

平成23年紀伊半島大水害を対象とした大規模土砂生産後の土砂流出活発期間に関する分析

国土交通省国土技術政策総合研究所土砂災害研究部砂防研究室 ○大盛 泰我・赤澤史顕・鈴木啓介

1. はじめに

計画規模の一連の降雨継続期に発生する短期イベントで生産された土砂が、その後の降雨により特に活発に移動する期間を中期土砂流出、降雨イベントの前に比べて定常的に流出土砂量が活発な状態が継続する期間を長期土砂流出として取り扱うこととされている¹⁾。近年は、平成23年紀伊半島大水害や平成29年九州北部豪雨等で、生産された土砂の全てが一連の降雨で下流へ流出せず大量の土砂が山地流域に残存し、しばらくの間、活発な土砂流出が継続して河床変動が長期間続いている。そのため、流域内に残存した土砂の流出に伴う被害を防止するための中長期的な土砂流出対策が必要となっている。

既往研究では、崩壊土砂量と年間流出土砂量の関係等から土砂流出活発期間を推定する検討²⁾が行われており、推定手法の妥当性を検証する上で今後もデータを蓄積・分析していく必要があるとされている。また、国総研資料第1115号³⁾では、大規模土砂生産後に生じる活発な土砂流出に関する分析結果がとりまとめられており、既往研究では土砂流出活発期間は10年程度であったと推定されている。また、中期土砂流出対策における計画規模の考え方についても記載があるが、土砂流出活発期間の長短が流域毎に異なるため、中長期的な土砂流出対策計画を検討するための具体的な計画規模の考え方を示していく必要がある。

本研究では、土砂流出活発期間の特性を明らかにすることを目的としてH23年紀伊半島大水害を対象に、大規模土砂生産後の土砂流出活発期間と降雨指標との関係を分析する。

2. 研究方法

本研究では、既往研究で行われていたダム堆砂測量結果による年間土砂流出量の把握に加え、近年はLPデータの整備も進んでいることから、複数時期のLP差分解析結果を基に大規模土砂生産後の土砂動態（土砂流出活発期間の継続性、流域内の状況変化）の把握を試みた。

年間の流出量と降雨指標の関係を分析するために、ダム堆砂測量データを用いて、対象流域最下流の風屋ダムへの



図-1 研究対象流域図

年間流入堆砂量のデータ⁴⁾を整理した。また、最寄りの風屋雨量観測所の雨量データを収集し、対象流域における年間流出土砂量の時系列変化と降雨指標（年最大日雨量、年最大3日雨量、年間総降雨量）との関係を分析した。

LP計測データを用いて複数時期（H24,H29,R2）の差分解析を行い主要な土砂変動箇所の土砂変動量（侵食・堆積量）を算定した。さらに、単元流域毎に変動量を集計し、対象流域内の土砂変動を分析した。また、併せて地形データから縦断面図を作成し、土砂変動の時系列変化を分析することで流域内の土砂移動状況の変化を確認した。

3. 研究結果

3. 1 年間土砂流出量と降雨の関係について

ダム堆砂測量データから整理した年間ダム流入堆砂量と風屋ダム雨量観測所の降雨データから整理した雨量指標との関係を分析した。年間比流出土砂量の時系列変化と各雨量指標との関係（図-2,3）を確認すると、年間比流出土砂量（ダム流入量/流域面積）は、H23年紀伊半島大水害以降すべての年度（H24～R4）においてH23年以前の10年間の平均値（図-2,3 グラフの破線）を上回っていた。また、降雨指標（年最大日雨量、年最大3日雨量、年間総降雨量）と年間流出量の関係を分析したが、各指標とも一定の関係は見られるが明瞭な相関関係は確認できなかった。

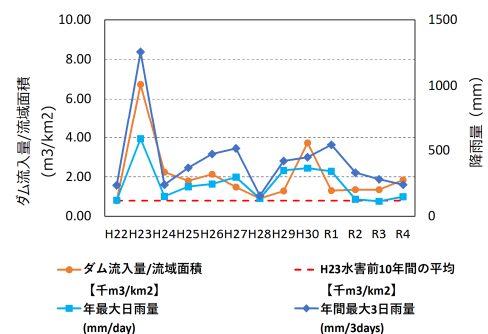


図-2 年最大日雨量、3日雨量と年間流出土砂量の関係

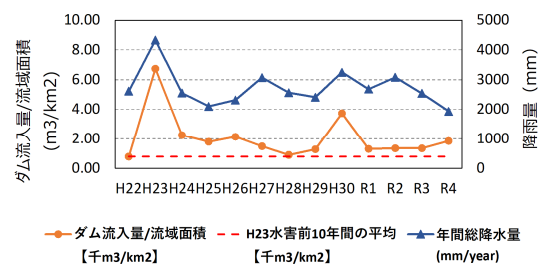


図-3 年間総降雨量と年間流出土砂量の関係

3. 2 LP 差分析による土砂変動の把握

3. 2. 1 各単元流域における土砂変動量の分析

差分析を行った単元流域の多くで侵食傾向が見られ、H24 から H29、H29 から R2 の両期間において土砂流出が確認された。土砂流出が顕著であった神納川と川原樋川の2流域について、研究対象範囲最下流に位置する風屋ダムに流入する土砂流入量を整理した（表-1）。表に示すように、各期間の流出土砂量とダム堆砂測量による流入土砂量を比較すると、H24-H29 はダム堆砂量約 281 万 m^3 に対して LP 差分から算出した流出量は約 414.5 万 m^3 程度で概ね整合している。一方、H29-R2 はダム堆砂量約 284 万 m^3 に対して LP 差分から算出した流出量では約 98 万 m^3 程度と過小である。差分析による土砂変動量の把握については、分析・検証は必要であるが、土砂移動量のオーダーレベルでは整合しており、LP データによる土砂移動の傾向把握は可能であった。

