

国立環境研究所 ニュース

Vol.41
No.1

令和4年(2022)4月

National Institute for Environmental Studies



左上から時計回り：ベルツノガエル、ヤンバルクイナ、ヒアリ、マダニを食らう天敵カニムシ、マダニの野外調査風景

特集 | 生物多様性攪乱がもたらす社会への脅威 ～生態リスク管理を目指して

生態リスクに対する水際での攻防	2
野生生物感染症の生態リスク研究	3
外来社会性昆虫の化学的防除	7
感染症による野生動物の大量死リスクの評価に向けて	10
外来種の影響評価	12
野生動物検疫施設の業務紹介	15
カナリア諸島の旅	17
第7回NIES国際フォーラム開催報告「持続可能なアジアと地球社会に向けて」	21
令和4年度の地方公共団体環境研究機関等と国立環境研究所との共同研究課題について	23
「第41回地方環境研究所と国立環境研究所との協力に関する検討会」報告	25
第37回全国架橋研究所交流シンポジウム開催報告	26
国環研初クラウドファンディング挑戦のお知らせ	29

生態リスクに対する水際での攻防

山 野 博 哉

SDGs ウェディングケーキというものがあります(図)。SDGsの目標を並べ替え、社会、経済を生物圏が支えていることを示した図です。生態リスクとは、生物圏に対する人為負荷が生物多様性を脅かすことにより、生態系が持つ機能を低下あるいは劣化させ、その結果として、社会や人間そのものに対する影響が生じるリスクととらえられます。輸送手段が発達し、グローバル化によって人流や物流が増加している現在は、海外など生活圏外との関わりからもたらされる生態リスクが増大しています。その一つは野生生物由来の感染症です。猛威を奮っている新型コロナウイルスはコウモリが元の宿主と考えられています。野生生物由来のウイルスは家禽や家畜にも感染する場合があります、我々の健康だけでなく生

活にも大きな影響を与えます。もう一つは外来種です。人間に直接危害を加えるヒアリの侵入は依然として大きな懸念となっています。これらはいずれも野生生物と人間との接触に端を発し、その後の人流や物流による移動が関係しており、後者には侵入を防ぐ水際対策が非常に重要となります。

本特集では、こうした生態リスクに対する水際での懸命の努力の一端を紹介します。「研究プログラムの紹介」では、自然共生研究プログラムで行われている生態リスク研究から、野生生物感染症の問題を紹介します。「調査研究日誌」では、海外からやってくる感染症が国内の野生動物の大量死をもたらしていることを示し、感染感受性の評価を進めている例を紹介します。所内にある野生動物検疫施設では、

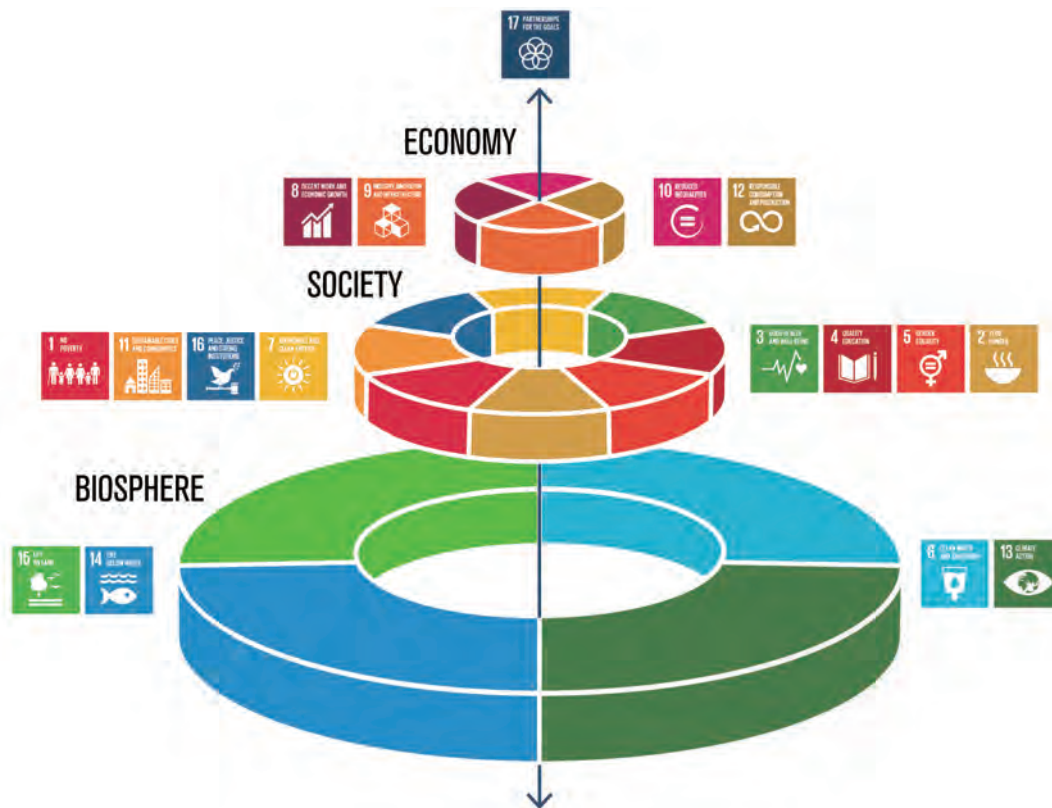


図 生物圏が社会・経済を支えていることを示す SDGs ウェディングケーキ
(<https://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2016-06-14-the-sdgs-wedding-cake.html>)

こうした研究に先立って感染症の検疫が行われており、職員の健康も守られていることを「研究施設・業務等の紹介」で紹介します。外来種については、「環境問題基礎知識」で、外来種が生物多様性や我々に与える影響を解説して対策の必要性を述べ、「研究ノート」で、水際対策の一つである外来種の化学的防除を紹介し、輸送手段の発達、海外との交流を促進します。「随想」では、研究者が海外に渡って生き活きと研究を進めている様子をご紹介します。本特集を通じて、グローバル化がもたらす生態リスクへの対策について知っていただければ幸いです。

(やまの ひろや、生物多様性領域 領域長)

執筆者プロフィール：

数年前から、学生時代によく行っていたキャンプを再び始めています。最近ではコロナ禍でなかなか旅行に行けなくなり、キャンプの頻度が増えました。LED ランタンが登場していて、道具の進歩を感じています。昔はマット1枚で問題なく眠れたのですが、今はそうすると体が痛くなり、私の体の退歩も同時に感じています。



【研究プログラムの紹介：「PJ2 生態系リスク研究プログラム」から】

野生生物感染症の生態リスク研究

五 箇 公 一

はじめに

自然共生研究プログラムのプロジェクト2 (PJ2) 「生物多様性及び人間社会を脅かす生態学的リスク要因の管理に関する研究」では、外来生物、農薬、および感染症という3つの生態リスク要因について、リスク評価および対策手法の開発を進めています。この記事では感染症研究について二つの事例を簡単にご紹介したいと思います。

生物多様性と感染症

現在、新型コロナウイルス感染症が深刻な社会問題となっていますが、国連環境計画 (UNEP) の「Six nature facts related to coronaviruses」によれば、こうした新興感染症の発生には実は、人間による生物多様性攪乱が深く関わっているとされています。人間が化石資源を採掘してエネルギー利用するようになって以降、人間活動が肥大化し、自然環境の奥深くまでその活動圏が浸食したことで、野生動物体内の病原体が、人間あるいは家畜動物と接触する機会が増大して、新興感染症が頻発するようになり、さらにグローバル経済が病原体の世界的拡大をもたらし、重大な

健康被害と経済被害を生じていると考えられています (五箇 2020)。今後、新たな感染症パンデミックを回避するためには、ウイルスなどの病原体も含めた生物多様性の保全・管理が求められるのです。

両生類の新興感染症カエルツボカビの起源推定

新型コロナのような感染症パンデミックの問題は人間社会のみならず、野生生物に対しても深刻なダメージを与えています。その一つにカエルツボカビという両生類特異的な新興感染症があります。

近年、世界各地でカエルやイモリ等の両生類が急速に減少しており、その原因の一つとされるのがツボカビ症という両生類特有の新興感染症の流行とされます。ツボカビ症の病原体は、カエルツボカビ菌という両生類の皮膚にだけ寄生する真菌の一種で、1998年に中米で初めて発見されて以降、世界各地から相次いで感染事例が報告されたのです。

そして、2006年12月にペットとして飼育されていた海外産のカエルからツボカビ症が日本で初めて確認され、日本国内の在来両生類に対する影響が懸念されました。我々、国立環境研究所の研究チーム

特集 生物多様性攪乱がもたらす社会への脅威 ～生態リスク管理を目指して

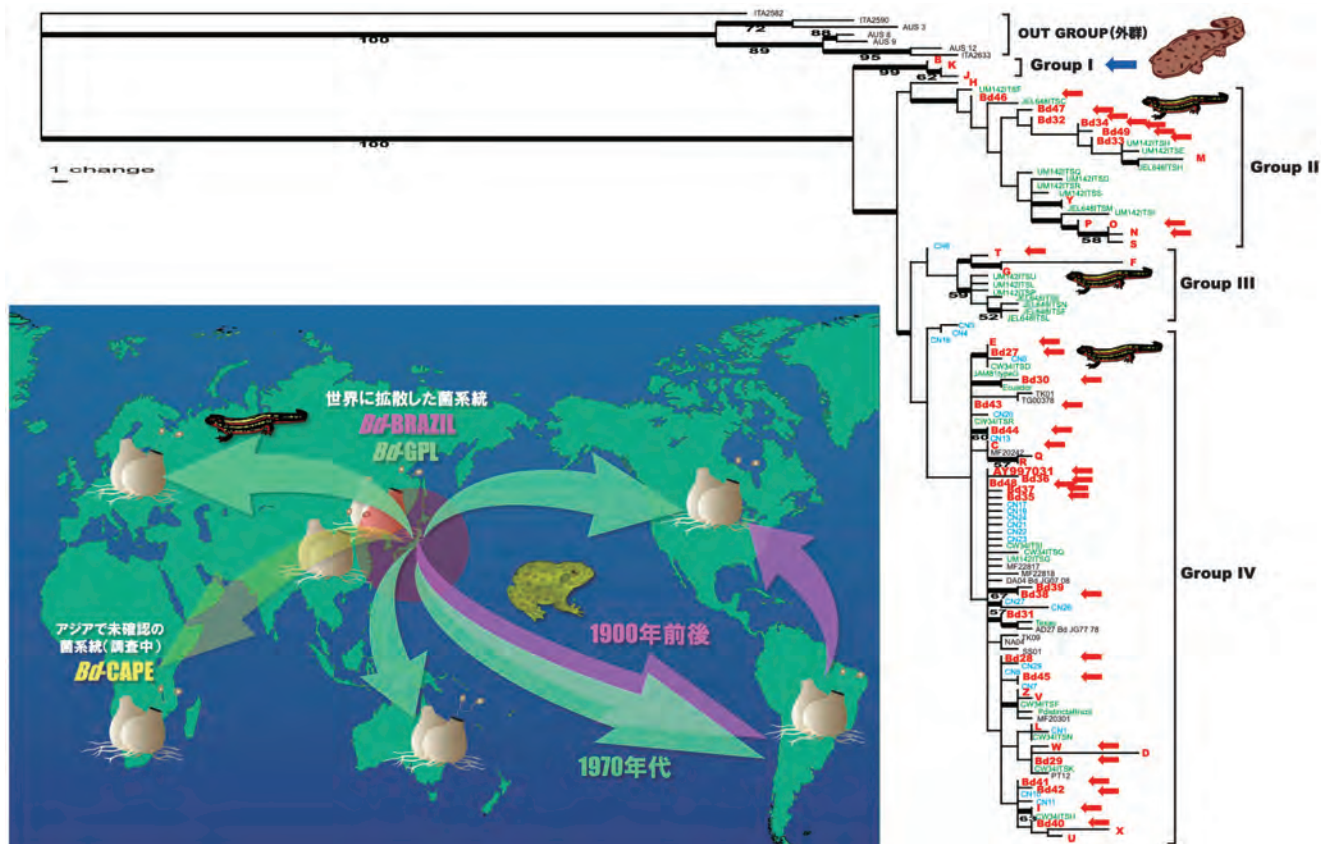


図1 日本列島および世界のカエルツボカビ菌 DNA 系統樹および推定分布拡大プロセス

系統樹の赤色で記されたコードが日本列島で検出された DNA 系統で、それ以外の色が世界各地で報告されている系統。日本のカエルツボカビ菌が最も系統多様性が高い。世界の系統は大きく4つのグループに分類され、グループ2がブラジル系統 (Bd-Brazil)、グループ3および4が全球拡大系統 (Bd-GPL) と称される。グループ1はオオサンショウウオ固有の系統で、それ以外のグループは、全て沖縄固有種シリケンイモリから検出されている。系統関係と標本分析から、両生類の国際移送に伴って菌が世界に分布拡大したプロセスが推定される (Goka et al. 2021, *Journal of Fungi*, doi:10.3390/jof7070522 より作図)。

