



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

湖の鼓動－過去・現在・そして未来へ

1. 過去の検証

琵琶湖の研究をしていて、疑問に思うことがたくさんあります。例えば、1977年に琵琶湖で淡水赤潮が発生し、滋賀県では大騒ぎとなりました。その後、富栄養化防止条例が1979年に議会で可決され1980年に施行されたことは、一般に良く知られています。しかし、なぜこの時期に淡水赤潮が発生したのか、そして、その後に実施された環境保全のための取り組みは本当に成功したのか。琵琶湖の環境は今後どうなるのか。そして、現実の環境行政施策が、十分な科学的知見に基づいて実施されているのか、などです。こうした、複雑に絡み合った自然現象や社会問題をひとつひとつ解きほぐしていくためには、これまでに多くの経費と時間と労力を使って計測されてきた膨大なデータや資料を整理し、丹念に解析をしなければなりません。赤潮やアオコのように目に見える変化だけでなく、低酸素化のように表面から見えない現

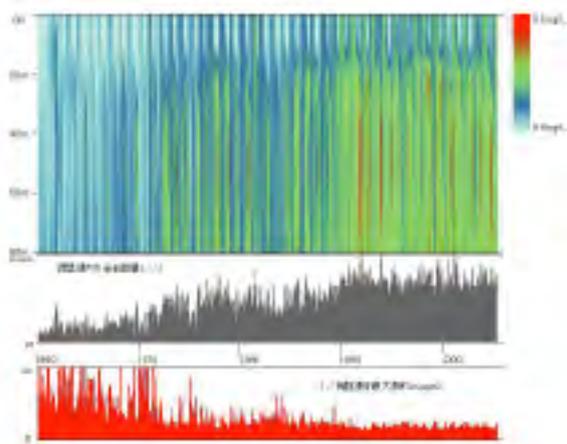


図1 琵琶湖における硝酸態窒素の時間変化
(上段は鉛直分布、中段は湖全体の総量、下段は上下混合の強さを表している。)

象も考慮した総合的な琵琶湖の診断と検証が必要なのです。そうした研究の一端をご紹介します。

2. 富栄養化から地球温暖化へ

琵琶湖の富栄養化は、1960年代後半から急激に進行し、1970年代後半にピークに達しました。赤潮が発生してから、行政と県民の一体となった運動によって、1980年代前半には富栄養化に歯止めがかかり、琵琶湖の環境は回復するかに見えました。ところが、1985年中頃から、別の深刻な問題が発生してきました。地球温暖化の影響です。

図1には、滋賀県水産試験場の定期観測データを基に解析を行った、琵琶湖における硝酸態窒素濃度の経年変化を示しています。上段の図は、水深80m地点における硝酸態窒素濃度の変化を、縦軸に深さと横軸に時間をとって示しています。赤い色は濃度が高く、青い色は濃度が低いことを示しています。1980年後半から最近にかけて、水深20mより深い部分が緑色から赤色に変わってきているのがよくわかります。琵琶湖北湖の深い場所では、有機物の分解と共に硝酸態窒素が蓄積しつつあるのです。では一体、どのくらいの量の硝酸態窒素が琵琶湖にはあるのでしょうか。水深別の体積と濃度をかけて湖全体の量を求めて示したのが、図1の中段の図です。これによると、(1)1960年代、(2)1970年代から1980年代中頃、(3)1980年代後半から現在まで、の3段階に分けることができます。(1)の頃における硝酸態窒素の量は1,000トンから2,000トンで、湖が貧栄養な状態であった時期に対応します。(2)の1970年代になってから、硝酸態窒素の量は3,000トンから4,000

トンになり、富栄養化が一気に進行し淡水赤潮が発生した時代です。(3)の頃になると、富栄養化に歯止めがかかったのですが、この頃から湖の上下混合が極端に小さくなります。図1の下段の図は、上下混合の強さを表現する指標の変化を示しています。(1)の1960年代と比較すると、(3)の1990年代には5分の1程度にまで減少しています。このように、湖が上下に混合しにくくなったことによって、深水層における硝酸態窒素濃度が上昇したのです。

3. 湖の鼓動

では、湖の上下が混じりにくい、ということは何を意味するのでしょうか。琵琶湖は亜熱帯性の湖沼であると言われ、年に一回、冬季に上下の水が混合します。地元の研究者は、この混合によって酸素をたくさん含んだ水が、酸素不足になった水と入れ替わることを、「琵琶湖の深呼吸」と呼んでいます。この深呼吸が大きくて、持続時間が長いほど、琵琶湖の深い場所に多くの酸素が供給されます。ところが、近年の地球温暖化によって、暖かい冬が続くようになり、「琵琶湖の深呼吸」が弱くなる傾向にあります。

