

## 一般公開シンポジウム①

### 山岳地域が生み出す信州の生物多様性

2018年9月9日 13:00-16:00 信州大学農学部総合実験実習棟2階30番講義室

主催：(一社)日本哺乳類学会

協賛：(一社)長野県環境保全協会協賛

後援：信州大学農学部、長野県環境保全研究所、信州生物多様性ネットワークきずな

#### 企画趣旨

信州(長野県)は本州のほぼ中央に位置した山の国である。本州の背骨である信州の山々が源流となり、北へ流れ下った川は日本海へ、南に流れ下った川は太平洋に注ぎ、山稜の一部は日本海側と太平洋側の分水嶺となる。姫川沿いの標高170mから北アルプスの奥穂高岳3190mまで、およそ3,000mに及ぶ標高差は、ダイナミックな植物の垂直分布を示し、標高差や地形に影響を受けた気候がさらに多様に富んだ自然環境を形成してきた。

信州の山岳環境がどのようにできあがってきたのか、日本列島の歴史を紐解きながら、生き物たちが信州の自然環境の変遷や多様な環境とどのように関わっているのか、その生き様を垣間見たい。山々とは、生き物にとって越えるべき障壁なのか、多様性を生み出す源泉なのか、本シンポジウムを通じてみなさんと考えることができれば幸いである。

(大会長 泉山茂之)

## 【スケジュール】

- 13:00-13:10 趣旨説明
- 13:10-13:45 日本列島と信州の山岳域の成り立ち  
富樫 均（長野県環境保全研究所）
- 13:45-14:20 水生昆虫・カワネズミの分子系統地理学的研究  
東城 幸治（信州大学 山岳科学研究所）
- 14:20-14:30 休憩
- 14:30-15:05 アカネズミの形態変異と信州の山岳  
新宅 勇太（京都大学野生動物研究センター・公益財団法人日本モ  
ンキーセンター）
- 15:05-15:40 山岳地域におけるニホンジカの多様な動き  
瀧井 暁子（信州大学 山岳科学研究所）
- 15:40-15:50 質疑応答
- 15:50-16:00 理事長挨拶

## 日本列島と信州の山岳域の成り立ち

富樫 均（長野県環境保全研究所）

日本アルプスは「飛騨」、「赤石」、「木曾」の名がつく三つの山脈から構成され、信州（長野県）はこれらのすべてにまたがる特別な場に立地する。また、日本アルプスの存在とともに重要なのは、糸魚川－静岡構造線（糸静線）と呼ばれる地質断層が県中央を南北に縦断し、その東西で地質が急変することである。地形地質の構成からみると、糸静線を境に信州の西半部は西南日本からの延長で、信州の東半部はいわゆる“フォッサマグナ”の中にある。このフォッサマグナの形成史は、日本列島の成り立ちと切り離して論じることはできない。

「フォッサマグナとは何か？」という問いは、Edmund Naumann(1854-1927)が1880年代にそれを発見し命名して以来、今もなお学界の大きなテーマであり続けている。現在の知識では、約2,300万年前の新第三紀中新世の始まりに日本海の誕生とともに形成され、現在に至るまで激しい地殻変動等を受けてきた特殊な地帯であることが知られている。ところで、約半世紀ぶりに新しく編纂された「長野県デジタル地質図2015」（長野県地質図活用普及事業研究会編、2015）により、信州の各山岳域の地質に関する知見も整理された。また地質図作成にあたって、県内に分布する全ての地質を属性の違いで区分し、統一地質凡例がつくられたことも意義深い。その凡例において注目されることの一つに、古第三紀層の欠如がある。つまり古第三紀の約4,000万年間は、地下のマグマ活動の他には地質情報がほぼ空白で、地史をひもとく直接的な手がかりが得られない時代といえる。そのため、信州ならびに日本の山岳域の生物地理に関わる地史として説明が期待されるのは、フォッサマグナ誕生後の新第三紀中新世以降に起こった出来事に絞られる。

ざっくりと言えば、フォッサマグナは一度海底に沈んだ後に隆起に転じた地域である。またフォッサマグナと日本アルプスを含めた日本列島中央部は、過去100万～200万年間に1,000m～数1,000mに及ぶ隆起をしており、個々の山域では隆起の時期等に違いがある。現在の生物多様性に過去の地殻変動や汎地球的な気候変化等が大きく影響してきたことは確実であるが、生物地理との関連においては様々な変化・変動における時間スケールの違いに注意が必要であろう。海・陸分布の変化には数百万年～数千万年単位の変動が関与し、北アルプス等の山塊の隆起は数10万年～数100万年単位で生じる。第四紀の氷期・間氷期の気候変化は数万年～10万年単位で繰り返す。広域の人間活動や土地利用変化に伴う環境変化は数十年～数千年単位の出来事である。またフォッサマグナを特徴づける地質要素のひとつに火山がある。一般の成層火山の活動寿命は数万年～数10万年程度であるが、しばしば巨大噴火や山体崩壊という火山特有の現象により、一瞬にして広域の自然環境を激変させることがあり、地史における火山活動のもつ意味は大きい。山岳域の成り立ちの解明には、これらスケールの異なる変化・変動の階層を区別し、かつ複合的にとらえる必要がある。

