

平成15年度

第9回

農作物病害虫防除フォーラム 講演要旨

於：農林水産省講堂

平成15年6月4日

農林水産省生産局植物防疫課
植物防疫全国協議会

第9回農作物病虫害防除フォーラム開催要領

農林水産省植物防疫課
植物防疫全国協議会

1. 開催趣旨

昨今の残留農薬問題、無登録農薬の使用問題等により、病虫害防除に使用される農薬に対する消費者の関心が高まり、農薬が必要な理由や使用農薬の種類や散布回数が産地毎に異なる理由等、農薬の使用に関する疑問が提起される場面が多くなっている。

これまでの病虫害防除においては、病虫害の発生状況に応じた適切な防除を実施すべく、病虫害発生予察、防除技術等の情報を生産者及び防除関係者に提供し防除指導を行ってきたところであるが、今日の病虫害防除においては、更に、消費者ニーズにも配慮した防除指導が重要となっており、農薬使用に関する産地での取組み等について検討が必要となってきた。

このような状況に鑑み、生産者、流通業者、消費者のそれぞれが病虫害防除について、その実態を相互に理解し協力できる体制作りをテーマとし、今後の病虫害防除のあり方等に関して検討することとする。

2. 開催日時

平成15年6月4日(水) 14:00～17:00

3. 開催場所

農林水産省講堂（本館7階）

4. 参集範囲

都道府県、地方農政局、独立行政法人、中央民間団体、農薬企業及び農業者団体

5. 講演議題

(1) 「環境保全型農業と農薬活用方法」

独立行政法人農業技術研究機構中央農業総合研究センター

耕地環境部畑雑草研究室長 與 語 靖 洋

(2) 「市場流通の現状と課題」

東京青果株式会社営業管理部長 川 口 勤

(3) 「新しい病虫害管理の概念：EBC（Evidence Based Control）による 薬剤散布回数を低減した防除体系の構築」

佐賀県果樹試験場病虫害研究室長 田 代 暢 哉

(4) 総合討論

目 次

I. 「環境保全型農業と農薬活用方法」	1
独立行政法人農業技術研究機構中央農業総合研究センター	
耕地環境部畑雑草研究室長 與 語 靖 洋	
II. 「市場流通の現状と課題」	10
東京青果株式会社営業管理部長 川 口 勤	
III. 「新しい病虫害管理の概念：EBC（Evidence Based Control）による 薬剤散布回数を低減した防除体系の構築」	13
佐賀県果樹試験場病虫害研究室長 田 代 暢 哉	

環境保全型農業と農薬活用法

独立行政法人農業技術研究機構
中央農業総合研究センター
耕地環境部・畑雑草研究室
室長 與語 靖洋

はじめに

一昨年から「無登録農薬」問題が新聞紙上を賑わし、本年 3 月 10 日には農薬取締法が改正され、使用者責任も問われることになった。その他にも臭化メチル全廃、ダイオキシン残留、環境ホルモン等、農薬に関連する課題が数多く存在し、国内農産物に対して消費者やマスコミから不安や批判の声が上がっている。それらに対する対策として「環境保全型農業」や「農作物のトレーサビリティ（農家の顔が見える農作物）」が存在し、「減農薬」や「無農薬」はそこにおける重要なキーワードである。

一方、農薬、ここでは化学農薬の安全性については、世の中に出て僅か半世紀の間に、人体や環境に対する安全性が飛躍的に向上した。中でも日本の農薬登録制度は世界で最も科学的かつ厳格であり、農薬の使用基準を遵守していれば、農作物および環境への安全性は確保されていると考えられる。

ここでは環境保全型農業と農薬の関連性についてその安全性も含めて概括する。

1. 環境保全型農業とは？

1-1. 定義

環境保全型農業には後述する様々な定義がある。環境「保全型」農業を環境「保護型」農業と誤解している方がいる。もしも本当に自然環境を保護したいのであれば農業自体、さらには人間の文化的活動を全廃すべきであり、伝統的棚田ですら人間による環境破壊行為の一つと考える。

環境保全型農業とは「人間の利益と環境保護のバランスが取れた農業」である。人間の利益については個人や社会の価値観に大きく依存するが、一般的には「安価・美味・栄養・安定供給」であろう。一方、環境保護については「一時的負の影響」だけでなく大きく取り上げられているが、上記バランスを保つためには「回復性」や「持続性」の概念を導入することが大切である。簡単に言えば、夕立が降っただけでも農業生態系は大きく変化するが、その後回復し元の状態に戻るということである。現在の環境保全型農業の特徴は負の影響を与える物質を化学農薬、化学肥料、家畜排泄物や重金属等に限定していることであるが、これらにも「回復性」の概念を導入すべきである。

以下（次ページ）に環境保全型農業に関連した用語について簡単な説明をする。

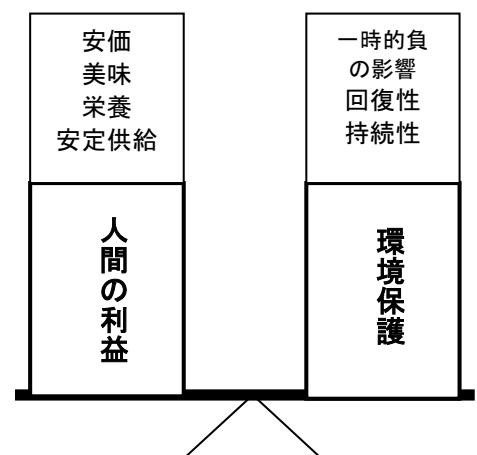


図 1. 環境保全型農業の概念図

- 持続型農業（持続可能農業・持続的農業）：環境保全型農業とほぼ同義（U S A）。環境にやさしい（Environment Friendly）農業も同様。
- 低投入持続型農業（LISA：Low Input Sustainable Agriculture）：1985 年U S A農業法で紹介。1990 年農業法で「低投入」削除。粗放的農業もほぼ同義。
- 代替農業（Alternative Agriculture）：本の題名（全米研究協議会・農業委員会、1989 年）。環境負荷を与えらると思われる全ての技術に対する代替。環境保全型農業とほぼ同義。
- 有機農業（Organic Farming）：化学肥料のかわりに有機肥料を用いた農業。
- 無農薬栽培・減農薬栽培や無化学肥料栽培・減化学肥料栽培：文字通り環境保全型農業の技術目標。クリーン農業（北海道）も同義。
- 精密農業（Precision Farming）：地域・場面对応型農業。肥料や農薬の使用量の合理的削減。
- 自然農法（Natural Farming）：自然の生態系を利用した生産技術体系。
- 環境共生型農業：新語。環境保全型農業と同義。

1-2. 日本における環境保全型農業

日本における環境保全型農業の取り組みは生産者や自治体が先行して実施してきた。農林水産省では「新しい食料・農業・農村政策の方向」（1992 年）に基づき、「環境保全型農業推進本部」（1994 年）が設置され、新農業政策の 1 つの柱として位置づけられた。さらに有機農産物の表示について「有機農産物及び特別栽培農産物に係る表示ガイドライン」を制定（1992 年）し、その後改正 JAS 法を定め、有機農産物及び有機農産物加工食品の JAS 規格制度を導入した（表 1）。

表 1. 表示区分別農薬・化学肥料の使用について

	肥料		農薬	
	化学肥料	天然系肥料	化学合成農薬	天然系農薬
有機農産物	×	○	×	○
転換期間中有機農産物	×	○	×	○
無農薬栽培農産物	○	○	×	×
無化学肥料栽培農産物	×	○	○	○
減農薬栽培農産物	○	○	5 割以下	○
減化学肥料栽培農産物	5 割以下	○	○	○

2. 環境保全型農業の目的

2-1. 生産者の目的

環境保全型農業を実践した結果生産された農作物は、「安心」「高い栄養」「おいしい」という付加価値をつけることができる。この付加価値は消費者から高品質（ブランド商品）と評価され、結果として高価格で販売できる。

一方、農作物も一種の商品であるので、需要に対して供給過剰になれば価格低下のリスクは予想され、例えば有機農産物も例外ではない。その際、

$$(\text{生産者価格} - \text{生産コスト}) \times \text{生産量} >> \text{農業経営コスト}$$

が農業で生計を立てている農家にとっては必須である。

ちなみにヨーロッパ諸国では、環境保全型農業を実践することで多額の補償金を出している国もある。具体的には農薬をまったく使わないことでその地域における地下水の安全性を確保するとか、各種植物を混植してモデル生態系を作り、虫や鳥たちが生活できる場を提供するなどである。そこにおける目的は国の審査を通過することである。

2-3. 人や環境に対する安全性

人に対する安全性とは、基本的に食品と飲料水の安全性であり、環境に対する安全性とは環境保全であるが、全く切り離して考えることはできない。日本の農業を見た場合、環境保全で最も大きい問題は家畜糞尿処理、次いで土壌浸食であり、農薬問題はそれらに比べて小さいと考える。

現在日本は飼料の 7 割が輸入に頼っており、その家畜糞尿の排出量は年間約 1 億トンである。畜産地帯における飼料作物畑におけるスラリー処理を見ると納得がいく数値である。人に対しては硝酸態窒素の地下水等への浸透による井戸水等飲料水の汚染問題であり、環境に対しては河川や湖沼の富栄養化である。飼料作物自体も含めて外来（帰化）雑草の侵入源としても問題である。

水田農業が耕地面積の半分を占める日本では土壌浸食はあまり目立たない。しかし、沖縄において土壌流亡が珊瑚の成育に影響を与える話はご存知であろう。北海道での春先の風食も知られている。欧米やアフリカの畑作地帯では土壌が水や風で削れたりすることもよくある。特に大陸性気候の乾燥地やモンスーン気候でも焼畑農業により森林を伐採した跡の土壌浸食量は、国レベルで年間数十トンはある、決して半端な量ではない。