が、全国の自治体や動物園・博物館・獣医師などの協力を得て、日本全国の両生類の感染状況を調査するとともに、菌の DNA サンプルを収集し、さらに、海外のサンプルやデータも加えて分析した結果、カエルツボカビ菌の DNA 多様性が最も高いのは日本であり、また今から 100 年以上前の古いオオサンショウウオの標本からもカエルツボカビ菌の感染が確認され、さらに日本の在来両生類はこの病原菌に対して抵抗性を有することが明らかとなりました。

これらのデータから我々研究チームは、カエルツボカビ菌の起源は日本を含むアジアにあり、日本国内の両生類はこの菌との長きにわたる共進化によってこの菌に対する抵抗性を獲得していると結論しました (Goka et al. 2009)。

その後も世界各地でカエルツボカビ菌の起源に関する研究は継続しており、これまでの情報を統合すると、やはり本菌の起源がアジアにある可能性が高いこと、特に沖縄島の固有種シリケンイモリが際立って高いカエルツボカビ菌の系統多様性を示していることから、南西諸島が重要な調査ポイントになることが示唆されています (Goka et al. 2021) (図1)。

食用目的やペット用に様々な両生類が国際移送される過程で菌がアジアから持ち出され、世界各地に拡散されたと考えられており、その歴史は、1900 年前後の日本からのブラジル移民開始の時代まで遡ると考えられました。

一方、ツボカビ症の深刻な被害は、主に中南米やオセアニアなどの標高が高い密林地帯に生息する希

少両生類集団に集中しています。カエルツボカビ菌が、ジャングル奥地に侵入した原因として、エコツアーリズムなどの森林エリアに対するオーバーツーリズムが指摘されます。

これまで人間世界から隔離されていた両生類の生息空間に多くの観光客が足を踏み入れたことによって、下界からカエルツボカビ菌が持ち込まれ、免疫のない両生類の間でこの菌は瞬く間に広がったのではないかと推定されます。

このカエルツボカビ菌のパンデミックは私たちに次のような重要な示唆を与えてくれます。①ウイルスなど病原体にも多様性と固有性があり、本来の生息域がある、②そしてその地域固有の生態系の中で長きにわたる共進化の歴史を経て病原体たちは野生動物たちと共生関係を築いている、③ところが、自然生態系に人間が侵食して、そこに潜んでいた病原体を持ち出し、海外に広げることで、抵抗性を進化させていない別生態系の動物たちの間で感染爆発が起こる。

これは、まさに、現在、私たち人間社会にとって脅威となっている新興感染症発生メカニズムと一致するものであり、感染症を根本的に抑制するためには、我々は生物多様性や生態系保全の重要性を認識する必要があることを、このカエルの病気を教えてくれているのです。

マダニが媒介する感染症

我々が研究対象とする別の感染症は、マダニという吸血性のダニが媒介する重症熱性血小板減少症候群（SFTS）という人のウイルス感染症です。この感染症は、2011年に中国で病原体ウイルスが特定された、新興感染症です。

SFTS ウイルスに感染すると発熱、消化器不全、神経症状、皮下出血・下血などの症状を起こして、最悪の場合、死に至ります。現在までのところ有効なワクチンも治療薬もなく、発症した場合の致死率は16～30%とされる危険な病気です。

2013年に国内で初の症例が確認されて以降、西日本を中心に感染者数が増加しており、感染発生域は東へと拡大し始めています。マダニはもともと山林に生息し、ネズミ、シカ、イノシシなどの野生獣類に寄生して生活していますが、過疎化により里山・

山林の管理が滞る中、野生獣類が奥山から人間の生活圏へと分布を拡大してきたことで、マダニおよびウイルスが人間社会に接近してきていると懸念されています。

国立環境研究所では、森林総合研究所および国立感染症研究所と共同でSFTS ウイルスの野外環境における動態を調査するとともに、感染リスクを低減するための野生動物管理の方法を探る研究プロジェクトを推進しています。

この研究プロジェクトにおいて、これまでに、外来種アライグマの捕獲集団中におけるSFTS感染率が急増しており、野生化したアライグマが媒介動物と化して住宅街や都市部にウイルスを保有するマダニを持ち込んでいることが示唆されています。さらにネコは感染による発症死亡率が極めて高く、感染したネコから人に感染するリスクがあることも示されています（図2）。つまり、この感染症は家庭内でも感染し得る人獣共通感染症となっているのです。身近な緑地にマダニが大量発生するケースも確認されており、我々は化学薬剤による緊急防除手法の開発も進めています。

ところでSFTS ウイルスは、DNA分析の結果、中国南部が起源とされ（Li et al. 2021）、日本には1960年代～2000年代にかけて侵入してきたことが示唆されています。この年代は日本が高度経済成長期を迎え、急速にグローバル化した時代でもあり、大量の物流および人流がマダニやウイルスの拡散に影響した可能性も考えられます。現在、我々研究チームは日本を含むアジア地域のマダニDNA変異を解析し、大陸と日本列島間における系統関係の調査を急いでいます。

感染症研究の生態学的アプローチ

その他に、PJ2では、鳥インフルエンザの侵入ルート調査および希少鳥類に対するリスク評価や、農薬がミツバチなどの昆虫類の感染症に及ぼす影響評価など、様々な観点から、感染症のリスク研究を進めています。今後さらに研究を進展させ、感染症リスク管理のための生物多様性保全の意義について科学的な理解を深めていきたいと考えています。

特集 生物多様性攪乱がもたらす社会への脅威 ～生態リスク管理を目指して



図2 SFTS ウイルスおよび媒介動物マダニの山林から人間社会への分布拡大プロセス

山林から野生動物が人里へと進出することによってマダニが「下山」して、そのマダニを外来動物アライグマが都市部へと運び、ペット動物に寄生することで人間生活に感染症リスクをもたらす、という新しい人獣共通感染症の分布拡大プロセスが成立している。

引用文献

Goka et al. (2009) *Molecular Ecology*. doi: 10.1111/j.1365-294X.2009.04384.x

Goka et al. (2021) *Journal of Fungi*. doi: 10.3390/jof7070522

五箇公一 (2020) *衛生動物*. doi: 10.7601/mez.71.161

Li et al. (2021) *Biosafety and Health*. doi: 10.1016/j.bsheal.2021.02.002

(ごか こういち、生物多様性領域

生態リスク評価・対策研究室 室長)

執筆者プロフィール：

富山県生まれ。今の趣味はCG作成と怪獣フィギュア・コレクション。このコロナ禍でコレクションが倍増した。



【研究ノート】

外来社会性昆虫の化学的防除

坂本 洋典

1. はじめに

昨年 2021 年、そして今年 2022 年は生物多様性の未来と外来生物問題にとって非常に重要な 2 年間で、それは、この 2 年間で分割開催される生物多様性条約第 15 回締約国会議 (COP15) において、ポスト 2020 年の生物多様性の世界目標が定められるからです。前半部は 2021 年に中国の昆明市で開催され、そこで発表された昆明宣言の中で、外来生物の侵入は生物多様性減少の重要な要因であると指摘され、各国における対策が強く求められました。

日本では、外来生物を管理するために、外来生物法 (正式名称は、「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律」) が定められています。外来生物のうち、生物多様性に与える負の影響が特に著しく、学術的に「侵略的外来生物」と呼んでいるものが、法律においては、「特定外来生物」に指定され、無許可での飼養や運搬が禁止されます。有名なものでは、小笠原諸島に拡散した樹上性のトカゲのグリーンアノールや、北米原産のアライグマなどが特定外来生物に指定されています。外来生物法は 2005 年に定められましたが、施行後 5 年ごとに、同法の施行状況を踏まえた改正機会が設けられています。現在、環境省では、昆明宣言でも指摘されている外来生物の侵入による被害を減らすべく、外来生物法のさらなる改正が検討されています。

2. 外来社会性昆虫とは

多岐にわたる分類群からなる外来生物の中でも、とくに警戒が必要な種について、IUCN (国際自然保護連合) は、『侵略的外来種ワースト 100』リストを公表しています。このリストで最多の種数が掲載された分類群は、昆虫の「アリ」です。アリやハチなどの社会性昆虫は、ひとつの家族において、女王が繁殖に特化し、その子であるワーカー (働きアリ・ハチ) が労働を分担する効率的な社会構造をもつため、侵入地で爆発的に数を増やし、雑食性の捕食者

として環境に大きな被害を与える事例が多数報告されています。一例として、アジア原産のツマアカスズメバチは、ヨーロッパで瞬く間に分布を拡げ、刺傷被害や養蜂被害をもたらしています。スペインのガリシア地方では、2012 年に 2 つの巣が発見されたのち、2019 年には 25,000 巣もの数になったことが報告されました。このように、外来社会性昆虫は、とくに侵略的外来生物になりやすいグループとして懸念されます。私たちも、多くの種類の外来社会性昆虫の早期発見・早期防除技術の構築を推進しています。

3. ヒアリの化学的防除

外来社会性昆虫の中でも、南米を原産とするヒアリが及ぼす被害は際立っています。ヒアリは体長 2.5~6mm 程度の小さなアリですが、その尾端には人間をも刺傷しうる毒針をもちます (図 1)。そして、ヒアリの毒は、刺された人に強い痛みと、時には重篤な事態をも引き起こす急性アレルギー反応を引き起こします。ヒアリの成熟したコロニーでは平均して 20 万個体から、多ければ 40 万個体もの働きアリが



図 1 ヒアリ *Solenopsis invicta* の女王アリ (中央) と働きアリ

特集 生物多様性攪乱がもたらす社会への脅威 ~生態リスク管理を目指して

暮らし、巣の周囲で活動します。膨大な個体数となるため、ヒアリによる刺傷リスクは侵入・定着を許した土地では非常に高く、ヒアリの侵入後一世紀近くにもなるアメリカ合衆国の侵入地では、1年間におよそ3人に1人がヒアリに刺されていることが報告されています。アメリカ合衆国でのヒアリの被害は、人的被害から農業被害まで広範囲にわたり、総額では年間6,000億円にもなると概算されています。そして、こうした過去の被害事例から、日本にヒアリが侵入した場合、沖縄県だけでも年間450億円近くもの損失が生じるとの試算が2020年に発表されています。

