

## 9 生物農薬

生物を生きた状態で防除に利用する製剤を生物農薬という。

生物農薬の一般的な特徴として、効果を示す範囲が限られ、効果の発現が環境条件に左右されやすく、長期保存ができていないなどの欠点がある反面、抵抗性の発達や天敵への影響といった問題が少なく、総じて環境負荷が小さいという利点がある。

生物農薬を大別すると、天敵昆虫(捕食性昆虫、寄生性昆虫などで、捕食性ダニ類も含む)、天敵線虫、微生物、その他生物由来物質(フェロモンなど)に、分けられる。

### (1) 生物農薬の種類

#### ア 天敵昆虫

天敵昆虫は、捕食性昆虫(餌となる生き物を食べる昆虫)と寄生性昆虫(寄主に産卵し、かえった幼虫が寄主を餌にして発育し、最終的には殺してしまう昆虫)に分けられる。捕食性昆虫(捕食性ダニを含む)は、テントウムシ、ハナカメムシ、ショクガバエ、カブリダニなどである。寄生性昆虫はハチやハエが多く、例えばオンシツツヤコバチは施設野菜類のコナジラミ類の防除に、また、コレマンアブラバチは施設野菜類のアブラムシ類の防除に使われる。

#### イ 天敵線虫(昆虫寄生性線虫、微生物捕食性線虫など)

天敵として防除に使われるのは、体長1mm以下の昆虫寄生性線虫である。線虫は宿主の体内で増殖する。ある生育段階になると幼虫が宿主から脱出して、さらに地中や地表にいる害虫の体内に侵入する。その後、天敵線虫は腸内の共生細菌を放出し、増殖した細菌の毒素が害虫に敗血症を引き起こし、48時間以内に致死させる。

#### ウ 微生物(細菌、糸状菌、ウイルス、原生動物など)

細菌の代表は、バチルス・チューリンゲンシス(*Bacillus thuringiensis*: BT)という枯草菌の一種で、殺虫剤として使われている。BTは体のなかに結晶性毒素をつくる。昆虫がBTのついた餌を食べると、アルカリ条件下の消化管のなかで分解酵素により毒素が活性化され、消化管を破壊し殺虫力を示すようになる。しかし、ミツバチのように消化管のなかでアルカリ性でない昆虫や胃液が酸性の哺乳類では毒性を現さない。BTはその種類により、コナガ、モンシロチョウなどに効くもの、ハエ、カに効くもの、甲虫に効くものがある。

病害防除に使われている細菌の代表であるバチルス・ズブチリス(*Bacillus subtilis*)は、病原菌を直接攻撃する力はないが、植物の表面で住む場所と栄養の奪い合いに優れており、後からきた病原菌は定着できず、結果として病害を防除する。現在、日本では、野菜等の灰色かび病やうどんこ病の防除剤等として農薬登録されている。

かび(糸状菌)は、形成された胞子が昆虫に付着(直接あるいは風など)して広がっていく。付着した胞子は発芽し、菌糸を昆虫の体内に侵入させ体液を養分として増殖し、昆虫を殺す。現在、桑や柑橘類の害虫のカミキリムシ類を対象にした糸状菌製剤、キュウリやナスのアザミウマ類を対象にした糸状菌粒剤が農薬登録されている。

ウイルスの中には昆虫に感染し、昆虫を殺してしまうものがある。このような病原ウイルスのなかから、標的以外の生物に悪影響を及ぼさないウイルスが選ばれ殺虫剤として使われる。多く使われているのは、バキュロウイルス(*Baculovirus*)属の核多角体病ウイルス(NPV)、顆粒病ウイルス(GV)、サイポウイルス(*Cypovirus*)属の細胞質多角体病ウイルスなどである。

ウイルスは病害の予防にも使われる。病原力の弱いウイルス(弱毒ウイルス)をあらかじめ感染させると、その近縁ウイルス(病原ウイルス)には感染しにくい作用(干渉作用)を利用する。弱毒ウイルスはトマトのタバコモザイクウイルス、キュウリモザイクウイルス、キュウリ緑斑モザイクウイルス、ズッキーニイエローモザイクウイルス、カンキツトリステザウイルス、ヤマノイモモザイクウイルス、ペパーマイルドモットルウイルスなどが開発されている。

