



MLGs※×世界湖沼の日に、何を語ったか？ みんなのBIWAKO会議/COP4の報告に込めるメッセージ

昨年8月27日、びわ湖ホールで「MLGs×世界湖沼の日 みんなのBIWAKO会議/COP4」が開催されました。本会議は、琵琶湖を中心とした滋賀の環境について、市民、研究者、行政など多様な立場の人々が集い、共に考え、対話することを目的とした場です。当日は、第1回世界湖沼会議が天津市で開催された日に因んで制定された「世界湖沼の日」であり、初めて迎える記念日での開催でした。当センターからは3名の研究員による報告とブースセッションへの出展を行いました。



MLGs 13 のゴール

冒頭にMLGs案内人代表を務める佐藤専門研究員から、会議の趣旨説明として各目標の達成の進捗状況や指標が説明されました。その中で、近年琵琶湖において2年連続で全層循環が起きなかったことに触れ、「琵琶湖は暮らしを映す鏡であり、琵琶湖は地球環境を見通す窓」というメッセージが語られました。



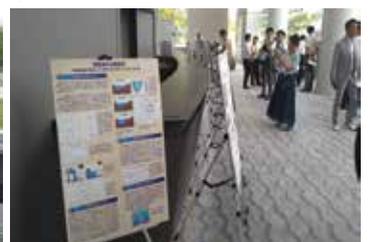
佐藤専門研究員による説明の様子

個別の目標に関する報告では、「森川里湖海のつながりを健全に（ゴール6）」について、MLGs学術担当員の水野専門研究員は「状態は悪くはないが、傾向の良し悪しはわからない」と評価しました。「魚のゆりかご水田」と「定置網によるとり

すぎない漁業」を組み合わせ、滋賀独自の仕組みが「世界農業遺産」に登録され着実に実施されていることや、県内各地の「小さな自然再生」により、ビワマスの遡上が確認された成果が見られる一方で、太陽光発電設備設置のために、森林伐採などで上流域の土砂流出リスクを増大させている問題が滋賀県にも生じる可能性を指摘しました。

同じく学術担当員の金総括研究員は「びわ湖のためにも温室効果ガスの排出を減らそう（ゴール7）」について「状態は悪くはない」と評価しました。2013年から2020年で県内のCO₂の排出が減少して、再生可能エネルギー導入量が増加しているものの、2030年の目標到達に対して不十分であるとしてしました。特に、再生可能エネルギーの導入に当たっては、CO₂の削減だけではなく、周辺地域の地理的特性や災害のリスク、住民の生活環境、景観等への配慮、地域経済循環をより高めるために地域内に拠点を構える事業者の参入を促すような施策が重要であることを指摘しました。

当日は、MLGsに関連がある「琵琶湖の全層循環」など7つのテーマについてブースセッションに出展し、来場者と直接対話しながら研究の背景や課題を共有しました。以上の報告を通じて共通していたのは、滋賀の環境は決して悲観すべき状況ではありませんが、同時に、現状に安心してよい段階でもないということです。それだけに、世界湖沼の日は環境の現状を「祝う日」ではなく、これから何をすべきかを「考える日」であってほしいと願っています。なお、MLGs全体の総合評価については、「シン・びわ湖なう」(<https://mlgs.shiga.jp/shinbiwakonow>)において詳しく紹介しています。是非そちらも参照してください。



ブースセッション出展の様子

気候変動は琵琶湖の水質や生態系に
どのような影響をもたらすのか？

1 気候変動の影響を評価する視点

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の報告書（AR6 WG1）が示したシナリオ（SSP1-1.9）では、今後、温室効果ガスの排出を非常に少なくしても、世界平均気温は2040年までに1.5℃程度上昇するとされています。また、温暖化が進めば、大気や水の循環パターンが変化し、大雨や干ばつ、台風の増加といった気候変動が進むと考えられています。

琵琶湖北湖では、2018年度末に観測史上初めて全層循環が未完了となり、さらに2019年度末も2年連続で未完了となりました。これは、暖冬のため表層付近の水温が底層より低くならなかったこと等が理由です。その後、2020年度は秋季から冬季にかけて、水深約90mの広い範囲で溶存酸素濃度（DO）が0.5 mg/L未満の無酸素状態となりました。この時、深湖底ではイサザやアナンデルヨコエビ等の底生生物の死骸が多数確認され、窒息死と考えられました。

