



自然と人間との共生をめざす

びわ湖・みらい

滋賀県琵琶湖・環境科学研究センターニュース

研究最前線

びわ湖における植物プランクトンの長期変化

1. 植物プランクトンの異常繁殖

びわ湖の植物プランクトンが原因となる社会的問題は、高度経済成長期の1960年代後半から始まりました。びわ湖を水源とする大津や京都、大阪などの水道水にカビ臭が発生したのです。びわ湖で富栄養化が進み、フォルミジウムと呼ばれる糸状の植物プランクトンが増殖し、そのプランクトンがカビ臭物質を生成したためでした。

また、1977年には、びわ湖の北湖で淡水赤潮が初めて発生しました。原因は黄色鞭毛藻であるウ

ログレナが異常繁殖したためです（写真）。水道水のカビ臭とは違い、びわ湖の水が褐色に変色するという目に見える現象でしたので、強烈な印象を与えることになりました。

センターでは、びわ湖の水質を監視するため、1979年度より毎月、定期調査を行っています。びわ湖の水質について窒素、リン、化学的酸素要求量(COD)などを理化学的に分析するとともに、生物学的視点から評価するために動・植物プランクトンの計数などを行っています。

そこで、これまでの植物プランクトン調査で明らかになってきた、びわ湖の植物プランクトン相の過去と現在との大きな変化について紹介したいと思います。

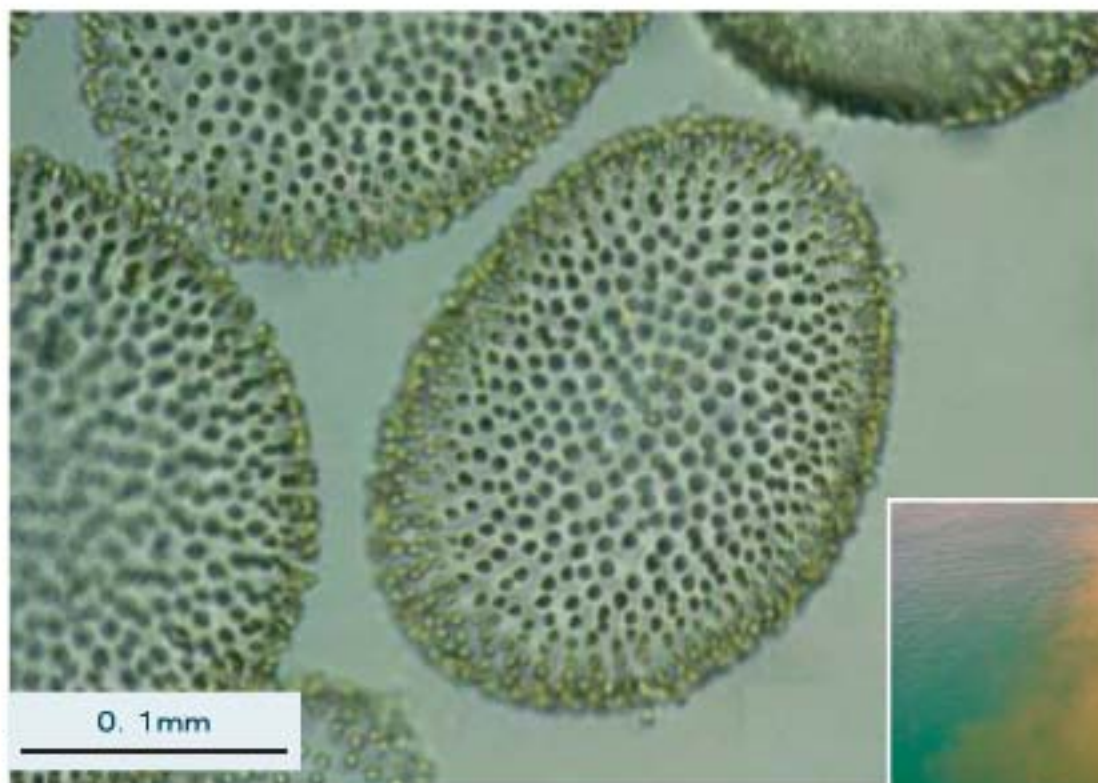


写真 ウログレナ(黄色鞭毛藻)

(写真右下 ウログレナの異常繁殖により発生した淡水赤潮(北小松沖中央：2009年3月19日撮影。)



