

農家自身で活用可能な要防除水準の設定及び地図カルテ手法

大阪府環境農林水産総合研究所 田 中 寛

1. はじめに

2003年に改正農薬取締法が、また2006年に（ポジティブリスト制度を含む）改正食品衛生法が施行され、現在ではGAP（適正農業規範制度）の積極的な推進もなされており、IPM（総合的病害虫・雑草管理）に対する期待、要請には非常に大きなものがある。一方で、植物防疫担当者を含む農業技術者、研究者の数は減少の一途をたどっている。

植物防疫は植物の医学分野（植物医科学）（*1）ととらえることができるので、人間の医学分野と比較して具体的な数字を挙げてみよう。ヒトという生物種1種に対し、医師、歯科医師、薬剤師の数はそれぞれ270,371, 95,197, 241,369（*2）、保健師、助産師、看護師、准看護師の数は39,195, 25,257, 760,221, 385,960（*3）、日本医師会の会員数は162,812（*4）、日本医学会の会員数は763,147（*5）であり、これらは年々増加しつつある。

一方、日本における植物種数は9,323（うち被子植物5,016）であり（*6）、農林作物の種数は残念ながら検索できなかったが、3ケタないし4ケタの種数に対し、都道府県研究所・試験場、病害虫防除所（試験場・研究所と兼務の場合は除外）のスタッフ数は638,391（植物防疫全国協議会平成18年7月植物防疫関係者名簿より著者計数）であり、農協営農指導員設置箇所数、指導員数は新しいデータが見つからないが、1995年度2,182, 17,242, 2000年度1,300, 16,216（*7）、農業改良普及センター数、普及員数は1995年度558, 10,473, 2002年度464, 9,857（*7）であり、年々減少しつつある。ちなみに、日本植物病理学会、日本応用動物昆虫学会、日本雑草学会、日本農薬学会の会員数はそれぞれ2,010, 2,017, 1,160, 1,595（*8）、植物病名数は6,156（岸, 1998）、有害動物・昆虫数は3,375（日本応用動物昆虫学会, 2006）である（雑草種数は不詳）。

このような状況下で効率的、実効的な植物防疫、IPMを推進するためには、植物医科学のシステムを再編、整備するとともに、第二次世界大戦後の中華人民共和国の赤脚医生（邦訳：はだしの医者）のための手法、技術になぞらえることもできる『植物防疫分野に関する経験の浅い営農指導員、普及指導員（以下、指導員）や農家が自分で効率的、実効的に行える植物防疫、IPM』のための手法、技術を開発、普及する必要がある。自分自身が設定する要防除水準はそのためのひとつの手段である。本稿では著者がこの考えに基づいてこれまで行ってきた事例を紹介したい。

2. ルーペの使い方

著者は指導員や農家の研修、講習においてルーペの使い方の実習を必ず行うが、植物防疫分野に関する経験の深い指導員でさえ、控えめに言って80%は誤った使い方をしている。ルーペは目にくっつけ、対象物を引き寄せるか、あるいは対象物に近づいて焦点を合わせるのが正しい使い方である（図1）。これにより視野が広がるとともにルーペの定格倍率どおりに対象物を見ることができ、薬剤処理等の防除後のハモグリバエ類、ハダニ類、サビダニ類等の微小害虫の効果判定、うどんこ病等の植物病原糸状菌叢の盛衰追跡が（場合



図1 ルーペの使い方



図2 フィリピンでのルーペの使い方の指導

によってはそれらの病害に対する効果判定も) 容易に可能となる。

著者は2002年にルソン島北部山岳地帯の野菜産地を訪れ、レタスハモグリバエの防除指導にあたった(田中, 2002)。農家は安価なピレスロイド系剤を防除効果も確認せずに多用し(IGR剤は高価なため使用しない)、本種を激発させていた。大学や農業試験場等の研究機関では寄生蜂利用の研究も行われていたが、なによりもまずは的確な薬剤選択が先決かつ重要であろう。急務と考えたのは、当地の指導員にルーペの使い方を示し、さらに指導員に農家を指導させて(図2; ルーペで見るとハモグリバエの生存幼虫は黄色、死亡幼虫は褐色である)、指導員も含む自分たち自身で薬剤を選択できるようになることである。この手法には指導員も農家も非常に興味を持ってくれたが、その後現地でこの手法が生かされているかどうかは確認していない(著者が現地の指導員、研究者であれば、必ず積極的な推進を継続している)。しかし、日本の指導員や農家ならば、このあまりにも基本的な手法がいかに簡便かつ有効か、容易に理解し、実践できるはずである。

3. 地図カルテ

本方法の有効性は1998~2001年に病虫害の発生密度が非常に低い施設水耕栽培ミツバの防除対策を行っている際に最初に気づいた。貝塚市には約20戸の水耕ミツバ農家があり、防除対策が求められていたが、通常のサンプリング調査では病虫害が『検出限界』以下になり、データが得られない。そこで、指導員とともに全戸の水耕ベッドを含むハウス地図を作成して農家に配布し、病虫害の発生確認日、発生場所、除草剤も含む薬剤の種類(図3; 改正農薬取締法施行前の当時においても問題はあったが、とに

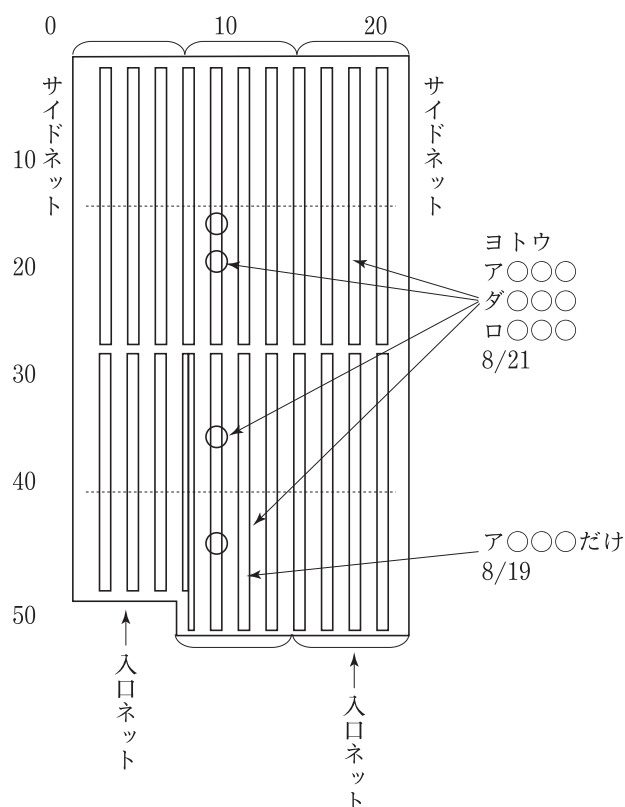


図3 ミツバ農家の地図カルテ例

表1 ミツバにおける害虫発生ハウス数の推移（1998年）

月	5			6			7			8			9			10			11		
旬	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
ハダニ類		1				2	3	3	1	3	2		1		1						
鱗翅類			2	2	4	5	2	3	3	4	4	2	4	2	3	3		2	1	1	
アブラムシ類					1			1	1												
アザミウマ類			2						1		1					1	1				
コナジラミ類					1	1	2	2		1											
ハモグリバエ類									1												

