

深層崩壊の発生の恐れのある斜面抽出手法に関する一考察

(独) 土木研究所 高原晃宙・磯貝尚弘^{*1}・一色弘充^{*2}・木下篤彦・石塚忠範
 国土防災技術(株)○横山 修・佐藤美波
^{*1}: 現 国土防災技術(株) ^{*2}: 現 応用地質(株)

1. はじめに

深層崩壊が発生しやすい箇所のひとつに、長期的な重力の作用を受け、岩盤の変形が進んだ斜面(以下、岩盤クリープ斜面)がある。よって、岩盤クリープ斜面の抽出が深層崩壊の発生の恐れのある斜面の抽出に有効と考えられる。本研究では、深層崩壊の発生の恐れのある斜面の抽出手法を検討するため、航空レーザー測量(以下、LP)データを用いて定量的に岩盤クリープ斜面を抽出した上で、深層崩壊の抽出指標としての有効性について考察した。

2. 対象地域および検討方法

検討地域は、紀伊半島の中央に位置する。紀伊半島では、2011年9月の台風12号により深層崩壊が多発した。

LPデータを用いた岩盤クリープ斜面の定量的抽出は、図-1に示す手順で実施した。これは、斜面勾配比、または最小固有値比により、岩盤クリープ斜面に特有の尾根・谷地形の特徴を表現するものである。この地形的特徴は、ウィンドウサイズを変えて斜面勾配または固有値比を算出した時の中間値の変化によって示すことができる(横山ら, 2012)。すなわち、斜面勾配では、ウィンドウサイズを大きくした時の勾配の中間値があまり低下しないもの、固有値比では、複数のウィンドウサイズで最小値が大きく低下しないものを岩盤クリープ斜面として抽出することが可能である。斜面勾配比と最小固有値比の閾値は、明らかな岩盤クリープ斜面とそうでない斜面(非岩盤クリープ斜面)でそれぞれに頻度分布図を作成し決定した(図-2, 3)。斜面勾配比では、0.8以上1.3以下、最小固有値比では、3.5以上が岩盤クリープ斜面と判断される。得られた抽出結果を図-4, 5に示した。なお、抽出結果は、LPより作成した地形表現図による微地形判読結果ともほぼ一致していた。

抽出した岩盤クリープ斜面が深層崩壊の抽出指標として有効か否かの判断は、的中率とカバー率(土木研究所, 2008)を用いた。的中率は、抽出要素のあるメッシュ数に対する抽出要素と深層崩壊跡地の両方があるメッシュ数の比である。また、カバー率は、深層崩壊跡地のあるメッシュ数に対する抽出要素と深層崩壊跡地の両方があるメッシュ数の比である。メッシュサイズは、50m, 100m, 200m, 500mの4種類とした。なお、的中率は、平均崩壊発生率で除した値(的中率比)によって評価した(横山ら, 2011)。

抽出した岩盤クリープ斜面が深層崩壊の抽出指標として有効か否かの判断は、的中率とカバー率(土木研究所, 2008)を用いた。的中率は、抽出要素のあるメッシュ数に対する抽出要素と深層崩壊跡地の両方があるメッシュ数の比である。また、カバー率は、深層崩壊跡地のあるメッシュ数に対する抽出要素と深層崩壊跡地の両方があるメッシュ数の比である。メッシュサイズは、50m, 100m, 200m, 500mの4種類とした。なお、的中率は、平均崩壊発生率で除した値(的中率比)によって評価した(横山ら, 2011)。

