

豪雨時における崩壊要因・誘因を考慮した急傾斜地の
崩壊・未崩壊の判別手法に関する研究

東亜建設工業 正会員 ○棕本和弘 山口県砂防課 神田茂樹
山口大学大学院 学生員 河村浩恵 山口大学工学部 正会員 菊池英明
山口大学工学部 正会員 古川浩平

1. はじめに

土砂災害はその運動形態から、斜面崩壊・地滑り・土石流などに区分されている。この中で斜面崩壊は発生件数の割にその人的被害が大きい。これは斜面災害が民家や施設に近いところで起こるためその到達距離が短いなどの特徴があるためである。この斜面崩壊の原因としては、人間の行動圏の移動にともなう社会的要因と斜面の地形・土質・地質・環境などの斜面要因(素因)、そして気象条件等の自然要因(誘因)が挙げられ、それらの要因が複雑に影響しあって崩壊を引き起こすと考えられる。そのため個別に斜面災害の予測を行なう研究はほとんど行なわれていないのが現状である。そこで本研究では、山口県内で過去に実際に崩壊した斜面とその周辺の未崩壊の斜面の資料と降雨資料により、データを類似性により分類するのに適した数量化理論Ⅲ類を用いて崩壊と未崩壊の分類特性を把握し、パターン認識能力の優れたニューラルネットワークによって崩壊・未崩壊を総合的に判断するシステムの構築を試みた。

2. 分析データ

斜面データは、山口県平成4年度急傾斜地崩壊危険箇所調査報告書（資料1）、および昭和53年から平成6年に山口県内で起こった斜面崩壊の実態調査報告書を用い、降雨資料は、気象庁の雨量観測所のアメダスデータを用いる。分析に用いる斜面要因は、資料1で調査されている、地形要因「斜面の延長、高さ、傾斜角度、斜面方位、斜面形状、横断形状、遷急線の明瞭さ」、土質・地質要因「地表の状況、表土厚さ、地盤の状況、地盤の亀裂、不連続面の関係、断層破碎帯の有無」、環境要因「植生の種類、樹木の樹齢、伐採根の状況、崩壊履歴、湧水の状況、対策工の状況、斜面上部の状況」とし、降雨要因は既往の土砂災害研究で多く用いられている「時間雨量、累積雨量、降雨パターン、降雨継続時間」とした。

3. 数量化Ⅲ類による崩壊・未崩壊の分類とその評価

斜面要因、降雨要因の採用方法について、次の1～5のケースについて分析を行った。

- Case 1 斜面要因のみによる分類
- Case 2 要因選別後の斜面要因のみによる分類
- Case 3 斜面要因+降雨要因による分類
- Case 4 地盤状況別の全要因による分類

以上の分析結果より、要因選別を行った Case 2 は、全斜面要因を用いた Case 1 と分類性に大きな差がなく、要因選別の効果はないことが分かった。また降雨要因を加えた Case 3 は斜面要因のみの Case 1 に比べ、崩壊・未崩壊の分類性がよいことが分かった。この際、地盤状況別に分布域に差が見られるため Case 4 として地盤状況別に分類を行った。風化岩のみの分類結果を図-1 に、軟岩のみに図-2 に示す。図-1、図-2 から分かるように、崩壊の領域に未崩壊が分布しているが、比較的明瞭に崩壊・未