かくありのままを書いてもらうことにした。すでに時効である), 散布日, 散布場所を記入してもらった。また, 指導員とともに各ハウスを訪問し, ハウス内および周辺の作物栽培, 雑草繁茂の状況を記入するとともに, 農家から病害虫の発生時期, 発生状況を聞き取り調査した。

地図カルテの回収結果と現地調査の結果から, (1) 主要害虫はハスモンヨトウ (他の鱗翅類も混在するが, 発生は少ない) とハダニ類 (カンザワハダニとナミハダニ) である (表1; 田中ら, 2001), (2) ミツバは周年栽培されているが, 各作は定植後30~40日で収穫し, その際に病害虫を持ち去ることから, ハスモンヨトウの発生源はハウス外からの成虫侵入である, (3) 除草剤散布後にハダニ類が (アブラムシ類やアザミウマ類も) 多発することから, ハダニ類の発生源はハウス内外の雑草からの侵入である, などが明らかになり, ハスモンヨトウ対策としてハウス開口部の5mm目合ネット被覆, ハダニ対策としてハウス内通路の黒色透水性シート被覆などを推進した。これらの対策による防除効果は地図カルテの継続記入により検証, 確認したが, 非常に高かった。

これらの結果は毎年12月のミツバ部会 (部会そのものは月1回開催されている) において検討し, 当初5年計画とした防除対策 (コードネームを『病害虫の発生を根源から絶つことにより, 薬剤散布, 病害虫発生とも1/3にする』の意味で『ミツバ害虫1/3-1/3作戦』とした) は, 水耕パネルの熱水消毒の普及も合わせ, 1年前倒しの4年間で終了した。

地図カルテはトマトサビダニ (以下, サビダニ) のハウス内での分布拡大, 予察方法, 防除対策等を考える上でも非常に役立ち, (1) サビダニの自然分散は非常に遅く, 主な分布拡大は摘葉残渣が手押し車で運搬される際に株下位の葉に接触することによると推察される, (2) 1ハウス約100か所の系統的なルーペ調査によるサビダニの初検出は, 農家が茎葉の褐変によりサビダニの発生に気づいた時点 (サビダニ発生株を赤い幅広テープでマークしてもらった) より1か月半遅く, 従来の発生予察手法は検出限界の点で無効である, (3) 天敵であるコハリダニ類 (主としてトマトツメナシコハリダニ) がサビダニを旺盛に捕食するため, コハリダニ類に影響の少ない薬剤使用によりサビダニを収穫終了まで低密度に抑制できる, などが明らかになった (図4; 田中・柴尾, 2003)。地図カルテもルーペと同様, きわめて単純, 簡単, 基本的であるが, 指導員や農家だけでなく, 研究者にとっても有用である。蛇足になるが, 地図カルテの活用法として, 昔のコマ数の少ない漫画映画と同様に, ぱらぱらとめくって病害虫・雑草発生状況の移り変わりを視覚的に把握するのも面白い。

[illegible]

図4 ハウス内のトマト
サビダニ被害の分布
4: 被害甚, 3: 大,
2: 中, 1: 小

4. ルーペと地図カルテの実践

(露地ナスのソルゴ用い込み栽培)

岡山県の永井一哉氏が先鞭をつけ（文献は検索できなかった）、京都府で普及しつつあった『露地ナスのソルゴ囲い込み栽培』を1993年に指導員の提案で貝塚市の農家において実践することにした。アザミウマ類（ミナミキイロアザミウマおよび品種『水なす』の果実に特異的に被害を発生させるミカンキイロアザミウマ、以下、アザミウマ）に対する防除効果がすでに確認されている技術でもあり、指導員と農家が自分自身で検証することが最も重要と考え、(1) 地図カルテ手法を採用し、病虫害発生の確認日、場所、薬剤の種類、散布日、散布場所を記入する、(2) 天敵に悪影響の少ない薬剤を使用するソルゴ囲い込み区と慣行薬剤を定期的に散布する慣行区を設定する、(3) 週1回、20～30分の調査にとどめる（長時間調査は嫌気がさして継続が困難になる）、(4) 圃場を見回って、害虫発生株に赤い幅広テープでマークし（図5～6；農家



図5 赤テープによるナス株のマーク
帽子の斜め左上方に垂れ下がる

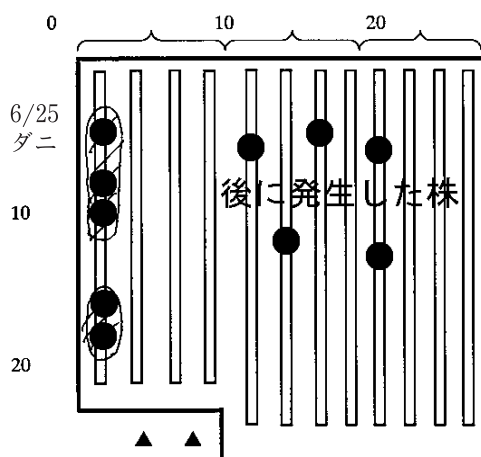


図6 ナス株のマーク分布例

がルーペを目から離して観察しているのは撮影のタイミングが悪かったためで、実際の観察時はルーペを目にくっつけている；また、最初から無差別に赤テープでマークして追跡調査すると、害虫を確認できない株が多いため嫌気がさす），株あたり2葉の害虫数を継続調査する，(5) 薬剤散布後に害虫の生死をルーペで判定する，(6) 不明の害虫，天敵を著者に郵送する，(7) 月1回，著者が調査に同行するとともに地図カルテ手法の結果を解説しつつ検討する，ことにした。

対してダニトロンフロアブルを散布した後に防除効果が得られず、降雨後とバロックフロアブル散布後にハダニ類が激減した（図7）ことについて非常に鮮明な印象を受けた農家の言は、「今までクスリをまいたあとに効果を確認せえへんかって損した」である。その後、ナスのソルゴ囲い込み栽培は周辺圃場、周辺地域に広がり、大阪府内屈指の現地農協であるJA大阪泉州が記念品の代わりにルー

