

学位論文審査結果の要旨

学位申請者 氏名	加藤 三步
審査委員	主査 琉球大学 教授 辻 瑞樹
	主査 琉球大学 教授 立田 晴記
	副査 鹿児島大学 准教授 坂巻 祥孝
	副査 琉球大学 教授 鬼頭 誠
	副査 鹿児島大学 教授 津田勝男
審査協力者	
題目	琉球諸島におけるシロオビアゲハの進化生物学 (Evolutionary biology of the mimetic butterfly <i>Papilio polytes</i> in the Ryukyu Archipelago)
<p>生物進化の正しい理解は、生物資源の持続可能な利用を生産の基本に置く農林水産業においても重要な基礎知識である。島嶼環境は進化の原動力となる自然選択や隔離の働きの研究に適している。本研究では琉球列島以南の東南アジアに広く分布し、柑橘類の害虫でもあるシロオビアゲハの形態多型に注目した。本種の雌には、有毒なベニモンアゲハに擬態していると一般に信じられている擬態型と、雄と同じ形態を示す非擬態型が存在する。シロオビアゲハの多型形態は、その主動的遺伝子も解明されていることから、自然選択による適応の研究の好材料である。擬態型は赤と白の2色の斑紋を有するが、これらがベニモンアゲハに似た特徴である。また白斑紋の大きさは母系遺伝する。興味深いことに、ベニモンアゲハは琉球諸島の各島に1960年代から1990年代にかけて定着した新規移住者であり、未定着地域の擬態型の翅形質の変異は、定着した地域に比べて大きいといわれていたことから、ベニモンアゲハの新規定着に伴う捕食圧の変化が擬態型の翅模様の小進化（安定化選択と方向性選択）を促したことが想像されてきた。この仮説を検証するため、ベニモンアゲハの沖縄島への定着年（1993年）の前後数十年間に採集され博物館等に収蔵された擬態型標本を使用して白斑紋サイズの推移を調査した。その結果、定着年後にサイズの平均値と分散が増加したことが示唆された。さらに、1968-75年にベニモンアゲハが定着した先島</p>	

諸島の擬態型は、80年代には当時の沖縄島の擬態型よりも大きな白斑紋を保持していた。これらの結果は、他の何らかの環境要因ではなく「ベニモンアゲハの新規定着」が現地の擬態型の形態に小進化を引き起こしたことを示唆する経験的証拠である。また、ベニモンアゲハ定着後に擬態型の白斑紋サイズの変異が拡大したが、これはそれ以前の擬態型が白斑紋を持たない在来種のジャコウアゲハに擬態していたとする説と整合的であった。擬態型の白斑紋は擬態に寄与する重要な形質であると考えられたが、もうひとつの擬態的特徴である赤斑紋のサイズの変異が維持されるメカニズムは未知であった。そこで、チョウは鱗粉のメラニンで紫外線（UV）から翅を保護するという仮定のもと、強力なUVに曝された親（擬態型）は子（擬態型）の赤斑紋サイズを縮小させる（連動的にメラニン化された後翅の黒色領域が拡大するため、翅のUV耐性が上がる）という仮説を提唱し検証した。野外UV放射量と赤斑紋サイズの野外時系列データは、それらが負の相関関係にあることを示唆した。室内UV照射実験の結果は、長期間UV照射された親から生まれた子の赤斑紋サイズが、幼虫期の飼育環境とは無関係に小型化することを示唆した。この「推定エピジェネティック」変異は、親が体験したUV環境に応じて子の翅模様を最適化させる「遺伝」システムだと考えられる。ところが、変異後の翅は擬態精度を少なからず低下させているようにみえるため、擬態と翅の保護の相対的重要性が今後注目される。最後に、進化モデルで想定される擬態関係（model-mimic relationships）にある複数種の個体群動態の野外観測を試みた。シロオビアゲハ（雄、擬態雌、非擬態雌）と2種の毒チョウ（ベニモンアゲハとジャコウアゲハ）に注目し、同じ調査地で2週に1度2年間にわたりこれらの観察個体数および捕食圧強度（ピークマーク保持個体数）を記録した。この長期時系列データに非線形時系列解析を適用したところ、ベニモンアゲハ個体数が増えると擬態型とベニモンアゲハが捕食者から襲われにくくなるが、擬態型個体数が増えてもベニモンアゲハの襲われやすさは変化しないことが示された。これらの結果は、擬態型がベニモンアゲハに擬態することで捕食回避の利益を得る commensalist であることを意味する。一方、ジャコウアゲハが擬態型のもう一つのモデルであるという仮説は支持されなかったが、産卵で毒性を失うジャコウアゲハの性質が解析結果に影響した可能性も懸念された。生物の種間相互作用を厳密に明らかにするためには、対象の特性を考慮した処理（ジャコウアゲハの場合、雌雄別々にカウント・解析する）が求められる。残された課題は少なくないが、これらの研究は、ベイツ型擬態の進化プロセス解明に貢献する知見を提供するものである。特に、野外時系列データの活用が擬態研究の難題を解く有効手段であることを本論は明示する。