

有明海に流入する全一級河川の流木発生量予測モデル構築の試み

九州大学 学生会員 ○今井遥圭・小林知朋・矢藤壮真・福田凌大
九州大学大学院 フェロー 矢野真一郎 正会員 笠間清伸・丸谷靖幸
西日本技術開発株式会社 正会員 津末明義

1. 目的

近年、局地的な豪雨の増加に伴い流木災害を引き起こす事例が報告されている。平成 29 年 7 月九州北部豪雨では、赤谷川において約 $20,000 \text{ m}^3/\text{km}^2$ の流木発生¹⁾が、令和 2 年 7 月豪雨では、筑後川上流域の松原ダムと下釜ダムで合わせて約 $6,000 \text{ m}^3$ の流木発生²⁾が確認された。これらの流木が海洋流出すると、漁船の航行障害など、漁業へ深刻な影響を及ぼす。また、干潟など水深の浅い場所へ回収船が近寄ることができず回収が困難になるなどの問題を引き起こす。そのため、海域へ流出した流木の効率的な回収を実現するために、河川流域毎の流木発生量を評価することが求められる。

正垣ら³⁾は、斜面崩壊に寄与する様々な要因を現状で可能な範囲で導入し、ロジスティック回帰分析を適用して斜面崩壊発生確率を地点毎に算定することで、斜面崩壊を評価するとともに流木発生量を算出することを試みた。その結果、平成 29 年九州北部豪雨における筑後川中流右岸の 15 河川を対象に流木発生量を予測するモデルを作成した。また津末ら(投稿準備中)は、平成 30 年西日本豪雨における広島県呉市、東広島市、愛媛県宇和島市の 17 河川を対象に流木発生量を予測するモデルを作成した。さらに矢野ら⁴⁾は、令和元年台風 19 号における宮城県丸森町の 4 河川を対象に流木発生量を予測するモデルを作成した。これら 3 種類のロジスティックモデルは、それぞれ対象河川の流木発生量を、概ね $\pm 20\%$ の精度で予測している。また小林ら⁵⁾はこれらのロジスティックモデルを用いて、筑後川を対象に流域を一貫して流木発生量を推定できるモデルを構築した。本研究では、これら既存のロジスティックモデルを利用して、有明海に流入する全ての一級河川を対象に流木発生量を評価することを試みる。本稿では、六角川・嘉瀬川・矢部川を対象にモデル開発を試みる。

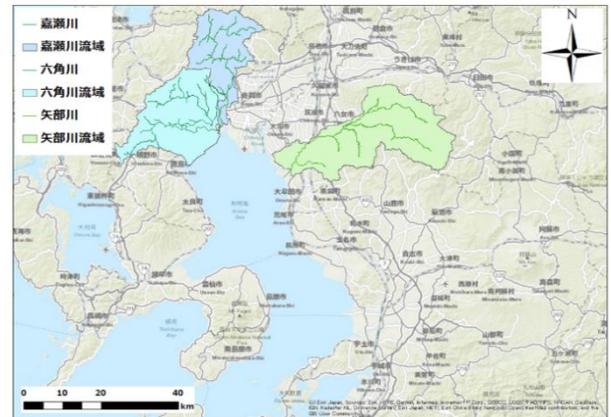


図-1 対象河川と流域

2. 研究内容

まず、図-1 に示した 3 つの対象流域を 30m メッシュに区分し、各要因データの収集と作成を行った。ここで、要因データは、斜面崩壊に寄与する素因として傾斜角・地質・平面曲率・累積流量・土壌被覆を、誘因として最大累積雨量(1 時間・3 時間・6 時間・12 時間・24 時間)を考慮し、国土地理院や国土交通省、JAXA 等が公開しているデータを用いた。また、2012～2020 年の期間で 5 つの降雨イベントを抽出し、X-RAIN から得られる各時間の最大累積雨量データを作成した。

次に、調査対象流域に対して前述の 3 種類のロジスティックモデルを適用し、メッシュ毎の斜面崩壊発生確率 $P(z)$ を次式より算出する。

$$P(z) = \frac{1}{1 + \exp(-z)} \quad (1)$$

ここで、 $z = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n$, β_n は回帰係数(最尤法により決定), X_i は説明変数である。その後、メッシュ毎に得られた $P(z)$ を溪流単位で集計し平均することで、溪流毎の平均斜面崩壊発生確率 $\overline{P(z)}$ を算出する。そして崩壊した溪流のデータから決定された実測崩壊地面積率と $\overline{P(z)}$ の単回帰式を用いて、崩壊面積率を予測する。最後に、流木発生量

