



# ハキリバチ2種における親の投資と性配分に関する生態学的研究

杉浦, 直人

---

(Degree)

博士 (農学)

(Date of Degree)

1992-03-31

(Date of Publication)

2008-03-19

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲1129

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.11501/3062303>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1001129>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



氏名・(本籍)	すぎ うら なお と 杉 浦 直 人 (愛知県)
博士の専攻分野の名称	博士 (農学)
学位記番号	博い第9号
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位授与の日付	平成4年3月31日
学位論文題目	ハキリバチ2種における親の投資と性成分に関する生態学的研究

審査委員	主査 教授 桃井 節也
	教授 加藤 肇 教授 前川 進
	教授 金田 忠吉

### 論文内容の要旨

子に対する親の投資は性配分と密接な関係にある。本研究では親の投資性配分との関連性を明らかにするために、子孫及び貯食花粉団子のサイズをもとに母バチの親の投資行為が正確に評価できるマメコバチとトモンハナバチの2種のハキリバチ類を用いて、(1) 性配列の規則性、(2) 雌雄間における親の投資の相違、(3) 親の投資能力の時間的推移、(4) 成虫の体サイズと繁殖成功度の関連性などについて調査を行った。

膜翅目昆虫の性決定は半倍数性システムに従い、子(卵)の性別が母バチによって任意に決定されることが知られている。マメコバチとトモンハナバチは全産卵数を複数の巣に配分し、各巣とも性別に育房が規則的に配列された。すなわち、マメコバチでは巣の奥側にメス群、入口側にオス群が、トモンハナバチでは逆に奥側にオス群、入口側にメス群が配置された。

巣あたりの育房(産卵)数はマメコバチとトモンハナバチとも第1本目の巣で最も多く、第2本目以降の巣では順を追って漸減した。巣あたりの性比( $\sigma/\sigma+\text{♀}$ )はマメコバチでは第1本目の巣で最も低く、それ以降の巣では次第に上昇した。これに対してトモンハナバチの巣では性比が営巣順に従って漸減した。

母バチは卵の性別に応じて育房と貯食花粉団子のサイズを正確に調節した。これから親の投資行為と性配分との強い関連性が示唆された。マメコバチではメス卵、トモンハナバチはオス卵のときに限って育房サイズが大きく、そこへ貯食される花粉団子量も多かった。

母バチの老齢化は育房あたりの採餌飛翔回数(=活動能力)と産卵のテンポ(日あたりの産卵数)には悪影響を与えず、老齢化の影響は顕著でないと判断された。しかし、子孫あたりの親の投資は母

バチの老齢化によって漸減し、子孫サイズの小型化を起こすことが両種に共通して認められた。老齢化による活動能力の低下が認められないにも関わらず親の投資能力が継時的に漸減するのは花粉の運搬器官である腹部花粉採集毛の物理的損傷によるもので、老齢化した母バチが1回に運搬する花粉荷の量が減少することは明らかだった。

マメコバチは母バチの体サイズがその増殖能力と密接に関連し、小型の母バチほど産卵数が少なく、子の性比（性配分）がオスに偏っていた。さらに母バチの体サイズは親の投資能力とも関係があり、小型の母バチは小型の子孫しか残さない傾向が認められた。本研究ではオスの体サイズと繁殖（交尾）成功度との関連性を調査しなかったが、他の研究結果から両者のあいだに特別な関連性はないと判断された。一方、トモンハナバチの場合には母バチの体サイズがその繁殖能力と相関せず、わずかに1次性比及び大型のオス子孫生産数とのあいだに相関性が検出されたのみであった。本種ではむしろ、成虫の体サイズはオスの繁殖成功度と密接な関連があり、大型個体ほど単位時間あたりに多くの交尾に成功した。したがって、マメコバチとトモンハナバチでは親の投資が子孫の繁殖成功度に及ぼす影響が両性間で異なり、マメコバチはメス、トモンハナバチではオスの子孫の方が親の投資減少によって被る繁殖成功度の損失が他性より著しいと考えられた。

以上の結果から、マメコバチとトモンハナバチにおける親の投資能力の低下に呼応した性配分様式の推移は、母バチが親の繁殖努力を子孫間へ最適に配分できる利点を通して選択されてきた特性と考えられた。すなわち、母バチは親の投資能力が低下すると、親の投資減少が子孫の繁殖成功度に及ぼす損失の少ない方へ子の性比を偏らせることで自らの生涯繁殖成功度の最大化を図る。この事実は平衡性比に達した集団内の各々のメスが残す子の性比を予測する Trivers & Willard (1973) のモデルともよく合致し、単独性ハナバチ類の母バチがきわめて適応的に子孫の生産を行うことを示している。

## 論文審査の結果の要旨

本論文はマメコバチとトモンハナバチの2種のハキリバチ類（膜翅目：ハナバチ上科）において子に対する親の投資が子の性配分と密接な関係にあること、および次世代に対する生涯繁殖成功度を最大化するようなメス個体が進化の過程で自然選択されてきたことを実証したものである。

