

HYOGO Environmental Advancement Association Magazine

# エコ びょうご

Spring 2023

春号

No.106

自然共生サイトと生物多様性を活かした持続可能な暮らし  
環境DNA分析がひろげる自然共生への取り組み

# “自然共生サイト”と 生物多様性を活かした 持続可能な暮らし

兵庫県立人と自然の博物館

主任研究員 三橋 弘宗 (みつはし ひろむね)

兵庫県立人と自然の博物館主任研究員(兵庫県立大学自然・環境科学研究所講師、兵庫県森林動物研究センター客員研究員)。生物多様性に配慮した河川環境の整備や自然再生、外来生物対策に関する研究に携わる。兵庫県環境影響評価審議会委員、環境省次期生物多様性国家戦略研究会委員、国土交通省近畿地方整備局多自然川づくり近畿ブロック委員長等を務める。



## 国際的な生物多様性の目標設定

2010年10月、名古屋市で開催された生物多様性条約第10回締約国会議(COP10)にて「愛知目標」が合意され、2020年までに取り組むべき20の個別目標が設定されました。個別目標には、生物多様性の価値認識の普及、環境に有害な補助金事業の撤廃、絶滅危惧種や外来生物への対策、国際的な資源利用ルールなどが掲げられています。特筆すべきは具体的な数値目標が定められた項目です。目標11では「陸域17%、海域10%を保護地域とすること」、目標5では「森林を含む自然生息地の損失速度が半減、可能な場所ではゼロに」、目標15では「劣化した生態系の15%以上の回復」が挙げられました。こうした定量的な数字が採択されて、世界中が目標を共有して取り組みが始まったことは大きな進展でした。

## 散々な結果

しかし、生物多様性に関する愛知目標の達成状況はどうだったのでしょうか。2020年に目標の達成状況を整理した「地球規模生物多様性概況第5版」によれば、結果は散々でした。達成できた項目は約1割で、全く取り組めていない項目や悪化しているものなど、様々な課題が顕在化しました。一方で、6つの項目は一定の成果を上げています。外来生物対策(目標9)、保護地域の拡大(目標11)、遺伝資源利用の仕組み構築(目標16)、国家戦略策定(目標17)、科学技術の推進(目標19)、資金の増加(目標20)です。

では、目標達成できた項目とそうでない項目との違い

はどこにあるのでしょうか。複雑な要素が絡むために、私見となりますが、具体的に数値目標が設定され、対策や努力の仕方が明確だったものではないかと考えています。定義が漠然とした目標ではなく、ごまかせない施策目標を掲げたものが成果を上げているように思います。例えば、保護区17%の確保や遺伝資源利用のルール設定などは明確です。逆に、明確な数値目標があったからこそ未達成が明確となった課題もあります。この点も大事です。自然生息地の損失面積の半減や、劣化した自然の15%回復、絶滅危惧種の種数や個体数といった数値はごまかせません。仮に未達成でも、反省点や努力の仕方が分かるので有意義なのです。新たな2030年に向けた計画でも、具体的な目標と行動計画を政策プロセスに組み込むことが大切になります。

## 生物多様性の危機が社会の危機を引き起こす

世界の国々が目標に向けて努力した結果、様々な進展が見られましたが、地球規模生物多様性概況第5版の指摘どおり、生物多様性の劣化は急速に進行しています。世界のビジネス業界では、気候変動だけでなく、生物多様性に関する危機がますます大きくなりリスクとなっています。2020年の世界経済フォーラムの報告では、食料供給や水質浄化、洪水調整といった自然による恵みである“自然資本”に依存するGDPが算定されました。この金額は約4840兆円にものぼり、世界経済全体のGDPの半分近くに相当します。経済活動そのものが自然の恵みによって成り立っていることを示しているのです。なお、気候変動

分野では、2006年のストーンレビュー（イギリス政府による気候変動問題の経済影響に関する報告書）によると負の影響はGDPの20%近くになると言われています。

気候変動と生物多様性の損失は、相乗的に社会経済に深刻なダメージを与えることが国際社会に浸透するようになりました。開発による無計画で過剰な土地改変や汚染、外来生物の蔓延、災害の頻発化は、生命や財産を奪い、持続可能な生産活動を不可能にします。農業環境の劣化による生産不良、生物資源の枯渇による価格高騰など、世界各地で問題が顕在化すると、社会経済が混乱し、各地で紛争を引き起こす原因にもなりかねません。生物多様性の保全は、経済リスクだけでなく、世界の安全保障の問題でもあるのです。

生物多様性の損失は、大きなビジネスリスクとして捉え、市場原理を通じた介入策が導入されつつあります。例えば、企業への資金融資や証券取引において、生物多様性に無頓着な企業への投資は、短期的に利益が上がっていても金融リスクが高いものとして回避するのが賢明です。このため、投資家は企業による財務状況だけでなく、環境に対応した調達や生態系への影響についてCSRレポート等を通じた積極的な情報開示を求めています。

この動きはさらに加速化し、2021年には、企業や金融機関に対して、自然資本への影響等に関する情報開示を求める国際的な機関「自然関連財務情報開示タスクフォース(TNFD)」が立ち上がりました。共通ルールのもとで自然への負荷を情報開示することで、生物多様性への影響が深刻なビジネスへの投資を抑制する新たな市場原理として期待されています。平たく言えば、株価が右

肩上がりでも、その株価とは別にCO<sub>2</sub>排出量や水の使用量、保護区の確保、生態系への影響が掲載されて、財務、環境、人材などを含めた総合的な視点から企業が評価と選別される時代の到来を意味しています。

では、どれだけの面積を保全し、生産活動による負荷をどれだけ削減すべきなのでしょう。2020年のNature誌に掲載された論文では、地球規模の生物多様性に関するデータや消費活動の影響を定量評価し、生物多様性の衰退度合いをパラメーターごとに予測評価しています。この研究では、2030年までに地球上の約30%の面積を適切に保護区として設定し、持続可能な生産と消費活動に切り替えなければ、生物多様性の劣化は止まらないと指摘しています(図1)。

ビジネスへの影響が顕在化したことで経済評価が進展したほか、大規模な生物多様性情報の充実や科学研究の進展によっても、危機が「見える化」され、社会を動かす原動力になっています。世界各地の生物学者や国際機関、自然史博物館などが協力してデータを地道に積みあげてきたことも大きな社会貢献であることを補足しておきます。

