

新潟県中越地域における斜面崩壊形態別広域誘因逆推定について

東京理科大学理工学部 正会員 小島 尚人
東京理科大学理工学研究科 学生員 三好 崇之
東京理科大学理工学研究科 学生員 福留 朋之

1. はじめに

平成16年10月、新潟県中越地域でマグニチュード6.8という大きな地震が発生した。特に長岡市(旧山古志村)では、この地震による斜面災害の被害が大きく、土木学会等の調査団によって、「表層崩壊、深層崩壊、地すべり」といった様々な形態の斜面崩壊が確認された。この地域において、今後、引き続き防災対策が必要であることは言うまでもない。これに対して、我々は、防災対策における支援情報の提供を目的として、斜面崩壊形態別危険箇所評価を実施し、危険箇所が斜面崩壊の形態によって異なっていることを示した。これらの結果から、斜面崩壊の形態によって、誘因(地震)の影響がどのように違うか検討することは興味深く、今後の課題として残されていた。そこで、数々の実績があるACOSモデル(Analysis of Covariance Structure model)¹⁾を用いて斜面崩壊を形態別に誘因逆推定し、防災対策における新たな支援情報の提供を試みる。

以上の背景のもと、本研究では、新潟県中越地域における防災対策支援を目的として斜面崩壊形態別広域誘因逆推定の可能性について検討する。

2. 本研究の前提条件

(1) 対象領域

評価対象領域は長岡市(旧山古志村)とした。この地域は、第三紀から第四紀の堆積岩が分布し、我が国有数の地すべり、斜面崩壊地帯である。さらに、地震発生前の台風による降雨で地下水位が上昇した影響により、斜面災害が多発した領域である。

(2) 検討ケースの設定

本研究では、現地調査報告書(土木学会、国土地理院等)に基づいて、教師データ(目的変数)を「表層崩壊型、深層崩壊型、地すべり型」といった3種類を設定した。これらの教師データは、地震(主誘因)によって崩壊した箇所である。

(3) 素因データの準備

素因情報として、土地分類基本調査の成果図面を数値化した土地分類図(表層地質、土壌、地形分類)と、数値地形モデル(DTM: Digital Terrain Model)からコンピュータ処理によって作成される数値地理データ(標高区分、斜面方位、傾斜区分、起伏量、谷密度)を準備する。また、IKONOSデータを用いて植生指標を作成した。これらの素因間の相関分析(数量化Ⅲ類、Ⅱ類)を通して、説明変数としての独立性を確保する¹⁾。検討の結果、表層崩壊型においては「土壌、地形分類、標高区分、斜面方位、起伏量、谷密度」、深層崩壊型および地すべり型においては「表層地質、地形分

類、標高区分、斜面方位、起伏量、谷密度」が選定された。

3. 斜面崩壊形態別広域誘因逆推定の精度分析

(1) 的中率(Success rate)

斜面崩壊形態別に教師データに対する評価精度を分析する。本研究では、式(1)に基づいて、教師データに対する正当率、即ち「的中率: $S(i)$ 」を計算した。

$$S(i) = \frac{T(i)}{T_{all}} \times 100 (\%) \quad (1)$$

ここに、 $T(i)$: 誘因影響値が高い画素から順に並べかえた後の上位 i % の画素のうち、教師データに該当する画素数

T_{all} : 教師データ(斜面崩壊発生領域)総画素数
横軸 $i = 10\%, 20\%, 30\% \dots$ とし、これに対応する的中率を縦軸にとってグラフ化したものが図-1である。本研究では、これを「的中率曲線」と呼ぶ。

全ての崩壊形態において、誘因影響値の高い上位30%の領域で的中率が60%以上となった。したがって、教師データに対するACOSモデルの成立条件(必要条件)が満たされた。

(2) 予測率(Prediction rate)

