

ハイドロフォンパルスによる流砂量及び粒度計測に関する考察

国土交通省中部地方整備局天竜川上流河川事務所 伊藤仁志, 林満, 石田勝志, 中嶋健作
住鉦コンサルタント株式会社 山下伸太郎, 佐光洋一, ○高橋健太, 家田泰弘

1. はじめに

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月から流砂量と土砂の粒度分布の時系列変化を観測している。また、2005年7月より簡易な手法による流砂量の把握を目的に、間接的な流砂量の計測手法であるハイドロフォンを設置して観測を開始した。

これまでの報告²⁾では、ハイドロフォンの増幅率別のパルス数と粒径別流砂量に着目して、観測データの整理を行い、概ね0.5mm以上の流砂については増幅率64倍～256倍のパルス数と良好な正の相関がみられることがわかってきた。本報告では2007年の観測期間内に発生した水深が50cmを超える8回の出水時の観測データを加え、増幅率別パルス数と粒径別流砂量との関係についてさらに詳細に考察した。

2. 施設の概要

ハイドロフォンは、流砂の測定管への衝突音の検知回数(パルス数)を計測する装置で、坊主平堰堤の水通し部(幅50m)の左岸側に長さは8mの測定管を設置している。パルス数は単に流砂量との関係だけでなく、流砂の粒度との関連を把握するために、1,4,16,64,256及び1024倍の6段階の異なる増幅率で観測を行っている。なお、計測データは1分毎のパルス数の積算値として、水位・流速計とともにロガーに記録されている。

3. 観測結果

図-2には観測例として、ハイドロフォン設置後に最高水深を記録した2007年7月14～15日観測時の時間雨量、水深、流砂量、パルス数の時系列変化を示した。なお、図中の掃流砂量は、流砂観測装置の河床部に設置されている下段取水孔の採取土砂量に基づく計測値であり、以降の検討においても同様である。

パルス数は水深の変化と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、水深が概ね1m以上になると256倍と1016倍のパルス数の差が小さくなっている。図示していないが他の出水でも同様の傾向を示しており、ハイドロフォンで検知可能な最大のパルス数が概ね30000回/hour程度であると考えられる。また、水深変化との関係と同様に、パルス数は流砂量とともに増減していることがわかる。

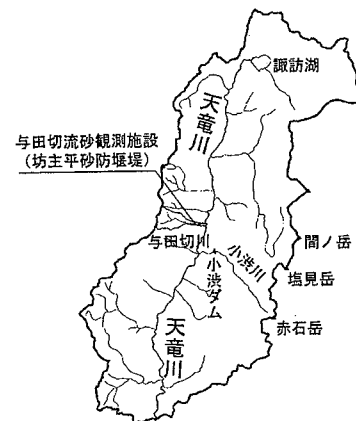


図-1 位置図

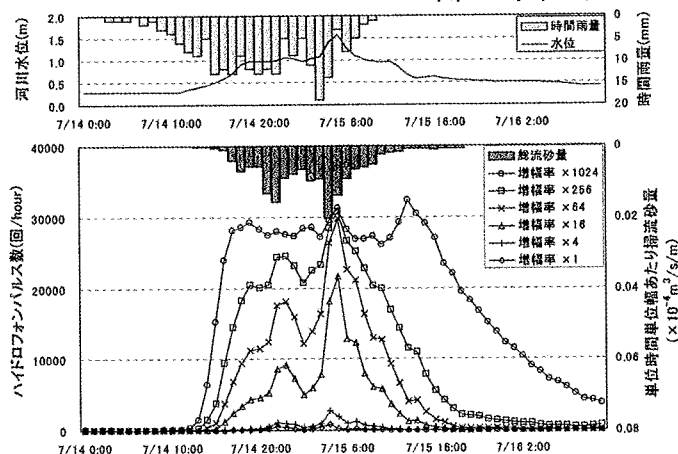


図-2 パルス数と流砂量の関係(2007年7月14～15日出水)

