

2 防除関係

1) 農家でもできる病害虫の発生調査

(1) 病害の発生調査

あらかじめ発生部位と病徴を知ることが重要であるが各病害に共通の調査法はない。このため、以下に水稻、果樹、野菜について主な病害の発生部位と病徴を示すので、特徴を把握する。また、同一圃場内でも水はけの悪い箇所（畝）から発病するなど、観察する場合の「見方」がある。病害の発生を初発レベルで把握できれば、その後の防除対応は効率的に行えることに留意する。

・水稻

① いもち病

補植用の苗や葉色の濃い部分で初発がみられる。梅雨入り後、圃場内のイネを観察して発病を確認する。主として下図に示す病斑が確認される。

② 紋枯病

水際に近い葉鞘から発病する。下図に示すように、病斑は楕円形となり周縁の褐色部が目立つ。最高分げつ期から幼穂形成期に発病が目立ってくる。

③ ばか苗病

育苗中の徒長で発生を知ることができる。本田では下図に示すとおり、最初は徒長して草丈が高くなり、分げつ数は少なく上位節からひげ根を生じる。



図 イネいもち病
葉いもちの病徴



図 イネ紋枯病



図 イネばか苗病

・果樹

① カンキツかいよう病

春先に気温が高くなり、発病組織に雨滴が当たると飛散した病原細菌で次々と伝染する。伝染は生育旺盛な新葉、幼果、夏秋梢葉で起こりやすい。果実で発病すると商品性は著しく劣ってしまう（下図）。

② カンキツ黒点病

被害果は病原菌密度が低い場合には黒点型（下図）、やや高い時には、涙斑型、著しい時には泥塊型を示す。葉でも病徴を示す。



図 カンキツかいよう病

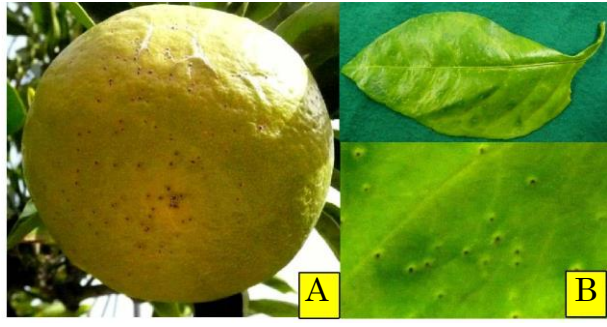


図 カンキツ黒点病
A：果実の病徴、B：葉の病徴

③ キウイフルーツかいよう病 (Psa3 系統)

葉では春先から黒褐色の斑点や花蕾の褐変症状が、枝では冬から春先にかけて赤褐色または白色の樹液の漏出や枯死症状が確認される (下図)。



図 キウイフルーツかいよう病
葉の黒褐色斑点、花蕾の黒変



図 キウイフルーツかいよう病
枝からの樹液の漏出

・野菜

① イチゴ炭疽病

主に夏季高温時に発病する。葉柄や葉の病斑を指標に発病株を発見する。最近、小葉においては汚斑症状に加え、大型病斑、赤色小斑の発生が確認されている (下図)。

② イチゴ萎黄病

小葉が奇形となりねじれたように抽出してくる (下図)。やがて株は枯死する。

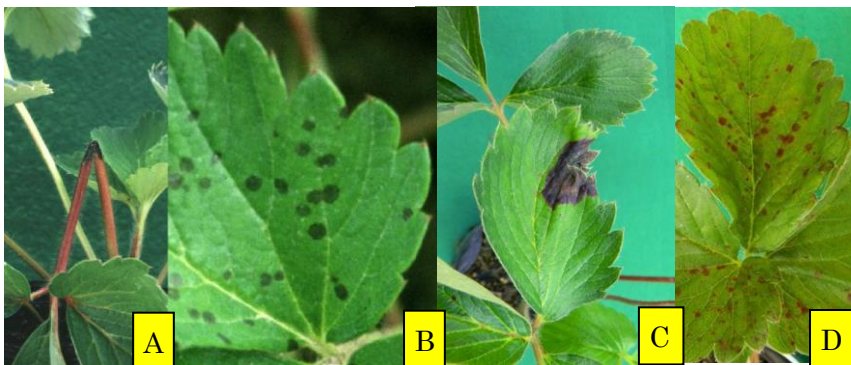


図 イチゴ炭疽病
A：葉柄の折損、B：汚斑症状、C：大型病斑、D：赤色小斑



図 イチゴ萎黄病

③ キュウリ炭疽病

葉、果実で発病する。本病原菌は雨滴伝染するため、ハウス内では発病しない。病徴は褐斑病との類似性が高く肉眼識別は難しい（下図）。

④ キュウリ褐斑病

葉、葉柄で発病する。防除対応が遅れるなどすると小さな病斑が無数に生じるなど、著しく病勢が進展する（下図）。

⑤ キュウリべと病

肥切れや成り疲れで発病する。湿度の高い条件、葉面に結露を生じると発病が進展する。葉脈間に仕切られた特徴を示す（下図）。



図 キュウリ炭疽病



図 キュウリ褐斑病



図 キュウリべと病

⑥ キュウリホモプシス根腐病

主に、果実肥大・収穫開始後に発生する。根腐れが進行すると地上部に激しい萎れ症状が発生し、次第に枯死に至る。枯死株の根には、本病に特徴的な根部の黒変や黒色構造物（偽子座、疑似微小菌核）が見られる（下図）。本病原菌は熱に比較的弱いので、夏季高温時に太陽熱土壌消毒を行う。



図 根の黒変



図 偽子座



図 疑似微小菌核

⑦ トマト疫病

熱湯をかけて変色したような病徴を示す（下図）。葉表面にカビを生じる。蔓延速度の速い病害であるため、早期発見が望まれる。

⑧ トマトすすかび病

トマト葉かび病の低抗性品種が導入されてから発見が目立ってきた。病徴は葉かび病と類似するため、両病害の識別には顕微鏡観察が必要となる。葉裏にカビを密生する（下図）。



図 トマト疫病



図 トマトすすかび病

⑨ トマトかいよう病

主な病徴は、中位葉から上位葉に発生する葉脈間の褐変で、下葉の摘葉前には、黄化・枯れ込み症状がみられる場合がある（下図）。曇雨天後の晴天時に発症する葉の生理障害（脱水症状）と葉脈間の褐変は類似性が高く肉眼識別は難しいので総合的に発生を判断する。



図 トマトかいよう病
左：葉脈間の褐変、中：黄化・枯れ込み、右：表皮下の変色

⑩ タマネギ白色疫病

葉身の途中で折れるように発病する。病斑部と健全部の境は明瞭である（下図）。生理障害の葉先枯れ症状は、先端部のみ枯れることで区別できる。

⑪ タマネギべと病

春先に雨が多く肥切れした圃場で発生する。ぼんやりとした病斑を形成し、表面には薄っすらとカビを生じる（下図）。圃場全体で発病することもある。



図 タマネギ白色疫病



図 タマネギベと病

(2) 病害と生理障害の識別について

先に主な病害の病徴を示したが、病害防除の第一歩は「それが何の病害であるのか」を把握するところから始まる。そのためには、病害診断を迅速かつ的確に行うことが基本となる。県内の普通作、野菜類の生産現場では多種多様の病害が発生しているが、発病部に明瞭なカビを生じる種類など他の病害との識別が容易なものは防除対策も立てやすい。これに対し、病害の発生把握を困難にするもの、病害診断を阻害するものに生理障害の発生が挙げられる。また、生理障害の特徴を知ることは病害診断には不可欠である。これらは下表に示す単独または複数の原因によって、露地・ハウス栽培に拘わらず一時的な障害として発生することが多い。生理障害には、生物である病原菌が発生に関与しないため、一定の特徴を伴って発生する。例えば、葉枯症状が突然発生した場合、それが圃場全体や偏った畝から一斉に発生している時には生理障害の可能性が高くなる。多くの生理障害を観察した結果、この発生の特徴を整理すると下表のとおりとなる。

