

IPMの実践に向けて

——問題点の指摘——

農林水産省野菜・茶業試験場 かわい合 あきら 章

はじめに

1965年にFAOでIPMの理念が提出され、我が国でも早くからこの理念が紹介された(桐谷・中筋, 1971)。その後、我が国でもIPMを指向した多くの害虫管理研究が推進されてきたが、残念ながらIPMの普及は進んでいないといえない。

筆者自身も、海外から侵入した施設野菜害虫のミナミキイロアザミウマおよび複雑な生態系をもつ茶園での茶害虫を対象に、IPMを指向した研究を20年余り進めてきた。その基本は被害許容密度の解析に基づく要防除密度の設定による薬剤使用量の削減であり、また他の防除手段との統合、個体群モデルの作成と解析であった。しかしながら、現場への普及には十分に結びつかず、IPMの理念と現実の間のギャップを感じている一人である。ここでは、自らの研究の反省に基づき、IPMの実践に向けての問題点を指摘し、IPMの実践に向けた今後の議論の参考としたい。

I 施設野菜害虫のIPM——ミナミキイロアザミウマを例に——

1 侵入と研究の方向性

ミナミキイロアザミウマは1978年に宮崎県で初発生が確認された。原産地と考えられる南・東南アジアでは重要害虫ではなく、害虫化したのは我が国が初めてであった。発生生態は不明で、有効薬剤もなく、他に有力な防除手段もないことから防除は困難で、キュウリ、メロンでは枯死圃場が多発し、ナス、ピーマンでは果皮の傷により収穫が皆無となる圃場が多く発生した。防除対策としては、早期発見による早期の薬剤散布を目指し、1回の散布での密度抑制が困難なため、多数回散布、定期散布が行われていた。これに対し、本種のIPMを目指して、①生態の解明、②物理的防除法の開発と管理体系への組み込み、③被害許容密度(EIL)の解明に基づく要防除密度(CT)の設定、④増殖過程のモデル化とモデルを用いた防除手段の評価を行った。ここでは、当初の考えと結論が異なった③、④について具体的に述べた

Problems for the Practice of the IPM. By Akira KAWAI
(キーワード: IPM, 要防除密度, モニタリング, ミナミキイロアザミウマ, 茶害虫)

い。

2 要防除密度

主要な3作物について被害解析に基づいてEILを求めた(表-1)(河合, 1986a; 1986b)。収穫部位でない葉を主に加害されるキュウリでは高いEILが得られたが、収穫部位が加害されるナス、ピーマンでのEILは葉(花)当たり0.1頭以下と、実質的には0といえる値であった。いわゆるCosmetic PestのEILは極めて低く、それに基づくCTの設定は実質的に困難であるといえる。また、被害許容水準(果皮の傷の許容基準)を変えることによりEILも変化することから、被害許容程度の再評価も重要である。しかしながら、被害許容水準が大幅に変わらない限り、EILの大幅な上昇は望めず、高コストで高収益を求める施設野菜栽培では経済性との矛盾が大きな問題となる。

また、本来EILは、収穫物である果実の価格により変動する概念である。果菜類の価格の大まかな年間変動パターンの予測は可能であるが、細かい変動には他産地の生産の動向、気象災害等、多くの要因がからみ、予測はできない。一方、果皮の傷は主に幼果期の加害により生じるものであるため、現実的には価格変動予測によりEILを変動させることはできず、常に低密度に保っておく必要がある。

これらのことから、本種に対しCTを設定して管理することは困難であり、施設野菜害虫の管理では、多くの害虫に対し同様なことがいえるものと考えられる。

3 薬剤散布方法

個体群管理モデルのシミュレーション結果から、薬剤散布方法と防除効果について以下の結論が得られた。①

表-1 果皮の被害許容程度とミナミキイロアザミウマの被害許容密度の関係(河合, 1986a; 1986b)

作物 (主要加害部位)	果皮の被害許容限度		
	(1)	(2)	(3)
キュウリ (葉)	5.3*	—	4.4
ナス (果実・葉)	18.6<	0.17	0.08
ピーマン (果実)	7.2<	0.18	0.11

(1): すべての傷を許容した場合(果実の総収量で検討),
(2): 細い線状の傷3本以内を許容した場合, (3): すべての傷を許容しない場合(傷のない果実の収量で検討), *: キュウリ・ナスは葉当たり成虫数, ピーマンは花当たり成虫数。

