

都市の内水氾濫における雨水の移動の可視化による浸水特性の検討

中部大学大学院工学研究科建設工学専攻 学生会員○村瀬 将隆

中部大学工学部都市建設工学科 正会員 武田 誠

中部大学工学部都市建設工学科 フェロー 松尾 直規

1. はじめに

本研究では、平成23年9月20日の台風15号の豪雨による春日井市地蔵川流域の浸水を対象に、内水氾濫の数値計算モデルを構築し、再現計算を行う。著者らは、佐山ら¹⁾のT-SAS(Time-Space Accounting Scheme)のアイデアを応用した、都市における雨水の移動の可視化を開発している²⁾。本研究では、雨水の移動の可視化を応用して、春日井市の内水氾濫における浸水特性を明らかにすることを目的としている。著者らは、内水氾濫の理解を深める検討も大事と考えており、この点が本研究のひとつの特徴と位置づけられる。

2. 春日井市の内水氾濫解析

本研究では、下水道の流れを考慮した氾濫解析モデルを活用する。ここでは、紙面の都合上、概要を説明するのみとし、詳細は武田ら²⁾を参照されたい。河川は一次元不定流モデルを用いる。氾濫域の浸水解析にはデカルト座標系の平面二次元不定流モデルを用いる。氾濫域では下水道を考慮し、マンホールでは氾濫格子からの流入出を考慮した連続式を用い、下水道管渠の解析には、スロットモデルを考慮した一次元不定流モデルを用いる。

本解析では、地蔵川、八田川がある春日井市の南西部に計算領域を設定し、**図-1**に示す降雨の時間変化と河川下流端で観測された水位を与えて平成23年9月20日12:00~22:00の再現計算を行った。**図-2**に最大浸水深の分布を示す。赤破線枠内の浸水は、下水道の排水能力が低いため河川に流出できずに、雨水が集中している。また、**図**の赤枠内の浸水は、地蔵川・八田川からの越水が生じたことにより氾濫水が集中している。しかし、資料³⁾によると、当時は地蔵川からの越水は生じていないと報告されている。したがって、堤防高の検討、貯留施設の考慮など、解析モデルの精度向上が今後の課題である。

3. 地蔵川右岸流域と左岸流域の浸水特性の検討

2で示されたように、地蔵川沿において多くの浸水が生じている。ここでは、その浸水特性を詳しく検討する。著者らは、佐山ら¹⁾のT-SASのアイデアを活用し、内水氾濫における雨水の移動の可視化を構築した²⁾。その方法は連続式の解法に特徴がある。計算領域を区分し、そこを起源とする水(成分とする)の移動の分析を行った。計算格子に存在する成分の水量は、上

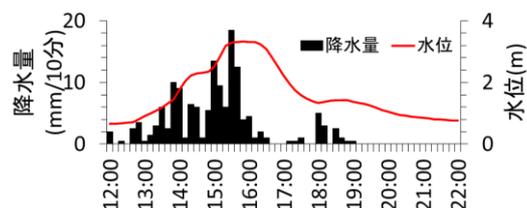


図-1 春日井市役所の降雨と地蔵川の勝川水位観測所の水位

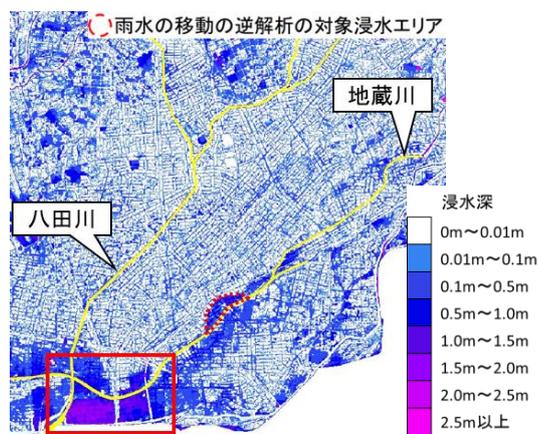


図-2 最大浸水深の分布

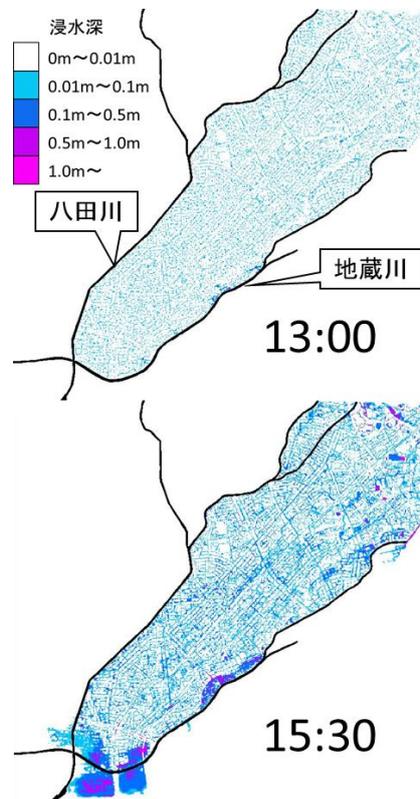


図-3 地上の浸水深の分布 (右岸流域に降った雨水の移動)