ヒアリの日本国内への侵入は、2022年1月現在で、18都道府県84事例を数えます。2021年は20事例と、2017年に次ぐ数に達しています。本稿では、この国内でヒアリの営巣が確認された場合の「定着後防除」のために私たちが進めている研究を主に紹介します。過去の防除事例から、ヒアリの定着後防除には毒入りの餌（ベイト）剤と、液剤を用いた化学的防除が有効だと示されています。一方、アリ類を標的とした防除薬剤は近年多数開発されており、どの薬剤がヒアリに対して最も効果的かを検証することが望まれます。しかし、アリ類を対象とした定量的な薬剤効果の評価法は確立されていませんでした。そこで私たちは、アリ類に対する薬効評価試験の開発を検討しました。

アリ類に対する薬効評価試験として、二段階の試験法が想定されます。まず、アリの個体レベルでの薬効（毒性）を評価する急性毒性試験、次に巣（コロニー）レベルでの薬効評価のための慢性毒性試験です。急性毒性データは活動中の個体（働きアリや幼虫）が直接薬剤を暴露した際の効果を見る上で重要なもので、慢性毒性データは、ベイト剤による巣の生産性の抑制・壊滅の効果を判定する際に必要となります。

個体レベルの薬剤暴露においては、体表への薬剤接触による経皮毒性、口からの薬剤取り込みによる経口毒性の2つのプロセスが存在します。両方を検討することが本来は望ましいのですが、体のサイズが小さい昆虫では、経口毒性値の算出に必要な摂食量を正確に求めることが難しいことが懸念されました。

そこで私たちは、アリ類が属するハチ目昆虫では、殺虫剤の経皮毒性値と経口毒性値が高い相関を示すという先行研究結果に基づいて、経皮毒性試験による薬剤の効力比較法の構築を第一の目標としました。その上で、ヒアリが侵入・定着している台湾へと赴き、ヒアリに対する薬剤の効力を比較しました。

毒性試験を行うためには、まずアリへの麻酔が必要となります。予備実験の結果から、昆虫の麻酔によく用いられる二酸化炭素麻酔では、麻酔後のアリの死亡リスクが高いことが示されました。そこでアリの体への負担が低い麻酔法を検討した結果、氷冷により、アリを安全に長時間麻酔可能だとわかりました。採集した働きアリをこうして麻酔した後に、溶媒のアセトンで希釈した試験薬剤を胸部に1mLの1/1000ものごく微量、1 μ L滴下した上で、個別の容器に移します。移す際にも、アリに怪我を負わせまいよう、バネ製の特殊なピンセットを用いました。このように丁寧に処理したアリを、個別の容器に移して、単位時間ごとに死亡個体数を測定することで、精密に半数致死量（LD₅₀）値を算出する毒性試験法を構築しました。この系を利用し、私たちは定着後防除用液剤・ベイト剤の候補剤5種（フィプロニル、チアメトキサム、インドキサカルブ、イミダクロプリド、ヒドラメチルノン）について72時間までのLD₅₀値を24時間ごとに算出し、薬効を比較しました（図2）。その結果、昆虫の神経伝達機構を妨げる殺虫剤であるフィプロニルのLD₅₀値が他剤と比較しておよそ1/10から1/100と小さな値を示し、ヒアリに対して非常に強い薬効をもつことが示されました。これらの結果から、定着後防除を目的としたヒアリ防除用の液剤・ベイト剤に用いる薬剤として、現行剤であるフィプロニルが最も優れていることが強く支持されました。

4. おわりに

私たちの研究により、フィプロニルがヒアリに対して強い薬効をもつことが示されました。2020年には名古屋港、2021年には大阪港において、ヒアリの大型野外巣が発見されましたが、フィプロニル液剤とベイト剤を用いた防除が行われ、2022年1月現在で発見地点からヒアリは姿を消しています。現在、慢性毒性試験を用いた更なる薬剤選定を進めており、

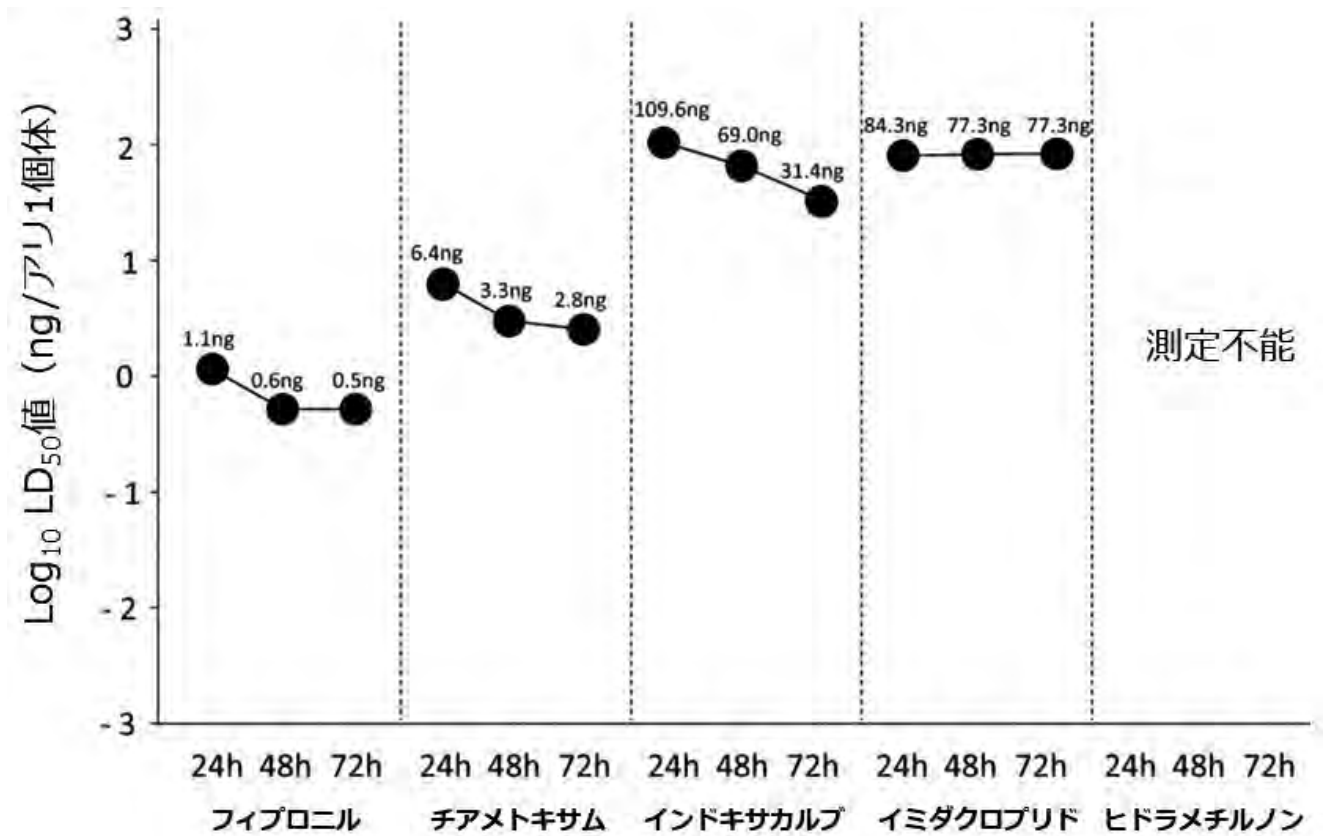


図2 ヒアリに対する防除用薬剤のLD₅₀値

その成果も間もなく論文発表される予定です。引き続き、警戒を怠ることなく、ヒアリ防除を推進していきます。

(さかもと ひろのり、生物多様性領域
生態リスク評価・対策研究室 研究員)

執筆者プロフィール：

台湾での実験は、ホテルに缶詰めになって行い、目を閉じてもヒアリの姿が映るほどの数のヒアリを処理しました。得た成果を、ヒアリの日本への定着を今後とも許さないため活かしていきたいです。



【研究ノート】

感染症による野生動物の大量死リスクの評価に向けて

片山 雅史

2021 年末、イスラエルで数千羽のクロヅルが鳥インフルエンザで大量死したというニュースが報道されました。驚く方もいらっしゃるかもしれませんが、実は数千羽単位の野生動物の大量死は、これまでも報告されています。一例として、チェンら（2006）の報告では、2005 年には中国の青海湖において約 6000 羽の野鳥の鳥インフルエンザによる大量死が報告されています。国内においては、この様な数千羽単位での野鳥の大量死は報告されていないものの、2004 年 1 月に 79 年ぶりとなる高病原性鳥インフルエンザが発生後、死亡した野鳥個体から高病原性鳥インフルエンザウイルスが検出されています。この様な状況下において、環境省は 2008 年度より野鳥を対象とした鳥インフルエンザウイルスの保有状況の全国調査を進めています。国立環境研究所では、糞や綿棒により採取した口腔内の核酸を用いて、ウイルス保有に関する遺伝子検査機関の役割を担っています。本稿では、感染感受性評価による野生動物の大量死リスク評価の調査研究に関してご紹介いたします。

鳥インフルエンザウイルスの主要な自然宿主はカモなどの水禽類

鳥インフルエンザウイルスの主要な自然宿主はカモなどの水禽類と考えられています。ご存知の方もいらっしゃるかもしれませんが、マガモやオナガガモなど多くのカモ類は渡り鳥です。実際にマガモだけでも毎年 30 万から 40 万羽が国内に飛来しています。したがって、一定の数の鳥インフルエンザウイルスに感染したカモ類が、体内にインフルエンザウイルスを保有したまま、日本各地に飛来します。図 1 は国内の調査地の写真です。カモ類の一つであるオナガガモの他、オオバン、オオハクチョウ、マガンなどが確認できます。この様な湖や池、沼で、鳥インフルエンザウイルスに感染したカモ類の糞を介して、他の野鳥への鳥インフルエンザウイルス感染が成立します。したがって、自然宿主であるカモ類の糞中に含まれる鳥インフルエンザウイルスの遺伝子検査は、国内に生息する野鳥の鳥インフルエンザの感染状況を把握する貴重な情報となります。この様に、遺伝子検査の様な分子生物学技術の発展は、今や生物多様性の保全に貢献する技術の一つとなっ

