

生産源の分布を考慮した土砂動態シミュレーション Sediment Dynamics Simulation Considering the Distribution of Production Sources

○片岡 秀太・宮田 秀介・水垣 滋・山野井一輝
○Shuta KATAOKA, Shusuke MIYATA, Shigeru MIZUGAKI, Kazuki YAMANOI

In the field of sediment control, various models for simulating sediment outflow have been developed and utilized for disaster reproduction and sediment control planning. Recently, these models have significantly advanced the understanding of sediment dynamics within watersheds. Issues such as sediment and flooding in sediment transport systems, sediment accumulation in dam reservoirs, and coastal erosion have become increasingly evident, underscoring the need to understand the processes of sediment production and outflow. Sediment production in watersheds is a crucial phenomenon that determines the conditions of sediment supply in sediment transport systems and is essential for addressing sediment disasters and river environmental issues. However, previous studies have seldom considered the sources of sediment production. Therefore, this study conducted simulations using a sediment dynamics model that considers the sources of production. (130 words).

1. はじめに

これまで、砂防分野では、災害の再現や砂防計画のために様々な土砂流出シミュレーションモデルが開発され、使用されてきた。これにより、流域内の土砂動態の把握が進んでおり、特に、山地流域の雨水流出や土砂生産流出のシミュレーターが開発され、土砂移動現象が定性的に分析されている。

流砂系における土砂や洪水の問題、ダム貯水池の堆砂、河床低下による人工構造物の損傷、海岸浸食などが顕在化しているため、土砂生産と流出過程の理解が必要である。流域の土砂生産は、流砂系における土砂供給条件を決定する重要な現象であるため、土砂災害や河川環境問題に対処するには、土砂の量と質を理解することが重要である。欧米では、土砂生産源の推定に、多変量混合モデルを用いた **fingerprinting** が広く使用されている。日本でも古くから海岸砂や河床材料の生産源推定にトレーサが使用されている。

しかしながら、これまでの研究では、土砂の生産源を考慮したシミュレーションの事例は少ない。したがって、本研究では、掃流砂観測とトレーサ手法を組み合わせた土砂生産源推定¹⁾の結果と生産源を考慮した土砂動態モデルによるシミュレーション結果の比較を行うことで本シミュレーションの検証を行う。

2. 方法

2.1. 対象流域概要

対象流域は神通川水系足洗谷流域（観測水路地点：6.7 km²）である。この対象地域は京都大学防災研究所穂高砂防観測所の流砂観測水路が設置されており、掃流砂観測とトレーサ手法を組み合わせた土砂生産源推定における対象流域でもあるため、本研究に適する。また、対象とする出水は2016年8月2日、2017年7月1日とする。

2.2. シミュレーションの概要

本研究では、土砂動態モデルである **SiMHIS** を使用する。本モデルは山野井ら²⁾によって開発された土砂動態解析モデルで、流域地形を基にしたモデルであり、土砂生産モデル、河道への土砂供給モデル、降雨流出モデル、土砂輸送・流出モデルを統合したものである。本モデルを用いた流域土砂動態シミュレーションによって各出水における流出土砂の地質別寄与率推定を行い、水垣らによる掃流砂観測とトレーサ手法を組み合わせた土砂生産源推定の結果と比較を行う。

2.3. 慣らし計算の概要

本計算を行う前に、初期条件決定の目的で慣らし計算を行った。期間は2002年から2022の20年間の内、規模の大きい(100 mm/s/イベントを目安)降雨、40イベントとした。使用した降水データは足洗谷流域に最も近いアメダス観測地点である、栃尾地点とした。

2.4. 生産源推定手法の概要

河道への供給土砂及び河床の粒度分布を図 1 にそれぞれ示す。与える粒度分布は交換層・堆積層・供給土砂で異なったものを与えており、交換層・堆積層は、慣らし計算の結果から、供給土砂は現地で土砂サンプリングを行い、粒度分析を行った結果から設定した。また、水垣らは足洗谷流域において土砂サンプリングを行い、岩石由来の放射性同位体によって流域の土砂生産源を 5 地域に区分した。本研究では、その区分を参考に、各地域での生産土砂に色付けし、流出土砂がどの生産源から供給されたものであるか判断可能としている。ここで、土砂生産・供給は裸地からのみと仮定している。図 2 に裸地箇所と生産源区分を示す。

