

## 2016年度大会企画シンポジウム記録

### 野生動物が関わる問題にどのように対応するか? ~基礎研究を応用した解決への取り組み~

石庭 寛子<sup>1</sup>, 坂本 信介<sup>2</sup>, 松波 雅俊<sup>3</sup>,  
石塚真由美<sup>4</sup>, 浅野 玄<sup>5</sup>, 伊吾田宏正<sup>6</sup>,  
大沼 学<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国立環境研究所

<sup>2</sup> 宮崎大学

<sup>3</sup> 北海道大学

<sup>4</sup> 北海道大学大学院獣医学研究科

<sup>5</sup> 岐阜大学

<sup>6</sup> 酪農学園大学

本シンポジウムは、鳥獣被害や環境汚染など野生動物と人との間で起こる問題について、迅速に対応するためにどのような取り組みが必要かを議論するために企画した。特に生物の基礎情報に焦点をあて、それらを応用することで問題解決へ取り組む6名の講演者に話題提供いただいた。

#### 1. 日本産アカネズミゲノムの解読と今後の展望

松波雅俊

アカネズミ (*Apodemus speciosus*) は、日本固有種で列島に広く分布する。アカネズミの遺伝情報は、列島に生息する小型哺乳類の系統地理について重要な知見をもたらす。しかし、現状では本種の遺伝情報は部分的な mtDNA 配列と数個の核遺伝子のみに限られている。本研究では今後の解析に用いるための基礎情報として、本種のゲノム配列・遺伝子配列を決定した。茨城県つくば市で採集した個体のゲノム DNA を用いて約 210 Gbp のゲノム配列を解読した。これらの配列を ALLPATHS-LG でアセンブルし、336,124 個の scaffold (N<sub>50</sub>: 47 kbp) を得た。あわせて、遺伝子予測ソフト Augustus によって、約 10 Mbp が遺伝子領域と予測された。これらをもとに重複遺伝子や自然選択を受けている領域を推定したので、その成果を報告するとともに、本種のゲノム情報をどのように保全や環境評価に活用するかについて検討した。

#### 2. アカネズミのゲノム情報を用いた放射線影響評価

石庭寛子

福島第一原発事故によって放射性物質が拡散し、高線量地域に生息する野生生物への放射線の影響が懸念されている。国際放射線防護委員会 (ICRP) がモデル生物の一つとしてネズミ類を推奨していることから、本講演では森林帯に広く分布するアカネズミ (*Apodemus speciosus*) を用い

た放射線影響評価への取り組みについて紹介した。放射線によって誘起されうる DNA 損傷を酸化ストレスマーカーを指標に調べたところ、被ばく線量の高い 2012 年に捕獲された個体は有意に高い損傷レベルを示した。

放射線は DNA 損傷を通じて突然変異を引き起こすが、近年解読されたアカネズミのゲノム情報と次世代シーケンス技術によって DNA の突然変異を網羅的に解析することが可能になった。ゲノムの制限酵素認識配列の近隣を解析する RAD シーケンス法を用いたところ、約 5,300 ヶ所の SNP が得られた。今後はさらに解析を進め、放射線が DNA 変異に及ぼす影響について明らかにしていきたい。

#### 3. 野生齧歯類の殺鼠剤の抵抗性メカニズムと非対象動物に対する毒性メカニズム

石塚真由美, 中山翔太, 水川葉月, 池中良徳

現在、世界中で最も広く使用されている殺鼠剤は、血液抗凝血系の殺鼠剤であるが、すでに関東では 8 割の野生クマネズミが抵抗性を獲得している。抗血液凝固系殺鼠剤はビタミン K エポキシド還元酵素 (VKOR) に作用することで、血液凝固因子の活性化を阻害し、失血死を引き起こす。国内に棲息する野生ラット (*Rattus rattus* および *R. norvegicus*) の VKOR 遺伝子 VKORC1 についてスクリーニングを行ったところ、76 番目もしくは 41 番目のアミノ酸への変異とともに、殺鼠剤を代謝解毒するシトクロム P450 酵素系の活性化が、抵抗性獲得の原因であることを明らかにした。

一方で、殺鼠剤は非対象の野生動物への毒性影響が問題視されている。ニワトリなど家禽を用いた毒性試験の結果から、抗血液凝固系の殺鼠剤は鳥類では高い抵抗性を有すると考えられてきたが、実際には殺鼠剤の VKOR の阻害率には大きな種差があり、必ずしもすべての鳥類種が殺鼠剤に抵抗性を持つわけではないこともわかった。

#### 4. 外来種の個体数管理における避妊ワクチンの展望と課題

浅野 玄, 國永尚稔, 森 直人, 鈴木正嗣

外来哺乳類の個体数制御では致死的手法が主流である。しかし、繁殖率が高い侵略的外来種では、致死的手法により一時的には個体数が減少しても回復した事例も少なくない。近年、野生動物の非致死的な個体数管理手法として、免疫学的に繁殖を抑制する避妊ワクチンの研究が注目されている。避妊ワクチンの抗原として、繁殖関連ホルモン、精子表面蛋白、卵透明帯などが試験されている。現在の研究段階では、対象個体への注射接種が必要であることや種特異性が低いことなどから、広範囲に生息するフリーレンジの野生動物においては実用レベルとは言えない。筆者らは、卵透明帯抗原をもちいた外来哺乳類の経口避妊ワクチン開発を試みているが、種特異性の担保や経口での免疫賦与方法など、乗り越えるべき課題も多い。しかし、避

