

[特定研究紹介「湖底の生物変化は何を訴えているのか？」](#)

[研究トピックス「淡探の冒険ー琵琶湖最深部の風景ー」](#)

[研究トこぼれ話「第9回世界湖沼会議を振り返って」](#)

[お知らせ「創立20周年記念出版のお知らせ」](#)

北湖の深い湖底にみられる生態系変化

近年、琵琶湖の生態系には様々な異変がみられるようになってきました。そのひとつが北湖の深い湖底の環境変化です。北湖の水深約80mにおける湖底直上水の年最低溶存酸素濃度は、長期的に低下傾向にあります。また地球温暖化の影響で1965年から湖底水温が1.5℃も上昇しています。湖底の生物にも変化がみられ、深い湖底で優占するミズ類の密度が1992年以降、1966～1973年に比べて10倍近く増加し、重量は2分の1以下に減少したことがわかりました(図1)。この変化は、貧酸素に弱い大型のエラミズ(鰓なしタイプ、写真1)の密度が減少し、貧酸素に強い小型のイトミズ(写真2)が著しく増えたことを示唆しています。さらに固有種ビワオオウズムシ(写真3)の数が増減し、沿岸にすむミズムシ(写真4)などが侵入、繁殖するようになっています。

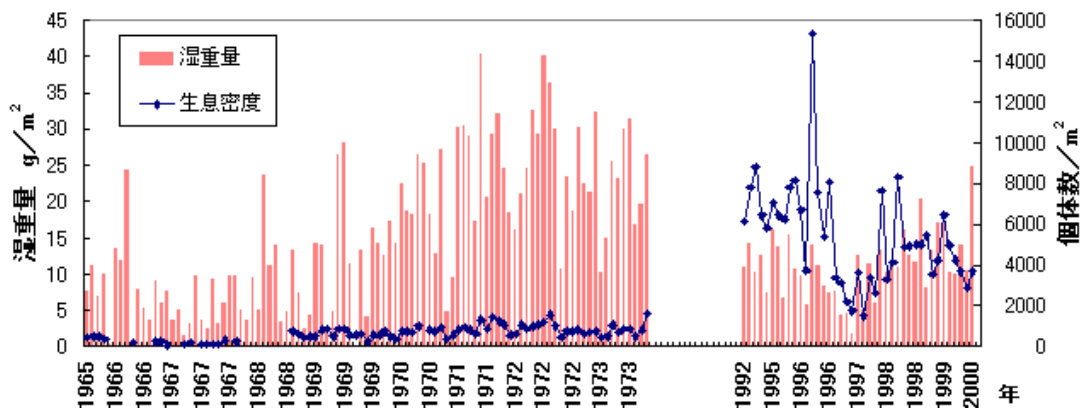


図1 水深70mにおけるミズ類の生息密度(折れ線)と湿重量(棒)の長期変化。
年のデータは、Suzuki and Mori (1967-1968)、Mori (1970-1978)による。

1965-1973



写真1 エラミズ(鰓なしタイプ)
Branchiura sowerbyi



写真2 イトミズ
Tubifex tubifex

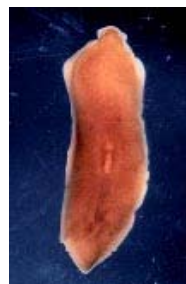


写真3 ビワオオウズムシ
Bdellocephala annandalei



写真4 ミズムシ
Asellus hilgendorfi

【特定研究紹介】

湖底の生物変化は何を訴えているのか？

1. チオプロローカの出現

北湖の水深約80mでは湖底直上水の年最低溶存酸素濃度が長期的に減少傾向にあります(図2)。1991年3月、琵琶湖北湖の水深60mの湖底から硫化水素を活動エネルギー源とするイオウ酸化細菌チオプロローカ(Thioploca spp.)が発見されました(Nishino et al., 1998; 西野, 2000)。チオプロローカ属が高密度で生息していることから、琵琶湖の湖底から硫化水素が相当量発生している、いいかえると、湖底が還元状態に近づいていることが懸念されています(Nishino et al., 1998)。

