

崩壊生産土砂量推定式のパラメータ  $\gamma$  値に影響を与えるファクターの分析(国研)防災科学技術研究所 秋田寛己<sup>○</sup>

## 1. 背景と目的

崩壊生産土砂量は崩壊地から河道へ流入する体積量であり、崩壊面積と崩壊深の積で概ね求めることができる。崩壊面積の情報と少数のパラメータを用いて、崩壊生産土砂量を早期かつ精度良く推定する手法があれば、緊迫した災害直後でも広域的な被害推定がある程度可能になると考えられる。また、災害前には土石流の規模や危険度の推定に活用でき、災害後は行政機関が災害関連事業を進めるための砂防基本計画の検討にも寄与できると期待される。崩壊生産土砂量 ( $V$ ) を推定する関数形は、 $V = \alpha A^\gamma$  ( $A$  は崩壊面積 ( $\text{m}^2$ ),  $\alpha$  と  $\gamma$  は係数) の累乗式が提案されている<sup>1)</sup>。これまでの研究で  $\alpha$  値・ $\gamma$  値のデータは徐々に蓄積されつつあり<sup>2)</sup>、土砂災害後に累乗式を適用し崩壊生産土砂量を推定するには、 $\alpha$  値・ $\gamma$  値をいかに設定するかが次の課題といえる。そこで本研究は、まず2014~2019年の豪雨で土砂災害が発生した4地域12地質を対象に、災害前後の詳細地形データ(分解能:1.0m)を用いて標高値の変化量を差分計算し、崩壊生産土砂量  $V$  を求めた。その上で、崩壊生産土砂量推定式のパラメータ  $\gamma$  値に影響を与えるファクターを分析した。

## 2. 方法

調査地域は、秋田・若月（2023）の丹波地域と安佐北地域に加え<sup>2)</sup>、新たに福岡県朝倉市（解析範囲 174.3 km<sup>2</sup>；以下、朝倉地域）、宮城県丸森町（解析範囲 74.7 km<sup>2</sup>；以下、丸森地域）を対象とした（図-1）。崩壊地の抽出は ArcGIS Pro 3.3 を用いて次のように行った。まず災害前後の詳細地形データから標高値の変化量を計算した。山地斜面において標高値の変化が見られる場所のほとんどが崩壊や土石流の跡地である。これらのうち、土石流が発生した流域において、斜面勾配が 20 度以上<sup>3)</sup>かつ 0.5 m 以上の侵食が発生した領域を崩壊地と見なし、それぞれの領域が個々の崩壊地であることを空中写真から確認した後、崩壊地ごとに各領域を囲うポリゴンを作成した。崩壊地（ポリゴン）ごとに、侵食部の面積  $A_e$  及び堆積部の面積  $A_d$  を計算し、その両者を合算した崩壊面積（ $A = A_d + A_e$ ）を計算した。そして、崩壊地ポリゴン内における侵食量  $V_e$  と堆積量  $V_d$  を差分計算することで、崩壊地からの崩壊生産土砂量（ $V = V_e - V_d$ ）を求めた。また、崩壊地ポリゴン内における侵食部の標高値の変化量の平均値を崩壊深  $D$ （m）として求めた。

本研究では $\gamma$ 値との関連性を調べるため、全ての崩壊地の傾斜を計算した。各崩壊地ポリゴンに接する斜面勾配 10 m セルを集計することで、崩壊地毎の斜面勾配平均値を計算した。さらにそれら値の地質別の平均値を整理した。雨量データは気象庁解析雨量を用いて、全ての崩壊地の最大 1 時間・3 時間・6 時間・12 時間・24 時間・48 時間積算雨量を計算した。各崩壊地ポリゴンの重心を計算し、これら重心における雨量を整理した。さらに斜面勾配と同様に地質別の平均値を整理し、異なる土砂災害地を一つのグラフで比較するため、各地域の最寄りのアメダス雨量観測所の観測開始～2022 年までの年平均雨量を計算し地質別の平均値から除して基準化した。

