

送粉共生系におけるコアオハナムグリの生態的地位

飯嶋一浩*・田村正人*

(平成12年11月30日受付 / 平成13年1月18日受理)

要約: 送粉共生系におけるコアオハナムグリの生態的地位を明らかにするために研究を行った結果, 以下の事柄が明らかになった。1. 本種の在来訪花植物は, 24目33科67種が確認され, 露出型の花を持つものは69% (46種) であった。2. 本種は開花ピークにある訪花植物に一貫訪花を行っていた。3. ハルジオンを用いた網室内での送粉効果の実験より, 本種がポリネーターとして十分に機能していることが確認された。4. 本種の花から花への飛翔距離は長いと考えられた。5. 本種のハルジオン1頭花における花上滞在時間は6分7秒 (n=13) であり, 鱗翅目の約7倍, 膜翅目の約10倍であった。以上のことから, 主に露出型の花を持つ植物のポリネーター群の1構成種である本種の生態的地位については, 花上滞在時間が長く訪花頻度は低いが移動距離が長いと考えられるので, 自家不和合性の強い植物にとっては重要なポリネーターとして働いている可能性が示唆された。

キーワード: コガネムシ科, ハナムグリ亜科, 生態的地位, ポリネーター, 送粉共生系, 虫媒花

緒言

様々な植物の花に訪れ花粉や花蜜を摂食するコアオハナムグリ *Gametis jucunda* (FALDERMANN) の成虫は, 農業上では花を荒らす害虫とされている¹⁾。しかしながら体表には毛が多く訪花のさいに花粉が多量に付着するので (図1), 生態系の中ではポリネーターとしての役割を果たしていると思われる。コアオハナムグリが属するハナムグリ亜科 Cetoniinae の中で *Cetonia* 属がポリネーターであることは, 古くは KUGLER²⁾ によって述べられており, コアオハナムグリについては田中³⁾ が若干触れている。ところで, 現在地球上に生育する維管束植物約25万200種のうち, 24万1000種 (96.3%) が被子植物であり⁴⁾, 基本的に動物媒花を咲かせる⁵⁾。そして, 動物媒花の90%以上が虫媒花であると言われる⁶⁾。つまり現在の被子植物の繁栄は花という器官をつくりあげ, 昆虫をポリネーターとして共進化した結果であると考えられている⁷⁾⁸⁾。また化石資料から, 花の起源となる器官に最初にアプローチしたのは鞘翅目昆虫であることがわかっている⁹⁾。このように花という器官ができるきっかけを与え, 被子植物の繁栄をもたらした鞘翅目であるが, 後に出現した膜翅目昆虫にその役目を奪われたとの見方が大半である⁷⁾⁸⁾。しかし, 鞘翅目昆虫を主要なポリネーターとして特殊化した植物が現在でもいくつか見られる。たとえば日本ではラン目ラン科, タカネトンボ *Platanthera chorisiana* のポリネーターとしてモモトカミキリモドキ *Oedemeronia lucidicollis* が報告されており¹⁰⁾, 近年ではマレーシアのサラワク州にてコガネムシ科 *Onthophagus* 属の数種が, ショウガ目ロウイア科の1

種である *Orchidantha inouei* のポリネーターであることが確認された¹¹⁾。コアオハナムグリの場合, 訪花植物に対して唯一のポリネーターという関係ではなく, 多種類の訪花植物対多種類のポリネーターという関係の中での1種を占めていると思われる。鞘翅目が訪花する植物の多くは鞘翅目以外の昆虫にも訪花されるのが普通であるが, そのようなポリネーターを限定しない植物, 例えばキク科のような植物の種数が被子植物の中で多いこともまた事実である¹²⁾。1992年の国連会議, 地球サミットで「生物の多様性に関する条約」が採択され, 生物多様性の保全が盛んに叫ばれるようになった今日, その多様性を生産者として根底で支えているのは植物である。そして, その植物のほとんどが虫媒であるため, その相互関係を明らかにすることは今では急務な課題となっている。よってこのような訪花植物群対ポリネーター群という関係を解明することは, 保全生態学的にも重要な課題であると考えられる。著者らはコアオハナムグリの生態を調べる中で, 本種の季節的発生消長が訪花植物の開花消長と同調していることを明らかにした¹³⁾。今回は本種の訪花による植物側の利益の程度を把握する意味も含め, 多対多の送粉共生系における本種の生態的地位を明らかにするため, 神奈川県川崎市麻生区古沢を主な調査地とし研究を行った。

材料および方法

(1) 訪花植物

コアオハナムグリの生態的地位を明らかにするためには, まず本種の訪花植物をリストアップする必要がある。そこで文献^{1)3)13)~27)} および著者らの観察記録を基に, 訪花

* 東京農業大学短期大学部環境緑地学科

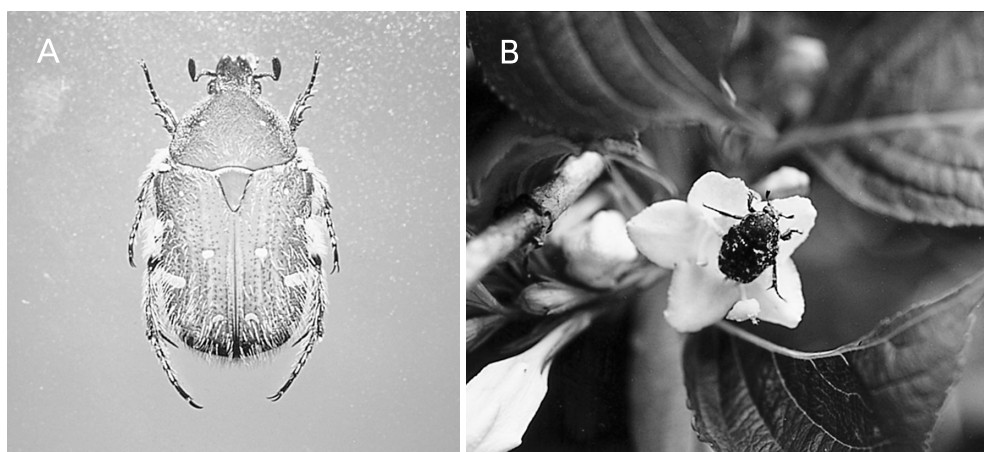


図 1 A: 体表に毛が多いコアオハナムグリ *G. jucunda*
B: ハコネウツギ *Weigela coraeensis* の花粉が体表に付着している

植物のリストアップを行った。文献は基本的に植物名が明記されているものを引用したが、写真から植物名が判定できるものについても積極的に引用した。また引用文献には学名が記されていないものがほとんどであったので、著者が適当であると思われる学名をあてた。なお著者らの観察記録には、初確認時のデータを表示した。さらに、草本・木本の表示とともに、花の蜜腺が露出しているものを露出型、花冠に隠れているものを隠蔽型として花型別に分類を行った。

