

# 琵琶湖におけるウログレナ

## 赤潮発生と環境要因との関係

滋賀県水産試験場

太田 豊三・前河 孝志・的場 洋

### 目 的

琵琶湖においては、昭和52年の春に黄色鞭毛藻類 ウログレナ (学名 *Uroglena americana*) による赤潮の発生を初めて見た。それ以来連続して、毎年4月下旬から6月上旬にかけて同種による赤潮が発生している。この赤潮の発生前から発生時にかけての期間を重点的に、定点を琵琶湖主湖盆に設けて、水象、水質、プランクトン調査を実施することにより、ウログレナの異常に増殖する原因および年ごとの赤潮発生状況を明かにし、赤潮発生対策の一助とすることを目的としている。

### 調 査 方 法

#### (1) 調査地点

琵琶湖主湖盆（北湖）をほぼ東西に横断する線上、彦根港口から多景島を通り安曇川河口舟木崎に至る間に7定点を設け、定期観測を実施した。（図1）

#### (2) 調査月日および調査回数

昭和61年3月14日から同年6月16日までの期間中、計15回実施。

#### 実施日

3月14日、26日  
4月8日、17日、24日、30日  
5月6日、9日、13日、15日、21日、27日  
6月2日、9日、16日

注) 3月14日、26日実施分は、昭和60年度事業として実施。

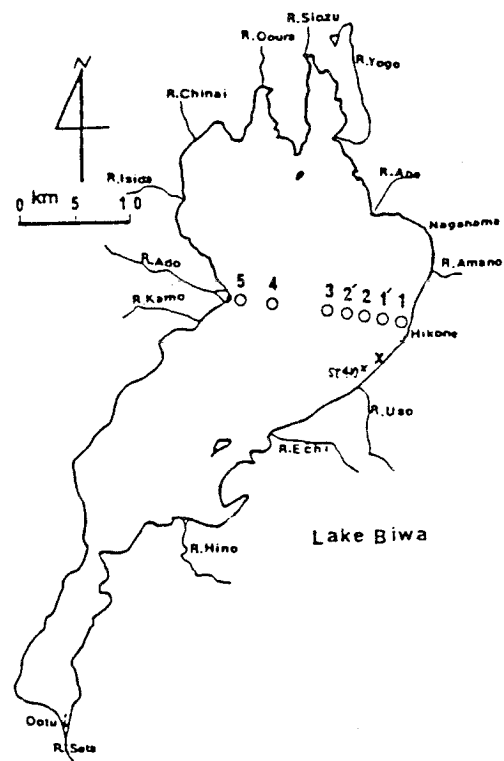


図1 調査地点

### (3) 調査項目および方法

#### 1) 気象 天候、雲量、気温、風向、風速

注1) 彦根地方における平均気温、降水量については日本気象協会発行「滋賀県気象月報」に拠る。

注2) 水産試験場沖合約200mに設立した地点における水位、層別水温、風向・風速の連続観測結果は、(財)日本気象協会関西支部よりデータ提供を受けた。

#### 2) 水象 水温 (サーミスター電気水温計又は棒状水銀温度計)

透明度 (セッキーマ板)

水色 (JIS色表)

#### 3) 水質 pH: ガラス電極 pHメーター

溶存酸素量: ウィンクラー・アジ化ナトリウム変法

アンモニア態窒素 ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ): インドフェノール法

亜硝酸態窒素 ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ): スルファニルアミド・ナフチルエチレンジアミン法

硝酸態窒素 ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ): Mullin & Riley法による還元後、スルファニルアミド・ナフチルエチレンジアミン法

溶存性無機態窒素 (DIN): 「 $\text{NH}_4\text{-N}$ 」 + 「 $\text{NO}_2\text{-N}$ 」 + 「 $\text{NO}_3\text{-N}$ 」

有機態窒素 (Org-N): ケルダール法 (「 $\text{Kj-N}$ 」 - 「 $\text{NH}_4\text{-N}$ 」)

総窒素 (T-N): 「DIN」 + 「Org-N」

リン酸態リン ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ): モリブデン青法

総リン (T-P): 過塩素酸・硫酸分解後、中和、モリブデン青法

ケイ酸態ケイ素 ( $\text{SiO}_2\text{-Si}$ ): モリブデン青法

クロロフィル a: アセトン抽出後、吸光度法

生物化学的酸素消費量 (BOD): JIS法 (20°C、5日間)

全鉄・溶存鉄 (T-Fe・Sol-Fe): 湖水濃縮後、原子吸光分析。

溶存態は0.45  $\mu\text{m}$  ミリポアフィルター使用

#### 4) プランクトン

○ ウログレナ群体数は、採水帰場後、直ちに計数。計数法として、群体数が1 mlあたり1群体以上の時は計数板による。それ以下の時は50ml、100ml、250ml…のメスシリンダー又はビーカーに試水を入れ肉眼観察およびパスツールピペットで取り出し顕微鏡にてサイズ等の確認を行った。他の主要プランクトンは採水プランクトンおよび2%ホルマリン固定試料の計数板による測定。

○ プランクトン沈澱量は北原式中層定量用ネット (ミューラーガーゼ××14、口径25 cm) を垂直曳きし、24時間後の自然沈澱容積を測定。

5) 湖水のウログレナ増殖能 (AGP) テスト

湖水をミリポアフィルター (HA:0.45 $\mu$ m) でろ過。ろ過水に在野種のウログレナ  
 群体1~3群体接種。

培養条件として、温度20℃、照度約3,000lux連続照射、静置培養。培養期間は、1  
 週間ないしは10日間。ウログレナ増殖量の測定は、計数板による直接顕微鏡観察計  
 数とコールターカウンター<sup>㊦</sup>による細胞数、細胞容積計測を併用した。

調査結果

「気象および水象観測結果」は付表1に、「水質分析結果」は付表2に、「プランクトン計数結果」  
 は付表3にそれぞれ一括表示した。

(1) 今年度のウログレナ増殖と赤潮の発生状況

本年度はウログレナによる赤潮発生が見られなかった。これは、昭和52年以来9年連続して  
 発生してきたウログレナ赤潮が10年目にして発生しなかったことになる。今年のウログレナ増  
 殖状況は、表1 (滋賀県生活環境部環境室とりまとめ) によると、南北湖ともウログレナの出

表1. 61年ウログレナ増殖状況 (昨年との比較)

		月 日													(1m <sup>3</sup> 中の群体数) 滋賀県生活環境部環境室	
年度	場 所	4/12	4/16	4/19	4/22	4/25	4/30	5/2	5/7	5/14	5/17	5/21	5/31	6/3		
60年	4A (三保ヶ崎神)	3	7	21	129	44	58	950	143	33	37	19	17	14		
	6B (唐崎-伊佐々川中央)	3	2	4	22	28	44	58	285	105	11	8	2	1		
	9B (堅田-木ノ浜中央)	0	2	2	3	16	15	83	187	266	28	2	0	2		
	10B (丹出川-吉川港中央)	0	0	8	4	9	10	304	116	411	97	2	0	0		
	11B (ほうらい-日野川中央)	0	4	1	2	0	10	591	31	216	43	4	1	1		
	12B (南比良-長命寺北中央)	2	2	0	0	0	5	216	15	249	34	11	0	0		
	13A (北小松神)	1	1	0	1	3	2	0	235			3	0	0		
	13B (北小松-愛知川中央)	0	2	12	0	10	2	2	206	205	17	21	0	0		
	13C (愛知川神)	0	0	2	13	4	25	36	99		29	22	0	0		
	15A (安曇川神)	0	0	0	0	1	10	163	69		1	18	1	0		
	15B (安曇川-彦根港中央)	0	5	0	1	1	1	23	23	126	13	5	0	0		
	17A (今津神)	0	0	1	0	0	1	2	232		13	5	0	0		
	17B (今津-錦川中央)	0	0	0	0	0	2	0	10	39	18	22	0	0		
	17C' (錦川神)	0	0	0	2	0	0	0	7		11	10	2	1		
	18B (知内川-早崎港中央)	0	3	0	0	0	0	63	240	87	3	6	0	0		
	18C (早崎港神)	0	0	0	0	0	0	20	67	23	6	14	0	0		
	年度	場 所	4/8	4/18	4/21				5/2	5/6	5/12	5/16	5/19	5/26	5/30	
	61年	4A (三保ヶ崎神)	0		1	1			1	3	18	10	6	45	4	
6B (唐崎-伊佐々川中央)		0		2	1			1	3	11	3	22	37	13		
9B (堅田-木ノ浜中央)		0		0	0			0	5	0	4	3	46	4		
10B (丹出川-吉川港中央)		0		0	0			0	3	6	3	4	46	16		
11B (ほうらい-日野川中央)		0		0	0			0	2	0	0	11	20	8		
12B (南比良-長命寺北中央)		0		0	0			3	2	5	1	12	19	12		
13A (北小松神)		0		0	0			0	0	5	1	6	2	6		
13B (北小松-愛知川中央)		0		0	0			0	0	0	2	4	8	7		
13C (愛知川神)		0		0	0			0	2	0	5	2	13	17		
15A (安曇川神)		0		0	0			0	0	3	2	22	2	7		
15B (安曇川-彦根港中央)		0		0	0			0	0	0	1	47	10	3		
17A (今津神)		0		0	0			0	0	1	0	0	2	10		
17B (今津-錦川中央)		0		0	0			0	1	0	2	3	5	9		
17C' (錦川神)		0		0	0			0	1	1	0	0	4	0		
18B (知内川-早崎港中央)		0		0	0			0	0	0	0	11	23	8		
18C (早崎港神)		0		0	0			0	1	0	0	6	6	3		

現時期が例年より比較的遅く、出現後の増殖の進行も低調であったといえる。例年、ウログレ  
 ナ赤潮発生が頻繁に見られる湖水温である15~20℃の時期においても、南、北湖とも全般的に

10~20群体/mlあるいはそれ以下に推移し、最高値でも37~47群体/ml（5月19日安曇川~彦根港間中央、本調査地点ではst. 3~st. 4に相当する。および5月26日南湖一円）を記録したにとどまった。

(2) 降水量および気温

4月、5月の降水量および平均気温を図2（彦根地方気象台発行、気象月報による）に示した。

4月の降水量は、彦根における月降水量で117.0ミリと平年の76%であったが、低気圧が周期的に通過したため、全般にまとまった雨量を記録した。5月の降水量は、月の初めと中頃は低気圧が前線を伴いながら東進したため、かなりの雨量を記録した。同月の降水量は169.0ミリで平年比113%であった。

平均気温は、4月で、月前半は寒気の移流でやや低温であったが、後半は移動性高気圧にお

おわれて高温であった。5月は、月前半でやや高温であったが、中頃から後半にかけては移動性高気圧の張り出しと寒気の移流で低温であった。

又、5月の気象情報で補足すれば、5月9日に北西の風、最大風速10m/s、平均風速4.3m/sが発生し、この北西の風が後3日連続して吹いていた。ひきつづき5月13日、14日の両日では逆に、南東よりの風が平均風速4m/sで吹き続けていた。

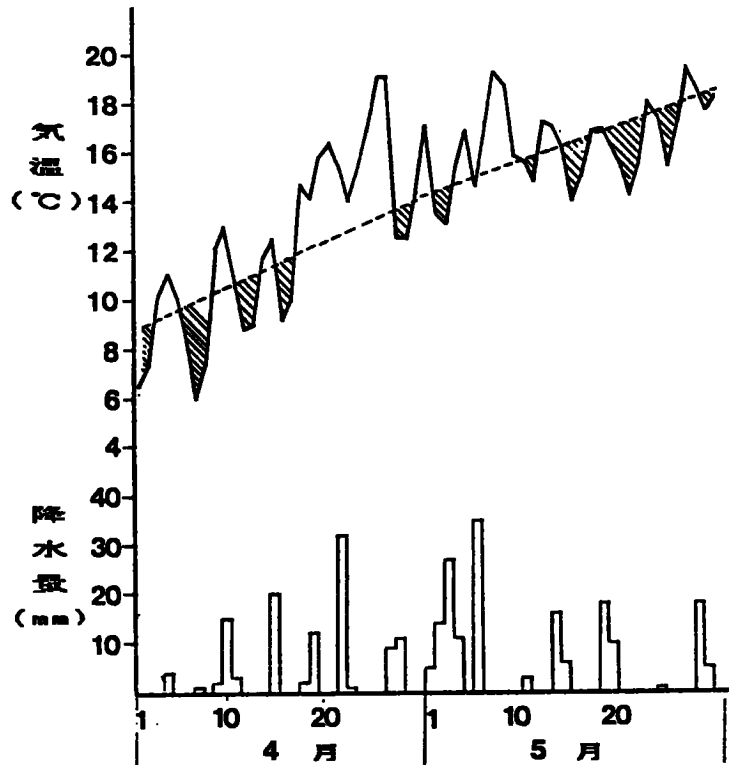


図2 調査期間中の降水量および平均気温  
(彦根地方気象台発行「気象月報」)

(3) 湖 水 温

本調査地点の2m層の湖水温の変動を、過去の結果（昭和54年から60年の平均水温、変動範囲）とともに図3に示した。又、図4-1から図4-8に、各地点毎の2m層湖水温変動を示した。

