

[プロジェクト研究紹介「塩津湾の流系と内部ケルビン波」](#)

[研究トピックス「琵琶湖の固有種をめぐる問題 1」](#)

[刊行物の紹介『琵琶湖流域を読む 上・下』](#)

塩津湾における流れの渦

これまで、湖流の水平分布を調査することは、観測機器の性能が限られていたために困難でした。本研究では、旧来の漂流板や電磁流速計のかわりに、実験調査船「はっけん号」の船底に設置したドップラー流向流速計(ADCP)を用いることによって、塩津湾の流れを調査しました。湾内の8測線を航行することにより、水深6.78mにおける流れのデータを解析して、下のように平面図上に表示することができます。左は2002年4月19日、右は2002年4月24日の流れの水平分布の様子です。4月19日(左)、塩津湾内の表水層にあった水は、全体的に湾外(主湖盆)へ出ており、湾奥には時計回りの渦が見られました。しかし、その5日後(右)、湾外の表水層にあった水が湾内へと侵入しており、湾奥には反時計回りの渦が見られました。

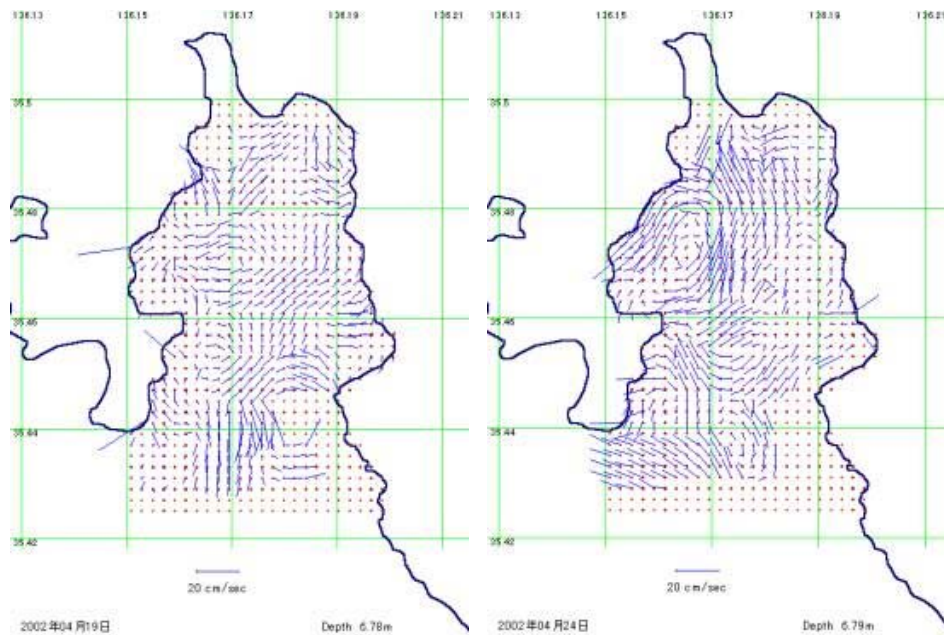


図1 2002年4月19日(左)と24日(右)の塩津湾の流れの水平分布
(「 \bullet —」は、「 \bullet 」を起点に→向きの流れがあることを示す)

【プロジェクト研究紹介】

塩津湾の流系と内部ケルビン波

1. はじめに

琵琶湖の南湖と比べて富栄養化が進んでいないように見える北湖でも、近年、一部の湖岸帯でアオコの発生が見られます。また、北湖の一番大きい湖湾であり、最北部に位置する塩津湾(長軸の長さ約7km、幅約3km、平均水深約30m)の水質にも変化が見られるようになってきました。現在、塩津湾の水質形成過程の解明は、緊急課題となっています。これまでの塩津湾観測で得た成果のうち、物理環境(水の入替わりのメカニズム)について報告します。

2. 観測機器の近代化

従来、湖流の向きと速さの観測は、漂流板を放流し、これを湖岸の2点から同時に視準する方法で行っていました(岡本、1970)。この方法の短所は、作業員がたくさん要ることと、誤差が大きいことです。

