ミツバチ科学 23(4)：161—167
Honeybee Science（2002）

高知県における加温ハウスナス類の花粉媒介昆虫利用事例　—生産現場からの報告—

森田　克彦

Ⅰ．高知県のナス類における花粉媒介昆虫利用の変遷

高知県は，冬春ナスの全国一の産地である．周知のとおり，促成ナスでは，着果や果実肥大のために，従前よりトマトトーンなど一花ずつ処理をする単花処理が行われていた．しかし，この単花処理作業とその後の花抜き作業は，全作業時間の約20%を要し，労働負担は極めて大きなものとなっていた．花抜きの目的は，果実品質を低下させないことと果実に付着した花弁に灰色カビ病が罹病しないようにするためである．このため，省力化技術が求められていた．

高知県でのハウスナス類への最初の花粉媒介昆虫の利用は，セイヨウオオマルハナバチの利用によるものであった．ナスへのマルハナバチ利用による受粉には，平成4年頃から高知県東部の本県ナスの主産地・安芸地域で現地実証試験が行われていた．

だが，実際に使用してみるとハチが思うように活動せず，着果が不安定で，果形が悪いと言ったような結果に終わってしまい，普及できる技術には育っていなかった．けれども，中にはほとんど問題なく，着果・肥大・収穫ができる事例もあったとのことである．現地の取り組み事例も踏まえて，高知県農業技術センターでの平成7年～9年の研究により，平成10年には，実用技術として普及に移された（小松，2000）．

今までのこれら研究データやマルハナバチ販売メーカー，更には，熱心な農業者の協力で，平成11年春期には，現地実用栽培に取り組む農業者も増加し，成功事例も多く生まれ，平成11年秋期からは産地での本格的導入が始まった．平成13年6月には，主産地安芸地域のナスでの導入利用面積は，オランダを抜き，世界一になった（和田，2001）．

ところが，平成13園芸年度（平成12年9月～平成13年8月のこと．高知県では，園芸作物の栽培開始と合わせて園芸年度という呼び名をつけている）から，ハウスナス類の花粉媒介昆虫に高知県安芸地域で新たな昆虫が導入されるようになる．それは，ミツバチであるが，そのほとんどは，セイヨウミツバチの利用である（表1）．

安芸地域でミツバチの利用が始まっていると聞いて，筆者は当初，半信半疑であった．最初に思ったのは，「なぜミツバチを利用するのであろうか？　ナスの花は，蜜を分泌しないといわれているのにどうして訪花するのだろうか？」という単純な疑問であった．これについては，あとで詳述する．

本稿では，高知県におけるナス類への花粉媒介昆虫の利用事例について紹介する．

Ⅱ．土佐清水支所管内の簡単な紹介

筆者は，高知県西南端部を管内とする高知県幡多農業改良普及センター土佐清水支所に勤務している．管内市町村は大月町，土佐清水市の

表1　平成14園芸年度　花粉媒介昆虫導入状況（高知県）

種類	人数（人）	面積（ha）
ミツバチ	441	100
マルハナバチ	366	81.9

※全体ナス農業者人数1,526人
※ナス類総面積314ha（高知県園芸連調べ）
※ミツバチとマルハナバチ併用農業者がいる

二つであり，足摺岬など風光明媚な名勝地がたくさんある．平成14園芸年度のナス類の花粉媒介昆虫利用状況は，表2のとおりである．

ナス類の作型は，促成と，後作（半促成）の二つである．促成ナスの品種は，「竜馬」と「はやぶさ」であり，これらは高知ナスと呼んでいる中型のナスである．大型の米ナスは，促成栽培と後作栽培で導入されている．

管内に導入されたマルハナバチは，セイヨウオオマルハナバチがほとんどであるが，クロマルハナバチやトラマルハナバチも一部導入利用されてきた．ミツバチは，セイヨウミツバチがほとんどであるが，一部ニホンミツバチが利用されてきた．

