

特集号：IPM—技術開発と普及の課題

施設園芸における生物農薬の利用と普及の課題

デュポン株式会社 ^{しま} 島 ^{かつ} 克 ^や 弥

は じ め に

今日では、IPM（総合的有害動植物管理）に関する情報が極めて豊富になった。生物農薬に着目してみると、一昔前までは資材の基礎生態研究や個体群動態の学術研究論文が多かったが、今や簡単にインターネット、多くの雑誌や本（矢野，2003 など）で情報を、それも日本語で得ることができる。中には作物によっては基本的な IPM を組み込んだ防除暦の書かれているもの（根元，2003 など）も多数存在する。ピーマン、ナスでは高知県安芸市のように ISO 14000 認証を受け、慣行と比べて 8 割減農薬を IPM で実践している地域もある（岡林，2003）。しかしながら、我が国での平均 IPM 普及率は平均数%にも満たないであろう。優れた研究成果が蓄積されているのに、なぜ普及しないのか？ 本稿では天敵昆虫剤を中心に、施設園芸での天敵先進国と日本での利用状況を比較することにより、技術開発と普及の課題について考えてみたい。

I ヨーロッパ人と日本の施設園芸 IPM の歴史

施設園芸での天敵利用の歴史を、ヨーロッパと我が国で比較してみた（図-1）。ヨーロッパでは 1960 年代に環境問題がクローズアップされたが、生物農薬の種類数も天敵に影響が少ない選択性殺虫剤の種類数も少なかったために天敵利用はほとんど進展しなかった。1980 年代に入ると複数の天敵が利用できるようになり、アドバイザー・コンサルティング体制が確立した。1990 年代に野菜類で成功し、2000 年以降は花きでも天敵が利用されるようになった。一方、日本では 1995 年に施設栽培用に最初の天敵が登録された。2002 年に輸入野菜農薬残留と無登録農薬問題が生じ、消費者の食の安全に関する関心が高まって天敵利用が注目された。03 年になると既にピーマン、ナス、シシトウ、ミョウガなどで天敵利用が確立していた高知県安芸市のほか、福岡県のイ

チゴや茨城県のピーマンで成功し始めた。04 年には農林水産省の「環境負荷低減のための病害虫群高度管理技術の開発」および「生物機能」プロジェクトにおいて野菜をはじめ水稻や果樹の IPM マニュアルも作成されつつあり、今後の展開が期待されている（宮井，2005）。05 年現在、使用現場である農家ハウスにおいては叙々に普及拡大しつつある。

II ヨーロッパの施設園芸における最先端 IPM の実際と日本の状況

1 オランダ施設園芸での天敵利用状況

オランダの施設での天敵資材利用は、1980 年代に時代の流れもあり飛躍的に成長した。現在は天敵昆虫で 30 種以上、天敵微生物を含むと 40 種類以上販売されている。環境や人への安全性が高くコストが安いことから IPM を実行している。野菜類の IPM では、天敵と害虫の密度バランスを保つように選択性殺虫剤を使用（使わないに越したことはないが）するが、花き類では秋から春には天敵を利用し、害虫の増殖が早い夏場は化学農薬にスイッチするのが基本である（図-2）。天敵利用の知識を共有するために、①コンサルティングの充実＝データの取得とその利用、②定期的なワークショップの開催、③ネットでの情報公開と更新、を積極的に行っている。オランダの場合、民間企業 1 社当たり天敵アドバイザーが 60 ～ 70 人ほどいる。仕事内容はデータの収集とその利用。天敵利用は当然、収量や経営についても相談に乗っている。天敵利用者には 100% アドバイザーがコンサ

Effective Use of Natural Enemies for Green House Vegetables and Flowers, and its Extension. By Katsuya SHIMA