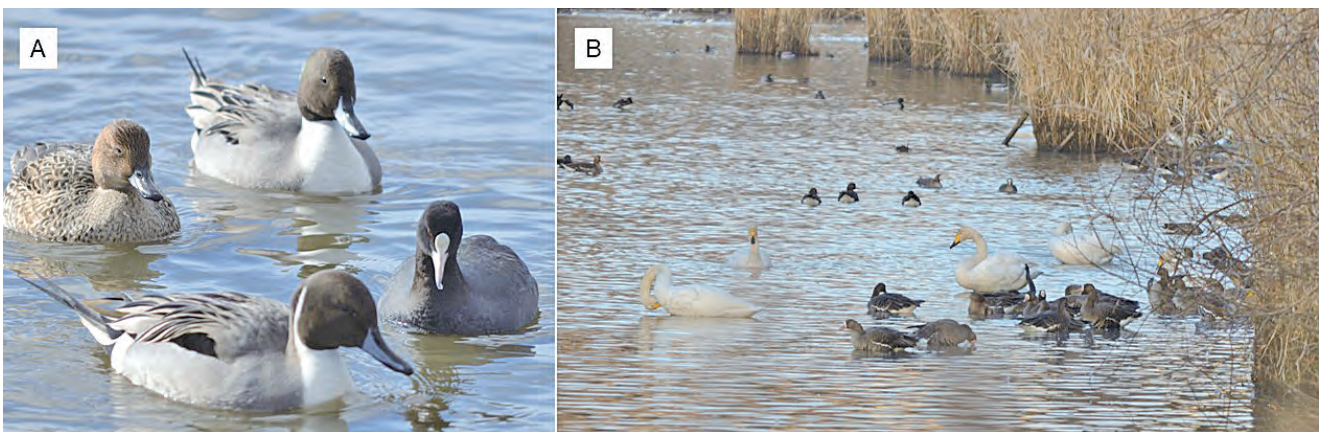


図 1 調査地にて

A : 左 3 羽がオナガガモ、右の黒色の鳥がオオバン。B : オオハクチョウとマガン。

ています。

野生動物には鳥インフルエンザウイルスの感染感受性に種差がある

一方で、感染症による野生動物の大量死のリスクを考える際に検討すべき要因として、感染感受性があげられます。これまでの調査研究により、鳥インフルエンザウイルスは宿主の感染感受性に種差があり、鳥インフルエンザウイルスに強い種と弱い種があることがわかってきました。先ほど、鳥インフルエンザウイルスの主要な自然宿主であると解説したカモ類は鳥インフルエンザウイルスの感受性が低く、感染しても死亡することは、ほとんどありません。言い換えると、カモ類は鳥インフルエンザウイルスと共生可能な生物であるため、一定量のウイルスを保有した状態で国内に飛来することが可能なのです。感染感受性が明らかになっていけば、あらかじめ感染症による野生動物の種ごとの大量死リスクを予測することが可能になります。特に、鳥インフルエンザの様な感染症が、絶滅危惧種で流行してしまった場合、個体数の大幅な減少につながり、最終的に種の絶滅の可能性さえ示唆されます。国内ではすでに、死亡した状態で発見された、クマタカ、ハヤブサ、ナベヅル、マナヅルなどの環境省レッドデータブックに掲載されている絶滅危惧種から鳥インフルエンザウイルスが確認されており、備えや対策が必要であると考えられます。実際に、一部の絶滅危惧種で

は飼育個体の分散飼育等により、感染症のリスク低減に向けた取り組みが進んでいます。このような感染症のリスクを低減する備えや対策に加えて、感染感受性の種差の解明による大量死リスクの評価も、絶滅危惧種の保全において重要です。

野生動物の細胞の取得

私たちは、感染感受性を評価するためには、野生動物の体細胞の利用が有効であると考えました(図2)。細胞は生物を構成する最小単位と考えられており、医学、理学、農学、獣医学など幅広い分野で研究資源として活用されています。驚く方もいらっしゃるかもしれませんが、体細胞は死亡した動物からでも取得可能です。国立環境研究所においても、域外保全の一環として2002年から国内の絶滅危惧野生動物種などの死亡個体から体細胞を取得し、凍結保存を続けています。細胞は、一定の条件で凍結することで、半永久的な保存が可能です。私たちは、国立環境研究所に凍結保存されている野生動物の細胞(簡単に言うと眠っている状態の細胞)を、生体温度に戻して(眠りから起きていただいて)利用しています。加えて、私たちは全国の野生動物飼育施設等の死亡個体の一部からもサンプリングをさせていただき細胞を取得しています。これもまた驚く方もいらっしゃるかもしれませんが、死亡直後の個体ではなくとも、多くの場合、死後数日程度であれば細胞を取得することができます。また、これは聞いた話ですが、死

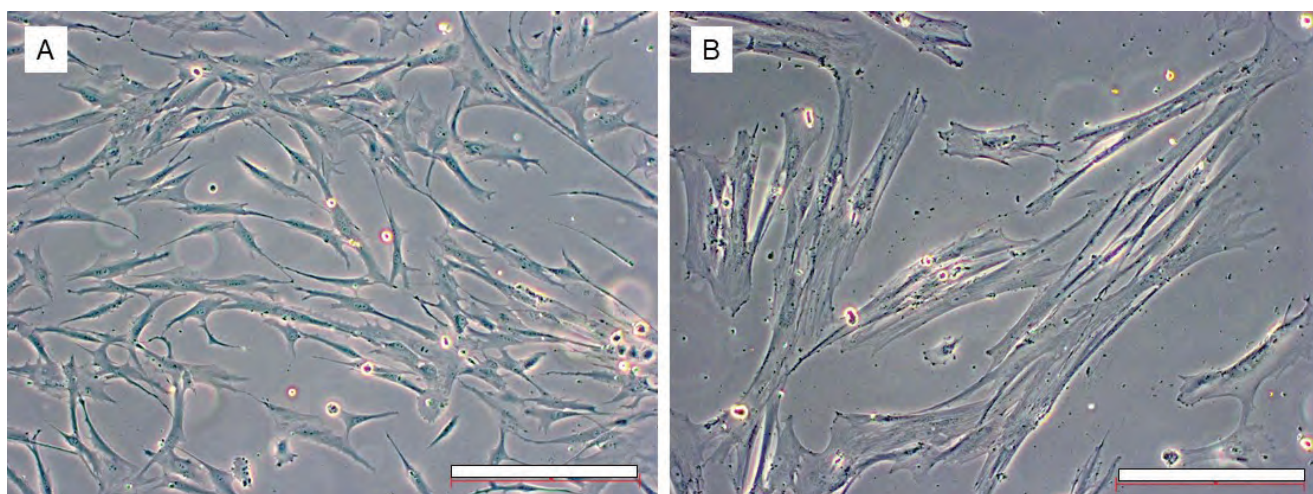


図2 取得した体細胞 (A: オオハクチョウの細胞、B: イエネコの細胞。Barは500μm)

特集 生物多様性攪乱がもたらす社会への脅威 ～生態リスク管理を目指して

亡後2週間であっても、場合によっては細胞が取得できることもあるそうです。したがって、一般的に死体発見まで時間がかかるフィールドで発見した死亡個体であっても、体細胞が取得できる場合があります。このような体細胞を利用すれば、遺伝子発現解析や細胞死解析などを通じて、感染感受性の評価が可能となります。そこで私たちは、現在、体細胞を用いた感受性評価を進めています。

フィールド研究と分子生物学の融合

これまでは、フィールド研究における分子生物学的アプローチは、サンプルから抽出した核酸（DNAやRNA）を用いた解析を中心に、大きく飛躍を遂げてきました。特にここ数年の環境DNA研究は目覚ましいものがあり、様々な生物多様性研究に利用されています。今後、フィールドで取得した細胞を用いた感染感受性評価を通じて、生物多様性の保全に有益な情報が得られると考えています。

本稿では鳥インフルエンザに関する内容を中心に取り上げましたが、国内には鳥インフルエンザ以外にも、野生動物を大量死に導く感染症が示唆されています。その一つとして、重症熱性血小板減少症

候群（SFTS）が挙げられます。今後は、このような鳥インフルエンザ以外の大量死を引き起こす可能性がある感染症の感受性評価も視野に入れていきたいと思っています。また、現在、環境研究総合推進費「野生動物への環境汚染物質の影響評価を実現する培養細胞を用いた新規評価技術の構築（4RF-2102）」の採択をいただき、汚染物質の影響評価への応用も視野に入れていきます。フィールド研究と融合させて生物多様性の保全などに貢献するため、日夜精進していきたいと考えております。

（かたやま まさふみ、生物多様性領域

環境ゲノム研究推進室 研究員）

執筆者プロフィール：

卒業論文の実験で、初めてPCR（遺伝子を増幅させる方法）をした時、簡単に遺伝子が増幅できることに驚きました。今や網羅的な遺伝子発現も解析できる時代になりました。様々な手法を組み合わせながら、生物多様性の保全や自然共生社会の実現などに貢献できるよう、努力させていただきたいと思っています。



【環境問題基礎知識】

外来種の影響評価

池上 真木彦

増え続ける外来種

先日、国立環境研究所の近所にある洞峰公園の池で北米原産のワニガメが捕獲されました。捕獲を試みることに4回目にして、全長1メートルを超える若いオスが捕獲されたとのこと。ワニガメは東京上野の不忍池で産卵している個体が捕獲された例はあるものの、幸いにして国内で定着した事例はまだ知られていません。しかし千葉県印旛沼周辺では同じ北米原産の外来種であるカミツキガメが繁殖し、2020年までに1万頭以上捕獲しているにもかかわらず根絶には至っていません。また2017年に大

きなニュースとなった「殺人アリ」ヒアリの侵入は続いており、2021年末までに18都道府県84事例が確認されています。ヒアリも定着には至っていないものの、女王アリが複数発見されたケースもあり予断を許しません。ほかにもツマアカスズメバチ、クビアカツヤカミキリなど新たに発見され分布域を広げる外来種の数は年々増えています。海外に目を向けると、日本に分布しているオオスズメバチやジョロウグモがアメリカでもみつかると、外来種は全世界で増加しており、その勢いはとどまるところを知りません。生物多様性条約（CBD）におい

ても、外来種対策は主要な目標のひとつとして掲げられていますし、生物多様性分野の IPCC（気候変動に関する政府間パネル：Intergovernmental Panel on Climate Change）とよばれる IPBES（生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学政策プラットフォーム：Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services）においても外来種のアセスメントが進められ、2023年に報告書の発行が予定されています。このように外来種問題は国際的にも喫緊の課題としてとりあげられています。なぜ外来種は問題とされているのでしょうか？本稿では外来種が人と自然に与える影響に着目して外来種の問題を説明したいと思います。

外来種の影響：なにが問題なのか？

なぜ外来種は問題なのでしょう？ヒアリヤツマアカズメバチあるいはセアカゴケグモのように人に害を与える生き物は問題点がわかりやすいかもしれませんが、しかし、在来の種であっても人に有害な生き物はいます。また外来種の中には問題を起こさず、日本の風景になじんでいるようにみえるもの、美しい花をさかせるもの、ペットとして愛されているものもあります。すべての外来種が「悪い」のでしょうか。

外来種がもたらす影響は人間に対する場合と自然に対する場合の二つに大きく分けることができます。近年では「生態系サービス」あるいは「自然が人にもたらす恵み」という自然がもつ経済的な価値を評価する考えが定着してきたこともあり、自然に対する影響を経済的影響と自然そのものに対する影響に分けることが増えています。実際、現在進行中の IPBES の外来種アセスメントでも外来種の影響を「自然への影響 (Impacts on Nature)」「自然の恵みへの影響 (Impacts on Nature Contribution to People)」「良質な生活への影響 (Impacts on Good Quality of Life)」の3つに分けて評価を進めています。

「自然への影響 (Impacts on Nature)」は外来種が侵入先の生き物や自然環境に与える影響をあらわします。例えば外来種が在来種をエサにする、資源を巡って争う、遺伝的に近い在来種と交雑し遺伝子汚染をおこすといった直接の影響や、物質循環や土壌条件の改変といった影響も含まれます。この「自然への影響」が自然の持つ経済的な価値にも影響する場合「自

然の恵みへの影響 (Impacts on Nature Contribution to People)」としても評価されます。例えば外来種が人の資源となる野生動植物の数を減らす場合や、外来種によって森林の樹木が枯れて保水力などの機能が低下する場合などがこれにあたります。そして外来種が人間の生活に直接影響を与える場合は「良質な生活への影響 (Impacts on Good Quality of Life)」として評価されます。例えば外来害虫による農作物への被害、外来植物由来の花粉症や外来のハチに刺されるなどの健康被害、あるいは水生生物による取水口や船の外壁への付着被害などが挙げられます。

