

土石流から掃流砂領域における構造物が下流への流木の流出に及ぼす影響

京都大学大学院農学研究科 ○日浦幹・中谷加奈
 京都大学防災研究所 長谷川祐治
 立命館大学理工学部 里深好文
 政策研究大学院大学 水山高久

1. 研究背景と目的

土石流発生時には、土砂や水だけでなく溪岸斜面の倒木や立木が流木となり溪流を流下するが、下流に設置された橋梁などの構造物に流木が集積して閉塞することで、氾濫発生や被害範囲の拡大を引き起こす可能性がある。流木の橋梁への集積の影響を考慮することが被害の防止・軽減に繋がる。

橋梁への流木の集積に関して、常流の緩勾配河川を対象とした実験的研究は多数あるが、射流の急勾配を対象とした研究は殆ど無い。長谷川ら¹⁾は、橋脚が1本の橋梁に対して、水理条件や流木の条件を変化させて検討しているが、橋脚本数や流木の緒元（長さ・本数・形状）、水理条件（水深・流速等）と閉塞の関係はまだ明らかにされていない。

本研究では、射流域の土石流溪流に存在する構造物が流木の流出に及ぼす影響を検討することを目的として、流木の緒元（長さ・本数・形状）や勾配、水理条件や構造物の形状が変わった場合に閉塞する条件を水理実験で検討する。

本稿では、流木長を変化させた条件について、流木と橋梁の閉塞の関係について検討した。

2. 実験方法

実験には、可変勾配直線水路（水路幅 20cm、全長 400cm）を使用し、水路の下流部に橋梁模型を設置して実験を行った。橋梁模型は幅 7mm の橋脚が 2 本で、桁下余裕高が 20mm のものを使用した（図 2）。流木模型には直径 5mm の木製丸棒を使用し、流木長は 5cm、7cm、10cm とした。流木長と橋脚間長との関係を図 3 に示す。上流から水を定常供給しながら流木を一気に投入し、橋梁での流木の挙動を確認した。実験の様子を橋梁の上流 35cm 区間、橋梁の横、橋梁の下流の 3 ヶ所でカメラ撮影し、流木の流出と集積、橋梁の閉塞の様子を確認し、集積流木量を式（1）から算出した。なお、橋梁に流木が残留し、上流への水位上昇が見られたものを閉塞とした。実験から閉塞の判断、流木長と投入本数の違いによる集積流木量の違い、集積流木量と水位上昇距離との関係について検討を行った。

$$\begin{aligned} \text{集積流木量 [cm}^3\text{]} \\ &= \text{橋梁に残留した流木本数} \\ &\times \text{流木 1 本の体積 [cm}^3\text{]} \dots (1) \end{aligned}$$

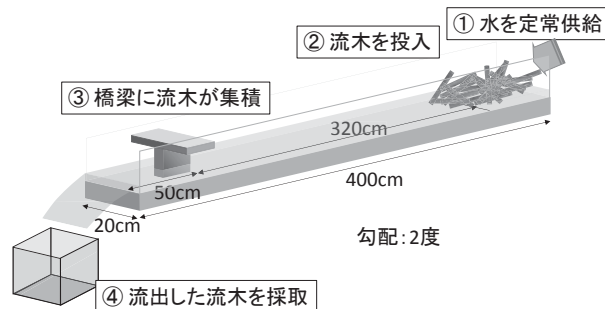


図 1. 実験の概要

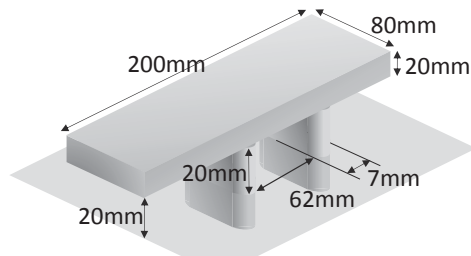


図 2. 実験に使用した橋梁模型

表 1. 実験条件

勾配		2度
水理条件	流量	3.2L/s
	水深	14mm
	フルード数	3.1
橋梁条件	橋脚本数	2本
	余裕高	20mm
流木条件	長さ	100mm
		70mm
		50mm
	太さ	5mm
比重	0.8	

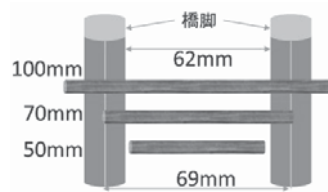


図 3. 流木長と橋脚間との関係

3. 実験結果と考察

3-1. 流木長の違いによる橋梁の閉塞しやすさの違い

同一条件で各 10 回試行を行った中で、閉塞した試行の回数を流木長ごとにプロットしたものを図 4 に示す。いずれの流木長でも投入流木量が増加すると閉塞回数は増加し、同じ閉塞回数では流木長が短いほど多くの流木量が必要である。5cm のときに 1 回でも閉塞するのに必要な流木量は 7cm に比べて約 5 倍、10cm に比べて約 10 倍になった。

