

生物系

シロアリの女王フェロモンの特定に
世界で初めて成功



岡山大学 大学院環境学研究科 准教授
松浦 健二

【研究の背景】

アリやハチ、シロアリのように社会生活を営む昆虫では、繁殖と労働の分業が発達しており、現役の女王はフェロモンによって他の個体が女王になって産卵するのを抑制しています。この女王による他の雌の繁殖抑制は女王から分泌される化学物質「女王フェロモン」によって行われていると考えられます。しかし、女王フェロモンの化学成分はミツバチで一部が特定されているものの、他の社会性昆虫では未解明のままです。シロアリでは、女王が死亡した場合や、産卵能力が低下した場合には、巣内の他の雌が補充女王（二次女王）となり、繁殖を引き継ぎます。コロニー内の女王の数は、卵や幼虫の世話をを行うワーカーの労働力に見合うよう、調整されているのです。女王が二次女王の出現を抑制する何らかの物質を出しているであろうということは、50年以上前に示唆されていました。しかし、複数の場所を蟻道で連結して摂食している野外のコロニーから女王アリを見つけるのが大変困難でした。また、人工飼育では女王アリのサイズが小さいなど、野外のコロニーを再現するには不完全で、化学分析が出来る量の女王フェロモンを得ることが出来ませんでした。このことから、長年、誰もその同定には成功しておらず、幻のフェロモンでした（図1）。

【研究の成果】

わたしたちは、生殖中枢の特定法を編み出し、かなりの精度で野外のコロニーから女王を採集することが出来るようになりました。その結果、シロアリの社会生態を解明する上で最も重要な化学情報物質である女王フェロモンの特定に成功しました。二重の金網越しに女王が存在しても、新たな女王の出現が抑制されることから、この成分が揮発性であることが分かります。ヤマトシロアリの野外コロニーから成熟した女王を生きた状態で大量に採取し、揮発物質の分析を行うヘッドスペースGC-MSを行い、新たに工夫した生物検定法により、その成分がアルコールの2-メチル1-ブタノールとエステルのn-ブチルn-ブチレートの2つの揮発性化学物質であるこ

とを特定しました。また、この2成分をブレンドした人工フェロモンにより、女王による抑制と同じように二次女王の分化を抑制することができました。

驚くべきことに、全く同じ2成分が卵からも放出されており、卵の揮発成分はワーカーが卵を育室に集めて保護する際の卵への定位シグナルとして、別の機能も果たしていることが分かりました（図2）。卵の存在は女王の産卵能力を直接的に示す情報となります。実際に、女王が不在でも一定量の卵を人為的に加え続ける処理を行うと、二次女王の分化を抑制することができました。女王と卵が同じ揮発成分を放出し、それが女王の産卵能力を正直に示すシグナルとして働き、他の雌の繁殖を抑制していると考えられます。女王からのフェロモン分泌量は、産卵能力をきわめて正直に反映しています。

本研究成果は、米国科学雑誌「米国科学アカデミー紀要（PNAS）」に平成22年7月6日に掲載されました。また、2010年国際社会性昆虫学会（IUSI）コペンハーゲン大会では、筆者のプレナリー講演の中でも紹介し、国際的に大きな反響を得ました。

【今後の展望】

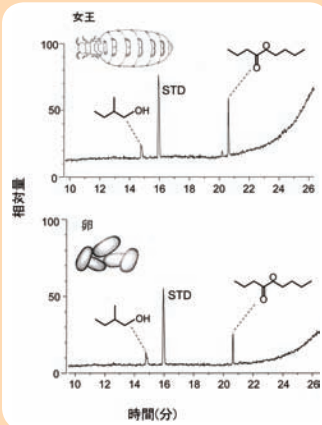
この成果は、シロアリの繁殖分業を制御するフェロモンを世界で初めて特定したものであり、個体に直接作用して分化を制御する真の女王フェロモンとしては、社会性昆虫で初めて特定したものです。半世紀以上解明されていなかった最重要フェロモンが同定されたことにより、今後、シロアリのカースト分化の制御機構の解明など、昆虫の社会システムの根底にあるメカニズムの解明が一気に進むと期待されます（図3）。また、人工フェロモンによって女王分化を阻止できるため、駆除後の残存個体による巣の再建を阻止するなど、応用的にもきわめて重要な意味をもつと考えられます。

【関連する科研費】

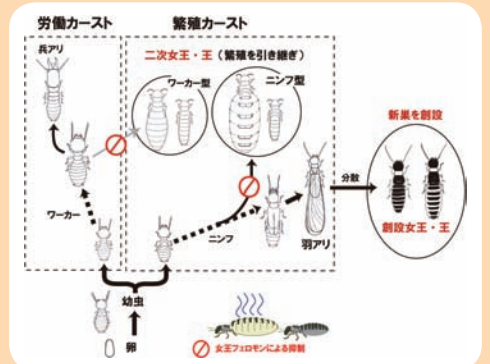
平成21-24年度 若手研究(A)「シロアリと卵擬態菌核菌の相互作用メカニズムの解明」



▲図1 成熟したヤマトシロアリのコロニーの生殖虫（1匹の創設王と多数の二次女王）



▶図2 二次女王が放出する揮発性フェロモン成分（上図）女王フェロモンと同じ揮発性物質が卵からも放出される（下図）。



▲図3 ヤマトシロアリのカースト分化経路と女王フェロモンによる分化抑制の解説図。ワーカー：働き蟻、ニンフ：羽蟻の前段階の個体

（記事制作協力：科学コミュニケーター 水野 社）