妊ワクチンは野生動物の新たな個体数管理手法としての期待も高く、今後も経口避妊ワクチン開発の研究を進めたいと考えている。

## 5. 畜産環境で小型・中型哺乳類の行動・生態をモニタリングする

坂本信介, 畔柳 聡, 森田哲夫, 家入誠二

農作物被害の対策で特に重要なのはシカ, イノシシ, サルである。これに加えて畜産環境では, 防疫や管理上の観点から小型・中型哺乳類も注視されており, 英国ではアナグマの, 西アジアやアフリカ諸国では野ネズミの個体群管理が展開されている。特に問題となる現象は, 野生動物による畜舎への侵入, 家畜への接触, 飼料の盗食・汚染, 施設の損壊であり, その中身は環境利用や移動, 動物種間関係である。これらは生態学・行動学の問題であるため, 行動生態や社会行動を扱うグループがこのような状況下での動物のモニタリングに挑み始めている。筆者もこのような情報を求められることが多く, わが国では畜産環境での小型・中型哺乳類の詳細な挙動があまりわかっていないことから, 実際に調べ始めている。講演では, 地域ごとに繁殖生態と移動を実際に調べてみることの重要性について述べ, 着手し始めた研究例について紹介した。

## 6. ニホンジカの季節移動パターンと捕獲情報等の収集における課題

伊吾田宏正

ニホンジカは全国的に個体数過剰のため, 人間との様々な軋轢が生じている。適正な管理のためには, その季節移動パターンおよび個体群動態に関する基礎情報の蓄積が重要である。

エゾシカは市町村界を越えて数十 km の季節移動をする個体がいる。先行研究により個体群全体の季節移動パターンはモザイク状であることが予想されるが, 生体捕獲, テレメーターの購入, 追跡にコストがかかるため, その全貌は明らかになっていない。

捕獲個体の情報は, 捕獲日時・5 km メッシュ番号・性別が狩猟者から報告されるが, 性齢クラスの識別についての教育が実施されていないため, その精度は低い可能性がある。特に0歳獣のオスは角がないことからメスと報告されている場合がある可能性がある。これは個体数指数の推定

における重大な課題である。

複数の自治体が連携したニホンジカの管理を推進していくために必要な広域的情報収集システムの整備が急務である。

## コメント

大沼 学

問題解決(応用分野)に基礎研究がどのように貢献できるのか具体的な例を示していただいた。発表内容は分子生物学的基礎研究が応用された例と生態学的基礎研究が応用された例に分類できる。

分子生物学的基礎研究に関連する例として, 日本産アカネズミのゲノム解読(松波; 敬称略, 以下同)とゲノム情報を活用したアカネズミの放射線影響評価(SNP解析, 石庭), 野生齧歯類の殺鼠剤の抵抗性メカニズム(VKOR 遺伝子, 石塚ほか), 外来種への避妊ワクチン(卵透明帯抗原, 浅野ほか)を紹介していただいた。分子生物学的基礎研究に関する基盤情報として, ゲノム情報の整備が実験動物のみならず野生動物でも進められている。これまでに解読されたゲノム情報はNCBI-Genome (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genome/>)で検索することが可能である。国内でヒトとの軋轢が発生し, 大きな注目を集めているヒグマ, ツキノワグマ, ニホンジカ, イノシシ, ニホンザル, アライグマの中でゲノム情報が登録されている動物種は無い(*Sus scrofa*としての登録はあるが, 由来はブタのゲノム情報)。今回の発表では, アカネズミにおけるゲノム情報の整備とその情報が実際に活用された例が紹介された。今後, 国内に分布する哺乳類のゲノム情報を整備することで, ゲノム情報を基盤とする生理学的, 繁殖学的研究が進むことが期待できる。それによって, 殺鼠剤の抵抗性メカニズムや避妊ワクチンといった分野へも応用できる知見が得られる可能性があるため, 今後, 国内に分布する哺乳類のゲノム情報整備を推進する必要がある。

生態学的基礎研究に関連する例として, ニホンジカの実際の応用例(伊吾田)と現在進行中の畜産環境における事例(坂本)を紹介していただいた。今回紹介されたように, ニホンジカの生態的情報が実際の個体群管理に応用された実績がある。今後, 行動・生態に関する基礎研究成果は, 具体的に, 高病原性鳥インフルエンザウイルスといった飼育施設内への病原体の侵入経路解明, 野生動物の被ばく量推定の精度向上に大きく貢献すると予想される。

Hiroko Ishiniwa, Shinsuke H. Sakamoto, Masatoshi Matsunami, Mayumi Ishizuka, Makoto Asano, Hiromasa Igota and Manabu Onuma: A report on the symposium “What should we do in order to settle problems related to wildlife?—Basic research to apply to the problems—” at the Annual Meeting of the Mammal Society of Japan 2016

著者: 石庭寛子\*・大沼 学, 〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2 国立研究開発法人国立環境研究所生物・生態系環境研究センター \*✉ishiniwa.hiroko@nies.go.jp

坂本信介, 〒889-2192 宮崎県宮崎市学園木花台西 1-1 宮崎大学農学部

松波雅俊, 〒060-0818 北海道札幌市北区北 10 条西 5 丁目 北海道大学大学院環境科学院

石塚真由美, 〒060-0818 北海道札幌市北区北 18 条西 9 丁目 北海道大学大学院獣医学研究科

浅野 玄, 〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学応用生物科学部

伊吾田宏正, 〒069-8501 北海道江別市文京台緑町 582 酪農学園大学農食環境学群