

「IPMにおける生物的防除」FFTCシンポジウム報告

農業環境技術研究所天敵生物研究室 矢野栄二

はじめに

昨年10月4日から10日にかけて、福岡でIPMにおける生物的防除に関する国際シンポジウムが開かれた。九州大学と佐賀大学が中心となって組織されたクローズド形式のシンポジウムであり、出席者は海外から12名、国内から59名、及びFFTCから3名のこぢんまりした会合であった。海外からは、UCデービスのKAYA教授とミネソタ大学のANDOW準教授も参加し、ともに特別講演を行った。一般講演が30題、ポスター講演が1題あった。うち昆虫寄生性線虫、それ以外の微生物天敵の利用に関するものがそれぞれ10題と9題、天敵昆虫に関するものが7題、作物の包括的な天敵利用に関するものが5題であった。ここでは自分の専門分野の関係もあって、天敵昆虫及び各作物の包括的な天敵利用に関する発表について内容を紹介し、感想を述べたい。昆虫寄生性線虫、それ以外の微生物天敵の利用に関する発表については割愛する。

I 植生の多様性による天敵の増強

ANDOW博士は特別講演の中で、博士の最近の研究の主要テーマである植生の多様性が天敵の個体群動態に及ぼす影響とそれに基づく天敵の保護増強による生物的防除の可能性について述べた(ANDOW, 1993)。

一般に、混作のほうが、単作に比べて食植性昆虫つまり害虫の密度が低く、天敵昆虫の密度は高い傾向がある(ANDOW, 1991)。混作のほうが害虫の密度が低い原因として、天敵の影響特に広食性の天敵の影響が有力視されている。ANDOW博士は講演の前半で、農耕における植生の多様性が空間的近接度と時間的重複の程度で分類できることを示した。また、混作が天敵の個体群増殖に及ぼす影響を評価するための簡単な数理モデルを作成した。隣接する2種類の植物上におけるある種の天敵の増殖が、それぞれの植物上の増殖、移出、移入と相手の植物との移出入により決定されるとするモデルである。このモデルから、ある作物1を単作した場合とそれに作物2を加えて混作した場合の天敵の密度が比較されている。混作

した場合の天敵の密度は、外部からの移入率が単作の場合よりも高く、作物2における増殖率と移出率の差が作物1のそれより大きい場合、高くなる。いいかえれば、つけ加えた作物により天敵の増殖率、移入率、移出率がどのように影響されるかによって、天敵の密度が混作で高くなるかどうか決まる。この理論の検証のための実例として、ミネソタのトウモロコシ畑におけるアワノメイガの近縁種 *Ostrinia nubilalis* の天敵3種が取り上げられた。幼虫寄生蜂 *Lydella grisescens* は、雑草 ragweed の茎に食入する *Papaipema nebris* を寄主として利用することにより、増殖率を高め密度が高まる可能性がある。ここでは、ragweed が単作のトウモロコシに、新たに付け加えた作物に相当する。*O. nubilalis* の捕食者としては、ヒメハナカメムシの一種 *Orius insidiosus* とテントウムシ *Coleomegilla maculata* が重要である(図-1)。*O. insidiosus* の増殖と移出はアザミウマ類の存在に大きく左右されるが、アザミウマの好適な寄主植物を付け加えることによりこの種の密度を高めることが期待できる。*C. maculata* は有力な卵の捕食者であるが、トウモロコシの単作のほうがトウモロコシとマメとカボチャ

