

機関番号：11301

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2013～2013

課題番号：25891004

研究課題名(和文)多様性進化の生態的帰結：進化と生態の相互作用から迫るマクロ生物学的動態

研究課題名(英文)Demographic consequences of evolution of diversity: an interaction between evolutionary and ecological dynamics

研究代表者

高橋 佑磨(Takahashi, Yuma)

東北大学・国際高等研究教育機構・助教

研究者番号：00707622

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,100,000円、(間接経費) 330,000円

研究成果の概要(和文)：近年、遺伝的多様性や形質の進化が生物の人口学的動態に与える影響が注目されているが、そのメカニズムの理解は充分とはいえない。遺伝的多様性や表現型多様性は集団の生産性や安定性、持続性を高めたり、集団の更なる適応進化の可能性を増加させたりすることが示唆されてきた。本研究では、多様性の進化が生態的動態に与える影響を植物や動物を含む複数の系において実証的に調べたところ、遺伝的多様性も表現型の多様性も集団のパフォーマンスを高めることやその背景にあるメカニズムを明らかにすることができた。これらの成果は、生物の形質の変化や個体数の変化を包括的に理解することに貢献するものである。

研究成果の概要(英文)：Although the effect of evolutionary changes in traits and genetic diversity on ecological (demographic) dynamics has received much theoretical attention, the mechanisms responsible for such ecological consequences are usually unknown. Phenotypic and genetic diversity have been suggested to increase population productivity and sustainability, and to enhance the ability of adaptive evolution. Here I investigated the ecological consequence of evolution of diversity in some polymorphic systems, including both animals and plants. I partially confirmed that mechanism and consequence of the evolution of increased genetic or phenotypic diversity, which may contribute to understand the interaction between evolutionary and ecological dynamics.

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：遺伝的多様性

1. 研究開始当初の背景

近年、遺伝的多様性や形質の進化が生物の人口学的動態に与える影響が注目されている。例えば性選択による装飾の過度の進化は種の絶滅リスクを高めることが知られているし、集団内に裏切り行動をすることが進化することはその集団の衰退を促すことが知られている。したがって、個体レベルで観察される生物の進化的変化がそれよりも上の階層、例えば、個体群や群集、生態系などに与える影響を明らかにすることは、高次の生態的動態を正確に理解することに繋がると考えられる。しかしながら、これらのように進化的変化が集団の動態に影響する際のメカニズムの理解は充分とはいえない。

遺伝的多様性や表現型多様性は集団の生産性や安定性、持続性を高めたり、集団の更なる適応進化の可能性を増加させたりすることが示唆されてきた。しかし、この仮説についても検証が行なわれていない。

2. 研究の目的

多様性の進化が生態的動態に与える影響を植物や動物を含む複数の系において実証的に明らかにすることを目的とし、集団内に色彩多型を示すアオモンイトトンボとニワゼキショウ(植物)を用いて、色彩の多様度が個体群レベルでの現象に与える影響を評価することとした。なお、ニワゼキショウに関しては、基礎的な情報として、多様性の維持機構についての調査も行なった。具体的には

- (1) アオモンイトトンボの色彩型の多様性と集団動態の関係
- (2) アオモンイトトンボの遺伝的多様性と集団動態の関係
- (3) ニワゼキショウの色彩型の多様性と集団動態の関係
- (4) ニワゼキショウの色彩型の多様性の維持機構の解明

を目的とした。最終的な目標は、多様性の副作用の理解を通じ、個体群動態や群集動態、生態系の動態などのより高次の生態的動態を理解することにある。

3. 研究の方法

- (1) アオモンイトトンボ類において、種内の遺伝的多様性や表現型多様性の進化の程度が人口学的動態に与える影響を明らかにするため、国内の約30集団において、成虫のサンプリングを行なった。この際、表現型の多様性として色彩型の数や頻度を調べた。同時に集団密度の推定も行なった。集団遺伝学的解析を行ない、有効集団サイズの推定を行なった。上記のアプローチに加え、表現型多様性が集団動態に与える影響に関して数理モデルを用いた解析を行なっている。



