

2 病虫害対策

(1) 病虫害防除の考え方

農業生態系は自然の生態系とは異なり、作物を栽培するという人間による行為が加わっているため、人間からみれば不都合な昆虫や微生物の数が増えることになる。すなわち、病虫害の発生である。戦前は、殺虫剤として、ニコチン剤や除虫菊剤等の天然物や無機化合物のひ酸鉛などが利用されるに過ぎなかったし、殺菌剤として、ボルドー液等の銅剤や石灰硫黄合剤、硫黄粉剤等の無機硫黄剤が果樹、野菜に散布され、有機水銀剤がイネ等の種子消毒に使用されていた。戦後からは次々と有効な農薬が導入され、病虫害防除はもっぱら農薬に頼ってきており、有機合成化学の発達とともに、各種の殺虫剤、殺菌剤が開発されてきた。

農薬は農業の生産性を高めるための重要な生産資材の一つであり、殺虫剤、殺菌剤の使用によって病虫害の被害は回避、軽減できるようになったというメリットがあるが、農薬使用にともなうデメリットが顕在化してきた。

つまり、殺虫剤、殺菌剤の広域にわたる多用と連用は、病虫害に薬剤抵抗性個体群の出現をもたらし、害虫では化学合成殺虫剤の急速な普及とともに、多くの抵抗性発現事例が報告されている。例えば、ハダニ類では新しい殺ダニ剤が開発されて数年を経ないうちに防除効果が低下し、さらに新たな薬剤の開発を余儀なくされている。いわゆる「害虫と農薬のイタチごっこ」が典型的に現れ、この状況は他の多くの病虫害でもよくみられる。

さらに、殺虫剤散布によって、かえって害虫が多発生するリサージェンス（誘導多発生）も例が多く、近年では、ピレスロイド剤が天敵類に有害に作用して、ハダニ、カイガラムシ等が増加した実例がある。

昭和30年代の後半からは、これらの問題に加えて、農薬使用者の健康、食品中の農薬残留、環境中への残留等が深刻に懸念されるようになり、カーソン著作の「サイレント・スプリング」（沈黙の春）及び有吉佐和子著作の「複合汚染」の出版によって、一般にも広く知られるようになった。

現在、農薬として登録されているものは、人畜や環境及ぼす影響も以前の農薬に比べれば相対的に小さくなっているのは事実である。しかし、化学農薬は、元来異物であり、また、目的外の場所に到達して土壌・水・大気を汚染する可能性は皆無とはいえないので、環境に対する負荷を軽減するという立場からは、その使用はできるだけ少ない方が望ましいと言える。

したがって、農薬の使用量を低減化するためには、防除時期の的確な把握と防除要否を高い精度で判定できるような発生予察技術の一層の高度化が必要である。また、上記にあげた諸問題を脱却をめざす方向として、寒冷紗被覆や黄色蛍光灯等を利用した物理的防除技術、天敵やフェロモンを利用した生物的防除技術、輪作等作付体系を利用した耕種的防除技術に加えて、必要最小限の農薬の安全使用を含めた病虫害の総合的管理技術（IPM）を開発していかなければならない。

現在、総合的病虫害管理は、農業生態系の適切な管理方策の一環として、また、持続的に農業生産を維持するための方策として、病虫害管理の基本となすものと考えら

れるようになった。この方策は、化学農薬の多用による弊害を回避しようとする立場では、自然・有機農法と共通する部分があるが、後者は安全性や環境問題を重視するが故に盲目的に自然農法的な方向に走る危険性をほらみ、農業の崩壊にもつながりかねないことで、両者は必然的に異なることで明確に区別できる。

病虫害防除は欧米諸国の技術そのまま取り入れるのではなく、良い面は残しつつも欧米諸国とはひと味異なる新しい防除体系への展開が必要であり、新しい方向性を見いだしていくものでなければならないと考える。

ここで取り上げた病虫害防除技術は、個々の技術としては、それなりに実用可能なレベルにある。しかし、実際に現地で利用するとなると、農薬に比べて効果が顕著に現れなかったり、防除方法に手間がかかったり、地域の気象、地形、農業構造等の条件によっては効果がでなかったりする。現地でうまく利用していくためには、新しい技術を指導できる専門知識をもった指導者なり、その指導者を生かす体制が必要となってくるであろう。

(2) 物理的防除法

ア 熱による種子消毒

病虫害の伝染方法の一つとして種子で伝染するものがあり、この対策として種子消毒を行う必要がある。温湯浸法、冷水温湯浸法及び風呂湯浸法があるが、乾熱による消毒も広く用いられている。

温湯浸法：イネ（イネシンガレセンチュウ）56～57℃、10～15分

トマト（かいよう病）55℃、20分または50℃に25分間種子を浸漬

サツマイモ（黒斑病、黒あざ病）種いもを47～48℃の温湯に40分間浸漬

〃（つる割病）苗切り取り後なるべく早く47～48℃の温湯に茎下部を10～15分間浸漬

冷水温湯浸法：イネ（イネシンガレセンチュウ）種籾を冷水に6～12時間浸漬した後、50℃の湯に1分間つけ、次に51℃の湯に7分間浸漬した後、再び直ちに冷水で冷やす。

乾熱消毒：キュウリ、スイカ、メロン、トマト、ナス、トウガラシ、ウリ類、ユウガオ（接ぎ木用）

適用病虫害：CGMMV、TMV、斑点細菌病、つる割病、炭そ病等の種子伝染性病害

使用法：乾燥種子を40～50℃で6～12時間予備乾燥を行った後、70℃で72時間消毒する。ただし、薬剤の粉衣やコーティングした種子は、本消毒法は使わない。精度の高い定温器を使用する。

イ 太陽熱利用による土壌消毒

(ア) 施設太陽熱消毒

施設内で作物を栽培しない夏季にハウスを密閉して土壌温度の上昇を図り、熱による土壌消毒を行う方法が普及している。土壌中の病原菌や線虫防除に有効で、しかも土壌微生物の生態バランスを維持できるため、有効な微生物を残せるという特徴がある。

a 手順

- ・夏季の休閑期間にハウスを密閉し、さらに地面を透明の古ビニール等で全面被覆する。
- ・畝の間に水を注ぎ込み、土中の粗孔隙を水で充満させる。
- ・ハウスの開口部を昼夜とも密閉する。密閉期間は最も高温である7月下旬から8月下旬の20～30日間で効果が高い。

b 防除効果の安定している病害虫等

イチゴ萎黄病、キュウリつる割病、半身萎ちよう病、白絹病、苗立枯病、センチュウ類、キスジノミハムシ、雑草種子

c 防除効果の不安定な病害

ナス青枯病、トマト青枯病、トマト萎ちよう病、トマト軟腐病

d 注意事項

日照が十分得られることが必須であり、日照の少ない冷夏の年は効果が低いことがある。青枯病菌は水媒性のため、移動しやすく太陽熱消毒効果は低い。

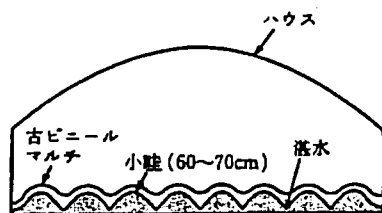


図 ハウス密閉による土壌消毒 (奈良農試、1982)

地力増進目的で、稲わらなどの有機物資材と石灰窒素を10 aあたり100kgを畦中に混入する。この場合、施肥設計は十分注意する。

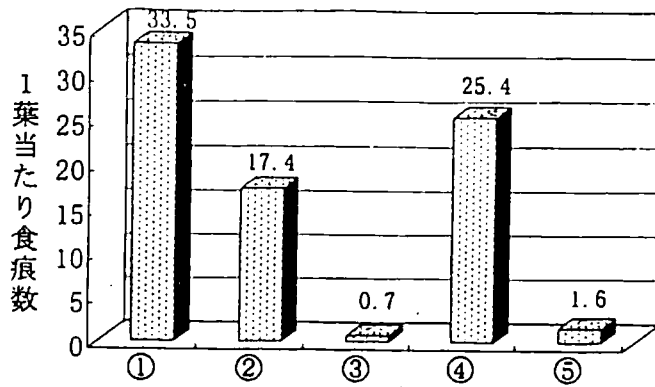


図 太陽熱土壌消毒によるキスジノミハムシの羽化防止効果 (京都農総研、1998)

①無処理(耕うん後14日間放置)、②太陽熱土壌消毒(乾燥、7日間)、③太陽熱土壌消毒(乾燥、14日間)
④太陽熱土壌消毒(多湿、7日間)、⑤太陽熱土壌消毒(多湿、14日間)

(イ) 露地太陽熱土壌消毒

露地太陽熱の土壌病害虫対策として、夏季の高温を利用して7月中旬から8月にかけて透明ビニール等でマルチし、太陽熱を利用し土壌消毒する方法がある。有機質資材の施用により地力の維持・増強ができる。

殺菌に必要な有効地温の積算時間を最高気温から推定すると、30℃以上の晴天日が20日以上必要である。露地の太陽熱消毒効果の及ぶ土層は地表下10～15cmと浅いので、浅い部分に分布している病原菌に対する効果は高い。

表 露地太陽熱消毒の適用病害虫と処理期間

病害虫名	処理期間	防除効果
苗立枯病(リゾクトニア菌、ピシム菌)	5～10日	◎
根こぶ病	30～50	○
ハウレンソウ萎ちょう病	30～50	○
キュウリつる割病	30～50	△
ダイコン萎黄病	30～50	△
土壌線虫(ネバセンチュウ、ネバザセンチュウ)	30～40	○

注) 防除効果 ◎:効果が高い、○:一重被覆で防除可能、
△:一重被覆で困難で二重被覆で防除可能

ウ 光質利用による病害虫防除

(ア) 近紫外線除去フィルム利用による病害虫防除

糸状菌による病気の多くは孢子によって伝播され、その孢子形成は光の影響を強

く受ける。また、昆虫は光を感じて飛翔行動を起こす。

近紫外線除去フィルムは 380nm 以下の波長の紫外線を吸収、除去するように加工されたビニールフィルムで病原菌の生育や害虫の行動を阻害し、病害虫の発生を制御する。

a 近紫外線除去フィルムによる害虫防除

近紫外線除去フィルムで被覆したハウスでは、害虫の侵入が抑制されるため、初期発生を遅らせることが可能である。ただし、ハウス内に侵入した虫の増殖には抑制効果はない。

表 近紫外線除去フィルムが効果のある害虫

対象害虫	対象作物
オンシツコナジラミ	キュウリ
マメハモグリバエ	トマト、シュンギク
ミナミキイロアザミウマ	キュウリ、スイカ、ピーマン、ホウレンソウ
ヒラズハナアザミウマ	トマト、ピーマン
ミカンキイロアザミウマ	キュウリ、トマト、ピーマン
アブラムシ類	キュウリ、ホウレンソウ
キスジノミハムシ	ミズナ、ミブナ

