

現地計測によるハイドロフォンパルスと流砂特性との関係

国土交通省六甲砂防事務所 久内 忠
 住鉦コンサルタント株式会社 ○山下 伸太郎, 佐光 洋一, 玉樹 奨平
 京都大学大学院農学研究科 水山 高久

1. はじめに

六甲山系における土砂管理の一環として、流砂量・質の定量把握及び間接的手法であるハイドロフォンによる流砂量計測を目的に、2003年8月に住吉川上流の西滝ヶ谷流域にハイドロフォン、ピット式流砂量計及び濁度計からなる六甲住吉型流砂等計測システム(RS-03)を設置して流砂量観測を開始した¹⁾。これまでの観測結果²⁾から、一洪水で見るとハイドロフォン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た。しかし、洪水別にみると流砂量が同じあっても観測パルス数が異なるという現象がみられ、その要因として流砂の粒径が関係していることが推定された。そこで、本調査では、数段階の異なる増幅率でハイドロフォンパルスを観測するとともに、洪水毎にピット流量観測装置に堆積した土砂の粒度分布を調査して、流砂の粒径が観測パルス数と流砂量との関係に与える影響について考察した。

2. 流量等計測システムの概要

住吉川支川の西滝ヶ谷に設置した流砂等計測システムは、ハイドロフォン、ピット流砂計測装置、濁度計、水位計からなり¹⁾、各データは、5分ごとにロガーに記録されている。2003年8月～2004年5月はハイドロフォンパルス音の増幅率を15倍の固定値としていたが、2004年6月よりハイドロフォンの増幅器を改良し、4,16,64,121,256及び1,024倍の6段階の異なる増幅率のパルス数を観測することとした。

3. 観測結果

図-1に観測結果の例として2004年9月29日の観測値(水位、ハイドロフォンのパルス数(5分間)、濁度(瞬間値)、ピット流砂計測装置の荷重累加値、瞬間流砂量(m³/s)への変換値)を示す。なお、パルス数については、増幅率16,64,121及び256倍の観測値を表示している。各観測値をみると概ね水位に対応して、パルス数、流砂量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くなっている。しかし、121倍と256倍のパルス数には大きな差がなく、121倍で検出されてい

