

ミニ特集：IPMのさらなる普及・推進に向けて

宮崎県におけるICMの推進

宮崎県農政水産部 黒木修一

はじめに

近年、化学合成農薬による防除効果が安定しない難防除病害虫による農産物への被害は次第に大きくなっており、その対策には多様な手段を組合せることが必要になってきている。また、消費者の食の安全・安心に対する意識の高まりや、化学合成農薬使用者本人の健康への不安に対する回答の一つとして、さらには農産物価格の低迷などを打破する経営的な方策として、化学合成農薬の使用回数を削減しようとする取り組みが増えてきている。

このような課題に対して、宮崎県では総合的病害虫防除技術（以下、総合防除とする）の面的な普及を図り、ある程度の成果を上げている。しかし、新奇の難防除病害虫の発生は常に懸念され、既存の難防除病害虫に対しても、今よりもさらに効率的で効果的な防除を実施できる体制を整える必要がある。それには、年齢・経験・技量・経営的背景等が異なる様々な農業者全員が取り組める技術を、確実に普及させていくことが急務である。

ここでは、宮崎県の病害虫防除技術に対する考え方や、技術を普及していくうえで必要な情報の整理や伝達法、技術の改善点等について、生物農薬の普及手法を中心に紹介する。

I 宮崎県での生物農薬利用の考え方

実際に病害虫を防除するとき、薬剤などの病害虫防除技術だけで確実な防除効果を得られることは少ない。適正施肥や適正かん水、適正な圃場環境管理や整枝剪定法等が欠落すれば、草勢・樹勢の低下から、結果として病害虫防除は難しくなる。つまり、安定した防除効果を得るためには生物農薬などの病害虫防除技術を個別に農業者に紹介するのではなく、あくまでも一連の栽培技術体系のうちの一つのパーツとして普及を図っていく必要がある。また、総合防除（Integrated pest management：IPM）というソフトウエアは、総合的作物管理法（Integrated crop management：ICM）というさらに大き

なものになるが、これはむしろ栽培技術や経営を中心に考える農業者にとって理解しやすく、取り組みやすいものとなり、面的な普及が期待できると考える。したがって宮崎県では、病害虫防除技術を適正栽培という基礎技術の上にある総合的作物管理（ICM）の一つのパーツとして栽培技術と連動させて普及を図っている。

具体的には、個別技術を段階的に普及していく方法をとっている。これは、作付前の土壌診断と適正施肥、栽培期間中に行う作物体内窒素濃度のリアルタイム診断（図-1）、適正かん水、施設内の換気や変温管理等の適正な栽培管理を基本としたうえで、微生物殺菌剤の使用をステップ1、昆虫寄生菌製剤などの微生物殺虫剤の使用をステップ2、天敵の使用をステップ3とするものである（図-2）。その結果、生物農薬については、ステップ1にあたるバチルス・ズブチルス製剤などの微生物殺菌剤とステップ2にあたる昆虫寄生菌製剤の使用技術は、施設園芸作物全般に普及し、現在では野菜類に限らず多くの作物で日常的に使われている。

段階的に技術導入を図るのは、単純に防除効果を安定化するためだけでなく、普及手法としての意図がある。複数の様々な手段を組合せて一つの体系的防除にくみ上げていく「考え方」を、技術の実施者である農業者や技術指導に携わる関係者に理解しやすく、かつ取り組みやすくするためである。それにより、将来の総合防除にパーツとして組み入れる個別技術が別の技術に置き換わっても、問題なく対応することが可能となる。

（1）まず、微生物殺菌剤を使用することで殺菌剤の使用を減らし、昆虫寄生菌製剤や天敵に対する殺菌剤の影響を低減させる。また、微生物という化学合成農薬ではない資材の特徴を知ってもらい、慣れてもらう。

（2）次に、昆虫寄生菌製剤を使用する。トマトのコナジラミ類など、天敵の利用が必須でない害虫が防除の主対象である場合は、ここまでの技術導入で十分なことも多い。一般に天敵を利用している作物でも、「昆虫寄生菌製剤を上手に使えばここまでの技術で十分だ」とする農業者がいれば、それはそれでよしとして、その農業者に天敵利用技術の指導は行わない。また、さらに天敵を使用する農業者にとっては、昆虫寄生菌製剤を使用することで殺虫剤の使用を減らし、天敵の活動を阻害する

Promotion of Integrated Crop Management (ICM) in Miyazaki Prefecture. By Shuichi KUROGI

