

令和2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・個別調査研究）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 II～
2. 代表者名 : 津田吉晃 所属・職名 : MSC 菅平高原実験所・准教授
3. 参画者名 : 津田吉晃 所属・職名 : MSC 菅平高原実験所・准教授  
: 山下亜紀郎 所属・職名 : 生命環境系・助教  
: 徳永幸彦 所属・職名 : 生命環境系・准教授  
: Faulks Leanne Kay 所属・職名 : MSC 菅平高原実験所・特任助教（申請時）  
: 田中健太 所属・職名 : MSC 菅平高原実験所・准教授  
: 清野達之 所属・職名 : MSC 八ヶ岳演習林所・准教授  
: 杉山昌典 所属・職名 : MSC 八ヶ岳演習林・技術専門職員  
: 趙文琪 所属・職名 : 地球環境科学専攻・D2  
: 小井土凜々子 所属・職名 : 山岳科学学位プログラム・M1  
: 神藤友宏 所属・職名 : 山岳科学学位プログラム・M1  
: 加藤朱音 所属・職名 : 山岳科学学位プログラム・M2  
: 山田竜輝 所属・職名 : 生物資源学類・B4  
: 黒江美紗子 所属・職名 : 長野県環境保全研究所・技師  
: 陸斉 所属・職名 : 長野県環境保全研究所・主任研究員  
: 北野聡 所属・職名 : 長野県環境保全研究所・主任研究員  
: 福江佑子 所属・職名 : NPO 法人生物多様性研究所あーすわーむ・理事  
: 橋本操 所属・職名 : 岐阜大学教育学部・准教授  
: 笠原里恵 所属・職名 : 信州大学理学部附属湖沼高地教育研究センター諏訪臨湖実験所・助教  
: 大西尚樹 所属・職名 : 国立研究開発法人森林研究・整備機構, 森林総合研究所東北支所・チーム長  
: 相川拓也 所属・職名 : 国立研究開発法人森林研究・整備機構, 森林総合研究所東北支所・研究グループ長  
: 高橋裕史 所属・職名 : 国立研究開発法人森林研究・整備機構, 森林総合研究所東北支所・研究グループ長  
: 兼子伸吾 所属・職名 : 福島大学共生システム理工学類・准教授  
: 高木俊人 所属・職名 : 福島大学大学院 共生システム理工学研究科・D1  
: 長谷川功 所属・職名 : 国立研究開発法人水産研究・教育機構 水研機構(札幌)・主任研究陣  
: 山本俊昭 所属・職名 : 日本獣医生命科学大学獣医学部・准教授  
: 谷口義則 所属・職名 : 名城大学人間学部・教授  
: 佐藤正人 所属・職名 : 秋田県水産振興センター・研究員  
: Patrick Berrebi 所属・職名 : フランス Genome R&D (元モンペリエ大学・教授)  
: Miles Peterson 所属・職名 : 信州大学大学院総合医理工学研究科・D1  
: Michael P Nobis 所属・職名 : スイス連邦森林・雪氷・景観研究所・研究員

#### 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。加えてアライグマなどの外来哺乳類の長野県内での拡大も近年確認され、早期の対応が求められている。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に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、平成30年(2018年)2月8日に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と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ことを目的とする。但し、本機能強化プロジェクト予算(80万円)でこれら全てを行うことは不可能なため、本研究では特定対象種を決め、各テーマについて研究立ち上げおよびネットワーク構築の基盤整備的な研究を行うことを目的とする。そして、本研究の成果を踏まえて各種、トピックごとに民間助成金などの獲得を目指す。実際に昨年度あるいはそれ以前から着手しているテーマについては助成金(河川財団など)も獲得できつつある。各プロジェクトのデータがある程度、蓄積されたところで大型予算獲得を目指し、本研究を全国規模で展開することを本機能強化プロジェクトの大目的とする。

