

【基盤研究(S)】

生物系(生物学)



研究課題名 スーパーゼンが制御する擬態紋様形成機構の解明

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授 ふじわら はるひこ
藤原 晴彦

研究課題番号: 15H05778 研究者番号: 40183933

研究分野: 基礎生物学: 進化生物学

キーワード: 進化遺伝、形態進化、比較ゲノム

【研究の背景・目的】

体表の紋様や体色により捕食者を撓乱する擬態は広範な生物に認められるが、その形成メカニズムはよくわかっていない。擬態のような複雑な適応形質は染色体上の隣接遺伝子群「超遺伝子 (supergene)」が制御しているという仮説がある。しかし、これまでにその分子の実体が明らかになったものはほとんどない。沖縄などに生息するシロオビアゲハは雌のみが毒蝶ベニモンアゲハに紋様や行動を似せる(図1)。我々はこのベイツ型擬態の原因が130kbの染色体領域にあり、染色体逆位によって固定されていることを発見した。この領域には性分化を制御する *dsx* 遺伝子以外に2つの遺伝子が含まれ、これらが supergene として働いている可能性が示唆された。そこで、本研究では主にアゲハチョウを用いて、① supergene の構造と機能、② supergene ユニットの出現と安定化機構、③ 近縁種での supergene の進化プロセスを解明するとともに、④ 遺伝子多重化や転移因子に起因する幼虫斑紋や蛹保護色の形成機構も明らかにし、ゲノム再編成による擬態紋様形成機構を体系的に解明する。



図1 シロオビアゲハのベイツ型擬態

【研究の方法】

シロオビアゲハのベイツ型擬態の責任領域(130kb)(図2)に着目し、以下の3点を解明する。

(1) *dsx* と2つの遺伝子が supergene として働いているかを、当グループが開発した遺伝子機能解析法(EMST法)により調べ、個々の遺伝子の発現制御と遺伝子機能を解明する。

(2) 擬態型25番染色体と非擬態型25番染色体の逆位領域の詳細な構造を解明し、他の鱗翅目昆虫の染色体構造と比較して supergene 創出と安定化機構を明らかにする。(3) 雌に限定されたベイツ型擬態をする

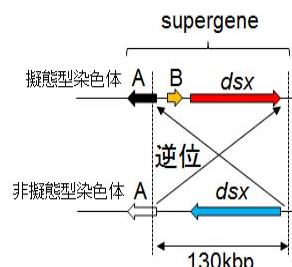


図2 supergeneと染色体逆位

シロオビアゲハの近縁種の *dsx* 及び周辺領域の遺伝子構造を解明するとともに、機能解析によって supergene ユニットを同定し、ベイツ型擬態の進化プロセスを明らかにする。

さらに、(4)アゲハ蛹の保護色形成に関わる BBP (ピリン結合タンパク質) 多重遺伝子群の発現制御機構、(5)鱗翅目幼虫の斑紋形成遺伝子のシス制御領域の構造と機能を解明し、遺伝子多重化や転移因子によるゲノム再編成が擬態紋様形成にどのように関与するかを調べ、supergene が創出されるメカニズムを推定する。

【期待される成果と意義】

supergene は100年近く前から提唱される概念で、昆虫以外に、植物、魚類、鳥類、哺乳類など多岐に渡る複雑な適応形質に関与していると報告されてきた。本研究はアゲハチョウの擬態を対象に、遺伝学で長年未解明の supergene の構造と機能を明らかにしようとするもので、世界的にも注目される。近年当グループは、遺伝子のノックダウンと強制発現により擬態紋様を詳細に解析できるシステムを完成した。この新規技術により、supergene に含まれる全候補遺伝子の機能を全て解明することが可能になった。本研究の進展は、supergene や染色体逆位など、ゲノム再編成が複雑な適応形質の創出と安定化に関与している可能性を検証するとともに、進化発生学や進化遺伝学など進化研究全般に大きなインパクトを与えると期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Nishikawa, H., Iijima, T. et al.: A genetic mechanism for female-limited Batesian mimicry in *Papilio polytes*. *Nature Genetics*, 47, 405-409 (2015).
- Yamaguchi, J., Banno, Y., Mita, K., Yamamoto, K., Ando, T. & Fujiwara, H.: Periodic Wnt1 expression in response to ecdysteroid generates twin-spot markings on caterpillars. *Nature Communications*, 4, 1857 (2013).

【研究期間と研究経費】

平成27年度-31年度 153,800千円

【ホームページ等】

<http://www.idensystem.k.u-tokyo.ac.jp/index.htm>
haruh@k.u-tokyo.ac.jp