- (2) アオモンイトトンボの遺伝的多様性と集団動態の関係を明らかにするため、分布域内で網羅的に調査を行い、集団の増殖率やパフォーマンスの指標となる形態(体サイズや翼面荷重)を測定した。また、また、遺伝的多様度のついては、核DNAのマイクロサテライトマーカーとミトコンドリアの塩基配列に加え、次

世代シーケンサーを用いたRAD シーケンス等により詳細な評価を行なった。

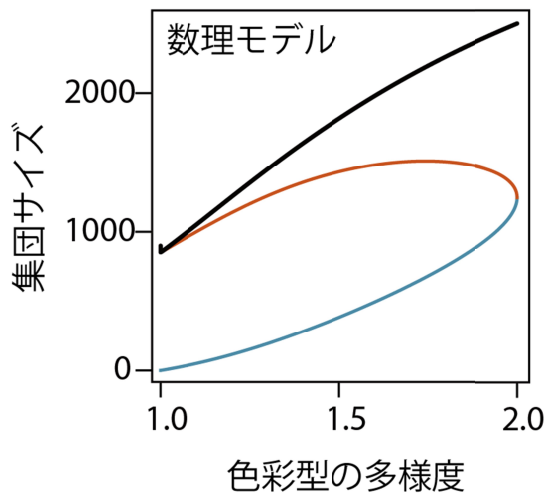
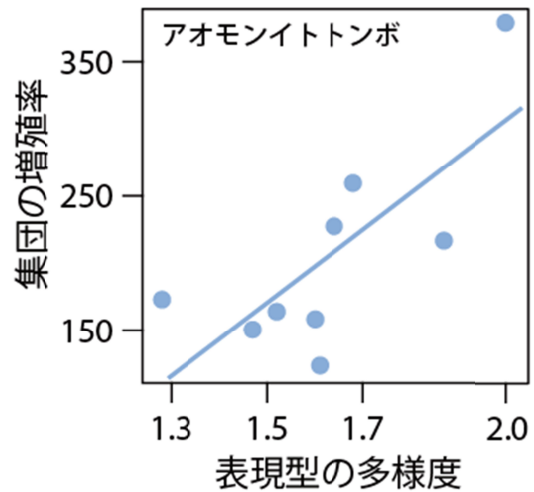
- (3) ニワゼキショウ類において、表現型の多様性と集団動態の関係を明らかにするため、多様性の程度が異なる複数で個体群の特性や形態の適応の程度や個体群密度や集団サイズを測定した。



- (4) ニワゼキショウの色彩多型の維持機構を明らかにするため、各表現形や遺伝子型の適応度を測定し、ヘテロ超優性により多型が維持されている可能性について検討を行なった。

4. 研究成果

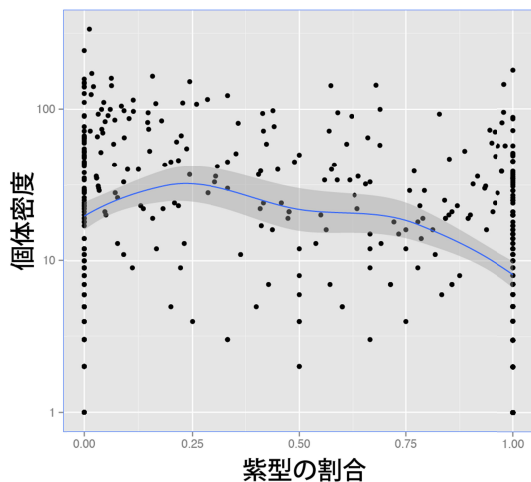
- (1) アオモンイトトンボでは、表現型の多様度の高い集団において、個体あたりの増殖率が高くなることやその結果として集団全体の増殖率が高くなることが示された。また、多様度の高い集団では、集団の密度や集団の安定性が高くなることが示された（上のグラフ）。同様のパターンは、数理モデルや個体ベースシミュレーションを用いた解析によっても見出された。この内容については、現在投稿中である。



