

令和4年度筑波大学山岳科学センター機能強化推進費（重点研究）報告書

1. 課題名 :
山岳県・長野県における野生動物・外来生物の集団動態評価および管理のための研究基盤整備 ～遺伝解析から農村研究まで Part IV～
2. 代表者名 : 津田吉晃
3. 参画者名 : 山下亜紀郎、田中健太、清野達之、杉山昌典、山川陽祐、奥脇亮、黒江美紗子、大西尚樹、橋本操、北野聡、長谷川功、Peterson Miles Isao、小井土凜々子、神藤友宏

4. 研究・事業の目的

山岳科学センターの2ステーションが位置する長野県は、国民の祝日・山の日の第1回全国山の日記念大会が2016年に開催されたことに代表されるように日本有数の山岳県といえる。特に県内の山々には天然記念物であるカモシカをはじめツキノワグマ、シカなど多くの大型哺乳類が生息している。しかし近年では、これら山岳を代表するような野生動物が人里あるいは農地に出没し、農林業への被害が深刻化しており、これら野生動物管理は人も居住する山岳地域において解決すべき大きな問題となっている。長野県の報告では、ニホンジカをはじめとする野生鳥獣による農林業被害額は、年間9億3千万円(平成28年度)と推定されている。そこで長野県では長野県野生鳥獣被害対策基本方針により、カモシカ、ツキノワグマ、シカ、イノシシ、鳥類、外来種などを対象に、これら動物による鳥獣被害対策に取り組んでいる。しかし、これら動物の現在の分布拡大の程度、時空間スケールにおける集団動態については不明な点が多く、また農業被害があってもそれがどの動物によるかさえわからないケースもある。ここで分子生態学的手法を用いることで遺伝的多様性、有効なサイズなどを含めた集団動態評価や農業被害物からDNAを抽出することで種識別などが可能となる。さらにこれら動物の時空間的な行動パターンや、環境地理学、農村社会学的な視点での評価も加えることで、これら野生動物を対象とした山岳の諸問題の解決策をより総合的に評価できると期待できる。そこで本研究課題では、MSC教員に加え、MSCと連携協定を締結し、鳥獣被害、外来種問題に多くのデータ蓄積のある長野県環境保全研究所、令和元年8月28日に活力ある地域社会の形成・発展のための連携協定を締結した上田市、さらには森林総合研究所や岐阜大学等の研究者や野生動物管理に携わるNPO法人などと連携する。そして、遺伝解析を用いた分子生態学手法から環境地理学、地誌学、農村研究など幅広い視野により野生動物・外来種の集団動態評価および管理の提案を行う研究基盤形成を目的とする。また、JSPS研究拠点事業・アジア・アフリカ学術基盤形成型とも連携し、本研究アプローチや情報をアジア各国と共有し、本研究の国際化も目的とする。

5. 研究・事業の成果の概要

本機能強化推進費および関連助成金等も用いることで、各課題について研究を大きく進めることができた。ツキノワグマ(現状2報)、ブラウントラウト(1報)については、目下論文投稿準備中であり、ブラウントラウト、ブルックトラウトなど上高地の外来鱒の生態学研究については投稿中である(Peterson et al.)。主な進捗は以下の通りである。なお、当初予定していたニホンジカを対象とした遺伝解析はマンパワー的問題もあり、2023年度に着手することにした。

・地域～長野県～全国スケールでのツキノワグマの集団遺伝学的動態

これまで大方出揃っていたデータの穴埋め、最終データ仕上げなどの調整を主に行った。地域スケールでは木曾地域の大規模なヘアトラップを用いたツキノワグマ毛根サンプルから、10km四方程度の小さいエリアにも8つくらいの家系と思われる遺伝グループがあることを明確にした。長野県スケールでは6地域について、遺伝データと捕殺個体の歯の年齢データを用いて、最近約30年を対象に、各地域内で時間軸に沿った遺伝構造および個体数調整が遺伝的影響に与える影響について詳細に評価した。その結果、地域内の空間的な遺伝構造は大町市を除く5地域ではみられたが、時間軸に沿った明確な遺伝構造や個体数調整に起因したと思われる遺伝的多様性の減少などはみられなかった。全国スケール集団では、これまでに得た全国15程度の遺伝グループの地域集団の集団動態の歴史を、ツキノワグマの重要な生息場所、餌資源であるブナ、ミズナラなど堅果樹種の過去の分布復元と併せて解析を進めた。

