

富栄養化した貯水池における水質項目に関する鉛直分布の日周変動

九州大学工学部 学生員○西元 誠

九州大学大学院工学研究科 フェロー 小松利光 正会員 井上徹教

西日本技術開発株式会社 正会員 井芹 寧

九州大学大学院工学研究科 学生員 中島信一 長谷部崇 正会員 藤田和夫

1. はじめに

水質悪化に関する重要な問題の1つとして、アオコや淡水赤潮に代表される植物プランクトンの大量発生が挙げられる。植物プランクトンの増殖には栄養塩類が必要であるが、表層に含まれる栄養塩のみでは個体群の維持が困難な場合が多い。本研究では植物プランクトンによる栄養塩摂取機構を明らかにするため、水温成層が形成された夏期に栄養塩濃度、クロロフィル (Chl.a) 濃度などに関する鉛直分布及び日周変動について調査を行い、植物プランクトンが鉛直方向の物質循環に与える影響について検討を行った。

2. 観測方法

調査は福岡市東部に位置する井牟田池(面積約15,000m²、最大水深5m)の最大水深を持つ点において、水質鉛直分布の日周変動について行った。Fig.1に観測地点を示す。期間は1999年9月9日午前6時から10日午前3時で、水表面から1.5m～2.5m付近で水温成層が形成されていた。3時間毎に11ずつ水表面から1.0m(表層)、2.4m(中層)、3.5m(底層)においてウォーターサンプラー(ISCO社3700型、6700型)により採水を行い、Chl.a濃度および栄養塩濃度(NH₄⁺-N、PO₄³⁻-P)について分析を行った。また、植物プランクトンの種類別の個体数カウントを行った。

3. 観測結果および考察

Fig.2に、各水深でのChl.a濃度の時系列変化を示す。表層(水深1.0m)では6:00以降濃度が上昇、12:00付近で濃度が最高となった後減少し、15:00から3:00では濃度変化はほとんど見られない。中層(水深2.4m)では6:00から濃度が減少し12:00付近で濃度は最低となる。その後15:00以降に増加し、3:00付近で最高となる。また、底層(水深3.5m)ではほとんど濃度変化がない。これらから、植物プランクトンは水深1.0mから2.4m辺りの水温躍層上部で日周移動していると考えられる。

Fig.3に、中層(水深2.4m)におけるChl.a濃度と栄養塩濃度の関係を示す。9:00から15:00において、Chl.a濃度の変化は見られないがNH₄⁺-N、PO₄³⁻-P共に濃度は増加している。この原因として、拡散による底層からの栄養塩の供給が考えられる。また、15:00から21:00において、Chl.a濃度は増加し栄養塩濃度は減少している。これは、夕方から夜間にかけて植物プランクトンが降下する際に、大きな栄養塩吸収速度を持つことを示唆する。21:00から3:00においては、Chl.a濃度、栄養塩濃度共に大きな変化がない。

Fig.4に中層(水深2.4m)におけるChl.aおよび栄養塩

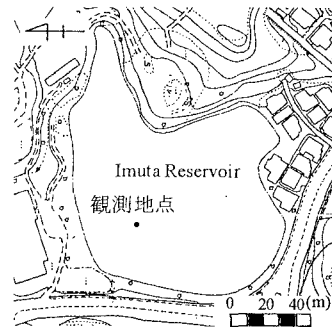


Fig.1 観測地点

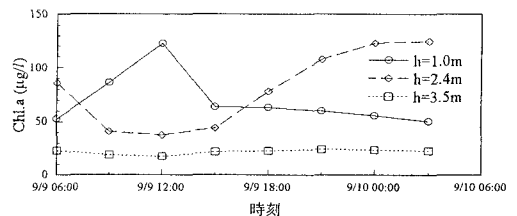


Fig.2 各水深でのChl.a濃度の変動

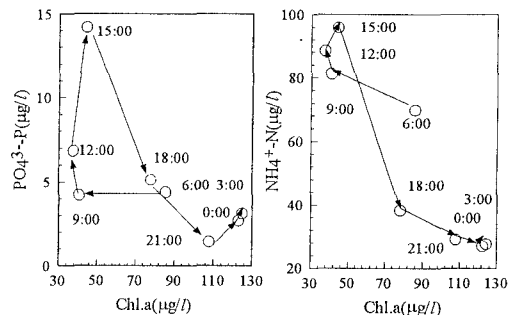


Fig.3 中層(水深2.4m)におけるChl.a濃度と栄養塩濃度の関係

濃度の変化速度の時系列変化を示す。Chl.a 濃度と栄養塩濃度の変化率は15:00 から18:00 にそれぞれ正と負のピークをもっており、0:00から3:00にすべての変化率がほぼ0になる。このことから、観測期間中の井牟田池における栄養塩濃度の増減は植物プランクトンの増減に強く影響を受けていたものと考えられる。ここで、中層において15:00から21:00までの間に栄養塩を吸収した植物プランクトン群が、昼間に表層に上昇したと考える。中層を0.5mと仮定すると、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ は約 $6.4\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ は約 $33.8\text{mg}/\text{m}^3$ 表層に供給されていたことになる。別途行った室内実験（未発表）から、嫌気条件での $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 溶出速度は $8.0\text{mg}/\text{m}^3/\text{day}$ 、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 溶出速度は $21.1\text{mg}/\text{m}^3/\text{day}$ であったので、成層化した貯水池においては植物プランクトンの鉛直移動が栄養塩の鉛直循環に大きく関係していると言える。

