

# 論文内容要旨 (和文)

平成 21 年度入学 大学院博士後期課程

地球共生圏科学専攻 生物学 分野

氏 名 白石 恭輔

印

論文題目 オオヒラタシデムシの間接飛翔筋多型の生態的意義

種内に飛翔形質の多型が存在する種は少なくない。飛翔形質に多型が生じている要因として、飛翔能力と繁殖能力のトレードオフがある。飛翔に関わる器官、特に飛翔筋の形成及び維持には、多くのエネルギーが消費されるため、飛翔能力を持つ個体は、繁殖成功率や卵サイズなどが低く、生存率や競争能力も低いことが知られている。

ヒラタシデムシ亜科に属するオオヒラタシデムシ *Necrophila (=Eusilpha) japonica* には、翅多型は見られないものの、雌雄共に間接飛翔筋に多型が存在する。オオヒラタシデムシの飛翔筋多型も、分散力と繁殖力のトレードオフにより維持されていることが予測されたが、多型間で産卵数、卵サイズに差がみられない (Ikoda et al., 2008; 白石, 2009)。また、飛翔筋を有する個体も、少なくとも餌資源探索時には飛翔せず (Nagano and Suzuki, 2003)、歩行分散力や餌探索能力にも差がみられない (藤森, 2008; 白石, 2009)。このように、飛翔形質に多型がある多くの種で一般的に生じているような多型間の差はみられず、オオヒラタシデムシの飛翔筋多型がなぜ維持されているのかは、現在まで全くわかっていない。そこで本論文では、オオヒラタシデムシの飛翔筋多型の維持にどのような要因が関与しているのかを調査し、飛翔筋多型の生態的意義の解明を目的とした。

まず初めに、間接飛翔筋をもつ個体の比率 (有筋率) を様々な季節で調査し、局所個体群間で比較した。その結果、有筋率に季節変動はなく、標高が高いほど有意に有筋率が増加することがわかった。また、有筋率が二極化しており、隣接する局所集団間でも有筋率に大きな差が見られた。この地理パターンから以下の三つの仮説を立てた。

- i) 間接飛翔筋を有する個体だけが、分断された土地に飛翔によって侵入でき、有筋率が高い集団が形成された。
- ii) 無筋個体の方が繁殖力が高く、無筋個体が優占している集団が多い。
- iii) 無筋個体に比べ有筋個体の高温耐性が低い、もしくは、有筋個体の方が低温耐性が高いため、標高が高いほど有筋個体が多い。

以上三つの仮説を検証するとともに、交配実験によって、遺伝様式も検討し、オオヒラタシデムシの飛翔筋多型にどのような要因が影響しているが調べた。

仮説を検証したところ、第一に、オオヒラタシデムシの有筋個体の飛翔筋は機能的であり、温度条件が飛翔誘発に関わっていることが明らかになった。このことは有筋個体の方が分散力が高く、分断された土地へ侵入できることを示しており、有筋率が極端に高かった集団が形成されている理由となる。続いて、飛翔筋の有無にかかわらず交尾相手選好性はみられなかったが、飛翔筋型によって挿入率や拒否行動、交尾時間が有意に異なった。有筋個体のオスは無筋個体のオスに比べ拒否されやすく、挿入率が低かった。さらに、同じ飛翔筋型がペアになると挿入率が増加するという同類交配の傾向が見られた。これらの結果は、有筋率が低い集団が多いことと有筋率が二極化していることの大きな要因であると考えられる。また、温度耐性については、有筋個体の方が低温耐性が高いことが示唆された。このことは標高が高くなると有筋率が高くなる結果の説明となる。さらに交配実験の結果、無筋個体が優性であることが示された。このことは有筋率の低い集団が多いことをさらに支持する。

以上の結果から、オオヒラタシデムシの飛翔筋多型は、複数の要因により維持されており、他の飛翔形質の多型が生じている種ではみられないような地理パターンを形成したと示唆された。有筋率が二極化しており隣接する集団でも有筋率が極端に変化することや、有筋個体の方が低温耐性が高いこと、飛翔形質で挿入後ガードを時間が異なり交尾戦略が変化していることなど、本研究で得られた結果は、今まで飛翔形質の多型の研究でみられなかった結果が複数見られた。本研究では、複数の要因でオオヒラタシデムシの飛翔筋多型が維持されていることを明らかにし、さらに、飛翔形質の多型の維持に関して興味深い新しい側面を提供した。

