

白川流域における地質や降雨の影響を考慮した 各橋梁の流木集積傾向の評価

九州大学大学院 学生会員 ○竹村 大・津末明義

九州大学大学院 フェロー 矢野真一郎 東京工業大学大学院 正会員 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、福岡県の矢野川支川の星野川、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。

一方、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、ならびに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。さらに平成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)は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用い、橋梁における流木集積リスクを評価する方法を提案している。また、矢野ら(2018)では河川流域内の地質の分布を与えて定常降雨量から斜面崩壊の可能性を推定するモデルを組み込むことで、雨量の変化に応じた流木発生量の変化傾向を推定できる手法への改良を行った。しかし、この手法では地質の分類において主に砂質土と粘性土の2つのみを用いており、多様な地質において評価を試みることで、改良する必要があると考えられる。

そこで本研究では、矢野ら(2018)の評価法に基づき白川流域を対象として流木集積リスク評価を行い、評価法の改良を試みる。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

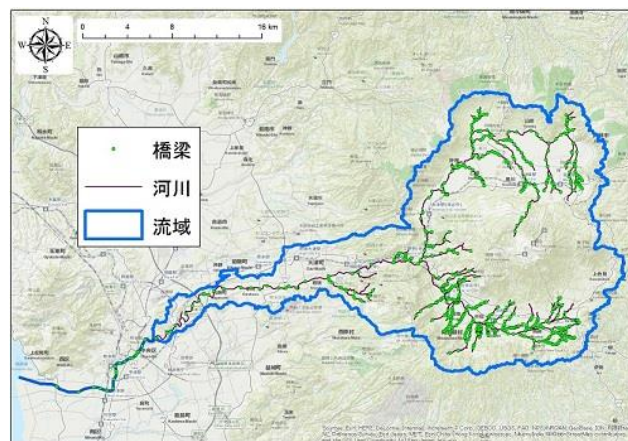


図-1 調査対象河川流域

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。

(2) 評価方法

矢野ら(2018)の開発した流木発生ポテンシャル評価法を用いた。まず、全流域の現地踏査結果より、白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。

また、地質や降雨の影響を考慮した流木発生斜面の選定と河道との地形的関係性を評価するため、国土地理

院発行の標高データ (10mメッシュ) やNPO法人研究機構ジオセーフ発行の九州地盤情報共有データベース, 気象庁発行の過去の降雨記録を用いた。

流木は斜面崩壊により倒壊した倒木が河川に流出し発生する。そこで, 流木の発生源となりうる豪雨時に崩壊が発生しうる箇所を推定した。本研究では以下の斜面情報, 地質, 降雨の継続時間から崩壊が発生する降雨強度である表層崩壊発生危険定常降雨強度を推定する内田ら(2011)の式, いわゆる改良H-SLIDER法を用いた。

$$r(t) = \frac{K_s h \sin I [c(1+e) + \gamma_w h \cos I (G_s + eS_r) \cdot (\cos I \tan \phi - \sin I)]}{A \gamma_w h \cos I [(1+eS_r) \cos I \tan \phi + e(1-S_r) \sin I] \cdot \left[1 - \exp \left(-\frac{1+e}{e-eS_r} \cdot \frac{K_s \sin I}{A} t \right) \right]} \quad (1)$$

ここで, $r(t)$: 表層崩壊発生危険定常降雨強度(m/s), K_s : 透水係数(m/s), h : 土層深(m), I : 斜面勾配($^\circ$), c : 粘着力(kN/m²), e : 間隙比, γ_w : 水の単位体積重量(kN/m³), G_s : 土粒子の比重, S_r : 飽和度, ϕ : 土の内部摩擦角($^\circ$), A : 集水面積(m²), t : 降雨継続時間(s)である。

パラメータ算定に必要な土質とN値は研究対象領域内の九州地盤データベースのボーリングデータから表層2m付近の値を抽出し図-2に示すようにポロノイ分割により流域全体に適用した。従来の方法である砂質土と粘性土のパラメータ算定に加え, 本研究では火山性地質のパラメータ算定を検討した。具体的には依存のCU試験 [土質工学会九州支部編(1983)] により得られた白川流域内の黒ボク・赤ボクの粘着力・内部摩擦角の平均値を適用した。

また, 熊本県阿蘇乙姫観測所の1978~2017年までの気象庁の降雨データから確率降雨量を算出した。図-3に継続時間1時間の降雨について確率年に応じた崩壊箇所の分布を示す。図中の黒で示された部分は地質パラメータ算定が現状で未完の箇所である。

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, 各確率年での降雨量崩壊する, 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, 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。

次に, 各橋梁で集積し捕捉される流木量の傾向を評価した。投稿時点では計算途中段階のため, 結果を本稿では紹介しないが, 発表時に説明する予定である。

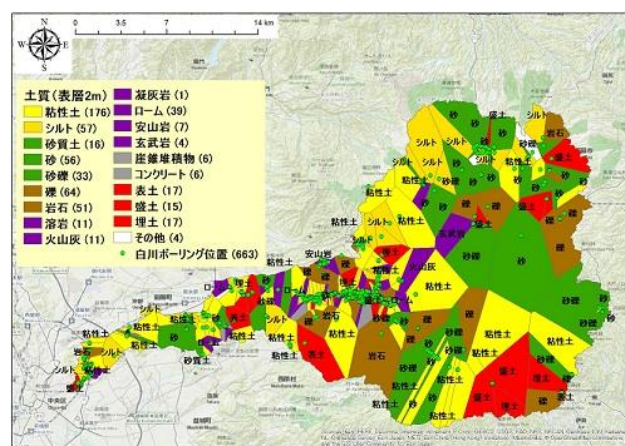


図-2 表層地質分布とボーリング箇所

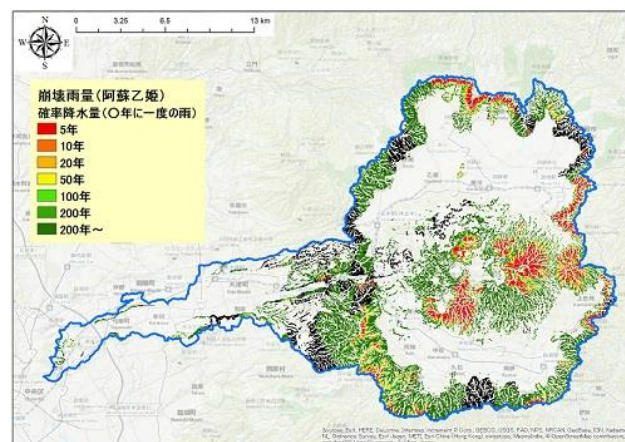


図-3 1時間雨量の確率年に対する崩壊斜面の分布

3. 結論

白川流域において矢野ら(2018)に基づく地質情報を組み込むことで降雨変化による流木発生への影響を考慮したモデルにより, 降雨規模の変化に応じた橋梁への流木集積傾向の変化の評価を試みた。今後は熊本地震の影響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30年度河川財団助成, 同年度河川情報センター研究助成, ならびに文部科学省気候変動適応技術社会実装プログラム(SI-CAT)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る。

【参考文献】1) 矢野ら(2016): 土論 B1, 72(4), I_289-I_294., 2) 矢野ら(2018): 土論 B1, 74(4), I_1327-I_1332., 3) 林野庁(2012): 土石流・流木対策の手引き。4) 内田ら(2011): 砂防学会研究発表会概要集, 02-23, pp.130-131. 5) 土質工学会九州支部(編)(1983): 九州・沖縄の特殊土, p.109.