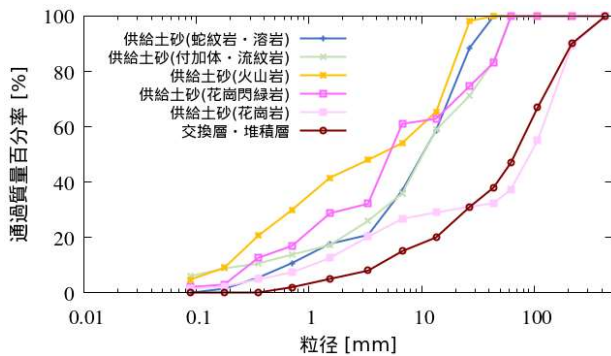


図 1 シミュレーションに用いた粒径加積曲線

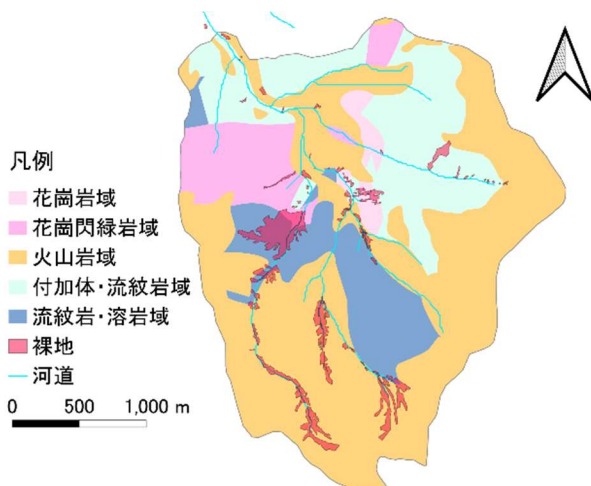


図 2 足洗谷流域の裸地・生産源区分

3. 結果・考察

図 3 に観測による生産源寄与率、本研究における生産源寄与率をそれぞれ出水ごとに示す。2016 年 8 月 2 日の出水では、蛇紋岩・溶岩および火山岩の寄与率が比較的観測結果と近い結果となった。

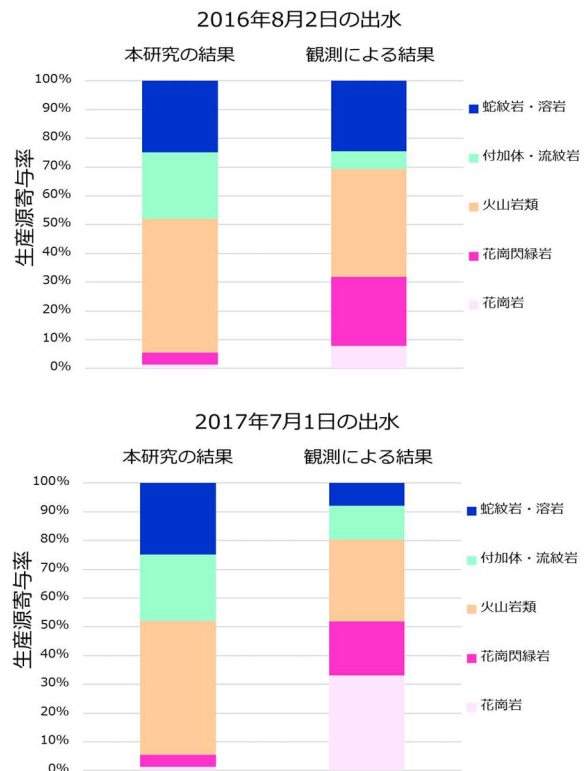


図 3 各出水における生産源寄与率

しかし、付加体・流紋岩や花崗閃緑岩では観測と異なる結果となった。

2017 年 7 月 1 日の出水では、火山岩では観測結果と近い値となったが、花崗岩における寄与率が異なる結果となった。

これらの原因として、シミュレーションでは河道に供給される土砂は裸地からのみと仮定しており、裸地の面積に各生産源の流砂量が依存しているためであると考えられる。

4. おわりに

本研究では、流域土砂動態シミュレーションにより、流出土砂の地質別寄与率の推定を行い、掃流砂量観測とトレーサ手法とを組み合わせた推定結果と比較することでその手法の検証を行った。多少結果の一致はあったものの、全体的な結果の再現は今後の課題となった。今後は、裸地範囲の見直しなど、さらなる検討が必要である。

参考文献

- 1) 水垣滋・古市剛久：複合トレーサによる土砂の生産源推定, 砂防学会誌, Vol.74, No.5, pp.48-54, 2022
- 2) 山野井一輝：土砂生産・土砂供給過程を考慮した土砂流出モデルの開発とその応用に関する研究, 京都大学学位論文, 2017