

手取川流域における流域監視に資する流砂観測データの利活用に関する検討

国土交通省 金沢河川国道事務所 岡嶋 康子, 南 憲長
日本工営株式会社 ○松田 悟, 中西 隆之介, 古谷 智彦, 長山 孝彦, 伊藤 隆郭

1. はじめに

山地河道における流砂水文観測の目的には、流域の土砂動態の概況把握・監視、砂防基本計画の策定・砂防事業の効果評価、天然ダム形成時などの危機管理、総合的な土砂管理手法の検討が挙げられている¹⁾。手取川においては総合土砂管理に向けた取り組みの一つとして、砂防領域から下流のダム領域（手取川ダム）及び河川領域への土砂の量と質の把握を進めている。本発表では、流砂観測データから上流域での崩壊や土石流等の特異的な土砂生産、また、その影響の検知・覚知に向けた流域監視への利活用に着目した検討を行った。

2. 手取川における流砂観測の状況

2.1 観測地点

手取川上流の3箇所（細谷第1号砂防堰堤、白峰床固群、瀬戸砂防堰堤、2020年2月時点）で、掃流砂観測を実施しており、取得したデータを基に移動礫の量と質（粒径）の把握を試みている。とりわけ白峰床固群と瀬戸砂防堰堤は、それぞれ下流のダム領域（手取川ダム）への流入、下流の河川領域への流入を把握できる位置にある（図-1）。濁度の計測は河川領域も含めて実施しており、2015年5月初旬に支川の尾添川上流の仙人谷の崩壊に伴う濁水の発生²⁾が確認された前後での観測データが取得されている（観測点：御鍋砂防堰堤、鶴来観測所）。



図-1 流砂観測所位置

2.2 観測項目

手取川上流域では、表-1に示す通りパルス式ハイドロフォン・掃流砂観測柵・圧力式水位計等による流水・流砂観測を実施しており、データは、1分毎の計測値をデータロガーに記録している。パルス式ハイドロフォンで得られるパルス数からは、掃流砂観測柵の計測値と併せて掃流砂量を推定している。また、粒

径推定に必要な運動量に対するハイドロフォン出力電圧値の関係は、現地応答試験により確認した。

細粒成分の計測は、濁度計による計測（出力単位：mg/L）が行われており、1時間ごとの値を取得している。同地点での流量（ m^3/s ）と砂の比重（ 2.6 g/cm^3 ）を用いて体積ベースでの細粒成分土砂量（ m^3/s ）で推定した。

表-1 手取川流域の掃流砂観測地点諸元

観測地点	観測開始 (年・月)	観測機器	流域面積 (km^2)	河床 勾配	水通し幅 (m)
細谷第1号 砂防堰堤	2004.11	パルス式ハイドロフォン	14.1	1/12	40
白峰床固群	2006.10	パルス式ハイドロフォン、水位計、 掃流砂観測柵	139	1/70	60
瀬戸 砂防堰堤	2019.12	パルス式ハイドロフォン、水位計、 掃流砂観測柵、底面流速計、 濁度計	187	1/82	50 透過部幅 6m×2門

3. 手取川における観測データの利活用の検討

周辺地域の土砂生産の発生や土砂災害の切迫性把握に活用できる指標として「流量や流砂量の急激な変化」、「流量と流砂量の関係の変化」が挙げられており¹⁾、これらの視点で整理した。

3.1 掃流砂観測データ

ハイドロフォンにより計測されたデータ（出力電圧）から粒径の推定が可能であるため³⁾、流量や流砂量に加えて粒径についてもその変化の把握を試みた。細谷1号及び白峰床固群では、計測された水深と上流の流量観測地点の流量との関係⁴⁾から、瀬戸砂防堰堤では水理模型実験結果に基づく水位・流量の関係⁵⁾から流量を推定した。2019年6月30日の出水時の瀬戸砂防堰堤と白峰床固群における流量とハイドロフォンによる観測値から推定した10分毎の粒径別掃流砂量の結果を図-2に示す。ハイドロフォン出力電圧（1分毎に記録）から推定した粒径をその存在率で粒径階毎に凡例分けしている。瀬戸堰堤では出水の後半（7/1 19:00以降）に他の時間と比べて大きな礫の割合が多いと推定され、出水期間中の流砂の粒度分布の違いが示されており、ハイドロフォンによる観測データから出水イベント後の徐々に流下してくる掃流砂の量と質（粒径）の変化を把握するに資すると考えられる。

