

# 平成 29 年 7 月九州北部豪雨による奈良ヶ谷川における 流木被害の分析とリスク評価

九州大学工学部 学生員 ○大久保遼太・増田淑稀

九州大学大学院 学生員 富田浩平・竹村大・楊東 フェロー 矢野真一郎 正会員 笠間清伸

## 1. 目的

近年の大規模豪雨災害においては、流木が原因と考えられる水害の助長が多く発生している。平成 29 年 7 月九州北部豪雨では、筑後川中流域右岸側支川において、河川の氾濫、斜面崩壊が同時多発的に発生し、多くの人家が流出したり土砂に埋没したりした。また、農地や鉄道や道路などにも多大な被害が発生した。斜面崩壊により発生した大量の土砂や流木は、河川を流下しながら小さい橋梁に集積して氾濫を起こした。さらに、農業用溜池において流木が堤防の決壊を引き起こした可能性も議論されている。

福岡県朝倉市の普通河川である奈良ヶ谷（ならがや）川では、山の神溜池（有効貯水量：59,791m<sup>3</sup>）と鎌塚溜池（78,349m<sup>3</sup>）が河道上に直列で配置されていた。今次豪雨の際には、上流側の山の神溜池では、洪水吐を持つ堤防が満水位を超えて越水を起こし、コンクリート製のシュート部の両側の土堤部を洗掘して、決壊したとみられている〔鈴木ら(2018)〕。その際に、溜池横の住民が携帯電話のデジカメで撮影した写真から決壊する前に流木が溜池に流入していたことが分かっている。しかし、洪水吐に流木が集積して排水能力が下がったために越水が助長されたかどうかについては明確ではない。洪水吐の排水能力以上の流入があり、流木が流入していなくても越水が発生していたことは解析から分かっているが、洪水吐の上に道路橋が設置されていたことから、流木が大量に流下した場合には橋梁下に集積して流下できない状態が発生しやすい構造であるため、影響を与えた可能性がある。

また、下流側の鎌塚溜池では決壊は起きなかったが、その下流域である朝倉市山田地区では、山の神溜池の決壊に伴い貯留されていた水と流木が一気に流下し、鎌塚溜池を通過して到達し、河道沿いの住宅を破壊し、3名の住民が命を落とす事態となった。また、その周辺では大量の流木が家屋や商店、ならびに道路上に堆積していた。これより、流木が奈良ヶ谷川下流域の被災に与えた影響を評価し、今後の防災・減災対策において流木についてどのように対応するべきか検討する必要がある。

そこで本稿では、奈良ヶ谷川流域において流木発生の要因分析を試みる。また、矢野ら(2016)が提案した河川流域の流木発生ポテンシャル評価法を適用し、橋梁などにおける流木集積リスクを評価することを試みる。

## 2. 評価方法について

### (1)対象流域

対象流域は、図-1 中に赤線で示した奈良ヶ谷川流域（流域面積：3.8km<sup>2</sup>）である。奈良ヶ谷川は筑後川の支川であり、橋梁が 19 個、溜池が 2 つある。また、流域の地質は変成岩で構成されている。筑後川との合流点に近い下流域は平野が広がっており、流木供給箇所となる森林はない。



図-1 奈良ヶ谷川流域

### (2)評価方法

流域を溪流単位に分割し、各溪流の流域面積に対する崩壊地面積の割合を算出した（図-2）。崩壊地データは国土地理院が公開したデータを GIS 上に再整理して利用した。また、C-X 合成雨量データ（国土交通省）から推定した各溪流内の 1,3,6,12 時間の各最大雨量、ならびに標高データから求めた崩壊地の最大傾斜角と平均傾斜角を用いて、崩壊割合との相関を重回帰分析により評価した。

次に、流域から流出する可能最大流木量に相当する流木発生ポテンシャルを矢野ら(2016)の評価法に



図-2 渓流の分割と崩壊地の分布

に基づき評価した。まず、森林基本書、森林計画書、ならびに森林簿を管理者から収集し、林相区分図を作成した。ここでは、針葉樹・広葉樹・竹林・その他の4つに分類した。

次に、流木発生源を傾斜角 30 度以上の急傾斜地と設定して [矢野ら(2016)], 流木発生ポテンシャル  $V$  を算出した。さらに、上述の国土地理院による今次水害における崩壊地を発生源とした評価も併せて行った。この際、流木発生源とみなす斜面面積に各樹種の流出係数 $\alpha$ を掛け合わせて流出量を算出しているが、矢野ら(2018)で示したように今次豪雨において国土交通省が流木量推定に使用した福岡県人工林収穫予測システムを用いて、樹齢 45 年を仮定した場合に推定される単位面積当たり材積量  $54,900\text{m}^3/\text{km}^2$  を $\alpha$ として用いた。また、流域内の大半が針葉樹による人工林であることから広葉樹などの他種は考慮しなかった。なお、本稿投稿時において、橋梁データが収集できていないことから、奈良ヶ谷川最下流地点における  $V$  についての評価を行った。

