

# 流木の発生ポテンシャルと河川橋梁における集積傾向の評価方法の改良について

九州大学工学部 学生会員 ○土橋将太 九州大学大学院 正会員 矢野真一郎・堂菌俊多・笠間清伸

## 1. 目的

近年の大規模な豪雨災害の際に、流木に起因した水害被害の助長が多く見られている。平成 24 年 7 月九州北部豪雨では、「これまでに経験したことの無い大雨」と表現される豪雨が熊本・大分・福岡・佐賀の北部九州を襲った。この豪雨においては、大分県中津市を流れる山国川において、歴史的な石橋である馬溪(ばけい)橋などで流木集積に伴うせき上げが生じ、上流の平田・戸原地区で浸水被害が発生した。大分県日田市を流れる筑後川支川の高瀬川、熊本県菊池市の合志川、などで流木の橋梁への集積に起因する落橋が発生した。また、大分県竹田市の玉来川において流木の橋梁集積による通水障害が氾濫を起こし、死者 2 名を出す被害を発生させた。さらに、大分県日田市の筑後川水系花月川と有田川でも流木集積に起因するせき上げが浸水被害を助長する事例が見られた。

花月川や山国川では、被害を助長した橋梁の掛け替えの計画が議論されており、流木の集積リスクが下流へ移動することなどが想定される。流木の橋梁集積に関しては、橋梁の形状による影響が実験などで検討されてきた [小松ら(2009)] が、河川流域全体における潜在的な流木発生量との関係などが検討されていない。よって、各地点における流木発生ポテンシャルを評価し、各橋梁における流木リスクの評価方法を確立することにより、河川計画における橋梁改修の優先順位決定や流木による水害助長まで考慮した被害予測などに寄与することが求められる。

そこで本研究では、北ら(2014)が開発した流域の林相を考慮した流木発生ポテンシャルの評価法と橋梁への流木集積傾向の評価法について、斜面災害の危険区域の情報などを活用した改良を行った。本稿では、花月川流域を対象にして改良した評価方法を適用し、流域内の全橋梁の流木集積傾向の再評価を試みた。

## 2. 研究内容

### (1)調査対象流域



図 - 1 調査対象河川

調査対象は図-1に示す、花月川本川、花月川5.2km地点で合流する支川の有田川、ならびに8.8km地点で合流する支川の小野川の3河川の流域である。

### (2)評価方法の改良

北ら(2014)は以下の基本的な情報の整理を GIS 上で行っている。まず、橋梁管理者から提供を受けた橋梁台帳と現地踏査より、対象河川に架かる全ての橋梁の桁下高・橋長・構造形式・幅員・橋種・橋脚数の項目について情報を整理した。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の林相区分図を作成した。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。

これら基本情報に加えて、本研究では得られている林相区分図を基に流木の発生場所を土石流警戒区域と急斜面箇所に限定し、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、 $\beta$ : 流木流出率( $\text{m}^3/\text{km}^2$ )、 $A$ : 流域面積( $\text{km}^2$ )である。 $\beta$ は、針葉樹では 1000、広葉樹では 100、竹林では 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評価するために次式を導入した。

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

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

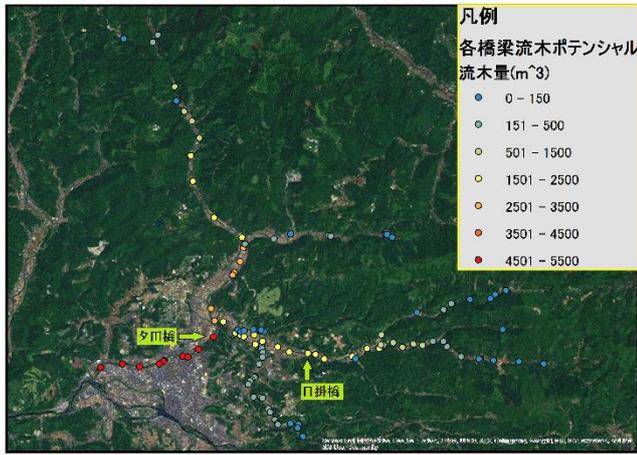


図-2 各橋梁の流木発生ポテンシャルの推定分布

の流木発生量、 $\alpha_i$ :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 $\alpha_i$ 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(=9.16m)、 $S_i$ :橋梁*i*の最小の橋脚間スパン長、 $k$ :任意定数とする。漸化式形式の評価式を導入したことで、集積リスクの高い橋梁を掛け替えした場合に下流のどの橋梁のリスクが上昇するかなどの評価ができることになる。ここで、経験的に決定されるべき定数 $k$ は任意に与えた。

