

平成 21 年 4 月 9 日現在

研究種目：基盤研究 (B)  
 研究期間：2007～2008  
 課題番号：19370006  
 研究課題名 (和文) エゾヤチネズミ個体群の遺伝的な空間構造に関わる個体数変動の効果  
 研究課題名 (英文) Effects of population dynamics on spatial genetic structure of grey-sided vole populations in Hokkaido  
 研究代表者  
 齊藤 隆 (SAITOH TAKASHI)  
 北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・教授  
 研究者番号：00183814

## 研究成果の概要：

エゾヤチネズミ個体群が構造化されるプロセスを明らかにするために大陸を含む陸塊間、地域個体群間、局所個体群間で個体群の構造を分析した。陸塊間においては予測通り明瞭な遺伝的な分化が見られた。地域個体群間、局所個体群間の結果は予測と大きく異なった。分布・定着後十分に長い時間を経ている動物個体群においては、地理的に近い個体群間では遺伝的に類似するという関係が期待されるが、地域個体群間においても、局所個体群間においてもこの関係が確認されなかった。これは、分析した距離スケールがエゾヤチネズミの移動能力を上回っていたために遺伝的交流の効果が他の効果に打ち消されたためと考えられた。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	6,500,000	1,950,000	8,450,000
2008年度	4,000,000	1,200,000	5,200,000
年度			
年度			
年度			
総計	10,500,000	3,150,000	13,650,000

## 研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学・生態・環境

キーワード：エゾヤチネズミ、遺伝的空間構造、個体数変動、遺伝的浮動、瓶首効果

## 1. 研究開始当初の背景

北方の森林に生息する動物の個体数は年次的に大きく変動し、その一部は周期性を示すことが知られており、変動機構の解明は生態学を中心課題となっている。研究代表者らによる北海道のエゾヤチネズミの研究で、個体数変動様式には明瞭な地理的勾配が見られることが明らかになり（北東部の個体群は周期的に大きく変動するが、南西部の個体群は小幅で不規則に変動する）、個体数変動の地理的勾配と個体群の空間構造との関係が

注目を集めていた。エゾヤチネズミは小型で移動性が乏しいため、個体群に明瞭な空間構造が見られると期待されたが、これまでの分析では、遠く離れた地点間の遺伝的類似性が近隣の地点間よりも高い例が見られるなど、空間構造は複雑だった。このため、個体群がどのように構造化されるのかが新たな研究課題となっていた。

## 2. 研究の目的

本研究では、エゾヤチネズミ個体群が構造化されるプロセスを明らかにすることを目的に大陸を含む陸塊間、地域個体群間、局所個体群間で遺伝的な関係を分析し、個体群の構造化に関わる要因を分析することである。

### 3. 研究の方法

エゾヤチネズミ個体群の陸塊間の遺伝的な関係を分析するためにロシア沿海州で標本を採取した。また、国後島をはじめとする北海道の属島でも標本を採集し、北海道周辺におけるエゾヤチネズミの主な生息地すべて（色丹島を除く）からのサンプルを得た。地域個体群間の分析のために北海道内 39 個体群からのサンプルを得た。さらに局所個体群間分析をするために帯広市内の分断林 34 地点からサンプルを採取した。以上のサンプル、合計 2041 個体のミトコンドリア DNA を分析した。

分析結果は、集団遺伝学的基本統計量を分析した後、分子系統樹解析された。また、地理的距離と遺伝距離の関係を分析するため Mantel テストを行った。

### 4. 研究成果

#### (1) 陸塊間の遺伝的な関係

沿海州、サハリン、北海道の個体群は明確に区別された。サハリン個体群は北海道と沿海州個体群の中間的な特徴を示すものと予測されたが、北海道-沿海州の遺伝的距離は、サハリン-沿海州のそれとほとんど変わらなかった。これは北海道の個体群は大陸からサハリンを経由して渡来したものの、北海道個体群の母体となったサハリン個体群はその後一度絶滅し、現在のサハリン個体群は北海道が島となった後に大陸から改めてサハリンに渡ってきたものだと考えられた。