私たちは、旧琵琶湖研究所の当時からこのことを警告してきましたが、当時は、ほとんどの人に理解してもらえませんでした(琵琶湖研究10年の成果と今後の課題、1993年)。琵琶湖という大きな湖だから、毎年少しずつ起きている現象の影響はわかりにくいのです。しかも、深い場所に蓄積される物質を評価するには、水産試験場や当センターが実施しているような長期間の継続的なモニタリングが必要です。

琵琶湖はまるで生き物のように、気象変動と同調しながら複雑な変化をしています。図2に、琵琶湖北湖水深90m地点の湖底上1mにおける水温の時間変化を示しました。琵琶湖の底の水温は、冬に低くなると思われがちですが、実は、12月から2月にかけて最も水温が高くなります。これは、表面近くの冷たい水が湖底に届くときに、周辺の水をかき混ぜるので高くなるのです。このような混合が終わり、水温が一様になると湖底の水は冷たくなり始めます。そして、最も低くなるのは、融雪水が湖底にとどき始める2月下旬から4月上旬にかけてです。そして、この時期に湖底の酸素濃度

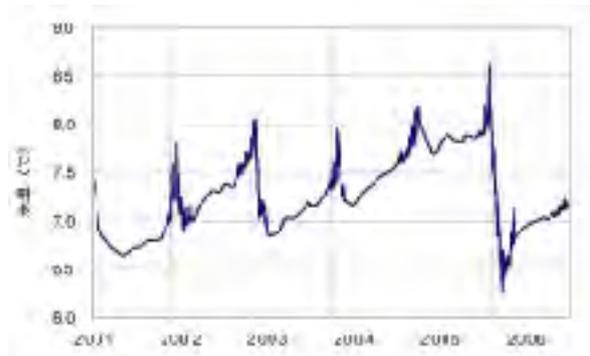


図2 琵琶湖北湖水深90mの湖底上1mにおける水温変動

も最大になります。

2006年の1月から3月にかけて、琵琶湖周辺に多くの雪が降りました。この降雪は、琵琶湖の環境を一変させました。図2からわかるように水温が急激に低下しました。ここでは示しませんでした。これに対応して多くの酸素が湖底に供給されました。京都大学生態学研究センターの酒井陽一郎さんの研究によると、3月の水温が低い年には、琵琶湖の固有種であるイサザの漁獲量が多くなることが報告されています。実際、自律型潜水ロボット「淡探」の調査でも、2006年の夏から冬にかけて多くのイサザが湖底付近にいることが確認されました(図3)。

4. 未来へ

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の予測によると、今後、地球温暖化はさらに進行することが予想されています。これによって水温は上昇し、湖の循環はますます弱くなるでしょう。そして、琵琶湖の深い場所では溶存酸素濃度が低下し、窒素やリンなどがさらに蓄積されてきます。逆に、表面近くでは栄養塩が不足し、透明度は回復します。こうして、琵琶湖は見かけ上きれいになりますが、一方で、生物生産力が低下してくるでしょう。

問題は、水温が上昇し溶存酸素濃度が減少するような環境は、琵琶湖本来の状態とは異なっており、古くから生息してきた生物や安心して飲める水を私たちの子孫に残す上で、決して望ましくないということです。難しい課題ですが、温暖化対策をきちんとし、これ以上気温を上昇させないための総合的な取り組みが早急に必要です。

(琵琶湖研究部門 部門長 熊谷道夫
主任研究員 焦 春萌
滋賀県水産試験場 主任技師 幡野真隆)

環境リスクからびわ湖環境を守るために

—化学物質の評価にむけて—

●化学物質の評価の必要性

わたしたちの周りには、5万種以上の化学物質があります。さまざまな用途に使われ、わたしたちの暮らしを便利なものになっています。

化学物質はいろいろな製品の原料などに用いられ、使われたり、燃やされたり、また自然由来などによっても環境中に排出されています。滋賀県には、化学物質を扱う事業場が多く立地しており、県面積の93%を集水域としているびわ湖には環境中に排出される化学物質の多くが流入し蓄積するおそれもあります。

化学物質には、人への有害性、生物への蓄積性、環境への残留性などがあり、適切に管理するため、有害性の程度と、人や生物の体内に取り込まれる量（ばく露量）から、人の健康や生態系への悪い影響のおそれ—環境リスク—を評価する必要があります。

