

令和 4 年 6 月 23 日現在

機関番号：23303

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K06850

研究課題名(和文) 幼体擬態がもたらす闘争行動の緩和と集団・群集構造への影響

研究課題名(英文) Effects of juvenile mimicry on combat behavior and population/community structure

研究代表者

長谷川 克 (Hasegawa, Masaru)

石川県立大学・生物資源環境学部・客員研究員

研究者番号：90724659

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、幼体擬態が闘争及び集団構造に与える影響について、種内パターンおよび種間パターンから明らかにすることを目的としている。種内パターンにおいては、幼体擬態によって、オスの敵対行動が弱められること、また、結果として集団構造を密にすることが示唆され、国際的な学術誌に発表することができた。一方の種間パターンについても、予想に一致する結果が得られているが、こちらについては現在投稿中であり、詳細は論文の受理後に公表予定である。以上の2つのアプローチにより、幼体擬態は確かに闘争及び集団構造に影響を与えることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

理論上、個体間相互作用で使われる特徴はどんどん誇大化して資源消費量を増大させ、集団全体にとって悪影響を与えるという。実際、野生動物に着目した研究でもこうした予測に一致する結果が得られているため、理論と実証、両面からの支持が得られていることになる。しかしながら、こうした研究は各文脈における特徴の進化が独立しているという暗黙の前提に基づいている。本研究では、子育てする生物がもつ子への親和的行動が子育て以外の文脈、例えば闘争においても現れることで、幼体「擬態」が雄間闘争を回避し、集団全体の構造すら変えることを示唆した。本研究が示すように文脈間の連携は根強く、これを無視した研究は非現実的だといえる。

研究成果の概要(英文)：This study focused on the effects of juvenile-mimicry on combat behavior and population structure using intraspecific patterns and interspecific patterns. Concerning intraspecific patterns, we found that juvenile mimicry actually reduced male agonistic behavior, and as a consequence, this would increase population density. This finding was published in an international scientific journal. Concerning interspecific patterns, we found results supporting the prediction from juvenile mimicry, and we already submitted the manuscript to another international scientific journal. The detailed information will be available after acceptance. From the two different approaches mentioned above, we indicated that juvenile mimicry is an important factor affecting combat behavior and thus population structure.

研究分野：行動生態学

キーワード：雛擬態 進化 感覚搾取 子育て

1. 研究開始当初の背景

これまでの行動生態学研究は、各文脈において生物が適応的にふるまうという暗黙の前提のもとに行われてきた。この単純化した前提条件を掲げることで、シンプルな理論予測を行うことができ、また得られた結果を容易に解釈することができるため、こうした前提条件は行動生態学を発展させるには欠かせないものだったのかもしれない。しかしながら、実際のところ、1つの文脈で進化した特徴がほかの文脈において何の影響も及ぼさないことはありえない。むしろ、ある文脈の行動(たとえば外敵に対する反応)が、別の文脈(たとえば、同種他個体に対する反応)にも影響するなど、文脈間での行動の連鎖が実際の生物進化に影響する可能性は高く、こうした文脈間の連鎖を無視することは、実際の生物進化、またその生態も見誤ることになるだろう。

本研究では、特に子育てをする生物において重要である子への親和的な行動、あるいは単純に子という刺激に反応する親の子育て行動に着目し、こうした行動が副次的に別の文脈においても機能し、生物の各種特徴の進化、及び、生態にも幅広く影響する可能性について検証した。特に、闘争および集団構造の側面において、幼体に似せた形質(幼体擬態形質)の影響を明示することを目的としている。申請者自身が鳥類を用いて行なったこれまでの先行研究によって、オスの幼体擬態がメスの育雛衝動を搾取してその行動を操作し、自身の配偶成功を向上させることが明らかになっている。同様に、少なくとも一夫一妻で雌雄が協力して子育てをする生物においては、メスだけでなく、オスも子育ての文脈において進化した感覚を搾取され、(闘争)行動を操作されることで、結果として集団全体の空間分布パターンにまで影響している可能性が高い。文脈間での行動の連鎖を明示することで、現在の文脈内に限定した近視眼的な生物進化観から、文脈横断的でより視野の広い生物の進化観を採用し、より現実に即した生物進化、および生態の理解を進めることができるだろう。

2. 研究の目的

幼体擬態が闘争行動、および、集団全体の構造に与える影響を明らかにする

3. 研究の方法

本研究では、種内パターンが幼体擬態の予測にあった挙動を示すかどうか調べるだけでなく、種間パターンも幼体擬態によって説明できるか調べる。種内パターン(いわゆる「小進化」パターン)と種間パターン(いわゆる「大進化」パターン)の両面から調べることで、より頑健な証拠を得ることができる。種内パターンの検出には、交絡要因の影響を排除できる実験的手法を採用する。種間パターンについては、単に異種間の形質を比較するのではなく、共通祖先の影響を排除するため、進化の歴史である系統樹情報を考慮した「系統種間比較法」を用いて大進化パターンを明示する。

4. 研究成果

(1) 種内パターン

種内パターンについては、一夫一妻で子育てをする生物であり、また、行動生態学のモデル生物であるツバメを用いて調査した。繁殖中のツバメに音声を与えてその反応を調べる「音声再生実験」によって、幼体擬態が実際にオスの敵対行動を低減させていることが示された。雄の敵対行動の低減は結果として繁殖密度の増加を招くことから、結果として、集団全体に過密な空間分

(次ページに続く)

(続き)