### 自然を守るための新しい仕組み：30 by 30

生物多様性の危機や様々な社会課題の顕在化を受け、2022年12月のCOP15において、新たな国際枠組み「昆明・モントリオール生物多様性枠組」の合意が得られました。大きな目標は、「人類と地球の利益のために、2030年までに生物多様性の損失を食い止め、回復傾向へ向かわせる」こと(ネイチャーポジティブ)。2010年の愛知目標の

反省を活かし、ビジネスに関連した情報開示や外来生物の駆除目標、自然を活かした気候変動への対応、保護区の拡大といった具体性の高い23の目標が設定されました(表1)。なかでも、最も期待されている目標が“30by30”で、目標3の陸域と海域および淡水域の30%を保護区に設定することです。ただし、反対意見も少なくありません。理由は、農業や都市開発との競合、自然豊かな土地に暮らしてきた人々の生業や生活を圧迫するからです。国際目標である30%の保護区を確保し、人々の暮らしを守ることを、“生物多様性を活かした持続可能な暮らし”を実現する方法が重要になります。

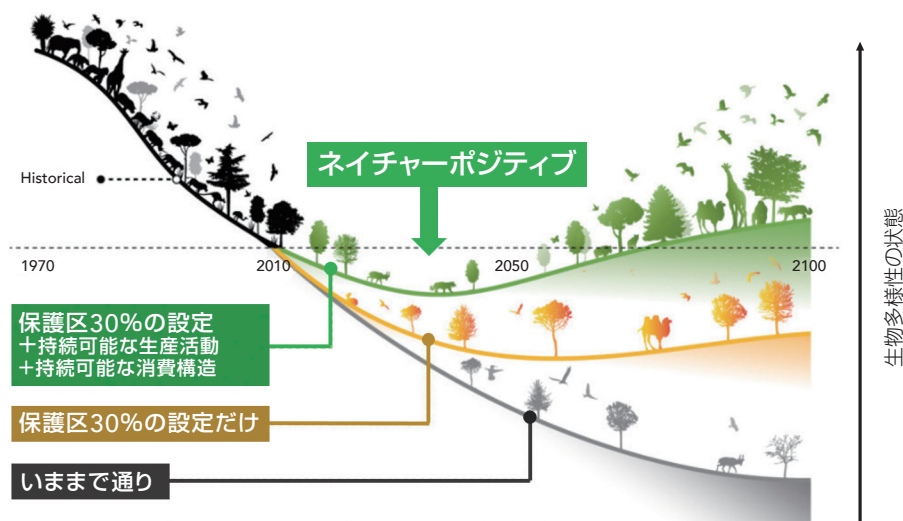


図1 保護区の設定と持続可能な活動による生物多様性への影響の模式図

Leclère, D., Obersteiner, M., Barrett, M. et al. Bending the curve of terrestrial biodiversity needs an integrated strategy. Nature 585, 551–556 (2020).より引用

CBD-COP15 2030年ターゲット

(a)自然の危機に対応する

1	重要な生態系の損失をゼロに近づけるための空間計画を策定
2	劣化した自然の30%を回復させる
3	陸・水・海の30%を人と自然の共生する地域として保全・管理する
4	絶滅危惧種への緊急措置や、人と野生動物の軋轢を最小化する
5	持続可能な生物の捕獲や取引を行い、違法・過剰な利用をなくす
6	外来種の侵入と定着を半減させる
7	プラスチック汚染を減らし、過剰施肥と農業のリスクを半減させる
8	気候変動と海洋酸性化の影響を最小化

(b)自然に根差した解決

9	自然資源を持続可能に管理し、特に脆弱な人々への自然の恵みを確保する
10	農業、養殖業、水産業、林業地域の長期的な持続可能性と生産性を確保する
11	水・空気・土や自然の調整機能などの生態系サービスの保全と再生と強化
12	都市の生態系機能や接続性を改善して健康と福利を高める
13	遺伝資源から得られる利益の公正公平な配分のためのあらゆるレベルの施策を展開する

(c)ツールと解決策

14	貧困対策や戦略的環境アセスなどあらゆる法律・指針に生物多様性の視点を組み込む
15	企業や金融機関の行動や情報開示を支援し、企業リスクを減らし、企業による行動を増やす
16	市民の持続可能な選択を増やし、食料廃棄の半減や廃棄減少を進める法規制、情報提供を進める
17	遺伝子組み換えの適正な管理・利用の能力をすべての国が持つ
18	2025年までに調査し、2030年までに生物多様性への深刻な負の補助金を5000億ドル以上削減する
19	あらゆる資源を集めて、毎年2000億ドル以上の実施資金を生み出す
20	実施のための能力向上、国際的な技術移転や共同開発により科学技術の推進と活用をはかる
21	効果的な管理やモニタリング、運営と参加のための最新の知識・情報を届ける
22	情報、政策決定の参加、司法へのアクセスの機会を、先住民、女性、ユースに確保する
23	行動目標達成のための意思決定や行動が、ジェンダー平等の中で実現する

表1 「昆明・モントリオール生物多様性枠組」で合意された23の目標

CBD/COP/15/L.25のAnnex(Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework)および日本自然保護協会HP(<https://www.nacsj.or.jp/2022/12/33437/>)を参照して要点のみ抽出して記載

そこで登場するのが、OECM(Other Effective area-based Conservation Measures)と呼ばれる制度で、国内では“自然共生サイト”の用語が充てられました。OECMとは、既存の法による保護地域以外で設定する“生物多様性にも貢献している場”を意味するもので、自然と調和した緩やかな保護地域と捉えることができます(図2、3)。日本では“里山”との親和性が高いこともあり、関係者にもスムーズに受け入れられ、2019年から本格的に検討が進められてきました。一定の基準を設けて環境省が認定することで、30by30による保護地域の面積に加算することができるため、国際目標を達成するためのツールとなります。

