

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)

背景 人間活動を持続可能なものにするためには、非常に限られた地域の原生的自然を手つかずのままに保全するだけでは不十分である。まさに人間活動の影響がさまざまに及ぶ状況下での保全技術の確立が求められている。そのためには、適当なモデル共生系でキーとなるプロセスの解明とその一般化がなされなければならない。花と花粉媒介昆虫の共生系は、そうした観点から多くの研究が行われてきた。しかし、あまりに緊密な一対一の関係や、逆に非常に分散した多対多の関係からは、一般性のあるプロセスを抽出することは難しい。本研究が着目する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は、適当な緊密性と地理的、系統的な変異性を有しており、極めて優れたモデル共生系と思われる。

目的 本研究は、サトイモ科植物と *Colocasiomyia* (ショウジョウバエ科タロイモショウジョウバエ属) が結んでいる送粉共生関係の共進化過程およびその生態的特性を明らかにすることを目的としている。

意義 上記の情報によって、生物多様性の生成過程やその維持機構についてより深い理解が得られる。また、環境の悪化や生息地の消失によって特定の宿主植物あるいは送粉昆虫が失われた場合に、それと共生関係を結んでいた対象生物の存続可能性や、保全対策を検討することなどが可能になる。

研究の成果

1) 生物地理：2003-4 年度にかけて琉球、インドネシア、マレーシア、中国で採集・調査を行い、2科12属33種(未記載種含む：推定)の宿主植物から53種(11記載種・27未記載種・15新種)の *Colocasiomyia* を採集し、その結果同属の総種数は55種から70種に増加した(図1)。最終的に同属に含まれる種数は100種弱になるとと思われる。

