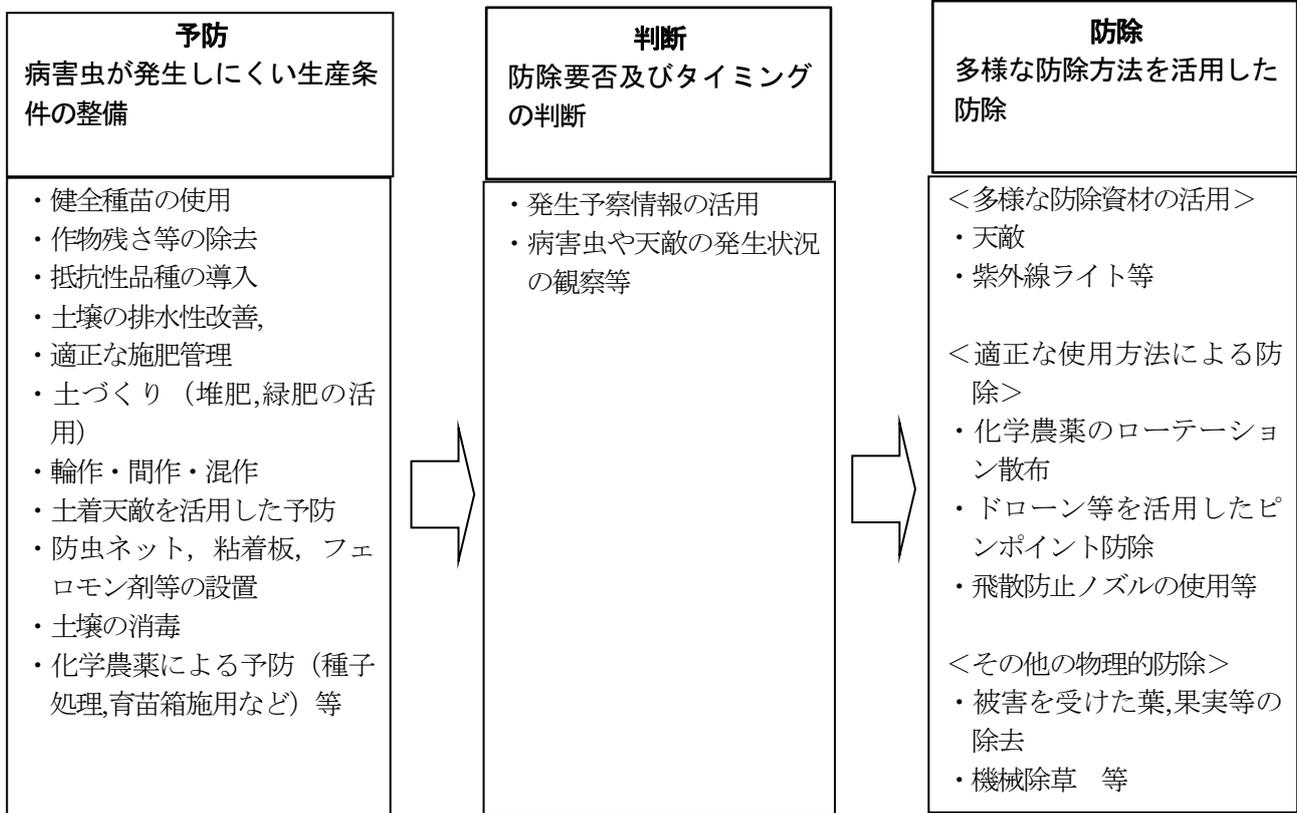


XI 総合防除

1) 総合防除 (IPM) の考え方

総合防除は、予防、判断、防除の取組を組み合わせ、化学農薬の使用量を必要最低限に抑えつつ、経済的な被害が生じるレベル以下に病害虫の発生を抑制する方法。



2) 発生予察及び侵入病害虫への警戒対策

早期発見及び早期対処が病害虫管理の基本であり、このためには発生予察は欠かすことのできない技術である。

(1) 現場で実践可能な主な発生予察の方法

ア 見取り法（直接観察）

害虫、病気及び雑草を直接肉眼で観察する方法。経験的あるいは地理的環境から発生しやすい場所を予め定めておくことで効果的に実施できる。

イ 払い落とし法（叩き落とし法）

所定の調査板に手又は棒等により植物体を叩き、調査板に落とされた虫を観察する方法で微小な虫の予察に有効である。

ウ すくいとり法

捕虫網を振って植物体（寄生部位）に生息する虫を捕獲して観察する方法。一度で広範囲の予察を行う場合や大型の虫の予察に適する。

エ 水盤トラップによる方法

黄色に着色した直径 30～60cm、深さ 10cm 前後のトタン製の円形水盤に水を張り、中に飛び込む虫を観察する方法である。水稻のウンカ類やアブラムシ類の発生予察に用いられる。省力的であるが、設置にあたっては一定範囲の場所の確保が必要である。

オ 粘着トラップによる方法

粘着剤が塗布された着色板をほ場やほ場周辺に設置し、色に誘引された虫を捕獲して観察する方法である。虫によって好む色が異なるが、一般的に青色と黄色が用いられる。微小な虫の予察に有効である。

一般的に粘着板で予察が行われる虫と各種が好む色

| 黄 色 | 青 色 |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">・コナジラミ類・アブラムシ類・ハモグリバエ類・アザミウマ類<ul style="list-style-type: none">チャノキイロアザミウマネギアザミウマハナアザミウマ・チャトゲコナジラミ | <ul style="list-style-type: none">アザミウマ類<ul style="list-style-type: none">ヒラズハナアザミウマミカンキイロアザミウマミナミキイロアザミウマ |

主な粘着トラップの商品名と製造会社

| 商品名 | 製造会社 |
|----------|-----------------|
| ITシート | サンケイ化学（株） |
| スマイルキャッチ | 出光興産（株） |
| バグスキャン | 東海物産（株） |
| ホリバー | アリストライフサイエンス（株） |
| ムシバンバン | 大協技研工業（株） |

カ 性フェロモンを用いた方法

合成性フェロモンを用いて所定のトラップに虫を誘引して観察する方法。鱗翅目害虫を中心にそれぞれの種に対応したフェロモンが発生予察用に販売されている。詳細は(社)日本植物防疫協会のホームページ <http://www.jppa.or.jp/> を参照

(2) 鹿児島県が実施する病害虫発生予察

各都道府県の病害虫防除所等では、植物防疫法に基づいて特に重要な病害虫の発生予察を実施しており、この結果に基づいて発生予察情報を公開している。

ア 鹿児島県で病害虫発生予察を実施している作物

| | |
|------|--|
| 普通作物 | 水稻, サツマイモ, ダイズ, サトウキビ |
| 野菜 | トマト, ピーマン, キュウリ, イチゴ, キャベツ, バレイショ, サトイモ, エンドウ類, ダイコン |
| 果樹 | カンキツ |
| 工芸作物 | 茶 |
| 花き | キク |

イ 性フェロモントラップの設置状況

| 対象害虫 | 設置場所 |
|-----------|------------|
| オオタバコガ | 南さつま市, 鹿屋市 |
| シロイチモジヨトウ | 南さつま市, 鹿屋市 |
| ハスモンヨトウ | 南さつま市, 鹿屋市 |
| タバコガ | 南さつま市 |
| コナガ | 南さつま市 |

ウ インターネットによる予察情報の入手方法

病害虫防除所のホームページ <https://www.pref.kagoshima.jp/ag13/kiad/boujoshou/index.html> へアクセス

エ 病害虫情報テレフォンサービス (7~9月)

099(296)6430

オ 新聞情報 (月1回)

南日本新聞, 日本農業新聞

(3) 侵入病害虫への対策

近年は、物流の多様化等により、海外からの病害虫の侵入リスクが高まっている。これらの中には、植物防疫法上の重要病害虫として位置付けられているものも多く、既に国内の一部で発生しているものも存在する。重要病害虫が、万が一、本県に侵入した場合には、農業生産に及ぼす影響が極めて大きい。

このため、侵入病害虫の発生を未然に防ぐためには、その動向に注意するとともに、これらの寄主植物を発生地域から安易に輸入又は移動させないことが必要である。海外及び国内の一部に生息する病害虫で、発生した場合の被害が極めて大きい種については、輸入及び移動禁止対象種に指定されている。

ア 我が国が特に侵入を警戒している病害虫の特徴 (下記の農林水産省ホームページへアクセス)

http://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/keneki/k_kaigai/index.html

3) 耕種的防除法

主に栽培管理技術を通じて病害虫及び雑草の管理を図る側面が強く、予防的な対策となる場合が多い。

(1) 健全種苗の使用

適正な病害虫管理が実施された条件下で育成された種苗を用いることで、ほ場への病害虫の持ち込みを防ぐことは、病害虫管理の基本である。また、国際的な種子流通が活発になるに伴って、種苗を介した新たな病害虫又は系統の侵入が懸念されるため、種苗を購入する場合には、その入手先についても正確に把握しておくことが重要である。

なお、「ばれいしょ」については、植物防疫法において唯一「指定種苗」に指定されており、植物防疫所が所定の病害虫を対象に実施する検査に合格したものでなければ、種苗として移動させることはできない。