表 生理障害の発生原因

項目	考えられる原因
土壌条件	水分及び養分の過不足や不均衡、酸素不足、物理構造の変化
気象条件	日照及び温湿度の急激な変化、日焼け、強い風雨、降霜
農作業	殺菌・殺虫・除草剤による葉害、農機具による作業障害
生物代謝産物	植物体内のホルモン障害、転移物及び貯蔵物の有害蓄積物

赤井ら(1967)、平井ら(1983)より作成。

表 生理障害が発生している時にみられる特徴

① 圃場全体または偏った畝上で症状が現われている。
② 多数の葉、葉柄、果実等が同じ症状で枯れるなどしている。
③ 生育過程の中で同一葉位等で症状がみられるなど、同時期に発生している。
④ 上位葉が時間経過とともに回復するなど、症状が上位部へ進展していない。
⑤ 葉枯れ症状で、乾いた印象を受ける(土壌病害との区別は必要)。
⑥ 内部組織が黒変するなどしている(細菌性病害との区別は必要)。

病害の発生を把握する場合に必要とされる病原体の同定には「コッホの原則」を満たす必要がある。具体的には、①作物からある種の微生物が寒天培地などで分離されること、②その微生物を健全な作物に接種すると同じ病気が発症すること、③実験的に感染させた作物から再びその微生物が分離できることの3つが同定作業の最低条件となる。このためには、無菌操作ができる施設や専用の実験器具が必要となることから、現場での実践は難しい。そこで、県内でも広く発生がみられる病害の中で現場でも実践できる簡易な病害診断法を示す。

最初にジャガイモ、トマトをはじめ多くの野菜類で発病する疫病の診断法を紹介する。下図に示す手法で、ナス果実に発病部（サンプル）を埋め込み、湿潤条件下で3～5日置いた後、果実が軟化し表面にカビを生じた場合には疫病が発症していると判断して良い。

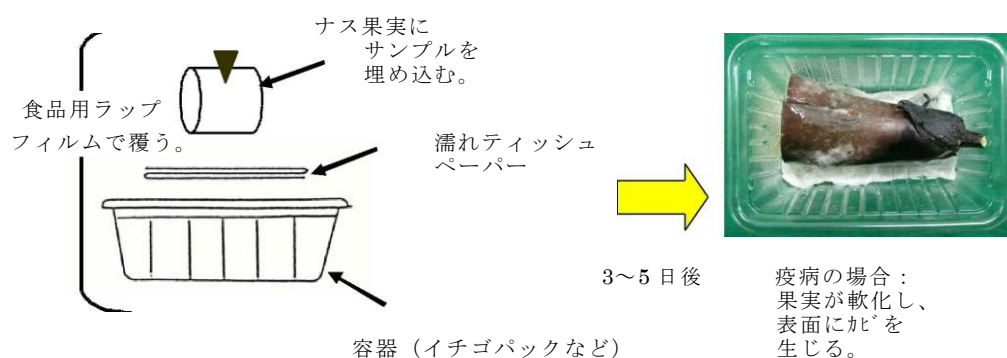


図 ナス果実を使用した疫病の簡易診断法

この反応は恒温器内でなくても、室内で容易に観察できる。但し、直射日光が当たる場所にサンプルを置くことや気温が低い部屋では、的確に判定できない場合があるので保管場所に配慮する。

次に軟腐病の診断法を示す。軟腐病が発生した作物で発する「軟腐臭」は診断の一助とはなるが、下図に示すようにジャガイモ切片に発病部を置けば、本病に罹病している場合、1～2日でジャガイモ切片が軟化することから、診断を決することができる。

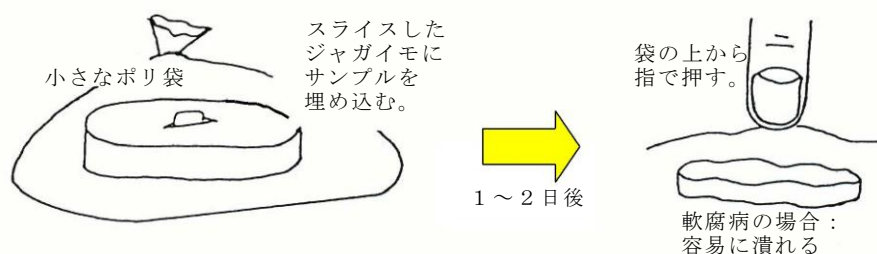


図 ジャガイモ切片を使用した軟腐病の簡易診断法

野菜類の菌核病や白絹病など耐久体である菌核の形状に特徴があるものは、これらを人為的に形成させることで診断できる場合がある。カビは高湿度に置

けば、生育が促進されることから、ポリ袋内で、菌核を形成するまで生育を進める。白絹病では特徴ある菌糸を伸ばすため、これを観察できれば本病の診断ができる。この調査に特別な機材は不要であり、下図に示すようにサンプルをポリ袋に入れ、湿潤条件に数日管理するだけである。下図のような菌核形成や菌糸の生育状況を観察し発病の有無を判定する。

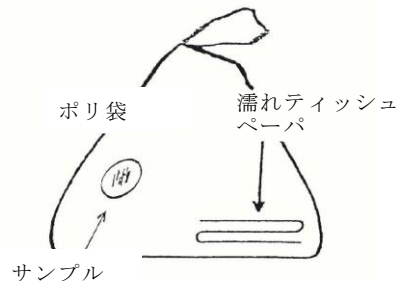


図 菌核病、白絹病などの菌核形成法



図 菌核病と白絹病の発生と確認

A:キャベツ菌核病、 B:菌核病の菌核（目盛:1m）、
C:ダイズ白絹病、 D:白絹病菌の菌糸

病害の発生調査を行う場合には一つでも多くの症例を知ることが重要であり、最近では各種ホームページなどを活用すれば数多くの病徴に触れることができる。

紛らわしい病害と生理障害との識別には何らかの手法で肉眼観察の限界を補う必要がある。このためには、岸・我孫子（2002）は病害診断にも微小昆虫を観察するようにルーペを用いることを推奨している。また、岩崎（1995）は農家自身も病原菌の顕微鏡観察を行う必要性と有効性を述べている。最近では、デジタルカメラが安価で手に入りやすく、顕微鏡の接眼レンズから直接画像データを収集することもできる。この画像データを病虫害の専門機関に送ることで、病害診断をリアルタイムで行える可能性もあり、このようなシステム作りも今後の課題と考える。害虫は肉眼観察が容易であるが、病原菌は肉眼で見えないことが防除対応を遅くしていることも否めない。このためにも病原菌をできるだけ拡大して観察し、その特徴を知り形態を把握することも病害防除では重要な要件である。