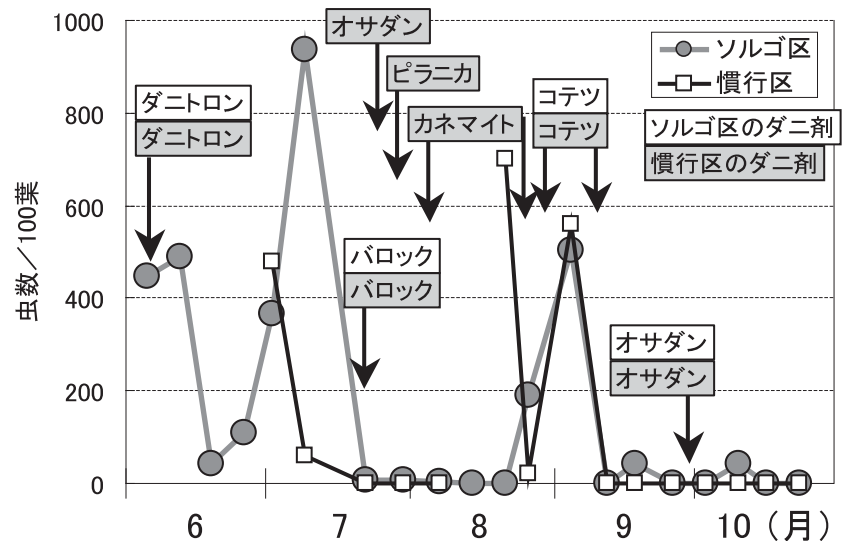


図7 ナスにおけるハダニの発生活長

べを組合員に配布するまでになった。あとはルーベを引き出しの隅に放り込んでおく農家をいかに減らすかが指導員のウデの見せどころであろう。

5. 天敵カルテと天敵 Wiki

化学合成薬剤による防除においては通常は農家に薬剤を紹介して渡せばそれで済む。一方、天敵をはじめとする薬剤以外の防除法においては豊富な情報とタイミングのよい的確な指導を提供しないと失敗しがちである。また、日本の農業現場は非常に多様であり、周辺の作物栽培、植生等により、病害虫発生のタイミング、増殖パターン等は圃場によって異なると言ってもよい。したがって、とくに薬剤以外の防除法においては（実際は薬剤による防除においても同様であるが）、成功事例の追従のみでは充分でなく、失敗事例を収集してそこから学ぶことも必要であり、言い換えると、マニュアルの提供だけでなく、選択可能なメニューの提供も必要であると考えられる。それに加え、専門家も含めた多数の意見、智慧、情報を井戸端会議的に流通させる場もほしい。この考えに賛同する有志が集まって生まれたのが天敵カルテ（*9）である。

しかし、当初の天敵カルテは入力に時間がかかる等の問題があり、メーリングリストである IPMML を除いては充分には機能せず、事実上挫折した。そこで、ブログと同様の感覚で操作できる天敵 Wiki（*10）を改良版として投入したところ、現在、前述のソルゴ囲い込み栽培（ソルゴ巻）等について当初の目的であった井戸端会議場が成立しつつある。天敵カルテは『天敵カルテシステム＝天敵を利用した IPM 普及のための統合支援システム』を意味する語として生き残り、ポリシーが Open source, Open data であるため、多数の人々の多様な参加によって、今後も優れた、かつ進化し続ける情報流通の場となると予想される。なお、天敵カルテと銘打ってはいるが、コンテンツにフェロモンや黄色蛍光灯等もすでに包含しており、最終的には天敵活用に限定しない『IPM カルテ』を目指している。

6. 農家自身で活用可能な要防除水準の設定

カンキツの黒点病における要防除水準の成功は、実はまれな事例と言ってもよいだろう。これは、それに続く成功事例がほとんどないことからよくわかる。前節の繰り返しになるが、日本の農業現場は非常に多様

であり、周辺の作物栽培、植生等により、病虫害発生のタイミング、増殖パターン等は圃場によって異なる。たとえば、A 試験場の圃場試験においてキャベツのコナガの要防除水準を株あたり 1 個体であると算出できたとしよう。しかし、この値は季節、天候、周辺からの新たなコナガ成虫の侵入状況、天敵の活動状況、等々、さまざまな要因により、農家のそれぞれの圃場においてはほとんど意味のないものとなる。A 試験場の要防除水準はあくまで参考値であり、(要防除水準の正規分布が成立すると仮定すれば) 分布の中心である要防除水準平均値からの偏りがどの程度なのか、全くわからない。一方、信頼できる平均値と標準偏差を求めるためには、要防除水準を少なくとも 10 か所以上で算出する必要があるが、労力的にまず無理であり、また、きわめて大きな標準偏差が予想されることから、農家のそれぞれの圃場においてはほとんど意味がないという点で、結局のところ、圃場試験によって要防除水準の平均値を求めることはあまり有用とは思えない。

そこで、著者らは平均的な要防除水準を算出するために、圃場試験とは逆の試みを行っている。病虫害防除所の発生予察調査に基づいた注意報の発表が『要防除水準に達した状態』と考え、過去の注意報発表時のデータを再検討し、フィードバック的に平均値ないし適正値を栽培ステージごとに求める方法である(久保田ら, 2007)。日本の各都道府県の発生予察調査データは膨大であり、これを活用すると圃場試験より効率的に要防除水準の適正値を求めることができ、その結果、より精度の高い注意報や警報を発令することも可能になると思われる。ついでながら、著者らは注意報発表による影響の検証も試みており、残念ながら農薬流通の構造上の問題により明瞭な結果は得られなかったが、少なくとも農薬商の盆休暇直前の注意報発表が不適切であることは明らかになった(辻野ら, 2007)。現時点ではあまり活用されているとは言えないが、他国にはない各都道府県の金鉾のごとき価値のある発生予察調査データの積極的な検証は今後大いになされるべきであろう。

さて、本稿の以上全てから、指導員や農家は自分自身の地域、地区、圃場の自分自身の作物について自分自身で要防除水準を設定するほうが得策であり、またそれが可能であると理解されたのではないか。武器の一助として、ルーペの活用、地図カルテ、天敵カルテ(天敵カルテシステム)を提示したが、まだ見出されていない武器も多くあると思われる。なお、『要防除水準』は圃場における病虫害・雑草発生密度の平均値である必要はない。対象とする病虫害・雑草が圃場内でいつも最初に発生する地点、場所をつきとめ(農家は作業中にぼんやりと把握していることが多いが、地図カルテによって明瞭になる)、その地点、場所における発生密度の最大値であっても全くさしつかえない。むしろ、地図カルテ法を活用する場合、そのほうが効率的、実効的であろう。指導員、農家は自分自身の地域、地区、圃場、作物に合った『要防除水準』を常識にとらわれずに編み出してほしい。なお、そうなってはじめて、各都道府県(および参考として隣接府県)による予察情報、注意報、警報を非常に効果的に利用できるようになる。本来、各都道府県ならびに農林水産省としてはそれを期待したいところである。

引用文献、引用サイト

- 岸 國平(編)(1998) 日本植物病害大事典. 1,271 pp. 全農協.
- 久保田知美・阪本周作・岡田清嗣・柴尾 学・田中 寛(2007) 注意報を基にしたナスのすすかび病とミカンキイロアザミウマの要防除水準の推定. 関西病虫研報 (49): 106.
- 日本応用動物昆虫学会(編)(2006) 農林有害動物・昆虫名鑑. 387 pp. 日本応用動物昆虫学会.
- 田中 寛・市野康之・根来淳一・西田真子(2001) ミツバ害虫の総合的防除の試み. 今月の農業 45(11): 56-60.

