

中部山岳高山帯におけるマルハナバチ類の訪花ならびにオオマルハナバチによるコマクサの盗蜜の記録

| | |
|-------|--|
| 誌名 | 長野県自然保護研究所紀要 = Bulletin of Nagano Nature Conservation Research Institute |
| ISSN | 13440780 |
| 著者名 | 須賀, 丈 |
| 発行元 | 長野県自然保護研究所 |
| 巻/号 | 4巻 |
| 掲載ページ | p. 13-22 |
| 発行年月 | 2001年3月 |

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



中部山岳高山帯におけるマルハナバチ類の訪花ならびに オオマルハナバチによるコマクサの盗蜜の記録

須賀 丈*

飛騨山脈と赤石山脈の亜高山帯上部から高山帯にかけての地域で訪花昆虫類の調査をおこなった。訪花昆虫の大部分はマルハナバチ属(*Bombus*) とハエ目(Diptera)で、それぞれが多く採集された花の形態に、前者は深い花、後者は浅い花というように大別できる傾向があった。マルハナバチ属が多く訪花する植物 8 種で各種の訪花頻度を調査した結果、6 種でヒメマルハナバチ(*B. beaticola*)、1 種でオオマルハナバチ(*B. hypocrita*)、他の 1 種でナガマルハナバチ(*B. consobrinus*)の訪花がもっとも多くみられた。また乗鞍岳のコマクサ(*Dicentra peregrina*)群生地でもオオマルハナバチによる盗蜜を確認した。開花した花の基部のほとんども盗蜜をうけたあとの穴がみられた。

キーワード：高山帯、マルハナバチ、訪花昆虫、盗蜜、コマクサ

はじめに

本州中部の亜高山帯上部から高山帯にかけての地域には美しいお花畑が点在している。これらのほとんどは国立公園などにふくまれ法的に保護されているが、登山客の増加や周辺部の環境変化、地球温暖化の影響などさまざまなかたちで脅威となりうる要因が存在すると指摘されている。したがってそうした植物群落の存続を可能にする条件を多面的にあきらかにし、長期にわたってそのモニタリングをおこなうことがのぞましい。

一般に美しい花を咲かせる植物の多くは、その繁殖の過程で昆虫などの送粉者をひきよせる(井上・湯本 1992; 井上・加藤 1993; Proctor *et al.* 1996)。昆虫による送粉を通じた遺伝子交流のプロセスを維持することは、野生植物の保全にとって重要な意味をもっている(Neff and Simpson 1993; Kwak *et al.* 1996; 鷲谷 1998)。長野県の亜高山帯上部から高山帯でみられる送粉昆虫に関する報告では、飛騨山脈白馬岳(Sota 1993)・乗鞍岳(Tomono and Sota 1997)、および木曾山脈駒ヶ岳(Yumoto 1986)のものがある。それによるとこの標高域の送粉昆虫はマルハナバチ(*Bombus*)とハナアブ類(Syrphidae)が中心で、おとずれる花の種

類はその形態や空間分布、開花期の重なり具合などに関してそれぞれに対応した 2 つのグループに大別できる傾向がある(Yumoto 1986)。また特にマルハナバチが頻繁に訪花する数種類の植物では、実験的に網掛けをして訪花をさまたげると結実率のあきらかな低下が生ずる(Tomono and Sota 1997)。したがってこの標高域の訪花昆虫類は高山植物とのあいだに生態学的に深いむすびつきをもっており、その分布と生態を解明することはそれらの植物の保全上大きな意味をもっていると考えられる。しかし現時点では、まだその全体像のごく一部があきらかにされはじめたにすぎない。

そこでこの調査ではそうした基礎的な情報を収集する一環として、飛騨山脈南部と赤石山脈南部の亜高山帯上部および高山帯において訪花昆虫類の採集をおこない、またマルハナバチの頻繁な訪花がみられた植物 8 種についてマルハナバチ各種の訪花頻度を調査した。さらに乗鞍岳の高山帯でオオマルハナバチ(*Bombus hypocrita*) が花の基部をかじりあけて盗蜜する行動が観察されたコマクサ(*Dicentra peregrina*)について、盗蜜をうけた花の割合の季節変化を記録した。

* 長野県自然保護研究所 〒381-0075 長野市北郷 2054-120

調査の対象地域とその方法

訪花昆虫類の採集調査

1997年8月19日から21日にかけて、赤石山脈南部の易老岳から光岳の稜線沿いで、開花している植物とそれに訪花している昆虫類の採集をおこなった。また1998年8月19日から21日にかけてと1999年8月26日、飛騨山脈南部の常念岳から餓鬼岳の稜線で同様の調査をおこなった。調査地域で標高のもっとも高い地点は、前者が光岳山頂の2591m、後者が大天井岳山頂の2922mである。

訪花昆虫の採集は、見つけ採りとスウィーピング法によっておこなった。個々の採集地点ごとにその場所と花の種類、採集時刻を記録し、採集したサンプルを区別できるよう保存した。複数個体の訪花を確認できた場合には一定の時間採集をつづけ、その開始時刻と終了時刻を記録した。なお、チョウ目は採集の対象から除外した。

