

常願寺川における長期間の流砂・水文観測の活用方法と課題

北陸地方整備局 立山砂防事務所:小竹利明, 村元陽介  
日本工営株式会社:○寺本圭吾, 長山孝彦, 古谷智彦, 松田悟, 伊藤隆郭  
京都大学名誉教授 藤田正治

1.はじめに

常願寺川では縦断的に流砂・水文計測機器一式を配置し、流砂観測のリアルタイムデータを砂防事務所にて集中管理し、山地河川における水文と流砂の実態把握を行っている。

常願寺川流域を対象として、縦断的な計器配置による流砂観測は2008年から開始されており、観測開始からおよそ18年が経過している。観測結果より、土砂移動特性の把握といった流砂観測の成果が得られた一方で、計測限界や浮遊砂量把握の困難さといった課題も明らかとなった。

2.常願寺川における観測設備の配置と構成

2.1 観測設備の配置

既報<sup>1)</sup>のとおり、地点ごとに観測目的を設定したうえで、観測設備を配置している(図-1)。常願寺川流域は上流より真川と湯川が合流し常願寺川となり、千寿ヶ原で称名川と常願寺川本川が合流する。この流域単位での土砂動態を捉えることを目的とし、これら合流部と砂防領域下流端に機器を配置している。加えて、妙寿シャッター砂防堰堤の土砂捕捉・流出調整効果を捉えるために、妙寿堰堤の前後(七郎堰堤～津之浦下流堰堤)で観測を行っている。

2.2 観測設備の構成

観測設備は、それぞれの観測箇所において掃流砂、細粒成分土砂、水理条件を捉える計測機器で構成されている(図-2)。掃流砂観測はパルス式ハイドロフォンを基本とし、津之浦下流堰堤にはキャリブレーション用の観測枡が設置されている。ハイドロフォンの形式は、流砂により破壊されやすい場所(主に上流側)についてはロバストタイプとしてプレート型・肉厚パイプ型(肉厚10.2mmの特殊鋼管)を配置し、破損しにくい場所(主に下流側)では通常タイプ(肉厚3mmの鋼管)を設置している。細粒成分土砂を対象とした観測は、濁度計により行っており、水理条件の把握のために水位計(水圧式もしくは超音波式)と流速計(底面電磁式もしくは超音波式)を設置している。



図-2 流砂観測設備の基本構成

3.流砂観測成果

継続した流砂観測により、常願寺川における土砂移動ポテンシャルや伝播性といった土砂移動特性を把握することができた。一方で、流砂計測の限界や、浮遊砂計測の困難さなどの課題も明らかとなった。

3.1 土砂移動特性および計測限界

流量と流砂量の計測結果と掃流砂量式で算出される理論値と比較することで<sup>2)</sup>、現状の土砂移動ポテンシャルを整理することができる。

掃流砂の場合は理論値で算出される流砂量に対して観測値が乖離していれば、計測時点の土砂移動ポテンシャルが低く、出水時であっても新たな土砂生産の少ない、比較的安定した流砂環境であることが示唆される。今年度の観測実績についても観測枡による計測と対比可能な出水が計測され、キャリブレーション値の蓄積が行われた(図-3)。新たに追加した観測データも、例年と変化の無い観測値が計測されており、パルス数は3500回/5分付近が観測の最大値となった。このキャリブレーション式を用いて算出した掃流砂量は、理論式で算出される掃流砂量と比較すると、観測値は2~3オーダー低い値としてプロットされることが確認された(図-4)。今年度は、これまでと比較して小規模な出水に留まったが、理論式で算出される掃流砂量と比較して、観測値は2~3オーダー低い値としてプロットされる傾向に変化はみられなかった。なお既報の通り、パイプ

