

VII-140

鉛直一次元モデルによる北山ダムの水質解析(Ⅱ)

佐賀大学理工学部 ○学 白岩慎隆 正 古賀憲一
正 荒木宏之 学 市山勝章

1. はじめに 佐賀県の北山ダム(図-1)では、春季から夏季にかけて異臭味障害が発生するなど、富栄養化への進行が憂慮されている。著者らは、水質調査資料、水文資料等をもとに鉛直方向の水質解析モデル(鉛直1次元モデル)を構築し、COD について水質解析を行い水質観測値との整合性について検討してきた¹⁾²⁾。本研究では、この鉛直一次元モデルに基づいて、SS 及び DO について水質解析を行い、北山ダムの過去12年間の水質観測値と比較し、考察を加えた。

2. 解析方法 水平方向の濃度分布は均一であると仮定して、表層水質(一次元水質モデル)に関する基礎式を積分表示で表すと以下のようになる²⁾。

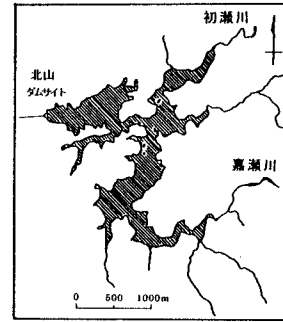


図-1 北山ダムの概要図

$$\iiint_{V_s} \frac{\partial c}{\partial t} dV + \iiint_{V_s} \nabla(\bar{v} - \bar{w}_s) c dV = \iiint_{V_s} \nabla(D_{ij} \nabla c) dV \pm \iiint_{V_s} P_r dV \quad (1)$$

(時間変化) (移流項) (拡散項) (反応項)

ダムの表層(表水層)は、混合期を除けば成層化し、完全混合状態にあることが一般的に知られている。北山ダムの水温の鉛直分布からも成層化は確認されている。ここで、所定の水深で拡散輸送が無視される程度に小さいボックスを表層ボックスと定義し、表層ボックス内は完全混合とすると、適切な拡散係数を見積らずに表層水質の解析が可能となる²⁾。以上のこと及び水温分布の月別変化を考慮に入れて、表層ボックスの水深を循環期(1, 2, 11, 12月)は全水深、3, 4, 10月は10m、5~9月は5mとした。また鉛直方向の水質解析は、湖底から厚さ5mのボックスを連結して(循環期は、1ボックス)行った。本研究で用いた COD、SS 及び DO に関する各ボックスの基礎式を以下に示す。

$$\text{COD} \quad \frac{d(\text{COD}_i \cdot V_i)}{dt} = L_{i,in} - L_{i,out} + w_s \cdot f_{T1,i-1} \cdot \text{COD}_{i-1} \cdot A_{i-1} - w_s \cdot f_{T1,i} \cdot \text{COD}_i \cdot A_i + K \cdot f_{T2,i} \cdot \text{COD}_i \cdot V_i - F_c \cdot f_{T3,i} \cdot \text{COD}_i \cdot V_i \pm L_{exc} \quad (2)$$

(流入)(流出) (上層からの沈降) (下層への沈降) (生産) (分解) (交換)

$$\text{SS} \quad \frac{d(\text{SS}_i \cdot V_i)}{dt} = L_{s,in} - L_{s,out} + w_s \cdot f_{T1,i-1} \cdot \text{SS} \cdot A_{i-1} - w_s \cdot f_{T1,i} \cdot \text{SS} \cdot A_i \pm L_{exc} \quad (3)$$

(流入) (流出) (上層からの沈降) (下層への沈降) (交換)

$$\text{DO} \quad \frac{d(\text{DO}_i \cdot V_i)}{dt} = L_{in} - L_{out} - F \cdot f_{T3,i} \cdot \text{COD}_i \cdot V_i \pm L_{exc} \quad (4)$$

(流入)(流出) (分解) (交換)

V_i : ボックス容量 w_s : 沈降速度 f_{T1} : 沈降に係わる温度補正係数 A : 沈降面積 L_{in} : 流入負荷 L_{out} : 流出負荷
 K : 生産速度係数 F : 分解速度係数 f_{T2} : 生産に係わる温度補正係数 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は、北山ダム管理月報³⁾から得られる流入量 Q と負荷量 L から得られる $L=Q$ 回帰式⁴⁾から見積もり、表層にのみ流入するとした。DO の表層部濃度については、飽和溶存酸素濃度を用いた(DO は、鉛直方向のみの解析)。湖底からの巻き上げは無いものとし、溶出に伴う DO 消費は、3月1日から開始されるものとした。本研究で対象とした水質再現期間は1982~1993年の12年間とした。COD 及び SS の初期値として、当該年の1月1日の値を用い、DO については2月下旬の値とした。水温の鉛直分布は、観測値を参考

