

多摩川源流域におけるハナバチを 中心とした生物間相互作用の解明

2003年

樋口 広 芳

東京大学大学院農学生命科学研究科
生物多様性科学研究室教授

国 武 陽 子

東京大学大学院農学生命科学研究科
生物多様性科学研究室

目 次

序	1
調査地	3
第1章 オオバギボウシとマルハナバチの生物間相互作用	
1-1 背景	6
1-2 マルハナバチによるオオバギボウシへの訪花行動	9
1-3 オオバギボウシのパッチサイズと種子生産	13
第2章 マルハナバチのコロニー探索	
2-1 背景	16
2-2 犬によるコロニー探索の試み	17
2-3 マルハナバチのコロニーに対する捕食者	21
まとめ	22
引用文献	23
謝 辞	24

代表研究者 樋口 広 芳
共同研究者 国 武 陽 子

東京大学大学院農学生命科学研究科 生物多様性科学研究室

序

山梨県一ノ瀬高原は、南は丹沢山系、北は秩父山系の間に位置する標高約1300mの高原である。周辺の山林は、多摩川の水源地として管理されていることもあり、また国が指定する国立公園でもあることから、豊かな環境が残存している地域である。多摩川の支流である一ノ瀬川の本流笠取山周辺の尾根には、山火事への対策として数キロにわたって防火帯が設けられており、年一度の草刈によって植生の遷移を止め、草地環境が維持されている。そこには多様な草本群集が存在し、早春から秋にかけて絶えることなく様々な種が開花している。そしてその豊かな花資源を求めて極めて多様な昆虫がそれらの花を訪れる。

一般に花を咲かせる植物は、花粉を動物や風によって運ばれることで個体間の遺伝的な交流を可能にしている。特に動物に花粉を媒介される植物（動物媒介種）では、訪花者の存在は種子生産において非常に重要な要素となる。またハチやアリなどの膜翅目、チョウなどの鱗翅目、甲虫などの鞘翅目、ハエやアブなどの双翅目など極めて広い分類群にまたがる訪花昆虫にとっては、花が分泌する花蜜や花粉は重要な餌資源であり、両者はお互いに強い結びつきを持っている。つまり、草地生態系における植物と訪花昆虫の多様性は、まさしく植物-動物間の生物間相互作用における多様性の存在に他ならない。

マルハナバチ類は冷温帯に広く分布するミツバチ科のハチであり、日本には15種存在している（うち北海道に11種、鷲谷他、1997）。マルハナバチは多くの植物の花粉媒介に関わっていることが知られていて、植物の種子生産において重要な訪花昆虫である。女王と働き蜂、雄蜂からなる社会性の生活をし、ネズミの古巣などに集団で営巣する（コロニー）。重要な花粉媒介者であるため、ある環境におけるマルハナバチの分布や個体数、またその個体群動態は植物の繁殖に影響を与える要因として重要である。マルハナバチは社会性昆虫であり、その個体群動態を明らかにするためには、コロニーの分布やコロニー単位の繁殖成功を明らかにする必要がある。しかしながら、マルハナバチのコロニーの場所は地中であることが多いため、いくつかの方法は提示されているが発見は容易でない（片山・落合、1980）。

以上のことから、本研究では以下の2項目を目的とした。一つは、自然豊かな森林に囲まれた亜高山帯の草地生態系においてマルハナバチと植物との生物間相互作用を、マルハナバチに花粉媒介されるユリ科オオバギボウシ (*Hosta sieboldiana*, 写真1) を材料に明らかにすること。そして二つ目はマルハナバチのコロニーの探索を犬によって効率的に行う方法の確立である。

当初の計画では、マルハナバチの捕食者にも注目して哺乳類や大型鳥類によるマルハナバチのコロニーの捕食行動があるかどうかを調査する予定であったが、犬のコロニー探索における訓練に対し、予定より時間がかかったことから、巣への捕食の有無に関して意味のあるデータをとることができなかった。よって本稿では、主にコロニーの発見までの調査について報告する。



写真1. オオバギボウシの花

調査地

本研究の主な調査は、山梨県塩山市の一ノ瀬高原（標高約1350m）で行った。山林の植生はクリ (*Castanea crenata*), トウゴクミツバツツジ (*Rhododendron wadanum*), リョウブ (*Clethra baroinervis*), ミズナラ (*Quercus crispula*), モミジイチゴ (*Rubus palmatus var. coptophyllus*) などの落葉広葉樹や、人工的に植樹されたカラマツ (*Larix kaempferi*), ヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*), スギ (*Cryptomeria japonica*) などから構成されている。この地域の山林は多摩川の水源地として東京都により管理されており、尾根筋には防火帯と呼ばれる山火事の波及を防止する草地帯が設けられている（写真2）。この防火帯は、東京都水道局により秋期に年1回の草刈によって維持されている。



