

(続紙 1)

京都大学	博士 (理学)	氏名	古川 沙央里
論文題目	絶対送粉共生系において植物の種子生産に影響を及ぼす要因の解明		
<p>(論文内容の要旨)</p> <p>相利共生は、生物種間で物と物あるいは物とサービスを交換することで、互いに相手から利益を受け取る生物間相互作用である。このような関係において、共生相手への投資を減らした個体は、その分の資源を自らの繁殖にまわすことができるため、より多くの子孫を残すと考えられる。こうした個体が集団中に広まると、共生関係の利益のバランスが崩れ、関係が解消・破綻に追い込まれる可能性があることから、相利共生は潜在的に不安定であると指摘されてきた。</p> <p>理論的研究から、共生系が安定的に存続するためには、利益に見合った投資をしない個体の適応度を共生相手が低下させる仕組み（制裁）が必要であると予測され、実際にさまざまな共生系で制裁の存在が実証されている。しかし、制裁が実質的でないと考えられる共生系の存在や、制裁があっても共生者が投資をしなくなった例などが明らかになるにつれ、制裁以外のどのような要因が共生系の存続に関わっているのかを明らかにする必要性が生じてきた。</p> <p>本博士論文は、コミカンソウ科植物とハナホソガ属ガ類の絶対送粉共生系をモデルに、植物側、および昆虫側の特異な形態や生活史に着目し、それらが宿主植物の種子生産に与える影響を明らかにすることで、どのように共生系の安定性に関わっているのかを明らかにしたものである。この共生系では、それぞれの植物は種特異的なハナホソガ属のガの雌に送粉されており、作られた種子のいくつかは送粉者の雌が産んだ卵から孵化した幼虫に消費される。植物と種子食性昆虫との間のこのような送粉共生系は、宿主植物にとっての利益とコストを種子数で評価できるため、共生系の安定性の研究に適した系である。</p> <p>第2章では、オオシマコバンノキの集団中の多くの個体の子房柄を発達させており、子房柄が長い果実ほどハナホソガによる種子食害を免れる確率が高いことを示した。子房柄の長さは個体ごとに異なり、ハナホソガによる産卵の有無や地理的位置などとは無関係であることから、遺伝的に決まっていると考えられる。これらの結果から、オオシマコバンノキの子房柄は、産卵の程度に応じて強さが変わる制裁とは異なり、一律に種子食害を低減させる防御形質とみなせることを示した。</p> <p>第3章では、カンコノキおよびヒラミカンコノキの2種の植物には、共生的な種のハナホソガの他に、種子生産にほとんど寄与しない、虫こぶ形成性のハナホソガが存在することを明らかにした。これら2種のハナホソガは南西諸島の多くの地域で排他的に分布しており、虫こぶ形成性のハナホソガが分布する地域では宿主植物の種子生産が滞っている可能性がある。ハナホソガ属における虫こぶ形成性はコマユバチによる寄生に対する防御として進化した可能性があり、共生系とは直接関係のない第三者の存在が、共生系の利益のバランスに影響を与えた可能性がある。</p> <p>本研究の一連の結果は、制裁によって共生系が安定的に維持されるという従来の見方とは異なり、共生系の利益のバランスが、防御形質の進化や第三者の介在によって絶えず変化し続けていることを示しており、共生系の進化動態に関する新しい見方を提供している。</p>			

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

送粉共生や菌根共生、サンゴと褐虫藻の共生などに代表されるように、生物種間の相利共生はあらゆる生態系に普遍的に存在し、生態系の機能になくてはならない役割を果たしている。しかし、互いに利益を与え合う関係である相利共生において、相手に配分すべき資源を自らの繁殖に使う個体は常に有利であることから、このような個体の広まりがどのように防がれているのかに古くから関心が寄せられてきた。数理モデルを用いた研究から、共生系の存続には、利益に見合った投資をしない個体の適応度を共生相手が低下させる仕組み(制裁)が必要であると予測され、いくつかの共生系でその存在が実証されてきた。しかし、制裁がないと考えられる共生系も多く、制裁以外のどのような要因が共生系の存続に関わっているのかについては十分な理解が得られていない。

イチジクとイチジクコバチ、およびユッカとユッカガの絶対送粉共生は、こうした問いに答えるためのモデルとして長く研究されてきた。これらの共生系において、送粉者である昆虫は種特異的な種子食者であり、花に産みつけられた卵から孵化した幼虫が種子を食べて成熟する。いずれの系でも、より多くの卵が産みつけられた花(または花序)を植物が選択的に間引くことで、過剰な利益を得ようとする送粉者に制裁が加わる仕組みが見つかっているが、そのような仕組みをもつ植物は一部の種に限られる。本学位申請論文は、近年新たに見つかったコミカンソウ科植物とハナホソガ属ガ類の絶対送粉共生系をモデルに、植物側、および昆虫側の特異な形態や生活史に着目し、それらがどのように共生系の安定性に関わっているのかを明らかにしたものである。

本論文は4章から構成されている。共生系の安定性に関する研究を概観した第1章に続き、第2章では、オオシマコバンノキの一部の個体に見られる子房柄が、ハナホソガによる種子食害を低減させる防御形質として働いていることが示されている。オオシマコバンノキは選択的間引きを行わないと考えられることから、制裁がない状況下では防衛形質が宿主植物の種子の残存に重要である可能性が議論されている。

第3章では、カンコノキおよびヒラミカンコノキの2種の植物には、共生的な種のハナホソガとは別に、種子生産にほとんど寄与しない、虫こぶ形成性のハナホソガが存在することが示されている。南西諸島の一部の地域では虫こぶ形成性のハナホソガのみが分布することから、このような生活史をもつ送粉者が進化することで、宿主植物の種子生産が地域的に滞る可能性があることが示されている。ハナホソガ属で虫こぶ形成性がなぜ進化したのかは分からないが、コマユバチによる寄生に対する防御として進化した可能性が寄生率のデータに基づいて議論されている。

第4章では、本研究で得られた成果のまとめと今後の展望が述べられている。

本研究は、独創的な着眼と精力的な野外調査によって、コミカンソウ科植物とハナホソガ属ガ類の共生系の存続に関わると考えられる新しい要因を見出した優れた研究である。制裁によって共生系が維持されるという画一的な見方を脱し、制裁がない状況では防衛形質が重要であることや、系によっては関係が破綻する方向に進むことがある可能性を示したことは、共生系の安定性の研究に新しい視点を提供するものであり、価値が高い。よって、本論文は博士(理学)の学位論文としてふさわしいものと認める。また、令和2年2月7日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公表可能日： 年 月 日以降