

千曲川破堤による土砂・氾濫災害の再現計算
Numerical Simulation of Flood and Sediment Inundation
Caused by the Dyke Breach of Chikuma River

○川池健司・豊田政史・武田 誠・中川 一

○Kenji KAWAIKE, Masashi TOYOTA, Makoto TAKEDA, Hajime NAKAGAWA

In 2019, Typhoon Hagibis attacked the central and eastern part of Japan. Particularly, Hoyasu area of Nagano City was severely damaged by inundation flow due to dyke breach of Chikuma River. The maximum inundation depth reached to more than 4 m at several points, and many houses were flushed away by the inundation flow around the dyke breach point. Numerical simulations were carried out to reproduce the inundation flow, and the obtained maximum inundation depth agreed well with the measured data. In addition, sediment flow and deposition, the effects of small channels, and pump drainage should be considered for more precise simulations.

1. はじめに

2019年10月12日に静岡県に上陸した台風19号は、関東地方、甲信地方、東北地方等に記録的な大雨をもたらし、甚大な被害が発生した。13都県に大雨特別警報が発令され、浸水面積、浸水家屋数とも2018年の西日本豪雨を上回った。

特徴的だったのは、河川堤防の決壊数が全国71河川で140箇所にのぼったことである。このうちの8河川は、国の直轄河川であった。中でも、信濃川水系千曲川の長野市穂保地区での堤防決壊では、大量の氾濫水が堤内地に流入し、住宅地やリンゴ農園等に甚大な被害をもたらした。本研究では、この穂保地区の氾濫現象について再現計算を試み、氾濫水の挙動とともに土砂の堆積現象について考察を加えることを目的とする。

2. 台風19号による長野市穂保地区の被害概要

千曲川では、本川上流部の右岸側でとくに大きな降水量が観測された。長野盆地の下流には狭窄部があり、水位が上昇しやすい地形になっている。狭窄部付近の立ヶ花地点(52.5k)では既往最大水位を記録し、計画高水位を最大で1.71m、約7時間にわたって超過した。その上流に位置する杭瀬下地点(82.5k)でも、計画高水位を最大で1.18m、約7時間にわたって超過した。

立ヶ花地点の約5km上流の穂保地先(左岸57.5k付近)で幅約70m、高さ約5mにわたって堤防が決壊した。13日午前10時時点で、浸水範囲は約9.5km²に達した。最大浸水深は4m以上に達し、

北陸新幹線の車両基地も浸水する被害を受けた。図-1に、二瓶らによる現地の浸水痕跡調査から推定した浸水深分布を示す。決壊地点付近の浸水深は特に大きくなっていて、周囲の家屋の被害程度も大きい(図-2)ことから、家屋を流失・破壊させるほどの大きな流速・流体力が働いたものと推定される。決壊地点から流入した氾濫水は、標高に沿って北西に流れた後、さらに標高の低い北に向かって流下して、国道117号線や北陸新幹線軌道を越え、さらに浅川の堤防や河道も乗り越えて湛水するとともに、北東の方向にも浸水域を広げ

