

六甲山系における斜面の土砂生産ポテンシャル評価の一手法

国土交通省六甲砂防事務所 後藤 宏二、石尾 浩市、中澤 啓尚、山崎 卓也
株式会社 パ ス コ ○板野 友和、森田 真一、横田 浩、野田 敦夫

1. はじめに

六甲山系グリーンベルト整備事業は、六甲山系において土木構造物や樹林の整備等を行うことにより、土砂災害の発生防止と自然豊かな都市空間の創出を目的とした事業である。同事業の対象範囲は神戸市須磨区鉢伏山から宝塚市岩倉山までの、六甲山系の南側斜面と広範囲であることから、事業を進めるにあたっては、当面の整備対象候補となる将来崩壊が発生する可能性の高い斜面（以下、土砂生産ポテンシャルが高い斜面）を、効率的かつ定量的に抽出することが重要であった。

このような状況を踏まえ、著者らは、統計的手法により土砂生産ポテンシャルが高い斜面を抽出する手法の検討を行った。本報告では、崩壊発生時期の違いや植生の時系列変化を考慮した既往崩壊地の特性分析、崩壊発生リスクを指標とした土砂生産ポテンシャル評価の一手法について報告する。

2. 検討方法

2. 1. 検討対象範囲

本検討は、六甲山系グリーンベルト整備事業範囲である六甲山系の南側斜面全域（約 8,400ha）を対象に実施した。

2. 2. 既往崩壊地の特性把握方法

土砂生産ポテンシャルを評価する上での基礎データを得ることを目的とし、既往崩壊地の特性を多変量解析により把握した。

2. 2. 1. 解析単位

多変量の解析単位（土砂生産ポテンシャルの評価単位）は、当該地域の崩壊等の面積規模、利用データの精度・解像度等を考慮し、「10m メッシュ単位」とした。

2. 2. 2. 解析手法

既往崩壊地の特性を把握するために、目的変数を「既往崩壊地の有無」、説明変数を「崩壊発生に関する素因要素」とした多変量解析を実施した。解析手法は目的変数及び説明変数のデータ特性を踏まえ、「数量化Ⅱ類」を用いた。

(1) 目的変数

当該地域の既往崩壊地に関する調査データは、概ね4時期（S36、S42、H07～H11、H15）存在している。この内、目的変数として取り扱うデータは崩壊の発生時期を概ね同時期で、最近の調査結果である平成7年以降の崩壊地データを用いた。また、昭和36年、昭和42年の崩壊地データは「崩壊履歴」とし、説明変数として取り扱った（表-1）。

表-1 崩壊地調査データの取り扱い

崩壊地調査データ	データの取扱い
H15 崩壊調査データ	⇒目的変数として採用 「崩壊地」
H7～H11 崩壊調査データ	
S36、S42 災害データ	⇒説明変数として採用 「崩壊履歴有り」

(2) 説明変数

説明変数に用いる素因要素は、一般的な知見をもとに「地形」、「地質」、「植生群落」、「崩壊履歴」に関する8要素を検討の対象とした。また、これらの要素を説明変数とした初期解析を実施し、解析結果より得られた各種統計値（判別率、レンジ、相関比等）をもとに、目的変数との関連性が高い「傾斜勾配」、「表層地質」、「植生群落」、「崩壊履歴」の4つの説明変数に絞込んだ（表-2）。

表-2 説明変数の設定

想定される崩壊発生素因	説明変数
<ul style="list-style-type: none"> 地形〔標高、傾斜方向、傾斜勾配、集水地形〕 地質〔表層地質、断層からの距離〕 植生群落 崩壊履歴の有無 	<ul style="list-style-type: none"> 傾斜勾配 表層地質 植生群落 崩壊履歴の有無

表-3 植生調査データの取り扱い

植生調査データ	データの取扱い
H05 現存植生図	⇒既存崩壊の特性把握に使用
H09 六甲山系現存植生図	
H15 植生調査図	⇒土砂生産ポテンシャル評価に使用

(3) 植生データの取り扱い

植生についての調査データは、当該地域では概ね3時期（H05、H09、H15）存在している。この内、(2)の説明変数では崩壊発生前の植生を表現するため、平成5年、平成9年の調査データを用いた（平成5年データは崩壊が平成7年～9年に発生した箇所に適用）。また、土砂生産ポテンシャルの評価においては将来予測が目的であることから、最新の植生調査結果である平成15年のデータを用いた（表-3）。

2. 3. 土砂生産ポテンシャル評価方法

多変量解析結果から得られたカテゴリースコアを指標とし、土砂生産ポテンシャルの評価を行った。評価結果はサン

プルスコアと崩壊発生実績との関係を整理し、その関係を「崩壊発生リスク」として捉え、これを指標として4つのランクに区分した。崩壊発生リスクとは、同一サンプルスコアのメッシュの内、実際に崩壊が発生したメッシュの割合を示す指標である。ランク区分の閾値は判別的中点を基本とし、これより崩壊発生リスクが高い側を2等分、低い側を2等分する方法をとった。

