

生物多様性保全・再生に関する研究

石川可奈子・酒井陽一郎・法理樹里・井上栄壮・永田貴丸・東善広

1. 目的

滋賀県では、生物多様性低下とその危機に対し、生物多様性地域戦略「生物多様性しが戦略」を策定（H27.3）し、「いのちの守り」という考え方を県民と共有することで、生物多様性の保全・再生に向けた取り組みを進めてきた。今後、生物多様性とその恵みである生態系サービスの利用を次世代に継承するためには、生物多様性の主流化とともに活動の継続性を高める戦略の展開が課題となる。しかし、現在、生物多様性保全活動の成果を科学的に評価できていないため、活動成果は見えにくく継続的な活動を担保しにくい状況である。第5期中期計画では、生物多様性保全・再生をめざした取り組みを広める方策検討や生態的知見を集積する技術開発を進めてきた。その中で、活動主体となるステークホルダーの実感が、次の活動に好循環をもたらすことがわかってきた。すなわち、活動の実感を得るための科学的な評価手法の検討と科学的知見を評価に組み込む仕組みの構築が必要である。また、滋賀の生物多様性を脅かす喫緊の課題（侵略的外来生物の拡大、気候変動の影響等）は、深刻さを増しており、いかに対応すべきか対応が求められている。

本研究では、喫緊の課題に対応するとともに、これまでの保全活動の実効性・継続性を高めるために重要となる科学的評価の導入に向けた手法と仕組みについて研究を行い、評価から改善策へと繋げていくことを目指す。

【現状における課題】

<課題>



- 生物多様性の低下
- 侵略的外来生物の拡大
- 地球温暖化による危機 等



【課題解決に向けた対応】

① オオバナミズキンバイ群落内の湖岸生態系の食物網構造

- ドローンによる植生モニタリング
- 外来植物の繁茂や駆除による生物相の変化

② 深湖底に生息する固有希少種のROV、計量魚探モニタリング

- 貧酸素の拡大と固有種の長期変動解析
- 琵琶湖深水層の広域的生物モニタリング

③ 滋賀県生きものデータバンクの運用と優先保全地域等の解析

- 滋賀の生物分布データ収集と一元化
- GIS等を活用した優先保全地域等の解析

④ 生物多様性CSR活動推進方策の検討

- CSRに関する住民意識調査
- 順応的な取り組みによる効果の検証



2. 研究内容と結果

【サブテーマ1 侵略的外来生物が生物多様性に与える影響】

侵略的外来生物であるウスゲオオバナミズキンバイ（以下、オオバナ）の繁茂が琵琶湖の環境・生態系に与える影響を評価するため、山の下湾における発達したオオバナ群落内と隣接する在来湖岸植生であるヨシ群落において比較調査を行った。その結果、8月のオオバナ群落では、表層においても低い溶存酸素濃度になることを確認した（図1）。また、一年を通じて採集した魚類および底生動物の生物群集は、オオバナ群落内ではヨシ群落内と比較して出現分類群が少なく、ヨシ帯では確認された琵琶湖固有種（ナリタヨコエビ）が採集されなかった（表1）。オオバナ群落の発達は、湖岸の生物の生息環境を悪化させ、生物多様性の低下を招く可能性が示唆された。次年度は、琵琶湖固有魚種の繁殖生育期である春期を重点的に、継続した調査を実施する。

発達したオオバナ群落の駆除による湖岸環境および生物群集に対する影響を評価するため、北山田湖岸の人工ヨシ帯周辺において、駆除前後の生物・生態系の比較調査を実施した。ドローン画像の解析から、機械駆除のみを行ったエリアではヨシの根元や群落の奥では駆除しきれずに残存した。一方、機械駆除の後に人力駆除を追加実施したエリアでは、小さなオオバナの株まで残さず除去できることが示された（図2）。機械駆除の前と後で溶存酸素濃度および生物群集を比較したところ、駆除によって水中の溶存酸素濃度が回復すると共に、出現魚類は遊泳性の強い魚種へ変化した（表2）。これらのことは、大規模なオオバナ群落の駆除には、機械による高効率な除去だけでなく、人力での丁寧な駆除を併用することが必要であること、オオバナ群落の駆除により魚類の生息に適した環境へ速やかに改善されることが示唆された。次年度も継続的な調査を実施し、オオバナの駆除による生物・生態系への効果を評価する。

