

# 天敵利用を中心とした 施設園芸における IPM 指導マニュアル



千葉県  
千葉県農林水産技術会議



## はじめに

千葉県では、農業の持続的発展を図るとともに、環境保全や食の安全・安心に対する消費者の関心の高まりに応えるため「環境にやさしい農業」を推進しており、中でも病虫害の防除については、総合的病虫害・雑草管理（IPM）の取組拡大を図っています。

IPMとは、化学合成農薬だけに頼らずに複数の防除技術を組み合わせ、農作物の収量や品質に経済的な被害が出ない程度に病虫害や雑草の発生を抑制しようとする考え方に基づく防除手法のことです。

IPMには、農薬散布回数の削減や、従来の手法では防除が困難な病虫害にも対応できる等のメリットがありますが、その一方で安定的な効果を得るには専門的な知識が必要となります。そのため、産地における取組の定着には、指導者による技術的な支援が欠かせません。

そこで、本県農業の中で重要な位置を占める施設園芸の各品目に共通して利用できる指導者用マニュアルを作成することとしました。

本書では、ハウス等の施設管理や天敵利用のポイントなど、IPMの技術指導・実践に必要な基本的な知識を整理しました。本書をIPM取組産地の指導のよりどころとして活用いただければ幸いです。

## 目 次

I	IPM（総合的病害虫・雑草管理）とは	1
II	天敵利用による生物的防除技術	2
1	IPMの基幹的技術としての生物防除	2
2	天敵による防除の対象となる重要難防除害虫	2
	（1）アザミウマ類	
	（2）アブラムシ類	
	（3）コナジラミ類	
	（4）ハダニ類	
	（5）ハモグリバエ類	
3	天敵の種類と特徴	6
	（1）天敵製剤	
	（2）土着天敵類	
	（3）天敵導入と管理のポイント	
4	微生物農薬	13
III	IPMの普及方法	15
1	IPMの導入プロセス	
2	天敵導入時の注意点～過去の失敗事例から～	
IV	施設園芸におけるIPM体系のチェックポイント	18
V	施設園芸におけるIPM技術の参考資料	20

### 付属資料

「ちばのIPM取組事例集～ピーマン、シシトウ、ナス、サヤインゲン編～」

## I IPM（総合的病害虫・雑草管理）とは

安定した農業生産を実現するためには、病害虫を適切に防除し、農作物被害を防止することは不可欠である。このため、従来から病害虫による被害を抑えるための手段を総合的に講じ、人の健康へのリスクと環境への負荷を軽減するための概念として、総合的病害虫管理（Integrated Pest Management：以下、IPM）が国際的に提唱され取り組まれている。なお、農林水産省のIPMの実践指針（2005）では、総合的病害虫・雑草管理とされ雑草の管理も含まれる。

IPMとは、利用可能なすべての防除技術について経済性を考慮しつつ慎重に検討し、病害虫の発生増加を抑えるための適切な手段を総合的に講じるものであり、これを通じ、人の健康に対するリスクと環境への負荷を軽減、あるいは最小の水準にとどめるものである。また、農業を取り巻く生態系の攪乱を可能な限り抑制することにより、生態系が有する病害虫抑制機能を可能な限り活用し、安全で消費者に信頼される農作物の安定生産に資するものである。

IPMによる防除体系のポイントは ①耕種的防除技術等により病害虫の発生しにくい環境を整備し（予防的措置）、②発生予察情報やほ場観察により病害虫等の防除要否及び防除タイミングを判断（判断）し、③化学的、物理的、生物的防除技術など、多様な手法により防除（防除）することの3点である。施設栽培におけるIPM技術の概要をp.18に示す。

## II 天敵利用による生物的防除技術

### 1 IPMの基幹的技術としての生物防除

IPMは、従来は化学的防除を主体としたIPM体系だったが、その後天敵製剤の導入が始まり、現在では複数種害虫への対応が必要とされるようになった。その結果、多種害虫あるいは病害に対応した生物農薬が次々に開発され、IPM防除体系における生物的防除の占める役割が多くなっている。

### 2 天敵による防除の対象となる重要難防除害虫

病害虫の初期発生の把握は、天敵放飼時期の判断や天敵を放飼した後の病害虫防除を必要最小限の化学合成農薬で行うためにも重要である。

最近利用されている天敵類は、餌となる害虫が低密度で捕食が困難な状況でも代替となる花粉や作物を加害しないダニ類を捕食し、増殖あるいは生存が可能な種が多くなってきた。しかし、対象となる害虫が多発生となった場合には、天敵の捕食能力だけでは密度抑制が困難となり化学合成農薬の密度抑制効果に頼らざるを得なくなる。化学合成農薬の天敵への影響を考慮し影響の少ない薬剤の選択を迫られるほか、発生する害虫種により薬剤感受性の程度が著しく異なる場合があるなど、その後の防除体系にも影響を及ぼすことも考えられる。

したがって、発生している害虫種を的確に確認することは非常に重要であることから、以下に、施設栽培において天敵による防除の対象となる重要な微小害虫の特徴を示す。

#### (1) アザミウマ類

主なアザミウマ類は、ミナミキイロアザミウマ、ミカンキイロアザミウマ、ネギアザミウマ及びヒラズハナアザミウマである。近年、ネオニコチノイド系薬剤をはじめ多くの薬剤に対する感受性の低下が顕著であり、問題化している。

##### 1) ミナミキイロアザミウマ

形態：雌成虫は、体色が黄色、体長は1.2～1.4mm。

加害部位及び被害：幼虫は葉裏の中肋や葉脈、果実のへたに寄生し、加害する。葉裏の加害された部分はシルバリング症状（かすり症状）となり、ナスやピーマン果実は縦に筋状の被害が発生する。メロン黄化えそウイルス（MYSV）などのトスポウイルスを永続伝搬する。

