

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 29 日現在

機関番号：12501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26650154

研究課題名(和文)「小進化の副産物」で高次の生態的動態と大進化パターンを理解する

研究課題名(英文) Demographic consequence as by-product effects of microevolution

研究代表者

高橋 佑磨 (Takahashi, Yuma)

千葉大学・大学院理学研究科・特任助教

研究者番号：00707622

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、多様性の進化が個体群の人口学的動態や系統進化に与える副産物的影響を明らかにするため、多様性の有無と人口動態の関係について系統種間比較と実証実験から検証・解析を行なった。系統種間比較を行なったところ、昆虫や脊椎動物の多くの分類群で、種内に色彩多型を有する種がそうでない種よりも分布域が広く、絶滅リスクが低いことが明らかになった。キイロショウジョウバエの行動多型に着目した実証実験では、平衡選択の働く条件下で集団に多様性がある場合に単型集団よりも集団の生産性が高まることが明らかになった。これらの結果は、種内多様性が個体群動態に影響することやそれが条件依存的に変化することを示唆している。

研究成果の概要(英文)：The evolution of genetic diversity within a population improves population-level fitness and productivity, but the existence of these effects is controversial. In the present study, in order to reveal the by-product effects of the microevolution of genetic polymorphism on ecological dynamics and macroevolution, we carried out species comparison and laboratory experiments. The species comparisons suggest that species with colour polymorphisms show wider distribution range and lower extinction risk than monomorphic species. The patterns were found in insects, birds, mammal, reptiles, amphibians and fishes. Laboratory experiments using a behavioral polymorphism in *Drosophila melanogaster* indicates the productivity of a polymorphic population would be higher than the average fitness of monomorphic populations, but only under balancing selection. These results provide direct evidence for an effect of genetic diversity on population fitness and the condition dependence.

研究分野：進化生態学

キーワード：多様性 個性 人口動態

1. 研究開始当初の背景

進化学は個体群内での相対的有利さ（相対適応度）を基準に、「個体の形質」の進化機構を議論してきた。しかし、現実には、進化は個体群の構成員の形質変化を通じ、増加率（個体の絶対適応度の総和）や密度依存性などの「個体群特性」に影響しうる。例えば、単純な自然選択は個体群の増加率を増加させるだろうし、過度な性選択形質や利己性の進化は増殖率を低下させるだろう。しかも、このような小進化の副産物は、種の誕生と絶滅の総和、すなわち群集構造や大進化パターンにも影響するはずである。それにも関わらず、数学的簡便化のためにこれらの“副産物”は軽視されてきた歴史がある。したがって、進化の副産物とその波及効果の定量は、高次の生命現象の理解するための新たな視点を生むと期待される。

申請者は、イトトンボを用いて、「多型の進化が個体群や種の動態に正の作用をもたらす」という可能性を示した。なぜなら、種内多型は、進化の源泉となり「進化可能性」を向上させるばかりか、「種内競争の緩和」や捕食などの「リスク分散」を通じ、個体群・種のパフォーマンスを高めるためである。種内多型は、植物から動物まで非常に広い分類群で認められる現象である。したがって、種内多型は、小進化の副産物的効果を分類群横断的に検証し、その普遍性を調べるために好適な現象となる。

2. 研究の目的

本研究では、多型進化に着目し、それに伴う様々な副産物を多角的に検証し、小進化の視点から高次の生態的動態や進化パターンを捉えるための分野（階層）横断的な理論を創出する。

