

ミツバチの誘引剤

中村 純

ミツバチによる作物の花粉媒介は、今日ではミツバチの人類への貢献の中では最も重要かつ経済的価値の高いものであると認識されるようになった。少し前になるが、アメリカでは農業生産における花粉媒介を通じてのミツバチの寄与価値がハチミツと蜂ろうの生産高の合計の143倍に達するという試算もある(Levin, 1984)。これはミツバチによる花粉媒介がまったく行われなかったと仮定したときの減産(減収)を予測したもので、花粉媒介で実った種子による牧草を餌とした牛から得られる牛乳といった副次的なものも多く含まれる嫌いもある。それでも、いくつかの試算がこれと同様に、養蜂生産物の生産高よりも花粉媒介の結果の方がはるかに大きいとしている。養蜂の実際においても、最近の日本の事情を例にとればわかるように、養蜂家の収入における交配用ミツバチ群の賃貸収入の伸びは、ハチミツやローヤルゼリー生産高の伸びを上回る勢いとなっている(松香(1996)は『ポリネーターの利用』で、この辺の事情を含めて詳しく花粉媒介について解説しているので参照いただきたい)。

逆の言い方をすれば、作物は花粉媒介者としてのミツバチをこれほどまでに必要としている。Free(1993)は農作物で花粉媒介を必要とするもの352種についてその受粉のメカニズムを解説している。これらの作物のすべてについてミツバチによる花粉媒介が可能なのではないが、ミツバチが人間の管理下にある家畜であることを考えると、実際に利用される頻度が特に高いことは明らかである。例えば日本でのイチゴの施設栽培など、ミツバチの存在によって作物の生産自体が成立している例も少なくな

いが、露地栽培における果樹や果菜類、子実類や野菜の種子の生産などのように、かつて意識的に花粉媒介者を導入したことのなかった場合でも、ミツバチの必要性は高まってきた。これは単純に農地化に伴う自然破壊が野生の昆虫を減らしているからそれを補うというような、ミツバチを使う理由としては消極的な部類の理由とは限らず、果樹やその他の作物の花粉媒介が、生産者の管理のもとに効率よく行われるべきであるという積極的な動機からでもある。作物の花期に合わせて花粉媒介者を導入し、確実に花粉媒介を集約的に行わせることが、作物の生産技術において、適期の設肥、薬剤散布や剪枝、摘果と同じように管理の一段階になりつつある。特に、もともと農地面積が少なく、地力を低下させずに単位面積当たりの増収が必要な日本の農業において、栽培管理技術水準の高度化は不可欠、花粉媒介者の導入も必然のものであるといえる。

ところで、果樹園や、菜種の畑でも、ミツバチを導入することで、花粉媒介の効率は上がり、結実数は増加する。様々な研究が多種の作物についてこれを証明しているが、この図式はそれほど単純かつ容易なものではない。

レンゲ蜜、アカシア蜜などと花名を冠したハチミツの生産が可能なの理由のひとつとしてあげられることが多いが、定花性という性質がある。ミツバチは一度ある花を訪れ始めると、その花の蜜が枯れるか、あるいはその花の蜜よりも上質の蜜を分泌する花が見つかるまで、その花に通い続ける。また、ミツバチは餌を評価することができる。探索蜂が新規の蜜源の情報を巣に持ち帰り、ダンスで仲間にその場所を伝

え、やがて多くのミツバチがそこに通うようになる。蜜を持ち帰る採餌蜂を巣で待ち受ける食糧貯蔵係の蜂は、よりよい蜜、一般には糖度の高い蜜を受け取りたがる。そこで、2種類の蜜源があった場合、良質の蜜源から戻った採餌蜂は蜜胃中の蜜をすぐに受け取ってもらい、ダンスを激しく踊って仲間を呼び集め、再びその花へと通う。逆にそれに劣る蜜源から戻った採餌蜂は受け手を探すのに時間がかかり、ダンスどころか自ら再度花に通う頻度も下がる。これによりコロニーとしてはより良質な蜜源へと採餌蜂を集中させ、これを最大限に利用できるようになる。

そこで、ただ作物の近くにミツバチを持ち込むだけでは花粉媒介の成果が期待できないこともあり得る。その成否はその花がミツバチにとって最も魅力的かどうかにかかってくる。たとえばナシでは花蜜の糖度が10%前後であるのに対して、果樹園の下草として同時期に花を付けるタンポポではそれが最大73%にも達するという。これではミツバチは迷いなくタンポポから蜜を集めることになる。これが、果樹園内の下草刈りを必要とする理由のひとつでもある。

