

手取川上流域における透過型砂防堰堤の流出流砂量に及ぼす堆砂形状の影響

日本工営株式会社 ○大島温志, 木佐洋志, 松田悟, 松永一慶
国土交通省金沢河川国道事務所 甚田隆光, 杉崎亮太, 中野光

1. はじめに

手取川上流域は牛首川流域(手取川本川)と尾添川流域に大別される。手取川ダムの完成以降、牛首川から下流への土砂供給が断たれ、下流の河川区間での河床洗堀のおそれがあることから「流す砂防」として尾添川を中心に既設砂防堰堤のスリット化等が進められてきた。このうち、瀬戸砂防堰堤は手取川本川合流点の上流側に位置し、尾添川からの流出流砂量を把握するうえで重要な流砂量観測箇所である(図1)。瀬戸砂防堰堤では、出水時の土砂移動について流砂観測値の整理、堆砂肩位置が流出流砂量に及ぼす影響について考察がなされている¹⁾。これまで、年1回程度のUAV写真測量により堆砂域の年間差分量と流砂観測値との比較がなされてきたが、融雪期の出水での土砂捕捉・流出や、流量規模等の異なる個々の出水イベントでの施設効果の違いの把握が難しいという課題があった。

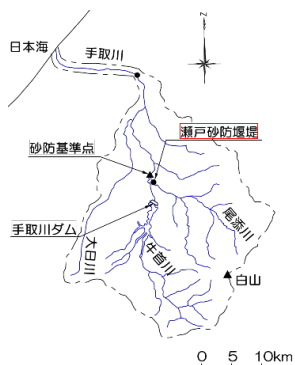


図1 瀬戸砂防堰堤位置図

本発表では、従来の出水期後のみの年1回程度であったUAV調査に、融雪期後のUAV調査を加えた他、出水期中も、安価かつ携帯性に優れたRTKスマートフォン(図2)を用いた簡易な地上写真測量を試行した。堆砂形状を高頻度に取得し、地形差分データの時間分解能を上げ、主な出水ごとの流砂量観測値(累積値)との比較を行い透過型砂防堰堤の堆砂形状が、流出流砂量に及ぼす影響を考察した。



図2 RTKスマートフォン使用状況

2. 調査箇所および使用機器

瀬戸砂防堰堤ではスリット部においてパルス式ハイドロフォン・掃流砂観測柵・圧力式水位計・濁度計等による流水・流砂観測を実施している(図3)。掃流砂量はパルス式ハイドロフォンで得られるパルス数と掃流砂観測柵の計測値を基に推定している。右岸側スリット部は対象としたR6-7年度期間では機器・配線が故障しており、左岸側のみ稼働している。

堆砂地形の比較は、ダム軸より約250m上流までの区間を対象とし、撮影写真をSfMにより地形モデルを作成した。UAV写真測量は、DJI PHANTOM4Proと対空標識を使い、RTKスマートフォンを用いた地上測量では、AndroidアプリケーションのRTKcamera (REDCatch社製)をインストールして使用した。SfMソフトウェアはAgisoft社のMetashape ProfessionalおよびPix4D社のPix4Dmaticを用いた。

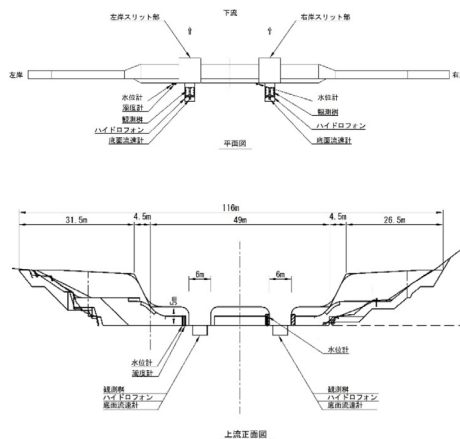


図3 瀬戸砂防堰堤平面図(上)および正面図(下)

3. 結果および考察

3.1. 地形差分結果と堆砂形状

堆砂形状を整理した結果を図4に、差分解析から算出した河床変動量を表1に示す。いずれの期間においても侵食が卓越した。

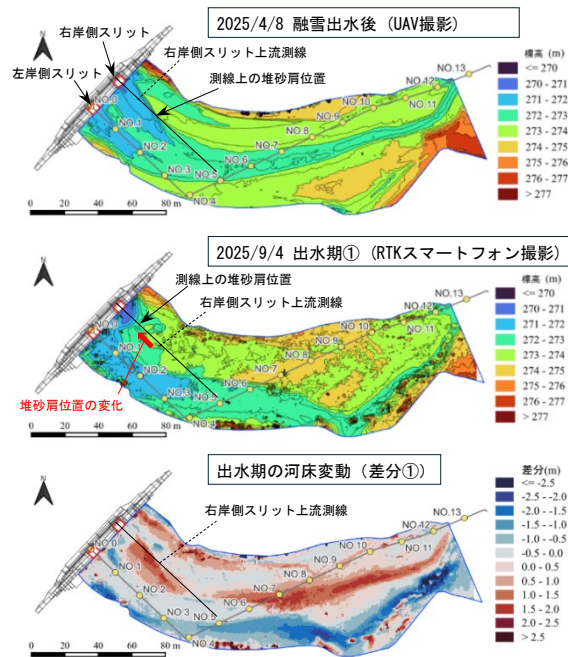


図4 堆砂地形と2時期差分(融雪期後～出水期①)

