

(解説)

農業技術から見たポリネーションの応用研究 施設トマトでのマルハナバチの利用

浅田 真一¹⁾・北 宜裕²⁾¹⁾ 神奈川県農業総合研究所 根府川試験場

〒250-0024 小田原市根府川 574 - 1

²⁾ 神奈川県農業総合研究所 生物資源部

〒259-1204 平塚市上吉沢 1617

(2001年4月30日 受理)

Applied Study of Pollination for Improvement of Agricultural Research
Utilization of Bumblebee for Green-house Tomato Pollination

Shinichi ASADA¹⁾, Nobuhiro KITA²⁾

¹⁾ *Kanagawa Prefectural Agricultural Research Institute,
Nebukawa Experimental Station,*

Nebukawa, Odawara, Kanagawa 250-0024

²⁾ *Kanagawa Prefectural Agricultural Research Institute,
Division of Biotechnology and Bio Resources,
Kamikisawa, Hiratsuka, Kanagawa 259-1204*

はじめに

我々が口にする農産物は、植物の葉、茎、根、花であり、そして果実である。これらの農産物の生産には、多くの生産者が長い歴史をかけて築き上げた農業技術と、それを側面から支えてきた研究支援体制が重要な役割を果たしていることは言うまでもない。農業生産をフォローするための研究支援体制は、育種、土壌肥料、病虫害防除、栽培管理技術、農業生産資材などの分野にわたる。これらは、現地指導から基礎分野の研究まで、大学、国公立機関、企業等の中に整理されている。しかし、農産物のなかで重要な位置を占める果実を生産するための支援体制については、その一部が抜けているように思える。植物が花をつけ実を結ぶといったプロセスの中で、着花のための植物生理や、果実の肥大・品質と栽培技術等については、極めて多くの蓄積があるが、植物が実を結ぶための過程には技術的なフォローは少ない。これは多くの農産物の種子生産にも関係する。植物は結実のために昆虫を引き寄せ、昆虫は植物からの報酬を得ながら送粉を手助けする。この相互関係を明らかにする花生態学と農業技術との

連携が十分でないのだろう。そこで、農業技術として取り組まれているポリネーションの事例を紹介するとともに、その応用研究の一例として施設トマトでのマルハナバチによるポリネーションについて紹介したい。

ポリネーター、ポリネーション

ポリネーションにおける作物と送粉者の関係を図1に示した。ここでは話を絞るため、送粉者を昆虫に限った。果実生産の手段として、受粉以外には単為結果性があり、これを利用した作物育種がなされた結果、キュウリや温州ミカンのようにポリネーションを必要としない作物が育成されている。また、自家受粉によって結実することから、通常の生育環境では自然に結実するようにみえるイネのような作物もある。しかし、他家受粉で結実する作物はもちろんのこと、自家受粉で結実する作物の中にも、より効率的で確実な着果をさせるためには、なんらかの送粉手段が必要となる。一方、送粉者である昆虫側から見ると、訪花する目的は自らの栄養源を得ることが主要因となる。一般に昆虫は、その栄養源を植物・動物(昆虫を含む)、菌類など多種多様なものから得る。植物を餌にするグループ

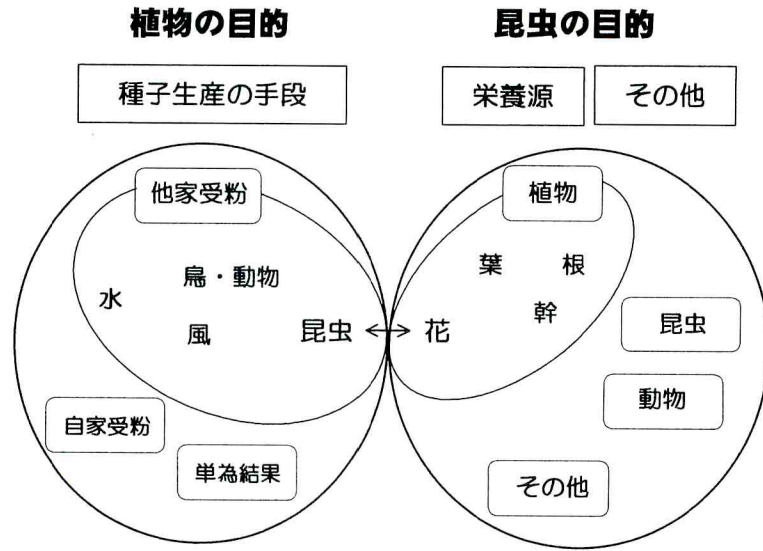


図1 ポリネーションでの作物と送粉者の関係

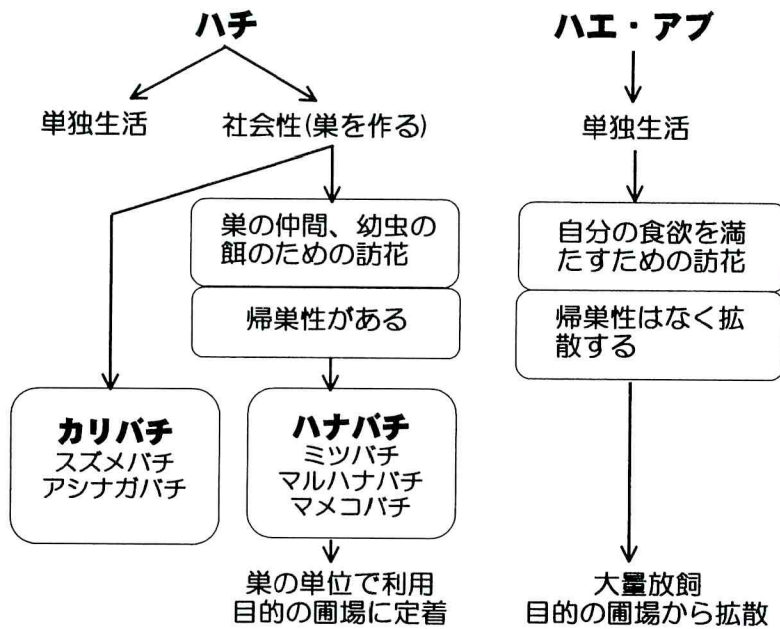


図2 ポリネーターとして利用する上でのハナバチとハエ、アブの違い

の中に、花から栄養を摂取するグループがあり、これらの昆虫が訪花することが、植物の種子生産と利害が一致することで昆虫と花の関係が成立している。これ以外にも、ランやカンアオイの仲間のように、昆虫の情報伝達物質を利用して昆虫を呼び寄せる植物もある。植物側からポリネーターに報酬を与えないといった意味では甘い香りだけを放つ植物もあるが、情報伝達物質を利用している場合には、引き寄せられている昆虫が栄養源を求めているのではなく、交尾や産卵といった生殖行動に基づいている点が興味深い。

さて、このような昆虫と花との関係を農業利用するためには、栽培する作物の結実に効果的であるポリネーターを選ぶと同時にそれを管理する技術が必要となる。露地栽培では、圃場周辺に生息する昆虫がポリネーターになりうる。この場合には、圃場周辺の生態系を管理することが、すなわちポリネーターの管理となる。自然生態系でも、サクラソウの遺伝的多様度を保持するためには、そのポリネーターであるトラマルハナバチの生息場所も含めて保護する必要性がある。これはポリネーターセラピーと提唱されているが⁽¹⁾、農業

