

びわ湖 視点 論点

ドローン画像を用いた生物調査と、デジタル画像が持つ生きものの情報の活用

野生生物の調査・研究を行う上で最も基本的な情報は、いつ・どこに・どの種の生きものが・どれだけの数生息しているのかを知ることです。ところが、自然の中には膨大な種の、様々な大きさの生きものが生息しており、全ての生きものの種を判別・記録することは技術的・能力的に困難です。このため、おのおのの研究目的や対象生物に応じ、できる限り多くの情報を記録できる調査手法が考案されてきました。その中で近年急速に技術発展し適用例が広がっている手法の一つが、無人飛行機（UAV：Unmanned aerial vehicle、通称ドローン）を用いた空撮画像による生物調査です。ドローンを用いた調査は、比較的広い範囲を短時間で調査可能であること、人の接近が難しい場所や生物を対象に調査できること、高解像度のデジタル画像データを取得できることなどの利点があります。当センターでも、2018年度にドローンを購入して生物調査に活用しており、現在は侵略的外来水生植物であるウスゲオオバナ（以下オオバナ）のモニタリングをしています。オオバナは人の立ち入りが難しい琵琶湖岸の水陸移行帯に生育し、木陰などでは繁茂しづらいため、ドローンによる空撮は他手法と比較して効率的・効果的な調査手法と考えられます。

このような調査を続ける中で、ドローンを用いた生物調査には副次的な効果があることに気がきました。それは、高解像度のデジタル画像から過去の生物情報が復元できるという点です。ドローンを用いた湖岸植物の調査をしていたところ、オオバナの群落を発見しました。その時はオオバナがいつ侵入・繁茂していたのか分からなかったのですが、過去の調査やほかの方のドローン画像を確認したところ、オオバナ群落は私が調査を始める前の年から侵入・繁茂していたようです。

ドローンの空撮画像に限らず、情報量の多いデジタル画像には目的外の生物情報についても記録されています。画像を保管し利用可能な状態にしておくことは、いつ・どこに・どの種の生きものが・どれだけの数いるかという基礎情報を得る上で非常に有用な手段です。現在、多くの人々がスマートフォンなどのカメラ付携帯端末を所持しており、そこには膨大な生きものの画像が眠っていると考えられます。また、機械学

習をはじめとした AI によるデジタル画像処理技術は急速に発展をしています。眠っているデジタル画像と最新の画像処理技術を組み合わせることで、将来的には、多くの生きものの情報が自動で記録できるようになるかも知れません。生きもののデジタル画像を保存し、利用可能な形で残していくことが生きものの情報収集、ひいては生物多様性の保全のための貴重な基礎資料になっていくと考えています。

当センターでは、使われていない生物の画像を収集し、生物多様性保全の基礎資料として活用するため、滋賀県生きものデータバンクを運用しています。眠っている貴重な生きものの画像を、活用させて頂きませんか。データバンクのホームページより、画像を共有頂けますと幸いです。

生きものデータバンクのページへ→



写真1 地上高度 30m から撮影したドローン画像 および黄四角部分の拡大図。

黄色の楕円で囲んだエリアに、侵入したオオバナが確認できる。

総合解析部門 酒井 陽一郎

びわ湖 未来

トピックス

琵琶湖の調査研究に欠かせない環境調査船

琵琶湖に関する調査、研究を行う上で、琵琶湖の様々な地点を巡ることのできる調査船の存在は欠かせないものです。滋賀県に属する調査船としては、古いものでは 1910 年に建造された、水産試験場の「琵琶湖丸」があり、その後様々な船舶が琵琶湖で活躍してきました。

環境調査を専門とする船としては 1976 年 5 月に進水した水質調査船「みずすまし」が挙げられます。1966 年から行われている南・北湖、瀬田川の水質調査、および 1972 年から行われている 9 か所の環境基準点での調査において、調査当初は近畿地方建設局琵琶湖事務所が有していた調査船「志賀」が利用されていましたが、「みずすまし」はそれらの調査を引き継ぐ、滋賀県独自の調査船として建造されました。



