

ダム貯水池の鉛直二次元水質解析モデル

佐賀大学工学部 ○学生員 川邊 学 正会員 古賀憲一
 佐賀大学低平地研究センター 正会員 荒木宏之
 佐賀大学大学院工学系研究科 学生員 長澤 順

1.はじめに ダム貯水池の富栄養化、冷濁水問題を解決するために種々の水質解析モデルがこれまで開発されている。著者らは、これまで、鉛直一次元ボックスモデルを構築し、複数のダムに適用し、その有効性を確認している。^{1)~3)}本研究は、これまでの成果を踏まえつつ鉛直二次元水質解析モデルへ拡張することを目的として、水塊モデル⁴⁾を基礎とした水質モデルにより利水専用ダムでの水質計算を行い実測値の再現を試みたものである。

2.解析方法 ダム貯水池内の一つのボックス(水塊に相当)における COD 保存式は下記の通りである。水温に関する基礎式については、割愛するが土研モデルでも使用されているものと同様である。

$$\frac{d(COD \cdot V)}{dt} = r_p \cdot V \pm w \cdot COD \cdot A \pm L_{exc}$$

(質量変化) (藻類増殖・死滅) (沈降) (交換)

ただし、 $r_p = K_1 \cdot f_{T1} \cdot COD \cdot I - K_2 \cdot f_{T2} \cdot COD \cdot V$

(増殖) (死滅)

ここで、V:容量 w:沈降速度 A:沈降面積 K_1 :増加速度係数 f_{T1} :生産に係わる温度係数(= $\theta_1^{T-T_1}$)

K_2 :死滅・分解速度係数 f_{T2} :死滅・分解に係わる温度係数(= $\theta_2^{T-T_2}$)、 L_{exc} :交換負荷(他層との混合) I:水中照度

本研究で用いた鉛直二次元モデルは、水資源開発公団で開発された水塊モデル(Fortran 言語版)と呼ばれているものをベースに構築した。水塊モデルの流れモデルは、水塊ボックスがその容積を保持しつつダム流出入量や密度差により移動(変形)することを基本概念としており、拡散輸送を加味してボックススケールを調整すれば、固定座標(Euler 的取扱い)での数値分散による影響を回避でき、且つより少ないボックス数での計算が可能などの特長も有している⁴⁾。本研究では、簡便モデルによる富栄養化の水質計算を主目的としているために、対象水質項目は水温、CODとした。河川からの流入負荷はL-Q式により与えた。水温予測に必要な流入水温は実測値を与え、日照、気温データはダム周辺地域の気象データを参照して与えた。水温、COD 濃度鉛直分布の初期値は実測値に基づいて年別に与えた。藻類増殖・死滅速度はいずれも1次反応式で与えた。生産層の水中照度は Lambert-Beer 式に従うものとした。

3.計算結果及び考察 図-1に昭和59年と平成5年のダムサイトの表層部における水温と COD 濃度の計算結果と実測値との比較を示す。表層水温については、概ね良好な再現結果であることが分かる。COD につ

いては、昭和59年の8、9月において計算値が実測値を若干上回る結果となっているが全般的には良好のようである。図-2に、昭和59年における水温と COD 濃度の鉛直分布計算結果の一例を示す。深層水の水温に若干の違いが生じているが、成層期における水温躍層や循環期にお

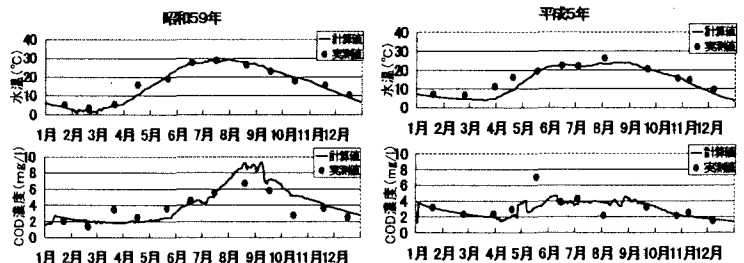


図-1 表層部水質計算結果

る水温分布の再現は概ね良好のようである。COD 濃度の鉛直分布については、10月の底層付近における密度流由来と思われる COD の高濃度化現象を十分に再現し得ていないようである。今回は、SS 濃度の水質計算を行っていないために、懸濁性物質由来の密度流が十分に再現されていないものと思われる。図-3に、鉛直方向の COD 濃度分布の経日変化（平成5年9月3日～7日）を地点別に示す。9月3日に九州地方に大型の台風が上陸し、ダムへの流入量が $35\text{m}^3/\text{s}$ と前日の約5倍に増加しており、多量の懸濁性物質を含んだ濁水がダム貯水池に流れ込んだものと思われる。このことを踏まえて、躍層付近に流入した高濃度 COD 水塊がダムサイトへ輸送される様子がうかがえる。前述した SS 由来の密度流現象が他の水質項目に及ぼす影響については、今後の検討課題としたい。

