

東京都 23 区を対象とした都市浸水の再現計算とその精度検証

早稲田大学理工学術院	正会員	関根 正人
早稲田大学大学院	学生員	○ 中森 奈波
早稲田大学大学院	学生員	児玉 香織
早稲田大学大学院	学生員	斎藤 涼太

1. 序論

東京都 23 区では、雨水排除システムの設計降雨強度である 50 mm/h をはるかに上回る豪雨が頻発しており、今後さらに高強度の豪雨に襲われることになると深刻な内水氾濫が発生すると懸念されている。また、都市河川流域に降った雨は地中に浸透せず下水道を通じて短時間で河川へ集中するため、河川水位が急速に上昇する状況になっている。豪雨時には「都市浸水」だけでなく「都市河川の洪水」も同時に発生する。そのため、都市浸水のリスクの評価には、「地上一下水道—都市河川」を一体的に予測計算することが必要となる。当研究室では、東京都 23 区の「リアルタイム浸水予測」に向けた取り組みを続けてきている。これに先立ち、実降雨データを入力値とした浸水の再現計算¹⁾、さらには国土交通省の X-RAIN による高分解能降雨データを用いた再現計算²⁾にも取り組むとともに、計算手法の妥当性ならびに精度の検証を行ってきた。本研究の特徴は、これまで下水道処理区毎に行ってきた浸水計算を、東京都 23 区全体にわたって一括して行った点にあり、これにより処理区の境界を流れる都市河川の洪水予測も同時に行うことが可能である。本論文では、森ヶ崎処理区と芝浦処理区の境界を流れている目黒川に注目し、豪雨時の浸水状況の再現に加え、「この都市河川に雨水が集中し洪水へと到るプロセス」がどの程度正確に再現可能かについて検討した。

2. 解析の概要

本研究で計算の対象としたのは、東京都 23 区のうち隅田川の西に位置する東京都心部であり、千代田区をはじめとした 18 の行政区からなる。これは 6 つの下水道処理区をあわせたエリアであり、総面積は約 390km² である。また、神田川・石神井川・目黒川など合計 17 の都市河川が流れている。本解析には第一著者による予測計算手法¹⁾を用い、実在するすべての都市インフラの情報を忠実に再現し、本来の機能が発揮されるように留意した。また、国土交通省の X バンド MP レーダによって観測された 2013 年 7 月 23 日の実降雨データを入力値とした。この X-RAIN のデータは時空間分解能が高く、現実に近い浸水予測が可能である。図-1(a)には 15:30 と 16:00 の降雨コンター図を示す。雨雲は北西から南東に移動し東京都 23 区内に多くの雨を降らせた。目黒区と世田谷区では 1 時間にわたり 100 mm/h を越える雨が観測されており、短時間に極めて強い雨が降った。計算は 13:40 ～ 17:15 の時間帯を対象に行うことにした。この豪雨時には目黒川で 16:30 の時点で東京都と気象庁から「はん濫警戒情報」が出されている。ここでは、東京都建設局が自動計測している目黒川の水位データとこの数値予測結果を比較し、計算の妥当性と精度の検証を行った。

3. 再現計算結果

図-1(b)には図-1(a)に対応する 15:30 と 16:00 の時点での浸水深コンター図を示した。雨雲が北西から南東に動いていくのに伴い、地上で発生する浸水域が移動している様子が確認できる。また、下水道内の流れも雨雲の動きに応じて、急激に満管状態に到る。しかし、設計強度以下の雨となり、やがて降り止むと、下水道は急速にその排水能力を回復することも確認している。本研究では、前述の通りこの豪雨時に目黒川で発生した洪水に注目している。ここでは、その再現性について説明する。目黒川には東京都建設局の水位観測所が合計 10 箇所ほどある。このうち、上下流とは明らかに異なる値を記録している箇所や、河川湾曲部に当たる箇所のデータについては検証にはふさわしくないと判断し、図-2 に示す 4 箇所の観測所におけるデータ

キーワード：集中豪雨，X バンド MP レーダ，都市浸水，都市河川

連絡先：〒 169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1，TEL 03-5286-3401，FAX 03-5272-2915