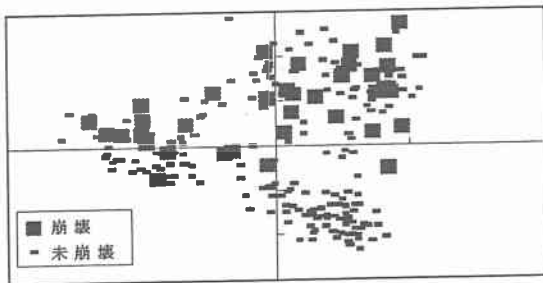


図-1 Case 5 風化岩のみの分類

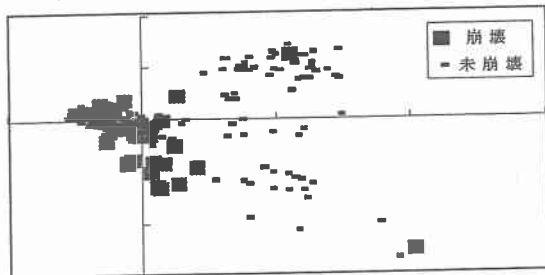


図-2 Case 5 軟岩のみの分類

崩壊斜面の分布域が分離されている。

4. ニューラルネットワークによる崩壊・未崩壊の判別システムの構築

本章では、数量化Ⅲ類の分類特性に基づき、ニューラルネットワークによって全岩種と岩種別に斜面の崩壊・未崩壊の判別を行なった。岩種別では最もデータ数の多い風化岩について判別を行った。全斜面及び風化岩の斜面におけるニューラルネットワークによる学習結果は、全斜面・風化岩ともに十分な学習が行なわれ、全ての学習データに対して正しい判別が行なわれた。

未学習のテストデータに対する全斜面と風化岩の崩壊・未崩壊の判別結果を表-1に示す。表-1の判別結果を比較すると、風化岩のみで判別を行なった方が崩壊の判別精度が良く、数量化Ⅲ類の分類特性同様、ニューラルネットワークによる崩壊・未崩壊の判別においても、地盤状況別に判別を行なった方が良いと考えらる。

図-3に図-1の風化岩の崩壊・未崩壊の分類結果にニューラルネットワークのテストデータの正解・誤判別に分けて表示したものを示す。図-3より崩壊データの分布領域の境界で誤判別が多く、崩壊・未崩壊の偏った領域内では正解が多いことが分かる。このように、教師データとテストデータの選別方法が判別結果に影響していることが分かる。

そこで風化岩の教師・テストデータの選別方法を変えた判別結果を表-2に示す。表-1の結果と比較すると崩壊の判別結果が非常に良くなっていることが分かる。この結果よりニューラルネットワークを用いた斜面の崩壊・未崩壊の判別システムでは教師とテストのデータの抽出方法が、崩壊・未崩壊の判別精度に大きく影響することが分かった。

5. 結論

1) 数量化Ⅲ類による崩壊・未崩壊の分類では、斜面要因に加えて降雨要因を組み合わせることが非常に重要である。また、斜面を地盤状況ごとに分け分類した方が比較的崩壊・未崩壊の分類性が良いことが分かった。

2) ニューラルネットワークによる崩壊・未崩壊の判別では、数量化Ⅲ類による崩壊・未崩壊の分類同様、斜面を地盤状況別に分けて、判別システムを構築した方が判別精度の精度の向上がはかれる。また、テストデータと教師データの選別方法が、判別精度に大きく影響することから、数量化Ⅲ類の分類結果などを用いて効果的な教師・テストデータの選別を行う必要がある。

以上のように、数量化Ⅲ類やニューラルネットワークを用いることによる自然斜面の崩壊・未崩壊の判別システムの構築の可能性が見いだせた。今後、自然斜面の崩壊・未崩壊をよりの確に判別させるシステムを構築し、斜面崩壊の発生予測を行うためには、適切な降雨要因の抽出、効果的なテストデータと教師データの分類の手法を確立することが重要であると考えられる。

表-1 テストデータの判別結果

ケース		全斜面による判別	風化岩のみによる判別
テストデータ数		275	78
テストデータ結果	崩壊	13/32=41	7/11=64
	未崩壊	235/243=97	65/67=97
	全体	248/275=90	72/78=92

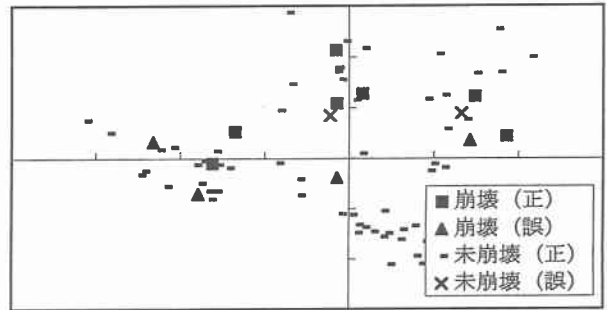


図-3 風化岩のテストデータの判別結果

表-2 風化岩のデータを教師・テストデータに再度分類し直した場合の判別結果

ケース		風化岩のみによる判別
テストデータ数		79
テストデータ結果	崩壊	11/12=92
	未崩壊	60/67=90
	全体	70/79=90