

産業としての天敵昆虫と花粉媒介昆虫の利用

静岡県農業試験場 ^い池 ^だ田 ^ふ二 ^み三 ^た高

I 天敵昆虫利用産業の現状と問題点

1 歴史的背景

害虫防除に天敵を利用とした試みは古くからなされてきているが、中でも柑橘の害虫であるイセリヤカイガラムシ (*Icerya purchasi*) に対して、1911年に台湾からベダリヤテントウ (*Rodolia cardinaris*) を導入し防除に成功をしたことは、生物的防除技術の先鞭として特筆されている事例である。この当時の背景には有効な化学薬剤がなかったことが大きな要因となっているが、以来、侵入害虫の防除や在来の害虫防除に対しても国外や国内の多種類の天敵を用いて防除試験がなされてきている(森・村上, 1981)。しかし、その中で実用性があると評価された天敵は非常に少ない。これらの一連の試験の特徴としては、果樹、水稻、畑作物など露地栽培作物が対象であり、実施は公的の試験研究機関によるものであった。ただ1例、1970年にナシ及びリンゴの害虫クワコナカイガラムシ (*Pseudococcus comstocki*) の天敵であるクワコナカイガラヤドリバチ (*Pseudaphycus malimus*) をT薬剤会社が天敵昆虫として開発し市販も行ったが(守本, 1971)、農家技術としては成功をせず翌年で販売も中止となった。

防除上の問題を振り返ると、1960年代後半から急速に増加した施設栽培では、害虫は露地栽培とは異なる発生パターンや発生量を示し防除回数の増加が始まり、1970年代以降は、オンシツコナジラミに代表されるように、相次いで外国からの侵入害虫の定着とそれに伴う新たな被害が発生したが、それらの防除には開発目覚ましい化学農薬の使用が主流となった。しかし、一方では、侵入害虫を含めて薬剤抵抗性が極度に発達した害虫の出現や環境保護などの観点から化学農薬による防除に対して新たな問題を提起させてきている。このような中で生物的防除法が注目され、早くからヨーロッパやアメリカにおけるハダニ類に対するチリカブリダニ (*Phytoseiulus persimilis*)、オンシツコナジラミ (*Tyaleurodes vaporariorum*) に対するオンシツツヤコバチ (*Encarsia formosa*) などの効果が紹介され、その後わが国においても多くの作物で研究が行われて、それらの実用性は評価

されてきたが(森, 1968; 真梶・森, 1976a; 真梶, 1981; 真梶・森, 1977b; 矢野, 1988; 矢野・東, 1982)、公的機関からの継続的な配布や民間からの市販には至らず、天敵昆虫産業は育たなかった。

2 開発から登録までの現状と問題点

ところが、近年、ヨーロッパにおける急速な生物的防除の普及と環境保護の問題から、わが国でも生物的防除への関心が高まり、T社を筆頭に数社が次々に天敵の試験を行い登録の取得計画が開始され、1995年になり待望久しいチリカブリダニとオンシツツヤコバチの登録がおりて初めて市販が可能となり、農家の使用あるいは農家への指導が可能となった。さらに、日本植物防疫協会の1995年度生物農薬連絡試験の計画では天敵昆虫及び天敵微生物が20種あるなど、新たな天敵の防除効果が試験されている現状から、今後登録され市販される天敵の種類も増加すると予想される。しかしながらここで試験されている天敵の特徴は、ヨーロッパやアメリカですでに市販され実用性が認められている種類であり、わが国固有の天敵は今後の計画を含めて非常に少ない。つまり、最近の天敵昆虫産業の実態は、その開発と生産を外国に依存したものであり、天敵としての登録取得と販売を扱っているにすぎない。

ヨーロッパやアメリカでは天敵昆虫の市販に際しては、わが国のように一般薬剤と同様な登録が必要ということはない。そのため、会社は独自に海外からの有力種を探索してその大量生産技術を開発して市販し、農家の評価が高ければ普及するシステムとなっている。市販までの諸経費も少なくすむことから小さな会社でも市場に参加できることになり、そのことが突発的の侵入害虫やマイナー害虫にも迅速に有力な天敵の開発に対応可能な基盤がある。また、農作物には多種類の害虫が発生するので、農薬でも多種類の薬剤を使用して防除が行われているように、実際の防除を行う上には天敵も同様に多種類の天敵が用意されていることが必要である。しかし、わが国では登録制度があることにより多くの天敵の登録には長時間を要することになり、生物的防除の迅速な普及には阻害の一要因となっていることは否めない。また、会社として採算のとれない天敵は登録を行わないなど採択権がすべて会社の意志にゆだねられているため、外国での新天敵の開発により今までの天敵が急に生