農薬においては、作物に残留または飲料水中に混入する農薬の量と毒性である。前者は新聞で ppm、ppb、ppt 等記載されているのでよく耳に思うと思うが、後者についてはあまり知られていない。

農薬は「毒」といわれるが、全くそのとおりである。その詳細については後述する。しかし、科学的知見として、「すべての物質は毒であり、毒でないものは何もなく、量が毒と薬を区別するのである。」ということが既に 15 世紀に提唱されており、現代科学の常識となっている。すなわち化学物質のリスク評価に応用すると以下ようになる。結果として「ゼロリスクはあり得ない。」ことがわかる。

リスク＝毒性×（暴露量・方法・期間）

特に環境保全に注目すると、「宇宙船地球号」の考え方を導入すれば、「水、エネルギー、食料等宇宙船（地球）の物は全て有限であり、人間が知恵を絞って対策を講じない限り、徐々に枯渇する。」ことが大前提である。しかし一方で、化石燃料に代表されるように人類はこれまで資源枯渇を考慮に入れない文化を中心に発展し続けてきた。今後は限りある資源を物質循環に組み込んだ人間活動を営む技術を開発し、自然生態系をこれ以上破壊せず、維持・回復ことが大切である。これが環境保全型農業の原点であるように思う。

3. 化学農薬と天然物の安全と安心

「安全」と「安心」という言葉がある。前者は科学的な言葉であり、後者は感性に基づく言葉である。農薬については使用から食品残留まで科学的に「安全」を検証し保障している。しかし残念ながら安全性をいくら検証してもリスクと同様に 100%「安全」を証明することは不可能である。一方、消費者の求めるものは「安心」であり、科学的に不可能な 100%「安全」を求め、そのことが社会的容認（PA：Public Acceptance）につながる。従って日本の農薬に対する安全性の水準がいくら高いといっても、現時点では消費者の安心を完全に満足させることは不可能であるので、それぞれの考え方だけで議論しても平行論になってしまうのである。

日本において、平成 12 年度の有効登録件数＝5309 件、登録有効成分数＝531 種類の農薬がある。そんなにあるということは、日本は農薬漬けであろうか。日本における農薬使用量をアメリカと比較すると金額ベース（水稻）で 14 倍ある（図 2）。環境保全の観点からは有効成分量で判断するのが妥当であるが、それでもアメリカの 3～4 倍と多い（図 3）。その理由として、1）モンスーン気候のため病害虫の発生量が多く発生期間も長い、2）集約農業を実践するため病害虫が発生しやすい、3）消費者や実需者の農作物の品質への要望が異常に高い、4）作目が日本とアメリカで異なる等が考えられる。

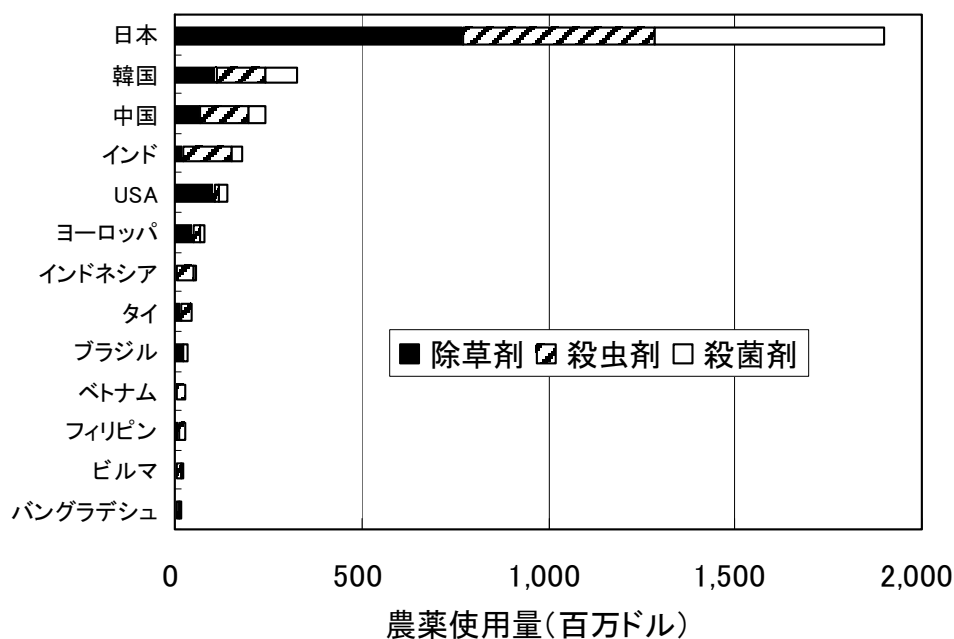


図2. 世界の稲における農薬使用量（金額、1994）
「農薬に対する誤解と偏見」、福田秀夫著、「今月の農業」編集室

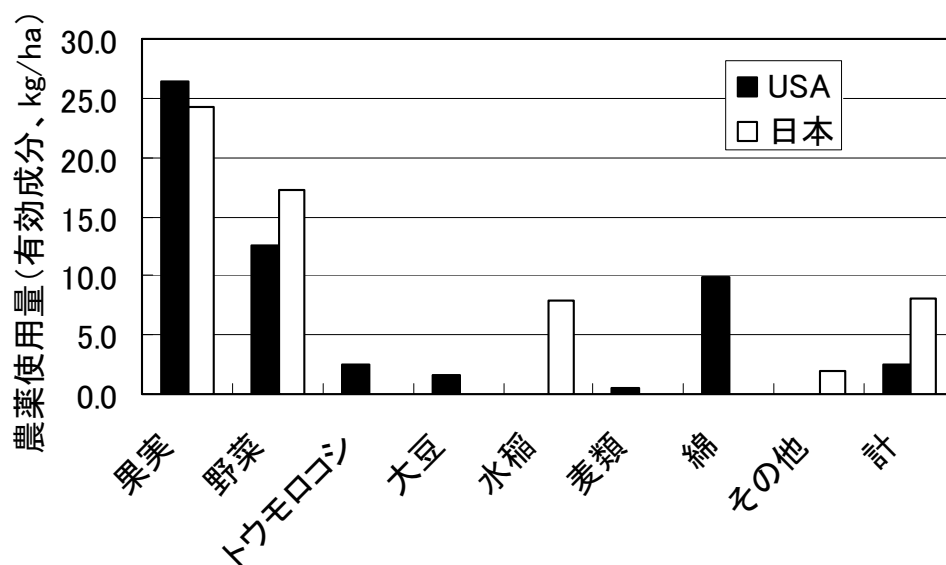


図3. アメリカおよび日本における農薬使用量状況（1973）
農林水産省植物防疫課調べ、「農薬に対する誤解と偏見」福田秀夫著、「今月の農業」編集室

3-1. 農薬の安全性

1950年代、有機合成農薬が世の中に出始めたころの農薬の要件は、労力削減、収量の向上・品質の安定等、農業上の利点だけであった。その後の農薬の普及に伴い人体への悪影響や環境負荷が顕在化してきて、四半世紀前から農薬メーカーにおける農薬開発にこれらに対する対策が取り込まれてきた。現在日本では、農薬登録に際して表2に示すように28項目に及ぶ毒性データが必要である。また個々の農薬に対して3年ごとに登録要件を見直すことが求められている。現在その項目は未だに増える方向にあり、1つの薬剤に毒性試験だけでも億単位の費用を費やすことになる。大変なのはそれだけの費用を費やしてもその中のたった一つでも超えられないハードルがあれば、農薬登録できないことである。

表 2. 農薬登録に必要な試験項目

項 目	備 考
1. 有効成分の分析方法	G L P (Good Laboratory Practice)、公定分析法
2. 物理的・化学的性状	分子量、構造式、水や各種溶媒への溶解度、LogP、蒸気圧、性状等
3. 農薬成分	原体の物性、製造法、不純物、製剤の組成など
4. 安全性評価関係	●毒性に関する試験成績 急性経口毒性、急性経皮毒性、急性吸入毒性、皮膚刺激性、眼刺激性、皮膚感作性、急性神経毒性、急性遅発性神経毒性、90 日間反復経口投与毒性、21 日間反復経皮投与毒性、90 日間反復吸入毒性、反復経口投与神経毒性、28 日間反復投与遅発性神経毒性、1 年間反復経口投与毒性、発ガン性、繁殖毒性、催奇形性、変異原性（復帰突然変異、染色体異常、小核）、生体機能への影響、動物体内運命、植物体内運命、土壌中運命、水中運命、水産動植物への影響（魚類急性毒性、ミジンコ類急性遊泳阻害、藻類生長阻害）、水産動植物以外の有用生物への影響、有効成分の性状・安定性・分解性、水質汚濁性 ●残留性に関する試験成績 農作物等への残留性、土壌への残留性、水中残留性
5. 薬効、薬害	薬効、適用作物に対する薬害、周辺作物への薬害、後作物への影響
6. 有用動植物に対する影響	蚕、みつばち等
7. 魚毒性	魚介類に対する影響

