2022 年度 タカラ・ハーモニストファンド 活動・研究報告書

公益信託 タカラ・ハーモニストファンド

公益信託 タカラ・ハーモニストファンド

設定趣意書

当社は、大正14年に会社設立以来、清酒、焼酎、みりん等酒類の製造、販売に努力を傾注してまいりました。また、永年培った醸造技術に、新しい微生物研究の成果を加えて、当社独自の発酵技術を開発し、来るべきニューバイオ社会に対応すべく、バイオテクノロジー分野の拡充を計る等、「総合酒類メーカー」から「総合発酵企業」への発展を期しております。

本年9月、会社創立60周年を迎えることができましたが、これは、当社に寄せられた消費者の皆様をはじめとする国民各層のご愛顧の賜物であると深く感謝しております。 ところで、当社は従来から、企業の社会的存在としての意義を考え、「カムバックサーモン」、「日本の松を守る」、「日本の竹を守る」など自然環境の保全に関わる活動に対し、ささやかながら助成、協力をしてまいりました。

本年60周年を迎えるに当たり、国民各層のご厚情に対する感謝の気持ちを表す方策について種々検討しておりましたが、豊かな自然環境を保全することが時代の要請であり、当社が、緑と木の恵みによって存在していることを踏まえると、我が国の自然を形づくる「豊かな緑ときれいな水」を守ることの大切さをより多くの人々に呼びかけていくことが、当社にとっても極めて意義のあるという結論を得ました。このような事業を中心として自然環境の保全の推進に貢献することができれば、60周年を迎えた当社の記念事業として最もふさわしいと考え、公益信託 タカラ・ハーモニストファンドの設定の申請をする次第であります。

公益信託 タカラ・ハーモニストファンド 委託者 寳酒造株式会社 (昭和60年9月12日作成)

※現在、委託者は宝ホールディングス株式会社となっております。

目次

•	タカラ・ハーモニストファンド設定趣意書	•••••1
•	タカラ・ハーモニストファンドの事業・運営	•••••5
	<u>2022年度 活動助成報告</u>	
	50年放棄水田の復活プロジェクト	
	動物生態学研究室	E ·····7
•	農作業体験と生きもの観察会による食生活と身近な緑空間の必要性を考える地域支援	等業
	つくば里の生きものくらる	S ·····22
•	恩田の谷戸の竹林・小川・田畑の保全活動	
	恩田の谷戸ファンクラフ	·····37
•	たましまの未来に渡り鳥の集う干潟を残したい!!	
	たましま干潟と鳥の会	₹ ····· 52
•	絶滅危惧種となったニホンウナギにとって好適な自然環境の整備に向けた調査	
	上小丸川漁業協同組合	ì ·····68
•	西表島・浦内川における希少魚類のモニタリング	
	特定非営利活動法人 西表島エコツーリズム協会	÷ ·····83
	2022年度 研究助成報告	
	山梨県の淡水ガメ生息調査および石川県の淡水ガメ長期調査	
	野田 英樹	† ·····87
	鳥類による種子散布の変動と異常気象の関連について	
	大河原 恭衲	5 ·····102
•	年間を通したミソサザイの生態に関する調査	
	惣田 彩豆	J112
•	絶滅危惧種タガメの生息予測モデルの開発と保全への活用	
	高原 輝彦	€ ·····127
•	島嶼草原の送粉生態系及び絶滅危惧種ヒメツルアズキの繁殖生態の解明	
	長谷川 匡弘	<u>142</u>
	2021年度 研究助成報告	
	在来種ハラビロカマキリと外来近縁種ムネアカハラビロカマキリ間の配偶選好性と種間	生食い
) 1 ·····157
	琵琶湖固有ビワマスを新種として記載する保全学的研究	10.
		 172
	山間部における水生昆虫類保全に向けた、自作ビオトープでの動態調査	_
		€ ·····187
	タカラ・ハーモニストファンド応募要項	·····203
	ノタノ・・・ヒーハビノノマロ心が女化	203

タカラ・ハーモニストファンドの事業

タカラ・ハーモニストファンドの運営

助成事業

1. 豊かな緑ときれいな水を守るための活動 助成

豊かな緑ときれいな水を守り・自然とのふれあいを積極的につくりだすための活動を助成する。具体的には、ハーモニストファンドの設定趣旨に沿って一定の地域で実践的な活動をしている方々に対し、今後の活動をさらに発展させるための資金を助成する。

2. 緑の保護、育成、河川等の環境保全創出のための研究助成

日本の緑を構成する森林、木竹等、陸域の自然環境または、湖沼・河川等、水域の自然環境(水生物の生態把握等も含む)に関する実践的な研究に対して、今後の研究をより一層充実させるために研究資金を助成する。

自主的な事業

1. 緑の広場の設定

豊かな緑は、そこに生息する様々な生物を保護すると共に、それらの生物とふれあう私たちに安らぎとうるおいを与えてくれます。

ハーモニストファンドは、森林植生の 造成や人口河川の研究等によって、自然 と調和した緑の広場の設置を進めていき ます。

- 2. "フィッシュ・サンクチュアリ"づくり 湖沼の河川等の生物資源を守ることを 基本に、次の事業を進めていきます。
 - ○淡水魚 (イワナ、ヤマメ、アユ、ウグ イ、ハヤなど) の生態系の把握
 - ○淡水魚の生息・繁殖に必要な魚道や産 卵場所の確保など、淡水魚の生息環境 づくり。

概要

委託者 宝ホールディングス株式会社

受託者
みずほ信託銀行株式会社

信託財産 3億円

信託管理人と運営委員

(2023年7月1日現在)

信託管理人

花田 眞理子 大阪産業大学大学院 人間環境学研究科 教授

運営委員長

八木橋 惇夫 元 環境事務次官

運営委員

布谷 知夫 三重県立総合博物館 特別顧問

沢田 裕一 滋賀県立大学 名誉教授

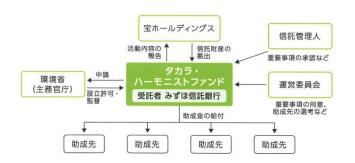
斎藤 清明 元 総合地球環境学研究所 教授

遊磨 正秀 龍谷大学 名誉教授

中島 慶二 江戸川大学社会学部教授

森 圭助 宝ホールディングス (株) 取締役

運営のしくみ



50年放棄水田の復活プロジェクト(中間報告)

動物生態学研究室

山形県

1. 緒言

1)生物多様性と生態系サービス

人間社会は生態系サービスより様々な恩恵を受けて成り立っている。生態系サービスは大きく供給、調整、生息・生息地、文化的サービスの 4 つに分けられ、年間でおよそ 1 京 4000 兆円の経済価値を生み出すとされる (WWF 2018)。北澤・中村 (2011)は生物多様性は生態系サービスの安定した享受に寄与すると報告しており、鷲谷 (1996)は生物種の絶滅によって生物資源・遺伝資源の枯渇や生態系の機能不全と不安定化を引き起こす、と示唆している。しかし、生物多様性は現在、自然な消失速度の 1000 倍 の速さで失われている。生態系のサービス機能の消失を防ぐためには、各種生物の生態系における機能の解明や特に重要な影響を及ぼす生物の特定、その生物の生態系の中での位置づけなど、生態系を総合的に把握することが必要である (Kremen, 2005)。

2) 水田生態系について

水田は生物多様性の維持に大きく関わっており、生物の生息環境としての重要性に注目 されてきた。1970年以降に地球上の自然湿地は35%失われ、人口湿地は2倍に増加した (Gardner and Finlayson, 2018)。日本では明治・大正時代に存在していた自然湿地の 61.1% が消失していたことが報告されており、その減少率はより顕著である。水田のような人口湿 地は自然湿地を利用していた多くの生物の代替的な生息地として機能することが期待され ている。日本は約238万 ha の水田を有しており(農林水産省,2021)、耕作期には灌漑によ って広大な人口湿地となり、その面積は自然湿地の約29倍を超える。湿地の生物を保全し ていくためには限られた面積の自然湿地だけでなく全国に普遍的に広く存在する水田のよ うな人口湿地を利用することが鍵となる。しかし水田の生物の生息環境としての機能は貧 弱化しつつある。例えばゲンゴロウ(Cybister chinensis)やマルタニシ(Cipangopaludina chinensis laeta) は基盤整備や乾田化により 1960 年以降急激に個体数が減少した(中島ら, 2020; 内山, 2013)。アキアカネ(Sympetrum frequens)は苗箱剤の使用や中干により 1990 年代から急激に減少しているおり、このような水田の環境や生態系の変化により、害虫防除 に役立つ天敵や物質循環を促進する生物からの恩恵、身近な生物がもつ情操に与える文化 的な価値など生態系のサービス機能を大きく失いつつあるだろう。以上のことから、水田の 生物の生息地としての機能の回復や保全は喫緊の課題であると考えられる

3) 耕作放棄地の現状

これらの現状に加えて、水田の耕作面積自体が大きく減少している。以前耕地であったもので、過去1年以上作物を栽培せず、しかもこの数年の間に再び耕作する考えのない土地」のことを耕作放棄地という。つまり、耕作が行われていない、近いうちに耕作栽培の予定もない、放置されている農地のことを指す。このような耕作放棄地が近年大きく増加している。その主な原因として、農業者の高齢化や後継者不足による農業人口の減少が挙げられる。特に中山間部ではその増加は顕著であり、土地が放置されるケースが多い。耕作放棄地となると、農地として再度利用しようと思った際に労力・費用などのコストがかかる。また、放置

すればするほど土壌の品質が下がるだけでなく、森林化してしまうリスクや害獣発生のリスクなども生じる。廃棄物の不法投棄の原因となることもあり、そのような耕作放棄地への廃棄物の不法投棄は、景観を劣化、生態系への悪影響など、さまざまに懸念されるとともに、農地への再生に多大な労力を要するようになる。シカやイノシシなどの野生動物が耕作放棄地をエサ場するなどの問題も生じている。耕作放棄地を拠点とすることで、人間と野生動物の距離が縮まり、周囲の農作物被害も起こっている。

4) 耕作放棄地への対策

耕作放棄地の発生防止や解消に向けて、耕作放棄地の増加は全国的に深刻な問題となっています。そのため国だけでなく、地方自治体や農業者団体、企業などが、耕作放棄地の発生防止や解消に向けてさまざまな取り組みを行っている。具体的な対策としては、農地バンク(農地中間管理機構)の設置や、荒廃農地を含めた耕作が行われていない土地を再生し利用するための支援などが挙げられる。また、耕作放棄地を有効活用し、社会的な問題を解決しながら新たな価値創出を目指し、新たなビジネスを始める企業や新規就農者も増えつつある。放棄地活用ビジネスにより、地域の活性化や雇用創出など、多くのメリットも生まれるかもしれない。

5) 本研究プロジェクトの目的

日本の米どころでもある山形県庄内平野南端付近にある中山間部の山村(山形県鶴岡市中山)がプロジェクトの舞台である。同集落は50戸ほどの人口規模であり、小学生などの教育人口は0人で、人口減少や空き家が増えているという、日本のどこにでもある典型的な山村である。かつては林業や稲作などが主要な産業だったが、現在は林業は殆ど行われず、稲作も衰退の一途である。そのため、耕作放棄地が、特に居住地から離れた場所を中心に急激に増えている。それら数多の耕作放棄地の中でも、さらに山深くにある耕作放棄水田(10~20アールほど、放棄後50年程度経過)を元の水田に復元させ、特に湛水部の水田生態系および山村社会への影響を試験することを目的として行った。

2. 方法

5)。

図1に本プロジェクトで復元した耕作放棄地(復元前の状態)の位置を示した。2021年9月~12月、および2022年3月~5月にかけて一連の復元作業を行った。復元前は低木やクマザサ、ススキなどが生い茂り、ところどころに水たまりがある部分的に湿地が混在したような荒地だった(図2)。耕作放棄地全面やその周辺の草刈り(図3)、重機による耕うん(図4)、重機がすきこんだ雑草類の分解を促進するための冬季湛水などを行った。また、2022年4月から6月にかけて代掻き、畔塗り、田植えなど通常の水田同様の準備作業を行った。同地区で唯一マルタニシ(いわゆる田んぼのタニシ)の生息が確認された土水路から50個体のタニシを昨年春に採取し、耕作放棄地(放棄歴5年)を復活させた水田(2021年度に復元)で放飼・増殖している。そこからマルタニシを50個体採取し、復活田に放飼した。マルタニシはユスリカなどの水生生物の増殖や湛水部の生物多様性を高める効果が知られており(Dewi)、本プロジェクトでも同様の効果を期待したものである。かつて水田として使われていた時代には、付近の三瀬川から用水を引いていた。しかし、落石があり、水路に落石が詰まり、機能しなくなったのが耕作放棄地化した原因であった。こ

れらの堆積物を取り除いて水路を復元する作業も、放棄地の復元と並行して行った(図



図1 中山集落の衛星写真(撮影 2016 年 7 月 23 日、地図・空中写真閲覧サービス、 国土地理院)※白枠は復元した水田の場所を示す(復元前の状態)



図 2 復元前の復活田の様子 (撮影 2021 年 9 月). 低木など草木が生い茂る凹凸に富んだ荒地だった.



図3 復元中の復活田の様子(撮影 2021 年9月). 復活田は低木を根ごと除去した後、クマザサを刈り払い機で除去した。



図4 復元中の復活田の様子 (撮影 2021 年 10 月). トラクターを用いて全面を耕うんし、雑草の根などをすきこんだ。



図 5 復元中の用水路の様子 (撮影 2021 年 10 月). 小石や粘土質の泥土がぎっちりと詰まっていて、その除去は困難を極めた.



図6 復元された復活田の様子(撮影2022年7月).

復活田の維持管理作業

復元した耕作放棄地は復活田と称した(図6)。水稲の品種は山形県のブランドである「生 えぬき」を用いて、無化学肥料・無農薬による水稲栽培栽培を行った。

雑草管理

5月中旬の田植え後すぐに、除草ロボット(アイガモロボット、株式会社有機米デザイン) 一台を投入した(図7)。同ロボットは太陽光発電にて午前6時から午後5時まで稼働する とともに、GPSによる位置制御を同時に行いつつ、効果的に田水の全体的な濁度を高く維 持する作用がある。これにより水底に達する日光量は減少し、雑草の生育を効果的に抑制す る。7月の上旬に引き上げるまで、一か月以上にわたり設置し、期間中は復活田で稼働させ た。

水管理などの圃場管理全般

復活田は復元して間もないせいか、田面の水が抜けやすかった。しかしながら、アイガモロボットを効果的に稼働させるためには最低 3 c m程度の水深が必要であることと、土壌表面は 3 c m以内の均平率をとる必要がある。しかしながら、復活田はそれ以上の凹凸が随所に見られたため、10cm 程度以上という深めの水深を維持する必要がった。そこで、毎日の見回り、および水管理(主に灌漑だが、水抜けが生じやすい個所の補強なども含む)を、復活田の持ち主である農家の佐藤好明氏に依頼した。主に重機を使う作業(圃場整備、耕うんや田植えなど)は素人には危険であること、圃場の場所がプロジェクト申請者の佐藤智の居住地または職場か自動車で 40 分程度の距離であることが、日々の管理業務を同氏に業務委託した理由である。



図7 アイガモロボットによる除草の様子 (撮影 2022 年 5 月).

調査

全体で5種類の調査を2022年6月から9月にかけて実施した。

① 水中スウィーピング調査

湛水部の生物を対象にスウィーピング調査を山間部は 2022 年 6 月 29 日に実施した。4 か所を無作為に選び、畦畔と 1 株目の間に D 型フレーム網(幅 30cm、メッシュ 3mm)を入れ、水底の泥の表面をごく薄く削るように 1m スウィーピングした。網に入った泥を落とすためサンプルをざる(メッシュサイズ:2mm)に移し、水路で泥を洗い流した。サンプルはフリーザーパック(L サイズ, DCM)に封入し、クーラーボックス



図8 設置されたペットボトルトラップの様子.

(sankoplastic)と氷で保持しながら研究室に持ち帰り、種、または科レベルで目視や実体顕微鏡(SMZ800, Nikon, 倍率: $15 \times \sim 94.5 \times$)を用いて分類し、計数した。

② 水中ベイトトラップ調査

湛水部の生物を対象に水中ベイトトラップ調査を 2022 年 7 月 5 日~6 日に実施した。トラップには角形の 2L ペットボトルを加工した物を用いた。ペットボトルの上部を切り取り逆さに取り付けたもんどり状のトラップを作成した。釣り用の配合エサ(九ちゃんマルキュー会社)を餌:水=2:1 の割合で 500 円硬貨大に練り丸めたものをふんわりお茶パックM(トキワ工業)に入れ誘引剤として使用した。トラップは1つの水田につき、畦ぎわ10 か所になるべく等間隔に設置された(図 8)。水田全体にトラップ設置に十分な水深が無く、配置に偏りがでる場合があったがトラップ同士の間隔は最低 5m 以上開けるようにした。トラップは午後に設置され約 12 時間後の午前中に回収された。採集された生物は(図 9)、フリーザーパック(L サイズ, DCM)に入れクーラーボックス(sankoplastic)と氷で冷却しながら研究室に持ち帰り種、または科レベルで目視か実体顕微鏡を用いて分類し計数した。



③ 地上部スウィーピング調査

地上部の生物、特にアシナガグモ類を対象としたイネ株上のスウィーピング調査(図 10)を 2022 年 7 月 25 日に実施した。水尻側と水口側の半分に分けそれぞれ 1 か所ずつ計 2 か所、畦ぎわ以外の場所を無作為に選んだ。捕虫網(直径:30cm)の入口上部が草丈の先端に触れる高さで水平に、半円形を描くように 180 度振り、歩きながらこれを 20 回繰り返した。サンプル(図 11)はフリーザーパック(L サイズ, DCM)に封入し、クーラーボックス(sankoplastic)と氷で冷却しながら研究室に持ち帰り、種、または科レベルで目視や実体顕微鏡を用いて分類し計数した(図 4)。



図 10 地上部スウィーピング調査の様子

④ 環境 DNA 調査

田面から任意の場所を選定し、注射器で60cc ほど水を吸いあげ、上向きで空気を抜きながら 水量を50cc に調整した。注射器にステリベクスを装着し、採取した田水をろ過した。この作業を10回繰り返した。ステリベクスにスポイトでRNAlater 注入し、保冷剤を入れたクーラーボックスに保管し、研究室に持ち帰った。なお、環境 DNA 調査は農研機構の馬場氏の調査の一環として実施したものである。分析は農研機構が行い、結果については最終年度の報告書に掲載予定である。

⑤ 水稲の生育調査

2022 年 6 月 22 日~8 月 27 日までの期間に合計 7 回にわたって水稲の生育調査を実施した。圃場内に複数個所の調査区を設定し、区内の株全てを調査対象とした。また、調査項目は草丈、茎数、葉色 (SPAD) とした。

以上、すべての調査において、復活田近辺に なる圃場でも同様の調査を行い、比較対象とし



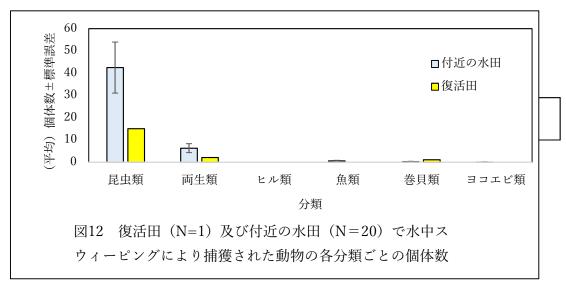
図 11 地上部スウィーピング調査で採取されたサンプルの様子

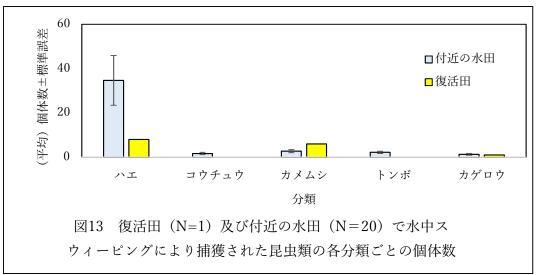
た。復活田は 1 圃場のみであったのに対し、比較対象の圃場は調査① \sim ④は 20 圃場、調査⑤については 1 圃場とした。

3. 結果

①水中スウィーピング調査

調査結果を図 12 に示した。昆虫類を始め、両性類など様々な種類の動物が採取された。例えば、付近の水田における同様の調査では、平均 40 個体ほどの昆虫類が採取されたが、その個体数は復活田では 1/3 程度に減少していた。同様の傾向が両生類でも見られた。その他の動物類では個体数は付近の水田、復活田ともに 1 以下と少なかった。昆虫類を目ごとに分類すると、付近の水田ではハエ目が最も多く 34.7 個体だったのに対し、復活田ではその 1/4 程度に少なくなった(図 13)。本調査では全 12 目 24 種類の生物が採取さ

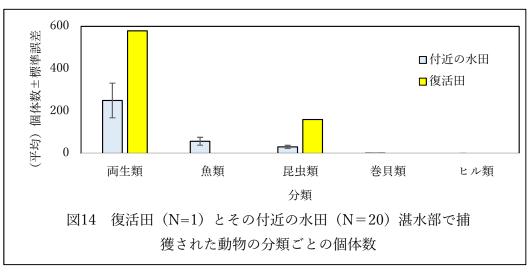




れた (表 1)。主に採取された昆虫類と両性類で比較的個体数が多くなった種類は、ユスリカ科の幼虫およびニニホンアマガエルの成体だったが、どちらも付近の水田よりも復活田で $1/3\sim1/4$ 程度に減少した。

表1 水中スウィーピング結果

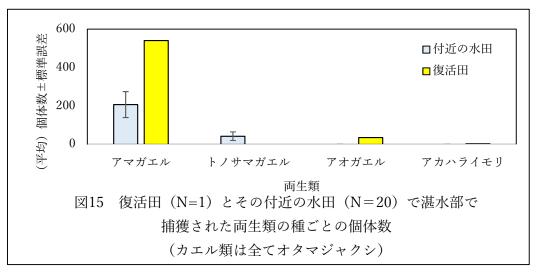
分類	目	和名	学名	発育段階	付近の水田(N=20) (平均±標準誤差)	復活田 (N=1)
		アメンボ科	Gerridae	幼虫	1.43 ± 0.60	1
				成虫	0.29 ± 0.20	0
		コミズムシ	Sigara substriata	成虫	0.71 ± 0.32	0
	カメムシ			幼虫	0.76 ± 0.28	2
		マツモムシ	Notonecta triguttata	幼虫	0.10 ± 0.07	3
		ミズカマキリ	Ranatra chinensis	成虫	0.10 ± 0.10	0
			Nanatra Chinensis	幼虫	0.05 ± 0.05	0
	カゲロウ	コカゲロウ科	Baetidae Sp.	幼虫	1.29 ± 0.40	1
		ヤマトゴマフガムシ	Banana inganiana	幼虫	0.10 ± 0.07	0
		[Berosus japonicus	幼虫	0.57 ± 0.32	0
昆虫類		ヒメゲンゴロウ	Rhantus suturalis	幼虫	0.14 ± 0.08	0
		コガムシ	Hydrochara affinis	成虫	0.05 ± 0.05	0
		コガシラミズムシ科	Haliplus Sp.	幼虫	0.05 ± 0.05	0
		ゴマフガムシ	Berosus punctipennis	幼虫	0.05 ± 0.05	0
	トンボ	アキアカネ	Sympetrum frequens	幼虫	1.71 ± 0.36	0
		アカネ科	Rubiaceae Sp.	幼虫	0.38 ± 0.16	0
		ノシメトンボ	Sympetrum infuscatum	幼虫	0.10 ± 0.07	0
	ハエ	ユスリカ科	Chironomidae Sp.	幼虫	34.24 ± 11.20	8
		ヌカカ科	Ceratopogonidae Sp.	幼虫	0.33 ± 0.17	0
		キリウジガガンボ	Tipula aino	幼虫	0.05 ± 0.05	0
				幼虫	0.05 ± 0.05	0
	無尾	ニホンアマガエル	Dryophytes japonicus	幼生	5.52 ± 1.93	2
両生類				成体	0.14 ± 0.10	0
		トノサマガエル	Pelophylax nigromaculatus	成体	0.57 ± 0.25	0
ヒル・	イトミミズ	イトミミズ科	Naididae Sp.	不明	0.05 ± 0.05	0
イトミミズ類	吻無蛭	イシビル	Erpobdelliformes Sawyer	不明	1.19 ± 0.56	0
ヨコエビ類	端脚目	ヨコエビ類	Amphipoda Sp.	不明	0.05 ± 0.05	0
魚類	コイ	ドジョウ	Misgurnus anguillicaudatus	不明	0.52 ± 0.25	0
巻貝類	原始紐舌	マルタニシ	Cipangopaludina chinensis	不明	0.14 ± 0.10	1
仓只郑	有肺	モノアラガイ	Radix auricularia japonica	不明	0.05 ± 0.05	0



②水中ベイトトラップ調査

各動物類ごとの平均個体数を図 14 に示した。付近の水田では両性類と昆虫類がそれぞれ 249.8 個体と 31.0 個体だったが、復活田ではどちらも 2~4 倍程度に増加した。魚類と巻 貝類は付近の水田でのみ採取され、復活田では採取されなかった。また、採取された両生 類の内訳を図 15 に示した。付近の水田ではアマガエルが 207.1 個体だったが、復活田では倍以上に多かった。トノサマガエルは付近の水田でのみ、アオガエルは復活田でのみ見られ、それぞれ 50 個体以下だった。

昆虫類はほとんどがコウチュウ目で、付近の水田では 26.0 個体が捕獲されたのに対し、復活田では 6 倍ほど多かった(図 16)。全ての動物の種(または科・属)ごとの個体数を表 2 に示した。本調査では 10 目 25 種類の動物が採取された。



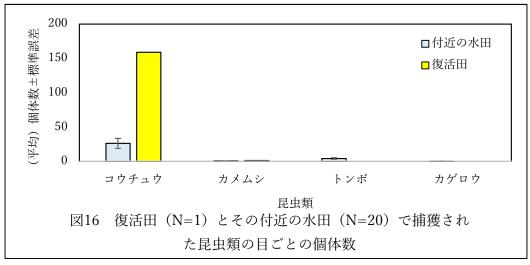


表2 水中ベイトトラップ調査の結果

2	目	和名	学名	発育段階	付近の水田(N= (平均±標準誤		復活田 (N = 1)
		ニホンアマガエル	Dryophytes japonicus	幼生	207.14 ±	67.52	540
両生類	無尾	トノサマガエル	Pelophylax nigromaculatus	幼生	42.57 ±	22.60	0
		アオガエル	Zhangixalus schlegelii	幼生	0.00 ±	0.00	36
	有尾	アカハライモリ	Cynops pyrrhogaster	成体	0.00 ±	0.00	3
魚類	コイ	ドジョウ	Misgurnus anguillicaudatus	不明	57.19 ±	18.84	0
	カゲロウ	コカゲロウ科	Baetidae Sp.	幼生	0.33 ±	0.20	0
		マツモムシ	Notonecta triguttata	成虫	0.05 ±	0.05	0
		.,	Trotomotta trigattata	幼虫	0.52 ±	0.18	0
	カメムシ	コミズムシ	Sigara substriata	成虫	1.14 ±	1.00	0
			organa substinuta	幼虫	2.05 ±	2.05	0
		ミズカマキリ	Ranatra chinensis	成虫	0.14 ±	0.08	1
		コガムシ	Hydrochara affinis	成虫	5.48 ±	1.60	0
	コウチュウ	1/14/		幼虫	2.71 ±	0.81	5
		ヒメゲンゴロウ	Rhantus suturalis	成虫	11.81 ±	6.80	140
		·		幼虫	1.67 ±	0.72	2
昆虫類		コシマゲンゴロウ	Hydaticus grammicus	成虫	0.19 ±	0.11	0
		ハイイロゲンゴロウ	Eretes griseus	成虫	0.05 ±	0.05	0
		ガムシ	Hydrophilus acuminatus	成虫	0.14 ±	0.08	0
				幼虫	0.24 ±	0.15	12
		ゴマフガムシ	Berosus punctipennis	成虫	0.05 ±	0.05	0
		ヤマトゴマフガムシ	Berosus japonicus	成虫	0.24 ±	0.17	0
		ゴマフガムシ属	Berosus Sp.	幼虫	0.10 ±	0.07	0
		コガシラミズムシ科	<i>Haliplus</i> Sp.	成虫	0.14 ±	0.14	0
	トンボ	アキアカネ	Sympetrum frequens	幼虫	3.52 ±	1.13	0
		ノシメトンボ	Sympetrum infuscatum	幼虫	0.38 ±	0.18	0
		オニヤンマ	Anotogaster sieboldii	幼虫	0.05 ±	0.05	0
オヨギミミズ類	吻無蛭	イシビル科	Erpobdelliformes Sawyer	不明	0.10 ±	0.07	0
(ヒル類)	ツが、本土	ウマビル	Whitmania pigra	不明	0.05 ±	0.05	0
	原始紐舌	マルタニシ	Cipangopaludina chinensis	不明	0.19 ±	0.11	0
巻貝類	有肺	サカマキガイ	Physa acuta	不明	0.05 ±	0.05	0
		モノアラガイ	Radix auricularia japonica	不明	0.05 ±	0.05	0

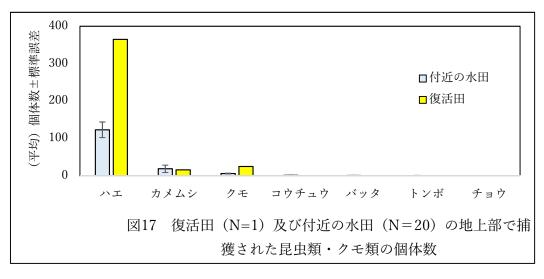


表3 地上部スウィーピング調査の結果

				付近の水田(N=20)	復活田
分類	目	和名	学名	(平均±標準誤差)	(N=1)
		ユスリカ科	Chironomidae Sp.	122.38 ± 20.82	365
	ハエ	ニクバエ科	Sarcophagidae Sp.	0.05 ± 0.05	0
		ホソヒラタアブ	Episyrphus balteatus	0.48 ± 0.25	0
		キリウジガガンボ	Tipula aino	0.10 ± 0.07	0
		セスジウンカ	Terthron albovittatum	6.19 ± 1.66	0
		ヒメトビウンカ	Laodelphax striatellus	2.10 ± 0.64	0
		ミドリグンバイウンカ	Kallitaxila sinica	0.19 ± 0.09	10
	カメムシ	ツマグロヨコバイ	Nephotettix cincticeps	9.24 ± 8.70	0
	77,47	ホソハリカメムシ	Riptortus pedestris	0.19 ± 0.15	0
		トゲシラホシカメムシ	Eysarcoris aeneus	0.05 ± 0.05	0
		カスミカメ科	Miridae Sp.	0.62 ± 0.57	6
昆虫類		ホソヘリカメムシ	Riptortus pedestris	0.10 ± 0.07	0
比立规	トンボ	アキアカネ	Sympetrum frequens	0.19 ± 0.15	0
		アジアイトトンボ	Ischnura asiatica	0.29 ± 0.20	0
		モートンイトトンボ	Mortonagrion selenion	0.10 ± 0.10	0
		キイトトンボ	Ceriagrion melanurum	0.05 ± 0.05	0
	コウチュウ バッタ ハチ	イネミズゾウムシ	Lissorhoptrus oryzophilus	0.86 ± 0.81	0
		ハネカクシ科	Staphylinidaeb Sp.	0.10 ± 0.07	0
		ヒメカメノコテントウ	Propylea japonica	0.14 ± 0.10	0
		コバネイナゴ	Oxya yezoensis	0.62 ± 0.28	0
		コバネササキリ	Conocephalus japonicus	0.33 ± 0.13	0
		コオロギ科	Gryllidae Sp.	0.00 ± 0.00	0
		クロオオアリ	Camponotus japonicus	7.67 ± 2.03	3
	チョウ	メイガ科	<i>Pyralidae</i> Sp.	0.05 ± 0.05	0
	クモ	ヤサガタアシナガグモ	Tetragnatha praedonia	3.95 ± 0.74	18
		アシナガグモ	Tetragnatha praedonia	0.71 ± 0.27	5
		コハナグモ	Diaea subdola	0.48 ± 0.27	1
İ		コシロガネグモ	Leucauge subblanda	0.05 ± 0.05	0
クモ類		ハエトリグモ科	Salticidae Sp.	0.43 ± 0.38	0
		フクログモ科	Clubionidae Sp.	0.05 ± 0.05	0
		オオヒメグモ	Parasteatoda tepidariorum	0.05 ± 0.05	0
		ウヅキコモリグモ	Pardosa astrigera	0.10 ± 0.10	0
		ドヨウオニグモ	Neoscona adianta	0.14 ± 0.08	1

③地上部スウィーピングの結果

付近の水田で採取されたハエ目は 123 個体だったが、復活田では 3 倍近くに増加した(図 17)。本調査では 7 目 24 種または科の昆虫類と 9 種または科のクモ類が採取された(表 3)。

④環境 DNA 調査

データは現在解析中なので、最終報告書で説明予定である。

⑥ 水稲の生育調査

最高分げつが対照ほ場で7月8日の571本/m2、復活田(図中の自然水田)では7月22日の373本/m2であった(図17)。復活田では対照ほ場と比較して無効茎の発生が少なく、有効茎を確保した後の分げつの低下が少なかった(図18)。葉色は復活田での作土層が厚く、可給態窒素量が多いため、対照ほ場よりも高く推移した。

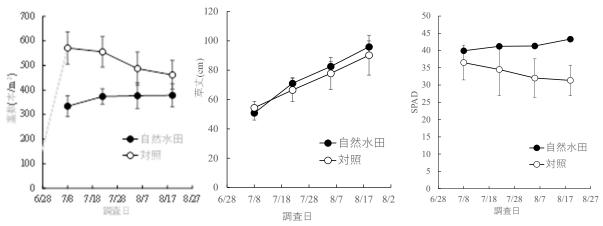


図 18 生育調査の結果(左から茎数、草丈、SPAD)

⑦収穫と販売

2022 年 10 月 14 日に復活田の収穫作業を行った。あいがもロボットによる除草期間終了後にヒエ類が繁茂したことと、収穫期直前にイノシシによる被害が生じたことなどにより、圃場のごく一部でのみしか収穫が出来なかった。そのため、全体の収量は 30 k g 程度にとどまった。収穫された米は機械乾燥され、2022 年 10 月 29 日~30 日に開催された山形県主催のイベント(オーガニックファーマーズマルシェ、食品館 256、山形市十日町 2-5-6、https://www.pref.yamagata.jp/140003/organic1022-1030.html)、で、復活米(無肥料無農薬米)として販売した。販売価格は小袋(450 g ; 250 円)、中袋(900 g : 450円)、大袋(1800 g : 800 円)とした。このうち小袋 5 個と中袋 3 個を全 8 名の消費者から購入いただいた。

引用文献

内山りゅう (2013) 田んぼの生き物図鑑. 127-186.株式会社山と渓谷社. 東京. 北澤哲弥・中村俊彦(2011) 生物多様性と生態系サービス. ちばの里山里海サブグローバル 評価最終報告書. 第1章1節:15-20.

生物多様性センター(2019)生物多様性と農業―生物多様性の保護と、世界の食料の確保 ―. 14-18.

Gardner, R. C. and C. Finlayson(2018) Global Wetland Outlook: State of the World's Wetlands and their Services to People. 5-6.

Kremen, C. (2005) Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology? Ecology Letters. 8(5):468-79.

Sharon P. Lawler L. and Deborah A. Dritz (2005) Straw and winter flooding benefit mosquitoes and other insects in a rice agroecosystem. Ecological Applications. 15(6): 2052–2059.

中島淳・林成多・石田和男・北野忠・吉富博之(2020) ネイチャーガイド日本の水生昆虫. 102-234. 文一総合出版. 東京.

鷲谷いづみ(1996)生物多様性と生態系の機能・安定性. 保全生態学研究. 1 (2-3) 101-113.

農作業体験と生きもの観察会による食生活と身近な緑空間の必要性を考える地域支援事業

つくば里の生きものくらぶ

茨城県

< 2022年6月1日~2023年5月31日 >

田んぼでの約束ごと

1. 田んぼには、勝手に入ってはいけません!

田んぼは、農家の方がお米を育てている大切な仕事場でもあります。農家の人に きちんと挨拶をして、生きもの観察や生きもの調査をする事を断ってから、田んぼ の畦(あぜ)や田んぼの中の様子を見ましょう。

2. 田んぼの畦(あぜ)で、走ってはいけません!

田んぼの畦は、田んぼの水量を保つなど、とても重要な役割があります。細く壊れやすい畦もあります。畦を歩くときは、端を崩さないようにゆっくりと真ん中を歩きましょう。

また、草花を観察する時は、根ごと抜かずに、葉っぱと花だけ採るようにしましょう。

3. 観察した後は、来た時と同じような状態に戻しましょう!

観察をするために捕まえた生きものは、観察した後に、捕まえた場所のあたりに 逃がしてあげましょう。草花は、貴重な種類のものもありますので、勝手にたくさ ん採らないように注意しましょう。

当然のことながら、ゴミなどは持ち帰りましょう。私たちの食べるお米ができる場所であり、様々な生きものたちが暮らす場所でもある田んぼをきれいに守っていきましょう。

4. 観察した後は、手をよく洗いましょう!

生きもの探しに夢中になりがちですか、夏などの暑い時期は、時々は休憩して水 分を補給してください。

また、カエルや虫たち、草花などをさわった手で、目をさわったり、肌のかゆいところをかいたり、ものを食べたりしないように注意しましょう。生きもの観察や生きもの調査をした後は、手をきれいに洗いましょう。

『"ゆたかさ"づくり』を実感しましょう!

普段の時間に追われた生活から離れ、自然の時の流れの中で、自然の風や土に触れ、 様々な生きものたち(動植物)を目にすることで、日ごろのストレスなどが解消され、 季節の移り変わり、自然の豊かさに気づくことができます。子どもの頃の五感を活か した体験は、心の豊かさ、感情の豊かさにもつながっていきます。

さらに、人にも環境にも優しい農業をサポートすることで、地域の生態系が回復し、 農作物も豊富に育ち、私たちの食卓に自分たちが関わった食材が並びます。食生活だ けでなくライフスタイルが変わっていくことでしょう。

田んぼや畑に関わる活動は、様々な『"ゆたかさ"づくり』につながっていることが実感できると思います。

1. 田んぼ及び雑木林の酸素濃度と二酸化炭素濃度について

私たちの住環境に身近な緑の空間でもある田んぼや畑、雑木林。樹木や草花などの植物は、太陽の光を活用し、日中は光合成によりの二酸化炭素を吸収し、養分を創出し蓄えるだけでなく、酸素を放出してくれています。

新型コロナウィルスにより、屋内の換気の必要性が高まり、二酸化炭素濃度の数値を計測する機器が店舗などで多く見かけるようになりました。

今回、2022 年度の田んぼや雑木林での活動において「タカラ・ハーモニストファンド」の助成金を受け、酸素濃度と二酸化炭素濃度を計測する機器を購入しました。屋外である田んぼや雑木林内での計測になりますが、季節や時間帯により数値に変動が生じるかなど、試験的に計測してみました。

今後は、街中にある公園や様々な農作物の違いによる畑や果樹園などでも計測してみたいと考えています。さらに専門家や研究者が、より詳細なデーターを計測し、その数値の違いなどにより、農地や雑木林が、温暖化防止・大気の浄化や生物多様性の保全・創出につながることから、私たちの身近にある緑の空間であることが再認識されることを願っています。

【 今回購入した計測機器 】

◆日本製 NDIR 式多機能型二酸化炭素 濃度測定器(型番: HCOM-JP003)



◆T-SENSOR 社 酸素濃度計 AT8100



【 地球の大気について 】

地表付近の平均大気は、水蒸気を除けば、窒素 (78.08%)、酸素 (20.95%)、アルゴン (0.93%)、二酸化炭素 (0.03%) の割合で構成されています。大気圏内の大気組成は同じで、標高が低いところでも高いところでも変わらず、酸素濃度は約 21%のままです。標高が高い場所ほど、気圧が低くなるため、空気の量そのものが減り、体内に取り込まれる酸素量が減るため、高山病と呼ばれる症状が生じます。

【 二酸化炭素濃度 (CO₂濃度)】について 】

二酸化炭素の濃度にかかわる、人体への影響について。 CO_2 濃度の基準値は 1,000ppm です。この基準を超えてくると、頭痛や眠気などの症状が現れ、集中力も低下します。さらに、濃度が上がると、酸素障害を起こし、昏睡状態から最悪死に至ることもありますので、注意が必要となります。空気中の CO_2 濃度は 400ppm くらいとなります。

ppm とは百万分率、つまり 100 万分のいくらであるかを示す単位で、たとえば 1ppm であ

れば 0.0001%ということになります。したがって、空気中の CO2 濃度は 0.04%です。

もちろんこの数値は、人間の健康にとってまったく問題ありませんが、室内空間において十分に換気がなされており、健康にも問題がない CO_2 濃度は 1,000ppm (0.1%) 以下とされており、これは厚生労働省が定めた室内空間における CO_2 濃度の基準となっています。また教育施設に関しては、1,500ppm 以下が基準です(文部科学省/学校環境衛生基準)。

今回購入した機器の説明には、下記のような記載があります (CO₂濃度の目安)。

400ppm以下: 通常少人数

600~400ppm : 複数人検知状態 1,000~600ppm : 換気が必要な状態

2,000~1,000ppm: 過密状態

【 酸素濃度について 】

酸素欠乏症とは、空気中の酸素濃度が 18%未満の状態になり、必要とされる酸素を体内に 取り込めないことにより生じる症状のことをいいます。酸素濃度における体の主な症状な どについては、下記のとおりです。

20.9%:通常の空気の状態(自然酸素濃度)

18% : 安全範囲の最下限

危険範囲と紙一重の状態なので、作業環境内の連続換気・酸素濃度測定・安全帯 等と呼吸用保護具の用意が必要

- 16%~12%:脈拍・呼吸数増加、精神集中力低下、単純計算の間違い、精密作業性低下、 筋力低下、頭痛、耳鳴り、悪心、吐き気、動脈血中酸素飽和度 85~80%でチアノー ゼが表れる。
- 14%~9%:判断力低下、不安定な精神状態、異常な疲労感、酩酊状態、頭痛、耳鳴り、 吐き気、嘔吐、当時の記憶無し、傷の痛みを感じない、全身脱力、体温上昇、チ アノーゼ、意識朦朧、階段やハシゴからの転落死や溺死の危険性
- 10%~6%: 吐き気、嘔吐、行動の自由を失う、危険を感じても動けず叫べない、虚脱、 チアノーゼ、幻覚、意識喪失、昏眠、中核神経障害、チェーンストーク型の呼吸 出現、全身痙攣、死の危機

6%以下:数回のあえぎ呼吸で失神・昏眠、呼吸停止、身体麻痺、心臓停止、6 分で死亡

【 今回の計測場所について 】

今回は、田んぼの春(田植え時)と秋(稲刈り時)。夏場の雑木林の朝と昼間に計測を行いました。今後は、田んぼのある場所(地域など)や季節や時間帯、計測機器を置く高さなどもいろいろ変えながら、計測を継続していきたいと思っています。

また、市街地・住宅地の中の公園や比較的樹木の多い公園の他、私たちの活動で利用している公民館や自治会館などの室内でも計測し、数値にどのような違いが見られるのかも比較できたらと考えています。

今回の計測箇所は、下記の写真のような場所で行いました。













2. 茨城県つくば市での活動

今年(2022年)で10年目を迎える、『つくばの田んぼの活動』。今年も田植えの季節となりましたが、昨年と同様、今年もまだコロナ禍の中での開催となりました。

コロナ禍の中、この数年は参加者が増え、田植え稲刈りとも人の密集を避け、2日に分けて行ったりしましたが、田中農園さん、安田農園さんに加え今回は新たに『武平ファームさん』にご協力いただき、田植え&稲刈りを行います。

今年(2022年)は、春から例年になく、雨の日が多くなっています。桜の花が咲いている時に、冷たい雨が降る日が続いたり、青空の中を泳ぐ「鯉のぼり」をイメージするほど、5月の連休は晴天に恵まれる事が多いと思うのですが、今年は全国的にも雨や曇りの所が多かったりしたようです。このまま梅雨になってしまうのでは?と感じてしまうほど雨の日が多くなりました。また、5月を旧暦で「皐月(さつき)」と呼びます。

「皐月」という呼び名は、農業からきています。5月のころは気温が暖かくなり、ちょうど田植えが始まる頃でもあります。まだ幼い稲の苗を「早苗(さなえ)」といいますが、「皐月(さつき)」はこの「早苗月(さなえづき)」を略した呼び名だと言われています。

「皐月」の「皐」という文字には、「神に捧げる稲」という意味もあり、田植えを始めるシーズン、神さまに稲の無事と豊作を祈って、「皐」という字があてられたのかもしれません。さらに「さつき」の「さ」には、古語で「耕作」という意味もあるそうです。

2-1. 田植え体験&生きもの観察会・田中農園(つくば市山口地区)

6月5日(日)10:30~16:30

天気: くもり後晴れ 気温:19℃ 水温:田んぼ・28℃、水路・17℃

見つけた生きもの(動物類):合計30種類

・鳥類:ツバメ、ウグイス(声)

・爬虫類、両生類:オタマジャクシ、アマガエル、トウキョウダルマガエル、ヌマガエ ル、クサガメ、アオダイショウ

・昆虫類:シオカラトンボ、カワトンボ、オオイトトンボ、ヒメアメンボ、ケシカタビロアメンボ、マツモムシ、コミズムシ、コガマシ、チビゲンゴロウ、シマゲンゴロウ、ヘビトンボの幼虫、ヤゴ類(オニヤンマ、カワトンボ、サナエトンボ類、赤とんぼ類)