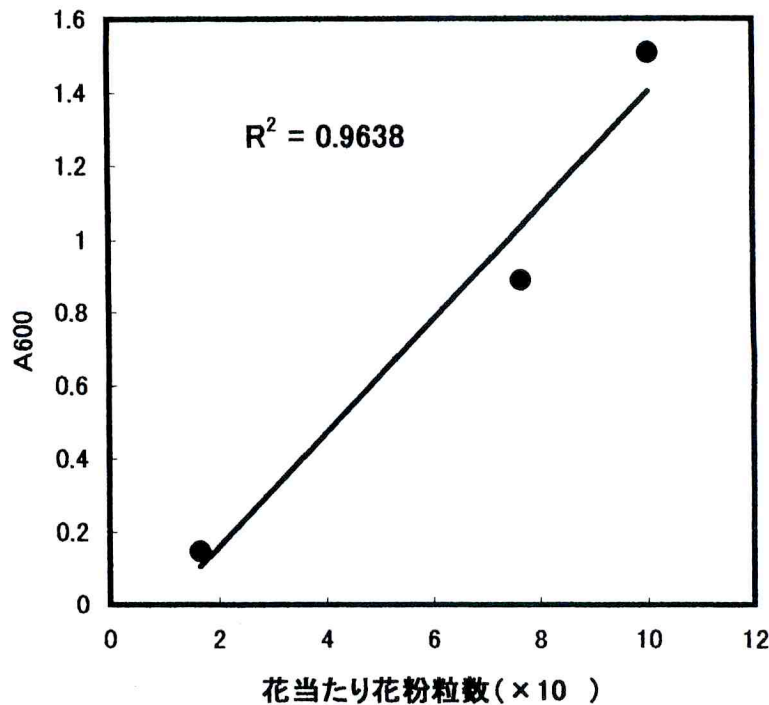


図3 花粉粒数と濁度 (A₆₀₀) の関係

生態系でもそれに似たシステムが存在する。農業生産者は、カボチャやブルーベリーとマルハナバチ、イチゴやウメとミツバチのような組み合わせで、圃場周辺に生息する昆虫がポリネーターとして機能していることを経験的に知っている。しかし、現実には圃場規模が大きい、施設栽培である、周辺の昆虫だけは効果が上がらない、などの理由からポリネーターを人為的に管理し、これを積極的に利用する必要性が生じている。現在までに利用されてきたポリネーターは膜翅目、双翅目昆虫が中心である。膜翅目ではハナバチの仲間、双翅目ではシマハナアブ、アオバエがいる⁽²⁾。最終的には圃場での高品質・安定多収生産を目指しているが、そのためのポリネーターの利用方法にはハナバチ類とハエ・アブでは、図2のとおり、大きな違いがある。単独生活の双翅目昆虫であるハエ・アブは個体単位で活動し、花から得る餌も自らの食欲を満たす程度ですむ。一方、膜翅目には単独生活をするものの他に、社会性をもつグループがある。社会性をもつグループは、そのコロニーの大きさや程度に差はあるものの、共通して自らの食欲以外に娘、息子や姉妹のための栄養源を集める必要がある。この社会性膜翅目の中に、栄養源を花蜜、花粉に依存しているハナバチがあり、このグループはより多くの栄養源を花から集める必要がある点でハエ・アブと大きく異なる。ハエ・アブは、

ハナバチに比べ低温条件でも飛翔する傾向がある。また、人間にとっては悪臭と思われる植物にも訪花するものの、ハチのように刺さないといった利点がある。しかし、利用面から考えると、ハナバチはコロニー単位で管理することが可能であることから、圃場内にコロニーを設置すれば、目的とする圃場の受粉効率を上げることが可能である。一方、単独生活をするハエ・アブでは訪飼とともに拡散するため、定着性が悪い。これらのポリネーターの総合的な利用については佐々木⁽³⁾に詳しく述べてあり、ポリネーターの管理にとどまらず、作物側からのアプローチの必要性、ポリネーターの積極的な誘導、大量の花粉採集による花粉バンク構想などが、今後の現地のポリネーションに関する課題を解決する手がかりとして示されている。

ポリネーターとしてのハナバチの利用

ハナバチについては、国内ではセイヨウミツバチ、ニホンミツバチ、セイヨウオオマルハナバチ、マメコバチが主に利用されている。国外の例では、これらのほかに、アルファルファハキリバチ、アルカリバチ、クマバチの利用も行われている^(2, 4)。さらに近年では、施設イチゴ栽培でのハリナシバチの利用試験⁽⁵⁾、在来種のマルハナバチの利用、増殖試験^(6, 7)や企業によるそれらの試験販売が始まるなど、新たなポリネー

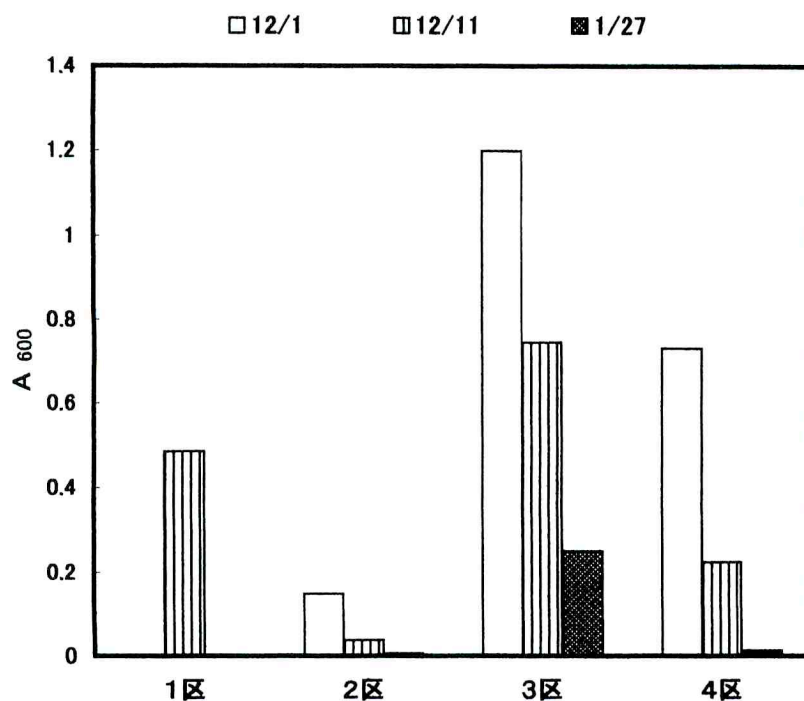


図4 異なる温度環境がトマトの花粉生成量に及ぼす影響

ターの探索が進められている。

通常、圃場内にポリネーターを導入する場合、農業者は一つの農業資材としてポリネーターを購入、もしくは借入れることが多い。農業者自らがポリネーターを用意する例としては、青森県、長野県のリンゴ栽培で広く普及しているマメコバチがあげられる。リンゴやその時期に開花している野草の花粉、花蜜でマメコバチの栄養源が確保されることから、農業者自らがマメコバチを飼育しながら利用できる。マメコバチの飼育には、まず営巣するための筒とその筒を置く小屋を圃場内に置く。さらに筒内に小部屋を作る時の土を、マメコバチが運びやすいように、営巣場所の脇の土を掘り返しておく。リンゴの受粉が終わる頃、マメコバチも次世代の卵が入った筒に泥で蓋をする。農業者はこの筒の束を翌年の受粉期まで保管することで連年の使用が可能となる。マメコバチは、ナシの受粉においても同様の効果を示すが、リンゴの場合と異なり次世代の餌の量が不足することから、連年利用はできないとされている⁽⁸⁾。マメコバチは生産者が管理増殖しながら、周辺環境に生息する昆虫を利用している点が特徴である。したがって、まったくマメコバチを利用していない地域では入手しにくい。また、近隣にマメコバチが生息していても、それを利用するまで自らが増殖しなければならない。日本のリンゴ生産では、全頂花花数の50%の結実を確保する必要があり、その

