

濁度計とトレーサを用いた山地流域の浮遊土砂生産・流出過程の推定

(国研) 土木研究所寒地土木研究所 ○水垣滋・谷瀬敦・新目竜一

1. はじめに

山地から沿岸までを流砂系とした総合的な流域土砂管理において、山地流域から流出する浮遊土砂の生産・流出特性を把握することは、基礎的かつ重要な課題である。一般に、流域からの浮遊土砂流出特性はSS濃度と流量のべき乗回帰式で評価されるが、山地小流域では、SS濃度と流量との決定係数は必ずしも高くなく、ヒステリシスを示すことが多い（たとえば倉茂, 1996）。このヒステリシスは、浮遊土砂の生産源や輸送過程を反映していくつかのパターンに分類されることが知られており（Williams, 1989）、流域の浮遊土砂生産源や流出特性を示す指標となる。

一方、浮遊土砂の生産源推定には、しばしばトレーサ手法が用いられ、岩相や侵食深が異なる生産源からの寄与率を推定できる（たとえば Mizugaki et al., 2012）。しかし、流域の土砂生産・流出特性は出水規模やタイミングに応じてさまざまに異なることが普通であり、長期的な観測に基づいた解釈が必要である。

本研究の目的は、流域の浮遊土砂生産・流出過程を明らかにすることである。濁度計観測によりさまざまな融雪・降雨流出時の浮遊土砂濃度ヒステリシスを調べた。また、放射性同位体トレーサを用いた浮遊土砂生産源推定を行った。

2. 材料と方法

2.1 調査地及び野外調査 調査流域は、北海道南部に位置する一級河川沙流川水系額平川の支川、総主別川流域 (16.75 km^2) とした（図-1）。地質は主に白亜紀堆積岩（A）、付加体玄武岩ブロック（C-1）及び付加体堆積岩（C-3）で構成され、全域が森林で覆われている。

流域末端部に水位計（応用地質 S&DL mini）及び後方散乱式濁度計（JFE アドバンテック Infinity Turbi）を設置し、2010年10月から2016年12月まで約6年間、水位及び濁度を10~20分間隔で記録した。また、2011年~2014年の融雪出水及び夏・秋期の降雨出水時に流量観測及び表面採水を行った。

2.2 分析・解析方法

濁度データは、バッテリー切れや土砂による埋積、河床低下に伴う浮き上がりなどによる明らかな異常

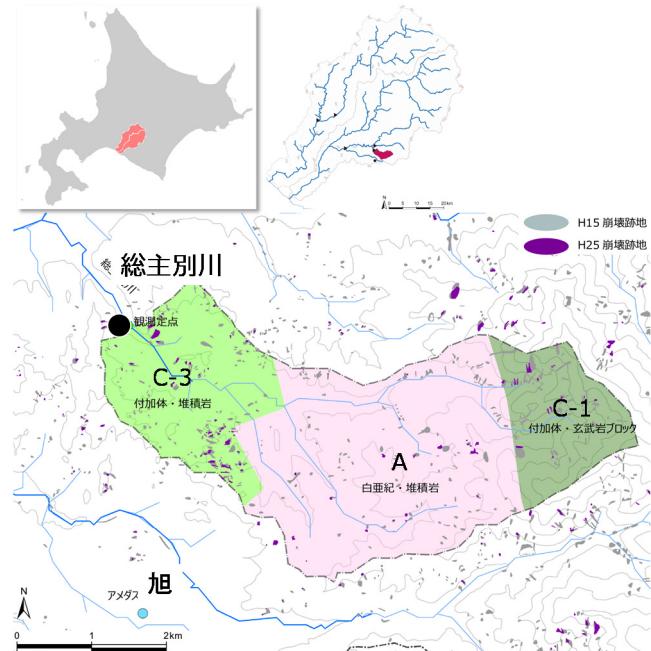


図-1 研究対象流域

値・ノイズを除外した後、原因不明のスパイクを除去するために前後30分の移動平均値を採用し、毎時データを抽出した。採取した河川水のSS濃度と濁度との関係式を構築し、SS濃度に換算した。

2.3 浮遊土砂の生産源推定

浮遊土砂の生産源推定について、Mizugaki et al. (2012)は、放射性同位体 ^{212}Pb 、 ^{228}Ac 及び ^{40}K をトレーサとして、流域内の異なる岩相を潜在的生産源とした浮遊土砂に対する寄与率を推定できることを示した。本研究においても、総主別川流域の浮遊土砂の生産源を推定するために融雪出水時や降雨出水時に表面採水を行い（11イベント、37サンプル）、抽出した浮遊土砂成分の ^{212}Pb 、 ^{228}Ac 及び ^{40}K 濃度をガンマ線検出装置により分析し、3種の岩相（A：堆積岩、C-1：付加体玄武岩ブロック、C-3：付加体堆積岩）からの浮遊土砂に対する寄与率を推定した。

3. 結果

3.1 SS濃度ヒステリシスの類型化と出現傾向

2011年~2016年に水位計・濁度計により観測された流量・SS濃度の時系列データから、連続雨量20mm以上の89イベントを対象に、SS濃度の流量に対するヒステリシスループを時計回り、反時計回り、直