(3) 害虫の発生調査

有機栽培においては、害虫が発生した場合の対応策が限られるため、農作物の生育状況をよく観察し、害虫の発生初期に見つけることで、被害を最小限に抑えることが重要となる。新梢の伸長の悪化、葉色や果実の果皮色の変化等を見逃さず、その変調を捉えることで、害虫の発生初期に診断することが可能である。

・ 水稻

害虫の種類により寄生部位が異なるため、どの害虫を対象とするかにより見る部位を変える必要がある（表）。

① 払い落とし法

ウンカ類を調べるには、株元に浅いトレー等を差し当てて稲株を手で叩き、虫を払い落として調べる。坪枯れを起こし特に問題となるトビイロウンカは、普通期栽培の場合、8月中～下旬の成幼虫数が1株あたり3～5頭いた場合、坪枯れの恐れがあるとされている。

また、田んぼで見られる虫の調査用に「虫見板」という専用の下敷きのような器具が市販されており、農文協等で購入することができる。これには、田んぼで見ることができる主な害虫や天敵、ただの虫が図示されている。使い方は、片手に虫見板を持って、もう一方の手のひらで稲株をポンポンと素早く叩く。そして板の上に落ちてきた虫を種類別に数える。

② すくい取り法

稲穂を吸汁して斑点米を生じるカメムシ類については、乳熟期頃に捕虫網で稲穂をすくい取りすることにより、飛来量を知ることができる。

表 水稻に寄生する主要害虫の寄生部位と加害様式

寄生部位	加害様式	害虫名
茎葉部	汁液吸汁	トビイロウンカ、セジロウンカ、ヒメトビウンカ、ツマグロヨコバイ、イネクロカメムシ
茎内部	食入	ニカメイガ、イネヨトウ
葉身部	食害	フタオビコヤガ、イネミズゾウムシ
	巻葉・食害	コブノメイガ、イチモンジセセリ（イネツトムシ）
穂	汁液吸汁	斑点米カメムシ類（クモヘリカメムシ、ミナミアオカメムシ等）

・カンキツ

カンキツにおいても、害虫の種類によって寄生部位が異なるため、どの害虫を対象とするかで、見る部位を選択する必要がある（表）。

表 カンキツに寄生する主要害虫の寄生部位

寄生部位	害虫名
葉裏	ミカンハダニ、ミカンサビダニ、ヤノネカイガラムシ、ナシマルカイガラムシ、アカマルカイガラムシ、ミカントゲコナジラミ
果実	ミカンハダニ、ミカンサビダニ、ヤノネカイガラムシ、フジコナカイガラムシ、果樹カメムシ類、チャノキイロアザミウマ、ハナアザミウマ類
枝幹部	ツノロウムシ、ルビーロウムシ、イセリヤカイガラムシ、ナシマルカイガラムシ、アカマルカイガラムシ、ゴマダラカミキリ
新梢	アブラムシ類、ミカンハモグリガ、アゲハ類

① 収穫果実観察法によるカイガラムシ類等の発生予察

収穫された果実を選果する際に注意して見ることで、その年の害虫の発生状況を推し量ることができる。たとえば、ヤノネカイガラムシ、ナシマルカイガラムシ、フジコナカイガラムシ等のカイガラムシ類は、果実にも寄生するため、果実にどのようなカイガラムシが寄生しているか見ることで、カイガラムシ類の発生種を知ることができる。チャノキイロアザミウマは主に果梗部、果頂部に傷を付けるが、この傷のつき具合によって、いつの時期に主に加害されたのか判定することができる（図）。



6～7月の果頂部被害

8～9月の果頂部被害

5月下旬～7月の
果梗部被害

図 チャノキイロアザミウマの被害とその発生時期

② 株元観察法によるゴマダラカミキリの発生予察

ゴマダラカミキリ（天牛）は成虫が羽化する時に株元に丸い穴を開けて脱出するため、株元の穴の数を調べることで、園内の発生量を知ることができる。その場合に、その年の成虫発生期前（5月上旬まで）に開いている穴をペンキ等で印をつけておくことにより、その年に新しく発生した成虫数を調べることができる。

③ 街灯観察法による果樹カメムシ類の発生予察

果樹カメムシ類は夜行性であり、光に集まる性質がある。そのため、街灯や自動販売機等の光にどの程度集まっているか調べることにより、発生量を知ることができる。

④ ペーパーサンドイッチ法によるハダニの発生予察

葉をティッシュペーパーなどの白い紙で強くはさむと、ミカンハダニがつぶれた跡が赤い点となって残るので、寄生の有無を簡単に知ることができる。

⑤ 黄色粘着トラップによるアザミウマ類等の発生予察

圃場に黄色粘着トラップを設置することにより、誘引される各種害虫の発生予察を行うことが可能である。カンキツ害虫では、チャノキイロアザミウマ、ハナアザミウマ類、ミカントゲコナジラミ等の予察に用いることができる。チャノキイロアザミウマは他のアザミウマ類に比べ小型で特徴が異なるため、ルーペで種の識別が可能であるが、それ以外のアザミウマ類の識別は困難である。病虫害防除所だけでなく市町、農協や県関係機関でも発生予察を行っている場合がある。

⑥ 微小害虫のルーペによる観察法

倍率15～20倍程度のルーペがあると、微小害虫の観察に便利である。たとえば、ミカンサビダニは果実に多数寄生した場合、きな粉が付いたように見えるが、ルーペで観察することにより、クサビ型をした虫を確認することができる。

・野菜

野菜類のうち、きゅうり、トマト、なす等の果菜類は作物が異なっても主要害虫は共通しているものが多い(表)。特に施設栽培では、アブラムシ類、コナジラミ類、ハモグリバエ類、アザミウマ類等の微小害虫の被害が大きい。

表 野菜に寄生する主要害虫

害虫名	寄生部位	寄生物
アブラムシ類	新葉	きゅうり、なす、いちご、キャベツ等
コナジラミ類	葉	きゅうり、トマト、なす、いちご等
ネキリムシ類	茎	トマト、なす、だいこん、キャベツ等
オオタバコガ	茎、果実	トマト、なす、ピーマン、レタス等
ハスモンヨトウ	葉、果実	トマト、なす、キャベツ、さといも、いちご等
ハモグリバエ類	新葉	きゅうり、トマト、なす、ねぎ、さやえんどう、レタス等
アザミウマ類	葉、果実	きゅうり、トマト、なす、いちご等
ハダニ類	葉	きゅうり、なす、いちご、さといも等
チャノホコリダニ	新葉、果実	きゅうり、なす、ピーマン、いちご等

① 圃場観察が最も重要

収穫、施肥、葉かき、誘引等の普段の管理作業の折に、圃場内の病虫害発生状況を把握しておくことが最も重要である。たとえば、いちごのハダニ類は初めスポット的に発生するので、葉かき等の作業時にハダニの発生場所に棒を立てるなどして目印をつけておくと、後の対策に役に立つ。