4.まとめ 本研究では、利水専用ダムの水温と COD 濃度について水塊モデルをベースとした鉛直二次元モデルを用いて水質計算を行い、概ね実測値を再現することができた。今後は、懸濁性物質の挙動を考慮した検討を進め、富栄養化モデルや冷濁水モデルへの適用を試みたい。

謝辞：本研究を遂行するに際してプログラム提供や貴重なコメントを頂いた工藤勝弘室長（水資源開発公団試験研究所）を始めとして水資源開発公団・試験研究所の関係各位に深謝致します。

【参考文献】

- 1) 白岩・古賀・荒木・市山：鉛直一次元モデルによる北山ダムの水質解析，土木学会第51回年次学術講演会，平成8年9月
- 2) 白浜・市山・古賀・荒木：鉛直一次元モデルによるダム貯水池の水質解析，土木学会西部支部，平成9年度
- 3) 市山・古賀・荒木：洪水調整を主体とした多目的ダムの水質解析，土木学会第52回年次学術講演会，平成9年9月
- 4) 高田利彦：貯水池水質シミュレーションのための水塊モデル（移動・変形型分割要素法）の原理（水資源開発公団）

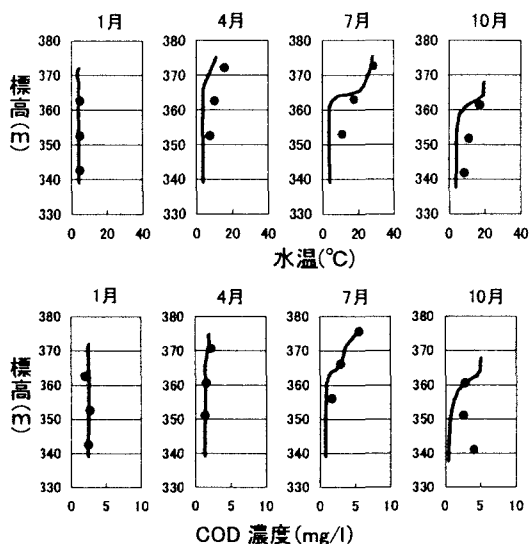


図-2 鉛直水質分布計算結果（昭和59年）

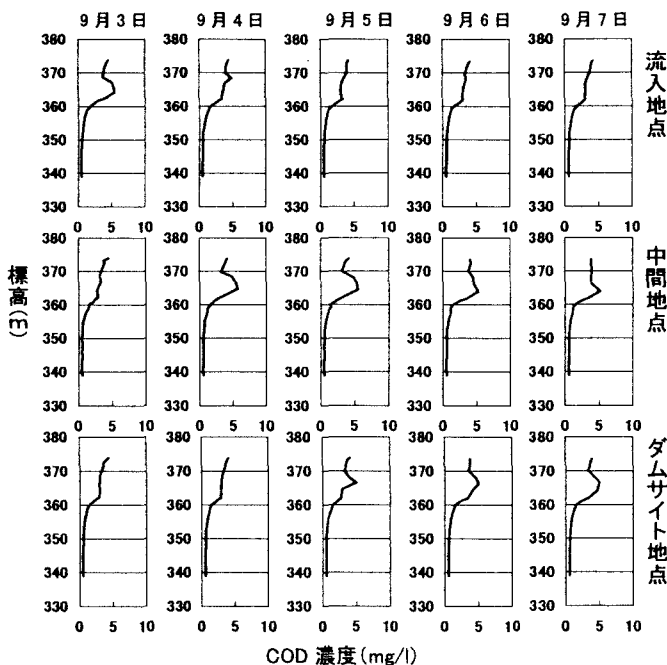


図-3 鉛直方向 COD 濃度経日変化（平成5年）