

島根県三瓶山北の原における絶滅危惧植物スズサイコの訪花昆虫相

宮永龍一¹⁾*・首藤裕貴¹⁾・清水加耶¹⁾

Flower-Visiting Insect Fauna of the Endangered Plant,
Vincetoxicum pycnostelma KITAG. (Apocynaceae: Asclepadoideae)
on the Kitanohara Population of Mt. Sanbe, Shimane Prefecture, Japan

By Ryoichi MIYANAGA, Yuki SHUTO and Usun SHIMIZU-KAYA

Abstract *Vincetoxicum pycnostelma* is a night blooming, endangered plant species found on grassland habitats. The survey of insects which visit on the flowers of *V. pycnostelma* was conducted at the grassland of Kitanohara, Mt. Sanbe in Shimane Prefecture. A total of 177 individuals of insects belonging to 17 species in 8 families were collected. The most dominant species was *Bradina atopalis erectalis* which account for approximately 84% of all flower visitors. Of the 177 individuals, only 2 (1.1%), represented by 2 species of *B. a. erectalis* and *Thysanoplusia intermixta*, attached pollinaria to their bodies. The ratio of fruit set to investigated flowers was low (3.4%, 10 of 291 flowers), whereas the removal rate of pollinaria from investigated flowers was relatively high (25%, 150 of 600 pollinaria). When *B. a. erectalis* visits on flowers, they tend to move to the adjacent flowers within the same inflorescence by walking. This may promote self-pollination among flowers on the same plant and lead to the low fruit set in self-incompatible *V. pycnostelma*.

Key words: moss pollination, night blooming, grassland plants, *Vincetoxicum*

はじめに

スズサイコ *Vincetoxicum pycnostelma* KITAG. はキョウチクトウ科ガガイモ亜科の草原性・多年生草本植物で、北海道から九州にかけて広く分布する。かつては普通種であったと考えられるが、生息地である草地環境の悪化や減少により個体群は衰退し、最新の環境省レッドリストには準絶滅危惧種 (NT) として掲載されている (環境省自然環境局, 2019)。花期は7月から8月で、花は夜間に開花する。他のガガイモ亜科植物と同様、花は5数性で、それぞれ5枚の萼片、花冠裂片、副花冠片 (corona lobe) を有する。また、5本の雄蕊は2心皮性の雌蕊と合着し、肉柱体 (gynostegium) を形成する (岡田ら, 1991)。

本種は島根県においても準絶滅危惧種に指定されている。分布は県内全域に及ぶものの、各自生地の個体群は衰退し、いずれも消滅寸前とされている (島根県環境生活部自然環境課 2013)。代表的な自生地の一つである三瓶山北の原では、本種の個体群動態について詳細な研究がなされている (井上・高橋, 2018)。

植物個体群の衰退には、生息地の喪失に加え、送粉者の欠如もその要因としてあげられる。本種

¹⁾ 島根大学生物資源科学部

* 連絡著者



図1. スズサイコの訪花昆虫相調査を行った調査地. ▲で示した.

の送粉には、ガガンボ類 (YAMASHIRO *et al.*, 2008) や中型ガ類 (NAKAHAMA *et al.*, 2013) が寄与しているとの報告がある. 筆者らは、三瓶山北の原のスズサイコ个体群の保全を目的として、本種の訪花昆虫相と結果率について調査を行った. その結果、本个体群では小型ガ類が高頻度で訪花しているものの、結果率が極めて低い事実が明らかとなったので、その理由について考察を行った.

調査地と調査方法

1. 調査地の概要

調査は島根県大田市三瓶町の北の原で実施した (図1). 北の原は男三瓶山 (標高1126m) の北麓 (標高およそ600m) にある半自然草原で、かつては放牧地として利用されていた (中国農業試験場畜産部, 1994). 北の原内に建設された島根県立三瓶自然館の開館以降は、年に数回の刈り取りが行なわれ、半自然草原が維持されている (井上・高橋, 2018).

調査は北の原のなかでもスズサイコ群落が比較的良好に維持されている草で行った. ここでは草原性植物保全のため、頻繁な草刈りは行われていない. このためスズサイコのほか、ススキやトグシバ、オキナグサなどの草原性植物が自生していた.

