

氏名	奥 慎太郎
学位(専攻分野)	博士 (農学)
学位記番号	農博第1125号
学位授与の日付	平成12年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	農学研究科農林生物学専攻
学位論文題目	オオジガバチモドキ <i>Trypoxylon malaisei</i> Gussakovskji の資源配分戦略に関する進化生態学的研究

論文調査委員 (主査) 教授 久野英二 教授 西岡孝明 教授 高藤晃雄

論文内容の要旨

昆虫の性比配分に関するこれまでの研究例では、室内実験により単一の要因について検証を行ってきたものが多く、多様な要因がどのように実際の性比に影響を与えているのか検証した例はほとんどなかった。また、生物が繁殖を行う際には性比配分と同時にクラッチサイズの決定も行う必要があるにも関わらず、この両者の関係に注意を向けられることはなかった。本研究では、材料として借抗性のカリバチであるオオジガバチモドキ *Trypoxylon malaisei* Gussakovskji を用い、性比配分とクラッチサイズ決定を資源配分戦略として統一的にとらえ、京都市内数カ所における長期野外調査によりその全体像を明らかにしようとした。主な成果は以下のとおりである。

1. オオジガバチモドキの生活史から考えて、その性比配分には局所的配偶者競争、親の投資量—子の繁殖成功度の関係の性差、未交尾雌の産卵、及び部分的二化の四つの要因が影響を与えうると考えられた。この四つの要因が実際に性比に影響を与えているかどうか、定性的に検証を行った。まず、それぞれの巣の性比が雌に偏り、雄が雌よりも早く羽化していたことから、局所的配偶者競争は働いていると考えられた。次に、親が利用できる資源量と娘1個体に対する投資量の間には相関がなかったことから、親の投資量—子の繁殖成功度の関係に性差があることが性比に影響を与えていることはないと考えられた。また、未交尾雌の産卵による、雄だけの巣はほとんど見られず、そこから羽化した個体数もごく少なかった。さらに、部分的二化が起きているときに予測される、性比の季節的な変動も見られなかった。以上から、本種では巣を単位とした局所的配偶者競争だけが働いていると結論された。

2. 本種では死亡率が比較的高いため、母虫は雄の死亡に対応して、単純な局所的配偶者競争のモデルから予測される性比よりも、少し雄に偏らせた性比配分を行っていると思われた。そこで、死亡を考えない場合と死亡を考えた場合の2種類の数理モデルを構築して進化的に安定な性比を予測し、実際の性比と比較した。その結果、実際の性比は死亡を考えない場合の予測性比よりも、死亡を考えた場合の予測性比に近く、本種は死亡に対応した性比配分を行っていることが示唆された。しかし、死亡を考えた場合の予測性比は実際の性比よりも雄に偏る傾向があり、特に第二、第三世代ではその食い違いは大きかった。予測性比が実際の性比よりも雄に偏っていた理由としては、モデルに近親交配の効果を組み込んでいなかったこと、死亡が集中分布していること、投資量の正確な評価が困難なこと、の三つが考えられた。また、第二、第三世代で食い違いが大きくなった理由としては、第二、第三世代で寄生率を過大評価しているかもしれないこと、及び、オオジガバチモドキが寄生のような予測しにくい死亡要因に対応していない可能性があること、の二つが考えられた。

3. 母親に利用できる資源量とクラッチサイズ(一つの巣に産まれる子の数)には正の相関が期待され、局所的配偶者競争が働いている場合には、クラッチサイズが大きくなると性比は雌に偏ることから、母親が多く資源を利用できる場合にはより雌に偏った性比配分を行う、という仮説を考え、検証を行った。資源量とクラッチサイズの正の相関、クラッチサイズと性比との関係、資源量と性比との関係はいずれもデータから支持され、母虫が多く資源を利用できる場合には、クラッチサイズの増加という過程を経て性比が雌に偏ることが明らかとなった。

