

## 洪水調節を主体とした貯水ダムの水質解析

佐賀大学理工学部 ○学 仲 真由美 正 古賀 憲一 正 荒木 宏之  
学 白岩 慎隆 学 市山 勝章

**1. はじめに** 本研究で対象とした洪水調節を主体とする多目的ダム (M ダム) においては、アオコの異常発生など富栄養化への進行が憂慮されている。富栄養化対策を検討するには、ダム水質の現状把握並びに種々の対策について詳細な評価を行わなければならない、その際、水質解析モデルは必要と思われる。

以上の視点から、本研究ではこれまで構築してきた鉛直一次元モデル<sup>1)</sup>を用いて M ダムの過去 10 年間の水質解析を行った。

**2. 解析方法** 水平方向の濃度分布は均一であると仮定した時のダム貯水池内部の任意空間 (体積 V) の積分表示式は以下のように表される。

$$\underbrace{\iiint_V \frac{\partial c}{\partial t} dV}_{\text{(時間変化)}} + \underbrace{\iiint_V \nabla(\bar{v} - \bar{w}_s)c dV}_{\text{(移流項)}} = \underbrace{\iiint_V \nabla(D_{ij} \nabla c) dV}_{\text{(拡散項)}} \pm \underbrace{\iiint_V P_r dV}_{\text{(反応項)}}$$

M ダムの平均的な水温分布を図-1 に示す。図-1 から、11~3 月にダム全体がほぼ完全混合状態であり、4~10 月に安定した成層が形成されていることが分かる。著者らは、成層期の表水層を完全混合状態とすると、拡散係数を見積もらずに表層水質解析が可能となることを示した。<sup>1)</sup> 以上のこと及び M ダムの水温分布を考慮に入れて、表水層の水深を循環期 (11~3 月) は全水深、成層期 (4~10 月) は 30m とした。成層期の表水層以深については、湖底から厚さ 5m のボックスを連結して行った。本研究で用いた COD に関する各ボックスの基礎式を以下に示す。

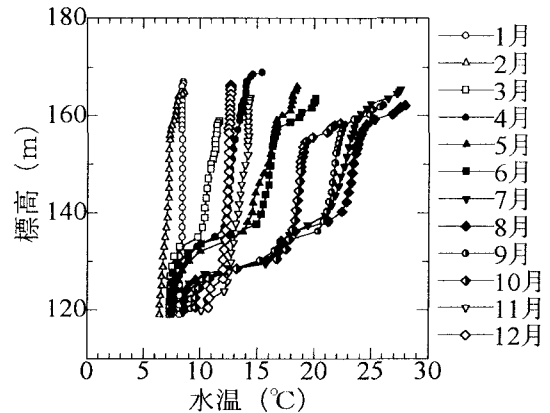


図-1 M ダム水温分布

$$\frac{d(\text{COD}_i \cdot V_i)}{dt} = \underbrace{L_{in}}_{\text{(流入)}} - \underbrace{L_{out}}_{\text{(流出)}} + \underbrace{w \cdot f_{T1,i-1} \cdot \text{COD}_{i-1} \cdot A_i}_{\text{(上層からの沈降)}} - \underbrace{w \cdot f_{T1,i} \cdot \text{COD}_i \cdot A_i}_{\text{(下層への沈降)}} + \underbrace{K_i \cdot f_{T2} \cdot \text{COD}_i \cdot V_i}_{\text{(生産)}} - \underbrace{F \cdot f_{T3,i} \cdot \text{COD}_i \cdot V_i}_{\text{(分解)}} \pm \underbrace{L_{exc}}_{\text{(交換)}}$$

$V_i$ : ボックス容量  $L_{in}$ : 流入負荷  $L_{out}$ : 流出負荷  $w$ : 沈降速度  $f_{T1}$ : 沈降に係わる温度補正係数  $A$ : 沈降面積  
 $K_i$ : 増加速度係数  $f_{T2}$ : 沈降に係わる温度補正係数  
 $F$ : 分解速度係数  $f_{T3}$ : 分解に係わる温度補正係数  $L_{exc}$ : 交換負荷 (表層と表層直下のボックスのみ)

河川からの流入負荷  $L$  は、ダムの管理年報<sup>2)</sup>の流入量  $Q$  と水質観測値から得られる  $L$ - $Q$  回帰式を基に見積もり、表層のみに流入するものとした。また、流入負荷  $L$  は河川のみを考慮し、湖沼底からの巻き上げは無いものとした。水質再現期間は 1986~1995 年の 10 年間である。初期値は当該年の 1 月 1 日の値を用いた。水温は観測値を参考に平均的な旬変化を求め、各年共通として与えた。計算時間ステップは 1 日とした。

