

琵琶湖におけるウログレナの 増殖状況と赤潮発生予察

滋賀県水産試験場

岡本晴夫、森田 尚、前河孝志、里井晋一

目 的

琵琶湖では昭和52年の春に初めて黄色鞭毛藻類ウログレナ(*Uroglena americana*)による淡水赤潮が発生して以来、昭和61年を除き毎年4月下旬から6月上旬にかけてウログレナ赤潮が発生している。

しかし、その発生機構はいまだによくわかっておらず、その発生のメカニズムの解明が重要な課題となっている。

そこで、赤潮発生前から終息までの期間に、琵琶湖に定点を設けて水象、水質、プランクトン調査を実施することにより、ウログレナの増殖要因を明らかにするとともに、赤潮発生予察を試みる。

調査方法

(1) 調査地点 (図1)

精密調査は、彦根港から多景島を通り安曇川河口舟木崎に至るライン上5定点と、さらに補助的に彦根港と多景島間に2定点を設け調査を実施した。

また、一般調査は図1に示す10定点で実施した。

その他、赤潮情報等により必要に応じて臨時の調査を実施した。

(2) 調査月日および回数

精密調査は、平成2年4月17日から6月15日までの期間中に、St.1、St.1'、St.2、St.2'については計6回、St.3、St.4、St.5については計3回実施した。

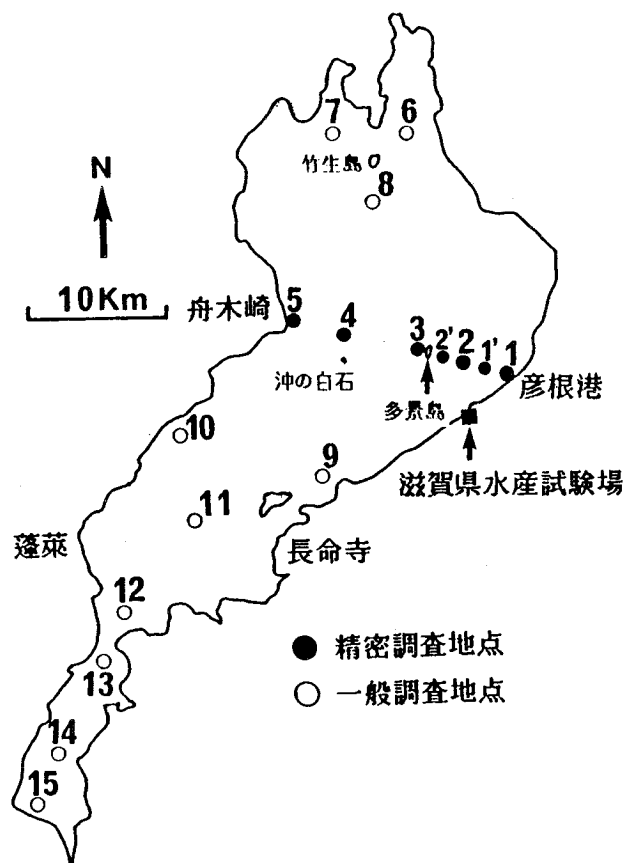


図1 調査地点

実施日

平成2年4月17日、25日

平成2年5月8日、22日

平成2年6月6日、15日

一般調査は、平成2年5月2日から6月4日までの期間中に計6回実施した。

実施日

平成2年5月2日、15日、18日、25日、29日

平成2年6月4日

その他、赤潮情報等にもとづき臨時の調査を平成2年5月22日に実施した。

(3) 調査項目および方法

1) 気象 天候、雲量、気温、風向、風速

2) 水象 水温（サーミスター電気水温計または棒状水銀温度計）

透明度（セッキーマル）

水色（JIS色表）

3) 水質 pH：硝子電極pHメーター

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「 Kj-N 」 - 「 $\text{NH}_4\text{-N}$ 」

総窒素（T-N）： $[\text{DIN}] + [\text{Org-N}]$

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、吸光光度法

全鉄・溶存鉄（T-Fe、S-Fe）：王水分解後、原子吸光分析。

溶存鉄は0.45 μm 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：採水帰場後、直ちに計数。試水1mlをプランクトン計

数板に入れ、顕微鏡下で、40倍から100倍の倍率で
検鏡。

4) その他

降水量：滋賀県気象月報から引用

調査結果

(1) ウログレナ群体数の変動 (図2)

精密調査ライン上でのウログレナ群体の初認は、5月8日でSt.1からSt.2'の2m層において各1群体/mlを確認した。その後、5月22日にはst.2の表層で446群体/mlに増加し、赤潮の状態を示した。

一般調査地点におけるウログレナ群体の初認は、北湖、南湖ともに5月2日であった。南湖では、5月15日に最高199群体/mlを確認した。その後、群体数は50～200群体/ml程度で推移し、25日には最高228群体/mlを確認した。以後急速に減少していった。北湖では、5月18日に南部水域で最高287群体/mlを確認し、赤潮に近い状態であった。その後は、29日に北部水域で116群体/mlを確認し、以後南湖同様急速に減少した。

