水温躍層による植物プランクトンの極大層形成に関する研究

東京電機大学　学生会員○田村恵介
東京電機大学　　正会員　有田正光
東京電機大学　　正会員　武村　武

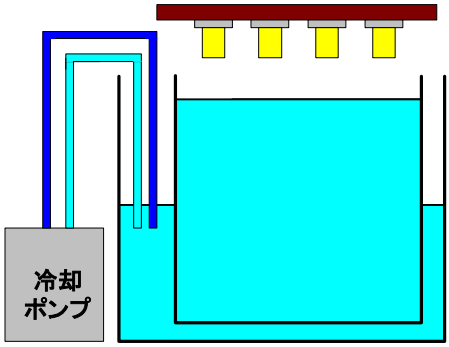
１．はじめに

近年，湖沼やダム貯水池では栄養塩の過剰供給により植物プランクトンが異常増殖して，淡水赤潮，アオコ，上下水道のろ過障害，景観障害，かび臭が発生することで水資源としての利用が困難になるなど，多くの問題を抱えている．この様な水質問題を検討する上で，原因の一つである植物プランクトンの動態を知ることは重要である．

そこで，本研究では，植物プランクトンの特異な動態の一つとして，水温躍層を形成している湖沼や海域などの現地調査により報告されている植物プランクトンの極大層形成に着目し，その形成要因を基礎的な実験により検討した．

２．実験概要

本研究では，植物プランクトンの動態に影響を及ぼす外的要因を制御するために，室内において行った．実験装置の概略図を図-1 に示す．また，実験条件を表－1 に示す．実験装置では，外側のタンクと内側のタンクの間に入れた水の水深と水温を調節して水温躍層を形成させた．光源は市販の白色蛍光灯を用いて 6:00～19:00 の 13 時間を明時間とし，19:00～6:00 の 11 時間を暗時間とした．冬期の実験ではヒーターを内側タンクの上層部に設置して躍層を形成させ，形成後はヒーターを取り外してから実験を行った．使用した試料水は大学内の貯水池の水を簡易濾過し，実験に使用した．栄養塩は植物プランクトンの増殖に対して制限がかからないように調整した．



図－１　実験装置概略図

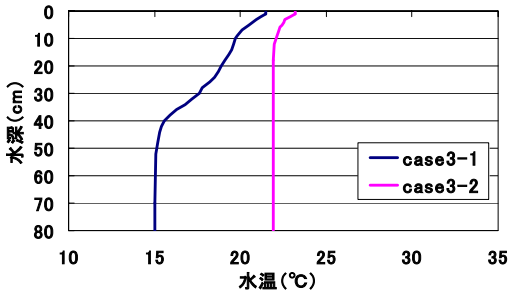
表－１　実験条件

case	計測日	測定間隔	光量(lx)	躍層	ヒーターの使用
1-1	7/31～8/3	24時間	7000	有	×
1-2				無	×
2-1	9/4～9/7			有	×
2-2				有	×
3-1	9/27～10/2			有	×
3-2				無	×
4	10/11	2時間		有	○
5	10/19			有	○
6	10/23			有	○
7	10/29			有	○
8	12/4～5			有	○

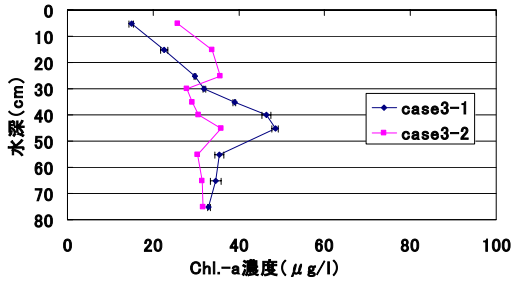
３．実験結果および考察

３．１　水温躍層の有無による極大層の形成

水温躍層の有無が植物プランクトンの極大層形成の要因となっているか確認するために，基礎実験を実施した．図-2,3 は，10 月 1 日の午前 10:30（実験開始 5 日後）における水温の鉛直分布と chl.-a 濃度の鉛直分布の測定結果である．図-2 より，水深 40cm 程度まで水温躍層が形成されていることが確認できる．図-3 より，case3-1 は水温躍層下部付近において chl.-a 濃度の極大層を確認できる．一方の case3-2 では，case3-1 のような明瞭な極大層は確認できない．よって，植物プランクトンの極大層形成には水温躍層が必要であると推察される．



図－２　水温の鉛直分布



図－３　Chl.-a濃度の鉛直分布

３．２　極大層形成要因の検討

水温躍層付近に植物プランクトンが極大層を形成するする理由を，既往の研究をもとに幾つか検討した．

はじめに，水槽内に差し込む光条件の差が chl.-a 濃度の

キーワード　植物プランクトン，クロロフィルａ，水温躍層，
連絡先　　〒350-0394　埼玉県比企郡鳩山町大字石坂　TEL：049-296-2911　FAX：049-296-6501

極大層形成要因となり得るかを確認するために，case3-1 と case3-2 の光の消散係数を算出した．その結果，両ケース間において，消散係数に大きな違いが見受けられなかったため，本要因が極大層形成要因の一つとは考えにくい．