##### 2) ミカンキイロアザミウマ

形態：雌成虫は、体色が全体に黄色か腹部がやや茶褐色、体長は1.4～1.7mm。

加害部位及び被害：成幼虫ともに花粉を餌として花に寄生している場合が多い。したがって花卉や果実に被害が発生する。花卉ではかすり症状、果実では白ぶくれ症状や茶色に変色、葉では斑点症状が現れる。トマト黄化えそウイルス（TSWV）、キク茎えそウイルス（CSNV）などのトスポウイルスを永続伝搬する。

### 3) ネギアザミウマ

形態：雌成虫は、体色が黄色～黄褐色（温暖期）や黒褐色（低温期）など変化が大きい。体長は 1.1～1.6mm。以前は産雌性系統のみであったが、現在は産雄性系統も存在し、加害される植物の種類も増加している。

加害部位及び被害：ネギのほか、野菜類や花類など広範な植物に寄生する。成幼虫が主に葉を加害し、葉裏あるいは葉表で中肋や葉脈に沿って加害する。果実を加害することは少ない。アイリスイエロースポットウイルス（IYSV）などのトスポウイルスを永続伝搬する。



## (2) アブラムシ類

### 1) ワタアブラムシ

形態：成虫の体色は黒、緑、黄色と変化に富む。

寄主植物：ウリ科植物やサトイモ、イチゴ、ナス、ジャガイモなどに寄生する。ウリ科に発生したワタアブラムシはウリ科で寄生を続け、ウリ科以外に発生した系統は他植物を相互に移動する。

被害：キュウリモザイクウイルス（CMV）、カボチャモザイクウイルス（WMV）やズッキーニ緑斑モザイクウイルス（ZYMW）など多くのウイルスを非永続伝搬する。

### 2) モモアカアブラムシ

形態：成虫の体色は緑、赤色と変化に富む。

寄主植物：アブラナ科やナス科植物に多く寄生し、ウリ科植物では少ない。

被害：キュウリモザイクウイルス（CMV）やレタスモザイクウイルス（LMV）など多くのウイルスを非永続伝搬する。



## (3) コナジラミ類

### 1) タバココナジラミ

形態：成虫は翅が白く、頭部、胸部は黄色である。左右の翅の間が少し開き腹部の黄

色がやや見える。幼虫は黄色が濃く、頭部がやや膨らむ紡錘形で背面中央部がやや盛り上がり平滑である。

被害：野菜類や花類など広範な植物に寄生し、吸汁害やすす病の原因となるほか、トマト黄化葉巻ウイルス（TYLCV）を永続伝搬、ウリ類退緑黄化ウイルス（CCYV）を半永続伝搬する。

## 2) オンシツコナジラミ

形態：成虫はタバココナジラミよりやや大きく、翅が白く、頭部、胸部はやや薄い黄色である。左右の翅が部分的に重なっているため腹部背面の黄色は見えないことが多い。幼虫はほぼ楕円形で白色、背面外周に短いとげ状の分泌物があり、背面には長いとげ状の分泌物がある。

被害：野菜類や花類など広範な植物に寄生し、吸汁害やすす病の原因となるほか、メロン黄化ウイルス（BPYV）を半永続伝搬する。



## (4) ハダニ類

### 1) カンザワハダニ

成虫の体色は濃赤色である。寄主植物はたいへん多い。

### 2) ナミハダニ

成虫の体色は淡黄緑色で、腹部に一对の濃緑色斑紋がある。寄主植物はたいへん多い。



## (5) ハモグリバエ類

### 1) トマトハモグリバエ、ナスハモグリバエ、マメハモグリバエ

形態：これら3種のハモグリバエ類は、成虫や幼虫の形態や体色が非常に類似しており、実体顕微鏡等による観察によって区別が可能である。

被害：幼虫が葉肉部を穿孔して加害し、いずれも葉外に出て蛹化する。寄主植物は広範囲に及ぶが、ナスハモグリバエはキク科植物には寄生せず、マメハモグリバエは

ウリ科植物での寄生があまり多くないなどの特徴がある。

## 2) ナモグリバエ

形態：成虫の体色が上記3種のハモグリバエ類とは異なり、灰～黒色で区別できる。

被害：幼虫が葉肉部を加害することは上記と同様だが、蛹化は葉肉内で行われる。



### 3 天敵の種類と特徴

#### (1) 天敵製剤

##### 1) タイリクヒメハナカメムシ剤

特性：ミナミキイロアザミウマやミカンキイロアザミウマなどアザミウマ類を対象とする。アザミウマ類に対する高い捕食能力があるほか、ハダニ類、アブラムシ類、ヨトウムシ類の卵や若齢幼虫も捕食、体液を吸汁する。

捕食能力：アザミウマ類幼虫 50 頭/日の捕食能力がある。

利用上の注意点：20～25℃の条件で増殖率が高く、15℃以下では活動量が低下する。

近縁種であるナミヒメハナカメムシは短日条件で休眠（生殖休眠）するが、本種の休眠は比較的浅く短日照条件下でも産卵することから冬からの利用も可能だが、効果は低い。

本剤はアザミウマ類による被害が主であるピーマンやシシトウでの利用が適する。



写真提供：アリストライフサイエンス

##### 2) カブリダニ剤

###### a スワルスキーカブリダニ剤

特性：アザミウマ類幼虫、コナジラミ類幼虫及び卵、ホコリダニ類、ミカンハダニを対象とする。それらの害虫がいな

い場合には花粉や花蜜も餌として利用し定着、増殖できる。

捕食能力：アザミウマ類1齢幼虫5～6頭/日、コナジラミ類卵10～15卵/日、コナジラミ類幼虫15頭/日の捕食能力がある。

利用上の注意点：最適活動温度は28℃で比較的高温に強く、15℃以下では活動量が低下する。

アザミウマ類やコナジラミ類、一部ホコリダニ類が発生するキュウリやサヤインゲンでの利用に適する。トマトでは葉表面構造の影響により定着が難しい。また、イチゴにおける試験でも高い効果が得られていない。



