

資料

琵琶湖における「淡水赤潮」の発生状況
およびその原因プランクトン
Uroglena americana の分布について

— 1990 ~ 1993 —

一瀬 論* 若林徹哉*

The Appearance of "Fresh Water Red Tide" in Lake Biwa
caused by *Uroglena americana*

— 1990 ~ 1993 —

Satoshi ICHISE* and Tetsuya WAKABAYASHI*

はじめに

琵琶湖では、*Uroglena americana* (以下「ウログレナ」と略す)の異常発生による「淡水赤潮」が、1977年にはじめて発生して以来、1986年を除き毎年春季(4~6月)に発生している。

当センターでは、琵琶湖における植物および動物プランクトン定期調査を1974年から継続実施している。1977年5月に「淡水赤潮」が発生して以来、県生活環境部環境室および当センターを中心に毎年「淡水赤潮」モニタリング調査を実施しており、1989年までの調査結果についてはすでに報告してきた^{1)~6)}。

今回、1990年~1993年の調査結果についてまとめたので報告する。

調査方法

1. 調査地点

琵琶湖における「淡水赤潮」モニタリング調査は図1に示す16地点で定期的に行い、「淡水赤潮」が発生した時は、その発生水域で詳細な調査を行った。

また、別にA'地点における植物プランクトン連続調査も実施したので併せて報告する。

2. 期間および回数

(1) 「淡水赤潮」モニタリング調査

- ① 1990年度：4月10日から6月18日まで
- ② 1991年度：4月7日から6月17日まで
- ③ 1992年度：4月6日から6月15日まで
- ④ 1993年度：4月12日から6月21日まで
- ⑤ 調査回数：各年度とも期間中10回

(2) 植物プランクトン連続調査

植物プランクトンの種類およびその細胞数については、年間を通じ週2回(96回/年)実施した。

3. 調査項目

(1) 「淡水赤潮」モニタリング調査

- ① 水 温 (サーミスタ温度計 JIS)
- ② 透明度 (セッキ円板法 JIS)
- ③ 色 相 (JIS 標準色票⁷⁾)
- ④ 風 向
- ⑤ 風 速
- ⑥ 「ウログレナ」の群体数および群体の大きさ
- ⑦ 「淡水赤潮」発生状況

「淡水赤潮」が発生していると見られる地点では、その発生規模と天候、水温、水色、透明度、風向、風速および「なまぐさ臭」の有無等の詳細調査を行ない、そのサンプルは実験室内に搬入後、速やかに顕微鏡下で「ウログレナ」の群体数を計数した。

* 滋賀県立衛生環境センター 〒520 滋賀県大津市御殿浜13番45号
Shiga Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science.

「淡水赤潮」モニタリング調査地点

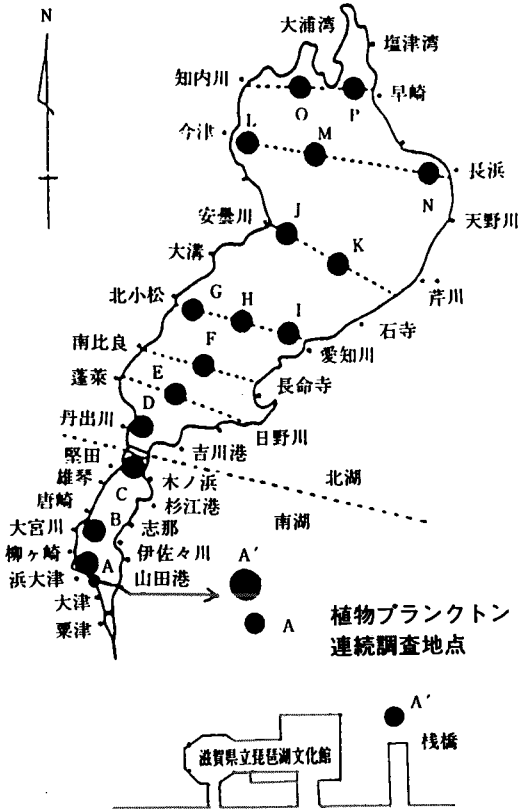


図1 調査地点

(2) 植物プランクトン連続調査

A'地点(琵琶湖文化館棧橋沖)において、「ウログレナ」の群体数および群体の大きさと、それ以外に観察される植物プランクトンの種類と、その総細胞数について週2回の頻度で同定および計数を行った。

4. 計数方法

(1) 「淡水赤潮」モニタリング調査

「ウログレナ」はサンプリング後、数時間以上放置すると、分解や死滅が起こり計数できなくなる事が多いため、持ち帰った検体は、速やかにその1mlをプランクトン計数板に取り、40倍の倍率で検鏡し群体数の計数を行った。「ウログレナ」は楕円形の細胞が、球状の寒天質の表面に配列し群体を形成する(写真1)。しかし、その大きさは50 μ m以下の小さなものから、300 μ m以上の大型の群体までさまざまである。このため、検鏡時にプランクトン計数板の界線(幅1000 μ m)および界線の太さ(約100 μ m)を参考として次の4段階に分けて計数を行った。

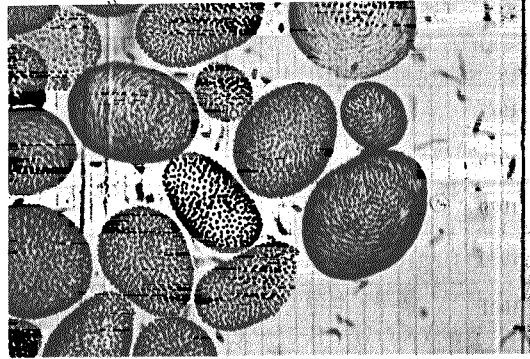


写真1 「淡水赤潮」の原因プランクトン *Uroglena americana* の群体形状 (界線の幅は約100 μ m:×60)

- ① 群体大: 直径250 μ m以上の群体 (約800cells/colony)
- ② 群体中: 直径100~250 μ mの群体 (約300cells/colony)
- ③ 群体小: 直径50~100 μ m以下の群体 (約60cells/colony)
- ④ 微小の群体: 1群体で20cells以下の微小な群体は、その細胞数を直接計数した。

(2) 植物プランクトン連続調査

「ウログレナ」以外の植物プランクトンの計数方法については、検水1mlをプランクトン計数板に取り、100倍~600倍の倍率で観察し各種類ごとの細胞数を同定・計数した。また、藍藻綱に属する種類はほとんどの場合、細胞が微小で、しかもそれらが集まって「塊状」や「糸状」の群体を形成するものが多いため、その群体数を計数した。

結 果

1. 「淡水赤潮」の発生状況(表1, 図2)

各年における「ウログレナ」の異常発生による「淡水赤潮」の発生状況は次の通りであった。

(1) 1990年

5月12日から24日にかけて5日間10地点で「淡水赤潮」の発生を確認した。最初の発生(5月12日)は、志賀町蓬萊沖(1,300群体/ml)および近江八幡市長命寺沖(870群体/ml)の2地点であり、透明度はそれぞれ1.0m, 1.2m(通常約4~5m)であった。

5月13日は、南湖3地点で「淡水赤潮」が確認され、また、14日には大津市真野川沖や志賀町和邇川沖でも確認された。その後、気圧の谷の通過により、県下全域で雨となり一時的に「ウログレナ」は減少傾向を示したものの17日および24日には再び北湖の南部地点にて「淡水赤潮」の発生を確認した。

