

## 六甲山系における細密地形データを用いた斜面土砂生産ポテンシャル評価の一手法

国土交通省近畿地方整備局六甲砂防事務所 吉川知弘、長安勝史、久内 忠  
株式会社パスコ ○板野友和、森田真一、横田 浩、野田敦夫、林 聖元

### 1 はじめに

砂防事業における対策の実施、警戒避難の実施では、斜面崩壊の発生を、的確に予測することが重要である。しかし、対象とする斜面数が多く広範囲に分布する場合において、その中から斜面崩壊の危険性の高い斜面を的確に抽出するのは長期間、多大なコストが必要である。

一方、近年各地で航空レーザ測量による広範かつ詳細な地形データが取得されるようになってきている。

このような状況を踏まえ、航空レーザ測量による詳細な地形データを用い、多変量解析により客観的かつ効率的に斜面の土砂生産ポテンシャルを評価する手法についての検討を行った。

本報告は、多変量解析を用いた土砂生産ポテンシャルの評価手法および評価時に配慮した点等についてまとめたものである。

### 2 解析手法

本解析では、H7以降の崩壊実績および地形・地質・植生データを用い、斜面の土砂生産ポテンシャルの評価を行った。

なお、崩壊等の発生のし易さを発生素因の関わりにより推定する手法として、目的変数（崩壊等の発生し易さ）を説明変数（発生素因の関わり）により推定する「数量化Ⅱ類」を用いた。

#### 2.1 解析条件

##### ■対象地域

○六甲山系グリーンベルト整備事業Aゾーン全域

##### ■解析に用いたデータ

○目的変数として用いたデータ

既往崩壊地の有無〔崩壊履歴資料のうち、出展・判読方法が明確なH7以降の崩壊履歴を使用〕

○説明変数として用いたデータ

地形：標高、傾斜、斜面方位〔H16航空レーザ測量より作成した2mメッシュデータより作成〕

地質：表層地質〔地質図1/50,000（表層地質図 国土庁）〕

植生：植生群落〔植生状況GISデータ（H10、1/12,500空中写真判読）〕

#### 2.2 解析単位の検討

解析単位は解析する上で必要となる崩壊地や崩壊等の発生素因のデータ特性を考慮して、土砂生産ポテンシャルが最も効果的に表現できる単位とする必要がある。また、土砂生産ポテンシャルの評価は、既存崩壊地等と崩壊等の発生素因との関係より分析することから、当該地域の崩壊地等の発生規模及び各発生素因データの精度より設定した。

##### ■崩壊等の発生規模に基づく解析単位の検討

対象地域では、図1（対象地域内崩壊地の面積-崩壊地個数の集計）に示すように解析単位を35m<sup>2</sup>（≒6m\*6mメッシュ）にすることで、既往崩壊地の95%が表現可能である。

##### ■崩壊等の発生素因のデータ精度に基づく解析単位の検討

崩壊等の発生素因のデータ精度に基づく解析単位は、地形、地質、植生のデータ表現として取りまとめた場合、概ね2m～50m程度となる。

基礎データの最小単位である地形データが2mメッシュであることから、解析単位は2mの倍数のメッシュとし、かつ上記内容を考慮し、解析単位を6mメッシュとした。

#### 2.3 解析におけるポイント

本解析においては、対象地域約23km<sup>2</sup>を6mメッシュ単位で解析するため、扱うデータ量が多いこと、非崩壊地に対して崩壊地の割合が極めて少ないこと、対象地域に含まれる地質・植生の分類（カテゴリー）が多いこと等の特徴があり、これらにより生じる課題への配慮が必要となる。