●化学物質の評価と監視

環境リスクの視点から化学物質を評価するためには、環境中に排出される化学物質の実態を把握する必要があります。

センターでは、多くの化学物質のなかで、有害性が報告されているものの、既存のばく露量データの少ない化学物質として、農薬と、VOC（塗料・接着剤など揮発して大気に拡散する有機化合物）を選定し、環境リスクを評価するため、情報の整備を進めています。



採取したサンプル中の農薬分析



琵琶湖水中の農薬調査

○農薬

農薬は、食品衛生法の改正により、食品中の残留農薬に一律の基準が設定され、また水道法の改正により農薬項目が追加されるなど、監視は強化されていますが、その環境リスクを評価するためのばく露量データは十分ではありません。

センターでは、びわ湖全域で農薬68項目について、湖水に含まれる量を調査し、その結果から、調査対象とする地域と項目を選定し、湖水や底泥、生物中の量などを調べ、農薬のばく露量を解析しています。

○VOC(揮発して大気に拡散する有機化合物)

VOCは、大気中に排出されると光化学スモッグの原因となることから、平成18年度から大気汚染防止法により排出が規制されました。化学物質排出移動量の届出によると、県内の事業場から排出される化学物質の大半はVOCです。

センターでは、届出のあった排出量と環境中の濃度の関係を明らかにするため、VOC8項目について、多くの排出量の届出があった事業場周辺を調査し、VOCのばく露量を解析しています。

今後も、さまざまな化学物質が製造され使用されます。環境リスクを少しでも少なくするため、化学物質を評価し、監視していかなければなりません。

(環境科学研究部門 主任技師 中村忠貴)



センター調査船からびわ湖観察

センターでは、びわ湖の水質を監視するために定期調査を行っていますが、びわ湖の水環境を県民のみなさんやNPOのみなさんとともに考えるため、なるほど！環境セミナーを開催しました。

当日は、実際にセンター調査船「みずすまし2世」に乗船し、南湖での調査や簡易検査（パックテスト）など水質調査を体験していただきました。

●びわ湖南湖で水質調査体験

まず、センター調査船に乗船後、南湖中央（唐崎沖中央）にて、透明度・水色・臭気・湖水の採水等、湖上での調査を行いました（写真1、2）。

また、びわ湖中央部と比較するために、センター横の柳が崎棧橋で、同様の調査を行いました（写真3）。



写真1 南湖中央からくみ上げた水の観察(唐崎沖)
(容器に移し取った水について、色や臭いを調べる。)



写真3 柳が崎棧橋での水の観察
(南湖中央での調査結果と比較するために実施。)



写真2 南湖中央の透明度調査(唐崎沖)
(水中に白い円盤を沈め、見えなくなるまでの水面からの深さを調べる。)



写真4 サンプル水の簡易調査
(水の汚れ具合を調べる。)

なるほど！環境セミナー報告 びわ湖の水環境を考えよう！

セミナー当日は、南湖中央部、柳が崎棧橋とも、前日の風による底泥の巻き上げの影響で透明度が低く、水色も黄土色でした。

実際にびわ湖の中央部での様子を観察したり、沿岸部での様子と比較することによって、気付いたことや疑問点などを参加者の方たちと研究員が積極的に意見交換しました。

参加者からは「透明度が思ったよりも低く、水が黄土色をしている。」、「南湖中央部の水の臭いが思ったより生臭かった（前日の風による底泥の巻き上げの影響）。」などさまざまな声が寄せられました。

●簡単な水質検査も体験

次に、センター交流実験室にて、採水してきたびわ湖水だけでなく、私たちの身の回りの様々な水（模擬家庭排水（みそ汁）・工場排水・下水道放流水・上水道水等）の有機物量(COD)をパックテストで調べました（写真4）。びわ湖水以外の試料については、外観、臭気も観察しました。

実習後、調査結果をまとめ、それぞれの水のCOD値を比較し、滋賀県の水道水取水量の約65%がびわ湖水であること、びわ湖には河川水、工場排水、下水道放流水が流入すること、下水道放流水には家庭排水や工場排水等が含まれることなど水の循環について話し合いました。

今回のセミナーで、私たちの身の回りの水環境をびわ湖を中心に水質調査および水質検査を体験していただきましたが、参加者全員、興味深く積極的に参加し、意見交換できたと感じています。

(環境科学研究部門 主任技師 小林博美)

中国雲南省へ技術協力

昨年度から3年間、センターではこれまでの調査研究の成果や知見を活かし、中国雲南省へ技術協力を進めています。雲南省には、9つの大きな湖沼があり、その多くは富栄養化し、特に昆明市近く



