

供給条件の違いを考慮した流木流下過程に関する水理模型実験

株式会社 建設技術研究所 ○高橋 佑弥, 奥山 遼佑, 飯田 弘和, 村上 正人
(国研) 森林研究・整備機構森林総合研究所 鈴木 拓郎, 経隆 悠, 浅野 志穂

1. はじめに

筑後川水系赤谷川流域において発生した平成 29 年 7 月九州北部豪雨に起因する土砂流出では、土石流とともに流出した流木が被害を拡大させた。このような流木災害に対し、施設により流木を捕捉する対策を計画する際には、流木が集積する地点を抽出することが重要であると考えられる。

そこで本研究では、流木の供給条件を変化させた水理模型実験を実施し、流木の発生条件による流下過程の変化を観察した。

2. 実験条件

2.1 実験水路

実験水路は株式会社建設技術研究所所有の長さ 10 m、幅 30 cm、深さ 50 cm の直線二次元水路を用いた。実験水路は下流端にヒンジがあり、上流側に取り付けた電動ウインチにより勾配を変化させることができる。水路床は下流側を固定床区間として 10 cm 底上げし、その上流側は供給用の土砂・流木を 10 cm の深さで敷き詰められるように設定した。固定床には実験砂と同じ粒径の土砂を貼り付けた粗度板を用いた。また、上流側に敷き詰めた土砂を湿潤状態にするため、水路上部に散水装置を取り付けた。水路上流端から給水を行うためのポンプには電磁バルブが取り付けられており、パーソナルコンピューターより制御を行い指定の流量を供給可能とした。水路模式図を図-1 に示す。

2.2 実験材料

実験に用いる土砂は粒径 3 mm の均一砂を用い、供給土砂量は 100 L とした。流木模型は直径 5 mm、長さ 75 mm とし、流木の性状による集積過程の違いを確認するため、均質な丸棒と自然木の 2 種類を使用した(図-2)。自然木はダケカンバの枝材を用いた。流木模型は実験前に一晩程度水に浸し湿潤状態とした。湿潤状態の流木模型の比重は丸棒が 0.82 g/cm^3 、自然木が 0.92 g/cm^3 であった。供給流木量は供給土砂量容積の 1 % 程度(約 680 本)とした。

2.3 計測方法

流木混じり土石流に含まれる流木の通過タイミングを計測するため、水路上部にビデオカメラ (GoPro) を 3 台設置し、それぞれのビデオカメラをリモートコントローラーで制御して同時撮影を行った。設置位置は固定床部分上流端から 1 m (上流)、3 m (中流)、5 m (下流) 地点とした。

2.4 実験ケース

実験は土砂・流木模型の供給方法を①土砂・流木混合条件(土砂と流木模型を均一に混合して置き土した条件)、②流木塊条件(流木模型の半量の 340 本を固定床上流端に積み重ね、残りの半量を土砂と混合して置き土した条件)、③立木条件(流木模型を置き土に立木状に差込み配置した条件)の 3 条件とした。それぞれの土砂・流木供給状況を図-3 に示す。水路勾配は 20 度の条件とした。水路上流端からの給水は定流 4.5 L/s で行った。水路上流端からの給水のほか、置き土位置には散水装置を設置し、土砂が十分湿潤状態になるまで散水を行った上で実験を開始した。