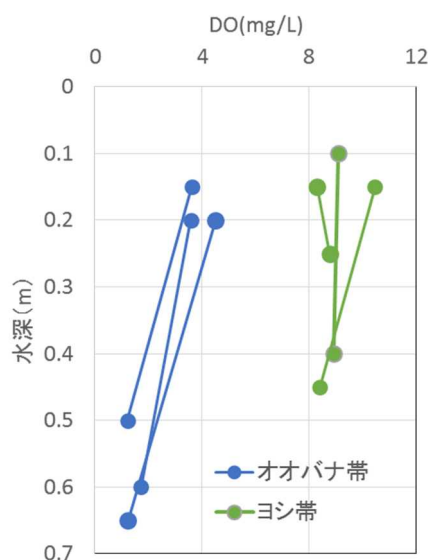


図1 2020年8月13日のオオバナ帯・ヨシ帯における表層・底層の溶存酸素濃度。各植生区の3地点の結果を示す

表1 一年間の調査を通じて、各群落において出現した生物分類群。赤字は、それぞれの処理区でのみ確認された種を示す

	ヨシ群落	オオバナ群落
魚類	オオクチバス ブルーギル コイ フナ類稚魚 カネヒラ モツゴ ヌマチチブ オイカワ	オオクチバス ブルーギル コイ ニゴロブナ ギンブナ カムルチー カネヒラ
底生動物	アメリカザリガニ テナガエビ ヌマエビ類 スジエビ ナリタヨコエビ フロリダマミズヨコエビ ミズムシ スクミリンゴガイ サカマキガイ モノアラガイ シジミ ヒメタニシ ヒラマキガイの仲間 エビノコバン 貧毛類 ユスリカ類	アメリカザリガニ フロリダマミズヨコエビ スクミリンゴガイ ヒメタニシ サカマキガイ ブラナリア モノアラガイ ヒラマキガイの仲間 ユスリカの仲間 ウシガエル



図2 調査地における機械駆除前、機械駆除後、および人力駆除実施中の空撮画像。黄線で囲んだエリアがオオバナミズキンバイ群落を示す

【サブテーマ2 気候変動による深湖底希少野生生物の危機に関する研究】

琵琶湖北湖は、令和元（2018）年度、令和2（2019）年度ともに全層循環が未完了で、令和3（2020）年は、8月～12月まで貧酸素水塊が見られ底生生物にとって深刻な状況である。本研究では、有索型水中ロボット（ROV）と計量魚群探知機による固有種を中心とした生物モニタリングを継続し、貧酸素による影響評価を行う。これまで、計量魚群探知機を用いて固有種アナンデルヨコエビの現存量を広域的に推定するための手法を開発してきた。そこで、2020年からは、琵琶湖北湖の広域的観測を開始した。

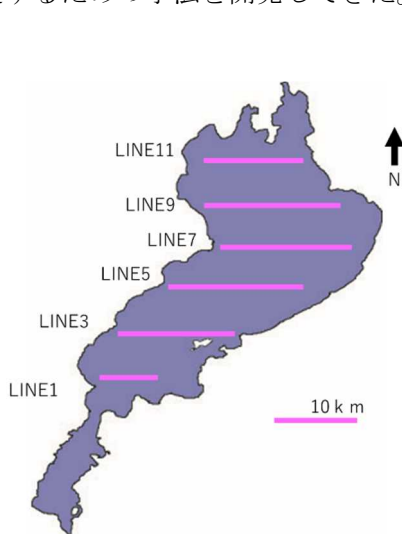


図3 計量魚探観測ライン
LINE1, 3, 5, 7, 9, 11

表2 採集および環境DNAによって得られた各処理区の生物分類群。下線の種は採集によってのみ確認した種、赤字は両手法によって確認された種、それ以外は環境DNAによってのみ確認された種を示す

	機械駆除前 (2021.9.23)	機械駆除後 (2021.10.5)
魚類	フナ類 カムルチー <u>ミナミメダカ</u>	フナ類 ナマズ ウキゴリ コイ オオクチバス ブルーギル
底生動物	サカマキガイ ヒロマキガイ イグチモノアラガイ マルタニシ ヒメタニシ <u>アメリカザリガニ</u> <u>フロリダミズヨコエビ</u> アオモンイトトンボ ユスリカ科の一種 イトミミズ科の数種 <u>ミシシippアカミミガメ</u> <u>ウシガエル</u>	サカマキガイ ヒロマキガイ マルタニシ ヒメタニシ アメリカザリガニ <u>フロリダミズヨコエビ</u> <u>ミズムシ</u> <u>アオモンイトトンボ</u> <u>トンボ科ヤゴ</u> ユスリカ科の一種 イトミミズ科の数種 <u>ミシシippアカミミガメ</u> <u>ウシガエル</u>