(2) 一貫訪花の確認

コアオハナムグリは開花量がピークに達している一種類の花に連続して訪れる一貫訪花の傾向があるが¹³⁾、そのことを確認した報告はない。そこで次の方法により確認を行った。神奈川県川崎市麻生区古沢（以下古沢）にてセイタカアワダチソウ *Solidago altissima*、キツネノマゴ *Justicia procumbens*、ヌルデ *Rhus javanica* var. *roxburghii*、ツルボ *Scilla scilloides* の4種の訪花植物について訪花中の個体を指でつまみ捕り、27 mm³ (3×3×3 mm) にカットしたグリセリンゼリーの一平面を頭部背面に押しつけ付着花粉を採取し、その場でプレパラートを作製した。後に実体顕微鏡下で花粉の種類を特定し、種ごとに花粉粒の割合を求めた。調査は訪花植物それぞれの開花最盛期を選び、晴天の日の午後に行った。調査を午後に行うのは、午前中に訪花活動を充分に行い多量に花粉が付着した個体を供試するためである。

(3) 送粉効果

コアオハナムグリがポリネーターとしてどの程度機能しているのかを明らかにするため、次のような野外実験を行った。文献²²⁾による記録のある訪花植物2種、カントウタンポポ *Taraxacum platycarpum* とハルジオン *Erigeron philadelphicus* を用い、① 野外区、② コアオハナムグリ訪花区、③ 無訪花区の3区画において結実率を測定し比較した。供試植物としてカントウタンポポとハルジオンを選ん



図 2 網室（東京農業大学用賀実験農場）

だ理由は、野外での株数が多くポットに移植可能であったためである。なお、区画②③のカントウタンポポ、ハルジオンは1999年4月25日と26日に古沢にてそれぞれ開花前の株をポットに移植し供試した。実験は1999年4月27日から開始し、種子を採取したところで終了とした。各処理区の条件を以下に示す。

① 野外区

古沢に自生しているカントウタンポポとハルジオンが対象で、野外において様々なポリネーターの訪花を自由に受けた。

② コアオハナムグリ訪花区

カントウタンポポとハルジオン5株ずつを別々の網室(450×600×910 mm)内に置き、そこへコアオハナムグリを入れ自由に訪花させた。コアオハナムグリは1999年4月27日に古沢にてハルジオンを訪花していた越冬成虫を採集し、訪花植物1種につき5頭(雌雄混在)を供試した。網室内には腐葉土を5cmほど敷きつめ乾燥を防ぐとともに成虫の休息場所とした。網室は、東京都世田谷区にある東京農業大学用賀実験農場に設置した(図2)。

③ 無訪花区

藪に袋掛けしたカントウタンポポ、ハルジオンをそれ

表 1 コアオハナムグリの訪花植物目録

綱/目/科	種名	学名	備考	確認データ
単子葉植物綱 MONOCOTYLEDONEAE				
ユリ目 Liliiflorae				
ユリ科 Liliaceae	タマネギ	<i>Allium cepa</i> L.	HO*	—
	ネギ	<i>Allium fistulosum</i> L.	HO*	—
	ニラ	<i>Allium tuberosum</i> Rottl. ex K.Spreng.	HO*	(6):20.IX.1994東京都町田市I
	ツルボ	<i>Scilla scilloides</i> (Lindl.) Druce	HO	(3):15.IX.1996東京都町田市I
双子葉植物綱 DICOTYLEDONEAE				
ヤナギ目 Salicales				
ヤナギ科 Salicaceae	ヤマネコヤナギ	<i>Salix bakko</i> Kimura	AO	—
ブナ目 Fagales				
ブナ科 Fagaceae	クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	AO	2:3.VI.1992神奈川県横浜市I
	ツブラジイ	<i>Castanopsis cuspidata</i> (Thunb. ex Murray) Schottky	AO	—
タデ目 Polygonales				
タデ科 Polygonaceae	イタドリ	<i>Reynoutria japonica</i> Houtt.	HO	(1):11.IX.1994神奈川県横浜市I
	オオイタドリ	<i>Reynoutria sachalinensis</i> (Fr.Schm.) Nakai	HO	—
	ソバ	<i>Fagopyrum esculentum</i> Monch	HO*	(2):4.X.2000神奈川県秦野市i
アカザ目 Centrospermae				
ヒコ科 Amaranthaceae	ケイトウ	<i>Celosia cristata</i> L.	HO*	—
	ヒナタイノコズチ	<i>Achyranthes bidentata</i> Blume var. <i>tomentosa</i> (Honda) Hara	HO	(1):2.IX.1996東京都町田市I
モクレン目 Magnoliales				
モクレン科 Magnoliaceae	ホオノキ	<i>Magnolia obovata</i> Thunb.	AO	—
キンポウゲ目 Ranunculales				
キンポウゲ科 Ranunculaceae	センニンソウ	<i>Clematis terniflora</i> DC.	HO	—
	キツネノボタン	<i>Ranunculus silerifolius</i> Lev.	HO	—
	アキカラマツ	<i>Thalictrum minus</i> L. var. <i>hypoleucum</i> (Sieb. et Zucc.) Miq.	HO	1:8.IX.1999神奈川県川崎市I
オトギリソウ目 Guttiferales				
ツバキ科 Theaceae	ヤブツバキ	<i>Camellia japonica</i> L.	AO	—
	チャノキ	<i>Camellia sinensis</i> (L.) O.Kuntze	AO*	—
ケシ目 Papaverales				
ケシ科 Papaveraceae	タケニグサ	<i>Macleaya cordata</i> (Willd.) R.Br.	HO	—
アブラナ科 Cruciferae	セイヨウアブラナ	<i>Brassica napus</i> L.	HO**	(1):21.IV.1994東京都町田市S
	ハナダイコン	<i>Orychophragmus violaceus</i> (L.) O.E.Schulz	HO**	—
	ダイコン	<i>Raphanus sativus</i> L. var. <i>hortensis</i> Backer	HO*	—
バラ目 Rosales				
ベンケイソウ科 Crassulaceae	ヤナギバキリンソウ	<i>Sedum middendorffianum</i> Max.	HO*	—
ユキノシタ科 Saxifragaceae	トリアシショウマ	<i>Astilbe thunbergii</i> (Sieb. et Zucc.) Miq. var. <i>congesta</i> H.Boiss.	HO	—
	アザミイグサ 付	<i>Itea parviflora</i> Hemsl.	AO*	—
	ノリウツギ	<i>Hydrangea paniculata</i> Sieb. et Zucc.	AO	1:27.VII.1993長野県富士見町I
	ウツギ	<i>Deutzia crenata</i> Sieb. et Zucc.	AO	4:3.VI.1985神奈川県川崎市I
トベラ科 Pittosporaceae	トベラ	<i>Pittosporum tobira</i> (Thunb. ex Murray) Aiton	AO	—
バラ科 Rosaceae	シモツケソウ	<i>Filipendula multijuga</i> Maxim.	HO	—
	コゴメウツギ	<i>Stephanandra incisa</i> (Thunb.) Zabel	AO	(3):24.V.1996東京都町田市I
	コデマリ	<i>Spiraea cantoniensis</i> Lour.	AO*	—
	ウワミズザクラ	<i>Prunus grayana</i> Maxim.	AO	—
	ノイバラ	<i>Rosa multiflora</i> Thunb.	AO	(1):15.V.1994東京都町田市I
	バラ	<i>Rosa</i> L. cvs.	AO*	—
	タチバナモドキ	<i>Pyracantha angustifolia</i> (Franch.) C.K.Schneid.	AO*	—
	ヒマツクリザンザシ	<i>Pyracantha crenulata</i> (D.Don) M.J.Roem.	AO*	—
	カマツカ	<i>Ponrathiaea villosa</i> (Thunb.) Decne. var. <i>laevis</i> (Thunb.) Stapf.	AO	27:6.V.1995東京都町田市I
	ボケ	<i>Chaenomeles speciosa</i> (Sweet) Nakai	AO*	—
	リンゴ	<i>Malus domestica</i> Borkh.	AO**	—
マメ科 Leguminosae	ムラサキツメクサ	<i>Trifolium pratense</i> L.	HO*	—
	マルバハギ	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i> Miq.	HO	2:9.IX.1998山梨県四尾連I
	インゲン	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	HO*	—
フウロソウ目 Geraniales				
トウダイグサ科 Euphorbiaceae	アカメガシワ	<i>Mallotus japonicus</i> (Thunb. ex Murray) Muell.	AO	—
ミカン目 Rutales				
ミカン科 Rutaceae	カラスザンショウ	<i>Zanthoxylum ailanthoides</i> Sieb. et Zucc.	AO	—
	イヌザンショウ	<i>Zanthoxylum schinifolium</i> Sieb. et Zucc.	AO	—
	ブンタン	<i>Citrus grandis</i> (L.) Osbeck	AO*	—
	ハッサク	<i>Citrus hassaku</i> Hort. ex Tanaka	AO*	—
	ブッシュカン	<i>Citrus medica</i> L. var. <i>sarcodactylis</i> (Hoola Van Nooten) Swingle	AO*	—
	ナツミカン	<i>Citrus natsudaikai</i> Hayata	AO*	—
	タチバナ	<i>Citrus tachibana</i> (Makino) Tanaka	AO	—
	ウンシュウミカン	<i>Citrus unshiu</i> Marc.	AO*	(1):13.V.1999神奈川県川崎市I
ムクロジ目 Sapindales				
ウルシ科 Anacardiaceae	ヌルデ	<i>Rhus javanica</i> L. var. <i>roxburghii</i> (DC.) Rehder et Wils.	AO	(9):21.IX.1994東京都町田市I
クロウメモドキ目 Rhamnales				
クロウメモドキ科 Rhamnaceae	クマヤナギ	<i>Berberchia racemosa</i> Sieb. et Zucc.	AO	—
ブドウ科 Vitaceae	ノブドウ	<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> (Maxim.) Trautv. var. <i>heterophylla</i> (Thunb.) Hara	HO	(1):20.VIII.1998神奈川県川崎市I
	ヤブガラシ	<i>Cayratia japonica</i> (Thunb.) Gagn.	HO	(28):27.VIII.1994東京都町田市I