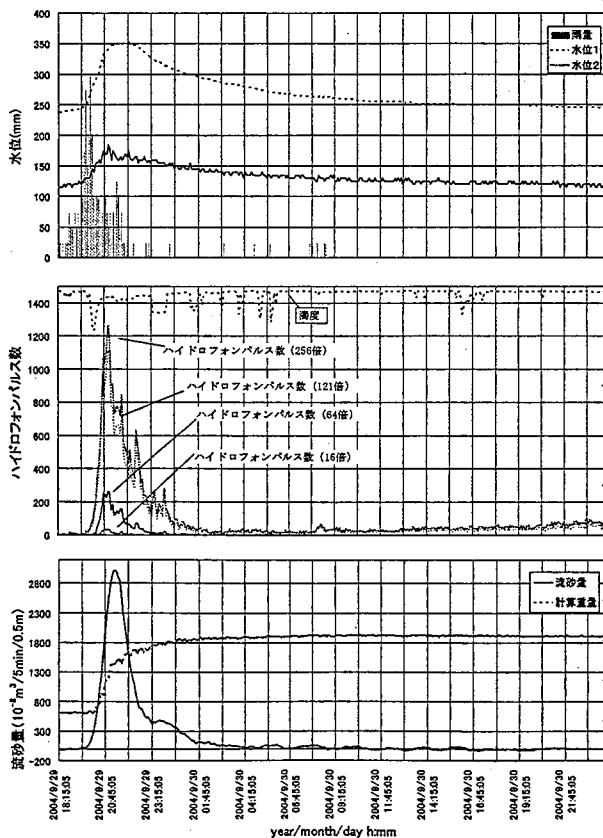


図-1 2004年9月29日の観測結果

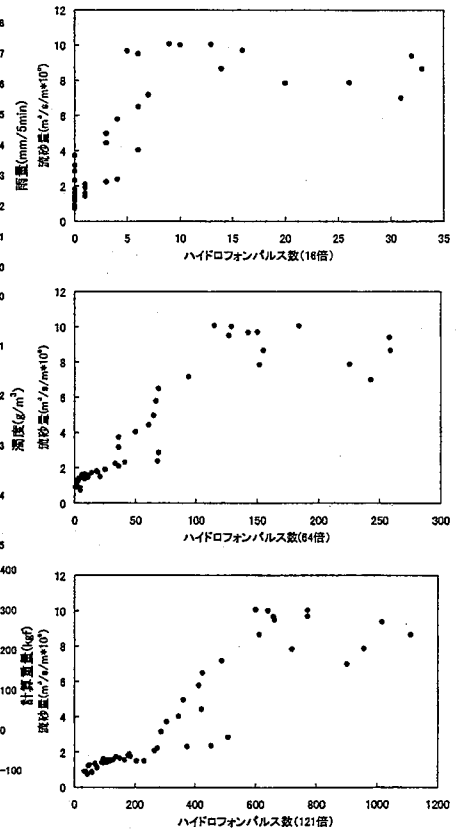


図-2 増幅率別のパルス数と流砂量の関係

るパルス音より小さいものはほとんど発生していないようである。また、図-2に示したピット流砂計測装置により観測された流砂量と増幅倍率別のパルス数との関係を見ると、増幅倍率が低いと流砂量との関係にばらつきが大きく、増幅倍率が高いと流砂量との相関が高くなっている。これは、増幅率が低いと衝突エネルギーが小さい流砂のパルス音を検知していないことを示している。

次に、出水後にピット流砂計測装置に堆積した土砂の粒度分布を調べた4洪水について粒度分布と最大水位との関係を見てみる。図-3は、各洪水後の堆積土砂の粒径加積曲線であり、凡例に示している最大水位が高いほど掃流力が大きくなるため、全体的に流砂の粒径が大きくなる傾向が見られ、また、各洪水では粒度分布が異なっていることがわかる。

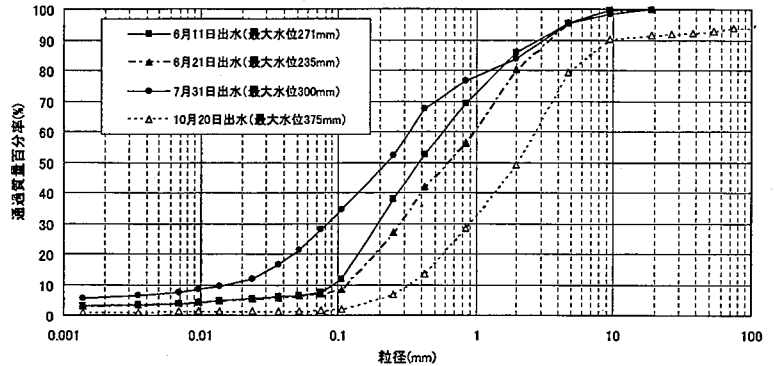


図-3 ピット流砂計測装置の堆積土砂の粒度分布

4. ハイドロフォンパルスと流砂特性の関係

図-4はハイドロフォンのパルス音の増幅率を15倍の固定値としていた2003年の観測²⁾によるパルス数と流砂量との関係であり、各洪水により単位パルス数当たりの流砂量が異なっている。洪水時の最大水位と図-4に示した回帰式から求めた単位流砂量当たりのパルス数との関係(図-5)をみると、最大水位が高いほど単位流砂量当たりのパルス数が多くなる傾向がみられる。流砂の粒度分布を調べた4洪水(図-3)のパルス数は、装置の不具合や原因は不明であるが外因的なノイズにより良好な観測値が得られていないため、はっきりと結論づけることはできないが、図-5の傾向と上述した観測結果とを併せると、各洪水により単位流砂量あたりのパルス数が異なっていた原因は、次のように考察できる。