植物プランクトンに目を向けると、気候変動との関連は不明な点が多いものの、近年、大型緑藻のスタウラストルムやミクラステリアスの増加が目立つようになりました。これらの大型緑藻は、大きすぎて動物プランクトンに食べられにくいため、底層に沈む沈降有機物になりやすく、実際に底層に沈んでいく様子が観測されています。沈降有機物の増加は、細菌等が分解する際の酸素消費を増加させるため、底層DO低下の加速につながります。

また、雨や雪の降り方が変化すれば、陸域から琵琶湖に流入する栄養塩（窒素、リン等）や有機物の状況も変化すると考えられます。

当センターでは、表層での有機物生産と底層への沈降、有機物の分解と酸素消費、底層の貧酸素化と底生生物の分布に着眼し、気候変動が琵琶湖北湖の水質や生態系に及ぼす複合的な影響の評価を2023年度から進めてきました（図1）。本稿では、これまでに得られた成果の概要について紹介します。

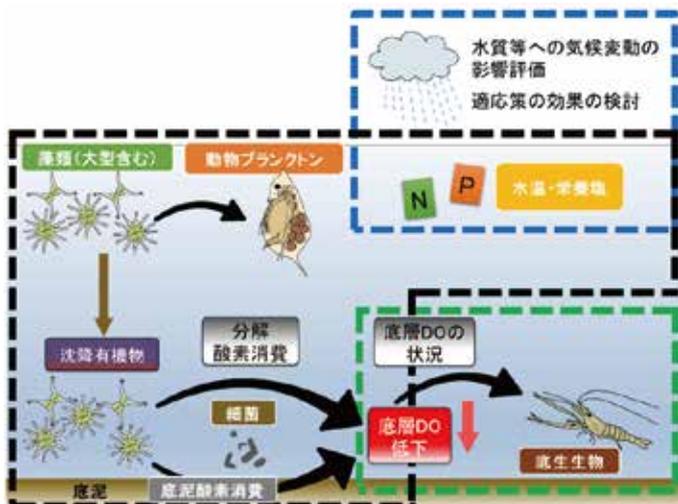


図1 「気候変動の影響評価」研究の構成イメージ

2 表層での有機物生産と底層への沈降

植物プランクトンが増殖しやすい水温を評価するため、異なる水温で培養した結果、大型緑藻のスタウラストルムとミクラステリアスは、それぞれ30℃、20℃で最もよく増殖しました（図2）。植物プランクトンの増殖は栄養塩濃度の影響も受けますが、気候変動により高水温の期間が長くなれば、これらの大型緑藻の増殖期間も長くなる可能性があります。

また、琵琶湖北湖における現地調査の結果、大型緑藻が増加した2023～2024年の5～6月に、一時的な沈降有機物の増加が認められました。さらにこの時、沈降有機物中の窒素量と炭素量の比が低下していました（窒素の割合が低い）。これらの結果は、大型緑藻の増加は、底生生物にとって餌量の増加につながる一方、餌としての質は低下することを示します。