注意事項：・作物が軟弱徒長気味に生育するため、生育管理に注意する。

- ・アントシアン系の色素の合成を阻害するため、ナスの果皮や一部の花は着色不良生じるので使用しない。
- ・ミツバチ等の花粉媒介虫の活動も抑制される。マルハナバチは影響を受けにくい(紫外線除去の領域が 360nm 以下のフィルムならば、なんとか使用できる)。

b 近紫外線除去フィルムによる病害防除

近紫外線除去フィルムは、光依存性の強い空気伝染性(孢子で感染)病害に有効である。

表 近紫外線除去フィルムが効果のある病害

対象病害	対象作物
灰色かび病、菌核病	キュウリ、トマト
輪紋病	トマト
白星病	ピーマン、トウガラシ

表 紫外線除去フィルムの一例

メーカー名	フィルム商品名
三菱化成	クリーンエース、スーパークリーン、カットエース シクスライト、ムラサキエース
シーアイ化成	ハイクリーンDX、トップクリーン
三井東圧化学	MVU、スーパーライト
アキレス	ソーラークリーン
東レ	ルミラー
みかど	スーパーソーラー
チッソ	ライトセンサー
住友化学	グローマスター
日本カーバイド	ハイエスピニール

(資材価格) ムラサキエース (厚さ 0.1mm 幅 7.2 m 長さ 50 m) : 39,000 円

(イ) シルバーマルチ、シルバーテープを利用した害虫防除

ウイルスを媒介するアブラムシ類、アザミウマ類は白色や銀白色等の光を忌避する性質がある。この性質を利用して光線反射資材によるマルチ（シルバーマルチ、ムシコンマルチ）やテープ（シルバーテープ、ミラーテープ）を展張するとかして、ほ場への飛来侵入を防止する。

また、マルチを行うことによって、アザミウマ類が土中で蛹化するのを阻止し、発生を抑えることができる。また、アズキ栽培ほ場でのミラーテープ展張はアブラムシが主に媒介するウイルス病に対して予防効果が認められる。

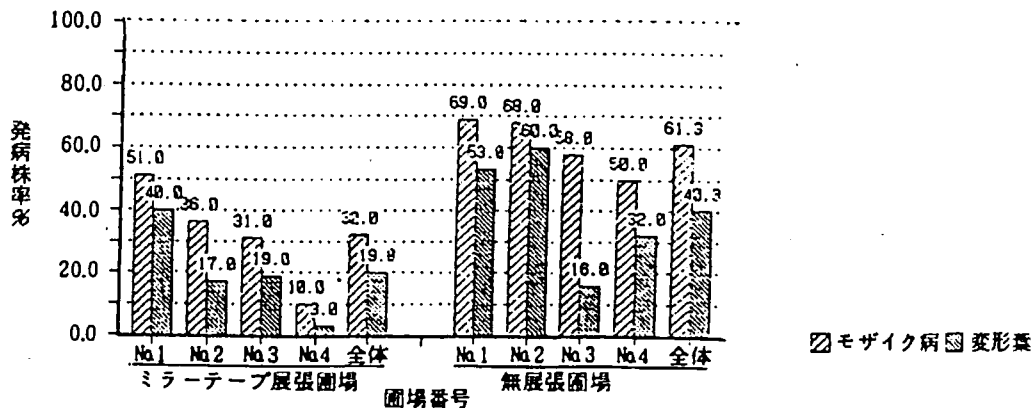


図 アズキのウイルス病に対するミラーテープの効果 (京都農総研, 1993)

エ 色の利用による害虫防除

色彩に反応する害虫があり、例えば、アブラムシ類、オンシツコナジラミ、マメハモグリバエ等は黄色に集まる。また、ミカンキイロアザミウマやミナミキイロアザミウマは黄色にも誘引されるが、青色により強く誘引される。

黄色や青色の粘着リボンやテープが市販されており、ハウス内につり下げて利用されているが、主に発生予察用として使うものであり、防除としての利用は困難である。

表 粘着リボン、粘着テープの実用例

資材名	商品名	対象害虫
黄色粘着トラップ	ITシート、虫とり君、 金竜、ホリバー	オシツコナジラミ、シルバーリーフコナジラミ マメハモグリハエ、アブラムシ
青色粘着トラップ	ITシート、虫とり君、 青竜、ホリバー	シメキイロアザミウマ、シロキイロアザミウマ

(資材価格) ITシート：14,100円（1箱10巻、1巻：10cm幅×15cm）

オ 黄色蛍光灯による害虫の被害回避

夜蛾類の成虫は日没後、吸汁や交尾等の活動を行う。果樹の吸蛾類成虫に対して忌避作用と活動抑制効果を目的とした黄色蛍光灯の利用技術が確立されている。近年では、野菜や花き類での利用が実用化されている。

黄色系の光源は580nmに最大波長のある黄色蛍光灯、ナトリウム灯等が有効である。

しかし、蛍光灯等を設置する場合は、新たな電源に配線が必要であったり、水田転作ほ場では、ブロックローテーションするため、恒常的な電源の設置が困難である。その点では、発光ダイオードは太陽電池等の蓄電池との組み合わせが可能であり、電源のないところでも使用でき、しかも耐久性が高く、省エネルギーであるため、導入が期待されている。

表 黄色蛍光灯の設置例

対象作物	対象害虫	設置方法（10aあたり）
ナシ、ブドウ （平棚栽培）	アゲハコハ、アゲハグリハ	黄色蛍光灯40W：7灯 （棚下灯：5灯、棚上灯：2灯）
リンゴ、モモ （立木栽培）	アゲハコハ、アゲハグリハ	黄色蛍光灯では灯数2.5～3倍必要 高圧ナトリウム灯（220W）：0.8灯、補助灯として黄色蛍光灯40W：12灯 （棚下灯：6灯、棚上灯：6灯）
カーネーション （ハウス）	オオハコガ、シロイチモジ ヨトリ、ハスモンヨトリ	黄色蛍光灯40W：12灯
バラ （ハウス）	オオハコガ、シロイチモジ ヨトリ、ハスモンヨトリ	黄色蛍光灯40W：9灯
トマト （ハウス）	オオハコガ、ハスモンヨトリ	黄色蛍光灯40W：9灯
カキ （露地）	チャハネオカメムシ	黄色蛍光灯40W：7灯
スイートコーン （露地）	アヲノメイガ	黄色蛍光灯40W：10灯

* ツヤアオカメムシ、クサギカメムシは昼行性であり、これらが優占種の圃では効果がない。

a 明るさ1ルクス以上が効果の目安である。作物上の照度1ルクス以上なるように配置を考える。点灯時間は日没前から日の出までの一晩中とする。

b 注意事項：作物の生育に対する影響をあらかじめ確かめること。

野菜類、花き類、水稲への夜間照明の影響

・生育等に影響のみられない作物

花き：バラ、カーネーション

野菜：トマト、ナス、ピーマン、イチゴ、キュウリ、キャベツ、ハクサイ、
コマツナ、チンゲンサイ、シュンギク、ダイコン、カブ

・副次的な効果として、カーネーション、バラでは開花促進、ボリューム増加となる。

・影響のみられる作物

ハウレンソウ、エダマメ、ニンジン、シソ：品種、明るさの程度によりとう立ち、
開花変化を起こす。

キク、ケイトウ：5～6ルクスで開花遅延

水稲：10ルクス以上の明るさで出穂が遅延する。

水田が隣接している場合は注意する。

c 点灯 2,000 時間が交換の目安。使用時期以外は収納しておくこと、蛍光灯や器具の劣化を最小限に抑えることができる。

d 設置費用の目安

・ナシ 50～60万円（リンゴ園では100万円）

・バラ 30万円

この他、園までの電力工事費が必要。

・黄色蛍光灯（40W） 1本1,600円程度

カ 寒冷紗等の被覆、障壁による虫害回避

寒冷紗を被覆資材として利用する場合、害虫の侵入を防ぎ、被害を防止することができる。障壁には、雨よけハウスの周囲あるいはハウスの開口部に寒冷紗を張り外部からの害虫の侵入を阻止する場合（閉鎖系での利用）と、ほ場で作物に他から害虫が飛び込まないようにする場合（開放系での利用）とがある。

ハダニの歩行侵入を阻止する目的で考案されたひさし状の折り返しのあるビニール障壁であるダニがえしも有効な防除法である。

(ア) ハウス開口部張りによる害虫の侵入防止

表 防虫ネットが有効な作物と害虫

目合い mm	対象作物	対象害虫
5 mm 目合	トマト、キュウリ、トウガラシ、軟弱野菜、花き類	オオタバコガ、シロイチモジヨトウ、ハスモンヨトウ、ヨトウガなど大型の蛾類
1 mm 目合	トマト、キュウリ、ホウレンソウ、ミズナ、ミブナ、コマツナ、シュンギク	アブラムシ類、コナジラミ類、アザミウマ類、コナガ、
0.8mm 目合	ミズナ、ミブナ、シュンギク	キスジノミハムシ、ハモグリバエ類

(注意事項) 高温時の使用は、作物への高温障害をもたらすことがあるので注意する。

換気扇、天井換気等で温度上昇を抑えることができる(コストの問題)。

張り放しで、2~3年程度使用できるが、弛みがやすい。

(資材価格) マルハナネット 4 mm 目合い 90cm × 100 m : 6,400 円程度

べたがけ資材 : 表 参照

(イ) べたがけ、トンネルがけによる害虫の侵入防止

軟弱野菜等の登録農薬の少ない作物や殺虫剤抵抗性の発達した害虫に有効である。キャベツ、ハクサイ、黒大豆等では育苗床でのトンネルがけ利用がよい。

べたがけはトンネルがけに比べて省力的であるが、作物と資材の接触部分の産卵、作物の曲がり、湿度が上がりやすい等の問題がある。さらに、白さび病の発生も多くなる傾向があり、パオパオ、パスライト等のようなべたがけの内側が見えにくく、外側から薬剤の直接散布ができないことで注意を要する。また、これら不織布は保温性が高く、夏季の利用は避けるべきである。