2. 細胞容積比は1万倍以上

プランクトン調査は、古くから多くの湖沼で実施されていますが、その数量的把握は細胞の数で行われてきており、細胞の大小にかかわらずひとしく1個として数えてきました。

ところが、1978年から2005年までにびわ湖6地点で行った調査で確認した延べ約500種類の植物プランクトンについて、種類ごとに平均細胞容積量を算出したところ、その細胞の容積の比は1万倍以上と大きな差がありました。最も小さかったのはアファノテーク、一方、最も大きかったのはスタウラストルムでした。

そこで、今回、植物プランクトンを総量として把握するため、種類ごとに細胞数と平均細胞容積を積算して総細胞容積量（現存量）を求めました。理化学的な水質調査結果と植物プランクトンの現存量とを結びつけて解析することにより、びわ湖の水質状態をよりの確に評価できるようになりました。

3. 優占種が変化している

調査地点がびわ湖北湖（今津沖中央）での結果から、現存量が最も多い種類（優占種）が変化していることがわかりました。1980年と2000年の優占種を比較すると（図）、1980年に優占する回数が多かったスタウラストルムは2000年には減少し、

その代わりに小型細胞が集まって群体をつくるコエラストルムが優占することになりました。

また、優占種は以前は季節に応じて一定の種類が恒例のように出現していましたが、1990年頃から不規則となり、びわ湖の植物プランクトン相が大きく変化してきていることがわかりました。

4. 種類も減少している

同じく調査地点がびわ湖北湖（今津沖中央）での結果から、植物プランクトンの種類数についてみると、1978年からの5年間では、1調査あたり最高で34種類、平均して18種類が出現していました。しかし、2000年からの5年間では、最高で18種類、平均して10種類と減少していることがわかりました。種類の多様性が損なわれ、びわ湖では多くの種類の植物プランクトンが共存しにくい水環境になってきているのかもしれませんが。

ただ、このように植物プランクトンが変化した原因はよくわかっていません。びわ湖の水質変化や湖岸域の構造変化、水草の過繁茂など、さまざまな要因が複雑にからんでいると考えられます。

湖内の食う食われるの食物連鎖のなかで、その基礎となる植物プランクトンはびわ湖生態系変化の大きな鍵を握っていると考えられるため、今後も調査研究を積み重ねて行きたいと考えています。

