

Ecophysiological research on edible red alga *Callophyllis japonica* for aquaculture
Ayako MORIKAWA, Aki KATO, Hiroyuki YINEYAMA, Shuji NAKAMURA
School of Applied Biological Science,
Graduate School of Integrated Sciences for Life,
(Fisheries Laboratory, Seto Inland Sea Carbon-neutral Research Center)
Hiroshima University

紅藻ホソバノトサカモドキの養殖に向けた生理生態学的研究
森川綾子・加藤亜記・米山弘行・中村修司
広島大学大学院統合生命科学研究科・生物生産学部
(瀬戸内 CN 国際共同研究センター 水産実験所)

ホソバノトサカモドキ (*Callophyllis japonica*) は、サラダや刺身などの料理に彩りと高級感を演出する紅藻類の1つである。本種の利用は天然資源の採取に依存しており、養殖による生産は行われていない。さらに、本種の成長や成熟に関する基礎的研究はほとんどない。そこで、本研究では、本種の養殖に向けた生理生態学的特徴を把握するため、胞子の放出および、発芽体、成体の各段階での成長における水温と光量の最適条件を室内培養実験により明らかにすることを試みた。ホソバノトサカモドキでは、同型同大の胞子体と配偶体世代を繰り返す生活史をもつため、本研究では、それぞれの世代で形成される胞子について研究を行った。

胞子放出については、2023年6~8月に採集した藻体の四分胞子嚢と嚢果を、温度10℃と20℃で培養し、20℃で四分胞子、果胞子の放出率が高くなることを確認した。本種の成熟期の水温は20℃以上であることから、胞子放出に最適な水温は、生育環境と同様であると考えられる。

発芽体の成長については、四分胞子を、温度10℃と20℃および光量25 $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$ と100 $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$ の4条件で培養したところ、20℃では約1ヶ月後に直立体が確認できた。10℃では光量25 $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$ で、2ヶ月以上後に直立体を確認できたが、光量100 $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$ では枯死した。果胞子では、温度15℃と20℃および光量25 $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$ の2条件で培養し、ともに約1ヶ月後に直立体が確認できた。

成体の最適培養条件は、上記の四分胞子の培養の4条件の中では、温度10℃、光量25 $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$ であった。温度10℃は、藻体が急速に成長する2月から3月の水温に相当し、調査地における本種の成長と一致していた。また、温度20℃、光量25, 100 $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$ の2条件では、培養7, 14日目に藻体が退色し黄変した箇所が観察でき、100 $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$ では、25 $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$ より藻体の広範囲が黄化した。紅藻の黄化を促進する要因の一つに強光があり、本研究で確認した本種の生育場所は、潮下帯の水深1m付近で、他の海藻類と混生する日陰の場所であったため、100 $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$ は、本種には強光であった可能性がある。

Field research to resolve issues related to "Community Cat Program" supported by Hatsukaichi
City and Hiroshima Prefecture
Aira SEO
School of Applied Biological Science,
Graduate School of Integrated Sciences for Life,
Hiroshima University

廿日市市及び広島県が支援する「地域猫活動」の課題解決に向けたフィールド研究
妹尾 あいら
広島大学大学院統合生命科学研究科・生物生産学部

地域猫活動は、野良猫に関わる問題を地域の環境問題と捉え、地域の合意を得た上で住民が主体となり、不妊去勢手術や給餌、糞尿の清掃など適切な管理を行う活動のことで、環境省が推奨する取り組みである(2010)。広島県内でも、行政が地域を支援する形で本活動を推進しつつある。一方で、地域猫活動の障害となっている問題として、活動者の高齢化や活動資金の不足が挙げられている(加藤, 2014; 朱ら, 2021)。さらに近年は、活動者と住民の間に活動の合意形成が困難であったり、糞尿被害等をめぐって活動者と住民の間に衝突や諍いに発展したりする地域もある(黒澤, 2023)。本著者らが調査を続けている広島県廿日市市の高齢化が進む大規模団地では、同様の問題に直面していることから(谷田ら, 2022; 妹尾, 2023)、行政は今後の地域猫活動の進め方に苦慮している。そこで本研究は、1) 地域猫の行動パターン、2) 地域猫に対する住民の意識について調査を行うことで、課題の解決に向けた提案を行うことを目的とした。

