

平成16年度
第10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16年6月7日

農林水産省消費・安全局植物防疫課
植物防疫全国協議会

第10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

昨年(2014)の12月に農林水産省は、「農林水産環境政策の基本方針―環境保全を重視する農林水産業への移行―」を発表した。この方針において、環境保全を重視する農業を推進するため、適切な肥料、農薬の使用等による環境負荷の低減とたい肥を利用した土作りによる物質循環を推進する指針を策定することとされ、病虫害防除においては、総合的病虫害管理(Integrated Pest Management 以下「IPM」という。)の普及を促進する方向が打ち出されたところである。

今回のフォーラムでは、この農林水産省の施策において重要な位置を占め、今後、生産現場において普及を図るIPMをメインテーマに、研究、普及、実践それぞれの立場からIPMに取り組んでいる専門家の報告を踏まえ、その実態を相互に理解し、今後のIPMの取り組み方及び連携等に関して検討することとする。

2. 開催日時

平成16年6月7日(月) 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、公益法人、農薬企業及び農業者団体

5. 講演議題

(1) 「総合的病虫害管理(IPM)の現状と普及度測定法」

独立行政法人農業生物資源研究所 平井 一男

(2) 「総合的病虫害管理(IPM)の普及と課題について」

埼玉県東松山農林振興センター 畠山 修一

(3) 「黒斑病抵抗性清水白桃の作出と省力的総合防除法への利用」

岡山県農業総合センター 井上 幸次

(4) 「総合的病虫害管理(IPM)の実践について(野菜)」

高知県安芸農業振興センター 榎本 哲也

(5) 総合討論

目 次

I. 「総合的有害生物管理（IPM）の現状と普及度測定法」	1
独立行政法人農業生物資源研究所 平 井 一 男	
II. 「総合的病害虫管理（IPM）の普及と課題について」	23
埼玉県東松山農林振興センター 畠 山 修 一	
III. 「黒斑病抵抗性清水白桃の作出と省力的総合防除法への利用」	28
岡山県農業総合センター 井 上 幸 次	
IV. 「総合的病害虫管理（IPM）の実践について（野菜）」	33
高知県安芸農業振興センター 榎 本 哲 也	

総合的有害生物管理（IPM）の現状と普及度測定法

（独）農業生物資源研究所
研究企画官 平井一男

要 旨

欧米農業で約40年前に提唱された「毒性の高い農薬」のリスク軽減を目的とするIPMの概念は、1980年頃から米国や北欧ではIPM（総合的有害生物管理、総合作物管理）、スイスではIP（総合生産）、ドイツの果樹ではIFP（総合果樹生産）、イギリスではICP（総合作物管理）などの生産法となった。また日本には1970年頃IPM（総合防除）として紹介された。総合的有害生物管理（IPM）は国内外で一部の農作物などに普及しつつあるが、農作物全般への普及は十分とは言えない。本報ではIPM普及の現状や推進上の障壁、それを突破するためのIPM普及度調査法、今後の展開方向について述べる。

1. 総合防除から病虫害管理、そして総合生産へ

作物保護の変遷をみると（表1）、1960年までにアメリカの綿花栽培やイギリスの施設栽培などの害虫防除における化学農薬への過度の依存を考え直し、生物的防除と化学的防除の併用・調和を目指す防除法が提唱された。その後、総合防除(Integrated Control)や害虫管理(Pest Management)が提案された。1970年頃までに先進国で穀物が過剰生産になると、農産物の品質が一段と重要視されるようになり「毒性の高い農薬」のリスク軽減を目的とする「総合的害虫管理（＝IPM）」が提唱された（図1）。

1980年に入りアメリカや北ヨーロッパでは、IPMは総合的有害生物管理として作物の生育に影響する作物栄養、農作業、病虫害・雑草管理などすべての栽培管理を含むシステムアプローチ（環境保全型農業に相当する）の一要素として受け入れるようになった（図2）。アイデアは同じであるが、スイスでは総合生産（IP＝環境保全型農業）、ドイツでは総合果樹生産（IFP）、イギリスでは総合作物管理(ICM)などの生産法の一要素として普及しつつある（図3）。欧米では持続可能型農業における作物保護のあり方を定め（表2）、定期的に見直している(CAST, 2003)。

国内には1970年頃、総合防除IPMの概念が導入され、関連研究も着手されるようになった。水稲、野菜、果樹などの一部で耐虫性品種、耕種的防除法、物理的防除法、フェロモンや天敵生物などの管理技術を活用した病虫害回避や抑制の研究や試みが行われている。

農政レベルでは農業基本法にかわる「新しい食料・農業・農村政策の方向」が1992年6月に公表され、環境研究推進方針が盛り込まれ、関連研究への期待は高まっている。近年、農業は環境保全産業や「緑の産業」としての要請が強まり、消費者の間では安全な農産物や食品を求める傾向が活発になっている。作物保護分野にもリスクの少ない防除技術の採用が広く求められている。

OECDとFAOはIPMが広範に普及しないことを憂慮し1998年6～7月にスイスで「IPMと農薬リスク削減」のワークショップを開催した（OECD, 1999; 平井, 1999）。本報ではその論議をふまえてIPMの普及の現状、推進上の障壁、それを突破するための普及度測定法や国内外の関連動向を概説する。

表 1. 作物保護法（概念）の変遷

1. 農薬依存の見直し	: 1950年代, 抵抗性系統出現, ペルー綿花, カリフォルニアのルーサン, 英国のキク
2. 生物的防除と化学的防除の併用・総合化	: Stern, Smith, van den Bosch and Hagen(1959)
3. Rachel Carson(1962)	: 化学的防除と生物的防除の間を選ぶ方法の提案。
4. Integrated Control	: 総合的防除, 調和的防除, ET(経済的閾値), Sternら (1959) ; FAOによる再定義(1967)
5. Pest Management	: (Rabb, 1970) 日本への導入1970年頃、総合防除研究着手
6. 先進国で穀物過剰生産 (1970年代)	
7. Integrated Pest Management(IPM)	: (Apple and Smith, 1976)
8. Integrated Production (IP)	: 総合生産, : スイス, 1976
9. 低投入持続可能型農業振興 (1980年代, 欧米)	
10. Integrated Fruit Production (IFP)	: 総合果樹生産 : ドイツ, 1980年代
11. Integrated Crop Management System(ICMS)	: 総合作物管理体系, 英国, 1992
12. National IPM Initiative	: 全米IPM取組宣言、農地の75%でIPM実施宣言, 1993
13. 食品品質保護法 1996年制定	: 米国, 農薬の最小限利用、農薬登録の見直し。
14. 第3回全米IPMシンポジウム/ワークショップ	: Broadening Supportfor 21st Century IPM, 1996
15. 米国ではNational IPM Initiative宣言後5年を経過してもIPMは普及してない。	
16. IPMの普及度調査 (法) 策定	: Integrated Pest Management Measurement Systems workshop-Chicago, USA, 12-13 June 1998
17. 環境保全型農業の研究	: 農水省研究プロジェクト、1999-2002、2004-継続
18. IPM 現状と将来の戦略	: Integrated Pest Management:Current and Future Strategies, CAST, Ames, Iowa, USA, June 2003

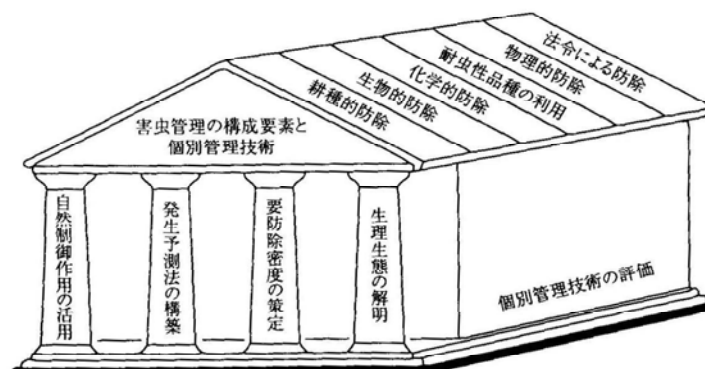


図 1. IPMの基本構造 (Watson et al., (1976) を改変)

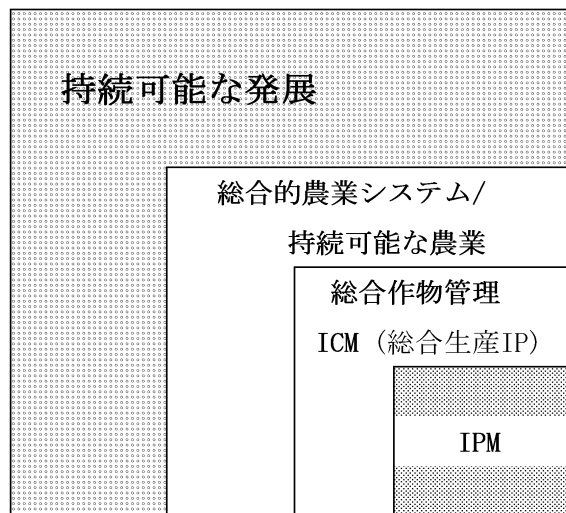


図2. 持続可能な農業とICMの一要素IPM（世界作物保護連盟、1998より作成）

表2 欧州における持続可能型農業における作物保護（Bollerら、1998より作成）

間接的な作物保護 ①（予防） （病害虫を発生させない栽培管理法）	1. 自然資源の適正使用 例. 地域にあった作物, 適切な収量設定 抵抗性品種, 作物にあった雑草管理 品種と作物の混作, 適期播種, 作物保護の啓蒙指導 生態保全地の設定（耕地の5～10%） 2. 農業生態系に悪影響の少ない農業技術 例. 肥料の適正投入, 適正な作付け密度, 土壌肥沃保全を 目指した耕起・栽培。土壌浸食抑制と雑草管理。生物 多様性を高める生息地管理（被覆作物の草生栽培） 3. 拮抗生物（有用生物, 菌類, 植物）の保護と増殖 例. 拮抗生物の機能評価, 接種的施用, 土壌抑制, 生息地管理
↓ 直接防除への移行意思決定	
モニタリングと発生予察	
↓ 発生と診断（発生・被害時期）モデル ET（経済閾値）, TL（耐性水準） (<i>Economic Thresholds, Tolerance Levels</i>)	
直接的な作物保護 ②（防除）	4. 対象生物の防除 例. バイテク法, 選択的寄生者, 捕食者, 菌類などの繰り返し利用。対抗植物; 選択性除草剤, 微生物除草剤による雑草管理。選択性農薬, フェロモン 5. 前記の方法が不十分な場合, 低選択性防除法の採用 例. 半選択性農薬: Bt, IGR, SIF 非選択性農薬: 残効性が短い農薬。

Bt, *Bacillus thuringiensis*: 土壌細菌の一種、IGR, Insect growth regulators: 昆虫成長制御剤, SIF, Sterol synthesis inhibiting fungicides: ステロール阻害殺菌剤

2. I P Mの事例－成功例と失敗例

1) スイスの総合生産 (IP)

近年、スイスでも農薬販売量は漸減傾向にあり、総合生産が増加している。最近IPラベルは83%, 有機農業は3%である(図3)。IPの栽培基準は各農畜産物について示されている(図4)。また、IP生産のガイドラインも示され、その中に農薬の使用基準も盛り込まれている(表3、4)。

スイス果樹協会は総合的果樹生産(Integrated Production)を1976年に開始し、欧州におけるIPガイドライン作成の手本を示した。スイス連邦政府は1995年に直接支払い制を導入し生態的補償地域の設置とIP生産推進の支援を行った。そして栽培適地、品種、適正施肥、草生栽培、IPMの実施を積極的に推進した(図5)。農薬の使用削減により派生する労働生産費の高騰および減収を補填するために、果樹園には1200DM(ドイツマルク)/ha/年、穀物には300DM/ha/年が支援される。さらにIP果樹には認証制度によりラベルが添付される。

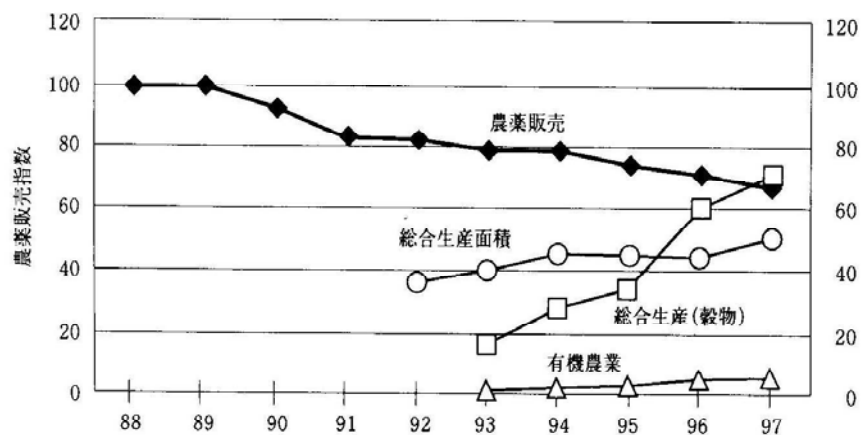


図3 スイスにおける総合生産の推移と農薬販売の推移(原典: スイス化学工業会, 1998)

