

令和 6 年 5 月 30 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K06808

研究課題名（和文）モンシデムシをモデル生物とした両親による子の保護の進化要因の解明

研究課題名（英文）Evolutionary process of biaparental care in buryong beetle.

研究代表者

鈴木 誠治（Suzuki, Seizi）

北海道大学・農学研究院・農学研究院研究員

研究者番号：00467086

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,100,000円

研究成果の概要（和文）：マイクロサテライトDNA プライマーを用い、野外における両親による子育てと母親のみによる子育てでオスのばらつきを検証した。メスのみの子育てに比べオスがいないと父性の偏りが強くなり、Suzuki (1013)の仮説を支持した。またメスによる托卵も多数発見され、オスの存在が托卵を防いでいないことも明らかになった。結果の分析は完了し、現在論文を準備している。

また、実験の副産物として闘争による体へのダメージが次回以降の産卵に与える影響のデータが得られた。オスの体が傷ついたときはメスの産卵数が減り、メスの体が傷ついたときは産卵数が増えた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

親による子の保護とは「子供の生存率を高めると予測される親のあらゆる性質」を指す。その中でも両親による子の保護は進化的にも不安定であるとされる。申請者は両親による保護を行う昆虫は全て地中または固い壁を持つ巣を作り巣の中に餌があるという巣の特性を持つことから、巣の構造が他のオスからメスを守りやすく、父性が確保しやすいため、前適応として働いたという仮説(Suzuki, 2013)を提唱した。昆虫の両親による子の保護は10回以上独立に進化しているが、Suzuki(2013)の検証はこれらの進化要因を統一的に扱うことができる可能性を秘める。

研究成果の概要（英文）：It has been said that confidence of paternity should favor the evolution of facultative paternal care (Westneat and Sherman, 1993; Houston and McNamara, 2002). However, previous studies using insect with biparental care showed that females showed highly polyandrous and high rate of extra-pair paternity had found (Dillard, 2017; McCullough et al, 2016; Yaguchi et al, 2021) and contradicted with these hypothesizes. This study indicated that paternity of *N. quadripunctatus* major males in biparental care were higher than that in female care, and our results coincided these hypothesizes. High paternity might explain the evolution and persistence of male care in biparental systems. In addition, I revealed that injured males and females change their parental behavior.

Both results are now in preparation to suitable journals.

研究分野：行動生態学

キーワード：親による子の保護

1. 研究開始当初の背景

両親による子の保護は鳥類でこそ普通であるが他の生物では少なく、進化的にも不安定であるとされる。両親による子の保護行動は昆虫の一部でも見られる。申請者はオスがあとから参加する場合、オス親側が得る利益は父性の確保だけであり進化の初期条件においては「子の生存率を高める」必要がないと仮説を立てた (Suzuki, 2013)。この仮説が正しいとすると、今度はメス親または幼虫が子の生存率を高めるためにオス親に投資をするよう操作をした可能性が出てくる。

2. 研究の目的

本研究の目的はモンシデムシをモデル生物として

(1) モンシデムシのオスは保護に参加することで父性を高めることができるか

(2) 幼虫およびメス親はオスにどのように働きかけ、オスはどのように反応するか

(3) メスのみが原始的な子育てを行う近縁種コクロシデムシでは 2. のような行動が見られるか

の調査を通じて、進化的に不安定とされる両親による子の保護がなぜ、どのように進化し、現在も維持されているのかを知ることである。

モンシデムシ属 (*Nicrophorus*) は甲虫の一属で、育児を行うことで知られている。雌雄双方が育児に参加し、幼虫に口移しで給餌したり、外敵から幼虫を防衛したりする。この特性のため、オス-メスの関係、親子関係双方の観点から多くの研究が行われており、親子関係の初期進化研究のモデル生物として期待される。

モンシデムシのオスによる保護が本当に父性を高めるのか、メスや幼虫はオス親にどのように働きかけるのか、祖先的な近縁種はそのような働きかけを持たないのか、を検証することで、進的に不安定とされる両親による子育てが進化する要因を探る、これが本研究の目的である。

3. 研究の方法

(1) モンシデムシ属は死体を地中に埋めて巣を作り、それを幼虫の餌とする。Suzuki (2013) はそのような巣は入り口が限られているため守りやすく、オスはペア外交尾を防げるため父性を高められそれがオスの保護への参加の初期条件であると仮定した。この前提はオスの保護への参加は父性を高めると言うことであるが、この検証は成されていない。モンシデムシは両親による保護の他、メスだけ、オスだけの保護も行う。両親による保護の方がメスだけの場合に比べ特定のオスの父性が高いことを証明できれば前提条件は検証できる。野外に死体を放置し親幼虫ごと持ち帰り、マイクロサテライト DNA を用いて父性を判定する。すでにメスだけの保護のブルードの分析は始めており、複数オス由来の幼虫が確認されているところである。また他のオスの存在下での防衛オスの行動、特に巣への投資の変化を観察で調べる。