農薬の花粉媒介昆虫への影響回避，散布労力の軽減，減農薬ナスの生産などのためにマルハナバチやミツバチの利用と合わせてIPM技術として，タイリクヒメハナカメムシやコレマンアブラバチ，イサエアヒメコバチ，ハモグリコマユバチなどの天敵利用を行う農業者も徐々に増えてきている．管内では，高知県独自の5割減農薬ナス栽培認証制度に登録する農業者も増えてきており，一般栽培のナスとの区別販売による安心・安全栽培農産物としてのアピールを行っている．

Ⅲ．マルハナバチの利用技術の概要

ナス類の定植は非常に早いもので8月上中旬，遅いもので10月上旬頃と農業者によって差が大きいが，8月上中旬頃定植の場合は，1番果の収穫が8月下旬頃から始まる．この時期は，高温で花粉の稔性が低下しやすいことやマルハナバチの活動が鈍りやすいことから，利用がむつかしい場合が多い．しかし，省力化と減農薬栽培ナスの生産のために無理して8月から導入を行う人もいる．この時期の高知の夏は熱帯地域のようで非常に蒸し暑い．このため，マルハナバチにとっては大敵の暑さ対策は，十二分に行わないといけない．巣箱は，風とおしが良くなるようにし，巣箱には直射日光が当たらないように日陰にする．農業者によっては，保冷剤を巣箱に置き，巣内を降温させている．

しかし，このような処置を取ってマルハナバチを利用しても着果が不安定になる場合がある．その年の気象条件にもよるが，高温期定植の場合は，花数も少ないので，3番花あたりまでは，ホルモン処理を行い，4番花頃になるとハウス気温がやや低下してくるので，この頃にハチの導入を行った方が安定して着果ができやすいと考えられる．歴日で示せば，9月中旬以降が，着果が安定するようである．

また，高温時期は害虫の発生が多く，そのサイクルも速いので，害虫の密度を低下させておくことや，予め防虫ネットかマルハナネットなどを開口部すべてに展張しておき，害虫対策を徹底しておく．これら資材は，マルハナバチのハウス外への逃亡も防いでいる．もちろんマルハナバチに影響のある薬剤は，導入前後には利用できないので，使用農薬の選択には注意が必要である．

他に利用上の注意点としては，ナスの1〜3番花前後のステージでは，蜂群の数は，20aに対して1蜂群程度で良いが，それ以降，開花数が増加するにつれて増やしていく．高知ナスでは，秋期〜2月頃までは，20aに対して2〜3蜂群程度必要である．春期には，開花数が増加するので，20aに対して3〜4蜂群程度は必要である．米ナスは，秋期〜2月頃は15aに対して1蜂群程度，春期は10aに対して1蜂群程度は必要である．

マルハナバチの導入は，いずれの時期でもできるが，春先にはナスの生育が速くなり，花数が急増する（図1）．このため，3月以降にマルハナバチを利用する農業者の方が多いと言える．また，初期からマルハナバチを導入すると

表2 平成14園芸年度　花粉媒介昆虫導入状況（普及センター管内）

種類	人数（人）	面積（ha）
ミツバチ	21	4.95
マルハナバチ	36	8.28

※全体ナス農業者人数42人
※ナス類総面積12.5ha
※ミツバチとマルハナバチ併用農業者がいる

労力軽減や減農薬ナスでの生産では好都合であるが，コストがかかりすぎるということも春期導入を行う人が多い理由の一つとして挙げられる．

低温期のハウスでは，暖房を行っている．夜間最低気温は実温で12℃を保つ必要がある．これは，花粉の稔性を保持するためである．ハウス内の温度ムラをなくすために，新しい温風ダクト配管方式も普及してきている．

ハウスナスでのマルハナバチの利用をうまく行うコツをまとめてみると，蜂群のハチの観察，ナスの観察，病害虫防除，適正な養水分管理，適正な草勢保持，適正な整枝せん定，ハウス内気温管理などである．蜂群には農薬散布のためハウス外へ巣箱を搬出する場合や開花数が少ない場合は，乾燥花粉を与えないといけないし，マルハナバチの花粉採取活動，たとえば，巣箱に5分間に何頭採花粉したハチが帰還してくるか，ナスの花の葯へのバイトマークの濃淡はどうかなどや飛行状況の観察も必要である．