② 黄色粘着トラップを利用した発生予察

黄色粘着トラップは、アブラムシ類、コナジラミ類、アザミウマ類等の害虫を誘引するため、圃場内に設置することにより発生消長の調査を行うことができる。市販の粘着トラップを、圃場内に数カ所設置する。粘着面は地面に対して垂直にし、設置場所は作物体からあまり離れていない新葉がたくさん存在する部位に設置する。アブラムシ類、コナジラミ類をはじめとする微小害虫を中心に様々な昆虫が捕獲される。粘着力が落ちたり、多数の害虫が捕獲されたら適宜取り替える。

③ 紙袋法によるイチゴのハダニの発生予察

下葉かきの際に、取った葉を 10 枚程度白い紙袋に入れ、ハウスの中に置き、翌日、袋の上部を走り回るハダニを観察する方法。イチゴでの主要なハダニはナミハダニであり、葉裏に寄生していても中々見つけにくいですが、この方法だとハダニの幼虫まで見ることができ、年配の方でも楽に見ることができる。

④ 洗面器によるアブラムシ類の発生予察

アブラムシ類が黄色に誘引される性質を利用して、黄色の洗面器に水を張り、そこに誘殺されるアブラムシ類の数を調べる方法である。落ち込んだアブラムシが溺死するように少量の界面活性剤（液体洗剤でよい）を加えておく。翅の生えたアブラムシ類（有翅虫）が誘殺されるため、個体数の動向を大まかに捉えることができる。

⑤ ハスモンヨトウの発生予察

ハスモンヨトウは卵塊で産卵し、ふ化した幼虫は若齢幼虫の間は葉裏で集団で加害する。若齢幼虫に加害された野菜は、色が白く抜けたような、いわゆる「白化葉」と呼ばれる独特の被害症状を示す。そのため、この「白化葉」を目安にすることで、ハスモンヨトウの初期被害を知ることができる。

⑥ チャノホコリダニの発生予察

チャノホコリダニは寄生により独特の被害症状を生じさせる。たとえば、きゅうりやなすでは寄生を受けると葉が奇形になったり、生長点が心止まり症状になる。このような被害症状の初期段階で発生を確認することにより、果実で発生する前に対策をとることが可能である。

2) アイガモ放飼による水田雑草防除

アイガモを移植後の水田に放飼して、雑草や害虫の防除に利用する有機農法は全国各地で実施されているが、その特徴・利点として次のようなものが挙げられる。

(1) 除草効果

アイガモが雑草を直接採食し除草する。また、田面水・表層土壌の攪拌による濁水効果で雑草の発生を抑制する。

(2) 害虫防除効果

害虫（ウンカ、カメムシ、小動物等生物群全般）を摂食する。

(3) 肥料効果

アイガモが食した草・虫・餌は糞尿として排泄され、水稻の養分となる。また、土壌表面の攪拌は、養分供給を増加させる。

しかし、本農法は、良い面ばかりではなく、慣行栽培（農薬・化学肥料使用）と比較して、アイガモの購入・管理経費や労力の負担が加わってくる。



大きくなったアイガモ



集団で行動するアイガモ

アイガモの放飼・栽培管理方法については、概ね、次のように行う。

(1) 孵化・育すう

移植1週間前～移植時に孵化させる。ヒナは加温育すうをし、38℃くらいから2、3週間かけて外気温に馴らすようにする。この間、水馴らしをして羽に油を塗ることを習得させる。

(2) 放飼時期と放飼時の齢

2～3週齢雛を、移植約2週間後に放飼する。ヒナが環境の変化にうまく順応出来ない初期には、スレート等により簡単な雨よけの休息・避難場所を設置する。

(3) 放飼数

15～20羽/10aを目安とする。

(4) 引き上げ

アイガモが穂をついばむため、出穂初めに水田から取り出す。引き上げ後は野生化させないように成鳥まで管理する。

(5) 肥料の留意点

粒状肥料は、餌と間違えてアイガモが食べるので絶対にやらない。食べると大量死につながる。

以上は目安であり、地域、圃場等の状況により適宜変更し、その土地に最適な方法を

とればよい。

技術上の留意点としては次のようなものがある。

- (1) イタチ、野犬等の外敵からの防御のため、圃場周囲をネット、電気柵等で囲む。カラス、トビ等の飛来性の外敵に対してはテグス等を張る。
- (2) アイガモの圃場での雑草摂食行動が活発になるように、供給する餌（くず米等）のバランスをうまくとる。

その他の技術との組み合わせについて

愛媛農試では、アイガモに関して、平成5年から9年まで次のような試験に取り組んだ。

(1) 網被覆と組み合わせたアイガモ放飼

パイプハウスまたはブドウ棚を組み立て、通常の田植えを行った後、全体を透明寒冷紗（500番）ですっぽり被覆する。その後、アイガモを通常の方法で放飼して管理・栽培する。この方法により、安定的な収量が得られた（480kg/10a）。

この方法には次のような特徴がある。

- ◎ カラス等の空からの外敵を完全に防ぐことができる。
- ◎ 害虫の侵入をほぼ完全に防ぐことができる。
- ◎ 網被覆内の日照量は無被覆に比べて約80~98%であり、水稻の生育にとって十分な量が確保される。



網ハウス内を泳ぐアイガモ



ブドウ棚方式の被覆内部



収穫時の草姿 左：アイガモ放飼（網ハウス） 右：無処理

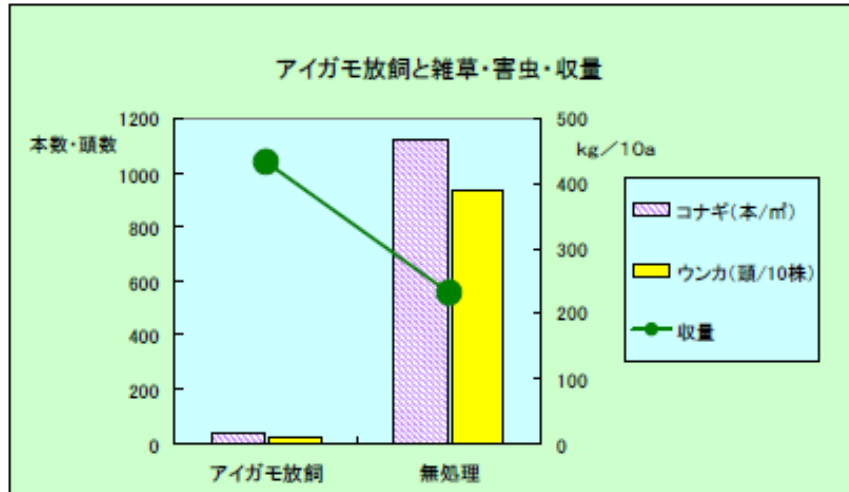


図 愛媛農試試験成績（平成5年～9年）より作成
 （ウンカにはヒメトビウンカ、セジロウンカ、トビイロウンカが含まれる）

3) 米ぬかを利用した水田雑草防除

水田の雑草対策として、米ぬか（植物性有機質資材）を利用する方法である。

抑草作用のメカニズムとしては、有機質資材の微生物分解による土壌表層の強還元化（酸素濃度の低下）や処理時に発生する有機酸・還元性物質等が雑草の発芽・発根・生長を抑制するためと考えられている。また、菜種油かすについては、資材に含まれている成分（窒素等）も関係していると考えられている。

