

同時多発型斜面崩壊危険箇所評価を目的とした教師データの代表性向上策

東京理科大学工学部土木工学科 正会員 小島 尚人
 東京理科大学大学院土木工学専攻 学生員 ○野崎 亮
 東京理科大学大学院土木工学専攻 非会員 吉田 智也
 東京理科大学大学院土木工学専攻 学生員 久松 弘典
 (現：日本通運株式会社)

1. はじめに

衛星リモートセンシングデータや各種地理情報(説明変量)を併用し、「潜在危険斜面の広域推定」を目的とした評価モデルの構築に関わる研究は、国内外を含めて枚挙にいとまがない¹⁾²⁾。数量化理論、共分散構造分析法、ファジー理論、ニューラルネットワーク等をベースとした評価モデルが広く知られている。これらのモデルでは、既崩壊地を目的変量(以下、現状型教師データ)として、これと類似する土地の性状を有する斜面を判別することから、その判別精度は教師データの代表性に依存することは言うまでもない。

ここ最近の予期せぬ規模の集中豪雨や巨大地震を誘因として、様々な形態の斜面崩壊が広域にわたって発生しており、斜面崩壊危険箇所評価モデルを構築する上で、教師データの代表性の問題は避けては通れない検討課題となる。

そこで、本研究では、クラスター分析を通して崩壊形態が異なる現状型教師データ(表層崩壊、深層崩壊、地すべり)をグループ化し(クラスター型教師データ)、現状型教師データと一致する教師データを抽出・再設定(再設定型教師データ)し、教師データとしての代表性を向上できるか否かについて検討する。

2. 本研究の前提条件

(1) 対象領域

評価対象領域は、新潟県長岡市(東西3.6km×南北3.0km)とした。新潟県長岡市では、新潟県中越地震に伴い、形態を異にする斜面崩壊が同時発生している。近年、大地震や集中豪雨に数多く見舞われており、斜面二次崩壊に伴う災害への影響が無視できない領域である。

(2) 素因データ(説明変量)の準備

土地分類基本調査の成果図面を数値化した土地分類図から「地形分類、土壌、表層地質」と数値地形モデル(DTM: Digital Terrain Model)から「標高区分、傾斜区分、起伏量、斜面方位、谷密度」の計8種類を用意する。さらに、本研究ではIKONOS データから植生指標を作成し、素因として加えた。これらの素因は、土地に内在する潜在的な因子であり、斜面崩壊危険箇所評価を進める上で基本となるものである。

(3) 再設定型教師データの作成

本研究では、土木学会の調査報告書で確認されている「表層崩壊、深層崩壊、地すべり」の3種類の斜面崩壊形態を「現状型教師データ」として設定する。

さらに、現状型教師データに対して「クラスター分析」を実施し、3つのグループに分類する。クラスター分類結果と現状型教師データの一一致した箇所を抽出し、新たに「再設定型教師データ(再設定型表層崩壊、再設定型深層崩壊、再設定型地すべり)」として作成する。図-1に再設定型教師データの作成概念を示す。

成概念を示す。

3. 斜面崩壊危険箇所評価

(1) 教師データに対する的中率(モデルの成立条件)

本研究では、共分散構造分析法を中核とした斜面崩壊危険箇所評価モデルをベースとし、前述した6種類の教師データ(目的変量)と素因データ(説明変量)を入力データとして、画素単位で評価値を計算する。

推定値が高い画素から順に並べかえた後の上位%の画素のうち、教師データに該当する画素の数を数え、教師データの総数に対する割合が的中率となる。本研究では、図-2に示した結果を「的中率曲線」と呼ぶ。図-2を見ると、再設定型表層崩壊教師データと再設定型深層崩壊教師データは現状型と比較して、的中率を維持したものの、再設定型地すべり教師データについては的中率が低下している。これは、教師データの再抽出時に偏在化した可能性を示唆している。しかし、全てのケースにおいてランダム線を越えており、教師データに対するモデルの成立条件(必要条件)が満たされていると判断できる。斜面崩壊危険箇所評価において適用できると言える。