採集した昆虫は乾燥標本にして外部形態から目別に分類した。このうちハチ目(Hymenoptera)についてはマルハナバチ属(*Bombus*)にふくまれるものを種ごとに分類し、採集した植物名などのデータから、一部を次に述べる調査のまとめにもちいた。

マルハナバチ類の訪花頻度調査

マルハナバチ類の訪花が高い頻度でみられた植物について、それぞれの植物種・山域におけるマルハナバチ各種の相対的な訪花頻度を知るため次の3つの調査をおこなった。(1)うえでのべた採集調査の結果のうち、マルハナバチ類の標本が得られ、またそれぞれで10分間以上の採集をおこなった飛騨山脈のミヤマトリカブト(*Aconitum nipponicum*)・タテヤマアザミ(*Cirsium babanum* var. *otayae*)・クロトウヒレン(*Saussurea nikoensis* var. *sessiliflora*)、および赤石山脈のホソバトリカブト(*A. senanense*)・キオン(*Senecio nemorensis*)について、調査時間1分間あたりのマルハナバチ各種の採集個体数を算出し比較した。(2)1997年7月25日の午前6時から2時間、赤石山脈南部の茶臼岳から仁田岳にかけての稜線の登山道(約2460~2600m)を歩きながら、ハクサンシャクナゲ(*Rhododendron brachycarpum*)に訪花

しているマルハナバチ類の種別の個体数を記録した。そしてこのときの記録から、調査時間1分間あたりのマルハナバチ各種の発見頻度を算出した。このときみられた花の数は数百個以上であると推定された。(3)観察する花の種類と調査地点をさだめ、そこに飛来して訪花するマルハナバチの種とその頻度を記録する調査を飛騨山脈乗鞍岳において3回おこなった。この調査はいずれも午前8時頃から約3時間にわたっておこない、その記録から調査時間1分間あたりのマルハナバチ各種の飛来頻度を算出し比較した(ここでいう飛来頻度とは、調査地点の外から飛来して訪花した個体の頻度を意味し、調査地点内での花間の移動はふくまない)。まず1997年8月2日、標高約2700mの地点にあるキバナシャクナゲ(*R. aureum*)について調査をおこなった。このとき調査地では約2m×約3mの範囲に約168個の花がさいているのがみられた。また1999年7月9日、前回の場所から直線距離で約1.8Kmはなれた標高約2680mの地点にあるキバナシャクナゲについて調査をおこなった。この場所では約2m×約6mの範囲に約1100個の花がさいているのがみられた。さらに同年7月9日、標高約2700mの地点のミヤマアキノキリンソウ(*Solidago virgaurea* ssp. *leiocarpa* f. *japonalpestris*)について、同じ調査をおこなった。ここには約2m×約6mの範囲に約160本のミヤマアキノキリンソウが花をつけており、同じ範囲に約240個のイワギキョウ(*Campanula lasiocarpa*)の花もみられた。

なお、以上のうち(2)のハクサンシャクナゲの調査および(3)のキバナシャクナゲで1回目におこなった調査についてはすでに結果を公表済みである(保全生態学研究会1997; 須賀1999)。

盗蜜をうけるコマクサの頻度の記録

飛騨山脈乗鞍岳のコマクサ(*Dicentra peregrina*)群生地では1998年の開花期のおわりごろ、多くの花の基部近くに小さな穴があいているのを発見した。コマクサの花弁は硬く口吻の長い昆虫でなければ花の正面から吸蜜することがむずかしいと考えられること、外側の花弁2枚の基部に近い左右相称な位置2箇所穴のあるものが多くそのうちの1箇所にだけ穴のあるものもみられること、またその穴の大きさが他の植物の花でみられる盗蜜のあとに似ていることなどか

ら、盗蜜行動の習性をもつオオマルハナバチ(*Bombus hypocrita*)によるものと推測された。

そこで翌1999年の7月から9月にかけて、この群生地のなかの10箇所に50cm四方の調査区を設置してコマクサの開花の進行を記録し、また盗蜜のあとと思われる穴のある花の割合を調査した。開花の進行の記録は、(1)つぼみ・(2)開花・(3)おわりかけ(子房がふくらんで露出し花弁がしおれはじめた状態)・(4)おわり(花弁がしおれた状態)の4つのステージに区分し、調査区ごとにそれぞれのステージにある花の数をかぞえることによっておこなった。また、それぞれの花について盗蜜のあとと思われる穴の有無を調査し、調査区および開花ステージ別にその割合を記録した。以上の記録を7月28日、8月10日、9月8日の3回おこなった。また調査時に盗蜜者の発見・確認につとめた。

結 果

採集された訪花昆虫類の概要

訪花昆虫類の採集調査をおこなった結果の概要をFig. 1に示す。採集に要した時間の長さは花の種類によって異なっており、訪花昆虫の採集個体数の多い植物ではこの時間も長い傾向がある。したがって採集個体数がそれぞれの植物の花でみられる昆虫の訪花頻度を単純に反映しているということとはできないが、採集個体数が多い植物には訪花昆虫が集中してみられる傾向があった。