学位論文の審査及び最終試験の結果の要旨

平成24年2月13日

理工学研究科長 殿

課程博士論文審査委員会

主査 横山 潤

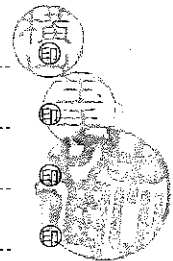
副査 玉手 英利

副査 廣田 忠雄

副査

副査

副査



学位論文の審査及び最終試験の結果を下記のとおり報告します。

記

1. 論文申請者

専攻名 地球共生圏科学専攻  
氏名 白石 恭輔

2. 論文題目 (外国語の場合は、その和訳を併記する。)

オオヒラタシテムシの間接飛翔筋多型の生態的意義

3. 審査年月日

論文審査 平成 24年 2月 1日 ~ 平成 24年 2月 10日  
論文公聴会 平成 24年 2月 10日  
場所 理学部 14 番教室  
最終試験 平成 24年 2月 10日

4. 学位論文の審査及び最終試験の結果 (「合格」・「不合格」で記入する。)

(1) 学位論文審査 合格  
(2) 最終試験 合格

5. 学位論文の審査結果の要旨 (1,200 字程度)

別紙のとおり

6. 最終試験の結果の要旨

別紙のとおり

専攻名	地球共生圏科学専攻	氏名	白石 恭輔
学位論文の審査結果の要旨			
<p>オオヒラタシデムシ <i>Neclophila (=Eusilpha) japonica</i> には、外形的には区別できないが、間接飛翔筋の有無に種内多型が存在することが知られていた。しかし、なぜ多型が維持されているのか、また、飛翔筋多型が遺伝的に決定されているのかなど、本種の多型維持に関する要因はこれまで不明であった。本研究では多型の維持にどのような要因が関与しているのかを調査し、また多型が遺伝的に決定されているのか否かを調べた。1章ではこれまでの昆虫における飛翔形質多型の研究を概観し、本研究で明らかにすべき問題点を明確にした。2章では山形県内各地での多型の時空間的分布を調査した。その結果、高標高地ほど有意に有筋率が高い地域が多いことを明らかにした。3章では飛翔能力の多型間での差異を実験的に解析した。その結果、28℃および30℃では有筋型では飛翔が観察されたが、無筋型はいずれの温度でも飛翔しなかったことを確認した。4章では飛翔筋多型と繁殖行動の関係について解析した。交配実験を行った結果、雌雄ともに無筋型のペアでは挿入率が高く、雌雄どちらかが有筋型のペアでは挿入率が低かった。このことから無筋型の方が繁殖に成功しやすいことが示唆された。5章では多型間に温度耐性に関する差異がないか解析した。冷却実験の結果、有筋型の雄では無筋型の雄よりも有意に過冷却点が高いことが明らかとなった。しかし加温実験では、44℃まで温度を上げて多型間で死亡率に差は見られなかった。6章では飛翔筋多型の遺伝様式について解析を行った。飛翔筋の発達に関しては、野外実験と室内実験の両方から、環境条件には依存していないことが明らかとなった。そこで交配実験を行った結果、飛翔筋の有無が遺伝的に決定され、無筋型が優性形質であることが推定された。7章ではこれらの結果を総合的に考察し、飛翔筋多型は遺伝形質であり、無筋型は繁殖に成功しやすく低地に適しているのに対し、有筋型は飛翔能力を有し越冬に成功しやすく、高地に適した形質であると結論づけた。</p> <p>このように本学位論文は、これまで一般的な要因では維持機構が説明できなかったオオヒラタシデムシの間接飛翔筋多型の生態的意義を明らかにするために、多角的な解析を行っており、その結果、本種の飛翔筋多型は複数の要因が関わる複雑な過程で維持されていることを明らかにした。本論文で得られた成果は、今後の種内多型維持機構の研究に大きな影響を与えると考えられ、進化生物学的に極めて重要であると判断された。本学位論文の内容の一部は、既に1報が申請者を筆頭著者とする英文論文として、査読制度のある学術雑誌に掲載されている。</p> <p>以上のことから、本論文は博士学位論文に十分値する内容となっていると判断し、合格と判定した。</p>			
最終試験の結果の要旨			
<p>公聴会の際に、学位論文の内容について口頭で最終試験を実施した。種内多型維持機構に関するこれまでの進化生物学的な考え方とその問題点、研究対象としたオオヒラタシデムシの生物学的特性、進化生態学の材料としての重要性、今後残された問題点とその解決に関する指針について、審査員からの質問に的確に回答することができ、専門分野に関する十分な知識を持ち、かつ論理的な思考のもとに議論を展開できることが認められた。よって最終試験を合格と判定した。</p>			