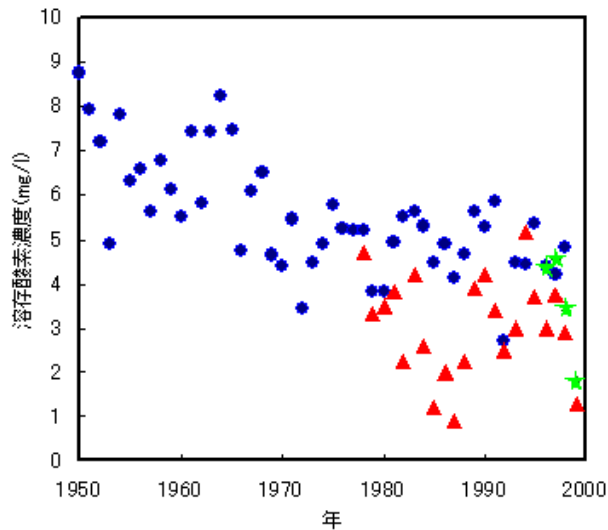


図2 湖底直上水の年最低溶存酸素濃度 (mg/l) の経年変化。●は水深約80m(県水産試験場による)、▲は水深約90m(県衛生環境センターによる)、★は水深約90m(本研究)。

2. 底生動物の長期変化

深い湖底の温度上昇や直上水の溶存酸素濃度の低下、またチオプローカの出現にみられる湖底環境の変化は、そこにすむ動物にどのような影響を与えたのでしょうか？ 私たちは 1992年から底生動物の分布調査を行い、底生動物の長期変化を調べるとともに、過去の調査結果と比較しました。

<1980-1990年頃の変化>

深底部で優占するミミズ類の密度は1992年以降、1966~1973年に比べて10倍近く増加しましたが、湿重量は2分の1以下に減少したことがわかりました(図1)。深底部では大型のエラミミズ(写真1)と小型のイトミミズ(写真2)が優占します。琵琶湖のエラミミズには鰓ありと鰓なしの2タイプがあり、深底部には鰓なしタイプのみが生息します(Ohtaka and Nishino, 1999)。ミミズ類の変化は、1992年以降、貧酸素に強いイトミミズの密度が著しく増大し、貧酸素に弱いエラミミズ(鰓なしタイプ)が減少したことを示唆しています。

また、深底部にしか棲まない固有種ビワオオウズムシ(写真3)の生息密度は、1980年代後半~1990年代前半に激減しました。それと前後して、チオプローカが深底部の湖底泥表層に高密度に広がったと考えられます。

図2に示されるように、水深90mの地点では1985年から3年続けて、直上水の年最低溶存酸素濃度が2mg/lを下回りました。海洋生物では、溶存酸素濃度が2mg/lを下回る期間が長いと大型底生動物が死滅する事例が知られています。琵琶湖でも、短期間ですが2mg/lを下回ったことと、ビワオオウズムシが激減したこととの間に、何らかの関係があると推定されます。

<1990年代後半の変化>

ビワオオウズムシの密度は1993年以降増加し、元の密度まで戻りましたが、同じ年にこれまで深底部に生息していなかった沿岸性種のみズムシ(写真4)や、もともと琵琶湖にいなかったコガタウズムシが初めて出現し、その後、著しく密度が増えました。

1992~1993年頃は深底部の湖底泥から硫化水素臭がしていましたが、1990年代後半になるとそのような臭いは全くなりませんでした。このことから、その後チオプローカが深底部全域に広がったことにより、底泥から発生する硫化水素が減少したと考えられ、それがビワオオウズムシの密度回復につながった可能性があります。

さらに、湖底に堆積する有機物が増えて餌が豊富になり、また温度が上昇したことで沿岸性種や河川性種であるのみズムシやコガタウズムシが、深い湖底でも繁殖可能になったのではないかと考えられます。

このような深い湖底の生物変化は、琵琶湖の富栄養化にともない湖内生産が増大した結果、深底部に体積する有機物量が増大したことに加え、地球温暖化による水温上昇等により、湖底直上水の酸素濃度が減少したことの結果であるといえるでしょう。