飛騨山脈の調査ではハエ目(Diptera)とハチ目(Hymenoptera)のみが採集された(Fig. 1上)。その内訳はハエ目210個体(86%)、ハチ目33個体(14%)である。ハチ目のうち24個体(73%)をマルハナバチ属(*Bombus*)が占めていた。採集地点の標高は約2600mから約2700mのあいだに分布している。エゾニユウ(*Angelica ursina*)、ミヤマセンキュウ(*Conioselinum filicinum*)、ミヤマゼンゴ(*Coelopleurum multisectum*)、カンチコウゾリナ(*Picris hieracioides* ssp. *kamtschatica*)にはハエ目が多く訪花していた。これらの植物はいずれも浅い花をつける。採集されたハエ目はハナアブ科(Syrphidae)が主要な部分を占めているが、それ以外の科のものもふくまれている。一方タテヤマアザミ(*Cirsium babanum*

var. *otayae*)とミヤマトリカブト(*Aconitum nipponicum*)ではハチ目が多く採集された。これらはいずれも相対的に蜜源の深い花で、採集されたハチ目はすべてマルハナバチ属であった。クロトウヒレン(*Saussurea nikoensis* var. *sessiliflora*)、ヤマハハコ(*Anaphalis margaritacea*)、ハクサンフウロ(*Geranium yesoense* var. *nipponicum*)ではハチ目またはハエ目の1個体ないし2個体が採集された。

赤石山脈の調査ではハエ目、ハチ目、コウチュウ目(Coleoptera)が採集された(Fig. 1下)。その内訳はハエ目52個体(55%)、ハチ目40個体(43%)、コウチュウ目2個体(2%)である。ハチ目のうち34個体(85%)をマルハナバチ属が占めていた。採集地点の標高は約2230mから約2540mのあいだに分布している。花の浅いキオン(*Senecio nemorensis*)にはハエ目が多く訪花していた。その大部分はハナアブ科であった。しかしコハナバチ科(Halictidae)なども若干みられた。蜜源の深いホソバトリカブト(*A. senanense*)で採集されたのはすべてマルハナバチ属であった(その内訳は後述する)。セリバシオガマ(*Pedicularis keiskei*)ではヒメマルハナバチ(*B. beaticola*)1個体、ハクサンシャジン(*Adenophora triphylla* var. *hakusanensis*)ではコウチュウ目2個体が採集された。

高山植物に対するマルハナバチ各種の訪花頻度

マルハナバチの訪花頻度の調査結果をFig. 2に示す。3つの異なる調査方法をもちいているため訪花頻度の絶対値を一律に比較することはできない。しかしそれぞれの植物に対するマルハナバチ各種の相対的な訪花頻度の概要はこれによって示すことできる。

飛騨山脈のタテヤマアザミ(*C. babanum* var. *otayae*)、クロトウヒレン(*S. nikoensis* var. *sessiliflora*)、ミヤマアキノキリンソウ(*S. virgaurea* ssp. *leiocarpa* f. *japonalpestris*)、キバナシャクナゲ(*R. aureum*)、そして赤石山脈のホソバトリカブト(*A. senanense*)では、ヒメマルハナバチ(*B. beaticola*)が訪花したマルハナバチの個体のうちで相対的にもっとも大きな割合を占めていた。赤石山脈のハクサンシャクナゲ(*R. brachycarpum*)ではオオマルハナバチ(*B. hypocrita*)がその頻度でもっとも大きな割合を占めており、ヒメマルハナバチがこれに次いで多かった。オオマルハナバチは飛騨山脈のタテヤマアザミ、ミヤ