###### b ククメリスカブリダニ剤

特性：アザミウマ類幼虫、コナジラミ類の卵やホコリダニ類を対象とする。他にもハダニ類の卵を捕食することが知られている。最適温度は15～30℃で、12℃以上で活動が可能のためスワルスキーカブリダニよりも低温時からの利用が可能である。

捕食能力：アザミウマ類幼虫6頭/日の捕食能力がある。



写真提供：アリストライフサイエンス

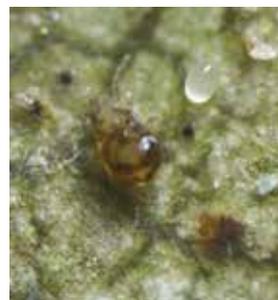
利用上の注意点：アザミウマ類やホコリダニ類が発生し、冬期間でも比較的高温で栽培管理するキュウリ、ナスやピーマンでの利用が適する。アブラムシ類の発生が問題になる場合には他の防除手段との併用が必要である。

#### c ミヤコカブリダニ剤

特性：カンザワハダニ、ナミハダニやミカンハダニを対象とする。ハダニ類の捕食能力はやや低いが、花粉も餌として利用できるため定着は容易である。

捕食能力：ハダニ類若虫 20 頭/日の捕食能力がある。

利用上の注意点：最適活動温度は 25~32℃だが 12℃以上が適している。比較的低温管理を行うイチゴでの利用に適する。



#### d チリカブリダニ剤

特性：ナミハダニやカンザワハダニを対象とする。捕食能力は高いが *Tetranychus* 属のハダニ類しか捕食せず、花粉も餌とにならないため飢餓耐性が弱い。

捕食能力：ハダニ類若虫 20 頭/日、あるいは成虫 5 頭/日の捕食能力がある。

利用上の注意点：最適活動温度は 20~25℃で 12℃以上から活動できるが、高温には弱い。

ハダニ類しか捕食しないため、ハダニ類が低密度の場合は定着が難しい。そのため、あらゆる品目での利用が可能だが、ハダニ類発生時の追加放飼としての利用に適する。



#### e リモニカスカブリダニ剤

特性：アザミウマ類、コナジラミ類の他、ハダニ類やホコリダニ類も捕食する。花粉も捕食するため飢餓耐性が強い。狭い隙間に潜む性質がある。

捕食能力：アザミウマ類幼虫では約 7 頭/日を捕食する。

利用上の注意点：発育可能な温度は 10~30℃で、比較的低温での活動が可能で 12℃以上で密度を維持することができる。30℃以上の高温では発育が阻害される。イチゴでの利用では高い効果が得られていない。



写真提供：  
アリスタライフサイエンス

### 3) コレマンアブラバチ剤

特性：アブラムシ類の体内に産卵し内部寄生する。ワタアブラムシ、モモアカアブラムシなど50種以上のアブラムシ類に寄生する。ただし、ナス、ピーマンなどのナス科植物に寄生するジャガイモヒゲナガアブラムシやチューリップヒゲナガアブラムシには寄生しない。

産卵能力：50～100卵/雌/日の産卵能力がある。

利用上の注意点：最適活動温度は15～30℃で、5℃以上で活動可能である。



### 4) ナミテントウ剤

特性：成幼虫がアブラムシ類を捕食する。捕食対象は、ワタアブラムシ、モモアカアブラムシ、ニセダイコンアブラムシ、ジャガイモヒゲナガアブラムシなど多種にわたる。販売されている天敵製剤は、成虫の飛翔能力がなく定着性が高い。

捕食能力：アブラムシ類の密度によるが、多発生時には100頭以上/日、捕食する。

利用上の注意点：最適活動温度は20～25℃で、冬季低温期は活動が低下し産卵も行われぬ。成虫は飛翔能力がないため、畝上の移動分散は行われるが、畝をまたいで移動は少ない。



### 5) オンシツツヤコバチ剤

特性：タバココナジラミ、オンシツコナジラミの両種に寄生する。いずれも幼虫の体内に産卵し内部寄生するほか、成虫による体液摂取も行う。8℃以上で活発に飛翔分散する。

産卵能力：約300卵/雌の産卵能力がある。

利用上の注意点：最適活動温度は25℃で、15～30℃で活動できる。タバココナジラミにも寄生するが、オンシツコナジラミに対して強い選好性がある。



### 6) ハモグリミドリヒメコバチ剤

特性：ハモグリバエ類幼虫の体内に産卵し内部寄生するほか、体液摂取も行うことができる。マメハモグリバエ、トマトハモグリバエ、ナスハモグリバエなどに寄生するが、ナモグリバエに対する効果は低い。

産卵能力：15卵/日/雌の産卵能力がある。

利用上の注意点：最適活動温度は20～30℃であるが、10℃以上で活動が可能である。



## (2) 土着天敵類

オオメカメムシ、タバコカスミカメ、タイリクヒメハナカメムシ、ミヤコカブリダニなどの土着天敵類が国内で広く分布することが確認されている。その一部は天敵農薬として増殖、利用されている。また、近年では生産者自らがゴマなどの天敵温存植物を栽培し、そこで増殖したものを施設内に放飼し害虫防除に利用する防除技術も確立されている。

### 1) オオメカメムシ

特性：本州以西に分布し、クズ、シソ、イチゴに多く寄生するほかマメ科、シソ科、キク科など多様な植物上で認められる。野外では年1～2世代発生すると考えられる。アザミウマ類、アブラムシ類やハダニ類を捕食する。