写真1 みずすまし

さらに、1989 年 3 月には、その後継として新たな水質調査船「みずすまし 2 世」が進水しました。簡易な調査機器しかなかった「みずすまし」と違い、「みずすまし 2 世」は船内に水中の有機物を測定できる装置などを設置し、船内でより詳細な水質調査が可能になりました。当時の赤潮やアオコの発生などによる環境悪化への懸念に対して迅速な水質調査を可能とするものでした。



写真2 みずすまし 2 世

一方、1993 年 3 月には、実験調査船「はっけん号」が進水しました。「みずすまし」「みずすまし 2 世」が主に定期的なモニタリング等を行うのに対して、「はっけん号」は重量物の昇降が可能なウィンチや高度な観測機器を備え、琵琶湖における水質や生態系の変化と気象や湖水の運動の関係を明らかにすること等、研究調査を目的とした調査船でした。



写真3 はっけん号

「みずすまし 2 世」と「はっけん号」は当時、それぞれ滋賀県立衛生環境センターと滋賀県琵琶湖研究所で管理されていましたが、その 2 機関が 2005 年に琵琶湖環境科学研究センターへと再編統合されてからは、当センターで活躍していました。そして、2014 年 12 月に「みずすまし 2 世」と「はっけん号」の 2 隻からバトンを渡される形で、水質実験調査船「びわかぜ」が進水しました。2 隻の機能を兼ね揃えた「びわかぜ」は、琵琶湖において他の研究機関や企業が保有する調査船の中で最大の調査船です。ただ大きいだけではなく、バルバス・パウと呼ばれる船首により燃費・スピードに優れ、100m の水深にも耐えるウィンチも備えるなど、2 隻をそれぞれの面で上回る船だといえます。「びわかぜ」はセンター職員とともに調査し続けており、センターが行う水質観測、調査業務における欠かせない存在として今後も活躍が期待されます。



写真4 びわかぜ

管理部 塩崎 恭平



■ 編集後記

食事の配達サービスが便利だとよく言われているので一度利用してみようと思ったところ、残念ながら自宅は対象エリア外でした。こういう便利なサービスの対象エリアはどんどん広がってほしいものです。

■ 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。

研究最前線 ナイルの源流エチオピア・タナ湖で過剰繁茂したホテイアオイの管理手法を考える。



図1 タナ湖のホテイアオイ巨大群落 写真提供：創価大学
(見渡す限りホテイアオイが繁茂して、湖水は数キロ先まで全く見えない状況になってしまった)

私たちは2021年度より科学技術振興機構（JST）および国際協力機構（JICA）出資による地球規模課題対応国際科学技術プログラム（SATREPS：JPMJSA2005 代表：創価大学 佐藤伸二郎）の一環として、エチオピア・タナ湖の湖沼管理システムの構築研究を実施しています。同プロジェクトでは、刈り取ったホテイアオイを有効活用できるような栄養塩・エネルギー回収技術の開発、回収栄養塩を用いた微細藻類の培養技術と栄養補助食品の開発によりエチオピアの子供たちの栄養改善とバリューチェーン構築に取り組んでいます。

1 湖面を覆い尽くすホテイアオイの脅威

ホテイアオイは、南アメリカ原産の浮遊植物であり、走出枝（ランナー）を伸ばし無性生殖で次々と繁殖します。気がつくと湖面を覆い尽くすほどになっているため、侵略的外来種として、世界各地で水中の酸素濃度の低下、迷惑害虫の繁殖の場、腐敗で泥化の進行、船の航行障害など、様々な問題を起こしています。また、湖辺のような湿地の泥土上でも生育します。日本では1884年にアメリカ合衆国からお土産品として最初にもたらされた後、各地で繁殖したと言われています。琵琶湖周辺でも赤野井湾、伊庭内湖等でしばしば増殖しています。冬の寒さで衰退するため、今のところ、熱帯の湖沼で問題になっているほどではありませんが、将来、温暖化が進むと、数年のうちに手がつけられなくなる恐れがあります。