ジャガイモの種いも検査の内容

| | |
|----------|--|
| 対象地域（道県） | 北海道，青森県，岩手県，福島県，群馬県，山梨県，長野県，岡山県，広島県，長崎県，熊本県 |
| 対象病害虫 | ジャガイモシストセンチュウ， ジャガイモガ， 青枯病菌，疫病菌，黒あざ病菌， そうか病菌，粉状そうか病菌， ウイルス病，輪腐病菌 |

ア 種子伝染する主な病害

主なウイルス病

| 作物 | 病原体 |
|---------|--|
| ナス科作物 | キュウリモザイクウイルス (CMV) タバコモザイクウイルス (TMV) トマトモザイクウイルス (ToMV) アラビシモザイクウイルス (ArMV) ジャガイモMウイルス (PVM) タバコ条斑ウイルス (TSV) トマト黒色輪点ウイルス (TBRV) トマトブッシースタントウイルス (ToBSV) トマト輪点ウイルス (ToRSV) アルファルファモザイクウイルス (AMV) トウガラシ微斑ルウイルス (PMMoV) |
| ウリ科作物 | スイカ緑斑モザイクウイルス (CGMMV) キュウリモザイクウイルス (CMV) スイカモザイクウイルス (WMV) スカッシュモザイクウイルス (SqMV) ズッキーニ黄斑モザイクウイルス (ZYMV) メロンえそ斑点ウイルス (MNSV) パパイヤ輪点ウイルス (PRSV) |
| アブラナ科作物 | カブモザイクウイルス (TuMV) ダイコン葉縁黄化ウイルス (RYEV) |
| レタス | レタスモザイクウイルス (LMV) アラビシモザイクウイルス (ArMV) トマト黒色輪点ウイルス (TBRV) |

| | |
|--------|--|
| ハウレンソウ | ハウレンソウ潜伏ウイルス (SpTV) ダイコン葉縁黄化ウイルス (RYEV) |
| ネギ類 | タマネギ萎縮ウイルス (OYDV) |

主な細菌病

| 作物 | 病害 |
|---------|---|
| ナス科作物 | 青枯病, かいよう病, 茎えそ細菌病, 斑点細菌病, 斑葉細菌病 |
| ウリ科作物 | 果実汚斑細菌病, 褐斑細菌病, 斑点細菌病 |
| アブラナ科作物 | 黒腐病, 黒斑細菌病, 斑点細菌病 |
| レタス | 腐敗病, 斑点細菌病 |
| ニンジン | 斑点細菌病, <i>Pseudomonas viridiflawa</i> |
| オクラ | <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>syringae</i> |

主な糸状菌病

| 作物 | 病害 |
|---------|--|
| トマト | 萎凋病, 疫病, 褐色腐敗病, 苗立枯病, 根腐萎凋病, 輪紋病, 綿腐病 |
| ナス | 褐紋病 |
| ピーマン | 萎凋病, 疫病, 炭疽病, 苗立枯病, 斑点病 |
| ウリ科作物 | 炭疽病, つる枯病, つる割病, 灰色かび病 <i>Lasiodiplodia thebromae</i> , <i>Macrophomina phaseolina</i> |
| アブラナ科作物 | 菌核病, 黒斑病, 根こぶ病, 白斑病, べと病, <i>Mycosphaerella brassicicola</i> |
| ダイコン | 炭疽病 |
| ハクサイ | 黄化病 |
| キャベツ | 根朽病 |
| レタス | べと病, <i>Sclerotium rolfsii</i> |
| ハウレンソウ | 萎凋病, べと病 |
| ネギ類 | 萎凋病, 乾腐病, 黒斑病, 黒腐菌核病, 炭疽病, 葉枯病, べと病, <i>Fusarium moniliforme</i> var. <i>subglutinans</i> |
| ニンジン | 黒葉枯病, 黒斑病, 斑点病 |
| アスパラガス | 立枯病 |
| オクラ | 立枯病 |

(2) 抵抗性又は耐病虫性品種（台木）の利用

病害虫に対する植物側の反応の強弱により抵抗性 (Resistance) 又は耐病虫性 (Tolerance) という表現が使い分けられている。

病原菌と植物との相互関係の場合、抵抗性は以下の種類に分けられる。

ア 抵抗性が機能する段階での違い

(ア) 侵入抵抗 (侵入・感染阻止型)

病原菌の侵入及び感染を阻止する。

(イ) 拡大抵抗 (増殖抑制型)

侵入及び感染後の植物体内での病原菌の増殖を抑制する。

イ 植物側が有する抵抗性の要因

(ア) 静的抵抗性

植物がもともと備えている抵抗性。ワックスやクチクラ等の疎水的環境，細胞壁の厚さや硬さ，先在性の抗菌物質（フェノール類，サポニン等）等。

(イ) 動的抵抗性

病原菌の攻撃により，植物体に新たに誘導される抵抗性。感染阻害因子（カテキン等），ファイトアレキシン（低分子抗菌性物質），特定のたんぱく質の合成，リグニン化等。

ウ 遺伝子が関与する抵抗性

(ア) 真性抵抗性（質的抵抗性）

特定の少数の主働遺伝子によって支配される質的な抵抗性（病気にかかるか否かの抵抗性）。

(イ) ほ場抵抗性（量的抵抗性）

主に多数の微動遺伝子によって支配される量的な抵抗性（罹病程度で表される抵抗性）。

(3) 土壌の適正管理

各作物に適した土壌条件を化学性，物理性及び生物性の面から総合的にバランスよく保持することで，健全な植物体を育成するとともに，特定の病害虫の増殖等を防ぐ。

目標とする土壌条件

| 化学性 | 物理性 | 生物性 |
|---|---|-------------------|
| ①肥力が大きく，緩衝能が大きい ②養分がバランスよく含有され，有害物質がない | ①孔隙が多く，しかも保水性が高い ②土がしまらず，通気性，透水性がよい ③作土が厚く，根群域が深い ④地下水位が低い | ①有用微生物が多く，病害虫が少ない |

(4) 健全な土づくりに向けた良質な堆肥の施用

ア 腐熟していない堆肥の施用は，病原菌，雑草種子，フェノール類有機成分などの生育阻害物質によって作物生産を阻害する危険性が高いので，十分に発酵が促進されている良質な堆肥を施用する。

イ 炭素率の高い有機物の施用は，微生物体内の構成炭素率と合致しないため，土壌中の微生物が急激に増殖し，窒素飢餓を起こしやすい。このため，過剰施用は避け，施用は作付けの最低2週間前とする。

ウ 家畜ふん堆肥など有機物は種類によって，成分含量が異なることから，資材別の特性を熟知する。

エ 窒素成分の高い有機物の施用は，化学肥料との併用によって土壌環境の悪化，地下水等の汚染が懸念されるので，併用する際は施肥設計を十分検討する。

オ 有機物の施用にあたっては，土壌診断結果に基づき，有機物の種類や施用量を決定する。

カ 温暖多雨な気象条件下では，土壌養分の溶脱，分解が速いため，有機物の断続的な施用が必要である。

(5) 輪作（田畑輪換を含む）の実施及び緑肥植物（対抗植物）の導入

同一作物の連作は，特定の病害虫が増殖するリスクを高めるため，異なる作物や緑肥植物を栽培により，このリスクの低減を図ることができる。

なお，線虫の防除を対象として緑肥植物を利用する場合には，「対抗植物」と呼ばれる。

連作により発生しやすい主な病害及び障害

| 作物 | | 病害と障害 |
|-----|-------|------------------------------|
| 葉菜類 | キャベツ | 萎黄病, 菌核病, 黒腐病, 根こぶ病 |
| | ハクサイ | 黄化病, 菌核病, 根こぶ病, ホウ素欠乏 |
| 果菜類 | イチゴ | 萎黄病, 根腐病, 濃度障害 |
| | エンドウ類 | 茎腐病, 立枯病 |
| | キュウリ | 立枯性疫病, つる枯病, つる割病, 濃度障害 |
| | スイカ | つる割病 |
| | トマト | 青枯病, 萎凋病, 褐色根腐病, 根腐萎凋病, 濃度障害 |
| | ナス | 青枯病, 半身萎凋病 |
| 根菜類 | ゴボウ | ヤケ症 |
| | サトイモ | 腐敗病 |
| | ダイコン | 萎黄病, 軟腐病, ホウ素欠乏 |
| | ニンジン | ホウ素欠乏 |

作物別の線虫の寄生性

| 作物 | | 線虫名 | | | | |
|-----|--------|----------|------|-----|-----------|------|
| | | ネコブセンチュウ | | | ネグサレセンチュウ | |
| | | サツマイモ～ | ジャワ～ | キタ～ | キタ～ | ミナミ～ |
| 葉菜類 | キャベツ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | ネギ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | ハクサイ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | ホウレンソウ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | レタス | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 果菜類 | イチゴ | | ○ | ○ | ○ | |
| | オクラ | ○ | | | | |
| | カボチャ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | キュウリ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | スイカ | ○ | ○ | | ○ | ○ |
| | トマト | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | ナス | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | ピーマン | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| まめ類 | サヤインゲン | ○ | | | | |
| | エンドウ類 | ○ | | ○ | | |
| 根菜類 | ゴボウ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | サツマイモ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | ダイコン | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | タマネギ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| | ニンジン | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | ジャガイモ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

※表中の○は、各線虫が各作物に対して寄生性を有することを示す。

ア 緑肥作物の導入によって期待される効果

(ア) 土壌の団粒化促進と物理性の改良

緑肥のすき込みによって、土壌の団粒化が促進され、土の通気及び通水性や、保水性等が改善される。また、根群形成が旺盛な緑肥を利用すると、下層面に土壌亀裂の形成が進み、湿害等の改善効果が期待できる。

