

階層分析法とクラスタリングを用いた地すべり危険度マッピング

植田 允教*・前田 敦*・根本 達也*・サムブッタ ダル*・ベンカテッシュ ラガワン*

Landslide Susceptibility Zonation Using AHP and Clustering Approach

Mitsunori UEDA*, Atsushi MAEDA*, Tatsuya NEMOTO*, Sambuddha DHAR* and Venkatesh RAGHAVAN*

*大阪公立大学大学院理学研究科 Graduate school of Science, Osaka Metropolitan University, 3-3-138 Sugimoto, Sumiyoshi-ku, Osaka 558-8585, Japan. E-mail: so22000t@st.omu.ac.jp

キーワード：地すべり，階層分析法，クラスタリング分析，危険度マッピング

Key words: Landslide, AHP, Clustering analysis, Susceptibility mapping

1. はじめに

日本では地震や豪雨を誘因として地すべりが発生し、大規模な被害をもたらす可能性がある。そのため、危険箇所の特定が急務である。危険度の高い斜面を特定する手法として、階層分析法と数値地形モデル (DEM) を用いた地すべりの評価や危険度マップの生成が行われている (河野ほか, 2020; Kamp *et al.*, 2008 など)。しかし、評価手法が階層分析法のみである場合、主観的な要素を排除できない (Kamp *et al.*, 2008 など)。

本研究では、客観的な判断に基づく地すべり評価手法の開発を目的として、階層分析法とクラスタリング分析を組み合わせて地すべり危険度マッピングを行った。

2. 地すべり危険度評価方法

本手法では、主成分分析により地すべりとの関係性が高い評価項目を選定し、階層分析法およびクラスタリング分析を用いて地すべり危険度の評価を行なった。

2.1 主成分分析

主成分分析は多変量データの傾向を説明する新たな指標を生成し、次元圧縮を行う手法である。本研究では、階層分析法における評価項目の候補を用いて主成分分析を行う。第1～第3主成分において、主成分負荷量の絶対値が0.71以上のデータを地すべり危険度の評価項目として採用する。

2.2 階層分析法およびクラスタリング分析

階層分析法は、意思決定の過程を階層構造で表現し、評価を行う手法である。階層レベルIは分析目的であり、地すべり危険度マップの作成とする。その下位には評価基準として、面積占有率による評価と面積による評価を設定する。各評価基準の下位階層に評価項目を配置し、評価項目の下位階層に項目ごとの要素を設定する (第1図)。評価項目と要素の各階層で一対比較を行い、その結果からウェイトを算出して危険度マップを作成する。

クラスタリング分析は、類似したデータをグループ化する多変量解析の一種であり、グループ化されたデータの集合はクラスタと呼ばれる。本研究では、各階層における一対比較値の決定にクラスタ分析を使用する。一対比較値は相対的な重要度を表した値であり、各階層でクラスタリングを行い、分類されたクラスタごとで一対比較値を決定する。

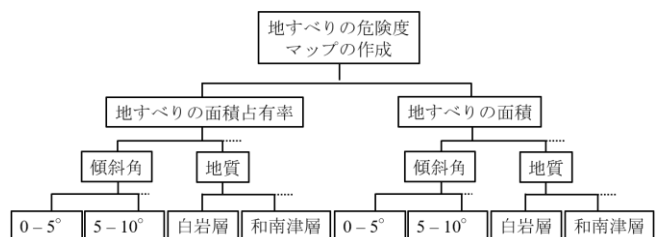
2.3 地すべり危険度マッピング

本研究では、最も下位にある要素の階層から評価を行う。各要素の領域に存在する地すべりの面積占有率、あるいは面積を求め、要素間の一対比較表を作成する。一対比較表を用いて、要素間の面積占有率あるいは面積の比を算出し、要素間の比を用いてクラスタリングを行う。比の値に応じて各クラスタに一対比較値を設定し、固有値法を用いて各要素のウェイトを算出する。次に、要素の上位階層にある評価項目に着目する。各評価項目における要素のウェイトから標準偏差と変動係数を算出し、評価項目間の一対比較を行う。評価項目間の標準偏差と変動係数を使用してクラスタリングを行い、各クラスタに一対比較値を設定する。その後、評価項目の一対比較表に基づき固有値法により評価項目のウェイトを算出する。算出したウェイトを用いて面積占有率のみを用いた場合と面積占有率と面積の両方を用いた場合の危険度マップを生成する。面積占有率のみを用いる場合、評価項目のウェイトと要素のウェイトの加重和を危険度評価点とする。面積占有率と面積の両方を使用する場合、2つの評価点の和を最終的な危険度評価点とする。

