

長期流砂観測が継続される魚野川流域における簡易的な流砂観測の試み

湯沢砂防事務所 鷺尾 洋一, 小野 正博 (現 信濃川河川事務所), 辰 裕矢, 吉崎 壮
 日本工営株式会社 ○笠原 菜月, 窪寺 洋介, 伊藤 隆郭, 古谷 智彦
 京都大学 藤田 正治, 宮田 秀介, 山野井 一輝

1. はじめに

湯沢砂防事務所管内の魚野川流域では、2004年以降、ハイドロフォンや濁度計、観測柵等を用いた流砂観測が魚野川本川上流（大野原橋）、登川補助基準点付近（登川水位観測所）、登川上流（清水下流砂防堰堤）、芋川補助基準点付近（竜光遊砂地）の計4箇所（図1）で継続的に実施されており、観測値をもとに流域の掃流砂量の把握や土砂流出の傾向解析等を実施してきた¹⁾。特に大野原橋をはじめとする観測所では、長期間にわたる掃流砂・浮遊砂データが蓄積されてきた。一方、山地河川における流砂観測は、出水時の人力による観測、保守・点検に要する負担などの課題を抱えており、従来手法を補完する省力的かつ柔軟な観測手法の導入が求められている。近年では、CCTV動画や自動採水器の活用など、簡易的な手法を組み合わせた観測の可能性が検討されている。

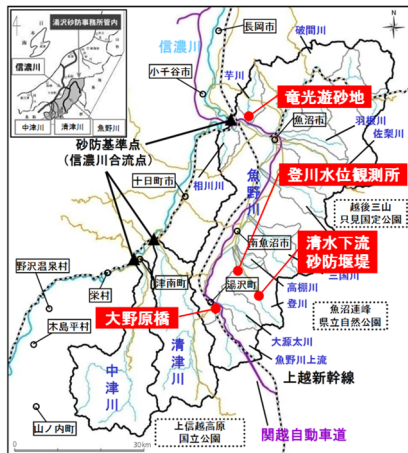


図1 魚野川流域の流砂量観測所位置

本稿では、これまでに蓄積された流砂観測データを整理し、長期的な流砂特性の変化について概観するとともに、令和7年度に実施した動画解析による水位・流速観測および自動採水器を用いた直接採水の結果を報告する。あわせて、これら簡易的な観測手法の適用性や課題について検討し、今後の流砂観測の高度化・省力化に向けた基礎的知見を示すことを目的とする。

2. 魚野川流域における流砂観測

2.1 大野原橋における土砂流出の経年変化

大野原橋（流域面積 $A=97.6 \text{ km}^2$ ，河床勾配 $i=1/53$ ，川幅 $b=45.0 \text{ m}$ ）では水位計（2004年以降）、パイプ型ハイドロフォン（ $L=0.5 \text{ m}$ ， 2.0 m パルス式；2004年以降，合成音圧式；2020年以降）、プレート型ハイドロフォン（パルス式；2020年以降）、観測柵（2005年以降）、底面流速計（2020年以降）が設置されている。

管内における大雨災害としては平成16年（2004年）7月の新潟・福島豪雨や平成23年（2011年）7月の新潟・福島豪雨があった。また、令和元年（2019年）10月