また、べたがけ、トンネルがけとも資材の裾からの害虫の侵入も多いため、しっかり止める必要がある。

表 べたがけ資材の分類と特徴

種類	主原料	商品の例	耐候性	強度	耐用年数
長繊維不織布	ポリプロピレン (PP)	パオオ、	△	△	1~2
	ポリエステル (PET)	パスライト、	△	△	1~2
割繊維不織布	ポリビニルアルコール (PVA)	タフネル	◎	◎	5~7
	ポリエチレン (PE)	日石ワフ	△	○	2~3
寒冷紗	ポリビニルアルコール (PVA)	クレオ寒冷紗	◎	◎	7~10
	ポリエステル	テト寒冷紗	◎	◎	7~10
ネット類	ポリエチレン (PE)	ダイオネット	○	○	3~5
	ポリエステル	サンネット、ライトン	△	○	2~3

(資材価格) パオオ 90 180cm × 200 m : 12,000 円

パスライト 180cm × 200 m : 11,000 円

サンネット N 2000 (目合い 1 mm) 180cm × 100 m : 19,000 円

サンネット N 3000 (目合い 0.6mm) 180cm × 100 m : 35,000 円

ライトンネット (目合い 0.8mm) 180cm × 100 m : 27,500 円

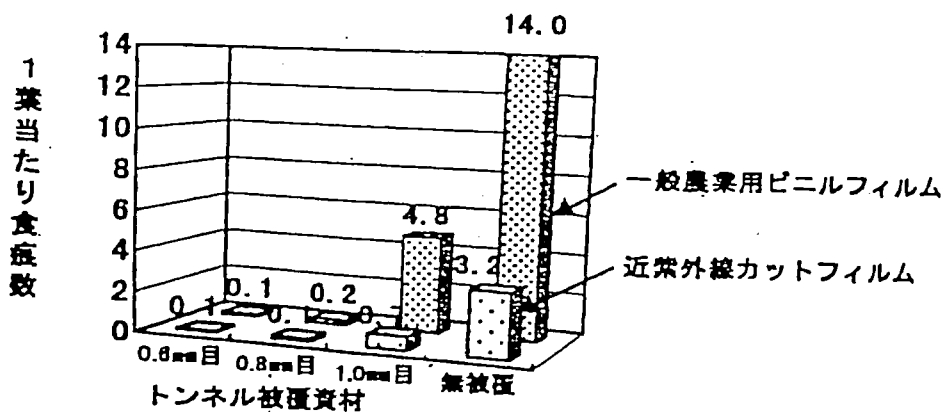
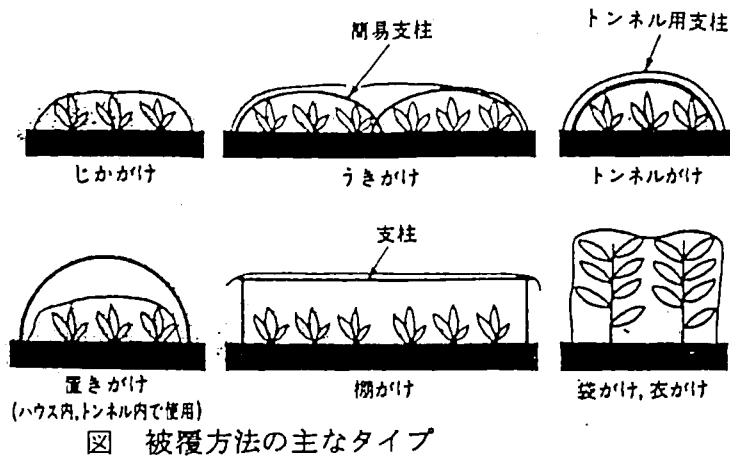


図 雨よけ資材とトンネル被覆資材によるキスジノミハムシの被害回避
(京都農総研、1997)

(ウ) 障壁による害虫の侵入防止

ほ場の周囲に寒冷紗による障壁を設置することにより、アザミウマの成虫、アブラムシの有翅虫の侵入を阻止することができる。

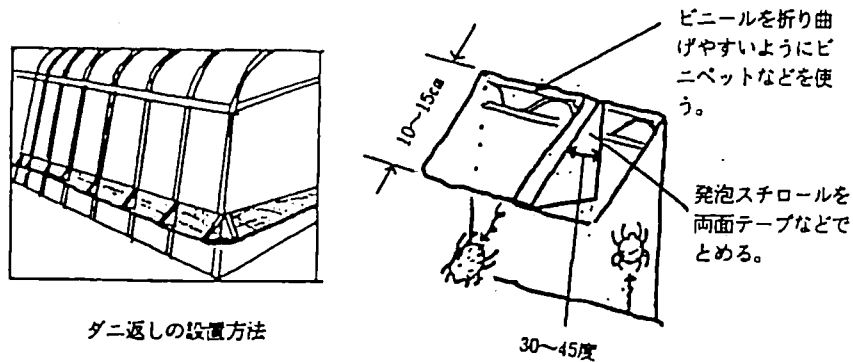
目合い1 mm 程度の寒冷紗をほ場の周囲に 1.8 mの高さの障壁を設置する。ミナミキイロアザミウマ等ではシルバー寒冷紗を用いると忌避効果も得られる。同時に、ナスでは風による傷果の発生も軽減できる。青色の防風ネットはアザミウマを誘引するので、注意が必要である。

黒大豆では、3.6 mの間隔で高さ 1.8 mの寒冷紗障壁を設けると、媒介虫であるアブラムシの飛来を防止しモザイク病の発生を少なくすることができる。

(エ) ダニがえし

ハダニは寄生している植物が餌としての条件が悪化すると、新しい餌を求め歩行移動するが、その際にビニール障壁を作り、その上部を 30 ~ 40 度に折り返すとハ

ダニはその場所を越えられなくなり、移動場所が制限される。ハウス周囲にダニがえしを設置すると、内部へのハダニの侵入を少なくすることができる。



ダニ返しの設置方法

図 ダニがえし (奈良農試)

(3) 生物的防除

ア 性フェロモン利用

昆虫の雌が雄を誘引するために気中に放出する物質(性フェロモン)を製剤化したもの(フェロモン剤)で、表に示す製剤が登録されている。

トラップに仕組みで誘引された虫を捕殺する方法(大量誘殺法)と、作物を栽培している所にディスペンサー(フェロモンを放出させるために封入した容器)を置いて微量を漂わせて虫の交信を攪乱させ、交尾を阻害する方法(交信攪乱法)がある。

フェロモン剤は広い面積で集団使用すると、より安定した効果が得られ、さらに連年使用することにより密度抑制効果が高まる。この場合、使用量を発生状況により勘案する。

表 フェロモン剤一覧

交信攪乱用製剤			
資材名	対象作物	対象害虫	10 a 当たり使用量
コナガコン	加害作物	コナガ、オオコナガ	露地：100～110 m、20cm チューブ 200本 ハウス：100～400 m、
ヨトウコンーS	ネギ等	シロイモジヨトリ	露地：チューブ 100～500本
ヨトウコンーH	シソ(施設)	ハスモンヨトリ	200 m (チューブ 1000本)
ハマキコン	茶	チャハマキ、チャノコカクモンハマキ	チューブ 200～400本
	果樹	リンゴコカクモンハマキ等	チューブ 100～150本
ハマキコンL-40	茶	チャノコカクモンハマキ、チャハマキ	チューブ 500本
コンフューザーP	モモ、ナシ	モモンクイガ、ハマキムシ類等	チューブ 150～180本
コンフューザーA	リンゴ	モモンクイガ、ナシヒメシクイ	チューブ 150～240本
スカシバコン	モモ、ウメ	コスカシバ	チューブ 50～150本
	カキ	ヒメコスカシバ	チューブ 50～150本
シンクイコン	リンゴ、モモ、ナシ	モモンクイガ	チューブ 100～150本

大量誘殺用製剤

資材名	対象作物	対象害虫	1 ha 当たり使用量
フェロディンSL	加害作物	ハスモンヨトウ	2～4個

a 適正規模面積

- ・処理面積は数 ha を必要とするが、それ以下の面積であっても条件によっては使用できる。
- ・小面積でも効果がある場合：住宅等に囲まれた場所、性フェロモンが風によって流れにくい所。
- ・飛翔力が大きいハスモンヨトウは、交信攪乱法では70ha以上の処理が必要である。

b 交信攪乱剤の設置方法

(露地)

- ・20cm チューブを支柱等を用いて固定する（茶や果樹では枝に巻きつけ固定する）。

(ハウス)

- ・20cm チューブをハウス内の周辺部分に多めに、中央部分に少なめにする。
- ・100 m巻きチューブをハウスの端から端まで張る（施設内上部に固定する）。

c シロイチモジヨトウのヨトウコンーSによる防除（交信攪乱法）

処理方法は竹棒の先端にフェロモンディスペンサーを取り付け、10 a 当たり長さ60cmの竹棒30本（ディスペンサー4本をつけた）をほぼ均一に設置する。設置時期は8月上旬から11月上旬までとする。

当初は竹棒60本（ディスペンサー3本をつけた）を6月下旬から11月上旬まで設置したところ効果が高く、次年度から上記のように節減できた。

（設置費用の目安）ディスペンサー120本/10 a：約4,000円

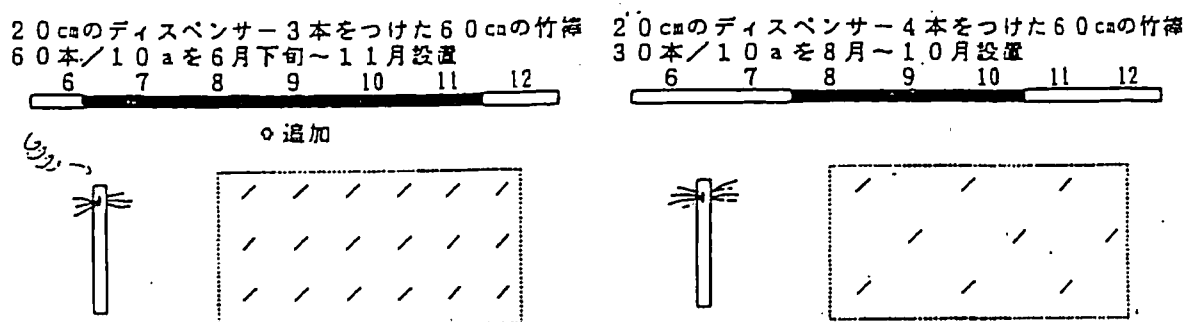


図 ヨトウコンーSのネギほ場での設置

d フェロモントラップを利用したハスモンヨトウの広域防除（大量誘殺法）

フェロモントラップは合成した性フェロモン（フェロディンSL）を入れたトラップを仕掛け、雄成虫を集めて捕らえるもので、数10 ha規模で有効である。生産団地を中心に共同で設置することが望ましい。設置量は1 ha 当たりトラップ2～4基とする。

