

平成29年7月九州北部豪雨時の筑後川右岸流域のレーダ雨量の補正と分布型流出解析

九州工業大学院	学生会員	○西山晋平	九州工業大学大学院	正会員	重枝未玲
九州工業大学	フェロー会員	秋山壽一郎	九州工業大学大学院	学生会員	大久保剛貴

1. はじめに

平成29年7月九州北部豪雨では、福岡県朝倉市、大分県日田市を中心に、局所的に猛烈な雨が継続し、筑後川の支川である赤谷川などの中小河川で甚大な被害が発生した¹⁾。同流域の中小河川の多くは、水位観測が実施されておらず、水位や流量等の被災プロセス等を検討する上で必要な情報が不足している。本研究は、以上のような背景を踏まえ、被害が特に大きかった筑後川右岸流域を対象に、レーダ雨量を入力条件とした分布型流出解析を実施し、中小河川の流量ハイドログラフの把握を行なったものである。

2. 筑後川右岸流域の概要とレーダ雨量の補正

本研究で対象とする筑後川右岸流域と地上雨量観測所を図-1に示す。同流域の流域面積は513.0km²であり、その土地利用は、山地が約74.2%、農地が約19.2%、市街地が約5.4%、水域が約1.2%を占めている。同流域の中小河川には、桂川、奈良ヶ谷川、北川、寒水川、白木谷川、赤谷川等がある。各支川の流域面積、土地利用は表-1に示す通りである。



図-1 筑後川右岸流域の概要

表-1 流域面積と土地利用

	流域面積(km ²)	都市(%)	畑、原野(%)	水田(%)	山地(%)
桂川	40.74	8.7	19.4	35.4	36.2
奈良ヶ谷川	2.92	1.9	6.6	3.9	86.7
北川	6.51	0.9	9.0	1.4	88.7
寒水川	2.62	3.6	6.6	1.4	87.9
白木谷川	3.67	4.6	11.5	3.3	81.4
赤谷川	20.09	0.8	6.8	4.0	88.4

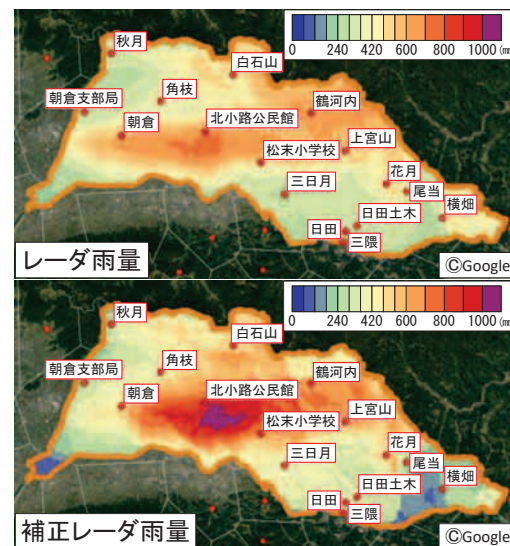


図-2 48時間雨量空間分布

本研究では、レーダ雨量として、国土交通省のXRAIN²⁾の5分間雨量を用いた。図-2に、XRAINより作成した48時間雨量の空間分布を示す。なお、同図には後述する補正を施した48時間雨量の空間分布もあわせて示している。図-3に、本豪雨で累積雨量が最も大きかった北小路公民館雨量観測所の地上雨量と同地点でのレーダ雨量との比較を示す。なお、レーダ雨量は1時間雨量としている。また、同図には後述の補正を施したレーダ雨量もあわせて示している。これより、レーダ雨量の累積雨量は、地上雨量を202mm程度、ピーク雨量を1時間当たり74mm程度過小に評価していることが確認できる。これは、北小路公民館観測所周辺では、図-2に示すように強雨域が存在しており、レーダ雨量には降水減衰が発生したためと考えられる。

このように、XRAINのレーダ雨量には降水減衰が生じたと考えられるため、本研究ではダイナミックウィンドウ方法³⁾に基づきレーダ雨量の補正を行なった。ダイナミックウィンドウ法は地上雨量とその地上雨量の観測地点に重なるセルのレーダ雨量との比を計算し、このレーダ・地上雨量比を重み付きで内挿した後、各セルのレーダ雨量に掛け合わせることで、レーダ雨量を補正する方法である。また、レーダ雨量の各セルに対して、最も隣接しているアメダス雨量観測所の月別歴代1位の10分間雨量に+5mmしたものを雨量限界値とし、補正值がこの雨量限界値を超えた場合、雨量限界値に置き換える処理を行なった。

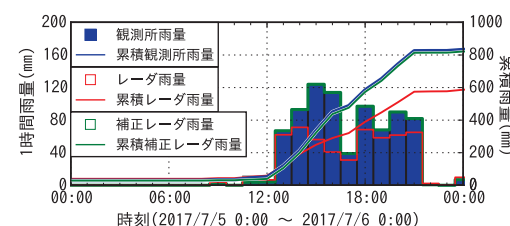


図-3 北小路公民館観測所での雨量比較図

図-2, 3, 4に、補正したレーダ雨量の48時間雨量の空間分布、図-3 北小路公民館観測所での雨量比較図、北小路公民館雨量観測所の観測値との比較、右岸流域の流域平均雨量を示す。これらより、(1)今次豪雨は北小路公民館、松末小学校観測所を中心とした豪雨であること、補正したレーダ雨量は、(2)当然ながら、

