

三重大学大学院生物資源学研究科 ○堤大三  
 京都大学防災研究所 宮田秀介, 市田児太郎  
 ハイドロテック株式会社 野中理伸

## 1. はじめに

土砂災害の防止・軽減のためには、山地河川における土砂流出を定量的に把握することが必要であり、日本においては過去40年、音響法による間接計測手法の開発が進められてきた。著者らもこれまで15年間、活火山焼岳を源流とし土砂流出の著しい足洗谷流域においてハイドロフォンの開発を進めてきたが、検出パルスの飽和やパイプに衝突せずに流下する土砂粒子等の課題が残されている。本研究では、縦型・横型ハイドロフォンセットを用いた新たな計測手法（Tsutsumi et al., 2018）により、掃流砂計測手法の高度化を図り、年間を通した流砂量把握を試みた。

ハイドロフォン等の間接法計測機器を河川に設置する場合、様々な制約から河川横断方向の一部のみに設置されることが多い。本研究では、足洗谷水路幅5 m全体に0.5 m長さのハイドロフォンを5本設置し、横断方向全長における計測を行うシステムとした（図-1）。また、左右岸の垂直壁にもハイドロフォンを各1本ずつ設置し、新計測方法に適用した。

## 2. 解析可能な土砂移動の観測結果

観測期間（2018年4–12月）の穂高砂防観測所での降水量、観測水路における水位、流速とスロットサンプラーのピット重量変化を図-2に示す。降雨に反応して、観測水路での水位と流速が増減している。また、スロットサンプラーのピットは、期間中に3回満砂状態となっており、ピットからの排砂がその都度行われていることがわかる。これらの結果から、掃流砂移動が起こっていたイベントの内、スロットサンプラーのピット重量が増加し、掃流砂量が正常に計測されていたイベントが5回あった。

## 3. ハイドロフォン出力と掃流砂量との相関関係

中央ハイドロフォン計測値（音響レベル）とスロットサンプラーによって計測された掃流砂量とのキャリブレーション関係を、1イベント（2018年4月15–16日）を代表例として図-3に示す。ここで、ハイドロフォン計測値は、左右岸の壁面パイプ計測値による補正を行っている。およそ線形の相関関係が現れており、ハイドロフォン計測とスロットサンプラーによる掃流砂計測が良好な相関を示していることがわかる。また、左右岸に設置した縦型ハイドロフォンによる補正も機能しているといえる。



図-1 足洗谷観測水路におけるハイドロフォン設置状況

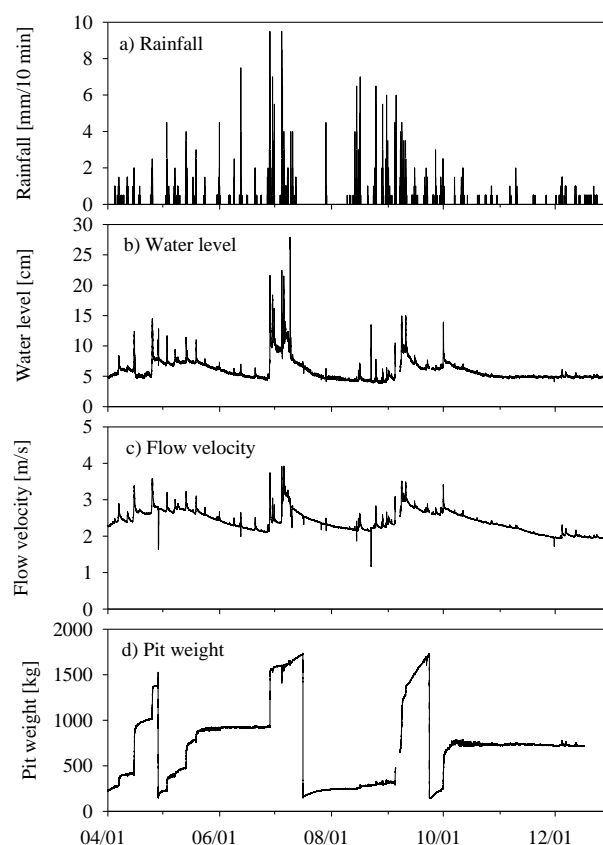


図-2 年間を通した観測結果（2018年）  
 a) 降水量, b) 水路水位, c) 水路流速,  
 d) スロットサンプラー重量

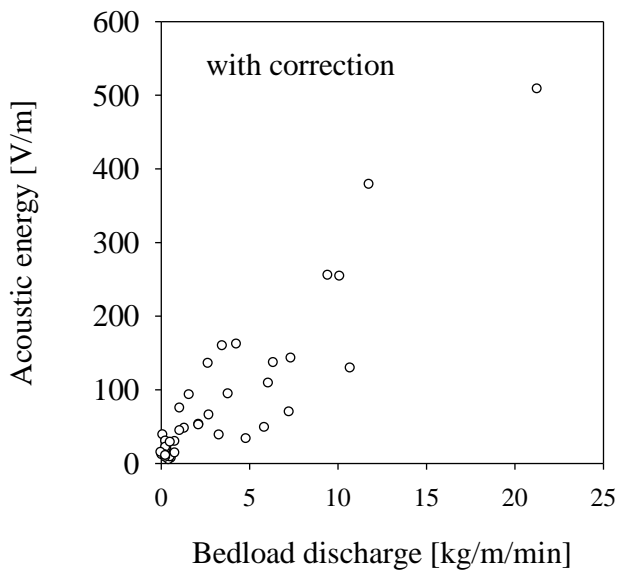


図-3 ーイベントにおけるキャリブレーション関係 (2018 年 4 月 15–16 日)