2. 訪花昆虫相と訪花行動

スズサイコの訪花昆虫相を明らかにするため、2019年7月5日、7月6日、7月7日、7月8日、7月12日、7月15日の計6日間にわたって、花上サンプリング調査を実施した. サンプリングはスズサイコの開花が始まる19:00から22:00にかけて行った. 採集人数は1~3名であった. サンプルは採集時間帯により区別して研究室に持ち帰り、標本とした. なお、標本の種の同定は、一部を著者らが行ったが、大半は三島秀夫氏 (島根県立三瓶自然館) に依頼した.

8月1日の19:00から22:00にかけて、主要訪花昆虫の花上行動を観察した. 併せて花上滞留時間と

花序あたりの訪花個体数の計測を行なった。観察は訪花個体を刺激しないよう赤いセロファンフィルムを貼り付けたヘッドライトを用いて行なった。

3. 花蜜量

スズサイコの花蜜量の経時的变化を明らかにするため、7月15日の18:00から22:00にかけて、1時間ごとに花蜜量を測定した。調査に際しては、開花前の花序に不織布の袋 (28 cm×25 cm) を被せて昆虫の訪花を遮断した無訪花区と自然状態の訪花区を設定した。測定は両区とも、各時間帯に無作為に選択した30花を対象に行なった。測定には0.5 μ lから2.0 μ lのキャピラリーチューブを使用した。

4. 花粉塊持ち去り率

本種の雄蕊には2つの葯室があり、それぞれに花粉塊 (pollinia) を有する (岡田ら, 1991)。花粉塊は多数の花粉粒が入った袋状の器官で、本種では隣り合った2個の花粉塊が花粉塊柄を介して小球 (corpusculum) に連結し、1組となって送粉者に運搬される。また、隣接する雄蕊の間には柱頭室 (stigmatic chamber) があり、ガガイモ亜科ではこの柱頭室に花粉塊が運ばれることによって授粉が成立する。

昆虫類による訪花が花粉塊運搬に寄与しているかどうかを明らかにするため、花粉塊の持ち去りについて調査を行った。あらかじめ無作為に選択した120花を対象に、開花後の花粉塊の有無を記録した。得られた結果から、総花粉塊数に対する持ち去り花粉塊数の割合を花あたりの花粉塊持ち去り率とした。なお、スズサイコは花あたり5個の花粉塊を持つことから、120花の総花粉塊数は600塊 (5×120花) となる。

5. 子房残存花率と結果率

スズサイコでは受精した花は子房部を除いて落花するのに対し、受精に失敗した花はすべての花器官が落下する。また、受精に成功し、落下しなかった子房部もすべてが成熟するわけではない (中濱ら, 2013)。北の原における結果率を明らかにするため、無作為に選択した291花を対象に、開花期終了後の子房部の残存数と結果数について調査を行った。調査対象となった花が開花していた7月22日にミシン糸を用いて個別マーキングを施し、すべての開花が終了した8月1日にマークした花を対象に残存していた子房部の有無を記録した。さらに9月4日には、子房部が残存していた花を対象に、幼果の有無を記録した。調査した花数に対する子房部が残存した花数を「子房残存花率」、幼果数を「結果率」とした。

6. 調査地周辺のチョウ目昆虫相

スズサイコの花が夜間に開花することから、主要訪花昆虫がチョウ目のガ類であることが予想された。そこで調査地周辺のチョウ目昆虫相とスズサイコの訪花チョウ目昆虫相を比較するため、ライトトラップによるサンプリングを行った。調査は7月22日と7月31日の2日間実施した。7月22日はスズサイコ調査地からおおよそ50 m離れた林内、7月31日はこの林内に加え、調査地に隣接する草原で行った。なお、サンプリングはガ類のスズサイコへの飛来に合わせて、20:00から23:00にかけて行った。標本の種の同定は、一部を著者らが行なったが、大半は三島秀夫氏 (鳥根県立三瓶自然館) に依頼した。

表1. 北の原におけるスズサイコの訪花昆虫相.

