

## 岐阜県高山市ヒル谷における土石流発生後の Step-Pool の動態

新潟大学大学院自然科学研究科 ○北條杏梨  
新潟大学農学部 権田豊  
京都大学防災研究所 宮田秀介

## 1. はじめに

現在、砂防事業では山地から海岸までの流砂系を一貫して管理する「総合的な土砂管理」が推進されている。山地流域は、流砂系への土砂の供給量とタイミングを支配するため、流砂系の土砂管理の上で最も重要な領域であるとされている（藤田ら、2003）。山地河川にみられる Step-Pool は、Pool 部における土砂貯留や Step 部の変形・破壊・形成のプロセスを通して山地河川の土砂移動現象を複雑化していると考えられており、その動態を明らかにすることは流砂系における諸問題を解決するために不可欠である（芦田ら、1984）。しかし、Step-Pool の動態を現地観測した事例は少なく、特に時間的な変化が大きいと考えられる、土石流発生直後の Step-Pool の動態を詳細に観測した事例はほとんどない。そこで、本研究では土石流発生後の Step-Pool の動態を明らかにすることを目的に、2020 年 7 月に大規模な土石流が発生した山地河川を対象に調査を行った。本稿では調査結果のうち、Step-Pool の形成や個数の変化について述べる。

## 2. 調査地・調査方法

本研究の調査対象地は神通川水系蒲田川足洗谷支川のヒル谷流域（岐阜県高山市）である（図 1）。本流域では、源頭部の崩壊地において凍結・融解作用による定常的な土砂生産が行われており、長年にわたり流砂観測が行われてきた。また、左岸側斜面が火砕流堆積物で構成されているため、溪岸崩壊等による河道への土砂供給が生じやすい特徴を持つ。2020 年 7 月 8 日に上流域で観測史上初の大規模な土石流が発生し、下流の流砂観測施設が被災した。本研究では、流域の下流部 215 m を調査区間に設定し、2020 年 8 月から約 1 年にわたり、計 4 回 Step-Pool の形状や河道条件（河床勾配、流路幅）を計測した。2020 年に行った 2 回の調査前 1 ヶ月間に降った最大日雨量は 20~50 mm であったが、2021 年の 2 回の調査前 1

ヶ月間の最大日雨量は 110~140 mm と多く、調査時の河川流量は 2021 年のほうが多かった。

## 3. 結果と考察

土石流発生後の 1 年間に、溪岸の侵食や崩壊により流路に土砂が供給され、流路の横断形状や高水路幅が変化した。低水路幅の調査区間全体の平均値はこの 1 年であまり変化しなかったが、各 Step の位置での低水路幅は変動していた。低水路幅は、Step 部の流水部の幅を計測しており、調査時の流量や Step 部構成礫の位置の変化、土砂の堆積状況により変動が生じたと考えられる。

Step 部の破壊や変形は、ほとんど見られなかった。Step 部を構成する礫のうち、最大級の礫 3 つの平均礫径を計測したがその値には変化がなかった。本調査地の Step 部は礫径が 0.3~0.5 m と比較的大きく、礫径が同程度の礫で構成されており、構成礫径が幅広い場合と比べ、Step 部の変化が生じにくいと推測される。このことに加え、この 1 年に Step を多数破壊するほどの大きな出水がなかったことが破壊・変形が少なかった原因と推測される。

Pool 部の形状は、Pool 深と Pool 長で変動が大きかった。Pool 幅はこの 1 年で縮小傾向にあった。また、この 1 年間で Pool 部は埋没と洗掘を周期的に繰り返しており、Pool 部が埋没した場合には Pool の形状は浅くて長く、洗掘された場合には深くて短い形状になっていることがわかった（図 2）。

Step-Pool の個数は 1 年間で 73 個~49 個の間で変動した。この変動の大部分は、Pool 部が砂で埋まる「埋没」によるものであった。また、1 年間で破壊・埋没・変形が生じなかった Step-Pool は 33 個あり、本調査地ではじめに確認された Step-Pool の総数の約 45%に相当する。これらの Step-Pool は低水路が蛇行する箇所によく存在していた。

また、Pool 部の埋没にともない、Step-Pool から

Cascade へ構造が変化する事例が多く見られた。Step 間隔に着目すると、Step 間隔が 3 m を超える場合に Cascade 構造に変化しているものも多く見られた。しかし、2021 年 10 月の調査では、Step 間隔が 3 m 未満のものでも Cascade 構造への変化が多く見られた

(図 3)。Step 間隔が長い場合は、Step 間が長く勾配が比較的緩いため流れの掃流力が軽減されやすく、土砂が Pool 部に貯留されやすいためと推測される。2021 年 10 月の調査時点で、Step 間隔が 3 m 未満のものでも Pool が埋まっていた原因は、2021 年 8 月の出水により河道に供給された土砂量が比較的多く、Step 間隔が広い箇所だけでなく狭い箇所の Pool も埋まったためと推測される。

