

富士川砂防事務所
砂防エンジニアリング株式会社

堀内 成郎，赤沼 隼一，奈良 俊明
前海 眞司，尾崎 順一，○相馬 竜司

1. はじめに

水系砂防施設の整備を合理的・効果的に進めるためには、広域に及ぶ災害の原因となる現象の発生が予想される場所を特定することが必須である。土砂生産の形態・場所・規模を具体的に想定することが、災害発生原因を把握し必要性の明確な施設整備に繋がる。土砂の生産現象は高頻度・小規模なものから極低頻度・極大規模のものまで多様である。その中でも豪雨により多発する表層崩壊の発生危険性を斜面単位など小区域で評価しておくことが施設整備計画を立案する際の重要課題のひとつである。

ここでは、豪雨時に多発する表層崩壊現象を対象とし、崩壊発生実績と素因との関係を解析することで、その発生危険度について1次谷程度の小流域を単位として検討した結果について報告する。表層崩壊発生危険度の解析にあたっては詳細な地形指標等をGISデータで作成し、これらと崩壊発生実績との関係をGISによる空間解析機能を用いて検討した。

2. 对象地域

対象地域は、釜無川上流，流川，神宮川，尾白川，大武川，小武川を含む釜無川直轄砂防区域（247.2km²）である。

3. 崩壊危険度の解析方法と結果

選好度指数 (Jacobs, 1974)ⁱを用いて既往崩壊地が分布する箇所の地被・地形要因が類似する条件を閾値として設定した。次に各要因・評価単位区域ごとに求めた閾値を満たすメッシュの分布面積を説明変数とし、崩壊発生有無を目的変数として重回帰分析を行い、各要因における崩壊発生の関連度を検討したうえで壊発生危険度を評価する回帰モデルを作成した (図-2)。

(1) 基盤情報図の作成

崩壊危険度の解析単位として 1 次谷を最小単位とした流域区分図と昭和 34 年, 57 年災害を含む計 5 時期の崩壊地を GIS データで作成した。

崩壊現象に関連すると考えられる要因のうち地被要因として、表層地質図、植生分布図、地形要因として、標高、斜面傾斜、曲率、斜面方向、集水面積、送流力(SPI)、湿潤度(TWI)、凹凸度(TPI)の各図を 10mメッシュの GIS データで作成した。ここで曲率とは局所的な曲がり具合を示し、送流力(SPI)、湿潤度(TWI)とは集水面積と斜面勾配より次式で算出する指標である。

$$SPI = A_s \tan \theta, \quad TWI = \ln \left(\frac{A_s}{\tan \theta} \right)$$

ここに、 A_s ：評価点上流の集水面積
 θ ：斜面傾斜

(2) 選好度と閾値の設定

選好度は「選好のし易さ」を示す指標であり、母集団の全体量と利用集団の各量を元に統計的に算出した期待値である。選好度が0以上を示す要因の値が崩壊発生との関連性が高いものとしてこれを閾値とした(図-2、表-1)。

