

流木が土石流の流動特性に与える影響に関する基礎的実験
Fundamental Experiments on Influence of Driftwood on Flow Characteristics of Debris Flow

○山本泰己・中川 一・川池健司

○Taiki YAMAMOTO, Hajime NAKAGAWA, Kenji KAWAIKE

Landslides sometimes change into debris flows during heavy rain in mountainous regions. About three quarters of land of Japan is covered with the forests, so many debris flows occur in Japan include driftwood. It is important to know the behavior of debris flow accompanying driftwood during the downslope movement. However, there are few studies on debris flow with driftwood. The purpose of this research is to investigate the influence of driftwood on flow characteristics of debris flow by laboratory experiments. The experiments were carried out in a rectangular flume 0.20 m wide and 12.0 m long. Channel slope was adjusted from 14 degree to 20 degree. Two kinds of driftwood model were used. One was 4mm in diameter and 7cm in length. The other one was 4mm in diameter and 2cm in length. As a result, the velocity of debris flow with driftwood is slower than that of debris flow without driftwood. Furthermore, the coefficient of velocity of the tip flow decreases by making length of driftwood longer.

1. 目的

平成 29 年 7 月 5 日から 6 日にかけて、九州北部を中心とした記録的な豪雨が発生し、福岡県朝倉市では、最大 106.0mm の一時間雨量を記録した。その結果、大規模な土砂崩れが土石流となって流下し、筑後川中流域の住宅地へ流れ込んだ。平成 29 年九州北部豪雨の特徴として、中小規模の河川で地滑りが発生したため、流木の流出が顕著であったことが挙げられる。被災後の写真を見ると、大量の流木が住宅に押し寄せており、流木によって被害が助長されたことが推察される。

本研究は、流木を伴った土石流と流木を含まない土石流を水路実験により再現し、土石流先端部の抵抗則などの流動特性を調べたものである。ここでは、土石流先端に集中した流木を、「流木群」と定義する。

2. 内容

(1) 実験方法

実験に用いた水路を図-1 に示す。水路は、長さ

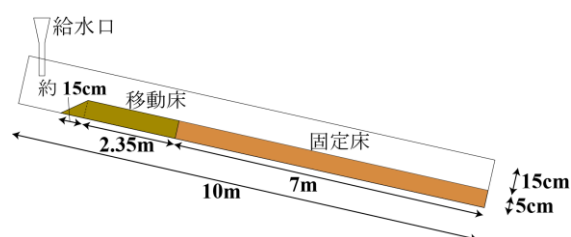


図-1 実験水路の縦断図

10m、幅 20cm の長方形断面水路である。下流端から 7m の範囲には、粒径 3.6mm の土砂を一様に貼り付けた板を設置して固定床とし、そこから 2.5m の範囲には、粒径 3.6mm の土砂を厚さ 5cm に敷き詰めて移動床とした。上流端より単位幅流量 $q_s \approx 150\text{cm}^2/\text{s}$ の水を供給することで土石流を発生させた。流木を伴う土石流の再現実験では、流木模型を移動床上に設置した。使用した流木模型は、長さ $L_D=2\text{cm}$ 、 7cm 、直径 $D=4\text{mm}$ の 2 種類のヒノキの円柱木材で、乾燥時の比重は 0.465 であった。1 回の実験で並べた流木模型の総本数は 7cm の場合で 220 本、2cm の場合で 770 本であった。流木模型は全て、移動床に対して垂直に設置し、流下方向 $1\text{m} \times$ 水路幅 20cm の範囲当たりの流木模型の設置密度は、7cm の場合は 110 本、2cm の場合は 400 本であった。固定床と移動床との境界から上流の所定の区間に渡り、着色流木を設置し、上流端から緑、青、赤、無色の順に配置した。水路勾配を 14° から 20° まで 2° ずつ変えて実験を行った。実験条件は、流木無し、7cm、2cm の 3 ケースに水路勾配 14° から 20° までの 4 ケースを掛け合わせた計 12 回を全て 2 回繰り返し、計 24 回行った。水路下流端では 4 つのコンテナをスライドさせながら流れを採取し、採取した順に①から④の番号を振ることとする。水路真上から、デジタルカメラを用いて土石流先端部の流動状況を撮影した。この映像により、各時間での土石流先端が

