

建設省土木研究所 正会員 角 哲也 袁 新 宮井 貴大 柏井 条介

## 1. はじめに

ダム貯水池の管理に関して、近年、下流河川における良好な水環境を保全するために、水量のみならず「水質的に最適」な操作が管理者に求められるようになってきている。これまでに、多くのダムで選択取水設備の設置が進められ、冷水問題や濁水長期化問題に対する一定の成果を納めてきている。その機能を十分に発揮させるためには、選択取水設備を含む放流設備全体により、洪水時及び平水時の貯水池内の流動を制御し、かつ、下流河川の状況に応じた適切な選択放流を行うことが重要であるが、実管理における効果的な操作・運用方法を決定するための手法は十分に確立されていない。本研究は、ダム貯水池における適切な水質管理を実現するための検討手法の一つとして、米国陸軍工兵隊が開発した貯水池-河道系の水量・水質計算プログラム「HEC-5Q」を用いて、ダム貯水池群の放流水質管理手法について検討を行ったものである。

## 2. HEC-5Qプログラムによる貯水池-河道系のモデル化

米国陸軍省工兵隊水文研究センターにおいて開発された一連の水理・水文プログラムのうち、HEC-5Qは上流の複数の貯水池と下流河道(支川流入を含む)から構成される水系について、水量とともに、水温、SS(濁度)、PHなどの主要水質項目についてシミュレーション計算を行うものである。最新のものでは、1)最大20貯水池、下流基準地点40箇所が設定可能、2)計算基本単位は日単位、ただし時間単位も可能、3)水質項目は、SS、窒素、リン、植物プランクトン、COD、DO、PHの他、重金属やダイオキシンまで最大21項目が設定可能である。

HEC-5Qの数値計算手法は基本的なものであり、貯水池内は鉛直次元モデルとして扱い、また、河道はセグメントに分けて物質の収支計算を行う。また、計算モードは、貯水池操作実績(放流量・放流標高)を用いて、貯水池内の水質、下流基準値点における水量・水質を再現計算するモードと、下流基準点における目標水質を与えて、これを満足する貯水池操作の最適解を求めるモードが用意されている。最適計算モードは、各水質項目ごとに目標値と重み係数をそれぞれ設定し、各放流(取水)設備の放流能力を制約条件として目標値からの乖離量を最小にする最適解を求めるものである。

## 3. 数値計算例

HEC-5Qは、米国のサクラメント川やコロンビア川などで貯水池群の水量・水質解析に広く用いられているが、ここでは貯水池及び河道で構成されるモデル流域として、東北地方建設局管内の雄物川水系の玉川ダムとその下流域を対象に適用を試みた。玉川ダムは、洪水調節、不特定、灌漑、上水、工水及び発電を目的とする多目的ダムである。ダムの建設された玉川は、上流域から強酸性水が供給されており、農業用水への利用を図るための酸性水の希釈と水力発電を目的とした田沢湖への導水が古くから行われてきている。その結果、田沢湖の酸性化と魚類の死滅が問題となり、この解決のために、上流の河川水の中和処理と玉川ダムの建設が平行して進められた。従って、玉川ダムの場合には、我が国のダムの中では珍しく、ダムからの放流水のPHの管理が重要となっている。