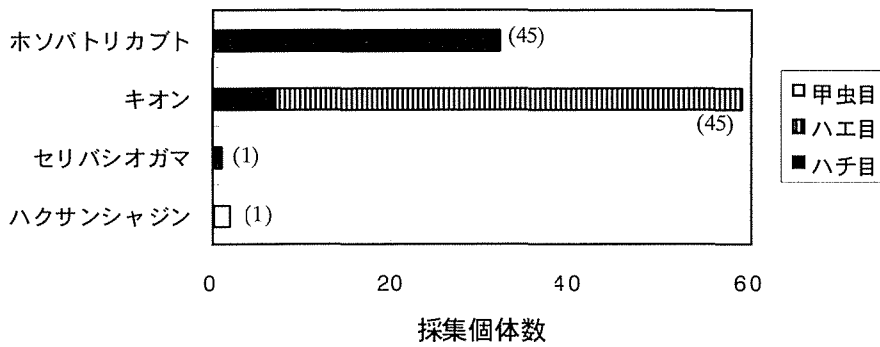
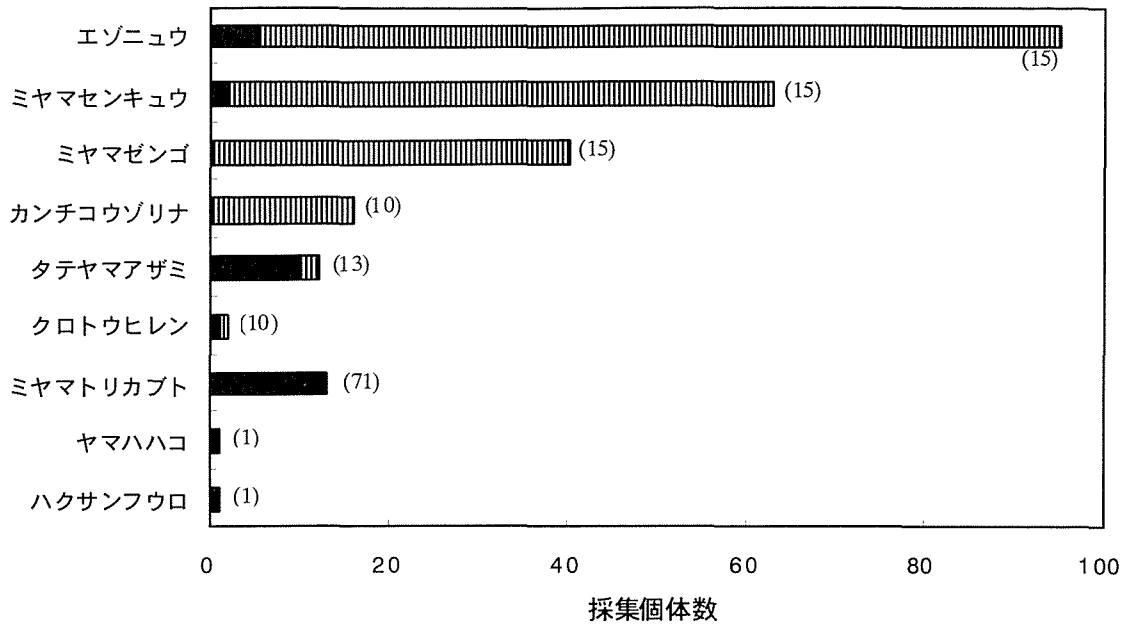


Fig. 1. 飛騨山脈（上）および赤石山脈（下）の亜高山帯上部から高山帯にかけての地域においてそれぞれの植物で採集された訪花昆虫の個体数の目別の内訳。（）内の数字は採集に要した時間の長さ(分)を示す。

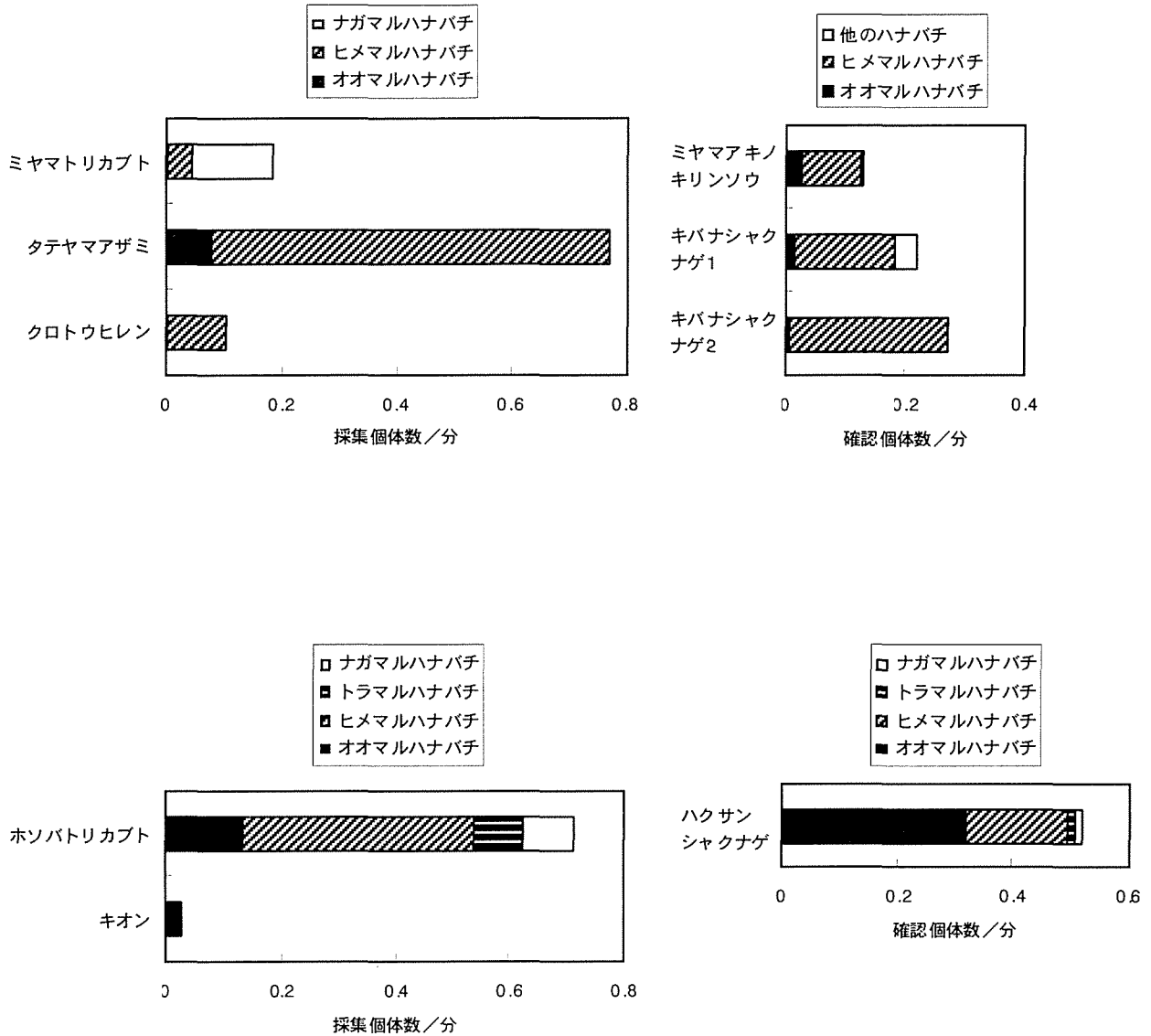
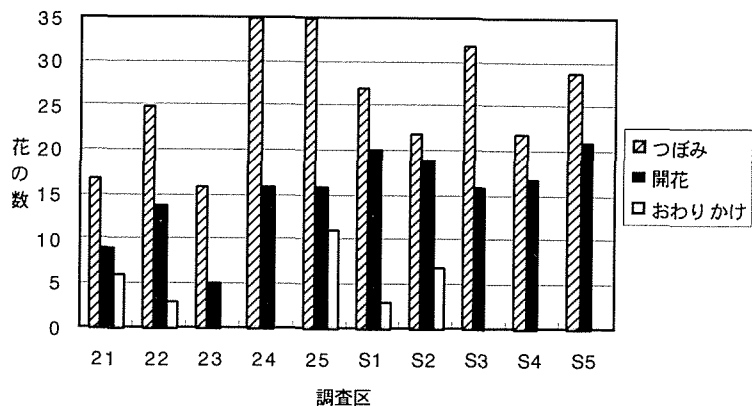
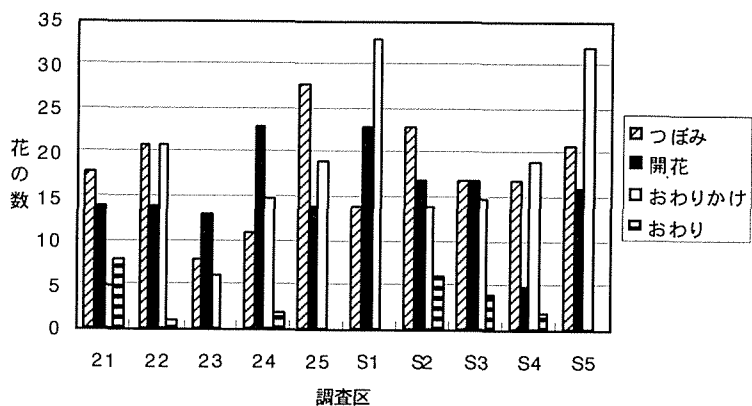


