

論文審査の結果の要旨

氏名 安藤 俊哉

本論文では、鱗翅目昆虫の触角における側枝構造の獲得進化をモデルとして形態進化に関わる分子メカニズムに関して解析した結果が述べられている。論文は5章からなり、第1章は、側枝構造の形態形成過程の基礎的な知識を得る目的で、カイコをモデルとして、発生過程における触角の形態変化について解析した結果が述べられている。第2章では、鱗翅目外の昆虫で触角の発生過程で共通に利用されている転写因子・モルフォゲン遺伝子に着目し、側枝形成に関わる遺伝子の探索を行った結果について述べられている。第3章では、側枝形成に関わる領域の位置決定に関わる未知の制御因子を探索する目的で、カイコマイクロアレイを用いて候補因子の探索を行った結果について述べられている。第4章は、触角における Notch シグナルの役割についての機能解析を行った結果について述べられている。第5章は、カイコと近縁で側枝を持たないヨトウガでの遺伝子発現パターンを調べており、その結果をもとに、鱗翅目内での触角の形態進化の分子メカニズムについて考察している。

第1章 カイコ触角における側枝構造とその形態形成過程の観察

鱗翅目昆虫は蝶や蛾からなる昆虫の一群であり、その一部の種の触角はフェロモンをより受け取りやすいように側枝構造を持つ。この構造がどのように形作られるかを理解するために、カイコ触角の側枝構造をモデルとした形態形成過程の観察を行っている。その結果、側枝構造の形成に大きく寄与する側枝背側領域と神経腹側領域という2つの領域を見出している。さらに、細胞増殖と細胞死のパターンの観察から、これらの領域の拡大には領域特異的な細胞の挙動が重要だということを見出している。一方、側枝を持たない鱗翅目昆虫の触角との表面構造の形態学的な比較から、特に側枝背側領域を占める上皮の拡大が側枝を持つ触角特有の発生プロセスであることを提示している。

第2章 側枝形成と関連した領域での転写因子・モルフォゲン遺伝子の発現パターン

側枝形成に関連する領域がどのように形作られるかを理解するには、触角内での領域決定に関わる分子メカニズムを理解する必要がある。そこで、昆虫共通の触角3節構造や、触角の先端部分の形成に重要なモルフォゲンと転写因子に着目し、側枝を持つカイコの触角と他

の昆虫の触角で触角の基本構造の形成機構に違いがないかを調べている。その結果、終齢幼虫のワンダリング開始期（V5）を境に、多くの転写因子が他の昆虫と共通の発現パターンから、側枝形成と関連した領域を明確に区切るカイコ特有の分節状の発現パターンへと、大きく発現パターンが変化させることを見出している。さらに、その発現誘導にはモルフォゲン関連遺伝子 *wingless (wg)* と *rhomboïd (rho)* が関わることが示唆され、これらの遺伝子が分節状の発現を示すことが側枝形成に関わる領域の位置決定に重要だということを提示している。

第3章 マイクロアレイによる側枝形成に関わる因子の探索

第2章で解析した遺伝子以外にも側枝の形成に関わるカイコ特有の遺伝子がないかをマイクロアレイによって検索し、複数の側枝形成に関与する候補遺伝子を見出している。これらの遺伝子は、側枝形成の未知の側面を解明する上で重要な手掛かりとなることが期待される。

第4章 カイコの触角形成における Notch シグナルの役割

第2節で明らかとなった *wg* の分節状の発現が他の昆虫で見られな

いことに着目し、その発現パターンが生じる原因を RNAi により調べている。その結果、*wg* の分節状の発現には他の昆虫にはない Notch シグナルによる抑制制御が関わることが示され、これがカイコで見られた特有の遺伝子発現パターンを引き起こす一つの原因となったと推察している。

第 5 章 側枝のない触角を持つヨトウガでの転写因子・モルフォゲン遺伝子の発現パターン

側枝形成に重要だと考えられる分節状のモルフォゲンの発現と転写因子の発現が鱗翅目内でどの様に獲得されてきたのかを、側枝を持たない近縁種ヨトウガを用いて調べている。その結果、カイコとヨトウガの共通祖先でモルフォゲン遺伝子の分節状の発現が現れたが、さらに、ヨトウガとカイコが分岐した後に、転写因子の発現パターンが変化し、側枝形成に適した領域が形成されるようになったと推察している。

以上の解析結果から、鱗翅目昆虫の触角の側枝の形態進化において、モルフォゲンや転写因子といった発生に重要な制御因子の発現領域を段階的に変化させて、最終的に形態形成に適した種特有の組織の区画分けを実現することが重要であることを提示し、形態進化

に伴う分子メカニズムの変遷の一端を明らかにすることに成功している。

本研究は、論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったものであり、博士（生命科学）学位を授与できると認める。