的中率が高くとも評価対象領域全体にわたる評価精度は、保証されない。そこで、評価対象領域全体に対する評価精

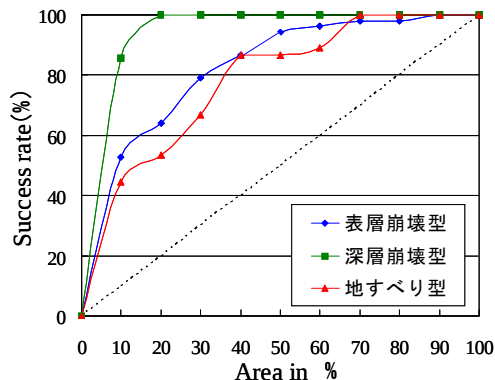


図-1 的中率曲線

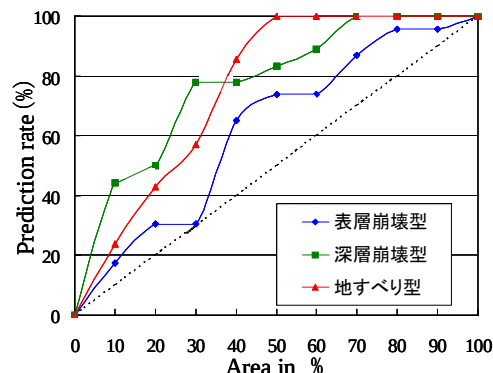


図-2 予測率曲線

キーワード: 斜面崩壊形態、広域誘因逆推定、新潟県中越地域、

共分散構造分析法、衛星データ、素因

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

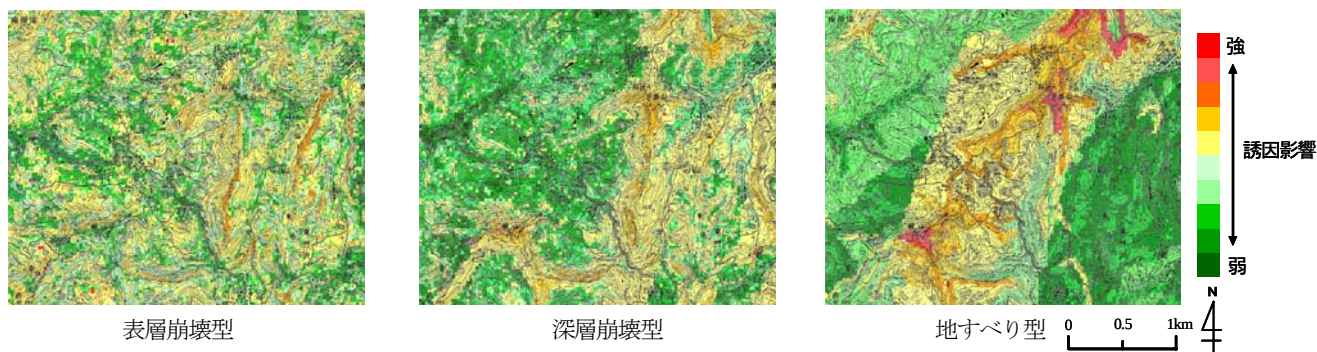


図-3 斜面崩壊形態別・誘因影響図

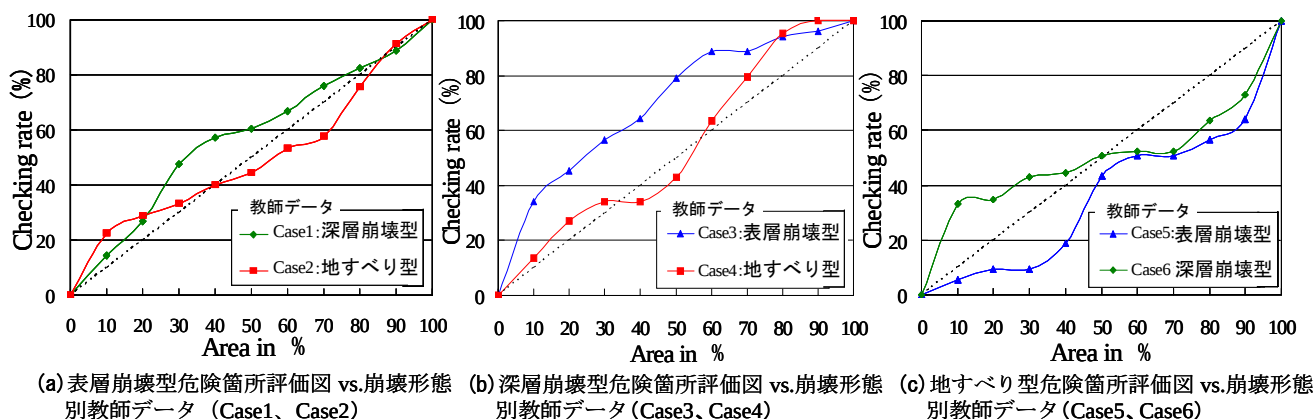


図-4 照合率曲線

度の検証方法として、教師データ以外の崩壊箇所を新たに「評価用データ」として設定し、式(1)に基づいて、この評価用データに対する正当率を計算した。この正当率を「予測率」とする。また、縦軸に予測率、横軸に誘因影響値の高い順に並べかえた時の評価対象領域の総画素数に対する割合をとり、グラフ化した図-2を「予測率曲線」と呼ぶこととする。

図-2より全ての斜面崩壊形態において45度線(ランダム性)より上位に位置していることが判る。したがって、予測率評価の範囲において評価対象領域全体に対するACOSモデルの適用可能性あると言える。

4. 斜面崩壊形態別誘因逆推定の比較

(1) 斜面崩壊形態別誘因影響図

ACOSモデルによって作成した斜面崩壊形態別誘因影響図を図-3に示す。図-3より主誘因は同一であるにもかかわらず、ACOSモデルによって「誘因影響・強」と判定された箇所が、崩壊形態によって異なっていることが判る。「誘因影響・強」と判定された箇所は、「表層崩壊型」では起伏の大きい箇所(起伏量図より)、「深層崩壊型」では尾根の箇所(地形図より)、「地すべり型」では泥岩分布箇所(表層地質図より)に比較的集中しており、既存の調査報告書とも整合がとれている。この地域において斜面崩壊形態別誘因影響逆推定が可能であると言える。

(2) 照合率(Checking rate)