2020 年 7 月に発生した土石流は巨礫を伴う流れが複数回発生しており、粒径の細かな礫の大部分は流出したと推測される。現在のヒル谷に存在する Step 部を構成する礫は、比較的頻度の高い中小規模の出水では流されない、安定した礫であり、そのため本調査期間に生じた出水では破壊や変形といった変化は見られなかったと考えられる。Pool 部については今後の土砂供給や出水の状況により、洗堀と埋没を繰り返していくと予想される。

#### 4. おわりに

本研究では、土石流発生直後から調査を継続的に行った。その結果、当初予想された Step 部での破壊、変形の河床変化は見られなかった。一方で、土砂供給による Pool 部の埋没により Cascade 構造へ変化したことや Cascade 構造への変化と Step 間隔の関係性が明らかになった。これは現在のヒル谷の河床は堆積傾向にあり、Pool 部が洗堀・埋没を繰り返しながら徐々に埋まりつつあることを意味している。本研究の観測結果は、動的に維持されているある瞬間の姿であり、この状態がどのくらいの供給土砂量と出水量のバランスのもとに成立し、今後どのように変化していくのかは十分に検討できていない。今後の研究では Step-Pool と Cascade 構造が互いに変化する際の流砂過程や土砂量、出水量について理解を深め、継続して調査を行っていく必要がある。

#### 引用文献

芦田ら(1984) : 階段状河床形の発生機構と形状特性,

京都大学防災研究所年報, 第 27 号, B-2, p.341-353

藤田ら(2003) : 山地小流域における土砂動態のモニタリング手法, 京都大学防災研究所年報, 第 46 号 B, p.213-223

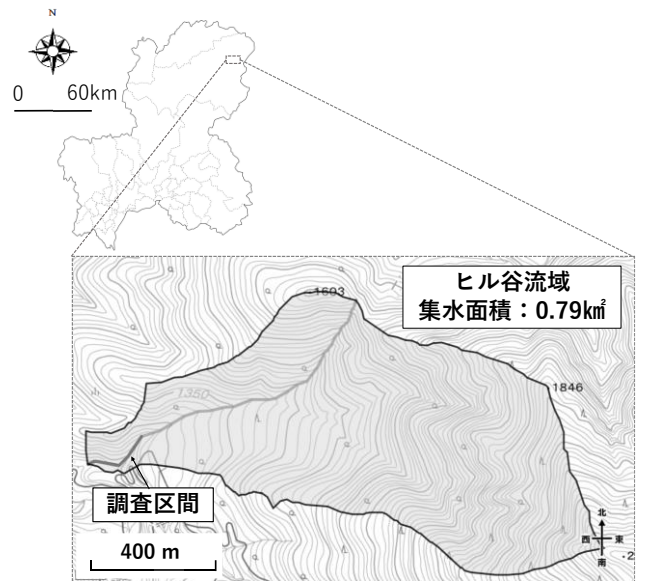


図 1 調査地 (地理院地図に加筆)

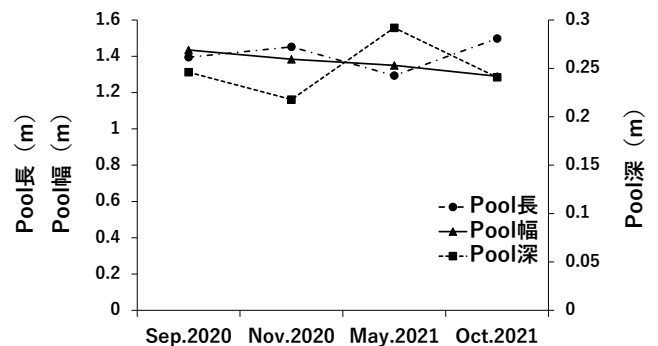


図 2 Pool 形状の変化

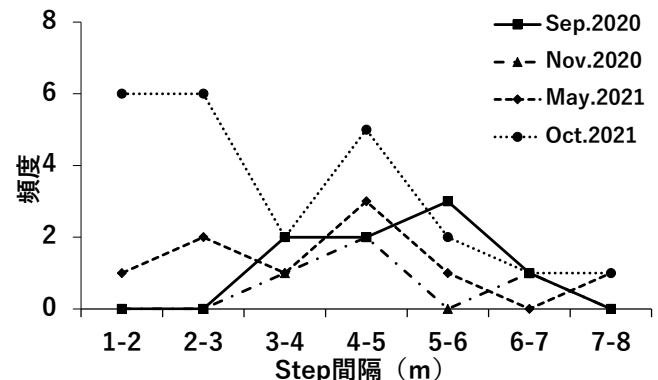


図 3 Cascade 構造へ変化した Step-Pool の Step 間隔