



自動撮影カメラでとらえたノウサギ（秋）と雪上の糞（写真円内）

## DNA鑑定を利用した野生動物調査法を開発 糞からノウサギの生態を解明する

DNA鑑定を生態系調査に応用  
糞から個体情報を読み取る  
さまざまな生態を解き明かす

ひとこと 環境科学研究所 生物環境領域 主任研究員 松木 吏弓

# DNA鑑定を生態系調査に応用

発電所の建設など大規模開発事業を行う際には、周辺の環境におよぼす影響を事前に予測・評価するために環境アセスメント（環境影響評価）を行います。1999年に施行された環境影響評価法では評価の対象として、新たに生態系が加わりました。電力中央研究所では簡便で精度の高い生態系調査・影響予測手法の提案を目指し、DNA解析技術を利用した新しい野生動物調査法の開発に取り組んでいます。これまでにノウサギやタヌキなどの糞を利用して、個体や雌雄の判別、生息数や餌の推定もできることを確かめました。

## 生態系の評価の重要性

当研究所ではこれまでも、火力発電所や原子力発電所などを建設する際の環境アセスメント（以下、アセスメント）に数多く協力し、培った知見をもとに合理的で効果的な新しい手法の開発や提案を行ってきました。特に大気や温排水については、国が定めるアセスメントの手引き・指針策定にも当研究所の研究成果が反映されています。このほか評価の対象は、植物・動物や景観、廃棄物など多岐にわたりますが、1999年には新たに生態系が加わりました。

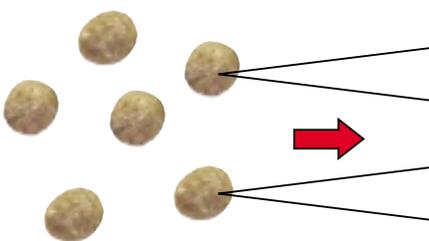
生態系のアセスメントでは、上位性（食物連鎖の上位にいる生物）、典型性（地域の生態系を典型的に示す生物）、特殊性（特殊な環境の指標となる生物）の視点から生態系の構造と機能を明らかにし、影響を予測することが求められています。しかし、新しく調査対象になったため、具体的な手法が確立されておらず、簡便で精度の高い調査手法の開発が待たれています。

## DNA鑑定を野生動物調査に応用

DNA（デオキシリボ核酸）解析技術の急速な進展にともない、今やDNA鑑定は親子判定のみならず犯罪捜査などにも活用され、現場に残されたわずかな証拠から、DNAを手がかりに犯人を突き止めるといった科学捜査は常套手段となりつつあります。

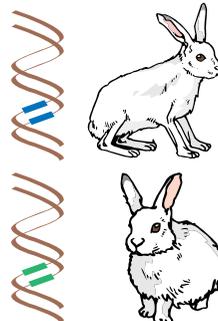
当研究所では、このDNA鑑定を野生動物の調査に応用することにしました。現場（調査地）に残された証拠は、対象となる動物が排泄した糞。この糞からDNAをうまく取り出して解析できれば、排泄個体を特定することができます。さらに、たくさんの糞からDNAを調べられれば、その調査地を利用した個体の数や分布の推測も可能となります（図1）。一般にDNAを利用した調査・研究は血液や肉片を使うため、このような糞を使った試みはほとんどありませんでした。比較的発見しやすい糞を使うことで、効率的で精度の高い調査も期待できます。

### 糞中のDNAを利用



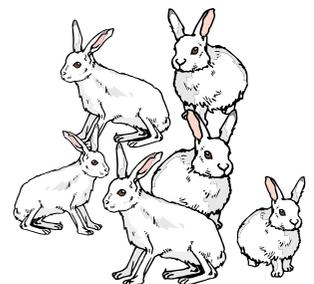
糞に含まれる腸壁細胞  
などからDNAを抽出

### DNA鑑定による個体識別



糞をしたノウサギを特定できる

### 生息数を明らかに



複数の糞を調べる

図1 DNA鑑定を利用してノウサギを数える

# 糞から個体情報を読み取る

## ノウサギを対象に

ノウサギは日本に広く生息する代表的な草食動物であり、また、猛禽類や肉食哺乳類等の餌動物として、生態系の食物連鎖を支える重要な役割を果たしています。これらの生態系に注目した場合、餌となるノウサギがどこに、どのくらい生息しているかを把握することは、食物連鎖関係を解明する上でとても重要です。

これまでのノウサギの生息数の推定では、調査地内の糞の数や雪上に残された足跡の本数から求めていましたが、いずれも地域や季節、行動などの条件による変動が大きく、精度の向上が課題でした。そこで、前述のDNA鑑定を用いた生息数の推定法の開発を試みました。この方法では、いかにDNAの検出率をあげるかが重要です。糞にわずかに含まれる腸の内壁の細胞からDNAを抽出することになりますが、傷みの少ない保存状態のよい糞を採取することを考え、気温が低く天然の冷蔵庫の状態になる真冬の積雪時に調査を行うことにしました。