田中 寛 (2002) 国際協力事業団短期派遣専門家業務完了報告書 (フィリピン国農協強化を通じた農民所得向上計画プロジェクト, 5 pp. 国際協力事業団, 著者のサイト (*11) に掲載.

田中 寛・柴尾 学 (2003) トマトサビダニ, 植物防疫 57: 402-405.

田中 寛・梅澤 類・南 市郎 (2006) ソルゴー囲い込み栽培による露地ナスの減農薬害虫管理, 園芸新知識タキイ最前線 1(1): 35-36.

天敵カルテ企画幹事会・農業研究センター研究情報部 (編) (2000) 天敵カルテ ― 天敵を利用した IPM 普及のための統合支援システム, 93 pp. 農業研究センター研究情報部. (天敵 Wiki に掲載する必要がある).

辻野 護・内藤重之・田中 寛 (2007) 病害虫発生予察注意報発表による影響の検証, 関西病虫研報 (49): 93-95.

- *1: 東京大学植物医科学研究室サイト.
<http://papilio.ab.a.u-tokyo.ac.jp/cps/>
- *2: 日本医師会サイト, 日医ニュース 1,064 号, データは 2004 年 12 月 31 日現在 (04/12/31, 以下同様).
<http://www.med.or.jp/nichinews/n1801051.html>
- *3: 厚生労働省サイト, 就業保健師・助産師・看護師・准看護師数, 04/12/31.
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/eisei/04/kekka1.html>
- *4: 日本医師会サイト, 日本医師会会員数調査, 05/12/01.
<http://www.med.or.jp/jma/gaiyou/mem17.html>
- *5: UMIN (University Hospital Medical Information Network) サイト, 日本医学会会員数, 07/01/24.
<http://center.umin.ac.jp/gakkai/gakkai/2006/A00219.htm>
- *6: 国立科学博物館サイト, 日本産生物種数調査, 02/12/31.
<http://research2.kahaku.go.jp/ujssb/search?KINGDOM=Plantae>
- *7: 農林中金総合研究所サイト, 山里善彦, 農林金融 2002 年 8 月号: 568-569.
<http://www.nochuri.co.jp/report/pdf/n0208mov.pdf>
- *8: 日本農学会サイト, 日本農学会加盟学協会一覧, 07/06/03 (掲載データ).
<http://www.ajass.jp/societies.html>
- *9: 天敵カルテ
<http://www.tenteki.org/>
- *10: 天敵 Wiki
<http://wiki.tenteki.org/>
- *11: 田中 寛ビジネスページ
<http://homepage2.nifty.com/hiroshi-habikino/>

果樹における農家自身で判断できる予察技術の開発と普及の重要性

佐賀県果樹試験場 井手 洋 一

1. はじめに

病虫害防除の効率化を図るうえで発生予察は非常に重要であり、各都道府県では病虫害防除所が中心となり発生予察に関する業務が行われている。私も新採で入庁してから3年間、佐賀県植物病虫害防除所（現在佐賀県農業技術防除センター）で果樹病虫害の発生予察に関する仕事をさせていただいた。県内各地の果樹園を何日もかけて病虫害の発生状況を調査し、巡回調査の結果に気象情報を加味して、発生予察情報という形で生産現場に情報を提示していた。

一方で、実家が果樹と米の複合経営を行っている農家でもあることから、病虫害防除所で情報を発信する立場にある傍ら、情報提供を受ける末端のユーザーであるという両方の立場にあり、自分が発信する情報が本当に生産現場で役立っているかどうか常に気になっていた。

カメムシ類の越冬量調査や、予察灯による誘殺消長調査については、現場での防除指導や生産者のカメムシに防除に対する気持ちを引き締めるうえで大いに役立っていたように思う。巡回調査結果の現況報告についても、現況把握という意味ではフィードバックできていたと思う。ただ、その現況データに流動的な気象予報を加味しただけの発生予察情報については、農家自身が的確な防除行動を起こすための判断材料としては乏しいことにもどかしさを感じていた。

また、以前は共同防除が各地域で行われていたが、兼業化、JA 部会からの脱退等、個々人の経営スタイルの違いが影響し、現在ではどの樹種でも個々人または個別の経営体による個人防除にシフトしているのが現状である。このような現状から、一律の情報提供のみでなく、個々人が自ら防除要否を判断できる技術の必要性を強く感じていた。あわせて、防除の手遅れが農家経営に直結してしまうのにかかわらず、巡回調査結果から、情報が生産者に伝わるまでにタイムラグがあることについても疑問を感じていたところである（slide 1）。

佐賀県果樹試験場では、以前から生産現場での病虫害防除の問題点を改善するための技術について、様々

農家自身で判断できる予察技術の必要性

Slide 1

- 個人防除が主体となった。
- 巡回調査→予察情報等による情報提供では対応が遅れる
- 果樹では要防除水準が低く、目に見えてからの対応では手遅れ！



カンキツそうか病



ミカンサビダニ



カンキツ黒点病



ナシ黒点病

な角度から問題点を指摘するとともに、新しい防除技術の開発に取り組んできた。今回は、農家自身が自ら防除要否を判断できる技術について、いくつかの成果を紹介したい。

2. 薬剤の残効に応じた防除体系と防除適期判定雨量計の開発

カンキツ黒点病，カンキツ黒点病，ミカンサビダニ，ナシ黒星病等のように，果樹では外観を損ねるコストメツィック病害虫を防除対象としていることがほとんどで，病斑が1個もないような果実を生産するために防除が行われているのが現状である。さらに，要防除水準も低いことから，病斑が目に見えるようになってからの対応では手遅れとなるものがほとんどである。このため，目に見えない段階での確な基準に基づいて防除を行う必要がある。

カンキツ黒点病では，薬剤の残効や耐雨性に関する研究が昭和40年代～50年代にかけて行われ，カンキツ黒点病防除剤として広く用いられるマンゼブ剤やマンネブ剤は，降雨とともに薬剤の防除効果が減衰することが明らかになった（小野，1981；山本，1991）。その当時に得られた多くの試験研究の成果をもとに，薬剤散布間隔の目安として，薬剤散布後の累積降雨量を指標とした防除体系の概念が提唱された。以前は小泉らが作成したカンキツ黒点病防除用シミュレーションモデルが一部のJAで実用化されていたが，現在は簡便化され，佐賀県果樹試験場で提唱したポリ容器にロートを付けただけの非常にシンプルな「防除適期判定雨量計」が広く用いられるようになった（slide2）。

