

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 15 日現在

機関番号：10101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2009～2011

課題番号：21770018

研究課題名（和文） モンシデムシ属の両親による育児行動の適応的意義

研究課題名（英文） Adaptive significance of biparental care in burying beetle

研究代表者

鈴木 誠治 (SUZUKI SEIZI)

北海道大学・大学院農学研究院・研究員

研究者番号：00467086

研究成果の概要（和文）：

親の子への投資の進化は進化生態・行動生態学の中心課題の一つである。特にどちらの性が育児を担当すべきかは重要な命題で、雌雄双方が育児に参加するには複雑な条件が必要となるとされている。ヨツボシモンシデムシはネズミなどの小型脊椎動物の死体を地中に埋葬し、雌雄で幼虫に口移して餌を与えるなどの世話をする。オスが協力することの最大の利益は、外敵の排除、特に同じモンシデムシによる侵入、子殺しへの対処がしやすくなる点にありそうだ。モンシデムシは侵入者を雌雄協力して追い払うため、オスがいて乗っ取られる可能性を低くできる。この場合、オスが育児に参加する意義は限定的であるため、オスの役割を定量化することは雌雄双方が育児に参加する複雑な条件を推定するのに重要な役割を果たす。

そこでオスによる給餌の意義、給餌量の決定要因、その他の投資の量と効果、雌雄比を調べた。その結果、オス親の存在は死体の埋葬速度やメスの労働量を変化させないが、同種個体が侵入してきた場合産卵前はオス同士メス同士で争うのに対し、産卵後はどちらの性でもオスが高頻度で防衛に参加した。モンシデムシのオスが育児に参加する意義は巣の防衛以外にないと確認された。また、オスの給餌回数はかなり早い段階のメスの行動によって決まる可能性が示唆された。

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. In species showing biparental care, parents have been found to adjust their levels of care. The complex biparental care of burying beetles is well known and has received considerable attention.

In this study, I studied the significance of male feeding rate and adaptive value, sexual difference in other parental behavior. As a result, males were observed to spend less time in burying behavior than females, and whether males were present or not, the frequency of female burying behavior did not differ. Whether the intruder was male or female, both same-sex and heterosexual contests occurred, although there were few contests between a resident female and an intruding male. In addition, resident pairs tended to win irrespective of the sex of the intruder, although it was previously found that larger beetles usually win intrasexual contests among burying beetles. These results indicate that adaptive significance of male parental behavior was limited in nest guarding.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	600000	180000	780000
2010年度	500000	150000	650000
2011年度	500000	150000	650000
総計	1600000	480000	2080000

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：行動 生態

1. 研究開始当初の背景

親の子への投資の進化は進化生態・行動生態学の中心課題の一つであり、投資の最適化とそれを巡る雌雄間、親子間の対立という観点から様々な一般理論が生みだされてきた。特にどちらの性が育児を担当すべきかは Maynard Smith (1977)からの重要な命題で、雌雄双方が育児に参加するには複雑な条件が必要となるとされている。両親による育児をもたらす進化上の条件を解明しようとする努力が続けられ、様々な理論が生みだされた。なかでも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)は近年もっとも注目される仮説である。これまで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きたが、配偶相手の選り好みなどの要因が関与している可能性がある。雄親による子供の保護の進化における性選択の役割を強調した仮説として「もし(従来コストと考えられてきた)保護行動自体が雌による配偶者選択のターゲットとなるなら、逆に雄の配偶成功を上昇させる」というアイデア (Tallamy, 2001)もある。配偶相手の魅力が投資量を増すという逆の考え方である differential allocation (Sheldon, 2000)も合わせ、メスによる配偶者選択とオスの育児の関係は進化的に興味深いアイデアであるが、いまだ理論先行で検証例がほとんど無い。また、保護行動自体を配偶者選択に用いる際、もっともコストとなる給餌行動を配偶相手がどの程度投資してくれるかを、給餌回数と相関する他の行動形質で推定しているという説も提唱されている (Moreno et al, 1999; Møller, 2000)。これに関して雌雄の育児への投資量の変化とそれに関連する形質を量ることで、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解明し、進化の要因を推定する。