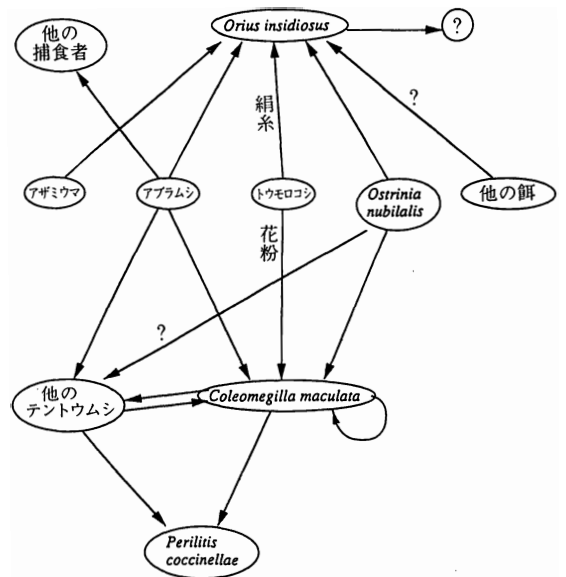


図-1 *Orius insidiosus* と *Coleomegilla maculata* をめぐるトウモロコシ畑の食物網。矢印は消費の方向を示す(ANDOW, 1993)

Report of FFTC International Symposium on "Use of Biological Control Agents under Integrated Pest Management"
By Eizi YANO

の混作より密度が高くなる。移出率が影響を受けているものと考察されている。このような植生の多様性の調節による天敵の増強は、植物、害虫、天敵の組み合わせの種類、空間的スケール、場所の地形的・気象的な特性などにより大きく影響される。ANDOW博士の解析はおおむね的を得ていると思われるが、モデルからの推論は常識からの推測と特に異なることはない。いずれにしろ植生の多様性の調節による天敵の増強、具体的には混作等による天敵の密度を高めることによる害虫の抑圧は、害虫の抑圧に至るまでの段階が多過ぎ、また植物の付加による作物の成長、生物相への影響あるいは農作業の煩雑化等の影響が懸念される。また場所的な特異性の影響が強く出るものと思われ、あまり実用的とは思えない。しかし、有機栽培などで農薬施用を止めた場合、さらに天敵を増強する方法として役立つ可能性があるがその際の作物と組み合わせる植物の種類については選択の基準は明確ではない。

II 施設栽培における天敵利用

施設栽培における天敵利用に関しては、4題の講演が行われた。根本博士はイチゴの天敵利用のため害虫の外部からの侵入防止の重要性を指摘して、温室周辺のハダニの寄主雑草の除草や近紫外線除去フィルムによるアブラムシの侵入防止を紹介している (NEMOTO, 1993)。しかし、天敵利用との関連では、むしろ肥培管理によるアブラムシの防除に興味深かった (図-2)。肥培管理の効果は、天敵の利用が不必要なほど高かったが、これほど完全でなくとも、肥培管理によりアブラムシやハダニの増殖をある程度下げることができれば、天敵利用はより成功しやすくなる。村井博士はモモアカアブラムシとワタアブラムシの防除にアブラバチ *Aphidius colemani* とシヨクガタマバエ *Aphidoletes aphidimyza* がヨーロッ

パで実用化されていることを紹介し、天敵導入の新たなアイデアとして banker plant の利用の有効性を強調した (MURAI, 1993)。すなわち、マメの苗に害虫でないアブラムシを着生させ、さらに天敵を放飼したものを banker plant として温室内に持ち込む。banker plant の利用は、オンシツツヤコバチの導入法として1970年代から考案されているが、なぜか実用化していない。効果の安定性や商品化の点で問題があったのではないと思われるが、アブラムシの場合、実用的に成功するかどうかは定かではない。しかし、餌として害虫でないアブラムシを利用するのはよいアイデアである。河合博士は、ハウスのナスのミナミキイロアザミウマの防除にヒメハナカメムシを放飼した (図-3)。終齢幼虫を株当たり2頭以上放飼することで、8月から10月にかけてミナミキイロアザミウマの密度をほぼ葉当たり0.55頭の要防除密度以下に保つことに成功した (KAWAI, 1993)。ヒメハナカメムシの種名が不明なのは残念であるが、休眠の影響とハダニ、アブラムシなど他の害虫の防除との調和が問題であろう。しかし、増殖が容易になればヒメハナカメムシの実用化の可能性を示したものであり、高く評価できる。斎藤博士はナミハダニとチリカブリダニのシステムのシミュレーションモデルを構築し、チリカブリダニの利用戦略を検討した (SAITO, 1993)。このモデルからチリカブリダニの放飼密度、ハダニの絶滅にまで要する期間などが予測できる。ナミハダニとチリカブリダニの系についてはこれまで膨大なデータの蓄積があるのでモデルの作製はそれほど困難ではないが、アブラムシ、アザミウマ、ハモグリバエなどの他の害虫と天敵の系については利用できるデータは限られている。しかし、野外とは異なり、温室内の系は比較的単純で環境条件も安定しているため、モデルの構築には向いている。ハウスにおける天敵の防除効果判定試験が天敵の評価に

