

現地観測によるハイドロフォンパルスと流砂の粒径との関係について - 天竜川水系与田切川の事例 -

国土交通省中部地方整備局天竜川上流河川事務所 三上幸三, 大森正昭, 北原久人
住鉦コンサルタント株式会社 山下伸太郎, 佐光洋一, 家田泰弘, ○高橋健太

1. はじめに

天竜川水系における流砂系一貫した総合土砂管理計画の策定に資するため、天竜川上流河川事務所では与田切川中流部（図-1）の坊主平堰堤に流砂観測施設¹⁾を設置し、2000年9月から流水・土砂の直接採取による洪水時の流砂量と土砂の粒度分布の時系列変化を観測している。流砂観測は2005年度で6カ年を向かえ、与田切川の流砂特性に関する知見が得られつつある²⁾。また、2005年7月からはより簡易な手法による流砂量の把握を目的に、間接的手法であるハイドロフォンを設置して流砂量観測を開始した。これまでの他地域での観測³⁾から、一洪水で見るとハイドロフォンのパルスと流砂量には比較的良好な線型関係があることが確認されている。しかし、洪水別にみると流砂量が同じであっても観測パルス数が異なるという現象がみられ、その要因は流砂の粒径の差異にあると推定されている。そこで、与田切川での流砂観測において、ハイドロフォンパルスと流砂の粒径との関係を明らかにするため、異なる増幅率でパルス数を観測するとともに、洪水毎に直接採取によって得られた粒径別流砂量と比較を行った。

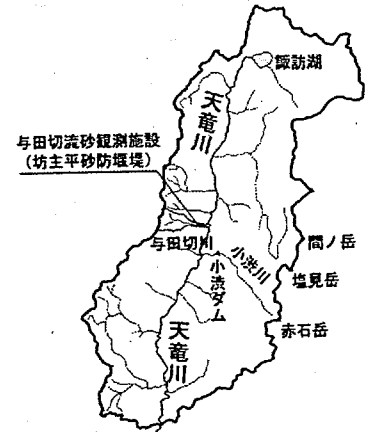


図-1 位置図

2. 与田切川流砂観測施設の概要

流砂観測施設の詳細な機能・構造に関しては、既に報告¹⁾されているので、ここでは概要について記す。流砂観測施設では、水位・流速測定と同時に堰堤袖部に河床から0cm(下段)、50cm(中段)、100cm(上段)3段の取水孔を設けて流水を施設に導水し、各段ごとに回転式ふるい(ふるい目1mm)にかけて残留した土砂の重量・粒径と通過した濁水のSS濃度を時系列的に計測する施設である。ハイドロフォンは坊主平堰堤の水通し部(幅50m)の左岸側に設置しており、測定管の長さは8mである。ハイドロフォンのパルス数は単に流砂量との関係だけでなく、ハイドロフォンが検知可能な粒度成分との関連を把握するため、1,16,64,256及び1024倍の6段階の異なる増幅率で観測することとした。ハイドロフォンパルス数及び水位・流速計の各データは、1分ごとにロガーに記録されている。

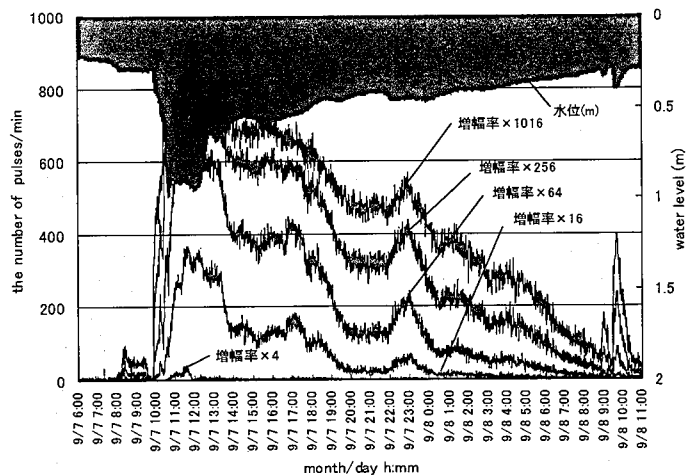


図-2 増幅率別パルス数と水位の関係 (2005年9月7日出水)

