

特集：びわ湖セミナー「これからの琵琶湖研究の新たな展開を考える」

当センターでは、研究の取組や成果を発表する「びわ湖セミナー」を毎年1回開催しています。平成25年度は、次年度から始まる次期中期計画で取り組んでいく研究を見据え、「これからの琵琶湖研究の新たな展開を考える～場のつながり・生き物のつながりの視点から～」をテーマに、10月25日に実施しました。本セミナーでは、当センターからの研究報告のほか、須藤隆一先生（東北大学大学院客員教授・元環境省中央環境審議会水環境部会長）からの講演やパネルディスカッションを行いました。本号では、その様子について紹介します。

日時：平成25年10月25日 13:30～16:20

会場：滋賀県庁東館 7階 大会議室

発表者：杉江 弘行 副センター長／一瀬 諭 環境監視部門

専門員／大久保卓也 総合解析部門長

特別講演：須藤 隆一 先生

話題提供：嘉田由紀子 滋賀県知事

パネルディスカッション：嘉田由紀子 滋賀県知事／

須藤 隆一 先生／

大久保卓也 総合解析部門長／

山中 直 環境監視部門長

（司会：内藤 正明 センター長）

た「琵琶湖の富栄養化の防止に関する条例」を施行し、リンを含む合成洗剤の県内での販売・使用を禁止しました。さらに、下水道の整備や窒素・リンの処理を目的とした高度処理の導入、また農地における化学肥料・農薬・排水の削減などに取り組んできました。

こうした流入負荷削減の取組により、琵琶湖の水質は改善傾向にある一方で、生態系に目を向けると、新たな課題が顕在化しています。具体的には、①流域へ影響を及ぼす森林機能の変化、②瀬切れなどに見られる水系のつながりの分断、③内湖や水陸移行帯の消失などにみられる湖辺環境の変化、④在来魚類の減少をはじめとする湖内生態系の変化などがあげられます。

これら琵琶湖流域の抱える課題は様々な要因が影響し合うことで山から湖にかけてフィールド（場）を横断し、複雑化・多様化してきています。たとえば在来魚類の減少の背景には、外来魚やカワウによる直接的な影響に加え、魚の生息環境や餌環境が変化してきたことも関係していると考えられます。

このような複雑化・多様化する課題に対応していくためには、個別の事象や要因に着目するだけではなく、事象間の関係性に着目して課題の全体像を俯瞰し、一体的な視点から対応策を検討することが求められています。そのためには、滋賀県内の試験研究機関の連携によって知見や情報を集結させ、総合化していくことが必要だと考えています。

「琵琶湖流域における課題と今後の研究の方向性」

（杉江 弘行 副センター長）

滋賀県では、昭和52年（1977年）に大規模な「淡水赤潮」が発生し、水道水の異臭味障害や、養魚場でアユやコイなどが死亡する被害などをもたらしました。この「淡水赤潮」は、窒素やリンなどの栄養塩が琵琶湖へ多く流入し、湖が富栄養化することによって発生するため、県内ではリンを含む洗剤の利用を控え粉石けんを使うなど、琵琶湖を守るための運動が県民主導のもと展開されました。

このような運動に後押しされる形で、滋賀県では琵琶湖の水質の改善を図るために、条例の制定や施策の展開を行ってきました。昭和55年（1980年）7月1日には、全国に先駆けて窒素やリンの排出規制等を定め



琵琶湖流域における課題と今後の研究の方向性

「びわ湖セミナー」各発表紹介

センター研究報告①

「琵琶湖の水質変化と沿岸帯の役割」

(一瀬 諭 環境監視部門 専門員)

琵琶湖水質の評価指標であるリンや透明度・懸濁物質などの項目については、近年改善の傾向がみられています。しかし、この中で COD（化学分解される有機物の汚濁指標で、有機物を化学的に分解するときの酸素消費量を表す）については高い値で推移しており改善傾向がみられていません。

これは生物的に分解されにくい溶存態の有機物（難分解性有機物）が増加しているためと推察しています。この原因の一つに、湖内で生産された植物プランクトンの変化が関わっていることが分かってきました。琵琶湖では水質改善により透明度が上昇し、太陽光が深くまで届くようになったため、植物プランクトンがより深い水深でも増殖可能となりました。さらにその中で増殖速度が速く小型で周囲に有機物（粘質鞘）をもつ「藍藻類」の割合が増加し、これらの有機物が分解された残りが「難分解性有機物」として湖内に蓄積され、COD が下がらない要因の一つとなっていると考えています。