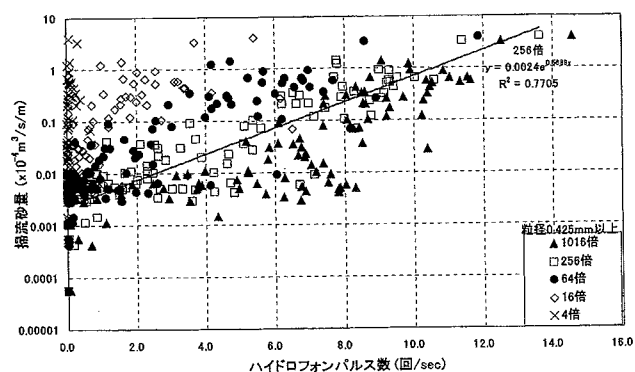


図-3 増幅率別パルス数と粒径別流砂量の関係

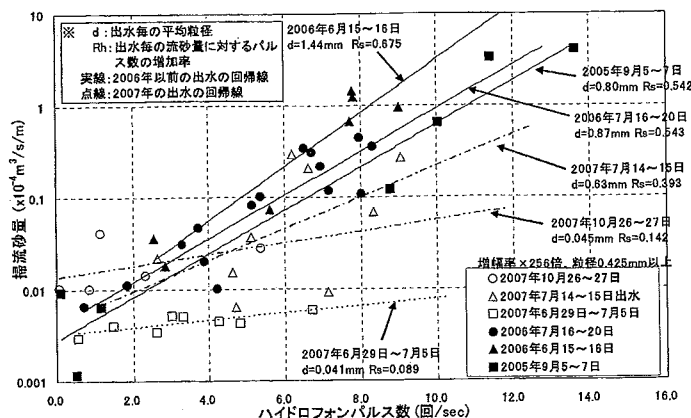


図-4 パルス数と0.425mm以上の流砂量との関係

4. 粒径別流砂量との関係

図-3 には、流砂量を粒径 0.425mm で区分し、各粒径別流砂量と増幅率ごとのパルス数との関係を示した。粒径 0.425mm 以上の流砂量とパルス数には比較的良好な正の相関がみられ、特に良好な相関を示したのは増幅率が 256 倍の観測データであった。増幅率が 16 倍より低い場合には、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。一方粒径 0.425mm 未満ではいずれの増幅率でも流砂量とパルス数との間にほとんど相関がみられない。これは、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いため、パルスを発生させていないと考えられる。

次に、良好な相関がみられた増幅率 256 倍のパルス数と粒径 0.425mm 以上の流砂量との関係を出水別（最高水深が 90cm 以上の出水を抽出）に整理し図-4 に示した。いずれの出水時においてもパルス数と流砂量は比較的良好な正の相関を示すが、出水別にみると単位パルス数当たりの流砂量（ R_s ）が異なり、図中に示した洪水時の流砂の平均粒径が大きいもの程、 R_s が大きい傾向が見られた。

そこで、一出水の流砂の平均粒径と R_s の関係を整理した結果（図-5）、両者には極めて明瞭な正の相関があることがわかった。この結果からいうと、例えば図-4 の関係をもとにハイドロフォンのみの計測値から流砂量の絶対値をより精度良く推定しようとした場合、何らかの方法で流砂の粒径を把握する必要があることになる。

図-6 には、水深と増幅率 256 倍及び 16 倍のパルス数の関係を出水別に示している。増幅率 256 倍のパルス数は水深の増加に対する増加率は洪水によってほとんど変化しないのに対し、増幅率 16 倍のパルス数は洪水によって異なっている。つまり、出水で異なっている流砂の平均粒径を 16 倍のパルス数と水深との関係から推定できる可能性がある。

