

京都大学工学部 学生会員 ○松本 紘治
 京都大学防災研究所 正会員 佐山 敬洋
 京都大学防災研究所 フェロー 寶 馨

1. 研究の背景と目的

近年、豪雨災害は増加しており、今後もその傾向は続くと思われている。またその影響で土砂流出を伴った災害も発生しており、その被害は甚大である。今後このような災害に対し、被害を予測することは、防災、減災にとって非常に重要である。

分布型モデルの開発と応用によって、山本らの研究[1]のように、中小河川を対象とした流域一体での降雨流出、河川氾濫の予測に関する研究が進んでいる。また土砂流出に関しても山野井らの研究[2]など、そのプロセスを再現する試みも行われている。しかし、平成 29 年九州北部豪雨に代表されるような、豪雨時の地形変化を伴う洪水氾濫の分析は、その事象が極めて稀であり、まだ十分に研究が行われていない。そこで本研究では、地形変化が予測できた場合、その地形情報を基に降雨流出・洪水氾濫の一体解析を行うことで、その再現性を定量化することを目的とする。また、地形変化が氾濫解析に及ぼす影響に関して、地形変化前後のデータを用いて、その再現性を定量化し比較、考察する。

2. 対象とする災害と流域

本研究では平成 29 年九州北部豪雨を対象とする。この災害は、2017 年 7 月 5 日から 6 日にかけて発生した豪雨災害である。積乱雲が带状に連なる線状降水帯が形成され、長時間にわたって猛烈な雨が降り続いたことが特徴である。またこれにより主に福岡県、大分県北部を中心として、土砂崩れ等を伴った洪水氾濫が起こり、9 月 8 日時点で死者 37 名、行方不明者 4 名の計 41 名というような大きな被害をもたらした。

また対象とする流域は、当該災害で被害の大きかった福岡県朝倉市に位置する赤谷川と白木谷川とす

る(図 1)。両者とも筑後川の支流で、流域は赤谷川が約 20.0 km²、白木谷川が約 3.5 km²である。また、その流域は両者ともほぼ全域が山地であり、両河川の地質は上流部が花崗閃緑質の深成岩、中流部から下流部にかけて、非海成堆積岩類であるが、赤谷川の東部は変成岩より成る。



図 1 赤谷川と白木川

3. 方針

Rainfall-Runoff-Inundation(RRI)モデルを用いて、洪水氾濫に関する解析を行う。このモデルは標高データ、被覆データ、雨量データ等を入力し、流域一体で降雨流出、洪水氾濫を解析するモデルである。本研究では標高データを赤谷川、白木谷川の 2 か所で、災害前後の 2 種類のデータを用い、計 4 ケースで計算を行う。本来は斜面部と平野部を分けて計算を行うが、本研究では流域がほぼ山地であるため全て山地とする。また寺内ダム流入量からパラメータを決定し、計算時間を 2017 年 7 月 5 日 0 時から 7 日 0 時までの計 48 時間とする。4 ケースで異なる計算条件は標高データのみである。

上記の解析により得られた解析結果と国土地理院による推定浸水域とを以下の式により比較する。

$$HR = \frac{C_e \cap C_c}{C_e} \quad (1)$$

$$FIT = \frac{C_e \cap C_c}{C_e \cup C_c} \quad (2)$$

ここで C_e は国土交通省による対象流域内の推定浸水域、 C_c は RRI モデル計算による浸水域であり、 $\cap$ は積集合、 $\cup$ は和集合を表す記号である。 HR は推定浸水域内で計算の浸水が表現している割合、 FIT は推定浸水箇所と計算による浸水箇所の合致度を表す[3]。今回用いた推定浸水域は航空測定を基としており、河道付近の浸水域に関しては信頼度が高く、河道から離れた微細な浸水に関しては表現できていない。よって、本研究では HR の方を重視する。

また白木谷川流域について、地形変化後のデータを用いた解析によって得た最大浸水深を観測値と比較し平方根平均二乗誤差 (RMSE) も算出する。観測値の最大浸水深は可搬型観測機器を用いて計測を行う。この観測機器は映像を撮影する際、データに GNSS から得た三次元座標データを加えることができる。これにより、任意の点の三次元座標データを得ることができ、浸水痕跡と地表面の差分を取ることによって最大浸水深の観測値を得る。

