

都市域浸水・減災対策検討シミュレータの飯塚市街地への適用と浸水被害の評価

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 重枝末玲
九州工業大学大学院 学生会員 ○草野浩之

1. はじめに

近年、想定範囲を超えた自然災害が頻発し、甚大な被害が生じている。効果的な減災対策を講じるためには、流域での雨水貯留施設、本川・中小支川、都市域での水門・樋門や排水機場、下水道網などの治水システムを総合的に評価することが不可欠である。このような評価には、流域レベルの比較的大きな領域での雨水の挙動を予測し、かつ、河道での洪水流の挙動と都市域での氾濫現象を水災時の被害最小化対策の検討に必要な解像度を有しつつ十分な精度で予測するとともに、その結果に基づき被害評価を行うことが必要となる。本研究では、以上のような背景を踏まえ、本川・支川、氾濫原、下水道網の一体解析を行える「流域流出・都市域氾濫解析モデル」に経済被害を評価する「経済被害評価モデル」を組み込んだ「都市域浸水・減災対策検討シミュレータ」を開発し、同モデルで2003年九州豪雨災害の飯塚市街地の被害評価と、飯塚市街地で整備されてきた各治水システムの被害額軽減効果について検討した。

2. 都市域浸水・減災対策検討シミュレータ

「都市域浸水・減災対策検討シミュレータ」は、任意の降雨外力から都市域での詳細な浸水プロセスの予測を行う「流域流出・都市域氾濫解析モデル」と浸水による被害額を評価する「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」は、「セル分布型流出解析モデル」¹⁾、「平面2次元洪水追跡モデル」¹⁾、「都市域氾濫解析モデル」²⁾の3つのモデルで構成され、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モデルである。「経済被害評価モデル」は、治水経済調査マニュアル³⁾と同様な方法で直接被害のみを評価するモデルである。ただし、浸水深の算定方法については、本モデルでは家屋を周辺地盤高より高く取り扱っており、一般的な氾濫解析のように家屋位置での浸水深を直接求めることができないため、以下のように行った。まず、家屋ポリゴンに隣接する計算セルの中で、水深 h がドライベッドを模した水深 $h_v=0.001(\text{m})$ よりも大きくなるセルを抽出し、次に抽出した水深 h と面積 A から平均浸水深 $\bar{h}=(\sum Ah/\sum A)$ を算出し、その家屋ポリゴンにおける浸水深とした。なお、床下浸水深は $\bar{h}-0.01(\text{m})$ と定義した。

3. 飯塚市街地の概要

本研究で対象とする遠賀川流域の概要と、飯塚市街地の西部排水区の治水システムを図-1に示す。2003年豪雨災害時、西部排水区では(1)明星寺川、建花寺川、大日寺川の中小河川、(2)西部幹線と西1号幹線の下水道網、(3)徳前排水機場、片島排水機場で治水システムが構成されていた。2003年豪雨災害後には図-1および表-1中の～が浸水対策事業として行われている。

4. 解析の概要

解析は、2003年豪雨災害時の降雨を用いた氾濫状況の再現計算と、治水施設を考慮した解析を行い、流出解析の開始時刻を7月18日PM0時、平面2次元洪水追跡・都市域氾濫解析を7月19日AM1時とした。解析条件は降雨ハイトグラフと水位ハイドログラフとし、降雨量にはティーセン法に基づき設定した領域に各降雨観測所の時間雨量を、河道上流端や氾濫原上流端には分布型流出解析で求めた流量を、河道下流端には水位ハイドログラフを与えた。

5. 結果と考察

(1) 2003年豪雨災害の再現計算と被害評価

まず、本モデルを2003年豪雨災害に適用した。図-2は最大浸水深と痕跡最大浸水域と最大浸水深と痕跡浸水深との比較、各街区での単位面積当たりの一般資産被害額を行ったものである。最大浸水域・浸水深図より、(1)本モデルは痕跡最大浸水域を再現していること、(2)本モデルと従来のモデルのいずれも十分な精度で痕跡浸水深を再現していること、(3)本モデルの解析結果の多くは、実測値との適合性を示す実線上にプロットされており、従来のモデルに比べそのプロット数は多く、より高い精度で実測値を予測していること、一般資産被害額図より、(4)図中のA地点からB地点



図-1 遠賀川流域の概要

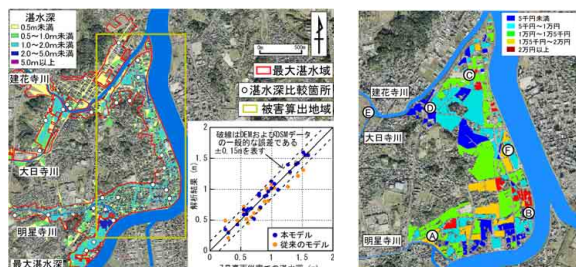


図-2 最大浸水域・浸水深、一般資産被害額

表-1 解析Caseと考慮した治水システム

Case	浸水対策	内容
0	-	遠賀川の河道掘削
1	、	明星寺川排水機場の新設 排水流量26.0m ³ /s
2		潤野・枝国雨水幹線の整備
3		芦原排水機場の新設 排水流量3.0m ³ /s
4		東町排水機場の新設 排水流量2.2m ³ /s
5	、	片島排水機場の設備更新 排水流量10.33m ³ /s→12.66m ³ /s