(キーワード：リアルタイム診断，総合的作物管理，総合的病害虫管理，普及手法，生物農薬)

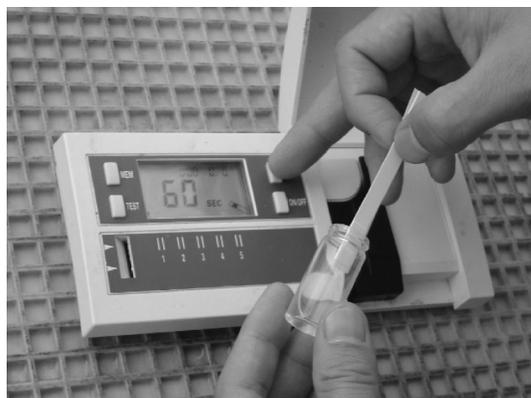


図-1 RQ フレックス®を用いた植物内室素診断

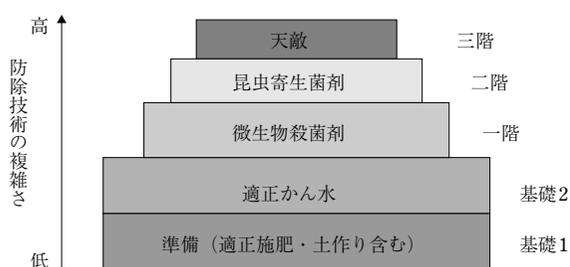


図-2 宮崎方式段階的普及法の概念図

ような事故を減らすことができる。

(3) 昆虫寄生菌剤までの使用で、十分な防除効果が得られない場合は、各種の天敵を使用する。ただし、天敵は微生物と比較して、同時に使用する化学合成農薬などの影響を強く受けやすい。そのため、農薬の知識を豊富に持つか、微生物や物理的資材等を駆使して化学合成農薬の使用量を減らしたうえで、天敵を使用することが前提である。

また、市販の天敵剤の多くは露地作では使用できないため、露地作では土着天敵を活用する手法を組合せることになる。

天敵を必ず使わないとダメということはなく、ステップ(1)～(3)のいずれでも、その農業者が実施できる技術まで取り組み、防除効果が十分であると判断するまでの技術を導入してもらうことにしている。

II 技術普及に必要な「者の変化」

各都道府県の普及指導員が行う普及活動では、「者の変化(しゃのへんか)」という農業者の「気づき」と「行動の変化」を重視する。農業者が新しい技術に取り

組もうとする変化の前には「気づき」という認識の変化が起きる。総合防除を普及するうえで、最初に必要な「気づき」とは、総合防除に使用する微生物農薬をはじめとした個別の農薬や資材が有効なものであると理解することである。そのためには、総合防除や個別の技術が有効であることを見聞きし、体験してもらうことが重要である。

しかし、成功事例を参考に、見様見真似で一気に天敵利用に取り組んだ結果、満足できない結果となっている事例が多くある。さらに、その様子を見た周囲の農業者が総合防除に取り組むことに二の足を踏み、結果として技術が面的に普及することを停滞させてしまう例を以前はよく目にしていた。大きなソフトウェアである総合防除全体を有効なものとして見聞きすることはあっても、実行できるまで「者」が変化することはなかなか難しい。

いろいろな情報によって、総合防除に対して難しい印象を持ったり、新たに取り組むことに不安を感じている農業者は少なくない。しかし、総合防除から一歩引いていた農業者にとっても、微生物農薬は従来使用してきた化学合成農薬に近い使用法であるため感覚的に理解しやすい。微生物農薬は、化学合成農薬との近接使用や混用をしてはならない場合もあるが、天敵ほど敏感ではない。たとえ併用した剤により強い悪影響があったとしても、天敵ほど高価ではないため、再度の使用が容易である。このような点から、まず微生物農薬を使用することが総合防除に取り組む第一歩となり、「者の変化」が生まれる環境につながる。

生物農薬を使用するときは、併用する農薬について十分に勉強していくことや、病害虫を観察することが推奨されることが多い。しかし、これは完全に無理ではないが、平均年齢が60歳に達している本県の農業専従者にとってはハードルが高い。また、今まで行ってきた化学合成農薬の使用を「悪」なもの、生物農薬の使用を含む総合防除は「善」なものとして、対立的に表現されることがあり、総合防除の中に化学合成農薬が組み込まれることが、総合防除全体のバランスを崩すという印象を与えている事例がある。天敵利用がうまくいかないと同時に、同時に使用した農薬の影響をまず指摘することがその例の一つである。これは事実かもしれないが、農業者に生物農薬を使用することに対する強い不安を与える結果にもなっている。