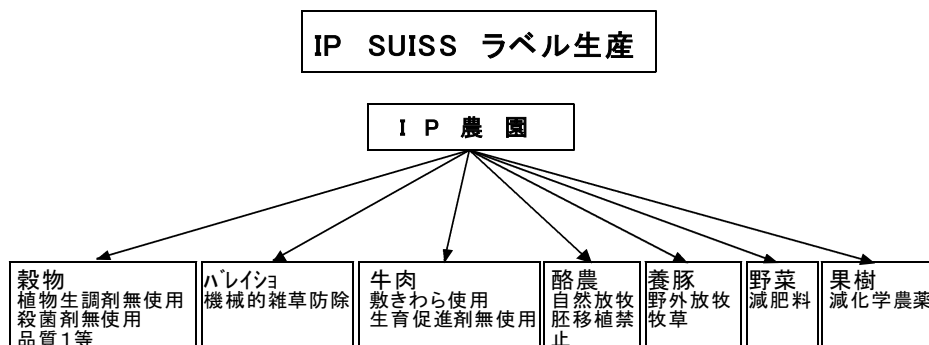


図4. スイスの総合生産(IP)の表示に必要な栽培法

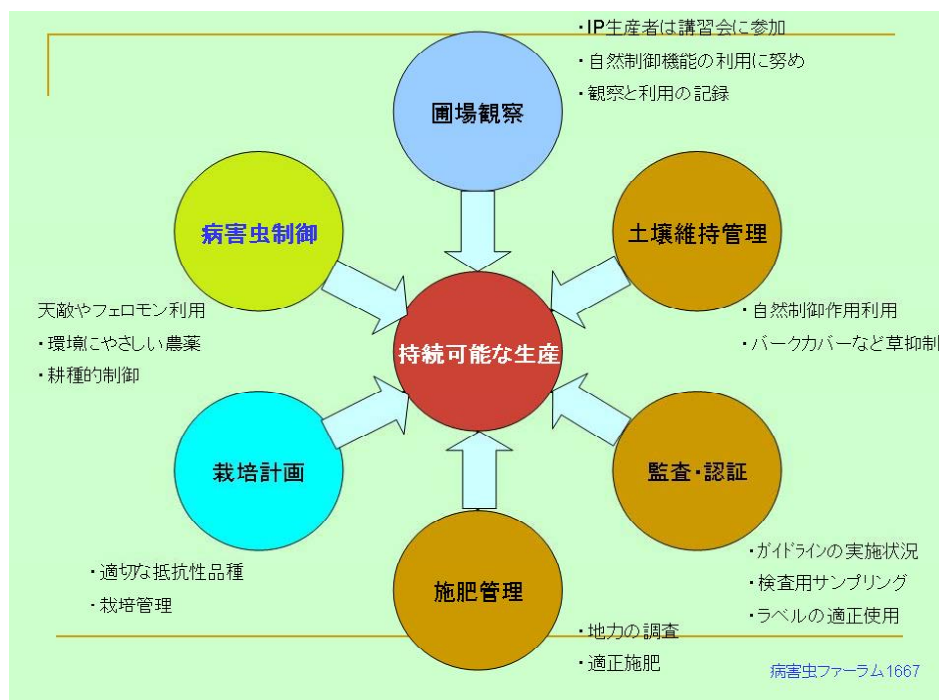


図5 スイスの総合生産 スイス果樹協会資料より

表3. IPガイドラインにおける農薬の使用基準 (スイス, 1998)

穀物	除草剤：発芽前処理禁止 殺虫剤：粒剤使用禁止，特別許可後に散布 植物生育調整剤：クロルメコト，塩化コリン使用禁止
ナタネ	殺虫剤：粒剤使用禁止，ゾウムシ防除に使用 殺菌剤：開花前のみ使用
トウモロコシ	除草剤：発芽前帯状散布，マルチと直播のみ発芽前に全面散布可能 殺虫剤：特別許可後に散布
ポテト	除草剤：帯状散布に限り発芽前処理 殺虫剤：コロラドハムシの防除，他の防除は許可後使用。粒剤使用禁止。
テンサイ	除草剤：トウモロコシに準ず。 殺虫剤：ゾウムシ，アブラムシ。他の害虫と粒剤は許可制
ダイズ，ヒマワリ タバコ，マメ類	殺虫剤：アブラムシ防除は許可。他は特別許可制 粒剤使用禁止
飼料作物	除草剤：畦間散布。収穫後次期作播種前の選択性除草剤散布可。他は特別許可 殺虫剤，殺菌剤は使用禁止。

結論：①IP－農家は直接支払（奨励金）を受けるため，慣行農家より収入が多い。

②農薬の散布回数は30%減を目標。

③穀物，トウモロコシ，テンサイで不要な除草剤散布が50%削減された。

表4. IP生産と慣行生産における収量と作物保護費の比較

(スイス連邦生態農業全国プロジェクト, 1998)

作物	収 量	作物保護費	農薬処理回数
IP 小 麦	94%	82%	2.9
慣行小 麦	100	100	4.3
IP 大 麦	98	90	2.7
慣行大 麦	100	100	3.6
IP トウモロコシ	100	100	1.0
慣行トウモロコシ	100	100	1.3
IP ポテト	93	69	6.3
慣行ポテト	100	100	7.8
IP テンサイ	90	80	2.9
慣行 テンサイ	100	100	3.8
IP ナタネ	85	60	1.7
慣行 ナタネ	100	100	2.9

2) IPMの成否（農薬行動ネットワーク、米国）

・成功例① サンフランシスコ市は1996年10月に公園と学校における樹木への農薬使用条例とIPM条例を決議し、その中で毒性の高い農薬の使用を禁止し、1996～1998年の累積農薬使用量を50%削減、農薬散布の前後4日間注意書を掲示、2000年までに公園や学校での農薬使用の全廃、IPM計画の作成と公開、IPM専門家からの技術支援、持続可能な非農薬防除の優先、他の方法がない場合に農薬の使用、そしてIPM普及度の調査などを盛り込んだ。

・過去2年間の判定の結果、農薬使用量は1995年の4877ドルから1997年の640ドルに減少した。毒性の高い農薬も3844ドルから23ドルに減少した。

◎成功の原因としてIPMの明確な定義、農薬問題の認識、政策決定・解決に向けた地域住民の参加。目標の設定、役人とIPM実行家そして住民の協力、予算的支援と結果の責任などの公的支援があげられる。

・失敗の例② 米国政府による1993年の全米IPM取組宣言(National IPM Initiative, 2000年までに農地の75%でIPM実施宣言)にも関わらず、1998年になってもIPM採用や農薬リスク軽減の兆候はなく、結果を測定できない。最近の報告では18%の生産者が生態系ベースのIPMを採用している(CAST, 2003)。○その原因はIPMの達成目標が明確でなく、化学農薬への依存脱却の実践不足。IPM普及の測定法および監視法が欠如していた。農家とIPM実践家の啓蒙・意思疎通の欠如、脱農薬の研究および普及に対する不十分な予算的支援がなかったことなどがあげられた。最近、有害生物間の相互作用を考慮するシステムアプローチを採用しなかったことにも原因があると報告されている(CAST, 2003)。

注) 農薬行動ネットワーク、米国、Pesticide Action Network/ North America Regional Center、San Francisco, CA, USA
: 化学農薬の不正使用に反対し、安全で生態調和的な防除方法の採用を支援する国際市民団体。1982年設立。60余カ国の400機関と連携し寄付基金で運営、世界に5支部（アフリカ、アジア、欧州、ラテンアメリカ、北米）がある。

3) IPMは消費者にとって有益なのか (Sainsburys Supermarket, 英国)

イギリスには、IPMは誰のためにつくられたのか？ 消費者とその必要性を考えているのか？ 栽培者のためか？ あるいは研究者の雇用促進のために創られたのか？などの率直な意見もある。

セインズベリズ・スーパーマーケットはイギリスに397軒の店舗を有し、毎日3000トンの農産物を、他社との競争より消費者の反応を意識しながら販売している。そして生産農園における生物多様性とヒトの環境を保全改善するために、1992年にICM (IPMを包含する総合的作物管理) 指針を作り、国内外350の農産物供給者に配付した。その綱領は現在4カ国語で翻訳されている。ICMの目標は野生生物やヒトの環境を保全改善し、良質の作物を生産することにある。

- ・ IPM推進の限界の要因として有用生物への農薬影響の情報が少ない、正確な天気予報がなく適切な薬剤散布時期が決定できない、生物防除素材は広域施用には高価である、消費者は品質低下した農産物を購入しない、マイナー作物への農薬登録が少ない等があげられている。

- ・ 化学農薬の代替品のリスク：IPM自体がリスクを有することがある。例えば作物の経済的閾値水準に頼りすぎると、防除ではなく、予防対策に専念するはめになりリスクが増す。スペクトラムの狭い薬剤の使用は新害虫が出現する。また農産物の輸入に当たり厳密な検疫措置が適用されると、IPM推進は制限されるなどがある。しかし基本的にはIPMの推進を望んでいる。

4) ドイツにおける果樹生産 (ドイツ連邦農林業研究所)

ドイツにおける総合的果樹生産 (IFP : Integrated Fruit Production) は50年前にさかのぼり、IPMを一步前進させた農法であり、リンゴ栽培でもっとも進んでいる。この5年間で70%余りの生産者がIFPガイドラインを遵守している。コドリング、ハマキ、さび病、火傷病が主な対象病害虫である。

1970年代初期にIFPリンゴ園ができ、1980年代後半までIFP面積は約2000haになった。1980年になり連邦農業省がプロジェクトを組み、IFP実証園を設け普及努力し、IFP採用園が増加した。そこでは薬剤の散布回数とコストの削減、発生予察システム、発生消長モデルが作られた。IFP普及の理由には栽培者の訓練、有用生物の増加、農薬の削減、環境影響の少ない選択性殺虫剤の選定、国内及びECの助成金交付などがある。最近は二次害虫の増加、薬剤抵抗性問題、コスト高が問題になっている。

3. IPM実行の障壁と推進

1) 普及員からみたIPM推進の障壁と推進（ドイツ農業・植物保護所）

- ・ 障壁要因：
 1. ドイツではIPM技術の不足、普及員の定員削減。農家の意欲減退などが関係する。
 2. IPM技術、つまり多くの病害虫に対し、総合的防除戦略をとるのに必要な生物・バイオテク手法、耐虫性品種、要防除水準、発生予察モデルなどの意思決定支援システムや選択性農薬などが不足している。これは特にマイナー作物で問題である。予察法ができて利用される頃には時代遅れになる。サンプリング法や診断法が生産者に実際役立たない。
 3. IPM技術は殺虫剤より高価である。
 4. 農家の意欲減退：経営安定指向の農家はIPMを信用しない。農家のIPM知識の欠如として市場要求と合理性追求のための農家が商品作物を限定し、作物多様性を放棄している。
- ・ 推進要因：
 1. IPM推進には高価な生物的防除資材購入への補償が必要である。
 2. 慣行農業との違いを明確にするIPMの定義が必要である。
 3. 農家へのIPM啓蒙、
 4. IPM導入支援のコンピューター意思決定支援システムが必要である。

2) 野菜栽培におけるIPM推進の障壁と推進（南フロリダ作物コンサルタント）

IPMは慣行防除に近いものから生物的防除をベースとするIPMまで多様である。IPMの定義は農家の意識により異なり、生物的防除を採用しようとする場合、以下のような障壁と推進要因がある。

- ・ 障壁要因：
 1. 農家がIPM実施に当たり利用可能な研究成果や戦略が不足してる。
 2. 多くの研究機関は個別研究に専念し、IPMパラダイムに適さない。
 3. 研究機関はIPM技術者や専門家を十分訓練していない。
 4. IPM研究への予算的措置が少ない。
 5. IPM普及度の測定法が不足してる。
 6. IPM普及と実施に対する定期的教育が不十分である。
- ・ 推進要因：
 1. ①農薬使用の削減、②抵抗性管理および天敵の保全と増殖、③作業者の安全、環境調和、食品の安全性推進のための農薬リスク削減など、各要素相互間の費用便益法によりIPM推進決定。
 2. 慣行農薬が減少するので食品繊維生産による利益が維持できる。
 3. 生鮮加工物もIPM生産物としてラベル化されるので収入が増える。
 4. 米国政府によるIPMを農地の75%に普及するとの全米IPM取組宣言は、IPM研究目標を改善している。