雑草の発生には酸素・光が重要な要因となっているが、それら要因の要求度により、湿生雑草（ヒエ類、カヤツリグサ類、ヒメミソハギ等）と水生雑草（コナギ、イヌホタルイ等）に大きく分けられている。

水田雑草対策のベースには深水管理がある。特に、ヒエ等の湿生雑草に対しては深水管理が効果的である。

この方法で効果的に抑草するには、いくつかの留意点がある。

(1) 処理時期について

対象となる雑草の発芽・発根は田植え時ではなく、植代（代かき）時が基準となる。従って、雑草対策としての資材の処理は、田植え後出来るだけすみやかに行うのが良い。処理は、田植えと同時または直後でよいが、苗質が悪く障害が心配な時は処理を遅らす。この判断を的確に行う必要がある。雑草が十分に発芽・発根してしまっからの処理では効果が低下する。

(2) 処理量について

100～200 kg/10 a の処理を目安とする。住宅地域で近くに人家等がある場合には、処理量を削減する等の対策をして、腐敗臭に配慮する。ただし、削減しすぎると抑草効果は小さくなる。悪臭は、1，2週間後には消える。

資材の処理量を多くすると、抑草効果は高くなるが、反面、特に菜種油かすにおいては、資材中の窒素成分の作用で病害虫の発生を助長するので注意する。

いずれにおいても、圃場条件を考慮して、処理量を適宜調節する。

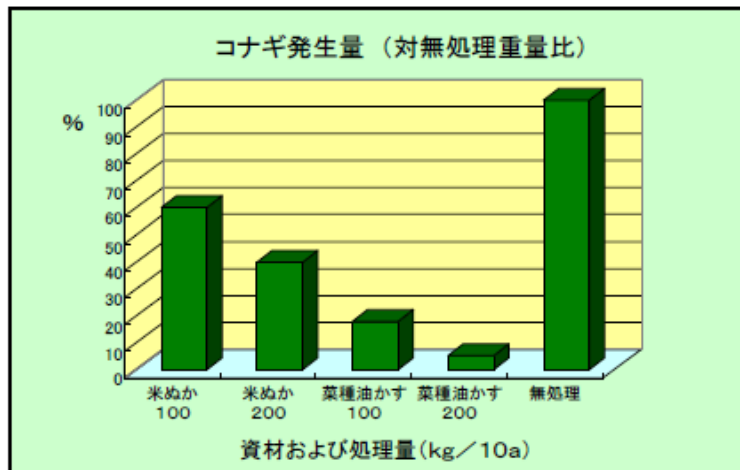


図 愛媛農試試験成績より作成

(3) 肥料について

水稲の有機栽培においては、病虫害の発生等を考慮して、有機質肥料等の施用を控えたほうが概して好結果を生じる場合が多いが、生育・葉色等をみて適宜追肥等判断する。過剰な施肥は、水稲のみでなく雑草の生長をも助長し、水稲との競合が生じる。

(4) 水管理について

安定的な効果が得られるため、なるべく深水とする。移植後、苗の生長とともに徐々に水位を上げていき、中干し前には20cm程度とする。中干し後は慣行の間断灌水とする。

(5) ウキクサの利用について

有機無農薬深水栽培を長年継続していると、田植え後、速やかに田面がウキクサ（場合によってはアオミドロやアミミドロ等の藻類）で覆われるようになる。このウキクサの遮光効果により、雑草は光不足に陥り、その結果、抑草効果が強められる。発生した雑草がウキクサの上に抽出すると遮光効果が無くなり、逆に生育が旺盛となるので、ウキクサの上に抽出させないように、出来るだけ水位を高く保つ。また、被覆したウキクサは中干しにより枯れ、後期の肥料として作用する。



田面を被覆したウキクサ



雑草の発生を抑えたウキクサ

(6) 品種について

水稻の品種は、病虫害による被害を回避するため、可能であれば、草丈の長いもの、栽培期間の短いもの、病虫害抵抗性の性質を持つもの等を選択するとよい。特に、害虫（ウンカ類、カメムシ類等）が多発生した場合には防除が困難な場合が多く、大きな被害を受けることがある。

(7) 資材について

粉状の資材を人力で手散布するのは、大面積になると、労力的な問題が生じてくる。このため、ペレット化したものを機械で散布する方法がある。ペレット化した資材についても、粉状の資材と同等の雑草抑制効果が認められている。

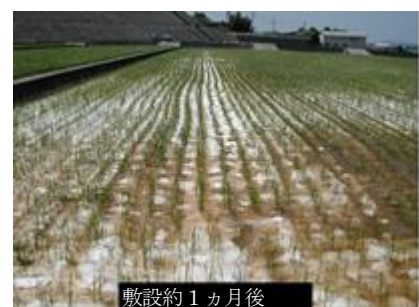
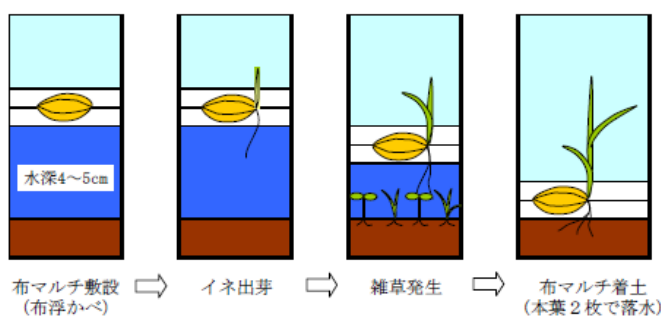
(8) その他の有機質資材利用について

麦わらの表面施用(6~9cmに切断し、田植え後5~6日に450~600kg/10a処理)、ヨシの敷草処理等も抑草効果が認められている。

4) 落ち綿マルチ雑草防除

(1) 技術の概要

「水稻布マルチ直播栽培」は、布マルチによる雑草の抑制、直播による経費削減・省力を目的に鳥取大名誉教授津野氏らにより、開発された栽培技術である。布マルチの原料は、これまで焼却処分されていた落ち綿で、幅1.1m、長さ100mの不織布を二重に重ねながらその間に種籾をサンドイッチ状に挟み込んで巻き取り(布マルチロール)、これを耕起・代かきした水田に展開しながら、水が染み込む程度散水する。敷設後は入水し灌漑水中に浮かべて本葉2葉期に落水する。これにより灌漑期間中に布マルチの下で発生した雑草は、着土した布マルチに押しつぶされ、枯死する。着土後の布マルチは微生物により50~60日程度で分解される。種籾を封入した布マルチロールは丸三産業(株)が製造販売を行っている。



(2) 基本的な耕種概要

供試品種：ヒノヒカリ、愛のゆめ 播種量：布マルチ区(乾籾)3~4kg/10a
代かき日：マルチ敷設前2~10日 敷設日：5月下旬
布マルチ：落ち綿100%、幅1.1m×長さ100m、1枚当たり80~100g/m²
種籾を条間25cmでサンドイッチ(2枚重ね)、1ロール当たり約16~20kg
施肥：<布マルチ区>
基肥：発酵鶏糞(3.0-6.5-3.3) N成分4.2~5.7kg/10a