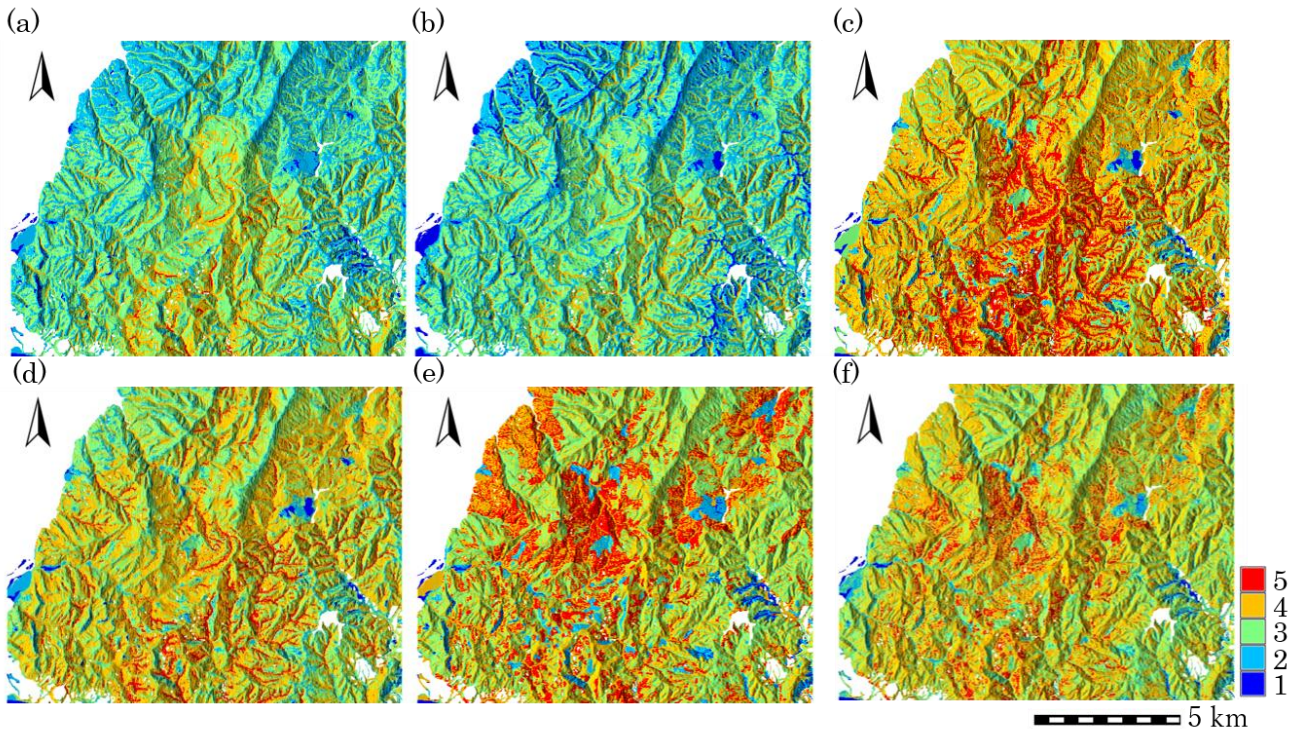
算出された各危険度評価点を等間隔に5段階で分類し、これを危険度ランクとした。ランクの値が大きいほど、危険度が高いことを示す。

3. 評価項目の候補と対象地すべり

評価項目の候補は地形情報 (標高, 傾斜角, 傾斜方位, 起伏量, 断面曲率, 水平曲率, 地形分類, 粗度, TPI, TRI, CI, TWI, 集水度), 地質情報 (地質分布, 背斜軸および向斜軸からの距離), 植生分布とした。地形情報は、10 m DEM (北海道地図作製 GISMAP) から算出された。地質情報は、