綱/目/科	種名	学名	備考	確認データ
アオイ目 Malvales				
アオイ科 Malvaceae	ムクゲ	<i>Hibiscus syriacus</i> L.	A○*	—
アオギリ科 Sterculiaceae	アオギリ	<i>Firmiana simplex</i> (L.) W.F.Wight	A○	—
フトモモ目 Myrtiliflorae				
ミソハギ科 Lythraceae	ミソハギ	<i>Lythrum anceps</i> (Koehne) Makino	H●	—
セリ目 Umbelliflorae				
ミズキ科 Cornaceae	ミズキ	<i>Swida controversa</i> (Hemsl.) Sojak	A○	(2):21.V.1996東京都町田市I
	クマノミズキ	<i>Swida macrophylla</i> (Wall.) Sojak	A○	—
ウコギ科 Araliaceae	ウド	<i>Aralia cordata</i> Thunb.	H○	(5):6.X.1996東京都町田市I
	タラノキ	<i>Aralia elata</i> (Miq.) Seemann	A○	—
セリ科 Umbelliferae	シシウド	<i>Angelica pubescens</i> MAXIM.	H○	—
	ボタンボウフウ	<i>Peucedanum japonicum</i> Thunb.	H○	(8):12.IX.1995神奈川県三浦市I
	ハナウド	<i>Heracleum nipponicum</i> Kitag.	H○	(79):14.V.1994東京都町田市IS
	ニンジン	<i>Daucus carota</i> L. var. <i>sativus</i> Hoffm.	H○*	1:3.VIII.1998山梨県双葉町I
	ウイキョウ	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	H○*	—
ツツジ目 Ericales				
リョウブ科 Clethraceae	リョウブ	<i>Clethra barvinervis</i> Sieb. et Zucc.	A○	(6):24.VII.2000神奈川県秦野市I
ツツジ科 Ericaceae	ホツツジ	<i>Elliottia paniculata</i> (Sieb. et Zucc.) Benth. et Hook.	A○	—
	サツキ	<i>Rhododendron indicum</i> (L.) Sweet	A●	—
	アケボノ	<i>Rhododendron oomurasaki</i> Makino cv. <i>akebono</i>	A●*	—
	シロタエ	<i>Rhododendron oomurasaki</i> Makino cv. <i>sirotae</i>	A●*	5:22.V.1999長野県南箕輪村I
カキノキ目 Ebenales				
ハイノキ科 Symplocaceae	サワフタギ	<i>Symplocos chinensis</i> (Lour.) Druce var. <i>leucocarpa</i> (Nakai) Ohwi f. <i>pilosa</i> (Nakai) Ohwi	A○	—
モクセイ目 Oleales				
モクセイ科 Oleaceae	ムラサキハシドイ	<i>Syringa vulgaris</i> L.	A●*	—
	ネズミモチ	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	A●	—
	イボタノキ	<i>Ligustrum obtusifolium</i> Sieb. et Zucc.	A●	(3):2.VI.1996東京都町田市I
	オオバイボタ	<i>Ligustrum ovalifolium</i> Hassk.	A●	2:10.VI.1999神奈川県横須賀市I
リンドウ目 Gentianales				
ガガイモ科 Asclepiadaceae	ガガイモ	<i>Metaplexis japonica</i> (Thunb.) Makino	H○	(3):27.VIII.1994東京都町田市I
シソ目 Tubiflorae				
クマツヅラ科 Verbenaceae	ニンジンボク	<i>Vitex cannabifolia</i> Sieb. et Zucc.	A●*	—
シソ科 Labiatae	ヤマハッカ	<i>Rabdosia inflexa</i> (Thunb.) Hara	H●	—
	カクトラノオ	<i>Physostegia virginiana</i> (L.) Benth.	H●*	—
フジツギ科 Buddlejaceae	ブuddleア	<i>Buddleja</i> L. spp.	A●*	—
キツネノマゴ科 Acanthaceae	キツネノマゴ	<i>Justicia procumbens</i> L.	H●	(1):28.VIII.1994東京都町田市I
ゴマ科 Pedaliaceae	ゴマ	<i>Sesamum indicum</i> L.	H●*	—
マツムシソウ目 Dipsacales				
スイカズラ科 Caprifoliaceae	ガマズミ	<i>Viburnum dilatatum</i> Thunb. ex Murray	A○	(1):17.V.1999神奈川県川崎市I
	コバノガマズミ	<i>Viburnum erosum</i> Thunb. ex Murray var. <i>punctatum</i> Franch. et Savat.	A○	—
	サンゴジュ	<i>Viburnum odoratissimum</i> Ker-Gawler var. <i>awabuki</i> (K. Koch) Zabel	A○	—
	ヤブデマリ	<i>Viburnum plicatum</i> Thunb. var. <i>tomentosum</i> (Thunb. ex Murray) Miq.	A○	—
	ハコネウツギ	<i>Weigela coraeensis</i> Thunb.	A●	(9):23.V.1994東京都町田市IS
	タニウツギ	<i>Weigela hortensis</i> (Sieb. et Zucc.) K.Koch	A●	—
オミナエシ科 Valerianaceae	オトコエシ	<i>Patrinia villosa</i> (Thunb.) Juss.	H○	1:27.IX.2000神奈川県秦野市I
キキョウ目 Campanulales				
キク科 Compositae	アレチノギク	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq.	H●**	—
	ユウガギク	<i>Kalimeris pinnatifida</i> (Maxim) Kitam.	H●	(3):15.IX.1996東京都町田市I
	アズマギク	<i>Erigeron thunbergii</i> A.Gray	H●	—
	ハルジオン	<i>Erigeron philadelphicus</i> L.	H●**	1:17.V.1992神奈川県横浜市I
	ノコンギク	<i>Aster ageratoides</i> Turcz. ssp. <i>ovatus</i> (Franch. et Savat.) Kitam.	H●	—
	ゴマナ	<i>Aster glehni</i> Fr.Schm. var. <i>hondoensis</i> Kitam.	H●	—
	シラヤマギク	<i>Aster scaber</i> Thunb.	H●	—
	ヒメジョオン	<i>Stenactis annuus</i> (L.) Cass.	H●**	5:23.IX.1984神奈川県川崎市I
	セイタカアワダチソウ	<i>Solidago altissima</i> L.	H●**	(14):19.X.1996東京都町田市I
	ヒヨドリバナ	<i>Eupatorium chinense</i> L.	H●	1:17.IX.1997神奈川県小田原市I
	フジバカマ	<i>Eupatorium fortunei</i> Turcz.	H●	—
	ノアザミ	<i>Cirsium japonicum</i> DC.	H●	(1):25.V.1997東京都町田市I
	オケラ	<i>Atractylodes japonica</i> Koidz. ex Kitam.	H●	—
	セイヨウタンポポ	<i>Taraxacum officinale</i> Weber	H●**	—
	カントウタンポポ	<i>Taraxacum platycarpum</i> Dahlst.	H●	—
	マーガレット	<i>Chrysanthemum frutescens</i> L.	H●*	1:16.V.1997東京都八王子市I
	フランスギク	<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> L.	H●*	—
	ジャスターデージー	<i>Chrysanthemum</i> × <i>burbankii</i> Makino	H●*	—
	コスモス	<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	H●*	3:4.X.2000神奈川県秦野市I
	ダリア	<i>Dahlia</i> Cav. cvs.	H●*	—
	ヒマワリ	<i>Helianthus annuus</i> L.	H●*	—
	ルリギク	<i>Stokesia laevis</i> (J.Hill) Greene	H●*	—
	マリーゴールド	<i>Tagetes patula</i> L.	H●*	—