写真1 湖沼水流調査の実施および指導
(滇池の3次元的な水の流れを観測。)



写真2 GIS(地理情報システム)の紹介
(GIS技術により水流調査結果を地図上に表示。)

の滇池^{ディエンチ}は、淡水資源への影響や水質悪化の深刻化が懸念されています。雲南省では、これらの課題を解決するため、観測技術の向上や調査データなど環境情報のシステム化を進めています。

1月には、雲南省に2名の研究員を派遣し、最先端の観測機器により湖沼の水流を調査し、滇池の水流を初めて3次元的に明らかにし、流入する汚染物質が湖内で拡散するプロセスを解明することが可能となりました(写真1)。また調査結果を地図上に表示できるGIS(地理情報システム)の技術も紹介しました(写真2)。また雲南省からの2名の研修生は、びわ湖とその流域を対象としたGISを活用した環境情報システムを学ばれ、新たな環境情報システムの構築が進められています。

(琵琶湖研究部門 主任研究員 焦 春萌)

刊行物の紹介

東アジアモンスーン域の湖沼と流域

日本と中国雲南省の交流は昔から深く、米、ワサビ、麺、茶といった農作物から、藍染め、仏教といった生活様式や文化など、共通している点が多いと言われています。特に、日本の米作のルーツは雲南省との指摘もあるように、湖の周辺で稲作を中心とした農業が盛んに行われており、ノンポイントソース(非特定汚染源)から流入する栄養塩類が湖の富栄養化に大きな影響を与えている点でも類似しています。

このように、周辺の社会構造と密接な関係を持ってきた雲南省の湖沼と琵琶湖についての共同研究の成果が、本書の核となっていますが、東アジア全体における淡水環境保全のために役立つ情報も記載されています。

自然は、人間のエゴで作りがえられていきます。特に、アジア大陸ではそのことが顕著です。このような自然改変の結果は、やがて私たちの生活にも影響を及ぼすでしょう。特に東アジアでは、地球温暖化の影響が世界の他の地域と比較して大きく、深刻な環境変化をもたらしています。人間社会の

発達に対する自然の痛烈なしっぺ返しと言えればそれまでですが、一度立ち止まってゆっくりと過去から未来を俯瞰することも大切です。

人間の歴史は厳しい自然との戦いでしたが、同時に、自然の恵みへの感謝の産物でもありました。

本書が、私たちの周辺で起こっている環境問題への関心を高め、水環境劣化に歯止めがかかることを願ってやみません。この本は、そのような、陸水の研究者からのメッセージでもあります。

(琵琶湖研究部門
部門長

熊谷道夫)



編集: 坂本充・熊谷道夫
発行: (財)名古屋大学出版会
(電話 052-781-5027)
2006年 5,040円

エビ?それともダンゴムシ?

ーびわ湖のヨコエビの生態の紹介、標本観察ー

3/2
(金)

13:30~15:30

びわ湖の深底部に生息する代表種のひとつ「アナンデルヨコエビ」の生態や特徴について紹介します。また、実際にびわ湖北湖の湖底から採取した標本の観察を行い、普段目にする事のない湖底の生物に親しみます。

- 講師：琵琶湖研究部門 研究員 石川俊之
- 対象：本セミナーに関心のある方。
- 会場：センター2階交流実験室

※液浸標本を観察しますので、作業できる服装でお越しください。
顕微鏡写真を撮りたい方はデジタルカメラ等をお持ちください。



アナンデルヨコエビ

3/16
(金)

ミジンコの生き残り戦略にせまる！

13:30~16:00



ゾウミジンコ

あまり知られていないミジンコの性質について、「ゾウミジンコの死んだふり作戦」、「ところ変われば色変わる」、「ミジンコのタイムカプセル」、といったテーマで紹介いたします。あわせて、ミジンコの採集方法や見分け方を紹介し、また、実際に生物顕微鏡で生きたミジンコを観察いただきます。

- 講師：環境科学研究部門 環境生物担当 専門員 一瀬 諭
- 対象：プランクトンの分類についての専門知識や実習指導技術の習得を希望される教員・NPOの方等。
- 会場：センター2階大会議室

●定員：各20名（先着順。定員になり次第、受付を締め切りますので、ご了承ください。） ●無料

●申込み：琵琶湖・環境科学研究センター 管理情報部 企画・情報担当 電話 077-526-4801

※駐車スペースがありませんので、公共交通機関をご利用ください。

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@lberi.jp URL http://www.lberi.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.lberi.jp/root/jp/05seika/bkjhcenternews.html>

■バス：JR大津駅より江若バス
（浜大津線堅田行き）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。