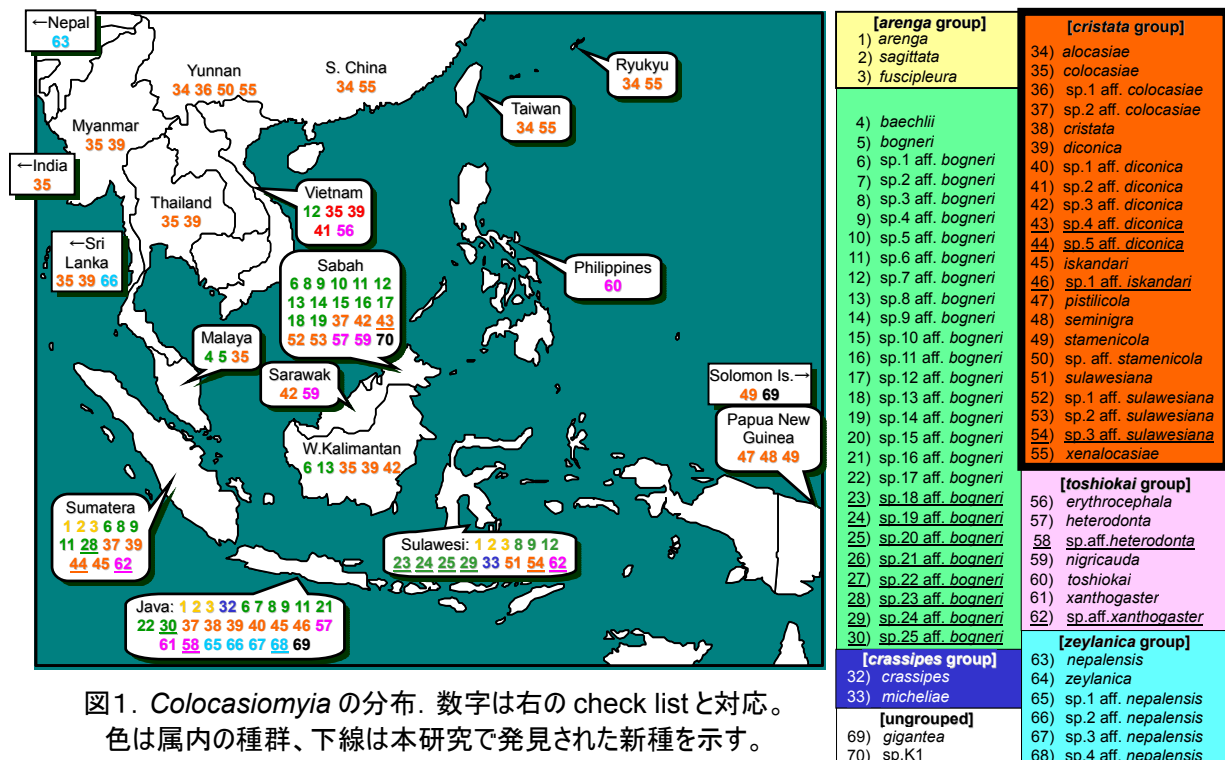


図1. *Colocasiomyia* の分布。数字は右の check list と対応。
色は属内の種群、下線は本研究で発見された新種を示す。

2) 繁殖生態： *cristata* 種群では、一つのサトイモ科植物の花を2種のタロイモシヨウジョウバエが利用し、一方が主に雄花の部位で、他方が雌花の部位で繁殖する共寄生的ペアが見られることが知られている。表1にまとめた送粉共生系における調査の結果、以下のことが観察された。

- 宿主植物である *Alocasia* は、開花初日の早朝1時間ほど熱と芳香を発生し、*Colocasiomyia* を誘引する。開花翌日の早朝約1時間のあいだには再び発熱し、花序上部の雄花部分から花粉を放出し、花期が終了する。その際仏炎苞（ぶつえんほう）の腰部が締め、花序下部の雌花部分が閉鎖する。
- *Colocasiomyia* は開花初日の早朝に雌期の花を訪れ、仏炎苞の中で交尾・産卵（おそらく採餌も）を行う。24時間後、発熱・花粉放出および仏炎苞腰部の閉鎖に伴い、花粉まみれになって花から這い出し次の雌期の花に移動することで受粉が成立する。

表1. 宿主植物と *Colocasiomyia* の生活史の対応.

地域	宿主植物	開花から果実序の	果実序からの脱出	<i>Colocasiomyia</i> species	卵から羽化までの期間	主な繁殖部位
琉球	<i>Alocasia odora</i> * (クワズイモ属)	約90日		{ <i>Co. alocasiae</i> <i>Co. xenalocasiae</i>	約2週間 約3週間	雄花部分 雌花部分
Borneo	<i>Alocasia macrorrhizos</i>	約90日	困難	{ <i>Co. sp.1</i> aff. <i>sulawesiana</i> <i>Co. sp.2</i> aff. <i>sulawesiana</i>	約90日 約90日	雌花部分 雌花部分
Java	<i>Alocasia alba</i> <i>Colocasia gigantea</i> (タロイモ属)	約45日 約3週間	容易 困難	{ <i>Co. cristata</i> <i>Co. sp.1</i> aff. <i>diconica</i> <i>Co. gigantea</i>	約3週間 約3週間 観察されず	雌花部分 雌花部分 不明
雲南	<i>Stuednera</i>	不明	容易	<i>Co. sp.1</i> aff. <i>colocasiae</i>	不明	雌花→雄花

{: 共宿主ペア

このように、受粉イベントにおいて観察される、花の発熱・芳香の発生および形態変化と、送粉昆虫の行動に密接な対応があり、さらには双方の生活史スケジュールにも対応があることから、これらの宿主植物と送粉昆虫は、密接に関連しながら送粉共生系を進化させてきたことが示唆された。

2004 年度の研究発表

日本生態学会 (2004年8月 釧路市・口頭発表)

竹中宏平・戸田正憲 サトイモ科植物とタロイモシヨウジョウバエにおける送粉共生系の進化
International Aroid Symposium (2004年11月 Kuching, Malaysia・ポスター発表)

Pollination mutualism between Araceae plants and *Colocasiomyia* flies (Diptera: Drosophilidae)

今後の研究

未記載種の記載とともに上記の繁殖生態情報について論文にまとめる。

分子系統解析: *Colocasiomyia* の多くは交尾、産卵、発育の場としてサトイモ科植物の花を利用する一方で、宿主植物の送粉者としてはたらく。その訪花特性の一つは、比較的宿主選択の幅が狭く、*Colocasiomyia* 属内の種群と宿主植物の族 (tribe) との間に特定の共生関係が見られることである (図2)。このことは、宿主植物と送粉昆虫が密接な関係を結びながら共進化してきたことを強く示唆している。今後は、各地から採集したサンプルを用いて分子系統解析を行い、種間の系統関係や宿主洗濯過程について推定を行う。