穂肥：菜種油かす(5.3-2.3-1.0) N成分 4～6kg/10a

<慣行移植区>

基肥：LPSS 特1号(14-14-14) N成分 5.6～7kg/10a

防除：布マルチ区は木酢 200 倍液を 200L 散布(1～2回)、化学合成農薬なし
慣行移植区は化学合成農薬による慣行防除

(3) 技術の特徴

①マルチの厚みと雑草抑制効果

布マルチ 1 重(80g/m²)被覆では、乾物重で無マルチ区対比 74%の残草があり、タマガヤツリ、コゴメガヤツリの発生が多い。布マルチ 2 重被覆で残草率 32%、3 重被覆で残草はほとんどみられない。水稻の出芽は 2 重以上で極端に低下するので、種籾サンドイッチ方式が適する。サンドイッチ方式の抑草効果は、初期除草剤と同程度である。なお、漏水田での布マルチ栽培連作でタマガヤツリ、ホタルイ等が増加しやすい(図 1、2)。

②病害虫等の発生状況

出芽期の鳥害(湛水状態)はほとんどみられない。落水着土期間を長めにとるとスクミリンゴガイの影響はほとんどない。葉色が濃いとウンカ類、コブノメイガの発生が多い。

③生育・収量・品質

収量は慣行移植栽培対比 86%で、年次変動が大きい。目標とする苗立ち数は 100 本/m²、穂数 400 本/m²、m²当たり籾数 2 万 5 千粒、収量は 42kg/a 程度である。播種量は乾籾で 4～5 kg/10a 程度必要である。検査等級は慣行移植栽培と同等である。多肥栽培で倒伏や玄米タンパク含有率が増加しやすいが、食味は慣行移植栽培と同等である(表 1)。

④マルチの成分及び土壌への影響

3 年以内の布マルチ連用では、窒素、リン酸、カリ、炭素の土壌への集積はほとんどみられず、土壌の化学性に及ぼす影響は小さいと考えられる(表 2、3)。

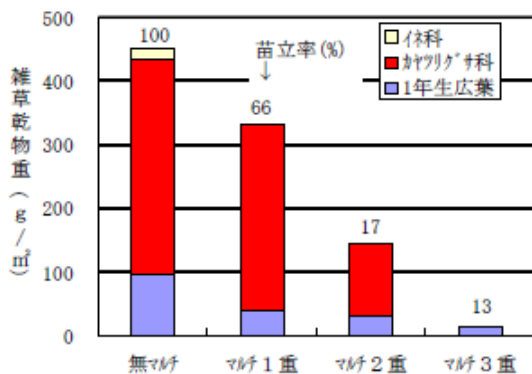


図1 乾田直播栽培における雑草発生重量 (H18)

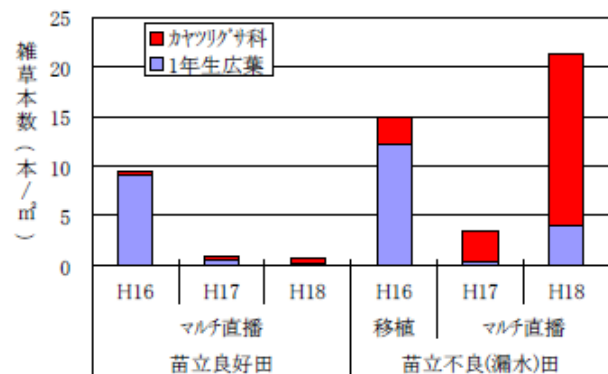


図2 布マルチ連作による年次別雑草発生本数

表1 年度別生育・収量・品質

年度	品種	試験区	基肥-穂肥 10a当たり N成分kg	最高茎数 (本/m ²)	有効茎 歩合 (%)	穂数 (本/m ²)	精玄 米重 (kg/a)	同左 比率 (%)	m ² 当 籾数 (千粒)	タンパク 含有率 (%)	検査 等級	各付 理由
H18	愛のゆめ	布マルチ	5-4	394	84	332	36.8	87	23	7.2	1.0	
		慣行移植	7	364	91	333	42.4	100	25	7.0	1.0	
H17	ヒ/ヒカ	布マルチ	5-4	576	57	328	28.2	61	20	7.7	1.0	
		慣行移植	5.6	318	93	297	45.9	100	24	7.0	1.3	充実
H16	ヒ/ヒカ	布マルチ	5.7-6	675	63	427	48.3	109	30	9.3	2.0	充実
		慣行移植	5.6	368	91	334	44.5	100	30	7.8	2.0	背白
H15	ヒ/ヒカ	布マルチ	4.2-4	682	63	430	35.9	87	23	8.1	2.0	充実
		慣行移植	5.6	—	—	290	41.5	100	21	7.4	2.0	充実
平均		布マルチ		548	68	379	37.3	86	24	8.1	1.5	
		慣行移植		350	92	313	43.6	100	25	7.3	1.6	

(4) 今後の問題点

敷設作業は、比較的小規模の水田を対象に人力で行っているが、その作業負担を軽減し、大規模基盤整備水田へ導入するには、敷設作業の機械化が望まれる。

収量の安定化を図るためには、苗立ち数及び穂数の確保が重要であり、播種量の増加や敷設後水温の確保と併せて、施肥改善、

表2 布マルチの成分含有率

布マルチ	T-N (%)	P2O5 (%)	K2O (%)	T-C (%)
生体(H18製)	0.36	0.11	0.64	43.8

表3 土壌調査

耕種概要		T-N (%)	P2O5 (mg/100g)	K2O (mg/100g)	T-C (%)
マルチなし・化成	稲後	0.12	10	6	1.3
マルチ2年・有機	稲後	0.15	11	7	1.5
マルチ3年・有機	稲後	0.14	12	10	1.5

ウンカ類・コブノメイガ等の防除対策により、有効茎歩合

を向上する必要がある。

5) フェロモン剤を用いた害虫防除

フェロモンとは、同じ種類の他の個体に生理的な影響を与える匂い物質である。フェロモンには、性フェロモン、集合フェロモン等いくつかの種類が知られている。性フェロモンは雌が放出する匂い物質で、その匂いに雄が反応し雌に接近して交尾が行われる。性フェロモンの構成成分は種類によって異なっており、一般に夜間活動性の昆虫に顕著である。この性フェロモンを人工的に合成したのが性フェロモン剤で、果樹や野菜の主に蛾類の防除に利用されている。また、集合フェロモンは同種の雌雄ともに誘引し、交尾や越冬などのために仲間の集合を促す匂い物質である。

フェロモン剤の利用方法としては、その地域の発生量や時期を把握するための「発生予察」と、防除を目的とする「交信攪乱」および「大量誘殺」の3種類がある。

(1) 発生予察

合成したフェロモン剤を誘引源とし、これを捕獲器（トラップ）に取り付け、ここに捕獲される（雄）成虫の量から野外における発生状況を把握しようとするものである。野外における発生量とトラップの捕獲数が連動するとの考えのもと、例年に比べての発生の多少、増加する時期の早晚などを把握し、今後の発生を予想し、防除の要否や時期を検討する資料として利用できる。

現在、30種以上の害虫について発生予察用のフェロモン剤が市販されており、トラップについても各害虫に適したものが市販されている。価格は種類によって異なるが、12個入りで8,000～10,000円程度であり、日本植物防疫協会等が取り扱っている。一般に捕獲されるのが対象とする害虫のみであるので、昆虫に対する知識が少ない人でも容易に調査ができる。

