

久留米市街地における近年の豪雨の再現期間算出及び内水氾濫に関する検討

佐賀大学大学院理工学研究科 学 今崎 祐吾 佐賀大学理工学部 正 大串 浩一郎

1. 研究背景・目的

筑後川は熊本県、大分県、福岡県、佐賀県の 4 県を流れ、有明海に注ぐ九州最大の一級河川である。その流域面積は 2,860km²、幹線流路延長は 143km である。

久留米市は福岡県南西部に位置し東西に長く、その面積は 229.96km²である。筑後川はこの久留米市を貫流している。筑後川に流入する支川は数多く存在するが、その中の一つである下弓削川は、久留米市の高良山を源にする一級河川である。その流域は、山間部を除きほとんどが都市化され、特に下流部では九州自動車道久留米 IC を控えていることから商工業施設が集中している¹⁾。

近年、久留米市では 5 年連続して浸水被害が発生している(表-1)。そこで本研究では、水文統計計算を行い、久留米観測所における各豪雨の再現期間を算出し、その豪雨の定量化を行うと共に、令和 2 年 7 月豪雨時の流況を再現し内水氾濫を検討することを目的として研究を行った。

2. 研究方法

(1) 統計解析

統計解析では、財団法人国土技術センターで公開されている水文統計ユーティリティを用いた²⁾。また、気象庁で公開されている 1976 年から 2021 年までの毎正時の時間雨量から、久留米雨量観測所における豪雨毎の年最大雨量、年最大 3 時間雨量、年最大 6 時間雨量、24 時間雨量、48 時間雨量の再現期間を算出した。確率分布モデルとしてガンベル分布(Gumbel)、平方根指数型最大値分布(SQRT-ET)、一般極値分布(Gev)、対数ピアソン III 型分布(LogP3)、対数正規分布 3 母数クォンタイル法(LN3Q)、対数正規分布 3 母数積率法(LN3PM)の 6 つを採用した。確率分布モデルの評価として、SLSC(standard least-squares criterion)が最小となるものを採用した。SLSC はデータ値と関数値の差を 2 乗平均したものであり、式で表すと

$$SLSC = \frac{\sqrt{\xi_{min}^2}}{|s_q - s_{1-q}|} \tag{1}$$

$$\xi_{min}^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (S_{(i)} - S_{(i)}^*)^2 \tag{2}$$

となる。ここで $S_{(i)}$ はサンプルデータ $x_i (i = 1, \dots, N)$ を並び替えた順序統計量に対する標準変量、 s_q 、 s_{1-q} はそれぞれ非超過確率 q 、及び $1-q$ に対する標準変量であり、一般

表-1 久留米市の住家被害及び雨量比較

	H29.7 九州北部豪雨	H30.7 豪雨	R1.7 豪雨	R1.8 豪雨	R2.7 豪雨	R3.8 豪雨
総雨量	147.5mm (5日~6日)	386.0mm (5日~8日)	474.5mm (18日~23日)	408.0mm (26日~29日)	772.0mm (5日~11日)	896.5mm (11日~19日)
最大時間雨量	33.5mm	40.5mm	90.0mm	60.5mm	48.0mm	72.0mm
24時間最大雨量	138.5mm	279.5mm	335.5mm	330.0mm	360.5mm	387.0mm
住家被害 (内床上浸水)	1棟(1棟)	1,434棟(423棟)	136棟(89棟)	45棟(29棟)	1,955棟(355棟)	2,712棟(518棟)

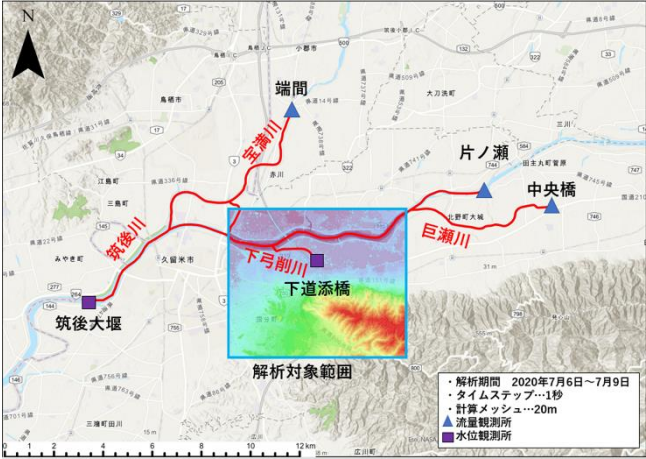


図-1 研究対象地域

的に $q=0.99$ が用いられている。

$S_{(i)}^*$ はプロットイングポジション公式

$$P_i = \frac{i-\alpha}{N+1-2\alpha} \tag{3}$$

を用いて、

$$S_{(i)}^* = F^{-1}(P_i) \tag{4}$$

によって求めてられる。

(2) 氾濫解析モデル

一次元不定流解析及び二次元氾濫解析では、DHI の MIKE11 及び MIKE FLOOD を用いた。研究対象地は久留米市の市街地が位置している筑後川中下流部の左岸側である。令和 2 年 7 月豪雨が発生した 7 月 6 日から 8 日の期間を対象として氾濫時の再現を行った。境界条件として上流端に片ノ瀬、中央橋、端間の流量データを、下流端に筑後大堰の水位データを与えた(図-1)。標高データには LP データ及び基盤地図情報の DEM を用いた。また外力として、対象期間中のデータ解析雨量の時間雨量の値を与えた。