ためには、500から600頭/haのマメコバチが必要となる⁽⁹⁾。これは、ハチの採集範囲と受粉能力から考えた指標であり、これらのデータは周辺環境やポリネーター、対象作物の種類によって変化することから、応用ポリネーション研究の第1目標には、それぞれの現場で最適な条件を探ることが求められている。

ポリネーターを購入する、または借りる例としては、セイヨウミツバチ、セイヨウオオマルハナバチがあげられる。セイヨウミツバチの利用は、施設栽培ではイチゴ、メロンが中心である。露地では、カボチャやナシ、ウメ、キウイフルーツ、モモなどの果樹で効果をあげている。セイヨウオオマルハナバチは、施設トマトの重要なポリネーターとして導入され、現在では九州、四国地方を中心に施設ナスでもその利用率が高まっている。これらの事例の中から、マルハナバチを利用した施設トマトのポリネーションについて、著者らの勤務地である神奈川県での研究の経過や、現地での問題点について考察してみたい。

施設トマトでのセイヨウオオマルハナバチの利用

マルハナバチがポリネーターとして優れた能力をもち、それが農業生産に貢献していることを「種の起源」の著者として知られているチャールズ・ダーウィンがすでに指摘している。実際に1883年から1889年に1490頭、1906年に140頭のマルハナバチの女王蜂が、

