

有明海に流入する全一級河川流域における 豪雨に起因する流木発生量予測モデル構築の試み

九州大学大学院 学生会員 ○今井遥圭・小林知朋・福田凌大
九州大学大学院 フェロワー 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、赤谷川において単位溪流流域面積あたり約 $20,000 \text{ m}^3/\text{km}^2$ 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笠ダムで合わせて約 $6,000 \text{ m}^3$ の流木捕捉²⁾が確認された。これらの流木が海域へ流出すると、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基に流出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、筑後川と球磨川を対象に流域一貫した流木発生量推定モデルを構築した。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

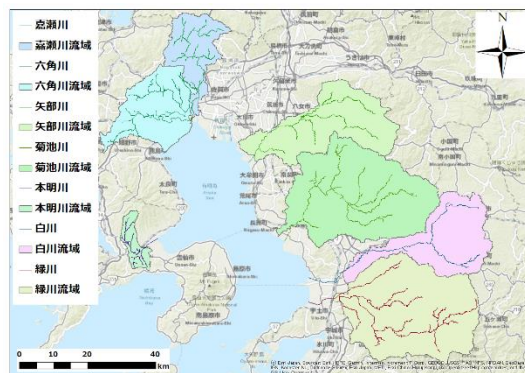


図-1 調査対象流域

て、有明海に流入する筑後川を除く全ての一級河川を対象に流木発量を評価することを試みる。

2. 内容

2.1 研究方法

調査対象は図-1に示した有明海に流入する全ての一級河川である。まず、各流域を30mメッシュに区分し、各要因データの収集とGIS上での整理を行った。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・3・6・12・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、各流域に前述の3種類のロジスティックモデルを適用した。メッシュ毎の斜面崩壊発生確率 $P(z)$ は次式より算出される。

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

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

キーワード：流木、ロジスティック回帰分析、有明海

連絡先：〒819-0395 福岡市西区元岡744 九州大学 W2号館 1013号室 TEL：092-802-3412

平均することで、溪流毎の平均斜面崩壊発生確率 $\overline{P(z)}$ が算出される。そして各モデルで構築済みの溪流の実測崩壊地面積率と $\overline{P(z)}$ の単回帰式を用いて、崩壊面積率が予測される。最後に、流木発生量 V は崩壊面積 A から次式より算出される。

$$V = \beta_{dw} A \quad (2)$$

ここで、 β_{dw} 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 $54,900 \text{ m}^3/\text{km}^2$ 、広葉樹の場合は $1,000 \text{ m}^3/\text{km}^2$ 、草地・裸地の場合は $0 \text{ m}^3/\text{km}^2$ とした⁶⁾。

2.2 結果と考察

ここでは紙幅の制限より、矢部川の評価についてのみ以下示す。令和2年7月豪雨に対し H30 西日本豪雨モデルを適用したところ $441,118 \text{ m}^3$ の予測流木量が算出された(表-1)。図-2 に令和2年7月豪雨に対して H30 西日本豪雨モデルを適用して得られた崩壊地予測結果を示す。令和2年7月豪雨時降雨の激しかった地域と崩壊が予測された場所の分布は一致していた。また、図-3 は3つのモデルを作成した際の対象流域における対象豪雨の各時間最大累積雨量と令和2年7月豪雨時の矢部川流域の代表地点(鹿北, 黒木)の雨量を比較している。H30 西日本豪雨モデルで考慮している 6, 12, 24 時間最大累積雨量について、同モデルが対象とした平成30年7月豪雨と令和2年7月豪雨が最も傾向が類似していることが分かる。

これらから、降雨の傾向に近いロジスティックモデルが敏感に応答して流木量の発生を推定していると考えられる。また、他の河川(図等は省略)についても同様な傾向性が認められた。

3. 結論

複数の一級河川が流入する有明海流域について、豪雨で発生する流木量を推定するためのモデルを開発した。各河川については、対象豪雨イベントの実績流木データなどが存在しておらず、予測結果の精度検証はできないものの、イベントに対応した発生流木量の違いはある程度表現できた。しかし、現存するロジスティックモデルは3種類だけであることから、様々な降雨パターンに対応した予測を可能にするために、同種の災害事例データを収集しモデルを増やす必要がある。

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

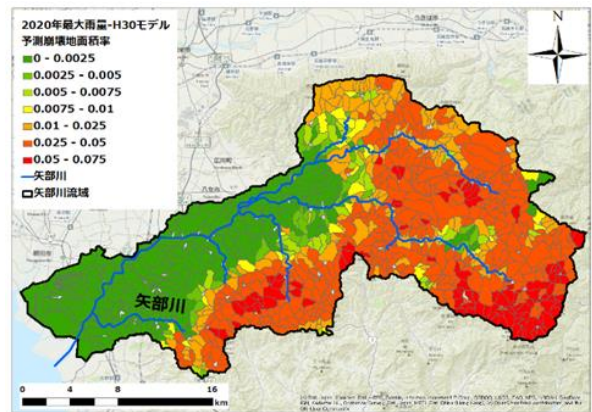


図-2 H30 西日本豪雨モデルの適用結果

(対象豪雨: 令和2年7月豪雨. 河川: 矢部川)

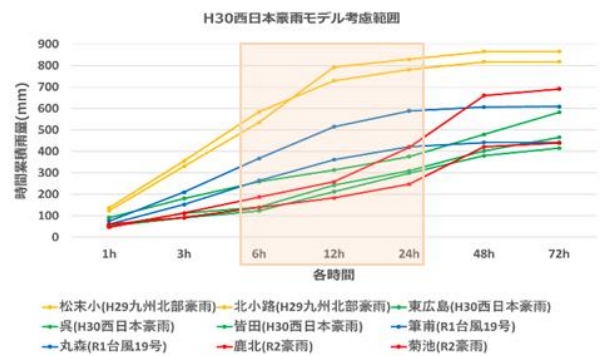


図-3 各時間最大累積雨量の比較

(対象豪雨: 令和2年7月豪雨. 河川: 矢部川)

[謝辞] 本研究は、九州大学大学院工学研究院海城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、科研費基盤研究(A)(JP19H00812)にも援助いただいた。ここに記し、深甚なる感謝の意を表します。

[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・下釜ダムの防災操作., 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): 土論 B1, 77(1), 174-184., 6) 林野庁(2012): 土石流・流木対策の手引き。