4. I P M普及度測定法

1) スイスにおけるIPぶどう園の監査と評価

スイス連邦政府が1993年以来環境保護の面から農業を支援し始めてから、有機農業やIP生産が徐々に普及し始めた。国はぶどう園1haあたり1200スイスフランを助成している。現在2500農家が参画している。IP農家は表5の基準にしたがい栽培する。さらにIP農家には以下の基準を遵守することが要請される。すなわち①年1回専門家が施肥、土壌管理、草生管理、病虫害防除、ブドウの品質を検査する。②環境と自然保護のガイドラインにしたがい、ぶどう園を自然状態に保護管理する。農村景観、水質、土の肥沃度を保全する。緑肥カバー作物（草生栽培）による侵食防止。農薬肥料の使用削減など行う。③ワイン製造と品質の検査。④研修会への参加などが必要である。

表5. スイスIPぶどう園の監査と評価表¹⁾, 1997版より抜粋(Boller et al., 1998)

検査項目	評価・全国レベル		地域点	
	未達成	達成	+ 1	+ 2
1. 土壌肥料 10年以内土壌分析 窒素施肥	無 >50kg/ha	有 <50kg/ha	<30kg/ha	<10kg/ha
2. 土壌管理 草生率	無	≥50%		100%
3. 作物保護 ・（病害） べと病防除 殺菌剤・カブリダニ毒性レベル 銅剤散布量/ha/年 ・（虫害） TL採用によるハダニ防除、 殺ダニ剤・カブリダニ毒性レベル 天敵カブリダニの導入 天敵卵寄生蜂の導入 被害度評価、TL採用・カブリダニへの低毒性薬剤による1世代目ブドウガ防除 TL採用・カブリダニ低毒性薬剤、 Bt、CT(交信攪乱)による2世代目ブドウガ防除	> 8 回 高 > 4 kg 無 高 無 高	8 回 無一中 4 ≥ 有 無一中 有 無一中	7 回 無 無 Bt剤	< 7 回 無散布 導入 導入 CT 無散布
4. その他 抵抗性品種 肥料農薬施用記録 病虫害被害調査 研修会参加	無 無 無	有 有 有		採用
評 点				

¹⁾ スイスVitiswiss(全国)及びVinatura(地域)による実施例

2) 米国バレイショ生産協議会によるIPM普及度測定法

米国バレイショ生産協議会はIPMの普及度を調査するために、表6のように病虫害ごとのIPM技術を指定し、その採用による配点ポイントを付けている。生産者を対象にIPM技術の採用程度に応じて採点し、その総合点によりIPM普及度を未実施から萌芽期、可動期、定着期、発達期、成熟期に分ける（図6）。

表6 米国バレイショ生産協議会 IPM普及度調査法 抜粋

昆虫IPM	IPM 技術	防除法 ポイント
モモアカア ブラムシ	黄色水盤による毎週調査（見取り調査）	耕種的防除法 4 □
	化学的防除法（択一）	
	広スペクトラム殺虫剤	化学的防除法 1 □
	狭スペクトラム殺虫剤	化学的防除法 3 □
	リスク削減／生物的殺虫剤	化学的防除法 4 □
	少量散布：追加点	3 □
	スポット散布，周辺散布：追加点	3 □
	虫媒伝搬ウイルスTG抵抗性品種の採用	生物的防除法 3 □
	1 季節，世代に同一薬剤を複数回散布しない抵抗性管理	耕種的防除法 4 □
	天敵の利用	生物的防除法 4 □
	天敵に影響の少ない薬剤選定・使用	耕種的/化学的防除 5 □
昆虫IPM	IPM 技術	防除法 ポイント
ハダニ類	乾燥気象2週間後，発生調査	耕種的防除法 4 □
	要防除水準判定	耕種的防除法 4 □
	化学的防除法（択一）	
	広スペクトラム殺虫剤	化学的防除法 1 □
	狭スペクトラム殺虫剤	化学的防除法 3 □
	リスク削減／生物的殺虫剤	化学的防除法 4 □
	少量散布：追加点	3 □
	スポット散布，圃場周辺散布：追加点	3 □
	1 季節，1 世代に同一薬剤を複数回散布しない	耕種的防除法 4 □
	天敵の利用	生物的防除法 5 □

昆虫IPM	IPM 技術	防除法	ポイント
ハリガネ ムシ	食餌誘引トラップによる幼虫調査（25地点/30エーカー）	物理的防除法	4 ☐
	アルファルファと穀物の3-4年おきの輪作	耕種的防除法	4 ☐
	8月に深耕し幼虫数を減少させる	耕種的防除法	2 ☐
	捕食性天敵又は糸状菌による防除	生物的防除	5 ☐
	化学的防除 土壌薰蒸剤施用	化学的防除法	1 ☐
	作付け前 粒剤施用	化学的防除法	2 ☐
	殺虫剤 浸漬帯採用	化学的防除法	2 ☐

作付前IPM	IPM 技術	防除法	ポイント
作付前IPM	輪作（前作はバレイショ害虫の寄主作物でない）		
	2年輪作	耕種的防除法	2 ☐
	3年輪作	耕種的防除法	5 ☐
	4年輪作	生物的防除法	7 ☐
	冬季カバー作物	耕種的防除法	5 ☐
	前作から窒素肥料	耕種的防除法	5 ☐
	ミニマムティレッジによる天敵保全や土壌侵食防止	生物的耕種的防除	5 ☐
	バレイショ残渣の粉碎処理	耕種的防除	5 ☐
	検査済み種芋の使用	生物的防除	5 ☐
	前作地から放して作付け	耕種的防除	5 ☐

未実施	萌芽期	可動期	定着期	発達期	成熟期
<50%	70	80	100	110<	
114pts	160	180	227	245	

化学農薬依存の防除体系 → 生物的防除体系
 低位意思決定 → 高位意思決定

図6. 米国バレイショ生産協議会によるIPM普及度判定図

IPM得点 227ポイント、 上級IPM得点 107ポイント

3) 生物的防除ベース I P M の普及度測定 (世界自然保護基金米国, WWF US)

ヒトの健康および環境に対する農薬リスクの軽減は、先進国および発展途上国の政府や国民の重大関心事で、化学薬剤への依存を減らし生物的防除ベースの I P M システム採用の原動力となっている。

IPM システムは、化学農薬依存から予防指向の生物防除への 4 ゾーンからなる連続帯として見ることができる。IPM 採用によるリスク削減のインパクトを長期間モニターする第一ステップは、連続帯における各 IPM の基準を設定すること、予防的な生物防除技術に関する野外データおよび農薬使用データを集めることにある。つまり調査対象の圃場や農園を 4 ゾーンに分けて (図 7)、ゾーン毎の単位面積当たり農薬使用量 (面積) とリスク水準を推定して比較する。

WWF US はウイスコンシン、バレイショ野菜栽培協会 (250 栽培者からなる協会) と共同で、1997 年までの 1 年半、生物的防除ベースの IPM 採用による農薬リスク軽減のために、(1) リスク軽減の定量化 (使用面積、使用量、毒性指数)、(2) IPM の定義、目標設定、(3) IPM 採用による農薬リスク・依存度の変化の定量化、(4) 農薬使用の基準年を 1995 年に設定し、毒性の高い農薬 (例えば急性毒剤ではアジンホスメチル、メタミドホス、カルボフラン、オキサミル、慢性毒性剤ではメトリブジン、マンゼブ、マンネブ、ペルメトリン、エンドサルファン) の使用削減を 5 か年計画 (97 年までに 25% 減、99 年までに 50% 減、2001 年までに全廃しゼロ残留) で推進している。

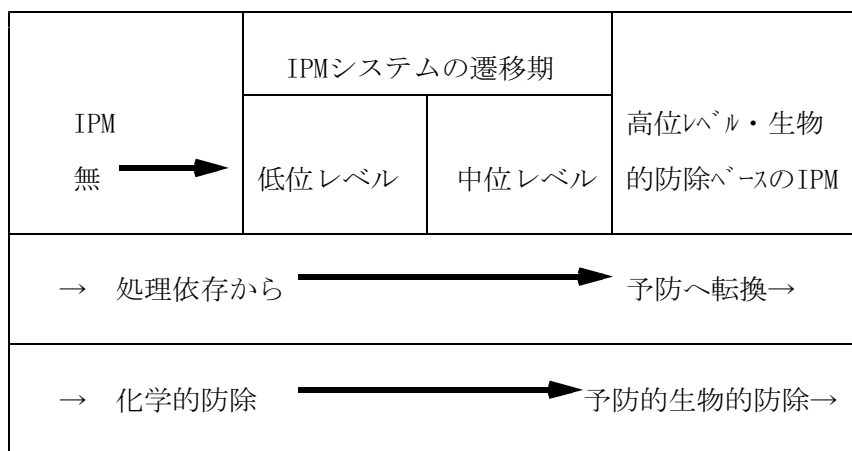


図 7. 化学農薬依存から予防的生物防除への連続帯における各段階の IPM

5. 国内の環境保全型農業とIPM

生産農家の聞き取りやアンケートの結果をみると、現在のところ、国内では「IPM」の言葉は現場であまり定着していないようであるが、それに近い概念である環境保全型農業や減農薬栽培などは知られ、それらに対する期待は大きい。作物別には水稻、野菜、果樹などの一部で耐虫性品種、耕種的防除法、物理的防除法、フェロモンや天敵生物などのIPM技術を活用した病虫害回避や減農薬栽培への試みが行われている（表7）。今後もIPM推進や減農薬栽培、総合的作物管理、総合的生産（IP）などの推進をはかることが必要である。

表7 国内で一部利用あるいは利用が見込まれるIPM技術

作物	病虫害	IPM技術
1. 水稻	縞葉枯病、ヒメビウカ ウカ、ヨコバイ、ツムシ、カメシ	耐病虫性品種の導入、発生予察 薬液少量散布法の採用、天敵保全 低毒性選択性農薬（IGR）の導入 発生予察法の効率化、卵寄生蜂 作期変更による被害回避
	ニカメイガ	細粒品種の導入で生息密度低減 性フェロモンによる交信攪乱
2. キャベツ	コナガ、モンシロチョウ ヨトウ類	薬剤防除、性フェロモンによる交信攪乱 Bt剤
3. ナス	アザミウマ、アブラムシ ヨトウ類、	生物農薬、薬剤防除、Bt剤
4. トウモロコシ	アワノメイガ、オオタバコガ	性フェロモン剤 生物農薬、薬剤防除、Bt剤
5. 施設野菜	ハダニ、コナジラミ、 マメハモグリバエ	天敵農薬、薬剤防除
6. 果樹リンゴ ナシ カンキツ	ハマキ類 ハマキ類、カメムシ、吸蛾類 カミキリムシ	性フェロモンによる交信攪乱、薬剤防除 天敵保全、網掛け、黄色蛍光灯の点灯 天敵採用（糸状菌）
7. 茶	ハマキ類、ハダニ	昆虫病原ウイルスの利用、天敵保全、 薬剤防除
8. 熱帯野菜	ミバエ類	不妊雄放虫
9. 芝生	ヨトウ類	昆虫寄生性線虫の利用、性フェロモン 薬剤防除
10. 花	オオタバコガなど	黄色蛍光灯点灯による物理的防除 生物農薬、Bt剤、薬剤防除

さて、2000年11月に公表された農水省の統計をみると、環境保全型農業のうち無農薬栽培取り組み農家数は5.3%（稲作5.2%、野菜作5.0%、果樹作4.2%）、防除暦の半分以下の使用回数に抑え

ている農家数は67%（稲作74%、野菜67%、果樹53%）である。無農薬・有機栽培・不耕起栽培などの環境保全型稲作に積極的に取り組む農家数は全国で10%余りある（図8）。