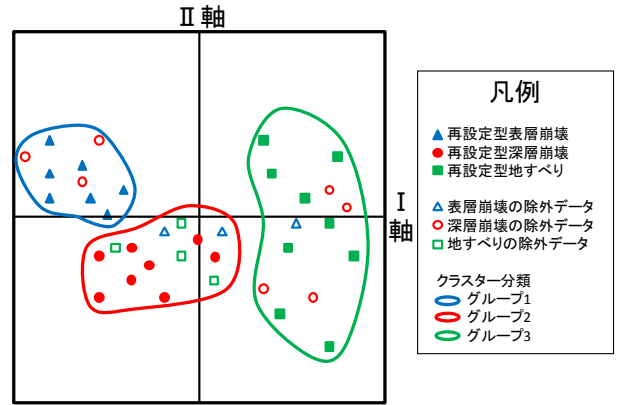


図-1 再設定型教師データの作成概念

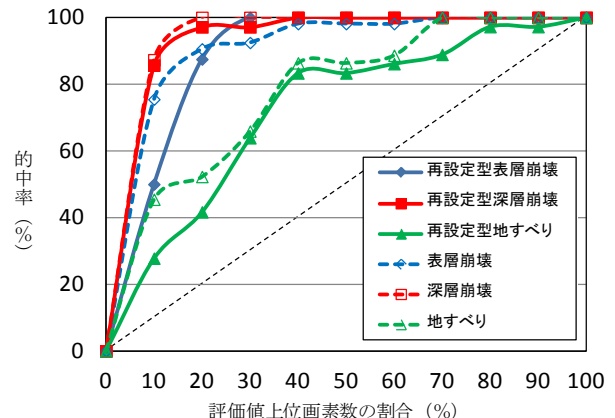


図-2 教師データに対する的中率曲線

キーワード：斜面崩壊危険箇所評価、新潟県中越地震、同時多発型斜面崩壊、クラスター分析、共分散構造分析、素因

〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学工学部土木工学科

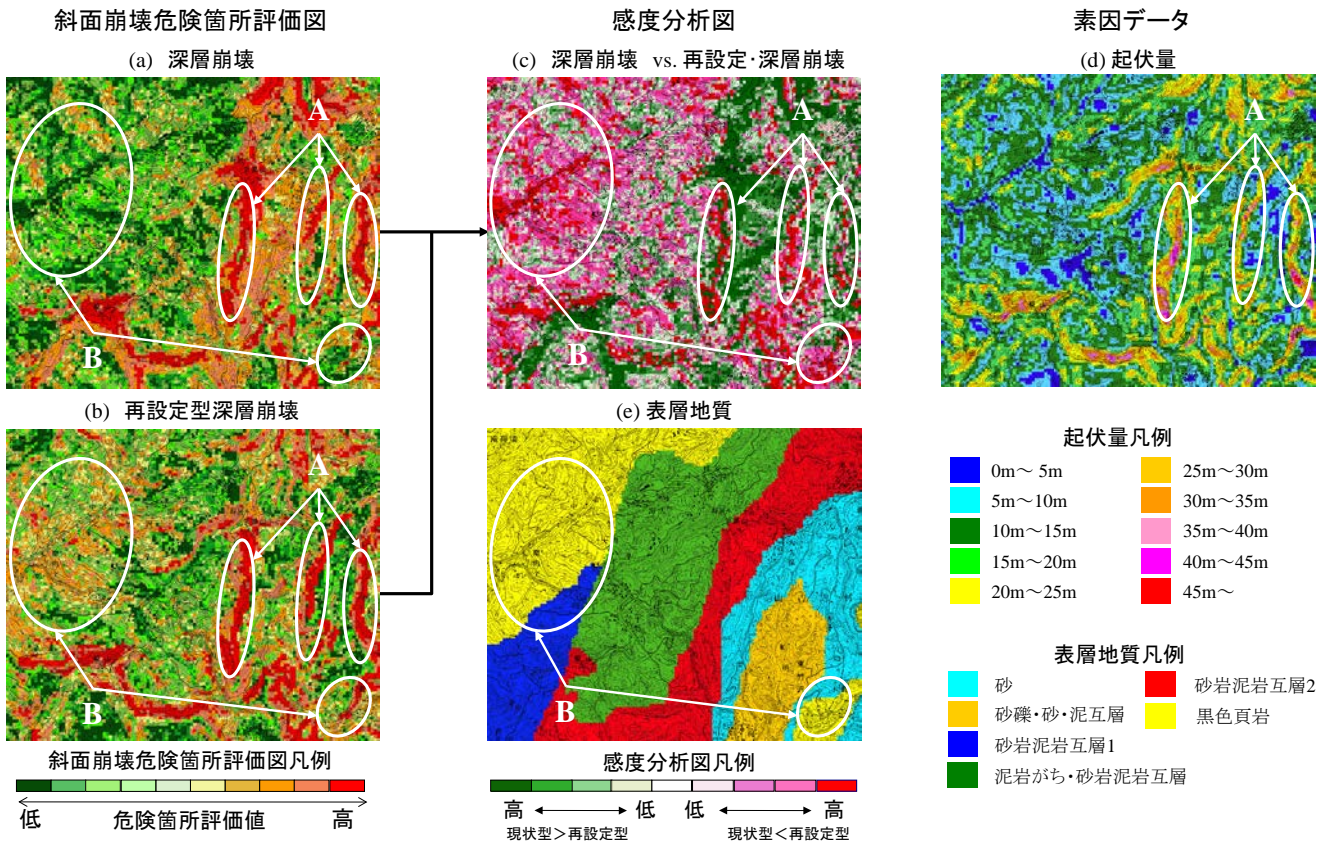


図-3 斜面崩壊危険箇所評価図と感度分析図

(2) 感度分析図の作成とその解釈

図-3(a), (b)に「深層崩壊」と「再設定型深層崩壊」の斜面崩壊危険箇所評価図(以下、危険箇所評価図)を示す。危険箇所評価図は、赤色系の画素は崩壊発生の危険性が高く、緑色系の画素は崩壊発生危険性が低いと解釈できる。

検討ケース毎に比較すると、崩壊発生の危険性の高い箇所はそれぞれ異なることが判る。そこで、図-3(c)に危険箇所評価図間の評価値の差を抽出した「感度分析図」を示した。

感度分析図は、「緑色系、白色、赤色系」の3つのグループに分けて解釈できる。緑色系は、「現状型の影響が強い画素」、白色は、「現状型、再設定型の影響に差がない画素」、赤色系は、「再設定型の影響が強い画素」となる。

図-3の領域 A に注目すると、危険箇所評価図上では、共に崩壊発生の危険性が高い。感度分析図を見ると、「再設定型深層崩壊」は「深層崩壊」と比較して危険箇所をより強調できている。感度分析図と図-3(d)に起伏量図を比較すると、「再設定型深層崩壊」の影響が大きい領域は、深層崩壊の起こりやすいとされている起伏量の大きい領域と一致しており、実際の土地の性状と整合がとれており、教師データの代表性が向上していると言える。崩壊発生懸念領域を強調できたことは、「再設定型教師データ」が「現状型教師データ」と比較して、洗練化できていることを裏付けている。