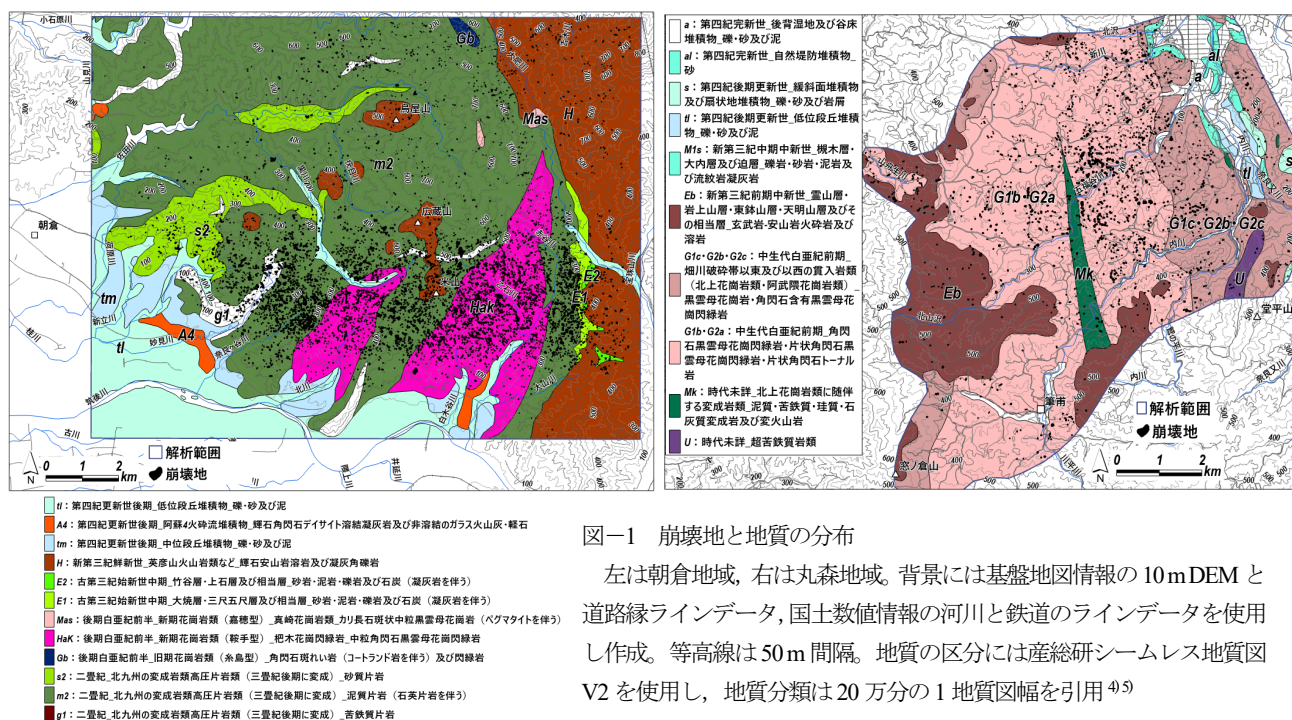


図-1 崩壊地と地質の分布

左は朝倉地域、右は丸森地域。背景には基盤地図情報の10mDEMと道路縁ラインデータ、国土数値情報の河川と鉄道のラインデータを使用し作成。等高線は50m間隔。地質の区分には産総研シームレス地質図V2を使用した。地質分類は20万分の1地質図幅を引用<sup>4)5)</sup>

### 3. 結果と考察

#### 3. 1 地質別の崩壊面積 $A$ と崩壊深 $D$ 、崩壊生産土砂量 $V$

崩壊面積  $A$  と崩壊深  $D$ 、崩壊生産土砂量  $V$  の関係及び、両者を累乗式で近似して得られた  $\alpha$  値・ $\gamma$  値、決定係数  $R^2$  値をそれぞれ図-2 に示す。安山岩溶岩 (H)、泥質片岩 (m2)、砂質片岩 (s2)、花崗岩類 (HaK, G1c, G2b, G2c) は  $n$  値が 0.23 以上と大きく、 $A$  と  $D$  の正の関係が比較的明瞭である。また、近似直線の切片を示す  $m$  値は 0.28 ~ 0.57 の範囲にあり、安山岩溶岩のように  $n$  値が大きい地質は、 $m$  値が小さくなる。朝倉地域と丸森地域の崩壊地でも、地質に関係なく  $A$  と  $V$  の正の関係は明瞭である。

#### 3. 2 各積算雨量と $\gamma$ 値の関係

図-3 に基準化雨量の積算時間と相関係数  $r$  の関係を示す。 $V = \alpha A^\gamma$  の傾きに相当する  $\gamma$  値は、崩壊面積に対する崩壊深の増加割合である  $n$  値が大きくなると増大するため<sup>2)</sup>、崩壊地の深さをあらわす指標と考えることができる。相関係数  $r$  は 24 時間積算雨量が 0.60 と最も高く、48 時間積算雨量が 0.59 と次に高い。そのため、 $\gamma$  値はある程度時間を積算した雨量との相関が強いと考えられる。

#### 3. 3 地形傾斜と $\gamma$ 値の関係

$\gamma$  値は前述のように崩壊深の増加割合をあらわし、崩壊深は斜面に残存する土層の厚さに比例する<sup>6)</sup>と想定できるため、傾斜との関連性が考えられる。そこで、図-4 に崩壊地平均傾斜と  $\gamma$  値の関係を  $y = ax + b$  の一次式で示す。ばらつきはあるものの、両者に負の相関がみられ、傾斜が緩い地形では土層が崩落しにくく、残存するために  $\gamma$  値が大きくなる傾向にあると推測される。

