千曲川破堤による浸水の数値解析

中部大学工学部都市建設工学科　学生員○村山美月
中部大学大学院工学研究科　学生員　佐藤大介
中部大学工学部都市建設工学科　教授　正会員　武田　誠
信州大学　准教授　正会員　豊田政史
京都大学防災研究所　准教授　正会員　川池健司

1. はじめに

令和元年 10 月 6 日に発生した台風 19 号は，同月 12 日に日本に上陸した．この台風は関東地方をはじめ甲信地方や東北地方など広い範囲で大雨を記録し，甚大な被害をもたらした．長野県では，千曲川で堤防越水が相次いだことに加え，穂保地区において堤防が約 70 メートルにわたり決壊し大規模な浸水が発生した．この浸水により，住宅だけに留まらず新幹線の車両基地が水没する等交通にも大きな被害がもたらされた．

災害対策を検討するためには，既に発生した災害の調査・解析を行うことは非常に重要なことである．本研究では，より精度の高い氾濫解析を行うため情報収集を行い，その情報をもとにした計算結果と観測結果を比較し解析の精度検証を行う．さらに，浸水の様子を考察し，当時の課題を抽出する．

2. 氾濫の経緯 [1)]

気象庁によると，長野県では 12 日 14 時から 18 時に雨のピークを迎えた．千曲川では大雨により流量が増加し，20 時以降に堤防越水が相次いだ．堤防が決壊した左岸 58．0k 地点では，13 日 2 時 15 分にライブカメラ(57．5km)により堤防越水が確認された．カメラは越水を確認した直後倒壊し映像が途切れたため，堤防が決壊した正確な時間は不明となっている．13 日 5 時 30 分，国土交通省により堤防の決壊が確認された．

支流の浅川では，本流の千曲川の流量が増したことでバックウォーターが発生した．12 日 19 時 18 分に国土交通省がバックウォーターを確認，水門を閉じた．水門を閉じた後はポンプによる排水が行われたが，13 日 0 時 8 分に千曲川の水位が想定を超えたためポンプによる排水は中止された．その後，0 時 30 分に浅川で堤防越水が確認された．千曲川の破堤による浸水は広範囲にわたり，浸水深は最大 4．3 メートルに達した．

3. 流入状況の推定

氾濫解析では流入条件の設定が必要となる．本研究では，危機管理型水位計の情報を基礎に，ライブカメラによる映像データ・各報道機関により発表された情報，ヒアリング調査をもとに流入時間を推定した．図 1 に示した千曲川左岸 57．5k 危機管理型水位計においては，13 日 3 時過ぎ以降は水位が計測できていない．この水位計は決壊範囲付近に設置されていたため，堤防の決壊に伴い観測が不可能になったと考える．その後，各報道機関により決壊した堤防や流入の様子が報じられた．これらの報道より，正午過ぎまでは水が流入していたことが確認されている．

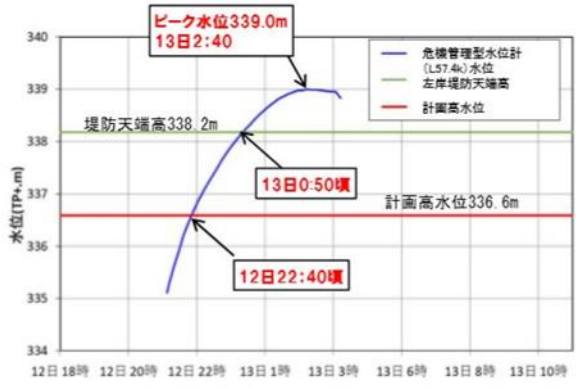

図 1 千曲川左岸 57．5k 危機管理型水位計 [2)]

また，排水については 13 日 9 時頃に浅川第三排水機場が再稼働したこと・9 時 30 分に浅川樋門において排水ポンプ車が稼働し排水を行っていたこと，同日 10 時 23 分に千曲川と浅川の合流部にある水門が開かれたことが確認されている．現地ヒアリング調査において浅川付近に住む住民より 13 日 10 時 30 分頃，下流から上流に向かい流れていた氾濫流が上流から下流への流れに変わったという証言を得ている．このことより，排水の影響も検討する必要があると考える．

4. 数値解析法

数値解析には直交座標系の平面２次元不定流解析を使用し，10m 格子で領域分割した．国土地理院の数値情報を用いて地盤高を設定し，鉄道のアンダーパス，小河川などを考慮した．なお，3．の整理および図 1 の情報から破堤箇所の流入条件（越流水深）は考慮しているが，現時点では排水を考慮できていない．

5. 解析結果と調査結果の比較

図 2 に最大浸水深の分布を示す．また，図 3 には二瓶らによる調査結果（最大浸水深）[3]との比較を示す．解析結果は，概ね 45 度線（図 3 のオレンジ色の線）に近い値で分布している．散布図の中で白抜きの値は差の要因が明らかになっているものである．しかし，それ以外でも誤差が大きい場所もあり，この要因については更なる検討が必要と考える．