写真2. 防火帯（山梨県 一ノ瀬高原）

調査対象としたオオバギボウシのパッチは、防火帯内に3ヶ所、それ以外の草地で4ヶ所設定した（写真3）。本研究ではオオバギボウシ個体の集合で互いに不連



写真3. 調査パッチの例（オオバギボウシを個体識別してある）



写真4. 高茎草本群集（山梨県 乙女高原, 牧丘町HPより）

続的なものをパッチとした。防火帯内に生育する草本で調査時期に開花していたものの主なものは、オオバギボウシの他にママコナ (*Melampyrum roseum*), ミヤマナルコユリ (*Polygonatum lasianthum*), ノアザミ (*Cirsium japonicum*), ヤマオダマキ (*Aquilegia buergeriana*), ツリガネニンジン (*Adenophora triphylla*), オカトラノオ (*Lysimachia clethroides*) などであった。

また、本研究は一ノ瀬高原のほかに乙女高原 (標高1400m, 写真4) でも調査を行った。乙女高原はかつてスキー場であったため長い間草刈が一年に一回行われていたことで、広い範囲にわたり高茎草本群落広がっている (写真4)。そこにはオオバギボウシの大個体群が存在するほかヤナギラン (*Chamaenerion angustifolium*), クガイソウ (*Veronicastrum villosulum*), ノアザミ, ツリガネニンジン, ヤマオダマキなどの植物が極めて高密度に生育し、オオバギボウシの花期に同所的に咲いていた。マルハナバチの餌資源となる他種の花が多く開花していることから、オオバギボウシの種子生産やマルハナバチの訪花頻度などが異なっているか、比較対照地として設定した。乙女高原には調査パッチを9ヶ所設定した。9ヶ所の調査パッチはその巨大群落内ではなく、その群落周辺でオオバギボウシの開花頻度が高いパッチを選択し、調査を行った。

第1章 オオバギボウシとマルハナバチの生物間相互作用

1-1 背景

ユリ科ギボウシ属は多年生の草本で、美しい花を咲かせることで有名である。日本にはオオバギボウシ、コバギボウシ (*Hosta albo-marginata*), ミズギボウシ (*Hosta longissima*), イワギボウシ (*Hosta longipes*) など12種ほどが自生している (佐竹 他, 1985)。また本属は園芸植物としても人気が高く、日本産の野生種との交配によって多くの品種が作出されている。

本研究の対象種オオバギボウシは、野外で比較的普通に見られる植物である。しかし、調査地ではオオバギボウシの個体数が減少していることが観察されている。減少の原因としては、植生の遷移やそれにとまなう土壤の乾燥化、またシカによる採食圧の上昇なども考えられる。原因の特定は現時点ではできていないが、特にシカによる葉の食害の痕跡が非常に頻繁に観察されていること、また、近年シカによる林床草本に対する採食圧が強くなっていることを考えると、オオバギボウシへの採食圧が高くなっている可能性はある。

一般に、すでに減少してしまった個体群の動態や減少の原因を明らかにするのは非常に困難である。なぜなら個体数が非常に限られている場合、発見効率が低いこと、また操作実験や種子の採集など人為的な操作がその個体群の衰退を加速させてしまう可能性があるからである。さらに多くの場合予想されることであるが、個体群減少の過程に生物間の相互作用が働いている場合は、それを描き出すにはさらに多くの標本数などが必要になる。よって現在比較的個体数が豊富である種を対象にパッチサイズ (パッチ内個体数) が個体群の繁殖成功に与える影響や、そのプロセスとして生物間相互作用に及ぼす影響を明らかにすることは、今後の減少に備えて、また同じような生態特性を持つ希少種の保全を考える上で有意義であると考えられる。

オオバギボウシは平地では6月から7月のはじめ、山地では7月中旬から8月下旬にかけて薄紫の花を咲かせる。花は多量な花蜜を分泌し、花蜜や花粉を求め

て多様な昆虫が訪花する。その中でもミツバチ科のマルハナバチ類は重要な花粉媒介者であることがわかっている (Takahashi et al. 1994)。オオバギボウシは自家和合性の性質をもち、自家受粉によってもある程度の種子を生産する。しかし自家受粉では結果率、結実率ともに低下し (Takahashi et al. 1994)、他個体からの花粉のほうが種子生産にとって有利であるため、動物による花粉の媒介が必要である。また自動受粉 (自家の花粉が自動的に雌蕊に受粉すること) は行わず、自家受粉の過程においても花粉媒介者の訪花が必要であることから、マルハナバチの訪花がオオバギボウシの種子生産にとって必要不可欠であると考えられる。

