

(論文内容の要旨)

蛾類の雄成虫の多くは、同種の雌成虫の放出する種特異的な性フェロモンを認識することで、同種の雌成虫を識別する。これまでに性フェロモン成分の化学構造は多数の昆虫種から決定されているが、その受容体についてはカイコガとオオタバコガで同定されているのみである。これらの性フェロモン受容体は性フェロモン成分に特異的に応答することが明らかにされているが、他の蛾類の性フェロモン受容体は同定されておらず、性フェロモン受容体のリガンド識別の分子機構や進化の機構については明らかにされていない。本論文では、蛾類の性フェロモン受容体のリガンド特異性の検証および嗅覚受容体のなかでの性フェロモン受容体の分子進化を明らかにするために、互いに分類学的に離れた科に属する 4 種の蛾類（エリサン、アワヨトウ、ウリノメイガ、コナガ）から性フェロモン受容体遺伝子の単離および機能同定を行った。また、同定した性フェロモン受容体を用いて、雄の触角での性フェロモン受容体発現細胞の割合を調べることで、性フェロモンブレンドの末梢での識別機構のモデルを提案した。さらに、カイコガの性フェロモンの一つであるボンビコールの受容体を用いて、ボンビコールとその幾何異性体の混合物に対する応答を測定し、阻害機構を解析した研究例を示した。その主な内容は以下のとおりである。

1. エリサン、アワヨトウ、ウリノメイガ、コナガの雄の触角で特異的に発現している性フェロモン受容体候補遺伝子 *ScrOR1*、*MsOR1*、*DiOR1*、*PxOR1* を単離した。フェロモン結合タンパク質 (*PBP*) との蛍光二重染色 *in situ* ハイブリダイゼーションを行い、これら性フェロモン受容体候補遺伝子が雄の触角の性フェロモン受容ニューロンで特異的に発現していることを示した。また、性フェロモン受容ニューロンにおいて、性フェロモン受容体遺伝子は *Or83b* ファミリータンパク質遺伝子と共発現していることを示した。それぞれの性フェロモン受容体候補遺伝子を *Or83b* ファミリータンパク質遺伝子の cRNA とともにインジェクションしたアフリカツメガエル卵

母細胞は、それぞれの種の雌成虫が放出する性フェロモンの主成分に対して特異的に電氣的応答を示した。以上の結果は、これら候補遺伝子が性フェロモン受容体をコードしていることを示している。さらに、昆虫の嗅覚受容体との分子系統樹解析により、同定した性フェロモン受容体は一つのクラスターを形成することを明らかにし、鱗翅目昆虫の性フェロモン受容体は単一の祖先型嗅覚受容体から進化してきたものと推定した。

2. 性フェロモン受容体遺伝子と *Or83b* ファミリータンパク質遺伝子との蛍光二重染色 *in situ* ハイブリダイゼーションを行い、同定した性フェロモン受容体遺伝子は雄の触角の半数以上の割合の嗅覚受容ニューロンで発現していることを示した。この発現細胞の割合は、雌の放出する性フェロモン成分のブレンド比率と一致することを明らかにし、雄蛾による性フェロモンブレンドの識別は性フェロモン受容体を発現しているニューロンの割合を適合させることで行われているというモデルを提案した。

3. カイコガの性フェロモン成分の一つであるボンビコールの幾何異性体を用いて、幾何異性体がカイコガ性フェロモン受容体と結合し、触角を電氣的に興奮させることを示した。また、ボンビコールと幾何異性体の混合物に対する受容体および触角の応答を測定したところ、幾何異性体は、ボンビコールに対する受容体の応答を低下させ、触角の応答をも低下させる傾向があることを示した。

(論文審査の結果の要旨)

蛾類の雄成虫は、同種の雌成虫を認識し配偶行動を行うために、種特異的な性フェロモンを識別している。性フェロモン成分については様々な昆虫種で研究がすすめられ、その化学構造が明らかにされてきた。それにもかかわらず、その受容体については、カイコガとオオタバコガで同定されているだけであり、他種の蛾類での性フェロモン受容体遺伝子については明らかにされていなかった。本論文は、昆虫の性フェロモン認識メカニズムを明らかにするために、4種の蛾類における性フェロモン受容体遺伝子を単離し、リガンドの同定を行っている。また、同定した性フェロモン受容体を用いて、雄蛾による性フェロモンブレンド認識機構に対する新しいモデルを提案し、さらに性フェロモン受容体の応答を低下させることから、蛾個体のフェロモンに対する応答を低下させる可能性についても示している。評価すべき点は以下のとおりである。

1. 分類学的に離れた種であるエリサン、アワヨトウ、ウリノメイガ、コナガから雄成虫の触角で特異的に発現している性フェロモン受容体候補遺伝子 *ScrOR1*、*MsOR1*、*DiOR1*、*PxOR1* を単離した。蛍光二重染色 *in situ* ハイブリダイゼーションにより、これら候補遺伝子は、雄成虫の触角の性フェロモンを受容する嗅覚受容ニューロンで *Or83b* ファミリータンパク質遺伝子と共発現していることを示した。性フェロモン受容体候補遺伝子と *Or83b* ファミリータンパク質を共発現させたアフリカツメガエル卵母細胞が、それぞれの蛾類の性フェロモン主成分に対し特異的な電氣的応答を示すことから、候補遺伝子が性フェロモン受容体をコードしていることを明らかにした。また、分子系統樹解析から、昆虫の嗅覚受容体のなかで同定した性フェロモン受容体は一つのサブファミリーを形成することを明らかにした。

2. *Or83b* ファミリータンパク質遺伝子との蛍光二重染色 *in situ* ハイブリダイゼーションにより、性フェロモン受容体を発現する嗅覚受容ニューロン

の割合は、雌成虫の放出する性フェロモン成分のブレンド比率と一致することを明らかにした。雄の触角の性フェロモン受容ニューロンの割合と同種の雌が放出する性フェロモンのブレンド比率の相関は、多成分系のフェロモンの識別機構に関与している可能性があることを示唆した。

3. カイコガの性フェロモン成分であるボンビコールの幾何異性体を用いて、幾何異性体はカイコガ性フェロモン受容体と結合し、触角を電氣的に興奮させることができることを示した。また、ボンビコールと幾何異性体の混合物に対する受容体と触角の応答測定により、幾何異性体は、ボンビコールに対する受容体の応答を低下させ、触角の応答も低下させる傾向があることを示した。

以上のように本論文は、複数の蛾類における性フェロモン受容体遺伝子の同定を通してその系統関係を示すとともに、性フェロモンブレンド識別モデルの提案、並びに配偶行動抑制物質の探索法を例示したものであり、これらの研究成果は、昆虫生理学、昆虫生態学、機能制御化学、農薬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13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。