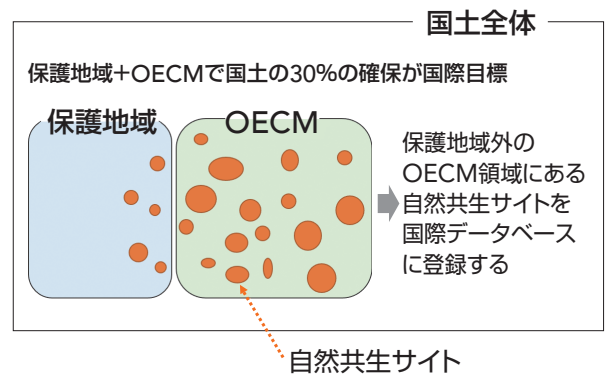


図2 自然共生サイトとOECMの位置づけ

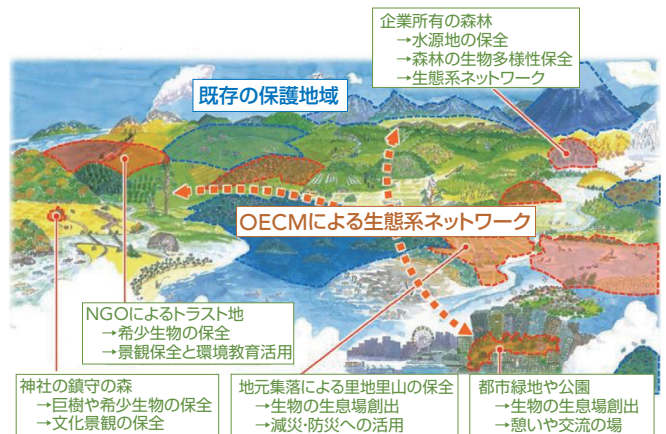


図3 自然共生サイト(OECM)の空間イメージ

自然共生サイトについて

環境省では、国際的な合意に先駆けて、日本の多様な地域特性に配慮して、制度づくりや認定基準、登録システムの整備が進められてきました。認定基準は、“極めて貴重な自然”を要求するものではなく、比較的ハードルが低く設定されています。基本的には、①場の範囲、②管理者、③生物多様性の価値、④管理方法に関する記述となります(表2)。3つ目の“生物多様性の価値”は、希少種の

分布や生態系サービスなど9つの視点から構成され、希少種だけを要求するものではありません。いくつもの視点が設定されている理由は、様々な副次的な効果(脱炭素や循環経済、癒やし効果など)が期待されているからです。現在、申請をより簡単にできるよう、生物多様性に関するデータベースやGIS(地理情報システム)と連動したシステム整備が進められています。これまでのモニタリングデータや研究成果の蓄積が活用できることとなります。

<b>1.境界・名称に関する基準</b>	<b>3.生物多様性の価値に関する基準</b>
1.1 境界と名称	3.1 重要性が既に認められている
<b>2.ガバナンス・管理に関する基準</b>	3.2 原生的自然
<b>2.1 管理権限</b>	3.3 二次的自然
2.1.1 管理権限の存在	3.4 生態系サービス&健全な生態系
2.1.2 管理の公平性	3.5 伝統文化種
<b>2.2 管理措置</b>	3.6 希少種
2.2.1 管理措置	3.7 分布限定種
2.2.2 管理体制の長期継続性	3.8 動物の生活史
	3.9 緩衝機能・連結性
	<b>4.管理による保全効果に関する基準</b>
	4.1 管理の有効性
	4.2 モニタリングと評価

**表2 自然共生サイトの認定基準(案)**

2022年からは、実証実験が開始されました。試行段階にも関わらず、全国から56地域の登録がありました。以前から環境保全の実績がある事例が多く、すべて基準を満たす「認定相当」の審査結果となりました。認定された事例は、林業地、工場敷地と周辺の水源林、テレビ番組ロケ地、大学キャンパス、都市緑地、幼稚園と隣接する里山など多様で、さながら「自然とのつきあい方図鑑」となっています。兵庫県からは、サントリー天然水の森、エスプレッソの里、神戸の里山林・棚田・ため池が認定されています。事例の蓄積と共有は、産学官民で構成されるプラットフォーム“30by30アライアンス”で発信・交流されて、新たな展開につながるようデザインされています。

これまでは、「環境に頑張ってる取り組み」とだけ認識されていたものが、「自然共生サイト(既存の保護地域に含まれない場合のみOECM登録)」として格付けされて、国際認証として宣言できることが最大のメリットです。残念ながら、直接的な公共による財政支援や税制優遇はありませんが、先に紹介した民間事業者の金融関連の評価項目となることが予想されます。この制度は、まだ走りだした段階で今後の活用方法は模索段階であることは否めません。登録メリットがないと言う指摘もありますが、むしろ新規性

のあるチャンスとして捉えることはできないでしょうか。

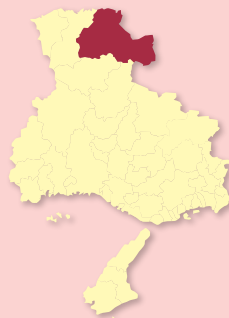
国際認証制度であり、国際データベースへの登録は信用取引の材料やWEB検索でも有利です。エリア設定することで、農林水産業、防災、観光、教育福祉等とも連携し、効率的な複合計画として活用できるかもしれません。例えば、市街化調整区域の規制緩和条件や都市計画上の逆線引の根拠、流域治水における“貯留機能保全区域”を兼ねた公共投資、工場立地法での緑地面積要件の代替地利用など、制度を整備すれば、生態系保全に資金調達しやすくなるかもしれません。OECM登録地なら、飲食店や工場のブランディングに利用できる可能性もあります。このように、他分野との統合的な社会課題の解決や、共創による新たな価値創出が求められます。

## おわりに

2030年までに生物多様性の損失を止めて回復軌道に乗せること、“ネイチャーポジティブ”が次期生物多様性国家戦略の主題となっています。基本戦略の一つに“自然を活用した社会課題の解決”があり、他分野との統合的解決が求められています。例えば、生態系を活用した防災・減災はECO-DRR(Ecosystem-based Disaster Risk Reduction)と呼ばれ、注目を集めています。具体的な事例では、兵庫県円山川でのコウノトリの野生復帰と災害復旧を兼ねた自然再生事業、コウノトリ米によるブランディングは既実現されています。また、文化観光の分野では、丹波篠山市の城下町周辺の町並みと文化財保存、農業遺産を活かした郷土料理と周辺の里山や水辺を含む一帯を文化景観として捉えた観光や保全活動は、ツーリズムや移住者の確保など地域経済に好循環をもたらしています。先行事例を活かし、県全体でも30by30を目指したいものです。