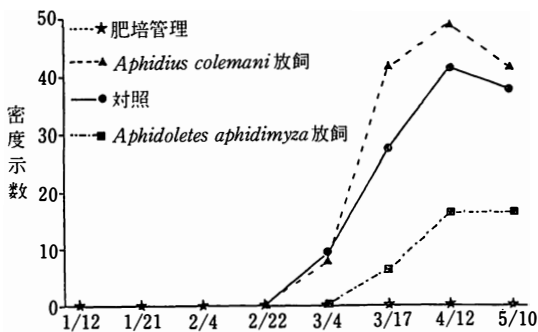


図-2 種々の手法によるイチゴのワタアブラムシの防除 (NEMOTO, 1993)。

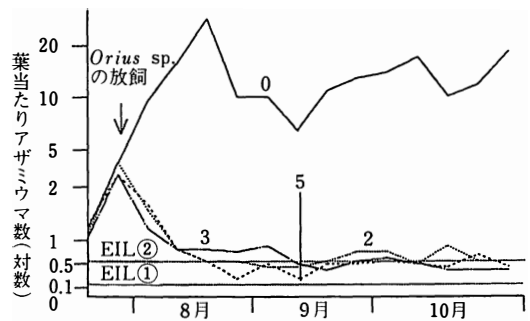


図-3 *Orius* sp. によるハウスのナスのミナミキイロアザミウマの防除 (KAWAI, 1993)。数字は *Orius* sp. の株当たり放飼数を示す。

重要であることは無論であるが、モデルによる評価も今後有力な手法となるであろう。

III 露地の園芸害虫に対する天敵利用

果樹試の大平博士は、リンゴのコカクモンハマキに対して、交信かく乱を起こさせる合成性フェロモンと選択性殺虫剤を使うことによって、ハマキと同調した *Trichogramma* の寄生率を上昇させ、ハマキの密度を許容水準以下に下げることができていることを示した (OHIRA and OKU, 1993)。実用化に向けては、コスト、省力化とマイナー害虫の頭在化が問題となろう。永井博士の講演は、選択性殺虫剤の散布と土着のヒメハナカメムシの効果の併用による露地のミナミキイロアザミウマの防除に関するもので、よく知られた研究である (図-4, NAGAI, 1993)。土着の天敵の活用を実用化するには、その天敵相、発生消長、害虫に対する抑圧効果に関して十分な情報を把握する必要があり、場所と季節により状況が異なることが問題となる。インドネシアではキャベツ害虫の IPM におけるコナガの防除の基幹対策として、幼虫寄生蜂 *Diadegma semiclausum* の放飼を行っている (SASTROSISWOJO, 1993)。利用の仕方は永続的利用のようであるが、キャベツのような1年生の作物で成功しているのは興味深い。IPM には選択性殺虫剤の利用、要防除密度の設定、耐虫性品種の利用、トマトとの混作等が取り入れられている。この体系が我が国でそのまま応用できるとは考えられないが、特に選択性殺虫剤の合理的利用による土着天敵の効果の有効利用は参考になるかもしれない。

IV 水稲害虫における天敵利用

水稲害虫における天敵利用については、2題の講演が行われた。ともに土着天敵の利用に関するものである。ツマグロヨコバイはインドネシアではツングロ病の主要な媒介昆虫であるが、鈴木博士はその土着天敵の影響を評価した (SUZUKI, 1993)。卵寄生蜂 *Gonatocerus* sp., コモリグモ等の主要な天敵の影響は、ツマグロヨコバイの第1世代において密度依存的な死亡をもたらしていなかった (図-5)。むしろ、耐虫性品種の利用とツマグロヨコバイ保毒個体の移入の予測がツングロ病の抑圧には重要であるとされた。一般に害虫で媒介されるウイルス病の防除は天敵では困難であると考えられているが、いずれにしる土着天敵の場合は害虫に対する影響評価がその利用の基礎となるであろう。日鷹博士は、水稲の栽培方法として集約的耕法、伝統的耕法及び LISA 耕法を取り上

