

氏名(本籍)	すずき 鈴木 ゆかり (群馬県)
学位の種類	博士(理学)
学位記番号	博甲第3991号
学位授与年月日	平成18年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	生命環境科学研究科
学位論文題目	Evolution of Reaction Norm of Reproductive Diapause in <i>Callosobruchus maculatus</i> (ヨツモンマメゾウムシにおける産卵休眠の進化)
主査	筑波大学教授 Ph. D. 藤井 宏一
副査	筑波大学教授 農学博士 渡邊 守
副査	筑波大学助教授 理学博士 徳永 幸彦
副査	筑波大学助教授 農学博士 鞠子 茂

論文の内容の要旨

産卵休眠の表現型可塑性とは、感受期(幼虫期)の外部刺激によって、成虫の産卵休眠の長さが変化することである。産卵休眠の長さを変化させるような表現型可塑性は、環境の季節変化などによって産卵に使う資源の変動が予測可能な場合に適応的だと考えられている。資源変動に合わせた産卵休眠の進化は、内田(1998)と桐谷(1961)によって、屋内害虫、主にマメゾウムシ類の生息場所と産卵休眠の比較から推測されている。マメゾウムシ類は、野外型・移行型・貯穀型の3つのタイプに分けられる。野外型の幼虫は、野外に生育する寄主植物の未熟な豆を食害する。一年の中で、未熟な豆に産卵できる期間は非常に短いので、一年近く産卵休眠が続く。移行型は野外と倉庫の両方の環境に存在する。移行型の幼虫は未熟な豆の他に乾燥した豆も食害できるので、野外でも産卵できる期間がある程度長い。そのため、移行型の産卵休眠は、感受期に温度が上昇すると産卵休眠が長くなるという表現型可塑性を示す。貯穀型は倉庫にしかみられず、幼虫は乾燥した豆を食害する。倉庫には乾燥した豆が常にあるため、貯穀型は表現型可塑性を失い、産卵休眠が非常に短くなる。これらの種間比較から、産卵に利用できる資源の変動が選択圧となり、産卵休眠の表現型可塑性の進化と喪失がおこっていると推測されている。今回とりあげたヨツモンマメゾウムシは移行型を示す。内田と桐谷の説から、倉庫では表現型可塑性を失う選択圧がかかっていると考えられるが、移行型は野外でも倉庫でも表現型可塑性を維持している。移行型が倉庫で表現型可塑性を維持している要因がわかれば、表現型可塑性を失って貯穀型へと進化する過程もわかるはずである。

本研究では、野外と倉庫が同時に存在する環境で、倉庫で産卵休眠の表現型可塑性が維持される要因について考察することを目的とする。また、倉庫で産卵休眠の表現型可塑性が維持される要因から、逆に、表現型可塑性を失って貯穀型に進化する過程を考察することも目的とする。方法は、ヨツモンマメゾウムシの個体ベースモデルを構築し、資源が野外の豆と貯蔵した豆が同時に存在する環境での進化シミュレーションから、どのような反応規準が進化するのか調べた。

<モデル>

ヨツモンマメゾウムシの産卵休眠は、産卵休眠の長さや飛翔能力とは生理的な正の相関が、また産卵数

とには負の相関があると考えられている。これらの形質をもとにして、反応規準のモデルと個体ベースモデルを構築した。個体ベースモデルは、無性生殖と有性生殖の二種類のモデルを構築した。無性生殖のモデルは、一般的に、戦略としてどの反応基準が有利か調べることに適している。戦略とは、表現型可塑性の能力（産卵休眠の長さの変化度合い）と温度に対する感受性（閾値）の組み合わせのことである。しかし無性生殖のモデルでは交配がないため、戦略は変化しない。そこで仮定の遺伝システムを構築し、有性生殖のモデルによって、交配によって組み合わせが変化する場合、どのような反応規準が進化するのかも調べた。

<無性生殖モデルの結果>

野外では、温度が上昇すると産卵休眠が長くなる、表現型可塑性のある反応規準が有利となった。倉庫では、常に産卵休眠が短い反応規準が有利となるが、その他に、表現型可塑性のある反応規準も有利となった。倉庫で表現型可塑性がある個体は、産卵休眠と生理的な正の相関にある飛翔能力によって、まれに倉庫から野外へと移出でき、野外の資源を利用していた。倉庫から野外への移動がない対照シミュレーションを行ったところ、倉庫で表現型可塑性は有利にならなかった。

<有性生殖モデルの結果>

野外・倉庫どちらの環境でも、無性生殖モデルより圧倒的に、温度上昇により産卵休眠が長くなる反応規準が有利となった。野外と倉庫では、表現型可塑性の能力は共通していて、倉庫では、感受性が鈍くなる進化がおこっていた。

以上の結果から、倉庫でも表現型可塑性が維持される要因として、生理的要因と遺伝的要因が考えられた。生理的要因は、産卵休眠と飛翔能力の生理的な正の相関である。飛翔能力により、まれに倉庫から野外へと移出でき、野外の資源が利用できることで、倉庫でも表現型可塑性が有利となる。遺伝的要因は、表現型可塑性の能力と閾値が別の独立した遺伝子座に支配されている可能性である。別の独立した遺伝子座にある場合、倉庫で温度の感受性が鈍化する進化がおきることで、表現型可塑性の能力を維持しながら、発現する表現型の幅を抑制することができる。以上のことから、移行型の倉庫では、表現型可塑性の肯巨力の喪失より温度に対する感受性の鈍化の方が進化しやすいことがわかった。そのため貯穀害虫化は、最初に感受性が鈍化し、飛翔能力を失って野外との交流がなくなった後に表現型可塑性の能力が失われるのではないかと推測できる。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文はヨツモンマメゾウムシをモデルとして、マメゾウムシ類の貯穀害虫化のメカニズムを個体ベースのシミュレーションモデルによって明らかにしようとしたものである。貯蔵庫から野外への移動可能な表現型の存在を仮定することにより、ヨツモンマメゾウムシが完全な貯穀害虫とならずに表現型可塑性を維持できることを明らかにした。野外型のマメゾウムシ類の貯穀害虫化の進化の道筋を明らかにした、高く評価される論文である。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。