#### 5. 研究・事業の成果の概要

申請額減額やコロナ禍の移動制限などで春～秋がシーズンの研究など当初の予定通りできなかった課題もあるが、主な成果は以下の通りである。

##### ・シカ、カモシカの分子的手法を用いた識別およびシカ拡大の実態評価

シカ、カモシカのミトコンドリアDNAの種内変異も考慮し、既存のLAMP法プライマーを改変し、識別の高解像度に取り組んだ。またシカについては性染色体であり父性遺伝するY染色体を対象にした分子マーカーを開発し、両性遺伝する核ゲノム、母性遺伝するミトコンドリアゲノムの多型情報と組み合わせることで、歴史のおよび現在進行形のシカの分布拡大パターンをより鋭敏に評価できるようにした(Takagi et al. 年度内投稿予定)。また山下および大学院生、岐阜大学(橋本)は昨年度に引き続いて、長野県東信地域におけるシカの分布拡大による農林業被害と対策の状況について調査し、その課題について考察した。その成果の一部(上田市での調査分)は、2021年の地域研究年報にて公表予定である。

##### ・アライグマ

長野県内で散発的な増加が懸念されるアライグマを対象に岐阜県、愛知県および長野県のサンプルを用いて母性遺伝するミトコンドリアDNA多型より、長野県内には岐阜県、愛知県から北上してきている系統と、軽井沢などにみられる系統など複数の系統が分布していることがわかった。特に岐阜県、愛知県から長野県南部にまで北上している系統の拡大抑止が長野県内でのアライグマの急激な拡大を防ぐ上でも重要であることがわかった。

##### ・ツキノワグマ

全国スケールでは1400個体近くのサンプルを用いた大規模な集団遺伝学的解析を行い、全国には15程度の地域集団があることがわかった。またツキノワグマは餌資源として重要なブナやミズナラなどの堅果樹種と分布変遷を共有しているという仮説をたて、移動分散を考慮した種分布モデル(Nobis and Normand 2014)を用いて、検証した。その結果、これら樹種で推定された最終氷期最盛期(last glacial maximum, LGM, 約2万年前)の逃避地とツキノワグマの地域集団の分布には類似点が多く、日本アルプス東部の盆地帯がツキノワグマの東西の系統の境界であることは、LGMにこれら地域は寒冷・乾燥しておりブナ、ミズナラの分布不適地だったことに起因すると考えられた。また北上山地にはミズナラのLGM逃避地が推定され、ツキノワグマの北上山地集団と奥羽山脈集団の分化時期を推定すると、LGM以前の時期になったため、北上山地のツキノワグマはLGMを生残した集団である可能性が高いことがわかった。このようにツキノワグマ保護管理ユニットの再構築する上で重要な情報を収集できた。

地域スケール研究では長野県環境保全研究所が収集してきた過去約15年の県内のツキノワグマの捕殺データ、サンプルおよび年齢データを整理し、県内各地域のツキノワグマの捕殺状況を時空間的に評価した。その中でも特に年次を通してサンプル数が十分にある上田市、山ノ内町、大町市、松本市、塩尻市の5地域に着目し、過去約15年の捕殺個体の誕生年でも遺伝的多様性の時空間的推移を評価した。その結果、捕殺年、誕生年と遺伝的多様性およびこ

これらの年次推移には明確なパターンはみられなかったが、例えば上田市では千曲川・上田市街を挟む南北で遺伝的系統は基本的に異なるが、これら2地域間での移動分散があることもわかった。また本年度は上田市、菅平の猟友会の協力の下、ハンター→上田市→筑波大学→長野県環境保全研究に捕殺個体の頭部サンプルの送付のネットワークをほぼ構築でき、今後、捕殺個体が科学的研究に利用できるようなサンプル蓄積体制を整えることができた。

#### ・ブラウントラウト

産業管理外来種ブラウントラウトを対象に全国スケールおよび長野県をメインにした地域スケールでの集団遺伝学的研究を行った。全国スケールでは Berrebi et al. (2020) で供試されていない東北地方、西日本で重点的なサンプリングを行い、長野県では山岳観光地の代名詞・上高地で重点的な採取調査を行った。全国スケールでは先行研究 (Berrebi et al. 2020) の研究者らと共同研究体制とし、新規採取サンプルとのデータ統合を行った。採取時の聞き取り調査により、山形・月山麓の五色沼ではかつて養殖場があり、“月山から長野県に送った”という地元民の証言を得たが、実際に母性遺伝するミトコンドリア DNA 変異を見る限り、月山や秋田県と長野県の上高地～千曲川は同じ系統であり、この証言に矛盾しない結果をえつつある。また他地域は日光・中禅寺湖由来と思われる分布拡大経路も推定され、長野県のブラウントラウトは月山由来である可能性が考えられた。長野県内では新潟県境近くまでブラウントラウトは確認されており、月山から上高地に約 100 年前に導入されたブラウントラウトが 100 年かけて、梓川、犀川、千曲川と下流へと分布拡大し、さらには信濃川まで到達している可能性もあり、目下、この状況を検証している。また北海道では 2010 年前半に採取した個体を供試した Berrebi et al. (2020) ではみられなかったミトコンドリア・ハプロタイプが 2020 年に採取した個体からは複数検出され、最近の密放流の可能性も示唆された。

