

2方向多層流モデルによる貯水池水理に関する数値解析的研究

京都大学工学部 正 員

岩佐 義朗

中部大学工学部 正 員

松尾 直規

青 木 建 設 正 員

雑賀 正嗣

京都大学大学院 学生員

○山田 哲也

1、はじめに；本研究は、貯水池の水理現象、特に富栄養化の課題に関して、水温及び各種水質濃度の変化過程をより詳細に 解析することを目的として直交曲線座標を用いた2方向多層の数学モデル、並びにその数値計算手法を開発し、その適用性を検討したものである。実貯水池

2、メッシュ分割について；本研究では、可能な限り手作業によらず、計算機によって処理でき、しかも実貯水池に対しより一般性のある方法を検討した。図1に室生貯水池のメッシュ分割を行った際の分割過程を示す。同図では、実貯水池の各標高毎の平面図より、地形形状の特徴を表し得るよういくつかの座標点を取り、それらのデータを用いて貯水池をモデル化した上でコントロール・ボリュームとしてのメッシュ分割をすすめている。このようにして生成されたメッシュは図2で示すように、主方向の長さが約65.0~390.0 m、横断方向の幅が30.0 m、鉛直方向の厚さが2.0 mとなっており、メッシュ数は主方向に上流端からダムサイトまで最大22分割、横断方向に最大8分割、深さ方向には24分割となっている。なお、実際現象の忠実な再現という点から言えば、上述したようなメッシュ分割に際して現象の空間的一様性が考慮されなければならないことは言うまでもない。

3、計算条件と対象領域；直交曲線座標系における基礎方程式は相当煩雑であるが、これは距離修正メトリックが各方向距離 x_1 、 x_2 、 x_3 の関数となっていることに起因する。そこで今回は上述のメッシュ分割法に際し、横断方向及び水深方向の距離修正メトリック h_2 、 h_3 については1.0で座標によらず一定とし、メッシュ幅及び厚さを一定とする。 h_1 は x_1 、 x_2 方向には変化するが x_3 方向には一定として設定する。また貯水池内においては主流方向の流速成分 u_1 に比べ幅方向および水深方向の成分 u_2 、 u_3 は一般に充分小さく、その変化もゆるやかなので u_2 、 u_3 に関する運動方程式中の拡散項にふくまれる微小項を省略する。なお、このようにして得られた基礎式は、紙面の都合上講演時に示すことにする。計算対象領域は、ダムサイトから上流約3.6 kmの地点まで、標高247.0 mから297.0 mの範囲であり、本川流入、支川流入、取水塔からの流出、ダム放水、洪水時の中央部クレストからの放水という5箇所の流入・流出境界がある。陸地境界については、境界に対し垂直な方向の流速成分が0であり、



モデル化された貯水池

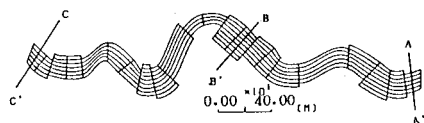


計算領域としての貯水池



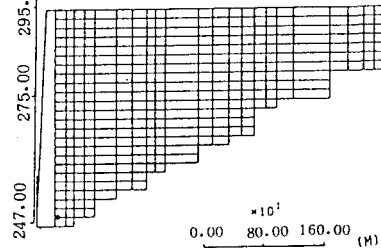
図1 地形の流れ図

平面図



縦断面

(m)



横断面 A-A'

B-B'

C-C'

図2 計算領域

Yoshiaki Iwasa, Naoki Matsuo, Masatsugu Saika, Tetsuya Yamada

かつNon-Slip条件を適用する。また、水温、濃度に関しては分散量が0となるようにそれぞれの勾配を0とする。流入水温に関しては初期値と同じ水温15℃を境界条件として与える。初期条件について静水状態において、15℃の一樣水温場を決定する。