### 3. 結果

図-3に、今回導入した集水面積内の土石流警戒区域および急斜面区域からのみ流木の発生が限定される場合の推定法による各橋梁における流木発生ポテンシャルの分布を示す。当然ながら、下流の橋梁ほど集水面積が大きいため流木発生ポテンシャルが多くなっている。なお、所々に見受けられる上流より大きく表示されている橋梁は、考慮した3河川に合流する小さい支川の橋梁である。本研究では、発生する流木幹林積の推定式(1)を用いたが、あくまでもいくつかの過去の流木発生事例から得られた経験式であり、各流域の降水量、地質、傾斜角などの影響は含まれていないことに注意が必要であり、改善の余地が多分に存在している。

次に、図-3~5に式(2)から得られた各橋梁に捕捉される流木量の分布について、任意定数 $k$ を5, 50, 10000とした3ケースのみ示す。平成24年豪雨において被災した花月川の夕田橋( $i=3$ )と有田川の日掛橋( $i=9$ )において相対的な集積量が大きく評価されていること

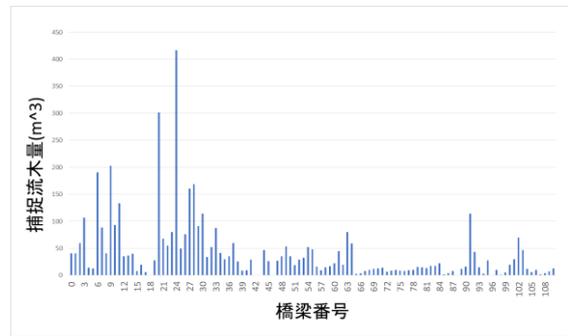


図-3  $k=5$ の相対的な流木捕捉量分布

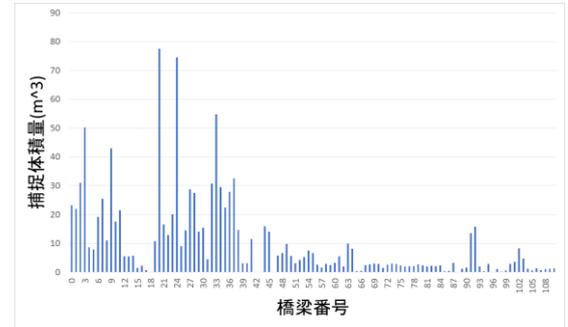


図-4  $k=50$ の流木捕捉量分布

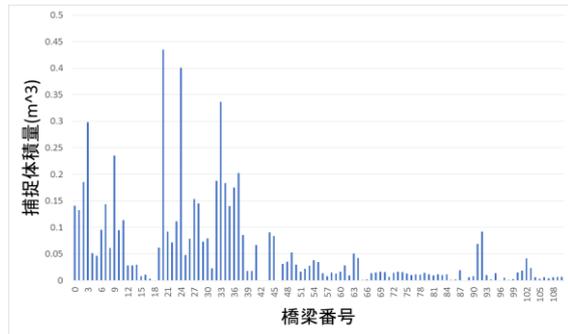


図-5  $k=10000$ の流木捕捉量分布

が分かる。よって、少なくとも流木集積の傾向性については正しい評価ができていると判断される。

### 4. 結論

花月川流域において流木発生ポテンシャルと橋梁への集積傾向についての評価法を改良し、再評価を試みた。その結果、実際の被災状況と同様な評価を行うことができた。今後は、崩壊を想定する斜面と河川との位置関係や捕捉率 $\alpha_i$ の評価のより合理的な定式化を試みたい。

謝辞：大分県農林水産部林務管理課、同県土木建築部砂防課、同県土木建築部道路保全整備室、ならびに日田市土木建築部木課に資料の提供等で多大なご協力を頂いた。本研究は、公益社団法人河川財団による平成26年度河川整備基金助成、ならびに九州大学社会連携事業により実施された。ここに記し感謝の意を表す。[参考文献] 1)小松ら(2009)：流木と災害, 2)林野庁(2012)：土石流・流木対策の手引き, 3)北ら(2014)：平成25年度西部支部概要集。