#### ・コクチバス/オオクチバス

2017 年度より着手している千曲川の特有的外来生物コクチバスの研究であるが、本年度はコクチバスの分布および遺伝的多様性と令和元年東日本台風との関係性を評価した。集団遺伝学的結果から 2017 年から 2018 年にかけては移動分散拡大パターンがみられたが、本年度の調査により令和元年東日本台風による千曲川の大幅な氾濫により、コクチバスの分布は縮小した可能性が高いことがわかった。一方、それまで千曲川本流ではみられなかったオオクチバスが増えている傾向があり、これは上田市街の野池にいたオオクチバスが池の水とともに台風の影響で千曲川本流に流れ出たことも考えられ、目下、この関係性を検証している。コクチバスとオオクチバスでは好む生育環境が異なるため、もしオオクチバスの拡大が懸念される場合は、それに応じた対応も必要であると考えられる。

#### ・ヤマネ

八ヶ岳演習林の研究および実習などでの看板であるヤマネの生態調査のために温度カメラを導入し、より非侵襲的なヤマネを対象とした調査、研究、実習を可能とした。

#### ・ネットワーク構築

上記の研究を遂行する上で、軽井沢ピッキオ、日本獣医生命科学大学、水研機構・水産資源研究所、名城大学、山形大学、福島大学など当初の予定からさらに共同研究ネットワークを拡充することができた。

## 6. 研究業績・事業実績

### 学会発表（ポスター発表）

小井土凜々子・黒江美紗子・陸斉・大西尚樹・津田吉晃. 個体数調整による長野県のツキノワグマ集団の遺伝的多様性への影響評価. 第 6 回山岳科学学術集会.オンライン開催(静岡大学主催).2020 年 12 月 (ポスター発表賞受賞)

神藤友宏・北野聡・佐藤正人・谷口義則・Miles Peterson・Faulks Leanne kay・Patrick Berrebi・長谷川功・津田吉晃. ブラウントラウト (*Salmo trutta*) の集団遺伝学的動態の評価. 第 6 回山岳科学学術集会.オンライン開催(静岡大学主催).2020 年 12 月

神藤友宏・北野聡・佐藤正人・谷口義則・Miles Peterson・Faulks Leanne kay・長谷川功・津田吉晃. ブラウントラウトの遺伝構造および集団動態. 第 68 回日本生態学会大会 (2021 年岡山・オンライン開催). 2021 年 3 月

小井土凜々子・加藤朱音・大西尚樹・津田吉晃. ツキノワグマの遺伝構造および冷温帯林の過去の分布シフトとの関係の評価・解明. 第 68 回日本生態学会大会 (2021 年岡山・オンライン開催). 2021 年 3 月

### 広報活動

・TV 信州 NewsEvery にてコロナ禍の大学院生の研究活動への影響の特集でツキノワグマ研究が紹介・放映 (2020 年 8 月 27 日)

### 参画学生の採択研究費

2021 年度 笹川科学研究助成・“捕殺がツキノワグマの次世代集団に与える影響の解明～保護管理策の再提案に向けて～” (代表者・小井土凜々子、63 万円)

### 申請中の研究費

・科研・挑戦的研究 (開拓); “情報化社会におけるアカデミアと一般社会を相互リンクした外来魚ゲノミクス研究の開発” (代表者・津田、分担者・長谷川ら、2000 万円)

・ 科研・基盤 B; “ツキノワグマ個体群の存続性に関わる遺伝的維持機構の解明” (代表者・大西、分担者・津田ら、2000 万円)

・ 科研・基盤 B; “ニホンジカ遺伝的国勢調査：人為的移入ジカによる遺伝子汚染の現状解明” (代表者・永田、分担者・津田ら、2000 万円)

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
600,000円	560,970円	39,030円	円	円	600,000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
DNeasy Blood and Tissue Kit	(250)69506	1	122,760	122,760	