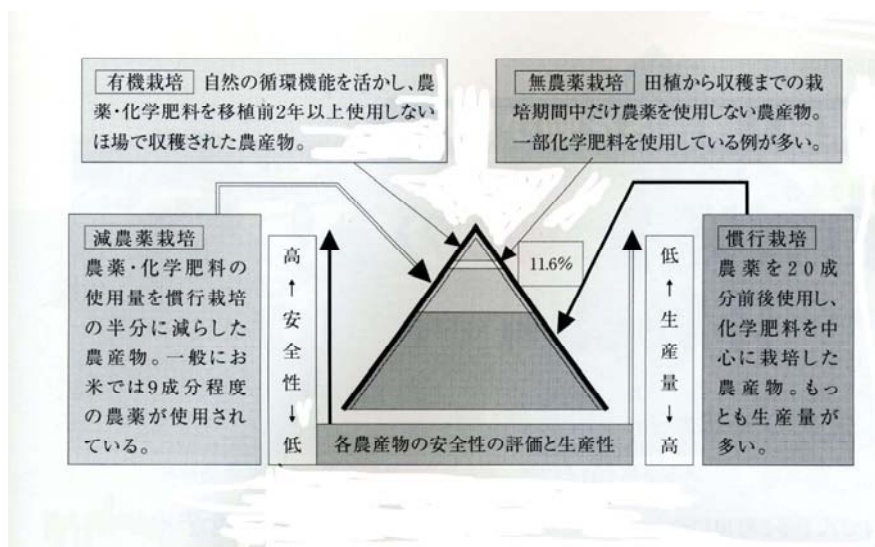


図8 環境保全型稲作の現状とその生産状況（稲葉、2002）

環境保全型稲作の場合、10アール当たりの生産量は慣行栽培の530kgに対し、総平均で457kg（86%）しかない（H11.8.1農林水産省統計速報）。実質的に14%の生産調整を実施していることになる。各農法における生産量を 慣行栽培を100として評価した場合、他の農法の生産量は表8のように格差がつく。その格差を生産調整の割当てで補填すれば環境保全型稲作が相対的に進展することになるだろうとの提案がある（稲葉、2002）。環境保全型農業の推進に対しては、欧米や国内の一部地域における補助金制や直接支払制度の導入を全国的に進めて行くことも必要と思われる。

表8 環境保全型稲作の平均生産量評価

農法区分		平均生産量評価
単作	JAS 有機栽培	70
	無農薬栽培	80
	減農薬栽培	90
	慣行栽培	100
輪作	大豆－稲	90
	小麦－稲	90
	野菜－稲	90
二毛作	大麦－稲	80
	工芸作物－稲	90
	野菜－稲	90

（稲葉、2002）より抜粋。

1) 水稻IPと普及度測定法

環境にやさしい水稻栽培と防除が適切に行われているか否かを判定するには環境保全型防除技術の普及度を測定する必要がある。環境保全型防除技術の普及度を判定するには、地域や栽培者、農地（作物）毎に防除作業を含む適切な栽培管理が行われているかを判定する基準が必要となる。水稻の場合、表9－1に示したように移植前後管理、前期管理、後期管理に分けて、各環境保全型防除技術の普及度（＝採用度）の調査法（チェックリスト）を作成した。

表9－1 水稻の環境保全型防除技術と採用度測定チェックリスト

環境保全型 (防除) 技術	実施月	ポイント	採用例			
			1	2	3	4
I. 移植前後管理						
病虫害や障害の少ない水田の選定・利用	10－11月	□ 5		○	○	○
秋 耕	10－11	□ 5			○	○
堆厩肥 1 トン/10アール	10－11	□ 5			○	○
春 耕	3	□ 5	○	○	○	○
耐病虫性品種（複合品種）の選定	3	□ 5				○
種籾水洗(しいなの除去)・塩水選	4	□ 3	○	○	○	○
薬剤種子消毒（いもち病、籾枯細菌病、苗立枯細菌病、褐条病、ばか苗病、ごま葉枯病、線虫）	4	□ 3	○	○	○	○
育苗土薬剤消毒（苗立枯病）	4	□ 3	○	○	○	○
予察情報の利用（前年多発＋暖冬少雨→多発）	4	□ 5			○	○
元肥適正施用、土壌改良資材施用	4	□ 5		○	○	○
畦畔等除草(除草剤使用しない)	4	□ 3			○	○
耕起前除草剤散布（雑草の多い場合）	4－5	□ 1	○	○	○	○
代かき－1回	4－5	□ 3	○	○	○	○
代かき－2回（代かき－1回目の約10日後）	4－5	□ 4				○
育苗箱施薬	4－5	□ 1	○	○		
育苗箱施薬（少量施薬）	4－5	□ 3			○	○
移植前除草剤散布（体系処理）	4－5	□ －1	○	○	○	
移植後除草剤散布（一発処理剤又は移植前除草剤との体系処理の初期除草剤）	4－5	□ －2	○	○		
小 計			16	26	48	58

環境保全型 (防除) 技術	実施月	ポイント	採用例			
			1	2	3	4
Ⅱ . 前期管理						
初期害虫予察情報の利用 (ウカ、イネミズ、トモイ)	5	☐ 5			○	○
多発時・防除 (ウカ、イネミズ、トモイ)	5 - 6	☐ 3			○	○
慣行薬剤防除	5 - 6	☐ 1	○	○		
中期除草剤散布 (残草のある場合)	5 - 6	☐ 1		○	○	○
(黄化萎縮病予察・ (冠水時防除))	6 - 7	☐ 1			○	○
中干し (イネミズゾウムシ幼虫密度低減)	6 - 7	☐ 5	○	○	○	○
葉いもち病・ツトムシ予察情報の利用	7	☐ 5			○	○
発生予察に基づく初発時・少量散布	7	☐ 2			○	○
慣行薬剤防除	7	☐ 1	○	○		
(白葉枯病情報の利用・防除(冠水時、常発地))	7	☐ 1				○
後期除草剤散布 (残草のある場合)	7	☐ 1		○	○	○
畦畔にカバークロープ栽培	7	☐ 5				○
水田内手取り除草 (大型雑草のある場合)	7	☐ 5			○	○
畦畔草刈り (カメシ対策)	7	☐ 5		○	○	○
減肥追肥 (化学肥料) 1 回	7	☐ 2			○	○
慣行追肥	7	☐ 1	○	○		
小 計			8	15	35	41

環境保全型 (防除) 技術	実施月	ポイント	採用例			
			1	2	3	4
Ⅲ. 後期管理 (穂孕期～黄熟期)						
(紋枯病情報の利用、高温多湿と発病株率15%以上)	8	☐ 5			○	○
多発時・少量散布 (紋枯病)	8	☐ 2			○	○
慣行薬剤防除	8	☐ 1	○	○		
穂いもち病・稲こうじ病予察情報の利用	8	☐ 5			○	○
《稲こうじ病 (穂孕期低温、多雨時、常発地)》						
発生予察に基づく初発時・少量散布	8	☐ 2			○	○
慣行薬剤防除	8	☐ 1	○	○		
ウンカ、ヨコバイ発生予察情報の利用	8	☐ 5			○	○
多発時・少量散布 (ヨコバイ、ウンカ)	8	☐ 2			○	○
慣行薬剤防除	8	☐ 1	○	○		
(葉鞘褐変病・籾枯細菌病・内穎褐変病予察情報の利用《葉鞘褐変病 (低温遭遇時)・籾枯細菌病・内穎褐変病 (出穂期の高温多雨)》)	8	☐ 5			○	○
(同上少量散布)	8	☐ 2			○	○
(同上慣行防除)	8	☐ 1	○	○		
カメムシ発生予察情報の利用 (出穂期～黄熟期)	8	☐ 5			○	○
多発時・少量散布 (カメムシ) 1 回	8	☐ 2			○	○
慣行薬剤防除 1 回目	8	☐ 1	○	○		
多発時・少量散布 (カメムシ) 2 回目	8	☐ 2			○	○
慣行薬剤防除 2 回目	8	☐ 1	○	○		
(変色米予察・対策、出穂期～収穫期の高温多雨)	8	☐ 1			○	○
作業日誌記帳		☐ 5			○	○
講習会出席		☐ 5		○	○	○
小 計			6	11	48	48
合 計			30	52	131	147

表 9 - 2 環境保全型防除技術の採用度判定表

環境保全型防除法の採用度段階			
未実施 - 1 *	可動期 - 2	成熟期 - 3	安定期 - 4
36 < (25%)	74 < (50%)	118 < (80%)	→ 147

（１）移植前後管理

環境保全型農業の推進には、まず病虫害の発生の少ない水田の選定・利用を基本におき、病虫害の密度を低減させる秋耕、堆肥施用、春耕、耐病虫性品種の採用、移植前予察（中期予察）、元肥適正施用、土壌改良材（ケイ酸肥料）施用、代かき１－２回などが必要なので、それらに高ポイントを配した。除草剤を使用する場合にはマイナスポイントを配した。使用する場合も魚毒性の低い薬剤を使用する。以上、各技術の採用例毎にポイントを合計して小計を求める（表９－１）。

（２）前期管理（生長期）

初期害虫の発生予察、中干し（イネミズゾウムシ幼虫密度の低減のために有効）、畦畔管理（草刈り、イネ科以外のカバークロップの植栽）に高ポイントを配した。特に出穂１０～１５日前（７月）の畦畔草刈りやカバークロップの植栽は斑点米カメムシ類を水田域から遠ざけるのに有効である。水田内のヒエ抜きもカメムシの密度を下げるのに有効である。カメムシが生息している通路や畦畔の雑草を出穂後に刈り取ると、カメムシが水田に飛び込みやすくなるので注意が必要である。

カメムシ類は関東以西ではクモヘリカメムシ、イネカメムシ、ホソハリカメムシが多く、西南暖地ではミナミアオカメムシやシラホシカメムシの発生が多い。北日本ではトゲシラホシカメムシ、アカヒゲホソミドリメクラガメなどが多い。

遅植栽培では７月後半からイネツトムシが多発することがあるので、発生量に注意し、株当たり終齢幼虫数またはツト数が０．４以上になったら薬液少量散布法などで防除する。

（３）後期管理（出穂期～穂孕期～黄熟期）

実害が問題になる斑点米カメムシ類の発生予察情報、ウンカ・ヨコバイ類の発生予察情報、いもち病の発生予察情報などを利用し、薬液少量散布する場合に高ポイントを配した。

さらに特異気象年や地域によって発生することがある紋枯病・稲こうじ病の発生予察情報の利用、葉鞘褐変病・籾枯細菌病・内穎褐変病などの発生予察情報の利用にも高ポイントを配した。

出穂期以降に高温多雨になると、変色米が発生することがあるので、不要な薬剤使用をしないようにするとともに、防除する場合は収穫前２１日までにいもち病防除剤などを少量散布する必要がある、この場合も配点した。防除記録を含む作業日誌記帳ならびに農事講習会への参加などにも高ポイントを配した。

４）普及度の判定

表９－１の右側欄に環境保全型防除技術の採用例（１，２，３，４）を設け、各技術を採用した場合に○印をつけ、そのポイントを合計して最下行に小計として示した。実際の判定に当たっては、採用例ごとに総合点をだし、３６ポイント（安定期の１４７ポイントに対する比率２４％）以下は環境保全型防除法の未採用、３６－７４（５０％）ポイントは同法の採用可動期、７４－１１８（８０％）ポイントは同法の採用成熟期、１１８－１４７（１００％）ポイントは安定期とする（表９－２）。表９に示したチェックリストはたたき台であるが、実際には水田や地域ごとに、このような測定法を作成の上、水田毎の採用度を明らかにし、環境保全型防除技術の採用拡大に努める必要がある。

2) ナシのIPM普及度測定法（試案）

参考：平成16年版埼玉県ナシ（幸水）病害虫防除暦

梨の特産地では収量および品質を落とさないためには、10日に1回、月に3回の割で病害虫防除を実施している生産者が多い。フェロモンの購入に当たっては市町村で一部（1割程度）を補助しているところもある。表10では防除技術の中でフェロモン剤の採用、生態的防除法、耕種的防除法、予察情報の利用などに高いポイントを付けた。ポイントを付けなかった防除技術は要否を検討する必要があると思える。

