

(国研) 土木研究所寒地土木研究所 ○水垣滋・谷瀬敦・新目竜一
 京都大学防災研究所 宮田秀介
 三重大学生物資源学部 堤大三

1. はじめに

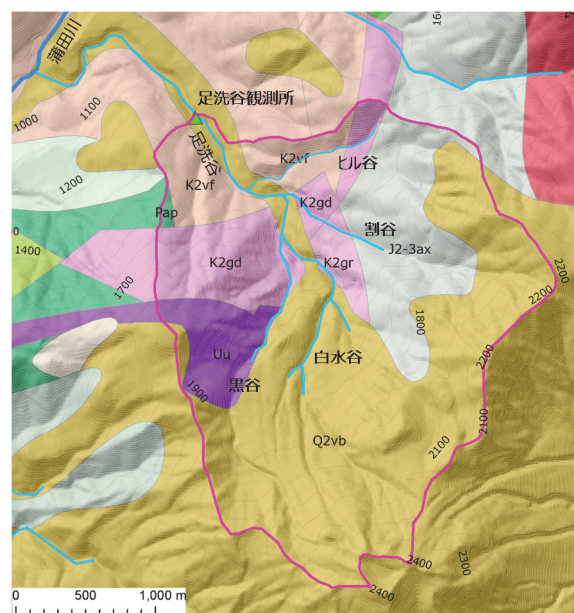
流砂系の総合的な土砂管理では、山地から下流河川・海岸・沿岸への土砂動態において、主要な生産源である山地上流域のどこからどの程度土砂が輸送され、下流河川・沿岸域に寄与するかを定量的に評価すること、すなわち土砂生産源の定量評価が重要な課題の一つとなる。欧米では、微細土砂を対象に複数トレーサを用いた多変量混合モデルが主流となっており（たとえば Collins et al., 1998）、生産源土砂のトレーサ特性から、生産源の区分法と有効トレーサの組み合わせを統計的に抽出することで、信頼性の高い生産源寄与の定量評価を行っている。わが国では、古くから海岸砂や河床材料の生産源が岩種や鉱物組成、元素組成などをトレーサとして推定されてきたが、そのほとんどが生産源土砂とのトレーサ特性の直接比較が行われておらず、生産源寄与を定量評価した事例は極めて少ない（Mizugaki et al., 2012）。また、トレーサ特性の粒径依存性により、微細土砂に用いるトレーサをそのまま砂礫に適用できない可能性があり、流砂系の総合土砂管理の観点から、幅広い粒径に適用できる生産源推定手法の構築が必要であると考えられる。本研究の目的は、様々な粒径階に適用可能な土砂生産源推定手法を構築するために、有効なトレーサ（放射性同位体）の探索と粒径による影響を明らかにすることである。

2. 方法

2.1 調査地及び野外調査 調査流域は、岐阜県高山市に位置する神通川水系蒲田川流域の足洗谷（6.7 km²）とした（図-1）。流域内の異なる地質に区分される生産源土砂のトレーサ特性を調べるために、地質図（原山, 1990; 産総研, 2015）をもとに調査地点を 37 箇所設定し、裸地斜面の表層約 5 cm から土砂試料を採取した。

2.2 分析方法 採取した土砂試料は、絶乾した後、a～e の 5 段階（a: <0.075 mm、b: 0.075～0.425 mm、c: 0.425～2 mm、d: 2～4.75 mm、e: 4.75～9.5 mm）に篩別し、b～e については粉砕器（安井器械; PV1400(S)）で粉砕して均一化したものをγ線分析に供した。篩別した a 及び粉砕した b～e の土砂試料について高純度 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）により 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いくつかの基準で分類した。異なる基準の分類グループを判



記号	地質	面積 [km ²]	[%]
J2-3 ax	中-後期ジュラ紀(J2-3)の付加コンプレックスの基質	1.00	14.9
K2 gd	後期白亜紀(K2)の花崗閃緑岩	0.78	11.5
K2 gr	後期白亜紀(K2)の花崗岩	0.17	2.5
Uu	超苦鉄質岩類(超塩基性岩: 蛇紋岩: オフィオライト)	0.40	6.0
Q2 vb	中期更新世(Q2)の非アルカリの苦鉄質火山岩類(安山岩・玄武岩)	3.82	56.7
K2 vf	後期白亜紀(K2)の非アルカリ珔長質火山岩類(デイサイト・流紋岩類)	0.55	8.2
Pap	ペルム紀(P)の苦鉄質深成岩類(付加コンプレックス中の岩体)(斑れい岩類)	0.02	0.3

図-1 足洗谷流域の地質構成（産総研, 2015）

別できるトレーサの組合せを抽出するため、Walling et al. (1999)の方法にしたがい、Kruskal-Wallis 検定及び判別分析を行った。

3. 結果と考察

すべての粒径階を含めた Kruskal-Wallis 検定及び判別分析により抽出された地質区分・トレーサ特性の組み合わせのうち、 ^{212}Pb 、 ^{228}Ac 、 ^{40}K 濃度の岩相区分 (図-1; 産総研, 2015) による比較を図-2 に示した。岩相によってバラツキの大小が異なるものの、有意に濃度差が認められたことから、これらのトレーサの有効性がうかがえる。トレーサ濃度のバラツキは粒径階によって生じており (図-3)、とくに花崗岩 (gr) は微細な粒径で ^{212}Pb 及び ^{228}Ac 濃度が顕著に高くなり、 ^{40}K では粒径階 c で最大となることがわかる。一方、蛇紋岩 (u) や安山岩・玄武岩 (vb) などは粒径効果が顕著でない。このことは、掃流砂や浮遊砂、ウォッシュロードを対象とする場合、有効な生産源区分・トレーサ組み合わせを決定する際に、流域に含まれる岩相やトレーサ特性の粒径効果に注意を払う必要性を示している。一方、図-3 のようにトレーサ特性の粒径効果がわかれば、粒径階ごとに有効な生産源区分・トレーサ特性を探索することで、それぞれの粒径階で定量的な生産源推定手法を構築できる可能性を示している。

