

ロジスティック回帰分析による大規模地すべりの分布確率評価法の検討

愛媛大学 学生会員 ○上岡 興仁 愛媛大学 正会員 矢田部龍一
愛媛大学 正会員 バンダリ・ネトラ、ネパールトリブバン大学 非会員 Dahal R. K.

1. はじめに

日本は地形、地質的に見て土砂災害が起こりやすい国であり、災害による被害を少しでも軽減できるような研究、対策等を進めることが必要不可欠である。大規模な災害を想定したとき被害を抑えるために抑制工などのハード対策は必要であるが、建設コストなどを考えると、ソフト対策面での対策も必要であり、最近の研究ではGISを活用した地形解析などが行われている。

本研究では GIS をツールとして用い、これまでの地すべりの危険度評価ではあまり行われていなかった地すべり分布の確率の検討を地すべり地と地質、地形の影響からロジスティック回帰分析によって分布確率図を作成することによって行う。

これまでの研究では地すべりが要因となるパラメータを分類した値にどの割合で分布しているかのしかわからなかったが、ロジスティック回帰分析を行うことによって、地すべりの発生分布が確立によって求めることができるのと、発生分布が地すべりの要因となる各パラメーターの影響を数値として求めることができる。

2. 対象地域

研究対象地として四国地域全域を本研究の対象地にした。理由としては、四国は地すべり地が全国の 17%を占めており地すべり箇所が多く、土砂災害件数も全国平均の 4 倍もあるためである。

3. GIS を用いた発生要因の検討

地すべり発生の要因と考えられる地質、地形要因を地すべりの道路からの距離、河川からの距離、断層からの距離、傾斜角度、斜面傾斜方向、地質帯の 6 つとした。GIS の内挿機能を用いて、ピクセルサイズを 50m に設定して、6 つの各パラメーターのラスターマップを作成した（図-2 参照）。

4. ロジスティック回帰分析の利用

ロジスティック回帰分析とは二値変数（目的変数）に対する回帰分析のことであり、二値変数が説明変数によってどれくらい説明できるのか定量的に分析することであり、本研究では地すべりの発生・非発生が二値変数となり地すべり発生要因の 6 つのパラメーターが説明変数となる。各地における地すべりの発生確率 p_i とすると次式で表せる

$$p_i = \frac{1}{1 + \exp(-Z)} \quad (1)$$

$$Z = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \cdots + B_nX_n \quad (2)$$

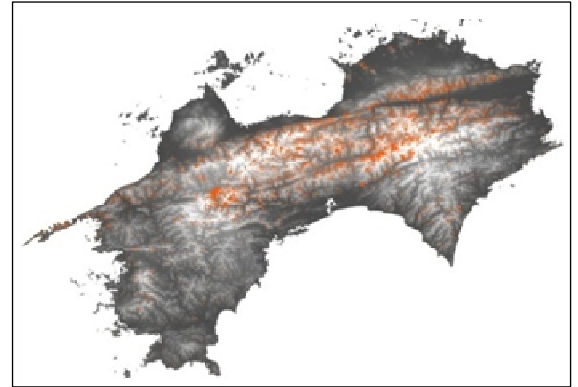


図-1 対象地域

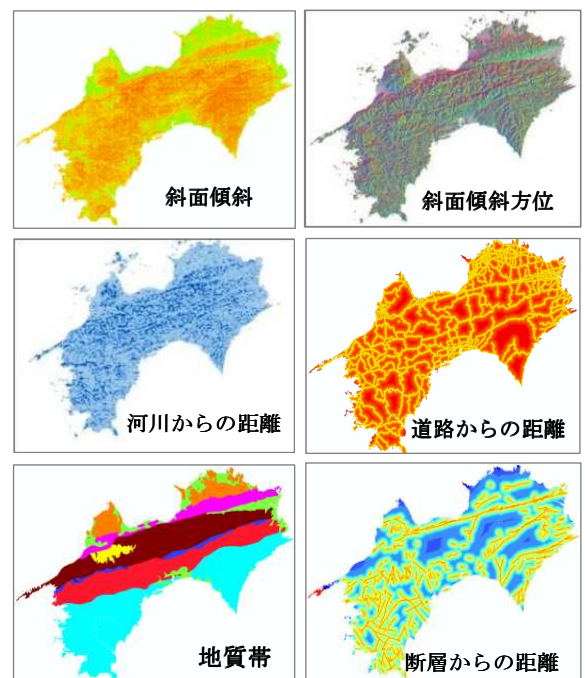


図-2 発生要因パラメーター

ここで B_0 はロジスティック回帰モデルの定数であり、 $X_1, X_2, \dots, X_n$ は地すべりの発生に影響する説明変数、 $B_1, B_2, \dots, B_n$ は偏回帰係数であり $B_0, B_1, B_2, \dots, B_n$ は統計処理ソフトの SPSS より算出される。

5. 地すべり分布確率図の作成

地すべり発生要因と考えられるパラメーターを東経 $133^{\circ}21'88'' \sim 134^{\circ}01'28''$ の解析範囲に当てはめ、ロジスティックモデルの構築を SPSS を用いて行う。河川からの距離(m)、*slope* 斜面傾斜($^{\circ}$)、*geology* 地質帯である。導出したモデル式を用いた確率分布図を図-3 に示す。導出したモデル式を式(3)に示す。ここで、*river*: 河川からの距離(m)、*slope*: 斜面傾斜($^{\circ}$)、*geology*: 地質帯である。導出したモデル式を用いた確率分布図を図-3 に示す。

