

氏名	いま い けん すけ 今 井 健 介
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学位記番号	農 博 第 1517 号
学位授与の日付	平成 17 年 5 月 23 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科学専攻
学位論文題目	アオキミタマバエと寄主植物の生活史同時性を巡る対立的共進化

論文調査委員 (主査) 教授 藤崎 憲治 教授 佐久間正幸 教授 高藤 晃雄

論 文 内 容 の 要 旨

植食性昆虫の多くにとっては、寄主植物は比較的限られた時期にしか利用できない資源であり、食害の成否は植物が利用可能な時期との時間同調に左右される。すなわち、寄主植物と植食性昆虫の間には、生活史の同調性を巡る敵対的な相互作用が存在し、敵対的な共進化が起こっていると推測される。本研究ではアオキ *Aucuba japonica* の虫こぶ形成者であるアオキミタマバエ *Asphondylia aucubae* を用いて、植食者に感受性である期間を短縮し、時間同調を困難にするような植物の適応と、それに対する植食者の対抗適応の検証を試みた。本論文の内容は以下のように要約できる。

1. アオキミタマバエが、アオキの幼果に産卵管を差し込んで幼果の中にある珠皮と、珠皮を包む硬質の内果皮の間にある隙間に卵を産み込むこと、孵化幼虫が珠皮の組織を使って幼虫室を形成することを明らかにした。珠皮は、未発達胚のうを包み込む肥大化した組織で、胚のうとともに胚珠を形成する。アオキの珠皮は幼果が成長するに従って急速に退化し、正常な実果では、種子をつつむ薄い種皮になる。このような事実から、アオキの幼果がタマバエのゴール形成に利用される危険があるのは、少なくとも珠皮が退化するまでの段階に限られることが判明した。

2. アオキは幼果を物理的に防衛することで、この危険な時期をさらに短縮していることを明らかにした。珠皮の退化開始以前には、アオキ幼果の珠皮は硬い内果皮に完全に守られており、タマバエは産卵管を差し込んで卵を産み込むことができなかった。アオキの内果皮は、タマバエの羽化時期直前から、幼果の成長とともに急速に裂開し始めた。これにともなって、タマバエは内果皮のひびわれた部位から産卵管を差し込んで、卵を産み込むことができるようになった。しかし、アオキの内果皮の防衛効果は裂開が始まっても、すぐに失われるわけではなく、破片が残るため、タマバエは1つの卵を産み込むために何度も産卵管を差し込まねばならなかった。タマバエは、アオキ幼果の内果皮が裂開し始めるのを待つように羽化を始めるが、内果皮が完全にひび割れるまで待つというわけではなかった。これは、タマバエがそれ以上遅い時期に羽化しても、幼虫室の形成材料である幼果の珠皮が退化し、ゴール形成できないためと考えられた。

3. アオキ幼果の内果皮による物理的防衛と珠皮の退化によって構成される一連のメカニズムが、アオキがタマバエの攻撃に感受性である期間を短縮していることを明らかにした。珠皮の急速な退化は、内果皮の裂開とほぼ同時に、かつ極めて急速に進行し、幼果の感受性期間を短縮しているように見えた。操作実験により、タマバエ個体群の中でも、早くあるいは遅れて羽化したタマバエは、幼果の利用に失敗しやすいことが明らかになった。これらの結果から、アオキ幼果の短い感受性期間が、タマバエによる時間同調を困難にするための適応的な防衛として機能していることが分かった。感受性期間の短縮は、植食性昆虫の同調を回避するための防衛機構としては最も基本的なものであり、植食性昆虫と植物の時間同調を巡る共進化の中でも特に重要な部分であると考察された。

4. 幼果フェノロジーが異なり、時間的なずれをもって感受性になるアオキ間における産卵状況を比較し、タマバエが、ゴール形成に好適であると予測されるアオキ幼果に好んで産卵することを明らかにした。植物の自然個体群では、植物個体間や部位間でフェノロジーの進行の早さが異なる。したがって、アオキのような短い感受性期間を持つ植物の場合、それを