この雨量計がカンキツ農家で普及しはじめて10年以上が経過している。最近ではナシでも薬剤の耐雨性に関するデータを提示しながら（井手，2004），薬剤の耐雨性に基づいた防除体系を推奨している。その結果，ナシ農家でもこの雨量計が少しずつ普及を拡大している（井手・田代，2005）。指導機関等による情報提供を待たなくても，農家が自分自身で確かかつ迅速に防除要否を判断できることが，普及につながったと思われる。また，調査方法が簡便であることも，普及を後押ししたようで，今後も，このような簡便な発生予察器具の開発および普及が望まれるところである。

また，マンゼブ剤についてカンキツ褐色腐敗病（田代・井手，2004）とカキ炭疽病（井手・田代，2001）を用いて実験を行った結果，一定の累積降雨量であっても，1回あたりの連続降雨時間が長いほど防除効果

防除適期判定雨量計

Slide 2



カンキツ黒点病用
3,000円
赤・黄・青で散布時期を知らせる



格安タイプ
1,000円

が速やかに減衰することが明らかになった。現在は累積降雨量を防除の指標としているが、研究がさらにすすみ、降雨時間を測定できる簡易な機器が開発できれば、防除はさらに効率的で確実なものになるものと思われる。

3. 病害の発生状況に応じた防除要否の判定法

イネのトビイロウンカでは地域や時期によって異なるが、1株当たり5頭等の要防除水準が定められており、ミカンハダニでは寄生葉数30%（古橋，2004）を要防除水準として定め、現場の指導でもこれらの指標が取り入れられていることが多い。害虫では農家自身の目に見えはじめてからの防除で十分に対応できることが多いことから、このような防除要否の判定法で十分に対応できる。

病害の発生状況に応じて薬剤散布の有無を選択することは非常に重要で、要防除水準というものが重要であることが述べられているにもかかわらず、目に見えない病害虫を対象にすること、要防除水準がきわめて低いこと等から、実現できていないケースが多い。指導に関する文書上にも残念ながら、「病害虫の発生に応じて薬剤散布の回数を加減する等」と抽象的な文書で終わるケースが多い。

カンキツそうか病については、越冬伝染源量が新葉における防除効果に強く影響することから、「県の防除のてびき」には、「越冬葉が園内に1枚も認められない場合は展葉初期の防除を省くことができる」と記している。

また、このような判断基準がナシ黒星病でも設けることができることが最近の研究で明らかになった。ナシ黒星病は葉に生じた病斑が伝染源となり、果実が急速に肥大する6月下旬～7月上旬頃に感染しやすくなるため、この時期に効果の高いDMI剤を散布することが重要であることが知られている。そこで、黒星病の葉での発生状況に応じて薬剤散布回数を異にした試験区を設けた結果、葉での病斑がまったくみられない園ではDMI剤を6月下旬に1回散布するだけで高い防除効果が得られるが、病斑が認められる場合は1回散布のみでは効果不十分で、7月上旬にも追加散布することで高い防除効果が得られることが明らかになった（slide 3）。

Slide 3

ナシ黒星病 6月中旬時点での葉での発病の有無が その後の殺菌剤散布の有無と果実での発病に及ぼす影響

葉での発病が‘ない(-)’園

試験区	薬剤散布		収穫期の発病果率(%)					
	1回目散布 (6下～7上)	2回目散布 (14日後)	2004年 (葉0%)		2005年 (葉0%)		2006年 (葉0%)	
スコア水和剤10	○	○	0.0	N.S	0.0	N.S	0.0	N.S
	○	—	0.3		0.0		0.5	
無散布	—	—	2.4		0.0		0.0	

注) 6月下旬時点での葉での発病葉率: 2004年0%, 2005年0%, 2006年0%





二次伝染

葉での発病が‘ある(+)'園

試験区	薬剤散布		収穫期の発病果率(%)					
	1回目散布 (6下～7上)	2回目散布 (14日後)	2004年 (葉1.3%)		2005年 (葉0.9%)		2006年 (葉4.0%)	
スコア水和剤10	○	○	0.8	*	0.0	N.S	0.0	*
	○	—	4.0		0.5		3.5	
無散布	—	—	16.8		10.0		9.0	

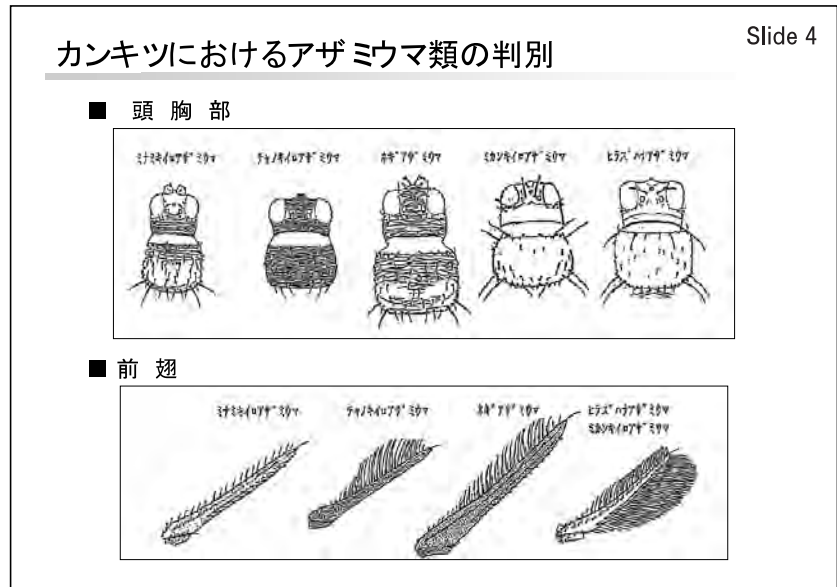
注) 6月下旬時点での葉での発病葉率: 2004年1.3%, 2005年0.9%, 2006年4.0%



高精度な発生予察機を用いてシミュレーション化することも重要であるが、病虫害の発生量や発生時期を予測したとしても防除の有無を判断するための材料として十分に利活用できるとはいえない。また、先にも述べたように個人防除が主流となっている現状の中、事象を単純化させ、個々の農家が自ら発生予察できる簡便な予察技術、防除の有無を判断する技術の普及は非常に重要であると考えている。

4. ハウスミカンにおける粘着シートの利用

佐賀県は全国一のハウスミカン産地であり、4月～8月にかけて約12,000t（16年産）の果実が全国に向けて出荷されている。ハウスミカンで最も問題となっているのが、アザミウマ類の防除である。そのため、アザミウマ類の初期発生を把握するとともに、アザミウマ類の種類によって薬剤を選択することから、粘着シートを利用した発生予察が広く普及している。



当初は一部の篤農家で行われていただけに留まっていたが、当試験場で毎年実施している重要課題検討会にハウスミカンのアザミウマ類対策を2001年（平成13年）に取り上げ、農家を対象に、粘着トラップを使った発生予察とアザミウマ類の種類によって薬剤を選択することの重要性を強調したことから、この発生予察技術が急速に広まるようになった。普及センターやJAの技術員とも連携をとり、判別方法をある程度習得してもらうことで普及は拡大した（slide 4）。

5. まとめ

冒頭にも述べたように、農家が自分自身で予察できる技術の開発と普及は、重要なことであり、私たち植物防疫に関わる者については、単に薬剤の評価試験や生態調査、遺伝子に関わる研究、巡回調査による現況把握にとどまらず、常に「現場の問題点を改善しよう」という意識を持って業務に取り組むべきではないだろうか。

植物防疫に関わる者が、あまり手取り足取りやりすぎると現場が考えなくなるという考え方の方もいらっしゃるようであるが、現場の事を考えない植物防疫関係者を育成するだけであり、このような考え方はあまり好きではない。

生産現場と十分な対話を図りながら、発生予察法の技術に限らず、よりよい技術の開発と普及、植物防疫行政の発展に取り組んでいくべきではないだろうか。

引用文献

- 古橋嘉一（2004）. カキ炭疽病防除剤の効果におよぼす降雨量および連続降雨の影響. 農業総覧 原色 病虫害診断防除編 (5 果樹 — カンキツ・リンゴ). 農文協 67:135-142.
- 井手洋一・田代暢哉・衛藤友紀（2001）. カキ炭疽病防除剤の効果におよぼす降雨量および連続降雨の影響. 日植病報 67:221（講要）.
- 井手洋一・田代暢哉（2004）. ナシ炭疽病の効率的な防除体系の確立を目的とした各種殺菌剤の耐雨性, 残効性および病原菌接種後の散布による発病抑止性の評価. 日植病報 70:1-6.
- 井手洋一・田代暢哉（2005）. ナシにおける EBC の概念に基づいた減農薬の実践. 植物防疫 59:53-59.
- 那波邦彦（2000）. 総合防除の考え方と実際 イネ・害虫・山陽. 農業総覧 病虫害防除・資材編 (1 普通作物 — イネ・ムギ・マメ). 農文協 1:29-40.
- 小野公夫（1981）. 殺菌剤の効果試験(2) 降雨と薬剤の流亡. 九病虫研会報 27:57-60.
- 貞松光男（1977）. 温州ミカンそうか病の発生と葉上における薬剤散布の動態に関する研究. 佐賀果試研報 1:1-80.
- 菖蒲信一郎（2000）. 総合防除の考え方と実際 イネ・害虫・北九州. 農業総覧 病虫害防除・資材編 (1 普通作物 — イネ・ムギ・マメ). 農文協 1:41-50.
- 田代暢哉・井手洋一・納富麻子（2004）. カンキツ褐色腐敗病防除薬剤の耐雨性および降雨条件が防除効果におよぼす影響. 日植病報 70:254-255（講要）.
- 山本省二（1991）. カンキツ黒点病およびそばかす病の生態と防除に関する研究. 和歌山果園試特報 1: pp 33-51.

土着天敵を温存した園芸作物の減農薬害虫防除技術

埼玉県農林総合研究センター 根本 久

はじめに

現在、世界の国々では、生産活動に ①生産者の安全、②生産物の安全、③環境の安全といった3つの安全を要求するようになってきた。作物生産の場面では、「総合的有害生物管理 (IPM)」のシステムを発達させて、これに対応している。埼玉県では「有機100倍運動」を実施し、平成7年を基準に、平成22年までに農薬や化学肥料の使用量を50%以上削減することを目指している。その中では、天敵、フェロモンの利用、土着天敵と選択性殺虫剤の組合せやバンカー植物の利用、光反射マルチや黄色光による害虫忌避等の方法は大きな柱になっている。

1. 土着天敵を温存した害虫防除

IPM (Integrated Pest Management) は、1.「病虫害及び雑草を予防するシステム」、2.「観察し意志決定を行うシステム」、3.「直接的な防除法の実施」の3つの分野からなる(図1)。この中では、「予防」や「観察」は特に重要で、表1は世界作物保護連盟が推奨する露地栽培での例である。「予防」の中に「病虫害雑草の対抗生物の働きを増強」すなわち、天敵の生息環境管理が含まれている。今回、土着天敵を積極的に利用するための、農薬の影響を回避手法や天敵の生息環境管理手法について紹介する。

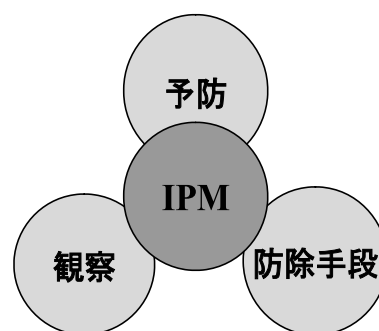


図1 IPMを構成する3つの要素
(根本, 2003)

天敵の活動を高める生物学を基盤としたIPM (biologically-based IPM) は、ほ場の植生管理や生態毒性など、農薬のリスクを減らすシステムとして近年世界で盛んに研究が進められている。ほ場の管理法としては、ほ場境界部への天敵温存植生の設置、ほ場内の天敵増殖植生の設置、薬剤の土着天敵への影響を考慮に入れた薬剤使用、薬剤散布の削減等がある。ほ場境界部の天敵温存植生やヘッジロウは、ゴミムシやクモ類などの捕食者がそこで越冬したり、春にそこからほ場に再定着したりする。天敵の生息地の配置は、害虫個体群を低密度で小さい変動幅に制御する可能性を高める。そのため、欧米では休耕地(セット・アサイド)に花を植栽したり、野菜と花をストライプ状に配置したりしている。

2. 露地野菜栽培での土着天敵を温存した害虫防除

(1) 殺虫剤を散布して害虫が増えるリサージェンス

害虫を防除するために農薬を散布すると、害虫が散布前よりもかえって増加したり、農薬を散布しない無処理区よりも多くなる場合がある。こうした現象をRipper (1956) はリサージェンスと呼んで、リサージェンスの起きる害虫のタイプを2つに分けた。一つは防除対象害虫のリサージェンス、他の一つは密度が低く普段は問題とならない害虫のリサージェンスである。後者は「二次的異常発生」とも呼ばれる。一般に、農

