

湖沼の水質におよぼす植物プランクトンの影響

国立公衆衛生院 ○国包章一
南部祥一
金子光美

1 結論

この研究の目的は、栄養塩としての水中の窒素・リンが、植物プランクトンの増殖という物質循環のサイクルの一部を通してどのように湖沼の水質汚濁に寄与しているか、ということを知るために行なったものである。

自然水域においては、植物プランクトン自体がいわゆる汚濁物質としてみなされるが、植物プランクトンだけをとり出してその現存量を的確に把握し、その水質汚濁に対する寄与を知ることは容易なことではない。そこで、この研究においては植物プランクトンを懸濁態有機物としてとらえ、実験的にその特性を知ることによって、典型的な富栄養湖である霞ヶ浦の水質を植物プランクトンの消長と関連づけて評価することを試みた。

2 植物プランクトンの増殖と窒素・リンの吸収に関する実験的検討

2-1 植物プランクトンのバッチ培養実験

〈目的と方法〉 この実験の目的は、窒素を制限基質としてバッチ培養した場合の植物プランクトンの増殖特性を調べることである。リンを制限基質とした場合についてはすでに報告したので、ここではその結果のみを引用することとする。

実験装置は図-1に示すとおりで、攪拌とランプの照射は常時行なった。このような培養槽を3つ1組とし、表-1に示したように培養液中の栄養塩のうち NaNO_3 濃度だけを変えて、それぞれ(A)0 mg/l、(B)3 mg/lおよび(C)6 mg/lとした。また、いずれの場合も窒素が制限基質となるように、相対的にリン濃度を高めた。実験に用いた植物プランクトンは緑藻 *Scenedesmus dimorphus* である。

実験の開始にあたってはまず各槽に脱イオン水49 lを満し、これに水50 lに対して表-1に示す濃度になるように栄養塩を加えて CO_2 ガスでpHを7.0に調節したのち、あらかじめ(C)と同じ培養液で培養しておいた *S. dimorphus* の植液1 lを加えた。槽内の水質が均一となった時点から適宜採水し、1週間にわたって水質の変化を調べた。なお、採水直後毎回 CO_2 ガスでpHを7.0に調節した。主な分析項目と分析方法を次に記す。

SS: Whatman GF/Cグラスファイバー濾紙(以下GF/Cと略記)を用いて直接定量した。

クロロフィルa: GF/Cで濾過した残渣を92%アセトン溶液で抽出し、遠心後比色定量した。

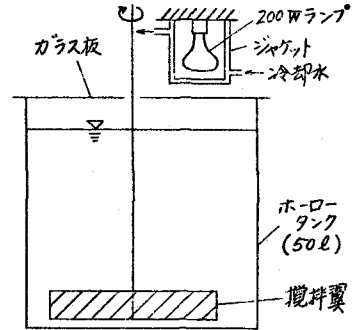


図-1 実験装置略図(バッチ実験)

表-1 培養液の組成(バッチ実験)

栄養塩	濃度 (mg/l)
NaNO_3	(A)0~(B)3~(C)6
Na_2HPO_4	4.6
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	40
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	27
K_2SiO_3	25
$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	1.7

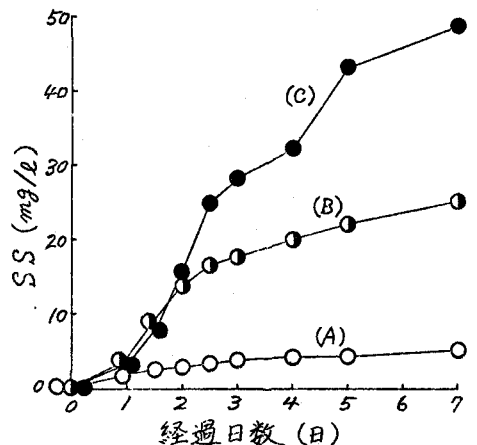


図-2 SSの経時変化

COD(Mn): 過マンガン酸カリウム高温酸性法 (JIS K 0102)。

T-COD(Mn): 検水をもろ分析した。
P-COD(Mn): T-COD(Mn) と F-COD(Mn) の差として求めた。
F-COD(Mn): GF/C で濾過した検水について分析した。
P-C (懸濁態炭素)・P-N (懸濁態窒素): GF/C で濾過した残渣を CHN 分析計で分析した。

T-N (全窒素): P-N と $\text{NO}_3\text{-N}$ の和として求めた。

$\text{NO}_3\text{-N}$: メンブレンフィルター (0.45 μ) で濾過した検水を Cd-Cu カラム法で還元し、 $\text{NO}_2\text{-N}$ を Robinson-Bendschneider 法で分析した。