表10 ナシのIPM 普及度測定表（試案）

防除時期	対象病害虫・雑草	防除技術	ポイント
休眠期	輪紋病、胴枯病 シンクイ、カイガラムシ、ダニ	罹病枝の切除 病患部粗皮削り	☐ 5
3月下旬	黒星病、胴枯病 ハダニ類、カイガラムシ	(石灰硫黄合剤 7倍)	☐ 1
4月上旬	(赤星病)、 カメムシ類 黒星病 黒星病、赤星病、サビダニ	中間宿主ビャクシン類を植えない。 防災網の設置 被害芽除去 ビスグイセン水和剤 800倍	☐ 5 ☐ 5 ☐ 1
4月中旬 (開花初期)	黒星病、赤星病 アブラムシ類・カイガラムシ	アソビルフロワブル 2000倍 ダイアジノン水和剤 1500倍	☐ 1 ☐ 1
(満開直後)	黒星病、赤星病 アブラムシ類	ジラムチウラムフロワブル 500倍 バリアード顆粒水和剤 4000倍	☐ ☐ 1
4月下旬 (落花直後)	黒星病、赤星病 ハマキムシ類、ハダニ類 多発時防除	スコア水和剤 4000倍 予察・発生数調査 カスケード乳剤 2000倍	☐ ☐ 5 ☐ 1
5月上旬	黒星病、赤星病 予察、多発時防除 シンクイムシ、アブラムシ類	ジラムチウラムフロワブル 500倍 発生予察 アクタラ顆粒水溶剤	☐ 1 ☐ 5 ☐ 1
5月中旬	黒星病、輪紋病 ----- ハダニ類、ニセナシサビダニ	ベルコートフロワブル 1500倍 ----- エイカロール乳剤 1500倍	☐ ☐
5月下旬	黒星病、輪紋病 アブラムシ類 シンクイムシ類 カメムシ類	キャプタン・有機銅水和剤 600倍 ジノテフラン水溶剤 2000倍 (スタークル)	☐ 1 ☐ 1
6月上旬	シンクイムシ 黒星病、輪紋病 ハダニ類、ニセナシサビダニ	フェロモン交信攪乱剤設置 キャプタン・有機銅水和剤 600倍 コテツフロワブル 3000倍	☐ 5 ☐ 1 ☐
6月中旬	黒星病、輪紋病 ハマキムシ類、シンクイムシ類 除草	キャプタン・有機銅水和剤 600倍 ダイアジノン水和剤 1000倍 除草機 除草剤	☐ ☐ ☐ 5 ☐ 1
6月下旬 (新梢発育停止)	黒星病、輪紋病 ----- シンクイムシ類	ストロビードライフロワブル3000倍 ----- ラービンフロワブル 750倍	☐ 1 ☐ 1
7月上旬	黒星病、輪紋病 シンクイムシ類 コナカイガラムシ類	キャプタン・有機銅水和剤 600倍 ダイアジノン水和剤 1000倍	☐ 1 ☐ 1
7月中旬	ハダニ類 シンクイムシ類 ハダニ類	バロックフロワブル 2000倍 アーデント水和剤 1000倍 コロマイト乳剤 1000倍	☐ 1 ☐ ☐
8月	除草 コナカイガラムシ類 シンクイムシ類 ハマキムシ類	除草機 除草剤 バンド誘殺開始 スカウトフロワブル 2000倍 ロディー水和剤 1000倍	☐ 5 ☐ 1 ☐ 5 ☐ 1 ☐
9月 11月 冬季	黒星病 白紋羽病 カイガラムシ、カメムシ類	落ち葉処分	☐ 5

殺菌剤13回、殺虫剤14回 除草剤2回

(3) りんごの病害虫防除

長野県のりんご産地では品質、収量を落とさないために、発芽前から収穫まで、病害では腐らん病、輪紋病、斑点落葉病、うどんこ病、すす斑病、すす点病、赤星病、黒点病、害虫ではモモシンクイガ、キンモンホソガ、リンゴコカクモンハマキ、ケムシ類、ハダニ類、アブラムシなどを対象に慣行防除では14回の防除、減農薬栽培ではフェロモン剤の設置と発生予察により10回まで散布回数を減らすことができる。削減の内訳は殺虫剤の削減が多く11回散布から5回に、殺ダニ剤が5回から3回である。殺菌剤の削減数少なく14回から10回に減るだけで、殺菌剤がボトルネックになっていると報告している（北村、1999）。

(4) キャベツのIPM 普及度測定法（試案）

参考：キャベツ特産地の例

キャベツは在来期間が短く、しかも収穫物が直接被害にあうので防除は難しい。病害では苗立枯病、べと病、菌核病、株腐病、害虫ではヨトウムシ、アオムシ、コナガ、ウワバ類と種類が多くIPMを実施しにくい。コナガやオオタバコガにはフェロモンがあるので、時期（春や秋）や場所により使用できる。表11の特産地の例では19回散布が行われているが、さらに削減できるか否かの検討は必要であろう。

表11 キャベツ特産地のIPM普及度調査法（試案）

使用時期	生育態	防除対象	防除技術	ポイント
苗床土壌消毒		苗立枯病	クロビ・クリン	☐ 1
苗 床	は種前	アブラムシ、コナガ	ベソフカルフ粒剤	☐ 1
苗 床	本葉4.5枚	べと病	マンゼンブ	☐ 1
		アブラムシ、コナガ	アセフェート	☐ 1
定植ほ場準備		根こぶ病	フルアジナム	☐ 1
		ネクリムシ・コカシムシ類	ダイアジノン	☐
定植後		除 草	シアン酸ナトリウム メトラクロール	☐ 1 ☐
定植14-21日	本葉7-8枚	菌核病	ベノミル	☐ 1
定植25-32日	11枚	菌核病	イプロジオン	☐
		黒腐病、軟腐病	塩基性硫酸銅	☐
		コナガ	エマメクチン安息香酸塩	☐ 1
上記から10-14日	14枚	軟腐病	オキシニック酸	☐ 1
		タマギンウワバ	メソミル	☐ 1
上記から10-14日	17枚	菌核病	フルジ・オキシニル	☐ 1
		株腐病	トルクロホスメチル	☐ 1
		タマギンウワバ	イントキサルブMP	☐
収穫7-10日前	20枚	株腐病	フルトラニル	☐ 1
		アブラムシ	フェンバレート	☐

収穫（定植後70-80日）

注）ポイントを付けなかった防除技術は、削減できるか否か検討を要する。

今後の取り組み

農林水産省の統計で国内の環境保全型農業の取り組み状況を見ると、地域の防除暦の半分以上の農薬使用回数に抑えている農家数は67%、環境保全型稲作（無農薬、有機栽培、不耕起栽培）に取り組む農家数は10%余りである。アメリカでは1993年の全米IPM取組宣言があった後、予察は多くの生産者に採用されている（72%（綿花）～98%（イチゴ））。生物防除を中心にしたIPMは18%の農家に留まっている。ヨーロッパでは総合生産に対する直接支払い制度の運用もあり60%余りの農家が参加している。

今後、栽培面積の50%以上に環境保全型農業あるいはIPMを普及させるには以下の項目について取り組む必要があると思う。

①IPM普及へのロードマップの作成

農作物、栽培型ごとに、慣行農業との違いを明確にしたIPMを内包するシステムアプローチ（総合生産）の目標達成のための時期別・段階別のロードマップの作成。生態系をベースにした普及度評価法の作成が必要である。IPM普及の飛躍的推進には行政や生産団体などによる普及支援（例えば生産調整の割当て配慮、グリーンペイメント制、IPM生産物のラベル化など）も必要と考えられる。

②IPMの普及と迅速な技術移転

生産者レベルでは病虫害・雑草の見分け方が必ずしも十分ではないので、それらの見分け方ならびに防除基準の普及、さらに新規IPM技術の迅速な技術移転が必要である。その普及対象については大規模農業、施設農業のみならず、小規模農業、家庭菜園、公共施設、学校、公園、街路等へのIPMの普及を目指す。

③IPMには精密農法、GMOの導入を視野に入れた研究

どのようなIPM技術を、いつ、どこに、どのくらい採用すべきかを判断支援する精密農法の研究、耐病虫作物の利用はIPMの基本であるので、従来の育種のほか、将来のGMO導入への対応も必要。

④IPM採用意思決定支援システムの開発

病虫害、雑草の発生予察は今後ますます重要性が増すと思われ、その情報伝達とIPM技術採用の意思決定支援ツールが必要、さらにIPM技術間の相互作用、生物的防除法と化学的防除法などの相互作用などの研究や情報移転も必要である。

⑤有害生物は遺伝的多様性と適応性に富むので、とくに薬剤抵抗性（管理）、侵入生物への対応研究が必要である。

⑥外国で見られるIPMコンサルタント業（営農指導や防除指導、作物保険制度）の成立の可否、あり方なども検討する。

（謝辞：水稻のチェックリスト作成にあたり貴重なご意見をいただいた森田弘彦、根本文宏、江村薫、横須賀知之の各氏に、ナシ、キャベツの資料ならびに情報を提供して頂いた根本久、酒井宏の各氏にお礼申し上げます）

主な引用文献

- 1) Apple, J. L. and Smith, R. F. (eds) (1976) Integrated Pest Management, Plenum, New York.
- 2) Boller, E. F., J. Avilla, J. P. Gendrier, E. Jorg & C. Malavolta (1998) IOBCwprs, Bulltin. Vol. 21 (1), pp. 41.
- 3) Carson, R. (1962) Silent Spring. Houghton mifflin, Boston.
- 4) CAST (2003) Integrated Pest Management-Current and Strategies-, CAST, Iowa, USA, pp. 246.
- 5) GCPF (1998) IPM p. 22.
- 6) 平井一男 (1999) 有機・減農薬農産物の生産・流通技術、エヌ・テイ・エス (東京) 3-23.
- 7) 稲葉光國 (2002) 田んぼ環境シンポジウム講演要旨・資料集 (NPO法人メダカのがっこう主催) 28-29.
- 8) 北村泰三 (1999) 有機・減農薬農産物の生産・流通技術、エヌ・テイ・エス (東京) 83-101.
- 9) OECD (1999) OECD環境保全刊行物、農薬シリーズ, Paris, No. 8: 161pp.
- 10) Rabb, R. L. (1970) Introduction to the conference. In Concepts of Pest Management (Rabb, R. L. and Guthrie, F. E., eds). North carolina State University, Raleigh. pp1-5.
- 11) Stern, V. M., Smith, R. F. van den Bosch, R. and Hagen K. S. (1959) The integrated control concept. Hilgardia 29: 81-101.
- 12) Thwaite, W. G. and L. J. Penrose (1998) IPM Measurement Systems Workshop-Chicago, USA, 12-13 June 1998.
- 13) Watson, T. F., L. Moore, G. W. Ware (1976) Practical insect management- A self-instruction manual- W. H. Freeman and Company, San Francisco, pp. 196.

総合的病害虫管理（IPM）の普及と課題について

埼玉県東松山農林振興センター普及部
東部地域担当 畠山 修一

1 コナジラミ類の発生を追って

図1-1及び図1-2は、2つのトマトハウスにおけるコナジラミ類の発生活動である。両園ともにコナジラミ類の防除対策として2001年1月にラノーテープを設置した。しかしコナジラミ類の発生活動には大きな違いが認められた。

N園ではハウス周辺に黒マルチを敷いて雑草繁茂を抑えていたが、やがてマルチの破損部から雑草が繁茂しコナジラミ類の発生源となっていた。またハウスの南側と西側には休耕畑があり、ここにも著しく雑草が繁茂しコナジラミ類が生息していた。ハウスの南側には1mm目合の防虫ネットを設置していたが、その他は5mm目合のネットを張っており、一部は大きく裂けていて、コナジラミ類は容易に外部から侵入できた。結局、5月19日には農薬散布を余儀なくされ、一時的に密度は減少したが、また増加傾向をたどることになった。

一方、S園では、まずハウス周辺の雑草を除草剤で防除。サイドと出入口

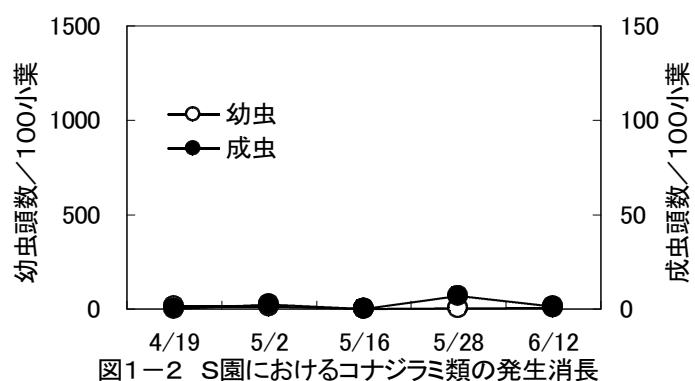
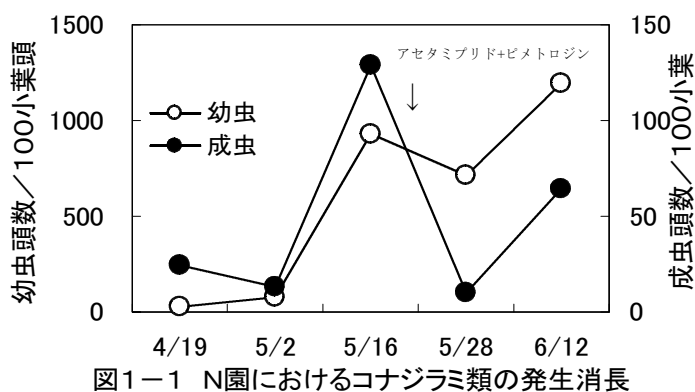
には1mm目合の防虫ネットを設置し、開口部は天窓のみであった。従って、N園と比較して、コナジラミ類の発生源がほとんどなく、侵入経路も限られていた。