・外来魚：コクチバス～オオクチバス

長野県を代表する河川・千曲川では2017年頃からブラックバス的一种、コクチバスの急増がみられ、地域の水域生態系への影響などが懸念されたこともあり、2017年度より研究に着手した。その後、2019年令和元年台風19号による千曲川の大規模な氾濫により、河川地形は大きく変わり、また台風19号直後はコクチバスの分布自体が大きく減少した。上小漁業協同組合の協力の下、我々での採取も含めて台風19号以降のコクチバスのサンプルも少数ながらも蓄積できたことから、これらサンプルの遺伝解析を母性遺伝するミトコンドリアDNAおよび両性遺伝する核DNAを用

いて行った。併せて、台風 19 号前後に採取されていたオオクチバスも同様に解析した。その結果、コクチバスについては地理的な遺伝構造（地域グループ）などは千曲川ではみられなかった。ただし、2017 年から 2018 年にかけて、共通して採取を行った 9 地点で年次間比較すると、遺伝的分化は有意に低下し、集団内の遺伝的多様性は有意に増加したことがわかった。これは当時、コクチバス集団が当時分布を急拡大しており、地点間の移動、遺伝子流動が大きかったため、集団間の遺伝的差異は減少した一方、それにより、どの集団も遺伝的多様性が上がったと考えられる。一方、これら 9 地点のうち、4 地点では台風 19 号以降にもサンプル入手でき、さらに遺伝解析を行った。その結果、台風 19 号前後で遺伝構造・多様性を比較すると、地点間の集団分化には明確なパターンはみられなかったが、集団内の血縁度は台風 19 号後に前に比べて有意に増加したことがわかった。これら台風 19 号により、コクチバスは激減した後、生き残った少数個体を母集団に台風 19 号以降の集団が形成されたためと考えられる。さらに台風 19 号以降、千曲川本流および支流にオオクチバスが以前よりも採取される頻度が高くなったように思われた。そこでオオクチバスについても遺伝解析を行った結果、オオクチバスについては小諸市、東御市などの地域と、その下流部で遺伝的分化がみられた。これはコクチバスとは異なるパターンである。これについては由来が異なる個体を母集団に目下、千曲川で集団が形成されているためと考えられる。また台風 19 号後にオオクチバスが以前よりもみられるようになったことについては、台風 19 号の大水により、周辺の農業用のため池から千曲川本流に水が出たことが知られており、オオクチバスもその際にため池から千曲川支流、本流に流出したと考えている。目下、このパターンを検証すべく、より多くのため池からサンプルを収集している。このような外来種の遺伝的多様性の時間的変動、水害、コクチバスからオオクチバスへの入れ替わりなどについては先行研究がほとんどなく、侵入生物関連の国際誌に論文投稿準備中である。なお、コクチバス、オオクチバスともに特定外来生物である。

・外来魚：ブラウントラウト

2020 年度から着手した産業管理外来種ブラウントラウト（自生地：アフリカ北部～欧州～西アジア）の全国的な遺伝解析を仕上げるべく、各地域の漁業協同組合、研究機関などと連携し、先行研究（Berrebi et al. 2020）データも用いて、母性遺伝するミトコンドリア DNA(69 地点 561 個体)、両性遺伝する核 DNA(52 地点 466 個体)を対象に集団遺伝学的解析を行った。特に長野県については上高地（梓川）～犀川～千曲川～信濃川（新潟県側）～信濃川河口と流域全体で重点的な調査を行った。その結果、ブラウントラウトには全国で大きく、長野・東北グループ、北海道グループ、日光養殖グループの 3 つのグループがあることが分かった。ブラウントラウトは明治から昭和初期、約 100 年に日本に導入されたことが知られている。一般に日光から各地に導入されたと考えられているが、本研究結果は実際は複数回の導入の歴史があった可能性も示唆した結果となった。特に長野・東北グループについては、我々で行った東北地方での採取地点周辺地域で行った聞き取り調査での地域住民の証言と矛盾しない遺伝結果を得ている。また北海道の一部では、ブラウントラウトの近縁種あるいは亜種とされるマーブルトラウト（自生地：イタリア北部など）のミトコンドリア DNA ハプロタイプをもつ個体も検出された。核 DNA ではこれら個体は“ブラウントラウト”であったため、おそらく自生地で両種間で浸透交雑した個体が何等かの経緯で日本に導入されたと思われる。このマーブルトラウトのミトコンドリア DNA ハプロタイプをもつブラウントラウトの検出は、自生地以外では初の検出となった。本調査を通して、各地の漁業協同組合等とのネットワークを構築できた。

