

国立公害研究所 正員 福島武彦

同上

相崎寿弘

同上

正員 村岡隆爾

1. はじめに

浅い湖沼に存在する懸濁物質は湖内に内部生産された植物プランクトン、流入河川により運ばれた懸濁物質、まき上げられた底泥等により構成されている。底泥はこうした懸濁物質が生物・化学的な分解を受けながら沈降、まき上げと繰り返すことにより最終的に湖底に堆積したものと考えられる。ここで霞ヶ浦を例にとれば、懸濁物質の組成、底泥の物性・組成、沈降速度、堆積速度に関する調査は数多く行われ、各種の情報が得られている(1,2,3,4,5)。ここでは霞ヶ浦における懸濁物質、底泥中の栄養塩等の組成に関する調査結果を主に地点変化特性の観点より報告するとともに、上記の各種情報とあわせて湖内物質循環に関する問題点のいくつかを指摘する。

2. 方法

調査地点は図1に示すように湖内に12地点ならびに志保川の背水域2地点であり、1981.7~1982.6の期間・印の地点では月2回、・印点では月1回程度の採水、採泥(表層約5mm)を行、 T_0 (水深2~6m)なお、地点の湖水懸濁物組成には1977.4~1982.3の5ヶ年60回の測定値を用いた。分析項目は懸濁物質量、懸濁物質・底泥中のC, N, P, フロロフィルα (Chla) 含量等であり、分析方法の詳細は相崎他¹⁾に記載した通りである。また沈降物採集調査は福島他²⁾に示したものと同じであり、期間は1981.7~1982.9である。

3. 調査結果

図2には各測点でのSS, そのC, N, P, Chla含量の全平均値の地点変化を示す。横軸には流入河川水による完全押し出し流を仮定し、背水域始端よりの平均流達時間(各測点までの蓄積/年平均河川流量)を選んだ。図3には同じく底泥のC, N, P, Chla含量の変化を示す。またTE含量(蛍光X線法, 1981.8サンプル)の変化もあわせて示す。ともにST1での値で正規化してあり、ST1での値は図中に示した。次に図4にはC, N, P, Chlaに対する比の地点変化と懸濁物、底泥について示す。また図5は懸濁物質と底泥組成間の相関を示す。表1には5地点における沈降物採集調査結果と、植物プランクトンの新生堆積量 α_{new}^{SS} 、ならびに底泥まき上げ量 α_{re}^{SS} に分けてその年平均値を示す。両者の分離方式により値は若干変化するが、前者で数10%, 後者で数%の誤差を有している。

なお各含量の時間変化の尤きと変動係数で表現すれば懸濁物質0.3~0.6, 底泥で0.1~0.3となり、底泥組成の変動が小さいことがわかる。また底泥中の含量は一般に表層が高く、下層で低いが、今回の表層3mmでの値は、従来の0~2cmのものと比較して数%高いが、地点変化の特性は変わらない。

4. 考察

霞ヶ浦における他の調査結果とあわせて以下のとおりといえる。

(1)湖内の堆積速度には各種の方法により報告があるが、過去20年程度の平均として5~10mm/年と

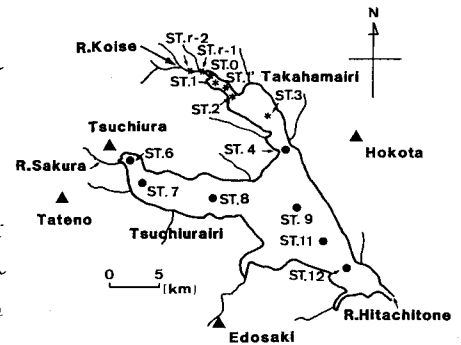


図1 調査地点

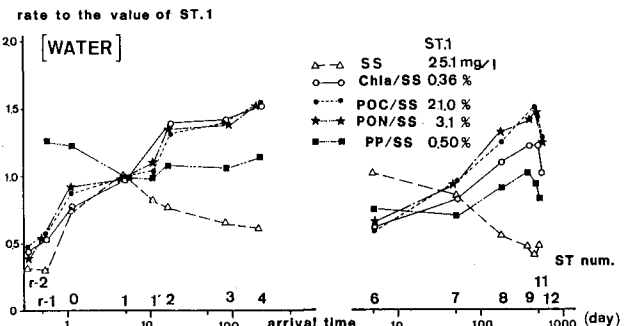


図2 湖水懸濁物質の組成の地点変化

見積もられている。底泥の含水率等と考慮すれば、湖外流入の土砂成分として $1000-2000 \text{ g/m}^2 \cdot \text{y}$ と推定される。表1より $Q_{\text{new}}^{\text{SS}}$ はこの値の $1/2 \sim 1$ 倍程度、まき上げ量は $1 \sim 2$ オーダー大きい。

(2) 図2, 3より C, N, Chla 含量は流下とともに増加し、その率は三者ほぼ等しく、また平均到達時間の対数に比例している。 $Q_{\text{re}}^{\text{SS}}$ は流下に従いが減少するが、懸濁物質中の植物プランクトンの比率が増加することにより以上の傾向が生じたものと推測できる。夏季に大発生する *Microcystis* の組成は C 37.7%, N 9.4%, P 0.70%, Chla 0.56% との報告があるが、この数値を用いれば St.0, 1 で約50%, St.3 で約80%の懸濁物質が植物プランクトンにより構成されていることが予想される。P 含量の変化は C, N, Chla と異なり、これは植物プランクトン、流入河川懸濁物質、底泥における含量がかなり近いため、明白な傾向を示さなかったものと考えられる。

