

## 斜面安定性評価におけるトレーニングデータ選定方法の検証について

ハザマ技術研究所 正会員○笠 博義, 黒台昌弘  
東京理科大学 正会員 大林成行, 小島尚人

### 1. まえがき

斜面安定性評価を通じて危険斜面予測をすることは自然災害の予防のみならず、ダム建設をはじめとする建設分野においても極めて重要である。通常、こうした危険斜面の予測には専門家の知識と経験をベースとした判定方法が用いられることが一般的であるが、最近ではより客観的で定量的な予測技術の開発を目指して各方面で検討が進められている。こうした中で、特に電磁波の反射特性から地盤の情報を捉える人工衛星リモートセンシングデータや、これまで図面情報としてのみ取扱われてきた地理情報を数値化し、多面的な角度から検討できる斜面崩壊予測手法の確立が注目されている。

このような背景において、筆者らは人工衛星リモートセンシングデータと数値地理情報を数量化理論を用いて処理・分析することによって予測を行う実用システムの開発を行い<sup>1)</sup>、複数の地域における地すべりや斜面崩壊への適用を通じて、その効果について評価を行ってきた。その結果、このシステムが様々なタイプの崩壊現象に適用することが可能で、かつ高い精度での予測ができることが確認された<sup>2)</sup>。

本研究は、この予測システムのより実用性の高い展開を図る上で重要なトレーニングデータの選定方法に関して検証を行うものである。すなわち、実際の斜面崩壊箇所によるトレーニングデータに基づく斜面安定性評価図と専門家の知見を加味したトレーニングデータに基づく斜面安定性評価図を相互に比較することによって、より精度の高い斜面安定性評価へと展開できることを示すものである。

### 2. 研究目的と検討方法

2.1 研究目的： 本研究の目的は上述のように、トレーニングデータの選定方法とその予測結果の有効性についての検証である。具体的には、トレーニングデータとして次の2種類を選定し、それらを用いた予測結果について比較し、各々の特徴を検討すると同時に、より効果的な展開方策を考察するものである。

- ①ケース1：実際に斜面が崩壊した部分、またはその予兆が現われた部分をトレーニングデータとする。
- ②ケース2：地質の専門家が本研究とは全く無関係に行った現地踏査結果から、危険性が高いと判断された場所をトレーニングデータとする。

2.2 検討方法： 検討対象地域は、研究目的において示した2種類のトレーニングデータが選定できる地域として、実際のダム建設現場を選定した。また、予測のベースとなる素因情報としては、これまでの研究をもとに傾斜、斜面方位、地質、植生、土地被覆、植生指標(NVI)、地形の7項目を設定した。このうち土地被覆と植生指標はランドサットTMデータを用いて算出し、他の素因情報はすべて図面情報を一定のフォーマットに従って数値化した上で、それぞれ幾何補正を行ったものである。これらの素因情報はすべて、トレーニングデータ選定のケース1において、対象とした崩壊が発生する以前のものを用いた。

実際の予測は各種素因データの入力・数値化の段階より検討結果の統計的な分析に至るまで、すべてパソコンによって稼働する予測システムを用いて行った。このシステムは筆者らがこれまでの研究において逐次改良を加え、その機能の拡張を図りつつ実用性を検証し、その有効性について評価してきたものである<sup>3)</sup>。

### 3. 検討結果と考察

各々のケースの統計的な検討結果を以下にまとめた。なお、予測結果を評価するための一指標であるトレーニングデータに対する見逃し画素数の割合<sup>1)</sup>は13%以下となり、適正な予測がなされたものと判断される。

3.1(ケース1)：崩壊現象との関連性が高い素因情報(アイテム)は、数量化理論Ⅱ類によって導き出されるレンジの大きさから地質、斜面方位および植生指標が抽出された。ケース1は実際に対象地域内において発生した崩壊現象をベースに予測を行っているため、この結果は本地域の崩壊現象が地質および斜面の方位と関連が深いことを示している。すなわち、このことは対象地域において発生した崩壊が、地質構造と斜面

