

懸濁態リン化合物の組成と藻類増殖能力

北海道大学工学部 学生会員 川辺英行
 同上 王 宝臣 会田 丘
 同上 正会員 橋 治国
 建設省四国地方建設局 正会員 吉田邦伸

1. はじめに 湖沼における藻類の異常増殖の原因は、主に人為的な栄養塩の流入にある。しかし藻類増殖と栄養塩の形態や摂取過程など具体的な関係については明確でないところが多い。一般に藻類の増殖制限栄養塩であるリンは、懸濁態化合物としての存在割合が高い。したがって藻類の異常増殖の防止を図るためには、懸濁態リン化合物の組成や化学的形態と藻類増殖との関連を明らかにすることが重要である。

本報告では、都市近郊湖沼を対象として、湖水、流入河川水、セジメントトラップ中の懸濁物質を収集し、懸濁態栄養塩の組成や形態を明らかにした。またこれらの懸濁物質を含む試料水の藻類培養試験から高い藻類増殖能力を有する物質の画分を明らかにし、これらとリン化合物の形態との関連について考察した。本調査成果を基に、効果的な富栄養化制御方法についても検討した。

2. 研究方法 (1) 現地調査・実験 図1に対象湖沼とした茨戸湖の概況を示した。札幌市北部に位置する茨戸湖は上部、中部、下部の3湖盆からなり、いずれも水深が小さい石狩川の三日月湖である。下部湖盆には創成川と伏古川を経て札幌市の都市排水が流入し、湖水は蓮河から石狩湾に流出している。上部湖盆は閉鎖性が強く、また風により常時混合されている。本研究では上部湖盆(St.12)、下部湖盆(St.4)、創成川、伏古川において平水時調査(調査I<1996年10月23日:前日まで3日間無降雨>)と降雨時調査(調査II<1996年11月7日:前日に札幌市内で35mm、石狩市内で8mmの降雨>)を行った。水中懸濁物質は、試料水を連続遠心分離(16000rpm)して収集した。沈降物質捕集実験は、St.12とSt.4で行い、円筒型セジメントトラップ(口径5cm、筒長25cm)を垂直に固定し、水深2m、4m、6mに3日間設置した。水中懸濁物質と沈降捕集物質は真空凍結乾燥後に分析を行った。

(2) 粒径分画と化学分析 試料水は、フルイとメンブランフィルターを用いて粒径別に6分画し、各々について化学分析を行った。水中懸濁物質と沈降捕集物質については、Schmit-Thannhauser-Schneider法(STS法)とChang-Jackson法(CJ法)によって、リンを形態別に分画した。

(3) 藻類培養試験(AGP試験) *Microcystis aeruginosa*(標準標準種)、*Selenastrum capricornutum*(標準標準種)の2種の藻類を用いて行い、増殖量はTOCで評価した。AGP試験(1); 水中懸濁物質と沈降捕集物質の藻類増殖能力の比較評価。対象試料: ○無処理試水(T)、○ろ過試水(F)<0.45μmメンブランフィルターでろ過>、○沈降捕集物質(水深2m)添加試水(SS)<無処理試水と同じSS濃度に調整>。AGP試験(2); 藻類増殖に寄与する懸濁物質の粒径を評価。粒径分画の試料水について行った。

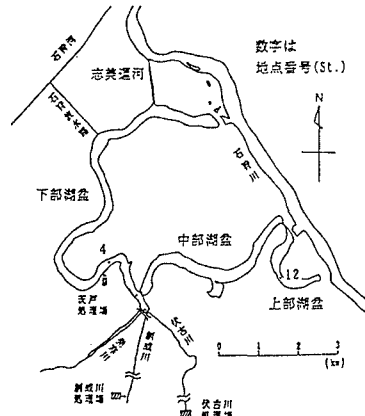


図1 茨戸湖の概況

表1 茨戸湖の水質(1996.7~11、10回平均値)

	Cond.	SiO ₄ ²⁻	Cl ⁻	TOC	TN	TP	Chl-a
	μS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	μg/l
St.12	414	1.4	59.3	10.9	1.67	0.12	138
St.4	439	9.0	57.6	7.1	7.99	0.12	118

懸濁態栄養塩、リン化合物、藻類増殖能力、粒度組成

〒060 札幌市北区北13条西8丁目 TEL 011-706-6277、FAX 011-706-7890

3. 結果の要約

本研究の結果は、以下のように要約できる。

<調査時の水質の概況>

上部湖盆(St.12)と下部湖盆(St.4)の代表成分の平均濃度を表1に、これらの地点と創成川と伏古川での調査Ⅰ（平水時）と調査Ⅱ（降雨後）

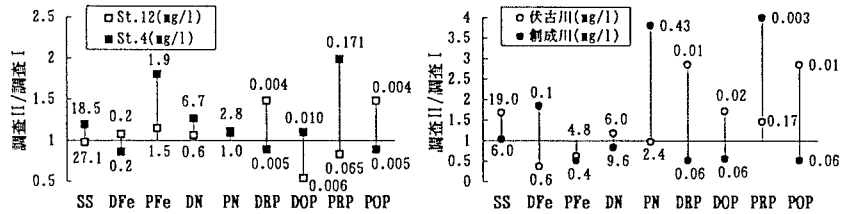


図2 各水質成分の調査Ⅰに対する調査Ⅱの比率と調査Ⅱでの水質

の差異を図2に示した。閉鎖的な上部湖盆は風による混合によってSS濃度が高く、降雨後の水質にも大きな変化は生じなかった。下部湖盆ではSSや懸濁態鉄(PFe)、懸濁態反応性リン(PRP)の濃度が降雨後に著しく増加し、流入河川である伏古川の影響が認められる。流入河川水の水質変動が大きく、市街地からの降雨後流出水には懸濁態栄養塩が高濃度で含まれている。