表2に、3月、4月、5月および6月の各月（中旬）の層別湖水温分布を示した。

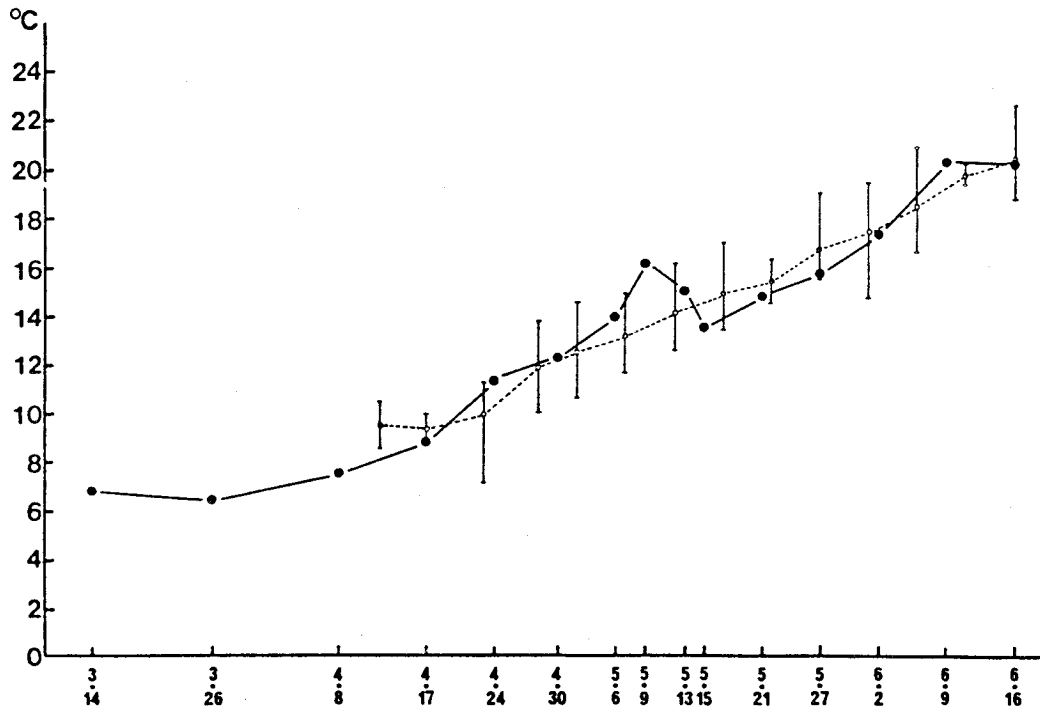


図3・2層の平均水温

実線は今年の湖水温、破線は54年～60年の平均値  
縦線はその変動幅

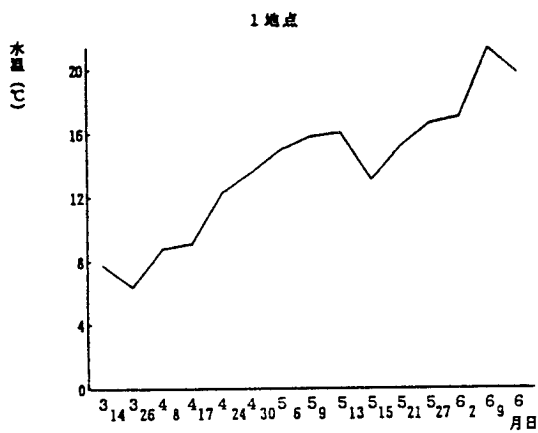


図4-1

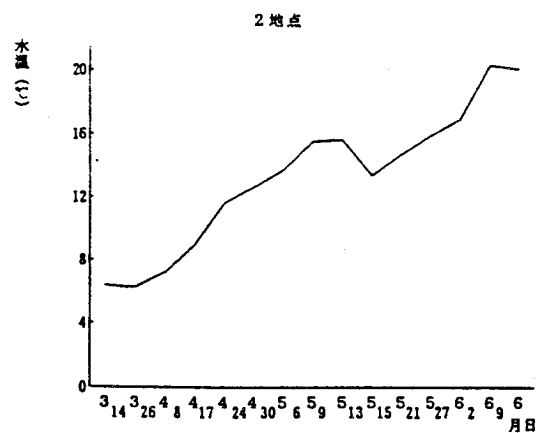


図4-3

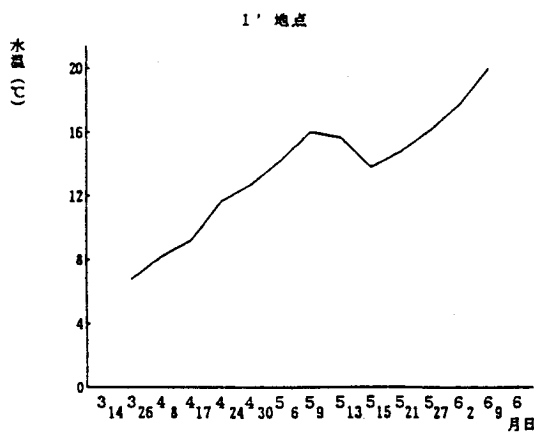


図4-2

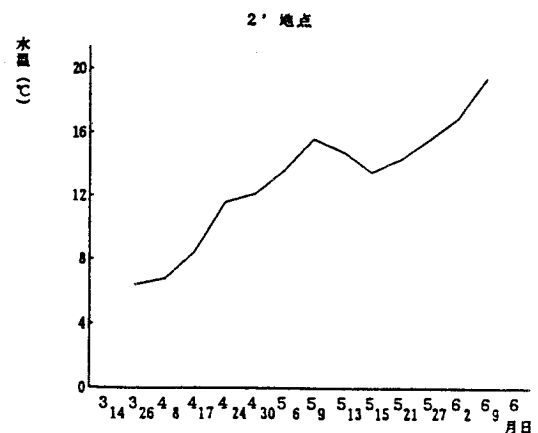


図4-4

図4-5～図4-8・表2

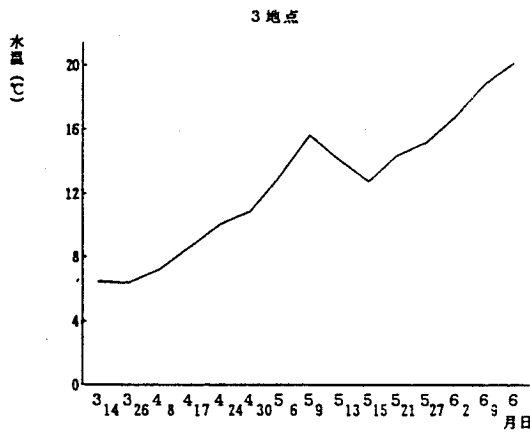


図4-5

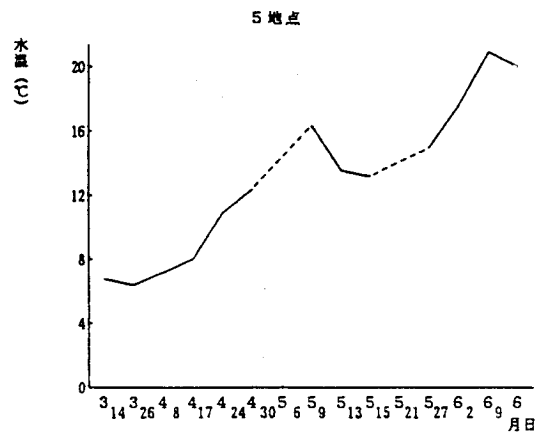


図4-7

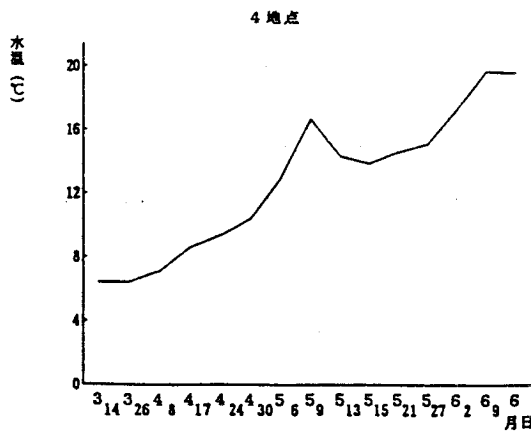


図4-6

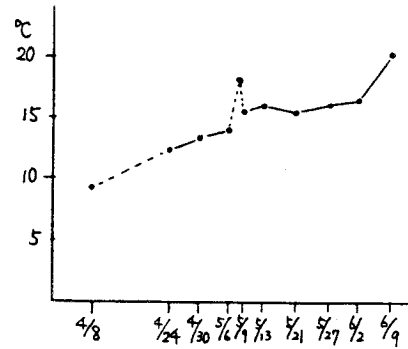


図4-8

表2 層別湖水温分布と平年差

湖水温 (°C)	3 月		4 月		5 月		6 月	
	平均値	平年差	平均値	平年差	平均値	平年差	平均値	平年差
0.5層	6.80	-0.35	9.00	-1.54	13.76	-1.24	20.04	-0.20
1 0	6.37	-0.32	7.93	-0.75	12.37	-0.09	15.00	-1.88
2 0	6.25	-0.43	7.90	-0.14	10.60	+0.40	10.80	-0.47
3 0	6.15	-0.62	7.40	-0.43	8.30	-0.35	7.95	-1.07
4 0	6.20	-0.46	7.15	-0.27	7.55	-0.40	7.15	-0.89
5 0	6.20	-0.47	7.30	+0.14	6.90	-0.59	7.10	-0.47
6 0	6.20	-0.45	7.00	+0.02	6.60	-0.72	6.80	-0.47
7 5	6.00	-0.33	6.60	+0.29	6.20	-0.36	6.30	-0.32

3月中旬からの湖水温は、4月中旬までの1ヶ月は全体的に低温（平年差マイナス0.14～1.54℃）であったが、その後5月上旬にかけては平年より高目であった。しかし5月9日から5月15日にかけて急激に低下（約3℃のダウン）を観測した後は、5月末までやや低目に推移した。地点毎に2 m層湖水温を見ると、東岸寄りの地点 st. 1～2'では5月13日以後に水温低下現象が観測されたが、湖心から西岸寄りにかけての地点 st. 3～5'においては、5月9日から水温低下を見た。図4-8に示した東岸 st.410の水温変化は、5月6日から9日にかけて突出した水温上昇を示すピークが観測されているが、他の地点で観測された顕著な水温低下は見られず、5月9日以降6月2日にかけて、水温の横バイ状態が見られた。

図5-1

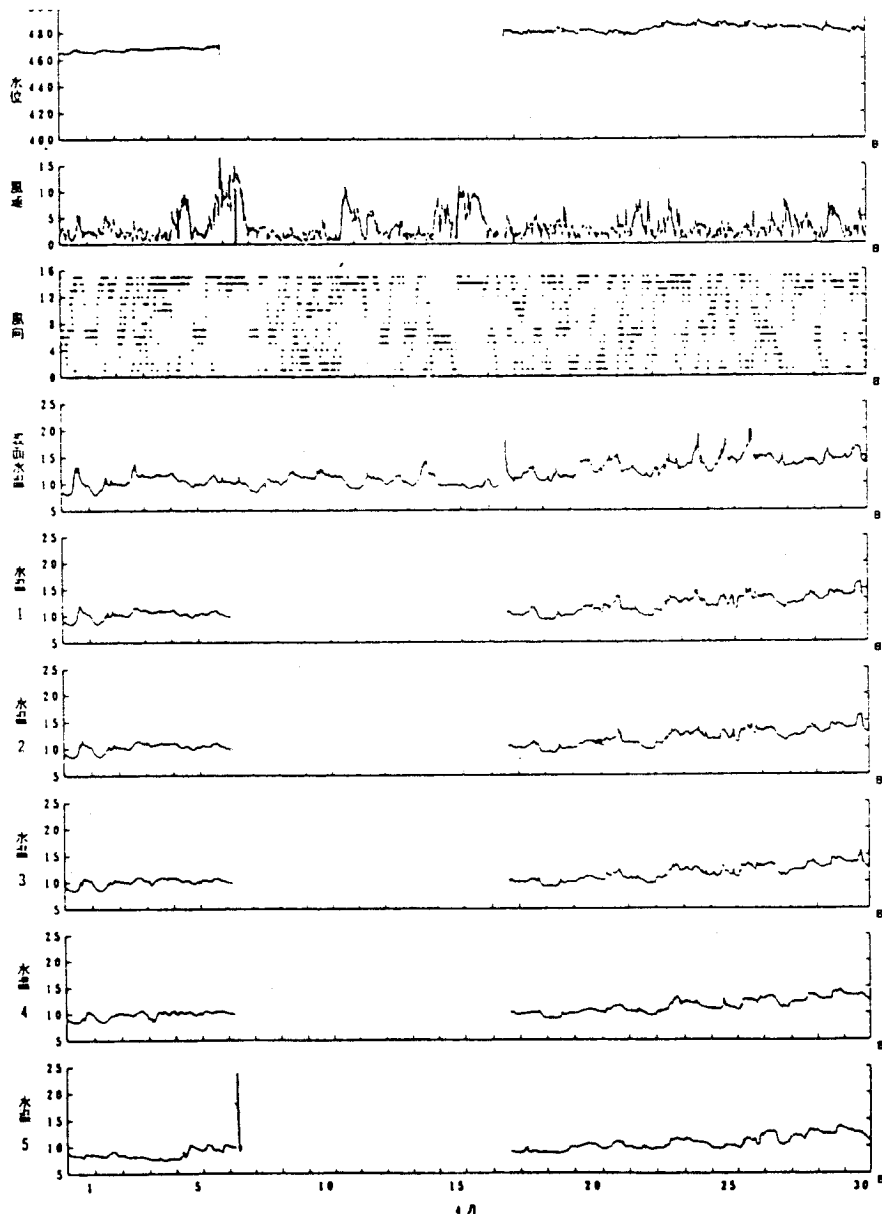


図5-1 st.410付近における風向・風速、水温  
水位の連続観測結果(4月)

(4) st.410 (東岸水深約5 m) 付近における風向、風速、水温、水位の連続観測結果

図5-1～図5-3に日本気象協会関西支部より提供を受けた、東岸st.410付近における風向、風速、水温、水位の連続観測結果を示した。

この地点の特徴として、風向が南東寄りの時には、全層とも水温低下をきたし、北西の風の時には逆に上昇を示す傾向が一貫して見られることが挙げられる。なかでも、5月13日、14日においては、比較的強い南東風によって大巾な水温低下が観測されていた。水位変動の推移としては、5月9日頃から水位低下が始まり、6月16日まで続き、この間の低下値は約50cmであった。

図5-2

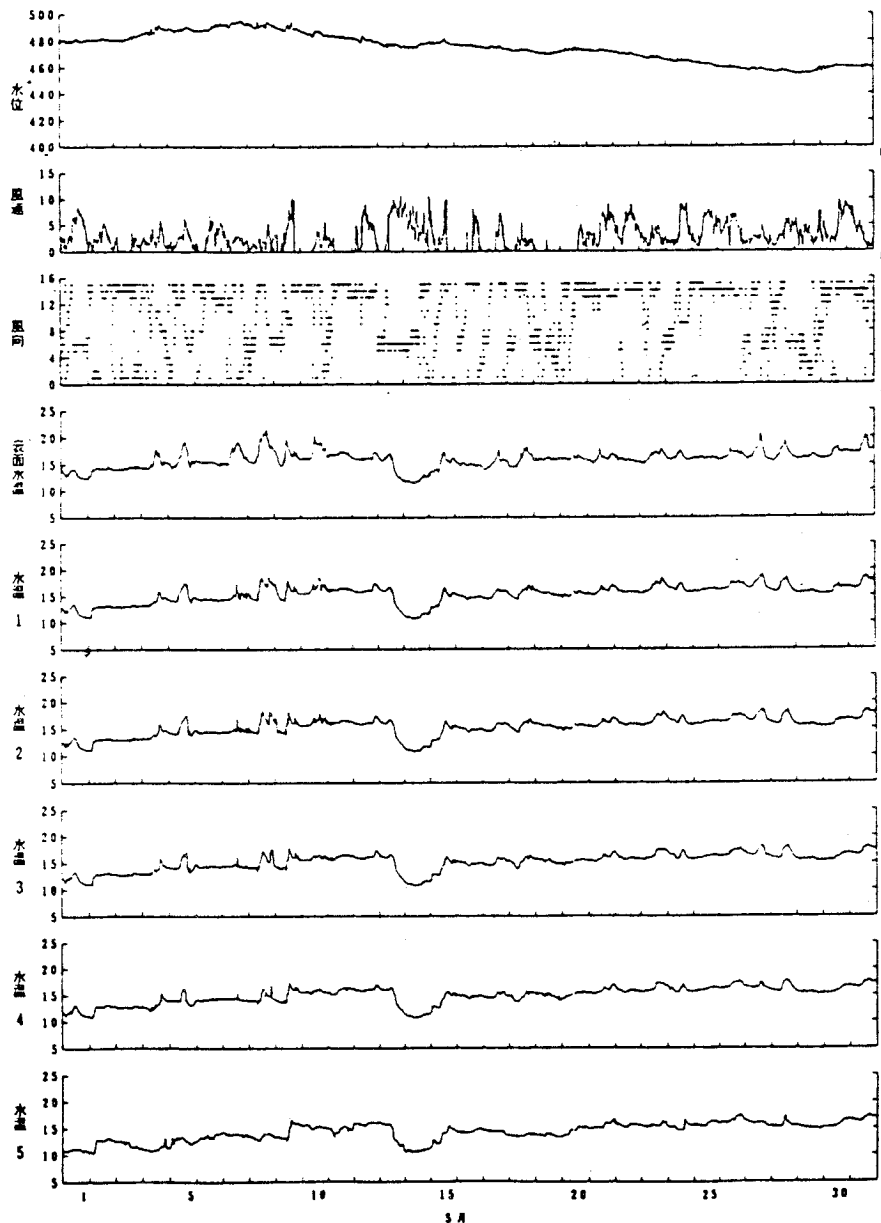


図5-2 st.410付近における風向・風速、水温  
水位の連続観測結果(5月)