ウログレナの増殖は、北湖では南湖に比べ増殖の開始、終了ともに若干遅れており、また北湖でも南部水域に比べ北部水域で遅れる傾向があった。これは、水温上昇のペースが水深の浅い南湖で早く、北部水域ほど遅いためと考えられる。

本年度のウログレナの増殖状況は、昨年同様に例年より遅れる傾向がみられた。

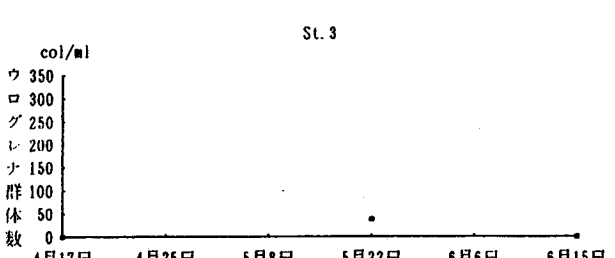
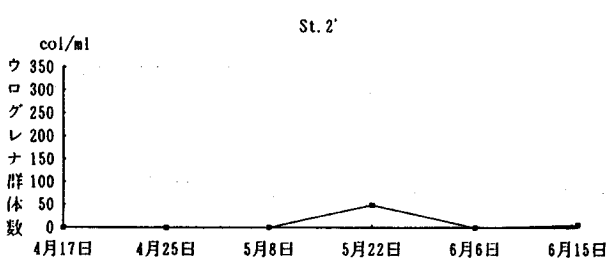
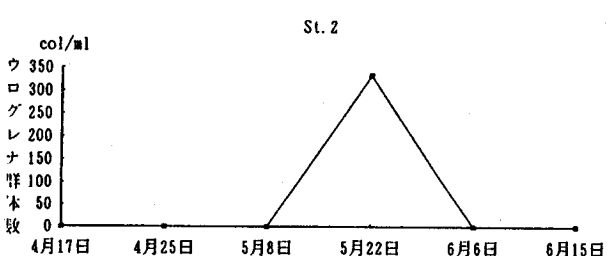
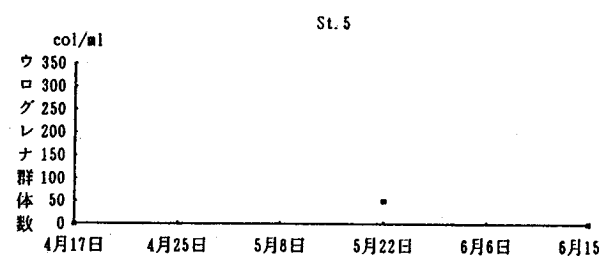
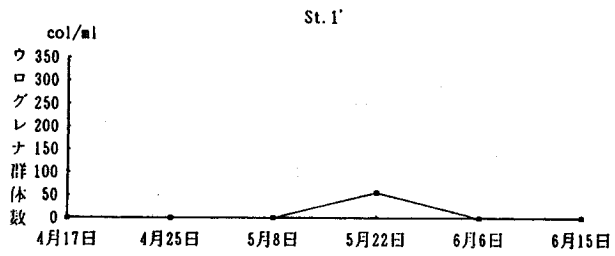
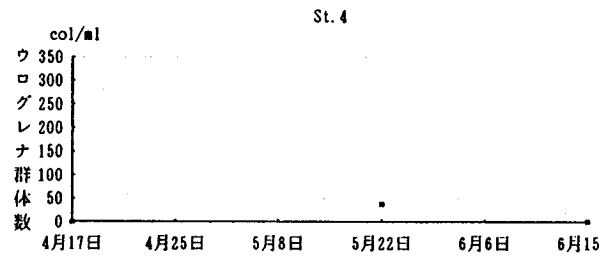
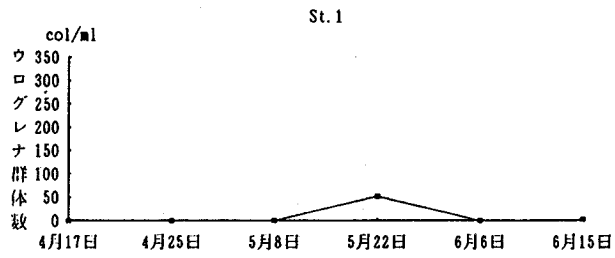


