

曝気循環を考慮した寺内ダム表水層における水質解析

佐賀大学理工学部都市工学科 学生会員 ○黒木 翔太 丸野 凌司
 佐賀大学理工学部都市工学科 正 会 員 V. Narumol
 佐賀大学理工学部都市工学科 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

寺内ダムは、洪水調節、水道用水の供給及び灌漑用水の確保、流水の正常な機能の維持を目的とする多目的ダムとして 1978 年に管理開始された¹⁾。管理当初より寺内ダム貯水池内ではアオコの発生が確認されており、富栄養化対策として曝気循環装置が 1999 年に 1 基、2003 年に 1 基、2010 年に 4 基の計 6 基が現在稼働している。その他にも様々な水質保全対策がなされている¹⁾。本研究は、曝気循環を考慮した水質解析モデルを用いて寺内ダムの藻類挙動について考察したものである。

2. 研究方法

図-1 に寺内ダム貯水池内の水質調査地点及び曝気循環装置設置地点を示す。曝気循環装置が設置される前の期間を含む 1994 年～2017 年の寺内ダムの水質調査データに基づき、水質モデルとの再現結果から貯水池の水質解析を試みた。

寺内ダムの平均年回転率は 10 回/年以下であり、貯水池内で成層が形成される可能性が十分あると評価されていることから、水温躍層の季節的成層過程に基づき、成層期の表水層厚を固定化した有限容積分法を用いて表層水質モデルを構築した。表水層厚は 10m とした。計算ステップは 1 日とし、計算期間は成層期である 4 月～11 月とした。流入負荷は流入河川の L-Q 式で与え、藻類増殖は栄養塩濃度を考慮した Monod 式を用いた。曝気循環による物質輸送に関して曝気循環装置の運用状況に基づいて循環流量³⁾を定めた。

3. 結果・考察

図-2 に水温の経年変化を示す。曝気循環装置台数の増加に従い水温の鉛直方向の差は減少傾向を示しており、曝気循環装置の効果がみられる。図-3 に表層と流入河川の Chl-a 濃度を示す。2004 年から表層の Chl-a 濃度が減少しており、流入河川の濃度に変化が見られないことから Chl-a の減少は曝気循環装置



図-1 寺内ダム概略図²⁾

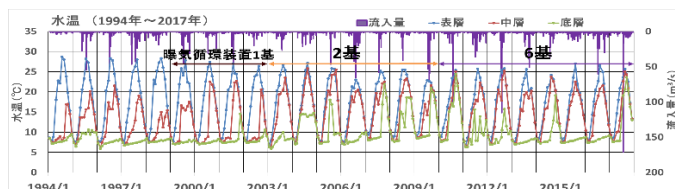


図-2 水温の経年変化 (1994 年～2017 年)

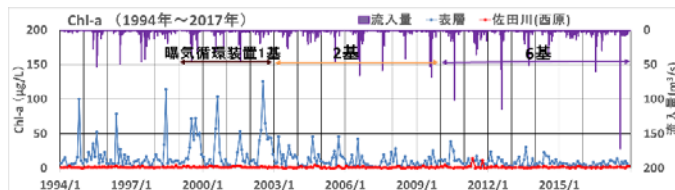


図-3 表層と流入河川の Chl-a 濃度

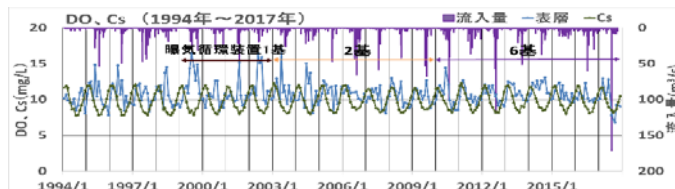


図-4 表層の DO 濃度と飽和溶存酸素 Cs

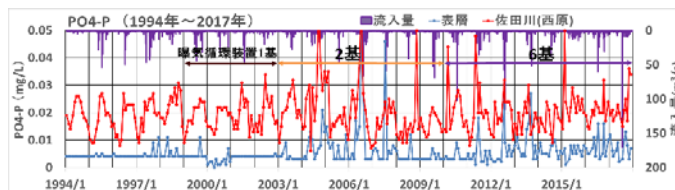


図-5 表層と流入河川の PO4-P 濃度

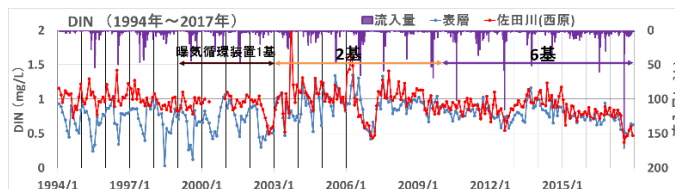


図-6 表層と流入河川の DIN 濃度

の効果によるものと考えられる。図-4 に示すように藻類が減少したことによって2004年以降DOの過飽和状態が抑制されていることがわかる。図-5 に表層と流入河川におけるPO₄-P濃度を示す。出水時に表層の濃度は流入河川の濃度と同じような傾向を示すことから貯水池内のPO₄-Pは流入負荷の影響を受けているようである。表層濃度は流入河川の濃度を下回っており、貯水池内のPO₄-Pの減少は内部生産による消費が考えられる。表層と流入河川のDIN濃度を図-6 に示す。1994年～2003年において、PO₄-Pと同様に藻類の栄養摂取によって表層のDINは流入河川より低い値を示している。2004年以降はChl-aが減少し、藻類への摂取も低下したため、表層のDINは流入河川に近い値となったと考えられる。

