

カラスビシャクの送粉者とその行動特性

志田隆文*・富永 達**

Pollinator of *Pinellia ternata* and their behavior

Takafumi Shida* and Tohru Tominaga**

要約 畑雑草カラスビシャクの結果率は、年次や季節、生育場所によって大きく変動し、それはカラスビシャクの送粉者の生息密度に因ると推定される。ここでは、訪花昆虫数を調査するための簡易トラップを用いて、訪花昆虫の種類と数を調査し、結果率との関係を検討した。その結果、主要訪花昆虫は、体長約1mmの微小なハエ目昆虫3種で、これらの訪花個体数が増加するほど結果率が高くなり、送粉者であることが明らかになった。コバエ a, b および c と仮称した3種は、それぞれタマバエ科、ヌカカ科およびタマバエ科に属した。おもな送粉者であるコバエ a は夜間に、コバエ b は昼間におもに訪花し、カラスビシャク仏炎苞の上部に突出する付属体を根元から切除するとこれらは訪花せず、この付属体が送粉者を誘引する器官であることが推定された。付属体基部の黒紫色部を残し、突出部を含む緑色部だけを切除すると、夜行性のコバエ a の訪花数は無処理区の46%になり、昼行性のコバエ b では15%となった。付属体の緑色部だけでなく黒紫色部からも訪花昆虫を誘引する物質が発せられていると推定された。

キーワード：カラスビシャク、送粉者、ハエ目昆虫、仏炎苞付属体、誘引

緒言

サトイモ科ハンゲ属の畑多年生雑草カラスビシャク (*Pinellia ternata* (Thunb.) Breit.) は、葉柄や葉身の基部につける珠芽と地下に形成する球茎によっておもに栄養繁殖する。他方、球茎が一定重量に達すると花茎を抽出し (Tominaga & Nakagaki 1997)、有性繁殖も行う。

カラスビシャクは、雌性期と雄性期が重なったときに自殖可能であるが (樋口・岡田 1996)、著者らの観察では、結果率は年次や季節、生育場所によって大きく変動し (志田・富永 2014)、しばしばまったく結果しない。結果が認められない個体を植栽した鉢を、結果率が高い個体が生育する場所に移設すると結果することから、カラスビシャクの結果率は、送粉者の有無やその生息密度に大きく影響されると推定された。

カラスビシャクの送粉者に関する報告はないが、樋口・岡田 (1996) は小型のハエ目昆虫の可能性を指摘している。同じサトイモ科に属するマムシグサ (テンナンショウ属, *Arisaema japonicum* Blume) のおもな送粉者はキノコバエ類とされる (多田 2002)。マムシグサの自生地

へカラスビシャクを移設すると結果することから両種に共通する送粉者が存在することが示唆された (志田・富永 2014)。

本研究では、カラスビシャクの送粉者を特定するための簡易トラップを用いて訪花昆虫の種類と数を調査し、訪花昆虫数と結果率の関係を検討した。また、訪花昆虫の訪花時間および仏炎苞付属体の送粉者誘引効果を調査した。