なお、この実験は必ずしも純粋培養ではないが、実験中他の種類の植物プランクトンの出現は殆んど認められず、以下の考察を進める上でも何ら支障はなかった。このことは次の連続培養実験についても同様である。

<結果と考察> 実験期間中の水温は(A)・(B)・(C)とも 30~36 $^{\circ}\text{C}$ である。

SS と各態窒素濃度の経時変化をそれぞれ図-2 と図-3 に示す。図-2 から、窒素を栄養塩として添加しなかった(A)では殆んど SS が増加しないが、(B)・(C)では窒素濃度にほぼ比例して SS が増加し、植物プランクトンが窒素濃度に応じて増殖していることが認められる。またこのとき(B)・(C)では、植物プランクトンの増殖に伴って P-N が増加するとともに、基質として加えた $\text{NO}_3\text{-N}$ が減少して、(B)では実験開始後 1.5 日、(C)では 2.0 日で殆んどなくなってしまうが、*S. dimorphus* の増殖はいずれも依然として続いている。

SS と P-N の関係をさらに詳しく検討するために P-N/SS (窒素含有率) の変化をグラフに表わしたものが図-4 である。 $\text{NO}_3\text{-N}$ が残存している間は P-N/SS の値は 6% 前後であるが、増殖が進むにつれて 2% 近くにまで低下しており、基質中の窒素濃度によって *S. dimorphus* の窒素含有率がかなり変化することを示している。この結果は Force らが安定池から採取した植物プランクトンについて培養実験した結果ともほぼ一致した値である。

COD(Mn) の経時変化はグラフには示さなかったが、既に筆者らがリンを制限基質としてバッチ培養した場合と同様に、*S. dimorphus* の増殖に伴って P-COD(Mn) だけが SS に対しておおよそ 0.5~0.6 の割合で増加した。また P-C も SS に対してほぼ 40~45% の割合で増加した。

しかし、クロロフィル a はこれらとはやや異なった変化を

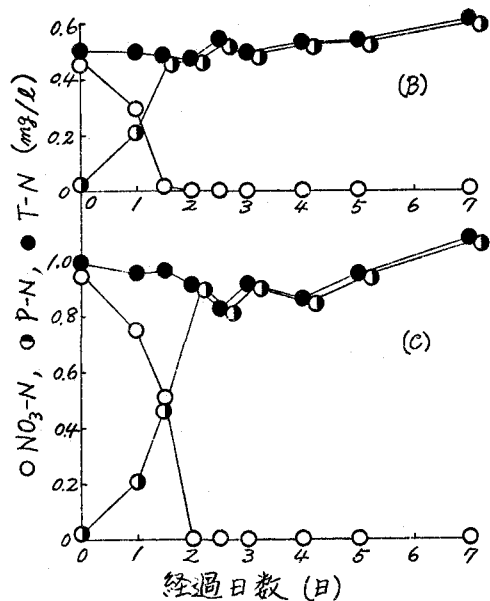


図-3 各態窒素濃度の経時変化

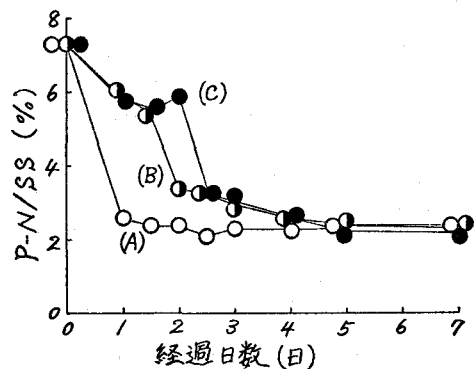


図-4 P-N/SS の経時変化

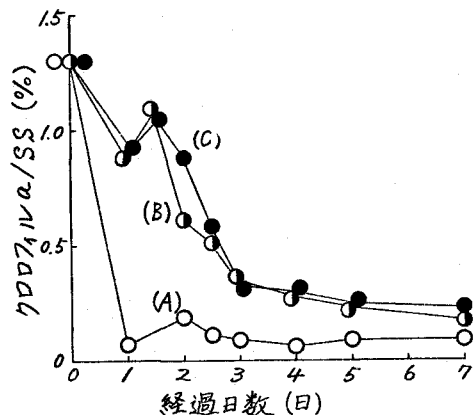


図-5 クロロフィル a/SS の経時変化

示し、クロロフィルa/SS(クロロフィルa含有率)の値も図-5に示したように増殖が進むにつれてむしろ低下する傾向が認められた。

2-2 植物プランクトンの連続培養実験

〈目的と方法〉 この実験の目的は、リンを制限基質として植物プランクトンの連続培養を行ない、一定条件のもとで流入リン濃度あるいは希釈率(又は滞留時間)を変化させた場合の増殖特性の変化について調べることである。