(設置費用の目安) 1 ha 1 基の場合 ファネルトラップ: 1 台 4,500 円
フェロディンSL: 1 個 2,000 円

e ハウスにおけるコナガコンによるコナガ防除 (交信攪乱法)

コナガコンをハウスで使用する場合には、露地栽培のような面積条件の制限はないが、使用条件の厳守が必要である。

ハウスの換気条件

- ・有効成分の流出を防ぐために、肩換気または天窓換気にする (裾換気はダメ)。
- ・夜間の有効成分濃度を高く保つために、夕方には換気部分を必ず閉じる。

コナガコンの設置位置

- ・ハウス内の天井に近い位置に設置する。
- ・ハウスのビニール、鉄管部分等に密着しないように注意する。

その他注意事項

- ・コナガの発生前または、密度の低い時期に処理すること。
- ・徐々にコナガの密度が高くなる場合には、殺虫剤による体系防除を心がける。

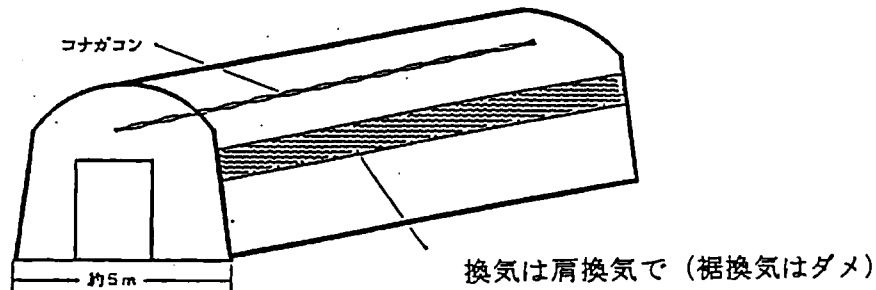


図 ハウスにおけるコナガコンの使用法
(200 m/10 a の使用例)

イ 天敵利用 (天敵昆虫、天敵微生物、天敵線虫など)

天敵の利用法は永続的利用法、周期的放飼、環境条件による天敵の効果増強に大別される。

(ア) 永続的利用法

伝統的な生物的防除とも言われる。ある地域に分布していない天敵を他所から導入して放飼し、その天敵が定着、増殖して、以後害虫を抑圧することを期待する。侵入害虫に対しての成功例の多くは以下の三つの条件に当てはまる。

- ・導入天敵は原産地に産する侵入害虫に特異性が高い種である。
- ・標的害虫は、定着性が高い種である (カイガラムシ等)。
- ・永年作物である果樹や森林の害虫である。

(成功した一例)

イセリアカイガラムシに対するベダリアテントウ

ルビーロイカイガラムシに対するルビーアカヤドリコバチ

ヤノネカイガラムシに対するヤノネキイロコバチ、ヤノネツヤコバチ

(イ) 周期的放飼

天敵を増殖し、必要な時期に放飼して害虫を防除することをいう。天敵の密度が低かったり、いないときに、人為的に放飼して次世代以降一定期間有効に作用することを期待する接種的利用法と、放飼世代、または次世代のみの速攻的な効果のみを期待する大量放飼法に区別される。

大量放飼法は、害虫の加害時期を対象に防除ができることから殺虫剤に代わる防除手段となる特徴をもっており、生物農薬的利用ともいわれる。現在、市販されている天敵類は、農薬取締法に基づく農薬として登録されている。そのほとんどが外国で生産された製品を輸入するものであるが、国内産天敵の実用化も進められている。

表 登録のある生物農薬

	資材名	種類名	対象作物	対象病害虫
天敵昆虫	エンストリップ	オンシツツヤコバチ	トマト、キュウリ	オンシツコナジラミ
	ツヤコバチEF	〃	トマト	タバココナジラミ
	マイネックス	ハモグリコマユバチ、イサエヒメコバチ	トマト	オンシツコナジラミ マメハモグリバエ
	ヒメコバチDI	イサエヒメコバチ	トマト	マメハモグリバエ
	コマユバチDS	ハモグリコマユバチ	トマト	マメハモグリバエ
	スパイデックス	チリカブリダニ	イチゴ、キュウリ、シソ、ナス	ハダニ類
	カブリダニPP	〃	イチゴ	〃
	アフィパール	コレマンアブラバチ	イチゴ、キュウリ	アブラムシ類
	アフィデント	ショウカタマバエ	キュウリ	アブラムシ類
	ククメリス	ククメリスカブリダニ	イチゴ	ミカンキイロアザミウマ
		〃	キュウリ、ナス	ミナミキイロアザミウマ
		〃	ピーマン	ミナミ、ミカンキイロ
	オリスター	ナミメハナカメシ	ピーマン	アザミウマ類
	スリポール	〃	ナス	〃
天敵微生物	BT剤	バチルス・チューリゲンシス	アブラナ科等	鱗翅目幼虫
	バイオサ・カミキリ	ホーベリア・フロンニアティ	カンキツ、カエデ	コマダラカミキリ
		〃	イチジク、クワ	キホシカミキリ
	バイオセーフ	スタイナーネマ・カーボカプサエ	シハ	シハオサゾウムシ
	芝市ネマ	スタイナーネマ・クシグイ	シハ	コガネムシ幼虫
	ネマヒトン	モナクロスホリナム	タバコ	サツマイモネコブセンチュウ
	パストリア剤	パストリア・ベネランス	カンショ、トマト、キュウリ、カボチャ、メロン	サツマイモネコブセンチュウ

a 施設トマトでのエンストリップの使い方

成分：オンシツツヤコバチ

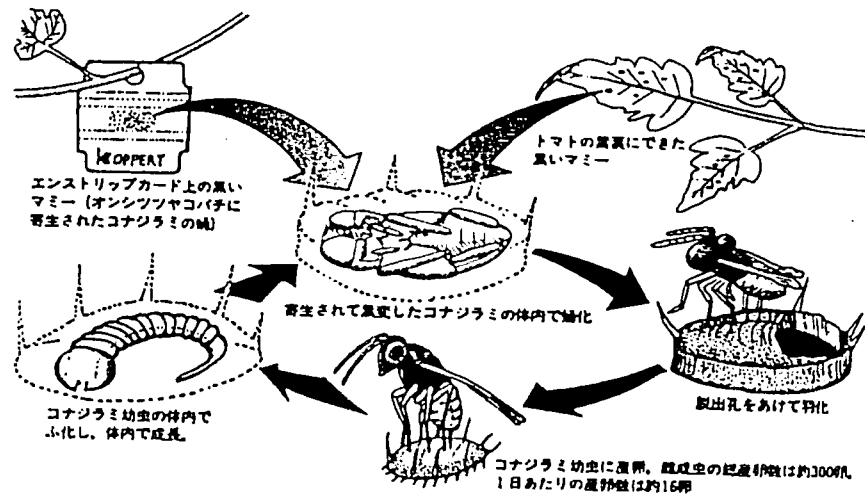
含有量：1箱当たり 2,100 匹ノカード 42 枚入り (50 匹ノ1カード)

適用害虫	使用量	使用時期	使用回数	使用方法
オンシツコナジラミ	25～30 株 当たり 1 カード	発生初期	—	放飼

(費用の目安) 5,600 円 (1 カード) 4 回放飼で、22,400 円

- ◆ 導入スケジュール：10 a 当たり 1 箱、1 週間間隔で 3～4 回
- ◆ 効果のしくみ
 - ・寄生 コナジラミ幼虫に産卵。雌成虫の総産卵数は約 300 卵。1 日当たりの産卵数は約 16 卵。
 - ・ホストフィーディング (寄生体液摂取)
 - オンシツツヤコバチの成虫は、生涯に約 160 匹のコナジラミの、主に若齢幼虫を摂取し、死亡させる。
- ◆ 導入タイミングの決め方
 - ・オンシツツヤコバチの導入は、コナジラミ発生のごく初期であるほど成功率が高まる。黄色粘着板をハウス内に数枚吊り下げておき、1 週間吊り下げ後、コナジラミが 1～10 匹付いた時がオンシツツヤコバチ導入の適期である。

エンストリップの寄生



オンシツコナジラミの幼虫を体液摂取するオンシツツヤコバチ

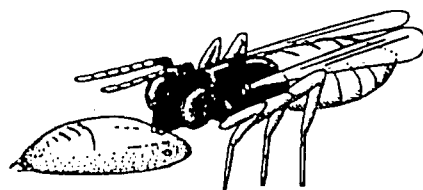


図 エンストリップの効果しくみ (株式会社トーメン資料から引用)

b 施設キュウリ（半促成栽培）でのアフィパールの使い方

成分：コレマンアブラバチ

容器：100ml ポリエチレン瓶 羽化成虫 500 匹

適用害虫	使用量	使用時期	使用方法
アブラムシ類	2 本 (1000 匹)	発生初期	放飼

(費用の目安) 5,600 円 (1 本) × 2 本 × 3 回放飼で、33,600 円

- ◆ 導入スケジュール：アブラムシ未発見段階 10 a 当たり 1 本 1 週間間隔で毎週放飼

アブラムシ発生初期 10 a 当たり 2 本 1 週間間隔で 3 回放飼

- ◆ 導入タイミングの決め方

- ・キュウリ定植時に殺虫剤（粒剤）を処理し、残効消失後（約 40 日後）が放飼時期の目安である。

- ◆ 放飼方法

- ・ハウス内で本剤を開栓し静置する。内容物のマミー（蛹）から、コレマンアブラバチが羽化して飛翔する。

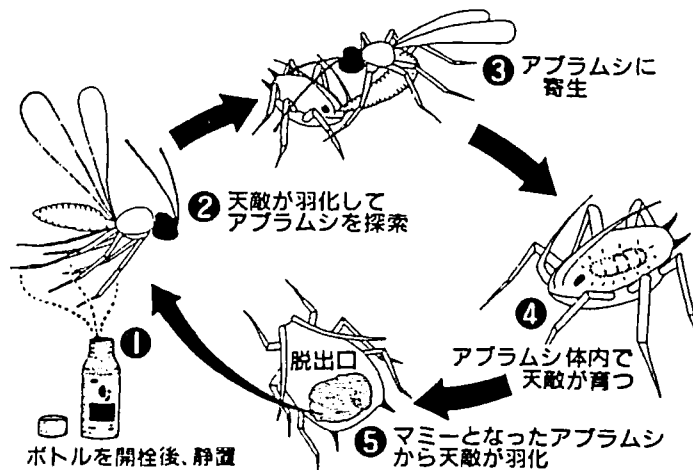


図 アフィパールの効果のしくみ（株式会社トーメン資料から引用）

- ◆ 放飼上の注意

- ・酷暑、厳寒期の導入開始は避ける。
- ・ハウスの開口部に防虫ネット（目合い 1 mm）を張る。
コレマンアブラバチの 2 次寄生蜂の侵入防止、アブラバチの逃亡阻止、害虫の侵入防止を行う必要がある。
- ・アフィパール放飼時に、捕食性天敵昆虫であるアフィデント（シヨクガタマバエ剤）を併用すると、さらに効果が増長されることがある。