布構造をもたらしていると考えられる。さらに、親子間表現型相関を明らかにすることで、幼体擬態がなんとなくヒナに似ているだけの行動ではなく、実際にヒナの行動と(おそらく遺伝的な)リンクがあることも明らかにすることができた。同時に調べた巣場所を共有するだけの他者間ではこうしたリンクがみられなかったため、親子間でのリンクが単に場所による効果であることは考えにくい。こちらの結果についても、国際的な学術雑誌に公表済みである。行動生態学のモデル生物であるツバメでこうした結果が得られたことは大きく、得られた結果の一般性が示唆される。なお、もうひとつの調査対象種として設定していたスズメの調査については、捕獲の困難さから遅れが生じており、助成期間内に統計解析に足る十分なサンプルを取得することができなかった。こちらについては今後の課題とし、追加(補足)データを取るなどして対応していくように考えている。

(2) 種間パターン

種間パターンについては、前提となる種間関係について複数本の論文を発表することができた。例えば、異性誘引形質の進化や、その生態へのフィードバック効果を明示できたことは大きい。ただ、焦点となる幼体擬態と種内相互作用(および集団構造)の関係については予測に一致する結果を得ることができたものの、現在学術雑誌に投稿中の段階にあり、詳細については論文が受理後の公表となる。この論文が公表されることで、単一種のみでなく、系統全体における幼体擬態の重要性を示すことができると期待される。

(3) 結論

種内パターン、種間パターンいずれも幼体擬態の効果を支持する結果が得られたことから、幼体擬態が果たす役割がこれまで想定されていた以上に大きいと考えられる。また、(すでに公表済みの)異性誘引効果だけでなく、闘争時にも相手の感覚を「搾取」して都合よく相手の行動を操作できることは、1つの文脈での特定の行動が文脈の枠を超えて様々な文脈に幅広い影響を及ぼしていることを示唆している。集団全体への効果も示唆できたことにより、単に個体間の相互作用を通して進化的な影響を与えるだけでなく、集団全体の生態(ここでは繁殖分布パターン)をも左右する力があることがうかがわれる。これらの影響は文脈間の行動連鎖を考慮しなければ見過ごされていたものであるため、今後はこれまでのように文脈内での適応行動のみに焦点を絞るのではなく、より大きな視野で現象をとらえていく必要があり、これによって生物進化と生態の理解が格段に進むことになるだろう。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Hasegawa Masaru, Arai Emi, Nakamura Masahiko	4. 巻 39
2. 論文標題 Shorter-legged males start breeding earlier in the barn swallow	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Ethology	6. 最初と最後の頁 423 ~ 427
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10164-021-00708-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Hasegawa Masaru	4. 巻 9
2. 論文標題 Male Barn Swallows Tolerate Nestling-Like Courtship Calls of Rival Males	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Ecology and Evolution	6. 最初と最後の頁 759438
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fevo.2021.759438	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Hasegawa Masaru, Arai Emi	4. 巻 163
2. 論文標題 Swallows nesting on buildings showed positive population trends except when having deeply forked tails	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Ornithology	6. 最初と最後の頁 285 ~ 289
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10336-021-01933-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Hasegawa Masaru, Arai Emi, Nakamura Masahiko	4. 巻 40
2. 論文標題 Reddish male swallows have short sperm	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Ethology	6. 最初と最後の頁 85 ~ 89
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10164-021-00726-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Masaru Hasegawa & Emi Arai	4. 巻 34
2. 論文標題 Opposing population trends of fork-tailed swallows and reddish-coloured swallows in our changing world	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Evolutionary Biology	6. 最初と最後の頁 331-338
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jeb.13736	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hasegawa Masaru, Arai Emi, Nakamura Masahiko	4. 巻 133
2. 論文標題 Nestling, but not adult male, barn swallows emit short calls in noisy environments	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biological Journal of the Linnean Society	6. 最初と最後の頁 57~67
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/biolinnean/blab007	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計8件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 長谷川 克, 新井絵美
2. 発表標題 燕尾が深いツバメほど絶滅しやすく、赤いツバメほど絶滅しにくい
3. 学会等名 日本進化学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長谷川 克
2. 発表標題 その操作実験の解釈、合っていますか?
3. 学会等名 日本鳥学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長谷川 克, 新井絵美, 中村雅彦
2. 発表標題 騒音下でツバメのヒナはせわしく鳴くが、雄のひな擬態声は大して変わらない
3. 学会等名 第40回動物行動学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長谷川 克
2. 発表標題 ツバメはかわいいライバルオスを見逃す
3. 学会等名 日本生態学会第69回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 長谷川 克, 新井絵美
2. 発表標題 燕尾が深いツバメほど絶滅しやすく、赤いツバメほど絶滅しにくい
3. 学会等名 日本進化学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長谷川 克
2. 発表標題 その操作実験の解釈、合っていますか？
3. 学会等名 日本鳥学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長谷川 克, 新井絵美, 中村雅彦
2. 発表標題 騒音下でツバメのヒナはせわしく鳴くが、雄のひな擬態声は大して変わらない
3. 学会等名 第40回動物行動学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長谷川 克
2. 発表標題 ツバメはかわいいライバルオスを見逃す
3. 学会等名 日本生態学会第69回大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 長谷川克、森本元	4. 発行年 2020年
2. 出版社 緑書房	5. 総ページ数 296
3. 書名 ツバメのひみつ	

1. 著者名 長谷川 克、森本 元	4. 発行年 2021年
2. 出版社 緑書房	5. 総ページ数 272
3. 書名 ツバメのせかい	

〔産業財産権〕

〔その他〕

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------