調査地は、広島県廿日市市の郊外型一戸建て住宅団地 A 及び隣接する住宅団地 B と C とした。住宅団地 A で管理され、活動者に馴れている地域猫 5 頭(♀ 1 頭, ♂ 4 頭)に対し、2023 年 10 月～12 月までの間に GPS 付き首輪を 5～6 回装着した。得られたデータを元に、地域猫の行動圏(居場所や滞在時間)、地域外への脱出状況等について分析した。住宅団地 3 地域に対するアンケート調査は、2023 年 7 月～8 月に全戸に対して実施した(団地 A: 257 戸, 団地 B: 232 戸, 団地 C: 605 戸)。質問項目は、猫による被害の有無、地域猫活動の継続や活動への参加希望等の計 17 問とした。各団地の回答数の比較にはモンテカルロ法を用いたフィッシャーの正確確率検定を行った。

GPS 調査の結果から、活動者宅の敷地内に寝床とトイレを設置して給餌することで、行動範囲が活動者宅に定着した猫がいた一方で、活動者宅以外の複数の給餌場を巡回し、地域外に脱出する放浪型行動パターンを持つ猫が観察され、地域内外に糞尿被害が拡大する可能性が示唆された。さらにアンケート調査の結果(合計回収率 42.2%)から、地域猫活動によって猫による被害が減り(30.9%～61.6%)、活動の継続を望む住民が多く存在する(89.2%～95.8%) ことが明らかとなった一方で、一部の住民は糞尿被害が減らないことを理由に活動に対してネガティブな印象を持っていた。

以上の結果から、本地域では、活動者宅以外にも複数の給餌場が存在したために、地域猫の行動範囲が拡散する傾向にあり、地域内外の特定の住民への糞尿被害につながっている可能性が示唆された。そこで糞尿被害を減らし、一部住民と活動者との対立を緩和させるためには、給餌場を活動者宅の敷地だけに限定し、寝床を置くなどして地域猫を活動者の自宅敷地に居着かせることで、糞尿被害の拡散を抑制できると考えられた。

本研究成果は活動地域及び行政に共有し、ヒトと動物の関係学会第 30 回学術大会(2024 年 3 月 2 日・3 日開催)において口頭発表(2 題)を行った。

Study on the identification of the older period of Budgerigars (*Melopsittacus undulatus*) focusing
on changes in intestinal microbiota due to Aging

Takahiro NII

School of Applied Biological Science,
Graduate School of Integrated Sciences for Life,
Hiroshima University

加齢による腸内細菌叢変化に着目したセキセイインコの高齢期の特定に関する研究

新居隆浩

広島大学大学院統合生命科学研究科・生物生産学部

背景および目的:

株式会社黒瀬ペットフードは広島県福山市の企業で、主にインコなどの愛玩鳥用の飼料を製造・販売している。当該企業が現在持つ課題として、「セキセイインコの高齢期がいつからなのか知りたい」というものが挙げられた。インコが高齢となる時期が明らかになれば、内臓機能の低下した高齢インコ向けの飼料の開発や適切な給餌時期の決定、プロバイオティクス等の腸内環境改善添加剤の適切な選択や給与時期の選択につながる。私たちの過去の研究でニワトリにおいて若齢個体と加齢個体では腸内細菌叢が大きく異なるという結果が得られており、セキセイインコにおいても、腸内細菌叢の変化を捉えることで加齢によって腸機能が変化する時期、すなわち高齢期を明らかにできると着想した。本研究では年齢の異なるセキセイインコの腸内細菌叢の変化から、高齢期とされる時期を特定することを目的とした。

実施計画:

0-1 歳 (4 か月齢 : n=4)、2-3 歳 (n=3)、5-6 歳 (n=2) のセキセイインコから糞便を採取した (糞便サンプルはすべて企業から提供を受けた)。糞便から DNA を抽出し、細菌特異的配列の 16S アンプリコンシーケンス解析を行ったのち、腸内細菌叢解析を行った。

結果と考察:

