

3.2 ハイドロフォンを用いた観測結果に関する分析(1)

ここでは、岡本ら (2012) ¹⁾による平成 22, 23 年度において全国的に実施されたハイドロフォンによる掃流砂観測データを収集・整理した結果について示す。

1) 収集データと解析手法

ここでは、平成 22 年度、23 年度に直轄砂防事務所において実施されたハイドロフォンを用いた掃流砂観測データのうち、前述のとおり音圧値を鈴木ら (2010) ²⁾に示す合成音圧法で掃流砂量に変換したデータを用いた。また、ハイドロフォンによる掃流砂量の観測精度を検証するために、観測所周辺の未満砂の砂防堰堤の堆砂測量結果を収集した。ただし、ハイドロフォンによる観測時期と同期した堰堤の堆砂測量データを入手することが困難であったため、堆砂測量の時期に関係なくデータを収集した。そこで、時期の異なる掃流砂観測結果と堆砂測量結果を比較するために、できるだけ水理条件等をそろえる必要がある。本来であれば、水深、掃流力などの条件をそろえるのが直接的ではあるが、堆砂測量の実施と併せて水深観測が行われていない場合が多いため、ここでは、観測期間の掃流砂量または堆砂量を降雨量で除することにより正規化し、両者を比較した。集計は 1 出水ごとの流出土砂量及び観測期間を通した数ヶ月単位の中長期の積算流出土砂量を各々集計した。

同期したハイドロフォンによる掃流砂量と水深のデータが得られている場所において、無次元掃流力 (τ_*) 及び無次元掃流砂量 (q_{b*}) を以下の式で算出した。

$$\tau_* = \frac{u_*^2}{(\sigma/\rho - 1)gd} \quad q_{b*} = \frac{q_b}{\sqrt{(\sigma/\rho - 1)gd^3}}$$

ここで、 u_* は摩擦速度、 σ は砂礫の比重、 ρ は水の比重、 g は重力加速度、 d は代表粒径、 q_b は単位幅の掃流砂量である。代表粒径は、周辺の河床の粒径調査結果を基に、60%粒径を用いて算出した。

2) 掃流砂量観測結果と堆砂測量結果

図 3.2.1 には、ハイドロフォンによる掃流砂量を単位面積・降雨あたりの掃流砂量に換算して示した。この図から、同じ流域面積であっても、場所及び期間により、単位面積・降雨あたりの掃流砂量は場所によっては 2 オーダー以上の大きな違いがあることがわかる。また、全般的には、流域面積が小さくなるほど単位面積・降雨あたりの掃流砂量は大きくなった。

また、図には同じ水系で、流域面積が概ね近い砂防堰堤における堆砂測量から推定した単位面積・降雨あたりの流出土砂量の結果もあわせて示した。砂防堰堤の堆砂測量から推定した単位面積・降雨あたりの流出土砂量も同じ場所であってもハイドロフォンによる結果同様に 1 オーダー以上の違いが見られた。

一方、全般的には、流域面積が小さくなるほど単位面積・降雨あたりの流出土砂量が

きくなる傾向はハイドロフォンと共通していた。また、同じ水系で砂防えん堤の堆砂測量から推定した流出土砂量に比べて、ハイドロフォンによる掃流砂量の観測結果はほぼ同程度かやや小さかった。この結果は、堆砂測量から推定した流出土砂量には浮遊砂が含まれている可能性があることを考慮すれば、ハイドロフォンである程度の精度で掃流砂量を推定できる可能性を示していると考えられる。