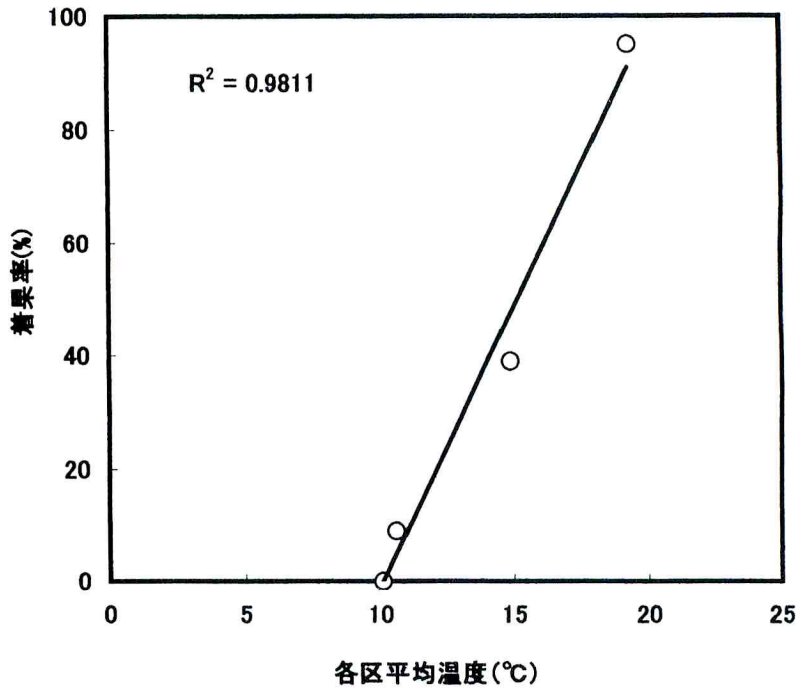


図5 栽培期間中の平均温度とトマトの着果率の関係

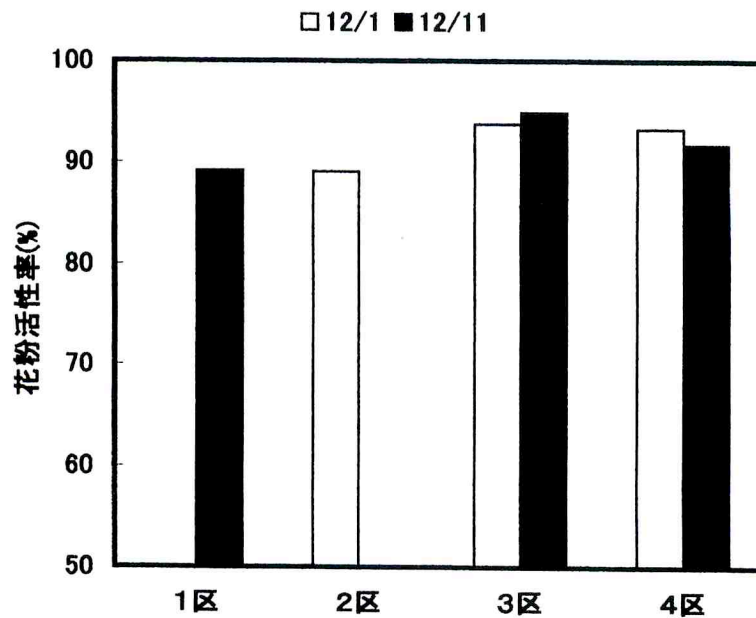


図6 異なる温度環境がトマトの花粉活性に及ぼす影響

イギリスからニュージーランドに送られ⁽¹⁰⁾、現在でも4種のマルハナバチがニュージーランドに生息し、レッドクローバーの種子生産に貢献している⁽¹¹⁾。

マルハナバチは、花を振動させて花粉を集める特徴があり、1970年代には欧州でトマトの種子生産に有

効なポリネーターとして評価されていた。しかし、人為的に巣を管理することが難しく、農家の必要な時期に利用することはできなかった。

しかし、欧州ではマルハナバチが社会全体で広く親しまれており、研究対象としても重要な昆虫であった

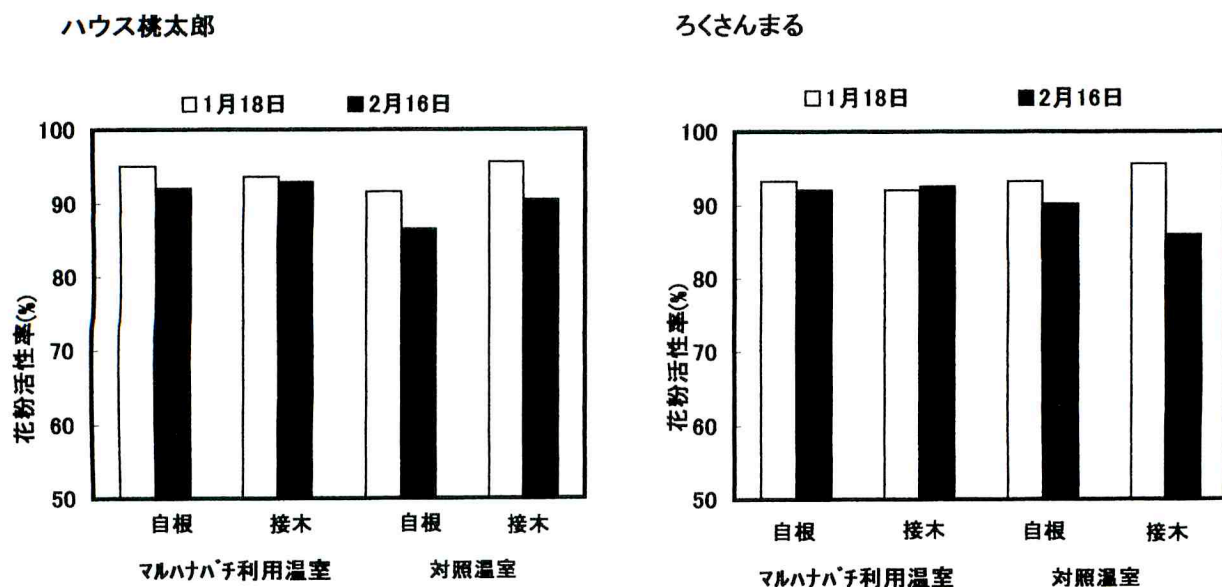


図7 温室内温度管理の違いがトマトの花粉活性に及ぼす影響

両温室の設定温度 (°C)

	16:30-20:30	20:30-24:00	0:00-7:00
マルハナバチ利用温室	15	12	10
対照温室	12	10	8

ことから、1985年にはベルギー、オランダでのセイヨウオオマルハナバチの企業レベルでの大量増殖が行われた。これらの販売と合わせて利用面での現地指導が実施され、ヨーロッパの施設トマト生産者に急速に普及した。日本では、この頃マルハナバチの名前さえ一般には知られていない状態であったが、1991年に国内に紹介されて以来、急速に利用面積が拡大し、現在では施設栽培のトマト、ナスで利用されている。前述したとおり、日本におけるトマトやナスの施設栽培では、着果のために植物ホルモン剤の花への局所施用が行われてきた。ポリネーターを利用することは、この作業の省力化となる。また、トマトの場合、種子が形成される部分のゼリー質がホルモン剤処理では未発達になる場合があり、これらのトマトは空洞果になる。空洞果は、低品質果実として商品価値が低下するだけでなく、減収にもつながる。その点で、トマト栽培でのマルハナバチの利用は、着果の安定、着果作業の省力化、高品質果実生産といった大きなメリットがある。

世界には約250種のマルハナバチが記録されており、ユーラシア大陸、北米南米を中心に広く分布している。このうち現在、施設トマトのポリネーターとして企業レベルで増殖されているのは3種だけで、アメリカ、カナダでの利用を除けば、セイヨウオオマルハナバチ1種類だけが世界中で利用されているだけである。

しかし、国内ではこのセイヨウオオマルハナバチを利用する上でポリネーションに関する栽培上の問題がある。マルハナバチの導入以前の欧州と日本のトマト栽培を比較すると、前者では花を人為的に振動させて受粉をさせていたのに対して、後者では受粉に関係無く着果する植物ホルモン剤の花への局所散布が普及していた。欧州ではトマトの受粉が正常に行われるような栽培がなされていたことから、受粉を手伝うためのマルハナバチが比較的スムーズに導入されたが⁽¹²⁾、日本では花粉の有無に関係なく着果させることができる技術が普及していたことから、マルハナバチを使うためにはトマトの花を受粉に適したように栽培環境を変える必要があった。

トマト栽培管理から生じるマルハナバチの利用上での問題点

神奈川県内の施設トマト栽培にセイヨウオオマルハナバチを利用する技術も3~4割の農家に定着した。神奈川県での主要な作型は、促成ないし半促成栽培で12月から6月が受粉期間となる。しかし、マルハナバチを利用している農家において1~2月の低温期に結実が不安定な現象が確認され、優れた技術であるマルハナバチによるポリネーションも、神奈川県的主要作型では全期間使用しにくいといった問題点が生じた。

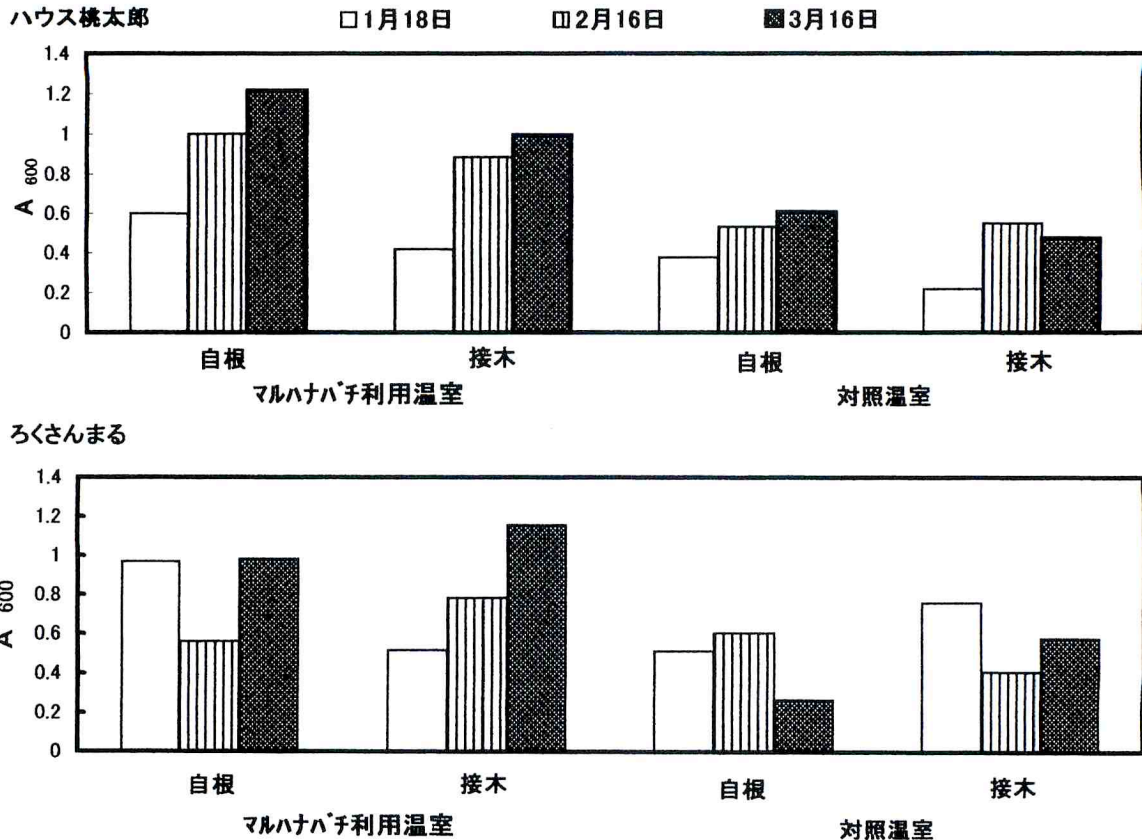


図8 温室内温度管理条件が花粉生成量に及ぼす影響

そこで、冬期の低温がトマトの花粉活性、花粉生成量に及ぼす影響を調査した。

まず、人工気象棟内でポット栽培したトマトで基礎データをとった。1段花房開花時に、品種 Ponderosa をワグネルポットに定植し、下記のとおり温度設定をした人工気象棟内に、5株ずつ設置した。播種は10月1日、11月1日の2回行い、時期別に2回ポット栽培を行った。