【引用文献】 Collins et al. 1998. Earth Surface Processes and Landforms 23: 31-52. 原山智. 1990. 5 万分の 1 地質図幅「上高地」・上高地地域の地質, pp. 175. Mizugaki et al. 2012. IJECE 5: 60-69. 産業技術総合研究所地質調査総合センター (編). 2015. 20 万分の 1 日本シームレス地質図 2015 年 5 月 29 日版. Walling et al. 1999. Hydrological Processes 13: 955-975.

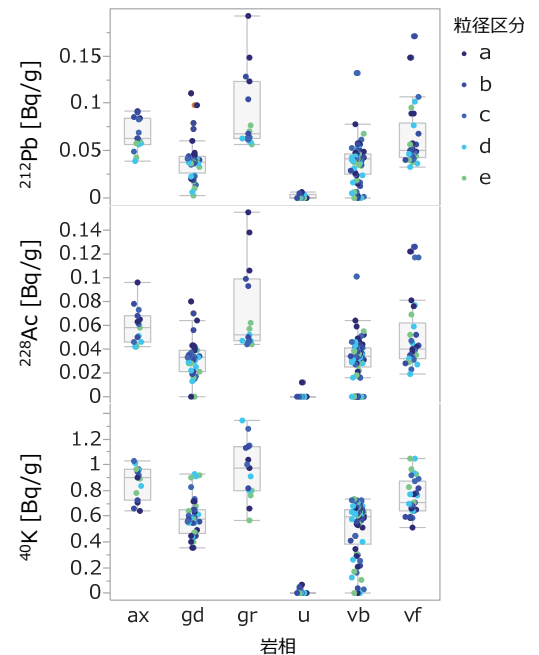


図-2 岩相区分とトレーサ濃度特性

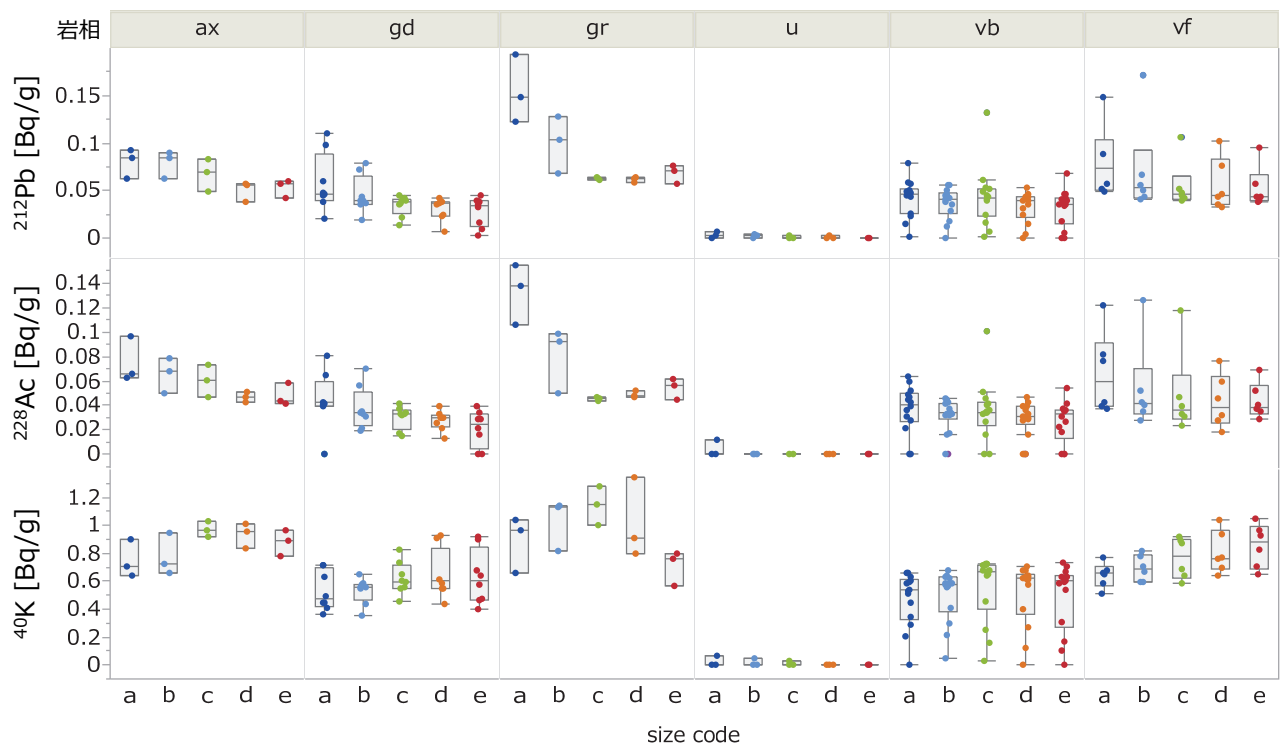


図-3 粒径区分によるトレーサ濃度特性の違い