

流域流出・都市域氾濫解析モデルを用いた飯塚市街地の治水施設の被害低減効果の検討

九州工業大学大学院 フェロー会員
九州工業大学大学院 学生会員

秋山壽一郎
小園裕司・草野浩之

九州工業大学大学院 正会員
九州工業大学工学部 学生会員

重枝未玲
○川本直樹

1. はじめに

近年、局地的な豪雨による水害が頻発し、甚大な被害が生じている。都市域の治水施設の計画は、異なった計画規模・計画降雨で行われるため、これらの治水効果を総合的に評価することが、都市域での洪水氾濫対策を検討する上では不可欠である。本研究では、2003年九州豪雨災害以降、複数の治水施設が整備されてきた飯塚市街地を対象に、任意の降雨外力から都市域での浸水プロセスが予測可能な「流域流出・都市域氾濫解析モデル」を用いた解析を行い、各治水施設が浸水プロセスに及ぼす影響やその被害低減効果について検討した。

2. 飯塚市街地の治水施設の概要

遠賀川流域の概要を図-1に示す。図中には、2003年豪雨災害時の浸水域、飯塚市街地の治水施設の概要もあわせて示している。飯塚市街地の治水施設は、2003年豪雨災害時には(1) 明星寺川、建花寺川、大日寺川の中小河川、(2) 西部幹線(幅1400～3600mm×高さ1120～2160mm×長さ2633m)と西1号幹線(直径250～1650mm×長さ1494m)の二つの幹線を有する下水道網で構成されており、明星寺川の下流では徳前排水機場(排水能力16.0m³/s)で、下水道網の末端は片島排水機場で排水が行われていた。2003年豪雨災害後には(1) 遠賀川・穂波川の河道掘削(図中の①)、(2) 明星寺川下流の分流と分流河川の下流に明星寺川排水機場の新設(図中の②)、(3) 図-1の緑と水色のハッチの地域(芦原、東町)の雨水排水を担当する排水機場の新設(図中の③、④)、(4) 設備の更新による片島排水機場の排水能力の向上(図中の⑤)、などが浸水対策事業として行われ、2009年には竣工している。

3. モデルの概要

「流域流出・都市域氾濫解析モデル」は、任意の降雨外力から流域での雨水の挙動を把握した上で、精度の高い洪水追跡を介して、都市域での詳細な浸水プロセスを予測するものであり、その概要は次の通りである。①流域を小流域、河道および都市域に分割する。②「分布型流出解析モデル」²⁾により、小流域と都市域に含まれる斜面部の雨水の挙動解析と河川への流出計算を行う。③河川への流出を考慮して、「平面2次元洪水追跡モデル」²⁾により、本川の洪水追跡を行う。④分布型流出解析から得られた斜面部からの流出流量を氾濫原への流入条件、洪水追跡から得られた本川外水位を支川の下流端境界条件として、「都市域氾濫解析モデル」により、支川の洪水流、氾濫原の氾濫流および下水道流を一体的に解析する。

4. 解析条件

①2009年豪雨災害時の氾濫状況の再現、②治水施設の被害軽減効果の検討を目的に、2通りの解析を行った。なお、②の検討には2003年豪雨災害時の降雨を用いた。分布型流出解析、洪水追跡および都市域氾濫解析の解析データについては、解像度0.25mの航空写真(オルソ画像)を基図としてGIS³⁾で整理・作成した。その作成法の概要は、参考文献¹⁾に示す通りである。2003年豪雨災害の計算では、流域流出・洪水追跡解析の開始時刻を7月18日PM0時、都市域氾濫解析を7月19日AM1時とした。2009年豪雨災害の計算では流域流出・洪水追跡解析の開始時刻を7月24日PM0時、都市域氾濫解析を7月24日PM3時とした。本川の洪水追跡では、河道上流端には分布型流出解析から得られた流量を、下流端には河口堰での水位を、都市域氾濫解析では、建花寺川下流端には洪水

