

浅い貯水池における水質の年間変動と底泥の役割

国土交通省 国土技術政策総合研究所 正会員 天野 邦彦、正会員 鈴木 宏幸
李 建華、正会員 安田 佳哉

1. はじめに

本稿において研究対象とした渡良瀬貯水池は浅く富栄養化した貯水池である。本貯水池は河川との水のやりとりが水門を通した人為的操作により行われており、外部との物質収支の算定を正確に行うことができる。貯水池水位の管理については、7月～9月の3ヶ月間は洪水期制限水位（平均水深約3m）以下に維持するようにされている。その他の季節では基本的に満水位（平均水深約6.5m）に維持されている。

本貯水池水質は、このように季節による明確な水位変動の影響を受けて、特有の変動特性を示す。特に水深が浅い時期には底泥から水柱への栄養塩回帰量が上昇している。本稿では、貯水池水質と水位の年間変動の関連について調べると共に底泥からの栄養塩類の回帰に影響する要因について検討した。

2. 研究方法

検討する水質項目は窒素・リンの栄養塩類とし、管理事務所により行われている定期水質調査結果を用いて変化特性について水位変化との関連を調べた。水位変化については、貯水池管理記録を用いて整理した。河川との水のやりとりが人為的に操作されていることから、貯水池水位の変化により4つの期間に区分し、水質変化特性について検討した。すなわち、1)満水位（平均水深約6.5m）で維持されている期間2)放流により水位が低下する期間3)制限水位（平均水深約3m）で維持されている期間4)河川からの流入で水位が上昇する期間である。

また、貯水池水温の連続調査結果を用いて、夏季の水位低下時に起こる水質変化について、気象変化との関連から考察を行った。

3. 研究結果

3.1 窒素濃度変化

図1に1998, 1999年の2年間の水位変化と栄養塩濃度変化との対比を示す。窒素については、流入河川水中の濃度が高いために河川からの流入が起こった際に貯水池水中の濃度が顕著に上昇していることが分かる（図中、1998年2月、10月、1999年4月、10月）。河川水中の硝酸($\text{NO}_3\text{-N}$)濃度が高いことを反映して全窒素(T-N)濃度の上昇に占める硝酸濃度の割合が高くなっている。河川からの流入により水深が上昇した後は、徐々にT-N濃度は低下する。この際、T-Nの低下量は、ほぼ $\text{NO}_3\text{-N}$ の低下量と等しい。これは、植物プランクトンに摂取されることで $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が低下すると共に、植物プランクトンに取り込まれ、懸濁態となった窒素の一部が沈降することでこのような結果となっていると考えられる。満水位の間、T-N濃度は、ほぼ単純減少しているが、放流による水位低下に伴ってこの傾向は逆転する。特に夏季の低水位時には、T-N濃度は上昇傾向となっている。河川流入に伴うT-N濃度上昇が $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度上昇の寄与が大きいのに対して、この夏季の低水位時の特徴としては、無機態窒素の多くの部分をアンモニア態窒素($\text{NH}_4\text{-N}$)が占めていることが挙げられる。

3.2 リン濃度変化

窒素と異なり常に河川水濃度が貯水池水濃度より高くないため、リンについては、河川からの流入が起こった際に貯水池水濃度が上昇する場合（1998年2月、1999年4月）と低下する場合（1998年10月、1999年10月）がある。ただし、流入が終了し水深が上昇した後の満水位の期間中、全リン(T-P)濃度が徐々に低

キーワード：底泥、回帰、栄養塩類、富栄養化、貯水池

連絡先：〒305-0804 茨城県つくば市大字旭1番地 TEL:0298(64)2211 FAX:0298(64)7221

下するという傾向は、T-N の傾向と同様であった。本貯水池ではリンが植物プランクトンの増殖を制限する因子になっている可能性が高く、オルトリン酸態リン($PO_4\text{-P}$)濃度は、河川からの流入があった時期と水位低下時に底泥から回帰したと考えられる期間に比較的高濃度で検出される以外には、極めて低い濃度であった。

また、低水位時には底泥からの回帰と考えられる T-P 濃度の顕著な上昇が認められた(1998年7~8月、1999年2~3月及び7~8月)。図は割愛するが、この T-P

濃度の上昇が認められた時期にはクロロフィル-a濃度の上昇が認められており、本貯水池における水位低下時の植物プランクトンの大量増殖には底泥から回帰したリンが大きく寄与していると考えられる結果であった。

4. 考察

以上見てきたように、本貯水池においては河川から流入した栄養塩負荷が満水位(平均約6.5m)では沈降が卓越して底泥に移動し、水位低下(平均水深約3m)に伴い栄養塩類が水中に回帰していることが分かる。栄養塩類の底泥からの回帰については嫌気化に伴う溶出が良く知られているが¹⁾、本貯水池では底泥からの栄養塩回帰が顕著に見られる低水位時には低水位ゆえに底層まで十分に溶存酸素が供給されており、底層の溶存酸素濃度が必ずしも回帰に大きな影響は及ぼしていないと考えられる。