表1 発生予察用フェロモン剤一覧

作物	対象害虫
野菜関係	ハスモンヨトウ、シロイチモジヨトウ、ヨトウガ、オオタバコガ、タバコガ、カブラヤガ、タマナヤガ、コナガ、ネギコガ、タマナギンウワバ、アリモドキゾウムシ、ハウレンソウケナガコナダニ
果樹関係	モモシンクイガ、ナシヒメシンクイ、リンゴコカクモンハマキ、リンゴモンハマキ、コスカシバ、モモハモグリガ、キンモンホソガ、チャバネアオカメムシ、ナシマルカイガラムシ、アカマルカイガラムシ、モモノゴマダラノメイガ、クビアカスカシバ、ヒメボクトウ
水稻関係	ニカメイガ、アワノメイガ、コブノメイガ、アカスジカスミカメ、アカヒゲホソミドリカスミカメ、フタオビコヤガ、イネヨトウ

事例1 チャバネアオカメムシ

本県の果樹カメムシ類の中でも最も発生の多い種類であり、年次や地域によって、発生量や果樹園への飛来量が極端に異なる特性がある。そこで、本種の集合フェロモン剤を利用した発生予察が行われている。トラップは黄色の水盤式を用い、展着剤入りの水を入れて、誘引された成虫が水死する仕組みになっている。

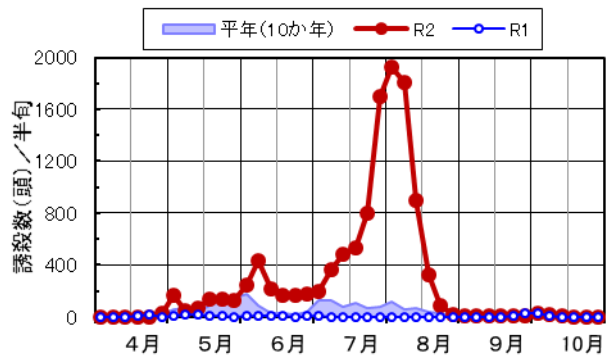


図1 チャバネアオカメムシの集合フェロモントラップへの誘殺状況（西条市丹原町）

図1に西条市丹原町での調査事例

を示した。本種は令和2年の夏期に多発し、柿園で被害を出しており、集合フェロモントラップは、現地での発生状況をよく捉えていると考えられる。



チャバネアオカメムシのフェロモントラップ



誘殺されたカメムシ類

事例2 ハスモンヨトウ

サトイモ、イチゴ等の各種野菜、大豆、花卉類等広範囲の作物を加害する重要害虫である。性フェロモン剤による予察には乾式トラップが使用されている。これは入り口に返しがついており、一度入った虫が逃亡できない仕組みになっている。

図2に西条市丹原町の調査事例を示した。平年であると、4～6月にかけては低密度で推移し、8月頃から増加し、9～10月にかけて急激に密度が高くなる経過をたどる。令和2年度は8月下旬以降、平年を上回る数の誘殺が確認され、実際の大豆やイチゴ圃場でも多発園が確認された。このように、フェロモントラップで多く誘殺される年は、防

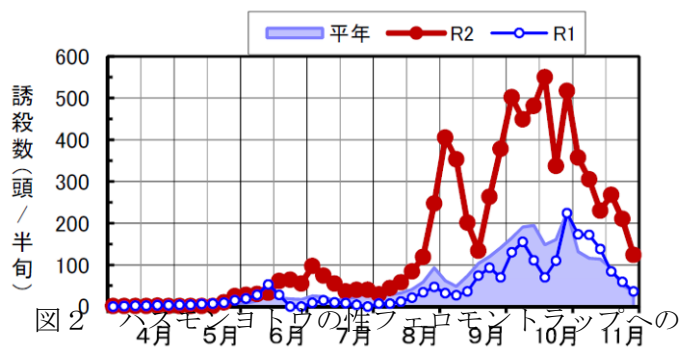


図2 ハスモンヨトウの性フェロモントラップへの誘殺状況（西条市丹原町）

除対策が必要となるなど、予察から得られる情報を元に、防除の要否や時期について判断することが可能となる。



ハスモンヨトウのフェロモントラップ



トラップに誘引されたハスモンヨトウ

(2) 交信攪乱

昆虫が微量の性フェロモンにより行っている雌雄間の交信を、高濃度の合成性フェロモンによって妨害し、交尾を抑制するものである。性フェロモンによる害虫防除においては、直接的な殺虫効果があるわけではなく、雌の交尾率を低下させて次世代の個体数を減少させるため、効果の発現には時間を要することに注意する必要がある。

表2 主な交信攪乱用性フェロモン剤

農薬名	農薬の種類	作物名	使用目的	適用害虫名	使用時期	10a 当たり 使用量	使用方法
スカシバコンL	シナンセルア剤	果樹類、さくら、 食用さくら(葉)	交尾 阻害	コスカシバ	成虫発生 初期から 終期	40~100本 (8g/100本製剤)	ディスプレイを対象作物 の枝に巻き付け設置す る。
		かき		ヒメコスカシバ		100本 (8g/100本製剤)	
		キウイフルーツ		キクビスカシバ			
ハマキコン-N	トートリルア剤	果樹類	交尾 阻害	リンゴコカクモンハマ キ ミダレカクモンハマキ リンゴモンハマキ チャハマキ チャノコカクモンハマ キ	成虫発生 初期から 終期	100~150本 (54g/150本製剤)	本剤を枝にかける。
		茶		チャハマキ チャノコカクモンハマ キ		150~250本 (90g/250本製剤) 30~50m (54g/30m製剤)	
コンフェューザー AA	アリマルア・ オリフルア・ トートリルア・ ピーチフルア剤	果樹類	交尾 阻害	キンモンホソガ ナシヒメシンクイ リンゴコカクモンハマ キ リンゴモンハマキ モモシンクイガ ミダレカクモンハマキ	成虫発生 初期から 終期	120~150本 (52g/100本製剤)	ディスプレイを対象作物 の枝に挟み込み、又は 巻き付け設置する。
コンフェューザー MM	オリフルア・ トートリルア・ ピーチフルア・ ピリマルア剤	果樹類	交尾 阻害	ナシヒメシンクイ リンゴコカクモンハマ キ モモハモグリガ モモシンクイガ チャノコカクモンハマ キ	成虫発生 初期から 終期	100~120本 (55g/100本製剤)	ディスプレイを対象作物 の枝に挟み込み、又は 巻き付け設置する。
				120本 (55g/100本製剤)			