<藻類増殖能力と懸濁態リンの形態>

図3に、AGP試験(1)の結果のうち、St.4での例を示した。調査Ⅰでの(F)、(T)の増殖量は9.2mg/l、26.5mg/lであり、調査Ⅱではそれぞれ13.3mg/l、56.5mg/lであった。降雨に伴う増殖量の増加分は(F)に対して(T)が非常に大きく、また沈降捕集物質を加えた試水、特に降雨時に捕集した沈降物質を加えた試水の増殖量が大きい。懸濁物質の存在が藻類増殖に大きく寄与していることがわかる。図4に下部湖盆(St.4)における水中懸濁物質の有機態リンと無機態リンの分画結果を示した。有機態リンの中で存在割合が大きいのは酸可溶性無機態リン(As-RP)と核酸態リン((DNA+RNA)-P)であった。調査Ⅰと調査Ⅱを比較すると、As-RPは32%から48%へと増加した。また無機態リンは平水時、降雨後ともに約90%が鉄態リン(Fe-P)で占められ酸可溶性リンを上回ることにはなかった。伏古川での分画結果についても同様で、懸濁物質は集水域に由来することがわかる。As-RPが藻類増殖への寄与が大きく、その形態には鉄が関与していること、これらのリン化合物が降雨時流出水に多く含まれ、藻類増殖に大きく寄与していることが推察される。

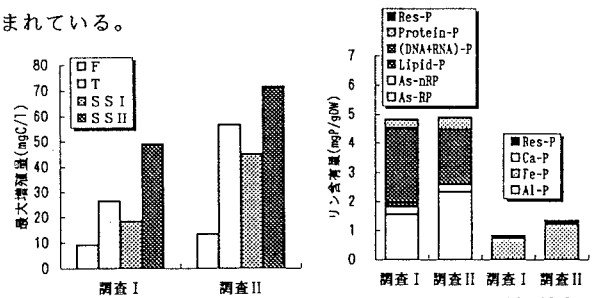


図3 AGP試験(1)の結果(St.4)
(*Microcystis aeruginosa*)

図4 水中懸濁物質中の
リン化合物組成

<藻類増殖能力と懸濁物質の粒径>

表2に懸濁物質の粒径別化学組成を示した。SSや全リン、鉄、Chl-a成分のほとんどが粒径44~8μm

表2 粒径分画の分析結果(St.4)

	SS(mg/l)		TOC(mg/l)		Chl-a(μg/l)		TFe(mg/l)		TN(mg/l)		TP(mg/l)	
	調査Ⅰ	調査Ⅱ	調査Ⅰ	調査Ⅱ	調査Ⅰ	調査Ⅱ	調査Ⅰ	調査Ⅱ	調査Ⅰ	調査Ⅱ	調査Ⅰ	調査Ⅱ
0.45μm以下	18.5	27.1	3.7	2.9	0.0	0.0	0.3	0.2	2.31	3.94	0.02	0.02
1~0.45μm	0.5	0.7	0.9	1.3	0.1	0.1	0.6	0.7	0.58	1.91	0.00	0.03
3~1μm	2.8	1.6	1.2	0.6	0.1	0.1	0.8	0.5	1.29	1.97	0.01	0.02
8~3μm	0.7	0.3	0.4	0.8	0.1	0.1	0.6	0.4	1.13	0.22	0.01	0.02
44~8μm	10.5	14.1	1.8	1.6	19.3	57.3	1.8	2.8	1.40	1.23	0.07	0.12
44μm以上	1.0	1.8	0.4	0.8	1.4	0.6	0.2	1.0	1.23	0.67	0.01	0.04

力が高いこの分画の懸濁物質は藻類を主体とした鉄粒子との混合物であると推察される。TOCや全窒素は多く存在する粒径が異なり、窒素とリンは懸濁物質中での存在形態が異なっている。図5にAGP試験(2)の結果のうち、St.4での例を示した。粒径44~8μmの分画が最も高い藻類増殖能力を有し、この分画の増殖量は降雨後により高くなった。SSはこの分画で最も多く、粒径44~8μmの分画が藻類増殖に大きく寄与していることの主要因であろう。

以上のことから、高い藻類増殖能力を有する懸濁物質の水域への流入削減が湖沼における藻類の異常増殖を抑制するための有効な手段の一つであると考えられる。

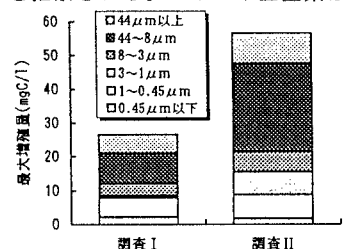


図5 AGP試験(2)の結果(St.4)
(*Microcystis aeruginosa*)