表1 「淡水赤潮」の発生状況⁹⁾

月日 年度	4/24	25	26	27	28	29	30	5/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	6/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	累積発生日 発生水域	延べ 水域						
1977																																															5日間 9水域	19 水域									
1978																			5	2	8	6	4	9	13	6	1										5	8	7	6									3	2	3	16日間 21水域	88 水域				
1979																																																		17日間 20水域	34 水域						
1980																																																		4日間 13水域	13 水域						
1981																																																		9日間 15水域	40 水域						
1982																																																			7日間 8水域	10 水域					
1983																																																			4日間 8水域	11 水域					
1984																																																			5日間 5水域	8 水域					
1985																																																				8日間 10水域	21 水域				
1986																																																				0日間 0水域	0 水域				
1987																																																				4日間 7水域	10 水域				
1988																																																				4日間 3水域	5 水域				
1989																																																					4日間 4水域	4 水域			
1990																																																					5日間 10水域	10 水域			
1991																																																						1日間 1水域	1 水域		
1992																																																						3日間 3水域	3 水域		
1993																																																								1日間 1水域	1 水域
注																																									平均	6日間 8.5水域	17 水域														

注 ・太線下の数値は、水域数
・年間発生水域は延べ水域ではない

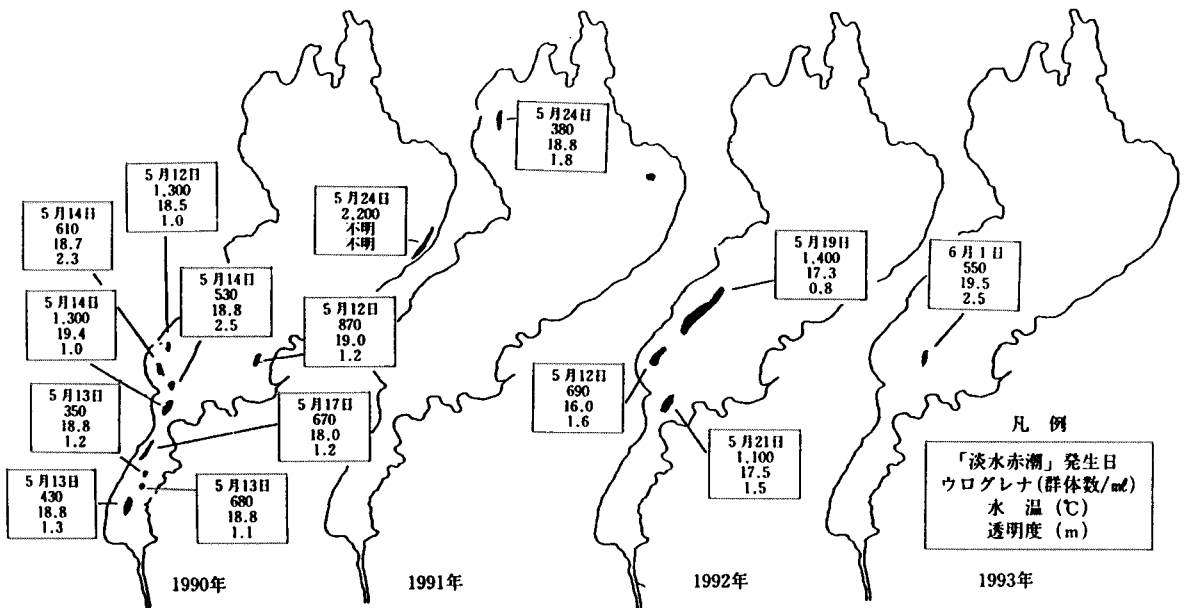


図2 「淡水赤潮」の発生状況

(2) 1991年

例年より約半月遅い5月24日に北湖のL~M地点の中間地点において「淡水赤潮」の発生を確認した。この発生は約500m四方の小規模発生であり、その群体数も380群体/mlと比較的少なかった。

1991年の発生はこの日だけであり、南湖での「淡水赤潮」は確認されなかった。

(3) 1992年

5月12日に北湖南部地点の志賀町八屋戸沖約1kmの地点において最初の「淡水赤潮」を確認した。

その規模は幅約200m長さ約2kmの発生であり、最高690群体/mlを計数した。また、この発生地点の水温は16℃と比較的低い水温での発生であった。その後、5月19日と21日にも北湖南部地点において発生が確認された。南湖での「淡水赤潮」は確認されなかった。

(4) 1993年

例年より20日遅い6月1日に琵琶湖北湖の南船路沖6km付近で「淡水赤潮」の発生を確認した。この発生は長さ300m、幅150mの小規模であり、最高550群体/mlの「ウログレナ」を計数した。1993年の発生はこの日だけであり、その規模も例年より小さかった。

その後、7月26日および29日に「淡水赤潮」らしい地点発見の情報があり、調査を実施したところ、O~P地点周辺およびE~F地点にかけての地点で再度「ウログレナ」の増加を確認したが「淡水赤潮」の発生の基準としている300群体/mlまでには至らなかった。

この4年間の「淡水赤潮」形成は過去に比べ小規模の傾向にあり、以前から発生が多かった南湖や北湖北部水域での「淡水赤潮」形成が少なかった。

2. 「ウログレナ」の経日変化と水平分布

各年の「ウログレナ」の水平分布の経日変動は次のとおりである。

(1) 1990年 (図3)

4月の調査期間中は「ウログレナ」は全く観察されなかったが、5月に入ると南部の水域を中心に増加がみられ、16地点中3地点で10群体/ml以上の「ウログレナ」を計数した。その後5月18日の調査時では、全地点で10群体/ml以上にまで増加し、5地点で100群体/ml以上の「ウログレナ」を計数した。また、5月21日の調査でも16地点中5地点で100群体/ml以上の「ウログレナ」を計数し、琵琶湖全域で大増加が認められた。その後「ウログレナ」は減少傾向を示し、6月に入るとほとんど計数されなかった。

1990年は例年と比べ比較的「ウログレナ」の分布が多い年であった。

(2) 1991年 (図4)

4月下旬より数群体が計数されたが、水温が例年より比較的低温に推移したためか、すぐには増加せず、本格的な増加は5月中旬以降となった。5月24日の調査時では、16地点中10地点で10群体/ml以上の「ウログレナ」を計数した。北湖のO地点では230群体/mlを計数し、この地点の周辺で本年最初の「淡水赤潮」を確認した。その後、5月26日には梅雨入りし、雨やくもりの日が続き全域で「ウログレナ」は減少傾向を示した。6月中旬の調査時にはほとんどの地点で消滅していた。

1991年の「ウログレナ」の分布は例年より少なく、なかでも南湖では100群体/ml以上の地点は認められなかった。

(3) 1992年 (図5)

南湖では例年並の4月中旬から増加がはじまり、その後、5月上旬に南湖で20~80群体/mlまで増加した。しかし、北湖では水温が約11℃とまだ低く「ウログレナ」は10群体/ml以下の分布であった。5月中旬になると、「ウログレナ」は急増を示し5月21日には琵琶湖16地点中11地点で100群体/ml以上計数した。また、E、H、K、Lの4地点では「淡水赤潮」の基準となっている300群体/ml以上の「ウログレナ」を計数した。しかし、小群体の占める割合が多く約70%「淡水赤潮」とは認められなかった。6月に入ると「ウログレナ」は全域で減少傾向を示し、中旬には0~7群体/mlにまで減少し、その後消滅した。

近年、「ウログレナ」の分布は比較的少ない群体数で推移する傾向にあったが、1992年は比較的多かった。

(4) 1993年 (図6)

4月中旬から南湖で増加が観察され、5月上旬には北湖でも各地点で10群体/ml以上の増加となった。

5月中旬には、低気圧の通過等により荒天の日が続き、「ウログレナ」の大増加は認められなかった。

6月に入ると北湖南部地点(C、D地点)で100群体/ml以上の「ウログレナ」の増加が認められ、南船路沖で本年最初の「淡水赤潮」を確認した。その後、「ウログレナ」は減少傾向を示し、6月中旬には12地点で消滅していた。しかし、7月の下旬には北湖の北部地点(O、P地点)および北湖南部地点(E、F地点)において53~200群体/mlの「ウログレナ」の増加を再度確認したが、「淡水赤潮」の発生の基準までには至らなかった。琵琶湖において、7月下旬に入ってからの「ウログレナ」のこのような増加の確認は初めてである。