薬を処理して害虫が増えてしまう場合の原因としては、農薬が天敵を排除してしまうことによって起こることが多い。Ripper はリサージェンスの原因として、① 天敵の減少、② 農薬が食植性害虫に有利な影響を与える場合、及び、③ 競争種の除去を挙げた。②はさらに、a. 農薬が害虫の産卵数を増やすなど、直接害虫に有利に作用する場合と、b. 植物の状態が変わって間接的に作用し産卵数が増えてしまうような場合に分けた。

図2の事例は、カリフラワーに非選択性（皆殺しタイプ）の殺虫剤であるメソミル水和剤を頻繁に散布して、コナガが異常発生した例である。メソミルによるコナガのリサージェンスは、クモなどの土着天敵の排除と産卵数の増加が原因であった。クモなどの徘徊性捕食者はコナガの有力な個体数減少要因であるが（図3）、クモ類はメソミルにはとても弱い。キャベツ畑などに普通に見られるウツキコモリグモのメソミルへの LC_{50} 値は 10 ppm 付近にある。コナガのメソミルへの LC_{50} 値は、4 齢幼虫の浸漬処理で 7,500 ppm、メソミルを処理したキャベツ葉を 3 齢幼虫に摂食させた場合は約 2 万 ppm であった。

メソミルの使用濃度は 50 ppm であり、コモリグモはメソミル剤で簡単に死んでしまう反面、コナガはほとんど影響されない。また、この薬剤は直接コナガに作用して産卵数を増やす事も分った。天敵の減少とコナガの薬剤感受性の低下はコナガのリサージェンスを説明する上で特に重要である。このように、リサージェンスは皆殺しタイプの殺虫剤を使用して有力な天敵を殺してしまい、かつ、殺虫剤が害虫に効果がない場合に起こる事が多い。

3. 土着天敵を温存した害虫防除の実際

(1) アブラナ科野菜

1) 土着天敵を温存したリサージェンスの回避法

コナガの薬剤抵抗性を心配して出来るだけ薬剤散布をしないように心がけても、アオムシやアブラムシを防除しなければ減収となる。キャベツのアオムシやアブラムシは殺虫剤で容易に防除できるが、それらを防除するために皆殺しタイプの殺虫剤を散布するとクモも殺してしまい、コナガが多発生するというジレンマに陥ることになる。薬剤のみに頼る防除法では、コナガの殺虫剤抵抗性の発達や天敵の減少によるリサージェンスを招くことが多い。解決策としては、これらの害虫対策に天敵を温存しながら種々発生する害虫を防除する方法がある。すなわち、狙った害虫以外の生物に対する影響が少ない殺虫剤、残効性の短い殺虫剤

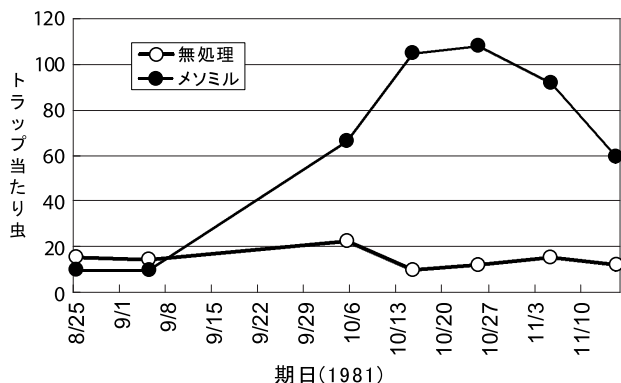


図2 メソミル処理によるコナガのリサージェンス誘導

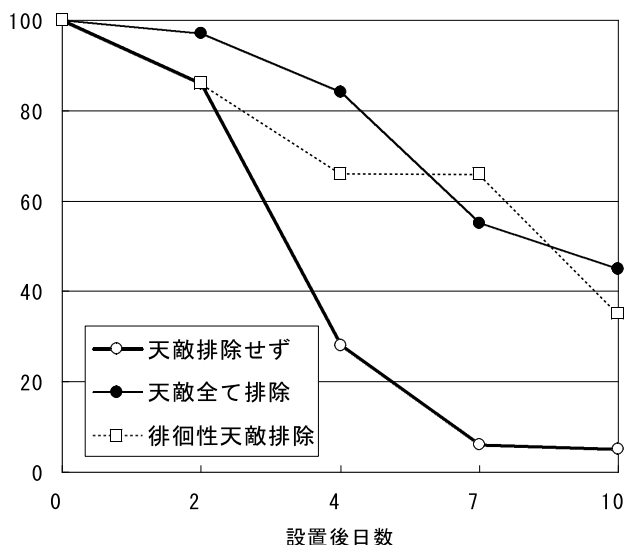


図3 コナガ減少への天敵の役割

表2 天敵を温存したキャベツの薬剤防除

薬剤の処理時期	薬剤の処理量または倍率	
定植時	ベンフラカルブ粒剤またはアセフェート粒剤	1g/株
3～4週間後	テフルベンズロン乳剤*	2000倍液
前回2週間後	エマメクチン安息香酸塩乳剤	2000倍液
3～4週間後	テフルベンズロン乳剤*	2000倍液
前回2週間後	エマメクチン安息香酸塩乳剤	2000倍液

* 他の IGR 剤に代えても良い。

* アブラムシ発生時にはアセタミプリド水溶液 2000 倍液を散布する。

や粒剤等を利用した方法である（表2）。

一般に粒剤は散布剤と比較して、① 薬剤が天敵に直接ふれる機会が少ない、② 生物相が比較的単純で天敵の力を期待しにくい植え付け直後の害虫の初期定着を防止できる、③ 定着直後は若齢期の害虫が多く薬剤の効果がやすい、などの利点がある。アブラムシやコナガの防除を狙う場合は、粒剤の処理

で、定植後3～4週間近く害虫からブロッコリーやキャベツを守ってくれる。定植後は、アオムシ、ヤガ類、コナガ、アブラムシ類などの多数の害虫が発生する。これらに対して、天敵に悪影響が少ない薬剤をローテーション散布すると、コナガの多発生を起こさずに（図4）、アブラムシやアオムシ等の害虫を防除することができる。クモへの影響が大きい皆殺しタイプの殺虫剤を散布すると、アブラムシやアオムシを良く防除できるものの、図4のようにコナガのリサージェンスを誘導してしまう。

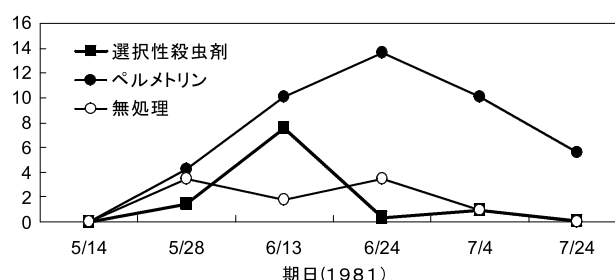


図4 選択性殺虫剤を用いたコナガの防除

2) 天敵温存法の支援システム

天敵を温存した方法では、適用する畑に天敵がいる事が条件になる。しかし、6月下旬から7月の時期はコナガの発生個体数と比較して天敵が少ない場合があり、天敵と選択性薬剤の力だけではコナガの被害が出てしまうことがある。その対策として、バンカー植物の利用や抵抗性品種も利用できる。

