

# 給餌による寄生蜂のパフォーマンス向上

中央農業総合研究センター <sup>みつ</sup>光 <sup>なが</sup>永 <sup>たか</sup>貴 <sup>ゆき</sup>之

## はじめに

現在、寄生蜂による生物的防除は普及されつつあるが、実際の現場では必ずしも期待どおりの効果を得られない場合も多々見られる。ある寄生蜂の圃場でのパフォーマンスが実験室内の結果、あるいは別の場所での利用結果を下回る原因はいくつも考えられるが、その一つが圃場内では寄生蜂が活動、造卵等のために必要な餌を摂取できないことである (POWELL, 1986)。特に、コマユバチ科の寄生蜂の多くは寄主体液摂取を行わないために、他の寄生蜂に比べてより一層採餌場所が重要となる (MITSUNAGA et al., 2004)。圃場内に発生する半翅目の甘露を利用しているという報告もあるが (ROGERS, 1985)、よく管理された圃場ではこのようなことはあまり期待できない。そこで、圃場内に寄生蜂の採餌場所を設置することによって寄生蜂の天敵としてのパフォーマンスを向上させる研究が、欧米では近年盛んになっている (TASSAN et al., 1979; HAGAN, 1986)。

寄生蜂に対する給餌は生物農薬の利用をしている場合はもちろん、土着寄生蜂の保護増強の場面でも大きな効果が期待される。例えば施設栽培では、施設内に害虫が発生したとしても、施設周辺にはその害虫に対する土着寄生蜂が多くの場合存在するはずであり、この寄生蜂を施設内に呼び込むことができれば害虫の発生を抑制することができるかもしれない。実際に、欧米ではこのような寄生蜂の保護増強が実用化している (POWELL, 1986)。ただし、施設内には通常一種、あるいは数種の商業作物のみが存在するために、寄生蜂が摂食できない場合が多い。その結果として施設内に侵入した寄生蜂の生存率や増殖率が野外でのそれを下回ってしまう場合、施設に侵入した分だけ地域全体での天敵個体数は減少してしまうために中長期的には害虫の抑制が難しくなるかもしれない。つまり、土着寄生蜂の活用が成功するためには施設に呼び込んだ寄生蜂が野外と同等、あるいはそれ以上の増殖率を示すことが重要となる。具体的には、施設内で

の寄生蜂の死亡率を極力低くし、生涯の産卵数を野外と遜色ない程度に保つ必要がある。少なくとも寄生蜂の死亡率を低下させるためには給餌が最も有効な方策の一つであるといえる。

その一方で、圃場内に寄生蜂のための給餌場所を設置した場合、そこを様々な害虫が利用するリスクを指摘する研究者も存在する (矢野, 2003)。特に、農家にとって、給餌場所を提供することによる寄生蜂のパフォーマンス向上というメリットがあっても、害虫の増殖率の上昇というデメリットがあれば、寄生蜂のための給餌場所の設置はためらわれるであろう。したがって、給餌の際には、害虫に利用されないためにはどうすればいいのか、あるいはどの程度までなら害虫に利用されても許容できるのかを事前に検討しておく必要がある。

本稿では、第一に給餌をすることによってどのような利点が期待されるのかについて考察する。第二に、効果的な給餌方法についての留意点について考察する。そして、最後に給餌を行った場合の問題点について取り上げる。なお、我が国では現在までのところ、給餌による寄生蜂の保護、増強といった研究が導入寄生蜂、土着寄生蜂ともにほとんど行われておらず、筆者自身もいまだ手探りの状態であり、知見を集めているところである。したがって、本稿でも未発表データを多く紹介せざるを得ないがご了承いただきたい。

## I 給餌による寄生蜂のパフォーマンス向上

寄生蜂にとって、採餌することの目的は次の二つに大別される (JERVIS and KIDD, 1986)。<sup>①</sup>糖類の摂取による生存期間や活動期間の延長、<sup>②</sup>窒素源の摂取による造卵である。寄主体液摂取はどちらかといえば窒素源を摂取するために行われると考えられているが (JERVIS and KIDD, 1986)、コナジラミ類の寄生蜂であるサバクツヤコバチでは寄主体液摂取しても蔵卵数が増加しないことが報告されている (ASPLEN and BYRNE, 2003)。これは、主として生存のために寄主体液摂取を行っている例である。一方、寄主体液摂取をしないコマユバチ科の寄生蜂は羽化時に既に数十個の蔵卵数を示す場合が多く、斉一成熟性であると考えられがちであるが、このような種でも窒素源を含む餌を与えられた場合には蔵卵数はさらに

