

分布型流出モデルを用いた熊野川における既往最大級の洪水の再現性の分析

京都大学大学院工学研究科 学生員 ○檜山航平
 京都大学大学院工学研究科 正員 立川康人
 京都大学大学院工学研究科 正員 Kim Sunmin
 京都大学大学院工学研究科 正員 萬 和明
 京都大学名誉教授 正員 椎葉充晴

1 はじめに 平成23年台風12号の影響により熊野川流域に記録的大洪水が発生し、甚大な被害をもたらした。今後も同様の洪水が発生する可能性は十分に考えられるため、既往洪水で同定したシミュレーションモデルを用いて大洪水の再現性の評価を行い、洪水予測などの治水対策の向上につとめる必要がある。そこで本研究では熊野川流域の風屋ダム、池原ダムそれぞれの上流域を対象として、分布型流出モデルを用い数年間の既往洪水データごとにモデルパラメータを同定した。次に同定したモデルパラメータを種々の既往洪水に適用して流出計算を行い、実績流量と比較しての大洪水の再現可能性を分析した。

2 対象洪水 大小さまざまな規模の異なる既往洪水を用いてモデルパラメータを同定して、得られたモデルパラメータを用いて洪水を再現し、その再現性を分析する。1990年、1993年、1994年、1997年、2001年、2003年、2004年の7年を対象とし、各ダム上流域で発生した洪水データを用いた。計算対象の洪水は風屋ダム上流域で29個、池原ダム上流域で26個である。洪水データは、流入量のピークが $300\text{m}^3/\text{s}$ を超えた時間を含む5~7日間を基本とし、ピーク流入量によって洪水の規模を大($2,500\text{m}^3/\text{s}$ 以上)、中($1,000\sim 2,500\text{m}^3/\text{s}$)、小($1,000\text{m}^3/\text{s}$ 以下)に分類した。また平成23年台風12号による洪水はそれらよりさらに大きい規模であったため、特大規模とした。

3 モデルの構築 斜面部には飽和・不飽和流れを考慮した kinematic wave モデルを、河道部には地表面流の kinematic wave モデルを適用して構成された分布型流出モデル^{1, 2)}を使用した。流域地形情報データは、流域地形情報を基盤とした水文モデル構築システム GeoHyMoS^{2, 3)}を用いて作成されたものを使用した。

4 既往洪水の再現と分析

流域	規模	発生年	期間	ピーク流入量
風屋	特大	2011年	8/30-9/5	4,896 m^3/s
	大	1997年	7/24-7/30	2,836
	中	2001年	8/19-8/26	1,384.2
	小	1990年	9/29-10/5	751.4
池原	特大	2011年	8/30-9/5	4,113.4
	大	1997年	7/24-7/30	3,856.2
	中	2004年	6/20-6/27	2,074.7
	小	2001年	9/9-9/15	629.6

4.1 パラメータの同定 既往洪水の再現を行うにあたり、まず風屋、池原両ダムの既往洪水を各規模ごとにそれぞれ1つずつ選定し、分布型流出モデルのパラメータ同定を行った。選定した既往洪水データを表1に示す。降雨データは同流域内の電源開発(株)による地点雨量を基に作成した5km分解能のメッシュデータを用い、風屋ダムおよび池原ダムの実績流入量に適合するようにモデルパラメータを同定した。パラメータの同定にはSCE-UA法⁴⁾を用いた。

4.2 既往洪水の再現と結果の考察 同定したパラメータを用いて他の既往洪水を再現した場合の分布型流出モデルの再現性を評価するため、風屋、池原各ダム流域につき4セットずつ求めたパラメータを、2で示した既往洪水全て(風屋ダム上流域29個、池原ダム上流域26個)に適用し流出計算を行った。再現性の評価にはNASH指標を用いた。この指標は0.7以上で精度が高いとされる。実績ピーク流量を横軸、NASH指標を縦軸にとり、計算に適用したパラメータごとの既往洪水の再現性を表したグラフを図1と図2に示す。

両流域ともに、流量の大きな洪水はパラメータによらず総じて再現性が高く、小さくなると洪水ごとでNASH指標がばらつくという結果が得られた。図3に2011年9月の台風12号による風屋ダム上流域の洪水の再現結果を示す。どのパラメータを用いても再現性は高い。これは、大規模洪水は土層厚のパラメータ値に対する影響が小規模な洪水と比べて小さいためと考え

キーワード 熊野川, 既往最大洪水, 分布型流出モデル, 平成23年台風12号

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂CクラスターC1棟

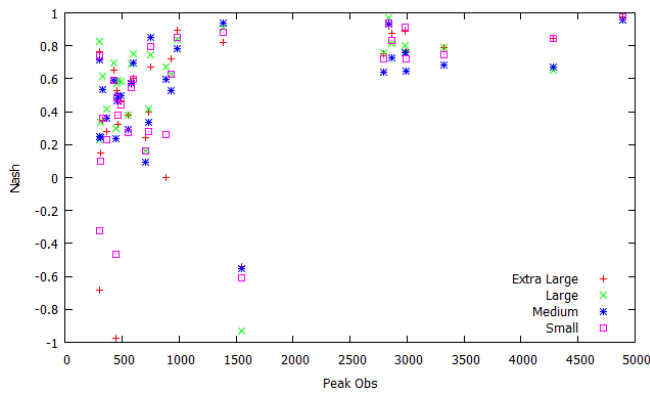


図1 ピーク流量と Nash 指標の関係(風屋ダム流域)