図-7～図-9 に流入負荷のみを考慮した計算結果を示す。Chl-aの計算結果は全体的に実測値より低い値となっていることから、内部生産による増殖が確認できる。図-8 に示すように流入負荷のみを考慮したPO₄-Pの計算結果は実測値より上回っているため、上流からの流入負荷による影響が強く、藻類への摂取並びに沈降などの濃度減少を考慮しなければならないことがわかる。図-9 より、流入負荷のみを考慮したDINの計算結果はすべての期間において実測値と近い値となっており、DINは流入負荷の影響を強く受けているもののPO₄-Pに比べ藻類への寄与度は相対的に低いようである。図-10 に流入負荷に加えて内部生産及び沈降を考慮したChl-aの計算結果を示す。貯水池のChl-aは内部生産と沈降に支配されていることが確認できる。曝気循環装置を設置する前の期間の増殖速度等と同一パラメータで計算したことで、曝気循環を設置した期間において計算結果は実測値を上回っており、この乖離から曝気循環の効果が確認される。図-11 に曝気循環による再現結果を示す。曝気循環装置の運用を考慮することによってChl-aの減少を概ね再現でき、曝気循環による藻類抑制の効果も確認できる。

4. まとめ

簡便な表層水質モデルにより、寺内ダムの表水層における藻類挙動は内部生産に左右されていること及び曝気循環の運用により藻類増殖が抑制されていることが確認できた。鉛直一次元モデルを用いて寺内ダム貯水池内の物質輸送・変換について検討が今後の課題である。

謝辞: 本研究は、一般社団法人九州地方計画協会の平成30年度公益事業支援事業「支援番号：調研30-04」の支援を受けて実施されたものである。本研究を遂行するに当たり寺内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) 独立行政法人水資源機構 朝倉総合事業所 寺内ダム管理所ホームページ : <http://www.water.go.jp.chikugo/terauchi>
- 2) 独立行政法人水資源機構：水質年報（寺内ダム）: <http://www.water.go.jp/honsya/honsya/torikumi/kankyo/suisitu/index.html>
- 3) 浅枝隆ら：不連続な密度界面をもつ成層中におけるBubble Plumeの挙動と成層の時間推移、土木学会論文集 No.438/II-17、pp.23-30、1991.

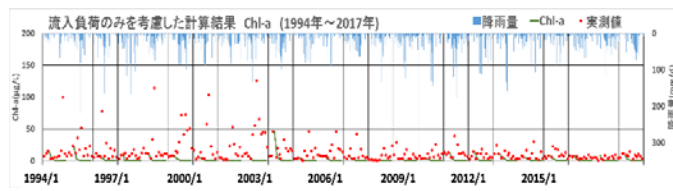


図-7 Chl-a 濃度計算結果（流入負荷のみ考慮）

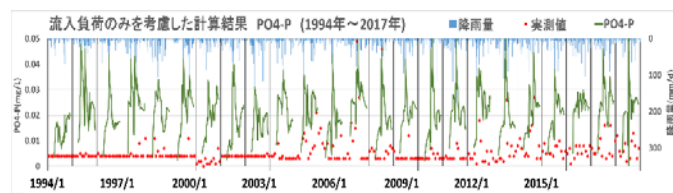


図-8 PO₄-P 濃度計算結果（流入負荷のみ考慮）

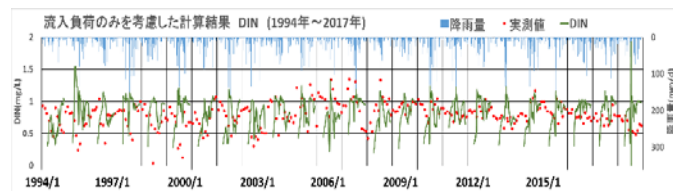


図-9 DIN 濃度計算結果（流入負荷のみ考慮）

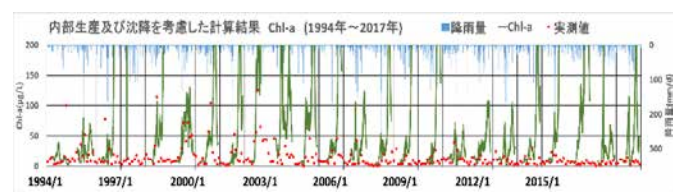


図-10 内部生産と沈降を考慮したChl-aの計算結果

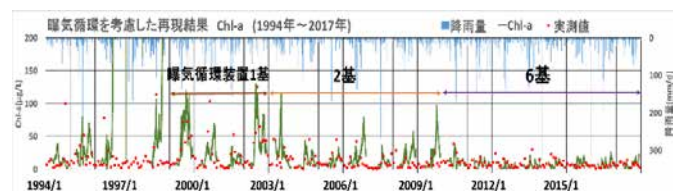


図-11 曝気循環を考慮したChl-aの再現結果