

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、川邊洋

八千代エンジニアリング株式会社

関貴文

1. はじめに

山地河川には、山地河川特有の Step-Pool と呼ばれる河床形が存在している。Step-Pool は、Pool 部における土砂の貯留や、Step 部の破壊に伴う貯留土砂の放出により山地河川の流砂量と流砂の粒度分布を大きく変動させる要因となっている(芦田ら, 1984)。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な課題となっており、そのためには、Step-Pool の存在する河川区間の流砂過程を明らかにすることが重要だとされている(藤田ら, 2005)。しかし、Step-Pool は出水のたびにその構造が変化するため(関, 2014)、Step-Pool の流砂過程モデル化には、Step-Pool の構造変化の実態を明らかにする必要がある。そこで本研究では、Step-Pool の構造が頻繁に変化する新潟県佐渡市大河内川を対象に現地調査を実施し、Step-Pool の構造変化を考慮した総合的な流砂のモデル構築に向けた知見の蓄積を行う。

2. 調査地概要と調査方法

調査地は新潟県佐渡市岩谷口を流れる大河内川上流部の Step-Pool が形成されている区間である。この区間に関(2014)によって設けられた 4 つの調査プロット(プロットの長さ、平均勾配は約 40~130m、0.06~0.15)において、Step-Pool の形状及び河道条件(河床勾配、低水路幅、Step 構成礫の粒径など)を定期的に計測した。また、Step-Pool の形状調査の際に Step-Pool の写真を撮影し、次の調査の際に撮影した写真と比較することで、Step-Pool の構造の変化を調べた。調査は 2014 年 7 月から 10 月の間に 3 回実施した。2014 年 7 月 9 日には 50 年確率の豪雨により大規模な出水が生じた。2014 年に取得したデータと関(2014)が取得した 2011~2013 年のデータを併せ、過去 4 年間の Step-Pool の形状変化を解析した。

3. 結果と考察

3.1 大規模出水に伴う Step-Pool の構造変化

3.1.1 Step-Pool の個数の変化

過去 4 年間の Step-Pool の総数と日ピーク流量の関係(図 1)をみると、2014 年 7 月 9 日の大規模出水によって Step-Pool の総数は 117 個に減少し、全体の約 43%にあたる 72 個の Step-Pool が破壊されていた。しかし、2011 年~2013 年の 3 年間に構造が変化しなかった Step-Pool の大部分はこの出水でも変化しなかった。これは、今回の出水は規模が大きく、通常の出水では流されなかったような比較的大きな礫も流されたため Step-Pool の破壊数が従来よりも多く、総数が大きく減少したが、3 年間変化しなかった Step-Pool の礫径は、今回破壊された Step-Pool の礫径の約 1.2~1.4 倍の大きさだったため、今回のような大規模な出水でも大部分が破壊されずに残ったと考えられる。

3.1.2 Step-Pool の構造変化の推定精度の検証

関(2014)の先行研究では芦田ら(1984)の条件式を用いて出水に伴う Step-Pool の構造変化を力学的に推定した結果、Step-Pool の構造変化をおおよそ推定できていた。しかし、今回の出水による構造変化を条件式により推定した結果、「安定(=変化なし)」と判断された Step-Pool の数は実際に「安定」であった Step-Pool の数よりも多く、「変形」と判断された数は実際よりも少なかった(図 2)。このように推定が不正確になった原因は、今回は先行研究時に比べて出水の規模が大きかったこと、Step-Pool の構造変化は流量や礫径だけでなく、現地の石の配置や地形の状況等にも強く依存すること、また本研究における流量や水深の推定精度や、Step-Pool の粒径、川幅の計測精度はあまり高くなく、条件式で用いる無次元掃流力 τ_{*m} の推定精度が低かったこと等であると

推測される。

3.2 過去4年間のPool部の形状変化

3.2.1 Pool部の貯留土砂量変化

Pool部を円錐形に見立て、Pool部の最大容積と各調査時の未堆砂容積の差からPool部に貯留された土砂量を求めた結果(図3)、貯留土砂量は全てのプロットで一様に、周期的な増減を繰り返していた。また、プロット③の貯留土砂量が、他のプロットに比べると多かったが、これはプロット③が最もStep-Poolの個数が多く、平均的なPoolの大きさも他のプロットより大きいためであると考えられる。

