

# 湖山池における成層状態の違いによる栄養塩濃度の変動特性

鳥取大学工学部 正員 矢島 啓 鳥取大学工学部 フェロー 道上 正規  
鳥取大学工学部 正員 檜谷 治 鳥取大学大学院 学生員 早川 一栄

## 1. はじめに

鳥取県東部に位置する湖山池は、東西 4km、南北 2.5km、表面積 6.1km<sup>2</sup>、平均水深 2.8m、最大水深 6.5m、貯水量 1.9x10<sup>7</sup>m<sup>3</sup> の規模を有する楕円形をした低塩性汽水湖であり、湖山川より日本海に通じている。平成 11 年度の観測では、夏期に水温成層および冬期に塩分成層の形成に伴い、ある期間にわたって低層の D0 が欠乏する現象がみられた。このとき、これまでの観測でみられたように<sup>1)</sup>、底泥からの栄養塩溶出などにより水質は悪化したが、上層と下層におけるそれぞれの栄養塩濃度の変動特性について、夏期と冬期では大きな違いがあることが明らかとなった。そこで、この 2 回の観測における栄養塩濃度の変動特性について報告する。

## 2. 観測の概要

(1) 夏期における観測の概要 (1999.7.15 ~ 1999.7.30)

観測は、7 月 15 日 13:25、16 日 11:20~21 日 12:00 の約 6 時間間隔、22 日・23 日・24 日・25 日・28 日・30 日のそれぞれ 12 時頃に、湖内最深部において、水温、D0、塩分濃度などについて鉛直方向に 0.2m 毎に測定した。この期間の塩分濃度は、鉛直方向に一様の 200ppm であった。図 1 に示す水温分布から、この期間、表層と湖底で最大 4 の水温差となる水温躍層が水深 4m 付近に生じていた。この結果、7 月 7 日の観測では、下層まで過飽和の D0 状態であったものが、7 月 15 日以降、水深約 4.8m 以深で D0 2mg/ℓ以下の低溶存酸素域が形成された(図 2 参照)。このときの湖山池付近の風況データによると、7 月 9 日からは風速 5m/s 以下が継続し、特に 7 月 18 日以降は風速 3m/s 以下であったため、水温成層が維持されたようである。その後、7 月 20 日夜半からの風速 5m/s 以上の南風により 7 月 21 日 6:00 の観測までに湖水は一様に混合し、成層は破壊された。

(2) 冬期における観測の概要 (1999.11.25 ~ 1999.12.8)

観測は、11 月 25・27・28・30 日および 12 月 1・2・4・5・8 日の 12 時前後に湖山池最深部において行った。この期間は、多量の海水流入があり、11 月 25 日は、上層の塩分濃度は 600ppm であるが、低層約 1.6m に 4000ppm 以上の高塩分濃度の海水が滞留し、その後 1 週間以上かけて徐々に拡散していった(図 3 参照)。図 4 に示す D0 分布をみると、D0 は表層から塩水層の境界まで約 16mg/ℓ以上の過飽和状態であるが、塩水層中は嫌気状態となっている。この低溶存酸素域は、高塩分濃度層の減少とともに消滅していく様子が見られる。湖内最深部における水温の長期観測データから、11 月 12 日に海水が低層約 3m の厚さで流入したことがわかっているが、成層が強固なため、海水流入後に強い風が生じたにもかかわらず、この塩分成層は 3 週間程度の長期にわたって維持された。

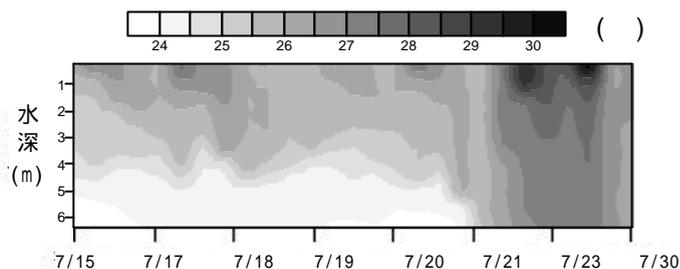


図-1 水温分布の日変化 (1999.7.15 ~ 7.30)

