

## 山地河川から流出する流木の形状や比重がワンスパン橋梁への閉塞に及ぼす影響

京都大学大学院農学研究科

正会員 ○中谷加奈

京都大学大学院農学研究科

非会員 東谷卓也 小杉賢一朗

広島大学大学院総合科学研究科

正会員 長谷川祐治

立命館大学理工学部

正会員 里深好文

## 1. はじめに

土砂災害が発生するような豪雨時には、山地河川から土砂だけでなく流木が流出して、流木集積による橋の閉塞や、水位上昇による氾濫被害の拡大が見られる。流木が発生しても全ての橋が閉塞するとは限らず、閉塞の発生・非発生を水理条件や橋、流木の条件を明らかにすることが、防災上求められる。山地河川には橋脚無しのワンスパン橋梁が多く存在するが、その流木による閉塞の検討例は少ない<sup>1)</sup>。また、流木の既往検討は針葉樹を対象とした1より小さな比重や、枝や根の無い丸太形状を対象としたものが殆どである。しかし、実災害では（例えば2017年九州北部豪雨の朝倉など）広葉樹などの大きな比重や、根が付いた流木の流出も報告される<sup>2)</sup>。

本研究は、急勾配の山地河川におけるワンスパン橋梁について、丸太と根付の流木形状、ならびに比重0.8と1.2による流れ方の差が、閉塞に及ぼす影響を水理実験から検討して、防災上有用な知見を得ることを目的とした。

## 2. 実験方法

実験は、ワンスパン橋梁について比重0.8、丸太形状の流木を対象とした既往検討<sup>1)</sup>と同様に、水路長400cm、幅20cm、の直線水路を用いた（図-1左）。橋脚のないワンスパン橋梁の模型（縦断幅8cm、幅2cm）は、橋の上流側が下流から

50cm位置になるよう配置した。上流端から定常的に水を供給して、上流端より30cm下流の位置から流木模型をまとめて約1秒間で投入した。投入時のばらつきを考慮するため、同一条件の実験を10回実施した。勾配は2°、水理条件は流量3.37 l/s、水深14mm、平均流速1.2m/sのフルード数3.23の射流条件である。橋模型の水面から橋桁下面までの高さ（余裕高 $H_c$ ）は2mm、5mm、8mmの3種類で検討した。

実験は2台の高速ビデオカメラ（300f.p.s.）で撮影し、水路上空から橋とその上流50cmまでが映る位置と橋を真横から撮影できる位置に設置した（図-1中央）。上空から流木が橋に到達する流れの状況を、横から閉塞状況を記録した。閉塞は、橋の上流側で水位が上昇している場合と定義した。流木模型は丸太と根付きの形状で（図-1右）、比重は0.8、1.2のものを、流木長は5cmと7cmで閉塞状況を検討した。一つの実験では一種類の流木模型を用いた。なお、丸太・比重1.2は、予備実験から丸太・比重0.8で閉塞確率0.6-0.9となる本数を投入しても全く閉塞しなかったため、本研究では対象外とした。

## 3. 結果

実験後に映像を解析することで、橋の直上流に到達する流木濃度 $C_w$ （供給した水および流木の体積に対する流木の体積）を算出し、流木濃度を指標として橋の閉塞・非閉塞