- (2) アオモンイトトンボにおいて核DNA およびミトコンドリアDNA から推定された遺伝的多様度の低い集団では、非適応的な形態をもつことが示された。遺伝的

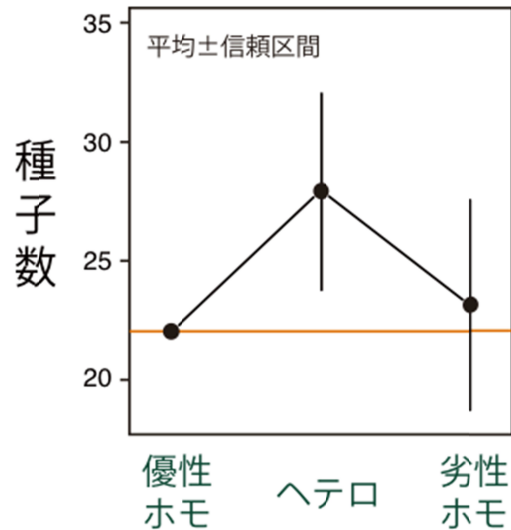
多様度が高い集団ほど、環境に充分に適応しており、そうでない集団ほど、環境適応が不充分であることを示唆している。また、多様度の低い集団が分布域の辺縁で認められたことから、多様性の枯渇が分布範囲の決定に関わっている可能性が示された。大規模遺伝情報を用いた多様度の評価は現在解析中である。

- (3) ニワゼキショウにおいて、表現型の多様度と集団密度の関係を調べたところ、対立遺伝子の多様度の高い集団(二つの対立遺伝子が等しい割合で存在する集団)において個体密度が高くなる傾向が示された。型比の偏りは、その背景にある機構は現段階では明らかでないものの、この結果は、表現型の多様度が集団の動態に影響する可能性を示している。なお、表現型頻度は、近縁種の存否によって影響を決定するようであった。この内容について論文を執筆中である。



- (4) ニワゼキショウでは、色彩遺伝子に関してホモ接合の個体よりもヘテロ接合の個体のほうが適応度が有意に高いことを見出した。これは、超優性選択により本種の色彩2型が維持されていることを強く示唆するものである。なお、超優

勢選択で予測される平衡頻度(対立遺伝子が1:1になる状態)は、紫型が25%である。この頻度がの結果で、集団サイズが最大化する頻度と対応していることも興味深い。超油性選択と集団サイズの関係については、先行研究の結果と一致している。この内容について論文を執筆中である。



- (1) ~ (3)の結果は、表現型あるは遺伝子レベルでの多様性の進化と生物の人口学的動態の関係を示すものである。本研究のように遺伝的多様性や形質の進化が集団のパフォーマンスに与える影響を様々な種で明らかにしていくことは、生物群集の動態や生態系機能の理解に大きく貢献することができるだろう。さらには、種分化と絶滅の和として現れる現在の生物多様性の成立を理解するための助けになることも期待される。

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1件)

- (1) Takahashi, Y., N. Nagata and M. Kawata
(2014) Antagonistic selection factors induce a continuous population divergence in a polymorphism. *Heredity*, 112, 391-398 査読あり

[学会発表](計3件)

- (1) 高橋佑磨・高倉耕一・河田雅圭、ニワゼキシヨウにおける色彩多型の維持と空間変異の成立機構. 日本植物分類学会第13回大会, 2014年3月21日, 熊本大学
- (2) 高橋佑磨・高倉耕一・河田雅圭、二次的接触後のニワゼキシヨウ類における繁殖干渉と種内多型の進化. 第61回日本生態学会, 2014年3月17日, 広島国際会議場
- (3) 高橋佑磨、動物の行動から進化動態と個体群動態を眺める. 日本動物行動学会第32回大会. 2013年11月30日, 広島

[図書](計0件)

[産業財産権]
出願状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:

取得年月日:
国内外の別:

[その他]
ホームページ等

6. 研究組織
高橋 佑磨 (TAKAHASHI, YUMA)
東北大学・国際高等研究教育機構・助教
研究者番号: 00707622

(2)研究分担者
()

研究者番号:

(3)連携研究者
()

研究者番号: