

## 天神川における流砂観測および土砂動態分析

いであ株式会社 ○加藤陽平、永谷直昌、米倉翔  
国土交通省 倉吉河川国道事務所 伊藤健、安藤政司、松尾至哲

### 1. はじめに

鳥取県中部を流れる一級水系天神川では、昭和9年の土砂災害を契機として直轄砂防事業が開始された。有害な土砂流出を抑制する一方、総合土砂管理の視点では海岸域に対する土砂供給の確保が重要となる。天神川では直轄河道を通過する土砂量を把握するため、国総研式ハイドロフォン・濁度計、バケツ採水等による流砂観測を実施しており、ここでは流砂観測および土砂動態分析の結果について紹介する。

### 2. 天神川における流砂観測の現状と課題

#### 2.1 観測状況

図-1 に示す5地点において、国総研式ハイドロフォンによる掃流砂観測、濁度計・浮遊砂サンプラーによる浮遊砂観測を実施している。また、近傍の橋梁において洪水時にバケツ採水を実施している。平成22年以降観測しており、平成29年9月には観測開始以降最大流量となる出水が発生した。

#### 2.2 浮遊砂観測の現状と課題

図-2 は若土大口堰地点の流量 $Q$ —浮遊砂量 $Q_s$ 関係図である。浮遊砂は濁度計およびバケツ採水で観測されているが、若土大口堰以外は濁度が欠測やノイズなどの異常値を示していた。ピーク流量時のデータを比較すると濁度計の生値はバケツ採水の約50倍と非常に多い。これは、濁度計がハイドロフォンと同じく河床底面（堰天端）に設置されているため、掃流砂の混入や、浮遊砂濃度の濃い層を捉えているためと考えられる。

そこで、バケツ採水と濁度計の差を解消するため、以下に示すラウス分布式を用い、濁度計観測濃度を水深平均濃度に換算した。

$$\bar{C} = \frac{1}{h-a} \int_a^h C(z) dz = \frac{1}{h-a} \int_a^h C_b \left( \frac{h-z}{z} \cdot \frac{a}{h-a} \right)^Z dz$$

ここに、 $a$ ：浮遊砂の基準面（ $=0.05h$ ）、 $C_b$ ：濁度計観測濃度、 $Z$ ：ラウス数である。

図-2 には平均濃度変換後の濁度計観測データも示している。濃度変換を行うことによってバケツ採水との差が縮小したが、その差は約5倍と大きい。今後の課題として、鉛直方向の浮遊砂濃度を計測することによるこれらの差異について検証する必要がある。

#### 2.3 掃流砂観測の現状と課題

図-3 は平成29年9月洪水時における全5地点の流量 $Q$ —単位幅掃流砂量 $qb$ 関係図である。今津堰は天神川本川の下流部に位置し、海岸への流出土砂を把握する上で重要な地点であるが、他の地点に比べて同一流量に対する流砂量が少ない。図-4 のように、今津堰のハイドロフォンが河岸部に設置されており掃流力が小さいことや、直上流に位置する羽合堰・中州によるみお筋分派の影響等が考えられる。



図-1 観測地点

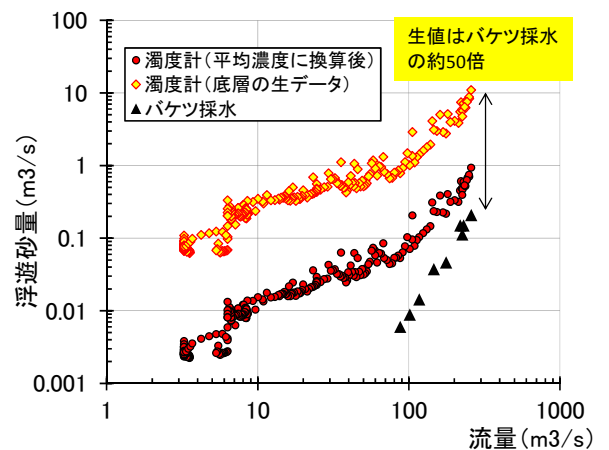


図-2 浮遊砂観測結果（若土大口堰）

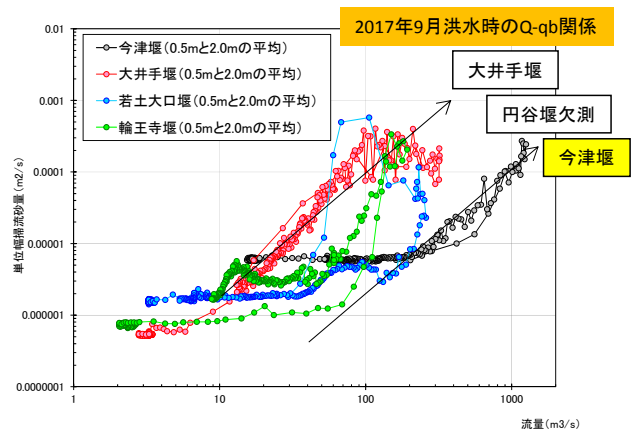


図-3 掃流砂観測結果（全箇所）

観測されている掃流砂の妥当性を検証するため、今津堰周辺の平面二次元河床変動モデルを構築し、平成 29 年 9 月洪水時の流砂量を推定した。レーザー測量と定期横断測量結果から河床地形を作成し、平成 27 年の河床材料調査結果を与えて河床変動計算を行ったところ、図-5 の単位幅流砂量が得られた。図にはハイドロフォンによる観測結果とそれを再現したハイドロフォン地点の流砂量、そして今津堰全幅での単位幅掃流砂量を表示している。モデルの精度を見ると、ハイドロフォンの観測結果と計算結果が、最大値や波形などが概ね一致している。また、単位幅掃流砂量について今津堰全体とハイドロフォン地点計算値を比べると、約 2 倍の差が生じている。