適用害虫	使用量	使用時期	使用方法
アブラムシ類	2本 (2000匹)	発生初期	放飼

(費用の目安) 6,400円(1本) × 2本 × 2回放飼で、25,600円

ただし、畦上にマルチをしている場合は、蛹化できないために効果が上がらないので、無マルチ栽培のみ放飼可能である。

c 施設イチゴでのスパイデックスの使い方

成分：チリカブリダニ

容器：500mlポリエチレン瓶 2000匹

適用害虫	使用量/10a	使用時期	使用方法
ハダニ類	500ml 3本	発生初期	放飼

(費用の目安) 5,600円(1本) × 3本で、16,800円

◆導入スケジュール：1週間間隔で計2回放飼

1回目 ほ場全面への放飼(全面処理)

2回目 ツボのみへの重点放飼(スポット処理)

◆導入タイミングの決め方(次のどちらかの方法による)

- ・初秋～初冬：ビニール被覆後から収穫開始までの期間に、ハダニの発生の有無にかかわらず、予防的に処理を行う。
- ・初春～初夏：ハダニの増加期となる前に、2月以降、早期に処理を行う。

◆放飼方法

- ・ほ場への放飼の直前に、本剤のボトルを横に倒し、ゆっくり約10回転させて、ボトル内のチリカブリダニをバーミキュライトと混和させる。

◆放飼上の注意

- ・硫黄くん煙は連続期間での稼働を行うほど、チリカブリダニの活動に影響を与える。

d 茶園での薬剤抵抗性天敵の利用

茶園でのカンザワハダニの捕食性天敵であるケナガカブリダニは、多くの薬剤に対して抵抗性を獲得し、慣行防除を行っている茶園でも有効にハダニの密度を抑えている。この天敵を有効に利用するには(一部の県では放飼を行っている)、在来のケナガカブリダニを利用する方法がある。すなわち、茶の摘採面付近に生息するケナガカブリダニは薬剤散布の影響を受け死亡が多いが、樹冠内部に薬剤の影響を受けにくい空間が存在するため、その部分では大部分が生き残り、カンザワハダニの密度を抑制できる。薬剤抵抗性ケナガカブリダニが有効に働いている茶園におい

ては、他の病害虫に対する薬剤散布についてケナガカブリダニに対する影響を考慮する必要がある。この天敵の利用により、殺ダニ剤の散布回数を大幅に減らすことができる。

(ウ) 環境条件による天敵効果増強

天敵の生存や繁殖の条件を改善したり、天敵を誘引し、または定着を促すことによって、天敵密度を上昇させ、天敵の活動を促進したり、有効に作用させようとする。

果樹園のような単純な植物相のところでは、土着の天敵が一般に少ない。このようなところでは、防風林や下草を豊富にして天敵相を増してやると、年間を通じてハダニ類の密度が高まらないで経過することが知られている。

耕種的防除の項で述べる混作、間作との関連が大きい。天敵を持続的に利用する方法としてのバンカープラント法がある。バンカーは金を貯める意味から転じて天敵を貯える植物という意味で用いられている。これには次の要件が満たされる必要がある。

- ・天敵の寄生あるいは餌となる生物をバンカープラントで簡単に増殖できること。
- ・寄主あるいは餌となる生物が栽培されている作物を加害しないこと。
- ・バンカープラントは作物の病原発生源とならないこと。

このような条件を満たすバンカープラントとしてムギ類の効果が大きい。ナス、キュウリ等ではムギを壁にして栽培し、天敵を維持するシステムが可能であると考えられる。

一方、ヨーロッパの施設ピーマン栽培では温室内の片隅にムギを数株植え天敵の利用を図っている。ムギにムギクビレアブラムシを住ませ、そこで天敵寄生バチを増やすことができる。これは銀行預金が利息を生み出すように、無害のアブラムシを放すことで益虫である天敵を増やし、対象害虫の防除効果を高めることにある。

ソラマメやクローバをほ場周辺に植えておくことで天敵の維持が期待されるが、その他にも、作物や対象の害虫によってバンカープラントの候補作物を揃えておく必要がある。

一方、おとり作物では、害虫が増えすぎたり、作物に害虫が移動して加害して、発生源となってしまう逆効果になる恐れがある。また、多犯性ウイルス（キュウリモザイクウイルス、トマト黄化えそウイルス等）の伝染源植物となる懸念がある。

ウ 拮抗微生物利用

拮抗微生物を病害防除に利用とする試みは古くから行われてきたが、技術として実用化されたものは極めて少ない。

病原菌に対する拮抗微生物の探索は、精力的に研究が実施されているが、自然条件化でその拮抗作用を発現させることが困難な状況にある。現在、花き類の難防除病害である根頭がんしゅ病に対してバクテロースが実用化されており、タバコの白絹病及

び腰折病に対してトリコデルマ生菌が農薬登録されている。

表 バクテローズ (アグロバクテリウム・ラジバクター) 適応病害：根頭がんしゅ病

作物名	希釈倍数	使用時期	使用方法
バラ	20～50倍	移植時又は定植時	苗の根部を希釈液に1時間浸漬する
キク	20倍	挿し芽時又は定植時	挿し芽苗又は定植苗の根部を希釈液に1時間浸漬する。

表 トリコデルマ生菌 (トリコデルマ) 適応病害：白絹病、腰折病

作物名	希釈倍数	使用方法
タバコ	500倍	ヌカ、フスマ及び鋸屑などで10～20倍に均一増量培養して作物の株元に施用する。

細菌を有効成分とする病害を対象とした微生物農薬である。ポトキラー水和剤の有効成分はバチルス・ズブチリス (和名：枯草菌) 芽胞であり、植物体上に定着することにより病原菌の植物体上での活動を抑制する。

表 ポトキラー水和剤

作物名	適用病害名	希釈倍数	使用時期	使用方法
ナス、トマト	灰色かび病	1,000倍	開花期～収穫前日まで	散布

(資材の価格) 1,850円/100g袋 10a 200㍔ 散布として3,700円

また、バイオキーパー水和剤は有効成分が生きた非病原性エルビニア・カロトボーラであり、作用機作は植物葉面上での養分競合と抗菌物質の産生によるものと考えられる。

表 バイオキーパー水和剤

作物名	適用病害名	希釈倍数	使用時期	使用方法
ハクサイ、ダイコン、ホウチャク	軟腐病	500～1,000倍	発病前～発病初期	散布

(資材の価格) 1,300円/100g 10a 150㍔ 散布として1,950円

エ 弱毒ウイルス利用

植物が菌の感染を受けると、2度目からその菌に対して抵抗性を示す。これを干渉作用というが、この性質を利用して、病原力の弱いウイルス (弱毒ウイルス) を作物に接種して病原性を持つウイルスの感染を阻止することで発病を防ぐことができる。

極めて優れた防除法として実用化されているが、弱毒の安定性、干渉作用の強さと対象が限定される等が改良すべき点である。

弱毒ウイルス L 11 A は TMV トマト系によって起きるモザイク病に限って有効であり、トマトが 1 ～ 2 葉期の幼苗の時期に接種する方法をとる。

京都府では、紫ずきん及び採種用黒大豆について、ダイズモザイクウイルス弱毒株を利用した予防対策を講じることとしており、各産地農業協同組合を通じて府内の生産者に供給している。

また、府内の露地夏秋キュウリでは、ズッキーニ黄斑モザイクウイルス (ZYMV) の感染による奇形果実と萎ちょう症の被害が大きく、弱毒ウイルスの予防接種技術が開発されたが、生物農薬として登録するため、現在弱毒 ZYMV の製剤化に向けて研究中である。

(4) 耕種的防除法

ア 気象環境の制御

露地栽培では、気象環境の制御による防除には限界があるが、効果の上がった例は次のとおりである。

- ・冷水灌漑による水口いもちの防除法：迂回水路を設ける。かけ流し灌漑を止めて水温の上昇を図る。
- ・雨除け栽培：降雨の制御法の一つ。
- ・施設栽培では、気温、湿度の調節は極めて有効な防除手段である。
- ・イネの施設育苗では、発芽施設の温湿度の適正管理、緑化、硬化期の温度並びに土壌湿度の異動変動防止は、リゾプス菌、フザリウム菌、ピシウム菌等による苗立枯病防除に有効である。
- ・ハウス内の湿度上昇を防ぐため、ビニールマルチを用いる、マルチの下に配管して灌水する、切りわらなどを敷いて吸湿を図る。他に、吸湿器を使用する等がある。

イ 輪作体系の改善

輪作の目的は、宿主作物がない状態では病原菌の再生産が回避できることに加えて、病原菌の不活性化や死滅によって病原菌密度を低下させることにある。例として、ナス科作物（トマト、ナス、トウガラシ等）、マメ科作物（エンドウ等）等で、これらは連作すると病害虫の発生が多くなり栽培が難しい作物である。水稻やイネ科作物または緑肥作物等を含む異なる科の作物を栽培し、3年以上の輪作とするのが望ましい。

表 休栽を必要とする年数

年数	作物名
1～2年	ジャガイモ、ラッカセイ、ホウレンソウ、ネギ、キュウリ等
3～4年	ダイズ、インゲン、ナガイモ等
5～6年	トマト、トウガラシ、ゴボウ、ハクサイ等
7年以上	エンドウ、ナス、スイカ等