実験装置を図-6に示す。培養槽は内径18cm・有効容積19.5Lの塩ビ製で、周囲から8本の40W植物育成用蛍光灯で常時照射されている。培養槽には表-2に示したような組成の培養液が常時一定流量で流入するようになり、他方槽内の攪拌と酸素補給およびpH調節をかねてCO₂混合空気(4L/分)が供給されている。以下の実験ではすべて水温25℃、pH7.0として行なった。なお、実験に用いた植物プランクトンは、バッチ培養実験の場合と同じ緑藻*S. dimorphus*である。

この実験では定常状態の下での植物プランクトンの増殖特性を調べるのが目的であるので、各実験のたびごとにあらかじめ表-2に示したうちのいずれかのK₂HPO₄濃度で培養した*S. dimorphus*の植種液を所定の濃度に調製した培養液に加え、培養槽内でバッチ培養してある程度まで増殖させてから連続培養に切り換えて、流出水のSSが安定した時点で流出水を採水分析した。採水および分析は原則として一週間2~3回繰り返して行ない、各項目についてこれらの平均値を求めた。

主な分析項目は*S. dimorphus*の細胞数・SS・クロロフィルa・COD(Mn)・COD(Cr)・P-C・P-N・T-PおよびF-Pである。バッチ実験と同じ項目については同じ分析方法によったので、ここでは新たに追加した項目についてのみ分析方法を次に記す。

細胞数：顕微鏡下で計数した。

COD(Cr)：重クロム酸カリウム法(JIS K0102)。T・P・

Fの別についてはCOD(Mn)の場合と全く同じである。

T-P(全リン)：検水にK₂S₂O₈溶液を加えて加水分解したのち

メンブレンフィルター(0.45μ)で濾過し、PO₄-Pをアスコルビン酸法で比色定量した。

P-P(懸濁態リン)：T-PとF-Pの差として求めた。

F-P(溶解態リン)：GF/Cで濾過した検水についてT-Pと同様に分析した。

なお、T-Pだけは流入水について分析した値を用いた。

〈結果と考察〉 図-7は希釈率を一定(0.2/日)として流入リン濃度を变化させた場合の流出水質の変化を示したものである。流入リン濃度の値にかかわらず大部分のリンは懸濁態に変化しているが、*S. dimorphus*の現存量は必ずしもこれに伴って増加してはならず、これは何らかの密度効果によるものではないかと考えられる。

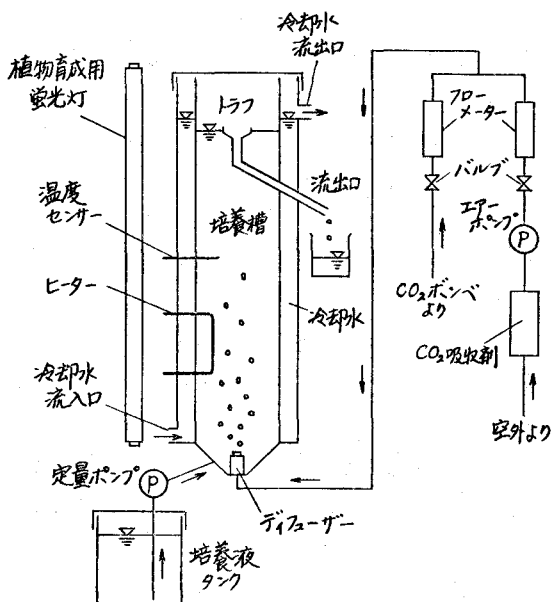


図-6 実験装置略図(連続実験)

表-2 培養液の組成(連続実験)

栄養塩	濃度(mg/L)
NaNO ₃	160
K ₂ HPO ₄	0.35, 0.7, 1.5, 3.0
MgSO ₄ ·7H ₂ O	40
CaCl ₂ ·2H ₂ O	27
K ₂ SiO ₃	25
FeCl ₃ ·6H ₂ O	1.7

図-8は流入リン濃度をほぼ一定(0.214~0.270mg/l)として希釈率を変化させた場合の流出水質の変化を示したものである。ここでリンを制限基質として Monod の式を適用すれば、希釈率が大きくなるにつれて F-P が増加し、P-P が減少するはずであるが、希釈率がそれほど大きくないためかこのような傾向は必ずしも明確には認められない。しかし、P-P がそれほど変化しないにもかかわらず SS は希釈率が小さくなるにつれて非常に増加している。一方、細胞数にはそれほど変化が認められないが、クロロフィル a は希釈率が 0.2/日 で最大となり、希釈率がこれより小さくなると SS とは逆に激減している。

