

コナガの卵寄生蜂（トリコグラマ）利用による防除戦略

農林水産省中国農業試験場 **三浦一芸**

はじめに

コナガ (*Plutella xylostella*) は、熱帯地方から高緯度地帯まで広く分布する体長約 10 mm の蛾で、アブラナ科植物を害する世界的な大害虫である (HARDY, 1938)。わが国においては、かつては発生が目立たずその被害が問題とされることはなかったが、1960 年ころからキャベツを中心に全国各地で恒常的に多発するようになった。さらにコナガは、有機リン剤、合成ピレスロイド剤などの多くの殺虫剤に対する抵抗性を顕在化させ、防除の困難な最重要害虫となった (腰原, 1988)。多発生の原因の一つとして農薬害による天敵層の破壊が指摘されている (浜, 1988) ように、コナガは農薬使用の問題点を浮き彫りにした害虫である。そのため、天敵等の昆虫機能を活用した新たな害虫総合管理システムを構築することは急務を要する課題となった。そこで、コナガの主要な天敵とされる卵寄生蜂メアカタマゴバチ (*Trichogramma chilonis*) に注目し、本種によるコナガの生物的防除開発に必要な一連の試験研究を行ってきた (三浦, 1992)。

一般に天敵放飼による生物的防除技術確立のための研究は、大きく分けて①天敵の選択、②選択された天敵の大量増殖法の開発、③天敵の放飼技術の開発、の3段階がある (図-1)。本論では、この順に沿って現在までに得られた成果の概要を報告し、今後の課題に触れてみたい。

I 天敵の選択

野外でのコナガの生態学的研究は、その重要性から多数行われてきた (例えば, HARCOURT, 1963; 伊賀, 1985; 岡田, 1989; 和氣坂ら, 1991 など)。これまでに、コナガの天敵としてズメからウイルスまで数多くの種が報告されている (伊賀, 1985; 山田・山口, 1985; LIM, 1986; 山田, 1986; 岡田, 1988)。伊賀 (1985) は、生命表からのアプローチにより、それらの天敵の中で卵寄生蜂メアカタマゴバチの重要性を示唆した。後述するように、コナガ卵に対するメアカタマゴバチの寄生特性は優れている。また、近年、外国からの導入天敵について、わが国の既存の生態系をかく乱する可能性があるといわ

れてきている (広瀬, 1994)。本種は日本の土着の天敵であり、生態系をかく乱することはほとんどないと考えられる。これらのことを考慮して、コナガの密度制御因子としてメアカタマゴバチを選択した。

なお、天敵の選択をより科学的な根拠に基づいて行うアプローチが, WAAGE and HASSELL (1982), 矢野 (1987b) や三浦 (1992) に紹介されているので、興味のある方はそちらを参照されたい。

II 大量増殖技術の開発

天敵の放飼による生物的防除法を実用的防除技術として確立するためには、天敵の大量増殖が前提となる。室内での天敵の大量増殖は、天敵とその餌となる寄生昆虫の両方を飼育しなければならないので、多くの難問を抱えている。特に実用場面を想定した場合、FINNEY and FISHER (1964) の言うように、低コスト化と省力化が課題となってくる。研究の結果、増殖用寄主としてスジコナマダラメイガ (*Ephesia kuehniella*) 卵を利用し目的とする卵寄生蜂を簡便かつ安定的に大量増殖する方法を開発

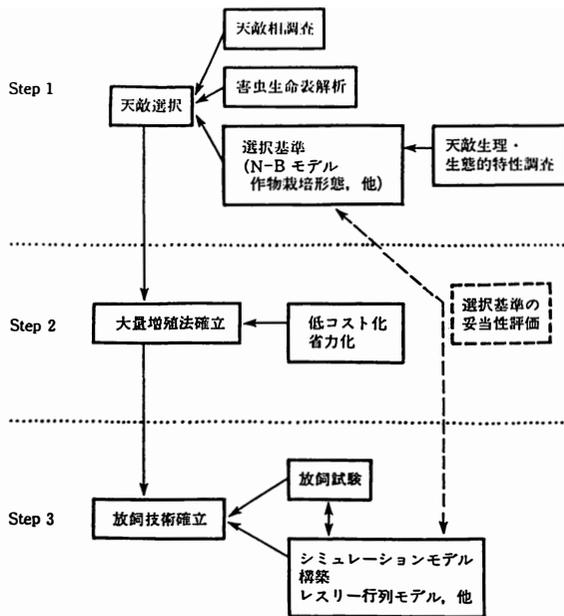


図-1 生物的防除技術の実用化へのステップ (三浦, 1992)

