

現地情報を活用したリアルタイムの浸水マッピングに関する研究 Realtime Flood Inundation Mapping based on Local Information

○佐山敬洋・井口真生子・清水涼太郎・南良忠・寶馨

○Takahiro SAYAMA, Makiko IGUCHI, Ryotaro SHIMIZU, Yoshitada MINAMI, Kaoru TAKARA

For effective emergency responses to flood disasters, estimating inundation depth distributions is crucial on the real-time basis. In the previous studies, the authors proposed a method to achieve this objective by assimilating preliminary conducted multiple inundation simulations and local flood related information. This study further improves the applicability of the proposed method with respect to utilizing existing inundation simulations conducted for hazard mapping in all over Japan. Based on the application to the recent flood disaster occurred in the lower part of the Odagawa River basin in Okayama Prefecture, this study showed the reasonable performance for simulating inundation depth distributions and estimating flood volumes even with limited local information obtained at four to eight points with the relative errors of 7% to 3% in the flood volume estimations.

1. 研究の背景と目的

堤防決壊や越流による洪水氾濫が発生した際には、浸水深の空間分布を迅速に把握することが、人命救助や被害想定、ポンプ排水を含めた応急対応で重要となる。平成 27 年 9 月関東・東北豪雨による鬼怒川水害や平成 30 年 7 月豪雨による小田川水害では、災害直後から国土地理院がヘリコプターで被災域を空撮し、浸水域の推定情報を公開した。また、ALOS-2 などの衛星リモートセンシングによる浸水域の把握も進められている。浸水域が推定できれば、原理的には詳細な地形データと重ね合わせることで浸水深の空間分布も推定できる。ただし、堤防などで浸水範囲が制限される場合、浸水域のみから推定した浸水深分布には多くの誤差が含まれることが明らかになっている。

リモートセンシングの情報に加えて、現地の浸水関連情報を有効に活用する方法も考えられる。最近では、災害後の浸水痕跡調査と地形解析から、詳細な浸水深の空間分布が求められるようになっている。リアルタイム情報としては、例えば、災害対策本部に多数の被災情報が寄せられ、その中には、現地の浸水状況を推定し得る情報も含まれる。さらに災害情報を一元化するシステムの整備も進み、災害対策本部と被災現場との間で双方向の情報共有が可能になっている。様々なセンシング技術やソーシャルメディアの拡大によって、今後、被災域の状況を迅速に把握する手段はさらに多様化するものと期待される。

現地の浸水関連情報は、空撮画像等による情報に比べ、断片的かつ定性的である。アンダーパスなど冠水頻度が極めて高い場所を除いて、浸水深を定量かつ連続的に計測することは現実的ではない。自治体職員や水防団、地域住民が目で見えて判断できる程度の情報（例えば、人の腰の高さまで浸水しているなどの情報）を有効に活用することが現実的であろう。

筆者らは、こうした定性的な点の情報から、浸水深分布の空間情報に変換する技術の開発を進めてきた。佐山ら¹⁾では仮想的な適用事例を、次報²⁾では平成 27 年 9 月鬼怒川水害を対象にした適用結果を示した(図-1)。後述のように、既往手法は、事前計算と実時間計算の二つの手続きで構成される。事前計算では破堤地点や流入境界条件を変えた多数の氾濫計算を実施する。同手法は、リアルタイムの予測を意識し、破堤時刻からの時間的な変化も含めて、時々刻々入手されるデータを活用するデータ同化の考え方を反映していた。

今後、本手法を実用化するうえで、既往手法には以下の課題があった。1) 事前計算を多数実施するために多くの労力を要する、2) いつ・どこで破堤が発生したのかを把握し、時々刻々現地情報を入力しなければならない、3) 現地情報が不足している領域でも不確実な推定結果が出てしまい、推定結果の信頼性が明らかでない。本論³⁾は、これらの課題を克服して、既往手法をより簡素化した、実用的な方法を提案する。この方法を平成 30 年 7

