

国立環境研究所 ニュース

National Institute for Environmental Studies

Vol.41

No.5

令和4年(2022)12月



江奈湾(東京湾内)で継続的に行われている干潟生物多様性と
その変化のモニタリング(干潟市民調査)で見つかった底生動物の一部(本文参照)。

特集 | 気候変動と生態系、モニタリング研究の今

- 気候変動と生態系の関係 そのモニタリング | 2
- 気候変動の影響の評価と影響機構の解明 | 3
- 子の行く末に将来を見る: 稚樹母樹差を用いた森林樹木の分布移動評価 | 5
- マングローブ植物の温度順化に関する研究 | 8
- 気候変動に対する生物の「適応」 | 11
- 市民科学的アプローチによる干潟生物調査 | 13
- 気候変動影響の監視を目指した湖沼高頻度自動観測の開始 | 16

気候変動と生態系の関係 そのモニタリング

西 廣 淳

気候変動と自然生態系は密接にかかわっています。気温の上昇や降雪量の変化は、高温に対する耐性が低い生物の局所的な絶滅や、分布域の変化をもたらします。現在、地球規模で生物多様性の損失が進行していますが、気候変動の影響は、土地の直接的な改変や侵略的外来種の影響と並ぶ、主要な原因の一つと考えられています。

気候変動が自然生態系に影響するだけでなく、逆に、自然生態系の状態が気候変動に影響するという側面もあります。湿地や森林などの生態系は、土壌中に多量の炭素を蓄積しており、これらの生態系の損失が進むと、蓄積されていた炭素が二酸化炭素として放出され、気候変動の加速をもたらす可能性が指摘されています。気候変動と自然環境の悪循環的な変化を食い止めるためには、温室効果ガスを抑制する気候変動緩和策を進めると同時に、人工的な土地改変や外来種の影響など、生態系の変化をもたらす気候以外の問題を改善し、気候変動による悪影響を受けにくい、あるいは回復能力が高い生態系に変えていくことが有効です。

また、近年、気候変動への対策として、気候変動緩和策だけでなく、気候変動に伴うリスクの軽減を目指す気候変動適応策の重要性が強く認識されるようになりました。気候変動適応策にはさまざまなアプローチがありますが、その一つに生態系を活用した気候変動適応 (Ecosystem-based Adaptation; EbA) があります。たとえばサンゴ礁やマングローブがもつ波浪を和らげる効果を活用し高潮などによるリスクを軽減する方策や、湿地や森林がもつ雨水の浸透・貯留能力を活用し大雨によるリスクを軽減する方策などが該当します。生態系は、人間の社会が気候変動に対処する上での頼もしい味方でもあるのです。2022年6月には、環境省から関連の手引書も発行されました(「生態系を活用した気候変動適応策 (EbA) 計画と実施の手引き」<https://www.biodic.go.jp/biodiversity/about/library/files/EbA.pdf>)。

このように気候変動と生態系に関する環境科学上

の課題には、「気候変動による生態系への影響を把握し、それを軽減する」という側面と「気候変動が社会にもたらすリスクを軽減するために、生態系を活用する」という両方の面があります。いずれも持続可能な社会を築く上で重要なアプローチと言えるでしょう。その基礎となるのは、生態系に生じている現象の実態把握です。生態系の構成種の組成や、それぞれの種の成長や季節性などの特性に対する気候変動影響を科学的に把握することは、あらゆる対策の基礎となります。

本特集では、国立環境研究所の「気候変動適応研究プログラム」の取り組みから、気候変動による生態系への影響把握に着目した研究をご紹介します。「研究ノート」では、森林を構成する樹木に対する気候変動の影響を検出する研究や、気候変動とマングローブのかかわりに関する研究を紹介します。また「環境問題基礎知識」では、気候変動を含む環境変化への「適応」の考え方について生物学の視点から解説します。「調査研究日誌」では多様な主体と連携した野外調査の様子、「研究施設・業務等の紹介」では湖沼における高頻度・高精度な環境モニタリングについてお伝えします。

(にしひろ じゅん、気候変動適応センター

気候変動影響観測研究室 室長)

執筆者プロフィール：

国環研に転職して3年。さまざまな生態系や自然現象についての議論にかかわるようになりましたが、やはり一番トキメクのは水草の調査。今年は青森県・小川原湖に調査に行き、美しい水草の世界を堪能しました。



【研究プログラムの紹介：「気候変動適応研究プログラム」から】

気候変動の影響の評価と影響機構の解明

西 廣 淳

極端に暑い夏やこれまでに経験したことのない集中豪雨など、気候変動の影響はすでに顕在化しています。生活や産業でのエネルギー使用など、さまざまな人間活動のあり方を見直し、温室効果ガスの排出を減らしたり、二酸化炭素の吸収量を増加させたりする「気候変動緩和策」を進めることは、世界的な課題です。しかし、緩和策を推進しても一定程度の温暖化は避けられません。そこで重要になるのは、「気候変動適応策」です。適応策には、温暖化に伴うリスクを予測し低減することや、温暖化だけでなく様々な変化に対して柔軟に対応できる社会に変革することが該当します。

日本では、気候変動適応法の施行（2018年12月）に先立ち、2013年に中央環境審議会地球環境部会の下に設置された気候変動影響評価等小委員会において、気候変動の影響評価が行われました。この影響評価では、影響が懸念される分野が①農業・林業・水産業、②水資源・水環境、③自然災害・沿岸域、④自然生態系、⑤健康、⑥産業・経済活動、⑦国民

生活・都市生活の7つに分けられ、それぞれにおいて、影響の重大性、対策の緊急性、情報の確信度が評価されました。この評価の結果は、その後閣議決定される「気候変動の影響への適応計画」の根拠となり、現在でも国や地域で気候変動適応計画を立案する際には、この7つの分野を意識して気候変動の影響予測や適応策の検討が行われることが基本となっています。

気候変動適応が求められる7つの分野のうち「自然生態系」は、他省庁の研究機関と比べ、国環研での研究の蓄積があり「強み」を発揮しやすい分野と言えます。一方、農林水産業や生活の分野と比べ、気候変動の影響を実感しにくい分野でもあります。しかし、気候変動による野生の動植物への影響は、高山植物の衰退やサンゴの白化現象などの形で既に顕在化しています。また自然生態系の変化そのものには気づきにくくても、その変化は、直接的・間接的に、農業や防災など他分野における適応にも影響します。例えばソバのように、結実のために自然の

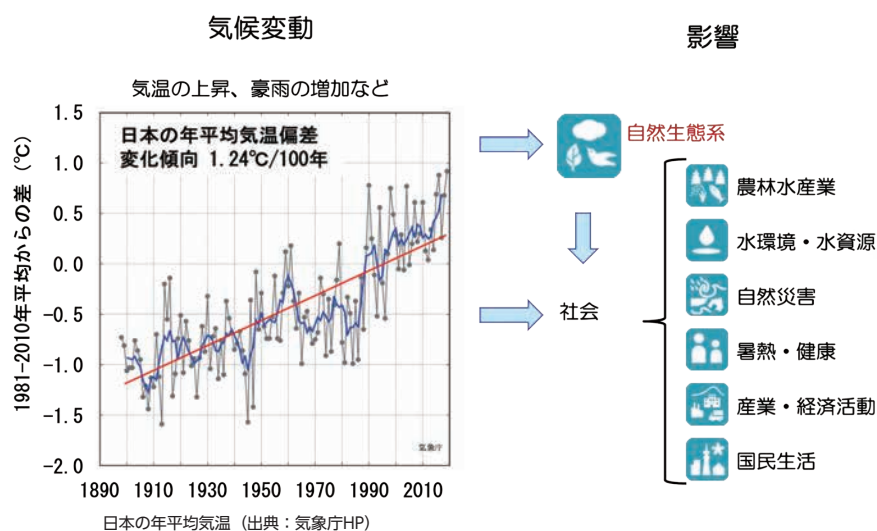


図1 気候変動による影響を受ける自然・社会の要素。社会は気候変動から直接影響を受けるだけでなく、自然生態系の変化を介して間接的な影響も受ける。グラフは気象庁HP「日本の年平均気温偏差 (https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an_jpn.html)」より図（日本の年平均気温偏差）を改図。