図 2 - 1 精密調査地点におけるウログレナ群体数の変動

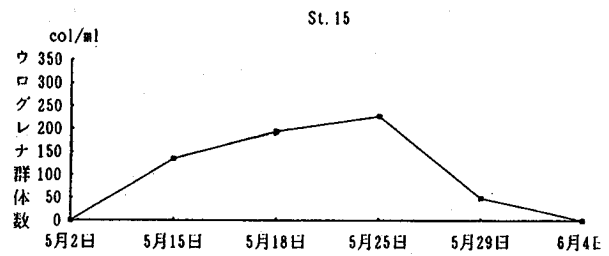
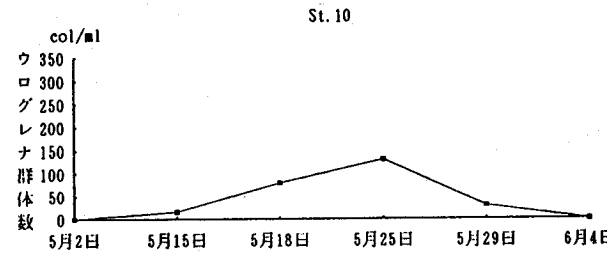
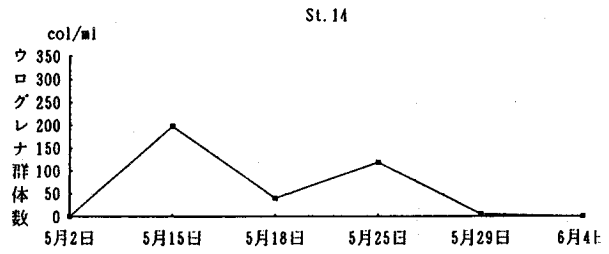
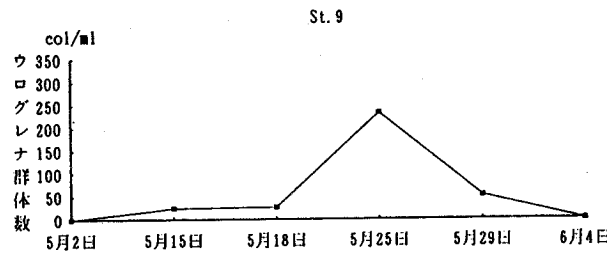
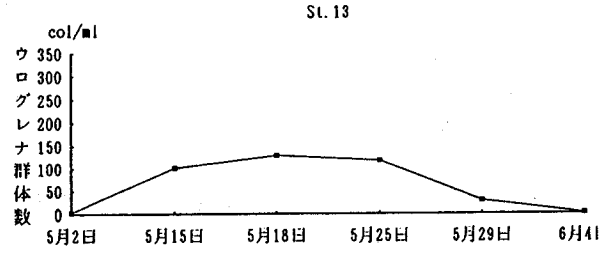
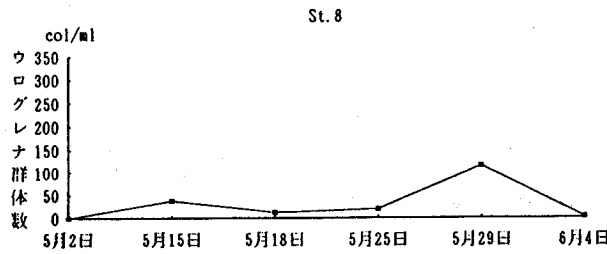
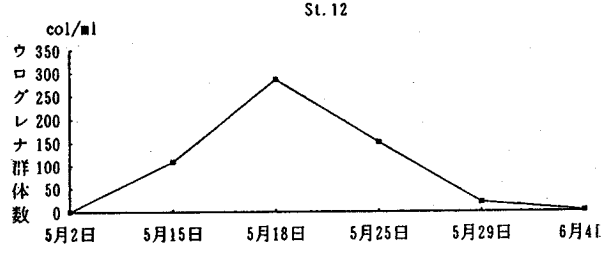
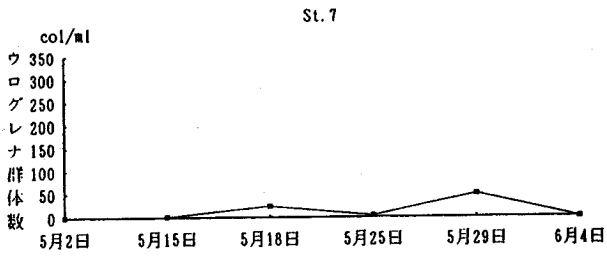
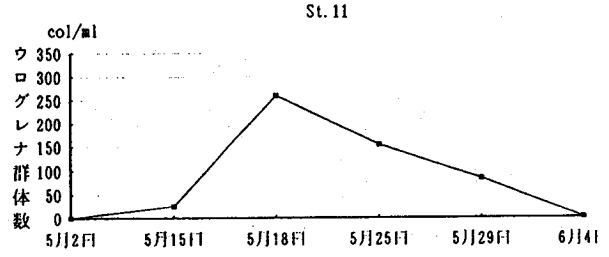
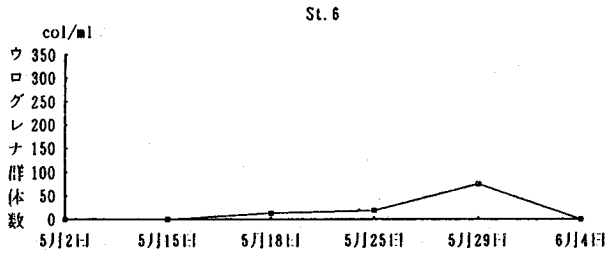