科名	種名	採集個体数	花粉塊付着 個体数
シヤクガ科 Geometridae	シロツバメエダシヤク <i>Ourapteryx maculicaudaria</i> (MOTSCHULSKY)	1	0
ツトガ科 Crambidae	シロテンウスグロノメイガ <i>Bradina atopalis erectalis</i> YAMAMURA	148	1
	シロモンノメイガ <i>Bocchoris inspersalis</i> (ZELLER)	1	0
メイガ科 Pyralidae	ウスベニトガリメイガ <i>Endotricha olivacealis</i> (BREMER)	1	0
	オオウスベニトガリメイガ <i>Endotricha icelusalis</i> (WALKER)	8	0
	ケブリトガリメイガ <i>Endotricha minialis</i> (FABRICIUS)	1	0
	マエモンシマメイガ <i>Tegulifera bicoloralis</i> (LEECH)	1	0
	トガリメイガ属の一種 <i>Endotricha</i> sp.	2	0
ヤガ科 Noctuidae	キクキンウワバ <i>Thysanoplusia intermixta</i> (WARREN)	1	1
	キクキンウワバ <i>Macdunnoughia confusa</i> (STEPHENS)	1	0
	キンウワバ亜科の一種 <i>Plusiinae</i> gen. sp.	1	0
	セアカキンウワバ <i>Erythroplusia pyropia</i> (BUTLER)	1	0
アワフキムシ科 Aphrophoridae	シロオビアワフキ <i>Aphrophora intermedia</i> UHLER	1	0
イエバエ科 Muscidae	セマダライエバエ <i>Graphomyia maculata</i> SECOPLI	1	0
ガガンボ科 Tipulidae	キヒロホソガガンボ <i>Nephrotoma virgata</i> (COQUILLET)	1	0
キリギリス科 Tettigoniidae	ニシキリギリス <i>Gampsocleis buergeri</i> (DE HAAN)	1	0
	ホシササキリ <i>Conocephalus maculatus</i> (LE GUILLOU)	6	0
合 計		177	2

結 果

1. 訪花昆虫相と訪花行動

今回の調査でスズサイコから採集された訪花昆虫は、4目8科17種177個体であった(表1)。訪花昆虫の中で最も多く採集された種はシロテンウスグロノメイガ *Bradina atopalis erectalis* で、全体の83.6% (148個体) を占めた。次いでオオウスベニトガリメイガ *Endotricha icelusalis* (5.6%, 8個体)、ホシササキリ *Conocephalus maculatus* (4.2%, 6個体)、トガリメイガ属の一種(1.4%, 2個体)で、これら以外の種の採集個体数はすべて1個体のみであった。チョウ目では167個体中163個体が前翅長15 mm 未満の小型ガ類であった。

体に花粉塊が付着していた訪花昆虫は、シロテンウスグロノメイガとキクキンウワバ *Thysanoplusia*



図2. 訪花昆虫の虫体に付着したスズサイコの花粉塊. 左: シロテンウスグロノメイガの口吻に付着した花粉塊. 右: キクキンウワバの中脚の爪に付着した花粉塊.

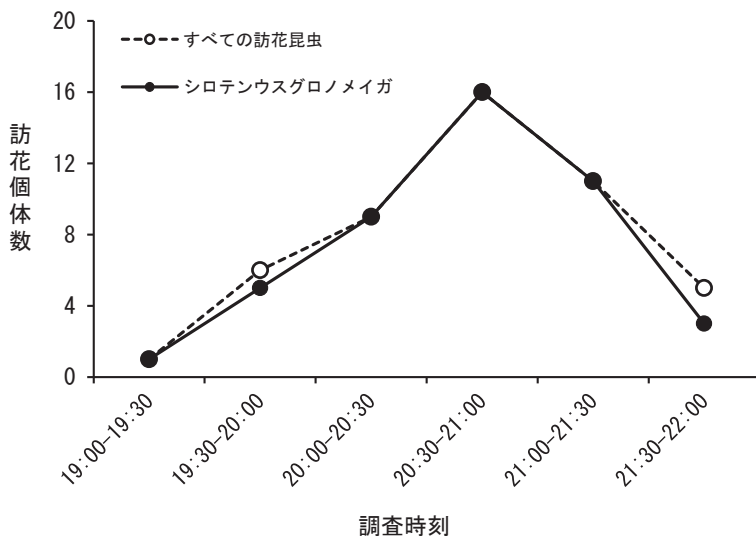


図3. スズサイコの訪花個体数の経時的変化.

intermixta の2種で、付着個体数はそれぞれ1個体であった(表1). 付着部位は前者が口吻、後者は後脚の爪であった(図2). ガ類以外の訪花昆虫、すなわちカメムシ目、ハエ目、バッタ目には花粉塊の付着はなかった.

図3には7月15日にスズサイコで採集した訪花昆虫の時間帯別の採集個体数を示した. 本図に示した訪花昆虫の大半はシロテンウスグロノメイガである. 訪花は19:00頃から始まり、その個体数は時間を経るにしたがって増加した. ピークは20:30~21:00頃で、この時間帯には1株に10個体前後のシロテンウスグロノメイガが訪花している様子がしばしば観察された(図4). 訪花したシロテンウスグロノメイガのほとんどは、1つの花で吸蜜を終えた後、同じ花序の花に這って移動し、引き続



図4. スズサイコに訪花するシロテンウスグロノメイガ.

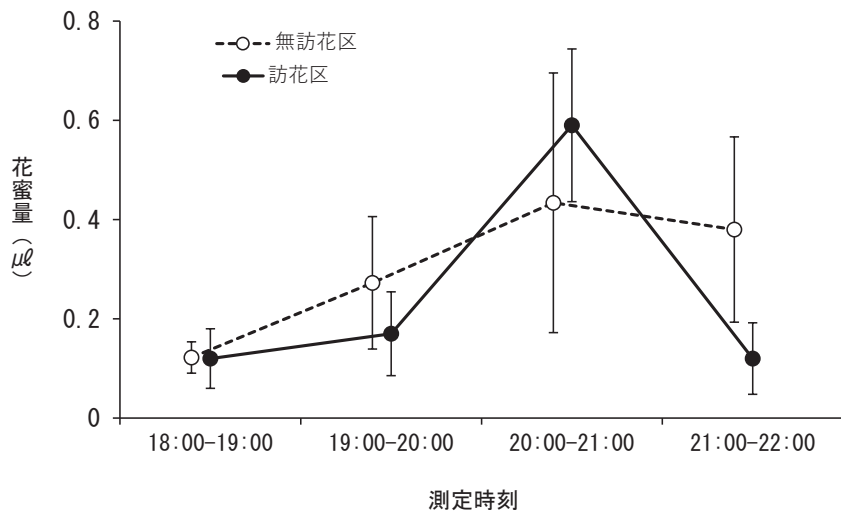


図5. スズサイコの花蜜量の経時的変化.

き吸蜜した. 本種の花上滞留時間は長く, 平均 175.3 ± 119.7 秒(最大442.8秒, $N=12$)であった. 一方でヤガ科のガ類は, 花上滞留時間がこれよりも短かった. また, 訪花の際は翅を震わせながら半ばホバリングしつつ吸蜜をおこない, 吸蜜後には他の株へ飛翔移動するケースがしばしば観察された.

2. 花蜜量

図5にはスズサイコの花蜜量の経時的変化を示した. 花蜜は開花と同時に分泌が始まり, 訪花区, 無訪花区とも20:00-21:00にピークに達した. 各時間帯について両区を比較すると, 19:00-20:00は訪

花区<無訪花区, 20:00-21:00では逆転して訪花区>無訪花区となり, 21:00-22:00では再び逆転して訪花区<無訪花区となった. この時間帯の訪花区の花には, 花蜜はほとんど残されていなかった. 花蜜量がピークに達した20:00-21:00頃には, 微かに甘い香りが調査地一帯に満ちていた.

3. 花粉塊持ち去り率および結果率

調査した120花から合計150花粉塊が持ち去られていた. 花あたりの花粉塊持ち去り率は25%であった(150花粉塊/600花粉塊). また, 結果率の調査のためにマークした291花のうち, 開花期終了後に子房部が残存していた花の数は19花, 結実に至った花の数は, わずか10花であった. 子房部残存花率は6.5%(19花/291花), 花あたりの結果率は3.4%(10花/291花)となった. また, 1株あたりの果実数は平均 1.5 ± 1.1 個(最大4個, N=22)であった.

4. 調査地周辺のチョウ目昆虫相

ライトトラップで採集されたチョウ目昆虫を表2に示した. 2日間の調査で13科52種172個体が採集された. スズサイコで最も多く採集されたシロテンウスグロノメイガはライトトラップでは6個体のみ採集された. スズサイコへの訪花が確認されたガ類の中で, ライトトラップで採集された種は, シロテンウスグロノメイガのほか, オオウスベニトガリメイガ *Endotricha icelusalis*, キベリトガリメイガ *E. minialis*, マエモンシマメイガ *Tegulifera bicoloralis* の3種であった.

考 察

スズサイコの送粉者については, YAMASHIRO *et al.* (2008), 中濱ら (2013), NAKAHAMA *et al.* (2013) の報告がある. これらによると, 主要送粉者はガガンボ類 (YAMASHIRO *et al.*, 2008), あるいは中型ガ類 (中濱ら, 2013) とされている. 一方, 本研究で明らかとなった三瓶山北の原スズサイコ群落における訪花者は, ほとんどが前翅長15 mm 未満の小型ガ類であった. なかでもシロテンウスグロノメイガの優占度は突出しており, 全採集個体数177個体のうち, 148個体 (83.6%) を占めた. 興味深いことにスズサイコの送粉者に関するこれまでの報告で, 本種は観察例として6例が記録されているのみである (NAKAHAMA *et al.*, 2013).

スズサイコにおいて送粉が成立するには, ①葯室からの花粉塊の持ち出しと, ②柱頭室への花粉塊の挿入の2つのプロセスが必要となる. 本種は自家不和合性であるため (中濱ら, 2013), 適法受粉には①と②が異なる株間で行われる必要がある. 上記したとおり, 本種の花粉塊は隣り合った2つが「小球」で連結し, 一組となって送粉者に運搬される. 小球は柱頭室から続く「溝」(guide rail) の上部に位置する. 花粉塊の持ち出しに際しては, 柱頭室の花蜜を吸蜜した訪花者が口吻あるいは脚をこの溝に沿って引き抜く際に, これらの器官に小球が付着することで行われる. この花粉塊が吸蜜の際などに柱頭室に挿入されると, そこで発芽して受粉に至る. ガガイモ亜科の蜜腺は柱頭室にあり, 花粉の発芽には花蜜が必要とされている (岡田ら, 1991).

これまで虫体上から花粉塊が確認された種は, シヤクガ科2種, ツトガ科6種, ハマキガ科2種, ヒトリガ科1種, メイガ科2種, ヤガ科4種, カ科1種, ガガンボ科3種の計21種に及ぶ (YAMASHIRO *et al.*, 2008, 中濱ら, 2013, NAKAHAMA *et al.*, 2013). 本研究では新たにツトガ科のシロテンウスグロノメイガとヤガ科のキクキンウワバで花粉塊の付着が確認された. しかし, その付着率 (付着個体数/全採集個体数) は極めて低く, 中濱ら (2013) の6.8% (6個体/88個体) に対して, わずか1.1% (2個体/177個体) であった. その理由の一つとして, 本研究では柱頭室への口吻の挿入の有無に関わ

表2. 北の原スズサイコ群落周辺のライトトラップに飛来した昆虫類.