自然共生サイトへの登録は、仮に役所の担当者が“無関心”でも、役所に依存せずに、地主や自治会、民間事業者だけでも登録できます。小規模な取り組みから始め、地域での協議と同意を図り、様々な制度を組み合わせると理解者も得やすくなります。既存のプロジェクトに、生物多様性の要素を追加する場合もあるでしょう。上手に制度を使って魅力的な地域づくりに発展すれば、連鎖的に他分野の事業との協働や、発信力を確保できると思います。自然共生サイトによって、防災や観光などにも寄与するなら、生物多様性国家戦略だけでなく、国家政策としても重要な制度になるのではないのでしょうか。“お手軽な国際認証”として捉えて、みんなで知恵を絞り活用すべき制度だと思えます。

とよ おか し  
**豊岡市**



2005年、豊岡市、城崎町、竹野町、日高町、出石町、但東町が合併して誕生。市域の約8割は森林で、北は日本海、東は京都府に接し、中央部には円山川が流れます。海岸部は山陰海岸国立公園、山岳部は氷ノ山後山那岐山国定公園に指定され、雄大な自然環境に恵まれています。コウノトリの野生復帰を目指す取り組みや、全国の4大産地の一つである靴産業が有名。全国区の知名度を誇る城崎温泉、西日本屈指の神鋼スキー場、但馬の小京都・出石城下町などに毎年多くの観光客が訪れます。

人口/77,765人 世帯数/33,672世帯 面積/697.55km<sup>2</sup>  
(2022年12月31日現在)

**コウノトリの野生復帰のため  
豊かな自然環境を整備**

コウノトリはかつて日本の各地で暮らしていました。しかし、乱獲や生息地である湿地の減少、農薬の大量使用などにより、1971年に野生のコウノトリは絶滅しました。最後の生息地は豊岡市でした。

同市は絶滅前から人工飼育を始めていましたが、ロシアから譲り受けた幼鳥6羽の中で、1989年に初めてヒナが誕生し、飼育下で増やしたコウノトリを人里に返していく野生復帰プロジェクトがスタートしました。そのために必要なのは、まず、コウノトリが自活できる豊かな自然環境です。山の谷間にある田結地区<sup>たいたい</sup>では住民が無償提供した休耕田を利用した湿地づくりが行われ、住民自ら共同で管理し、研究者や企業、NPOなどが事業に関わっています。「行政主体ではなく、住民が土地を提供・管理する湿地は日本でここだけでは」と、豊岡市コウノトリ共生課宮下課長は話します。さらに、ハチゴロウの戸島湿地など大規模な湿地が整備されました。水辺の生き物の生息場所をさらに増やすため休耕田を利用した水田ビオトープも市内で約30カ所設置され、市が委託料を支払い、市民や団体によって管理されています。

コウノトリの自活場所はその“量”の他に“質”も大切です。円山川<sup>まるやまがわ</sup>では水門の落差を改善し、コウノトリの餌となる魚が遡上できる魚道を設置、田んぼも水田魚道で水路とつなげ、生き物の行き来を確保しています。

他にも「小さな自然再生活動支援事業」として、外来種の駆除、自然学習会の開催など小規模な環境事業



▲「日役」と呼ばれる住民総出の共同作業で管理する田結湿地



▲2005年の初放鳥から17年で300羽を超えた野外で暮らすコウノトリ

に対して補助金を出して奨励。「自然再生アクションプラン事業」では、重点的に取り組むエリアを選定し、市の職員がワークショップなどを行い、地域の自然再生を促します。

野生復帰プロジェクトでは次世代に活動を繋いでいくために子どもたちへの教育も行われています。「出張!田んぼの学校」は、市が派遣する講師の指導のもと、実際に水路で生き物を採って観察します。市が主催する「コウノトリKIDSクラブ」では小学4、5、6年生が年間を通じてコウノトリや豊岡の自然について深く学びます。また、地域や事業者と協働して、持続的な保全と自然資源の利活用を両立させる取り組みを行っています。自然保育(森のようちえん)や野外体験プログラム等の事業を通して、多くの人々に多様な形で「自然の中での“育ち”」を提供し、豊かな感性と里地里山の保全に対する意識の醸成を目指しています。

2021年、同市は「コウノトリ野生復帰」をシンボルとした自然再生が評価され、グリーンインフラ官民連携プラットフォーム<sup>\*1</sup>の「第1回グリーンインフラ大賞」で国土交通大臣賞を受賞しました。コウノトリの野生復帰は主眼ではなく象徴で、市民の暮らし向上を最終目的としています。また、環境省が進める30by30アライアンス<sup>\*2</sup>にも参加。2023年度から始まる「自然共生サイト」認定制度に申請するため関係者と調整しています。

## 自然共生の試みは無・減農薬農業やプラスチックごみ削減へ波及

絶滅の一因が農薬にあったことを受け、無・減農薬の「コウノトリ育む農法」を推し進め、農家やJAと協力し「コウノトリ育むお米」を作っています。田んぼに冬期や田植えの1カ月前から水を張ることで、コウノトリの餌となる多くの生き物を育みます。「無・減農薬は除草などに手間がかかり、農家さんは大変ですが、地元に対する誇りや自信が芽生えているから頑張ってくれるのでは」と宮下課長。2006年には市内の小中学生がコウノトリの住環境を考え、無・減農薬米を増やすために「私達の給食にそのお米を」と、市長に直接訴えました。その後、減農薬米を2ヶ月に3回の提供でスタート。2016年には毎日提供、2023年1月からは無農薬米での試行も始まりました。



▲供給が追いつかないほどの大人気となったコウノトリ育むお米

近年、コウノトリの<sup>くちばし</sup>嘴にプラスチックごみが絡んだ事故もあり、同市では2030年までに使い捨てプラスチックごみゼロを目標に掲げた「豊岡プラスチックごみ削減対策実行計画」を策定しました。策定委員には市内の高校生6人も参加。キックオフイベントでの「Z世代※3によるトークセッション」では、マイボトル用給水スポットの設置要望があり、公共施設での設置に向けて協議が進んでいます。その他、但馬地区で毎年一斉に地域のクリーンアップを行う「クリーン但馬10万人大作戦」にも多くの市民が参加し、ごみの回収や処分でも積極的に関わっています。

