

レーザー測量データを用いた岩盤クリープ斜面の表面形状把握

(独) 土木研究所 ○横山 修, 内田太郎(現:国総研), 中野陽子, 石塚忠範
北海道大学 笠井美青
防災減災技術事務所 鈴木隆司

1. はじめに

崩壊面が岩盤にまでおよぶ深層崩壊は、大規模な土石流の発生や天然ダム形成により、周辺地域に甚大な被害を及ぼすことがある。このような深層崩壊の発生箇所を事前に予測することは、防災の観点から極めて重要である。

重力による岩盤クリープにより斜面の変形が進んだ斜面が、豪雨や地震による外力により急激な移動を開始するというプロセスが深層崩壊の代表的な発生機構であると考えられている(例えば千木良, 2007)。したがって、岩盤クリープ斜面を抽出、発見すること、及び斜面の変形程度を定量化することは深層崩壊の発生場所の予測精度を向上させる上で有効なアプローチになるものと考えられる。

従来、岩盤クリープした(している)斜面(以下、単に「岩盤クリープ斜面」)は、①谷がない、②斜面内に遷緩線、遷急線があらわれる、③両側の境界は小さな谷が存在する、④上部の境界付近に谷向きの急崖が見られるといった特徴が報告されてきた(例えば千木良, 2007, 神原, 2008)。しかし、これらの特徴は必ずしも明瞭でない場合が多く、発見が困難な場合が少なくない。一方、近年、レーザプロファイラ(以下、LP)による計測により、従来以上に地表面の詳細な地形の把握が可能となっている。このことは、LP データを用いることにより、岩盤クリープ斜面の表面構造を、定量的かつ精度良く把握できる可能性が考えられる。そこで本研究では、LP データを基に、岩盤クリープ斜面の表面構造を明らかにするとともに、定量的に岩盤クリープ斜面を特徴づける手法について検討した。

2. 研究地域

研究地域は、九州南部の鰐塚山地である。鰐塚山地には四万十帯の砂岩、泥岩が分布する。鰐塚山地では 2005 年 9 月の豪雨により 12 カ所の深層崩壊が発生した。空中写真(2003 年)を用いて微地形判読を行った結果、12 箇所の深層崩壊のうち、7 箇所は岩盤クリープ斜面であった可能性が高い。本研究では、鰐塚山山頂から北西に延びる尻無川沿いの 3 つの岩盤クリープ斜面を対象とした。ここでは、空中写真判読により稜線直下の谷向きの急崖と谷線直上の谷向きの急崖に挟まれた、丸みのある膨らんだ谷のない斜面を岩盤クリープの可能性の高い斜面として抽出した。また、それらの斜面を、現地において地層の走向傾斜変化、岩盤の変形等の調査を行い、岩盤クリープ斜面であることを確認した。同様に、空中写真判読で岩盤クリープ斜面ではない(非岩盤クリープ斜面)と考えられた斜面についても、現地調査により、非岩盤クリープ斜面であることを確認した。

3. 手法

LP データより 2m メッシュの DEM を作成した。さらに、2m メッシュの DEM データに加えて、空間分解能の異なる 6 種のデータセット(4m, 10m, 20m, 30m, 50m, 100m メッシュ)を作成した。これは、それぞれの空間スケールに対して 2m ずつスライドさせて作成したもので、例えば 20m のデータセットの場合、10×10 で 100 セットとなる。7 種のデータセット毎に斜面勾配と固有値比を算出した。固有値比は、斜面に立てた垂線ベクトルの乱れを地表面の乱れとして評価するもので、固有値比は値が大きいと平坦で滑らか、小さいと表面形状の変化が大きいことを表現できる。

4. 結果および考察

4.1 現地調査で確認できた微地形

岩盤クリープ斜面の境界付近には連続して急勾配な斜面が存在した。また、3 つの岩盤クリープの横の境界では比較的深い谷と接していた。岩盤クリープ斜面の縦断(等高線に直交する方向)形状を見ると、明瞭な遷緩線、遷急線が見られ、緩勾配と急勾配な斜面が交互に表れた(図-2)。また、岩盤クリープ斜面内の横断形状を見た場合、尾根と谷が交互にあらわれたものの、尾根と谷の比高は小さく、深い谷はなかった。