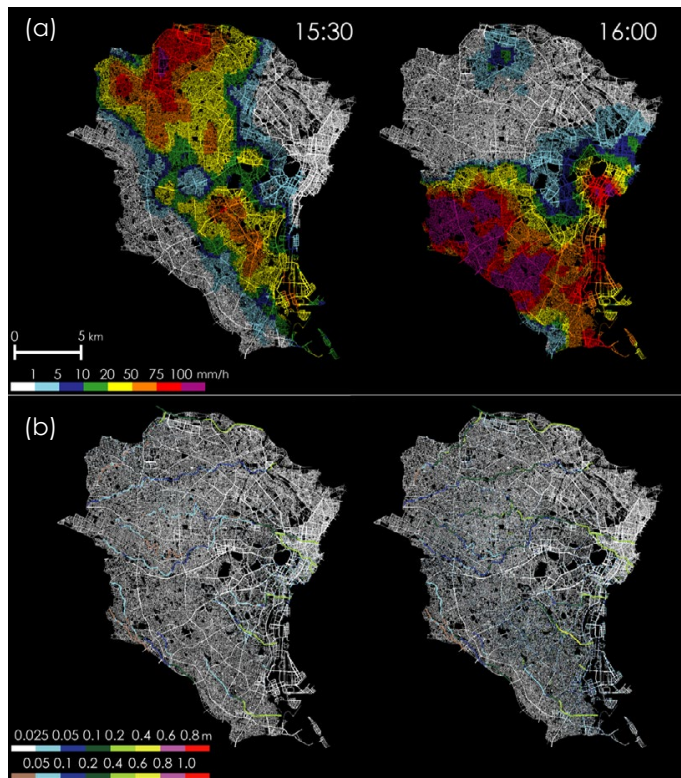


図-1 解析結果：(a)は降雨コンター図，(b)は道路上浸水深と河川相対水深コンター図を表す。凡例の上段は浸水深，下段は河川相対水深を示す。(左は15:30，右は16:00)

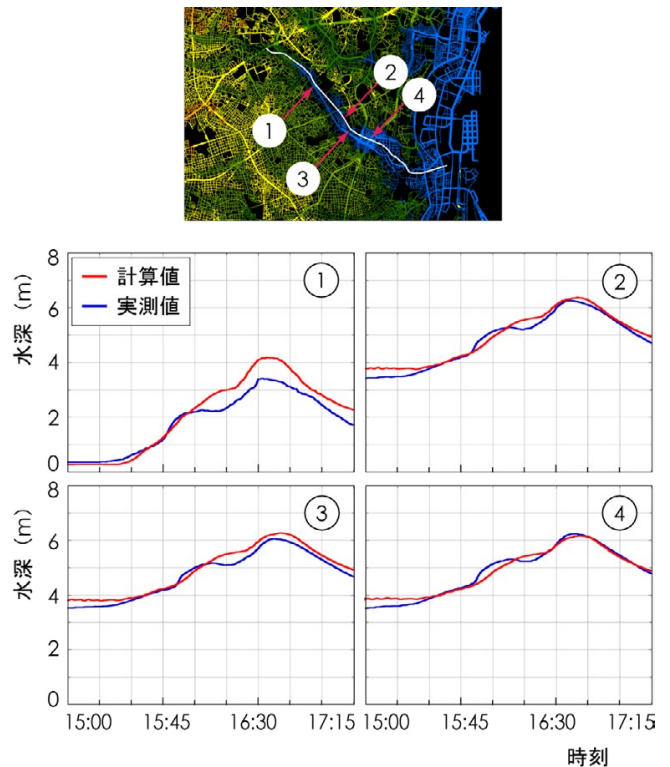


図-2 目黒川の水深の時間変化：上は標高コンター図に目黒川を重ねた図であり，各観測点の位置を示す。下は各観測点での河川水深の時間変化を表す。①田楽橋，②下目黒，③市場橋，④谷山橋

を用いて比較を行うことにした。図-2には目黒川の15:00～17:15の水深変化のハイドログラフをまとめて示した。青色の実線が実測値，赤色の実線が予測値を表している。この図より，実測値と予測値はいずれの地点でもかなりよく一致し，水深のピーク値やその発生時刻も正確に再現されている。ただし，観測点①では予測値が実測値を上回る結果となっている。この原因としては，局所的な河道形状の変化までは反映できていない可能性があることと，この観測点でのデータがどの程度確からしいかが未確認であること，などが挙げられる。この点を含めてさらに検討する必要がある。参考までに，前論文²⁾では南西側に位置する森ヶ崎処理区だけから雨水が目黒川に流入するとした計算を行ったが，北東側に位置する芝浦処理区から流入する雨水についても一体的に計算すると，これまで以上に高精度な洪水予測が可能であると判断している。また，浸水予測の再現性については，すでに前論文²⁾で検証済みであり，道路冠水の事例も含めて予測精度は5cm以内であることを説明した。ここで行った計算においても森ヶ崎処理区内の浸水状況の予測値に大きな差異認められず，十分な精度で浸水予測が可能であることを確認している。

4. 結論

本研究では東京都23区のうち隅田川以西の都心部を対象に，X-RAINのデータを用いて，2013年7月23日に発生した豪雨時の浸水ならびに洪水の予測計算を行った。目黒川の水深の実測値と予測値の比較したところ，両者はよく一致することがわかり，予測計算手法の妥当性と信頼性の高さを確認することができた。

謝辞：本研究は文部科学省「地球環境情報プラットフォーム構築推進プログラム基幹アプリケーションFS」の一環として行われたものである。また，東京都建設局河川部からはデータの提供だけでなく，別途進めている共同研究の中で様々な助言をいただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献：

- 1) 関根正人:住宅密集地域を抱える東京都心部を対象とした集中豪雨による内水氾濫に関する数値解析，土木学会論文集B1(水工学)，Vol.67，No.2，70-85，2011.
- 2) 関根正人・中森奈波・児玉香織・斎藤涼太：森ヶ崎処理区を対象とした2013年7月23日豪雨時の都市浸水の再現計算とその精度検証，土木学会論文集B1(水工学)，Vol.73，No.4，I_1459-I_1464，2017.