2 衛星データによるホテイアオイ繁茂面積推定と時系列解析から見えてきたタナ湖の状況

エチオピア高原に位置するタナ湖は、当該国最大の淡水湖です。表面積は約3,000平方キロメートルで琵琶湖の約4.4倍の広さがありますが、深さは最深部でも16メートルと浅いです。気候は雨季と乾季がありますが、1年間の気温差は大きくありません。このため、タナ湖の平均水温は約22℃と安定しており、ホテイアオイにとって生息しやすい環境になっています。近年、タナ湖周辺では人口の増加が著しく、農業開発が進

んできました。現地の人たちは森林を大量に伐採し、テフ（イネ科の植物でエチオピアの主な作物）などを栽培するための耕地や家畜を飼うための放牧地に開拓しました。これにより、タナ湖の富栄養化が加速し、2011年頃に侵入したホテイアオイは、2020年末頃に最低25平方キロメートルまで拡大してしまいました（図1）。現地では、地元政府も多額の費

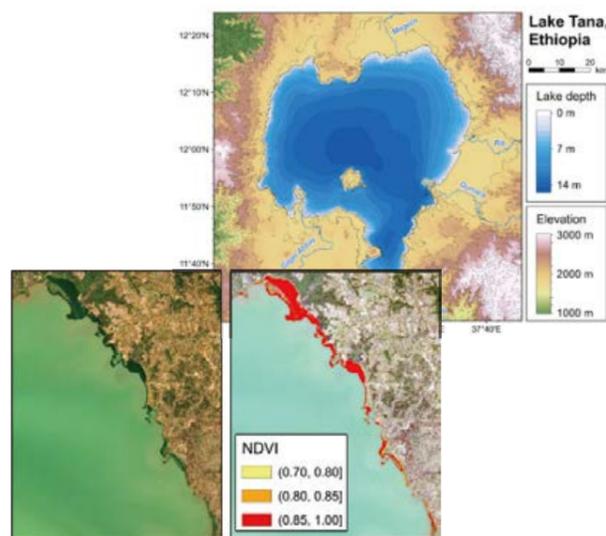


図2 タナ湖のホテイアオイ分布解析

上段タナ湖の標高地形図、下段 Sentinel2 の衛星画像（左）、および NDVI によるホテイアオイ群落の検出後（右）

用と人材を投じて外来生物であるホテイアオイの根絶に向けて刈り取りを行っています。一向にホテイアオイが減少する様子はなく、手に負えない状況になっています。

そこで私たちは、まず、ホテイアオイの繁茂状況を全体的に把握するために、人工衛星による観測データを用いて面積を推定しました。面積は、正規化植生指数（NDVI）^{注1}を用いることで計算することができます。図2の赤色の箇所が解析結果で、ホテイアオイはタナ湖の北東沿岸に巨大な群落を形成していることがわかりました。次に繁茂面積の増加傾向ですが、図3の時系列データの分析によると、面積から季節変動パターンを除いた観測値が、生物の一般的な増殖過程を表すロジスティック曲線にうまく当てはまり、ホテイアオイの群落はほぼ環境収容力の限界に近づいていることがわかりました。それは、現時点が、ホテイアオイ群落はこれ以上大きくなりづらい、一方、群落を縮小させようとするならば、無作為な刈り取りでは費用対効果がますます悪くなることを意味します。

