

掃流区域における流砂量モニタリング（続報）

元国土交通省北陸地方整備局湯沢砂防事務所 山口真司、杉本宏之
 株式会社コルバック ○吉村暢也、鶴田謙次
 京都大学大学院農学研究科 水山高久

1. はじめに

土砂流出現象の実態を反映した砂防計画への高度化を図るためには、実際に生じている流砂現象を把握することが重要である。しかし流砂を直接継続的に計測することは大変困難であることから、魚野川上流域では、間接的に流砂を計測するハイドロフォン観測手法を用いて観測を実施している。本報告は、2004年から2006年までのデータに基づき流砂量の推定を試みたので、その結果について報告するものである。

2. 観測の概要

2.1 観測地点の概要

掃流砂観測は、信濃川との合流部から約43km上流地点の大野原橋付近とさらに6.5km上流の土樽上流砂防堰堤箇所で行った。大野原橋観測地点は、流域面積97.6km²、河床勾配1/42。土樽上流砂防堰堤観測地点は、流域面積33km²、河床勾配1/30となっている。

大野原橋観測地点は、横断的な掃流砂の違いを把握することとし、2004年に設置した右岸側の掃流砂観測施設に加え2005年に流心部に新規に設置した。土樽上流砂防堰堤観測地点については、大野原橋観測地点の観測値と合わせて縦断的な掃流砂の違いを把握するために2005年に流心部に新規に設置した。

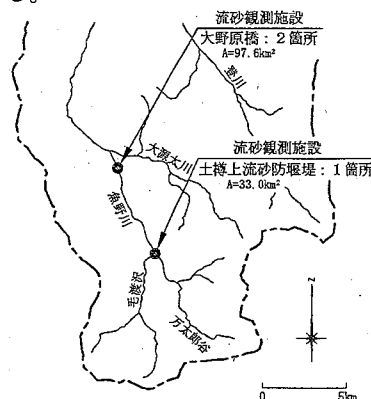


図-1 観測位置図

2.2 観測施設の概要

観測施設の構成は、図-2に示すような掃流砂観測柵、ハイドロフォン、水圧式水位計で構成され、上流から流れてくる河床近傍の移動土砂の衝突音をハイドロフォンで計測するとともに、その移動土砂を掃流砂観測柵で捕捉し土砂重量を計測する仕組みとなっている。ハイドロフォンのキャリブレーション及び検証は掃流砂観測柵で捕捉した土砂重量で行った。

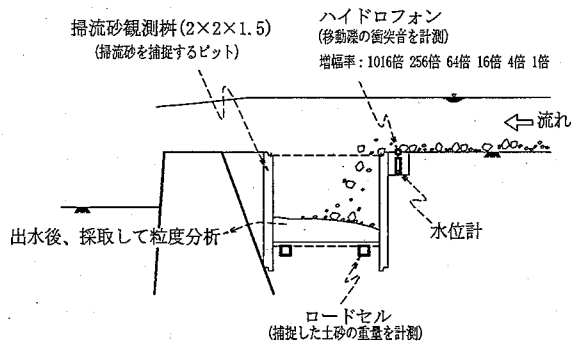


図-2 流砂観測施設

3. 観測結果

3.1 ハイドロフォン観測値のキャリブレーション

1) 移動土砂量の推定について

大野原橋観測地点での2004年から2006年末までの観測結果を図-3に示す。この図はハイドロフォン増幅率16倍のパルス数と掃流砂観測柵の捕捉土砂重量との関係を整理し、2004年と2005年のデータを基に相関式を計算した。ここで2004年と2005年は右岸側、2006年は流心部での観測結果である。

・図-3に示す相関式を基に2006年10月6日出水時のハイドロフォン観測値から捕捉土砂重量を逆算した計算値と実測値の時系列図を図-4に示す。この図が示すように掃流砂観測柵が満砂状態となるまでの間、計算値と実測値とは近い値となっており、10/6 23:00時点で実測値42.7kNで計算値38.4kNと

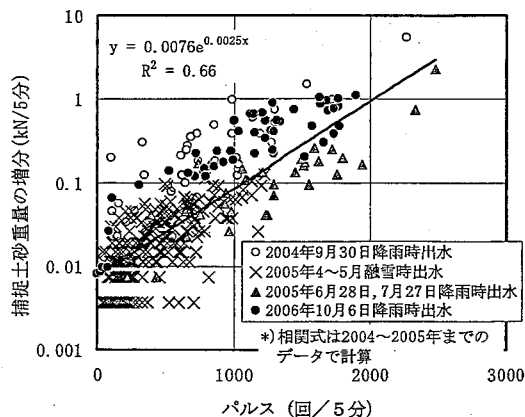


図-3 捕捉土砂量とパルスとの関係

約1割強の誤差であり、図-3に示す相関式で移動土砂量を推定できそうである。

また、2006年の観測値は横断的に観測位置を変えて観測した結果であり、右岸側と流心部は同様の傾向を示している。これは、対象河道が2面張りの逆台形断面で横断的に流速の違いが少ないことから、ハイドロフォンに衝突する礫の流速と礫質が右岸側と流心部とで同一に近い状態となっている