の向きについて、ある条件が同時に満たされた場合に発生する可能性を示唆している。この推察は、別に行われた現地調査において、ここで発生した崩壊がいわゆる流れ盤すべりであるとの検討結果が得られたこととも適合しているものと考えられる。また、植生指標は一般に植物の活性度を示す指標であるとされている。ケース1ではほぼ中間的な活性度が崩壊と関連しているものと判断されたが、こうした植生の状態と崩壊現象との関連性については、地下水の影響も含めて、さらに詳細な検討が必要である。

3.2(ケース2)：崩壊現象と関連した素因としては地質、植生指標がケース1と共通のものであるが、斜面方位と崩壊現象との関連性は大きくなく、むしろ地形および土地被覆アイテムが崩壊現象と関連性が大きいものと判断された。このうち、地形アイテムがこのケースで選定されたことは、専門家の踏査では路頭調査における地質の判定と同様に、地形情報を重要な判断基準としていることを裏付けているものと考えられる。

また、人工衛星リモートセンシングデータから算出されるアイテムに関しては、植生指標に加えて土地被覆も崩壊に関連したアイテムの一つとして加えられた。このことは、地表面の状況を電磁波の反射特性として捉えたリモートセンシングによる情報と、専門家の目を通して得られた視覚的情報との間に何らかの関連性を示すものとして興味深い事実である。

3.3 両ケースの比較検討： 両検討ケースともに崩壊現象に大きく関連するものと判断される素因は地質および植生指標であり、それ以外では、上述のように各々のトレーニングデータ選定方法の特徴を反映したアイテムが抽出された。一方、予測画素数ではケース1では540画素、ケース2では609画素と、ケース2の方が危険地域として把握されている領域が約50画素多いが、この差は対象領域全体(総画素数5000画素)の1%程度であり、全体としては大きな差はないものと判断される。

危険斜面の分布についての予測画像を比較すると、図-1に示したように両ケースの検討結果はかなりの部分で一致していることがわかる。特に、施工において注意が必要な、比較的大きな予測ブロックの存在範囲は両ケースともよく一致していることから、実用的には両者の予測結果が極めて近いものであるということが出来る。さらに、両ケースのトレーニングデータ選定箇所が各々の予測域にほぼ含まれていることから、いずれのトレーニングデータ選定アプローチによっても、安定性において問題がある斜面が正確に予測されたことが確認された。このことは、本予測システムは、トレーニングデータに対象地域の特徴が正しく反映されている限り、適切な予測を行うことができることを実用面から示すものとして重要なことである。

#### 4. まとめ

本研究では、2つの全く異なったトレーニングデータ選定方法による斜面崩壊予測を行い、いずれの方法でも適切な予測が可能なることを確認した。このことはシステムの実適用面においては、予測におけるトレーニングデータとして理想的である「実際に変状が生じた斜面」が存在しない場合でも、「専門家の知見」を用いることによって、同レベルの予測結果が得られることを示している。また、一方ではこの検討結果は上述の理想的なトレーニングデータが得られた場合は専門家の知見を補足し、現地調査の効率化、高精度化を図り得る有効なデータを得ることが可能であることを示すものである。

【参考文献】1)大林,他:斜面崩壊予測を対象とした衛星マルチスペクトルデータの実利用化について,土木学会論文集第415号/VI-12, pp.71~80, 1990

2)笠,他:異なった斜面崩壊のタイプに対する斜面崩壊予測システムの適用性の研究,土木学会論文集第444号/VI-16, pp.11~20, 1992

3)大林,他:ハイパースペクトルデータをベースとした斜面崩壊予測システムの開発,土木学会第16回土木情報システムシンポジウム論文集, pp.25~32, 1991

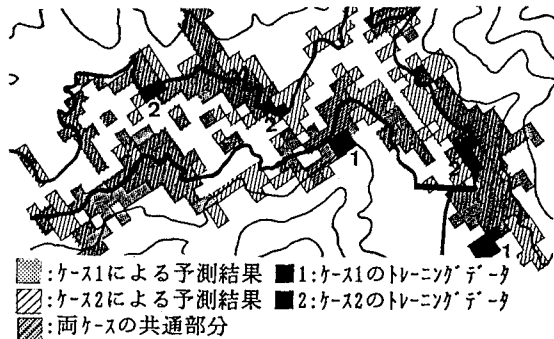


図-1 予測結果の比較