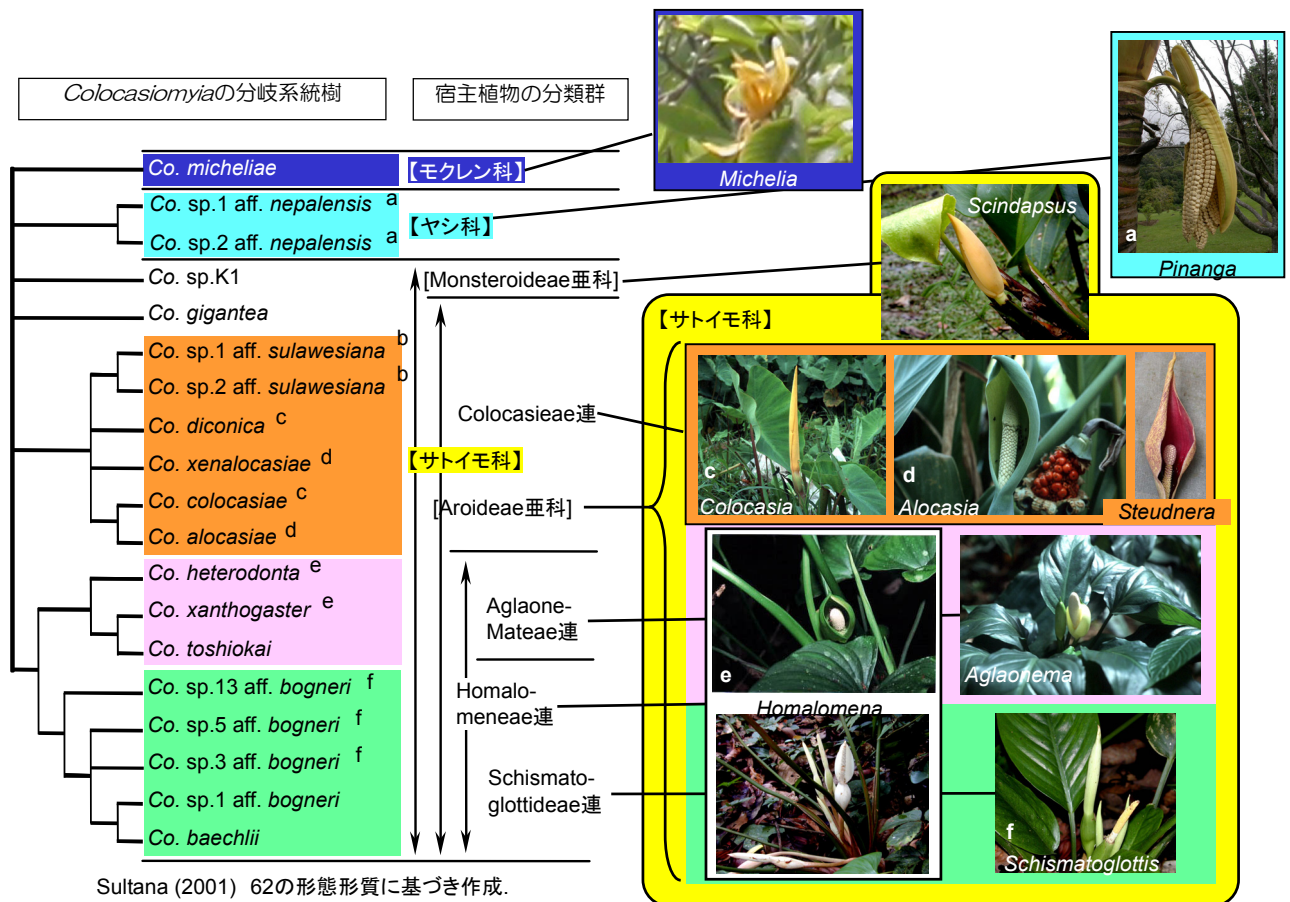


図2. *Colocasiomyia* の種群とサトイモ科植物の分類群の対応。アルファベットは共宿主種ペアを示す。

Table 1. Species components in synhospitalic *Colocasiomyia* flies for each host plant. { : Synhospitalic species. * With ecological data of reproduction of *Colocasiomyia* flies.