どのような植物プランクトンが優占するのか、その発生メカニズムを考える際には、太陽の光が届く範囲の浅い部分、特に陸地と湖に沿った部分である沿岸帯が重要です。

琵琶湖では、傾斜の緩やかな自然的な湖岸が、開発により傾斜の急な人工的な湖岸へと変化しています。これによって生物の生息基盤である底質環境も変わり、植物プランクトンを含めた生態系の変化へとつながっていると考えられます。人工湖岸化された箇所では水流が停滞し、湖底の泥質化や貧酸素化が起こる可能性もあります。一方で緩やかな斜面の砂浜帯の湖岸では水循環や湖水の浄化が良好に行われ、泥質化も緩和されると考えられます。今後、このような人工の湖岸と自然的湖岸の底質の違いによって、そこから発生するプランクトン相の違いなどを評価し、生態系に望ましい底質環境や湖岸形態のあり方を提案していきたいと考えています。

センター研究報告②

「豊かな生物を育む水環境の再生に向けて」

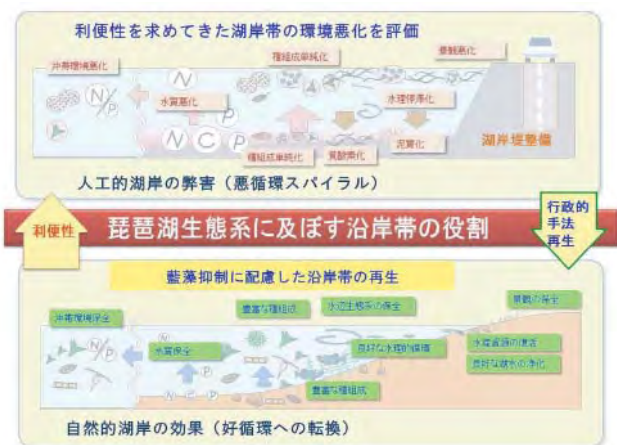
(大久保 卓也 総合解析部門 部門長)

近年、琵琶湖では漁獲量が大きく減少し問題となっています。昭和 30 年代には貝類を含めて 7000 トン程度あった漁獲量が、現在は 1000 トン近くにまで減少しています。この減少の原因は、まだ、科学的に明らかになっていない部分が多いのですが、以下のようなことが考えられます。

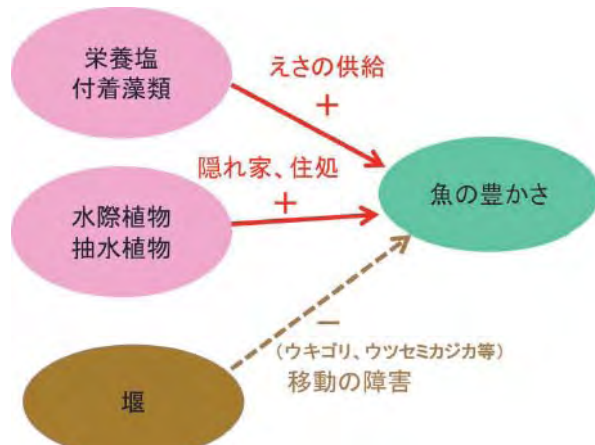
- ①魚の移動経路の分断、産卵・生息空間の減少
 - ・湖岸堤の建設、河川や水路での取水堰の建設、水田の圃場整備などにより魚が湖、川、水田などを自由に移動、遡上できなくなり、その結果、産卵・生息空間が狭まっている。
 - ・魚等が産卵・生息場としていた水田や内湖が、乾田化や内湖干拓によって減少している。
 - ・治水や利水を図るため、琵琶湖の水位は人為的に瀬田川洗堰で操作されているが、梅雨を迎える 6 月に洪水対策として急激に水位を低下させる操作によって、コイ・フナ類が沿岸で産卵した卵が干上がってしまう。

②その他、外来魚による在来魚の捕食や、これまで行ってきた富栄養化防止対策によって、琵琶湖の栄養塩が減少した結果、植物プランクトンの基礎生産量が減少していることが影響している可能性も考えられます。

そこで当センターでは、魚の豊かさにどのような因子がどの程度関わっているのかを明らかにする研究に取り組んでいます。琵琶湖に流入する複数の河川において魚の個体数と環境因子との関係を調査した結果、魚の豊かさと正の相関がみられる要素に餌の量や隠れ家となる水草の存在などが挙げられ、また、負の相関がみられる要素に堰の存在などが挙げられました。現在、瀬切れが魚に及ぼす影響についても調査を行っており、これらの調査研究を通して、魚の豊かさの回復につながる水環境や流域管理のあり方を提案していきたいと考えています。