・魚介類:アブラハヤ、クロダハゼ(トウヨシノボリ)、カラドジョウ、ドジョウ、カワニナ

・エビ、カニ類:アメリカザリガニ、サワガニ

クモ類:コモリグモ類、ハシリグモ類、カニグモ類

<当日の様子:写真>







2-2. ブルーベリー摘み&生きもの観察会&夕涼み・安田農園(つくば市高野地区)

日時7月17日(土)14:00~19:00

天気:晴れ 気温:27℃ 水温(田んぼの水口):22℃

日時:7月18日(日)14:00~19:00

天気:晴れ 気温:32℃ 水温(田んぼの水口):23℃

見つけた生きもの(動物類):両日の合計28種類

・鳥類:コサギ、ツバメ、ヒバリ

・爬虫類、両生類:アカガエル、トウキョウダルマガエル、アマガエル、カナヘビ

・昆虫類:タマムシ、キボシカミキリ、シオカラトンボ、アゲハ(成虫・幼虫)、キタテハ、モンシロチョウ、キチョウ、キタテハ、イラガ(幼虫)、アオドウガネ、ヒグラシ(声)、ショウリョウバッタ、ヒメギス、イナゴ、ツチイナゴ、コオロギ類

・魚介類:ヒメタニシ、サカマキガイ

・エビ、カニ類:アメリカザリガニ

・クモ類:コモリグモ類、ドヨウオニグモ、ナガコガネグモ

<当日の様子:写真(持ち寄った花火をしながら夕涼み)>





















2-3. 雑木林でキャンプ体験・雑木林(つくば市島地区)

8月20日(土) 10:30~20:30 <18:30 一度解散、寝袋&テント持参で宿泊OK>

天気:くもり(夜中から明け方にかけて雨)

昼間 (15 時 30 分ごろ)

気温:24℃ 湿度:93%

二酸化炭素濃度:521ppm 酸素濃度:20.9% 8月21日(日)6:00~15:30 <2日目に参加の方、10:30集合>

天気: くもり後晴れ朝(7時30分ごろ)

気温:22℃ 湿度:93%

二酸化炭素濃度:697ppm 酸素濃度:20.8%

昼間(11時30分ごろ)

気温:23℃ 湿度:90%

二酸化炭素濃度: 476ppm 酸素濃度: 20.8%

<当日の様子:写真>



















2-4. 稲刈り体験&生きもの観察会・田中農園(つくば市山口地区)

10月2日(日)10:30~16:00

天気: 晴れ 気温:28℃ 水温(水路)19℃ 湿度:58%

二酸化炭素濃度:405ppm 酸素濃度:20.6%

見つけた生きもの(動物類):合計39種類 ・鳥類:モズ、キジ(声)、キジバト(声)

・爬虫類、両生類:アマガエル、トウキョウダルマガエル、ヌマガエル

・昆虫類:ウスバキトンボ、ノシメトンボ、ナツアカネ、アキアカネ、マイコアカネ、シオカラトンボ、モンシロチョウ、キチョウ、キタテハ、ミスジチョウ、ツマグロヒョウモン、ヤマトシジミ、オオカマキリ、クビキリギス、クサヒバリ(声)、ササキリ、イナゴ、オンブバッタ、ショウリョウバッタ、エンマコオロギ、タイコウチ、ヘビトンボの幼虫、ヤゴ(オニヤンマ、ギンヤンマ、カワトンボ、ナナエトンボ類、赤とんぼ類)

・魚介類:アブラハヤ、カワムツ、クロダハゼ(トウヨシノボリ)、ドジョウ、カラドジョウ、カワニナ

・エビ、カニ類:アメリカザリガニ、サワガニ、スジエビ

・クモ類:コモリグモ類<当日の様子:写真>













2-5. 稲刈り体験&生きもの観察会・武平ファーム(つくば市小田地区)

日時:10月16日(日)10:30~16:00

天気:晴れ

稲刈り前の田んぼ:

気温:21℃ 湿度:83% 二酸化炭素濃度:405ppm 酸素濃度:20.9%

既に稲刈りをしてある田んぼ:

気温:22℃ 湿度:75% 二酸化炭素濃度:405ppm 酸素濃度:20.9%

見つけた生きもの:合計20種類

・鳥類:コサギ、スズメ

・爬虫類、両生類:アマガエル、トウキョウダルマガエル

・昆虫類: ナツアカネ、ノシメトンボ、ウスバキトンボ、シオカラトンボ、モンシロ チョウ、キチョウ、キタテハ、ヤマトシジミ、オンブバッタ、ショウリョウ バッタ、ツチイナゴ、イナゴ、エンマコオロギ

・クモ類:コモリグモ類、ドヨウオニグモ、ナガコガネグモ

<当日の様子:写真>















2-6. 新米をいただく収穫祭・島地区の雑木林

日時:12月4日10:30~15:00 天気:くもり

<当日の様子:写真>













2-7. 田植え体験&生きもの観察会・武平ファーム(つくば市・小田地区)

日時:5月21日(日)10:30~16:30 天気:くもり

気温:25℃ 湿度:79% 二酸化炭素濃度:405ppm 酸素濃度:20.8%

見つけた生きもの(動物類):合計22種類

・鳥類:トビ、コサギ、ツバメ、スズメ、ムクドリ、ハシブトガラス

・両生類、爬虫類:シマヘビ、ヤマカガシ、アマガエル、ヌマガエル、トウキョウダル マガエル、オタマジャクシ

・魚介類:ドジョウ(稚魚)

・昆虫類:コオロギの仲間(幼体)、エンマコオロギ、トノサマバッタ(幼体)、モンシロチョウ、ホソヒラタアブ、ナナホシテントウ、コガムシ、ヒメアメンボ

・クモ類:コモリグモの仲間

<当日の様子:写真>



























3. 埼玉県さいたま市での活動

今年(2022年)で5年目を迎える、埼玉県さいたま市の荒川河川敷で、自然農法により米づくりをしている宇田農園さんの田んぼでの農作業体験&生きもの観察。田んぼのある周りの環境も開発などにより少しずつ変化が見られます。また、温暖化などによる自然環境の変化も感じられるようになってきています。

朝から雨の降る日は、気分的にもテンションが下がり気味なる方も多いかと思います。 でも、植物やカエルなどの生きものにとっては、恵みの雨として喜んでいるのかもしれま せん。俳句に使用される季節を表現する「季語」。春を表す季語にも『雨』のつくものが複 数あります。私たち日本人も、実は「雨」が好きな生きものなのかもしれません。

3-1. 田んぼの生きもの観察会&星空観察会・宇田農園 (さいたま市桜区塚本地区)

日時:7月3日(日)14:00~19:00

天気:くもり 気温:34℃ 湿度:74%

見つけた生きもの(動物類):合計26種類

・鳥類:コサギ、アオサギ

・爬虫類、両生類:オタマジャクシ、アマガエル、トウキョウダルマガエル、ヌマガエ ル、シュレーゲルアオガエル

・昆虫類:シカラトンボ、ウスバキトンボ、アジアイトトンボ、モンシロチョウ、モンキチョウ、ヒメアメンボ、ハイイロゲンゴロウ、チビゲンゴロウ、コミズムシ、ヤゴ(シカラトンボ、イトトンボ)、ショウリョウバッタ、コオロギ類

・ 魚介類: メダカ、フナ、ドジョウ(稚魚)、ヒメタニシ、サカマキガイ

・エビ、カニ類:アメリカザリガニ

・クモ類:コモリグモ類

<当日の様子:写真>













3-2. 生きもの観察会&案山子づくり&夕涼み・宇田農園(さいたま市桜区塚本地区)

日時:8月6日(土)14:30~19:30

天気:くもり 気温:27℃ 湿度:70%

見つけた生きもの(動物類):合計23種類

・鳥類:コサギ、トビ

・爬虫類、両生類:トウキョウダルマガエル、アマガエル、ヌマガエル

・昆虫類:シオカラトンボ、ギンヤンマ、ショウジョウトンボ、アジアイトトンボ、モンシロチョウ、ヤマトシジミ、オオカマキリ、クビキリギス、ショウリョウバッタ、エンマコオロギ、アブラゼミ(声)

・ 魚介類: ドジョウ、ヒメタニシ、サカマキガイ、スクミリンゴガイ (ジャンボタニシ)

・エビ、カニ類:アメリカザリガニ

・クモ類:ナガコガネグモ、ドヨウオニグモ

<当日の様子:写真(みんなで持ち寄った花火をしながら夕涼み)>





















3-3. 稲刈り体験&生きもの観察会・宇田農園(さいたま市桜区塚本地区)

日時:9月19日(日)10:00~16:00

※台風により中止

3-4. 新米をいただく収穫祭&星空観察・宇田農園(さいたま市桜区塚本地区)

日時:10月29日(土)14:00~19:00

<当日の様子:写真(暗くなったら荒川の土手の上で星空観察会)>





















3-5. 田植え体験&生きもの観察会・宇田農園(さいたま市桜区塚本地区)

日時:5月14日(日)10:00~16:00

天気: くもり時々雨 気温:19□ 湿度:86%

二酸化炭素濃度:405ppm 酸素濃度:20.4%

見つけた生きもの(動物類):合計30種類

・鳥類: コサギ、ハクセキレイ、スズメ、ハシブトガラス、キジ(声)、オオヨシキリ(声)

・爬虫類、両生類:アマガエル (声)、シュレーゲルアオガエル (声)、ヌマガエル、カ ナヘビ

・昆虫類:シオカラトンボ、シュウジョウトンボ、ナツアカネ、アジアイトトンボ、セ イヨウミツバチ、ヒメジャノメ、ナガサキアゲハ、モンシロチョウ、ナナホ シテトウ、コオロギ類(幼体)、ヤゴ(赤とんぼ類)、ヒメアメンボ、コミズ ムシ、コシマゲンゴロウ

・ 魚介類: ヒメタニシ、スクミリンゴガイ (ジャンボタニシ)、サカマキガイ

・エビ、カニ類:ヨコエビ、アメリカザリガニ

・クモ類:コモリグモ類

<当日の様子:写真>



















『田んぼ』は、お米をつくっている場所だけではなく、様々な生きものを育ててくれている場所でもあります。田んぼを餌場としたり、ねぐらにしたりして利用・活用している生きものは 5,667 種類いるそうです。

また、生物多様性の観点から保全・創出も含め重要視されている場所として (1)熱帯雨林、(2)サンゴ礁、(3)田んぼを含めた湿地帯の3つがあげられています。 私たちがお米を食べることで、田んぼが守られ、田んぼを利用している生きものたちが守られています。

ご飯茶碗 1 杯(おにぎり 1 個)には、お米(ご飯粒)が約 $3,000 \sim 4,000$ 粒になるそうです。これは、稲 3 株分でとれる量となります。この稲 3 株分の広さ(スペース)に、福岡県のある田んぼでは「オタマジャクシ」が 35 匹いたそうです。田んぼでよくみられる「アマガエル」一匹が育つためには、ご飯茶碗 67 杯の分の広さ、「メダカ」なら 83 杯分の広さが必要なのだそうです。

食生活を含めたライフスタイルを見直し、身近な緑の空間である田んぼや畑のある環境 を、私たちの活動により考えてもらえたらと思います。



₹351-0012

埼玉県朝霞市栄町4-1-3

朝霞サニーハイツ204号室

つくば里の生きものくらぶ 事務局

林

Tel: $0\ 9\ 0-2\ 4\ 5\ 8-9\ 2\ 5\ 6$ E-mail: k-hayashi@huurin.jp

2022 年度 (第 37 回) タカラ・ハーモニストファンド活動助成報告

恩田の谷戸の竹林・小川・田畑の保全活動

恩田の谷戸ファンクラブ

神奈川県

1. 恩田の谷戸ファンクラブ活動エリアと活動内容について

恩田の谷戸ファンクラブ (OYFC) の活動場所は、鶴見川の支流のひとつの源流部を含む、雑木林に囲まれた小さな谷戸です。横浜市北部と町田市に隣接しており、東急田園都市線、小田急線、JR 横浜線に囲まれ、都心部へのアクセスも良いため開発が進み、地域に残る貴重な緑地や耕作地です。エリアのほとんどが私有地であり、活動は地主さんたちのご理解の元、メンバーと地主さんとの信頼関係に基づいて行われています。緑地や小川の保全活動、生き物観察を中心に、田んぼとしては条件が悪く地主さんが耕作しなくなった田んぼを代わりに耕作するなど、今ある環境を次世代に引き継ぐべく、活動を続けています

2. 2022年6月~2023年5月活動報告

● 2022年6月5日 田植えとホタル柵設置

梅雨入りも間近となり、2枚の田んぼの田植えを行いました。

天気は予報が外れ思いの他好天の中、10名の参加で源流田んぼから田植え開始、苗3本ずつを目安に植えてゆきました。1枚目の田んぼの田植えは40~50分で終了、2枚目の田んぼに移動しそちらも昼前には完了することができました。

6月に入ってホタルが飛び始めており、暗い中ホタル見学者が道を逸れて畑や田んぼに踏み込むことが無いよう、柵を設置する作業を行い、30分程度で終わらせることができました。その後小休止して解散となりました。

なおこの日は会員以外に、前夜ホタルを見に来ていた町田の6歳の男の子とお母さんの2人が飛び入り参加、田植えを手伝ってくれました。初めての体験だったそうで、とても喜んで帰られました。

● 2022年6月19日 田んぼの補植と草刈り、枝落とし

前夜の雨も上がって晴れ間がのぞくかなり蒸し暑い中、田んぼの苗の補植と周辺の草刈りを行いました。

参加者は9名、まず1枚目の田んぼから取り掛かり、かなり流されて隙間だらけになった苗の間に新たに苗を補いながら、同時に草取りも行っていきました。その後は2枚目の田んぼに移り、同じく補植をしましたが、こちらは1枚目に比べればきちんと植わっていて作業は短時間で済みました。

その後は30分程度田んぼ周辺の草刈りや樹木の枝落としを行い、11時半過ぎにはほぼ作業終了となりました。

この頃はホタルの飛翔のピークを迎えていたようなので、当初予定していた小川周辺の草刈りは自粛し、こちらは次回にまわしました。作業終了後は小休止して解散となりました。

● 2022年7月3日 ホタル柵の撤去と小川の草刈り

記録的に早い梅雨明けと短い梅雨、記録的な猛暑の最中、一旦は活動中止を考えたのですが、曇りかつ若干気温も低かった為、予定通り作業を実施しました。しかし実際はかなりな湿気、じっとしていても汗が出てくる状況の中、参加者は少なく 3 名のみで作業となりました。まずは盛況だったホタルの柵の撤去を先に済ませ、その後小川周辺の草刈りに取り掛かりました。現場は流れが全く見えないジャングル状態、当日の気候からして全部をやるのは難しく、1 時間限定でやれるところまでやろうということで作業開始しました。集中して作業に取り組んだものの、小川の 25%程度までで 11 時半となり、作業は終了としました。

その後は地主さんへの夏のご挨拶を行いました。

● 2022年7月17日 小川の草刈りと田んぼの取水口整備

6 名の参加により、前回の続きで小川周辺の草刈りと、田んぼの取水口整備を行いました。梅雨の戻りで涼しい日が続いていましたが、この日は久しぶりに晴れ間も見え、湿度も高くとても蒸し暑い中での作業となりました。

草刈りと取水口整備の2班に分かれ、約1時間強11時半頃まで作業を行いました。 小川の草刈りは一部を残しほぼ9割が完了、田んぼも水の流れを整えて、豊かな水量 を確保することができました。水たっぷりの田んぼの中ではオタマジャクシが元気に 泳ぎ、その上をトンボ達が多数飛び交っていました。その後はいつも通り広場にて小休 止して解散となりました。

● 2022年8月9日 正月飾り作り準備

ここ数年暮れにお正月飾り作りを行ってきました。午前中にしめ縄リース作り、午後に飾り付けをしていましたが、毎度時間が足りませんでした。午後のお飾りの材料をある程度まで作っておけば、心置きなくリースの飾付を楽しむことができるのではないかということで、作業が厳しい盛夏のうちに、水引の梅飾り作りと御幣を大きな和紙から一枚ずつの紙に切って線を引くところまでやってみることになりました。暑さとコロナの中でしたが、9名の参加で試行錯誤しながら午前中いっぱいなごやかに作業を行いました。

午後からは谷戸に移って、緑陰で谷戸の稲を中干しさせるか否かの相談やナラ枯病の木は利用できないかという妄想など語らいました。私たちの田んぼの稲もよく伸びていました。

● 2022年9月4日 田んぼの草取り、枡の清掃、小川の草刈り

残暑厳しい真夏日の中、5名の参加で田んぼの草取り、枡の清掃、小川の草刈りと盛りだくさんのメニューを行いました。田んぼは稲と同程度の背丈となった雑草がはび

こり、まずこちらを綺麗に除去、その後小川に移って枡の中にたまった土砂を綺麗に除去、さらに残りの時間で小川周辺の草刈りと下流部の土砂とゴミの除去と、少人数にも関わらず短時間で、かなり成果をあげることができました。

作業は順調にお昼前には終了、解散となりました。蒸し暑い1日でしたが、時折涼しい風が吹き抜け、谷戸は夏の終わりを告げるツクツクホウシが賑やかに鳴き盛り、季節の交代を感じさせるひとときでした。

- 2022 年 9 月 18 日 台風の影響により中止
- 2022年10月2日 竹の伐り出しと田んぼの草刈り

10月にも関わらず真夏のような強い日差しの中、6名の参加でハザ用の竹の切り出しと、田んぼ周辺の草刈りを行いました。

地主さんに許可をいただき、まず竹林から中位の竹4本程度切り出し、田んぼまで運びました。作業は手早く30分程度で終了。

その後は田んぼ周辺の草刈りを行いました。全体的に草刈りは遅れ気味で、現場は隣の未耕作の畑の巨大な雑草が倒れて通路を塞ぐなどありましたが、雑草と格闘すること 1 時間弱、なんとかさっぱりと風通しのいい田畑に戻すことができ、小休止して解散となりました。

暑いとはいえ木陰に吹く風はやはり秋、その時突如ナガサキアゲハという黒いとても大きなアゲハ蝶が飛来、参加者の頭に停まるというなんとものどかな光景もありました。

● 2022年10月16日 ハザ作りと稲刈り

この日はお子さんを含め延べ 10 名の参加で、2 枚の田んぼの稲刈りを行いました。 この時期らしい秋晴れに恵まれ、稲刈りには絶好のコンディションとなりました。

まず前回切り出した竹でハザ作りからスタートし、田んぼの稲刈りを進めました。小さな田んぼなので、手際良く 20 分程度で終了、その後もう 1 枚の田んぼに移動しました。こちらの田んぼは稲の成長がいまひとつで、刈り取りの延期も検討しましたが、日程変更もなかなか難しく、一気にやってしまうこととなりました。こちらの田んぼは水気が多く、上半分は特にぬかるんでいる為足が深く潜り、最初に刈った田んぼに比べると倍のエネルギーを必要とし、体力的にはかなり厳しい作業となりました。しかしなんとかお昼前には全て終了、解散となりました。

● 2022 年 11 月 6 日 脱穀 (横浜里山レンジャーズ受け入れ)

この日は前回刈り取った稲の脱穀を行いました。参加者は会員9名、横浜里山レンジャーズからはお子さんを含め10名の延べ19名でした。約3年ぶりのレンジャーズ受け入れということで、秋晴れの好天の中、久しぶりの賑やかなイベントとなりました。

例年通り足踏み脱穀機と唐箕を農家からお借りし、基本的にレンジャーズの皆さんに作業やっていただく流れで進めていきました。レンジャーズの皆さんは野外活動の経験が豊富な方が多いので、飲み込みも早く、順調に作業ははかどり、ほぼお昼ちょうど

に作業は終了しました。

米の出来栄えとしては、ここ数年の中では、特にうるち米がまずまずの収穫量ではなかったかと思います。その後はレンジャーズの皆さんを小川の源流方面にご案内し、隣の谷戸で収穫した柿をお裾分けして解散となりました。

● 2022 年 11 月 2 0 日 お正月飾り作り

前日の段階では天候が危ぶまれましたが、午前中は何とか持ち堪えたため、例年の″ お正月飾り作り″が行われました。

まず、稲わらの皮むきを、とにかく雨が降る前にやってしまおうと全員でとりかかると、途中で農家の森田さんがやって来て、今年も「一本ずつ皮むいてたらいつまで経っても終わりゃしないよ」とお手本をやって見せてくれました。お礼を言ってやるのですがなかなか同じ結果になりません。

次に寺家のアレックスさんから借りたワラ打ち機に掛けて柔らかくしたワラを捩って丸いリースの形を作ります。初参加の小3男子も機械のハンドルを回し続けます。 ここでオレ達の出番と男性陣が力強く捩りを掛け、次々と輪に作りました。

午後からは場所を横浜市恩田地域ケアプラザへ移動、夏の間に作っておいたお正月の飾りをリースに付けて完成させました。会員外の方々も、自作のお正月飾りに愛着も生まれて満足なご様子でした。

● 2022 年 11 月 27 日正月飾りづくり補完(臨時作業)

陽を浴びると汗ばむ暖かさの中有志が集まり、たくさん残っていた稲わらを使ってお 正月飾りのリース作りを行いました。雑木林の斜面からウグイスの地鳴きがよく聞こ える冬の麗かな日、5人で26個のリースを作りました。

● 2022年12月6日 しめ縄仕上げ作業

まだ濡れていた大量のしめ縄はエアコン前で3日間干し、OPP袋に入れて曇らない程度に乾かしたうえで、仕上げ作業を行いました。山のように出来上がったしめ縄は、会員農家の野菜の直売と、農園のイベント販売などですべて完売、貴重な活動資金を得ることができました。

● 2022 年 12 月 11 日 道具箱の整理と落ち葉掻き、ミニ望年会

穏やかな冬晴れの中、一年最後の活動日として、道具箱整理と落ち葉掻き、焚き火を囲んでのミニ望年会を行いました。

参加者は延べ 10 名、まず道具箱の整理からスタートしました。広場の落ち葉掻きの後は焚き火ですが、最初着火がなかなか上手くいかず 苦戦したようです。しかしお昼前には立派な焚き火に成長、差し入れのさつま芋、里芋などをくべて、焚き火を囲んで楽しい年末のひとときを過ごし、13 時半ごろ解散となりました。おかげ様で大きなトラブルも無く、無事一年を終了することができました。

● 2023年1月15日 焚火を囲みミニ新年会

焚火を囲みミニ新年会を行いました。8人の参加で、穏やかに楽しい時間を楽しみました。サツマイモ、サトイモを焼いて、谷戸で採れたお米で作ったオニギリ(谷戸の黒豆で作った手作り味噌添え)を久しぶりに食べる事ができました。

● 2023年1月29日 徳恩寺にて総会 13時より、徳恩寺にて総会が行われました。

● 2023年2月12日 雑木林広場の片付け

春らしい日差しで暖かな日となりました。会の最初の活動として、雑木林広場の一隅にしばらく置きっぱなしにしていた、使い残りの木材を整理する事にしました。ほとんどが持ち上げると割れるほど朽ちていたので、しばらく乾燥させてから後日燃やす事にし、空いた場所は堆肥場にする事にしました。

朽木の間で多分ツノホコリの仲間と思われる、真っ白な変形菌(粘菌)を見つけました。他に丸々としたカブトムシの幼虫、クワガタの幼虫、10 センチ以上ありそうなムカデが多数、5.6 センチの動かない太いヒル 2 匹、頭が半円形のコウガイビル 2 匹などなど、久しぶりに生き物観察ができました。ブルーシートを山ほど畳んで終了しました。

● 2023年2月26日 小川の枡の清掃

冷たい北風が吹きつつも、空は快晴、日差しに春を感じる中、延べ5名の参加で小川の枡の清掃を行いました。

枡を開けてみると、一見土砂は見えず、問題なさそうに思えましたが、やってみるとしっかり土砂はたまっており、人手は少ないながらも 40 分程の作業でほぼ取り除くことができました。この作業に先駆けて小川のメンテナンスに関する調査を行ったところ、2~3 箇所補修が必要と思われる箇所が見つかり、必要な資材を購入し対応する計画を建てました。

● 2023年3月12日 小川の補修

風もなく穏やかな小春日和の中、7名の参加で小川の護岸補修を行いました。ここしばらく小川の補修は行っておらず、その間ところどころで土留めの杭、矢板の腐食と土圧によって、護岸が崩れてきてしまっていました。全ての崩れを1日で直すのは無理なので、新たに購入した矢板の分でできる森側の約5~にを行うことにしました。

まず崩れた部分の土砂と既存の腐食した矢板等を取り除き、整地して新たに矢板をはめ込んで杭で留めてゆくのですが、長年補修を繰り返してきた為、取り除けない杭や矢板がいくつかあり、工事は難航しました。しかし皆で試行錯誤の末、なんとか 11 時半頃には格好をつけることができ、解散となりました。

- 2023年3月26日 雨天中止
- 2023 年 4 月 9 日 · 23 日 伏せ焼き準備 (竹伐り・竹割りなど) 5 月の伏せ焼き準備として、4 月 9 日 (日) に竹を伐採し、4 月 23 日 (日)竹を割る

竹割班と伏せ焼きの現地の草取り班との2グループに分かれて作業を行いました。8名の参加により11時30過ぎには広場もきれいになり、伏せ焼きの穴を掘って状態を確認し、当日すぐに伏せ焼きが開始できるよう準備しました。その後いつもの休憩場所に戻り、皆でよもやま話などして12:30前には解散となりました。

● 2023年5月6日・7日 伏せ焼きは中止、竹細工の練習と田んぼ種蒔き 5/6(土)、7(日)は伏せ焼の予定でしたが、当日は非常に風が強く、火を扱うのは危険 と考え、関係者で相談の結果中止としました。

伏せ焼きは中止でしたが、竹細工の練習と稲の苗代作りは予定通り実施しました。助成金を得て購入した竹細工用の小刀、ナタなどを用い、来年以降開催予定のWSのプログラムを考えながら様々な製品の試作を行いました。箸、コップ、皿などが比較的作りやすく、その場ですぐに使用できるため、イベントでは良いのではないかという結論となりました。

その後お子さんと会員の知人を含めて 15 名ほどで苗代班と田の草取り班とに分かれて作業を行いました。苗箱8個をうるち米、1箱を黒米にして種を蒔きました。

作業終了後、いつもの休憩場所でゲストの方からの差し入れのかりんとうを食べながらの雑談をして解散となりました。

● 2023年5月14日 田植えとホタル柵の設置

前日までの台風による大雨もあがり、久しぶりに朝から青空が広がる中、オブザー バー参加の女性 2 人とそのお子さんを含む 3 名及び会員 8 名の計 11 名の参加により田 植えを行いました。

まず片方の田んぼに保管していた苗の一部をもう1枚の田んぼに運びましたが、田んぼの水は前日の雨の影響もあって充分だったものの、土の凹凸が激しく、それを整地することからのスタートとなりました。場所によっては水が深く、苗が水没しそうなところもありましたが、ならしながら1時間程で無事終了、その後は最初の田んぼに移って田植えにとりかかりました。こちらは水も浅くお子さんも作業に参加、順調に黒米2面、うるち3面の田植えをほぼ12時頃に終わらせることができました。

その後は広場にて一度仮締めとし、残った5名でこの時期恒例のホタル柵の設置を行って、13時半頃解散となりました。

今年の田植えは例年に比べて早めなこと、かつ苗がとても良いできなので、秋の稲のでき映えがとても楽しみです。

3. 2022年6月~2023年5月活動の写真と谷戸の自然

◎ 2022年6月5日 田植えとホタル柵設置



6歳のお子さんと飛び入りで参加がありました

◎ 2022年6月19日 田んぼの補植と草刈り



◎ 2022年7月3日 ホタル柵の撤去と小川の草刈り





◎ 2022年7月17日 小川の草刈りと田んぼの取水口整備





水は回復したが稲の生育は遅れ気味

◎ 2022年8月9日 正月飾り作り準備



ナラ枯れの樹が目立つようになり、 ビニールを巻いて対策を試みている

飾りの御幣用の和紙、販売用台紙をカット

◎ 2022年9月4日 田んぼの草取り、枡の清掃、小川の草刈り



稲が草に埋もれ見分けがつかないほど

小川の草刈り、大雨で流入した土砂の除去

◎ 2022年 10月 2日 竹の伐り出しと田んぼの草刈り



ハザ用の竹を伐り田んぼに運ぶ



隣の未耕作地は人の背丈を超えるほどの草に覆われて いる

◎ 2022年 10月16日 ハザ作りと稲刈り



稲刈り



運んでおいた竹でハザを作り稲を干す

◎ 2022 年 | | 月 6 日 脱穀(レンジャーズ受け入れ)



横浜里山レンジャーズの皆さんと足ふみ 脱穀機と唐箕を使う



大正時代製?現役の足ふみ脱穀機

◎ 2022年 11月 20日 お正月飾り作り



地主さんに藁の皮むきを教わる



藁打ち機にかけると藁が柔らかくなる

◎ 2022年 | 1 月 27日 正月飾りづくり補完



藁でリースを大量に作る

◎ 2022年 | 2月6日 しめ縄仕上げ作業



エアコン前で3日間乾燥させる

形を整え飾りをつけて完成

◎ 2022 年 | 2 月 | | 日 道具箱の整理と広場の落ち葉掻き / 2023 年 | 月 15 日 焚火



落ち葉を掻き、焚火を囲んでミニ望年会

焚火で焼き芋

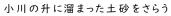
◎ 2023年2月12日 雑木林広場の片付け



直径IO数 cm ほどのツノホコリの仲間と思われる真っ白な変形 菌(粘菌)

◎ 2023年2月26日 小川の枡の清掃







春間近、てんとうむしが姿を見せる

◎ 2023年3月12日 小川の補修作業



49

◎ 2023年3月12日 小川の補修作業



新しい板をあてがい、杭で押さえていく



杭を打ち込み隙間を土で埋める

◎ 2023年3月12日 小川の補修作業



小川の片側の補修が終了

◎ 2023年4月9日 伏せ焼き準備(竹伐り)



竹を伐り長さをそろえる



竹をかついで一般の歩道を運ぶ

◎ 4月23日 伏せ焼き準備(竹割り、草刈りなど)



竹を4つに割り乾燥させる



伏せ焼き予定地の穴を掘り状態を確認

◎ 2023年5月6日・7日 竹細工の練習と稲の種蒔き



箸、コップ、皿など食器中心に試作



小刀、のこぎりなど購入できました!

◎ 2023年5月14日 苗代の世話



苗代の状態を確認、鳥よけのネットを張る

たましまの未来に渡り鳥の集う干潟を残したい!!

たましま 干潟と鳥の会

岡山県

1. はじめに

岡山県は瀬戸内海の環境保全に向けた計画「瀬戸内海の環境の保全に関する岡山県計画」を策定している。この計画では、干潟が文化的な側面や生物多様性・生物生産性などから重要であり、保全と再生に取り組むことなどが記載され、干潟の面積も保全の指標として扱われている。

変更前の計画では、干潟の減少は大規模干拓や沿岸開発によるものであり、干潟の一部では礫化や有機物の堆積による環境悪化も見られ、適切な維持管理と積極的な保全が求められると書かれている。

にもかかわらず、昭和 20 年頃には岡山県内に約 4,000ha の干潟が存在していたものの、大規模干拓や沿岸開発の結果、平成 18 年の調査では 527ha まで減少し、更に平成 27 年の調査では 385ha にまで減少しているとも記載されており、干潟環境の減少には歯止めがかからない状況が続いている。

当会では、岡山県内沿岸部、河口部の干潟を利用する渡り鳥(シギ・チドリ類)の調査を 実施しており、その結果、渡り期と越冬期の両方で、人工島、玉島ハーバーアイランドの最 南端にある浚渫土処分場が最も多くのシギ・チドリ類が観察される場所である、ということ が判明した。干潟生態系の頂点ともいえる鳥類の確認数が浚渫土処分場となるというのは 県内の干潟が危機的な状況にあり、生物の生息環境が制限されている現状を考えると、うな ずける話でもある。

この浚渫土処分場の埋め立て時の環境影響評価書には、西側沖に環境回復事業として 10ha の人工干潟を造成する、という計画が記載されている。平成 20 年 3 月 25 日付で環境 大臣からも干潟造成について意見が出されており、計画から施工後の事後調査について、必要な機能が維持されるための適切な管理体制を構築すること、などとされている。

干潟の環境改善は多くの生物や海洋環境にとっても良い影響をもたらすということが岡山県の計画の中でも語られており、新たな人工干潟が創られることについても期待は大きい。しかしながら、地元、玉島地域の住民でも人工干潟造成の計画を知る人は少なく、地域の方々に干潟の重要性を改めて啓発し、干潟の魅力を伝えながら、地域住民と一緒に干潟を守り育て、次世代に引き継ぎたい、という思いから、「たましまの未来に渡り鳥の集う干潟を残したい!!」というタイトルで本助成に応募した。

活動は、以下の A~E、5つの項目で順番に実施した。 活動の詳細は以降の各項目のページにわけて記載する。

- A) たましまの干潟を利用する渡り鳥の観察会
- B) 教えて!昔のたましまの干潟~昭和のたましまの干潟を知る世代へのインタビュー及 び動画作り
- C) たましまの干潟に生息するいきもの観察会
- D) たましま 干潟マップづくりワークショップ
- E) たましまの未来に渡り鳥の集う干潟を残したい!!シンポジウム開催

A) たましまの干潟を利用する渡り鳥の観察会

イベント名: 守屋さんに聞いてみよう! 高梁川河口干潟 秋の渡り鳥観察会

実施予定日:2022年9月18日(土) 9:30~10:30

実施場所:高梁川河口干潟(左岸)

講 師:NPO 法人 バードリサーチ シギ・チドリ類調査事務局 守屋 年史氏

参加希望者:14名

冒頭に記載した通り、当会の調査では、岡山県内で、渡り性水鳥シギ・チドリ類の種類、数ともに多く見られる場所が、人工島・玉島ハーバーアイランド沖の浚渫土を入れている埋め立て地となった。

付近の自然環境は、県内最大と言われている高梁川河口干潟があり、その底質は泥の流出により硬い砂質の場所も多くなりつつあり、カニなどを好んで食べるチュウシャクシギなどが春に多く見られるものの、秋の渡り期のシギ・チドリ類はあまり多くない。そのため、人工島・玉島ハーバーアイランドで観察会が実施できればよかったが、工事現場ということもあり、立ち入り可能でシギ・チドリ類がよく見える場所が少なかったため、高梁川河口干潟での観察会を計画した。

講師には NPO 法人 バードリサーチ、シギ・チドリ類調査事務局の守屋年史氏を招き、 当日フィールドでの解説などを行ってもらう計画だった。

尚、本計画は、実施当日に猛烈な勢力で列島縦断か?と言われた台風 14 号の発生により中止。直前まで開催を希望されるお声もいただいたため、屋内で何かできないか検討したが、参加の道中に危険があってはならないということで全面的に中止となった。

当会では初めての観察会となった。広報をどのように進めていくかが一番苦労した。チラシをたくさん作成して配ったが、倉敷市内の施設の多くは倉敷市の共催がないとチラシを置いてもらえず、チラシを置いてもらう先を探すのが大変だった。

実施の目標を以下のように設定した。

- 1) 人工島・玉島ハーバーアイランドに多くの渡り鳥が飛来していることについて解説。
- 2) 参加者の多くがシギ・チドリ類やその他の野鳥を見つけることができ、観察し、その 魅力に触れること。
- 3)渡り鳥の飛来する干潟の豊かさについて知ってもらう
- 4) 1) で解説した内容と本観察会で見られた渡り鳥の違い、なぜ環境回復事業として人工干潟の造成が有効であり必要かを解説。
- 5) 観察会終了後に周辺のゴミ拾いを行うことで、新しく干潟の環境をつくること以外に 今ある環境を保全する大切さを知ってもらう。

実施準備や計画の詳細

- 1) の準備として、これまで玉島ハーバーアイランドにて撮影したシギ・チドリ類を印刷し、ラミネーターを使って屋外でも見やすくするために加工したどのようにして玉島の地に渡ってくるのか、生態や食性については写真を見せながら冒頭に講師に行ってもらう予定であった。
- 2) 倉敷市環境学習センターより、双眼鏡5つを貸し出しいただき、これと当会で保持している双眼鏡3つ、フィールドスコープ3台を用いて遠くにいるシギ・チドリ類などを観察してもらう計画であった。
- 3) 4) 観察会終了時に講師より、見られたシギ・チドリ類の種類によって、1) で見たような種類のシギ・チドリ類がなぜ高梁川河口干潟では少ないか、を解説、食性や餌の取り方、干潟の底質の状態などについても解説いただく計画であったまた、玉島ハーバーアイランド沖に人工干潟ができることによって渡り鳥にどんなよい影響があるかも解説いただき、その必要性や有効性について理解を深めてもらう計画であった。
- 5) 観察会終了後に参加者全員で周辺の清掃を行う計画であった。 散歩やレジャーで訪れる人々も多く、ゴミのポイ捨てが目立つ。放置すればすぐに海 に流れ出ること、また、釣りのゴミも多く、テグスやルアーなど小さな鳥にとって命 を落とすことにもつながることなど解説。

今後の反省点として、秋は台風の影響を受けることが多いため春の渡り期に実施する方が適している、広報活動はチラシを印刷して配布、等より SNS を上手く活用して実施した方がコスト、効率ともに良いということがわかった。



B) 教えて!昔のたましまの干潟~昭和の玉島の干潟を知る世代へのインタビュー及び 動画づくり

2022年5月に地元の歴史研究などを行っているたましま会(玉島学会)からの誘いで、倉敷市立玉島西中学校の地域学習の授業に参加。玉島地域に飛来する渡り鳥の紹介や干潟の解説などをした。その際、ほとんどの生徒が、干潟がなんであるか、どこにあるか知らないと回答した。

また、その親世代である 40 代の方からも、自身が子どものころにはすでに垂直護岸となっていたため、干潟で遊んだり近づいたりした記憶はないという話を聞いた。

一方で、さらにその親世代となる 70 代の方々からは、自分たちが子どものころには、遊ぶといえば海辺、干潟だった。学校帰りに魚を捕ったり泳いだり、それはもう楽しかったし、生きものがたくさんいた、といった話を聞く機会があった。こういった時代の話を何らかの形で残しておきたいと思い、若い世代でも見やすいようにと、インタビュー動画を作成することを企画した。

計画段階ではもっと多くの人にインタビューを行う計画であったが、4名へのインタビューが限界だった。また、動画の長さも当初は30分程度あってもよいのではないかと考えていたが、依頼した業者から、ユースをターゲットにした動画ならあまり長すぎない15分程度が適当との助言があった。

企画会議の段階では、玉島の歴史的背景などに触れる内容、干拓の歴史などを入れる、 過去の地域的特徴である塩田の歴史なども盛り込む、と、様々な意見があがった。

動画作成業者とは月1回程度のオンライン打合せを実施し意見交換を行った。

打合せの中から、最終的に動画を利用する干潟マップ作りワークショップの1回目、12月17日に間に合わせるために遅くとも10月中にはすべての動画を撮り終え編集に取り掛かる必要があるということで、インタビューは6月末から試行を繰り返して行った。

できるだけ干潟の状況がわかる場所、干潟の近くで静かな場所を選定。

なるべく干潮と重なる時間、雨天でない日、暑すぎない日と時間帯、インタビューを受ける人の日程調整と、様々な制約があり、動画を撮り終えて業者に渡せたのは11月に入ってからとなった。

梅雨時期にはほとんど撮影ができなくなり、梅雨明けに、と思っていたら高温とセミの鳴き声が大きくなり、ピンマイクを付けてもらったが声が拾えないほどの状況となってしまい、セミの鳴き声と天候が落ち着く9月にも撮影を実施した。

カメラを回さない状態の方がみなさんよくお話しして下さって、カメラを回すと緊張からかリハーサルの時に話していた内容がほとんど聞けない、時間的にも1回撮るのが精いっぱいだったため、同日に何度も撮り直しができないといった問題もあり、計画時点では予想していないほど困難だった。

こういったことから当初計画にあった干拓の歴史などは入れず、インタビューのみのシンプルな動画となった。動画は「たましま 干潟マップづくりワークショップ」で利用。 その後は youtube チャンネルでの公開も検討している。









それぞれの動画、キャプションの一部を掲載

C) たましまの干潟に生息するいきもの観察会

イベント名: 潟見人(ガタミニスト)・和田さんと干潟の生きもの見つけよう!