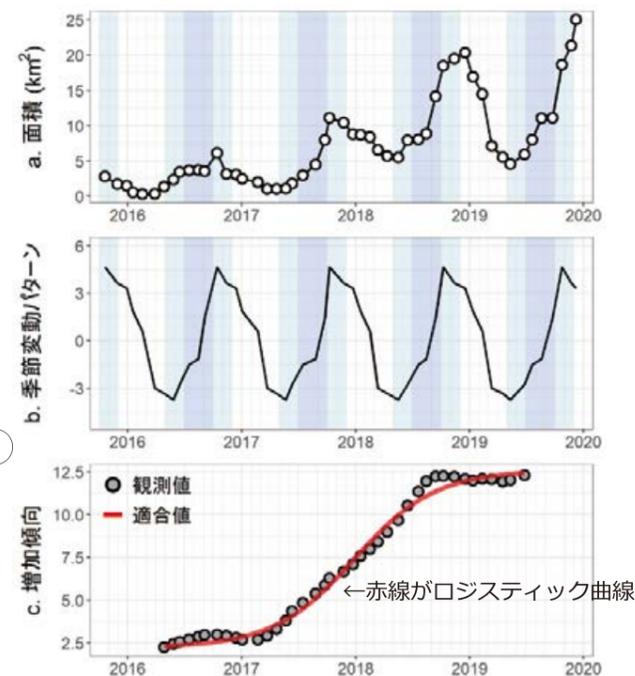


図3 ホテイアオイ群落面積の時系列解析

また、地形と水位のデータ解析により、わずか数十センチの水位上昇であっても、湖に隣接する広大な湿地へホテイアオイが一気に流出拡大することがわかりました。湿地は乾季に草原となり、家畜の主要な餌場となるため、農民の生活を守るためにもホテイアオイの拡大は避けたいところです。

現地政府に、このことを説明したところ、計画的に刈り取りを実施し、湖の生態系を管理する必要性が理解されました。

注1) NDVIは物体に当たる光の反射特性を数値化したもの。植物の有無等が判定できる。

3 ICT技術を活用したタナ湖の生態系保全・ホテイアオイ管理システムの構築

近年の情報通信技術（ICT）の発展とともに、遠く離れたところから、湖の環境情報を得て、生態系を管理するシステムが注目されています。そのため、本プロジェクトでも、この広大なタナ湖のホテイアオイを計画的に減少させるため、最新のICT技術を駆使した生態系保全・ホテイアオイ管理システムを構築することにしました（図4）。衛星観測データを使ったホテイアオイのバイオマス推定、ドローンを使ったAIでの画像識別、自動観測ブイから衛星経由で取得する水質データを統合した学習型ホテイアオイ生長モデル、WEB上でのホテイアオイ分布情報を発信し、順応的に計画が立てられ、刈り取りを行うことで、健全な生態系を取りもどすシステムです。現地パートナーの地元政府機関タナ湖周辺水域保護開発機構、バハルダール大学の研究者とは、コロナやティグレ紛争の影響で、渡航の計画が大幅に変更になってしまいましたが、オンライン会議や短期の相互訪問を重ねながら、湖国同士の友好関係を築くとともに、琵琶湖で大量繁茂した水草管理の経験や滋賀県のような取り組みを伝えています。

琵琶湖では、淡水赤潮の発生をきっかけに、環境保全の大切さに気がつき、40年以上（生態系保全を含む）保全活動が行われています。現在、タナ湖では、水質モニタリングも行われておりませんが、このホテイアオイの過剰繁茂をきっかけに、今後、湖沼環境保全のための活動や生態系の管理について理解が深まることを期待しています。

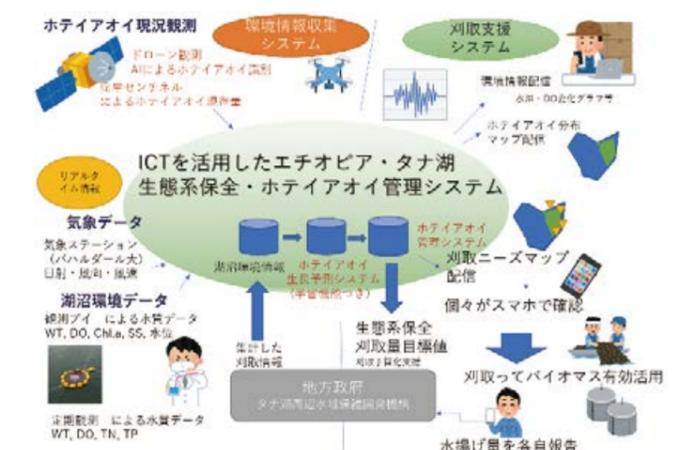


図4 タナ湖生態系保全・ホテイアオイ管理システム

総合解析部門 石川 可奈子
蔡 吉 (PD)