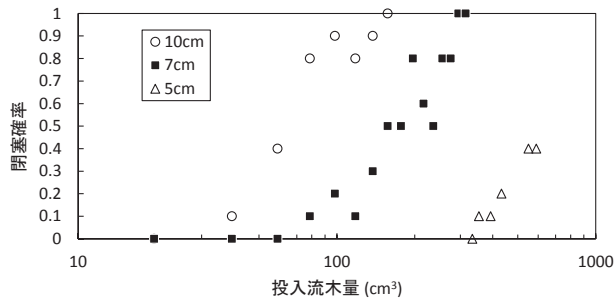


図 4. 閉塞回数の変化

3-2. 流木長の違いによる集積量の違い

図 5 に実験開始から 5 秒後の橋梁への流木集積量を示す。流木長が長くなると少ない量でも流木が多く集積しており、橋梁が閉塞しやすくなったと考えられる。

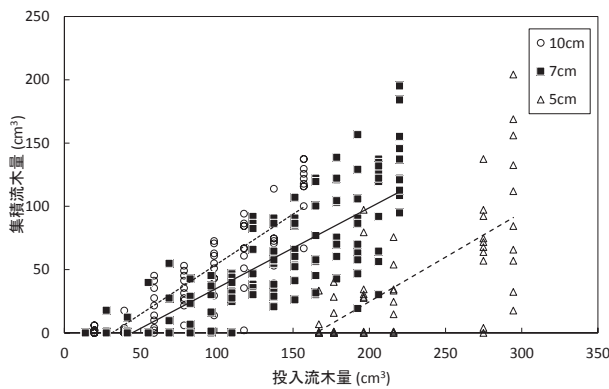


図 5. 流木長ごとの 5 秒後の集積量

図 6 に実験開始から 120 秒後の橋梁への集積流木量を示す。5 秒後と比べて全体的に集積流木量が少なくなる傾向があり、一度集積した流木が流出していることがわかる。図 7 に 5 秒後の集積流木の 120 秒後に残留した流木量の割合を示す。5cm の流木で特に残留率が低く、150cm³ 以上集積したにもかかわらず最終的に 0 になるケースもあった。5cm の流木は橋脚間よりも短いため、流木捕捉に必要な支点が複数になりにくく集積が不安定な状態となるため、橋脚間長よりも長い流木に比べて集積が崩れやすいと考えられる。

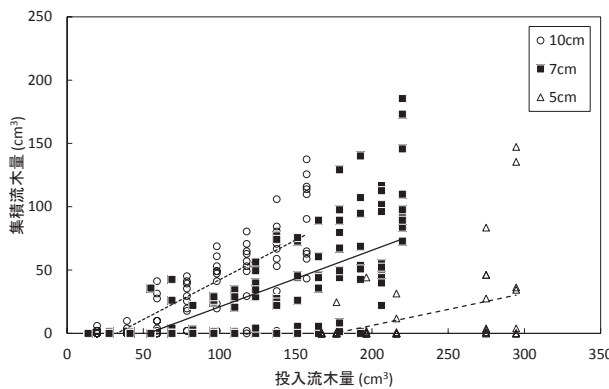


図 6. 流木長ごとの 120 秒後の集積量

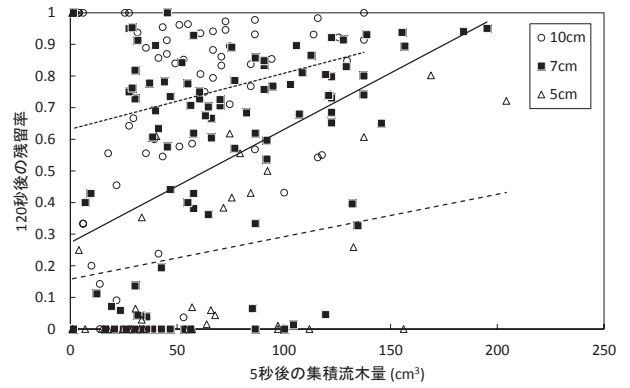


図 7. 5 秒後に集積した流木の 120 秒後の残留量割合

3-3. 流木の集積量と水位上昇距離の関係

図 8 に流木の橋梁への集積量と水位上昇距離との関係を示す。集積流木量が多くなると、水位上昇距離は長くなる。また、等量の流木量が集積した場合には流木長が短いほど水位上昇距離が長くなる傾向が見られた。これは、流木長が短いほど、流木間の間隙が小さくなるためと考えられる。

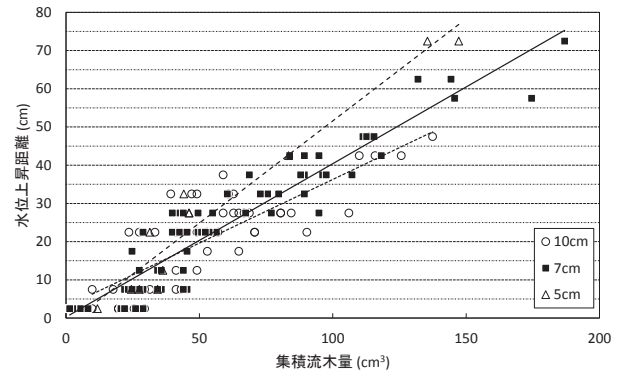


図 8. 集積流木量と水位上昇距離との関係

4. おわりに

本稿では、流木長を変化させた条件について、2 本の橋脚を持つ橋梁に対する閉塞の関係について検討した。流木の集積量にばらつきが生じるのは偏走角や流木塊の大きさといった流下中の流木の挙動が影響していると考えられる。今後は、形状の異なる流木や橋梁模型を用いて水理条件も変化させながら検討を進める予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15K16312 の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) 長谷川ら (2015) : 流木の流下と橋梁への集積に関する実験, 京都大学防災研究所年報, 第 58 号, B, pp. 351-357