

放射性同位体トレーサによる土砂生産源の変遷の推定

(国研) 土木研究所寒地土木研究所
京都大学防災研究所

○水垣 滋
宮田秀介, 片岡秀太, 山野井一輝

1. はじめに

斜面における土砂生産、斜面から河道への土砂供給、河道での土砂輸送を考慮したさまざまな数値計算手法(モデル)が提案されており^{1),2)}、気候変動による流域土砂動態の将来予測等に有用なツールとして期待される。しかし、崩壊や土石流の発生場は降雨の量や強度、それらの空間分布によって出水ごとに異なるため、流域の土砂生産・流出実態を観測・調査で把握することは容易でない。実態データ不足はモデルの検証・改良を困難にしており、未だ研究開発途上にあるといえる。

近年、複合トレーサを用いた土砂生産源推定手法が広く普及してきており、著者らは、岩石由来の放射性同位体を土砂移動トレーサとした定量的な土砂生産源推定手法を提案してきた³⁻⁶⁾。これらのデータを様々な出水イベントを経験した長期データとして蓄積することで、モデルの検証⁷⁾、課題抽出や改良が可能となり、流域土砂動態の将来予測につながる可能性がある。本研究の目的は、放射性同位体を土砂移動トレーサとした粒径階別の土砂生産源推定により、流域内の土砂生産源の変遷を明らかにすることである。足洗谷流域末端(及び複数の支川末端)において採取した流出土砂及び河床材料について生産源寄与度の推定を行い、それらの時系列変化情報と大規模な土砂流出イベントとの関連を調べた。

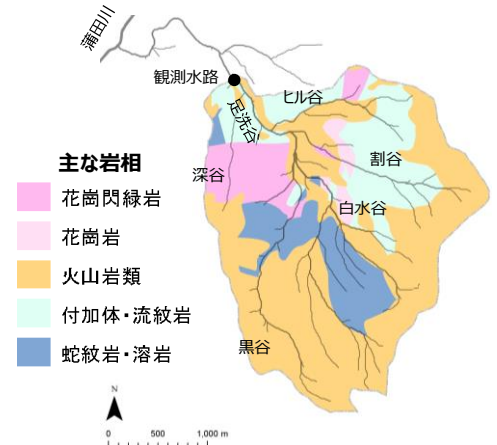


図-1 足洗谷流域の生産源区分

2. 方法

調査流域の神通川水系蒲田川流域の足洗谷(観測水路地点; 6.7 km²)は、岩石由来の放射性同位体により流域の土砂生産源を5地域に区分でき⁴⁾、支川流域単位で生産源地域の構成割合が異なる(図-1)。足洗谷流域からの流出土砂は、下流端の観測水路(図-1)のスロットサンプラの捕捉土砂を3深度から採取した⁴⁾。また、観測水路直下流の河床材料からも土砂を採取した。採取した期間は2016年5月から2023年6月である。採取した土砂試料は、6段階(A: <0.075 mm、B: ~0.425 mm、C1: ~1 mm、C2: ~2 mm、D: ~4.75 mm、E: ~9.5 mm)に篩別し、B~Eについては粉碎して均一化したものを分析試料とした。流出土砂のトレーサ濃度特性は、γ線スペクトロメトリーにより分析試料の放射性同位体(²¹²Pb, ²¹⁴Pb, ²¹⁴Bi, ²²⁸Ac, ⁴⁰K)を定量した⁴⁾。5種のトレーサ濃度特性を用いた多変量土砂混合モデル^{4),5)}により、流出土砂に対する各生産源の寄与率を算出した。

3. 結果と考察

足洗谷流域では、2019年8月30日及び2020年7月7日に大規模な出水・土砂移動イベント(以下、それぞれ2019年イベント及び2020年イベント)が確認されている。2019年イベントでは、白水谷で土石流が発生し、黒谷からも堰堤を越流したと見られる下流への土砂流出が確認され、下流の観測水路が損壊した。2020年イベントでは、ヒル谷で土石流の発生したほか、割谷や白水谷でも土砂流出が確認されている。このように、2019年イベントと2020年イベントでは足洗谷流域内の異なる支川流域から土砂が流出しており、その前後に流域末端で捕捉された流出土砂に土砂生産源の時系列変化情報が反映されている可能性がある。

そこで、足洗谷流域の下流端の観測水路及び近傍の河床から採取した土砂試料について、5地域の生産源寄

与率を粒径階ごとに算出し、その時系列変化を調べた（図-2）。両イベントに関連した各生産源寄与率の主な変動傾向は以下の通りである。

- 1) 粒径階 A 火山岩類の寄与が 2019 年イベント・2020 年イベント後で高く、蛇紋岩・溶岩の寄与は緩やかな増大傾向がうかがえる。
- 2) 粒径階 B： 蛇紋岩・溶岩の寄与が 2019 年イベント後で高くなり、ほぼ維持している。花崗岩の寄与はイベント前にほぼゼロであったが、イベント後にやや高くなっている。
- 3) 粒径階 C： 蛇紋岩・溶岩の寄与は 2019 年イベント前よりイベント後の方が高く、花崗岩の寄与もやや増大傾向に見える。
- 4) 粒径階 D： 蛇紋岩・溶岩と付加体・流紋岩の寄与は 2019 年イベント後に高くなったが、その前後はそれほど変わらない。その他はイベントとの関連は見だしにくい。
- 5) 粒径階 E： 蛇紋岩・溶岩の寄与が 2019 年イベント後で最も高い。

このように、黒谷及び白水谷に分布する蛇紋岩・溶岩地域の寄与が 2019 年イベント時以降に増大した傾向がいずれの粒径階においても確認された。2019 年イベント前の現地調査では黒谷の蛇紋岩地域に広大な崩壊裸地斜面と崖錐堆積物の存在を確認しており、2019 年イベント時及びそれ以降の土砂供給源として寄与した可能性が示された。土砂移動トレーサによる生産源の変遷を明らかにすることで、モデル検証データとして活用できる可能性がある。

【引用文献】

- 1) 山野井・藤田, 2014. 土木学会論文集 B1 (水工学) 70: I_925-I_930. 2) 原田・江頭, 2022. 河川技術論文集 28: 289-294. 3) Mizugaki et al., 2012. IJCE, 5(1): 60-69. 4) 水垣ら, 2020. 2020 年度砂防学会発表要旨集, 89-90.
- 5) 水垣・古市, 2022. 砂防学会誌, 74(5): 48-54. 6) 水垣ら, 2022. 第 65 回 (2021 年度) 北海道開発技術研究発表会論文集, 防 16 (治). 7) 片岡ら, 2023. 2023 年度砂防学会発表要旨集, 607-608.



図-2 足洗谷観測水路における粒径階別に見た流出土砂に対する生産源寄与率の時系列変化

赤点線：2019 年イベント、青点線：2020 年イベント