

富士山大沢川におけるハイドロフォンを用いた流下土砂量の推定手法に関する一考察

国土交通省 中部地方整備局 富士砂防事務所 三輪 賢志
アジア航測株式会社 ○西村 直記, 臼杵 伸浩, 佐野 寿聰, 江口 友章
京都大学大学院 水山 高久

1. はじめに

潤井川水系大沢川では2006年からハイドロフォンを用いた間接的な流砂量観測を開始し、平成15年3月に設置したピット掃流砂観測装置(以下、観測柵と呼ぶ)および自動採水器による直接的な観測と併せて、大沢川を流下する土砂の時系列的な観測を実施している。

ハイドロフォンによる流砂量観測では、総流砂量とハイドロフォンのパルス数との相関が高いことが報告されている⁽¹⁾が、パルス数から定量的な土砂量を把握するまでには至っていない。そこで、直接的かつ時系列的に把握した流下土砂量とハイドロフォンパルスとの関係について検討し、ハイドロフォンを用いた流下土砂量の推定手法に関して考察した。

2. 観測施設の概要

ハイドロフォンは、マイクを入れ河床に埋めた鉄パイプ(観測管)に当たる流砂の音を電気信号に変換し、その信号(パルス)を解析することで流砂量を推定するものである。また、パルス数と流砂の粒度との関係を把握するために複数の増幅率を用いて観測を行うことが一般的である。大沢川では三面張り流路工内の床固工上流側に長さ80cmの観測管を設置し、4~1016倍の6段階の増幅率を用いてハイドロフォンによる流砂量観測を行っている。また観測管の直下流に約2m³の土砂を捕捉できる観測柵を設置して土砂を捕捉し、柵内に設置したロードセル(堆砂圧計)により堆砂圧の変化を時系列的に観測できる仕組みとなっている。

3. 観測結果

2006年から2009年までにハイドロフォンで観測された事例は計9回あり、そのうち最近観測された2008年12月5日と2009年7月24日の2出水について、ハイドロフォンパルスと水位および堆砂圧との関係について解析を行った。

図-2に水位とパルス数との関係を示す。中谷ら(2007)⁽²⁾は、水位とパルス数との関係はピーク付近で概ね右回りのループとなることを指摘しているが、これは水位の上昇期の方がより多くの流砂があることを示している。取り上げた2出水についても、出水の規模は異なるものの概ね同様の傾向が見て取れる。

ここで、2009年7月24日の出水時における全パルス数と増幅率ごとのパルス数との関係を図-3に示す。増幅率によって傾きが異なるものの、概ね同様の傾向を示している。つまり、各増幅率で観測されるパルスは同じ衝突音を検知していると推察されるため、増幅率によって流下土砂の粒度分布を把握することは困難である。一方、図-3中の丸印の範囲では、1016倍の増幅率において他とは異なる挙動を示した。これは、他の増幅率で感知できない細粒分について観測できたものと推察される。

4. パルス数と堆砂圧との関係

ハイドロフォンで観測されたパルス数と実際に流下している土砂量の関係を把握するために、観測柵内の堆砂圧計で計測された堆砂圧とパルス数との関係について解析を行った。2008年12月5日の出水では観測柵の容量の9%程度の土砂堆積がみられた。出水期間中には堆砂圧の増加に伴いパルス数も増加しており、堆砂圧と