巣箱内の蜜切れなども場合によっては起こる可能性もある．このため，蜜切れ対策やマルハナバチのエネルギー補給にハウス内数カ所へ蜜を容器に入れ，配置しているハウスも多い．

このような注意を払ってマルハナバチを大事に飼育しても蜂群の寿命が尽きる日は必ずやってくる．突然やってくる場合もある．このため，上記のような観察を行い，蜂群の寿命が尽きる前に計画的に蜂群の入れ替えを行う必要がある．蜂群の寿命の目安は，1.5～2か月程度である．中には，寿命が短い場合もあるので，注意が必要である．

図1　主枝平均幼果数の推移（2001～2002調査）
高知県大月町土耕栽培促成加温ナス

Ⅳ．「なぜミツバチを利用するのであろうか？」

このような素朴な疑問を筆者は既述したが，その理由をここで明らかにしてみる．

高知県安芸地域の熱心な農業者達が，オランダへのIPM技術などの研修に行った際に，彼の地のハウスナスでミツバチによるナスの受粉状況を見たことから，安芸地域への導入が始まったと言われている．以来，ミツバチ利用によるメリットが言われてきて，マルハナバチの利用からミツバチ利用にとってかわろうとしている．

マルハナバチとミツバチの利用における長所・短所を比較してみると，なぜミツバチの利用・普及が進んだか理解しやすいのではないかと思い，以下に記述してみる．

ミツバチ利用による長所は

①ミツバチの方が，蜂群の寿命が，長い場合が多い．ミツバチは3ヶ月以上の利用可能な場合が多い．冬期は，産卵を中止すると言われており，利用できなくなる可能性もある．1作を通して利用した事例もある．

②蜂群一箱当りのコストが非常に低くなる．蜂群の寿命が長いことと合わせるとコスト低減効果は更に高まる．

③利用期間が長いことと，マルハナバチのような突然の活動停止が少ないという農業者の意見があり，蜂群の更新時に悩まされることが少ない．

ミツバチ利用による短所は

①脱糞により，被覆ビニルやナスの葉などが汚れやすい．

②攻撃される危険性があり，素人は巣の中を観察できにくい．

③厳寒期の利用がむつかしい．曇雨天日の活動が鈍りやすい．特に低温期の曇雨天日の活動が鈍りやすい．

④バイトマークがマルハナバチよりややわかりづらい．

マルハナバチ利用における長所は

①厳寒期でも曇雨天日でも活動がミツバチより多い.

②バイトマークがミツバチよりわかりやすい.

マルハナバチ利用における短所は

①マルハナバチは蜂群の寿命が，かなり短い場合がある.

②その他は，ミツバチの長所の裏返しの部分が短所となる.

このように，両者の長所・短所を比較すると，ハウスナス栽培には，ミツバチを利用した方が利点が多いことがわかる．このため，農業者は，ミツバチの方を選択し始めた.

Ⅴ．ミツバチ利用技術の現地実証展示

改良普及員が，ある新しい技術を確認したい場合，あるいは，新しい技術を農業者に対して普及させたい場合，現地実証展示圃を農業者とともに農業者のハウスの一部を借りて設置することが多い．展示圃は，農業者にこれら技術を普及させるためのPRの場所にもなる.

筆者もミツバチのハウスナスへの利用技術の確認と普及を目的に平成14園芸年度に実証展示圃を設置したが，その概要を紹介する.

試験区としてミツバチ単独受粉区と対照区としてトマトトーン着果＋ミツバチ受粉区を設けた（以下，試験区，対照区と呼ぶ.）．厳寒期には更にマルハナバチを併用した.

ハウスへミツバチを導入した日は，平成13年9月13日であったが，導入1週間ほど飛びが悪かった．その後すべての花にミツバチの訪花が認められるようになったので，9月26日からトマトトーン処理を省略した．秋期は3蜂群（27a当たり）のミツバチをハウス内に導入し，受粉を行った．春期に秋期に入れた蜂群を一蜂群入れ替え，春期2蜂群を新たに導入し，春期以降は，4蜂群（27a）で受粉を行った．ただし，11月末頃からミツバチの活動が鈍くなってきたようなので厳冬期には，マルハナバチとの併用を行った．12月1日には，トラマルハナバチを1蜂群を1月23日にはセイヨウオオマルハナバチ2蜂群を導入し，ミツバチと併用した.

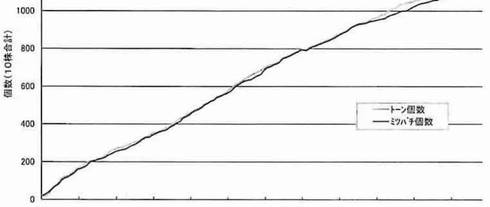

図2　ミツバチ受粉試験累積収量比較・個数
（ミツバチ実証試験）

収量調査は10株調査である．2月までの累計収量は図2のとおりである．累計収量の個数比較では，1月下旬頃まで両区ともほぼ同じ収量結果となったが，それ以降やや差がついた．最終的には，対照区が約7.5%個数が多い結果となった．累計収量重量でもほぼ同様の結果となり，最終的には，対照区が約7.8%重量が多い結果となった．まとめとして以下の考察をした.

ミツバチ単独受粉区の収量がやや少ないのは，以下の理由によるものではないかと考えられる.

①主枝の摘心節位がやや低かったこと．摘心位置が両区で少し異なっていた.

②主枝の整枝・せん定の程度を同様に行えていなかったこと.

③このこともあり，開花～収穫までの着生主枝幼果の数がミツバチ受粉区で少なく推移したのではないかと考えられること.

以上の理由によるものではないかと考えられる.

ただし，調査期間中のハウス全収量は過去3年で最も多く，ミツバチによる受粉は十分行われていたものと考える.

ミツバチによる受粉は，トマトトーンによる着果より肥大日数がやや長くかかっている（図3)．温暖期には逆転することが，マルハナバチでは知られているが，ミツバチでも同様か否か3月からの調査がないので判断しかねる．ただ，肥大日数は僅かな差であるので，問題はないのではないかと考えられる．肥大日数が長く

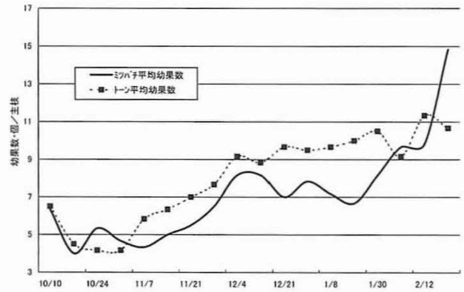

図 3　ミツバチ着果およびトマトトーン着果による主枝幼果数の推移比較（ミツバチ実証試験）

なったために，果実品質がおかしくなるということはなかった．

実証展示圃設置に協力していただいた農業者の場合，ミツバチの自家増殖を行ったので，厳寒期にマルハナバチを3蜂群併用しただけであり，マルハナバチのみを1作利用した場合より，約80%のコスト低減になるという試算結果が出た．非常に大きなコスト低減効果になる．

これらの実証結果をJA生産組織部会で報告をし，更に現地検討会・講習会などを開催し，普及を進めてきた．養蜂業者の技術員の方にもお世話になって技術指導を行ってきた．このため，平成15園芸年度は高知県5割減農薬農産物ナス栽培に取り組む農業者の方がかなり増加したこともあり，秋期からミツバチを利用する方が増加している．

VI. ミツバチの利用技術の概要

ミツバチの蜂群は，購入蜂群を利用する農業者が多いが，自分で飼育して増殖する農業者もいる．

ミツバチの利用開始時期は，高温期では，マルハナバチと同じ頃から行っている．12月頃～2月上旬頃には，ミツバチの産卵が少なくなる言われており，働きバチの活動が少なくなる．また，曇雨天日にハウス内気温が不足するとミツバチの活動が鈍りやすくなりやすいので，マルハナバチの利用か併用あるいは，トマトトーン利用による着果が必要になる場合が多い．しかし，厳寒期にもミツバチを利用し続けていこうとしている農業者も見られるが，ミツバチの活動次第では，マルハナバチやトマトトーン利用に切り替えると言う臨機応変的な対応も考えておく必要がある．