琵琶湖生態系に及ぼす沿岸帯の役割



環境因子と魚の豊かさの関係

特別講演

「水環境保全の新たな展開」

(須藤 隆一 先生)

わが国では、1960年代の高度経済成長やこれに伴う都市化などにより水環境が悪化しましたが、その後の公害対策基本法や水質汚濁防止法などによる法制度面の施策や事業者の取組によって、激甚な水質汚濁を克服してきました。しかし、水環境については現在「水質改善の遅れ」「河川流量の減少」「人と水のふれあいの希薄化」「生物多様性の劣化」「漂着物やごみ」など、幅広い課題を抱えています。そこで環境省の中央環境審議会では、これらの課題を踏まえ、平成23年(2011年)に今後目指すべき水環境の目標を次の4つに定めました。①人の健康や生活環境、また水生生物の保全の面で望ましい水質であること、②土壌の保水・浸透機能が保たれ、地下水位や湧水が適切に維持される水量であること、③豊かで多様な水生生物が人と共生していること、④水辺環境が保全され、水質の浄化とともに多様な生物の生息環境が確保され、人と水のふれあいの場になること。

こうした望ましい水環境の実現に向けて、同審議会では、環境基準についても指標の追加などを検討することとしています。具体的には、水質の実態をよりの確に表現できる指標や、溶存酸素濃度や懸濁物質の評価指標、水生生物の保全のための基準の追加などが検討されています。

今後の水環境保全には、このような指標面での検討に加え、水質汚濁の原因である窒素やリンの効果的な除去を進めるとともに、閉鎖性水域への流入の割合が高まっている面源負荷(市街地や農地などからの流入負荷)への対応、さらには生態系保全のための沿岸帯(エコトーン)の修復などの取組を進めていくことが必要です。

このように水環境保全分野には多くの課題があるため、課題の優先度を検討し、モニタリングを基礎に研究や技術開発を進めることが求められます。

良好な水環境(目標)

- 【水質】
人の健康の保護、生活環境の保全、さらには、水生生物等の保全の上で望ましい質が維持されること。
- 【水量】
平常時において、適切な水量が維持されること。土壌の保水・浸透機能が保たれ、適切な地下水位、豊かな湧水が維持されること。
- 【水生生物等】
人と豊かで多様な水生生物等との共生がなされること。
- 【水辺地】
人と水とのふれあいの場となり、水質浄化の機能が発揮され、豊かで多様な水生生物等の生育・生息環境として保全されること。

水環境保全の目標	
人の健康の保護に関する環境基準	・直ちに排水規制を行う必要はないが、モニタリングを行う必要のある項目について環境基準とすることを検討 ・リスク管理の推進、評価手法の検討等
生活環境の保全に関する環境基準	実態を適切に表す指標の検討 ・BOD/CODを補完する指標 ・有効な衛生指標(大腸菌等) ・DO、SS等の評価方法 水生生物保全のための基準追加・類型指定等

望ましい水環境に向けた環境基準の検討

話題提供

「これからの琵琶湖研究への期待」

(嘉田 由紀子 滋賀県知事)

現在の琵琶湖は、水質については改善傾向にある一方、生態系においては在来魚類の減少など新たな課題を抱えています。これらの課題の歴史的背景には、生態系をめぐる「3つの転機」がありました。一つは戦後の食糧不足の中、耕地面積拡大による食糧増産を目的とした「内湖干拓」、二つ目は高度経済成長期における治水・利水のための「琵琶湖総合開発」、三つ目は琵琶湖のレジャー利用による「外来魚の持込み」です。これらはいずれもその時々暮らしや社会をより良くするために実施されたものですが、当時は生態系への影響に気付かず、またその価値も見えていませんでした。

そして現在、これらの「3つの転機」の結果が、在来魚類の減少やプランクトン種の変化などといった生態系への負担として現れています。また琵琶湖流域では他にも、水草の大量繁茂や生物多様性の減少、また地球規模での温暖化の影響などの課題が顕在化しています。

これらの課題に対して、私たちがこれまで近代科学の中で行ってきたことは、個々の要素に着目し、その因果を解明することでした。しかし、複雑化・多様化する課題に対応していくためには、個別要素に着目するだけでなく、生態系システム全体の中でそれらの関係性に目を向ける「つながり」の視点が必要です。

