

( 続紙 1 )

京都大学	博士 ( 農 学 )	氏名	三高 雄希
論文題目	シロアリの新規フェロモンとカースト特異的遺伝子発現に関する研究		
(論文内容の要旨)			
<p>社会性昆虫には形態や行動の異なる個体のグループ (カースト) が存在し、それぞれのカーストは異なる種類の労働に従事することで、高度な労働分業を実現させている。巣内の各個体は化学物質を受容することで餌や巣仲間、あるいは病原性微生物などの存在を知覚し、フェロモンを介したコミュニケーションにより巣仲間と情報交換を行う。よって、労働に必要な化学物質を受容するための化学受容体遺伝子や、病原性微生物の侵入・排除に関わる免疫関連遺伝子の発現パターンは、カーストによって異なると推測される。本研究ではヤマトシロアリ <i>Reticulitermes speratus</i> を用いて、化学受容体関連遺伝子と免疫関連遺伝子の発現量がカースト間で異なるかどうかを調べた。さらに、ヤマトシロアリにおける新規フェロモンと抗菌物質の同定を行った。本論文は以下のように要約される。</p> <p>第1章では、これまでの昆虫のフェロモン研究について概観し、社会性昆虫、特にシロアリにおけるフェロモンの同定とその受容機構の研究の現状について述べた。</p> <p>第2章と第3章では、ヤマトシロアリのRNA-seqによって得られた遺伝子発現データベースを利用して、シロアリのカースト分業と、化学受容関連遺伝子の発現 (第2章) および免疫関連遺伝子の発現 (第3章) との関係性を調べた。その結果、アノテーションした化学受容体関連遺伝子の約80%はカースト特異的な発現パターンを示し、約8%は性特異的なパターンを示した。また、約60%の遺伝子は王と女王の年齢によって発現量が変化した。一方、免疫関連遺伝子に関しても、約90%はカースト特異的、約40%は性特異的な発現パターンを示し、約80%は王と女王の年齢に依存して発現量が変化した。これらの結果から、それぞれのカーストの役割に応じた遺伝子発現システムが、高度な労働分業体制の基盤となっていることが示唆された。また、同じ兵蟻またはワーカーでも雌雄で遺伝子発現パターンが有意に異なっていたことから、これまで行動観察では見出されてこなかったカースト内の性役割分業の存在が強く示唆された。</p> <p>第4章では、これまで注目されてこなかった兵蟻特異的の化学物質の機能に着目し、シロアリで初めて兵蟻フェロモンの同定に成功した。ヤマトシロアリの兵蟻とワーカーのヘキササン抽出液のGC-MS分析によって、兵蟻が揮発性テルペン類である(-)-<math>\beta</math>-エレメンを特異的に持つことが示された。生物試験の結果、この(-)-<math>\beta</math>-エレメンには、①ワーカーから新たに兵蟻が分化するのを抑制する、②ワーカーを集合拘束させる、③昆虫病原糸状菌であるメタリジウム菌 <i>Metarhizium anisopliae</i> とボーベリア菌 <i>Beauveria bassiana</i> の菌糸成長を抑制する、という3つの機能があることが示された。このことから、ヤマトシロアリの兵蟻は元々抗菌物質として用いていた(-)-<math>\beta</math>-エレメンをフェロモンに流用したことが推測された。また、(-)-<math>\beta</math>-エレメンは、ヤマトシロアリの卵に擬態する菌核菌ターマイトボール <i>Fibularhizoctonia</i> sp. の菌糸成長を促進し</p>			

た。このことから、ターマイトボールが(-)- $\beta$ -エレメンに対して耐性を有することも示された。

第5章では、シロアリの免疫と巣内の微生物との関係に着目し、ヤマトシロアリの兵蟻とワーカーが生産する新たな抗菌物質を同定した。GC-MS分析により、兵蟻とワーカーがフェノール化合物であるメレインを持つことが明らかとなり、このメレインにはメタリジウム菌とボーベリア菌に対する成長抑制効果が認められた。さらに、ターマイトボールはメレインによって成長を抑制されないことから、ターマイトボールがシロアリ由来の抗菌物質に対して耐性を有することが示唆された。

第6章では本研究の総合考察と、社会性昆虫の化学生態学的研究の今後の展望を示した。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し  
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

社会性昆虫のコロニーでは、各カーストが異なる仕事を行うことにより、高度に発達した労働分業を実現させている。巣内の各個体は化学物質を受容することで餌や巣仲間、あるいは病原性微生物の存在を化学的に知覚し、フェロモンを介したコミュニケーションにより巣仲間と交信する。異なる労働に従事するカースト間では、労働に必要な化学物質の受容機構や免疫機構が異なることが予測される。本研究ではヤマトシロアリを用いて、化学受容体遺伝子と免疫関連遺伝子の発現量をカースト間で比較した。また、ヤマトシロアリにおける新規フェロモンと抗菌物質の同定を行った。本研究の評価できる点は、以下の通りである。

1. 網羅的RNA-seqによって得られたヤマトシロアリの遺伝子発現データの解析により、化学受容体遺伝子および免疫関連遺伝子の発現がカースト・性・年齢によって異なることを明らかにし、それぞれの社会役割に応じた遺伝子発現システムが、高度な労働分業体制の基盤となっていることを示した。また、同じカーストでも性や年齢によって遺伝子の発現パターンが異なることを明らかにし、カースト内の性役割分業や年齢分業が存在する可能性を示した。
2. ヤマトシロアリの兵蟻のヘキササン抽出液のGC-MS分析によって、兵蟻がセスキテルペン的一种である(-)- $\beta$ -エレメンを特異的に持つことを明らかにし、この化合物が兵蟻の分化制御、ワーカーの集合拘束、および昆虫病原糸状菌の成長抑制の3つの機能を有することを明らかにした。
3. 兵蟻とワーカーがフェノール化合物的一种であるメレインを持ち、この化合物が昆虫病原糸状菌の成長を抑制することを明らかにした。また、ヤマトシロアリの卵に擬態して巣内に寄生する卵擬態菌核菌ターマイトボールがメレインによって成長を抑制されないことを示した。

以上のように、本論文は社会性昆虫の高度な労働分業システムを支えるカースト特異的遺伝子発現の実態を化学受容システムと免疫システムの側面から明らかにし、また、兵蟻分化制御に関わる兵蟻フェロモンを世界で初めて特定し、その多面的機能を明らかにしたものであり、昆虫生態学、化学生態学、応用昆虫学の発展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29年7月31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。

また、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降 (学位授与日から3ヶ月以内)