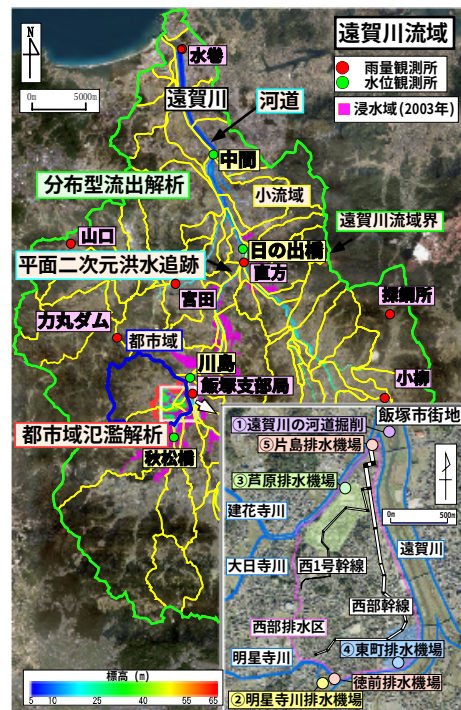


図-1 遠賀川流域の概要

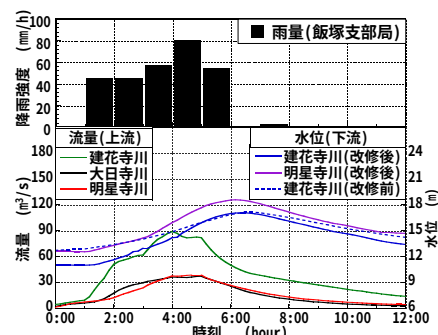


図-2 解析条件の一例

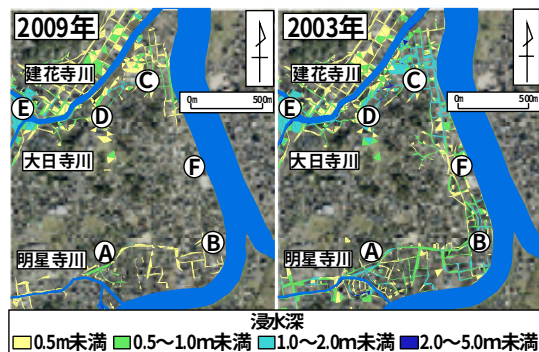


図-3 2009年の最大浸水域・浸水深

追跡解析の開始時刻を7月24日PM0時、都市域氾濫解析を7月24日PM3時とした。本川の洪水追跡では、河道上流端には分布型流出解析から得られた流量を、下流端には河口堰での水位を、都市域氾濫解析では、建花寺川下流端には洪水

追跡によって得られた水位を、明星寺川、建花寺川および大日寺川上流端には分布型流出解析より求めた流量を与えた。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、再現計算ではポンプ場操作記録に基づき単位面積当たりの排水流量を与え、被害軽減効果の解析では操作ルールに従い排水させた。芦原・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排水能力に基づき排水させた。また、西部排水区の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。図-2に都市域氾濫解析で用いた解析条件の一例を示す。

5. 結果と考察

まず、2009年豪雨災害を対象に、2003年以降整備された治水施設を全て考慮した解析を行い、本モデルの再現性を検討した。図-3は、2009年豪雨災害時の最大浸水域・浸水深の解析結果を示したものである。図中には2003年豪雨災害時の解析結果を合わせて示している。なお、本モデルの2003年九州豪雨災害時の再現性については参考文献¹⁾に示す通りである。2009年7月中国・九州北部豪雨災害では、福岡県飯塚市の雨量観測所で1時間101mmの観測史上最大の豪雨が観測されたにも関わらず、浸水被害は2003年豪雨災害に比べて小さかった。また、2009年豪雨災害では建花川からの溢水はニュース等で報告されているが、明星寺川の溢水は報告されていない。図-3から、解析結果では(1) 建花寺川の溢水の発生等を再現していること、(2) 西部排水区に着目すると、C点付近での床上浸水が生じているが、2003年豪雨災害時に比べ浸水被害が小さいこと、などが確認できる。このように、2009年豪雨災害時の浸水域・浸水深等の詳細なデータが存在しないので定量的な評価は難しいが、本解析結果は現実と同様な結果となっており、本モデルが治水施設を適切に取り扱うことで、2009年豪雨災害時の溢水や浸水箇所を再現していることがわかる。