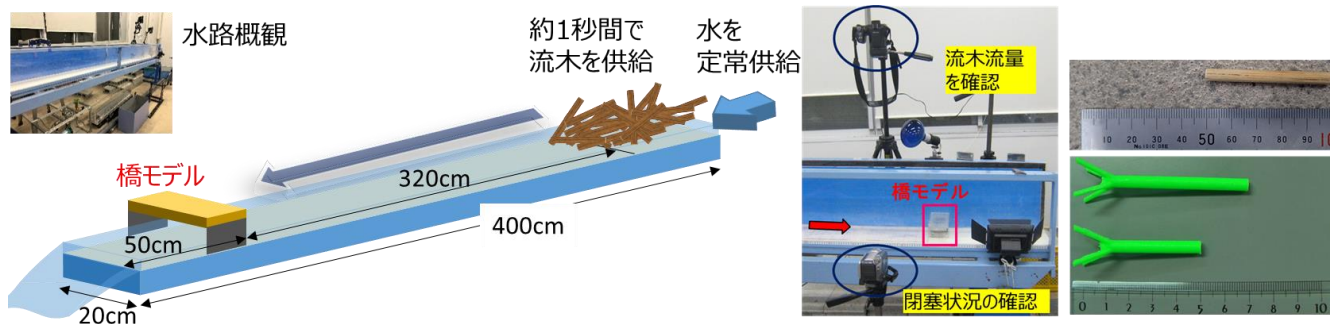


図-1 実験水路の概要（左）と下流の撮影状況（中央）、用いた流木模型（右、上段が丸太、下段が根付）

キーワード 流木、ワンスパン橋梁、閉塞、水理実験、形状、比重

連絡先 〒606-8502 京都市左京区北白川追分町 Tel:075-753-6087

を検討した結果を図-2 左に示す。根付では丸太と比べて小さい流木濃度  $C_w$  で閉塞する。同じ根付形状で比重による差はあり、0.8の方が1.2より低濃度で閉塞が起こる傾向だが、流木長7cmでは余裕高2mmや8mmで差が少ない。根付では閉塞が低濃度から発生するので、丸太と比べて閉塞しない領域の濃度が小さい。

また、既往検討と同様に、同じ濃度でも閉塞・非閉塞が混在する領域が見られたため、実験結果を基にロジスティック解析により（図-2 右）閉塞の起こりやすさを回帰曲線

で示して、図-3 の結果を得た。いずれも濃度の上昇に従い閉塞確率が上昇して、ある濃度での閉塞確率が推定可能であり、図-2 右上段のように閉塞が混在する領域（黄色）の位置と広がり方は、回帰曲線の位置と傾きで表現される（図-2 右下段）。閉塞確率50%の流木濃度が大きくなると、混在領域は濃度の大きい側になる。図-3 の結果からも、比重より流木形状による差が大きいことが示される。流木長5cm, 余裕高2mmを除くと、根付の方が傾きが急で、非閉塞から閉塞への遷移する濃度の範囲が小さい。

