

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

## 魚類からみた内湖の原風景

## 1. 危機に瀕する琵琶湖の固有魚類

日本列島に生息する純淡水魚は約90種ですが、その3分の2にあたる約60種が琵琶湖周辺に生息しています。このうち15種が琵琶湖水系にしかすまない固有種です。先日発表された滋賀県レッドデータブック2005年版（滋賀県生きもの総合調査委員会、2006）では、固有魚15種のうち12種が、在来魚では33種が絶滅危機種、絶滅危機増大種、希少種に指定され、琵琶湖にもともと生息する魚種の多くが危機的状況にあります。

かつて琵琶湖の周囲には内湖と呼ばれる湿地帯がひろがっていました。内湖の多くは琵琶湖に隣接する内湾状の水域ですが、水深が浅く、ヨシに

覆われ、波浪の作用が弱く、また富栄養でプランクトン量も多いため、在来魚類の繁殖場所として重要な役割を果たしてきました。しかし、食糧難解決のため、第2次世界大戦前後から内湖の85%以上が干拓され、田んぼや陸地に変わっていきました。現在、残存しているのは23内湖、延べ425ヘクタールですが、ほとんどが人工護岸化され、また、すべての内湖に外来魚が侵入するなど大きな変化をとげています。

## 2. 標本からみた内湖本来の魚類相

在来魚のにぎわいの場としての内湖復元・修復は緊急の課題といえますが、かつての内湖がどのような魚種で構成され、どのような生態系を形成していたのかについて、実はよくわかっていません。

内湖をはじめとした自然を復元するには、どのような内湖を復元すべきか、科学的根拠にもとづいた目標像を明確にし、適切な指標を設定して復元事業を評価し、その結果をフィードバックする順応的な手法が不可欠です。



写真 西の湖全景

(写真右下 西の湖で最後に採集されたアユメドギ 1992年 琵琶湖博物館蔵)

そこで私たちは、まず、国立科学博物館など各地の研究機関に所蔵されている魚類標本を調査することで、かつての内湖の魚類相を復元することを試みました。昨年度は、1920年代のものから現在まで、16内湖の標本を調べました。その結果、1960年代までの内湖で多く出現した魚種は、イチモンジタナゴやシロヒレタビラなどのタナゴ類（いわゆるボテジャコ）や、カワバタモロコ、モツゴ、ワタカなどでした。琵琶湖に生息する魚類の回遊様式（細谷，2005）からみると、これらの魚種は「琵琶湖・内湖定住型」や「琵琶湖-内湖回遊型」に分類されます（表）。とくに琵琶湖・内湖定住型は、内湖や琵琶湖南湖のように富栄養で抽水植物（ヨシ）帯が発達した水域を好み、そこで繁殖し、水田などへの産卵回遊は行わない魚種です。

ところが1970年代以降、モツゴ以外の内湖定住型魚種の標本はほとんどみられなくなりました。干拓や湖岸堤の建設などで、かれらのすみ場となる内湖や南湖のヨシ帯などが破壊され、そのうえ、繁殖期や仔稚魚のすみ場が外来魚のオオクチバスやブルーギルとほぼ重なりあっていました。そのため、水田などの避難場所をもたない内湖定住型魚種が絶滅あるいは絶滅寸前となっているのだと考えられます。

また、内湖ごとに特徴的な魚種が生息していたこともわかってきました。例えば早崎内湖や津田内湖からは、イワトコナマズやピワコオオナマズなど、琵琶湖の岩場を主な生息場所として利用している若魚の標本がみつかりました。これら2内湖の共通点は、琵琶湖への開口部が比較的大きく、すぐ近くに岩石・岩礁質の琵琶湖岸が広がっていることでした。これまで内湖を直接利用しないと考えられていた魚種が、そのような地形の内湖をえさ場や成長の場として利用していた可能性が浮かび上がってきたのです。

このように、かつての内湖には、そこに定住する魚種だけでなく、琵琶湖を主なすみ場とし、内湖を一時的に繁殖場やえさ場

として利用する種もいて、琵琶湖にすむ多くの在来魚が内湖と深い関係にあったことが分かってきました。博物館の標本は、カビくさい過去の遺物のように思われがちですが、実は失われた過去を保存するタイムカプセルの役割を果たしているのです。