1980年代からは、高い精度で自動連続に観測できる電磁流速計が主流となりました。しかし、それも面的な観測とは呼べず、あくまでも測定点を通過する水の流れを観測していたにすぎません。

近年新しく、ドップラー流向流速計(Acoustic Doppler Current Profiler: ADCP)が登場しました。これは船底に設置したセンサーから発せられる超音波によって、航路直下の流向・流速を多層的に測定するものです。複数の航路で観測することにより、湖流の状況を平面的あるいは立体的に観測することが可能となりました。

3. 内部ケルビン波とは

北湖で最も典型的な内部波は、水温躍層に起こる波動(上下振動)であり、内部ケルビン波とよばれます。この波は地球自転の影響を受けて起こり、夏には48時間で北湖を反時計回りに1回転していることが判っています。なお、この波が時折、塩津湾に貫入したり湾から出たりしているため、塩津湾内には、北湖の第一還流のような顕著で安定な流系が存在できません。

4. 塩津湾における流れの渦

図1で見た流れのシステム(流系)はいかなる機構によって生じたのでしょうか。4月19日(図1左)の場合、主湖盆を回転している内部ケルビン波が、塩津湾内に入ってきたため、もともとは湾内の表水層にあった水が湾外へと追い出され、湾内の表水層が薄くなってしまいました。このことは、同時に行ったサーミスタチェーンによる水温観測で確かめました。

内部ケルビン波の影響で水塊が厚くなれば、その水塊の正の渦度(反時計回り)が増え、逆に厚さが薄くなればマイナス渦度(時計回り)が増えることが知られています(流体ポテンシャル渦度の保存則)。これはフィギュアスケートの選手が、銀盤上で広げていた腕や脚を縮めて、回転する角速度(流体の渦度に相当)を変化させることに似ています。

つまり、湾内に内部ケルビン波が入ってきた4月19日は、表水層の水塊の厚さが薄くなりマイナス渦度が増えたため、時計回りの渦が湾奥部に形成されました。その5日後(図1右)は、内部ケルビン波が湾外へ出たため、湾外の表水層の水が浸入して、湾内の表水層の厚さが厚くなり正の渦度が増えたため、反時計回りの渦が形成されました。

内部ケルビン波が塩津湾に貫入することで、表水層の水が湾外のものに入れ替わり、表水層自身の厚さが変化するので、それに伴って表水層の渦度が増え、渦の向きも時々刻々と変わってゆきます。これが、従来の調査で、塩津湾の流れのシステムが複雑かつ不安定であると結論されてきた原因です。

5. おわりに

最新機器を用いて、塩津湾の流況を観測した結果、この湾の著しい特性が明らかとなりました。すなわち、時計回りと反時計回りの渦が、湾内で交互に現れることです。また、塩津湾の湾口断面では、表水層と深水層とで流向が逆であり、しかもそれらの流向は時間の経過とともに反転をくり返していることも判りました。

湾内、ひいては北湖全体の長期的な水質や底質の変化のメカニズムを知る一つのステップとして、湾内外の水の交流パターンを、より詳細に把握しなくてはなりません。

参考文献: 岡本巖・八木善勇(1970), びわ湖塩津湾の流況(I), 滋大紀要(20): 73-82.

(主任研究員 焦春萌)

【研究トピックス】

琵琶湖の固有種をめぐる問題

1. 固有種リストの一部修正について

1. 新たな固有種リスト

古琵琶湖から数えて400万年、現在の場所に生じてからでも40数万年の歴史を有する琵琶湖には、多くの固有種¹⁾が生息しています。私達は、2000年に琵琶湖の固有種とその進化についての論文を発表し、固有種の起源も含めたこれまでの研究を整理し、のべ57分類群の固有種リストをつくりました(Nishino and Watanabe, 2000)。しかしその後、研究が進み、新たに2新種が記載された一方で、固有種リストから削除すべき種もでてきたため、固有種数が変わってきました。そこで今回、改めて琵琶湖の固有種リストを整理してみました。