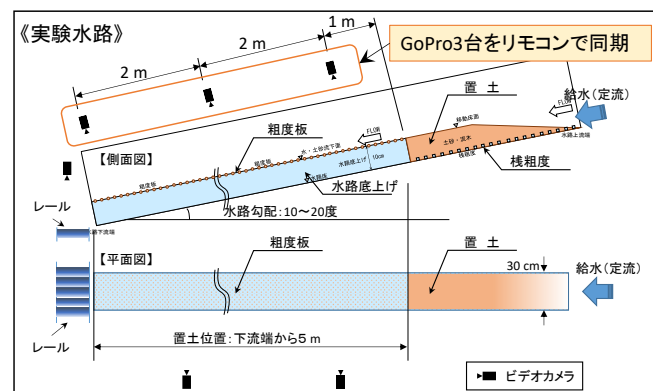


図-1 実験水路模式図

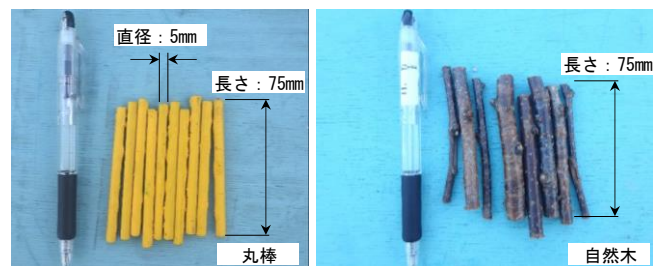


図-2 流木模型

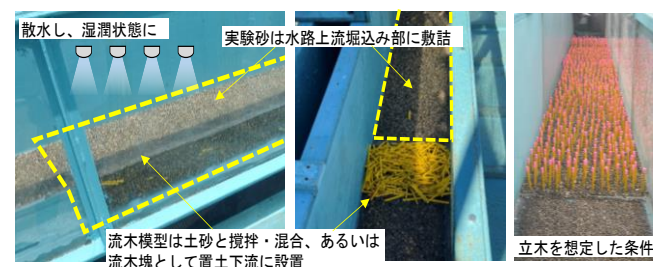


図-3 土砂・流木模型設置状況

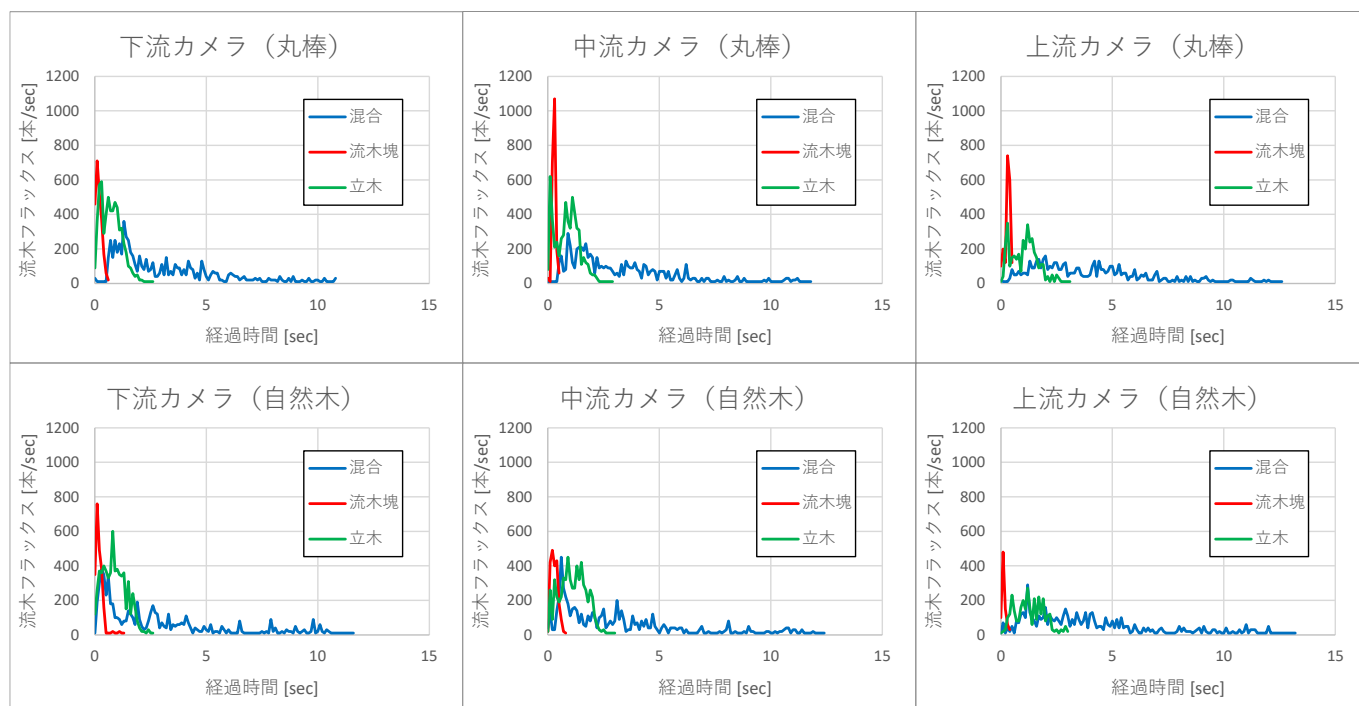


図-4 流木フラックスの時刻変化

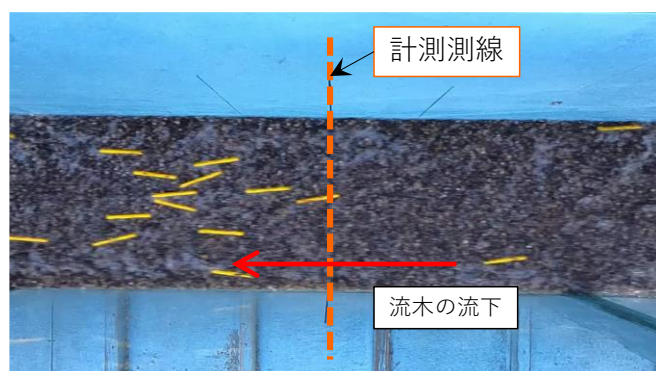


図-5 流木のカウント状況

3. 実験結果

各実験ケースで撮影された流木混じり土石流実験の映像に対し、各画面内に計測測線を設定した(図-5)。撮影された映像内で目視にて確認可能な全ての流木模型について、測線の通過時間を計測した。取得した測線通過時間より、最初の流木模型が通過したタイミングから0.1秒毎に通過した流木模型数を整理し、0.1秒ごとの単位時間通過流木量(流木フラックス、単位:本/sec)を算出した。算出結果のプロットを図-4に示す。グラフはカメラ位置(下流、中流、上流)と流木模型材料(丸棒、自然木)の別で作成し、一つのグラフの中で流木の供給条件を色分けして比較した(青:土砂・流木混合条件、赤:流木塊条件、緑:立木条件)。

各供給条件では、流木塊条件は設置地点の集積状態を維持しながら流下しており、混合条件は実験開始時から終了時まで満遍なく流木が分散している。立木条件は流木塊条件と混合条件の中間的な流木流下過程を示している。混合条件と立木条件に着目すると、上流カ