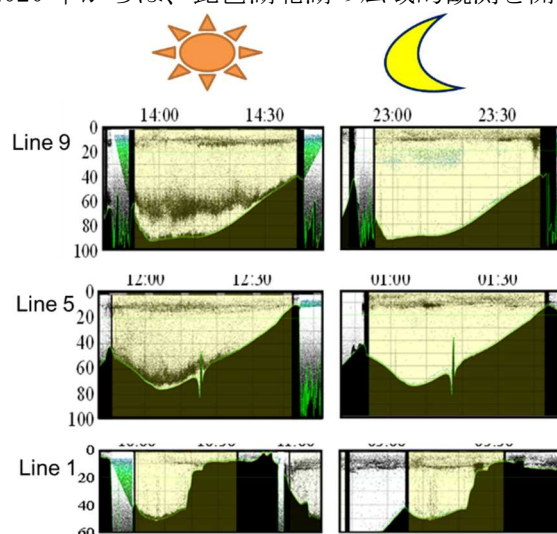


図4 2020年6月24日～25日 びわかぜ計量魚探
120KHz エコーグラム解析結果 夜間中層付近 (Line 1, 5, 9)
緑の点がアナンデルヨコエビ

2020年6月24日の昼と夜間に、琵琶湖北湖において調査船「びわかぜ」に搭載した計量魚群探知機（KFC-6000 ソニック社製）を用いたライン観測（東西方向に5ライン）を行った（図3）。このうち、Line 1, 5, 9のエコーグラムを図4に示した。これまでの研究で開発したアナンデルヨコエビを検出するアルゴリズムを用いて解析エリア中のアナンデルヨコエビのみを示した。アナンデルヨコエビは、昼間は湖底にいるため、ほとんど写らないが、夜間になると、水温躍層付近まで鉛直移動してくるので、音響データ解析ソフト Echoview 10 を用いて定量化した。

アナンデルヨコエビの各ラインの個体群密度を表3に示した。昼夜ともに、Line7より北側が大きく、分布が北よりに偏っていることがわかった。次年度もモニタリングを継続し、貧酸素の影響評価を行う。

表3 アナンデルヨコエビのABCと個体群密度

※ABC(Area Backscattering Coefficient)：単位面積当たりの反射量

航走ライン	昼		夜	
	ABC (m ² /m ²)	個体数密度 (個体/m ²)	ABC (m ² /m ²)	個体数密度 (個体/m ²)
Line1	0.000000000	0.0	0.000000004	7.8
Line3	0.000000000	0.0	0.000000001	1.9
Line5	0.000000000	0.0	0.000000001	1.9
Line7	0.000000002	3.9	0.000000048	93.3
Line9	0.000000002	3.9	0.000000013	25.3
Line11	0.000000005	9.7	0.000000042	81.6

【サブテーマ3 県内における生物多様性の把握と科学的評価手法の検討】

県内の生物分布データが一元的に集約されていなかったため、滋賀県生きものデータバンク（<https://www.lberi.jp/join/ikimono>）を立ち上げデータ集約の場を構築し、その拡充を進めている（図5）。令和2(2020)年度は、専門家による調査、解説の入った『琵琶湖生物多様性画像データベース』（<https://www.lberi.jp/read/creat>）の更新と、一般県民が環境学習で調査した生物分布データを報告できる『みんなの調査』（https://ikilog.biodic.go.jp/GroupInfo?group_id=95）を環境省「いきものログ」内に立ち上げ、環境調査団体による調査結果が入力できるようになった。県民に調査を依頼する場合は、データの信頼性が課題である。そこで、写真とともに生息情報を送付してもらうこととした。一般調査に拡大する場合の種選定の際には、写真に撮りやすい種を優先的に実施することを検討している。今後、データの収集を促進し、集まったデータからマップ化・GIS解析が可能か精査する。



図5「滋賀県生きものデータバンク」の概念図

【サブテーマ名 4 社会経済活動における生物多様性保全の順応的な取り組み推進方策の検討】

生物多様性保全への活動を社会の中で実質的・持続的に推進するための社会経済活動として「生物多様性 CSR（企業の社会的責任：Corporate Social Responsibility）」に着目している。企業・団体等における生物多様性 CSR の推進を実質的・持続的な生物多様性保全再生活動につなげるため、生物多様性 CSR のあり方を多角的に再考察し、保全活動内容や影響を科学的に評価し順応的に取り組むことの効果を検証するため、令和 2(2020)年度は CSR の課題を精査し、聞き取り調査を行った。