図 5 - 3

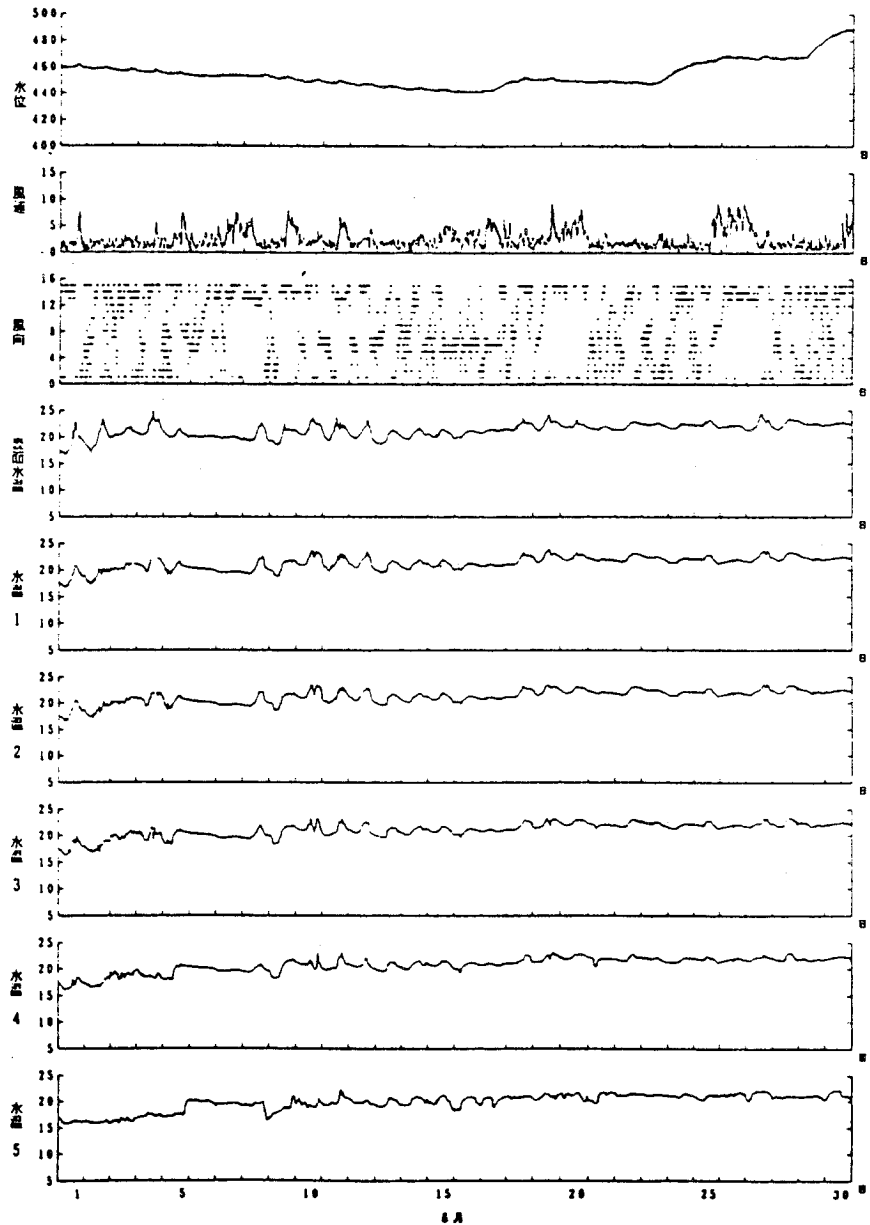


図 5 - 3 st.410付近における風向・風速、水温  
水位の連続観測結果(6月)

(5) 鳥居川水位

図 6 に建設省琵琶湖工事事務所発表による 3 月から 6 月にかけての鳥居川水位変動を示した。又、図 7 に同所発行「琵琶湖水文暦」に記載されている、昭和 36 年～昭和 55 年平均の鳥居川半旬水位年変化図を改変して示した。

それによると、今年の場合、3 月当初の水位は、マイナス約 50cm であったが、以後雪解け、降雨等により 4 月はじめにはプラス 10cm に回復した。5 月 7 日時点でプラス約 30cm の水位が、以降次第に低下し 6 月 16 日ではマイナス 16cm を記録した。南郷洗堰での放流量記録によると、5 月 6 日の午後から放流量が 約 2 倍 (150 トン/秒→280 トン/秒以上) に増加されたことが示されている。

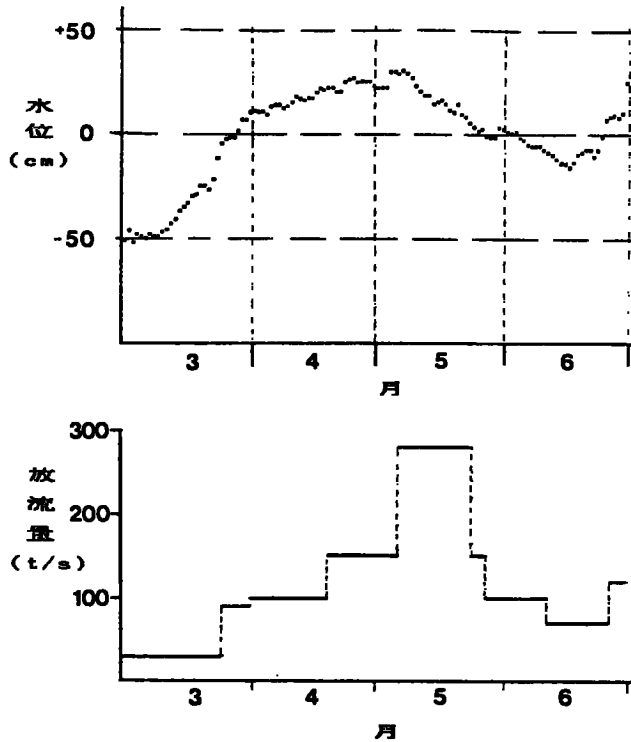


図6 琵琶湖島居川水位変動と南郷洗堰放流量

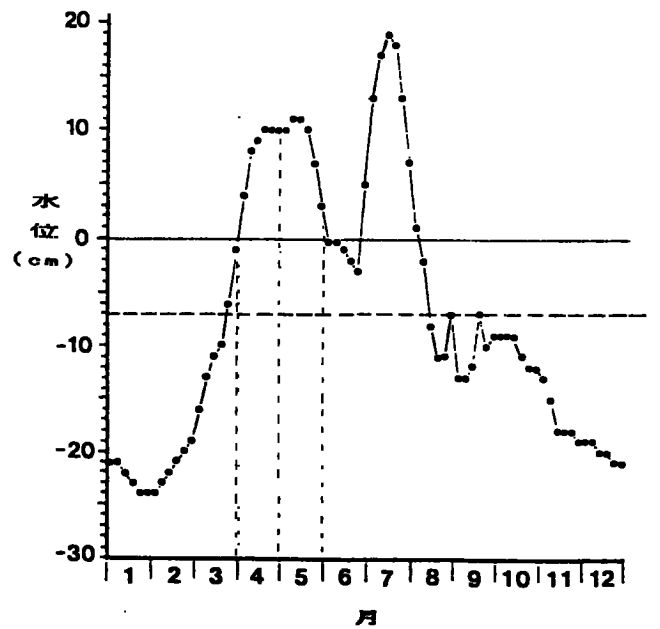


図7 島居川半旬水位年変化(昭和36年~55年平均)

(6) 透明度

図8-1から図8-8に各地点の透明度変化を示した。

湖心部st. 3, st. 4における透明度は、調査期間中上下変動が見られるが、おおむね4 m以上であった。st. 1では調査開始時期(3月14日)での約2 mから調査終了時期(6月16日)の4 mまで次第に増加する傾向があった。同様に、st. 1', st. 2においても良化する傾向があった。細部についてみると、5月9日時点で、東岸寄りの地点で透明度が悪化したのに対し、湖心水域のst. 2', st. 3, st. 4では逆に良化を示した。図8-8に示した、st. 410の透明度変化は、4月中は2 m以下で推移したが、5月8日から9日にかけて急激な透明度良化現象(0.9 mから4.6 m)を観測した。

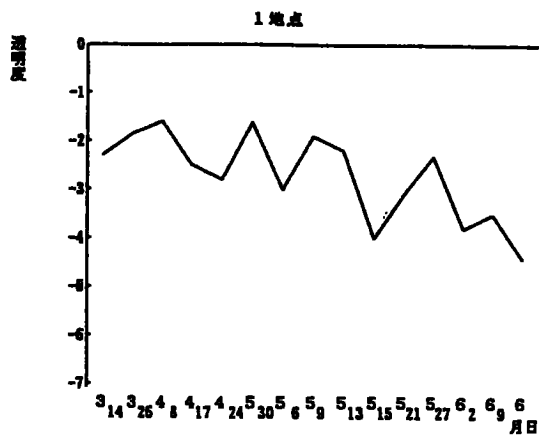


図8-1

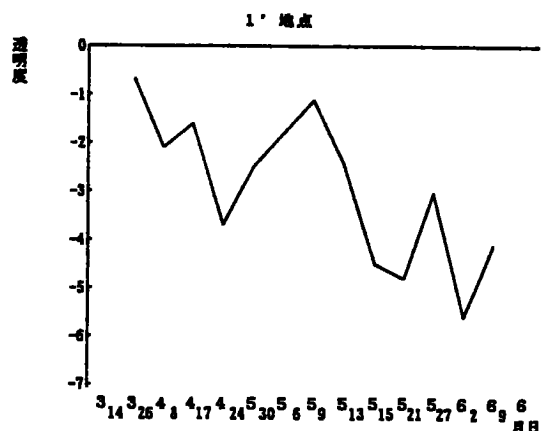


図8-2

图 8-3 ~ 图 8-8

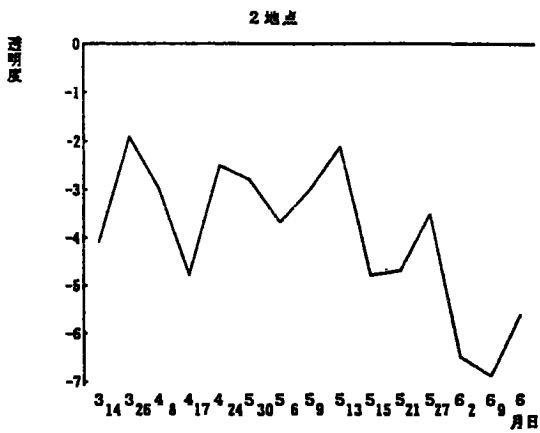


图 8-3

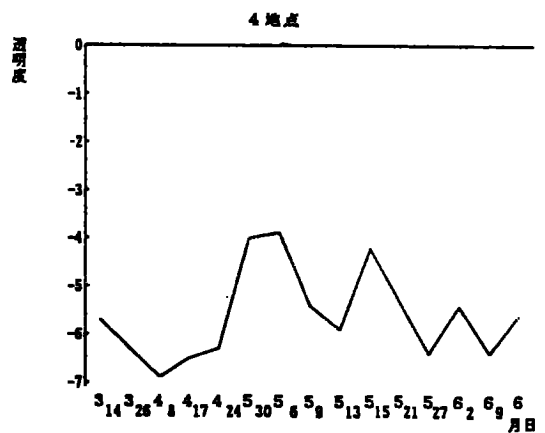


图 8-6

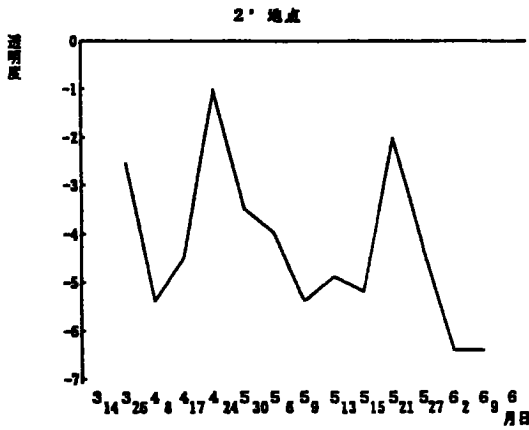


图 8-4

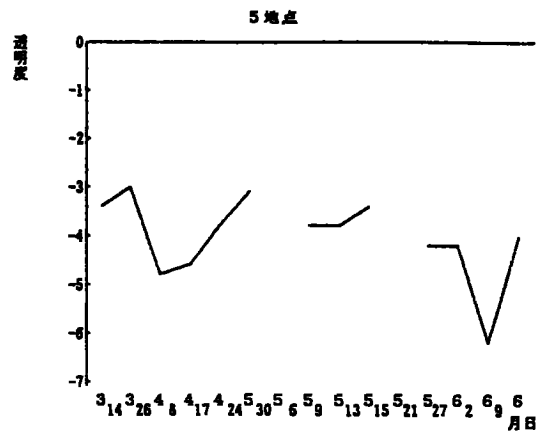


图 8-7

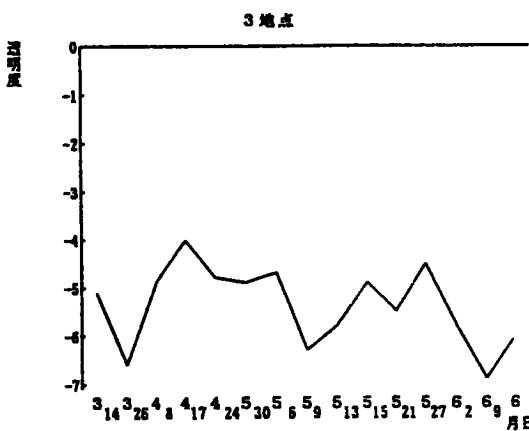


图 8-5

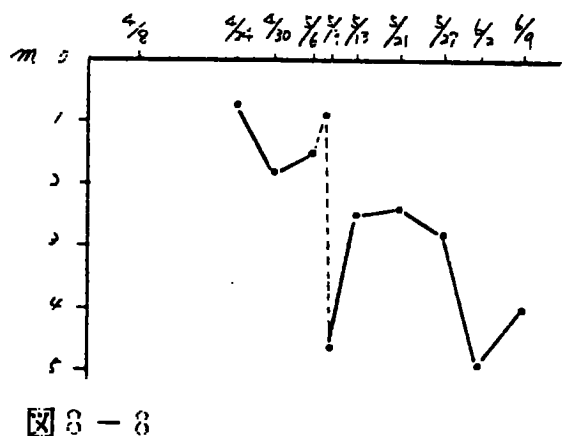


图 8-8

(7) pH

図9に調査地点(st.410は除く)2m層平均のpHの変動を示した。調査開始の3月14日から4月24日まではpH7.6ないしはそれ以下で推移した。4月30日から5月6日にかけて急激にpH8.4付近まで上昇を見た後、5月9日には再びpH8以下に急激に低下し、その後は次第に上昇を見た。