(2) 一方で現在はオスが父性を高めるための行動だけでなく、給餌など幼虫の生存を高める行動を行う。このような進化のきっかけとして申請者は家族内コンフリクトを仮定している。先行研究は幼虫の親への餌請いシグナル、メス親の幼虫への給餌シグナルの存在を明らかにしている。しかし予備調査の結果では幼虫からメスへのシグナルにはオス親の反応は鈍いため、別のシグナルが存在している可能性がある。その幼虫およびメス親からオス親へのシグナルの探索を行う。幼虫はメスが在る限り給餌量と関係なくメスに餌請いし、オスは餌請いが無い限り幼虫に給餌しない事がわかっている (Suzuki, 2015, 2016, 準備中) ので、a) 幼虫がどのようにしてオス親に切り替えるのか、b) オス親とメス親に対する信号に違いはないか、を行動面、化学面から検証する。メス親がいる場合、いない場合に分けて幼虫とオスを、ハイビジョンカメラで撮影し行動の変化を、高精度マイクで音声を、有機溶媒で体表をぬぐう事で体表の化学物質を、と行って行動、聴覚、化学信号を検出する。また、親を吊すなどの方法で親の存在はわかるが給餌を受けられないようにし、信号を検出する。

(3) もし信号を検出できれば、系統関係を考慮した比較を行う。モンシデムシに近縁で、オスは保護に参加しないコクロシデムシを用い、類似した信号や行動がないかを調べる。シデムシ科はほぼ完全な系統樹が存在しているので、比較法には検証する形質情報を得るだけで可能となる。可能であればモンシデムシ以外の分類群にも手を広げたいと考えている。モンシデムシは両親による保護の他、メスだけ、オスだけの保護も行う。両親による保護の方がメスだけの場合に比べ特定のオスの父性が高いことを証明できれば前提条件は検証できる。野外に死体を放置し親幼虫ごと持ち帰り、マイクロサテライト DNA を用いて父性を判定する。すでにメスだけの保護のブルードの分析は始めており、複数オス由来の幼虫が確認されているところである。また他のオスの存在下での防衛オスの行動、特に巣への投資の変化を観察で調べる。

4. 研究成果

(1) 仮説が正しければ、両親保護の brood ではメスのみが保護する brood よりも、特定のオス

の幼虫の比率が高まるはずである。そこでマイクロサテライト DNA プライマーを用い、野外における両親による子育てと母親のみによる子育てでオスのばらつきを検証した。メスのみの子育てに比べオスがいると父性の偏りが強くなり、Suzuki (1013) の仮説を支持した。またメスによる托卵も多数発見され、オスの存在が托卵を防げていないことも明らかになった。結果の分析は完了し、現在論文を準備している。

また、実験の副産物として闘争による体へのダメージが次回以降の産卵に与える影響のデータが得られた。オスの体が傷ついたときはメスの産卵数が減り、メスの体が傷ついたときは産卵数が増えた。本結果も論文準備中である。

(2) 親から子への信号については本研究開始直後別グループによりフェロモンによるものであることが明らかとなり、方針を切り替えて幼虫の雌雄親からの反応の違いをしらべることにした。メス親に対する幼虫の反応の違いなど、いつか興味深い結果は得られたものの、期間中に十分な結果を得ることはできなかった。

(3) 種間比較は本研究採択時には新型コロナウイルス感染により移動制限がかかり、当時は終結見込みも不明であったことから遠距離への採集をあきらめ、(1)と(2)への注力に切り替えた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5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 Niida Takuma, Yao Izumi, Nisimura Tomoyosi, Suzuki Seizi	4. 巻 early view
2. 論文標題 Detection of extra pair maternity in a carrion beetle under natural conditions	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Ecological Entomology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/een.13334	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 Takuma Niida, Izumi Yao, Tomoyosi Nisimura, Seizi Suzuki	4. 巻 -
2. 論文標題 Detection of extra-pair maternity in a carrion beetle under natural conditions	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Ecological Entomology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 鈴木 誠治、浅野 涼太	4. 巻 25
2. 論文標題 ジョロウグモの卵のう随伴行動	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 昆虫・ニューシリーズ	6. 最初と最後の頁 60～62
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20848/kontyu.25.2_60	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 Suzuki Seizi	4. 巻 159
2. 論文標題 Brood size manipulation reveals cost on the size of the second clutch in the earwig <i>Anisolabis maritime</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Behaviour	6. 最初と最後の頁 259～269
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1163/1568539X-bja10121	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 Suzuki Seizi	4. 巻 157
2. 論文標題 Biparental negotiation or larval begging? Determinant of male provisioning in a burying beetle (Nicrophorus quadripunctatus)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Behaviour	6. 最初と最後の頁 719 ~ 729
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1163/1568539X-bja10020	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6件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 鈴木誠治・八尾泉
2. 発表標題 巣の子はだれの子? ヨツボシモンシテムシの子育てにおける幼虫の父性検証
3. 学会等名 日本昆虫学会第83回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 鈴木誠治・八尾泉
2. 発表標題 ヨツボシモンシテムシのオスによる子育ては托卵を防げるか?
3. 学会等名 日本昆虫学会第84回大会・第68回日本応用動物昆虫学会大会合同大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 鈴木誠治・八尾泉
2. 発表標題 巣の子はだれの子? ヨツボシモンシテムシの子育てにおける幼虫の父性検証
3. 学会等名 日本昆虫学会第83回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 鈴木誠治・八尾泉
2. 発表標題 ヨツボシモンシテムシのオスによる子育てでは托卵を防げるか？
3. 学会等名 日本昆虫学会第84回大会・第68回日本応用動物昆虫学会大会合同大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 鈴木誠治・浅野涼太
2. 発表標題 ジョロウグモのメスは子育てをするのか
3. 学会等名 日本動物行動学会40回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木誠治
2. 発表標題 ヨツボシモンシテムシの闘争の結果が繁殖に与える影響の雌雄差
3. 学会等名 日本昆虫学会81回大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔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
研究協力者	八尾 泉 (Yao Izumi)	北海道大学・農学研究院・研究員	

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
---------	---------