1999年6月の水位低下時の水温変化を見ると17~21日にかけて降雨、気温低下に伴って、貯水池水温の低下が見られ、この期間中の貯水池は鉛直混合が進んだと考えられる。定期水質調査(1週間毎)結果は、この期間の前(6月16日)に比べて後(6月22日)では栄養塩濃度が急激に上昇しており、この間河川水の流入は無かったので、底泥からの回帰が急激に起こっていることを示しており、急激な鉛直混合が回帰を促進している可能性を示唆している。

参考文献 1) Mortimer, C. H., 1971, *Limnol. Oceanogr.*, 16, 387-404.

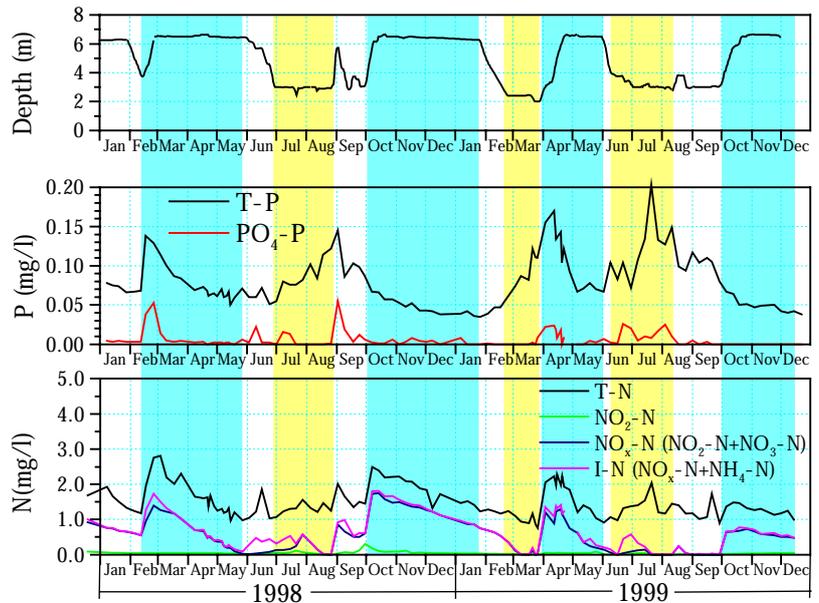


図 1 貯水位、リン濃度、窒素濃度の年間変動(1998, 1999年)

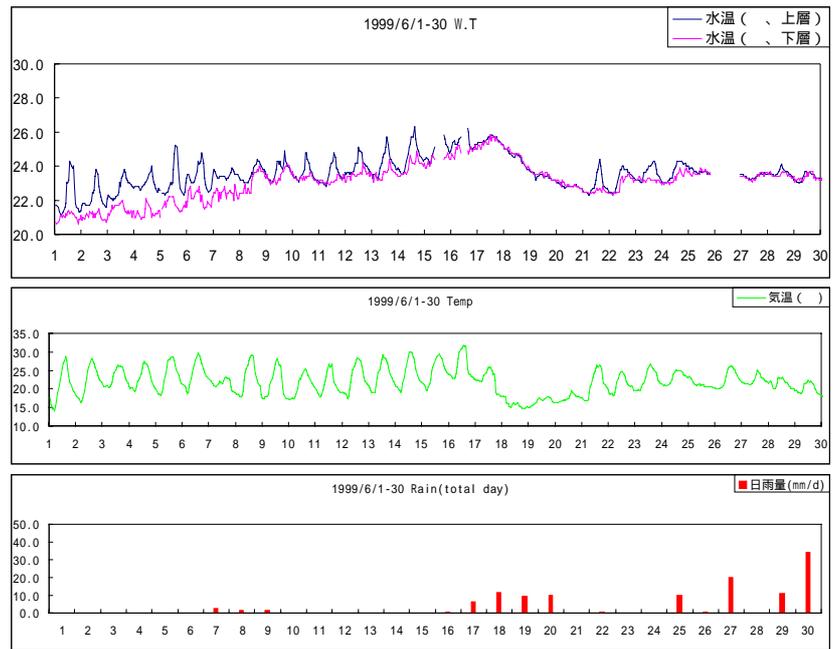


図 2 1999年6月の貯水池上層、下層水温、気温及び雨量変化

表 1 水温低下時の水質変化

	6月16日	6月22日
総窒素	0.98	1.32
アモニウム態窒素	0.00	0.40
亜硝酸態窒素	0.000	0.018
硝酸態窒素	0.00	0.03
総リン	0.083	0.104
オルトリン酸態リン	0.001	0.026