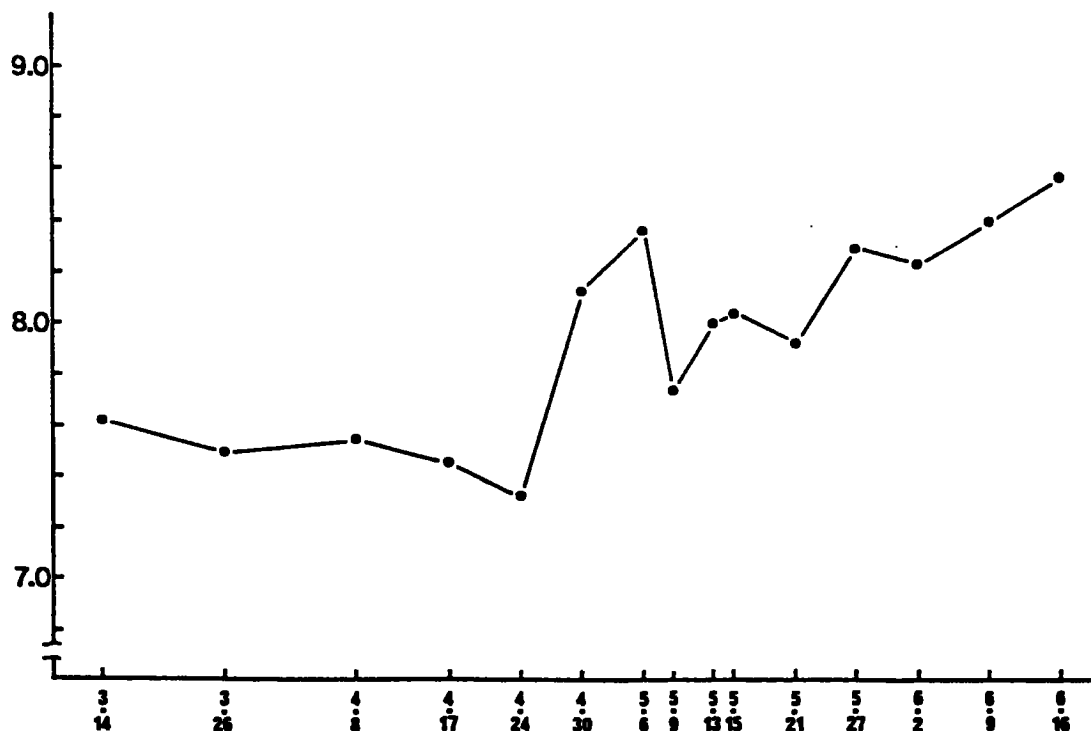


図9 2m層平均 pHの変動

(8) 調査地点におけるウログレナと他の主要なプランクトン増殖状況

年次別にウログレナ増殖分布状況を表3に示した。

今年の調査期間中、最初にウログレナ群体を確認できたのは、4月17日のst. 3においてで

表3. 年次別ウログレナ増殖状況(2m層) 注) 分数は上段がウログレナ群体数・下段が湖水試水量(ml)

st. No.	4		5		5		10		15		20		25		31	
	20	25	30	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
55	0		0								1					2~89
56	0	1~3/10	1/50~1/10		1~16	1~6		1~29	6~116			2~38	20~99			
57	0	0	0	0	0	1~7/50		1	2~33			25~176	1	0		
58	1~3/1000	1~2/100	2~4/100	1~5/10	1~10~30	1~10	10~20		1				1~4			
59		3/100 1/500~1/10		1/100~1/2		1/5~3	1/5~3		1/5~8		1~30	3~30	1~30			
60	1/30~1	1/10~4		1~8	1~150	12~230	12~160		2~12		1~9		1/100~1/10			
61				1~2	1/200~1	1/100~1/5	1/20~1	1/50~1		1~8			10~34			

あった。4月24日ではどの地点においてもウログレナ群体は確認されなかったが、4月30日から複数の地点で出現しはじめ5月6日では全ての地点で確認された。

分布する群体数の推移については、最初に確認されてから、5月15日までの期間中は湖水1ml中1群体以下であった。5月21日調査地点では1ml中1群体以上になり、5月27日で今年の調査で最高である13~34群体/ml (サイズは大, 中, 小様々) が観察された。6月に入ると次第に減少した。

調査期間中のプランクトン相の遷移をおおまかに表4に示した。

表4 調査期間中のプランクトン相の遷移

調査月日	主要優占プランクトン(マクロ)と量
3月14日	<i>Asterionella formosa</i> 100~800 cells/ml 珪藻中心
26日	" 200~1000 cells/ml "
4月8日	" 700~2,400 cells/ml "
17日	<i>Asterionella formosa</i> 下位 10~200 cells/ml " 小型ウログレナ? 3/19.5. 200~500 inds/ml
24日	<i>Dinobryon cylindricum</i> 0~65 cells/ml, <i>A. formosa</i> , <i>Stephanodiscus</i> sp., <i>Nitzschia</i> sp. 珪藻中心
30日	<i>Uroglena</i> 53個, <i>D. cylindricum</i> 10~100 cells/ml, <i>A. formosa</i> 4~60, <i>Nitzschia</i> sp. 9~50, 小型ウログレナ? 8~180 inds/ml
5月6日	<i>Uroglena</i> 300~1, <i>A. f.</i> 12~28, <i>Nitzschia</i> sp. 12~50, <i>Dinobryon</i> 2~126, " 50~151 "
9日	<i>Uroglena</i> 300~1, <i>Dinobryon</i> 10, <i>A. f.</i> , <i>Nitzschia</i> sp. 5~60, <i>Ciliata</i> , <i>Daphnia</i> , <i>Ceratium</i> "
13日	<i>Uroglena</i> 300~1, <i>Dinobryon</i> 10, <i>A. f.</i> , <i>Nitzschia</i> sp. 2~40, <i>Ceratium</i> 1.2.ウログレナ? 50~800 inds/ml
15日	<i>Uroglena</i> 300~1, <i>A. f.</i> 10~20, <i>Nitzschia</i> sp. 14~47, <i>Stephanodiscus</i> , <i>Fragilaria</i> , 小型ウログレナ? 50~200, <i>Ciliata</i>
21日	<i>Uroglena</i> 1~8, <i>A. f.</i> , <i>Nitzschia</i> sp. 24~89, 小型ウログレナ? 63~190 inds/ml
27日	<i>Uroglena</i> 10~34, <i>A. f.</i> , <i>Nitzschia</i> sp. 5~200, " 25~440 inds/ml, <i>Closterium</i> sp. 1 cell/ml
6月2日	<i>Uroglena</i> 300~1, <i>Closterium</i> sp. 1~2 cells/ml, 小型ウログレナ? 47~452 inds/ml, <i>Zooplankton</i>
9日	<i>Uroglena</i> , <i>Valvex</i> , <i>Closterium</i> sp. 1~4 cells/ml " 2~43 inds/ml

全体的にとられると、3月、4月、5月と一貫して、珪藻が例年になく増殖しており、前半(3月14日~4月17日)は *Asterionella formosa*、4月24日から5月末までは、*Nitzschia acicularia*、次いで *A. formosa* およびその他の珪藻が多く出現していた。ウログレナに近い黄色鞭毛藻である *Dinobryon cylindricum* は、4月24日から出現しはじめ、5月15日頃までウログレナと同時に多く見られた。

図10に主な年度の *Closterium aciculare* の増殖状態の違いを示した。

今年の *Closterium aciculare* の増殖は例年になく低調であり、5月末までに1細胞/ml以下を観察されるにとどまった。一方、昭和55年、58年、60年を例にとってみると、いずれの年も等比級数的に増殖しているのが見られた。

表5に各月毎の層別プランクトン沈殿量の変化を示した。

0-10m層のプランクトン沈殿量は3月ではほぼ平年並であったが4月、5月、6月と月が

図10・表5

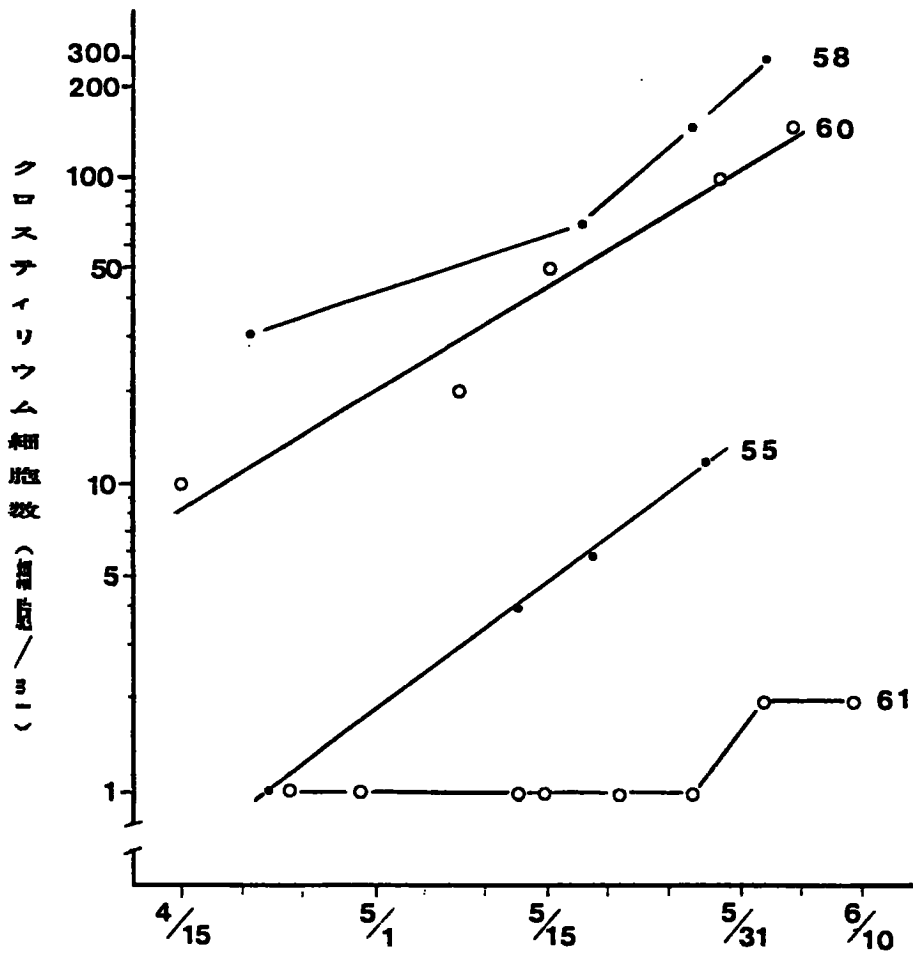


図10 主な年度の*Closterium aciculare*の増殖状況

表5 各月の層別プランクトン沈殿量と平年差

	3 月		4 月		5 月		6 月	
	平均値	平年差	平均値	平年差	平均値	平年差	平均値	平年差
0-10m層	4.98	+0.16	4.75	-1.25	3.41	-7.41	6.87	-13.54
10-20	1.46	-0.51	2.46	-0.02	0.92	-2.97	1.07	-0.75
20-40	0.81	-0.70	2.43	+0.47	0.70	-0.86	0.58	-1.41
40-75	0.40	-0.30	0.53	-0.39	0.20	-0.33	0.53	-0.17

プランクトン沈殿量(cc/m<sup>2</sup>)

経過するにつれて平年差を大きく下回っていく傾向が見られた。なかでも5月と6月は、それぞれ平年値の32%と34%にすぎなかった。

(9) クロロフィルa量とBOD

図11に、各地点 (St. 1~St. 5) の2 m層の平均値によって、クロロフィルaとBODの変動を示した。

調査期間中のクロロフィルaは、前半期 (3月14日から4月8日ころまで) で3.0~5.5mg/

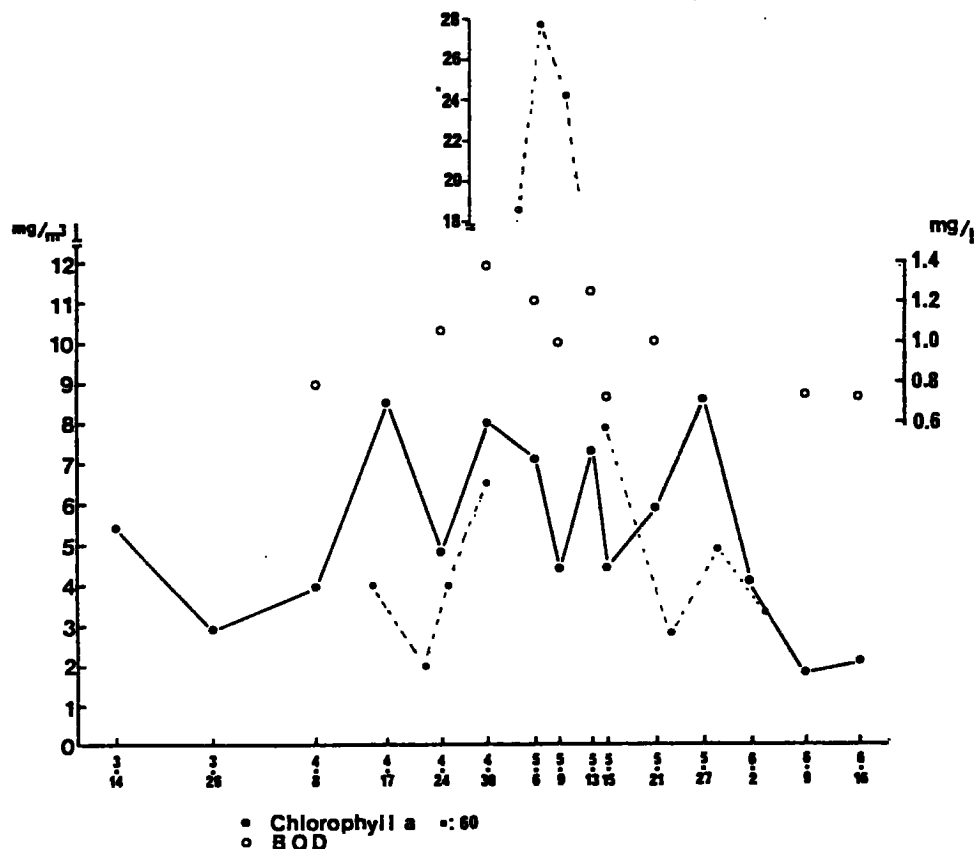


図11 クロロフィルaおよびBODの変動(各地点2 m層平均)

m<sup>3</sup>、中後半期 (4月17日から5月末) で、上下変動があるものの、ほぼ4.5~9.0mg/m<sup>3</sup>の範囲内で測定され、6月に入って低下をみた。昨年は5月前半に高いピーク (図11上) が観測されたが、今年のクロロフィルaは明確なピークを示さず、全期間中ほぼ9 mg/m<sup>3</sup>以下の平均値で変動した。図13-1から図13-7に地点別のクロロフィルa変動結果を示した。各地点ごとにクロロフィルaを見ると、東岸