調査地にはトラマルハナバチ (*Bombus diversus*, 写真5)、ミヤママルハナバチ (*Bombus honshuensis*, 写真6)、ナガマルハナバチ (*Bombus consobrinus*, 写真7)、オオマルハナバチ (*Bombus hypocritra*, 写真8)、ヒメマルハナバチ (*Bombus beaticola*) の5種が生息している (日江井, 1997)。



写真5. ノアザミに訪花したトラマルハナバチ (植原彰氏撮影)



写真6. クガイソウに訪花するミヤママルハナバチ (植原彰氏撮影)

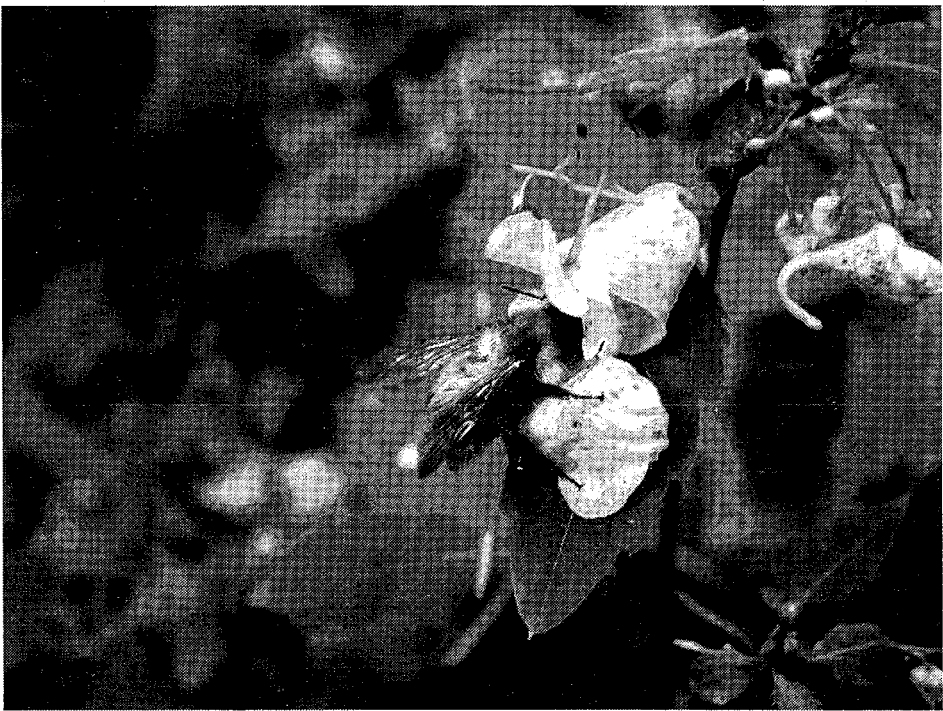


写真7. キツリフネに訪花したナガマルハナバチ (植原彰氏撮影)



写真 8. クガイソウに訪花したオオマルハナバチ (植原彰氏撮影)

本章では、オオバギボウシに訪花するマルハナバチについてその種構成、訪花行動を報告する。また、オオバギボウシの個体数の減少が種子生産に与える影響を明らかにするため、パッチサイズと種子生産の関係を報告する。

1-2 マルハナバチによるオオバギボウシへの訪花行動

方 法

パッチ内のオオバギボウシに訪花するマルハナバチを確認し次第、訪花行動の個体追跡を行った。一ノ瀬高原では2002年7月27日から29日にかけての3日間、乙女高原では2002年7月30日から8月1日にかけての3日間、同時に6パッチで観察を行った。観察は午前6時から11時までの5時間連続で行った。2002年7月27日から8月1日までの6日間はいずれも晴れていて、風は弱く観察条件に大きな違いは無かった。

個体追跡したハチについては種名、花粉団子（花粉の運搬のためにまるめた花粉）の有無、訪花植物種などを記録した。マルハナバチは警戒心が弱く、観察によって行動に影響を与えていないと推察された。

結果と考察

1) 訪花したマルハナバチの種構成

一ノ瀬高原、乙女高原におけるマルハナバチの観察数は、3日間の観察5時間あたりの平均でそれぞれ22.8個体、50個体であり、乙女高原では一ノ瀬高原のほぼ2倍であった。オオバギボウシに訪花したマルハナバチは、調査地で生息が確認されている全ての種の訪花が観察された（トラマルハナバチ、ミヤママルハナバチ、ナガマルハナバチ、オオマルハナバチ、ヒメマルハナバチ）。