それらのデータを元に、人間が健康上のリスクを伴わずに生涯にわたり毎日摂取することができる食品中残留農薬の一日許容摂取量（ADI： A cceptable Daily Intake、mg/kg 体重で表し、100～1000 の安全係数で除したもの）を求める。その後残留基準値（A）を決めて、それに作物ごとに 1 日に摂取する量（フードファクター：F）を掛け、その総和が ADI に 50 を掛けた値（体重を 50kg と想定）を超えないことが個々の農薬に求められる。その際洗浄や調理・加工による残留農薬の減少は考慮しないという厳しさである。その他にも農薬使用にあたっての各種判断基準があり、登録されている農薬は使用基準を遵守している限りにおいて、使用者から消費者や自然環境に至るまで科学的に安全性が高い水準で確保されていると考えてよい。

$$\Sigma (Aa \times Fa + Ab \times Fb + Ac \times Fc \cdots) < ADI \times 50$$

なお A は残留基準値、a、b、c は各作物

3-2. 天然物の安全性

一般に「天然物は安全・安心である。」と考えられている。今「特定農薬」が話題になっているが、病害虫・雑草防除または作物の成長調整を目的として使われている天然物素材を利用した各種資材は農薬登録に必要な毒性試験は実施されていない。またその成分が明らかにされていない場合も多い。例え天然物でも未知への不安はないであろうか。農薬や医薬品に登録されている以外の天然物の「安全」を論じる場合、豊富な経験に裏打ちされているものの、毒性に関する情報が少なすぎる。

変異原性試験法の発明者エイムズ博士は「農薬様毒性物質の 99% は天然物である。」と述べている。実際、天然物の急性経口毒性には農薬と同程度またはむしろ高いものもある（図 4）。最近の農薬、特に除草剤では、LD₅₀ は 10⁴ mg/kg を超え、砂糖と同程度またはそれよりも低い毒性のものが大半を占める。また食品中にも天然物として、発癌物質がかなりの量（ppm レベル）含まれているのも事実である（表 3）。

このように考えてくると、全く同じ病虫害・雑草防除効果を持ち適用作物も同じ場合、天然物と農薬のどちらを選択するのが環境保全型農業としてよいかについて現場の農家で結論を出すのは難しいかもしれない。

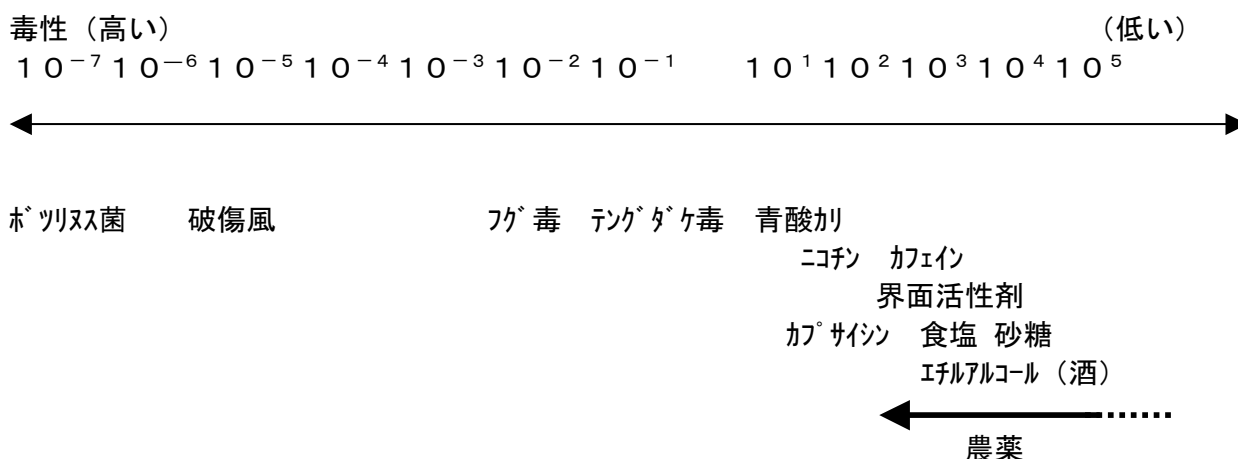


図4. 農薬と身の回りにある化学物質の急性経口毒性 (LD₅₀, mg/kg)

表3. 食品中に存在する動物に対する発癌性物質（天然物）と含有量

食品名	発癌物質	濃度 (ppm)
パセリ、セロリ	5-、8-メトキシソラレン	1～30
マッシュルーム	ヒドラジノ安息香酸	10～40
キャベツ・カリフラワーなど	イソチオシアネート（シニグリン）	10～70000
ジュース（果汁）・胡椒	リモンエン	30～8000
バジル・ジャスミン茶・蜂蜜	酢酸ベンジル	10～200
果物・野菜・香草など	カフェー酸（クロロゲン酸）	50～1000<

ここで無登録農薬について簡単に述べる。結論を先に言えば、農薬取締法改正にかかわらず経営面を長期的に考えれば使わないほうが賢いと思う。昨今、輸入中国野菜だけでなく日本において使用されている無登録農薬の報道が農業場面で耐えない。農薬の管理については農薬登録制度と食品衛生法によって法的規制がなされている。その他にも作物・食品流通場面における残留農薬検査をJAや生協等が自主的検査をしている。ジェネリック品を含む無登録農薬を使わないほうがよい理由は、使えば別の作物や近隣農家等、登録農薬を使った農作物に対しても厳しい目が向けられ、自治体レベルでの信頼を危険性があるからである。またジェネリック品なら中身は同じと考えがちだが、製造過程が異なるため少量の副産物については無登録農薬では何の補償もない。過去に無作為に混入した微量の毒性物質が原因で販売を断念した農薬もある。

4. 農薬の合理的活用法

最初に結論を言うと、現代日本社会において農薬を合理的に利用した農業は環境保全型農業に欠かすことの出来ない存在であると思う。

少し難しい話になるが、農業に限らず限定された地域において一方向からのストレスや同じ環境が維持されれば、それに適応した種内変異を含む生物による生態系が形成される。農薬におけるその代表例は農薬抵抗性病害虫・雑草問題である。その対策として化学農薬を使用する場合は、

対象病害虫・雑草に対して効果のある有効成分で作用性の違うものをローテーションして使う、またはそれらを複数含んだ混合剤を使うと抵抗性は発現しにくいとされている。

化学農薬だけでなく、天然物や生物農薬、自然農法でも同じことを特定の圃場に続ければ必ず上記のことが起こる可能性は否定できない。すなわち一つの圃場において、化学農薬を含むできるだけ多くの栽培方法や環境を組み合わせることが環境保全型農業であり、化学農薬というだけでその手段として排除すべきではない。

4-1. 3 T（適剤・適期・適量）

上記毒性の情報から化学農薬は安全、即ち人間・環境と防除対象生物との間に高い選択性があるから、過剰施用も許されるという結論にはならないし、また決してすべきではない。当然のことであるが、農薬の本来の目的に対し、適剤を適期・適量散布することが基本である。そのことが、人間・環境に対する安全性を確保するために重要であり、また経済的・労働力の負担軽減になる。基本的考え方について適量を例にして図5に示した。すなわち量が多すぎれば環境負荷を増大させるだけでなく、薬害の危険性が高まる。一方、少なすぎれば効果が十分発揮できず、作物の収量や品質の低下を招く。安定収量・高品質を維持するには適量があるということであり、そのことによりベネフィット・リスクを最大限にすることができる。ほかの例であるが、天然物であるポリフェノール類は活性酸素の働きを抑えることで動脈硬化等を防ぐことで知られている。しかし、酸化すると酵素失活等の原因物質になるといわれている。多分どんな化学物質も少なすぎれば何も起こらず、多すぎれば何か悪影響が及ぶと考えるのが妥当であろう。

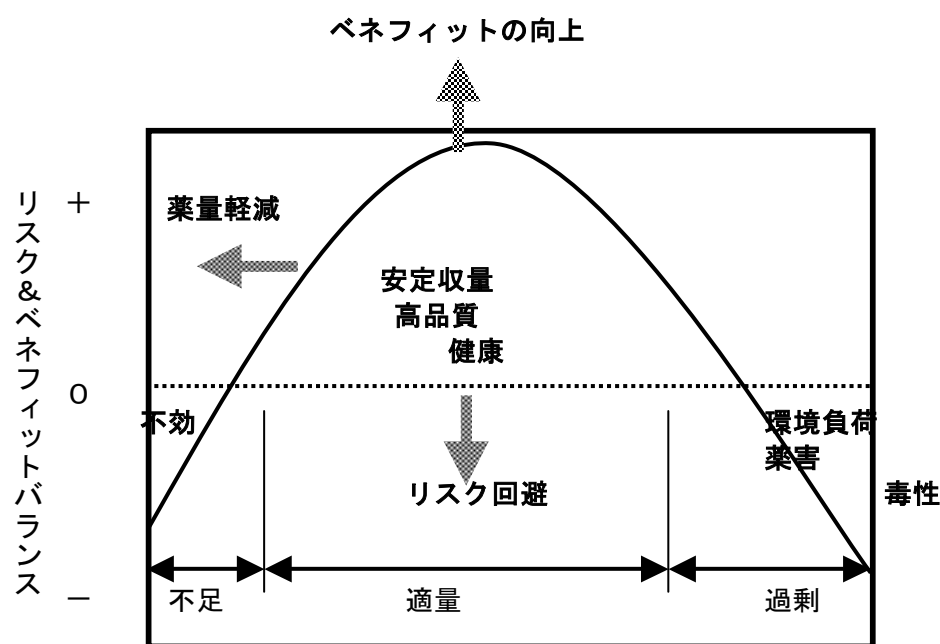


図5. リスク&ベネフィットバランス

人間や環境に対する安全性の高い農薬を用いるとか、上記3 Tにより農薬の投下量を低減することも大切であるが、農薬の圃場からの系外流出を防ぐことも忘れてはならない。いくら安全な農薬を使っても、河川や湖沼から微量でも検出されれば、大問題に発展することもある。これに関する最近の技術としては、バイオリメディエーション（生物的修復）がある。簡単に言えば、農薬を素早く分解する菌を流出経路に生息させることである。具体的には、農薬分解菌を生息させた活性炭などを排水路に設置する。だがその前に例えば水田において除草剤処理後の止水管理をしっかりとすることが大切であり、そのことが農薬投下量の削減にもつながる。