特集 気候変動と生態系、モニタリング研究の今

生物種目	季節	分類		季節	分類
タンポポの開花日	春	植物	アキアカネの初見日	夏	虫
ヤマツツジの開花日	春	植物	エンマコオロギの初鳴日	夏	虫
ノダフジの開花日	春	植物	ニイニイゼミの初鳴日	夏	虫
ヒバリの初鳴日	春	鳥	ミンミンゼミの初鳴日	夏	虫
ウグイスの初鳴日	春	鳥	ツクツクホウシの初鳴日	晩夏	虫
ツバメの初見日	春	鳥	ヒガンバナの開花日	秋	植物
モンシロチョウの初見日	春	虫	モズの初鳴日	秋	鳥
キアゲハの初見日	春	虫	ツバキの開花日	冬	植物
カキの開花日	初夏	植物			
シオカラトンボの初見日	初夏	虫			
ホタルの初見日	初夏	虫			
ヤマハギの開花日	夏	植物			
サルスベリの開花日	夏	植物			
アブラゼミの初鳴日	夏	虫			
ヒグラシの初鳴日	夏	虫			



図2 国環研が実施する生物季節観測で特に重点的に調査員を募集している項目と調査風景

ポリネーター（花粉を運ぶ昆虫）を必要とする農作物にとって、ハチやアブの増減は収穫に影響する可能性があります。サンゴの減少は、漁業、観光、沿岸防災など、さまざまな産業や生活に影響するでしょう。自然生態系における気候変動の影響を把握することは、生物多様性保全というそれ自体が国際条約や国内法で重視されている課題に応えるだけでなく、他の分野への間接的な影響が顕在化する前に対策を考える上でも、重要な意味をもちます（図1）。

2021年度に開始された国立環境研究所「気候変動適応研究プログラム」は、プロジェクト1「気候変動影響の定量評価と影響機構解明に関する研究」、プロジェクト2「気候変動影響評価手法の高度化に関する研究」、プロジェクト3「科学的予測に基づく適応戦略の策定および適応実践に関する研究」の3つのパートから構成されています。これらは「気候変動の影響を把握し、将来を予測し、適応策を実践する」という気候変動適応に必要な一連のプロセスに対応しています。

気候変動適応研究プログラムのうち、気候変動の影響把握を担当するプロジェクト1では、国内およびアジア域の自然生態系への影響を幅広く対象とした研究を進めています。これらの多くでは、野生の

動植物の成長、個体数、分布域の変化に対する気候変動の影響を解析しています（本紙「研究ノート」参照）。さらに昨年度から、「生物の季節性」に着目したモニタリングも開始しました。

サクラの開花日、セミの初鳴き日、ツバメの初見日といった生物季節情報の記録は、日本では気象庁が1950年代から実施してきました。気象庁の生物季節観測は、34種の植物、23種の動物を対象に、全国48の観測地点において観測するという大規模なものでした。しかし2020年に、約9割の種目の観測が廃止されました。これを受けて、2021年から国立環境研究所気候変動適応センターは、気象庁や環境省とも協力し、市民参加による生物季節モニタリングを2021年6月に開始しました。

開始から1年が経過した2022年6月時点で、モニタリングに参加して下さる「市民調査員」は298名となりました。これらの方々には、国環研が提示した観測種目（図2）から、ご自身で観測しやすい種目を選択し、通勤経路など頻繁に見られる場所をモニタリング地点として設定し、観測を続けてくださっています。調査に参加して下さっている方は北海道から鹿児島県までの40の都道府県にわたります。しかし、調査員お一人の調査項目は1件

か2件のことが多く、すべての項目を全都道府県で観測していた気象庁の観測に比べると、調査地点・調査種目ともまだまだ不足しています。国環研のウェブページでは随時、調査員を募集しておりますので、ご興味のある方はぜひご覧ください (https://adaptation-platform.nies.go.jp/plan/institute_information/information_01.html)。なお、国環研の生物季節観測を支える寄附金の募集も実施しています (<https://www.nies.go.jp/kenkyu/kifu/pj2.html>)。

私たちはいま、より分かりやすい調査マニュアルや解説動画の作成、調査員が少ない地域に力点をかけた呼びかけなどの準備を進めています。生物季節観測は、生物への気候の影響を知る上での基本的な情報になるだけでなく、その調査への参加は、季節

の移ろいを意識し、身近な生物の存在を気にかける暮らしのきっかけになるものと考えています。その意義と魅力を、広くお伝えできるよう努力していきます。

(にしひろ じゅん、気候変動適応センター
気候変動影響観測研究室 室長)

執筆者プロフィール：

コロナ禍で学会のオンライン開催が多くなっていますが、先日、久しぶりに対面形式の学会に参加しました。そこで感じたのは「休憩室の価値」。対面での雑談の大切さを実感しました。



【研究ノート】

子の行く末に将来を見る：稚樹母樹差を用いた森林樹木の分布移動評価

小 出 大

世界的な生物の分布移動と森林樹木

全球的に生じている気候変動の影響を受けて、様々な生物で分布の変化が報じられています。これは個々の種にとって快適な気候条件がある程度定まっておき、気候条件の変化に応じて快適な場所も移動するために生じていると考えられます。魚類や海藻、サンゴ、昆虫、草、樹木、鳥類、爬虫類、両生類、哺乳類など、様々な生き物で分布変化が実際に観測されていますが、大まかに海域よりも陸域の生物の方が分布移動のスピードが遅く、陸域の中でも動物より植物、植物の中でも草より樹木で分布移動が遅いとされています。分布移動スピードが遅い種群は、気候変動のスピードに取り残されてその種にとって快適な気候条件の場所に留まれなくなる可能性があるため、気候変動に脆弱な種と考えられます。そのため陸上の森林を構成する樹木は、非常に脆弱な種と言えますが、樹木種（森林）の果たす役割は多岐にわたり、重要な生物です。森林は山地の土壌を根で支えて、斜面崩壊を防いでくれますし、大量の雨水を染み込ませてゆっくりと流すため治水効果も高

いです。また森林散策によるリラックス効果や、紅葉狩り、山菜採取など、様々な文化的なサービスも提供してくれます。こうした重要な機能を持つ森林の変化をいち早く検出するため、分布移動スピードが遅く検出が難しいながらも、森林樹木のモニタリングは重要となります。

森林樹木種の分布移動モニタリング手法

これまでどのようにして樹木の分布移動をモニタリングしてきたかという点、主に3つの方法がありました。1つ目は、同じ場所でのモニタリングです。この方法では、決まった場所で、同じ方法、同じ時間間隔で定期的に調査を行い、将来のある時点で起きた変化を検出します。この手法は最も基礎的な手法ですが、変化の検出に時間がかかるのが課題で、特に数百年という人間一人の寿命よりも長い寿命を持つ森林樹木の場合、この課題が顕著になります。2つ目は、過去に調査された場所での追跡調査です。過去に調査された際と同じ場所・方法で追跡調査を現在に行い、その変化を検出するものです。この手法で

特集 気候変動と生態系、モニタリング研究の今

は過去数十年間程度の変化をすぐに検出できるのが長所ですが、過去の方形区データの数・場所が限られる（対象種も限られる）ことが課題です。3つ目は、現在の種の分布と気候値との対応関係を解析して種分布モデルを構築して、将来気候値での分布変化を予測する手法です。この手法では、多くの種で広域的な分布変化が予測可能という長所がある一方、あくまで予測であって想定しきれていない部分も多く、実際に起こる変化であるかは確認が必要な点が課題と言えます。

小さな個体（稚樹）と大きな個体（母樹）の分布のずれ

こうした既存手法における課題を克服していくために、新しい手法を試す必要があります。特に、予測ではなく現実世界における変化の実測をターゲットにして、既存手法よりも短い調査期間で、広域・多種を対象に観測することが、迅速な適応策の立案に必要です。気候変動と言われると、将来起こる事象のように感じがちですが、過去から現在の間にもすでに気候変動の影響は生じており、既に変化が起きている状況下で迅速な対応が必要な場合もあります。そうした緊急性を要するものを見落とさないた

めにも、迅速・広域・多種の評価が必要なのです。

そこで私たちが着目したのは、小さな個体（稚樹）と大きな個体（母樹）における分布域の違い（ずれ）でした。いろいろな樹木種を見た時に、私たちは漠然と、同じ種であれば稚樹と母樹は同じ場所に分布していると考えてしまいがちなのですが、意外なことに詳細に両者の分布を見ていくと、同じ種の中でもサイズ・世代によって分布がずれていることが世界各国で報告されています。これがどうしてずれているのかの理由について、気温による種分布の制限が顕著な地域では温暖化の影響が示唆されており、過去に起きた分布移動の指標になるのではないかと考えられています。つまり、比較的近年に定着した稚樹と、かなり過去（数十～数百年前）に定着した母樹とでは定着年代に差があり、その過去と現在の間起きた温暖化などの環境変化の分だけ、両者の分布域がずれているという捉え方ができるのです（図1）。さて、このずれは日本の森林樹木でも起きているのでしょうか？