### 3. 豊かな内湖の魚類相復元にむけて

ところで西の湖や堅田内湖では、近年でも多様な在来魚の標本が確認できました。環境省や滋賀県の絶滅危惧種にも指定されている天然記念物アユモドキ（写真）も、最後に確認されたのは1992年の西の湖でした。オオクチバス、ブルーギルが侵入しているにも関わらず多様な魚種が生息することから、これらの内湖には在来魚にとって良好な環境が、まだ残されているのではないかと考えられます。

内湖の原風景をとり戻すには、過去と現在を比較し、自然のしくみや変化を解析することで、具体的な復元のプロセスを設計することが必要です。今後は、標本調査をさらにすすめるとともに、比較的豊かな種多様性の残されている内湖で、どのような環境構造が在来魚の生残を助けているのかについて研究をすすめ、地域特性にもとづいた内湖の復元・修復目標を明確にするとともに、そのための適切な指標や評価・保全手法を検討していきたいと考えています。

（琵琶湖研究部門 西野麻知子、  
近畿大学農学部 藤田朝彦・細谷和海）

表. 内湖における魚類標本記録の一例

	1920年代	1930年代	1940年代	1950年代	1960年代	1970年代	1980年代	1990年代	2000年代	回遊型(細谷, 2005より)
ギンブナ			●					●	●	琵琶湖-内湖-水田回遊型
ニゴロブナ * ①			●		●	●		●	●	琵琶湖-内湖-水田回遊型
ビワヒガイ * ②					●	●		●		琵琶湖-内湖回遊型
ホシモロコ * ③			●		●	●		●	●	琵琶湖-内湖回遊型
タモロコ			●		●			●	●	内湖-水田回遊型
モツゴ ④	●		●		●			●	●	琵琶湖-内湖定住型
ワタカ * ①)			●		●			●	●	琵琶湖-内湖回遊型
カワバタモロコ ②)		●	●		●					琵琶湖-内湖定住型
イチモンジタナゴ ③)			●		●			●		琵琶湖-内湖定住型
シロヒレタビラ ④)			●		●					琵琶湖-内湖回遊型
ニッポンバクダナゴ * ④)			●							琵琶湖-内湖定住型
ピワコオオナマズ * ②)					●					琵琶湖定住型
イワトコナマズ * ②)					●					琵琶湖定住型
アユモドキ ①)				●				●		内湖-水田回遊型
オオクチバス(外来種)								●	●	
ブルーギル(外来種)								●	●	

\*同：琵琶湖固有種。●：滋賀県で絶滅あるいは絶滅寸前の琵琶湖・内湖定住型の魚種  
1) 滋賀県の絶滅危惧種。2) 絶滅危惧種大種。3) 希少種。4) 絶滅種

## アオコ発生における休眠細胞の役割

## 1. 底泥上で生きのびる植物プランクトン

多くの植物プランクトンは、水中で生活する時期以外は底泥で過ごしています。例えば夏から秋にアオコを形成する藍藻マイクロキスティスは、底泥で越冬することが知られています。写真1はびわ湖南湖の底泥に含まれていたマイクロキスティスの顕微鏡写真です。普通の顕微鏡では泥の中にある微細な藻類を見つけだすことはむづかしいかもしれませんが、蛍光顕微鏡を用いるとクロロフィルの自家蛍光により細胞が赤く光るため、比較的簡単に見つけることができます。

深いびわ湖北湖の底泥中にもマイクロキスティスの細胞の集合体であるコロニーを観察することができます。水深のある湖底のマイクロキスティスは水圧によって細胞内のガス胞がつぶれているため、均質な細胞に見えます(写真2)。このように細胞内のガス胞がつぶれた状態となったマイクロキスティスでも、室内で培養してみると、増殖して通常の形態となり、細胞内にはガス胞が再生されます。

びわ湖北湖の深底部のような低温・暗黒の条件では、びわ湖の表層から沈んだマイクロキスティスは長期にわたって生存できるかもしれません。しかし、これらのコロニーが再び表層に浮き上がることは考えにくく、アオコ発生には直接関係しないと思われます。

