

II-359 浅い湖沼における栄養塩の循環と藻類増殖(1) - 懸濁態栄養塩に着目して -

北海道大学工学部 正会員 橋 治国
 学生員 和知英治
 ○ 国立公害研究所水質土壌環境部 正会員 井上隆信

1. 研究目的

湖沼やダム湖などの閉鎖性水域における藻類の発生状況は、河川から流入する栄養塩の形態や量あるいはこれらの流入後の挙動と密接に関連している。したがって藻類の発生を正確に予測するためには、栄養塩の動態と藻類増殖との関連について十分に把握しておく必要がある。特に浅い湖沼を対象とする場合には、両者が水温や流速などの環境条件の影響を受けやすく、その複雑な反応を理解しておく必要がある。筆者らは、都市近郊に多く存在する水深10m以内の浅い湖沼を念頭に、湖内の栄養塩循環と藻類増殖のメカニズムを調査研究してきた。本報告は、自然系での栄養塩の形態が懸濁態であることに着目し、これらの挙動や組成の解析を中心として藻類増殖に到る栄養塩移動(循環)経路を明らかにしようとしたものである。

2. 研究方法

2.1 調査水域と調査方法: 石狩川本流蛇曲部が切り離されて残った河跡湖の一つである茨戸湖上部湖盆(図1)を対象水域とした。水面積は約0.61km²、平均水深は5.0mである。流入河川としては通常0.01m³/s程度の用水路があるだけで、極めて閉鎖的な状態にある。湖からは人工水路を通じて中部湖盆に流出している。周囲は田畑・酪農地帯で、一部には泥炭地が分布している。主要調査地点は、湖中央部のSt. B12(水深8~8.5m)とした。図2に調査地点の横断面図を示したが、湾曲部のため浅い部分の多いことがわかる。調査は、昭和60年4月1日から11月7日まで21回実施した。また沈降性懸濁物質の量と組成を明らかにするため、5月7日から10月2日の期間、調査地点に円筒型セジメントトラップを設置した。調査内容は、一般的な水質および流向・流速や風速などの環境条件を常時測定することとし、必要に応じて水中およびセジメントトラップ内の懸濁物質や底泥の組成あるいは一次生産量を重点的に調べることにした。

2.2 セジメントトラップについて(図3): 福島ら(1984, 国公研報告No. 51)の調査結果を参考に21広口ポリビンと筒長/口径比の異なるガラス製円筒を用いた補集量比較実験を行い(表1)、本湖では口径5cm・筒長25cmのガラス製円筒を用いることにした。21ポリビンは過剰に補集する傾向にある。これらのセジメントトラップを水深2、4、6mに取り付けたのち、原則として3日後に回収し沈降量と組成を分析した。

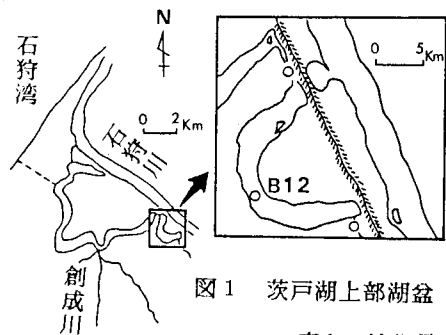


図1 茨戸湖上部湖盆

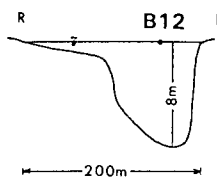


図2 調査地点横断面

表1 補集量の比較

| | DW | IL | N | P | C | Fe | Chl-a |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 21ポリビン | 1.8 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.9 |
| | 1.5-2.2 | 0.9-1.1 | 0.9-1.0 | 0.9-1.0 | 0.9-1.2 | 0.9-1.1 | 0.8-1.1 |
| 筒長/口径比10 | 1.1 | 1.0 | 1.1 | 1.0 | 1.1 | 1.0 | 1.1 |
| 筒長/口径比5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

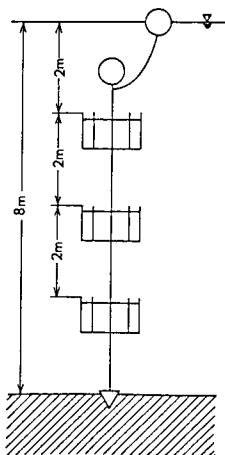


図3 セジメントトラップ

3. 結果の要約

3.1 水中懸濁物質・沈降補集物質・底泥の組成とその比較: 表2に各成分と藻類の組成を示した。灼熱減量(IL)、炭素(C)、窒素(N)、リン(P)、Chl-aについては、水中懸濁物質>沈降補集物質>底泥の順序が、鉄(Fe)については逆の順序が認められた。懸濁物質が底泥に移行する間に、粘土・シルトなどの無機成分の割合の増加することがわかる。水中懸濁物質のC含量が藻類より少ないことから水中での無機成分の存在を無視できないこと、またFeを除く各成分の含量が沈降補集物質でより少なくなることから、これら無機成分の沈降速度が相当大きいことがわかる。図4の平均風速と沈降補集物質質量および図5の沈降補集物質質量の変動係数(CV = |M2-M6| / (M2+M6)、Ma: a mでの沈降補集物質質量)との関係からは、風速とともに沈降補集物質が増加し、上下層での沈降量の差の小さくなることがわかる。沈降量の増加が2 mより6 m層での早いことを考えあわせると、粘土・シルトなどの無機成分の挙動は風波による底泥の舞い上がりと密接に関連しているものと推察される。

