

短時間集中豪雨に対する遠賀川流域の洪水と飯塚市街地の浸水特性の検討

九州工業大学大学院 フェロー会員 秋山壽一郎 九州工業大学大学院 正会員 重枝 未玲
九州工業大学大学院 学生会員 野村 心平

1. はじめに

近年の水害は、短時間の局地的な大雨によって引き起こされる場合が多い。短時間集中豪雨の確率規模は、河川計画における降雨継続時間内の降雨量としては小さいが、現実に被害が生じており、このような豪雨に対する備えは必要である。そのためには、短時間集中豪雨に対する流域、河道、氾濫原での雨水のレスポンスを知ることは不可欠である。本研究では、遠賀川流域と飯塚市街地を対象に、複数の降雨波形および空間分布の短時間集中豪雨に対して、遠賀川流域の洪水、氾濫状況、被害状況の予測を行い、その結果に基づき、短時間集中豪雨に対する遠賀川流域の洪水特性および飯塚市街地での浸水特性について検討した。

2. 遠賀川流域と飯塚市街地の概要

遠賀川流域の流域面積は1,026km²であり、その土地利用は、森林が約52%、水田や果樹園等の農地が約19%、宅地等市街地が約18%、荒地が約6%を占めている。図-1に遠賀川流域の航空写真と雨量・水位観測所を示す。図-2は、飯塚市街地西部排水区の治水システムを示したものである。現在、西部排水区の治水システムは、図中の ①の中小河川、②、③、④の排水機場、⑤の下水道網で構成されている。

3. 都市域浸水・減災対策検討シミュレータの概要

「都市域浸水・減災対策検討シミュレータ」¹⁾は、「流域流出・都市域氾濫解析モデル」と「経済被害評価モデル」とで構成される。流域流出・都市域氾濫解析モデル¹⁾では、河道、氾濫原、下水道網を一体的に取り扱うことで、降雨から都市域での詳細な浸水プロセスの予測を行う。経済被害評価モデル¹⁾では、治水経済調査マニュアル²⁾の方法に準じ、直接被害のみを評価する。

4. 解析条件の概要

解析の降雨外力には、2003年7月(Run1)、2009年7月(Run2)、2012年7月(Run3)の実績降雨に基づく仮想的な降雨を与えた。いずれのRunについても、遠賀川流域に隣接する山国川流域での2012年7月の九州北部豪雨災害時の降雨状況を参考に、降雨外力の降雨継続時間を6時間、6時間流域平均雨量194mmとした。この降雨量を遠賀川の降雨継続時間である48時間の雨量とすると、確率規模は1/3程度になる。解析に用いた仮想的な流域平均降雨ハイトグラフを図-3に示す。降雨の空間分布は、流域一様分布(Run1-a, Run2-a, Run3-a)と図-4に示す代表的な出水である2003年、2009年、2012年の7月の実績降雨に基づく分布(Run1-b, Run2-b, Run3-b)とした。表-1に解析の条件を示す。

解析対象領域は、飯塚市街地と遠賀川本川とその支川の穂波川、彦山川、金辺川、中元寺川、犬鳴川、八木山川である。いずれのRunも初期条件には、流域平均時間雨量5mmを定常的に与えた解析結果を与えた。分布型流出解析のモデルパラメータには表-2の値を用いた。洪水追跡では、河道横断面に2009年の断面を、粗度係数には0.035を与えた。都市域氾濫解析では、明星寺川下流端の徳前排水機場・明星寺川排水機場については操作ルールに従い、芦原排水機場と東町排水機場については排水を担当する地域の単位面積当りの排水能力で排水させた。また、西部排水区の雨水下水道網下流端の片島排水機場については、下水道網末端に排水流量を与えた。

5. 結果と考察

(1) 計画基準点の日の出橋水位観測所での洪水特性と各河川の越水状況

図-5は、遠賀川の計画基準点である日の出橋水位観測所の水位・流量ハイドログラフと水位と流量との関係について解析結果を示したものである。水位ハイドログラフから、(1) いずれのRunの水位も計画高水位まで上昇する