##### 2.3.1 データの取扱に関する配慮

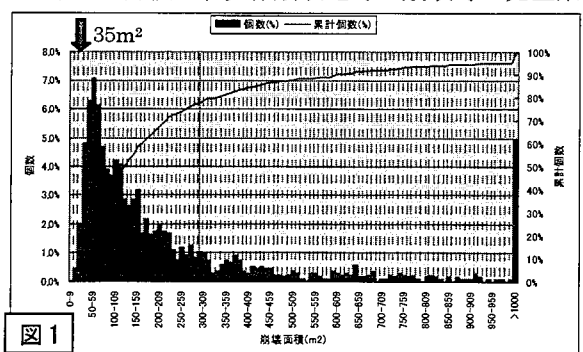


図1

崩壊等の発生素因のデータ精度に基づく解析単位

- ・地形に関する崩壊等の発生素因：2m程度（2mメッシュDTM）
- ・地質に関する崩壊等の発生素因：25m～50m程度  
（1/50,000地質図上0.5mm～1.0mm）
- ・植生に関する崩壊等の発生素因：8m～13m程度  
（1/12,500植生図上0.5mm～1.0mm）

■解析するメッシュ数（解析メッシュの総数、非崩壊地：崩壊地の比率）に対する配慮

対象地域全域では解析するメッシュ数が約 71.5 万メッシュとなり、全域一括での解析が困難となることから、サンプルを取り出し解析することとした。サンプルは、ランダムに 10 回抽出し、それぞれに対し数量化Ⅱ類による解析を行い、10 回の解析結果（カテゴリースコア）の平均値を用いることで全域の値を代用することとした。

対象地域では、[既往崩壊地メッシュ数：非崩壊地メッシュ数 = 約 10000 メッシュ：約 715000 メッシュ]であり、目的変数となる「崩壊地」、「非崩壊地」の量に極端な偏りがあるため、比率の少ない崩壊地特性の正確な把握が困難となる。そこで、「崩壊地等が持つ特性」と「非崩壊地が持つ特性」を効率的に把握するため、両者より同数のメッシュ（1 サンプル：崩壊地 5000 メッシュ、非崩壊地 5000 メッシュ）を取り出し解析することで、崩壊地等の特性を把握することとした。

■崩壊前の植生を考慮した植生図（崩壊地等）の補正

目的変数と説明変数の関係を考慮すると、解析には崩壊が起こる前の植生が復元された植生図を用いることが望ましい。しかし、崩壊前の植生を厳密に復元することは不可能であることから、既存の植生図において崩壊地等（崩壊地、とくしゃ地、露岩地）と判読されている箇所については、崩壊地等以外の最寄の植生で補完した植生図を使用することで、崩壊が起こる前の植生を擬似的に再現することとした。

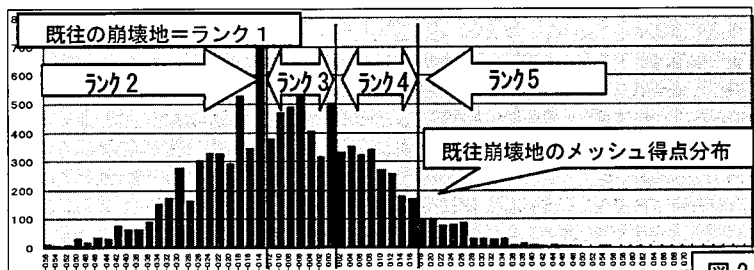
■シンプルで分かりやすい指標とするための発生素因の整理

対象地域に含まれるカテゴリーの区分が多く、発生素因（説明変数）と崩壊し易さの因果関係が複雑なものとなる。そこで、発生素因をシンプルで分かりやすい指標とすることを目的とし、発生素因と崩壊地との相関性、およびサンプルデータ数等を考慮したカテゴリーの整理を行った。

- 説明変数の課題
  - 崩壊地等との関係が説明し易い説明変数の設定
    - ・崩壊地等との相関を考慮した発生素因の設定
    - ・データの信頼性を考慮したサンプルデータ数の設定
    - ・崩壊地等との関係を考慮した発生素因の評価区分の設定
- 説明変数の設定方針
  - 発生素因との相関性を踏まえた評価
  - サンプルデータ数が少ない発生素因の評価区分の統合
  - 崩壊等の発生素因として類似した傾向を持つ区分の統合