次に、上の結果をもとにして、*S. dimorphus* の細胞数あるいは乾燥重量(SS)をベースとして、流入リン濃度あるいは希釈率による組成等の変化について検討した。流入リン濃度を变化させた場合にはそれほど顕著な *S. dimorphus* の組成変化は認められず、かつ希釈率を変化させた場合の組成変化の範囲内に殆んどおさまっていることから、ここでは後者の場合についてのみ検討することとした。

図-9、10は希釈率を変化させた場合の *S. dimorphus* の組成変化を示したものである。まず、細胞数をベースとした場合についてみると希釈率が大きくなるにつれて細胞当りの重量が $1/2$ 以下に減少し、事実顕微鏡下においてもこれに伴った形態の変化が認められたが、細胞当りのリン含有量は逆に上昇し、 $0.63 \sim 1.22 \times 10^{-12}$ g/個の範囲で変化した。

乾燥重量当りの組成変化をみてみると、炭素含有率は $57.8 \sim 61.3\%$ でそれほど大きな変化は認められないが、クロロフィル a 含有率は $0.10 \sim 0.93\%$ とかなり大きく変化しており、このレベルはバッチ実験の結果ともほぼ一致する。このような希釈率によるクロロフィル a 含有率の変化は *S. dimorphus* の増殖の phase の相違によるものではないかと推察される。P-COD(Mn)/SS・P-COD(Gr)/SS の変化については図に示さなかったが、それぞれの値は $0.50 \sim 0.63$ および $1.30 \sim 2.04$ で、P-COD(Gr)/SS の値が

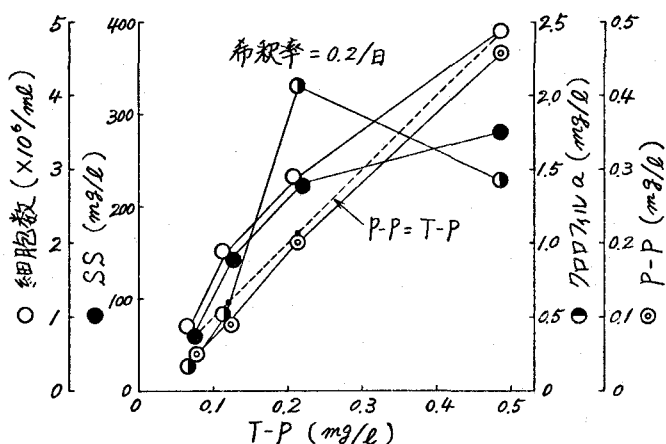


図-7 流入リン濃度による細胞数・SS・クロロフィル a および P-P の変化

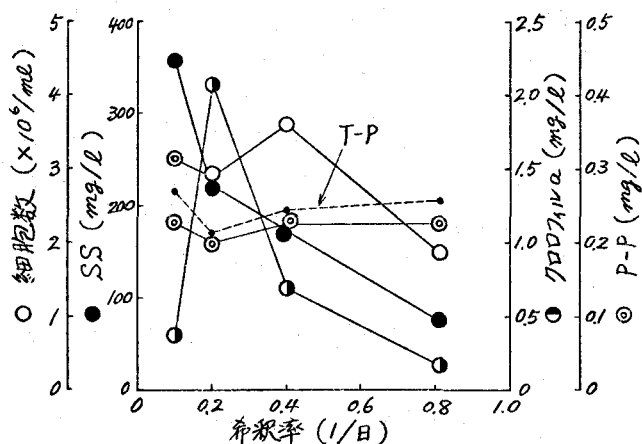


図-8 希釈率による細胞数・SS・クロロフィル a および P-P の変化

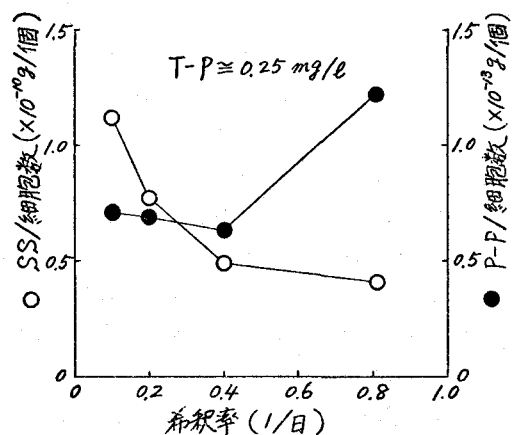


図-9 希釈率による $\frac{SS}{細胞数}$ および $\frac{P-P}{細胞数}$ の変化

希釈率が小さくなるにつれていく分増大する傾向が認められた。

次に、窒素・リン含有率はそれぞれ4.7~8.31%および0.064~0.298%で、いずれも希釈率が大きくなるにつれて増加している。このときの窒素含有率はバッチ実験等の結果とほぼ同じレベルにあり、いずれの希釈率の場合においても未利用の窒素がまだかなり残されているにもかかわらず、含有率はこの程度の値にとどまっている。一方、リン含有率は窒素に比べて非常に大幅な変化を示し、一般に過剰吸収(luxury uptake)と呼ばれているレベルよりはかなり低いものの、同様の現象が認められた。