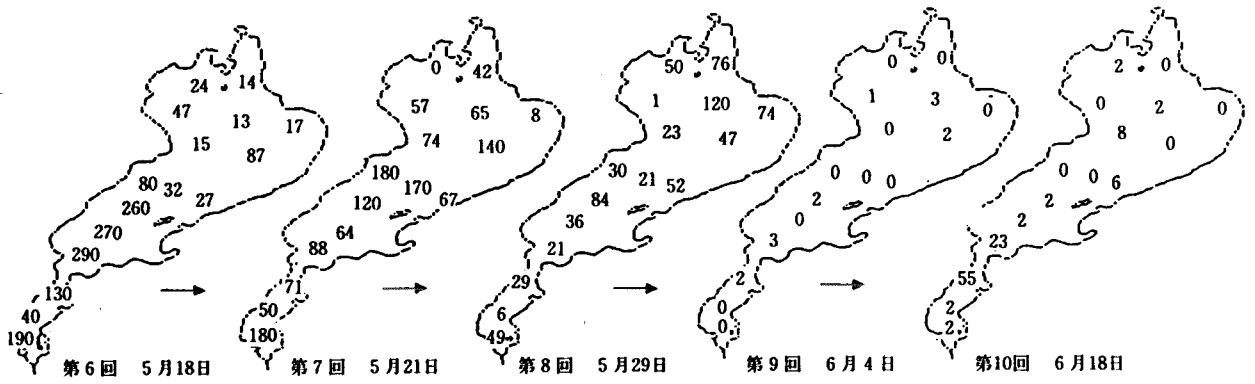
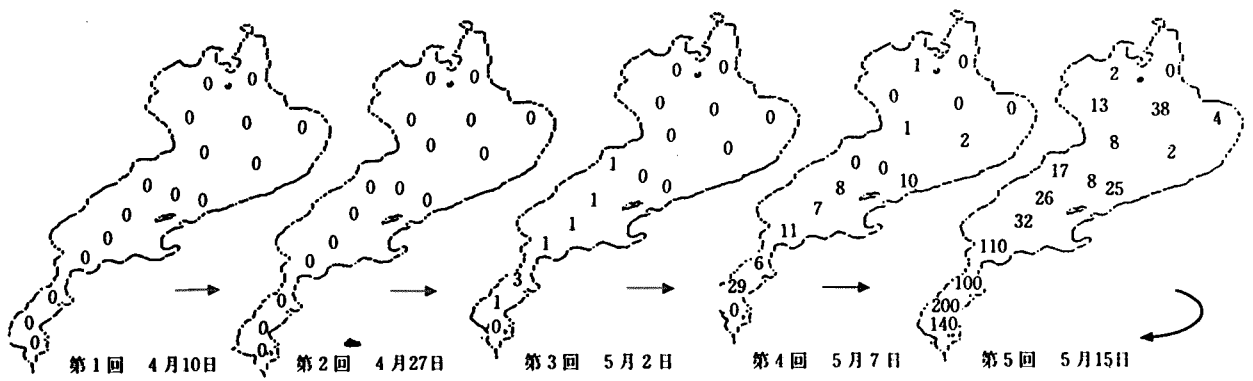


図3 琵琶湖におけるウログレナの水平分布の経日変化 (1990年)

(単位: 群体数/ml)

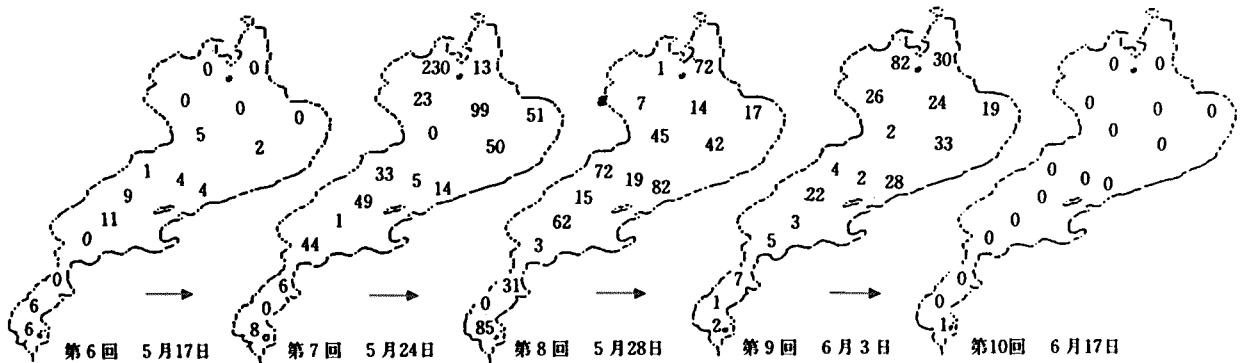
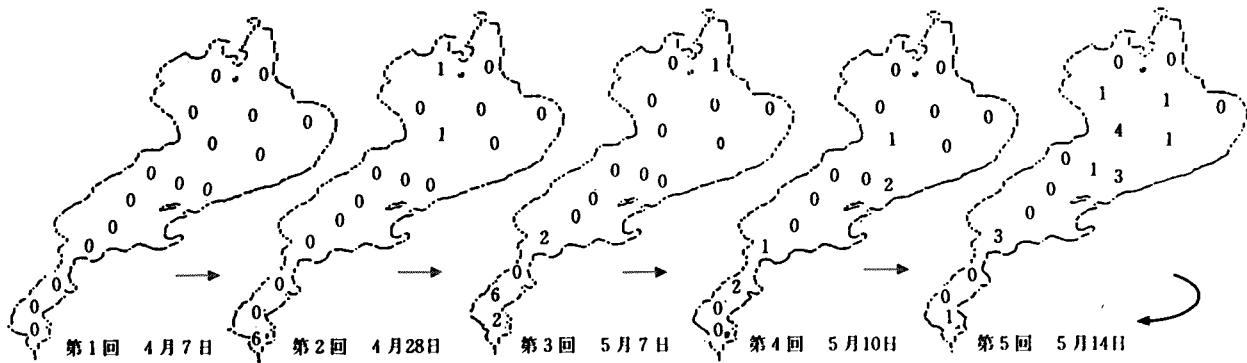


図4 琵琶湖におけるウログレナの水平分布の経日変化 (1991年)

(単位: 群体数/ml)

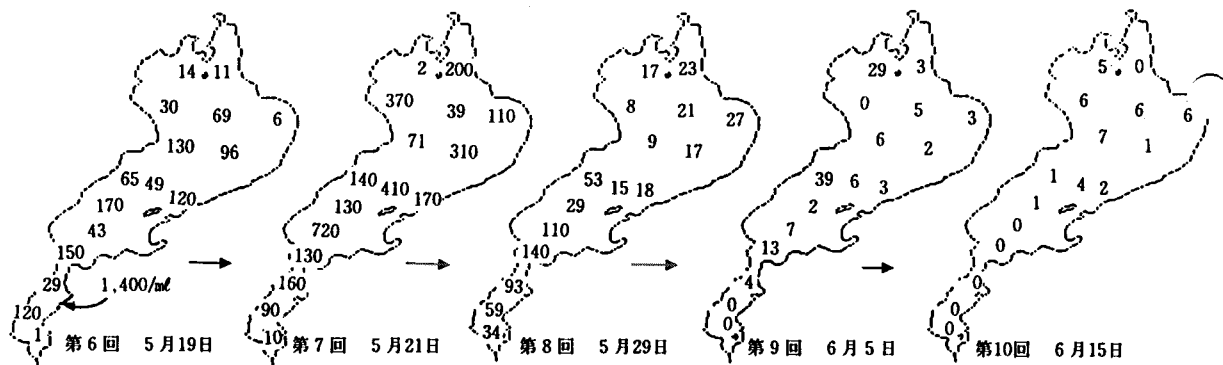
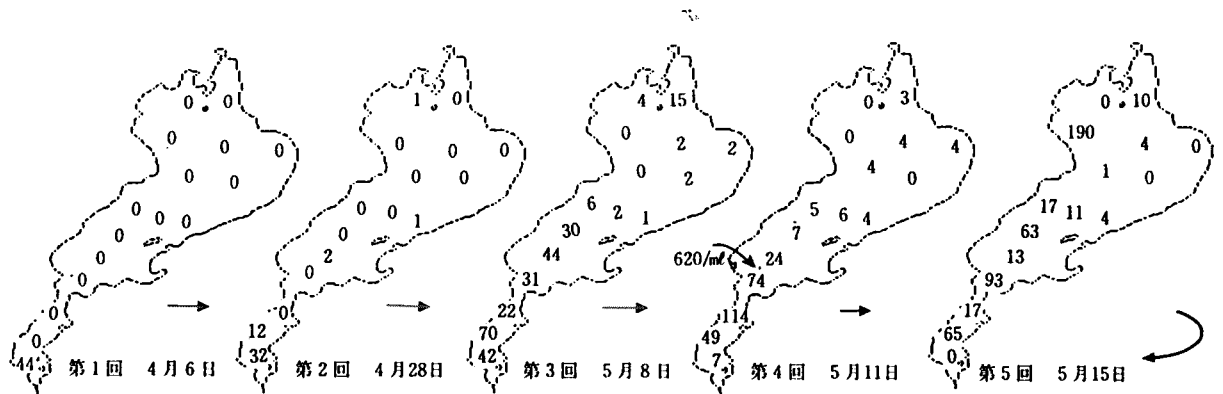


