

京都大学 正員 松尾直規
京都大学 正員 岩佐義明
東北電力 遠藤正昭

はじめに：成層化した貯水池における、洪水による成層変化は、渇水長期化など、貯水池の水質問題に関連し、解明すべき重要な課題である。筆者らは、洪水による成層変化の実態を観測資料を用いて詳細に調べ、平均的あるいは局所的な内部フルード数、および水文学的指標によるマクロな解析を通じて、その定性的、定量的な把握を行なうとともに、貯水池水の挙動を表現する数学的モデルを作成し¹⁾、それによる成層変化の数値解析を行なっている。本報では、この数値解析を中心に述べる。

数値解析モデル：モデルは筆者らの二次元水盤予測モデル²⁾をベースとし、貯水池水の力学的挙動をできる限り忠実に表現し、境界条件の変化に対応するため、従来のように、あらかじめ運動条件を規定することなく、運動量保存式と連続式から直接流速分布を求め、それを用いて、水温、濁度を計算していくものである。基礎式は、図-1に示す水平要素をコントロールボリュームとし、積分した形で次のように表わされる。

$$\text{連続式: } \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{1}{A} \left[u_n A_n + \Delta y (u_i B_i - u_{i+1} B_{i+1}) \right] - U$$

$$\text{運動量保存式: } \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{1}{A} \left[u_n A_n + \Delta y (u_i B_i + \frac{1}{A} \frac{\partial u}{\partial x} A \frac{\partial u}{\partial x} \Big|_{x_i} - \frac{1}{A} \frac{\partial u}{\partial x} A \frac{\partial u}{\partial x} \Big|_{x_{i+1}}) \right] - \frac{1}{A} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{1}{A} \left[D_{xy} B \frac{\partial u}{\partial x} \Big|_{x_i} + \frac{1}{A} \frac{\partial u}{\partial y} \Big|_{y_n} \right] - (2)$$

$$\text{熱エネルギー式: } \frac{\partial T}{\partial t} + \frac{1}{A} \left[u_n A_n + \Delta y (u_i B_i + \frac{1}{A} \frac{\partial u}{\partial x} A \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x_i} - \frac{1}{A} \frac{\partial u}{\partial x} A \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x_{i+1}}) \right] - \frac{1}{A} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{1}{A} \left[D_{xy} B \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x_i} + \frac{1}{A} \frac{\partial T}{\partial y} \Big|_{y_n} \right] - \frac{1}{A} \frac{\partial u}{\partial y} \Big|_{y_n} \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x_i} - (3)$$

$$\text{物質輸送式: } \frac{\partial C}{\partial t} + \frac{1}{A} \left[u_n A_n + \Delta y (u_i B_i + \frac{1}{A} \frac{\partial u}{\partial x} A \frac{\partial C}{\partial x} \Big|_{x_i} - \frac{1}{A} \frac{\partial u}{\partial x} A \frac{\partial C}{\partial x} \Big|_{x_{i+1}}) \right] - \frac{1}{A} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{1}{A} \left[D_{xy} B \frac{\partial C}{\partial x} \Big|_{x_i} + \frac{1}{A} \frac{\partial C}{\partial y} \Big|_{y_n} \right] - \frac{1}{A} \frac{\partial u}{\partial y} \Big|_{y_n} \frac{\partial C}{\partial x} \Big|_{x_i} - (4)$$

貯水池への適用：上述の(1)、(2)式より、時間的には前進差分、空間的には図-2のようなスキームを用いて流速を計算し、(3)、(4)式より従来と同様の方法で、水温、濁度を求めていく。このとき、(2)式の $-\frac{1}{A} \frac{\partial p}{\partial x}$ の項は無視して計算を進め、貯水池上流端では、対数則で、取水口、放流口ではオリフィスの式によつて流速を仮定している。モデルは、徳島県那賀川水系の長安口、川口両貯水池、および淀川水系の天ヶ瀬貯水池に適用し、年間の水温変化の予測と、洪水による成層変化、および渇水滞留現象の数値シミュレーションを行なった。図-3は其の一例であり、観測値と、筆者らの二次元モデル(モデルA)、および上述のモデル(モデルB)の計算結果を比較して示したものであるが、モデルBでは、観測値とより良好な一致を示していることがわかる。しかしながら、8月末の洪水による成層破壊の過程については、満足できる結果とはいえず、貯水池底層部の計算上の取扱い、分散係数の評価、対流条件の取扱いなど、さらに検討を要する。その他の計算例と計算条件の詳細については講演時に述べることにする。

参考文献：1) 岩佐、松尾、遠藤、小川；ダム貯水池における成層破壊について、昭52年夏内政研年講、2) 岩佐、松尾、遠藤；貯水池の水温予測について、第31回年講

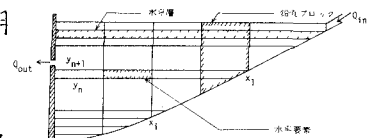


図-1 貯水池概念図

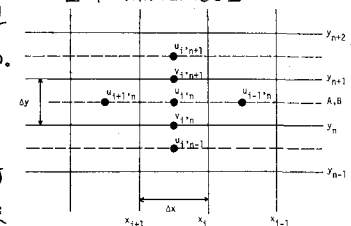


図-2 流速計算のスキーム

長安口貯水池

1975年

—— モデル A
—— モデル B (計算法 A)
—— モデル B (計算法 B)
● 観測値

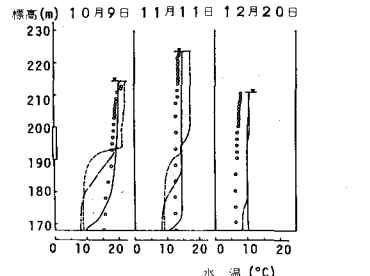
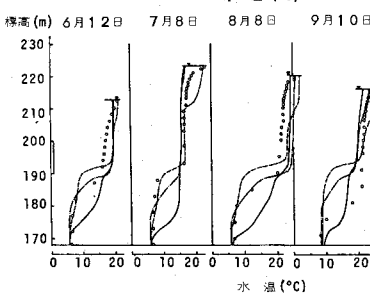
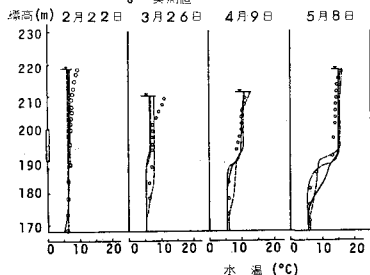


図-3 水温分布の年変化