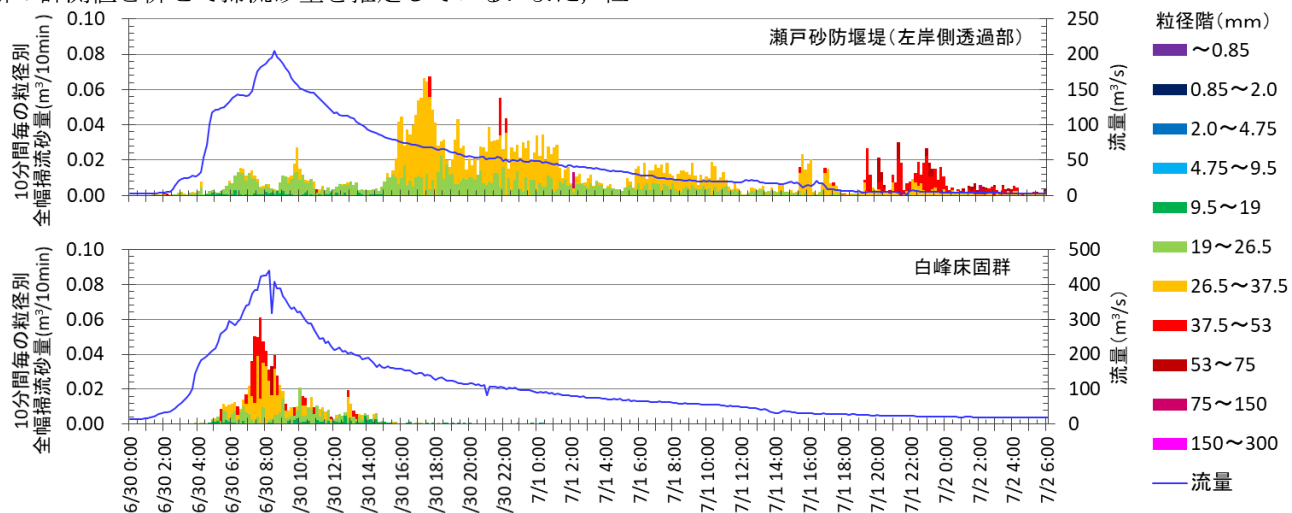


図-2 瀬戸砂防堰堤及び白峰床固群における粒径別流砂量の時系列変化（2019年6月30日～7月2日の事例）

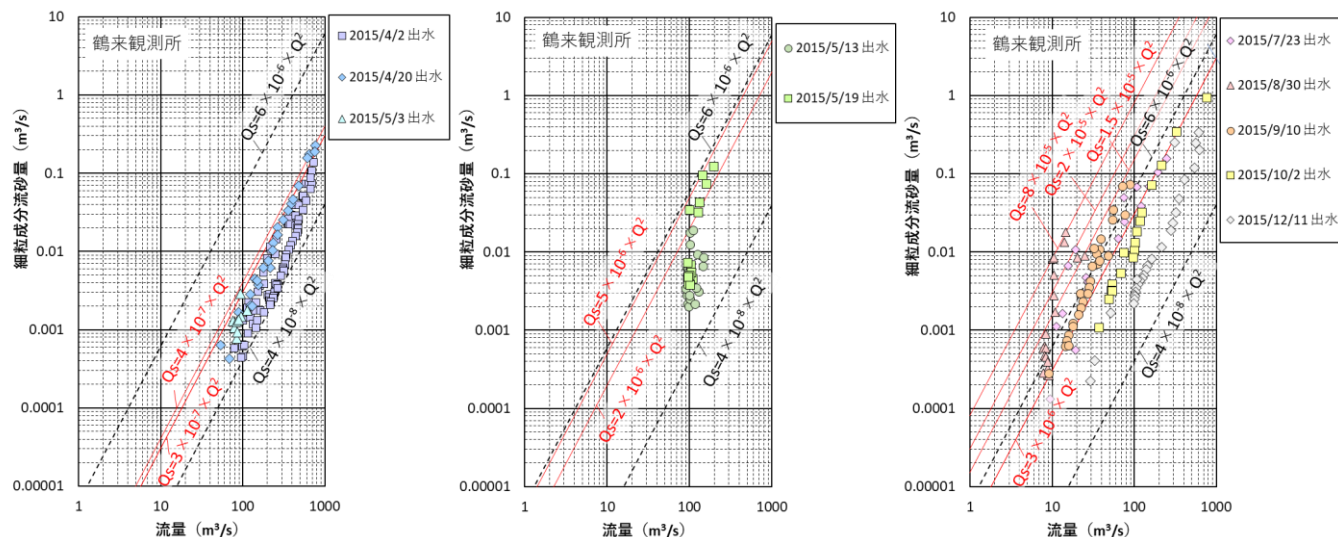


図-3 2015年5月初旬の仙人谷崩壊前後の流量と細粒成分土砂量の関係
(左：鶴来観測所・崩壊前，中：鶴来観測所・崩壊直後，右：鶴来観測所・崩壊後)

