

ボックスモデルを用いたダム貯水池の水質解析

佐賀大学大学院工学研究科 ○学生員 松山泰也
 佐賀大学理工学部 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研究科 学生員 川邊 学

1.はじめに 本研究で用いたボックスモデルは、ダム貯水池における水質解析を目的とした鉛直一次元水質解析モデルである。これまで複数のダムについて、COD、SSなどを計算対象として、実測値との再現性が良好であることを確認している。1)2) 本研究では、従来のボックスモデルに藻類(緑藻、珪藻、藍藻)の増殖特性を考慮してモデルの整合性を高め、回転率の異なる3つのダム、Mダム(19.5回/年)、Yダム(6.2回/年)、Kダム(2.0回/年)に適用を試みた。

2. 解析方法 藻類の増殖速度は Monod 型で表現し、増殖速度の季節変化は温度補正係数を用いて与えた。水温はダムの実測水温データを用いた。CODは、藻類由来と流入負由来との和とし、COD流入負荷はL-Q回帰式で算出し、河川からの藻類の流入は無いものとした。水質再現期間は、MダムについてはS61~H7の10年間、YダムとKダムはH1~H8の8年間とした。計算ステップはすべてのダムで1日とした。水温分布の実測値を参考にして表層ボックスの水深を設定した。本研究で用いた各ボックスの基礎式を以下に示す。

$$\frac{d(X_{i,j} * V_i)}{dt} = L_n(X_{i-1,j}) - L_{out}(X_{i,j}) + w_j * f_{T1,j-1} * X_{i-1,j} * A_{i-1} - w_j * f_{T1,j} * X_{i,j} * A_i + P_j(X_{i,j}) - D_j(X_{i,j}) \pm L_{EXC} \quad (1)$$

$$P_j(X_{i,j}) = \mu_{max,j} * f_{T2,j} * V_{EFF} * \frac{IN}{K_{IN,j} + IN} * \frac{IP}{K_{IP,j} + IP} * X_{i,j} \quad (2) \quad D_j(X_{i,j}) = R_j * f_{T3,j} * X_{i,j} * V_i \quad (3)$$

$$\frac{d(COD_i * V_i)}{dt} = L_n(COD_i) - L_{out}(COD_i) + w_{COD} * f_{T1,j-1} * COD_{i-1} * A_{i-1} - w_{COD} * f_{T1,j} * COD_i * A_i \pm L_{EXC} \quad (4)$$

X:藻類の濃度 V:ボックス容量 A:沈降面積 w:沈降速度 Lin:流入負荷 Lout:流出負荷 P:増殖量 D:分解量 L_{EXC}:交換流量(表層のみ) COD:有機物濃度 IP:無機態リン濃度 IN:無機態窒素濃度 V_{EFF}:生産層の容量 f:温度補正係数(f_{T1}:沈降, f_{T2}:増加, f_{T3}:分解量)j:1~3は順に緑藻、珪藻、藍藻を示す i:ボックス番号

(1)式は、各ボックスの藻類濃度の変化量を示し、(2)・(3)式は各々藻種の増殖,死滅を示している。(4)式は各ボックスにおける河川由来COD(流入負荷)の物質保存式である。ダム貯水池のCODは(1)式で得た藻類由来のCODと(4)式で得た河川由来の有機物との総和である。