- 1区：昼温 15℃，夜温 10℃
- 2区：昼温 20℃，夜温 15℃
- 3区：昼温 25℃，夜温 20℃
- 4区：最低温度が5℃以下に下がらないように設定

2段花房以降の段に着花した花から、各区、段別別に、花粉を採集した。あらかじめ、エッペンドルフ管を花の下側から葯が入るように保持し、市販の電動歯ブラシで花柄部を振動させることによって、エッペンドルフ管内に花粉を集めた。花粉を採集した花の、花弁、葯を取り除き、柱頭だけを残した状態で、花粉採集後、10日目に着果率を調査した。

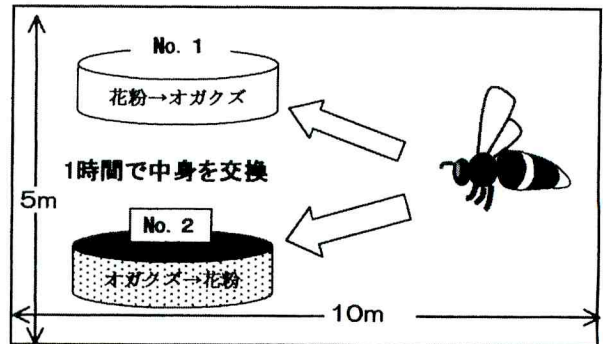
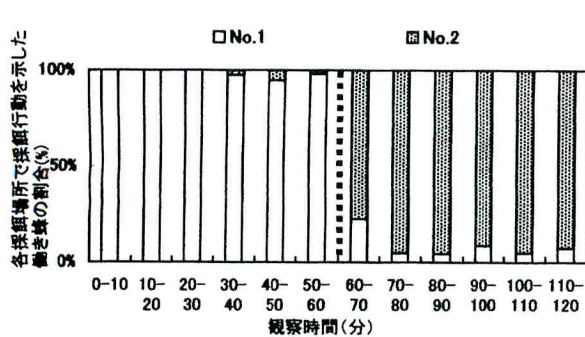
花粉の検性は、花粉の生死を判定し、活性を見る手法を取り入れた。トマトの花粉活性の判定は、

Peterson ら⁽¹³⁾に従い、前記の懸濁液に、1ppm になる FDA (フルオレセインディアセテート) を添加した後、蛍光顕微鏡で検鏡し、蛍光色を発している花粉粒を活性有りとした。FDA には、生細胞中のエステラーゼによって加水分解され、これに紫外線が照射されると蛍光色を発する特性があり⁽¹⁴⁾、細胞の生死判定に用いられている。

花粉生成量を推定する方法として、採集した花粉を一定量のショ糖容器を入れ懸濁液を作成し、その濁度を、吸光度計で測定することで花粉量を推定した。エッペンドルフ管に収集した花粉に0.1%の Triton-X を含む0.5M ショ糖液を1ml 加えて懸濁させ、その液の濁度を OD600 で測定した。同じ試料を血球板を用いて、花粉粒数を計測した。その結果、濁度測定する方法で花粉粒数を推定することが可能であることがわかった(図3)。

花粉生成量は、高温設定区で多い傾向が認められた(図4)。1~4区の実測温度から各区の平均温度を算出し、平均温度と着果率の関係を見た(図5)。トマトは35℃以上で高温障害が発生するが、28℃の生育適温までの範囲内では、栽培温度が高いほど着果率も高

【試験 1】



【試験 2】

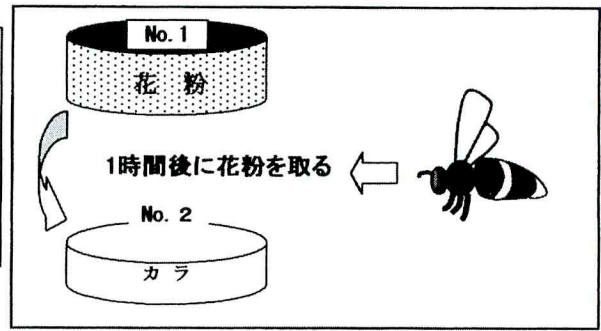
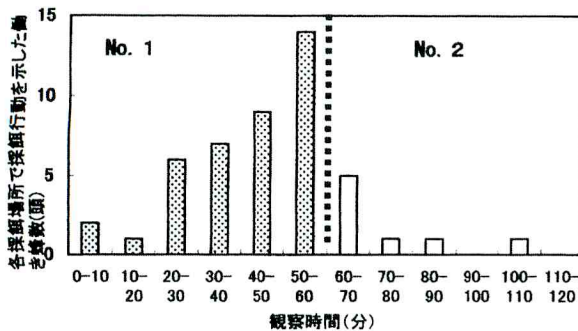


図 9 学習した採餌場所の花粉の有無がマルハナバチの採餌行動に及ぼす影響

試験 1：2 箇所の採餌場所を設置し、花粉と着色したオガクスをそれぞれに入れる。1 時間後に花粉とオガクスを入れ替える。

試験 2：2 箇所の採餌場所を設置し、両方に花粉を入れる。1 時間後に、花粉を抜き取り、カラの採餌場所とする。

両試験とも 5m × 10m の室内にコロニーを置き、部屋内では自由に飛翔させた。2 時間の連続観察を行い、10 分間毎に採餌場所で採餌行動を示した延べの働き蜂数を記録した。

試験 1 では、10 分間の観察時間毎に 2 箇所での延べ数の合計に対する、それぞれの採餌場所での働き蜂の延べ数の割合を示した。

まる傾向が認められた。花粉活性については、いずれの区も約 90% の花粉で FDA 染色による蛍光が認められ、振動によって葯からこぼれ落ちる花粉については、栽培温度の設定の違いが花粉の生死に影響していないことがわかった (図 6)。

以上のことから、低温条件はトマトの花粉生成量に影響を及ぼすことが明らかになった。

次に通常の栽培環境での調査を行った。ホルモン処理によって着果させる対照温室とマルハナバチ利用温室の 2 つを用意し、花の活性の違いを、時期別に調査した。対照温室は、夜温を 20:30 - 24:00 を 10℃、

0:00 - 7:00 を 8℃ に、マルハナバチ利用温室は 20:30 - 24:00 を 12℃、0:00 - 7:00 を 10℃ に設定した。品種は、ハウス桃太郎、ろくさんまるの 2 品種とした。また、両品種とも自根苗、接木苗を定植し、それぞれの花粉を採集した。

