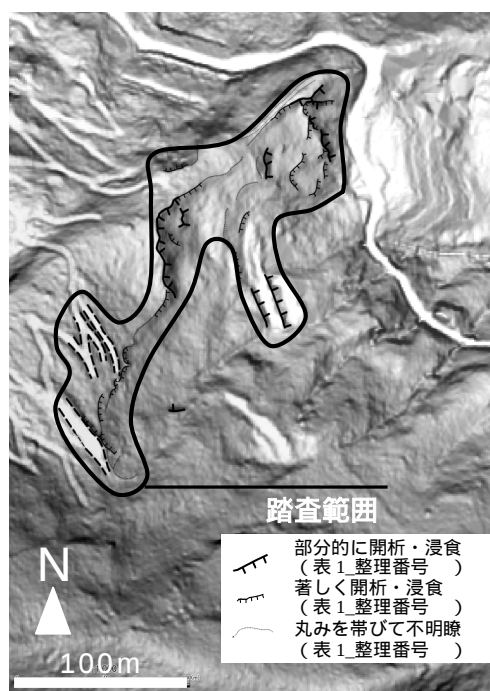


図-3 踏査結果図-エリア2-(1mDEM)

表-1. エリア1における現地踏査結果と判読結果の対比

整理番号	現地踏査における明瞭度	判読結果に基づく明瞭度	度数分布(件)	比率
	新鮮な、または開析・浸食されていない冠頂を持つ滑落崖など	明瞭	0	0%
		やや明瞭	0	0%
		不明瞭	0	0%
	部分的に開析・浸食されている冠頂を持つ滑落崖など	明瞭	48	76%
		やや明瞭	15	24%
		不明瞭	0	0%
	冠頂が著しく開析・浸食された滑落崖など	明瞭	2	4%
		やや明瞭	44	94%
		不明瞭	1	2%
	冠頂が丸みを帯びて不明瞭になった滑落崖など	明瞭	1	2%
		やや明瞭	14	28%
		不明瞭	35	70%

判読時に1つの明瞭度で抽出された地形は、踏査の結果により複数の明瞭度に分割されるものがあり、その場合は複数の明瞭度全てを件数としてカウントした。