また農薬は狭義では有効成分だけであるが、広義にとればラベルを含めた情報も農薬の一部である（表4）。農家の方はJAにある防除暦に頼りきりになるのではなく、病害虫雑草防除についてプロ意識を持ち、農薬のラベルに書かれていることもしっかりと把握するとともに、自分の圃

場の本年度の状況に最も適した3Tと処理方法（散布水量、散布圧力、ノズル（水滴の大きさ）、処理部位、一日の中の時間等）についてよく検討し、使用量低減に努めることが大切である。

表4. 農薬の構成

- (ア) 有効成分 : 殺草（抑草）活性を有する成分
- (イ) 製剤成分 : 展着剤、溶媒、増量剤など
- (ウ) 包装 : 分包（水溶性フィルム、WSB）、外装（パッケージ）
- (エ) 情報 : ラベル（使用基準、使用上の注意）、都道府県除草剤使用基準、宣伝（パンフレット）

4-2. 合理的農薬使用量削減

上記以外の合理的な農薬使用量削減方法について雑草防除を中心に示す。

第1に経済的・生物的要防除水準である。海外の方から日本の水田は綺麗過ぎるといわれる。確かにそのとおриと思う。「田綺麗」という文化は伝統的に大切ではあるが、経済的側面だけでなく生物的にもどこまで防除すべきかについて真剣に取り組む必要がある。雑草を考えた場合、収量や品質または収穫作業に影響しない草種や草量以下に抑えればよいのである。さらにいえば抑えなければならない時期だけしっかり防除できていれば充分である。しかし実際はちょうどよい程度、例えば90%の防除価に確実にすることは不可能に近い。多分70~100%程度のバラツキは覚悟する必要があるであろう。雑草は少しでも残すとそれが種子をつけて鼠算式に増える危険性があること等を考えると、今は100%防除を目指すのも仕方ないであろう。

第2に草生栽培である。積極的に雑草等の被覆植物を発生させるまたは播種してそれらを作物栽培の邪魔にならないように管理する方法である。具体的には無化学農薬技術としてのリビングマルチやデッドマルチがある。しかしこのように「草を持って草を制する」技術確立のためには、植物（作物－雑草）生態学の更なる発展が必要であろう。植物マルチ以外にもまたはそれらとの組み合わせる技術として、1980年代に提唱された「抑草剤」や除草剤も有効である。これらは近年具体的な製品としていくつか上市されている。

第3に新規除草剤開発である。遺伝子工学などの利用により植物生理生化学が飛躍的に発展した今日では、除草剤の作用機構研究も「解説」を中心とした追認的研究から「新規作用点探索」等の創造的研究へ移行できる可能性が高まってきた。新規作用点を見出すことは、抵抗性雑草の出現を抑えるだけでなく環境保全の観点からも重要である。また農薬の土壤環境中挙動を制御できる、または有効成分量を削減できる製剤開発も実現性が高い技術として期待される。

第4に育種である。これまでの育種目標は収量の時代から品質の時代へと変遷してきた。しかし一方で、そのため栽培環境を極端に「温室的」に維持することが求められている。農業の大規模化や環境保全型農業への移行を考えると、同一品種に対して播種・移植時期や地域が拡大することも想定される。これらに対応するために将来の育種目標は品質から栽培技術や環境へと移り変わっていくべきであろう。また病害虫・除草剤耐性の遺伝子組換え作物も将来的には農業発展に重要な技術として位置づけられるであろう。

おわりに

世間では環境保全型農業と農薬は相対するものとして位置づけられている。今後日本の農業を存続していくことを前提とした場合、ここで述べたように消費者の理解を求めながら、環境保全型農業と農薬の合理的利用を一体として考えるべきである。そのことが経済の合理性と農業の価値のギャップを埋めることに繋がり、真に未来を見据えた農業技術を発展させることができるであろう。そのためにも消費者、農業生産現場、行政、研究者が互いの立場を理解しあう努力をすることがますます重要になってくると考える。

参考資料

- 池田浩明：植調 29(5)、183-188、2000
- 梅津憲治・大川秀郎：「農業と環境から農薬を考える」、ソフトサイエンス社、pp141、1994
- 科学技術教育協会：生活の科学シリーズ 33 豊かな食生活・農薬の役割、pp72、1995
- 嘉田良平：「環境保全と持続型農業」、家の光協会、pp262、1990
- 嘉田良平：日本農薬学会誌 18(4)、S201-206、1993
- 嘉田良平：「全集世界の食料・世界の農村□世界各国の環境保全型農業」、農山漁村文化協会、pp233、1998
- 環境保全型農業研究会編：「環境保全型農業の展開へ向けて」、地球社、pp259、1995
- 岸 康彦他編：「21 世紀の資源・環境問題と農林漁業」、農林統計協会、305-321、2000
- 久馬一剛他監訳：「代替農業」、自然農法国際研究開発センター、pp573、1992
- 久馬一剛・祖田 修編：「農業と環境」、富民協会、pp327、1995
- 児嶋 清：平成 14 年度都道府県農業関係研究員専門研修「耕地雑草の生態と防除研究に関する研修」テキスト、29-45、2002
- 桜井倬治編：「環境保全型農業論」、農林統計協会、pp320、1996
- 澁谷知子：平成 12 年度都道府県農業関係研究員専門研修「耕地雑草の生態と防除研究に関する研修」テキスト、103-111、2000
- 相馬 暁監修：「クリーン農業時代」、チクマ秀版社、pp260、1993
- 西村博行・堀田忠夫：「農村の環境保全（英国の経験に学ぶ）」、富民協会、pp208、1994
- 農業研究センター：「環境保全型農業に関する研究の展開方向」、pp163、1995
- 農林水産技術会議事務局編：「環境保全型農業技術編」、農林水産研究文献解題 No.21、1995
- 農林水産省監修：「最新事例・環境保全型農業」、家の光協会、pp271、1994
- 服部信司：「先進国の環境問題と農業」、富民協会、pp177、1992
- 久宗 高・熊沢喜久雄監修：「環境保全型農業と世界の経済」、農山漁村文化協会、pp252、1991
- 福田秀夫：「農薬に対する誤解と偏見」、今月の農業編集室、pp233、2000
- 松尾孝嶺：「環境農学概論」農山漁村文化協会、pp214、1975
- 陽 捷行編：「環境保全と農林業」、朝倉書店、pp216、1998
- 山田昌雄編：「微生物農薬」、全国農村教育協会、pp228、2000

市場流通の現状と課題

東京青果株式会社

営業管理部長 川 口 勤

青果物の市場流通の現状

1. 市場流通量の変化

1) 都中央卸売市場暦年取扱高推移

昭和 62 年 197 万 t をピークに下がり続けて平成 14 年は 170 万 t (86%)

白菜、きゃべつ、キウリ、じゃがいも、里芋、玉葱の減少著しい。

昭和 62 年 市場経由率 88% 市場間転送活発、集散機能発揮し物流の中心的役割。

平成 5 年 市場経由率 84.8% 冷害年、野菜高値

平成 12 年 市場経由率 79.2% 市場外、産直流通が増加

2) 変化する購買構造

青果専門店扱いが後退、量販店が大幅に拡大、百貨店、生協は微減。

(5 年ごとに全国消費実態調査の推移) (金額ベース)

	一般小売店	スーパー	百貨店	生協、購買	その他
昭和59年	39.0%	51.0%	3.0%	4.0%	3.0%
平成6年	21.0%	54.0%	4.0%	9.0%	12.0%
平成11年	13.4%	61.2%	3.0%	8.9%	13.5%

(注) 購買—官公庁、自衛隊等 その他— 自販、行商。

(総務庁調べ)

都内に 9 箇所市場がありますが、地域密着の構図崩れる。

対面販売からセルフサービス、ワンストップショッピングへ移行

市場の活力失われ、横並びになる傾向。

消費者への商品情報を伝える手段狭い

3) 消費形態

素材消費が後退し調理食品が急増

平成 11 年 家計消費 45% 業務用 (加工、外食) 55%

少子、高齢化加速。

加工品は原産地表示の義務を必要としなかったため海外に基地が作られた。

4) 消費者は何をもとめているか。

昨年の農薬の問題から、見えない不安が増幅し、安全、安心は極自然なテーマ。
新たな展開を模索、地産地消、直売所が話題を提供。

2. 病虫害防除を少なくすることにより、見栄えが悪くなった場合、ユーザー、消費者の反応はどうか。

1) 消費者の購買行動の特徴

- 1) 見た目を買う、虫食い物は流通に乗らない。安全だからといって我慢して買う事はない。
- 2) 多品目少量買い必要以外買わない。
- 3) 消費者に理由を説明しても取り合わない。

2) 一般的に予想される行動は。

- 1) 外食、惣菜等業務用物品から虫が検出された場合返品だけですまない。
- 2) 消費者の中には保健所に似持ち込むケース

3) JA の指導の下に防除は行っているが基本的には各農家の責任。

- 1) 日本の表現は非常に曖昧自分に都合のよい発信。
- 2) 極力農薬を使わない、(5 回—3 回に減らした)
- 3) 減化学肥料、多有機肥料、
- 4) 完熟栽培
- 5) 原産地表示も杜撰
- 6) 活字だけでは消費者は解り難い。

3. 食の安全とは

- 1) 一般的には安全であることを前提で購買する、不安があれば手を出さない。
- 2) 冬季は例外として、亜熱帯気候ゆえに農薬なくして生産量の確保無理
- 3) 日本の農薬基準は世界でも、最も厳しいと思い込んでいた。
- 4) 安全神話が損なわれた。
- 5) 農畜産物の偽装も同様