さらに、図-3の領域 B に着目すると、現状型の危険箇所評価図では崩壊発生の危険性が低い領域と解釈できる。一方、再設定型は現状型と比較して崩壊発生の危険性が高く、表層地質(黑色頁岩)の影響を強く受けていると判る。感度分析図からも同様のことが読み取れる。このように評価値を高く推定できることは、危険箇所の見落としが減少し、評価者にとって

安全側評価ができることを示唆している。

4. まとめ

本研究の内容は、以下の3項目にまとめられる。

- ① 斜面崩壊危険箇所評価モデルを構築する上で、教師データの代表性の問題は避けては通れない検討課題となることを指摘した上で、クラスター分析を通して、現状型教師データを洗練化・再設定する方法を提示した。
- ② 現状型教師データと再設定型教師データに対する的中率を比較した結果、表層崩壊と深層崩壊については、教師データに対する判別精度が向上することが確認された。しかし、地すべりについては、土地の性状が多様であるために、的中率が低下する結果となった。
- ③ 再設定型教師データを用いると、いずれの崩壊形態についても評価値が高くなる側に推定できることが判った(安全側評価)。このことを利用し、現状型教師データと再設定型教師データを用いた場合の斜面崩壊危険箇所評価図の違いを抽出した差画像を通して、崩壊安全側・危険側評価を展開できることを示した。

今後の課題として、再設定型教師データ以外の教師データを用いた場合の斜面崩壊危険箇所評価図の違いを分析し、さらに詳細に崩壊形態別の土地の性状分析を実施することを予定している。同時多発型・広域斜面崩壊危険箇所評価図の精度向上につながる検討課題になる。

参考文献 1) Chang-Jo F. Chung, Hirohito Kojima and Andrea G.Fabbri : Stability analysis of prediction models applied to landslide hazard mapping, *Applied Geomorphology, Theory and Practice*, John Wiley & Sons Publication, pp.3-19, 2002.4.
 2) 小島尚人、大林成行、青木太 : 共分散構造分析法を導入した斜面崩壊危険箇所評価アルゴリズムの構築、土木学会論文集, No.714/VI-56, pp.79-93, 2002年9月。