（環境科学研究部門 一瀬 諭）

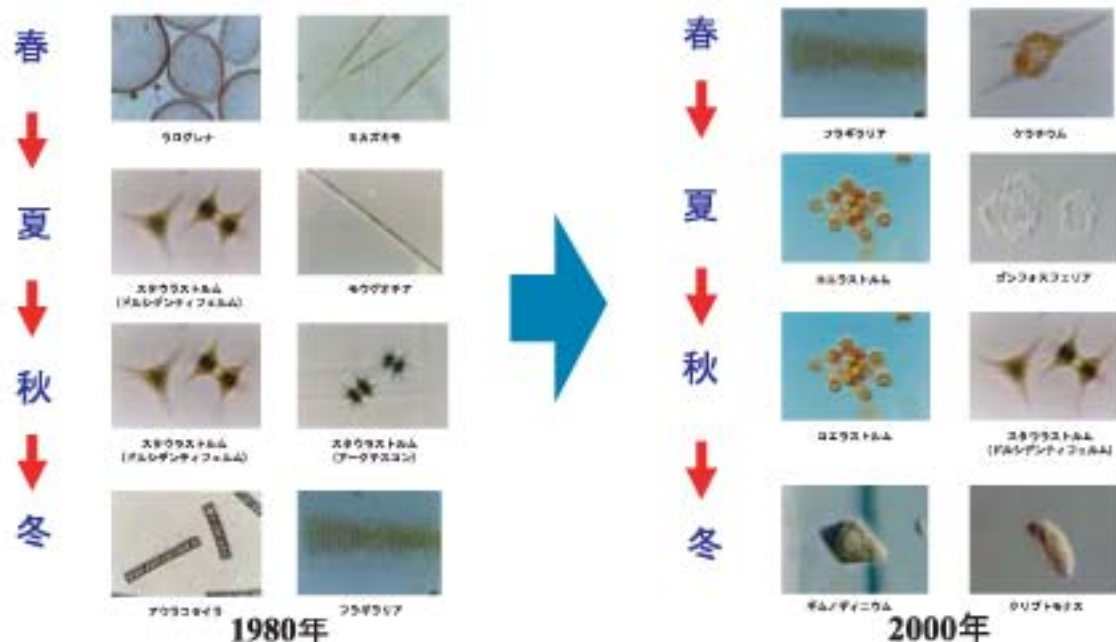


図 びわ湖北湖（今津沖中央）のおもな植物プランクトンの変化

（細胞容積量（現存量）の多い種類の变化を示しています。細胞容積量の多い種に左側から掲載しています。）

中国の湖沼水質保全の現状

1. 中国雲南省への技術協力

センターは、昨年度から独立行政法人国際協力機構（JICA）の支援を得て中国雲南省に技術協力を行っています。雲南の高原湖沼の環境改善が目的です。この技術協力事業で現地を訪問し、びわ湖での先端的観測技術の紹介や情報交換を行いました。そこで、その見聞などをもとに、雲南での湖沼水質保全の現状を紹介します。

2. 淡水資源が豊富な雲南

雲南の高原湖沼群には淡水湖が多く、塩湖が多い中国では貴重な存在で中国全淡水湖の容積の12.7%を占めています。水質は比較的良好なものも多く、淡水資源としての価値が高いといえます。雲南の街かどでは、雲南ブランドのミネラルウォーターが売られており、この地の淡水資源が豊富であることを裏付けています。

ところが、雲南の湖沼群の水質は、1980年代後半以降、富栄養化が進んでいます。省都の昆明市を流域に抱える湖である滇池は、都市部や工場からの排水が流入し、著しく富栄養化してアオコの湖と化しています。流域が狭く、開発が進んでいない撫仙湖でも、徐々に富栄養化が進んでいるとの報告があります。同省や同国の環境保全当局や研究者の間では、湖沼水質保全の必要性が認知されており、水質保全対策が行われ始めました。

3. 中国流の水質保全対策

中国の水質保全対策には、日本ではあまり行われないものもあります。日本では、法令により排水を規制したり、下水道等を整備・普及したりする方法が多いようですが、私が雲南で見かけたところでは、それらは手段の一つにすぎないようです。目立ったのは、大規模な河川道の改修や水質浄化施設の建設です。

河川道の改修では、汚濁の進んだ河川や湖沼の水を水資源として利用する下流へ流出させないようバイパス河川を作ったり、流れを堰き止めたりします。一例として、現在、撫仙湖の上流にある富栄養湖から湖水が撫仙湖へ流れ込まないように

新たな河川道を建設しています。

また、水質浄化施設とは、汚濁した河川の水を人工的に作った水草帯や湿地帯に流し、その自然浄化機能を利用して水質浄化するものです（写真）。写真の施設が設置された河川流域は田園地帯で、田畑から栄養塩が流入していますが、その施設は流入するリンの40～70%を除去できるということです。浄化能力は下水処理場には劣るものの、低コストで建設、運営できる点は魅力です。

中国で実践されている自然浄化を利用したこのような水質浄化は、日本では実験例は数多くありますが、実践例は多くなく、その取り組みから参考となる知見が得られるかもしれません。

4. よりよい湖沼水質保全のために

これらの保全対策の背景には、排水規制や都市部の下水道の整備だけでは保全が進まない事情があるようです。中国国内では、産業排水による河川汚染事故が後を絶ちません。昨年中国北部の黒竜江（アムール川）の大規模汚染事故は、日本でも報道されましたが、あのような汚染事故は中国国内では事故の規模の差はあれ、頻発していると聞きます。事業者や市民の環境保全への関心が低いところに遠因がありそうです。

中国の湖沼水質保全対策は、まだこれからといった感じがありますが、びわ湖での水質保全の経験を踏まえて引き続き技術協力や技術交流を行います。
（琵琶湖研究部門 早川和秀）



写真 撫仙湖流入河川に設置された水質浄化施設
（河川利用水を水草帯に通して浄化。写真は、浄化された水が流出する様子）

身近にある有害大気汚染物質の監視

1. 有害大気汚染物質とは

大気汚染防止法では、有害大気汚染物質とは「継続的に摂取される場合には人の健康を損なうおそれがある物質で大気の汚染の原因となるもの」と定義されています。

有害大気汚染物質として、234の物質があげられていますが、そのうち、発ガン性やその可能性が指摘されている22の物質は優先取り組み物質として、自治体による大気調査の実施や事業者により排出抑制をすべきものとされています。

