

平成 29 年 7 月九州北部豪雨時の赤谷川流域を対象にした降雨流出・洪水氾濫解析

九州工業大学工学部 学生会員 ○平井大己 九州工業大学大学院 正会員 重枝未玲
九州工業大学名誉教授 フェロー会員 秋山壽一郎 九州工業大学大学院 学生会員 王少博

1. はじめに

近年、豪雨による水災害が頻発している．本研究で対象とする赤谷川流域では、平成 29 年 7 月九州北部豪雨で洪水氾濫に加え、斜面崩壊に伴う土石流の発生や土砂流出、流木が発生し、甚大な被害が生じた¹⁾．本研究は、平成 29 年 7 月九州北部豪雨時の赤谷川流域を対象に、降雨を外力とした降雨流出・洪水氾濫ダイナミック解析を実施し、降雨流出・洪水氾濫プロセスの把握を試みたものである．

2. ダイナミック降雨流出・洪水氾濫解析の概要

同解析には、地表面流・洪水流・氾濫流をダイナミックモデルで取り扱う降雨流出・洪水氾濫ダイナミックモデルを用いる．同モデルは、著者らの開発した SA-FUF-2DF モデル²⁾に河道内構造物の簡易的な取り扱いを組み込んだ数値モデルをベースとしている．基礎方程式は、降雨による流域への流入流量を連続の式に考慮した 2 次元浅水流方程式である．図-1 に示すように、2 次元浅水流方程式をセル境界線の法線方向を x_n 軸に回転させることで x_n 軸方向に沿った 1 次元浅水流方程式を求め、同式を流束差分法により離散化した．さらに、水のある wet 状態から水の無い dry 状態あるいはその逆となるような斜面で負の水深が発生し計算が発散しないように、河床・エネルギー損失勾配・摩擦勾配ベクトルに対して補正を施した．詳細については参考文献³⁾を参照されたい．

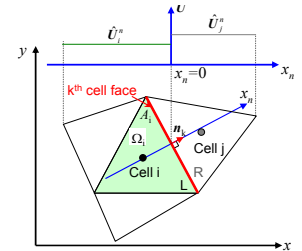


図-1 計算セル



図-2 赤谷川流域

3. 赤谷川流域への適用

(1) 解析対象領域の概要

本研究で対象とする赤谷川流域を図-2 に示す．赤谷川は、筑後川の 50.7km 地点で合流する延長 15.0km の支川である．赤谷川の流域面積は 20.1km²であり、その土地利用は、山林 88%，畑・丘陵・放牧地・公園 7%，水田 4%，宅地 1%である．

(2) 解析の概要

解析対象時刻は、平成 29 年 7 月 5 日 7 時から 6 日 6 時とした．赤谷川では土砂や流木による河道埋塞が生じているため、標高に平成 29 年 7 月豪雨災害後に計測された 1m メッシュの LP データを用いることで、これらの影響を考慮した．土地利用データには ALOS2 を用い、粗度係数と流出係数は土地利用に応じて与えた．解析の初期条件はドライ条件(水深・流速 0)とした．下流端水位については、1 次元河道ネットワークモデルによる分布型流出・1 次元洪水流解析より得られた筑後川本川との合流点での水位ハイドログラフを与えた．

(3) 結果と考察

図-3 に、本解析より得られた最大浸水深と実測浸水域¹⁾の比較を、図-4 に、被災前の河道に沿った赤谷川下流から乙石川合流点までの解析最大水位と痕跡水位¹⁾との比較を示す．これより、本解析結果は、浸水域および痕跡水位を十分な精度で再現していることが確認できる．本解析では、被災後の標高を用いることで土砂による河道の埋塞を考慮した．この場合、河床変動の影響は粗度係数に含まれるが、ピーク水位時にはその影響が小さいため、痕跡水位や浸水域を再現できたと考えられる．図-5 に、本解析より得られた水深の経時変化を示す．図中には赤谷川流域の流域平均雨量と下流での流量・水位ハイドログラフも示している．

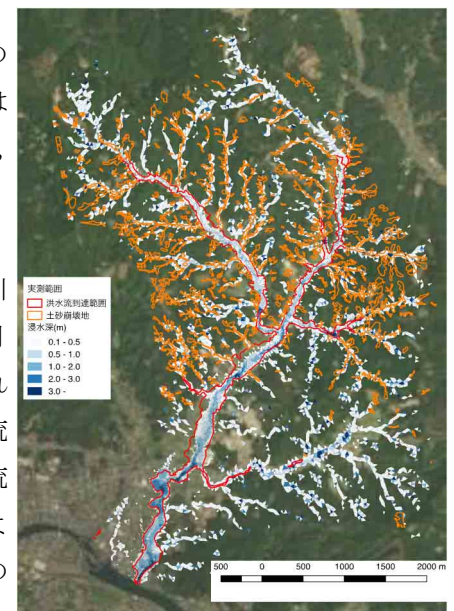


図-3 最大浸水深と実測浸水域

これより、豪雨による雨水が赤谷川を流下するプロセスは、次の通りであったと考えられる。なお、水深コンター図中の番号は、以下のプロセスと対応している。(1)同流域では12時ごろから豪雨となる。(2)降り始めから1時間後の13時に、流域から流出した雨水が洪水流として乙石川を流下する。(3)13時20分ごろには赤谷川上流からの洪水流が乙石川との合流付近に到達、さらに、赤谷川と筑後川の合流部へ洪水流が到達する。(4)14時45分ごろに流量は一度ピークとなった後、少雨となり、15時30分ごろに一度水が引くが、(5)16時ごろに10分間雨量25mmを超える豪雨が発生した後、赤谷川の流量は急激に上昇し、(6)17時10分ごろには流域全体で雨水が赤谷川へと流下し、18時ごろに赤谷川下流の流量はピークを迎える。(7)その後、赤谷川は減水し、20時ごろの豪雨で一時増水するが、その後、少雨となり減水する。時刻(4)や(5)、(6)は、赤谷川では7月5日14時25分頃に越水が発生した通報があったこと、17時には赤谷川に近づけなかった⁴⁾ことなどの報道と一致しており、その妥当性が窺える。