The Enhancement of the Performance of Parasitic Wasps by an Artificial Food Supply. By Takayuki MITSUNAGA

(キーワード: 給餌, 寄生蜂, IPM (総合的病害虫管理), 土着天敵, 導入天敵)

増加する場合が多い(光永ら, 未発表)。野外では, こうしたコマユバチ科の寄生蜂は花粉などから蜜素源を摂取していると推察される。したがって, 圃場内で給餌をする場合にも単に糖類のみを与えるのではなく, 蜂蜜のような多少とも蜜素源を含む餌を与えるほうが寄生蜂のパフォーマンス向上に効果的である場合が多い。

ある寄生蜂が後食によって造卵を行っているかどうかについて確認するには, 羽化後の日齢ごとに解剖して確認することが確実であるが, 餌条件を変えて雌雄の生存期間を調べることによってもある程度推測できる。例えば, アブラナ科野菜の重要害虫であるコナガの土着天敵であるコナガサムライコマユバチは, 25℃相対湿度60%の条件下でシヨ糖溶液や蜂蜜を給餌することによって生存期間を大幅に延ばしたが(図-1), 雄の生存期間はシヨ糖でも蜂蜜でも変わりがなかった。しかし, 雌ではシヨ糖と蜂蜜で生存期間に大きな違いが見られた。雌

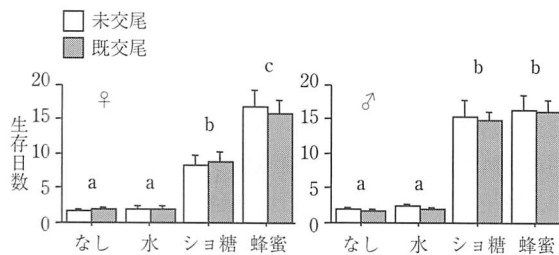


図-1 コナガサムライコマユバチの餌条件の違いによる生存期間の変化

実験条件は25℃, 16L8D。濃度はシヨ糖が20%, 蜂蜜が50% (いずれも重量%)。エラーバーは95%信頼限界を表す。異なる英小文字間には5%レベルで有意差がある(二元分散分析後にTukey法で比較, MITSUNAGA et al., 2004を改変)。

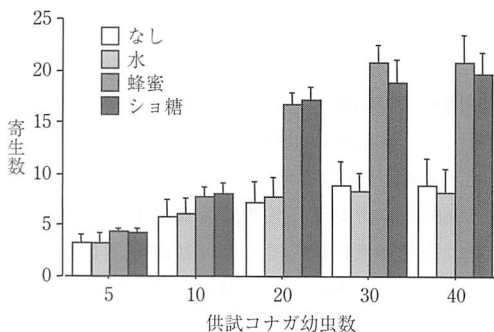


図-2 コナガサムライコマユバチの寄主幼虫数の違いによる日当たり寄生数の変化

実験条件は25℃, 16L8D。濃度はシヨ糖が20%, 蜂蜜が50% (いずれも重量%)。エラーバーは95%信頼限界を表す(MITSUNAGA et al., 2004を改変)。

の生存期間がシヨ糖でより短くなった理由はまだ詳細にはわかっていないが, 卵形成のために必要な蜜素源を摂食により得られない場合, 体組織の一部から転用するために寿命が短くなるのではないかと考えられる。実際, シヨ糖溶液にある種のアミノ酸を添加した場合, 雌の生存期間はより長くなるのがわかっている(光永ら, 未発表)。このような生存期間に対する餌条件と雌雄の交互作用は羽化後に造卵する他の寄生蜂でも見られるが(LEIUS, 1961), サバクツヤコマユバチのように羽化後の造卵をしない種では観察されない場合が多いようである(光永ら, 未発表)。

