

時期別斜面崩壊データを用いた GIS 斜面崩壊 ハザードマップの作成検討 ～新居浜地域を中心に～

愛媛大学大学院 学生会員 ○小阪 岳

愛媛大学大学院 正会員 ネットラ プラカッシュ バンダリ

1. はじめに

日本では斜面崩壊が頻繁に発生しており、それらによって住宅の倒壊、線路の変形や破壊などの大きな被害を引き起こされている。今後同様の被害を引き起こすのを防ぐためにソフト対策が必要と考えられる。その一つとして、斜面崩壊ハザードマッピングが挙げられる。しかし、崩壊の要因となりうるパラメータが少ない地域に対して、土質パラメータを用いた斜面安定解析に基づくハザードマッピングや統計確率に基づく単一時期の斜面崩壊データを使用したハザード評価が行われてきたが、これらの方法ではまだいくつかの問題点がある。特に、広域に対しては土質パラメータの信頼性、また統計法に関して要因となるパラメータの不足が挙げられる。そこで本研究では、異なる時期に発生した複数の斜面崩壊データを使用し、統計法を用いてハザードマップを作成し評価・検討を行う。

2. 研究対象地域と研究の流れ

研究対象地域は2004年に土砂災害が発生した愛媛県新居浜地域である(図1)。新居浜地域は2004年9月と10月の短期間で異なる時期に多数の斜面崩壊が発生し甚大な被害に襲われた。図2に研究対象地の斜面崩壊が多発した地域を示す。斜面崩壊データベース作成およびハザード解析にはGISソフトのArcGIS10.0を使用した。斜面崩壊データは前述した9月、10月と両方の斜面崩壊データを足し合わせた3種類のものを使用した。崩壊の要因となるパラメータとして、「標高」「斜面傾斜角度」「斜面傾斜方向」「地質情報」「断層からの距離」「谷密度」「溪流からの距離」「土の構成」「堆積物運搬指数」の9項目を使用した。また、データ入手の難易度を考慮し簡易化が可能な考えるため、上記の項目から「土の構成」「堆積物運搬指数」を除いた7項目のみのパラメータを用いた検討も行った。

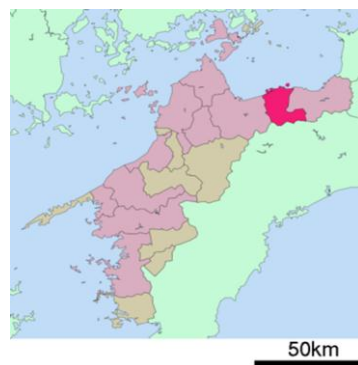


図1 新居浜地域の位置



図2 研究対象地域

3. ハザードマップの作成

研究対象地域の斜面崩壊ハザードマップ作成のために、二変量解析手法であるInfoval法と多変量解析手法であるロジスティック回帰分析の2種類を採用した。Infoval法でのハザードマップの作成手順としては①式(1)を用いて各classの重みの和により W_i を算出、②式(2)を用いて各ピクセル上の各パラメータの重みの和により W_i を算出という手順で行う。各パラメータclassの重みは、そのclassでの斜面崩壊分布密度を対象地域全体での斜面崩壊分布密度で割った値で定義する。一方ロジスティック回帰分析でのハザードマップの作成手順として①式(3)を用いて各ポイントにおける説明変数 Z を算出、②式(4)を用いて各ピクセル上の分布確率 pi を算出という手順で行う。各ポイントにおける説明変数 Z は、斜面崩壊の発生に影響する説明変数と編回帰係数の積の総和にロジスティック回帰モデルの定数を足し合わせたものを意味する。これらの解析手法を前述した斜面崩壊データ、パラメータを用いて8通りの解析を行う。ロジスティック回帰分析をする際、IBM社のSPSSソフトStatistics21を使用した。

$$W_i = \ln \frac{Dens_{class}}{Dens_{map}} = \ln \frac{Npix(S_i)/Npix(N_i)}{\sum_{i=1}^n Npix(S_i)/\sum_{i=1}^n Npix(N_i)} \quad \text{式(1)}$$

$$W_{ij} = W_{iSlope} + W_{iAspect} + W_{iDrnDen} + W_{iDisDrain} + W_{iDisFaults} + W_{iGeology} + W_{iSoil} + W_{iRelief} + W_{iSTI} \quad \text{式(2)}$$