腸内細菌叢解析の結果、 α 多様性の指標である菌種の豊富さを示す Chao1 index は 0-1 歳群と比べて 2-3 歳群では増加し、5-6 歳群では 0-1 歳群と同程度まで減少した。 β 多様性解析 (Unweighted UniFrac) の主座標分析の結果、0-1 歳群と 5-6 歳群、および 2-3 歳群と 5-6 歳群ではそれぞれ近いクラスターを形成し、0-1 歳群と 2-3 歳群では独立したクラスターを形成した。なお、細菌叢の構成を見ると、0-1 歳群のうちの 1 個体は 2-3 歳群の菌種の豊富な細菌叢に類似しており、一方で 2-3 歳群の 1 個体 (3 歳) は 5-6 歳の菌種の少ない細菌叢に類似していた。これらの結果から、セキセイインコの細菌叢は 4 か月齢ごろから発達した大人の細菌叢へ変化し、早ければ 3 歳ごろから単純化した高齢の細菌叢に変化する可能性が示された。また、加齢に伴い腸内の存在比が減少する細菌として *Limosilactobacillus coleohominis* や *Limosilactobacillus oris* などの共生細菌が、増加する細菌として *Corynebacterium* 属などの病原性細菌を含むグループが認められた。以上のことから、本研究によりセキセイインコの腸内細菌叢の発達時期と老化時期の予測が立ち、特に *L. coleohominis* や *L. oris* の減少が細菌叢の高齢化に関連する可能性が示された。今後はサンプル数を増やして分析精度を高める必要がある。

Ecological monitoring of Asian Black Bears using environmental DNA and individual identification, and
outreach of the survey results to the public and residents

Masahide NISHIBORI

School of Applied Biological Science,
Graduate School of Integrated Sciences for Life, Hiroshima University, and SmaSo, Hiroshima University

環境 DNA によるツキノワグマ生態モニタリングと個体識別および本調査結果をツキノワグマ
生息出没地域へアウトリーチする

西堀 正英

大学院統合生命科学研究科・大学院スマートソサイエティ実践科学研究院・生物生産学部

クマ類（ツキノワグマ、ヒグマ）は、日本を代表する大型動物であり、森林生態系の重要な構成種である。一方、広島県ではツキノワグマによる農作物・森林被害、人身・生活への被害など、人とツキノワグマとの軋轢が問題となっている。その生息域はこの3年間で2.7倍に拡大している（環境省、2021）。しかし、広島県におけるツキノワグマの生態のみならず生息の現状は明確ではなく、その情報はすぐに利用できるものではない。本研究では、環境 DNA (eDNA と略す) からツキノワグマ DNA を特異的に検出し、これを指標に生息モニタリングおよび個体識別を行い、ツキノワグマの生活史、生態を地域行政と共に明らかにすることを目的し、実施した。さらに、本研究で得られた情報を地域行政および広島広域圏の市民に還元すると共に、その成果等を指導学生と共に地域にアウトリーチすることも目的として実施した。

大気中の eDNA (eDNAir) を定量の空気から回収する装置 (eDNAir 回収装置) を利用し、広島市安佐動物公園で飼育されているツキノワグマを対象にシミュレーション実験を行い、ツキノワグマ特異的 DNA 検出システムの検証と保証を行った。この eDNAir 回収装置を用いて、ツキノワグマ生息地、出没が予想される地域および広島大学東広島キャンパス等でモニタリングを行った。一方、ツキノワグママイクロサテライト DNA マーカー17種を用い、広島市安佐北区・安佐南区および廿日市市吉和支所と共同して収集したツキノワグマ糞痕跡およびカキ食痕を対象に DNA 型判定を行い、その DNA 型から性別及び個体識別を実施した。これらの成果を広島県クマ生息分布地図上に MAP することで、ツキノワグマの行動および生態の一端を明らかにした。本成果を広島市安芸北区、安佐南区および廿日市市吉和等のツキノワグマ出没地域の行政に情報提供するとともに地域住民にツキノワグマ生息情報の提供を行った。これら調査結果を基に、広島市安佐動物公園において2月18日(日)ツキノワグマシンポジウムを行い、「全国各地でツキノワグマの被害が出ている中、被害に遭わないためにいろいろな角度からツキノワグマのことを知ることが大切だ」と述べ、シンポジウムを締めくくった。シンポジウムについては、NHK ニュース、中国新聞、読売新聞および産経新聞で取り上げられた。

本研究の成果は、以下のメディア、新聞等で取り上げられ、さらにツキノワグマの出没や目撃情報と相まってニュースへのコメントを行った。

https://www.home-tv.co.jp/news/content/?news_id=20240529255535 広島 HOME テレビ (20240529)

<https://www.chugoku-np.co.jp/articles/-/449664> 中国新聞オピニオン (20240410)

<https://news.yahoo.co.jp/articles/1d2d0bdce5b3fbec10febd7c1877d4185b68fa71/images/002> 共同通信 (20240405)

<https://www.sankei.com/article/20240327-7XXJL5XEDFNLO5QDJTSP32BY4/> 産経新聞 (20240327)

<https://www.niigata-nippo.co.jp/articles/-/379278> 新潟日報 (20240324)