現在までのところ、琵琶湖水系からは58分類群(52種4亜種2変種)の固有種が報告されています(表1)。固有種リストに新たに追加されたのは植物プランクトンのスズキケイソウとスズキケイソウモドキの2種(Tuji and Kocielek, 2000)、リストから削除されたのは環形動物のビワヨゴレイトミズです。後者については、最近、山形など日本各地(大高、未発表)および南オーストラリア(!)の溪流(Pinder and McEvoy, 2002)から相次いで発見されました。

表1. 琵琶湖水系の固有種リスト

分類群	和名
原生生物界	
有毛根足虫門	ビワツボカムリ
珪藻植物門	スズキケイソウ*、スズキケイソウモドキ*
緑藻植物門	ビワケンシヨウモ、同変種、同変種
植物界	
被子植物門	ネジレモ、サンネンモ
動物界	
扁形動物門	ビワオオウズムシ
軟体動物門	
(マキガイ綱)	ナガタニシ、ビワコミズシタダミ、ホソマキカワニナ*、フトマキカワニナ*、クロカワニナ*、タテヒダカワニナ、ナンゴウカワニナ*、ハベカワニナ、モリカワニナ、イボカワニナ、ナカセコカワニナ**、ヤマトカワニナ、オオウラカワニナ*、カゴメカワニナ、タテジバカワニナ*、シライシカワニナ*、タケシマカワニナ*、オウミガイ、カドヒラマキガイ、ヒロクチヒラマキガイ
(ニマイガイ綱)	イケチヨウガイ、タテボシガイ、オトコタテボシガイ、ササノハガイ、メンカラスガイ、マルドブガイ、オグラヌマガイ、セタシジミ、カワムラマシジミ
環形動物門	
(ヒル綱)	イカリビル
節足動物門	
(甲殻綱)	ビワミジンコ、アナンデルヨコエビ、ナリタヨコエビ、ビワカマカ
(昆虫綱)	ビワコシロカゲロウ*、カワムラナベバタムシ、ビワコエグリトビケラ*
脊椎動物門	
(軟骨魚綱)	ビワマス、ワタカ、ホンモロコ、ビワヒガイ、アブラヒガイ、スゴモロコ、ゲンゴロウブナ、ニゴロブナ、ビワゴオオナマス、イワトコナマス、イサザ、ウツセミカジカ

*1990年以降に新種記載された種

**琵琶湖以外の水域(瀬田川、宇治川)に生息

この表の学名は[こちら](#)に掲載されています

2. 変わる固有種数

なぜこのように固有種数は変化するのでしょうか? 一番大きな理由は、琵琶湖(のみならず日本全体)の生物多様性についての研究が不十分なためです。このことは全固有種の20%以上にあたる12種が、1990年以降に記載された種であることからわかります。最近でも日本やロシアなどの研究者によって、ユスリカ類、線虫類などの新種が琵琶湖から多く記載²⁾されています。これらの中には、現在は固有種と断定できないが、将来、日本の他の水域での分布が明らかになれば、琵琶湖固有種となる種が多く含まれていると考えられます。一方で、他の水域での分布情報が蓄積されることにより、ビワヨゴレイトミズのようにリストから削除されるケースも出てくるのです。

第2に、研究の進展に伴い、種の分類学的な位置づけが変わり、固有種とされていた種が他の広分布種と同種異名(シノニム)にされたり、その逆のケースもおこりえるからです。例えば、かつて1属1種の固有属固有種とされたカワムラミズは、今で

は広分布種のエラムミズと同種に位置づけられています(Ohtaka and Nishino,1995)。

また先の論文でも指摘したように、琵琶湖の固有種の特徴は、分化(進化)の程度が小さいことです。今後、固有種と考えられていた種がそうでなくなる可能性も否定できません。例えば、植物プランクトンのビワケンショウモ(およびその2変種)ですが、本種については、独立種とすることに否定的な研究者が多く、固有種としない方がよいのかも知れません。

