

歴史資料を用いた千曲川河道内地形の復元と明治 29 年洪水における水文量の推定方法

信州大学大学院 学生会員 ○倉田 侑征
 浜松市 非会員 松本 隼於
 信州大学 正会員 豊田 政史

1. はじめに

近年、記録的豪雨により、全国で水害が頻発している。千曲川では、令和元年台風 19 号による洪水（R1 洪水）で破堤氾濫が発生し、甚大な被害が発生した。今後も気候変動により、河川水害は激甚化することが予想されており、計画規模を見直す必要が生じた場合には、長期的な水文統計が重要になる¹⁾と考えられる。

そこで本研究では、統計開始前における水文量の推定方法を検討し、歴史洪水の復元を行った。まず、明治 26 年千曲川測量図を用いて河道内地形を復元した。次に、河川水位一覧表をもとに、千曲川における史上最大洪水、戊の満水に次ぐ規模とされる、明治 29 年洪水時（M29 洪水）の河川流量および雨量を推定した。

2. 河道内地形の復元方法

明治 26 年千曲川測量図には、横断面図、縦断面図、平面図が存在する。横断面図は 1 町（約 109m）おきに作成されており、河道内全測点について、左岸測点からの水平距離、および鉛直距離が記されている。また、縦断面図には各断面の左岸測点標高、平面図には兩岸の測点位置が記されている。まず、現在の地図上に平面図を重ね合わせ、兩岸測点の平面座標と測線を特定した。これらに対し、縦断面図および横断面図に記された座標情報を付加することで、全測点における 3 次元座標値の算出を行った。なお、本研究では平面二次元流解析を行うため、より高密度な座標情報が必要となる。そこで、各河道横断面の測点座標値から、GIS により IDW 補間を行い、河道における 5m メッシュの数値標高モデルを作成した。

3. 明治 29 年洪水時の流量推定

M29 洪水時、千曲川では 5 地点において、毎日 6 時と 18 時に水位観測が行われており、河川水位一覧表として記録が残されている。しかし、明治時代

は堤防が不連続であり、洪水時は至る所から氾濫するため、量水標における河道内流量が洪水流の総量とは限らない。そのため、水位記録を流量に換算する場合、河川流と氾濫流を一体的に解く平面二次元流解析が必要となる。

まず、観測点のひとつである上田橋量水標付近を対象に、iRIC-Nays2DFlood を用いて平面二次元流解析を行う。復元した河道内地形と、現在の堤内地形を結合した地形モデルを作成し、量水標より 3km 上流側を流入端とした。対象領域の詳細を図-1 に示す。流入端流量は定常とし、 $1000\text{m}^3/\text{s}$ から $7000\text{m}^3/\text{s}$ まで、 $1000\text{m}^3/\text{s}$ ごとに計 7 パターンの解析を実行した。

各解析結果から、流入端流量と量水標における水位の関係を整理し、図-2 に示す。量水標での最大記録水位は 5.0m であり、各解析間で水位は直線的に変化すると仮定した場合、M29 洪水時の流入端流量は $6465\text{m}^3/\text{s}$ となる。同様にして、12 時間ごとの実

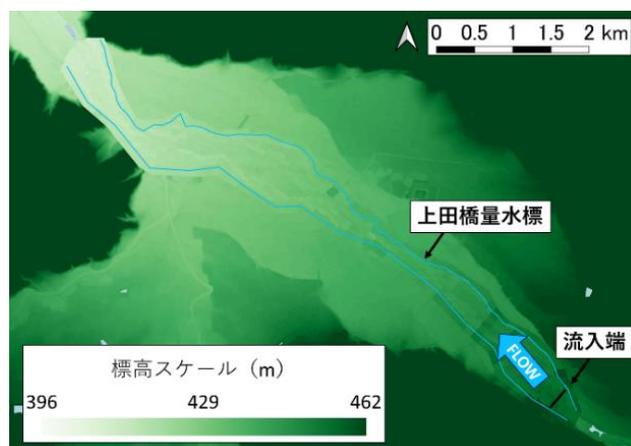


図-1 対象領域の地形モデル、量水標と流入端の位置

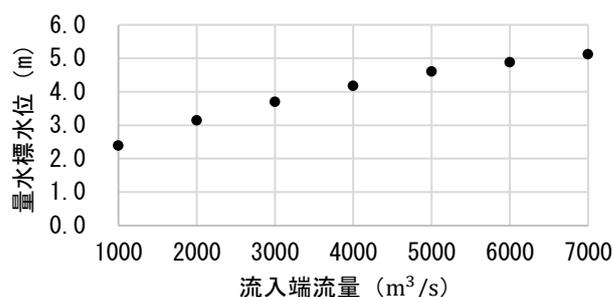


図-2 流入端流量と量水標における水位の関係

測水位を流入端流量へ換算し、それらを直線で結び洪水波形と仮定した。さらに、同一手法により塩名田水量水標付近での洪水波形を求めた。

4. 明治 29 年洪水時の雨量推定

M29 洪水時の雨量を推定するにあたり、まず統計開始後の洪水を再現できる、流出モデルを構築する。次に、既往洪水時の雨量を引き伸ばし、流出解析を行う。解析結果が、前章で仮定した洪水波形に最も近似した時の引き伸ばし雨量を、M29 洪水時の雨量とする。なお、解析には CommonMP 貯留関数モデルを用いた。