現在、琵琶湖の生態系が抱える課題の一つとして、「在来魚類の減少」があります。この喫緊の課題の解決を図るためには、魚の生息環境に着目した、森～川～里～湖の「水系のつながり」の視点や、餌環境に着目した、栄養塩～植物プランクトン～動物プランクトン～魚介類の「生物のつながり」の視点など、より全体的な視点が不可欠です。このため、県内の試験研究機関や行政部局の連携の中で各々の知見を総合化することにより、課題の解決に向けた取組を進めたいと考えています。

○事象間・要素間の「つながり」の視点が重要



複雑化・多様化する課題への対応に必要な視点

パネルディスカッション 「これからの琵琶湖研究の方向性を探る」

これからの琵琶湖研究の方向性について、パネルディスカッションにて議論した内容を紹介いたします。

パネリスト：嘉田知事／須藤先生／大久保 総合解析部門長／山中 環境監視部門長（司会：内藤センター長）

（内藤センター長） 私たちがこれからの環境政策や試験研究の方向性を考えるうえでは、「どのような琵琶湖を目指すのか」「多様な琵琶湖の価値をどのように捉えるのか」という議論が必要となってくる。

（大久保部門長） これまで進めてきた流入負荷削減を今後も継続するのかを改めて考える必要があるのではないかと。魚介類にとってはある程度の栄養塩が必要であるが、飲料水や景観の観点からは富栄養化によるアオコなどは発生しない方がよく、栄養塩の目標レベルをどこに設定するかが一つの大きな問題。また、琵琶湖の景観保全をどうしていくかも重要ではないか。

（内藤センター長） 生態系・水質・景観など、琵琶湖の有する様々な価値を全体としていかに最大化するのかと考えた際に難しい問題は、個々の価値の間でトレードオフが生じるものがあること。このような利害対立は、琵琶湖を守る上流（滋賀県）と水を活用する下流府県の間でも見られる。

（知事） 琵琶湖の上下流では、江戸時代から利害対立があった。明治 38 年に設置された南郷洗堰は国の管理が続いているが、関西広域連合を設立する際には、「統合的流域管理」という考え方を入れて、ステークホルダーが直接議論する場を作りたいとの思いもあった。台風 18 号による大雨が平成 25 年 9 月 15 日にあった際に、南郷洗堰の全閉により下流の洪水を防いだことについて、下流府県の首長から感謝の言葉があった。

（須藤先生） つまりそれぞれのステークホルダーによって公共財である琵琶湖に求めるものが異なり、時に利害対立も起こるが、この時に最も大切なのは意見の合意プロセスである。広域連合の中でもそれぞれが少しずつ我慢をすることが大切で、一方が我慢して被害をこうむるというのはよくないのではないかと。

（内藤センター長） 琵琶湖は利害関係が明確であり、先ほどの知事の話のように下流域の理解も得られつつあるため、公共財を皆で譲り合い、全体利益の最大化につながる管理ができるというモデルになるのではないかと。このような「場」に琵琶湖がなったらとても素晴らしい。今、世界で一番必要とされているのはこのことではないか。山中部門長は長年蓄積されている琵琶湖のデータを踏まえて、これからの琵琶湖の状況をどうとらえているか。

（山中部門長） 当センターの環境監視部門は、県下の水環境や大気環境に関して継続的な観測を行ってきているが、発生した事象を捉え、その原因を考えるのが私たちの役割。実測データがあるから琵琶湖の状態を把握でき、施策の検証や新たな目標設定にもつながっていく。これらの実測データを生態系保全にどのように活かしていくのか、という視点が必要。

（内藤センター長） 琵琶湖の生態系を研究していくときに、森から湖までのつながりを重視して研究しないといけない。

（須藤先生） これは琵琶湖だけでなく、瀬戸内海もそうなのだが、里山と里海をどうつなげるのかは研究課題として大切。

（大久保部門長） アユの産卵量が去年激減したが、スタウラストルムという植物プランクトンの大発生が関わっている可能性がある。これは動物プランクトンに食べられにくい大型のプランクトンであり、これが増殖して食物連鎖が遮断され、その結果、湖内でアユが減り産卵量の減少につながったのではないかと。

（内藤センター長） このような課題に対応するために、水系や餌環境など全体的な「つながり」の視点を持ち、県下の試験研究機関と連携して研究を進めていきたい。