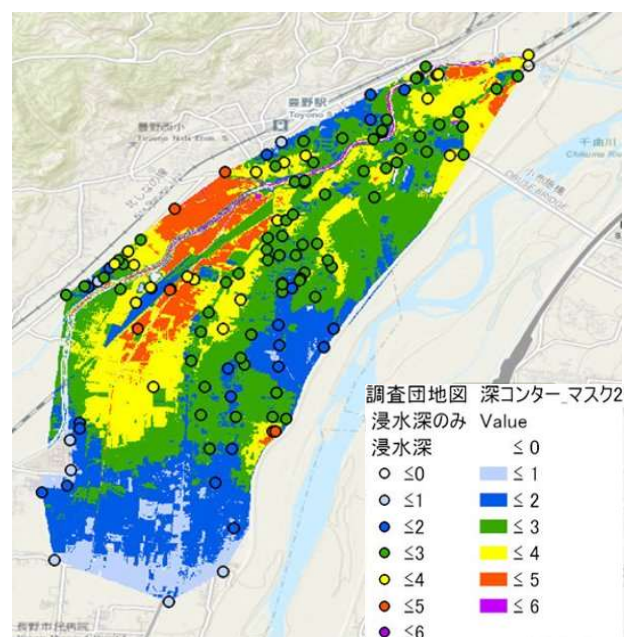


図-1 二瓶らによる浸水深分布の推定



(a) 基礎部分のみを残して建物が流失した跡



(b) 1階部分が破損した家屋

図-2 破堤点付近の家屋の被災状況

ている。浸水深は、大きいところで4m以上の痕跡高さが計測されている。

3. 数値解析

本研究では、堤防決壊によって浸水した地域を対象として、平面二次元の数値解析を行い、氾濫現象の再現を行う。解析に用いる基礎式は、以下の平面二次元浅水流方程式である。

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(uh)}{\partial x} + \frac{\partial(vh)}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial(uh)}{\partial t} + \frac{\partial(u^2h)}{\partial x} + \frac{\partial(uvh)}{\partial y} = -gh \frac{\partial(z_b + h)}{\partial x} - \frac{\tau_{bx}}{\rho}$$

$$\frac{\partial(vh)}{\partial t} + \frac{\partial(uvh)}{\partial x} + \frac{\partial(v^2h)}{\partial y} = -gh \frac{\partial(z_b + h)}{\partial y} - \frac{\tau_{by}}{\rho}$$

ここに、 h ：水深、 u, v ： x, y 方向の流速、 τ_{bx}, τ_{by} ： x, y 方向の底面せん断応力、 z_b ：地盤高、 ρ ：氾濫水の密度である。

国土地理院の発行する国土基盤情報ならびに標高データを用いて、対象領域を三角形非構造格子に分割する。その際に、千曲川左岸堤防、浅川と

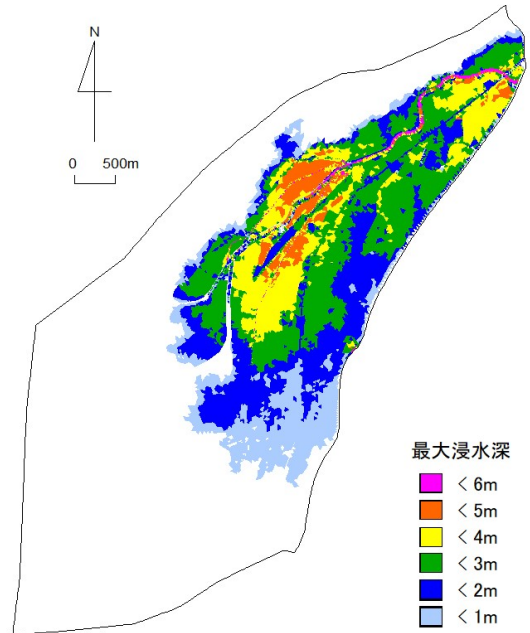


図-3 再現計算による最大浸水深

その堤防、国道117号線、その他標高が明瞭に変化している箇所を考慮して格子分割を行った。

決壊地点付近に設置された危機管理型水位計の記録が13日午前3時ごろまでであるが、それ以降は欠測となっている。本研究では、この水位を立ヶ花地点の水位から仮定し、決壊地点に相当する格子に境界条件として水位を与えた。決壊地点に相当する格子は、13日午前3時30分に決壊したと仮定して、瞬時に標高を5m低下させる。また、決壊幅が70mであることから、格子幅と決壊幅の比をパラメータとして流入流量フラックスにかけることにした。その他の境界からは、氾濫水の流入・流出ともに考慮していない。実際には、浅川が千曲川に合流する付近に水門ならびに排水機場があり氾濫水の排水が行われていたが、今後の解析において考慮することとする。

図-3に、本研究による解析結果の最大浸水深を示す。図-1と比較すると、決壊地点付近の浸水深が過小評価となっているが、浸水域、浸水深ともおおむね一致していることがわかる。

4. おわりに

穂保地区では、決壊地点付近やリンゴ農園等に土砂の堆積が見られた。今後、氾濫水の挙動とともに土砂堆積についても数値解析を行う予定である。また、排水の影響に加えて、建物や水路の影響も考慮する必要があると考えている。