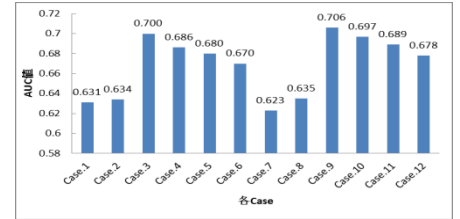
$$Z = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_nX_n \quad \text{式(3)}$$

$$p_i = \frac{e^z}{1+e^z} \quad \text{式(4)}$$

4. ROC 曲線によるハザード評価

作成した 8 種類の斜面崩壊ハザードマップに作成時に使用しなかった異なる時期の斜面崩壊データを使用し、SPSS を用いて 12 種類の ROC 曲線を作成し、その下部面積 AUC をもとにハザード評価を行う。図 3 はそれぞれの AUC をグラフ化したものである。このグラフ上の Case.1,2,7,8 は 9 月、10 月のどちらかの斜面崩壊データのみで作成した斜面崩壊ハザードマップで、図 3 AUC の比較

その他は 9 月と 10 月の斜面崩壊データを足し合わせたものであり、足し合わせたハザードマップの方がより精度が向上することがわかる。また Case.1~6 は Infoval 法で、Case.7~12 はロジスティック回帰分析で作成した斜面崩壊ハザードマップであるが、全般的にロジスティック回帰分析で作成した方が多少であるが精度が向上することがわかる。



5. ランク付けによる危険度評価

AUC によるハザード評価より 9 月と 10 月の斜面崩壊データを足し合わせたもの、ロジスティック回帰分析で作成した斜面崩壊ハザードマップが本研究の中では精度が高いことがわかる。そこで、その方法でパラメータを 9 種類と 7 種類に分けて作成した斜面崩壊ハザードマップを図 4, 図 5 にそれぞれ示す。この図で示す赤い箇所が最も危険なランクである”Very High”，青色になるにつれて危険度が下がり最も低くなる”Very Low”の 5 段階で示す。図 4, 5 より 9 種類のパラメータで作成したハザードマップの方がより危険度の高い箇所を示す赤い箇所が多いことが見て取れる。

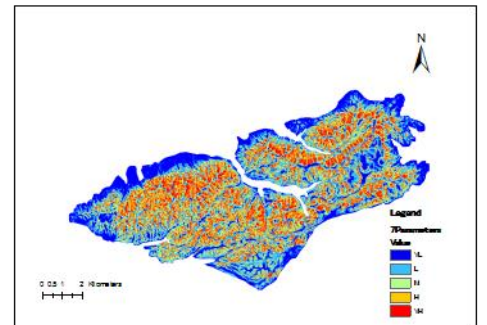
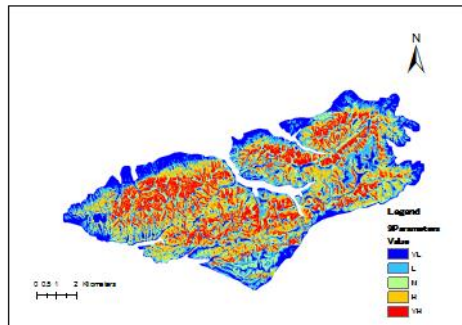


図 4 9 パラメータのハザードマップ

図 5 7 パラメータのハザードマップ

表 1 時期別斜面崩壊危険度の発生箇所割合

	9月+9パラメータ	10月+9パラメータ	9月+7パラメータ	10月+7パラメータ
VL(%)	5.26	4.91	7.28	6.73
L(%)	11.02	11.15	14.71	16.80
M(%)	18.23	20.85	28.39	30.94
H(%)	29.02	27.99	26.72	25.09
VH(%)	36.46	35.10	22.90	20.44
	100.00	100.00	100.00	100.00

また、作成した 2 つのハザードマップに 9 月、10 月の斜面崩壊データを適用させ、ランクごとの危険度割合を表 1 に示す。表 1 より確率割合を数的に示した結果からも同様の結果であると見て

取れ、時期別の斜面崩壊データによる差は、大きくは表れないものの数%だけ 9 月の斜面崩壊データを適用させた方が危険度が高くなるということがわかる。

6. まとめ

本研究ではパラメータ数の違い、2 つの解析手法、そして時期の異なる斜面崩壊データを使用するという 3 つの方法で、新たなハザードマップ作成について提案した。その結果より多くのパラメータを使い、足し合わせた斜面崩壊データを使い、解析手法としてはロジスティック回帰分析を使用することにより、最も精度の高い斜面崩壊ハザードマップが作成できることがわかった。しかし、本研究で最も高い AUC が 0.706 であったことから高精度であったとは言い難いことからより多くの斜面崩壊データを使用するなどし精度を上げていくことが必要と考えられる。

参考文献

Bhandary NP, Dahal RK, Timilsina M, Yatabe R, 2013. Rainfall event-based landslide susceptibility zonation mapping, Nat Hazards (2013) 69:365-388.