4. 結果

赤谷川と白木谷川での解析結果をそれぞれ図 2 と図 3 に示す。図が表すように地形変化後の標高データを用いた場合、地形変化前の標高データの場合と比べ、その精度は大きく向上している。数値を見ても HR が赤谷川地形変化前 0.45、変化後 0.75、白木谷川で地形変化前 0.44、変化後 0.79、 FIT が赤谷川で地形変化前 0.24、変化後 0.42、白木谷川で地形変化前 0.20、変化後 0.34 となった。 FIT の値こそ低いが、 HR は推定浸水域内の約 8 割を表現できたことを示す。また最大浸水深について、白木谷の解析結果と観測値から RMSE を求めると 0.32m と大きな誤差は生じなかったが、値は概して計算値が過小評価傾向にあり、この部分に関しては、今後も検証が必要である(図 4)。

5. まとめ

地形変化後のデータを用いると、赤谷川と白木谷川においては、8 割近い再現性が得られた。このことから、細かい部分に関して改善は必要であるものの、地形変化後が予測できた場合、洪水氾濫をある程度予測することができる。今後は地形変化の

予測の精度を向上させることが課題である。

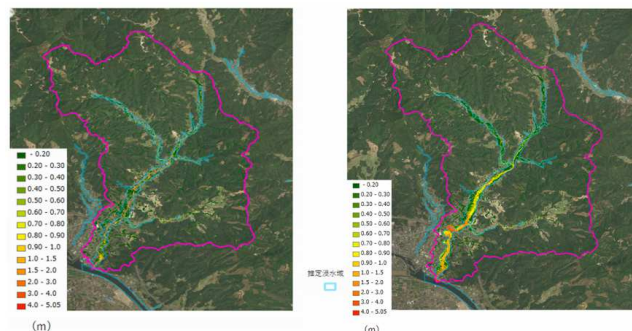


図 2 赤谷川の解析結果

(左：地形変化前データ、右：地形変化後データ)

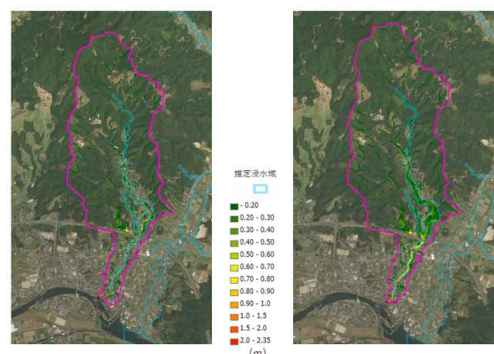


図 3 白木谷川の解析結果

(左：地形変化前データ、右：地形変化後データ)

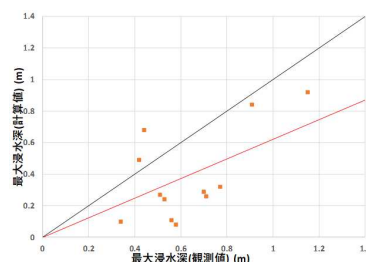


図 4 最大浸水深の観測値と計算値の比較

参考文献

- [1]山本浩大, 佐山敬洋, 近者敦彦, 中村要介, 三宅慎太郎, 寶馨: 千種川流域を対象とした RRI モデルによる降雨流出・洪水氾濫統合型解析, 自然災害学 J.JSDS, 36 特別号, PP.139-151, 2017
- [2] 山野井一輝, 藤田正治: 土砂生産・土砂供給・土砂輸送堆積統合型モデルの開発と山地流域への適用, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.70, No.4, PP.925 – 930, 2014
- [3]T. Sayama, Y. Tatebe, Y. Iwami, S. Tanaka: Hydrologic sensitivity of flood runoff and inundation:2011 Thailand floods in the Chao Phraya River Basin, Natural Hazards and Earth System Sciences, 15, PP.1617-1630, 2015.