このような中で、微生物農薬の使用を推進するために、単独の使用ではなく、むしろ今まで使用してきた化学合成農薬との混用・併用を推奨するようにしている。それにより、総合防除は今まで自分が行ってきた技術と

対立的な技術ではなく、その延長であり、誰でも今の技術を大きく変えることなく取り組むことができるという認識をもってもらうことができる。これが、本県で総合防除が認知され、面的に普及するために必要であった「気づき」であり、段階的技術導入、特に微生物農薬はこの「者の変化」をもたらす格好の道具である。

III 技術の到達目標

総合防除は、栽培条件などによって使用する個別の技術を柔軟に選択して組み立てることができる自由度が高い技術であるが、一方で多様であり複雑である。情報の取り扱いを間違えると、意図している結果が得られない技術になってしまう。さらにいえば、当初から95%の成功しか期待できない技術を「普及」として紹介していくということは、防除の失敗により負債を抱えることになる農業者が5%発生することを許容するという意味である。これは県の普及指導機関としては容認できない。技術を紹介する立場としては、最先端技術であるよりも、高い安定性を持った技術であることが重要である。このため、研究開発の段階では必要がない信頼性設計に基づく手順や資材を、フェールセーフやフォールトトレラントシステムとして普及の段階で組み入れていくことになる。技術に取り組む農業者が「目標とした成功レベル」に100%到達することが想定できるほど、技術の安定性が高い技術を紹介することが絶対の条件である。

その一方で、総合防除を構成する個々の技術は、いずれも単独の使用で効果が実感できるとは限らず、特に生物農薬は化学合成農薬とは違った考え方で利用すべきものである。個別に利用したとき実感できない防除効果を、「組合せて使用したら防除効果が実感できる」と説明し、間違いがないように理解してもらう必要がある。

年齢・経験・技量が異なり、目標も同じではない様々な農業者に、総合防除を確実に普及するには、技術全体を理解してもらうことが必要である。ただし、一気に理解してもらうことは難しいので、まずは危険を避けながら個別の技術に慣れてもらい、将来に柔軟な対応ができるようになってもらうことが重要である。このため、本県の総合防除の普及には、使用する生物農薬のスペックなどを強調するよりも、総合防除への取り組みによって農業者が自ら考えて判断できるようになるプロセスを組み込んでいる。

IV ソフトウェアのハードウェア化

総合的病害虫防除技術は、防虫ネット、化学合成農薬、天敵等、単独では十分な効果を得られないハードウェア

を組合せるソフトウェアであり、個別技術の組合せは、極論すれば圃場の数だけ存在する。また、先述したような様々な論点・課題を背景にして取り組まれる技術であるため、農業者個々の目標が達成されればよく、統一した正解のようなものはない。

ソフトウェアは自由度が高いことから産地でのアレンジが可能で、産地にあった技術が提供できるが、ソフトウェアを組み立てる現地の担当者の技量が大きく影響する。しかし、害虫の防除を得意とする専門家が必ずしも病害防除を得意とするものではなく、その逆も然りである。高度な病害虫防除法を組み立てられる専門家は意外に少ない。加えて、土壤肥料や栽培管理を同時に指導できる技術者は、さらに少なくないと推定される。どのようなレベルの総合防除法を普及するかという目標設定にもよるが、高度なソフトウェアの開発ができる地域は限られていると考えられる。

この問題を解決する方策の一つとして、ソフトウェアをハードウェア化することが考えられる。新規の機材・資材の開発・導入には法律上の調整や、導入時の経費が発生する。また、開発と普及を一気に行える機材・資材は限られるが、条件が整えば技術を一気かつ容易に普及することも可能である。