北小路公民館観測所の雨量を再現していること、(3)流域平均雨量では地上雨量と17mm程度の差があること、などが確認できる。

3. 中小河川の流量の把握

補正したレーダ雨量を用いて、筑後川右岸流域の中小河川の流量ハイドログラフを分布型流出解析より求めた。分布型流出解析は、斜面流と河道の洪水追跡をkinematic wave法で行うセル分布型流出解析モデル⁴⁾で実施した。同モデルのモデルパラメータは、 N ：等価粗度係数、 k_a ：重力水が卓越するA層内の透水係数、 d_c ：マトリックス部の最大保水量を水深で表した値、 d_s ：重力水を含めて表層土中に保水しうる最大水深、 β ：重力水部と飽和水部との飽和透水係数の比である。解析に用いた各パラメータの値を表-2に示す。他の土地利用の N は標準的な値を用いた。

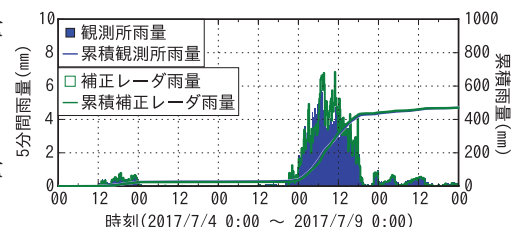


図-4 筑後川右岸流域平均雨量

表-2 モデルパラメータ

	森林					水域
	$N(m^{-1/3} \cdot s)$	$d_s(m)$	$d_c(m)$	$k_a(m/s)$	β	$N(m^{-1/3} \cdot s)$
桂川	0.80	0.30	0.010	0.050	4.00	0.038
赤谷川	0.80	0.16	0.010	0.050	4.00	0.020
その他河川	0.64	0.01	0.001	0.053	2.37	0.049

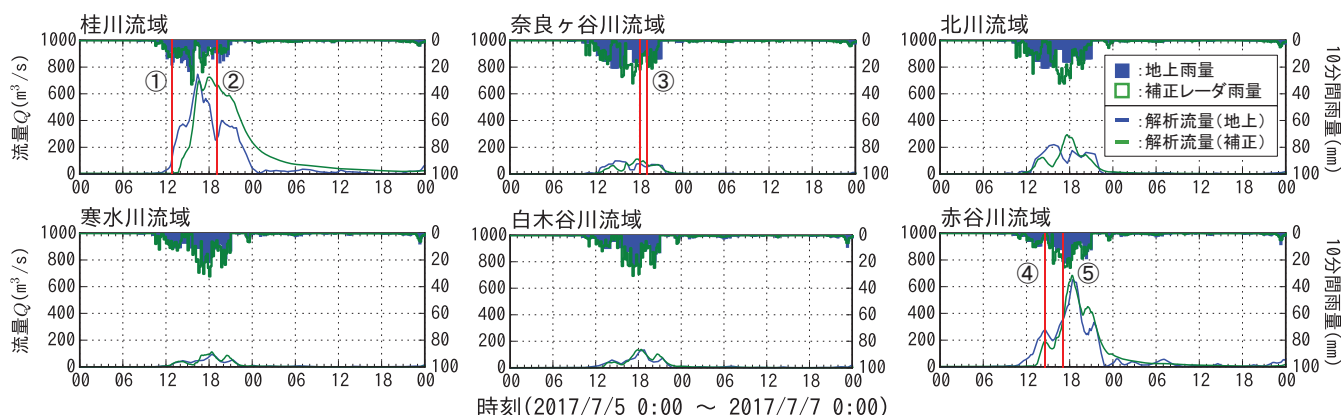


図-5 各中小河川の流量ハイドログラフ

図-5に、解析対象流域内の各中小河川の流量ハイドログラフを示す。なお、図中には地上雨量に基づく合成雨量より求めた流量ハイドログラフも合わせて示している。これらより、(1)流域面積が比較的大きな桂川、赤谷川の分布型流出解析結果は、合成合理式の結果との間に差が生じており、流量が増大する時刻が遅くなること、(2)奈良ヶ谷川、北川を除き、分布型流出解析結果のピーク流量は合成合理式で同程度となること、などが確認できる。図-5の①～⑤の流量ハイドログラフ流量が増加・ピーク・減少を迎える時刻は、①桂川では13時頃に大雨洪水警報が出された後、流量が増加し、②流域雨量指数が19時頃にピークとなる⁵⁾こと、③奈良ヶ谷川の山の神ため池は18~19時の間に流出したこと⁶⁾、④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り、⑤午後5時には赤谷川に近づけなかった⁷⁾こと、などの報道と時刻が一致しており、その妥当性が窺える。

4. おわりに

本研究から、筑後川右岸流域の中小河川の流量ハイドログラフは図-5のように推定された。なお、赤谷川のピーク流量については、520m³/sの推定結果もあること⁸⁾から、その妥当性はさらなる検討が必要である。謝辞：本研究を実施するに当たり、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)からデータの提供を受けた。また、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します。

参考文献) 1) 気象庁： http://www.jma.go.jp/jma/press/1707/19a/20170719_sankou.pdf, 2017. 2) DIAS： <http://www.diasjp.net/service/xrain/>, 2017. 3) 山口高志ら：河川情報研究, No.1, pp.91-104, 1993. 4) 重枝未玲ら：土木学会論文集B1(水工学), Vol.68, No.4, pp.I_1429-I_1434, 2012. 5) 産経ニュース： <http://www.sankei.com/affairs/news>, 2017. 6) 毎日新聞： <https://mainichi.jp/>, 2017. 8) 筑後川右岸流域河川・砂防復旧技術検討委員会： http://www.qsr.mlit.go.jp/site_files/file/17090703siryo2.pdf, 2017.