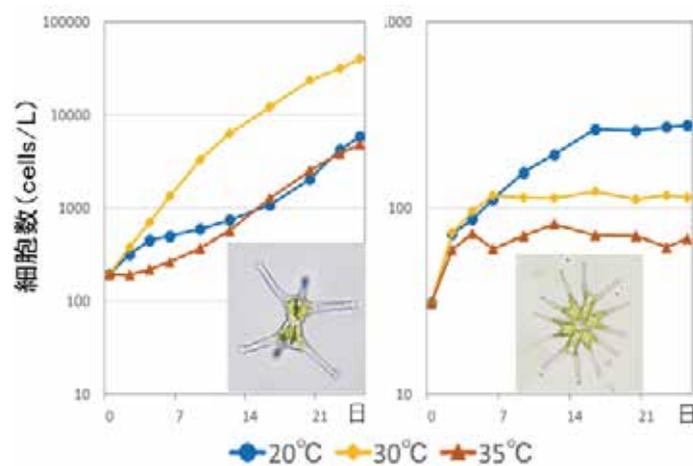


図2 大型緑藻2種、スタウラストルム（左）とミクラステリアス（右）の異なる水温での増殖特性

3 底層での有機物分解と酸素消費

琵琶湖底層で過去に生じた貧酸素化について、気候変動がもたらした影響の評価に向けて、1979年以降の水質等の長期データを解析しました。深水層（40m以深）全体の酸素消費速度（AHODvm）と底泥酸素消費速度（SOD）の推定値は、2001～2024年に上昇傾向で（図3）、5～6月の表層の粒子状有機物（POC）濃度と有意な正の相関を示しました。近年のSODの上昇は、底泥を用いた実際の測定結果とも一致しました。また、5～6月の表層のPOC濃度は、同時期の表層水温と有意な正の相関を示しました。近年、5～6月は大型緑藻の増加がみられることから、この時期の水温や水質等が大型緑藻の増殖に有利な条件になっており、それが沈降有機物の増加だけでなく、SODの増加にもつながることが示唆されました。

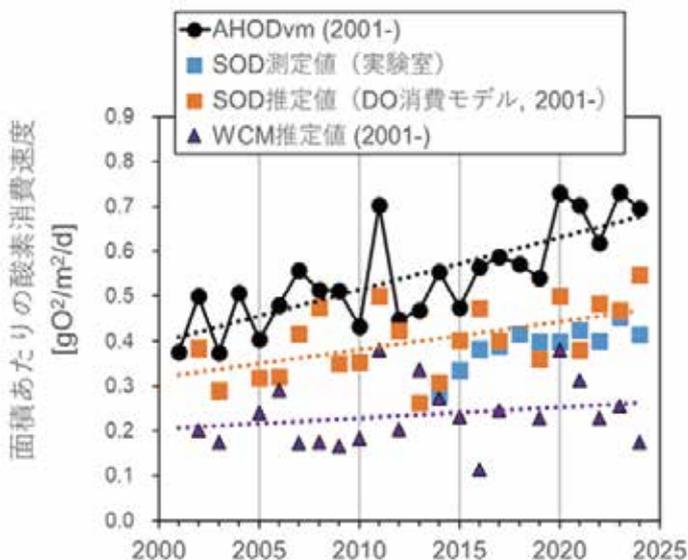


図3 水質等の長期データから推定した、成層期における深水層全体の酸素消費速度 (AHODvm : ●)、底泥酸素消費速度 (SOD: ■)、水柱酸素消費速度 (WCM: ▲)、底泥を用いた SOD 測定値 (2014 ~ 2024 年の 5 ~ 10 月平均値: ■)

4 貧酸素拡大後の底生生物の生息状況

琵琶湖北湖深湖底における底生生物の分布について、水中有索ロボット (ROV) による撮影調査の結果、2020年度の貧酸素拡大後、アナンデルヨコエビは著しく減少した後に回復傾向、ピワオオウズムシは著しく減少した後に横ばい、スジエビとイサザは2019~2020年は明確な減少は認められなかったものの、後に減少したこと等が分かりました (図4)。

また、採泥による調査の結果、生息密度で優占するイトミミズ等を含む貧毛類は、1992~2025年の間では、明確な増減は認められませんでした。一方、ユスリカ科幼虫は2000年代後半から、二枚貝のマメシジミ属は2010年頃から、それぞれ増加傾向がみられました。これらの理由は、まだ明確になっておらず、今後、検証したいと考えています。