・野生動物と獣害対策に対する意識に対する人文地理学的研究

松本市四賀地区（東側）、奈川地区（西側）における地域住民による野生動物と獣害対策に対する意識について聞き取り調査を行った。その結果、ニホンジカが主な対象となる東側・四賀地区では野生動物の存在に対し、許容する認識（負の感情、哀れみ、諦めなど複雑な感情）を住民がもっており、また獣害対策への意識も強いことがわかった。一方、サル、ツキノワグマが主な対象となる西側・奈川地区では、住民の怒り、恐怖心など負の感情が強く、また獣害対策への意識が薄いことがわかった。このように同じ市内でも地域により、野生動物と獣害対策に対する住民の意識は異なることがわかった。

2022 年 10 月には上田市街地である上塩尻の小学校近くにツキノワグマが出没し、捕殺されたことが長野県内では大きなニュースとなった。このニュース直後、関係者に連絡をとり、地元猟友会の下、橋本らが現地訪問し、現場視察、聞き取り調査を行い、どのような対策が市街地にツキノワグマを寄せ付けないかなど検討した。

・八ヶ岳演習林の森林性動物観察環境の拡充

ヤマネなど森林性動物を対象とした教育研究は八ヶ岳演習林の特色の 1 つである。本予算により赤外線センサーカメラ 7 か所分のリチウム単三乾電池 FR6HJ/4B を購入し、森林性動物観察環境を拡充した。

また本研究成果は関連学会等で発表を行い、国際学会や中部森林管理局の森林技術交流会など計 3 件の表彰を受けた。加えて山岳科学学位プログラムでの修士論文として外来魚ブラウントラウトの集団遺伝学的研究に取り組んだ神藤友宏氏は、産業管理外来種である本種の社会や日本全国の漁業協同組合や関連機関への周知、ネットワーク構築などの社会啓蒙活動が評価され、茗溪会を受賞した。さらに本研究と関連し、本年度は日本学術振興会・特別研究員（Peterson Miles Isao）、DC2（小井土凜々子）の 2 名が採択された。このように若手の教育、人材育成にも本研究は大きく貢献できた。2023 年度環境研究総合推進費・委託費にも“分布最前線でシカ越冬地はどこにあるのか：北アルプス山岳域に侵入するシカ集団の管理に向けた分野融合型評価手法の開発（代表・津田、黒江、山川、奥脇らが参画）申請し、1 次審査通過は 2 次ヒアリングで不採択であった。これについては評価者のコメン

とも参考にプロジェクト内容を精査し、本年度、再度挑戦する予定である。

6. 研究業績・事業実績

投稿中論文

Peterson M, Kitano S, Yamamoto S, Kando T, Tsuda Y.
Species-specific foraging behavior and diets of stream salmonids: an implication for negative impacts on native charr by nonnative trout in Japanese mountain streams.
Ecological Research (投稿中)

学会等発表/表彰等

Ririko Koido, Misako Kuroe, Hitoshi Kuga, Naoki Ohnishi, Ryosuke Kishimoto, Yoshiaki Tsuda
The impact of population control on Asian black bear populations in Nagano, Japan.
Student Conference on Conservation Science -New York, October 2022. (Oral presentation)
特別賞 (Best talk honorable mention)

Ririko Koido, Misako Kuroe, Hitoshi Kuga, Naoki Ohnishi, Ryosuke Kishimoto, Yoshiaki Tsuda
The genetic impact of population control on Asian black bear populations in Nagano, Japan.
Brazil CAPES-JSPS Molecular Ecology Workshop 2022. Brazil. December 2022. (Oral presentation)