図-7 は、単位パルス数当たりの水深増加高（ R_h ）と一洪水の流砂の平均粒径との関係を示している。増幅率 256 倍では、図-6 からわかるように平均粒径の関わらず R_h が一定である。一方、増幅率 16 倍ではバラツキが大きいが、粒径が大きいほど R_h は小さい傾向が見られる。これは、流砂に含まれる粗粒な成分が少ないと、低い増幅率ではパルスが検知されにくい、逆に粗粒な成分が多いとパルスが検知されやすいため、水深の増加によるパルス数の増加量も多くなっていると考えられる。

これらの結果から、水深と増幅率別にパルス数を計測することによって、洪水別に流砂の平均粒径の大小関係はある程度は推定できると考える。

5. まとめ

粒径別流砂量とパルス数との関係の整理結果から、0.5mm 以上の流砂については、パルス数と増幅率 256 倍で良好な正の相関がみられたことから、パルス数から流砂量を推定することが可能であると考えられる。また、増幅率の違いが流砂の粒径の差異を表わすような有意な関係は見出せなかったが、水深と増幅率の低いパルス数のデータを使うことによって、流砂の粒径の差異を表せる可能性があることがわかった。今後さらに観測データを蓄積し、パルス数を用いたより精度の高い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：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（その 2）

平成 19 年度砂防学会研究発表会概要集, P. 280-281, 2007.

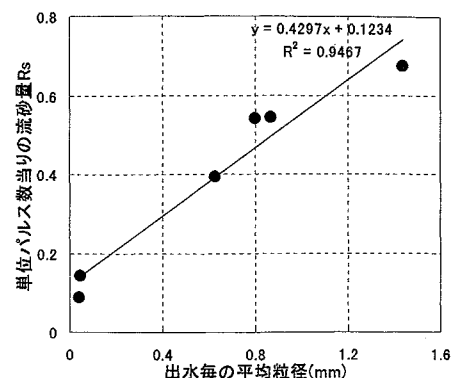


図-5 一出水の平均粒径 R_s との関係

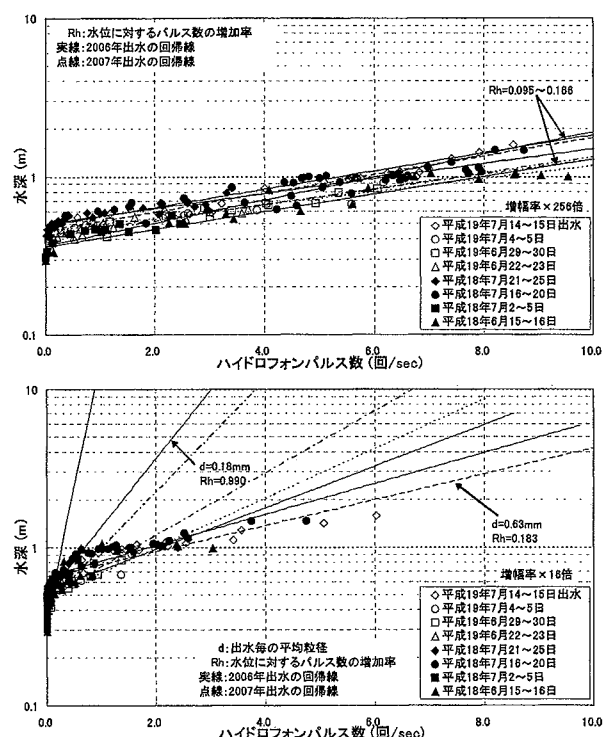


図-6 増幅率別パルス数と水深の関係

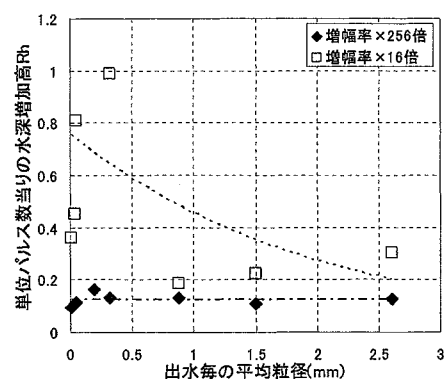


図-7 一出水の平均粒径と R_h の関係