

筑後川の流域一貫した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 ○小林知朋・Wu Yiwen・津末明義・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

損害保険料率算出機構 正会員 正垣貴大

1. 目的

令和2年7月豪雨では、九州地方で多くの線状降水帯が発生し、筑後川では計画降雨と同程度の降雨が観測された。筑後川上流域の松原ダムと下笠ダムでは、合わせて約6,000 m³の流木が回収された¹⁾。また、国土交通省九州地方整備局は7月4日から31日までの28日間で15,883 m³の漂流物を有明海と八代海で回収した。これは前年度1年間の回収量1,353 m³の約12倍の量の漂流物をわずか1ヶ月弱で回収したこととなる²⁾。海洋に流出し拡散集積する流木のリスクとして、漁業施設に深刻な被害を与えることや、完全撤去が困難なこと、台風が接近した場合に災害リスクが上がることなどが挙げられる。海岸の漂着物は満潮時に再び浮揚し、海に流出して再漂流する。また干潟など水深が浅い場所に堆積した流木は、回収船による撤去が困難である。このような背景から、海域に流出した流木回収の効率化を図ることは急務であり、そのために河川から海域に流入する流木量を把握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、ロジスティックモデル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年九州北部豪雨を対象にして筑後川中流右岸の15河川で概ね±20%の精度で流木発生量を予測した。また、平成30年西日本豪雨で被災した呉市、東広島市、宇和島市の被災17河川を対象にロジスティックモデルを作成し、概ね±20%の精度で流木発生量を予測した（未発表）。さらに矢野ら⁴⁾は、令和元年台風19号で被災した宮城県丸森町の被災4河川を対象にロジスティックモデルを作成し、概ね±20%の精度で流木発生量を予測している。



図-1 筑後川流域

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、有明海に流れ込む一級河川のうち最大の流域面積を持つ筑後川を対象に、流域を一貫して流木発生量が推定できるモデルの構築を試みる。

2. 内容

2.1 研究対象流域

対象流域は図-1に示した筑後川流域全体である。

2.2 研究方法

まず、対象流域を30mメッシュに区分し、要因データを作成した。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・断面曲率・累積流量・土壌被覆を用いた。また、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）を設定した。ここでは、2012年、2017～2020年の各年の最大降雨イベントについて国土交通省のXRAINから得られる各時間の最大累積雨量を作成している。

筑後川流域全体に対して前述の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。

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

ここで、 $z = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n$, β_i : 回帰係数（最尤法により決定）、 X_i : 説明変数である。次

キーワード：流木、ロジスティック回帰分析、筑後川

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

に、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崩壊地面積率と $\overline{P(z)}$ の単回帰式を用いて、崩壊地面積率を予測する．最後に、流木発生量 V は各溪流における崩壊面積 A から経験式より算出した．

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

ここで、 β_{aw} ：単位面積当たりの立木材積量である．福岡県人工林収穫予測システム⁵⁾を用いて、針葉樹の場合は樹齢45年を仮定して $\beta_{aw}=54,900 \text{ m}^3/\text{km}^2$ とする．また、土石流・流木対策の手引き⁶⁾より広葉樹は $\beta_{aw}=1,000 \text{ m}^3/\text{km}^2$ 、草地・裸地については $\beta_{aw}=0 \text{ m}^3/\text{km}^2$ とする．

2.3 結果と考察

図-2に令和2年7月豪雨（以下、R2 豪雨）について 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一例として示す．崩壊地の分布は、R2 豪雨で降雨が特に強かったエリアと一致していた．また、図-3に R2 豪雨の久留米・玖珠・椿ヶ鼻の3つのアメダス観測地点での最大累積雨量（1時間・3時間・6時間・12時間・24時間）と各ロジスティックモデル作成時に対象とした豪雨における代表地点の累積雨量を整理し比較した．R2 豪雨の降雨パターンは、H30 西日本豪雨の長時間降り続くパターンと類似しており、既存3モデルの中では西日本豪雨モデルが最も適切であると考えられる．

表-1に各モデルによる流木量の予測結果と実績値の比較を示す．西日本豪雨モデルを適用した結果、R2 豪雨により筑後川全体では251,460 m³の流木発生を予測した．現状、実績流木値を算出するための流域全体での斜面崩壊地データが無いため比較ができないが、今後それらのデータが得られた際に精度検証を行う必要がある．

3. 結論

過去の豪雨を対象として開発された斜面崩壊発生を評価可能なロジスティックモデルを用いて、筑後川流域一貫した流木発生量を評価可能なモデルを構築した．H30西日本豪雨モデルがR2豪雨での流木予測には適していた．流木の発生をより正確に予測するためには、降雨パターンに最適化したロジスティックモデルの決定が重要であると確認できた．今後、

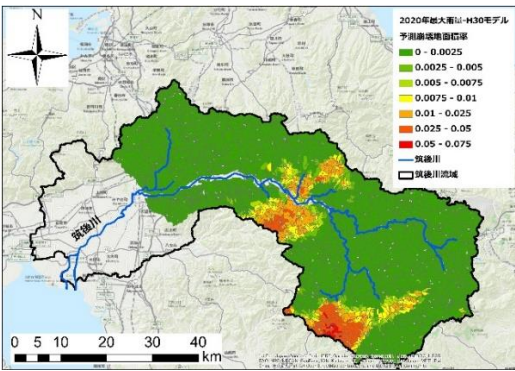


図-2 H30 西日本豪雨モデルによる崩壊地予測結果（令和2年7月豪雨）

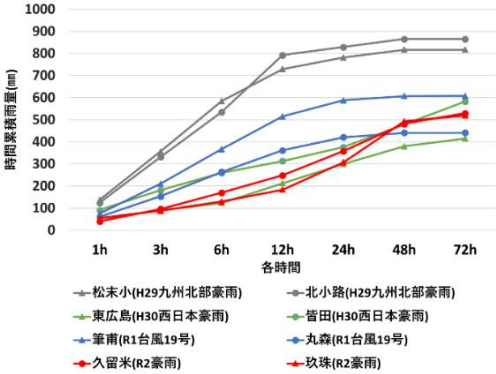


図-3 各モデルの対象降雨とR2 豪雨の筑後川流域での降雨の比較

表-1 R2 豪雨に対する各モデルによる予測流木発生量と実績流木発生量 (m³) と実績量に対する予測量の割合 (%)

	H29モデル	H30モデル	R1モデル	実績流木量 計算
H24九州北部豪雨	0	7,429(47%)	0	15,770
H29九州北部豪雨	82,112 (66%)	379,766 (308%)	49,902 (40%)	123,351
H30.7月豪雨	0	92,787	0	---
R1.8月前線に伴う大雨	0	14	0	---
R2.7月豪雨	0	251,460	0	---

モデルの改良により海域へ流出する流木量の正確な予測手法を確立したい．

【謝辞】本研究は、九州大学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) (JP19 H00812)，ならびに令和2年度特別研究促進費 (JP20 K21916)，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(2020)：令和2年7月豪雨の概要と松原・下笠ダムの防災操作., 2)国土交通省(2020)： http://www.qsr.mlit.go.jp/site_files/file/n-kisya-happyou/r2/20073104.pdf (2020年7月時点), 3)正垣ら(2020)：年講, 74, II-133., 4)矢野ら(2020)：土論 B1,76(1), 253-263., 5)福岡県：人工林収穫予測システム, <https://www.pref.fukuoka.lg.jp/contents/sugi-yosoku.html>, 6)林野庁(2012)：土石流・流木対策の手引き．