沿海州、サハリン、北海道の陸塊間と同様に北海道の属島（国後島、利尻島、礼文島など）の個体群の遺伝的な独立性は高く、北海道本島の個体群と明瞭に区別された。

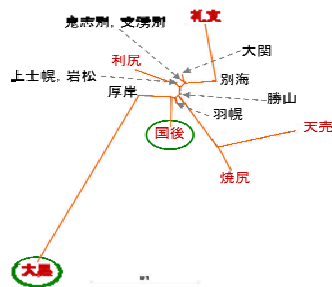


図 1. 北海道内の島嶼個体群の系統学的関係

また、北海道の属島個体群の遺伝的な変異は本島個体群と比較して、派生的であり、北海道本島を経て定着したものと考えられた（図 1）。

以上の結果はエゾヤチネズミ個体群は海などで移動（遺伝子交流）が妨げられた場合、遺伝的分化が普遍的に確認されることを示しており、北海道のエゾヤチネズミ個体群は遺伝的分化に関して十分に長い時間を保持していることが明らかになった。

#### (2) 北海道内の個体群構造

エゾヤチネズミは小型で移動性が乏しく、遺伝子の交流範囲が限られるため、地域個体群間の遺伝的な分化レベルは高いと考えられる。また、地理的に近い個体群間では遺伝的に類似し、地理的に離れた個体群間では遺伝的距離が遠いという Isolation by Distance 関係が見られると期待される。

しかし、分析の結果、個体群間の遺伝的な分化レベルは高いことは確認されたが、地理的距離と遺伝的距離に明瞭な関係は見られず、Isolation by Distance 関係は検出されなかった（図 2）。

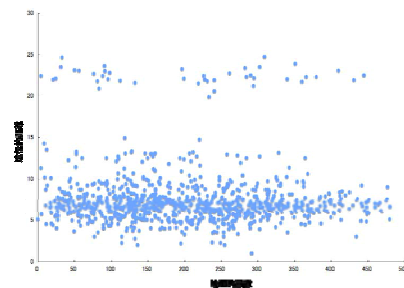


図 2. 北海道内の 39 個体群における地理的距離と遺伝的距離の関係。

#### (3) 局所個体群構造

北海道内という地域レベル（数十キロから数百キロメートル）の地理スケールで Isolation by Distance 関係が見られなかったことの原因の一つに分析した距離スケールがエゾヤチネズミの移動能力を上回るために移動による遺伝的交流の効果が他の効果（例えば、個体数の大変動による遺伝的浮動の効果）に打ち消されてしまった可能性が考えられる。この可能性を分析するためにより小さな距離スケール（数百メートルから数キロメートル）で点在する局所個体群を分析した。その結果、予測に反して Isolation by Distance 関係は検出されず、局所個体群スケールにおいても移動による遺伝的交流が強く制限されていることが明らかになった。

#### (4) まとめ

本研究において、陸塊間、地域個体群間、局所個体群間の3つの地理スケールでエゾヤチネズミ個体群の空間構造を分析した。陸塊間の分析において、海などの障壁に隔てられた場合には明瞭な遺伝的な分化が見られた。これは十分に予測されたことであり、北海道のエゾヤチネズミ個体群はロシア沿海州から渡来し、渡来後十分に長い時間を経ていることを示している。

地域個体群間、局所個体群間の分析結果は予測と大きく異なり、動物個体群の構造化に関するこれまでの理解に見直しを迫る内容であった。分布・定着後十分に長い時間を経ている動物個体群においては、地理的に近い個体群間では遺伝的に類似し、地理的に離れた個体群間では遺伝的距離が遠いという Isolation by Distance 関係の存在が期待される。しかし、地域個体群間においても、局所個体群間においても Isolation by Distance 関係が確認されなかった。これは、分析した距離スケールがエゾヤチネズミの移動能力を上回るために移動による遺伝的交流の効果が他の効果（例えば、個体数の大変動による遺伝的浮動の効果）に打ち消されてしまった可能性が考えられるが、詳細は不明である。

