

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 10 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24570013

研究課題名(和文) 給餌をめぐるモンシデムシの家族関係の総合的解析

研究課題名(英文) Analysis of intrafamilial conflict of the provisioning in the burying beetle family

## 研究代表者

鈴木 誠治 (Suzuki, Seizi)

北海道大学・(連合)農学研究科(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) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：親の給餌量は子の要求量と配偶相手の仕事量によって決まると考えられているが、その相互作用の研究例は少なくそれぞれの役割を相対的に評価できない。本研究計画は雌雄で子育てを行う昆虫、モンシデムシを材料に、オス-メスの関係、親と子の関係が、それぞれの関係にどのように影響するかを調べることで給餌をめぐる家族関係を総合的に明らかにすることを目的としている。親による給餌量に影響するとされる要因の中から家族関係を総合的に解析することで、見かけの現象や影響の小さい要因である可能性を排除して、どの要因が大きく影響しているのかを調べる。

研究成果の概要(英文)：The evolution of parental care is a complex process, and many evolutionary pathways have been hypothesized. Maternal care is common, but paternal care is not. High confidence of paternity should favor the evolution of paternal attendance in caring for young; biparental care is rare because paternity assurance is typically low compared to maternity. The evolutionary conflict over the duration and amount of parental care is thought to promote the evolution of offspring begging behaviours either as honest signals of need or as competitive signals with the potential to manipulate parents into investing more. Thus we can expect that intrafamilial conflict is presented between sex and between parent-offspring. the aim of this study is to quantify the effect of complex intrafamilial conflict

研究分野：行動生態

キーワード：進化生態

### 1. 研究開始当初の背景

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。特に近年、両親の子への給餌に関して、雌雄双方が相手の現在の投資量から次の自分の投資量を決定するという negotiation model (Houston & McNamara, 1999)や、子が親に対し“餌請い”を行いそれによって親が給餌量を決める begging signal (Mock et al, 2011)に代表される、給餌を巡る雌雄および親子間の対立という観点からの研究が進展している。これらの研究は脊椎動物、特に鳥類をモデル生物として行われてきたが、多くの場合、親の養育が必須なほどに子供が特殊化しており、給餌と信号の初期進化の検討対象としては限界があると指摘されている (Smiseth et al. 2003)。

オス-メスの関係、親子関係を扱った研究例は多いものの、それぞれの関係がどのように影響し合っているかの研究例は鳥類でさえ少なく、どの要因が給餌量に大きな影響を与えるかまだわかっていない。本研究計画は雌雄で子育てを行う昆虫、モンシデムシを材料に、オス-メスの関係、親と子の関係が、それぞれの関係にどのように影響するかを調べることで給餌をめぐる家族関係を総合的に明らかにすることを目的としている。

### 2. 研究の目的

親の給餌量は子の要求量と配偶相手の仕事量によって決まると考えられているが、その相互作用の研究例は少なくそれぞれの役割を相対的に評価できない。本研究は親による給餌量に影響するとされる要因の中から家族関係を総合的に解析することで、見かけの現象や影響の小さい要因である可能性を排除して、どの要因が大きく影響しているのかを調べる。給餌を伴う子供の保護行動は、昆虫の一部にも知られている。モンシデムシ属 (Microphorus) は甲虫の一属で、小型脊椎動物の死体を地中に埋め、口や肛門からの分泌物を塗ってボール状に丸め、それを幼虫の餌として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。特に本計画では雌雄の関係が変化した場合の幼虫の餌請い頻度、および幼虫の餌請い頻度が変化した場合の雌雄関係の変化に注目する。どのような要因が育児への投資量を決定しているのかを飼育・野外における操作実験によって明らかにし、進化の要因を推定する。親の給餌量を決める要因は現在進行中の議論であり、オス-メスの関係、親と子の関係を独立に調べただけではわからない要因を明らかにしようとする本研究の成果は一石を投じるものになると期待している。