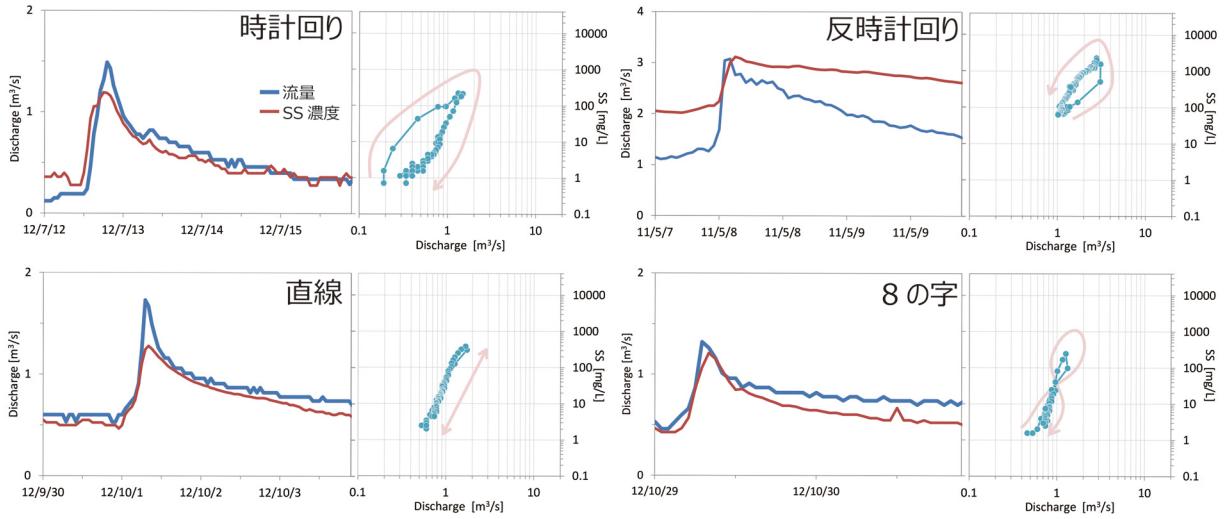


図-2 ヒステリシスループのタイプ

線、8の字の4つのタイプに類型化した(図-2)。ヒステリシスのタイプ別の出現割合は時計回りが最も多かった(図-3左)。ヒステリシスのタイプ別にイベント期間中の最大流量を比較したところ、時計回り < 直線・8の字 < 反時計回りの順に大きかった(図-3右)。ヒステリシスループの出現傾向は、出水規模によって異なることが明らかになった。

3.2 浮遊土砂生産源

流域の3つの岩相からの浮遊土砂に対する寄与率は、堆積岩(A)で38.8%、付加体玄武岩ブロック(C-1)で25.4%、付加体堆積岩(C-3)で35.8%(いずれも流出土砂量による加重平均値)であった。比流量と生産源寄与との関係を調べたところ、AとC-1の寄与率は有意な正の相関($A: r=0.3965, p=0.0151$ 、 $C: r=0.3731, p=0.0229$)が、C-3は有意な負の相関($r=-0.6296, p<0.0001$)が認められた(図-4)。これらの結果から、流量規模が大きくなるほど流域の上流に位置するAやC-1の地域から浮遊土砂が供給され、流量規模が小さい時は観測点近傍のC-3地域の浮遊土砂が主たる成分となると推察される。

4. 考察・まとめ

ヒステリシスループの出現傾向から、流量規模が大きいほど流域の広範囲の斜面・河道から土砂が供給されることがわかった。トレーサ手法では、流量規模が大きいほど流域上流に分布する付加体玄武岩ブロックや堆積岩地域からの土砂供給が寄与することが示唆され、ヒステリシスループの結果とも整合する。これらのことから、濁度計観測は浮遊土砂の流出量だけでなく生産源推定におけるモニタリング手法として有効であるといえる。

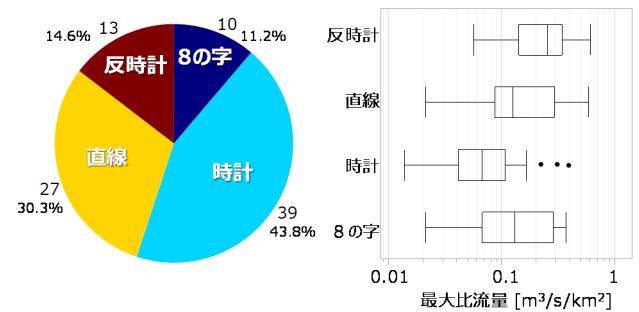


図-3 ヒステリシスループの出現傾向

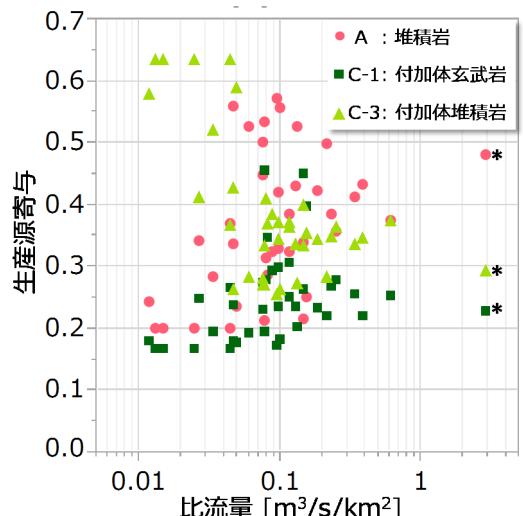


図-4 浮遊土砂生産源の寄与と流量の関係

謝辞

現地調査にあたり平取町及び日高北部森林管理署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】

- 倉茂好匡(1996)「水文地形学」古今書院, 132-142p. Mizugaki et al., 2012. IJCE 5:60-69. Williams, 1989. J. Hyd. 111:89-106.