高梁川河口干潟 干潟のいきもの観察会

実施予定日:2022年10月22日(土) 14:30~15:30

実施場所:高梁川河口干潟(左岸)

講師: NPO 法人 南港ウェットランドグループ 理事 和田 太一氏

参 加 者:12名

玉島には干潟ができる場所が点在しているが、いずれも駐車場の確保などが難しく、高梁 川河口干潟の左岸、連島町鶴新田にて実施した。

前日の下見にも NPO 法人 南港ウェットランドグループ、和田太一理事(以下、和田氏) に同行いただき、高梁川河口干潟以外の玉島の干潟も回り様々な生きものを確認することができた。(観察会も含めた確認種については別途記載した。)

参加者は3家族、個人参加が3名、計12名となった。

前回同様、広報に苦戦した。申し込みをいただいた中には未就学児の参加希望が 2 件あったが、スタッフも少ない中、危険を考慮して今回はお断りさせていただくこととなった。 子どもが成長し、同様の催しの際はぜひ参加したい、とのお声もいただき、こういったイベントの必要性を実感した。

当日、現地ではここ1年ほど流行の兆しを見せている、干潟上にくぼみをつくり、その上に水を溜め、ボディボードで滑るというアクティビティがあり、それを実施しているグループ10数名がいたため、下見の際に計画していた場所よりさらに河口側へ移動して実施した。そのため思っていたよりも泥質の環境で、かなり泥だらけになりながらの生きもの観察となった。

まずは全体で集まって、たましま 干潟と鳥の会について説明、観察に際しての注意事項などを代表の西井から説明。

その後、和田氏より干潟の生きものの観察方法などを解説いただいた。

岩場周辺にはカキやフジツボなども生息していてケガをする危険もあるため準備した軍手をしていただき、スコップ、ふるいなどを手に、まずは30分程、各自でなるべく多くの種類を採取してみましょう!との和田氏の呼びかけに、みな自分の決めた思い思いの場所で生きものの採集に励んでいた。

全体説明の際に、テトラポットの周辺、干潟の砂地、干潟の泥地などで生息する生きものが違うという解説をしていただいたので、それぞれの特徴のある場所を捜索、何か見つかると歓声があがる、という状況であった。

はじめは泥に入るのを躊躇していた子どもたちも、最終的にはかなり泥んこになって30分では足りないという状況が生まれていた。

採集終了後、改めて集合し、採集した生きものの解説を和田氏からしていただいた。

自分の捕まえた「カニ」が、実は「ハクセンシオマネキ」という名前があった、貴重な種である、といった解説に先ほどまでの熱狂が静まり返って、みな真剣に和田氏の説明に聞き入っていた。

採集終了し、用意した清水である程度の泥を落としていただいた。

そのあと、簡単に今問題となっている海ゴミのことや、それらを放置すると鳥や干潟の 生きものにも悪影響があることなどを解説。みなで周辺の清掃活動を5分程度行った。

こちらは強制参加ではなく、希望者のみ残っていただくことでお願いしたが、帰る方は ほとんどおらずこちらも楽しそうにゴミを集めて下さり、終了後に散会となった。

アンケート結果は以下に記載した。

回収率は100%となった。(家族単位の参加は家族単位の回答となった)大満足、満足の回答も100%となり、実施してよかったし、次回の開催に対する励みにもなった。玉島地域では干潟において、家族単位で穴ジャコ掘りをしたり、マテ貝捕りをしたり、という光景を見ることはあるが、そのほかの食用以外の生きものたちに関心を寄せて、説明まで行うというイベントが少ないように感じており、また実はそこに対する需要というのもあるのだということもわかった。

今後の改善点として、採取した生きものの記録係が必要、1時間では短いため1時間半~2時間に延長する、今回は浅めの容器ばかりで、捕獲したタビラクチが逃げてしまったため、深さのある容器も必要など、次回実施に向けて会の中で話し合った。



2022年10月22日 高梁川河口干潟 干潟のいきもの観察会確認種(一部前日の下見時発見種も含む)				
	理性	環境省		
和名	レッドリスト 2020	海洋生物 レッドリスト 2017	岡山県 レッドデータ ブック 2020	備 考
多岐腸目の一種(ヒラムシ類)				砂泥干潟の表面を這い、アナジャコ類などの巣穴内にみられることもある種
クログチガイ				N + C
コウロエンカワヒバリガイ				外来種
マガキ				
ソトオリガイ				
テリザクラ	2# (A) - A - A- III			
ウネナシトマヤガイ	準絶滅危惧			
マルウズラタマキビ イヨカワザンショウ	準絶滅危惧			前日下見時に確認
	华 他 滅 厄 快			即日下兄時に唯祕
<u>アラムシロ</u> カラムシロ				外来種
チロリ科の一種				外术性
カキドコイソゴカイ				マガキなどが付く転石の下に棲息
ウロコムシ科の一種				マグイなどが10~10~10~10~10~10~10~10~10~10~10~10~10~1
ミズヒキゴカイ				松口表に19目
イトゴカイ科の一種				
ウミイサゴムシ科の一種				
シロスジフジツボ				外来種
アミメフジツボ				前日下見時に確認
ドロフジツボ				前日下見時に確認
アメリカフジツボ				外来種。前日下見時に確認
コクテンシャコ				国内で100年以上記録が途絶えていたが、岡山・広島で近年再発見された
ヨシエビ				国内で100年以上記録が返記えていたが、岡田・四島で四年再先兄といた
シラタエビ				
テッポウエビ				
イソテッポウエビ近似種				前日下見時に確認
マングローブテッポウエビ		準絶滅危惧	絶滅危惧Ⅱ類	83G 1 76-31C 1E66
セジロムラサキエビ		+ NUM/IS/IS	III II	
ニホンスナモグリ				
ハサミシャコエビ				
ユビナガホンヤドカリ				
ガザミ属の一種				ガザミもしくはタイワンガザミ
マメコプシガニ			準絶滅危惧	
カクベンケイガニ				
タカノケフサイソガニ				
ヒメケフサイソガニ		準絶滅危惧	準絶滅危惧	前日下見時に確認
ヒメアシハラガニ		準絶滅危惧	準絶滅危惧	
ムツハアリアケガニ		準絶滅危惧	絶滅危惧Ⅱ類	
コメツキガニ				
チゴガニ				
ヤマトオサガニ				
スナガニ			準絶滅危惧	
ハクセンシオマネキ	絶滅危惧Ⅱ類		準絶滅危惧	
トビハゼ	準絶滅危惧		絶滅危惧Ⅱ類	
タビラクチ	絶滅危惧Ⅱ類			マングロープテッポウエビの巣穴に共生すると言われている
ツマグロスジハゼ				テッポウエビの巣穴に共生する種
マサゴハゼ	絶滅危惧Ⅱ類			
ヒメハゼ				
マハゼ				

干潟の生きもの観察会終了後ではあったが、和田太一氏の追加調査により、およそ1世紀ぶりとなる2022年6月に生息が確認され驚かれていた「コクテンシャコ」も見つかった。「コクテンシャコ」は100年以上前に国内の生息記録が残っているがそれ以降は確認がなく、絶滅かとも言われおり、このような生きものが身近にいるということに驚くとともに、大切にしていかなくてはならないと思いを新たにした。



高梁川河口干潟で見つかったコクテンシャコ (撮影:南港ウェットランドグループ 和田 太一氏)

	干潟に対する興味につい ておたずねします	これからもこのようなイベン トがあったら・・・	今日の観察会の満足度 を教えて下さい
1	もともと興味があった	参加したい	満足
2	知りたいと思って参加した	内容による	大満足!
3	知りたいと思って参加した	参加したい	大満足!
4	知りたいと思って参加した	参加したい	大満足!
5	もともと興味があった	参加したい	大満足!
6	もともと興味があった	参加したい	満足

自由記述

- ・干潟の生き物の種類に驚かされたと同時に食物連鎖等干潟そのものの重要性を知ることができ、とても有意義な会だったと思います。
- ・人工島の干潟(ほって置いたら干潟になった部分)には鳥が居る、来る。という前提の基に下記を記載しました。干潟の変化(昔と現在)、干潟のいきもの種類とその個体数(推定値で OK)の変化、干潟の周辺環境の変化、水質の変化、土壌(泥)の変化など各々の変化とそれらを統合(相関関係など)した変化をデータとして残しておくべきと思いました。干潟の生き物を餌とする鳥類の種類と個体数を調査し、膨大なデータとして蓄積することはとても重要と思いました。理由は、人工島に存在する干潟と河口などに有る干潟の違いを調べる。そして、それらの干潟を利用する鳥類を比較(種類・個体数)する。両者で違いはあるのか?あるとすれば何か?を突き止めて、人工島に存在する干潟に優位性があれば河口の干潟に取り入れるべきと思いました。

すごい大変なことと思いますが、データが有れば解り易いですね。一つ一つ解明できれば良いと思います。焦らず、じっくりと。

- ・干潟の生き物について知りたいと思っていたのですが、なかなか詳しい方に教えてもら える機会がなかったので、とても勉強になりました。
- ・魚釣りが好きなので、餌となる生き物に興味があり、それと同時に護岸工事などにより 生息場所が無くなる事が残念です。今回は高梁川河口の干潟がどんな感じか、確認が出 来たらと思い参加しました。







D)たましま干潟マップ作りワークショップ

実施予定日:第1回 2022年12月17日(土) 13:30~14:30

第2回 2023年1月21日 (土) 13:30~14:30

実 施 場 所:玉島市民交流センター 交流棟2階 第5会議室

参 加 者:3名(1回、2回あわせて)

たましま干潟マップ作りワークショップは以下のような概要で実施した。

「玉島に点在する干潟を未来に引き継ぐため、場所や今すんでいる生きものはもちろん、 昔むかしの話を聞きながら手書きマップを作っていくよ!みんなのアイディアで楽しいマ ップにしましょう。」

ここでもネックは広報となった。山陽新聞の情報ひろばや当会 HP などにおいて宣伝したが参加希望者はほとんど集まらず。コロナウイルスの感染もまだ収まっていない冬期であったことも影響したと思われる。

1回目の12月17日(土)は希望者2名、2回目の1月21日(土)となり、中止も考えなくはなかったがすでに会場も借りており、少なくてもでも参加のご希望があったので実施させていただいた。

冒頭 15 分で、本活動の 1 つとして実施していた、昭和の玉島の干潟を知る世代へのインタビュー動画を見ていただき、それぞれ感想を出し合ったり、出てきた生きものを書き留めていただいたりしながら、これから作成する干潟マップの案を出し合った。

第1回目では、玉島地域は江戸時代から塩田が広がり、今ではソーラーパネルや自動車 教習所となっていますが、そのあたりの時代に伴った変化や干拓の歴史を盛り込んでは、 という意見が出された。

第2回目も同様に動画鑑賞してから意見出しを行った。

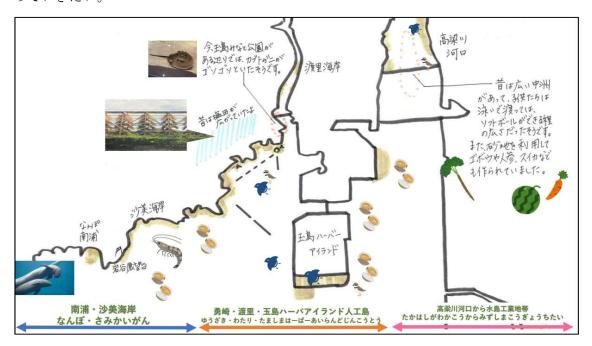
今回は高梁川河口干潟についての意見が出され、古くは川の中洲で農業がおこなわれ、砂地を活かしたごぼう、すいか、ニンジンといったもの作っていた、それほど川の中洲が広かったという話が聞けた。現在、高梁川河口の中洲は、干潮時に干出するが営農できるほどの広さもなく、常時干出しているわけではないためこういった情報はかなり貴重なもので、後々のためにも残しておく必要があると思い、この内容はぜひ干潟マップに取り入れたいと思った。





全2回のワークショップを経て、以下のようなラフ案が出来上がったが、情報量と末永 く残していく事を考えると、本活動の時間内でクオリティ高いものを創出することが困難 となり完成まで到達できなかった。

しかしながら、過去の豊かだった干潟と現状を比較し、また地域内外の方が実際に活用できるような干潟マップの必要性は十分にあると考えているため、今後も完成に向けて進めていきたい。



玉島地域を、干潟を起点に3つのエリアにわけ、それぞれの干潟の特徴や、生息する生き もの、また裏面には飛来する渡り鳥の写真なども入れ、今後完成させる予定。



E) たましまの未来に渡り鳥の集う干潟を残したい!! ~なぜ今干潟なのか~シンポジウム

実施日時:2023年5月13日(土)13:00~16:00

実施場所:玉島市民交流センター 交流棟2階 第2会議室

講師:下記プログラムに記載

参 加 者:67 名(会場参加:34 名・オンライン参加:33 名)

共催:NPO法人 ラムサールネットワーク日本

(プログラム) 司会進行:たましま 干潟と鳥の会 松本 英子

- □開会あいさつ: たましま 干潟と鳥の会 代表 西井 弥生
- □基調講演 I:NPO 法人 南港ウェットランドグループ 理事 和田 太一氏

「干潟とそこ(底)にすむ生き物たち」

- □基調講演 II: NPO 法人 バードリサーチ シギ・チドリ類調査事務局 守屋 年史氏 「渡り性水鳥 シギ・チドリ類のモニタリングと国内の湿地」
- □基調講演Ⅲ:国立研究開発法人 海上·港湾·航空技術研究所 港湾空港技術研究所 沿岸 環境研究領域長 桑江 朝比呂氏

「シギ・チドリ類の食性研究からみた干潟生態系の保全、再生、創造」

□総合質疑ならびにパネルディスカッション:

モデレーター: NPO 法人 ラムサールネットワーク日本 理事 柏木 実氏 NPO 法人 ふくおか湿地保全研究会 小山内 朝香氏

□閉会あいさつ:たましま会(玉島学会)会長 武田 芳紀氏

シンポジウムは 20203 年 5 月 13 日、国連が定める世界渡り鳥の日に合わせ、本活動の締めくくりとして実施した。

参加者のアンケートからも関心の高さがうかがえる内容となり、実施してよかった。

干潟の基礎的な内容から底に棲む生きものの内容、渡り鳥の渡りの秘密や国内のそのほかの湿地の内容、また人工干潟の再生や創出に関する内容と、3名の講師がバトンを渡すように「干潟」というテーマで、またそこに生きる生きものや渡り鳥の危機的な状況やその保全について、改めて、昭和20年代からおよそ90%の干潟を失っている岡山県には大変重要なテーマであると再認識した。





会場には関連書籍の閲覧コーナーを設置し、参加者には休憩時間に閲覧してもらった

2023年5月13日(土)13:00~16:00

たましまの未来に渡り鳥の集う干潟を残したい~なぜ今干潟なのか~ シンポジウム

アンケート集計結果

参加者数

会場	34
オンライン	33
計	67
回答数(全体)	37
回答数(会場)	27
回答数(オンライン)	10

シンポジウム満足度(含	全体)
とても満足	17
満足	16
どちらともいえない	2
不満	2
とても不満	0

シンポジウム満足度(会	会場)
とても満足	14
満足	12
どちらともいえない	C
不満	C
とても不満	C

シンポジウム満足度	(オンライン)
とても満足	3
満足	4
どちらともいえない	2
不満	2
とても不満	0

参加のきっかけ

S NHA G NA A	
新聞	1
広報くらしき	0
ラジオ	0
SNS	6
	13
その他	12
その他内訳	
ラムネットJのML	2
その他ML	3
置きチラシ	3
HP等	4

参加のきつかけ(興味の分野)

全体的に興味があった	20
干潟の興味	24
渡り鳥の興味	20
誘われた	2
なんとなく	0
その他	6

その他の内訳

自分の故郷のことだったから

知人から干潟の重要性を聞いていたから、孫がトリに興味を持ったから

地元のことなので興味を持った

海全般について

玉島にこんなNPOがあるのかと思い興味半分で申し込んだ

記述回答:干潟の環境回復や渡り鳥の生息地保全について今後どのようなことが必要だと思いますか?で多かった回答

- ・普及 啓発 周知 (イベント開催等)
- 行政への働きかけ
- ・マスコミを使った広報
- ・今ある干潟の保全
- ·防災·災害
- •現状把握
- ・中継地の確保





出典: 2023 年 5 月 14 日 (日) 山陽新聞 朝刊



(大阪)の和田太一理 シンポジウムは国連 (大阪)の和田太一理 シンポジウムは国連 等は干潟にすむ生物の 環境計画 (UNEP) 生態、国立研究開発法 が定める「世界渡り馬生態、国立研究開発法 が定める「世界渡り馬生態、国立研究開発法 が定める「世界渡り馬が研究所(東京)の秦 せて初めて開催。オン江朝比呂氏は人工干潟 ラインを含め約70人がの効果的な整備方法に 聴講した。(西平亮)の効果的な整備方法に、聴講した。(西平亮)

司会は本活動の干潟の生きもの観察会の参加をきっかけに会員となった松本英子さん



パネルディスカッションでは、全国の NPO で湿地保全に努める団体の方にモデレーターとして参加いただき、実際に関わっていないと話せない意見が聞けて大変有意義であった

たましま 干潟と鳥の会は、2021年4月に発足。

春・秋の渡り期に、主にシギ・チドリ類の調査、冬期はシギ・チドリ類や干潟に飛来するズグロカモメ、ツクシガモ等の越冬状況調査、夏期にはコアジサシの繁殖状況調査とその状況を岡山県に報告するなどしていた。

発足から1年が経過し、NPO法人 ラムサールネットワーク日本の協力も得て、活動助成への応募情報なども助言をいただき、タカラ・ハーモニストファンドの活動助成に応募させていただいた。

活動に弾みをつけたい!採用されたい!という気持ちが強く、いささか盛沢山にしすぎた感があり、動画制作やマップ作りについてはもう少し活動する会員が増え、吟味する時間もたっぷりとってからの方がよかったかと反省した。

ただ、複数の企画を、初めてなりにも実行してみて、どの企画もやってよかったと思うものばかりで、今後またグレードアップし、玉島の特徴ある干潟の環境、干潟にやってくる渡り鳥、そこに棲む生きものたちの素晴らしさと、私たち人間との関係、危機的な状況、改善策などについて発信していきたい。そしてたくさんの人に関心を持ってもらいたい。自分たちのこれからの命に繋がることとしてとらえてもらいたい。そうすればきっと現在の、環境に負荷の大きい埋め立て事業や、代償措置のない開発ばかりの世の中も変わっていくと信じている。

謝辞

特に活動を通してご協力いただいた、NPO 法人 南港ウェットランドグループ 和田 太一氏、NPO 法人 バードリサーチ 守屋 年史氏、国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 沿岸環境研究領域長 桑江 朝比呂氏、NPO 法人 ふくおか湿地保全研究会 小山内 朝香氏、たましま会(玉島学会)武田 芳紀氏、貝原 裕司氏、中野 雅徳氏、NPO 法人 ラムサールネットワーク日本、みなさまにはこの場をお借りして厚く御礼申し上げます。

また、まだ発足したばかりのたましま 干潟と鳥の会の今後の活動に取り組むための第一歩で、非常に大きな力ともなったこの1年間の活動も、ひとえにタカラ・ハーモニストファンドの助成をいただき活動できたことによるもので、心より感謝申し上げます。

絶滅危惧種となったニホンウナギにとって好適な 自然環境の整備に向けた調査

上小丸川漁業協同組合

宮崎県

1. はじめに

小丸川は宮崎県中央部を流れる流路延長約 75km,流域面積約 474 kmの一級河川である (図 1). 小丸川水系には本支流に発電や利水を目的としたダムが本流に 4 基,支流に 2 基 作られており (図 2) それらのダムには魚道が設置されていないことから,生物の移動を妨げていると考えられる。実際に海と川を行き来する生活史を持つモクズガニについては小丸川にダムが存在しなかった時代には河口から 50km 以上上流にあたる美郷町神門地区でモクズガニを対象とした漁が行われていたものの,現在では河口から約 28km にあたる石河内ダム下流までにしか生息しておらず同地区ではモクズガニ漁は行われていない。またニホンウナギやオオウナギ (以後、ウナギ)も海と河川を行き来する生活史を持っており,現在でも小丸川のダム上流域にも生息はしているものの,ダムが建設される以前の証言と現在を比較すると顕著に数を減らしている事が分かっている.

ウナギの減少は小丸川上流域に限った話ではなく個体群全体で生じており、2014年には国際自然保護連合(IUCN)によりニホンウナギは絶滅危惧 IB類に指定されている。しかし小丸川の下流や河口近くでは少なくともこの30年でウナギの成魚の漁獲量はそれほど変化していないという川漁師の証言があり、小丸川におけるウナギ資源の減少は上流域の方が顕著に生じていると考えられる。また小丸川上流域で古くからウナギ漁を行っている住民の証言を集めると、ダムが新設される度に段階的にウナギが減少しているという事も分かっている。以上のような事から小丸川におけるウナギ資源減少の原因にはダムの存在が関係していると推測される。

小丸川水系には松尾ダムより上流域を管理する上小丸川漁業協同組合(以後、上小丸川漁協)と松尾ダムより下流域を管理する小丸川漁業協同組合(以後、小丸川漁協)の2つの内水面漁協が存在している。そのうち上小丸川漁協の管理区域では小丸川は地域にとって川遊びや魚捕りなどのレクレーションの場だけでなく生活や農業にも欠かせない存在になっており、地域住民の半数近くが上小丸川漁協に加入するなど地域住民の河川や魚に対する関心は高い。特にウナギについてはツケバリ(置き針)やボッポ(筒罠)などの簡素な罠で漁獲できる事から老若男女問わず漁が行われており、遊びのような感覚で子供数人だけでウナギ漁に行くような事も珍しくなく、ウナギ漁は地域住民交流の機会にもなっている。また国際うなぎラボというウナギの研究施設も存在する事から、地域住民にとってウナギはとても身近な存在となっている。このような地域性であるから、近年のウナギの漁獲量減少についての関心も非常に高く、上小丸川漁協にはウナギを増やしてほしいという要望の声が多く届くようになっている。

しかしながら上小丸川漁協ではウナギ資源増殖を目的として養殖ウナギの放流を行っているものの期待されているほど効果が得られておらず、ウナギの放流効果について疑問視する意見も上がっている。その原因として放流に使われている種苗は養鰻池での生育が悪い個体が使われている事や、人口的な環境で育てられた事から自然環境への適応能力が低

下していると思われる個体が放流に用いられている事が考えられる. また近年の研究で, 天然の個体と養殖された個体が同じ環境にいた場合, 養殖されたウナギは大きく数を減らすことが分かっている (脇谷ら, 2022).

以上のような背景から上小丸川漁協は管理区域内でウナギの資源量の増殖を目指して短期目線と長期目線で次のような活動を行っている

- ① 短期目線:養殖ウナギの放流効果を上げることを目的とした実験
- ② 長期目線:目指しダムへ魚道を設置し天然ウナギの遡上量を増やす活動

このうちタカラ・ハーモニストファンドの助成を受けて②の魚道設置にむけて, 小丸川におけるウナギの生息実態調査を行った.



図 1. 小丸川全体図





図 2.(a)川原ダム

(b)石河内ダム (三井住友建設 Web サイトより引用)





(c)戸崎ダム

(d)松尾ダム(宮崎県公式 Web サイトより引用)



(d)渡川ダム(宮崎県公式 Web サイトより引用)

ダム名	堤高 (m)	堤長 (m)	竣工 (年)	河口からの距離 (km)
川原ダム	23.5	150	1939	22
石河内ダム	47.5	185	2006	28
戸崎ダム	25	115	1943	30
松尾ダム	68	165.5	1951	35
渡川ダム	62.5	173	1956	50

表 1.小丸川水系ダム詳細情報

2. 川原ダムについて

調査は小丸川本流の川原(かわばる)ダム直下において行った。川原ダムは小丸川本流の中で最も下流に位置しており堤高約 23.5m, 堤長約 150mの発電専用ダムで九州電力が保有し管理を行っている。

河口から川原ダムまでは約 20km あり、その間に小さな堰や河床止め工はあるもののウナギの遡上に大きな影響を与えるような規模ではないことから、海から小丸川に遡上してきたウナギにとって川原ダムは事実上最初の障害物であるといえる。川原ダムには魚道が設置しておらず、増水時にはダム提体を水が越流する(図 3)。またダム右岸側(図 4)は傾斜が緩やかで沢水が染み出しているものの提体横からの染み出しのため、ダム湖までは繋がっていない。

川原ダム上流ではモクズガニやボウズハゼといった生活史の中で海を必要とする生物の生息が確認出来ることから、一部の生物は提体を越えている事が推測できる。ウナギについては少なくとも 30 年以上前のウナギの資源量が豊富であった時代には、水がわずかに提体を越流している時や雨が降って提体が濡れている時に提体を這い上ってダムの上流側に移動する小さなウナギの姿が見られたが、雨が止んで提体が乾くと提体に張り付いたまま乾燥したウナギの死骸もあったという旨の地元住民の証言もある事から、ウナギはダムを乗り越えることができるものの上流を目指したウナギの全てが遡上に成功したわけではないと分かる。

現在の川原ダムは経年劣化により提体の複数個所からわずかに水が染み出ている. 染み出た水は(図5)の赤丸の2カ所から漏れて下流に流れ出ている. 水漏れの2カ所をそれぞれ水漏れI,水漏れIIとする. 染み出す水の量は気温に左右される. 気温が高い時はコンクリートが膨張し染み出しも減少するが逆に気温が低い時はコンクリートが収縮するため染み出す水量も多くなる.

また川原ダム提体直下の調査地点を以下の通り A から C の 3 地点に大きく分けた.

A…ダム提体内にある水たまり

B…ダム直下左岸側

C…ダム直下右岸側

A 地点は越流してきた水の勢いをやわらげるための窪みである. 提体から染み出している水はほとんどが A 地点にたまるようになっており、一年を通してほぼ全ての期間において水が溜まっている. 水深は最も深い箇所で 1.2mほどである. A 地点の底には粒の細かい泥が沈殿しており、魚の隠れ家になるような岩などは存在しない. 越流時にはダム直下の川と流れが繋がるため魚なども遡上してくることができるが、越流が終わると水の流れが途切れる環境である. そのためかつては A 地点に越流時に登ってきたアユなどの魚が取り残される事がよくあったという証言がある. 現在の実態は不明であるが、越流直後にだけサギの仲間と思われる魚を食物とする鳥類が多く飛来する姿が見られたため、現在でも魚が取り残されることがあると思われる.

B 地点は放水口もがあり強い流れが生じている. また水深は最も深い箇所は目測で3m以上ある.

C 地点は大きな流れ込みも無いため淀んだ環境となっている. B 地点と同様に最も深い 箇所の水深は目測で 3m 以上ある. B 地点と C 地点は天然の岩盤で隔たれている.

ダムの取水口は左岸側にある. 青丸内は取水した水の様子が確認出来る地点である(図6). 水の流れが強く水深も深い構造になっているため,立ち入ってウナギを採集出来るような罠を仕掛けるのは難しいが、ダムの管理をしている従業員による証言ではウナギが泳いでいる姿が確認できるときもあるとのことである. 放水口(図7)からウナギが侵入するのは難しい構造ため、ダム上流側にいるウナギが取水口から吸い込まれて侵入していると考えられる.





図 3.越流時の川原ダム

図 4.川原ダム提体右岸側の沢水

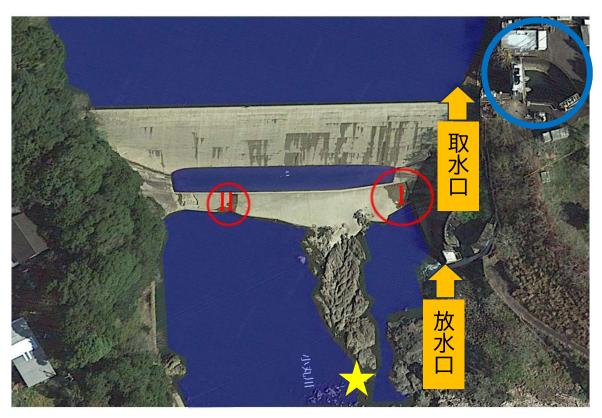


図 5. 川原ダム航空図. Google Map 航空写真を使用





図 6. (a)図 5 の青丸内詳細

図 7.放水口

3. 調査の目的

川原ダム管理者である九州電力に魚道設置の提言をするには、川原ダム直下にウナギが生息しているという事を示す必要があると考えた.

川原ダム提体は九州電力によって約40年前から立ち入り禁止区域となっているが、それより前の時代には地域住民が小丸川の対岸に渡る際の生活道路のように使われていた事からウナギに関わる目撃証言も多くあった。また川原ダム近辺は提体から上流50m、下流200mが小丸川漁協によって禁漁区とされていることから釣り人によるウナギの証言も存在しない。

以上のことからウナギの生息を証明する事を目的として複数の手法でウナギの採捕等を 行った.

4. 調査開始まで

- ・2020年11月
- ・宮崎県内水面漁業協同組合連合会(以後,県内漁連),毛良専務理事らと共に小丸川の現 状調査のため小丸川のダムの視察を行った。事前連絡無しの訪問であったが,渡川ダムと松 尾ダムは提体上への立ち入りもできた。
- ・2021年1月
- ・県内漁連,小丸川漁協,上小丸川漁協,近畿大学渡邊俊准教授らとともにウナギ資源回復 検討会が発足した.
- ・2021年3月
- ・ダム管理者である九州電力宮崎県支社や宮崎県企業局の事務所に出向き, ウナギ資源回復に向けたプレゼンを行った.
- ・2021年8月
- ・美郷町南郷支所内の多目的ホールにおいて,九州電力担当8名,県内漁連,近畿大学渡邊

俊准教授, 宮崎県水産試験場, 小丸川漁協, 上小丸川漁協らの関係者で川原ダムへの魚道設置に向けた協議会を行い, まずは川原ダム直下でウナギの生息実態調査を行う事が決定した.

- ・2021年11月
- ・実際に川原ダムに立ち入って事前調査を行った.

5. 調査期間

川原ダム直下における調査は2022年3月~2023年6月に行った.

6. 調査の方法

以下の方法でウナギの採集や監視を行った.

- ① 電気ショッカー (図8).
- ② 筒罠(図9a). 宮崎ではボッポという名称で呼ばれる. 一度入ると出られない仕組み (図9b) となっており、中にエサとして甲殻類やミミズを入れて設置する.
- ③ 竿釣. エサとしてミミズやシーボルトミミズ, 小魚を用いる.
- ④ 置き針. 宮崎ではツケバリという名称で呼ばれる. 板などにテグスや釣り針などを巻き付けた仕掛けで、竿釣と同様のエサを用いる(画像 10). 夕方に設置をして次の日の早朝に回収する.
- ⑤ 監視カメラ (画像). 株式会社田中三次郎商店からレンタルし設置した. 単管パイプを 骨組みとして電源には自動車用バッテリー2 台を用いた. 稼働可能な時間はおおよそ 72 時間前後に限られる.





図 8.(a)(b)電気ショッカーを用いた作業風景



図 9.(a)筒罠の本体部分. 長さは約 1m



(b)筒罠の入り口部分



図 10.置き針仕掛け、設置時には岩などを上において固定する.



図 11.(a)(b)共に監視カメラ設置後の風景



7. 結果

①2022年3月14日

- ・参加人数7人
- ・電気ショッカーを用いて採集を行った. 図5の星マーク付近で20㎜前後の小型のニホン

ウナギを 2個体採集出来た. 採集したニホンウナギには再度採捕される可能性も考えて, 個体識別のための PIT タグを体内に埋め込み放流した. また, 同様の方法でウグイ, ナマズ, オイカワ, カワムツ, タカハヤ, ギンブナ, テナガエビを採集した (図 12). 同日川原ダムより 10km 下流で同様の人数と手法でニホンウナギを 1 個体採集した. 先ほどと同様に PIT タグを埋め込み放流した.





図 12.(a)ニホンウナギ,



(b) ウグイ



(c)ナマズ・ギンブナ



(e)テナガエビ類

(d)タカハヤ・オイカワ



(f)下流で採集したニホンウナギ

② 2022年5月

・監視カメラの設置予定であったが立ち入り予定日にダムが越流していたため作業ができなかった.

③ 2022年6月~7月

・越流のため調査できず

④ 2022年8月9日~12日

- ・参加人数3人
- ・9 日水漏れ I の地点に監視カメラの設置し 12 日に回収を行った. 水漏れ II ではなく I を選んだのは B 地点の方が放水口からの水による強い流れが呼び水になっている可能性があると考えたためである.

カメラ設置日には筒罠を A 地点に 4 本, B 地点に 3 本, C 地点に 3 本設置した. 餌には 鶏の内臓を用いた.

監視カメラには 11 日の 10 時頃に 1 個体のみだが提体上を移動するウナギの姿がさつえいできた (図 13). 11 日の深夜は一時的に強い雨が降り、提体全体が濡れたためだと考えられる.



図 13.監視カメラに写ったウナギの映像

⑤ 2022年9月3日

・参加人数2人

・B 地点と C 地点で 19 時~22 時に竿釣を行った. エサにはミミズを用いた. ウナギは一度だけ釣り針にかかったものの釣り上げには失敗した. また目視で B 地点の中央付近を泳ぐウナギの姿が確認できた. ウグイは 5 尾釣り上げた (画像なし).

⑥ 2022年9月10日

・筒罠の確認・メンテナンスと置き針を設置の予定であったが、台風接近に伴う増水で越流が生じたため行えなかった。

設置していた筒罠は流出して回収不可能となった.

⑦ 2022年10月1日から3日

・監視カメラ設置を予定であったが、台風 14 号で川原ダムの施設が一部破損し立ち入りできなかった。

⑧ 2022年10月17日から20日

- ・参加人数2人
- ・監視カメラの設置および罠の設置を行った. ウナギの姿は確認できなかった. 罠は ABC の各地点に置き針を 10 本・筒罠を 12 本設置した. エサにはミミズを用いた. 置き針は 20 日に回収しスッポンが採集出来た (図 14). A 地点に設置した置き針にはウナギはかかっていなかったものの, テグスが絡んでエサは無くなり粘膜がこびりついていた. これまでに置き針漁を行ってきた経験上, ウナギが仕掛けにかかり暴れた痕跡だと考えられる.



図 14.置き針にかかったスッポン

9 2022年11月7日

- ・参加人数1人
- ・筒罠の確認を行ったが、ウナギは採捕できていなかった.

⑩ 2022年11月24日

- ・参加人数1人
- ・20 時~22 時に釣りを行ったが、ウナギやその他の生物のエサ食いも無かった.

① 2022年12月23日

- ・参加人数1人
- ・筒罠の確認・メンテナンスを行った。ウナギやその他の生物は1個体も採集は出来なかった。筒罠には新たにミミズやウナギ養殖用の人工飼料を入れた。

② 2023年1月から2月

・水温低下に伴い、ウナギの活性が低下していると考えられたため調査は行わなかった.

③ 2023年3月10日から14日

- ・参加人数1人
- ・カメラの設置と回収を行った. ウナギの姿は撮影できなかった.

(4) 2023年4月10日から12日

- ・参加人数1人
- ・置き針の設置と回収を行った.エサにはタカハヤを用いた.回収時にはほとんどの罠にエサが残っていたため、まだウナギなどの魚は活発に摂餌行動していないことが考えられた.

⑤ 2023年5月

- ・参加人数1人
- ・26 日にカメラ設置, 30 日に回収を行った.

筒罠の回収を行った. 5月初旬にダムの越流が生じていたため, 10本中3本は流出しており, 回収できなかった.

16 2023年6月22日から23日

- ・参加人数1人
- ・調査地点 B と C 置き針の設置と回収を行った. エサにはタカハヤとドジョウを用いた. 10本の罠の内 6本にナマズがかかっており(図 15), ウナギは採集出来なかった.



図 15.置き針罠で採集したナマズ.

8. 反省点

川原ダム直下においてウナギの生息を確認することは出来たものの思うような数を採集することができなかった. 原因として 2022 年の 6 月~10 月は小丸川流域で非常に多くの雨が降りダムの越流が長く続いたためダム直下に立ち入れるタイミングが限られたことがあげられる. ダム提体に立ち入るためには九州電力に 2 週間前までの申請を行う必要があり, 越流が無くなるころに申請を行っても立ち入り予定日が近づくと新たな大雨によってまた越流が生じて立ち入りができなくなるという事が複数回あった.

また私の地元である小丸川上流域には生息していないナマズがウナギより早く釣り罠に かかってしまい、それに対処できなかった事もウナギの採集が上手くいかなかった原因で あると考えられる.

9. 今後のスケジュール

2023年の9月頃までに九州電力に対して成果報告を行う予定であり、その際に今後の詳細なスケジュールを話し合う予定である。魚道設置に向けた交渉を進めていくつもりではあるものの、今回の結果では交渉を行うには成果が足りていないという事も考えられる。今回の調査で用いた罠は 40cm を超えるような比較的大型のウナギを採集するものであるものの、魚道を利用して遡上をするのは移動する能力の高い稚ウナギであることから、稚魚を対象とした罠を仕掛けるべきであったと今になって反省している。例えば(図 16)のように、稚魚を対象とした罠も開発されており、機会があればこの罠も設置をしたいと考えている。

10. おわりに

将来的にはダムにウナギの遡上環境と降河環境の整備を行うことでダムとウナギの共存というモデルケースとなることを目指している。小丸川の限らず日本におけるウナギ資源の減少の要因の一つとしてダムによるウナギの移動の阻害があげられる。魚道の無いようなダムの上流域はウナギの生息環境として有効に活用できていない事が予想できる。また産卵のために降河をする際にも水力発電の施設に紛れ込み死亡してしまい、海まで到達できない個体も存在する。

特に宮崎県はダム王国と呼ばれ、主要な河川全てに複数の大型ダムが存在している。その中でも小丸川は県内他河川と比較してもダムの密度が高く、九州最大の水力発電所である小丸川発電所も存在し、水力発電が非常に盛んな水系である。また小丸川上流部にあたる美郷町は非常降水量が多い地域でもあり、2022年9月の台風14号の際には1000mm近い雨が降るなど、治水も必須でありダムが人々の生活に欠かせない存在となっている。また最初に述べた通りウナギが地域に馴染みが深い魚でもあることからダムとウナギの共存のモデルケースを構築するのに適した地域である。

またウナギは完全養殖の実用化には至っておらず、放流に使われる養殖のニホンウナギは天然のシラスウナギを採集して人口環境下で育てたものである事や、放流ウナギが繁殖に寄与しているかも不明である事も踏まえると、ダムによるウナギの移動阻害を解消するなどウナギの生育の場である河川の環境を整備することはウナギの個体群全体の保全を考えても有意義であると思われる.

稚魚トラップ

このほかの増殖行為の1つとして認められている 汲み上げ放流の1例をご紹介します。



材 料 60cm×30cm×5cm程度の浅いカゴ

ふるい (2cm目くらい) バケツ、タライ (砂利を入れる) スコップ・クワ

1ミリ目の細かい網地



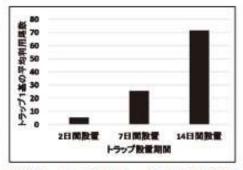


稚ウナギトラップ製作コスト

「礫を入れたまま持ち上げられるトラップ」 強度のある水産用カゴ使用の場合 1基当たり約3,000円

「礫を入れたまま持ち上げられないトラップ」 強度のない花苗カゴ使用の場合 1基当たり700円

・ 規地で礫を掘って、ふるうためのクワ、 フルイやバケツ。固定するためのローブや 土嚢袋が状況に応じて必要になります。



稚魚トラップに入った稚魚数の例

- ・設置期間は1週間から2週間が適当です。設置期間が長いとトラップが 目詰まりしてしまいます。
- ・1個づつ設置できますが、複数連結して設置することもできます。
- ・増水しそうな場合は事前に回収しましょう。
- ・流れの速い場所では、土嚢袋等を利用して、固定しましょう。

(山口県水産研究センター)

※ウナギ稚魚の採集は知事の特別採捕許可が必要ですので、自治体の水産 担当課に相談しましょう。設置する場合には河川管理者と協議しましょう。

図 16.ウナギ稚魚トラップについて(水産庁 Web サイトより引用)

11. 謝辞

本活動に際し、タカラ・ハーモニストファンドにご支援をいただきました。九州電力や西 技工業にはダムに立ち入る際にお立会いいただきました。近畿大学農学部渡邊俊准教授、京 都大学フィールド科学教育研究センター三田村啓理教授、市川光太郎准教授、久米学特定助 教、株式会社田中三次郎商店田中智一朗社には調査のご協力やご支援をいただきました。 記して厚く御礼申し上げます。

12. 参考文献

- ・神戸大学. 放流ウナギは天然ウナギに勝てるのか? ~養殖場の飼育を通じて、ウナギの種 内 競 争 の 能 力 は 低 下 す る ~ . Research at Kobe . 2022 . https://www.kobe-u.ac.jp/research_at_kobe/NEWS/news/2022_07_05_01.html
- ・三井住友建設. 石河内ダム. 施工実績. https://www.smcon.co.jp/works/2013/03254189/
- ・宮崎県. 松尾ダム、渡川ダム. 宮崎県管理ダムの紹介. 2022 https://www.pref.miyazaki.lg.jp/kasen/kurashi/shakaikiban/20200625154629.html
- ・水産庁. 稚魚トラップ. ウナギのためにできる事. 2018 https://www.jfa.maff.go.jp/j/enoki/pdf/naisuimeninfo-16.pdf.

西表島・浦内川における希少魚類のモニタリング

特定非営利活動法人西表島エコツーリズム協会

沖縄県

【活動の背景と目的】

沖縄県・西表島に流れる浦内川は、主流長がわずか 20km でありながら、環境省指定 の絶滅危惧種(IA~Ⅱ類まで)に指定されている魚類が 40 種以上確認されている。そ の中には国内では浦内川のみに生息する魚類も何種か含まれ、国内でも屈指の魚類の 多様性を誇る川である。源流部から海に流れ出るまでの間、まったく人口の堤防が築か れていない稀に見る豊かな環境を誇る川だが、地球温暖化の影響や観光客の増加等に よって、その環境が変化していくことが懸念されている。

西表島エコツーリズム協会では、2015年より浦内川の中流域(淡水域)において、 希少魚類 6 種のモニタリング(個体数調査)を実施している。本活動では、長期にわた ってモニタリングを継続し、環境の変化を察知することで、豊かな浦内川の保全に貢献 することを目的とする。

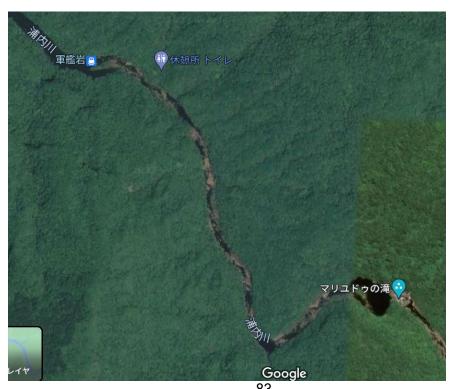
【実施概要】

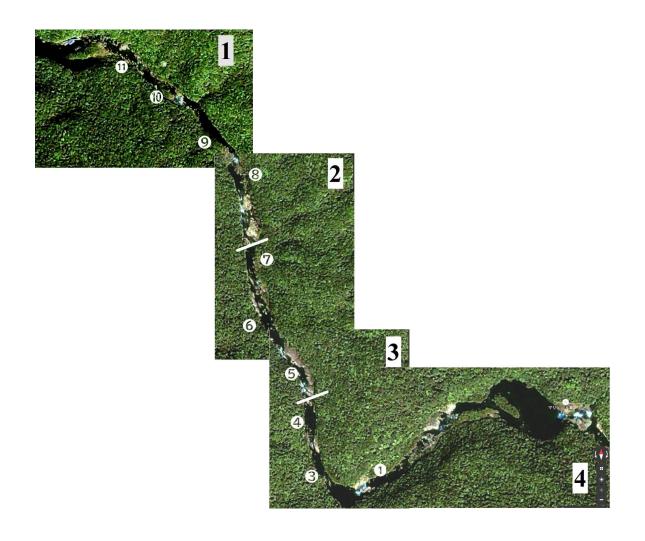
(1) 調査内容

浦内川における希少魚類6種の個体数調査

(2) 調査エリア

浦内川中流域・マリュドゥ滝下から軍艦岩まで 淵ごとに11の調査区分を設置





(3) 調査方法

対象魚 6 種の個体数をスキンダイビングによりカウントする。また、可能な限り 対象魚の静止画、動画の撮影をし、記録をのこす。調査は水温の変化に合わせて 年に3回実施する。

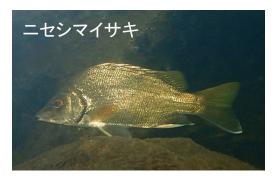
(4) 調査対象魚

- カワボラ (CR)
- ・ウラウチフエダイ (CR)
- ・ヨコシマイサキ (CR)
- ・ニセシマイサキ (CR)
- ・シミズシマイサキ (CR)
- ・ナガレフウライボラ (EN)
- ※環境省レッドリストにおいて、CR は絶滅危惧 I A 類、EN は絶滅危惧 I B 類













(5) 実施体制

調査員:地域のダイビングガイド、西表島エコツーリズム協会職員

調査統括:西表島エコツーリズム協会事務局

アドバイザー: 魚類専門家

【実施結果】

※R4 年度中に 3 回の調査を予定していたが、R4 年は年間を通して降水量が非常に多く(年間平均降水量 2240 mmに対し、R4 年の年間降水量 3642mm)、調査に適さないコンディションが続き実施ができなかった。

(1) 第1回調査

実施日時: R5年9月28日 9:30~13:00

天候:晴れ 気温:31℃ 水温:27℃

調查員:笠井、竹内、徳岡大、高橋、馬込、堀井、徳岡春

記録者:井上

調査結果 (確認個体数)

- カワボラ(1)
- ・ウラウチフエダイ(4)
- ・ヨコシマイサキ (3)
- ・ニセシマイサキ (7)
- ・シミズシマイサキ(0)
- ・ナガレフウライボラ (0)

特記事項等

- ○カワボラは複数人が確認。9区域内を遊泳。
- ○ナガレフウライボラ、ウラウチフエダイが少なめ。まだ水温が高めなので下流に移送していると予想。
- ○ヨコシマイサキ、シミズシマイサキは確認できず。

調査のようす







調査票 (参考)

調査区域	1	2	3	4	5	6	7		8		9		10		11	÷Τ
魚種								個体数	体長など	個体数	体長など	個体数	体長など	個体数	体長など	計
カワボラ										1	60					1
ナガレフウライボラ										3	50	1	40			4
ウラウチフエダイ														3	若魚1 40×2	3
ニセシマイサキ												1		6	幼魚3~4 成魚2~3	7
ヨコシマイサキ																0
シミズシマイサキ																0

【今後のスケジュール】

R5 年 12 月:第2回調査 R6 年 3 月:第3回調査

R6年4月:専門家による評価、報告書作成

2022 年度タカラ・ハーモニストファンド研究報告

山梨県の淡水ガメ生息調査および石川県の淡水ガメ長期調査

野田英樹 山梨県・石川県

1. はじめに

日本の本州には長らく3種の淡水生カメ類が生息するとされてきた。ニホンイシガメは日本の固有種で、千葉県以南の太平洋側と、北陸地方以南の日本海側の地域に生息し、ため池や水田を中心とする里山環境に生息している。近年生息地の開発やペット目的の乱獲、捕食性外来種による捕食、競合する外来種の侵入、そして後述のクサガメとの交雑により、その存在が危ぶまれ、環境省のレッドリストでは準絶滅危惧(NT)に指定されている(亀崎、2015)。クサガメはかつて在来種として扱われてきたものの、近年の研究により江戸時代に日本に持ち込まれた可能性が高まり、一部地域ではニホンイシガメとの交雑が進み、遺伝子汚染を引き起こしていると問題視されるに至っている。スッポンはため池や河川に生息し、古くから食用利用され、養殖される歴史もあったが、その野生での生態については不明な点が多い。

1960年代以降、アメリカ合衆国原産のミシシッピアカミミガメ(以下アカミミガメ)がペットとして持ち込まれ、飼いきれなくなった個体や、売れ残った個体が日本中のため池や河川に遺棄され、全ての都道府県に定着している。本州以南では野外繁殖を繰り返し、その推定個体数は800万個体以上とされている(環境省、2019)。これまで日本に生息するカメ類は農林水産業に悪影響を与えられることが少なかったため、淡水性カメ類の研究は他の分類群と比較して進んでいなかったが、近年アカミミガメが増殖することにより、イネやハスなどの農産物に被害が認められるようになってきている(有馬ほか、2008;加藤、2017)。外来種であるアカミミガメは、日本の在来生態系に悪影響を与えていることも確認されており、特にニホンイシガメに対して優位性をもつため、淡水性カメ類の群集構造も変化させてしまうと心配されている。2023年6月1日からは、条件付特定外来生物に指定されたことで、販売や輸入、放逐は禁止されることとなった。多くの個体が一般家庭等で飼育されていることから、飼育や譲渡を禁止すると野外放逐の危険性が高まることから、飼育や移動、無償譲渡については認められるという条件が付いている。

筆者は 2001 年から石川県の複数個所において、淡水性カメ類の捕獲調査を実施してきた。主に、アカミミガメとクサガメが生息している地域(A)、ニホンイシガメとクサガメが生息している地域(C)で調査を実施してきており、(A)については、これまでの長期的な調査により、アカミミガメが大型化し、個

体数が増える一方で、若い個体が減少する傾向が認められてきた(野田、2014;野田・大河原、2016)。さらに、クサガメの割合は低下傾向にあったため、今後の調査継続が望まれていた。(B)ではクサガメの侵入により、ニホンイシガメとの交雑が進むのではないかと心配されており、交雑個体の割合の変遷を把握しておくことが重要であった。(C)ではかつてニホンイシガメが豊富に生息していたものの、近年減少傾向がみられているため、現状を把握する必要性が高いと考えられていた。

一方で筆者は 2022 年から山梨県に移住しており、山梨県内のカメ類に関する研究にも着手し、これまで調査が進んでいなかった当地域のカメ類研究を進める必要性があった. 以上のことにより、2022 年度の当助成を申請し、調査研究を行った.

2. 調査方法

2-1.山梨県内の調査

山梨県のカメ類の生息状況について、地域の自然に詳しい有識者からのヒアリング及び 文献調査を行った。それを踏まえ、①甲府市遊亀公園の池に生息するカメ相、②甲府市内 の河川に生息するカメ類調査を計画した。

2-1-1. 甲府市遊亀公園の池に生息するカメ相

甲府市遊亀公園付属動物園は 1919 年に開園した都市公園内の動物園である. 2022 年から 4 年計画で、大規模改修工事が計画され、それに伴い公園内の池は埋め立てられることとなった。当該池には淡水性カメ類の生息が確認されており、ニホンイシガメ、クサガメ、アカミミガメの他に、ドロガメ類やカミツキガメ等のペット由来のカメが確認されたこともあった。池の水抜きに伴い、カメ類の捕獲が容易になると考えられたことから、捕獲調査を実施した。調査期間は 2022 年8 月上旬から 10 月上旬と 2022 年 10 月下旬から 11 月下旬の 2 つの期間とした。前期はリニューアル工事前で池に水が張られている状態であり、池に入ることが出来ないため罠を用いて捕獲をし、後期はリニューアル工事が始まり、埋め立ての準備で池が排水され、池に入れる状態になるため徒手で捕獲した。

捕獲はカニカゴを用いて行った. 罠は縦 800mm, 横 900mm, 奥行 680mm の大きさで罠の入口は漏斗状になっており,カメが一度侵入すると出られない仕組みになっている(図1). 溺死を防止するために罠にはペットボトルを装着し, 罠の一部が水上に出るように固定した. 罠は 6 つ設置し,ベイトとして小魚や魚のあらを入れ,毎日動物園飼育員の協力のもと,捕獲状況の確認を行った.

