

山地上流域での PIT tags を用いた掃流土砂トレース手法の検討

東京農工大学農学府 ○久保圭槻, 平岡真合乃, 五味高志, 仁平啓介
神奈川県自然環境保全センター 内山佳美

1. はじめに

山地上流域では、小粒径から大粒径のさまざまな土砂が混合し、階段状河床地形などが形成されている。このような河床材料の混合やステップや淵など河床粗度や乱流は、山地溪流の土砂輸送過程に大きな影響を及ぼすと報告されている (Yager et al., 2011)。また、山地上流域の流路では、斜面からの季節的な土砂生産により河床材料が変化し、結果として流路の移動土砂量や粒径が変化する (平岡ほか, 2013)。さらに、山地溪流では従来の掃流土砂流送計算式などを適用した土砂移動の評価が難しいことなども指摘されている (高橋, 2013)。そのため、複雑な山地溪流内における移動予測を行うためには、流路区間の土砂動態を把握する必要がある。これまでの研究では、着色礫などのトレーサー手法 (例えば、安田ほか, 2006) が用いられてきたが、この手法ではトレーサーの回収率が 10~65% とばらつきがあり (Hassan and Ergenzinger, 2005)、かつ個別の礫トレーサーの区別ができないなどの問題点もあった。そこで本研究では、魚類の識別に用いられる小型標識の PIT tags を用いた礫トレーサーが有効であると考え、PIT tags による礫トレーサー作成とそれを活用した掃流土砂観測手法の確立を目的とした。

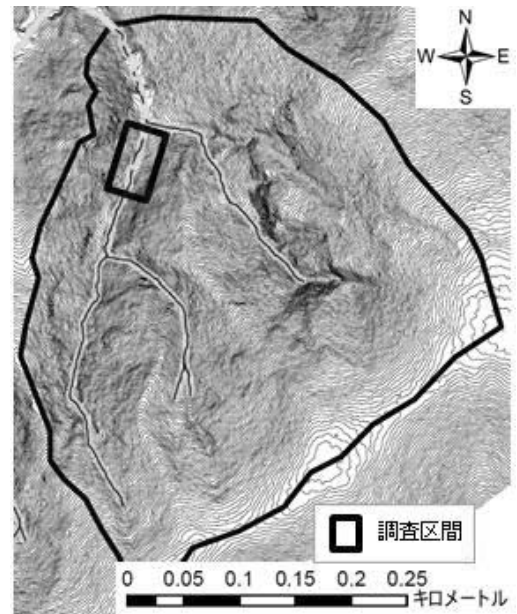


図1 調査地

2. 調査地と方法

本研究は、神奈川県愛甲郡清川村の宮が瀬ダム上流域に位置する、大洞沢観測流域の流域 No.3 (7.0ha) の流路区間を対象とした (図1)。年平均降雨量は 3000mm、年平均気温は 10°である。流域 No.3 の末端では、量水堰による流量観測と流出土砂量の補足による土砂量観測が行われている。流路末端の 2009~2011 年の平

表1 作成したトレーサーの諸言

トレーサー サイズクラス	個数	平均径 (mm)	平均重量 (g)	平均密度 (mm/g)	平均扁平率
15.9~25.4	53	24.8 (3.4)	17.3 (6.5)	2.5 (0.2)	0.5 (0.1)
25.4~38.1	39	35.8 (3.7)	46.6 (14.9)	2.6 (0.1)	0.5 (0.1)
38.1~63.0	8	54.1 (11.0)	174.6 (108.9)	2.5 (0.1)	0.5 (0.1)
63.0~130	9	83.8 (5.2)	683.8 (161.6)	2.7 (0.1)	0.5 (0.1)

注) 括弧内は標準偏差を示す。

扁平率は長半径 (a) と短半径 (b) から $1 - b/a$ とした。

均土砂流出量は 6.47~7.61t/ha/yr であった（平岡ほか，2013）。堰堤末端から上流 35m 地点の流路区間を調査対象とした。ステップとプールの連続で構成されている 36m 流路区間を設定した。区間内ではパーシャルフリュームによる流量観測を行っている。この区間の平均河床勾配は約 24°であり、平均低水川幅は 52.5cm である（図 1）。