4. 売れる農産物とは

- 1) 農産物に限らず食料溢れている、物あまり現象野菜も例外でない。
- 2) 安くても必要なもの以外買わない。
- 3) 差別化商品も慣れると差別にならないし、食味が悪ければ売れない。
- 4) 食味が良くても手が掛かるものは敬遠される。
- 5) しのぎを削る各スーパーともに、生鮮が営業成績浮沈のカギを握る。
- 6) 新商品の開発。

5. 今後の課題

生産、流通、消費を対象として

- 1) 高齢化に農薬の使用不安が生産意欲に影響
- 2) 農薬基準の遵守と生産安定を両立すること。
- 3) 専業農家、兼業農家の対応策
- 4) 各地で広がる農業法人化の今後の行方
- 5) 規制緩和に伴い異業種からの参入
- 6) ファイブ・ア・デイ、ベジフルセブン等消費拡大対策の推進

6. 輸入野菜の動向

- 1) H14年生鮮野菜 78 万 t (80%) 加工品 128 万 t (93%) 生鮮、加工ともに中国産から検出された農薬でつまずいたことが大きな要因。(通関統計資料)
- 2) 日本は個々の生産者が品目選定し、JA が販売を行う。中国はオーナー制で指示に基づく生産を図るために徹底した指導が可能。日本の輸入業者も安全性に期待を寄せている。

新しい病害虫管理の概念:EBC(Evidence Based Control) による 薬剤散布回数を低減した防除体系の構築

佐賀県果樹試験場 田 代 暢 哉

はじめに

各生産地では推奨すべき防除体系が組み立てられ、防除暦という形で提示されている場合が多い。この防除体系には最先端の技術、すなわち、薬剤（化学的）防除、耕種的防除、物理的防除、生物的防除、散布技術、要防除水準、防除要否などに関する最も効果的な手法や情報が取り入れられ、生産者が防除を実施する場合に役立っているはずである。最近では、防除体系を呈示せずに、登録薬剤のリストだけを載せているところもあるようであるが、それではあまりにも寂しいと言わざるを得ない。なぜなら、我々病害虫防除の技術開発や現場指導に携わる者の最大の使命は「生産現場に真に役立つ防除体系の構築」であると信じて疑わないからである。

この防除体系は最先端の科学技術の集合体といってもよいものであると私は思っているが、現実の防除体系にはいったいどれだけの科学的根拠に基づいた技術が反映されているのであろうか。以前に比べて臨機防除や要防除水準並びに防除要否、生物的防除や物理的防除などの考えや技術が取り入れられて進歩してきているのは事実であろう。しかし、我が国の病害虫防除が、その置かれている自然条件からみてどう考えてみても薬剤頼みにならざるを得ないという現状にあるにもかかわらず、防除体系に記載されている個々の薬剤はきちんとした誰もが納得できる科学的根拠に基づいて選ばれ、それらの体系化が図られているのであろうか。また一方で、それらの薬剤の効率的な利用を図るような工夫が講じられ、的確な薬剤防除を行うための周辺技術の開発が進められてきたのであろうか。

効率的な病害虫防除を行っていくためには個々の技術の改善と向上が必要である。私は病害虫防除は学問であり科学であるという観点から、EBC(Evidence Based Control)という病害虫管理の新しい概念を提唱している。提唱している割には未だ道遠しの感があるが、ここではEBCにおける薬剤防除とその関連技術を中心に話題提供を行いたい。

1. EBC (Evidence Based Control) の概念

EBC (Evidence Based Control)とは聞き慣れない言葉であると思われる。今回、初めて耳にされた方が大部分ではなかろうか。それもそのはずで、昨年9月に（社）日本植物防疫協会によって催されたシンポジウム「防除体系を考える」において私が初めて使った言葉で、残念ながらまだ一般には広く知られていないのが当然であろう。

EBCは根拠(Evidence)に基づいた(Based)病害虫管理(Control)のことで、考え方としては何ら新しいものではないと思っている。現在、行われている病害虫管理は当然、何らかの根拠に基づいて実施されているはずである。しかし、この「根拠」に問題があるために、つまり根拠となるべき科学的なデータが無かったり、不十分であったりすることが多く、そのことが結果として生産現場では薬剤散布回数をもっと減らし、楽に、経済的に、一方では消費者のニーズに合致し、ひいては環境負荷を低減できるような病害虫管理ができるのにもかかわらず、そうはなっていない大きな原因であると私は

考えている。

薬剤の特性解明や実用的な病虫害モニタリングシステムなどについてこれまでにどれだけの情報が蓄積され、技術開発がなされてきたのだろうか。現在、我が国の病虫害防除に携わっている研究者や技術者の中でいったいどのくらいの人々がこれらの問題に積極的に、真剣に取り組んでいるのだろうか。また、農薬メーカーは一部の剤を除いて薬剤の特性解明（この場合の特性とは作用機作ではなく、生産現場で真に役に立つ特性）にどの程度取り組んできたのであろうか。例えば、「今日、薬剤を散布したけれども、次回はいつ散布したら最も効果的かつ効率的な防除ができるのだろうか？」といった素朴な疑問があるが、それさえも的確な、すなわち科学的根拠（Evidence）に基づいた答えが準備されていない場合が多いのではないかと思われる。また、薬剤抵抗性の発達を回避するためには薬剤のローテーション散布を行えばよいとされているが、それならばどのような薬剤をどのような組み合わせで、そしてどの程度の間隔で使用すればよいのかについても根拠（Evidence）に基づいた明確な答えのない場合が大部分であろう。

発生予測や防除要否についてみると、生産者が直接目で見ることのできない病原菌の感染の有無や感染の程度をリアルタイムで情報提供するシステムの構築も一部では行われているが、実際に稼働して十分な成果をあげているとはまだいえない段階である。また、要防除水準の設定についても大部分の病虫害で明らかにされていないのが現状である。

我が国の病虫害防除はまだまだ解明しなければならないことだらけ、技術開発を急がなければならないことだらけの現状にあると思われる。

2. EBC に基づく 薬剤散布回数を低減した防除体系の構築方法

1) 根拠(Evidence)の集積

現場で役に立つ病虫害防除体系を構築するためには明確な、質の良い根拠（Evidence）、すなわち、生産者、現場指導者、消費者の誰もが納得できる根拠(Evidence)の集積が必要である。そして、その根拠（Evidence）を積み上げることによってのみ科学的データに裏付けられた効果的かつ効率的で環境負荷の少ない防除体系の構築が図られていくと期待される。ではいったいどのような根拠（Evidence）の集積を図っていけばよいのであろうか。とりあえずは以下のようなことが考えられる。

① 薬剤の特性

効果的な防除を行うとともに薬剤散布回数を低減するためには、まずは薬剤の特性を解明する必要がある。現行の防除体系に記載されている薬剤およびそれらに代わり得ると期待される薬剤の一つ一つについて、残効性、耐雨性、同時防除効果、感染成立後の発病抑制効果等を基礎試験並びにほ場試験を通して明らかにしなければならない。ここで得られた根拠(Evidence)によって効率的な防除体系を組み立てるための薬剤の絞り込みを行うことができる。ただし、この根拠(Evidence)を得るためにはいわゆるこれまでの「ぶっかけ試験」のみでは不十分であり、接種試験や付着薬量の分析等の積み上げが必要になる。極論すれば、ある作物の、あるステージにおける、ある種の病虫害に対する最も有効な薬剤は一つのはずであり、そのことを明らかにしていくことによって防除体系のスリム化が図られることになる。

質問. あなたはどの薬剤を選びますか？

- ① 残効が 散布後 7 日間の薬剤, 14 日間の薬剤, 21 日間の薬剤
- ② 耐雨性が 累積降雨量 100mm の薬剤, 200mm の薬剤, 300mm の薬剤
- ③ 耐雨性は低い, 同時防除効果にすぐれる薬剤
- ④ 残効は同じ期間持続するが, 価格が高い薬剤, 安い薬剤

・
・

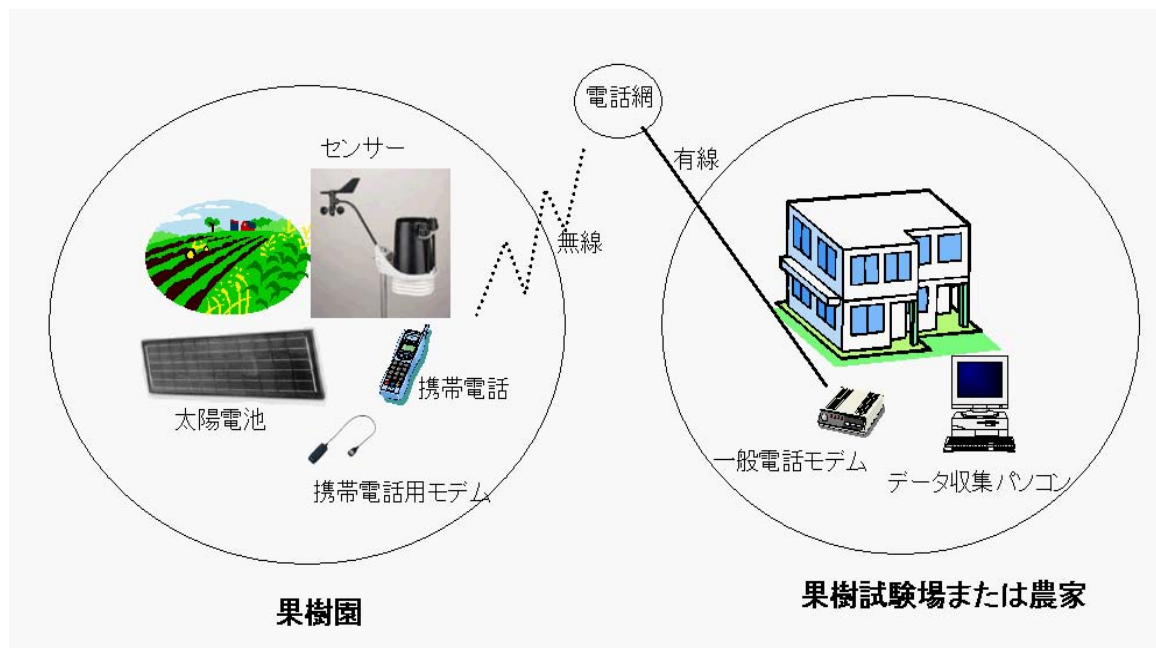
② 病原菌の感染および感染量と防除要否

病原菌の感染の有無やその程度について生産者が判断することは現状では困難である。保護殺菌剤の効果が消失する前に残効データに基づいて次回の保護殺菌剤の散布が行われると問題はないが、この適期散布が何らかの都合で省かれたり、多雨によって保護殺菌剤の残効が消失した場合、思わぬ感染によって甚大な被害を生じることが心配される。このため、感染の有無およびその量を科学的根拠 (Evidence) に基づいてリアルタイムで把握できるようなシステム (第 1 図) が必要である。さらに、このシステムの活用を図るためには感染が成立しても発病抑制が可能な薬剤を見いだす必要がある。