対照温室、マルハナバチ利用温室それぞれから、品種および、自根・接木の処理別にランダムに 10 花を選び、エッペンドルフ管内と市販電動歯ブラシを用いて花柄部を振動させて花粉を回収した。花粉の採集は 1 月 18 日、2 月 16 日、3 月 16 日に行った。花粉活性、花粉生成量は前記の方法で記録した。

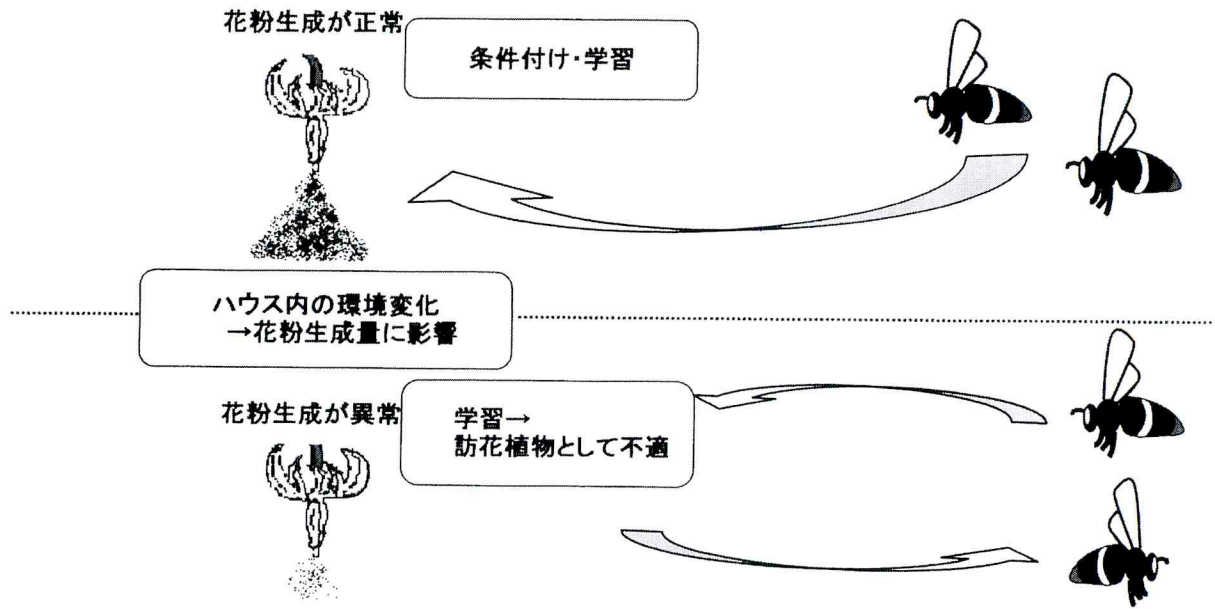


図10 花粉生成量の変化がマルハナバチの訪花行動に及ぼす影響のイメージ

いずれの処理区においても回収した花粉の90～95%にFDA染色による蛍光が認められ、設定温度の違いがハウス桃太郎、ろくさんまるの花粉の生死には、影響していないことがわかった(図7)。

花粉生成量は、両品種ともマルハナバチ利用温室で多い傾向が認められた。自根・接木の処理間での差は認められなかった。ハウス桃太郎では、各処理区とも1から3月にかけて花粉生成量が増加する傾向が認められた。ろくさんまるでは、採集時期と花粉生成量の関係は明確ではなかった(図8)。以上のことから、夜温設定を高めにしたマルハナバチ利用温室で、花粉生成量が多い傾向が認められた。また、ハウス桃太郎では、同じ温度設定であっても、1から3月にかけて花粉生成量が増加する傾向が認められた。このことから、促成栽培では、定植後1ヶ月にあたる1月頃にマルハナバチを利用するためには、昼間のハチの活動性を維持することだけでなく、特にトマトの花粉の生成量に注意する必要があることが明らかになってきた。一例ではあるが、生産者の施設で、1月下旬にトマトの花が開花しているにもかかわらず、マルハナバチが受粉行動を示さなくなったことがあった。この場所から花を採取し、通常の振動で花粉の採取を試みたが、ほとんど花粉は得られず、花粉生成が著しく低下していることが分かった。葯を開き、わずかに採集できた花粉を検鏡したところ、球形を示すはずのトマト花粉が、変形しており、また、発芽も見られなかった。問題となった温室の生産者には、マルハナバチの訪花が見られない花房については、ホルモン処理で着果して

もらった。

冬期にトマトの花粉生成量が低下することおよび花粉生成量が低下した温室ではマルハナバチの訪花活動が停止してしまった事例をあわせて考え、花粉の生成量の低下をシミュレートした室内での訪餌試験を行った。5m×10mの室内にマルハナバチの巣を置き、その室内を自由に飛び回れるようにした。訪餌試験を行った室内にはあらかじめシャーレに花粉を置いて採餌場所を作り、働き蜂がこの採餌場所で花粉を集めることを確認した後、実験を行った。採餌場所の花粉を取り除き、代わりにほぼ同色に着色したオガクズを置くと、マルハナバチの働き蜂は、10分間は数回にわたり今まで花粉があった場所を探り、オガクズを採集しようとするが、すぐに次の餌場への探索を始める傾向が見られた。また、花粉を取り去ってしまうと、10分間は今までの採餌場所を探すものの、それ以降はシャーレに集まる働き蜂数は大きく減少した(図9)。このことから、現場の施設トマト栽培農家で起こった訪花活動の停止は、図10に示すように、マルハナバチが花粉生成量が低下したトマトの花を訪花対象として不適と判断し、他の訪花対象を探し始めてしまったと考えられた。事実、この現象が起きたとき、温室内に花粉を入れたシャーレを置いたところ、多くのマルハナバチが集まっていた。現地では、訪花しなくなったマルハナバチに、もう一度訪花させようと、夜温の設定を上げることも考えられていた。しかし、開花に到った時点で花粉生成は終了しているため、夜温の変更は、現在開花している花の花粉生成には効果はない。この

表1 各種マルハナバチの訪花によるトマトの着果効果と空洞果の発生程度

処 理	着果率 (%) ^a	空洞果率 (%) ^b	1 果実当たりの種子数
マルハナバチによる着果			
コマルハナバチ	100(n=28)	0(n=24)	—
トラマルハナバチ	84(n=57)	0(n=24)	132±56
オオマルハナバチ	94(n=57)	7(n=43)	123±47
クロマルハナバチ	86(n=91)	5(n=66)	127±57
セイヨウオオマルハナバチ	88(n=75)	0(n=59)	149±69
ホルモン剤処理	82(n=33)	28(n=18)	6±15
無処理	17(n=76)	0(n=13)	109±60

a) 着果率：訪花後 10 日目での着果数 / 全訪花数 (%)

b) 空洞果率：成熟果を水平面で切断し、中程度以上の空洞が認められる果実数 / 全調査果実数 (%)，

—：調査なし (Asada and Ono 1996 を改編)