表-1 集約的、伝統的及び LISA 耕法による稲作の慣行 (HIDAKA, 1993)

慣行	集約的	伝統的	LISA
耕起	○	○	×
移植 (手植え)		○	×△
(機械植え)	○	○	×△
薬剤散布	○	×	×
注油防除		△	×
化学肥料施用	○	×	×
きゅう肥施用	△	○	×
除草	△	○	○
機械による収穫	○	○	○
冬作	△	△	○
被覆作物	×	×	○

○：頻繁に行う △：ときたま行う ×：行わない

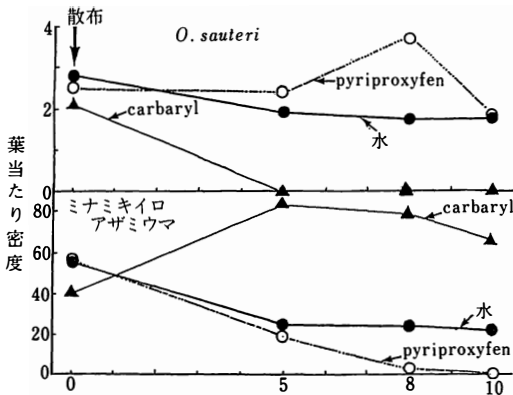


図-4 ナス畑におけるナミナキイロアザミウマと *Orius sauteri* の個体群密度に対する pyriproxyfen と carbaryl の影響 (NAGAI, 1993)

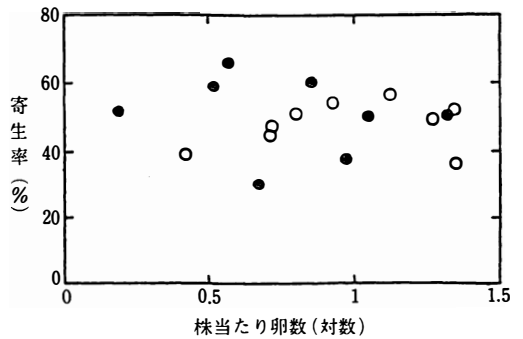


図-5 Padang Galak の水田におけるツマグロヨコバイ第1世代卵密度と寄生率の関係。白丸と黒丸はそれぞれ乾期と雨期のデータを示す。(SUZUKI et al., 1993)

げ、これらにおけるトビイロウンカ、セジロウンカとその天敵相、発生密度を比較した (HIDAKA, 1993)。集約的耕法と伝統的耕法の違いは、後者は化学肥料と農薬を用いないことである。LISA 耕法は不耕起栽培で、被覆植物を用いる点が伝統的耕法と異なる (表-1)。伝統的耕法では、トビイロウンカの発生が集約的耕法に比べウンカシヘンチュウの影響で低密度に抑えられたが、セジロウンカはそうならなかった。また、LISA 耕法では、最も有力な天敵と思われるコモリグモの密度が伝統的耕法に比べてきわめて高くなった。このアプローチは野菜や果樹害虫に対する天敵利用とは全く違い、いきなり栽培方法を改変し、それにおける天敵の影響の強化をはかるといふもので、欧米における Integrated Farming に似たアプローチである。天敵利用と他の防除手段との調和を図るに際し、我が国では選択性殺虫剤や性フェロモンや被覆資材など市販の防除資材に頼って、害虫防除の枠の中だけで体系化を考へることが多いが、このように栽培技術まで含めて総合的に考へるほうが今日的なニーズには合っているかもしれない。