$p_i =$

$$1/(1 + \exp\{-2.02 - 2.62 \times 10^{-5} \text{river} - 0.17 \text{slope} - 1.61 \text{geology}(1) - 7.73 \times 10^{-1} \text{geology}(2) - 8.08 \times 10^{-1} \text{geology}(3) - 3.11 \text{geology}(4) + 6.70 \times 10^{-1} \text{geology}(5) - 1.42 \text{geology}(6) - 3.13 \text{geology}(7)\}) \quad (3)$$

次に解析を行っていない東側と西側で導出したモデル式の照査を ROC 曲線を用いて行う。ROC 曲線とは診断検査の有用性を検討する手法として利用されており縦軸に「感度」横軸に「1-特異度」を用いて曲線を描く。「感度」(sensitivity)とは地すべりの発生の的中数を全地すべり発生数で割った値であり地すべり発生の的中率にあたる。そして「1-特異度」(1-specificity)とは1から全地すべり非発生数に占める地すべり発生の予測はずれ数の割合を引いた値である。

ROC 曲線における照査結果を図-4 に示す。この照査は西側で 73.0%、東側で 76.7% の確率精度となり、これをもとに確率分布図を作成した。各地すべり発生要因のパラメーター地すべり地を重ね合わせ、ロジスティック回帰分析を用いて地すべり分布確率図を作成する。作成した確率分布図を図-5 に示す。

6. まとめおよび今後の課題

作成した図から地すべりの分布は地質帯に大きく重みをもつことが分かった。同じ地質帯の中にも高い場所と低い場所があるのは導出された式より地質情報の次に重みが見られる傾斜斜面に影響があると考えられる。本研究で作成した分布確率図を高精度のものにするために、谷密度や土地利用など地形・地質パラメーターを増加、マップのピクセルサイズの考慮を行うことが重要である。

参考文献：

- ・Shi-Biao 他ら: GIS-based logistic regression for landslide susceptibility mapping of the zhongxian segment in the Three Gorges area, China, ELSEVIER ENGINEERING GEOLOGY, 2003

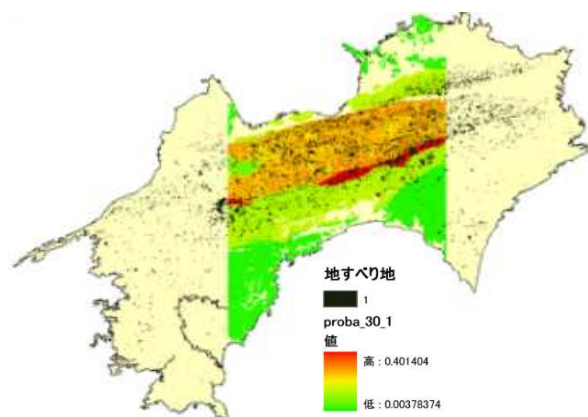


図-3 解析範囲での分布確率図

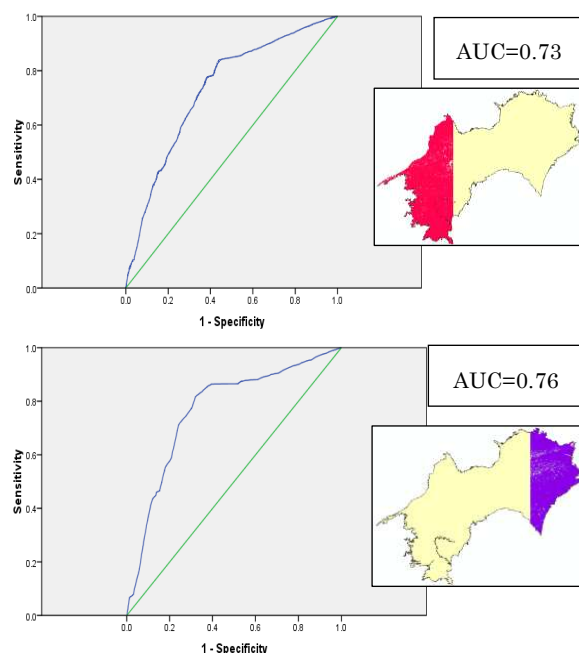


図-4 ROC 曲線の照査結果

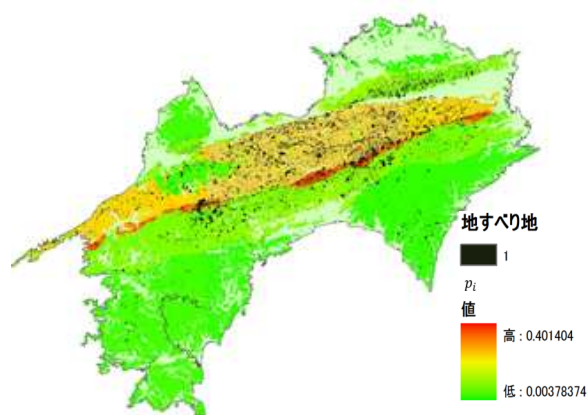


図-5 分布確率図と地すべり