捕獲した個体は種、性別、年齢、メラニズムなどの特徴と背甲長、腹甲長、最大甲長幅、最大甲高、重さを記録した。性別は総排泄腔の位置や尾の形で性判断した。年齢は甲板にある年輪の多さで判断したが、摩擦により数えられない個体は老齢個体として扱った。メラニズムは老齢なオスに見られる黒化現象で、甲羅

や体表の模様が黒くなって見えなって個体をメラニズム個体、すなわち老齢個体 と判断した.アカミミガメは、記録後に動物園で安楽死させたのち、一部個体の 胃内容物を分析した.

2-1-2 甲府市内の河川に生息するカメ類調査

甲府市内には複数の河川が流れているが、河川Dにおいて、特定外来生物であるカミツキガメの目撃例が増えているとの情報が寄せられた。当該河川では近年カメ類の調査が行われておらず、外来種の防除活動なども行われていない。そのため、当河川において捕獲調査を実施し、在来種については計測および個体識別の後に放逐し、外来種は安楽死の後に胃内容物の分析を行うこととした。カメの捕獲には市販のカニカゴ(図1、縦800mm、横900mm、奥行680mm)を用い、ベイトとしては魚の切り身等を準備した。なお、胃内容物を分析するため、ベイトを食べられぬようコマセかごを用いるなど配慮した。捕獲罠は14個準備し、夕方設置し、翌朝回収することで、胃内容物の消化を防ぐことを試みた。調査期間は2023年4月~12月としており、当報告書作成時点では調査は終了していない。調査実施に先立ち、山梨県知事より当該河川における特別採捕許可(食花第1626号)、環境省関東地方環境事務所長より特定外来生物の飼養等許可(生きたまま運搬するため:許可番号 環関地野許第2303141号(ハナガメ) 環関地野許第2303142号(カミツキガメ))、山梨中央漁業協同組合より調査同意を受けて実施している。

2-2. 石川県の調査

2-2-1. 捕獲調査

2001 年から 2017 年までの間に筆者がカメ類調査を実施していた 3 地点(石川県かほく市(A)、金沢市(B)のため池 α 、 β 、加賀市(C)のため池 α 、 β 、 γ)において、捕獲調査を実施した。なお、調査地点がペット目的の捕獲業者に特定され乱獲につながる恐れがあるため、詳細な捕獲地点は記述しない。

カメの捕獲には過去の調査 (野田・鎌田, 2003;野田, 2014;野田・大河原, 2016 ほか) と同様のカニカゴ (600mm×450mm×20mm) を用い (図2), 2022 年7月26日~28日,9月28日~10月1日,2023年5月24日~27日に捕獲調査を実施した.なお,(C) 地点は2022年7月のみ調査を実施している。カニカゴにはベイトとしてイワシやサバを入れ,翌日収し,捕獲されたカメを計測し,個体識別を施したのちに放逐した.

2-2-2. データロガーの装着

2022 年 9 月~10 月の調査では、(A) 地点に生息するクサガメ 10 個体、(B)

地点に生息するニホンイシガメ 10 個体に温度ロガー(サーモクロン G タイプ:直径約 17mm ×厚さ約 6m,重さ約 3.3 g)を装着した。ロガーはシリコンで防水処理し,強力瞬間接着剤で背甲右第二肋甲板に接着した(図 3)。当該ロガーは 341.3 日間にわたり 240 分に一度温度を記録するよう設定しており,両種の越冬時の温度を把握することが可能である。石川県は降雪地帯であり,特に (B) 地点は冬季生息するため池が氷結する。ニホンイシガメは水中越冬し、冬季に交尾行動をとることが知られているが (Yabe, 1992),氷結した湖沼での越冬については 知見がほとんどないため,再捕獲により越冬温度が明らかになると期待された。

3. 調査結果および考察

3-1. 山梨県内の調査

3-1-1.甲府市遊亀公園の池に生息するカメ相

3-1-1-1. 群集構造

アカミミガメ、クサガメ、スッポンをそれぞれ 15 個体、8 個体、5 個体(53.6%、28.5%、17.9%)捕獲し、アカミミガメとクサガメで 80%以上を占めていた(図 4). アカミミガメは全国的にその生息数の増加が問題視されており、今回の甲府市遊亀公園の調査においてもアカミミガメが過半数を占め、優占していることが確認された. 当該池は比較的閉鎖的な環境であるため、河川等の外部から侵入してくる数には限りがあると考えられる. 都市部の公園の池であることを考えると、飼い続けることができなくなったアカミミガメを継続的に放逐され、それらが定着したものと考えられる. 今回の調査では小型個体は捕獲されなかったが、かつて孵化直後の個体が動物園職員により目撃されていることから、当地で繁殖が行われていることは間違いない. 今回の動物園改修に伴い、一旦公園内の池は埋め立てられ、新たに近隣に造成される予定である. 改修後の池のカメ類の群集構造の変遷の追跡により、リセット後の都市公園内のカメ相変化が明らかになると期待される.

3-1-1-2. 個体群構造

アカミミガメはオス 8 個体、メス 7 個体捕獲され性比は約 1:1 であり、メスのほうが大きい性的二型が確認された。アカミミガメの原産国の性比は1:1 であるが (Gibbons, 1990)、日本での性比はメスに偏ると言われている (Haramura, et al., 2008; Taniguchi et al., 2017)。しかし、本研究では約 1:1 かつオスの方が多く捕獲された。オスに偏りが出た原因として、温度依存性決定によるものと、オスが選択的に遺棄されたことによるものの可能性が考えられるが、詳細については現段階では不明である。アカミミガメの最大甲長は 280 mmとされている(環境省、2019)が本調査では最大でも 230 mm程の結果であった。日本のアカミミガメは原産国より小柄で成熟すると報告されており(Taniguchi et al., 2017)、想定された結果に収まっ

た. オスのメラニズム個体の割合は 100%であり、全個体甲板の年輪がかすれて確認できなかったため、全個体を老齢個体と判断した. 黒化が進むことは老齢個体であることを示しており、甲府市動物園の池は老齢個体に偏っていると考えられる. なお、アカミミガメの胃内容物を確認したところ、ベイトとして用いた魚のあらのみが検出された. 胃内容物を分析する際には、ベイトを小型のかご等に入れるなど食べられないような工夫が必要である.

クサガメはオス 5 個体, メス 3 個体捕獲され性比は約 1:1 であった. オスのメラニズム個体の割合は 100%であり, 年輪がかすれて確認できなかったため老齢個体と判断した. クサガメは外来種であり, 日本の生態系から排除する必要があるという意見があるが, 当該地にはニホンイシガメが生息していないため, 交雑の心配はない. 都市公園の池であるという地理的条件を鑑みると, 当地ではクサガメは排除対象とせずに, 池の生態系の構成員として見守っていくことが望ましいと考えられる.

スッポンはオス 4 個体、メス 1 個体が捕獲され、性比は 4:1 であった。メラニズムが起こらないことや甲板がないことからメラニズム割合、年齢は記録出来なかった。スッポンは個体識別が難しいことから生態調査が進んでいない。しかしながらカメ類の調査を行う上で捕獲罠に入るスッポンの数は、ここ数年で増加傾向がみられるため、個体識別を施し、個体群構造を明らかにしていくことが必要であろう。

3-1-2. 甲府市内の河川に生息するカメ類調査

甲府市内の河川調査については、報告書作成時点では成果が出ていない。 6月21日現在、アカミミガメ7個体、クサガメ12個体、スッポン1個体が捕獲されており、今後捕獲対象としているカミツキガメの捕獲を目指している。 また、捕獲されたアカミミガメの胃内容物についても今後分析を行う予定である.

3-2. 石川県の調査

3-2-1.捕獲調查

2022 年 7 月および 9 月の調査では、のべ 133 個体のカメが捕獲され、2023 年 5 月の調査では 43 個体が捕獲された (表 1).

地点 (A)

これまでの調査では、アカミミガメが優占しており、クサガメの数が少なかったが、2022年はクサガメの割合が増大していた。しかしながら2023年にはクサガメの捕獲が少なくなっている。2023年は5月の調査結果のみを示しているため、引き続き2023年の捕獲データを取得し、より長期的なトレンドを追跡していく。なお、2022年までの種構成の割合を図5に示す。2001年から2017年までは一貫としてアカミミガメが優占していたが、2022年にはクサガメの割合がこれまでと比べ高くなっていることが分かる。今後継続的にこの個体群を追跡していくことで、本当に

クサガメの割合が高まっていくのか、それとも一過性のものであるのかの判断ができると考えられる.

カメの年齢査定は若い個体では難しくないが、年齢が増すにつれ甲羅の年輪が摩耗するため年齢査定が難しくなる。特にアカミミガメは頻繁に甲羅の脱皮を行うため、8年以上たつと齢査定は困難となる。しかしながら、アカミミガメのオスは老齢になると黒化することが知られているため、黒化オスの割合から、個体群の高齢化の程度を知ることができる。図6にはアカミミガメのオス黒化割合を示している。2001年~2003年と比べ、2013年~2017年は著しく黒化オスの割合が高く、個体群の高齢化が進んでいることが示唆されていた。2022年には黒化割合が50%を下回り、2010年代と比べて若い個体の割合が高まっていることを示している。2023年の黒化割合は33%とさらに黒化割合が下がっているが、5月の調査ではオスの捕獲数が6個体のみであったため、7月以降の調査結果により覆される可能性は大いにあると考えられる。

日本に定着しているアカミミガメの性比はメスに偏っていることが多いことが知られており、地点(A)についても2001年から2022年まで一貫してメスの割合が高い状態が続いている(図7)。産卵能力のあるメスの割合が高いことは、その個体群サイズがさらに拡大する可能性が高いことを示している。

地点(B)

石川県金沢市に位置している当該地点には、ニホンイシガメが多く生息しているが、クサガメの侵入により交雑個体の増加が心配されている。ここでは 2001 年から α と β の 2 つのため池で種構成をモニタリングしており、両地点ともニホンイシガメとクサガメの交雑個体が増加しているという現象は認められない(図 8)。 クサガメが日本に移入して数百年が経過しているため、何らかの隔離機構が働き始めている可能性もあると考えられる。

地点(C)

石川県加賀市に位置している当該地点は、2001年から2003年まで、 α 、 β 、 γ の3つのため池において良好なニホンイシガメ個体群が残されていた。2015年には α でニホンイシガメが消失し、 β と γ では捕獲数がごくわずかとなっていた。2022年の調査では、3地点ともニホンイシガメが全く捕獲されなかった(図9)。一方で アカミミガメは捕獲されているため、当該地点のカメ相がニホンイシガメからアカミミガメに置き換わり始めている可能性が高いことが分かる。ニホンイシガメの消滅については、ペット目的の乱獲、アライグマ等の外来種による捕食、アカミミガメとの競争など様々な要因が考えられ(亀崎、2015)、当該地点においては上記のどの要因によるものかは明らかではないが、何らかの要因により当該地点のニホンイシガメが消失していることは間違いない。

3-2-2. データロガー

2022 年 10 月の調査で 2 地点のカメにのべ 20 個のデータロガーを装着したが、2023 年 5 月の調査では、ロガー装着個体を捕獲することができなかった。ロガーの重さは $3.3\,\mathrm{g}$ であり、装着個体の平均体重($504\,\mathrm{g}$)の 1%以下であるため、ロガー装着により個体の生存に影響を及ぼしたとは考えられない。5 月の調査では地点(A)のクサガメ、地点(B)のニホンイシガメの捕獲数が少なかったことから、7 月以降の調査、もしくは 2024 年以降の調査で回収されることがあれば、当該地域におけるカメ類の越冬温度に関する知見を得ることができる。なお、データロガーの記録は 2023 年 9 月 5 日で終了するが、2027 年までは内蔵バッテリーが有効であるため、それまでに回収できれば 2022 年~2023 年の温度記録を得ることができる。

謝辞

今回の調査を実施するにあたり、必要な機材の購入や交通費の支出のため、タカラ・ハーモニストファンドによる助成を受けました。甲府市動物園の皆様には、捕獲や個体のストックにおいて多大なるご協力をいただきました。石川県の調査においては、加賀市鴨池観察館の皆様に、調査機材の保管等ご協力いただきました。また、調査地への立ち入りをお許しくださった河川管理者、ため池の管理者の皆様にも心より御礼申し上げます。

引用文献

有馬進・鈴木章弘・鄭紹輝・奥薗稔・西村巌. 2008.ミシシッピーアカミミガメのハス食 害調査. Coastal Bioenvironment 11: 47-54.

Gibbons JW. 1990. Sex ratios and their significance among turtle populations. In: Gibbons JW (ed), Life History and Ecology of the Slider Turtle. Smithsonian, Washington D.C., USA, pp 171–182.

亀崎直樹. 2015. 日本の淡水カメ,特にミシシッピアカミミガメに関する問題について. 爬虫両棲類学会報 2015(2) 123-133.

環境省. 2019. アカミミガメ防除の手引き.

https://www.env.go.jp/nature/intro//3control/files/akamimi_tebiki.pdf

加藤英明. 2016. 国内で初めて確認された外来生物アカミミガメによるイネの食害. 静岡 大学環境報告書 2016:97.

野田英樹・鎌田直人. 2003. 河北潟におけるカメ類の生息状況. 河北潟総合研究 6:11-17.

野田英樹. 2014. 2013 年までの 10 年間で河北潟のカメ類に起きた変化. 河北潟総合研究 17:1-6.

野田英樹・大河原恭祐. 2016. 長期的観察による河北潟のアカミミガメ・クサガメ個体群の特徴の変化. 河北潟総合研究 19:1-6.

Mari Taniguchi, Jeffery E. Lovich, Kanako Mine, Shintaro Ueno and Naoki Kamezaki. 2017. Unusual population attributes of invasive red-eared slider turtles (*Trachemys scripta elegans*) in Japan: do they have a performance advantage? Aquatic Invasions 12(1): 97–108.

Takashi Haramura, Machiko Yamane, and Akira Mori. 2008. Preliminary survey on the turtle community in a lotic environment of the Kazu river. Current herpetology 27 (2): 101-108.

Yabe, T. 1992. Sexual difference in annual activity and home range of the Japanese pond turtle, *Mauremys japonica*, assessed by mark-recapture and radio-tracking methods, Japanese Journal of Herpetology, 14(4), 191-197.

表 1. 2022 年と 2023 年に石川県各地で捕獲されたカメの個体数.

2022	アカミミガメ	クサガメ	イシガメ	交雑	スッポン
А	23	24			2
В	1	31	37	5	
С	6				
2023					
A	25	1			1
В		10	3	3	

カニ取網 (縦800mm横900mm奥680mm)



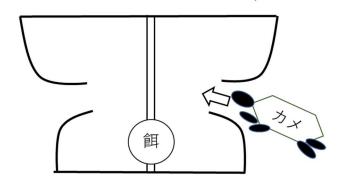


図1. 甲府市の調査で使用した捕獲罠.



図2. 石川県の調査で使用した捕獲罠. カメの溺死を防ぐために漁業用浮きを装着している.



図 3. 背甲右第二肋甲板に温度ロガーを装着した. ロガーはシリコンで防水処理したものを瞬間協力接着剤で接着した.

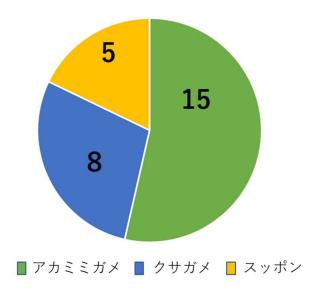


図4. 2022年に甲府市動物園の池で捕獲されたカメ類. アカミミガメが優占しており、過半数を超えた. 日本固有種であるニホンイシガメは捕獲されなかった.

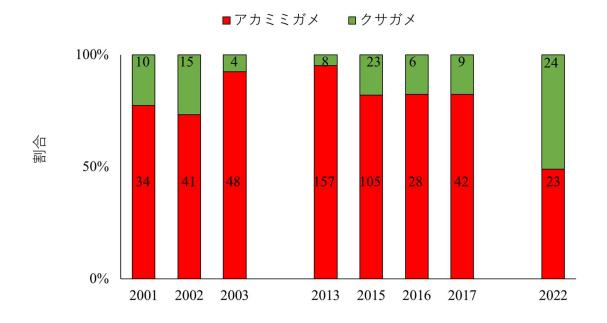


図 5. 地点 (A) で捕獲されたアカミミガメとクサガメの割合の推移. 2001 年から 2017 年まではアカミミガメが優占していたが、2022 年にはクサガメの割合が高かった.

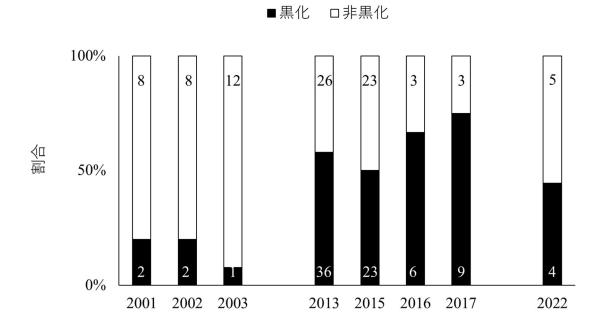


図 6. 地点 (A) で捕獲されたアカミミガメのオスの黒化割合. 2001 年から 2003 年には黒化割合が低かったが 2 0 1 3 年から 2017 年には黒化割合が高まっていた. 2022 年には黒化割合が 2 0 1 0 年代と比較して減少していた.

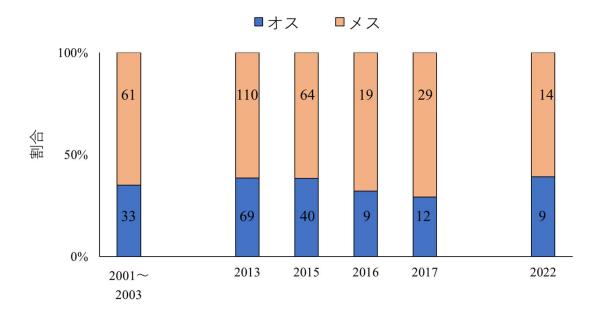


図 7. 地点 (A) で捕獲されたアカミミガメの性比. 調査開始時から 2022 年まで,一貫してメスの割合が高い状態が続いている.

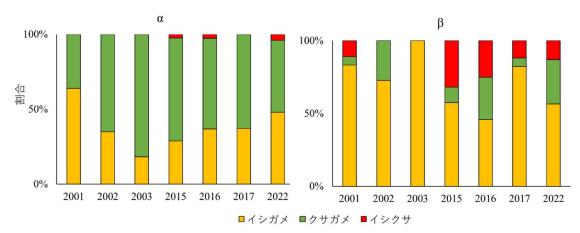


図 8. 地点 (B) で捕獲されたニホンイシガメ,クサガメ,ニホンイシガメとクサガメの交雑個体の割合の推移.ため池 α では 2015 年から,ため池 β では 2001 年から交雑個体が確認されているが,両地点とも交雑交代の割合が急激に高まる傾向は認められていない.

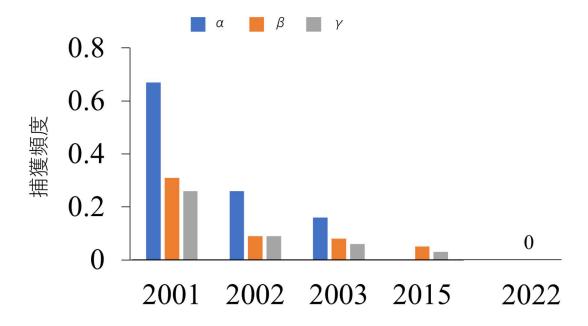


図 9. 地点 (C) で捕獲されたニホンイシガメの捕獲頻度. 2001 年から 2003 年まではため 池 α , β , γ において良好な個体群が維持されていたが, 2015 年には α , 2022 年にはす べての地点でニホンイシガメの捕獲がなくなった.

2022 年度 (第 37 回) タカラ・ハーモニストファンド 研究助成報告

鳥類による種子散布の変動と異常気象の関連について 中間報告

1. はじめに

筆者

果実食性の鳥は液果植物種の果実を捕食し、排泄物や吐き出し物を介してその種子を散布する、被食型種子散布を行う。この鳥による種子散布では複数の鳥種が複数の植物種の果実を捕食するため、鳥群集と植物群集との間に種子散布を通じた共生系ネットワークが構築される。温帯域では秋にツグミ類やヒタキ類などの果実食性の渡り鳥が南下するが、この時期に結実する多くの果実を捕食し、その種子を散布している。日本では主に日本海側の沿岸部がこうした渡り鳥の移動ルートになっており、北陸地方でも秋から初冬にかけて多くの果実食の渡り鳥が飛来する。そのため、その渡り鳥群集と植物群集との間には共生系ネットワークが成立していると考えられる。



図1 渡り鳥の捕獲と排泄物からの種子採集 (a) かすみ網による鳥の捕獲、(b)捕獲した個体と保管袋中の排泄物、(c) 排泄物に含まれていた種子、(d) 採集された種子サンプル

は

2005 年から福井県越前町の織田山鳥類観測ステーションで秋に行われている渡り鳥の標識調査を利用し、捕獲された果実食性種の排泄物を採集、その種子散布動態を観察してきた(図1)。またステーション周辺の森林の果実の結実状況も同時に観察し、鳥の

飛来状況や成熟果実の密度が鳥散布の動態、特に鳥散布ネットワークにどのような影響を与えるかを調べてきた。2005年から 2016年までの長期データから、液果植物種の結実木数や果実の結実量は1年周期で増減を繰り返す明確な周期性を示した(図2)。

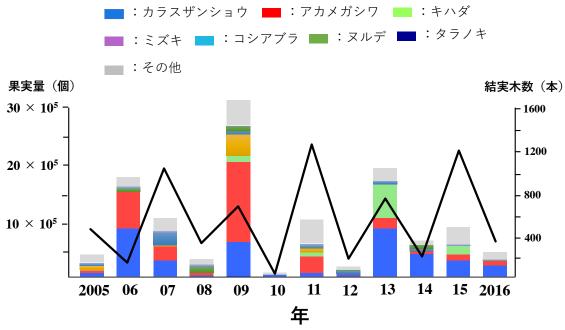


図2 2005年~2016年の織田山ステーション周辺の森林における液果植物の結実木数 (折れ線グラフ)と果実量(棒グラフ)。結実状況は1年ごとに増減する周期性を示した。

主な散布種はツグミ属のシロハラ Turdus pallidus、 マミチャジナイ T. obscurus、メジロ属のメジロ Zosterops japonicus の3種であり、飛来する渡り鳥の個体数も年によって変動していたが、果実量と渡り鳥の個体数、種構成によって調査を行った 12 年は3つのグループ (FA: 鳥飛来数、果実量とも多い; FP: 鳥飛来数は多いが、果実量が少

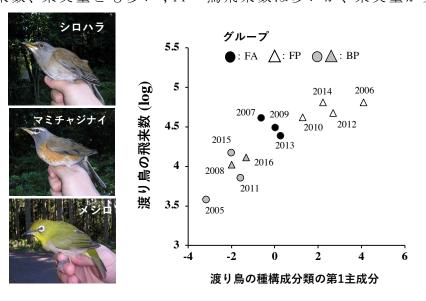


図3 主要種子散布種3種(右図)と、渡り鳥の飛来数と種構成に基づいた各年の分類。種構成は主成分分析によって分類し、その第1主成分を使用した。 2005年~2016年の12年は3グループ(FA、FP、BP)に分類された。丸(●)と三角(△)は果実量の多かった年と少なかった年を示す。

果実量が多い年では主要散布種のシロハラ、マミチャジナイの 2 種が果実に対して選好性を示すためと考えられる(Ohkawara et al. 2022)。またメジロは採餌効率が高い数種の果実、タラノキ Aralia elata やカラスザンショウ Zanthoxylum ailanthoides に対して特異的な捕食と散布を行っていることも示された(Kamei & Ohkawara 2022)。このように北陸地方の渡り鳥の鳥散布ネットワークの構造や特徴は果実の結実量と各鳥種の捕食行動に依存して変化することが示唆された。

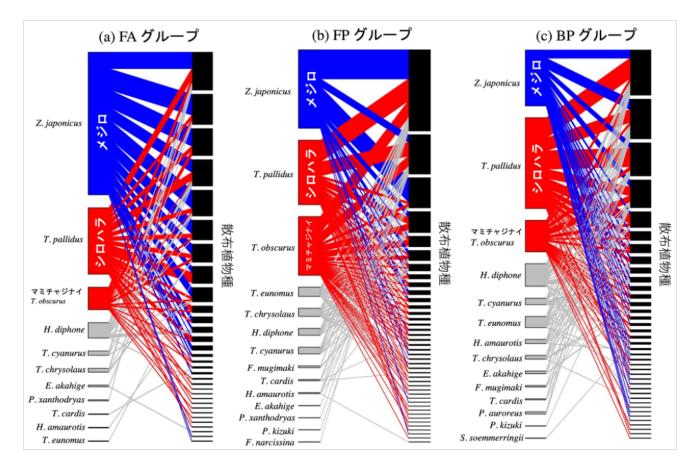


図4 2005年~2016年の12年を分類した3グループ(FA、FP、BP)の鳥散布ネットワーク図。Ohkawara et al. (2022)を改図。FPグループは特に入れ子型構造が発達していた。

しかし 2017 年以降、日本の気象条件に急激な変化が起きている。織田山ステーションのある福井県でも、夏期の平均気温が極端に上昇し、また台風の増加による秋の降水量も増加している。本来、気象条件は鳥の渡りルートや飛来数と深く関連しており、また果実の結実も気象条件に左右されやすい。そのためこうした極端な気象変化は、北陸地方の渡り鳥の飛来状況や果実の結実状況に大きな影響を与え、それに伴って鳥散布ネットワークの構造や特徴にも本来無かった変化が起きていることが予測される。鳥散布ネットワークが不安定化、あるいはネットワークとしての機能が消失する可能性も考えられる。本研究は 2017 年以降実施しているこの鳥散布動態の長期モニタリングを、さらに 2022~2023 年も継続、異常気象が鳥散布ネットワークの構造や特徴、また生態系に与える影響を解析、明らかにすることを目的としている。

2.研究方法

調査地

調査は福井県丹生郡越前町笈松の織田山鳥類観測一級ステーション(北緯 35 度 58 分、東経 136 度 1 分、標高約 500m、図 5)とその周辺の森林にて行った。織田山は日本海に面して位置する丹生山地の一部で、森林植生は落葉広葉樹林とスギ林から構成されている。山の尾根と林道沿いには広葉樹林が、斜面の大部分にはスギ・ヒノキ人工林が分布していた。 広葉樹林は主にミズナラ Quercus crispula、ヤマモミジ Acer palmatum var. matsumurae、ブナ Fagus crenat、リョウブ Clethra barbinervis などの種が優占していた。

織田山鳥類観測一級ステーションは環境省から指定されている標識調査用の捕獲地で山階鳥類研究所によって管理されている。作業所から 20 m程度離れた山の尾根部に森や藪を刈り取って作成した林道状の網場があり、標識調査時には列状にかすみ網が設置される(図5)。



図5 調査地である福井県越前町の織田山鳥類観測一級ステーション。作業所と捕獲用の網場からなる

調查方法

気象データについて

調査地の気象条件は気象庁(https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/)のアメダスデータを使用した。織田山鳥類観測一級ステーションにもっとも近い福井県越廼の観測ポイントについて、主に月別の気温、降水量、日照時間のデータを使用した。

渡り鳥の動態と排泄物調査

各年の渡り鳥の飛来数と種構成、種子散布の動態を調べるため、鳥個体の捕獲と排泄物採集調査を行った。織田山鳥類観測1級ステーションでは毎年10月中旬から11月初旬にかけての約3週間に標識調査が行われ、2022年は10月16日から11月7日にかけて行われた。調査地に6列、約50枚の網が設置され、網1枚は幅約12 m、高さ約1.8 m、網目はATX (36メッシュ)とCTX (61メッシュ)の2種類を混在して使用されてい

る。朝 6:00 に開網し、スピーカーと CD プレーヤーで誘引用の鳥の囀りの音声を流した。 1 時間ごとに全ての網を点検し、捕獲されている鳥個体を網から外し、布製の袋 (40 cm × 30 cm)に保管した。捕獲個体は作業所に持ち帰り、20 分程度保管した後、各個体を袋から取り出し、標識用リングを右脚に装着、種、性別、齢を確認した後、放鳥した。この捕獲は 12:00 まで行った。この標識調査期間中に捕獲された全鳥個体の数と種構成を鳥の飛来数データとした。

捕獲個体が一時的に保管されていた袋内を調べ、排泄物や吐き出し物を採取した。採取物はサンプルとして紙袋に入れて常温で保管した。この排泄物採集は特に種子散布種のグループであるツグミ科やヒタキ科、ムシクイ科、メジロ科、ヒヨドリ科、キツツキ科の種を対象として、標識調査期間中ののべ5日間行った。採集サンプルは持ち帰り、3日間以上風乾させた後に実体顕微鏡下で内容物をチェックし、種子をソーティング、各鳥種、各個体の種子運搬の頻度と運搬植物種の構成を調べた。

果実量のセンサス調査

野外の液果植物の結実状況と果実量を調べるため、ステーション周辺の液果植物種の果実量を調べるセンサス調査を行った。ステーションの網場内(約 660 m)とステーシ

ョン周辺の森林地帯の林道(1450-2500m)にセンサスルートを設定し(図6)、そこを歩行し道から左右5m以内にあった結実木を双眼鏡で探索、その種類と本数、各木の果実数もカウントする。この調査は結実時期である10~11月にかけて行った。

3.結果

渡りの時期の気象条件について

2022年と、それに加え 2005年から 2021年までの福井県の気象データを検討した。図7に示したように、2017年以降、年間平均気温が上昇する傾向にあった。また渡りの時期である 9-10 月で平均気温と日照時間が増加しており、このことは夏季から秋まで気温の高い日が続いており、また雨の日が少なく乾燥した日が多いことを意味している。

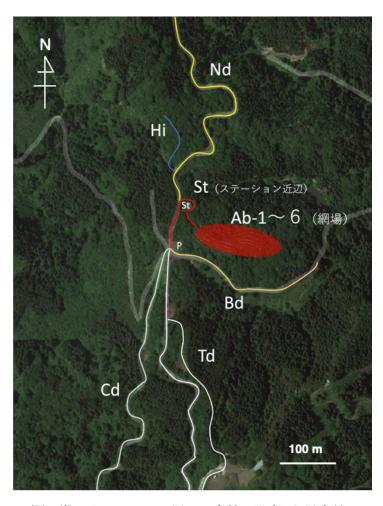


図6 織田山ステーション周辺の森林に設定した果実量センサス用のルート

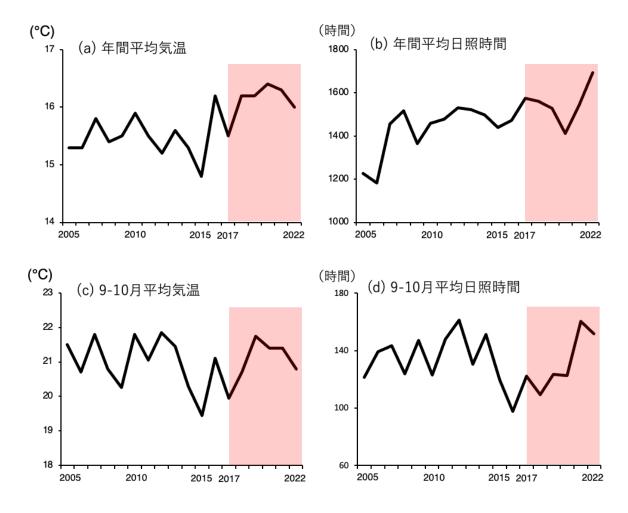
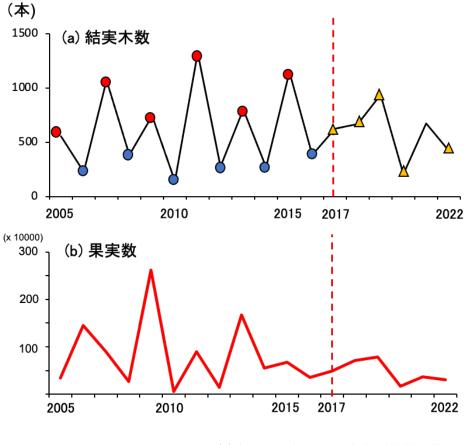


図7 調査地の気象条件の変化。越前町越廼のアメダスデータを使用した

果実の結実状況について

2022 年の秋に行った果実量のセンサスでは 49 種 442 本の結実個体を確認し、カウントした果実は総数 307134 個であった。結実木数が多かったのは木本種では、ナツハゼ Vaccinium oldhamii (N=43)、ミヤマガマズミ Viburnum wrightii (N=40)、ムラサキシキブ Callicarpa japonica (N=34)、草本種ではツルアリドオシ Mitchella undulata Sieb. et Zucc. (N=60) 、コウライテンナンショウ Arisaema peninsulae (N=24)であった。また特に果実数が多かった種はカラスザンショウ(果実総数:85100)、コシアブラ Chengiopanax sciadophylloides (果実総数:60926)、アズキナシ Aria alnifolia (果実総数:34810)、タラノキ(果実総数:24685)等であった。

2005 年~2017 年からの果実センサスデータを合わせ、2005 年からの結実木数と果実数の変化を解析した。その結果、2005 年~2016 年には 1 年周期での結実量の増減が見られたが、2017 年~2022 年には、その周期性が消失し果実数は減少して安定する傾向にあった(図 8 a, b)。また植物種の種構成と各種の果実数をもとに各年の植物群集を主成分分析によって分類したところ、2016 年までの植物群集は果実量によって分類されたものの、2017 年~2022 年の群集はまた異なる分類を示した(図 8 c)。特に 2017 年以降は木本種に対し、草本種やツル植物種などの個体あたりの結実数が少ない植物種が増加したためと考えられる。



(c)主成分分析による各年の植物群集の分類

●:果実量が多い年

○:果実量が少ない年

▲: 2017年以降の年

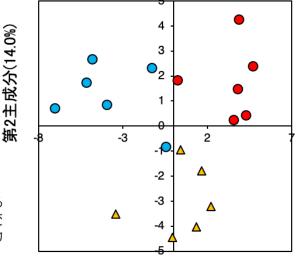


図8 果実量センサスによる 結実木数と結実量の年間変 化と主成分分析による植物 群集の分類

第1主成分(28.4%)

渡り鳥の飛来状況

19 日間の調査の結果、34 種 2064 個体の鳥種が捕獲、標識後放鳥された。このうち種子散布種であるツグミ科、ヒタキ科、ウグイス科、メジロ科、ヒヨドリ科、キツツキ科の種は19種1060 個体であった。種子散布種のうち多かったのはシロハラ(296 個体、27.9%)、マミチャジナイ(187 個体、17.6%)、メジロ(169 個体、15.9%)、ウグイス Horornis diphone(105 個体、9.9%)の4種であった。

2021 年以前の種子散布鳥種の種構成と調査日数当たりの捕獲個体数を元に、主成分分析によって各年の鳥群集を分類した。2017 年以降では、2017 年、2018 年、2022 年は鳥の少ない年のグループ (BP)に近く、2019 年、2020 年、2021 年は果実の少ない年のグループ (FP) に近かった (図 9 a)。一方、主成分分析の第 1 主成分と捕獲数との関係から、2017 年以降の年の鳥群集の特徴は果実の多い年に比較的類似していた (図 9 b)。しかし、2020 年は捕獲個体数が多かった。

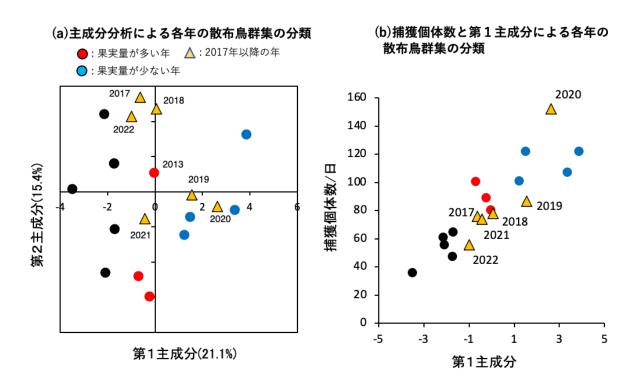


図9 各年の種子散布種の鳥群集の分類。(a) 捕獲数と種構成に基づく主成分分析による分類と、(b) 第1主成分と日当たりの捕獲個体数との関係による分類

種子散布の動態と種子散布ネットワークについて

2022 年の種子採集調査では 20 種 543 個体を対象に排泄物採集を行い、このうち種子散布種は 12 種 327 個体であった。それら 7 種 65 個体(19.6%)の排泄物から種子を採集した。散布されていた植物種は 15 種 79 例で、タラノキ(23 例、29.1%)、カラスザンショウ(18 例、22.8%)、ヒサカキ(17 例、21.5%)が主に高頻度で運搬されていた。また運搬されていた平均種子数は $5.1 \pm SD$ 20.9 個であった。

2017 年~2022 年の種子採集調査の結果から鳥散布ネットワークを解析した。6 年間で 44 種 5063 個体を対象に排泄物採集を行い、このうち 20 種 3239 個体が種子散布種であった。そのうち 785 個体(24.2%)から種子が採集された。散布鳥種はメジロ(361 個体、46.0%)、シロハラ(149 個体、19.0%)、マミチャジナイ(147 個体、18.7%)、ウグイス(39 個体、5.0%)で全体の 88.7%を占めていた。また散布植物種は、45 種 1077 例が観察され、カラスザンショウ(267 例、24.8%)、タラノキ(237 例、22.0%)、ヒサカキ(189 例、17.5%)、コシアブラ(78 例、7.2%)、ムラサキシキブ(62 例、5.8%)で全体の 77.3%を占めていた。

6年間の総合の鳥散布ネットワーク図を図 10に示す。2017年以降はメジロの特定種への関係(種子運搬)の頻度が高く、シロハラ、マミチャジナイの貢献が比較的少なかった。そのため 2016年までの 3 グループのネットワーク構造と比較すると(図 4)、FA グループの構造に類似していた。安定的とされる入れ子型構造の指標である NODF 値とWNODF 値を比較すると、やはり 2017年以降のネットワーク構造はいずれの値も低く、FA グループのネットワーク構造のである (NODF、FA: 58.8, FP: 66.0、BP: 63.9、2017年以降: 58.7; WNODF、FP: 42.2、FA: 44.4、BP: 42.6、2017年以降: 38.7)。このことは 2017年以降のネットワーク構造は入れ子型構造の度合いが低くなっていることを示唆している。

4. 考察

2022 年の調査結果とそれ以前のデータから、 2017 年以降、平均気温と平均日照時間が増加し、 秋にも高温、降水量が少ない日が多いことが示さ

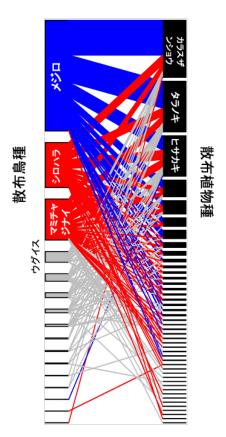


図10 2017年~2022年の6年間総合の鳥散 布ネットワーク図

れた。液果植物の多くは晩夏までエネルギーを蓄積し、初秋から果実を発達させ、秋に気温が低下することで成熟する。秋まで高温の日が続くと成熟が遅れ、結果的に捕食できる果実が少なくなったと考えられる。この傾向は特に 2022 年に顕著で、特に 1 本あたりの果実数が数千~数万個になる木本種、カラスザンショウ、タラノキ、コシアブラ、クマノミズキ、アズキナシの他に、エノキ Celtis sinensis、アズキナシ Aria alnifolia、キハダ Phellodendron amurense などの木本種の結実した果実の数が少なくなっていた。一方で、個体あたりの結実数が少ない草本種やツル植物種などが増加し、主成分分析の結果にみられるように液果植物の群集構成が大きく変化していた。一方で、渡り鳥の種構成や飛来数に大きな変化はなく、飛来数も FA や FP グループに近い年が多かった。特に 2020 年の飛来数は多かった。

2017 年以降の鳥散布ネットワークの構造は入れ子型構造の度合いが低くなっていた。 果実植物と渡り鳥の群集構成の比較から、このネットワーク構造の変化は主に果実の 種構成の変化に起因している。本来、果実が少ないとシロハラやマミチャジナイなどの ツグミ科の種が様々な植物種の果実を捕食、種子を散布するためネットワーク構造は 入れ子型になり、むしろ安定する(Ohkawara et al. 2022)。しかし、2017 年以降は 果実数の減少に伴い、シロハラ、マミチャジナイが捕食、利用できる植物種数が減った ため、果実への捕食頻度自体が低下したと考えられる。そのため入れ子型構造が低下、 鳥散布ネットワークの不安定化が促されることも予測される。今後はこうしたモニタ リングを継続し、この仮説の検証をさらに進め、異常気象が生態系の共生系ネットワークに与える影響を明らかにしていく予定である。

引用文献

- Kamei, Y., Ohkawara, K., 2022. Specific interactions in seed dispersal by the Japanese Whiteeye Zosterops japonicus: factors influencing its preference for two plant species, Aralia elata and Zanthoxylum ailanthoides. Ecol. Res. 37(5), 623-634. https://doi.org/10.1111/1440-1703.12333
- Ohkawara, K., Kimura, K., Satoh, F., 2022a. Long-term dynamics of the network structures in seed dispersal associated with fluctuations in bird migration and fruit abundance patterns. *Oecologia* 198(2), 1–14. https://doi.org/10.1007/s00442-021-05102-7

2022年度(第37回)タカラ・ハーモニストファンド研究助成報告

年間を通したミソサザイの生態に関する調査

惣田彩可 京都府

1. はじめに

ミソサザイは小型のスズメ目の鳥類で、ヨーロッパ・北アフリカから日本を含む東アジアに広く分布している(Cramp 1988)。ヨーロッパの個体群では、雄のミソサザイが複数の巣を作り、雌を誘引するため、しばしば一夫多妻制をとることが報告されている(Armstrong & Whitehouse 1977; Cramp 1988)。日本のミソサザイはヨーロッパの個体群とは異なる亜種に属するが(Gill et al. 2021)、その繁殖生態の研究例は少ない(Haneda & Kosakai 1971)。しかし、ミソサザイの日本の個体群は、繁殖行動においてヨーロッパの個体群とは異なる特徴をいくつか示している。例えば、ヨーロッパのミソサザイは低地から高山まで様々な環境で繁殖するが(Cramp 1988)、日本のミソサザイは繁殖期に低山帯から亜高山帯の渓流沿いで見られることが多い(Ueta & Uemura 2021)。このような生息地の違いにより、それぞれの地域に適応した繁殖形質が進化している可能性がある。

また、多くのスズメ目鳥類の雄は、繁殖期に「さえずり」と呼ばれる複雑な鳴き声を発する。ミソサザイは鳥類の中でも非常に複雑なさえずりをすることで知られている(Kroodsma & Momose 1991)。鳥のさえずりには、なわばりの防衛と雌の誘引という2つの主な機能があり、さえずりの進化は雌の配偶者選択の影響下にあることが、さまざまな研究によって示されている(Collins 2004)。一夫一婦の種よりも一夫多妻の種の方が雄間の繁殖成功度の差が大きいため、一夫多妻の種の雄はより強い性選択圧の下に置かれる傾向がある(Emlen & Oring 1977; Collins 2004)。したがって、一夫多妻における性選択の強さは、さえずりの複雑さの進化において重要な要因になっていると考えられている(Snyder & Creanza 2019)。一夫多妻の種のさえずりの特徴に関する詳細な情報は、性淘汰とさえずりの進化の関連性を理解する上で重要である。

繁殖生態に加え、非繁殖期における鳥類の行動も繁殖成功に影響する可能性がある。しかし、非繁殖期に焦点を当てた研究例は少ない。ミソサザイのような山地で繁殖する鳥類は、餌資源が少なくなる冬季には低地へと移動する種も多く、ミソサザイも同様であると考えられている。しかし、ミソサザイの季節的な移動に関する詳細な情報は知られていない。本研究の調査地である芦生研究林では2021年から継続してミソサザイの研究を行っいるが、その中で、秋から冬の非繁殖期においても山地の渓流沿いに滞在している個体が多くいることを発見した。この観察からミソサザイは非繁殖期にも繁殖期と同様に山地での生活を続けるのではないかと考えた。今後、ミソサザイの分布や生息密度を評価するには、どのような場所で生活するのか詳細に把握する必要がある。

鳥類は食物連鎖における高次捕食者であり、豊かな生態系の維持において重要な存在である。本研究で対象とするミソサザイは現在、6都県で絶滅危惧種または準絶滅危

惧種に指定されているが、上述のように日本では基本的な生態に関する情報は不足している。本研究は、ミソサザイの生態を詳細に調査することで、保全活動に必須となる基礎的な生態的知見を提供し、ミソサザイの住みかとなる森林生態系の保全に貢献することを目的とする。本研究では、始めにミソサザイの繁殖生態を調査した。5羽の雄を観察し、それぞれの雄のなわばりサイズと一夫多妻の程度を調査した。また、ミソサザイのさえずりを録音し、さえずりのレパートリーの数や個体間のさえずりの共有などの特徴を分析した。次に、非繁殖期においては、リングを装着して識別した個体の観察から、非繁殖期のミソサザイのなわばり形成状況について調査した。

