

岐阜県治山林道課	中島義雄	藤下定幸
岐阜県建設研究センター	船橋 勝	伊藤修宏
岐阜大学農学部	木村正信	
中部大学工学部	杉井俊夫	山本敏就
アジア航測株式会社	北原一平	○坂口 宏 澤 陽之

1. はじめに

岐阜県では、非効率な手作業および客観的判断基準の乏しい選定手法による、現行の山地災害危険地区抽出手法の抽出精度の低さを問題と考え、抽出条件のデータベース化および地理情報システム(GIS)の利用により、客観的かつ効率よく山地災害危険地区を抽出する「山地災害危険地予測システム」の開発を行った。

2. 山地災害危険地予測の評価手法

2.1 ロジットモデルを用いた崩壊発生ポテンシャル評価^{1), 2)}

本システムにおいては、浸透流解析等の物理モデルでは、広域を対象とした評価が困難であると考え、統計的手法による評価手法を採用した。しかし、一般的に統計的手法では、外力(降雨)が異なるデータや、ある特定豪雨時の災害データをもとにモデル化されるため、要因分析としては有効であるが、それ以外の豪雨時への予測問題としての適用は事実上不可能である。そこで、統計的手法である「ロジットモデル」を用い、降雨を要因として取り扱い、外力が異なる場合にも適用できる評価モデルの構築を行った。

本システムでは、二項ロジットモデル(式(1), (2))を用いている。本モデルは、データのはらつきを考慮した非集計応答モデルであり、崩壊斜面の素因および誘因を説明変数に、被説明要因である被災確率を崩壊発生ポテンシャル値より算出するものである。

$$P_n = \frac{1}{1 + \exp(-V_n)} \quad \text{式(1)}$$

$$V_n = \theta_0 + \theta_1 X_{n1} + \dots + \theta_k X_{nk} \quad \text{式(2)}$$

ここで P_n : 被災確率、 θ_k : モデル構築時に推定されるパラメーター、 X_{nk} : 特性要因(傾斜、標高など)
 V_n : θ と X_{nk} で説明される崩壊発生ポテンシャル

2.2 評価単位

これまで、GISで一般に使用される評価単位は、50m メッシュ等のメッシュ単位であった。しかし、1つのメッシュの中に、ある要因の値が2つ以上混在する場合、地形的な条件を無視して、面積の占有率の高い値を、代表値としてメッシュの属性に与える場合が多い。

この結果、要因の寄与度を失墜させ、精度低下の原因になることが懸念される。そこで、本システムにおいては、図-1に示すように地形的な要素に着目し、傾斜や方向で分割される「単位斜面」を評価単位とした。

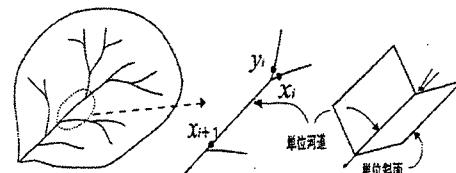


図-1 評価単位(単位斜面)の模式図

2.3 モデル地区における評価手法の精度検証

岐阜県の中で、空中写真、降雨、災害等の基礎データが集まっている上矢作地区(モデル地区A)において、ロジットモデルを用いた評価手法の精度検証を行った。解析の結果、モデル地区Aで、t値が1.96以下(有意水準5%)の要因を棄却した。最終的に抽出されたモデル構築結果を表-1及び図-3に示す。()はt値を示す。再現確率は、ほぼ70%で崩壊・非崩壊を十分な精度で説明していることがわかる。要因はすべて正の符号となっており、解析上、崩壊確率を上げる外力的要因として働くことを示す。また、崩壊ポテンシャルを引き上げる要因としては、最大傾斜度や遷急線等の地形要因であった(図-2)。

