

九頭竜川流域における流水制御過程を導入した分布型流出モデルの高度化

京都大学大学院工学研究科	学生員	亀川昌平
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	萬 和明
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	椎葉充晴

1 序論 九頭竜川流域には主要なダムが3基あり、その中の九頭竜ダムは発電を、他の2基は洪水調整を主目的とするダムである。本研究では、九頭竜川流域において既に構築されている分布型流出モデル¹⁾に組み込まれているダムモデルのうち、九頭竜ダムを利水機能も合わせて表現できるダムモデルに改良し、中角地点での計算流量の精度向上を目指した。さらに九頭竜ダム直下に下池として存在する鷲ダムのモデルを新たに作成し、分布型流出モデル内に組み込むことで九頭竜ダムの揚水発電時の操作を再現することを目指した。

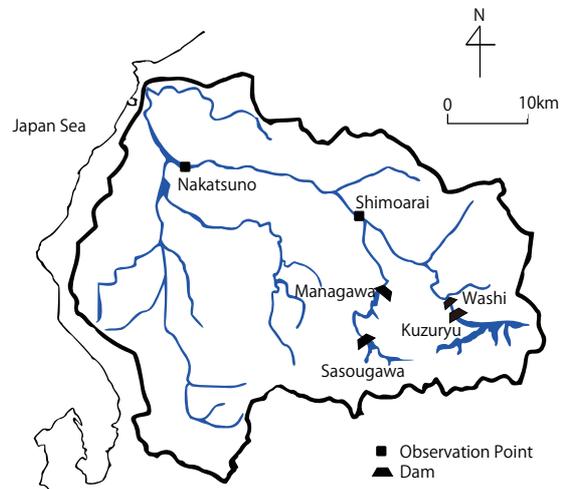


図1 九頭竜川中角上流域の主要地点

2 九頭竜川流域を対象とした分布型流出モデル

2.1 分布型流出モデルの構成 本流出モデルはまず対象とする流域の山腹斜面を小斜面(以下では斜面素片と呼ぶ)の集合体として表現し、各斜面素片に kinematic wave モデルを適用し、流域地形構造に即して上流側の斜面素片から下流側の斜面素片へと順に流出計算を行うモデルである。なおダム地点では操作規定と意思決定を定式化したダムモデルを、発電のための取水を行う地点には導水要素モデルを組み込んだ。

2.2 既存の分布型流出モデルの問題点 既存の分布型流出モデルに組み込まれている九頭竜ダムは治水機能のみを備えたダムモデルであるので、利水放流が再現されず九頭竜ダム放流量の観測値と計算値が大きく異なっていた。そのため下流の中角地点の観測流量と計算流量も大きく異なっていた。そこで、より精度の高い計算結果を得るために九頭竜ダムモデルの改良並びに九頭竜ダムの下池である鷲ダムモデルの作成に着手した。

3 九頭竜ダムモデルの改良 九頭竜ダムの放流量、揚水量を貯水位、流入量と比較したところ関連性が

見られなかったため、九頭竜ダムの放流量、揚水量を月単位でパターン化してモデル化することを考えた。

3.1 利水放流条件 月毎に日内の時間パターンを表現する放流基準量を定め、それを毎月15日の放流量とした。その他の日時の放流量は直近の4つの放流基準量との時間を内分して求める。なお放流基準量は過去4年間の放流量の月別時間別平均値であり、単位は m^3s^{-1} である。また月毎の基準水位より水位が高い場合は水位を下げるために放流量も多くなるように設定した。

3.2 揚水条件 数日おきの揚水を再現するために積算揚水到達日数と揚水基準日数を設定する。揚水基準日数は過去4年間の月別揚水回数の平均値とし、積算揚水到達日数の初期値は0とした。積算揚水到達日数に揚水基準日数を足していき、積算揚水到達日数が20を超えれば揚水を行い、20を引いて同じことを繰り返していく仕組みとした。

3.3 治水放流条件 治水放流を行うタイミングを決定するための指標として洪水基準量を設ける。洪水

キーワード：流出, 河川流量, 九頭竜川

住所：〒615-8540 京都市西京区京都大学桂CクラスターC1棟, 電話：075-383-3363, FAX：075-383-3360

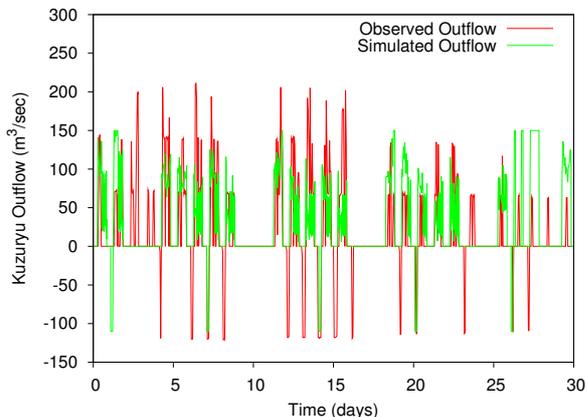


図2 九頭竜ダムの放流量及び揚水量(揚水量は負の放流量、赤:観測値、緑:計算値。)

