

|               |   |
|---------------|---|
| 氏 名 (本 国 籍)   | 山 崎 和 久 (長崎県)   |
| 学 位 の 種 類     | 博士 (農学)   |
| 学 位 記 番 号     | 農博甲第 6 2 0 号  |
| 学 位 授 与 年 月 日 | 平成 2 6 年 3 月 1 3 日  |
| 学 位 授 与 の 要 件 | 学位規則第 3 条第 1 項該当  |
| 研 究 科 及 び 専 攻 | 連合農学研究科<br>生物環境科学専攻   |
| 研究指導を受けた大学    | 岐阜大学  |
| 学 位 論 文 題 目   | アシナガバチ類のワーカー繁殖に関する生理・生態<br>学的研究                                 |
| 審 査 委 員 会     | 主査 岐阜大学 教 授 川 窪 伸 光<br>副査 岐阜大学 教 授 土 田 浩 治<br>副査 静岡大学 教 授 西 東 力 |

## 論 文 の 内 容 の 要 旨

社会性昆虫のコロニーでは、1 個体あるいは少数の繁殖メスが女王として産卵を独占し、他の多くのメスは外役や幼虫の育児などの労働を行う分業が見られる。高度な真社会性種では、女王とワーカーのカースト間での形態差が顕著であり、女王がほぼ繁殖を独占している。それに対して、原始的な真社会性種であるアシナガバチ類では、カースト間の形態差が乏しく、ワーカーは女王と同様の機能的な受精嚢と卵巢小管を持ち、受精と産卵が機能的に可能である。この様に、アシナガバチ類のワーカーは、繁殖に関して可塑性が高いが、ワーカー繁殖がコロニーの生産性に与える影響や、女王消失時のワーカー間の繁殖をめぐる競争関係についての知見は少なく、既存の研究は一部の種に限られたものであった。

本研究では、室内実験と野外調査を行い、日本産アシナガバチ類の早期羽化オスの繁殖能力とワーカーの生産性を明らかにした。また、これらの結果から、年一化性の生活史を持つ日本産アシナガバチ類のワーカー繁殖について、その有効性を考察した。キアシナガバチ(*Polistes rothneyi iwatai*)の早期羽化オスの DNA マイクロサテライト分析を行った結果、これらの個体は全て二倍体オスであることが明らかとなった。これらの個体は、二倍体の精子しか生産できないと考えられ、事実上、不稔の個体であると考えられた。

コアシナガバチ(*Polistes snelleni*)の野外個体群の営巣初期から営巣後期までのコロニーの生存率を調査した。その結果、創設女王が存在する限り、卵巢を発達させるワーカーはコロニー内に出現しないが、創設女王喪失後には卵巢を発達させるワーカーが出現することが明らかとなった。創設女王が存在する女王コロニーと、創設女王が消失した孤児コロニーの生産性を育房数と卵数で比較したところ、孤児コロニーの生産性が

必ずしも女王コロニーよりも低くは無いことが野外調査で明らかとなった。同様の傾向は、室内飼育実験でも確認することができ、コアシナガバチでは創設女王喪失がコロニー生産性に影響しないことが明らかとなった。また、女王コロニーでは孤児コロニーよりも有意に低頻度の優位行動しか見られず、また、創設女王は女王喪失後の後継女王よりも優位行動が低い個体であった。

コアシナガバチの体表ワックス成分を GC 及び GC-MS で分析した結果、炭素数が 29 から 37 までの炭化水素が確認された。体表ワックスの組成比には、ワーカーの生理状態を反映する傾向が認められた。特に、女王に特異的な組成比が検出され、これが女王のシグナルになっているものと考えられた。また、ワーカー体表ワックス組成比は、ワーカーの受精や卵巣発達の有無にかかわらず、創設女王の組成比に類似する様なことは無かった。

以上の結果から、創設女王の喪失は、娘であるワーカー同士が直接の繁殖をめぐる争いに繋がると考えられた。それにも関わらず、孤児コロニーの生産性が女王コロニーと差が認められなかったのは、ワーカー間に何らかの妥協が生じている可能性が示唆された。また、創設女王の消失後、コロニーを引き継いだ産卵ワーカーの体表ワックス成分は、創設女王に類似することは無かったことから、(1) カースト分化には受精や卵巣発育などの後天的な生理的变化は影響していないこと、(2) 創設女王とワーカーの違いは、羽化以前に既に決まっている可能性が示唆された。