CTを低く設定すればするほど防除に必要な薬剤散布回数は少なく、CTはEILに関わらず低く設定することが望ましい、②高密度条件での定期散布では多数回の散布が必要であるが、低密度時からの定期散布では散布間隔を長くしても密度抑制が可能である。この場合、CTを低く設定した場合と同程度の散布回数での防除が可能であり、定期散布は有効な散布法といえる(KAWAI and KITAMURA, 1987; 1990)。CTを低く設定することが有効な害虫は、過疎効果が働き、増殖能力が高く、薬効が態(ステージ)により異なり、かつ薬効の高い態があるものである(河合, 1996)。しかし、実際にどの害虫が該当するかは不明である。定期散布が有効な害虫は、増殖能力が高く、薬効の高い態がある害虫であり、過疎効果が働くとも効果は顕著になる(河合, 1996)ことから、施設野菜の大部分の微少害虫では定期散布が有効な散布法といえる。

また、CTを低密度に設定する場合でも、低密度時からの定期散布を行う場合でも、極めて低密度時の密度推定が不可欠である。しかしながら、見取り法による低密度時の密度推定には多数の葉のサンプリングが必要であり、多大な調査労力を考えると現実的でなく、簡易な密度推定法の開発が必要である。色彩トラップの利用も一つの手段であり、性比の安定する高密度条件では有効な簡易密度推定法である(河合, 1983)。しかし、低密度時には過疎効果により性比が著しく雄に偏り(西野ら, 1982)、雌の誘引数は密度と高い相関が見られるが、雌雄合計の誘引数と密度との間には相関関係は見られない。誘引虫の雌雄の識別にはかなりの技術が必要なことから、色彩トラップによる低密度時のモニタリングの利用は限られ、より簡易な低密度時のモニタリング法の開発が必要である。その開発がなければ、低密度時の密度推定は現実的でない。

4 生物農薬の利用

ヨーロッパ、アメリカを中心に施設栽培における天敵昆虫、ダニ類の生物農薬としての利用が進んでいる。我が国でも利用のための研究が進められるとともに、現在までに8種の天敵が生物農薬として登録された。

生物農薬は適期に適量を放飼し、適切な管理を行った場合の効果は高いが、それが満たされない場合の利用は困難である。実際には、放飼時期・放飼量の決定、放飼効果の確認、他種病害虫発生時の対処法の決定等を、誰が行うかが明確でなければならない。しかしながら、誰が行うかを画一的に決めることはできず、生産者本人が行う、販売会社がコンサルタント料込みで販売しケアする、指導者が一部あるいは大部分を行うなど、種々の形

態が考えられるし、その部分ができずに生物農薬の利用ができない場合も考えられる。

5 IPMに向けて

施設野菜のIPMではモニタリングのコストの問題が極めて重要である。施設野菜における害虫の発生は施設により大きく異なるため生産者自身による施設ごとのモニタリングが中心となる。そのため、モニタリングは簡易でなければならず、またモニタリングコストは小さくなければならない。

施設野菜栽培では種々の物理的防除手段の利用が可能である。これらは少ないモニタリングコストで利用できるものが多く、基幹的手段として今後とも重要な役割を占める。寒冷紗等による被覆、黄色灯の利用、太陽熱による蒸し込み、粘着トラップによる大量誘殺等がこれに当たり、利用法と効果についての定量的な研究が必要である。

他の手段の利用については、生産者の知識・投下可能な労力、指導体制等により選択可能な手段が異なることから、画一的な体系を出すことは現実的でない。①生物農薬主体の体系、②生産者の調査による簡易なCTの設定に基づく体系、③個人モニタリングを行わずに地域モニタリングに頼った薬剤と物理的防除手段の体系等が考えられ、いくつかのメニューの中から地域、生産者が知識・労力・指導体制に基づいて選択するメニュー方式が望まれる。

II 茶害虫のIPM

1 茶害虫の特性

茶を加害する害虫は、収穫物である新芽を加害する害虫と新芽以外(成葉等)を加害する害虫に大きく二分される。前者の加害は、直接的に新芽の減収・品質低下をもたらす、主に萌芽期の薬剤散布により防除されている。後者の加害は茶樹の生育への影響すなわち間接的に次茶期以後の減収をもたらす、摘採後の薬剤散布により防除されている。

また、主要な害虫種のほとんどは茶園内で生活環を完結し、周年茶園内に生息する。さらに、慣行の薬剤散布茶園でも樹冠内部には多くの天敵が増殖しており(長友ら, 1991)、ケナガガブリダニがカンザワハダニの密度を抑制している(浜村, 1985)。これには茶樹が摘採に適するように特殊な樹型に整えられることが関係する。すなわち、摘採面近くには厚い葉層があり、摘採面上からの薬剤散布では樹冠内部への薬剤到達量は摘採面の2%程度となる。樹冠内部は薬剤の影響が小さく天敵の保存される空間となっている(KAWAI et al., 1999)。こ