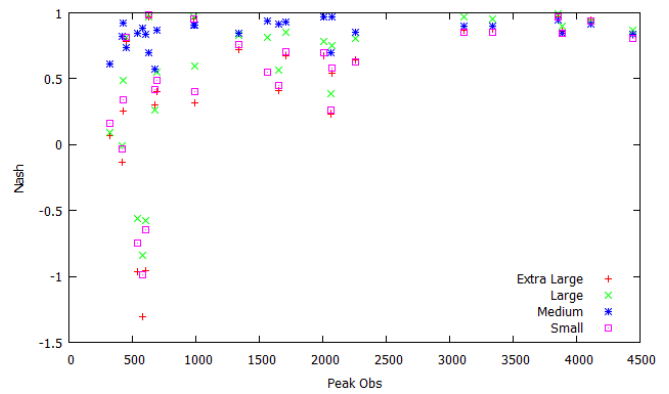


図2 ピーク流量と Nash 指標の関係(池原ダム流域)

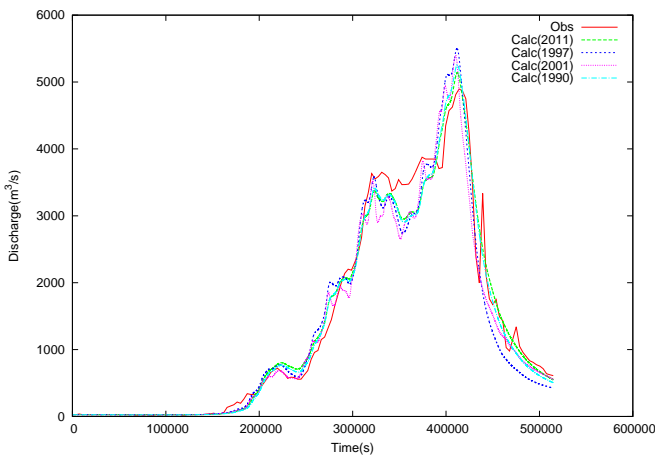


図3 2011年8月30日~9月5日(風屋ダム流域)

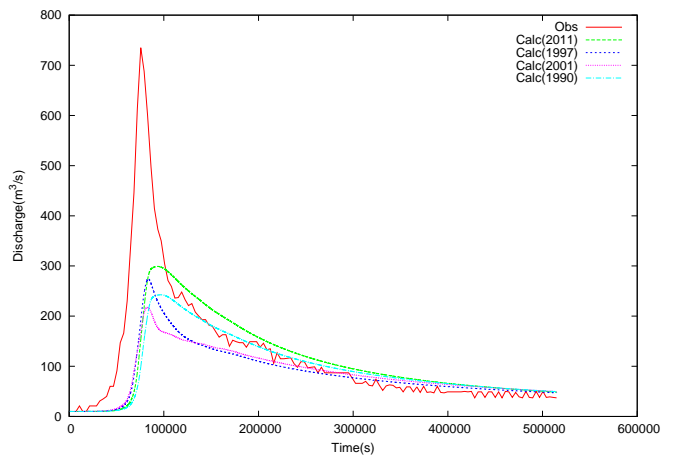


図4 2004年12月4日~10日(風屋ダム流域)

られる。また、どのパラメータ値を適用しても NASH 指標が小さい値となった2004年12月洪水の風屋ダムの実績流量と計算流量のハイドログラフを、図4に示す。風屋ダムの既往洪水は、計算流量が観測流量よりも小さく算出される傾向がある。また適用するパラメータ値による計算結果の差はあまり見られなかったが、全体として池原ダムの既往洪水の再現精度は風屋ダムの既往洪水のそれよりも高い結果となった。

また、池原ダム上流域の2004年の中洪水で同定したパラメータを適用し計算した NASH 指標は、他のパラメータを適用した時と比べ、すべての洪水に対して高い再現結果が得られた。この洪水は初期流量が少ない状況で急激な降雨によって発生した単峰のハイドログラフであり、このような形状の洪水で同定したパラメータ値は、汎用性が高くなる可能性が示唆された。

5 結論 異なる規模の洪水すべてを高い精度で再現するということはできなかったが、最大級の洪水再現については概ね高い精度で再現することができることがわかった。今後の課題として、洪水ごとの再現性がばらつく原因を分析すること、様々な規模の洪水に対

応できる汎用性の高いパラメータセットが存在する可能性を分析すること、様々な規模の洪水に対応できるモデル構造に関して分析を進めることがある。

謝辞：本研究で用いた観測データは電源開発(株)から提供された。ここに謝意を示します。

参考文献

- 1) 市川温, 村上将道, 立川康人, 椎葉充晴: 流域地形の新たな数理表現形式に基づく流域流出系シミュレーションシステムの開発, 土木学会論文集, No.691/II-57, pp.43-52, 2001.
- 2) 椎葉充晴, 立川康人, 市川温: 水文学・水工計画学, 京都大学学術出版会, 2013.
- 3) 京都大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻水文・水資源学分野: 流域地形情報を基盤とした水文モデル構築システム GeoHyMoS, <http://hywr.kuciv.kyoto-u.ac.jp/geohyomos/geohyomos.html>
- 4) Duan, Q., Sorooshian, S. and Gupta, V.K.: Optimal use of the SCE-UA global optimization method for calibrating watershed models, Journal of Hydrology, Vol. 158, pp.265-284, 1994.