

氏名	と し だ し ょ う じ 土 志 田 正 二
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学位記番号	理 博 第 3258 号
学位授与の日付	平 成 20 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	理 学 研 究 科 地 球 惑 星 科 学 専 攻
学位論文題目	航 空 レーザ 測 量 データ を 用 いた 斜 面 崩 壊 地 形 の 詳 細 解 析

論文調査委員 (主査) 教授 千木良雅弘 教授 釜井俊孝 教授 伊藤 潔

### 論 文 内 容 の 要 旨

表層崩壊は規模が小さくても豪雨で多発するため、斜面発達において重要な役割を担う。しかし、過去に一般的に用いられてきた地形測量では地形を詳細かつ広範囲に解析するために必要なデータを収集することは難しく、表層崩壊の分布や形態の特徴を解明してそれが斜面発達に及ぼす役割について考察することができなかつた。航空レーザー測量は、多少の植生を透過して数m～数十cmメッシュの詳細な数値標高モデル (DEM: Digital Elevation Model) を作成することができる。しかし、航空レーザー測量データを用いた表層崩壊等微地形の解析手法は未だ思案段階であり、確立されていなかった。本研究では、航空レーザー測量データを用いることで、詳細地形解析、特に表層崩壊解析を行い、斜面の地形特性を示すことで、その斜面発達を明らかにすることを目的とした。

本研究では、新しい地形表現手法として“地形表現図”を考案した。これは、地形の傾斜分布図を白黒濃淡で表し、標高を段彩色で表し、両者を重ね合わせたものであり、地形のイメージを容易に理解することを可能にするものである。1mメッシュのDEMデータに基づく地形表現図と地形図と現地の地形との比較を行った結果、この地形表現図は1m程度の比高を持つ小崖地形も精度良く表すものであることが明らかになった。また、崩壊の半自動抽出や崩壊の発生場の地形的特徴の解析のため、尾根線と谷線の抽出を行うと同時に、凸型傾斜変換点を自動抽出する方法を考案した。凸型傾斜変換線は、地表標高のLaplacianのみよりも、Laplacianと標高の標準偏差とを組み合わせることによって有効に抽出できることを見出した。

上記の手法を表層崩壊が多発してきた花崗岩類分布地域、および泥岩地域に適用した。対象としたのは、花崗岩及び花崗閃緑岩が分布する地域として、茨城県加波山地域、愛知県小原村地域、泥岩分布地域として、北海道新冠泥火山地域、北海道リビラ川右岸地域、の計4箇所である。花崗岩地域は花崗閃緑岩地域に比べ尾根頂部が狭く、崩壊は尾根近傍で多く見られた。一方、花崗閃緑岩地域は花崗岩地域に比べ、尾根頂部が緩傾斜で広く、斜面に凸型傾斜変換線が見られ、また、崩壊はこの凸型傾斜変換線の下方に多く分布していた。

泥岩地域では、斜面崩壊発生に斜面の“限界傾斜”があり、それが斜面発達に重要な役割をしていることが明らかになった。軟質泥岩 (新冠泥火山) では約20°を限界傾斜として、それ以上の傾斜で斜面が不安定化して崩壊が発生し、泥火山山体を周囲から解体していることが明らかになった。硬質泥岩地域 (リビラ川右岸地域) では、表層崩壊の発生する限界傾斜として33-38°の値が得られ、高標高部にある緩傾斜面を周囲から崩壊が開析しつつあることが明らかになった。

花崗岩類地域と泥岩地域とを比較すると、平均崩壊面積、崩壊面積占有率で大きな差異が確認され、どちらも泥岩地域の値が大きかった。また、崩壊発生場所においては、花崗岩地域が尾根付近、花崗閃緑岩地域で凸型傾斜変換線下方というように地形形状に強く影響を受けているのに対し、泥岩地域では、それぞれの限界傾斜に達すれば崩壊が発生するという斜面傾斜に対して依存が強い傾向が見られた。

## 論文審査の結果の要旨

山地斜面の表層崩壊は、小規模であっても一時に発生する数が数百以上であることも稀でないほど多いため、地形発達過程において果たす役割は大きい。しかしながら、その分布や地形的特徴の研究にあたって、従来は地表での測量や空中写真に基かざるを得なかったため、広域を詳細に調査することが困難であり、その実態には不明確な点が多く残されていた。本研究は、近年実用化された航空レーザ測量技術を用いて、表層崩壊の分布や地形的特徴を広域かつ詳細に明らかにする方法を構築し、また、それを花崗岩類地域と泥岩地域とに適用して有効性を検証したものである。

申請者は、航空レーザ測量によって得られた1mメッシュの数値標高モデル（DEM: Digital Elevation Model）を解析する手法として、新たに“地形表現図”を考案した。これは、地形の傾斜分布図を白黒濃淡で表し、標高を段彩色で表し、両者を重ね合わせたものであり、空中写真では樹林でさえぎられて観察できなかった地形のイメージを容易に理解することを可能にするものである。地形表現図と詳細地形図とを現地の地形と比較した結果、この地形表現図が1m程度の比高を持つ小崖地形も精度良く表すものであることを明らかにしている。これにより、航空レーザ計測を用いることにより、表層崩壊を広範囲で精度良く抽出することが可能であることが示された。さらに、申請者は、地表標高のLaplacianと標高の標準偏差とを組み合わせることによって、凸型傾斜変換線を有効に抽出できることを見出し、表層崩壊の発生場として重要と考えられている凸型傾斜変換線を抽出する方法を客観化している。

申請者は、上記の方法を、表層崩壊が多発し、また、典型的な表層崩壊の形態を示すと想定される2つの岩石種の分布地域に適用した。1つは花崗岩類の分布地であり、茨城県加波山と愛知県小原村の2地域、もう1つは泥岩分布地であり、北海道新冠、北海道リビラである。花崗岩類地域のうち、花崗岩地域では花崗閃緑岩地域に比べ尾根頂部が狭く、崩壊が尾根近傍で多く認められるのに対して、花崗閃緑岩地域では花崗岩地域に比べ、尾根頂部が緩傾斜で広く、斜面上に凸型傾斜変換線が見られ、また、崩壊はこの凸型傾斜変換線の下方に多く発生したことを見出した。泥岩地域では、斜面崩壊発生に斜面の“限界傾斜”があり、それが斜面発達に重要な役割をしていることを見出した。

申請者の以上の研究は、表層崩壊の分布や形態を詳細かつ広域的に研究する方法を構築し、表層崩壊の研究に新たな道筋をつけた研究として高く評価される。よって、本論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。また、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。