コナジラミ類が多発するとトマトに「スス」が付着し、生産者は出荷にあたってひとつひとつきれいに拭き取って箱詰めをしなければならない。そのためにコナジラミ類の防除はトマト栽培において重要なポイントとなる。

しかしN園では、ラノーテープを単なる農薬の代替えとして利用したに過ぎず、発生要因を的確に把握し、S園のように十分な耕種的予防措置をとらなかったために、不用意な農薬散布を必要としてしまった。

ただし、S園においても新たな課題が生じた。ハウス開口部を防虫ネットで塞いだために、ハウス内の湿度が高まり、葉かび病の防除に苦労することになった。また両園ともに、農薬の散布回数が減った一方でトマトサビダニの発生を促す結果をもたらした。

IPMの技術を組み立てるには、病害虫や雑草、天敵、さらにはあらゆる作物の生産環



境を把握することが重要であると考え。その典型的事例を次に紹介する。

2 マメハモグリバエの逆襲

図2-1及び図2-2は、露地ナスの生産者に土着天敵を生かした防除体系（天敵温存型防除）を普及していたときに得たデータ（1999年）である。ここで採用した天敵温存型防除とは次のようなものである。

定植時にイミダクロプリド粒剤を植え穴処理した後、約2ヶ月間は無防除。その間にヒメハナカメムシ等の土着天敵がほ場に定着。その後はハダニやチャノホコリダニ、ハスモンヨトウ等の発生状況をみながら、多くても月に1回、天敵に影響の少ない選択性の殺ダニ剤ないし殺虫剤を散布する。

ところで図2-1では、9月30日にマメハモグリバエによる食害痕が100葉当たり450個にもなり、それまでに激しい

落葉が認められ、ナスの生育が著しく抑制されていた。その要因として、8月中旬と9月中旬に、ハスモンヨトウの被害を警戒するあまり非選択性殺虫剤を散布し、天敵であるヒメコバチを排除してしまったことがあげられる。

一方、図2-2では、天敵温存がうまく図られ、マメハモグリバエによる食害痕は9月下旬に増加傾向にあったものの、図2-1と比較して約1/5にとどまり、ナスの生育に影響を及ぼすことはなかった。

露地ナスのほ場にはミナミキイロアザミウマ、ハダニ、チャノホコリダニ、アブラムシ、マメハモグリバエ、ハスモンヨトウ、オオタバコガなどが発生するが、同時に徘徊性のクモ、ヒメハナカメムシ、テントウムシ、クサカゲロウ、ハネカクシなどの捕食性天敵及びヒメコバチやヒメバチ、ツヤコバチ等の寄生蜂も生息している。これらの密度バランスを整えてやることで、過剰な農薬散布をせずに品質の良いナスを生産することが可能になる。しかし、非選択性の殺虫剤によってひとたび天敵と害虫の密度バランスをくずしてしまうと、図2-1のように思いもかけない大被害を招くことになる。

ハスモンヨトウを叩いて、ハモグリにやられる。生産者は全く想像もしていなかった事態に愕然としていた。

通常、生産者も私たち普及員も病虫害防除に関して、リサーチエンスということあまりに視野にない。「この害虫に登録がとれている農薬は〇〇」「比較的良く効く農薬は〇〇」といった具合に、病虫害が発生するたびに、対処療法的に対策を考え対応している。ましてや、土着天敵やその機能に関する知見などは、ほとんどもちあわせていない。その結果、起こりうる被害への不安から、必要のない農薬を使用し、いたずらに農薬

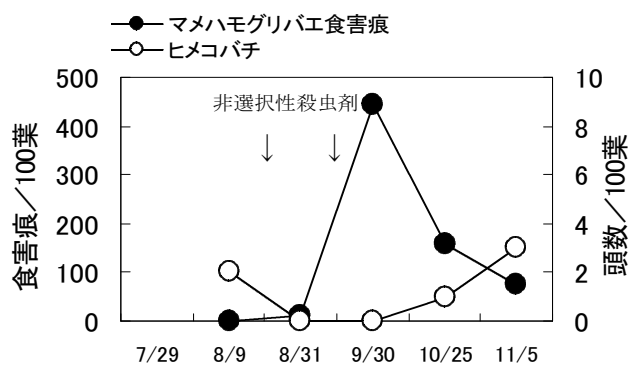


図2-1 マメハモグリバエの食害痕とヒメコバチの消長

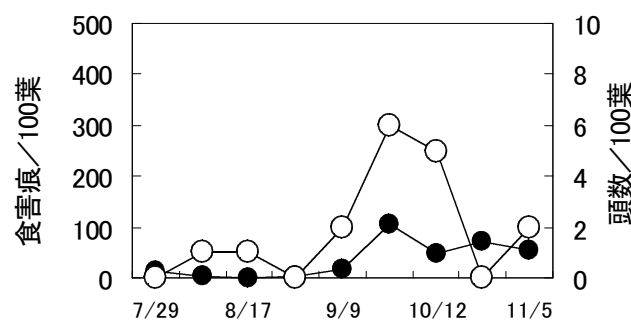


図2-2 マメハモグリバエの食害痕とヒメコバチの消長

散布回数を増やしてしまっているのが、今日の防除の現状であり課題であろう。

本来、病虫害等の作物に対する危害要因は、収量・品質に影響しない範囲であるならば、あえて積極的に排除する必要はない。その許容範囲を見極める能力がないために、生産者にもまた指導者にも、農薬散布をもってまずは対処するという「防除」へのこだわりが根付いてしまっている。

3 カブリダニが生産者を育てる

図3は2004年1月15日から1週間ごとに3回、チリカブリダニとミヤコカブリダニを放飼したイチゴハウスでの、ハダニの発生程度とカブリダニに発生消長を示している。

この場合は第1回目の放飼時に、極わずかであったがハダニの発生が認められ、その後、その発生箇所が図のようにハダニのツボとして拡大していった。株ごとにハダニの発生程度を甚多中少無の5段階に区分し記録をしたが、イチゴの生育に影響を与えるような

甚大な被害をもたらすことはなかった。そしてハダニのツボの広がりにあわせて、カブリダニがその分布域を広げ、被害をくい止めていく様子が伺えた。だがそれ以上の効果は、生産者に対して現れた。

ハダニとカブリダニの関係をルーペで観察するうちに、生産者はカブリダニに対して限らない愛着をもったようだ。生産者は観察を繰り返すうちに、次のように感想を述べた。

「カブリダニっていうのは、これは、ただまいておけばいいってもんじゃないくて、飼うという感覚が大事なんだろうねえ」

「毎日、ハウスに入るのが楽しみでね。カブリダニはどうなっただろう、元気だろうかって、虫眼鏡で見てるんだ。このカブリダニって奴は偉いもんだねえ」

この生産者は、新たにハダニの発生箇所を見つけると、今まではすぐに農薬を散布していたが、今年はまず、ルーペでカブリダニが定着しているかどうかを確認するようになった。そして定着があれば農薬をまかない。定着が認められない場合、あるいは定着していても、ハダニの発生程度が高い場合は、カブリダニに影響の少ない殺ダニ剤を自ら選択して散布、さらにカブリダニが繁殖しているイチゴの葉を摘葉し、新たなハダニのツボに放

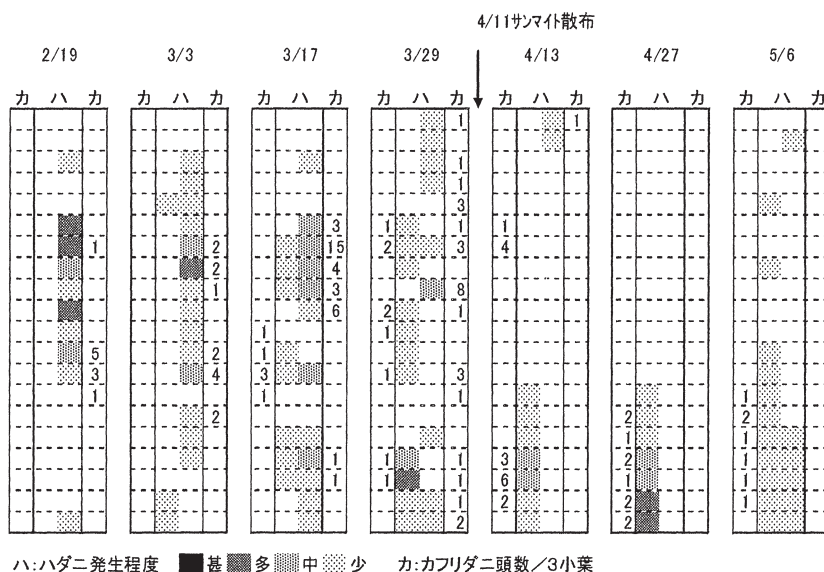


図3 ハダニの発生程度とカブリダニに発生消長

飼するという実践を行うようになった。

このように観察による意志決定のプロセスを生産者が身につけていくうえで、天敵の活用は非常に意義があると思われる。それは「ハダニがいたら大変だ」という意識から「ある程度、ハダニがいても大丈夫」という意識への変化を確実にもたらすからである。

4 「エコファーマー」で新たな人づくり

このカブリダニの試験は、本年1月から、埼玉県吉見町のJA直売所に出荷するイチゴ専門部会（46戸）の協力により、13戸のほ場45箇所の調査地点で実施した。

その背景には、周辺市町村に新たにオープンした直売所との競合問題があった。年間を通しての客足が近年、減少傾向にあり、この直売所を「特色ある直売所にしてPRしたい」という声が高まっていた。イチゴは当直売所の顔であったことから、イチゴ専門部会を対象にして、私たちは「エコファーマー」への取り組みを提案した。

共通した技術目標に向かって、生産者がひとつになることで、新たな直売所の特色を作り出そうという試みである。「エコファーマー」はその意味で価値ある制度と思われた。

エコファーマーについての勉強会を開催した際、生産者の最大の課題が農薬低減技術であることが明らかになった。特にハダニに対しては、1回しか使用できない農薬ばかり。ひとたび発生したらどうにもならないという声が大勢を占めた。

ここからIPMの学習が始まった。

定植苗でハダニを持ち込まないように・・・「ごもつとも」

ハウス周辺の雑草防除が大切・・・「なるほどうちは春先、ハウスサイドをあけて換気を強くするようになってからハダニが増える」

花鉢物などをハウスに入れているとそこが発生源になる・・・「確かにそうだ、私のうちはいつも鉢物のそばからハダニが出る。今年はやめよう」

予防のプロセスから生産者の実感に即して話をすすめた。

こうしてイチゴ専門部会46戸全員がエコファーマーの認定を受けた。私たちは、各生産者のほ場及び周辺環境を図面に落とし、巡回のたびに病虫害の発生状況を記録、IPMの理論に則って指導を開始した。

2003年は思いのほかハダニの発生が年内から多かった。生産者も驚いていた。定植後、炭そ病によって株が萎れたため、多くの生産者が苗を補植した。その補植苗とともにハダニが持ち込まれたのだ。ハダニを発生させないためには、補植をしなくてもすむような健苗育成が不可欠だという結論に達した。

今年の4月14日、カブリダニの試験を実施していないあるエコファーマーのほ場に行った。イチゴの定植前後、ハウス周辺には自家用野菜が多く作付けされ、ハダニやアブラムシの発生源となっており、注意していた生産者である。ハウスへのハダニの持ち込みは少なく、年内の防除もスポット的に2回行っただけだが、4月に入ってハウスの数カ所にハダニのツボが認められた。中には「クモの巣」が張るほど発生した様子の株も見られたが、イチゴの樹勢は決して悪くなかった。

ルーペを取り出して葉裏を観察すると、そこには土着のカブリダニとハダニバエの幼虫、さらにハダニアザミウマまでがいた。特にカブリダニは繁殖が著しく、卵から成虫まで、

すべてのステージが観察され、図3の事例と同様の捕食の様子が伺えた。

生産者にルーペの中を覗いてもらい、天敵によってハダニの被害が軽く済んでいることを教えた。カブリダニは、どのハダニの発生箇所にも定着していた。農薬散布は必要ないと判断した。

翌日、3日後、1週間後、そして約1ヶ月後の5月10日、繰り返し、経過を見届けに行った。カブリダニは依然として活躍していた。生産者は、ハダニがいてもイチゴが順調に生育している姿を見て、とうとう殺ダニ剤を散布せずに1ヶ月間を過ごした。そして次のように語った。



写真 土着のカブリダニ
(東松山市内で採取)

「いやあ、カブリダニってのは大したもんだね。ハダニが広がらないよ。すごいやつがうちにはいたんだねえ」

5 むすび

総合的病害虫管理が①予防のシステム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要素からなることは周知のとおりである。

