

浮遊土砂の生産源推定における放射性同位体トレーサの探索

(独) 土木研究所寒地土木研究所 正会員 ○水垣 滋 村上 泰啓 鳥谷部寿人
国土交通省河川局防災課 桑原 誠

1. 目的

地殻活動が盛んな日本では河川流域からの土砂生産が活発であるため、山から海まで水系一貫した土砂管理が必要である。とくに浮遊土砂は山地から海域まで一気に流下するため、生産源における対策が重要である。浮遊土砂を大量に河川に供給する地すべりや斜面崩壊といった大規模な土砂生産は地質に大きく依存する可能性があり¹⁾、その土砂供給量を推定することは流域の土砂管理計画を立案する上で極めて有用な情報となる。これまでも河床材料²⁾や海岸砂³⁾を対象に岩石や鉱物、元素組成をトレーサとした粗粒砂礫の生産源推定がなされてきたが、浮遊土砂については調べられていない。近年、放射性降下物をトレーサとした浮遊土砂生産源の推定が行われている⁴⁾。放射線量は岩石によって異なることが知られており⁵⁾、天然放射性同位体を用いて異なる地質の浮遊土砂生産源を判別できる可能性がある。本研究の目的は、異なる地質流域の浮遊土砂生産源を推定するために、天然放射性同位体を用いた浮遊土砂トレーサを探索することである。異なる地質流域における崩壊裸地斜面の表層土壌と浮遊土砂を採取し、 γ 線分析により天然放射性同位体を定量評価し、統計解析を用いて判別可能な生産源の地質区分とトレーサを探索した。

2. 方法

2.1 調査地及び野外調査 調査流域は北海道中央部の鶴川 (1270 km²) 及び沙流川流域 (1350 km²) とした。ともに日高山脈に源流域をもち、複雑な地質で構成される (図-1)。異なる地質の放射性同位体を調べるため、GIS と 1/20 万シームレス地質図 (産総研地調総合センター) を用いて 13 の小流域を調査地とし、崩壊裸地斜面の表層約 5 cm から土壌試料を採取した。また、沙流川水系額平川流域総主別川 (M6) 及び宿主別川 (S8) の末端部に浮遊土砂サンプラーを設置し (2009年10月~12月)、浮遊土砂を回収した。

2.2 分析方法 採取した土砂試料は、35~40°Cで風乾した後、500 μ m メッシュのふるいで篩別してポリエチレン容器 (ϕ 15 mm、高さ 50 mm、容積 5 ml) に充填し、密閉後 21

日以上静置したものを γ 線測定試料とした。 γ 線分析には、高純度 Ge 井戸型検出器付き γ 線波高分析装置 (Ortec GWL-120-15 ; SEIKO EG&G MCA7600) を用い、標準線源でエネルギー校正及び効率校正を行った。放出される γ 線を 1 試料につき 8 時間以上測定し、天然放射性同位体のウラン-238 系列、トリウム-232 系列、ウラン-235 系列、カリウム-40、及び人工放射性同位体セシウム-137 と放射性降下物の過剰鉛-210 の 13 種類について定量分析した。

2.3 解析方法 生産源土壌の採取地点を、地質図により 6 種類の基準 (地質時代 1、地質時代 2、地質区分 1、地質区分 2、岩石、小流域) で分類した。異なる基準の分類グループを判別できるトレーサの組合せを抽出するため、Walling ら⁶⁾の統計解析方法にしたがい Kruskal-Wallis 検定及び判別分析を行った。さらに抽出されたトレーサ組合せを用いて主成分分析を行い、生産源土壌と浮遊土砂のトレーサ特性の関係を検討した。

キーワード 放射性同位体 浮遊土砂 トレーサ ガンマー線 生産源推定

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1-34 (独) 寒地土木研究所 寒地水圏研究グループ TEL 011-841-1696



図-1 調査対象流域とサンプリング地点

3. 結果と考察

定量分析を行った 13 種の放射性同位体についてノンパラメトリック検定を行った結果、8~10 種の放射性同位体についてグループ間で有意差が認められた。有意差が認められた同位体を対象に判別分析を行ったところ、正答率が最も高かったのは岩石区分を Pb-212, Ac-228 及び K-40 を用いて判別した場合 (76.4%) であった。これら 3 つの同位体を用いて主成分分析を行ったところ、第 2 主成分までで 96.6% を説明できた。第 1 及び第 2 主成分による散布図上で、岩石グループ毎に分布が異なっていたが、付加コンプレックスは玄武岩ブロックと付加体基質(堆積岩)に 2 区分に分別することができる(図-2)。このように、天然放射性同位体を用いて土砂生産源を岩石の種類によって判別できることがわかった。