図5 琵琶湖におけるウログレナの水平分布の経日変化 (1992年)

(単位: 群体数/ml)

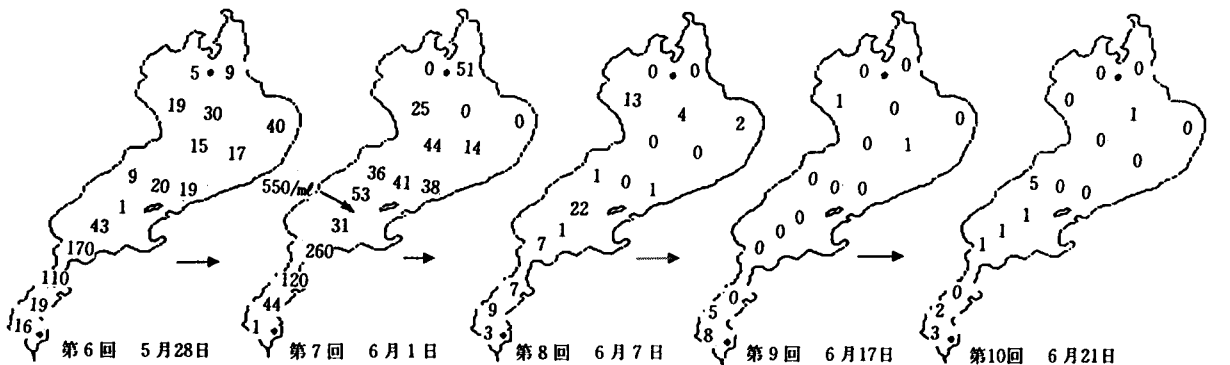
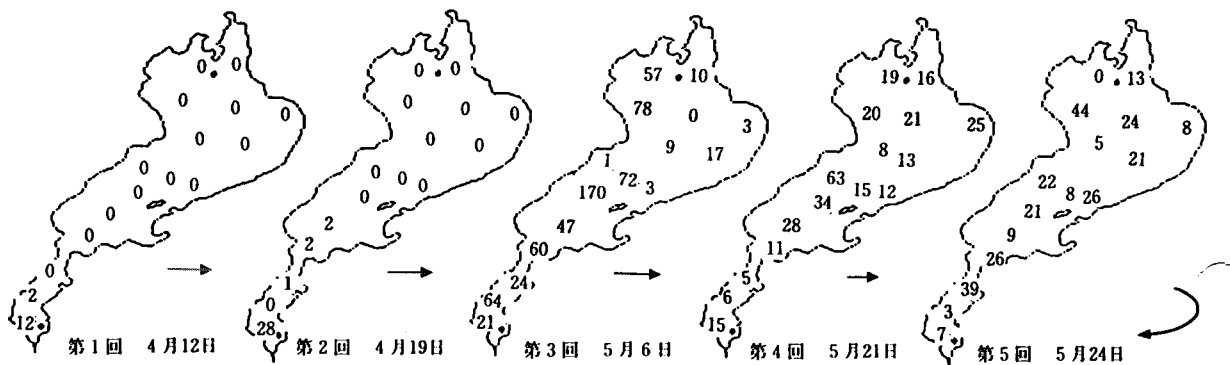


図6 琵琶湖におけるウログレナの水平分布の経日変化 (1993年)

(単位: 群体数/ml)

3. 「ウログレナ」の経年変化とその発生規模

この14年間における「ウログレナ」総群体数（16地点10回、160群体/年の合計値）の年変化をみると（図7）、「ウログレナ」の分布が最も多かった年は1981年であり、次いで1985年、1992年、1990年の順となる。この結果からみると、1990年および1992年の「ウログレナ」の分布は近年では多かったことになる。しかし、この年の「淡水赤潮」発生日数やその地点数をみると過去の発生に比べ少なく推移していた（表1）。

次に、各水域別群体数の変動をみると（図8）、各年とも琵琶湖全域で「ウログレナ」が観察されて

おり、多く分布していた水域は、琵琶湖大橋北（D）の地点であり「淡水赤潮」多発水域と一致していた。また、少なかった地点としては長浜沖（N）および安曇川沖（J）であった。

4. 「ウログレナ」の群体の形状

群体を大きさ別に4段階に分けて計数した結果、南湖では100 μ m以下の小型の群体の占める比率（年間平均）が、約85%であり、北湖の約70%に比べ大きな割合を占めていた。また、「ウログレナ」の増加初期には、100 μ m以上の比較的大型の群体が多く計数されていたが、異常発生地点では、100 μ m以下の小型のものが約90%以上の大きな割合を占めていた。