表 輪作と土壌病害との関係

前作の種類	土壌病害の種類
パセリ、レタス、ニンジン、ナス、トマト、エンドウ、ピーマン イネ、アズキ、ウズラマメ、サトウ、トマト、ゴボウ、 シュンギク、ホウレンソウ、スイカ キュウリ、ササゲ	ハクサイ根こぶ病に対し、40日間栽培で有効 無栽培（28.6%）以下に発病を低下 無栽培以上に発病増大
ラッカセイ、ホウレンソウ、マリーゴールド、コスモス、キン シロ、アザミ、陸稲	カブ根こぶ病に対し、約3か月栽培で有効
イタリアンライグラスの3年連作及びレタス・ジャ ガイ・ニンジンの3年輪作	キャベツ根こぶ病を軽減
スイートコーン交互導入、スイートコーン5作導入区	ハクサイ根こぶ病を軽減
水稲、ソルガム、キャベツ	トマト褐色根腐病を軽減
陸稲、トウモロコシ、サツマイモ、サトウ、ラッカセイ、ダ イコン トマト、ダイズ	キュウリつる割病を軽減 同上に効果無
陸稲、トウモロコシ ダイズ、クローバー キク、シュンギク ハクサイ、ニンジン、サトウ、ナス、ダイズ、キュウリ、 ホウレンソウ	トマト萎ちょう病を軽減 同上に効果無 同上を軽減 同上に効果無
キュウリ、ダイズ、コムギ、サツマイモ	ダイコン萎黄病を軽減
メロン、トマト、カボチャ、トウモロコシ、ダイコン	イチゴ萎黄病を軽減（促成栽培）
陸稲 ラッカセイ、ダイズ、サツマイモ	白絹病を軽減 同上に効果無

長期輪作は土壌病害に必須の対策であるが、現状から見て具体化することは難しい。しかし、トマト褐色根腐病に対するトマトと水稲との交互作のような、短期輪作は検討の余地がある。また、施設栽培ではクリーンアップ作物が短期導入されたり、土壌線虫対策で利用されている対抗作物などが作付けされている。

・ アブラナ科根こぶ病に対する輪作の効果

ダイコン、レタス、ニンジン、エダマメ、イタリアンライグラス、ホウレンソウは発病軽減効果を示し、特にダイコンでは効果が大きく、また、休閑もダイコンと差なく効果がある。輪作による作付体系の報告例は多く、発病軽減効果があるとされるレタス、ダイコン、スイートコーン、飼料カブ等、種類が多い。

・ ナス青枯病に対する輪作の効果

スイートコーン、ソルガム、コムギ、キャベツ、カボチャ、スイカは菌密度低減効果が小さいが、ダイズは菌密度低減効果が大きい。

・ 線虫に対する輪作の効果

線虫密度低減効果は対抗植物だけでなく、非宿主作物や抵抗性品種との輪作でも認められる。サツマイモネコブセンチュウでは抵抗性品種栽培後に線虫密度

が休閒と同程度か植え付け時より下がり、抵抗性品種の2連作では線虫密度が著しく減少する。また、春ダイコンー早掘りサツマイモー抑制トマトの1年3作の体系において抵抗性トマト品種の導入はサツマイモネコブセンチュウの密度を低減させる効果大きい。

・ 虫害回避に対する輪作の効果

ラッキョウのネダニによる被害を回避する対策として、ダイコン、キャベツ、スイカを導入した輪作体系が有効である。コムギの集団栽培地帯において、コムギとダイズ（アズキ）を栽培した翌年の水稻作がムギアカタマバエの被害回避に有効である。

ウ 混作、間作

野菜の中には、組み合わせて栽培すると生育がよくなるものや、病虫害がつきにくく被害が少なくてすむ場合がある。一般に単一作物の大規模な栽培が生物相を単純化し、少数種の生物の増殖を招いて、害虫化をもたらすことがあり、混作によって生物相を豊富にすれば特定種のみが害虫化することがないと言われている。

同一ほ場に草丈の高い作物と低い作物を混作又は間作すると、低い作物への有翅虫の飛来・定着を少なくすることができる。

実用化の例として、栃木県では、ナスほ場の周囲にソルゴーやトウモロコシを障壁作物として栽培することが普及している。これは風除け兼ミナミキイロアザミウマ侵入防止として導入するものである。岡山県では、防風用のソルゴーをベルト状に露地ナスを取り囲み、ミナミキイロアザミウマの障壁としている。

ダイズをトウモロコシのような草丈の高い作物と混作したり、ダイズ数条の間に草丈の高い作物を1～2条間作したり、あるいはダイズの周辺に栽植したりすると、カメムシ成虫の飛来を少なくし、被害発生の軽減できるといわれている。

障壁効果として、ダイコンを陸稲と混作するとハイマダラメイガの産卵が減り、被害が軽減されるが、陸稲は産卵のための侵入に対して障壁作用を持つ。

視覚的效果をねらうものとして、ダイコンを陸稲やミツバと混作するとダイコンモザイク病の発生が減るが、アブラムシ有翅虫の幼苗への飛来が妨げられたものと考えられる。

誘引効果として、キクスイカミキリの好むヨモギをキクと混植すると、キクへの加害が減る。これらの植物はトラップ植物と呼ばれている。

ユウガオとタマネギとの輪作や、株元にネギを混植している畑では、ユウガオつる割病の発生が少ないことがあり、ここではネギやタマネギの根圏にユウガオつる割病に強い拮抗微生物の生存が確認され、この拮抗微生物が存在するところではネギ属の作物をユウガオの根元に植え付けると発病抑制効果がみられることがある。

エ 対抗植物・捕獲作物

植物の中には輪作や間作に利用すると有害線虫の密度を抑制する働きをするものがある。対抗植物は、一般的には殺線虫性の物質を含み、または分泌して根辺や植物組織内の線虫の発育を阻害したり死亡させる作用を持ち、栽培したりその植物体をすき

込んだりすることによって線虫密度を積極的に低下させる植物とされている。

同じ目的で利用される作物に捕獲作物と呼ばれるものがあるが、これは根の内部に定着して寄生するネコブセンチュウやシストセンチュウに対して、感受性の作物を栽培して線虫を根に侵入させ、産卵する前にすき込む、あるいは線虫はよく侵入するが産卵・増殖できない作物を栽培し、線虫密度を低下させる方法である。この方法は外部寄生性線虫や移動性線虫では無効であり、また内部寄生性線虫でも発育ステージが揃わない等、利用上の制約が多い。

実用的には、線虫の防除にマリーゴールド等の対抗植物が利用されている。神奈川県三浦地方では、夏にフレンチマリーゴールドを3か月前作し、冬作の特産ダイコンのカタネグサレセンチュウによる被害を回避している。また、夏作のスイカにも、マリーゴールドの間作（混作）も有効で、かつ、後作のダイコンの被害も抑える。

マリーゴールドの利用上の留意点は次のとおりである。

- ・ フレンチ種がカタネグサレセンチュウに対しては効果が高く、メキシカン種は草丈が150～200cmにも達する野生種で、茎葉重も多いことから緑肥として使用可能。
- ・ 3～4か月の栽培が必要で、一般に4～5月に植え付け夏を中心に栽培する。夏まきや秋まきは生育が悪く効果は低い。
- ・ 栽植は全面栽植（50～60cm間隔）がよい。

次表はそれぞれの植物の有効な線虫が特定の種類に限られることを示している。一般のほ場では複数の有害線虫の混発は普通にみられるので、輪作に際しては、事前の線虫の種類調査と適切な対抗植物の選定が必要であり、むやみな輪作は逆に線虫害を増大される危険性がある。

表 主要線虫の対抗植物及び非寄生性植物

植物名	サツマイネコブ	カタネコブ	ジャワネコブ	アネリアネコブ	カタネグサレ	カタネグサレ
(イネ科作物)						
ギニアグラス	○	○	○			
(マメ科作物)						
ラッカセイ	○		○		○	○
ハブソウ		○				○
カタリア スペクタビリス (キク科)	○	○	○	○	○	
アフリカンマリーゴールド	○		○	○		
フレンチマリーゴールド	○	○	○	○	○	○
メキシカンマリーゴールド (バラ科)	○	○	○			
イチゴ (ナス科)	○		○	○		
トウガラシ (ユリ科)			○			
アスパラガス		○			○	○

さらに注意すべき点はレースの存在であり、ネコブセンチュウやシストセンチュウには寄生性を異にするレースの存在が明らかにされ、抵抗性品種利用上の問題となっている。さらに、ネグサレセンチュウにおいても個体群によって病原性に違いが認められ、輪作によって線虫防除を行う場合には、注意が必要である。

オ 田畑輪換、湛水処理

田畑輪換は、イネとの輪作の効果、及び湛水処理による嫌気条件下での好気性土壌病原菌の活性低下や死滅の促進によって病原菌量を低減させることがねらいである。

キャベツ萎黄病は夏季に昼間1か月以上の水温が確保できれば1～3か月の湛水によって発病が抑制される。田畑輪換による発病軽減効果は、ナス半身萎凋病、ナス青枯病、キュウリつる割病、トマト萎凋病等の病害でも認められている。一方、効果が認められない病害の例として、ダイズ黒根腐病では2年間水田転換し湛水しても発病が抑制されない。

害虫では、ムギアカタマバエの成虫の発生は62日間の湛水によって抑制された例があり、現地では水稻と小麦・小豆をブロックローテーションして発生を抑えている。

一般的に、畑にすむ線虫は酸素の豊富な条件で活動しやすい性質をもっているため、逆に湛水して酸素不足の状態にすれば死滅しやすい。水田地帯ではイネ1作でネコブセンチュウの抑制効果は大きく、ネグサレセンチュウは夏期1か月の湛水でも効果は高い。

カ 作期の移動

病害虫の種類によっては、作期（播種期や定植期等）を移動して病原菌あるいは媒介者の活動最盛期を避け、発生と被害を軽減できる。

(ア) 病害回避

紋枯病はイネの抵抗力が低下する幼穂形成期以降に高温に長時間遭遇する早期栽培に多く、田植期を遅らせることによって被害を軽減できる。

ハクサイ軟腐病及び根こぶ病でも、播種期や定植期を遅らせ病原菌の活動が盛んな高温期の幼苗感染を回避することで被害を著しく軽減できる。

キャベツ根こぶ病は、収穫前1か月間の積算温度が425℃以下であれば発病への影響が小さい。

(イ) ウイルス病回避

黒大豆の移植時期を有翅アブラムシの飛来ピークを避けて6月3半旬以降とすることにより、ラッカセイわい化ウイルス（PSV）とダイズわい化ウイルス（SDV）の被害を回避できる。

縞葉枯病はヒメトビウンカの第2回成虫の水田への飛び込み盛期がイネの感受性の高い最高分げつ期に当たる早期栽培で多発しやすいので、作期を遅らせ普通期栽培にすれば被害が著しく回避される。

