

流木発生ポテンシャルに基づく花月川流域における橋梁の相対的流木リスク評価の試み

九州大学大学院 学生員 ○土橋将太 正員 矢野真一郎・堂菌俊多・笠間清伸

1. 研究目的 近年多発している大規模豪雨災害において、流木に起因した水害の助長が数多く見られている。「これまでに経験したことのない大雨」と表現された平成24年7月九州北部豪雨でも、多くの事象が見られた。例えば、大分県中津市の山国川には文化財的な価値の高い石橋が多数架かっているが、その周辺の橋梁や石橋の一つで流木集積に伴うせき上げが生じ、浸水被害が発生した。また、同県日田市の筑後川水系花月川と有田川においても流木集積に起因するせき上げが浸水被害を助長した。これらの河川では、被害が発生した橋梁の架け替えや撤去が計画されており、流木が誘因する災害リスクが下流へ移動することが想定される。

流木の橋梁集積に関しては模型実験や数値実験により検討されてきたが、河川流域全体における潜在的な流木発生量、すなわち流木発生ポテンシャル、ならびに流木による災害助長のリスクなどはこれまでほとんど検討されていない。実際の豪雨災害において流木は、流域の全森林のうち崩壊しやすい斜面から発生する。よって、流域の流木発生ポテンシャルに対しては、斜面崩壊の発生可能性を考慮した評価が必要である。そこで本研究では、流木発生ポテンシャル評価に土砂災害危険区域などの情報を加味し、花月川流域を対象として全橋梁の相対的な流木集積リスクの評価を試みた。

2. 研究内容 本研究では、基本的な情報の整理はGIS上で行った。まず、橋梁管理者から提供を受けた橋梁台帳の情報整理、ならびに現地踏査を行い、対象河川である花月川本川、有田川、小野川(図-1)に架かる全ての橋梁(計111箇所)について桁下高・橋長・構造形式・幅員・橋種・橋脚数の項目を整理した。

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で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つに分類している。

流域の全森林からの流木流出では過大評価になると考えられるため、流木の発生場所を土石流警戒区域と急斜面箇所に限定することで各橋梁地点の集水域から生産される流木発生ポテンシャル $V_i(m^3)$ を、林野庁(2012)で用いられている石川の経験式から次式で評価した。

$$V_i = \sum_k \beta_k A_{ki} \quad (1)$$

ここで、 β_k : k 種の森林における流木流出率(m^3/km^2)、 A_i : 橋梁 i の位置の集水面積内における k 種の対象森林面積(km^2)である。 β_k は森林の種類により、針葉樹:1000、広葉樹:100、竹林:500、無立木地と更新困難地:0とされている。図-2に、推定された各橋梁位置における流木発生ポテンシャル V_i の分布を示す。当然ながら、下流の橋梁ほど集水面積が広がるため V_i が大きくなっている。また、下流の都市域内では周辺流域から流入する流木がほとんどないため、 V_i の値が変化しない領域が見られる。なお、所々に上流より小さい値を示す橋梁が見られるが、3河川に合流している小さい支川上の橋梁のものである。本研究では、発生する流木の幹林積を推定する式を用いているが、これは過去の数少ない流木データか



図-1 対象流域と橋梁位置



図-2 各橋梁位置での流木発生ポテンシャル

キーワード：流木 流木発生ポテンシャル 流木災害リスク
連絡先：〒819-0395 福岡市西区元岡 744 九州大学工学部 W2 号館 1013 号室 TEL：092-802-3412

ら得られた経験式であり，斜面の地質や傾斜角などは考慮されておらず，改善の余地が多分に存在している．次に，流木発生ポテンシャルを用いて各橋梁の流木捕捉量という形で相対的な流木リスクを次式で評価した．

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

ここで， \tilde{V}_i ：橋梁 i の捕捉量， α_i ：橋梁 i の流木捕捉率である．なお，式中では $i=1$ が河道上の最上流位置の橋梁を意味するが，図-2 に示す橋梁の番号は最下流の橋梁を $I=0$ と表現しているので注意されたい．流木捕捉率 α_i は，最小の橋脚スパンに対する流木長の比率が捕捉について支配的と仮定し，次式で評価した．

$$\alpha_i = \frac{L}{S_i} \times \frac{1}{k} \tag{3}$$

ここで， L ：流域内の数カ所の森林における現地踏査から決定した想定流木長(=9.16m)， S_i ：橋梁 i における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(2)を導入したことで，橋梁を改修した場合などに，下流に流木リスクが遷移する状況も評価できる．経験的に決定される定数 k は任意に与えて調整した．