次に，躍層の存在が栄養塩の鉛直分布に影響を与え，極大層形成要因の一つとなり得るかを検討するために，case3-1 と case3-2 における栄養塩の鉛直濃度の分布を測定した．その結果を図-4 に示す．同結果より，2 つのケースにおける栄養塩の分布はほぼ等しく，かつ，植物プランクトンの増殖を制限するような濃度で無いことが確認できる．

以上により，本実験において，水温躍層の存在が水槽内の光条件や栄養塩濃度の鉛直分布には大きな影響を与えておらず，これらが chl.-a 極大層形成要因とは考えにくい．

ここで，光条件や栄養塩条件以外の極大層の出現要因として，植物プランクトンの沈降現象[1)]をあげることができる．図－3 において，表層付近における case3-1 と case3-2 の計測結果を比較すると，case3-1 の方が chl.-a 濃度が低くなっている．この case3-1 における chl.-a 濃度の減少は，前項までの検討により栄養塩や水温，強光阻害などによるものとは考えづらいため，この減少は植物プランクトンの枯死が要因ではなく移動，すなわち沈降による減少であると推察される．

３．３　植物プランクトンの沈降現象の検討

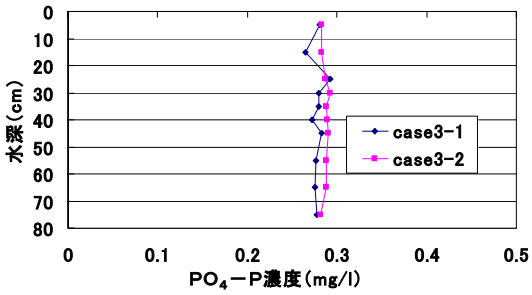
ここでは，前節までの検討を踏まえ，植物プランクトンの沈降現象を検討する．chl.-a 濃度の鉛直分布の経日変化を図－5 に示す．この結果より，1 日目から 3 日目にかけて，表層付近における chl.-a 濃度が減少していることが確認できる．また，下層（水深 40cm 以深）では，同期間において chl.-a 濃度が増加していることも確認できる．さらに，1 日目の 20cm あたりに確認できる chl.-a 濃度の極大層が，徐々に下層へと推移していることも確認できる．前述した通り，栄養塩や水温，強行阻害などによる植物プランクトンの減少の影響は考えづらいことから，極大層は植物プランクトンの沈降による集積によって出現したと推察される．

しかし，極大層が水温躍層に達した後の 3 日目以降は極大層の移動が非常に遅くなり，また下層全体で chl.-a 濃度が高くなっている．これは，沈降のみでは説明できないので，その他の要因の検討が必要である．

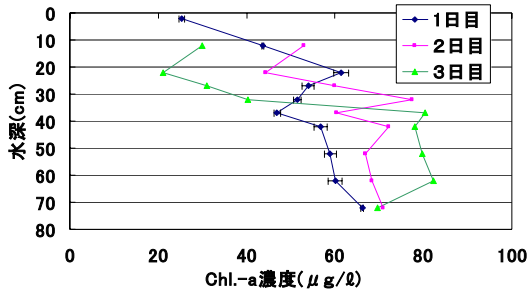
３．４　植物プランクトンの夜間の動態

植物プランクトンの沈降以外の動態を確認するために夜間の観測を行った．計測結果を図-6 に示す．早朝の 4 時に観測した chl.-a 濃度分布に対して，6 時に観測した chl.-a 濃度分布は，水深 40cm より上層部では増加し，水深 70cm 付近では減少している．この結果は，前節の結果と相反するものである．よって，この chl.-a 濃度の変化は植物プランクトンの沈降とは逆の，浮上による動態であると推察される．

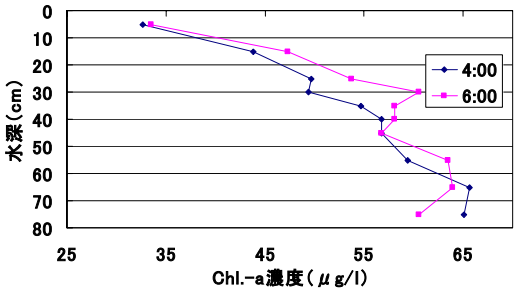
この植物プランクトンの浮上という動態を考慮すれば，前述で述べた図-5 において沈降のみでは説明の出来なかった下層全体で chl.-a 濃度が高かった理由も，底層から植物プランクトンが躍層まで浮上したことにより下層全体で濃度が高くなったのだと推察できる．



図－4　栄養塩の鉛直分布



図－5　Chl.-a濃度の経日変化



図－6　Chl.-a濃度の変化

４．まとめ

本研究では，植物プランクトンが水温躍層付近に形成する極大層の形成要因について基礎実験により検討した．その結果，本実験において確認された植物プランクトンの極大層は，躍層付近における沈降速度の減少による集積が要因の一つであることが確認された．さらに，下層において，植物プランクトンの濃度が長期間にわたって高濃度化する要因として，植物プランクトンの浮上が要因の一つであることが推察された．

以上のように，光条件や栄養塩濃度等の複雑な条件に影響されずに極大層が形成したことは，現地等で観測される極大層の形成要因を検討する上で重要な意味を持つ結果であると考られる．

謝辞

本研究の一部は東京電機大学総合研究所研究費（Q07E-07）により行われたものであり，ここに謝意を表します

参考文献

アレキサンダー・J・ホーン，チャールス・R・ゴールドマン：陸水学，京都大学学術出版会．