

信濃川上中流域を対象とした平成 23 年新潟・福島豪雨の洪水流出解析

長岡工業高等専門学校 学生会員 ○戸倉駿人
 長岡工業高等専門学校 正会員 山本隆広
 長岡技術科学大学 正会員 陸 旻皎

1. はじめに

平成23年7月新潟・福島豪雨では信濃川本川やその支川で大規模な洪水が同時多発的に発生している。そのため、いつ、どこで、どの程度の河川流量が流れているかを一体的に予測することは効率的な水防活動を行う上で重要である。本研究では、そのための基礎研究として、信濃川上中流域（約10524 km²）を対象に分布型水文モデルを構築し、信濃川中流域の本川において戦後最大規模の洪水流量をもたらした平成23年新潟・福島豪雨を事例とし洪水流出解析を行い、モデルによって計算される河川流量の再現性の検証を行う。

2. 解析手法

分布型水文モデルは陸¹⁾の分布型水文モデリングシステムを用いて開発した。このモデルは流域を矩形メッシュ（本研究では約 250 m）に分割し、メッシュ毎にメッシュ水文モデルを用いて流出量や蒸発量などが計算され、流出量は時間遅れをともなってメッシュ中心点に流入する。メッシュ水文モデルには流出 3 成分を考慮した新安江モデルを用いた。全てのメッシュ中心点間は仮想流路で結ばれ、形成された擬河道網において河川水が追跡計算される。追跡計算手法には急流河川に適用可能なキネマティック・ウェーブ法を用いた。擬河道網の作成において、将来的に中小河川も含めた一体的な洪水予測を行うために国土交通省の KS-272（流路）、国土地理院の 1/25000 地形図、及び数値地図 50 m（標高）をもとに河川のデジタイズを行い、できるだけ実際の河川位置を反映させた擬河道網を構築した。

図-1 に信濃川の流域図を示す。本研究では平成 23 年新潟・福島豪雨による洪水（以下 2011 年洪水という）の河川流量の再現性を検証する。モデルパラメータは信濃川中流域の基準点である小千谷地点の河川流量で同定した。シミュレーションに際して河川流量を安定させるために、洪水の始まる前の 20 日程度を助走期間とした。

洪水波形の再現性を判断する方法として次式で示す Nash 効率係数 E を用いる。

$$E = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_0(i) - Q_c(i))^2}{\sum_{i=1}^n (Q_0(i) - \bar{Q}_0)^2} \quad (1)$$

ここで E は Nash 効率係数、 Q_0 は観測流量、 Q_c は計算流量、 \bar{Q}_0 は平均観測流量、 n は再現性を検証したい再現期間中のデータ個数である。一般的に E が 0.8 以上であれば波形の再現性が良いとされている。

3. 結果

本研究では小千谷地点の観測河川流量をもとにモデルパラメータの同定を行った。図-2 に小千谷地点のヒドログラフを示す。Nash 効率係数は 0.95 となり高い再現性を示した。2011 年洪水は魚野川流域からの出水が小千谷地点の河川流量に対して支配的である。そこで、図-2 に示す小千谷地点から約 15 km 上流の岩沢地点と、小千谷地点と岩沢地点の間で本川

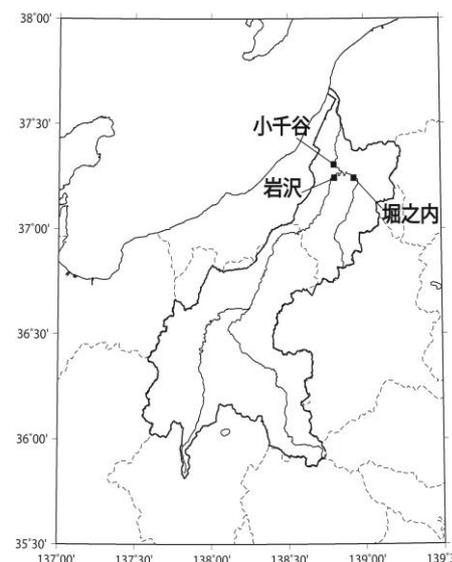


図-1 信濃川流域の概要。地点は流量観測所を示す。

キーワード 平成 23 年新潟・福島豪雨, 信濃川, 流出解析, 分布型水文モデル
 連絡先 〒940-8532 新潟県長岡市西片貝町 888 TEL 0258-34-9439