図 2 - 2 一般調査地点におけるウログレナ群体数の変動

(2) 湖水温の変動

精密調査ライン上St.2の2m層における4月から6月の水温の変動を図3に、また各St.の表層水温の変動状況を図4に示した。

本年度の水温上昇のペースはかなり早く、5月8日のSt.2の2m層では、 16.4°C 15°C を越え、増殖適水温に達していた。その後水温上昇のペースは鈍り、5月22日に赤潮が確認されたときのSt.2の2m層の水温は 16.6°C であった。また赤潮の発生の見られた5月24日には、発生水域の表層水温は 20°C を越えていた。

本年度最初に赤潮の発生が確認された5月12日の発生水域の表層水温は $18.5\sim 19.0^{\circ}\text{C}$ であり、5月22日を除くと比較的水温の高い水域で赤潮が発生する傾向があった。

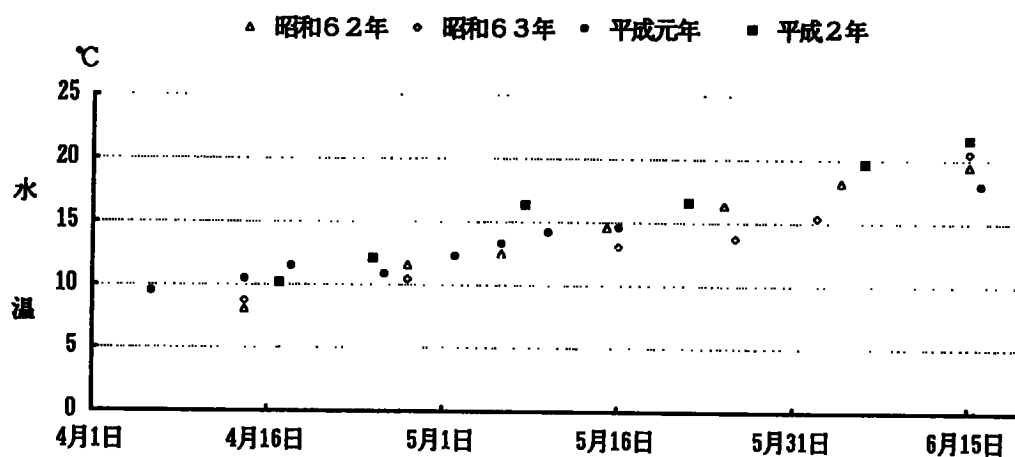


図3 St.2の2m層における水温の変動

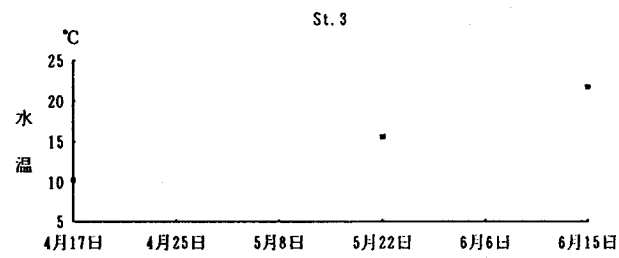
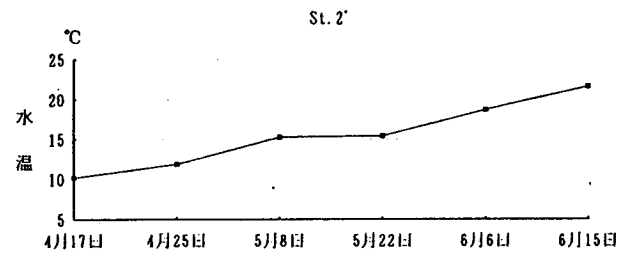
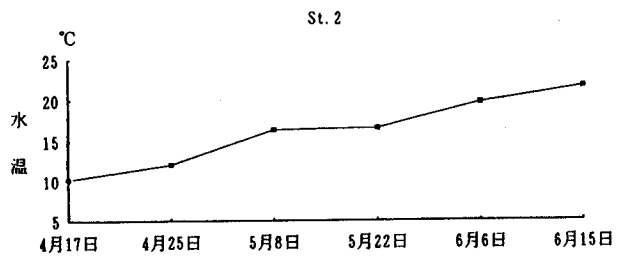
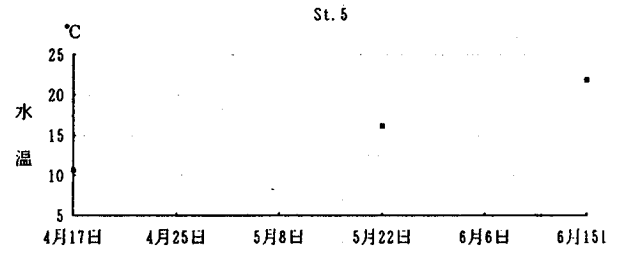
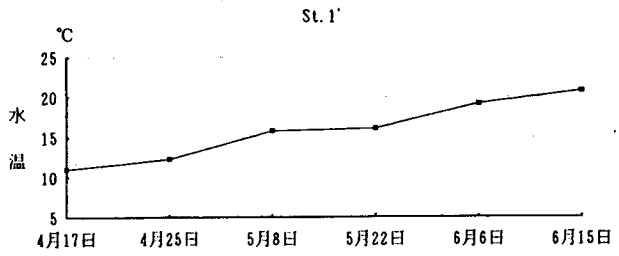
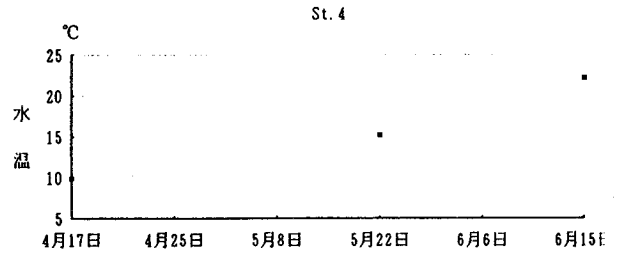
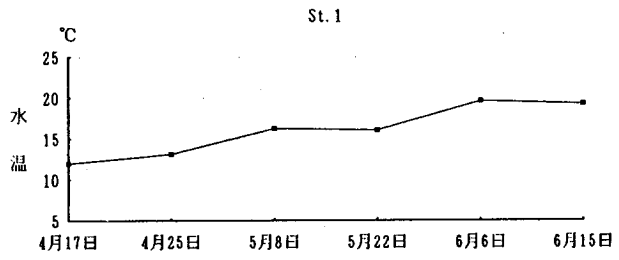