CSR とは、私的組織である企業が、その企業が関与する範囲の社会や環境問題について、事業活動と密接に関連させて、自主的に対処する責任であるとされる（國部，2017）。しかし、CSR は法律ではないため、実施・実践にあたっては企業に任されているところが大い。近年では企業が行う生物多様性保全や環境保全活動が持続的となるように経営活動の一環に、その活動を取り入れようとする動きが進められている（宮崎・靱井，2010，池田，2014）。しかしながら、環境省が 2019 年度に全国の企業へ実施した「環境にやさしい企業行動調査」（有効回答数 1,215）によると、環境ビジネス（環境保全に資する技術、製品、サービス等を提供するビジネス）を行っている企業は回答企業全体の 34.1%にとどまっていることが示されている。そこで、2020 年度は、生物多様性 CSR を実施・実践するにあたって、現状でどのような点に課題があるのか把握することを目的に、県内外の企業を対象に『自社が考える・思う・実施している生物多様性 CSR（環境への配慮方策等）』について聞き取り調査（ヒアリング）を実施した。2020 年 12 月までの聞き取り調査により得られたご意見の抜粋は表 4 の通りである（のべ 27 名へ聞き取り調査を実施）。結果、生物多様性 CSR に取り組めていない企業・団体等より、「自社で何をしたらよいかよくわからない」、「他社がどのようなことをしているのか見えにくい」、「行政からの積極的な情報発信がないと社内で推進してゆくのは厳しい」などの意見があげられた。生物多様性保全への活動を社会の中で実質的・持続的に推進するためには、自社での取り組みを具体的に検討できる“企業・団体等（つまり、他社）が実践している取り組みの見える化”と、自社内で取り組みを推進するための材料として“行政による積極的な情報発信”が求められていることが明らかとなった。

今後、さらにアンケート調査を通じて、自然環境・生物多様性についてどのような意識の構造を持っているのかを明らかにし、人々の意識の構造に沿った情報提供および情報発信の手法を検討する。

表 4 生物多様性 CSR に関する聞き取り調査により得られたご意見の抜粋（2020 年 12 月までに実施した結果。しが生物多様性取組認証制度に参加していない企業・団体等への聞き取り調査結果。）

- 環境へ配慮したいし、すべきだとも思うが正直どうしたらいいかわからない
- 「生物多様性」という用語が難しい。社内でのコンセンサスがうまく取れていない現状がある。
- 社内で「生物多様性に関するCSR」を普及させるためには、行政から「生物多様性の保全はいまや企業の義務」などとトップダウンの（規制とまではいかないが）発信がないと厳しい
- 生物多様性CSRの生態系への効果とは何かまだよくわからない
- 消費者（生活者）の生物多様性への認知や、企業としての取組にどの程度の理解があり需要があるのか調査・公表してほしい
- 他社のCSRレポートは自社と違うので見比べが難しいことがある

【引用文献】

池田幸代（2014）企業による環境 CSR の方向性-植樹活動を行う企業の事例から-．東京情報大学研究論集，17(2)，21-40．

國部克彦（2017）CSR の基礎-企業と社会の新しいあり方．中央経済社．

環境省（2019）環境にやさしい企業行動調査結果＜http://www.env.go.jp/policy/j-hiroba/kigyo/R1/post_35.html＞，2021 年 9 月 21 日参照．

宮崎・靱井（2010）生物多様性と CSR-企業・市民・政府の協働を考える-．信山社

3. まとめ

生物多様性保全活動への科学的評価の導入に向けて「見える化」を進めるために、野外調査ではモニタリングの継続と、アウトリーチ活動に向けた準備を行った。サブテーマ①では、侵略的外来植物群落の生物相を調査したところ、オオバナ群落には外来生物種の出現比率が高かった。外来水生植物対策協議会を通じて、滋賀県の駆除活動促進のための基礎データとして活用されている。サブテーマ②では、2018 年度、2019 年度の北湖全層循環未完了に伴い、深湖底の貧酸素化が長期化および拡大化する中で、ROV、計量魚群探知機による沖帯生物のモニタリング継続結果から、北湖の中でも第一湖盆に偏った分布を示すアナンデールヨコエビ等で貧酸素の影響を大きく受けやすいことが見えてきた。サブテーマ③では、滋賀県生きものデータバンクの拡充のため、ホームページの更新と「みんなの調査」のアウトリーチ活動を行い、サブテーマ④では、生物多様性 CSR に関するヒアリング調査の結果整理を行った。今年度、県内の様々な課題への対応とステークホルダーの反応を通じて、生物多様性における順応的管理の科学的評価においては、「見える化」と同時に、保全活動の実効性、継続性を高めるための「実感」になるような、人を突き動かすに値する情報発信になっていることも重要であると感じられた。

【謝辞】 本研究を遂行するにあたり、外来生物調査には自然環境保全課および琵琶湖博物館、音響観測データ解析には北海道大学大学院水産科学研究院、滋賀県生きものデータバンクには、西野麻知子様と琵琶湖の生物分類に関する専門家の先生並びに環境省生物多様性センターにご協力いただきました。