2. 方法

2.1. 繁殖期

調査は 2022 年 4 月 22 日から 7 月 14 日まで、京都府の芦生研究林(北緯 35° 18' 31''、東経 135° 43' 4'') で行った。ミソサザイの雄 5 羽をかすみ網で捕獲し、カラーリングを装着することで個体識別を行った。ミソサザイは外見による雌雄の判別が困難であるが、雄のみが発する鳴き声(さえずり)が観察されたことから、捕獲したミソサザイはすべて雄であると判断した。捕獲から少なくとも 1 日後、 $06:00\sim12:00$ の 3 時間、各個体を追跡した。雄は頻繁にさえずるため、長時間見失うことなく観察することができた。この追跡中、追跡個体がさえずった場所(ソングポスト)の位置を GPS で記録すると同時に、リニア PCM レコーダー(DR-100MKIII; TEAC、東京)とガンマイク(MKE600; ゼンハイザー、Wedemark、ドイツ)を使ってさえずりをすべて録音した。この 3 時間の追跡・録音の後、少なくとも週に 1 回、各個体の観察を行い、これまで観察されなかったソングポストの記録と、繁殖ステージを調べた。

ミソサザイは通常、渓流や崖に沿って縄張りを形成する(Armstrong & Whitehouse 1977)が、本研究の対象個体群のミソサザイはほとんどが渓流沿いでさえずっていた。そこで、各雄のなわばりサイズとして渓流の長さを測定した。最も上流側と下流側のソングポスト間をなわばりとした。QGIS3.22.7(QGIS.org、2022)を使って、なわばりである渓流の長さを計算した。

録音したさえずりは Camacho-Schlenkerら(2011)の手法に従って分析した。Audacity® 2.2.2 (Audacity Team 2021)を用いてさえずりのスペクトログラムを表示し、1 から数個の連続した音のグループを「syllable」と定義した。スペクトログラム上で syllable の並びによってさえずりのタイプを分類し、各雄がもつさえずりのレパートリー数を数えた。先行研究では、ミソサザイのさえずりを 90 分間録音することで 1 個体のさえずりの全レパートリーを記録できることが示唆されている (Kroodsma & Momose 1991)。したがって、本研究での 3 時間の録音は各個体の全レパートリーを記録していると考えられる。スペクトログラム上で各個体のさえずりのレパートリーを他個体のさえずりのレパートリーと比較し、その個体が他の個体と共有するさえずりのタイプや要素があるかどうかを評価した。あるさえずりのタイプの syllable の並びが他の個体のさえずりのタイプとすべて同じである場合、その 2 つのさえずりタイプを「さえずりタイプの共有」と定義した。2 つのさえずりのタイプがいくつかの syllable を共有している場合、その 2 つのさえずりを「さえずりの要素の共有」と定義した。

2. 2. 非繁殖期

2022年11月7日から12月9日まで、繁殖期と同じ調査地で調査を行った。この期間に観察した個体は、繁殖期に観察された雄2羽(個体番号4番と6番)と、新たに捕獲してリングを付けた6羽の計8羽であった。個体番号4番と6番の2羽は前回の繁殖期の観察から、成鳥の雄と同定した。残りの6羽については、頭蓋骨の骨化の程度から成鳥(1歳以上で繁殖経験あり)か幼鳥(前年春生まれ)かを判断した。これら6羽の性別は、Chromo Helicase DNA binding (CHD)遺伝子法(Fridolfsson & Ellegren 1999)によって同定した。鳥類の性染色体の構成は雌がZW、雄がZZであり、W染色体上のCHD-W遺伝子とZ染色体上のCHD-Z遺伝子のイントロンの長さが異なるため、CHD遺伝子のポリメラーゼ連鎖反応(PCR)産物の大きさの違いから性別を判定することができる。捕獲の際、1個体から2枚の尾羽を採取し、DNAを抽出した。プライマー2550F(5′-GTTACTGATTCGTCTACGAGA-3′)と2718R(5′-ATTGAAATGATCCAGTGCTTG-3′)(Fridolfsson & Ellegren 1999)を用いて、DNA上のCHD遺伝子をPCRで増幅し、各個体の性別を判定した。

各個体を1時間追跡し、対象個体を観察した場所を記録した。すべての個体は通常、 渓流沿いに留まっていた。そのため、繁殖期と同じように、最も上流と下流で観察され た地点の間の渓流をなわばりと定義した。なわばりのサイズは QGIS 3.22.7 (QGIS.org 2022)を使って計測した。また、ミソサザイが連続的に地鳴きをする地点を記録し、繁 殖期と同じ機材を用いて録音した。

3. 結果

3. 1. 繁殖期

個体番号 1 番と 2 番は標高約 400m の同じ川沿いで(図 1a)、3 番、4 番、5 番は標高約 650m で観察した(図 1b)。2 つの地点は互いに約 5km 離れていた。3 番と 5 番のなわばりの境界は近く、互いに鳴き合うこともしばしばあった。なわばりサイズの平均は 328m であった(表 1)。

個体番号 4 番は 3 時間の追跡を行った日以降、観察することができなかったため、他の 4 羽の繁殖ステージを観察した。1 番、2 番、3 番、5 番を観察した期間は、それぞれ 23 日、30 日、65 日、55 日であった。雄は崖や倒木の隙間に巣をつくった。雌が巣に近づくと、オスは激しく鳴き、羽を震わせる行動をとった。雄は一度に 1 つの巣しかつくらず、雌が巣を使い始めると次の巣を作り始めた。個体番号 1 番の鳥は巣を 1 つ作り、雌に利用された。2 番と 3 番はつくった 1 つ目の巣が雌に利用され、2 つ目の巣をつくったが雌に利用されなかった。5 番の鳥は 2 つの巣にメスを誘引することに成功した。

雄は多くの syllable からなるいくつかのタイプの鳴き声を持つ (図 2 に 3 番のレパートリーの例を示す)。雄は平均して 6.4 タイプのさえずりを持っていた (表 1)。本研究の個体群では、多くのさえずりのタイプや要素が個体間で共有されていた (図 3、4)。 1 番、3 番、4 番は 1 つのさえずりタイプを共有し、1 番、2 番、3 番、4 番は 1 つのさえずりタイプを共有していた。

3. 2. 非繁殖期

新たに捕獲した 6 個体のうち、7 番だけが幼鳥と判定され、3、5、8、12、14、16 番は成鳥と判定された (表 2)。15 番の年齢は不明であった。これら 6 羽は、CHD 遺伝子法の結果、すべて雄と判定された (図 5)。

1時間の観察中、8 羽はいずれも限られた範囲を移動していた(図 6)。個体番号 3番のなわばりサイズは 376m と最も大きく、他の個体のなわばりサイズは 96m から 255m であった。3 番は繁殖期とほぼ同じ場所に非繁殖期の縄張りを持ち、縄張りの境界を下流に広げていた(図 1、6)。一方、5 番の非繁殖期の縄張りは繁殖期の縄張りと重ならず、さらに上流に位置していた。5 番の繁殖なわばりであった渓流は、7 番と 15 番が利用していた(図 1、6)。図 6 の 12 番と 16 番のなわばりに挟まれた区間にはなわばりを示していないが、この区間ではリングを装着していない個体をよく観察しており、この個体が利用している可能性が高い。

1 時間の観察中、対象個体が同じ場所に留まって鳴き続けることが多く観察された (図7)。また、隣のなわばりの個体が鳴き始めるとなわばりの端に移動して鳴き始めることも観察した。1 時間の観察中、連続した鳴き声は平均 2.25 回発生した。1 回の鳴き声は平均 32.7 秒持続した。

4. 考察

ミソサザイのヨーロッパの個体群は、一般的に 4 月中旬から 7 月下旬まで繁殖する (Cramp 1988)。本研究の調査個体群では、ミソサザイの繁殖期は 3 月下旬に始まり、7 月まで続いたが、日本の別のミソサザイ個体群で行われた先行研究では、ミソサザイは 5 月上旬に繁殖を開始し、6 月下旬に終了したと報告されている(Haneda & Kosakai 1971)。日本の個体群内でのこのような違いは、地域的な気候要因によるものであると考えられる。本研究の調査地は標高約 600m に位置し、例年 4 月上旬までにすべての雪が解ける。一方、先行研究は標高 1,600~1,800m で行われ、雪は 5 月上旬まで残る(Haneda & Kosakai 1971)。一般に、鳥類の生活史形質は生息地の標高に大きく影響を受ける(Balasubramaniam & Rotenberry 2016)。さらに、ミソサザイは木の根の間のくぼみや崖の表面など、地上からそれほど高くない場所に巣を作るため、営巣可能な場所は積雪に影響される可能性が高い。日本の 2 つの個体群はそれぞれ、その土地の気候に適応した繁殖戦略を持っていると考えられる。

本研究では、5 羽の雄のうち 2 羽のメスを獲得できたのは 1 羽だけで,他の 3 羽は一夫一妻であった。ヨーロッパにおけるミソサザイの個体群に関する先行研究では、一夫多妻の程度は地域によって大きく異なり(Armstrong & Whitehouse 1977; Cramp 1988)、雄は $1\sim4$ 羽の雌と交尾していた(Wesolowski 1983)。一般的に、一夫多妻は資源が不均等に分布している場合に起こりやすいことが示されている(Emlen & Oring 1977)。本研究では、調査対象個体数は少なかったが、一夫多妻の程度は低かった。したがって、調査地域では繁殖に必要な資源の分布に強い偏りはないと推測できる。このことは、1 番を除く 4 羽の雄がほぼ同じような大きさのなわばり(300m 前後)を形成していたことからも支持される。なわばりの大きさは生息環境の質と相関する傾向があるため

(Marshall & Cooper 2004)、なわばりの大きさのばらつきが小さいことは、資源の分布のばらつきが小さいことを示していると考えられる。

本研究の対象個体群では、さえずりのレパートリー数の平均は 6.4 であった。この結 果は、Kroodsma & Momose (1991)が、日本の別の個体群ではレパートリー数は 6~7 と 予想されると報告していることと一致する。鳥類では、さえずりを短期間しか学習しな い種もいるが、生涯にわたってさえずりを学習し続ける種もいる(Beecher & Brenowitz 2005)。後者の場合、他個体のさえずりを模倣したり組み合わせたりすることで、自分 のさえずりのレパートリーに新しいさえずりを加えることができるため、近接するな わばり所有個体の間ではさえずりの共有がみられることが多い(Beecher & Brenowitz 2005)。本研究の個体群では、雄の間で共有されているさえずりタイプもあり、さえず りの要素の共有も観察されたことから、雄は近隣の個体からさえずりを学んだと考え られる。鳥類が脳内でさえずりの学習システムを発達させるためには資源が必要であ り、発達過程のストレス要因となるため、さえずりの複雑さは雄の質の指標となると考 えられている(Nowicki & Searcy 2004; Boogert et al.) 例えば、雌はレパートリーの多 い雄を好む傾向があるという研究例がいくつかある(Gil & Gahr 2002; Byers & Kroodsma 2009)。また、雄のなわばり維持能力とさえずりの共有度には相関があることが報告さ れている (Beecher et al. 2000) これらのさえずりに関する形質がミソサザイの繁殖成 功に影響するかどうかは、今後の研究によって明らかになることが期待される。

非繁殖期には、2羽の雄が繁殖なわばり付近に留まった。これらの雄以外に、特定の場所に留まる雄が 6 羽観察された。今回の調査では観察期間が短かったが、これらのミソサザイの雄は非繁殖期でもなわばりを維持している可能性がある。雌も非繁殖期に縄張りを持つ可能性は否定できないが、本研究期間に観察された個体はすべて雄であったことから、この行動は雄特有のものであると予想される。この理由は明らかではないが、carry over effect (ある季節の個体の状態がその後の季節の個体の行動に影響すること)が関係していると考えられる (Marra et al. 1998)。なわばり防衛においては、なわばりの所有者が新規侵入者に対して優位であることが一般的である (Tobias 1997)。したがって、繁殖期になわばりを維持し、繁殖なわばりへと拡大する雄は、非繁殖期のなわばりを持たない雄よりも質の高い繁殖なわばりを獲得する可能性がある。今後の繁殖期における調査によって、非繁殖期のなわばりを繁殖成功の関係が明らかになるだろう。

引用文献

- Armstrong EA & Whitehouse HLK (1977) Behavioural adaptations of the wren (*Troglodytes Troglodytes*). Biol Rev 52(2): 235-294.
- Audacity Team (2021) Audacity(R): Free Audio Editor and Recorder. Available at https://audacityteam.org/ (accessed on 31 July 2022).
- Balasubramaniam P & Rotenberry JT (2016) Elevation and latitude interact to drive lifehistory variation in precocial birds: a comparative analysis using galliformes. J Anim Ecol 85: 1528-1539.
- Beecher MD, Campbell SE & Nordby JC (2000) Territory tenure in song sparrows is related to song sharing with neighbours, but not to repertoire size. Anim Behav 59: 29-37.
- Beecher MD & Brenowitz EA (2005) Functional aspects of song learning in songbirds. Trends Ecol Evol 20: 143-149.
- Boogert NJ, Giraldeau L-A & Lefebvre L (2008) Song complexity correlates with learning ability in zebra finch males. Anim Behav 76: 1735-1741.
- Byers BE & Kroodsma DE (2009) Female mate choice and songbird song repertoires. Anim Behav 77: 13-22.
- Camacho-Schlenker S, Courvoisier H & Aubin T (2011) Song sharing and singing strategies in the winter wren *Troglodytes troglodytes*. Behav Processes 87: 260-267.
- Collins S (2004). Vocal fighting and flirting: the functions of birdsong. In: Marler P & Slabbekoorn H (eds) *Nature's music: the science of birdsong*. Pp 39-79. Academic Press, New York.
- Cramp S (ed) (1988) The birds of the western palearctic, vol 5. Oxford University Press, Oxford.
- Emlen ST & Oring LW (1977) Ecology, sexual selection, and the evolution of mating systems. Science 197: 215-223.
- Fridolfsson A-K & Ellegren H (1999) A simple and universal method for molecular sexing of non-ratite birds. J Avian Biol: 116-121.
- Gil D & Gahr M (2002) The honesty of bird song: multiple constraints for multiple traits. Trends Ecol Evol 17: 133-141.
- Gill F, Donsker D & Rasmussen P (Eds) (2021) IOC World Bird List (v11.1). Available at https://doi.org/10.14344/IOC.ML.12.0 (accessed on 18 December 2022).
- Haneda K & Kosakai N (1971) Study on the polygamy of *Troglodytes troglodytes*. Bull Inst Natur Educ Shiga Heights Shinshu Univ 10: 35-47.
- Kroodsma DE & Momose H (1991) Songs of the Japanese population of the winter wren (*Troglodytes troglodytes*). The Condor 93: 424-432.
- Marra PP, Hobson KA & Holmes RT (1998) Linking winter and summer events in a migratory bird by using stable-carbon isotopes. Science 282: 1884-1886.
- Marshall MR & Cooper RJ (2004) Territory size of a migratory songbird in response to caterpillar density and foliage structure. Ecology 85: 432-445.
- Nowicki S & Searcy WA (2004) Song function and the evolution of female preferences: why

- birds sing, why brains matter. Ann N Y Acad Sci 1016: 704-723.
- QGIS.org (2022). QGIS Geographic Information System. QGIS Association. Available at http://www.qgis.org (accessed on 31 July 2022).
- Snyder KT & Creanza N (2019) Polygyny is linked to accelerated birdsong evolution but not to larger song repertoires. Nat Commun 10: 884.
- Tobias J (1997) Asymmetric territorial contests in the European robin: the role of settlement costs. Anim Behav 54: 9-21.
- Ueta M & Uemura S (2021) Report of the breeding bird atlas of Japan mapping the present status of Japan's birds 2016-2021. The Japan Breeding Bird Atlas Group, Tokyo.
- Wesolowski T (1983) The breeding ecology and behaviour of wrens *Troglodytes troglodytes* under primaeval and secondary conditions. Ibis 125: 499-515.

外部での研究発表

惣田彩可. モテる雄は冬に頑張る!?ミソサザイの雄の非繁殖期のなわばりが繁殖成功に与える影響の解明. A-03. バードリサーチ鳥類学大会 2022. オンライン. 2023 年1月. (口頭発表)

惣田彩可. 日本におけるミソサザイの繁殖生態とさえずりの複雑性. 2022 年度日本生態学会近畿地区例会. オンライン. 2022 年 12 月. (口頭発表)

惣田彩可. ミソサザイの繁殖生態と雄のさえずりレパートリー. 日本動物行動学会第41回大会. 2B1115. 福岡. 2022年11月. (口頭発表)

惣田彩可. 京都府におけるミソサザイの繁殖生態. 日本鳥学会 2022 年度大会. P020. 北海道. 2022 年 11 月. (ポスター発表)

表1.繁殖期における追跡個体のなわばりサイズ、営巣数、さえずりのレパートリー数

個体番号	なわばりサイズ (m)	雄の営巣数	巣に定着した 雌の数	さえずり レパートリー数
1	427	1	1	8
2	304	2	1	4
3	314	2	1	7
4	289	-	-	6
5	305	2	2	7

表 2. 非繁殖期における対象個体の性別、年齢、なわばりサイズ

個体番号	性別	年齢	なわばりサイズ (m)
3	雄	成鳥	376
5	雄	成鳥	111
7	雄	幼鳥	186
8	雄	成鳥	147
12	雄	成鳥	96
14	雄	成鳥	211
15	雄	-	255
16	雄	成鳥	104

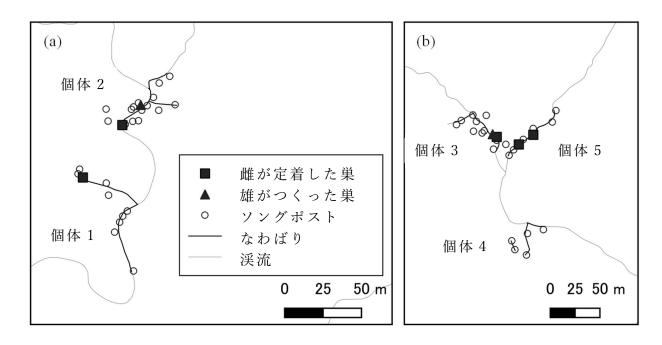


図1. 各個体のなわばり。 (a) 個体 1 と個体 2 のなわばり(b) 個体 3,4,5 のなわばり

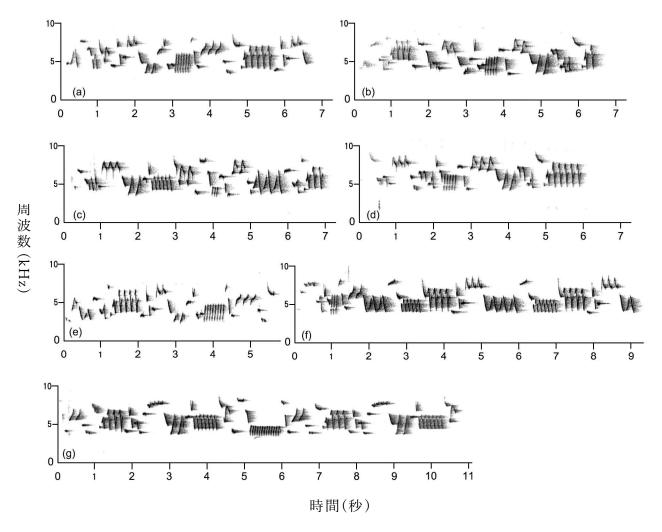
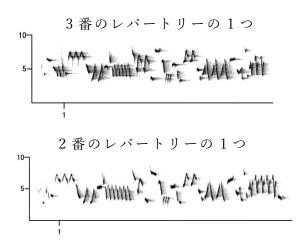


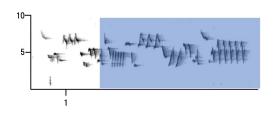
図2. さえずりレパートリーの一例(個体3)。録音された個体3のさえずりは(a)から (g)までの7タイプに分類された。

(a)さえずりの種類の共有の例



(b)さえずりの要素の共有の例

3番のレパートリーの1つ



5番のレパートリーの1つ

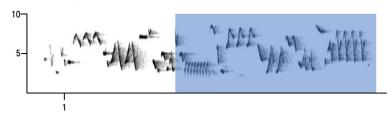


図3. さえずりの(a)種類と(b)要素の共有の例。(b)では網掛けの部分が共有されている要素を示す。

さえずりのタイプの共有数 **個体番号**

さえずりの要素の共有数 **個体番号**

	1	2	3	4	5
1		0	1	2	0
2	1		1	0	0
3	2	3		2	0
4	1	7	2		0
5	7	7	9	7	

図4. 各個体間のさえずりのタイプの共有数とさえずりの要素の共有数。

個体番号 7 8 12 14 15 16

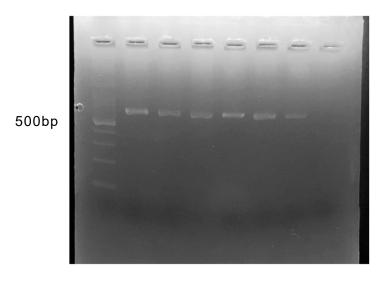


図 5. ミソサザイの性染色体による性判定の結果。最左列は DNA 分子量マーカーを示す。CHD-Z 遺伝子由来の 600bp の断片のみが検出されたため、すべての個体が雄であると判定された。

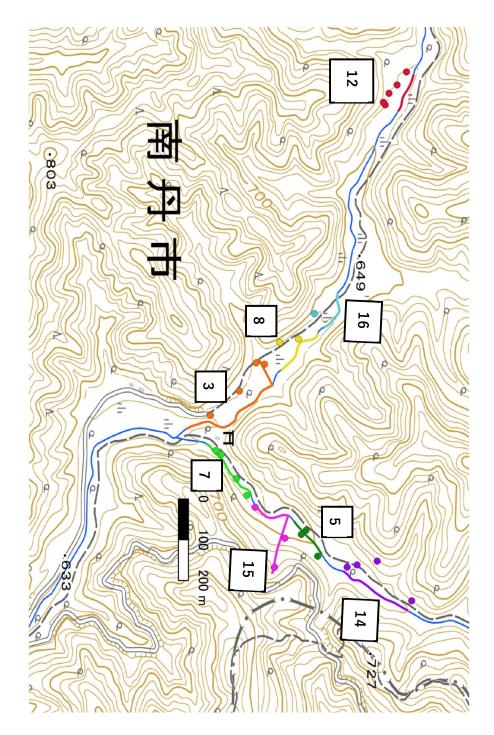


図 6. 非繁殖期におけるミソサザイのなわばり。各色の太線は各個体のなわばりを、□ 内の数字は個体番号を示す。○は連続した地鳴きが観察された地点を示す。

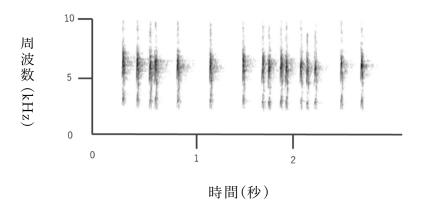


図7. 非繁殖期に録音されたミソサザイの連続した地鳴きのスペクトログラム。

2022 年度(第37回)タカラ・ハーモニストファンド研究助成報告

絶滅危惧種タガメの生息予測モデルの開発と保全への活用

高原 輝彦

鳥取県・島根県

1. 研究背景

ため池は魚類・両生類・水生昆虫などの多くの種が、生活や繁殖の場所として活用しており、高い生物多様性をもつことが知られている。大型水生昆虫のタガメ Kirkaldyia deyrolli は、ため池の上位捕食者であり、様々な生き物を大量に捕食するため、ため池生態系の維持機構に大きな影響を及ぼしていると考えられている。しかし近年では、全国的にタガメの個体数が激減しており、環境省のレッドデータブックには絶滅危惧 II 類 (VU) に指定されている。また、「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」で特定第二種国内希少野生動植物種にも指定され、販売目的の捕獲・売買の禁止など、種の保全に対する取り組みがなされている。したがって、本種の分布などの現在の生息状況を把握し、その生息場所の解明や保全に向けた迅速な対応が必要である。



(図1) 大型水生昆虫タガメ (撮影:尾形茂紀氏)

これまで、タガメが減少した要因については、水田の近代農法の変化、餌生物の減少、ため池の護岸や水生植物の減少、侵略的外来種の侵入などのいくつもの要因が指摘されている。とくにウシガエル Lithobates catesbeianus とアメリカザリガニ Procambarus clarkii は、日本の侵略的外来種ワースト 100 にも指定されており、近年ではこれら外来種 2 種による影響がタガメの減少に拍車をかけている可能性が考えられる。実際、いくつかの先行研究において、アメリカザリガニの侵入によってため池の外観が変わるほど水生植物が減少して生物多様性が低下したり、飼育下でタガメにアメリカザリガニを給餌するとタガメが衰弱・死亡したりすることが報告されている。また、野外におけるアメリカザリガニの侵入によって実際にタガメが減少した事例や、ウシガエルに関するタガメの捕食事例も確認されている。

報告者らはこれまでに、野外では水 1L ほどを採取して、その水サンプルに含まれる DNA (環境 DNA) を解析することで対象種の在・不在や生物量を簡便に推定できる "環境 DNA 分析"に精力的に取り組んできた。それらの成果のうち、タガメを対象にした環境 DNA 手法を開発し、主に島根県東部のため池 89 面におけるタガメの生息実態を調べた結果、本種の新規生息場所を発見することに成功している (Ogata et al. 2023)。 さらに、タガメ生息の有無と侵略的外来種の侵入や周辺環境(水田や水生植物の有無)との関係性の一端を明らかにして、ニューラルネットワークを用いたモデリングによってタガメの生息予測モデルの基盤を構築した(Ogata et al. unpublished data)。 しかしながら、本モデルでは十分な予測精度を満たしていなかったため、サンプル数や新たな特徴量の追加が必要であり、加えて、別のモデルアルゴリズムの利用によって更なる精度向上が見込めると考えられた。

そこで本研究ではまず、島根・鳥取方面のため池を対象にして広範囲な環境 DNA 調査を行い、タガメの生息状況に関する情報の追加・収集を試みた。加えて、侵略的外来種ウシガエル・アメリカザリガニの生息の有無についても環境 DNA 分析を用いて評価した。つぎに、Ogata et al. (2023) における 2017・2018 年のデータを利用して学習させた機械学習モデルの実用性について検討した。その際に、2022 年・2023 年の野外調査で採集したため池 67 面のサンプルのうち、現在までに環境 DNA 分析までを実施済みの 24 サンプル (ため池 24 面分) を用いて、作成した予測モデルの正確性を予備的に評価した。そして、構築したモデルを実運用した結果から、モデルの精度について考察した。これらによって、絶滅危惧種タガメをモデルケースにして、環境 DNA 分析と予測モデルの構築により、希少種の効率的で効果的な保全に向けた取り組みの一助になることが期待される。

2. 研究方法

2-1. 野外調査

島根県と鳥取県においてため池 67 面を対象にして環境 DNA 分析用の採水調査を実施した。野外調査は 2022 年・2023 年のタガメの活動が活発になる時期で実施した。各調査日には、DNA フリーの採水用ポリ瓶 1L を必要数用意した。なお、そのうちの 1 本はあらかじめ蒸留水 1 L を入れてクーラーボックスで保管した。これは採取した水サンプルへの運搬中における汚染 (コンタミネーション) の有無を評価するために用いた (クーラーブランク)。採取した水サンプルには、環境 DNA の分解を抑制する試薬として効果が実証済みの塩化ベンザルコニウム (Benzalkonium chloride、BAC) (Yamanaka et al. 2016, Takahara et al. 2020) を 1mL ずつ現場で添加した後、保冷剤を入れたクーラーバッグで低温状態を維持して大学の実験室に持ち帰った。

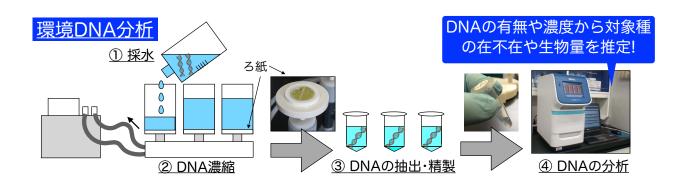
採水後、各池の環境情報として、水温と溶存酸素(LAQUA act; HORIBA)、電気伝導度(LAQUA twin B-771)、pH(LAQUA twin B-711; HORIBA)、硝酸イオン濃度(NO⁻⁷)(LAQUA twin B-743)、塩分(LAQUA twin B-721)を記録した。

2-2. 室内実験

実験室に持ち帰った水サンプルは、採水ボトルの表面を水道水ですすぎ、濾過器とガラス繊維濾紙 (GF/F、サイティバ社)を使用して吸引濾過を実施した。1 サンプルごとに最大の濾過量 1 L になるように実施した。濾過済みの濾紙はアルミホイルに包み、つぎの作業まで-30°C で保存した。濾過作業後、使用した各器具等は希釈済みのキッチンハイター (花王株式会社)に 5 分間以上浸してから、水道水と蒸留水で十分にすすいで DNA を除去した。

市販の DNA 抽出キット(DNeasy Blood & Tissue Kit、キアゲン社)を用いて、冷凍保管していた濾過済み濾紙からの DNA の抽出・精製処理を以下のとおり実施した(高原ほか 2021)。まず、各水サンプルを濾過した濾紙(1 枚または 2 枚)は、DNA フリーのピンセットを使用してサリベット(ザルスタット社)に入れた。つぎに、 Buffer AL 400 μ L/濾紙数とプロテナーゼ K 40 μ L/濾紙数の混合溶液をサリベット内の濾紙に添加した。56°C に設定した定温乾燥機に濾紙の入ったサリベットを 30 分間入れ、インキュベートした。定温乾燥機から取り出したサリベットを 5,000 g で 5 分間遠心した。つぎに、サリベット内の濾紙に TE (pH 8.0) 220 μ L/濾紙数を添加してから室温で 1 分間静置し、再度、5,000 g で 5 分間遠心した。回収された濾液に Buffer AL 200 μ L/濾紙数と 99.9%エタノール 600 μ L/濾紙数を添加し、溶液を十分にピペッティングしてから、キットに付属のカラムにアプライした。そのカラムを 6,000 g で 1 分間遠心した後、コレクションチューブの濾液を捨て、濾液がなくなるまで同様の作業を繰り返し

た。濾液がなくなった遠心後のカラムは新しいコレクションチューブに移し、Buffer AW1 500 μ L を添加し、6,000 g で 1 分間遠心した。遠心後のカラムは新しいコレクションチューブに移し、Buffer AW2 500 μ L を添加し、15,000 g で 3 分間遠心をした。遠心後のカラムは新しい 1.5 μ L エッペンチューブに移してから Buffer AE 100 μ L を添加した。そのカラムを室温で 1 分間静置した後、6,000 g で 3 分間遠心した。カラムから回収された環境 DNA サンプルは、リアルタイム定量 PCR 実験まで-30°C で保存した(図 2)。



(図2) 濾過処理から DNA の抽出・測定作業のフローチャート

2-3. リアルタイム定量 PCR 実験

水サンプルから濃縮・精製した環境 DNA サンプルに含まれる DNA 情報を分析するため、リアルタイム定量 PCR 実験を実施した。なお、タガメ、および、ウシガエル・アメリカザリガニの環境 DNA 分析に必要なプライマー・プローブはすでに開発済みである (Ogata et al. 2022, 2023) (表 1)。

(表 1) 本研究で使用した対象種 3 種のプライマー・プローブ情報

種名	プライマー・プローブ名	シーケンス情報
タガメ	Kdey-COI-F	5'-CACCTGGCAGGAGTGTCTTCA-3'
Kirkaldyia deyrolli	Kdey-COI-R	5'-AAAGTAGTAGAAGGGCAGTGATTGCT-3'
	Kdey-COI-Pr	5'-[FAM]-ACATACGAACTACTGGAATAT-[NFQ]-[MGB]-3'
ウシガエル	Lcat-Jpn-12S-F	5'-TTACACCGAGAAAATGTCCGTTT-3'
Lithobates catesbeiana	Lcat-Jpn-12S-R	5'-GAAATTTTTCGATCGCCTGTACTATA-3'
	Lcat-Jpn-12S-Pr	5'-[FAM]-CTACACACATTCGCATGACCCCCTTACC-[TAMRA]-3'
アメリカザリガニ	Pcla-Jpn-COI-F	5'-AATATTAGGTGCTCCAGATATGGCTT-3'
Procambarus clarkii	Pcla-Jpn-COI-R	5'-ACTCCTCTCAACTATACCCCTA-3'
	Pcla-Jpn-COI-Pr	5'-[FAM]-TGATTACTTCCTTTTTCTTTGAC-[NFQ]-[MGB]-3'

環境 DNA 分析では、TaqMan プローブ法を用いた。1 ウェルあたり総量 20 μ L になるように、蒸留水 7.0 μ L、マスターミックス(Environmental Master Mix 2.0、サーモ・フィッシャー社)10 μ L、プライマー・プローブの混合液(フォワードプライマー終濃度: 900 nM、リバースプライマー終濃度: 900 nM、プローブ終濃度: 125 nM)1 μ L、環境 DNA サンプル 2 μ L を添加した。リアルタイム定量 PCR 実験は、Ogata et al. (2022)、および、Ogata et al. (2023) に従い、1 サンプルにつきタガメの場合は 8 ウェル (8 回繰り返し)、ウシガエルとアメリカザリガニの場合は 1 サンプルにつき 3 ウェル (3 回繰り返し)で実施した。ポジティブ・コントロールとして、既知量の人工合成 DNA を、20000、200、20 copies / 2 μ L を 2 ウェルずつ、または、3 ウェルずつ添加した。PCR の温度条件は 50°C で 2 分、95°C で 10 分の後、95°C で 15 秒、60°C で 1 分のサイクルを 55 回の繰り返しで実施した。リアルタイム定量 PCR 実験において、55 回のサイクル以内で、各サンプルで 8 ウェル、あるいは、3 ウェルのうち 1 つでも増幅曲線の立ち上がりが確認されたものを陽性とした。

2-4. タガメ・ウシガエル・アメリカザリガニの生息予測モデルの構築

機械学習を応用して、対象種 3 種の生息予測モデルの構築を試みた。また、構築したモデルの重要度から生息に関わる環境要因などの評価を実施した。その際、適宜、構築したモデルの正確性についても検証した。

(表 2) 2017 年・2018 年のため池 89 面における環境 DNA 調査の結果

	DNA が検出された池の数
タガメ	11
ウシガエル	51
アメリカザリガニ	47

Ogata et al. (2023) で収集済みのため池 89 面分のデータを用いて、機械学習のモデル作成のための学習用データとテスト用データとして活用した(表 2)。機械学習モデルは、タガメ、アメリカザリガニ、ウシガエルごとに作成した。その際、目的変数は各対象種の「環境 DNA 分析結果(検出・非検出)」を用いて在・不在とした。説明変数(特徴量)は、「採取した水サンプルの濾過量(L)」、「着目した池の場所の高度(海抜)(m)」、「着目した池の護岸の割合」、「着目した池における抽水植物の有無」、「着目した池における浮葉植物の有無」、「着目した池の周囲 1km 内の池の数(面)」、「着目した池から最短の池までの距離(m)」、「着目した池のすぐ近くにおける舗装道路の有無」、「着目した池の周囲における森・水田・住宅の有無」、「着目した池の外周(m)」、「着目した池の面積(m²)」、「着目した池が島にあるかどうか」など

を用いた。

予測モデルの構築には各生物の在・不在の二値データを用い、TP (真陽性)、TN (真陰性)、FP (偽陽性)、FN (偽陰性)を評価した(表 3)。また、予測モデルは統計学手法である一般化線形モデルから K 近傍法、ナイーブベイズ法、決定木などの機械学習モデル 14 種で検証して、もっとも予測精度が優れたモデルを採用した。その際、「正解率」、「F値」、「適合率」、「再現率」をモデルの予測精度の指標として算出した(表 4)。これらの指標は 1 に近いほどよい精度を示しており、基本的にはバランスよく精度が高いのが望ましい。ただし、不均衡データや着目したい問題によって重視する指標が異なる場合がある。各モデルの構築方法としてホールドアウト検証を行い、全データの 8 割は学習データ、残り 2 割をテストデータとして利用した。

(表 3) モデルの構築に用いたデータ

True Positive(真陽性:TP)	在予測をして、実際に在
True Negative(真陰性: TN)	不在予測をして、実際に不在
False Positive(偽陽性: FP)	在 予測をして、実際は 不在
False Negative(偽陰性: FN)	不在予測をして、実際は在

(表 4)機械学習モデルの評価指標 4 つ

正解率	予測値と真値がどれだけ正解し
(Accuracy)	ているかの指標
適合率	モデルの在予測が正確かどうか
(Precision)	の指標
再現率	在データのうちモデルの在予測
(Recall)	で取りこぼしがあるかの指標
F 値	再現率と適合率の予測バランス
(F-measure)	の指標

また、機械学習モデルが重視した説明変数を示す PFI (Permutation Feature Importance) も算出した。これによって、各対象種の生息場所で重要な環境要因などを明らかにできると考えられた。

つぎに、モデル検証用として、2022 年・2023 年に収集したため池 67 面のうち、環境 DNA 分析まで実施済みのため池 24 面分 (24 サンプル) のデータを用いて構築したモデルの精度を評価した。

3. 研究結果

2022・2023 年において、島根県と鳥取県のため池 67 面を対象にして環境 DNA 分析用の採水調査を実施した(図 3)。



(図 3) 2022・2023 年において島根県・鳥取県の環境 DNA 調査を実施した池 67 面 (青丸が各ため池の場所。位置情報の詳細は示していない。)



(図4)調査対象のため池の1つ(撮影:尾形茂紀氏)

3-1. タガメの生息予測モデル

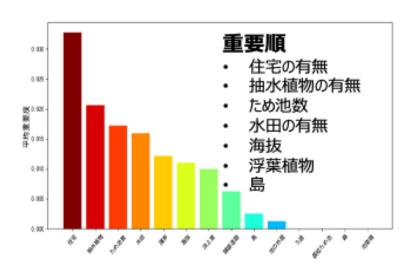
Ogata et al. (2023) で収集済みのため池 89 面分のデータを用いて、機械学習のモデル作成のための学習用データとテスト用データとした。

タガメの生息予測モデルを構築した結果、「K 近傍法」を用いた場合において、適合率が最も高くなった(表 5)。しかしながら、在判定を示す「適合率」が 3 割程度しか示さず、モデルの精度が十分ではないこともわかった。

正解率	予測値と真値がどれだけ正解し	0.89
(Accuracy)	ているかの指標	0.89
適合率	モデルの在予測が正確かどうか	0.00
(Precision)	の指標	0.33
再現率	在データのうちモデルの在予測	1
(Recall)	で取りこぼしがあるかの指標	1
F 値	再現率と適合率の予測バランス	0. 5
(F-measure)	 の指標	0.5

(表 5) タガメの生息予測モデルの結果(K 近傍法による)

構築したモデルにおけるタガメの生息予測において、PFI(Permutation Feature Importance)によるタガメの各特徴量の重要度は、高い順から「住宅の有無」、「抽水植物の有無」、「周辺のため池の数」、「水田の有無」、「海抜」、「浮葉植物の有無」、「島」となった(図 5)。



(図 5) タガメにおける PFI による各特徴量の重要度

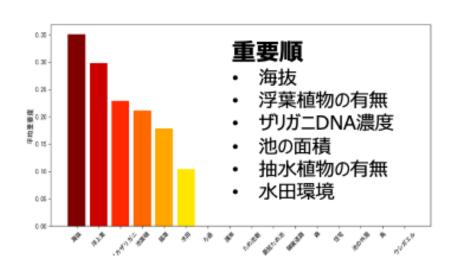
3-2. 再構築したタガメの生息予測モデル

タガメの生息に影響を及ぼすと考えられるウシガエルとアメリカザリガニの存在を考慮するため、説明変数としてこれら外来種 2 種の環境 DNA 分析結果を新たに追加して、タガメの生息予測モデルを再構築した。その結果、「決定木」を用いた場合において、適合率が 0.33 から 0.67 に改善された (表 6)。なお、学習データは TP=8、TN=63、FP=0、FN=0、FR=0、FN=0、FR=00、FN=00、FR=00、FN=00、FR=00、FN=00、FR=00、FR=00、FR=00、FR=00、FR=00、FR=00、FR=00、FR=00、FR=00、FR=00 FR=00 F

(表 6)	改変した	タガメ	の生息予算	削モデルの結果	(決定木による)
(1)			マン・エ・かり コーチ		コス 足 / トル よ る /

_			
	正解率	予測値と真値がどれだけ正解し	0.83
	(Accuracy)	ているかの指標	0.63
	適合率	モデルの在予測が正確かどうか	0.67
	(Precision)	の指標	0.67
	再現率	在データのうちモデルの在予測	0. 5
	(Recall)	で取りこぼしがあるかの指標	0. 5
	F 値	再現率と適合率の予測バランス	0 57
	(F-measure)	の指標	0.57

再構築したタガメの生息予測モデルにおいて、PFI(Permutation Feature Importance) によるタガメの各特徴量の重要度は、高い順から「海抜」、「浮葉植物の有無」、「アメリカザリガニの eDNA 濃度(=生息量)」、「池の面積」、「抽水植物の有無」、「水田の有無」となった(図 6)。



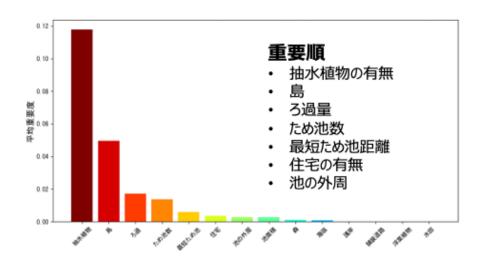
(図 6) 再構築したタガメにおける PFI による各特徴量の重要度

3-3. ウシガエルの生息予測モデル

0gata et al. (2023) で収集済みのため池 89 面分のデータを用いて、ウシガエルの生息予測モデルを構築した結果、「ナイーブベイズ法」を用いた場合において、モデルの精度が最も高くなり、4 つの指標すべてで 0.9 付近の高い値を示した (表 7)。なお、学習データは TP=32、TN=20、FP=7、FN=12、テストデータは TP=11、TN=5、FP=1、FN=1 を用いた。

正解率	予測値と真値がどれだけ正解し	0.89
(Accuracy)	ているかの指標	0.09
適合率	モデルの在予測が正確かどうか	0 00
(Precision)	の指標	0.92
再現率	在データのうちモデルの在予測	0.00
(Recall)	で取りこぼしがあるかの指標	0.92
F 値	再現率と適合率の予測バランス	0 00
(F-measure)	の指標	0.92

構築したモデルにおける PFI (Permutation Feature Importance) によるウシガエルの各特徴量の重要度は、高い順から「抽水植物の有無」、「島」、「濾過量」、「周辺のため池の数」、「最短のため池までの距離」、「住宅の有無」、「池の外周」となった(図 7)。



(図7) ウシガエルにおける PFI による各特徴量の重要度

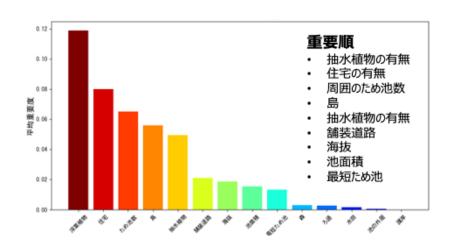
3-4. アメリカザリガニの生息予測モデル

Ogata et al. (2023) で収集済みのため池 89 面分のデータを用いて、アメリカザリガニの生息予測モデルを構築した結果、「ニューラルネットワーク法」を用いた場合において、モデルの精度が最も高くなり、4 つの指標すべてで 0.8 以上の高い値を示した (表 8)。なお、学習データは TP=34、TN=27、FP=3、FN=7、テストデータは TP=9、TN=6、FP=1、FN=2 を用いた。

(表 8) アメリカザリガニの生息予測モデルの結果 (ニューラルネットワーク法による)

正解率	予測値と真値がどれだけ正解し	0.00
(Accuracy)	ているかの指標	0.83
適合率	モデルの在予測が正確かどうか	0 00
(Precision)	の指標	0.90
再現率	在データのうちモデルの在予測	0 00
(Recall)	で取りこぼしがあるかの指標	0.82
F 値	再現率と適合率の予測バランス	0.00
(F-measure)	の指標	0.86

構築したモデルにおける PFI (Permutation Feature Importance) によるアメリカザリガニの各特徴量の重要度は、高い順から「浮葉植物の有無」、「住宅の有無」、「周辺のため池の数」、「島」、「抽水植物の有無」、「舗装道路の有無」、「海抜」、「最短のため池までの距離」となった(図 8)。



(図 8) アメリカザリガニにおける PFI による各特徴量の重要度

3-5. タガメ・ウシガエル・アメリカザリガニの生息予測モデルの精度検証

2017年・2018年のデータを利用して機械学習モデルによって構築したタガメ・ウシガエル・アメリカザリガニの生息予測モデルの精度を検証した。その際、2022年・2023年に採取したため池 67面のサンプルのうち、環境 DNA 分析済みの 24面分(24サンプル)の結果を用いた(表 9)。

(表 9) 2022 年・2023 年のため池 24 面の環境 DNA 調査の結果

	環境 DNA が検出された		
	ため池の数		
タガメ	1		
ウシガエル	4		
アメリカザリガニ	6		

(表 10) 対象種 3 種の生息予測モデルの検証データの結果

		タガメ	ウシガエル	アメリカ ザリガニ
True Positive (真陽性:TP)	在予測をして 実際に在	0	2	16
True Negative (真陰性:TN)	不在予測をして 実際に不在	9	9	3
False Positive (偽陽性: FP)	在予測をして 実際は不在	14	11	2
False Negative (偽陰性:FN)	不在予測をして 実際は在	1	2	3