ここで重要なのは外来種の影響が必ずしも負であるとは限らないことです。そもそも外来種が持ち込まれる理由の1つに「経済的利用価値」が挙げられます。ウシガエルやニジマスのように食料やレジャー目的で、セイヨウミツバチのように作物の受粉や蜂蜜のため、セイタカアワダチソウのように鑑賞のためなど、人の利益のために導入された外来種は数多く存在します。また定着した後から経済的利益が生じる場合もあります。ホンビノスガイはアメリカから偶然移入されましたが東京湾などでは漁業権も設定された漁獲対象つまり「自然の恵み(資源)」となっており、潮干狩りにも利用され「良質な生活へ正の影響がある」といえるようになっています。

外来種は人が連れて来た生き物であり、それが恵みとなるかは人間の都合にすぎません。一方、外来種は生息地の開発、気候変動、乱獲などにならんで、生物多様性(自然)を脅かす要因の1つとされており、自然への影響の観点からすると外来種は存在しない方がよいと考えられます。しかし限られた対策費用の有効利用のためには被害が大きいと見込まれる種に対策を集中すべきです。外来種に経済的な価値がある場合、関係者の利益が対立します。外来種問題を議論するためには外来種から得られる利益と損失をしっかりと評価する必要があります。

外来種の経済的コスト

外来種の被害や対策費用の報告は地域や期間が限られるため、全体像をつかむのが難しかったのですが、2020年フランスの研究チームが主体となり世界各国の政府支出報告などをまとめたデータベース InvaCost が公開されました。このデータベースでは

特集 生物多様性攪乱をもたらす社会への脅威 ～生態リスク管理を目指して

外来種の影響を人と自然の2つにわけ、外来種各種の被害額（外来種害虫による農作物の被害など）と管理対策費用（除去費用や農薬などの経費）を国別に掲載しています。このデータベースによると、世界全体の外来種管理対策コストの総額は2017年までに1兆2880億ドルに達し、年平均推定268億ドル（3兆500億円）が費やされており、その額は年々増加しているとのことです。これはあくまで外来種対策の名目で費やされた費用に限定されているため、他の名目で費やされた費用は含まれていません。また公的な記録に残されていない場合はデータベースに含まれないため、実際の被害額や対策費用はこれよりもはるかに大きいと考えられています。日本に絞った解析をみると、2017年までに合計54種620億円の被害と管理対策コストが報告されていました。全体として外来種による被害額よりは外来種の管理対策費用、とくに人間の生活を守るための費用（ヒアリ対策予算など）が多いことが示されています。外来種による自然への影響管理対策費用は島嶼部での外来種対策関連が主だったものでしたので、今回計上された日本での外来種コストも過小評価されている可能性が高いと考えられます。

InvaCostは外来種の被害と対策費用を計上し経済的なコストの比較を可能にした優れたデータベースではありますが、「自然への影響」は経済的に扱えない場合が多いためか報告例が少なく、また外来種の経済的な利益は計上されていないなど、まだ足りない点も多々あります。しかしながら近年EICAT（Environmental Impact Classification of Alien Taxa）やSEICAT（Socio - Economic Impact Classification of Alien Taxa）と呼ばれる外来種の影響を評価する手法が提案され、外来種の影響評価が多面的に進められています。現在進行中のIPBES外来種アセスメントも含め外来種の影響の全貌が明らかになる日も近いかもしれません。

おわりに

すべての外来種が被害をもたらすわけではありません。しかしなかには急速に分布を拡大して大きな被害をもたらすものがあるのも事実です。どの外来種がいつ侵略的になり被害を出すのかを予測するのは難しいため、予防原則の観点から環境省は外

来生物の被害を防止する三原則「入れない、捨てない、広げない」を掲げて普及啓発に取り組んでいます。国立環境研究所の生態リスク評価・対策研究室では、外来種のリスク評価と対策を重要な領域と認識し、日々研究や現場での外来種対策そして啓発に取り組んでおります。その一環として外来生物の情報をまとめた「侵入生物データベース (<https://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/>)」を公開していますのでぜひご利用下さい。

（いけがみ まきひこ、生物多様性領域

生態リスク評価・対策研究室 主任研究員）

執筆者プロフィール：

生き物、とくに植物が好きで昔は色々育てていたのですが、かつて自分が育てていた植物にも特定外来生物指定されるものが出てきて、「外来種」を巡る時代の移り変わりを感じています。



【研究施設・業務等の紹介】

野生動物検疫施設の業務紹介

大 沼 学

野生動物検疫施設の概要

野生動物検疫施設は、環境試料タイムカプセル棟に隣接している建物で、2005年に完成しました。建物の内部は、解剖室、検査室、病理室と大きく3室に分かれ、Biosafety Level 2に準拠した安全基準を満たすよう設備が整えられています（前室、クラスII型安全キャビネット、オートクレーブ等の設置）（図1）。そのような設備に加えて、内部は常に陰圧に維持され、排気はHEPAフィルターでろ過処理されています。このような設備、仕様となっているため、建物内部に病原体が拡散することは無く、また、外部へも病原体が漏出することはありません。

野生動物検疫施設の役割1：

人獣共通感染症、野生動物感染症の検査

野生動物検疫施設の最も重要な役割は、国立環境研究所が2002年より取り組んでいる絶滅危惧種の遺伝資源保存を行うために受け入れた各種野生動物検体を対象に、感染症の検査を実施することです。特に人獣共通感染症を引き起こす病原体の検査を重視してきました。これは、人獣共通感染症を引き起こす病原体の環境試料タイムカプセル棟内への拡散を防ぎ、絶滅危惧種の遺伝資源保存に従事する職員の健康を守るためです。しかしながら、国内だけでも約100種の人獣共通感染症が確認されているので、



図1 野生動物検疫施設における業務の概要

特集 生物多様性攪乱がもたらす社会への脅威 ～生態リスク管理を目指して

その全てを検査することは困難です。そのため、検査対象とする病原体に優先順位をつける必要があります。そこで、「感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律（感染症法）」に記載されている人獣共通感染症の中から以下の基準で検査対象病原体を決定しました。

1. 飛沫やエアロゾルで感染が拡大する可能性があり、細胞培養、各種臓器の冷凍保存などといった作業中にヒトへの感染が懸念されるもの、

2. 野生動物の体表や試料とともに持ち込まれる可能性がある節足動物によって媒介されるもの。

この基準を考慮し、鳥類ではオウム病、Q熱、ウエストナイル熱、インフルエンザ、哺乳類ではQ熱、ブルセラ症、野兔病、レプトスピラ病を検査対象としました。これらの感染症の原因となる病原体の遺伝子をリアルタイム PCR や LAMP 法といった方法で検出しています。

その後、野生動物検疫施設の感染症検査に関する能力が環境省より評価され、2008年からは野鳥を対象とする鳥インフルエンザウイルス保有状況調査の遺伝子検査機関となっています。この調査のために、年間 2,000～3,000 検体のカモ類の糞便や死亡した野鳥から採取した検体を受け入れてきました。また、2020年からは野生イノシシを対象とする豚熱の保有状況調査の遺伝子検査機関としての役割も担っています。全国で捕獲されたイノシシの血液サンプルを年間約 400 検体受け入れ、豚熱の検査を行っています。

野生動物検疫施設の役割 2 :

野生動物の死亡原因の究明

野生動物検疫施設のもう一つの役割は、遺伝資源保存のために受け入れた絶滅危惧種の死亡個体を対象に病理解剖を行い死亡原因の究明を行うことです。死亡個体の回収状況から、交通事故や建造物への衝突によって致命傷を負ってしまい、死亡したと推測できる場合もありますが、交通事故や建造物への衝突の前に、感染症や中毒等によりすでに衰弱していた可能性も否定できません。そのため、病理解剖を実施し、臓器等の試料を採取・分析することで、その個体が死亡する前の健康状態を推定することを試

みています。また、試料の分析結果からは、生息環境の状態（感染症の蔓延状況、重金属や化学物質で汚染されている等）を把握できます。例えば、私たちは 2009 年に PFOS、PFOA といった有機フッ素化合物がヤンバルクイナの体内に高濃度に蓄積していることを報告しました。これらの有機フッ素化合物は 2021 年に沖縄県内の水道水から国の暫定指針値を超える濃度が検出され、大きな話題となった化学物質です。

この他に、不審な絶滅危惧種の死亡事例が発生した場合や原因不明の野鳥の大量死が発生した場合など、遺伝資源保存とは無関係に、病理解剖を依頼される場合があります。不審な絶滅危惧種の死亡事例を対象に原因を究明した例としては、2021 年 10 月 27 日（水）、鹿児島県の徳之島北部の与名間林道で発見されたトクノシマトゲネズミの事例を挙げることができます。病理解剖の結果からは、食肉類による捕食が強く疑われました。そこで、外傷部位周辺に付着している DNA から食肉類の種判別を試みました。我々は 2012 年、野生動物の咬み痕周辺の体表面に残された DNA から、捕食動物（ほとんどの場合が外来種）を特定する手法を報告していました。この手法で、発見されたトクノシマトゲネズミの全個体の損傷部からネコの DNA 配列を検出しました。病理解剖によって得られた情報と、この DNA による捕食動物の判別結果から総合的に判断し、これらのトクノシマトゲネズミがノネコによって捕食されたものであるという結論を下しています。野鳥の大量死が発生した場合の死因究明については、腐敗が進んでいる場合が多く、最終的な結論が出ない場合が多くあります。死亡原因の究明に成功した例としては、2015 年 1 月 21 日（水）に埼玉県で発生したカラスの大量死事例を挙げることができます。この事例では、腸管の状態の観察結果と食中毒の原因菌となるウェルシュ菌を確認したことから、この細菌によって腸管が損傷を受けたことが死亡原因と結論付けました。

野生動物検疫施設の今後の役割

これらの活動の中で、特に、野生動物試料を対象に人獣共通感染症の検査体制を 2005 年に整備していたことは先進的な取り組みと言えます。今回の新型

コロナウイルス感染症 (COVID-19) もその例ですが、ニパウイルス感染症、重症急性呼吸器症候群 (SARS)、エボラ出血熱等、新たな人獣共通感染症が国内外で次々と報告されています。これらの感染症の原因となる病原体は元々野生動物が保有していたもので、その病原体が様々な環境要因の変化によって人との接触機会が増加し、自然界から人間社会へと拡散したと考えられています。さらにこれらの病原体の一部は直接あるいは家畜・外来生物を介して、絶滅危惧種へと感染が広がり、深刻な絶滅リスクをもたらすことも危惧されています。このように、野生動物が保有する病原体は、ヒトへの健康被害ばかりではなく絶滅危惧種の新たな脅威、つまり新たな環境問題にもなっているのです。しかしながら、これまでの国内のヒトや動物の感染症対策では、生物多様性との関連性といった環境要因を考慮した対策が欠けており、ヒト、動物、環境を統合的に捉えた感染症対策、いわゆるワンヘルスの観点に立っていませんでした。ワンヘルスとは、人の健康維持、動物（家畜、愛玩動物、および野生動物など全ての動物）の健康の維持、環境の健全性の維持は、人間社会の持続性

を確保するためにすべて必須であるとする概念です。人、動物、そしてそれを取り巻く環境は相互に密接に関連しているためです。特に、人獣共通感染症や薬剤耐性菌の蔓延といった問題を解決するためには、この概念を基にして、医師、獣医師、環境分野の研究者等の関係者が緊密な協力関係を構築することが重要であるとされています。そのため、今後、野生動物検疫施設の活動と所内の様々な研究活動を連携させ、ワンヘルスの観点に立った感染症対策へ貢献していきたいと考えています。

(おおぬま まなぶ、生物多様性領域
生態リスク評価・対策研究室 主幹研究員)

執筆者プロフィール：

学生時代（かれこれ 30 年前になりますが）に受けた感染症の授業では、高病原性鳥インフルエンザがそれほど重要視されていなかったと思います。もちろん、当時は国内で発生していなかったため、現在のような状況になるとは全く予想していませんでした。写真は、感染症調査を極東ロシアで実施した際のものです。