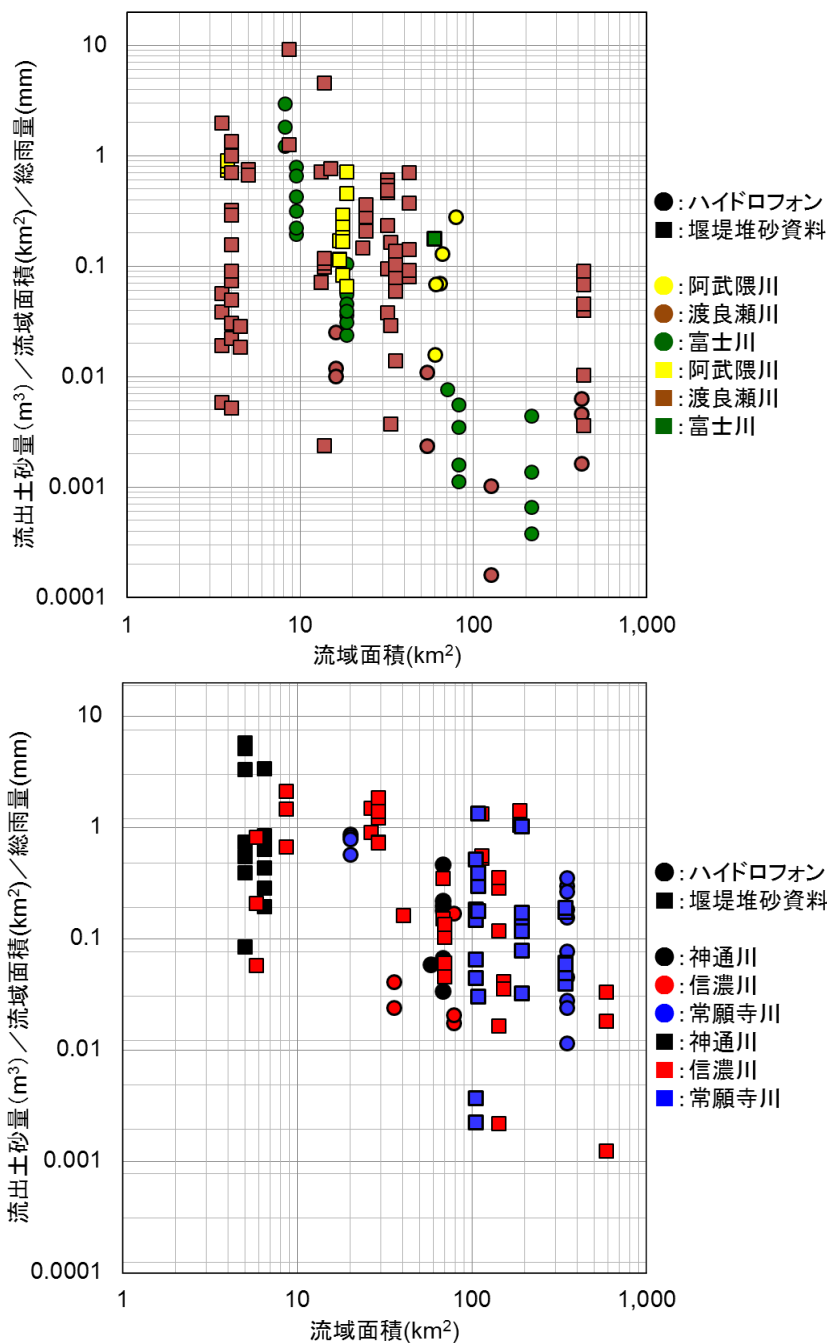


図 3.2.1 ハイドロフォンから求めた掃流砂量と堰堤堆砂測量から求めた流出土砂量と流域面積の関係¹⁾

3) 無次元掃流力と掃流砂量関係

図3.2.2に無次元掃流力と無次元掃流砂量の関係を図示した。図に示したように無次元掃流力及び掃流砂量の関係は場所により大きく異なる。すなわち、無次元掃流力の範囲も異なる上、同じ無次元掃流力であっても無次元掃流砂量が異なる。さらに、常願寺川上滝床固工で顕著に見られるように、同じ地点であっても出水により無次元掃流力-掃流砂量関係は異なる場合がある。ただし、場所による無次元掃流力-掃流砂量関係の違いに比べると、同じ場所の出水による無次元掃流力-掃流砂量関係の違いは小さく、無次元掃流力-掃流砂量関係は個々の場の条件の影響を強く受けていると考えられる。

