

異なる地質流域の浮遊土砂生産・流出特性

(国研) 土木研究所寒地土木研究所 ○水垣滋・谷瀬敦・平井康幸

1. はじめに

山地で生産される土砂の量・質（粒径）を把握することは、流砂系を考慮した総合的な流域土砂管理において重要な課題の一つである。流域の土砂生産量の主な規定要因の一つに地質特性の影響が知られているが（たとえば Hicks et al., 1996; 岡野ら, 2004）、流域がさまざまな地質で構成される場合、流域内の土砂生産量や流出土砂の粒径組成に空間的な違い（ばらつき）が生じる可能性がある。効率的な土砂生産源対策を計画・実施するには、流域を構成する地質別に土砂生産特性を明らかにする必要がある。

著者らはこれまで、鷓川・沙流川流域を対象に岩石由来の放射性同位体をトレーサとして土砂生産源を6種の地質（岩石）に区分し、流域内の浮遊土砂生産量が地質によって異なること（Mizugaki et al., 2012; 水垣ら, 2015a）、山地小流域から海岸（水垣ら, 2013）・沿岸（大橋ら, 2012）まで浮遊土砂・堆積土砂の生産源を推定し、土砂の粒径によって主要な生産源となる地質が異なることを明らかにしてきた。また山地流域の浮遊土砂の流出量（水垣ら, 2012）や粒径（Mizugaki et al., 2013）にも地質による影響が確認されたほか、岩石の風化速度も地質（岩石）によって異なることを確認してきた（水垣ら, 2015b）。しかし、山地流域の浮遊土砂生産・流出特性の地質・地形・降雨条件がどのように粒径の違いを生み出すかについて、データに基づいた総合的な解釈はなされていない。

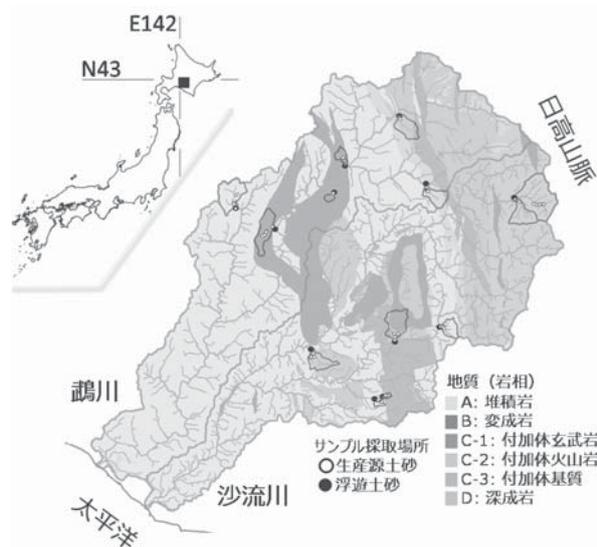


図-1 調査地位置図

そこで本研究では、地質の異なる山地流域の浮遊土砂生産・流出特性を明らかにすることを目的に、生産源土砂と浮遊土砂の現地調査及び粒度分析、暴露試験を行った。浮遊土砂の粒径に着目した地質による土砂生産・流出特性の違いを検討した。

2. 材料と方法

2.1 生産源土砂と浮遊土砂 調査流域は、北海道中央部に位置する一級河川鷓川水系（流域面積 1,270 km²）及び沙流川水系（1,350 km²）とした（図-1）。シームレス地質図上で単一の地質で構成される13の小流域（流域面積 0.7~27.2 km²）を設定し、各流域の溪岸裸地斜面について5~8箇所から表層5 cm程度の土砂を採取し、生産源土砂とした。さらに流域末端に浮遊土砂サンプラーを設置し（2009年11月~2014年12月）、その間8~13回、捕捉された土砂の回収と乾燥重量の秤量、及び粒度分析を行った。

2.2 暴露試験 暴露試験は、寒地土木研究所（札幌市）の屋上で実施した（水垣ら, 2015b）。山地流域の溪岸裸地斜面から採取した岩石のうち、直径3~5 cm程度のものを4個ずつ選び、電気乾燥炉により35~45°Cで風乾したものを供試体とした（表-1）。供試体を2 mmメッシュの篩に設置し、細粒化土砂を塩ビ容器で捕捉した。観測期間は2013年10月1日から2015年10月1日の2年間とし、約2~4週間ごとに、計32回、容器の回収を行った。捕捉された土砂と降水をガラス繊維フィルター（ADVANTEC GF/F; ポアサイズ0.7 μm）で

表-1 供試体の諸元（水垣ら, 2015b）

| 記号 | 地質 | 採取場所 | 密度 (g/cm ³) |
|-----|-------------------------------|---------------|----------------------------|
| A-1 | 堆積岩 新第三紀・砂岩 | 沙流川 オバラダイ川 | 2.25 |
| A-2 | 堆積岩 白亜紀・泥岩 | 鷓川 ヌタボマナイ川 | 2.66 |
| B-1 | 変成岩 時代不詳・蛇紋岩 | 沙流川 ニセウ川 | 2.50 |
| B-2 | 変成岩 白亜紀・カムイコタン変成岩 | 鷓川 弓立沢 | 2.28 |
| C-1 | 付加コンプレックス ジュラ紀・白亜紀・玄武岩ブロック | 沙流川 パンケヌシ川 | 3.04 |
| C-2 | 付加コンプレックス ジュラ紀・白亜紀・玄武岩岩体 | 鷓川 双珠別川五の沢 | 2.68 |
| C-3 | 付加コンプレックス 白亜紀・メランジ(砂岩泥岩) | 鷓川 大滝の沢 | 2.60 |
| D | 深成岩 古第三紀・片麻岩 | 鷓川 トナム | 2.95 |