利用上の注意点：最適発育温度は24～30℃である。餌となる害虫が減少すると定着が難しくなる。しかし、3齢幼虫を放虫することで長期間ほ場内あるいは株上での定着性を向上させることができる。

### 2) タバコカスミカメ

特性：本州以南に広く分布し天敵としての利用も行われているが、トマト、ウリ類やゴマなどの害虫としても知られ、トマトでは茎の周囲をリング状に食害し茎折れの原因となっている。コナジラミ類を多く捕食する。移動性の高いアザミウマ類も捕食するが捕食数は多くない。



利用上の注意点：発育零点は約13℃であり、最適活動温度は20～30℃である。平均18℃以上で使用することが望ましい。

## (3) 天敵導入と管理のポイント

### 1) 病害虫発生量の把握

防除対象となる病害虫が、いつ、どの程度発生するかを把握しておくことは重要である。害虫の発生動向は年あるいは時期により変化があるほか、作型により害虫の発生時期が異なることを理解しておくことは、天敵放飼時期を決定する、あるいは天敵使用と化学的防除の体系を選択する上で重要な情報となる。

#### a ほ場内の観察

ほ場における病害虫の初期発生を的確に把握するために、丁寧な観察が必要である。また、ハダニ類など病害虫によっては比較的発生しやすい場所があるが、そのような場所を的確に把握しておくことも大切である。

## b 粘着トラップの利用

粘着トラップ設置の主目的は害虫の発生量のモニタリングである。大量誘殺による密度抑制は効果が上がらないことが多い。

粘着トラップを設置する場合、外部からの害虫の呼び込みにならないよう、防虫ネットの設置や出入り口の侵入防止対策は必ず行う。粘着トラップには黄色と青色の資材がある。



### a) 黄色粘着トラップ

コナジラミ類、アブラムシ類、アザミウマ類が多く誘殺される。しかし、ハチ類など一部天敵も誘引されやすく、大量にトラップを設置した場合にコマユバチ類やアブラバチ類などの天敵類が誘殺され効果が低下する場合がある。

### b) 青色粘着トラップ

ミカンキイロアザミウマやミナミキイロアザミウマなどアザミウマ類が多く誘殺される。

### c) 設置位置

粘着トラップの設置位置は、害虫種により最適な位置が異なる。

コナジラミ類やアブラムシ類は作物の生長点に近い高い位置に、主に地表面で羽化するアザミウマ類やトマトハモグリバエなどは地表面に近い地上20～50cmに設置する。

### d) 利用上の注意点

ミカンキイロアザミウマやヒラズハナアザミウマなど花粉を餌として利用するアザミウマ類は、植物が開花すると粘着トラップへの誘殺数が減少する事例も認められる。したがって、ほ場内の観察も併せて行いほ場内の発生程度を的確に把握する。

## 3) 育苗中及び定植時の管理

育苗中の管理は、本ほへの害虫持ち込み防止を目的とする。

独立した育苗ほで防虫ネット被覆による害虫の飛び込みを抑制するとともに、発生した場合には化学合成農薬で密度抑制を図る。

定植時は、粒剤処理により初期の防除を行う。ただし、それぞれの薬剤で天敵に対する影響が異なる。コナジラミ類やアザミウマ類を対象に使用されるイミダクロプリド粒剤(アドマイヤー粒剤)はカブリダニ類やコレマンアブラバチには影響がないが、ヒメハナカメムシ類には長期間影響する。

## 4) ゼロ放飼・代替餌

天敵による防除は、速効的な化学合成農薬と異なり非常に遅効的である。そのため天敵の放飼は、対象となる害虫が観察されないか、ごく低密度時に行い、あらかじめほ場での害虫発生を待機するような時期に行う必要がある。そのため、害虫がいない時期にも生存あるいは繁殖できることが望ましい。

ミヤコカブリダニやスワルスキーカブリダニは花粉を代替餌として利用でき、生存が可能である。それらのカブリダニ類の場合、植物の開花後に放飼すれば餌となる害虫の発生がなくても定着し、後に発生する害虫を待ち伏せすることができる。

あらかじめほ場内に天敵を定着させておく手法として、バンカー法がある。

バンカー法とは、農作物以外の植物（バンカー植物）に農作物は加害せず天敵の餌となる生物（代替餌あるいは代替寄主）を寄生させ、そこに天敵を放すことにより施設内で天敵を維持し、害虫発生に備えるとともに長期にわたって害虫を防除する技術である。代替寄主としてムギクビレアブラムシの寄生したムギ類を施設内に導入し、アブラムシ類の天敵であるコレマンアブラバチを定着させる技術が確立されている。



## 5) 定着・移動の促進

放飼した天敵の植物体への定着を促すため、放飼後2週間は、農薬散布や液肥、葉水等の散布を行わない。特にカブリダニ類の場合、毛茸の中や葉脈沿いが隠れ場所（シェルター）となっており、放飼後そのような場所に定着していない場合や毛茸の密度が少ない場合など、散布した薬液等の流れとともに流亡し天敵密度の低下を招く。

天敵類の定着や天敵への薬剤散布の影響を確認するため、ルーペ（倍率、2～3倍）を用いた観察を行う。

また、定着した天敵を早期に分散させるため、植物間を連結する横方面の糸あるいは支柱等を設置し、植物間移動を補助する手法もある。

近年、カブリダニ類では、定着の安定、促進のため、農薬散布からの保護あるいは作物上の餌（花粉、害虫他）不足に対応し、数週間かけてカブリダニ類が放出される徐放性パックに小分充填された製剤が利用されている。

