

氏名	岡宮 久規 <small>オカミヤ ヒサノリ</small>
所属	理工学研究科 生命科学専攻
学位の種類	博士（理学）
学位記番号	理工博 第305号
学位授与の日付	令和元年9月30日
課程・論文の別	学位規則第4条第1項該当
学位論文題名	Limited gene flow and its ecological consequences at the species range margin of lentic amphibians 止水性両生類の分布周縁地域に生じる不均衡な遺伝子流動とその生態学的帰結（英文）
論文審査委員	主査 教授 林 文男 委員 准教授 岡田 泰和 委員 准教授 高橋 文

【論文の内容の要旨】

遺伝的多様性は、遺伝子流動・突然変異・浮動・選択などの集団遺伝学的プロセスを通して変化する。遺伝的多様性を増加させる要因は遺伝子流動と突然変異であるが、突然変異の起こる率は極めて低いため、遺伝子流動が制限されると集団の遺伝的多様性は低下する。遺伝的多様性の低下は、局所適応に必要なアレルの枯渇や有害遺伝子の発現を介して、適応度に負の影響を与えるため、遺伝的多様性が低下すると適応度も低下する。しかし、野外では適応度の定量化が難しいこと、様々な交絡要因が存在して遺伝的多様性の影響を検出することが難しいことから、実証研究は少ない。さらに、遺伝的多様性の低下による適応の制限が生じると、集団間での形質の変異なども起こり得る。しかし、適応が最適状態に保たれていることを前提としたこれまでの検証方法（最適化アプローチ）では、適応の制限によって生じる集団間の形態的変異などが見過ごされてきた可能性が高い。本研究では、都市近郊や分布周縁付近のような、集団が分断化されて適応の制限が生じやすいと考えられる個体群に着目し、止水性両生類の野外集団を対象として以下の3点を明らかにした。

1. 都市部に生息するヤマアカガエルの遺伝的多様性の空間パターンがどのように規定されているか、環境要因データをもとに、景観遺伝学的手法であるサーキット理論を用いて遺伝子流動を定量化し、実際の集団遺伝構造と比較した。その結果、遺伝子流動が生じにくいと予測された集団間ほど遺伝距離が離れていた。また、遺伝子流動が少ないと予測された集団は遺伝的多様性が低下していた。つまり、本種の遺伝子流動は景観構造の影響を

強く受けており、その結果として遺伝的多様性の空間パターンが形成されていた。

2. ヤマアカガエルとトウキョウサンショウウオについて、遺伝的多様性が適応度に与える影響を調べた。これら2種はどちらも早春に卵塊産卵を行い、卵塊ごと（つまり雌ごと）の孵化率を野外で容易に求めることができる。これを適応度の指標として、遺伝的多様性との関係を解析した。まず、集団学習的手法（ランダムフォレスト法）を用いて集団の遺伝的多様性と平均孵化率に影響を与える環境要因についての分析を行い、交絡要因の候補を選択した。次に、交絡要因の候補を外生変数とするパス解析を行い、遺伝的多様性が平均孵化率に与える影響を解析した。こうして交絡要因の影響を除去しても、遺伝的多様性が平均孵化率に対して有意な正の効果を与えており、遺伝的多様性の低下が野外集団の平均適応度を減少させていた。

3. 適応の制限によって形質の集団間変異が生じる可能性について、トウキョウサンショウウオの体サイズ変異を用いて検証した。変温動物は高緯度環境下では成長速度が低下し、体サイズが小型化してしまうため、体サイズを維持するような適応（成長速度の増加・低温耐性の発達）が生じる。これを緯度間補償というが、両生類をはじめとする複数の分類群で報告がある。緯度間補償が達成された場合、体サイズの緯度間変異はなくなるが、北限側で適応が制限された場合、体サイズが小型化するような緯度ラインが生じると予想される。そこで、トウキョウサンショウウオ（関東地方およびその近郊に分布）の遺伝的多様性と体サイズの集団間変異を緯度勾配に沿って調べた結果、遺伝的多様性は高緯度（北限）側で急速に低下した。体サイズは低緯度から中緯度までは変化がなく、緯度間補償が達成された場合に予測されるパターンを示した。しかし、中緯度から高緯度にかけて体サイズは減少し、緯度間補償が制限された場合に予測されるパターンを示した。さらに孵化幼生の飼育実験を行った結果、高緯度集団では成長速度の増加・低温耐性の発達がみられなかった。以上より高緯度集団では、遺伝的多様性の欠如により適応が制限され、体サイズに集団間変異が生じていることが示唆された。