科名	種名	採集個体数
カギバガ科	ホシベッコウカギバ	
Drepanidae	<i>Deroca inconclusa phasma</i> BUTLER	1
カレハガ科	マツカレハ	
Lasiocampidae	<i>Dendrolimus spectabilis</i> (BUTLER)	1
コブガ科	アミノンガ	
Nolidae	<i>Sinna extrema</i> (WALKER)	1
シヤクガ科	ウスアオシヤク	
Geometridae	<i>Dindica virescens</i> (BUTLER)	1
	ウスオビヒメエダシヤク	
	<i>Euchristophia cumulata cumulata</i> (CHRISTOPH)	8
	キマダラオオナミシヤク	
	<i>Gandaritis fixeni</i> (BREMER)	2
	コヨツメアオシヤク	
	<i>Comostola subtiliaria nympha</i> (BUTLER)	1
	チャマダラエダシヤク	
	<i>Amblychia insueta</i> (BUTLER)	1
	トビネオオエダシヤク	
	<i>Phthonosema invenustarium</i> (LEECH)	1
	ナカキエダシヤク	
	<i>Plagodis dolabraria</i> (LINNAEUS)	1
	ハガタツバメアオシヤク	
	<i>Maxates grandificaria</i> (GRAESER)	1
	マエキトビエダシヤク	
	<i>Nothomiza formosa</i> (BUTLER)	1
	モミジツマキリエダシヤク	
	<i>Endropiodes indictinarius</i> (BREMER)	1
	リンゴツノエダシヤク	
	<i>Phthonosema tendinosarium</i> (BREMER)	2
	ヨコジマナミシヤク	
	<i>Eulithis convergenata</i> (BREMER)	1
シヤチホコガ科	オオアオシヤチホコ	
Notodontidae	<i>Syntypistis cyanea cyanea</i> (LEECH)	1
	カバイロモクメシヤチホコ	
	<i>Hupodonta corticalis</i> BUTLER	1
	バイバラシロシヤチホコ	
	<i>Cnethodonta grisescens grisescens</i> STAUDINGER	2
スガ科	オオボシハイスガ	
Yponomeutidae	<i>Yponomeuta anatolicus</i> STRINGER	1
ツトガ科	シロテンウスグロノメイガ	
Crambidae	<i>Bradina atopalis erectalis</i> YAMANAKA	6
	シロテンキノメイガ	
	<i>Nacoleia commixta</i> (BUTLER)	16
	シバツトガ	
	<i>Parapediasia teterella</i> (ZINCKEN)	1
	ツトガ	
	<i>Ancylolomia japonica</i> ZELLER	2
	マエアカスカシノメイガ	
	<i>Palpita nigropunctalis</i> (BREMER)	3
	マタスジノメイガ	
	<i>Pagyda quinquelineata</i> HERING	1
	マダラミズメイガ	
	<i>Elophila interruptalis</i> (PRYER)	11
	ミツテンノメイガ	
	<i>Mabra charonialis</i> (WALKER)	1

表2. 続き.

科名	種名	採集個体数
	モンキクロノメイガ <i>Herpetogramma luctuosale zelleri</i> (BREMER)	2
	ヨツメノメイガ <i>Pleuroptya quadrimaculalis</i> (KOLLAR)	1
ツバメガ科 Uraniidae	クロホシフタオ <i>Dysaethria moza</i> (BUTLER)	1
ヒゲナガキバガ科 Lecithoceridae	ゴマフシロハビロキバガ <i>Scythrioides leucostola</i> (MEYRICK)	1
ヒトリガ科 Arctiidae	キシタホソバ <i>Eilema aegrota</i> (BUTLER)	1
	ヒメキホソバ <i>Eilema cribrata</i> (STAUDINGER)	1
マルハキバガ科 Oecophoridae	ホソオビキマルハキバガ <i>Cryptolechia malacobyrsa</i> MEYRICK	8
メイガ科 Pyralidae	アカシマメイガ <i>Herculia pelasgalis</i> (WALKER)	1
	アカフツツリガ <i>Lamoria glaucalis</i> CARADJA	26
	アカマダラメイガ <i>Oncocera semirubella</i> (SCOPOLI)	2
	ウスオビトガリメイガ <i>Endotricha consocia</i> (BUTLER)	1
	オオウスベニトガリメイガ <i>Endotricha icelusalis</i> (WALKER)	1
	キイトメイガ <i>Lepidogma kiiensis</i> MARUMO	1
	キベリトガリメイガ <i>Endotricha minialis</i> (FABRICIUS)	2
	クロフトメイガ <i>Termiopycha nigrescens</i> (WARREN)	4
	マエモンシマメイガ <i>Tegulifera bicoloralis</i> (LEECH)	3
	ミドリフトメイガ <i>Trichotophysa jucundalis</i> (WALKER)	1
ヤガ科 Noctuidae	アワヨトウ <i>Mythimna separata</i> (WALKER)	1
	ウスイロカバシヤガ <i>Sineugraphe bipartita</i> (GRAESER)	1
	オオアカマエアツバ <i>Simplicia niphona</i> (BUTLER)	1
	オオウスズマカラスヨトウ <i>Amphipyra erebina</i> BUTLER	1
	オオシラホシアツバ <i>Edessena hamada</i> (FELDER & ROGENHOFER)	1
	オオバコヤガ <i>Diarsia canescens</i> (BUTLER)	1
	ソトウスグロアツバ <i>Hydrillodes lentalis</i> GUENÉE	38
	ニセアカマエアツバ <i>Simplicia xanthoma</i> PROUT	1
合計		172