4. 計算結果とその考察；1983年の室生ダム管理月報

1) によれば、室生ダムの平常時における平均的な流況は、本川流入が約 $1.8\text{m}^3/\text{sec}$ 、支川流入が約 $0.4\text{m}^3/\text{sec}$ 、取水口からの流出が約 $0.9\text{m}^3/\text{sec}$ 、ダム放水が約 $1.3\text{m}^3/\text{sec}$ となっている。これらを流出入条件として与え、計算した例が、図3である。これは、標高275.0m（取水口の存在する層）と標高287.0m（表層の一つ下の層）の2平面における流速ベクトルと最深部を有する縦断面における流速ベクトルを示す。これによると流速の最大値は流入流出境界を除けば流入端付近の表層メッシュに現れ $3.0 \times 10^{-3}\text{m}/\text{sec}$ 程度である。ダム付近の深水層では 10^{-4} から 10^{-5} 以下のオーダーの流速しか持たずほとんど流れが生じていない事がわかる。流れは上流から下流へ向かうものが卓越しているが、所により横断方向への流れが見られ平面形状並びに流出入条件の特徴に対応した流速分布形状が少なくとも定性的には妥当に表現されている。図4は滞留時間の分布を示す。同図での滞留時間は各メッシュごとに求められメッシュの大小にかかわらず比較できるものである。なお、上の図は、支川流入が0である時の図であり、下の図は上述の場合である。いずれも流れの状況は、ほぼ同じで、滞留時間についても同じような分布を示しており、下流で、滞留時間が長く藻類が増殖し易い条件を持っている。また横方向に飛び出しのあるメッシュ付近、すなわち貯水池幅が広がる所の側岸部において滞留時間が長くなっている。ここで示された値が、水の華や淡水赤潮のような藻類の大量発生とどのような相関性があるかまでは、実測資料が乏しいため不明だが少なくとも藻類の発生しやすい水理条件は示していると考えられる。

5. おわりに；本研究で開発された2方向多層流モデルによる解析では、対象とする貯水池の幾何形状並びに、流出入条件の影響をより忠実かつ詳細に再現することが可能であり藻類の発生に関する好適条件など流れの挙動と各種水質分布との関係を明らかにする上での極めて有用な情報を提供しうることがわかった。今後とも支川及びより複雑な地形の計算領域への取り込みというような残された課題について検討を進めたい。（参考文献）1）木津川上流水質保全対策業務報告書、建設省近畿地方建設局木津川上流工事事務所、1982

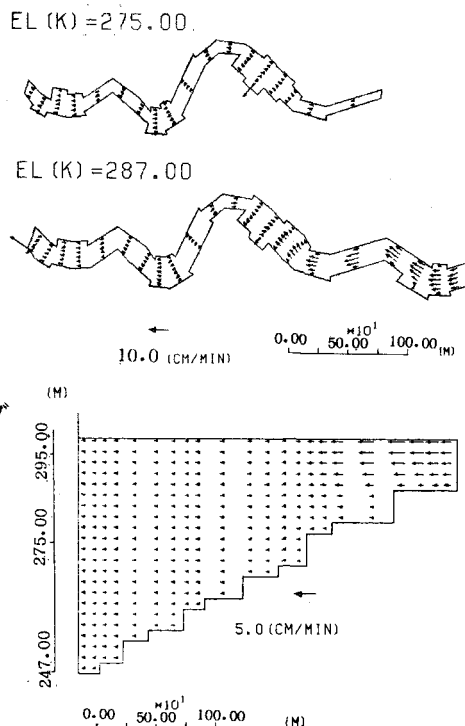


図3 水平面及び縦断面における流速ベクトル

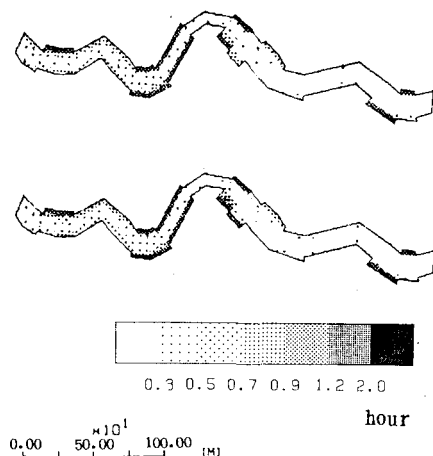


図4 滞留時間