

## IV 農薬について

### 1 農薬の定義

農作物(樹木及び農林産物を含む。以下「農作物等」という。)を害する菌、線虫、だに、昆虫、ねずみその他の動植物又はウイルス(以下「病害虫」と総称する。)の防除に用いられる殺菌剤、殺虫剤その他の薬剤(その薬剤を原料又は材料として使用した資材で当該防除に用いられるものうち政令で定めるものを含む。)及び農作物等の生理機能の増進又は抑制に用いられる植物成長調整剤、発芽抑制剤その他の薬剤をいう。

### 2 農薬の系統区分概要

#### (1) 生物由来の剤

##### 生物由来の殺虫殺菌剤

生物そのものや生物が産生する物質を農薬として用いた剤

##### 生物農薬

生物農薬の定義は厳密なものはないが、一般的に農薬取締法に定める農薬としての目的で微生物や昆虫等を生きた状態で製品化されたもの。昆虫性フェロモン、抗生物質あるいは抽出物のように生物が産生する物質を農薬として利用する剤は通常生物農薬としては扱われない。

##### 天敵農薬

①生きた昆虫類(寄生性、捕食性の昆虫、捕食性ダニ等)を用いた剤

##### 微生物農薬

②線虫を用いた剤

③微生物(ウイルス、細菌、糸状菌、原生動物等)を用いた剤

通常はBT剤(死菌)も含まれる。

\* 農薬についての用語には、「農薬ハンドブック」「生物農薬ガイドブック」(共に日本植物防疫協会出版)を参照した。

#### (2) 殺菌剤

##### 抵抗性誘導剤

植物体内での抗菌物質の増加・抵抗性関連酵素の活性化または細胞内菌糸進展阻止により、対病原菌抵抗性が誘導される。直接抗菌力がないため予防散布が有効である。耐性菌を生じるリスクはほとんどないと考えられている。

##### 抗生物質剤

微生物の産生する抗生物質を植物病害防除を目的に開発した剤。一般に選択性が強く施用薬量は少なく、原体に薬臭がないため、収穫物への残臭のおそれがない。作物及び土壌残留の半減期も1~2日と短いものが多い。耐性菌の出現が確認されている。

##### ストロビルリン系剤(QoI剤)

ある種のきのこが産生するストロビルリン誘導体の抗かび性抗生物質を利用した剤。抗菌スペクトルは広いものが多く、作用機構は電子伝達系阻害等による呼吸阻害、生育阻害等であるとされている。耐性菌の出現が確認されている。

##### コハク酸脱水素酵素阻害剤(SDHI剤)

作用機構は電子伝達系の複合体IIたんぱく質(コハク酸脱水素酵素)に作用して、菌の呼吸阻害である。

##### ステロール生合成阻害剤(SBI剤)

多くの糸状菌が合成するステロール又はエルゴステロールを合成する経路を阻害する剤。エルゴステロール阻害剤(EBI剤)とも呼ばれていた。幅広い殺菌スペクトルと浸透性、治療性に優れた特性を有する剤が多い。SBI剤のうちステロールのC14位の脱メチル化を阻害する作用点を持つものをDMI剤という。耐性菌の出現が確認されている。

##### フェニルアミド系剤(PA剤)

予防、治療効果を兼ね備え、疫病菌、べと病菌などに有効である。作用機構はRNA合成阻害と考えられている。耐性菌の出現が確認されている。

### ジカルボキシイミド系剤

ジカルボキシイミド誘導体でボトリチス属菌やスクレロチニア属菌に殺菌性を有する剤。予防効果が主体で、発病初期の治療効果がある剤もある。耐性菌の出現が確認されている。

