

斜面カルテと空間情報データベースを用いた斜面の地震時信頼性評価手法

法政大学大学院 学生会員 ○梶 丹人

正会員 酒井 久和

香川大学 正会員 梶谷 義雄

1. 研究の背景・目的

山地の多い我が国では、地震時や降雨時における斜面災害が頻発し、周辺の家屋などへの直接的な被害、また、インフラの断絶による孤立地域の出現、河道閉塞による氾濫といった二次災害が生じる。近年の2016年熊本地震、2018年北海道胆振東部地震も例外でなく、数多くの斜面災害が発生している。このような被害を減らすためには、事前に斜面への対策を行う必要があるが、国内の膨大な数の斜面に対して優先的に対策を行うべき斜面の選定は非常に困難を伴う。本研究では、各自治体で利用されている斜面カルテに加え、地質図、土壌図、植生図等を使用するとともに、斜面の安定性に関する地質学的な知見を反映させ、共分散構造分析を用いることで、斜面崩壊発生因子の把握及び汎用性のある斜面崩壊モデルの作成を行う。

2. 研究方法

本研究では、図-1に示すように斜面崩壊データ、斜面カルテの情報、地震動強度指標データ、降水量データ、地質図、土壌図、植生図をデータとして用いて、カテゴリ間、説明変数間の分析を行い、地震時の斜面崩壊に関してモデル化を行う。なお、研究対象地域は2004年新潟県中越地震、2007年新潟県中越沖地震による被害エリアとした。研究は以下の順に行う。

(1) データ整理

研究対象地域内の各データを収集・整理する。データに欠損を有する斜面は研究対象外とする。また、斜面カルテに記載されている斜面の情報に対して数値データのみでは把握できないものも多く、GISを活用し、データを図化することで、より詳細な情報を入手する。

(2) 説明変数と斜面崩壊の関係分析

各説明変数の中のカテゴリと斜面の崩壊発生率について、説明変数ごとに調査し、地質学的な知見も反映させた上で考察を行う。また、多重共線性の問題から相関が高いカテゴリの組み合わせの片方を除去する。

(3) 斜面崩壊モデルの検討

共分散構造分析を用いて、斜面崩壊に関するパス図を作成する。パス図は斜面崩壊に影響を及ぼす要因間の関係を構造化したものである。説明変数間の相関行列と作成したパス図をもとに、統計分析ソフト R を用いて斜面崩壊モデルを構築する。モデルの適合度を示すため複数の適合度指標を求め、それらの値が基準値に近いものを本研究のモデルとする。共分散構造分析では観測データをもとに数値として直接観測できない潜在変数を用いることが可能で、仮定した潜在変数と説明変数の関連性を検討する。

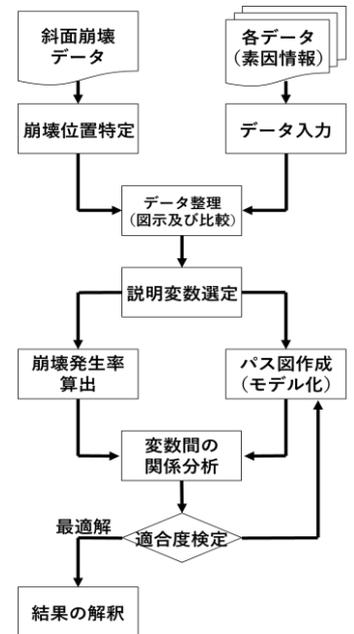


図-1 本研究の流れ

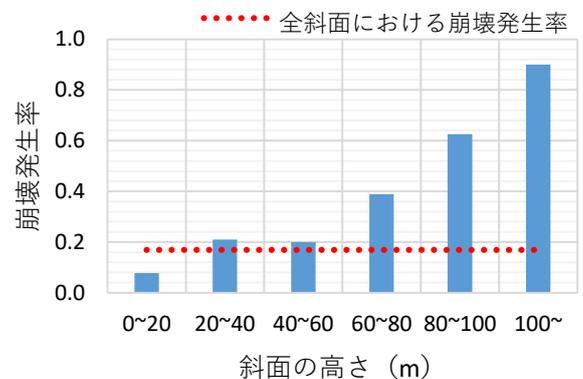


図-2 斜面高さと崩壊発生率

キーワード 斜面カルテ, 斜面崩壊, 共分散構造分析, 潜在変数, 新潟県中越地震, 新潟県中越沖地震

連絡先 〒162-0843 東京都新宿区市谷田町 2-33 電話番号: 03-5228-1406

3. 研究結果・考察

3.1 説明変数と斜面崩壊の関係

各説明変数の中のカテゴリと斜面の崩壊発生率の関係を検討した。関係性が強く見られたカテゴリとしては、斜面高さ、伐採根、地質時代が挙げられる。図-2 に示すように斜面は高いほど、崩壊発生率が高くなる傾向があることがわかった。地質時代では、図-3 の濃い緑で示した中新世と鮮新世が含まれる第三紀層の斜面で崩壊発生率が高い傾向にあった。第三紀層は崩壊しやすい地質として知られており、それに整合する結果となった。