論文は緒言、材料と方法、結果、考察及び適用の各章より成る。

実験結果は以下の項目についてまとめられ、詳述されている。(1) 子孫及び性に関する配分の規制性、(2) 雌雄間における親の投資の相違、(3) 親の投資能力の時間的推移、(4) 母バチの体サイズと繁殖成功度との関連性。

子孫及び性に関する配分の規則性については、のいずれもが全産卵数を複数の複数の巣に配分し、各巣とも性別に育房が規則的に配列されることが明らかになった。すなわち、マメコバチでは巣の奥側にメス群、入口側にオス群が、トモンハナバチでは逆に奥側にオス群、入口側にメス群が配置された。また、巣あたりの育房（産卵）数はマメコバチとトモンハナバチとも第1本目の巣で最も多く、

第2本目以降の巣では順を追って漸減した。巣あたりの性比 ( $\sigma/\sigma+\eta$ ) はマメコバチでは第1本目の巣で最も低く、それ以降の巣では次第に上昇した。これに対してトモンハナバチの巣では、性比が営巣順に従って漸減した。

雌雄間における親の投資の相違は明らかで、母バチは卵の性別に応じて育房と貯食花粉団子のサイズを正確に調節した。マメコバチではメス卵、トモンハナバチはオス卵のときに限って育房サイズが大きくなり、そこへ貯食される花粉団子量も多かった。

子孫あたりの親の投資は母バチの老齢化によって漸減し、子孫サイズの小型化を起こす事が両種に共通して認められた。しかし、母バチの老齢化は育房あたりの採餌飛翔回数 (= 活動能力) と産卵のテンポ (日あたりの産卵数) には悪影響を与えず、老齢化の影響は顕著でないと判断された。それにもかかわらず、親の投資能力が継時的に漸減するのは、花粉の運搬器官である腹部花粉採集毛の物理的損傷のためであった。

マメコバチは母バチの体サイズがその増殖能力と密接に関連し、小型の母バチほど産卵数が少なく、子の性比 (性配分) がオスに偏っていた。さらに体サイズは親の投資能力とも関係があり、小型の母バチは小型の子孫しか残せない傾向が認められた。本研究ではオスの体サイズと繁殖 (交尾) 成功度との関連性を調査しなかったが、他の研究結果 (前田, 1978) から両者のあいだに特別な相関性はないと判断された。一方、トモンハナバチでは母バチの体サイズがその増殖能力と相関せず、わずかに1次性比及び大型のオス子孫生産数とのあいだに相関性が検出されただけであった。本種ではむしろ、成虫の体サイズはオスの交尾成功度と強く関連し、大型の個体ほど単位時間あたりの交尾回数が多かった。したがって、マメコバチとトモンハナバチでは子に対する親の投資が子孫の繁殖施行度に及ぼす影響が両性間で異なった。前者ではメス、後者ではオスの子孫の方が親の投資減少によって被る繁殖成功度の損失がもう一方の性より著しいと判明した。

考察の章では、以上の結果をもとにマメコバチとトモンハナバチにおける親の投資能力の低下に呼応した性配分様式の推移に対する適応的意義について論じている。その結果は、両種とも性配分の推移は母バチが親の繁殖努力を子孫間へ最適に配分できるという利点を通して選択されてきたというものである。すなわち、母バチは親の投資能力が低下すると、その影響が少なく済む側へ子の性比を偏らせることで自らの生涯繁殖成功度の最大化を図る。この事実は平衡性比に達した集団内の各メスが残す子の性比を予測した Trivers & Willard (1973) のモデルにも良く合致し、単独性ハナバチ類の母バチがきわめて適応的に子孫の生産を行うことを示している。

膜翅目昆虫は半倍数性で受精した卵はメスに、受精しなかった卵はオスになる。したがって子の性は母バチによって任意に決定される。また、営巣性ハチでは生長するまでの子孫の食物は全て母バチの労働によってまかなわれる。したがって、最近、生態学的に問題となっている親の投資能力とその子の性配分の関連性を分析立証するのにこの種の昆虫は最も適切な材料と考えられる。しかし、本論文で意図された様な研究が皆無に近かったのは、営巣性ハチ類の繁殖行動が外部環境、特に採餌資源の影響を強く受けることに原因があった。本研究はこの様な問題点を大型のケージを利用し、実験に様々な工夫を加える事によって解決した。その結果、実験期間中を通じて常に最適な環境条件を与え

ることで極めて信頼性の高いデータを提供し、進化の過程で各々の種が次世代に対する生涯繁殖成功度を最大化するような自然選択をうけていることを立証した。

本研究は上に述べたように2種のハナバチを材料にして親の投資と性配分のあり方について多大な労力を払いながら研究をしたものであり、数多くの新しい知見を提供することに成功し、昆虫の生態学的研究の発展に寄与したもので、理論的及び方法論的に価値ある集積であると認める。よって学位申請者杉浦直人は、博士（農学）の学位を得る資格があると認める。