V 中国における *Trichogramma* の利用

今回は、中国広東のサトウキビのボーラー類の防除に対する *Trichogramma chilonis* の利用の報告があった (Liu et al., 1993a)。ここでは、ヘクタール当たり 9~15 万頭のハチを 1 年に 5~7 回放飼している。これで常に約 80% 程度の高い寄生率となり、被害抑制効果も高い。IPM の体系では *T. chilonis* の利用と耕種的防除と殺虫剤の合理的施用が組み合わせられる。また、人工卵による *Trichogramma* と *Anastatus* の大量増殖技術の改良についてポスター発表があった (Liu et al., 1993b)。人工卵シートの機械化、人工卵の主要成分である蛹の体液の冷凍貯蔵などの技術が改良された。また、人工卵で増殖

したハチは野外でサトウキビのボーラーに十分な防除効果を示した。中国の *Trichogramma* 等の天敵利用はかなり高いレベルにあると思われるが、特に人工増殖と野外放飼の成績に報告内容が偏っている。どのような天敵を利用するかについての事前評価や放飼後の効果判定をより客観的で定量的に行う必要があると考えられる。

おわりに

シンポジウムのテーマは IPM における天敵利用となっている。確かに天敵利用は IPM における根幹的防除技術であることは確かである。しかし、IPM における天敵利用のあり方についての明確なポリシーや哲学についてオーガナイザーの意図するところは伝わってこなかったのは残念である。例えば、導入天敵と土着天敵では利用法や評価の考え方が異なるし、施設と露地ではやはり天敵利用の戦略が異なる。いずれにしろ今後の天敵利用は、大量増殖と放飼試験という組み合わせだけではなく、導入天敵の場合は導入前の事前評価、土着天敵の場合は害虫の死亡要因としての客観的評価が重要であろう。

引用文献

- 1) ANDOW, D. A. (1991) : Ann. Rev. Entomol. 36 : 561~586.
- 2) ——— (1993) : In Use of biological control agents under integrated pest management, FFTC, Kyusyu Univ. and Saga Univ., 31~64.
- 3) HIDAKA, K. (1993) : *ibid.*
- 4) KAWAI, A. (1993) : *ibid.*, 369~383.
- 5) LIU, Z. et al. (1993a) : *ibid.*, 405~412.
- 6) ——— (1993b) : *ibid.*, 469~474.
- 7) MURAL, T. (1993) : *ibid.*, 358~368.
- 8) NAGAI, K. (1993) : *ibid.*, 384~404.
- 9) NEMOTO, H. (1993) : *ibid.*, 337~343.
- 10) OHIRA, Y. and T. OKU (1993) : *ibid.*, 251~265.
- 11) SAITO, Y. (1993) : *ibid.*, 344~357.
- 12) SASTROSISWOJO, S. (1993) : *ibid.*, 302~314.
- 13) SUZUKI, Y. et al. (1993) : *ibid.*, 433~449.

中央だより

○温州みかんの米国輸入解禁州の拡大について

米国は、我が国からの温州みかんの輸入について、カンキツかいよう病に関する種々の検疫条件を課した上で、これまで 38 州に限り認めていたが、かんきつ類の生産州である残り 12 州については輸入を禁止していた。

農林水産省は、これまで機会あるごとに全州解禁を強く要請してきたところ、米国農務省は、平成 5 年 12 月 20 日付け官報により、これまで輸入を禁止していた 12 州のうち、商業的生産州でないアラバマ州、ジョージア州、ミシシッピ州、ネバダ州、ニューメキシコ州、ノースカロライナ州及び

サウスカロライナ州の 7 州について、輸入を解禁するの意見公聴を行った。さらに、平成 6 年 3 月 21 日付け米国官報により、これら 7 州への輸入を解禁するための規則改正を行ったことを公表した。この結果、本年産温州みかんから、これら 7 州についても輸出が認められることとなった。

なお、残りの商業的生産州である 5 州 (カリフォルニア州、アリゾナ州、テキサス州、ルイジアナ州及びフロリダ州) については、米国は、カンキツかいよう病の発生地域であるフロリダ州の一部からこれら 5 州への移動を禁止している関係から、同病の発生地域である我が国からの輸入解禁はできないことを理由に、依然として輸入禁止としており、農林水産省は、カンキツかいよう病の検疫措置は万全であることを主張し、全州への輸入解禁を引き続き強く要請していくこととしている。