産中止され登録がとれても市販できない恐れもある。

本来、天敵昆虫産業としては、新しい天敵の開発—大量生産技術の開発—大量生産—登録の取得—品質管理—販売—防除指導を一貫して行う会社の出現が理想であるが、このような会社は、経費上の点からも数社に限定されてくるものと考えられるが、一方では天敵の開発あるいは大量生産のみを扱う会社の出現も予想される。

3 市販から実用化までの現状と問題点

現在市販の天敵は前述の2種であり、当然これらの防除効果は期待できるが、わが国のイチゴ栽培を一つとっても栽培条件は複雑であるため、登録時条件の放飼時期、放飼量及び回数などで全ての栽培型には適用できないと思われる。また、殺菌剤を含めた薬剤の直接の影響や残効性については登録条件にはないので、今後の実用化には平行して多くの試験研究機関の協力がなく普及はしないと予想される。さらに、農家段階では、例えばA薬剤がハダニに効果が低下したのでA天敵に代えてみるという安易な考えで対応することが多く、今後の普及には相当のトラブルが生じるものと予想され、生物的防除法の理論の理解と技術を習得させることが早急に必要となっている。

ヨーロッパで見られるように作物ごとに一貫して各種の天敵を組み入れた防除を請け負う会社、あるいは害虫発生のモニタリングと天敵の販売を行う防除会社がわが国でも必要になってきている。特に、施設園芸では従来の栽培面積より広大化傾向にあり、1ha単位のガラス温室が登場しつつあるが、こうした施設で今後生物的防除を進めていく上には、防除を請け負うあるいは防除指導をしながら天敵を販売する会社の存在が必要となってくる。むしろ、そうした会社が出てくるのが、わが国の生物的防除の早期に、しかも健全な普及を図る上には好ましいと考えられる。

害虫防除に対して化学農薬の依存度を低下させることは時代の流れとなっているので、その手法の一つである生物的防除の実用化のためには天敵昆虫産業の潜在的需要は非常に高いと考えられる。しかし、生物的防除技術の習得は難しく、指導者及び農家ともこの先長い時間を必要とする予想されることから、今後の天敵昆虫の産業化については長期的見通しのもとに、会社のみならず研究機関、指導機関、農家など多方面の協力で進めていく必要がある。

II 花粉媒介昆虫利用の効用と問題点

1 歴史的背景

わが国では、農作物は自然に交配するものと多くの人

が認識し、その地における花粉媒介昆虫（ポリネーター）の存在にはかなり無関心で来たと思える。事実虫媒を必要とする多くの農作物にどのような花粉媒介昆虫があるかは果樹などで少数の報告があるが（小林, 1972; 前田・北村, 1965a; 前田, 1971; 津川ら, 1967）、一般には栽培上特に調査の必要もなかったことは確かである。一方、ヨーロッパやアメリカでは花粉媒介昆虫に対して非常に関心が高く、虫媒を必要とする作物の栽培に当たっては、花粉媒介昆虫の調査は必須の条件となっている。

しかし、わが国の気候的特性と植生の豊かさからくる昆虫相の多様性から、日本全土にわたって多くの種類のハエ、アブ、ハナバチ、チョウ、ガ、ハナカミキリなどの花粉媒介昆虫が生息し、農作物においても開花をすれば当然多くの個体が訪花し交配が完了するので、特に花粉媒介昆虫の存在を意識しないでできていたのが事実である。

西南暖地一帯で栽培されるレンゲソウやかつての菜種、北海道の放牧場のシロツメグサ（ホワイトクローバー）では在来のマルハナバチの効果も十分に高いが、主に採蜜を主体にミツバチの導入を図ってきている。また、ウメ、リンゴ、ナシ、モモなどの低温期に開花する花では、野生の花粉媒介昆虫は主として越冬成虫が訪花するので、花数に比して個体数が少ないことからミツバチの導入が一部では使用されている。しかし、開花時には気温の低い日が多く訪花が不十分であること、気温が上昇した日は同時に開花する周辺の野生の草花に多数訪花するなどミツバチによる交配は不安定であり、それに代わる他の有望な花粉媒介昆虫もないために現状では人工授粉が古くから継続されている。