3. 観測結果

ハイドロフォン設置後の2004年10月~2005年12月の3出水において流砂の直接採取を行い、ハイドロフォンパルス数(以下パルス数)との比較を行った。図-2に観測結果の例として最高水位が92cmであった2005年9月7日の水位とパルス数(1分間合計値)を示す。

増幅率1倍のパルスはほとんど検知されなかった。4倍以上の増幅率のパルス数は水位に対応してともに増減しており、当然ながら増幅率が高いほどパルス数が多い。しかし、水位が概ね70cm以上になると256倍と1016倍のパルス数の差が小さくなる。観測データ量が少ないた

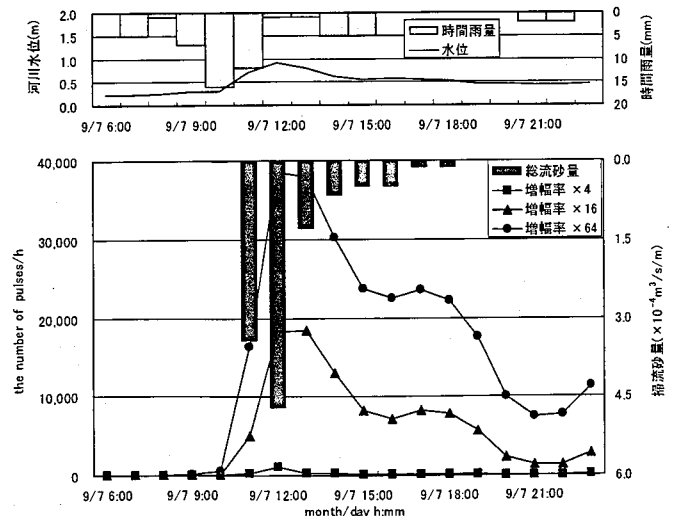


図-3 パルス数と流砂量の関係 (2005年9月7日出水)

め断定はできないが、水位上昇により掃流力が増加すると、本来増幅率が1016倍でしか検知できない比較的粒径の小さい掃流砂が、浮遊限界を超えて浮遊砂として流下するようになり、パルスが検知されなくなることが理由の一つと考えられる。

図-3には流砂観測装置によって計測した時系列的な流砂量と単位時間当たりのハイドロフォンのパルス数との関係を示す。パルス数については掃流砂を反映していると考えられるため、流砂量は下段取水孔の単位時間幅あたりの掃流砂量をプロットした。水位変化との関係と同様に、パルス数は流砂量の増減ともなって同様に変動していることがわかる。図-4には、観測を行った3出水時のパルス数と全流砂量との関係を示す。出水ごとにバラツキはあるが、流砂量の増加とともにパルス数も増加していることがわかる。

4. 粒径別流砂量との関係

次に流砂の粒度とパルス数との関係を調べるため、粒径別流砂量と増幅率ごとのパルス数との関係を整理した。図-5に示すように粒径0.425mm以上の流砂量とパルスには比較的良好的な正の相関がみられるが、粒径0.425mm以下ではいずれの増幅率でも流砂量とパルス数との間に明瞭な関係がみられない。この結果から、概ね0.5mm以下の流砂は、測定管への衝突エネルギーが小さく、パルスが検知されていないと考えられる。

粒径が0.425mm以上になるとパルス数と流砂量の相関が明瞭になっていくが、粒径が2~0.425mmの流砂についてみると増幅率が16倍と低い場合には、それより大きい増幅率と比較してバラツキが大きく、パルスを十分に検知していない可能性が高い。粒径が2mm以上の流砂については増幅率が16倍を含めて流砂量とパルス数には比較的良い相関がみられる。このようにハイドロフォンの増幅率の違いにより、検知可能な流砂の最小粒径も異なっていることがわかる。

5. まとめ

2005年度では水位が50cmを超える出水時に流砂の直接採取を行ったのは3回のみであり、まだ、観測データが少ないため断定はできないが、与田切川に設置したハイドロフォンで検知可能な流砂の粒径は概ね0.5mm程度であり、ハイドロフォンの増幅率の差異を利用して流砂の粒径についても把握できる可能性があることが分かった。今後さらに観測データを蓄積することによりパルス数から粒径別流砂量の定量化を図っていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 浦ら：与田切川における流砂の計測—流砂系モニタリングのために—，砂防学会誌，Vol. 54, No. 3, P. 81-88, 2001.
- 2) 三上ら：与田切川の流砂観測結果からみた洪水規模による流砂特性の変化について(その2)，平成17年度砂防学会研究発表会概要集，P. 112-113, 2005.
- 3) 星野ら：流砂量等の時系列的把握の試み，平成15年度砂防学会研究発表会概要集，p. 14-15, 2004.