さらに図-11は*S. dimorphus*の乾燥重量に対するリンの転換率を示したもので、希釈率が小さくなるに従って非常に増加しており、Zabot^らが*Chlorella pyrenoidosa*について連続培養実験を行なった結果と一致した傾向を示している。

なお、ここで行なった実験は純粋培養ではないので、細菌によるリンの吸収も考えられるが、実際には*S. dimorphus*の細胞数に比べて一般細菌数はいずれの場合も1/10以下であったので、この程度では殆んど影響がないものと考えられる。

2-3 要約

*S. dimorphus*のバッチ培養実験および連続培養実験の結果から次のようなことがわかった。

すなわち、懸濁態有機物としての*S. dimorphus*の乾燥重量(SS)に対するP-COD(M_n)・P-COD(C_n)およびP-Cの割合は、増殖条件による変化が比較的少なく、それぞれおよそ0.5~0.6、1.3~2.0および40~60%であった。しかし、クロロフィルa/SSの値は条件によっておよそ0.1~1.3%の範囲内で大きな変化を示した。

さらに、*S. dimorphus*の窒素・リン含有率は条件によってそれぞれおよそ2~8%および0.06~0.25%の範囲内で変化することがわかった。とくに*S. dimorphus*による窒素とリンの吸収のしかたを比較すると、リンの方が窒素と比べて過剰に吸収する傾向が強く認められた。

3 霞ヶ浦における植物プランクトンの消長と懸濁成分の特性に関する検討

3-1 霞ヶ浦の水質の季節変動特性

上のような成果をふまえた上で、実際の湖沼における懸濁成分を中心とした水質の季節変動が、植物プランクトンの消長とどのような関係があるかを知らるために、霞ヶ浦を対象として水質の連続観測を行なった。調査期間は昭和49年6月17日~11月5日の約5ヶ月間である。採水地点は土浦水道取水塔付近、分析項目はSSとCOD(M_n)で、分析方法は前出と同じである。

図-12に調査結果を示す。霞ヶ浦のT-COD(M_n)は7月下旬から指数的に急上昇し、8月下旬に頂点に達したのち、以後増減を繰り返しながら徐々に低下する傾向が認められる。しかし、P-COD(M_n)は変動が少なく比較的安定した値を保っている。従って霞ヶ浦のT-COD(M_n)の季節変動の大部分はP-COD(M_n)の変動に起因するものである。

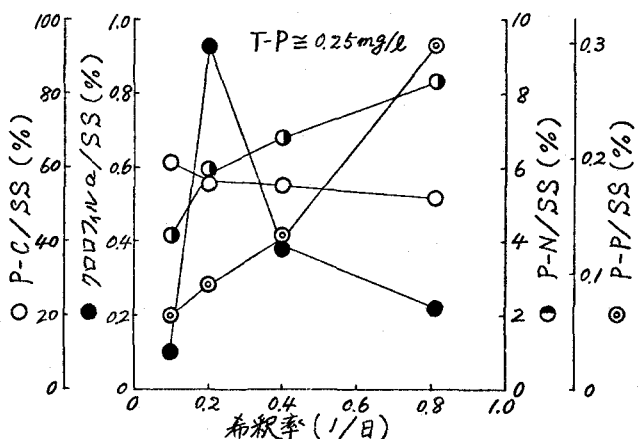


図-10 希釈率による $\frac{P-C}{SS}$ 、 $\frac{\text{クロロフィルa}}{SS}$ 、 $\frac{P-N}{SS}$ および $\frac{P-P}{SS}$ の変化

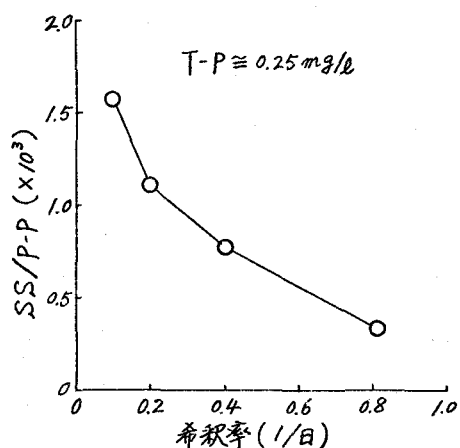


図-11 希釈率による SS/P-P の変化

とくに夏季におけるT-COD(Mn)の急上昇は、明らかに植物プランクトンの異常増殖によるものと考えられる。一方SSはT-COD(Mn)と同じ頃に増加するが、秋になってもなお高いレベルにあり、変動を続けている。