3.2 斜面崩壊モデルの検討

説明変数は 21 個で固定し、潜在変数の個数を調整しながら、Case1 (潜在変数 5 個)、Case2 (潜在変数 6 個)、Case3 (潜在変数 7 個)、Case4 (潜在変数 5 個の他に崩壊に直接かかわる潜在変数有り) の 4 パターンのモデルの検討を行った。共分散構造分析では、モデルの評価において複数の適合度指標が用いられており、代表的な指標のうち CFI, TLI の結果を表-1 に示す。

ここで CFI, TLI は 0 から 1 までの値をとり、1 に近いほど適合が良いとされている。表-1 より、いずれのモデルも良い適合度であるとはいえないが、比較的値の良い Case1 を本研究では採用した。

表-1 各モデルの適合度指標

	CFI	TLI
Case1	0.581	0.474
Case2	0.580	0.470
Case3	0.580	0.464
Case4	0.579	0.467

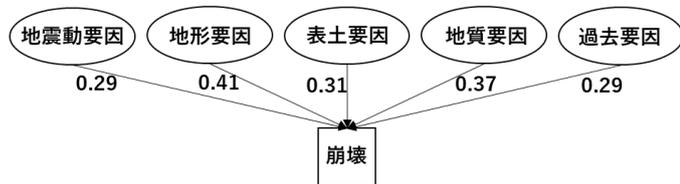


図-4 崩壊への影響

Case1 に存在する 5 つの潜在変数を地震動要因、地形要因、表土要因、地質要因、過去要因と仮定する。共分散構造分析によって算出されたパス係数を記したパス図を図-4、図-5 に示した。パス係数は変数から変数への影響の大きさを表しており、図-4 より、地形要因、地質要因、表土要因、過去要因、地震動要因の順に崩壊への影響度が大きい。また、地形要因に影響を最も与えている説明変数は斜面高さであり、斜面崩壊に強くかかわる因子である。地質要因に影響を最も与えている地質時代のパス係数は負であり、負の相関を持っていることを意味する。これは、地質時代が古くなるほど地質要因に影響を与える、すなわち崩壊し易いということを表しており、前述の古い第三紀層が最も崩壊発生率が高いという既往の結果とも整合する。

4. 結論・課題

本研究では、新潟県中越地震、中越沖地震の対象範囲の斜面カルテや空間情報データベースを用いて、説明変数と崩壊発生率の関係を調査し、斜面崩壊についてモデル化した。既往の研究成果と整合する傾向はみられるものの、適合度が必ずしも十分ではなく、パス図の改良が求められる。

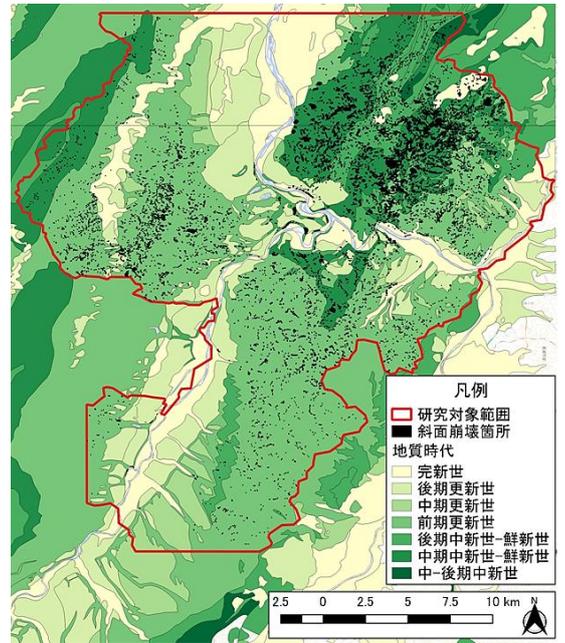


図-3 中越地震による崩壊箇所と地質時代

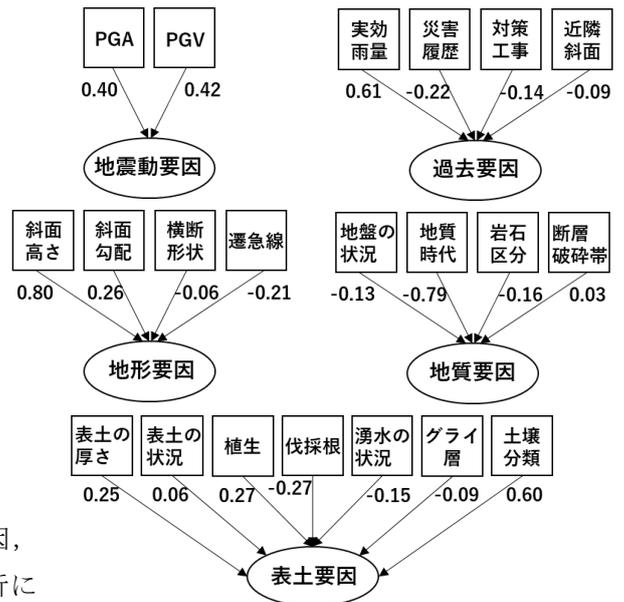


図-5 各潜在変数への影響