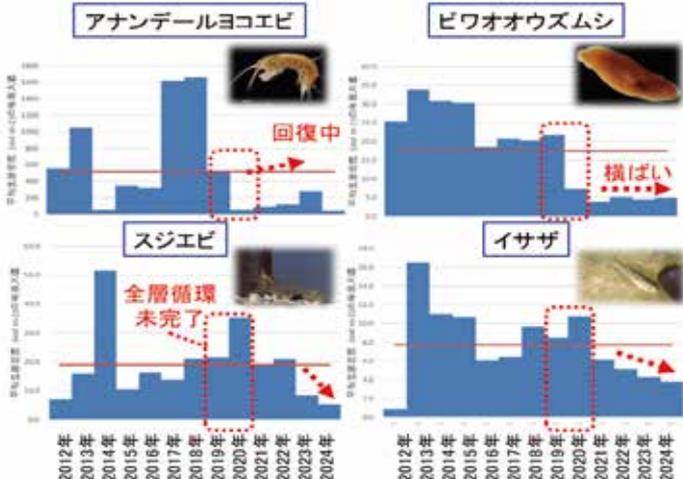


図4 底生生物4種の5地点平均生息密度の年最大値 (2012年4月~2024年3月)。赤線は過去9年分の平均値。

5 気候変動がもたらす影響のモデル解析

「琵琶湖流域水物質循環モデル」を用いて、「もし2018~2019年度の気温が3℃(2090年代の予測の一種)高かったら、水質はどうなっていたか?」というシナリオ計算を行いました。気温上昇シナリオでは、2019年6月から2021年1月にかけて底層で無酸素状態となり、その後、全層循環によりDOが回復する結果となりました (図5)。また、水温上昇により、表層での有機物生産と分解、および栄養塩供給の増加や、水温躍層の強化による表層でのPOC増加が予測されました。今後、底層の貧酸素拡大等に対して、取りうる適応策を講じた場合の効果等についても評価する予定です。

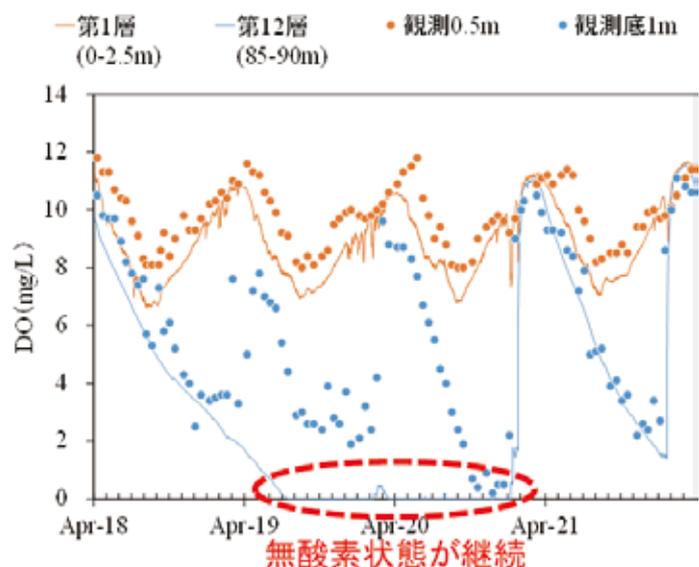


図5 今津沖中央 (17B) 地点における表層・底層 DO の 2018 ~ 2019 年度の観測値 (●) と「琵琶湖流域水物質循環モデル」による気温上昇シナリオの計算結果 (—)

6 今後の課題と展望

これまでに得られた研究成果は、気候変動が琵琶湖にもたらす影響について、その複雑な過程の一端に迫ったものに過ぎません。特に、魚介類まで含めた食物連鎖については、まだ十分に考慮できていませんでした。近年、琵琶湖ではアユの不漁が続いており、河川水温の上昇による産卵数の減少等が、その要因と考えられています。一方、アユの餌となる動物プランクトンや、その餌となる植物プランクトンについて考えると、気候変動により季節的な増減パターンが変化し、アユの成長過程で一時的な餌不足が生じ始めている可能性があります。今後、この点について水産試験場と連携して検証するとともに、これまでの研究についても深化、精緻化していきます。

びわ湖 視点 論 点

ネイチャーポジティブ社会の実現に向けて私たち一人一人ができること

近年、ネイチャーポジティブ（Nature Positive：自然再興）という言葉が良く聞くようになってきました。ネイチャーポジティブとは、人類存続の基盤としての健全な生態系を確保し、持続可能な自然と共生する世界を実現するため、2030年までに生物多様性の損失

を止め、回復させる理念を指します。この理念を達成するため、生物多様性国家戦略2023-2030では、希少種の保護や外来種の駆除など生態系の健全性の回復だけでなく、ネイチャーポジティブ経済（自然を回復させながら成長する経済）を実現することや、一人一人の行動・生活を変えていくことなどが基本戦略として挙げられています。生物多様性を保全する意義については他の解説に頼ることとしまして、ここでは、なぜネイチャーポジティブの実現のために、経済活動や人々の行動・生活まで変える必要があるのか。そして、それにむけて私たち一人一人は何ができるのかを考えてみたいと思います。

