

山地溪流における河川地形変動・流砂観測手法の比較検討に向けて
 —現地給砂実験での同時計測—

京都大学防災研究所 ○宮田秀介・長谷川祐治・堤 大三
 静岡大学農学部 今泉文寿 新潟大学農学部 権田 豊
 東京大学大学院農学生命科学研究科 三浦直子・浅野友子
 京都大学大学院工学研究科 山野井一輝

1. はじめに

山地溪流の流砂量とそれに伴う河床変動の把握は、流砂系における土砂移動の出発点として非常に重要である。現状では、溪流ごとの流砂量予測は難しく、現地観測が必須である。これまで様々な流砂（掃流砂）計測手法が提案されており、日本では音響法（ハイドロフォン）が広く利用されつつある。ただし、いずれの手法も測定可能場所や測定可能粒径などについて一長一短であり、測定対象を広げるためにも、新たな計測手法が求められる。新規に開発された手法は、計測結果を蓄積することで計測結果の解釈や手法の限界が明らかになる。そこで、新規手法と既存手法と合わせて相互比較することで、新規手法の適用限界の解明と改善に向けた検討を目的として、様々な手法で流砂・河床変動を同時に計測する現地実験を行った。

2. 現地給砂実験

2.1 実験概要

実験は神通川水系足洗谷試験流域内のヒル谷において、2015年11月25日に実施した。ヒル谷には排砂ゲートを備えた試験堰堤があり、堰堤上流に位置する沈砂池の土砂を排出することで、給砂を行った。溪流流量を一定とするために、実験中はゲート操作を行わず、人力にて排砂を行った。給砂時間は10:15から14:40の約4.5時間であり、総排出土砂量は

21.8m³であった。溪流流量は0.10 m³/sであった。

堰堤の下流約30mに道路を横断する暗渠が設置されており、暗渠出口から足洗谷合流点までの約200m区間において流砂および河床変動の計測を行った。暗渠入口において簡易的に設置したハイドロフォンによる掃流砂量を図-1に示す。掃流砂の時間変動はハイドロフォン出力積分値と総排出土砂量より簡易的に計算したものである。

2.2 計測手法

本実験では、プール部および流れ部におけるTDRを用いた河床変動計測（宮田・藤田, 2015）、掃流砂・浮遊砂の直接採取（Imaizumi et al., 2009）、ポータブルハイドロフォンによる流砂計測、プール内堆砂量

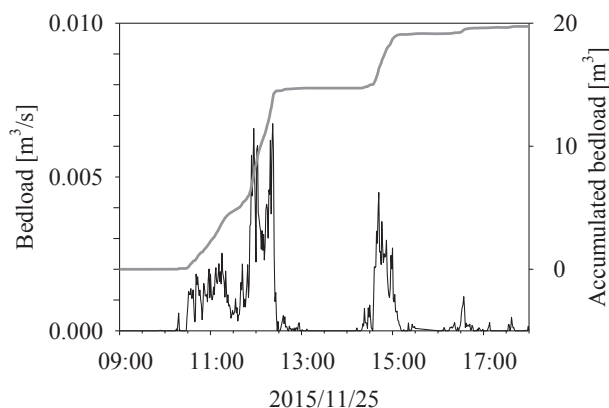


図-1 暗渠入口における流砂量

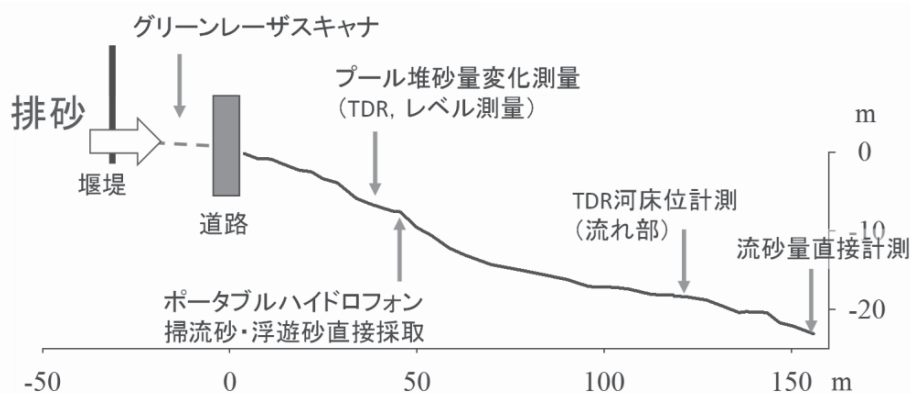


図-2 実験対象区間の河床縦断形状と各計測項目の実施場所

変動計測を実施した(図-2)。また、給砂後の河床地形の長期的な変動をとらえるために、グリーンレーザスキャナによる水面下を含む河床形状の詳細計測を行った(Miura and Asano, 2013; 2015)。なお、本稿ではTDRによる河床変動計測結果とプール内堆砂量変動計測結果のみを示す。