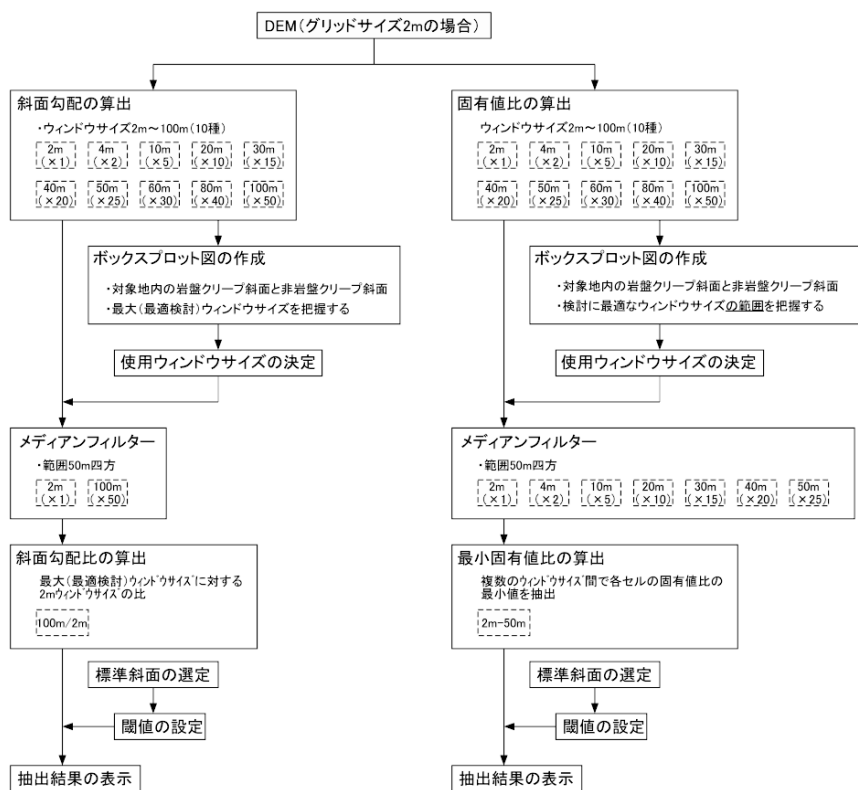


図-1 岩盤クリープ斜面の抽出フロー

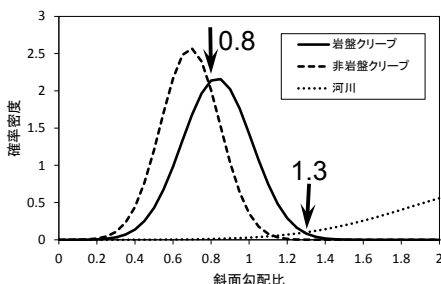


図-2 斜面勾配比の頻度分布

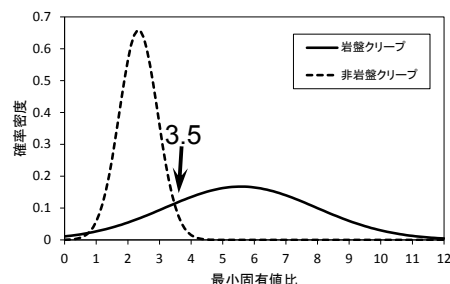


図-3 最小固有値比の頻度分布

3. 結果および考察

斜面勾配比と最小固有値比による岩盤クリープ斜面の的中率比とカバー率を図-6, 7に示す。斜面勾配比では、500mメッシュサイズ時、カバー率が0.94と大きかったが、的中率比は1.08と小さかった。これは、ほとんどのメッシュに岩盤クリープ斜面を有しているためであり、平均とほとんど変わらないことを示している。一方、50mメッシュサイズでは、的中率比が1.38となったが、カバー率は0.45まで低下した。固有値比は、斜面勾配比と同様の傾向であった。50mメッシュサイズの時、的中率比は1.41となったが、カバー率は0.42となった。

的中率比とカバー率がともに高い場合、深層崩壊との関連性が高いと言える。また、メッシュの大きさは評価単位の高さを示し、小さなメッシュほど岩盤クリープ斜面と深層崩壊跡地が隣接していることを示している。本検討結果は、評価単位が小さい場合に岩盤クリープ斜面の指標として有効性が高まるが、的中率比1.5以下、かつカバー率0.5以下であり、抽出要素として有効とは言えない。斜面勾配比、最小固有値比の閾値を変える、メッシュ内の岩盤クリープ斜面の面積の閾値を変える等の検討も行ったが、有効な結果は得られなかった。

検討の結果、岩盤クリープ斜面により、過去の深層崩壊の発生斜面を高い割合で抽出することは困難であることが判明した。よって、岩盤クリープ斜面を深層崩壊の発生の恐れのある斜面の抽出指標とするには不相当と考えられる。しかしながら、岩盤クリープ斜面が深層崩壊の素因であり、非岩盤クリープ斜面と比較して斜面深層崩壊の発生リスクが高いことは明らかである。また、高い的中率比による危険斜面の絞り込みは困難であったが、比較的高いカバー率を考慮すると岩盤クリープ斜面による抽出は、見逃しが少ない指標とも言える。その場合、評価単位は200m~400m四方の領域が適当であり、斜面勾配比、最小固有値比の閾値をさらに小さくすることも有効と考えられる。

