

| | |
|----------|-----------------------------|
| 氏名 | くぎ 釘 みや 宮 そう 聡 いち 一 |
| 学位(専攻分野) | 博 士 (農 学) |
| 学位記番号 | 農 博 第 1344 号 |
| 学位授与の日付 | 平成 15 年 3 月 24 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 | 農学研究科応用生命科学専攻 |
| 学位論文題目 | チャバネゴキブリ属における雄婚姻贈呈分泌物の化学と機能 |

(主査)
論文調査委員 教授 桑原保正 教授 西岡孝明 教授 坂田完三

論 文 内 容 の 要 旨

昆虫は環境から多くの情報を受け取って生活している。なかでも化学物質は昆虫の行動を決定する重要な要因である。特に集団で生活する夜行性のゴキブリでは、種内で送受信されるフェロモンが食餌や生殖に関わり、必須の役割を果たしている。したがって、これらの化学因子および生物学的機能の総合的な解析が昆虫行動を理解し防除法の開発などに役立てる上で必要不可欠である。本研究では、世界的に分布する衛生害虫チャバネゴキブリ *Blattella germanica* の雄が分泌する特殊なフェロモンに注目し、その活性化学因子を体系的に追究した。また、家屋性のチャバネゴキブリと生活史を異にする野外近縁種を加えて、種間でフェロモン組成を比較し、チャバネゴキブリ属の配偶行動における雄フェロモンの機能の総合的な究明を試みた。

チャバネゴキブリの配偶行動は、以下のような雌雄の交信で成り立っている。すなわち、①雌雄が触角で触れ合う。②雌の体表に存在する性フェロモンを認識した雄が翅を上げて転回し、腹部背面の分泌腺(背板腺)を呈示する。③雌がその分泌物を舐める。④その間に雄が腹部を伸ばして接合する。⑤雌雄が互いに反対向きの交尾姿勢となる。この一連の配偶行動において、雌が雄分泌物を舐める行動は“求愛摂餌(courtship feeding)”と呼ばれ、雌雄の交接に必須の過程である。このとき、雌が受け取る雄分泌物は“婚姻贈呈物質(nuptial gift)”とされ、その生物学的意義について多く議論されてきた。しかしその化学的基盤は長く不明であった。そこで、雄分泌物が雌の摂食行動を促す点に着目し、その摂食刺激活性因子の複雑な組成を化学的に明らかにし、雄分泌物の生物学的機能を解析した。

1) チャバネゴキブリ雄婚姻贈呈分泌物に含まれる摂食刺激活性因子

雄の分泌腺のメタノール抽出物は処女雌に対して強い摂食刺激活性を示す。主要な活性成分は少糖類とリン脂質とされ、少糖類については詳細な研究がある。残るリン脂質について詳細な化学分析を行った。未交尾雄の分泌腺抽出物よりリン脂質を精製し、これをさらに2成分に分離し、各々をホスファチジルエタノールアミンおよびホスファチジルコリンと同定した。これらのリン脂質に対して雌はほとんど摂食応答を示さなかった。また、少糖類単独では弱い応答しか示さないが、リン脂質と少糖類の混合物は共力作用によって顕著な摂食刺激活性を示した。さらに分泌物の化学分析を進め、単独では不活性なコレステロールと一連のアミノ酸が少糖類と共力して強い活性を示す成分であることを明らかにした。雄分泌物は一般的な栄養物質であり、リン脂質、コレステロール、アミノ酸および少糖類などの複合成分で構成され、それらの相乗効果によって、雌の摂食行動を促す性フェロモンとなっていると、結論した。

2) チャバネゴキブリ雄フェロモン組成の経時的変化

雄分泌物中の少糖類は弱いながらも単独で摂食刺激活性を示す主要成分であり、oligoglucosyl trehalose および maltose oligomer などがすでに同定されている。雄分泌物中の少糖類の組成を羽化後より各日齢ごとに調べたところ、トレハロースにグルコースが $\alpha 1 \rightarrow 6$ 結合した三糖(S-1)の蓄積が顕著に見られた。少糖類の総量変化は雄の性行動やフェロモン活性の変動と相関しており、雄の成熟に合わせてフェロモンの生産・分泌が調節されていることを証明した。