## 審 査 結 果 の 要 旨

社会性昆虫のコロニーでは、1 個体あるいは少数の繁殖メスが女王として産卵を独占し、他の多くのメスは外役や幼虫の育児などの労働を行い、直接の繁殖をしない分業が見られる。高度な真社会性種では、女王とワーカーのカスト間での形態差が顕著であり、女王がほぼ繁殖を独占している。それに対して、原始的な真社会性種であるアシナガバチ類では、カスト間の形態差が乏しく、ワーカーは女王と同様の機能的な受精嚢と卵巣小管を持ち、受精と産卵が機能的に可能である。この様に、アシナガバチ類のワーカーは、繁殖に関して可塑性が高いが、ワーカー繁殖がコロニーの生産性に与える影響や、女王消失時のワーカー間の繁殖をめぐる競争関係についての知見は少なく、既存の研究は一部の種に限られたものであった。

本研究では、室内実験と野外調査を行い、日本産アシナガバチ類の早期羽化オスの繁殖能力とワーカーの生産性を明らかにした。また、これらの結果から、年一化性の生活史を持つ日本産アシナガバチ類のワーカー繁殖について、その有効性を考察した。

今回の研究で得られた主な成果は以下の通りである。

- (1) キアシナガバチ(*Polistes rothneyi iwatai*)の早期羽化オスの DNA マイクロサテライト分析を行った結果、これらの個体は全て二倍体オスであることが明らかとなった。これらの個体は、二倍体の精子しか生産できないと考えられ、事実上、不稔の個体であると考えられた。
- (2) コアシナガバチ(*Polistes snelleni*)の野外個体群の営巣初期から営巣後期までのコロニーの生存率を調査した。その結果、女王が存在する限り、卵巣を発達さ

せるワーカーはコロニー内に出現しないが、女王喪失後には卵巣を発達させるワーカーが出現することが明らかとなった。創設女王が存在する女王コロニーと、創設女王が死亡した孤児コロニーの生産性を育房数と卵数で比較したところ、孤児コロニーの生産性が必ずしも女王コロニーよりも低くはないことが明らかとなった。同様の傾向は、室内飼育実験でも確認することができ、コアシナガバチでは女王喪失がコロニー生産性に影響しないことが明らかとなった。また、女王コロニーでは孤児コロニーよりも有意に低頻度の優位行動しか見られず、創設女王は女王喪失後の後継女王よりも優位行動が低い個体であった。

- (3) コアシナガバチの体表ワックス成分を GC-MS で分析した結果、体表ワックス成分は個体の生理状態をある程度反映していることが明らかとなった。創設女王とワーカー間では組成比に明瞭な違いが認められ、ワーカーが交尾したり産卵したりしても、カスト間の組成比の違いは認められた。

以上の結果から、創設女王の喪失は、単に主たる産卵個体の喪失を意味するものではなく、娘であるワーカー同士の直接的な繁殖をめぐる競争に繋がると考えられ、孤児コロニーでの高頻度の優位行動は、その競争関係を反映したものと考えられた。それに関わらず、孤児コロニーの生産性が女王コロニーと差が認められなかったのは、ワーカー間に何らかの妥協が生じている可能性が示唆された。また、女王は優位行動ではなく特徴的な体表ワックス成分によりその存在がワーカーに認識され、それがシグナルとなってワーカー産卵を化学的に抑制しているものと考えられた。

以上の結果は、十分な化学生態学的な知識と行動生態学的知識に裏打ちされた手法を用いており、学術的価値が高いものと判定した。

本論文について審査委員会で慎重審議した結果、本論文は岐阜大学大学院連合農学研究科の学位論文として十分価値のあるものと認めた。

#### 基礎となる学位論文

Yamasaki K, Takahashi J-I, Ono M, Tsuchida K (2011) Reproductivity of early males of the temperate paper wasp *Polistes rothneyi iwatai*. *Entomological Science* **14**, 383-386.

Yamasaki K, Tsuchida K (2014) Orphaning does not affect the colony productivity of the primitive eusocial wasp *Polistes snelleni*. *Insectes Sociaux*, (in press).