

小渋川流域の縦断的な流砂水文観測状況とその結果

国土交通省中部地方整備局 天竜川上流河川防事務所 椎葉秀作 岡村修 杉山和也(現木曽川上流上流河川事務所)

株式会社コルバック ○鶴田謙次 吉村暢也 遠藤哲雄

1. はじめに

小渋川では、天竜川水系における今後の土砂管理計画検討の基礎資料として、また、流域監視や施設効果の把握を目的として、ハイドロフォン観測手法を用いて、流砂観測を実施している。本報告は、2017年10月22日台風21号(小渋ダム流入量 $200 \text{ m}^3/\text{s}$)を対象として、小渋ダム土砂バイパストンネル稼働時の縦断的な流砂観測状況とその結果を報告するものである。

2. 観測の概要

2.1 観測地点の概要

小渋川での観測地点の模式を図-1に示す。小渋ダム上流(流域面積 288.0 km^2)では大河原地点(流域面積 134.8 km^2 、計画河床勾配 $1/70$)と支川鹿塩川地点(流域面積 52.3 km^2 、計画河床勾配 $1/31$)で、小渋ダム下流では生田地点(流域面積 295.4 km^2 、計画河床勾配 $1/101$)で観測を実施している。大河原地点(川幅 70 m)では、観測精度の向上を図って河川横断的に左右岸、中央部の3ヶ所にハイドロフォンを設置している。

2.2 観測機器と土砂量変換式

観測機器は、ハイドロフォン(パイプ型3、プレート型2)、水圧式水位計、底面流速計、濁度計である。観測値(パルス)から土砂量への変換式は、機器設置時に現地水路実験を行って作成している。

3. 土砂流出特性

3.1 縦断的な流砂移動現象

小渋川流域の流砂水文観測結果を図-2に、観測流量の地点比較を図-3に示す。

(1) 観測流量の比較：大河原及び鹿塩川地点の流量は底面流速から求められており、図-3には、これに加えて与田切川での底面流速と平均流速の関係を用いて算出した値を示す。小渋ダム流入量の65%値(大河原+鹿塩川と小渋ダムの流域面積比)は、洪水の立ち上りでは、上記の平均流速による大河原+鹿塩川地点の流量とほぼ一致しているものの、ピーク後の土砂濃度が高い部分ではその流量を上回っている。これは土砂濃度が高い影響で平均流速が過小評価されているためと推定される。一方、生田地点の流量は小渋ダム放流量とほぼ一致している。

(2) 掃流砂量の比較：大河原地点の掃流砂量は、 $18,200 \text{ m}^3$ ($135 \text{ m}^3/\text{km}^2$)が観測されており、流量の低減時に大きな掃流砂の移動が確認できた。一方、鹿塩川の掃流砂量は、流量に応じた土



