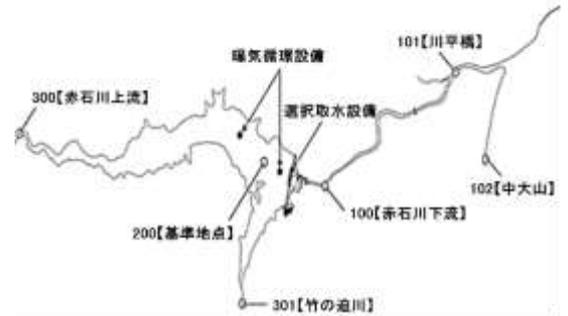


鉛直一次元モデルによる大山ダムの水質解析

佐賀大学工学部都市工学科	学生会員	○宮崎 雅也	永野 智己
佐賀大学大学院工学系研究科	正 会 員		V. Narumol
	正 会 員		佐々木 広光
佐賀大学名誉教授	正 会 員		古賀 憲一

1. はじめに

近年では、効率的なダム貯水池の水質管理に加え、生物多様性や生態系の保全の取組に見られるような自然環境の重要性の増大等の社会情勢の変化を背景に、より一層的確かつ総合的な観点からのダム貯水池の水質管理が求められるようになってきている。しかし、経常的な水質保全対策の実施やアオコの対策などの問題解決に加えて維持管理の面でも、ダム管理者は厳しい状況下に置かれている¹⁾。日常的な水質管理に適用可能な水質解析モデルの開発は、管理ダムの水質現象を把握する観点からも重要になると思われる。筆者らはこれまで大山ダムの成層期に着目し、表水層の水質特性について水質解析を行ってきた³⁾。本研究は、大山ダムの内部生産特性及び鉛直方向の物質輸送・物質変換を把握するために鉛直一次元水質モデルを用いて水質解析を試みたものである。

図-1 大山ダム概要図²⁾

2. 水質特性

図-1 に大山ダムの概略図を示す。大山ダムは、2013年4月から管理開始されており、ダムの目的としては、筑後川での洪水調節、既得取水の安定化・河川環境の保全、新規利水とする多目的ダムである。水位は利水目的としてほぼ一定に管理されている²⁾。図示していないが、循環期は12月から3月、成層期は4月から11月であり、成層期の表水層厚は約15m~30mであることが確認された。図-2 に貯水池内のChl-a濃度を示す。夏季にChl-aの増加が見られる。一度増殖したChl-aが一月以内に減少する傾向がみられていることから放流及び沈降の影響を受けていると考えられる。表水層のChl-aの高濃度時に中層のChl-aの濃度も高い値を示すため、沈降等の鉛直方向の物質輸送が見受けられる。

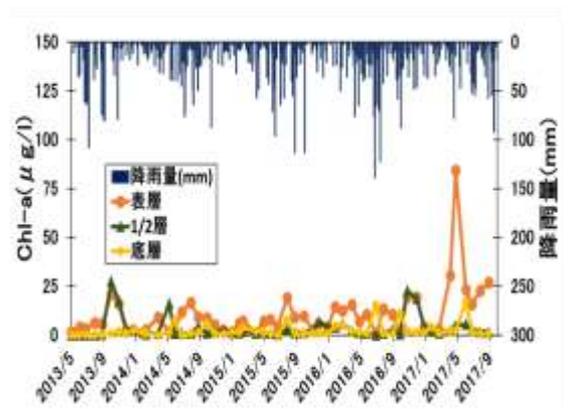


図-2 貯水池内のChl-a濃度

3. 研究方法

水平方向の濃度分布は均一であると仮定した時、ダム貯水池内部の任意空間(体積)についての積分表示式は式(1)のように表す⁴⁾。

$$\underbrace{\iiint \frac{\partial c}{\partial t} dV}_{\text{(時間変化)}} + \underbrace{\iiint \nabla(\vec{v} - \vec{w}_s)cdV}_{\text{(移流項)}} = \underbrace{\iiint \nabla(D_{ij}\nabla c)dV}_{\text{(拡散項)}} \pm \underbrace{\iiint P_r dV}_{\text{(反応項)}} \quad (1)$$

大山ダムは、図-2 から12月~3月にダム全体がほぼ完全混合状態であり、4~11月に安定した成層が形成されていることが分かった。成層期にダム内を9個のボックスに分け、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⁴⁾。以上のこと及び大山ダムの水温分布を考慮に入れて、成層期の表水層の水深は4~6月に15m、7~9月に20m、10~11月に30mとした。内部生産特性を把握するために解析項目として水質指標

でもある COD を用いた。本研究で用いた COD に関する各ボックスの基礎式を式(2)に示す。

$$\frac{d(COD_i \cdot V_i)}{dt} = L_{in} - L_{out} + wf_{T1,i-1} \cdot COD_{i-1} \cdot A_{i-1} - wf_{T1,i} \cdot COD_i \cdot A_i + K_i \cdot f_{T2} \cdot COD_i \cdot V_i - F \cdot f_{T3,i} \cdot COD_i \cdot V_i \pm L_{exc} \quad (2)$$

(流入)(流出) (上層部からの沈降) (下層部への沈降) (生産) (分解) (交換)