ためと推定される。また、河床勾配の急な土樽上流砂防堰堤地点では大野原橋地点より流速が早くなるのでハイドロフォン観測値と移動土砂量との関係は変わるものと推測される。

2) 移動礫径の推定について

移動礫径の推定として、増幅率16倍と256倍の総パルス数との比により検討した。これは、移動土砂の粗礫分の割合から礫径を推定しようとしたもので、全移動土砂の粒子数を増幅率256倍、粗礫分の粒子数を増幅率16倍と想定した。検証データとして掃流砂観測樹の捕捉土砂の礫径を用いて整理した結果を図-5に示す。この図が示すように相関係数 $R^2=0.47$ とバラツキがあるが礫径推定の目安としては利用できるものとする。今後データ数を増やし精度を向上させる必要がある。

3.2 移動土砂の時系列

図-6は、図-3の相関式よりハイドロフォン観測値から移動土砂量を時系列的に推定したものである。この図を見ると上図は流量の立上り付近に移動土砂量のピークがありその後急激に減衰し2山目の流量上昇に伴い再度土砂が移動している。下図は流量のピーク後に移動土砂量のピークがあり、その後減衰しているケースである。このように移動土砂量の波形は流量波形と必ずしも対応していないことが分かり、時系列観測によりその実態を把握することができる。

4. まとめ

今回、ハイドロフォン観測値のキャリブレーションについて検討し、出水ごとに安定した関係を得た。今後キャリブレーションの精度を向上させる必要があるが時系列的な掃流砂量を推定できるようになった。今後は、この観測手法を用いて横断的及び縦断的な土砂移動動態を分析していきたい。

(参考文献)

- 水山・野中・野中 (1996) : 音響法 (ハイドロフォン) による流砂量の連続計測, 砂防学会誌, Vol. 49, No. 4
- 水山・富田・野中・藤田 (1998) : ハイドロフォンによる流砂量の観測 (続報), 砂防学会誌, Vol. 50, No. 6
- 水山・野中・藤田 (2002) : 常願寺川津之浦下流砂防堰堤におけるハイドロフォンによる流砂観測, 砂防学会誌, Vol. 55, No. 3
- 西井・山本・吉村・鶴田・村中・水山 (2005) : 掃流区域における流砂量モニタリング, 平成17年度砂防学会研究発表会概要集, p138-139

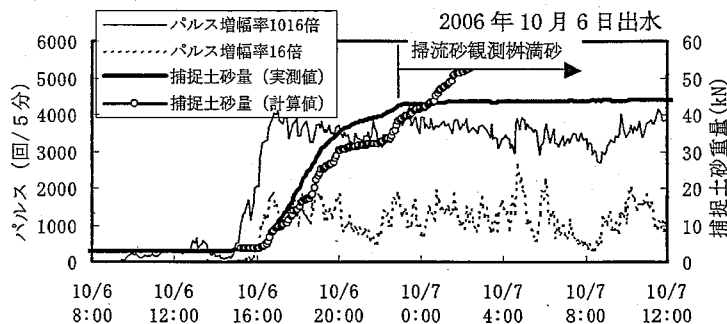


図-4 捕捉土砂量の実測値と計算値

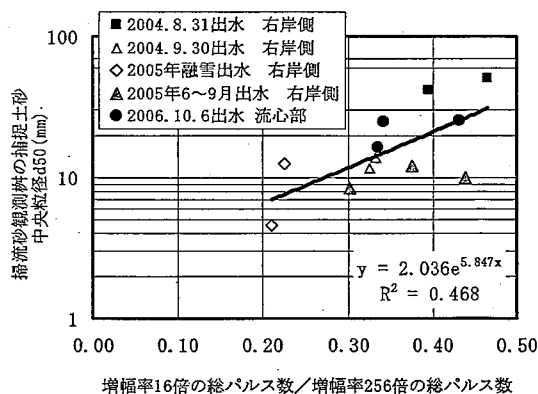


図-5 移動礫径とパルスとの関係

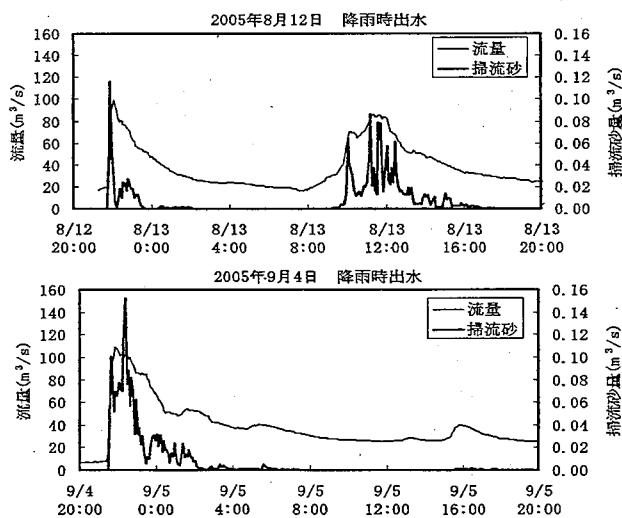


図-6 流量と掃流砂量の時系列図