

山地流域における流砂観測データの収集及び解析

国土技術政策総合研究所 ○岡本 敦・内田太郎
砂防・地すべり技術センター 鈴木拓郎
日本工営株式会社 中川和男・田方 智・松岡 暁

1. はじめに

山地河道における流砂観測は、砂防基本計画、総合的な土砂管理の推進、国土保全のための流域監視のために重要である。改訂された河川砂防技術基準調査編では、流砂観測を実施し、流砂量年表を作成することとしており、全国的に直轄砂防事務所において流砂観測が進められている（図 1）。一方、国土技術政策総合研究所では、ハイドロフォンを用いた掃流砂量の観測・解析手法の検討やデータベースシステムの開発を行ってきた。さらに、平成 24 年 3 月、「山地河道における流砂水文観測の手引き（案）」を作成した。そこで、本研究では、全国的に実施された流砂観測データを収集・整理し、流砂量の支配要因に関する第一段階の整理と観測精度に関する考察を行った。

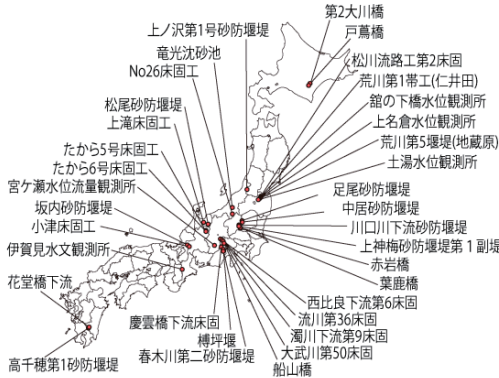


図1 流砂観測地の位置

2. データ収集と解析方法

2.1 収集データ

本研究では、平成 22・23 年度に直轄砂防事務所において実施された流砂観測データを用いた。データは、ハイドロフォンによる掃流砂量と濁度計による浮遊砂量のデータからなる。観測箇所の一部は、いずれかの観測しか行われていない場合もある。本研究では、掃流砂量データに着目し、解析を行った。解析には、音圧値を鈴木ら（2010）が示す方法で掃流砂量に変換したデータを用いた。なお、データは全て 15 分おきに 5 秒間計測されている。

2.2 砂防堰堤堆砂測量結果との比較

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、観測所周辺の未満砂の砂防堰堤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。ここで、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は、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、水位、掃流力等の条件をそろえるのが理想的であるが、堆砂測量の実施と併せて水位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それぞれ集計した。

2.3 無次元掃流力及び無次元掃流砂量関係の算出

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。

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

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、周辺河床の粒径調査結果を基に、60%粒径を用いて算出した。

3. 結果

3.1 掃流砂量観測結果と堆砂測量結果

図 2 には、ハイドロフォンによる掃流砂量を流域面積・期間降水量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、流域面積・期間降水量あたりの掃流砂量は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流域面積・期間降水量あたりの掃流砂量は大きくなった。

また、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流域面積・期間降水量あたりの流出土砂量とハイドロフォンの観測結果はほぼ同程度であった。この結果は、ハイドロフォンにより良好に掃流砂量を推定できる可能性を支持するものである。