質問. あなたは病虫害の発生動向に関してどの情報を選びますか？

- ① 地域内の定点ほ場での見取り調査に基づく発生予察情報
- ② JA 技術員のカンと経験に基づく情報
- ③ 気象データや病原菌量, 害虫発生量などの科学的根拠に基づいて, 科学的に算出された情報
- ④ ①, ②, ③を組み合わせて判断された情報

・
・



第 1 図 果樹病害リアルタイム発生予測システムの概要

③ 微小害虫の発生時期および発生量と防除要否

微小害虫についても生産者の目で確認しづらいという点では上述の病原菌の場合と同様である。発生時期およびその量を的確に把握できるモニタリング手法の確立が必要である。また、量が把握できても要防除水準が不明のままでは何の役にも立たない。生産現場で防除要否の判断を的確に行うための根拠(Evidence)の集積並びにシステムの開発が必要である。

④ 薬剤散布法と薬液付着および防除効果

いかにすぐれた効果を示す薬剤を選抜しても、そのすぐれた効果が発現する条件としては薬液の付着が十分であるということが前提になる。薬液の付着が悪ければ十分な効果があがらないのは当然であろう。しかし、この当然と思われることについても具体的な根拠(Evidence)の集積がこれまでにどれほど図られてきたのか疑問である。どの程度の薬液付着であれば満足すべき防除効果が得られるのか、その場合、散布量はどの程度必要なのか、どのような防除機を使えばよいのか、ノズルは何を用いればよいのか、一方で散布者の薬液被爆を最小限に抑えるための散布法はどうすればよいのか、できるだけ短時間で散布を終えるためにはどのような散布を行えばよいのか等々、解決しなければならない問題が山積しているのが現状である。しかし、これらの課題に対する取り組みは極めて少ないと言わざるを得ない。早急な根拠(Evidence)の集積が必要である。

質問. あなたはどちらの散布法を実行したいですか？

- ① 方法や散布量などを具体的に示し、防除効果との関係がはっきりわかる散布法
- ② 精神論だけの散布法（ていねいに、たっぷりと十分量を散布しなさい）
- ・
- ・

⑤ 耕種的防除手法とその有効性

耕種的な防除対策として多くの手法が示されているが、科学的な根拠に乏しいものが多く、生産者が納得して取り組める状況にはない。例えば、伝染源の除去がどの程度、防除効果に寄与しているのか、薬剤散布回数の低減に寄与できるのか、労力に見合うだけの効果が得られるのかなどについて具体的な根拠(Evidence)の集積を図っていく必要がある。

質問. あなたはどの耕種的防除手法を実行しますか？

- ① 効果は高いが、手間もかかる方法
- ② 効果が高く、手間のかからない方法
- ③ 効果はそれほどでもないが、手間もかからない方法
- ④ 効果はそれほどでもないが、手間のかかる方法
- ・
- ・

2) 根拠(Evidence)に基づく防除体系の組み立て

科学的な根拠(Evidence)に基づいて選抜された防除薬剤並びに薬剤防除支援システムを組み入れ、

現行の防除体系の見直しを行い、最善と考えられる防除体系を組み立てる。この時点で現行の防除体系に無駄な部分や不要な部分があった場合にはそれらが整理されてスリムな体系に仕上がるはずである。

3) 薬剤散布回数をより低減するための技術開発ならびに技術の導入

根拠(Evidence)に基づく見直しによってこれまでよりもスリム化された防除体系が組み立てられているはずであるが、薬剤散布回数の削減を図るためにはさらに種々の技術や手法を導入していく必要がある。

まずは薬剤の耐雨性、残効の向上を図ることである。手軽にできる方法としてはアジュバントの利用が考えられる。最近はすぐれたアジュバントが登場してきており、これらの評価を行うことによって薬剤のより有効な利用が可能になると期待される。カンキツ類では殺菌剤散布時にミカンハダニを防除対象としたマシン油乳剤を加用することによって殺菌剤の効果が向上し、散布回数を低減でき(第1表)、さらに殺ダニ剤の散布も不要になることから、現場で広く普及している。

さらに、交信攪乱フェロモン剤や物理的防除資材、生物防除資材の利用についても効果が期待できて経済的に見合うものについては積極的な導入を図っていく必要がある。この場合、それぞれの個々の技術について根拠(Evidence)に基づいた技術体系が組み立てられていなければならないのは当然のことである。

なお、物理的、生物的防除手法についてはIPMの観点から多くの知見が得られている。しかし、なぜ生産現場で広く普及しないのかという問題がある。現行の病虫害防除体系のなかにどのようにこれらの防除手段を組み入れていくのかという総合的な観点からの取り組みが今後、必要であると思われる。

4) 薬剤散布回数を低減したEBC体系の実証と改善

種々の根拠(Evidence)に基づき、薬剤散布回数を低減した防除体系について、現場での実証を図り、問題点を見だし、改善していくことによって、より実用的で効率的な防除体系に深化させていく必要がある。

3. EBCによる薬剤散布回数低減の具体的取り組み

1) カンキツ類

カンキツ類の病虫害防除に関する研究の歴史は古く、薬剤の特性解明も主要な薬剤については行われており、それらの根拠(Evidence)に基づいた防除体系が構築されている。このため薬剤散布回数を現状よりも大幅に低減することは困難である。

しかし、マシン油乳剤の利用による殺ダニ剤の削減並びに殺菌剤の耐雨性の向上、果実品質を目的として設置される光反射シートによるチャノキイロアザミウマおよびカメムシ類の被害軽減、ゴマダラカミキリに対する株元ネットの設置や生物防除資材であるボーベリア菌の利用を図ることなどによって薬剤散布回数をより低減した防除体系を組み立て(第2表)、現地への普及を図っている。

第1表 マンゼブ水和剤にマシン油乳剤を混用して防除回数を削減した場合の黒点病に対する防除効果と経費

累 積 降雨量	薬剂散布月日								発病度	防除価	散布 回数	経 費
	5/20	6/21	6/25	6/27	7/21	8/4						
200～250mm	●← 225mm	→● ← 241	→●← 182mm	→○← 259mm	→○	0.4	99	7	16,518			
	○← 225mm	→○ ← 241	→○← 182mm	→○← 259mm	→○	10.7	76	7	14,352			
300～350mm	●← 329mm	→●← 319mm	→○← 259mm	→○	0.4	99	6	13,764				
400～450mm	●← 466mm	→●← 441mm	→○		10.4	77	5	10,974				
無 散 布	-	-	-	-	-	-	45.0					

●：マンゼブ水和剤 600 倍＋マシン油乳剤 (97%) 200 倍の混用散布，○：マンゼブ水和剤 600 倍の単用散布

経費：10a あたりの薬剤散布（500 リットル）に要した経費（薬剤費＋労働費）

第2表 温州ミカンにおける EBC 体系

時 期	対象病害虫	必ず行う管理		発生に応じた 管 理	防除の可否および目的
		薬剤防除	耕種的防除		
冬季(剪定時)	そうか病		・罹病葉の剪除		・伝染源として重要なので徹底して剪除する。
	黒点病		・枯れ枝の剪除		
	果実腐敗		・Ca 剤土壌施用		
12 月または 3 月	ミカンハダニ カイガラムシ類			・97%マシン油乳剤	・多発時のみ散布する。 ・樹勢低下樹には散布しない。
4 月中下旬 (展葉初期)	そうか病		・罹病葉の剪除	・デラン	・そうか病の罹病葉がある場合には散布する。
5 月下旬 (落花直後)	そうか病	・97%マシン油乳剤 加用マネーヅM	・罹病葉の剪除		・3 病害の重要防除時期，必ず散布する。
	黒点病		・枯れ枝の剪除		
	灰色かび病		・花弁を落とす		・発生源になる花弁を落とす。
5 月下旬～	チャノキイロ		・光反射シート		・物理的防除
6 月上旬～7 月中旬	ゴマダラカミキリ		・捕 殺 ・株元ネット	・ボーベリア菌	・ボーベリア菌は多発園で使用し，できるだけ広域に施用する。
	ミカンサビダニ	・サンマイト			・かけむらのないように散布する。
6 月上旬～9 月中旬	果実腐敗		・Ca 剤散布		・Ca 剤散布で果実体質を強化する。
6 月中旬～7 月中旬	黒点病 ミカンハダニ	・97%マシン油乳剤 加用マンゼブ剤	・枯れ枝の剪除		・薬剤散布後の累積降雨量が 350～400mm に達したら再散布する。
7 月中旬～9 月上旬	黒点病		・枯れ枝の剪除		・後期黒点病対策として徹底する。
8 月下旬	ミカンハダニ			・殺ダニ剤	・果実被害が心配される場合に散布する。
	ミカンサビダニ				
収 穫 前	果実腐敗	・ベフラン液剤 25 加用ベンレート			・かけむらのないように散布する。