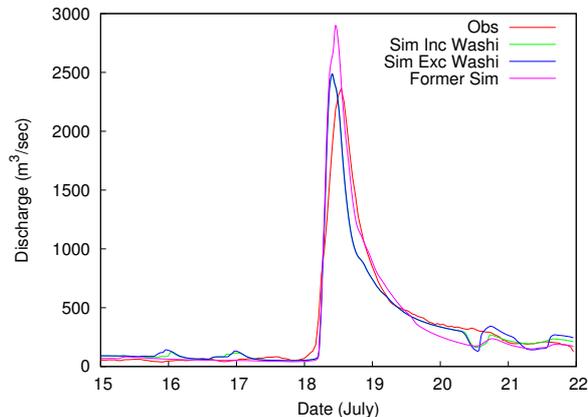


図3 中角地点での観測流量と計算流量の比較(赤:観測値、緑:鷲ダムを含む新モデルの計算値、青:鷲ダムを含まない新モデルの計算値、紫:旧モデルの計算値)

基準量は放流量と下流の下荒井堰堤の流入量を比較して $150\text{m}^3\text{s}^{-1}$ とした。

3.4 九頭竜ダムモデルの結果 利水のための放流条件、揚水条件と治水のための放流条件を組み合わせる11種類の操作からなる九頭竜ダムモデルを作成した。九頭竜ダム流入量の観測値をデータとして与えたときの計算結果を図2に示す。揚水回数に差はあるものの放流パターンは概ね再現できている。

4 鷲ダムモデルの作成 既存のモデルでは九頭竜ダムからの流入量のうち、下流にある湯上発電所へ送る流量以外は即座に河川へ放流していた。それに対し新たに作成した鷲ダムモデルは、導水管への放流量を超える分の放流量を貯水し、その最大貯水量を超える分だけ河川へ放流するようにした。また夜間の揚水に備えて最低貯水量を確保しており、九頭竜ダムからの放流がなく貯水量がこの保持水量まで減少すると導水管への放流量も0になるようにした。

5 流出計算 既存の分布型流出モデルに新たに作成した2つのダムモデルを組み込み、中角流量観測所より上流を対象とした流出計算を行った。

5.1 福井豪雨時 2004年7月18日の福井豪雨を対象として、九頭竜川流域にて流出計算を行った。図3にそれらの結果を示す。九頭竜ダムモデルを改良した結果ピーク時の流量は観測値に近づいた。また7月20日以降は鷲ダムを組み込んだ分布型流出モデルの計算流量は鷲ダムを組み込まなかった分布型流出モデルの計算流量に比べて増減が穏やかである。こ

れは鷲ダムを組み込んだモデル内で鷲ダムが九頭竜ダムから放流された水を貯留しているため、流量の増減を抑えることができたと考えられる。

5.2 平成16年台風16号襲来時 九頭竜ダムの流入量が多い場合の分布型流出モデルの挙動を調べるため、平成16年台風16号襲来時のシミュレーションを行った。その結果、流入量の計算値は観測値に近い値が得られたが中角地点でのピーク時の流量に大きな差が出た。洪水時の放流量も観測値に近い値が得られたため、下流の分布型流出モデルに問題があると考えられる。

6 結論 本研究では、九頭竜川流域を対象とした分布型流出モデルを利水面も考慮できるように九頭竜ダムモデルの改良及びその下池である鷲ダムモデルの作成を行い分布型流出モデルに新たに組み込んだ。九頭竜ダムモデルに利水機能をもたせることで大凡の放流パターンの再現が可能になり、鷲ダムを組み込むことによって以前より観測値に近い計算結果を得ることができた。今後の課題としてダムモデルの放流量を実際の動きに近づけるために発電に関する諸量の組み込みや、ダム以外の要素モデルの改良を検討する必要がある。

参考文献

1) 津留弘至, 立川康人, 椎葉充晴:九頭竜川水系における導水網およびダム貯水池機能を導入した流出シミュレーションモデルの構築, 平成21年度土木学会関西支部年次学術講演会公演概要集 CD-ROM, II-68, 2009.