## 6) 温度管理

放飼した天敵が確実に定着し捕食等の活動を行うためには、利用する天敵の活動温度帯を考慮し、活動温度を確保できる時期に放飼する必要がある。冬期間の利用では天敵の活動に適した温度設定が必要だが、低温時の適温維持は困難であり、特に比較的低温管理のイチゴ栽培などでは放飼の時期に制限が加わることになる。

## 7) ほ場管理に伴う天敵除去の防止

カブリダニ類などの天敵は生長点付近、葉脈沿いや果実のへた部分などに寄生して

いる場合が多い。栽培管理により行われる摘心、摘葉あるいは果実収穫や、病害の耕種的防除としての罹病葉の摘葉等によるほ場外への植物体の持ち出しが、同時に天敵類の除去、生息頭数の減少による効果の低下を招く場合がある。そのような天敵の除去を抑制するため、植物体の一時的なほ場内放置も必要である。ただし、この場合は発生している病害の程度や気象条件を勘案して作業を行う。

## 8) 化学合成農薬の影響

すべての害虫を天敵のみで防除することは極めて困難であり、化学合成農薬を使用しなければならない場面もある。しかし、化学合成農薬の影響は薬剤の系統により大きく異なるほか、同系統の薬剤でも差が大きい。そのような事態を想定し、あらかじめ天敵利用条件下でも使用できる天敵に影響の少ない化学合成農薬を選抜しておく。

一般的な傾向として、合成ピレスロイド剤や有機リン剤、カーバメート剤は強い影響が長期間継続する。また、気門封鎖型殺虫剤は散布薬液が乾いてからの放飼であれば影響ないが、直接薬液が大量にかかった場合は影響が大きい。カブリダニ類に対し一部殺ダニ剤の影響が大きい。また、タイリクヒメハナカメムシなどハナカメムシ類に対し一般的にネオニコチノイド系薬剤の影響は非常に大きい。また、薬剤による影響差もあり、ネオニコチノイド系薬剤の利用に当たっては、適切な薬剤を選択することでより高い防除効果を得ることも可能である。

天敵に対する化学合成農薬の影響については、日本バイオリジカルコントロール協議会が作成した「天敵に対する農薬の影響目安の一覧表」に記載されている。それを参照し天敵利用時の防除剤選択を行う。ただし、すべての資材が網羅されているわけではない。日本バイオリジカルコントロール協議会のホームページアドレスは、<http://www.biocontrol.jp/index.html> である。

## 9) 天敵利用を開始すると生じる新たな問題

天敵導入による対象害虫被害の減少に伴い、殺虫剤散布回数が減少する場合がある。その結果、導入した天敵が攻撃しない別の害虫の発生が増加する事例が見られる。特にアザミウマ類やハダニ類を対象とした天敵の場合、アブラムシ類が増加した事例が多くあるほか、従来問題とならなかった害虫が発生することもある。また、従来の化学農薬主体の栽培では、殺虫剤に殺菌剤を混用し病害に対する予防的散布を行うことが多かったが、殺虫剤散布回数が減少することで、結果的に殺菌剤の散布回数も減少し、病害の発生が増加する例もみられる。

このような突発的事象にも対応できるよう、日頃のほ場内の観察は、重要な IPM 技術の一つである。

## 4 微生物農薬

微生物農薬は、自然界に普通に存在する微生物のうち「病原菌から植物を守る微生物や害虫から植物を守る微生物」を選抜し、生きた状態のまま使いやすく工夫した製材であり、農薬取締法に基づく農薬として登録を受けたものである。微生物農薬は総じて微生物がほ場であまり繁殖できる環境でないと十分に効果が上がらない。十分な効果を得るためには製品ごとの使用方法や注意事項をよく読み適切な条件下で使用する。

### (1) 微生物殺菌剤

微生物殺菌剤は、微生物の病原菌に対する競合や拮抗作用により、病原菌の活動を妨げ作物への感染を予防する。微生物農薬は散布された作物上で有効成分の微生物が定位置を確保して効果を発揮するという特性があるため、いかに上手に定着させるかが防除効果を上げるために重要である。また、効果が期待できても当該作物の中で単独では効果が不十分な場合が多い。

#### 主な微生物殺菌剤

薬剤名	商品名	有効成分	主な対象病害
バチルス ズブチリス水和剤	アグロケア水和剤	バチルス ズブチリス HAI-0404株の生芽胞	灰色かび病、うどんこ病、 葉かび病
	インプレッション水和剤	バチルス ズブチリス QST-713株の生芽胞	灰色かび病、うどんこ病
	エコショット	バチルス ズブチリス D747株の生芽胞	灰色かび病、葉かび病
	バイオワーク水和剤	バチルス ズブチリス Y1336株の生芽胞	灰色かび病、うどんこ病、 葉かび病
	バチスター水和剤	バチルス ズブチリス Y1336株の生芽胞	灰色かび病、うどんこ病、 葉かび病
	ボトキラー水和剤	バチルス ズブチリス MB1600株の生芽胞	灰色かび病、うどんこ病
タラロマイセス フラバス水和剤	タフパール	タラロマイセス フラバス SA-Y-94-01株の胞子	うどんこ病、葉かび病、 炭疽病
非病原性エルビニア カロトボーラ水和剤	バイオキーパー水和剤	非病原性エルビニア カロトボーラ CGE234M403	軟腐病

注) 適用作物、対象病害、使用方法については最新の農薬登録情報で登録内容を確認する。

### (2) 微生物殺虫剤

微生物殺虫剤として代表的なものはBT剤である。化学農薬と同じ感覚で使用でき、総じて効果発現が緩慢な生物農薬にあつて即効性にも優れている。BT剤の有効成分は、*Bacillus thuringiensis* の生芽胞及びその菌が生産する結晶毒素である。なお、生芽胞を含まないBT剤もある。BT剤はチョウ目害虫に対して殺虫活性がある。また、菌株の違いにより、コ