(イ) 土壌の化学性の改善

過剰な肥料分を吸収させることで、肥料バランスを適正に保つことができる。イネ科植物は吸肥力が高い。一方、マメ科の緑肥植物は、根粒菌の機能により空気中の窒素固定し、作物へ供給することもできる。

(ウ) 有害線虫類の抑制及び有用微生物の活性化

緑肥の中には、アレロパシー（他感作用物質）により、線虫類に対して阻害的な作用を有するものがある。また、緑肥植物のすき込みによって、土壌中の炭素量が高まり、微生物の活動が活発になることで、土壌中の微生物層が多様になる。

(エ) 草生利用による土壌保全と防風・防砂

果樹園の草生栽培等、緑肥作物の草生利用により、表土の流出や浸食の防止効果を期待できる。

イ 緑肥作物の導入にあたっての留意点

生の状態の緑肥（特にイネ科）植物をすき込むと、難分解性のセルロースやリグニン等の繊維質が高まるため、微生物の窒素要求量が一時的に増加し、窒素飢餓を招きやすい。

一般的に、炭素率が 20 以上の有機物をすき込むと、一時的に無機態窒素が欠乏するため、緑肥植物をすき込んだ後には、夏の期間でも 3～4 週間の腐熟期間を設ける必要がある。

分解促進のために、マメ科の緑肥植物を混植や、すき込み時に窒素質肥料を供給する方法もある。

各種緑肥作物の炭素率

| 緑肥作物名 | 炭素率 |
|-----------|-------|
| イネ科 | |
| エンバク | 15～38 |
| ソルゴー | 34～41 |
| トウモロコシ | 20～35 |
| トウモロコシ（稈） | 約 45 |
| ナギナタガヤ | 約 20 |
| マメ科 | |
| アカクローバ | 10～16 |
| ダイズ | 14～15 |
| ヘアリーベッチ | 10～11 |
| その他 | |
| ヒマワリ | 13～40 |
| シロカラシ | 12～26 |
| （参考） | |
| 稲ワラ | 48～75 |
| 麦ワラ | 約 90 |
| モミガラ | 72～80 |

ウ 主な緑肥植物の特性

【アブラナ科】

(ア) シロカラシ

2～3kg/10a を播種。播種適期は9～11月で、開花期にすき込む。

(イ) 菜の花 2kg/10a を播種。播種適期は9～12月で、開花期にすき込む。

【イネ科】

(ウ) エンバク

8～10kg/10a を播種。線虫の他、キスジノミハムシの等の密度を抑制する効果がある。播種後、約2か月ですき込む。播種適期は、春まきが3月下旬～5月上旬、秋まきが8～12月。

(エ) 大麦及び小麦

8~10kg/10a を播種 (間作利用の場合には, 2~4kg/10a)。耐暑性が弱いため, 4~6 月に播種すると, 7 月以降に地上部は枯死する。夏に栽培する作物でのリビングマルチ等の間作に利用することで, 雑草抑制や敷わら効果が期待できる。小麦は大麦よりも枯れが遅いため, 持続性に優れる。

(オ) ギニアグラス

1~2kg/10a を畦幅 30~60cm で条まきする。播種適期は5月下旬~7月下旬。サツマイモネコブセンチュウ, キタネコブセンチュウ及びキタネグサレセンチュウに有効。吸肥力が高いため, クリーニングクroppに向く他, 高温期の生育が旺盛である。播種から約 2 か月後, 草丈 80cm~出穂始めころにすき込む。

(カ) スーダングラス

4~5kg/10a を播種。播種適期は 6 月上旬~7 月下旬。吸肥力が高いため, クリーニングクroppに向く他, 高温期の生育が旺盛である。出穂は遅いので, 草丈約 1.8m (播種後 2 か月) を目安にすき込む。

(キ) ソルゴー

2~4kg/10a を播種。飼料用途を含め, 品種が多様であるため, 目的に応じて品種を選定する。吸肥力が高いため, クリーニングクroppに向く他, 耐倒伏性の品種を選ぶことで, 障壁植物としても利用できる。

(ク) ヒエ

2~4kg/10a を播種。播種適期は 4~7 月。耐湿性が高いため, 湛水条件下でも栽培できる他, 強酸性土壌にも適応できる。草丈1~1.5mを目安にすき込む。湛水とヒエ栽培を組み合わせる技術もあるが, この場合には, 最低 40 日以上 of 栽培期間が必要である。

(ケ) ライ麦

8~10kg/10a を播種。播種適期は9~12月。耐寒性に優れるため, 秋冬季の利用も可能である。

【マメ科】

(コ) エビスグサ

3~4kg/10a を播種。播種適期は6~7月。1年生のマメ科植物で, キタネグサレセンチュウ対策及び窒素固定効果の他, 根群が地中に深く入るため硬盤破碎効果も期待できる。草丈1~1.5mですき込む。

(サ) クローバー類

2~3kg/10a を播種。秋まきの場合には, 5 月に開花し, 春まきの場合には 6 月に開花する。湿害には弱いため, 排水の良いほ場に適する。

(シ) クロタラリア

6~8kg/10a を播種 (条まきの場合には, 2~4kg/10a)。播種適期は 6 月中旬~7 月中旬。サツマイモネコブセンチュウ, キタネコブセンチュウ及びキタネグサレセンチュウに有効。1 年生のマメ科植物で, 線虫対策及び窒素固定効果の他, 根群が地中に深く入るため硬盤破碎効果も期待できる。草丈は 1.5~2m に達する。排水不良地には不適である。

(ス) セスバニア

4~5kg/10a を播種。播種適期は6月中旬~7月下旬。1年生のマメ科植物で, 窒素固定力が高く, 根群が地中に深く (1m 以上) 入るため, 高い硬盤破碎効果も期待できる。草丈は 3~4m に達する。耐湿性にも優れるため, 水田後作でも利用できる。

(セ) ヘアリーベッチ

6~8kg/10a を播種。播種適期は, 春まきで3~4月, 秋まきで9~11月。1年生のマメ科植物で, 土壌被覆性が高く, 雑草抑制効果が期待できる。

【その他】

(ソ) ヒマワリ

1~2kg/10a を播種。播種適期は 5~8 月。土壌中の菌根菌密度を高め, 後作作物のリン酸吸収を高める効果がある。開花までの日数は播種後約 80 日。

(タ) ハゼリソウ

2～3kg/10aを播種。播種適期は、春まきで2月下旬～4月上旬，秋まきで10月中旬～11月中旬。土壌被覆性が高く，雑草抑制効果が期待できる。また，C/N比も低いため，すき込みやすい。5月に開花する。

各種線虫に対する緑肥植物（対抗植物）の特性

| 作物 | 線虫名 | | | | | |
|--------------------|----------|-------|-----|-----------|------|-----------|
| | ネコブセンチュウ | | | ネグサレセンチュウ | | ダバシトセンチュウ |
| | サマ任～ | アレリア～ | キタ～ | キタ～ | ミナミ～ | |
| イネ科 | | | | | | |
| エンバク | | | ○ | ○ | | |
| ギニアグラス | ○ | | ○ | ○ | ○ | |
| ソルゴー | ○ | | ○ | | | |
| マメ科 | | | | | | |
| エビスグサ | | | | ○ | | |
| クローバー | | | | | | ○ |
| クロタラリア (ネギグの場合) | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ |
| キク科 | | | | | | |
| マリーゴールド | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |

代表的な緑肥植物

| 植物名 | 代表的な品種 (商品名) | 播種時期 |
|---------|---|----------------|
| アブラナ科 | | |
| シロカラシ | キカラシ，地力 等 | 3～4月 9～10月 |
| 菜の花 | | 9～12月 |
| イネ科 | | |
| エンバク | ヘイオーツ，ニューオーツ，エンダックス， ソイルセーバー，スタンドオーツ，ネグサレタイジ 等 | 3～5月 8下～11月 |
| 大麦 | 百万石，てまいらず 等 | 4～6月 |
| ギニアグラス | ナツカゼ，ソイルクリーン 等 | 4～8月 |
| 小麦 | マルチムギ 等 | 4～6月 |
| スーダングラス | ねまへらそう，ベールスーダン等 | 4～9月上 |
| ソルゴー | 元気ソルゴー，つちたろう，スタックス， グリーンソルゴー 等 | 5～8月 |
| ヒエ | グリーンミレット，ホワイトパニック 等 | 4下～8月中 |
| ライムギ | ハルミドリ，ライダックス，ライ太郎 等 | 3～5月 8中～11月 |
| キク科 | | |
| ヒマワリ | キッズスマイル，大地，ハイブリッドサンフラワー 等 | 5～8月 |
| マリーゴールド | アフリカントール，プチイエロー 等 | 4～7月 |
| ハゼリソウ科 | | |
| ハゼリソウ | アンジェリア，めぐみ 等 | 10中～11月中 |
| マメ科 | | |
| エビスグサ | エビスグサ 等 | 6～7月 |

| | | |
|---------|------------------------|------------------|
| クローバー | くれない, クリムゾンクローバー 等 | 9下~11月中 3~4月中 |
| クロタラリア | ネマキング, ネマコロリ, ネコブキラー 等 | 5~8月 |
| セスバニア | セスバニア 等 | 6~7月 |
| ヘアリーベッチ | まめっこ, まめ助 等 | 9~11月 |