図-1 小渋川流域模式図

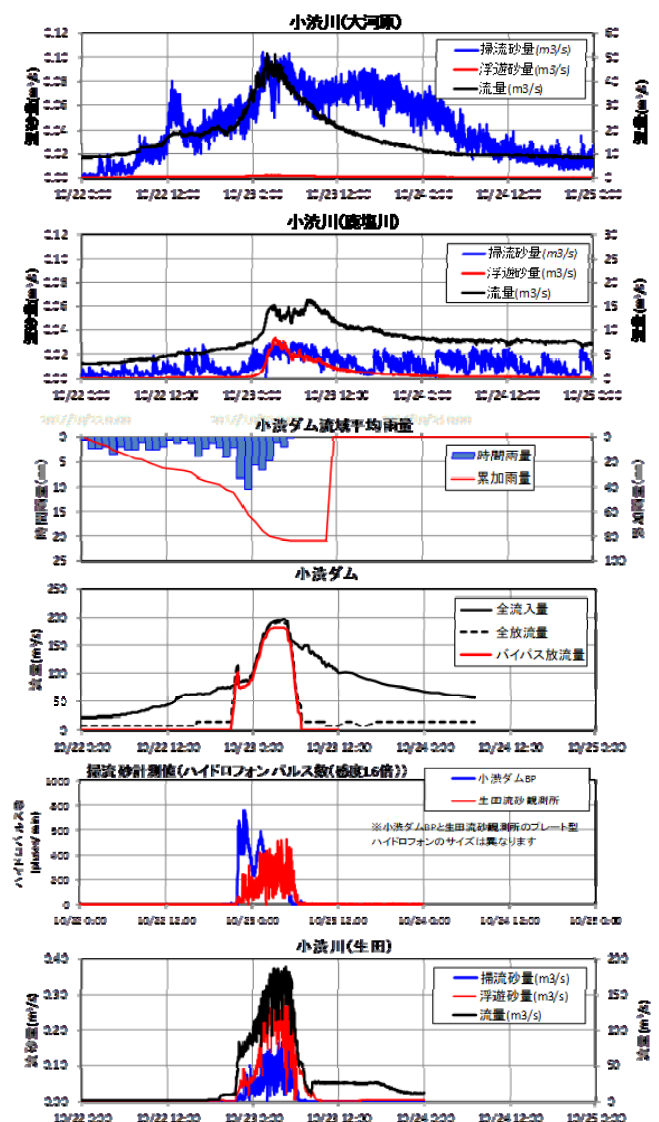


図-2 10/22 出水小渋川観測データ時系列図

砂移動がみられ、掃流砂量 $2,900 \text{ m}^3$ ($55 \text{ m}^3/\text{km}^2$) を観測しており、小渋川本川からの土砂流出が顕著である。次にパルス波形をみると、バイパストンネル出口では急な立ち上がりであったが、生田地点に到達するまでに、掃流力見合いの比較的なだらかな波形となっている。生田地点の掃流砂量は $1,700 \text{ m}^3$ ($6 \text{ m}^3/\text{km}^2$) である。

(3) 浮遊砂量の比較：大河原地点の浮遊砂量観測では、濁度計の感度低下により正確なデータは取れなかった。鹿塩川地点での浮遊砂量観測結果は $1,100 \text{ m}^3$ ($21 \text{ m}^3/\text{km}^2$) であり、生田地点では $5,000 \text{ m}^3$ ($17 \text{ m}^3/\text{km}^2$) の浮遊砂量を観測している。なお、バイパストンネルの濁度観測は、トンネル内での流れの状態が下流河川と異なるため、生田地点の浮遊砂量とは比較はできなかった。

3.2 掃流砂の土砂動態特性

土砂を運搬する力の掃流力と移動掃流砂量の関係(動態特性)を、理論的な掃流砂公式(ATM式)の結果と重ねて図-4に示す。

(1) 大河原地点：出水前半の水位上昇時は、掃流力に応じた掃流砂量となっており、掃流砂公式の粒径 20mm (ほぼ河床材料) と符号している。水位減水時では、掃流砂量のピークが生じ、掃流砂公式の粒径 2mm に移行している。移動土砂の粒径が細粒化されていることから、生産現象が発生していたと推測される。掃流力と掃流砂量は、反時計回りのループとなっている。

(2) 鹿塩川地点：鹿塩川では、上流の未満砂の砂防堰堤で土砂が捕捉されているため掃流砂量は小さい。掃流力に応じた土砂が河道等から生産されていない状態と考えられ、一般的に土砂生産の少ない溪流での観測結果と同じ現象を示している。

(3) 生田地点：生田地点の移動土砂は、小渋ダムバイパストンネルから排出された土砂が主であると推測される。小渋ダム放流量見合いの掃流力に対して、掃流砂量が掃流砂公式よりも少ない結果となっている。これは、バイパストンネルから排出された土砂が、ダム放流量の掃流力で土砂移動したと思われる。反対に、掃流砂公式の土砂量より大きな排砂が行われた場合は、河道内に土砂堆積することになる。

