

傾斜特微量を導入した場合の斜面安定性評価アルゴリズムについて

東京理科大学 正会員 大林 成行、小島 尚人
 東京理科大学 学生員 熊谷樹一郎、松島 康人
 ㈱野村総合研究所 正会員 玉川 達也

1. はじめに:「斜面崩壊の予知・予測技術の開発」への技術的対応として、東京理科大学リモートセンシング研究所では斜面安定性評価モデル(以下、SSEモデルと言う)を開発し、数多くの適用事例を通じてその有効性を示してきた。シラス自然斜面を対象とした研究では「現状型」、「規範型」といった2種類のトレーニングデータを定義することにより「侵食崩壊が進行する可能性のある箇所」を抽出できることを示すに至ったが¹⁾、評価結果では全ての急傾斜部分において危険性有として判別される傾向が依然として強く、詳細な地形情報を安定性評価に反映させるといった点については検討の余地が残されていた。

一般に、シラス自然斜面の大きな特徴として、表土層がある程度の厚みに達すると自重に耐えきれなくなることで崩壊が発生し、その後表土が再び堆積する、といった現象が繰り返されることが報告されている。このような周期性を持つシラス自然斜面の崩壊危険箇所を特定するためには、崩壊直前の微細な地形的特徴を把握し、遷緩線、遷急線と称される地形変換線を抽出することが重要な要素となる²⁾。

一方で、従来からの斜面の安定解析法には安全率の計算といったプロセスがある。安全率は斜面の安定度を定量的に表したものであると同時に、崩壊が発生するか否かといった面から斜面の状態を詳細に数値表現した情報と解釈することも可能である。特に、シラス自然斜面を対象とした場合には安全率計算式がほぼ同じ条件で連続した斜面に適用でき、面的な情報を提供できる可能性がある。したがって、安全率計算式の利用から詳細な地形情報を反映した特微量の作成が期待できる。本研究では、安全率計算式の適用から作成された新たな素因を傾斜特微量と定義し、これを適用した場合の斜面安定性評価アルゴリズムを提案・検証した。

2. 研究の内容:本研究は、図-1に示す5つのステップから構成される。

(1) 対象領域・対象データの選定(STEP1):評価対象領域として、1993年8月の豪雨を誘因として侵食を伴う斜面崩壊が広範囲で発生した鹿児島県吉田町佐多浦地区を選定した。また、対象データは従来のDTMから作成される地理情報、衛星データから作成される各種画像に加えて、安全率計算式を適用することにより得られる傾斜特微量を地理情報の一つとして採用する点が本研究の特徴となる。

(2) 傾斜特微量の作成(STEP2):まず、傾斜特微量作成に適用する安全率計算式としてシラス斜面の表層すべり崩壊に適した無限斜面法の計算式を採用した。次に、式内のパラメータの値が表す地盤、地下水位等の条件を整理した上で、傾斜特微量の計算に与える影響を検討した。検討の結果と入念な文献調査結果を基に、本研究で使用するパラメータの値を対象領域全域にわたって、いくつかの範囲に推定した上で設定することにした。具体的には、シラス自然斜面に対して表層すべりが最も発生しにくい条件と最も発生しやすい条件のそれぞれについて、パラメータの値の組合せを整理している。本研究では、以上から作成される2種類の特微量を、傾斜特微量(d)と傾斜特微量(s)と定義した。傾斜特微量(d)は急傾斜地の傾斜角を詳細に区分した因子となり、傾斜特微量(s)は傾斜角を概略的に区分した因子となる。2つの視点から地形に関わる特微量を設定することで、シラス斜面に対して多角的な評価が期待できる。

(3) 斜面安定性評価図の作成(STEP3):現状型・規範型の2種類のトレーニングデータと本研究で提案する2種類の傾斜特微量の組合せから4種類の検討ケースを設定し、SSEモデルに適用したところ、各種の評価指標から、いずれのケースにおいても傾斜特微量の違いが評価結果に大きく影響を与えていることが示唆された。特に、規範型評価においては、評価図上での傾斜特微量の適用効果が大きく現れている。傾斜特微量の適用効果を一目で把握するために

