

富栄養化貯水池の水質鉛直分布に対する植物プランクトンの影響

西日本技術開発(株) 正会員 ○井 芹 寧

九州大学大学院 フェロー 小松 利光 正会員 井上 徹教

九州大学工学部 学生員 西本 誠

1. はじめに

近年、貯水池等の閉鎖性水域において、特定の植物プランクトンの異常増殖にともなう、アオコや淡水赤潮の発生が問題となっている。このような植物プランクトンの特異的増殖は、鉛直的な日周運動を行う種によって引き起こされる場合が多い。その要因の一つとして、移動性が高い植物プランクトンが、競合する他の種と比較して、光合成や栄養塩吸収の面において、優れた増殖条件を有することが挙げられる。

本研究は、植物プランクトンの異常増殖機構を明らかにするため、貯水池の成層期における水質及び植物プランクトンの鉛直分布の調査を実施し、水質の経時変化と植物プランクトンの鉛直日周運動との関係について検討を行ったものである。

2. 調査方法

調査は、1999年9月9日午前6時から10日午前3時まで、福岡市東部に位置する井牟田池（面積約 15,000 m²、最大水深 5.0 m）において実施した。池の最深部地点で、ウォーターサンプラー（ISCO 社 3700 型、6700 型）を用いて、生産層の水深 1.0 m（表層）、変水層の 2.4 m（中層）、分解層の 3.5 m（底層）において、3 時間間隔で採水を行った。採水位置と水温等の成層状況（9 月 14 日測定）の関係を Fig.1 に示す。採取した試料は実験室に持ち帰り、アンモニア態窒素(NH₄⁺-N)、リン酸態リン(PO₄³⁻-P)及び植物プランクトン組成等の測定を行った。

3. 調査結果及び考察

3.1 植物プランクトンの経時変化

植物プランクトンとして、藍藻の *Microcystis aeruginosa*、*Anabaena macrospora*、渦鞭毛藻の *Peridinium bipes*、緑藻の *Closterium gracil*、*Pediastrum simplex*、珪藻の *Synedra acus* 等の出現が確認された。

Fig.2 に *P. bipes* 細胞数の経時変化を示す。*P. bipes* は鞭毛により遊泳し、その走光性の特性から、日中は表層に集積し、日没後沈降する鉛直日周運動を行うことが知られている。今回の調査結果では、表層の細胞数は 38 ~ 422 cells/ml、中層は 324 ~ 748 cells/ml、底層は 1 ~ 18 cells/ml であり、表層及び中層で細胞数が比較的多く、変動も大きくになっている。表層では 12 時に、中層では 3 時に最大値を示し、細胞の日中における表層への集積、夜間における沈降が観察された。

Fig.3 に *M. aeruginosa* 細胞数の経時変化を示す。*M. aeruginosa* は細胞内にガス胞を有し、ガス胞の増減による浮力の調整により、鉛直日周運動を行うことが知られている。今回の調査結果では、表層の細胞数は

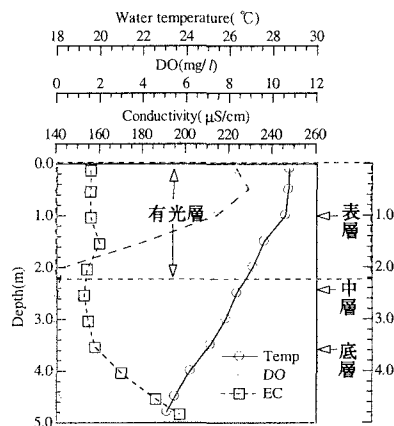
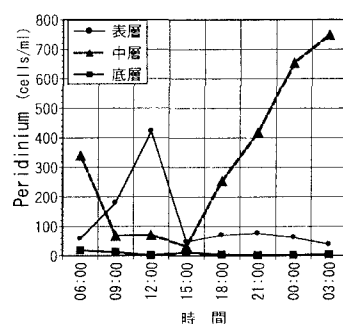
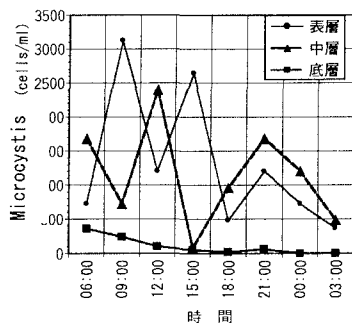


Fig.1 試料採取位置 ※有光層は透明度の2倍とした。

Fig.2 *Peridinium bipes* の変化Fig.3 *Microcystis aeruginosa* の変化

360 ~ 3,120cells/ml、中層は 80 ~ 2,400cells/ml、底層は 0 ~ 360cells/ml となっており、*P. bipes* 同様、表層及び中層で細胞数が多く、日中に浮上し、表層に集積する傾向が認められる。12 時に沈降しているが、これは光合成が過剰となり、一時的に細胞内膨圧が増加しガス胞が縮小したことが影響しているものと考えられる。