到達した位置を記録し、土石流先端における走時曲線を作成した。固定床と移動床の境界を基準にして、流下する向きを正とした x 座標を定義する。

(2) 実験結果と考察

流木のある場合と無い場合とでの流動状況の1例を写真-1に示す。流木のある実験の多くで、流木群が1つにまとまらず水路の両サイドに分岐する様子が観察された。

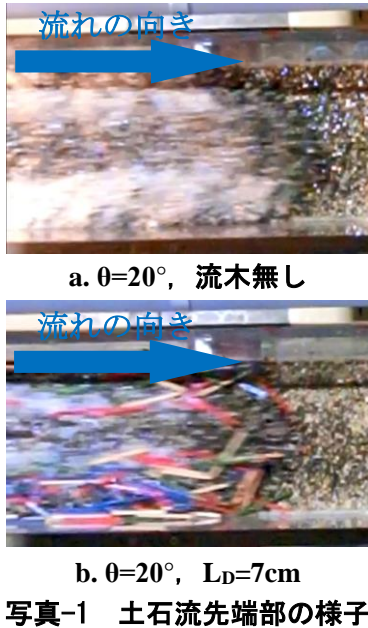


写真-1 土石流先端部の様子

図-2から図-4より、先端の流速は2cm、7cm、流木無しの順で遅いことが分かる。これは、流木と河床や側壁との摩擦が流速に影響を及ぼしているからだと考えられる。また、流木の総表面積が大きい程先端の流速は遅くなるともいえる。

図-5のグラフから、流木の長さが長くなるほど、先端部と後続部との流速係数の差が開いてくることが見てとれる。そして、7cmの場合は2cmの場合よりも①での流速係数が小さく、水路との摩擦抵抗が大きい傾向にある。

3. 結論

以上、水路実験により流木を伴った土石流を再現し、その流動特性を調べた。その結果、流木は土石流先端部の抵抗則に影響を及ぼすことが明らかになった。流木は土石流先端の流速を低下させ、河床や河岸との摩擦抵抗の度合いを増加させる。本研究では、流木の総体積が一定の条件下で実験を行った。今後は、異なった流木本数についても、検証する必要がある。

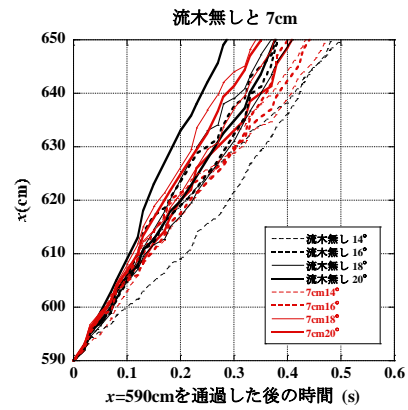


図-2 土石流先端の走時曲線 (流木無しと 7cm)

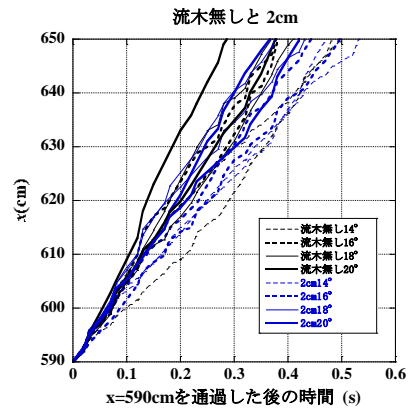


図-3 土石流先端の走時曲線 (流木無しと 2cm)

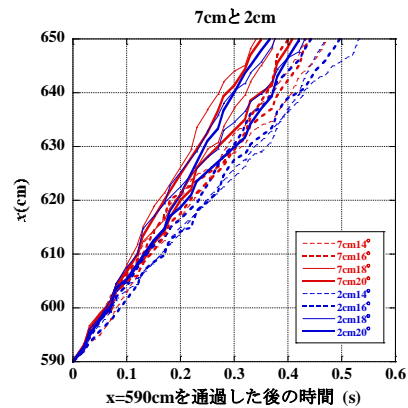


図-4 土石流先端の走時曲線 (7cm と 2cm)

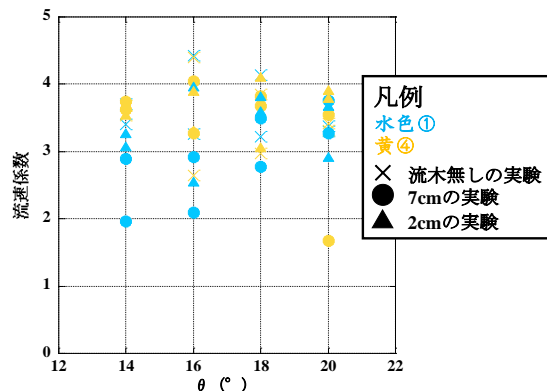


図-5 水路勾配と流速係数との関係