【随想】

カナリア諸島の旅

安藤 温子

スペインに属するカナリア諸島 (図 1) は、アフリカの北西の大西洋に浮かぶ、火山の噴火によってできた島々です。新しい島は標高が高く、貿易風に運ばれる雲を留めることで森林を発達させる一方、侵食によって標高が低くなった古い島では、雲を留めることができず乾燥化が進みます。カナリア諸島の島は西から東に行くほど古くなり、約 500 km の範囲の中で、島の誕生から消滅までの過程を辿ることができるのです。私は海外派遣研修として現地に半年間滞在しました。この機会に、やや研究者目線に偏った旅情報を紹介したいと思います。

最も西にあるエル・イエロ島 (El Hierro) では、

森林もまだ十分に発達しておらず、剥き出しの溶岩や絶壁が各地に見られます (写真 1)。島全体として風が抜ける爽快感があります。強風のために大きく曲がった針葉樹は島のシンボルとなっており、この木がラベルに描かれた辛口の白ワインを、個人的には気に入っています。その北東に位置するラ・パルマ島 (La Palma) とラ・ゴメラ島 (La Gomera) は、照葉樹林を中心とした豊かな森林に恵まれています。カナリア諸島に固有のハトが数多く生息しているので、林内をハイキングする際にはさえずりが聞こえてきます。ラ・パルマ島は面積が広く標高も高いため、噴火によるカルデラや複雑な山岳地形が見られます

特集 生物多様性攪乱がもたらす社会への脅威 ～生態リスク管理を目指して



図1 カナリア諸島の位置

(写真2)。南部には剥き出しの溶岩地形が広がっており、これが昨年9月の噴火でさらに新しくなりました。ラ・ゴメラ島は面積が狭く居住区のすぐ近くまで絶壁が迫っているので、少々閉塞感を感じますが、静かで落ち着いた雰囲気のある島です。ガラホナイ国立公園に広がる照葉樹林は世界自然遺産に指定されています(写真3)。その東にあるのは面積の広いテネリフェ島(Tenerife)とグラン・カナリア島(Gran Canaria)です。これらの島は人口が多く都会的ですが、テネリフェ島の方が自然環境や歴史的な街並みがよく保存されており、スペイン最高峰のテイデ山周辺には高山帯の絶景が広がっています(写真4)。また、カナリア松を中心とする針葉樹林、照葉樹林、海岸の低木林など、多様な森林が一つの島の中で見られます。グラン・カナリア島は開発が進んでおり、街並みもテネリフェよりモダンで開放的です。森林は少ないですが、侵食によってできた溪谷や南部の砂丘など、複雑な地形を見ることができます(写真5)。さらに東には、乾燥化が進んだフエルテベントゥラ島(Fuerteventura)とランサローテ島(Lanzarote)があります。これらの島で森林はほとんど見られず、なだらかな丘陵や平野が広がっています。ランサローテ島では比較的新しい溶岩地形が見られ、火山性の



写真1 エル・イエロ島の絶壁



写真2 ラ・パルマ島の山岳地帯

土壌を利用したワイン生産が盛んです。ブドウ畑ではクレーターのように見える穴が掘られ、水分を含む中央部の土にブドウが植えられています(写真6)。また、この島では火山を巡るツアーや溶岩洞窟でのコンサートなど、天然の火山地形が積極的に観光利用されています。その分どこに行っても人の気配がするので、何もない荒野を堪能したい場合はフェルテベントウラ島に行くほうが良いでしょう。こちらの島はランサローテよりもさらに風化が進んでおり、一度市街地を離れると、水に恵まれた日本では見ることのできない、茶色く乾いた大地が延々と広がっています(写真7)。不安と開放感が同時に押し寄せてくるような不思議な気分になります。時々見かけるのは放牧されているヤギで、ヤギ乳から作られたフレッシュチーズは絶品です。谷間の貴重な水場に行くと、シギチドリ¹の他、アカツクシガモ *Tadorna ferruginea* に会うかもしれません。

「生産性ばかり追い求めて壊れちゃった人が流れてくるんだよ、この島には」。テネリフェ島の友人が車中で呟きました。私自身は仕事で来ていて壊れているつもりはないのですが、日本人の働き過ぎは現地でも有名なので、そのように見られていたのかも知れません。確かにカナリア諸島にいる間、自分が精神的に開放されて想像力が豊かになるのを感じました。便利だけど無機質な研究室を離れ、時折こうした異世界に拠点を移すのも、長期的に見たらより良い仕事につながるのかも知れません。働き方が多様化する現在、海外離島でのワーケーションという選択肢があっても面白いのではないのでしょうか。

(あんどう はるこ、生物多様性領域
環境ゲノム研究推進室 主任研究員)



写真3 ラ・ゴメラ島の照葉樹林



写真4 スペイン最高峰のテイデ山

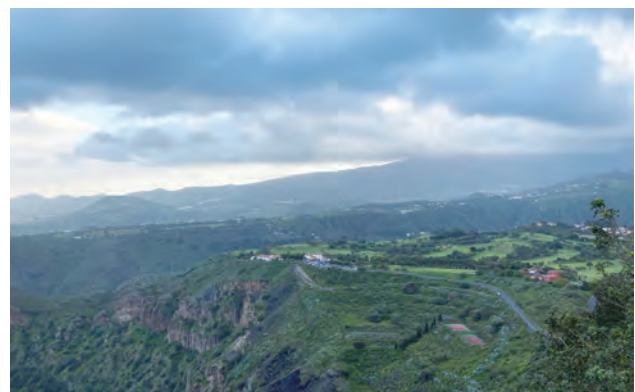


写真5 グラン・カナリア島の谷地形と田園



写真6 火山性土壌を利用したランサローテ島のブドウ畑

特集 生物多様性攪乱がもたらす社会への脅威 ～生態リスク管理を目指して



写真7 フェルテベントウラ島の乾燥した平野

執筆者プロフィール：

海洋島の環境に適応した鳥類の生態について研究しています。コロナ禍でもスペイン滞在を実現できたことはとてもラッキーでした。スペイン流のポジティブ思考とチームワークを取り入れることで、日本での研究もより楽しくなるのではないかと考えています。



【行事報告】

第7回 NIES 国際フォーラム開催報告 「持続可能なアジアと地球社会に向けて」

企画部国際室

国立環境研究所（NIES）では、アジア地域の研究機関との連携強化と持続可能な未来に関する議論を促進することを目的に2015年度から継続的にNIES国際フォーラムを開催しています。昨年同様コロナ禍の影響を受けながらも、2022年1月20日～21日に「第7回 NIES 国際フォーラム / 7th International Forum on Sustainable Future in Asia」をオンライン開催し、木本理事長にも開会のご挨拶をいただきました。今回は Future Earth の後援のもと「Research for Societal Transformation with Future Earth」というテーマを冠し、Future Earth 国際本部日本ハブ事務局長を務める NIES の春日文子特任フェローが本フォーラムのモデレータ、また同事務局の一人でもある Giles Sioen 連携推進部特別研究員が総合司会を務め、2日間にわたって講演と議論を行いました。また連携機関として、第1回フォーラムからの共催機関である東京大学未来ビジョン研究センター（IFI）、アジア工科大学院アジア太平洋地域資源センター（AIT

RRC.AP）に加えて、国内外で Future Earth の活動を支援し、NIES とはプラネタリーヘルスの分野で協力を推進している長崎大学と総合地球環境学研究所（RIHN）を特別共催機関として迎えました。

フォーラム1日目は特に長崎大学に多大なご支援をいただきオープンシンポジウムを開催し、基調講演、朝山慎一郎主任研究員を含むアジア各国の若手研究者らによるフラッシュトークとパネルディスカッションといった多彩なプログラムが組み込まれました。基調講演では、長崎大学、国際応用システム分析研究所（IIASA）、サステナビリティ高等研究所（IASS）から著名な研究者を招き、環境問題としての核兵器、環境の価値評価、システムリスクについて問題提起いただきました。パネルディスカッションでは江守正多副領域長がファシリテーターを務め、基調講演者に加えて亀山康子領域長や住明正東京大学 IFI 特任教授（NIES 元理事長）、そしてアジア工科大学からもパネリストが参加し、「科学と社

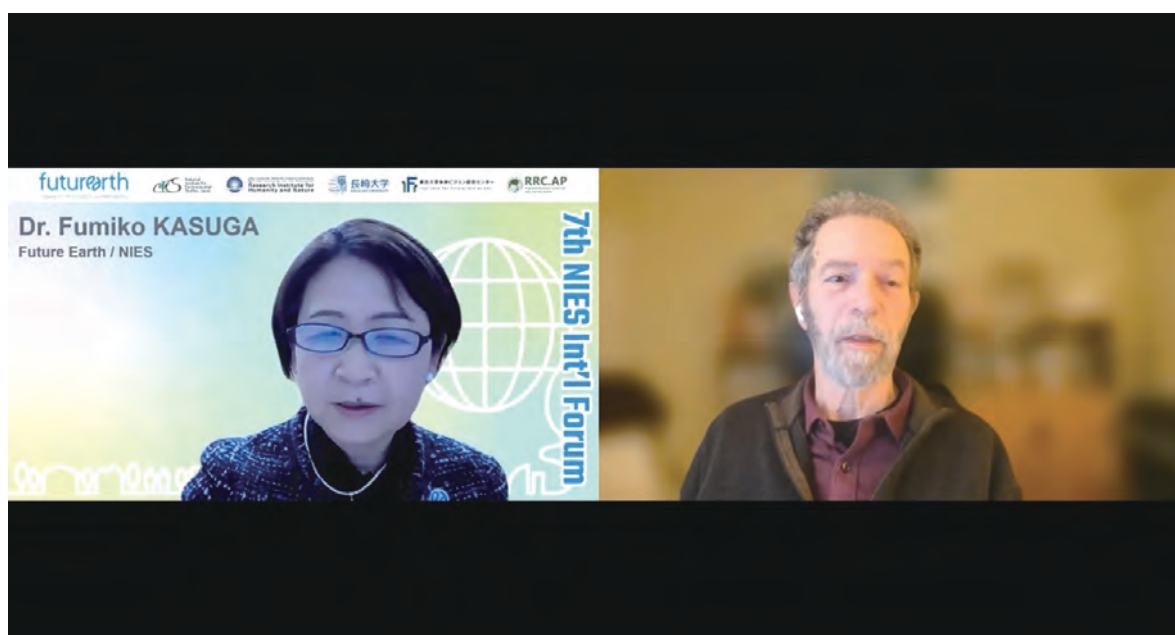


図1 春日特任フェロー（左）と Ilan Chabay 教授（IASS）（右）



図2 パネルディスカッションの様子

(上段：左から江守副領域長、西田充長崎大教授、Leena Srivastava 博士（IIASA）、
下段：左から住 IFI 特任教授、Shobhakar Dhakal AIT 副学長、亀山領域長)

会」という観点でボーダーレスなディスカッションが行われました。

専門家セッションでは、Future Earth が支援する活動のうちの3つのトピック、環境価値評価、脱炭素、システミックリスクに焦点を当て、長崎大学、NIES、RIHN がそれぞれ座長をつとめて議論を行いました。そのうちNIES が担当し、Sioen 特別研究員と谷本浩志室長がオーガナイザーを務めたセッション2（脱炭素）では、Net Zero GHG emissions by 2050 in a complex world with stakeholders というテーマで亀山康子領域長が座長となり、花岡達也室長、白井知子室長ら、さらにNIESが進めるAIMの関係者として、中国から Jian Kejun 博士、インドネシアから Rizaldi Boer 教授も加わって講演と議論を行いました。セッションを通して、インドネシア、中国、日本、アジア、そして世界における温室効果ガスのネットゼロを目指す各国政府の野心的な試みについて議論され、世界全体に必要な削減量はアジアの全排出量と同程度であり、国別貢献量にはまだ排出量のギャップがあることが明らかになりました。また、技術進歩によるエネルギー効率の改善（産業、家電、輸送など）、土地利用や林業の効率化（再生、保全、行動変化など）の役割について紹介されました。例えば輸送部門の電化は地域の排出量を削減しますが、アジアの電力生産の多くが石炭である限り地域の有害

