

白川流域における流木発生ポテンシャルの評価と 各橋梁における集積傾向について

九州大学工学部 学生会員 ○竹村 大 九州大学大学院 学生会員 土橋将太・富田浩平・楊東
九州大学大学院 フェロー 矢野真一郎 正会員 堂藺俊多・笠間清伸

1. 目的

近年多発している豪雨災害では、流木が原因とされる水害の助長が多数見受けられている。平成24年7月九州北部豪雨でも一級河川を中心に被害があったが、大分県日田市を流れる筑後川支川の高瀬川、同県中津市の山国川、福岡県の矢部川支川の星野川、熊本県菊池市の菊池川支川の合志川などでは橋梁への流木の集積が原因とされる落橋や一部損壊が発生した。

熊本県を流れる白川においては、熊本市北区龍田陣内4丁目付近、白川支流黒川の広範囲で浸水被害が発生し、流木が氾濫水と共に堤内地へ流入し家屋を破壊するという被害も発生している。一方、平成28年4月熊本地震により白川上流域で斜面崩壊が多数発生した。大量の土砂とともに倒木が河道に流入したと考えられている。

九州北部豪雨の被害を受けて、山国川や花月川（大分県日田市）では、被害を助長した橋梁の掛け替えや撤去等に関する議論がされており、それらの橋梁の流木集積リスクが下流の橋梁へ移動することが想定される。矢野ら(2016)により対象河道上の可能最大流木発生量に相当する流木発生ポテンシャルの概念を提案し、橋梁における流木集積リスクを評価する方法が確立されている。また、矢野ら(2017)ではそれを改良し、石橋・砂防ダムなどの効果を取り入れている。

本研究では、本評価法に基づき白川を対象として流木集積リスク評価を試みる。また、熊本地震により流木リスクがどの程度の影響を受けたのかについても評価することを試みる。

2. 研究内容

(1) 調査対象流域

調査対象は図-1に青線で示した白川の全流域である。白川の流域面積は480km²、幹川延長は74kmであり、立野地点で黒川と合流している。



図-1 調査対象河川流域

(2) 評価方法

以下に示す矢野ら(2016)の開発した流木発生ポテンシャル評価法を用いた。まず、橋梁管理者から提供を受けた橋梁台帳と全流域の現地踏査より、対象河川に架かる全ての橋梁の桁下高・橋長・構造形式・橋脚数の項目について情報を整理した。なお、クリアランスが大きく流木捕捉の対象とならない橋梁、熊本地震の影響により立ち入り調査が困難な橋梁に関しては調査対象外としている。

次に、森林基本書、森林計画書、ならびに森林簿を森林管理者から収集し、林班・第1樹種林相・第1樹種面積に基づき流域内での林相区分図をGISで作成した。ここでは、針葉樹・広葉樹・竹林・無立木地・更新困難地の5つに分類をしている。

これらを踏まえたうえで、得られた林相区分図を基に流木の発生場所を最大傾斜角30度以上で河道との距離が崩壊土砂の最大到達距離より近い傾斜地に限定し(図-2)、各橋梁地点の集水域から生産される流木の発生ポテンシャル V を推定した。推定には、林野庁(2012)で用いられている経験式を用いた。

$$V = \beta A \quad (1)$$

ここで、 β : 流木流出率(m³/km²)、 A : 崩壊可能斜面の

面積(km²)である。βは、針葉樹は1000, 広葉樹は100, 竹林は500, 無立木地と更新困難地は0である。

次に、各橋梁で集積し捕捉される流木量の傾向を次式で評価した。

$$\tilde{V}_i = (V_i - \tilde{V}_{i-1} - \tilde{V}_{i-2} \cdots - \tilde{V}_1) \alpha_i = \alpha_i (V_i - \sum_{k=1}^{i-1} \tilde{V}_k) \quad (2)$$

ここで、 $\tilde{V}_i$:橋梁*i*での捕捉量, V_i :橋梁*i*より上流側での流木発生量, α_i :橋梁*i*での捕捉率である。なお、 $i=1$ が最上流の橋梁を意味している。