また、在来のマメコバチはリンゴやモモの花粉媒介昆虫として高く評価され（北村, 1968a; KITAMURA・MAETA, 1969b）、人工巢の開発も行われたが（北村, 1983b）、1年1世代で増殖量も高くなく、ハチそのものの市販にはいたっていないが、現在でも農家の管理の元に保護されている。

2 近年の花粉媒介昆虫の需要の現状と問題点

前述のように、わが国の花粉媒介昆虫は、果樹では関心が持たれていたが、1960年代後半から栽培圃場の拡大や栽培圃場周辺の宅地化が進んだことにより野生の花粉媒介昆虫が減少し、人工授粉が以前より必要となるところもある。

また、同時期から施設栽培も急増し、そこで栽培されるイチゴ、トマト、ナス、採種用のアブラナ科作物などの奇形や結実不良は未受粉が原因であることが明らかと

なり、花粉媒介昆虫の存在が目された。イチゴや採種用のアブラナ科作物ではミツバチの導入が、トマト及びナスでは植物ホルモン剤の処理が有効で前述の問題は一挙に解決した。1970年代後半から、それまで農家の手によって1花ずつ交配が行われていたハウスメロンでもミツバチが利用されるようになり、キュウイフルーツや柑橘の日向夏、柿などの大規模栽培では花粉媒介昆虫の存在が目されミツバチの利用が拡大した。

少数ではあるが、アブラナ科野菜やタマネギなどの種子生産を目的にミツバチの積極的利用も図られている。野菜の開花はほぼ1か月以内と短く、この間曇天や雨天時ではミツバチの訪花は妨げられるが、全天候で訪花するマルハナバチの使用は明らかに種子生産量が増加するので、施設栽培下の採種生産においてはミツバチの使用は減少している。

さらに、1990年には数か月間の寿命とされる使い捨てタイプで、ミツバチの働き蜂2,000頭内外の入った弱小群が市販されるようになったが、比較的多い100~300m²の施設で栽培される作物にはむしろ好都合であり、周年栽培の温室メロンでは、夏期の高温時でも正常に訪花することから弱小群が1年中使用されている。

このようにわが国においても農作物栽培において結実を高めたり果実の奇形防止のため、人為的に多数の花粉媒介昆虫を導入する場合はミツバチのみに依存してきたといつてよい。

しかし、一方でミツバチの入手が困難の地域、導入には栽培面積が狭い、蜂アレルギーがあるなどの問題から、それに代わる花粉媒介昆虫として1970年代からシマハナアブが登場し(深沢, 1972; 小林, 1972)、民間からも市販され、一時はイチゴ、メロン、果樹類などで広範囲に使用された。現在は採算面から中止となっているが、復活を希望する声も大きく、今一度安価に生産できる産業化の方法を研究する必要もあると考えられる。

3 外国産の花粉媒介昆虫の登場と問題点

前述のように、施設栽培作物では花粉媒介昆虫は全てミツバチに依存し、露地栽培作物でも野外の花粉媒介昆虫が不足した場合、ミツバチの導入が補助的に行われている。ここで使用されているミツバチは、明治初期にヨーロッパなどから導入した種類でセイヨウミツバチ(*Apis mellifera*)と呼ばれている種類であり、わが国に古くから生息するニホンミツバチとは別種である。ニホンミツバチ(*Apis cerana*)はセイヨウミツバチと同様の花に訪花し、低温活動性は高いので低温期に開花する果樹では花粉媒介昆虫として有効である。しかし、繁殖力は弱く1群の働き蜂数も少なく、巣自体ももろいなど採

蜜には不適のため営利を目的とした養蜂にはほとんど使用されず、花粉媒介を目的として巣が市販されたことはない。また、野外ではセイヨウミツバチに盗蜜されるなど競合できないため、セイヨウミツバチの導入地ではほぼ絶滅の状態になっている。