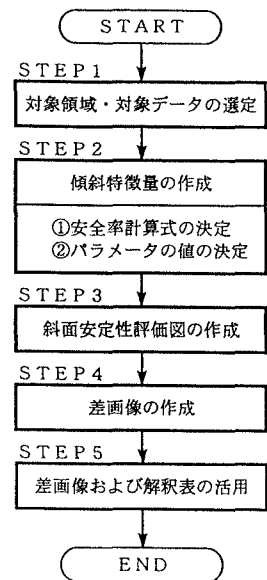


図-1 本研究の流れ

は、2種類の評価図の違いを抽出する必要がある。

（4）差画像の作成（STEP 4）：現状型評価および規範型評価のそれぞれにおいて、2種類の傾斜特微量の適用効果を比較するために、評価図の違いから差画像を作成した。差画像は口頭発表時に紹介する。航空写真と差画像を比較したところ、規範型評価では、2つの評価図上の解の食い違った部分において斜面の勾配が大きく変化し、崩壊発生源と見られる箇所が確認されている。この部分において地形傾斜の遷緩線が抽出されている可能性が示されていることになる。

（5）差画像および解釈表

の活用（STEP5）：本研究で提案した差画像には2種類の傾斜特微量を適用するか否かといった評価結果の違いを表している点で詳細な地形情報が反映されている可能性を有していることから、シラス斜面崩壊発生の引き金となる箇所の事前評価に対する適用が期待できる。差画像上では8種類の組合せ事象が色分けして表示されている。表-1は規範型評価での差画像の解釈の一例である。以下に一部のケースを挙げて説明する。

- ①ケースN：傾斜特微量(d)を使用した場合のみ危険性・有として判定された箇所である。判別結果は傾斜特微量に大きく依存していると推測される。傾斜特微量は地形の特徴を表した因子と定義されることから、危険性の判断に際して現地の地形観測が重要な箇所として評価される。
- ②ケースO：傾斜特微量(s)を使用した場合のみ危険性・有として判定された箇所である。判別結果は傾斜特微量に大きく依存していると推測される。傾斜特微量は地形の特徴を表した因子と定義されることから、危険性の判断に際して現地の地形観測が重要な箇所として評価される。

ケースNとケースOの危険性の大小や違いは一意的には決定できないが、ケースMの緑色の箇所よりも安全な箇所との判断もできる。差画像を解釈表とともに利用することで、現地調査計画や防災計画の立案の際に、重点項目を絞り込むことができる。さらに、差画像と解釈表を現地へ携帯した上で、斜面の現状と関連づけることにより、新しい知見を盛り込み、解釈をさらに発展・充実させていくことも可能である。

3. まとめ：本研究の内容は以下の3点にまとめられる。

- ①安全率の計算式に着目した地形の特徴を詳細に表す新たな素因として2種類の傾斜特微量を定義し、傾斜特微量を適用した場合のシラス斜面安定性評価のアルゴリズムを提案した。
- ②航空写真との比較から、規範型評価において2種類の傾斜特微量の適用による評価結果の異なる箇所が、遷緩線といった地形的に斜面崩壊に対して留意すべき箇所を表している可能性が確認された。

- ③差画像上の情報を整理し、解釈表まで作成することで、技術者支援型の情報提供となることを示した。

【参考文献】1)大林成行、小島尚人、村上達也：侵食崩壊を対象とした斜面安定性評価におけるトレーニン
グデータの設定方法について、日本リモートセンシング学会第20回学術講演会論文集、pp. 79～80、1996年5月
2)藤元隆彦、笹原克夫、網木亮介：シラス斜面における崩壊発生位置の地形学的検討、地すべり学会研究発表講演集、Vol. 33、pp. 17～20、1994年8月

表-1 本研究で提案する差画像の解釈

	評価図 (危険性の有無)		差画像上 の色付け	一 般 解 釈	判定結果 ○：危険性大 △：現地調査 の必要有 ×：危険性小	ケース名
	(d) を使用	(s) を使用				
トレー ニン グ デ ー タ	有 (赤)	有 (赤)	赤	侵食の進行の可能性あり	○	ケースI
		無 (青)	紫	微妙な地形の特徴が抽出されている 可能性のある箇所	△	ケースJ
	無 (青)	有 (赤)	桃	微妙な地形の特徴が抽出されている 可能性のある箇所	△	ケースK
		無 (青)	青	今後は侵食の進行の可能性なし	×	ケースL
評 価 対 象 デ ー タ	有 (緑)	有 (緑)	緑	侵食の進行の可能性あり	○	ケースM
		無 (白)	橙	微妙な地形の特徴が抽出されている 可能性のある箇所	△	ケースN
	無 (白)	有 (緑)	黄	微妙な地形の特徴が抽出されている 可能性のある箇所	△	ケースO
		無 (白)	白	侵食の進行の可能性なし	×	ケースP