Fig. 2. 飛驒山脈（上）および赤石山脈（下）の亜高山帯上部から高山帯にかけての地域における高山植物へのマルハナバチ各種の訪花頻度。10分間以上つづけて採集をおこなった結果から1分間あたりの採集個体数を算出したもの（左上、左下）、登山道沿いに2時間歩きながら訪花を記録した結果から1分間あたりの確認個体数を算出したもの（右下）、調査地点をさだめ約3時間のうちにそこに飛来して訪花した個体の記録から1分間あたりの確認個体数を算出したもの（右上）をあわせて示す。

7月28日コマクサ開花状況



8月10日コマクサ開花状況



9月8日コマクサ開花状況

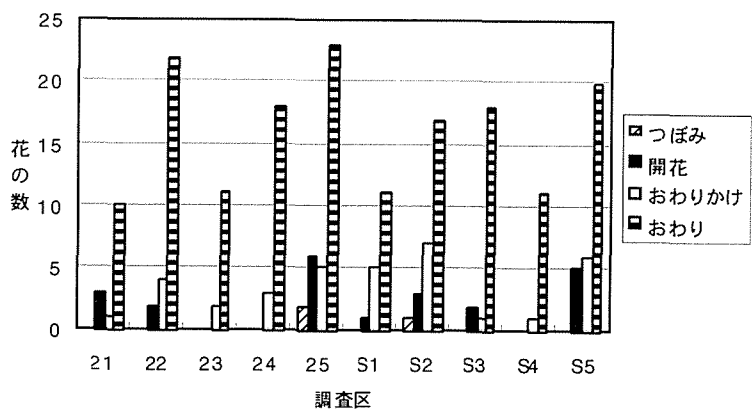
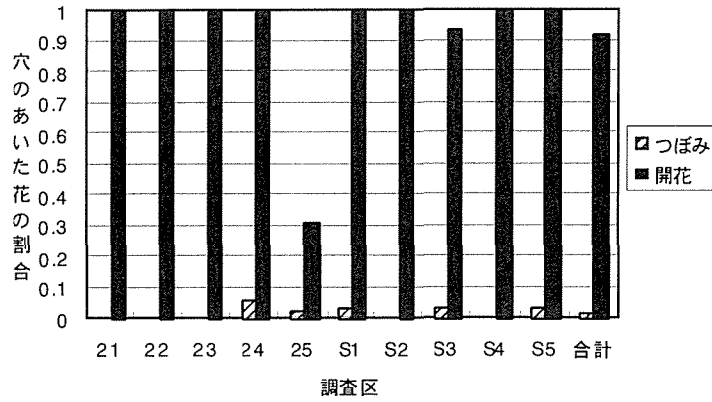
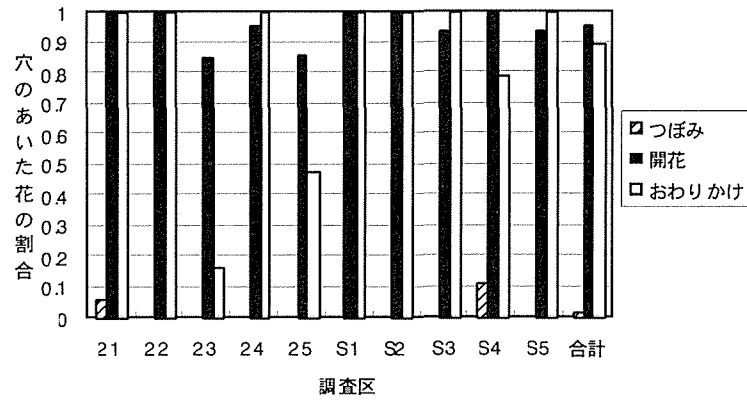


