

(論文内容の要旨)

本研究は、花上に残る手がかり(cue)を用いた採餌行動について社会性と単独性の両方のハナバチ類に着目して研究を行うとともに、その手がかりを利用する行動が進化した要因を探ることを目的としたものである。

第II章では、同種個体間での匂いのマーク(scent mark)を利用した採餌行動について、異なる分類群に属する単独性ハナバチ4種と社会性ハナバチ1種に着目し、同種他個体が採餌した花に対して示す行動に系統間で違いが見られるかどうかについて検証を行った。その結果、単独性2種と社会性1種が匂いのマークを利用して、同種他個体もしくは自個体によって採餌された花を認識する行動をとることが明らかになった。単独性種間で匂いのマークの利用に違いが見られ、これはそれぞれの種が利用する花の形態的特徴や再訪花した際に得られる資源量の違いによることが示唆された。また、匂いのマークを利用する行動はハナバチの系統樹上での各分類群の分化・形態の適応と必ずしも一致しておらず、ハナバチ類で広く利用されていることが示唆された。

第III章では、匂いのマークの効果が同種個体間だけでなく、異種個体間でも効果的であるかどうかに関して、社会性ハナバチであるアカガネコハナバチを用いて検証を行った。その結果、先に採餌した異種個体により残された匂いのマークを認識していることが明らかになった。本種の強い忌避反応は花上に存在する花蜜量とは関係なく生じており、採餌された後に花蜜を充填し直して呈示しても、その忌避の割合はほとんど高いまま変化しなかった。また、先に採餌した種の違いによって花を忌避する割合には差がみられた。そのため花上に残された匂いのマークに用いられている化学物質はハナバチ類で一般的にみられる体表炭化水素であり、化学物質の量が種間で差があるために本種の忌避反応の程度が異なることが示唆された。

第IV章では、異種または同種他個体と同一花上で出会う確率が高い植物を利用する場合に、ハナバチ類は花上の他個体の存在をどのように認識するのかに関して複数のハナバチ種が訪花する植物種を対象に検証を行った。その結果、ハナバチ類のパッチ内での訪花花数や採餌時間は、体サイズに伴い2つのグループに分けられた。しかし、他個体が採餌している花に対する反応は体サイズが同じ種間でも異なり、単独性種のマイマイツツハナバチだけが、マメヒメハナバチ亜属 spp. という特定のハナバチ種が花上で採餌している場合に、忌避反応を示さず訪花することが明らかになった。

これは、資源の枯渇が急速に生じる可能性がある場合、本種が花上で採餌している個体を体サイズによって識別・選択し、採餌可能な花数を確保していることが示唆された。

第 V 章では、花上に残る手がかりを利用するハナバチ類の採餌行動が進化した背景について、これまで発表されてきた研究結果を幾つかの要因ごとにまとめて解析し、手がかりを利用する行動の進化に関して議論を行った。まず社会性の影響についてはどちらの手がかりに関しても社会性ハナバチ類や単独性ハナバチ類でも確認されており、社会性の有無は識別能力の進化には、必ずしも重要ではないと考えられた。花の形態的な多様性の影響については、匂いのマークの利用は花資源が隠れた構造の花を訪れる場合に多くのハナバチによって採用されていることが明らかになった。系統間での違いの影響については、匂いのマークの利用は系統間での違いは見られなかった。花上の個体に関してはミツバチ科の社会性種でのみ報告されてきたが、今回の結果を踏まえると特定の分類群でのみ進化した能力ではないことが示唆された。

第 VI 章では、これらの手がかりを利用した採餌行動に関する総合的な考察を行った。本研究では、従来まで切り離して考えられていた社会性と単独性のハナバチ種での手がかりを認識し利用する能力とその進化に関わる要因に関して、包括的な観点から検証を行った。今後他の要因による影響や、花上の捕食者との相互作用、学習効果なども加味した上での議論を行うことが求められる。手がかりを利用する行動の理解は、多種の訪花昆虫と多種の植物によって構成される群集としての送粉系を理解するためにも有益であり、ハナバチ類の採餌行動を利用した応用的な研究においても重要な示唆を与えると考えられた。

(論文審査の結果の要旨)

ハナバチ類は自然生態系と農業生態系の両方において送粉というきわめて重要な役割を果たしている。したがって、彼らがいかに効率的に採餌を行っているかに関する研究は、ミツバチのような社会性のハナバチ類を中心に古くからなされてきた。

本論文は、花上に残る手がかり(cue)を用いた採餌行動について社会性と単独性の両方のハナバチ類に着目し、その手がかりを利用する行動が進化した要因を探ることを試みたものである。評価すべき点は以下の通りである。

1. 同種個体間での匂いのマーク(scent mark)を利用した採餌行動について、異なる分類群に属する単独性ハナバチ4種と社会性ハナバチ1種に着目し、同種他個体が採餌した花に対して示す行動に系統間で違いが見られるかどうかについて検証を行い、単独性2種と社会性1種が匂いのマークを利用して、同種他個体もしくは自個体によって採餌された花を認識する行動をとることを明らかにした。

2. 匂いのマークの効果が同種個体間だけでなく、異種個体間でも効果的であるかどうかに関して、社会性ハナバチであるアカガネコハナバチを用いて検証を行い、先に採餌した異種個体により残された匂いのマークを認識していることを明らかにした。

3. 異種または同種他個体と同一花上で出会う確率が高い植物を利用する場合に、ハナバチ類は花上の他個体の存在をどのように認識するのかに関して複数のハナバチ種が訪花する植物種を対象に検証を行い、ハナバチ類のパッチ内での訪花花数や採餌時間は、体サイズに伴い2つのグループに分けられることを明らかにした。しかし、他個体が採餌している花に対する反応は体サイズが同じ種間でも異なり、単独性種のマイマイツツハナバチだけが、マメヒメハナバチ亜属spp.という特定のハナバチ種が花上で採餌している場合に、忌避反応を示さず訪花することを明らかにした。

4. 花上に残る手がかりを利用するハナバチ類の採餌行動が進化した背景について、これまで発表されてきた研究結果を幾つかの要因ごとにまとめて解析し、手がかりを利用する行動の進化に関して議論を行った。まず、社会性の有無は、識別能力の進化には必ずしも重要ではないことを明らかにした。次に、花の形態的な多様性の影響については、匂いのマークの利用は花資源が隠れた構造の花を訪れる場合に多くのハナバチによって採用されていることを明らかにした。

5. 従来まで切り離して考えられていた社会性と単独性のハナバチ種での手がかりを認識し利用する能力とその進化に関わる要因に関して、包括的な観点から検証を行った。

手がかりを利用する行動の理解は、多種の訪花昆虫と多種の植物によって構成される群集としての送粉系を理解するためにも有益であることを示唆した。

以上のように、本論文は、多種の訪花昆虫と多種の植物によって構成される群集としての送粉系においてとりわけ重要な役割を果たしているハナバチ類は、社会性と単独性を問わず、他個体により花上に残された何らかの手がかりを利用して採餌を行っていることを明らかにしたものであり、昆虫生態学、応用昆虫学、行動生態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21年2月16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。