一方、非岩盤クリープ斜面の縦断形状を見た場合、ほぼ一様な急傾斜斜面で、明瞭な遷緩線、遷急線はなかった。横断形状を見た場合、岩盤クリープ斜面とほぼ同様の間隔で尾根と谷が交互にあらわれ、尾根と谷の比高は比較的大きく、5~10m 程度深い谷が見られた。

以上の結果は、定性的には①谷がない、②斜面内に遷緩線、遷急線があらわれる、③両側の境界は小さな谷が存在する、④上部の境界付近に谷向きの急崖が見られるといった特徴と一致した。すなわち、LP データを用いるこ

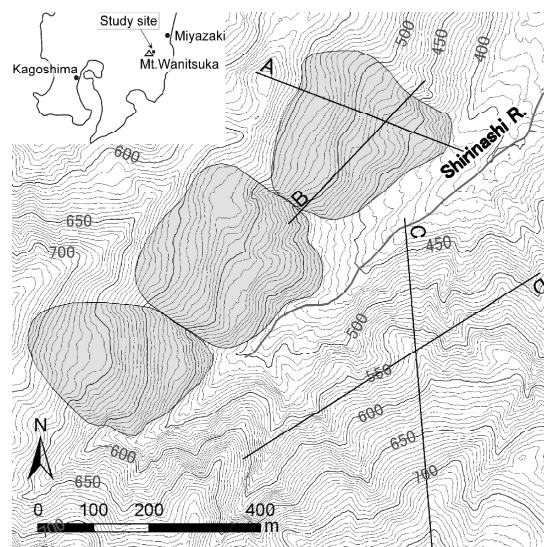


図-1 検討対象地域の岩盤クリープ斜面

とにより、岩盤クリープ斜面の特徴を明確に把握できた。

4.2 斜面勾配

岩盤クリープ斜面の平均勾配は、すべてのメッシュサイズにおいて $20\sim30^\circ$ とほぼ一定であった(図-3)。一方、非岩盤クリープ斜面の平均勾配は $30\sim40^\circ$ で岩盤クリープ斜面よりも急であり、メッシュサイズが大きいくほど緩やかになった。このことは、非岩盤クリープ斜面内の比較的比高のある谷が、小さいスケールの場合、平均勾配を大きくするのに寄与していたものの、メッシュサイズを広げていくと谷地形が表現されず、平均の斜面勾配が小さくなっていくと考えられる。一方、岩盤クリープ斜面の勾配は、小さな谷には支配されていないと考えられる。

4.3 固有値比

2m メッシュサイズでは、岩盤クリープ斜面および非岩盤クリープ斜面で値にばらつきがあるものの平均は両者で差はなく 6 前後であった(図-3)。しかし、20m メッシュサイズでは、両斜面とも横断方向に低固有値比を示す箇所が $50\sim100\text{m}$ 毎に現れた(図-2)。この低固有値比の箇所は断面形状の谷部、尾根部とほぼ一致していた。また、この低固有値比の値は、岩盤クリープ斜面では 4 程度であるのに対し、非岩盤クリープ斜面では $2\sim3$ であり、岩盤クリープ斜面よりも低かった。50m メッシュサイズでは、低い値が消失する傾向にあった。岩盤クリープ斜面と非岩盤クリープ斜面の固有値比の違いがメッシュサイズ 20m および 30m で特に大きくなる傾向から、このスケールにおいて特に谷および尾根の形状の違いがよく表現されたものと考えられる。一方で、メッシュサイズを 50m 以上にした場合、再び岩盤クリープ斜面と非岩盤クリープ斜面の固有値比の差は小さくなる。このことは、メッシュサイズを広げていくと、尾根谷の間隔を上回ってしまい谷の形状の違いを明瞭に表現できなくなる可能性が指摘できる。

5. まとめ

以上、LP データを用いることにより、詳細に岩盤クリープ斜面表面の特徴を把握することができた。また、地形量を算出するメッシュサイズを変化させて、固有値比、勾配を算出した結果(図-3)から、岩盤クリープ斜面、非岩盤クリープ斜面の表面構造の違いを定量的に表すことが可能であると考えられた。

参考文献：千木良雅弘(2007)：崩壊の場所 大規模崩壊の発生場所予測、近未来社、pp.256／神原規也(2008) 岩盤クリープ斜面の地形的特性に関する 1 考察、第 47 回日本地すべり学会研究発表会講演集 p.83-86