※1 グリーンインフラ官民連携プラットフォーム:多様な主体の積極的な参画と官民連携により、グリーンインフラを推進し持続可能で魅力ある国土・都市・地域づくりにつなげることを目的に設立された組織。都道府県・市区町村、関係府省庁、民間企業・学術団体、個人などから構成。

※2 30by30アライアンス:2030年までに世界の陸域と海域の少なくとも30%を保全する目標で、2021年のG7サミットで合意された国際的な約束である30by30を進めていくための有志連合。30by30は、COP15(2022年)でも目標の1つとなった。

※3 Z世代:世界各国において概ね1990年代中盤から2000年代終盤、または2010年代序盤までに生まれた世代(2023年時点で10代~20代前半)のこと

## 一般企業も市民と一緒に自然共生への道を歩む

企業の環境保護活動も高まりを見せています。JA共済連兵庫と神姫観光株式会社はバスツアーに湿地整備などのボランティア活動体験を組み込み、通常よりも安価で販売しています。城崎温泉旅館協同組合はプラスチックごみ削減のため、宿泊利用者への歯ブラシ等の持参呼びかけや生分解性プラスチック製アメニティの提供を開始。神鍋高原では気候変動の影響もあり、積雪が年々少なくなっていることから、日高神鍋観光協会が主体となり、サステナブルな観光地づくりを目指した勉強会の開催や計画づくりに取り組んでいます。

鞆の街としても有名な同市では、兵庫県鞆協同組合が廃漁網を再生したナイロン生地を鞆の材料として有効利用するプロジェクトを推進。廃漁網やリサイクルファスナーを使ったスクールリュックは子どもたちへの環境教育に繋がります。他にも、ワインの製造工程で発生するブドウやお茶の搾りかすで革を染色するなど独自の環境活動を進めています。



▲廃漁網を使用したスクールリュックは軽さもデザイン性も魅力

さらに豊岡中核工業団地では2022年度からカネカソーラーテック株式会社を中心に、国の補助金を受けてマイクログリッド事業がスタート。工場の屋根などにソーラーパネルを設置し、災害時や停電時に工場事務所や市の避難場所である公園管理棟の電力をまかします。

同市では昔も今も子どもたちが自然を体験するイベントや教室が大人気です。自然と共に生きる土壌が醸成されているのかもしれませんが。先述のカネカソーラーテック株式会社はコウノトリの野生復帰事業への賛同もあって工業団地に進出。野外で暮らすコウノトリは300羽を数えるまでになりました。野生復帰の取り組みは、住民や環境のためにもなり、さらに自然共生意識が高まり、またコウノトリに還元される。そんな自然共生のサイクルがこの地では続いていきます。

■豊岡市 コウノトリ共生部 コウノトリ共生課  
〒668-8666 兵庫県豊岡市中央町2-4  
TEL0796-23-1111(代)  
<https://www.city.toyooka.lg.jp>



# 環境DNA分析がひろげる 自然共生への取り組み

ひょうご環境創造協会 環境技術事業本部

## 環境DNA分析によってわかること

「環境DNA」とは、環境中に存在する生物の排泄物、粘液、体表からはがれた皮膚片など、様々なかたちで放出された生体由来のDNAを指しています。そのDNAを川や海などで採取した水試料から抽出し、そこにどんな生き物が存在しているか調べるのが環境DNA分析です。

ひょうご環境創造協会では、神戸大学大学院源教授の指導の下、いち早くこの技術の習得に取り組んできました。これまでに、河川における希少動物の発見や、特定外来生物の分布と広がり方の調査、ため池や海域での魚類の網羅的解析※1など、様々な環境下で数多くの生物種をターゲットに調査を実施し、成果を積み重ねています。

今回は、陸域や海域における自然共生という視点で、OECMや30by30につながる生物モニタリング技術として期待される環境DNA分析について、その活用例をいくつか紹介します。



▲環境DNAの概念図

※1 網羅的解析:一回のDNA解析によって、多種類の生物種の存在を明らかにする解析方法。

## 環境DNA分析のメリット

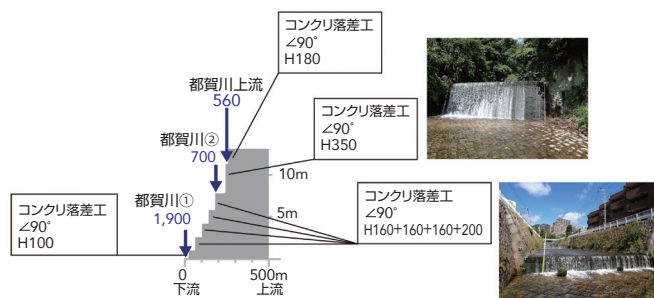
環境DNA分析の最大のメリットは、コップ一杯の水を汲みそれを分析するだけで、その場に棲んでいる生物種の存在を明らかにできることです。この特徴は、現地調査に要する労力を最小限に留めるだけでなく、従来法では捕獲・目視を唯一の根拠としてきた存在確認の考え方に大きな転換をもたらしました。すなわち、必ずしも生体を捕獲せずとも、DNAという確かな痕跡を捕えることで、生物モニタリングの可能性が飛躍的に高まったといえます。

## 自然共生のための環境DNA分析の応用

### 多自然川づくり※2への貢献(二ホンウナギの生息環境の保全)

当協会では、神戸市の委託を受け、市内6水系32河川において二ホンウナギ(神戸版レッドリスト、Cランク)の分布状況を調査し、16河川でそのDNAを検出しました。

二ホンウナギが生息している河川において、二ホンウナギのDNA濃度と堰などの落差工及びその高さ、魚道の有無の関係を解析したところ、二ホンウナギの生息環境に、河川構造(落差工等の高さ、河床・護岸の状況)が大きく関係していることが分かりました。この手法を活用することで、落差工の位置、取水堰への魚道設置など、生物共生型の河川構造物に科学的裏付けを示すことができるようになりました。