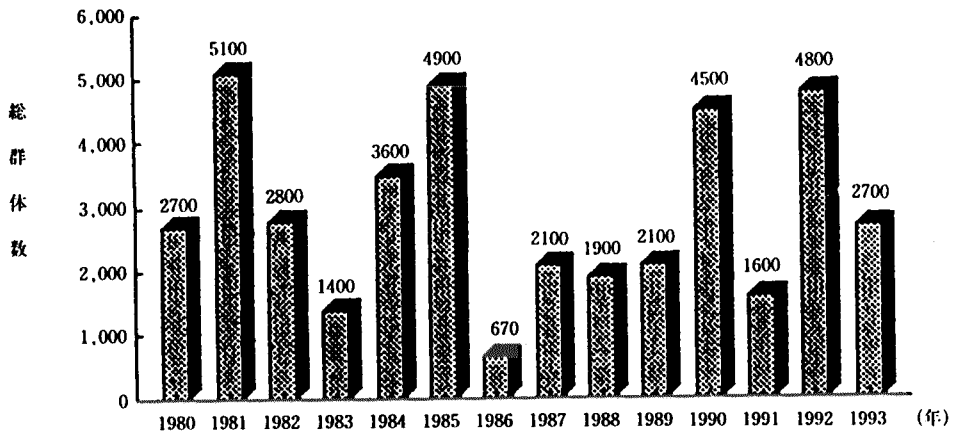


図7 ウログレナ総群体数の年変化（総群体数は16地点10回の合計値）

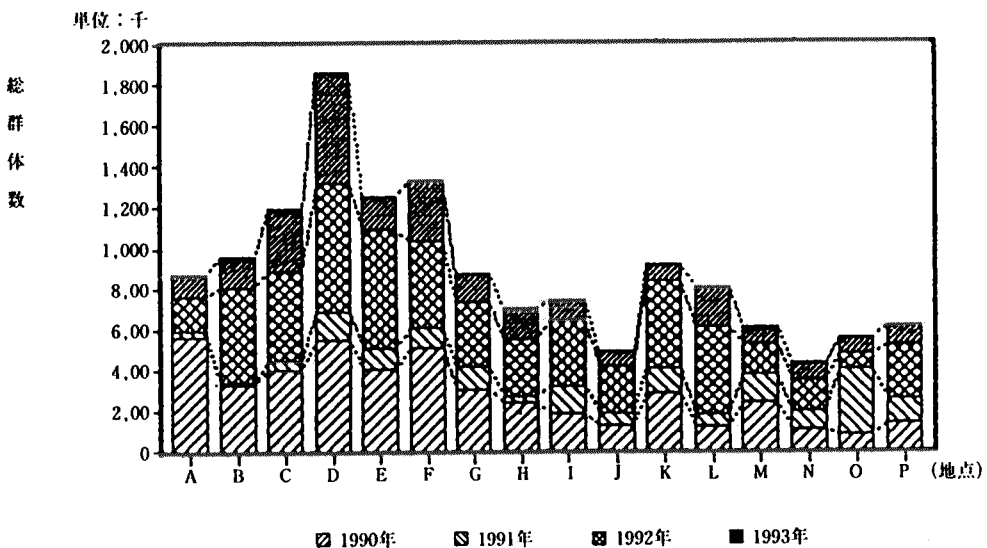


図8 琵琶湖におけるウログレナの地点別変動（各年とも10回の調査の合計値）

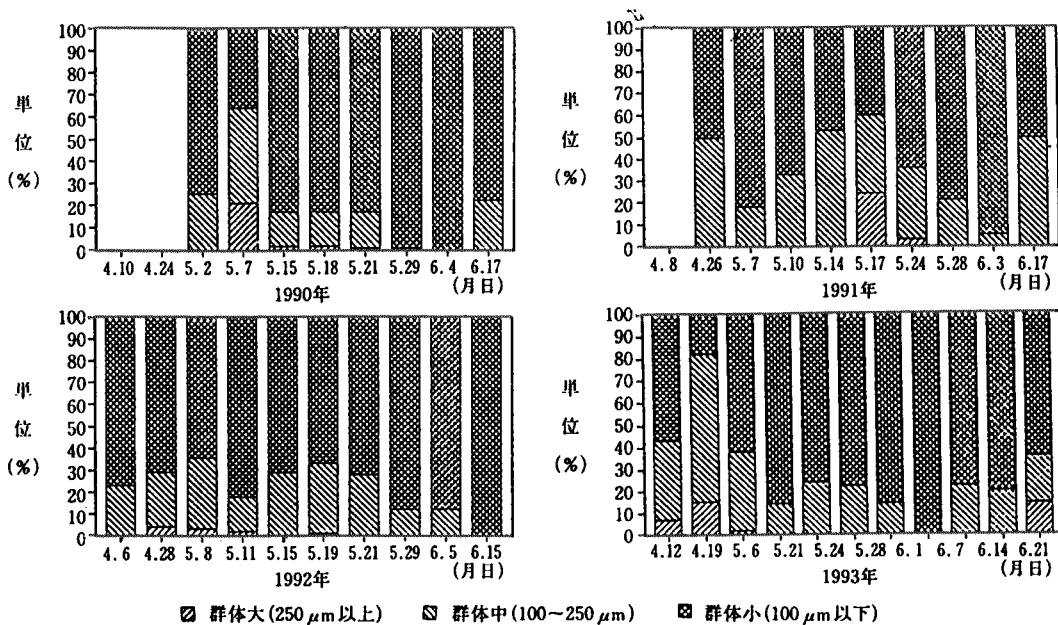


図9 琵琶湖におけるウログレナの群体の大きさ

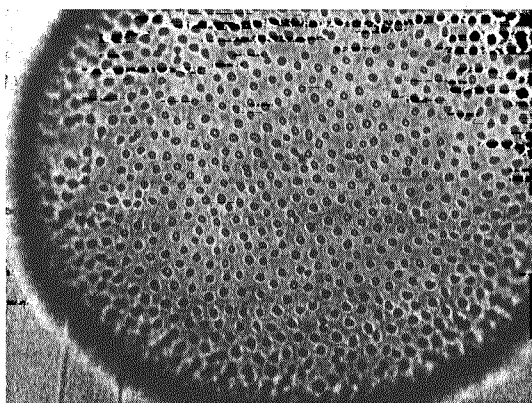


写真2 降水前の *Uroglena americana* (×150)

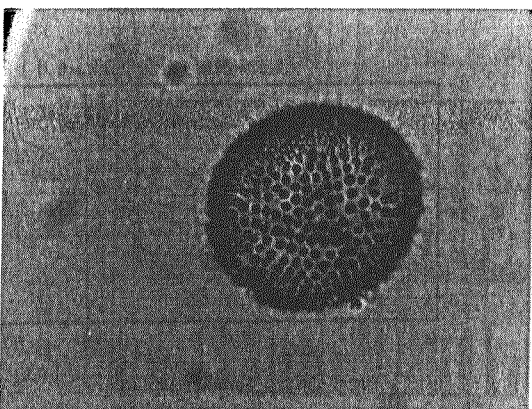


写真3 降水後の *Uroglena americana* (×150)

図9に年別に群体の大きさの比率を示した。大増加した年である1990年および1992年は、100 μm 以下の小さな群体の占める割合が、平均でそれぞれ80%、78%であり、1991年および1993年の64%、71%と比較すると小さな群体が大きな割合を占めていた。また、A'地点において、「ウログレナ」の群体数と群体の大きさについて週2回の頻度で調査を行った結果、降雨後の「ウログレナ」群体の形状は、降雨以前のものより約50%近く収縮し、各細胞間が密となり小型化することが観察(写真2,3)された。

5. 「ウログレナ」発生時の水質および気象状況等

(1) 水温

「ウログレナ」群体数と水温との関係を見ると(図10)「ウログレナ」は約11 $^{\circ}\text{C}$ ~24 $^{\circ}\text{C}$ の水温域に多く分布しており、「淡水赤潮」の基準である300群体/ml以上計数された地点の水温は13~21 $^{\circ}\text{C}$ であった。

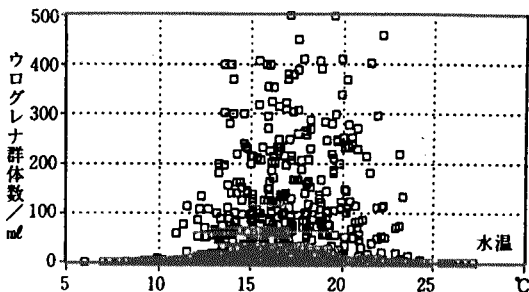


図10 琵琶湖における水温とウログレナ群体数の関係。(1980年~1993年)

各年における水温の経月変化を図11に示した。1990年は水温16~20℃の水温域で「淡水赤潮」が発生しており、1992年はそれより低い13~16℃での発生であった。1993年は発生時期が遅かったため17~21℃と比較的高い水温域で「淡水赤潮」が確認された。また、この年は、7月下旬の水温26℃以上の水温域でも100群体/ml以上の「ウログレナ」が複数の地点で計数された。以前までの調査²⁾⁻⁴⁾では「ウログレナ」は22℃以上に水温が上昇すると急減し、25℃以上ではほとんど観察されなかった(図10)。1993年の高い水温域での多数の群体の確認(写真4)は、1977年からの調査以来初めてであった。この「ウログレナ」増加時の湖水を培養室(25℃)にて静置培養した結果、「ウログレナ」は約1ヵ月後でも多く生存が観察(写真5)され、この種が25℃の条件下でも生存できることが確認された。今回の「ウログレナ」の増加は「ウログレナ」自身が低水温から高水温の幅広い水温域でも生息できるようになったためか、底水層に分布していたものが一時的に上昇し集積したためか、また高水温域でも生息できるよく似た新しい種類が出現したためか、その原因等については現在不明であり、今後の詳細な調査が必要であると考える。