ヨーロッパでは古くからミツバチ以外にマルハナバチ類も有力な花粉媒介昆虫として評価されている。このハチはミツバチより口吻が長いこと、低温活動性が高いこと、蜜のない花にも花粉のみを集めに訪花するなどの特徴があり、リンゴなどの低温期に開花の果樹類や牧草の有力な花粉媒介昆虫として知られ、特に牧草のアカツメクサ(レッドクローバー)の花粉媒介には有効で、ヨーロッパからニュージーランドやオーストラリアへ導入された経緯もある。

このマルハナバチの中のツチマルハナバチ(*Bombus terrestris*)はミツバチが訪花しないトマトやナスにも訪花することが知られていたが、ヨーロッパで人工大量増殖に成功して販売が開始されたことから、一躍施設栽培のトマト、ナスの花粉媒介昆虫として注目され、現在ヨーロッパではトマト、ナスでは全部、その他の果菜類、果樹類でも急速に普及している。わが国でも筆者らが本種の花粉媒介昆虫としての成果に注目して、1992年の冬から本種を施設栽培のトマトなどの果菜類で試験をしたところヨーロッパと同様の結果を得たので、トマトを中心に普及につとめた結果好評をえている(池田・忠内, 1992a; 1995b)。特に、トマトでは、着果の安定、果形の均一、空洞のない充実した果実となり、植物ホルモン剤散布の省力、品質や商品性の向上など花粉媒介昆虫による成果が最大限に発揮されるので使用農家が急速に増えている。

ツチマルハナバチは、晴天の静穏時であればほぼ6°C以上で訪花活動し低温活動性が高いこと、雨天でも活動すること、紫外線カットの施設内でも訪花すること、農薬散布後の訪花忌避日数はミツバチより短いことなど農作物の花粉媒介昆虫としての適応性は優れたすべての作物に使用できるが、ミツバチに比べて巣としての寿命が短いこと、高温には弱いこと、高価であることなど、すべての農作物における使用には限界がある。

ツチマルハナバチという新しい花粉媒介昆虫の登場により、農作物における花粉媒介昆虫に対して関心が高くなってきているが、すでに果菜や果樹においては、花粉媒介昆虫による自然の交配が着果安定、外観、品質の向上には最良であることは周知されている。しかし、これまでにその最適な花粉媒介昆虫が不足していたため、交配に多くの労力を要してきた経緯があり有効な花粉媒介

昆虫の要望と需要の分野は広い。今後の労力不足の改善からも花粉媒介昆虫の需要はますますのびるものと予想される。新たな花粉媒介昆虫の開発、野外における一般の花粉媒介昆虫の保護なども必要となってくるが、当面ミツバチとマルハナバチ両種を中心にして広範囲の作物で益々使用されていくものと思える。

引用文献

- 1) 深沢永光 (1972): 植物防疫 26: 479~482.
- 2) 池田二三高・忠内雄次 (1992 a): 農業及園芸 67: 1213~1216.
- 3) ——— (1995 b): ミツバチ科学 16(2): 49~56.
- 4) 北村泰三 (1968): 長野県園試報告 7: 13~18.
- 5) KITAMURA, T・Y, MAETA (1969): Kontyu 3(1): 83

- ~90.
- 6) 北村泰三 (1983 b): 長野県果樹試報告 1: 21~30.
- 7) 小林森巳 (1972): 植物防疫 26: 473~478
- 8) 前田泰生 (1971): 同上 25: 141~146.
- 9) ———・北村泰三 (1965 a): 昆虫 33(1): 17~34.
- 10) 真梶徳純 (1981): 植物防疫 35: 368~371.
- 11) ———・森 樊須 (1976 a): 果樹試報 E1: 87~102.
- 12) ———・———— (編) (1977 b): チリカブリダニによるハダニ類の生物的防除, 日植防協会, 東京, pp. 89.
- 13) 森 樊須 (1968): 植物防疫 22: 517~522.
- 14) ———・村上陽三 (1981): 昆虫学最近の進歩, 東京大学出版会, 東京, pp. 279~295.
- 15) 守本陸也 (1971): 武田研究所報 30: 198~216.
- 16) 津川 力 (1967): 青森りんご試研報 11: 50~55.
- 17) 矢野栄二 (1988): 野菜・茶試研報A. 2: 143~200.
- 18) 矢野貞彦・東 勝千代 (1982): 植物防疫 36: 217~220.

