サトイモ科植物とタロイモショウジョウバエ類の送粉共生系に関する研究
（生物多様性のメカニズムおよび生態系機能を明らかにする研究）

生態環境科学専攻 生物適応機構学講座
博士後期課程３年 竹中 宏平 （指導教官 戸田 正憲）

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、サトイモ科タロ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（図１）。

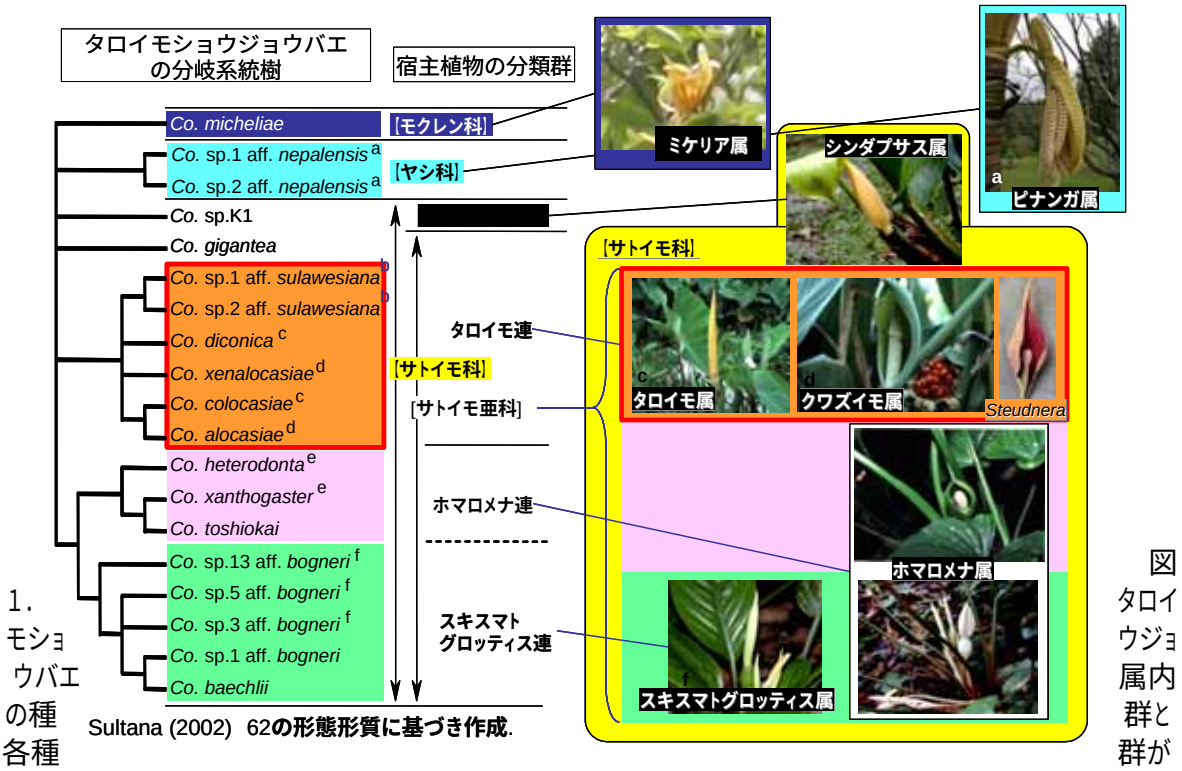

図１．タロイモショウジョウバエ属内の各種群と群が利用する宿主植物の分類群の対応.
タロイモショウジョウバエの種名を囲む色は各種群を、
種名の右肩のアルファベットは共宿主ペアを示す（Sultana 2002 を改変）。

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１７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*）、ボルネオ島（*C.* sp.1 aff. *sulawesiana* および *C.* sp.2 aff. *sulawesiana*）およびジャワ島（*C. cristata*）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。*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. cristata* は雌花利用型の繁殖特性を示したが、雄花利用型の共宿主ペアを欠いていた。*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。