図 4 - 1 精密調査地点表層における水温の変動

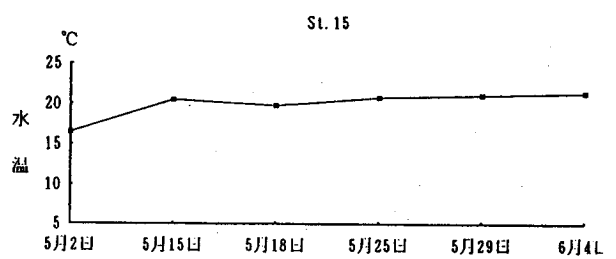
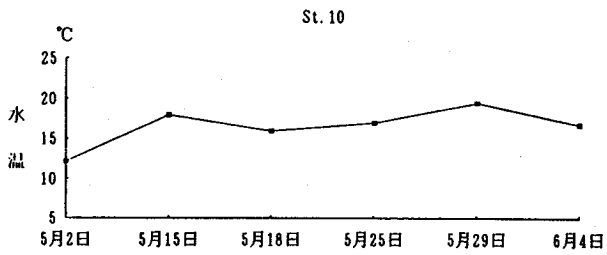
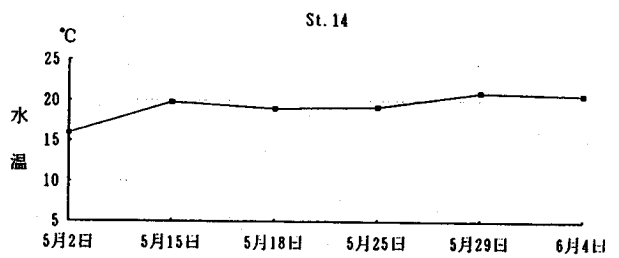
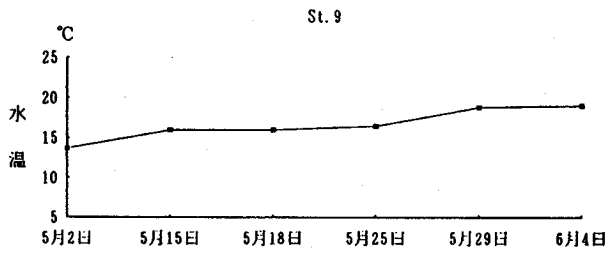
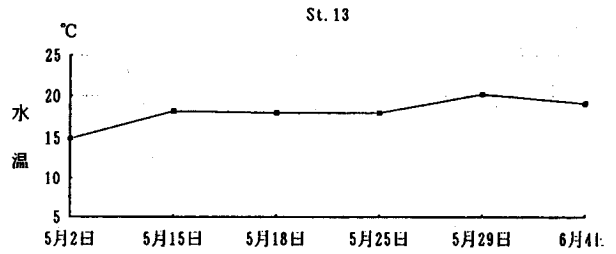
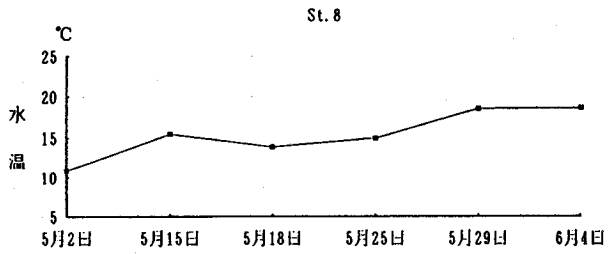
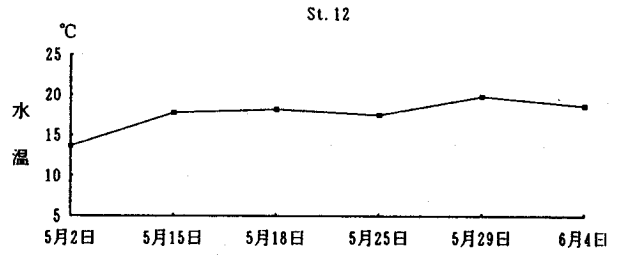
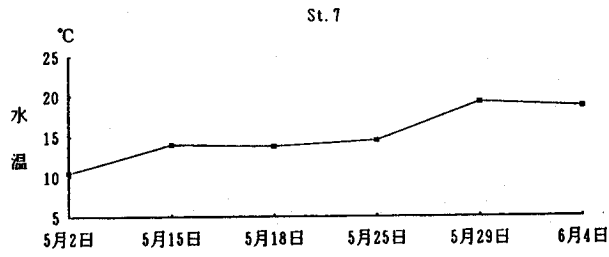
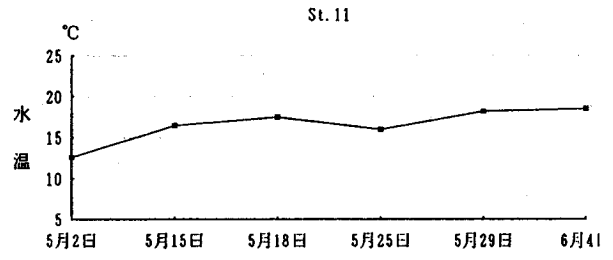
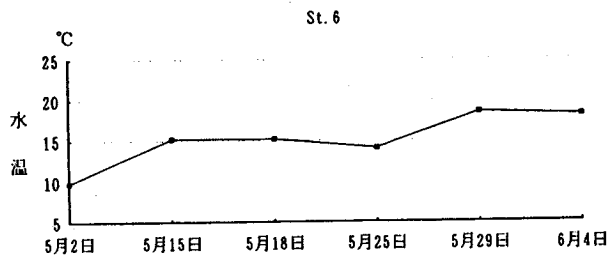


