被災事例を用いた山地災害危険予測法の開発

中部大学	正会員	杉井	俊夫	学生会員	〕 山격	5 敏就
岐阜県治山林	木道課	中島	義雄	藤下気	E幸	
(財)岐阜卿	県建設研究	ミセンタ	7 —	船橋 勝	伊藤	修宏
アジア航測	(株)	北原	一平	坂口 宠	云澤	陽之

1.はじめに

GIS を用いた斜面の危険度評価が行われているが、物理モデルでは広域を対象とした評価が困難なことから 統計手法による評価が試みられている。しかし、一般に被災事例を用いて統計手法では、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手法としては有効であるが、 それ以外の豪雨時への危険度予測法としての適用は事実上不可能である。本研究は、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ている。

2.評価モデルと評価単位の概要

本研究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、データのばらつきを考慮した比 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算出できる。 算出された被災確率より崩壊する、崩壊しないを判別するものである。

 $P_{n} = \frac{1}{1 + \exp(-V_{n})}$ (1) $V_{n} = _{0} + _{1}X_{n1} + \cdots + _{k}X_{nk}$ (2) ここに $P_{n}: 被災確率 , _{k}: モデル構築時に最尤推定法によって推定されるパラメーター$

X_k: 特性要因(斜面、標高など), V_i: とX_kで説明される被災ポテンシャル,である
本研究ではこの二項ロジットモデルを用い解析をする。しかし他地域への適用の場合の地域特性の考慮や要
因追加問題から全ての要因を同時に解析するのではなく、まず地形、植生、地質、降雨要因についてそれぞれ
の被災ポテンシャルを求める。次にこの被災ポテンシャルを再び要因として扱い二項ロジットモデルで解析し、
被災確率モデルを構築していく。次に本研究で扱う評価単位は斜面単位とする。一般的なメッシュ単位では山
地災害に最も影響すると考えられる傾斜度などの地形データが精確に扱えないことから精度低下の原因にな
ることが懸念される。そこで今回、斜面自体を1つの単位とする斜面単位データを解析することとした。

3.地形要因による被災ポテンシャルの算定

前述したように被災事例を用いた統計手法では、ある外力(降雨)に対して崩壊、非崩壊の現象を説明する要因の決定や影響 度を求めることになるため、斜面の素因のみで崩壊の危険性を 評価することは、解析手法から矛盾することになる。そこで、 今回、外力別に斜面の素因を分析することとした。崩壊地はS51、 H3、H12年に撮られた空中写真から判読している。崩壊時期 が正確に測れないため、今回は写真が撮られた間の最大時間 雨量と連続雨量のデータを用いて、3年分の崩壊地をそれぞれ 3つ異なる降雨外力で崩壊しているとみなした。3時期の地形 要因のみによるロジットモデルの構築結果であるパラメータ を表1と図1に示す。3時期のモデルの要因パラメータはほぼ 同じ値であり、ダミー変数 0の値が新しくなるほど大きくな っている。これは、S51、H3、H12と新しくなるほど崩壊デ ータの割合が高くなるためである。なお、ダミー変数 0のは





キーワード 外力 降雨 斜面単位 被災事例 被災ポテンシャル

連絡先 〒487-8501 愛知県春日井市松本町 1200 中部大学工学部土木工学科 杉井研究室 TEL0568-51-1111

ロジットモデルで自由度を確保するための変数で 0 が大きくなるほど崩壊確率が高くなることが式(1)、(2) からもわかる。また、図2は同一斜面単位データ 515 件に対して3時期のそれぞれのモデルで計算した被災 ポテンシャル(V_n)である。非常に高い相関を示して おり、いずれのモデルで計算しても被災ポテンシャル の順位は同じに評価されており、相対的な危険順位を 評価できることがいえる。

4.雨量による誘因関数の提案

前節で述べたように地形要因だけで相対的な危険順 位をつけることは可能になるが、どの程度の被災ポテ ンシャルまたは崩壊確率になると崩壊するかという絶対的 な評価は外力となる雨量の強さによって変わる。そのため予 測モデルとして適用する場合には、モデルを構築した際の雨 量を基準とした外力評価が必要となる。今回の雨量は崩壊時 の正確な雨量ではないが、モデル構築をした外力に対して適 用しようとする外力(予測雨量)がどのくらいの強さである かを評価できれば、絶対的評価も可能になる。そこで、外力 評価に土石流法などで用いられる限界雨量線(Critical Rainfall Line: CL)の考え方を利用することとした。図4 に示すように時間雨量と連続雨量で表されるスネーク曲線



図2 3つのモデルで計算された被災ポテンシャル



が CL に達したときに破壊するという考えに基づき、連続雨量と最大時間雨量の積(MR)で雨量の外力を評価することにした。これより、H12>H3>S51 といった外力の強さを表すことができる。このことから先の図2のパラメータの大きさをみると、降雨が強いほど最大傾斜度の影響が小さくなることが納得できる。次にH3年の連続雨量と最大時間雨量の積(MR3)を基準にH12年とS51年の連続雨量と最大時間雨量の積(MR12、MR51)の比を関数として同一斜面において3つのモデルで計算される被災ポテンシャル値が同じになるような(本研究では誘因関数とよぶ)を式(3)のように一次関数とし、回帰して求めた。

 $(MR) = 0.1986 \times (MRn/MR3) - 0.8986$ (3)

ここに、 (MR):誘因関数 MRn:n年の連続雨量と最大時間雨量の積,である

式(3)を式(1)(2)に代入し、降雨の外力評価を考慮した評価モデルとして式(4)を得る。

 $P_{n} = (1 + \exp(5.2994 - 0.1087X_{n1} - 1.0594X_{n2} - 0.6917X_{n3} - \lambda(MR)))^{-1} \quad (4)$

ここに、X_{n1}:最大傾斜角度,X_{n2}:遷急線有り,X_{n3}:斜面向き(西),である

5.おわりに

今回、外力ごとに地形要因による評価モデルをロジットモデルで構築した結果、いずれの外力でも3つの同 一の要因が抽出され、いずれのモデルで計算しても斜面の被災ポテンシャルの相対的順位は変わらないことが わかり、素因となる地形要因の抽出が適切であったと考えられる。また、崩壊危険の判定を行うために構築し たモデルの外力を基準にした誘因関数を定義した。今後、本モデルの適用性について検討を行う予定である。 【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,No400/ -10,pp161-170,1988 3)杉井他8名: 第 38 回地盤工学研究発表会講演集,降雨外力を考慮した山地災害危険予測法の提案,2003(印刷中)