ガネムシ類などチョウ目以外に殺虫活性があるBT剤もある。BT剤が幼虫に食下されると、結晶毒素は活性化して中腸細胞を破壊する。生芽胞は栄養体細胞となって幼虫体内で増殖する。幼虫は直ちに死亡しないが、食害は停止する。接触毒性はない。

### 主な微生物殺虫剤

薬剤名	商品名	有効成分（菌株）	主な対象害虫
BT水和剤	エコマスターBT	B. t. 菌生芽胞及び 産生結晶毒素 (aizawai)	チョウ目害虫
	クオークフロアブル	〃	〃
	サブリーナフロアブル	〃	〃
	ゼンターリ顆粒水和剤	〃	〃
	フローバックDF	〃	〃
	-----		
	エスマルクDF	B. t. 菌生芽胞及び 産生結晶毒素 (kurstaki)	〃
	チューンアップ顆粒水和剤	〃	〃
	-----		
	ジャックポット顆粒水和剤	B. t. 菌生芽胞及び 産生結晶毒素 (aizawai kurstaki)	〃
バシレックス水和剤	〃	〃	
-----			
トアロー水和剤CT	B. t. 菌産生結晶毒素 (kurstaki)	〃	
トアローフロアブルCT	〃	〃	
ボーベリア バシアーナ乳剤	ボタニガードES	ボーベリア バシアーナ GHA株 分生子	アザミウマ類、アブラムシ類、 コナジラミ類
ボーベリア バシアーナ水和剤	ボタニガード水和剤	ボーベリア バシアーナ GHA株分生子	アザミウマ類、コナジラミ類
スタイナーネマ カーボカブサエ剤	バイオセーフ	スタイナーネマ カーボカブサエ オール株	ハスモンヨトウ
スタイナーネマ グラセライ剤	バイオトピア	スタイナーネマ グラセライ株	ネキリムシ類
メタリジウム アニソプリエ粒剤	パイレーツ粒剤	メタリジウム アニソプリエ SMZ-2000株	アザミウマ類
ペキロマイセス テヌイペス乳剤	ゴッツA	ペキロマイセス テヌイペス	アブラムシ類、コナジラミ類 うどんこ病
ペキロマイセス フモソロセウス水和剤	プリファード水和剤	ペキロマイセス フモソロセウス	コナジラミ類
バーティシリウム レカニ水和剤	マイコタール	バーティシリウム レカニ胞子	コナジラミ類

注) 適用作物、対象病害、使用方法については最新の農薬登録情報で登録内容を確認する。

### Ⅲ IPMの普及方法

#### 1 IPMの導入プロセス

天敵の利用に代表される IPM の取組を、普及機関をはじめとする指導者はどのように進めればよいのか。IPM の普及に際しては、以下の点がポイントとなる。

- 現場がなぜ IPM を必要としているのかを把握すること。難防除病害虫対策、薬剤抵抗性対策、省力等理由は様々にある。
- まず、現場に導入しやすい、農家が実行可能な技術を目指す。
- IPM 導入初期はきめ細やかな支援が必要。また、防除効果、経営評価をまとめ、地域に適合した IPM 体系を確立すること。
- 防除コスト（労力も含めて）と収益性を常に意識して導入を図る。

#### STEP 1 現場に必要な、IPMの度合（レベル）を測る

指導者は日頃の巡回で、地域や集団の各生産者がどのような問題を抱えているかを常に注意する。そして、その問題に対する解決策として、IPM が適合できるかを検討する。対象が IPM に関してどれ位関心を持っているか等も測る必要がある。なお、生産者に対して、IPM＝天敵導入ではない、物理的防除や耕種的防除、化学的防除も含めた総合的技術である点を伝え、理解を得る必要がある。これらの活動により、対象の望む防除レベルや必要コストに応じて、どのような体系を組み、支援するか検討する。地域に IPM を導入する際は、しっかりとした栽培管理技術を持ち、病害虫の発生状況に即応できる生産者から勧めていくことが重要である。

#### STEP 2 IPMに関する必要な知識を収集する

新たな農薬の天敵に対する影響等、生産者はもちろん指導者も日頃から必要な情報を仕入れる必要がある。日本植物防疫協会ホームページからは、IPMに関する他のホームページにリンクできる。

→<http://www.jppn.ne.jp/member/>

#### STEP 3 実証ほを設置する

IPM を現地に導入・普及する際には、実証ほの設置が有効である。

- (1) 導入に先立ち、対象となる IPM 技術に関連する資材（天敵等）の性質を十分把握し、それらの情報を生産者と共有する。
- (2) IPM に特有の技術（栽培環境の改善、ゼロ放飼、補完防除、レスキュー防除等）を理解し、農家への指導助言を行う。

#### ※ 実証ほをどう運営するか

実証ほを設置する際は、開設の目的を明確にし、成果をどのように波及させるかを考えることが重要である。また、実証ほの調査体制を整え、生産者任せにせず、JAや市町村、メーカー等の関係機関と連携して調査を行い、試験研究機関、専門家等の助言を得る体制を作る。

現地検討会による共通理解の醸成、成績検討会の開催による検討の場の設置、成果を広めるための講習会の実施が重要となる。

#### STEP 4 IPM 技術の検証と評価（PDCA サイクルを回す）

実証ほで得られたデータを検討し、今後の取組を具体化する。特に IPM は地域の栽培体系、主要病害虫、気象条件等を考慮し、地域に適合した技術を確立する必要がある。そのためには、得られたデータを農業者をはじめ関係機関と十分討議し、問題点を改善する必要がある。