（キーワード：施設、野菜、花き、IPM、ICM、天敵、アドバイザー、生物農薬、ピーマン）

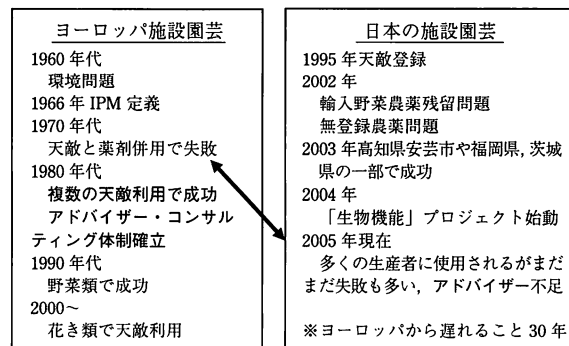


図-1 ヨーロッパと日本の施設園芸での天敵利用の歴史

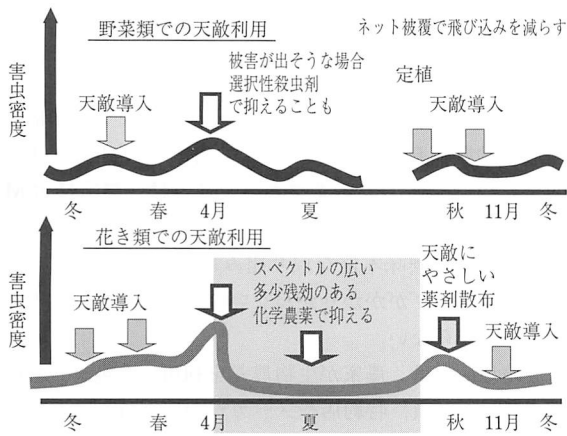


図-2 施設野菜と施設花きでの天敵利用の違い

ルティングにかかわっている。また、日本の普及員のような公務員による技術的なサポートは皆無である（ARD, 私信）。

栽培体系、天敵利用や栽培のコストなどを作物別に見ると、パプリカの場合は11月定植後、収穫期間は3月初旬から11月までである。主にアメリカ、ドイツ、日本に、残りは欧州に輸出している。農家当たり2 ha前後が、平均的なオランダのパプリカ栽培施設の大きさである。天敵利用の概略は12月から5月天敵を導入し、この6～7か月の間に天敵と害虫のバランスをとる。その間ハダニ、アブラムシ、アザミウマ、コナジラミを対象に天敵を8～10剤程度使用している。天敵代金は0.4ユーロ（52円）/m²である。末端価格はEUでは1 kg当たり1～1.5ユーロ（130～195円）であるが、日本では1個当たり1～1.5ユーロ（130～195円）である。

トマトの場合は12月に定植し、1月から天敵利用開始する。コナジラミ、ハモグリを対象に天敵4～5剤を使用、特にコナジラミにはカスミカメシの一種（日本へは食植性もあるので輸入できない）が良く効いている（SOLYCO, 私信）。天敵と害虫の密度バランスをとるために、選択性殺虫剤のピメトロジン水和剤を1～2回使用するハウスもある。

米ナスの場合は12月に定植し、10月まで収穫する。コナジラミ、ハダニ、アブラムシ、アザミウマ、コナジラミ対策に天敵10剤ほどを使用している。コナジラミには、オンシツツヤコバチとサバクツヤコバチのミックス剤とカスミカメシの一種を使用。天敵代は0.6（78円）ユーロ/m²だが、組合から0.2（26円）ユーロ/m²の補助を受けている。うどんこ病対策はイオウのくん煙で予防防除を行っている。栽培期間通じて乾燥しており、

灰色かび病もほとんど発生していない。米ナスの平均価格が0.9ユーロ（117円）/kgであり、作物管理のランニングコストは42ユーロ（5,460円）/m²である。肥料代が1ユーロ（130円）/m²であり、液肥濃度は日本と比べるとかなり高濃度の10%台に設定している。余った液肥は環境保全のため廃液にしまうと、高い税金がかかるようになってきている。そのため多く農家が液肥のリサイクルシステムを使用し、コストを抑えている。

また、花きのアンスリウム生産農家では、生物農薬はスリップス防除にククメリスカブリダニを、アブラムシにはコレマンアブラバチとムギクビレバンカー、クサカゲロウを利用している。日本で問題になっている高次寄生蜂（長坂ら、2003）もいるが、サイド、天窓ともネット展帳で侵入を抑えている。民間企業の天敵アドバイザーを中心に、害虫や天敵密度調査が毎週（3人/10時間/4 ha）行われている。調査後、すぐその場で天敵アドバイザーがデータを解析し、天敵と害虫の関係を把握する。調査の結果、現状維持したり、必要な場合は直ちに天敵を処方するなど適切な指導を行っている（Yosef, 私信）。

2 ベルギーの施設有機栽培（オーガニック）作物でのIPM

ベルギーの場合、有機栽培（オーガニック）作物は野菜で市場の5～7%を、果樹では3%を占めている。平均的な有機栽培農家の場合、作物は50%国内消費用に、残り50%をUK、フランス、デンマーク、ドイツ（同じEU）などに輸出している。パプリカの場合、ハダニ、コナジラミ、アブラムシに対しては、ほぼ毎週1～数種の天敵を放飼している。特にアブラムシについては、エルビアブラバチ、シヨクガタマバエ、ヒラタアブを使用しているが、土着の寄生性天敵も施設内で活躍している。カイガラムシが日本では問題になっているが（岡林、2003）、ベルギーでは土着捕食性天敵のクリプトテントウが飛び込み、自然にカイガラムシを抑えている。ヨーロッパにはオーガニックの認証機関はBRIKとECOSEがあり、これらの機関から認証を受けていると作物は慣行作物の3～25倍の価格で販売される。パプリカの平均価格は1ユーロ（130円）/kgである。作物管理のランニングコストは20ユーロ（2,600円）/m²程度である。土耕は3年に1回と極めて省力的であり、転作で病気を防いでいる。残渣は乾燥後シュレッターで土壌にリサイクルしている。除草にはウズラを10 a当たり4～20頭放し飼いにしている施設もあり、日本でも使用できれば面白そうである（図-3）。