材料および方法

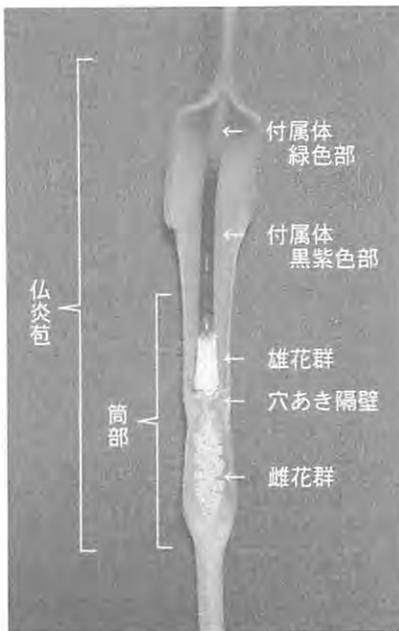
実験1. 送粉者の特定と結果率

1) カラスビシャクの調査集団と調査地

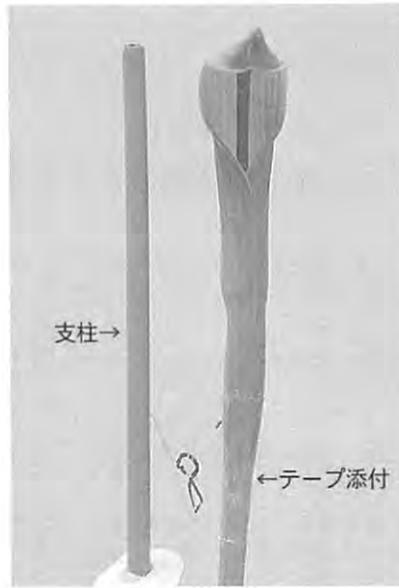
2012年3月に福島県いわき市錦町落合の芝生 (調査地 B) に自生する個体群から球茎を採取し、ポットあたり緩効性肥料マグアンプK中粒10gを含む畑土をつめた直径15cm、深さ15cmのプラスチック製ポットに移植し、育成した。2013年1月に、育成した球茎のうち生重1g以上の球茎を選び、総重量約15g (2~8個) となるように上記と同様のプラスチック製ポット10個にそれぞれ

* 〒974-8233 いわき市錦町 Nishikimachi, Iwaki, Fukushima 974-8233, Japan

** 京都大学農学研究科



第1図 カラスビシャクの花序



緑色部切除



全付属体切除

第2図 付属体を切除した仏炎苞 (実験3)

植付けた。このポットを同市錦町中央の民家の庭先（調査地A）に設置した。また、調査地Bに自生する個体群も観察対象とした。

2) 訪花昆虫の捕獲

仏炎苞の筒部には、上部に雄花群が、下部に雌花群が位置し、両者は中央に穴のある隔壁で仕切られている（第1図）。雌性先熟で、成熟にともない仏炎苞上部が開口し、ここから送粉昆虫が侵入する。侵入した昆虫は筒部下部に至る。このとき、侵入昆虫は、隔壁より上部に再度移動することができず、雌花群上を徘徊するため侵入昆虫の体表に付いた花粉が柱頭に付着する。雌蕊成熟数日後に開約し、これに同調して仏炎苞の筒部底部が開口し、花粉を付けた昆虫はここから脱出する。筒部に閉じ込められ、そのまま死亡する個体もよく観察される（鷲谷2007）。

カラスビシャクの雌性期に仏炎苞筒部に侵入した昆虫が、筒部底部が開口する雄性期に脱出できないように筒部底部にセロファンテープを貼付した。テープ貼付期間は仏炎苞上部の開口日から5日間とした。テープ貼付5日後に仏炎苞ごと採取し、そのまま殺虫管（酢酸エチルガス飽和）に15分間入れ、殺虫した。その後、仏炎苞を解剖し、仏炎苞内の個体を採集した。

3) 送粉者生息密度のモニターと結果率の調査

2013年5月から10月下旬まで調査地AおよびBにおいて、毎日9時までに仏炎苞の開口順に番号を付け、4ないし5番目ごとの仏炎苞に上記のテープ貼付処理を行ない、捕獲昆虫を調査した。テープ貼付処理を行なわなかった仏炎苞については、雌性期間および雄性期間を記録した。結果した花茎は果実の完熟時に収穫し、果実数を数えた。



第3図 仏炎苞付属体の送粉者誘引効果実験の様子 (実験3)

実験2. 送粉者の訪花時間帯の調査

2014年3月に、15個のポットに総重量20gの球茎3～5個を実験1-1)と同様の方法で植付けた。直径19mmのビニルハウス用亜鉛引き鉄パイプを用い、外寸約60cm×70cm×80cmの枠を作り、岩谷マテリアル社製#18不織布で5面を覆った遮蔽枠を作り、以下の実験に供した。カラスビシャク栽培ポットを7個ずつの昼間区および夜間区に分けた。6時と18時に遮蔽枠を移動させ、昼間区は6時～18時の12時間開放、夜間区は18時～翌日6時の12時間開放とした。昼夜区の切換え時間の誤差は±30分以内とした。毎日6時に、新たに開口した仏炎苞に番号を付し、筒部底部にテープを貼付した。テープ貼付期間を4日間とし、4日後に仏炎苞を回収し、実験1-2)と同様の方法で仏炎苞内の昆虫を採集した。実験は7月上旬から8月上旬に行った。