さらに、ある種が琵琶湖にしか生息しておらず、しかも、これまで知られているどの種とも違っていることが明白であるにしても、その種について国際命名規約等のルールに則った種の命名がされない限り、正式に固有種リストに加えることはできません。滋賀県が2000年に発行した「滋賀県で大切にすべき野生生物」には、分布上重要種として「ビワヨシノボリ(仮称)」というハゼ科の魚があげられ、「琵琶湖の固有種と考えられる」との記述があります。しかしこの種の学名は *Rhinogobius* sp.(ヨシノボリ的一种)とされ、新種として未だ記載されていないことを示しています。1日も早く専門家の手で新種記載がされることを願っています。

いずれにせよ、今後も琵琶湖固有種の数はいずれも増減を続け、研究の進展に伴い、将来さらに増加すると期待されます。

参考文献

- Nishino, M and N. C. Watanabe (2000) Evolution and endemism in Lake Biwa, with special reference to its gastropod mollusc fauna. *Adv. Ecol. Res.*, 31: 151-180.
- Ohtaka, A. and M. Nishino (1995) Studies on the aquatic oligochaete fauna in Lake Biwa, central Japan. I. Checklist with taxonomic remarks. *Jpn. J. Limnol.*, 56: 167-182.
- Pinder, A. and P. K. McEvoy (2002) *Embolecephalus yamaguchii* (Brinkhurst, 1971)(Clitellata: Tubificidae) from South Australian streams. *Rec. South Australian Museum*, 35(2): 139-145.
- 滋賀県(2000) 滋賀県で大切にすべき野生生物(2000年版).
- Tuji, A. and Kocielek, J. P (2000) Morphology and taxonomy of *Stephanodiscus suzukii* sp. nov, and *S. pseudosuzukii* sp. nov. from Lake Biwa, Japan, and comparison with the *S. carconensis* Grunow species complex. *Phycol. Res.*, 48: 231-239.

1) 世界中で限られた地域に分布する種のこと

2) 分類学において、標本または分類群の特徴(分類形質)を言葉で記述し、印刷物等で公表すること

(総括研究員 西野麻知子)

【刊行物の紹介】

琵琶湖流域研究会 編

『琵琶湖流域を読む 上・下』 サンライズ出版



A5 276頁 2,900円+
ISBN4-88325-223-X

A5 328頁 3,100円+税
ISBN4-88325-224-8

2003年3月、「第3回世界水フォーラム」が滋賀県においても開催されることになっており、テーマのひとつに「統合的流域管理」が取り上げられています。しかし、「各河川の流域特性は？」と問われたら、あんがい答えに窮するのではないのでしょうか。

自然から人文にわたる流域の特性をとりあげた文献は意外に少ないので、これに応えるため、当研究所内に上記の研究会を設けて書籍を出版することにしました(2月13日発売)。市販のため、どなたでも最寄りの書店で手にとってみることもできる他、オンライン・ショップ(<http://www.biwacity.com/sunrise/index.jsp>)での注文も可能です。

上巻では安曇川、知内川、石田川、余呉湖、高時川、姉川、芹川、犬上川、宇曾川、愛知川を、下巻では日野川、野洲川、瀬田川、湖西の川と比良山系、そして琵琶湖をとりあげました。各流域とも、地質・植物・動物・水資源・文化・産業・歴史などの記事をそろえ、最終章の琵琶湖編で気候・地下水・プランクトン・水草・水鳥・流域下水道・内湖などもカバー。計125件の記事を盛り込みました。全執筆者63名のうち、当研究所からは16名(現職6、元職員10)が参加しました。

流域を歩けば、自然から人文にわたる様々な事象が目飛び込んできます。本書には多くの写真、地形図、さらには航空写真や古い地図なども挿入されていますので、そうした事象を整理・理解するのみならず、流域の全体像や変化を把握するうえで大いに役立つものと確信しています。各流域の下流から上流までを実際に歩く際、この本がサブタイトルどおり「多様な河川世界へのガイドブック」となれば幸いです。

(編集幹事、主任研究員・横田喜一郎)