Biological Control of the Diamondback Moth by *Trichogramma chilonis*. By Kazuki MIURA

した(三浦ら, 未発表)。現在, 筆者の所属する研究室では1日1人当たり1時間半の作業で, 約2万頭の卵寄生蜂を得ている。人件費を除くと1,000頭当たり1.5円でできる。これはソ連や中国における *Trichogramma* の大量飼育に掛かる費用(矢野, 1987a)と比べて若干高いが, より大量に飼育すればまだ安くなる。

筆者らのような公立研究機関では労力的・場所的な制限が大きい。本天敵利用を本格的に普及させるためには, 別の組織での大量増殖が必要である。

III 放飼技術の開発

1 メアカタマゴバチの繁殖特性の把握

科学的基礎に基づいてメアカタマゴバチを放飼し的確な効果を期待するには, 放飼後の行動や個体群レベルでの増殖過程の解析が欠かせない。そこで, 本卵寄生蜂が放飼後どのようにしてコナガ卵にたどり着き, どのような行動をとるのか, 次世代の増殖能力がどのように変化するかを, 実験室レベルで明らかにした。

(1) 探索と産卵行動

放飼したメアカタマゴバチはコナガ卵の産付部位付近に近づくまでは, 比較的速い動きでランダムに探索する。コナガ卵に近づくとき, 時間をかけ丹念に探索するようになる。いわゆる, 広域型の探索行動から地域集中型探索行動への切り替えが観察された(図-2)(三浦・小林, 1993)。この地域集中型探索行動の解発には, コナガ成虫の分泌物や鱗粉が関与していると考えられた。野菜圃場におけるコナガ卵は, 1株当たりあるいは1葉当たりのいずれも集中して産下される(SIVAPRAGASAM et al.,

1986; 三浦, 未発表)。卵寄生蜂が一度コナガ卵にたどり着くと, その付近を集中的に探索するので, 周辺の寄主卵への産卵率が高まると想定される。

(2) 発育・羽化

メアカタマゴバチのコナガ卵での発育と羽化率に及ぼす影響は表-1のとおりである(MIURA and KOBAYASHI, 1993)。本寄生蜂の発育日数は温度の上昇に伴って短縮した。これらの日数はコナガの発育日数に比べて短い。

羽化の最適温度は20°C付近で, 24°C以上になると短縮に伴って羽化率が低下した。特に, 32°Cでは半分以下しか羽化しなかった。

(3) 寄主日齢

増殖用寄主で発育したメアカタマゴバチは, 産卵直後のコナガ卵からふ化直前のコナガ卵まで寄生が可能であった(図-3)(三浦・小林, 1992)。寄生蜂の羽化は, ふ化直前の寄主卵を除き, 約50~80%が羽化した。また, 寄生された寄主卵からコナガの幼虫はふ化することはな

表-1 メアカタマゴバチ成虫の羽化率と卵から成虫羽化までの発育日数(MIURA and KOBAYASHI, 1993, 一部改変)

温度 (°C)	成虫羽化率 (%)	発育日数 (平均±S. D.)	
		雌	雄
17	68.4	18.7±1.2	18.7±1.6
20	86.1	14.0±0.8	13.8±2.2
24	73.2	9.1±1.0	9.2±0.9
28	65.0	8.3±0.6	8.1±0.7
32	46.2	6.5±0.8	6.2±0.6

