

II-199 平面多層モデルによる堰湛水池の流れと水質の数値解析

京都大学大学院 学生員 友近文志
 中部大学工学部 正 員 松尾直規
 鹿 島 建 設 正 員 福井直之

1. はじめに; 地形形状を表現し、実際現象をできるだけ忠実に取り扱うため直交曲線座標系による平面多層流モデルを用いて、堰湛水池における水理解析を行い、その有効性を検討すると同時に、各種境界条件と流れ、および各種水質濃度の関連を考察する。

2. 数値解析モデルと計算法; 基礎方程式は、直交曲線座標系を用いて記述される連続式、運動量保存式、水温・富栄養化関連の各種水質濃度の収支式、密度に関する状態方程式で構成される。水質指標としては、珪藻類、藍藻類、及び緑藻類その他に大分した藻類の現存量と対応するクロロフィルa濃度、動物プランクトン現存量に相当する炭素濃度、栄養塩である無機態及び有機態窒素、リンである。なおこれらの定式化にあたっては水温、日射の影響、捕食に関する飽食効果などを考慮している。1) 水深方向に等間隔多層分割し、平面的には水域形状に沿った流れ方向と幅方向の直交曲線群により3次元分割する。数値解析にあたっては、これらの分割されたブロックについて基礎方程式を積分展開したうえでStaggered-schemeを用いてexplicit型の階差式に変形している。このとき移流項に2次精度の風上差分を、拡散項には中央差分を用いている。2)

3. 計算結果と考察; 以上の方法を全長約8kmの河口堰湛水池に適用した。計算時間は出水時を含む14日間である。初期水温及び各種水質濃度については計算開始時の流入水温、濃度に等しいとした。また、初期流速は、計算開始時の流量条件を与えて静水状態より24時間計算した時の値とした。流入の条件としては、本川流入に加えて堰上流6.9kmの地点において支川流入を、また、堰上流0.5kmの地点(case1)または6.2kmの地点(case2)において3.0m³/sの取水を考えて、堰からの放流は堰両岸のブロックにおいてオーバーフローで流入量=流出量となるようにした。図1~3に出水時の3月21日と出水後の3月25日における計算結果を表す。図1では、21日の出水時に平

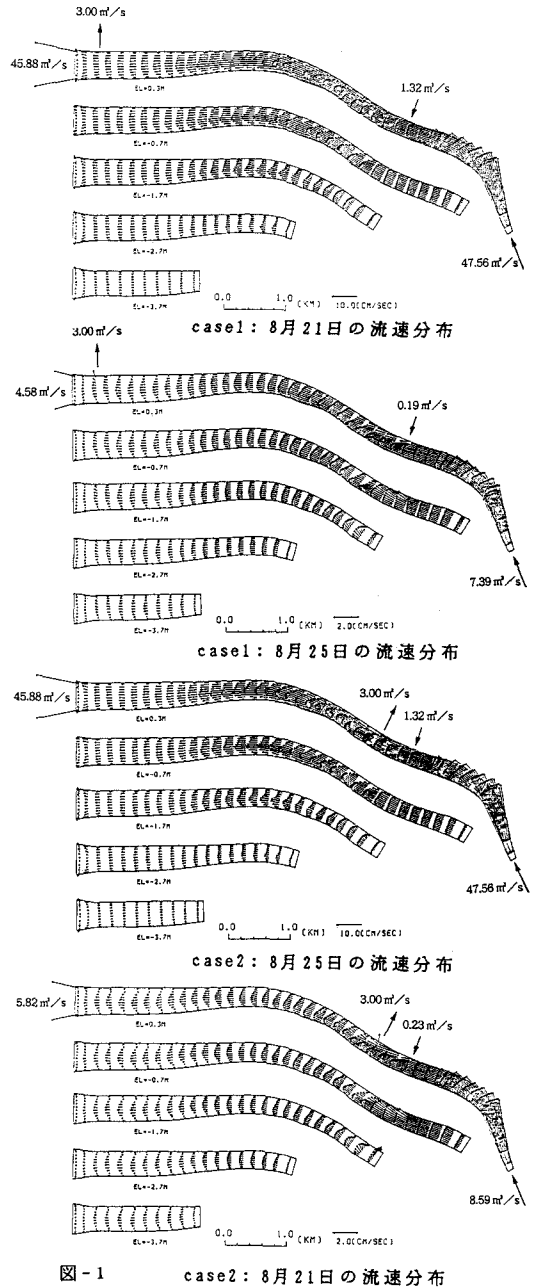


図-1 case2: 8月21日の流速分布

常時の5倍もの流速がみられ、支川流入量および取水量は本川流入量に比べて小さいのでそれらの影響はあまり見られない。一方、平常時には支川流入が合流後の流速分布に大きく影響しており、またcase1とcase2を比べてみると取水位置の影響が顕著で、case1では流れが取水口に引き寄せられる状況が、case2では取水を上流に設けた事により、下流での流速が小さくなる傾向がみられる。なおいずれの結果も、堰湛水池形状と境界条件に対応した流速分布が経験的に妥当と考えられる形で表現されている。

図2は無機態窒素の濃度分布を示す。無機態窒素は本川からの流入濃度が支川からの流入濃度に比べ小さい。そのため、出水時には流入水によりそれまでの高濃度が希釈される状況が、平常時には支川からの高濃度水が移流拡散される様子がみられる。case1とcase2を比較すると、case2では支川合流後、そのすぐ下流で取水するため平常時に取水の位置より下流部での流入物質の拡がり方が小さい。また堰上流に滞留した出水前の高濃度水の排出は、case2の方が遅れる傾向も見られる。なお、同様の初期条件及び境界条件をもつ有機態窒素及び無機態リンにおいても同じ傾向がみられた。

図3はクロロフィルa濃度分布をcase1のみに示したものである。クロロフィルaも出水によって希釈され、濃度が低くなるが出水のおさまった25日にはわずかながら増加しているのがみられる。これは出水後、図2に示したような支川からの栄養塩の流入や日射などプランクトンの成長に適した気象条件が寄与した結果である。

4. おわりに; 直交曲線座標系による平面多層モデルを河口堰湛水池に適用し流れの特徴を明らかにするとともに取水口の位置の相違を比較した結果、堰での放流操作及び取水口の位置が湛水池内の流れに大きな影響を及ぼすことが予測された。また、栄養塩、クロロフィルaなどの水質分布の解析においても取水口の位置の相違により差が生じることがわかった。

参考文献

- 1) 松尾他: 平面多層モデルによる貯水池の富栄養化現象の数値解析、土木学会水工学論文集第35巻、1991
- 2) 福井直之: 平面多層モデルを用いた河口堰湛水池の水質予測に関する水理学的研究、京都大学修士論文、1992