崩壊形態による教師データの誘因逆推定結果の違いを分析するために、図-3に示した斜面崩壊形態別誘因影響図において、異なる崩壊形態の教師データに対する正当率を式(1)に基づいて計算する。この正当率を「照合率」とする。検討ケースは、以下の6ケースとなる。

Case1:表層崩壊型誘因影響図 vs. 深層崩壊型教師データ

Case2:表層崩壊型誘因影響図 vs. 地すべり型教師データ

Case3:深層崩壊型誘因影響図 vs. 表層崩壊型教師データ

Case4:深層崩壊型誘因影響図 vs. 地すべり型教師データ

Case5:地すべり型誘因影響図 vs. 表層崩壊型教師データ

Case6:地すべり型誘因影響図 vs. 深層崩壊型教師データ

また、縦軸に照合率、横軸に誘因影響値の高い順に並べかえた時の評価対象領域の総画素数に対する割合をとり、グラフ化した図-4を「照合率曲線」と呼ぶこととする。

図-4より以下の2点が読み取れる。

①Case 1 (図-4(a))とCase 3 (図-4(b))の照合率曲線を見ると、他のケースと比較して高い値を示している。このことは研究対象領域内の「表層崩壊」と「深層崩壊」に関わる誘因影響(主誘因:地震)の傾向が類似していることを意味する。

②一方、Case 1およびCase 4～6の照合率曲線を見ると、他の崩壊形態と比べて、「地すべり」に関わる誘因影響の傾向は大きく異なっており、妥当性ある結果が得られている。

5. まとめ

本研究の内容は以下の2点にまとめられる。

- ①斜面崩壊危険箇所評価支援を目的として、崩壊形態別誘因影響分析アルゴリズムを提示した。
- ②斜面崩壊形態別誘因影響図を比較した結果、教師データに対するモデルの鋭敏性が確認され、誘因影響分析支援策の一つとして寄与することが示された。

今後の課題として、斜面崩壊形態別に誘因の逆分解推定の可能性について検討することを考えている¹⁾。

参考文献 1) Kojima, H. and Obayashi, S.: Decompositional analysis of unobserved trigger factors of slope failures based on structural equation modeling, Risk Analysis IV, WIT Press, pp.307-318, 2004.9.