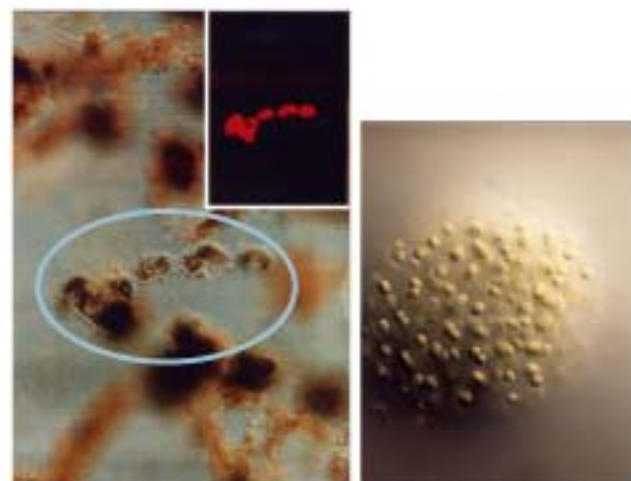


写真1 顕微鏡で撮影したマイクロキスティス  
 (左部分: びわ湖南湖底泥より採取  
 写真右上部分は、蛍光顕微鏡を用いて撮影)

写真2 ミクロキスティスのコロニー  
 (水際池地点 [びわ湖北湖底泥より採取])

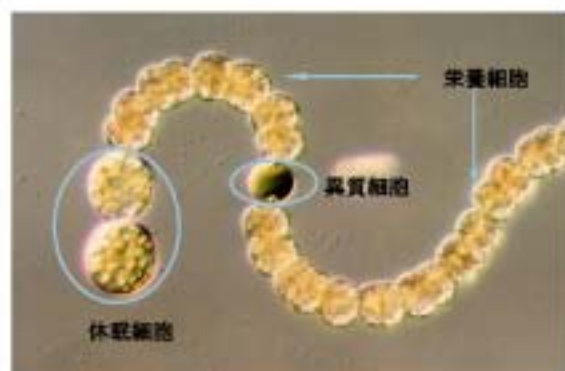


写真3 糸状の群体を形成するアナベナ

写真3は、マイクロキスティスと同様にアオコを形成する代表的な藍藻のアナベナです。アナベナは、細胞が糸状に連なってできています、その中に休眠細胞が形成されます。休眠細胞は膜が厚く、底泥中で長期にわたって生存することができます。環境条件が整うと発芽します。アナベナを観察すると、通常の細胞である栄養細胞や休眠細胞、そして、窒素固定の場となる異質細胞もみることができます。

## 2. 休眠細胞を減らせばアオコは抑制できる?

底泥中の休眠細胞の量は、湖沼によりさまざまですが、アオコがよく発生する多賀町の大門池では、底泥1cm<sup>2</sup>あたり1万個程度の休眠細胞がみつかりました。この底泥から得た休眠細胞を培養してみると、低温ではあまり発芽しませんが、15から25℃では底泥中の休眠細胞の半数程度が発芽しました。春、水温の上昇にともなって底泥の休眠細胞が発芽して水中に回帰し、さらに水中で増殖してアオコへと発達しているようです。

大門池では5~6月にアナベナが水中で活発に増殖しており、平均すると3.85日ごとに2倍に増えていきます。100倍に増えるには25.6日かかることとなります。このことから、休眠細胞の発芽による底泥から水中への回帰量、すなわち底泥中の休眠細胞の密度が2ケタ減少すれば(100分の1であれば)、アオコ発生も1ヶ月ほど遅れることになりそうです。多くの湖沼でのアオコ発生期間が夏から秋の数カ月であることを考えると、底泥中の休眠細胞を減らすことができれば、アオコ発生期間の短縮に効果があるかもしれません。

(琵琶湖研究部門 辻村茂男)

## 平成17年度琵琶湖水質調査結果の概要

## 1. はじめに

滋賀県では、琵琶湖の水質を把握するため、国土交通省近畿地方整備局と共同で、琵琶湖水質調査を実施しています(図1)。

今回、平成17年度琵琶湖水質調査結果をまとめましたので、過去の結果と比較しながら紹介します。



図1 調査地点

## 2. 調査結果

主要項目の平成17年度調査結果は表1のとおりです。以下に調査項目ごとの結果を紹介します。

表1 平成17年度調査結果

項目	単位	平均値		
		北湖	南湖	瀬田川
透明度	m	5.9	2.4	2.5
COD	mg/L	2.7	3.2	3.4
全窒素	mg/L	0.29	0.32	0.55
全りん	mg/L	0.008	0.017	0.019
BOD	mg/L	0.6	0.9	1.0
SS	mg/L	1.1	3.4	3.5
大腸菌群数(×10 <sup>3</sup> )	MPN/100mL	1.4	2.0	1.2
pH		8.1	8.2	7.9
クロロフィルa	μg/L	4.5	5.8	6.0