▲落差工と二ホンウナギDNA濃度の解析例

### 希少生物の保全(ヒダサンショウウオ生息地の保全)

環境DNA分析は、そもそも生体を捕獲・確認することが難しい希少動物に対して、威力を発揮します。

ヒダサンショウウオは溪流の源流部に生息する全長8~15cmの両生類で、神戸版レッドリストでAランクに指定されています。

当協会では、神戸市の委託を受け、まず、本種が生息している既知の河川において、環境DNA分析を用いて、生息ポイントの絞り込みを行い、実際に生体がそこに存在していることを現地調査によって確認しました。そのうえで、既知の生息ポイントの環境条件(標高、植生等)と類似している61地点を地理情報システムを用いて絞り込み、その後実際に現地採水を行い、環境DNA分析を実施しました。その結果、22地点から本種のDNAを検出し、さらにこの中の18地点において、成体又は卵のうを目視確認することに成功しました。



この調査は、これまで希少動物の生息情報がなかったエリアであっても、環境DNA分析を用いることでその存在を証明することができた好例です。希少動物は、希少な環境が存在することで生息できているのです。裏返せば、希少動物を保全するためには、その希少な環境の保全が必須です。環境DNA分析は、そのような観点からも有効に活用しうる技術なのです。



▲ヒダサンショウウオ(神戸市北区)

## 外来生物対策

### (特定外来生物クビアカツヤカミキリの早期発見)

クビアカツヤカミキリは、主にサクラやウメ、モモなどに寄生し木を枯らしてしまうため、特定外来生物に指定されている昆虫で、令和4年6月に初めて、兵庫県内に侵入した個体が発見されました。クビアカツヤカミキリの幼虫は、樹木の生木を摂食し、フラス(フンと木屑が混ざったもの)を排出しながら、樹体内で2~3年かけて成長しサナギとなります。成虫になると飛び立ち、新たな被害木を発生させてしまうため、幼虫の段階で駆除対策を講じる必要があります。

兵庫県では、県と当協会が協力し成長の過程で巣穴から排出されるフラスに含まれるDNAを分析することで、その木にクビアカツヤカミキリが寄生しているか否かを即座に判定する体制を整えています。なお、県内で発見されたクビアカツヤカミキリのフラスは、いずれも県民の通報がもたらしたものであり、早期発見、早期対策に、県民の協力が最大の力になっています。



▲クビアカツヤカミキリのフラスの発生状況(サクラ)

## 豊かな海づくりに向けた海域での生物モニタリング調査

兵庫県は、豊かな海づくりを目指し、全国に先駆け海域の栄養塩類管理計画を定めました。これは工場や事業場から排出される窒素とリンを栄養塩類として一定濃度で海域に供給する考え方で、海苔の色落ち防止や水産資源の回復など、豊かで美しい里海の再生を目的としています。

当協会では、兵庫県沿岸の水質常時監視調査実施時の海水試料を用いて、環境DNA分析による魚類網羅的解析を行っており、窒素やりん等の理化学的な水質指標とは別の視点で、海域の環境情報の可視化に取り組んでいます。

当協会が行った令和2,3年度の調査では、大阪湾と播磨灘で21目85科194種の魚類が検出されました。一説では、海水温の変化が出現魚種の構成に変化をもたらしているとの研究報告もあります。海域のように広大なエリアを対象とした保全の取組においては、可能な限り調査地点を多く設定して、季節変動を把握し、かつ中長期的な視野に立ったデータの集積が重要です。その上で、魚種の分布や構成種がどのように変化しているのかを捉えていく、息の長い取り組みが求められています。

また、種類の多寡<sup>たか</sup>だけではなく、昨今、漁獲高の減少が懸念されているイカナゴやマダコなどの有用水産種についても、常時監視調査に併せて分析することで、その季節変動や地域移動の状況等を把握することができ、今後の対策の基盤資料となることも期待されています。

環境DNA分析は、河川やため池のような限られたエリアを対象にした分析から、沿岸海域やさらに広大な日本海<sup>※3</sup>のようなエリアを対象にした分析まで、活用の範囲は広がっています。

※2 多自然川づくり:河川が本来有している生物の生息・生育・繁殖環境及び多様な河川景観を保全・創出するために河川管理を行うこと。

※3 日本海における環境DNA分析を用いたダイオウイカに関する調査研究(兵庫県立人と自然の博物館)  
T. Wada et al., Marine Biology vol.167, no.160 (2020)

## おわりに

神戸市は、本年1月に策定した「KOBE里山SDGs戦略」において、生物多様性のモニタリング手法の一つに環境DNA分析を採用し、生物多様性の観点から環境の変化を把握する手段として位置付けています。環境DNA分析は、本稿で事例を示したように、魚類をはじめとする水生動物や昆虫類など幅広い生物種を対象としており、これまでに無かった発想で、自然共生の可能性を広げてくれるツールといえます。

この技術に関する研究がさらに進展することによって、環境DNA分析が自然共生の分野で、ますます重要な役割を担っていくことが期待されています。

## 地域の環境活動

# ミツバチから始まった 地域活性と自然共生

## NPO法人 はりま田舎暮らしの会



▲秋の初めの体験会で行う採蜜

### 偶然出会ったミツバチで地域の活性化を

代表の本田三郎さんは定年退職後、佐用町へ移住し、野菜づくりなどを楽しみ田舎暮らしを始めました。ある日、庭で無数の蜂の塊を見つけます。知人に尋ねると、ニホンミツバチ※1が分蜂※2で新しい巣を探しているとのこと。空箱に入れてみると上手く育ち、秋に蜂蜜が採れました。食べてみて「こんなに美味しいものが世の中にあったのか」と驚いた本田さんは、独学で養蜂を始めました。

「ミツバチの暮らしやすい環境は？蜜源※3はどこに？」と考える中で、里山が荒れ、休耕田は雑草だらけなことに気づきました。そこで、他の移住者たちと休耕田を借りてミツバチの蜜源となるよう花を植える活動をスタート。2015年には地域の活性化を目指し「NPO法人 はりま田舎暮らしの会」を立ち上げ、高齢化と過疎で悩む佐用町幕山地区で、自治会と一緒に蜂蜜づくりを通して環境保護に取り組みました。さらに、ミツバチの飼育を行う田畑、里山を「和蜂 まほろばの里」と名付け、地域活性、自然共生の拠点に。他にも、その花に集まるミツバチの多さから、かぼちゃの栽培を進め、巨大かぼちゃの重さや形を競う大会も開催しました。「活性化案を地元の団体や企業に提案しても、経済効果などがネックで、腰を上げてくれないこともよくありました」と、本田さんは当時の苦労を振り返ります。