巣箱に砂糖水の給餌を行い、花蜜採集蜂を花粉採集蜂に振り分けることも可能である。花粉を集めるように仕向けるためには、巣門に花粉トラップをつけてコロニーが花粉欠乏になるようにするのも方策である。しかしこれらは単純に花粉採集を励起するための手段であって、必ずしも目的の作物の花粉媒介効率を上げるために直接役立つという保証はない。花粉についてもミツバチは栄養評価が可能らしく、その作物の花粉が魅力的かどうかはやはり問題である。

このような事情から、特定の作物にミツバチを呼び寄せる方法がいくつか考案されてきた。古くは、ミツバチの巣箱内に目的の作物の花を入れてその匂いになじませようとしたり、いくつかの花の匂い成分を糖液に混ぜて畑にスプレーするといった方法である。最近では、ミツバチの女王蜂のフェロモンを散布する研究も行われ、いくつかの商品も実際に使用されるに至り、特にアメリカでは効果の見られるケースが

増えている。しかし、アメリカに比べて果樹園面積の小さい日本で、コストに見合う花粉媒介効率が得られるかどうかは明確でない。佐々木(1994)が述べているように、誘引剤の効果はごく短時間で、花期の長いものには向かないし(再散布が必要となる)、また花粉媒介が過剰に成功すると果実がなりすぎて、小型化や中途落下の起こるようなものには使えない。

玉川大学では、大塚化学株式会社の委託を受けて2種類の誘引剤 BeeLine と BeeScent のミツバチ誘引性の試験を行ったことがある。BeeLine はショ糖や他の栄養成分を含む栄養補助飼料とでもいうものでミツバチやそのほかのハナバチを餌として誘引する効果を持つような配合の粉体、一方、BeeScent はミツバチのナサノフ腺から分泌される集合フェロモンを応用したもので、糖液にシト랄とゲラニオール(シト랄とゲラニオール)の混合物が溶解してある液状の製品となっている。いずれもある設定の濃度で果樹園などに撒布して用いる。

実際に果樹園や圃場で行った試験ではないので、これらの誘引剤がミツバチを特定の作物に呼び寄せ、花粉媒介の効率を上げるのに役に立つかの判定まではしていないが、その結果を踏まえてミツバチ誘引剤の是非について考察してみた。

誘引剤への誘引試験

まず、ショ糖液を入れた容器を誘引剤、または蒸留水をしみこませたガーゼの上に置き、誘引剤の蒸散が、これらの餌場へのミツバチの誘引にどの程度効果を示すかを検討した(図1)。

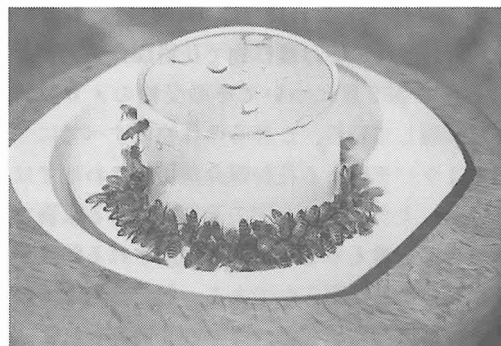


図1 餌場に集まったミツバチ



図2 4つの餌台をおいての実験

この場合、天候やその他の条件によっても異なるが、うまく誘引されないので外勤蜂を巣箱の外でトラップしたものを餌台付近で放して誘引を促した場合と、まったく手を加えず誘引を待った場合のいずれでも、餌台設置後約3時間で餌台への飛来が始まり、飛来開始から30分程度で、飛来数の増加がみられた。ただし、餌台間の距離を大きくとらなかった(10m以内)ためか、BeeScent区でやや飛来が早く多い傾向がみられた(飛来数について、 $p < 0.05$, Wilcoxon test)ほかは、餌台間での飛来状況の明確な差はなかった。

次いで、シヨ糖液だけで誘引剤を用いない餌台を4つ設置し、これにミツバチを通わせるようにした(図2)。先の実験と同様にミツバチを近くで放して飛来を促した場合には、最初から4つの餌台のうち2つで飛来数が多くなった。これは餌台の配置の問題と考えられる。その状況で、シヨ糖液の入った容器の下にガーゼに誘引剤をしみこませて蒸散させたところ、4つの餌台への飛来数は同等となり、1時間後には対照区に比べて誘引剤区のいずれでも飛来数が多



図3 セイタカアワダチソウの群落に区画を設ける

くなった。したがって、誘引剤の効果は先の実験よりも短い時間で現れたことになる。

ミツバチを自然に餌台に通わせるようにした場合には、餌台を学習させている間、つまり誘引剤を使用する前では、3つの餌台へのミツバチの飛来数には差がみられなかった。誘引剤をセットすると3つの餌台いずれも飛来数が増加した。