この結果より、今津堰においてより信頼性の高い掃流砂量を推定するためには、ハイドロフォンで観測される値に約 2 倍程度の補正係数を乗じることにより、今津堰地点の掃流砂量が推定出来ると考えている。

### 3. 天神川の長期的土砂動態

#### 3.1 流砂観測結果による分析

ハイドロフォン等による平成 22 年～平成 29 年の流砂観測結果を用いて、 $Q-Q_s$  関係、 $Q-q_b$  関係の近似式を作成し、観測所流量から長期的な土砂流出量を積算した。また、今津堰の掃流砂量については、 $Q-q_b$  関係式からの積算値に補正係数を乗じて年間の土砂量とした。図-6 の黄色網掛け部は、流砂観測結果から積算した昭和 55 年～平成 29 年 (38 年間) の流出土砂量推定結果である。

#### 3.2 数値シミュレーションによる分析

流砂観測結果は 5 地点のみしか存在しないため、加藤・檜谷<sup>1)</sup>の土砂動態解析モデルを改良し、天神川流域の全渓流の長期的な土砂流出量を推定した。改良点として、既報<sup>1)</sup>では上流端平衡給砂条件により山地渓流の土砂生産を表現したのに対し、本報では気象庁<sup>2)</sup>に準じた土壌雨量解析を行い、土壌雨量指数が 140mm 以上で土砂生産が生じる設定としている。

#### 3.3 土砂動態マップ

図-6 は流砂観測と数値シミュレーションの結果から作成した昭和 55 年～平成 29 年の土砂動態マップである。今津堰では観測とシミュレーションの結果が概ね一致している。今後は他の堰においても再現を実施していく予定である。

### 4. まとめと今後の展開

天神川流砂系における総合土砂管理計画を策定するため、流砂量の現状把握、および山地から河口までの土砂動態シミュレーションを行った。今後、流砂観測を継続してデータを蓄積し、モデルの精度検証を行うとともに、各領域での目指すべき土砂動態のあり方を踏まえ、総合土砂管理の対策メニュー検討に活用していく予定である。

#### 参考文献

- 1) 加藤陽平, 檜谷治: 透過型砂防堰堤を有する流域の土砂流出予測法, 水工学論文集, 第 58 巻, 2014.
- 2) 気象庁, <http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/bosai/dojoshisu.html>, 2018 年 3 月 26 日閲覧



図-4 今津堰周辺の現状

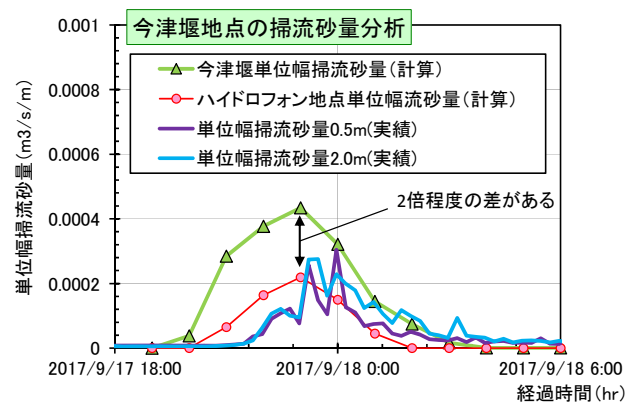


図-5 掃流砂の検証結果

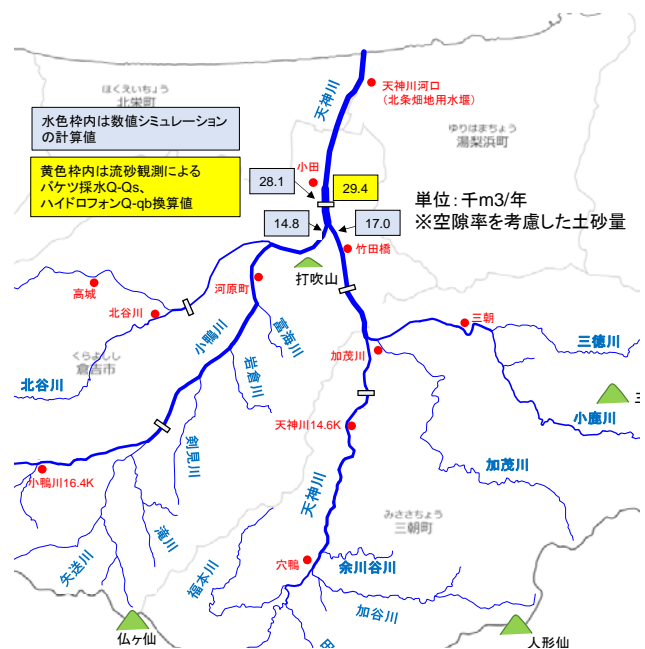


図-6 土砂動態マップ (暫定値)