排出量の増加につながる可能性があるため十分な注意が必要であるとの指摘がありました。さらに漸進的な変化だけでは十分ではなく、多様なステークホルダーに対する継続的なモニタリングと情報共有が必要であること、データ（Global Carbon Project や統合評価モデル）に基づき、コベネフィットやトレードオフを考慮した変革的な意思決定は社会やビジネスセクターなどの主要なステークホルダーとともに行うことで、より成功に近づくことができるという意見も出されました。多くの国で変革のための能力にまだギャップがあるため、継続的な取り組みが必要であるという点で参加者らの考えが一致しました。

フォーラムの最後には今回のフォーラムを共同で企画した特別共催機関2機関とNIESから成る Joint Planning Committee メンバーを代表して渡辺知保長崎大学学長特別補佐（NIES 前理事長）から2日間の総括をいただき、閉会挨拶として森口理事から本フォーラム関係者及び参加者への謝辞とコロナ状況下での継続的な国際連携の推進への希望を述べて、2日間の日程が締めくくられました。

今回は全世界的な取り組みである Future Earth をテーマにしたことで、これまでの国際フォーラムに主にご参加いただいていた東南アジア地域に加え、アジア全体、さらには欧州やアメリカまで裾野を広げて幅広い世界各地の研究者とともに議論を交わす

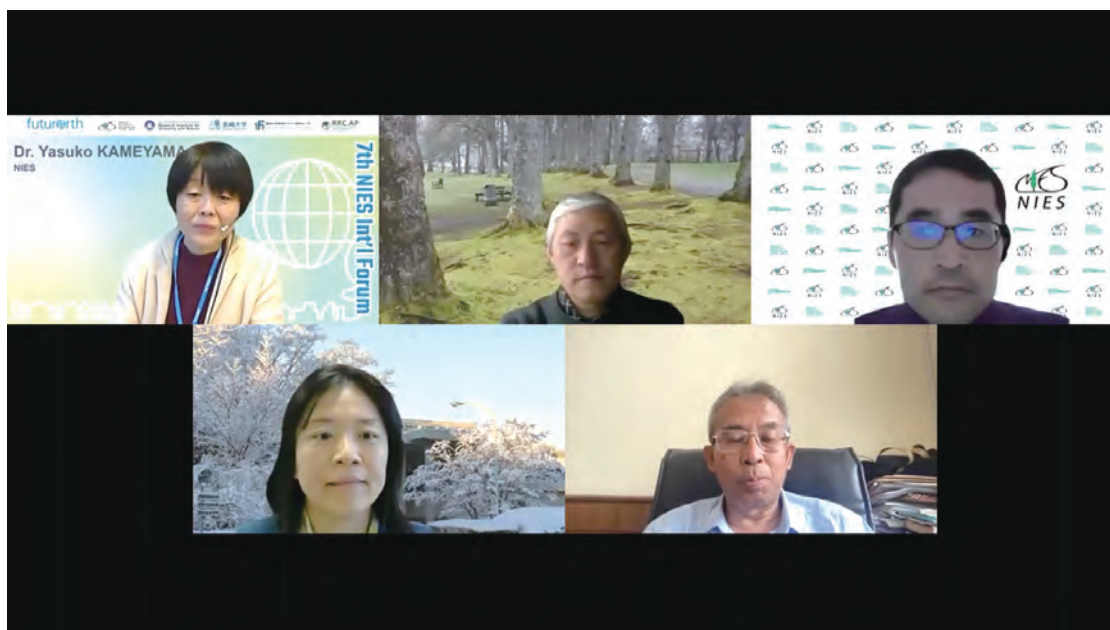


図3 セッション2の様子

(上段：左から亀山領域長、Jian Kejun 博士、花岡室長、下段：左から白井室長、Rizaldi Boer 教授)

ことが出来ました。本フォーラムにご参加いただいた皆様に心より御礼申し上げます。依然として国境を越えることが難しい世の中ではありますが、オンライン会議のメリットを活かして、これからも国際的な協力を推し進めていきます。

なお、本記事では十分紹介することができなかった1日目オープンシンポジウムでの議論の内容や、2日目の環境価値評価、システムリスクについて

の専門家セッションを含めた本フォーラム全体のレポートをフォーラム公式HP (<https://www.nies.go.jp/i-forum/>) に公開しております。またオープンシンポジウムのアーカイブ動画はNIES公式YouTubeチャンネル (<https://www.youtube.com/user/nieschannel>) にてご視聴いただけます。是非ご覧ください。

※講演者の肩書は当時のものです。

【行事報告】

令和4年度の地方公共団体環境研究機関等と 国立環境研究所との共同研究課題について

企画部研究推進室

地方公共団体環境研究機関等（以下、地環研等）と国立環境研究所（以下、国環研）とが緊密な協力のもと、環境研究をよりいっそう発展させていくことを目標として、平成元年度より、両者の共同研究が実施されています。

共同研究には、地環研等と国環研との研究者の協議により研究計画を定め、それに従って各々の研究所において研究を行うⅠ型共同研究と、全国環境研協議会と国環研の協議を経て国環研と複数の地環研等の研究者が参加するⅡ型共同研究の2種類があり

ます。令和3年度には、表に示すように、5 課題の I 型共同研究が実施されました。また、10 課題の II 型共同研究が実施され、活発な研究交流を通じて環境研究の活性化に大きな役割を果たしています。令和4年度には、2 課題の I 型共同研究と 11 課題の

II 型共同研究が実施される予定です。

このような共同研究を通じて地環研等および国環研双方の研究者が互いに交流することによって、環境科学研究の発展に寄与できるものと考えています。

令和3年度 共同研究実施課題一覧（I 型共同研究）

地環研機関名	課題名
埼玉県環境科学国際センター	メチルシロキサンの環境中存在実態及び多媒体挙動に関する研究
大阪府立環境農林水産総合研究所	ライダー観測と化学分析結果を用いた黄砂エアロゾルの変質に関する研究
富山県環境科学センター	ライダー観測データを用いた越境大気汚染物質の寄与に関する研究
神奈川県水産技術センター	東京湾における底棲魚介類群衆の資源変動に関与する要因の解明
茨城県霞ヶ浦環境科学センター	現地アンケートに基づく霞ヶ浦の生態系サービスの経済評価に関する研究

令和3年度共同研究実施課題一覧（II 型共同研究）

提案機関	テーマ名
新潟県保健環境科学研究所	森林生態系における生物・環境モニタリング手法の活用
群馬県衛生環境研究所	光化学オキシダントおよび PM2.5 汚染の地域的・気象的要因の解明
埼玉県環境科学国際センター	生物応答を用いた各種水環境調査方法の比較検討
(公財) 東京都環境公社 東京都環境科学研究所	LC-MS/MS による分析を通じた生活由来物質のリスク解明に関する研究
福岡県保健環境研究所	災害時等の緊急調査を想定した GC/MS による化学物質の網羅的簡易迅速測定法の開発
鳥取県衛生環境研究所	廃棄物の不適正管理に起因する環境影響の未然防止に係る迅速対応調査手法の構築
広島県立総合技術研究所 保健環境センター	沿岸海域における新水質環境基準としての底層溶存酸素（貧酸素水塊）と気候変動の及ぼす影響把握に関する研究
埼玉県環境科学国際センター	環境ストレスによる植物影響評価およびモニタリングに関する研究
横浜市環境科学研究所	里海里湖流域圏が形成する生態系機能・生態系サービスとその環境価値に関する研究
大阪市立環境科学研究所	河川プラスチックごみの排出実態把握と排出抑制対策に資する研究

【行事報告】

「第41回地方環境研究所と国立環境研究所との協力に関する検討会」
報告

企画部研究推進室

地方公共団体環境研究機関等（以下、地環研等）と国立環境研究所（以下、国環研）との協力関係をより一層深め発展させることを目的として、「地方環境研究所と国立環境研究所との協力に関する検討会」（以下、検討会）が令和4年2月16日にオンライン（Webex）にて開催されました。今年度も昨年度に引き続き、新型コロナウイルス感染症拡大の影響を受けオンライン開催となりました。第41回を迎えた今回は、地環研等側から全国環境研協議会の廣畑会長（熊本県保健環境科学研究所）をはじめ、副会長、支部長及び常任理事、理事など17機関計17名、環境省から1名が出席されました。また、国環研側からは木本理事長をはじめ幹部職員など11名の出席がありました。

検討会では、冒頭、木本理事長、廣畑会長の挨拶、

加藤環境省環境研究技術室長の来賓挨拶があった後、全国環境研協議会からの要望として、(1) 調査研究に対する技術的支援について、(2) 地域気候変動適応センターの活動に関する支援について、(3) 酸性雨広域大気汚染調査研究部会への支援について、(4) 被災時における分析協力体制の整備に関する支援について4事項が提出され、国環研を代表して富坂企画部次長が具体的な回答を行いました。その後、森口理事から令和3年度に行われたⅡ型共同研究の事前・事後・中間ヒアリングの結果について報告を行いました。最後に、是澤理事の閉会挨拶をもって終了しました。

地方環境研究所と国立環境研究所が一層連携しながら、共同研究を強化していくことが確認されました。

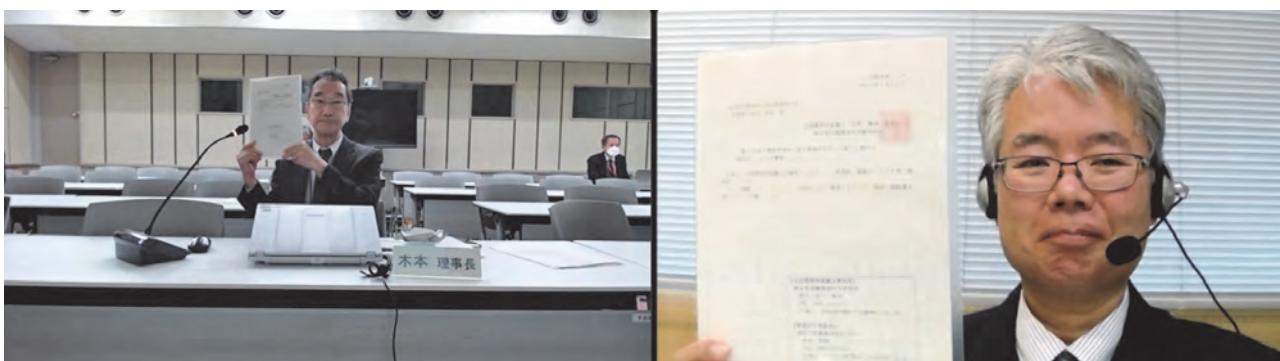


写真1 全国環境研協議会からの要望書をいただきました

【行事報告】

「第 37 回全国環境研究所交流シンポジウム」開催報告

企画部研究推進室

全国環境研究所交流シンポジウムは、「環境研究に関する研究発表、意見交換を通じて地方環境研究所と国立環境研究所の研究者間の交流を図り、共同研究等の新たな展開に役立てると共に、環境研究の一層の推進を図る」ことを目的に、第1回の昭和61年以来、毎年度の第4四半期に開催されているものです。第37回目となる今回は、「全国の環境研究から見える未来」と題し、令和4年2月16日及び17日にオンライン開催されました。当初は、対面とオンラインによるハイブリッド開催を予定しておりましたが、新型コロナウイルス感染症拡大が収まらないこともあり、残念ながら昨年度に引き続きオンライン（Zoom）のみによる開催となりました。参加は、アカウント数で470を越え、地方環境研究所については、217アカウントの参加がありました。オンラインということで、1アカウントから複数の視聴者があり、それを勘案すると更に多くの方々が視聴されたかと思われま