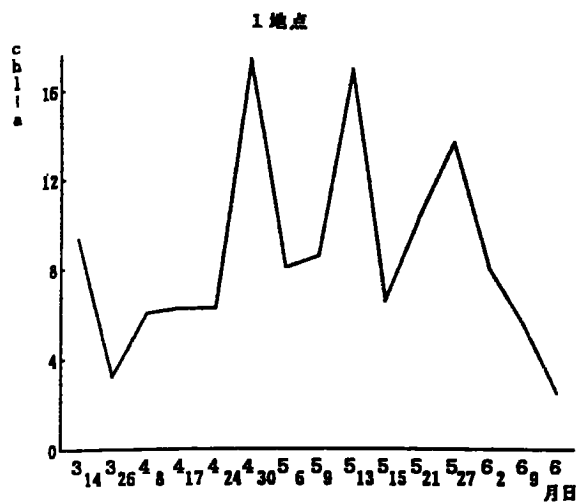


図13-1

图 3-2 ~ 图 3-7

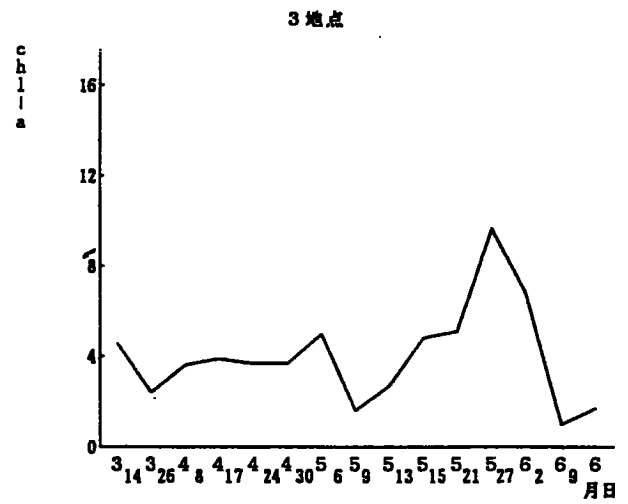
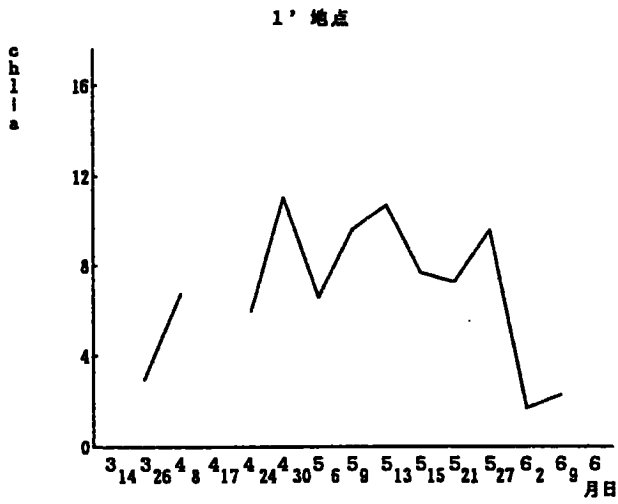


图 13-2

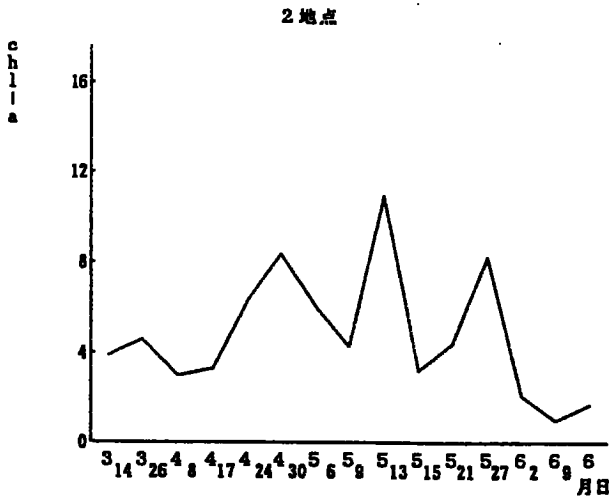


图 13-5

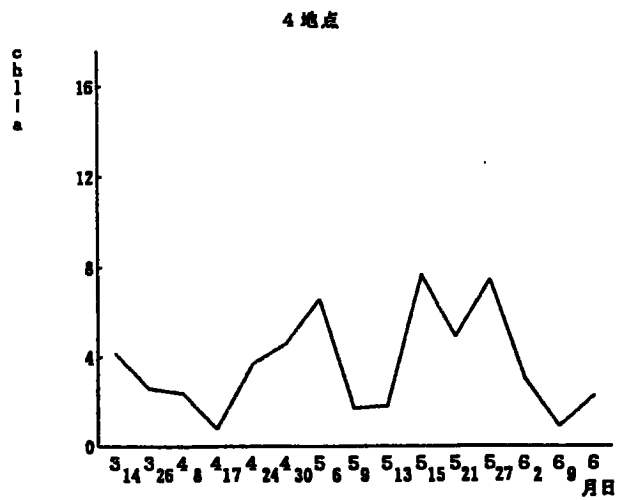


图 13-3

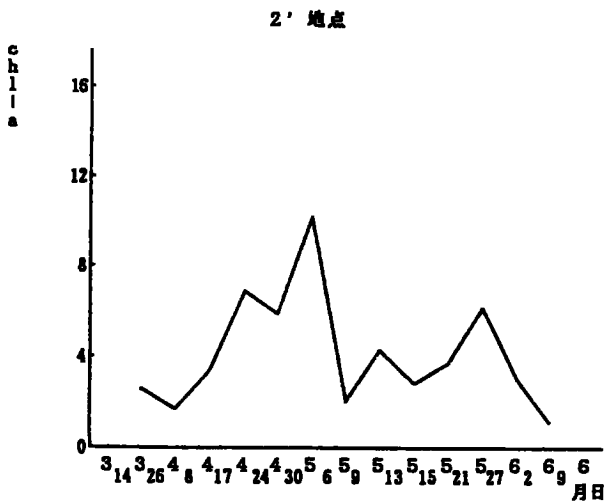


图 13-6

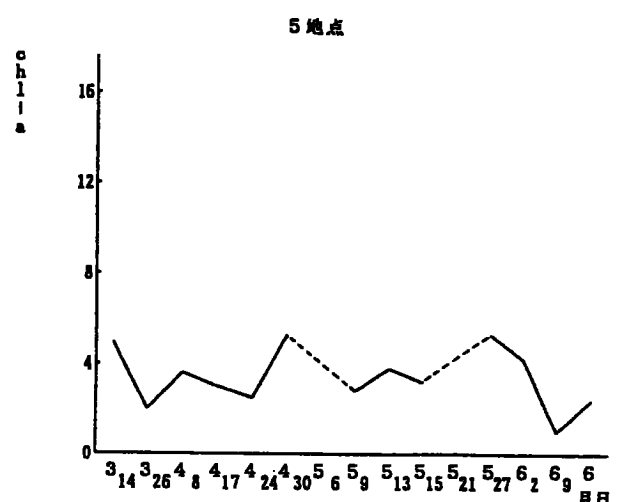


图 13-4

图 13-7



側で高く湖心水域から西岸寄りに低い傾向を示した。St. 1～St. 2の東岸寄りでは4月30日、5月13日および5月27日でピークがあり、湖心から西岸水域にかけての地点では5月6日と5月27日で比較的高いピークが観測される。この5月27日で見られた全地点のピークはウログレナによるクロロフィルと考えられる。

各地点毎のBODを図14に示した。2 m層(各地点平均)のBODは0.7～1.4mg/lの範囲内で変動し、クロロフィルa量の変動と正の強い相関が見られた。

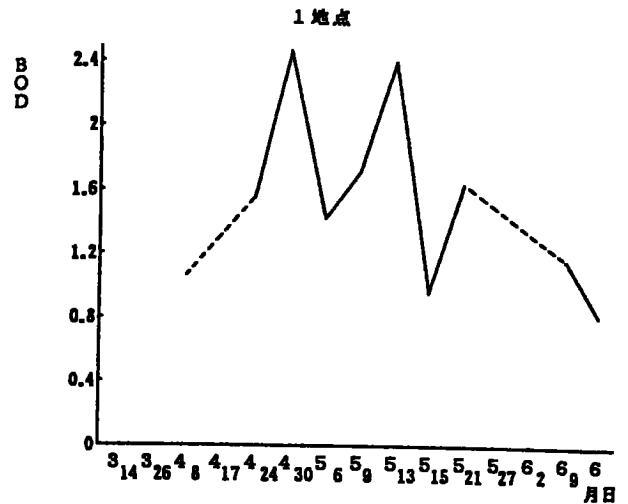


図14-1

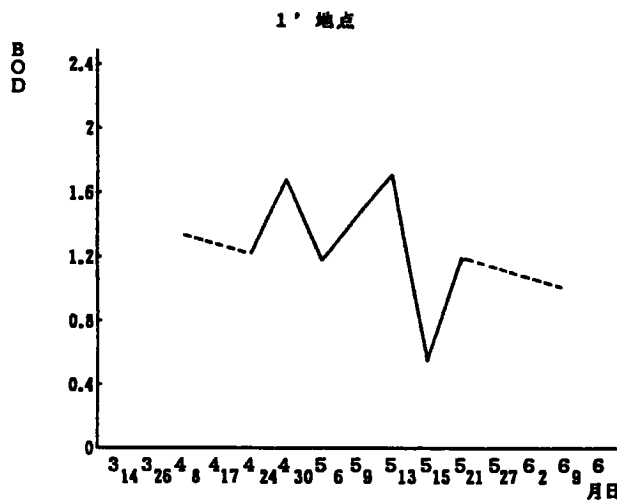


図14-2

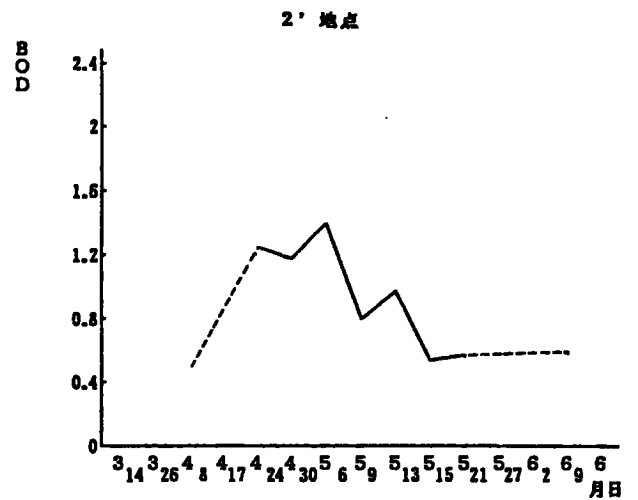


図14-4

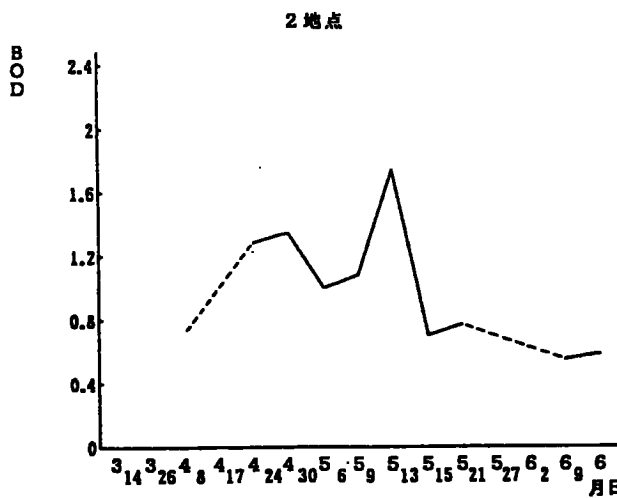


図14-3

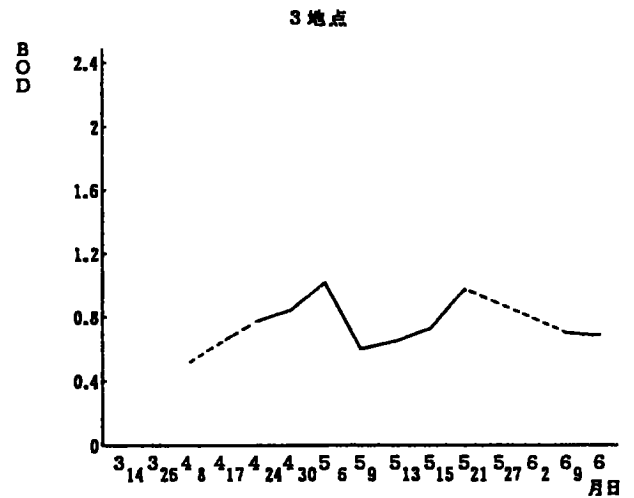


図14-5

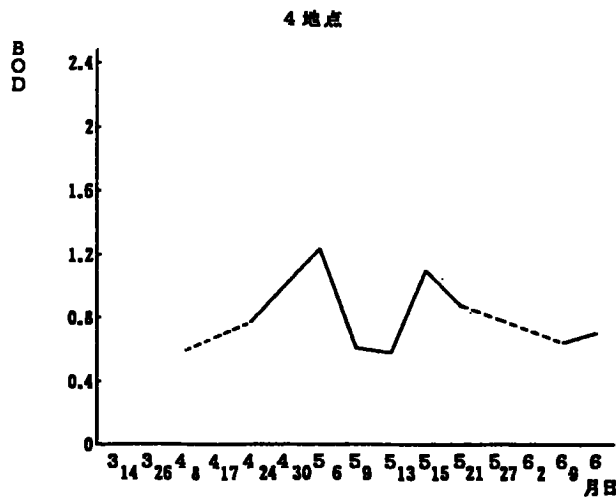


図14-6

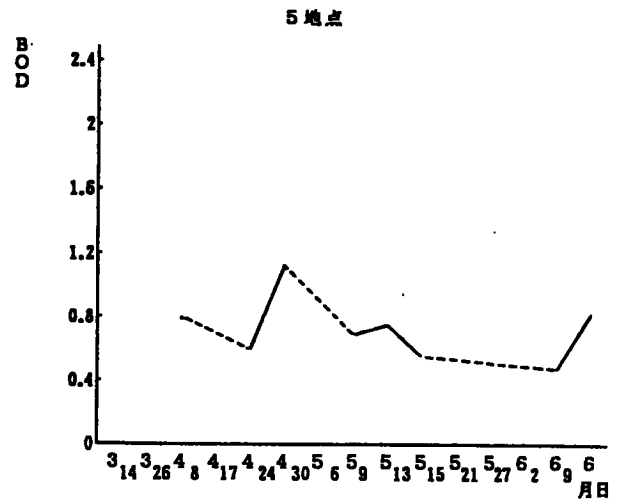


図14-7

図12にSt.410におけるクロロフィルaとBODの変動を示した。全体的に見ると、クロロフィルa、BODとも前期で高く、中期でバラつき、後期で低くなる傾向があった。5月9日調査時点では両者とも大きく落ち込む現象が見られた。