(ウ) 虫害回避

ダイズでは、播種期を6月以降に遅らせるとシロイチモジマダラメイガの被害が軽減する例があるが、発消長を十分に調査したうえで防除法として取り上げる必要がある。

キ 栽培方法の改善

(ア) 水稻

莖数が多く、葉色の濃いイネほど、その質・量ともウンカ類の餌として優れており、増殖力が大きい短翅型雌成虫を出現させやすい。密植では稲株がうっ閉しがちであり、外気よりも株内気温が上がり、湿度も高くなる。このような条件はトビイロウンカの生息に適した環境であり、増殖率も高まるので、慣行栽培よりも株間を狭くし株数を少なくした疎植条件では、セジロウンカ、トビイロウンカとも定着成虫は、株及び面積当たりとも低密度に推移する。

水管理については、常時湛水する掛け流し灌漑は、2、3日ごとに湛水と落水を繰り返す間断灌漑に比べてトビイロウンカが高密度となり、雌成虫の短翅型率も高くなることが知られている。

(イ) ダイズ

タネバエの基肥として油かす、魚かす、鶏糞、未熟の堆厩肥等の有機物肥料を施した場合に多発する。臭気の強い有機質肥料の施用を控えめにするとともに、常発地では完熟した有機質肥料を施用し、施肥や耕耘作業は4月中に行っておくのも一つの方法である。

水田転作の場合は土壌水分が高いために被害を多くするので、排水をよくした環境整備も防除の重要な作業である。また、種子を深まきした場合は発芽までの時間が長くなって被害を助長するので、注意を要する。

ク ほ場及び周辺の管理

は場やその周辺の衛生管理を徹底することで、害虫の発生をある程度抑えることが可能である。

畦畔や堤防の雑草で増殖する斑点米の原因となるカメムシ類では、雑草の除去が有効とされている。常時刈り取りが有効であるが、できない場合はイネの出穂10日～2週間前に必ず刈り取ることが大切である。

ネキリムシ類（カブラヤガ、タマナヤガ）は、前作の時に除草や栽培管理がおろそかになったほ場では、産卵と幼虫の生息及び越冬に好ましい環境になるので、被害が多くなる。

施設栽培ではアザミウマ類、コナジラミ類、アブラムシ類等の侵入源を断つために、周辺の雑草管理が重要であることが実証されている。

ダイズの被害は、一般に他の植物に多発した後に起こる傾向があるので、他の作物

及びダイズ畑周辺の雑草地における多発防止が先決である。特に、野菜の収穫後の残存株の処理を厳重に行い、大発生が起こった畑はロータリー耕起を行って蛹の殺滅に努めることが有効な手段である。

ケ 抵抗性品種の栽培

抵抗性品種による病害防除は、経済性や安全性の面で最も効果的であり、古くから重要視されてきた方法である。

表 キュウリの抵抗性品種

品種名	病害抵抗性、耐病性			
	つる割病	べと病	うどんこ病	褐斑病
アンコール 10(ときわ)				○
インパクトC(ときわ)		△	△	○

○=抵抗性、△=耐病性もしくは一部レースに抵抗性

表 メロンの抵抗性品種

品種名	病害抵抗性、耐病性	
	つる枯病	うどんこ病
(ハウス栽培)		
アールスセイヌ春I(八江農芸)	○	
アールスナイト早春晩秋系(サタのタ)	○	
(トンネル栽培)		
ポーナス2号(タキイ)	○	
市場小路(丸種)	○	△

表 スイカのつる枯病抵抗性品種

大玉スイカ：富士光TR(萩原)

ラグビーボール型スイカ：パロディ(稔和)、マダーボール(みかど)、
うり坊(萩原)

表 トマトの抵抗性品種

品 種 名	病害抵抗性、耐病性※									TMV 抵抗性遺伝子型
	B	V	F1	F2	J3	C	N	T		
大玉トマト										
桃太郎(タキイ)		○	○					○		Tm-1
ハウス桃太郎(タキイ)		○	○					○	○	Tm-2'
桃太郎エイト(タキイ)		○	○					○	○	Tm-2'

品 種 名	病害抵抗性、耐病性※									TMV 抵抗性遺伝子型
	B	V	F 1	F 2	J 3	C	N	T		
桃太郎 T 9 3 (タキイ)	△	○	○					○	○	Tm-2*
桃太郎ヨーク (タキイ)		○	○	○		△	○	○		Tm-2*
ろくさんまる (サカタのタネ)		○	○	○		△	△	○		Tm-2*
メリーロード (サカタのタネ)	△	○	○					○	○	Tm-2*
サンロード (サカタのタネ)	△	○	△		○	△	○	○		Tm-2
ハウスおどりこ (サカタのタネ)		○	△					○	○	Tm-2*/Tm-2*
甘太郎 J r. (むさし)		○	○	○		△	○	△		Tm/+
てるひめ (むさし)		○	○					○	○	Tm/+
玉三郎 (むさし)		○	○			△	○	△		Tm/+
やましろ 1号 (アルビック)		○	○	○	○	○	○	○		Tm-2*
優美 (丸種)			○	○				○		Tm-2*

ミニトマト										
スーパーサンチェリー (トキタ)				○						Tm-2*/+
サンチェリー-エキストラ (トキタ)				○						Tm-2
キャロル7 (サカタ)				○	○					Tm-2/+
ココ (タキイ)				○				○		Tm-2*

※B=青枯病、V=半身萎凋病、F1=萎凋病レース1、F2=萎凋病レース2
 J3=根腐萎凋病、C=葉かび病、N=ネブセンチュウ、T=タバコモザイク病

表 キャベツの抵抗性品種

品種名	耐病性		備考
	萎黄病	黒腐病	
秋徳 (タキイ)	○	○	夏、秋出荷用
YRのどか (サカタのタネ)	○	△	6月出荷用

表 ハクサイ、カブの根こぶ病抵抗性品種

ハクサイ	CR隆徳 (渡辺採種場)、CR郷風 (サカタ)、CR新黄 (タキイ)、 CR菊健75 (協和種場)、オレンジクイン (タキイ)
カブ	CR白根 (トーホク)、CRふじしろ (カネコ)、雪だるま (渡辺採種場)、 みやしろ (サカタ)

表 ダイコンの萎黄病抵抗性品種

宮小町 (渡辺採種場)、YR天春 (サカタ)、YRてんぐ (タキイ)、大躍進 (トーホク)

コ 抵抗性台木の利用

野菜等の土壌伝染性病害の防除には、抵抗性台木への接ぎ木が広く行われている。
その利用に当たっては、接ぎ木不親和性、他の病害に対する抵抗性、生育等に加え、品質への影響等に十分配慮する必要がある。

表 キュウリ用抵抗性台木

台木品種 (ブルームレス台木)	抵抗性、耐病性	備考
	つる割病	
ひかりパワー(ときわ)	○	胚軸やや細い
ひかりパワーゴールド(ときわ)	○	胚軸太い

○=抵抗性、△=耐病性もしくは一部レースに抵抗性

表 ナス用抵抗性台木

台木品種	青枯病	半身 萎ちょう病	半枯病	ネコブ センチュウ
トルバムビガー	○	○	○	○
トレロ	○	○	—	—
台太郎	○	×	○	×
アカナス	×	×	○	×
アシスト	○	×	○	×
カレヘン	○	○	—	—
サポート1号	×	○	○	×
耐病VF	×	○	○	×

○=抵抗性 ×=抵抗性なし —=未検定

表 トマト用抵抗性台木

品 種 名	病害抵抗性、耐病性								TMV 抵抗性遺伝子型
	B	V	F1	F2	J	3	N	K	
耐病新交1号(タキ)		○	○		○			○	+/+
アキレスM(タキ)	○	○	○					○	Tm
ヘルパーM(タキ)	○	○	○	○				○	Tm
影武者(タキ)	○	○	○	○	○	○			Tm-2*
ドクターK(タキ)		○	○	○	○	○		○	Tm-2*
アンカーT(タキ)	○	○	○	○				○	Tm-2*
BFNT-R(サカタ)	○		○					○	Tm-2*
新メイト(サカタ)	○	○	○	○	○	○			Tm-2*/Tm-2
ジョイント(サカタ)	○	○	○		○	○		○	Tm-2*/Tm-2
バルカン(サカタ)		○	○		○	○		○	Tm-2*/Tm-2

品種名	病害抵抗性、耐病性							TMV 抵抗性遺伝子型
	B	V	F 1	F 2	J 3	N	K	
デュエットO(むさし)	○	○	○	○	○	○		T m
タイアップ(むさし)	○	○	○	○	○	○		T m-2 / +
カップルT(むさし)	○	○	○	○	○	○		T m-2 / +
K C F T-N 2号(むさし)		○	○		○	○	○	+ / +
スーパー良縁 (カネコ)	○	○	○	○	○	○		T m-2 / T m-2'
B F 興津 101 号 (各社)	○		○					+ / +
L S-89 (各社)	○		○	○				+ / +

※B=青枯病、V=半身萎凋病、F 1=萎凋病レース1、F 2=萎凋病レース2
J 3=根腐萎凋病、N=ネコブセンチュウ、K=褐色根腐病

(注意) 接ぎ木親和性：トマトでは台と穂のTMV抵抗性の種類を合わせる必要がある。TMV抵抗性には2種類あり、1つはウイルスの増殖を抑制する保毒型抵抗性であり他の1つは局所的なエソを生じて全身感染を阻止する過敏型抵抗性である。3つの抵抗性遺伝子のうちT m型が前者、T m-2'型が後者、T m-2型は中間型である。T m型の抵抗性は他のものより抵抗性が不安定といわれる。台と穂の組み合わせは、T m型もしくは抵抗性なしの品種同士を組み合わせるか、T m-2'型もしくはT m-2型の品種同士を接ぎ木する。

サ 有機物の利用

最近、有機物の大量施用による地力の維持増強と土壌病害防除の試みが広く行われ、一部は実用技術として現地で使われている。例えば、10 a 当たり数トンの豚糞施用はキュウリつる割病に卓効を示す実例がある。また、トウモロコシ、ソルガム、ムギ類などC/N比の高い作物を輪作として栽培し、すき込むことによって土壌病害を防ぐことは一般的に普及しているが、細菌数/糸状菌数率(B/F率)が上がっていることに関係があると考えられている。

一般に、稲・麦わらや緑肥作物、家畜糞等を原料とした完熟堆肥の施用は、土壌の物理性及び化学性を改善して作物の生育を良好にし、多くの土壌病害の発生や被害を軽減する効果を期待できる。しかし、その生産が極めて困難になっており、都市汚泥や他種類の産業廃棄物までが、そのまま、あるいは若干加工されて、いわゆる「有機物」として販売され大量に施用される例も少なくない。これらは、原料も熟成度も一様でないために、その発病抑制効果はさまざまであり、特に熟成が不十分な場合には作物の生育を阻害することもある。