第1図 地すべり危険度マッピングの階層構造の例



第2図 滑落崖と移動体における地すべり危険度マップ。(a)標準偏差による移動体の危険度マップ(占有率のみ), (b)変動係数による移動体の危険度マップ(占有率のみ), (c)標準偏差による移動体の危険度マップ(占有率・面積), (d)変動係数による移動体の危険度マップ(占有率・面積), (e)標準偏差による滑落崖の危険度マップ(占有率・面積), (f)変動係数による滑落崖の危険度マップ(占有率・面積)

5万分の1地質図幅「小千谷」(柳沢, 1986)と「長岡」(小林ほか, 1991), 植生分布は, 5万分の1現存植生図(生物多様性センター)を用いた。地すべりデータは, 新潟県中越地震で発生した地すべり地(Yagi *et al.*, 2007)を使用した。地すべり地を7:3の割合で分割し, 70%を危険度評価, 残りの30%を検証に用いた。

3. 結果

3.1 主成分分析

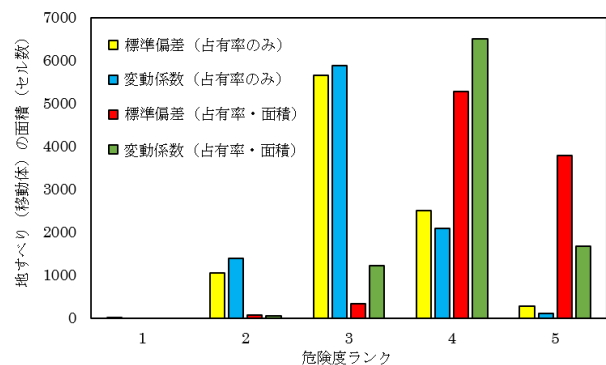
主成分分析の結果, 傾斜角, 起伏量, 地形分類, TPI, TRI, TWI, 地質分布, 背斜軸からの距離, 向斜軸からの距離, 植生分布が選択され, 階層分析法の評価項目とした。

3.2 地すべり危険度マップの生成

生成した地すべり危険度マップを第2図に示す。全体的な傾向として, 危険度は北部で低く, 中央から南部にかけて高くなった。これは, 地質に起因すると考えられ, 特に南部に存在する背斜軸と向斜軸が影響していると考えられる。いずれの危険度マップにおいても, 谷壁部や谷底部において危険度が高く, 尾根部では低くなる傾向があった。また, 評価基準を比較すると, 標準偏差を用いた場合の方が, 危険側に評価される傾向がみられた。移動体の危険度マップと検証用地すべり(移動体)の比較結果を第3図に示す。面積占有率と面積の両方を用いた場合の方が, 危険度分布と地すべり地との整合性が良好であった。特に, 面積占有率と面積の両方を併用し, 標準偏差により評価した危険度マップではランク4と5に地すべりが集中する結果となった。

4. おわりに

本研究では, 階層分析法とクラスタ分析を組合わせて地すべりの危険度マッピングを行うことで, 傾向の異なる評価項目を統合し客観的に危険箇所を特定できた。今後の



第3図 危険度ランクと検証(移動体)

課題として, 各評価項目の要素の数を一致させ, より合理的に危険度を決定できる手法の開発が必要である。

文 献

- Kamp U., Growley B.J., Khattak G.A. and Owen L.A. (2008) *GIS-based landslide susceptibility mapping for the 2005 Kashmir earthquake region*, *Geomorphology* 101, pp.631-642.
- 河野勝宣・野口竜也・西村強 (2020) AHP 法および GIS を用いた中国地方における地すべりハザードマッピングの試み. *日本地すべり学会誌*, vol.57, no.1, pp.3-11.
- 小林巖雄・立石雅昭・吉岡敏和・島津光夫 (1991) 5万分の1地質図幅「長岡」, 地質調査総合センター.
- 柳沢幸夫・小林巖雄・竹内圭史・立石雅昭・茅原一也・加藤碩一 (1986) 5万分の1地質図幅「小千谷」, 地質調査総合センター.
- Yagi, H., Yamasaki, T., and Arsumi, M. (2007) *Feature and distribution of landslides induced by the Mid Niigata Prefecture Earthquake in 2004, Japan*, U.S. Geological Survey data release.