

平成 27 年 9 月 鬼怒川氾濫による浸水状況の分析  
 Analysis of Flood Inundation Situation by the Kinu River Flooding in September 2015

○佐山 敬洋・寶 馨

○Takahiro SAYAMA, Kaoru TAKARA

The spatial depth distribution of flood inundation, caused by 2015.09 Kanto-Tohoku heavy rainfall, was estimated at the lower part of the Kinu River basin. To estimate the flood inundation depth distribution, this study proposes two procedures. First a high-spec GPS was used to measure the elevations of flood marks (i.e. flood water levels) to estimate the spatial distribution of maximum flood inundation level, and consequently flood inundation depths based on the digital elevation model. Second, the information of flood inundation extents were used to estimate depth distributions at different timing, which leads to calculate flood inundation volumes. The results suggest that paddy field in the southern part of Joso city had the deepest depths with about 3.8 m, while the average maximum depths in the entire area was estimated to be 1.44 m. The total inundation volume was estimated to be about 40 million m<sup>3</sup> over the area.

### 1. はじめに

平成 27 年 9 月 9 日から 10 日にかけて、台風 18 号とその台風から変わった温帯低気圧及び台風 17 号の影響で、南から継続的に湿った空気が流れ込み、関東・東北地方で豪雨が発生した。栃木県日光市の今市地点では 9 月 7 日 0 時から 11 日 0 時までの総雨量が 647.5 mm に達するなど、鬼怒川上流域で記録的な降雨量となった。鬼怒川の水位は 9 月 10 日午前 0 時過ぎに川島水位観測所 (45.65 km) で氾濫危険水位に達し、その後も水位が上昇し続けて、9 月 10 日午前 6 時過ぎに鬼怒川左岸 25.35 km 付近 (茨城県常総市若宮戸) で越水が発生、同 12 時 50 分に鬼怒川左岸 21 km 付近 (茨城県常総市三坂町) で堤防が決壊した。その結果、鬼怒川と小貝川に囲まれた常総市の約 40 km<sup>2</sup> の範囲で大規模な浸水が発生し、常総市では床上浸水約 4,400 棟、床下浸水 6,600 棟の浸水被害が発生した。

鬼怒川洪水による大規模浸水の実態解明と被害との関係を明らかにすることを目的とし、本研究は高性能 GPS による浸水痕跡の調査結果と航空レーザ測量による数値標高情報をもとに、最大浸水深の空間分布を推定する方法を提案する。また国土地理院が発表したヘリコプターからの撮影による浸水範囲の推定結果<sup>1)</sup>と最大浸水深の空間分布情報をもとに、浸水深の空間分布の時系列変化を推定し、浸水域の状況から浸水量を推定した。

### 2. 最大浸水深の推定<sup>2)</sup>

最大浸水深の空間分布を推定するため、9 月 15 日から 16 日にかけて、高性能 GPS を用いた浸水痕跡の標高を 35 地点で計測した。同調査では TOPCON 社の HiPerV (GGDM 型) 2 周波 GNSS (全世界的衛星測位システム) 受信機を使用しており、受信機単独で水平・垂直方向ともに約数 cm の精度で計測が可能である。また東京理科大学理工学部・二瓶泰雄教授のグループによっても同様の調査が行われ、特に三坂町の堤防決壊周辺、若宮戸の越水周辺の浸水位情報を加えて、計 133 地点の浸水位計測結果を用いた。

最大浸水位の推定手順は以下の通りである。

- 1) 国土地理院が提供する航空レーザ測量 (5m 空間分解能) を入手し対象地域を切り出す。
- 2) 133 地点で計測した最大浸水痕跡の標高 (浸水位) を空間内挿する。交差検証の精度に基づき、通常クリギングを内挿方法として採用した。
- 3) 浸水位の空間分布から標高を差し引いて浸水深の空間分布を求める。
- 4) 解析対象領域のマスクを作成し、対象領域外もしくは対象領域内で値が負の場所を外し、最大浸水深の空間分布を得る。