Fig.4 に *A. macrospora* の個体数の変化を示す。*A. macrospora* は前述の 2 種と異なり、表層は 1,110 ~ 1,710N/ml、中層は 324 ~ 528N/ml、底層は 1 ~ 18N/ml と、細胞は表層に継続的に集積し、顕著な鉛直運動は観察されなかった。

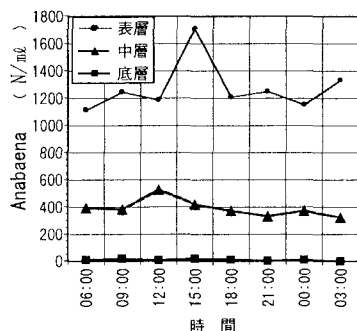


Fig.4 *Anabaena macrospora* の変化

3.2 植物プランクトンの日周運動に伴う水質の経時変化

$\text{NH}_4^+\text{-N}$ 調査結果は、表層は ND ~ 37 $\mu\text{g/l}$ (平均: 7 $\mu\text{g/l}$)、中層は 27 ~ 96 $\mu\text{g/l}$ (同: 57 $\mu\text{g/l}$)、底層は 328 ~ 414 $\mu\text{g/l}$ (同: 360 $\mu\text{g/l}$) であった。 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 調査結果は、表層は 4 ~ 7 $\mu\text{g/l}$ (同: 5 $\mu\text{g/l}$)、中層は 1 ~ 14 $\mu\text{g/l}$ (同: 5 $\mu\text{g/l}$)、底層は 1 ~ 6 $\mu\text{g/l}$ (同: 3 $\mu\text{g/l}$) であった。 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ が底層において高濃度となっており、底泥における有機物分解により $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の溶出が発生していることが推察される。

層別に各出現藻類細胞 (個体) 数と栄養塩濃度の相関分析を行ったところ、中層の *P. bipes* 細胞数と栄養塩の関係に特徴的な傾向が認められた (Fig.5)。*P. bipes* 細胞数と $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度との相関係数は -0.87、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 濃度との相関係数は -0.64 と、いずれも、*P. bipes* の増加に伴い栄養塩濃度が減少する傾向が示されている。この水質経時変化は次の過程によって生じるものと考えられる。① 早朝の *P. bipes* の表層への移動に伴い、中層の植物プランクトン現存量が減少する。→② 中層において、植物プランクトンによる栄養塩吸収量より底層等からの栄養塩供給量が上回り、溶存栄養塩濃度の増加が生じる。→③ 夕方から夜間にかけて表層の *P. bipes* が沈降し、中層の植物プランクトン現存量が増加することにより、栄養塩吸収量が増大し溶存栄養塩濃度が減少する。

このように、*P. bipes* は、日中の表層移動時の光合成、中層移動時の栄養塩吸収の両条件において、移動性の小さい植物プランクトンと比較して、優位な増殖システムを有することが、優占的増殖の一因となっているものと考えられる。

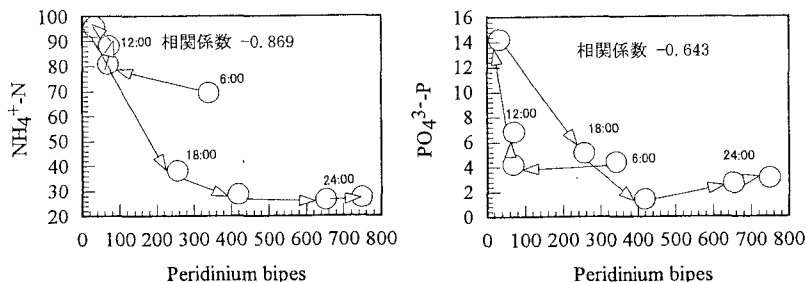


Fig.5 *Peridinium bipes* 細胞数と溶存栄養塩濃度との関係

本水域では *A. macrospora* が

最も現存量が多かった。*A. macrospora* は概ね表層に位置し、底層からの $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の供給を受ける機会が少ないが、大気から供給される N_2 ガスを固定利用できる性質を有することが、優占的増殖を可能としているものと考えられる。

今後は、栄養塩収支を明確にするため、底質からの栄養塩の供給、植物・動物プランクトンの細胞外分泌 (extracellular release) や排泄、死亡による浸出等の影響について定量化を行う必要があるものと考えられる。

4. 結論

富栄養化水域の中層部において、植物プランクトン組成及びその増殖に必要な栄養塩である $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 濃度に関して特徴的な日周変化があることが明らかになった。これらの変化には植物プランクトンの鉛直運動が関与しており、移動集積した植物プランクトンにより栄養塩が吸収される状況が確認された。

鉛直運動する植物プランクトンは運動性の少ない種類と比較して、光合成及び栄養塩吸収環境において優位な条件を有することが、その水域における優占的増殖の一因となっていることが考えられる。