#### STEP 5 地域への普及を図る

以上の取組の結果、地域に普及可能な IPM 体系が確立されたら講習会等をとおして地域への普及を図る。補助事業等の活用も視野に入れ、農業者が無理なく導入できる体制を整える。IPM は様々な要因により効果が安定しない場合がある。点から面への普及の際も、初めて導入する農業者個々の状況に合わせたきめ細かい指導が必要となる。そのためには関係機関との連携を密にし、地域の指導者が同一の目線で指導にあたることが重要である。

#### 【参考】全国農業システム化研究会の IPM 実証調査成績より

平成 22 年から平成 25 年に実施した、(一社)全国農業改良普及支援協会が主催する「全国農業システム化研修会 IPM 実証事業」において報告された実証事例をまとめると、おおよそ以下のようなになる。

現在、導入が図られている IPM（特に天敵を購入する体系）は総じて防除回数はほぼ慣行と同等（殺菌剤の削減に寄与しない場合が多いため）であり、防除コストは高め（IPM 資材費や天敵費が加算）とされるが、防除効果は同等～優の事例が多い。また、防除労力は軽減される報告が多い。

IPM を導入するきっかけは様々であるが、既存の防除体系では防除が難しい病害虫（特に、薬剤抵抗性の発達が顕著なアザミウマ類、ハダニ類等）に対して試みられ、既存体系以上の効果が得られている例が見受けられる。また、輪作体系の中で防除作業の省力化に寄与する報告もある。

IPM 体系と慣行防除体系の比較

作物	防除回数 (慣行比)			防除コスト (慣行比)			防除効果 (慣行比)		
	増	同	減	増	同	減	優	同	劣
ウリ科	2	1 2	3	1 3	1	1	6	6	1
ナス科	3	5	2	7	2	1	1	7	1
その他		1	1	2			2		
合計	5	1 8	6	2 2	3	2	9	1 3	2

注) 上記表は、本事業実績書を基に作成した。

## 2 天敵導入時の注意点～過去の失敗事例から～

天敵を導入するにあたり、発生した失敗事例を以下に示す。

- 天敵導入時の農薬の使用方法（薬剤の選択、処理方法）
- 天敵の取扱い方
- 天敵利用に特有の技術 等に関する内容が多い。

### 1 放飼前

- (1) 天敵に対しての影響日数の長い農薬を導入前に散布してしまい、計画通り放飼できなくなった。
- (2) 購入天敵の到着日を知らず、その後のスケジュールを変更することとなった。
- (3) 定植時に天敵に影響のある農薬（粒剤）を使用し、天敵の定着に影響があった。
- (4) バンカー植物でアブラムシが増殖せず、コレマンアブラバチが定着しなかった。
- (5) 購入苗に天敵に影響のある農薬が使用されていた。
- (6) 天敵を発注したが害虫が多く、急遽農薬を散布することになった（観察不足）。

### 2 放飼時

- (1) 冷蔵庫で一週間保存したため天敵が死んでしまった。
- (2) 放飼途中で足りなくなり、均一に放飼できなかった。
- (3) 放飼時期が遅れて気温が低下し、天敵の定着が間に合わなかった。
- (4) ゼロ放飼をできずに害虫が大発生した。  
【理由】害虫の発生量の観察ができなかった。（しなかった。）
- (5) 影響のない薬剤、葉面肥料(液肥)を天敵放飼後すぐに散布してしまった。  
→天敵放飼後は、天敵が棲みかを見つけるまで（7日くらい）は、散布しない。

### 3 放飼後

- (1) 天敵への影響が不明の葉面散布剤を散布し、天敵の定着に影響した可能性がある。
- (2) 天敵に影響のある農薬を散布してしまい、天敵が定着しなかった。
- (3) 放飼前に十分な防除を行わなかったため、
  - 1) 放飼後一定期間農薬散布を控えたため、病気が発生してしまった。
  - 2) 放飼後一定期間経過する前に害虫が発生したため農薬を散布し、天敵の定着が妨げられた。
- (4) 天敵の導入により殺ダニ剤の散布が減少したため、これまで発生のないホコリダニ類が発生してしまった。
- (5) バンカー植物に殺虫剤がかかってしまい、天敵増殖用の寄主昆虫が死滅した。
- (6) 害虫と天敵の発生量の観察ができなかった（しなかった）ため、追加放飼、レスキュー防除等対応が遅れ、効果が不十分となった。
- (7) 天敵に配慮するあまり農薬の散布を控え、対象害虫以外の病虫害が多発した。
- (8) 殺虫剤散布が削減できているので、ついでに殺菌剤も散布せず、病害が多発した。

#### IV 施設園芸における IPM 体系のチェックポイント

項目		管理のポイント
予 防 的 措 置	防除計画の策定	地域・集団等の共通の栽培歴や県農業事務所から提供される薬剤の性質や天敵の使用方法等について技術情報を参考に、栽培開始前に、年間の具体的な病虫害防除計画を策定する。
	ほ場内、周辺雑草の除草（病虫害伝染減の除去）	ハダニ類やアザミウマ類は雑草にも寄生し発生源となるため、ほ場内や周辺の除草に努める。
	残渣の処理	栽培後の残渣は病虫害の発生源になるため、ほ場内外に放置せず適切に処分する。
		害虫の発生している施設では、栽培後施設を密閉し蒸し込みを行う。
	土壌消毒	前作等の病虫害の発生状況を踏まえて土壌消毒の要否を判断して実施する。
	施肥管理	土壌診断等に基づく適正施肥により健全な作物育成を行う。
	品種・台木の選定	収量、品質、病虫害の発生を考量して抵抗性品種・台木等を選定する。
	施設整備	資材等を消毒する。
		ほ場の排水対策に留意し水はけを良好に保つ。
	栽培管理作業	本ぽに病虫害を持ち込まないように健全に育苗する。
適切な栽植密度で、健全な種子・苗を播種・定植する。		
前作の病虫害の発生状況により必要と判断された病虫害を対象とする農薬を使用して、植穴処理を行う。		
暖房機、循環扇、換気扇を使って適切な温湿度管理を行う。		
葉かき、芽かきなど植物体を傷つける管理作業は、曇天時や傷口の乾かない夕方はさける。		
罹病葉、発病株等は見つけ次第、摘葉、抜き取り、ほ場外に持ち出し適切に処理する。		
判 断	病虫害発生予察情報の確認	県等が発表する発生予察情報や農業技術情報等を入手して、病虫害の発生状況や天候に応じた技術情報を確認する。
	気象情報の活用	今後の気象状況を把握し、適期防除に活用する。
	病虫害発生状況の把握	粘着トラップやフェロモントラップなどにより害虫の発生状況を把握する。
		定期的に施設内を見回り、病虫害の発生状況を把握する。 次作の参考情報とするため、栽培日誌等を記録する。