### ベンゾイミダゾール系剤

ベンゾイミダゾール骨格を有する剤の総称。ほとんどの剤が予防、治療効果を兼ね備え、浸透移行性もある。作用機構は有糸核分裂阻害である。耐性菌の出現が確認されている。

### メラニン生合成阻害剤

#### 有機リン系剤

代表的なEDDP剤やIBP剤はいもち病菌に対して胞子発芽、菌糸伸長の各生育期で阻害作用があり、予防的な効果も治療的な効果もある。作用機作はリン脂質合成阻害と考えられる。他に卵菌類に高い効果を示す剤もある。耐性菌の出現が確認されている。

#### 有機硫黄剤

保護殺菌剤であり、果樹、野菜、花きなどに広く使用されている。作用機作はSH酵素や金属酵素を阻害すると考えられている。耐性菌は出現しにくく、ローテーション防除の基本剤となる。

#### 銅剤

古くから殺菌剤として利用されており、種類も多い。殺菌スペクトルが広い保護殺菌剤で、治病効果は期待できない。作用機構は植物の表面を覆い徐々に銅イオンを放出し、病原菌の酵素作用を阻害する。耐性菌は出現しにくい。

## (3) 殺虫剤

### 昆虫性フェロモン誘引剤

昆虫の雌が雄を引き寄せるため放出する化学物質を製剤化した誘引剤。トラップにセットして発生予察に利用したり、大量に設置して交信攪乱する等に利用される。

### 天然物由来殺虫剤

ダイズ、ナタネなどの植物等に天然に存在する物質を利用した剤。

### 昆虫成長制御剤(IGR剤、脱皮阻害剤)

昆虫のキチン合成阻害あるいは幼若ホルモン様物質などで脱皮、変態をかく乱することにより害虫を死亡させる作用のある剤。種選択性が高く、残効が長い。天敵に対する影響は少ないが、遅効的であり、成虫には効果のないものもある。

### ネオニコチノイド系剤

1990年代から開発された従来の殺虫剤と異なる化合物。接触毒あるいは食毒として作用するほか、摂食、吸汁行動の抑制や交尾や産卵行動に影響し、産卵数の減少などの作用がある。浸透移行性は高い。作用機構はアセチルコリン受容体の神経遮断による麻痺である。天敵への影響は大きい。

### ネライストキシン系剤

イソメの含むネライストキシンとその誘導体関連物質をいう。接触毒と食毒として作用し、作用機構は神経伝達遮断作用である。

### 有機リン系剤

1930年代に開発され、現在まで広く利用されている。比較的殺虫スペクトルが広く、構造に応じて作用特性が異なる。食毒作用を有し、主に接触毒あるいは浸透性殺虫剤として作用する。作用機構はアセチルコリンエステラーゼの機能阻害である。

### カーバメート系剤

1940年代後半に医薬として用いられ天然に存在するカーバメート系化合物が殺虫作用を有することが確認され、現在まで利用されている。有機リン剤よりは殺虫スペクトルが狭い。接触毒、食毒として作用し、作用機構はアセチルコリンエステラーゼの阻害である。

#### ピレスロイド系剤

シロバナムシヨケギクの花に含まれるピレトリンとその類縁化合物の総称。殺虫スペクトルが広く、接触毒あるいは食毒として速効的に作用し、作用機構は中枢及び末梢神経の刺激伝達阻害であり、昆虫はけいれん、ノックダウンに続いて麻痺して殺虫する。天敵への影響は大きい。

#### ジアミド系剤

2000年代に開発された従来の殺虫剤と異なる化合物で、チョウ目の幼虫に対して即効的な食毒作用によって速やかに摂食行動を停止する。苗への灌注あるいは定植時の粒剤施用によって使用された場合は、長期間効果が持続する。作用機構はリアノジン受容体への作用による筋肉の麻痺である。天敵への影響は小さい。

#### フェニルピラゾール系剤

当系剤は、1990年代以降に登録された。作用機構は昆虫の神経接合部において、抑制性神経伝達物質である $\gamma$ -アミノ酪酸(GABA)の受容体に作用し、昆虫の神経伝達作用を阻害することにより致死させる。こうした作用機構は、従来使用されてきた殺虫剤と異なるため、従来剤で感受性が低下した害虫にも効果がある場合がある。