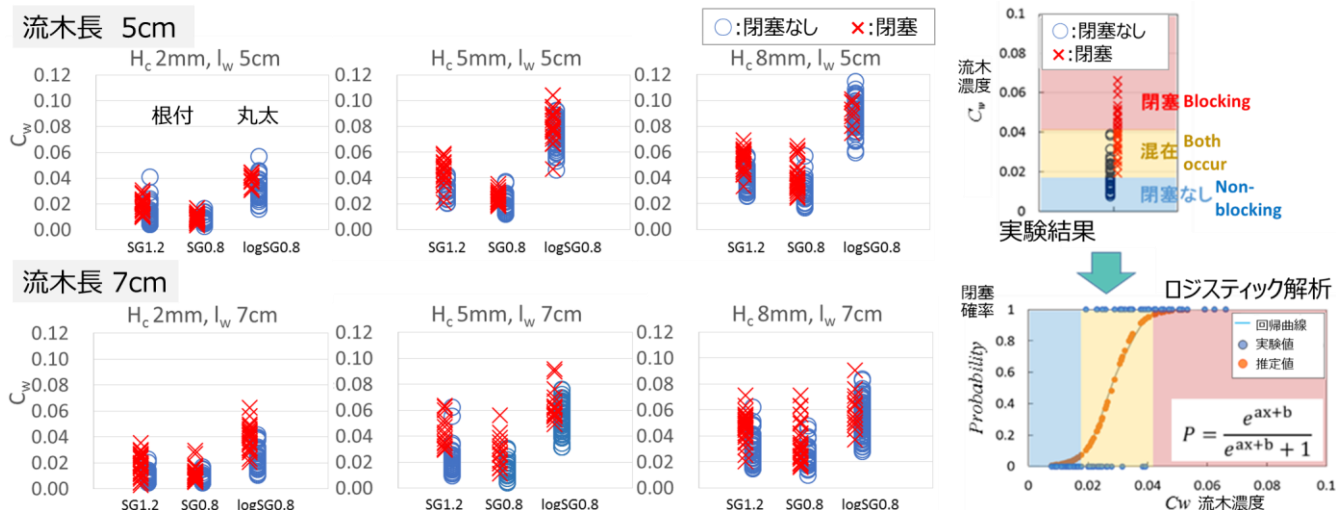


図-2 実験結果（左、図中の  $C_w$ :流木濃度,  $H_c$ :余裕高,  $l_w$ :流木長, SG:比重, log:丸太形状）とロジスティック解析イメージ図（右）

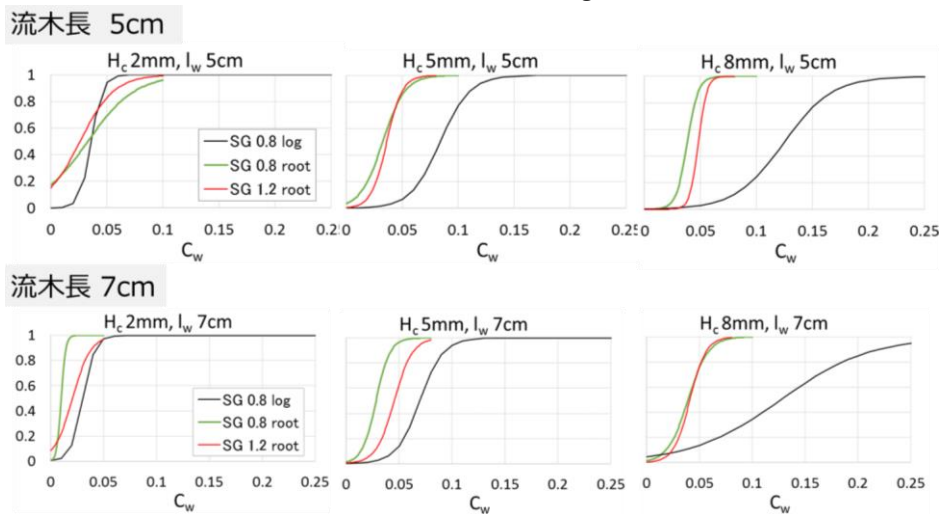


図-3 ロジスティック解析で得られた流木濃度  $C_w$  に対する閉塞確率（縦軸）（図中の log:丸太形状, root:根付形状）

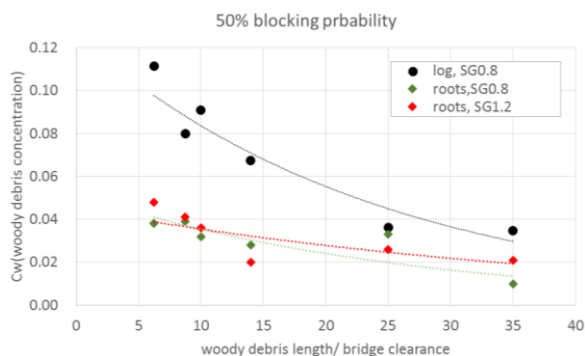


図-4 閉塞確率50%となる流木長/余裕高と流木濃度

閉塞確率50%となる流木濃度を流木長/余裕高を指標として図-4に示した。流木長/余裕高が大きくなるほど50%閉塞確率の濃度が減少傾向で、丸太・比重0.8で顕著に見られるが、根付では比重が大きくなっても減少する傾きが小さい。根付形状では、比重0.8と1.2で似た傾向を示した。

#### 参考文献

- 1)中谷加奈ら(2018), 土木学会論文集 B1 (水工学) 74(5), I\_1081-1086,
- 2)久保田哲也(2019), 水利科学, 62(6), 10-22, 2019