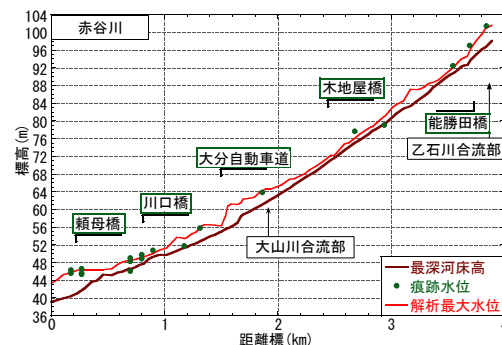


図-4 最大水位と痕跡水位との比較

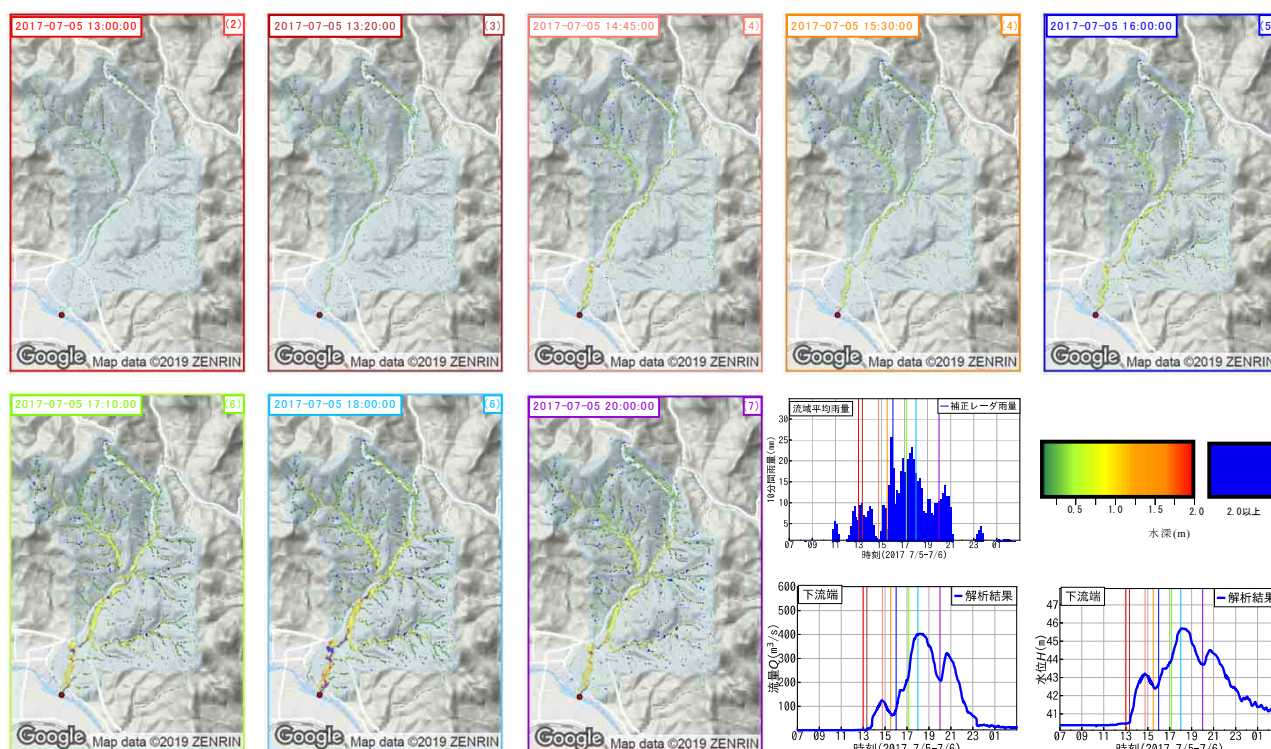


図-5 水深の解析結果の経時変化

4. おわりに

本研究から、赤谷川での雨水の挙動は図-5 のようであったと考えられる。ただし、本解析では、赤谷川での土砂や流木による河道埋塞を、災害後の標高を用いることで取り扱っているため、これらが降雨流出・洪水氾濫プロセスに及ぼす影響については、今後さらなる検討が必要である。

謝辞：研究の実施に当たり、国土交通省九州地方整備局河川部、文部科学省の委託事業により開発・運用されているデータ統合・解析システム(DIAS)からデータの提供と科学研究費特別研究促進費(課題番号：17K20140、研究代表者：秋山壽一郎)の助成を受けた。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献 1) 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報告書、2017.、2)重枝未玲ら：河川横断構造物の簡易的な取り扱いを組み込んだ平面2次元洪水流モデルの構築、土木学会論文集B1(水工学)、Vol.73, No.4, pp.I_1423-I_1428, 2017.、3) Murillo, J. and Navas-Montilla, A: A comprehensive explanation and exercise of the source terms in hyperbolic system using Roe type solutions. Application to 1D-2D shallow water equations, *Advances in Water Resources*, Vol.98, pp.70-96, 2016.、4)毎日新聞：<https://mainichi.jp/>、2017.