**3. 計算結果及び考察** 表層水質の結果を図-2に示す。実測値は M ダムのダムサイト(水面下 0.5m)の値である。実測値の再現性は概ね良好である。しかし、図-2 上の 1987 年や 1992 年のグラフのように夏季に顕著な濃度上昇が見られる年が数年あった。これは M ダムに対する流域面積が大きく、豪雨時に流入負荷の影響を強く受けるためであると考えられる。次に、鉛直方向の結果を図-3に示す。鉛直方向における COD の再現性も概ね良好であった。以上のことから、洪水調節を主目的とした M ダムの水質管理に関しては、栄養塩などの流入負荷の削減対策に加えて、春季から秋季にかけての表層成層化に起因する藻類増殖を抑制する対策も有効であると考えられる。

**4. まとめ** 洪水調整を主目的とした多目的ダムの COD について鉛直一次元解析を行った。1986～1995 年の 10 年間、同一条件で計算しているにも拘わらず、良好な計算結果を得られた。これは本モデルが簡便性を有しながらも、長期に渡る水質再現が可能であることを示唆している。今後は SS や DO の水質予測を行い、ダム水質管理のための基礎資料としたい。また他のダムにおいてもモデルの検証を行い、実測値との整合性について言及していきたい。最後に、貴重な資料を提供して下さいました建設省九州地方建設局をはじめ、関係各位の皆様方に深く感謝の意を表します。

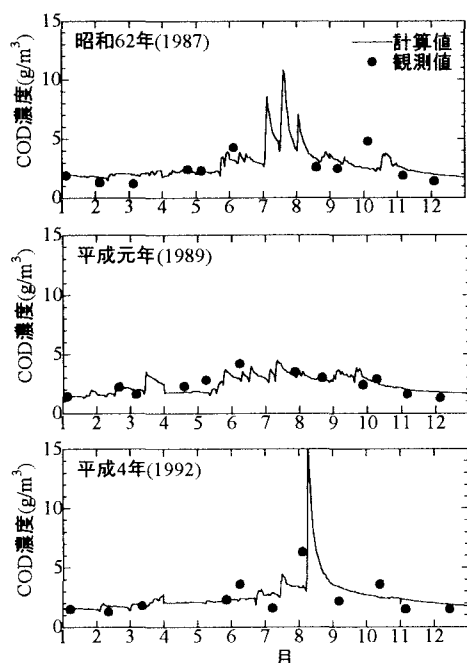


図-2 COD 表層解析と実測値

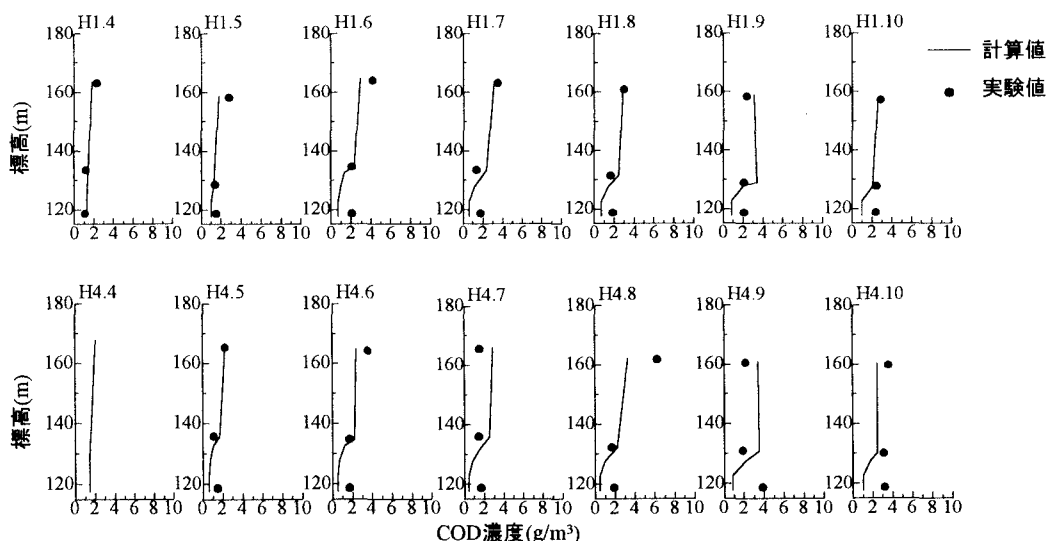


図-3 COD 鉛直解析と実測値

**【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(Ⅱ)、土木学会第 51 回年次学術講演会、平成 8 年 9 月
- 2) 建設省九州地方建設局河川管理課、ダム管理年報 1986～1995 年