なお、優先取り組み物質にはベンゼンなどの揮発性のある有機化合物やニッケルなどの金属類も含まれています。

2. 身近にある有害大気汚染物質

有害大気汚染物質は、特定の工場から排出されるものが多いのですが、私たちの生活の中から排出されているものもあります。そのため、それらを知らず知らずのうちに吸引しています。

たとえば、有害大気汚染物質の一つとしてベンゼンがあります。この物質はガソリンに含まれており、おもに自動車からの排気ガスに含まれて排

出されます。また、シックハウス症候群の原因物質の一つとされるホルムアルデヒドも有害大気汚染物質です。

3. 大気汚染の監視および現況

センターでは、毎月1回、有害大気汚染物質による大気汚染の状況を監視しています。調査地点は、住宅地などで5地点（大津市、草津市、東近江市、長浜市、高島市）、工場などの大気汚染の発生源の周辺で1地点（湖南市）で調査しています。また、自動車からの排気ガスの影響を把握するため、道路沿いに測定局を設置しています（写真）。

おもに自動車からの排気ガスに含まれて排出されるベンゼンについてみてみると、ガソリンに含まれるベンゼン濃度の基準が強化されたり、自動車の燃費が向上してきていることから、大気中のベンゼン濃度は全国的に低下してきています。

滋賀県でも、大気中のベンゼン濃度は全国と同様に減少してきています。

ベンゼン以外の優先取り組み物質については、その大気中濃度は全国的に横ばいまたは減少傾向

にあります。滋賀県でも同様の傾向にあり、工場などからの排出抑制が進んできています。

なお、センターのホームページでは、こうした調査結果などを公開しています。

（環境科学研究部門
西村政則）

(<http://www.ber.jp/root/jp/06db/yugaitaiki/yugaitop.html>)



写真 国道1号線沿いに設置した自動車排気ガス測定局
(草津市草津3丁目。写真左側に見えるのが測定局の施設。)

「湖沼観測システムのための国際ワークショップ」

10月29日から31日、「湖沼観測システムのための国際ワークショップ (LOS-2006)」(同実行委員会主催、センター・東京大学生産技術研究所の共催)がセンターにて開催されました。

20世紀末以降の人類の活動や地球規模の気候変動により、地球上の淡水の管理がますます困難になりつつあります。そこで、このワークショップでは、湖沼観測システムについての世界の最新知識の習得と技術交流を目的に、欧米やアジア、そして日本の研究者が各国での取り組みを報告しました。

センターからは、琵琶湖研究部門の熊谷道夫部門長と環境科学研究部門の奥田一臣主任技師が報告しましたので、その概要を紹介します。

熊谷部門長は、「自律型潜水ロボット『淡探』によってわかったこと」と題して報告しました(写真1)。



写真1 自律型潜水ロボット「淡探」による調査の成果報告
(テーマ「観測機器」において報告する熊谷部門長)

「自律型潜水ロボット『淡探』を用いた6年間にわたる調査によって、琵琶湖(北湖)の深い場所では、水温が高いと水に含まれる酸素濃度が低くなり、水温が低いと酸素濃度が高くなっていることが確認された。2005年度の冬は特に寒く、酸素濃度は平年以上に高かった。今後、地球温暖化の進行により気温は高くなる傾向にあり、琵琶湖の深い場所の水温が上がり、水に含まれる酸素濃度が低くなる可能性がある。その結果、湖底に生息する生物に影響を与えたり、琵琶湖の水質悪化の恐れがあるため、今後も、注意深く監視する必要がある。」

奥田主任技師は、「滋賀県における水環境モニタリング(監視調査)の再構築について」と題して報告しました(写真2)。



写真 大学や企業が開発した観測機器の展示
(センター1階ロビーにて開催。左端の黄色く見えるのがセンター所有の自律型潜水ロボット「淡探」)

「滋賀県が琵琶湖の水環境モニタリングを開始した昭和40年代以降、公害や赤潮、アオコに代表される水質悪化が主な課題だったが、現在では、下水道整備や工場排水規制が進む一方で、持続可能社会の構築や琵琶湖生態系の保全などの新たな課題が生じている。そこで、県はそれらの課題に対応する今後のモニタリングのあり方について検討し、センターもモニタリング現場からの視点で検討に加わってきた。その結果、今後のモニタリングの目的を、長期調査に基づく水環境の状態把握および政策立案に必要な情報取得と整理し、今後のモニタリングシステムを水環境の現状把握や、シミュレーションモデルと連携した水環境の解析、微量化学物質による影響把握に対応するものとした。現在は、個々のモニタリング方法について検証し、経費などの制約の中で全体として最も効果の高いモニタリングシステムに再構築することを目指している。」