#### エ 生物由来物質

フェロモンには、性フェロモン、集合フェロモン、警報フェロモン等があり、なかでもオス成虫に対して誘引、交尾行動を引き起こすメスの性フェロモンは、チョウ目(ガの類)や甲虫目(コガネムシの類)を中心とした害虫において化学構造が明らかにされ、大量合成法や製剤技術の進展に伴い実際の害虫防除での応用も進んでいる。《農業ハンドブック、日本農業工業会資料より引用一部改変》

## (2)天敵の利用による害虫防除

### ア 天敵利用とは

自然界で害虫が生息をしている場合、多くの昆虫がこれに関与している。ある種の生物が他種の生物を捕食あるいは寄生によって殺す場合、前者を後者の天敵という。寄生性昆虫、捕食性昆虫、寄生性微生物等いわゆる天敵類の勢力を増強して害虫を制御することを狭義の生物的防除法といい、このうち寄生性、捕食性天敵の利用方法は、主に永続的利用法、大量放飼法、環境の改良法の3つに大別される。

### イ 永続的利用法

非土着性の天敵を探索導入し、その増殖を図り野外に放飼する。放飼された天敵はその場所に定着し、常に害虫に寄生または捕食して害虫の密度を抑える。成功例として、イセリアカイガラムシに対するベダリアテントウ、ルビーロウムシに対するルビーアカヤドリコバチによる防除などがある。利点としては、一度定着に成功してしまえば永続的に効果が期待できるために投資コストが低くて済むことである。問題点としては、天敵の導入で必ず防除に成功するとはいえないことである。天敵の利用には農薬としての登録が必要なため、近年の事例は乏しい。

### ウ 大量放飼法

捕食性・寄生性天敵を人為的に増殖し、害虫の発生時期に放飼する方法で、生物農薬の利用方法、あるいは一時的天敵定着法と呼ばれる。現在実用化されているものには、ハダニ類に対するカブリダニ類、オンシツコナジラミに対するオンシツツヤコバチなどがある。利点としては、薬剤抵抗性個体の出現がないこと、化学的防除法と違い他の昆虫や環境に与える影響が少ないことなどである。問題点としては使用できる薬剤に制限があること、保存可能な期間が短く投資コストが高いことなどである。

### エ 環境の改良法

寄生性、捕食性天敵の生活場所を多くし、害虫の密度が低い場合には代替寄生や、代替餌を提供して自然の天敵個体群を高いレベルで維持させる方法で、利点としては、環境に与える影響が少ないことなどである。問題点としては、この方法だけで害虫密度を低密度に抑制することは困難であるため、他の防除法と組み合わせる必要があることなどがある。

### (3)BT剤による害虫防除

#### ア BT剤とは

自然界に広く分布する昆虫病原性細菌の一種である*Bacillus thuringiensis*(以下B.t.と略す)は、各種の昆虫に対して選択的に殺虫活性を示す結晶性のタンパク質を産出する。これを成分とした微生物殺虫剤を「BT剤」と呼んでいる。

#### イ 作用機作

害虫(幼虫)に摂取された結晶性タンパク質は、その害虫のアルカリ性消化液で分解され、殺虫作用をもつタンパク毒素となる。この毒素が害虫の中腸細胞を破壊し、消化液が体内に入り、昆虫の麻痺、摂食停止、衰弱がおこる。死に至るまでは1〜3日かかるものもあるが、摂食活動はすぐに止まるので食害の拡大は防げる。

#### ウ 殺芽胞剤と生芽胞剤

BT剤は有効成分である結晶毒素のみを利用する殺芽胞剤(死菌剤)と結晶毒素とB.t.菌の孢子との混合で利用する生芽胞剤(生菌剤)がある。生芽胞剤は殺芽胞剤に比べ、速効性で殺芽胞剤に対して抵抗性の発達したコナガにも有効であるとされている。

