

氏名	まつもと たかし 松本 崇
学位(専攻分野)	博士(農学)
学位記番号	農博第1306号
学位授与の日付	平成15年3月24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	農学研究科応用生物学専攻
学位論文題目	ヤノネカイガラムシ-寄生蜂相互作用の進化生態学的研究

論文調査委員 (主査) 教授 藤崎憲治 教授 高藤晃雄 教授 武田博清

論文内容の要旨

本研究は重要な柑橘害虫であるヤノネカイガラムシとその寄生蜂の系を研究対象として、寄生蜂がヤノネカイガラムシを低密度・安定に制御する機構が寄生そのものではなく、寄生圧による急激な寄生回避行動の変化にあることを明らかにしたものである。以下に本研究の主要な成果を記す。

1. ヤノネカイガラムシの生物的防除の手段として寄生蜂導入が効果的であることは先行研究によりすでに明らかにされていた。しかし、寄主密度が低下したあとで、そのまま低密度安定が維持されるのか、あるいは理論が予測するような局所的な系の絶滅が生じているのかは明らかでなかった。本研究では寄生蜂導入後14年間にわたり寄主-寄生蜂系を追跡することにより、寄生蜂が寄主個体群を低密度・安定に維持することをはじめて明らかにした。
2. 理論的予測に反して系の低密度安定が維持された機構として、寄主の寄生回避行動が寄生蜂導入後に急速に変化した可能性が示唆された。すなわち寄生蜂が存在すると、他個体の下に潜伏する個体の割合が増加した。この仮説の普遍性を検証するために、潜伏と被寄生率との関係、および寄生蜂の存否と潜伏率の関係を、日本国内各地および原産地の中国南部の個体群で調べた。その結果、いずれの個体群においても、寄生蜂が生息すれば潜伏率が高いこと、および潜伏個体は寄生を免れやすいことが明らかになった。
3. 野外個体群で観察された潜伏率の変異は、京都の実験圃場において寄生蜂を排除した同一の環境条件下でも再現された。すなわち、潜伏形質の少なくとも一部は遺伝的に決定していることが明らかとなった。一方、室内における潜伏行動の観察から、潜伏定着は先に定着している個体の下に孵化虫が潜り込むことによって生じることが明らかとなった。また、行動観察の結果と野外潜伏率データとはよく一致した。さらに、寄生蜂の産卵行動を室内で観察した結果、寄生蜂は潜伏個体を寄主と認知できないことが明らかとなった。
4. 寄生蜂導入前に潜伏率が低かったことから、潜伏には適応度コストがかかることが予測された。野外調査と室内実験を組み合わせ、潜伏の適応度コストを測定した。その結果、潜伏個体は生存率が低く、かつ成長率も低いことが分かった。また、低い成長率は、上位個体との栄養摂取をめぐる競争に起因することが明らかとなった。
5. ヤノネカイガラムシの寄生蜂にはヤノネツヤコバチとヤノネキイロコバチの2種がいる。個体群動態解析の結果、低密度安定化をもたらしたのは、主に前者であり、後者は寄主をめぐる種間競争によりむしろ攪乱要因になっていることが分かった。この結果は、これら2種の寄生蜂が相補的に機能するという従来の見解に反するものであった。こうした結果の違いをもたらした要因として、寄生蜂導入時点での2種の相対頻度の違いがあげられる。すなわち、従来の寄生蜂導入では、ヤノネキイロコバチの相対密度を圧倒的に高くしたために、その効果が過大に評価されたものと考えられた。
6. これらの結果を総合的に判断すると、寄生蜂が寄主の低密度・安定化をもたらした機構は以下のように考察できる。ヤノネカイガラムシは日本侵入後に寄生圧から解放され潜伏率が低下し、大発生するようになった。寄生蜂を導入すると寄生圧により潜伏率が高まり、その結果、寄主の適応度は低下した。しかし、適応度の低い潜伏個体の割合が高まったため

に、寄主の地域的絶滅は生じず、寄主—寄生蜂の系は低密度・安定となった。この結果は、天敵は寄主密度を安定に制御しないという従来の理論的見解には重大な問題点があり、それは天敵の効果をもっぱら死亡率により評価してきたことにあることを示唆する。