2.3.2 土砂生産ポテンシャルのランク付け

土砂生産ポテンシャルを相対的に評価するためには、算出される結果は個々のメッシュがどの程度のポテンシャルを持っているかを比較できる結果である必要がある。よって、「崩壊地等」、「非崩壊地」の 2 区分に判別するのではなく、数量化Ⅱ類の解析過程において算出される解析単位毎のカテゴリースコアを用いて、既往崩壊地カテゴリースコアの分布形より、メッシュ毎に土砂生産ポテンシャルによる 1~5 のランク付けを行った。（図 2）



ランク	既往の崩壊地に該当するメッシュ(%)
ランク 1	既往の崩壊地に該当するメッシュ(1.4%)
ランク 2	分布の最頻値より一側となるメッシュ(9.1%)
ランク 3	既往の崩壊地の 70%以上が一側となる得点(23.3%)
ランク 4	既往の崩壊地の 95%以上が一側となる得点(36.2%)
ランク 5	既往の崩壊地の 95%以上が一側となる得点(30.1%)

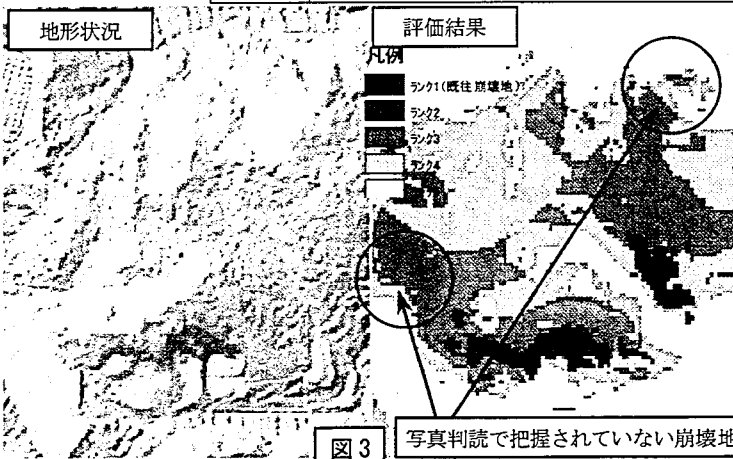
3 土砂生産ポテンシャルの評価結果

「2 解析手法」により評価した土砂生産ポテンシャルランクについての現地確認を行った結果を図 3 に示す。

図 3 より、崩壊地等の写真判読結果が良好に再現されているだけでなく、写真判読で把握できなかった崩壊箇所についてもランク 2 と評価されており、現地の状況が精度良く表現されていることが確認できた。

4 まとめ

今回の解析では、非常に細密な地形データを用いて広範囲を対象とした土砂生産ポテンシャルの様な評価を行ったことが大きな特徴であるが、一方でデータの増加・複雑化等による課題等が生じることとなった。本検討では、これらの課題に対して、データ整理・解析手法、土砂土砂生産ポテンシャルの評価手法について配慮することにより、客観的かつ効率的に土砂生産ポテンシャルを評価する一手法を示すことができた。



今回使用した地形データは 2m メッシュの精度を持つが、地質・植生は 1/50,000 表層地質図、植生図が 1/12,500 航空写真判読による植生群落区分図を用いている。実際の現地では、地質に関しては 1/50,000 表層地質図に表現されていない地質の分布や断層等が確認されており、また、植生についても 1/12,500 航空写真判読による植生群落区分図で表現されていない植生等が複雑に生育している。今回解析した結果を更に精度の良いものにするためには、地形以外のデータの更新・精度向上を図ることにより、更に現地状況に即した解析・評価ができる考えられる。