新しく登録された農薬 (7.9.1~7.9.30)

掲載は、種類名、有効成分及び含有量、商品名(登録年月日)、登録番号(製造業者又は輸入業者)、対象作物: 対象病害虫: 使用時期及び回数など。(…日…回は、収穫何日前何回以内散布の略)。(登録番号 19052~19061 までの 10 件、有効登録件数は 5,589 件)

「殺虫剤」

MEP 液剤

MEP 0.10%

スミチオンスプレー (7.9.7)

19052 (武田薬品), 19053 (住友化学), 19054 (アグロス)
 きく: アブラムシ類: 発生初期: 希釈せずそのまま散布する, ばら: アブラムシ類・チュウレンジハバチ: 発生初期: 希釈せずそのまま散布する, さくら: アメリカシロヒトリ: 発生初期: 希釈せずそのまま散布する, つばき: チャドクガ: 発生初期: 希釈せずそのまま散布する

DDVP くん蒸剤

DDVP 16.0%

殺虫プレート (7.9.7)

19055 (日曹商事)

貯穀倉庫: 米: コクゾウ・コクヌストモドキ・ナガシクイ等の甲虫類・バクガ・ノシメコクガ等の蛾類: 保管中: 4 回以内: 庫内壁際及び坪の周囲に 2 m の高さに吊るしておく, 貯穀倉庫: 豆類: コクヌストモドキ・アズキゾウムシ等の甲虫類・ノシメコクガ: 保管中: 3 回以内: 庫内壁際及び坪の周囲に 2 m の高さに吊るしておく, 温室・ビニールハウス: きゅうり: アブラムシ類・ニセナミハダニ: 収穫前日まで: 3 回以内: ビニールハウス, 温室内の中央通路, 又は周辺部に直接作物に接触しないように吊るしておく, 温室・ビニールハウス: なす・ピーマン: アブラムシ類・ニセナミハダニ: 収穫 3 日前まで: 3 回以内: ビニールハウス, 温室内の中央通路, 又は周辺部に直接作物に接触しないように吊るしておく, 温室・ビニールハウス: いちご: アブラムシ類・ニセナミハダニ: 収穫 7 日前まで: 3 回以内: ビニールハウス, 温室内の中央通路, 又は周辺部に直接作物に接触しないように吊るしておく, 温室・ビニールハウス: 花き: アブラムシ類・ニセナミハダニ: 5 回以内: ビニールハウス, 温室内の中央通路, 又は周辺部に直接

作物に接触しないように吊るしておく

「殺菌剤」

オキシリニック酸・ペフラゾエート水和剤

オキシリニック酸 20.0%, ペフラゾエート 16.0%

ヘルシードスターナフロアブル (7.9.27)

19060 (住友化学), 19061 (宇都興産)

稲: いもち病・ごま葉枯病・もみ枯細菌病・ばか苗病・褐条病・苗立枯細菌病: 浸種前: 1 回: 10 分間種子浸漬 (希釈倍数 20 倍)・24 時間種子浸漬 (希釈倍数 200 倍)・種子吹き付け処理 (種子消毒機使用) 又は塗沫処理 (希釈倍数 7.5 倍)

「殺虫殺菌剤」

カルボスルファン・トリシクラゾール粒剤

カルボスルファン 3.0%, トリシクラゾール 5.5%

ビームガゼット粒剤 55 (7.9.27)

19056 (ダウ・ケミカル)

水稻 (箱育苗): イネミズゾウムシ・いもち病・イネドロオイムシ: 移植前日~移植当日: 1 回: 本剤の所定量を育苗箱の苗の上から均一に散布する

「殺虫植調剤」

ベンフラカルブ・イナベンフィド粒剤

ベンフラカルブ 5.0%, イナベンフィド 4.0%

オンコルセリタード粒剤 (7.9.27)

19057 (大塚化学), 19058 (中外製薬), 19059 (アグロス)

水稻 (育苗箱): イネミズゾウムシ・ヒメトビウンカ・セジロウンカ・ツマグロヨクバイ・下位節間短縮による倒伏軽減: 移植 3 日前~移植当日: 1 回: 本剤の所定量を育苗箱の苗の上から均一に散布する