論文審査の結果の要旨

侵入害虫に対して原産地の天敵を導入する生物的防除法は、特にカイガラムシなどの固着性害虫の防除に大きく貢献してきた。それにもかかわらず、天敵が害虫の個体群密度を低下させ、かつそれを維持するののかについては充分に分かっていなかった。その理由には応用上の問題と理論上の問題とが関わっている。応用的には、天敵を放飼し害虫の密度が経済的被害許容水準よりも下がればそれで目標が達成されるため、密度低下後の調査は打ち切られる。一方、従来の理論的研究によれば天敵は害虫個体群の密度を低下させるが、低下させたあとでは局所的な絶滅につながり易く、安定化はしないと考えられてきたからである。そのため、安定化をもたらす要因は、大空間スケールにおける統計的な安定化効果、天敵と被食者の空間分布にずれが生じること、あるいは天敵が攻撃できない物理的隠れ場所が存在することなど、主に空間的スケールの問題としてとらえられてきた。本論文は、ヤノネカイガラムシとその寄生蜂の系を用いて、大きな空間スケールの効果がなくても天敵が害虫を低密度安定に制御しうることを初めて明らかにした。以下、本論文の評価すべき点について述べる。

(1)寄生蜂導入後14年にわたって、寄主—寄生蜂系を追跡し、寄生蜂が寄主を低密度安定に制御していることを実証した。これにより、野外生態系の理解には長期にわたる野外調査が不可欠であることが示された。

(2)天敵導入に関する研究では従来より、天敵の一種導入と多種導入のどちらが有効かをめぐって議論が絶えなかった。ヤノネカイガラムシ—寄生蜂の系では、これまで2種の寄生蜂が相補的に働いていると考えられてきた。本研究の結果、放飼密度が等しければヤノネツヤコバチがもっぱら低密度安定制御に寄与していることが明らかとなった。

(3)寄主の低密度安定化をもたらした主要因として、寄主の寄生回避行動が寄生蜂導入により急激に変化したことが示唆された。野外調査と室内実験により、寄生蜂導入が他個体の下にもぐり込む潜伏形質を増加させること、および潜伏個体は寄生されにくいことが明らかとなった。また、潜伏形質は寄生蜂を排除した同一の条件下でも再現されたので、かなりの程度遺伝的に決定していることが明らかとなった。

(4)ヤノネカイガラムシ孵化幼虫と寄生蜂の観察から、寄生蜂は潜伏個体を寄主として認知できないことが分かった。また、潜伏率が日本侵入後に低下したことから、潜伏には適応度コストがかかることが予想された。室内実験の結果、潜伏個体は生存率、成長率ともに単独個体よりも低いことが分かった。さらに、こうした適応度の低下は、潜伏対象となった個体が死亡すれば解消したことから、適応度コストは、潜伏—被潜伏個体間の競争に起因することが明らかとなった。

(5)以上から、ヤノネカイガラムシの大発生と寄生蜂導入による低密度安定化は以下のような進化的過程を経たものと推定される。ヤノネカイガラムシは日本侵入後に寄生圧から解放され、さらに潜伏率が減少し適応度が増加することにより大発生を繰り返すようになった。しかし、原産地の寄生蜂が導入された結果、短期間に寄生率が高まり密度は急減した。この過程で潜伏形質に強い正の自然選択がかかり、潜伏率は高まり、寄主—寄生蜂系は安定化した。

(6)従来の寄主—寄生蜂系に関する見解では、寄生率の高い有能な寄生蜂は寄主密度を下げる点では有効だが、有能がゆえに寄主密度が低いときには簡単に局所的絶滅を引き起こし、一方、寄生率の低い寄生蜂はそもそも密度低下をもたらさないとされてきた。すなわち、いずれにせよ寄生蜂が寄主を低密度・安定に制御しないとされたきた。しかし、本論文の結果、寄生率がそれほど高くない寄生蜂であっても密度制御の効果があること、そしてその効果は寄生そのものによってではなく、むしろ寄生される側の寄生回避行動の急激な進化によってもたらされることが明らかとなった。これらの結果は、天敵—被食者系の動態に関する従来の見解に大幅な変更をせまるものである。

以上のように、本論文は寄主—寄生蜂系の密度変動と安定化の機構を、主に寄生圧によってもたらされる寄主の寄生回避行動の急激な進化という観点から明らかにしたものであり、昆虫生態学、進化生態学、害虫管理学、応用昆虫学などに対して寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。なお、平成15年1月16日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。