利用する植食者は利用可能な資源と不可能な資源から構成されるモザイク状の環境に直面する。今回実証したタマバエの産卵選好性はこのような異質な環境に対する適応であると推測した。また、その結果、幼果の成長が最も速い株、および最も遅い株では多くの幼果がタマバエの産卵を免れていることを明らかにした。

5. 加えて、アオキがどの程度幼果フェノロジーをばらつかせることで、タマバエの同調を回避できるかについて、2つの代替戦略を特定して議論した。アオキが幼果フェノロジーをより激しくばらつかせる戦略をとるのは、タマバエが効率的に感受性の高い幼果を探索できないときであると思われた。一方、アオキが幼果フェノロジーのばらつきを縮小することで、アオキの個体群としての感受性期間は短くなり、気候の年次変動などによるタマバエとアオキ個体群のフェノロジーのずれが生じやすくなると考えられた。このような幼果フェノロジーを斉一化する戦略は、タマバエが羽化時期をアオキ個体群の感受性期間に厳密に調節出来ない時に有利であると考えられた。

論文審査の結果の要旨

多くの場合、植食性昆虫が寄主植物を利用できるのは、植物の生長の特定段階にすぎない。このような場合、食害の成否は、植物がこのような感受性段階を迎える時期と、昆虫の出現時期が一致するか否かによって決定される。したがって、植物は植食者の同調を逃れるような、植食者は植物により精密に同調するような適応を遂げると考えられる。このような両者の敵対的共進化は、寄主植物と昆虫の形質進化や個体群動態を強く規定すると考えられるが、その実証的研究はこれまでほとんどない。

本論文は、単食性虫こぶ形成者であるアオキミタマバエと寄主植物であるアオキの生活史の同調性をめぐる相互作用を調査し、それを成立させた共進化の過程を検討したものであり、評価すべき点は以下の通りである。

(1)これまで知見がほとんどなかった果実虫こぶ形成者による虫こぶ形成過程を解剖学的に明らかにし、アオキミタマバエが虫えい形成に利用する部位が果実内に存在する珠皮であることを突き止めた。また、珠皮がタマバエにとって一時的な資源であることを明らかにした。

(2)植物はトゲ、硬皮などの硬い組織による物理的防衛形質を持つことが広く認知されている。しかし、これらの形質は幼若な植物組織の成長を妨げるため、幼若な植物器官の防衛としてはほとんど認知されてこなかった。本研究は、アオキが幼若組織の成長を阻害することなく、幼若組織を物理的に防衛していることを初めて明らかにした。アオキの内果皮はタマバエの産卵管の挿入を完全に阻害するが、内果皮は、タマバエからの攻撃を受け得る時期である珠皮退化以前のみが存在し、その直後に裂開して細片となった。このような一時的防衛は、植物が成長阻害を避けつつ、物理的防衛の利点を利用することを可能とするが、その実証は他に類を見ない。

(3)内果皮の裂開と珠皮の退化が同時かつ迅速に生じ、これら二つの防衛的形質によってタマバエがアオキを利用できる時期が短縮されていることを明らかにした。また、タマバエ個体群のうち、少なくとも最も早い時期および遅い時期に羽化している集団が、アオキへの時間同調に失敗していることを明らかにした。この結果に基づき、アオキとタマバエの間に時間同調をめぐる敵対的な相互作用が存在し、タマバエの攻撃に対するアオキの短い感受性期間は、ゴール形成者による時間同調を困難にするような適応的防衛として進化した可能性を指摘した。このような植食者の時間同調を避ける植物の防衛についての研究は他に類を見ない。

(4)タマバエがゴール形成に好適アオキ幼果を選好して産卵することを明らかにした。一般に植物の個体群は植物個体間や部位間で成長の進行が異なっている。アオキのように利用可能な時期が短い寄主植物を利用する場合、植食者は利用可能な資源と不可能な資源から成るモザイク状の環境にさらされる。タマバエにみられたような植食者の選好性はこのような異質な環境に対する適応であり、植食性昆虫と寄主植物の生活史同時性に影響する要因の一つとして重要であることを指摘した。

以上のように、本論文は、アオキミタマバエとアオキの生活史同時性を解析することを通して、植食者と植物の対立的共進化の実態を明らかにしたものであり、昆虫生態学、進化生態学、応用昆虫学の分野に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17年4月18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。