らず、訪花した直後の個体をサンプリングしたことが考えられる。なお、スズサイコと同じキョウチクトウ科に属するサクララン *Hoya carnosa* でも、花粉塊の付着率は1.3%と低い値であることが報告されている (MOCHIZUKI *et al.*, 2017)。

訪花昆虫に対する報酬と考えられる花蜜量の経時的変化は、訪花昆虫の個体数のそれとよく似た傾向を示した。虫媒花では花蜜の分泌量やタイミングを変化させることによって、訪花昆虫を誘因する例は多い (FUNAMOTO & OHASHI, 2017, 住吉・川窪, 1996)。スズサイコでも、開花後から訪花昆虫が最も訪花する時間帯に花蜜量を増加させていることが示唆された。時間帯によって訪花区と無訪花区で花蜜量が逆転する理由としては、19:00-20:00 (花蜜量：訪花区<無訪花区)に訪花者が花蜜を消費した結果、訪花区では20:00-21:00に花蜜の再分泌が促され (訪花区>無訪花区)、これがさらに21:00-22:00に消費されて (訪花区<無訪花区)、最終的には訪花区の花に花蜜がほとんど残されなかったことが考えられる。

調査地におけるスズサイコの子房残存花率は6.5% (19花 /291花)、結果率は3.4% (10花 /291花)であった。花粉塊の持ち去り率が25.0% (150花粉塊 /600花粉塊)であったことから考えると、比較的低い値と捉えることができる。その要因の一つとして、資源制限による「果実の中絶」(fruit abortion)が考えられる。被子植物では受精した胚を果実に発達させるだけの資源が不足している場合、これが制約となって結果率が低下することがしばしば知られている (Bawa & Webb, 1984)。中濱ら (2013) はスズサイコで受粉操作を行ない、人工他家受粉でも子房残存花率25.7%に対し、結果率はそのおよそ半分の11.4%に留まることを示している。ただし、北の原では子房残存率そのものの値が低いことから、「果実の中絶」が生じていたとしても結果率に及ぼす影響は限定的と考えられる。

結果率が低下する他の要因として、「花粉制限 (pollen limitation)」が考えられる。これには、①送粉者の訪花頻度が低いことによって十分な送粉が行なわれないケースと②自家不和合性の種で隣花受粉などが生じているケースが考えられる (Burd, 1994; 菊沢, 1995)。本調査地では、シロテンウスグロノメイガの訪花頻度は極めて高かった。本種が主要な送粉者であると仮定すると、①が直接的な要因となっているとは考えにくい。その一方で、本種の訪花行動からは、②が生じている可能性が示唆される。すなわち、本種は同じ花で繰り返し吸蜜することに加え、多くの場合、1つの花で吸蜜を終えたのちに、引き続き同じ花序の別の花に訪花する傾向を示した。このため株間移動の頻度は低いものと推測された。このような訪花行動により、隣花受粉が促進される可能性は高い。隣花受粉による結果率の低下の可能性については中濱ら (2013) でも指摘されている。

北の原におけるスズサイコの株あたりの果実数は0~4個 (平均：1.45±1.14個, N=22) で、果実を3個以上実らせた株は3株確認された。野外個体群における本種の結果数は、極めて少ないことが知られている (井上・高橋, 2018, NAKAHAMA *et al.*, 2013)。たとえば中濱ら (2013) が調査した兵庫県宝塚市の個体群では、3個以上の果実を実らせた株は確認されていない。北の原個体群では夏季の草刈りを行わなければ、生育株数に対する開花株数や結実株数の割合は比較的安定していることが報告されている (井上・高橋, 2018)。結果数は少ないものの、開花期の草原管理を適切に行うことができれば、本個体群の維持は可能と考えられる。