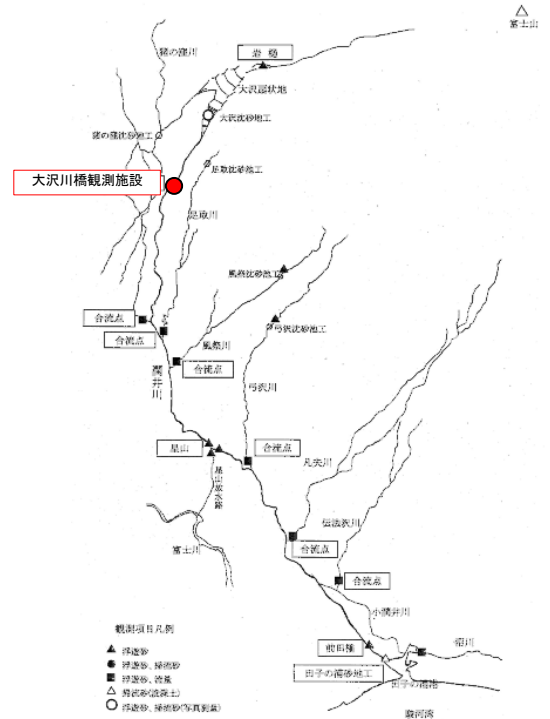


図-1 位置図

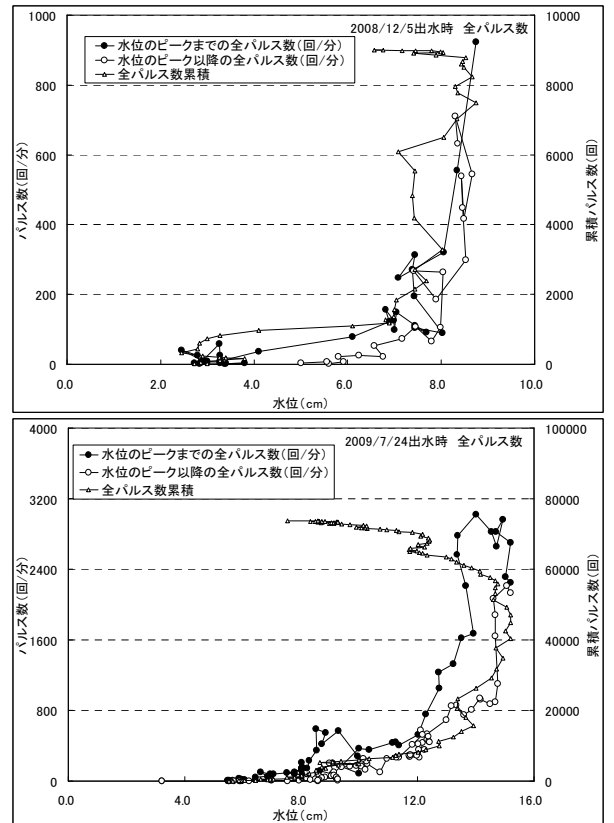


図-2 パルス数と水位との関係
(上段: 2008年12月5日出水,
下段: 2009年7月24日出水)

パルス数との間に明瞭な関係があることがわかる(図-4)。また、これを出水のピーク前後で分けると、ピークの前で高相関関係に違いが見られる。これは前述した水位の上昇期と下降期で流砂量が異なることに起因しているものと考えられる。これに対して、2009年7月24日の出水では、観測槽の容量の56%程度の土砂堆積がみられた。出水期間中の堆砂圧と累加パルス数には高い相関が認められるが、流水の吸出しによりそれ以上堆砂が進まない状態となったと考えられる。3.5Pa付近からは不規則な増加を示している(図-5)。一方で、ピークまでの期間については高い相関関係が見られる。ピーク以降の減衰期においては、堆砂が進行しなくなるまでにわずかなパルスしか観測できていないが、明らかにピークまでの期間と異なる傾きを示している。以上の関係から、堆砂圧とパルス数には高い相関関係があり、出水ピークの前で異なる相関を示すことが明らかとなった。

5. まとめ

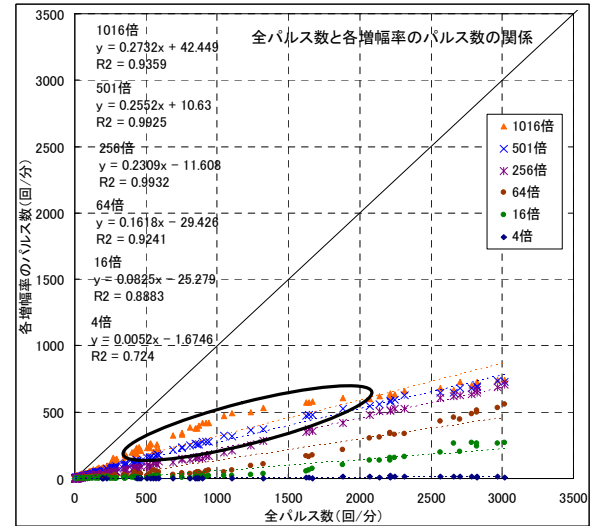


図-3 全パルス数と各増幅率のパルス数との関係 (2009年7月24日出水)