表 10 は対象種 3 種の生息予測モデルの検証データの結果を示す。つぎに、対象種 3 種の生息予測モデルの精度は、F 値に着目してみると、アメリカザリガニで 0.55 を示した以外では、ウシガエルでは 0.24、タガメでは 0 と非常に低い値となった(表 11)。

(表 11) 対象種 3 種の生息予測モデルの精度

		タガメ	ウシ ガエル	アメリカ ザリガニ
正解率 (Accuracy)	予測値と真値がどれだけ正解し ているかの指標	0.75	0.46	0. 79
適合率 (Precision)	モデルの在予測が正確かどうか の指標	0	0. 15	0.60
再現率 (Recall)	在データのうちモデルの在予測 で取りこぼしがあるかの指標	0	0.50	0.50
F値 (F-measure)	再現率と適合率の予測バランス の指標	0	0.24	0. 55

4. 考察

本研究では、絶滅危惧種タガメの迅速な生息地の把握、侵略的外来種ウシガエル・アメリカザリガニの侵入察知のために、環境 DNA 分析と機械学習による生息予測モデルの構築を試みた。その結果、とくにタガメの生息予測モデルに関しては現段階では精度を高くすることが難しいことが明らかになった。本種は希少種であり、野外の在データが不均衡になる可能性が高かった。そのため、さまざまな機械学習法や外れ値検出手法などを試したが、期待していた結果を得ることができなかった。現在も生息予測モデルの精度向上のため、継続してタガメの環境 DNA 調査を実施しており、在・不在データの蓄積を進めている。加えて、山陰では過去の報告書などにおけるタガメの発見記録が多数あるので、その有効活用も検討している。これらによって、生息予測モデルの精度向上に向けた取り組みを進める予定である。また、タガメの生息場所の特徴も明らかになりつつあるので、今後、優先して保全すべき場所の特定も可能になると考えている。

一方で、侵略的外来種のウシガエルとアメリカザリガニは 2017 年・2018 年に収集したデータを用いた場合、高い精度の生息予測モデルの構築ができたと考えている。これは、タガメに比べて、これら 2 種の在データが充実していたことが関係しているのかもしれない。しかしながら、2022 年・2023 年のデータで検証した場合にその精度が低くなってしまった。現在、その原因について検討を進めている。

以上、今後も継続してため池調査を行い、機械学習によって構築する生息予測モデルにどの程度の実用性があるかについての答え合わせやモデルの精度向上に資する取り組みを展開する。

5. 今後の展望

環境 DNA 分析は野外では水を採取するだけなので、まずはスクリーニング的に広範な野外調査を簡便に行うことができる。そして、タガメの環境 DNA が確認された場所においてのみ捕獲調査を行い、実際の生息確認を行うことが可能になる、より効率的な調査が実施できる。また、直接捕獲は必要最少限におさえることができるため、希少種や環境への負荷を限りなく軽減できる極めて非侵襲的な方法である。このように、絶滅危惧種タガメの生息場所を簡便に評価できる環境 DNA 分析に、機械学習モデルを組み込むことで、重点保全地域特定の方法論を確立できれば、誰でも水を汲み取ってくるだけで実施できるシンプルな調査が可能になるため、その実用性と汎用性は極めて高いと考えられる。これらのことから、とくにタガメのような絶滅危惧種には最適な方法になるのは間違いない。加えて、タガメの生息予測モデルを確立することができれば、低コストで汎用的な方法論として全国各地で活用されることが期待でき、その有益性は計り知れない。今後は、採集済みのサンプルの処理とデータ解析を引き続き進めることで、より精度の高いモデル構築を目指す。

6. 研究協力者

- 尾形 茂紀(島根大学大学院自然科学研究科):野外調査、および、モデル構築
- 山岸 聖 (島根大学大学院自然科学研究科):野外調査

7. 謝辞

野外調査にご協力をいただいた島根大学の笹木快斗氏、坂本光織氏、永田晃弘氏、下田莉奈氏に、この場を借りてお礼を申し上げます。

8. 学会発表

• <u>尾形茂紀・山岸聖・高原輝彦</u>「環境 DNA と AI を用いた絶滅危惧種タガメと外来種 2 種の分布比較検討」2023 年水生昆虫談話会・日本陸水学会 共催シンポジウム、口頭発表、松本市(信州大学)、2023 年 1 月 21 日-22 日

9. 参考文献

- <u>Shigeki Ogata</u>, Hideyuki Doi, Takeshi Igawa, Shohei Komaki, <u>Teruhiko Takahara</u>* (2022) Environmental DNA methods for detecting two invasive alien species (American bullfrog and red swamp crayfish) in Japanese ponds. Ecological Research, 37 巻 6 号, 701-710 頁
- <u>Shigeki Ogata</u>, Atsuhiro Nishiwaki, Kanji Yamazoe, Kyoko Sugai, <u>Teruhiko Takahara</u>* (2023) Discovery of unknown new ponds occupied by the endangered giant water bug *Kirkaldyia deyrolli* (Hemiptera: Heteroptera: Belostomatidae) by combining environmental DNA and capture surveys. Entomological Science, 26 巻 1 号, e12540 頁

島嶼草原の送粉生態系及び絶滅危惧種ヒメツルアズキの 繁殖生態の解明(中間報告)

大阪市立自然史博物館 長谷川匡弘

長崎県

【はじめに】

花と、花粉を運ぶ動物(送粉者)が作る送粉生態ネットワークは、人との関わりも深い重要な生物間ネットワークであるが、近年世界各地で劣化していると考えられている。日本でも例外ではなく、温暖化や、都市化による送粉者の生息地の減少、開花植物の減少、農薬の使用、外来生物による悪影響等の原因で、多くの環境で送粉生態ネットワークが劣化しているのは間違いない。しかし日本では、花を訪れる動物全分類群にわたる網羅的な調査は、ほとんど実施されておらず、過去と比べて、何が減少したのか、どのくらい減少したのかについてはよく分かっていない。すでにネットワークが崩壊しており、多くの開花植物にほとんど昆虫類が訪れないという場所もあり、このような場所では過去の情報が無いため、どのようなネットワークが開花植物と訪花昆虫の間に形成されていたか全く不明である。

また、訪花昆虫に着目すると、マルハナバチ属、ミツバチ属など、分かりやすく、分類が確定している訪花昆虫類はよく調査されており、記録も多い。しかし、花を訪れ、送粉を担うのはこれらの限られた昆虫だけではなく、ハチ目では、ムカシハナバチ科、コハナバチ科、ハキリバチ科、ドロバチ科、クモバチ科、スズメバチ科などいくつもの科に渡る多くの種が花を訪れる事が知られている。ハエ目についてもハナアブ科をはじめとし、クロバエ科、イエバエ科など多くの科が訪花することが知られているが、これらの訪花性昆虫類の訪花記録はほとんど蓄積されていない。これらの昆虫類も含めて送粉生態ネットワークを明らかにしていくには、訪花した植物種を確認した上で採集し、標本にして名前を決めていくという同定作業を行う必要がある。ハエ目、ハチ目の同定ができる専門家も限られており、これまでの送粉生態ネットワークは、目や科にとどまることがほとんどであった。さらに、こられの研究で標本まで残されていることは稀で、遡って標本を確認できる状況にはない。

訪花「量」の記録もない。これまで実施されてきた送粉生態ネットワークの調査では、調査する植物の調査面積はどのくらいか、調査時間はどのくらいか、記録がない事がほとんどである。このため、訪花したかしていないかの 1,0 データとしてしか扱えず、将来の環境の変化に伴うネットワークの変化を考えるにはデータが不十分である。

送粉生態ネットワークの研究自体は、少ないながら実施されているものの、上記のような問題点がある。本研究ではこのような問題点を解決するために、1) 訪花した全ての昆虫類を記録する、2) 訪化した昆虫類を採集し標本にして保管し、詳細な同定も行う、3) 調査面積、訪花昆虫の調査時間、植物の被度などを記録し、量的なデータを得る、という3点に注意して、送粉生態ネットワークの調査を行う。

本研究では、島嶼部の草原環境に着目して、その送粉生態ネットワークを明らかにしよう

というものである。島嶼部の草原環境に着目したのは次のような理由がある。1) 日本では 特に草原環境の劣化・減少が著しく、多くの草原性植物が絶滅の危機にある。2) しかし、 草原環境での送粉生態ネットワーク調査はほとんど実施されていない。島嶼部での調査も皆 無である。3) また、島嶼部では同種とされる植物でも生態的特徴が変化している事が多く、 訪花動物も本土とは異なり、特殊な送粉生態ネットワークがある可能性がある。このような 理由のため、本研究では、良好な草原環境が残っている長崎県宇久島において送粉生態ネットワーク調査を実施することとした。

本研究の調査地とした宇久島は、ヒメツルアズキ、ヒゴタイのように分布が極限される草原性植物があり、植物の多様性が高いが、大規模なメガソーラー発電所の建設計画があり、実行されれば島内の環境が大きく変貌する。しかも、宇久島ではこれまでまとまった動植物調査が実施されておらず、生態学的調査の必要性・緊急性が非常に高い。特にヒメツルアズキは、日本では福岡県、長崎県のみに分布する植物だが、福岡県では近年確認されておらず、長崎県の福江島、宇久島で確認されるのみとなっており、環境省のレッドデータブックでは絶滅危惧 IB 類と評価され、絶滅の危険性が非常に高い植物である。宇久島では現在の所、島内の草原周辺の路傍等で見ることはできるが、メガソーラー発電所の建設計画がある場所と生育地が重なっており、メガソーラー発電所の建設により大幅に減少し、生育環境が悪化する可能性がある。このため、宇久島の草原環境での送粉生態ネットワーク調査に加え、ヒメツルアズキについて、より詳細に送粉生態の調査を行うこととした。

本研究では、1)消滅の危機にある島嶼草原の開花植物と送粉動物のネットワークを明らかにし、2)その中で特に絶滅の危険性が高いヒメツルアズキの生育状況、繁殖生態を解明する。花とそれを訪れる動物が形作る送粉生態系は世界中で劣化していると考えられ、その解明が急務である。特に島嶼部の草原環境では、特異な送粉動物や植物が知られているにも関わらず、生態学的調査はほとんど実施されていない。本研究では、現状では良好な草原環境が残っているが、メガソーラー発電所建設で大きく環境が変わる長崎県宇久島で、開花植物と訪花昆虫が作るネットワークの網羅的調査を行う。またその中で、特に希少な草原性植物ヒメツルアズキに着目する。

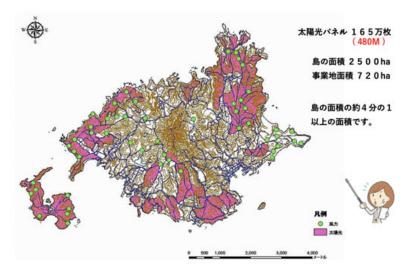


図1 字久島におけるソーラーパネル等の開発予定地(ピンクの場所)。重要な草原のある島の北部の開発が特に問題である。全国再エネ問題連絡会 HP よりhttps://saiene-news.com/?p=269

【研究の準備状況(2022年の段階)】

本研究の実施に当たり、ヒメツルアズキ等重要な草原性植物の生息地情報は 2022 年に既に入手しており、また、調査地に含まれる西海国立公園の特別地域について採取許可を申請済みである(研究開始時に採取許可取得済み)。送粉生態ネットワークの調査は、ハエ・ハチ類の同定が研究を進めるうえで大きな壁となる。しかし、筆者の勤務する大阪市立自然史博物館には、ハチ目の専門家である松本吏樹郎氏が在籍しており、協力を得ることが可能である。専門の同定資料・書籍についても博物館に所蔵されており、また、同定の際に参考にできる多くの標本類が所蔵されている。また、ハエ目に関しても、双翅目談話会が収集・整理した標本類が博物館に蓄積されており、来館する専門家への同定依頼も可能である。

なお、購入を予定しているビデオカメラ等以外の研究に必要な機器は、申請者の勤務する 博物館にすでにある。

【調査地】

長崎県佐世保市宇久島とする(図1の赤矢印)。



図2 宇久島の位置。

【調査方法】

本研究では、ヒメツルアズキ等の分布が限られる草原性植物が分布し、今後開発の危機に 瀕している長崎県宇久島の特に草原環境に着目して 1) 草原環境を中心として開花植物 -訪花動物ネットワーク (送粉生態ネットワーク) を明らかにし、その中でも 2) 最も絶滅 の危険性が高いヒメツルアズキの分布・繁殖生態の調査を行う。

調査準備・調査ルートの設定 主要な植物等の情報についてはすでに収集済みである。調査 許可関係の手続きも完了した。調査地域は長崎鼻~大浜海岸(国立公園内でメガソーラー発 電所の開発に関しては限定的)、城ヶ岳周辺(国立公園内でメガソーラー発電所の開発に関しては限定的)、野方草原(メガソーラー発電所の開発により大きく変貌すると考えられる)、平原草原〜大久保草原(メガソーラー発電所の開発により大きく変貌すると考えられる)の4カ所とした。メガソーラー発電所の開発が限定的な場所は2カ所、メガソーラー発電所の開発により大きく環境が変化すると考えられる場所も2カ所となる。長崎鼻〜大浜海岸、野方草原、平原草原は海岸近くで、放牧地やその周辺に草原環境が広がっている場所である(図3)。また、城ヶ岳はスダジイ、タブノキ、キンショクダモ、ハクサンボク等を含む照葉樹の二次林が広がっており、他の3カ所の環境とは異なっている(図4)。図5〜8のとおり、選定した調査地に調査ルートを設定した。





図3 左:野方草原、右:平原草原周辺





図4 城ヶ岳周辺。山頂までの道路沿いは照葉樹二次林。ふもとには空き地、田畑が広がるが、このような人為的環境も調査ルートに加えた。



図5 長崎鼻~大浜海岸の調査ルート図



図6 野方草原の調査ルート図

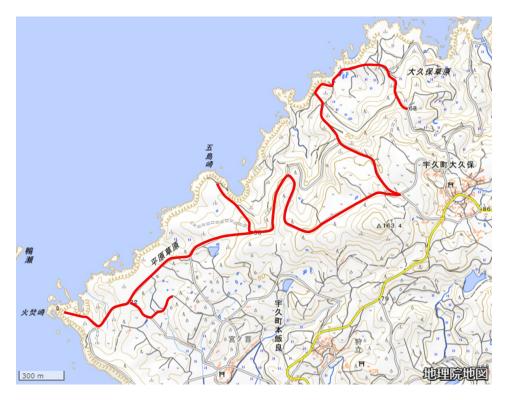


図7 平原草原~大久保草原の調査ルート図



図8 城ヶ岳周辺の調査ルート図

A送粉生態ネットワーク調査方法 調査時期は1年目に2回(2022年10月11日~14日、2023年5月23~25日)に実施した。秋期及び春期調査に該当する。2年目にさらに4回(6~7月、8月、9月、10月)の計6回を予定しており、春から秋までの季節を網羅できるようにする。なお当初の計画では、2年目は2回の調査で終了の予定であったが、レンタカーを調査に用いておらず、この分の予算を用いて、開花する植物が多い秋期により綿密に調査を実施することとした。Aにおいて設定した調査ルート(図5~8)沿い及びその周辺で調査を実施した。調査時に開花している1m×1m以上の植物群落の前で10分間待ち、花に訪れた動物(主に昆虫類)を記録、採集した。この際に、開花植物側では、開花植物名、調査面積、開花状況、観察開始時刻、終了時刻等を記録した。また、種によっては雄株、雌株、花数等の記録も行った。可能な限り調査した植物種の標本を採集し、さく葉標本とした。動物が訪花した際には、その行動や雄しべ・雌しべに体が触れたか、などについても記録し、送粉者として機能しているかどうかの評価に用いた。1日当たり25~30か所の様々な植物群落で送粉者を記録した。

Bヒメツルアズキの分布・繁殖生態調査 1年目は島内の海岸・草原環境で、ヒメツルアズキの生育状況を把握するために踏査を行った。事前に分布状況の情報を得ていたが、この情報が2008年のものであり、この際の確認位置では多くが確認できなかった。このため、2022年10月11日~14日の期間に改めて、生育に適した環境を再調査した。また予備的にカメラのビデオ機能を用いて、訪花昆虫調査を実施した。確認できたヒメツルアズキの群落(2集団)から果実を採集し、大阪市立自然史博物館の圃場で栽培を行った。現地では、ウシが放牧されていること、草刈りも頻繁に実施されていることから、ヒメツルアズキの繁殖生態調査を長期にわたり実施するのが困難と判断した。このため、繁殖生態を調査するための袋がけの処理については、この栽培個体を用いて実施する事とした。

2年目には、確認した生育地の中から最も良好な環境を選定し、次の通り、繁殖生態調査を行う予定である。 1) 訪花昆虫調査:ヒメツルアズキではこれまでどのような動物が花粉を運んでいるか調査されたことがない。1×1m以上の群落の前で訪れる昆虫類を待ち(ビデオカメラも併用)、訪花した昆虫類、訪花行動を記録する。訪花した昆虫類については一部を採集し、同定に用いるとともに体表についた花粉を確認するとともに付着部位も記録し、適切に送粉がおこなわれているか確認する。2) 繁殖生態調査:強制自家受粉処理(自身の花粉を人為的に柱頭につける)、強制他花受粉処理(他の株の花粉を人為的に柱頭につける)、袋掛け処理(昆虫が全く来ない状態にする)、自然状態の4つの処理を開花直前のつぼみに対して行い、結実率、結果率を比較し、繁殖がどのように行われているか明らかにする。このうち、強制自家受粉処理、強制他花受粉処理、袋掛け処理については、2022年に採集した種子から栽培した個体を用いて実施する。自然状態の結果率、結実率については、現地の集団を用いる。

<u>C標本整理・調査結果とりまとめ</u> 採集した植物、昆虫・その他動物の標本を作製し、種名を確定するとともに、Bについては、統計ソフトRを用いて、ネットワーク図を作成して、

ネットワークの中枢となる植物、昆虫類を明らかにする。季節を通じてこれらを明らかにすることで、草原の送粉ネットワークの中で特に重要な役割を果たしている種を植物側、動物側の双方から明らかにする。Cのヒメツルアズキについては、生育地および個体数について、地図上で整理し、重要な生育地・生育環境を明らかにする。また、各処理を行った花からできた果実を持ち帰り、形成された種子数、種子重量を計測し、繁殖に送粉者が必要となるかどうか、主要な送粉者は何かを明らかにする。標本の作成、整理、同定は1年目、2年目ともに実施するが、ネットワーク図の作成については、訪花昆虫の同定が完了することが必要となるため、2年目に実施するものとする。ヒメツルアズキの分布状況の整理に関しても、事前に得られたデータに加え、1年目、2年目のデータを追加して、島内の分布状況の整理を行うため、2年目に実施するものとする。

【調査結果及び考察】

A 送粉生態ネットワーク調査

本調査は2022年10月11日~14日および、2023年5月23~25日に実施した。天候の状況を確認しながら調査日を設定したものの、条件の良い日が続かず、調査期間を短縮した調査回もあった。2022年10月の調査では、城ヶ岳周辺、野方草原、平原草原~大久保草原の3カ所を実施した。また、、2023年5月の調査では、長崎鼻~大浜海岸、野方草原、平原草原~大久保草原の3カ所を実施した。調査した開花植物は以下の通りである。

秋期 (2022年10月11日~14日)

調査地名	調査を実施した開花植物
城ヶ岳周辺	アキノノゲシ、コセンダングサ、ツルソバ、ヌマダイコン、ヤマハ
	ッカ、シラヤマギク、ナンテンハギ 以上 7種 8カ所
野方草原	ホソバワダン、オオユウガギク、ハマベノギク、コセンダングサ、
	ナワシログミ、ツルソバ、イヌタデ、ダルマギク、ハマビワ
	以上 9種 26カ所
	※特にホソバワダン、ハマベノギク、ダルマギクは開花量も多く、
	繰り返し調査を行った。
平原草原~大久保	ツルソバ、ナワシログミ、ホソバワダン、ハマベノギク、オオユウ
草原	ガギク、ハマゼリ、ナンテンハギ
	以上 7種 25カ所
	※特にホソバワダン、ハマベノギクは開花量も多く、繰り返し調査
	を行った。

海岸草原では、開花植物種は限られ多くは無かったが、ホソバワダン、ハマベノギク、ダルマギクは生育量も多く、重要な開花植物と考えられた。調査を実施した代表的な開花植物を図9に示した。

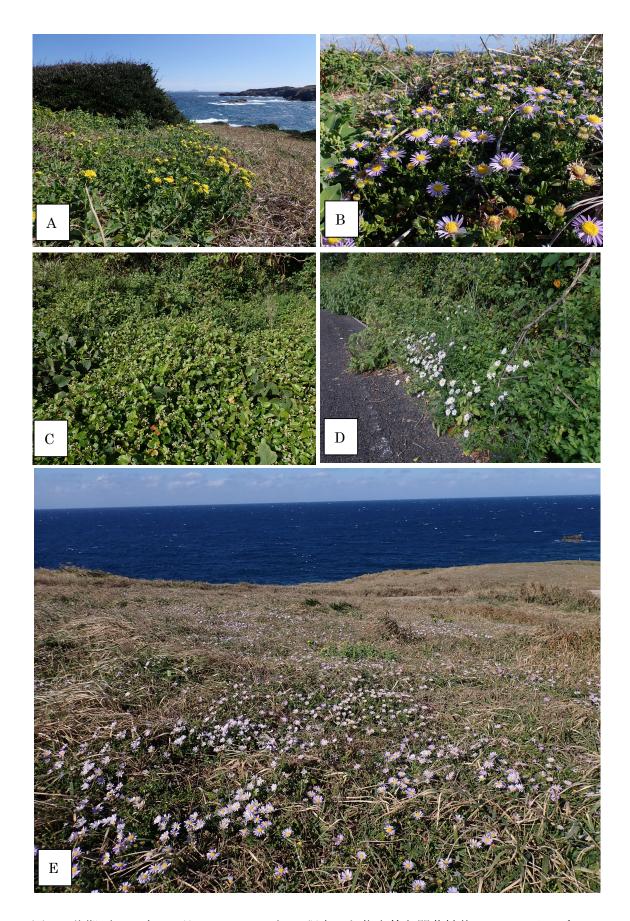


図9 秋期 (2022年10月11日~14日) に調査した代表的な開花植物。A:ホソバワダン、B:ハマベノギク、C:ツルソバ、D:オオユウガギク、E:平原草原の様子。草原一帯にハマベノギクが多く生育しており、一斉に開花している。平原草原のものは特に大きい群落だった。この場所もソーラーパネルの設置が予定されている。

春期 (2023年5月23~25日)

調査地名	調査を実施した開花植物						
長崎鼻~大浜海岸	セイヨウタンポポ、ノアザミ、シロツメクサ、ハマヒルガオ、ハマ						
	ウド、ツクシキケマン、ハマダイコン、スイカズラ、ネズミモチ、						
	ミヤコグサ、ボタンボウフウ、テリハノイバラ、ハマボウフウ						
	以上 13 種 30 カ所						
野方草原	ハマナデシコ、ボタンボウフウ、ノアザミ、ネズミモチ、ハゼノキ、						
	スイカズラ 以上 6種 8カ所						
	※荒天となり十分な調査はできなかった。						
平原草原~大久保	テリハノイバラ、ミヤコグサ、ノアザミ、ハマナデシコ、ツクシキ						
草原	ケマン、スイカズラ、シロツメクサ、ハゼノキ、ハマダイコン、ネ						
	ズミモチ 以上 10種 30カ所						
	※特にテリハノイバラ、ノアザミは開花量も多く、繰り返し調査を						
	行った。						

春期はテリハノイバラ、ノアザミ、ミヤコグサ、ハマウドが特に海岸草原に多く見られ、これらの植物種での訪花昆虫調査が多くなった。主要な開花植物を図 10 に示した。このうち、ハマダイコンは赤紫色が強く、株の上部で細かく枝を分ける個体が多く見られ、特徴的な集団である。また、海岸草原のノアザミは極めて丈が低く、葉に光沢の強い株が多かった。これらの植物は本土とはやや形態的に異なっており、より詳細に調査を行う必要がある。

訪花昆虫は、秋期にはムカシハナバチ科の昆虫が特にキク科に多く訪花していた。現在同定中の昆虫類も多く、ネットワーク図はまだ描けてはいないが、特に個体数の多いアシブトムカシハナバチが海岸草原の開花植物-訪花昆虫のネットワークの中心的な存在になりうると考えられる。また野方草原において、オウカンヒゲナガハナバチ Eucera (Tetralonia) yoshihiroi (ミツバチ科)のハマベノギクへの訪花を確認することができた(図 11)。本種は 2022 年に記載された種であり、これまで京都府、福岡県、熊本県、鹿児島県で確認されている。長崎県からは記録が無かったが、今回の調査における記録が初めてのものとなる。オウカンヒゲナガハナバチはこれまで、同様に秋に出現するヒゲナガハナバチの仲間であるミツクリヒゲナガハナバチと混同されていたが、2022 年に公表された論文において新種とされた。このため分布情報も少なく、生態的情報もほとんど無い。ただ、これまで記録されている場所は良好な海岸環境が残されていることが多く、キク科植物に好んで訪花することが知られている。今回確認された野方草原は、良好な海岸環境が残されており、ハマベノギク、ホソバワダンなどのキク科植物も非常に豊富である。現在、この種の生息状況や生態情報がほとんど無い中では、このような環境を広く保全していくことが重要だと考えている。

春期調査では、海岸の開花植物の多くにニッポンヒゲナガハナバチが訪れていた(図 12)。 本土では、海岸にはシロスジヒゲナガハナバチが多く生息しており、里山でニッポンヒゲナガハナバチが多くなるが、宇久島ではシロスジヒゲナガハナバチは確認されず、全域にニッポンヒゲナガハナバチが生息しているようだ。春期に開花する主要な花上で確認されており、



図9 春期(2023年5月23~25日)に調査した代表的な開花植物。A:テリハノイバラ、B:ハマウド、C:ハマダイコン、D:ミヤコグサ、E:平原草原の様子。草原一帯に丈の低くなったノアザミが多く見られた。葉の光沢が強く、海岸の厳しい環境のためか丈が非常に低いものがほとんどである。

個体数も非常に多く、ネットワークの中心的な存在であると考えられる。この他、ニホンミ ツバチ、コマルハナバチも確認されたが、海岸草原での確認数は少なかった。

ハナアブ類、その他のハエ目は多くの種が秋期、春期ともに確認されたが、現在同定作業中である。特に個体数が多いのはホソヒラタアブ、ツマグロキンバエ、クロバエ科の一種であった。これらは本土でも普通に確認される種であるが、海岸草原の植物の送粉に大きく寄与している可能性がある。今後、同定作業を進めていき、ネットワーク図を用いて評価を行う予定である。

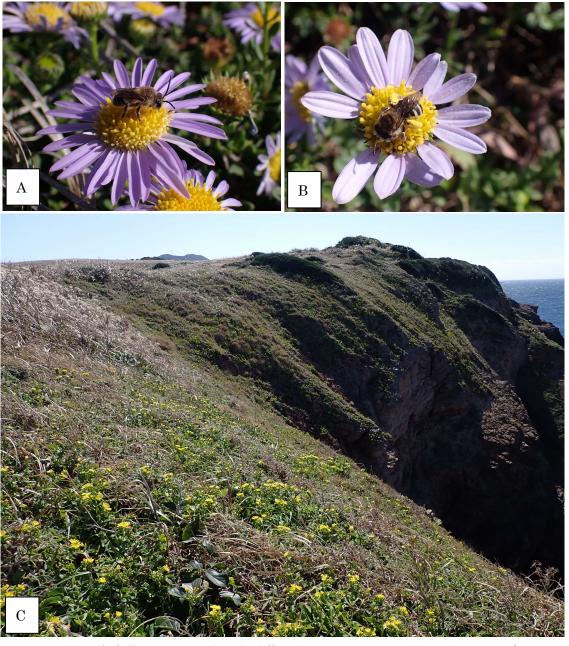


図 11 秋期の海岸草原における主要な訪花昆虫。A:ハマベノギクに来たアシブトムカシハナバチ(ムカシハナバチ科)、B:ハマベノギクで花粉を集めるオウカンヒゲナガハナバチ(ミツバチ科)の雌。2022 年に記載されたばかりの種で、詳しい分布状況、生態等は明らかになっていない。これまでのところ、野方草原でのみ確認されている。C:オウカンヒゲナガハナバチの生息環境。良好な海岸環境が保たれている。

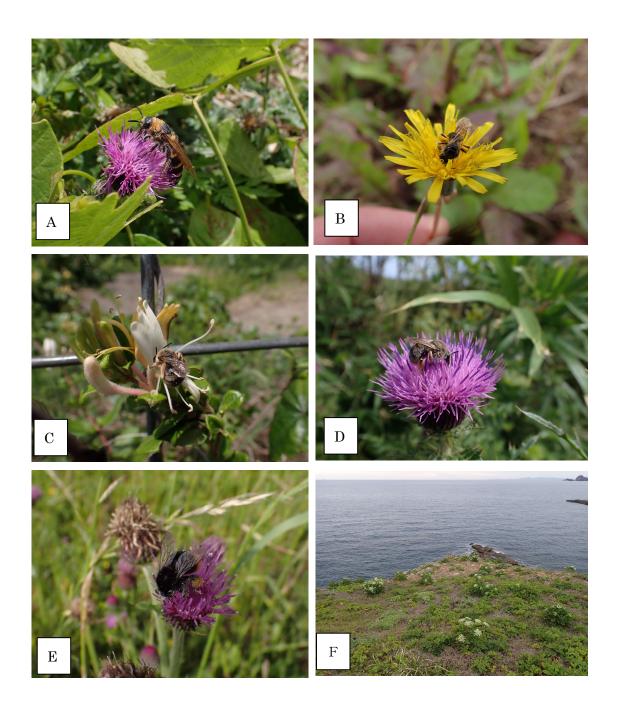


図 12 春期の海岸草原における主要な訪花昆虫。A: Jアザミに来たアシブトムカシハナバチ(ムカシハナバチ科)、B:セイョウタンポポで花粉を集めるキバナヒメハナバチの雌。。C:スイカズラで吸蜜するニッポンヒゲナガハナバチ。D: Jアザミで吸蜜するニッピオンヒゲナガハナバチ。E: Jアザミに来たコマルハナバチ。F:ボタンボウフウが開花する野方草原。花上にはコアオハナムグリ、ハナムグリが多い。

B ヒメツルアズキの分布・繁殖生態調査

2022年はまず、宇久島内においてヒメツルアズキ(図 14)の分布調査を行った。事前に得た佐世保市のレッドデータブック作成の際の調査では、属島の寺島を含め8カ所で確認されていた。10月に再調査を行った結果、このうち確認できたのは3カ所のみであった。確認できなかった5カ所では、周囲の草丈が非常に高くなっており、ヒメツルアズキの生育に適さない状況となっていた。確認できた3カ所でもヒメツルアズキの個体数は多くなかった。

新たに確認できた生育地も2カ所あった(図 13)。これらの生育地では多くの個体が確認でき、10月では結実・種子散布をしている個体も見られた。開花後半ではあったが、まとまって開花している場所を選択し、タイムラプス撮影(1秒間に1回シャッターが切れる状態にして撮影を実施)を行った(合計で18時間撮影)。撮影したタイムラプス動画は、まだ解析途中だが、バラハキリバチの訪花を確認できている。

草原環境の悪化とともにヒメツルアズキの生育状況も悪化しているものの、現在はまだ島内の各草原で確認することは可能である。ただし、1)1年性草本のため、生育地に関しても年変動は大きく、島内での個体群を維持するにはいくつもの生育環境が必要であると考えられること、2)佐世保市レッドデータブックに係る調査(2006~2009年頃実施)のときよりも草原環境は明らかに悪化しているとの情報も得ていること、3)現在の生育地の多くがソーラーパネルの設置予定場所となっていること等から、島内集団の健全な個体群の維持を考えた場合、楽観できる状況ではないと考えられる。

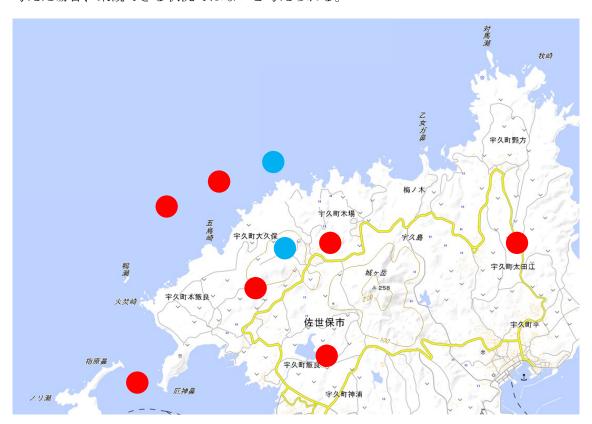


図 13 ヒメツルアズキの分布状況 (2022 年調査結果)。赤丸はこれまで知られていた生育地。多くの場所で生育に適さない状況になっているものの、新たな生育地も確認された(水色)。





図 14 ヒメツルアズキ。左:花、右:葉

生育を確認した個体数の大きい集団より、いくつか果実を回収し、大阪市立自然史博物館の圃場において栽培を行った(図 15)。生育は良好で、6 月下旬には小さい花芽も掲載されているのを確認した。今後、8 月から 9 月にかけて開花した花に対して、強制自家受粉処理(自身の花粉を人為的に柱頭につける)、強制他花受粉処理(他の株の花粉を人為的に柱頭につける)、袋掛け処理(昆虫が全く来ない状態にする)を行い、結実の有無を確認する予定である。また、9 月から 10 月にかけては、現地でヒメツルアズキへの訪花昆虫調査を行い、自然状態での結果率、結実率を確認する予定である。

C標本整理・調査結果とりまとめ

採集した植物に関しては既に標本化を終えており、今後博物館の標本として登録作業を行う。採集した訪花昆虫に関しては、2022 年秋期調査分に関しては、標本化し同定を進めている段階である。ハチ目の同定はほぼ終了しているが、ハエ目は専門家の確認が必要な標本が複数有り、今後、交尾期等体の微形態の精査が必要なものも含まれている。これらの標本については、今年度12月から2月にかけて専門家に依頼し、同定をしていただく予定である。

在来種ハラビロカマキリと外来近縁種ムネアカハラビロカマキリ間 の配偶選好性と種間共食い

橘啓輔(滋賀県大・院・環境)

滋賀県

はじめに

外来種ムネアカハラビロカマキリ(以下ムネアカと略称、図 1) Hierodula chinensis が侵入し定着した地域で、在来近縁種ハラビロカマキリ(以下ハラビロと略称、図 1) Hierodula patellifera の排除が報告されており、この原因解明が保全上急がれる。ムネアカは 2000 年代以降に日本への侵入が確認され(藤野ら 2010)、2018 年までには 20 都府県で発見されている(苅部・加賀 2019)。原産国は中国で、輸入竹箒に卵鞘が付着することで侵入していると考えられている(櫻井ら 2018)。ムネアカとハラビロはともに樹上性の広食性捕食者であり、生活史はよく似ている。ムネアカによるハラビロ排除の報告がなされた地域は神奈川県(苅部・加賀 2017)、東京都(松本ら 2016)、愛知県(間野・宇野 2015)と複数にわたる。特に、間野・宇野(2015)の報告では、ムネアカの侵入確認からわずか数年でハラビロとの置き変わりが起きたとのことである。よって、ムネアカの侵入および定着がハラビロの排除に関与していると考えられる。

両種の形態的な特徴を比較すると、ムネアカのほうがハラビロよりも体サイズが大きい。また、卵鞘から孵化する時期もムネアカのほうが 1~2 週間程度ハラビロよりも早い (橘 未発表) ため、資源競争やギルド内捕食においてムネアカ有利だと考えられる。しかし、資源競争やギルド内捕食はいずれも敵対種の生息密度が小さくなるほど排除効果も小さくなる特性を持っていることから、数年間で排除が完了するとは考えにくい。実際、排除の主要因を資源競争やギルド内捕食に求め、検討された事例 (松本ら 2016, 間野・宇野 2014) があるものの、いずれも排除の根拠を示すことはできていない。その代わりに、繁殖干渉が有力視されている (松本ら 2016)。

繁殖干渉とは、種間配偶など種間の性的相互作用のうちメスの適応度を減少させることをいい(Gröning and Hochkirch 2008, Burdfield-Steel and Shuker 2011)、近年、生物の分布や資源利用などを説明し得る種間相互作用として注目されるようになった。すなわち、繁殖干渉はオスが近縁異種のメスを配偶相手だと誤認することで引き起こされる現象である。

オスが配偶相手を誤認し、繁殖干渉を引き起こしてしまう理由は、一般にメスと比べて一回の配偶にかけるコストが小さいためである。オスが自身の適応度を最大化させようとするとき、同種のメスにのみ効率的に求愛を繰り返すことが望ましい。しかし、近縁種のメスは同種のメスと似た標識(種の識別に利用する形質)を持っている場合があるため、オスは同種のメスにのみ求愛しようと努めると、異種のメスと標識の近い同種のメスとの配偶機

会を損なってしまうリスクを負うことになる。このようなリスクを回避するために、オスは メスの識別基準を緩和し、異種のメスを受け入れてしまう危険率を増加させることになる (本間ら 2012)。この結果、配偶相手の誤認および繁殖干渉に繋がるのである。

しかし、カマキリ類やクモ類など sexual cannibalism を行う動物のオスにおいては配偶にかけるコストが大きく、オスによる配偶相手の誤認が改善されやすいと考えられる。もし誤って異種のメスへ求愛してしまい、メスに捕食されてしまうと、繁殖機会を喪失してしまうからである。したがって、sexual cannibalism を行う動物においては、世代を重ねる毎に種認識の緩い遺伝が淘汰されることで、オスによるメスの識別基準が強化され、繁殖干渉が生じにくくなってもおかしくない。よって、sexual cannibalism を行う動物種間で繁殖干渉による異種の排除が生じた場合、オスがメスを誤認すること以外にも重要な点があるかもしれない。

ハラビロはフェロモンでオスを誘引することが知られている(Perez 2005)ことから、異種のオスを誘引し、繁殖干渉の機会を増加させている可能性もある。ニュージーランドの在来種 Orthodera novaezaladiae のオスが侵入種の Miomantis caffra のメスのフェロモンに誘引された事例もある(Fea et al. 2013)。

本研究では、ムネアカによるハラビロ排除の原因を明らかにするため、sexual cannibalism を行う動物である両種において、繁殖干渉は生じるのか、生じるとすると、ムネアカによるハラビロ排除の主要因となり得るのかを検討した。また、得られた知見をもとにハラビロ個体群の保全手法を検討した。繁殖干渉は種間の配偶行動の各段階で生じうるため、異種雌雄が出会うまでの過程と異種雌雄が出会った後の過程に分けて観察を行い、同種メスに対する各種オスの行動と比較した。異種雌雄が出会うまでの過程として、各種メスの性フェロモンと視覚情報が異種オスに与える影響を調べた。検証方法として、Y字管オルファクトメータを用いた観察により、各種メスのフェロモンに対するオスの選好性を定量化した。また、性フェロモン以外に視覚情報があった場合の反応を調べるため、野外大型ケージにてオスによるメスの選好性を観察した。ただし、ページ数の都合上、Y字管オルファクトメータを用いた観察の方法と結果についてはここでの記述を省く。詳しくは中間報告を参照されたい。異種雌雄が出会った後の過程として、異種雌雄間の性的相互作用を観察し、同種雌雄間の場合と比較した。室内ケージにて同種ペアと異種ペアにおける種間配偶や sexual cannibalism を観察した。さらに、種間交尾を経験したメスの適応度を評価した。

材料と方法

採集と飼育

2021 年 7 月 22 日~8 月 30 日、2022 年 7 月 16 日~8 月 31 日にかけて、滋賀県、岐阜県、愛知県、神奈川県、茨城県で木の枝葉についたムネアカ、ハラビロの 5 齢~終齢の幼虫を見つけ捕りした。採集環境はいずれも林縁部や公園などで、下草が生える程度に日光が当

たっていた。

2021 年、2022 年ともに、採集した個体を持ち帰り、湿らせた脱脂綿とともに、通気用の穴を開けた透明プラカップ(860 mL)へ個別に入れて飼育した。飼育環境は 25° C、12 時間の明暗サイクルとした。 2日毎に、餌としてヨーロッパイエコオロギ *Acheta domestica* (Linnaeus, 1758) 1 個体を与え、脱脂綿に水を追加した。

各種オスの配偶者探索行動:性フェロモンに加えて視覚情報がある場合の反応

メスの性フェロモンに加えて、視覚情報もある場合、異種オスを誘引することがあるのかを野外ケージを用いたチョイステストで確かめた。このテストでは、オスをケージ(縦 120 cm×横 200 cm×高さ 160 cm)内で自由に移動できるようにし、同種および別種のメスを提示して、それぞれのメスへの接近や定位を比較した。4 コーナーあるケージの内、対となる 2 コーナーを選び、端の辺から 50 cm の位置へビニールテープを貼って、三角柱状になる基準線を描いた。そのコーナー内で高さ約 120 cm の位置に洗濯ネット(40×50 cm)を設置した(図 2)。その中にメスを入れて、メスの移動範囲を制限した。オスは毎回ケージの中央へ導入した。オスの行動を 5 秒毎にビデオカメラ(2 Pro2,MUSON,深圳)のタイムラプス機能で撮影した。オスがメスのいる基準線内に入ることをメスへの接近、メスのいる洗濯ネット上にとまることをメスへの定位と判断した。

各種オスに提示するメスの組み合わせは同種×別種、別種のみ(対照はブランク)の 2 パターンとし、各 16 反復の観察を行った。実験は 2022 年 9 月 16 日から 10 月 15 日までの間、晴れた日中 7 時~18 時 30 分の間に行い、1 反復あたり 4 時間撮影した。

オスが基準線内に入って、その中で滞在した時間、洗濯ネット上にとまったオス数、洗濯ネット上に滞在した時間を調べた。

種内および種間における性的相互作用とその影響

操作実験により種内および種間における配偶行動等の性的相互作用を観察し、両者を比較した。メッシュ(目合の大きさ:2mm)で覆ったケージ($415 \times 405 \times 325 mm$)の天井に足場としてアキニレ $Ulmus\ parvifolia$ の枝を配置した。ケージは、 25° C、12 時間の明暗サイクル(明期:560lux)の部屋に置いた。このケージ内に同種ペアあるいは異種ペアを導入した。使用する各個体をケージに入れる直前に、それぞれの体サイズの指標として、前胸背板の長さを定規で mm の単位で測定した。その後、2 個体の行動をカメラ(DC041, IIWEY,深圳または F480,Madaila,深圳)で録画した。暗期の録画は赤外線を照射して行った。観察終了後に、録画した動画を再生して、オスがメスに乗ったか否か、捕食が起きたか否か、種間交尾が起きたか否かを記録した。行動観察は、ケージへの導入から最長 3 日間継続したが、捕食または種間交尾が起きた場合にはその時点で観察を終了した。

同種ペアについては、ムネアカで 21 反復、ハラビロ 24 で反復を設けた。この観察には、 オスは毎回未使用の個体を用いたが、ハラビロのメスのうち 10 個体 (4 個体は種間交尾

を

経験)とムネアカのメスのうち 10 個体(1 個体は種間交尾を経験)は 1 週間以上前に後述する種間配偶の観察に用いていた。種間配偶の観察は、18 ペアのムネアカのメス×ハラビロのオスと、28 ペアのハラビロのメス×ムネアカのオスについて行った。この観察では全て未使用の個体を用いた。

種間ペアの行動観察では、結果で示すように、メスがオスを捕食した場合にのみ種間交尾が成立した。捕食が起きたペアの中で種間交尾した頻度を、ムネアカのメス×ハラビロのオスとハラビロのメス×ムネアカのオス間で、フィッシャーの直接確率法を用いて比較した。オスから異種のメスへのマウント行動は種間交尾を成立させることがなく、発生頻度も稀だったため、特に解析を行わなかった。

種間交尾したメスと、後にムネアカのオスとペアにした種内交尾済みのハラビロのメスは、種間交尾または交尾から7日間、透明プラカップ(860 mL)に隔離し、ヨーロッパイエコオロギ Acheta domestica Linnaeus, 1758 を2日に1個体与えて飼育した。メスが死亡した場合、あるいは種間交尾直後の段階で明らかな形態の異常が認められた場合は、形態を詳細に観察し、カメラで撮影した。

種間交尾から 7 日以上生存し、同種オスと再交尾させても死亡しなかったハラビロのメス 1 個体あるいは、同種オスとだけ交尾したメスについては、交尾後の産卵能力と卵の生存率を調べるため、野外環境での飼育を行った。滋賀県立大学構内に植栽されているソメイヨシノ Cerasus \times yedoensis (Matsum. Masam. et S. Suzuki 'Somei-yoshino'の枝にネット(目合 2 mm、縦 60 cm \times 横 120 cm) をかぶせ、その中にメスを 1 個体ずつ入れた。メスが産卵あるいは死亡するまで、ヨーロッパイエコオロギを 2 日に 1 個体与えた。得られた卵鞘を透明プラカップ(860 mL)に個別に入れ、卵鞘内部の卵が孵化するのを待った。

結果

性フェロモンに加えて視覚情報がある場合の反応

異種メスと同種メスを提示した場合、両種オスともに同種メス側の基準線内での滞在時間が異種メスのそれより長かった。異種側では両種オスともに 40 分ずつ程度だった。ハラビロのオスが同種メス側の基準線内に滞在した平均時間は 171 分だったのに対し、ムネアカのオスの同種メス側滞在時間は 100 分と短かった(図 3)。異種メスとブランクを提示した場合、両種オスともに異種メス側の基準線内に滞在した平均時間とブランク側の基準線内に滞在した平均時間は 40 分ずつ程度で変わらなかった(図 3)。