図 4 に破堤点と図 3 で得られた誤差（解析値－観測値）の分布を示す．この図では図 3 において誤差が大きく原因が判明した箇所（白抜きの値）は省略している．赤色・オレンジ色の場所は解析値が観測値より大きいことを意味し，青色・緑色の場所は解析値が観測値より小さいことを意味する．図 4 より，浅川左岸側では解析値が観測値より大きくなる箇所が，浅川右岸側の千曲川・浅川に挟まれた地域では解析値が観測値より小さくなる箇所が多く見られた．これらは，解析に排水の影響が考慮できていないこと，破堤による低内地の侵食が考慮できていないことが関係すると考える．

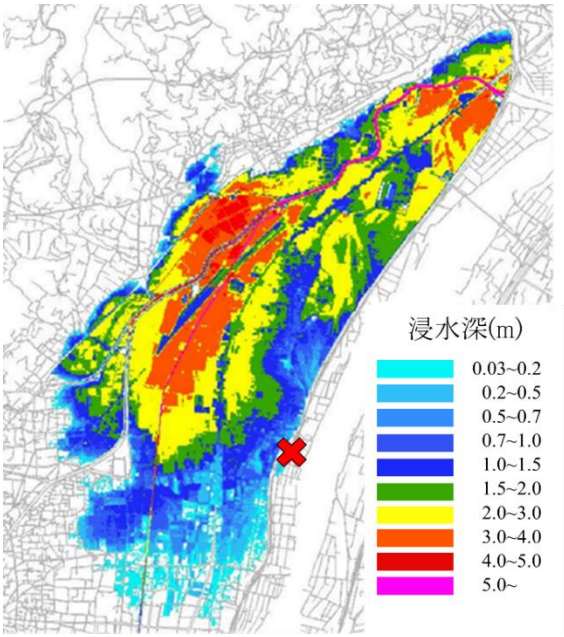

図 2　最大浸水深の分布

6. おわりに

本研究では令和元年台風 19 号により発生した千曲川の破堤氾濫に関する情報収集ならびに浸水の再現計算を行った．さらに，二瓶らによる浸水実績との比較から，解析の精度を検証し，精度よく計算できていることを確かめた．今後は，排水の影響・氾濫水の流動と被害との関係などを考察する予定である．

参考文献：1)気象庁，台風第 19 号による大雨、暴風等: http://www.data.jma.go.jp/obd/ stats/data/bosai/report/2019/2 0191012/ jyun_sokuji20191010-1013.pdf　2)国土交通省北陸地方整備局，千曲川堤防調査委員会資料: http://www.hrr.mlit.go.jp/river/chikumagawateibouchousa/chikuma-03.pdf　3)二瓶ら：千曲川穂保地区痕跡水深データ 191031，令和元年台風 19 号豪雨災害調査団中部地区資料，2019.

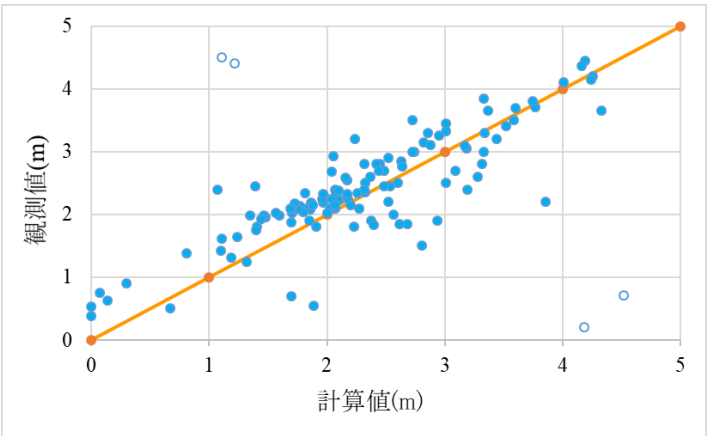

図 3　観測値と解析値の最大浸水深の比較

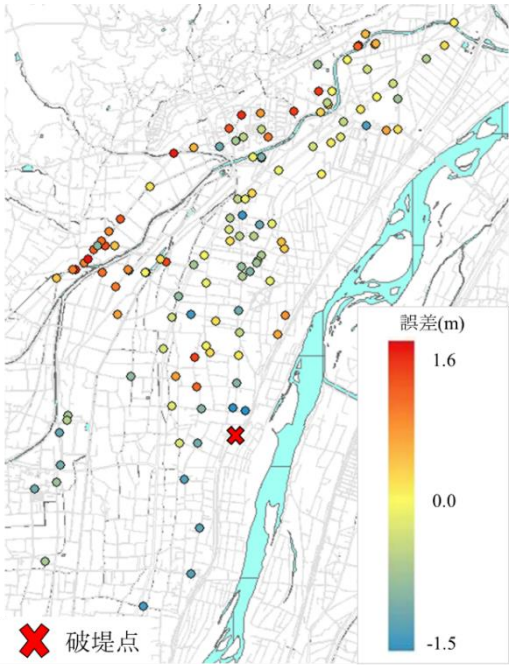

図 4 破堤点と誤差の分布