

1. 研究種目：基盤研究（B）
2. 研究期間：2007～2010
3. 課題番号：19370011
4. 研究課題名（和文）繁殖タイミングの変異を介した生殖隔離の生態遺伝学的解析
研究課題名（英文）Ecological Genetic Analysis of Reproductive Isolation caused by the Timing of Reproduction
5. 研究代表者 宮竹 貴久（MIYATAKE TAKAHISA）
岡山大学・大学院環境学研究科・教授
研究者番号：80332790

6. 研究分野、科研費の分科・細目、キーワード

研究代表者の専門分野：生理生態学

科研費の分科・細目：環境・生態

キーワード：遺伝子、ゲノム、行動生態学、昆虫、進化生態学、時間生物学

7. 研究計画の概要

発育速度などの生活史タイミングを支配する発育タイマーは、野外において常に自然選択にさらされている。たとえば、ある昆虫が新しい寄主植物上で生活し始めると（＝寄主転換）、発育期間が延長したり、逆に短い発育期間が有利になったりするだろう。発育タイマーを支配する遺伝子が交尾リズムに多面的に影響するなら、寄主転換した個体群の交尾リズムは元の個体群のものとは異なるだろう。交尾リズムに大きな差が生じれば2つの個体群間では交配が成り立たない。かくして生殖隔離の進化が生じる。本研究では、生殖隔離を引き起こす多面発現効果を持つ遺伝子の正体を解明する。①ウリミバエの *dbt* が生殖隔離にどのように関与するかを分子生態学的に解明し、②野外において交尾タイミング（交尾時刻と交尾季節）の違いと発育タイミングの相関が生殖隔離の原因とされている代表的昆虫種群であるミバエ類・メイガ類の近縁個体群や近縁種の *dbt* 等時計遺伝子の該当塩基配列を比較し、自然界で時計遺伝子が発育タイマーと概日機構のリンクを介して、生殖隔離にどれほど関与しているのか、明らかにする。また繁殖のタイミングに関する生物現象について、各種生物での解析結果を蓄積する。

8. 研究の進捗状況

ウリミバエの *dbt* 遺伝子について発育の早い系統と遅い系統で全シークエンスの解読

を終了し、アミノ酸レベルで比較したところ、1個のアミノ酸置換の生じていることが明らかとなった。そこで、*dbt* 遺伝子を欠失したキロショウジョウバエを作成し、ウリミバエの *dbt* 塩基配列をインサートすることで欠失ショウジョウバエの生態リズムのレスキューを試みたが、*dbt* 遺伝子の関与は認められなかった。一方、光入力系の時計遺伝子 *cry* がウリミバエの交尾時刻の違いに関与していることが明らかとなった。以上のことから、ウリミバエの時間的生殖隔離に関与している遺伝子は、解析の結果、実験計画当初にねらいをつけた *dbt* ではなく、*cry* であることが判明した。具体的には交尾時刻の異なるウリミバエの系統間では、*cry* 遺伝子のうち1212番目の塩基がリシンからアルギニンに、そして1865番目の塩基がアスパラギンからリシンに置換していた。集団遺伝学と分子遺伝学を組み合わせた解析から、*cry* 遺伝子の2つの遺伝子座の塩基置換頻度において1212でアルギニン、1865でリシンの割合が多くなるにつれて、集団の交尾時刻が早くなった。これらの塩基置換は、アミノ酸の変更をもたらす機能的な置換であった。すなわち、*cry* 遺伝子が生産するアミノ酸のタイプと交尾時刻に正の遺伝相関が見られた。これらの結果から、ウリミバエの *cry* 遺伝子は時計機能のうち、光入力に影響機能を与えることで、生態リズムに変異を生じさせている可能性が明らかとなった。ウリミバエ以外のミバエであるミスジミバエやクイーンズランドミ