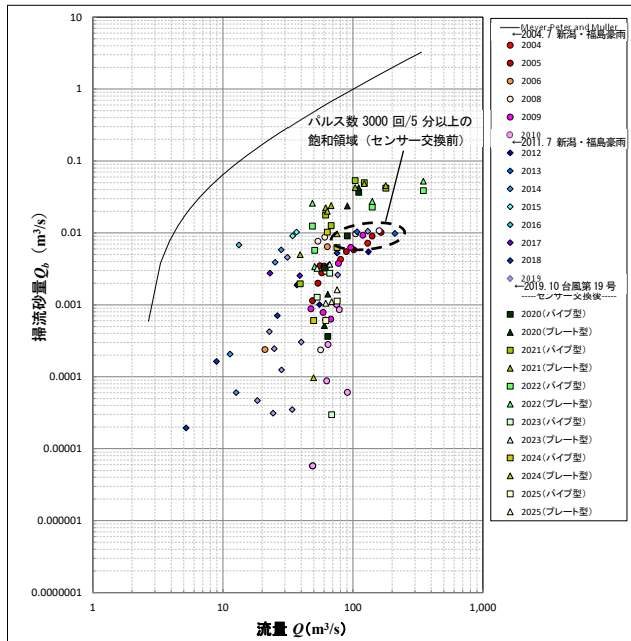


図2 大野原橋における流量—掃流砂量関係図

の台風19号では魚野川上流域で大規模な出水となった。2004年から2025年の流量—掃流砂量の関係（図2）では、既往報告²⁾と同様に、出水から4年間程度である2008年，2014年，2022年頃まで流量に対する掃流砂量が増加，以降は減少する傾向が確認される。このことから、出水から4年程度で上流域において生産された掃流砂が移動する可能性が示唆される。

2.2 竜光遊砂地における浮遊砂の経年変化

芋川の下流側に位置する竜光遊砂地（流域面積 $A=38.2 \text{ km}^2$ ，河床勾配 $i=1/150$ ，川幅 $b=17.0 \text{ m}$ ）では、2010年に水位計、パイプ型ハイドロフォン（合成音圧式； $L=0.5 \text{ m}$ ， 2.0 m ），2019年からTDR（時間領域反射法を利用した濁度計測手法）が設置されている。芋川上流では、2004年中越地震によって発生した崩壊土砂の流出を確認しており、地質的に細粒土砂が多いことが特徴である。2010年から2025年の流量—浮遊砂の流下傾向（図3）より、観測計器が設置された2010年から数年間は、値が $Q_s=6 \times 10^{-6} \times Q^2$ を大きく超えており³⁾、流量に対して浮遊砂量が多い状況にあったが、年々浮遊砂量が減少しており2018年以降は $Q_s=6 \times 10^{-6} \times Q^2$ 付近で落ち着いている傾向が認められる。このことから、2016年に終了した芋川流域における直轄地すべり事業や現在も継続されている砂防事業の効果が発揮されていることが示唆される。

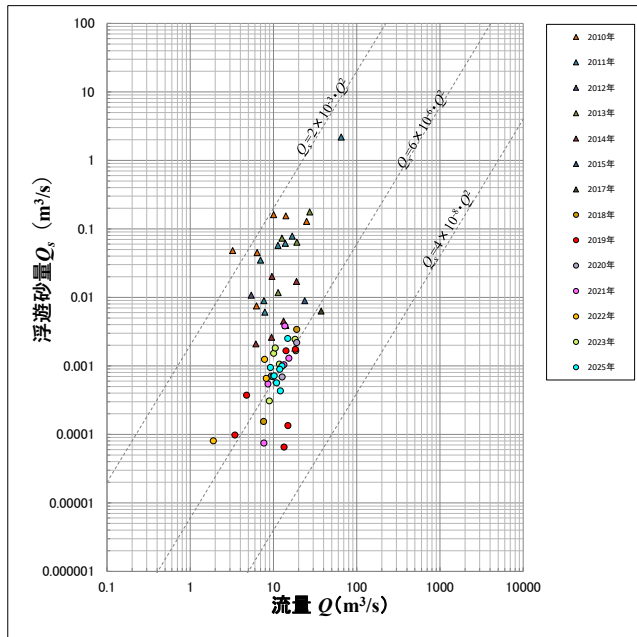


図 3 竜光遊砂地における流量—浮遊砂量の関係図

3. 簡易的観測手法の適用性

3. 1 CCTV 動画解析

大野原橋観測所において出水時(2025年10月1日16時頃)に撮影されたCCTVカメラ映像に対して、流速および水位、流量解析を実施した。過年度にも同地点で同様の解析が行われている⁴⁾。水位については動体(流水部)と不動体(堤体部)の境界(河川の水面)を水位とした。流速は、画像解析によって検出した動体(流水部)の移動距離と経過時間から算出した。流量は、画像解析によって算出した表面流速、水位と大野原橋観測所の流路幅(45m)を乗算して求めた。算出した水位・流量は、左岸側に設置されている圧力式水位計の水位、マンニング式から算出した流量との比較により妥当性を確認した。