### 3. 研究の方法

本研究では日本に広く分布するヨツボシモンシデムシを材料として、以下の実験を行った。

(1) 幼虫の餌の要求量の変化に伴う、親の給餌量の変化

モンシデムシの幼虫は晩成性の鳥のヒナとは異なり、自力で餌をとることが可能である。これを利用して、餌の有無による親の反応を、特に雌雄差に着目して実験を行う。幼虫が自力で餌を取れるときと取れないときの 2 パターンを作ることによって幼虫の信号 (signal of hunger) の強さを操作し、親子の行動の変化をみる。特に、どちらの親がより反応するかを検証する。

(2) 親の給餌量の変化に伴う、幼虫の餌請い頻度の変化

Suzuki and Nagano (2009) はヨツボシモンシデムシのオスが、メスを取り除いた場合は給餌量を増やすのに対しメスにハンディキャップをつけて給餌頻度を減少させた場合は変化させなかったことを報告している。Suzuki and Nagano (2009) と同様、幼虫のふ化後にメスを取り除くかハンディキャップをつける。本実験では幼虫側の begging 頻度に注目する。メスに対する操作の違いが、幼虫のオスに対する begging 頻度に影響を与えるか否かを測定する。また、幼虫が自力で餌を取れるときと取れないときの 2 パターンを作ることによって幼虫の信号 (signal of hunger) の強さを操作しかつ親が給餌できない状況を作ることによって、幼虫の親に対する begging 頻度を、親の性別毎に調べる。

(3) 父性の確かさの変化に伴う、オスの給餌量の変化

父性の確かさはオスの育児参加における重要な要因とされている。血縁認識のできない種では父性の確かさはメスにペア外交尾の機会があったか否かではかると考えられている。これを利用し、父性はそのまま父性の確かさのみ操作できるはずである。実際には交尾できないがオスの存在は認識できる状況をつくり、ペアの行動、特に繁殖後のオスの給餌回数の変化を測定する。また、分子マーカーを用いて実際の父性を変化させた場合の効果を測定する。

以上のそれぞれの観点からの実験を行うことで家族関係を総合的に解析する。

### 4. 研究成果

(1) 先行研究を特定の分類群に限らず徹底的に調査することで、複数の分類群に共通してみられる生活史形質を抽出し、さらに系統関係を考慮する事で「両親による育児を行う昆虫」の進化要因を推定した。その結果、巣の形質がどの昆虫にも共通する事が判明した。また、巣の形質はオスによる父性確保に影響すると考えられた。対象群をモンシデムシ属に限って、家族内の関係をレビューし、

オスとメスの関係、親と子の関係について現状と将来の展望を究極要因、至近要因双方からまとめた総説も執筆した。

(2) 父性の確かさはオスの育児参加における重要な要因とされている。血縁認識のできない種では父性の確かさはメスにペア外交尾の機会があったか否かではかると考えられている。これを利用し、父性はそのまま父性の確かさのみ操作できる。目の細かい金網性の容器にペア外のオスを入れることで、実際には交尾できないがオスの存在は認識できる状況をつくることのできる。モンシテムシのペア形成時にそばにこの容器を置き、容器内のオスの有無によってペアの行動、特に繁殖後のオスの給餌回数の変化を測定した。予想に反し雌雄とも行動は変化しなかった。さらなる調査のため、分子マーカーを開発した。十分な幼虫のサンプルが得られなかったため父性判定そのものは実施できず、現状では父性の確かさはオスの行動に影響しないが父性そのものの影響は不明であり、今後の課題として残った。

(3) モンシテムシの幼虫は 1) 母親に餌請いする、2) 父親に餌請いする、3) 自分で餌をとる、の3通りの選択肢があり、それぞれ期待値が異なるため、幼虫は飢えの度合いに応じて行動を変化させることが期待できる。今回ヨツボシモンシテムシの片親を棒にくくりつけることで幼虫が餌請いは出来るものの給餌は受けられない距離に固定した。幼虫を餌の死体上に置いた場合と餌がなく湿った紙上に置いた場合でそれぞれ父親、母親への餌請い回数をカウントした。どちらの場合も幼虫は母親に多く餌請いし、餌がないと幼虫の餌請い頻度は増加したものの両親に対する比は変わらなかった。本結果は現在論文投稿中である。