3. 解析結果及び考察

(1) 再現期間の算出

表-2 に各豪雨における再現期間の算出結果を示す。令和元年 7 月豪雨は短時間(1, 3, 6 時間)で最大を示し、令和

3 年 8 月豪雨は比較的長期(24, 48 時間)で最大を示した。統計解析の結果から久留米雨量観測所地点において、48 時間では、何れの豪雨の再現期間も 10 年を超えている。また、令和元年 7 月豪雨では、6 時間雨量における再現期間は 123.2 年であった。一方で、令和 3 年 8 月豪雨では長期間継続して雨が降っており、48 時間雨量の再現期間は 78.5 年であった。

(2) 氾濫解析の結果

国土地理院による令和 2 年 7 月 8 日 10 時の浸水想定図を図-2 に示す。また図-3 は同時刻の計算結果を示しており、赤枠は図-2 の浸水範囲を表している。二つを比較すると概ね一致している。図-4 (a), (b) にそれぞれ久留米市街地の治水地形分類図と居住域拡大の様子を示す。旧河道や氾濫平野に該当する地域の浸水深が大きい一方で、自然堤防などの微高地にはあまり浸水はみられない(図-4 (a))。また昭和 23 年、昭和 50 年、平成 17 年の 3 時期の居住域を比較すると、昭和 23 年は自然堤防や段丘面等の氾濫リスクが低い土地に居住域が分布しているが、都市化が進むにつれて氾濫リスクが高い地域に居住域が進出しており、平成 17 年では旧河道や氾濫平野等にまで分布していることが分かる。

4. 結論

本研究で得られた知見を以下に示す。

久留米雨量観測所における再現期間を算出した結果、令和元年 7 月は短期集中型の豪雨であり、その値は最大で 123 年であった。令和 2 年及び、令和 3 年の豪雨は長期間継続して雨が降っており、特に令和 3 年 8 月豪雨における 48 時間雨量の再現期間は 78.5 年であった。久留米市街地ではかつては浸水リスクの低い地域に居住域があったが、都市化が進むことで浸水リスクの高い地域にまで進出している。今後はこれらのことを踏まえて治水対策の検討を行う必要がある。

参考文献

- 1) 筑後川河川事務所:筑後川中流都市圏河川整備計画, 2014, 12
- 2) 財団法人国土技術研究センター:水文統計ユーティリティ Ver1.5,
<https://www.jice.or.jp/tech/software/rivers/hydrology>
- 3) 福岡県久留米市:令和 2 年 7 月豪雨による被害状況と災害対応について,
https://www.city.kurume.fukuoka.jp/1100keikaku/2030mayor/3010kishakaiken_19/files/20200803001.pdf
- 4) 国土地理院:ウェブサイト, <https://maps.gsi.go.jp/>を基に作成

表-2 各豪雨の再現期間の算出結果

	H29.7月	H30.7月	R1.7月	R1.8月	R2.7月	R3.8月	SLSC
再現期間(時間雨量) LN3Q	0.9	2.4	53.4	4.6	1.5	7.3	0.025
再現期間(3時間雨量) SQRT-ET	1.2	5.8	60.6	23.9	4.7	12.5	0.015
再現期間(6時間雨量) GEV	1.4	11.1	123.2	23.5	15.5	26.8	0.028
再現期間(24時間雨量) LN3PM	1.7	14.3	32	29.5	43.3	63.1	0.031
再現期間(48時間雨量) LogP3	19	15.3	18	12.7	37.6	78.5	0.015



図-2 浸水推定図⁴⁾

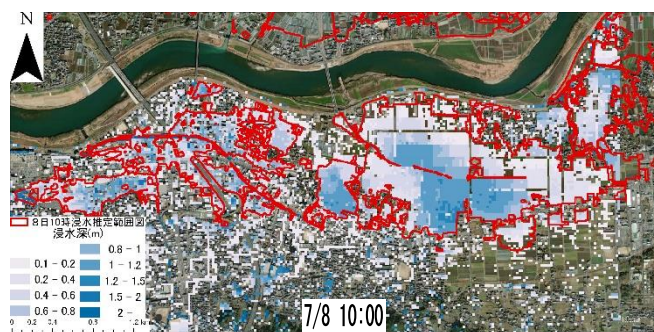
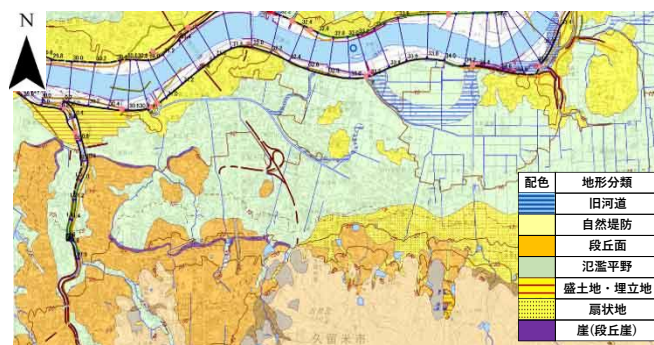
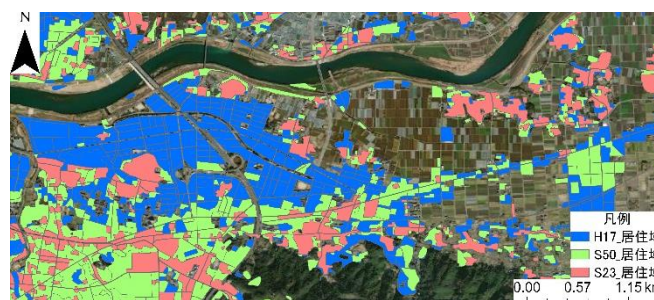


図-3 計算結果



(a) 治水地形分類図⁴⁾



(b) 居住域拡大の様子

図-4 久留米市街地の治水地形分類図と居住域拡大の様子