## 個体識別に成功

降雪の翌日であれば、まさに前夜に活動していたノウサギの新鮮な糞が採取できます。このような糞から抽出したDNAでは鑑定が100%可能で、糞をしたノウサギをすべて特定できました。調査地にいた個体数や性別だけでなく、糞の分布からそれぞれの個体の前夜の行動範囲も推測できました。この方法は、従来の方法と比べると、非常に高い精度で個体数とその行動を推定できる手法であることが確かめられました。

この調査地では6年にわたって調査を続けていますが、DNAは一生変わらないマーカであるため、複数年にわたって追跡できている個体もいます。また、この方法は親子判定にも利用できるため、血縁関係や集団構造の解析も可能であり、ノウサギのさまざまな生態の解明にも活用できそうです。

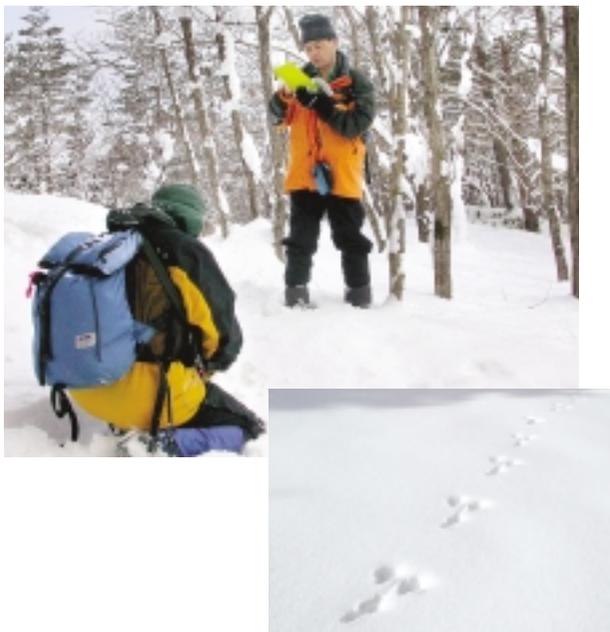


図2 秋田駒ヶ岳のスギ林での調査

(2004年2月20日実施)

オス8頭、メス11頭を確認。A～Sは識別した個体で、矢印は足跡の向きを示す。

# さまざまな生態を解き明かす

## 餌植物も明らかに

糞には食べた餌の残渣も含まれていますが、咀嚼や消化により形状が変化してしまった残渣からは、顕微鏡下で観察してもその餌種の判定はとても困難です。そこで、ノウサギの糞から植物のDNAを抽出し、食べた餌植物の特定を試みました。まず、調査地に生育している700種以上の植物からDNAのデータベースを構築しました。このデータベースと糞から検出したDNAとを照合することで、餌植物を種レベルで特定することができました(図3)。

この方法は、草食動物であれば適用できます。これまでも、カモシカやリスなどの哺乳類だけでなく、ヤマドリやバツタなどの糞からも餌植物が特定できることを確かめています。餌植物を詳しく調べることにより、対象の動物がどこで何を食べ、どのような環境を好むかを把握することができるでしょう。

## DNA鑑定への応用に向けて

野生動物の調査では、対象動物に可能な限りストレスを与えないように配慮することが必要です。糞を用いることで捕獲や殺傷することなく、ストレスも与えずに調査や解析を行えます。また、捕獲や視認自体が困難な動物についても有効な方法です。

当研究所で進めてきた糞とDNA鑑定を組み合わせた野生動物調査法は、生息数の推定や食性調査だけでなく、健康状態の把握や行動調査、社会構造や遺伝的な多様性などさまざまな解析にも利用できる可能性があり、野生動物のさまざまな生態を解明する上で、極めて有効な手法になると考えています。

## ひとこと



環境科学研究所  
生物環境領域  
主任研究員  
松木 吏弓

冬の雪山にノウサギの足跡と糞を求めて調査に出かけています。調査は厳しく大変ですが、誰も足を踏み入れていない新雪の景色はとてもきれいですし、目の前をノウサギが走っていく姿を見かけたら、疲れも吹き飛びます。

現在は人里でタヌキの研究も進めています。どちらも古くから日本人にはなじみ深い動物ですが、まだまだわからないことがいっぱいです。

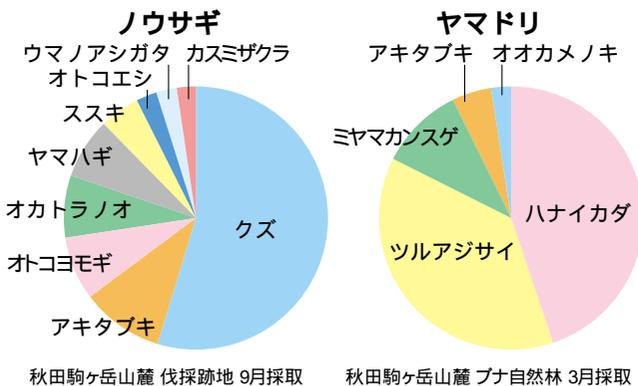


図3 ノウサギとヤマドリの糞からDNA分析により検出した餌植物の出現頻度

### 既刊「電中研ニュース」ご案内

- No.440 地震に対する建物の安全性を簡便に予測
- No.439 エネルギーの「質」から、将来の石油代替エネルギーを考える

- No.438 電力システムの安定性をリアルタイムで判定
- No.437 安全で高性能な電力貯蔵用電池を作る