また、既往の掃流砂量式と比較すると、掃流砂量式の無次元掃流力-無次元掃流砂量の関係は実測の無次元掃流力-無次元掃流砂量関係を包絡するような形になった。無次元掃流力-無次元掃流砂量関係が掃流砂量式に近い関係を示したのは、阿武隈川上名倉、富士川春木川であった。一方、富士川西比良下流、信濃川登川第26床固工では流砂量式の関係から大きく外れた。このうち、春木川、西比良下流、登川第26堰堤は河床勾配1/30以上の急勾配区間に設置された観測所のデータであった。これに対して、比較的緩勾配区間に設置された観測所の無次元掃流力-無次元掃流砂量関係は互いに比較的類似した関係を示した。

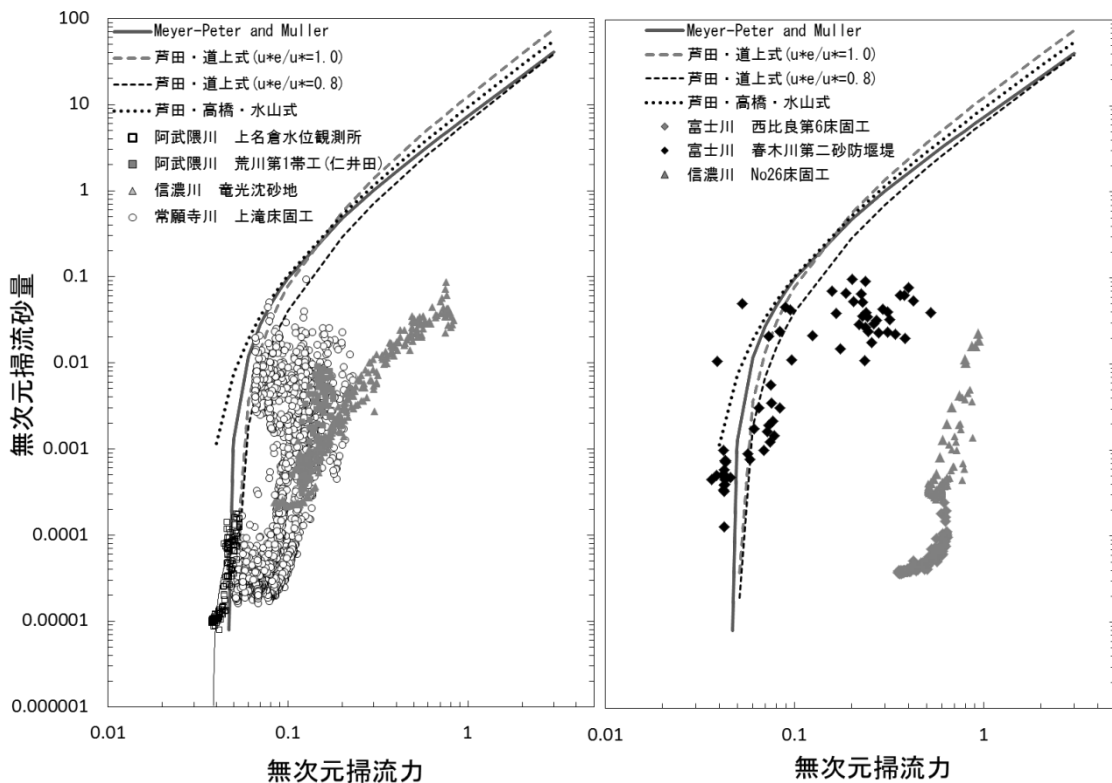


図 3.2.2 無次元掃流力と無次元掃流砂量の関係¹⁾

【参考文献】

- 1) 岡本敦・内田太郎・林真一郎・木下篤彦・水垣滋・吉村暢也・小菅尉多（2012）：山地流域における流砂観測データの収集及び解析，平成24年度砂防学会研究発表会概要集，176-177.
- 2) 鈴木拓郎・水野秀明・小山内信智（2010）：音圧データを用いたハイドロフォンによる掃流砂量計測手法に関する基礎的研究，砂防学会誌，62(5)，18-26.