全国的な稚樹の寒冷シフト+種間差

日本全国にわたって2万箇所以上の場所で調査さ

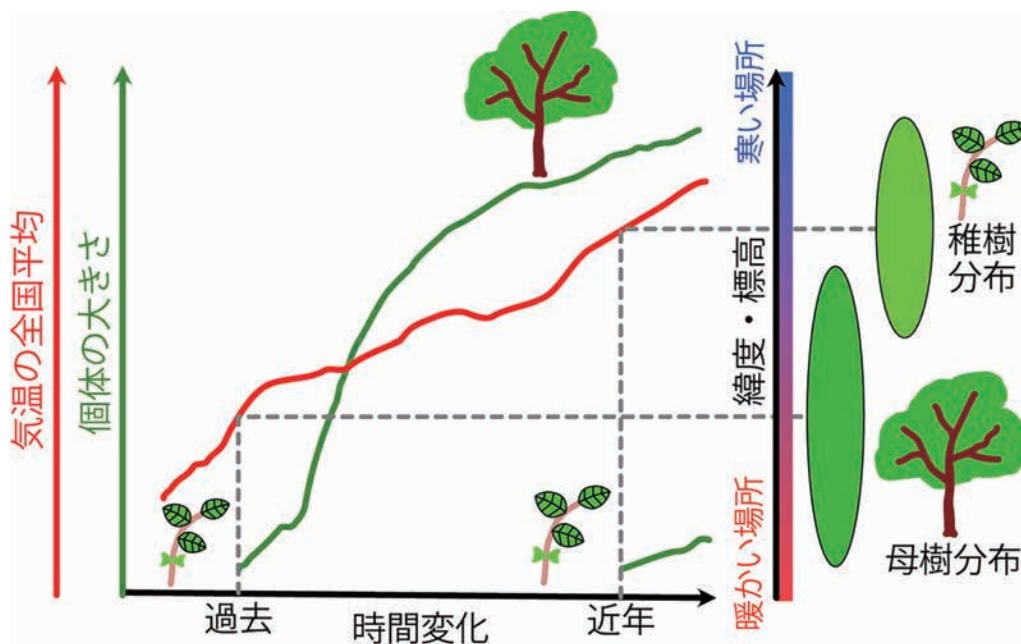


図1 稚樹と母樹の分布のずれを用いた分布移動評価の概念図

温暖な近年に定着した稚樹と、寒冷な過去（数十～数百年前）に定着してその後大きなサイズまで生長した母樹とでは定着年代に差があり、その間に起きた温暖化などの環境変化の分だけ、同じ種内でも稚樹と母樹の間で分布域がずれている。

れた環境省による植生調査データを用いて、302種における気温分布上の稚樹母樹差を解析した結果、全体に稚樹の分布が母樹の分布よりも涼しい場所にずれている傾向が見られました(図2)。この主な要因として、温暖化の影響が考えられます。全国的に均質な影響を与える温暖化に比べ、降水量や窒素降下物量の変化などの他の環境変化は、強く影響する場所が局所的であるため、これらが主要因であるとするならば、今回得られたような全国的に一方に偏ったずれ方はしないと考えられます。一方で、稚樹母樹差の大きさや方向性には、機能タイプ(落葉広葉樹や常緑広葉樹など)や場所による違いも見られました。分布の温暖限界(最も暖かい側の分布限界≒分布南限、標高的分布下限)よりも寒冷限界(最も寒い側の分布限界≒分布北限、標高的分布上限)で稚樹母樹差が大きい傾向にあり、これは厳しい気候条件の緩和により発現する寒冷限界の移動よりも、他種との競争関係など複雑な影響を受ける温暖限界の移動の方がパターンが不明瞭になるためと考えられます。また樹木種よりも木性つる植物で稚樹母樹差が大きい傾向にあり、風によって種子を飛ばされやすい性質(翼のある種子や鳥による種子散布、高

い結実場所)を持つ木性つる植物の高い分散能力の影響が現れていると考えられます。さらに最も興味深かった点として、常緑広葉樹の温暖限界では全体とは逆に稚樹が母樹よりも温暖側にずれている傾向が見られました。これはより暖かい場所に分布する亜熱帯林の樹種も同じく常緑広葉樹であるため、南方種による生育場所を巡る競争排除の圧力が比較的小さい可能性や、台風攪乱による競争緩和の可能性(安定的な環境では競争排除が強く発揮されるが、台風など種の種にとってもマイナスの影響を与える攪乱が強い場所では競争に強い種の強みが出しきれない)などが理由として考えられました。このように、均質な温暖化の中でも、種の特徴や置かれた状況の中で種差、地域差が生じてくることを観測できた点は、まさに現場での実測の結果として重要なものと言えます。

おわりに

実測による分布移動のパターンは、種分布モデルによって推定される分布移動パターンとは異なる場合も多く、そうした違いを検出して現状のモデルを改善し、より良い気候変動影響の把握・予測・適応

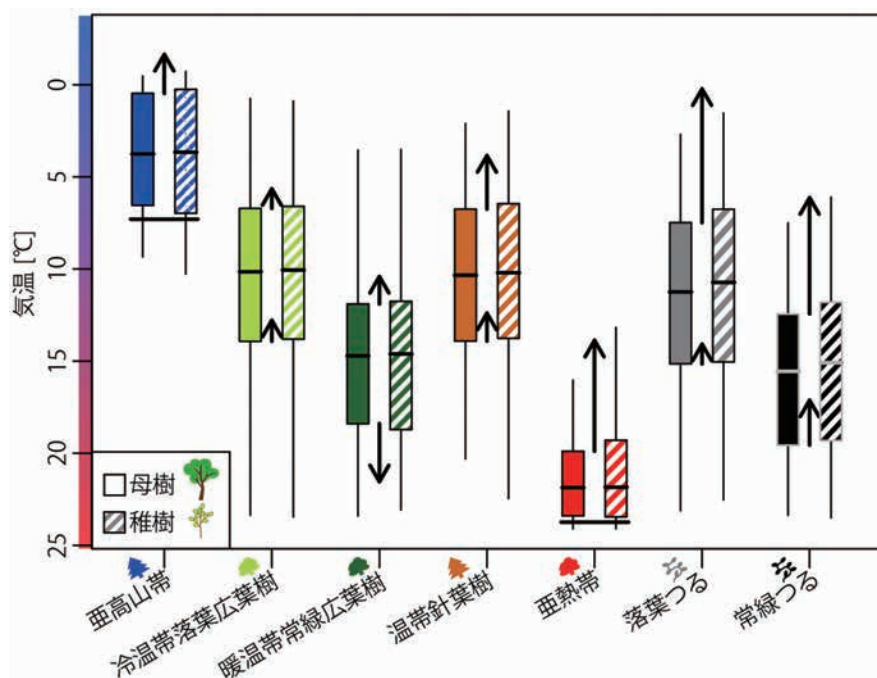


図2 日本全国7つの森林樹木の機能タイプごとの稚樹母樹差

各機能タイプの寒冷限界・温暖限界における有意な稚樹母樹差を矢印(上向:稚樹が寒冷側にずれている、下向:稚樹が温暖側にずれている)で、稚樹母樹差が見られなかった場所を横線で表している。

特集 気候変動と生態系、モニタリング研究の今

を図っていくことが今後必要とされます。そうした丁寧な対応のためにも、地道なモニタリングによるデータの蓄積は重要です。また野外で実際に起こっていることはかなり複雑で、様々な駆動要因（例：ニホンジカによる食害、土地利用改変、地滑り、台風、管理放棄、窒素降下物、二酸化炭素濃度の上昇、地形、地質、土壌、etc.）が同時に影響し合っています。これらを広く眺めて想定し、比較検討した上で、上記のような気候変動影響の検出を私たちは行っています。

（こいで だい、気候変動適応センター
気候変動影響観測研究室 研究員）

執筆者プロフィール：

動かない樹木の動きを見るのは楽しいもので、思えば学部生時代からよくずっと続けているなとしみじみ感じてしまいました。最近は with コロナによりよくなってきたこともあり、こちらも小学生時代からやっていた卓球を再始動しています。