選好度： $D = \frac{r-p}{r+p-2rp}$

利用率 r : 利用したセルのうち要因の各階級の占める割合

全体率 p : 総解析範囲における要因の各階級の占める割合

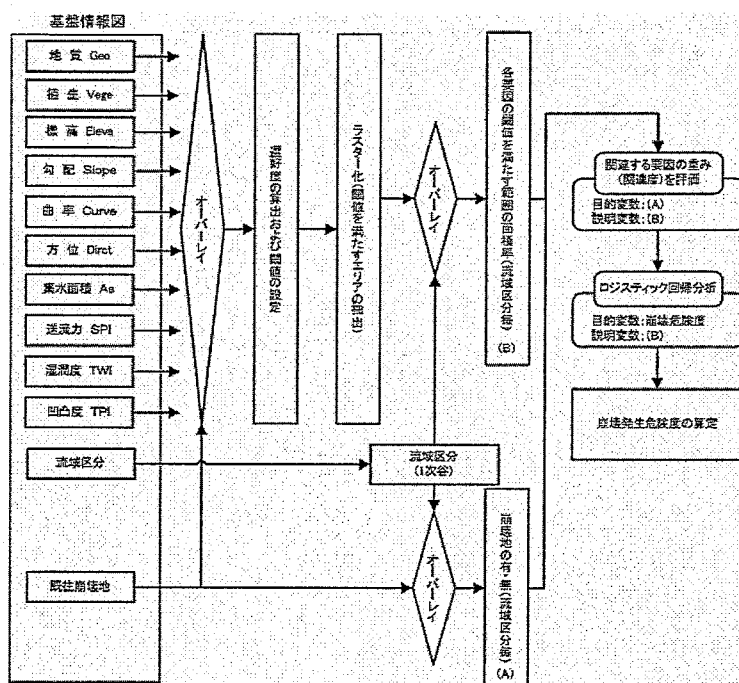


図-1 検討フロー

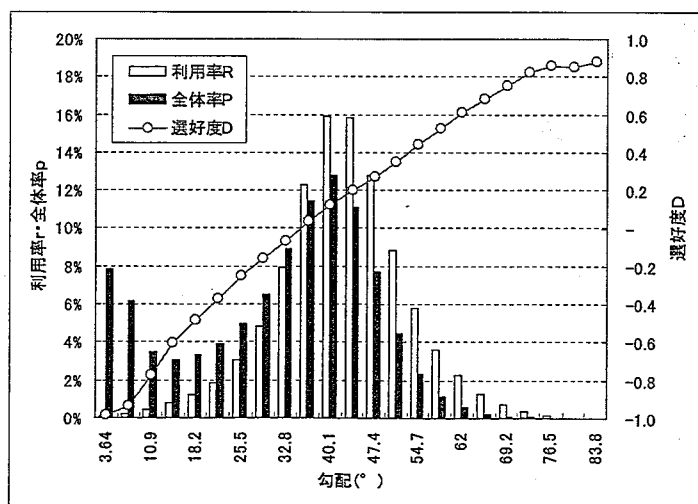


圖-2 選好度算出結果例（地形要因；勾配）

(3) 崩壊危険度の算定

単位流域に占める各要因の閾値を満たすメッシュ面積の割合と当該区域の崩壊地の有無との関係から、各要因の崩壊発生に対する関与度が高いと判断される地質、標高、勾配、曲率、送流力の5要因により崩壊発生危険度を評価する回帰モデルを作成した。崩壊発生危険度は、図-3に示すとおりである。

$$P(\%) = 0.077 + 0.235 \times [\text{傾斜}] + 0.176 \times [\text{標高}] + 0.160 \times [\text{地質}] + 0.504 \times [\text{送流力}] + 0.532 \times [\text{曲率}]$$

ここに、 P ：崩壊発生危険度（%）

$[]$ ：流域区分内における“崩壊発生しやすい地域（閾値の示すエリア）”の面積率（%）

崩壊危険度評価モデルの精度を検証するため、単元区域毎に各崩壊発生危険度の階級に含まれる既往崩壊地の面積を整理した（図-4）。崩壊発生危険度が高なるにつれて既往崩壊地の面積率は大きくなっている。今、崩壊の発生・非発生の境界値を $P=0.50$ で判断すると、既往崩壊地の有無を 76%説明できることになり、実態に即した評価モデルになっていることがわかる。