V 活用する隙間の技術と機材・資材

微生物や天敵は「常にそこにいる」ことで防除効果が得られるものである。この概念を理解するうえで重要な機材がある。ボトキラー水と薬剤[®]を自動的に送風ダクト

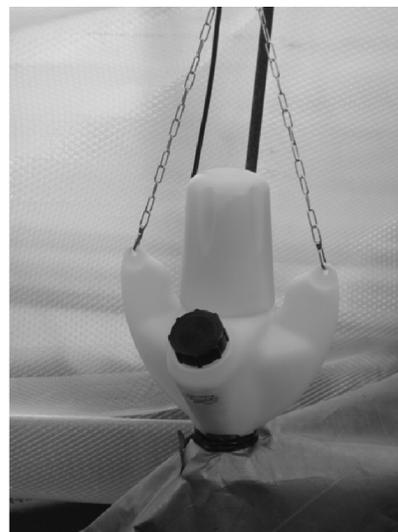


図-3 パチルス・ズブチルス製剤ダクト投入機「きつつき君[®]」

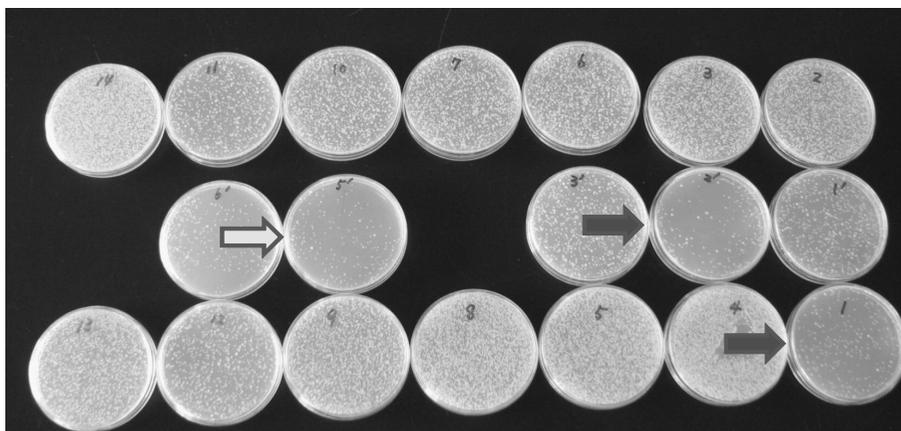


図-4 バチルス・ズブチルス製剤を用いた「寒だまり」の確認
矢印のシャーレがあった部分には風が届いていない。

に投入する機械「きつつき君[®]」(図-3)である。ポトキラー水和剤[®]のダクト投入は、ただ単にダクトに製剤を投入するだけではあるが、農業者は多忙で毎日できるとは限らない。この機械を使うことによって、毎日ダクト散布することが可能になり、「少量でもずっと投入され続けること」が体験できることになる。研究的には必要なく、人によっては無駄に思える隙間の機械であるが、教育的効果が高く、普及のための「気づき」には有効な機械である。のみならず、本県では700台を超える「きつつき君」が野菜、果樹、花きで導入されていることを考えると、純粋に防除効果の安定化のために重要な機械でもある。

ポトキラー水和剤[®]のダクト散布には、もう一つ大きなメリットがある。菌を培養する市販のシャーレを温風暖房機のある栽培施設内に置くことで、温風が来ないいわゆる「寒だまり」を見つけることができる(図-4)。また、本来見えない菌を見せることで、自分の施設内環境を知るうえで重要な「気づき」が得られる。微生物への理解が深まるだけでなく、「寒だまり」の解消は燃油高騰対策にもなる。このように、新しい技術に取り組むとき、病虫害防除効果以外にもプラスワンの利益があることは、総合防除の最初の一步を踏み出そうとしている農業者に対して大きな「動機付け」になる。なお、飛散を調査するシャーレは、少数であれば、農業改良普及センターで作成することも可能であるが、基本的に本県内のJA各店舗で予約購入ができる体制を整えている。

一方、天敵を使用する際に使用する紙コップがある(図-5)。国内で販売されているボトル製剤とは別に、海外のカブリダニ製剤には小袋製剤があり、各社から販



図-5 天敵用の専用紙コップ

売されている。現在のところ、このような小袋製剤は国内で販売されていないため、専用の紙コップをアリスライフサイエンス株式会社と出光興産株式会社の協賛を得て、JA宮崎経済連が市販している。本県では、クメリスカブリダニやスワルスキーカブリダニを放飼するときに使用するだけでなく、タイリクヒメハナカメムシ等を放飼するときのプラットフォームとして使用することを推奨している。天敵を使う場合に、同時に使用する農薬の影響を受けることがあるが、この紙コップは一種の隠れ家となり、特にカブリダニ類は一時的に強い薬剤の影響を受けたとしても密度が回復しやすい。天敵の使用時に影響のある剤を誤って使用したときにも有効である。この紙コップも先述した「きつつき君[®]」と同様に、絶対に必要なものではないが、防除効果を安定化し、天敵に慣れていない農業者が農薬の誤使用により事故を起こす危険性を低減することができる。