(3) 図4によれば C/N, C/Chla は河口近傍で高く、流下とともに減少し、また底泥で懸濁物質より高い。降雨時に C/N, C/Chla が高くなること、底泥のまき上げ量が多いこと等が河口近傍では影響していると考えられる。また底泥で懸濁物質を上回っているのは分解率が N, Chla で C よりも大きいことを表わしていると推測される。C/P では逆の傾向を有するが、これは $Q_{\text{new}}^{\text{SS}}$, $Q_{\text{re}}^{\text{SS}}$ の平均値 ($\text{kg/m}^2 \cdot \text{y}$) によるものと推測される。

	$Q_{\text{new}}^{\text{SS}}$	$Q_{\text{re}}^{\text{SS}}$
ST.r-1	0.50	454
ST.0	0.52	109
ST.1'	1.04	52.5
ST.2	1.19	31.1
ST.3	1.09	16.5

(4) 図5湖中央域(○丸)では両者の間にかなり一定の傾向が見られる。河口近傍(●丸)では湖中央域に比べ底泥の C, N 含量が大きいことがわかる。河口近傍では流入懸濁物質の比率が高いが、以上のことは流入有機物に比べ内部生産された有機物が分解されにくいことを示唆しているものと考えられる。

(5) 底泥中の P 含量は流下に伴って減少する。減少の程度は有機物含量 (C 含量の 2~3 倍) の増加でほぼ説明される。

(6) $Q_{\text{new}}^{\text{SS}} 1000 \text{ g/m}^2 \cdot \text{y}$ (*Microcystis* の組成)、河川流入懸濁物質 $1000 \sim 2000 \text{ g/m}^2 \cdot \text{y}$ (土砂 ≫ 有機物量、組成は約 C 3.5%, N 0.35%, Chla 0%) が分解せずに堆積するものとする、予想される底泥組成は C 15~21%, N 3.4~4.9%, Chla 0.19~0.28% となり St.1, 3 における現地の含量より小さい。沈降中あるいは底泥表面で底泥に分解が生じていることが予想される。

5. 参考文献 1) 相崎他 国公研報告 R-6, 2) 福島他 衛議 (1982), 3) 浅見他 土壤肥料学雑誌 (1979), 4) 岡野他 植物学雑誌 (1979), 5) 福島他 衛議 (1983), 6) 高村他 国公研報告 R-25, 7) 岡田他 植物学雑誌 (1981)

rate to the value of ST.1

[MUD]

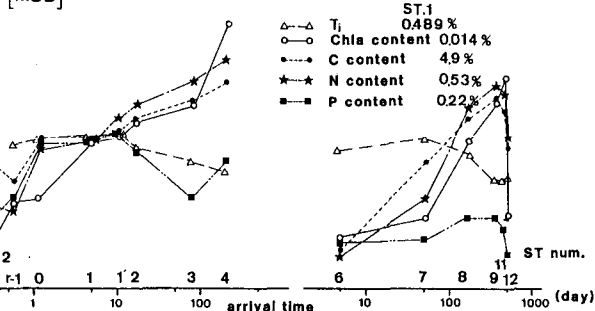


図3 底泥組成の地点変化

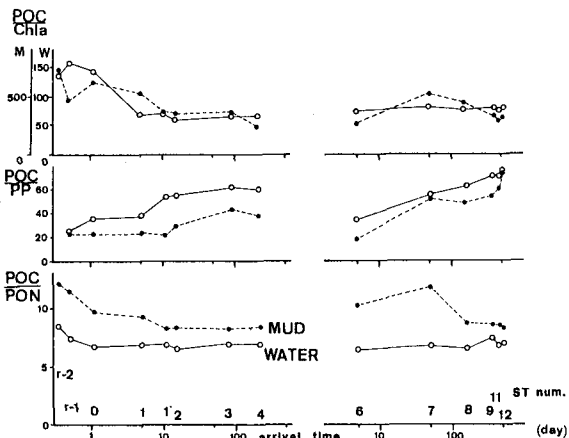


図4 懸濁物質、底泥の C/N, C/P, C/Chla の地点変化

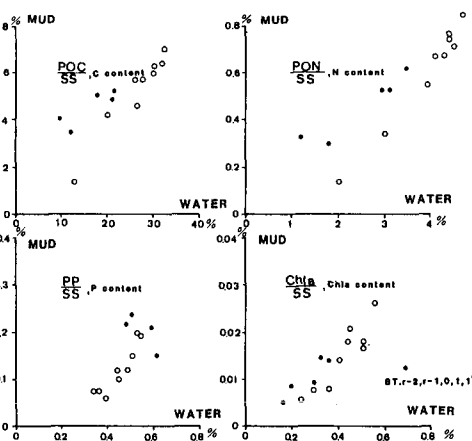


図5 湖中央懸濁物質、底泥組成間の関係