

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 5 月 31 日現在

機関番号：82102

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2020～2021

課題番号：20K22595

研究課題名(和文)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

研究課題名(英文) Construction and verification of a method for quantitative evaluation of sediment yield that induces debris-flow disasters

研究代表者

秋田 寛己 (Akita, Hiromi)

国立研究開発法人防災科学技術研究所・水・土砂防災研究部門・特別研究員

研究者番号：60880820

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、平成26年8月豪雨で土砂災害が発生した兵庫県丹波市と広島県広島市の地質の異なる地域を対象とし、災害前後のLP地形データを用いて標高値の変化量を計算し、崩壊生産土砂量 V を求めた。 $V=A$ で表される推定式の値・値を計算し(A は崩壊面積)、これらに及ぼす崩壊深や地質の影響を調べた。その結果、値と値には負の相関があり、崩壊面積に対する崩壊深の増加割合が大きくなると値が増大することが明らかになった。地質別に見ると、火成岩類は概ね値が大きく、値が小さい傾向があり、崩壊面積によって崩壊深があまり変化しない崩壊形状であるためと考えられた。堆積岩類は値・値が広範囲に分布していた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

崩壊面積の情報のみを用いて、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。

研究成果の概要(英文)：This study examined sites with different geological features in Tamba City, Hyogo Prefecture and Hiroshima City, Hiroshima Prefecture, where debris flow disasters were caused by heavy rainfall in August 2014. The sediment volume (V) of each landslide was calculated based on comparisons LiDAR-derived DEMs before and after the disaster. The - and -values of the landslide volume estimation equation, i.e., $V = A$, where A is landslide area, were also estimated. The results showed a negative correlation between the - and -values, with the -value increasing as the ratio of the land-slide depth to the landslide area increased. Igneous rocks had larger -values and smaller -values and sedimentary rocks had a wide range of - and -values.

研究分野：砂防学

キーワード：生産土砂 斜面崩壊 土石流災害 花崗岩類 堆積岩類 LP地形データ 差分解析 衛星画像

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

土石流は、崩壊地から生産される土砂が流動化し、流路上の土砂を巻き込みながら流下して、下流域に甚大な災害を引き起こす。土石流による流域からの流出土砂は、一般に斜面崩壊による土砂（以下、崩壊生産土砂量と呼ぶ）と溪岸・溪床侵食による土砂からなる。崩壊生産土砂量が膨大であると土石流の規模が大きくなりやすく、また河道に大量の土砂が堆積するため二次災害の危険性も増すと考えられる。したがって、崩壊生産土砂量を推定できれば、数値計算による土石流規模の予測や危険度評価に活用できたり、災害後の砂防基本計画を検討したりする上で有用である。崩壊生産土砂量 (V) は崩壊面積 (A) を因子とした累乗式 ($V = \alpha A^\gamma$) で近似できることが知られ、誘因（地震・降雨など）や素因（地形・地質・気候など）が異なっても、同じパラメータ α 値・ γ 値を使用し推定できるといわれる。しかしながら、既存研究の崩壊深や崩壊面積の値が必ずしも正確ではないことや基礎データに崩壊面積の偏りが存在すること、地質分類が考慮されていないといった問題点がある。

2. 研究の目的

本研究は、地質の異なる山地において、土石流災害発生前後の LP 地形データを用いた標高値の差分計算により崩壊生産土砂量を求め、 α 値・ γ 値を計算した。その上で、 α 値・ γ 値に及ぼす崩壊深や地質の影響を検討した。

3. 研究の方法

(1) 対象地域

対象地域はいずれも平成 26 年 8 月豪雨で土石流災害が発生した兵庫県丹波市市島町及び氷上町（以下、丹波地域）と広島県広島市安佐北区・安佐南区（以下、広島地域）である（図-1）。地質は、20 万分の 1 地質図幅によると、丹波地域が丹波帯頁岩砂岩 (s1)・超丹波帯砂岩 (gs)，広島地域が花崗岩類 (Gh)・流紋岩類 (T2)・玖珂層泥岩 (Ksm)・苅田層泥岩 (Nm) である。また、気象庁の解析雨量による積算雨量は、積算時間が長くなるほど、丹波地域は広島地域に比べて雨量が大きく、特に 24 時間雨量と 48 時間雨量の差は大きかった。

(2) 崩壊地の抽出

崩壊地の抽出は ArcGIS Pro 2.8 を用いて次のように行った。まず災害前後の LP 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。