Fig.5に各水深でのT-P、Pheophytin-a濃度の時系列変化を示す。Pheophytin-a濃度は表層において12:00付近で濃度が最大となり、中層においては21:00から3:00にかけて増加している。これらの変動要因については検討中であるが、例えば、日中表層で死滅した植物プランクトンが沈降し、夜間中層に達する可能性などが考えられる。その場合、Chl.a濃度及びPheophytin-a濃度の変化速度から植物プランクトンの沈降速度を見積もると、それぞれ $0.47\text{m}/\text{h}$ 、 $0.23\text{m}/\text{h}$ となり、植物プランクトンの生死によって沈降速度が異なる可能性が示唆される。

次に、上記の植物プランクトン鉛直移動を考慮してT-Pに関する鉛直循環量について考察する。Fig.6に表層、中層共に層厚は1.5mと仮定した場合の日中、夜間の表層、中層におけるT-P含有量を示す。表層T-P濃度の変化が植物プランクトン移動によるものと仮定すると、表層、中層間の植物プランクトン移動に伴うT-P移動量は $76\text{mg} \cdot \text{P}/\text{m}^2$ と見積られる。ここで、Fig.6の状態を定常的に維持するものと仮定すると、T-Pの沈降量及び中層への供給量は $19\text{mg} \cdot \text{P}/\text{m}^2$ となる。そこでPheophytin-a濃度及びChl.a濃度とT-P濃度の関係から植物プランクトン死滅沈降に伴うT-P沈降量を見積ると約 $13\text{mg} \cdot \text{P}/\text{m}^2$ となる。さらに6:00から12:00にかけての中層栄養塩濃度の増加は底層からの拡散によるものとする、拡散に伴う中層へのT-P供給量は約 $15\text{mg} \cdot \text{P}/\text{m}^2$ と見積られる。これらは、表層及び中層のT-P濃度の変化と大きな矛盾がなく、概略の栄養塩循環を表していると考えられる。

4. 結論

富栄養化した貯水池においてChl.a濃度及び栄養塩濃度の鉛直分布の日周変動を観測した。その結果、植物プランクトンの鉛直移動や死滅による沈降が栄養塩の鉛直循環に大きく関係していることがわかった。今後は、さらに詳細な鉛直プロファイルを測定し、物質循環の定量化を試みる予定である。

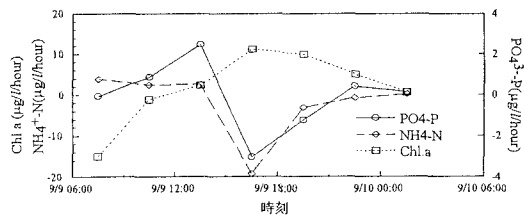


Fig.4 中層（水深2.4m）におけるChl.a濃度及び栄養塩濃度の変化速度の時系列変化

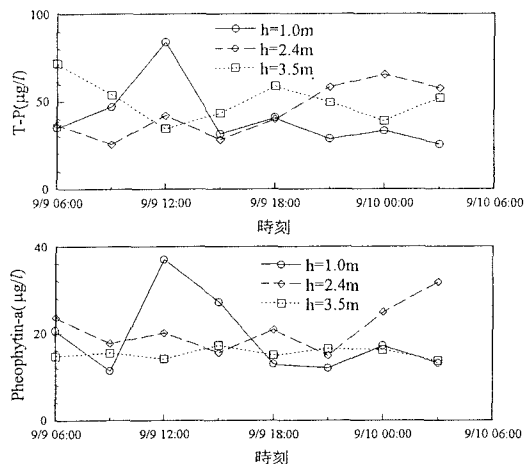


Fig.5 各水深でのT-P、Pheophytin-a濃度の時系列変化

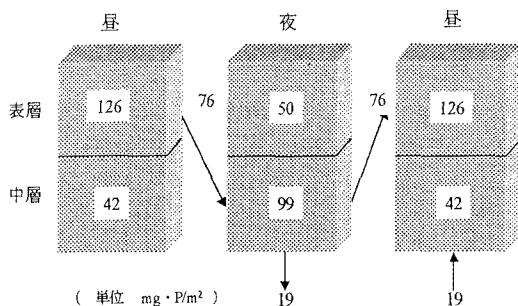


Fig.6 日中、夜間の表層、中層におけるT-P含有量