図 4 - 2 一般調査地点表層における水温の変動

(3) 栄養塩類のレベル

St.1からSt.5の2 m層でのリン酸態リン ($\text{PO}_4\text{-P}$)濃度は、調査期間中常に0.000~0.003 mg/ℓであり、低いレベルで推移した。図5にSt.1からSt.5におけるリン酸態リン濃度の変動を示した。

また、溶存性無機態窒素 (DIN)濃度については、赤潮形成に最低限必要な窒素濃度とされている0.014 mg/ℓよりも常に高い濃度を維持していた。図6にSt.1からSt.2'におけるDIN濃度の変動を示した。

St.1とSt.2の2 m層における全鉄濃度の変動は、降雨等による河川濁水の影響を受けて湖岸に近いSt.1で高い傾向があった。また、全鉄濃度の変化は前日の降水量と関係があるものと考えられ、河川濁水の流入拡散が全鉄濃度の変化に影響するものと思われる。溶存鉄については、St.1、St.2ともに低いレベルで推移した。図7にSt.1、St.2の2 m層における全鉄濃度の変化を示した。

(4) 気象条件

気温は、4月中旬頃の寒気の移流で低温が続いたが、その他の日は大体高温で経過した。5月は上旬は平年並みで、中、下旬は平年を上回った。

降水量については、4月上旬は平年を上回ったが、中、下旬は平年の半分くらいの降水量で経過した。5月上旬は平年を上回り、下旬は晴天が続き少雨で経過した。図8に調査期間中の降水量を示した。

これらのことから、5月上旬の雨が水温上昇のペースを鈍らせ栄養塩を負荷したとと、その後少雨だったことが5月12日から17日のウログレナの増殖を助長したと考えられ、また5月18日、19日の降雨の後、晴天が続いたことが5月22日、24日の赤潮発生のひきがねとなったと思われる。

(5) ウログレナ赤潮の発生状況

5月12日に北湖の志賀町蓬萊沖および近江八幡市長命寺沖で本年度最初の赤潮が発生し、その群体数はそれぞれ1320群体/ml、870群体/mlであった。5月13日には南湖の唐崎から伊佐々川を結ぶ線の中央付近の水域、大宮川沖1.5 km沖、2 km沖の3水域で赤潮が発生し、その群体数はそれぞれ430群体/ml、350群体/ml、680群体/mlであった。5月14日には、北湖の喜撰川沖1 kmおよび真野川沖500 mの3水域で赤潮が発生し、群体数はそれぞれ610群体/ml、530群体/ml、1250群体/mlであった。5月17日には、南湖の大津市堅田沖から雄琴沖500 mの水域で発生し、群体数は670群体/mlであった。また、5月22日には精密調査地点上