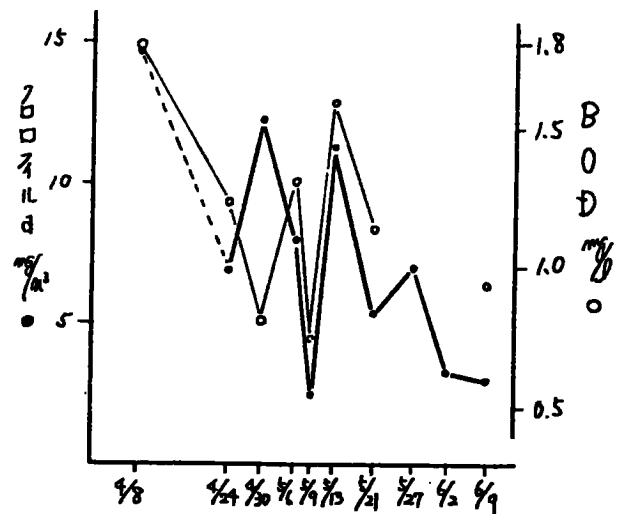


図12 St.410におけるクロロフィルaとBOD変動

(10) 栄養塩類等の変動

1) 窒素成分

図15に T-N、DINおよび Org-Nの変動を示した。

DIN濃度の季節的変化は、年毎によって濃度レベルの高低は見られるものの、4月初めから5月上旬にかけて流入負荷等で高く、日を追ってOrg-Nの上昇すなわち主としてウログレナの増殖によって漸減する傾向が観測されてきたが、今年は3月から5月上旬にかけて、約0.1mg/l~0.18mg/lというほぼ横バイ状態で推移し5月9日ころから6月に向かると緩やかに漸減する結果であった。Org-Nは調査開始から4月17日にかけて約0.1mg/l、以後DINを上回り6月中旬まで約0.18mg/lを前後するほぼ横バイ状態であった。T-NはこのOrg-NとDINの変動の和として表わされるが、調査期間通して見ると、約0.2mg/lから緩やかに上昇し4月下旬から5月中旬にかけて平らな山(約0.34mg/l)を形成し後期に向かって徐々に減少するパターンを示した。

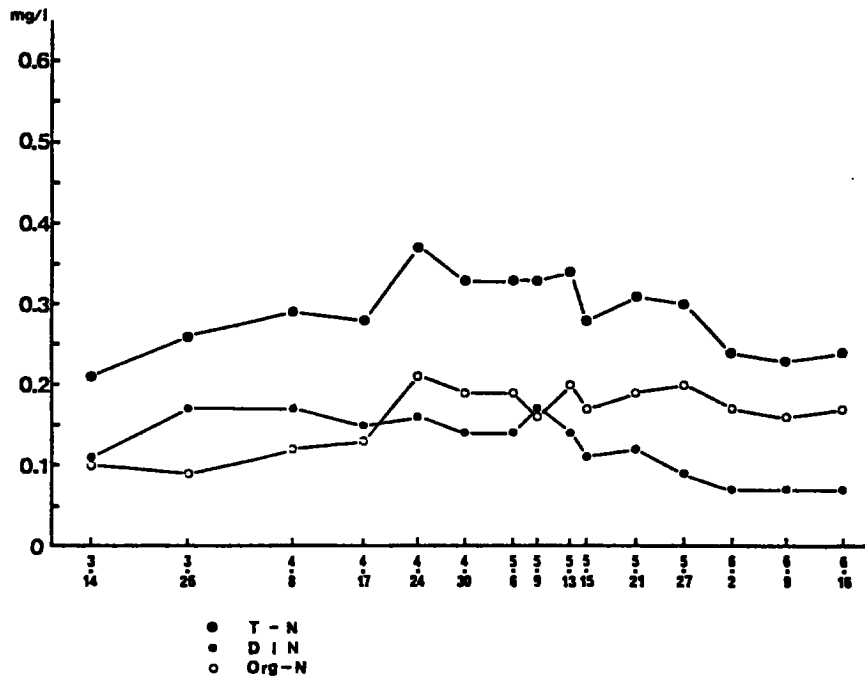


図15 各地点2層平均窒素濃度の変動

図16-1から図16-8に各地点におけるDINの変動、図17-1から図17-8にOrg-N濃度の変動を示した。

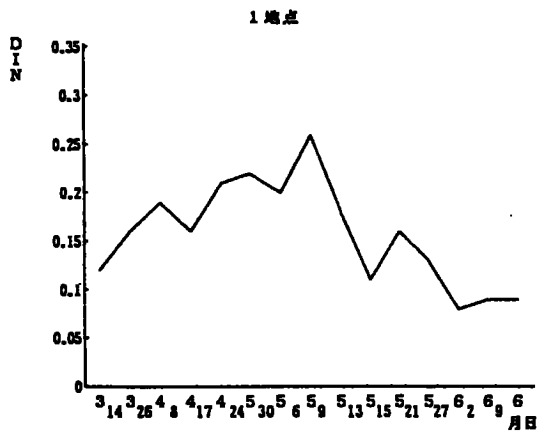


図16-1

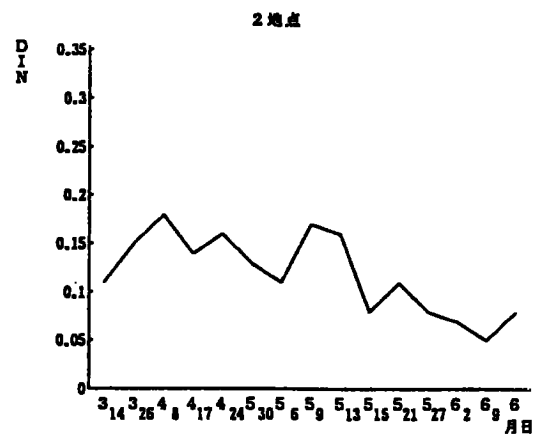


図16-3

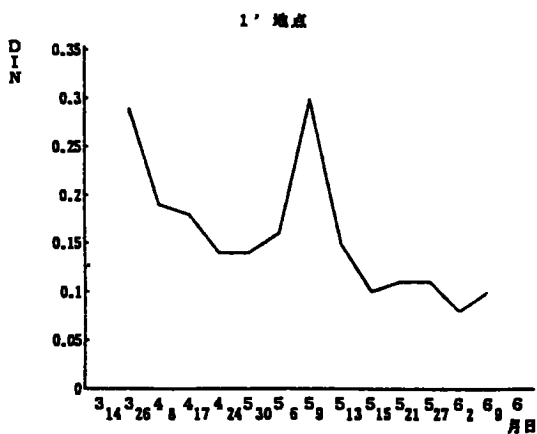


図16-2

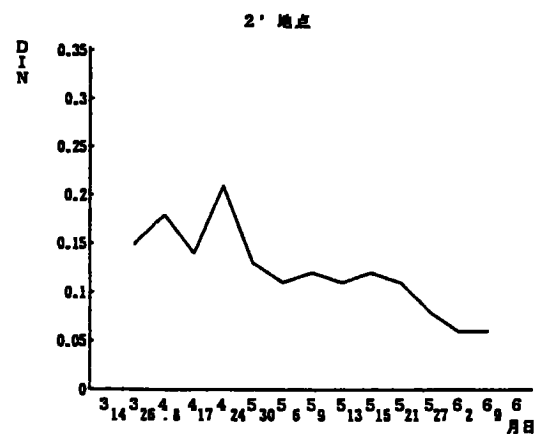


図16-4

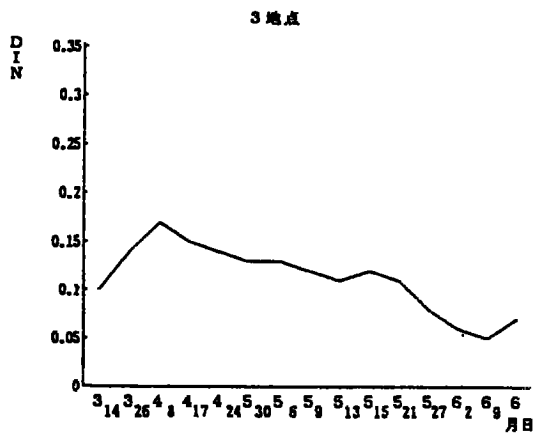


図 16-5



図 16-7

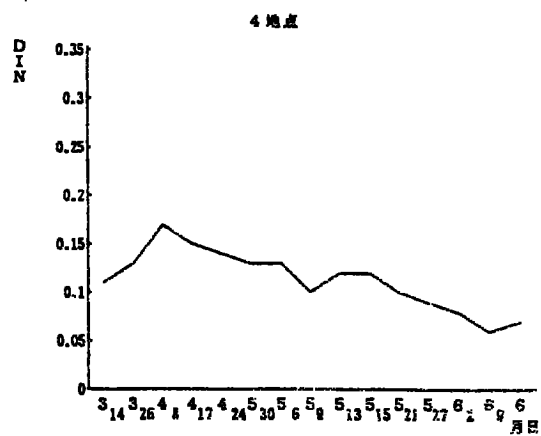


図 16-6

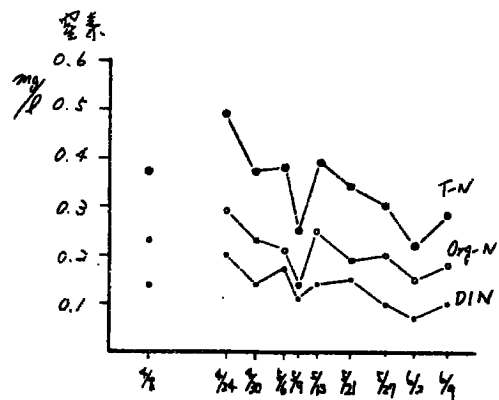


図 16-8

St.410における各態窒素濃度の変動

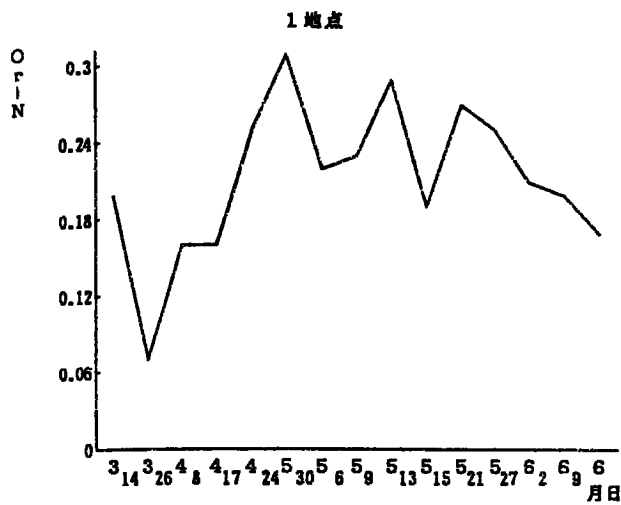


図 17-1

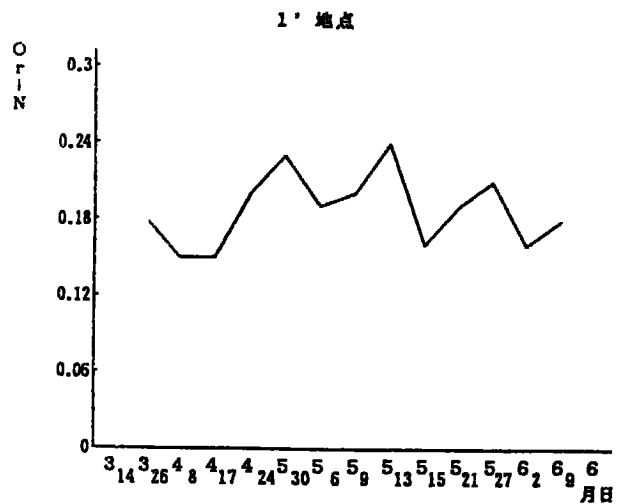


図 17-2

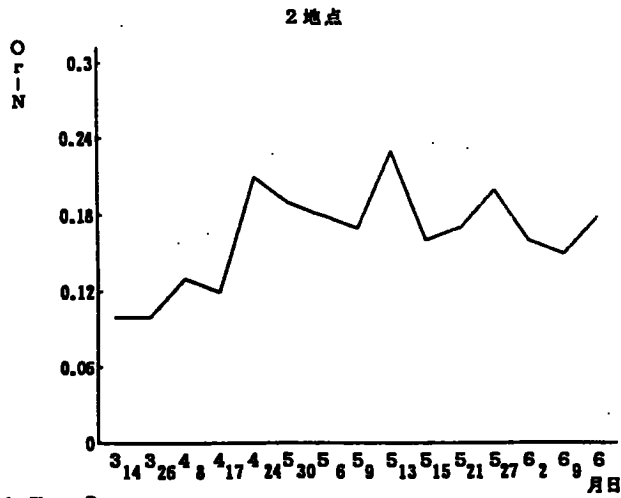


図17-3

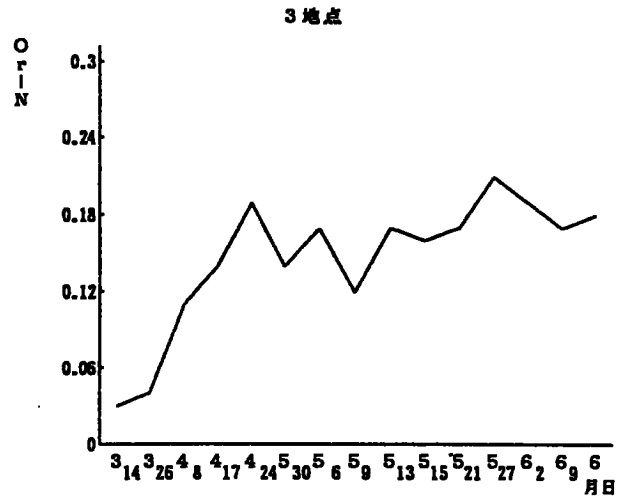


図17-5

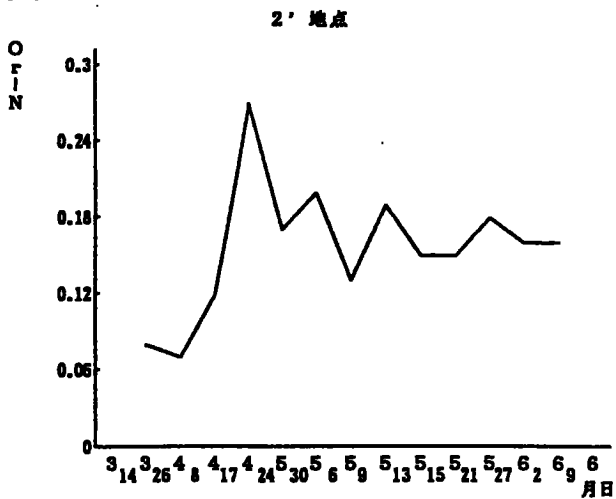


図17-4

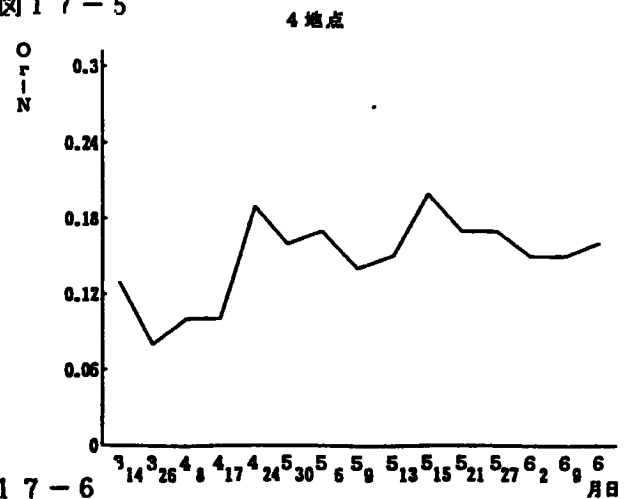


図17-6

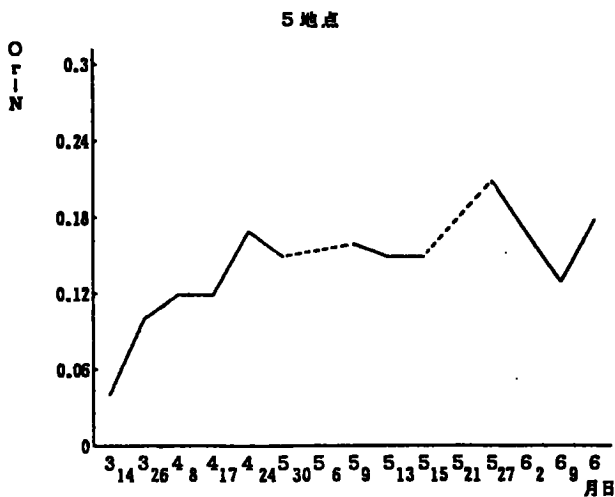


図17-7

岸に近い地点である St. 1 と St. 1' の前半期では、他の地点と比して高いレベルの DIN 量が観測され、さらに 5 月 9 日においては比較的高めのピーク (約  $0.3\text{mg/l}$ ) があつた。湖心部から西岸寄りの St. 2' から St. 5 では緩やかに漸減 ( $0.15\text{mg/l}$  から  $0.07\text{mg/l}$  へ) する傾向が観測された。図17-8 の St. 410 においては、後者の地点と同様に漸減する傾向が見られるものの、5 月 9 日で前者と異なり、T-N、Org-N および DIN の落ち込み現象があつた。