豪雨で被災した小田川下流域（図-2）に適用し、その効果を検証することを本論の目的とする。

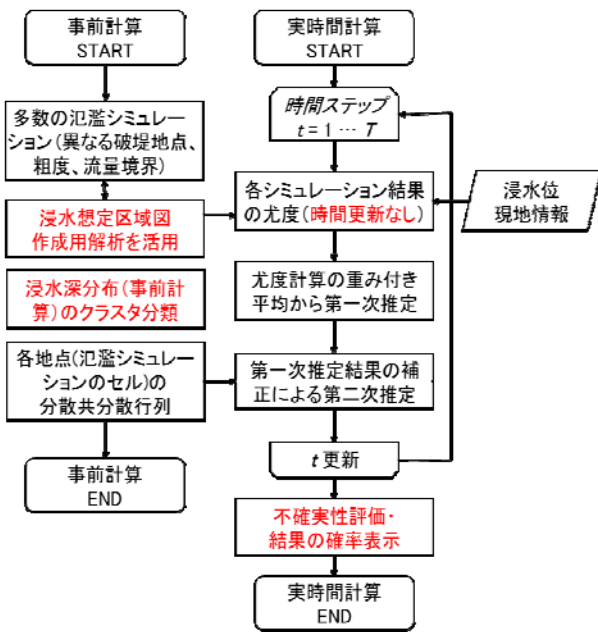


図-1 現地情報を活用したリアルタイム浸水ハザードマッピングの手順と本論の改良点（赤字）

2. 研究方法の概要

本手法は、事前計算と実時間計算の二種類で構成される（図-2）。実時間計算はベイズ推定に根拠をもつ第一次推定と最適内挿法に根拠をもつ第二次推定の二段階がある。

事前計算は、氾濫モデルを用いて様々な条件で計算を行っておく。既往手法²⁾では、破堤地点、粗度係数、流入境界条件を変えて約 1,000 通りの事前計算を実施していた。事前計算の結果は、第一次推定の元となるほか、第二次推定で必要となる分散共分散行列を推定するために用いられる。

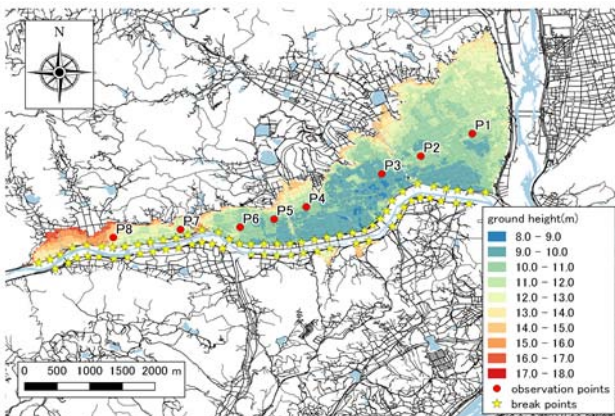


図-2 対象地域の標高分布：赤丸は仮想観測地点、星印は浸水想定計算の破堤地点

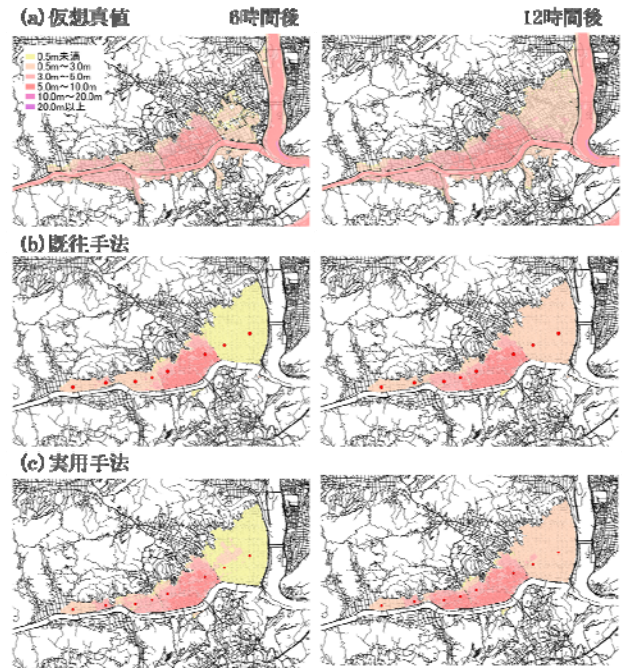


図-3 a) 仮想真値および b) 既往手法と c) 実用手法による第二次推定の浸水深分布推定結果

3. 結論

現場からの定性的な浸水関連情報をもとに、浸水深の空間分布を簡単に推定する技術を開発した（図-3）。既往手法に比べて、尤度の時間更新や破堤地点・破堤時刻の入力など、実用上で困難となり得る課題を解決した。これにより、複数の地点で離散的な浸水深の推定値を入力すれば、直ちに浸水深分布が推定できる仕組みが完成した。既往手法に比べて計算設定が簡単であるにも関わらず、提案手法は、既往手法と同等の推定結果を得た。さらに、対象地点で 4~8 地点の離散的な現地の情報があれば、7~3%程度の相対誤差で湛水量を推定できた。

参考文献

- 1) 佐山敬洋, 寶 馨：リアルタイム浸水ハザードマッピングのための現地浸水情報同化技術, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol. 74, No. 4, I_1297-I_1307, 2018.
- 2) 佐山 敬洋, 小林 亮祐, 寶 馨：現地情報の同化による浸水深分布の推定 -平成 27 年 9 月鬼怒川洪水を対象にした検証-, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol. 74, No. 5, I_1507-I_1512, 2018.
- 3) 佐山敬洋・清水涼太郎・井口真生子・南 良忠・赤穂良輔・寶 馨：現地情報の同化による浸水深分布の推定—実用手法の提案と平成 30 年 7 月豪雨による小田川水害への適用—, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol. 75, No. 2, I_1465-I_1470, 2019.