上記のような水質の季節変動を図-13に示した気象条件と対照してみると、とくにT-COD(Mn)の増加として明確に表わされる植物プランクトンの増殖期と、7月下旬～8月中旬の高温・晴天が続く期間とが全く一致していることがわかる。このことから、仮に栄養条件が季節的にそれほど変化しないものとすれば、霞ヶ浦における夏季の植物プランクトンの異常増殖は、気象条件によって大きく支配されていると言える。

図-14は図-13と同じデータを別の見方で整理しなおしたものである。霞ヶ浦のSSとP-COD(Mn)は図中に破線で示した範囲内において、ある一定の傾向で季節変動することが認められた。さらに、プロットした各点と原点を結ぶ直線の傾きはP-COD(Mn)/SSの値に相当するので、仮に霞ヶ浦の懸濁態有機物がおおむね植物プランクトンで、しかもそのP-COD(Mn)/SSの値がS. dimorphusの場合と同じく0.5前後であるとするれば、実際に湖水について求めたP-COD(Mn)/SSの値から、その懸濁成分中の植物プランクトンの多寡を推定することも可能であると考えられる。例えば、図-15で植物プランクトンの増殖期に相当する8月には、たしかにP-COD(Mn)がSSに対して最も高くなっており、上のような見方がかなり妥当であることを裏づけている。

3-2 霞ヶ浦の懸濁成分の特性とその評価

霞ヶ浦において植物プランクトンが窒素・リンの存在のもとにどのようにその水質汚濁に対して寄与しているかを知らずして、とくにその懸濁成分の特性を明らかにすることを主眼として、上記の調査とはまた別に霞ヶ浦の水質調査を実施した。採水は霞ヶ浦(西浦)全域をカバーするよう11地点を選び、昭和49年8月13日・同10月3日および昭和50年3月14日の3回行なった。主な分析項目はSS・クロロフィルa・COD(Mn)・COD(Cr)・P-C・各態窒素および各態リンで、これらの分析方法は既に述べた方法と殆んど同じであるが、T-NはケルダールN(

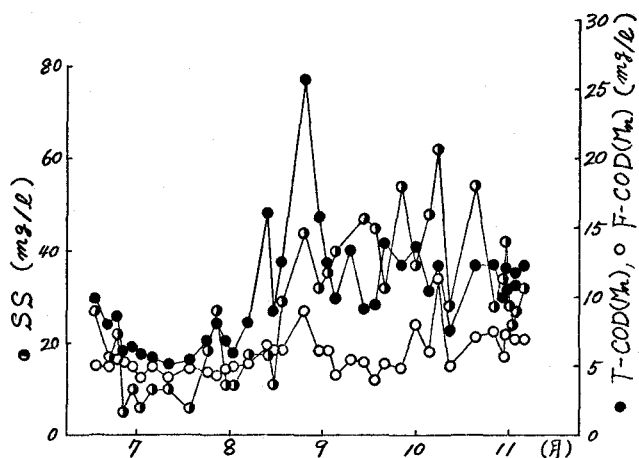


図-12 霞ヶ浦のSS・T-COD(Mn)およびF-COD(Mn)の季節変動

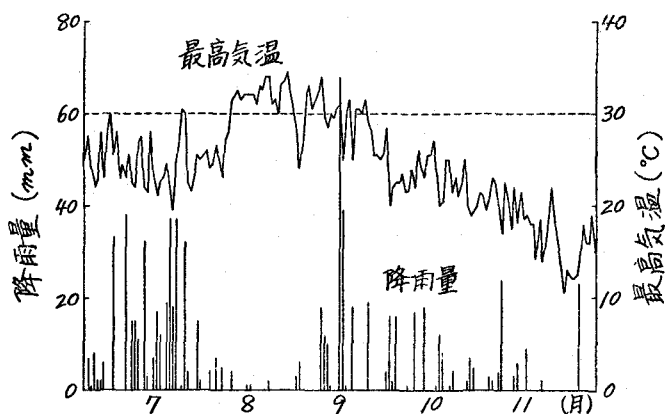


図-13 土浦の降雨量と最高気温(「茨城県気象月報」より)