各地点の Org-N を見ると、前期ではどの地点においても 4 月末に向けて急に上昇するが、中後半期では St. 1、St. 2 ないしは St. 2' において横バイあるいは微減する一方、

St. 3～St. 5では横バイあるいは微増する傾向が読みとれた。

## 2) リン成分

T-PはSt. 1、St. 1'およびSt. 2を除く地点でほぼ0.010mg/l以下であった。同じくPO<sub>4</sub>-Pはおおよそ0.005mg/l以下であった。St. 1～St. 2では上記の地点より高めのリン濃度で検出され、とりわけ濁りが観察された地点のうち、3月26日、4月8日、4月17日および4月24日においてT-Pが0.015～0.125mg/lという比較的高い濃度が検出された。PO<sub>4</sub>-P濃度は高くなる傾向は見られなかった。

図18にSt.410におけるリン濃度の変動を示した。

T-Pは0.007mg/l～0.017mg/l（4月8日の0.025mg/lは除く）の範囲内を上下し、PO<sub>4</sub>-Pは5月6日以降0.005mg/l以下と岸近くの地点としては例年になく低濃度で検出された。

## 3) SiO<sub>2</sub>-Si および Fe 濃度

図19に各地点平均の2 m層 SiO<sub>2</sub>-Si 濃度変動を示した。

過去の分析結果から、傾向としてSiO<sub>2</sub>-Siは河川からの流入負荷によって岸寄りの地点、なかでも濁りの観察される地点で高く検出される。一方湖水部水域では比較的低い傾向を示す。今年の結果からもこの分布傾向が見られた。押しなべて見ると、ほぼ1.0mg/lを中心に上下変動をした。図19中縦破線で示すところの調査日ごとの

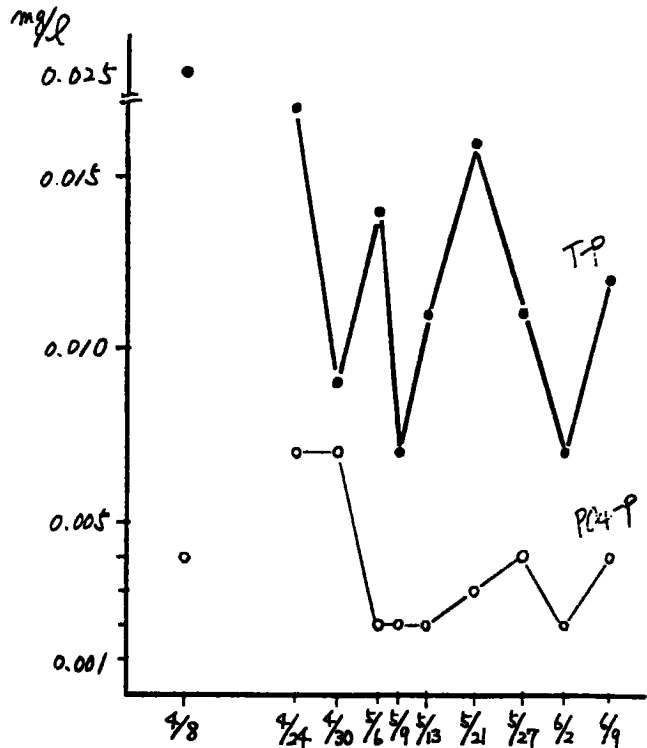


図18 St.410におけるリン濃度の変動

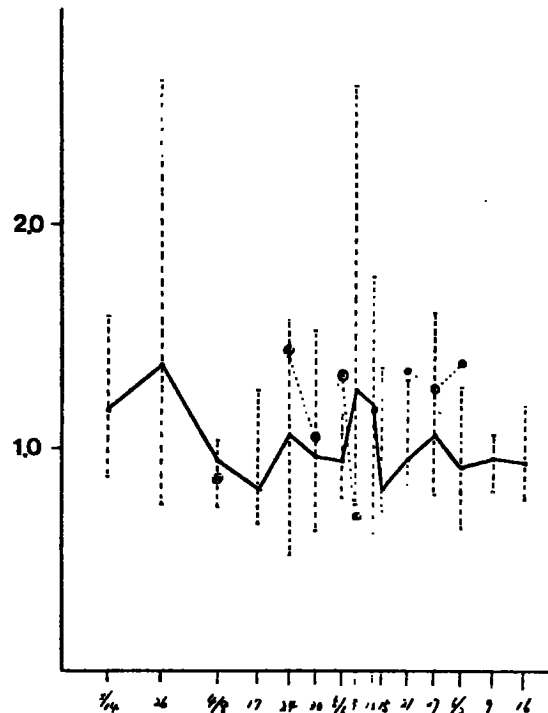


図19 2 m層のSiO<sub>2</sub>-Si濃度変動

実線はSt. 1～St. 5の平均値、縦の破線はその範囲、点線はSt.410。

月26日と5月9日をのぞく調査日にはほぼ0.6~1.8mg/lの範囲内におさまる分布であった。

表6に各地点の2m層における鉄濃度分析結果を示した。

全鉄は濁りの強い、すなわち透明度の低い地点と調査時点で高く検出された。濁り水域が観測された3月26日のSt.1~St.2'で61~550 $\mu$ g/l、4月8日のSt.1~St.2で68~98 $\mu$ g/l、4月17日のSt.1~St.1'で55~60 $\mu$ g/l、4月24日のSt.2~St.2'で78~195 $\mu$ g/l

表6

表6 各地点の2m層における鉄濃度

方法 フレームレス原子吸光法

上段 T-F $\circ$

下段 S-F $\circ$  単位 $\mu$ g/l

地点 調査月日	1	1'	2	2'	3	4	5	410	415	416
3月14日	54 20		25 14		13 ND	9 4	23 9			
3月26日	89 8	550 14	76 3	61 1	14 2	21 ND	61 1			
4月8日	98 5	92 2	68 1	27 ND	27 1	- 3	17 2	31 ND		
4月17日	55 ND	60 ND	30 ND	28 ND	17 ND	6 ND	20 ND			
4月24日	47 ND	42 ND	78 ND	195 5	42 ND	23 ND	54 ND	201 3	135 3	22 ND
4月30日	129 3	75 ND	75 ND	31 ND	17 ND	24 ND	66 1	66 ND	74 ND	162 2
5月6日	69 5	94 4	67 2	97 2	59 11	81 2		206 4		
5月9日	83 ND	219 3	89 8	43 ND	57 37	37 ND	52 3	48 2		
5月13日	71 1	71 1	83 3	28 2	12 ND	15 ND	51 4	93 4		
5月16日	48 ND	36 ND	29 ND	18 ND	15 ND	44 ND	68 ND			
5月21日	56 2	38 ND	43 ND	19 ND	24 2	30 ND		108 35		750 47
5月27日	101 ND	68 ND	59 5	38 ND	39 ND	23 ND	59 ND	82 ND		
6月2日	59 ND	44 ND	43 ND	24 ND	42 3	41 ND	81 25	44 ND		
6月9日	71 4	56 1	15 1	21 5	24 2	30 3	22 5	87 11		
6月16日	39 7		19 6		22 4	26 2	56 8			

1、同日および5月6日のSt.410で201~206  $\mu\text{g}/\text{l}$ とそれぞれ比較的高く検出された。これらの全鉄濃度値中の溶存鉄が占める割合は2~3%高くても約10%程度であった。又、全体的に見ても、溶存鉄濃度はNDないしはあっても5  $\mu\text{g}/\text{l}$ 以下が多かった。

今までの結果から、河川からの流入負荷と拡散があった水域では $\text{SiO}_2\text{-Si}$ 濃度と全鉄濃度間に正の強い相関が得られてきた。3月26日で0.83、4月8日で0.70、4月17日で0.72、4月24日で0.59、4月30日で0.93等を得た。その他の調査日でも強い相関関係が求められた。

(11) “濁り”の垂直分布

図20-1と図20-2に濁りが強く観測された調査日・地点において吸光度(測定波長400nm)と水温の垂直分布を示した。

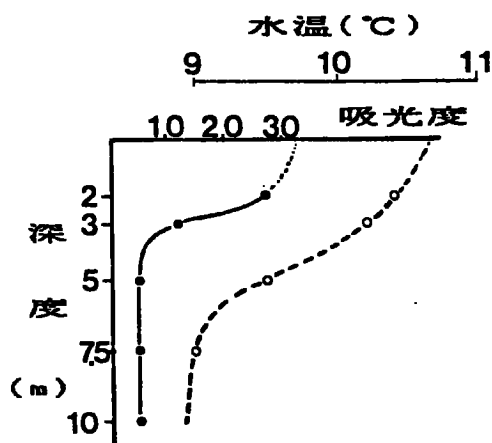


図20-1 4月24日のSt.415における吸光度と水温の垂直分布  
実線は吸光度、破線は水温

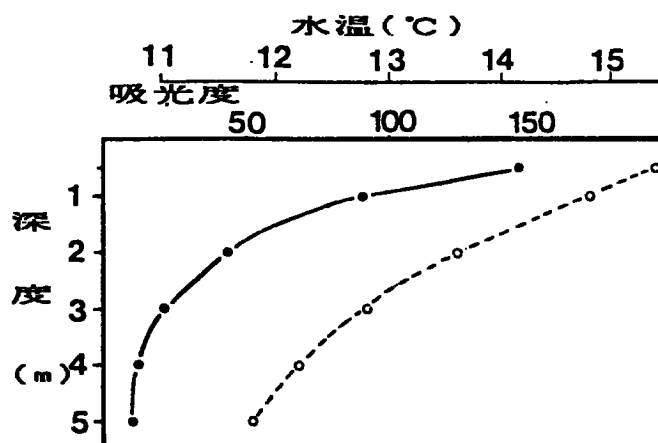


図20-2 4月30日の宇曾川河口における吸光度と水温分布  
実線は吸光度、破線は水温

濁りの分布は水温分布と似た傾向を呈し、濁りはほぼ0~3m層間に限られていた。この結果から、琵琶湖が全循環期を終え成層期に移行する初期に河川から湖へ流入拡散する濁り水は3m以浅の層を水平方向に移動することが想定される。さらにこの時期は日射量・強度が増大する時でもあり、表面水が暖められ粘性や密度の関係から風および他の外部要因によって容易に移動・流下することが考えられる。

(12) 湖水の時期別、採水ポイント別ウログレナ増殖能(AGP)テスト結果

1) ウログレナ細胞数の直接検鏡計数法とコールタカウンター法の比較

供試湖水：4月30日 St. 4の2m層から採水した湖水の0.45  $\mu\text{m}$ ミリポアフィルターを通過したもの

培養時間：5月1日から10日までの9日間

結果：培養はウログレナ集藻状態で、大きな群体を形成しない1細胞、2細胞~10数細胞の群

方法	計数值
直接法	$2.0 \times 10^4 \sim 2.5 \times 10^4 \text{ cells/ml}$
コールタ法	23,600~26,400 cells/ml



地点	St. 1	St. 1'	St. 2	St. 3	St. 5	St. 410
計数值 (cells/ml)	63,400 ~66,400	22,520 ~23,080	26,720 ~26,840	12,440 ~13,920	33,400 ~34,880	40,480

注) 採水深度は各地点の2m層

## 2) 湖心水域の St. 2' と宇曽川河口水の比較

調査湖水：4月30日採水 (0.45 μミリポアフィルターろ過水)

供水湖水の水質等：

区分\項目	pH	DIN mg/l	PO <sub>4</sub> -P mg/l	SiO <sub>2</sub> -Si mg/l	Sol-Fe μg/l	(T-Fe) μg/l	(透明度) m	水温 ℃
St. 2' - 2m層	8.16	0.13	0.007	0.88	ND	31	3.5	12.1
宇曽川河口2m層	7.90	0.19	0.009	1.52	2	162	0.4	13.6

培養時間：5月1日から9日までの8日間

結果：

	コールタカウンター値 (粒子サイズ3.17 μ)	TCV値 (総細胞容積)	直接法 (ウログレナ群体数)		
	cell/ml	μ <sup>3</sup> /ml	群体/ml		
St. 2' - 2m層	4,500~6,360	1.3×10 <sup>5</sup>	大0	中0	小160
宇曽川河口2m層	77,940~79,220	1.9×10 <sup>6</sup>	35	9	6

注) 宇曽川区はウログレナ単藻培養状態、St. 2' 区はDinobryon: 3群体/ml、Asterionellaが混じった培養結果であった。

## 3) 琵琶湖東岸水域と湖心水域の比較

供試湖水：5月6日採水 (0.45 μミリポアフィルターろ過水)

供試湖水の水質等：

区分\項目	pH	DIN mg/l	PO <sub>4</sub> -P mg/l	SiO <sub>2</sub> -Si mg/l	Sol-Fe μg/l	(プランクトン 透明度)	水温 ℃
St. 4 - 2m	8.32	0.13	0.001	1.11	2	Ur.: 0/200 Nitzschia: 25/ml Dinobryon	3.9 12.9
St. 410	8.08	0.17	0.002	1.33	4	Ur.: 30/200 Nitzschia: 16/ml	1.5 14.0

培養時間：5月7日から17日までの10日間

結果：

区分	コールタカウント値 (粒子サイズ:3.17 $\mu$ と4.00 $\mu$ )	直接検鏡法
	平均cells/ml	平均cells/ml
湖心のSt. 4区	10,100	6,000
東岸のSt.410	18,500	17,500

4) 東岸水域の濁水と湖心水域水との混合比率の違いによるウログレナ増殖能の差

供試湖水：5月21日採水湖水のろ過水を3日間室温にて放置したもの

供試湖水の性状等：

採水地点	pH	DIN mg/l	PO <sub>4</sub> -P mg/l	SiO <sub>2</sub> -Si mg/l	Sol-Fe $\mu$ g/l	(T-Fe $\mu$ g/l)	透明度 m	水温 度
湖心のSt. 4	8.26	0.10	0.003	0.92	ND	30	5.3	14.6
宇曾川河口	7.49	0.81	0.028	7.73	47	750	0.75	17.7