合計24目39科約114種

H: 草本, A: 木本, ○: 露出型, ●: 隠蔽型, *: 栽培種, **: 帰化種。

なお, 観察データは次のように表記した[採集個体数(目視個体数): 採集日, 採集地, 採集者]。

採集者はI: 飯嶋一浩, i: 井上暁生, S: 鈴木孝弘。

表 2 コアオハナムグリ体表付着花粉の種類と割合

No.	調査日	訪花植物	付着花粉の種類と割合 (%)
1	12.IX.1999	キツネノマゴ	キツネノマゴ 100
2	13.IX.1999	ツルボ	ツルボ 100
3	13.IX.1999	ヌルデ	ヌルデ 100
4	13.IX.1999	ヌルデ	ヌルデ 100
5	13.IX.1999	ヌルデ	ヌルデ 100
6	13.IX.1999	ヌルデ	ヌルデ 100
7	13.IX.1999	ヌルデ	ヌルデ 100
8	13.IX.1999	ヌルデ	ヌルデ 100
9	13.IX.1999	ヌルデ	ヌルデ 100
10	13.IX.1999	ヌルデ	ヌルデ 100
11	6.X.1999	セイトカアワダチソウ	セイトカアワダチソウ 100
12	6.X.1999	セイトカアワダチソウ	セイトカアワダチソウ 100
13	6.X.1999	セイトカアワダチソウ	セイトカアワダチソウ 97.1 キツネノマゴ 2.91
14	10.X.1999	セイトカアワダチソウ	セイトカアワダチソウ 100

それぞれ5株ずつ、同じく東京農業大学用賀実験圃場に設置した。袋は果樹用のものを使用した。

(4) 送粉能力

コアオハナムグリの送粉能力を明らかにするため、(a)花から花への移動の軌跡、(b)花上滞在時間(c)花から花への移動時間の3項目について他のポリネーターとともに調査し、その結果を比較した。調査地はいずれも古沢で、調査地内にあるミカン畑にて行った。このミカン畑には春季にコアオハナムグリの訪花植物であるハルジオンが一面に咲く。このハルジオンを訪花するポリネーターを調査対象とした。また、ミカン畑で栽培されているウンシュウミカン *Citrus unshiu* は、各株の樹高が120 cmほどなのでポリネーターの飛翔の障害として考慮する必要はなかった。記録をとったポリネーターは目視あるいは採集により、後に同定を行った。調査は1998年と1999年の4月下旬から5月中旬にかけて行った。各項目の調査方法を以下に示す。なおハルジオンはキク科植物であり、筒状花と舌状花が集まって1つの集合花である頭花を形成するが、以下とくに断りがない限り「花」と言った場合は頭花を指すこととする。