(6) 雑草管理

ア 機械的除草 (耕耘, 耕起, 刈り取り)

雑草を引き抜き, 埋没, 断根することにより, 枯殺させる。

イ ポリマルチ又は敷わら等の被覆資材の利用

地表面を無生物的に被覆することで, 物理的圧迫と遮光によって雑草を抑制する。

ウ カバープランツ・カバークロープ (地被又は被覆植物) の利用

主作物の栽培の前後に植えられ, 土壌を被覆することにより, 雑草を抑制する。土壌流亡防止, 有機物の供給及び窒素の供給等の機能も期待できる。

エ リビングマルチ

主作物の栽培前又は栽培と同時に植えられ, 主作物の栽培期間中の全期間又は一部の期間にも生存して, 地表面を被覆している植物である。先の「カバープランツ」と厳密に区別されてはいないが, カバープランツが主作物の栽培時には枯死するものを意味するのに対して, リビングマルチは主作物の生育期間にも植生を維持しているものを意味することが多い。このような観点に基づけば, 果樹の「草生栽培」は, リビングマルチに位置付けられる。

カバープランツに用いられる主な草種

アジュガ, エビスグサ, 大麦, シバザクラ, スイートアリッサム, ダイアンサス, ティフブレア, ナギナタガヤ, バーベナ類, バジル類, ハゼリソウ, ヒメイワダレソウ, ヒマワリ, ヘアリーベッチ, ミント類, ライ麦

(7) その他の耕種的防除法

ア 整枝及びせん定

整枝及びせん定の目的は, 作物によって異なるが, これらの作業を通じて植物体を健全に保ち, 病害虫の被害の軽減を図る間接的な効果と, ほ場内又は植物体の採光や通風を確保することで病害虫の発生しにくい環境を作ること, 又は病害虫の発生源又は感染源を除去することで病害虫のまん延を防ぐこと等の直接的な効果がある。

イ 残渣処理

前作の残渣処理は, 感染源を除去し, 次作への影響を避けるという観点から, 基本的な作業である。

必ず残渣処理を行う必要がある病害の例

| 作物 | | 病気の種類 |
|------|------|--------------------------------------|
| 葉茎菜類 | キャベツ | 萎黄病, 菌核病, 苗立枯病, 軟腐病, 根こぶ病 |
| | タマネギ | 乾腐病, 菌核病, 苗立枯病, 白色疫病, 紅色根腐病, |
| | ハクサイ | 黄化病, 菌核病, 黒腐病, 尻腐病, 軟腐病, 根くびれ病, 根こぶ病 |

| | | |
|-----|--------|---|
| 果菜類 | イチゴ | 青枯病, 萎凋病, 疫病, 根腐病, 芽枯病 |
| | キュウリ | 疫病, 菌核病, 白絹病, つる割病, 苗立枯病, 灰色かび病, 半身萎凋病, 緑斑モザイク病 |
| | スイカ | 緑斑モザイク病, 疫病, 半身萎凋病, 菌核病, 白絹病 |
| | トマト | 青枯病, 萎凋病, 褐色根腐病, 菌核病, 白絹病, 苗立枯病, 半身萎凋病, モザイク病 (TMV) |
| | ナス | 青枯病, 褐色腐敗病, 黒点根腐病, 白絹病, 苗立枯病, 半枯病, 半身萎凋病, |
| | ピーマン | 青枯病, 萎凋病, ウイルス病, 疫病, 菌核病, 白絹病, 苗立枯病, 半身萎凋病 |
| 豆類 | サヤインゲン | 青枯病, 菌核病, 白絹病, 根腐病 |
| 根菜類 | サツマイモ | 黒あざ病, 黒斑病, 白絹病, 白紋羽病, 小粒菌核病, 立枯病, つる割病, 紫紋羽病, 基腐病 |
| | ダイコン | 青枯病, 萎黄病, 菌核病, 黒腐病, 黒点輪腐病, 軟腐病, 根こぶ病, パーティシリウム黒点病 |
| | ジャガイモ | 青枯病, 萎凋病, 乾腐病, 黒あざ病, 黒あし病, そうか病, 象皮病, 軟腐病, 粉状そうか病 |

4) 物理的防除法

熱, 遮断, 光, 水等の物理的作用を利用した防除方法。

(1) 土壌還元消毒

還元資材として米ぬか (又はふすま), 糖蜜, 低濃度アルコール等を土壌に混和してかん水し, ビニール等で土壌表面を被覆する土壌消毒方法。還元資材を土壌に混和すると, これらを栄養分として土壌微生物が増殖する。このときの微生物による酸素の消費による土壌の還元状態 (酸素欠乏), 有機物から生成される酢酸等の有機酸, 微生物間の拮抗作用及び太陽熱と発酵熱による高温等の複合的要因によって病害虫に対する防除効果が得られる。以下, 米ぬかを例に処理法を説明する。

①米ぬか (又はふすま) を散布する2~3日前までに耕耘し, 十分にかん水する。

※米ぬか (又はふすま) 混和後の土壌水分が均一になるようにするため。

②米ぬか (又はふすま) 0.5~1 トン/10a を均一に散布し, 2~3回耕耘

③かん水

※水分が土壌に十分に浸透し, 水が浮いてくる程度 (一時的な湛水状態) が目安

④透明フィルムで土壌表面全体を被覆

⑤20日間処理

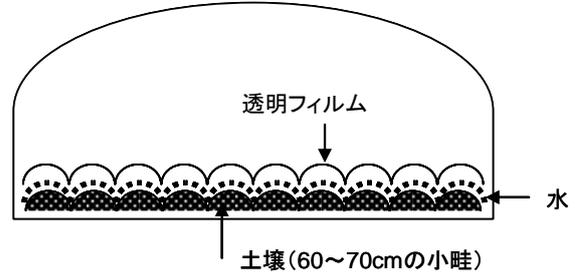
※開始から3日間晴天が続くことが重要であり, 約7日目で還元臭がすることを確認

⑥透明フィルムを除去後耕耘

(2) 太陽熱消毒

太陽熱、水及び粗大有機物を利用した土壌消毒法。地温 40℃以上のもとで、土壌水分量を高め、透明フィルムで被覆することで土壌温度を高め、病害虫に対する防除を図る。

- ① 耕耘して有機物を投入し、小畦を作る。
※粗大有機物の分解を促進するために、石灰窒素を 100kg/10a 施用する。
- ② 土壌水分が 60%以上になるまでかん水する。
- ③ 透明フィルムで土壌表面全体を被覆
- ④ 1 か月以上処理
- ⑤ 透明フィルムを除去後耕耘



土壌還元消毒法と太陽熱消毒法の違い

太陽熱消毒 (ハウス密閉の場合)

| 内容 | 土壌還元消毒法 | 太陽熱消毒法 |
|-----------|---------------------|-----------------|
| 主に使用する有機物 | ふすま、米ぬか等 | 稲わら等粗大有機物 |
| かん水量 | 一時的に湛水状態になるまで大量にかん水 | 土壌水分 60%程度までかん水 |
| 必要な地温 | 30℃以上 | 40℃以上 |
| 必要な期間 | 20 日程度 | 1 か月以上 |
| 地表面 | 還元状態にするため平らに整地 | 地温上昇を促すため小畦を作る |

(3) 防虫ネット又は障壁植物の利用

害虫侵入防止のためのネットの目合いの目安

| 目合い | 対象害虫の種類 |
|----------|------------------------------|
| 2~4mm | 鱗翅目害虫 (ヨトウ類, タバコガ類, アオムシ) |
| 1.0mm 以下 | 鱗翅目害虫 (コナガ, カブラハバチ) |
| 0.8mm 以下 | アブラムシ類, キスジノミハムシ |
| 0.6mm 以下 | ハモグリバエ類 |
| 0.5mm 以下 | アザミウマ類 |
| 0.4mm 以下 | コナジラミ類 |



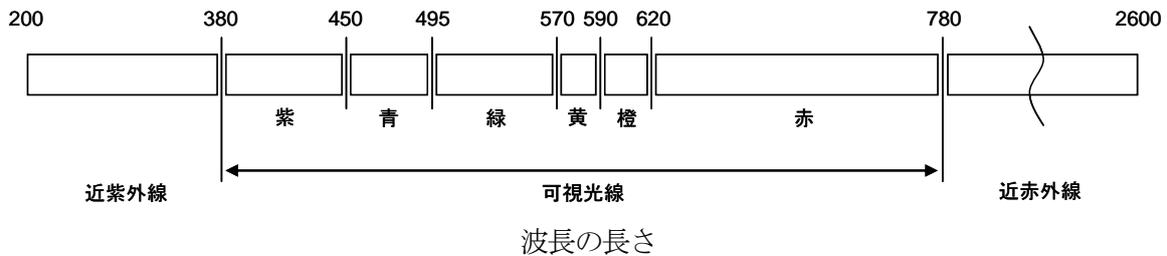
露地栽培での障壁植物の利用

(4) 近紫外線除去フィルムの利用

人間の可視光域は、概ね380nm～780nmであるが、昆虫の多くは、近紫外領域（250～600nm）を視覚で感じる光の波長域として利用しているといわれている。

波長域が380nm以下の近紫外線域の波長を透過させない農業用フィルムを、「近紫外線除去フィルム」と呼ぶことが多いが、このフィルムで覆われた条件下は、昆虫にとって暗黒に近い状態になると考えられている。