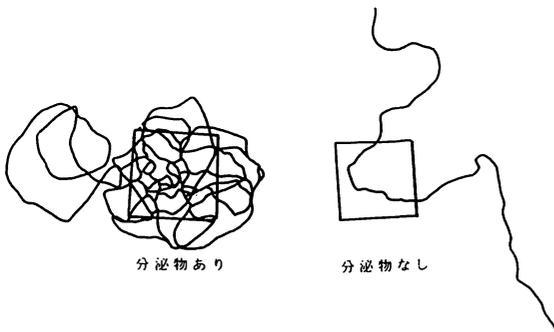


図-2 メアカタマゴバチの探索行動の軌跡(三浦・小林, 1993)

分泌物あり: コナガの分泌物または鱗粉が附着しているシーロンフィルム上の探索行動の軌跡

分泌物なし: なにも附着していないシーロンフィルム上の探索行動の軌跡

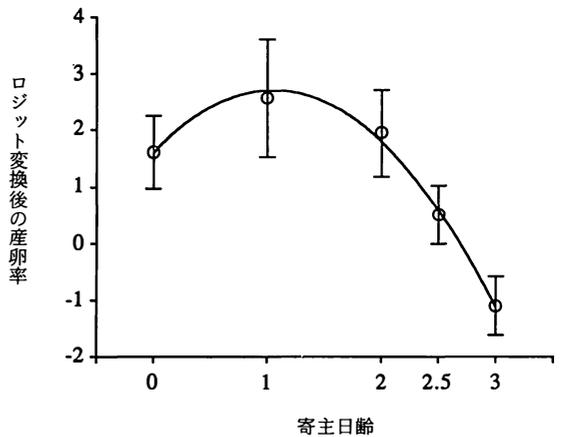


図-3 メアカタマゴバチのコナガ卵への産卵に及ぼす寄主日齢の影響(三浦・小林, 1992)

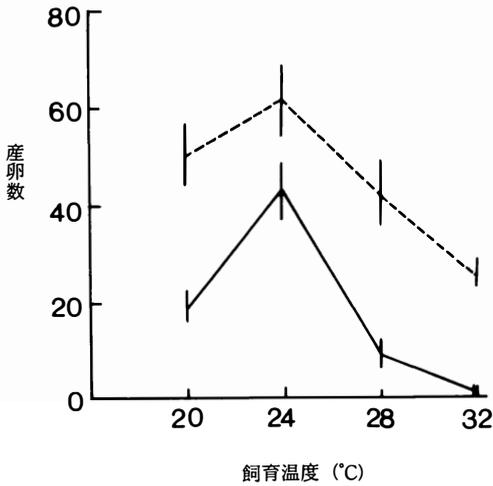


図-4 メアカタマゴバチのコナガ卵への産卵数に及ぼす温度の影響 (三浦・小林, 1994)
 実線はコナガ卵で飼育個体, 点線は大量増殖用寄生主で飼育個体

かった。

(4) 産卵特性

増殖用寄生主で发育したメアカタマゴバチは、コナガ卵で发育した場合に比べ、産卵数が増加し飼育温度による影響も比較的少なかった (図-4) (三浦・小林, 1994)。特に、コナガ卵で发育した個体の産卵数は温度上昇に伴って極端に減少した。

(5) 過寄生

過寄生が頻繁に起これば次世代の増殖率は低下すると考えられる。彌富 (1943) は、ズイムシアカタマゴバチ (*Trichogramma japonicum*) を利用し、ニカメイガ (*Chilo suppressalis*) の生物的防除を試みた。しかし、過寄生の現象によりハチの次世代の増殖率が低下し、防除の効果を期待できないと報告した。メアカタマゴバチの雌は、産卵経験や寄主の状態により、既寄生寄主卵と未寄生寄主卵を区別せずに産卵するため過寄生の現象が起こる (SUZUKI et al., 1984; MIURA et al., 1994)。今後、野外でどの程度過寄生が生物的防除へ影響を与えるのかを調査する必要がある (MIURA et al., 1994)。