続いて、メスの入ったネットに一回でもとまったオス数と割合を比べる。両種オスに異種メスと同種メスを提示した場合、どちらのオスも異種メスの入ったネットにとまったのは6% (1/16) だった。それに対し、同種メスの入ったネットにとまったのはハラビロのオスで81% (13/16)、ムネアカのオスで38% (6/16) であった(表1)。異種メスとブランクを提示した場合、どの組み合わせにおいても異種メスの入ったネットにとまった割合と何も

入っていない(ブランクの)ネットにとまった割合は変わらなかった。どちらも、それぞれ 1割程度かそれ未満だった(表 1)。

続いて、メスの入ったネット上に滞在した平均時間の長さを比べる。異種メスと同種メスを提示した場合、両種オスともに異種メスの入ったネット上に滞在した時間はほとんどなく、平均時間はいずれも 10 分未満だった(図 4)。ハラビロのオスが同種メスの入ったネット上で滞在した平均時間は 144 分だった。対して、ムネアカのオスの平均滞在時間は 50 分だった(図 4)。異種メスとブランクを提示した場合は、両種オスともに異種メスの入ったネット上とブランクのネット上のいずれにも滞在することがほとんどなかった。平均時間は 0~10 分程度だった(図 4)。

種内での性的相互作用

メスがオスを捕食した後に交尾が成立する場合と、オスがメスからの捕食を回避して、メスにマウントした後、交尾器を伸ばすことで交尾が成立する場合の 2 通りがあった。ムネアカペアでは全 21 ペア中 19 ペアで交尾が成立し、うち 9 ペアはオスがメスからの捕食を回避して、メスにマウントすることで交尾した(図 5a)。ハラビロペアでは全 24 ペア中 21 ペアで交尾が成立し、うち 3 ペアはオスがメスからの捕食を回避して、メスにマウントすることで交尾した(図 5a)。いずれの種のペアでもオスがメスを捕食することはなかった。

種間での性的相互作用

異種間での交尾は全てメスがオスを捕食した後に成立し、オスがメスへマウントした際には成立しなかった。メスに捕食されたオスは、頭部や前脚を食べられながら身体の向きを変えて、交尾器を伸ばし、種間交尾に至った。ムネアカのメス×ハラビロのオスの組み合わせでは 18ペア全てでメスがオスを捕食し、うち2ペアで種間交尾が成立した(図5b)。ハラビロのメス×ムネアカのオスの組み合わせでは、全28ペア中21ペアでメスがオスを捕食し、うち16ペアで種間交尾が成立した(図5b)。ムネアカのオスがハラビロのメスにマウントし、交尾器を伸ばすことが28ペア中5ペアで見られたものの、この場合には種間交尾は成立しなかった。ハラビロのオスがムネアカのメスにマウントすることはなかった。

メスが異種オスを捕食した際に交尾が成立した割合は、ムネアカのメス×ハラビロのオスの組み合わせ(2/18)よりも、ハラビロのメス×ムネアカのオスの組み合わせ(16/21)の方が高く、その差は有意であった(フィッシャー直接確率法: p<0.001)。ムネアカのメス×ハラビロのオスの組み合わせでは、前胸部長の差が小さいペアほど種間交尾が成立しやすかった(図 6)。ただし、その傾向をロジスティク回帰分析したところ、有意な差ではなかった(Estimate=1.54, SE=1.20, Z=1.28, p=0.199)。一方、ハラビロのメス×ムネアカのオスの組み合わせでは、ロジスティク回帰分析したところ、交尾の成立に及ぼす体サイズ差の効果は小さく、有意ではなかった(Estimate=-0.67, SE=0.58, Z=-1.15, p=0.251)。

種間における性的な相互作用がメスに対して外傷など直接的なダメージを与えることも

観察された。この直接的なダメージは、異種オスと出会ったハラビロのメス 5 個体で観察された。うち 3 個体はムネアカのオスにマウントされた個体だった。観察中あるいは観察終了後に死亡した。死亡したメスについて、3 個体とも翅が破れており、1 個体は腹部に傷を負い体液の滲出もみられた。残る 2 個体のハラビロのメスは、ムネアカのオスに捕食された。捕食された部位はいずれも前胸部とその周辺のみであり、それ以外の部位は食べ残されていた。以上のような種間ペアにおけるオスからメスへの直接的なダメージは、ムネアカのメスがハラビロのオスから受けることはなかった。

交尾後のメスの生存率・産卵

同種とのみ交尾したメスの交尾 7 日後の生存率は、どちらの種でも 100%であった (2021年: ムネアカ N=12, ハラビロ: N=10, 2022年: ムネアカ N=6, ハラビロ N=7)。ハラビロのメス 3 個体はこの後、ムネアカのオスとペアにしたため、以下の集計から除く。同種オスとの交尾から 7 日以上生存したメスのうち、ムネアカ 16 個体 (2021年: 11/12 個体, 2022年: 5/6 個体)、ハラビロ 12 個体 (2021年: 8/10 個体, 2022年: 4/4 個体)が、それぞれ 1 つの卵鞘を形成した。2021年に形成された卵鞘の多く (ムネアカ 10/11, ハラビロ 7/8)から、その後孵化幼虫の出現が確認された(表 2)。2022年に形成された卵鞘については管理に失敗し、そのいずれからも孵化幼虫の出現が確認されなかった。

種間交尾をした多くのメスの適応度はゼロになった。種間交尾を経験したムネアカのメス 2/2、ハラビロのメス 11/16 は種間交尾から 7 日以内、あるいはその後の同種オスとの再交尾から 7 日以内に卵鞘を形成することなく死亡した。種間交尾から 7 日以内に死亡したメスの個体数は、ムネアカのメス 1 個体とハラビロのメス 8 個体だった。残るムネアカのメス 1 個体とハラビロのメス 3 個体は同種オスとの再交尾から 7 日以内に死亡した。ハラビロのメス 1 個体は同種オスと再交尾させると、再交尾後 18 日目に卵鞘を形成した。しかし、その卵鞘の形態は異常であり、その内部の卵はいずれも孵化しなかった。残るハラビロのメス 4 個体は、種間交尾から 7 日以上生存したが、同種オスと再交尾させることができなかった。これは実験に使えるハラビロのオスの個体数が足りなかったためである。その4 個体のメスのうち 2 個体は卵鞘を形成せずに死亡し、残りの 2 個体(2022 年)は卵鞘を形成した(表 2)。したがって、種間交尾と同種オスとの再交尾を両方経験した全てのメスの適応度はゼロだった。

種間交尾から 7 日以内、あるいは同種オスとの再交尾から 7 日以内に死亡したメスの交尾器を観察すると、メス尾端周辺では体液の滲出やかさぶたが観察された(ムネアカ: 2, ハラビロ:N=11, 図 7)。一方、同種のオスとのみ交尾した後のメス(ムネアカ: N=18, ハラビロ: N=17)では交尾器の損傷は見つからなかった。

考察

本研究では、配偶時に sexual cannibalism が生じるムネアカとハラビロを対象種とし、2種間に繁殖干渉が生じる可能性とメカニズムを明らかにすることを目的とした。異種雌雄が出会うまでの過程として、Y字管オルファクトメータを用いてメス性フェロモンの影響を調べた。両種のオスともに同種メスの性フェロモンに誘引されたが、異種メスの性フェロモンに誘引されることはなかった(中間報告を参照)。視覚情報も利用できる条件での配偶者選好性を調べるため、野外網室を用いたチョイステストを行った。各種オスともに同種メスへの選好を示したが、異種メスへは示さなかった。異種雌雄が出会った後の過程として、異種ペアの接触後の相互作用を観察するため、小規模なケージを用いて、種内および種間における配偶過程とその後の影響を観察した。両種メスによる sexual cannibalism は相手が異種オスであっても生じること、種間交尾が生じること、種間交尾は全てメスがオスを捕食した後に成立することが示された。種間交尾したメスの多くは死亡した。種間交尾を行ったメスの割合は、ハラビロのほうがムネアカよりも有意に大きかった。また、ハラビロのメスは異種オスからのマウント過程でのダメージや捕食が原因となって死亡することもあった。

ただし、ハラビロのメスが異種オスからのマウント過程で受ける傷や捕食がハラビロ個体群に与える影響は、野外環境では限定的かもしれない。まず、マウントについては、ムネアカのオスが同種メスと異種メスを識別できていない場合に行うはずである。しかし、野外網室でのチョイステストの結果はムネアカのオスがメスの種を識別できていることを示すものだった。したがって、野外環境においてムネアカのオスがハラビロのメスへマウントを行うのは稀であると考えられる。続いて、小規模なケージ実験の結果から、ムネアカのオスがハラビロのメスを捕食する頻度は、マウントする頻度よりさらに稀であると考えられる。むしろ、ハラビロのメスがムネアカのオスを捕食することが多く、これが種間交尾を引き起こし、メスの適応度低下につながった。したがって、ハラビロのメスの適応度を低下させる要因は、主にハラビロのメスがムネアカのオスを捕食することに伴う種間交尾であると考えられる。

以上のような個体間での相互作用が、在来種の個体群サイズを縮小させ、最終的に排除をもたらしうるのかについて考察する。繁殖干渉によって外来種が侵入先の在来種を排除する条件は、メスの適応度の減少が外来種から在来種へほぼ一方的に起きる場合であると考えられる。なぜなら、繁殖干渉は頻度依存的な性質をもつことから、メスの適応度の減少が2種間で双方向に同程度の強度で生じる場合は、より個体群サイズが大きいほうの種が有利なためである(Ribeiro and Spielman 1986, Kuno 1992)。外来種は、侵入初期には必ず少数派であるので、在来種から少しでも繁殖干渉を受けるなら、排除され定着できないはずである。今回、ムネアカのメスがハラビロのオスとの種間交尾によって、適応度を減少させることもあったものの、ハラビロ・ムネアカ間の種間交尾率は組み合わせ間で有意に異なり、ムネアカのメスよりもハラビロのメスのほうが異種オスから負の影響を強く受けると考えられた。従って、2種カマキリ間の非対称な性的相互作用がハラビロの排除をもたらした可能

性がある。

非対称な性的相互作用がハラビロ排除を引き起こすと考えられたが、異種の雌雄が出会 い、種間交尾に至るまでの過程は本研究では明らかにできなかった。繁殖干渉はオスが異種 メスに対して乱婚的に振舞うことで生じるのが一般的である(本間ら 2012, Takakura et al. 2015)。本研究では当初、オスが異種メスの性フェロモンか視覚情報あるいはその両方に誘 引されていることが想定していた。しかし、異種メスの性フェロモンと視覚情報のいずれに も、オスが誘引されることはなかった。これは野外で生じていることを実験で再現できてい なかったためである可能性もあるが、異種雌雄が出会う方法が別にあるためかもしれない。 例えば、オスが異種メスへ積極的に接近しているのではなく、メスが異種オスへ積極的に接 近している可能性が挙げられる。カマキリ類のメスはオスを捕食することで産卵数を増加 させることができる(Brown and Barry 2016)。同種雌雄間では sexual cannibalism を起こ したとしても多くの場合で交尾が成立した。つまり、メスにとってオスを積極的に捕食する ことは卵数を増加させ、交尾機会を喪失することもないということである。このため、カマ キリ類のメスは積極的にオスを探索し捕食しているのかもしれない。これが両種のメスに 当てはまるのだとすると、ムネアカの日本への侵入により 2 種が二次的に接触した場合に も、異種オスを積極的に探索・捕食したとしても不思議ではない。今後の研究では、メスが 異種オスへ接近している可能性も考慮しつつ、異種の雌雄が出会う過程を明らかにする必 要がある。

Sexual cannibalism はオスにとって高いコストになるため、繁殖干渉を抑制する可能性が ある。ハラビロとムネアカの種間でも、sexual cannibalism は雌雄をどのように組み合わせ ても発生したため、オスの配偶コストは充分高いと判断された。 Y 管オルファクトメータを 用いた観察で得られた結果のとおり、両種のオスは同種メスにのみ誘引され、同種メスに由 来する化学的・視覚的刺激を正確に識別し反応していると考えられた。にもかかわらず、2 種間で繁殖干渉が生じている可能性が高い。室内小型ケージを用いた異種雌雄間の性的相 互作用の観察では、種間交尾によってメスの適応度は大きく低下することを示した。この結 果と、ムネアカの侵入に伴いハラビロが減少する現象が日本各地で生じていることを考え 合わせると、それらの侵入地で繁殖干渉が生じた可能性が大きい。オスの大きな配偶コスト が繁殖干渉を抑制しなかった原因として、前述したようにメスが積極的に異種オスへ接近 しているのかもしれない。オスは異種メスを識別し避けていても、メス自身が異種オスに積 極的に接近していることにより、結果的に繁殖干渉が生じている可能性がある。種間交尾は メスにとっても大きなコストになるが、メスがこれを回避しないのは、ムネアカが 2000 年 以降と最近になってから侵入した外来種だ(藤野ら 2010)ということが関係しているかも しれない。ハラビロにとってもムネアカにとっても、両種が共存する状況はこれまで未経験 であった。 つまり、 進化的な時間スケールで、 両種は繁殖成功度に貢献しない相手種との配 偶を経験していない。このことから、高いコストがかかるにも関わらず、それぞれの種のメ スは異種オスに接近しているのかもしれない。

これまで、繁殖干渉の知見が生物種の保全に応用された事例は見当たらない。これは、繁殖干渉の重要性を指摘されたのが比較的近年であるためかもしれないが、それ以上に繁殖干渉の性質が保全を困難にしているためだと考えられる。それは、繁殖干渉が正のフィードバックを受け、時が経つとともにより強力な異種排除効果をもたらすためである(Ribeiro and Spielman 1986, Kuno 1992)。しかし、ハラビロカマキリ属 2 種間においては事情が異なっているかもしれない。ハラビロ・ムネアカの両種オスがメスの種を識別できていたためである。繁殖干渉はオスが異種メスに対して乱婚的に振舞うことで生じるのが一般的だが(本間ら 2012, Takakura et al. 2015)、これには該当しなかった。両種間においては、ハラビロのメスが異種オスを捕食しなければ、その適応度の大きな損失を免れられることが示唆された。したがって、進化的スケールで十分長い時間を経れば、ハラビロのメスはムネアカのオスを捕食しなくなる可能性がある。しかし、当面は、ムネアカを人為的に捕殺するなどして、ムネアカを低密度に維持するよう努めることが、ハラビロ個体群の存続には必要だろう。

謝辞

本研究を行うにあたり、石川進一朗氏をはじめとする名古屋昆虫同好会の皆様や秦野市くずはの家関係者の皆様にはハラビロおよびムネアカの採集に協力していただきました。 松本和馬博士、並びに間野隆裕氏には先行研究や本研究に協力してくださる方々を紹介していただきました。ここに記して、深く感謝の意を申し上げます。

引用文献

- Brown, W. D. and K. L. Barry (2016) Sexual cannibalism increases male material investment in offspring: quantifying terminal reproductive effort in a praying mantis. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 283(1833): 20160656.
- Burdfield-Steel, E. R. and D. M. Shuker (2011) Reproductive interference. Current Biology 21: 450–451.
- Fea, M. P., M. C. Stanley and G. I. Holwell (2013) Fatal attraction: sexually cannibalistic invaders attract naive native mantids. Biology Letters 9: 6.
- 藤野勇馬・岩崎 拓・市川顕彦 (2010) 福井県敦賀市でハラビロカマキリ属不明種の成虫と 卵嚢を採集. 昆虫と自然 43(5): 32-34.
- Gröning, J. and A. Hochkirch (2008) Reproductive interference between animal species. The Quarterly Review of Biology 83: 257–282.
- 本間 淳・岸 茂樹・鈴木紀之・京極大助 (2012) 繁殖干渉の歴史的な位置づけと行動生態 学的な背景. 日本生態学会誌 62: 217-224.
- 苅部治紀・加賀玲子 (2017) 神奈川県西部における外来種ムネアカハラビロカマキリの拡散 状況. 神奈川県立博物館研究報告 自然科学 46:71-77.

- 苅部納紀・加賀玲子 (2019) 神奈川県におけるムネアカハラビロカマキリの新産地と分布拡大に関する生態的知見. 神奈川県立博物館研究報告.自然科学 48:75-80.
- Kuno, E. (1992) Competitive exclusion through reproductive interference. Population Ecology 34: 275–284.
- 間野孝裕・宇野総一 (2014) 豊田市におけるハラビロカマキリとムネアカハラビロカマキリ の分布動態と形態について. 矢作川研究 18:41-48.
- 間野孝裕・宇野総一 (2015) 矢作川流域におけるムネアカハラビロカマキリの分布拡大. 矢作川研究 19:107-112.
- 松本和馬・佐藤理絵・井上大成 (2016) ムネアカハラビロカマキリは侵略的外来種か? 昆虫と自然 51(14): 22-25.
- Perez, B., 2005. Calling behaviour in the female praying mantis, *Hierodula patellifer*. Physiological Entomology 30: 42-47.
- Ribeiro, J. M. C. and A. Spielman (1986) The satyr effect: a model predicting parapatry and species extinction. The American Naturalist 128: 513–528.
- 櫻井博・苅部治紀・加賀玲子 (2018) ムネアカハラビロカマキリの非意図的導入事例-中国から輸入された竹箒に付着した卵鞘-. 神奈川県立博物館研究報告 自然科学 47:67-71.
- Takakura, K. I., T. Nishida and K. Iwao (2015) Conflicting intersexual mate choices maintain interspecific sexual interactions. Population Ecology 57: 261–271.



図1. ムネアカの写真(左)とハラビロの写真(右)。



図 2. メスの性フェロモンに加えて、視覚情報もある場合のチョイステストに用いたケージ $(120\times200\times160\ \mathrm{cm})$ 。ケージの両脇に洗濯ネットが 2 つ取り付けられている。テープは基準線を表す。

表 1. ネットにとまったオス数と割合

	ネットへとまったオス数	割合
異種メスと同種		
ハラビロ♂ (n	= 16)	
異種♀	1	0.06
同種♀	13	0.81
ムネアカ♂(n	= 16)	
異種♀	1	0.06
同種♀	6	0.38
異種メスのみを	・提示した場合	
ハラビロ♂ (n	= 16)	
異種♀	2	0.125
ブランク	2	0.125
ムネアカ♂(n	= 16)	
異種♀	1	0.0625
ブランク	0	0

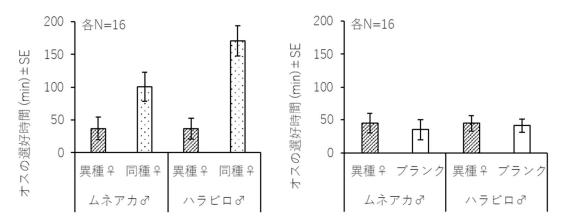


図3.各種オスが基準線内に滞在した時間。異種メスと同種メスを提示した場合(左)と異種メスとブランクを提示した場合(右)。

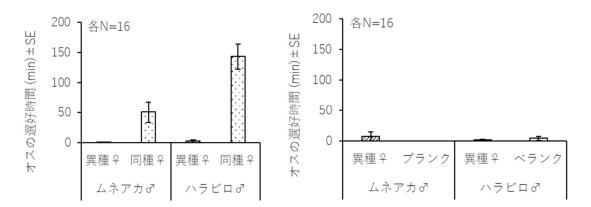


図 4. 各種オスがネット上に滞在した時間。異種メスと同種メスを提示した場合(左)と異種メスとブランクを提示した場合(右)。

表 2. ケージ内観察の結果。同系統のメスは同系統のオスと一度だけ交尾する機会があった。 異種間ペアで 7 日以上生存したメスには同種オスとの交尾機会を与えた。

ペアの組み合わせ	ペア数		交尾したメス数			卵鞘数*1	
(メス×オス)	総合計	交尾した	死亡*2	生存*3	判定不可*4	形成した*5	孵化した*6
同種ペア							
ムネアカ×ムネアカ	20	18	0	18+0	-	11+5	10
ハラビロ×ハラビロ	20	17	0	14+3	-	8+4	7
異種ペア							
ムネアカ×ハラビロ	18	2	1+1	0	-	-	-
ハラビロ×ムネアカ	28	16	8+3	1	4	1+0	0

^{*1} メス1個体あたりの卵鞘数は最大で1であったため、生産された卵鞘の数は卵鞘を生産したメスの数と同じである

- *2 交尾後7日以内に死亡したメスの数。異種オスと交尾し、7日間生存したメスにはその後、同種オスとの交尾の機会を与えた。m+n は異種オスとの種間交尾から7日以内にm個体、同種オスとの再交尾から7日以内にm個体のメスが死亡したことを示す。
- *3 最後の交尾から7日以上生存したメスの数。異種ペアの場合は、同種のオスとの2回目の交尾後、7日以上生存したメス数。m+nについて、mは同種とのみ交尾した個体数、nは同種との交尾の後に異種との相互作用を観察するために用いられた個体数を示す。nの個体は異種オスとの相互作用によって全て死亡した。
- *4 異種オスとの種間交尾から7日以上生存したが、同種オスとの再交尾をしていないメスの数。
- *5 m+n は 2021 年度に形成された卵鞘の数を m、2022 年度に形成された卵鞘の数を n として示す。
- *6 2021 年度に形成された卵鞘のうち、内部の卵が孵化した数を示す。2022 年度に形成された卵鞘については、孵化までの期間を経ていないため、評価できない。

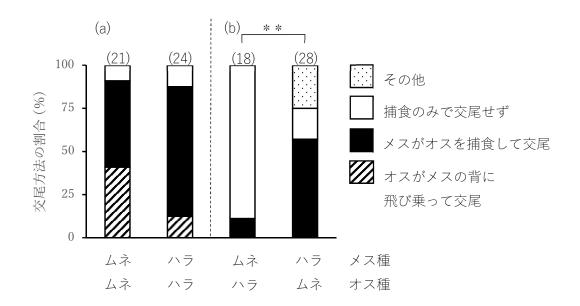


図 5. 種内および種間での交尾方法。(a): 同種ペアを表す。(b): 異種ペアを表す。ムネアカのメス×ハラビロのオス、ハラビロのメス×ムネアカのオス間の「メスが捕食して交尾」の回数と「捕食のみで交尾せず」の回数をフィッシャーの直接確率法で検定した。**は有意差 (p<0.01) があることを示している。ハラビロのメスとムネアカのオスの組み合わせにおける「その他」の項目は、オスがメスを捕食した割合、オスによるマウント過程でメスがケガを負って死亡した割合、捕食やケガによる死亡がなく、実験が終了した割合の合計である。

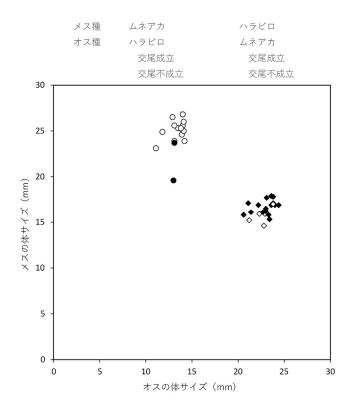


図 6. 雌が雄を捕食した異種間ペアにおける両性の前胸背の長さの関係。丸印はムネアカのメスとハラビロのオスのペア、菱形はハラビロのメスとムネアカのオスのペアをそれぞれ表す。塗りつぶしたマーカーは交尾に成功したペア、白抜きのマーカーは交尾しなかったペアをそれぞれ表す。

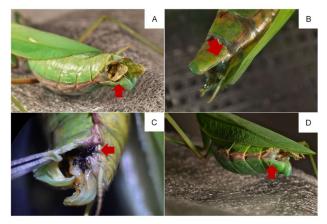


図 7. 種間交尾によって交尾器異常が認められたメスの交尾器。A: オスの交尾器の残存(ムネアカのメス)。B: 体液滲出(ハラビロのメス)。C: 滲出した体液由来のかさぶた状の黒い塊(ハラビロのメス)。D: 対照としての同種オスと交尾後の腹部(ハラビロのメス)。同種オスとの交尾後は数時間~数日間メスの交尾器が開いた状態となり、精包がつまっている様子がみられる。

2021 年度(第 36 回)タカラ・ハーモニストファンド研究助成報告

琵琶湖固有ビワマスを新種として記載する保全学的研究

共同研究者 (文責):藤岡康弘・田畑諒一・桑原雅之・中坊徹次

1. 目的

琵琶湖に生息し美味であるサケ科魚類のビワマスは、古来、重要な漁業資源となってきた琵琶湖を代表する魚で、その資源を維持するため、産卵期の禁漁などの保護対策と併せて、サケと同様に明治初期に人工ふ化と種苗生産技術が導入され、種苗の放流などの積極的な資源維持対策が長く行われてきた。一方、日本に固有のアマゴとビワマスは、日本および近海に分布するヤマメ(降海型はサクラマス)と合わせてサクラマス群と呼ばれ、これら3種類の形態や生態が極めて類似していることが知られている。このような中、ビワマスの分類学的な位置づけは、長らく西日本に広く分布するアマゴの降海型(サツキマス)と同種であると考えられ、アマゴとビワマスは同一の学名が適用されてきた(大島、1929,1940,1957 など)。しかし、1970年代後半からビワマスとアマゴの比較研究が進み、両者の形態や生態・生理などに違いが見いだされてきた(加藤、1973,1978a,b,1987;藤岡、1987,1988; Fujioka & Fushiki,1989など)。

このような中、Kimura(1990)はサクラマス群の学名について模式標本などを精査し、ビワマスについては該当する学名がないことを明らかにした。近年、サクラマス群の遺伝子の塩基配列の比較が行われるようになると、サクラマス群の中でビワマスの塩基配列の違いが大きく、アマゴやヤマメとは早期に分化したことが明らかにされ(Oohara & Okazaki,1996;Tabata et al.,2016 など)、これまでアマゴと同種と考えられてきたビワマスが、サケ属の別種と考えられるようになってきている。

一方、ビワマスの生息する琵琶湖の流入河川上流部にはアマゴが自然分布するとされ、ビワマスはアマゴの生息域まで遡上しないことから出会うことが無く共存可能と考えられてきた。しかし、桑原・井口(2007)はビワマスがアマゴの生息域まで遡上し、同所的に繁殖している可能性を示唆した。加えて、Kuwahara et al.(2019)は AFLP 法による核ゲノムの分析から、多くのアマゴ個体群からビワマス型のゲノムが検出され、その中には在来アマゴとの交雑個体と考えられるものが含まれることも報告している。その一方、湖内で捕獲されるビワマスへのアマゴの遺伝子浸透はごくわずかで、独立性を保っていることも報告している。

以上の状況から、ビワマスは独立種である考えられるものの現在のところ学名不詳の状況にある。琵琶湖固有で湖のシンボルフィシュであるビワマスは学名が与えられていない新種の可能性が強く、命名するための基礎的なデータを得ることを目的にして本研究を実施した。本研究はビワマスを保全対象として認識するために重要である。

2. 材料および方法

本研究を実施するため、ビワマスおよびアマゴ(サツキマス)、ヤマメ(サクラマス)の採集を以下の通り行った(表 1)。ビワマス 49 個体のうち 21 個体については、琵琶湖沖合において 2020 年 1 月から 2 月に船上からのルアーを用いたトローリングにより釣獲した。さらに、2022 年 2 月 25 日および 3 月 20 日に琵琶湖沖合の水深 50m の湖底で沖曳網により捕獲したものを用いた。アマゴ 33 個体は、2021 年 8 月 3・4 日に和歌山県古座川町の古座川の源流部ゲンタ谷において釣りにより捕獲した。また、アマゴの降海型であるサツキマス 11 個体は徳島県の吉野川下流で 2021 年 6 月 3 日および 2022 年 6 月 24・25 日に釣りにより捕獲した。ヤマメ 20 個体は、2021 年 10 月 7 日に富山県富山市の神通川の支流熊野川の源流部楜ケ原川においてエレクトロフィシャーを用いて捕獲した。採集した標本魚は冷蔵保存して持ち帰り、その後実験室で-20℃で冷凍保存した(表 1 : 詳細は 2021 年度の中間報告に記載)。

各標本魚は、解凍後に直ちに体色・朱点の有無やその数などを観察記録し写真撮影を行った。右体側の背鰭と側線の中間部の鱗約 20 枚を採取して清水で洗った後、スライドグラス 2 枚に挟み込んで固定し計測のための標本とした。さらに、右腹鰭の一部を採取し 100% 濃度のエタノールに保存して交雑の有無等を解析するための DNA 分析に用いた。その後、標本魚は 10%ホルマリンで約 2 か月間固定した後に、実体顕微鏡下で 12 の計数形質(表 2)の計数を行うとともに、ノギス等を用いて 23 の外部形質(表 3)の測定を実施した。なお、脊椎骨数の計数は軟 X 線撮影装置を用いて行った。また、鱗の計測は各個体 10 枚を万能投影機で 50 倍に拡大し、加藤(1978a)の方法に従って鱗長、鱗幅の測定と基部と頂部の隆起線を計数した (表 4)。

腹鰭からの DNA の抽出には、DNeasy Blood & Tissue Kit (Qiagen) もしくは QIAamp DNA Micro Kit(Qiagen)を用いた。抽出した DNA に対して、改良版 MIG-seq 法(Suyama & Matsuki, 2015; Watanabe et al. 2020) と小型次世代シーケンサー(Miseq)を用いたゲノムワイドな配列データの取得と、Stacks (Catchen et al., 2011)を用いた一塩基多型(SNPs)情報の抽出を試みた。Stacks のパラメーター設定は、Watanabe et al. (2020)および Onuki & Fuke (2022) に基づいた。SNPs 情報を基に、クラスター分析(ADMIXTURE; Alexander et al., 2009)を行い、各標本魚の DNA から交雑個体の有無を確認し、もし交雑が疑われる個体があれば、本研究から除外することとした。

2. 結果

DNA 分析による標本魚の交雑の有無

今回 DNA 分析を行った 235 個体の内、179 個体から SNPs データが得られ、ADMIXTURE によるクラスター分析ができた(図 1)。その結果、今回解析が完了できた個体については、交雑個体が見られなかった。

ただし、一部の個体では、PCR による DNA の増幅が不十分だったためか、データ量が不足し、クラスター分析ができなかった。また、クラスター分析は完了したが、ミッシングデータが多かったため、見かけ上サツキマスが 2 集団に分かれたり、サクラマスの中にサツキマスが現れたり(図 1 ; K=4 のサクラマスの一部)しているように見受けられるが、本研究では、概観からは交雑を疑われる個体は元々含まれておらず、実際遺伝分析済みの

個体の中からは交雑を疑われる個体が見つからなかった。そのため、分析ができなかった 個体にも概観から交雑を疑われる個体は含まれていなかったことから、交雑個体はいない と判断して、以降の形態分析を進めた。

標本魚のサイズと性別

標本魚の標準体長(mm)と性別は、ビワマスでは 95.3-380mm で雌が 20 個体、雄が 29 個体であった。アマゴ (サツキマス) は 99.6-360mm で雌が 25 個体、雄が 19 個体であった。また、ヤマメは 92.2-190.2mm で雌が 2 個体、雄が 18 個体であった。

計数形質の比較

背鰭条数など 12 形質について計数した結果を表 5 に示した。3 種の背鰭条数は、11-15 の範囲にあったが、胸鰭条数は 11-16 でビワマスが 11-15 と若干少ない傾向が見られた。 腹鰭条数は、ビワマスが全て 9 で変異がなく、アマゴとヤマメでは 9-11 までの変異が見られた。 臀鰭条数は、ビワマスとアマゴが 11-14 であったが、ヤマメは 13-15 と多い傾向を示した。有孔側線鱗数は、3 種間で重なりが認められた。側線上方鱗数は、ビワマスとアマゴ・ヤマメ間に差が見られ、ビワマスが少なかった。側線下方鱗数は重なりがあるもののビワマスが他 2 種より少ない傾向を示した。 鰓耙数および脊椎骨数は 3 種で差がなかった。 幽門垂数は、3 種で重なりがあるもののビワマスが他の 2 種より多い傾向を示した。 鰓条骨数には 3 種間で差はなかった。 朱点数は、アマゴ(サツキマス)では 1 個体に朱点のない個体が認められたが、他の 43 個体には 2-46 個が見られた。 ヤマメでは全個体に朱点はなかった。 ビワマスは 220mm 未満の個体に 1-15 個の朱点があったが、220mm 以上の個体に朱点はなかった(図 2)。

形態の比較

各標本魚の標準体長と外部形態 13 形質の相対成長を図 3 に示した。これらの中でビワマスとアマゴ(サツキマス)・ヤマメ間で差異が見られるのは、頭長(図 3-3)、体幅(図 3-6)、吻長(図 3-7)、上顎長(図 3-8)、眼径(図 3-9)、両眼間隔(図 3-10)、尾柄高(図 3-13)で、これらの中で眼径および両眼間隔は 200mm 以下の小型魚では差が見られない。また、尾柄高は 200mm 以上の大型魚では差が見られない。アマゴ(サツキマス)とヤマメ間では、体高(図 3-5)と眼径(図 3-9)で差が見られた。

次に、標準体長と各鰭の長さとの相対成長を図 4 に示した。これらの中でビワマスとアマゴ(サツキマス)・ヤマメ間で差異が見られるのは、最背鰭長(図 4-4)と最臀鰭長(図 4-5)で、ビワマスが他の 2 種より短い傾向を示したが、300mm 以上の個体ではその差が見られなかった。

背部にある黒点長径は、3 種間で明らかにビワマスが大きく、アマゴ(サツキマス)とヤマメ間には差異が見らなかった(図 5)。さらに、鱗の各形質は、鱗長と鱗幅は 3 種間で明らかにビワマスが大きく、アマゴ(サツキマス)とヤマメ間では差異が見らなかった(図 6-1,2)。また、基部隆起線数と頂部隆起線数は、ビワマスが他の 2 種より明らかに多かった(図 6-3,4)。アマゴ(サツキマス)とヤマメ間では、完走鱗紋数の割合以外の形質では差がなかったが、完走鱗紋数の割合はアマゴ(サツキマス)よりヤマメでは小さかった(図 6-5)。

3. 考察

ビワマス分類の経過 琵琶湖に自然分布する唯一のサケ科魚であるビワマスは、これまでアマゴと同一種でその湖沼型として認識され、学名として Oncorhynchus rhodurus が適用されてきた経緯がある (大島,1929,1940,1957 など; 岡田・松原,1943; 中村,1963)。 その後、加藤 (1973,1978a,b,1987) のアマゴとビワマス間には幽門垂数、上下横列鱗数および鱗の隆起線が頂部でも連続する特徴などの報告から、荒賀 (1984) や阿部 (1987)、あるいは阿部・落合 (1989) は、ビワマスはアマゴとは別亜種とし、学名として O.m.rhodurus (荒賀,1988; 阿部,1987; 阿部・落合,1989) や Salmo (O).m.macrostomus (宮地・川那部・水野,1982)、あるいは Salmo (O).m.ishikawai (古川,1989) が用いられてきた。

さらに、近年の遺伝子分析の手法が魚にも適用されると、Oohara & Okazaki (1996)は、日本のサクラマス群 3 種の mtDNA の ATPase6 と ND4L の配列を比較し、2162bp のうち 24bp で変異があり、サクラマスはアマゴと類似した配列を示したが、ビワマスは大きく異なっていることを初めて明らかにし、この結果からビワマスがサクラマス群の祖先から 50 万年前に分岐したものと推定した。さらに、手賀・谷口(2012)は核ゲノムにあるマイクロサテライト DNA マーカーを使いアマゴ(サツキマス)の 4 河川集団とビワマスを分析し、ビワマスが高い遺伝子分化指数(Fst=0.078)を示しアマゴ(サツキマス)集団とは離れた位置にクラスターを形成すること、および交雑の証拠がないことを述べている。また、Yamamoto et. al.(2019)は、台湾のタイワンマスを含むサクラマス群 55 個体群の mtDNA のcyt-b と ND-5 の塩基配列を比較して 13 遺伝子座で変異を検出し、ビワマス以外には顕著な地域的亜種特異的な mtDNA のハプロタイプは認められなかったとし、ビワマス以外では弱い個体群構造と浅い遺伝的分化であると報告している。同様に cyt-b の全塩基配列を分析比較した Iwatsuki et. al.(2019)および岩槻ら(2020)は、サクラマス群が大きく6 つのグループに分けられ、ビワマスがその中でもアマゴやヤマメなどより塩基置換数の多い別グループに分けられることを示している。

このように様々な学名が用いられる中で、ヤマメやアマゴの模式標本を直接検討した Kimura(1990)は、S.macrostoma は O.masou の同種異名であり、O.ishikawae はアマゴ(サツキマス)に該当し、さらに O.rhodurus は O.masou あるいは O.ishikawae の同種異名であることを解明して学名としては、O.masou masou にはヤマメ(サクラマス)、O.masou ishikawai にはアマゴ(サツキマス)が適当であり、ビワマスには該当する学名がないことを報告した。上記のように、サクラマス群の中でビワマスの計数形質や遺伝子の塩基配列の違いが明らかになり、最近ではビワマスがサクラマス群の中で亜種ではなく独立種として扱うのが妥当だと考えられてきており、その学名については、O.sp.(細谷, 2013;川瀬, 2015;藤岡,2022)が用いられ、種の学名がつけられていない。このように琵琶湖に生息するビワマスの分類については様々な経過を辿って今日に至っているが、これまでビワマスが新種として学名が正式に与えられることはなかった。

ビワマスとアマゴ (サツキマス)・ヤマメの形態的差異 本研究に使用したビワマス 49 個体の核遺伝子の分析から、琵琶湖水系に生息するアマゴとの交雑は確認されなかったことから、ビワマスがアマゴとは独立した集団として存在していることが明らかとなった。本研究の計数形質の比較結果から、ビワマスは側線上方横列鱗数がアマゴ (サツキマス)・ヤマメより少ないこと、および幽門垂数が少ない傾向にあることが示された。この 2 形質

の差異については加藤(1973)の報告と一致している。次に、体側に見られる朱点については、これまでヤマメ(サクラマス)とアマゴ(サツキマス)・ビワマスを分ける分類形質の1つとなってきたが(大島,1940;岡田・松原,1943;阿部・落合,1989 など)、本研究で用いたサツキマス1個体に朱点はなかったこと、およびビワマスでは220mm以上の個体で朱点がないことから、朱点の有無はサクラマス群の分類形質にはならないと考えられる。この点で岩槻ら(2020)は、cyt-bの全塩基配列からタイワンマスを含むサクラマス群4種を数グループに分け、1つのグループではアマゴとヤマメが朱点では区別できないことを指摘している。さらに、ビワマスは塩基置換数が多く1つの独立したグループを形成することを明らかにしている。

本研究で比較した3種間の相対成長にビワマスとアマゴ(サツキマス)・ヤマメ間で多くの形質で差異が見出された。それらの中で特に大きな差異は、頭長、体幅、吻長および上顎長であった。また、標準体長200mm以下の小型個体では顕著ではなかったが、成長するに従い眼径および両眼間隔で差異が大きくなった。これらの結果は、体幅、吻長および上顎長がサクラマス群内でビワマスを分けるための分類形質になることを示している。藤岡(1988)は、飼育したビワマスとアマゴ間で眼径に差異がありビワマスの眼が大きいことをすでに指摘している。荒賀(1988)が指摘しているように、一般的に、ビワマスとアマゴ・ヤマメの外観を比較した場合、ビワマスの頭部形態の違いが大きい印象を与えるが、これは本研究で明らかになったアマゴ(サツキマス)・ヤマメに対してビワマスの頭長、吻長、上顎長が小さく、逆に眼径が大きいという頭部の特徴が反映されているものと考えられる。

上記のビワマスにおける外部形態の差異に加えて、背部に散在する黒点の大きさがビワマスで大きい特徴が明らかとなった(図 6)。この違いを指摘した研究は、この報告が初めてである。

サクラマス群の3種の麟相については、これまで大島(1929,1957),大野・安藤(1931)、川嶋・鈴木(1968) および加藤(1978)の報告があり、形や隆起線の完走状態の違いが指摘されてきた。本研究においても同様な違いのあることが確認できた。しかし、本研究から標準体長200mm以下の小型個体では、頂部隆起線数を除き多くの形質が3種間で重なることから、小型個体の分類には適応できない可能性がある。しかし、ビワマスではアマゴ(サツキマス)・ヤマメに比較して頂部隆起線が多く形成される点で、分類形質になる可能性があると考えられる。

以上をまとめると、ビワマスをアマゴ(サツキマス)およびヤマメから分類する形質としてこれまでに指摘されてきた側線上方横列鱗数や眼径、幽門垂数、麟の頂部隆起線数に加えて、本研究で明らかになった頭長、体幅、吻長、上顎長および体背部の黒点長径が分類形質として有効であると考えられた。今後、これらの結果を踏まえてビワマスを新種として命名する記載論文を用意する予定である。

4. 謝辞

本研究を実施するにあたり、研究を支援していただいたタカラ・ハーモニストファンドに感謝申し上げます。また、本研究のための標本魚の収集に協力していただいた富山県農林水産技術センターの田子泰彦所長、南条暢聡氏、野村幸司氏、古座川七川漁業協同組合

の中田義和組合長、和歌山県水産試験場の高橋芳明氏、自然写真家の内山りゅう氏、元水資源機構理事の柳川晃氏、元福井県内水面総合センター長の岩谷芳自氏、サクラマスレストレーション代表の安田龍司氏、福井県漁業協同組合連合会の松浦高久氏、岐阜市の大橋亮一氏と大橋修氏、近江八幡市の川田義光氏、北海道の土谷弘氏、徳島県の松浦鮎人氏に深く感謝します。さらに、研究を絶えず後押し励まして下さった大阪市の(故)吉安克彦氏、名古屋市の(故)近藤仁氏にお礼を申し上げます。また、標本の測定・保存あるいはDNA分析に協力していただいた滋賀県立琵琶湖博物館の川瀬成吾氏ならびに京都大学大学院理学研究科(現所属:国立遺伝学研究所)の福家悠介氏にお礼を申し上げます。

5. 文献

阿部宗明(1987) サケ目サケ科. 原色魚類大圖鑑. 北隆館: 190-191.

阿部宗明·落合明(1989)さけ科. 原色魚類検索図鑑 III, 北隆館: 80-81.

荒賀忠一(1988) サケ目サケ科.日本産魚類大図鑑.(編)益岡一・尼岡邦夫・上野輝彌, 東海大学出版会: 38-39.

藤岡康弘 (1987) ビワマスのパー・スモルト変態. 日水誌,53(2):253-260.

藤岡康弘 (1988) ビワマスとアマゴの成長ならびにパー・スモルト変態に伴う外部形態の変化. 日水誌,54(1):77-86.

Fujioka Y. and S. Fushiki (1989) Seasonal changes in hypoosmoregulatory ability of biwa salmon *Oncorhynchus rhodurus* and amago salmon *O. rhodurus*. Nippon Suisan Gakkaishi, 55(11): 1885-1892.

藤岡康弘 (2022) サクラマス種群. 日本魚類館, 小学館: 139-141.

細谷和海(2013) サケ科. (編) 中坊徹次. 日本産魚類検索 第3版,第2版,東海大学出版会: 362-367.

古川哲夫(1989)ビワマス. 日本の淡水魚, (編・監修) 川那部浩哉, 山と渓谷社: 180-181. Iwatsuki, Y., T. Ineno, F. Tanaka and K. Tanahara (2019) The southernmost population of Oncorhynchus masou masou from Kyushu Island, Japan and gross genetic structure of the O. masou complex from the northwestern Pacific. Pages 101-118 in J.-C. Gwo, Y.-T. Shieh and C. P. Burridge eds. The proceedings of International Symposium on the 100th Anniversary of the discovery of the Formosa landlocked salmon. Natl. Taiwan Mus. Press.

岩槻幸雄・田中文也・稻野俊直・関伸吾・川嶋尚正(2020)サクラマス類似群 4 亜種における Cytochrome b 全領域(1141 bp)解析による 6 つの遺伝グループの生物的特性と地理的遺伝系統. Nature of Kagoshima 47: 5-16.

加藤文男 (1973) 伊勢湾で獲れたアマゴの降海型について. 魚類学雑誌, 20(2): 107-107-112. 加藤文男 (1978a) 降海型アマゴの鱗相について. 魚類学雑誌, 25(1):51-57.

加藤文男 (1978b) 琵琶湖水系に生息するアマゴとビワマスについて. 魚類学雑誌, 25(3): 197-204.

加藤文男 (1987) サクラマス群 3 種のスモルトの形態と *Oncorhynchus ishikawai*. 福井市立 郷土自然科学博物館研究報告, 34: 105-113.

川瀬成吾(2015) ビワマス. 日本の淡水魚, (編) 細谷和海, 山と渓谷社: 252-253.

