

## 階段状河床形態が土石流の流動特性に与える影響 Effect of Stepped-Bed Morphology on Debris Flow

○越智尊晴・長谷川祐治・竹林洋史・藤田正治

○Takaharu OCHI, Yuji HASEGAWA, Hiroshi TAKEBAYASHI, Masaharu FUJITA

Debris flow characteristics have been studied in a channel with flatbed by many researchers. However, most of the bed geometry in mountainous valleys is not flat and some of them have steps. It is assumed that longitudinal bed profile affects the form and the scale of debris flow well. In this research, flume experiment and numerical simulation were carried out to clarify the effect of longitudinal bed profile on debris flow characteristics. From the results of the flume experiment, the maximum flow rate became smaller in the downstream of the stepped-bed. In addition, when the some steps existed sequentially, sediment is deposited and the peak flow late was decreased. Two dimensional debris flow analysis was performed to understand the effect of stepped-bed morphology on debris flow characteristics theoretically.-

### 1. はじめに

既存の土石流に関する研究は、平坦床を対象としたものがほとんどである。しかし、土石流流動域の地形条件は複雑であり、土石流が流下する際に河床形状が土石流の形状や流量に影響を及ぼすと考えられる。本研究では、山地河川でよく見られる階段状の河床形状が存在する場を対象として水路実験と数値シミュレーションを行い、土石流の動態について検討した。

### 2. 水路実験

模型実験に用いた水路を図-1 に示す。全長 6m, 幅 10cm, 高さ 40cm の直線矩形水路を使用した。平坦河床勾配は 20°であり, 10cm の高さのステップを設けた下流側に 10°の緩勾配域を設けた。最下流の緩勾配域から下流端までは 1m である。ステップの数を増やす際はステップの直上流に緩勾配域の下流端が接続するようにした。水路上流端に平均粒径 1.4mm のケイ砂を 0.009 m<sup>3</sup>設置し, 高水槽から一定量の水を供給して土石流を発生させた。水路は固定床で, 流下させるものと同一の土砂を水路床全体に貼付している。実験条件は連続したステップの数を 1~3 と変更し, それぞれの水路床形状において給水量は毎秒 1ℓ, 0.5ℓ の 2 ケースとした。土石流を水路下流端で直接採取し, その様子をビデオカメラで撮影することで, 流量の時間変化を得た。

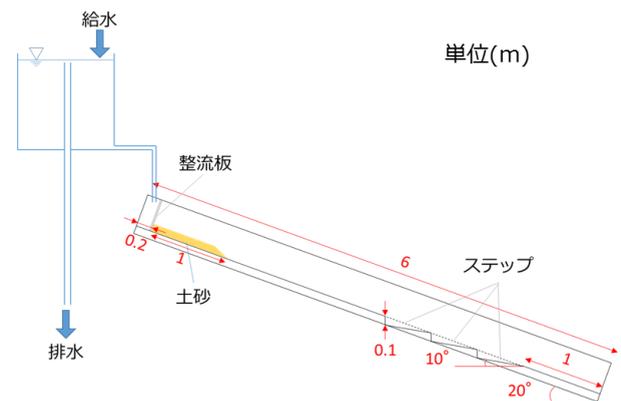


図-1 実験水路の概要

図-2 と図-3 に流量の時間変化を示す。図-2 は水の流量が 10ℓ/s, 図-3 が水の流量 0.50ℓ/s の場合である。両図より, 平坦な河床の場合は給水量によらず土石流先端部で最大値となり, その後約 6 秒で土砂が流出し, 下流端で計測された流量は上流からの給水量に等しくなっている。これは, 土砂が流下を始めた時点で間隙は水で飽和しており, 流下するために必要な水が含まれているため, 給水量によらず流量の最大値が生じる時間や土砂の流出に要する時間への影響が小さくなった結果と考えられる。図-3 に示す給水量が小さいケースで, ステップの数が 2 個と 3 個の場合, 土石流先頭部の流量が小さく, 流量が減少した後再び増加している。これは, 河床にステップ形状が存在する場合, ステップ下流の緩勾配域で土砂が図-4 に示すように一時的に堆積し, 土石流先頭部の流量が

が減少するとともに、継続した給水により、緩勾配域に堆積した土砂が後から流出するためである。ステップ下流側の緩勾配域に堆積した土砂が流出し、給水流量と同程度の流量に至るまでに要する時間は流量が小さい場合の方が長く、流量が小さい方が河床形状の影響を受けていることがわかる。