(4) モンシテムシは主にメス親が給餌するが、オス親も行う。メス親が給餌頻度を低下させた場合、それに反応するのが negotiation model (Houston & McNamara, 1999) で仮定されるオスなのか、begging signal (Mock et al, 2011) で仮定される幼虫側なのかを調べた。ヨツボシモンシテムシの母親にハンディキャップ (Suzuki & Nagano, 2009) をつけるか除去し、オス親と幼虫の行動の変化を調べた。その結果、どちらもオス親の行動は変化しなかったが、幼虫の餌請いはハンディキャップの場合は大半がメス親に対してだったのに対し除去の場合はオス親への頻度が上昇した。この結果から、メスの給餌頻度変化に先に反応するのはオス親ではなく幼虫であることが示唆される。

これらを総合して、モンシテムシの家族関係に大きな影響を与えるのは幼虫とメス親であり、オス親の関与は受動的であることが示唆された。

## 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 5件)

Suzuki, S. (2014) Physiological cost of maternal care? Effect of pre- and post-hatching care on the clutch size in the earwig *Anisolabis maritima*. Behaviour, 151:455-464. 査読あり

Suzuki, S. & Yao, I. (2014) Isolation of nine polymorphic microsatellite loci from the burying beetle, *Nicrophorus quadripunctatus* (Coleoptera: Silphidae). Applied Entomology and Zoology, 49: 493-497. 査読あり

鈴木誠治, 西村知良 (2014) モンシテムシを例とした亜社会性昆虫の給餌をめぐる家族内コンフリクト. 日本応用動物昆虫学会誌, 58:137-146. 査読あり

Suzuki, S. (2013) Biparental care in insects: Paternal care, life history, and the function of the nest. Journal of Insect Science 13:131. Available online: <http://www.insectscience.org/13.131>. 査読あり

Suzuki, S. (2013) Does experience affect the outcome of male-male contests in the burying beetle, *Nicrophorus quadripunctatus*? Psyche: A Journal of Entomology, 2013:1-5. 査読あり

[学会発表](計 8件)

鈴木誠治 オカダンゴムシはどのようになるときに丸くなるか 日本動物行動学会第33回大会、(2014.11.2) 長崎大学 (長崎・長崎市)

鈴木誠治 ヨツボシモンシテムシの幼虫の餌請いと飢えの関係 日本昆虫学会第74回大会、(2014.9.16) 広島大学 (広島・東広島市)

Suzuki, S. Biparental care and larvae begging strategies in burying beetle (*Nicrophorus quadripunctatus*). International Society for Behavioral Ecology 2014, (2014.8.2) Hunter college (USA)

鈴木誠治 捕食者の存在はハマベハサミムシ母親の給餌行動に影響するか 日本動物行動学会第32回大会、(2013.11.30) 広島大学 (広島・東広島市)

鈴木誠治 侵入者の存在はヨツボシモンシテムシの子育てに影響するか 日本昆虫学会第73回大会、(2013.9.15) 北海道大学 (北海道・札幌市)

鈴木誠治 ハマベハサミムシの育児のコストはどこにかかるか 日本動物行動学会第31回大会、(2012.11.23) 奈良女子大学 (奈良・奈良市)

鈴木誠治 ハマベハサミムシの母親による幼虫への給餌を引き起こすもの 日本昆

虫学会第72回大会、(2012.9.16) 玉川大学  
(東京・町田市)

Suzuki, S. Provisioning control by  
females of the earwig, *Anisolabis*  
*maritima*: does she adjust provisioning  
according to the young's need? Recent  
advances in biology of eusocial and  
subsocial insects In: The XXIV  
International Congress of Entomology.  
(2012.8.21) Exco (Korea)

研究者番号：

〔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：  
出願年月日：  
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

鈴木 誠治 (SUZUKI, Seizi)  
北海道大学・大学院農学研究院・農学研究  
院研究員  
研究者番号：00467086

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

### (3) 連携研究者

( )