(総括研究員 西野麻知子、弘前大学 大高明史)

【研究トピックス】

淡探の冒険 —琵琶湖最深部の風景—

琵琶湖の中を自由に移動しながら、水質や生物などを調べてみたい。このことは琵琶湖だけでなく世界中の湖や海において、多くの研究者が求めて止まなかったことです。特に、人間が潜って行けない深い水底の様子を知りたいと彼らは思っていました。というのは、私たちがまだ知らない新しい発見が、そこにはあるかもしれないからです。

しかし、このことは、なかなか容易なことではありませんでした。深い水底の調査には、高い圧力という壁と、電波が届かないという障害があります。ダイビングや、潜水艦、ROV(ケーブルつき遠隔操作ロボット)などによって、多くの研究者が水中の調査をしていますが、いずれにも大きな制約があり、魚のように自由に泳ぎまわるといえるわけにはいきません。

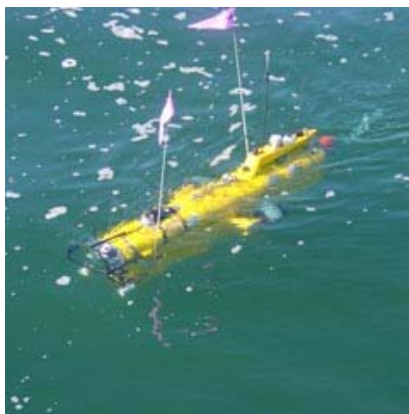


写真5 潜航を待つ淡探

琵琶湖研究所は、東京大学生産技術研究所や国土交通省、三井造船などと協力して自律型潜水ロボット「淡探(たんたん)」を、2000年に建造しました。このロボットは、ケーブルがついていません。ですから、上下左右、前進後進といった具合に水中を自由自在に移動することができます。長さ200cm、重さ180kgの堂々とした体格は、横綱武蔵丸(身長192cm、体重230kg)と比べても遜色ありません。

水深150m、水圧15気圧まで耐えることができる耐圧アルミケースの中に、淡探の頭脳というべきコンピューターが入っていて、立体的な航行を指示します。湖上で伴走する支援船「はっけん号」との通信には、光や電波ではなく、水中でも遠くまで届いて多くの情報を送ることができる超音波を利用しています。淡探には水中顕微鏡やさまざまなセンサーを搭載していますので、琵琶湖の環境を徹底的に観察することができます。このような水中の環境監視を目的に作られたロボットとしては、世界で初めてのものです。さて、2001年6月29日に淡探が撮影した琵琶湖最深部(104m)の映像をご紹介します。真っ暗な湖底を、照明をつけながらデジタルビデオカメラを用いて撮影していますのであまりはつきりしませんが、ぼんやりと湖底が映っています。この調査期間中、湖底に魚らしい影はほとんどありませんでした。



写真6 淡探が撮影した琵琶湖最深部の映像

画面中の湖底面に粒々のように見えるのは、アナンデルヨコエビと呼ばれる動物です。これは、私たちが食べるエビとはちよつと違って、原始的なヨコエビ目の仲間で、琵琶湖だけに存在する固有種です。このヨコエビは、面白い性質をもっていて、昼間はこうして、湖底に這いつくばって生活していますが、夜になると活発になって水温躍層という温度が急に変わる層の下(水深15-20mくらい)まで上って来ます。淡探を使って夜の調査をした結果、どうもすべてのヨコエビが夜に上がって来るわけではなく、かなりの数が湖底にとどまることが確認されました。

なぜヨコエビが夜になると上って来るのか、そして、上がるものと上がらないものとの違いは何か、など未だに謎ですが、問題は、このヨコエビの数が10年前と比較して非常に増えていることと、深い場所での魚などの大型動物の数に変化が生じている点です。私たちは、この事実を低酸素化に伴う湖底環境の悪化の兆しと考えています。今後、湖底付近の酸素濃度が減少すると、このような生態系の劣化スパイラル(どんどん悪い方向に進むこと)が進行することが懸念されます。今、琵琶湖の研究者たちが協力してこのような事態を回避するための研究を始めようとしています。