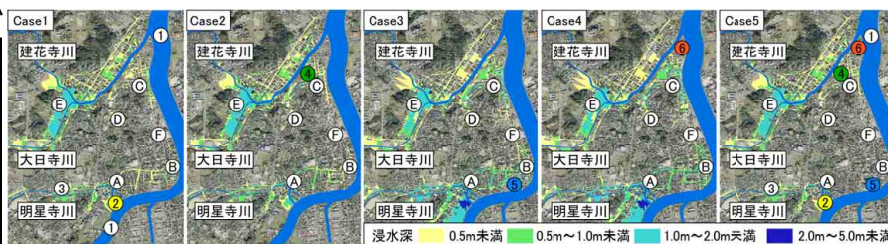


図-3 各Caseの最大浸水深

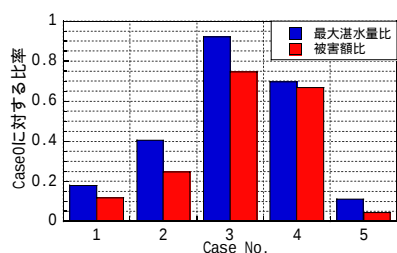


図-4 各Caseの浸水深および直接被害額の比

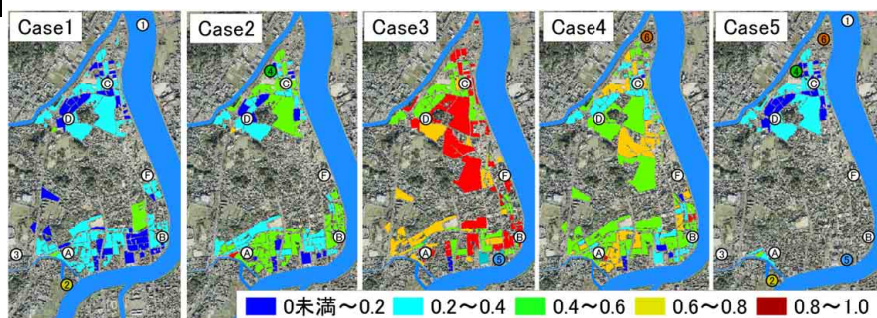


図-5 各街区での一般資産額比

とF地点にかけて、被害額が大きい街区が多く、(5) 特に、飯塚市街地の中心地区である図中のA地点や図中のB地点で被害額が高くなること、などがわかる。2003年豪雨災害時の飯塚市街地での被害総額は約50億円と推定されている。本モデルでは一般資産被害は70億となっており被害額を若干高く評価している。これは、床下浸水と判断する浸水深の閾値を1cmとしているため、被害額を過大に評価した可能性が考えられ、浸水深の閾値を10cmとした場合には約46億円となった。また、2003年豪雨災害で浸水被害を受けた商店街のうち被害の大きかった商店街は、一般資産被害額図のBからF地点に位置しており、本モデルの解析結果でも、そのような被害が確認されている。このことを踏まえると、本モデルは、ある程度の精度で被害額や被害の空間分布を推定可能であることがわかる。

(2) 治水システムを考慮した解析と経済被害評価

次に、表-1に示すように治水施設を考慮した解析を行い、各施設の経済被害の軽減効果を検討した。図-3は、表-1に示す各Caseでの最大浸水域・浸水深の解析結果を示したものである。最大浸水域・浸水深から、(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Case2が同程度に小さくなること、(3) Case4では市街地周辺の浸水深が小さくなり、標高が周辺よりも高い図中のF点で浸水深が小さくなること、(4) Case3ではB地点周辺の浸水深が小さくなること、などが確認できる。図-4はCase0に対する各Caseの最大浸水量比、直接被害額比を示したものである。これより、Case1では約80%、Case2では約60%、Case3では約10%、Case4では約30%、Case5では約85%の最大浸水量の低減が確認でき、低減率が高いCaseは、Case5、1、2の順である。図-5は、各街区での一般資産額についてCase0に対する各Caseの被害額比を示したものである。これより、(1)最大浸水域・浸水深と同様に、Case5、1、2の順で被害額が小さくなること、(2) Case2やCase4のように下水道の排水能力が改善されると、F地点周辺から被害額が軽減されること、(3) Case3の東町排水機場の設置によって、被害額の大きかった図中のB地点での浸水被害が大幅に軽減されること、などがわかる。図-4は、Case0に対する各Caseの直接被害額の比を示したものである。これより、Case1では約90%、Case2では約75%、Case3では約25%、Case4では約33%、Case5では約95%の被害金額の低減が確認でき、低減率は浸水深よりも大きくなる。以上を踏まえると、各治水施設について、～は明星寺川の溢水流量の低減、は西1号幹線と西部幹線の排水能力の向上、は芦原地区の排水と西1号幹線と西部幹線の排水能力の向上、は商店街周辺地域の浸水被害軽減に有効に機能しており、被害額の軽減に貢献していることがわかった。

6. おわりに

本研究では、本シミュレータが、(1) 経済被害額をある程度の精度で推定できること、(2) 都市域の治水施設や治水システムによる総合的な被害額軽減効果を検討できること、などが確認された。

謝辞：本研究は、科学研究費補助金基盤研究B(課題名：豪雨災害時の浸水減災シミュレータの開発と樹林帯の減災効果に関する研究、課題番号：21360237、研究代表者：秋山壽一郎)の助成を受け実施したものである。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献：1) 重枝末玲，秋山壽一郎，小園裕司：遠賀川流域の分布型流出解析と複数の支川を考慮した平面2次元洪水追跡，河川技術論文集，第16巻，pp.443-448，2010。2) 秋山壽一郎，重枝末玲，田邊武司：下水道網を考慮した飯塚市街地の氾濫解析，水工学論文集，第53巻，pp.829-834，2009。3) 国土交通省：治水経済調査マニュアル（平成17年度版）