(a) 花から花への移動の軌跡

ポリネーターがハルジオンを訪花した地点を起点とし、花から花へ(株から株へ)の移動の軌跡と訪花地点を個体ごとに記録した。記録する範囲は起点を中心に10×10 m (100m²)の方形区画内に限定し、区画から出た時点で終了とした。ポリネーターが訪花した地点を起点とするため、方形区画の位置はそのつど変わった。区画の一边の方向性はそのつど任意に決めたが、風向、方位は記録した。なお調査を行ったミカン畑では、ハルジオンが優占種として高密度に生育しており、一様分布しているものとみなした。

(b) 花上滞在時間

ハルジオンに訪花したポリネーターの1頭花あたりの花上滞在時間を個体ごとに秒単位で記録した。

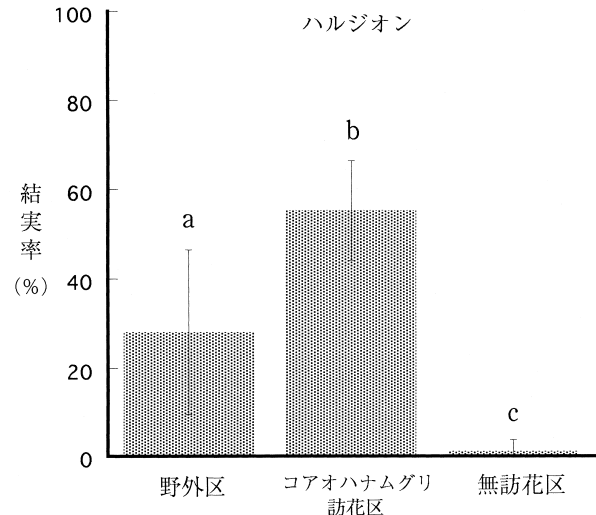


図 3 コアオハナムグリ訪花植物の結実率の比較

アルファベットの違いは処理区間で有意差が認められたことを表す。

$p < 0.05$; multiple comparison Tukey's HSD test

(c) 花から花への移動時間

ハルジオンに訪花したポリネーターの花から花への移動時間について個体ごとに秒単位で記録した。この移動時間は、花を離れてから別の花に移るまでの時間とし、花上滞在時間は含まない。

結果および考察

(1) 訪花植物

ポリネーターの種ごとに訪花植物をまとめた報告は少ないが、ミツバチ類(ニホンミツバチ *Apis cerana japonica*, セイヨウミツバチ *A. mellifera*)では300種ほどが記録されている²⁸⁾。今回の調査でコアオハナムグリの訪花植物は24目39科約114種が確認された(表1)。このうち在来の野生種は24目33科67種であった。送粉共生系を考えるためには、在来種について議論せねばならないので、以下とくに断りがない限り在来種について述べる。訪花植物は草本32種、木本35種であった。これらの訪花植物にはコアオハナムグリが好んで訪花するもの以外に、稀にしか訪花しないものが含まれている。そのような植物にとって本種は重要なポリネーターではないが、今回は訪花個体数を調べていないのでこれ以上述べない。花型を分類すると露出型が69%(46種)、隠蔽型が31%(21種)であった。隠蔽型の花からは花粉のみを摂食するが¹³⁾、やはり口器が短い本種は露出型の花に適應していると考えられる。ところで、本種はこれだけの種類の植物に訪れるが、1個体が1年で利用する種数は20種ほどである¹³⁾。コアオハナムグリは北海道から九州、屋久島まで、国外ではシベリア東部から中国、朝鮮半島と広域に分布している²⁹⁾が、生息地ごとに種類をかえながら小グループの訪花植物を利用していると考えられる。このリストは、著者らが現時点で把握しているものにすぎず、これを基に考察するのは早計かもしれない。本種の訪花植物にはまだまだ多くの種類があると