深層崩壊の発生の恐れのある斜面は、岩盤クリープ斜面を指標とする手法だけでは困難であり、複数の手法の組み合わせが有効と考えられる。深層崩壊危険箇所の調査法には、水文・水質（例えば地頭菌，2014）や微地形・地質（例えば千木良，2011）、空中電磁探査など様々なアプローチがあり、多角的な危険度評価が必要と考えられる。そして、各手法を用いた段階的なスクリーニングにより、深層崩壊のより危険な斜面を抽出する一方で、危険性の少ない安全な箇所を抽出しておくことも今後必要と考えられる。

4. 今後の課題

今後は、岩盤クリープ斜面以外を指標とする深層崩壊危険斜面の抽出、評価手法の検討を行い、また、それらを組み合わせによる効果等も検討する必要がある。

引用文献：

- 土木研究所，深層崩壊の発生の恐れのある溪流抽出マニュアル（案）
- 横山ら，砂防学会誌，64-4，p.13-24，2012
- 横山ら，砂防学会誌，63-5，p.3-13，2011
- 千木良，特定研究集会「深層崩壊の実態，予測，対応」，2011
- 地頭菌，砂防学会誌，66-6，p.56-59，2014

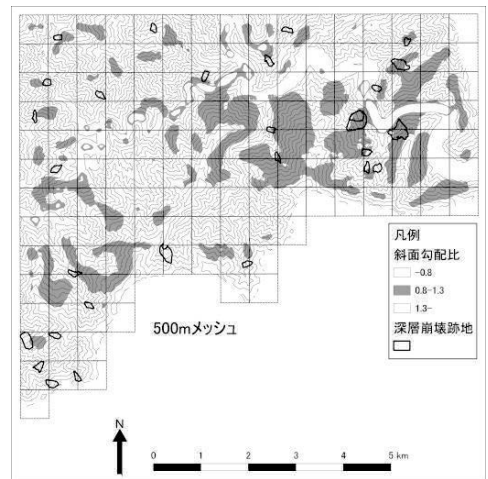


図-4 斜面勾配比による算出結果

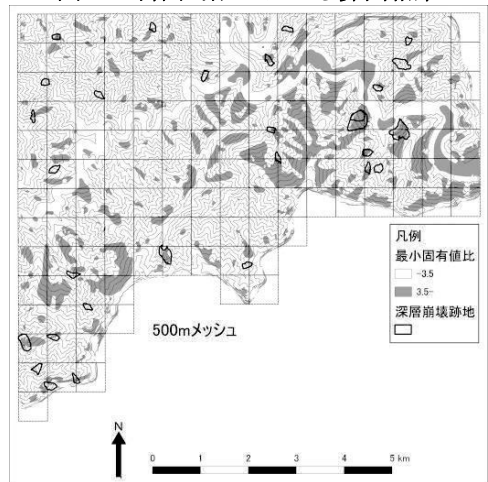


図-5 最小固有値比による抽出結果

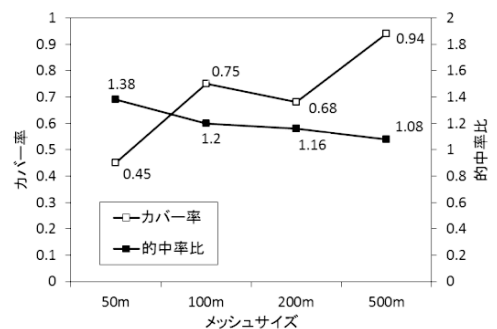


図-6 メッシュサイズによる的中率比とカバー率の変化（斜面勾配比）

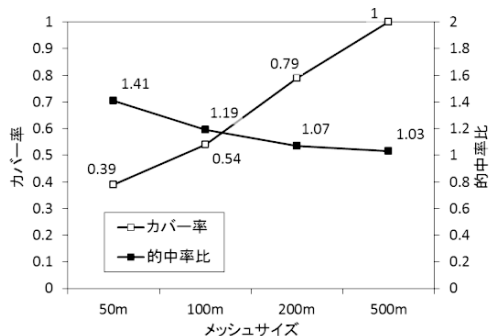


図-7 メッシュサイズによる的中率比とカバー率の変化（最小固有値比）