さらに同会は、ひょうご環境創造協会の支援を受け、里山の保全活動や佐用町のひょうご環境体験館で年に4回ミツバチの生息環境の保護と創造のための特別プログラムを行っています。



▲地域活性と自然共生の両立を目指した「和蜂 まほろばの里」

11月の巣箱作り教室ではこれまでに約300台を製作。3月は、匂いでミツバチを誘うため、巣箱に蜜蝋※4を塗ります。6月は生態講座で、夏場の高温や天敵の

オオスズメバチなどの対策を伝授します。9月はいよいよ採蜜体験会。山の中で参加者と一緒に採って、その恵みを味わいます。参加者は佐用町を中心に龍野市や宍粟市、遠くは川西市からも。作った巣箱を地元で設置し、習得した養蜂を実践します。「一つの巣箱のミツバチの活動範囲は直径約4キロの輪。そこに花を植えたり、環境を保護して欲しい。その輪がどんどん増えて、いつか全部が繋がれば」と、本田さんは夢を語ります。



▲ 毎回多くの参加者が熱心に耳を傾けるミツバチの生態講座



▲ 冬の断熱のため、3cmの厚い板を使う巣箱づくり

### 養蜂から自然共生、地球環境の保全へ

ミツバチの生息環境は年々悪くなっているそうです。農薬は害虫だけでなく益虫であるミツバチにも被害を与え、地球温暖化による夏の猛暑も脅威です。雑木林の広葉樹が減り、ミツバチの自然の巣づくりも困難に。「私たちが里山でできることは昔ながらの環境を保つこと」。本田さん流の自然共生のポイントです。

一説によると、地球上からミツバチが姿を消せば、植物の受粉が行われず、作物が育たなくなり、食料不足で人類は生きていけないそうです。同会では、ビニールハウスなどでの受粉をニホンミツバチで行う事業も実現したいと考えています。「ミツバチの受粉が、私たちの生活にどれだけ貢献しているか、自然と共生することがいかに大切かを伝えたい」。田舎暮らしから偶然始まった地域活性と自然共生への道のりはこの先も続いていきます。

※1 ニホンミツバチ(別名 和蜂):日本固有の野生のミツバチ

※2 分蜂:巣に新しい女王蜂が生まれた際に、古い女王蜂が働きバチを連れて新しい巣へ引越すこと

※3 蜜源:ミツバチが蜜を採る植物

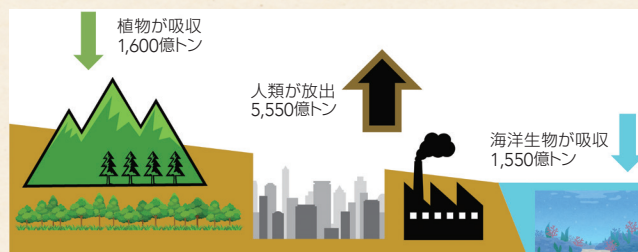
※4 蜜蝋:巣を作る材料として、働きバチが分泌する蝋

【NPO法人 はりま田舎暮らしの会】 兵庫県佐用郡佐用町皆田144 <https://ameblo.jp/hunter4436/>

# 我が国の藻場、干潟におけるブルーカーボン評価

兵庫県環境研究センター

大気中で増加する二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)が気候変動の原因の一つとされています。大気中のCO<sub>2</sub>を吸収、貯留するものとしては森林等の植物によるグリーンカーボンが主とされていますが、もう一つ減少させる手法としてブルーカーボンの利用が提唱されています。ブルーカーボンとは海洋生物の作用によって海中に吸収、貯留された炭素を指します。気候変動に関する政府間



パネル(IPCC)の第5次評価報告書(2013)によれば産業革命以降、人類が産業活動によって放出した炭素(ブラック(煤など)及びブラウン(CO<sub>2</sub>)カーボン)の総量は約5,550億トン、一方植物などにより吸収、貯留されたのはグリーンカーボンが1,600億トンであったのに対して、ブルーカーボンが1,550億トンとされています\*1。また、その有効性はIPCCの第6次報告書の海洋・雪氷圏特別報告書(C.2.4, SROCC, 2019)\*2でも指摘されていることから、今後の気候変動緩和に向けてブルーカーボンの活用は必要不可欠であると考えられます。

UNEP等の報告書「Blue Carbon」\*3ではブルーカーボンが貯留される場として、マングローブ林、海草藻場、塩性湿地が挙げられています。中でもマングローブ林の単位面積当たりの炭素貯留量が最大で、864トンC/haに達しています\*4。

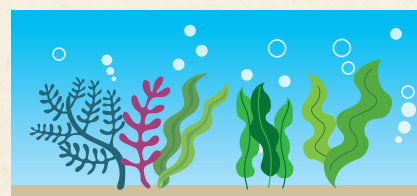
しかしながら、本州、四国、九州の広い地域が温帯域に位置する我が国ではマングローブ林は沖縄県と鹿児島県に限られており、そのうち90%以上は沖縄県に位置しています\*5\*6。一方、マングローブ林と同様にブルーカーボンの貯留の場として挙げられた海草藻場と塩性湿地は藻場と干潟として国内に広く分布しています。私達はこのような国内の事情を鑑み、2014~2016年度にかけて国立環境研究所、東京都環境科学研究所、三重県水産研究所とともにこの藻場、干潟におけるブルーカーボンの量について明らかにしました\*7。

表に各自然区分の単位面積当たりの炭素貯留量、国内の面積及び国内の炭素貯留量を示します。

表 海域区分の単位面積あたりの炭素貯留量、国内の面積、及び国内の炭素貯留量(有効数字3桁)

自然区分	単位面積当たりの炭素貯留量(トンC/ha) <sup>①</sup>	国内面積(ha) <sup>②</sup>	炭素貯留量(万トンC) <sup>①×②</sup>
藻場	29.0~40.0*7	142,000*7	412~568
干潟	8.9~35.3*7	160,000*7	142~565
藻場+干潟	—	—	554~1130
マングローブ林	864*4	800*5	69.1