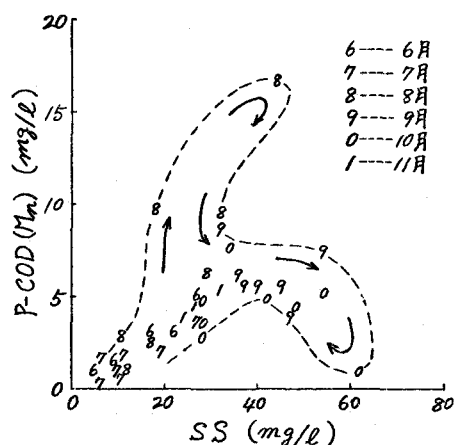


図-14 霞ヶ浦のSSとP-COD(Mn)の相関図

湖沼調査法)・ $\text{NO}_3\text{-N}$ ・ $\text{NO}_2\text{-N}$ の和として、また IF-N (溶存態無機窒素)は $\text{NO}_3\text{-N}$ ・ $\text{NO}_2\text{-N}$ ・ $\text{NH}_4\text{-N}$ の和として求めた。

表-3に各回ごとの全地点の水質分析結果の平均値を、また表-4には各地点ごとに求めた懸濁成分の特性値の各回ごとの平均値を示す。

既に述べたように、霞ヶ浦の有機成分の季節変動が懸濁態のその季節変動によるものであることは、表-3の COD

(Mn)・ $\text{COD}(\text{Cr})$ の値からも明らかである。 $\text{P-COD}(\text{Mn})$ ・ $\text{P-COD}(\text{Cr})$ および P-C については、個々の測定値についてお互いに高い相関がえられたが、クロロフィル α はこれらとはやや異なった変化を示している。さらに表-4の $\text{P-COD}(\text{Mn})/\text{T-COD}(\text{Mn})$ ・

$\text{P-COD}(\text{Cr})/\text{T-COD}(\text{Cr})$ の値から、霞ヶ浦の有機成分のうちで懸濁成分の占める割合はおおよそ20~60%で、植物プランクトンの増加を反映して夏とくに高いことがわかる。また、 $\text{P-COD}(\text{Mn})/\text{SS}$ ・ $\text{P-COD}(\text{Cr})/\text{SS}$ の値を $S. dimorphus$ を用いた実験結果と比較した場合、仮に霞ヶ浦の懸濁態有機物がすべて植物プランクトンで、しかもその酸素当量および炭素含有率が $S. dimorphus$ と同程度であるものとするれば、霞ヶ浦の懸濁成分中に占める植物プランクトンの割合はおおよそ30~70%で、これらもやはり夏に高い値を示している。

一方窒素・リンに関しては、表-3の値あるいは表-4の $\text{P-N}/\text{T-N}$ ・ $\text{P-P}/\text{T-P}$ の値からみて、窒素はリンと比較して懸濁態として存在する割合が秋と春で低く、これと同時に溶存態無機窒素の濃度も高いが、リンはいずれの季節についても $\text{PO}_4\text{-P}$ の濃度が低い。このことは既に述べたような植物プランクトンによるそれぞれの吸収のしかたの相異に基づいているのではないかと考えられる。さらに $\text{P-N}/\text{SS}$ ・ $\text{P-P}/\text{SS}$ の値はそれぞれ2.8~6.5%および0.31~0.60%であり、植物プランクトンの増殖期で懸濁成分中に占める有機成分の割合が高く、夏季には、それぞれの割合も高くなっている。

ところで、一般に湖沼の懸濁成分中の窒素・リンは、その大部分が有機態として存在するものと考えられるので、懸濁成分中の無機成分の影響を除いて検討するために、 P-N ・ P-P に対する $\text{P-COD}(\text{Mn})$ ・ $\text{P-COD}(\text{Cr})$ ・ P-C の比をとってみた。これらの値は懸濁態有機物に対する窒素・リンの転換率とも言えるべきもので、窒素に対する割合は季節によってそれほど変化しないが、リンに対する割合はすべて夏に高い値を示している。このことは、霞ヶ浦の植物プランクトンのリン含有率が季節的にある程度変化する、言い換えれば植物プランクトンの増殖に

表-3 霞ヶ浦の平均水質

年月日	SS (mg/l)	COD(Mn) (mg/l)			COD(Cr) (mg/l)		
		T	P	F	T	P	F
49.8.13	19.7	13.02	6.49	6.54	31.0	19.3	11.6
49.10.3	21.8	8.74	3.22	5.52	23.0	10.3	12.7
50.3.14	8.8	5.44	1.27	4.17	13.4	3.7	9.7
P-C (mg/l)	クロロフィル α ($\mu\text{g/l}$)	窒素 (mg/l)			リン (mg/l)		
		T	P	IF	T	P	$\text{PO}_4\text{-P}$
7.71	103	1.63	1.30	0.034	0.189	0.116	0.023
4.07	78.9	1.27	0.62	0.342	0.090	0.068	0.010
1.65	17.3	1.03	0.28	0.420	0.081	0.045	0.010