まず、木本理事長による開会挨拶があり、それに引き続いて1件の特別講演と20件の一般講演が行われました。特別講演は事前に行なったアンケート調査において関心の高かったものから選びました。講演題目と発表者については下をご覧ください。

質疑についてはチャットを用いて受け付け、各時間内に口頭にて回答頂きました。限られた時間内で活発な議論がなされ、それぞれの地域の環境問題に対する各地方環境研究所の取り組みについて多くの知見が共有されました。また、各時間内に回答しきれなかった質問に対しては、開催後に追加の回答としてホームページに掲載いたしました。

最後に森口理事の閉会挨拶をもって終了いたしました。

事後アンケートによると、オンライン開催となったことで普段参加出来ない地方環境研究所の研究者や、一般の方々も手軽に数多く参加できたことにご満足いただけたようで、今後新型コロナウイルス感染症が収まった後も、対面とオンラインのハイブリッド開催を求める声が数多くありました。

そこで、次回こそはハイブリット形式での開催を見据えて、準備を進めて参ります。最後に、地方環境研究所と国立環境研究所の研究者が一堂に会し、地域環境研究の最新動向を共有し議論する貴重な機会となりました。ご講演、ご参加いただいた皆様や、企画・運営にご協力いただいた方々に深く感謝申し上げます。

《第 37 回全国環境研究所交流シンポジウム講演題目と発表者》 * 敬称略

【2月16日】

座長：脇岡 靖明（国立環境研究所）

特別講演

- (1) 「IPCC 第 6 次評価報告書にみる気候科学の現在地」
江守 正多（国立環境研究所）

一般発表＜気候変動適応＞

- (2) 「埼玉県における気候変動対策の現状と課題」
本城 慶多（埼玉県環境科学国際センター）
- (3) 「中部山岳域における 1981～2015 年の気候変化の詳細解析」
栗林 正俊（長野県環境保全研究所） *当日、発表中止となりました。
- (4) 「大阪府内の暑熱環境のモニタリングと影響評価について」
高井雄一郎（地方独立行政法人大阪府立環境農林水産総合研究所）

一般発表＜緊急時の有害物＞

座長：中島 大介（国立環境研究所）

- (5) 「福岡県保健環境研究所における緊急時環境調査への取り組み」
古閑 豊和（福岡県保健環境研究所）
- (6) 「緊急時におけるリスク管理のための化学物質調査手法の活用」
加藤 みか（公益財団法人東京都環境公社東京都環境科学研究所）
- (7) 「緊急時環境調査手法の開発と実装に向けた取り組み」
中島 大介（国立環境研究所）

一般発表＜プラスチック＞

座長：鈴木 剛（国立環境研究所）

- (8) 「マイクロプラスチックに吸着した多環芳香族炭化水素類の光分解反応」
野呂 和嗣（地方独立行政法人大阪府立環境農林水産総合研究所）
- (9) 「下水および下水汚泥処理工程におけるマイクロプラスチックの挙動」
中尾 賢志（大阪市立環境科学研究センター）
- (10) 「福岡県内河川におけるマイクロプラスチック調査」
古賀 智子（福岡県保健環境研究所）
- (11) 「廃プラスチックのフロー把握等に基づく処理体制の構築に向けた調査研究について」
小野 理（北海道立総合研究機構エネルギー・環境・地質研究所）
- (12) 「河川プラスチックごみの排出実態把握と排出抑制対策に資する研究～進捗状況と今後の課題について」
鈴木 剛（国立環境研究所）

【2月17日】

一般発表＜大気汚染＞

座長：菅田 誠治（国立環境研究所）

- (13) 「AI等を利用したオキシダント濃度予測への取り組み」
小田 祐一（静岡県環境衛生科学研究所）
- (14) 「地方環境研究所での大気シミュレーション活用について」
山村 由貴（福岡県保健環境研究所）
- (15) 「降雨時の市街地排水中の硝酸イオン濃度の季節変化」
横山 新紀（千葉県環境研究センター）
- (16) 「大気汚染シミュレーション支援システムの開発と今後」
菅田 誠治（国立環境研究所）

一般発表＜海域・河川・湖沼・閉鎖的水域＞

座長：牧 秀明（国立環境研究所）

- (17) 「環境DNAを用いた魚類調査の実施とその活用について」
長谷部勇太（神奈川県環境科学センター）
- (18) 「大阪湾海水の栄養塩と有機物分解速度について」
鈴木 元治（公益財団法人ひょうご環境創造協会兵庫県環境研究センター）
- (19) 「干潟における有機物分解と窒素の遊離」
宮崎 一（公益財団法人ひょうご環境創造協会兵庫県環境研究センター）
- (20) 「降雨時の湿地におけるCOD、窒素、リンの浄化機能」
横山 智子（千葉県環境研究センター）
- (21) 「サンゴ礁海域における赤土等堆積状況と生物の関係」
座間味佳孝（沖縄県衛生環境研究所）
- (22) 「琵琶湖における易分解性・難分解性溶存有機物動態について」
霜鳥 孝一（国立環境研究所）

詳しい内容は、予稿集全文（下記のURL）でご覧になれます。

https://tenbou.nies.go.jp/science/institute/region/joint_zkksympo2021.pdf

「3Dふくしま」プロジェクションマッピングで環境研究を「触れる化」したい！ 国環研初クラウドファンディング挑戦のお知らせ

連携推進部 研究連携・支援室

国環研では2022年4月15日より、株式会社講談社が運営するプラットフォーム「ブルーボックス・アウトリーチ」にて、国環研初のクラウドファンディングによる寄附を募集しています。国環研の研究・開発活動の成果の普及に対して、みなさまの温かいご支援をどうぞよろしくお願いいたします。



プロジェクト概要

国環研は東日本大震災・東京電力福島第一原子力発電所事故の発生直後から、さまざまな分野で福島県をはじめとする被災地の復興・災害対策を支援する研究をしてきました。その研究成果を地域の方々に向けてより分かりやすく、面白く紹介するための工夫として、福島県の真っ白な立体地図にプロジェクタで2mの高さから下向きに地図映像を投影する3次元地図プロジェクションマッピングシステム「3Dふくしま^{*1}」を開発しました。これを使って研究成果を地図に落とし込み、詳しく紹介するアニメーションを作成して3次元マッピングで解説してきたところ、多くの方から「わかりやすい」「面白い」と好評を頂いています。

しかし、3次元マッピングのコンテンツ開発には専門技能と費用が必要になるため、まだ実装できてない研究成果が沢山あります。そこで今回、みなさまからクラウドファンディングを通してご支援頂いて、新たな研究成果のコンテンツを作成し、3Dふくしまを通じて福島の環境や復興状況を沢山のの人に楽しく知ってもらいたいと考えています。

※1 「3Dふくしま」は現在、福島県環境創造センターの交流施設「コミュタン福島」にて常設展示されています。

: <https://www.nies.go.jp/fukushima/3D/index.html>

【クラウドファンディングプロジェクトの概要】

「3Dふくしま」プロジェクションマッピングで環境研究を「触れる化」したい！

- ・ 実行者：国立環境研究所 福島地域協働研究拠点 室長 五味馨
- ・ 目標金額：100万円
- ・ 形式：All or Nothing形式（目標金額に達成した場合にのみ支援が成立する）
- ・ 募集期間：2022年4月15日（金）10時～6月14日（火）10時

※ プロジェクトURLなどの詳しい情報は、国環研ホームページまたは国環研連携推進部のTwitterアカウント (@NIES_rcd) での発信をご覧ください。

新刊紹介

環境儀 No.84 「ユスリカからのメッセージ 顕微鏡下で識別する環境情報」

国立環境研究所では、1970年代からユスリカの種類学的研究や環境指標性の研究を行っており、様々な水域で生息場所の特性や発生消長などの生態学的な知見が報告されているほか、新種記載などもされています。

本号では、困難といわれることが多いユスリカの同定方法や、いくつかの水域にみられるユスリカの種構成の違いなどについて紹介します。

○ <https://www.nies.go.jp/kanko/kankyogi/index.html>



国立環境研究所研究プロジェクト報告 第139号

「水資源量に基づく乾燥・半乾燥牧草地の利用可能量とその脆弱性の評価（平成30～令和2年度）」

本報告書は、代表的な乾燥・半乾燥地域のモンゴルを対象に気候変動や人為的攪乱が水資源や牧草地の環境容量および脆弱性に及ぼす影響を評価した研究について取りまとめたものです。本研究の結果、放牧規模の拡大、特に都市化や鉱山開発に伴う水資源の需要量の大幅な増大ならびに過度な地下水汲み上げが、都市や鉱山周辺域の水循環に大きな影響を及ぼしていることを明らかにしました。また市場経済が導入されてから、特に2000年以降、周辺域の放牧圧が牧草地の環境容量を大幅に上回っており、牧草地の脆弱性が一層高まっていることが明らかになりました。

○ <https://www.nies.go.jp/kanko/tokubetu/setsume/sr-139-2021b.html>



国立環境研究所研究プロジェクト報告 第140号

「二次有機エアロゾル中の低揮発性成分の生成過程に関する研究（平成30～令和2年度）」

本報告書は、モノテルペンの酸化による二次有機エアロゾル（SOA）生成過程を事例研究として、低揮発性成分の生成過程を詳細に理解して、SOA生成モデルの精緻化を目指す研究手法について取りまとめられたものです。本研究によって、低揮発性成分のSOA生成収率の環境要因（気温や酸性度）依存性との関係性、エアロゾル表面での反応による低揮発性成分の生成について室内実験で明らかにし、その室内実験結果を実大気試料で確認することに成功しました。

○ <https://www.nies.go.jp/kanko/tokubetu/setsume/sr-140-2021b.html>



編集後記

気がつけばかれこれ2年以上、新型コロナウイルス感染症に振り回される日々が続いています。グローバル化により自然と人間社会との調和が失われ、生態リスクが高まるなか、本号では、外来生物に対し水際では具体的にどのような対策がおこなわれているかを中心に紹介しました。海外との往來の制限、マスク常時着用、打ち合わせはオンライン、会食は無し、といったコロナ禍での新しい生活様式にもすっかりなじみつつあります。直接コミュニケーションが不十分という

問題がある一方、旅費不要、移動時間ゼロで各地のセミナー等に参加しやすくなるなどのプラス面もあるようです。有朋自遠方在线的、不亦楽乎（朋（とも）あり、遠方よりオンライン参加、また楽しからずや）、というわけですね。移り変わる状況下でも、他者やヒト以外の生き物、そして自然への想像力をなくさず、常に視野は広く持っていたいものです。（M.A）

国立環境研究所ニュース Vol. 41 No. 1（令和4年4月発行）

編集 国立環境研究所 編集分科会
ニュース編集小委員会

発行 国立研究開発法人 国立環境研究所
〒305-8506 茨城県つくば市小野川16番2

問合せ先 国立環境研究所情報企画室 pub@nies.go.jp

●バックナンバーは、ホームページからご覧になれます。

<https://www.nies.go.jp/kanko/news/>

無断転載を禁じます



この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。