Fig. 3. 乗鞍岳におけるコマクサの開花ステージの季節変化.

7月28日コマクサ盗蜜率



8月10日コマクサ盗蜜率



9月8日コマクサ盗蜜率

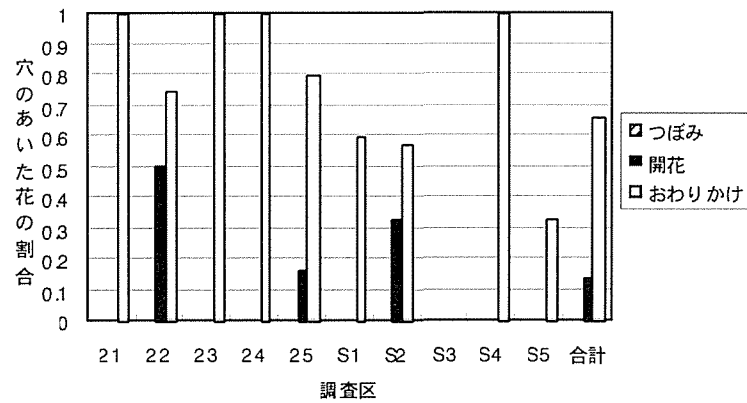


Fig. 4. 乗鞍岳でそれぞれの調査日・開花ステージにおいて盗蜜をうけたあとの穴がみられたコマクサの花の割合。

マアキノキリンソウ、キバナシャクナゲ、赤石山脈のホソバトリカブト、キオン(*S. nemorensis*)でも訪花が確認された。蜜源の深いホソバトリカブトは赤石山脈光岳の近くで大きな群生地をかたちづくっており、ここではオオマルハナバチの盗蜜行動が観察された。飛驒山脈のミヤマトリカブト(*A. nipponicum*)ではナガマルハナバチ(*B. consobrinus*)の採集頻度がヒメマルハナバチを上回った。ナガマルハナバチは赤石山脈のホソバトリカブトとハクサンシャクナゲでも訪花がみられた。この2種の植物ではトラマルハナバチ(*B. diversus*)の訪花も確認された。

飛驒山脈乗鞍岳のキバナシャクナゲにおける2度目の調査ではマルハナバチ属以外のハナバチの訪花もみられた。しかし採集することができなかったため、このハナバチの属する分類群は不明である。

オオマルハナバチによるコマクサからの盗蜜

調査期間中の1999年8月9日と10日、調査区を設定した乗鞍岳のコマクサ(*D. peregrina*)群生地において、オオマルハナバチ(*B. hypocrita*)のワーカー各1個体が飛来して花の基部をかじりあげ、盗蜜するのを確認した。どちらの個体も連続して多数の花から盗蜜した。盗蜜した直後に確認した穴は、その花卉上の位置・大きさともにこの場所のコマクサの多くの花で見られるものとはほぼ一致していた。もっとも、それらの例の多くでは穴の周囲で花卉の組織が乾燥して環形に白く変色していたのに対し、盗蜜直後の穴にはこの変色がみられなかった。この盗蜜したオオマルハナバチ2個体以外の訪花昆虫は、調査期間をとおしてこの群生地では観察されなかった。

予備調査をおこなった1999年7月8日の時点では、「つぼみ」と「開花」の状態の花がみられ、盗蜜されたあとの花は発見されなかった。その後記録を開始した調査区におけるコマクサの開花ステージの季節変化をFig. 3に示す。図にみるように、7月28日の時点では「つぼみ」の状態の花がもっとも多かったが、「開花」の状態のものも多くみられ、「おわりかけ」の花もみられた。8月10日には「つぼみ」の数がやや減少し「開花」の状態にあるものも同数程度みられた。そして「おわりかけ」のものがふえ、花卉がしおれた「おわり」の状態にあるものもみられた。9月8日の時点では「つぼみ」「開花」「おわりかけ」の状態に