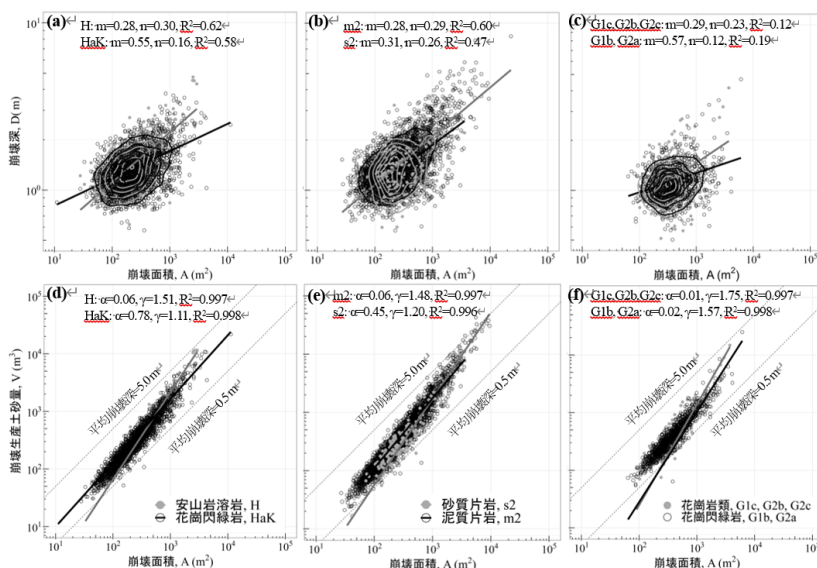


図-2 崩壊面積  $A$  と平均崩壊深  $D$ 、崩壊生産土砂量  $V$  の関係

a,b,d,e は朝倉地域で c,f は丸森地域、各線形は近似直線、コンターはカーネル密度推定

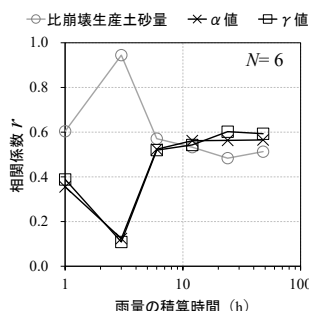


図-3 基準化雨量の積算時間と相関係数  $r$  の関係

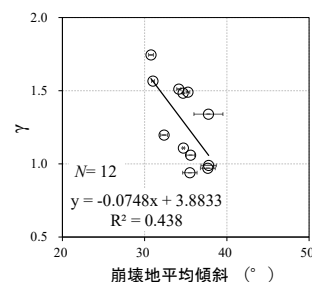


図-4 崩壊地平均傾斜と  $\gamma$  値の関係  
エラーバーは標準誤差

#### 謝辞

本研究を遂行するにあたり、災害前後の詳細地形データと空中写真は国土地理院、兵庫県県土整備部土木局砂防課、九州北部豪雨復興出張所、宮城南部復興事務所、広島県土木建築局砂防課から貸与を受けた。さらに本研究は、科学研究費助成事業（課題番号：20K22595）「土石流災害を誘発させる生産土砂を定量評価する手法の構築とその検証」の助成金を使用した。末尾ではあるが、ここに付記し謝意を表する。

#### 参考文献

- 1) Simonett, D. S. (1967): Landslide distribution and earthquakes in the Bewani and Torricelli Mountains, New Guinea. In: Jennings, J.N., Mabbutt, J. A. (Eds.), Landform Studies from Australia and New Guinea, Cambridge University Press, Cambridge, p.64-84
- 2) 秋田寛己, 若月強 (2023): 崩壊生産土砂量推定式のパラメータ  $\alpha$  値・ $\gamma$  値に及ぼす崩壊深や地質の影響 -2014 年 8 月豪雨で発生した丹波地域と広島地域の土砂災害の事例-, 砂防学会誌, 75 (5), p.3-14
- 3) 国土交通省国土技術政策総合研究所 (2016): 砂防基本計画策定指針 (土石流・流木対策編) 解説, 国土技術政策総合研究所資料, No. 904, 77pp.
- 4) 久保和也, 松浦浩久, 尾崎正紀, 牧本博, 星住英夫, 鎌田耕太郎, 広島俊男 (1993): 20 万分の 1 地質図幅「福岡」, 地質調査所
- 5) 久保和也, 柳沢幸夫, 山元孝広, 駒澤正夫, 広島俊男, 須藤定久 (2003): 20 万分の 1 地質図幅「福島」, 地質調査所
- 6) 逢坂興宏, 塚本良則 (1987): 自然斜面の土層の厚さについて, 緑化工技術, 12 (3), p.1-6