(総括研究員 熊谷道夫)

【研究こぼれ話】

第9回世界湖沼会議を振り返って

昨年11月に開催された世界湖沼会議は無事終了しました。1984年に開催された第1回会議の「里帰り会議」と称され、琵琶湖をめぐる様々な話題が紹介される賑やかな会議でした。研究所からも9件のポスター発表をはじめ、開会式当日に開催された琵琶湖セッションでの発表、県試験研究機関による琵琶湖ルームプロジェクトの企画と出展など、会議本体への参加や支援に大忙しでした。また、所員が企画した環境問題と心の時代—微量化学物質と湖沼・社会の健康(私たちに大きな影響を与え続けている化学物質にどう向き合うべきか、水俣病、琵琶湖のPCB汚染などの貴重な教訓を元に、人間の心の問題・将来世代への継承の問題として考える会議)、水環境の情報と管理についての将来戦略(世界の湖沼の現状や現代水中工学技術の紹介と、湖沼管理における将来戦略について地域的な取り組みと広域的な取り組みの長短を討論する会議)の2つの自由会議もいずれも盛況に終わりました。

一方、研究所がこれまでの経緯でその企画に力を貸した自由会議としては、「世界の人と学ぶ くらしと水」をテーマに開催された湖沼会議守山セッション(写真7)があります。これは市民の手づくり世界湖沼会議でしたが、これからの湖沼会議のあり方を示唆するユニークな会議でした。筆者が主催者の相談を受けて陰ながら支援したものとしては、湖沼会議学生セッションと下水文化と進化する下水道に関するシンポジウム・研究発表会があります。前者は滋賀県立大学をはじめとする近隣大学と世界17カ国の学生が参加して開催され、湖沼会議学生宣言の採択と学生湖沼委員会の設立という成果がありました。後者では、地

球の水を守る立場から下水文化(例えば環境と資源を考えた水の使い方、流し方)と下水文明(技術や制度)の融合の必要性和途上国の水環境保全、安全な水の供給に果たすべき我が国の役割について考える場が提供されました。



写真7 湖沼会議守山セッションにおける海外のNGOを交えたフィールド調査の様子

また、本会議の直前に開催された**国際水環境フォーラム**は、「地球淡水資源の保全と回復の実現に向けて一湖沼をめぐる命といとなみへのパートナーシップ」という湖沼会議のテーマそのものを議論するもので、世界湖沼ビジョンの策定を課題とするものでした。滋賀県と国際湖沼環境委員会(ILEC)が地球規模淡水資源問題にとり組む最大のNGOであるグローバル・ウォーター・パートナーシップ(GWP)と共同で開催したもので、その直前に行われた**国連環境計画国際環境技術センター(UNEP-IETC)**、**滋賀県、ILECの共同シンポジウム**、「適切な湖沼管理にむけたNGO・市民・地域住民・行政間の対話」から多数の途上国湖沼のNGOと行政の代表が参加しました。琵琶湖への里帰り会議としての湖沼会議とともに、このフォーラムが果たした役割は非常に大きなものですが、この課題は来年3月の世界水フォーラムで更に具体的な活動へと展開していくことになります。さて、こういった様々な場で議論や課題に研究所はもとより、私たち一人一人は今後どう取り組んでいかなければならないか、重たい課題が残ったのも事実ですね。

しかし、とりあえず一息つかせてもらいたいというのが本音です。

(所長 中村正久)

[創立20周年記念出版のお知らせ]

2002年4月に、琵琶湖研究所は創立20周年を迎えます。そこで、琵琶湖および世界の湖沼を守るための基礎資料になることを願い、記念出版物を刊行する予定です。その第一段として、2001年11月に「世界の湖—増補改訂版—」が刊行されました(写真8)。このあと、20年間の研究成果を集約した冊子等も出版する予定ですのでご期待ください。



写真8 世界の湖—増補改訂版—