

Step-Pool の存在する山地溪流における流砂量の実測値と流砂量式による推定値の比較

新潟大学大学院自然科学研究科

○松本悠花

新潟大学農学部

権田豊

京都大学防災研究所 長谷川祐治・宮田秀介・堤大三

静岡大学農学部

今泉文寿

1. はじめに

山地河川には、Step-Pool と呼ばれる山地河川特有の河床形が存在している。現在、砂防工学の分野では、河川の総合土砂管理を背景に山地河川の流砂量の定量的な把握が重要だとされており(堤ら, 2008), Step-Pool が存在する溪流における流砂量の定量的な評価が重要な課題となっている。Step-Pool の存在する溪流における流砂量式には、例えば藤田ら(2000)の式があるが、この式は実験的に求められたもので実河川への適用性は十分検証されていない。

そこで本研究では、京大防災研での現地給砂実験の際に計測した流砂量と、藤田ら(2000)の流砂量式によって求めた推定値を比較し、流砂量式の実河川への適用性について検証する。

2. 推定に使用した流砂量式

流砂量の推定には、次式の藤田ら(2000)の式を用いた。

$$q_{so} = 2.015 \times 10^{-6} \times \sqrt{(\sigma/\rho - 1)gdm^3} \times \left\{ \frac{7.207 \alpha^2 q^4}{(\sigma/\rho - 1)gdm(0.745Vw^{\frac{1}{2}} + 0.37q^{\frac{2}{3}})} \right\}^{6.62}$$

ここで、 q_{so} :プールから流出する単位幅流砂量 (m^2/s)、 σ :砂礫の密度(kg/m^3)、 ρ :水の密度(kg/m^3)、 g :重力加速度(m/s^2)、 dm :砂礫の平均粒径(m)、 q :単位幅流量(m^2/s)、 Vw :プールの単位幅未堆砂容積 (m^2)、 α :係数(=0.41)である。

3. 調査地および調査方法の概要

現地実験は、2015年11月25日に京大防災研穂高砂防観測所ヒル谷試験流域で行った。実験の概要については、宮田ら(2016)を参照のこと。

筆者らは、ヒル谷試験流域の量水堰堤の約 50m

下流の Pool(幅 0.6m, 長さ 1.2m)において、Pool の未堆砂容積・流量を計測した。Pool 未堆砂容積は、Pool の上を横切るように 30cm 間隔で糸を張り、30cm 毎に目印を付けた箇所において、20 分間隔計 10 回 Pool の堆砂面の高さをレベル測量し、算出した(図 1)。流量は浮子により計測した表面流速から算出した。流量は計測期間中ほぼ $0.072m^2/s$ で一定だった。Pool から流出する流砂量と流砂の粒径については、Pool 下流において、京大がポータブルハイドロフォンで計測したデータ(1~30 分間隔計 31 回)と静岡大が Helley-Smith Sampler(以下サンプラー)で Pool 直上と直下で計測したデータ(10~20 分間隔 13 回)を使用した。

4. 結果

4.1. Pool の未堆砂容積と平均粒径, 流砂量

Pool の未堆砂容積は、量水堰堤から給砂を開始した 44 分後の 10:59 ごろから減少しはじめ、11:39 で最小値となった(図 2)。また、ハイドロフォンとサンプラーの平均粒径の値は 11:30 ごろまではほぼ一致していたが、それ以降はハイドロフォンの値の方が著しく大きくなった(図 3)。流砂量については、満砂するまではサンプラーの値が大きかったが、満砂後はハイドロフォンとサンプラーの値は、ほぼ同オーダーで一定だった(図 4)。

4.2. 実測値と推定値の比較

藤田ら(2000)の式に計測した流砂の粒径(ハイドロフォン, サンプラー)、Pool の未堆砂容積, 流量を代入して推定した流砂量と、ハイドロフォン・サンプラーで計測した流砂量の実測値を比較した(図 4)。粒径については、ハイドロフォンの各計測時間の平均粒径 dmh , それらの全計測期間の最小値

$dmh_{min}(0.0018m)$, サンプラーの各計測時間の平均粒径 dms とそれらの全計測期間最小値 dms_{min} (0.00054m) の 4 通りを与えて計算した。