【研究ノート】

マングローブ植物の温度順化に関する研究

井上 智美

暖かい場所で見つからないマングローブ植物

マングローブ植物は、熱帯・亜熱帯の干潟にのみ見られる植物です。いつ、マングローブ植物が地球上に誕生し、いつからマングローブ林が熱帯・亜熱帯限定の生態系になったのか、詳しいことは不明です。私が知る限り、18世紀頃の書物にはマングローブ植物に関する記載が見つかります。1971年のBalzer氏とLafond氏の報告には「マングローブ林は熱帯・亜熱帯の森である」と記載されています。しかし、もっと以前からマングローブ植物は熱帯・亜熱帯域を自らの生育地としていたように思います。2013年の向後元彦氏の報告によると、マングローブ植物の最古の化石がエジプトで見つかっており、9700万年前（後期白亜紀）のものだそうです。このころ、地球上では多くの被子植物が誕生・繁栄していたので、マングローブ植物も、その大きな波に乗って誕生したのでしょうか。現在のマングローブ植物の分布は、概ね北緯35°と南緯40°の間に限られています。自然林の北端はバミューダ諸島（32°20'N）、南端はオーストラリアのコーナー湾（38°45'S）です。1998年にNorman Duke氏は、マングローブ林は海水の最低温度が20℃を下回らない場所に成立する森である、と整理しました。しかし、なぜ暖かい地域にしか見られないのか、科学的な解は得られていません。

生物の機能を制御する温度

一般に、温度と化学反応速度との関係を調べると、図1右のグラフに見られるような直線（アレニウスプロットと呼ばれています）が得られることが経験的に分かっています。グラフの傾きは反応によって異なりますが、温度が高いほど反応速度が指数関数的に高くなります。生き物のあらゆる機能は、何かしらの反応によって制御されているため、温度は、生き物の機能を制限する重要因子です。天気予報で、最低気温や最高気温をチェックして、その日の装いを決める人もいらっしゃるでしょう。寒すぎたり暑すぎたりすると、恒温動物の私たちでも、生体機能を維持するのに余分なエネルギーを必要とするので、

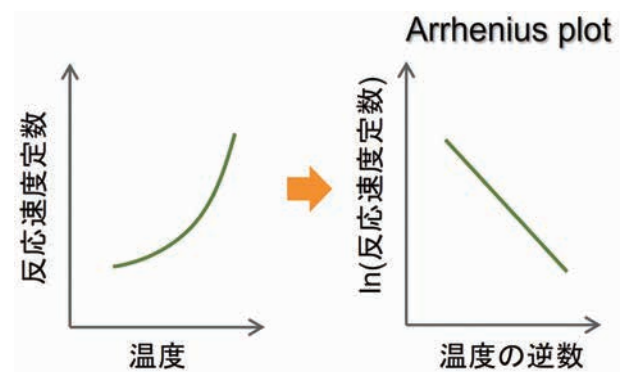


図1 温度と化学反応速度との関係。

出来るだけ省エネとなるような装いにして快適に過ごそうとする訳です。植物は、基本的には恒温性を持たず、一度定着すると移動することがないため、その場の温度に対応させて生命機能を維持する必要があります。

環境変化に対する生き物の反応は、3つの段階を踏むと言われています。生き物を取りまく環境が変化すると、まず、その変化に対する直接的な反応が起こります。これを「応答」と言います。変化した環境が数日から数週間継続すると、個体の生理機能的・形態学的変化が起こります。これを「順化」と言います。さらに長い期間続くと、その環境に「適応」して、高い確率で生き残り繁殖できるようになる、またはそのような遺伝的な特性を獲得するようになります。こういった応答・順化・適応に伴う生き物側の変化は、対象となる生き物によって様々であることが分かっています。特に応答や順化特性は、対象とする生物の環境変化に対する反応を短期間の実験で検証することができます。さて、暖かい場所に生育しているマングローブ植物は、温度に対してどのように応答・順化しているのでしょうか？

マングローブ植物の温度順化実験

マングローブ植物の成長速度や代謝機能（光合成や呼吸）が温度に対してどのように順化しているのか調べるために、栽培実験を行っています。栽培は複数のガラス温室で行いますが、温室ごとに異なる室温に設定し、それぞれの温度下での成長速度や代謝速度を計測しています。成長速度とは、文字通り、成長する速さのことを言います。植物の場合、基本的には、単位時間あたり、重量あたりの重量増減量を「相対成長速度」として算出します。アジア・太平洋地域のマングローブ林に見られる主要な植物であるヒルギ科2種、ヤエヤマヒルギとオヒルギについて、生育温度と相対成長速度との関係を示したのが図2です。それぞれの生育温度下で1か月程度栽培した個体の相対成長速度を計測しているので、各温度下で「順化」した成長速度です。グラフの形が図1左に見られるような指数関数的な変化を示していないのは、複数の反応が植物の成長に関与していることと、温度に対する各反応の順化の影響により

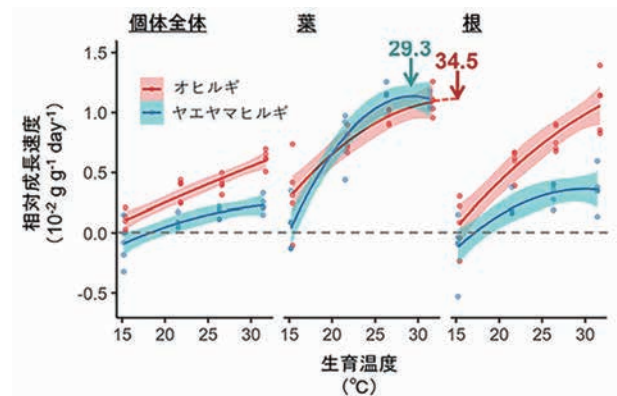


図2 温度とヒルギ科2種の相対成長速度との関係 (Inoue et al., 2022 を改編)。破線は相対成長速度 = ゼロを示す。

まず、相対成長速度がゼロになる（成長しなくなる）温度を比べてみると、表1のようになりました。どちらの樹種も生育限界温度が10℃より高くなっており、暖かい場所にしかマングローブ植物が見られないことと合致します。さらに詳しく見てみると、オヒルギは12.2℃、ヤエヤマヒルギは18.1℃で個体全体の相対成長速度がゼロになるので、オヒルギの方がヤエヤマヒルギよりも寒さに強いと言えます。この傾向は葉でも根でも変わりません。そして、葉と根を比べてみると、根の方が葉よりも高い温度で相対成長速度がゼロになります。このことから、2つの樹種の低温側の生育限界は、地下部にある根の周りの温度に律速されていることがうかがえます。つまり、気温よりも土壌の温度に着目する必要があるようです。

さて、生育温度が高くなるとうどうでしょうか？図2から、どちらの樹種も、生育温度の上昇に伴って相対成長速度が速くなっているのが分かりますが、樹種によってグラフの形（傾き）が異なっています。個体全体および根の相対成長速度のグラフの傾きはオヒルギの方がヤエヤマヒルギより大きく、温度の

表1 相対成長速度がゼロになる温度

	オヒルギ [®]	ヤエヤマヒルギ [®]
	温度 (°C)	
個体全体	12.2	18.1
葉	11.8	14.9
根	14.5	17.1

特集 気候変動と生態系、モニタリング研究の今

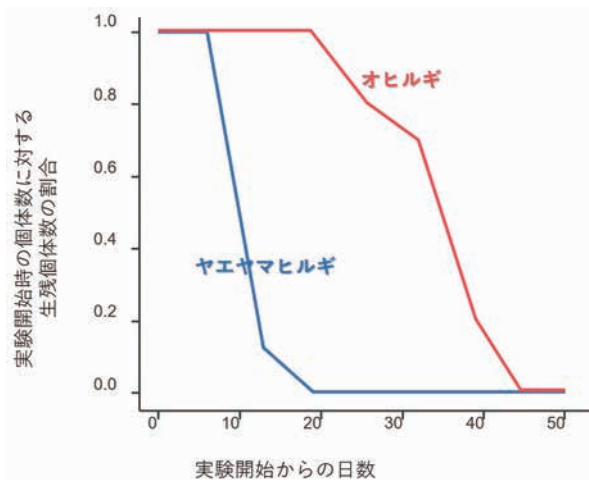


図3 35°Cにおけるヒルギ科2種の生残曲線 (井上 2018 を改編)。

上昇に伴って、オヒルギが相対成長速度を大きく上昇させていることが分かります。一方で、ヤエヤマヒルギは、25°C以上の温度下では、個体全体および根の相対成長速度の上昇が抑制されていました。葉の相対成長速度は2つの樹種間でそれほど違いはないように見えますが、高温側でピークとなる温度を算出してみると、オヒルギでは34.5°C、ヤエヤマヒルギでは29.3°Cとなることから、オヒルギの葉の方が、より高温まで相対成長速度を上げていけることが分かります。35°Cを超えてくると、暑すぎて生体機能に障害が起こるようで、2樹種とも枯死してしまいます。ヒートショックと呼ばれる、かなり速い反応です。ヤエヤマヒルギの方がオヒルギより速く枯死してしまうので、高温耐性はオヒルギの方が高いのかもしれないと考えています (図3)。