#### スピノシン系剤

当系剤は土壌放線菌が産生する活性物質であり、主にチョウ目、アザミウマ目害虫などに殺虫スペクトルを有する。作用機構は昆虫の神経伝達に異常を引き起こし、昆虫を痙攣、麻痺死させる。非標的生物に対する影響は低いと考えられている。

### (4) 耐性菌対策

山口県において、イネ、野菜類、果樹類の植物病原菌に各種の薬剤耐性菌の発生が認められている。2012年には、イネいもち病菌に対して防除効果が高く、県内の多くの農家で使用されていたストロビルリン系殺菌剤(QoI剤)において、本剤耐性イネいもち病菌が発生し、大きな問題になった。

従来、耐性菌については、新規薬剤成分の開発により、対応できていたものの、今後も、同じように開発が進むとは限らないため、既存の農薬を長期間使用できるように取り組まなければならない。

病原菌の感受性低下・耐性リスクを低減して殺菌剤の防除効果を安定化することを目的に、世界の代表的な農業化学品製造会社により設立されたFRAC (Fungicide Resistance Action Committee)は、耐性菌の発生情報、モニタリング方法、使用ガイドライン等、多くの情報を提供している。その中で、本県は耐性菌対策として有効と考えられるFRACコードを、平成25年度から防除基準に掲載することとした。また、日本植物病理学会の殺菌剤耐性菌研究会では、耐性菌による薬剤防除効果の低下を防ぎ、持続的な作物生産に寄与することを目的に、MBI-D剤、QoI 剤およびSDHI 剤の使用ガイドラインを作成し、公表しているため、併せて紹介することとした。

#### (ア)FRACコードの導入

薬剤耐性は、同一薬剤、同一系統の薬剤の連用がその発生の一因であると考えられている。FRACでは、その対策として、作用点と作用機構から殺菌剤の有効成分を分類したFRACコードの利用を提案している(別添)。本コード番号が同一であれば、有効成分が異なっても同一系統の薬剤であることを意味する。本コード番号が異なる殺菌剤の有効成分を使用することで、同一系統の薬剤の連用を防ぐことができる。

#### (イ)ガイドラインの掲載

MBI-D剤、ストロビルリン系殺菌剤(QoI剤)、SDHI剤及びカルボン酸アミド(CAA剤)の4剤については、ガイドラインが公表されている。これらのガイドラインでは、耐性菌の発生が懸念される薬剤について、その発生ができるだけ遅くなるように、連年の使用を避けることや、年間の使用回数などの具体的な使用に関する制限(農薬取締法とは異なる)が提案されている(別添)。本ガイドラインを遵守することによって、長期間有効活用できることが望まれる。

## (5) 抵抗性害虫対策

山口県において、数多くの抵抗性害虫の発生が認められている。特に野菜のコナガ、ハスモンヨトウ、ナミハダニ、果樹のミカンハダニ等では複数の薬剤に対して防除効果が低下した「交差抵抗性」の発達によって防除効果が低下した事例が認められている。

害虫の薬剤感受性低下・耐性リスクを低減して殺虫剤の防除効果を安定化することを目的に、世界の代表的な農業化学品製造会社により設立されたIRAC (Insecticide Resistance Action Committee)は、薬剤の作用機構、抵抗性害虫の発生情報、使用ガイドライン等、多くの情報を提供している。その中で、本県はローテーション散布に必要な情報としてIRACコードを平成25年度から防除基準に掲載することとした。また、ネオニコチノイド系剤、ジアミド系剤については、使用ガイドラインを既に公表しているため、併せて紹介することとした。