2) ナ シ

ナシはカンキツ類に比べて散布回数が多い樹種である。落葉果樹類では概して散布回数の多い樹種

が多く、その原因として要防除水準の低さが指摘される。ナシでは、黒星病が発生して果実に病斑が一個でも形成されていれば秀品から優品に格下げされて 100 円/kg 程度の価格差を生じ、10a あたり 25～30 万円の減収になってしまう。このように要防除水準が極めて低いために予防的であつ完璧な対応が要求される。このため防除体系を組み立てるにあたっては何の根拠もない保険的な要素を加味する必要があり、どうしても薬剤散布回数を多くせざるを得なくなってしまう。その結果、生産者の経済的、肉体的、精神的な負担は当然大きくなっているというのが現状である。

しかし、ほんとうに散布回数を多くする必要があるのだろうか。残念ながらこれまでは根拠(Evidence)もなしに、ただやみくもに薬剤散布が行われてきたというのが実状であると思われる。黒星病の場合、生育初期に DMI 剤を散布すると 4～5 週間という長期間の残効が得られる。このような根拠(Evidence)があるのにもかかわらず、実際のナシ園では生育初期に散布された DMI 剤の効果が不十分なために生育期間を通して本病に悩まされているところも少なくない。そしてこれらの園では結果的に散布回数も多くなるという悪循環に陥っている。そこで、この原因がどこにあるのか検討したところ、新梢葉への薬液付着が不十分であり、このことが本来は発現すべき十分な効果が得られない原因ではないかと考えられた。そこで、薬液の付着程度を高めるために散布法の改善を行った。すなわち、スピードスプレーの走行方法、散布圧力、散布薬液量、散布時刻等について一つ一つ生産者に明確に説明できる根拠(Evidence)を集積した。そして、その結果を生産者に呈示して納得してもらった上で、改善した散布法を実行してもらった。また、散布薬剤の組み立てについてはこれまでに個々の試験で得られた結果を基に最も有効であると判断される薬剤を配置し、次の散布時期は主として散布後の累積降雨量によって判断した。さらに、ナシヒメシンクイに対する交信攪乱フェロモン剤も導入し、殺虫剤散布回数の削減を図った。

現地ナシ園に提案した EBC 体系

- 耕種的対策** 1) 落葉処理（黒星病の伝染源除去；3 月下旬までに実施する）
 2) 輪紋病斑の除去（年間を通して実施する）

薬剤防除体系

（病害：黒星病、輪紋病主体）

散布時期	使用薬剤	薬剤の性質	ねらい
発芽直前	キノンドーフロアブルとハーベストオイルの混用	保護剤	芽鱗片の孢子形成阻害と新葉への感染防止（黒星病）
開花直前	スコア水和剤	治療剤（DMI）	初期発病の予防と治療（黒星病）
落弁期	アンビルフロアブル	治療剤（DMI）	初期発病の予防と治療（黒星病）
5 月中旬	デランフロアブルまたはキノンドーフロアブル	保護剤	新葉、果実への感染防止（黒星、輪紋）
6 月上旬	キャプレート水和剤	保護剤	新葉、果実への感染防止（黒星、輪紋）

6 月下旬	キャブレート水和剤	保護剤	果実への感染防止（黒星，輪紋）
7 月上旬	スコア水和剤	治療剤（DMI）	黒星病感染果実の治療（黒星病）
7 月中旬	アミスターフロアブル 10	保護剤	枝梢，果実への感染防止（黒星，輪紋）

注 1. 網掛け部分の散布量は 10 アールあたり 500 リットルとする（基本的にはかけむらなく，樹体にたっぷり付着すればよい。具体的な散布法については別途指示する）。4 月の散布は特にたっぷり散布する。

注 2. 5 月中旬のデランフロアブルまたはキノンドーフロアブル散布後の累積降雨量が 200mm に達した時点または 3 週間経過した時点で，キャブレート水和剤を散布する。さらに，6 月下旬のキャブレート水和剤散布時までに累積降雨量が 200mm に達する場合にはストロビードライフロアブルを散布する。その後，7 月上旬のスコア水和剤散布時までの累積降雨量が 200mm に達しないような場合には 6 月下旬のキャブレート水和剤散布は省いてよい。

（虫 害）

アブラムシ類 : モスピラン水溶剤を発生に応じて散布する。

ナシヒメシンクイ : コンフューザー P で対応する。施用時期は 5 月上旬とする。

カメムシ類 : 少しでも見つけたらテルスター水和剤を散布する。

その他の害虫 : 発生状況を経時的に観察し，増加傾向にあると判断されたときは手遅れにならないよう早急に防除する。

その結果，私たちが実証試験を行っている S 農園（15ha）では EBC 体系を導入することによって，周辺の園地が黒星病の多発生で困っているにもかかわらず，散布薬剤数，散布回数が大幅に削減された条件下でも，すぐれた防除効果が得られるとともに，薬剤費を前年の 70% 程度に削減することができ，収益の向上に大きく寄与した（第 3 表）。

第 3 表 露地栽培「幸水」に EBC を導入した場合の病虫害被害の軽減と収益の向上（2002 年 8 月調査）

	園 名	被害果率 (%)					防除 回数	延べ 薬剤	散 布 薬液量	SS 走 行法	コン P	農 薬 経 費	収益
		黒星	輪紋	シン クイ	カメ ムシ	合 計							
EBC 園	A-4	1.0	0	0	0	1.0	14	17	450	全列	あり	33,000	45 万円
	A-5	0.4	0	0	0.6	1.0	14	17	450	全列	あり	33,000	45 万円
	A-6	1.7	0	0	0	1.7	14	17	450	全列	あり	33,000	44 万円
	A-7	2.0	0	0	0	2.0	14	17	450	全列	あり	33,000	44 万円
	A-8	1.8	0	0	0	1.8	15	18	450	全列	あり	36,000	44 万円
	平 均	1.4	0	0	0.1	1.5	14	17	450			33,750	44 万円
	慣行比						-10%	-42%	+64%			-10%	+19%
慣行園	A-10	2.2	0	0	0	2.2	16	29	300	隔列	なし	40,000	43 万円
	B-3	23.8	0	0	0	23.8	15	31	250	全列	なし	37,000	33 万円
	B-4	7.8	0	0	0	7.8	16	33	250	全列	なし	39,000	41 万円
	B-5	30.4	0	0	2.0	32.4	16	25	300	隔列	なし	34,000	29 万円
	平 均	11.7	0	0	0.3	13.4	16	30	275			37,500	37 万円

おわりに

新しい病害虫管理の概念：EBC(Evidence Based Control) について説明し、EBC を取り入れた防除の実際について紹介した。科学的根拠に基づいた防除体系の重要性をご理解いただけたら、そして、EBC を取り入れてみようかなと思っていただけたら幸いである。現在、農薬使用量や散布回数を例えば 50%削減するような防除体系を作る試みが多く行われているようであるが、ただ単に確たる根拠もなく薬剤を抜いていくことは科学技術とは言えない。病害虫防除はもともとは食料生産における危機管理であり、万全の対策を講じておく必要があるわけで、昨今の安易な形だけの減農薬防除体系ではとても食料の安定生産にはつながらないと思われる。誰でもが納得できる科学的根拠(Evidence) に立脚した防除体系の構築が望まれるところである。

なお、EBC を推進していくためには多くの質の良い根拠(Evidence)が必要になる。質の良い根拠(Evidence)は誰もが欲しいところであるが、一部の研究者や試験研究機関だけでは当然対応できる問題ではない。このため、根拠(Evidence)をみんなで見出していく必要がある。我が国の病害虫防除に関係する技術者、生産者、そして消費者が協力しあうことによって根拠(Evidence)の集積が短期間のうちに進み、誰もが納得できて実行できるよりよい防除体系が構築されるはずである。合い言葉は科学的根拠(Evidence)！！。

植防最前線（植防コメント：平成 12 年 9 月 1 日号）再掲

「ぶっかけ試験」から「薬剤防除学」への発展を目指して

佐賀県果樹試験場 田代暢哉

1. ぶっかけ試験の功罪

病害虫の発生は気象条件などによって大きく左右され、特に多発生した場合には種々の要因解析が行われるが、結局は種々の天候不順や異常発生、そして、それに伴って的確な防除を行うことができなかったことがその主な原因とされる。すなわち、いわゆる天災であり、致し方ないこととして片付けられる場合が大部分である。しかし、はたしてそうであろうか。病害虫防除についての試験研究の歴史は古く、本来はいかなる気象条件や異常発生に対しても対応できる防除技術が開発されていなければならないはずである。それにもかかわらず多発生年が何度も繰り返されるということは技術的な対応策が未だ確立されていないことを端的に表しているのではないかと思われる。そして、その背景には我々試験研究に携わる者が、薬剤のいわゆる「ぶっかけ試験」なるもののみを行い、それで自分の仕事は済んだと考えてきたことがあるのではないかと私個人としては思っている。すなわち、薬効を明らかにすることが中心となり、またそのことに甘んじていた結果、薬剤の特徴を把握し、さらにその特徴を最大限に発揮できるような手法を見いだし、それらに基づいて防除技術を構築するという視点が欠けてしまったことが指摘できる。もちろん、「ぶっかけ試験」による薬剤スクリーニングが食料生産の安定にこれまで果たしてきた役割は大きなものがあるが、現在の病害虫防除を取り巻く状況をみると、ただ単に薬効の評価だけではすまされない事態に追い込まれていると言える。