3. 検討結果

3.1. 既往崩壊地の特性把握結果

多変量解析により得られたカテゴリースコアをみると、「傾斜勾配」では35°以上の急勾配斜面、「表層地質」では第四紀の崖錘や大阪層群の一部・中生代有馬層群の岩脈、「植生群落」ではタラノキークサイチゴ群落やクズフジ群落等のパイオニア種、「崩壊履歴」では崩壊履歴有りのカテゴリー等が、崩壊との関連性が高い結果となっていた。これらは、六甲山系において一般的に認識されている崩壊等の土砂生産現象における主要素因と一致していることが確認された。

3.2. 土砂生産ポテンシャル評価結果

土砂生産ポテンシャルのランク区分を実施した結果、ランク1～4の崩壊発生リスクは、それぞれ4%以上、～3%、～2%、2%未満となった。また、既往崩壊地の捕捉率は、ランク1は約50%、ランク1～2は約70%、ランク1～3は約90%となった(図-1)。

土砂生産ポテンシャルの評価結果について、数カ所のモデルエリアで現地確認を行ったところ、ランク1、2に区分された箇所と現地において崩壊等の土砂生産ポテンシャルが高いと判断される箇所とは、概ね一致することが確認された。また、一部では空中写真判読では把握困難な小規模崩壊や溪岸崩壊なども、高いランクに評価されていることが確認された(図-2)。

3.3. 考察

検討結果からは、既往崩壊地の特性把握結果であるカテゴリースコアの値が一般的知見と一致することや、土砂生産ポテンシャルの評価結果であるランクが現地状況と概ね整合することが確認された。これらを踏まえるならば、土砂生産ポテンシャルの評価結果は現地の状況のある一定の精度で表現しているものと判断され、本評価手法は六甲山系において概ね適用可能と評価できる。

4. おわりに

本報告では、崩壊発生時期の違いや植生の時系列変化を考慮した既往崩壊地の特性分析、崩壊発生リスクを指標とした土砂生産ポテンシャル評価の一手法について報告した。

本検討において取り扱った各種変数の内、崩壊・植生は地形・地質と比べ、時期によりその分布位置や種類の変化が著しいものと捉えることができる。今回報告した土砂生産ポテンシャルの評価手法は、このような各変数の時系列変化の特徴を踏まえたデータの取り扱いをしており、評価結果についても概ね現地状況を表現することができた。また、土砂生産ポテンシャルの評価結果であるランクについては、崩壊発生リスクという指標をもとに設定していることから、グリーンベルト整備事業において当面の整備対象候補となる土砂生産ポテンシャルが高い斜面を、定量的に抽出することができた。

なお、今回の検討は既存の調査成果をもとに実施したため、地形は2mメッシュの詳細地形モデル、地質は1/50,000地質図、植生は1/12,500の空中写真判読結果と、調査精度にバラツキがあった。特に、植生についてはグリーンベルト整備事業の根幹に関わる要素であるため、今後詳細な調査を進め、評価結果の精度向上を図りたい。

最後に、多変量解析等の統計的手法に関して指導・ご助言を頂いた立命館大学中谷助教授に心から深謝の意を表す。

【参考文献】 板野ら：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、平成18年度砂防学会研究発表会概要集,p.328-329

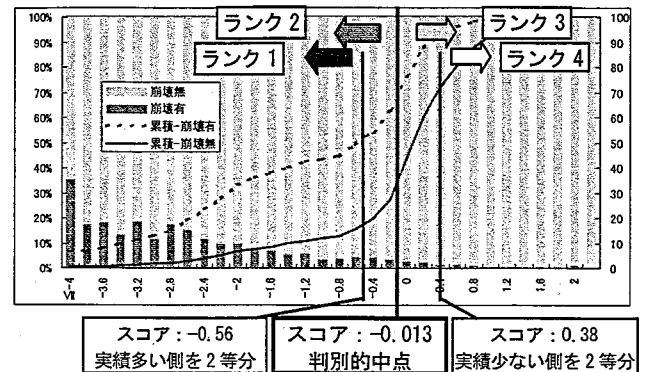


図-1 土砂生産ポテンシャルのランク区分結果

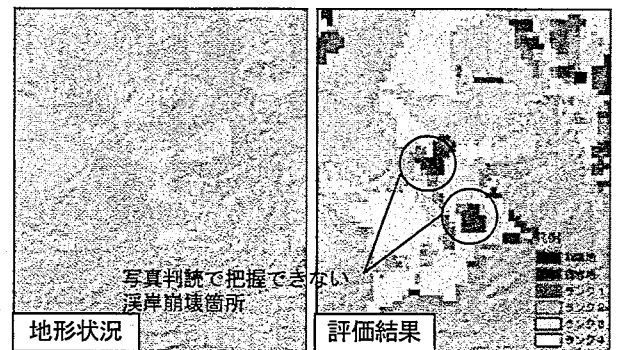


図-2 モデルエリアにおける現地確認結果の一例