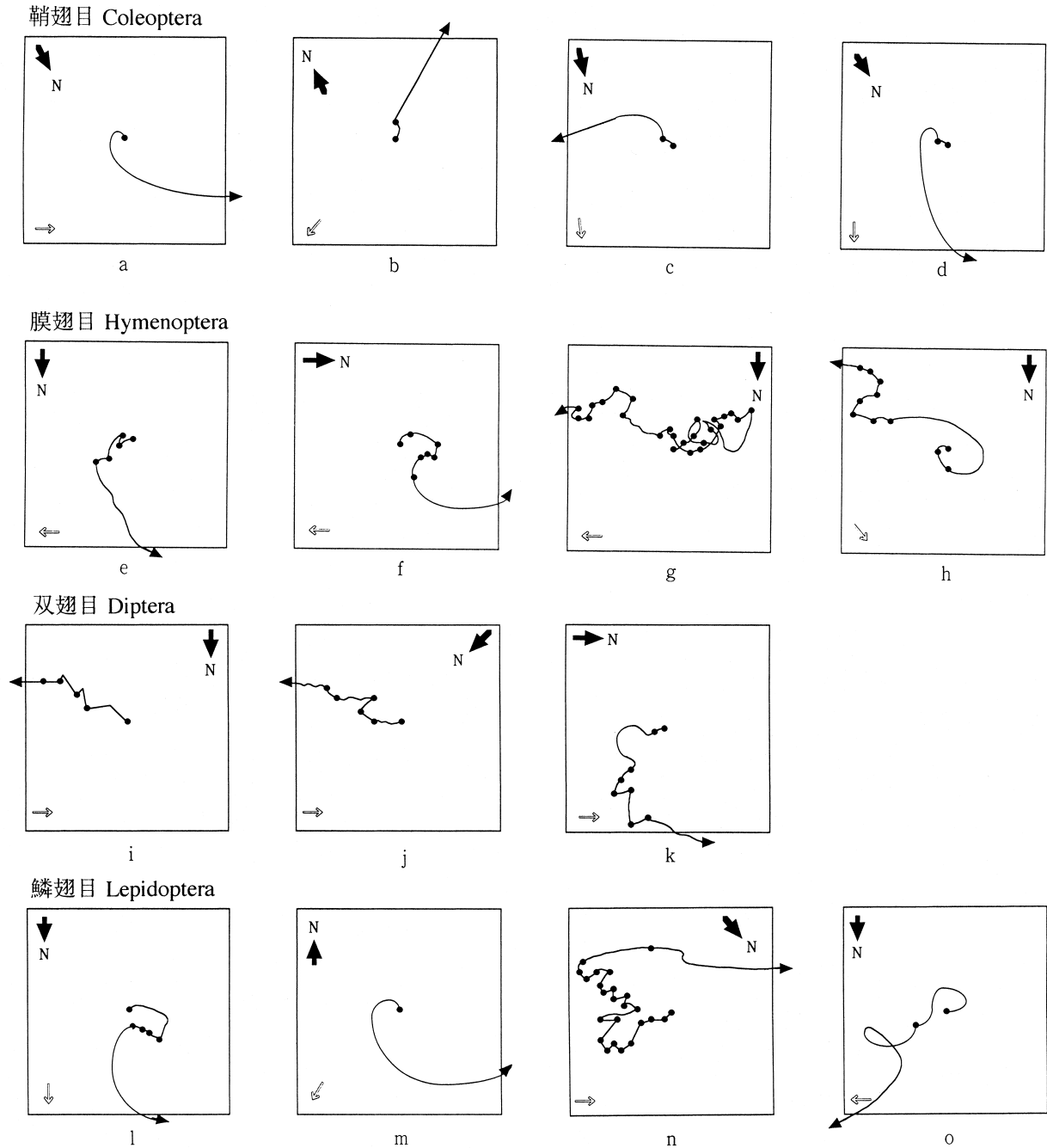


図 4 ポリネーターの軌跡

a-d: コアオハナムグリ *G. jucunda*, e: ミツバチ上科の一種 *Apoidea* sp., f: ヒメハナバチ科の一種 *Ichneumonidae* sp., g: セイヨウミツバチ *Apis mellifera*, h: キンケハラナガツチバチ *Megacampsomeris prismatica*, i: ホソヒラタアブ *Episyrrhus balteatus*, j: ハナアブ *Eristalis tenax*, k: スイセンハナアブ *Merodon equestris*, l: モンシロチョウ *Pieris rapae crucivora*, m: コミスジ *Neptis sappho intermedia*, n: アオスジアゲハ *Graphium sarpedon nipponum*, o: ダイミョウセセリ *Daimio tethys*. ●: 訪花地点, →: 飛翔の軌跡, →N: 方位, ⇒: 風向. なお, 方形区の一辺は 10 m。

思われるので, 今後さらに調査を重ねる必要がある。

(2) 一貫訪花の確認

コアオハナムグリの体表付着花粉を調査した結果を表 2 に示した。花粉を採取した 14 頭は 1 例を除いて, すべての個体が採集時に訪花していた植物の花粉のみが確認された。1 例についても, 他の植物の花粉粒は全体のわずか 2.91% が含まれるのみであった。このことからコアオハナ

ムグリは開花ピークにある訪花植物に対して一貫訪花を行うことが確認された。この習性は, 訪花植物にとって花粉を効率良く同種他個体に運ぶための重要な要素であると考えられる。

(3) 送粉効果

実験期間中に供試植物への訪花が確認できたのはハルジオンのみであった。ハルジオンの結実率は, 野外区が 28.01

表 3 花上滞在時間および花から花への移動時間

	花上滞在時間	移動時間
直翅目 Orthoptera	1 時間以上 (n=5)	-
半翅目 Hemiptera	4 分 3 秒 (n=5)	-
鞘翅目 Coleoptera*	2 分 39 秒 (n=75)	-
コアオハナムグリ <i>G.jucunda</i>	6 分 7 秒 (n=13)	-
膜翅目 Hymenoptera	37 秒 (n=138)	2 秒 (n=35)
双翅目 Diptera	43 秒 (n=101)	6 秒 (n=18)
鱗翅目 Lepidoptera	50 秒 (n=109)	2 秒 (n=4)

* 鞘翅目はコアオハナムグリを除いた値

±18.49% (n=10), コアオハナムグリ訪花区が 55.25±11.13% (n=10), 無訪花区が 1.13±2.52% (n=5) となった(図3)。これら3つの区画の結実率には、それぞれに有意差が認められた ($p < 0.05$; multi-ple comparison Tukey's HSD test)。この結果から、本種の訪花行動に送粉効果があることが確認された。野外区よりコアオハナムグリ訪花区の結実率のほうが高くなったが、これは閉鎖空間内で訪花させたためと考えられる。しかし一貫訪花をすでに確認しているので、結果として問題はないと考えられる。香取³⁰⁾によるモンシロチョウ *Pieris rapae crucivora* を用いた同様の実験においても、ハルジオンでは野外区よりモンシロチョウ訪花区の結実率が高いことが報告されている。モンシロチョウの場合は学習能力があり一貫訪花をするので、野外での状態とさほどかわらないだろうと考察されている。コアオハナムグリの一貫訪花性も学習によるものなのかは今後の課題である。カントウタンポポについては、袋掛けした全ての株が強風にあおられ花柄が枯死してしまったために結果が得られなかった。

(4) 送粉能力

調査日の平均気温は 24°C。風力はおよそ 3 であった。

(a) 花から花への移動の軌跡

調査結果を鞘翅目、膜翅目、双翅目、鱗翅目の4つの目でまとめ図4に示した。各目について見ると、鞘翅目はコアオハナムグリのみデータであるが、本種が移動するときは一気に遠方へ飛翔することがわかった。次に膜翅目では近くにあるいくつかの花を訪れてから、少し離れた花へと移動するヒメハナバチ科 Ichneumonidae の一種のようなものから、セイヨウミツバチのように周りにある花を徹底的に訪れながら移動してゆくまでの段階的に見られた。双翅目では今回ハナアブ科 Syrphidae のみの調査結果であるが、いずれも一気に遠くの花へ飛翔することはなく、進行方向にある花を一つずつあるいは少し飛ばしながら移動してゆくことがわかった。鱗翅目では他のグループに見られる移動パターンのすべてが見られた。モンシロチョウでは近くの花をいくつか訪れたのちに少し離れた花に移動する、ヒメハナバチ科の一種に似ていた。コミスジ *Neptis sappho intermedia* やダイミョウセセリ *Daimio tethys* の移動は、コアオハナムグリに似ているがその軌跡はより曲線を描いており、区画を出てからも直線的に遠方

へ移動することはなく、再びもとの場所に戻ってくるという飛翔パターンを示した。他の個体を追うこともあり、この飛翔パターンは占有行動によるものと考えられた。アオスジアゲハ *Graphium sarpedon nipponum* の移動はセイヨウミツバチに近いが、その軌跡はより単純であった。またこれらの図から 100 m² 当たりの訪花数を見ると、セイヨウミツバチ 25 個、アオスジアゲハ 24 個と多いのに対し、コアオハナムグリは 1~2 個と非常に少なかった。各目とも移動方向と風向との間に、特別な関係は見られなかった。