各橋梁での捕捉率 α_i は次式で評価した。

$$\alpha_i = \frac{L}{S_i} \times \frac{1}{k} \quad (3)$$

ここで、 L :現地調査から決定した想定流木長(=10.01m), S_i :橋梁*i*の最小橋脚間スパン長, k :任意定数とする。漸化式形式の評価式を導入することで、集積リスクの高い橋梁の掛け替えや撤去を行った際に、下流の橋梁のリスクが上昇度合いなどの評価ができる。ここで、経験的に決定される流木の橋梁への集積しにくさを表す定数 k は、現状ではそれを決定できる根拠に乏しいためここでは任意に与え、相対的な流木集積傾向を評価する。

投稿時点では流木発生ポテンシャルを求める計算処理の途中段階のため、本稿では白川本川のみを対象にした評価を行っている。

3. 結果

図-3 に得られた各橋梁に捕捉される相対的な流木量の分布について、任意定数 $k=10$ としたケースのみ示す。安巳橋, 弓削橋, 川手橋において相対的な集積量が大きく評価されている。これらは平成 28 年 10 月に行った現地調査において、出水と地震のいずれかに起因するとみられる流木が実際に捕捉されていたことを確認しているため、少なくとも流木集積の傾向性については定性的には正しい評価ができてしていると判断される。第 2 白川橋梁においては、最小の橋脚間スパン長が相対的に小さいため流木捕捉量が比較的大きな値を示したと考えられる。

4. 結論

白川流域において橋梁への流木集積リスクの評価



図-2 推定された崩壊可能斜面の分布

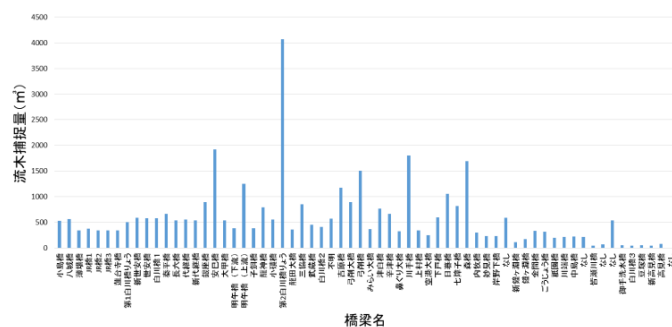


図-3 $k=10$ の相対的な流木捕捉量分布

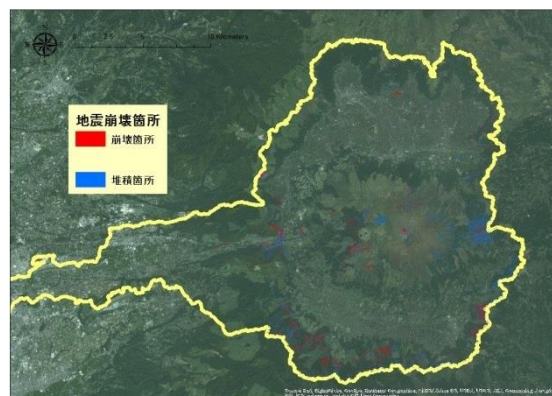


図-4 熊本地震による斜面崩壊箇所の分布

を試みた。その結果、実際の集積状況と同様な傾向を得た。今後は、支川の影響、ならびに砂防ダムや熊本地震などの影響(図-4:地震による崩落箇所)を含めたリスク評価を行い、講演時に説明する予定である。

【謝辞】本研究は平成 27 年度科研費挑戦的萌芽研究(15K14042), 文部科学省気候変動適応技術社会実装プログラム(SI-CAT), 平成 28 年度京都大学防災研究所特別緊急共同研究の援助により実施された。また、国土交通省熊本河川国道事務所、熊本県に各種データを提供いただいた。深甚なる感謝の意を表す。

【参考文献】1)矢野ら(2016):土論 B1, 72(4), I_289-I_294., 2)矢野ら(2017):土論 B1, 73(4), 印刷中., 3)林野庁(2012):土石流・流木対策の手引き。