メラに比べ下流カメラの流木フラックスが高くなる状況が確認でき、水路勾配20度の条件では流下過程で流木の先頭部への集積が起こっていることが分かる。

流木模型の材質の差では、特に立木条件に着目すると丸棒の方が自然木に比べ流下過程での先頭部への集積が進行する傾向が確認できた。これは模型表面の摩擦が丸棒の方が小さいことによるものと考えられ、過年度の実験²⁾と同様の結果となった。

4. おわりに

流木混じり土石流の水利模型実験を行い、流木の発生条件の違いによる流下過程の変化を観察した。流木塊条件では集積状態を維持したまま流下し、立木・混合条件では流下過程で土石流先頭部に流木が集積していく状況が確認できた。今後は土砂の粒度分布や流木の根や枝葉の影響等について検証が必要であると考えられる。

5. 謝辞

本研究は農林水産省委託プロジェクト研究「流木災害防止・被害軽減技術の開発」JP19191196の助成を受けたものである。ここに記して感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 奥山ら(2020): 土石流と共に流下する流木の流下過程に関する水利模型実験, 第59回日本地すべり学会研究発表会講演集, p. 149-150
- 2) 鈴木ら(2022): 土石流先端部における流木の挙動に関する水路実験と数値計算, 令和4年度砂防学会研究発表会概要集, p. 655-656