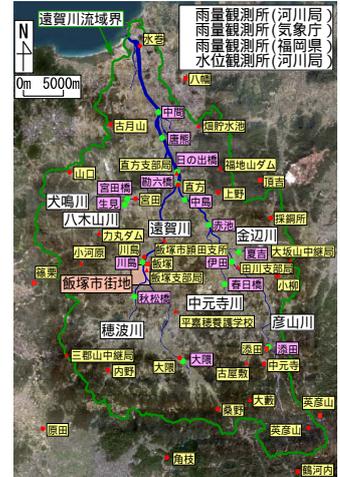


図-1 遠賀川流域の概要



図-2 飯塚市街地の治水システム

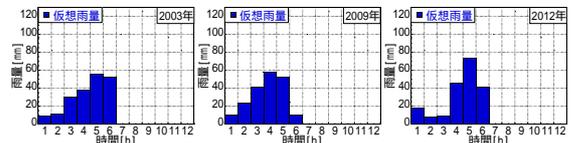


図-3 仮想的な流域平均降雨ハイトグラフ

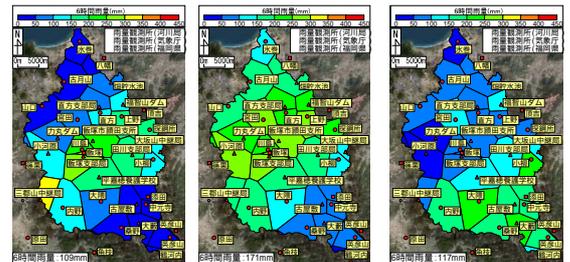


図-4 代表的な出水の6時間雨量の分布図 (左から、2003年、2009年、2012年)

表-1 解析条件

Run No.	降雨波形	降雨の空間分布
Run1	a) 2003年7月	流域一様分布
	b)	実績に基づく分布
Run2	a) 2009年7月	流域一様分布
	b)	実績に基づく分布
Run3	a) 2012年7月	流域一様分布
	b)	実績に基づく分布

表-2 流出解析のパラメータ値

	N(m ⁻³ /s)	d ₁ (m)	d ₂ (m)	k ₁ (m/s)	k ₂ (m/s)
森林	0.63	0.133	0.127	0.0152	5.09
荒地	0.30				
田	2.53				
農地	0.29	0	0		
都市	0.055				
水域	0.035				

こと、(2) Run1~3-aでは時刻のずれはあるが、ピーク値、水位上昇速度のいずれも同程度であること、(3) Run1~3-bでは、ピーク水位がRun1-b, Run3-b, Run2-bの順で大きいこと、(4) Run1~3-aとRun1~3-bを比較すると、Run1と3ではRun1-bと3-bの方が、増水時の水位上昇速度が速くなること、Run2ではあまり変化しないこと、などがわかる。流量ハイドログラフから、(1) ピーク流量はRun1-b, Run3-bで整備計画目標流量の3,800m³/sを超えること、(2) Run1~3-aでは、時間のずれはあるものの、ピーク値、水位上昇速度ともに同程度であること、(3) Run1~3-bではピーク流量は、水位と同様にRun1-b, Run3-b, Run2-bの順で大きいこと、(4) Run1~3-aとRun1~3-bを比較すると、Run1-bとRun3-bでは増水時の流量の増加率は大きく、Run2-bでは小さくなること、などがわかる。水位と流量との関係から、(1) Run1~3-aでは、水位と流量との関係に大きな変化はなく、同じ形でループを描くこと、(2) Run1~3-bでは、いずれもループを描くが、Run1-b, Run3-bとRun2-bではその形は異なること、(3) 減水時のループは、いずれも同様な形になること、(4) 水位流量曲線から整備計画目標流量3,800m³/sから求まる水位は10.72mであり、計画高水位程度となること、などがわかる。

以上をまとめると、遠賀川の計画基準点である日の出橋水位観測所での短時間集中豪雨に対するレスポンスは次の通りである。水位は、降雨波形・空間分布に関係なく計画高水位を超える。一方、流量は、空間分布によっては整備計画目標流量を超える。水位・流量のいずれもRun1-bのようにRun2-bの中流域よりも上流側に集中する空間分布や、Run3-bのように上流域に降雨が集中する空間分布の場合に大きくなる傾向にある。