一ノ瀬高原と乙女高原のサイト別の訪花種構成を図1に示す。乙女高原ではトラマルハナバチが多く、一ノ瀬高原にはミヤママルハナバチ、ナガマルハナバチが多い傾向にあった。オオバギボウシへの受粉効率（1回の訪花で受粉される花粉数）はマルハナバチの種にはよらない（Suzuki et al. 2002）ことから、訪花種構成の違いがオオバギボウシの花粉媒介にどういった影響があるかは明らかではないが、環境によってオオバギボウシに訪花するマルハナバチ種、また個体数が大きく異なることは、花粉媒介をめぐる生物間相互作用が一様ではなく、多様なことを示しているといえる。

2) オオバギボウシを含む訪花行動に含まれる植物種

オオバギボウシを含む訪花行動は、ママコナ、マムシグザ、ノアザミ、アキノキリンソウ、シモツケソウ、オカトラノオ、シロツメクサ、ミヤマオダマキ、オミナエシ、クガイソウ、ヤマハギ、ヒヨドリバナ、フウロウソウ、ヤナギランなどが含まれた（図2、図3）。マルハナバチはオオバギボウシに訪花しながら他にも多くの植物に訪れていることが明らかになった。特に乙女高原では

多くの他種の花に訪花していた。これは乙女高原では潜在的に他種が多く存在することが一つの原因と考えられる。

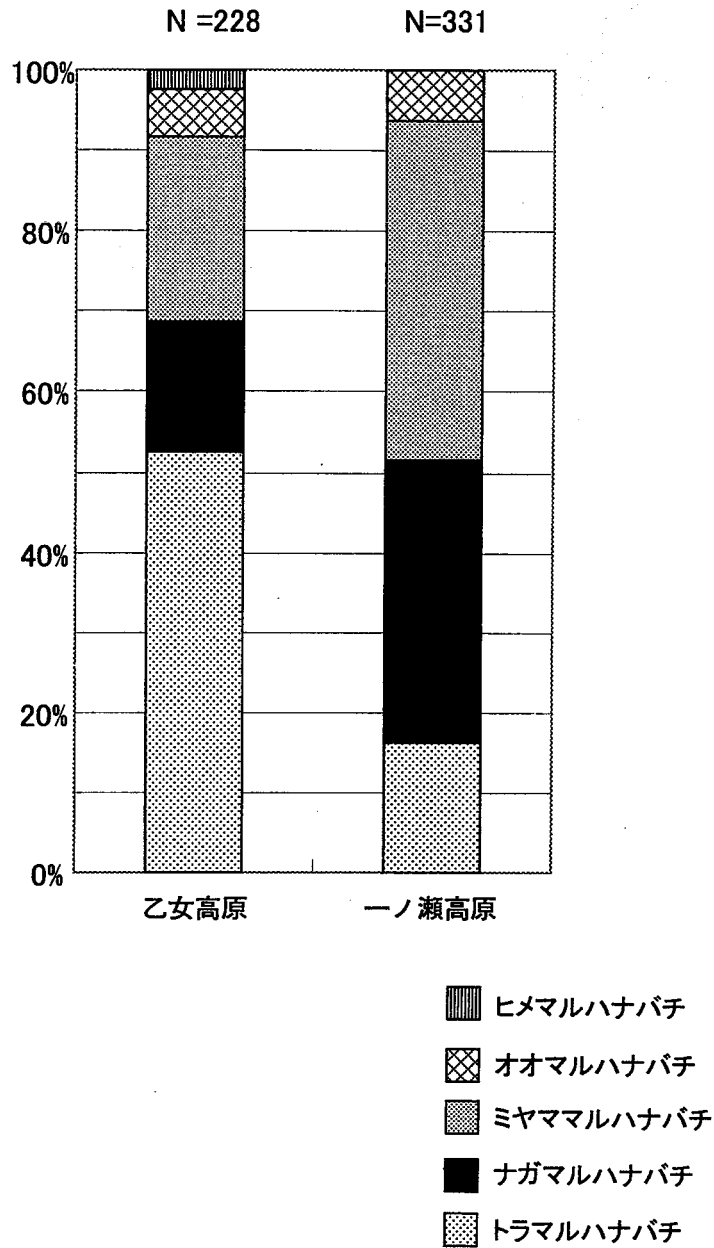


図1. オオバギボウシに訪花したマルハナバチ類のサイト別種構成

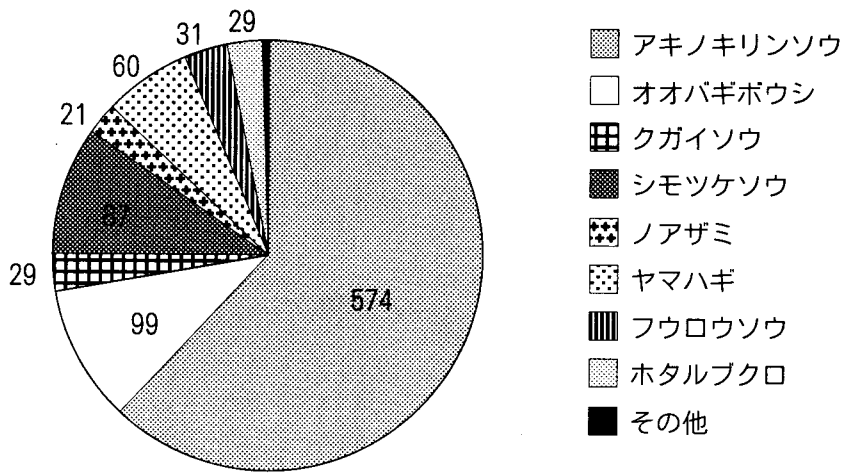