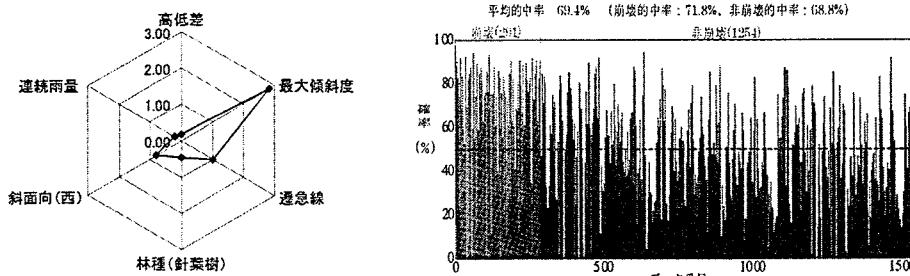


図-2 要因影響度(弹性値)

表-1 モデル地区Aにおける精度検証結果

単位斜面	
モデル名	(上矢作モデル地区A)
解析対象箇所数	1545箇所 (崩壊291/非崩壊1254)
ダミー変数	-6.267 (13.2596)
高任せ	0.0035 (4.2709)
最大傾斜度	0.1072 (9.4873)
遷急線の有無	0.8703 (4.5158)
遷急	遷却(t値1.96以下)
斜面方向 (西向き斜面)	0.7003 (4.5220)
林種 (針葉樹)	0.4469 (2.0315)
林種	遷却(t値1.96以下)
土壤 (紅色褐色森林土壤)	遷却(t値1.96以下)
最大大雨雨量	遷却(t値1.96以下)
連続雨量	0.0011 (2.6176)
的中率	71.8 %
非崩壊箇所	68.8 %
平均	69.4 %

図-3 モデル地区Aにおける再現結果

2.4 他地域への適用

構築モデルの他地域での適用性を検討するため、同じ上矢作地区のモデル地区Bへの適用を試みた。先のモデルは、A地区での平均斜面(崩壊確率50%)を基準として崩壊・非崩壊を判別しているが、B地区とA地区では、地形要因のデータ分布が大きく異なるため、地形要因に修正係数 α を導入し、モデル式の修正を行った(式3)。

図-4は修正したA地区のモデルをモデル地区Bに適用させたものである。非崩壊地での的中率は低下するが、モデルを再構築することなく、修正係数のみで、他地域へ適用が可能であることが確認できた。

$$V_n = \alpha(-6.267 + 0.0035X_{n1} + 0.1072X_{n2} + 0.8073X_{n3}) \\ + 0.7003X_{n7} + 0.4469X_{n8} + 0.0011X_{n12} \quad \text{式(3)}$$

※ A地区で構築されたモデル式(3)に、B地区の斜面要因の平均値を代入し、式(1)で P_n が0.5(50%)になるような α を求める。B地区の修正係数は $\alpha=1.2145$ となった。

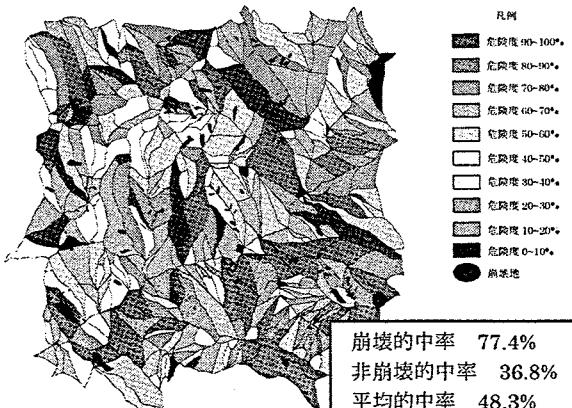


図-4 他地域での適用結果

3. 広域エリアにおける山地災害危険地抽出手法

本システムでは、単位斜面を評価単位とし、崩壊発生ポテンシャルを算出するため、広域エリアにおいて山地災害危険地区を抽出するためには、ランク区分等の処理が必要である。そこで、崩壊発生ポテンシャル評価結果を用いた「発生危険度」と、公共施設や人家等の保全対象の状況を用いた「被災危険度」を総合的に判断し、流域単位で山地災害危険地区的危険度判定を行うこととした(図-5)。GISによる山地災害危険地区抽出例を図-6に示す。

