

# AHP法を用いた新潟県中越地方における地すべり危険度マッピング

前田 敦\*・根本 達也\*・ベンカテッシュ ラガワン\*

## AHP-Based Landslide Susceptibility Mapping in Chuetsu Region of Niigata Prefecture, Japan

Atsushi MAEDA\*, Tatsuya NEMOTO\* 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 558-5858, Japan. E-mail: sg24142n@st.omu.ac.jp

キーワード：地すべり，危険度マップ，Analytic Hierarchy Process

Key words: Landslide, Susceptibility map, Analytic Hierarchy Process

### 1. はじめに

日本では地震が頻繁に発生しており，それに伴った地すべりが発生することがある．被害を抑えるためには，地すべりの危険予測を行うことが重要である．河野ほか（2020）はAHP（Analytic Hierarchy Process）法による一対比較を用いて，地すべり地形分布と評価項目の要素間の比を導入した地すべり危険度マッピングを行った．しかし，河野ほか（2020）は地すべりデータとして移動体のみを使用し，入手が容易で汎用性の高いデータを用いて評価しているが，これらのデータだけでは地すべりの発生要因を十分に考慮できていない．本研究では，地質，植生，地形に関する17個のデータを評価項目に設定し，2004年新潟県中越地震を誘因とした地すべりの移動体・滑落崖のポリゴンデータを使用して，AHP法を用いた地すべり危険度マッピングを行った．

### 2. 手法

#### 2.1 AHP法

AHPは，Saaty（1980）によって開発された意思決定支援システムの一つである．評価項目の関係を階層構造で表し，どの程度重要であるかを一対比較により算出された「ウェイト」と呼ばれる数値で定量的に表現する．

#### 2.2 地すべりと評価項目の関係

評価項目における要素の区分領域に存在する移動体のセル数（以下，MA）と，要素の区分領域の面積に占める移動体の面積の割合（移動体の面積占有率：以下，MAp）を求める．同様に，評価項目における要素の区分領域に存在する滑落崖のセル数（以下，SA）と，要素の区分領域の面積に占める滑落崖の面積の割合（滑落崖の面積占有率：以下，SAp）を求める．

#### 2.3 ウェイトの算出

要素のウェイトを算出し，次に評価項目のウェイトの算出を行う．評価項目に関する要素間のウェイトはMApとSApを用いた一対比較により求められる．ウェイトの算出にSaatyの固有値法を用いる．次に，評価項目間の一対比較を行い，ウェイトを算出する．本研究では，一対比較値として，要素のウェイトの標準偏差，要素のウェイトの変

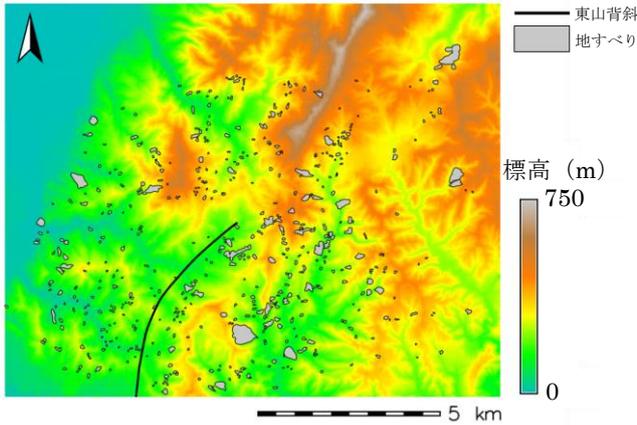
動係数を用いる．要素のウェイトのばらつきが多い場合は，特定の要素に地すべりが集中しており，その評価項目と地すべり分布との関連性が高いことを意味している（河野ほか，2020）．要素間の一対比較と同様に，算出した標準偏差と変動係数を用いて評価項目間で一対比較を行い，評価項目のウェイトを算出する．算出した標準偏差・変動係数を用いて評価項目間で一対比較を行い，評価項目のウェイトを算出する．

#### 2.4 地すべり危険度マッピング

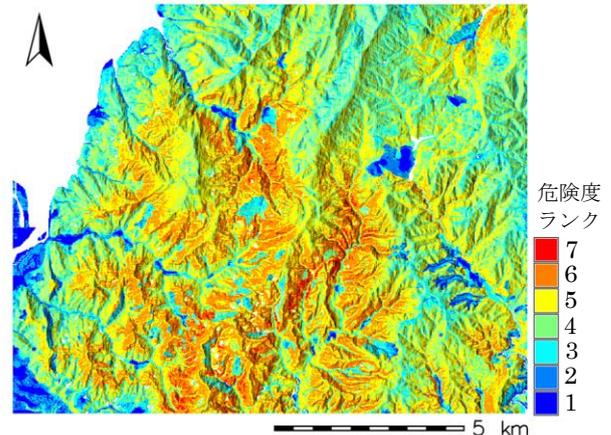
評価項目のウェイトと評価項目に関する要素のウェイトの加重和を評価得点とする．算出した評価得点をセル毎に合計したものを移動体または滑落崖の評価総得点とする．評価総得点を等間隔に10のランクに分類する．ランクは大きくなるにつれて評価総得点は高くなり，地すべりが発生しやすい．また，ランク4以下において，地すべりはほとんど確認されない．そのため，1~4のランクを1つの危険度ランクとして，7つの危険度ランクに分類したものを危険度マップとする．