図-6は、水位が堤防を越える区間をまとめたものである。これらの区間では、当然のことながら、外水氾濫に対する備えが必要になる。

(2) 飯塚市街地の浸水被害

図-7は、飯塚市街地の西部排水区について、最大浸水深を示したものである。これらより、(1) Run1~3-aでは、最大時間雨量73mmとなるRun3-aで最大浸水深が高くなること、(2) Run1~3-bでは、飯塚支部局雨量観測所で比較的強い雨が降るRun1-bで明星寺川周辺の浸水深が、小河原、力丸ダム雨量観測所で比較的強い雨が降るRun2-bで建花寺川周辺の浸水深が高くなること、Run3-bが最も浸水深が小さくなること、(3) Run1~3-aとRun1~3-bを比較すると、降雨が中流域に集中するRun1-bとRun2-bで浸水深が大きくなるが、上流域に集中するRun3-bが最も小さくなること、などがわかる。表-3に各Runの一般資産被害額を示す。浸水深が大きくなるRun2-bで被害額は最も大きく、72億円程度の被害が予想される。

以上から、飯塚市街地は中流域に降雨が集中した際に水害が生じる可能性が高く、特に、飯塚支部局、小河原、力丸ダム雨量観測所の雨量は、飯塚市街地の浸水状況に大きな影響を及ぼすため、避難指示等を判断する上での一つの指標になると考えられる。

6. おわりに

本研究から、(1) 遠賀川流域に短時間集中豪雨が降った場合には、計画基準点の日の出橋水位観測所で計画高水位以上になる可能性が高く、被害を軽減するための備えが必要であること、(2) 各河川

で越水が発生する可能性の高い区間は図-6であること、(3) 飯塚市街地は中流域に豪雨が集中した場合に浸水被害が大きくなる傾向にあり、飯塚支部局、小河原、力丸ダム雨量観測所の雨量は、飯塚市街地の浸水の判断基準になること、などの危機管理上有用な知見を得ることができた。

謝辞：遠賀川河川事務所の関係各位にはデータの提供など多大な協力を得た。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献：1) 秋山ら：都市域浸水・減災対策検討シミュレータによる飯塚市街地の浸水被害評価，土木学会論文集B1(水工学)，Vol.68，No.4，pp.I_1063-I_1068，2012。2) 国土交通省：治水経済調査マニュアル（平成17年度版）

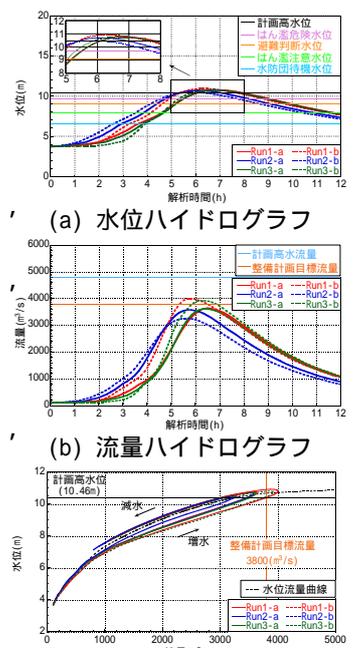


図-5 日の出橋水位観測所での水位・流量ハイドログラフ



図-6 各河川の越水発生区間

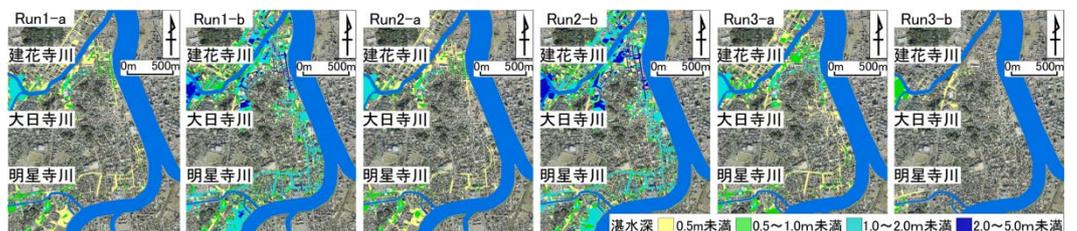


図-7 各Runの最大浸水深

表-3 一般資産被害額

Run No.	1-a	1-b	2-a	2-b	3-a	3-b
一般資産被害額(億円)	9.6	67.3	8.7	72	17.3	0.4