

氏名（本籍）	上原 拓也		
学位の種類	博 士（ 農学 ）		
学位記番号	博 甲 第	7349	号
学位授与年月日	平成 27 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	Biology and Chemistry of Pheromonal Communication System of Japanese Hawk Moths (日本産スズメガの性フェロモンによる交信機構の化学と生物学)		
主査	筑波大学教授	農学博士	本田 洋
副査	筑波大学教授	農学博士	戒能洋一
副査	筑波大学准教授	博士（農学）	古川誠一
副査	筑波大学講師	農学博士	松山 茂

## 論 文 の 要 旨

合成殺虫剤に偏重した害虫防除管理に変わる環境低負荷型の総合的害虫管理(IPM)のために、多くの農業害虫の性フェロモンが同定され、防除や管理に利用されている。しかし、世界で約 1,400 種が知られているスズメガ科では、世界的に見ても防除対象となる種が少なくない現状で、性フェロモンが同定された種は 2 種であり、スズメガ類の性フェロモンに関する知見は極めて断片的で脆弱である。害虫を含むスズメガ類の性フェロモンの解明は効率的な IPM の実施や昆虫の種多様性を可能にしているフェロモンによる生殖隔離機構を知るためにも不可欠である。

本研究は我が国のスズメガの性フェロモン成分の俯瞰的探索に始まり、各種の機器分析と室内及び野外生物試験により、17 種のフェロモンの活性成分の同定あるいは部分同定を行い、さらに新規成分の生合成系経路の特定と成分の構成比率の違いに対する雄の反応性からスズメガ類の性フェロモンの種特異性機構を考察したものである。

性フェロモン候補化合物の俯瞰的探索では、ウチスズメ亜科 7 種とホウジャク亜科 8 種の計 15 種について、雄の嗅覚応答反応に基づくガスクロマトグラフィー/ 触角電図法 (GC-EAD) を用いてフェロモン腺抽出物中の EAD 活性成分の網羅的探索を行い、多くの種が 11-hexadecenal (11-16:Ald) と 10,12-hexadecadienal (10,12-16:Ald) の幾何異性体の 1~3 成分を性フェロモンとしていることを示唆した。この結果に基づいて、性フェロモンの同定を GC-EAD 法, ガスクロマトグラフ質量分析 (GC-MS), GC 分析などの分析化学的手法と室内及び野外での生物試験により、スズメガ亜科の 1 種, ウチスズメ亜科の 3 種, ホウジャク亜科の 5 種の性フェロモンが、俯瞰的探索の結果が示唆した様に上記の 11-16:<sub>1</sub>:Ald, 10,12-C16:<sub>2</sub>:Ald とその類縁化合物の単独あるいは混合物であることを明らかにした。さらに、ウチスズメ亜科のサザナミスズメでは、性フェロモンが新規化合物である (9*E*, 11*Z*)- と (9*Z*, 11*Z*)-pentadecadienal であることを発見した。当該種の EAD 活性成分の合成化合物を天然比率で野外試験した結果、サザナミスズメとホウジャク亜科の 4 種 (ベニスズメ、セスジスズメ、クロスキバホウジャク、ホシヒメホウジャク) のフェロモン成分の完全同定に至った。一方、スズメガ亜科のコエビガ

ラスズメ、ウチスズメ亜科のウンモンズズメ、エゾスズメ、ハウジャク亜科の1種 オオスカシバでは室内試験では候補成分の活性は認められたが、野外での活性が確認できなかった。しかし、これらの種においても 11-16:Ald あるいは 10, 12-16:Ald の幾何異性体が共通成分として存在していることが明らかになった。以上の結果から、我が国のスズメガでは、性フェロモン成分の共通性は高いが、構成成分の数に加えて混合比率の違いがフェロモンの多様性に寄与し、それがスズメガの種特異性を担保していることを明らかにした。

次に、11-16:Ald と 10, 12-16:Ald の類縁体の各異性体に対するハウジャク亜科3種の EAD 応答を調べ、雄は同種の雌が性フェロモンとしていない成分にも応答すること、更に同一亜科の他種のフェロモンの特定成分の存在下では一部の種の雄の行動は、抑制されることを明らかにした。この事実から、同種性フェロモンによって性行動が単純に亢進されるだけでなく、他種成分による抑制も種特異性に機能しているという新たな生殖隔離機構を考察した。

最終章でのフェロモン成分の生合成系の検討では、新規化合物の (9*E*, 11*Z*)- と (9*Z*, 11*Z*)-pentadecadienal が奇数炭素鎖のフェロモン成分であり、他の昆虫に見られる偶数炭素鎖の性フェロモンが *de novo* 合成された偶数炭素鎖脂肪酸を出発物質としてβ酸化による2炭素鎖の短縮化等を経て生合成される事実とは異なることを同位体標識法を用いて明らかにした。

## 審 査 の 要 旨

本研究は日本産種 17 種 (25%) のフェロモンの活性成分の同定を軸として、成分の生合成系経路の推定を行うとともに、構成成分とその比率、更に各種の雄の反応性の違いから、スズメガ類の性フェロモンの種特異性機構を解明したものである。俯瞰的探索では、多く種の性フェロモン抽出物中には共通成分が存在することを示した。この結果は 5 種のスズメガのフェロモン成分の完全同定につながった。また、一部の種では新規化合物を性フェロモン成分として同定した。一連の研究結果は、スズメガでは性フェロモン成分の共通性は高いが、成分数と混合比率の違いがフェロモンの多様性を可能にし、さらに単一成分をつかっている種では、同じ種のフェロモンで性行動が単純に解発されるだけでなく、他種の成分による抑制も交尾前生殖隔離に機能している新たな可能性を示した。これらの成果は、スズメガ類の防除管理に利用できる性フェロモン剤の開発の基礎となり、生合成系の知見はチョウ目昆虫の性フェロモン成分の生合成系の理解に新たな方向を提示するものである。

以上のように本研究は、スズメガ科害虫の IPM のためのフェロモン剤の開発に大きく貢献するだけでなく、昆虫フェロモンに関する化学生態学に新たな展開を期待できるものである。

平成 27 年 1 月 23 日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士 (農学) の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。