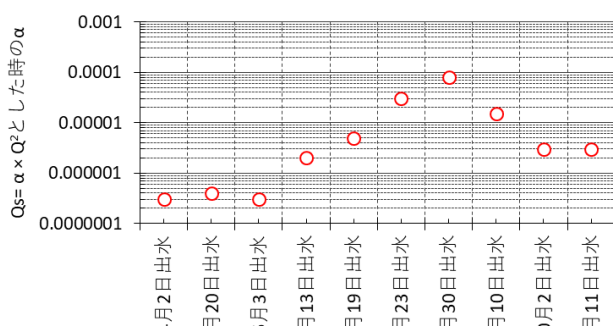


図-4 仙人谷崩壊前後の出水時の係数 α （鶴来観測所）

3.2 細粒成分土砂の観測データ

2015年5月初旬に発生した仙人谷の崩壊に伴う濁水前後の観測データが取得されている鶴来観測所，御鍋砂防堰堤の2地点について，流量と細粒成分土砂量の関係を示し，実際の土砂生産イベント前後の変化を確認した。図-3中の破線は，水理公式集⁶⁾で示される河川での実測浮遊砂量 Q_s と流量 Q の関係をプロットした範囲の上限： $Q_s = 6 \times 10^{-6} \cdot Q^2$ と下限： $Q_s = 4 \times 10^{-8} \cdot Q^2$ を示したものである。鶴来観測所における観測値も同様の傾きで分布している。流砂量が流量の2乗に比例する $Q_s = \alpha \cdot Q^2$ として，係数 α を流量に対する細粒成分土砂の量の多寡を示す指標とした。図-3中の赤線は，各出水時の流量-細粒成分流砂量のプロットデータに沿うように α を定めた線である。各出水時のデータから定めた α の値を図-4に示した。仙人谷の崩壊発生直後の5月13日の出水以降に α の値が大きくなり，8月30日の出水をピークに徐々に小さくなる。流量と細粒成分流砂量の関係の変化の指標として，データの散布図と併せて，急激な濁り（細粒成分を含む）の発生覚知に係数 α も活用しようとする。

御鍋砂防堰堤においても同様に，崩壊発生前の4月のデータと比較して8月以降のデータが流量に対して流砂量が大きい分布となっており，全国河川での事例の上限を超える範囲での分布を示す（図-5）。鶴来観測所では，崩壊発生以降は7月から12月にかけて徐々に流量に対する流砂量が小さくなる分布に移行するのに対して，上流の御鍋堰堤では10月の出水時でも8月と同程度の分布を示しており，鶴来観測所のように9月以降に流量に対しての細粒成分

土砂量が減少する傾向はなく，上流の支川流域（御鍋砂防堰堤）と下流の本川（鶴来観測所）での傾向の違いが確認された。

4. おわりに

現在の手取川での流砂観測データを流域監視に活用する方法を検討したが，土砂生産の発生や土砂災害の切迫性の把握のためには，今後の継続的な観測データの蓄積により，流下する粒径や流量-細粒成分土砂量の関係の平常時の状況を把握しておき，特異的な土砂生産の発生またその影響と判断する閾値の検討が必要となる。また，現時点では現地観測局に赴いてのデータの回収を行っているが，リアルタイムで流砂観測データを把握することが流域監視には重要である。光回線等を活用して流砂観測データを砂防事務所で確認できる体制についても検討が必要である。

【参考文献】

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所，国総研資料第686号，2012。（題目省略，以下同様）
- 2) 柳井清治・岡崎正規・瀧本裕士・一恩英二・高瀬恵次，石川県立大学年報，2015巻，pp.8-27，2016。
- 3) 松田悟・長山孝彦・田方智・伊藤隆郭・藤田正治・水山高久，平成29年度砂防学会研究発表会概要集，pp.311-312，2017。
- 4) 高橋至・千財利治・柴田恵子・田方智・長山孝彦・窪寺洋介・松田悟・中村詩穂・古谷智彦・伊藤隆郭，平成28年度砂防学会研究発表会概要集，pp.484-485，2016。
- 5) 二俣秀・森田賢治・宮本憲治・田方智・貝塚和彦・杉山実・伊藤隆郭，平成23年度砂防学会研究発表会概要集，pp.338-339，2011。
- 6) 土木学会編，水理公式集（平成11年度版），pp.170-171，1999

図-5 仙人谷崩壊前後の流量と細粒成分土砂量の関係（御鍋砂防堰堤）