河川からの流入負荷は、大山ダム管理月報²⁾の観測データから作成した L-Q 回帰式で与え、表層にのみ流入するとした。本研究で対象とした水質再現期間は、安定した貯水位が見られる 2015 年 1 月から 2016 年 12 月の 2 年間とし、計算ステップは 1 日とした。

4. 計算結果

表層部における COD 濃度の計算結果を図-3 に示す。実測値の再現性は概ね良好である。各年の水質再現において同一パラメータで良好な再現結果を得ることはできなかったが、年毎のパラメータを設定することで冬季を除いて実測値の再現性は概ね良好であることから 2015 年と 2016 年の内部生産特性（発生藻類種）に違いがあることが確認された。図-4 と図-5 に示す COD 濃度鉛直分布の再現性は概ね良好である(縦軸：貯水位(EL.m)、横軸：COD(mg/l))。

大山ダムにおいては夏季に COD 濃度が上昇する傾向があり、

夏季の藻類の増殖による寄与が考えられるが、本研究では、冬季に計算結果は実測値を上回る傾向がみられた。また、2015 年と 2016 年に内部生産の特性が異なることから、藻類種の変化及び栄養塩の影響等を考慮した水質解析により考察する必要がある。

5. まとめ

本研究では、鉛直一次元モデルを用いて大山ダムの水質特性を明らかにした。今後の課題として、乖離がみられるところがあるため、さらなる再現性の向上が必要である。また、選択取水の位置を考慮して行うこと、藻類種の遷移過程を再現できるモデルの開発が必要である。

謝辞：本研究を遂行するに当たり大山ダムに関する貴重な情報提供にご協力下さった独立行政法人水資源機構に深謝致します。

参考文献

1) 国土交通省：ダム貯水池水質調査要領,
http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/dam/suishitsu/index.html.

2) 独立行政法人水資源機構,
大山ダム管理室ホームページ：

<http://www.water.go.jp/chikugo/oyama/>.

3) 山田翔太：大山ダムにおける水質解析モデルの開発,
平成 27 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, VII-25, 2016.

4) 川邊学・古賀憲一・荒木宏之・福田大介：ボックスモデルを用いたダム貯水池の水質モデル,
土木学会第 57 回年次学術講演会, pp.507-508, 2002.

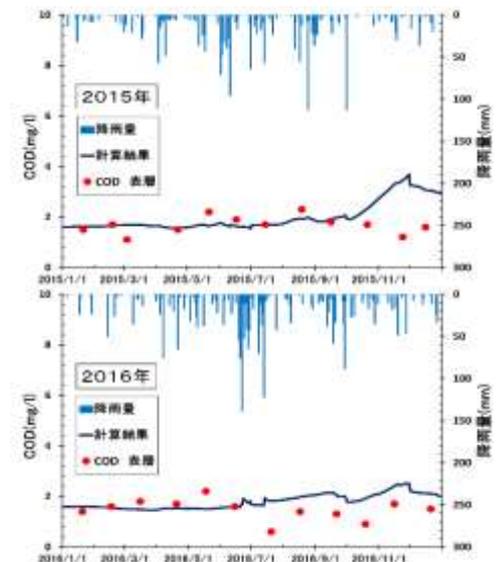


図-3 表層部における COD の再現結果

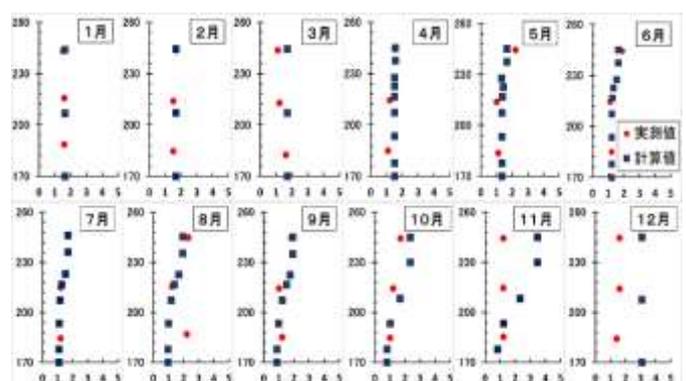


図-4 鉛直方向における COD の再現結果 2015 年

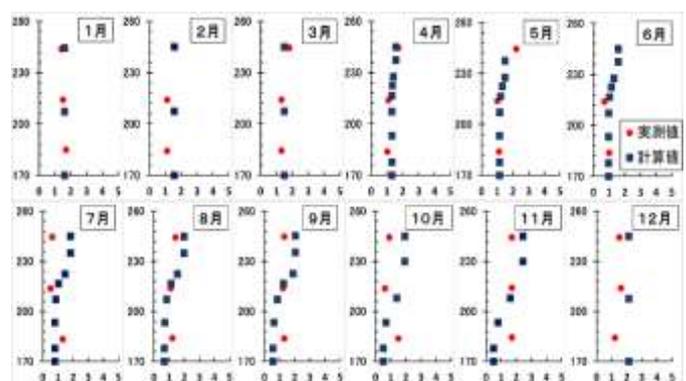


図-5 鉛直方向における COD の再現結果 2016 年