#### エ クルスターキ系統とアイザワイ系統

結晶性タンパク毒素を生産するB.t.菌には*kurstaki*(クルスターキ)系統と、*aizawai*(アイザワイ)系統等の亜種があり、アイザワイ系統はハスモンヨトウ・ヨトウガ・シロイチモジヨトウ、クルスターキ系統はコナガ・アオムシ・オオタバコガに効果が高い。販売されているものには、各系統単独のもの、クルスターキ系統とアイザワイ系統を混合したもの、両系統の殺虫活性を併せ持つハイブリッド型がある。

#### オ 環境や昆虫、人畜や魚、鳥への影響

BT剤は人畜、有用動植物(ミツバチ、魚、鳥等)に対する影響は少なく、養蚕その他に対する注意事項を遵守すれば生態系への影響もほとんどない安全な農薬と考えられている。

#### カ 抵抗性の発達について

BT剤を連用した場合、害虫が抵抗性を発達させる可能性はある。山口県ではハスモンヨトウに対して感受性の低下が確認されている。他県の検定では、オオタバコガでは一部で感受性が低下していると考えられる。

#### キ 適用害虫について

ほとんどが、チョウ目害虫を対象としているが、コガネムシ類幼虫に対して殺虫活性をもつ菌株も製剤化されている。また、クルスターキ系統とアイザワイ系統によって、コナガとヨトウガ類に対する効果に差があることも知られている。

#### ク 使用上の注意(共通)

- (ア) 石灰硫黄合剤、ボルドー液等アルカリ性の強い農薬との混合は避ける。
- (イ) 効果の高い若齢幼虫期に防除を実施する。
- (ウ) 散布液調製後はそのまま放置せず、できるだけ速やかに散布する。

BT剤の特性一覧表

| 商品名          | 菌株由来                | 殺芽胞剤<br>生芽胞剤<br>の別 | 特徴                                                                        |
|--------------|---------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| エコマスターBT     | アイザワイ系統             | 生芽胞剤               | ヨトウムシ類に高い活性を示すCryICをはじめとする複数の殺虫性タンパクを含むため、ヨトウムシ類だけでなく、他のチョウ目害虫も防除可能。      |
| サブリーナフロアブル   | アイザワイ系統             | 生芽胞剤               | コナガ、アオムシ、ハスモンヨトウの他、茶のハマキムシ類にも高い防除効果を発揮する。                                 |
| ゼンターリ顆粒水和剤   | アイザワイ系統             | 生芽胞剤               | クルスターキ系統に抵抗性の発達したコナガにも効果が期待できる。ハスモンヨトウ、オオタバコガ、ヨトウムシに高い効果を示し、コナガとの同時防除が可能。 |
| チューンアップ顆粒水和剤 | クルスターキ系統            | 生芽胞剤               | チョウ目害虫の幼虫に幅広く高い効果を発揮する。オオタバコガ、コナガに対する効果が高い。                               |
| デルフィン顆粒水和剤   | クルスターキ系統            | 生芽胞剤               | 従来のBT剤では防除が困難なハマキムシ類やハスモンヨトウにも効果が高い。                                      |
| トアロー水和剤CT    | クルスターキ系統            | 殺芽胞剤               | コナガに対して活性の高いクルスターキ株を100%使用している。独自の製法により紫外線の影響を受けにくくなっているため、より長い効果が期待できる。  |
| バシレックス水和剤    | クルスターキ系統<br>アイザワイ系統 | 生芽胞剤               | クルスターキ系統とアイザワイ系統の2種類のB.t.菌を混合した剤で効果が安定している。                               |
| フローバックDF     | アイザワイ系統             | 生芽胞剤               | ヨトウムシ類を中心とした、広範なチョウ目害虫に効果が高い。                                             |
| ジャックポット顆粒水和剤 | アイザワイ系統<br>クルスターキ系統 | 生芽胞剤               | アイザワイ系であるがクルスターキ系の遺伝子も組み込んだハイブリッド型で、両系統の殺虫活性を併せ持つ。                        |
| ファイブスター顆粒水和剤 | クルスターキ系統            | 生芽胞剤               | ハマキムシ類等に効果の高い活性タンパク質の量が多い。                                                |

注:特徴は各社の技術資料を参考とした。