

学 位 論 文 題 名

Reproductive ecology of the genus *Colocasiomyia*
(Diptera: Drosophilidae) and pollination mutualism
with Araceae plants

（タロイモショウジョウバエ属（双翅目：ショウジョウバエ科）の
繁殖生態およびサトイモ科植物との送粉共生）

学位論文内容の要旨

タロイモショウジョウバエ属（以下本属）はサトイモ科、ヤシ科、モクレン科の花から特異的に採集され、これまでに25種が記載されてきた。本属内の各種群はそれぞれ異なる植物分類群を利用することが知られ、本属のハエが宿主植物に対して適応放散してきたことを示唆している。中でも *cristata* 種群は、サトイモ科サトイモ連の花序から特異的に採集される。これらのハエは宿主植物の花序に卵を産み、その幼虫は花序・果実序を利用して成長する一方で、宿主植物の送粉者としてはたらくことが報告されている。その繁殖特性の一つとして、主に花序上部の雄花部分で産卵・幼虫の成長を行う雄花利用型の種と主に花序下部の雌花部分を利用する雌花利用型の種からなる2種が、一つの花序の上下（雄花部分と雌花部分）という微環境をすみわけることで共存する、共宿主ペアというものが知られている。このようなペアは、異なる地域、異なる宿主植物種から複数報告されてきた。

しかし近年、東南アジア一帯でかなりの数の新種が発見され、以前から知られていた繁殖特性に合致しないものが多数あることがわかってきた。そこで本研究では、*cristata* 種群に焦点を当て、その繁殖生態および宿主植物との送粉共生について調査を行うとともに、種群内の系統関係をDNA分子情報に基づいて推定することによって、宿主選択ならびに繁殖諸特性の進化について考察した。

沖縄、中国、マレーシア、インドネシアにおける調査を通じて18新種が発見され、本属の総種数は70種に増加した。本研究ではそのうちの1種を記載し、記載種は26種となった。中国雲南省 (*C. steudnerae*) およびボルネオ島 (*C. sp.1* aff. *sulawesiana* および *C. sp.2* aff. *sulawesiana*) における観察・実験から、これらのハエはともに生活史の大半を宿主植物に依存する一方で、特異的かつ最も有効な送粉者としてはたらく、宿主植物の有性繁殖に不可欠な存在であると結論づけられた。*C. steudnerae* は宿主植物の花序を占有的に利用し、雄花利用型と雌花利用型が組み合わさった繁殖特性を示した。*C. sp.1* aff. *sulawesiana*、*C. sp.2* aff. *sulawesiana* はともに雌花利用型で

ありながら宿主植物上で共存していたが、産卵場所・卵サイズ・卵巣小管数・産卵管長の比較から、*C. sp.1* aff. *sulawesiana* がより雌花利用型、*C. sp.2* aff. *sulawesiana* がより雄花利用型に多少とも分化していると考えられた。共宿主ペアを欠いた宿主植物の独占的な利用、雄花・雌花利用型が組み合わさった繁殖特性、雌花利用型種同士が共存する共宿主ペアなどは、いずれも本属で初めて確認された知見である。*cristata* 種群の訪花行動および生活史は宿主植物の開花および結実スケジュールに密接に対応しており、本属と宿主植物は送粉共生を通じて密接に共進化してきたことが強く示唆された。

分子系統解析の結果、雄花利用型種と雌花利用型種は、*cristata* 種群の基部で分化していることが示唆された。これは、「まず特定の地域で、特定の宿主植物を利用する雄花利用型種と雌花利用型種の共宿主ペアが進化し、この共宿主ペアがそれぞれの地域、宿主植物へと適応放散していった」という Okada (1980) の仮説を支持するものである。雌花利用型種の中では、さらに *C. sp.1* aff. *sulawesiana*・*C. sp.2* aff. *sulawesiana* を含むサトイモ科クワズイモ属を利用する単系統群と、主にタロイモ属を利用する単系統群が認識された。*cristata* 種群以外の本属のハエがタロイモ属を利用することなどを考慮すると、「まず *cristata* 種群の祖先種あるいは複数の種群の祖先種でタロイモ属への宿主選択が進化し、その後複数の系統でクワズイモ属への宿主選択が進化した」という仮説が最節約的であると結論づけられた。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 戸 田 正 憲