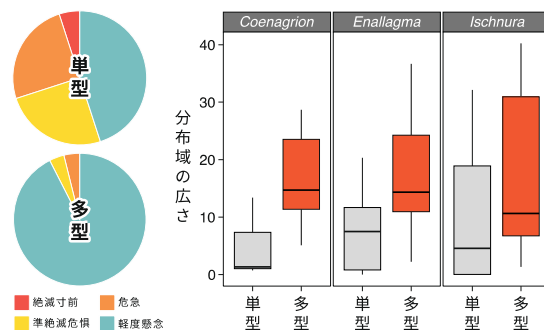
3. 研究の方法

複数の動植物分類群で、種内多型のある種とない種の比較から、多型進化が個体群動態や

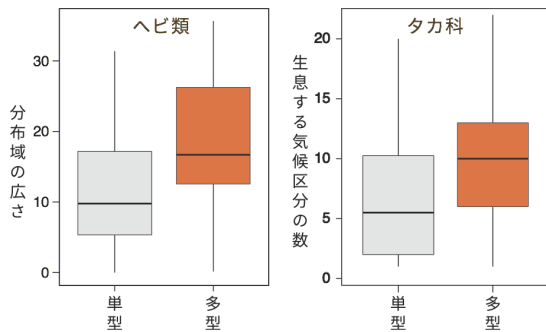
群集構造、大進化パターンに与える様々な影響（小進化の副産物）を多面的に検証する。具体的には、とくに色彩の多様性に着目し、既存のデータ（分布情報など）を利用して、色彩の種内多様性の有無と分布の広さや分布域内の環境多様性、絶滅リスクとの関係を解析する。また、種内多様性の効果を実証的に明らかにするため、ショウジョウバエの行動多様性に着目し、多様性の有無と個体群の生産性の関係を調べる。

4. 研究成果

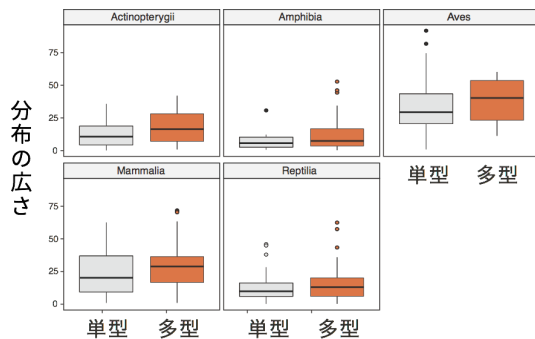
イトトンボ類を用いた解析では、種内の多様性の有無と分布範囲や絶滅リスクとの関係を解析した。その結果、種内に多様性のある種ほど、広い分布域と低い絶滅リスクをもつことが複数の属において明らかになった。



モンキチョウ類の色彩多様性に着目した解析では、雄における色彩の多様性は分布域に影響しないものの、雌における多様性には分布域に対して正の内の効果をもつことが検出された。同様の正の効果は、タカ類、フクロウ類、ヘビ類でも認められた。なお、タカ類では、多様性の存在により単に分布域が広がるのではなく、分布域内の環境多様性（決研の気候区分により判定）も高まることがわかった。

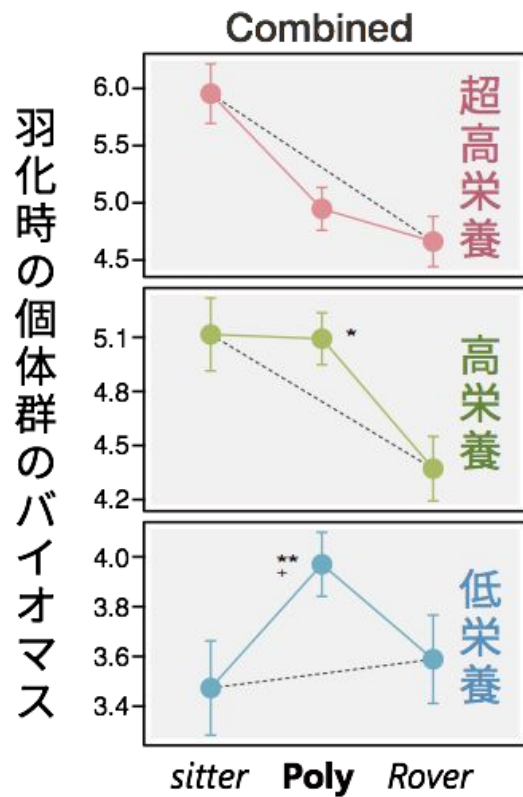


さらに脊椎動物の5綱でも同様の解析をしたところ、鳥類と哺乳類、両生類、爬虫類、魚類の全てにおいて、色彩多様性の存在が種の分布域を広げる効果があることがわかった。したがって、多くの分類群において種内の多様性が種の繁栄の程度に正の影響をもたらすといえよう。