最大浸水深の空間分布は防災研究所 HP でも公開しているので本報では省略するが、この結果から、破堤や越水の発生した常総市北部に比べて、

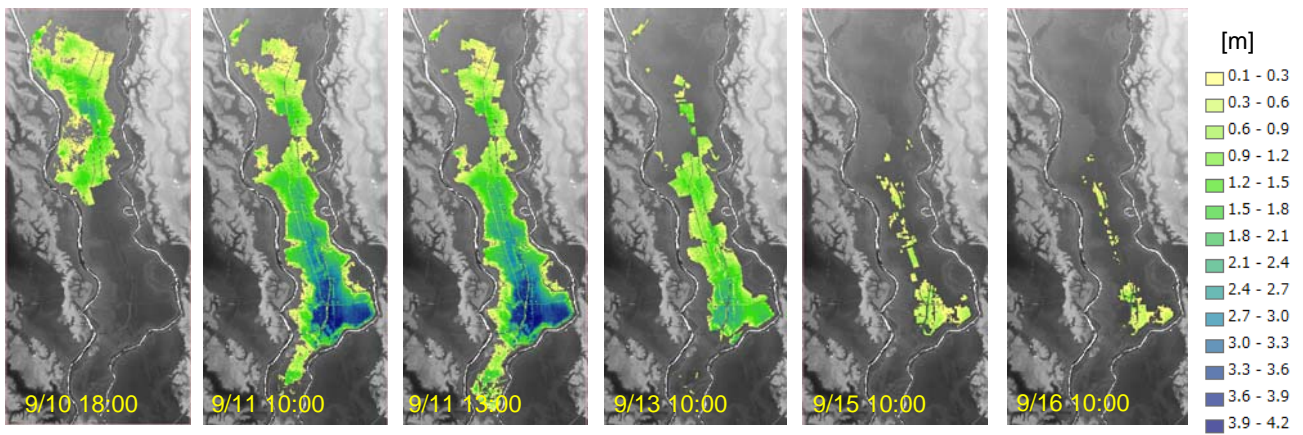


図1 最大浸水位と浸水範囲から推定した浸水深分布の時系列

南部の水田地帯の浸水浸水深が相対的に大きく、深いところでは約 3.8 m に達していること、また水海道地区などの市街域でも約 1~2 m の浸水が広がっていたことが分かった。また GPS によって推定された標高と数値標高との差異が  $RMSE = 0.34$  m、水位の空間内挿による誤差が  $RMSE = 0.32$  m であったことから、浸水深の空間分布は  $RMSE = 0.47$  m の誤差を含むと推定される。

### 3. 浸水範囲に基づく浸水深の空間分布推定

上述の結果は、各地点の最大浸水深の空間分布を推定したものであるが、今回の洪水では上流側から浸水が始まって下流に伝播するまでに時間差がある。従って、浸水量をより正確に推定するためには、当該時刻の浸水深分布を推定することが大切となる。浸水深分布を氾濫域の情報から推定する手法として、以下では国土地理院から発表されたヘリコプターによる空撮画像に基づく浸水範囲の情報を用いて浸水深の空間分布を推定する方法を提案する。

具体的な手法は以下の通りである。

- 1) 浸水域のポリゴン情報を GIS 上でポイント情報に変換し、各ポイントに標高情報と 2. で推定した最大浸水位の情報を付与する。
- 2) 各ポイントで最大浸水位から標高情報を差し引いた値を求める。この値が当該時刻における最大浸水深からの低減水深を示す。
- 3) 各ポイントの低減水深を通常クリギングによって空間内挿し、最大からの低減水深の空間分布を推定する。
- 4) 最大浸水位の空間分布から 3) の推定結果を差し引いて、当該時刻の浸水位を求める。また 2.

と同様に標高情報を差し引いて浸水深の空間分布を推定する。

この方法で推定した浸水深分布の時系列を図 1 に示す。提案手法は 2. の浸水痕跡調査の結果も活用する方法である。各ポイントの標高を当該時刻の水位とみなして直接空間内挿する方法に比べて、最大からの低減量を内挿する本手法は、全ての地点で 2. で推定した最大浸水深を上回らないという特性を有する。

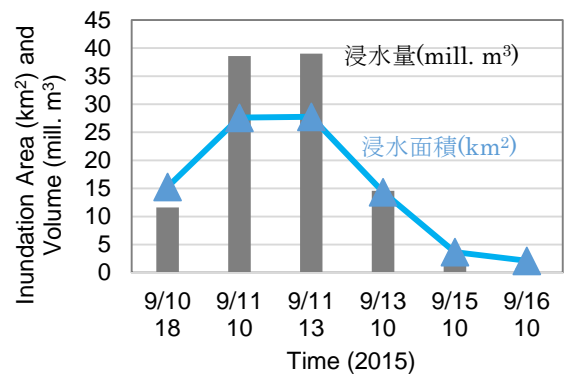


図2 浸水面積と浸水量推定結果との関係

本手法で推定した浸水深の空間分布から浸水量を求めた結果を図 2 に示す。この結果 9 月 11 日 10 時、13 時の時点で約 4,000 万  $m^3$  の浸水量と推定され、この値は国土交通省の試算 (3,400 万  $m^3$ ) よりやや大きな結果となった。

- 1) 国土地理院: 平成27年9月関東・東北豪雨の情報, <http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H27.taihuu18gou.html>, 2015.
- 2) 佐山敬洋、寶 馨: 平成27年9月関東・東北豪雨に伴う鬼怒川氾濫の浸水深分布推定, 土木学会論文集B1(水工学), 2016, (印刷中).