2 メアカタマゴバチの繁殖特性を考慮した放飼方法の検討

増殖した天敵を放飼する場合、放飼世代の防除効果を主に期待する大量放飼法と、次世代以降の防除効果も期待する接種の放飼法に分けられる。室内で増殖したメアカタマゴバチではその産卵特性からの確な制御効果が期待されるものの、コナガ卵で发育した次世代以降は産卵

能力が劣り、高温時の羽化率も低下することから、放飼次世代の増殖を待つよりは、室内増殖個体の大量放飼がコナガの密度抑制に、より効果的と推察できる。

3 放飼時期の検討

野外のキャベツ圃場で人為的にコナガ卵を設置した放飼実験では、寄生は認められたがその率は低い (0~12.8%) 結果となった (村井ら, 未発表)。ところが、伊賀 (1987) が同様に行った放飼実験では、放飼区で寄生率が最高 48.0% にも達した。

このように、予備的な放飼実験ではかなり寄生率に振れが認められた。しかし、コナガの生命表から明らかのように、メアカタマゴバチが定着している圃場では、コナガ個体群の密度を抑制する効果がある。これらのことは、メアカタマゴバチの放飼技術の確立には、放飼密度、放飼時期などを詳細に検討しなければならないことを物語っている。ここに挙げた例のように振れがあるのではなく、振れをなくすようにコナガの防除戦略を組まなくては、生物的防除の利用価値は半減する。この問題の解決法として、天敵の導入密度、時期、回数、環境条件を求めるためのシミュレーションモデルを利用した戦略が行われてきている (例えば、日本では、中尾ら, 1987; YANG, 1989a, b)。

天敵や他の防除要因と組み合わせて害虫と寄生者の相互作用系を調査しようとする、無数の組み合わせを実験しなくてはいけない。そこで害虫と天敵の相互作用を記述し、結果を予測できるモデルを開発すればいろいろな状況での防除戦略が確立しやすくなる。つまり、害虫と天敵の個体数変動をモデル化することによりシミュレーションによる防除効果の予測が可能となる。そこで、適切な放飼時期と放飼回数を求めるために、メアカタマゴバチとコナガの发育、産卵、死亡など両種の個体群動態要因に関する基礎データを組み込んで、シミュレーションモデルを作成した (三浦, 未発表)。

モデルはコナガ個体群成長モデル、卵寄生蜂のコナガ卵に対する反応モデル、卵寄生蜂の個体群成長モデルの三つのモデルからなる。両種の個体群成長モデルは、変温で利用できるよう改良したレスリー行列を用いた。このモデルに用いたパラメータは、室内実験及び既知のデータにより明らかになった发育零点、有効積算温度、生存率、産卵数、性比などである。卵寄生蜂の寄主に対する反応モデルは、卵寄生蜂が1日に産卵する寄主卵の数を関数として表した機能の反応を利用した。

まず、コナガの個体群動態モデルを作成した。図-5は、温室内でコナガを接種したのち、50日間の個体数の変動を調査した結果とシミュレーションの結果を表して

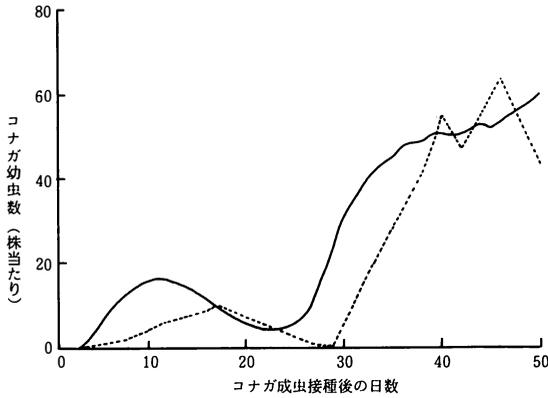


図-5 コナガ成虫(雌2頭/株)接種後の動態(三浦,未発表)
実線はシミュレーション値,点線は実測値.