次に、表-1に示すように治水施設を考慮した解析を行い、各施設の浸水被害軽減効果を検討した。図-4は、表-1に示す各Caseの最大浸水域・浸水深の解析結果を示したものである。なお、Case0は2003年豪雨災害時の図-4の結果となる。これらより、最大浸水域・浸水深は、(1) 当然ながら、全改修を考慮したCase5で最も小さくなること、(2) Case1はCase5と同程度に小さくなること、(3) Case2と4は同程度に小さくなり、標高が周辺よりも高い図中のF点で浸水しなくなること、(4) Case3ではB地点の浸水深が小さくなること、(5) 大日寺・建花寺川の合流点からの溢水については大きな改善がされていないこと、などが確認できる。図-5は、飯塚市街地西部排水区内の浸水量の経時変化を示したものである。これより、(1) 最大湛水量はCase5, 1, 2, 4, 3, 0の順で小さくなること、(2) 湛水量は、いずれのCaseについても降雨量が最大となる午前4:00を境に急激に増加すること、(3) 湛水量の増加速度はCase5, 1, 2, 4, 3, 0の順で遅くなること、などが確認できる。図-6は各Caseの最大湛水量の減少率を示したものである。これより、Case1では約75%、Case2では約50%、Case3では約10%、Case4では約40%、Case5では約85%の最大湛水量の低減が確認できる。以上を踏まえると、被害軽減効果が最も高い施設は、明星寺川の排水機場である。次に、芦原排水機場、片島排水機場の順で被害軽減効果が高い。このように、飯塚市街地の浸水対策は適切な対策であったことがわかる。

6. おわりに

以上、本研究から、2003年豪雨災害後の浸水対策事業により整備された治水施設は非常に機能していること、「流域流出・都市域氾濫解析モデル」は、各施設の総合的な評価を検討する上で有用なモデルであることがわかった。

謝辞：本研究は、科学研究費補助金基盤研究B(課題番号：21360237、研究代表者：秋山壽一郎)、若手研究B(課題番号：19760344、研究代表者：重枝未玲)の助成を受けた。ここに感謝の意を表します。

参考文献：1) 秋山壽一郎、重枝未玲、小園裕司：水工学論文集、第54巻、pp.919-924、2010。 2) 秋山壽一郎、重枝未玲、小園裕司：河川技術論文集、第16巻、pp.443-448、2010。 3) オープンGIS：TNT入門日本語テキスト

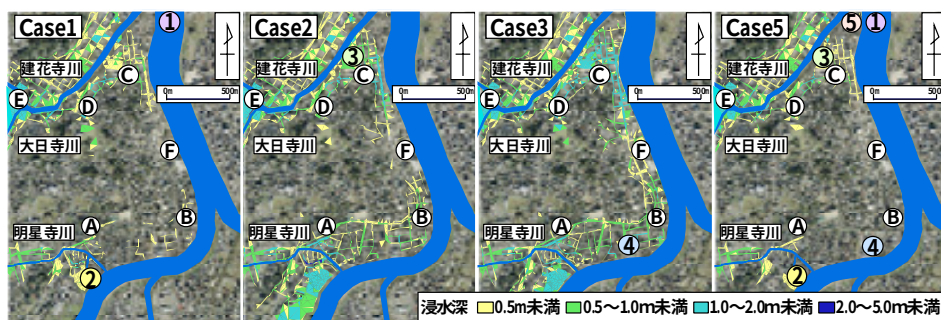


図-4 最大浸水域・浸水深の解析結果

表-1 解析に考慮する治水施設

Case	浸水対策	①遠賀川の河道掘削
0	—	②明星寺川排水機場の新設 (排水能力26.0 m ³ /s)
1	①, ②	③芦原雨水排水機場の新設 (排水能力3.0 m ³ /s)
2	③	④東町雨水排水機場の新設 (排水能力2.2 m ³ /s)
3	④	⑤片島揚水機場の設備更新 (排水能力12.66 m ³ /s)
4	⑤	
5	①, ②, ③, ④, ⑤	

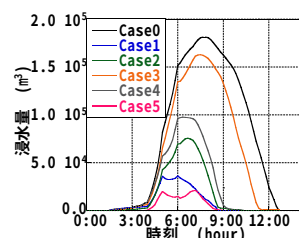


図-5 浸水量の経時変化

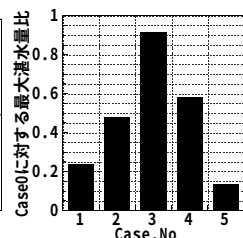


図-6 最大浸水量比