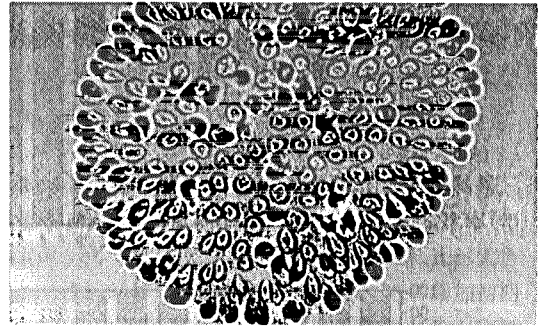


写真4 1993年7月29日に発生した *Uroglena* の群体 (×300)

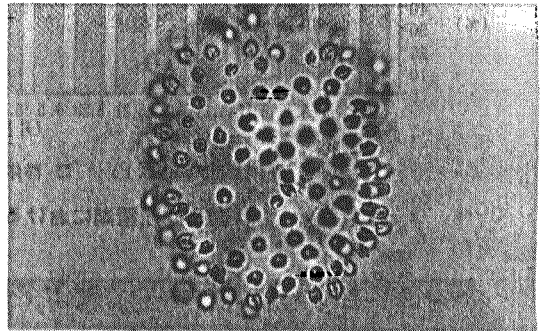


写真5 25℃、30日間培養後の *Uroglena* の群体 (1993年7月29日採水、8月30日撮影：×300)

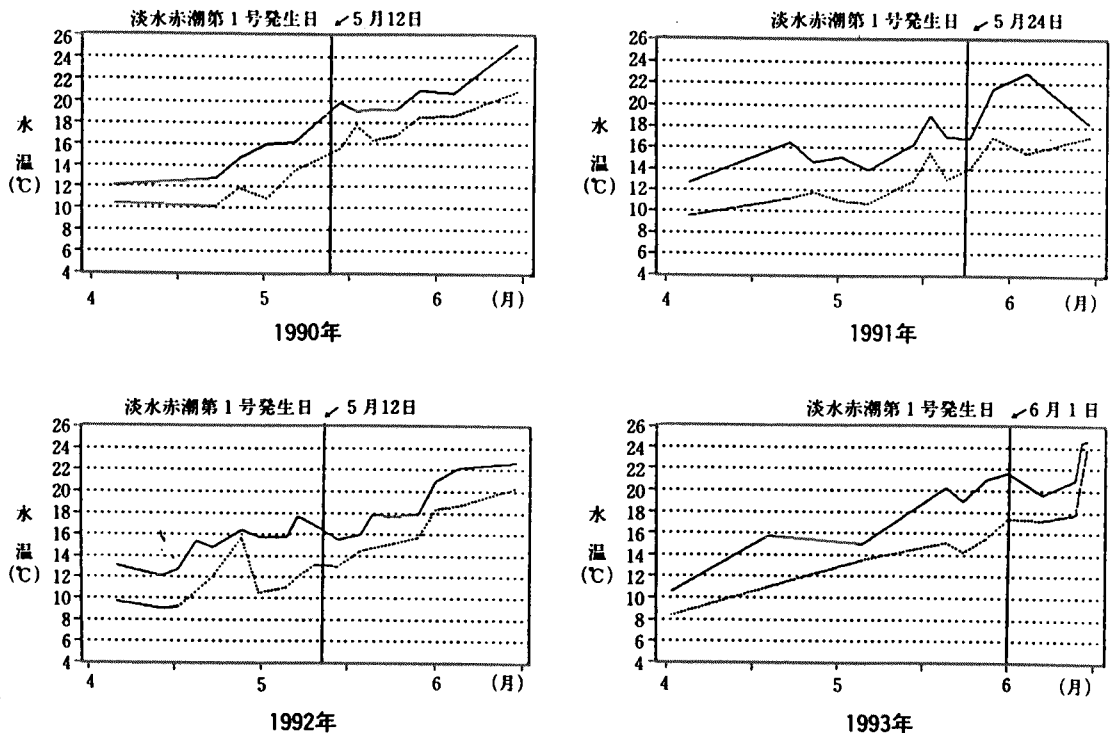


図11 琵琶湖における水温の経月変動 (1990年~1993年)

次に、毎年「淡水赤潮」プランクトンが急増を始める5月上旬の水温をみると、今回の調査期間中では南湖で約14~15℃、北湖で約11~12℃と過去の大規模発生があった年（1978, 1985年）と比較すると約2℃低く推移していた。

(2) 透明度 (図12)

春季の透明度は、通常、北湖で5~7mである。しかし、この時期に北湖で2~3mまで低下している水域の「ウログレナ」を計数すると、ほとんどの場合300群体/ml以上となり、表層部に多くの「ウログレナ」の集積が確認された。「ウログレナ」の群体数が少ないにも関わらず、透明度が低い時は、沿岸部で発生する濁水の影響が大きいと考える。

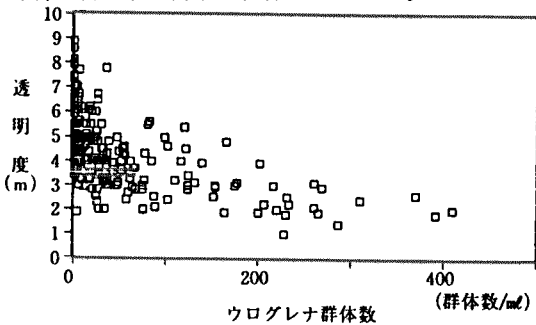


図12 琵琶湖北湖における透明度とウログレナ群体数との関係 (1980年~1993年)

(3) 水色

通常の琵琶湖の水色は、北湖では濃い緑色 (5G 3/4等) を呈する場合が多く、南湖の通常の水色は緑色がかった黄緑色 (7.5GY4/4等) の水色を呈す

ることが多かった。しかし、「淡水赤潮」の発生水域では、南湖、北湖ともに黄色がかった黄緑色 (2.5GY4/4等) や、褐色に近い黄緑色 (2.5GY5/2等) であった。また、変色した水域には、異常発生初期で広範囲に着色しその境界が不明瞭なタイプと、異常発生の後期で着色の境界が明瞭なタイプがある。この区別は、「淡水赤潮」の発生初期には、湖面表層よりも表層下1m以深で「ウログレナ」の集積が多く、発生後期には湖水表面にも集積しているからであり、透明度測定時に確認できる。

(4) 臭気

「淡水赤潮」が発生している水域では、特異臭 (生ぐさ臭, 魚臭, 腐敗臭等) が感じられたが、一般に発生の初期には「ウログレナ」群体数が多くても、特異臭は弱く、発生の後期に強くなるが多かった。これは「ウログレナ」の各細胞内に貯えられた臭気物質が、細胞の崩壊によって放出されるためであると考えられる。

(5) 主な気象状況

図13~16に彦根における各年の日平均気温、降水量、風速等を示す。これらと「淡水赤潮」の発生との関係を検討した。

① 気温

これまでの「淡水赤潮」発生時の日平均気温をみると、1992年を除くと、その年において初めて気温が20℃前後に上昇し、その気温が数日継続した後で最初の発生がみられた。しかし、1992年は最初の発生日が15.5℃、2回目の発生日でも15.7℃と低かった。