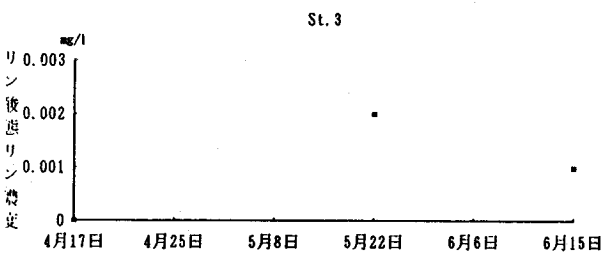
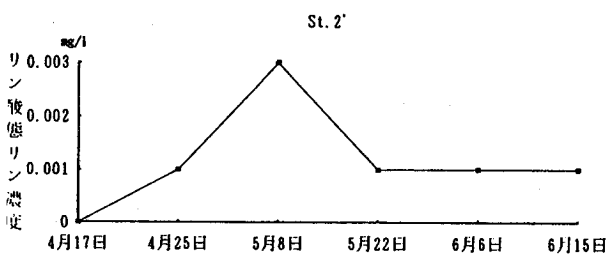
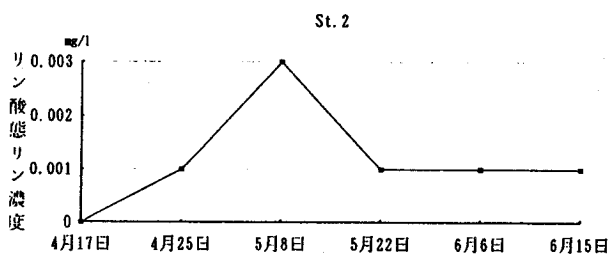
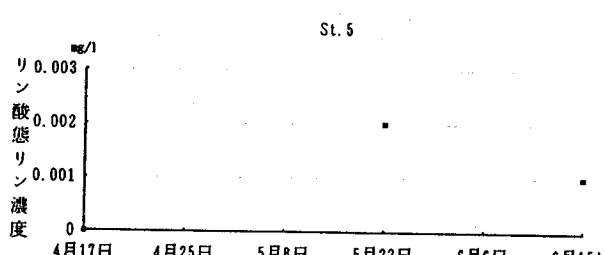
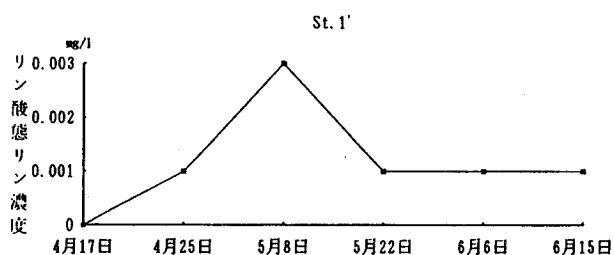
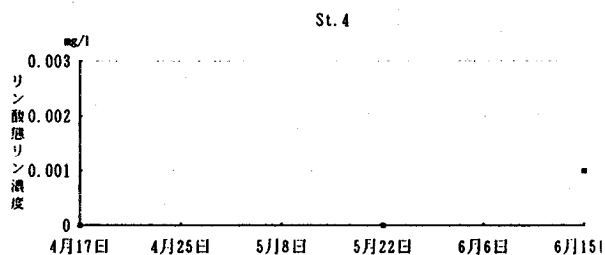


