

研究種目：基盤研究（A）  
研究期間：2006～2009  
課題番号：18207005  
研究課題名（和文） 食植性昆虫の種分化：食草変換が生殖隔離におよぼす多面的影響の評価  
研究課題名（英文） Speciation in phytophagous insects: Assessment of manifold effects of host change on reproductive isolation  
研究代表者  
片倉 晴雄（KATAKURA HARUO）  
北海道大学・大学院理学研究院・教授  
研究者番号：40113542

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学・生物多様性・分類

キーワード：マダラテントウ類、ハムシ類、生態的種分化、DNA解析、生殖隔離、寄種特異性、食草利用、東・東南アジア

#### 1. 研究計画の概要

食植性昆虫の「食草の変換」は単に新しい食草を認知し摂食出来るかという生理的なレベルの解析で理解できるような単純な現象ではなく、微小生息地の選択、産卵や休眠のタイミング、同じ餌資源を争う他種との競争など、昆虫の生活史全般に影響を及ぼす複数の現象の複合体（シンドローム）であり、食草変換が昆虫の生活史の様々な局面に同時進行的に影響をあたえることによってただちに完全な生殖隔離が引き起こされる、すなわち種分化が完了すると考えることができる。そこで本研究ではこの仮説の検証を、研究の蓄積のあるマダラテントウ類とハムシ類を材料として試みる。具体的には、「食草の違い」が食植性昆虫の生活史のどのような局面に影響し、どのような形で生殖隔離に寄与するかを野外調査、交配・飼育実験、分子マーカーによる解析をとおして要因別に詳細に評価し、食草変換が引き起こすシンドロームの内容と個々の要因が生殖隔離に及ぼす影響の相対的な大きさを把握する。特に、昆虫とその食草の季節消長の一致・不一致が食草選択、ひいては生殖隔離の重要な要素となるという可能性に注目し、網室を利用した実験や季節の明瞭な温帯（日本）と季節性の不明瞭な熱帯（インドネシア）に生息する種の食草利用パターンの比較など、いくつかの方法によって解析する。

#### 2. 研究の進捗状況

本研究課題では、当初、以下の4項目を研究の柱として設定した。

（1）食草の違いがルイヨウマダラテントウの生活史に及ぼす影響。

（2）食草の生活史の違いがオオニジュウヤホシテントウ種群近縁3種の生殖隔離と同一地域における共存に及ぼす影響。

（3）アジア熱帯におけるニジュウヤホシテントウの食草利用の多様性。

（4）*Henosepilachna* sp.3の食草利用とホストレース間の生殖隔離。

このうち、項目（1）に関しては、ルイヨウマダラテントウが著しく異なる季節消長を示す複数の食草の生活史に可塑的に対応していること、そこに条件付け等の要因が加われば容易に集団間の隔離が生じることが示唆された。（2）に関しては、当初企画していた野外網室を用いた食草交換実験が、予期しない食草の状態悪化の為に計画初年度のみで中断を余儀なくされたが、室内実験によってそれにかわる大きな成果が得られた。すなわち、地域ごとに著しく分化しているアザミの種の違いがテントウの食草選択に大きな影響を及ぼしており、それが複数種の共存の可否を決定している可能性が浮かび上がって来た。（3）に関しては、インドネシアには食草を変更する様々な段階にあるニジュウヤホシテントウ集団が存在すること、西ジャワにおいては過去十数年の間に食草の拡大という小進化が進行したことが明らかになった。（4）に関しては、異なった食草に依存する本種の2品種が食草の違いのみによってほぼ完全に生殖的に隔離されていることが野外調査、飼育実験、DNA解析によって証明された。更に、当初は予想

していなかった成果として、日本産のキクビアオハムシがホストレースを分化させつつあること、本種と前述の *Henosepilachna* sp.3 において、食草変換が独立に何度も生じていることが明らかになったことがあげられる。