農薬名	農薬の種類	作物名	使用目的	適用害虫名	使用時期	10a 当たり 使用量	使用方法
コンフューザー N	オリフルア・ トートリルア・ ピーチフルア剤	果樹類	交尾 阻害	ナシヒメシンクイ	成虫発生 初期から 終期	50～200 本 (52g/200 樽剤)	デイスパッサーを対象作物 の枝に巻き付け、又は 挟み込み設置する。
				モモンクイガ チャハマキ チャノココクモンハマ キ リンゴココクモンハマ キ リンゴモンハマキ		150～200 本 (52g/200 樽剤)	
		すもも		スモモヒメシンクイ		200 本 (52g/200 樽剤)	
コンフューザー R	オリフルア・ トートリルア・ ピーチフルア剤	果樹類	交尾 阻害	モモンクイガ ナシヒメシンクイ リンゴココクモンハマ キ ミダレカクモンハマキ リンゴモンハマキ	成虫発生 初期から 終期	100～120 本 (36g/100 樽剤)	デイスパッサーを対象作物 の枝に巻き付け、又は 挟み込み設置する。
コンフューザー V	アルミゲルア・ ウワバルア・ ダイアモルア・ ビートアーミルア ・ リトルア剤	野菜類 いも類 豆類(種実) 花き類・ 観葉植物	交尾 阻害	シロイチモジヨトウ	対象作物 の栽培全 期間	100 本 (41g/100 樽剤)	作物の生育に支障の ない高さに支持棒等 を立て、支持棒にデ イスパッサーを巻き 付け固定し、圃場 に配置する。
				コナガ オオタバコガ ハスモンヨトウ タマナギンウワバ イラクサギンウワバ ヨトウガ		100～200 本 (41g/100 樽剤)	
シンクイコー L	ピーチフルア剤	果樹類	交尾 阻害	モモンクイガ	成虫発生 初期から 終期	100 本 (13g/100 樽剤)	デイスパッサーを対象作物 の枝に巻き付け設置 する。
ナシヒメコン	オリフルア剤	果樹類	交尾 阻害	ナシヒメシンクイ	成虫発生 初期から 終期	50～100 本 (23g/100 樽剤)	デイスパッサーを対象作物 の枝に挟み込み、又は 巻き付け設置する。
		すもも		スモモヒメシンクイ			
ラブストップ ヒメシン	オリフルア剤	果樹類	交尾 阻害	ナシヒメシンクイ	成虫発生 前から終 期	150～200 粒	設置容器に入れた本剤 を対象地域の枝等に 設置する。
ヘタムシコン	マシニッサルア剤	かき	交尾 阻害	カキノヘタムシガ	成虫発生 初期から 終期	100～150 本 (9.3g/100 樽剤)	デイスパッサーを対象作物 の枝に挟み込み、又は 巻き付け設置する。
ボクトウコー H	コッシンルア剤	果樹類	交尾 阻害	ヒメボクトウ	成虫発生 初期から 終期	100～150 本 (16g/100 樽剤)	デイスパッサーを対象作物 の枝に挟み込み、又は 巻き付け設置する。
ヨトウコー H	リトルア剤	ハスモン ヨトウが 加害する 農作物	交尾 阻害	ハスモンヨトウ	成虫発生 初期から 終期	20～200m (20cm チューブの場 合 100～1000 本)	【露地】作物上に支柱 等を用いて固定する 【施設】施設内上部に 固定する、又は支柱 等を用いて固定する。
ヨトウコー S	ビートアーミルア 剤	シロイチ モジヨトウ が加害する 農作物	交尾 阻害	シロイチモジヨトウ	シロイチ モジヨト ウ発生初 期から終 期	【露地】 100～500 本 (20cm チューブ) 【ハウス】 100～140m (20cm チューブの場 合 500～700 本)	作物上に支柱などを用 いて固定する。
コナガコン	ダイアモルア剤	コナガ、 オオタバコガ が加害する 農作物等	交尾 阻害	コナガ オオタバコガ	加害作物 栽培の 全期間	【露地】 100～110m (100m リール)	株上に沿い、作物上に 支柱等を用いて固定 する。
		コナガ が加害する 農作物等		コナガ		【露地】 200 本 (20cm チューブ) 【ハウス】 100～400m (100m リール)	
コナガコー プラス	アルミゲルア・ ダイアモルア剤	コナガ、 オオタバコガ、 ヨトウガ が加害する 農作物等	交尾 阻害	コナガ オオタバコガ ヨトウガ	対象作物 の栽培全 期間	100～120 本 (22g/100 樽剤)	作物の生育に支障の ない高さに支持棒等 を立て、支持棒にデ イスパッサーを巻き 付け固定し、圃場 に配置する。
				コナガ オオタバコガ		20～40m (22g/20m 製剤)	

試験事例 もものコスカシバの防除

コスカシバは、幼虫がももやうめの樹皮下に食入して形成層を加害するため、樹勢が衰弱し、枯死する場合もある重要害虫である。年1回の発生であるが、幼虫が樹皮下を加害することや、成虫の発生期間が長期に及ぶことから、薬剤散布では効果が十分でなく、防除の難しい害虫となっている。

性フェロモン剤（商品名：スカシバコン）を利用した交信攪乱は、ももの地上部1.5～2mの枝に10aあたり50本の割合で性フェロモン剤が入ったチューブを吊るす。処理は成虫発生前の4月中旬頃がよい。結果は図3のとおりで、無処理区の食入幼虫は年々増加したのに対して、性フェロ

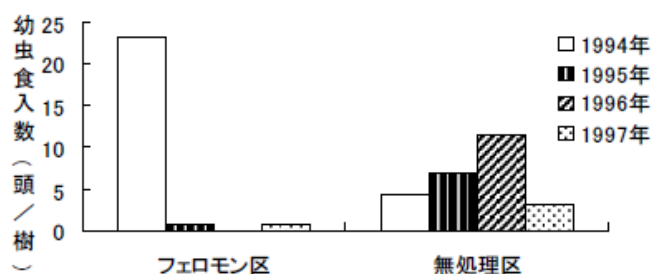


図3 コスカシバに対する性フェロモン剤の防除効果
(愛媛県試、1997年)

ロモン剤処理区は処理2年目にはほとんど被害が見られなくなり、高い防除効果が認められた。

性フェロモン剤の防除効果を高めるためには、処理面積をできるだけ広くすることが必要である。各戸ごとの処理では、安定した効果が得られないことがあるので、できるだけ地域でまとまって大面積を処理する必要がある。また、傾斜のきつい圃場や風当たりの強い圃場では、フェロモンが流されて十分な効果が出ない場合があるので注意が必要である。



コスカシバの幼虫



コスカシバのフェロモン設置状況

(3) 大量誘殺

大量誘殺は性フェロモンの強力な誘引性を利用するもので、雄を大量に捕まえて雄の個体数を極端に低下させて、交尾率を下げるものである。

本方法はハスモンヨトウで製剤化されており、岡山県、埼玉県等で試験例が見られるが、交信攪乱法に比べると効果が不十分な例が多く、安定した効果を得るためには10ha以上の面積で使用することが望ましいとされており、実際の使用は難しい点が多い。

表 3 大量誘殺用性フェロモン剤

農薬名	農薬の種類	作物名	使用目的	適用害虫名	使用時期	使用量	使用方法
フェロデイン SL	リトルア剤	いも類、豆類、なす科野菜、あぶらな科野菜、レタス、れんこん、にんじん、ねぎ類、いちご、たばこ、まめ科牧草等	誘引	ハスモンヨトウ雄成虫	成虫発生初期から発生終期まで	2～4 個/ha	本剤をトラップ 1 台当り 1 個取り付けて配置する。取り付けた薬剤は 1.5 ヶ月～2 ヶ月間隔で更新する。