

ロジスティック回帰分析による 平成 29 年 7 月九州北部豪雨における流木発生傾向の評価

九州大学 学生会員 ○正垣貴大 九州大学大学院 学生会員 津末明義・竹村大・大久保遼太
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

平成 29 年 7 月九州北部豪雨では約 21 万 m^3 の流木が流出し筑後川中流域を中心に洪水被害を拡大させた¹⁾。赤谷川流域の上流域では大量に発生した土砂や流木が橋脚に集積し、河道から洪水が谷底平野に流れる事例が確認された。山地崩壊、地すべりや河岸侵食の発生により多くの流木が河道に到達して洪水被害が拡大したことが多数報告されている。国の「筑後川右岸流域 河川・砂防復旧技術検討委員会」報告書²⁾によると、深成岩（花崗閃緑岩）や変成岩を主体とする地域で崩壊が多く発生し、これらを多く含む寒水川や白木谷川などの流域では崩壊面積率（流域面積に占める崩壊面積の割合）が高いことが分かっている。また、崩壊面積割合と降水量との関係を整理すると 1 時間雨量 100mm, 3 時間雨量 250mm, 6 時間雨量 350mm, 12 時間雨量 400mm, 24 時間雨量 450mm を超過すると崩壊面積が増加するとしている²⁾。

以上の背景を踏まえ、矢野ら(2018)³⁾は流木の発生と傾斜角・累積雨量に対して各溪流の斜面崩壊の発生率が持つ統計的関係を解析した。しかしながら、地質・土地利用・時間雨量などの要因をすべて包含して斜面崩壊の発生率を出すには至っていない。

そこで本研究では、斜面崩壊に寄与すると考えられ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。同時に国土交通省が今次水害で発生流木量の算出に用いた流木発生源データ、および林野庁が用いている石川の経験式⁴⁾を参考に算出した流木発生量から両者を比較した上で、本手法による流木発生量の算定の適用性を検討する。

2. 研究内容

(1) 調査対象

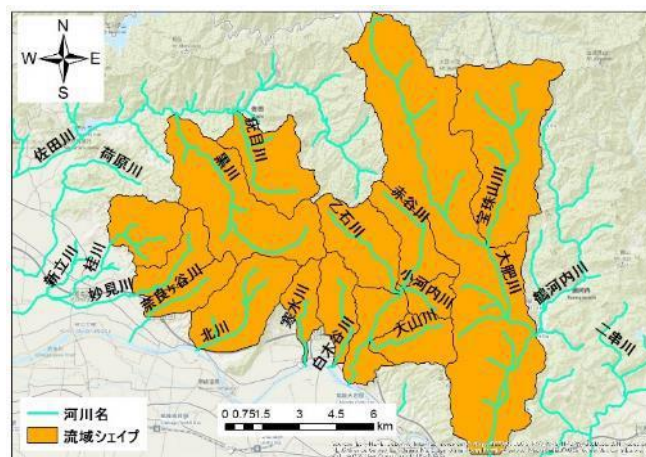


図-1 調査対象河川

調査対象は図-1 で示した平成 29 年水害で被災した筑後川中流域右岸の疋目川・桂川・妙見川・奈良ヶ谷川・北川・寒水川・白木谷川・赤谷川・大肥川・黒川の 10 支川の流域である。これら各流域を溪流単位に分割した。

(2) 研究方法

まず、調査対象溪流について 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、誘因として時間雨量 1 時間・3 時間・6 時間・12 時間・24 時間を設定した。30m メッシュは崩壊部分で 15,380 個、非崩壊部分で 197,701 個となった。解析では崩壊データと同数の非崩壊データをランダムサンプリングで抽出した後に、要因別データと組み合わせる。素因・誘因の関係性を調べるため次のようなモデル関数で、崩壊確率 $P(z)$ を算出した。

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

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。 β_i は表-1 に一例を示すように素因と要因を組み合わせ

表-1 ケースの一例 (ケース 21~ケース 24)

				case21	case22	case23	case24
素因	傾斜角		incl	○	○	○	○
	断面曲率		scuv	○	○	○	○
	地質	火山性	geo2	○	○	○	○
		深成岩	geo3	○	○	○	○
		變成岩	geo4	○	○	○	○
	累積流量		kasen				
	土壤被覆	草地	grass	○	○	○	○
		落葉広葉樹	dbf	○	○	○	○
		常緑広葉樹	ebf	○	○	○	○
		常緑針葉樹	enf	○	○	○	○
裸地		land	○	○	○	○	
草地+裸地		kasen2					
誘因	雨量	1hr	rain1H				○
		3hr	rain3H				○
		6hr	rain6H	○			○
		12hr	rain12H		○		○
		24hr	rain24H			○	○