おわりに

このような考え方を盛り込んで、マニュアルを作成・配布している。内容が防除だけにとどまらないことから、題名を「総合的作物管理体系 (ICM) マニュアル」とし、施肥リアルタイム診断法編・微生物防除編・天敵製剤編・土着天敵編の各技術シリーズの最後に、普及指導方法編を作成している。このマニュアルは農業改良普

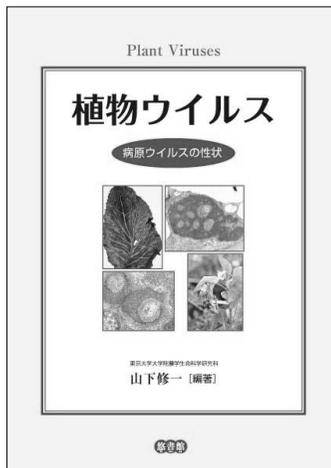
及事業に携わる普及職員はダウンロードすることができる (EK-SYSTEM : <https://www.ek-system.ne.jp/>)。

宮崎県の ICM の推進にあたっては、使用する生物農業の能力もさることながら、栽培全体から見たバランスを優先している。また、推進のプロセスは普及手法から決定している。ICM の取り組みにより収量や品質が向上する JA 生産部会や産地が現れ始めており、今後とも各技術を連携した取り組みを推進していく予定である。

書評

植物ウイルス
—病原ウイルスの性状—
山下修一編著

A5 判, 312 頁, カラー口絵 16 頁, 12,600 円 (税込)
悠書館 (2011 年 5 月 26 日発行)
(ISBN978-4-903487-47-2)



山下修一先生のご著書「植物ウイルス—病原ウイルスの性状」を拝見して、まず第一に類書に比べてこれは大きな違いだなと思った点を取り上げてみよう。第一点は、巻頭 14 ページにびっしりと満載された 106 枚の植物ウイルス病の被害写真である。一枚一枚はやや小さいが、十分病状を知ることができ、その豊富さは本書を活用しようとする読者をびっくりさせる価値十分であろう。びっくりさせるだけでなく、診断をしなくては

提供してくれるはずである。細菌や糸状菌による病害と違って、ウイルスによる病害のときはルーペや顕微鏡は役立たず、まず頼りにするのは茎や葉、花などに現れる病徴だからである。その点でこの 106 枚は本書の価値を高める大きなポイントになるはずである。第二点はこれも写真だが、64 ページ以降 247 ページまでの第二編の中にのせられている 150 枚を超えるウイルス粒子あるいはそれらの存在様式を示す各種の見事な写真である。これらについては著者自身が序文の中で述べておられるように、いまは亡き元東大教授土居養二先生の遺品ともいべき品々で、この中の多くの写真は、私自身も含め年齢の多い植物病理関係のかたがたにとっては、かつての学会での講演発表の光景を偲ぶよすがともなる見事な写真たちである。この写真のかなりの部分はまた若き日の著者山下氏の努力の作品でもあるに違いない。植物ウイルスの研究にとって、現在ではその形態を電顕で確かめることにはそれほど多くの価値は認められていないが、それは先人達がこうして多くのウイルス粒子の形態を明らかにしてくれているからであることを忘れるべきでないであろう。第三の点は、日本に存在し現に各地で被害を与えつつある植物ウイルス病すべてについて、短いコメントとともに正確な数字を以ってその性質を活写している各論の部分である。そこには必ず選び抜かれた引用文献が付されており、これがまた若い研究者たちにとっては何よりの参考資料となるに違いない。

現今の多くの読者は、コンピューターの扱いに習熟し、植物ウイルスに関しても他の各種の情報を瞬時に PC 上で獲得できる状況にあるので、敢えて書物に頼る必要がないかもしれないが、以上あげた 3 点だけは本が手元になければなかなかまとめて入手できないものである。その意味で多くの研究者、技術者が是非手元に置いて活用されることをお勧めしておきたい。それからもう一点、これは編著者である山下先生と出版社の責任者の方にお勧めしたいことであるが、この本は是非英訳して英文で出版し、世界とくに東南アジアの国々の人たちが活用できるように考えていただきたいと強く思った次第である。

(日本植物病理学会名誉会員 岸 國平)