これらを踏まえ、土砂流出が継続している原因を分析するため、土砂変動が多く確認された川原樋川流域に着目し、LP データから作成した縦断面図の地形変化から流域内の土砂移動状況を確認することとした。

表-1 差分析による流域毎の土砂変動量集計表

解析期間	流出土砂量 (千 m^3)		年間比流出量 ($\text{m}^3/\text{年}/\text{km}^2$)	
	H24-H29	H29-R2	H24-H29	H29-R2
神納川流域	1,520	360	2,980	1,130
川原樋川流域	2,625	620	6,070	2,430
合計	4,145 (2,810*)	980 (2,840*)		

3. 2. 2 縦断面図による流域内の土砂移動状況把握

図-5 に示す縦断面図で地形変化を確認すると、崩壊生産源では H23 年紀伊半島大水害時に発生したと考えられる崩壊地の侵食や崩壊地内にたまった土砂の流出が確認できる。河道上流側でも侵食傾向にあるが、河床変動は落ち着きつつあり、縦断面図を確認しても紀伊半島大水害前 (H19) の河床高と同程度まで河床が低下している。一方、河道下流側では、H24-H29 では堆積傾向であったが、H29-R2 では侵食傾向にあり、河床に堆積した土砂が流出していると考えられる。R2 の河床高を確認すると、紀伊半島大水害前 (H19) の河床状況と比較しても河床が高い状況にあるため、今後も河道に残存した土砂の流出が継続する可能性があると考えられる。

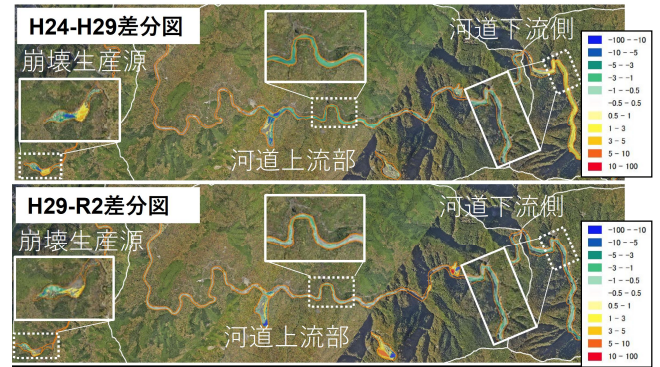


図-4 差分析結果_川原樋川抜粋

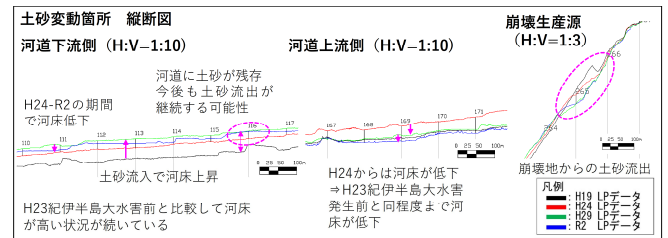


図-5 縦断面図による地形変化の確認

5. おわりに

ダム堆砂測量データ及び LP 差分による土砂変動量から、年間比流出土砂量は H24 から R4 において H23 年以前の 10 年間の平均値を上回っていた。また、LP 差分により紀伊半島大水害前よりも河床が高い状況にあり、流域内に土砂が残存している状況が確認されたため、今後も土砂流出が継続する可能性がある。以上より、本研究で対象とした紀伊山地では土砂流出が活発な期間が継続しているといえる。

また、年間流出量と降雨指標において一定程度の関係は見られるものの、相関関係については明確でないため、河床状況や粒度分布と併せて関係を分析していく必要がある。

今後は、既往研究の他イベントとの比較や、土砂流出活発期間の長さに影響を与える要因との関係性を分析することで、中・長期土砂流出対策計画における期間や降雨規模の考え方、計算条件を設定する方法を検討していきたい。

参考文献

- 国土交通省水管理・国土保全局：河川砂防技術基準計画編基本計画編第3章砂防（土砂災害等対策）計画，2019
- Izumiyama, H., Uchida, T., Horie, K. and Sakurai, W. : Characteristics of sediment dynamics following large-scale sediment supply events in mountain watersheds in Japan, Geomorphology, Vol. 367, 107301, 2020
- 国土交通省国土技術政策総合研究所：大規模土砂生産後に生じる活発な土砂流出に関する対策の基本的考え方（案），国総研資料，第1115号，2020
- 国土交通省近畿地方整備局：第24回熊野川の総合的な治水対策協議会資料，資料2-3，2023