TDRは同軸ケーブルで接続されたケーブルテスタ(測定部)およびプローブ(受感部)で構成される。プローブを河道内に鉛直方向に設置し、測定された波形を解析することで、河床の変動を連続観測することができる。本実験では、プローブをステッププール構造のプール部と流れ部の2か所に設置し、河床変動を1分間隔で連続観測した。

掃流砂および浮遊砂の直接採取は、それぞれHelley-Smith Samplerとボトルを用い、掃流砂の粒径ごとの重量および浮遊砂濃度を求めた。

ポータブルハイドロフォンは、L字型の金属パイプ内部にマイクロフォンと1次元電磁流速計が設置されたものであり、手持ちで溪流中に沈め(図-3)、通常のハイドロフォンと同様の原理で掃流砂量を計測する。本研究では、長谷川・宮本(2014)の方法により粒径ごとの流砂量を求めた。

プール内堆砂量の時系列変化は、20分間隔で行った堆砂面レベル測量結果より求めた(松本ら, 2016)。なお、プールでのレベル測量は上記TDRによる河床変動計測と同じプールを対象とした。

グリーンレーザスキャナは水中に透過するレーザー光を用いることで、山地河川において礫の配置のような非常に詳細な河床地形を計測することができる。本研究では、長期的な河床地形変動把握を目的として2015年5月14日に行った同様の給砂実験後の6月初旬と10月中旬の2回にわたり河床地形計測を行った。

3. 結果と考察

図-4にTDRおよびレベル測量により堆砂形状計測結果を示す。対象プールは給砂開始から40分で流砂が到達し、その後3分で満砂状態となった。満砂状態は約90分間継続し、その後は徐々に侵食されてプールの容量が回復した。TDRとレベル測量による堆砂面計測結果を比較すると、TDRにより河床上昇および低下のタイミングは的確に捉えることができたが、堆砂面位はレベル測量と比較してやや過大評価となった。ただし、流砂の発生している状態ではプール中の堆砂面と掃流砂移動層の境界は明瞭でなく、レベル測量の際に堆砂面の同定が困難であった。TDRとレベル測量の結果の差にはTDRの計測誤差と堆砂面同定の困難さが含まれており、堆砂面位の

絶対値については、さらなる検討が必要であるが、TDRを利用することで出水中の河床変動を計測できる可能性が示された。一方、密にTDRのセンサーを配置した流れ部では、排砂に伴って流下したリターと土砂がセンサー群で捕捉され、正確に河床変動を計測することができなかつた。このような現地での計測結果を蓄積することで、山地溪流の土砂動態をより有効に計測する方法を開発できると考えられる。

本研究は、砂防学会公募研究会「山地溪流の流砂・河床変動計測研究会(代表:宮田秀介)」の助成を受けて行いました。記して謝意を表します。

引用文献 Imaizumi et al. (2009) Catena 77, 207-215.; 長谷川・宮本(2014) 砂防学会誌 66(5), 23-32.; 松本ら(2016) 平成28年度砂防学会研究発表会概要集; Miura, Asano (2013): ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sensing Spatial Information Science II-5/W2: 187-192.; Miura, Asano (2015): River Research and Applications DOI: 10.1002/rra.2986; 宮田・藤田(2015) 砂防学会誌 68(1), 32-38.



図-3 ポータブルハイドロフォンによる計測の様子

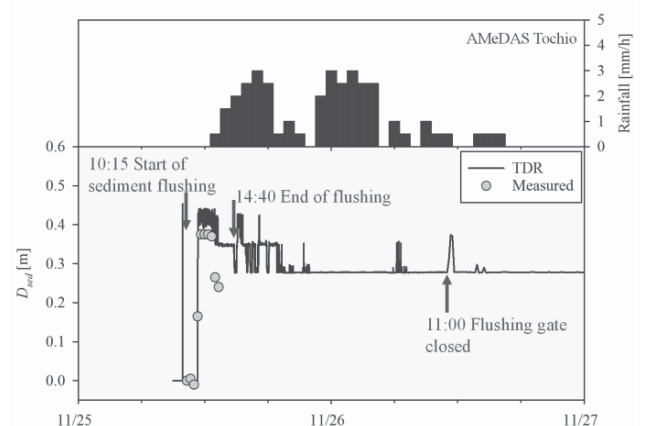


図-4 プールの堆砂面位 D_{sed} 計測結果