また、おがくず、樹皮、羊毛精製かす、コーヒーかす、エビ・カニ殻、あるいは豚、牛、馬、鶏等の糞の発病抑制効果が検討され、一部有効なものも認められている。しかし、病害の種類によって効果が違う例もあり大部分はなお効果が不明である。

表 有機物施用と土壌病害発生との関係

病名	有機物の種類	効果
ハクサイ根こぶ病	鶏糞	軽減
	堆肥その他有機物	効果無
	牛糞	効果無
ダイコン萎黄病	豚糞など各種未分解有機物	病害増大
キュウリつる割病	バーク堆肥、コーヒー粕	軽減
	豚糞	軽減
	カニ殻	軽減
キュウリ苗立枯病	クローバー、青刈オーチャード	病害増大
トマト萎ちょう病	稲わら、乾糞	軽減
	鶏糞	軽減
	貝殻を主体とする資材	軽減
トマト褐色根腐病	稲わらやソルガム等の未分解有機物や乾燥豚ふん	軽減
	稲わらの5年連用	軽減

しかし、同一有機物であっても、その防除効果は作物の種類や病害の種類の違いによって逆転する場合もある。例えば、豚糞、鶏糞はキュウリつる割病を抑制するが、ダイコン萎黄病は発病が増大する。カニ殻はスイカつる割病を抑制し、疫病は増大する例がある。

また、有機物施用による病害の発病抑制効果の有効事例は少なく、逆にキャベツでは有機物の連用は根こぶ病の発生を助長した例もみられる。

他にも、有機物は施用時期、施用量によって防除効果が異なることや、ほ場の病原菌密度によっても効果にふれがあり、さらに土壌の種類や地域によって異なる場合もあり、防除の機構は複雑である。

また、有機物の施用は線虫害回避対策の一つとして考えられる。しかし、有機物は肥料的効果や理化学性の改善等は認められるが、線虫との関係は試験例も少なく効果は不明な点が多い。有機物の質や腐熟度によって線虫に対する作用は異なるが、一般に未熟なものが有効といわれる。鶏糞、豚糞、牛糞（いずれも乾燥したもの）の線虫に対する抑制効果を検討した試験では、鶏糞が最も有効とされている。

3 雑草対策

(1) 基本方針と推進事項

ア 基本方針

有機・特別栽培が必要とされる根底には自然環境に可能な限り融けこんで、生態系のリズムを今以上に変化させないようにしたいとの、強い願望が存在する。

温帯モンスーン気候帯に位置する我が国の農作業が西欧諸国のそれと大きく趣を異にする点は、その雑草対策の相違に由来するとされている。

冷涼で降雨の少ないヨーロッパの風土と異なり、温暖で年間雨量も多く、四季折々に適宜降雨のある我が国では、古来、農作業、ことに雑草対策の神髄は『草を見ずして草を刈る』にあるとされてきた。

元来、雑草と呼称される植物群は、人類が農耕文化を習得し始めた頃から、その耕地周辺に出没していたものが、長い年月を経て田や畑のような特殊な条件（恒常的、人為的に生態系の攪乱が繰り返される）に適合する（生態系の攪乱を種維持の必須条件もしくは好適条件としたり耐えて維持する事ができる）ように特異的に発達・進化した植物群である。山野に自生する野草とはその特質が大きく異なるものである。

我が国では、昭和25年に2-4PA剤が稲作に利用されて後、雑草防除策としての薬剤（化学合成薬剤・農薬）の開発と利用が盛んになり、今日では、ことに水田作では、除草剤を利用しない栽培は、一般には考え及ばぬ状態に至っている。

欧米や東南アジアでは虫や微生物を使った雑草防除技術が実用化されているとはされているが、我が国では芝生用の微生物除草剤が唯一剤登録されるのみで、当面は利用不可能である。また、或種の有機質資材を利用すれば雑草の発生を抑制するなど、その効果をうたうものもあるが、科学的にその機作や普遍性の確認された例は少ない。従って、古くから、用いられてきた耕種的な手段を採らざるを得ないが、除草剤普及以前は、少なくとも雑草防除策は、今日で言う完全な有機無農薬であった事に思い至れば特別に驚く事でも無いとも言える。

しかし、ここでは、『精農は草を作らず』の農の魂から解放され、生育・収量・品質等に影響を及ぼさぬ限り、雑草もまた生態系の一員、との考えに立ち、雑草に対して寛容になることが前提として必要であろう。

イ 推進事項

(ア) 新たに雑草種子などの繁殖源を持ち込まない。

家畜糞由来の堆肥等有機物資材には、発芽能力を保ったままの、飼料畑由来の雑草や雑草化の可能性を持つ飼料作物の種子を大量に含むものもあるので製造過程で、十分発酵し種子が死滅していると考えられる、良質の物を利用する。

(イ) 繁殖させない

雑草の繁殖力（種子生産力など）は栽培植物の常識を遥かに越えるものがあり、一旦侵入を許すと根絶が非常に困難なものが多いため、発生を確認したら幼植物の時期に退治する。

(ウ) 雑草の生態を逆に利用する

多年生の特殊な草種を除き、一般にその発生深さが浅く、発芽に光の刺激を要するものが多く、そのためマルチングで日光を遮断し発芽を抑制する等、雑草の生態や特性を逆に利用する。雑草の特性（発生、生育、繁殖など）を良く知る事が必要となる。

(エ) 作物の生育や収量・品質に影響の無い範囲の雑草は許容するとの前提であるから、可能な限りマルチ等の資材やカルチ等の機械を利用し、投下労力の削減を行う。

(2) 雑草害

一般に、雑草は作物より生育スピードがはやく、作物の播種と同時に発生をするような例では、放任して置くと通常の場合作物が、栄養、日光等の生育に必須な要素の獲得競争に敗れることが多い。なんらかの方法で生育初期から一定の期間雑草を抑える事により、作物の生育収量に影響を与えなくなるが、その期間は、作物と雑草の種類の組み合わせや作期・作型により複雑である。

水稻の例では、作期、草種にもよるが、必要とされる抑草期間は、総じて30~40日間とされる研究結果が多く、人力による除草が普通であった時代の要除草期間とほぼ一致する。

(3) 雑草の発生生態

一般の植物と同様に、雑草にも、一年性、一・二年性、多年生に区別される生育型があり、また、繁殖様式、繁殖器の位置、叢生様式等によっても区別される。

種子繁殖のものでも、栽培植物に比べ、種子の休眠性は変化に富み、一旦、土中に

埋没されると、休眠とその覚醒は極めて複雑になる例が多い。

栄養体繁殖を主とする者にも、休眠性に差があり、防除との関わりで意味合いが大きい。

農耕（作業）の季節的なリズムは、自然のそれと本来結び付きが深く、雑草はそれ合わせた発生生態（休眠とその覚醒、生育期間など）を獲得しているものが多い。

（４） 雑草防除の基本

- ・ 発生する雑草の種類及び時期を予測し、それに応じた除草方法を実施する。
- ・ 雑草の発生を抑える。
- ・ 繁殖器官の生産を抑える。

（５） 防除の実際

ア 雑草の予防

（ア） 雑草の侵入防止

- a トラクターなどの農業機械を清潔に使用し、これによる伝播を防止する。地下茎やほふく茎の断片は耕うん部や刈り取り部に絡んで移動しやすいので注意する。
- b ほ場周囲の雑草管理を励行し、周囲からの侵入を防止する。
なお、種子が微細で軽かったり、冠毛・羽毛等を持ち、風に乗って浮遊飛散しやすいものは、障壁作物やネット等で飛散防止を心掛ける。
- c 難防除雑草の種子に汚染された堆肥、飼料などを用いないようにし、汚染の恐れのある場合は、よく発酵し、腐熟させてから使用する。

（イ） 雑草の潜在量の低下

- a 収穫後に耕起することによって、雑草の結実を阻止し、種子の繁殖を抑えるとともに、雑草種子の土壌深層への移動を促し、表層の土中種子数を減らす。
- b 休閑期の耕起で低・高温、乾燥に弱い多年生雑草の栄養繁殖体を枯死させる。特に水田多年生雑草の塊茎の枯殺には耕起により冬季に寒さにあてて栄養体を乾燥・枯死させることが有効である。

イ 機械的防除

(ア) 耕うん・耕起

- a 反転耕などの深耕によって、地表面近くの種子や塊茎を下層に移動させ、雑草発生本数を減少させる。
- b 畑地では管理機やロータリカルチなど、水田では除草機や田打ち車などを用いた中耕除草は、生育中の雑草を引き抜き、埋没、断根などにより枯殺させる。
- c 土壌水分条件が高い場合の耕うんは、多年生雑草の栄養繁殖体を散布し、雑草の伝播を助長する場合がある。
- d 除草剤処理済みのほ場では効果を減ずることがある。

(イ) 刈り取り

再生のもとになる芽（休眠芽など）の位置や再生時期が草種によって異なるため、刈り取り位置、時期などに注意する。

(ウ) 手取り除草

大型雑草など、結実期または栄養繁殖器官形成期以前に抜き取る。

(エ) マルチ

黒ポリマルチ、再生紙、敷き藁、敷き草などの被覆による物理的な圧迫と遮光で雑草の発生や生育を抑制する。

(オ) 火の利用

全面の火入れと火炎放射機による火炎除草がある。一年生雑草の防除には有効であるが、多年生にはあまり効果が期待できない。

ウ 生態的防除

(ア) 作物競争力の強化

適切な栽培管理によって作物の生育そのものを良好にする。初期生長が早いなど雑草との競争力の高い作物や品種を用いる。栽植密度を高める、播種期、移植期を変える、移植するなどの方法がある。

例えば、水稲の場合では、雑草発生本数は、直播 > 早期移植 > 普通期移植の順に減少する。

(イ) 被覆植物

果樹園では一定の時期に枯死してマルチ代わりになる草種が効果がある。畦畔などでは被覆力の強い草種を用いて、雑草の発生を抑える。

(ウ) 輪作・裏作

輪作は特定雑草種の優占化を阻止する。例えば、田畑輪換では、畑期間が長いほど水田化した場合の水田雑草の発生量は減少する。

(エ) 水管理

湛水状態で水位が高く、強い嫌気条件のもとでは、雑草の生育は一部の水生雑草を除いて抑えられる。水田では10cm以上の深水管理によって、ヒエなどの生育が抑制される。

エ 生物的防除

水田では、カブトエビ、コイ、アイガモなどを放飼し、雑草の食餌、表面土壌の攪拌による雑草の抜き取りや田面水の濁りによる地表面への透光率の低下などで雑草の発生、生育を抑制することができる。しかし、雑草と利用する生物との平衡状態を保つことが難しい。