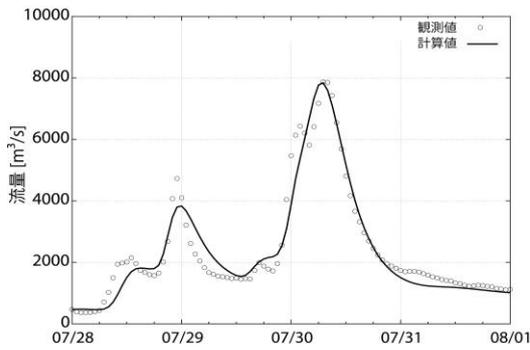


図-2 小千谷地点ハイドログラフ

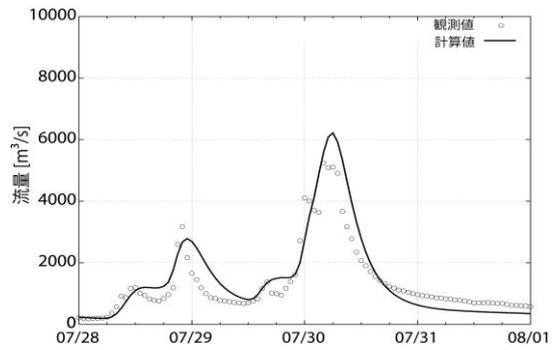


図-3 堀之内地点ハイドログラフ

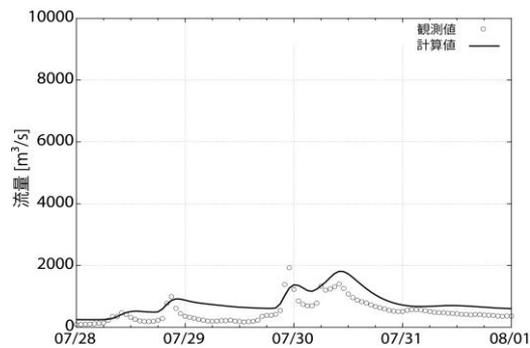


図-4 岩沢地点ハイドログラフ

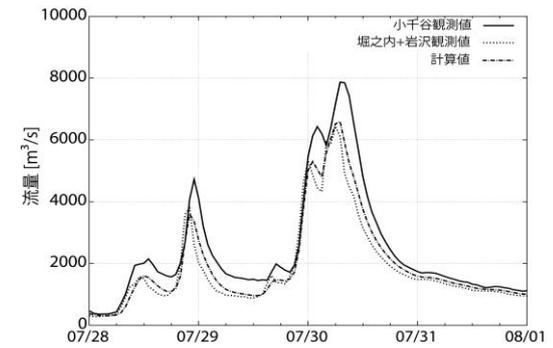


図-5 観測値ハイドログラフ

に流入する魚野川の堀之内地点の河川流量の再現性を検証した。図-3 と図-4 に堀之内地点と岩沢地点のハイドログラフを示す。堀之内地点において、Nash 効率係数は 0.82 となり比較的高い再現性を示したが、小千谷地点の再現性と比べると低く、計算ピーク流量が 1000 m³/s 程度過大に推定された。この原因を調べるために 3 つの地点の観測河川流量に着目した。図-5 に小千谷地点の観測河川流量と岩沢、堀之内地点の観測河川流量を足し合わせたハイドログラフを示す。この図より小千谷地点の観測ピーク流量が岩沢、堀之内の観測河川流量を足し合わせたピーク流量よりも約 1500 m³/s 大きいことが分かる。小千谷地点の流域面積は約 9719 km²、それに対して岩沢地点と堀之内地点の流域面積はそれぞれ 8129 km²、1408 km²程度である。つまり、後者 2 つの流域面積の合計は小千谷地点の流域面積とほぼ等しいことになるが、観測流量が大きく異なっている。そこで、前述のモデルシミュレーションに対して、岩沢地点と堀之内地点に対応するモデルのメッシュ中心点に観測流量を与えて計算を行った場合の小千谷地点のハイドログラフも図-5 に示した。この図より計算値は岩沢と堀之内の観測流量を足し合わせたものに近い値となったことが分かる。このことから 3 地点の観測河川流量のどれかに比較的大きな誤差が含まれている可能性があることが分かった。

4. まとめと今後の課題

本研究では平成 23 年新潟・福島豪雨による洪水を対象として洪水流出解析を行った。小千谷地点の観測流量でモデルパラメータを同定した結果、小千谷地点の河川流量は高い再現性を示した。しかし、堀之内地点と岩沢地点の洪水波形を調べたところ、3 地点の観測流量のどれかに比較的大きな誤差が含まれていることが分かった。今後の課題として、水位流量曲線式と流量観測結果から観測流量の不確実性を評価することや、上下流の観測流量の整合性を検証することで、計算流量の再現性の検証を行う予定である。

参考文献

1) 陸旻皎：分布型水文情報に対応する流出モデルの開発，103p，1991.