2. 病虫害防除を取り巻く状況と改善方策

現在の薬剤防除は種々の問題、すなわち、効果の不安定性、薬剤抵抗性病虫害の発生、省力化や低コスト化の遅れ、環境負荷の増大等々を抱えている。これらの問題を解決するためには、現状よりもさらに効率的な防除技術の開発とその普及を図っていく必要がある。そして、そのためには発生予測の精度向上や耕種的、化学的、物理的、生物的な個々の防除技術の向上とそれらを組み合わせた総合的な方策を講じていかなければならないが、まずは現状の薬剤防除法を少しでも改善していくことが先決であると思われる。現状の薬剤防除の場面において改善が必要なものとしてはまず、前述の課題があげられるが、それらの問題解決を図るためには薬剤防除に関係する園地基盤、散布機、ノズル、展着剤など多方面にわたる幅広い検討と革新的な技術開発が必要である。

3. 薬剤防除学の構築を

現場で真に役立つ薬剤防除技術の開発には、ただ単なる防除試験を行って薬効をみるだけでは不十分である。薬剤の特性、すなわち耐雨性、残効性などを明らかにしていくことが必要なことである。さらに、それらの基礎データをもとに薬剤の効果を向上させるための散布法、無駄や環境負荷の少ない効率的な散布法が見いだされて最適な防除プログラムができあがり、一方では栽培者にとって快適な環境下での散布法などの確立も図られるべきである。そして、このような観点からの仕事が増えることによって、これまで「ぶっかけ試験」と称して軽視され、ともすれば科学の香りに乏しかった薬剤防除試験がアカデミックなものとして評価され、よりすばらしい防除技術の開発につながっていくものと期待される。80年代、半導体競争で日本に敗れた米国は「生産現場に学問を」を合い言葉にして全米の大学の知恵を集め、90年代後半には日本を逆転した。このような発想が防除技術開発の場面にも必要であろう。

すなわち、すぐれた薬剤防除法を確立し、実施していくためには病虫害防除にかかわる様々な分野の英知の結集が必要である。農薬、散布機、ノズルの各メーカーと行政、普及、試験研究、大学、現場の技術者、そして栽培者の密接な協力が必要不可欠である。そのためには各部門における基礎的なデータの集積と画期的な技術開発、種々の施策の立案とその推進はもちろんであるが、さらに各部門間での積極的な情報公開が必要である。また、各部門間の共同研究も必要であるが、それを効率的に進めるためには例えば日植防を中心としたプロジェクト研究の推進などを考えてよいのではないかなと思われる。現在、害虫関係では防除技術研究を深化させ、防除技術を発展させるために農林害虫防除研究会が組織されているが、病害関係での取り組みは遅れている。現場技術としてみた場合、病気や害虫の個別の分野にとどまらず、総合的な病虫害防除技術の開発が望まれていることから、早急な「病虫害防除学」、とりわけ「薬剤防除学」の構築を図り、その中で革新的な薬剤防除技術を確立していくことが重要であると考えられる。すなわち、「ぶっかけ試験」から奥の深い「薬剤防除学」への発想の転換と発展が望まれる。

最近の試験研究の風潮は泥臭い仕事からはできるだけ手を引き、実験室レベルでのスマートなテーマばかりを追求しているようにも思われる。世界の学者にアピールする研究はもちろんではあるが、その前にまずは「日本の農家に喜ばれる技術開発を行う」という理念を再認識する必要があるのではなかろうか。

薬剤防除はサイエンスです。

佐賀県果樹試験場 田代暢哉

昨年の明るい話題といえど何と云ってもノーベル賞のダブル受賞でしょう。たくさんの学問分野で数多くの賞があるといっても、ノーベル賞ほど広く知られ権威のあるものはないと思われます。受賞者の一人で今や国民的アイドルになってしまった田中耕一さんのいわゆる「癒し系」と言われるそのキャラクターにノーベル賞がこれまでよりも身近に感じられた方も多かったかと思われます。しかし、その受賞対象論文（3編あって、インターネットでみることができます）をのぞいてみると、まず言葉が解らない、そして当然の事ながら文章も、いわんとすることも理解できないといった具合で（あくまでも私にとっての事です）、あのほのぼのとした人柄とはまったく別次元の厳しい学問の世界が広がっていることに愕然とします。しかし、それも専門家にとってみればすばらしい内容で、世の中に貢献しているからこそ、高い評価を受け、世界最高の賞に輝かれたのでしょう。毎年、ノーベル賞の季節になると、科学というものが人類に大きく貢献していることが実感されます。

人類に大きく貢献していると言えば農業はその最たるものでしょう。食料の供給は何と云っても生活の根本です。この食料生産を学問としてとらえると、当然、農学という幅広い学問によって支えられていることになります。では食料生産をサポートしている病虫害防除というものは具体的にはどのような学問に支えられているのでしょうか。今までの概念からいけば植物病理学、害虫学、農薬学などをはじめとする多くの学問によって支えられているということになるのですが・・・。

ここで不思議なのは、我が国の病虫害防除がその置かれている自然条件からどうしても薬剤頼みにならざるを得ないという現状であるにもかかわらず、「薬剤防除学」という学問分野がきちんと確立されていないということです。もちろん、前述の学問分野の境界領域として位置づければそれでもよいのですが、それにしても長きにわたって我が国の農業に貢献してきた農業薬剤の応用面、いわゆる実際の防除技術面に関する学問分野がないということは一体どういうことなのでしょう。

このことを私なりに考えてみますと、薬剤防除に関する今までの仕事は学問になりづらかった、なり得なかったということになるのだと思われます。つまり、作物を栽培し、病虫害の発生をみながら、薬剤を散布し、その効果を評価するという仕事は多くの「こつ」と「かん」を要する職人芸とはなり得ても、そしてその結果が人々の生活に大きく貢献してはいても、学問としての評価を受けるのにはあまりにもシンプルで寂しいものにほかならなかったからでしょう。薬剤散布によって病虫害の被害がどの程度、軽減できるのかという最終的な評価だけでは当然のこととも言えます。

その結果、いわゆる学問の世界の先生方は「薬剤防除試験」を「ぶっかけ試験」と称して軽視され、種々の学会や研究会のなかで重要視されてこなかったのだと思われます。しかし、一方、その過程で、薬剤防除試験を学問として高めようとどれだけの努力がこれまでなされてきたのでしょうか。結局、薬剤防除というものが学問として体系づけられてこなかった、あるいは深化してこなかった結果、ただ単に薬剤を散布することだけが病虫害防除だということになってしまったわけです。このことが薬剤の多用をあたりまえのこととし、薬剤抵抗性病虫害の発生につながり、さらにそれにともなう薬剤の使い捨て、すなわち新薬頼みの病虫害防除になってしまったと考えられます。このままの状態がこ

れからも続いてよいのでしょうか。技術者としてあまりにも悲しいことではありませんか。

ではこれからの薬剤防除はどうあるべきなのでしょう。どのような方向に進めばよいのでしょうか。総合的病害虫管理が提唱されて久しいわけですが、我が国では薬剤防除がその主体となるのは当たり前のことでしょう。薬剤は今後も病害虫防除のための最も重要な資材であり続けるはず。そうであるならばその上手な使い方が必要になってくるはず。しかしながら、薬剤を上手に使うために必要な個々の薬剤の特性解明とそれに基づく効率的な薬剤防除体系の構築が行われているとはいえないのが現状ではないのでしょうか。

病害虫防除は科学（サイエンス）であり、論理的に組み立てられるべきものであるはず。私はこれからの薬剤防除は Evidence Based Control（EBC）へと発展していかなければならないと考えています。すなわち根拠（Evidence）に基づいた薬剤防除です。EBC を確立し、推進していくためには、当然のことながら多くの根拠（Evidence）が必要になります。ではどのような Evidence が求められるのでしょうか。まずは薬剤の特性解明（残効性、耐雨性、植物体内での移行、日光などによる減衰、植物体上での分解、同時防除効果、前後散布との関係、混用薬害の発生メカニズム・・・等々）です。さらに薬剤の防除効果を安定させるとともにその効率的な利用を図るための補完的な技術として、昆虫生理活性物質の利用による交信攪乱や園外誘導技術、生物防除技術の開発と実用化、さらには耕種的防除技術の再評価なども必要。そして防除の実施にあたっては農家レベルで実用可能な病害虫モニタリングシステムや防除要否判断技術の開発が必要でしょう。これらのことがうまく組合わさって確実で無駄のない、そして現場の状況に素早く対応できるフレキシブルな病害虫防除体系ができあがっていくものと期待されます。

しかしながら、薬剤の特性解明や実用的な病害虫モニタリングシステムなどについてどれだけの情報が蓄積され、技術開発がなされてきたのでしょうか。我が国の病害虫研究者の中でいったいどのくらいの人々がこれらの問題に積極的に、真剣に取り組んでいるのでしょうか。また、農薬メーカーは一部の剤を除いて薬剤の特性解明にどの程度取り組んできたのでしょうか。例えば、「今日薬剤を散布したけれども、次回はいつ散布したらよいのだろうか？」といった素朴な疑問がありますが、それさえも的確な、すなわち科学的根拠（Evidence）に基づいた答えが準備されていないのが現状ではないのでしょうか。また、薬剤抵抗性の発達を回避するためには一般に薬剤のローテーション散布を行えばよいとされていますが、それならばどのような薬剤をどのような組み合わせで、そしてどの程度の間隔で使用すればよいのかについても Evidence に基づいた明確な答えのない場合が大部分でしょう。薬剤防除はまだ解らないことだらけなのです。

この解らないことをそのままにしておいてよいのでしょうか。西暦 2003 年は鉄腕アトムが生まれた年だそうです。科学の時代に生きている私たちにとって、病害虫防除、とりわけ薬剤防除を学問として発展させ、深化させていくことが、今、最も必要なことだと思われるのですが。