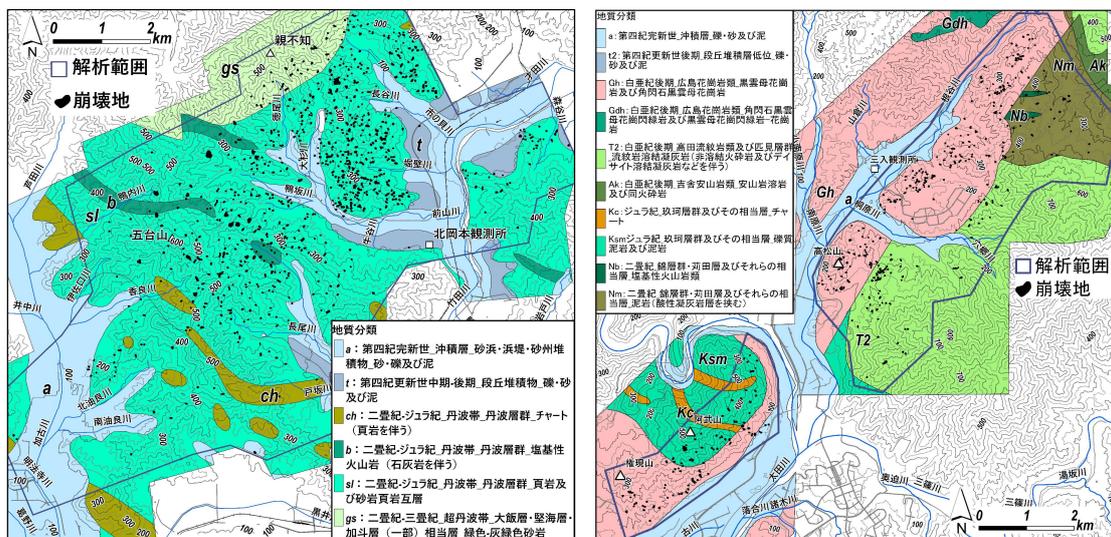


図-1 崩壊地と地質の分布（左は丹波地域、右は広島地域。背景には基盤地図情報の 10 m DEM と道路線ラインデータ、国土数値情報の河川と鉄道のラインデータを使用し作成。等高線は 50 m 間隔。地質の区分には産総研シームレス地質図 V2 を使用し、地質分類は 20 万分の 1 地質図幅を使用)

4. 研究成果

(1) 崩壊面積 A と崩壊深 D、崩壊生産土砂量 V

各地質における崩壊面積 A と平均崩壊深 D の関係を図-2 上段に示す。ここでは、地質ごとに A と D を累乗式 ($D = mA^n$) で近似した。m と n は係数である。A と D は分布のばらつきが見られるが、地質に関係なく正の相関がある。この中で、丹波帯頁岩砂岩・超丹波帯砂岩・苺田層泥岩は n 値が 0.16 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、丹波帯頁岩砂岩のように n 値が大きい地質は、m 値が小さい傾向がある。

崩壊面積 A と崩壊生産土砂量 V の関係及び、両者を累乗式 ($V = \alpha A^\gamma$) で近似して得られた α 値・ γ 値、決定係数 R^2 値をそれぞれ図-2 下段に示す。 R^2 値はいずれの地質においても 0.996 以上とかなり高いことから、地質に関係なく A と V の正の関係は明瞭である。すなわち、全ての地質において、崩壊面積と崩壊生産土砂量の関係は ($V = \alpha A^\gamma$) で概ね表現できていると考えられる。