図-1に各ダムにおける藻類の温度補正係数のグラフを示す。

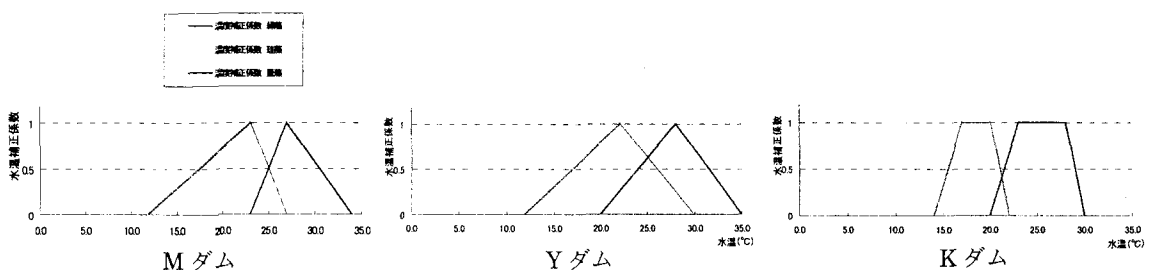
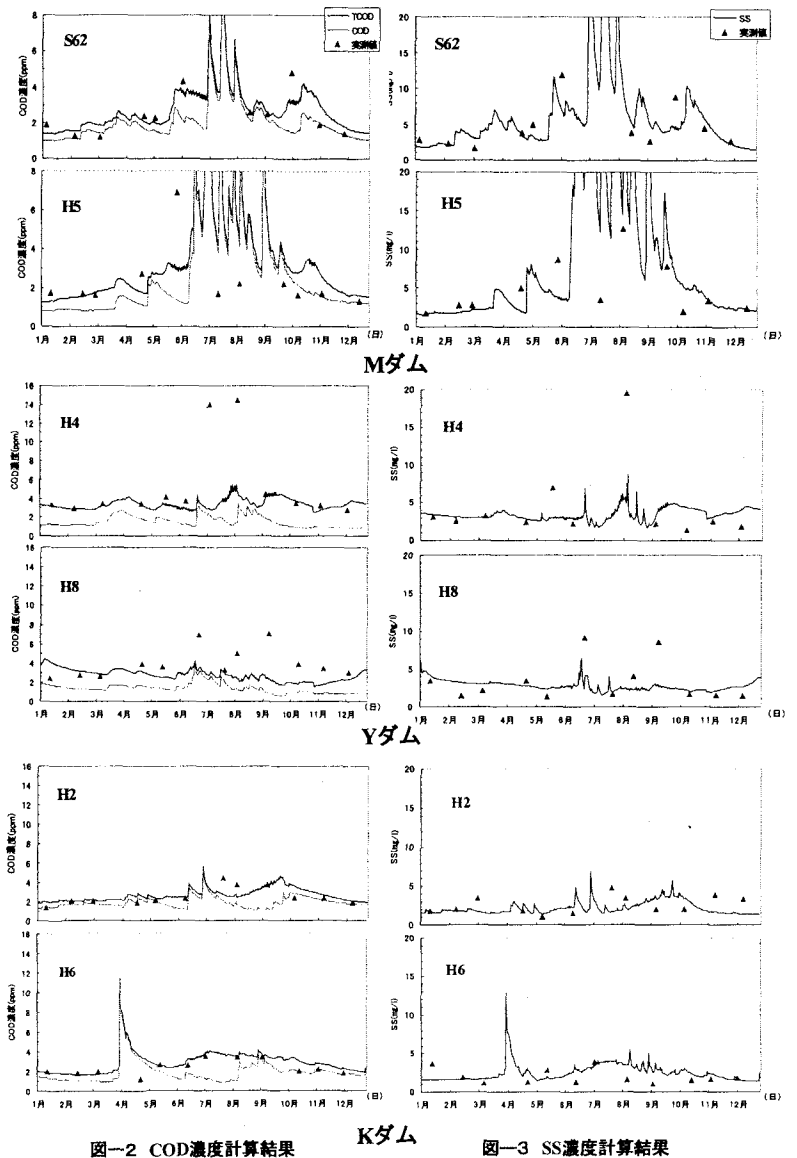


図-1 温度補正係数

3. 計算結果及び考察 図一2、3にダム表層部におけるCOD濃度とSS濃度の実測値との比較の一例を示す。Mダムは洪水調節を主体とする多目的ダムであるために、降雨由来の流入負荷によって高濃度となる時期があり再現性の評価は困難であるが、それ以外の期間ではCOD、SS共に概ね実測値を再現できています。YダムではH4年に実測値の高い期間がある。Yダムではアオコが発生しておりこれが原因と考えられ、計算結果はそのことを十分に再現し得ていない。また、H5年からはアオコ対策として曝気を用いているがH8年にも実測値の高い時期がある。詳細については不明であるが、曝気によって曝気前とは異なる藻類出現の可能性がある。それ以外の期間においては計算値の再現性は概ね良好のようである。揚水発電を伴うKダムについてはCOD、SS濃度共に実測値と計算値との再現性は概ね良好である。ここでは図示していないが、すべてのダムにおいてCOD、SSの鉛直分布については概ね良好な再現結果が得られている。



図一2 COD濃度計算結果

Kダム

図一3 SS濃度計算結果

4. まとめ 本研究では、既存のボックスモデルを用い、標準的な藻種を対象にして3つの回転率の異なるダムの鉛直次元水質計算を行った。MダムはS61～H7の10年間、Yダム、KダムはH1～H8の8年間の水質計算結果から表層部におけるCOD濃度、SS濃度、及び鉛直SS濃度は概ね良好であった。最後に、貴重な資料を提供して頂きました九州地方整備局をはじめ、関係者各位に深く感謝致します。

【参考文献】

- 1) 仲・古賀・荒木・白岩・市山：洪水調節を主体とした貯水ダムの水質解析、土木学会西部支部、平成8年度
- 2) 松山・古賀・荒木・川邊：洪水調節を主体としたダム貯水池の水質計算、第58回土木学会年次学術講演会、VII部門、平成15年度
- 3) 岩佐義朗ら：「湖沼工学」 山海堂 1990