副 査 教 授 木 村 正 人

副 査 助 教 授 工 藤 岳

副 査 助 教 授 屋 富 祖 昌 子 (琉球大学農学部)

学 位 論 文 題 名

Reproductive ecology of the genus *Colocasiomyia* (Diptera: Drosophilidae) and pollination mutualism with Araceae plants

(タロイモショウジョウバエ属 (双翅目: ショウジョウバエ科) の
繁殖生態およびサトイモ科植物との送粉共生)

多くの顕花植物では、昆虫が送粉者として機能しており、昆虫と植物の送粉共生が今日の被子植物の多様化を促したとも考えられている。送粉系の起源（最初の送粉者）についてはいくつかの仮説が提出されているが、その中には「初期の被子植物では花の上で交尾・産卵・繁殖する植食性昆虫が送粉者だった」のではないかという考えがある。花の上で繁殖する昆虫に送粉される植物は、現在の顕花植物のいろいろな系統で見つかっており、それらの送粉系における種間関係、進化・共種分化過程、単なる植食者から送粉者への進化過程などを知ることは、送粉者と初期の被子植物の共生関係の成り立ちを考える上で重要である。タロイモショウジョウバエ属のハエは、原始的な被子植物であるモクレン科・ヤシ科・サトイモ科植物を訪花する。なかでも *cristata* 種群は、宿主であるサトイモ科植物の花序を利用して繁殖する一方で、宿主植物の送粉者としてはたらく。その繁殖特性として、主に雄花部分を利用する雄花利用型の種と、主に雌花部分を利用する雌花利用型の種からなる2種が、一つの花序の上下をすみわけることによって共存する共宿主ペアというものが知られている。しかし近年、相当数の新種が発見され、既知の繁殖特性に合致しない現象が多数あることがわかってきた。申請論文は、タロイモショウジョウバエの繁殖および宿主植物との送粉共生についての生態調査とともに、DNA 分子系統解析を行うことで、繁殖諸特性ならびに宿主選択の進化を明らかにし、送粉昆虫と宿主植物の共進化過程について考察することを目的とした。

本研究における採集調査によって17新種が発見され、1新種が記載された。中国およびマレーシアにおける観察・実験から、これらのハエはともに生活史の大半を宿主植物に依存する一方で、最も有効な送粉者としてはたらき、宿主植物

の有性繁殖に不可欠な存在であると結論づけられた。また、共宿主ペアを欠いた宿主植物の独占的な利用、雄花・雌花利用型が組み合わさった繁殖特性、雌花利用型種同士が共存する共宿主ペアなど、初めての知見となる繁殖特性が確認された。本種群の訪花行動と生活史は宿主植物の開花・結実スケジュールに密接に対応しており、本種群と宿主植物は送粉共生を通じて密接に共進化してきたことが強く示唆された。分子系統解析の結果からは、雄花利用型種と雌花利用型種は本種群の基部で分化したことが示唆された。雌花利用型種の中では、さらにサトイモ科クワズイモ属を利用する単系統群と、主にタロイモ属を利用する単系統群が認識された。*cristata* 種群以外の本属のハエがタロイモ属を利用することなどを考慮すると、まず *cristata* 種群の祖先種あるいは複数の種群の祖先種でタロイモ属への宿主選択が進化し、その後複数の系統でクワズイモ属への宿主選択が進化したと考えられた。

以上のように、本論文は、タロイモショウジョウバエ属の非常に特殊な生態と熱帯で大きく適応放散したサトイモ科植物との大変興味深い共進化の一端を明らかにするとともに、さらに本送粉共生系の全体像を研究する上で、その基盤となる比較生態情報を得るための基準調査法を確立した。また、過去に提出されていた形態形質に基づく系統仮説を補完する、新たな分子系統仮説を提供し、送粉昆虫と宿主植物の共進化過程の解明をさらに一步前進させた。今後、分子系統解析に用いられる遺伝子座や生態調査の対象種を増やしていく必要があるが、花の上で繁殖する昆虫による送粉共生系の共進化過程を考える上で、モデル系ともなりうべき本送粉系の共生過程に対する理解を深めた意義は大きい。

審査員一同は、これらの成果を高く評価し、また研究者として誠実かつ熱心であり、大学院課程における研鑽や取得単位なども併せ、申請者が博士（地球環境科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判断した。