実験3. 仏炎苞付属体の送粉者誘引効果

カラスビシャクの付属体の送粉者に対する誘引効果を、訪花昆虫を捕獲することにより調査した。カラスビシャ



第4図 仏炎苞に訪花したハエ目昆虫 (実験1)

第1表 各調査地における月別ハエ目昆虫訪花数とカラスビシャク結果数 (実験1)

調査地	月	テープ貼付処理 仏炎苞数	ハエ目昆虫訪花数					仏炎苞数	
			総数	コバエ a	コバエ b	コバエ c	その他	調査数	結果数(比率)
A	5月	5	1	0	0	1	0	20	0 (0.0%)
	6月	14	5	0	0	5	0	56	2 (3.6%)
	7月	11	40	34	4	2	0	44	30 (68.2%)
	8月	11	141	67	73	1	0	54	43 (79.6%)
	9月	5	43	19	24	0	0	22	15 (68.2%)
	小計	46	230	120 (52.2%)	101 (43.9%)	9 (3.9%)	0 (0.0%)	196	90 (45.9%)
B	5月	13	2	0	0	0	2	52	0 (0.0%)
	6月	6	17	2	14	1	0	24	5 (20.8%)
	7月	3	52	0	52	0	0	12	5 (41.7%)
	8月	2	60	5	55	0	0	8	4 (50.0%)
	小計	24	131	7 (5.3%)	121 (92.4%)	1 (0.8%)	2 (1.5%)	96	14 (14.6%)
合計	70	361	127 (35.2%)	222 (61.5%)	10 (2.8%)	2 (0.5%)	292	104	

クの付属体は雄花群の上に付き、基部は黒紫色を呈する。その上部は緑色で、先端は仏炎苞基部の外にまで伸長する(第1図)。実験2で用いた栽培ポットの個体を用い、カラスビシャク栽培中のポットを無処理区、付属体緑色部切除区、付属体完全切除区(第2図)の3処理区を設け、1処理区5ポットを供試した。

実験2で用いた鉄パイプ枠を用い、透明塩ビシートを張った仕切り板2枚で3処理区を区切った(第3図)。なお、3処理区それぞれのポットを実験期間中に3回移動し、ランダム化した。付属体の切除作業は開花前日までに行なった。付属体切除、番号付け、テープ貼付およびテープ貼付期間を過ぎた仏炎苞の採取などは、6時±30分の実験2と同様の方法で行なった。

実験は8月上旬から9月上旬に行なった。

結果および考察

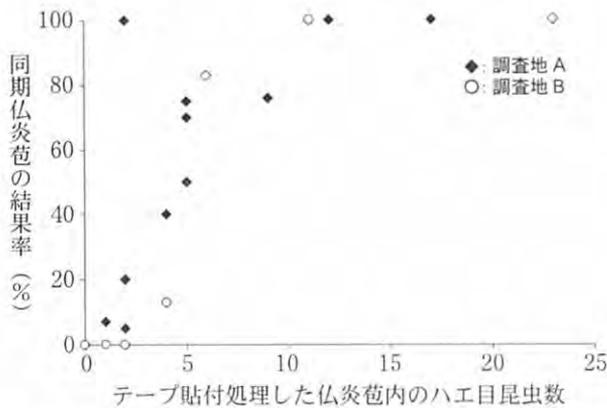
実験1. 送粉者の特定と結果率

1) 捕獲したハエ目昆虫の分類

調査地AおよびBでテープ貼付処理した仏炎苞数はそれぞれ46および24本であった。それらから捕獲された昆虫のなかにはアリマキやアリなどが散見されたが、ハエ目昆虫が圧倒的に多数であり、合計361個体となった。これらは目視による観察で3種に分類された(第4図)。3種は、下記の特徴をもち、本研究ではコバエa、bおよびcと仮称した。これらはそれぞれタマバエ科、ヌカカ科およびタマバエ科に属した(須島 私信)が、属レベルでの同定は困難であった。

コバエa: 体長約1.3mm, 体色黄褐色。翅に斑模様。触覚が長い。

コバエb: 体長約1.0mm, 体色黒褐色。触覚が短い。



第5図 ハエ目昆虫の訪花数と仏炎苞の結果率の関係(実験1)
注) 調査対象の仏炎苞の雌性・雄性期間の観察記録にもとづき、テープ貼付処理期間中に雌性期を経過した仏炎苞数が最多になるようにテープ貼付処理仏炎苞を抽出し、そこで捕獲されたハエ目昆虫数と同時期に開花した仏炎苞の結果の有無を調査した。