図 2. 乙女高原のオオバギボウシに訪花したマルハナバチが前後に訪花した植物種 (数字は訪花回数の実数)

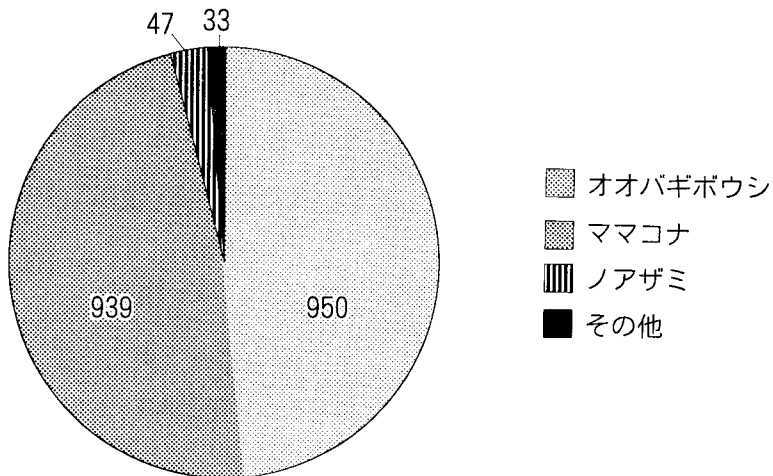


図 3. 一ノ瀬高原のオオバギボウシに訪花したマルハナバチが前後に訪花した植物種 (数字は訪花回数の実数)

1-3 オオバギボウシのパッチサイズと種子生産

方 法

2001年に、一ノ瀬高原7パッチ、乙女高原9パッチにおいてオオバギボウシの種子生産を調査した。開花期に花数をカウントし、結実後、10月に果実の有無を確認した(写真9)。また個体から各3果実ずつ採取し、研究室で果実内の胚珠数、結実数をカウントした。調査個体数は一ノ瀬高原で142個体、乙女高原で168個体である。結果率と結実率は以下の式によって算出した。

$$\text{結果率} = \text{果実数} / \text{花数}$$

$$\text{結実率} = \text{結実数} / \text{胚珠数}$$



写真9. オオバギボウシの果実(結果初期の状態)

結果と考察

9月に一ノ瀬高原1パッチ、乙女高原3パッチが草刈によって消滅してしまったため、結実は一ノ瀬高原で6パッチ、乙女高原で6パッチしか調査できなかった。

結果率は平均 0.51 ± 0.04 (SD) %で、最低0.22%、最高値0.78%であった。結実率は平均 58.6 ± 0.87 (SD) %で最低値0%、最高値100%であった。結果率は乙女高原のほうが一ノ瀬高原よりも高い傾向にあった(図4)。