項目		管理のポイント
防 除	物理的防除	害虫の侵入、虫媒ウイルス予防のため防虫ネットを展張する。
		好湿性病害の発生を予防するため土壌からの蒸発を抑えるマルチ等で畝や通路部分を被覆する。
		シルバーフィルム等の反射資材など、害虫忌避効果のある資材を設置する。
	生物的防除	生物農薬の使用に当たっては、関連技術や使用する化学農薬を含めて利用計画を作成する。
		生物農薬の防除効果は施用法や病害虫の発生量等に影響を受けやすいので、当該農薬の特徴を十分把握して使用する。
	化学的防除	十分な効果が得られる範囲で、最少の使用量となる最適な散布方法を検討した上で使用量・散布方法を決定する
		農薬散布にあたっては、病害虫の発生部位に薬液が十分かかるように散布する。
		薬剤の選択に際しては、薬剤抵抗性が発達しないように、同一系統薬剤の連続散布は避け、異なる系統の薬剤によるローテーション散布を行う。
		地域において薬剤抵抗性（耐性）の発達が確認されている農薬は使用しない。
		農薬を散布する場合は、農薬の散布時期と薬剤の特徴を考慮し、薬剤を選択する。
		生物農薬利用時や導入時期近くには、生物農薬に影響の無い（少ない）剤を選択する。

## V 施設園芸における IPM 技術の参考資料

施設園芸における天敵利用等の生物防除以外の、IPM 導入にあたっての既存の技術指導資料、試験研究成果普及情報等の参考資料を以下に示した。

### 1 技術指導資料等

- (1) 土壌還元消毒によるトマトの土壌病害虫防除 (平成 14 年 10 月)
- (2) 野菜ハンドブック (平成 21 年 3 月)
- (3) トマト黄化葉巻病の防除対策 (平成 22 年 2 月)
- (4) 農作物病害虫雑草防除指針 (付 植物成長調整剤使用指針) 千葉県

### 2 試験研究成果普及情報

課題名	年 度	部 門
土壌還元消毒による施設栽培野菜の土壌病害虫防除	平成 15 年	病害虫
ピーマン半促成栽培における PMMoV 抵抗性を有する適品種の選定	平成 16 年	野 菜
結露センサー付き暖房機制御装置による促成キュウリ栽培におけるべと病発病抑制	平成 17 年	病害虫
青枯病抵抗性トマト及び台木品種に抵抗性比較	平成 18 年	病害虫
養液栽培におけるトマトかいよう病の発生を防除対策	平成 19 年	病害虫
養液栽培におけるネギ疫病の発生と防除対策	平成 19 年	病害虫
促成キュウリの減肥・減農薬栽培	平成 20 年	野 菜
促成キュウリのつる下ろし栽培における新しい温湿度管理法	平成 22 年	野 菜
養液栽培におけるトマトかいよう病の発生と防除対策	平成 19 年	病害虫
トマト退緑萎縮病の発生と防除対策	平成 22 年	病害虫
トマト黄化葉巻病の総合防除	平成 22 年	病害虫
トルコキキョウえそ斑紋病の蔓延要因と防除対策	平成 22 年	病害虫
黒ボク土のキュウリ栽培における低濃度エタノール土壌還元消毒法	平成 24 年	野 菜
砂質土のキュウリ栽培における低濃度エタノール土壌還元消毒法	平成 24 年	野 菜
トマトキュウリ栽培体系における低濃度エタノール土壌還元消毒の効果	平成 25 年	野 菜
トマト葉かび病新レース (4,9,11) に抵抗性を有するトマト品種	平成 25 年	病害虫

### 3 書籍等

- (1) IPM マニュアルー総合的病害虫管理技術ー
  - 細川 學・宮井俊一・矢野栄二・高橋賢司編、養賢堂 (2005)
- (2) 環境保全型農業大事典 2 総合防除・土壌病害対策、農文協編、農山漁村文化協会 (2005)

## 執筆

担い手支援課 専門普及指導室

農林総合研究センター 病理昆虫研究室

農林総合研究センター 暖地園芸研究所生産環境研究室

農薬に関する記述は、平成27年11月1日現在の「農薬登録情報」に基づいています。実際の農薬使用に当たっては、最新の「農薬登録情報」で登録内容を確認するとともに、農薬のラベルに表示された使用基準を遵守してください。

農林水産省農薬コーナー (<http://www.maff.go.jp/j/nouyaku/>)

(一社)日本植物防疫協会 (<http://www.jpnpn.ne.jp/>)

「私的使用のための複製」や「引用」など著作権法上認められた場合を除き、本資料を無断で複製・転用することはできません。

天敵利用を中心とした施設園芸におけるIPM指導マニュアル

平成28年3月

発行 千葉県・千葉県農林水産技術会議

事務局 千葉県農林水産部担い手支援課技術振興室

〒260-8667 千葉市中央区市場町1-1

TEL. 043-223-2907

FAX. 043-201-2615