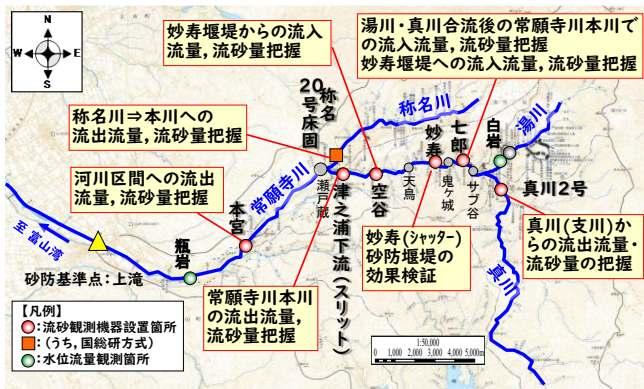


図-1 常願寺川における流砂観測箇所と目的

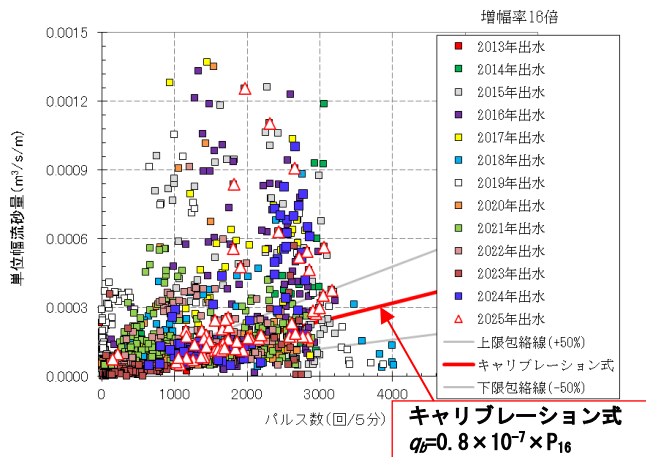


図-3 今年度の観測値を追加したキャリブレーション式

ハイドロフォンによる掃流砂計測は、パルス値と観測桁の捕捉量の対比によりキャリブレーション値が設定されるため、掃流砂量に変換した際、 $0.01\text{m}^3/\text{s}$  付近で計測限界となっている。

細粒成分に関しては、これまで他流域で計測されている流量と細粒成分土砂の関連性を比較<sup>2)</sup>した。その結果、常願寺川はこれまでの傾向通り、細かい土砂が卓越している河川であることを確認した(図-5)。今年度においてもその傾向に変化は見られなかったが、これまでと比較して小規模な出水に留まったため、細粒成分流量の最大値は $0.03\text{m}^3/\text{s}$  となり、1~2 オーダー程度小さかった。

### 3.2 流砂観測の限界と代替手法

掃流砂観測(音響法)は、通常時の流砂計測を行う計測適地の選定と、流況に応じた計測機器の配置などで、安定した流砂量計測ができるようになってきていた。しかし、流量・流砂量が増大した際には、ハイドロフォンによる観測では計測値が飽和し限界となるため土砂移動ポテンシャルが正確に反映されないことも明らかになりつつある。また既報<sup>1)</sup>の通り、ロバストタイプ(プレート型・肉厚パイプ型)では、計測限界値は高くなるが、小粒径の礫が検知され難くなる。同様に音圧値(電圧値)でも、運動量が一定規模を越えた場合に、計測限界を迎えることが確認されている。一方で、荷重計を用いた観測は、通過土砂の重量を計測する方法であり、総量を把握する手法<sup>3)</sup>が試行されている。理論的な流砂量式で算出される値と同オーダーの有効な観測値が得られる結果が示されつつある(図-6)。

### 3.3 全流砂観測の実施

別報で報告の通り、機器による観測では掃流砂や浮遊砂の計測限界があることを踏まえ、これらの流砂を水中に全量捕捉する手法として、河床に配置した大型水路(全流砂観測水路)にて、掃流砂と浮遊砂を水路内に堆積・沈降させることで全流砂を捕捉する試みを行っている(図-7)。

## 4. おわりに

本検討では、常願寺川における約18年間の縦断的な流砂・水文観測データを基に、音響法による流砂観測の成果と計測限界を整理するとともに、今年度の流砂の実態について位置づけ、荷重計および全流砂観測を組み合わせた