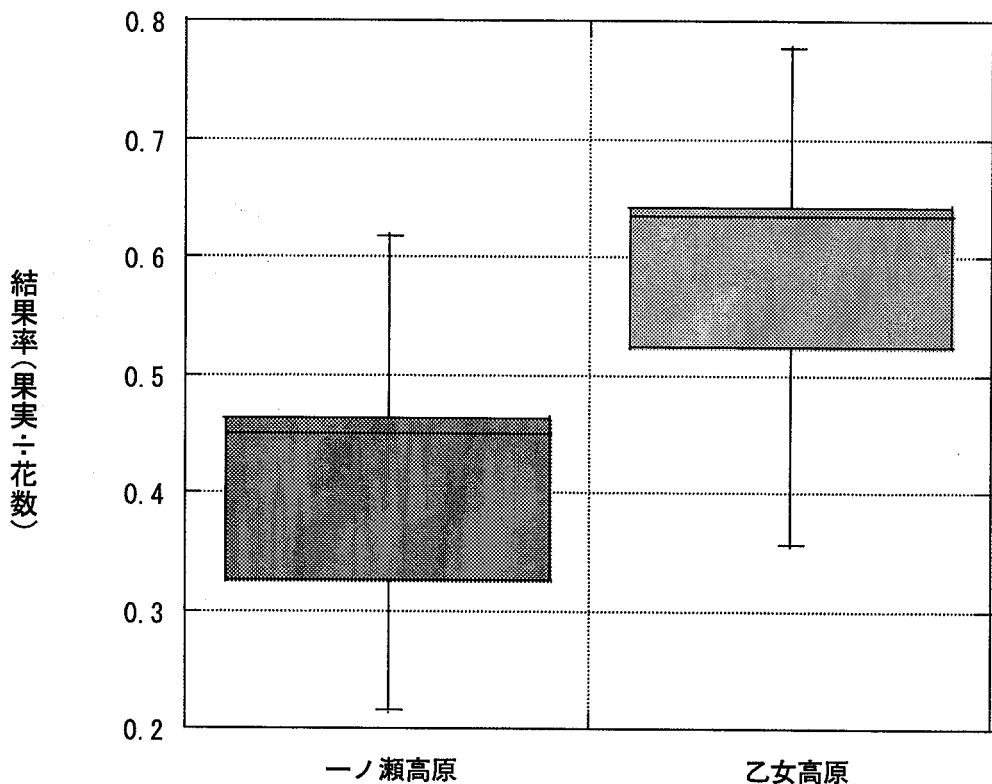


図4. 一ノ瀬高原と乙女高原における結果率の比較
(パッチ当たりの平均。中央の線は平均値、箱内は分散の75%を含む)

一ノ瀬高原では個体数が20以下のパッチでは結果率は0.3から0.5でばらついたが、20以上のパッチでは0.4から0.6の間に安定していた。よって、パッチサイズが大きいパッチでは結果率が高く安定することが示唆された。しかしながら、乙女高原では個体数10のパッチから70のパッチまで0.5以上の結果率を示し、パッチサイズと結果率の間に一ノ瀬高原のような傾向は見られなかった。

結実率は一ノ瀬高原、乙女高原の両方で0.45から0.65の間に分布し、パッチサイズとの間に明瞭な関係は見られなかった。しかしながら、標本数（パッチ数）が少ないため安定した結果かどうかは明らかではない。

第2章 マルハナバチのコロニーの探索

2-1 背景

マルハナバチは前記のようにオオバギボウシの重要な花粉媒介者であるが、温帯の花を咲かす多くの植物にとっても効率的な花粉媒介者である。ある顕花植物の個体群の保全を考える上で、その植物の生息環境を保全するだけではなく、その花粉媒介者の生息環境を維持していく必要がある。そのためには花粉媒介者として機能する訪花者の生態的な情報、またマルハナバチのような社会性の昆虫においては営巣場所の環境条件を把握することは非常に重要である（鷲谷，1998）。

マルハナバチのコロニーの場所はおもにネズミの古巣や木の洞などに作られることが知られているが、多くは地中につくるため、発見が難しい。片山，落合（1980）はスズメバチのコロニーを探す方法を応用したOM法を開発するなど、マルハナバチのコロニーの探索方法を発展させた。しかしながらこれらの方法はかなりの経験や熟練が必要で、かつ単位時間当たりの発見効率も高いとはいえない。本章では犬の嗅覚を利用してマルハナバチのコロニーを発見する方法について報告する。

すぐれた嗅覚や視覚，強靱な体力などを利用して，犬は様々な場で人間の役に立っている。例をあげると古くは猟における獲物の探索や回収，犯罪逃亡者の足跡臭の追及，迷子および痴呆老人の搜索，個人臭の識別（合致訓練），死体遺棄事件の埋匿場所の発見，麻薬，爆薬の搜索，雪崩による遭難者の搜索，災害による瓦礫下の遭難者の搜索などである。ハチ個体には独特な匂いがあるので，その匂いを犬に記憶させ，既存の方法で訓練すれば，ハチのコロニーの探索をさせることができるのではないかと考えた。

マルハナバチでは訪花行動中に捕食をうけることはあまり観察されない。しかしながら北米ではスカンクが地中のマルハナバチのコロニーを探し出すことが知られており（Heinrich 1979），ミツバチではクマ類によるコロニーの破壊が報告されていることから，日本でもコロニーに対する哺乳類などの捕食者が存在する可能性