流側の計算格子の成分の比率を考慮して算出される流入水量から求める。雨水の移動の可視化技術の詳細は武田ら²⁾を参照されたい。計算領域および計算条件は2.と同様である。地蔵川沿における浸水特性を検討するために、地蔵川の右岸流域と左岸流域を対象に、雨水の移動の可視化を行った。右岸流域の地表面の浸水の様子（雨水の移動）を図-3に示す。本計算の場合、降雨ピークである15:30の地表面の浸水では、左岸流域、右岸流域の雨水が河川を越えて広がっていることが示された。対岸に広がる浸水の様子は、下水道内でも同様であった。また、右岸流域の浸水の時間経過を見ると降雨ピークである15:30に浸水深が大きくなり、時間経過とともに排水され、地表面と下水道内の水深ともに、減少することがわかった。しかし、左岸流域の地上の浸水は、時間経過とともに一部の地域で浸水深の低下はみられるが、多くの地域で浸水が残り、下水道内も同様に浸水が残ることがわかった。

4. 対象浸水エリアにおける雨水の移動の逆解析

図-2の赤破線枠の浸水エリアを対象に、雨水の移動の可視化を応用して、その移動経路の逆解析を行った。雨水の移動の可視化により、区分された地域の雨水の移動（時間的な拡がり）が計算できる。したがって、特定の時間に赤破線枠に存在する雨水の起源となる地区（降雨エリア）を求めた。図-4に、15:30、22:00の浸水の起源となる降雨エリアと水量の割合を示す。本図から、徐々に降雨エリアは狭まっていることが分かる。さらに、考察を進めるために、図-5に対象浸水エリアにある下水道内の15:30、22:00の浸水の起源となる降雨エリアと水量の割合を示す。本図から、対象浸水エリアの下水道内の雨水は、図-4示した範囲よりも広い箇所から集まっていることが示された。図-5で示した範囲の雨水は下水道を伝って地蔵川へ流出するが、その雨水の集中により下水道の水位が高まり、図-2の対象浸水エリアの排水が遅れていることが分かる。このように、雨水の移動の可視化を応用することで、浸水プロセスの理解が深まり、効果的な対策が検討できると考える。

5. おわりに

本研究では、内水氾濫解析モデルを開発し、内水氾濫のメカニズムの理解のために各種検討を進めた。まず、構築した内水氾濫解析モデルを用いて、平成23年の春日井市の浸水被害の再現計算を行った。解析モデルの妥当性を確認したところ、精度向上が今後の課題として残った。次に、雨水の移動の可視化を用いて、地蔵川の右岸流域と左岸流域を区分して解析することで、それぞれの雨水の移動や浸水の特徴を示した。最後に、雨水の移動の逆解析を行い、浸水の起源となる降雨エリアを算出することで、地表面および下水道管渠内の浸水特性を検討することができた。

本研究において、雨水の移動の可視化を応用することで浸水のメカニズムが深く考察できることを示した。この可視化を活用することで効果的な浸水対策の検討が実施できると考える。

参考文献

- 1) 佐山敬洋・建部祐哉・藤岡奨・牛山朋来・田中茂信：大規模洪水氾濫の時空間起源分析に関する研究,土木学会論文集 B1(水工学)Vol.69, No.4, I_463-I_468, 2013.
- 2) 武田誠・野々部竜也・橋本善喜・松尾直規：春日井市の内水氾濫解析と雨水の移動の可視化に関する検討,土木学会論文集 B1(水工学) Vol.72, No.4, I_1375-1380, 2016.
- 3) 愛知県河川整備計画流域委員会ホームページ, 被災河川の対応状況と被災原因の把握について: http://www.aichi-river.jp/acrobot/42shonai_02_1.pdf (2017年9月26日確認)



図-4 対象浸水エリアに集積した雨水の降雨エリアと雨水の割合

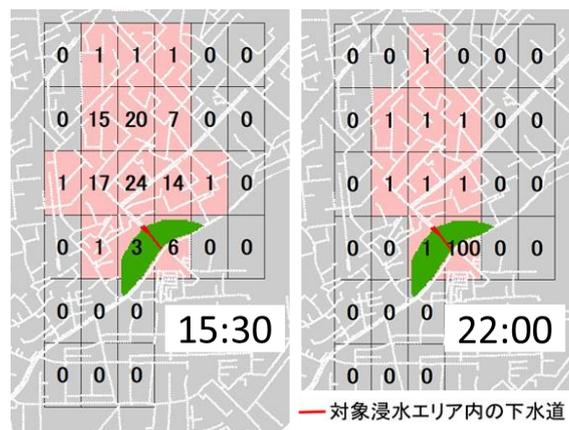


図-5 対象浸水エリア内の下水道に集積した雨水の降雨エリアと雨水の割合