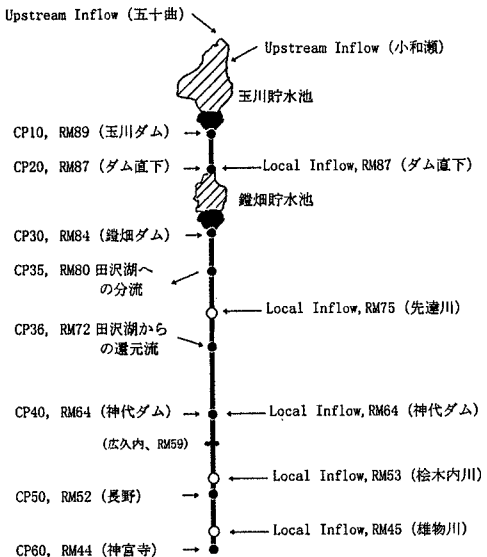


図-1 検討対象玉川水系模式図

キーワード：貯水池管理、放流水質制御、選択取水設備、HEC-5Q

〒305 つくば市大字旭1 TEL 0298-64-2211 FAX 0298-64-0164 E-mail sumi@pwri.go.jp

図-1に計算対象とした玉川ダムを含む水系を模式化して示す。水系内には、玉川、鎧畑ダムの2貯水池を、また、田沢湖に対する分流と還元流をそれぞれ考慮している。計算期間は平成4年5月から10月までの5ヶ月間、また、計算を行う水質項目は、水温、SS、DO、BOD、PHとした。玉川ダム貯水池及び下流地点(広久内)における水質変化(水温、PH)の計算値を図-2(a)~(d)に示すが実績値を良好に再現できている。次に、これを用いて、ダムからの放流(取水)標高を変化させた場合の、下流河川における水質変化を検討する。まず、玉川ダムからの放流標高を常時表層とした場合と常時低層とした場合の放流水温の変化を図-3に示す。5~6月にかけては表層放流の場合が水温が高いが、温度の高い貯留水を初期に放流してしまうために7月では常時低層放流を続けた場合の方法が逆に放流水温が高くなる。河川に求められる水温は、農業用水や魚類の生育などの観点から、季節毎に設定されることになるが、一般にダムを建設することによって、自然河川に比較して春期の低温及び夏季の高温が顕著となる。従って、5月には放流水温を上昇させるように、7~8月には放流水温を下降させるように目標値を設定し、最適な放流操作を求めたものを図-4に示す。ここで、目標値は下流広久内地点で図の点線のように与えている。また、本計算ではダム放流による影響を明確にさせるために、田沢湖に対する分流と還元流は共にないものとして計算している。図によれば、玉川ダム(放流標高8ヶ所、2m間隔)、鎧畑ダム(4ヶ所、4m間隔)共に、5~6月にかけて表層放流とし、7月以降は低層放流が選択されている。なお、ここではPHの目標値 ( $6.0 \leq \text{PH}$ ) を同時に設定しており、水温とPHの両者の条件から放流操作は決定されている。

#### 4. おわりに

本研究では、HEC-5Qプログラムを取り上げ、ダム貯水池群の放流水質管理への適用性について検討したが、ダム貯水池における水質管理は、設置された放流設備の効果的な運用にかかっている。そのためには、水系内の水量・水質モニタリングと放流操作の影響予測が重要であり、HEC-5Qは実管理の有力な支援ツールになることが期待される。

参考文献 1) R.G.Willey et al. :

Modeling Water-Resource Systems For Water-Quality Management, Journal of Water Resources Planning and Management, ASCE, Vol.122 No.3, P171-179, 1996

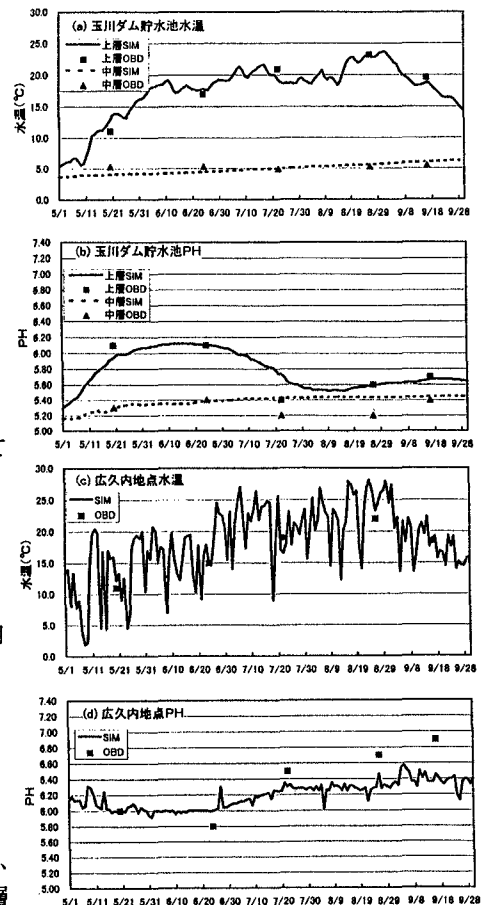


図-2 水質再現計算結果

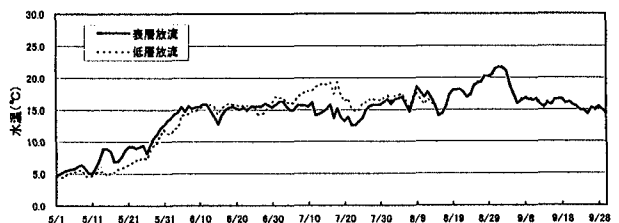


図-3 玉川ダム放流水温

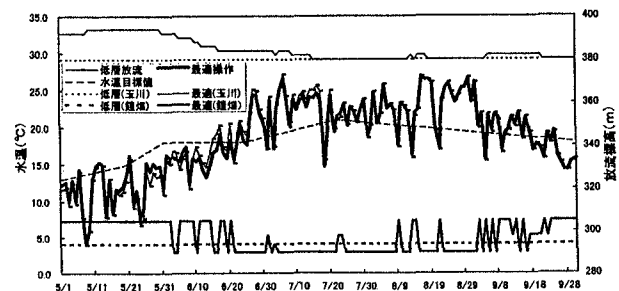


図-4 低層放流と最適操作による広久内地点の水温比較