これらの結果を見ると、コアオハナムグリにくらべてセイヨウミツバチやアオスジアゲハのほうが一定面積内の訪花数が多く、それだけ送粉に貢献しているように思われる。WASER はキンボウゲ科 Ranunculaceae の *Delphinium nelsonii* に訪花するポリネーター(マルハナバチとハチドリ)の訪花行動を調査したところ、花から花への移動は 30 cm ほどの範囲に集中していることを報告し³¹⁾、また YAHARA らはオオムカシハナバチ *Colletes perforator* のツワブキ *Farfugium japonicum* とカンツワブキ *F. hiberniflorum* への訪花行動を観察した結果、主に 1 m 以内にある花を連続して訪花する習性があることを報告している³²⁾。このように、ポリネーターが近い花を連続して訪花するという行動は一般的であり、できるだけ少ないエネルギーを使って多くの餌を得るという採餌行動の基本原則であると考えられている³³⁾。しかしこの一般的な行動は一方で自家不和合性が強い植物にとってはデメリットであると考えられる。自家不和合性が強い植物にとっては、できるだけ遠いところから遺伝的に異なった別個体の花粉が運ばれてくることが望ましい。そのような点では、コアオハナムグリのように一気に遠方へ移動するポリネーターは重要である。たとえばアサザ *Nymphoides peltata* では広い水面を1つのクローンが覆うので、訪花頻度は低くても移動距離の大きい鱗翅目が重要なポリネーターであると考えられている³⁴⁾。コアオハナムグリはまさに、そのような役割を持ったポリネーターであると考えられる。そして軌跡の図を見ると、その直線的な飛翔から鱗翅目よりはるかに遠方への送粉が期待される。コアオハナムグリは移動距離は明らかになっていないが、社会性を持ったニホンミツバチはコロニーを中心に活動範囲が半径 2.2 km と限られるのに対し³⁵⁾、独立生活者であるコアオハナムグリは行動範囲

に制限はないので、かなり遠くまでの送粉が可能である。同じ独立生活者であるハナアブ科などは軌跡の調査結果から、花から花への移動距離は2 m以内で、やはり近くの花を連続して訪花していた。ところで調査を行ったそれぞれの昆虫の翅の形態を考えると、コアオハナムグリは前翅(上翅)が硬化しているため、他の目に比べ翅の動きに若干の制限があると考えられる。とくにコガネムシ科の昆虫は一般に、上翅を完全に開いてからでないで後翅を羽ばたかせることができず、飛び方もじつに不器用である。しかしハナムグリ亜科の多くの種は上翅側縁の基部付近に顕著な湾入部があり、上翅を開くことなく後翅を羽ばたかせることが可能で、すばやく飛翔に移り高速で移動することができる。このようにコアオハナムグリは飛翔そのものの能力は高いが、ホバリングなどができず小回りがきかないため、膜翅目や双翅目のように近くの花を次々に訪花することは不可能だと思われる。しかし、それだけでは移動のさいにかなり遠方へ飛翔することを完全には説明できない。今後は花から花への移動距離やエネルギーコストをかけてまで遠方へ飛翔する理由について明らかにするとともに、訪花植物個々の不適合性についても調査する必要があると考えられる。

(b) 花上滞在時間

結果を表3に示した。コアオハナムグリの花上滞在時間は6分7秒(n=13)で、直翅目の1時間以上について長く、鱗翅目50秒(n=109)の約7倍、膜翅目37秒(n=138)の約10倍であることが明らかになった。(4)(a)の結果から自家不適合性の強い植物のポリネーターとして重要な本種は、一方で花上滞在時間が非常に長く送粉効率が悪いと言える。しかしハナバチのように幼虫の餌として意識的に花粉を集めることをしない本種は、花上を動き回ることによって花粉が付着するので、花上滞在時間が長くなることで付着花粉粒数が増加し授粉率をあげている可能性も考えられる。

(c) 花から花への移動時間

結果を同じく表3に示した。花から花への移動時間は、膜翅目、鱗翅目がともに2秒、双翅目が6秒といずれの目も移動時間は短かった。つまり、一定時間内の訪花数が多いと言える。これは一見多くの花に次々と訪れ、効率よく送粉を行っているように思われる。しかし短時間に多くの花を訪れるということは、近くの花を連続して訪花していることにほかならない。このような訪花行動が自家不適合性の強い植物にとってデメリットであることは(4)(a)で述べたとおりである。なお、直翅目、半翅目、コアオハナムグリを含めた鞘翅目についてはデータがとれなかった。それは次のような理由による。直翅目はすべて幼虫であり花の上で花粉や花弁を摂食し、1つの花上からほとんど動かない。よって移動時間を測定することができなかった。半翅目は花から飛び立っても葉に止まり、そこで静止してしまうことが多く、移動時間を測定できなかった。コアオハナムグリ以外の鞘翅目は体が小さいため飛翔後見失うことが多く移動時間を測定できなかった。コアオハナムグリは軌跡の結果からもわかるように、遙か彼方に飛翔して見失っ

たため移動時間を測定できなかった。

(5) 総括

今回の研究からコアオハナムグリの在来訪花植物は67種が確認され、そのうち69%が露出型の花をもつものであった。また網室実験により送粉効果が認められ、ポリネーターであることが確認された。このように露出型の花を持つ植物のポリネーター群の1構成種である本種は、体表付着花粉の調査から一貫訪花性というポリネーターとして重要な性質を持っていることが明らかになった。送粉共生系における本種の生態的地位については、花上滞在時間が長く訪花頻度は低いが、移動の際には一気に遠方へ飛ぶ去るので、自家不適合性の強い植物にとって重要なポリネーターとなっている可能性が示唆された。今後は本研究で不明だった点を明らかにしていくとともに、各訪花植物のポリネーター群の中での具体的な位置付けを明確にしたいと考えている。

謝辞：本研究を行うにあたり多大なる御教授を賜った、東京農業大学農学部の後閑暢夫名誉教授に対し深く感謝の意を表す。また本論文をまとめるにあたり貴重なご助言を賜った、東京農業大学短期大学部の竹内将俊講師にも心より御礼申し上げる。さらに本種の訪花記録を寄せて頂いた鈴木孝弘、井上暁生、両氏に御礼申し上げます。

