



Title	ヤマトシジミ (鱗翅目シジミチョウ科) の北限個体群において発生した色模様修飾型の出現要因の解明( Digest_要約)
Author(s)	檜山, 充樹
Citation	
Issue Date	2015-03-19
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/30796">http://hdl.handle.net/20.500.12000/30796</a>
Rights	

論文題目：ヤマトシジミ（鱗翅目シジミチョウ科）の北限個体群において発生した色模様  
修飾型の出現要因の解明

はじめに

表現型可塑性は環境に呼応した遺伝子型の変化を伴わない表現型の変化であるが、表現型可塑性が進化にどの程度寄与しているかという問題は未解明のままにある。近年、様々な環境の変動を受けて多くの生物においてその生息分布の変動が観察されている。鱗翅目の小型の蝶であるヤマトシジミ (*Zizeeria maha*) においても、1990年代から生息北限の北進が観察された。2000年から2006にかけて青森県深浦町にまで北進したヤマトシジミにおいて多数の斑紋修飾個体の出現が観察された。出現した斑紋修飾個体のほとんどが温度刺激型 (TS-type) であり、その出現が夏季であったことから、低温処理により生じた可塑性形質である斑紋修飾形質が遺伝的に固定され、個体群内に浸透したのではないかと考えられた。私の博士論文では、ヤマトシジミの北限個体群において出現した斑紋修飾型が、低温環境により導入された可塑性形質の固定化現象ではないかという仮説のもと、斑紋修飾形質の遺伝性、継代飼育による修飾形質の固定、斑紋修飾における選択圧に注目し実験を行うことで、北限個体群において生じた斑紋修飾個体の出現要因を進化学的側面から解明することを試みた。

方法

**斑紋修飾形質の遺伝性：**ヤマトシジミの北限個体において生じた斑紋修飾が、個体を低温処理 (4℃) した場合と同一であるという観察から、北限個体では低温により生じた可塑性形質が固定化している可能性が考えられた。そこで、まず北限個体が保持する斑紋修飾形質が遺伝性のものであるかどうか確認するため、青森県及び秋田県における野外採集より得られた斑紋修飾個体から採卵し、F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>、F<sub>3</sub>を得て、各世代における斑紋修飾個体の出現の有無を調べた。また、低温環境が選択圧となった可能性が考えられるため、北限個体のサナギに低温処理 (-2℃、3日間) を施し、その死亡率を比較することで、北限個体における低温環境への適応の有無を確認した。

**継代飼育による修飾形質の固定：**ヤマトシジミの北限個体群において生じた事象は、低温耐性と斑紋修飾の2つの形質においてそれぞれ何らかの選択圧が生じ、選抜された結果、固定化されたものであると考えられる。そこで、その過程を再現するため、沖縄の個体を用い、サナギに低温処理を施し、さらに斑紋修飾を示した個体を選抜し継代飼育することで、低温耐性と斑紋修飾の両方の形質を人工的に固定化することを試みた。低温処理は -2℃、3日間とし、毎世代低温処理を施し、外流れ型の斑紋修飾を示した個体を21世代目まで継代飼育を行った。さらに、22世代目から26世代目までは非低温処理個体において斑紋修飾を示した個体を用いて継代飼育を行った。その後、斑紋修飾の固定の有無について、各世代について非低温処理個体の斑紋修飾率の変化を追うことで評価した。また、低温への適応について、系統個体を低温処理した場合における死亡率を、非処理の死亡率で除算

した値の変化を追うことで評価した。

**斑紋修飾における配偶者選択：**北限個体群においては低温耐性と斑紋修飾形質の固定が確認されている。この結果は両形質が何らかの選択圧による選抜を受けたことを示唆している。低温耐性における選択圧は低温環境と考えられるが、斑紋修飾についてはどのような選択圧が生じたのか不明である。また、蝶の斑紋は配偶者選択に非常に重要であると一般的に考えられている。そのため、斑紋修飾個体は配偶者選択に不利だと考えられるが実際には集団内にある程度広まっている。そこで、ヤマトシジミの配偶者選択において斑紋修飾がどの程度影響を及ぼすものであるのかを調べるため行動実験を行った。また、北限個体における斑紋変化の選択性の変化を調べるため、北限個体を用いた行動実験を行った。まずはじめに、斑紋の修飾における影響を調べるため、沖縄の個体を用い、修飾型と非修飾型の雌モデルを雄個体に提示する実験を行った。各モデルに対する交尾行動の回数を評価の対象とし、修飾型モデルに対する選択性を *Attractiveness index (AI)* として算出した。AI は修飾型への交尾回数から非修飾型への交尾回数を差し引いた値を、その試行において観察された全交尾回数で除算した値で示される。その後、修飾型モデルをモデル無し、雄モデル、近縁種（ヒメシルビアシジミ）に変更することで、相対的に修飾型モデルにおける AI を評価した。次に、使用する雄個体を秋田の個体に変更し、北限個体における斑紋の選択性の変化を調べた。また、最後に継代飼育個体（G23、G25）を用いて同様の実験を行うことで、継代飼育個体における斑紋の選択性の変化の有無を調べた。

## 結果

遺伝性について、北限個体の F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>、F<sub>3</sub> を得た結果、北限個体の持つ斑紋修飾形質が遺伝することが確認され、可塑性形質が固定化されていることが明らかとなった。また、北限個体では低温に対する耐性も生じていることが明らかとなった。また、沖縄の個体を用い、低温処理により生じた斑紋修飾個体を継代飼育した結果、斑紋修飾形質が低温耐性ととも固定可能であることが明らかとなった。また、行動実験の結果から低温処理により生じる斑紋修飾が、雄による配偶者選択時において非常に影響力の小さいものであることが明らかとなり、この結果から、斑紋修飾個体において何らかの有利点が存在すれば容易に修飾形質が個体群内に広まるということが可能であることが明らかとなった。また、継代飼育個体を用いた行動実験の結果から同類交配（*Assortative mating*）が斑紋修飾の固定化を促した可能性が示唆された。

## 結論

ヤマトシジミの北限個体群において生じた色模様修飾型個体の多数出現は、環境の変化により生じた可塑性形質である斑紋修飾形質が遺伝的に固定化されて生じた進化的事象であることが明らかとなった。その過程には、低温環境および変化した斑紋による個体の選抜過程が存在していたものと思われる。以上の結果から、表現型可塑性が生物の進化に関与する可能性が十分にある事が突き止められた。さらに、この結果は自然選択による進化の新たな側面を示しているものであると考えられる。