Host plant			Locality	<i>Colocasiomyia</i> flies		Authority			
Family	Subfamily	Tribe	species name		Species-group	species name			
Araceae	Monsteroideae		<i>Scindapsus coriaceus</i>	Borneo (Sabah: Kinabalu PHQ)	Ungrouped	sp.K1	Unpublished		
			<i>Anadendrum microstachrum</i>	W.Java (Bogor)	<i>baechlii</i>	sp.2 aff. <i>bogneri</i>	Unpublished but doubtful		
	Aroideae	Colocasieae		<i>Stuednera colocasifolia</i>	S.China (Yunnan)	<i>cristata</i>	sp.1 aff. <i>colocasiae</i>	Unpublished*	
				<i>Alocasia alba</i>	W.Java (Bogor)		<i>cristata</i>	Unpublished*	
				<i>Alocasia scabriuscula</i>	Borneo (Sabah, Kinabalu Park, Poring (600m) West Kalimantan)		sp.3 aff. <i>diconica</i>	Unpublished*	
				<i>Alocasia scabriuscula</i>	Borneo (Sabah, Kinabaru PHQ (1500m))		sp.4 aff. <i>diconica</i>	Unpublished	
				<i>Alocasia macrorrhizos</i>	S.Sulawesi		{ sp. <i>sulawesiana</i>	Okada & Yafuso, 1989*	
					Borneo (Sarawak: Kuching)		sp.3 aff. <i>diconica</i>	Unpublished	
					Borneo (Sabah: Kota Kinabalu)		{ sp.1 aff. <i>sulawesiana</i> sp.2 aff. <i>sulawesiana</i>	Toda <i>et al.</i> , in press Unpublished*	
				<i>Alocasia odora</i>	Ryukyu Is., Taiwan		{ <i>alocasiae</i> <i>xenalocasiae</i>	Okada, 1975; Honda-Yafuso, 1983* Unpublished	
				<i>Alocasia odora</i>	S.China		{ <i>alocasiae</i> <i>xenalocasiae</i>	Unpublished	
					S.China (Yunnan)		{ <i>alocasiae</i> <i>xenalocasiae</i>	Unpublished	
							sp. aff. <i>stamenicola</i>		
				<i>Colocasia gigantea</i>	E.Java (Madakaripura)		{ sp.1 aff. <i>iskandari</i> sp.1 aff. <i>diconica</i>	Unpublished	
					W.Java (Bogor)		{ sp.1 aff. <i>diconica</i> <i>gigantea</i>	Unpublished*	
				<i>Colocasia esculenta</i>	Borneo (Sabah: Kinabalu PHQ, Mahua)		Ungrouped		
				<i>Colocasia esculenta</i>	Borneo (Sabah: Keningau)		<i>cristata</i>	sp.2 aff. <i>colocasiae</i>	Toda <i>et al.</i> , in press Unpublished
					Borneo (West Kalimantan)		{ <i>diconica</i> <i>colocasiae</i>	Unpublished Toda & Okada, 1983*	
					Myanmar		{ <i>stamenicola</i> <i>pistilicola</i>	Carson & Okada, 1980*	
					Papua New Guinea		{ <i>iskandari</i> sp.1 aff. <i>iskandari</i>	Unpublished	
					E.Java (Madakaripura)		{ sp.1 aff. <i>diconica</i> sp.5 aff. <i>diconica</i>	Unpublished Unpublished	
			W.Sumatera (Sungai Lubuk Pulaku)		{ <i>diconica</i> <i>iskandari</i> <i>colocasiae</i>	Unpublished			
			W.Sumatera (Padan Sukalami/Air Batumbuk/Batan Anai)		{ <i>baechlii</i> sp.23 aff. <i>bogneri</i>				
		W.Sumatera (Lumba Harau)		{ sp.1 aff. <i>bogneri</i> sp.2 aff. <i>bogneri</i>	Unpublished Unpublished				
	Aglaonemateae		<i>Aglaonema pictum</i>	W.Java (Bogor)		<i>toshiokai</i>	Unpublished		
			<i>Aglaonema simplex</i>	W.Java (Bogor)		{ <i>xanthogaster</i> <i>heterodonta</i>	Unpublished Yafuso & Okada, 1990		
	Homalomeneae		<i>Homalomena cordata</i>	W.Java (Bogor)		{ <i>nigricauda</i> sp.8 aff. <i>bogneri</i>	Sultana <i>et al.</i> , 2002 Unpublished		
			<i>Homalomena</i> spp.	W.Java (Bogor)		<i>toshiokai</i>	Okada, 1986		
			<i>Homalomena sagittifolia</i>	Borneo (Sabah: Poring)					
			<i>Homalomena insignis</i>	Borneo (Sabah: Kinabalu PHQ)	<i>baechlii</i>				
			<i>Homalomena</i> sp.	Philippines	<i>toshiokai</i>				
			<i>Homalomena</i> sp.	Vietnam		<i>erythrocephala</i>	Sultana <i>et al.</i> , 2002		

Table 1. Species components in synhospitalic *Colocasiomyia* flies for each host plant. { : Synhospitalic species. * With ecological data of reproduction of *Colocasiomyia* flies.