### 3. 数値シミュレーション

解析に用いた式は平面二次元の土石流の基礎方程式である。計算に用いた水路形状は、水路実験に用いたものと同様である。計算格子は横断方向に1cm、流下方向に2.5cmで分割したものをを用いた。水路の上流域に水路実験と同様に設置した土砂が水で飽和した条件で流動することにより土石流を発生させた。なお、上流端からは、実験と同じ条件で水を供給した。河床材料も実験と同様の1.4mmの一様砂とした。

給水量が0.50l/sの場合の下流端での流量の時間変化を図-5に示す。図-5は平坦な場合と、ステップの影響が顕著であったステップが3つの場合について示している。図には、水路実験で得られた流量も併せて示している。図より、流量がピーク値を示した後の流量の減衰が実験よりも早いのが、実験で計測された流量の最大値は概ね再現できている。またステップが3個の場合に見られた2回のピーク値も再現されている。ピーク値を示した後に計算結果の流量が実験に比べ小さくなった要因として、実験でみられたように土石流が縦断的に伸びず、土砂が短時間で流出するため、土砂がすべて流下するまでに供給された水量が小さくなるため流量が小さくなったと考えられる。

### 4. おわりに

階段状河床形態が土石流の流動特性に与える影響を検討した。ステップ地形の存在により土石流のピーク流量が減少した。そのため、砂防施設などの設計等において、上流域の河床縦断形を考慮した土石流特性値を利用するとより適切な設計が可能となる考えられる。

### 参考文献

- 1) 竹林洋史・藤田正治・江頭進治：2014年8月に広島で発生した土石流の流動・氾濫特性，京都大学防災研究所年報第58号A，2015

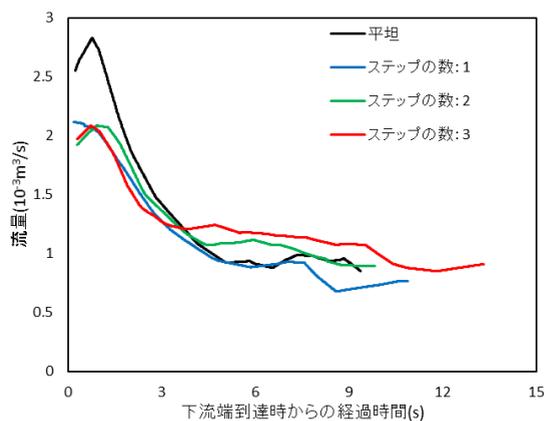


図-2 流量の時間変化(給水量 1.00l/s)

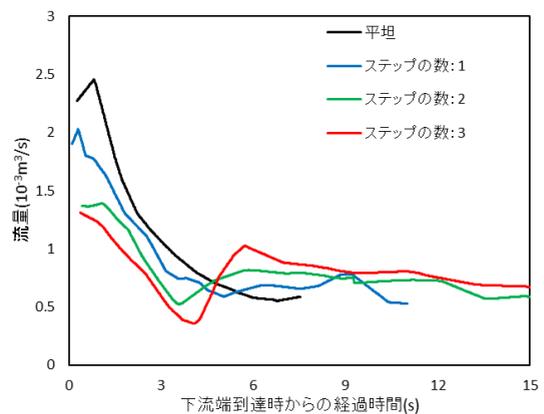


図-3 流量の時間変化(給水量 0.50l/s)



図-4 ステップ内部に堆積した土砂の形状

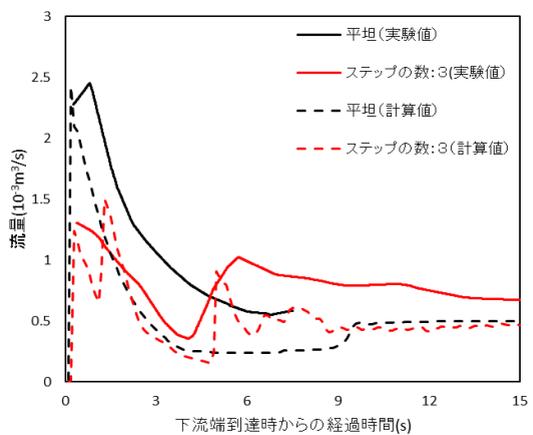


図-5 流量の時間変化の比較