### 3. 対象地域と使用データ

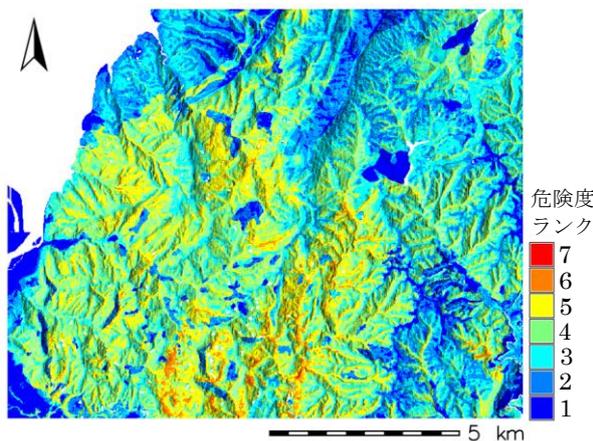
対象地域は新潟県中越地方の東西約14km・南北約11kmの範囲である．ただし，沖積層及び水域を解析対象外とした．解析に，新潟県中越地震発生前に作成された10mメッシュDEM（北海道地図製作GISMAP），産業技術総合研究所が公開している5万分の1地質図幅「小千谷」（柳沢ほか，1986）および「長岡」（小林ほか，1991），生物多様性センターが公開している5万分の1現存植生図（昭和54年度～平成10年度整備）を用いた．また，DEMから傾斜角，傾斜方位，Profile Curvature，Tangential Curvature，Geomorphon，TPI，TRI，起伏量図，粗度，Convergence Index，TWI，集水度，地質図に含まれていた褶曲軸のラインデータから背斜軸からの距離，向斜軸からの距離を作成した．地すべりデータとして，2004年新潟中越地震にともなう地すべり・崩壊分布図（Yagi *et al.*, 2007）に含まれる移動体と滑落崖のうち，それらの面積合計が900m<sup>2</sup>より大きいデータを使用した．該当する地すべりは515個である（第1図）．



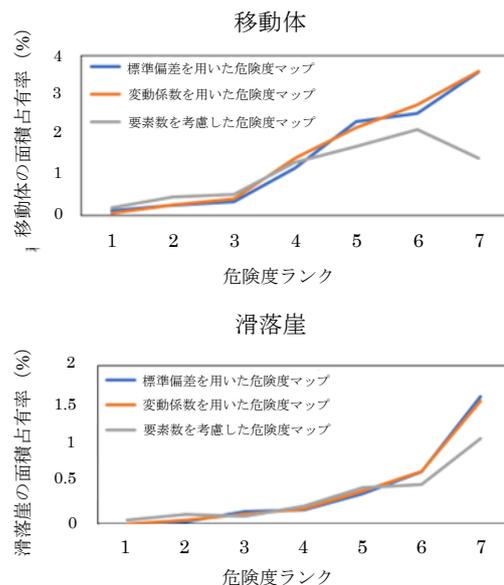
第1図 対象範囲における地すべり分布。



第3図 標準偏差を用いた滑落崖の危険度マップ。



第2図 標準偏差を用いた移動体の危険度マップ。



第4図 移動体・滑落崖と危険度ランクとの関係。

#### 4. 結果

移動体と滑落崖で、危険度ランクの分布に違いが見られた（第2図、第3図）。移動体の危険度ランクは尾根で低いが、滑落崖は尾根やその周辺で危険度ランクは高い。これは移動体・滑落崖でともにウェイトが高い Geomorphon や Convergence Index の影響である。これらの評価項目を用いることで地形要素を十分に考慮し、移動体と滑落崖の分布する地形の違いを適切に表現できた。第4図の移動体と危険度ランクの関係を見ると、要素数を考慮した危険度マップ（以下、 $p_n$ ）は危険度ランクが1～6の範囲では値が大きくなるにつれて MAp が増加し、危険度ランク7では MAp が減少している。一方、標準偏差を用いた危険度マップ（以下、 $p_{std}$ ）と変動係数を用いた危険度マップ（以下、 $p_{cv}$ ）は危険度ランクが大きくなるにつれて MAp が増加する傾向がある。このため、 $p_n$ よりも $p_{std}$ 、 $p_{cv}$ で危険度ランクと MAp の間に適切な対応関係があると言える。しかしながら、 $p_{std}$ と $p_{cv}$ のMApの間にはほとんど変化は見られない。滑落崖と危険度ランクを見ると、危険度ランクが大きくなるにつれて SAp は大きくなる傾向があり、いずれの手法においても大きな差は見られない。

#### 5. おわりに

新潟県中越地震を誘因とした地すべりの移動体・滑落崖を対象として、AHP法により地すべりの危険度マップを作成した。その結果、地すべりと危険度ランクの間に良好な対応関係が見られた。しかし、他地域の地すべりでも

発生要因を考慮できているかを検証する必要がある。また、複数の手法を組み合わせたモデルの高度化、多変量解析などを用いた評価項目の検討、地下構造を考慮する必要がある。

#### 文 献

- 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」。<https://www.gsj.jp/Map/JP/geology4-7.html>（2024年5月29日に確認）
- 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.
- Saaty, T. L.（1980）*The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill Intt, Book Co., pp. 119-129.
- Yagi, H., Yamasaki, T. and Arsumi, M.（2007）. Feature and distribution of landslides induced by the Mid Niigata Prefecture Earthquake in 2004, Japan. <https://www.sciencebase.gov/catalog/item/5b5a0840e4b0610d7f4dcb5b>（2024年5月29日に確認）
- 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」。<https://www.gsj.jp/Map/JP/geology4-7.html>（2024年5月29日に確認）