PIT tags は、BIOMARK 社製の径 2mm、長さ 9mm、重さ 0.06g を使い、15 桁の個体識別番号を持つ。当該流域から回収した 15.9~25.4mm（平均：24.9mm）、25.4~38.1mm（平均：35.8mm）、38.1~63.0mm（平均：54.1mm）、63.0~130mm（平均：83.8mm）の径の礫に直径 3mm のドリルで穴を開け、PIT tags を埋め込み、シリコンで固定した。各礫は PIT tags リーダーを使用して個々に識別できることを確認した。各礫径の平均径、重量、密度、個数、扁平率を表 1 に示した。礫の視認性を確保するために、各粒径階ごとに青、緑、黄、赤で着色した。合計 108 個の礫を、平成 27 年 2 月 27 日に 10.7m² の範囲で、河床表面に存在する同程度の径の礫をトレーサーと置き換えることで設置した。流路沿いの固定杭からの距離を測定することで、移動距離を算出した。インターバルカメラを設置し、一日 1 回の撮影により礫の移動の径時観測も行った。

河床に存在する礫径分布は、流路トランスセクトを 30cm 間隔で 100 個の礫の 3 軸径を計測することで評価した。また、設置後の降雨イベント前後で写真測量と 3D プロジェクト解析によって流路地形の詳細 DEM を計測した。出力 DEM は ArcGIS を用いて等高線やラスターデータ解析などを行った。この画像解析を降雨前後で行うことで、流路地形の変化を把握するとともに、トレーサー移動量を評価した。

3. 結果と考察

河床堆積物の累加粒径曲線は図 2 のように示された。トレーサーの 15.9~25.4mm は D_{40~50}、25.4~38.1mm は D₅₀、38.1~63.0mm は D_{50~70}、63.0~130mm は D_{70~90} の河床粒径に該当した。これに対して、流路末端で補足される土砂の粒径は 10~25mm 程度の D_{10~50} であった。このことから、最も小さい 15.9~25.4mm のトレーサーが年数回程度移動することが予測された。

引用文献

- Yager, EM, Dietrich WE, Kirchner JW, and McArdeall BW. (2012) Prediction of sediment transport in step-pool channel, Water Resources Research, 48 W01541, doi: 10.1029/2011WR010829, 2012
- 平岡真合乃・五味高志・小田智基・熊倉歩・宮田秀介・内山佳美（2013）大洞沢試験流域における流出土砂量と土砂生産減の季節変動. 神奈川県自然環境保全センター報告 10:71-79
- 高橋保（2006）土砂流出現象と土砂害対策. 近未来社 pp.213-217
- 安田勇次・井川忠・甲岡宏次（2009）石狩川上流域における融雪期のトレーサー調査について. 砂防学会研究発表会概要集 2006: 74-75
- Hassan M, and Ergenzinger P. (2005) Use of Tracers in Fluvial Geomorphology, Tools in Fluvial Geomorphology, Edited by Kondolf, GM. and Piegay H. 397-423pp

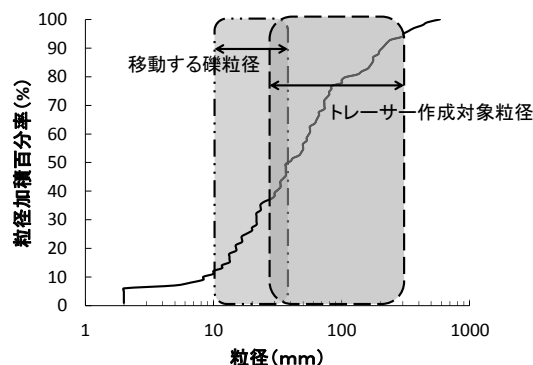


図 2 河床礫の累加粒径曲線とトレーサー及び流出土砂の粒径