第2表 ハエ目昆虫の時間帯別訪花数(実験2)

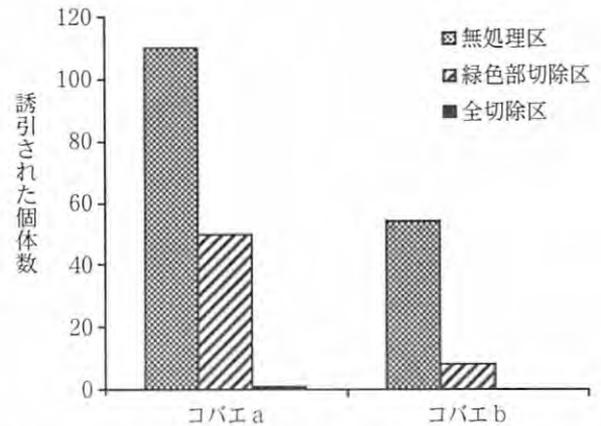
	仮称コバエ a			仮称コバエ b		
	昼間	夜間	合計	昼間	夜間	合計
個体数	8	62	70	41	5	46
比率(%)	11.4	88.6	100	89.1	10.9	100

コバエ c: 体長約 1.3mm, 体色淡褐色。触覚が長い。

これら3種のうち、コバエ a と b はそれぞれ 127 個体 (35.2%) および 222 個体 (61.5%) で、両種で大多数を占め、コバエ c は 10 個体 (2.8%) であったが、調査地 A と B では、捕獲数に差異が認められた。調査地 A では、コバエ a が 52.2%、コバエ b が 43.9% を占めたのに対して、調査地 B では、コバエ b が 92.4% を占め、コバエ a は 5.3% であった(第1表)。調査地 A と B は同じ町内にあるが、前者は草叢や畑が散在する住宅地の庭先で、後者は低木植栽と舗装道路に囲まれた芝地である。この差異は、両調査地の環境が反映された結果であるかもしれない。

2) 訪花昆虫と結果率

調査した仏炎苞数は調査地 A および B でそれぞれ 196 および 96 本、結果仏炎苞 (1 個でも結果が認められた仏炎苞) 数はそれぞれ 90 および 14 本で、結果率はそれぞれ 45.9 および 14.6% であった (第1表)。捕獲ハエ目昆虫数が増加するに従いカラスビシャクの結果率が高くなった (第5図)。調査地 A では、5 月中旬にカラスビシャクが開花し始めたが、6 月末までの訪花数は 6 個体と少なく、仏炎苞の結果率も 3.6% と低かったが、7 月以後になると訪花数は 40 ~ 141 個体に増加し、結果率も 68.2 ~ 79.6% に増加した。6 月末までは仮称コバエ c だけ 6 個体訪花し 6 月に 3.6% 結果しているので送粉者と



第6図 ハエ目昆虫に対する仏炎苞付属体の誘引効果(実験3)

推定した。調査地 B では、5 月上旬から開花し始め、5 月末までに大半の個体が開花したが、結果はまったく認められなかった。6 月になるとハエ目昆虫の訪花数が増加し、結果し始めた。6 ~ 8 月の結果率は 20.8 ~ 50.0% であった (第1表)。調査地 A より結果率が低いのは、調査地 B では調査地 A と比較してカラスビシャクの密度がはるかに低く、花粉を付着した個体が雌性期の仏炎苞に侵入する率が低かったためと推察される。調査地 B で 5 月に仮称コバエ a, b, c 以外のハエ目昆虫 2 種各 1 個体が訪花したが、以後に同種個体の訪花は全くなく、カラスビシャクの送受粉には関与していないと考えられる。これらの結果から、ハエ目昆虫 (コバエ a, b, c) がカラスビシャクの送受粉に深く関与していることが明らかになった。