実験中に餌台上のシヨ糖液がなくなると、比較的短時間に飛来数が減少してしまうことが観察されたので、餌の補充は重要であった。このことは一方で、花数が少なく、花蜜の分泌量も少ないような作物の場合には、誘引剤の効果はあまり長くは持続しないことを意味している。つまり、開花後の柱頭活性を調べて、受粉しやすい時間帯にミツバチを誘引するような誘引剤散布計画を立てる必要が生じるかも知れない。

この実験で、BeeScent区では、誘引剤の吸蜜行動への影響と思われるが、ミツバチが興奮状態となり、餌台上での吸蜜時間も短く、落ち着きがなくなった。もっとも、花粉媒介のためには、短時間に多くの花を訪れてくれた方がよいわけで、吸蜜時間の短縮、複数の花への飛来の増加が実際の果樹園などでみられるのであれば、意味のある効果といえるかも知れない。

セイタカアワダチソウへの誘引試験

セイタカアワダチソウは帰化植物ながらミツバチの秋の蜜源植物としては日本では重要な位置づけにある。この試験ではすでにミツバチが吸蜜しているセイタカアワダチソウの群落で、2種の誘引剤を散布した場合に、ミツバチの飛



図4 ハンドスプレーで誘引剤を散布

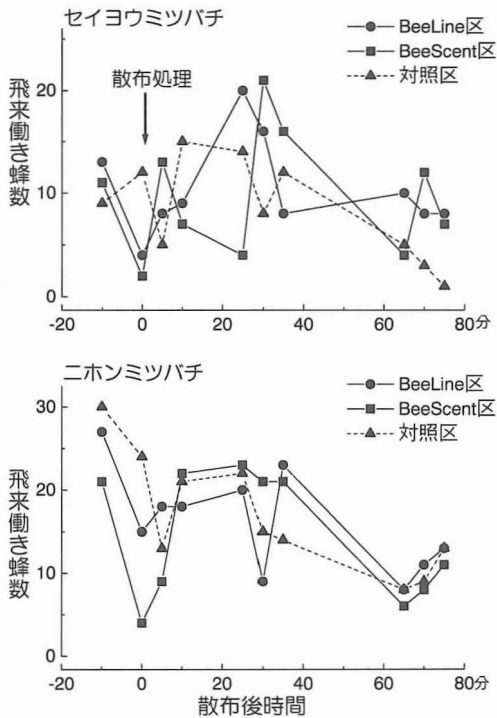


図5 誘引剤の散布とセイタカアワダチソウの群落への2種ミツバチの飛来状況の変化

来数が増加するかどうかを確認した。

まず、群落内に2m×2mの区画を風向きに対して並列になるようにそれぞれ距離をおいて設定し、各区にハンドスプレーを用いてそれぞれの誘引剤の使用法に基づいた分量を散布した(図3, 4)。散布前と、散布後、時間経過に合わせて実際に飛来した花上のセイヨウミツバチとニホンミツバチをそれぞれカウントした。この実験は、農学部昆虫学研究室の学生を大々的に動員して、まさに人海戦術で行われた。

その結果を図5に示した。散布の直後に両種のミツバチの訪花が低下したのは、花序が薬剤で濡れたこと、あるいは散布に伴って人間がかなり花に接近して作業したために、吸蜜を妨害したためであろう。何も散布しなかった対照区ではこの時点での減少は認められなかった。散布5分後にはBeeScentで、散布10分後にはBeeLineでも散布前の訪花数に戻り、その後対照区よりも訪花数が増加している。これは明らかな誘引効果であろう。

ここで注目すべきなのは、セイヨウミツバチの訪花数の増加は一方でニホンミツバチの訪花数を抑えているように見受けられることである。逆に言えば、薬剤の散布はニホンミツバチの訪花にはまったく誘引効果を及ぼしていない。女王蜂のフェロモンは両種で多少の差があり、これは種間差として重要な要素になっている。ニホンミツバチでは散布作業そのものの負の影響だけが一時的に現れ、セイヨウミツバチではその後散布の正の効果が現れているように見て取れるところが興味深い。もっともその通りならこの効果はフェロモンを模倣したBeeScentにだけ現れるべきではある。

また夕方になって気温の低下に伴ってか、セイヨウミツバチの訪花が低下してくると再びニホンミツバチの訪花が増えている。これは、セイヨウミツバチでの訪花を増加させることに成功しただけでなく、ニホンミツバチの訪花をその後に継続させ、植物として長い時間の訪花時間を稼いだことにならないだろうか。これはセイヨウミツバチが誘引されたことで閉め出された格好になっていたニホンミツバチが、セイヨウミツバチよりも低温ややや暗いところでも活動できるために起こったことではないだろうか。ただし、植物の柱頭活性がどの程度の時間継続するかで花粉媒介の効率そのものに影響があるかどうかは決まるので、訪花時間の延長だけで花粉媒介率の増加と判断するのは難しい。