4. 今後の課題

(1) 土砂濃度の高い砂防域の流量観測：底面流速計は、河床付近の土砂濃度が高くなると観測流速が横ばいとなる。下流の土砂濃度が高い個所での流量把握は、出水時の流量観測の実施やカメラ映像による表面流速を観測し、鉛直分布を考慮した平均流速から換算する必要がある。

(2) 水・土砂収支に基づく縦断的な流砂水文観測：今後は、土砂生産源から天竜川への土砂移動現象を縦断的な水・土砂収支に基づいて分析し、小渋川上流域の事業効果や流域監視方法、また、バイパストンネルの影響評価、流砂観測箇所や効果的な土砂管理手法についての検討を行う必要がある。

謝辞：本論文をまとめるにあたって小渋ダムのデータを提供頂いた天竜川ダム統合管理事務所に謝意を表します。

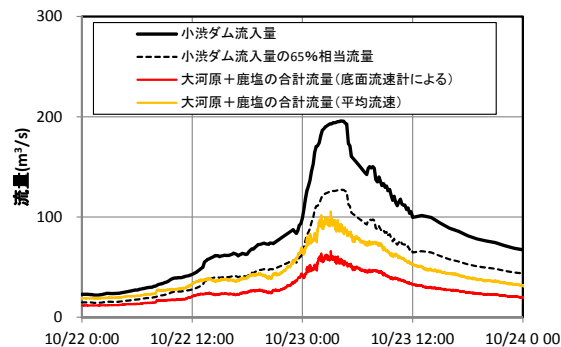


図-3 観測流量地点比較

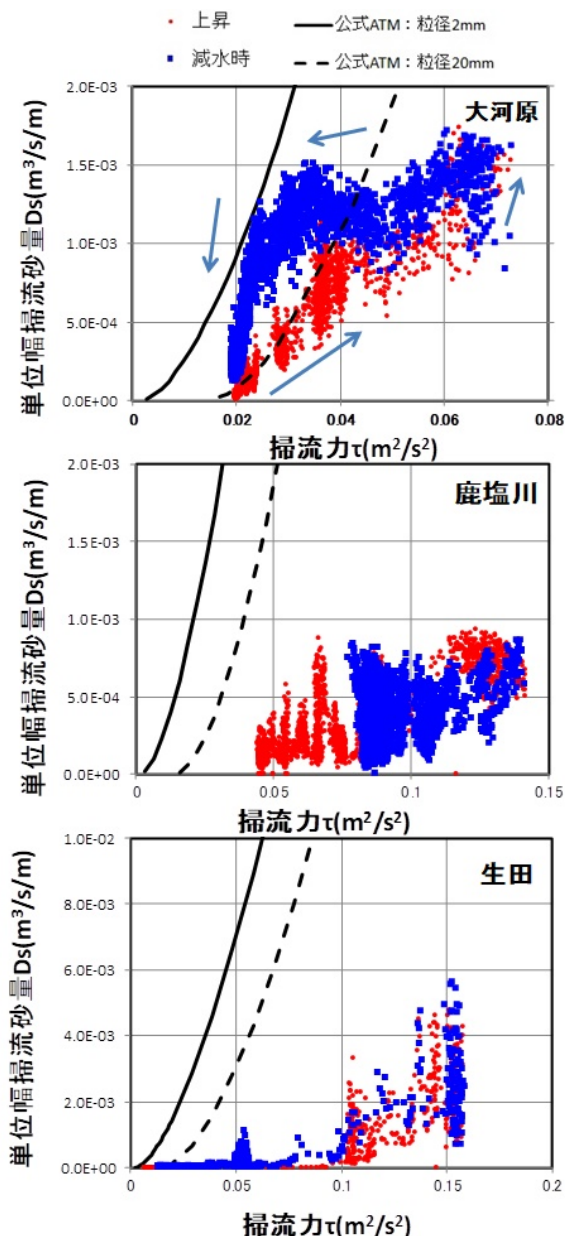


図-4 掃流砂の土砂動態特性