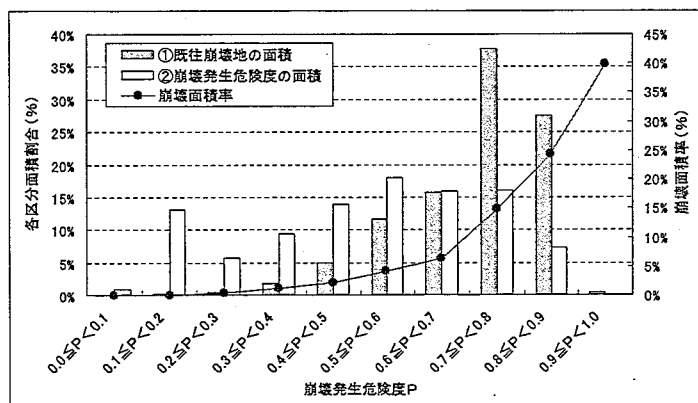


図-4 崩壊発生危険度と既往崩壊面積率

表-1 崩壊発生危険度の精度

【集計要素数:3,648】

【崩壊発生有無の判断:P=0.5以上】

		予測値		合計
		無し	有り	
実測値	無し	926	545	1,471
	有り	421	1,756	2,177
合計		1,347	2,301	3,648

■ : 当り 73.5%
□ : はずれ 26.5%

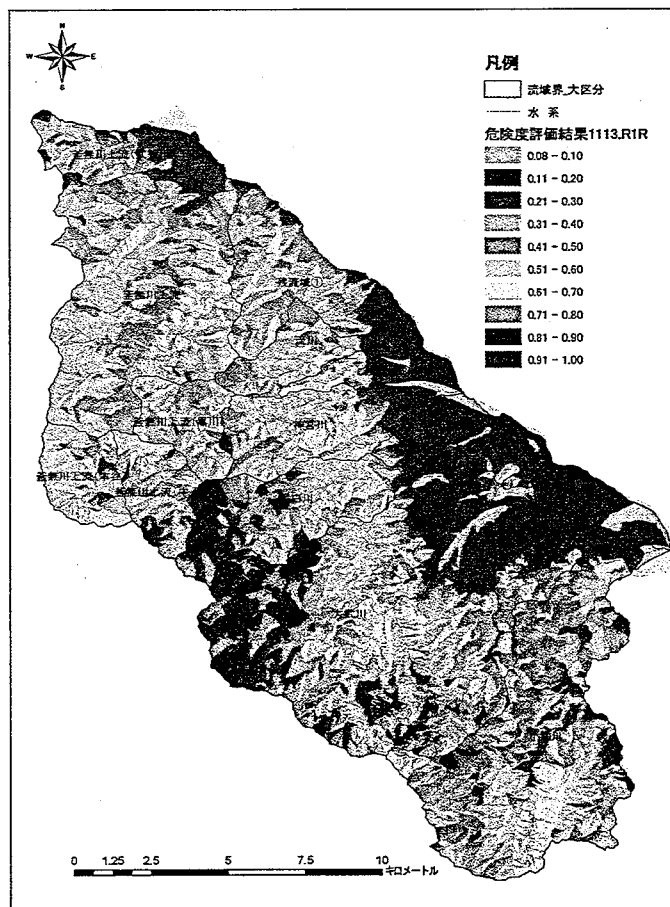


図-3 崩壊発生危険度の評価結果

4. 結論および今後の課題

既往崩壊実績と崩壊素因との関係を選好度という指標とGISの空間解析機能を活用して表層崩壊の発生危険度を客観的に評価することができたと考えている。

多様な形態・規模と発生危険度をもつ土砂生産現象のうち豪雨による深層崩壊などの大規模な土砂生産現象については、その前兆として斜面の変形を伴っており、それが小滑落崖として地形的に認められることの多いことが指摘されているⁱⁱ。空中写真判読により流域の砂防微地形を観察し地形発達史的に考察して流域荒廃特性を把握する砂防微地形解析手法がこのような土砂生産現象のポテンシャルを評価するのに有効であるⁱⁱⁱ。検討業務では本報告内容に加えて砂防微地形解析により大規模な土砂生産の危険箇所を抽出し、両者を併せて砂防施設整備計画を検討している。

今後は砂防微地形による危険度の客観的評価手法について検討を進めたい。また、本検討では表層崩壊発生の危険度と、誘因である降雨規模については言及していない。降雨規模と土砂生産規模が1:1で対応するものでないが、砂防計画を説明する場合を考えると、計画で対象としている現象の発生頻度という視点からの誘因の規模と土砂生産の規模についての考察も必要になってくる。

ⁱ Jugen Jacobus (1974) Quantitative Measurement Food selection, Oecologia (Berl), 14, pp. 413-417

ⁱⁱ 千木良 雅弘；地すべり・崩壊の発生場所予測 土木学会論文集 62 No. 4, 722-735, 2006. 10

ⁱⁱⁱ 大石道夫；微地形から砂防計画へ 新砂防 第47巻第3号 1994 新たな砂防調査・計画の基本的な考え方 新砂防第52巻第2号 1999 など