バエについても時計遺伝子の DNA 解析を実験もしくは *in situ* で行い、ウリミバエにおける時計遺伝子との比較解析を行った。さらにキイロショウジョウバエの発育期間に人為選抜を行い、体内リズムが正の相関反応を示すことを発見した。またゲノムワイド解析により、キイロショウジョウバエの発育期間とリズムの関連性についても実験を進めている。そのほか甲虫、等脚類、カメムシ、ガ類などについても繁殖のタイミングに関する生態減少の解析事例を蓄積している。

9. 現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している。

ウリミバエの交尾時刻の違いによる生殖隔離を生じさせる遺伝子が、発育タイマーである *dbt* ではなく、光入力系の時計遺伝子クリプトクロームであることを突き止めたこと、キイロショウジョウバエでも発育とリズムの正の遺伝相関を検出できたことから、当初計画した予想を超えたと判断する。

10. 今後の研究の推進方策

(1) 沖縄で累代飼育されている複数の系統と、近年台湾で採取したウリミバエの系統についても *cry* 遺伝子の上記の2つのアミノ酸置換サイトの解析を行い、交尾時刻の変異を操作し、生殖隔離に関与する遺伝子の探索・決定を行う。(2) ミバエ以外の昆虫においても、繁殖のタイミングを支配する生態メカニズムの解析事例を蓄積する。(3) キイロショウジョウバエの発育とリズムの関係を調べる。

11. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計5件)

Fuchikawa T, Sanada S, Nishio R, Matsumoto A, Matsuyama T, Yamagishi M, Tomioka K, Tanimura T, Miyatake T, The clock gene *Cryptochrome* of *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae) in strains with different mating times, **Heredity**, 査読有、104 巻、2010 年、387-392 ページ。

Harano T, Miyatake T, Genetic basis of incidence and period length of circadian rhythm for locomotor activity in populations of a seed beetle, **Heredity**, 査読有、印刷中、2010 年、doi: 10.1038/hdy.2010.4

Nakayama S, Miyatake T, Genetic trade-off between abilities to avoid attack and to

mate: a cost of tonic immobility, **Biology Letters**, 査読有、2010 年、6 巻、18-20 ページ。

Miyatake T, Nakayama S, Nishi Y, Nakajima S, Tonicly immobilised selfish prey can survive by sacrificing others, **Proceedings of the Royal Society B**, 査読有、276 巻、2009 年、2763-2767 ページ。

Matsumoto A, Ohta Y, Itoh TQ, Sanada-Morimura S, Matsuyama T, Fuchikawa T, Tanimura T, Miyatake T, *Period* gene of *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae) among strains with different mating times and sterile insect technique, **Annals of the Entomological Society of America**, 査読有、101 巻、2008 年、1121-1130 ページ。

[学会発表] (計5件)

寺村皓平・宮竹貴久、キイロショウジョウバエにおける発育期間に関する選抜実験とゲノムワイドスクリーニング、日本生態学会東京大会、2010 年 3 月 15-20 日、東京大学

淵側太郎・宮竹貴久、交尾時刻が異なるウリミバエ 2 系統間における時計遺伝子の解析、日本生態学会盛岡大会、2009 年 3 月 17-21 日、岩手県立大学

原野智広・宮竹貴久、概日時計の変異したアズキゾウムシ：遺伝的基礎および発育時間との関係、日本生態学会盛岡大会、岩手県立大学、2009 年 3 月 17-21 日

宮竹貴久、選択から開放された時計と低頻度で維持される遺伝相関、個体群生態学会第 24 回年次大会、2008 年 10 月 18 日~19 日、東京大学 (本郷)

宮竹貴久、繁殖のタイミングと生殖隔離：ミバエの研究で進んだ理解、日本生態学会、2008 年 3 月 14 日~17 日、福岡市、日本生態学会大会企画集会 時を操る遺伝子の分子機構と生殖隔離。

[図書] (計3件)

宮竹貴久 (共著) 海遊舎、不妊虫放飼法 侵入害虫根絶の技術、2008 年、p. 177-214

宮竹貴久 (共著) 東海大学出版、リズム生態学、2008 年、pp. 115-138

宮竹貴久 (共著)、NTS 出版、昆虫ミメティクス、2008 年、pp. 564-571