対象流域は、塩名田流量観測所から生田流量観測所までとする。これは、塩名田の現観測所と量水標の位置が同じであり、また生田観測所と上田橋量水標が比較的近くに位置するためである。境界条件は、塩名田での流量、7カ所の雨量観測点による平均雨量とし、生田での流量を算出した。対象流域と、各観測点および量水標の位置を図-3、解析に用いたパラメータ値を表-1に示す。

モデルの再現性については、平成 16 年 10 月 21 日洪水 (H16 洪水) を対象とした解析流量と、実測流量を比較することにより検討した。国土開発技術研究センターが提唱する式²⁾により誤差評価を行い、許容誤差内に収まることを確認している。

上述のパラメータ値を用いて、境界条件を M29 洪水における塩名田での流量、H16 洪水の引き伸ばし雨量として解析を行った。引き伸ばし率を変化させ、複数パターン解析を行ったところ、図-4 のように 2.0 倍雨量のパターンが、M29 洪水の波形に近い結果となった。よって 2.0 倍雨量を M29 洪水時の推定雨量とし、R1 洪水時の対象流域における平均雨量との比較を図-5 に示す。累加雨量は R1 洪水時の 1.14 倍という結果が得られた。

5. おわりに

歴史資料を活用することによる、統計開始前における水文量の推定手法を示した。本研究では千曲川の一部流域を対象領域としたが、同様の手法を用いることで、流域全体における歴史的水文量の推定が可能であると考えられる。

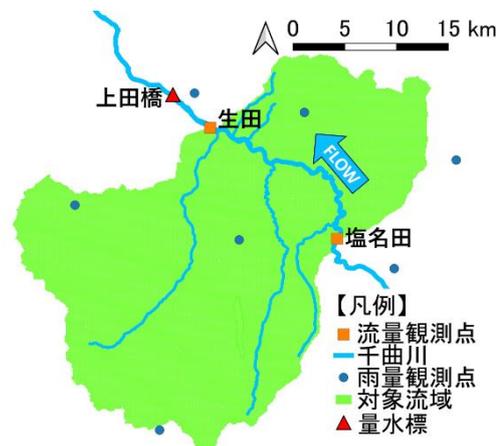


図-3 対象流域と、各観測点および量水標の位置関係

表-1 パラメータ値

貯留係数 K	7.63	飽和雨量	125~190mm
貯留係数 P	0.70	遅滞時間	4h
一次流出率	0.37	流量ずらし時間	1h

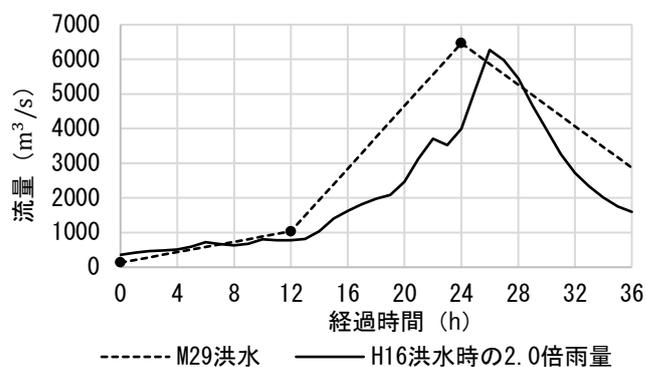


図-4 M29 洪水の推定流量と解析流量の比較

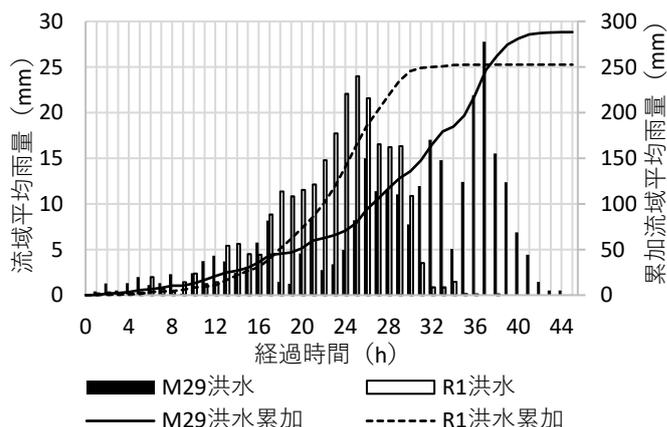


図-5 M29 洪水時推定雨量と R1 洪水時雨量の比較

参考文献

- 1) 濱井宣明, 中野晋, 高西春二, 松尾裕治: 新聞記事や水位観測記録を用いた 明治期の吉野川洪水の実態把握, 土木学会論文集 B1(水工学)Vol.68, No.4, I_1051-I_1056, 2012.
- 2) 国土開発技術研究センター: 中小河川計画の手引き (案), p.72, 1999.