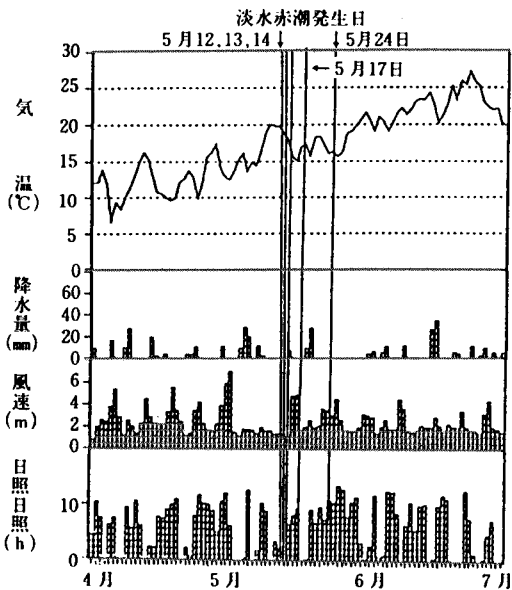


図13 1990年の気象状況

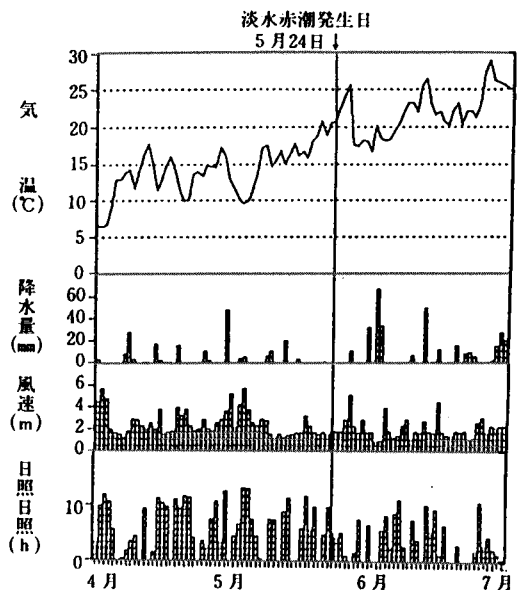


図14 1991年の気象状況

淡水赤潮発生日

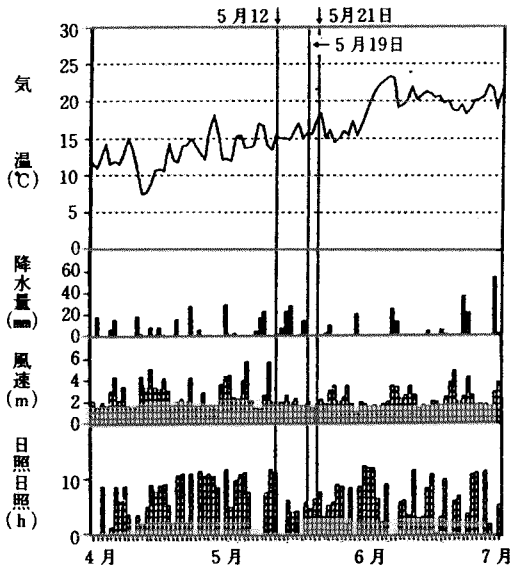


図15 1992年の気象状況

また、例年のウログレナ増加の傾向をみると、最初の増加は、5月上旬前後に起こることが多いが、この5月上旬の日平均気温をみると（図17）、1990年から1993年まで、それぞれ、15.5℃、13.1℃、14.4℃、14.4℃と「淡水赤潮」が大規模であった年（1978年は16.2℃、1985年は17.5℃、平年値は16.8℃）より低かった。また、大規模発生があった1981年は、15.5℃と比較的低かったが、日中の最高気温をみると25.7℃までに達している日もあった。

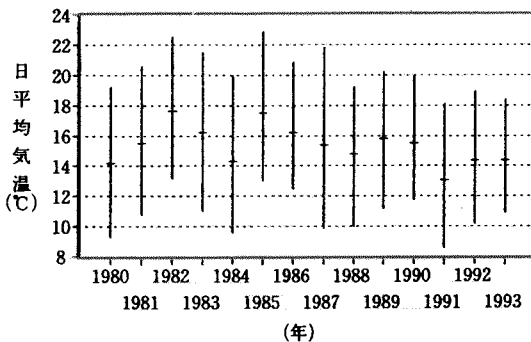


図17 5月上旬の日平均気温の変動（旬平均）

特に、1993年は5月初旬には寒気団の流入により12℃前後まで低下すると同時に、滋賀県内全域で50mm/日前後の降水量があり、「ウログレナ」は比較的多く分布していたものの「淡水赤潮」発生のための条件が整わなかったことが推察された。

淡水赤潮発生日

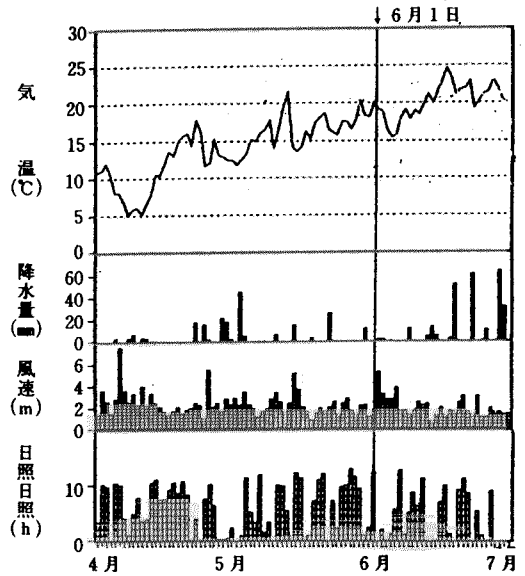


図16 1993年の気象状況

今回の調査期間では、5月上旬の平均気温は平年値より低く推移し琵琶湖の水温、ひいては「淡水赤潮」発生にも影響を与えていたと考える。

② 降水量および日照時間

「ウログレナ」は比較的波が穏やかで、適当な日差しの時に表層に集積しやすい。従って「淡水赤潮」は、雨天時や日照時間が少ない曇天時には、ほとんど発生しなかった。

③ 風向および風速

琵琶湖上（水質調査船上）における風向について表2に示した。

表2 琵琶湖湖上における風向測定結果（1990—1993）

	（測定回数）							
	NW	N	NE	E	SE	S	SW	W
1990計	8	13	27	12	23	13	9	4
1991計	32	8	41	12	19	6	19	14
1992計	14	14	50	5	10	10	34	6
1993計	22	23	28	14	23	7	27	6

「ウログレナ」の増加のみられるこの時期の風向は、北東（NE）が最も多く、「淡水赤潮」の形成も風下である西岸部および西岸南部水域で比較的多く確認された。また、最も少なかった風向は西（W）および南（S）であった。

風速と「淡水赤潮」形成の関係についてみると、日平均風速0～2mの穏やかな風の時に「淡水赤潮」

の発生がみられることが多く、日平均風速 3 m/s 以上の比較的強い風が吹く日には「淡水赤潮」の形成はみられなかった。

今回、主な気象要因について検討した結果、近年は5月前半に「淡水赤潮」が発生しにくい環境条件であったことが明らかとなり、5月前半の気象条件が整いにくい場合、5月下旬および6月にその環境が整ったとしても水温の上昇および梅雨入り等の影響を受け、発生日数としては限られてくることが示唆された。従って5月前半の気象条件の動向とその時点の「ウログレナ」分布状況が、その年の「淡水赤潮」発生規模に大きく関わっている可能性が示唆された。

(6) 植物プランクトン連続調査(表3)

A'地点における名年の植物プランクトン優占種相についてまとめたので、その結果について報告する。

1990年の「ウログレナ」増加前には、珪藻に属する *Asterionella formosa* や *Fragilaria crotonensis* が多く観察され、*A. formosa* は4月上旬には、17,000 cells/ml と近年にない大増加を示した。

1991年には、褐色鞭毛藻に属する *Cryptomonas* sp. や *Rhodomonas* sp. が主に優占種となり、「ウログレナ」は一度も優占種とはならなかった。6月に入ると珪藻に属する種類が増加し、例年この時期多く観察される緑藻等の増加は少なかった。

1992年の「ウログレナ」の増加後には、長さが約 500 μm と大型の緑藻である *Closterium aciculare* var. *subpronum* (写真6) が近年にない大増加を示した。