Host plant		Locality		<i>Colocasiomyia</i> flies		Authority			
Family	Subfamily	Tribe	species name		Species-group	species name			
Araceae	Aroideae	Homalomeneae	<i>Homalomena alba</i>	W.Java (Salabintana, Gn.Halimun)	<i>toshiokai</i>	sp. aff. <i>heterodonta</i>	Unpublished		
			<i>Homalomena alba</i>	W.Java (Gn.Halimun)		<i>xanthogaster</i>			
			<i>Homalomena</i> sp.	W.Sumatera (Padanpanjang)	<i>baechlii</i>	<i>heterodonta</i>	Unpublished		
			<i>Homalomena</i> sp.	N.Sulawesi		sp. aff. <i>xanthogaster</i>	Unpublished*		
			<i>Homalomena lancifolia</i>	Malaya		<i>baechlii</i>	Okada, 1986		
		<i>Furtadoa sumatrensis</i>	Sumatra		<i>bogneri</i>	Mori & Okada, 2001			
		<i>Homalomena</i> sp.	W.Sumatera (Lubuk Selashi)		sp.15 aff. <i>bogneri</i>	Unpublished			
		Schismatoglottideae		<i>Schismatoglottis</i> spp.	N.Sulawesi			sp.21 aff. <i>bogneri</i>	Unpublished
								sp.22 aff. <i>bogneri</i>	
								sp.3 aff. <i>bogneri</i>	
								sp.4 aff. <i>bogneri</i>	
								sp.7 aff. <i>bogneri</i>	
								sp.18 aff. <i>bogneri</i>	
								sp.19 aff. <i>bogneri</i>	
								sp.20 aff. <i>bogneri</i>	
sp.24 aff. <i>bogneri</i>									
sp.25 aff. <i>bogneri</i>									
		<i>Schismatoglottis calyprata</i>	E.Java	W.Java (Gn.Halimun, Salabintana), W.Sumatera (Batan Anai)		sp.3 aff. <i>bogneri</i>	Unpublished		
						sp.4 aff. <i>bogneri</i>			
		<i>Schismatoglottis</i> sp.	Borneo (West Kalimantan)	W.Java (Bogor)		sp.6 aff. <i>bogneri</i>	Unpublished		
						sp.1 aff. <i>bogneri</i>			
		<i>Schismatoglottis rupestris</i>	W.Java (Gn.Halimun, Cibodas, Situgunung)			sp.2 aff. <i>bogneri</i>	Unpublished		
						sp.16 aff. <i>bogneri</i>			
		<i>Schismatoglottis calyprata</i>	Borneo (Sabah: Poring)			sp.17 aff. <i>bogneri</i>	Toda <i>et al.</i> , in press		
						sp.7 aff. <i>bogneri</i>			
		<i>Schismatoglottis wongii</i>	Borneo (Sabah: Poring)			sp.14 aff. <i>bogneri</i>	Toda <i>et al.</i> , in press		
						sp.4 aff. <i>bogneri</i>			
		<i>Schismatoglottis corneri</i>	Borneo (Sabah: Mahua)			(sp.8 aff. <i>bogneri</i>)	Toda <i>et al.</i> , in press		
						sp.3 aff. <i>bogneri</i>			
		<i>Schismatoglottis corneri</i>	Borneo (Sabah: Poring)			sp.5 aff. <i>bogneri</i>	Toda <i>et al.</i> , in press		
						sp.6 aff. <i>bogneri</i>			
		<i>Schismatoglottis</i> sp.H	Borneo (Sabah: Kinabalu PHQ)			(sp.8 aff. <i>bogneri</i>)	Toda <i>et al.</i> , in press		
						sp.11 aff. <i>bogneri</i>			
		<i>Piptospatha kinabaluensis</i>	Borneo (Sabah: Kinabalu PHQ)			sp.9 aff. <i>bogneri</i>	Toda <i>et al.</i> , in press		
						sp.10 aff. <i>bogneri</i>			
		<i>Piptospatha havilandii</i>	Borneo (Sabah: Kinabalu PHQ)			sp.12 aff. <i>bogneri</i>	Toda <i>et al.</i> , in press		
						sp.13 aff. <i>bogneri</i>			
Arecaceae			<i>Pinanga cornata</i>	W.Java (Cibodas)	<i>zeylanica</i>	sp.1 aff. <i>nepalensis</i>	Unpublished		
						sp.2 aff. <i>nepalensis</i>			
						sp.3 aff. <i>nepalensis</i>			
						sp.4 aff. <i>nepalensis</i>			