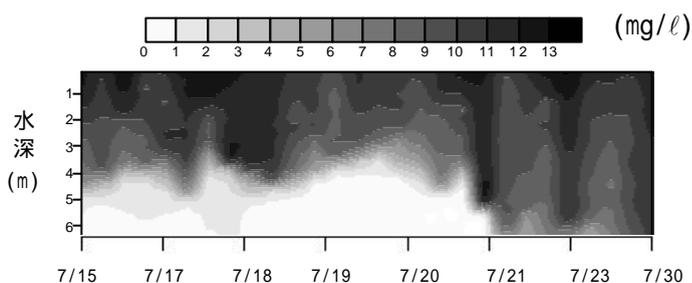


図-2 D0 分布の日変化 (1999.7.15 ~ 7.30)

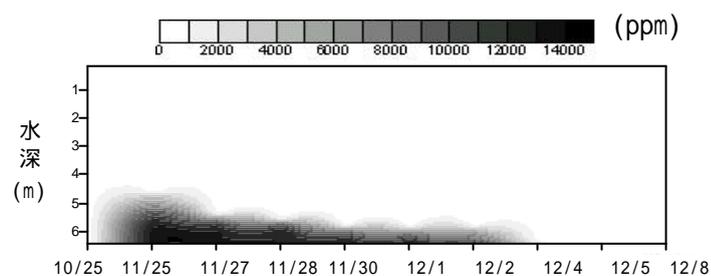


図-3 塩分濃度分布の日変化(1999.10.26 ~ 12.8)

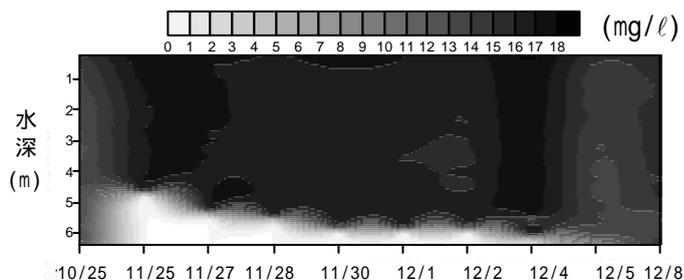


図-4 D0 分布の日変化(1999.10.26 ~ 12.8)

キーワード：汽水湖、水温成層、塩分成層、栄養塩、D0

〒680-8552 鳥取市湖山町南 4-101 TEL 0857-31-5696 FAX 0857-28-7899

### 3. 栄養塩の分析結果

水質調査は湖内観測の際、上層（水面より約 0.3m）と下層（湖底より約 0.5m）の湖水を採水し、栄養塩類の濃度を測定した。この結果をもとに、成層の形成時および破壊後の水質変化を検討する。ただし、ここで使用したデータは、基本的に 12 時頃に採水した試料の分析結果を用いた。

(1) 7月16日～7月30日の水質変化

図 5 に示す窒素系栄養塩類の濃度変化から、ほぼすべてのデータにおいて上下層間の濃度差はみられない。成層の破壊は7月21日の早朝であったが、その後も上下層ともに栄養塩類濃度は高く、7月24日になって濃度低下がみられた。また、嫌気状態が発生した7月16日以降 NO<sub>2</sub>-N はゆるやかに減少しているが、それ以前の観測ではほとんど検出されていない NH<sub>4</sub>-N の濃度が上下層とも高く、底泥から溶出していることが伺える。次に、図 6 をみると、T-P に占める PO<sub>4</sub>-P の割合が高く、窒素系の栄養塩類と同様に、成層の破壊後3日経過した7月24日になって T-P と PO<sub>4</sub>-P の濃度が低下していることがわかる。

(2) 11月25日～12月8日の水質変化

図 7 より、期間中、上層では T-N の濃度はほぼ一定で低いのに対し、下層の濃度は非常に高く、成層が破壊されはじめた12月2日の2日後の12月4日になって濃度の低下がみられた。また、T-N 中の有機態窒素の割合が高いのが特徴的である。これは、下層で採水した試料は11/25～12/2まで泥まじりであり、流入してきた海水に有機態窒素が多く含まれていたためか、底泥から有機物が多く巻き上げられたためではないかと考えられる。さらに、NH<sub>4</sub>-N に着目すると、成層が維持されている期間の下層の濃度が高い。一方 NO<sub>3</sub>-N については、低層の低溶存酸素域の減少とともに増加していることが分かる。次に、図 8 より、T-P および PO<sub>4</sub>-P については T-N と同様で上層の濃度変化はほとんどなく、下層において嫌気状態が発生している間に高濃度となっていることが分かる。また、全体的に下層で T-P に占める PO<sub>4</sub>-P の割合が高くなっており、底泥からの溶出があったものと考えられる。