また、植物病原菌の中でも、紫外線がない条件下では、胞子の形成が阻害されるものが知られている。



近紫外線除去フィルムの効果が見込める病害虫

| 分類 | 対象病害虫の種類 |
|----|------------------------|
| 病害 | 灰色かび病, 菌核病 |
| 害虫 | アザミウマ類, アブラムシ類, コナジラミ類 |

(5) 光反射資材の利用

アザミウマ類やアブラムシ類は、背中から太陽光を受けることによって、飛行時のバランスを保っていると考えられているため、太陽光を反射させ、ほ場周囲に散乱させることで、害虫の飛行活動を阻害し、侵入防止効果が期待できる。



タイベックシートのマルチ利用

(6) 色彩反応を利用した防除

ア 黄色灯又は緑色灯の利用

ヤガ類等の夜行性の害虫に対して、夜間一定以上の明るさに遭遇させることで、「昼間の状態」であることを認識させ、飛行、交尾及び産卵等の活動を阻害する。

黄色灯は、夜行性の鱗翅目害虫に対して有効であることが確認されてきたが、日長に対して敏感に反応する「イチゴ」等の一部の作物については、花芽分化への影響が確認されている。近年は、波長域の狭いLED照明による研究が進められ、植物への影響の少ない利用技術が期待されている。

イ 色彩反応と防虫ネットを一体化した資材の利用

昆虫が利用しにくい光の波長域である赤色を利用した防虫ネットを利用する。

(7) 施設栽培における栽培終了後の蒸し込み

アザミウマ類、コナジラミ類及びハモグリバエ類に対しては、栽培終了後、施設内を密閉し、所定期間高温条件を確保することで、施設内に生息する個体を死滅させることが可能である。

蒸し込みにあたっては、施設内の温度を45℃以上で、5～7日間を目安に行う。

なお、短期間で蒸し込みを実施する場合には、残渣を残したまま土壌表面を透明フィルム等で被覆し、3日間以上確保する。

5) 生物的防除法

生物的防除法とは、病害虫に対して寄生又は病害虫を捕食する天敵生物、生物間の拮抗作用、生物が生産する生理活性物質等を利用した防除方法である。

(1) 天敵の種類

生物的防除法で利用する天敵は、節足動物のうちクモ類、ダニ類、昆虫、線虫及び微生物である。

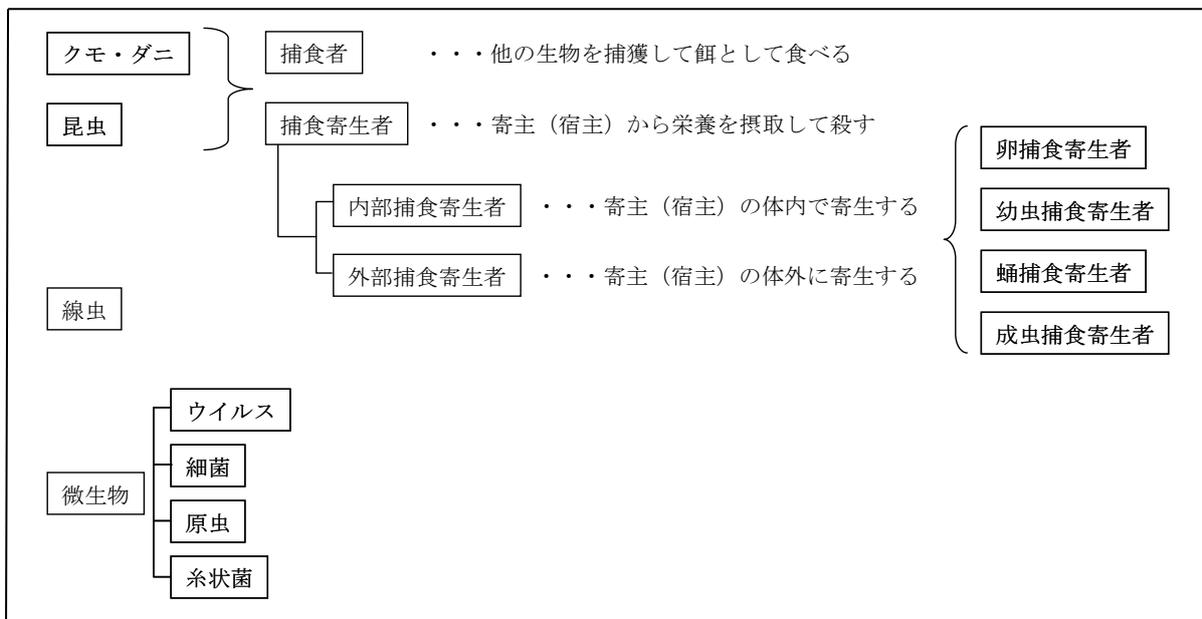
捕食者は、クモ類及びダニ類の他、昆虫では、ハナカメムシ科、カメムシ科、サシガメ科、オサムシ科、テントウムシ科、ハネカクシ科、クサカゲロウ科、タマバエ科、アリ科が多い。

捕食寄生者は、寄生蜂及び寄生バエに属するものが多い。寄生蜂のグループでは、コマユバチ科、ヒメバチ科、ヒメコバチ科、コガネコバチ科、トビコバチ科、ツヤコバチ科、タマゴコバチ科が多く、寄生バエでは、ヤドリバエ科が多い。

捕食者及び捕食寄生者は、捕食又は寄生の範囲が狭い狭食性のものと、広範囲の餌を捕食又は広範囲の寄主に寄生する広食性（多食性）のものが存在する。

捕食寄生者の中で、1頭の寄主に対して1頭の捕食寄生者が寄生する場合には単寄生性、複数寄生できる場合には多寄生性と呼ぶ。

天敵の種類



(2) 天敵の利用法

天敵の利用法は、以下の3種類に大別できる。

ア 永続的利用

外部から新しい天敵を導入して定着させ、永続的な防除効果を期待する方法であり、主に侵入害虫に対して用いられている。

我が国では、果樹のイセリアカイガラムシに対するベダリアテントウムシ、ミカントゲコナジラミやチャトゲコナジラミに対するシルベストリコバチ、ヤノネカイガラムシに対するヤノネキイロコバチ及びヤノネツヤコバチの利用等が代表的である。

イ 放飼増強法

人為的に天敵を放飼又は散布して、病虫害の密度低減を図る方法である。具体的には、生物農薬として販売されている天敵を放飼又は散布する方法、土着天敵を採集して放飼する等をいう。

(ア) 大量放飼法

放飼した天敵の直接的な捕食又は捕食寄生による害虫の早急な密度低減を目的とした方法であり、狭食性の天敵で、なおかつ捕食者では捕食量、捕食寄生者では成虫の捕食量及び産卵数が多い種が適する。

(イ) 接種的放飼法

害虫の有無に関係なく、少量の天敵を放飼して、ほ場で増殖させながら、長期間にわたり天敵の密度抑制効果をねらう方法であり、広食性で定着性に優れ、増殖率の高い天敵が適する。

ウ 天敵の保護利用

生態系の中で土着天敵が有している潜在的な病虫害の抑制能力を引き出すとともに、その機能を高める方法である。具体的には、特定の病虫害には効果を有しながら土着天敵には影響の小さい農薬（選択的農薬）を使用する、天敵の生息場所を提供する、天敵へ代替餌を与える等の方法により、土着天敵の保全又は機能強化を図ることである。

(3) 天敵の機能を高める方法

ア バンカー法

一般的に、狭食性の天敵は、餌（寄主）となる害虫が存在しない条件下では、飢餓により、ほ場で定着又は増殖することが難しい。一方、害虫が発生してから天敵を放飼しても、天敵の密度抑制能力が害虫の増殖に間に合わないため、作物に被害が発生する危険性が高い。

バンカー法は、栽培作物を加害しない代用餌が着生した植物（バンカー植物）をほ場に導入し、この植物上で天敵を定着増殖させる。その後、害虫の発生に伴い、バンカー植物上で増殖した天敵が害虫を捕食（寄生）する方法である。

ワタブラムシやモモアカアブラムシ等の天敵であるコレマンアブラバチを、害虫の発生に先立ってほ場内で増殖及び維持させるため、対象作物の害虫にはならないムギクビレアブラムシをムギ類で増殖させる技術が確立されている。

イ インセクタリープラント

天敵が捕食又は捕食寄生する節足動物類に限らず、天敵の餌となるような花粉や蜜源を供給することで、天敵を誘引、定着、増殖させる植物のことをいう。天敵温存植物とも呼ばれる。ほ場周辺に植栽する事例が多いため、餌の供給だけでなく、天敵の隠れ場所となるような空間も提供できる。

主に、花を持つハーブ類やソバ、ソルゴー等が利用され始めている。

(4) 生物農薬としての天敵昆虫・ダニ類

現在、カブリダニ科、テントウムシ科、シマアザミウマ科、クダアザミウマ科、ハナカメムシ科、クサカゲロウ科、コマユバチ科、ツヤコバチ科、ヒメコバチ科の昆虫・ダニ類が生物農薬として登録されている。

(5) 生物農薬としての天敵微生物

ア 微生物殺虫剤

(ア) 昆虫病原細菌 *Bacillus thuringiensis*

この菌が芽胞を産生する過程で、菌体内に産生する毒素を有効成分とする殺虫剤がB T剤である。この毒素は、昆虫の中腸内に取り込まれた際に活性化し、殺虫効果を示す。血清型の異なる3種類が製剤化されている。