コナガ個体群密度を少くできる品種は『1号』（タキイ）、『新星』（トウホク）、『YR 錦秋』（増田採種場）、『YR 藍宝』（日本農林社）などである。これらの品種と選択性殺虫剤を組み合わせると、『新星』はコナガの生息数及び病害虫被害が少なく収量も多かった。しかし、この抵抗性は万全ではなく、天敵に影響が強い薬剤を使用するとコナガがかえって多発した。また、無農薬ではアオムシの被害を防ぐことができない。

第3表 各キャベツ品種と被害

品 種 名	種苗会社	定植期*	収 穫 期*	収 量	害虫被害
一 号	タキイ種苗	12～3月	6～7月	○	○－△
新 星	東北種苗	4月	6～7月	○	○
YR 錦 秋	増田採種場	3～4月	6～7月	△	○－△
YR 藍 宝	日本農林社	4月	6～7月	○	○－△
中早生三号	サカタの種	3～4月	6～7月上旬	△	△－×
金 系 201	サカタの種	3～4月	6～7月上旬	○－△	△

* 中間地

い。そのため、『新星』は選択性殺虫剤と併用した時に最も効果を発揮できると考えられた。

(2) ナ ス

1) 天敵を殺さずに殺虫剤を利用する方法

作物が異なると発生する害虫と天敵の種類が異なるので、使用する薬剤の選択性の中身はキャベツの場合とは異なる。ネオニコチル系の散布剤はヒメハナカメムシ等の天敵に影響があるため、ここでは使えない。ところが、ネオニコチル系であっても粒剤は天敵へ影響が少ないばかりでなく、定植時に処理するとワタアブラムシ、モモアカアブラムシ、ミナミキイロアザミウマの発生を3カ月以上も抑制できる。これは、粒剤の効果がなくなる頃にヒメハナカメムシが発生し、アブラムシやアザミウマの発生を押さえるためである。しかし、これらの系統の薬剤を使用すると、ハダニのリサージェンスが起こる場合がある。メリットとデメリットを比較すると、メリットの方が大きいと判断される。そのため、ネオニコチル系粒剤等を使う時には、ハダニの対策が必要である。しかし、使用する薬剤は、ヒメハナカメムシ類に影響が少ない種類のものではないといけない。幸い露地ナスにはエマメクチン安息香酸塩乳剤、ミルベメクチン乳剤、酸化フェンブタスズ水和剤などヒメハナカメムシやクモ類への影響が少ない薬剤があるので、これを組み合わせることができる。

2) バンカープランツの利用

ほ場の天敵相を豊かにする手法として、天敵相の餌資源の管理が重要である。地上徘徊性捕食動物管理のための beetles bank, バンカー植物 (banker plant), 天敵に花粉や蜜を供給する昆虫増殖植栽 (insectary plantings) の設置はその例である。慣行栽培では夏期以降にハスモンヨトウやオオタバコガの被害も問題になるが、有機ナス栽培ほ場や減農薬ほ場ではほとんど問題にならない。この原因として、孵化直後の幼虫に対するクモ類が重要である。ナスほ場周辺を障壁作物又は防風ネットで囲うとハスモンヨトウの産卵を抑制でき、クモ類等の天敵類又はそれらの餌生物の飛散防止にもなっていると考えられる。夏期以降に発生するチャノホコリダニの天敵としてカブリダニ類が有力である。カブリダニを増やす方法として、定植時に大麦を畝間に播種しリビングマルチとしたところ、大麦のリビングマルチ設置区ではチャノホコリダニの被害が少なかった。このように、地表面を裸にしないことは重要かもしれない。これとは別に、カブリダニが増えやすい環境として、ナスのベット表面への敷きワラマルチは有力であった。

3) 薬剤処理等の実際

露地ナス栽培の畑では、捕食性のヒメハナカメムシ、テントウムシ、クモ、クサカゲロウ、ヒラタアブ、ショクガタマバエ等が観察される。中でもヒメハナカメムシはアザミウマやアブラムシの重要な天敵である。

定植前：過剰な防除は必要としない。ハダニやチャノホコリダニに対してはオサダン水和剤等、アブラムシには除虫菊乳剤等の天敵に影響がないか影響期間が短い剤を散布する。

定植以降：薬剤の処理手順は第4表に示すとおり、定植時にイミダクロプリドなどのネオニコチル系粒剤を植え穴処理する。その後は、月に1度の割合で天敵類に影響の少ないダニ剤を散布する。エマメクチン安息香酸塩乳剤はチャノホコリダニ、ハスモンヨトウやオオタバコガ対策にもなる。害虫の発生が少ない場合は散布間隔を若干長くしても良い。ハスモンヨトウやオオタバコガの対策としては、デントコーンやソルゴー等の障壁作物の配置も重要である。

第4表 露地ナスにおける薬剤の処理手順

処 理 時 期	薬 剤 名	処理量または希釈倍数
定植時(5月上旬定植)	イミダクロプリド粒剤	1 g/株
6月中旬	エマメクチン安息香酸塩乳剤	2000 倍液
7月中旬	ミルベメクチン水和剤*	2000 倍液
8月中旬	エマメクチン安息香酸塩乳剤	2000 倍液
9月中旬	ミルベメクチン水和剤*	2000 倍液

* 酸化フェンブタスズ水和剤 1500 倍液に変更可能

天敵に影響の少ない散布剤とネオニコチル系粒剤等の組み合わせは、粒剤の長所を生かし欠点を補うことができる防除法である。この防除体系では、天敵に対する影響を考慮しない従来の方法よりも、薬剤の使用回数を1/2～1/4と大幅に減らす事が可能である。ここで注意しなければならないことは、この防除システムはヒメハナカメムシなどの天敵の力を生かすことによって発揮されるので、天敵温存型防除では天敵に影響が大きい有機リン剤や合成ピレスロイド剤の使用は止めた方がいい。また、ここで使用したダニ剤もハダニに対する抵抗性の発達問題があるので同一薬剤の使用は年1～2回とすることはもちろん、他の病害虫防除に使用する薬剤も天敵に影響が少ない薬剤とする必要がある。

参 考 文 献

根本 久(2003)天敵利用で農薬半減, 農文協.

Ruberson, J. R., H. Nemoto, Y. Hirose, 1998, Pesticides and Conservation of Natural Enemies, In "Con-servation Biological Control" ed. by P. Barbosa, Academic Press, pp. 207-220.