<https://www.saitama-np.co.jp/index.php/articles/70037/postDetail> 埼玉新聞 (20240306)

<https://www3.nhk.or.jp/hiroshima-news/20240218/4000025089.html> NHK 広島 (20240218)

<https://newsdig.tbs.co.jp/articles/-/897136?page=2> TBS ニュース (20231216)

<https://youtu.be/FT6EbD0xk4g?si=1EDZOHrOZZbQ05ww> RCC 中国テレビ (20231216)

<https://www.chugoku-np.co.jp/articles/-/382120> 中国新聞 (20231112)

Observing multiple breeding of *Daurian Redstart*, the first winter bird documented in Japan,
in collaboration with local community of Daisenji Temple, and clarifying their breeding ecology
worked closely with local community member

Yuzuha KUSUNOKI
School of Applied Biological Science,
Graduate School of Integrated Sciences for Life,
Hiroshima University

日本で初めて観察された冬鳥・ジョウビタキの複数回繁殖を大山寺住民と見守り、地域の人とともに
その繁殖生態を明らかにする

楠 ゆずは
広島大学・生物生産学部

近年、本来日本国外で繁殖を行うジョウビタキの国内繁殖例が各地で報告され始めた。国内繁殖の定着化は渡りを行わない、または渡りのルートを変化させた個体の出現を意味する。本種の繁殖生態を調査し繁殖戦略の決定要素を明らかにすることが、鳥類の繁殖地選択に関わる要因の一端を明らかにし、繁殖地選択に変化が生じた要因を解明することに繋がると考えられる。

2017年より鳥取県大山町で足環による個体識別を行うことにより、国内で初めて繁殖期間を通して個体レベルでのジョウビタキの繁殖生態の調査を行ってきた。本調査研究の調査開始前に調査地である大山寺住民に対して、前年度の研究成果や研究内容について説明を行なうとともに調査への協力を依頼した（説明用資料を別紙として添付します）。また、調査期間中においても適宜調査の進捗状況を報告し、継続した見守りや観察をお願いした。調査研究では、1羽ずつ個体識別をしながら継続して実施すると共に、観察により特定できた巣箱に小動物観察用巣内カメラを設置し、その記録をWifiを経由してリアルタイムで記録した。繁殖が確認されたファミリーには日本野鳥の会のバンダーにより個体識別足環の装着および採血を行った。得られた血液を用いた実験より、ジョウビタキについてシロビタイジョウビタキのMSマーカーが有用であることを確認することができた。また幼鳥については、羽軸・血液それぞれのサンプルよりゲノムDNAを抽出できることを確認し、作成したMSマーカーが個体識別に有用であることを明らかにした。成鳥についても血液サンプルからのゲノムDNA抽出に成功した。今後、個体識別についても解析例を増やしてより精度の高い個体識別を行なう。さらに、成鳥・幼鳥共にゲノムDNAの抽出を行なうことでfamilyごとに解析し親子鑑定を行なう計画である。

本調査研究により、国内繁殖生態の本来の繁殖地と異なる点を明らかにした。最も大きな違いは繁殖スケジュールであった。本来の繁殖地であるロシアでは2回目の繁殖は1回目の巣立ち後約40日後に行われる（ヴァルチュク OP .1994）一方、大山では2回の繁殖が間をあげず一部同時進行で行われていた。また、2021年には国内で初めて、3回の繁殖を確認している。大山における時短繁殖スケジュールを可能にする要因が雌雄の協力的な子育てにあると考えた。そこで本研究では、雌雄のコストとメリットに着目し繁殖生態を行動生態学、遺伝学の両側面から調査を行った。鳥類においては90%以上が一夫一妻制で繁殖を行うが、その70%以上につがい外父性が認められることが先行研究で報告されている（Griffith et al.2002）。大山におけるジョウビタキの時短繁殖スケジュールはつがい外父性を選択した場合成り立たないと考えられるため、行動生態学的観点から、雌雄がつがいで繁殖に時間や労力（＝コスト）をかけているか、またはつがい外父性にコストをかけているかについて検証を行った。その結果オスはつがい外父性にコストをかけるメリットは少なく、つがいで繁殖にコストをかけていると判断できる事項が多く認められた。現在、この結果を遺伝学的観点からDNAによる親子鑑定で確かめる準備を行っている。このことを基に今後、遺伝学、行動生態学の両面より大山におけるジョウビタキの繁殖戦略の選択要因について考察していく。