(イ) 昆虫病原ウイルス

核多核体病ウイルス (NPV) がハスモンヨトウに対して、顆粒病ウイルス (GV) がチャハマキ等のハマキ類に対して製剤化されている。

(ウ) 昆虫病原糸状菌

現在複数の昆虫病原糸状菌が製剤化されている。昆虫病原細菌及び昆虫病原ウイルスが経口感染するのに対して、昆虫病原糸状菌は経皮感染するため、吸汁性害虫に対する防除が可能である。

イ 微生物殺菌剤

拮抗微生物を用いた生物的防除のメカニズムは、主に、①拮抗微生物による病原微生物への寄生、②拮抗微生物が生産する抗菌性物質による作用、③拮抗微生物と病原微生物間での感染又は増殖部位、栄養物質等をめぐる競合、④弱毒系統と強毒系統間での干渉作用等によるものと考えられている。

(ア) 細菌製剤

Bacillus subtilis 剤は、宿主上において、病原微生物と競合することで、防除効果を発揮する。一方、*Erwinia carotovora* は、競合による作用の他、自身が生産する抗菌タンパクが植物病原微生物に対して殺菌効果を有する。

(イ) 糸状菌製剤

現在3種類の糸状菌が製剤化されており、競合による作用の他、*Coniothyrium minitans*, *Talaromyces flavus* は、病原微生物に対して寄生することで効果を発揮する。

(ウ) ウイルス製剤

ウイルスの弱毒株を利用した製剤は、ズッキーニ黄斑モザイクウイルス及びトウガラシマイルドモットウイルスの各弱毒株がある。

(6) 土着天敵

地域に生息している生物で、農業害虫の天敵となるものをいう。

ア アザミウマ類の主な土着天敵

| グループ | 種等 |
|--------------|---|
| 膜翅目 (ハチ目) | アザミウマヒメコバチ |
| 半翅目 (カメムシ目) | ヒメハナナカメムシ類 (ナミヒメハナカメムシ, コヒメハナカメムシ, タイリクヒメハナカメムシ), クロヒョウタンカスミカメ, コミドリチビトピカスミカメ, タバコカスミカメ, オオメカメムシ, ヒメオオメカメムシ |
| 鞘翅目 (甲虫目) | ヒメテントウの一種 |
| 総翅目 (アザミウマ目) | アカメガシワクダアザミウマ |
| ダニ目 | カブリダニ類 (キイカブリダニ, コウズケカブリダニ, ヘヤカブリダニ, ニセラーゴカブリダニ等) |

イ アブラムシ類の主な土着天敵

| グループ | 種等 |
|---------------|--|
| 双翅目（ハエ目） | シヨクガタマバエ, ヒラタアブ類 |
| 膜翅目（ハチ目） | アブラバチ類（ギフアブラバチ, ダイコンアブラバチ, ニホンアブラバチ） アブラコバチ類（チャバラアブラコバチ, ワタアブラコ バチ） |
| 半翅目（カメムシ目） | ヒメハナナカメムシ類（ナミヒメハナカメムシ, コヒメ ハナカメムシ, タイリクヒメハナカメムシ）, オオメカ メムシ, ヒメオオメカメムシ |
| 脈翅目（アミメカゲロウ目） | ヤマトクサカゲロウ, ヨツボシクサカゲロウ |
| 鞘翅目（甲虫目） | コクロヒメテントウ, ナナホシテントウ, ナミテント ウ, ヒメカメノコテントウ |

ウ コナジラミ類の主な土着天敵

| グループ | 種等 |
|------------|---|
| 膜翅目（ハチ目） | <i>Encarsia</i> 属の寄生蜂（ヨコスジツヤコバチ等） |
| 半翅目（カメムシ目） | クロヒョウタンカスミカメ, コミドリチビトビカスミカ メ, タバコカスミカメ |
| 鞘翅目（甲虫目） | ヒメカメノコテントウ |

エ ハダニ類の主な土着天敵

| グループ | 種等 |
|-------------|---|
| 双翅目（ハエ目） | ハダニタマバエ |
| 半翅目（カメムシ目） | ヒメハナナカメムシ類（ナミヒメハナカメムシ, コヒメ ハナカメムシ, タイリクヒメハナカメムシ） |
| 鞘翅目（甲虫目） | キアシクロヒメテントウ, ハダニカブリケシハネカクシ, ヒメハダニカブリケシハ ネカクシ |
| 総翅目（アザミウマ目） | ハダニアザミウマ |
| ダニ目 | カブリダニ類（ケナガカブリダニ, ニセラーゴカブリダ ニ, ミヤコカブリダニ, コウズケカブリダニ等）, ナガヒシダニ類（コブモチナガヒシダニ等） |

オ 鱗翅目害虫の主な土着天敵

| グループ | 種等 |
|------------|-----------------------------------|
| 双翅目（ハエ目） | ヤドリバエ類 |
| 膜翅目（ハチ目） | コマユバチ類, スズメバチ類, タマゴバチ類, ヒメバチ 類 |
| 半翅目（カメムシ目） | クチブトカメムシ類 |
| 鞘翅目（甲虫目） | ゴミムシ類 |
| クモ目 | |

カ ハモグリバエ類の主な土着天敵

| グループ | 種等 |
|----------|---|
| 膜翅目（ハチ目） | コマユバチ科，ツヤヤドリタマバチ科，コガネコバチ科，ヒメコバチ科（イサエアヒメコバチ，カンムリヒメコバチ，ハモグリミドリヒメコバチ等） |

（7）交信かく乱法

害虫の性フェロモンの一部の成分を含有する交信かく乱剤をほ場に設置することによって、雄成虫が雌成虫の放出する性フェロモンを認識できず、結果として、雌雄間の交尾を阻害して、次世代の発生を抑制する方法である。

効果を高めるためには①広い面積での設置又は閉鎖された環境での設置、②害虫の発生前の設置がポイントとなる。

6) 化学的防除法

化学合成農薬を用いた防除法。農薬の適正使用を遵守するとともに、周辺への飛散防止対策の実施、薬剤抵抗性の発達を防ぐための必要最小限の使用に努める必要がある。

I PMは、化学合成農薬を全く使用しないものではないので、各種農薬の効果及び特性、使用時の病害虫の発生程度及び気象等を把握した上で、効果的に活用する。

（1）農薬の分類（用途別；生物農薬を除く）

ア 殺虫剤

狭義には農作物に被害を与える有害昆虫（害虫）を防除する農薬を指すが、広義には殺ダニ剤（農作物に被害を与えるダニ類を防除する農薬）、殺線虫剤（農作物に被害を与える線虫類を防除する農薬）、くん蒸剤（十分に拡散させるために揮発性を高くした農薬）も含まれる。

殺虫剤は、昆虫体内への侵入経路により、食毒剤、接触剤、くん蒸剤に大別される。

（ア）食毒作用

殺虫剤を散布した農作物を昆虫が摂食して、薬剤が昆虫体内に侵入して殺虫効果を示す。また、薬剤成分が植物体内に取り込まれることにより、害虫の摂食を通じて殺虫効果を示すものもある。

（イ）接触作用

昆虫表皮から薬剤が昆虫体内に侵入して殺虫効果を示す。

（ウ）くん蒸作用

昆虫の気門等の呼吸器官から昆虫体内に侵入して殺虫効果を示す。

イ 殺菌剤

農作物を植物病原微生物の有害な作用から守る農薬で、ウイルス病防除剤も含む。植物病原微生物は一般に糸状菌（カビ）と細菌とに分類され、殺菌剤は、予防殺菌剤と治療殺菌剤に大別される。

（ア）予防殺菌剤

植物病原微生物を滅殺するのではなく作物体内への菌の侵入を防ぐことにより発病を抑え、比較的広範囲の種類に対して効果を示すものが多い。

（イ）治療殺菌剤

一般的に、特定の菌に対して特異的に効果を発現するものが多い。

ウ 殺虫殺菌剤

農薬の散布労力を軽減するために、殺虫成分と殺菌成分を混合して、害虫と病原微生物を同時に防除する農薬。

エ 除草剤

農作物や樹木に有害な作用を与える雑草を防除する農薬。処理方法によって土壌処理除草剤と茎葉処理除草剤に分けられる。

オ 植物成長調整剤

植物の発芽、発根、成長、開花、着果等の生理機能を促進又は抑制することにより、農業生産性の向上あるいは農作物の品質を向上させる働きをもつ農薬。植物成長調整剤のなかには、微量で特異的な生理活性を発揮する植物ホルモンやその類縁化合物が多い。現在知られている植物ホルモンは、オーキシン、アブシジン酸、サイトカイニン、エチレン、ジベレリン、ブラシノステロイドの6種類であるが、ブラシノステロイド以外は、それらの関連化合物も含め植物成長調整剤として商業的に利用されている。

カ 殺そ（鼠）剤

農作物を食害するネズミ類を防除する農薬。ネズミ類には、ネズミ以外に、野ウサギやモグラも含まれる。

キ 展着剤

農薬を水で希釈して散布する際に、有効成分が病害虫又は作物へ付着しやすいように添加する界面活性剤を主成分とする補助剤。

ク 忌避剤

農作物に被害を与える哺乳動物、鳥類、害虫を農作物に近づけないようにする農薬。本剤そのものには対象動物等を殺す作用はない。

ケ 誘引剤

農作物に被害を与える害虫が特定の化学物質の臭いで誘引される性質を利用して、害虫の発生予察や防除に使用される農薬。薬剤そのものに殺虫活性はない。

(2) 農薬の化学組成又は作用特性による分類

ア 殺虫剤

(ア) 有機リン系

中枢神経系の機能を阻害する。主に接触毒又は浸透移行により作用する。有機リン系殺虫剤は、アルカリ性で分解するものが多く、アルカリ性の農薬（石灰硫黄合剤、ボルドー液等）とは混用できないものが多い。