栽培実験の結果から、オヒルギの方がヤエヤマヒルギより、低温・高温の双方向に生育温度範囲が広いことが分かってきました。2つの樹種の、現在の分布域を比べてみると、オヒルギの方がヤエヤマヒルギよりも広範囲に分布していることが分かります (図4)。このような分布パターンの違いは、2つの樹種の温度順化特性の違いによるのかもしれませんが。世界のマングローブ林には、およそ20科28属74種の植物種が見つっています。植物種ごとの分布パ

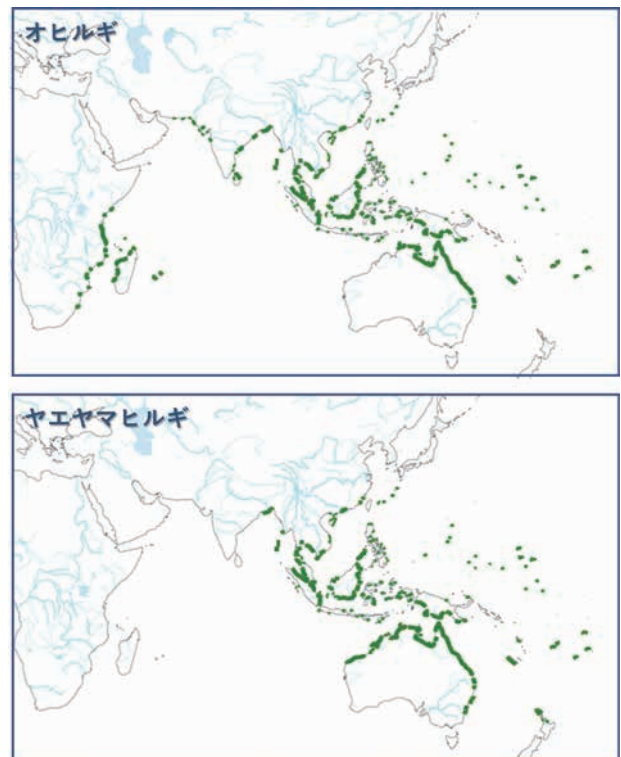


図4 オヒルギとヤエヤマヒルギの分布域 (Inoue et al., 2022 を改編)。

緑色の部分が分布域を示す。オヒルギはヤエヤマヒルギより広範囲に分布する。

ターンや温度順化特性、そういった種間差を生み出している生理学的なメカニズムを調べていくことで、マングローブ林が暖かい地域に限定されている理由や、温暖化によって今よりさらに暖くなった場合にマングローブ林がどのように順化・適応していくのか、明らかにしていきたいと考えています。

(いのうえ ともみ、生物多様性領域

ストレス機構研究室 主幹研究員)

執筆者プロフィール：

休日はのんびり過ごしています。百日紅の花が咲いて、空の青色が濃くなってきました。じきに涼しい風によって金木犀の香りが漂ってくるはず。



【環境問題基礎知識】

気候変動に対する生物の「適応」

熊谷直喜

1. はじめに

気候変動対策の分野では近年「気候変動適応策」や略して「適応策」のように、「適応」という用語が頻繁に使われるようになりましたが、「適応」とは、「〇〇に適応する」というように、私たちが日常的に使う言葉です。国語辞書を参照してみると、“ある状況に合うようになること”、“状況に合うように行動や考え方などを変えること”のように、人間が意識する・しないにかかわらず、新たな状況に合うようになるという意味が挙げられています。また「適応」は生物学でも一般的な用語で、“生存のために環境に対応できるように生物の何らかの特性が変化すること”のような意味が書かれています。人間の適応と生物学用語の適応の意味は近く見えますが、人間について言う場合はある個人など一世代内の適応が中心である一方、生物学用語では一個体が新たな状況に適応する場合だけでなく、世代を超えた適応についても重視されます。ここでは生物の適応について、気候変動影響を中心に考えていきたいと思えます。また生物にかかわる気候変動適応策との関係性についても紹介します。

2. 温度への生物の適応

生物はもともと、住んでいる場所・環境条件で生きていくのに向いている性質をもっています。たとえばセミやカブトムシは温暖な季節にだけ成虫が現れて、寒い季節を姿形の違う幼虫として土の中で暮らします。このような性質は生物が長い進化の歴史を経て、住む環境に合うように適応してきた結果と考えられます。もっとも、適応できずに絶滅した生物も数多くおり、現在生き長らえている生物は、長い地球上の気候変動の歴史に適応するように進化した生物の子孫です。進化は必ずしも気候変動に関係しているとは限りませんが、気候変動に合うようにするための適応の一つの形とも言えるでしょう。

一方、進化ほど長い世代交代を経なくとも、一生涯の間でも環境に合うように変化することも

あります。水槽で飼っている魚は緩やかに水温を上げていくと、ある程度の高水温ならば耐えられるようになる場合があります。このように環境変化に合うような世代内での変化を「順応」と呼びます。順応できる変化には限度があり、水槽の魚の例でいえば、急激に水温を変化させると死んでしまうことでしょう。この「順応」と先ほどの「進化」は一見すると似ているのですが、大きな違いとして、進化は世代をまたいで遺伝子レベルで生じた変化です。順応は一世代内の環境への可塑性の範囲内の変化のことであり、発現する遺伝子が違ってくことはあっても遺伝子自体には変化が起きていません。

3. 分布の移動：気候変動に対するもう一つの生物の適応

気候変動に伴う生物の変化の現れ方の一つとして、従来そこに住んでいた生物が生きづらくなったり、その一方で新たな生物が見られるという現象があります。また、サンゴのように白化で生息地が減少している生物が、より北の地域では増加しているといった、同じ生物がある地域では減少し、また別の地域では増加するといった、二面的な変化も見られます。これも気候変動に合うための生物の「適応」の一つと言えそうですが、これらはいったいどのような変化なのか整理してみましょう。

ある生物の分布している範囲が、その生物が生存可能な温度の範囲によって制限されているとすると、気候が温暖化した場合には、従来からの分布範囲には住みづらくなります。北半球ではとくに分布範囲の南限近くの地域集団は消滅に向かい、分布の南限が北へと縮むと考えられます。一方、分布の北限付近のさらに北側でその生物が生存可能な温度になった場合、従来の分布の北側へと新たに移動した個体が定着し始め、分布範囲が従来の北限のより北側へと拡大することでしょう。すると全体として分布範囲はより涼しい方へと平行移動することになります。なお、南半球では分布の移動方向の南北が逆転しま

特集 気候変動と生態系、モニタリング研究の今

す。これらの現象についてサンゴを例にとって説明してみます。国内の亜熱帯域の沿岸ではサンゴを中心とした「サンゴ礁生態系」が広がっていますが、20世紀末頃から世界中の熱帯・亜熱帯域において大規模なサンゴ白化が繰り返されるようになりました。一方、温帯域でも九州・四国から伊豆半島、房総半島は、黒潮や対馬暖流といった高水温の海流の流域に面していますが、これらの地域では従来は数少なかったサンゴが増えてきたり、新たに熱帯性のサンゴが見つかるようになってきました。

ただし、気候変動に伴う生物の実際の分布変化は、必ずしも先ほどのような模式的な変化にはなりません。例えば、移動能力の小さい生物では新たな移住ができずに南限の生息地が失われ分布範囲が縮小するのみの場合があります。逆に温暖化しても分布南限が変わらずに、北へとどんどん分布範囲が拡大するような場合、また分布範囲全体がほとんど変化しない場合も少なくありません。さらには、元々の生息範囲よりも暑い地域へと分布を拡げてしまう種もあるなど、生物の分布範囲と生息可能な温度範囲の関係は複雑な場合があります。加えて、気候変動影響を強く受ける生物との関係が強い場合には、生物の気候変動の影響の現れ方はより複雑になります。サンゴの例で言えば、サンゴとサンゴの体内に共生する褐色の藻類とでは温度耐性が異なっており、サンゴよりも共生藻類の方が高水温に弱いです。このため、高水温にさらされたときにはサンゴよりも共生藻類が先に減少します。すると共生藻類の褐色が抜けて、白いサンゴ骨格の色が表に露出した、いわゆる“白化”の状態になります。高水温の状態が短時間で終われば共生藻類が戻りサンゴは元気を取り戻し生存しますが、高水温状態が長期にわたると次第にサンゴは死に至ります。サンゴ礁生態系は豊かな生物多様性を育んでいるので、生態系の基盤となるサンゴが広範囲で死んだ場合には数多くの生物が住み処を失うという大きな影響を受けることになります。