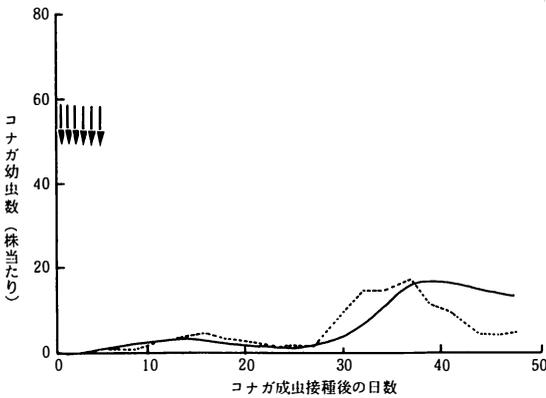


図-6 コナガ成虫(雌2頭/株)接種とメアカタマゴバチ(雌約50頭/株/日)放飼後の動態(三浦,未発表)
実線はシミュレーション値,点線は実測値,矢印の日
にメアカタマゴバチを放飼

いる。若干シミュレーションモデルの増加が観察データより早いですが、おおよその一致を見たと考えられる。次に卵寄生蜂の個体群動態成長モデルとコナガに対する反応モデルを作成し、先ほどのコナガの個体群動態モデルに組み入れた。図-6は、温室内で卵寄生蜂を放飼した観察データとシミュレーションモデルの結果を示す。ほぼ一致したと考えられる。

このシミュレーションモデルを利用してコンピュータ上で卵寄生蜂の放飼時期と放飼回数を検討した。放飼場所の条件は図-6の場合と同じである。放飼数はメアカタマゴバチを雌50頭/株/日とした。図-7の結果からもわかるように、コナガの侵入時期に合わせ放飼した場合、コナガの密度制御効果は認められる。しかし、放飼

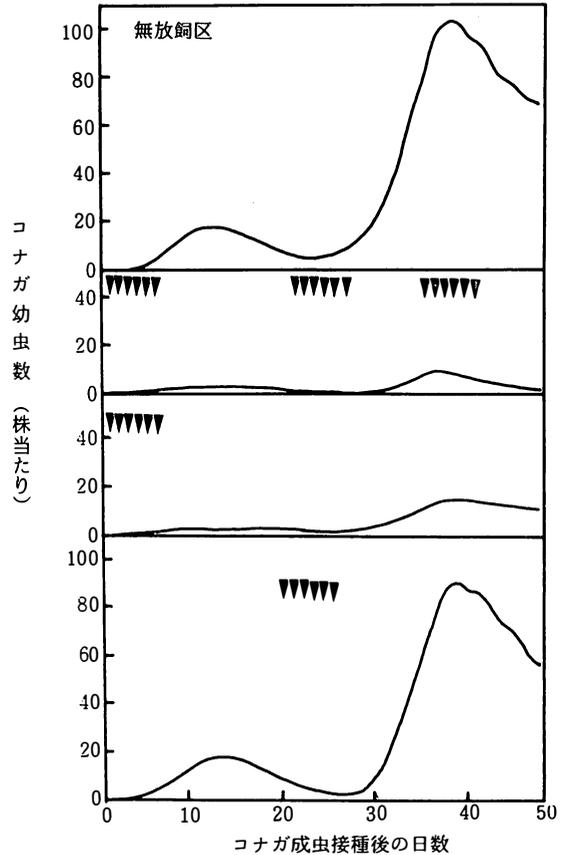


図-7 コナガ成虫(雌2頭/株)接種とメアカタマゴバチ(雌50頭/株/日)放飼後の動態シミュレーション(三浦,未発表)
矢印の日
にメアカタマゴバチ雌50頭/株を放飼

時期がずれると、メアカタマゴバチ無放飼区でのコナガ密度と変わらない。すなわち、的確に密度制御を図るには最適な放飼時期が存在する。同様なことは放飼回数、放飼密度にも言える。これらについて把握することが成功の可否を握る。

おわりに

現在でも、生物的防除は、導入、放飼という試行錯誤的な試みが繰り返して行われている。今までの天敵の導入、放飼は防除試験により経験的に導かれた技術であり、科学的基礎が十分であるとは言えない。これが生物的防除は art であり、science ではない (VAN LENTEREN, 1980) と言われるゆえんである。したがって、生物的防除に利用する天敵の選択やそれらの利用技術について、理論的基礎を早急に構築しなければならない。