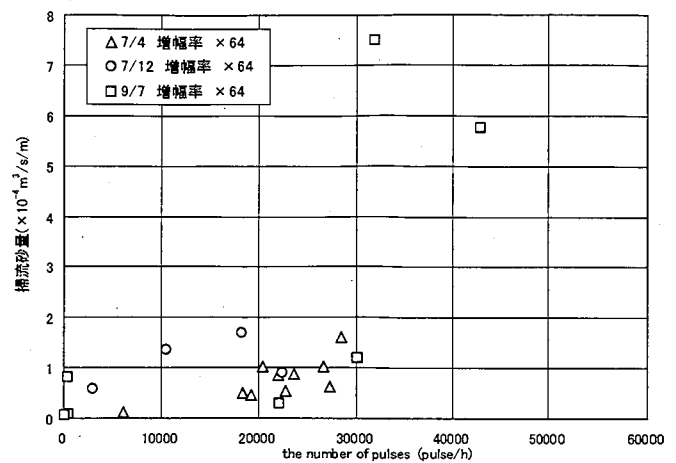


図-4 出水ごとのパルス数と全流砂量との関係

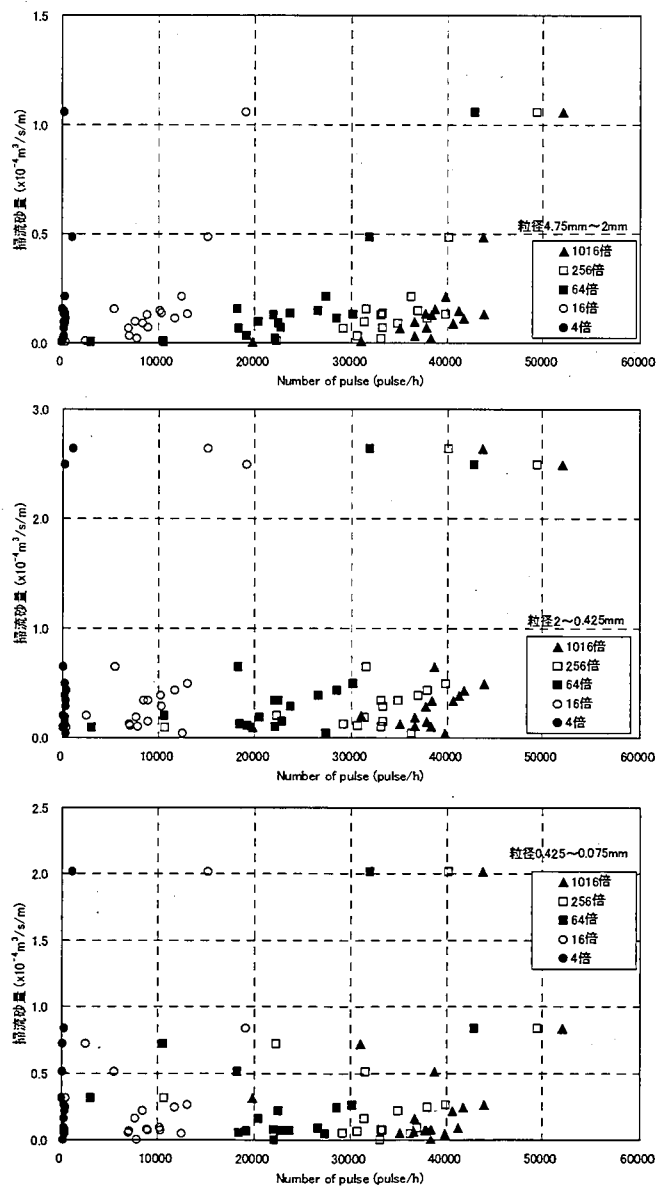


図-5 増幅率別パルス数と粒径別流砂量との関係