3) チャバネゴキブリ属における雄フェロモンの組成比較

チャバネゴキブリに近縁の野生種であるモリチャバネゴキブリ（京都）およびヒメチャバネゴキブリ（沖縄）の雄も背板腺をもち、雌が求愛摂餌を行う。そこで、両種雄の分泌物中の少糖類を化学分析した。2野生種ともチャバネゴキブリと同様の糖化合物で少糖類プロフィールが構成されていたが、チャバネゴキブリに多く含まれる糖 S-1 は検出されず、この糖の存在が家屋害虫であるチャバネゴキブリを特徴づけていた。

以上のように、チャバネゴキブリ属の雄婚姻贈呈分泌物は、昆虫のフェロモンとして一般的に見られる特異な構造の二次代謝産物ではなく、一次代謝産物を構成単位としており、それらの摂食刺激活性成分が味覚感覚に訴えて、雌を適切な前交尾姿勢へと導き定着させる特異な機能をもった求愛フェロモンであり、そのフェロモン機構は複雑な行動パターンを伴う配偶システムと共に進化を遂げたものであると結論づけた。

論文審査の結果の要旨

チャバネゴキブリの雄が分泌する雄婚姻贈呈物質としてのフェロモン成分のうち、少糖類の組成は解明されているが、協力成分のリン脂質については未解明として残されていた。本研究では、そのリン脂質成分を詳細に解明し、従来活性がないとして未検討であった分画から、少糖類を加えると強力な活性を示す成分を解明し、さらに雄ゴキブリにおける少糖類組成の経時変化や、野生近縁種での少糖類組成を調べ、配偶行動に関わる独特な雄フェロモンの化学的基盤と機能を解明し、進化的背景についても考察を進めている。本論文の評価すべき点は次のとおりである。

1. チャバネゴキブリ雄フェロモンは味覚感覚器を介して雌に受容される。高極性成分を含む接触化学物質であり、活性本体の特定には高度な分析技術を必要とし、相当の困難が予測された。しかし適切な分析手法と生物検定の組み合わせで、個々の活性化化合物の単離・同定を遂行した。一般的に摂食刺激活性は複数成分の相乗効果によって発現する。本種のフェロモンもその例外ではなく、単独では活性が無いかあるいは僅かである一連の化合物群が、混合すると共力作用で強い活性を示すことを詳細に解明し、また、それらの共力作用の効果を体系的に評価した。

2. フェロモンの主成分であった少糖類およびリン脂質はともに微量分析の困難な物質である。まず、リン脂質についてはオクチルシリル (C₈) カラムを用いた高速液体クロマトグラフ法により、構成脂肪酸の異なるリン脂質分子種へと分離し、各分子種を質量分析法で同定することに成功した。一方、少糖類についても、*N*-methylbistrifluoroacetamide により TFA 誘導体として、ガスクロマトグラフ法による微量定量法を可能とした。この方法を用いて、少糖類組成の経時変化を調べ、野生チャバネゴキブリ属種間でのフェロモン組成の比較分析も行った。フェロモン成分の生合成や分泌機構についての全容解明までには至っていないが、行動・生態を決定する化学物質を決定するのみならず、その基盤となっている生理的機構や分子メカニズムを解析するうえでも重要な糸口を与えている。

3. チャバネゴキブリの雄分泌物は、栄養物質ともいえる一次代謝産物が交尾相手の摂食行動を解発するという点で、一般的な性フェロモンとは様相が異なる。この雄分泌物が一連の配偶行動のコンテキストにおいて機能する求愛フェロモンであるとする、新たなフェロモンの概念を提出し、その進化について独自の角度から検証した。

以上のように、本研究はチャバネゴキブリ属ゴキブリの複雑な配偶行動の機構の一端を化学的に明らかにした点で化学生態学及び天然物化学分野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15年2月18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。