のことから、茶害虫のIPMにおいては樹冠内部の在来天敵の利用が重要となる。また、この薬剤の影響の少ない空間の存在は、茶園生態系を我が国の耕種生態系の中で最も複雑な生態系としている (KAWAI, 1997)。

そこで、茶害虫のIPMを指向した研究として、①新芽を加害する害虫のEILの解明に基づくCTの設定、②成葉への害虫の加害の生育への影響の解析によるEILの解明、CTの設定、③在来天敵の保護と利用、④摘採・整せん枝等の管理作業が害虫密度へ及ぼす影響の解明が、重要と考えられた。

2 新芽加害虫

新芽を加害するチャノミドリヒメヨコバイ、チャノキイロアザミウマ等では、成虫は古葉で生存可能だが、産卵には新芽が必要である。新芽のない時期は成虫のみが古葉で生存しており、新芽の萌芽に伴い新芽へ移動し、加害・産卵する。このため10%の減収をもたらすEILが芽当たり約0.2頭と極めて低い値となり、とりわけ萌芽初期でのEILは低い (河合, 未発表)。

萌芽期は摘採に向け生産者が極めて忙しい時期であり、生産者によるコストの要する調査は困難である。もちろん、地域の密度レベルによる指導機関の判断は可能であるが、害虫の発生が少ない一番茶の場合を除き、ほぼ全地域でEILより高い密度となる。また、萌芽初期の密度が問題であり、萌芽期の調査では情報が間に合わない。したがって、前世代の密度からの推定にならざるを得ず、誤差は大きくなるため低密度の推定は困難である。このため、現実的なCTの設定は難しく、虫がいれば萌芽初期の薬剤散布が不可欠となる。

3 成葉加害虫

成葉を加害する害虫の被害解析の研究例は少ない。チャハマキの各世代を薬剤により防除した区と防除しなかった区の翌年の一、二番茶の収量を比較した試験では、樹勢の良い園での試験では加害の影響はほとんどなかったが、樹勢の悪い園では加害区では翌年の収量が約1/3となった (小泊, 私信)。永年性作物における収穫対象以外の部位の加害が樹体に及ぼす影響は複雑であり、作物の生育モデルに害虫の加害を組み込んだ解析が必要である。しかしながら、茶樹の生育モデルは作成されておらず、将来的課題として作物研究と連携した研究の進展が望まれる。

茶園では慣行散布園でも樹冠内部に天敵の働く空間があり、成葉を加害する害虫に対してはこれを利用したIPMシステムが有効と考えられる。KAWAI (1997) は収穫する茶期の新芽を加害する害虫には薬剤中心の管理を行い、古葉を加害する害虫には在来天敵の利用を中心に

表-2 茶園における望ましい防除体系¹⁾ (KAWAI, 1997)

	一番茶	二番茶	三番茶	四番茶
害虫の密度	低	中	高	高
天敵の活動	弱	中	強	強
害虫防除				
(新芽加害虫)	不要 ²⁾	薬剤 ³⁾	天敵主体	天敵主体
(成葉加害虫)	不要	天敵主体 ⁴⁾	天敵主体	天敵主体

¹⁾: 二番茶まで摘採し、三番茶以後を摘採しない栽培体系、²⁾: 通常は防除は不要、要防除密度を超えたら薬剤散布が不可欠、³⁾: 萌芽期からの薬剤散布が不可欠、⁴⁾: 在来天敵の保護・利用を主体に考え、要防除密度を超えたら薬剤散布。

考え、CTを越えたら薬剤散布する管理体系が望ましいとしている (表-2)。しかし、現段階では被害解析に基づくCTの設定はできず、経験的な知識から仮のCTを設定する必要がある。前述のようにCT自体が茶園の樹勢により変わるものであるが、樹勢についての細かい設定は不可能であり、生育良好園と不良園程度の分け方で安全を見越したCTを設定することが第一段階である。当然のことながら将来的には経験則の積み重ね、さらには害虫の加害を組み込んだ茶樹生育モデルにより改良されなければならない。

発生モニタリングには、①指導機関等が行う地域全体の密度レベルのモニタリングと、②生産者が行う園ごとのモニタリングがあり、茶園は生態系が複雑で園ごとに密度が異なるため、生産者のモニタリングも必要である。①については熟練の必要な方法あるいはある程度コストのかかる方法でもよいが、②には簡易なモニタリング法が不可欠である。簡易であるかどうかは生産者の意識、知識、労力等により異なるため、なにが簡易モニタリングなのかは画一的に決められない。チャハマキで例えれば、①被害巻葉の発生数の調査 (1m²当たり個数)、②達観による被害巻葉の発生程度、③個人モニタリングを実施せずに地域モニタリングに頼る、等のメニュー方式が望ましい。