文 献

- 1) 日本応用動物昆虫学会編, 1987. 農林害虫名鑑, 日本植物防疫協会, 東京, p. 172, 217.
- 2) KUGLER, H., 1955. *Einführung in die Blütenökologie*. 1st. ed. Fischer, Stuttgart.
- 3) 田中忠次, 1951. コアオハナムグリと花, 採集と飼育, 13(10): 320-322.
- 4) MABBERLEY, D.J., 1987. *The plant-book: A portable dictionary of the higher plants*. Cambridge University Press, Cambridge.
- 5) 湯本貴和, 1999. 熱帯雨林, 岩波新書, p. 38.
- 6) 井上民二, 1998. 生命の宝庫・熱帯雨林, 日本放送出版協会, 東京, 213 pp.
- 7) 井上民二, 加藤 真編, 1993. シリーズ地球共生系4花に引き寄せられる動物, 花と送粉者の共進化, 平凡社, 東京, 286 pp.
- 8) BARTH, F.G., 1985. *Insects and Flowers: The Biology of a Partnership*. Princeton University Press, New Jersey.
- 9) CREPET, W.L., and E.M. FRIIS, 1987. The evolution of insect pollination in angiosperms. In (FRIIS, E.M., W.G. CHALONER and P.R. CRANE, eds.) *The origins of angiosperms and their biological consequences*, p. 181-201, Cambridge University Press, Cambridge.
- 10) 井上 健, 1982. 甲虫によるランの送粉. 昆虫と自然, 17(4): 2-4.
- 11) SAKAI, S., and T. INOUE, 1999. A new pollination system: dung-beetle pollination discovered in *Orchidantha inouei* (Lowiaceae, Zingiberales) in Sarawak, Malaysia. *Amer. J. Bot.* 86(1): 56-61.
- 12) 伊藤元己, 2000. キク科の系統. *プラント*, (72): 4-7.
- 13) 飯嶋一浩, 田村正人, 2000. コアオハナムグリ *Gametis jucunda* (FALDERMANN) の季節的発生消長と訪花植物との関係. 東京農業大学農学集報, 45(2): 148-159.

- 14) 藤丸篤夫, 1996. 昆虫図鑑 花の虫さがし, 福音館書店, 東京, 88 pp.
- 15) 春沢圭太郎, 1985. 大阪周辺でのコガネムシ科の訪花植物. LAMELLICORNIA (1) : 31-35.
- 16) 春沢圭太郎, 1987. 大阪周辺で1986年に確認したコガネムシ科の訪花植物. LAMELLICORNIA (3) : 25-26.
- 17) 林 弥栄, 1985. 山溪カラー名鑑 日本の樹木, 山と溪谷社, 東京, p.148.
- 18) 日高敏隆監修, 1982. 小学館の学習百科図鑑 37 甲虫のくらし, 小学館, 東京, p.24.
- 19) KAKUTANI, T., T. INOUE, M. KATO and H. ICHIHASHI, 1990. Insect-flower relationship in the campus of Kyoto University, Kyoto : An overview of the flowering phenology and the seasonal pattern of insect visits. *Contr. Biol. Lab. Kyoto Univ.*, 27 (4) : 512.
- 20) 松浦 誠, 1976. コアオハナムグリの発生経過. 関西病虫研報 18 : 28-32.
- 21) 松浦 誠, 1979. コアオハナムグリの生態. 植物防疫 33 (5) : 259-263.
- 22) 中山周平, 1976. 自然観察と生態シリーズ1 庭・畑の昆虫, 小学館, 東京, 190pp.
- 23) 中山周平, 1978. 自然観察と生態シリーズ2 野山の昆虫, 小学館, 東京, 191 pp.
- 24) 農文協編, 1987. 原色果樹病害虫百科 診断と防除 1 カンキツ・キウイ, 農文協, 東京, p. 292-295.
- 25) 大串龍一, 1969. 柑橘害虫の生態学, 農文協, 東京, p.183-187.
- 26) 田中 肇, 1997. エコロジーガイド 花と昆虫がつくる自然, p. 110, 113.
- 27) 田中忠次, 1970. 花にくるこん虫の目録 [1], 昆虫と自然, 5 (11) : 23-29.
- 28) 関口喜一, 1949. 日本の養蜂植物, 柏葉書院, 東京, 259 pp.
- 29) 上野俊一, 佐藤正孝, 黒沢良彦, 1994. 原色日本甲虫図鑑 II, 保育社, 大阪, p. 417-418.
- 30) 香取郁夫, 1998. モンシロチョウの訪花生態 [2]. インセクタリウム, 35 (3) : 16-22.
- 31) WASER, N.M. 1982. A comparison of distances flown by different visitor to flowers of the same species. *Oecologia* 55 : 251-257.
- 32) YAHARA, T., H. YAMAGUCHI, and T. YUMOTO, 1986. Biology of hybridization between *Farfugium japonicum* and *F. hiberniflorum* (Compositae). In (K. IWATSUKI, P.H. RAVEN, and W.J. BOCK, eds.) *Modern Aspects of Species*, University of Tokyo Press, Tokyo, p.183-193.
- 33) 矢原徹一, 1995. 花の性 その進化を探る, 東京大学出版会, 東京, p. 160-161.
- 34) 鷲谷いづみ, 1998. サクラソウの目 保全生態学とは何か, 地人書館, 東京, 228 pp.
- 35) 佐々木正己, 高橋羽夕, 佐藤至洋, 1993. ニホンミツバチとセイヨウミツバチの収獲ダンスの解析とそれに基づく採餌圏の比較. ミツバチ科学, 14 (2) : 49-54.

The Ecological Niche of *Gametis jucunda* (Coleoptera : Scarabaeidae) in Pollination Symbiotic System

By

Kazuhiro IJIMA* and Masato TAMURA*

(Received November 30, 2000/Accepted January 18, 2001)

Summary : The purpose of this study was to clarify the ecological niche of the citrus flower chafer (*G. jucunda*) in pollination symbiotic system. The results were as follows : 1) Native pollen and nectar resource plants of the chafer were observed : 67 species in 33 families of 24 orders. Exposed flowers uncovering around the nectar gland with corolla were 69% (46 spp.) ; 2) The chafer made an intensive visit to the food resource plants at the peak of flowering ; 3) The chafer functioned as pollinator to *Erigeron philadelphicus* L. in the field cage under manipulated conditions ; 4) The chafer flew a long distance from one flower to another ; 5) The chafer visited and stayed on the flower for an average of 6 min. 7s. (n=13). This remaining time was about 7 times and 10 times those of Lepidopterous and Hymenopterous species, respectively. These results suggested that the ecological niche of the chafer occupied one species of the pollinator group for the exposed flowers. Although, the staying time on the flower and frequency of the flower visiting of the chafer was longer and lower than the other pollinators, the chafer played a part as an important pollinator in the self-incompatibility plants because of its ability to fly long distances.

Key Words : Scarabaeidae, Cetoniinae, ecological niche, pollinator, pollination symbiotic system, insect-pollinated plants.

* Department of Environment and Landscape, Junior College of Tokyo University of Agriculture