誘引剤の利用価値

以上の結果から、誘引剤が比較的短時間のうちに、ミツバチを目的の作物に誘引可能なが示された。それも餌台が未学習であっても、つまりすでに他の花を蜜源として学習していた場合にも誘引できていた。これは本来BeeScentの効果として期待されるもので、BeeLineで同様の結果となったのは、両誘引剤を同時に併用した実験上の誤差であるかも知れない。作用機作から考えて、BeeScentは未学習の作物への訪花を誘導するのに向いていそうだし、その点では作物自体に魅力があれば、一度向かわせることに成功さえすればよい。BeeLineの方

は、ミツバチをその作物に繰り返し通わせるだけの魅力を持たせる採餌刺激物質であるから、ミツバチが偶然でも通い込めば、花粉媒介の効率を上げるのには向いているだろう。実際の場合で両誘引剤を併用することはないかも知れないが、今回の実験では、それなりの魅力のある餌台や流蜜のよいセイタカアワダチソウに、BeeScentによって遠隔的に誘導され、遭遇したBeeLineあるいは高濃度の糖液で再飛来が誘発されたと考えられる。もう少し餌台を離しておけば個々の誘引剤の効果をみることができたであろう。

その点で申し分のない実験設定で、スイカの花粉交配について2種の誘引剤の効果を比較したノースカロライナ州立大学のSchultheis et al (1994)は、訪花にも、結実率にも、果実の品質にも特に効果はみられなかったとしている。同様の結果はいくつかあるようで、このあたりが、こうした誘引剤の評価が分かるところでもある。実際問題として、栽培条件に関わる要素が多々ある中で誘引剤だけの評価は困難であろう。ミツバチが巣箱の内外の状況に応じて採餌行動を調整する能力の方が誘引剤の能力を上回っており、試験の条件に応じて結果が異なるものと考えられる。周囲の蜜源、蜂群の大きさや必要とする餌の状況、風向き、時間帯、気温などの条件を整えた試験で効果を評価するばよいのではあるが、それでは実地で効果が期待できる範囲が限定される。つまり誘引剤の能力がミツバチの採餌行動の調節能を完全に上回るのではなければ絶対的な効果は期待できないということになる。

今回の試験で誘引性について一応効果ありと判定はしたが、問題点がなかったわけでもない。特に効果の持続性の点では両誘引剤ともまだ改良の余地がある。

期待できる効果として、散布した比較的狭い空間にミツバチを集中させる点は作物の種類や栽培方法からみて重要な利点に違いない。特に今日はここ、明日はあちらというようなミツバチを必要とする作物が小面積で、かつ接近している場合に、ミツバチの採餌域を切り替える

ことが可能となれば、ミツバチの利用効率自体が上がる。これには両誘引剤とも効果が期待できそうであるし、ナシの場合など、2種の併用という形で効果を増加させることも可能かも知れない。

果樹や畑作物の花粉媒介は今後も農業上不可欠な要素で、その中でのミツバチの位置づけはますます重要なものとなる。そのミツバチの利用効率を向上させるための資材の需要は将来的にも高まることになる。BeeScentやBeeLineのほかにも数種の誘引剤が市場に出回っているが、さらなる改良が加えられることを願ってやまない。

謝辞

試験結果の一部の公表に同意いただいた大塚化学(株) 農薬肥料部企画室の鈴木一郎氏に感謝申し上げます。

(〒194 町田市玉川学園 6-1-1

玉川大学ミツバチ科学研究施設)

引用文献

- Free, J. B. 1993. *Insect Pollination of Crops*. Academic Press, London. 250 pp.
- Levin, M. D. 1984. *Am. Bee J.* 124(3): 184-186.
- 松香光夫. ポリネータの利用. サイエンスハウス, 東京. 153 pp.
- 佐々木正己. 1996. *養蜂の科学*. サイエンスハウス, 東京. 159 pp.
- Schultheis, J. R. et al. 1994, *Hortscience* 29(3): 155-158.
- NAKAMURA, JUN. Bee attractants for pollination. *Honeybee Science* (1997) 18(2): 81-85. Honeybee Science Research Center, Tamagawa University, Machida, Tokyo, 194 Japan.

Two bee attractants, BeeLine and BeeScent attracted honeybees to feeding sites and wild honey plant. The type of those attractants is different in their function. BeeLine is a food attractant and BeeScent is a pheromone mimic. Instead of the difference their effect were similarly and appeared rapidly (10 min) on nectar plants. Use of bee attractants in small-scale cultivation such as in Japanese has been less investigated but it is probably effective since honeybees can be attracted to small spotted area if attractants are sprayed.