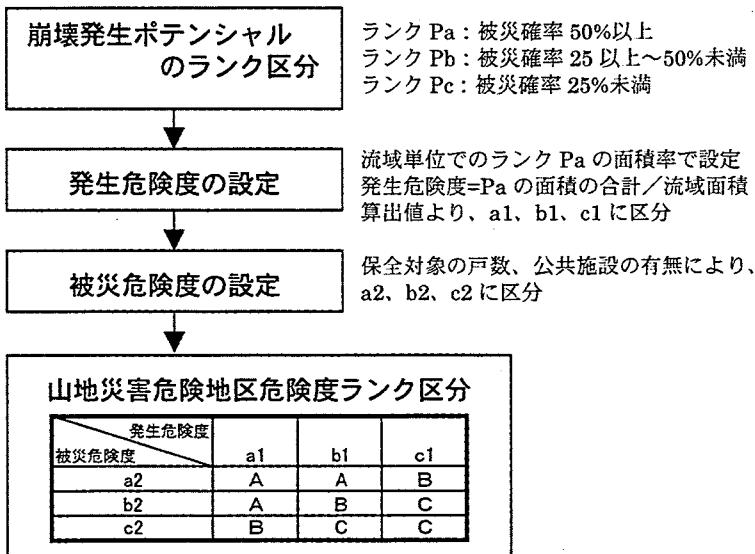


図-5 広域エリアにおける危険度判定方法

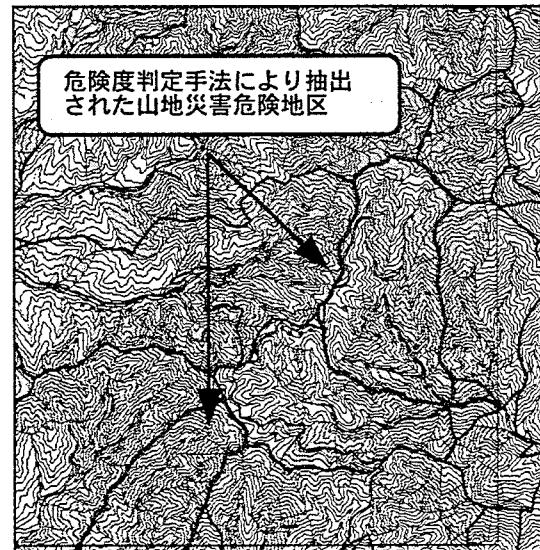


図-6 GISによる山地災害危険地区抽出例

4. おわりに

本システムは、山地災害危険地区の抽出精度の向上を目的とし開発したものである。算出された崩壊ポテンシャル評価結果は、優先ランクの設定や施設配置計画支援等の事業計画に利用できる。

今後は、リアルタイムな雨量データを用いた発生予測への発展や、警戒避難体制整備支援が可能となるような仕組みを検討する必要がある。

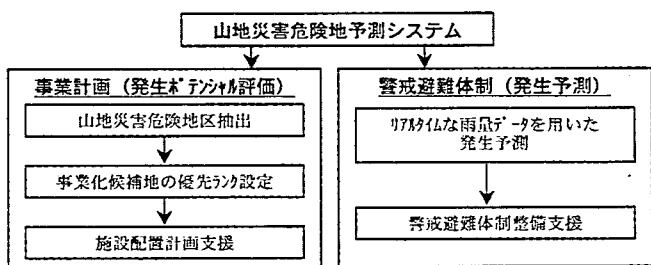


図-7 山地災害危険地予測システムの将来構想

【参考文献】1)森杉壽芳：非集計行動モデルの推定と検定、土木計画学会講習会テキスト,pp.33~52,1984. 2) 宇野尚雄・森杉壽芳・杉井俊夫・中野雄治：被災事例に基づく河川堤防の安定性評価、土木学会論文集、No.400/III-10, pp.161-170,1988.