必要蜂群数は，蜂群の働き蜂の数や開花数の多少で変動する．ここでは，1蜂群8,000頭の蜂が入っている購入蜂群について説明する．マルハナバチと同様に1～3番花のステージ頃までは，15～20a当たり1蜂群程度で良い．それ以降，ナスの花数など生育ステージで蜂群数は変えてゆく．高知ナスの場合は秋期は，20a当たり2蜂群程度必要である．春期の開花数が多い時期は，蜂群数を増やす．20a当たり2～3蜂群程度が必要である．米ナスでは，秋期には，1蜂群当たり10～15a程度をカバーできる．春期には，1蜂群当たり10a程度カバーできる．

蜂群をハウスに導入すると，だんだん働き蜂が目減りしてくることが多いので，ハチの訪花活動をよく観察し，蜂群の働き蜂の数や開花数の多少なども勘案し，適正蜂群数を決定する必要もある．活動が鈍った場合は，蜂群の交換も必要である．

購入蜂群は県外業者からのものであり，輸送の際に，蜂群にストレスがかかっており，蜂群が到着後何もせず，巣門を開けると，巣箱内の高温・多湿のストレスから逃れようと一気に飛び出し集団自決する場合が多く，これを避けるために，巣門を開ける直前に水を換気窓から吹きかけ，飛び出しを鈍くさせる方法が取られている．水を吹きかけることにより，巣箱内の温度を低下させることもできる．高温時期は特に

図 4　ハウス内の巣箱設置状況

図５　ナスの花に残るミツバチのバイトマーク

図６　ミツバチによる受粉

注意する必要がある．外気温が上昇する春期では，３月以降に注意が必要である．もう一つの方法として，巣門の開閉口を狭くし，一斉飛び出しを防ぐことも行われている．

また，定期的な糖蜜（砂糖水）給餌は，導入後からは欠かせない．巣箱の設置場所は，ハウスの北側にし，ハウス端から6m以上は開ける．巣箱の巣門の向きは，南か東向きとする（図4）．ハウスの一層カーテン（二重被覆）は，片面開きでなく，両面開きにすることを勧めている．片面開きだと，ハチが行き止まりになるので，巣に帰還できなくなり，そこで死亡する数が多くなるからである．

ミツバチをハウス内に導入後，長い場合は7日前後しないとナスの花に訪花しない場合もあるので，この場合，この間トマトトーン処理の併用が必要である．ハウスナスでのミツバチの利用をうまく行うコツは，マルハナバチの場合と似ている．ハウスの環境条件を良くして働き蜂の目減りを少なくする必要がある．軒高が低いハウスの場合は，ハウス全体への訪花活動が悪い場合があるので，活動状況によって，導入蜂群数を増減させる必要がある．

素人は，攻撃されそうな恐れがあるので，なかなかできにくいが，蜂群のハチの観察も必要である．ミツバチの花粉採取活動の観察も必要である．巣門を閉めて巣箱に５分間に何頭採花粉したハチが帰還してくるか観察する．更にナスの観察，病害虫防除，適正なナスの栽培管理，適正なハウス内気温管理などはマルハナバチと同様である．

ナスの花の葯へのバイトマークの濃淡はどうか，あるいは，飛行状況はどうか，などの観察も必要である．ミツバチのバイトマークは，マルハナバチとは異なり，葯の先端が花粉採取活動により茶褐変する．マルハナバチよりわかりづらいかもしれない．ナスの花へのマルハナバチのバイトマークは，トマトでのそれよりわかりづらい．ミツバチのそれは更にわかりづらいかもしれない（図5）．