このように、単位面積当たりの炭素貯留量では藻場と干潟はマングローブ林に対して少ないのですが、国内における面積では藻場と干潟は広い面積を有しています。このため、単位面積当たりの炭素貯留量に面積を乗じた自然区分当たりの炭素貯留量では、藻場または干潟はマングローブ林の2~8倍、藻場と干潟を合わせた場合はマングローブ林の8~16倍となりました。島嶼国で国土の広い部分が温帯域に属する我が国では、マングローブ林はもとより藻場、干潟を大切にすることが気候変動対策に重要であることが示されました。



参考文献

- \*1 IPCC (2013), 第5次評価報告書(AR5)第1作業部会(WG1)報告書(自然科学的根拠), ([https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar5/ipcc-ar5\\_wg1\\_spm\\_jpn.pdf](https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar5/ipcc-ar5_wg1_spm_jpn.pdf) 2023年1月30日確認)
- \*2 IPCC (2019), 第6次評価報告書(AR6)海洋・雪氷圏特別報告書, (<https://www.env.go.jp/content/900442318.pdf> 2023年1月30日確認)
- \*3 Nellemann et al. (2009) Blue Carbon. A rapid response assessment. United Nation Environment Programme, GRID-Arendal (<https://www.grida.no/publications/145> 2023年1月30日確認)
- \*4 Scott D. Bridgman, Rongzhong Ye, 2013, Methods in Biogeochemistry of Wetlands, Volume 10, CHAPTER 20, Organic Matter Mineralization and Decomposition (Pages: 385-406) by Soil Science Society of America, SSSA Book Series
- \*5 マングローブ林の変遷 (<https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/kankyo/saisei/documents/saisei05.pdf> 2023年1月30日確認)
- \*6 特定非営利活動法人マングローバルウェブサイト (<https://www.manglobal.or.jp/> 2023年1月30日確認)
- \*7 二次的自然「里海」の短寿命生態系におけるブルーカーボン評価に関する研究(2017), 環境省環境研究総合推進費終了研究等成果報告書 ([https://www.erca.go.jp/suishinhi/seika/db/pdf/end\\_houkoku/1-1407.pdf](https://www.erca.go.jp/suishinhi/seika/db/pdf/end_houkoku/1-1407.pdf) 2023年1月30日確認)

グリーンエネルギー・ブルーカーボン基金

当協会では、県民・事業者の皆様の寄付金や拠出金等により、太陽光発電、森林保全活動だけでなく、瀬戸内海等での浅場造成による生物生息域の再生など、ブルーカーボンを増やす取り組みを支援しています。

## 令和5年度「ひょうご出前環境教室」の利用申込みを受付しています!

兵庫県内の地域団体等が環境について学ぼうとされる際に、当協会が選定した環境学習プログラムの中から希望する講師を派遣します。派遣する講師の謝金・交通費は、当協会が負担します。

ご利用希望の方は、実施希望日の20日前までにお申込みください。

詳しくは、当協会のホームページをご覧ください。講座名をクリックするとプログラム内容や、申込者側で負担するものなどが確認できます。

メールで簡単に手続きができます。ぜひご利用ください。

**問い合わせ先** ひょうごエコプラザ TEL:078-735-4100



▲子ども向け講座(体験型)の様子

◀ホームページはこちら

## ラジオ番組「正木明の地球にいいこと」

当協会では、兵庫県在住の気象予報士で防災士である正木明氏がパーソナリティとなって、地球環境を守るために役立つ知識や情報を分かりやすく発信し、リスナーと一緒に環境問題について考えるラジオ番組を提供しています。

令和5年1月に放送200回を迎えました。リスナープレゼントもありますのでぜひお聞きください。

**放送局** ラジオ関西

**放送日** 毎週月曜日 13:00~13:25

★過去の放送は当協会のHPでいつでも聞くことができます。

**問い合わせ先** ひょうごエコプラザ TEL:078-735-4100



▲第3回ひょうご高校生 環境・未来リーダー育成プロジェクトに参加した高校生がゲスト出演

◀ホームページはこちら

## 寄付金贈呈及び環境共同宣言式を開催しました

一般社団法人兵庫県産業資源循環協会から、設立30周年チャリティオークションで集めた寄付金約49万円が当協会に贈呈されました。寄付金は、当協会が令和4年12月27日に実施した「子どもエコ体験ツアー」の財源として活用させていただきました。

また、これを機に両協会での連携を深め、循環型社会の実現を目指して「環境共同宣言」を行いました。



▲左から(公財)ひょうご環境創造協会理事長 秋山 和裕、兵庫県環境部長 菅 範昭さん、(一社)兵庫県産業資源循環協会会長 東浦 知哉さん

## 総合誌 瀬戸内海

瀬戸内の自然・社会・人文科学の総合誌として「瀬戸内海」を年2回発行しています。

テーマごとに瀬戸内海の各種情報等を満載!

販売価格 (送料込み・消費税込み)

年間(2部): 2,500円

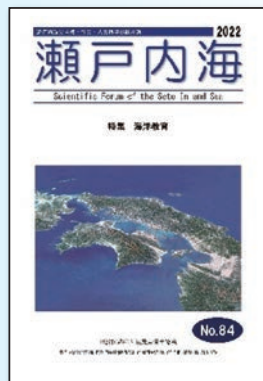
単品(1部): 1,500円

最新号の特集テーマ

第84号(2022年9月発行): 海洋教育

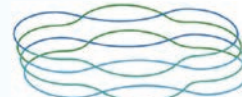
第83号(2022年3月発行): 瀬戸内海の成り立ち

発行から1年経過後は、バックナンバーとしてどなたでも当協会公式HPからWEB版を無料でご覧頂けます。



公益社団法人  
瀬戸内海環境保全協会

〒651-0073  
神戸市中央区脇浜海岸通 1-5-2  
人と防災未来センター 東館 5階  
TEL: 078-241-7720  
FAX: 078-241-7730  
E-mail: web@seto.or.jp  
HP: https://www.seto.or.jp/



瀬戸内海環境保全協会