培養時間：5月24日から6月3日までの10日間

結果：

区分(混合比率)	コールタカウント値		顕微鏡観察
「湖心水」：「濁水」	平均cells/ml	TCV値 $\mu^3$ /ml	
1 : 1	7,130	$2.7 \times 10^5$	小密：1、中密：2、大：5 150 $\mu$ 密・不定形：7群体/ml
3 : 1	21,472	$1.1 \times 10^6$	極小(10 $\mu$ )：48群体/ml ウログレナより小のがある
湖心水100%	10,045	$3.7 \times 10^5$	バラバラ細胞～2細胞群体 10,000cells/ml
濁水100%	—	—	珪藻Nitzschiaコンタミ優占 8,360cells/ml、Ur.：2群体/ml

5) 6月湖水の地点別、水深別ウログレナ増殖能

供試湖水：6月2日St.1～St.5の各地点2m層およびSt.4で水深別に採水した湖水のろ過水で1日室温放置したもの。

接種群体：培養2代目のウログレナを2群体/培養びん。

培養期間：6月3日から12日までの9日間。

結果：

地点と水深	細胞数	TCV値
	平均cells/ml	平均 $\times 10^6 \mu^3$ /ml
St. 1 - 2 m層	8,700	7.2
St. 2 - 2 m層	8,000	5.6
St. 3 - 2 m層	8,000	6.3
St. 4 - 0 m層	1,300	0.8 <sup>s</sup>
- 2 m層	3,600	2.7
- 5 m層	3,400	2.5
- 10m層	6,700	5.0
- 20m層	3,400	2.9
St. 5 - 2 m層	7,800	6.4

図21-1と図21-2にコールタカウンターによるウログレナ細胞数計数結果例を示した。

#### 6) ウログレナAGPテスト結果のまとめ

- i) 1) でのウログレナ細胞数の直接検鏡計数法とコールタカウンター法の比較結果から、両者の計数値はほぼ同じであった。4月30日採水時のAGP値は、St. 1 > St. 5 > St. 410 > St. 2 > St. 1 > St. 3の順であり、湖岸寄りに高く、湖心にかけて低く測定される傾向があった。
- ii) DinobryonやAsterionellaとの混藻培養状態では、ウログレナの増殖は抑えられる傾向がみられた。又、この時のウログレナが形成している群体の大きさも小さくなるという傾向もみられた。
- iii) 農業排水が主体である濁水（宇曾川）と湖心水域水との混合割合を変えたAGP結果から、湖心水そのものや1:1の高比率の培養区よりも、湖心水3:濁水1といった比較的低い希釈倍率の区で3~4倍高いAGP値を示した。これはこの時期の濁水が湖水と混合した後、広範囲にわたって拡散希釈された水塊においてウログレナが盛んに増殖し、将来にわたって赤潮を形成する方向が示唆された。
- iv) 5) における水深別ウログレナAGP測定結果より、6月2日時点の湖心水域のAGP値は、高い順に10m層 > 2 m層 > 5 m、20m層 > 0 m層と得られ、これは、生産層の10m層付近の中層域で比較的高いピークを示す傾向である。

\*\* DATA TABLE \*\*

CH	DIA.	VOLUME			POPULATION		
		DIF	CUM	DIF-%	CUM-%	DIF-N	CUM-N
1	.630	0.0	100.0	0.0	100.0	0	218611
2	.794	18.6	100.0	70.5	100.0	154063	218611
3	1.00	9.9	83.4	22.1	29.5	48416	64548
4	1.26	4.6	73.5	4.7	7.4	10265	16132
5	1.59	1.7	68.9	0.9	2.7	1879	5867
6	2.00	1.6	67.1	0.4	1.8	847	3988
7	2.52	2.1	65.5	0.2	1.4	545	3141
8	3.17	2.4	63.4	0.1	1.2	323	2596
9	4.00	9.3	61.0	0.2	1.0	544	2273
10	5.04	46.0	51.6	0.7	0.8	1620	1729
11	6.35	5.2	5.7	0.0	0.0	108	109
12	8.00	0.0	0.5	0.0	0.0	0	1
13	10.1	0.5	0.5	0.0	0.0	1	1
14	12.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
15	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
16	20.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0

\*\* HISTOGRAM \*\*



図 2 1 - 1 6月2日 St.1-2m 層水のウログレナ増殖能テスト  
でのコールターカウンターによる細胞数測定結果  
(POPULATION-N は×4)

**\*\* DATA TABLE \*\***

CH	DIA.	VOLUME			POPULATION		
		DIF	CUM	DIF-%	CUM-%	DIF-N	CUM-N
1	.630	0.0	100.0	0.0	100.0	0	165927
2	.794	22.4	100.0	68.1	100.0	113016	165927
3	1.00	15.2	77.6	23.9	31.9	39576	52911
4	1.26	7.4	62.4	5.2	8.0	8667	13335
5	1.59	3.9	55.1	1.3	2.8	2236	4668
6	2.00	3.3	51.2	0.6	1.5	973	2432
7	2.52	2.1	47.9	0.2	0.9	280	1459
8	3.17	2.9	45.8	0.1	0.7	202	1179
9	4.00	10.8	42.8	0.2	0.6	349	977
10	5.04	28.0	32.0	0.3	0.4	557	628
11	6.35	1.7	4.0	0.0	0.0	25	71
12	8.00	0.4	2.2	0.0	0.0	9	46
13	10.1	0.6	1.8	0.0	0.0	10	37
14	12.7	0.4	1.2	0.0	0.0	9	27
15	16.0	0.4	0.8	0.0	0.0	9	18
16	20.2	0.5	0.5	0.0	0.0	9	9

**\*\* HISTOGRAM \*\***

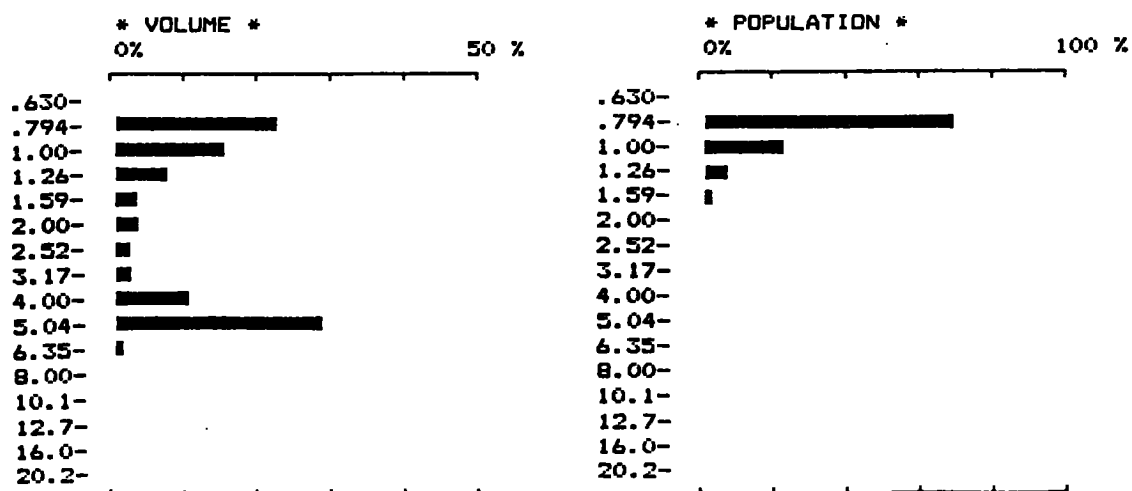


図 2 1 - 2 6月2日 St.4-2m層水のウログレナ増殖能テスト  
でのコールターカウンターによる細胞数測定結果  
(POPULATION-N は×4)

## 論 議

今年はウログレナ赤潮の発生が認められなかった。この理由として、ウログレナが集積して赤潮を形成するに十分な増殖がなかったと言える。すなわち、ウログレナの増殖が例年になく低調であったと言える。この要因として本調査結果から次のことが挙げられる。1) ウログレナ増殖期において比較的低温で推移し、一時的に著しい水温上昇を見た後、大巾な水温低下現象があったこと。2) 河川濁水の流入拡散によるDIN・リン・鉄等の栄養塩類等ウログレナ生物の増殖を促す物質の流入負荷が少なかったこと、それらの湖内での拡散と滞留している期間が例年より量的にも回数でも少なかったこと。3) 今年は珪藻 (*Asterionella formosa* や *Nitzschia* sp.) の発生が調査期間中継続して見られ、黄色鞭毛藻の *Dinobryon cylindricum* もウログレナと同時並行に発生していたこと。4) 気象状況として、5月中旬以降移動性高気圧の張り出しと寒気の移流があり、北西寄りの強風が卓越する傾向にあったこと。5) ウログレナが2~3 m層を中心にして盛んに増殖と集積をする時期に、5月6日より実施された瀬田川南郷洗堰からの湖水放流量増大によって、例年になく早期かつ大巾な水位低下が生じ、このことは時期的に考え合わせると、表層水が選択的に移動、流下されるものと想定できること。ちなみに、ここで湖水放流量増大によってどれほどの日数で湖水、とりわけ表層水が流し去られるのか試算してみると、

今、放流量を毎秒350トン(当時の記録によると「以上」と記してあった)とすると、

1日当りでは、 $30 \times 10^6$ トンであり、

一方、琵琶湖北湖面積  $614 \times 10^6 \text{ m}^2$  (平均水深 44m)

琵琶湖南湖面積  $57 \times 10^6 \text{ m}^2$  (平均水深3.5m)

であるから、表層1 m水層がすべて流し去られるに要する日数は、

北湖で約20日

南湖で約2日弱 である。

さらに、表層0.5m層が流し去られるに要する日数は、

北湖で約10日

南湖で1日弱 である。

この後者の北湖10日という日数は、ウログレナが増殖しはじめてから最大値に達するまでに要する日数とほぼ匹敵する。又、この時期の河川水(濁水排出型河川)は、湖水よりも水温が高く湖内拡散は、表層を水平方向に生じることが考えられ、この栄養塩リッチな水塊が容易に流し去られることも無理ではないと思われる。

これらの要因の中で5)については、同時に1)と2)を引き起こす要因として位置づけられる。しかも4)で挙げた風条件は5)の作用を一層助長する因子として関係づけられる。これを裏付ける調査結果の内容としては、5月9日あるいは13日を境にした水温、水質(pH、DIN、 $\text{SiO}_2$ 等)、水象(透明度)等の著しい変化が第一に挙げられる。さらに、東岸寄りの地点と湖心水域の間に観

察された前記の変化開始の時間的なずれ（9日と13日）と上下変動の逆現象（一方で横バイないしは微増し他方で極端に低下する例）によって説明される。5）の要因はウログレナ生物ばかりでなく他のプランクトンの発生（現存量）をも少なくすることが、プランクトン沈澱量が平年の3分の1であったことから裏付けられる。これらのことから今年の場合、湖水の水位調整により人為的に起こされた湖の環境の物理的な変化によって、最終的に赤潮が発生しなかったと結論できる。

3）でふれたところのウログレナ生物と競合するプランクトンとの関係では、今後はこれら生物が増殖するに必須かつ共通する物質の、特にビタミンB群等の挙動に注意をはらう必要性が感じられた。珪藻や *Dinobryon cylindricum* はいずれもビタミンB群（B<sub>1</sub>、B<sub>12</sub>、ビオチン）の要求性が強い藻類といわれており、琵琶湖のプランクトン相の遷移を支配するという観点から、これらいわゆる溶存性有機物の探求が重要なこととして考えられる。

緑藻の *Closterium aciculare* の発生が今年低調であったことは、プランクトン全体が低く抑えられた条件下、しかもウログレナの増殖末期から増殖しはじめる藻類として毎年位置付けられてきた経緯から、ウログレナ低調に連動した結果と考えられる。

湖水のウログレナ増殖能（AGP）テスト結果によると、ウログレナは湖水の0.45 μフィルターろ過水で、適切な光・温度条件と他の藻類によるコンタミがない場合、いずれの試験湖水においても量的にはともかくも良く単藻培養できることが明らかになった。又、接種用のウログレナとして、培養二代目よりも在野種のほうが良く増殖し形成する群体も大きくなる傾向が見られた。今後は、単藻状態下に発生しているであろうバクテリアとの関係、N・P・Fe等はもとより0.45 μ径を通過し得る溶存性有機物との関係を良く検討し、このAGPの手法を確立していくことが重要であろう。

## 要 約

- (1) 琵琶湖において発生する赤潮生物 *Uroglena* sp. の増殖と環境要因との関係を明らかにするために、琵琶湖北湖に定点を設け、3月14日から6月16日にかけて計15回観測調査を実施した。合わせてこの時期の風向風速・水温・水位等の水文気象記録をもとに、本年、赤潮の発生を見なかった要因を検討した。
- (2) 調査期間中の湖水温は4月中旬までの1カ月は全般的に低温であったが、その後5月9日にかけては平年より高めであった。5月9日から5月15日にかけて急激な低下を見てからは低めに推移した。
- (3) 調査において最初にウログレナ群体を確認したのは4月17日であった。以降ウログレナの増殖は例年になく緩やかに進行し、最高分布量としては5月27日ころの13~34群体/mlに止どまっ

た。

- (4) 調査期間中、*Asterionella formosa* や *Nitzschia aciculaia* といった珪藻が例年になく発生しており、又、ウログレナの出現とともに黄色鞭毛藻の *Dinobryon cylindricum* も発生していた。これらのプランクトンとウログレナとの競合関係があることが示唆された。

緑藻の *Closterium aciculare* の増殖も低調であり、プランクトン全般を見ると、5月と6月のプランクトン沈澱量は平年の約30%にすぎなかった。

- (5) 栄養塩類のうち、DINは3月から5月上旬にかけ0.1~0.2mg/lとほぼ横ばい、以後5月9、13日を境に漸減した。Org-Nは0.1mg/lから0.2mg/lに微増ないしは横ばい状態で推移した。T-P、PO<sub>4</sub>-Pは濁りの流入が観測された地点を除くと、それぞれ0.010mg/l以下、0.005mg/l以下であった。SiO<sub>2</sub>は岸寄りで濁りのある地点で高く検出される傾向が見られたがおおよそ1.0mg/lを中心に変動した。鉄濃度もSiO<sub>2</sub>と良く似た傾向を示すが、全鉄濃度中に占める溶存鉄は2~3、高くても約10%であった。全鉄とSiO<sub>2</sub>の間に正の強い相関が見られた。

- (6) 5月9、13日を境に水温、pH、透明度、水質等の急激な変化が観測された。これは瀬田川からの放水量増加があり、主として表層水が流下したことによって引き起こされたものと解され、この時期に吹いた風によっても助長された可能性が示唆された。さらに栄養塩類等の比較的多い表層水が移動し、比較的清涼な琵琶湖北部水の移入によって、ウログレナを含むプランクトンの増殖が低調に終わったものと結論づけられた。

- (7) 湖水の0.45μフィルターろ過水に在野種のウログレナを接種培養することによって、良好な単藻状態で増殖能が計れることが明らかになった。今後DOM等の知見と合わせてこの手法を赤潮の発生の予測の一つとして確立する必要性が考えられた。