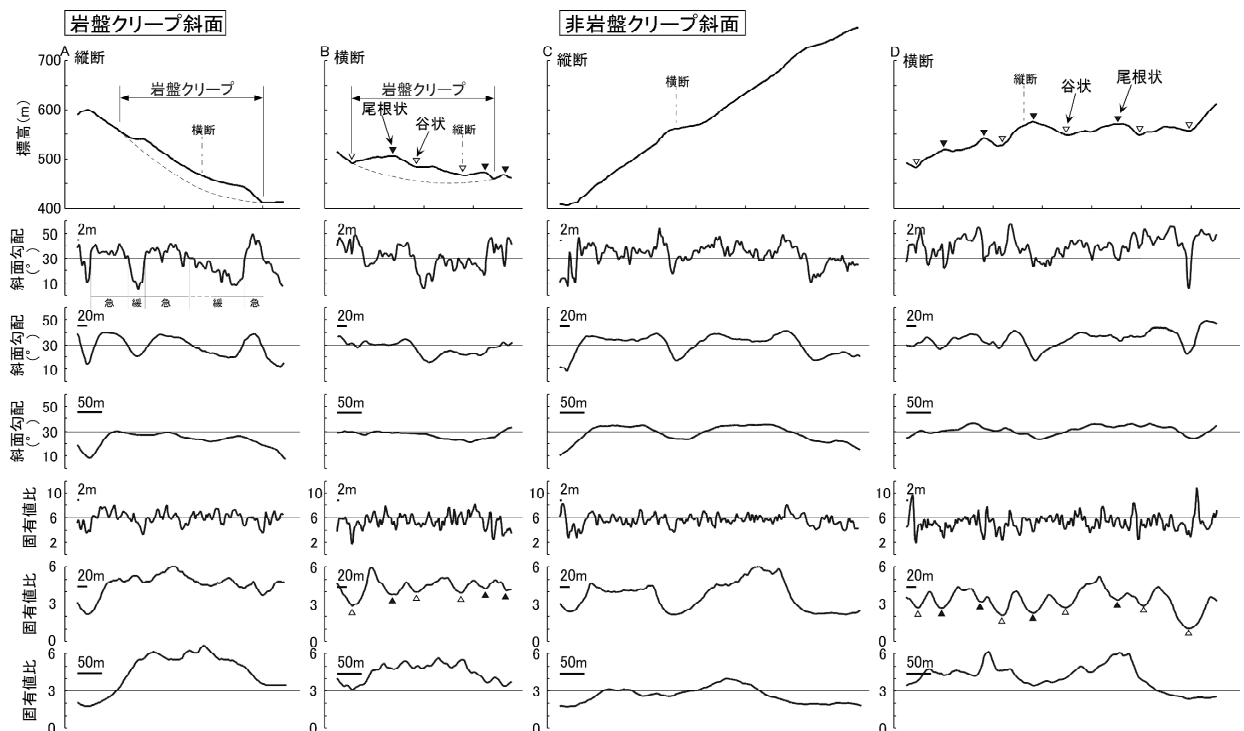


図-2 岩盤クリープ斜面と非岩盤クリープ斜面における断面形状と斜面勾配、固有値比分布

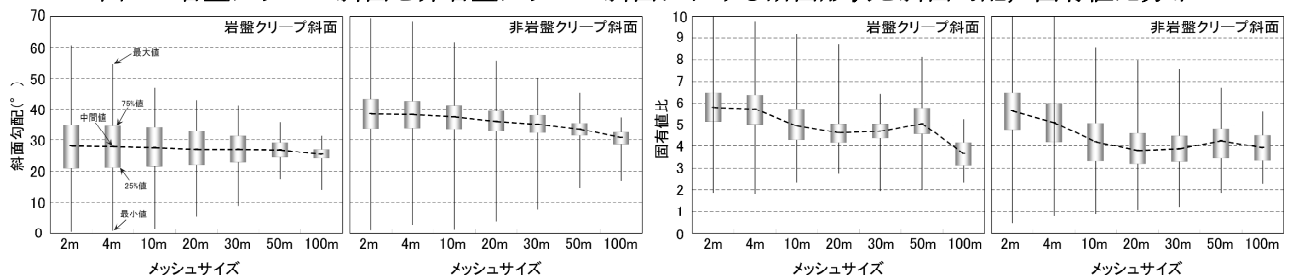


図-3 斜面勾配、固有値比のボックスプロット図