あるものがわずかに残る一方、ほとんどの花が「おわり」の状態に達していた。

それぞれの調査日および開花ステージにおいて盗蜜をうけた穴のあった花の割合をFig. 4に示す。図にみるように、7月28日には「開花」の状態にある花のほとんどに盗蜜をうけたあとの穴があり、「つぼみ」の状態の花のごく一部にもその穴がみられた。8月10日には「開花」および「おわりかけ」の状態にある花のほとんどにその穴がみられ、「つぼみ」のごく一部にもみられた。9月8日には「開花」と「おわりかけ」の状態の花に穴がみられたが、その割合はそれ以前の調査時の結果よりもやや減少していた。

調査区において「おわり」のステージにある花は、ほとんどが結実しているように思われた。しかし9月8日の時点では花が消失して茎だけがのこされた状態のものも多く、それらは花が「おわり」のステージに達する前に落下したものと推測された。なおこの調査で「おわり」のステージは、花卉がしおれた状態と定義しているため、盗蜜をうけた花の割合を確認できない。

考 察

飛驒山脈と赤石山脈における今回の調査で採集された訪花昆虫は、ハエ目(主にハナアブ科)とハチ目(主にマルハナバチ属)が個体数において大部分を占めていた。そしてこれらの2つのグループが訪花する植物は、前者が浅い花をつけるもの・後者が蜜源の深いもの、というようにおおむね大別できる傾向があった(Fig. 1)。このことは木曾駒ヶ岳での調査にもとづきYumoto(1986)が報告している傾向と一致する。

長野県は、暖温帯落葉広葉樹林のみられる山地帯から今回の調査対象にふくまれる高山帯まで幅広い標高域をそのなかにふくんでいる。ハナバチ類の垂直分布においてその構成の推移をみると、一般に標高が高くなるほどその個体数に占めるマルハナバチ属の割合が大きくなる傾向がある(須賀・前河 2001)。今回の調査結果はそのパターンの一部を構成するものとみることができる。

今回マルハナバチの訪花頻度を調査した植物8種のうち、5種ではヒメマルハナバチ(*B. beaticola*)の訪花がもっとも多くみられ、ほかの2種でもその訪花がみられた。これに次いで多くの植物(6種)で訪花がみ

られたのはオオマルハナバチ(*B. hypocrita*)であった(Fig. 2)。ヒメマルハナバチの個体数をもっとも多くオオマルハナバチがこれに次ぐというこの傾向は、白馬岳・乗鞍岳・木曾駒ヶ岳での調査にもとづく従来の報告の内容とほぼ一致する(Sota 1993; Tomono and Sota 1997; Yumoto 1986)。しかし蜜源の深いミヤマトリカブト(*A. nipponicum*)・ホソバトリカブト(*A. senanense*)などでは今回、ナガマルハナバチ(*B. consobrinus*)・トラマルハナバチ(*B. diversus*)の訪花がみられた。一般にマルハナバチは種によって口吻長が異なり、それに応じておとずれる花の形態も異なる傾向のあることが知られている(井上 1993)。本州中部に分布するマルハナバチのうち、オオマルハナバチとヒメマルハナバチは口吻の短い種、ナガマルハナバチとトラマルハナバチは口吻の長い種である。

このような口吻長のちがいを有するマルハナバチ各種の地理的な分布は、それぞれの地域におけるお花畑の種の構成とも深い関わりをもっていると思われる。たとえば赤石山脈光岳にあるホソバトリカブトの大群落では、オオマルハナバチの盗蜜行動がみられた。こうした蜜源の深い花ではナガマルハナバチのような口吻の長い種の方が送粉者として有効に機能している可能性が高いと考えられる。しかしそれによって維持されているホソバトリカブトの大群落から盗蜜することによってオオマルハナバチが繁殖上の利益をうけるならば、そのことはオオマルハナバチが訪花する他の浅い花の送粉に結果的に利益をもたらす可能性がある。こうした生態学的な相互依存関係のつながりを解明することは、高山植物の保全を考えるうえでも大きな意味があると思われる。

Tomono and Sota (1997)は乗鞍岳においてマルハナバチの生活史と送粉生態に関するくわしい研究をおこなった。それによると、高山帯で営巣が確認されたのはシーズン途中で崩壊したヒメマルハナバチの2つの巣のみであり、高山帯の花でみられるヒメマルハナバチの多くとオオマルハナバチは亜高山帯の巣から飛来すると推測されている。そして亜高山帯の森林では夏に餌資源としての花が欠乏するため、特にヒメマルハナバチはその期間の餌の多くを高山帯の豊富な花に依存しているのではないかと Tomono らは論じている。もしこのような推論が正しいならば、亜高山帯に営巣するマルハナバチは訪花する範囲を開花フェノロジーの進行に応じて変化させており、高山