次に、種内多様性の生態的機能を実証的に検証するため、キイロショウジョウバエの for 遺伝子の変異に基づく採餌行動の多型 (Rover 型と sitter 型) を用い、多型の成立過程と集団適応度 (生産性) の関係を解明することを目的とした。本種の多型は、資源競争に関連した負の頻度依存選択によって維持されており、資源競争の弱くなる高栄養状態では当該選択圧が働かないことが知られている。そこで、低~高栄養の3つの栄養状態において、2型の卵を 1:0 か 1:1、0:1 の比率で導入し、羽化時の集団重量を測定した。低栄養条件では、多型状態の集団適応度が、いずれの単型状態、あるいは2つの単型状態の平均よりも高くなった。しかし、高栄養条件では同様の傾向は認められなかった。これらの結果は、多型が積極的に維持される条件でのみ、種内多型が集団適応度を高める効果をもつことを示唆している。また、このよう

な正の多様性効果が補償性効果によってもたらされることも明らかになった。



さらに、種内多様性のもつ多様性効果やその条件依存性は数理モデルによって裏付けることができた。

これらの成果をもとに、総説1編と原著論文2編を投稿あるいは執筆中である。

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0件)

[学会発表](計8件)

高橋佑磨・鈴木紀之(2017) 繁栄度を決める鍵形質としての種内多様性. 第64回 日本生態学会大会. 2017年3月18日. 早稲田大学(東京)

高橋佑磨(2017) 遺伝的多様性の進化とその副産物的人口動態. 第64回 日本生態学会大会. 2017年3月18日. 早稲田大学(東京)

Noriyuki S & Takahashi Y(2016) Ecological consequences of wing color polymorphism in *Colias*: diversity promotes population-level success. International Meeting on "Integrative

Approach to Understanding the Diversity of Butterfly Wing Patterns”, Chubu University, Aichi, Japan. 3rd Aug. 2016

Noriyuki S & Takahashi Y (2016) Effects of color polymorphism on population performance in damselflies and butterflies. Evolution 2016, Austin, Texas, USA. 17th Jun, 2016

高橋佑磨(2015)ふつうの進化を生態学と繋ぐ:エコなエコとエボとエボなエコとエボ. 京大生生態学研究センター 公募ワークショップ「進化と生態の階層間相互作用ダイナミクス:生態学のリストラ2」. 京大生生態学研究センター(滋賀) 2015年12月

Noriyuki, S. and Y. Takahashi (2015) Effects of color polymorphism on host plant range in Colias butterflies. 第31回個体群生態学会, 滋賀県立大学(彦根). 2015年10月
Takahashi, Y., S. Noriyuki, M. Kawata. The demographic consequences of evolution of female polymorphisms in damselflies. XVth Congress of the European Society for Evolutionary Biology, 10/Aug/2015, Lausanne, Switzerland.

高橋佑磨(2015)理論と自然の間から眺めた多様性の進化生態学. 第62回日本生態学会大会. 鹿児島大学(鹿児島) 2015年3月20日

〔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
(1) 研究代表者

高橋 佑磨 (TAKAHASHI, Yuma)
千葉大学・大学院理学研究科・特任助教
研究者番号: 00707622

(2) 研究分担者

鈴木 紀之 (Suzuki, Noriyuki)
立正大学・環境科学研究所・客員研究員
研究者番号: 00724965

(3) 連携研究者

()

研究者番号:

(4) 研究協力者

長太 伸章 (NAGATA, Nobuaki)
独立行政法人国立科学博物館・標本資料センター・特定研究員