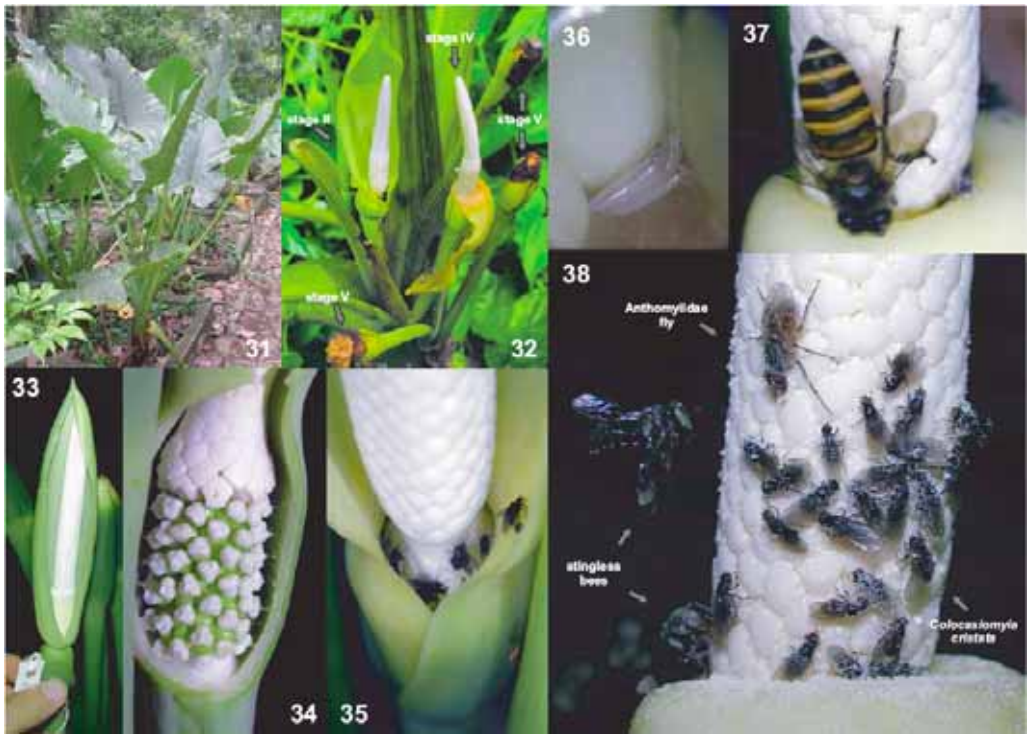

図2．インドネシアで *Alocasia alba*（クワズイモ属）を訪花する *Colocasiomyia cristata*（タロイモショウジョウバエ属）．
タロイモショウジョウバエの訪花行動は、宿主植物の開花スケジュールに密接に対応している。

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、まず本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。

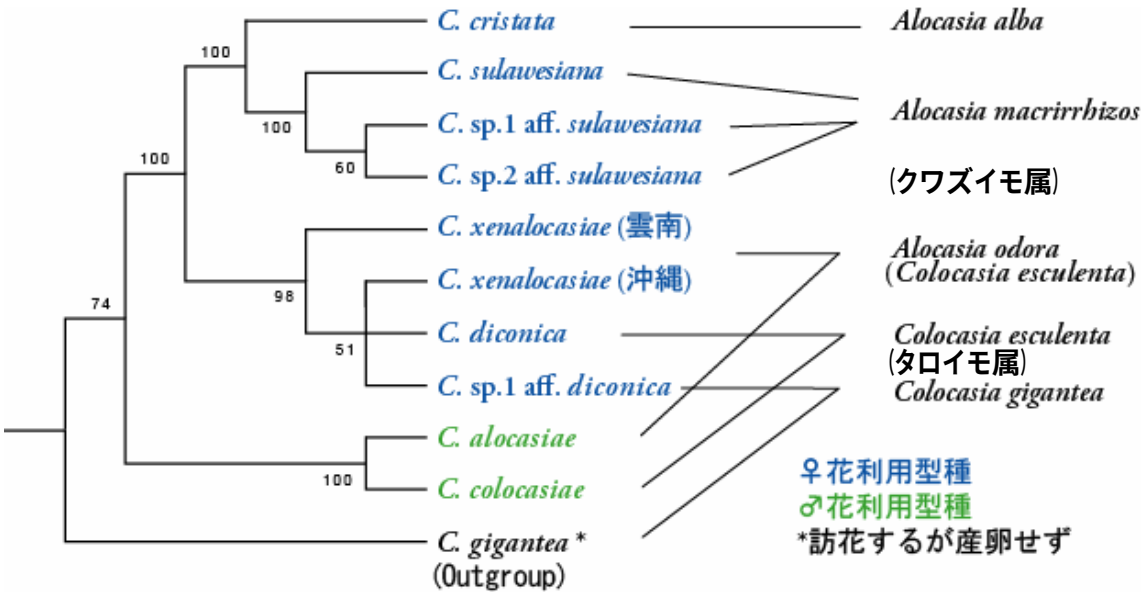

図3．タロイモショウジョウバエ属 *cristata* 種群の分子系統樹と宿主植物ならびに共宿主ペアの関係．
折れ線で繋がった種が共宿主ペアを示す．分子系統樹はミトコンドリア DNA *ND2* 遺伝子座 858 塩基対のデータを用い Minimum Evolution 法により作成した．Bootstrap 値は 10000 回のパーミューテーションによる．

本研究によって、タロイモショウジョウバエとサトイモ科植物は、送粉共生を通じて共適応的な形質（訪花行動・生活史/匂いの放出・開花スケジュール）を多様に共進化させてきたことが強く示唆された。本送粉共生系は、今日地球上に見られる生物多様性をもたらした植物と昆虫の密接な関係の共進化と適応放散を考える上で興味深い示唆を与える、モデル系となると考えられる。