

性フェロモン受容体遺伝子がオス蛾の性フェロモン選好性を決める



東京大学 先端科学技術研究センター 生命知能システム分野 神崎・高橋研究室 特任助教
櫻井健志

研究の背景

性フェロモンは同種の異性個体に特定の行動を引き起こす刺激として働く化学物質です。蛾類昆虫では、オスはメスの放出する性フェロモンを手がかりに同種のメスを認識し、メスを見つけ出します。そのため、性フェロモンに対するオスの選好性を決定する遺伝子の同定は、性フェロモンを介した種認識の機構を理解するための重要なステップとなります。これまで、触角の嗅覚受容細胞で発現する性フェロモン受容体が性フェロモンの検出と識別に中心的な役割を果たすことが報告されていましたが、性フェロモン受容体の選択性と行動の選好性の間の因果関係は示されていませんでした。

研究の成果

カイコガのオスは、単一の性フェロモン成分(ボンピコール)で一連の性行動(フェロモン源への定位行動と交尾の試み)を発現すること、ボンピコールに対する特異的受容体BmOR1が同定されていることから、この関係の解明に最適であると考えました。オス触角のBmOR1を発現するボンピコール受容細胞で他種の蛾(コナガ)の性フェロモン受容体遺伝子PxOR1を発現する遺伝子組換えカイコガを作成したところ、この組換えカイコガのボンピコール受容細胞はPxOR1に特異的に結合する物質であるZ-11-hexadecenal (Z11-16:Ald)に特異的に反応を示し、組換えカイコガ個体はZ11-16:Aldおよびコナガのメスに対して性行動を発現しました(図1)。PxOR1の発現によるボンピコール受容細胞の脳への投射領域に変化はみられず、選好性の変化が脳内の情報処理の変化ではなく、受容細胞の匂い選択性の改変によることが確認されました。これらの

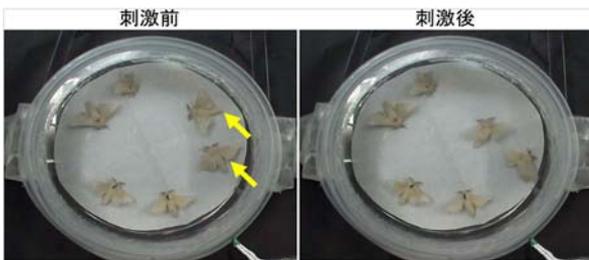


図1 PxOR1発現カイコガのZ11-16:Ald刺激に対する行動反応
黄色の矢印は遺伝子組換えによりPxOR1を発現するオスカイコガを示す。それ以外の4個体はPxOR1を発現しないバックグラウンド系統の個体である。Z11-16:Aldの刺激後にPxOR1発現カイコガはフェロモン源定位行動に特徴的な羽ばたき行動と歩行行動を発現した。一方で、PxOR1を発現しない個体は刺激前後でほとんど行動していないことがわかる。

結果から、カイコガのオスの性行動の発現にはボンピコール受容細胞の神経興奮が十分であり、フェロモン選好性はボンピコール受容細胞で発現する性フェロモン受容体の選択性によって決定することが明らかになりました(Sakurai et al., PLoS Genetics, 7: e1002115)。

今後の展望

本研究の成果は、性フェロモン受容体遺伝子に変異が起こり匂い選択性が変化すると、オスの選好性も変化することを示唆しています。そのため、性フェロモンの化学構造とそれに対する特異的受容体の配列の進化を現在わかっている種間の類縁関係と比較することで性フェロモンと受容体の共進化という観点から昆虫の種分化の機構を明らかにできる可能性があります。

また、オスカイコガは、犬の鼻に匹敵する高感度でフェロモン発信源を感知する能力を持ちます。遺伝子組換えにより任意の嗅覚受容体をボンピコール受容細胞で発現させ、匂い選択性を人為的に改変することで、さまざまな匂い源を高感度に感知するバイオセンサへの応用が期待されます(図2)。

関連する科研費

平成18-20年度 基盤研究(B)「マルチスケール分析による嗅覚系神経回路の基本デザインの解明」(研究協力者)研究代表者:神崎亮平(東京大学)

平成20-21年度 若手研究(スタートアップ)「昆虫の超高感度性フェロモン受容を産み出す分子機構の解明」

平成22-24年度 若手研究(A)「性フェロモン受容体遺伝子のフェロモン受容細胞特異的発現を決定する分子機構の解明」

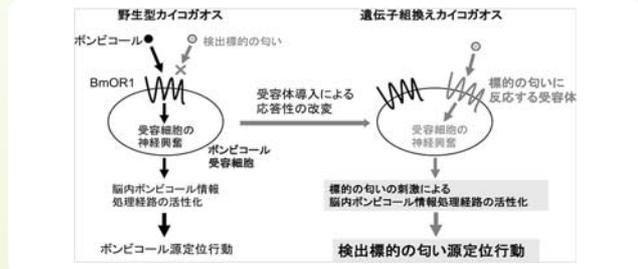


図2 匂いセンサカイコガのコンセプト図
野生型のカイコガオスでは、ボンピコールがBmOR1に結合し受容細胞の神経興奮を引き起こす。この情報が脳で処理されボンピコール源への定位行動が発現する(左)。遺伝子組換えにより、ボンピコール受容細胞に標的とする匂いに反応する受容体を導入することで、受容細胞が標的の匂いに対して神経興奮を起こすように改変され、標的の匂い源への定位行動が発現する(右)。

(記事制作協力:日本科学未来館科学コミュニケーター 水野壮)