Ririko Koido, Naoki Ohnishi, Keisuke Yumoto, Michael Nobis, Yoshiaki Tsuda
Population demographic history of Asian black bears in relation to the past distribution shifts of cool temperate forests in Japan.
JSPS Core to Core program: Asia-Africa Science Platforms B. Workshop seminar in India :
Development of advanced mountain science research and education to establish a vast genetic diversity database. Bangalore, India. March 2022 (Oral presentation)

小井土 凜々子・柳生将之・中村明日加・黒江美紗子・津田吉晃
へアトラップを用いた木曽地域のツキノワグマの集団遺伝学的構造
令和4年度中部森林技術交流発表会, 2023年1月 (オンライン口頭発表) **奨励賞**

橋本操、佐々木悠理、原田康多、山下亜紀郎
松本市四賀地区、奈川地区における地域住民による野生動物と獣害対策に対する意識
令和4年度中部森林技術交流発表会 2023年1月 (オンライン口頭発表) **森林・林業振興賞**

Tomohiro Kando, Satoshi Kitano, Masato Sato, Yoshinori Taniguchi, Koji Tojo, Miles Peterson, Faulks Leanne Kay, Patric Berrebi, Koh Hasegawa, Yoshiaki Tsuda.
Genetic structure and expansion pathway of introduced brown trout (*Salmo trutta*) in Japan based on population genetic analyses
JSPS Core to Core program: Asia-Africa Science Platforms B. Workshop seminar in India :
Development of advanced mountain science research and education to establish a vast genetic diversity database. Bangalore, India. March 2022 (Oral presentation)

神藤友宏
国内山岳域に広く分布する外来魚ブラウントラウトの管理についての社会啓蒙活動。
令和4年度茗溪会賞

Yoshiaki Tsuda. Mountain Science in the future: Contribution of global interdisciplinary studies-How to fill the conservation genomics gap part I: Brazil CAPES-JSPS Molecular Ecology Workshop 2022. Brazil. December 2022. (Oral presentation)

関連研究費

2020年度河川基金助成事業（研究者・研究機関部門：代表 津田吉晃）「令和元年台風19号が千曲川のコクチバスの分布および遺伝構造に与えた影響評価」1,000千円

公益財団法人・住友財団・環境研究助成（2021～2023年度：代表・津田吉晃）
「生態・遺伝子・地質・地域特性情報に基づく長野県における野生動物管理の提案」3,700千円
（採択継続中：津田、黒江、橋本、山下、小井土らが参画）

科研基盤B「ツキノワグマの駆除地域での管理ユニット策定と絶滅危機個体群での有害遺伝子の評価」
（代表・大西尚樹、津田・分担・2022～2024年度）1,000千円（R4年度）

日本学術振興会・特別研究員PD：Peterson Miles Isao（受入：津田吉晃）**採択（2023～2025年度）**
外来魚駆除および在来魚復元が溪流生態系に与える影響の解明

日本学術振興会・令和5年度DC2：小井土凜々子（受入：津田吉晃）**採択（2023～2024年度）**
GPS・UAV・ゲノム情報を駆使したツキノワグマの移動分散動態評価法の開発

市民講座、シンポジウムなど

まちなかキャンパスうえだ市民講座“長野県内で分布拡大する外来魚の生態と遺伝”
2022年11月26日オンライン。14名参加
津田、長谷川、北野、神藤、Petersonがそれぞれ研究紹介を行った

山岳科学センター・シンポジウム“長野県の野生動物保護管理について考える”
2023年3月21日オンライン。238名参加（申込数は約290名）
オーガナイザー：津田吉晃
津田、黒江、橋本、小井土がそれぞれ研究紹介を行った

7. 収支

配分決定額	実支出額の使用内訳				
	物品費	旅費	人件費・謝金	その他	合計
950,000円	422,295円	278,154円	0円	234,480円	934,929円
備考					

主要な設備備品明細書（一品又は一組若しくは一式の価格が10万円以上のもの）

設備備品名	仕様（型式等）	数量	単価（円）	金額（円）	備考
GPS首輪	VERTEX Lite-1D IRIDIUM Collar	1	208,269	208,269	