表-1 矢部川の予測流木量 (m³)

降雨イベント	H29モデル	H30モデル	R1モデル
平成24年7月九州北部豪雨	0	39	0
平成29年7月九州北部豪雨	0	0	0
平成30年7月豪雨	0	28,714	0
令和1年8月の前線に伴う大雨	0	0	0
令和2年7月豪雨	0	441,118	0

表-2 六角川の予測流木量 (m³)

降雨イベント	H29モデル	H30モデル	R1モデル
平成24年7月九州北部豪雨	0	0	0
平成29年7月九州北部豪雨	0	31	0
平成30年7月豪雨	0	27,298	0
令和1年8月の前線に伴う大雨	0	0	0
令和2年7月豪雨	0	0	0

表-3 嘉瀬川の予測流木量 (m³)

降雨イベント	H29モデル	H30モデル	R1モデル
平成24年7月九州北部豪雨	0	0	0
平成29年7月九州北部豪雨	0	1,655	0
平成30年7月豪雨	0	175,318	0
令和1年8月の前線に伴う大雨	0	0	0
令和2年7月豪雨	0	0	0

Vは崩壊面積 A から次式より算出する.

$$V = \beta_{aw} A \tag{2}$$

ここで、 β_{aw} は樹種毎の流出係数であり、針葉樹の場合は樹齢 45 年を仮定して 54,900 m³/km²、広葉樹の場合は 1,000 m³/km²、草地・裸地は 0 m³/km²とした⁶⁾.

3. 結果と考察

H29九州北部豪雨モデル、H30西日本豪雨モデル、R1台風19号モデルを3河川に適用した結果、表-1, 2, 3にそれぞれ示す流木発生を予測した. 平成30年7月豪雨と令和2年7月豪雨に対しH30モデルを適用したところ、予測流木量が多くなるという結果が得られた. また、H30西日本豪雨モデルで考慮している、6, 12, 24時間最大累積雨量の範囲で、図-2に示す各時間累積雨量の比較を見ると、平成30年7月豪雨と令和2年7月豪雨は傾向が類似していることが分かる. したがって、降雨パターンが近いほどロジスティックモデルが敏感に判断して流木量を大きいものに推定していると考えられる.

4. 結論

複数の一級河川が流入する有明海について、流入する流木量を推定するためのモデル作成を試みた. 対象降雨イベント時の実績流木データが存在しておらず、予測結果の精度検証ができないものの、イベントに対応した流木量の違いはある程度表現できた. 今後、残りの河川を対象にロジスティックモデルを適用し、流木発生量の評価を試みる. それらの結果は講演時に発表する予定である. また、他の降雨パターンに対応したロジスティックモデルの開発を行うことで、より広い範囲の降雨イベントに対応出来るようにする予定である.

[謝辞] 本研究は、九州大学大学院工学研究院海域港湾環境防災共同研究部門における共同研究として実施された. また、科学研究費基盤研究(A)(JP19H00812)の援助を一部受けた. ここに記し感謝の意を表す.

[参考文献] 1) 国土交通省(2017): 平成29年7月九州北部豪雨は過去最大級の流木災害., 2) 国土交通省(2020): 令和2年7月豪雨の概要と松原・下笠ダムの防災操作., 3) 正垣ら(2020): 年講, 74, II-133., 4) 矢野ら(2020): 土論B1, 76(1), 253-263., 5) 小林ら(2021): 年講, 75, II-175., 6) 林野庁(2012): 土石流・流木対策の手引き.

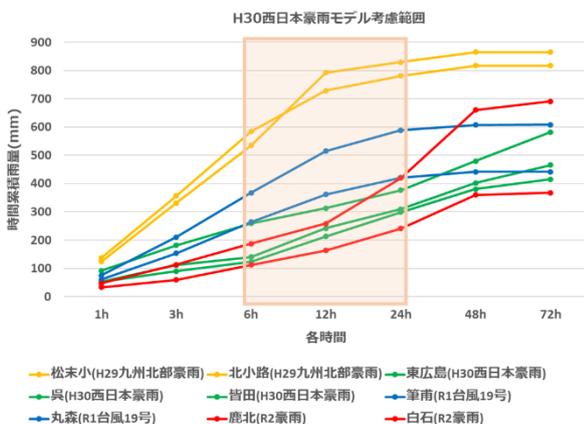


図-2 各モデルを作成した対象地域と令和2年7月豪雨時の矢部川六角川の代表地点の各時間最大雨量比較