4. 局所的配偶者競争が働いている場合には、死亡が性比を左右する環境要因となること、また、資源量の増大はクラッチサイズの増加を介して性比を雌に偏らせることが、実証的に示された。本論文で示された性比とクラッチサイズ、及びこの両者に関する環境要因が、性的二型の進化と個体群動態の安定化に影響を与えうると考えられた。

論文審査の結果の要旨

受精卵が雌、不受受精卵が雄になる半倍数型生殖様式のために雌親による性のコントロールが可能なハチ類では、産まれる子の性比にしばしば著しい偏りや変動が見られる。このような性比変動の進化的意義に関する理論は近年大きく進展し、実験室内でのその検証も盛んに行われてきたが、野外個体群を対象とした実証研究は少なかった。本研究は、竹筒などに営巣するカリバチの1種オオジガバチモドキを材料として野外の個体群における雌雄の産み分けや性比決定の過程を克明に解析してその実態と意義の解明を試みたものであり、成果として評価できる点は以下のとおりである。

1. 本種の生活史を構成する営巣、産卵、給餌、交尾などの過程を詳細な野外実験によって解明し、原則として、巣の最奥部に位置する第一室には雄、出口にあたる末端室には雌の卵を産むこと、体サイズの性差に対応して給餌量を雌雄で変えていることなど、多くの基礎的知見を得た。

2. その性比配分に影響を与えうる要因として、本種の生活史の特性から、局所的配偶者競争、親の投資量—子の繁殖成功度の関係の性差、未交尾雌の産卵、及び部分的二化の四つを想定し、各要因が実際に性比に与えうる影響を個別に検証した結果、本種では巣を単位とした局所的配偶者競争だけが働いているとの結論を得た。すなわち、それぞれの巣の性比が雌に偏り、かつ早く羽化する雄が雌の羽化を待って交尾する習性を持つことから、局所的配偶者競争が働いていると想定される一方、親が利用できる資源量と娘1個体に対する投資量の相関関係、未交尾雌の産卵によると思われる雄だけの巣の出現頻度、性比の季節的な変動などの解析から、他の3要因はいずれも本種の性比配分にあまり影響していないと考えられた。

3. 局所的配偶者競争が本種の性比配分に現実に大きく影響しているとするならば、理論上、幼虫期の死亡率も性比配分の最適値に少なからず影響すると想定される。そこで、この死亡を組み入れた数理モデルを構築して進化的に安定な性比を予測し、実際の性比と比較した結果、実際の性比は死亡を考慮しない場合の予測性比よりも、死亡を考えた場合の予測性比に近く、本種は死亡に対応した性比配分を行っていることが示唆された。死亡を組み入れた性比モデルについてはこれまでに研究例がなく、これは自然個体群で性比配分に対する死亡の影響を解析した初めての試みとして注目される。なおこのモデルでの予測性比は世代によっては実際の性比よりも雄に偏る傾向が見られたが、この予測のずれは、モデルに近親交配の効果を組み込んでいなかったこと、死亡が集中分布していること、投資量の正確な評価が困難なことなどによると考えられた。

4. 局所的配偶者競争が働いている場合には、クラッチサイズが大きくなると性比は雌に偏ることが予想される。他方、母親に利用できる資源量とクラッチサイズの間にも正の相関が期待されるので、母親が利用できる資源が多い場合にはより雌に偏った性比配分を行うとの推論が成り立つ。この仮説がこれまで野外で検証された例はなかったが、本種のデータでこれら三つの相関関係の検証をそれぞれ行った結果、これらの予測はいずれも支持された。すなわち、母親が多くの資源を利用できる条件の下では、クラッチサイズの増加という過程を経て性比が雌に偏ることが明らかとなった。

以上のように本論文は、オオジガバチモドキの自然個体群における性比の偏りと変動を野外実験と理論モデルによって詳しく解析し、その進化的意義について深く考察したものであり、昆虫生態学並びに昆虫行動学に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成12年2月15日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと、認めた。