

論文提出者氏名：佐賀 達矢

コロニー（群れ、巣）内に繁殖しないワーカー（働き蜂、働きアリ）が存在することは、「種の起源」で自然選択による進化を論じた C. ダーウィンを悩ませた進化上の問題であったが、W. D. ハミルトン(1964)の包括適応度と血縁選択理論の提唱により、母親や新女王を世話する不妊のワーカーの進化に関わる研究が大きく発展した。血縁選択理論の予測では、巣仲間の血縁度が高い方が高い包括適応度を得るために有利となるが、社会性ハチ目昆虫では、巣仲間の血縁度を低下させる行動として、女王の多回交尾や多女王制のコロニーが次々と観察されている。女王の多回交尾は、コロニー内のワーカー（娘）間の血縁度を低下させ、利他行動によって得られる包括適応度を減少させるだけでなく、女王の身体的損傷や交尾中の捕食危険性の増加など、さまざまなコストが報告されている。それにも関わらず、なぜ女王の多回交尾の進化は起こったのか？女王の多回交尾の進化における適応的意義の解明は、30年以上続く社会生物学の大きな課題である。申請者は、単女王・多回交尾をするクロスズメバチ属のハチを研究対象に、この問題の解明を試みた。

論文は5つの章からなる。第1章は序論であり、社会性ハチ目昆虫の女王の多回交尾は、ミツバチ属、スズメバチ亜科、アリ類の複数の亜科で独立に進化したことを述べている。先行研究では、種間比較法による女王の交尾回数と巣の規模に正の相関がある一方で、適応進化の原動力となる一つの種内の変異については、わずか3種で女王の交尾回数と巣の規模に正の相関が報告されているだけである。ミツバチでは女王が数年も長生きするために女王の多回交尾と生涯繁殖成功度の関係は調べられていなかった。そのため申請者は、女王が1年生で多回交尾するシダクロスズメバチ女王を対象に、女王の交尾回数を遺伝マーカーで推定し、生涯繁殖成功度との関係を決めることが重要であるとの全体の研究方針を述べている。

第2章では女王の交尾回数と生涯繁殖成功度の関係を調べている。女王の交尾回数はワーカーのマイクロサテライト DNA で父系の種類数から推定し、生涯繁殖成功度は巣内の育房内に残された蛹化時の糞（ガットページ）の数で、ワーカーと雄蜂、新女王数の個体数を別々に推定している。育房サイズで女王生産かワーカー・雄蜂生産かを判別して糞数で生涯繁殖成功度を予測した方法はきわめて斬新であり、独創性は高い。その結果、初冬に回収した巣を用いた一般化線形モデルでの予測では、ワーカーとオスの生産数、新女王の生産数ともに、父系の種類数と父系の偏りによる正の影響が検出された。また、秋季の新女王生産時期では、女王の交尾回数が多い巣ほど早い時期から繁殖虫生産を開始していた。さらに、早い時期に越冬を開始した新女王ほど有意に越冬後の体重が重く、越冬中の生存率も有意に高いことなど、女王の多回交尾の適応的意義の一端が次々に明らかになったの

は大きな成果であり、高く評価できる。

第3章は、女王の多回交尾による病気抵抗性有利さの検証を試みている。女王の多回交尾の有利さの一因として、働き蜂の父系ごとに病気抵抗性に遺伝的差異があることで様々な病原体への抵抗性をもつコロニーが形成できる病気抵抗仮説がある。申請者は、女王から採集した糸状菌を培養し、ワーカーに人為接種して生存時間分析を実行したところ、ワーカーの父系によって生存時間、生存率に有意差を検出した。病原体耐性による多回交尾の有利さは、セイヨウミツバチとフタフシアリ亜科の1種でしか実証されておらず、スズメバチ亜科では初めての貴重な成果であり、評価は高い。

第4章では、本種と近縁のクロスズメバチとの社会寄生（新女王による巣の乗っ取り）について検証した。両種の分布が重複する地域では、初夏に両種ともに種内・種間で相互に社会寄生することを申請者は発見した。先行研究で巣造成初期の新女王同士の闘争は体重が重い個体ほど有利と示されており、第2章で解明した、多回交尾で父系の種類数が多くワーカーを多く生産した巣から出た新女王は越冬後の体重が重かった結果から、多回交尾は社会寄生にも有利さを発揮していることが予測される。第5章は総合考察である。

以上、本研究では、生涯繁殖成功度を測る斬新な方法を考案し、その方法を用いてスズメバチ亜科で初めてシダクロスズメバチの女王の多回交尾が適応的であること示した。また、病気抵抗性の明確な結果を出した点は、W.D. ハミルトンの「病原体抵抗による赤の女王仮説」の昆虫における世界初の検証につながるもので、大いに期待される。さらに、社会寄生でも越冬明けの女王の体重を介して多回交尾の有利さが浮かび上がった。血縁選択理論を基盤とする真社会性ハチ目の社会生物学を大きく発展させた点は高く評価される。よって、本審査委員会は博士(学術)の学位を授与するにふさわしいものとして認定する。