### 4. おわりに

湖山池の水質変化を成層の形成・破壊に注目してみたが、成層形成時には低溶存酸素域が発生するため、底泥からの NH<sub>4</sub>-N や PO<sub>4</sub>-P の溶出が顕著であった。このとき、夏期の嫌気状態の発生時には、全層にわたって水質の悪化がみられたが、冬期には、下層の水質だけが悪化した。これは主に成層強度の違いにより湖内の流れの構造が異なるためだと考えられる。このように栄養塩類は、低層の DO や湖水循環によって大きな影響を受けて複雑に変化するものと考えられる。また、夏期の水質変化にはアオコの原因となる Microcystis の影響もあると思われるが、これについては、クロロフィル a の観測などにより明らかになるものとする。

参考文献 1) 道上ら：浅い汽水湖における密度成層の破壊特性，水工学論文集，第 43 巻，pp.1067-1072，1999。

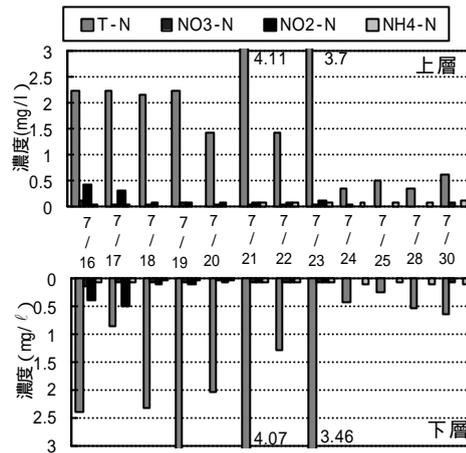


図-5 T-N, NO<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N の日変化 (1999.7.16～7.30)

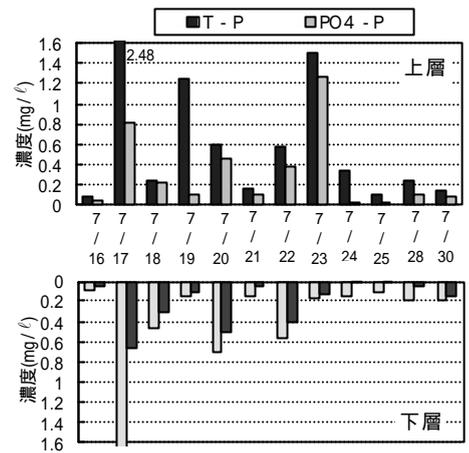


図-6 T-P, PO<sub>4</sub>-P の日変化 (1999.7.16～7.30)

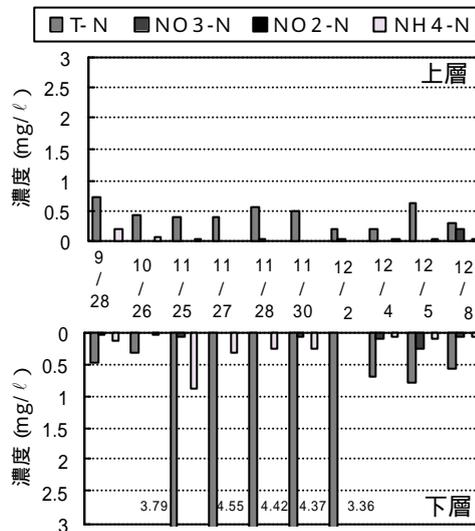


図-7 T-N, NO<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N の日変化 (1999.9.28～12.8)

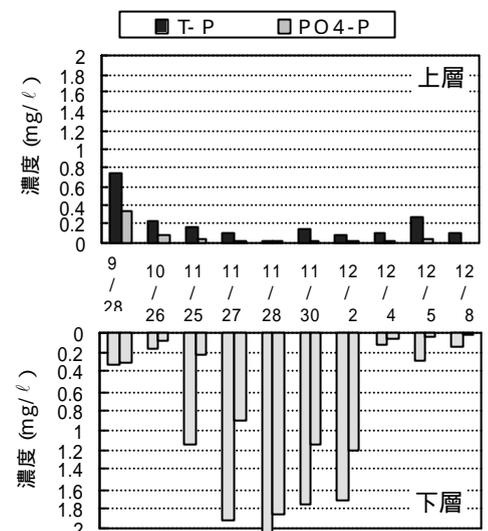


図-8 T-P, PO<sub>4</sub>-P の日変化 (1999.9.28～12.8)