ミツバチの花粉採取時間は，マルハナバチと比べて長く，くるくる体を回しながら，葯の中に潜り込むようにして執拗に受粉作業を行ってくれる（図6）．

マルハナバチを使用する際には，ハウス開口部に防虫ネットなどを展張し，隙間の点検をしてもらい，ハウス外への飛散を避けるように神経を使ってもらっているが，ミツバチならそのような神経を使う必要が少なくなる．ただし，鳥などの対策や外部ハウスへの訪花活動によりそのハウスでの農薬を浴びて帰ってくる恐れもあり，防虫ネットなどの展張は，必要である．

Ⅶ．おわりに

日本の園芸産物を取り巻く環境は，低単価による所得の減少，生産農業者の高齢化，国内・国外産地間の競合（輸入圧力）など，厳しい状況にある．このため，他県産地でもミツバチの導入が行われてきている．養蜂業者から得た情報では，愛知県や群馬県などのナス産地での導入が行われてきているし，九州の産地や他の産地でも関心が高まっているとのことである．

園芸産物を取り巻く状況は，今後とも同様な状況が続くものと予想されている．このため，コスト低減対策が愁眉の課題となっている．生産現場では，よりコスト低減効果が高い技術，より使いやすい技術を導入していく必要がある．これら技術の農業者の方々への速やかな普及のお手伝いができるのが，改良普及員やJA営農指導員である．

セイヨウミツバチは，明治初期に日本に導入されたものである．仮にセイウミツバチが帰化生物と化していると判断してよいものなら，ミツバチの利用は，ハウス外に仮に逃亡しても生態学者の方々が心配しているようなことも少なくなるわけである（池田，2000）．また，セイヨウオオマルハナバチは，自身の体の中に舶来の寄生性病害虫を保持して日本に入ってきていると指摘されており，日本在来マルハナバチとの遺伝的かく乱（雑種化）の恐れと併せて憂慮されているが（五箇，2001），生物多様性維持の観点からみると，マルハナバチ利用より，日本の自然生態系への影響は，より少なくなるかもしれない．生態学者の方々の杞憂も多少は，減少するのではないかと考えられる．

冗談みたいな突拍子もない話になるが，（近未来にはひょっとして可能になる？）ある篤農家の切なる願望は，低コストなロボットポリネーターの開発はできないだろうかということである．農業は自然環境の影響をもろに受ける．非常に曖昧模糊たる面も多い．ファジーという言葉が一時期流行ったが，まさにその世界である．作物や利用している花粉媒介昆虫の機嫌などを取りながら，次の作業管理を進めていく．ファジーな世界の中でより的確な判断を連続して求められる．このように栽培していくので，緊張の連続となる．従って少しでも緊張が少なくなるような使いやすくて安定した技術の採用を行いたくなるのも自然であると考えられる．

このような篤農家のニーズに応えることができるロボットポリネーターが，普及する時代がいつの日か来るのであろうか．このようなポリネーターの開発が実現すれば，一石三鳥以上になるのだが．

（〒787-0333　高知県土佐清水市西町4-8
高知県幡多農業改良普及センター土佐清水支所）

引用文献

池田二三高．2000．バイオコントロール 4(2):29-34.
五箇公一．2001．第7回マルハナバチ利用技術研究会．p.10-14.
小松秀雄．2000．第6回ナスにおけるマルハナバチ利用技術研究会．p.1-9.
和田　敬．2001．第7回マルハナバチ利用技術研究会．p.21-25

KATSUHIKO MORITA. Report on the pollination of green house egg plant with commercial insect pollinators in Kochi Prefecture. *Honeybee Science* (2002) 23 (4) 161-167. Kochi prefecture, Hata agricultural refinement Center, Tosashimizu branch office. 4-8, Nishi-chou, Tosashimizu-shi, Kochi Prefecture, 787-0333 Japan

To produce higher quality fruit and save labor in green house cultivation of egg plant, introduction of insect pollinators such as bumblebees (mainly *B. terrestris*) and honeybees (mainly *Apis mellifera*) has been tried in Kochi Prefecture. Both commercial available bees could perform as effective pollinators and spread them rapidly. When they were compared from the economical view points, the author concluded that cost performance of honeybee was superior to that of bumblebee. Although the lesser pollination activity of honeybee under low temperature was observed, price of honeybee colony was much cheaper and colony longevity was much longer than those of bumblebee.