#### 4. 年間掃流砂量の推定値

代表例として図-3に示した1イベントのハイドロフォン計測値と掃流砂量計測値のキャリブレーション関係を、全ての解析可能なイベントに対しても求め、それらを重ね合わせた場合、完全にはキャリブレーション線が一致せず、イベント毎の相関特性が異なることがわかった。ただし、ここではその違いを無視して、全てのイベント共通の相関直線を求め、それによって年間を通して連続して計測されているハイドロフォン計測値に適用し、掃流砂量の連続推定値を求めた。水路横断方向右岸側から1 m毎に5分割した掃流砂量推定値を図-4に示す。年間を通して、掃流砂量が右岸側から左岸側に向かって多くなり、掃流砂が常に左岸側に偏って流れていることがわかる。この傾向を数値化するため、横断方向各位置の全期間の掃流砂量を積算し、図-5に示す。掃流砂の大部分が左岸側2 mに集中しており、全体の80%程度を占めていることがわかる。水路全体の総掃流砂量は650 t/yearとなった。水路中心の1 mの範囲では、掃流砂量がおおよそ60 t/m/yearだが、水路全体の掃流砂量650 t/yearから単位長さ平均として求めた130 t/m/yearの半分程度となり、水路中心に設置したパイプハイドロフォンで横断方向全体を代表させると半分程度に流砂量を過小評価してしまうことがわかる。

#### 5. おわりに

2018年に起こった融雪出水、梅雨末期の豪雨、台風による豪雨が引き金となった流砂イベントを、連続的に観測することができ、5本の底面パ

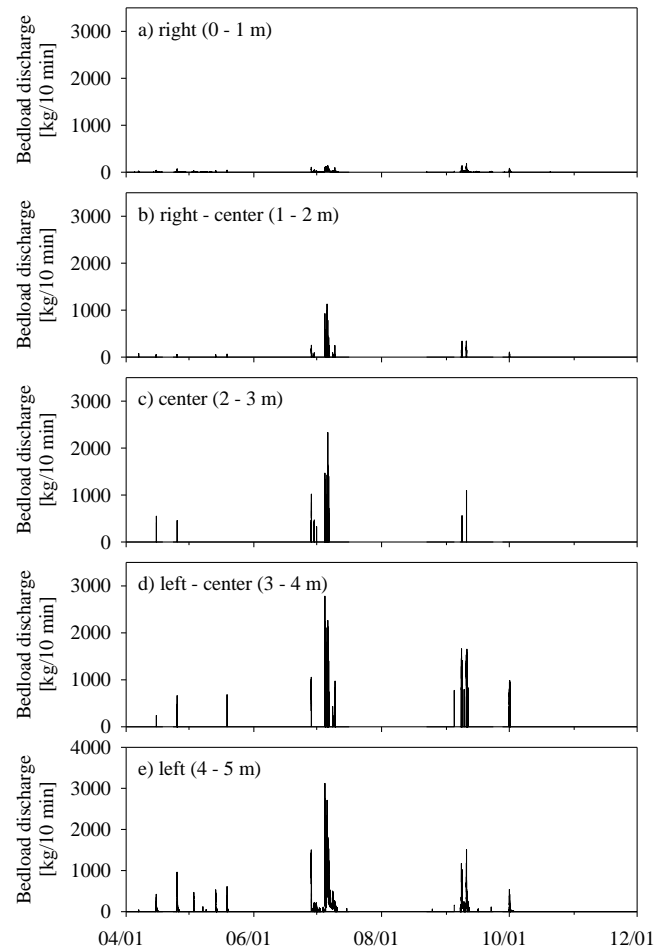


図-4 年間を通した掃流砂量推定結果 (2018 年)

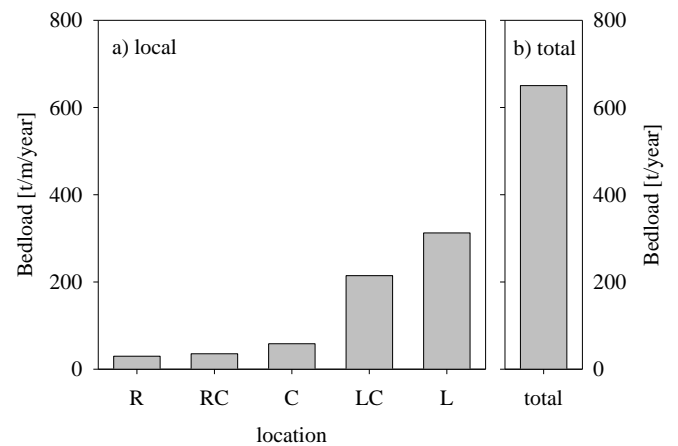


図-5 2018 年全期間での5底面パイプによる掃流砂量積算値と水路全体の総掃流砂量

イプによる観測によって、左岸側に掃流砂が偏って流れていることが示された。

#### 参考文献

Tsutsumi, D., Fujita, M., Nonaka, M., (2018): Bedload transport measurement with a horizontal and a vertical pipe microphone in a mountain stream: taking account of particle saltation, Earth Surf. Process. Landforms 43, pp. 1118–1132.