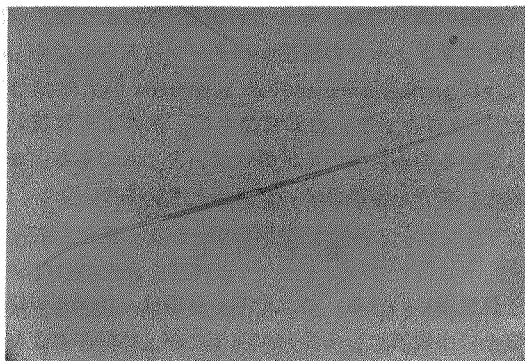


写真6 1992年の *Uroglena* 発生後に増加した *Closterium aciculare* V. *subpronum*

表3 琵琶湖文化館沖(A地点)における優占種の変化(1990~1993年)

	1990年	cells/ml	1991年	cells/ml	1992年	cells/ml	1993年	cells/ml
4月	<i>Asterionella formosa</i>	13,000	<i>Dinobryon bavaricum</i>	540	<i>Rhodomonas</i> sp.	260	● <i>Uroglena americana</i>	1,900
	<i>Asterionella formosa</i>	17,000	<i>Cryptomonas</i> sp.	540	● <i>Uroglena americana</i>	4,300	● <i>Uroglena americana</i>	1,800
	<i>Asterionella formosa</i>	9,500	<i>Cryptomonas</i> sp.	180	● <i>Uroglena americana</i>	320	● <i>Uroglena americana</i>	3,800
	<i>Asterionella formosa</i>	6,600	<i>Cryptomonas</i> sp.	960	● <i>Uroglena americana</i>	3,100	● <i>Uroglena americana</i>	1,500
	<i>Asterionella formosa</i>	2,200	<i>Rhodomonas</i> sp.	400	● <i>Uroglena americana</i>	2,200	● <i>Uroglena americana</i>	5,000
	<i>Asterionella formosa</i>	920	<i>Rhodomonas</i> sp.	360	<i>Cryptomonas</i> sp.	780	● <i>Uroglena americana</i>	900
	<i>Cyclotella glomerata</i>	800	<i>Rhodomonas</i> sp.	440	<i>Cryptomonas</i> sp.	1,200	<i>Rhodomonas</i> sp.	2,600
	<i>Rhodomonas</i> sp.	740	<i>Rhodomonas</i> sp.	1,100	<i>Cryptomonas</i> sp.	600	<i>Rhodomonas</i> sp.	980
5月	<i>Asterionella formosa</i>	160	<i>Cryptomonas</i> sp.	600	<i>Cryptomonas</i> sp.	680	<i>Stephanodiscus</i> ast. var. <i>minutula</i>	560
	<i>Fragilaria crotonensis</i>	1,600	<i>Cryptomonas</i> sp.	580	<i>Rhodomonas</i> sp.	380	● <i>Uroglena americana</i>	1,700
	<i>Fragilaria crotonensis</i>	1,800	<i>Cryptomonas</i> sp.	540	● <i>Uroglena americana</i>	4,300	<i>Cyclotella glomerata</i>	1,900
	● <i>Uroglena americana</i>	43,000	<i>Rhodomonas</i> sp.	800	<i>Diatoma</i> sp.	840	<i>Closterium aci.</i> v. <i>subpronum</i>	960
	● <i>Uroglena americana</i>	8,900	<i>Rhodomonas</i> sp.	760	<i>Diatoma</i> sp.	1,200	● <i>Uroglena americana</i>	760
	● <i>Uroglena americana</i>	3,200	<i>Rhodomonas</i> sp.	420	<i>Cryptomonas</i> sp.	560	● <i>Uroglena americana</i>	1,200
	<i>Melosira granulata</i>	1,200	<i>Stephanodiscus</i> ast. var. <i>minutula</i>	980	● <i>Uroglena americana</i>	440	● <i>Uroglena americana</i>	2,000
	<i>Melosira granulata</i>	600	<i>Stephanodiscus</i> ast. var. <i>minutula</i>	500	● <i>Uroglena americana</i>	2,400	● <i>Uroglena americana</i>	1,400
6月	<i>Pediastrum duplex</i>	640	<i>Stephanodiscus</i> ast. var. <i>minutula</i>	320	<i>Cryptomonas</i> sp.	600	<i>Cyclotella</i> sp.	980
	<i>Actinastrum hantzschii</i>	640	<i>Melosira granulata</i>	1,400	<i>Cryptomonas</i> sp.	300	<i>Synedra acus</i>	560
	<i>Rhodomonas</i> sp.	300	<i>Melosira granulata</i>	1,200	<i>Cryptomonas</i> sp.	620	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	640
	<i>Tetraspora lacustris</i>	640	<i>Actinastrum hantzschii</i>	1,200	<i>Closterium aci.</i> v. <i>subpronum</i>	680	<i>Cyclotella glomerata</i>	1,000
	<i>Cryptomonas</i> sp.	240	<i>Melosira granulata</i>	6,200	<i>Closterium aci.</i> v. <i>subpronum</i>	800	<i>Melosira granulata</i>	1,300
	<i>Fragilaria crotonensis</i>	400	<i>Melosira granulata</i>	280	<i>Closterium aci.</i> v. <i>subpronum</i>	700	<i>Melosira granulata</i>	1,700
	<i>Cryptomonas</i> sp.	280	<i>Melosira granulata</i>	2,100	<i>Melosira granulata</i>	2,300	<i>Melosira granulata</i>	2,300
	<i>Melosira g. v. angustissima</i>	200	<i>Rhodomonas</i> sp.	180	<i>Melosira granulata</i>	1,700	<i>Melosira granulata</i>	620

1993年は「ウログレナ」の増加は例年より早い3月下旬から観察されはじめ、4月初旬から優占種となった。しかし、5月上旬には気温の低下と多量の降雨により「ウログレナ」は一時的に減少し、褐色鞭毛藻や珪藻および緑藻に属する種類が多く観察された。その後、7月下旬には、再び「ウログレナ」の増加がみられたが「淡水赤潮」形成までには増加しなかった。

今回の調査では、今までの調査^{9)~9)}のような、明確なプランクトンの消長のパターンはみられなかった。*Closterium aciculare* var. *subprorum* の大增殖等が、「ウログレナ」の異常発生に、どのように関わっているのかについては興味深いところであり、今後も、調査を継続していきたいと考える。

おわりに

琵琶湖における「淡水赤潮」形成は、1986年以降徐々に小規模になる傾向が伺えたが、1990年および1992年の「ウログレナ」の琵琶湖における分布は例年より多かった。「ウログレナ」の分布が多いにも関わらず「淡水赤潮」の発生日数が少なかった原因としては、水象や気象が大きく関わっており、特に気温と水温等の変動から5月前半の天候がその年の「淡水赤潮」発生規模を左右している可能性が示唆された。また、1993年には水温26℃以上の高い水温

域でも多数の「ウログレナ」群体が確認されたが、「ウログレナ」自身が低水温から高水温の幅広い水温域でも生息できるようになったためか、底水層の低水温域に分布していたものが一時的に上昇し集積したためか、また高水温域でも生息できる新しい種類が出現したためか、その原因等については現在不明であり、今後の詳細な調査が必要であると考えられる。

文 献

- 1) 若林徹哉：滋賀衛環七所報, 13, 163-164 (1977)
- 2) 一瀬 論, 若林徹哉：滋賀衛環七所報, 14, 141-145 (1978)
- 3) 一瀬 論, 若林徹哉：滋賀衛環七所報, 15, 150-158 (1979)
- 4) 一瀬 論, 若林徹哉：滋賀衛環七所報, 19, 126-135 (1984)
- 5) 一瀬 論, 若林徹哉：滋賀衛環七所報, 21, 167-174 (1986)
- 6) 一瀬 論, 若林徹哉：滋賀衛環七所報, 24, 59-67 (1989)
- 7) JIS 標準色票：日本色彩社, 24-31
- 8) 日本気象協会：滋賀県気象月報, 彦根地方気象台, (1980-1993)
- 9) 滋賀県：滋賀県環境白書 (平成4年度), 42-43 (1992)