表2 マルハナバチの訪花が果実品質に及ぼす影響

マルハナバチ	段位	果重 (g)	1 果実当たりの種子数	花落ちの大きさ (mm)	空洞果率 (%)
クロマルハナバチ	4	175(n=35)	99(n=35)	2.3(n=35)	0(n=32)
オオマルハナバチ	4	193(n=65)	129(n=65)	2.7(n=65)	2(n=63)
セイヨウオオマルハナバチ	4	190(n=63)	109(n=63)	2.9(n=63)	3(n=63)
クロマルハナバチ	5	203(n=50)	105(n=50)	2.6(n=50)	6(n=53)
オオマルハナバチ	5	182(n=23)	121(n=123)	2.6(n=23)	4(n=24)
セイヨウオオマルハナバチ	5	189(n=50)	108(n=45)	2.6(n=45)	4(n=51)

トマトの着果段位別に各調査項目内でのマルハナバチの種間差について、1 元配置の分散分析をしたところ、マルハナバチの種間差は認められなかった。

ような場合には、とりあえずホルモン剤処理で着果をさせ、その間マルハナバチは補助的な花粉（ツバキやアブラナなどの花温室に入れる）で、栄養を補いながら、トマト花粉の生成が回復するまで待つ必要がある。花粉の生成量をチェックするには、黒い紙やシートの上で花を指ではじき、花粉を叩き落としてやればよい。

日本在来種マルハナバチの利用

セイヨウオオマルハナバチの効果が評価される一方で、これらの外来種を国内に導入しつづけることにも問題提起がなされている。日本には 14 種の在来種が生息していることから、セイヨウオオマルハナバチが国内に拡散した場合の悪影響が懸念されている。セイヨウオオマルハナバチの野生化に関する情報は片山⁽¹⁵⁾でも報告され、全国で、その事例が調査され始めている。また、セイヨウオオマルハナバチと一緒にマルハナバチポリプダニ⁽¹⁶⁾、ノゼマ型の微胞子虫⁽¹⁷⁾が国内に入ってきていることも報告されており、これ

らマルハナバチの天敵類の伝播という点でも国内生態系への悪影響が懸念されている。そこで、日本在来種マルハナバチのポリネーターとしての利用について検討する試みが始まった。

まず 14 種のマルハナバチのうち、比較的広い分布域をもつ 4 種のマルハナバチを選び、トマトへの訪花性を調査した。その結果、4 種ともセイヨウオオマルハナバチと同じ振動採粉行動を示し、その着果率も日本在来種とセイヨウオオマルハナバチとの間に差は見られなかった (表 1)。さらに、4 種のうち、室内飼育が可能であったオオマルハナバチ、クロマルハナバチについては、同一のハウスを 3 つに仕切り、セイヨウオオマルハナバチとの比較試験を行った。その結果、着果した果実の特徴には差は全く見られなかった (表 2)。ハウス内での寿命については、検討中であるが、今のところ、ハウス内での訪花行動には大差が認められないことから、1) 1 果実当たり働き蜂生産数と巣の利用期間の関係解明、2) セイヨウオオマルハナバチ

と同レベルの大量増殖技術の確立が望まれる。特に、これらについては、実験室レベルのデータよりも圃場レベル、企業生産レベルの実証化が望まれる課題であり、より一層の現地試験や増殖システムの開発が期待される。

ま と め

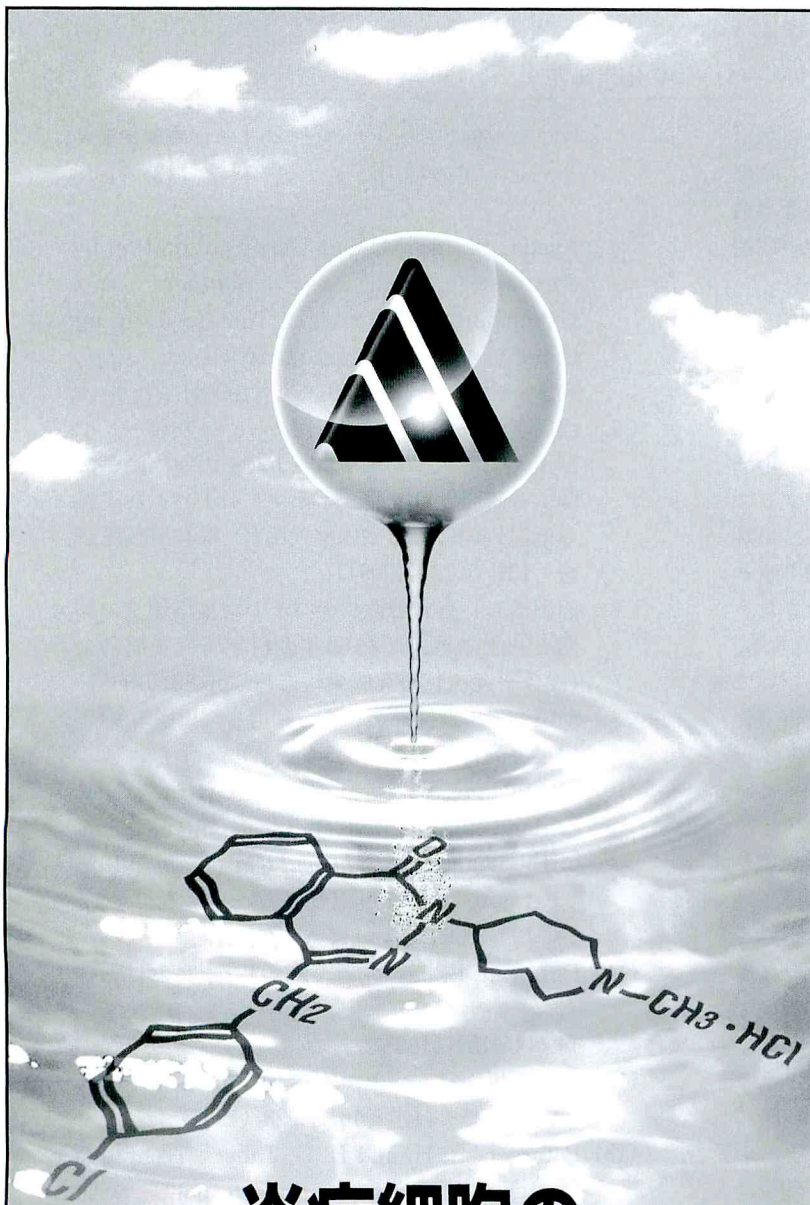
農業技術としてのポリネーションを研究するためには、ポリネーターのより詳細なデータを収集し、現場で起きる様々な現象を理解し、生産者の経営上プラスになるような技術として体系化する必要がある。いかに受粉効率が上がっても、農産物の販売価格がポリネーターの購入費用と見合わなくては意味がない。また、ポリネーション効率を上げるために受粉樹を多くする、施設環境を変えろといった措置が収量の低下を招いても逆効果になってしまう。農作業の軽労働化、省力化が進められている現状では、多くの作物で、ポリネーターが必要とされており、より現地導入を見据えた研究開発が望まれる。