4. 生物の適応の限界と気候変動適応策

ここまでみてきたように気候変動に対する生物の反応や適応は様々ですが、多くの生物にとって現在の人為的気候変動の速度は急すぎて、それについていけなくなり始めています。そういうと不思議に思われるかもしれませんが、現生の生物たちは長い時

間をかけて地球上の気候変動とともに進化し生き長らえてきた生物の子孫です。長い生物の進化史上には現在よりも暑い時代もありました。それではなぜ現在の気候変動が問題なのでしょう。現代のいわゆる「気候変動」とは、人類の社会活動で排出された温室効果ガスの影響による数十～200年程度のスケールのもので、これは地球上の生物が経験してきた地質年代の気候変動とは区別して考えられています。つまり現在の気候変動は「人為的気候変動」であり、その影響の大きさから地球史上の地質年代に匹敵する「人新世」という呼ばれ方もあります。生物にとっての現在の人為的気候変動の問題は、その変動の速さがいまだかつてないほどのものであることです。

生物が本来持っている適応能力だけでは気候変動に適応できなくなっているならば、それらの生物を保全するためには何らかの人の手を加えてやる必要があります。気候変動適応策として生物を対象として実施・検討されている方法には、人の手を加えることで生物の高水温への適応能力の向上や生息環境の改善などを行うものが多く見られます。例えば、サンゴで試みられている高温耐性系統の選抜養殖などは生物本来の高水温への適応能力を人の手で補う適応です。また、野生生物を現在の生息地の外側へ移植するアイデアは、気候変動に伴う分布移動を人の手で補う適応と言えるでしょう。しかし、直接的に気候変動影響を抑えることは難しいため、それ以外の地域的な負荷要因を抑えることも重要な気候変動適応策になります。例えば、天敵のコントロールや環境破壊・汚染を抑えることは地域的に現実味のある対策として重要です。気候変動影響下において生物・生態系を保全するためには、生物本来の適応能力を踏まえつつ、広域的な気候変動の抑制に加え、地域で気候変動適応策に取り組んでいくことが必要です。

(くまがい なおき、気候変動適応センター

気候変動影響観測研究室 研究員)

執筆者プロフィール：

今年是国内で5年ぶりに広範囲でサンゴの白化が起きました。コロナ禍で現地調査がしづらい状況が続きますが、リモートセンシング・モデリングなどデータでできる研究で今後とも貢献していけたらと思います。



【調査研究日誌】

市民科学的アプローチによる干潟生物調査

金 谷 弦

気候変動と干潟生態系

みなさんは、干潟を訪れたことがあるでしょうか。干潟は、川が運んできた砂や泥が緩やかに堆積した遠浅の海岸で、潮がひくと沖の方まで広大な陸地が現れます。埋め立てによって昔より減ってしまったとはいえ、今でも日本沿岸には多くの干潟があります。干潟に暮らす貝やカニ、ゴカイのような底生動物（ベントス）は、泥に穴を掘ってかき混ぜ、水や泥の中の有機物を食べ、魚や鳥の餌となることで、水質浄化や海の中の物質循環において大切な役割を担っています。

将来的な気候変動は、海の生きものたちの地理的分布や生態に影響をおよぼすと予想されています。干潟の生きものたちも、もちろん例外ではありません。海の水温が変われば、そこに暮らす生きものの個体群動態（卵から孵化し、成長し、成熟して産卵し、次の世代が受け継がれていくこと）を大きく変化させる可能性があります。しかし、実際の海の中で生きものたちの暮らしぶりにどんな変化が起こっているのか（起こる可能性があるのか）はほとんどわかっていません。気候変動のような長い年月をかけての

変化は、腰を据えてじっくり調べていく必要があります。本稿では、青森県の陸奥湾と神奈川県三浦半島で、市民の方たちとの協力によって「じっくり・ゆっくり」と行った干潟生物調査について紹介したいと思います。

小学生たちとのウミニナ研究－青森県陸奥湾

ウミニナは巻貝のウミニナ科に属し、環境省のレッドリストで準絶滅危惧に指定されている希少種です。分布北限は青森県陸奥湾であり、湾内の2箇所で生息が確認されていましたが、2007年にむつ市川内町の人工海浜「かわうち・まりん・びーち」（2001年整備）で新たな個体群が見つかりました（図1）。私は、2009年に初めて陸奥湾のウミニナを実際に手にしました。「うわ。で、でかい！なんてでかいんだ！」というのがその時の感想でした。仙台湾でしかウミニナを見たことのなかった私は、殻長5 cmになろうかという北のウミニナにとっても驚きました。仙台湾では殻長3.5 cm程度。鹿児島湾では最大殻長1~2 cmという研究報告もみつかります。「青森のウミニナ、実は国内最大？」そんな仮説がちらつきました。



図1 青森県むつ市川内町にある人工海浜「かわうち・まりん・びーち」（左）。干潟上には非常に高密度でウミニナが生息しています（右）。

特集 気候変動と生態系、モニタリング研究の今



図2 むつ市立川内小学校との共同研究。先生や研究者のサポートのもと、小学校5年生が調査に参加しました。5年生が講演者となって、学会でのポスター発表も4回行われました。

私たちは、かわうち・まりん・びーちで、むつ市立川内小学校との共同研究を2014年から2019年まで行いました。5年生の授業として、子ども達がウミニナの空間分布や体の大きさ、生息密度、生殖腺の発達具合を調べました(図2)。ウミニナに背番号を振り、季節毎にどれくらい成長するかも追跡しました(マーキング実験)。得られた結果を、他の地域で行われた研究結果と比べ、陸奥湾でのウミニナの成長や繁殖がどのような特徴を有しているのかを考察しました。

一連の研究で、とても興味深い結果が得られました。本生息地のウミニナは、秋になると干潟の下の方、海水のあるエリアに集まってきます。ところが、文献をあたってみると南のウミニナはこのような行動を行わないようです。陸奥湾のウミニナは、寒さを避けるために海水に浸かる暖かい(=凍結しない)場所で越冬するのかもしれませんが。また、最初の印象通り、陸奥湾のウミニナは成長や成熟が遅いものの、他地域と比較してとても大きくなり国内最大級であることもわかりました。マーキング実験も3年間続けることができ、とても重要な発見がありました。1年目、2年目は夏が低温で(8月の平均地温:24~25度)ほとんど成長しなかったのですが、3年目の夏は暖かく(同:>26度)、1ヶ月で殻長が4.6mm(14個体の平均値)も成長しました。陸奥湾では、夏場

の温度がウミニナの成長量を決めており、将来的に温度が1~2度上昇するだけで大きな影響が生じる可能性があります。以上の結果は国際学術誌に論文として掲載され、小学生との研究が貴重な学術的成果となり、大きな実を結ぶこととなりました。

「干潟市民調査法」での生物相モニタリングー神奈川県三浦半島江奈湾

京急の三浦海岸駅から路線バスに乗り、30分ほどで江奈湾という小さな入り江に着きます。この入り江には、ヨシ原とその前に広がる小規模な干潟があり、岩礁や海草藻場(顕花植物であるアマモやコアマモが密生した場所)も見られます(図3)。江奈湾は東京湾の湾口に位置しており、東京湾内では見られなくなったハマガニのような生きものも沢山確認されました。私たちは、NPO法人OWS(The Oceanic Wildlife Society)が主催する干潟市民調査に2013年から参加し、江奈湾の干潟生物多様性とその変化をモニタリングしています。ここで、「干潟市民調査」とは8名以上の市民を1グループとし、ヨードンで干潟の生きもの探しをし、何人がその種を見つけたか(発見率%)で干潟の生物多様性を評価する手法です。はじめに干潟を15分間歩き回り、発見した生物を袋に入れていきます。次に、スコップでの掘返しを15回行います。調査が終わったら、専