圃場内での寄生蜂のパフォーマンスについて考える際には, 寿命や造卵だけではなく, 1回の給餌でどれだけ寄生蜂が活動できるのかについて考察する必要がある。例えば, コナガサムライコマユバチでは寄主が十分に与えられた場合, 給餌しないと日当たりの産卵数が約半分にまで低下した(図-2)。寄生行動を観察すると, 給餌をされない場合には実験開始後およそ8時間程度で活動が大幅に鈍り寄主探索を行わなくなった。これらのことからコナガサムライコマユバチでは少なくとも1日に1~2回程度は餌を摂取する必要があることが推察される。寄生蜂が日に1回以上の採餌を必要とするという報告はコマユバチ科のいくつかの種類で知られており(SICKMANN et al., 2001; WINKLER et al., 2005), コナガサムライコマユバチは決して特殊なケースではないといえる。したがって, 仮に満腹状態でコナガサムライコマユバチがアブラナ科栽培施設に侵入したとしても, 採餌ができない場合にはたかだか半日程度しか寄生行動を行わないことが予想される。このような場合, 空腹になった寄生蜂は施設外に脱出するか, あるいは脱出できずに死んでしまうので, 天敵利用の観点からは極めて非効率であるといえる。

以上のように, 寄生蜂に対する給餌の効果は単にその延命だけではなく, 造卵や活動時間の増大という側面が大きい。コナガサムライコマユバチを例とすると, 造卵, 活動時間や生存期間の延長を総合的に評価して給餌を適切に行った場合, そのパフォーマンスはおおよそ11倍に増加すると試算された(光永, 未発表)。この試算はあくまでも実験室内のデータを基にした理論的なものであるに過ぎないが, 給餌が寄生蜂のパフォーマンス向上に大きく影響することに疑いはないといえる。

## II 給餌方法についての考察

圃場内で寄生蜂に給餌することによって, パフォーマ

ンスの向上を図る試みはいくつか知られている。露地では給餌のための具体的な手法としては、植生管理などによる吸蜜用の植物の設置を多くの場合採用している (POWELL, 1986)。吸蜜用の植物を設置する場合、寄生蜂は利用できるが害虫は利用できないものがあれば望ましい。例えば、ルリジサという植物はジャガイモガは利用できないが、その寄生蜂であるジャガイモガトビコバチは利用できると報告されている (BAGGEN and GURR, 1998)。また、マメ科植物などに見られる花外蜜腺は寄生蜂には利用しやすく、チョウ目には利用されにくいとされている (矢野, 2003)。キク科植物はチョウ目の昆虫ではあまり誘引されないが、その他の昆虫は利用しやすいとされている (ROGERS, 1985)。もちろん、それらの植物が、害虫の代替寄主にならないように選択することが重要である (矢野, 2003)。

施設栽培下では、吸蜜用の植物を置くことに関していくつか問題が生じる場合がある。常に花蜜を供給できるように植物を準備しなければならないこと、吸蜜用の植物を設置するためのスペースの問題や害虫の持ち込みの可能性などである (TASSAN et al., 1979)。また、日本では農業従事者の多くが高年齢化しているために、吸蜜用の植物の栽培は大きな負担となる場合がある。このような問題に対応するために、施設内に糖類や蜂蜜を直接スプレーする研究も行われている (TASSAN et al., 1979)。この手法は給餌用の植物を準備するよりもはるかに簡便であるが、病害の引き金となる場合がある。また、葉菜類では商品価値を著しく下げってしまう可能性がある。そこで、筆者らは施設内に設置する給餌用の小型容器を研究中である。