さらに、新たにポリネーターを導入する場合やポリネーターを導入しているが効果が上がっていない産地では、使用者にポリネーターについての解説と指導を十分に行う必要がある。施設トマト生産者のハウスを巡回すると、マルハナバチを単なる資材としてだけでなく、自分が栽培する作物同様、マルハナバチを観察し、その生態を理解しようとしている生産者ほどポリネーションを成功させているし、様々なトラブル時に適切に対処している。そのためにも、ポリネーターの生態のみならず、作物の開花、受粉、結実の生理を含めて総合的に理解し、生産者に伝えることがポリネーションの応用研究として重要であると考えている。

末筆ながら、これらの研究を指導していただいた玉川大学昆虫学研究室の佐々木正己教授、小野正人助教授ならびに神奈川県農業総合研究所の諸氏に感謝の意を表する。

引 用 文 献

- (1) 鷺谷いずみ：サクラソウの保全生態学。日本生態学会関東地区会報 **44**, 1-5 (1995).
- (2) Free, J. B. : Insect Pollination of Crops. Academic Press pp.684 (1993).
- (3) 佐々木正己：ポリネーター類の総合的利用化。特性比較、管理と人工授粉との組み合わせ使用。植物防疫 **49**, 70-73 (1995).
- (4) 松香光夫：ポリネーターの利用。サイエンスハウス pp.153 (1996).
- (5) 前田泰夫, 手塚俊行, 灘野宏行, 鈴木謙治：ブラジル産カベハリナシバチのイチゴのポリネーターとしての利用 ミツバチ科学 **13**, 71-78 (1992).
- (6) Asada, S. and M. Ono : Crop pollination by Japanese bumblebees, *Bombus* spp. (Hymenoptera : Apidae) : Tomato foraging behavior and pollination efficiency. *Appl. Entomol. Zool.* **31**, 581-586 (1996).
- (7) 浅田真一, 鈴木 誠, 奥村 一, 矢吹駿一, 小野正人：日本産オオマルハナバチの室内飼育に関する研究 第1報 オオマルハナバチ女王蜂の低温処理による室内継代飼育。神奈川農総研報 **139**, 7-12 (1999).
- (8) 前田泰夫：有力野性ハナバチの大量増殖法の開発と利用効果。昭和60年度科学研究費補助金(総合研究A)研究成果報告書 pp.39 (1985).
- (9) 前田泰夫：野性ハナバチを利用した果樹の受粉。採集と飼育 **6**, 312-315 (1981).
- (10) Macfarlane, R. P. and R. P. Griffin : New Zealand distribution and seasonal incidence of the nematode, *Sphaerularia bombi* Dufor, a parasite of bumble bees. *N. Z. J. Zool.* **17**, 191-199 (1990).
- (11) Donovan, B. J. : ニュージーランドにおける輸入マルハナバチの歴史と利用：ミツバチ科学 **14**, 145-152 (1993).
- (12) 岩崎正男：日本へのマルハナバチ利用技術の導入。ミツバチ科学 **16**, 17-23 (1995).
- (13) Peterson, R. H. and H. G. Taber : Technique for vital staining of tomato pollen with fluorescein diacetate. *Hort. Science* **22**, 953 (1987).
- (14) Ishikawa, S. and T. Wagatsuma : Plasma membrane permeability of root-tip cells following temporary exposure to Al ions is a rapid measure of Al tolerance among plant species. *Plant cell physiol.* **39**, 516-525 (1998).
- (15) 片山栄助：セイヨウオオマルハナバチの各地の目撃・採集状況と北海道十勝地方での発生状況。昆虫 **5**, 15-16 (2000).
- (16) 五箇公一, 岡部貴美子, 丹羽里美, 米田昌浩：輸入されたセイヨウオオマルハナバチのコロニーより検出された内部寄生性ダニとその感染状況。応動昆 **44**, 47-50 (2000).
- (17) 丹羽里美, 浅田真一, 岩野秀俊：日本に導入されたセイヨウオオマルハナバチから分離された微孢子虫について。第42回応動昆大会講演要旨 p.131 (1998).



炎症細胞の 遊走・浸潤を抑制する 抗アレルギー剤。



指定医薬品
アレルギー性疾患治療剤

薬価基準収載

アゼプチン®

錠0.5mg・錠1mg/顆粒0.2%

〈塩酸アゼラスチン製剤〉

hvc
ヒューマン・ヘルスケア企業



エーザイ株式会社

〒112-8088 東京都文京区小石川4-6-10

アゼプチンの特性

- ①ロイコトリエン、ヒスタミンなどに対し、優れた遊離抑制作用と直接拮抗作用を有する。(in vitro、モルモット他)
- ②気管支喘息発作の軽減、咳・痰の切れなど随伴症状の改善に有効である。
- ③アレルギー性鼻炎のくしゃみ・鼻汁を早期に改善し、鼻閉の寛解にも優れた効果を発揮する。
- ④アレルギー性皮膚疾患の掻痒を早期に改善し、紅斑、膨疹、丘疹などの皮膚病変を改善する。
- ⑤副作用は3.06% (439/14,365例)に認められ、主な副作用は眠気、倦怠感、口渇等であった(1992年4月集計)。

【効能・効果】

気管支喘息

アレルギー性鼻炎

蕁麻疹、湿疹・皮膚炎、アトピー性皮膚炎、皮膚掻痒症、痒疹

【用法・用量】

(1)気管支喘息

通常、塩酸アゼラスチンとして1回2mgを、朝食後及び就寝前の1日2回経口投与する。

なお、年齢、症状により適宜増減する。

(2)アレルギー性鼻炎及び蕁麻疹、湿疹・皮膚炎、アトピー性皮膚炎、皮膚掻痒症、痒疹

通常、塩酸アゼラスチンとして1回1mgを、朝食後及び就寝前の1日2回経口投与する。

なお、年齢、症状により適宜増減する。

【使用上の注意】

(1)重要な基本的注意

- 1)眠気を催すことがあるので、本剤投与中の患者には、自動車の運転等の危険を伴う機械の操作には従事させないように十分注意すること。
- 2)長期ステロイド療法を受けている患者で、本剤投与によりステロイド減量をはかる場合は十分な管理下で徐々にすること。
- 3)気管支喘息に用いる場合、本剤はすでに起こっている発作を速やかに軽減する薬剤ではないので、このことを患者に十分説明しておく必要がある。
- 4)本剤を季節性の患者に投与する場合は、好発季節を考慮して、その直前から投与を開始し、好発季節終了時まで続けることが望ましい。

(2)副作用

総症例14,365例中、439例(3.06%)の副作用が報告されている。(再審査終了時)

	0.1～5%未満	0.1%未満	頻度不明
精神神経系	眠気、倦怠感	めまい、頭痛、手足のしびれ	
消化器	口渇、悪心・嘔吐	口内及び口周囲のあれ、食欲不振、胸やけ、胃部不快感、腹痛、便秘、下痢	
循環器		顔面のほてり、動悸	
呼吸器		鼻乾燥、息苦しさ	
*肝臓		AST(GOT)、ALT(GPT)の上昇等	AI-Pの上昇
過敏症 ^{注)}		痒疹	
血液			白血球増多
泌尿器		頻尿	排尿困難、血尿
その他		浮腫	月経異常

注)このような症状があらわれた場合には投与を中止すること。

*2000年10月改訂

●その他の使用上の注意等については添付文書をご参照ください。

●資料請求先: エーザイ株式会社医薬部アゼプチン係