III 今後に向けて

理念として示されたIPMが小面積で集約的な日本農業の中で実践されるためには、それにあった形態を取らねばならない。具体的な全体像はつかめていないが、経験からポイントを指摘し、まとめに代えたい。

集約的農業においてはEILは低く設定される場合が多く、一方、一般に低密度でのモニタリング・コストは極めて高い。低密度を簡易にモニタリングできる手段の開発が最善ではあるが、現実では適切な簡易モニタリング法がない場合が多い。その状況での極めて低いCTの

設定は現実的でなく、条件を限ればモニタリングなしの薬剤散布も IPM に組み込める技術と考える。

次に、モニタリングを誰が行うかも重要な問題である。公的機関による地域の予察では労力を含めてコストの高いもの、熟練を要するものも導入可能であるが、生産者によるモニタリングでは労力を含めコストの極めて小さいものにならざるを得ない。両者を分けて考えるとともに、作物・地域ごとに2種のモニタリングをどのレベルでどう組み合わせるかが重要である。

従来の農業技術では最善な方法が一つ示される場合が多かった。しかしながら、生産者の知識・投下可能な労力、指導体制、害虫の発生状況等は大きく異なり、必ずしも同じレベルの IPM がどこでも誰でもできるわけではない。種々のメニューを示し、その中で可能なものを取り入れるメニュー方式とする必要がある。

また、IPM においては化学農薬の削減が過度に目的

化されている傾向が強い。選択的な薬剤を中心に IPM における化学農薬の役割の再評価も必要である。

IPM は技術であり、本来的には実践されなければ意味をもたない。今後とも我が国の農業の中で IPM をどう実践していくかの議論を進めていきたい。

引用文献

- 1) 浜村徹三 (1985): 植物防疫 39: 252~257.
- 2) 河合 章 (1983): 九病虫研究会報 29: 85~87.
- 3) ——— (1986 a): 応動昆 30: 12~16.
- 4) ——— (1986 b): 応動昆 30: 179~187.
- 5) ——— (1996): 昆虫個体群生態学の展開 (久野英二編), 京都大学学術出版会, 京都, pp. 75~89.
- 6) KAWAI, A. (1997): JARQ 31: 213~217.
- 7) ——— and C. KITAMURA (1987): Appl. Ent. Zool. 22: 292~302.
- 8) ——— (1990): Appl. Ent. Zool. 25: 161~175.
- 9) ——— et al. (1999): ibid. 34: 387~389.
- 10) 桐谷圭治・中筋房夫 (1971): 農業技術 26: 105~110.
- 11) 長友 繁ら (1991): 鹿児島茶試研報 10: 1~81.
- 12) 西野敏勝ら (1982): 九病虫研究会報 28: 81~85.

発行
日本植物防疫協会

和英 応用植物病理学用語集

濱屋悦次 編著 B6判 本文 506 ページ

定価 4,893 円税込み (本体 4,660 円) 送料 340 円

植物病理学研究に必要な用語について、植物病理学はもちろん、農薬、防除、生化学、分子生物学などについても取り上げ (約 6,800 語)、紛らわしい用語には簡単な説明を付けそれぞれを英和、和英に分けてアルファベット順に掲載し、また、付録には植物のウイルス、細菌、線虫の分類表を付した用語集です。植物病理学を学ばれる方はもちろん、広く植物防疫の関係者にご活用いただきたい用語集です。

お申し込みは前金 (現金書留・郵便振替) で直接本会まで。

近刊予告

日本植物病名目録 (初版)

日本植物病理学会 編 B5判 本文 734 頁+索引約 170 頁

定価 11,550 円税込み (本体 11,000 円) 送料サービス

1960 年から発行された日本有用植物病名目録: 第 1 巻 (食用作物・特用作物・牧草・芝草)、第 2 巻 (野菜および草花)、第 3 巻 (果樹)、第 4 巻 (針葉樹、竹笹)、第 5 巻の広葉樹 (林木・観賞樹木) までの全 5 巻に新規に「きのこ」を追加して一冊に纏めた見やすい大植物病名目録です。掲載内容は、食用作物、特用作物、牧草及び芝草、野草、野菜、きのこ、草花、果樹、針葉樹、竹笹、広葉樹、索引 (宿主和名、宿主学名、病原学名、病原和名、ウイルス・ウィロイドの種名・略号・和名・科名および属名一覧表。

お申し込みは直接当協会へ、前金 (現金書留・郵便為替) で申し込むか、お近くの書店でお取り寄せ下さい。

社団法人 日本植物防疫協会 出版情報グループ 〒170-8484 東京都豊島区駒込 1-43-11

郵便振替口座 00110-7-177867 TEL (03) 3944-1561 (代) FAX (03) 3944-2103 メール: order@jppa.or.jp