があると考えた。よってそれらを明らかにするためにはコロニーにおける捕食行動の観察が必要であると考え、犬が発見したコロニーにおいて捕食者の撮影を試みた。

2-2 犬によるコロニー探索の試み

方法

訓練所での訓練

マルハナバチ個体のおいを犬に記憶させ、その匂いを探索するように訓練した。使用した犬は生後5年目のイングリッシュ・コッカースパニエルのオスだった(ペピート号)。まず人為的に埋めたボールを探索させる訓練からはじめ、徐々にボールとハチの匂いを関連づけるようにした。最後に、人為的に地中に埋めたハチを探させる試みを行った。

野外での訓練

以上の訓練は訓練所で行い、完全にできるようになったのち野外で実施した。野外に人為的に埋めたハチを探させ、野外での探索に慣らしていった。

野外コロニーの探索

以上のことが可能になったのち、野外コロニーの探索を行わせた(写真10)。場所は一ノ瀬高原、防火帯とその周辺の林床で行った。犬が山林の環境に慣れるのに時間がかかったため、ハチの繁殖時期に16回の探索を試みさせるに留まった。

野外での探索は2002年8月に1日、9月に10日の計11日間に16回行った。訓練した犬は夏の暑さに弱く、8月の訓練ではすぐに集中力を欠き、探索行動を行わなかった。

探索はある程度の範囲を決めて指示を出した。発見を示唆する気配が見られたら(写真11)、コロニーの入り口の有無を確認し、その前でハチの帰巢の有無を確認した(写真12)。



写真10. ペピート号によるマルハナバチの巣探索



写真11. ペピート号がマルハナバチの巣を見つけた場面



写真12. ペビート号が発見した巢に入るオオマルハナバチ

結果と考察

訓練所内で、人為的に埋めたハチ個体の探索に関しては、4ヶ月ほどの訓練で100%の発見の成功を見るようになった。また野外に人為的に埋めたコロニーを探索させる訓練では、開始後2ヶ月ほどで100%の成功率に達した。

野外巣に関しては、結局、合計6個の発見に成功した(写真12, 写真13)。発見したコロニーはいずれも防火帯内にあった(写真14)。またいずれもオオマルハナバチのコロニーであった。野外コロニーの探索においては集中力を維持させるため、一日に30分ほどの探索2回ほどが限度であると考えられた。犬の集中力の維持が課題の一つといえる。

訓練に使用したハチはトラマルハナバチであったのにも関わらず、発見したコロニーはすべてオオマルハナバチであった。このことは2種の匂いが類似していることを示唆している。オオマルハナバチ以外のコロニーが見つからなかった原



写真13. ペピート号が
発見した巣



写真14 巣探索場所の環境（棒は見つけた巣の場所）

因としては、探索させた場所が偏っていた可能性もあり、他種の発見ができるかを明らかにするためには、今後より広範囲の探索をさせる必要がある。

2-3 マルハナバチのコロニーへの捕食

方法

マルハナバチのコロニーを訪れる捕食者を特定するために発見したコロニーの入り口近く（コロニー入り口から50cmの地点）にデジタルビデオカメラを設置した。6コロニーに対して朝7時から11時までの4時間、3日間設置した。

結果と考察

ビデオカメラでの撮影では、マルハナバチのコロニーを訪れる捕食者は何も確認することはできなかった。理由として、以下のことが考えられる。

まず、ビデオ設置の時間が十分でなかったため、いかなるイベントも記録できなかった可能性がある。防火帯は登山道にもなっていて人の出入りがある程度あり、放置しておくことはできず、限られた時間の撮影となったが、今後時間を延長して行う必要がある。

次に、マルハナバチのコロニーに対しては想定していたような大型の捕食者がいない可能性がある。今回ビデオカメラを設置したコロニーはいずれも地中のコロニーであり、入り口は1.5cmほどの穴であった。この小さな穴には大型の哺乳類や鳥類などの捕食者はとりつけないため、地中のマルハナバチのコロニーを利用することはないのかもしれない。実際に掘られたような跡は一切見られなかった。

最後に夜間撮影をしていないことも原因の一つと考えられる。ネズミなどの小動物は夜間に行動することが多いので、夜間の撮影をしない限り、捕食行動などを撮影できないのかもしれない。

以上のようにマルハナバチコロニーの捕食者の特定をするには調査が不十分であり、今後より長時間の、またできれば夜間の撮影が必要であると思われる。

まとめ

本研究では、多摩川源流域の水源林に設置された防火帯という草原生態系において、マルハナバチを取り巻く生物間相互作用に注目した。主にマルハナバチが主要な花粉媒介者であるユリ科ギボウシ属のオオバギボウシの分布パターンとハナバチとの関係を空間的に捉えることに成功した。オオバギボウシの小さな局所個体群では、種子生産量が低下していることが明らかになった。また環境によって種子生産の成功度のパターンが異なることが明らかになった。そして、訪花したマルハナバチの種構成や、行動に地域間で違いがあることが明らかになった。