3.2 無次元掃流力と無次元掃流砂量との関係

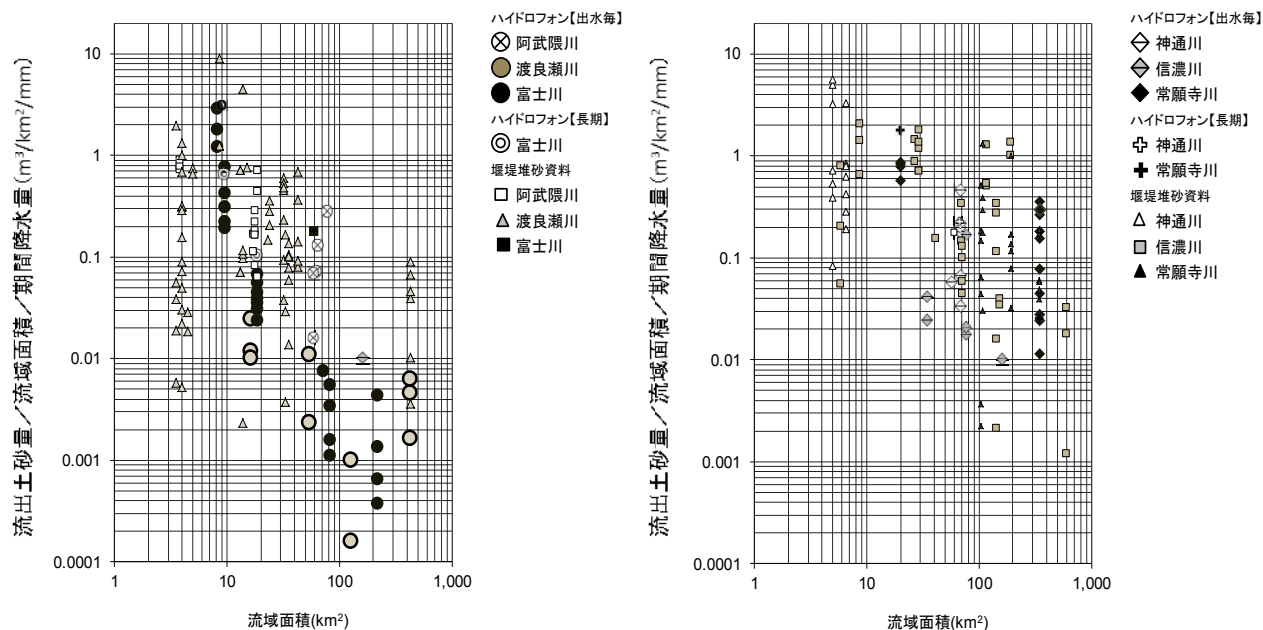
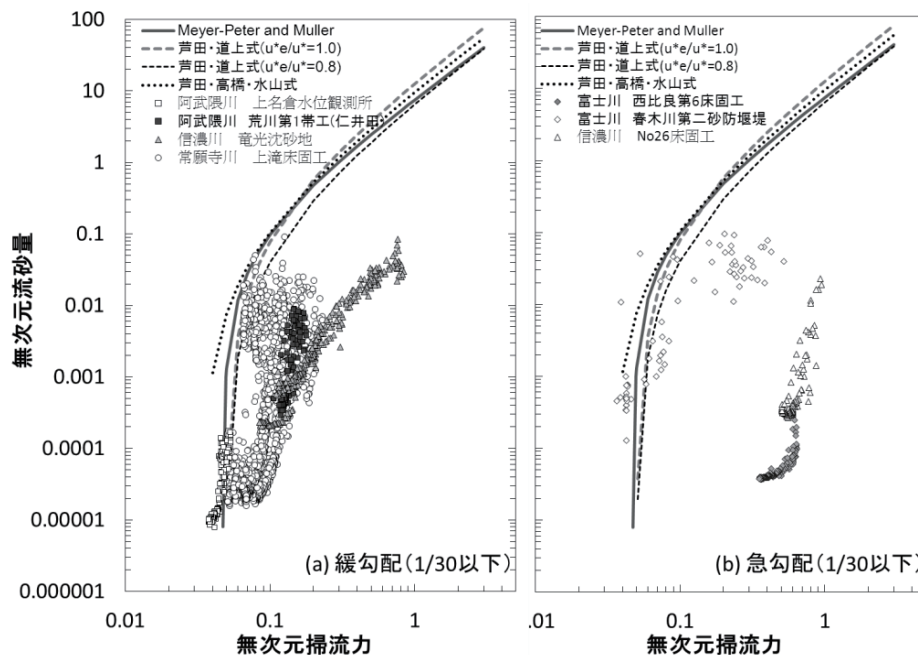


図2 ハイドロフォンから求めた掃流砂量と堆砂測量から求めた流出土砂量と流域面積の関係

図3に無次元掃流力と無次元流砂量の関係を示した。図のように無次元掃流力・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流砂量が異なる。さらに、常願寺川上滝床固工で顕著のように、同じ地点でも出水により無次元掃流力・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・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・流砂量関係の違いは小さく、無次元掃流力・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・流砂量関係は実測の無次元掃流力・流砂量関係を包絡するような形になった。特に、無次元掃流力・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、富士川春木川第2堰堤であった。一方、富士川西比良第6床固工、信濃川No26床固工では掃流砂量式から大きく外れた。このうち、春木川第2堰堤、西比良第6床固工、信濃川No26床固工は勾配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・流砂量関係は類似した関係を示した。

4. まとめと今後の課題

全国的な掃流砂量観測データを収集・整理し、既往の堆砂測量結果と比較及び無次元掃流力・流砂量関係を整理した。その結果、ハイドロフォンによる掃流砂量の観測結果は概ね説明可能な範囲であり、著しい観測精度の問題はなかった。今後、掃流砂量や掃流力・流砂量関係が場所や出水により異なる要因を検討し、掃流砂量をコントロールする場の条件（例えば、地形や上流の土砂生産状況等）に関する検討を進めていく必要がある。

【参考文献】山地河道における流砂水文観測の手引き（案）、2012 国総研資料／鈴木ほか（2010）砂防学会誌 62(5), pp.18-26