川嶋和雄・鈴木亮(1968)日本産サケ属魚類2,3種における鱗相の比較研究.淡水研報

- 18(1): 49-59.
- Kimura, S (1990) On the type specimens of Salmo macrostoma, Oncorhynchus ishikawae and O. rhodurus, Bull Inst Zool, Academia Sinica,1-16.
- 桑原雅之・井口恵一朗(2007) ビワマスにおける早期遡上群の存在. 魚類学雑誌, 54(1): 15 -20.
- Kuwahara M., H. Takahashi, T. Kikko, S. Kurumi, and K. Iguchi (2019) Trace of outbreeding between biwa salmon (*Oncorhynchus masou* subsp.) and amago (*O. ishikawae*) detected from the upper reaches of inlet streams within Lake Biwa water system, Japan. Ichthyol. Res. 66: 67-78.
- 岡田彌一郎・松原喜代松(1943) サケ科 Slmonidae 属の検索表. 日本産魚類検索, 第2版, 三省堂: 44-45.
- 宮地傳三郎・川那部浩哉・水野信彦(1982)ビワマス. 原色日本淡水魚類図鑑, 保育社: 86-87. 中村守純(1963)サケ目サケ科. 原色淡水魚類検索図鑑, 北隆館: 38,90-97.
- Onuki, K., & Fuke, Y. (2022). Rediscovery of a native freshwater shrimp, Neocaridina denticulata, and expansion of an invasive species in and around Lake Biwa, Japan: genetic and morphological approach. Conservation Genetics, 23(5), 967-980.
- Oohara I and T. Okazaki (1996) Genetic relationship among three subspecies of Oncorhynchus masou determined by mitochondrial DNA sequence analysis. Zoo. Sci., 13: 189-198.
- 大野磯吉・安藤寿三郎(1931)鮭属魚類の鱗の観察. 水産学雑誌 34:14-23.
- 大島正満 (1929) ヤマメおよびアマゴの系統並びに生活史に関する 2 、3 の知見. 自然科学, 4(1):129-150.
- 大島正満 (1940) サケ属. 脊椎動物体系 魚. 三省堂: 236-255.
- 大島正満(1957)桜鱒と琵琶鱒. 楡書房, 79pp.
- 手賀太郎・谷口順彦(2012) サツキマス(アマゴ) およびビワマスの遺伝的多様性評価および遺伝的類縁関係.水産育種,41:51-61.
- Suyama, Y., & Matsuki, Y. (2015). MIG-seq: an effective PCR-based method for genome-wide single-nucleotide polymorphism genotyping using the next-generation sequencing platform. Scientific reports, 5(1), 16963.
- Tabata R., R. Kakioka, K. Tominaga, T. Komiya, K. Watanabe. (2016) Phylogeny and historical demography of endemic fishes in Lake Biwa: the ancient lake as a promoter of evolution and diversification of freshwater fishes in western Japan. Ecology and Evolution 2016; 6(8): 2601–2623.
- Yamamoto S., K. Morita, T. Kikko, K. Kawamura, S. Sato and J. Gow (2019) Phylogeography of a salmonid fish, masu salmon *Oncorhynchus masou* subspecies-complex, with disjunct distributions across the temperate northern Pacific. Freshwater Bio.,65: 698-715.
- Watanabe, K., R. Tabata, J. Nakajima, M. Kobayakawa, M. Matsuda, K. Takaku, K. Hosoya, K. Ohara, M. Takagi, N.-H. Jang-Liaw (2020) Large-scale hybridization of Japanese populations of Hinamoroko, Aphyocypris chinensis, with A. kikuchii introduced from Taiwan. Ichthyol. Res. 67: 361–374. Doi:10.1007/s10228-019-00730-9

表 1. 本研究で収集して形態を比較した標本魚

和名	採集地	採集方法	個体数
ビワマス	琵琶湖(滋賀県)	釣り、および沖曳網	49
アマゴ(サツキマス)	アマゴ:古座川ゲンダ谷(和歌山県)	釣り	アマゴ:33,サツキマ
	サツキマス:吉野川 (徳島県)		ス:11 (合計44)
ヤマメ	神通川 楜ケ原川(富山県)	エレクトリックショッカー	20

表2. 標本比較のための計数形質の測定部位

No.	記号	計数部位	英名
1	D	背鰭条数	Dorsal fin rays
2	P1	胸鰭条数	Pectoral fin
3	P2	腹鰭条数	Pelvic fin
4	А	臀鰭条数	Anal fin
5	LLp	側線有孔鱗数	Lateral line scals
6	Tra	側線上方横列鱗数	Transverse scals avove lateral line
7	TRb	側線下方横列鱗数	Transverse scals below lateral line
8	GR	鰓耙数(第一鰓弓)	Gill-rakers on first arch
9	VN	脊椎骨数	Vertebrate
10	PC	幽門垂数	Pyloric caeca
11	CRS	鰓条骨数	Branchiostegals
12	RS	朱点数(左体側)	Red spots

表3. 標本比較のための形態等の測定観察部位

No.	記号	部位	英名
1	TL	全長	Total length
2	FL	尾又長	Fork length
3	SL	標準体長	Standard length
4	POBL	眼後体長	Postorbital body length
5	PDL	背鰭前長	Predorsal length
6	HL	頭長	Head length
7	POHL	眼後頭長	Postorbital head length
8	BD	体高	Body depth
9	BW	体幅	Body width
10	SnL	吻長	Snout length
11	UJL	上顎長	Upper jaw length
12	ED	眼径	Eye diameter
13	IOW	両眼間隔	Interorbital width
14	POL	眼後長	Postorbital length
15	CPL	尾柄長	Caudal peduncle length
16	CPD	尾柄高	Caudal peduncle depth
17	P1FL	胸鰭長	Pectoral fin length
18	P2FL	腹鰭長	Pelvic fin length
19	CFL	尾鰭長	Caudal fin length
20	Longest DL	最背鰭長	Longest dorsal fin length
21	Longest AL	最尻鰭長	Longest anal fin length
22	BDS	黒点長径	Lomg axis of black spots
23	Sex	性別	Sex

表4.鱗の計測部位

計測部位	英名	計測枚数
鱗長	Scale length	10
鱗幅	Scale radius	10
基部隆起線数 (NRB)	Number of ridges on basal areas	10
頂部隆起線数 (NRA)	Number of ridges on apical areas	10
完走麟紋数の割合(NRA*100/NRB)	% of NRA for NRB	10

表5. ビワマス・アマゴおよびヤマメの計数形質(値は最小値-最大値を示す)

No.	記号	計数部位	ビワマス	アマゴ	ヤマメ
1	D	背鰭条数	11 - 14	12 - 15	13 - 14
2	P1	胸鰭条数	11 - 15	13 - 16	14 - 16
3	P2	腹鰭条数	9	9 - 11	9 - 10
4	А	臀鰭条数	11 - 14	11 - 14	13 - 15
5	LLp	側線有孔鱗数	123 - 147	110 - 145	121 - 139
6	Tra	側線上方横列鱗数	19 - 26	27 - 36	28 - 35
7	TRb	側線下方横列鱗数	21 - 35	24 - 37	27 - 34
8	GR	鰓耙数(第一鰓弓)	17 - 22	17 - 23	18 -21
9	VN	脊椎骨数	63 - 66	64 - 67	62 - 67
10	PC	幽門 垂 数	41 - 67	28 - 49	32 - 56
11	CRS	鰓条骨数	11 - 14	11 - 14	13 - 14
12	RS	朱点数(左体側)	0 - 15	0 - 46	0

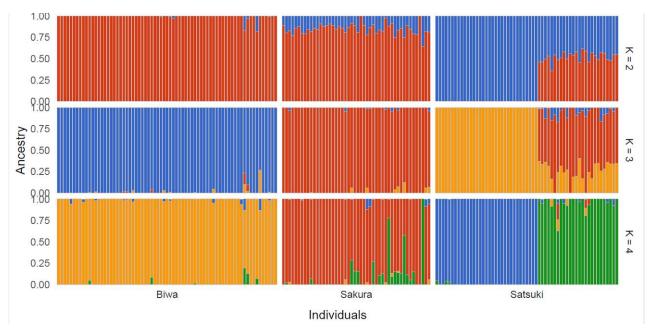


図 1. ビワマス、サクラマス、サツキマスの MIG-seq 法によって得られた SNPs データ に基づくクラスター分析の結果。1 本のバーが 1 個体、色がその遺伝的グループに属するかを示す。

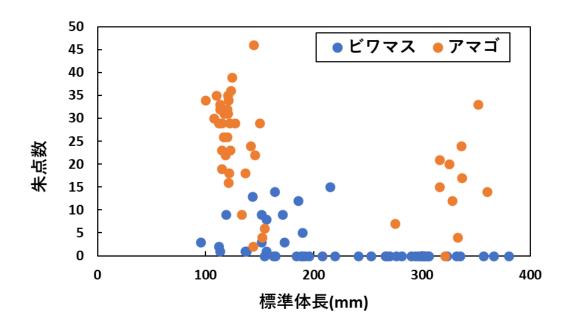
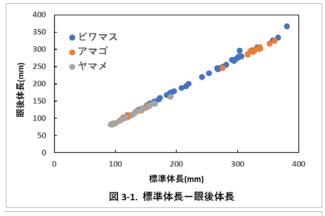
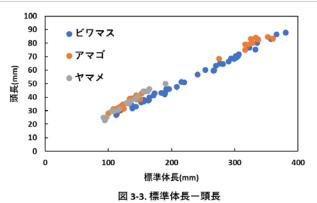
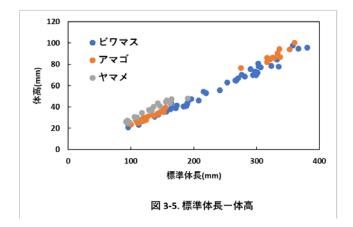
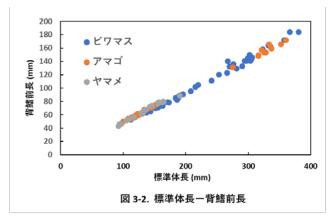


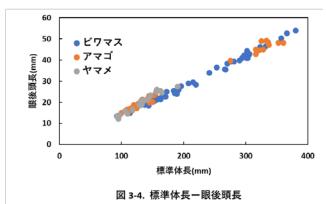
図2. ビワマスとアマゴの朱点数と体長の関係

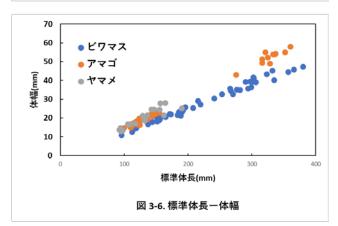


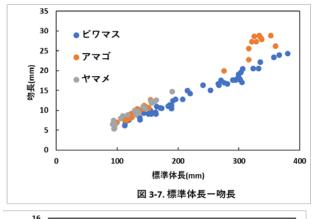


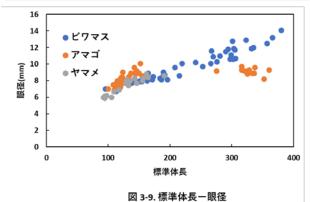


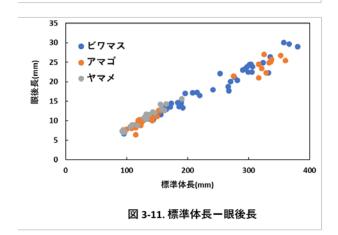


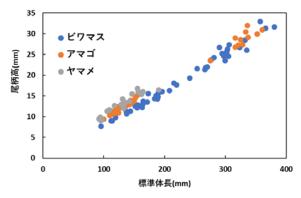




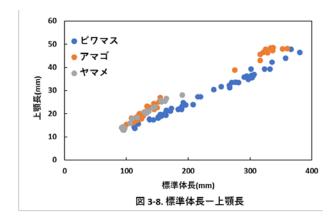


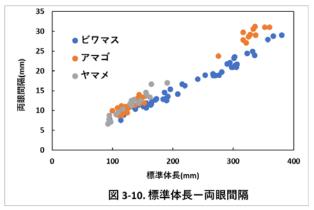


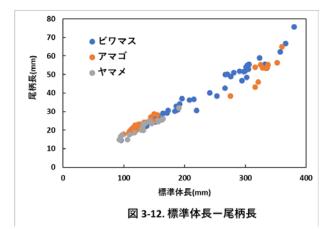


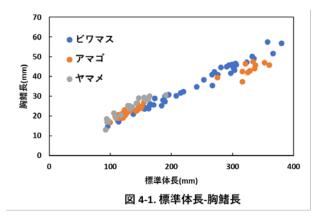


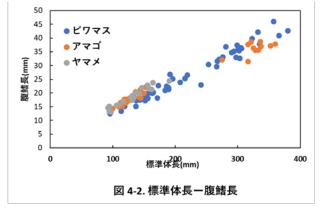


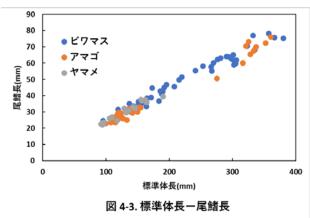


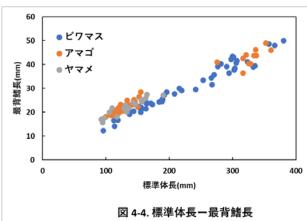


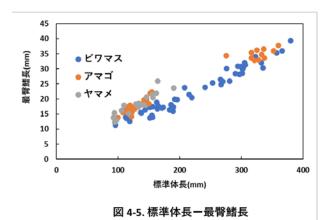












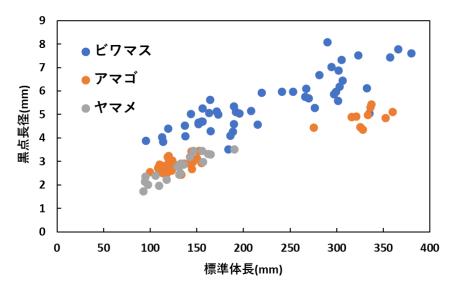
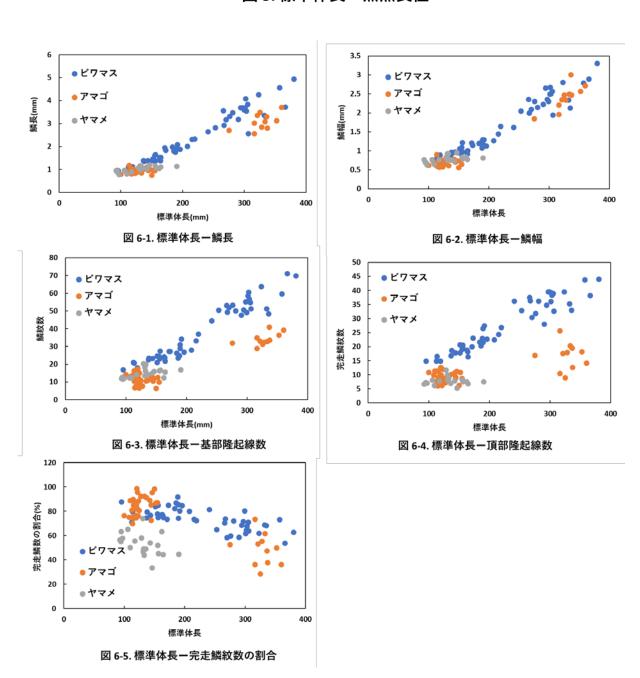


図 5. 標準体長一黒点長径



2021年度(第36回)タカラ・ハーモニストファンド研究助成報告

山間部における水生昆虫類保全に向けた, 自作ビオトープでの動態調査

笹 愛美 滋賀県

1. はじめに

ゲンゴロウ Cybister chinensis やタガメ Kirkaldyia deyrolli に代表される水生昆虫の多くは、かつては氾濫原や後背湿地といった自然湿地を利用していたと考えられている. 人間活動が盛んになるにつれ自然湿地は水田へと姿を変えていったが、水田は人工的につくられた浅く一時的な湿地環境でもあった. 単に一時的な湿地であるというだけでなく、河川の氾濫やそれによる侵食などの天然の撹乱に代わって、代かきや冠水など人為的な撹乱が繰り返されるという点でも、自然湿地に近い環境であると言える. このような水田やため池などの水田環境を、多くの水生昆虫が自然湿地の生息代替地として利用するようになったとされている(桐谷、2012; 守山、1996; 西城、2001).

しかし、農法の近代化や圃場整備、減反政策、耕作放棄地の増加などにより、水田を生息地として利用していた水生昆虫の生息状況が急速に悪化している。水田とその周辺環境が変貌したことにより、水生昆虫は水田やため池などの代替生息地さえ失うことになった(西原ほか、2006;市川、2008;森ほか、2008)。その結果、水田生物の代表とされるゲンゴロウ類では、絶滅が危惧される種が増加し、各都道府県および環境省のRDBへの掲載種が増えた(西原ほか、2006;市川、2008)。

このような水生昆虫の生息環境の悪化は、中山間地の水田で特に顕著であると考えられる。中山間地では耕作が放棄される水田が多いうえ(日鷹,2010),もともと小規模な耕作地が多いことから生息地の喪失を補償する環境が周囲に少ないためである。ため池が少なく、止水性の水生昆虫にとっての代替生息地に乏しいなど、中山間地特有の傾向も存在する。

Coccia et al. (2016) によると、天然の湿地生態系が残存する地域において、小規模な水域の造成が水生生物群集の多様性保全に有効であると報告されており、近年、水生生物の多様性に向けたビオトープ池の造成が各地でおこなわれている(鈴木、2018). しかし、水田生態系に生息する水生昆虫の生活環の完結には、水田のみならずため池や樹林など他の要素が必要不可欠であることも多い(西城、2001;桐谷、2012)が、一つの地域内に複数種類の水域を創出して水生昆虫の動態を調査した例はほとんどない.

そこで本研究では滋賀県の中山間地で、天然の湿地生態系が残存する椋川集落において、耕作放棄された水田環境に小規模な池を複数造成し、その池を生息地として利用する水生昆虫類を経時的に調査した。その結果に基づいて、中山間地の水田環境における水生昆虫のレフュージア(避難地)としてのため池の機能について考察した。

2. 調査地および方法

2-1. 調査地の概要

高島市今津町の中山間部、標高約250 mに位置する椋川集落(北緯35度23分,東経135度54分)の耕作放棄地(図1)を調査地に設定した. 椋川集落では、稲作に湧水や谷川の水を利用しており、集落内に農業用ため池が存在しない. 調査地とした場所は、40年以上前から耕作を放棄され、植生遷移が進み始めていた. この場所は、豊富な湧水があり水はけも悪く、降雨後は水の溜まるような環境であった. 調査地は北西に向かって傾斜しており、周辺はスギの植林であった.

筆者は本研究を始める前の 2020 年 9 月, 10 月, 11 月, 2021 年 3 月に水生昆虫相の調査を行い、複数種の水生生物の生息を確認していた(後述). この他にも、2010 年前後に滋賀県立大学学生ら(当時)によって椋川集落での水生昆虫相の調査が実施されており、おおよその生物相が把握されている(中西ほか、2009;中西、2009;田和ほか、2015). 池を造成する以前の調査地および周辺地域の水生昆虫相と本研究の調査結果を比較することで、池を造成する前後やその周辺場所との水生生物相の比較ができると期待された.

また,近隣水田の水環境が造成池における水生昆虫の動態に影響すると考えられたため,椋川集落の稲作農事暦について集落営農の代表者から聞き取り調査をした.

2-2. 池の造成

前述の耕作放棄地に 2020 年 9 月から 10 月にかけて 1 つの池 (池 A) を造成し、さらに 2021 年 6 月から 7 月にかけて 2 つの池 (池 B, C) を造成した、池 A は開けた日当たりの良い、調査地で最も下部の場所に造成した(図 2). 池 B は山からの湧水が溜まりやすく、日当たりの良い場所に造成した(図 3). 池 C はスギに囲まれた日当たりの良くない、調査地で最も上部の場所に造成した(図 4).

造成にあたり、池の造成予定場所に生えている草本をカマで刈り取ってから、ショベルを用いて穴を掘った.掘った際に出た土は、池の畦として積み上げた.穴を掘っただけで池の底面から湧水が滲み出てきて徐々に湛水したが、晴天続きの時に渇水になる恐れがあったため、池から山側に向かって 2~4 m ほどの溝を掘って湧水を引いた. どの池も、造成時の周囲長は 13~14 m、水深は約 35 cm であった. すべての池において、後述する調査のたびに底泥を掘り上げ、畔を高くするなどの調整を適宜おこなった.

池 C には、造成時に調査地から約 5 km 離れた場所で自生していたヒルムシロ Potamogeton distinctus を採取し、移植した。クロゲンゴロウ Cybister brevis などの中一大型のゲンゴロウ類は、水生植物を産卵基質として利用することが知られている (中島ほか、2020) . また、ヒルムシロは滋賀県 RDB でその他重要種に指定されており、近隣府県でも減少傾向にある (福井県、2016;岐阜県、2014) . ヒルムシロの移植は、水生昆虫に繁殖地として利用される可能性を高める効果が期待され、さらにヒルムシロ自体の生息域外保全にもつながると考えられた.

2-3. すくい取り調査

各池の水生昆虫相を把握するため、D型フレームのたも網 (フレーム幅:35 cm,目合:1 mm) を用いてすくい取りを行った.各池でのすくい取り調査は、2021年8月17日から2022年10月13日までの期間、約2週間に一度の頻度でおこなった.ただし、冬季は積雪のために調査をおこなわなかった.

それぞれの池で、池の中心から岸に向かって底泥を引っかくように約 70 cm の距離を約 30 回すくい、池の中心部で泥をすくわないように 5 回すくった.

たも網に入った水生昆虫のうち鞘翅目昆虫と、原則として体長 30 mm 以上の半翅目昆虫を全て現地で同定し、種ごとの個体数を数えたのち、採集した池に戻した. 体長 30 mm 以下の半翅目昆虫が採集された場合、同定後に在不在のみを記録したのち、採集した池に戻した. 学名は中島ほか (2020) に従った.

2-4. 環境要因の測定

環境要因として,池のおよそ中心部分にて水温と水深を測定した.いずれも掬いとり調査の前におこなった.水温は水温計(佐藤計量器製作所,SK-250WPII-K)を用いて測定した.水深は折れ尺(シンワ測定,ファイバー折尺,78705)を,泥に深く突き刺さらないように底に軽く押し当てて測定した.

3. 結果

聞き取り調査をまとめたところ、椋川集落での 2021 年前後の平均的な稲作農事暦は表 1 に示す通りだった. 水生昆虫の生息地として、継続して水域が維持されていたのは、田植えが行われた 5 月 10 日ごろから中干しが始まった 6 月 25 日までの約 1.5 箇月であった.

調査時に測定した水温および水深を図 5 に示す、水温はどの池でも同様の推移を示したが、水深は池間での差が大きく、特に池 C では一時的に干上がったことがあった。

池造成前の耕作放棄地で採集された鞘翅目の水生昆虫は 2 科 2 属 2 種だったのに対し、造成した 3 つの池では合計 3 科 11 属 13 種であった(表 2). ミズカマキリ Ranatra chinensis とタイコウチ Laccotrephes japonensis は造成前には採集されなかったが、造成した池では採集された.

14 箇月の調査期間中に 3 つの池で合計 50 個体以上採集された鞘翅目は、ヒメゲンゴロウ Rhantus suturalis、シマゲンゴロウ Hydaticus bowringii、コシマゲンゴロウ Hydaticus grammicus、 クロゲンゴロウ,ガムシ Hydrophilus acuminatus、ヒメガムシ Sternolophus rufipes の 6 種と、半翅目のミズカマキリであった.いずれの種も採集されたのは成虫のみで、幼虫は採集されなかった.特に個体数が多かったミズカマキリ、シマゲンゴロウ、コシマゲンゴロウ、クロゲンゴロウ、ガムシについて、3 つの池での合計個体数の動態を図 6 に示す.クロゲンゴロウ以外の 4 種は、水田での中干し期と落水期に個体

数が増える傾向が見られた. また, 池 A~C におけるミズカマキリ, ヒメゲンゴロウ, シマゲンゴロウ, コシマゲンゴロウの個体数の動態を, それぞれ図 7~10 に示す.

定量的な調査の対象種のほかにも、保全上重要な種が造成した池やその周辺で観察された. 2021 年 6 月 27 日と 7 月 17 日に池 A でモリアオガエル Zhangixalus arboreus の卵のうが観察された(図 11). その後の観察で、卵のうから出てきた幼生(オタマジャクシ)が、池 A で順調に生育したことを確認した. また、調査地周辺では過去に記録がなかったハッチョウトンボ Nannophya pygmaea の飛来が確認された(図 12).

考察

本研究では、中山間地の耕作放棄地に造成した小規模な池が、水生昆虫類のレフュージアとして機能しうるのかどうか検証することを目的として、新たに池を造成したうえで、継続的に鞘翅目を主な対象とした調査を行い、水田環境に生息する水生昆虫類の消長を記録した.

本研究では鞘翅目と体長 30mm 以上の半翅目の水生昆虫を調査対象としたが、造成以前の耕作放棄地では 3 種しか確認されていなかった。これらの水生昆虫は、造成後には 14 種に増加した.特に鞘翅目の中で採集個体数が多かったヒメゲンゴロウ、シマゲンゴロウ、カロゲンゴロウ、ガムシ、ヒメガムシは、いずれも水田を繁殖場所として利用しており、生活場所として水田とため池の両方を利用する種、あるいは主にため池を利用する種であると考えられる.水田に水がなくなる中干し期や落水期に入ると比較的大型の水生昆虫が速やかに池に飛来したことから、本研究で造成した池は小規模なものであったが、繁殖場所近傍のレフュージアとして機能したと考えられた.また、本研究の調査は池の造成から1年3箇月ほどの間に行われたが、そのように造成から短期間しか経過していなくても、水生昆虫のレフュージアになりうることが示された.このことは、小規模な池であっても少なくとも一部の水生昆虫にとっては有効で、造成コストが小さく即効性のある保全策になりうることを示唆している.また、定量的な調査の対象ではなかったものの、モリアオガエルの産卵やハッチョウトンボの飛来を確認することができた.これらはいずれも滋賀県 RDB で要注目種とされ、保全上重要な種である.

池に飛来する種は、比較的体サイズが大きいものが多い傾向があった。過去の調査で周辺の水田を利用しているゲンゴロウ科昆虫として7種が知られていた(中西,2009;中西ほか、2009)。本調査では、これらの種の中でも、体サイズが比較的大きいヒメゲンゴロウ・シマゲンゴロウ・コシマゲンゴロウが多く採集された。逆に、体サイズが小さいチビゲンゴロウ Hydroglyphus japonicus はほとんど採集されなかった。この傾向はガムシ科についても当てはまり、体サイズが比較的大きいガムシとヒメガムシは多く採集されたが、体サイズの小さいヤマトゴマフガムシ Berosus japonicus、ゴマフガムシ Berosus punctipennis、キベリヒラタガムシ Enochrus japonicus、キイロヒラタガムシ Enochrus simulans はほとんど、あるいはまったく採集されなかった。本研究では、大型

種であるミズカマキリも造成後の池で多く採集された.これらの結果から、本研究で造成した池は、中~大型の水生昆虫類にとって特に利用されやすかったと考えられる.その理由として、中~大型の種は移動能力が高いために、水田から水がなくなると広い範囲を移動してレフュージアを探索することができ、新しく造成された池を容易に発見することができたことが考えられる.また、別の理由として、小型の水生昆虫は必要とするレフュージアのサイズも小さいと考えらえることから、水田の近傍や水田内に存在する極々小規模な水域をレフュージアとして利用できるのかもしれない.本研究の結果からはどちらの可能性が高いかなどについて議論することはできないが、多くの水生昆虫に共通する傾向として、体サイズに依存したレフュージア利用の傾向が存在することが強く示唆された.今後の研究では、小型水生昆虫がどのような環境をレフュージアとして利用しているのかを明らかにすることが必要であると考えられる.森ほか(1993)では放棄水田では水深の違う部分が存在するなど環境が多様なほど多くの種が生息すると述べられているが、水生昆虫ごとに利用する環境の類型化などを行うことで、水生昆虫のタイプごとにレフュージアとして必要な環境要素が抽出できるかもしれない.

上述したように水田とため池の両方を利用する水生昆虫が多いことは、すでに西城 (2001) などによっても報告されている. レフュージアとして池を造成して水生昆虫の保全を試みるには、水田のような一時的水域と、本研究で造成したような恒久的水域の組み合わせが必要だと考えられた. また、小型水生昆虫がレフュージアとして利用する環境が明らかになれば、その環境を再現し、水田や池と組み合わせることも必要になるだろう.

謝辞

本研究を行うにあたり、調査地では井上四郎太夫氏、是永麻記子氏、是永宙氏をはじめとする、椋川集落の多くの皆様に様々な支援をいただいた. 琵琶湖博物館学芸員の金尾滋史博士には研究に関して助言していただいた. 龍谷大学の福岡太一氏、滋賀県立大学の学生・卒業生には調査の補助、助言をいただいた. 国立環境研究所の森井清仁博士には報告書作成に際しご助力いただいた. ここに記して、深く感謝の意を申し上げる.

引用文献

Coccia, C., B. Vanschoenwinkel, L. Brendonck, L. Boyero, and A. J. Green (2016) Newly created ponds complement natural waterbodies for restoration of macroinvertebrate assemblages. Freshwater Biol. 61:1640–1654.

福井県(2016)福井県の絶滅のおそれのある野生動植物 2016.

- 岐阜県(2014)岐阜県レッドデータブック(植物編)改訂版.
- 日鷹一雅 (2010) 生きものブランド"源五郎米"再生事業. 矢原徹一・松田祐之・竹門康 弘・西廣 淳監修. 自然再生ハンドブック, 地人書館, 東京. 175-182.
- 市川憲平(2008) 里池の水生昆虫の現状と保全. 環動昆, 19:47-50.
- 桐谷圭治 (2012) IBM とただの虫. 樹木医学研究, 16:46-60.
- 森 正人・北山 昭(1993) 図説日本のゲンゴロウ. 文一総合出版, 東京.
- 森 淳.水谷正一・高橋順二(2008)水田生態系の特長と変質—水田生態工学の視点から—. 農業農村工学会論文集, 254:127-137.
- 守山 弘(1996)生物相保全と地域環境計画・環境整備.農業土木学会誌,64:47-52.
- 中島 淳・林 成多・石田和男・北野 忠・吉富博之(2020)日本の水生昆虫. 文一総 合出版.
- 中本 学・関岡裕明 (2001) 生物保全に配慮した池沼の造成—造成後3年間のモニタリング結果—. 日本緑化工学会誌,27:355-356.
- 中西康介 (2009) 滋賀県の水田における水生動物群集の動態と保全に関する研究. TaKaRa ハーモニストファンド研究助成報告.
- 中西康介・田和康太・蒲原 漠・野間直彦・沢田裕一(2009)栽培管理方法の異なる水田間における大型水生動物群集の比較. 環動昆, 20:103-114.
- 西原昇吾・苅部治紀・鷲谷いづみ (2006) 水田に生息するゲンゴロウ類の現状と保全. 保全生態学研究, 11: 143-157.
- 西城 洋 (2001) 島根県の水田と溜め池における水生昆虫の季節的消長と移動. 日本 生態学会誌, 51: 1-11.
- 滋賀県生き物総合調査委員会編(2020)『滋賀県で大切にすべき野生生物—滋賀県レッドデータブック 2020 年版』. サンライズ出版, 滋賀県.
- 鈴木真裕・平井規央・石井 実(2018)大阪府の都市部に造成されたビオトープ池の大型脊椎動物群集に及ぼす池干し効果.環動昆. 20:1-12.
- 田和康太・中西康介・村上大介・金井亮介・沢田裕一(2015)中山間部の湿原における アカハライモリ Cynops pyrrhogaster の生息環境とその季節的変化(2015)保全生 態学研究, 20:119-130.

表 1. 椋川集落の 2021 年前後の農事暦.

農事曆	時期
代かき	5月初旬
田植え	5月 10日
中干し	6月 25日
間断灌漑	7月5日
落水	8月下旬
稲刈り	9月初旬

調査期間中に造成した各池で採集された水生昆虫(半翅目,鞘翅目). 黒丸(•)は計数をしていないが,生息が確認で 中西 (2009) および中西ほか (2009) にお 慣行田は, きたことを示す. 掘削前は,2020年9月24日の調査結果を示す. いて調査地周辺の慣行田で採集された種を示す. 表 2.

ントに滋賀県						米									その他		希少			条					要注意
アンドック環境省 滋			LN												LN		LN			LN				LN	
慣行田・	•	•				•					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•
·造成前				•								•		•											
O	•	•	•	•	0	2	•	2	•	0	0	4	0	20	11	2	2	1	0	3	1	0	0	0	0
	•	•	•	•	0	26	•	0	•	4	2	20	\vdash	1104	125	35	41	1	0	28	20	0	1	12	0
⋖	•	•	•	•	2	88	•	0	•	2	0	11	0	236	112	48	13	0	0	24	18	0	0	8	0
孙	Notonecta triguttata	Sigara spp.	Appasus japonicus	Appasus major	Laccotrephes japonensis	Ranatra chinensis	Hydrometra sp.	Aquarius elongatus	Gerridae sp.	Peltodytes intermedius	Hydrog lyphus japonicus	Agabus conspicuus	Agabus japonicus	Rhantus suturalis	Hydaticus bowringii	Hydaticus grammicus	Cybister brevis	Berosus japonicus	Berosus punctipennis	Hydrophilus acuminatus	Sternolophus rufipes	Eno chrus japonicus	Enochrus simulans	Helochares nipponicus	Luciola lateralis
丛	マツモムシ	コミズムシ属の複数種	コオイムシ	オオコオイムシ	タイコウチ	ミズカマキリ	イトアメンボ不明種	オオアメンボ	不明	コガシラミズムシ	チビゲンゴロウ	クロズマメゲンゴロウ	マメゲンゴロウ	ヒメゲンゴロウ	シマゲンゴロウ	コシマゲンゴロウ	クロゲンゴロウ	ヤマトゴマフガムシ	ゴマフガムシ	ガムシ	ヒメガムシ	キベリヒラタガムシ	キイロヒラタガムシ	スジヒラタガムシ	ヘイケボタル
	マツモムシ属	コミズムシ属	コオイムシ属		タイコウチ属	ミズカマキリ属	イトアメンボ属	アメンボ属	不明	コガシラミズムシ属	チビゲンゴロウ属	マメゲンゴロウ属		ヒメゲンゴロウ属	シマゲンゴロウ属		ゲンゴロウ属	ゴマフガムシ属		ガムシ属	ヒメガムシ属	ヒラタガムシ属		スジヒラタガムシ属	ホタル属
茶	マツモムシ科	ミズムシ科	コオイムシ科		タイコウチ科		イトアメンボ科	アメンボ科		コガシラミズムシ科	ゲンゴロウ科							ガムシ科							ホタル科
ш.	カメムシ目									コウチュウ目															

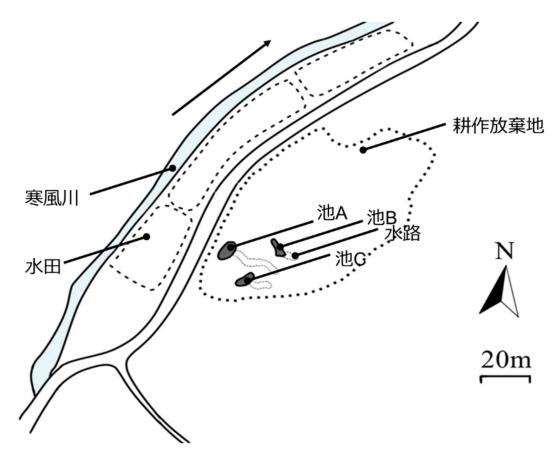


図 1. 造成した池とその周辺環境を示す略地図. 矢印は水の流れる方向を示す.

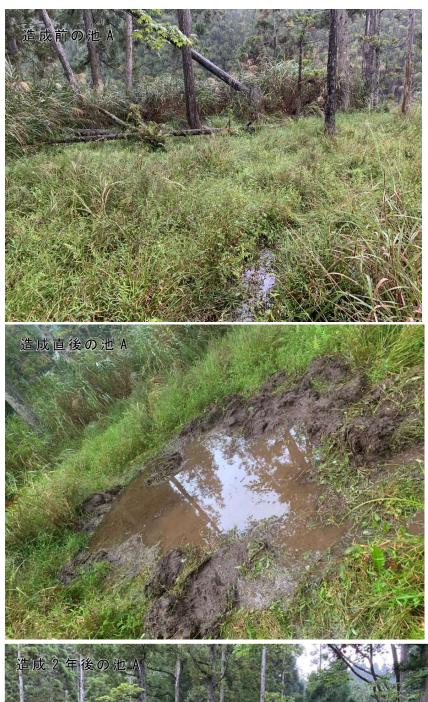




図 2. 造成した池 A. 上から, 造成前,造成直後,造成 2 年後の様子.



図 3. 造成した池 B. 上から,造成前,造成直後,造成1年後の様子.

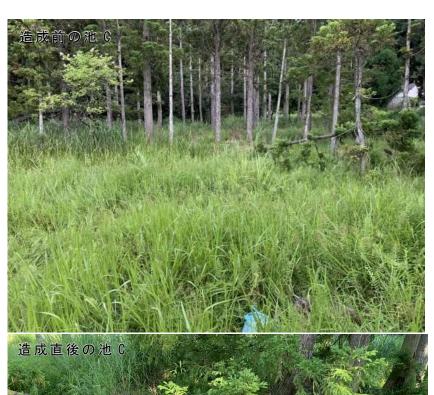
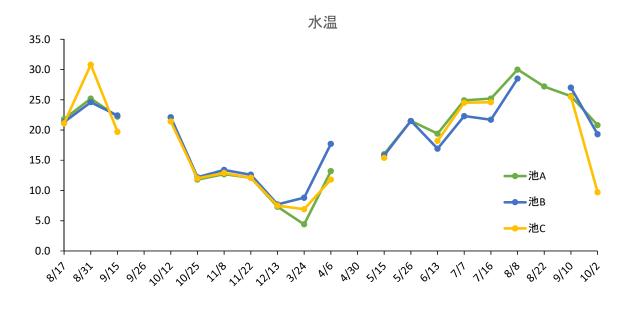






図 4. 造成した池 C. 上から, 造成前,造成直後,造成 1 年後の様子.



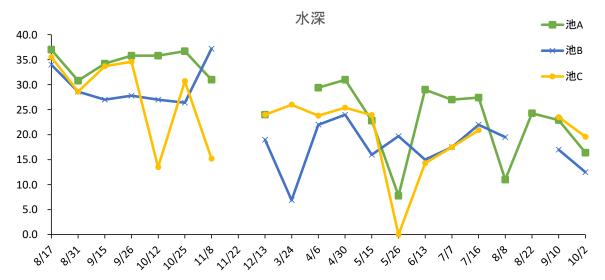


図 5. 造成した 3 つの池における水温 (\mathbb{C}) と水深 (\mathbf{cm}).

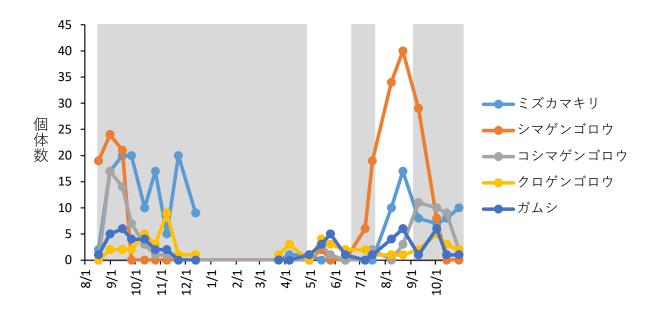


図 6. 造成した 3 つの池で採集された水生昆虫の合計個体数の季節変動. 例として、ミズカマキリ、シマゲンゴロウ、コシマゲンゴロウ、クロゲンゴロウ、ガムシを挙げた. 背景に網掛けをした期間は、水田に水がなかった中干し期と落水期を示す.

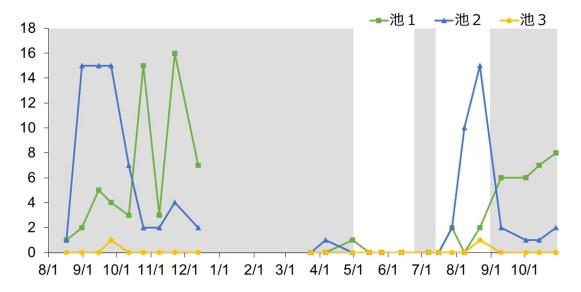


図 7. 各池でのすくい取り調査によって採集されたミズカマキリの個体数の季節変動. 背景に網掛けをした期間は,水田に水がなかった中干し期と落水期を示す.

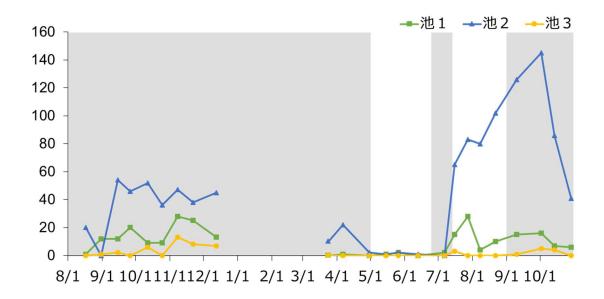


図 8. 各池でのすくい取り調査によって採集されたヒメゲンゴロウの個体数の季節変動. 背景に網掛けをした期間は,水田に水がなかった中干し期と落水期を示す.

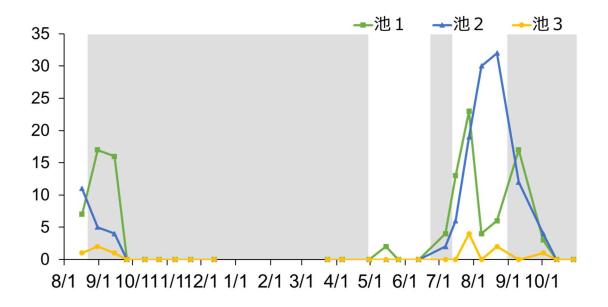


図 9. 各池でのすくい取り調査によって採集されたシマゲンゴロウの個体数 の季節変動. 背景に網掛けをした期間は, 水田に水がなかった中干し期 と落水期を示す.

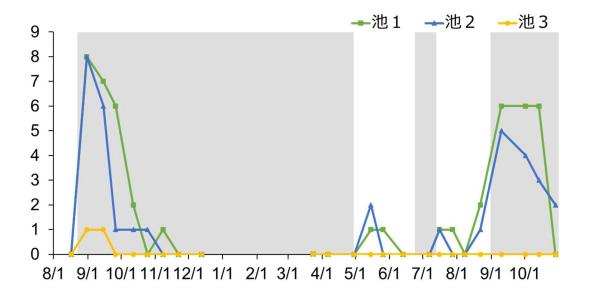


図 10. 各池でのすくい取り調査によって採集されたコシマゲンゴロウの個体数の季節変動. 背景に網掛けをした期間は, 水田に水がなかった中干し期と落水期を示す.

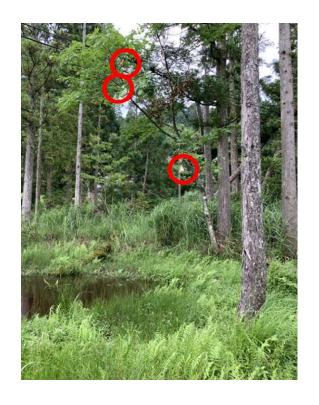


図 11. 造成した池 A で確認されたモリア オガエルの卵のう (赤○).



図 12. 調査地への飛来が確認されたハッチョウトンボ(オス).

応募要項

1. 助成事業

- (1)活動助成
- (2)研究助成

2. 目的

日本の緑を構成する森林・草原、木竹等の陸域、または海、湖沼、河川等の水域の自然環境(生物の生態把握等も含む)に関する実践的な活動・研究に対して、助成を行います。

3. 対象

次の条件を満たす活動・研究とします。

- (1) 具体的に着手の段階にある活動・研究
- (2) 営利を目的としない活動・研究
- (3)活動主体の資格は問わないが、次の条件を満たすもの

〈個人の場合〉

助成金の使途が、助成の趣旨に沿って適確であり、当該事業に係わる施設の利用や助成金の使途等の面で、本人あるいは親族など特別な関係のある者に、特別の利益を与えない者。

〈任意団体の場合〉

代表者または管理者の定めのある団体で、役員その他機関の構成、選任方法、その他事業の運営に重要な事項が、特定の者、あるいは特別の関係者等の意志に従わず、運営されている団体。また、特定の者等に特別の利益を与えていない団体。

4. 助成金の金額と期間

助成金額は、それぞれの活動・研究の所要額ですが、総額等はつぎのとおりです。

- (1)年間助成金総額は、活動・研究を合わせて500万円程度とします。
- (2)助成期間は、原則として助成金贈呈日より1年間とするが、助成金を2年間にわたって利用することも認めます。

5. 助成金の使途と報告

(1)活動・研究に関した費用であれば、機 材費、消耗品費、旅費、謝礼金等を含 め、その内容を問いません。ただし、 人件費・管理費等は認めません。 (2)助成金の受領者には、申請にもとづく 助成期間終了後、活動の経過および結 果ならびに会計について報告していた だきます。また、助成期間終了後3年 間は助成対象の活動・研究、もしくは 団体、個人の活動・研究の簡単な現状 報告をしていただきます。

6. 応募方法

(1)応募要項(詳細)、申請書様式を宝ホールディングス(株)タカラ・ハーモニストファンドホームページよりダウンロードいただくか、事務局に請求いただき、申請書に記入、捺印のうえ事務局宛 簡易書留で郵送ください。パソコンで申請書を作成された場合は郵送分とは別にE-メールでも電子ファイルをお送りください。

宝ホールディングス株式会社 タカラ・ハーモニストファンドホームページ https://www.takara.co.jp/environment/fund/ E-メール送付先

kouekishintaku. kyotoshiten@mizuhotb. co. jp

(2)応募受付期間は、毎年3月末を締切日とします。

7. 助成先の選考

- (1)選考時期 毎年5月
- (2) 選考方法 運営委員会により厳正に 審査・選考します。

8. 助成金の贈呈

毎年 6月

9. その他

- (1)提出いただいた申請書等は、返却いたしません。
- (2)選考結果は、申請者全員に書面で通知します。

お間合せ先

公益信託

タカラ・ハーモニストファンド事務局 〒600-8008

京都市下京区四条通烏丸東入長刀鉾町20 みずほ信託銀行株式会社 京都支店 TEL 075-211-5525 FAX 075-212-4915

2022 年度

タカラ・ハーモニストファンド活動・研究報告書

発行 2024年4月

発行者 宝ホールディングス株式会社

〒600-8688 京都市下京区四条通烏丸東入 TEL 075-241-5186 FAX 075-241-5126

http://www.takara.co.jp/

※本報告書の無断転載を禁ず