この中で①と③は具体的な技術で示しうるので、理解しやすいし、また取り組みやすい。しかし②の観察し意志決定を行うシステムだけは、現在のところ経験と確信が支えているといっても過言ではない。

同じ病害虫の発生状況を観察した時に、果たして100人が100人とも同じ意志決定をすることができるだろうか。ある普及員は農薬をまいた方がいいと判断し、ある普及員はまだ大丈夫と判断をする。IPMの普及の困難さはここにあると思う。

生産現場の日常は、常に病害虫との戦いである。「出たら最後」と思うから生産者はより効果のある農薬を求める。農薬を使わないなら農薬と同等以上の対策技術を求める。効果がなければその技術は以後、採用しない。その手助けをするかのように、私たち普及員も今日まで、農薬展示ほをはじめとしてあらゆる技術対策を現地で試しては、善し悪しの判定をしてきた。その結果、生産者の意識の中に、対処療法的な防除思考を育ててしまったことも事実である。

当然、病害虫はほ場にひとつとして発生しない方が良い。そこに予防のシステムの重要性がある。しかし、ひとたび発生を見たときに、どう判断するか。現在のところ生産者は病害虫に対する許容範囲がゼロに等しい状態である。その許容範囲を広げることなくして、農薬の過剰使用はなくなる。その意味でIPMに新たなもう一つの要素、「人づくりのプロセス」を加える必要を痛感してならない。

黒斑病抵抗性清水白桃の作出と省力的総合防除法への利用

岡山県農業総合センター農業試験場
病虫研究室 井上幸次

はじめに

清水白桃は、甘み、肉質、芳香に優れ、果皮色が乳白色で美しく、自家結実性もあることから、岡山県ではモモ栽培面積（約 750ha）の 30%を占める主要品種となっている。瀬戸内地方は温暖で降雨が比較的少ないことから、病害については縮葉病、灰星病、うどんこ病、黒星病、せん孔細菌病、胴枯病、褐さび病などが散見されるが、通常の栽培・防除体系下では特に甚大な被害を及ぼすものはみられなかった。ところが、県南部の一部の「黒斑病」多発生園では、慣行の防除体系を行ってもほぼ全果実が発病して出荷できないほど被害が大きく、清水白桃の伐採に至ったところもあり、発生地域の拡大も懸念されたことから、早急な対応策が迫られ、種々の試験に取り組んできた。ここでは、これまで行ってきた黒斑病防除対応の概要と省力的な総合防除法の基幹となる黒斑病抵抗性清水白桃（清水白桃 RS）の作出およびその利用について紹介し、参考に供したい。

1 モモ黒斑病の発生および防除対応の経過

本病は、1991 年頃から岡山県南部のモモ産地で清水白桃に特異的に多発生し、果実表面に茶褐色のかさぶた状の斑点を生じて商品価値を著しく低下させる。原因究明の結果、糸状菌 *Alternaria alternata* による新病害であることが判明し、1995 年に「モモ黒斑病」と命名した。その後、本病の発生生態の解明、耕種的防除法、化学的防除法の研究を進め、黒星病、灰星病などとの同時防除を考慮しながら防除体系を組み立てて、現地の多発圃場での効果を経年的に調査してきた。その結果、袋掛けと体系防除を組み合わせることによって平年並の発生であれば、清水白桃果実の被害がほとんど出現しない程度にまで防除することが可能となった。しかしながら、年によっては、成熟果での径 1~2 mm 程度の病斑が発生する事例もあり、多発時における防除には課題が残されていた。また、体系防除は特に 4~5 月を中心に年間の散布回数が多くならざるを得ないため、労力、コスト、環境保全や社会的要請の面から問題があった。一方、本病の発生地域では生産者の清水白桃に対する栽培意欲が強く、また、消費者からも進物品向け品種としての需要が高いことから、抜本的な解決策が求められた。

2 放射線照射法による黒斑病抵抗性清水白桃（清水白桃 RS）の作出

上記のような背景から、ナシ黒斑病対策で実績のある放射線照射を利用した突然変異育種法による「黒斑病抵抗性清水白桃」の作出に取り組んだ。

独立行政法人農業生物資源研究所放射線育種場 ガンマールームにおいて、1996~1999 年 12 月にモモ苗木（清水白桃）300 本ずつに根部を保護しながら γ 線（線源 ^{60}Co ）を照射し、照射後に

送付された苗木を直ちに岡山農試内の圃場に植え付け、翌年6～7月に伸長してきた全新梢の葉を採取してモモ黒斑病菌の分生子を接種し、抵抗性の選抜を行った（第1図）。その結果、1997～2000年に7915新梢から中程度の黒斑病抵抗性を有する1系統を選抜した。

本系統の岡山県内各地のモモ黒斑病菌に対する抵抗性を室内試験で検討したところ、菌株によって発病程度に差はみられたものの、ほとんどの菌株に対してほぼ中程度の抵抗性が認められた（第1表）。その後、成熟果の諸形質が従来の清水白桃と同等であることを確認した。本系統は現在「清水白桃RS」の名称で品種登録申請を行っている。



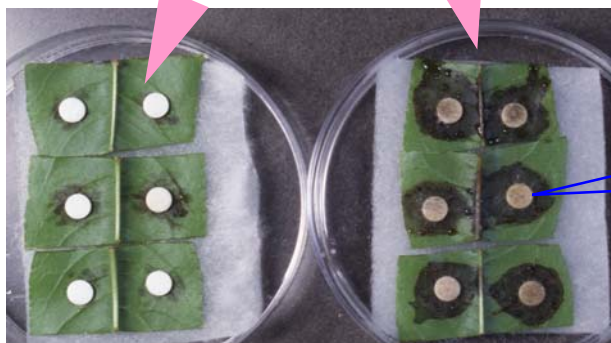
モモ苗木（清水白桃）に対する放射線（ γ 線： ^{60}Co ）照射
（農業資源生物研究所放射線育種場にて）



清水白桃の一年生苗木



岡山農試内に植え付けた照射処理苗木の生育
全新梢の葉について抵抗性を検定



抵抗性（清水白桃RS）

罹病性（清水白桃）



モモ黒斑病菌の分生子を接種

葉による抵抗性の選抜

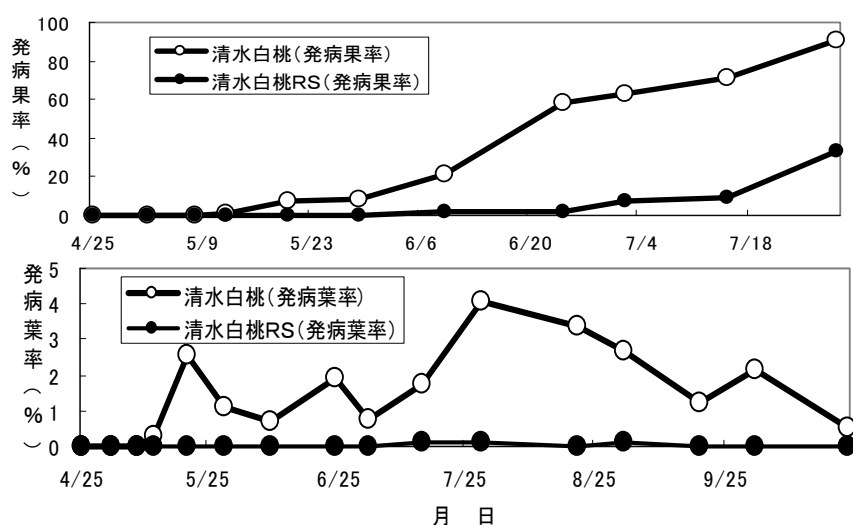
第1図 放射線照射法による黒斑病抵抗性清水白桃の選抜方法

第1表 県内各地のモモ黒斑病菌に対する清水白桃 RS の葉における抵抗性（室内試験）

菌株番号	採集場所	清水白桃 RS		清水白桃	
		発病箇所率	発病度	発病箇所率	発病度
96147	岡山市①	97(%)	80	100(%)	100
201ya7	岡山市①	80	39	90	93
97102	岡山市②	83	43	100	89
97109	岡山市③	67	27	93	76
200078	岡山市④	73	47	100	96
201015	岡山市⑤	50	18	93	72
98001	赤磐郡①	3	1	73	43
200093	赤磐郡②	27	9	67	40
201td1	赤磐郡②	37	16	97	79
200041	都窪郡①	83	51	100	96
200044	都窪郡①	83	69	100	99
200056	総社市①	53	22	100	93
200062	総社市②	37	13	87	81
201sf1	総社市③	63	29	100	93
201t9a	倉敷市①	80	47	100	96
201t9b	倉敷市①	28	38	100	94

3 清水白桃 RS を用いた黒斑病の省力的総合防除法の開発

自然発生条件下の清水白桃 RS の黒斑病抵抗性は第2図のように葉ではかなり強いものの、果実では中程度であるため、先に述べた防除対策を併用することが必要である。清水白桃 RS の幼果を用いて数種殺菌剤の発病抑制効果を室内の接種試験で検討したところ、いずれの薬剤においても本品種との組合せにより発病抑制効果が高まった（第2表）。また、現地の農家で試作している清水白桃 RS の発病は清水白桃に比べて明らかに少なく推移している（第5表）。現在、本品種を基幹とした総合防除法を確立するために、本品種における殺菌剤の効果や残効性の解明、散布回数削減試験を行っており、本病発生前の慣行散布回数（約12回／年）での効果を経年的に調査している。黒斑病が少発生であった2003年の試験（第3表）では、清水白桃の成熟果での発病果率が5.2%に対して、清水白桃 RS では1.9%と非常に軽微な発生であった（第4表）。また、黒斑病以外の病害虫も問題となるものはなかった。



第2図 現地圃場における清水白桃 RS 果実（無袋）、葉の発病推移（2003）

第2表 清水白桃 RS と薬剤との組合せによる発病抑制効果

薬剤名	品種・系統名	供試果数	発病程度別果数					発病果率 (%)	発病度 ^{a)}
			E	D	C	B	A		
ストロビードライフロ	清水白桃 RS	35	3	14	17	1	0	91	36
アブル 2,000 倍	清 水 白 桃	32	0	1	9	22	0	100	66
ロブラール水和剤	清水白桃 RS	36	2	18	16	0	0	94	35
1,500 倍	清 水 白 桃	32	0	0	17	15	0	100	62
スペックス水和剤	清水白桃 RS	35	35	0	0	0	0	0	0
500 倍	清 水 白 桃	32	12	15	5	0	0	63	20
ベルコート水和剤	清水白桃 RS	35	0	8	25	2	0	100	46
2,000 倍	清 水 白 桃	32	0	1	7	19	5	100	72
サニパー 600 倍	清水白桃 RS	35	31	4	0	0	0	11	3
	清 水 白 桃	33	26	7	0	0	0	21	5
アミスター10フロアブル	清水白桃 RS	34	0	1	19	12	2	100	61
1,000 倍	清 水 白 桃	32	0	0	1	15	16	100	87
ビスダイセン水和剤	清水白桃 RS	33	33	0	0	0	0	0	0
500 倍	清 水 白 桃	32	22	9	1	0	0	31	9
ベルクロブ水和剤	清水白桃 RS	34	29	5	0	0	0	15	4
2,000 倍	清 水 白 桃	30	0	6	21	3	0	100	48
無 散 布	清水白桃 RS	35	0	0	0	10	25	100	93
	清 水 白 桃	32	0	0	0	13	19	100	90

a) 発病度 = $\{(4A + 3B + 2C + D) / (4 \times \text{供試果数})\} \times 100$

果実の発病程度は発病面積率で、A : 51%以上, B : 21~50%, C : 6~20%, D : 5%以下,

E : 発病なし、の5段階とした。

第3表 省力的体系防除区の薬剤散布暦(2003)