門家の指導のもとで生きもの名前あて作業を行い（種同定）記録します。広い範囲を歩き回るので、とてもレアな生きものを偶然見つけてしまう人もいますし、たまたま拾った貝殻に謎の小さな生きもの

がくっついていることもあります。沢山の目で、広い範囲を見て回ることが「干潟市民調査」の大きな利点です。このようにしてモニタリングを何年も続けた結果、江奈湾だけで2022年までに353種を超え



図3 三浦半島江奈湾の干潟。右手奥に淡水の流れ込みがあり、ヨシ原が発達しています。袋状になった湾の対岸は海岸林があり、左手の湾口方向には岩礁やアマモ場もあります。干潟上に見える緑色の部分はコアモ。多様な生息場が多様な干潟生物を育みます。

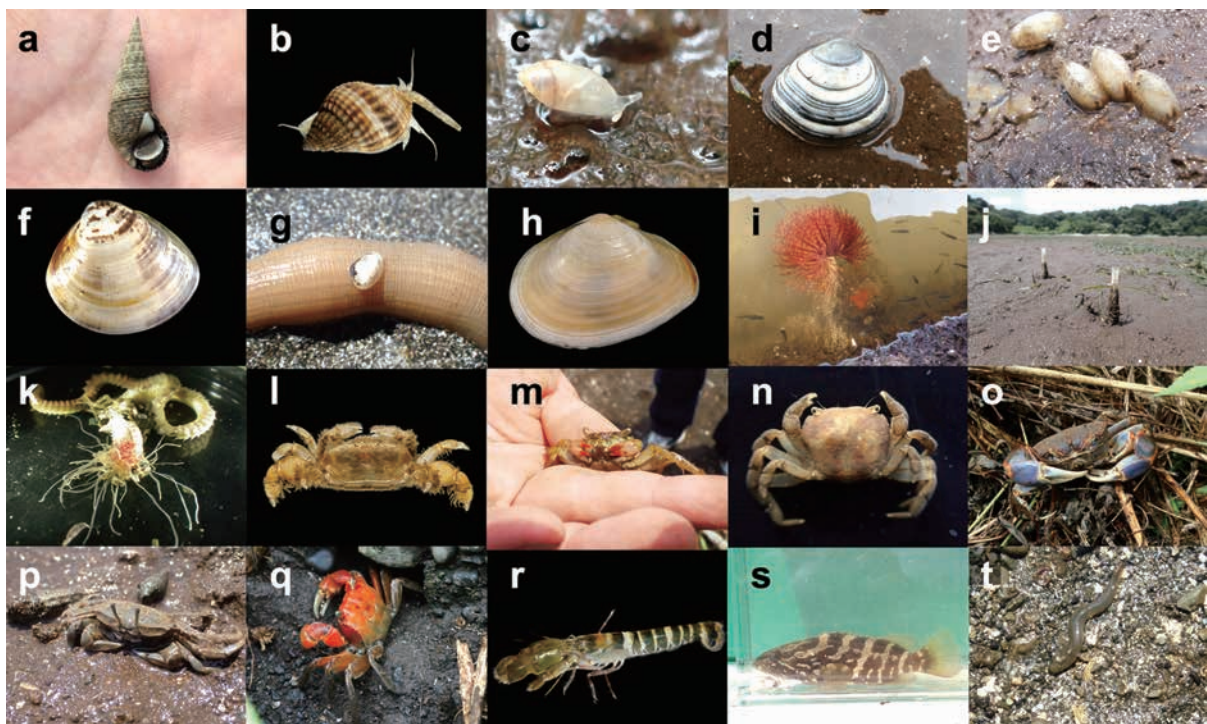


図4 江奈湾の市民調査でみつかった底生動物の一部。干潟の生きものを見つけるには、それぞれの生息環境を知ることがとても大切です。

岩礁に溜まった砂の上でよくみつかるとウミナ (a)、アマモ場で暮らすムシロガイ (b)、潮上帯の転石下で暮らす巻き貝ナギサノシタタリ (c)、泥干潟に深く潜るサビシラトリ (d)、干潟上の転石下にくっついた二枚貝ニッポンマメアゲマキ (e)、淡水の入る干潟でみつかるとハマグリ (f)、砂干潟でみつかるとスジホシムシモドキとスジホシムシモドキヤドリガイ (g)、泥干潟で暮らすユウシオガイ (h)、岩礁に付着するゴカイの仲間ケヤリムシ (i)、環境省絶滅危惧IB類、ツバサゴカイの棲管 (j)、泥干潟の転石下に棲管を作るヒヤクメニッポンフサゴカイ (k)、スジホシムシモドキと共生関係にあるアカホシマメガニ (l)、ヨシ原で暮らすユビアカベンケイガニ (m)、汽水域の転石下でみつかるとタイワンヒライソモドキ (n)、ヨシ原に深い穴を掘るハマガニ (o)、泥干潟で暮らすヒメヤマトオサガニ (p)、ヨシ原で暮らすベンケイガニ (q)、石混じりの泥干潟でみつかるとイソテッポウエビの仲間 (r)、潮だまりでみつかるとクエの幼魚 (s)、淡水がしみ出す石の下でみつかるとミミズハゼの仲間 (t)。撮影者：横山耕作、宮川貴子、多留聖典、池上喜代吉、金谷弦。写真の多くはOWS制作「江奈湾干潟生きもの図鑑」より (<https://www.ows-npo.org/zukan/ena/>)

特集 気候変動と生態系、モニタリング研究の今

る底生動物と22種の魚類が確認され、その中には多くの希少種が含まれていました(図4)。

東京湾の入り口に残された小さな干潟、江奈湾。黒潮の影響を受けるこの干潟は、南から運ばれてくる底生動物の浮遊幼生が着底する場となります。実際に、私たちの調査でも分布北限と思われる生きものがみつかっています。この場所でのモニタリングを続けていくことで、気候変動に伴う干潟生物の分布変化を検出することができるのでは・・・と考えています。

おわりに

一市民科学的なアプローチによる生態系モニタリング

近年、色々なところで「市民科学」という言葉を耳にすることが多くなりました。市民科学とは、職業研究者だけでなく、一般市民のみなさんがデータの取得や解析に参加した科学研究のことを指します。インターネットの発達やソフトウェアの開発、ガイドブックの整備などにより、気候変動、移入種、保全生物学、自然再生、水質モニタリング、個体群調

査といった生態学や環境科学関連の分野で、市民科学ベースの研究が大きく発展しつつあります。干潟を舞台にした市民科学的研究はまだ始まったばかりですが、私たち研究者が子どもたちを含む市民のみなさんと一緒に調査を行うことで、多くの人に干潟の大切さや干潟に暮らす生きものたちの面白さを伝えていけるとよいなあ・・・と思っています。

(かなや げん、地域環境保全領域

海域環境研究室 主幹研究員)

執筆者プロフィール:

北海道出身なので、関東の夏の蒸し暑さが堪えます。気候変動で、将来もっともっと暑くなったとしたら自分は耐えられるのだろうか心配になる今日この頃。気候変動は、陸上に暮らす私たちだけではなく、海の生きものたちにも大きな影響をおよぼす可能性があります。アサリやハマグリが湧き、春にはカレイやガザミの子どもが育ち、冬には海苔を摘む。そんな日本の干潟が、私たちの子どもや孫の代まで豊かでありますように。



【研究施設・業務等の紹介】

気候変動影響の監視を目指した湖沼高頻度自動観測の開始

松崎 慎一郎

国立環境研究所は、霞ヶ浦において、1976年から現在まで45年以上にわたり定期調査を毎月行っています。私は、2010年から観測メンバーとなり、今年で13年目になりました。このような湖沼の長期観測は、世界的にみてもそう多くはなく、私たちは誇りをもって観測を続けています。長期観測のさらなる進化を目指し、2020年からは、毎月の定期調査に加えて、センサーを用いた自動観測を開始しました。現在、霞ヶ浦の高浜入りの沖合に、様々なセンサー機器を装着したブイ(図1A)を浮かべ、水温、水位、pH、電気伝導度、濁度、溶存酸素濃度、クロロフィル量(植物プランクトン量の指標)、フィコシアニン量(藍藻類量の指標)等の測定項目を、10分に1回という高頻度でデータを自動で取得しています

(以下、高頻度自動観測)。通常の定期調査では、船を出して調査するため、強風など悪天候の際は出航できません。一方、ブイによる観測は、雨にも負けず、風にも負けず、雪にも夏の暑さにも負けず、データを取得することができます。取得されたデータは、センサー内にあるメモリーに記録されています。