まず、日本の生物多様性の現状を評価した報告書（JBO：Japan Biodiversity Outlook、3およびJBO4の中間報告）によると、開発や湖沼の富栄養化などによる生物多様性の損失は減少傾向であるものの、外来種や気候変動による生態系の危機が増大しているとされています。このため、日本には回復傾向に転じた生態系は存在せず、特に、里地里山の生態系が衰退傾向にあると指摘しています。

里地里山は、農業や林業をし、燃料として薪炭を採り、狩猟により食料や毛皮を得るなど、人が継続的に利用することで生物多様性を創出・維持してきた場所です。人口減少、産業構造の変化による農林業の縮小、薪炭から石油へのエネルギー源のシフト、物流のグローバル化など、社会や人々の暮らしが変化した現代において、以前と同じように里地里山と密接に関わった生活はできません。だからこそ、里地里山の生物多様性を保全するためには、昔でもなく、現代の形でもない、新たな生活様式・社会経済構造が必要とされています。

新たな生活様式や社会経済構造をつくる、と簡単に言いますが、これは非常に難しい課題です。開発や富栄養化などによる生物多様性への悪影響が抑制されてきた背景は、環境アセスメントの実施や環境基準の設定などの規則や技術開発を主とするトップダウン型の対策がありました。一方、これからの課題である新たな生活様式や社会経済構造の実現には、トップダウン型の対策だけでなく、事業者や一般市民を含めた全ての主体の参加、連携、協力、協同、行動が

必要になるため、以前よりはるかに難しい対応が求められていると思います。

では、ネイチャーポジティブを実現するため、私たち一人一人は何をしていけばよいのでしょうか。すぐに思いつくことは、里地里山を保全する活動に参加することでしょう。滋賀県内でも数多くの団体が、残存する里山を保全したり、管理放棄された里山を再生したりする活動を実施しています。私自身、仕事としてこのような活動に関わっていますが、日々の生活に追われ、プライベートとしては殆ど参加できていません。生物多様性の保全に関心があっても、同じような状況の方が大多数だと思います。継続できないことは、新たな生活様式とすることはできません。

私たちが無理をせずできる最初の一步は、地元を知ることだと思っています。吉岡ら2013^{*}によると、滋賀県内で里山的な土地利用がされている場所は県土の73.3%。全国で6位、近畿で1位の面積率です。また、湖魚や水資源を利用してきた琵琶湖を“里海”と考えると、ほぼ全ての県民にとって、里地里山は徒歩圏内の身近な場所なのです。家の近所にはどんな自然があるのか、どんな作物を作っているのか、昔はどのような暮らしをしていたのか。住んでいる地域を知るため、休日には近所のあぜ道や湖岸を散歩する、地域のおじいおばあとお話をする、図書館や博物館に行って郷土資料を読むなどは無理なく実現できる内容だと思います。その上で、地元の農作物を購入する、ジビエや湖魚を食べるなど、ごく小さな一般的なことであっても、各個人が無理なく継続できることを積み重ねて生活に定着させることこそ、ネイチャーポジティブへ繋がっていくものと思っています。

当センターで策定予定の第八期中期計画には、ネイチャーポジティブに関係したテーマが4題あり、その全てが生物多様性に見える化やネイチャーポジティブの指標化を目的の一つとしています。また、その他の研究・モニタリングについても、県内の自然の基礎情報を知るための、重要な調査です。研究者としても、ネイチャーポジティブの実現には知るところが第一歩。誰にでもわかりやすく見える化することで、新たな生活様式を考えるためのサポートができればと考えています。

※吉岡明良, 角谷拓, 今井淳一, & 鷺谷いづみ. (2013). 生物多様性評価に向けた土地利用類型と「さとやま指数」でみた日本の国土. 保全生態学研究, 18(2), 141-156.

総合解析部門 酒井 陽一郎

■ 編集後記

今年1月末にセンター設立20周年を記念したびわ湖セミナーを開催しました。これまでのセンターの取り組み、そして今後の展望について講演を行いました。その様子は次号以降のセンターニュースで特集し、お伝えしますので御期待ください。

■ 編集・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

<https://www.lberi.jp/>

この印刷物は古紙パルプを配合しています。