散布月日	殺 菌 剤	殺 虫 剤
3.14	石灰硫黄合剤 7 倍	
4.3	キノンドー水和剤 500 倍	
開花期		
4.14	ロブラール水和剤 1500 倍 ^{a)}	
4.25	ベルコート水和剤 1000 倍	アディオン乳剤 2000 倍
5.2	ビスダイセン水和剤 500 倍	アドマイヤーフロアブル 5000 倍
5.12	スペックス水和剤 500 倍 ^{a)}	
5.22	ビスダイセン水和剤 500 倍	ノーモルト乳剤 1000 倍
6.1	スペックス水和剤 500 倍 ^{a)}	モスピラン水溶剤 2000 倍
袋掛け (6.2)		
6.9	ブルーク水和剤 1000 倍 ^{a)}	
6.23	ベルコート水和剤 1000 倍 ^{a)}	ダーズバン水和剤 1000 倍 + バロックフロアブル 2000 倍
7.2	ブルーク水和剤 1000 倍	ロディー乳剤 1000 倍
7.15	ベルコート水和剤 1000 倍 ^{a)}	ダイアジノン水和剤 1000 倍
収穫期		
9.1	ビスダイセン水和剤 500 倍 ^{a)}	スミチオン水和剤 1000 倍
9.22	ダイファア水和剤 500 倍 ^{a)}	アブロード水和剤 1000 倍 + サイアノックス水和剤 1500 倍

a) 新グラミン 5000 倍加用

第4表 省力的体系防除圃場における病害虫の発生状況（2003）

供試樹	黒 斑 病				灰星病		黒星病	シンクイ ムシ類	ハダニ類 サビダニ
	調査 ^{a)} 幼果 数	幼果 発病果率 (%)	調査 成熟果 数	成熟果 発病果率 (%)	成熟果 発病果率 (%)	成熟果 発病果率 (%)	成熟果 発病果率 (%)	成熟果 被害果率 (%)	葉の被害程度 ^{b)}
清水白桃 RS	990	0.2	630	1.9	0	0	0	0	無・無～微
(対) 清水白桃 RS ^{d)}	49	0	72	18.1	0	0	0	0	無・少
清水白桃	420	0.5	193	5.2	0.5	0	0	0	無・無
(対) 清水白桃 ^{d)}	441	7.9	57	73.7	0	— ^{c)}	0	0	—
(参考) 白 鳳	—	—	265	0.7	0	0	0	0	無・無
(参考) 紅清水	—	—	174	0	0	0	0	0	無・無

a) 5月29日調査、b) ハダニ類被害程度・サビダニ被害程度、c) 未調査、d) 開花期以降、殺菌剤をほとんど散布していない対照樹。

第5表 現地農家圃場での清水白桃 RS の黒斑病の発生状況（2000～2003 年）

圃場名・品種名 (2003 年における樹齢)		葉の発病 (発病葉率 (%))				成熟果の発病 (発病果率 (%))	
		2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2002 年	2003 年
NA圃場 清水白桃 RS 2 樹 (5、6 年生)	清水白桃	0.5	1.0	0.3	0	3.3	0
	清水白桃	11.8	10.0	3.5	0.3	6.0	1.3
KA圃場 清水白桃 RS (6 年生)	清水白桃	12.3	1.9	0.3	0	—	—
	清水白桃	50.3	14.2	4.9	0.4	—	—
NO圃場 清水白桃 RS (6 年生)	清水白桃	0.1	0	0	0	3.2	1.1
	清水白桃	2.9	1.1	1.0	0.1	—	—
TO圃場 清水白桃 RS (4 年生)	清水白桃	0.1	0.2	0.2	0	1.5	0
	清水白桃	5.9	8.0	1.5	0.2	9.6	0.6

4 今後の課題

これまでに清水白桃で構築してきた防除対応策は、罹病性の清水白桃における本病の発生生態、薬剤の作用特性などに基づいている。抵抗性の清水白桃 RS では、初発生時期もやや遅く、伝染源となる枝病斑も少ないなど本病の発生生態にも清水白桃とはやや違いがみられる。また、薬剤についても効果や残効性の違いを明らかにすることで、清水白桃 RS における最適な使用方法を体系化できると考えられる。清水白桃 RS は現在、黒斑病発生地を中心に苗木の供給が行われ、果実生産に向けて育成中であり、本研究の成果を生かした省力的な防除の実用化が期待される。

なお、清水白桃 RS は従来の清水白桃に比較して結実率がやや低いことから、摘蕾、摘果作業の省力化の面からも注目され、この特性を利用した栽培法についても検討が進められている。

総合的病害管理（IPM）の実践について（野菜）

高知県安芸農業振興センター 榎本 哲也

1. なぜ天敵防除なのか？

高知県安芸地区は生産者数 969 戸、栽培面積 224ha を誇る全国でも有数の施設ナスの主産地である（表一 1）。ナスの着果には受粉が必要で、安芸地区の主な作型（9 月～翌年 6 月）では訪花昆虫が少ない時期も重なるため、着果安定および肥大促進のためにホルモン処理を行っていた。ホルモン処理はトマトトーンなどの単花処理で行う必要があり、この作業は全労働時間（約 2000 時間）の 25% を占める重要な作業であった。

当センターでは単花処理の省力化を図るために、平成 4 年にマルハナバチによる交配試験を開始した。その結果、マルハナバチが飛翔しない事例が多発し、その主な原因は化学農薬であることが明らかになった。ナス栽培にマルハナバチを利用するためには、化学農薬に頼った防除体系の改善が必要であった。そこで、取り組んだのが天敵を使った防除である。平成 10 年から取り組み初めて、今では表一 1 に示すように、全生産者の約 80% のナス生産者がマルハナバチやミツバチを利用し、うち 64% にあたる 456 名の生産者が天敵を使った防除に取り組んでいる。

表一 1 安芸地区における主要作物の作付け面積（平成 15 年 12 月現在）

	生産者数	栽培面積	ハチ利用面積	天敵利用面積
ナス	969 戸	223.9ha	182.6ha (766 戸)	114.8ha (491 戸)
ピーマン	60	18.1	—	18.1 (60)
カラーピーマン	46	12	—	12.0 (46)
ミョウガ	129	30.8	—	30.8 (129)
花き類	89	25.4	—	0.5 (5)

2. 利用している天敵製剤および化学農薬の種類

表一 2 に安芸地区で利用している天敵製剤の種類と標準使用量を示した。施設栽培では栽培期間を通して多くの害虫が発生するため、利用する天敵の種類も多くなる。現在は 7 種類の天敵製剤を利用している。天敵製剤により放飼量や放飼方法は若干異なるが、放飼時期はいずれの天敵製剤も害虫の発生初期で一致している。放飼後は天敵昆虫が効果を発現するまでのある一定期間（約 2～4 週間）観察を続ける。害虫密度の増加が早く、被害許容密度を超えそうな時にのみ化学農薬で密度抑制を行う。

ここで問題になるのは、天敵が定着するまでに使用する化学農薬の選択である。施設内では数種類の害虫が一度に発生することが多く、放飼する天敵製剤も同時に数種類を放飼する。必然的に、放飼した天敵製剤が働きやすくするには散布できる化学農薬は数種類の選択性殺虫剤、微生物殺虫剤のみに限定される。

表一 2 安芸地区で使用している天敵製剤

対象害虫	天敵生物名	使用量
アザミウマ類	タイリクヒメハナカメムシ	4～8 ボトル／10a
	ククメリスカブリダニ	3～5 ボトル／10a
	ボーベリア・バシアナ	500～1000 倍散布
アブラムシ類	コレマンアブラバチ	発生ヶ所に1～3本
	バーティシウム・レカニ	1000 倍散布
ハモグリバエ類	イサエアヒメコバチ	発生ヶ所に1～3本
	ハモグリコマユバチ	
コナジラミ類	ボーベリア・バシアナ	500～1000 倍散布
	バーティシウム・レカニ	1000 倍散布
ハダニ類	チリカブリダニ	発生ヶ所に1～3本
	ミヤコカブリダニ	3～5 ボトル／10a

図一 1 に安芸地区園芸研究会が推奨しているナスにおける防除体系を示した。防除体系を組み立てる上で最も問題になるのはメキイロアザミウマで、現在はタイリクヒメハナカメムシを中心に組み立てている。定植時に粒剤の植え穴処理を行い、約 40 日後にタイリクヒメハナカメムシを 1500～2000 頭／10a を放飼する。タイリクヒメハナカメムシ定着まではコテツ 2 回とラノー 2 回でアザミウマ類密度を抑制する。また、利用条件は限定されるが、ボタニガードも併用できる。定植を 8 月下旬として、10 月上旬にタイリクヒメハナカメムシを放飼、11 月 15 日頃にはハウス内でアザミウマ類がほとんど確認できず、タイリクヒメハナカメムシが 100 花・葉当たり 10 頭程度確認できれば、タイリクヒメハナカメムシは定着としている。

3. 天敵放飼だけでは成功しない！

化学農薬のハウス内全面散布は選択性殺虫剤であってもハウス内の害虫と天敵の密度バランスを崩すことが多い。例えば、タイリクヒメハナカメムシ定着時に組み込んでいるコテツの散布はタイリクヒメハナカメムシには影響は小さいが、寄生蜂類には大きな影響がある。天敵の主力が寄生蜂であるハモグリバエ類やアブラムシ類がコテツ散布後に爆発的に増加する事例は多い。ハウス内の害虫と天敵の密度バランスを保つためには、化学農薬のハウス内全面散布は必要最小限にしたい。そのためには、黄色蛍光灯、天窓やサイド開口部への防虫ネット、黄色粘着板の設置など耕種的・物理的防除も積極的に導入する必要がある。

4. 天敵を使った防除に切り替えるとコストは高いのか？

表一 3 にナス生産者の平成 11 園芸年度から平成 15 園芸年度における 10a 当たりの防除費用および農薬散布回数を示した。農薬散布回数は投入した成分回数で示した。このナス生産者は当時の慣行栽培から平成 12 園芸年度にはハチ、天敵を使った栽培に切り替えている。平成 12 園芸年度は交配にマルハナバチと害虫防除にククメリスカブリダニを使っており、平成 13 園芸年度からはマルハナバチに替わってミツバチを中心に使用し、平成 14 園芸年度からはククメリスカブリダニに替わってタイリクヒメハナカメムシを使った防除に切り替えている。防除費用は平成 15 園芸年度にはハチ・天敵を使った栽培を始める前の平成 11 園芸年度と同程度になった。また、天敵防除を導入することで防除回数は明らかに減少しており（79%削減）、防除に要していた労力を整枝・摘葉作業に配分でき、労力配分面でも天敵防除の導入効果は非常に大きい。

表—3 平成 11～15 園芸年度におけるナスの 10a 当たり防除費用
および防除回数の推移

	平成 11園芸年度	平成 12園芸年度	平成 13園芸年度	平成 14園芸年度	平成 15園芸年度
殺虫剤	144,110 円	86,001	44,072	53,391	61,859
殺菌剤	80,857 円	54,397	43,830	61,760	36,647
天敵製剤	0 円	40,015	46,499	79,312	65,495
ハチ	0 円	200,000	69,705	59,500	56,000
合 計	224,967 円	380,413	204,106	253,963	220,001
防除回数	147 回	58	34	39	31

4. 今後の課題と方向性

- 1) ハウス内への農薬投入量が減少したため、従来問題になっていなかった害虫が問題になる。特に販売されている天敵製剤が利用できない下記の害虫では、今のところ対応策は化学農薬のみである。
天敵生物の少ない害虫：ジャガイトビゲナガアブラムシ、コカガラムシ類、チャノホリダニ
- 2) 土着天敵の利用：上記 1) の問題害虫についても有望な土着天敵の存在が確認されており（例えばギアブラバチ、キカブリダニなど）、今後有効利用方法について検討していきたい。
- 3) 病害対策：ハチの導入でナスの灰色かび病は減少したが、ナスのすすかび病、黒枯病、ピーマンのうどんこ病が問題になっている。これらの病害は化学農薬のみでの防除は難しく、加温機等を利用した発病させないハウス内環境づくりの検討が必要である。
- 4) 米ナス対策：米ナスではヘタの被害が品質に大きく影響するため、被害許容密度が非常に低く、成功事例が少ない。今後、放飼量、放飼時期等の再検討が必要である。

5. 最後は生産者のやる気！

天敵を使った防除を導入する上で最も大切なことは、生産者自身が『天敵を使った防除をやっていくんだ！』という気持ちになることである。いくら普及員が説明しても、生産者が受け身であれば一方通行のままである。いかに産地全体でやる気になってもらうかが最大の課題である。全員がやる気になり、全員で取り組み、全員で話し合い、実行すれば、技術はすぐに仕上がる。安芸地区では JA 土佐あき園芸研究会、安芸農業振興センターが中心になって、平成 10 園芸年度から毎年数多くの天敵を使った防除事例の検討を行ってきた。その結果、現在発生している害虫に対するそれぞれの対処策についてはほぼ確立されつつある。しかし、防除技術としては完全には確立されておらず、今後もその年の害虫の発生パターンにより技術的な微調整をしながら、より安定した防除効果が得られるように取り組んでいく。

天敵防除を導入することで、消費者に自身を持って『安心・安全』を PR することができるようになったが、高齢化の進む安芸地区の生産者にとり農薬被爆回数の減少、防除労力の省力化ができたことは、天敵防除を導入したことの大きなメリットであると考えている。

図－１ ナスにおける防除体系の一例