## 水生昆虫・カワネズミの分子系統地理学的研究

東城 幸治（信州大学 山岳科学研究所）

日本列島周辺では 4 つの地殻プレートがぶつかりあうなど、世界的にも稀な地質学的特徴をもつ。この結果、日本列島の大部分を構成する「大陸島」要素に、海底火山の隆起に由来する「海洋島」要素も加わり、日本列島は世界有数の複雑な地史を有する地域となっている。すなわち、今なお激しい隆起（山岳形成）が生じる世界的有数の地域と言える。

講演者の研究室では、主として水生昆虫類を対象とした分子系統地理学的な研究を展開してきた。河川に生息する水生生物は、水系内に依存した生活を強いられる。特に汽水域や海洋での生活ができない純淡水域の水生生物は、本流と多数の支流が接続する水系ネットワーク内における、河道に沿った「線」的な移動分散に限定される。さらに同一水系内であるとしても、上流と下流とでは環境が大きく変化するため、水系内における移動分散さえも大きな制約があることは容易に想像される。上流域の冷水環境に適応した種群において、例えばイワナなどの溪流魚が下流の河口付近まで移動し、他の支流の上流域へと遡上・移動することなどは極めて困難であると考えられる。これまでの水生昆虫類を対象とした分子系統地理学的研究において、特に分散力が低いと予測されるような特異的なハビタットを選好するような種群においては、極めて顕著な地理的な遺伝構造が検出され、日本列島の形成プロセスや山岳形成史ともよく合致するような特徴をもつことが明らかとなってきた。さらに、成虫期における飛翔能力が高く、水系内で生活する幼虫期における分布域も流域広域的で比較的連続的に分布し、かつ生息密度や現存量も大きな種群においてさえも、比較的明瞭な地理的な遺伝構造をもつことが明らかとなってきた。すなわち、河川に生息する生物を対象とした分子系統地理学は、日本列島の形成史との関係性も含めた、その生物相起源の議論における重要な知見を資するものと期待される。

加えて近年は、これらの水生昆虫類を中心とする河川ベントスや魚類を捕食する水生哺乳類にも着目して研究を実施している。上述の議論のように、河道に沿った移動分散を強いられるトガリネズミ目のカワネズミを対象とした分子系統地理研究では、日本列島内における比較的明瞭な遺伝分化傾向が示唆されてきた。そこで、生息地域をより網羅的にカバーするような地域集団を対象とする遺伝子解析の実施を念頭に、比較的容易なサンプル採取法を確立するべく、カワネズミ糞からの遺伝子解析技術の確立を試みた。この結果として、遺伝子解析に用いる地域集団数や個体数を大きく増大させることができ、より詳細な生物地理学的な考察・検討を可能にした。さらに、マイクロサテライト・マーカー開発を並行して試行し、個体識別が可能となる解析対象となる座位数や多型検出を実現させてきた。個体識別技術に関しては、唯一のカワネズミ生体飼育展示を行っている「アクアマリンいなわしろ」水族館の協力のもと、全 7 飼育個体の対応関係（個体識別）を試行したところ、100%の精度で個体識別ができた。これらの技術や手法を野外調査にも導入することで、精度の高い行動・生態学的な議論も可能となるのではないかと期待している。

## アカネズミの形態変異と信州の山岳

新宅 勇太（京都大学野生動物研究センター・公益財団法人日本モンキーセンター）

アカネズミ (*Apodemus speciosus*) は日本列島の固有種であり、北海道・本州・四国・九州に加え、利尻島や国後島、佐渡島、伊豆諸島、隠岐諸島、対馬、五島列島、甌島列島、大隅諸島、トカラ列島（南限は中之島）といった主要 4 島の周辺に位置する多くの島嶼に分布している。ハビタットも森林、河川敷の草地、農耕地など幅広く、日本列島における非飛翔性の小型哺乳類の進化史を考えるうえで非常に重要な種である。

我々は本種の外部形態および頭骨形態の変異における地理的なパターンを明らかにすることを目的として、分布域全体をカバーする標本を使って分析をおこなった。その結果、本州・四国・九州の個体群と北海道および周辺島嶼の個体群との間に形態の違いがみられること、本州・四国・九州個体群の中には変異に地理的なパターンが見られないことを明らかにした。

一方で、本種では天竜川と黒部川の河口を結ぶ線（富山ー浜松線）を境界とした東西の染色体多型が知られている（東に  $2n=48$ 、西に  $2n=46$ ）。しかし我々の研究では東西の集団間に形態的な分化は見られていない。これはミトコンドリア遺伝子および核遺伝子についての先行研究でも同様である。なぜ染色体数の異なる東西 2 集団の間に遺伝的な交流はありながらも、染色体多型の境界は維持されているのだろうか。それを説明する鍵となると考えられるのが信州を中心とした中部地方の山岳地域の地形である。