高頻度観測を開始した目的は、大きく二つあります。一つは、気候変動影響の監視です。霞ヶ浦では、既に長期的な水温の上昇が観測されていますが、今後、急激な水温上昇によって、アオコ(藍藻類が異常増殖し水面を覆い尽くした状態)や貧酸素水塊(底層の溶存酸素濃度が著しく低下した状態で一般に溶存酸素濃度が2mg/L以下)が頻発することが懸念されます。アオコの出現は、異臭や浄水場の濾過障害

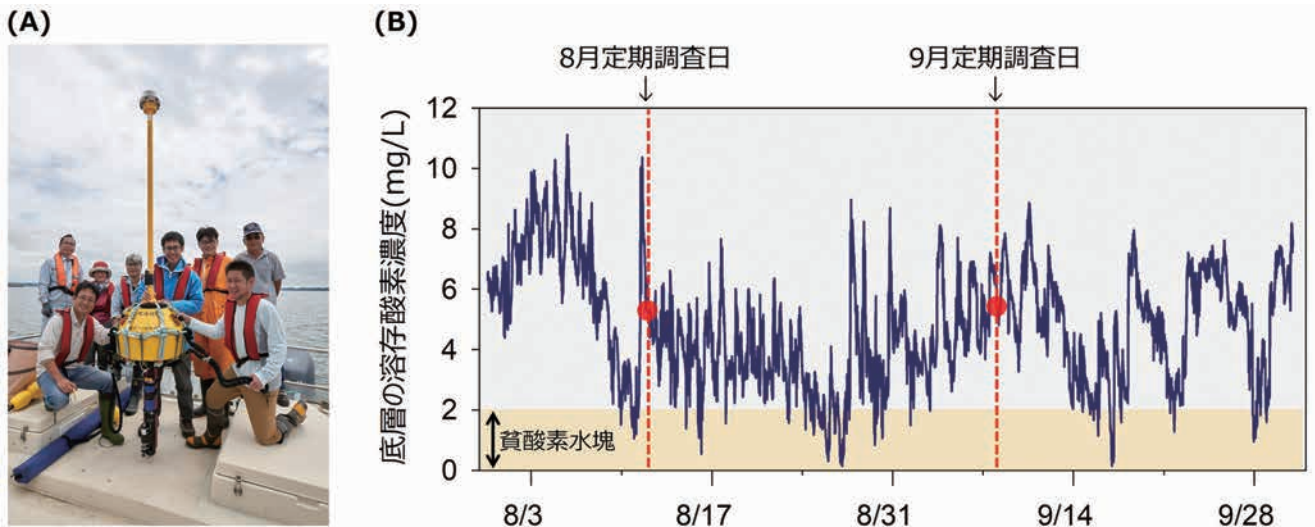


図1 (A) 霞ヶ浦に設置している観測ブイシステムの一部。

これは表層水を観測するブイで、黄色のウキ下にセンサー類を装着しています。筆者（青い漁師カッパ姿）と研究を行っている高津文人さん、篠原隆一郎さん、渡邊未来さん、中川恵さん、(株)ゼニライトブイの吉田基さんと田辺英司さん、(株)ラクスマリーナの佐藤敏郎船長とともに。

(B) 高頻度自動観測データの一例。

2020年7月30日～9月30日までの2カ月間における10分間隔の底層溶存酸素濃度の変化（濃青線）。赤い破線は、毎月行っている定期調査の日時を示しており、その時の溶存酸素濃度を赤丸で示しています。

を引き起こすことに加えて、いくつかの藍藻は肝臓毒や神経毒を産出するため、健康被害が懸念されます。貧酸素水塊の出現は、二枚貝等の底生生物や魚類の生存に大きな影響を与える他、底泥からの窒素やリン等の再溶出や硫化水素などの発生を引き起こします。水温の上昇に加えて、豪雨や大規模洪水により流域（おもに畑地）から窒素やリン等の栄養塩が大量に流入することで、湖沼の水質や生態系に大きな影響をもたらす可能性があります。長期的な気候の変化や極端な気象イベントの影響を、高頻度自動観測によって詳細に明らかにしたいと考えています。もう一つの目的は、かなり挑戦的ですが、突発的で急激な湖沼生態系の変化の予兆を事前にとらえることです。最近の海外の研究から、こうした急激な変化が起こる直前に、高頻度自動観測データから算出された統計値（標準偏差や自己相関係数等）が特異的な値を示すことが報告されています。アオコや貧酸素水塊が出現する前に注意報を出すことができれば、水遊びや釣りなどのレクリエーションの計画を変更したり、飲料水用の取水を事前に停止したり、さらには養殖の被害を最小限にとどめたりする

ことができるかもしれません。

今回、実際に霞ヶ浦で観測された高頻度自動観測データの一部を紹介したいと思います。図1Bに高頻度自動観測（10分間隔）と定期調査（毎月）から得られた、夏における底層の溶存酸素濃度の変化を示しました。高頻度自動観測の結果、8月～9月の間、底層では貧酸素水塊が複数回生じていたことが分かります（図1B）。浅い湖沼である霞ヶ浦では、夏の間、貧酸素水塊の出現と消失が、比較的短い時間の中で繰り返し起こっていると考えられます。ここで重要なことは、定期調査の結果だけを見ると、その観測日・観測時には底層で貧酸素水塊は発生していないことがわかります。つまり、ひと月の間に、底層の溶存酸素濃度はダイナミックに変動していることが高頻度自動観測から明らかになったこととなります。なぜ、このようにダイナミックな変動が生じ、どのような要因で、タイミングで貧酸素水塊が底層に発生しているのか今解き明かそうとしています。

メリットが多いように思われるセンサーを用いた高頻度自動観測ですが、やはりデメリットや課題もあります。センサーは、電池交換やクリーニングな

特集 気候変動と生態系、モニタリング研究の今

ど定期的なメンテナンス（これが結構大変です）が必要ですし、機械的なトラブルも生じます。センサーを用いた高頻度自動観測では上述したような一部の測定項目に限られており、プランクトンや魚類など生物の個体数変動を自動で観測することができません。また、ブイを設置した場所のみの情報しか得られないため、データが湖沼の環境を代表しているか注意が必要です。気候変動に伴う湖沼生態系の変化をとらえるためには、毎月の定期調査と高頻度自動観測の相補的な観測体制がとても重要だと考えています。

最後になりましたが、私たちは、世界中の湖沼で取得された高頻度自動観測データの収集・比較・統合解析を行う国際湖沼観測ネットワーク（Global Lake Ecological Observatory Network, GLEON）にも参加しています。地道な観測を継続し、国際的なネッ

トワークともしっかり連携しながら、気候変動というグローバルな環境問題解決に向けて、科学的にエビデンスを提供したいと考えています。

（まつざき しんいちろう、生物多様性領域

生態系機能評価研究室 室長）

執筆者プロフィール：

コロナ禍では、コミュニケーション不足になりがちです。霞ヶ浦ブイチームは、1～1.5ヶ月に1回ブイのメンテナンスを行いますので、調査船のキャビンやデッキが大切なコミュニケーションの場となっています。研究の話はもちろんですが、くだらない話もいっぱいして楽しんでいきます。メンテナンス作業は結構大変ですが、取得した高頻度データはチームの宝です！



新刊紹介

NIES Annual Report 2022

「NIES Annual Report 2022」は、海外に向けて、国立環境研究所の最近の研究成果を紹介する英文の年次報告書です。今回の報告書は、第5期中長期計画（令和3～令和7年度）の初年度にあたる令和3年度の活動状況を中心にとりまとめたものです。

○<https://www.nies.go.jp/kanko/annual/ae28.pdf>



表彰

「受賞のひとこと」など、詳しくはホームページもご覧ください。 <https://www.nies.go.jp/whatsnew/index.html#tab3>

公益社団法人大気環境学会 大気環境学会学術賞（斎藤潔賞）

受賞者：青野光子（生物多様性領域）

受賞対象：オゾン等大気汚染物質による植物の環境ストレス応答の分子的機構解明に関する研究

公益社団法人環境科学会 学術賞

受賞者：松橋啓介（社会システム領域）

受賞対象：持続可能な社会設計に向けたシナリオ評価と社会への反映

Japan Society of Material Cycles and Waste Management Kanto branch Excellent Poster Award

受賞者：HAM Geun-Yong（資源循環領域）

受賞対象：Lab-scale biodegradability test of bioplastics under soil condition based on standard methods, 令和3年度
関東支部研究発表会, -, 2022

※所属は受賞当時のものとなります。