たケースを設定して計算した。素因・要因の組み合わせについて今回は 38 ケースを設定した。

次に、国土交通省より提供された流木発生源データを GIS 上の溪流区分データに重ね、各溪流の崩壊面積を得た。ただし当該データには流木発生源として評価されていない崩壊地が含まれている領域が存在するため、国土地理院より公開されている土砂崩壊地を当該領域に加える処理をした。流木発生量 V は溪流の崩壊面積 A から経験式⁴⁾より算出した。

$$V = \beta A \quad (2)$$

ここで、 β : 面積当たりの材積量である。 β は福岡県人工林収穫予測システム⁵⁾を用いて、樹齢 45 年を仮定した単位面積当たり材積量 $54,900\text{m}^3/\text{km}^2$ を用いている。流木発生源は、山林・溪畔林・河畔林・その他に分類されていたが、山林が大部分を占めていた。

3. 結果

図-2 に今次水害による実績データから得た河川毎の斜面崩壊発生確率分布図を示す。次に、モデル関数を基に 30m メッシュデータから無作為抽出したデータより作成した図を Case21 についてのみ図-3 に示す。実績に近い再現ができるケースは、素因のうち傾斜角・断面曲率・地質を、誘因のうち時間雨量を全部、もしくは要素を組み合わせたもので見られた。これに土壌被覆や累積流量を加味したケースでも同様の結果が得られた。また、素因の組み合わせに関わらず誘因に時間雨量 6 時間のみを含むケースはいずれも実績割合に近い再現をした。

4. 結論

筑後川中流支川においてロジスティック回帰分析による土砂崩壊発生の確率評価を試みた。その結果、素因・誘因の組み合わせを変えることで実績に近い

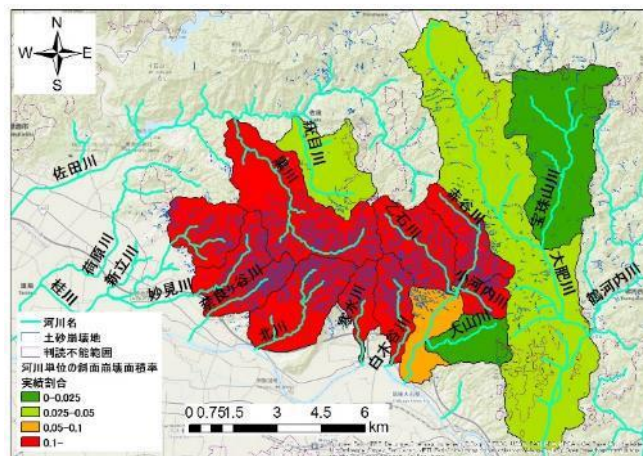


図-2 斜面崩壊発生確率分布 (実績)

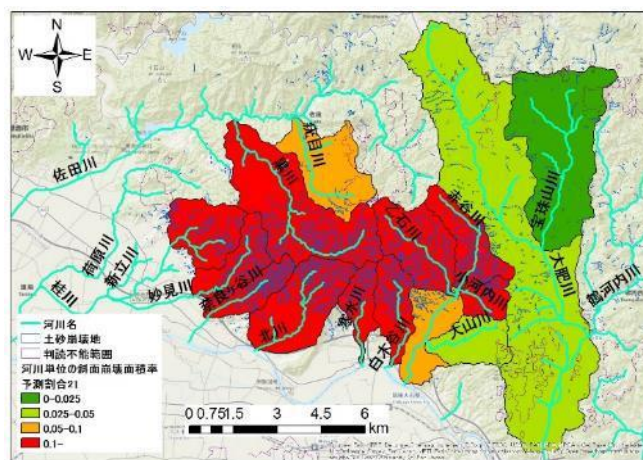


図-3 斜面崩壊発生確率分布 (Case21)

再現を多くのケースで行うことができた。今後は、国土交通省の流木発生源データを基にした流木発生のロジスティック回帰分析した結果を用いて、本結果と比較し、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。

【参考文献】

- 1) 国土交通省 (2017): <http://www.mlit.go.jp/common/001198670.pdf> (2018 年 5 月時点), 2) 筑後川右岸流域 河川・砂防復旧技術検討委員会: 筑後川右岸流域 河川・砂防復旧技術検討委員会., 3) 矢野ら (2018): 土論 B1, 74(5), I_1063-I_1068., 4) 林野庁: 土石流・流木対策の手引き, 2012., 5) 福岡県: 人工林収穫予測システム, <http://www.pref.fukuoka.lg.jp/contents/sugi-yosoku.html>