た代替的把握手法を提案し、実施した。今後は、流砂量情報を蓄積し、流砂量観測成果を砂防事業に活用してゆることが有効である。

これらの観測成果は、出水時の掃流砂移動のタイミングや量を把握する検証データとして、土砂・洪水氾濫対策や流域治水への活用が期待される。また、縦断的な流砂観測により、流域内における土砂移動が活発な区間と不活性な区間を特定できることから、流砂環境の保全管理への応用も可能である。今後は、流砂・水文観測成果を保全管理へ連携させることも視野に入りたい。

### 参考文献

- 1) 古谷智彦ら: 令和7年度砂防学会研究発表会概要集, p.39-40, 2025.
- 2) 川合康之ら: 平成28年度砂防学会研究発表会概要集, (B), p.40-41, 2016.
- 3) 木佐ら: 令和5年度砂防学会研究発表会概要集, p.125-126, 2023.

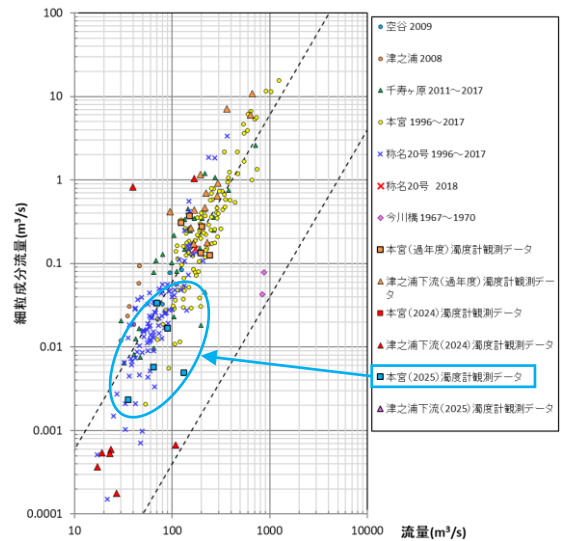


図-5 常願寺川における細粒成分土砂と流量の関係

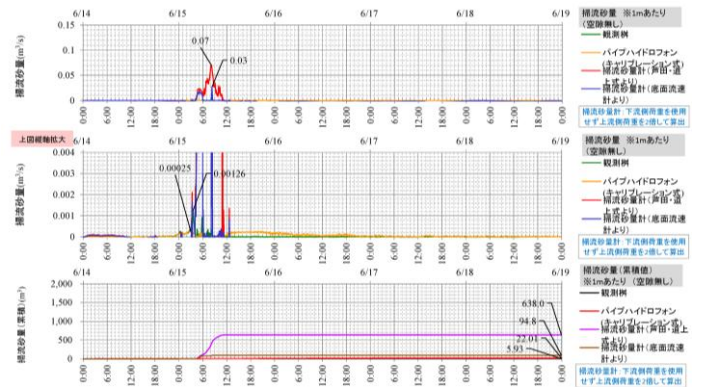


図-6 重量式掃流砂量計による計測結果(例): 津之浦下流堰堤

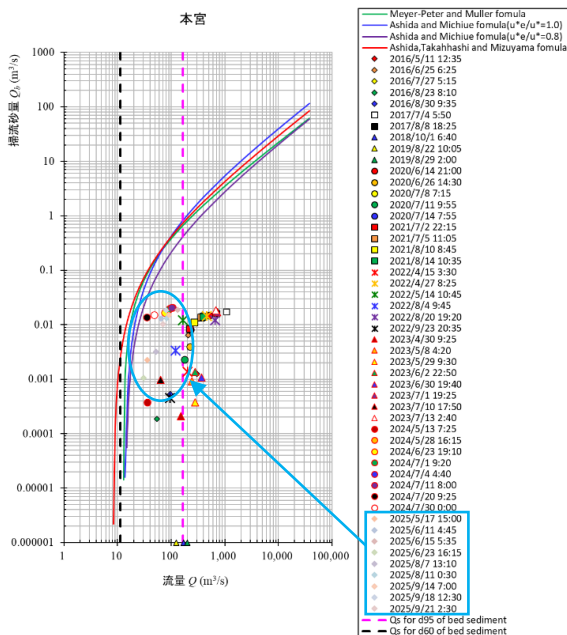


図-4 常願寺川における掃流砂量と流量の関係



図-7 全流砂観測水路の遠景