粒径に各時間の dmh を与えて計算した場合は、11:31 までは流砂量の推定値とハイドロフォンの実測値は概ね一致していたが、それ以降実測値は増加するのに対し推定値は減少し、両者が著しく異なる結果となった。粒径を dmh_{min} で一定として計算した場合、流砂量の推定値は全期間を通じてハイドロフォンの実測値と近い値になった。粒径に dmh に与えた場合、11:31 以降の流砂量の推定値とハイドロフォンの実測値が著しく異なる結果となるのは、11:31 以前は dmh がほぼ dmh_{min} 程度であるが、それ以降は dmh が dmh_{min} に比べ 1 オーダー程大きくなり、推定値が著しく小さくなったためと考えられる。

粒径に dms を与えて計算した場合は、流砂量の推定値の時間変動が大きく計測期間を通してサンプラー・ハイドロフォン両方の実測値と合わない時間帯が多かった。 dmh は 11:29~11:30 の間を除くと、それ以前、それ以後の時間帯では dmh が同オーダーの範囲に収まっているのに対し、 dms は計測時間によって変化し異なるオーダーの値をとることが多く、それが流砂量式に反映されたためこのような結果になったと推測される。粒径を dms_{min} で一定として計算した場合は、流砂量の推定値の時間変化の傾向はサンプラー・ハイドロフォン両方の実測値とほぼ一致していたが、推定値が実測値より大きくなる結果となった。

5. おわりに

本研究により、藤田ら(2000)の式により Step-Pool が存在する河川区間における流砂量を推定しようとする場合、粒径の与え方が重要な鍵となることが示唆された。藤田ら(2000)の式の実河川への適用性の検証を進めるためには、ハイドロフォンとサンプラーで計測値に差異が生じた原因、特に粒径の計測値に著しい差が生じた原因を明らかにし、その上で計測事例を積み重ねる必要があると考える。

引用文献

- 芦田ら(1984):京大防災研年報, 27, B-2, 341-353
 堤ら (2008):京大防災研年報, 第 51 号 B, 661-668
 藤田ら(2000):水工学論文集, 第 44 巻, 1215-1220
 宮田ら(2016):H28 年度砂防学会研究発表会概要集

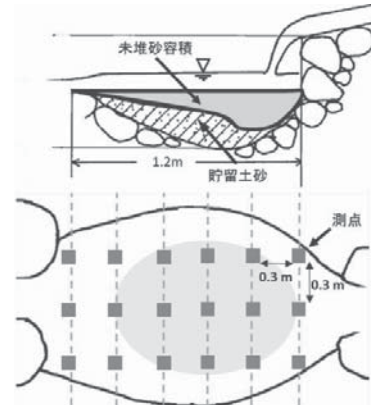


図 1. Pool の縦断図(上), 平面図(下)

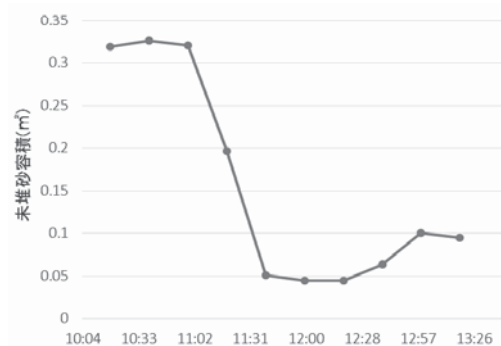


図 2. Pool の未堆砂容積

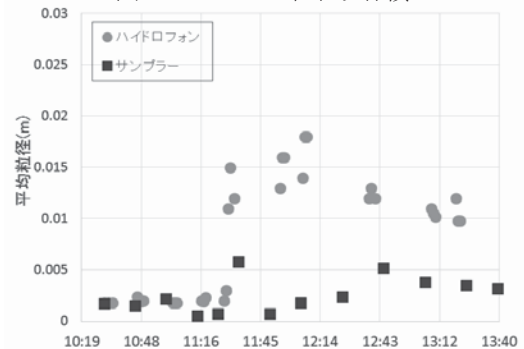


図 3. 平均粒径

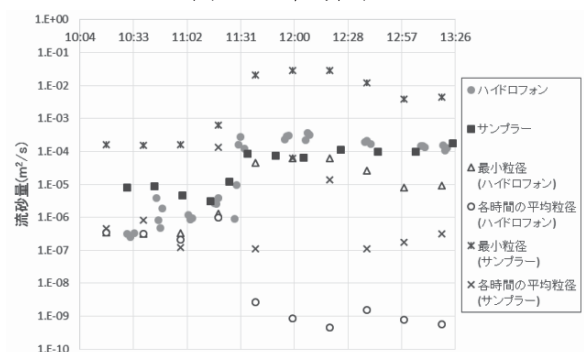


図 4. 実測値と粒径の与え方別の推定値