アカネズミは幅広いハビタットに生息するが、亜高山帯の針葉樹林には少ない。そこで標高をもとにアカネズミの分布域を描いてみると、中部地方の高標高地域によって東西の行き来は妨げられ、日本海沿岸、伊那谷、木曾谷の細い回廊状の地形と、天竜川によって分断される遠州平野の 4 か所で、東西の 2 型が接していると考えられた。さらに 1 万 2 千年前の最終氷期最寒冷期にまでさかのぼると、アカネズミの分布域は大きく狭められ、中部地方の山岳地域によってほぼ東西に分断されていたと推定された。つまり、最終氷期以降分布を拡大した東西の 2 型が、中部地方の山岳地域によって限られたエリアで接していることが、本種の染色体多型の維持に大きな役割を果たしていると考えられる。

## 山岳地域におけるニホンジカの多様な動き

瀧井 暁子（信州大学 山岳科学研究所）

長野県の哺乳類について多くを記録した宮尾嶽雄氏は、『日本哺乳類雑記 第4集』（1977年）において「滅びゆく信州のシカ」と題し、信州から姿を消す哺乳類としてニホンジカをあげている。それほどニホンジカが少なかった時代が長野県にあったのだが、それから40年以上経過した現在、ニホンジカは高山帯にまで分布を広げた。

長野県は、北アルプス、南アルプス、中央アルプス、八ヶ岳、関東山地を有する山岳県である。これらの山域は、麓から主稜線まで2,000m以上もの大きな標高差を示すことが最大の特徴である。現在、この地域のニホンジカの分布は拡大しつつあり、すでに南アルプスの標高3,000mや北アルプス主稜線においても確認されている。

私たちは、2007年頃より長野県の南アルプス、中信高原の霧ヶ峰、関東山地の西端にあたる南佐久郡川上村、近年は北アルプス山麓の大田市などにおいてニホンジカの行動追跡調査を行っている。数多くのニホンジカを調べていると、実際の動きを通してニホンジカの逞しさを改めて感じたりもする。ニホンジカにとって、山岳域の複雑な地形と大きな標高差は、山地帯の森林利用の大きな変化と人間からの脅威から生き延びるためにかえって好都合であったのかもしれない。

本発表では、これまで私たちの研究で明らかになったニホンジカの移動特性について紹介する。ニホンジカは、なわばりを持たず、群れて生活する。しかし、すべての個体が同じような移動の特徴を示すわけではない。季節移動個体（季節的な行動圏、たとえば夏と冬、を往復移動する個体）と定住個体（1年を通して同じ範囲で生活する個体）という2つのタイプの個体が混在する地域が多い。1歳前後の若齢個体は分散（出生地から離れて新たな場所に移動すること）し、想像をはるかに超える動きをしていた。「厄介者」というイメージから離れて、「ニホンジカという野生動物」の行動の多様さに着目したい。

## 一般公開シンポジウム②

### 「動物園動物の給餌のエンリッチメントを考える」

2018年9月10日 9:30-12:30 信州大学農学部講義棟2階26番講義室

主催：(一社) 日本哺乳類学会

協賛：(一社) 長野県獣医師会

後援：(公社) 日本畜産学会, 日本家畜管理学会, 応用動物行動学会, 信州大学農学部

#### 企画趣旨

飼育野生動物のアニマルウェルフェア(動物福祉)への対応がWAZA(世界動物園水族館協会)からの指摘等もあり, 我が国では解決すべき事項となっている。その解決策の一つとして, 飼育環境のエンリッチメント化があり, 餌食物の改善も主要な課題である。欧米の主要な動物園では栄養管理・飼料設計業務を統括指導する動物園動物栄養士(Zoo Nutritionist)が置かれ, 栄養科学に基づいた動物園動物の飼養管理が実施されている。また餌食物の給餌方法についても, 行動発現の多様化の視点から各園で様々な取り組みがなされているが, その科学的評価は十分でない。本シンポジウムでは, 動物園動物の給餌について, 栄養学的視点, 行動学的視点から課題の抽出, その解決に向けた取り組みを紹介し, 課題解決に向けた方向性を示したい。

#### 1. 動物園動物の比較栄養学と比較細菌学

牛田 一成 (中部大学創発学術院・応用生物学部)

#### 2. 動物園で給餌している飼料の化学分析と季節変化

八代田 真人 (岐阜大学生物資源科学部)

#### 3. 動物園動物におけるアニマルウェルフェアの課題と解決

竹田 謙一 (信州大学農学部)

#### 4. 動物園におけるアニマルウェルフェアに配慮した給餌方法

山梨 裕美 (京都市動物園 生き物・学び・研究センター/  
京都大学野生動物研究センター)

#### 5. 飼育野生動物栄養研究会 その設立経緯と今後

森田 哲夫 (宮崎大学フロンティア科学実験総合センター)

\* 一般公開シンポジウム②の講演要旨は, 当日に会場にて配布いたします。