

大山ダムにおける水質解析モデルの開発

佐賀大学工学部都市工学科
佐賀大学大学院工学系研究科
佐賀大学名誉教授

学生会員 ○山田 翔太
正会員 V. Narumol
正会員 古賀 憲一

1. はじめに

ダムの水質管理に関して、ダム管理者は突発的なアオコ対策や経常的な水質保全対策の実施、そして水質調査の合理化等、問題解決に加えて管理費の面でも厳しい状況下に置かれている。水質管理に反映可能な水質解析モデルの開発は、水質調査の合理化や突発的な水質障害の原因究明の観点からも重要になるとされる¹⁾。本研究は、ダム管理事務所で活用できる水質解析モデルの開発を最終目として、大山ダムを対象に水質解析モデルを開発し、水質解析を試みたものである。

2. 水質特性

図-1 に大山ダムの概略図を示す。大山ダムは、洪水調節、既得取水の安定化・河川環境の保全、新規利水を目的とする多目的ダムであり、2013年4月から管理開始されている²⁾。図-2 に水温の鉛直分布を示す。図から大山ダムの成層期は6月から11月であることが分かる。図-3 に表層のChl-aの経年変化を示す。夏期にChl-aの増加が見られ、図-4 に示す表層のDOとpHも上昇する傾向にあることから藻類の増殖が確認できる。図-5 に表層と底層のT-N、図-6 に表層と底層のT-Pを示す。これら栄養塩の経年変化から、試験湛水終了後から1年程は、底層濃度が高くなっており、表層の栄養塩は夏期においてダム湖底の底質と流入負荷の影響を受けているようである。図示していないが、CODとSSも夏期に増加する傾向にあり、藻類の増殖に加えて流入負荷の影響も考えられる。

3. 研究方法

大山ダム貯水池の水質特性を解析する目的として、水温躍層の特徴に基づき成層期の表水層厚を考慮した表層水質モデルを開発した。紙面の都合があり詳細は割愛するが、一般的に成層期の表水層は安定して形成されることから、表水層厚を固定化して計算するものである。空間の量子化に有限容積法の概念を適用することにより、表水層の物質保存式は、下記のように表せる³⁾。

$$\frac{d(C_i V_i)}{dt} = -L_{si} + L_{so} + \sum q_{in} C_{in} - \sum q_{out} C_i + \bar{P}_r \pm L_{ent} \quad (1)$$

C_i : 濃度; V_i : 容量; L_{si} , L_{so} : 沈降による物質輸送;

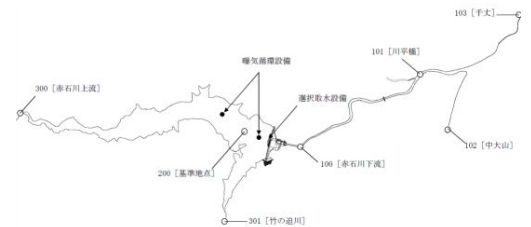


図-1 大山ダム概略図

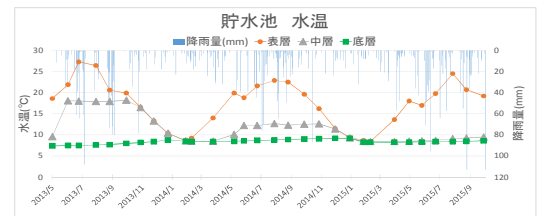


図-2 水温の鉛直分布

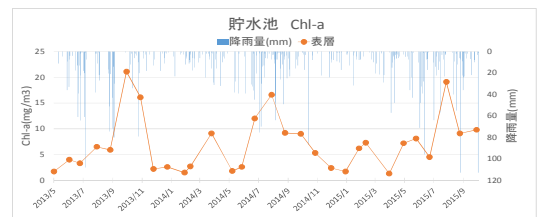


図-3 表層のChl-a

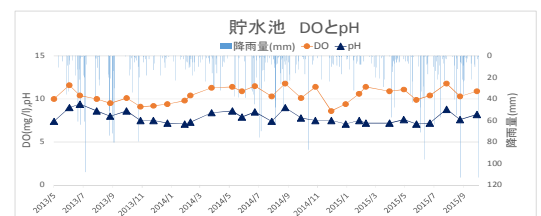


図-4 表層のDOとpH

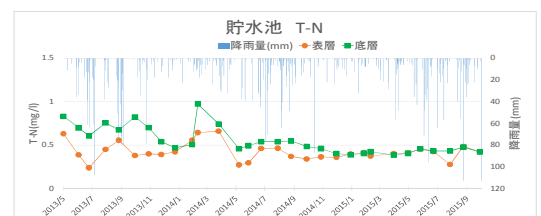


図-5 表層と底層のT-N

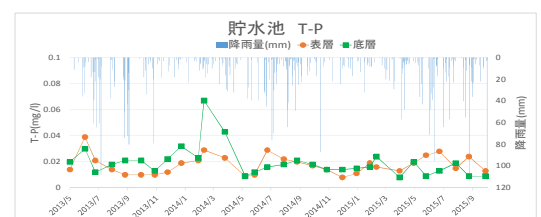


図-6 表層と底層のT-P

$\sum q_{in} C_{in}$: 流入負荷; $\sum q_{out} C_i$: 流出負荷;