また、R6-7 融雪期と R7 出水期①では侵食、堆積深の変化が大きく、R6 出水期後と R6-7 融雪期後の差分では最大堆積深が 3.4 m、最大侵食深は 2.3 m であった。また、融雪期後と出水期①では左右岸での侵食・堆積の傾向が逆転している様子が認められた。これは、図 4 地形図に示すように滞筋の変化に伴い堆積場・堆砂肩位置が変化したことによると考えられる。

表 1 差分解析結果から算出した河床変動量

時期 差分量 (m ³)	R6-R7 融雪期差分		R7 出水期差分			年間差分 2024/12/2 ~2025/12/2
	2024/12/2 ~2025/4/8	2025/4/8 ~9/4	2025/9/4 ~10/10	2025/10/10 ~12/2		
堆積量 (1)	3,135	4,067	2,540	789	1,274	
侵食量 (2)	5,034	4,927	3,289	3,712	7,725	
河床変動量 (1)-(2)	-1,899	-860	-749	-2,923	-6,451	

3.2. 河床変動量と流砂量観測値の比較

瀬戸砂防堰堤の堆砂域地形の変化量(差分)と流砂量観測値(期間累積値)との比較を行った(図 5)。瀬戸砂防堰堤の通過土砂量の算出は、掃流砂のみの場合と掃流砂+細粒成分の 2 通りとし、ここでは掃流砂と比較した結果のみを以下に示す。

流砂観測値を掃流砂のみとした場合、河床変動量に対して、観測値は同程度~1 オーダー小さい結果となった。今回の比較では右岸側機器の故障のため、左岸側ハイドロフォンで観測された単位幅あたり掃流砂量のみを用いてスリット総幅 12 m の通過土砂量を算定した。一方過年度観測成果では右岸側スリット部での掃流砂量が左岸側の掃流砂量を大きく上回る結果が得られている²⁾。左岸側のハイドロフォンのみからスリット総幅の流砂量の推定を行ったことにより、右岸側の掃流砂量が過少に評価された可能性がある。

堆砂域の河床縦断面図、堆砂状況の推移を図 6, 7 に示す。河床変動量と掃流砂の観測値が同程度(1:1)となった出水期①では、右岸側でスリット直上流側に堆砂肩が到達していなかったため左右のスリットでの掃流砂量に大きな差がなく、左岸側のみでの推定の影響が出なかった可能性がある。このことから、弯曲部のある瀬戸砂防堰堤では、左右両方のスリットで流砂観測を再開することで精度向上が図られ、施設効果検証に資するデータが得られる可能性がある。

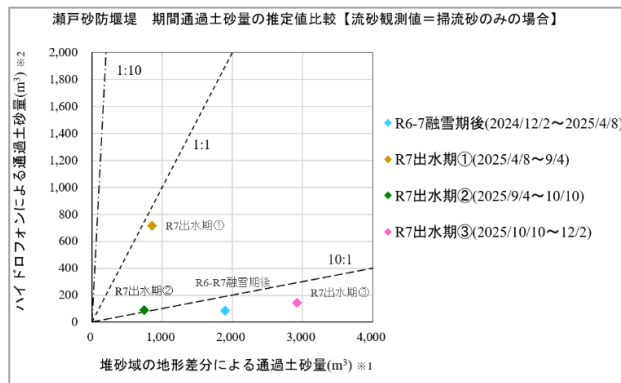


図 5 河床変動量と観測値の比較

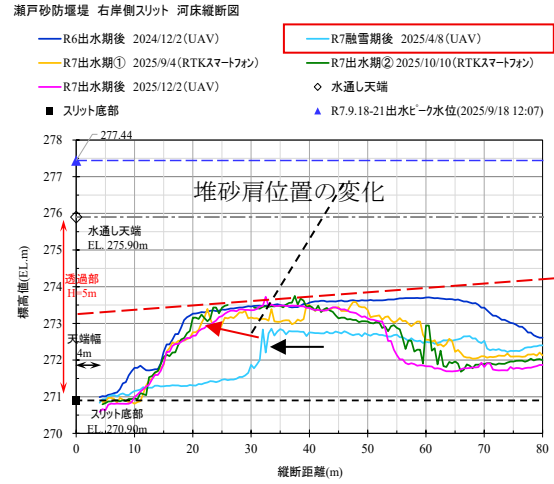


図 6 右岸スリット直上における河床縦断面図



R6 出水期後 (12/11) R7 融雪期後 (3/31)
※観測柵作業に伴う地形改変



R7 出水時 (9/18) R7 出水期後 (12/2)

図 7 瀬戸砂防堰堤の堆砂状況推移

4. おわりに

瀬戸砂防堰堤を対象として UAV 写真測量と RTK スマートフォンを用いた簡易な地上写真測量を併用した堆砂形状の高頻度把握を試行し、時期別の堆砂形状の特徴を把握することができた。

また、把握した堆砂地形の差分と流砂量観測値の比較を試みた。堆砂肩が堰堤スリット部から離れた位置にあるときは、左右スリットからの流出土砂量の偏りが小さくなり、地形差分と観測流砂量が同程度となる可能性が示唆された。今回は、掃流砂量のみと比較しており、掃流砂および細粒成分での検証も引き続き行う予定である。

【参考文献】

- 1) 本田正和・杉崎亮太・松田悟・山田理沙・松永一慶・古谷智彦・木佐洋志, 令和 6 年度砂防学会研究発表会概要集, p. 729-730, 2024
- 2) 福島将史・杉崎亮太・松田悟・林聖也・木村詩穂, 令和 4 年度砂防学会研究発表会概要集, p. 289-290, 2022