### 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している：

前述のように、日本国内、インドネシア双方における研究は順調に進んでおり、その成果は8件の論文、37件の学会発表として公表した。また、生殖隔離に関与する様々な要因を定量化した研究を含む数編の論文が査読段階にあり、更にテントウムシ科、マダラテントウ亜科の系統解析を含む数編の論文を準備中である。当初計画案のうち、野外網室を用いた食草交換実験を中断しているのが唯一計画案からの変更だが、それにかわり、アザミの種の違いがテントウの食草選択に大きな影響をおよぼしていることやキクビアオハムシがホストレースに分化していること等、当初は予想していなかった新知見が得られている。

### 4. 今後の研究の推進方策

本研究課題があげた食草変換が生殖隔離におよぼす効果については豊富な事例を得ることが出来た。とりわけ、食草変換が直ちにほぼ完璧な生殖隔離を生み出すことを十分に説得力のあるデータによって証明したことが大きな成果だと考えている。また、ルイヨウマダラテントウが、食草の生活史に対応して可塑的に自身の生活史を調整している可能性が示唆された点も重要である。このような例は従来全く知られていない。

最終年度である2009年度はいくつかの項目について研究を継続するとともに、結果のとりまとめと論文執筆に時間を割く。また、本研究課題では実施しなかった食草変換に関与する遺伝子の探索と、本研究課題から明らかになった複数の地域における平行的食草変換に関する研究を始動する。そこから得られた予備的な成果をもとに、本研究課題を引き継ぐ新しい研究課題の展開をはかり、適応的種分化に関する議論を深めたいと考えている。

### 5. 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8件)

- ①. Kobayashi, N., Y. Ohta, T. Katoh, S. Kahono, S. Hartini and H. Katakura (2009) Molecular phylogenetic analysis of three groups of Asian epilachnine

ladybird beetles recognized by the female internal reproductive organs and modes of sperm transfer. *J. Nat. History*, in press. (査読あり)

- ②. Saitoh, S., S. Miyai and H. Katakura (2008) Geographic variation and diversification in the flightless leaf beetles of the *Chrysolina angusticollis* species complex (Chrysomelidae, Coleoptera) in northern Japan. *Biol. J. Linnean Soc.*, 93: 557-578. (査読あり)
- ③. Kitamura, N., S. Fujiyama and T. Aotsuka (2008) Rapid chromosomal changes inferred from variation in mitochondrial DNA among populations of the leaf beetle *Chrysolina aurichalcea* (Coleoptera: Chrysomelidae) in Japan. *Zool. Sci.*, 25: 1111-1120. (査読あり)
- ④. Fujiyama, N., C. Torii, M. Akabane and H. Katakura (2008) Oviposition site selection by herbivorous beetles: a comparison of two thistle feeders, *Cassida rubiginosa* and *Henosepilachna niponica*. *Entomol. Exper. Appl.*, 128: 41-48. (査読あり)
- ⑤. Matsubayashi, K. W. and H. Katakura (2007) Unilateral Mate Choice Causes Bilateral Behavioral Isolation Between Two Closely Related Phytophagous Ladybird Beetles (Coleoptera: Coccinellidae: Epilachninae). *Ethology*, 113: 686-691. (査読あり)

[学会発表] (計37件)

- ①. 菊田尚吾, 藤山直之, 片倉晴雄 (2009) 異なる食草を利用する能力間の正の遺伝相関が食草範囲に与える影響: 現食草への適応は新食草への前適応をもたらすか. 第56回日本生態学会大会. 盛岡. 3月19日.
- ②. 甲山哲生, 松本和馬, 片倉晴雄 (2009) キクビアオハムシの寄主利用に関する地理変異: 新寄主への適応と集団の分化. 第56回日本生態学会大会. 盛岡. 3月18日.
- ③. 松林圭, S. Kahono, 片倉晴雄 (2009) 好き嫌いによる種分化は何度も生じた - 極端な食草変更が導く適応放散 -. 第56回日本生態学会大会. 盛岡. 3月19日. (進化部門最優秀賞)
- ④. 富樫朱美, 松本和馬, 片倉晴雄 (2009) 食草への適応が導く季節的隔離. 第56回日本生態学会大会. 盛岡. 3月19日.
- ⑤. 太田有理, S. Kahono, 片倉晴雄 (2008) 多様な寄主植物へ適応したマダラテントウ *Epilachna alternans* 種群の形態比較. 日本昆虫学会第68回大会. 高松. 9月14日.