写真2 滋賀県の水環境モニタリングの再構築についての報告
(テーマ「水環境モニタリング(監視調査)」において報告する奥田主任技師)

日本陸水学会第71回大会

9月15日から18日、同大会（同学会主催）が松山市で開催され、センターも研究成果を発表しました。その1つ、土肥主任技師の報告を紹介します。

「毎月、びわ湖の水質を水深別に把握するために定点調査を行っているが、2002年秋季にびわ湖北湖の今津港と長浜港沖の中央付近の水深約90mの深層で、茶褐色のマンガンの微粒子（メタログネニウム）が初めて出現した。調査結果から、びわ湖深層の酸素濃度が著しく低下したため、底泥中のマンガンがびわ湖に溶け出し、それが微生物の働きによりメタログネニウムになったことがわかった。それ以降、メタログネニウムは毎年、晩秋から初冬にびわ湖北湖で出現したが、2005年度はこれまでと異なり、晩秋から初冬以外の、酸素濃度が低下しきっていない7、8月にもびわ湖北湖の比較的広範囲の深層で発生した。この現象から、びわ湖の湖底環境の変化が想定されるため、びわ湖深層の水質を継続的に把握し、

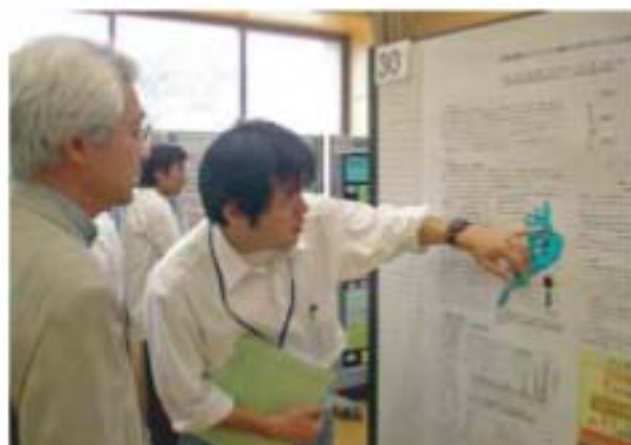


写真 センターでの試験研究成果の紹介
（ポスター発表を行う環境科学研究部門 土肥主任技師。）

メタログネニウムが発生するメカニズムを解明していくことが重要だと考えられる。」

◆日本陸水学会

1931年、湖沼、河川などの内陸にある水域に関する学術（陸水学）の進歩、普及および応用を目的として創設。

刊行物の紹介

「やさしい日本の淡水プランクトン 図解ハンドブック」



図 本書で紹介しているプランクトン一覧（本書の8、7ページ部分。）

これまで29年間、びわ湖のプランクトンを中心とした試験研究に取り組んできました。その知見をもとに、本書の監修と緑藻類部分についての執筆を担当しました。本書は、初心者の方でもプランクトンに関心を持っていただけるよう、プランクトンの種類やプランクトンの採集・観察方法をわかりやすく紹介しています。ひとりでも多くの方がプランクトンをみつけ、びわ湖に関心を持っていただけたら幸いです。

（環境科学研究部門 一瀬 諭）

監 修：一瀬 諭・若林雅哉（琵琶湖・環境科学研究センター）
編 集：滋賀の理科教材研究委員会 合同出版（株）2005年発行
連絡先：滋賀の理科教材研究委員会（電話 0749-24-4626）

発行 滋賀県琵琶湖・環境科学研究センター

Lake Biwa Environmental Research Institute

〒520-0022 滋賀県大津市柳が崎5-34

TEL 077-526-4800 FAX 077-526-4803

E-mail info@lbert.jp URL <http://www.lbert.jp>

※バックナンバーは下記のアドレスからご覧いただけます。
<http://www.lbert.jp/root/jp/O5se&a/bkjhcenternews.html>

■バス：JR大津駅より江若バス

（浜大津線聖田行き）約15分、
柳が崎下車徒歩3分。

■JR：西大津より徒歩約15分。

■京阪：近江神宮前下車より 徒歩約15分。