このためには適切な対象を用いた実証研究が必要で、昆虫の中でももっとも高度な両親による育児を見せるモンシデムシはその生態、従来の研究の積み重ねの多さともに最適な材料と考える。モンシデムシ属は「雌雄が協力して死体を地中に埋め、それを幼虫の餌として育児を行う(鈴木、1998)」とされているが、両親による育児が雌雄の相互作用の結果の分業体制であるかは確認されていない。雌雄間に分業があるか、また雌雄間に投資量の調節能力があるか、この2点が重要となる。

2. 研究の目的

モンシデムシ属 (*Nicrophorus*)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。これは親が子の世話をする昆虫としてもっとも高度なものであり、多くの研究が行われてきた。特に興味深いのは、どちらかの性を取り除いても育つ幼虫数や個体重に変わりがないことで、これはどちらの性も単独で十分に育児ができることを意味する。オスの存在が資源防衛に役立つという報告はあるものの、それではオスが給餌等他の育児に参加することの説明にならない。では、モンシデムシ属はなぜ意味のない両親による育児、特に幼虫への給餌を行うのか？これを解明するのが本研究の目的である。また、特に本研究では雌雄の分業に着目する。これまでは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きたが、配偶相手の選り好みなどの要因が関与している可能性がある。これに関して雌雄の育児への投資量の変化とそれに関連する形質を量ることで、どのような要因が育児への投

資量を決めているのかを解明し、進化の要因を推定する。この目的のため、オスの給餌量調整がメスの行動によって決まるか否か、オスがより多く行う保護行動はなにか、の二点について調査を行った。

3. 研究の方法

本研究は、雌雄が育児に参加するモンシデムシ属を用いて、両親特にオスが育児に参加する意義について調べた。なかでも、ハンディキャップ法によって雌雄の投資量調整がどのようにおこなわれているか、オスの形質や行動が雌雄双方による育児にどう影響するか等の二つの調査をおこなった。行動としてまた確認されていない埋葬行動と防衛行動に重点を置いた。

まずオスは給餌量調節を行わないのか、行うとすればそれはどの時点かを確認するために、メスに1)交尾前、2)ふ化前、3)ふ化後にハンディキャップとして前胸部に金属おもりをつけ、幼虫のふ化後に給餌量がどのように変化するかを見た。

また、これまでモンシデムシの育児の雌雄差に関する研究例はあるものの、全体的な違いを量的に検証しようとした例はない。そこで私は死体を埋葬する速度がオスの存在下で上がるか、また片方の投資量が増えた場合その分もう片方が減らすかについて調べた。Webカメラを用い、30秒おきに8時間連続撮影をおこない、オスの有無と埋葬行動の関係を見た。

両親が育児に参加する進化的要因として、給餌の分担と外敵からの防衛の効率化があげられる。これまで鳥類をモデルとした研究では前者の報告例が多く、後者の研究例は少ない。一方で、昆虫では防衛の効率化が注目されている。モンシデムシもオスの存在が侵入してきた同種個体から死体や幼虫を守る確率を上げること、防衛個体は雌雄とも体に傷を負っていることが多いことから、雌雄協力して防衛し効率を上げていると考えられてきた。しかし状況証拠のみで、防衛に関する共同を確認した例は少ない。今回産卵後の雌雄ペアの巣に、より大型のオスまたはメス1個体を導入し、攻撃行動とその結果を観察した。また、野外でメス単独の場合と雌雄の場合で、侵入してくる他のモンシデムシの個体数が変化するかも見えた。

4. 研究成果

Suzuki & Nagano (2008)はオスの給餌回数はメスに重りを付けて行動を制限しても増えないことから、直前のメスの行動とは無関係と仮定した。メスへの重り付の時期を変えて行ったところ、幼虫のふ化前に行った場合はいずれもオスの給餌回数が増加した。これは幼虫のふ化後に重りを取り除くことでメス

の行動制限を無くしても継続したこと、オスの給餌回数はかなり早い段階のメスの行動によって決まる可能性を示唆した。また、早い段階でメスにハンディキャップをつけた場合メスの投資量もある程度上がることから、メスの側もある程度の調整能力を持つ可能性がある。

また、雌雄が協力して幼虫を防衛する効果についても調べた。ヨツボシモンシデムシを用いて、雌雄ペアの場合とメス単独の場合で埋葬行動の頻度に違いがないか調べた。その結果、オスはメスに比べ埋葬に参加する頻度が低く、メスの参加頻度はオスの有無と無関係だった。一方埋葬にかかる時間はオスの有無に影響されなかった。この結果からヨツボシモンシデムシによる死体埋葬には、雌雄間の協力は無いものと考えられる。