ろ過し、105°Cで絶乾したろ紙上の残留物を秤量し、風化生成物の重量とした。風化の程度を比較するために、風化生成物の重量を供試体の初期重量で除した、風化率で評価した。また、197日目までの風化生成物について粒度分析を行い、粒径別の風化率を評価した。

2.3 解析方法 各流域の地形・地質特性は、ArcGIS (ESRI; ArcGIS 10.0, Spatial Analyst) を用いて求めた。国土地理院発行の10 m メッシュ数値標高モデルを用い、各流域の流域面積、標高、1次河川の流路勾配を集計した。地質は Mizugaki et al. (2012) の生産源区分にしたがい6種の岩石で分類した(図-1)。また、気象庁のアメダス降水量データを用いて、各流域の浮遊土砂サンプラー設置期間毎に最大降雨強度、総雨量を集計した。

3. 結果及び考察

浮遊土砂サンプラーで捕捉された土砂量を比較するために、流域面積や観測期間、降水量が異なるため、単位時間・降水量・面積あたりの捕捉量(単位土砂量とする)を算出した。また、粒径組成は比表面積を指標とした。単位土砂量や比表面積は、小流域によって様々であり、地質による違いが認められた(図-2)。浮遊土砂の比表面積は生産源土砂のそれと正の相関があり、概ね生産源土砂の粒径特性に依存することが示唆される(図-3)。C-2の浮遊土砂の比表面積は生産源土砂より大きく、微細土砂の流出が卓越していると考えられる。暴露試験では、C-2の累積風化率は4.4%とA-1(86.4%)、B-1(14.0%)について3番目に高く、63 μm以下の微細粒子画分の生成率は全岩の0.47%(ただし

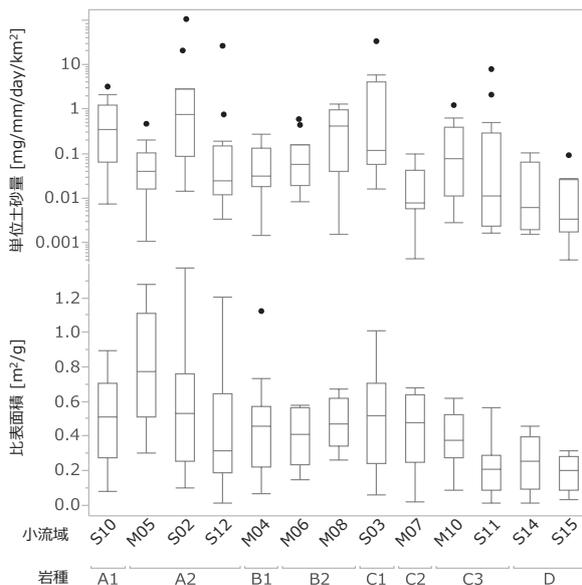


図-2 山地小流域の単位土砂量と比表面積

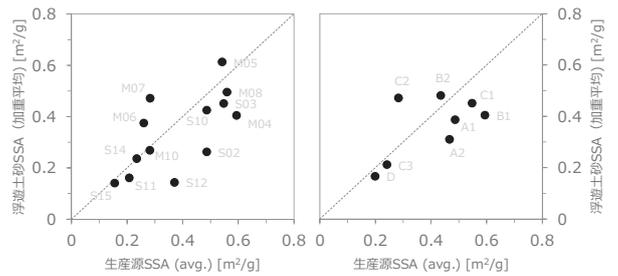


図-3 生産源と浮遊土砂の比表面積の比較

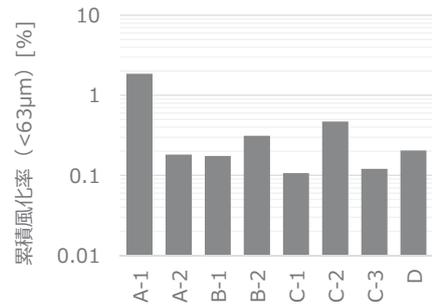


図-4 微細粒子画分 (<63μm) の累積風化率

197日間の累積)と2番目に高かった(図-4; 水垣ら, 2015b)。これらのことから、河床・溪岸の礫の風化による微細土砂の生成が浮遊土砂流出に影響している可能性が示唆される。一方、1次オーダーの流路勾配は地質によって大きく異なるが、単位土砂量や比表面積との関係は認められなかった。このことから、地質による地形特性の違いは浮遊土砂の流出特性に直接的な影響をもたらしていないと推察される。

謝辞

現地調査にあたり日高北部森林管理署、むかわ町、占冠村、日高町、平取町の関係各位にご協力いただきました。ここに記して謝意を表します。

【引用文献】

Hicks et al., 1996. IAHS Publication, 236: 149-156. Mizugaki et al., 2012. IJECE 5(1): 60-69. 水垣ら, 2012. 平成24年度砂防学会概要集, 422-423. Mizugaki et al., 2013. Int. symposium on sediment disasters under the influence of climate change and tectonic activity (3rd), Kyoto, 26-27 September. 水垣ら2013. 土木学会論文集B2 (海岸工学) 69 (2): I_671-I_675. 水垣ら, 2015a. 平成27年度砂防学会概要集B: 8-9. 水垣ら, 2015b. 寒地土木研究所月報, 750: 2-13. 大橋正臣ら, 2012. 土木学会論文集B2 (海岸工学) 68 (2): I_1121-1125. 岡野ら, 2004. ダム工学 14: 167-176.