流量について、マンニング式で算出した流量の1倍～1.6倍程度の値となっている(図4)。動画解析に用いる流速は河川の表面の流速を対象としているが、マンニング流量に用いる流速は河川横断面の平均的な流速となるため、流量の算出値に差異が発生していると推測される。

3. 2 自動採水器による採水

竜光遊砂地下流において、線状降水帯の発生が予想された2025年8月6日から7日にかけて、自動採水器を用いた採水を実施した。2025年8月6日17時から7日16時まで、1時間おきに計24時間分の試料を採取した。

出水のピークは8月7日4時頃であった(図5)が、自動採水器を用いることで、増水期から減衰期まで暗い中で的人力作業なく安全に採水を実施することがで

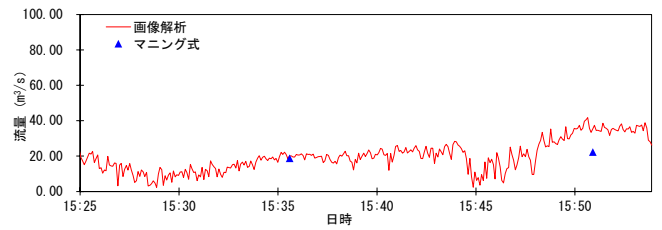


図 4 CCTV 動画解析による流量算出結果(2025年10月1日15時25分から16時)

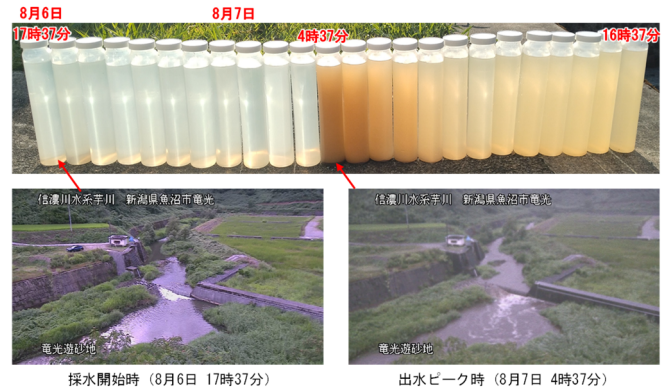


図 5 自動採水器による採水試料及び採水時の流況

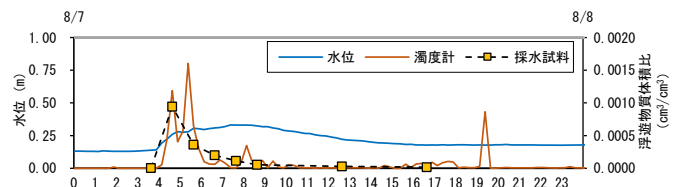


図 6 既設濁度計と採水試料の浮遊物質体積比

きた。既設濁度計と採水試料の浮遊物質体積比を比較すると(図6)、濁度計での計測値と採水試料分析結果は概ね一致しており、濁度計で問題なく出水時の計測ができていることが分かった。濁度計の計測値について、一部外れ値があるが、今回の出水は短時間での集中的な豪雨によるものであり、特に出水初期は河川内の濃度が均一ではなかった可能性がある。

4. おわりに

魚野川流域での長期的な観測から、土砂流出の傾向が確認できた。各観測所とも砂防事業の効果や流域の特性を推測できる流砂観測データが蓄積しつつある段階であるため、今後も観測を継続していく。また、新技術等を用いた簡易的観測手法の適用性についても引き続き検討を行い、流域全体の土砂動態把握のための観測の高度化・省力化につながることを期待される。

【参考文献】

- 1) 梅田ハルミ, 砂防学会誌, Vol.70 NO.6, pp.66-70, 2018
- 2) 宮本ら, 平成27年度砂防学会研究発表会概要集, ppA-138-139, 2015
- 3) 水理公式集, H17, p.171
- 4) 倉上ら, 令和5年度砂防学会研究発表会概要集, pp129-130, 2023