雌雄協力して防衛し効率を上げていると考えられてきたが状況証拠のみで、防衛に関する共同を確認した例は少ない。今回産卵後の雌雄ペアの巣に、より大型のオスまたはメス1個体を導入し、攻撃行動とその結果を観察した。侵入者がどちらの性であっても雌雄双方が同程度攻撃を加え、約半数が防衛に成功した。特にオスはメスよりも多く同性に攻撃を加えた。死体を埋葬する前は同性間でのみ争うこと、大型個体がほぼ確実に勝つことを考えると、オスの存在は防衛の効果を上げているといえる。雌雄ともに侵入者に立ち向かうため、一対一では不利な状況でも追い払うことが可能と予測される。オスの存在は防衛の効果を上げているといえる。オスにとっては侵入メスとつがうという選択肢があるにもかかわらず、先住メスがみせるよりもむしろ激しい攻撃を行った。一方でオスがいたとしても侵入個体数自体は変化せず、最大の意義は実力による排除であると考えられる。

オスが育児に参加する意義としての雌雄の育児への投資量の変化とそれに関連する形質は現在のところ発見できていない。メスはオスの形質や投資量にかかわらず一定の投資量を示すため、メスはより多く投資を行うオスを配偶相手として選ぶ可能性は低くなった。

以上の結果からモンシデムシのオスが育児に参加する意義は巣の防衛以外にないと確認された。雌雄の投資量調節能力はあるものの不完全であり、これまでの理論で予測されている結果とは異なる。以上の結果から新しい計画を立て、実行予定である。これまでの成果の多くは論文、学会発表によって発表済みで、残りも発表準備中である。国内のシデムシ研究者を集め日本昆虫学会和文誌上で特集“シデムシ研究の潮流”(2011年4月)を開催し、一般向けにも公表した。

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 6 件) すべて査読有り

- ① Suzuki, S. Provisioning mass by females of the earwig *Anisolabis maritima* is not adjusted based on the number of young. *Journal of Insect Science*, 2011,11:160
- ② Suzuki, S. Biparental burying beetles, *Nicrophorus quadripunctatus* (Coleoptera, Silphidae), do not show a division of labor in their carrion-burial behavior. *Elytra New Series*, 2011,1: 41-45.
- ③ Suzuki, S. Cooperative defense of brood in *Nicrophorus quadripunctatus* (Coleoptera: Silphidae). *European Journal of Entomology*, 2011,108:561-563.
- ④ 鈴木誠治 シデムシ研究過去未来～趣旨説明に改めて～. *昆虫ニューシリーズ*,2011, 14: 116-119.
- ⑤ 鈴木誠治 モンシデムシの雌雄は協力して育児しているか. *昆虫ニューシリーズ*, 2011,14: 120-124.
- ⑥ Suzuki, S. Progressive provisioning by the females of the earwig, *Anisolabis maritima*, increases the survival rate of the young. *Journal of Insect Science*, 2010,10:184

[学会発表] (計 6 件)

- ① 鈴木誠治 (2011) ヨツボシモンシデムシのオスの闘争行動に“経験がものをいう”か? 日本昆虫学会第 71 回大会、松本、9 月
- ② 鈴木誠治 (2011) ヨツボシモンシデムシの幼虫は親の性別を区別するか 日本動物行動学会第 30 回大会、東京、9 月
- ③ 鈴木誠治 (2010) ハマベハサミムシの親にとっての育児のコスト 日本動物行動学会第 29 回大会、沖縄、10 月
- ④ 鈴木誠治・永野昌博 (2010) ヨツボシモンシデムシの雌雄による共同防衛 日本昆虫学会第 70 回大会、山形、9 月
- ⑤ 鈴木誠治 (2009) ハマベハサミムシの親は給餌量を調整しない 日本動物行動学会第 28 回大会、つくば、11 月
- ⑥ 鈴木誠治・永野昌博 (2009) ヨツボシモンシデムシの父親による給餌量はいつ決まるか 日本昆虫学会第 69 回大会、三重、10 月

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・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 ()

研究者番号：