スズサイコにおいて多数の訪花が確認されたシロテンウスグロノメイガは、ライトトラップにはほとんど飛来しなかった。その要因の一つとして、ライトトラップの開始時間がスズサイコへの飛来が始まる時間より1時間ほど遅かったため、多くの個体がすでにスズサイコに訪花していたことが考えられる。スズサイコの花蜜量が最も多い時間帯にかけて、調査地では独特の芳香がスズサイコから漂っていた。シロテンウスグロノメイガは特異的に、この芳香に強く誘引されていた可能性が示唆される。

謝 辞

訪花昆虫の同定を賜った島根県立三瓶自然館三島秀夫氏，調査の実施にあたって有益な情報を提供いただいた同館の皆木宏明氏と井上雅仁氏，ホシザキグリーン財団の林 成多氏に心から御礼申し上げる。なお，本研究は平成31年度ホシザキグリーン財団研究助成による補助を受けて行われた。

引用文献

- BAWA, K. S. & C. J. WEBB, 1984. Flower, fruit and seed abortion in tropical forest trees: Implications for the evolution of paternal and maternal reproductive patterns. *Botany*, **71** (5): 736–751.
- BURD, M, 1994. Bateman's principle and plant reproduction: The role of pollen limitation in fruit and seed set. *The Botanical Review*, **60**: 83–139.
- 中国農業試験協畜産部，1994. 三瓶山牧野の変遷と残された課題. 中国農業試験場畜産部，39pp.
- FUNAMOTO, D. & K. OHASHI, 2017. Hidden floral adaptation to nocturnal moths in an apparently bee-pollinated flower, *Adenophora triphylla* var. *japonica* (Campanulaceae). *Plant Biology*, **19**: 767–774.
- 井上雅仁・高橋佳孝，2018. 島根県三瓶山の刈り取り草原における絶滅危惧植物スズサイコの動態. 島根県立三瓶自然館研究報告，**16**: 7–14.
- 環境省自然環境局，2019. 環境省レッドリスト. <https://www.env.go.jp/press/files/jp/110615.pdf>. アクセス日：2019年12月1日.
- 菊沢喜八郎，1995. 植物の繁殖生態学. 134–135pp. 蒼樹書房，東京.
- MOCHIZUKI, K., S. FURUKAWA & A. KAWAKITA, 2017. Pollinia transfer on moth legs in *Hoya carnos* (Apocynaceae). *American Journal of Botany*, **104** (6): 953–960.
- NAKAHAMA, N., R. MIURA & T. TOMONAGA, 2013. Preliminary observations of insect visitation to flowers of *Vincetoxicum pycnostelma* (Apocynaceae: Asclepiadoideae), an endangered species in Japan. *Journal of Entomological Society*, **48** (2): 151–160.
- 中濱直之・丑丸敦史・井鷲裕司，2013. 兵庫県宝塚市における準絶滅危惧種スズサイコ *Vincetoxicum pycnostelma* KITAG. の繁殖特性及び訪花昆虫相. 地域自然史と保全，**35** (2): 115–123.
- 岡田洋子・近田文弘・伊藤道夫，1991. ガガイモ科植物花粉塊の環境適応性. 日本花粉学会誌，**37** (1): 75–81.
- 島根県環境生活部自然環境課，2013. 改訂しまねレッドデータブック2013 植物編～島根県の絶滅のおそれのある野生生物～. 島根県環境生活部自然環境課，254pp.
- 住吉啓三・川窪伸光，1996. クサギ *Clerodendrum trichotomum* THUNB. の雄性先熟と花蜜分泌. 鹿児島大学教育学部研究紀要 自然科学編，**47**: 47–55.
- YAMASHIRO, T., A. YAMASHIRO, J. YOKOYAMA & M. MAKI, 2008. Morphological aspects and phylogenetic analyses of pollination systems in the *Tylophora-Vincetoxicum* complex (Apocynaceae-Asclepiadoideae) in Japan. *Biological Journal of the Linnean Society*, **93**: 325–341.

(2020年2月25日受領，2020年3月15日受理)