岩石の判別に用いた主成分軸を用いて総主別川 (S6 ss) と宿主別川 (S8 ss) の浮遊土砂を散布図上にプロットした(図-3)。浮遊土砂は生産源の主成分スコアの中に分布しており、岩石からの寄与を算出できることが示唆される。PC1 及び PC2 をトレーサ特性とした Mixing モデル⁶⁾により生産源(岩石)の寄与率を計算したところ、流域による岩石別面積の違いをよく表していた(図-4)。このことから、天然放射性同位体をトレーサとして浮遊土砂の岩石別生産源推定が可能であることが示唆された。

参考文献

- 1) たとえば村上泰啓. 2008. 航空レーザー測量結果を用いた沙流川流域の微地形判読と基盤岩の土砂生産特性について. 河川技術論文集 14: 127-132.
- 2) たとえば大石哲, 砂田憲吾, Sisinggih D, 宮沢直季. 2010. 鈹物組成を用いた富士川流域における土砂生産源推定に関する基礎研究. 水工学論文集 54: 673-678.
- 3) たとえば福山貴子, 松田武久, 佐藤慎司, 田中晋. 2003. 湘南海岸流砂系の土砂動態と相模川河口地形の変化. 海岸工学論文集 50: 576-580.
- 4) Mizugaki S, Onda Y, Fukuyama T, Koga S, Asai H, Hiramatsu S. 2008. Estimation of suspended sediment sources using Cs-137 and Pb-210(ex) in unmanaged Japanese cypress plantation watersheds in southern Japan. Hydrological Processes 22: 4519-4531. Doi 10.1002/Hyp.7053
- 5) 松田秀晴, 湊進. 1999. 日本における主な岩石中の放射能. Radioisotopes 48: 760-769.
- 6) Walling DE, Owens PN, Leeks GJL. 1999. Fingerprinting suspended sediment sources in the catchment of the River Ouse, Yorkshire, UK. Hydrological Processes 13: 955-975.

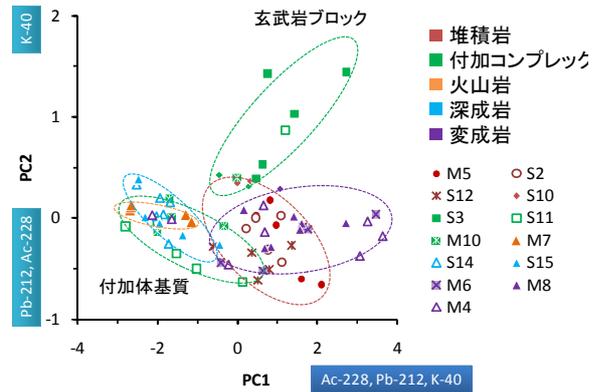


図-2 岩石別の主成分軸散布図

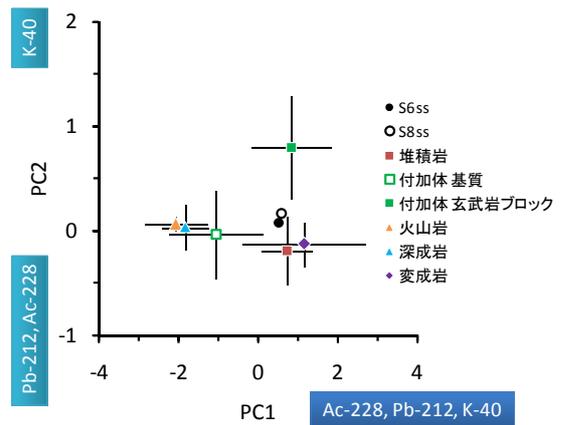


図-3 生産源と浮遊土砂の岩石別トレーサ特性

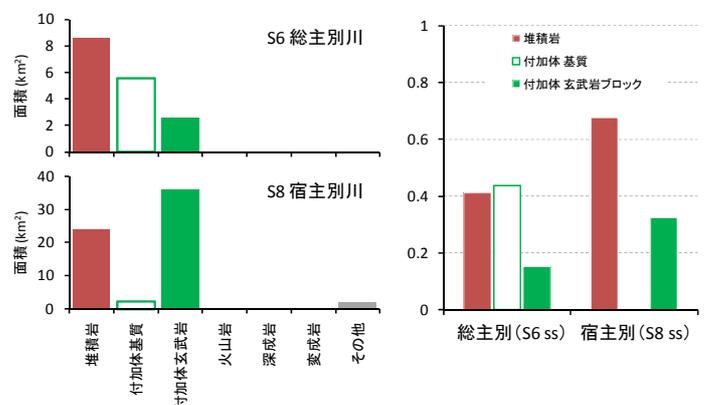


図-4 流域の岩石別面積 (左) と浮遊土砂に対する岩石の寄与 (右)