## ・人の健康の保護に関する環境基準項目

(健康項目 人の健康に有害な項目)

国が定めた26項目のうち、カドミウムなど24項目については検出されていません。検出された硝酸性窒素および亜硝酸性窒素や、ふっ素については基準値を大きく下回っていました。

## ・要監視項目

(人の健康に関する項目で、さらなる調査が必要なもの)

国が定めた27項目の全てについて、人の健康に配慮した数値である指針値の1/10未満でした。

## ・生活環境項目(生活環境に影響を及ぼす項目)

全窒素および全りんについては、北湖、南湖と

もに前年度並みで、平成7～16年度の10年間の平均値(以下「過年度」という。)と比べても、南湖における全窒素が少し低い値であったほかは、過年度並だったことから、富栄養化の進行は引き続き抑制されているものと考えられます(図2)。

有機物による汚れの指標であるCODは、北湖で前年度および過年度に比べて少し高い値でした。これは、経月変化の解析から、5月に表層のCODがほぼ全湖にわたって高濃度になったことが影響しています。今回、CODが高濃度になったのは、5月の調査時期前後の赤潮パトロールでウログレナの大量増殖を確認しており、そのためと考えられます。しかし、琵琶湖のCODの傾向は、経年の推移からみて、ここ数年、おおむね横ばい傾向にあると考えられます(図3)。

また、透明度は、前年度と比べて北湖は少し高い値でしたが、南湖は前年度並みでした。過年度と比べると北湖、南湖ともに少し高い値でした。経年変化からみると、高くなる傾向にあります。

(環境科学研究部門 小林博美)

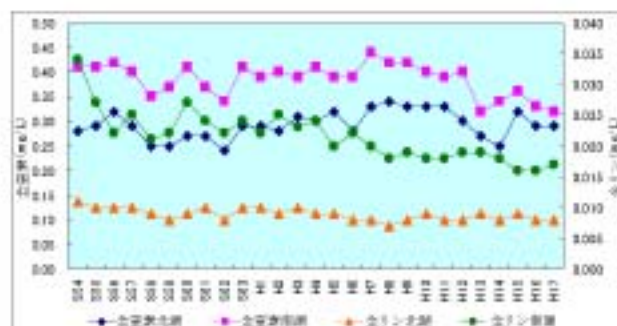


図2 全窒素、全りん経年変化

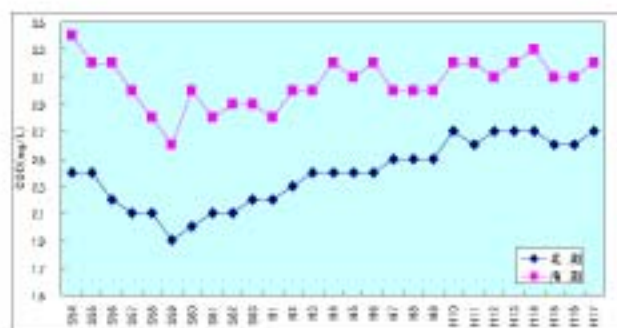


図3 COD経年変化 (COD:有機物による汚れの指標)

身近な水環境調査結果を共有できる

## 「びわこ環境マップ」をご利用ください！

## 1. 「びわこ環境マップ」が本格稼働！

センターでは、県民のみなさんによる環境保全活動を支援し、パートナーシップに基づく流域管理手法の研究をすすめています。その一環として、県民のみなさんが調べた身近な水環境についての結果を共有できる方法として、「びわこ環境マップ」の開発に取り組んできました。開発段階では環境保全活動に取り組むNPOの皆さんのご協力をいただき、このたび、本格稼働することとなりました。

