

学 位 審 査 報 告 書

（ふりがな） 氏 名	（きたむら たすく） 来田村 輔
学位（専攻分野）	博 士 （ 理 学 ）
学 位 記 番 号	理 博 第 号
学位授与の日付	平成 年 月 日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	理学研究科 生物科学専攻
（学位論文題目） Behavioral mimicry of Batesian intraspecific polymorphism butterfly <i>Papilio polytes</i> （ベーツ型種内多型種シロオビアゲハの行動擬態に関する研究）	
論文調査委員	（主査） 森 哲 准教授 沼田英治 教授 足田 努 教授

(続紙 1)

京都大学	博士 (理学)	氏名	来田村 輔
論文題目	Behavioral mimicry of Batesian intraspecific polymorphism butterfly <i>Papilio polytes</i> (ベーツ型種内多型種シロオビアゲハの行動擬態に関する研究)		
(論文内容の要旨)			
<p>毒やまずい物質を持つ動物(モデル種)やそれらに色彩を似せる無毒の動物(ベーツ型擬態種)は、目立つ色彩をしており、それにより捕食回避効果を得ていることが知られている。また、モデル種は自らの色彩を目立たせるために無毒種とは異なるゆっくりとした行動をとることが知られている。ベーツ型擬態種もまた、モデルに色彩だけでなく行動までも似せることで捕食回避効果を高めている例が知られている。</p> <p>鱗翅目昆虫では、有毒種が無毒種よりゆっくり直線的に飛翔すると言われているが飛翔の定量的な研究は数少ない。また、擬態種が飛翔行動もモデル種に似せているかについては、ほとんど分かっておらず、さらにはベーツ型種内多型種での行動擬態の研究は全くない。そこで、本研究ではベーツ型種内多型種であるシロオビアゲハの擬態型が、モデル種であるベニモンアゲハに飛翔行動まで擬態しているかを大型ケージ内で自由に飛翔する蝶を用いて調査した。コントロールには無毒種のナミアゲハを用い、これらの蝶で比較検証をおこなった。</p> <p>第1章では、飛翔する蝶の翅の動きを、高速度ビデオカメラで撮影し翅の動きによる行動擬態の存在を明らかにした。シロオビアゲハの擬態型は非擬態型や無毒種と比較すると、前翅をより浅い打ち降ろし角度で飛翔することが分かった。さらに、擬態型とモデル種には違いはみられなかった。これらのことから、擬態型は色彩だけでなく翅の動きまでもモデル種に似せており、行動擬態が証明された。モデル種や擬態型の浅い打ち降ろし角度は、鱗翅目昆虫の上方を飛翔する鳥などの捕食者に対して、自らの色彩を認識させやすい効果と考えられる。</p> <p>第2章では、飛翔する蝶を2台のデジタルビデオカメラで撮影し、3次元空間での蝶の軌跡を比較した。擬態型は非擬態型や無毒種と比べるとより直線的に飛翔することが分かった。さらに、擬態型とモデル種には違いはみられなかった。これらのことから、軌跡において行動擬態があることが初めて証明された。モデル種や擬態型の直線的な飛翔は、自らの色彩を捕食者に認識させやすく、攻撃頻度を下げる機能があると思われる。一方、非擬態型や無毒種の非直線的飛翔は、捕食者による飛翔経路の予測を困難にさせることにより攻撃を回避しやすい機能があると思われる。</p> <p>以上のように、シロオビアゲハの擬態型の飛翔行動は、翅の動きと軌跡において非擬態型や無毒種と異なっていた。さらには、擬態型の飛翔行動はモデルであるベニモンアゲハの飛翔行動に類似しており、行動擬態していることが結論づけられた。擬態型やモデル種の飛翔は捕食者に色彩を認識させる飛翔、非擬態型や無毒種の飛翔は攻撃を回避するための飛翔と考えられる。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

動物における擬態の研究は、形態や色彩などの表現型を対象にしている場合がほとんどである。しかしながら、形態や色彩における擬態を有効に活用するためには、その振る舞いも擬態のモデルに合わせる必要がある。シロオビアゲハは、毒蝶のベニモンアゲハをモデルとした色彩擬態種であることが知られているが、興味深いことに色彩が似ているのは雌だけであり、さらに雌の中にも多型が存在して、毒蝶に擬態している雌としていない雌の2タイプが同一個体群内に存在する。申請者はこの種内多型に着目し、擬態型と非擬態型の飛翔パターンをモデル種および無毒の近縁種と比較することによって、同種内における色彩二型に対応した行動擬態の二型が存在することを明らかにした。

本論文では、モデルとなる毒蝶、擬態型の雌、非擬態型の雌、擬態していない雄、および、擬態していない近縁種の無毒蝶の飛翔行動を、1回ずつの翅のはばたき方と飛翔軌跡の2つの視点から分析している。高速ビデオカメラで撮影された映像を三次元的に解析することにより、翅のはばたき方と飛翔軌跡のいずれにおいても、擬態雌と非擬態雌の間に差が見られ、擬態雌の飛翔行動はモデルの毒蝶に似ていることを示した。また、非擬態型の雌は同種の雄および無毒蝶と類似した飛翔行動をとることを示した。この結果から申請者は、モデルと擬態雌の飛翔パターンは、自分が毒を持ったまがい蝶であることを潜在的な捕食者に効率良く学習させるのにより効果があり、非擬態型や無毒蝶の飛翔は、捕食者からの追跡を回避するのにより適した飛び方であると考察した。

行動擬態は多くの動物で存在すると経験的には思われているが、形態や色彩の擬態に呼応した行動擬態を定量的な分析により明示した研究は非常に少ない。本論文は、三次元的な翅の動きや飛翔軌跡を画像から分析して数値で比較するというこれまでにない試みに初めてチャレンジしたものであり、得られた結果は明瞭で、当該分野におけるインパクトは非常に大きい。一方、毒蝶は無毒蝶よりもゆっくり飛翔すると経験的に言われていたが、本論文の定量的解析結果はこれを否定する意外なものであり、自然界の現象を正確に見抜くためには、人間の主観に基づく断片的な観察だけではなく、客観的な解析が必須であることを示す重要な論文ともなっている。さらに本論文は、行動擬態の種内多型の存在をはじめて明瞭に示したという点において、擬態や動物行動学分野の研究の今後の発展に大きく貢献し、さらには、色彩と行動のリンクを支配する遺伝的メカニズムの解明へも繋がっていくものと期待される。

以上のことから、本論文は博士(理学)の学位論文として十分な価値があると認める。また、平成22年1月19日に論文内容とそれに関連した研究分野について試問した結果、合格と認めた。