### (ア) IRACコードの導入

薬剤抵抗性は、同一薬剤、同一系統の薬剤の連用がその発生の一因であると考えられている。IRACでは、その対策として、第一作用点によって殺虫剤の有効成分を分類したIRACコードの利用を提案している(別添)。本コード番号が同一であれば、有効成分が異なっても同一系統の薬剤であることを意味する。本コード番号が異なる殺虫剤の有効成分を使用することで、同一系統の薬剤の連用を防ぐことができる。

### (イ) コード及びサブグループについて

- ・害虫の連続する世代に同じグループから選ばれた化合物を処理するべきではない。
- ・代替手段がなく、防除対象の害虫に交差抵抗性がないことが明らかであればサブグループ間の化合物を交互に使用してもよい。
- ・サブグループは同じ作用機構と考えられるが、化学構造の違いに基づき分類される。
- ・サブグループは同じ作用点に結合(作用)すると考えられる複数の化合物の違いを区分している。
- ・サブグループ間では化学構造が異なるので、代謝に起因する交差抵抗性のリスクが少ないと考えられる。

### (ウ) ガイドラインの掲載

ネオニコチノイド系剤、ジアミド系剤(グループ28の剤)については、ガイドラインが公表されている。これらのガイドラインでは、抵抗性害虫の発生が懸念される薬剤について、その発生ができるだけ遅くなるように、作用機作の異なる殺虫剤の輪番(ローテーション)使用、「使用時期ブロック」の考え方、害虫の複数世代に渡って連続使用しないという具体的な使用に関する規制(農業取締法とは異なる)が提案されている(別添)。しかしながら、県内において、ネオニコチノイド系剤はアブラムシ類やコナジラミ類の防除薬剤として果樹や野菜で、ジアミド系剤はハスモンヨトウ、コナガ、オオタバコガ、ハマキムシ類等の野菜や果樹のチョウ目害虫で複数回使用されており、抵抗性害虫の発生が懸念されている。

### 殺虫剤抵抗性管理(IRM)の実践原則(抜粋)

- 1 殺虫剤抵抗性管理及びIPM対策は指導員に相談し、複数の害虫管理手段を組み合わせた作付け期間全体の防除計画を策定する。
- 2 早生品種や害虫への抵抗性がある品種を用いることにより、殺虫剤の使用を最小限に抑える方策を検討する。
- 3 可能な限りの多くの異なる防除機構を組み込んだ総合的な対策を検討する。  
(生物農薬、天敵、輪作・抵抗性品種等の耕種的防除法、誘引剤、忌避剤等の使用を含む)
- 4 殺虫剤を選択する際には、将来の害虫個体群に与える影響を検討する。
  - (1) 天敵等、有益な生物相を維持することによって、殺虫剤の使用回数の抑制を図る。
  - (2) 殺虫剤の作用機構区分を考慮し、異なる系統の薬剤をローテーションで使用する。
  - (3) 処理量、散布間隔は殺虫剤の使用ラベルに従う。また、散布後に害虫の発生量をモニタリングし、防除効果及び抵抗性の発達を評価する。
  - (4) 薬剤が目的とする害虫に確実に到達するよう、下葉の除去や剪定等を行うとともに、防除機の圧力や使用するノズルを確認する。
  - (5) 害虫防除の最大化と抵抗性発達の抑制のため、複数の薬剤を混用(タンクミックス)して使用する際には、作用機構の異なる薬剤を選択する。

- (6) 害虫の最も薬剤の影響を受けやすい齢期に防除を行うため、指導員等の推奨勧告(発生予察情報等)に従う。
- 5 作物生育期間中は、定期的にはほ場を見回り、害虫や天敵を確認する。殺虫剤は、害虫の個体数が地域の経済的許容水準を上回る場合のみ使用すべきである。
- 6 作付期間の終わりには、害虫の食物源や越冬場所を与えないよう、必要に応じて作物残渣を取り除く
- 7 抵抗性の発達が疑われる場合には、指導員等によって確認する。抵抗性の発達によって防除に失敗した場合は、同一薬剤区分の殺虫剤を繰り返して使用しない。