### 3. 評価結果について

表-1 に重回帰分析から得られた崩壊地割合の各時間雨量や最大・平均傾斜角との相関が最も強かった組み合わせの結果をそれぞれ示す。平均傾斜角、最大傾斜角ともに最大 6 時間雨量との組み合わせの時、相関が大きかった。また、平均傾斜角は  $p$  値が 5%を超えていた。統計的に有意な組み合わせとしては、最大傾斜角と 6 時間最大雨量の組み合わせが選択されたが、地質や地下水の状況など現状では組み込むこと

表-1 重回帰分析結果 (相関最大の組み合わせのみ)

|       | 標準回帰係数 | P-値   | 重相関 R | 重決定 $R^2$ |
|-------|--------|-------|-------|-----------|
| 平均傾斜角 | 0.248  | 0.058 | 0.676 | 0.457     |
| 6時間雨量 | 0.462  | 0.004 |       |           |
| 最大傾斜角 | 0.255  | 0.043 | 0.666 | 0.444     |
| 6時間雨量 | 0.476  | 0.002 |       |           |

が難しいパラメータの影響も考えられることから、より詳細な解析が求められる。

次に、奈良ヶ谷川全体の流木発生ポテンシャル  $V$  と国土交通省が公表した今次水害における発生流木量の推定値とを比較した(表-2)。本研究で得た  $V$  は、今次水害の推定値のうち山林からのものとおおむね一致していた。30 度以上の傾斜角をもつ斜面から推定した  $V$  値 ( $11,201\text{m}^3$ ) は可能最大流木流出量であり、今回全ての斜面が崩壊した訳ではないため国の推定値 ( $13,427\text{m}^3$ ) と一致する必要はないが、この値と同規模の流出があったということは、今次水害における流木流出量が極めて大きい規模であったことを示している。一方、崩壊地の判読結果の値 ( $12,952\text{m}^3$ ) が国の値と多少ずれているのは、GIS 上への復元作業の誤差や使用崩壊地情報の違いが影響したものとも推測される。

表-2 流木発生ポテンシャルと今次水害流木量推定値

|       |       | 山林( $\text{m}^3$ ) | 溪畔林( $\text{m}^3$ ) | 河畔林( $\text{m}^3$ ) | その他林( $\text{m}^3$ ) | 合計( $\text{m}^3$ ) |
|-------|-------|--------------------|---------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| 国土交通省 |       | 13427              | 4685                | 849                 | 640                  | 19601              |
| 本研究   | 30度以上 | -                  | -                   | -                   | -                    | 11201              |
|       | 判読図   | -                  | -                   | -                   | -                    | 12952              |

### 4. 結論

平成 29 年の九州北部豪雨で甚大な被害の発生した奈良ヶ谷川流域を対象として、流木発生に関する統計的な解析と流木発生ポテンシャル概念に基づく潜在的な流木発生量を算出した。その結果、今次水害における流木発生については、6 時間雨量との関係性が強いことが示された。また、発生した流木量が潜在的な可能発生量と較べて極めて大きく、今次水害の特異性が示された。

今後は、各橋梁の諸元データ整理や今次水害での被災状況の整理を行い、流木集積による被災の要因分析を試みる予定である。さらに、山の神溜池の堤防決壊に対する流木の影響評価を試みる予定である。

【謝辞】 本研究は平成 29 年度科研費特別研究推進費(JP17K20140)、文部科学省気候変動適応技術社会実装プログラム(SI-CAT)、ならびに平成 29 年度河川財団河川整備基金の援助により実施された。深甚なる感謝の意を表する。

### 【参考文献】

1) 鈴木ら(2018), 土木学会論文集 B1 (水工学), 74(4), in press., 2) 矢野ら(2016), 土木学会論文集 B1 (水工学), 72(4), I\_289-I\_294., 3) 矢野ら(2018), 土木学会論文集 B1 (水工学), 74(4), in press.