テープ貼付処理期間中の雄性期仏炎苞数と結果率に明瞭な関係はなかったが、雄性期仏炎苞が少ない場合でも仏炎苞の結果が可能であることが示された。また、ハエ目昆虫数と 1 仏炎苞内の果実数にも相関が認められなかったが、花粉を付着したハエ目昆虫が 1 個体でも仏炎苞内に侵入すればカラスビシャクは結実可能であることが推定された。

実験2. 送粉者の訪花時間帯

昼間区、夜間区、それぞれ 50 仏炎苞のうち、ハエ目昆虫の訪花が昼間区では 29 本 (58%)、夜間区では 34 本 (68%) で認められた。ハエ目昆虫の種ごとの訪花時間帯を第2表に示したが、コバエ a および b の活動時間帯は明瞭に異なっていた。70 個体捕獲したコバエ a のうち 89% が夜間に訪花し、46 個体捕獲したコバエ b は 89% が昼間に訪花した。そのため、コバエ a は夜行性、コバエ b は昼行性と推定された。遮蔽ネットを移動した 6 時と 18 時前後は、調査期間中の真夏は十分に明るく、この時間帯に昼行性のコバエ b が夜間区に訪花した可能性があると考えられる。しかし、夜行性のコバエ a の約

1割が昼間区に訪花した理由は現在のところ不明である。

実験3. 付属体の誘引効果

各区の仏炎苞抽出数は48～56本で、無処理区でハエ目昆虫が1個体でも訪花した仏炎苞は、56本中46本(82%)であったが、付属体全切除区では、48本中1本(2%)だけにコバエaが1個体訪花した。この結果から、送粉者の誘引効果は付属体にあることが認められた。しかし、付属体の誘引効果はハエ目昆虫の種により異なっていた(第6図)。夜行性のコバエaの訪花数は、緑色部切除区では、無処理区(110個体)の45%(50個体)に減少した。訪花数が減少したことから、緑色部が誘引物質を発しており、また、無処理区の半数近い訪花数がみられたことから、黒紫色部も誘引物質を発していると推定された。

昼行性のコバエbの訪花数は、緑色部切除区で無処理区(54個体)の15%(8個体)に減少した。誘引物質の効果のほかに仏炎苞外に突き出した付属体の視覚効果があるためと推定された。

サトイモ科コンニャク属のコンニャク(*Amorphophallus konjac* K. Koch)やインドネシア・スマトラ島に自生するショクダイオオコンニャク(*A. titanum* (Beccari) ex Arcang)は開花すると腐肉臭を放って送粉者を集める(アッテンボロー1998)。日本に自生するマムシグサでは、人が仏炎苞を嗅いでも臭いを感知できないが、送粉者のキノコバエが感知できる臭気を放ち、送粉者はキノコと間違えて交尾や産卵に集まるという(多田2002)。本研究でカラスビシャクに飛来したコバエaおよびbは全て雌であり(須島 私信)、産卵行動に関連する臭気と誤認して

訪花した可能性がある。誘引臭気の化学的性質や送粉者の生態が明らかになれば、カラスビシャクの有性繁殖に関する理解がさらに深まるであろう。

実験2および実験3で、無処理区においてコバエa、bおよびc以外のハエ目昆虫が捕獲された。これらは、付属体全切除区では認められなかったことから、送粉者の可能性もある。今後、コバエa、bおよびcとともにより詳細な同定をしていく必要がある。

謝 辞

本研究で捕獲したハエ目昆虫の分類では、東京大学大学院総合文化研究科須島充昭博士に大変お世話になりました。ここに記して深く感謝いたします。

引用文献

- アッテンボロー, デービッド著, 門田祐一監訳 1998. 「植物の私生活」. 山と溪谷社. 東京. pp. 139.
- 樋口正視・岡田 稔 1996. カラスビシャクの栽培に関する研究(第2報) 受粉様式について. 生薬学会誌 50: 170-175.
- 志田隆文・富永 達 2014. カラスビシャクの有性繁殖. 東北の雑草 13: 15-19
- 多田多恵子 2002. 「したたかな植物たち」. SCC. 東京. pp. 42.
- Tominaga, T. and A. Nakagaki 1997. Corm weight dependent reproduction of *Pinellia ternata*. Journal of Weed Science and Technology 42: 18-24.
- 鷲谷いづみ 2007. 「花はなぜ咲くのか?」. 山と溪谷社. 東京. pp. 42.

(2015年4月5日受理)