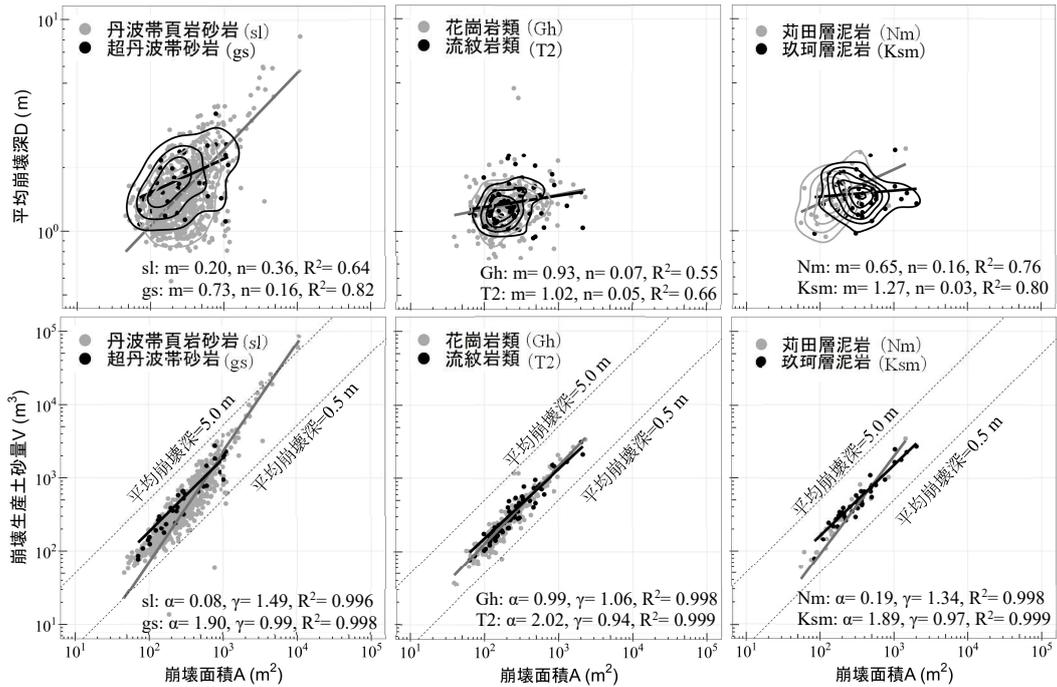


図-2 崩壊面積 A と平均崩壊深 D、崩壊生産土砂量 V の関係 (各線形は近似直線, コンターはカーネル密度推定)

(2) m 値・n 値と γ 値の関係

γ 値に影響する要因を明らかにするための検討を行った。崩壊生産土砂量 V は、崩壊地の侵食量 V_e の関数であることから、 γ 値には崩壊深が影響すると想像できる。そこで、崩壊面積と崩壊深に関連する m 値・n 値と γ 値の関係を図-3 に示す。この図からわかるように、ばらつきはあるが γ 値は m 値・n 値と正または負の関係にある。このことから、崩壊面積に対する崩壊深の増加割合を示す n 値が大きくなると、 $V = \alpha A^\gamma$ の傾きに相当する γ 値が増大すると考えられる。

本研究で扱った地質はまだ少ないが、今後計測データを増やすことで α 値・ γ 値を地質ごとに整理できると考えている。今後は土石流災害発生時の砂防基本計画などへの崩壊生産土砂量推定式の活用を目指し、様々な地質における α 値・ γ 値のデータを蓄積していきたい。

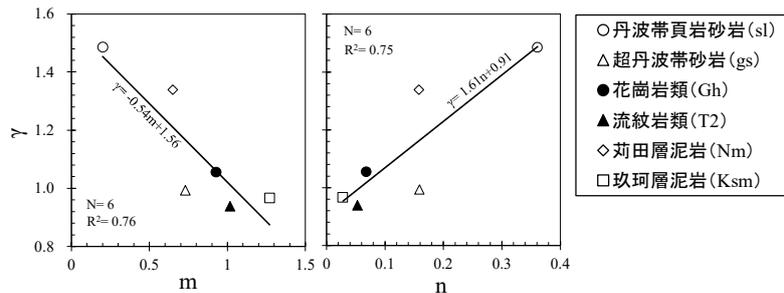


図-3 m 値・n 値と γ 値の関係 (各線形は近似直線)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 秋田寛己;若月強
2. 発表標題 2014年（平成26年）8月豪雨における兵庫県丹波市の土石流による土砂流出量と地形の関係
3. 学会等名 第39回日本自然災害学会学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 秋田寛己;若月強
2. 発表標題 広島花崗岩類及び丹波帯の山地における崩壊面積と崩壊深・崩壊生産土砂量との関係 - 平成26年8月豪雨で発生した土石流災害の事例 -
3. 学会等名 令和3年度砂防学会研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 秋田寛己;若月強
2. 発表標題 崩壊生産土砂量推定式のパラメータの地質による差異 - 2014年8月豪雨で発生した丹波地域及び広島地域の土石流災害の解析 -
3. 学会等名 令和4年度砂防学会研究発表会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	若月 強 (Wakatsuki Tsuyoshi)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------