3.2 沈降補集物質の内容分離: 沈降物質は、沈降速度が小さく藻類を中心とした有機物に富む部分と沈降速度が大きく無機成分の割合の高い部分に分けて考えられることがわかった。そこで両者を分離し懸濁物質の挙動について考えてみることにした。α成分について前者の存在割合を水中懸濁物質に近いもの(SAα)とし、後者における割合を沈降補集物質質量が増加しほぼ一定になったときの値(SBα)とすると(例えば、図6に沈降補集物質質量とILとの関係を示す。)、沈降補集物質中のα成分の割合(STα)との間には次式が成り立つ。

$$ST\alpha = SA\alpha + (SB\alpha - SA\alpha) (1 - DWSA / DWST)$$

(DWST: 沈降補集物質質量)
(DWSA: 沈降速度の小さい物質の沈降量)

| | IL(%) | C | N | P | Fe |
|-----|-------|------|-----|-----|-----|
| SAα | 4.9 | 20.0 | 3.8 | 2.4 | 2.5 |
| SBα | 1.9 | 6.1 | 0.9 | 0.8 | 4.3 |

(mg/g-DW)

5成分から計算したDWSAの平均値は6.0 g/m²/dayとなった。(図6中の曲線はこの時のSTα-DWSTの関係を示す。)全沈降量はこの量に風などによって舞い上がる分が加わることになる。Nについては230 mg/m²/day、Pについては14 mg/m²/dayとなった。

3.3 栄養塩循環と藻類増殖: 栄養塩の物質収支から藻類増殖を支える栄養塩の挙動について検討した。この目的のため、9月29日から10月2日まで沈降物質補集実験や一次生産量測定あるいは底泥溶出実験など集中的に行った。この結果と3.2や一昨年度の藻類分解速度データ(橘、井上ら、1984陸水学会大会)を参考にして算出した物質収支が図6である。括弧()内は実験から得られたみかけ上の数値である。溶存態と懸濁態とのみかけ上の収支から計算される懸濁物質への移行量より、はるかに発生する懸濁物質量のほうが多く、現存量を維持するためには底泥などに由来する懸濁態栄養塩の供給(太線)の必要なることがわかる。懸濁態物質から藻類への移行のメカニズムや気圏との関連などの詳細は、継続課題として報告してゆく予定である。

表2 水中懸濁物質・沈降補集物質・底泥の組成

| | IL | C | N | P | Fe | Chl-a |
|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------|------------------|
| 水中懸濁物質 n=20 | 44(%) (38-52) | 180 (130-200) | 36 (26-46) | 2.2 (1.7-3.0) | 34 (21-57) | 3.0 (1.4-3.9) |
| 沈降補集物質 n=31 | 19(%) (14-34) | 79 (56-140) | 12 (9-20) | 1.1 (0.8-1.4) | 41 (33-51) | 0.8 (0.4-1.3) |
| 底泥 n=6 | 11(%) (10-12) | 40 (32-47) | 5.6 (5.1-6.4) | 0.6 (0.5-0.6) | 46 (43-49) | 0.2 (0.2-0.3) |
| 藻類 | | 350-500 | 23-94 | 2.0-8.0 | | |

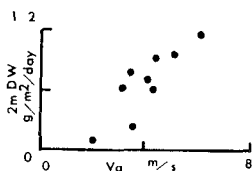


図4 平均風速と沈降補集物質質量

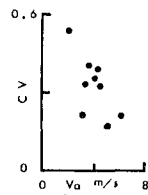


図5 平均風速と沈降補集物質質量の変動係数

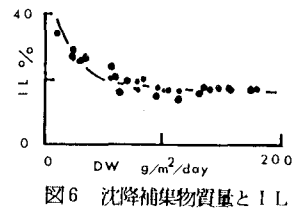


図6 沈降補集物質質量とIL

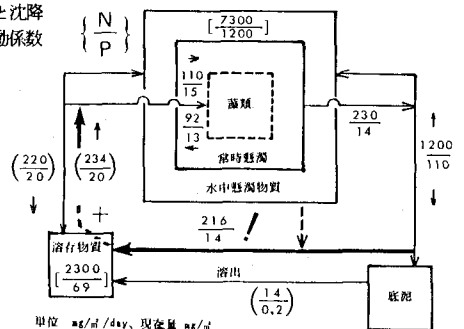


図7 栄養塩の循環(9/29~10/2) [] 現存量