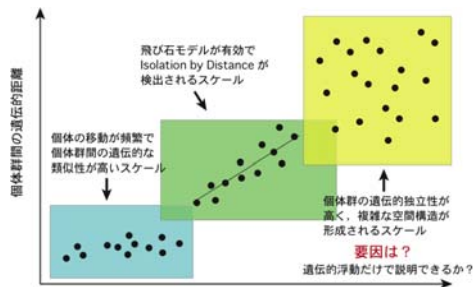


図3. 地理スケールと遺伝的距離の関係。

地理スケールと個体群の遺伝的な距離には少なくとも以下の3パターンがあると考えられる(図3): ①個体の移動が頻繁で遺伝的に同一とみなせる, ②個体の移動が地理的な距離に依存し, Isolation by Distance 関係が見られる, ③移動による遺伝的交流の効果よりも他の効果(個体数の大変動による遺伝的浮動の効果)の方が大きく, 地理的距離と遺伝的距離に関係が見られない. エゾヤチネズミでは③の地理スケールの占める割合が大きく, ①と②が見られる地理スケールは限られていると考えられる. ①と②のパターンが見られる地理スケールを特定し, ③をもたらず効果を分析することは, 動物個体群

がどのように構造化されるのかを理解する上で今後の重要な課題である。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

- ① Saitoh T, Vik JO, Stenseth NC, Takanishi T, Hayakashi S, Ishida N, Ohmori M, Morita T, Uemura S, Kadomatsu M, Osawa J, Maekawa K (2008) Effects of acorn abundance on density dependence in a Japanese wood mouse (*Apodemus speciosus*) population. *Population Ecology* 50(2): 159-167. 査読有
- ② Ishibashi Y, Saitoh T (2008) Effect of local density of males on the occurrence of multimale mating in the gray-sided vole (*Myodes rufocanus*). *Journal of Mammalogy* 89:388-397. 査読有
- ③ Ishibashi Y, Saitoh T (2008) Role of male-biased dispersal in inbreeding avoidance in the grey-sided vole (*Myodes rufocanus*). *Molecular Ecology* 17: 4887-4896 査読有

[学会発表] (計 2 件)

- ① Saitoh T, de Guia APO, Ishibashi Y. (2007) Spatial genetic structure of the gray-sided vole in Hokkaido, Japan. *International Symposium of Modern Achievements in Population, Evolutionary and Ecological Genetics*, September 9-14, 2007, Vladivostok, Russia 査読無
- ② Ishibashi Y, Takahashi K (2007) Population genetic structure revealed by using Y-chromosome DNA markers in the grey-sided vole, *Clethrionomys rufocanus*. *International Symposium of Modern Achievements in Population, Evolutionary and Ecological Genetics*, September 9-14, 2007, Vladivostok, Russia 査読無

[図書] (計 2 件)

- ① Ohdachi S, Iwasa M, Ishibashi Y, Saitoh T (eds) (2009) *Mammals in Japan*. Shokadoh Press (in press)
- ② 島田卓哉・齊藤隆 (編著) (2009) 「数えることで見えてくる!—生物の数の不思議—」, 文一総合出版, 72P

6. 研究組織

(1) 研究代表者

齊藤 隆 (SAITOH TAKASHI)  
北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・教授  
研究者番号：00183814

(2) 研究分担者

前川 光司 (MAEKAWA KOJI)  
北海道大学・名誉教授  
研究者番号：80002301  
石橋 靖幸 (ISHIBASHI YASUYUKI)  
独立行政法人森林総合研究所・北海道支所・主任研究員  
研究者番号：80353580