引用文献

- 1) FINNEY, G. L. and T. W. FISHER (1964) : Biological Control of Insect Pests and Weeds, Champman and Hall Ltd, London, pp. 328~335.
- 2) 浜 弘司 (1988) : 難防除害虫コナガ—最近の研究成果より, 武田薬品工業株式会社, 東京, pp. 31~52.
- 3) HARCOURT, D. G. (1963) : Can. Entomol. Soc. Mem. 32 : 55~66.
- 4) HARDY, J. E. (1938) : Bull. Entomol. Res. 29 : 343~372.
- 5) 広瀬義躬 (1994) : 農業技術 49 : 145~149.
- 6) 伊賀幹夫 (1985) : 応動昆 29 : 119~129.
- 7) ——— (1987) : 関東東山病虫研報 34 : 161~162.
- 8) 彌富喜三 (1943) : 静岡県立農事試験場特別報告第2号, pp. 107.
- 9) 腰原達雄 (1988) : 難防除害虫コナガ—最近の研究成果より, 武田薬品工業株式会社, 東京, pp. 1~10.
- 10) LENTEREN VAN, J. C. (1980) : Neth. J. Zool. 30 : 369~381.
- 11) LIM, G. (1986) : Diamondback Moth Management. The Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, pp. 159~171.
- 12) 三浦一芸 (1992) : 化学と生物 30 : 332~338.
- 13) ———・小林正弘 (1992) : 昆虫・応動昆合同大会講要, p. 122.
- 14) ———・——— (1993) : 同上, p. 126.
- 15) MIURA, K. and M. KOBAYASHI (1993) : Appl. Entomol. Zool. 28 : 393~396.
- 16) ———・——— (1994) : 昆虫・応動昆合同大会講要, p. 54.
- 17) MIURA, K. et al. (1994) : Appl. Entomol. Zool. 29 : 317~322.
- 18) 中尾弘志ら (1987) : 応動昆 31 : 359~368.
- 19) 岡田利承 (1989) : 同上 33 : 17~23.
- 20) 山田偉雄 (1986) : 植物防疫 40 : 373~378.
- 21) ———・山口泰治 (1985) : 応動昆 29 : 170~173.
- 22) SIVAPRAGASAM, A. et al. (1986) : Appl. Entomol. Zool. 21 : 546~552.
- 23) SUZUKI, Y. et al. (1984) : Anim. Behav. 32 : 478~484.
- 24) WAAGE, J. K. and M. P. HASSELL (1982) : Parasitology 84 : 241~268.
- 25) 和氣坂成一ら (1991) : 応動昆 35 : 115~122.
- 26) 矢野栄二 (1987a) : バイオ農薬・生育調節剤開発マニユアル, エル・アイ・シー, 東京, pp. 89~107.
- 27) ——— (1987b) : 個体群生態学会報(43) : 63~73.
- 27) YANO, E. (1989a) : Res. Popul. Ecol. 31 : 73~88.
- 28) ——— (1989b) : ibid. 31 : 89~104.

発行

日本植物防疫協会

「昆虫の飼育法」

湯嶋 健・釜野静也・玉木佳男 共編

収録種(項目)数 126 種

B5判 400 ページ

定価 12,000 円 (本体 11,650 円) 送料サービス

昆虫の飼育法

湯嶋 健 | 編
釜野静也 |
玉木佳男 |



社団法人 日本植物防疫協会

昆虫の飼育法について、実際に飼育に従事されている方に、独特のコツを含めて詳述していただいた。総論では、共通性のある、餌の種類/人工飼料の調整/飼育虫の病気対策/虫質管理/飼育環境/飼育施設/飼育計画と作業計画などを、各論では、126種(項目)の虫につき、材料の採集/餌/飼育法/作業計画/注意事項と問題点/参考文献などを詳述。付録に、ビタミン混合とその作り方、無機塩混合物とその作り方、昆虫用市販人工飼料リストを付す。

〈お申し込みは前金(現金書留・郵便振替)で本会まで〉