3.2.2 Step-Poolの破壊に伴うPool部の形状変化

ある調査時に存在したStep-PoolのPool部の形状と貯留土砂量の平均値、次の調査時までには破壊されたStep-PoolのPool部の破壊前の形状と貯留土砂量の平均値を比較した結果、破壊されたStep-PoolのPool部の形状は、平均的なStep-PoolのPool部の形状より小さいものが多く(約0.9倍)、貯留土砂量も少ない(約0.6倍)傾向があった。また、ある調査時に破壊が確認されたStep-Poolの直上にあるStep-PoolのPool部の形状と貯留土砂量の平均値について破壊が起こる前後で比較したところ、破壊前より破壊後の形状が大きい傾向がみられ(約1.07倍)、貯留土砂量は破壊前より破壊後が少ない傾向(約0.9倍)がみられたが、調査によってばらつきがあった。これは、破壊前より破壊後のPool部の形状が小さくなった調査時は、破壊されたStep-Poolより新たに形成されたStep-Poolの数が多いう特徴を持つものが多く、破壊されたものの近くにまた新たにStep-Poolが形成されたため、破壊前より破壊後の形状が小さくなったと考えられる。

4. おわりに

本研究により、Step-Poolの構造変化に関する知見が得られた。今後はStep-Poolの構造変化をモデル化し、既存のStep-Poolの流砂過程のモデル(澤田, 1985)に組み込み、Step-Poolの存在する溪流におけるStep-Poolの構造変化を考慮した総合的な流砂のモデルの構築を試みたい。

引用文献

- 芦田和男・江頭進治・安東尚美(1984): 階段状河床形の発生機構と形状特性, 京都大学防災科学研究所年報, 27, B-2, 341-53
- 藤田正治・水山高久・澤田豊明・新原伸栄(2005): 階段状河床形におけるプールの満砂状態からの回復過程, 砂防学会誌, 58(3), 25-33
- 澤田豊明(1985): 山地流域の土砂流出に関する研究, 京都大学博士論文, 149p
- 関貴文(2014): 佐渡大河内川における土石流発生後3年間のStep-Poolの動態, 新潟大学大学院自然科学研究科修士論文, 57p

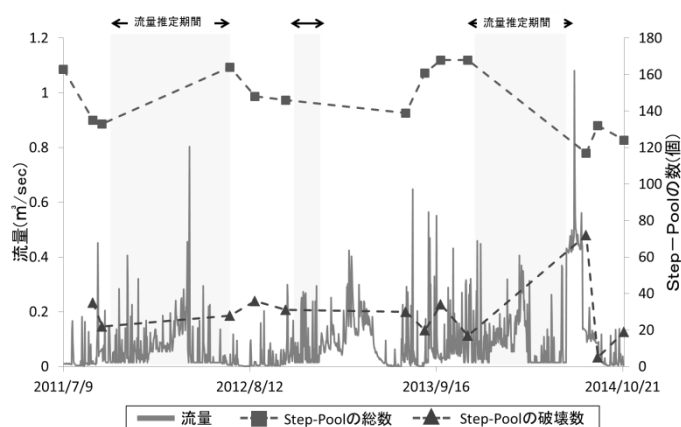


図1 Step-Poolの総数、破壊数と流量の関係

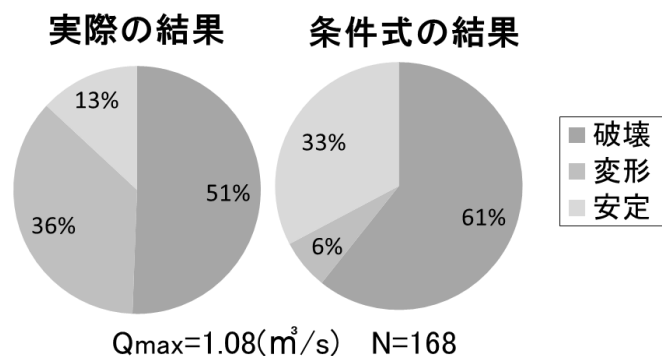


図2 実際の結果と条件式の比較

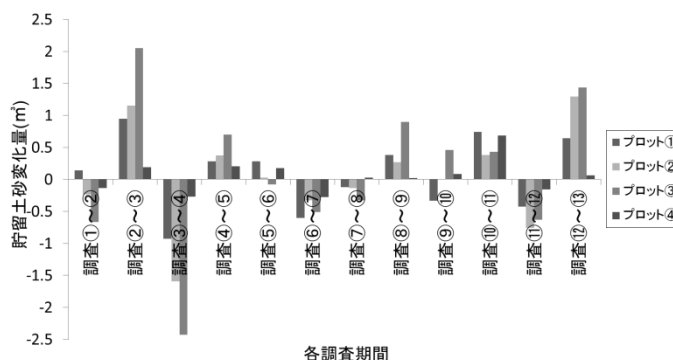


図3 Pool部における貯留土砂量変化