概して環境中での分解消失が早く、また、温度により分解速度が異なるものが多い。

(イ) カーバメート系

中枢神経系の機能を阻害する。食毒、接触毒及び浸透移行により作用する。有機リン系殺虫剤と比べると、殺虫範囲が狭い。一般的に、熱、光及び酸には安定であるが、アルカリ性下では加水分解して殺虫効果を失うものが多く、アルカリ性の農薬との混用は好ましくない。

(ウ) ピレスロイド系

ピレスロイドは、シロバナムシヨケギクの花に含まれる主殺虫成分ピレトリンとその類縁化合物の総称であり、ピレスロイド系殺虫剤は、この天然ピレスロイドから誘導され、殺虫範囲の広い殺虫剤として利用されるようになった。

神経系に作用し、反復興奮による異常興奮や興奮伝導の抑制を起し、昆虫はけいれん、ノックダウンの後に麻痺して死に至る。食毒又は接触毒により作用するものが多く、一部には忌避作用を有するものもあり、即効性である。光安定性及び耐雨性に優れる。

(エ) ネライストキシン系

中枢神経系の機能を阻害する。海産動物であるイソメが持つ殺虫成分ネライストキシンを利用したもの。食毒又は接触毒により作用する。遅効性である。

(オ) ネオニコチノイド系

中枢神経系の機能を阻害する。食毒、接触毒及び浸透移行により作用する。直接的な殺虫作用だけでなく、摂食、吸汁行動、交尾、産卵、飛翔、歩行等を抑制する作用も有する。速効性で残効性も長い。

(カ) ジアミド系

筋肉細胞に作用し、体の収縮症状を引き起こして殺虫効果を示す。食毒により作用するが、浸透移行性に乏しい。鱗翅目害虫に高い効果を示す。多くの天敵昆虫・ダニ類に対して影響が小さい。

(キ) フェニルピラゾール系

中枢神経系の機能を阻害する。食毒及び接触毒により作用する。

(ク) マクロライド系

中枢神経系の機能を阻害する。特定の土壌放線菌が産生するマクロライド系化合物を利用した殺虫剤。主に食毒により作用する。環境中において分解が早いのが特徴。

(ケ) 昆虫成長制御剤 (Insect Growth Regulator ; IGR)

一般的にIGR剤と呼ばれることが多い。昆虫のキチン合成阻害(脱皮阻害)又は幼若ホルモン様物質を利用することで、脱皮又は変態をかく乱することにより作用する。主に食毒又は摂食毒により作用する。

(コ) その他

上記の分類群の、いずれにも属さない殺虫剤は一般的に「その他」として扱われ、近年では、この分類に属する特性の殺虫剤が多くなってきている。

イ 殺菌剤

(ア) 銅

散布された銅化合物は、植物の表面を覆い、外部からの病原微生物の侵入を防止する。不溶性銅が、水分、空気、植物体の分泌物及び病原微生物の有機酸等によって銅イオンとして溶出し、病原微生物の表面に吸着され、細胞壁を形成するキチン質やタンパク質中の H^+ 、 Mg^{2+} 、 K^+ 等と置換する。無機銅と有機銅があるが、どちらも予防的殺菌剤である。

(イ) 無機

無機硫黄剤(石灰硫黄合剤等)、炭酸水素塩剤(炭酸水素ナトリウム、炭酸水素カリウム等)、金属銀が含まれ、予防的殺菌剤である。

(ウ) 有機硫黄

ジチオカーバメート系殺菌剤とも呼ばれる。呼吸系(糖代謝)におけるSH酵素を阻害することで菌の孢子発芽又は孢子形成を抑制する、予防的殺菌剤である。

(エ) 有機リン系

細胞膜の構成成分であるリン脂質の合成を阻害することで、菌の孢子発芽、孢子形成又は菌糸の伸長を抑制する。薬剤によって、予防効果を有するもの又は治療効果まで有するものがある。

(オ) メラニン合成阻害

糸状菌の細胞壁に含まれるメラニンの合成を阻害することで、細胞壁の物理的強度を低下させることによる侵入防止、あるいは、菌の孢子形成を抑制する、主に予防的殺菌剤である。

(カ) ベンゾイミダゾール系

ベノミル剤及びチオファネートメチル剤を合わせてベンゾイミダゾール系殺菌剤と称してきたが、現在、チオファネートメチル剤と効果の作用点が同じであると考えられるジエトフェンカルブ剤もこのグループに含めている。菌の有糸核分裂の阻害することで細胞分裂を阻害する。予防効果及び治療効果を有する。

(キ) ジカルボキシイミド系

ベンゾイミダゾール系殺菌剤と同様に菌の細胞分裂を阻害する。主に、予防的殺菌剤である。

(ク) 酸アミド系

呼吸系(電子伝達系)又は核酸合成の阻害によって、菌の孢子形成や菌糸の伸長等を抑制する。薬剤によって、予防効果を有するもの又は治療効果まで有するものがある。

(ケ) ステロール生合成阻害剤

細胞膜の構成成分であるエルゴステロール又は類縁のステロールの合成を阻害することから、エルゴステロール阻害剤(EBI剤)又はステロール阻害剤(SBI剤)と呼ばれる。幅広い抗菌範囲と治療効果を有する。

(コ) ストロビルリン系

きのこの一種が生産する抗かび性抗生物質であるアズキシストロビンを基に合成された殺菌剤で、ミトコンドリアの電子伝達系を阻害し、菌の孢子形成や菌糸の伸長等を抑制する。予防効果及び治療効果を有する。

(サ) その他

殺虫剤と同様に、上記の分類群のいずれにも属さない殺菌剤は一般的に「その他」として扱われる。

ウ 除草剤

(ア) 光合成や呼吸によるエネルギー生成を阻害

・・・・・・例：バサグランなど

(イ) アミノ酸，タンパク質，あるいは脂質などの生合成を阻害

・・・・・・例：ラウンドアップ，バスタ，ナブなど

(ウ) 細胞分裂，細胞伸長を阻害

・・・・・・例：トレファノサイド，ゴーゴーサン，クレマートなど

(エ) 植物ホルモンの作用を混乱し，植物の生長を阻害あるいは促進することで生育阻害

・・・・・・例：2，4-D

(オ) 過剰な活性酵素が生じるような条件を作りだし，その酸化力で植物細胞を破壊

・・・・・・例：プリブロックスなど

エ 展着剤

展着剤は，作物や病害虫の付着，拡張，固着を促す目的で農薬散布液に加える補助剤である。

機能面から，濡れ性（展着効果）を改善するもの，浸透性を高めるなどの機能を有するもの（機能性展着剤），作物表面への固着性を高めるものに大別できる。

防除の対象とする天候，病害虫の特性，散布する農薬及び展着剤の特性等を十分に考慮した上で，展着剤の種類を選定する必要がある。

(ア) 非イオン系

表面張力を下げる効果が高く，ぬれにくい虫体や作物に対して付着をよくし，防除効果を高める。しかし，ぬれやすい作物では，かえって付着量が減る場合がある。

(イ) 陰イオン系

表面張力を下げる働きが弱い，水和剤やフロアブル剤の薬液の薬剤粒子の分散（懸濁）性を改善する機能がある。

(ウ) 機能性展着剤

農薬成分の作物体への浸透力を高めるように改善されたもの。浸透性や固着性を高めるために，陽イオン系界面活性剤を用いたものもある。

(エ) 固着性展着剤

主成分はパラフィンであり，作物上における散布液の固着性を高め，薬剤の付着期間を延長させる効果をねらったもの。

展着剤の特性

| 分類 | 系統 | 展着剤名 | 湿展性 | 浸透性 | 分散性 | 可溶化力 | 固着性 | 懸垂性 | 備考 |
|-----------------|------------------------|--|--------|--------|--------|------|--------|-----|---------------------------------|
| 非イオン系 | | | | | | | | | |
| A | ポリキシエチレンアルキルエーテル系 | アドミックス アルソープ クサリノー クミテン グラミン シンダイン ネオエステル ベタリンA | ◎ | ○ | ○ △ | ○ | ○ | ○ | 界面活性剤として古くから登録されている |
| B | ポリキシエチレンアルキルエーテル系 | サーファクタント WK サブライ サントケン 40, 80 バスターテン プラテン 80 レナテン | ◎ | ◎ | ○ | ◎ | ○ | ○ | |
| C | ポリキシエチレングリコールアルキルエーテル系 | マイリノー | ○ | △ | △ | ○ | ○ △ | △ | |
| D | ポリキシエチレン脂肪酸エステル系 | グラミンS ニーズ ネオエステル ハイテンパワー ラビテン3S | ○ ◎ | ○ | △ | ○ | | △ | 乳化，可溶化が主。洗浄作用が強いため固着性（耐雨性）は劣る。 |
| E | ポリキシエチレン樹脂酸エステル系 | ネオエステル K.K.ステッカー | | | △ | △ | ○ | | |
| F | ポリキシエチレンヘキサン脂肪酸エステル系 | アプローチ BI | ○ | ◎ | ○ | ◎ | ○ | ○ | 他の系統に比べ，高濃度で使用する機能性展着剤で，薬害は少ない。 |
| F1 | リビタン脂肪酸エステル系 | スカッシュ ブラボー | ◎ | ◎ | ○ | ◎ | ○ | ○ | 食品添加物を主成分とした湿展性にも優れた機能性展着剤 |
| G | シリコン系 | まくぴか | ◎ | ○ △ | ○ △ | ○ | | | 薬剤によるよごれ軽減，少量散布に適す。 |
| 陰イオン（アニオン）界面活性剤 | | | | | | | | | |
| H | ナフチルメタンスルホン酸塩系 | クミテン グラミン | | | ◎ | | ○ | ◎ | 主として分散性として用いられる。 |
| I | リグニンスルホン酸塩系 | シンダイン | | | ◎ | | ○ | ○ | 分散性に優れる。 |
| J | アルキルスルホン酸塩系 | ダイコート ワイドコート | ○ ◎ | ◎ | ○ | | | △ | 浸透力は強いが，アルカリに弱く。泡立ちが大きい。 |