年間収量が22～30 kg/m²である米ナスの場合、天敵

はコナジラミを対象にカスミカメムシの一種、オンシツツヤコバチ、サバクツヤコバチしている。スリップスにはククメリスカブリダニを、アブラムシにはショクガタマバエ、エルビアブラバチ、コレマンアブラバチを、ハダニにはチリカブリダニ、カスミカメムシの一種(卵を捕食)使用している。うどんこ病対策にはイオウ薫煙を3～4 kg/10 a 使用している。(KESTENON, 私信)。

筆者が訪れたブリュッセルのスーパーマーケットでの有機栽培と慣行栽培の価格を見てみると、例えばブロッコリーでは有機栽培 4.98 ユーロ (647 円)/kg に対して慣行栽培 0.69 ユーロ (89.7 円)/kg であった(図-4)。実際に、末端価格において有機栽培生産物は慣行栽培生産物の7倍以上の値段で売られている。パプリカも2倍ほどの価格差が見られた。品物に見た目の違いはなく、もちろん売れていた。

3 我が国での園芸作物での天敵利用状況

2004 年の天敵利用面積は約 1,000 ～ 1,500 ha 程度である。その内訳はチリカブリダニが約 50%, コレマンアブラバチが約 20%, タイリクヒメハナカメムシが約 20%, その他の天敵が 10% 以下である。天敵が多く使われている県と作物を見ると高知県のピーマン、ナス、シシトウ、福岡県のイチゴ、熊本県のイチゴ、トマト、愛知県のトマト、イチゴ、茨城県のピーマンなどである。施設面積は約 5 万 ha なので、すべての天敵昆虫剤の利用率は全体の 2 ～ 3% 程度であろう。現場での天敵利用技術については文献(根元, 2003)に紹介されているので参照していただきたい。また、花きに至っては静岡のバラなどで試験を開始しているが、普及まではまだ時間がかかりそうである。



図-3 ベルギーの有機栽培農家で除草用に放飼いされているウズラ

III IPM—技術開発と普及の課題

1 IPM—技術開発

ここでは、筆者が実際にかかわったピーマン大産地である茨城県鹿島郡波崎町(現: 神栖市)の IPM—技術開発について述べる。まず大事なことは、農家に IPM を行うという強い意思があることである(鈴木, 2004)。農家にとって興味本位な取り組みは逆に失敗を誘発し、普及にストップがかかりかねないことは充分念頭に置かなければならない。

波崎地区では、農家が生物農薬を利用する場合、営農指導員、普及員、特約店やメーカーの研究員などが訪問し、まず使用を希望する農家の品種と栽培管理、土壌状態、施肥管理方法、定植時期、過去の病気や害虫の発生傾向、過去の使用農薬や葉面散布剤の種類および量、センチュウ防除対策、粒剤使用の有無、ハウスの形と大きさ等の情報をアンケートした。定植後は 1 ～ 2 週間に 1 度はハウスを訪れ、指導を行った。その際、実際に営農指導員、普及員と、特約店やメーカーの研究員がアドバイザーとなり、さらに積極的にコンサルティングも行った。生物農薬利用を成功させるために、冬期の温度＝油代、生産者の化学農薬に対するアレルギーの有無、作物の相場の読み、10 a の目標収穫 1 t で収益 400 万円以上になるかどうかなどもよく相談してから総合的判断し、農家が理解したうえで使用することが重要であった。また、成功・失敗の理由を明確にし、次年度の天敵利用に繋げることが大切であった。

抑制栽培ピーマンにおいては、高知式を模倣した 2002 年の成功率は 40% ほどであったが、以下に述べる



図-4 マーケットでのブロッコリーの価格(上: 有機栽培, 下: 慣行栽培)

ような技術開発を経て04年には95%以上のハウスで成功を収めた。ここでの成功とは収益増加を含めてである。短期間での成功率の増加は、速やかなIPM—技術開発、すなわち現場での問題がすぐに試験され、その結果が指導に情報として生かされたためである。