図5. 精密調査地点におけるリン酸態リン (PO₄-P) 濃度の変動

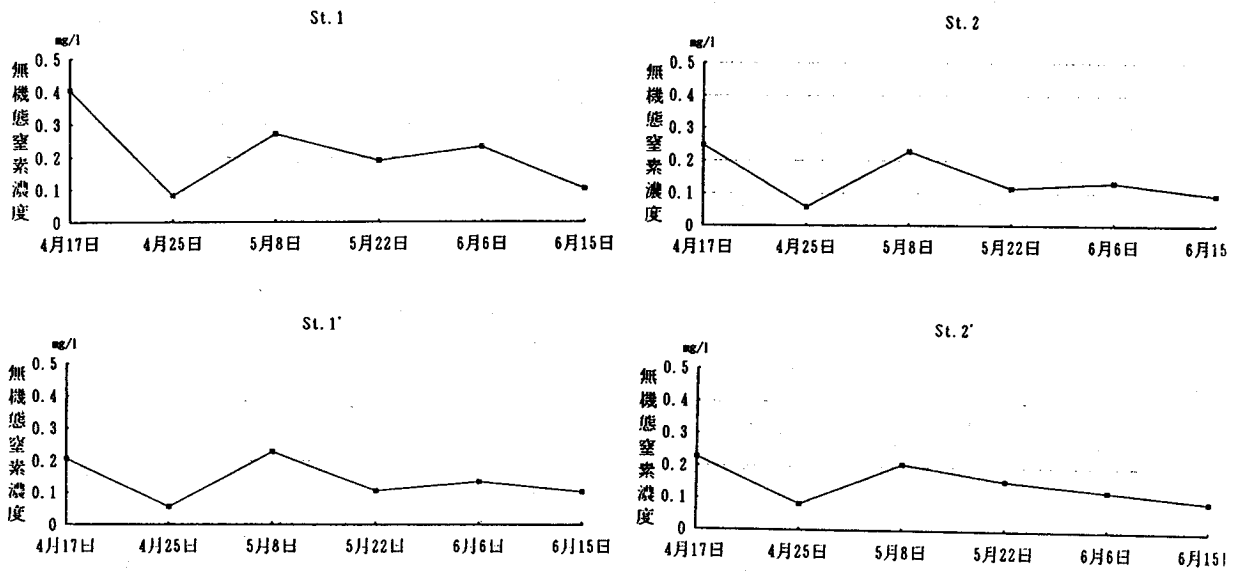


図6 St. 1からSt. 2'における溶存性無機態窒素 (DIN) 濃度の変動

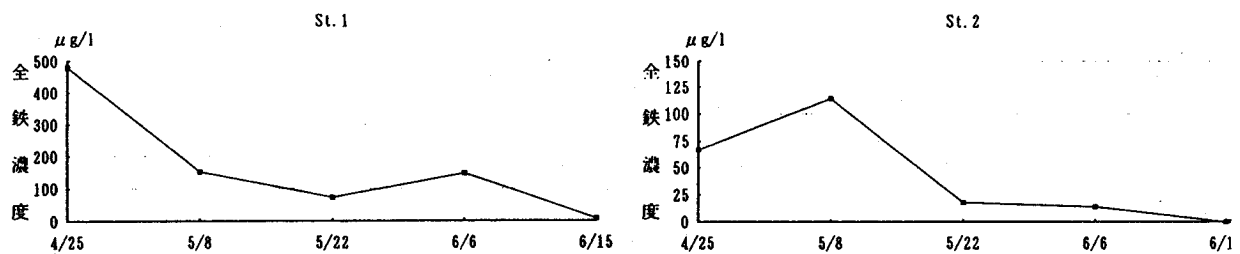


図7 St. 1、St. 2における全鉄濃度の変動

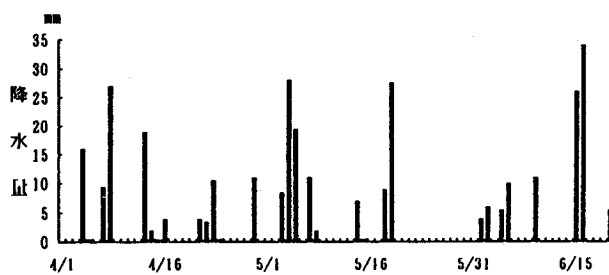


図8 調査期間中の降水量

のSt.2 付近の水域で赤潮が発生し、446群体/mlを確認した。5月24日には、彦根市湖岸で赤潮が発生し、2240群体/mlを確認した。

本年度のウログレナ赤潮は、6日間11水域（南湖4水域、北湖7水域）での発生が認められた。なお、赤潮による漁業への影響はなく、被害は報告されていない。

考 察

ウログレナは、気温、水温、降水量、風波、日射量および水質等の各要素が複雑に絡み合って増殖すると考えられることから、ウログレナ赤潮の発生を予察することは非常に困難である。本年度の場合、気温は4月中旬に低温が続いたが、その後は平年以上であったことから、5月上旬までは湖水温の上昇のペースは早かった。しかし、5月上旬に雨が多かったことが5月上旬以降下旬にかけて湖水温の上昇を鈍らせたものと考えられる。また、5月中下旬は晴天の日が多く、さらに上旬の雨による栄養塩の負荷もあったことから、中下旬に赤潮の発生がみられたものと考えられる。

今後、赤潮発生の予察を行うためには、栄養塩濃度や気温、水温等の気象条件をさらにきめ細かく調査し、ウログレナの増殖および集積のメカニズムを解明する必要がある。

要 約

- (1) 琵琶湖において赤潮を引き起こすウログレナについて、その増殖状況および増殖に影響を与えると思われる気象、水象、水質の変動状況を調査した。
- (2) 本年度のウログレナの増殖状況は例年より遅れる傾向がみられた。また、湖水温の上昇ペースは例年より早く、比較的高水温域で赤潮が発生する傾向がみられた。
- (3) 栄養塩類については、リンは低レベルで推移したが、窒素は赤潮形成に最低限必要とされる濃度を常に上回っていた。また、鉄濃度については、降雨後沿岸ほど高くなる傾向がみられた。
- (4) 本年度の赤潮の発生状況は、6日間11水域（南湖4水域、北湖7水域）であった。また、漁業への影響はなく被害は報告されていない。