| 陽イオン（カチオン）界面活性剤 | | | | | | | | | |
|-----------------|-----------------|-------------------------|---|---|---|---|---|---|--|
| K | テトラアルキルアンモニウム塩系 | ニーズ | ○ | ◎ | ○ | ○ | ◎ | △ | 病原菌や害虫の細胞膜に吸着する作用がある。D組との組み合わせで極めて良好な湿展性を示す機能性展着剤。 |
| その他 | | | | | | | | | |
| L | パラフィン（固着性） | アピオン-E ステックル ペタンV | | | | | ◎ | | |
| M | D-ソルビット | タマジエット | | | | | | | フォグマシン用の農薬希釈剤で薬剤の拡散性と作物への付着性を良くするための剤。 |

(3) 農薬の剤型別の分類

ア 粉剤

農薬原体を粘土などの鉱物質微粉で希釈し、必要に応じて分解防止剤などを添加し、 $0.45\mu\text{m}$ （微粉）以下の粒径となるように製造化したもの。そのまま使用する製剤を総称して「粉剤」という。慣用的名称として、DL粉剤、FD剤がある。

(ア) DL粉剤

ドリフトを軽減するために開発された粉剤で、平均粒径が $20\sim 25\mu\text{m}$ で、凝集剤を添付するなどして $10\mu\text{m}$ 以下の微粉を20%以下となっているもの。

(イ) FD剤

飛散を高めてハウスでの効果と散布効率を狙った、平均粒径が $2\mu\text{m}$ 前後に細かくした粉剤。散布後の作業時に粉の舞上がりが多い。

イ 粒剤

$300\mu\text{m}\sim 1,700\mu\text{m}$ （細粒）の粒径となるように製造化し、そのまま使用するもの。

ウ 粉粒剤

微粉、粗粉（ $45\mu\text{m}\sim 106\mu\text{m}$ ）、微粒（ $106\mu\text{m}\sim 300\mu\text{m}$ ）及び細粒が混じり合った製剤を呼ぶ。慣用的名称として、微粒剤、微粒剤F、細粒剤Fなどがある。

(ア) 微粒剤

ドリフトを軽減するために開発された粉粒剤で、ドリフトが少なく安全性が高い。

(イ) 微粒剤F

粉剤のように作物体への付着がよく効果が高いことと、微粒剤のようにドリフトが少なく安全性が高いことの両方の利点をもった製剤。

(ウ) 細粒剤F

散布むらが少なく、水利の便が悪い地帯や小規模耕地などで水に希釈しないで利用することを目的に開発された製剤。

エ 粉末

紛状の製剤であって、他の剤型に該当しないもの。

オ 水和剤

水和性を有し、水に懸濁させて用いる製剤。慣用的名称として、顆粒状の製剤では「顆粒水和剤」、「ドライフロアブル」、「WG」、「WDG」とも呼ばれている。

最初から水に懸濁している「フロアブル剤」、「ゾル剤」や固体原体と液体原体が水に分散している「サスポエマルション剤（SE）」も分類上は水和剤に含まれる。

(ア) 顆粒水和剤（ドライフロアブル剤，WG，WDG）

水中において短時間で崩壊，分散する顆粒状の水和剤。分散後の性状はフロアブル剤と同様であるが，中には作物に汚れが残る場合もある。基本的な製剤成分は，農薬原体，増量剤，結合剤，湿潤剤及び分散剤等の界面活性剤。

(イ) フロアブル剤（ゾル剤）

水及び有機溶剤に溶けにくい固体原体を，湿式微粉碎して水に懸濁分散させたスラリー状の製剤。農薬原体，界面活性剤（湿潤剤，分散剤），増粘剤，凍結防止剤，防腐剤及び消泡剤よりなる。

(ウ) サスポエマルション剤（SE）

懸濁剤（suspension）と乳濁剤（emulsion）が混合された製剤。フロアブル剤（水に不溶な固体原体微粒子）とエマルション製剤（水に不溶な液状原体微粒子）の2つの異なる製剤が同時に存在しているようなもの。

カ 水溶剤

水溶性の農薬原体を含む粉末～粒状の固形製剤で，水に溶解して用いるものを「水溶剤」という。農薬原体，界面活性剤，増量剤及び安定化剤等からなる。

キ 乳剤

水に溶けにくい農薬原体を有機溶媒に溶かし，乳化剤（界面活性剤）を加えた液体の剤。

(ア) 濃厚エマルション剤

乳懸濁剤又はEWとも呼ばれる。水に不溶性の液体原体あるいは原体溶液を乳化剤の作用により水中に乳化分散させた水中油滴型の剤。水及び農薬原体以外の製剤成分として，溶剤，乳化剤，増粘剤，凍結防止剤，防腐剤等が使用される。

ク 液剤

水溶性液体の製剤であって，そのまま，又は水に希釈，溶解して用いるものをいう。農薬原体，界面活性剤，凍結防止剤，水溶性有機溶媒などの溶解共力剤のなどを加える。

マイクロエマルション剤（ME）は液剤に分類される。

(ア) マイクロエマルション製剤

相溶性のない水と油を混合した液。乳白色のエマルション剤と異なり，橙明～半橙明の安定な水中油型の製剤。外見上は水溶液状である。

ケ 油剤

農薬原体を水不溶性の有機溶媒に溶解したもの。

コ エアゾル

蓄圧充てん物であり，内容物が容器からバルブを通じて霧状に噴出する農薬を総称していう。

サ マイクロカプセル剤

農薬原体を，高分子でつくった球状の膜の中（マイクロカプセル）に閉じ込めたもの。通常の製品は，増粘剤，凍結防止剤及び防腐剤等を使用して水に懸濁させた状態にある。マイクロカプセルの直径は，数 μm から数百 μm である。

シ ペースト剤

糊状の製剤であって，他の剤型に該当しないものをいう。

ス くん煙剤

加熱によって有効成分を煙霧化する剤で、発熱剤や助燃剤を製剤中に含んだ自燃式と、外部の熱源を利用する外部式がある。

セ くん蒸剤

密閉又はそれに相当する条件下で、常温で有効成分が気化する剤。

ソ 塗布剤

農作物などの一部に塗布し、又はこれに類似する方法で使用する製剤を総称している。

タ ジャンボ剤

水田用除草剤の投げ込み剤のことをいう。水中発泡性錠剤と水溶性パックの2種類が存在する。

チ サーフ剤

乳剤あるいは油剤で水田の数か所に滴下するだけで自然に水田全面に拡散する剤。農薬原体、界面活性剤及び溶剤からなる。

(4) 選択的農薬

「選択的農薬」の明確な定義はないが、一般的に、「特定の病害虫に対して効果を有し、天敵に対しては影響が小さい、選択性の高い農薬」のことを呼ぶ。

施設作物において天敵を利用した場合には、導入した天敵の種類に対して影響の小さいものを選ぶ必要がある。一方、露地作物においても、地域に生息する土着天敵に対して影響が小さいものを防除体系の中に取り入れるよう配慮する必要がある。

主要な天敵に対する各種農薬の影響については、日本生物防除協議会ホームページの天敵等に対する農薬の影響目安を参照して下さい。

(5) ドローンに適した農薬

ドローンは積載重量が少なく、薬剤タンクの容量が小さいため、液体の農薬については、高濃度・少量での散布が可能な“ドローンに適した農薬”の登録が求められている。

“ドローンに適した農薬”は、「使用方法」が、『無人航空機による散布』、『無人ヘリコプターによる散布』、『無人航空機による滴下』又は『無人ヘリコプターによる滴下』とされている農薬である。

なお、使用方法において、散布機器が指定されていない『散布』、『全面土壌散布』などとなっている農薬（粒剤などの固体の農薬を含む）についても、その使用方法を始め、希釈倍率、使用量等を遵守できる範囲であれば、ドローンで使用可能である。

<参考資料>

農林水産省HP 「ドローンで使用可能な農薬」

https://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/gaicyu/g_kouku_zigyo/240117.html

農林水産省HP 「農業用ドローンの普及拡大に向けた官民協議会」

<https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/drone.html>

(一社) 農林水産航空協会HP 「無人マルチローターによる農薬の空中散布に係る安全ガイドライン」

ほか

<https://www.j3a.or.jp/mujin/>