図-3, 4 に各橋梁に捕捉される流木量の分布の推定結果を， $k=5, 50$ の2ケースのみ示す．両者について相対的な傾向は一致している．流木発生箇所と発生量ならびに捕捉量の実測データがある程度揃えば定数 k は一義的に決定できると考えられる．平成 24 年豪雨において実際に流木が集積した花月川の夕田橋($i=9$)と有田川の日掛橋($i=79$)において集積量が相対的に大きい．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ないと判断される．なお，本研究において評価した流木リスクは被害規模として表現されていないので，流木捕捉量の大小により相対的なリスクが比較されているものと解釈している．

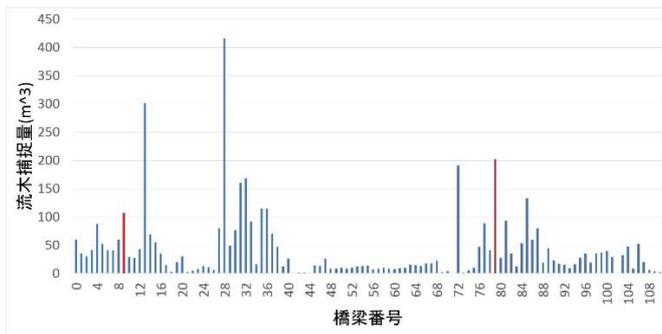


図-3 $k=5$ の流木捕捉量分布

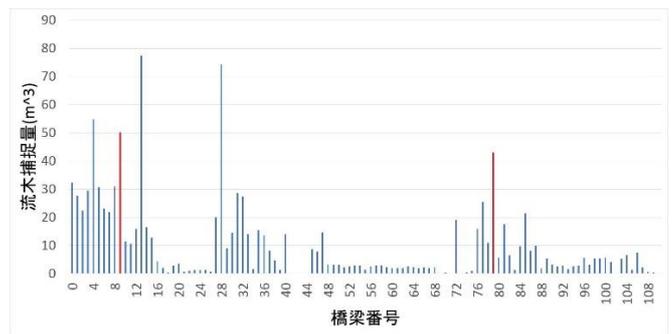


図-4 $k=50$ の流木捕捉量分布

現在，夕田橋は架替工事が進んでおり，平成 28 年には最少スパン長が 15m から 40m となる．そこで，架替前後での捕捉量の変化を調べた．図-5 に夕田橋架替後の下流域での流木捕捉量の増加分($k=50$ の場合)を示す．下流の橋梁では全て捕捉量が増加することに加えて，河川整備計画において架替が望まれている JR 橋が他より 2 倍ほど大きく，リスクが最も増えることが分かる．

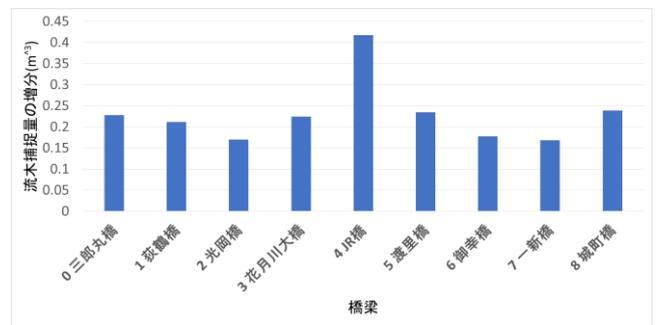


図-5 夕田橋架替による下流域の流木捕捉の増加量

3. 結論 花月川流域において流木発生ポテンシャルの評価と橋梁の相対的な流木リスクの評価を行った．その結果，

実際の洪水における被災状況を表現でき，かつ橋梁の架替により変化する集積リスクを評価できるようになった．今後は，斜面の特性，斜面と河川との位置関係，ならびに河畔林の影響を組み込むことで，より合理的な α_i の定式化を行い，流木集積が起こす氾濫助長に起因する被害規模を表現した流木リスク評価を行いたい．

【参考文献】 1) 林野庁(2012)：平成 24 年_7 月『土石流・流木対策の手引き』．

【謝辞】 本研究は，河川財団による平成 26 年度河川整備基金助成事業，ならびに九州大学社会連携事業の援助により実施された．