残念ながら使用現場での天敵昆虫の生態は不明なものが多い。そこで我々はピーマンでは生物農薬の核となるタイリクヒメハナカメムシの休眠生態（高井ら, 2005）、アザミウマのモニタリング方法と天敵の放飼方法（浦野ら, 2003；島ら, 2004）、整枝適用の影響評価のための天敵の産卵部位や天敵のハウス外への持ち出し数（島, 2005）、天敵の定着向上のための代替餌や花粉の可能性（高井ら, 2004；今村ら, 未発表）等を調べた。また、天敵を利用したハダニやチャノホコリダニの防除法（島ら, 未発表）、展着剤や葉面散布剤が天敵に及ぼす影響（広島ら, 2004）、TSWV抵抗性品種の利用（加瀬ら, 未発表）等、有益な情報は天敵利用技術として次の日から現場でのアドバイスに使用された。普通1～2年もたてば、農家は一人立ちできた。天敵利用栽培では5月以降に化学農薬散布による未着果が減り、慣行栽培に比べ奇形果が減少し、さらに収量と収益が増加する傾向が見られた（島ら, 未発表）。本年は黄色粘着テープを利用したシルバーリーフ防除（田口, 2005）も試みられている。まだまだ地域全体や促成栽培で取り組んでいるわけではないが、徐々に広がる傾向にある。

2 生物農薬の生産・製造や普及に関する問題点

天敵の生産・製造に関わったことがある人なら、生産コストの高さは痛切に感じるだろう。長期保存ができないこと、需要期が偏ることもコスト高につながる悩みの種である。特に現在の技術では、天敵昆虫は品質を維持したまま日当たり数万ボトルも製造できないであろう。たとえ需要があったとしても、化学農薬や微生物剤に比べ天敵昆虫は大量生産に不向きである。人件費をおさえるため東南アジアなど毎日空輸が可能な地域での大量生産や周年生産のための技術改良も必要である。

現場での普及に関する問題については、岡林（2003）に適切にまとめられているので参照していただきたい。普及の遅れの原因は研究者意識と現場のギャップ、天敵の農薬登録の必要性、化学農薬の散布に比べ技術が複雑で効果が不安定なこと、特に市場価格がいいときに被害が出やすいこと、コストが高いこと（海外では化学農薬に高い税金をかけており、その結果、生物農薬は相対的に安い）、消費者意識には安全志向と低価格の両面があること、流通システム自体の物量主義と慣行栽培品との

間の価格差がないことなどが挙げられる。オランダの場合、オーガニック野菜は慣行栽培野菜の3～30倍の値段で売れている。

普及の前提としては、各産地ごとに作物品種、栽培方法に適合したIPM利用技術を組み立て（天敵を有効に働かせるため総合的な防除体系）、マニュアル化することが重要かつ急務である。そのためには、IPMを基盤にICM（Integrated Crop Management：総合的作物管理）への展開とその利用技術、知識をもつアドバイザー・コンサルティング専門機関の関与が必要条件である。また生物農薬を小学校、中学校の理科教程や教材などに入れるような長期的対策も望まれる。さらに、過去の世界の成功例（鈴木, 2004）を見ても、IPMないしはICMを援助する国の政策的支援がなくては、生物農薬の普及には時間がかかりそうである。

おわりに

生物農薬の利用は時代の趨勢である。しかしながら、その効果はまだ安定しているとは言えない。研究者による応用的な試験研究や、我々メーカーや販売サイドからの最新の情報提供が必要であり、天敵昆虫の性質を理解して使用することが大切である。また、天敵の普及は各県の普及員やJAの営農指導員によるところが大きい。IPM, ICMに関する多くの情報を提供して、各産地に適合した天敵使用技術が確立することを望んでやまない。天敵試験にご協力していただいている波崎町の多くのピーマン生産者の方々、JAしおさいの加瀬康弘氏および鉾田地域農業改良普及センターの広島由佳里女史、石川賢二氏（現：茨城県鹿行地方総合事務所）に厚く御礼申し上げる。また、在職中にピーマンを中心にIPM普及現場圃場での野外調査と、全国でのIPM技術普及活動を行わせていただいたアリスライフサイエンス（株）に感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 宮井俊一（2005）：シンポジウム「IPMを考える」講演要旨：4～13.
- 2) 広島由佳里ら（2004）：茨城農総センター H15 年度改良普及員等研修報告集：63～71.
- 3) 長坂幸吉ら（2003）：植物防疫 57: 15～19.
- 4) 根元 久（2003）：天敵利用で農薬半減、農文協、東京、198 pp.
- 5) 岡林俊宏（2003）：植物防疫 57: 40～43.
- 6) 島 克弥ら（2004）：茨城病害虫研究会報 43: 35～37.
- 7) ———（2005）：同上 44: 27～29.
- 8) 鈴木芳人（2005）：同上 44: 1～8.
- 9) 田口義広（2005）：農薬ガイド 109: 11～13.
- 10) 高井 昭ら（2004）：茨城病害虫研究会報 43: 28～34.
- 11) ———（2005）：同上 44: 24～26.
- 12) 浦野 知ら（2003）：植物防疫 57: 10～14.
- 13) 矢野栄二（2003）：天敵—生態と利用技術、養賢堂、東京、296 pp.