## 2. 「びわこ環境マップ」とは？

「びわこ環境マップ」は、地理情報システムを活用したデータベースのひとつで、びわ湖と滋賀県全域の河川を対象エリアとし、みなさんが取り組まれた調査結果をインターネットを通じて入力すると、簡単にマップとして表示することができます。ほかの人たちが調べた結果も含めて情報共有できますので、滋賀県全体の様子もわかり、身近な川の状況とびわ湖との関係を考える材料になります。

入力された調査結果の画面例を紹介しますと、図1では東近江水環境自治協議会が昨年の6月9日に取り組まれた調査結果のうち、CODについてマップとして表示し、図2では調査結果の詳細を示しています。ほかに調査地点ごとに調査日や調査結果の一覧をみたり、ほかのグループの調査結果をみることもできます。

## 3. 「びわこ環境マップ」を利用するには？

入力された水環境の調査結果は、センターホームページの「環境マップをつくろう！」のコーナーからどなたでも自由にご覧いただけます。また、みなさんが調べた水環境についての結果を入力したい場合には、事前にユーザー登録が必要となります。「びわこ環境マップ」の見方や調査結果の入力方法など、詳しくはお問い合わせください。なお、「びわこ環境マップ」は、センターのパソコンコーナーでも自由にご覧いただけますのでご利用ください。



写真 「びわこ環境マップ」体験セミナーの様子(8月22日)

## &lt;体験セミナー参加者の声&gt;

- ◇「びわこ環境マップ」を利用することで、自分たちの取り組んだ調査結果を自宅で入力できるのは有り難いです。
- ◇調査結果を「びわこ環境マップ」に入力すると、マップとして表示でき、調査結果をわかりやすく解析できると思います。



図1 「びわこ環境マップ」画面例(右側部分は、CODの数値に地図情報として表示したものを)



図2 調査結果詳細の表示例

## 「世界水フォーラム」で研究成果を発信！

「世界的挑戦のための地域での行動」をテーマに、第4回世界水フォーラムがメキシコシティで開催されました（3月16～22日）。参加者は2万人規模で、各国政府機関、企業、NGOなどが世界の水資源保全にむけたさまざまな意見交換をおこないました。

内藤センター長は、県が国際湖沼環境委員会（ILEC）などと共催する「世界湖沼ビジョンと統合的流域管理の促進に関する分科会」において、センターの試験研究から明らかとなったびわ湖の低酸素化や赤潮の発生などのびわ湖の現況や、センターが取り組んできているびわ湖およびその流域管理のための水質等の予測モデルの構築に向けた研究事例を紹介し、今後の水環境管理のあり方について

提言しました。早川主任研究員は、「びわ湖・淀川水系での洗剤成分の分布や挙動」について、湖沼保全に取り組む各国のNGO関係者や研究者に紹介し、びわ湖の研究事例を発信しました。



写真 センター試験研究の取り組み・成果の紹介

（分科会で講演する内藤センター（写真左） 研究事例を紹介する早川研究員（写真右）

### 刊行物の紹介

## 「内湖からのメッセージ—琵琶湖周辺の湿地再生と生物多様性保全—」

かつてびわ湖の周囲には、「内湖」とよばれる湿地帯が広がっていました。しかし、干拓などによりそのほとんどが消失し、残っているのはわずか23内湖、面積は1940年の15%にすぎません。にもかかわらず、びわ湖周辺のヨシ帯の60%が、残された内湖に分布しています。



サンライズ出版 2005年発行

本書は、内湖の現状についてびわ湖の生態

系保全・生物多様性保全の視点からまとめたものです。内容の多くは、2001年から2004年に行った研究「内湖の生物多様性維持機構の解明」がベースになっており、内湖を中心としたびわ湖周辺湿地帯の現状を明らかにし、生物多様性の保全について検討を加えました。

また、現在、内湖への再生・復元が検討されている「早崎内湖ビオトープ・ネットワーク調査」（長浜市・湖北町）の調査結果や、内湖再生の可能性と課題についても言及しています。本書が、今後の琵琶湖およびその周辺湿地の保全・再生のみならず、日本のヨシ群落を中心とした湿地再生のあり方を考える素材となれば幸いです。

（琵琶湖研究部門 西野麻知子）

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@iberi.jp  
URL <http://www.iberi.jp>

- バス：JR大津駅より江若バス  
（浜大津線聖田行き）約15分、  
櫛が崎下車徒歩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。