表-4 霞ヶ浦の懸濁成分の平均的な特性

年月日	P-COD(Mn)	P-COD(Cr)	P-COD(Mn)	P-COD(Cr)	P-C	クロロフィル α	P-N ^{注)}	P-P
	T-COD(Mn)	T-COD(Cr)	SS	SS	SS	SS	T-N	T-P
49.8.13	47.4%	60.1%	0.33	0.98	38.5%	0.52%	68.9%	58.3%
49.10.3	35.2	44.0	0.14	0.48	18.6	0.36	47.3	74.6
50.3.14	23.1	26.6	0.21	0.50	23.3	0.27	32.9	52.6
P-N	P-P	P-COD(Mn)	P-COD(Mn)	P-COD(Cr)	P-COD(Cr)	P-C	P-C	
SS	SS	P-N	P-P	P-N	P-P	P-N	P-P	
6.5%	0.60%	5.0	68	15.1	212	5.9	85	
2.8	0.31	5.0	45	17.1	151	6.8	61	
3.9	0.56	5.4	39	13.3	109	5.9	43	

注) この場合に限ってP-Nの値はケルダール法で分析した原液と尹液(GF/C)の値の差を用いた。

必ずしも最適でないような季節にもそれらは利用可能なリンを十分に吸収しており、増殖に対する潜在能力をもっていることを示唆しているものと考えられる。

3-3 要約

霞ヶ浦の水質の季節変動調査およびその懸濁成分の特性調査の結果から次のようなことがわかった。

霞ヶ浦の懸濁成分を中心とした水質の季節変動は、主として日照・気温等の気象条件に支配された植物プランクトンの消長によるところが大きいと考えられ、その概括的な傾向はSSとP-COD(M)の特異的な変動パターンとして把握される。

また、霞ヶ浦の懸濁成分のうちおよそ1/2前後は植物プランクトンを主体とする有機成分で占められており、一方見方を換えれば全有機成分のうちおよそ1/2前後は植物プランクトンを主体とする懸濁成分で占められているものと考えられ、植物プランクトンの増殖期である夏には、いずれの割合も高くなる傾向が認められる。

さらに窒素・リンに関しては、P-N/SS・P-P/SSの値はそれぞれ2.8~6.5%および0.31~0.60%であるが、懸濁態有機物の乾燥重量をベースにするとこれらの数値はいずれもいく分高くなると考えられる。このとき、懸濁態有機物の大部分が植物プランクトンであると仮定してP-COD(M)/SS等の値から推定すると、とくに霞ヶ浦の植物プランクトンのリン含有率はおおむね1%前後で季節的に変動し、夏にやや低くなるような傾向が見うけられた。

4 結論

S. dimorphusを用いた培養実験の結果、およびこの結果をふまえた上での霞ヶ浦の水質調査の結果から、主として以下のようなことが明らかとなった。

- ① 霞ヶ浦のような富栄養化した湖沼では、植物プランクトンの季節的な消長は全体的な水質の季節変動に大きな影響をおよぼしていると考えられ、このことは懸濁態有機物の季節変動として把握された。
- ② S. dimorphusの窒素含有率はおおよそ2~8%の範囲で変化することがわかった。また、霞ヶ浦の植物プランクトンの窒素含有率もほぼこれに相当するレベルにあると考えられる。
- ③ S. dimorphusのリン含有率はおおよそ0.1~2.5%の範囲で変化することがわかった。また、霞ヶ浦の植物プランクトンのリン含有率はおおむね1%前後ではないかと推定され、植物プランクトンの現存量が少ない時期に高くなるような傾向が認められた。
- ④ S. dimorphusと霞ヶ浦の植物プランクトンのリン含有率を比較すると、霞ヶ浦の植物プランクトンのリン含有率は常にかなり高いレベルにあるものと推定され、リンだけに関して言えば増殖に対する潜在能力を常にもっているのではないかと考えられる。

おわりに、この研究を行なうにあたり多大の協力をえた茨城県内水面水産試験場・同企業局水質検査室の方々をはじめ、その他多くの方々に感謝の意を表したい。

参考文献

- 1) 岡田章一ほか：“富栄養化した湖沼の懸濁成分に関する検討”第12回下水道研究発表会講演集(1975)
- 2) Edward G. Forceほか：“Carbon and nitrogen as regulators of algal growth” proc. ASCE, Vol. 99, EE5, p. 639 (1973)
- 3) J. D. Keenanほか：“The influence of phosphorus luxury uptake on algal bioassays” WPCF, Vol. 46, No. 3, p. 532 (1974)
- 4) Mario D. Zabotほか：“Kinetics of algal systems in waste treatment—phosphorus as a growth-limiting factor” Univ. of California (1970)
- 5) G-Yull Rhee：“Competition between an alga and an aquatic bacterium for phosphate” L & O, Vol. 17, No. 4, p. 505 (1972)