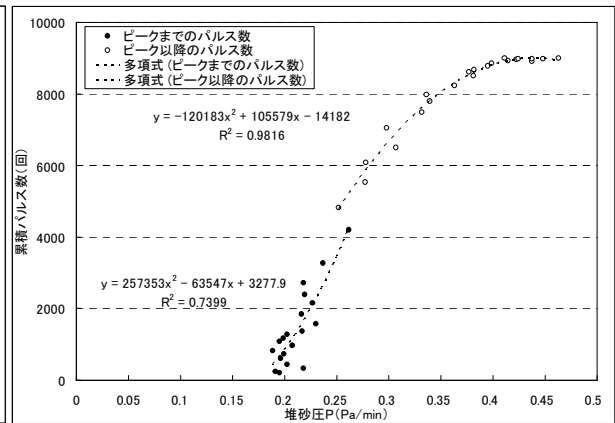
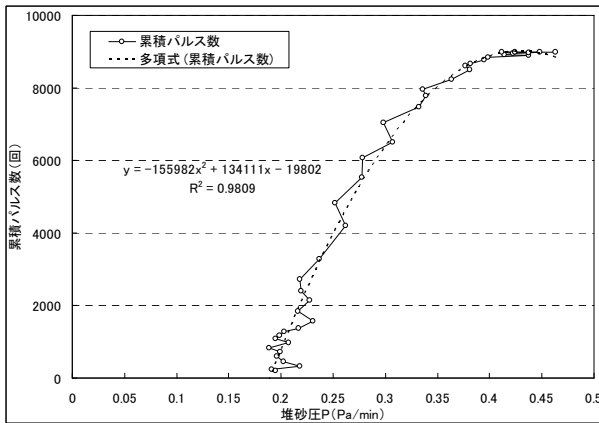


図-4 パルス数と堆砂圧との関係 (2008年12月5日出水)

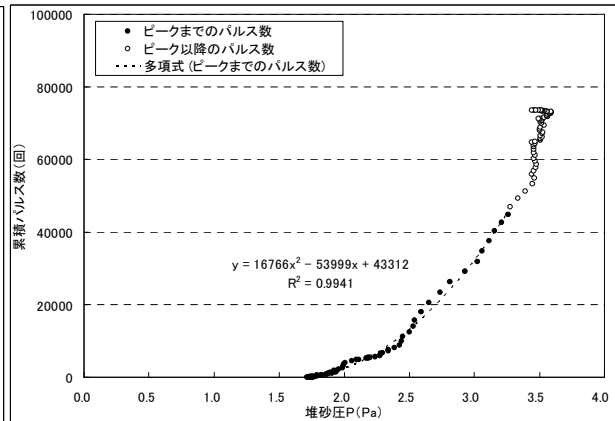
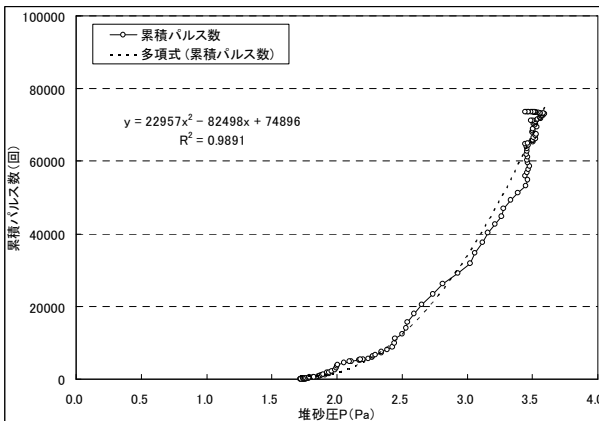


図-5 パルス数と堆砂圧との関係 (2009年7月24日出水)

大沢川におけるハイドロフォンの観測結果から、ハイドロフォンのパルス数と堆砂圧には高い相関関係が認められたが、比較的出水規模の大きかった2009年7月24日の出水においては、ピークの下降期に流水の吸出しによりそれ以上堆砂が進まない状態となったと考えられ、時系列的なデータを収集できなかった。今後は、ピーク時もしくはそれ以降のデータを蓄積できるように観測槽を改良し、パルス数と堆砂圧の関係を詳細に把握することが望まれる。これにより、将来的にはパルス数から流下土砂量を推定することが期待される。

<参考文献>

- (1) 水山高久・野中理伸・野中伸久 (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, p.34-37
- (2) 中谷洋明・鶴田謙次・吉村暢也 (2007) : 手取川上流域でのハイドロフォンを用いた流砂量観測及び解析, 砂防学会誌, Vol.60, No.3, p.20-25