帯で花をさかせる植物の繁殖は逆にこのことを通じて亜高山帯の生物群集の動態とむすびついていることになる。今回の調査で訪花が観察されたナガマルハナバチとトラマルハナバチも、その分布の中心はヒメマルハナバチの場合よりも標高の低い場所にあると思われる(須賀・前河 2001)。したがってこれらの個体もおそらく亜高山帯以下の森林内に営巣しているものが飛来したのであろう。このように亜高山帯上部から高山帯にかけての範囲に分布する高山植物の一部の繁殖にとって、亜高山帯以下の森林に営巣するマルハナバチの行動が大きな意味をもっていると考えられる。

乗鞍岳の群生地におけるコマクサ(*D. peregrina*)の調査の結果から、開花したコマクサのほとんどは盗蜜をうけたことがあきらかになった(Fig. 3, Fig. 4)。開花シーズンが長く、一度でも盗蜜をうけたものにはその穴が残るので、盗蜜個体の飛来する頻度がそれほど高くなくともこのような結果になると考えられる。「つぼみ」の状態であまり穴をあけられないことがないのは、このステージではまだ花蜜を分泌していないせいかもしれない。盗蜜をおこなっていたのはオオマルハナバチである。しかしこれ以外の訪花昆虫を確認できていないので、花の正面から吸蜜する送粉者がこの群生地に飛来することがあるのかどうか、また他の盗蜜者がいないのかどうかは今のところ不明である。

一般に盗蜜は植物の種子生産にとってマイナスの要因である。今回観察したかぎりでは、開花した花の多くは子房がふくらみ結実のステージへすすむと思われた。この群生地においてオオマルハナバチによる盗蜜がコマクサの種子生産や遺伝子交流にどの程度の損害をもたらしているのかはわからない。この点を解明するには、袋掛け実験などをもちいてコマクサの繁殖生態をより詳細にあきらかにすることが必要である。9月8日のデータでは、盗蜜をうけた穴のある花の割合がやや減少していた。この季節にはオオマルハナバチの訪花そのものの頻度が減少するのかもしれない。訪花昆虫の行動にみられるそうした季節変化そのものも、植物のこのような繁殖生態のあり方に関与している可能性がある。亜高山帯および高山帯における他の植物の開花フェノロジーと関連づけて訪花昆虫類の生態を解明することが、そのようなプロセスを理解するうえで重要であると思われる。

謝 辞

中部山岳国立公園・南アルプス国立公園の各特別保護地区における捕獲にあたって、自然公園法第18条第3項の規定にもとづき環境庁長官（当時）の許可を得ました。各営林署（現森林管理署）のみなさんには国有林の入林許可の便宜をはかっていただきました。長野県自然保護研究所の尾関雅章技師には高山植物の同定について教えていただきました。記して謝意を表します。

引用文献

- 保全生態学研究会（1997）マルハナバチ一斉調査（第一報）．保全生態学研究 2: 201-207.
- 井上健・湯本貴和編(1992)「昆虫を誘い寄せる戦略：植物の繁殖と共生」．平凡社，東京.
- 井上民二(1993)送粉共生系における形質置換と共進化．「花に引き寄せられる動物：花と送粉者の共進化」（井上民二・加藤真編），pp. 137-173. 平凡社，東京.
- 井上民二・加藤真編(1993)「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.
- Kwak, M. M., Velterop, O. and Boerrigter, E. J. M.(1996) Insect diversity and pollination of rare plant species. In: *The conservation of bees*. (eds. Matheson, A., Buchmann, S. L., O'Toole, C., Westrich, P. & Williams, I. H.), pp. 115-124. Academic Press, London.

- Neff, J. L. And Simpson, B. B.(1993) Bees, pollination systems and plant diversity. In: *Hymenoptera and biodiversity*. (eds. LaSalle, J. and Gauld, I. D.), pp. 143-167. CAB International, Wallingford, UK.
- Proctor, M., Yeo, P. and Lack, A.(1996) *The natural history of pollination*. Timber Press, Oregon.
- Sota, T. (1993) Flower-visit by bumblebees in the alpine zone of Mts. Shiroumadake. *New. Entomol.* 42: 49-51.
- 須賀 丈(1999) 中部山岳高山帯のシャクナゲ属2種に訪花するマルハナバチー日本のマルハナバチ群集の長期モニタリングにむけてー．長野県自然保護研究所紀要 2: 85-91.
- 須賀 丈・前河正昭(2001) 長野県のハナバチ群集：その分布の概要と地理情報システムをもちいた生息地選好性の評価の試み．長野県自然保護研究所紀要 4, 別冊 1: 207-222.
- Tomono, T. and Sota, T. (1997) The life history and pollination ecology of bumblebees in the alpine zone of central Japan. *Jpn. J. Ent.* 65: 235-255.
- 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.
- Yumoto, T. (1986) The ecological pollination syndromes of insect-pollinated plants in an alpine meadow. *Ecol. Res.* 1: 83-95

Flower-Visit of Bumblebees in the Alpine Zone of Central Japan and a Record of Nectar Robbery by *Bombus hypocrita* from Flowers of *Dicentra peregrina*

Takeshi SUKA

Nagano Nature Conservation Research Institute, 2054-120 Kitago, Nagano 381-0075, Japan

Keywords: alpine zone, *Bombus*, anthophilous insects, nectar robbery, *Dicentra peregrina*