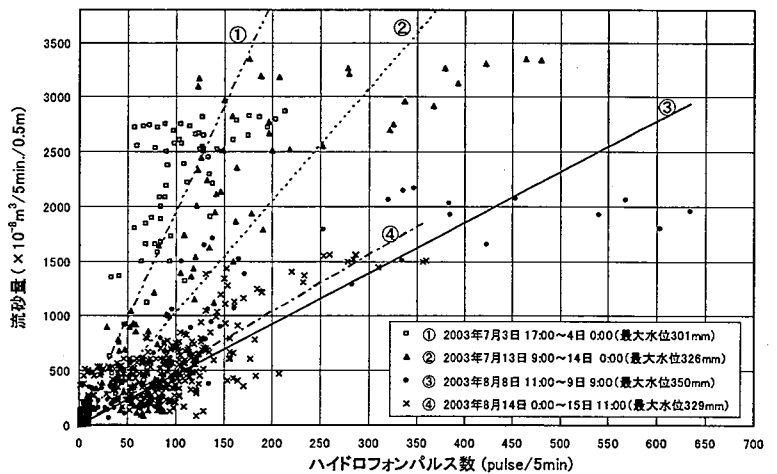


図-4 ハイドロフォンパルス数と流砂量との関係²⁾

2003年の観測ではパルス音の増幅率が小さかったため、粒径の比較的大きい流砂のパルス音のみをカウントしていたと考えられる。そのために、洪水時の最大水位が高くパルス音がカウントされるような比較的大きな粒径成分の流砂量が多いほど、単位流砂量当たりのパルス数も多く観測され、結果として洪水によってパルス数と流砂量の関係に差異が生じていた可能性が高い。つまり、図-4に示している高い増幅率の全流砂のパルス数と流砂量との関係を用いることによって、洪水の規模に依存せずにパルス数から流砂量が推定され、さらに、低い増幅率のパルス数と流砂量との関係から流砂の粒度特性についても把握できる可能性がある。

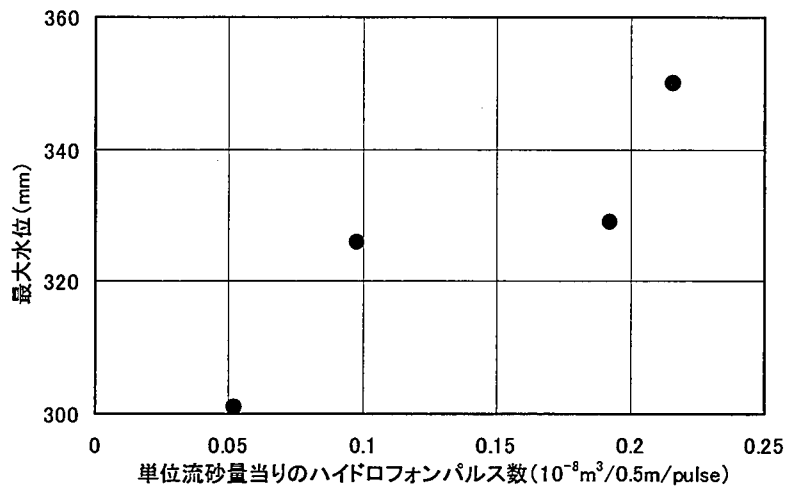


図-5 単位流砂量当たりのパルス数と最大水位との関係

今後とも流砂等計測システムによる観測を継続して、ハイドロフォンパルスと流砂量及び粒度特性との関係を定量的に把握することによって、ハイドロフォンによる流砂量観測の適用性向上を図っていく予定である。

5. まとめ

住吉川の上流に設置した流砂等計測システム(RS-03)による観測成果から、ハイドロフォンは増幅率が小さいと流砂の一部のパルス音を検出しないことと、洪水により流砂の粒度分布に差異があることが確認された。そして、2003年の観測にみられた洪水によってパルス数と流砂量との関係が異なる原因には、パルス音の増幅率が関係しており、増幅率が高いパルス数を用いることによって洪水規模によらずに流砂量を、また、増幅率が低いパルス数から流砂の粒度特性が把握できる可能性が高いことが示教された。

今後とも流砂等計測システムによる観測を継続して、ハイドロフォンパルスと流砂量及び粒度特性との関係を定量的に把握することによって、ハイドロフォンによる流砂量観測の適用性向上を図っていく予定である。

参考文献

- 1) 星野ら：流砂等計測システム(六甲住吉型)と観測事例,砂防学会誌,vol.5,No.6,p.27-32,2004
- 2) 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