$\bar{P}_r$: 生産・分解; L_{ent} : 表層と下層の交換負荷

計算ステップは1日であり、今回は簡単のため計算期間は成層期のみの2013年6月から2013年11月、2014年6月から2014年11月とした。成層期の表水層厚は水温鉛直分布から15mとした。対象水質項目は水温、Chl-a、COD、DO、SS、窒素、リンである。流入負荷は、流入河川のL-Q式で与えた。藻類増殖については、栄養塩濃度を考慮したモノー型を用いた。

4. 計算結果

大山ダム貯水池への流入負荷の影響を検討する為に流入負荷のみを考慮し、水質計算を行った。図-7にChl-aの計算結果を示す。Chl-aの計算値は実測値より低いことから、貯水池内のChl-a濃度は内部生産に左右されていることが分かる。図示していないが、栄養塩に関して計算値は実測値より上回っており、成層期に流入負荷の影響を強く受け、藻類増殖による栄養塩摂取の影響が確認できた。図-8、9に示すCODとSSの計算値に関しては、両年とも成層期後半に流入負荷に連動しない実測値との乖離が見られ、藻類由来のSS、CODの寄与が認められるようである。

流入負荷に加えて、内部生産と沈降を考慮した再現結果を図-10、11、12に示す。内部生産を考慮したことで2014年の再現結果は概ね良好であり、成層期に藻類増殖によるCODとSSの上昇が再現できた。一方、同一パラメータで試験湛水直後からの2013年に良好な再現結果を得ることはできなかった。試験湛水後からの底質変化、藻類種の変化等を考慮した水質解析については鉛直1次元モデルにより考察する必要がある、今後の課題としたい。

5. まとめ

本研究では、水質解析モデルを用いて大山ダムの成層期における表水層の水質特性を明らかにした。今後の課題として、試験湛水終了後に底質からの影響の検討、及び長期間に渡るモデルの再現性の向上を目指したい。

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) 川邊学、古賀憲一、荒木宏之、福田大介（2002）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、平成14年9月、507-508

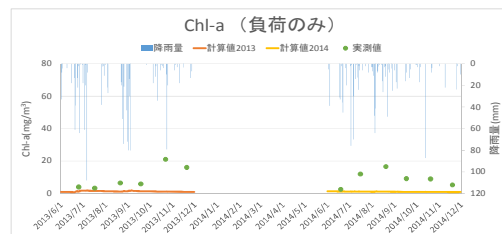


図-7 Chl-aの計算結果(負荷のみ)

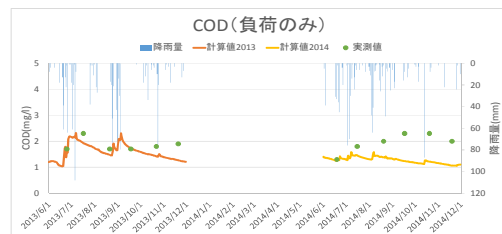


図-8 CODの計算結果(負荷のみ)

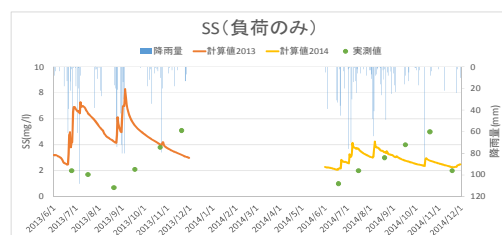


図-9 SSの計算結果(負荷のみ)

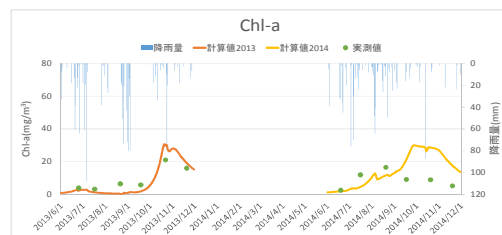


図-10 Chl-aの再現結果

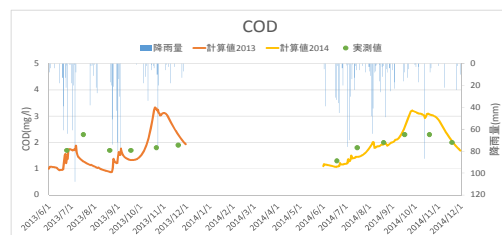


図-11 CODの再現結果

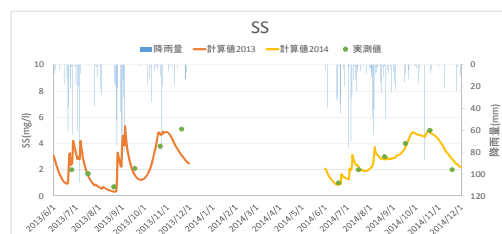


図-12 SSの再現結果