次にマルハナバチのコロニーの探索を行うため、犬の嗅覚を利用して、コロニー探索を行うことに成功した。これは本研究によってはじめて試みられた方法である。探索の訓練と野外環境への適応に予定より時間がかかり、広範囲にわたる調査はできなかったが、6個の野外コロニーを発見した。それら6コロニーにビデオカメラを仕掛けて捕食者の特定を試みたが、捕食者の訪巣は確認できなかった。

以上のことから、オオバギボウシの種子生産とマルハナバチの間に多様な生物間相互作用が示された。またオオバギボウシの局所個体群の大きさと種子生産の相関は地域によって異なり、また結果率でのみ相関があったことから、オオバギボウシの個体が少なくなってしまうことは個体群の維持にマイナスの効果があり、種子生産にはその空間分布が重要であることが明らかになった。また今まで発見が困難であったマルハナバチの野外コロニーを効率的に発見する方法が確立されたことは、今後の送分共生系の研究と保全に向けて大きな成果であると考えられる。

引用文献

- Heinrich, B. 1979 Bumblebee Economics. Harvard University press.
- Suzuki, K., Dohzono, I., Hiei, K. and Fukuda, Y. 2002. Pollination effectiveness of three bumblebee species on flowers of *Hosta sieboldiana* (Liliaceae) and its relation to floral structure and pollinator size. *Plant Species Biology*. 17: 139-146.
- Takahashi, H., Goto, Y., Kanematsu, S., Niwa, S., Mori, K. and Nozaki, K. 1994. Pollination Biology of *Hosta sieboldiana* (Lodd.) Engler and *H.sieboldii* (Paxton) J.Ingram (Liliaceae). *Plant Species Biology* 9: 23-30.
- 片山栄助, 落合弘典. 1980. マルハナバチ類 (*Bombus* spp.) の巣の調べ方ととり方. *生物教材*. 15: 45-63.
- 佐竹義輔, 大井次三郎, 北村四郎, 巨理俊次, 冨成忠夫編. 1985. 日本の野生植物. 平凡社, 東京.
- 日江井香弥子. 1997. ママコナの繁殖生態 ～マルハナバチ送粉に関連して～. 東京都立大学修士論文.
- 鷺谷いづみ, 鈴木和雄, 加藤真, 小野正人. 1997. マルハナバチハンドブック. 文一総合出版, 東京.
- 鷺谷いづみ. 1998. サクラソウの目. 地人書館, 東京

謝 辞

本研究はとうきゅう環境浄化財団の助成をうけて行った研究です。当財団には2年間にわたり多大な経済的援助をいただきました。

また本研究はその他多くの方の協力を得て実現しました。調査地である一ノ瀬高原では、奥多摩旅館、ロッジ日の出には敷地を調査地として使用させていただきました。また、東京都水源管理事務所には防火帯の調査に際して、便宜を図っていただきました。乙女高原の調査においては山梨県、牧丘町に調査地の維持においてご協力いただきました。

犬の訓練は、四分一警察犬訓練所の四分一稔所長の熱意ある訓練により実現したものです。訓練に使用したマルハナバチは玉川大学農学部の小野正人助教授と綾部斗清さんから提供していただきました。また横浜動物園ズーラシアの増井光子園長、財団法人アイメイト協会の塩屋賢一理事長には、犬の訓練について貴重な情報をいただきました。マルハナバチの調査においては山口県立大学の鈴木和雄先生に多くのアドバイスをいただきました。

野外調査において、天野達也、阿部晴江、呉インイン、島崎彩、武田万里、藤田剛、植原彰、山内唯志、河手美綾子、河手栄治、河手瑠美、国武貞克の諸氏には長時間にわたって調査を手伝っていただきました。

以上の方にこの場を借りて厚くお礼申し上げます。

「たまがわげんりゅういき多摩川源流域ちゅうしんにおけるハナバチを中心とした
せいぶつかんそうごきょうかいめい生物間相互作用の解明」

(研究助成・学術研究VOL. 32—No.235)

著者 ひぐちひろよし樋口 広芳・くにたけようこ国武 陽子
発行日 2004年 3月31日
発行 財団法人 とうきゅうとうきゅう環境浄化財団
〒150-0002
渋谷区渋谷 1-16-14 (渋谷地下鉄ビル内)
TEL (03)3400-9142
FAX (03)3400-9141