給餌容器を用いる場合、寄生蜂が利用しやすくなるようにいくつか工夫を凝らす必要がある。第一に寄生蜂が定しやすいうようにしなければならない。施設内に設置する場合、容器の色を変えるだけで寄生蜂の利用頻度が大きく変化する場合がある。寄生蜂が何色に誘引されるかという研究はあまり行われていないようだが、いくつかの寄生蜂では黄色や青色で誘引されるようである。第二にどのくらいの高さに給餌容器を設置すべきかという問題がある。これを調べるためには施設内に黄色のハエ取り紙などを吊るして寄生蜂の垂直分布を調べると効果的である。例えば、コナガサムライコバチでは、ミズナ施設内に黄色のハエ取り紙を垂直に吊るした場合、地上部から 1.5 m 程度までよく取れる。そこで、温室内に給餌容器を地上 50 cm あるいは 2 m の高さに設置してコナガサムライコバチの寄生率を比較した。

その結果、地上 50 cm に給餌容器を設置した場合の方が有意に寄生率が高かった (光永ら, 未発表)。この結果は、コナガサムライコバチが地上 50 cm にある給餌容器ではその活動が維持できる程度に利用できたが、地上 2 m にある給餌容器からは有効に採餌できなかったことを示唆する。このことから、給餌場所は単に設置すればいいのではなく、寄生蜂の活動範囲を考えて適切な位置に設置する必要があることがわかる。

以上述べてきたように、寄生蜂に対する給餌は対象となる種の特성에応じて適切に行う必要があるが、現在までのところ、天敵として用いられている寄生蜂の個別の情報はあまりにも少ない。

### III 給餌を行うに当たっての問題

自明のことではあるが、圃場内で寄生蜂の保護増強のために給餌を行う場合には、できるだけ寄生蜂だけに利用可能で、他の害虫が利用できないように工夫することが望ましい。既に触れたように、露地圃場周辺の植生管理によって寄生蜂に給餌をする研究ではいくつかの知見が得られている (BAGGEN and GURR, 1998)。しかし、多くの場合、吸蜜用の植物は単に周辺の自然植生を保護するだけでは準備できないので、維持管理のための労力の確保が問題となる (矢野, 2003)。

給餌装置で寄生蜂に給餌する場合には用いる餌の成分を選択できるので、理論上は上述の問題を解決できる可能性がある。例えば、WINKLER et al. (2005) はコナガとその寄生蜂であるセイヨウコナガチビアメバチに様々な糖類を与えて、ハチが比較的利用でき、かつコナガが利用できないものをスクリーニングしている。その結果、ショ糖、ブドウ糖、果糖といった糖ではハチとコナガの両者の寿命が増加するが、トレハロースを与えた場合にはハチの寿命だけが増加し、コナガの寿命は水を与えた場合と変わらないことが示された。また、ヘキソースはハチ目の昆虫では誘引されるが、チョウ目の昆虫ではあまり誘引されないという報告がある (ROGERS, 1985)。

しかしながら、実際の圃場では害虫が複数種発生することが多く、すべての害虫が利用不可能な糖類を見つけることは多大の困難が予想される。特に、欧米諸国に比較すると、我が国では一つの圃場に発生する害虫の種類が多い傾向があるので、他の害虫を考慮せざるを得ない場合が多くなるであろう。その際には、欧米の知見は必ずしも参考にならないかもしれない。例えば、先ほど紹介したトレハロースにしても、コナガと同所的に発生することの多いナモグリバエに与えた場合には、ショ糖や果

糖、ブドウ糖などの糖を与えた場合と同程度の寿命、産卵数の増加を示すことがわかっている(光永ら, 未発表)。

多くの場合、給餌によってパフォーマンスが変化する割合は寄生蜂のほうが害虫よりも大きいようである(WINKLER et al., 2005)。例えば、給餌によってセイヨウコナガチビアメバチの寿命は最大で25倍程度になるが、コナガの寿命はたかだか3倍程度である。したがって、給餌によって害虫の増殖率が多少高まることにこだわるよりも、寄生蜂のパフォーマンスの向上を優先したほうが実際の生物的防除には有効であるかもしれない。このようなコンセンサスを構築するためには、圃場での実証試験を蓄積していく必要があるが、少なくともすべての害虫に利用不可能な完璧な糖を発見する努力をするよりは給餌の実用化に近道であると思われる。

給餌装置を寄生蜂だけに利用させるために、寄生蜂だけが利用できるような物理的構造を考えると、餌の中に選択的殺虫剤を混入するなどのアイデアも諸処で聞かれるが、これらは現在までのところ単なる発想の域を出ない。