にして平均的な月変化を求め、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 図-2に表層SSの計算結果例を示す。実測値は、北山ダムサイト(水深1m以内)の値である⁴⁾⁵⁾。図から実測値の再現性は概ね良好であることがわかる。SSについては、流入負荷の影響が強く、降雨時の濃度上昇が顕著に現れる。図-3に成層期におけるSSの鉛直分布の計算結果と実測値の比較を示す。図から、鉛直方向の再現性も良好であることがわかる。この結果から、ダム内におけるSSの挙動は、流出入負荷と沈降のみによって決められるために、沈降現象からみた本モデルの妥当性が確認された。図-4にDOとCODの鉛直方向の計算結果と実測値の比較を示す。図から、躍層付近のDO濃度の減少が再現でき、この層でのCOD増加(COD滞留)と整合性のある現象であることがわかる。躍層付近におけるCODの滞留は、水温差に起因する沈降フラックスの低下によるものである。以上のことから、北山ダムの水質管理に関しては、夏季の表水層成層化に起因する藻類増殖を抑制する対策が有効であると考えられる。

4. まとめ 本研究では、北山ダムのCODに続きSS及びDOについて解析を行った。1982~1993年の12年間については、良好な計算結果が得られた。今後は、他のダム貯水池や水質将来予測に適用し、ダム水質管理のための基礎資料としたい。最後に、貴重な資料を提供して下さい。建設省九州地方建設局嘉瀬川ダム工事事務所をはじめとして、関係各位の皆様方に感謝します。

【参考文献】

- 1)井前・古賀・荒木・久場・栗谷・楠田:北山ダムの水質特性、用水と廃水、Vol.30、No.3、pp.222-227、1988。
- 2)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、土木学会西部支部、平成7年度、pp.446-447
- 3)北山ダム管理事務所:北山ダム管理月報、1982-1993年。
- 4)建設省九州地方建設局、佐賀河川総合開発工事事務所:嘉瀬川ダム環境影響検討業務報告書一水質保全対策検討編一、昭和63年3月。
- 5)佐賀県公害センター:公共用水域水質測定結果、1982-1993年。

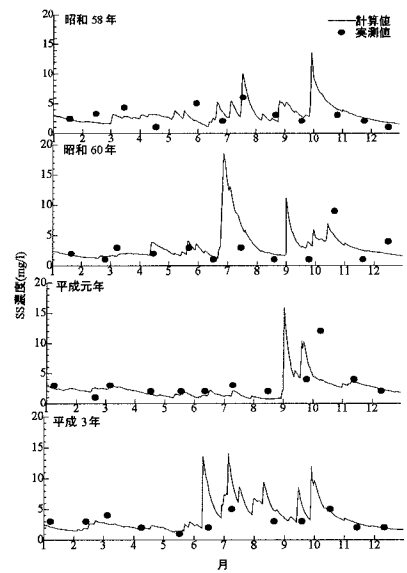


図-2 表層部SSの計算値と実測値の比較

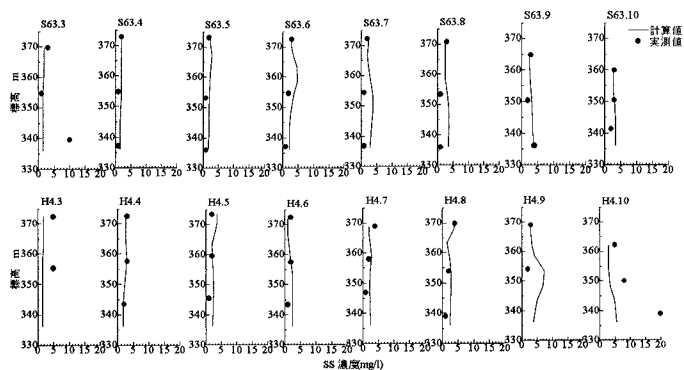


図-3 鉛直方向の計算値と実測値の比較(SS)

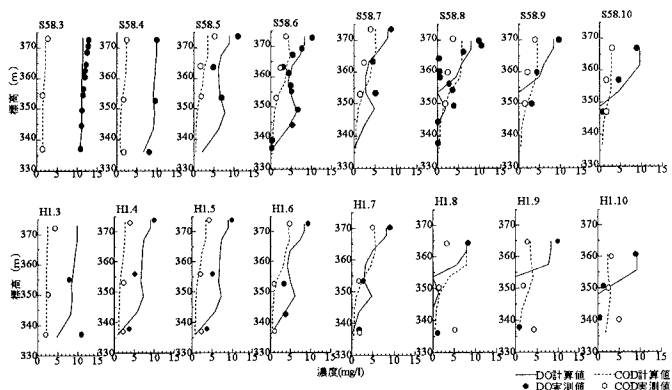


図-4 鉛直方向の計算値と実測値の比較(DO, COD)