## おわりに

植生管理によって土着天敵の保護利用をIPMの基幹技術とした研究は欧米では盛んに行われている(Johnson and TABASHNIK, 1999)。また、施設内に寄生蜂のための給餌場所を設け、パフォーマンスの向上を図る研究もよく見られる(TASSAN et al., 1979)。我が国においても生物的防除を考える際に従来からの導入天敵の生物農薬の利用のみならず、IPM体系下での土着天敵の保護利用が注目されている。給餌による寄生蜂の保護増強は導入天敵、土着天敵どちらの利用場面でも効果を発揮することが期待されるが、特に少数の土着寄生蜂を大事に

利用したいシチュエーションでは効果が大きいと考えられる。それにもかかわらず、国内では圃場とその周辺の植生を総合的に管理し、寄生蜂のための採餌場所を確保している例はほとんど見られない。また、施設内で寄生蜂に給餌をすることによって寄生蜂のパフォーマンスを向上させる研究もまた、現在まであまり盛んであるとはいえない。天敵の有効利用を促進するには、単純な放飼試験をすることによって効くか効かないを判断するばかりではなく、実験室内のパフォーマンスや諸外国の実例と比較して有効であるはずの種がなぜ効かないのかを追求することも重要ではないかと考えられる。このような“なぜ”を追求する際に本稿が一助になれば幸いである。

本稿を鈴木芳人博士にご査読いただき、大変有益なコメントをいただいた。最後になるが、ここに厚く御礼申し上げます。

## 引用文献

- 1) ASPLEN, M. K. and D. N. BYRNE (2003): *J. Insect Sci.* 3: 2.
- 2) BAGGEN, L. R. and G. M. GURR (1998): *Biol. Contr.* 11: 7~9.
- 3) HAGAN, K. S. (1986): *Ecosystem analysis: Plant cultivars (HPR), entomophagous species and food supplements*, BOETHEL, D. J. and R. D. EIKENBARY eds. *Interactions of Plant Resistance and Parasitoids and Predators of Insects*, John Wiley and Sons, West Sussex, p. 151~197.
- 4) JERVIS, M. A. and N. A. C. KIDD (1986): *Biol. Rev.* 61: 395~434.
- 5) JOHNSON, M. W. and B. E. TABASHNIK (1999): *Enhanced biological control through pesticide selectivity*, BELLOW, T. S. and T. W. FISHER eds, *Handbook of Biological Control*, Academic Press, San Diego, p. 297~317.
- 6) LEIUS, K. (1961): *Can. Entomol.* 93: 771~780.
- 7) MITSUNAGA, T. et al. (2004): *Appl. Entomol. Zool.* 39: 691~697.
- 8) POWELL, W. (1986): *Enhancing parasitoid activity in crops*, WAAGE, J. and D. GREATHEAD eds, *Insect Parasitoids*, Academic Press, London, p. 319~340.
- 9) ROGERS, C. E. (1985): *Bull. Entomol. Soc. Am.* 31: 15~20.
- 10) SICKMANN, G. et al. (2001): *Oikos* 95: 425~430.
- 11) TASSAN, R. L. et al. (1979): *Environ. Entomol.* 8: 81~85.
- 12) WINKLER, K. et al. (2005): *Entomol. Exp. Appl.* 115: 187~192.
- 13) 矢野栄二 (2003): 天敵 生態と利用技術, 養賢堂, 東京, p. 296.

## 雑誌「植物防疫」特別増刊号のお知らせ

### No.6 植物防疫誌にみるカメムシ類

278頁

定価2,940円(税込み) 送料148円

昭和22年の創刊号から平成9年までの関係論文全61編を年代順に再収録いたしました。

### No.7 植物防疫誌にみるフェロモン研究

381頁

定価3,150円(税込み) 送料180円

昭和43年に誌面に登場し、平成11年までのフェロモン研究に関する論文80編を年代順に再収録しました。

### No.8 線虫の見分け方

99頁

定価3,150円(税込み) 送料92円

平成14年9月号~15年8月号で連載いたしました植物防疫基礎講座を再度加筆・訂正し再収録しました。