

# 植物病原菌の薬剤耐性菌について考えよう

独立行政法人農業環境技術研究所  
石井 英夫

## 1. 「耐性菌」とは？

ここでは、「薬剤耐性菌」のことを「耐性菌」と呼ぶことにします。それでは、「耐性菌」とはどんなものなのでしょうか？

皆さんの中に酒に強い方や弱い方がおられるように、病原菌の薬剤に対する感受性も個体（菌株といいます）によって異なります。薬剤に弱いものと比較的強いものがあります。それでも、農薬として使用する薬剤は、ある病害の防除に最初は有効なはずですから、これに対する菌の感受性は通常、ある範囲内に収まります（図-1）。これを、感受性のベースラインと呼びます。

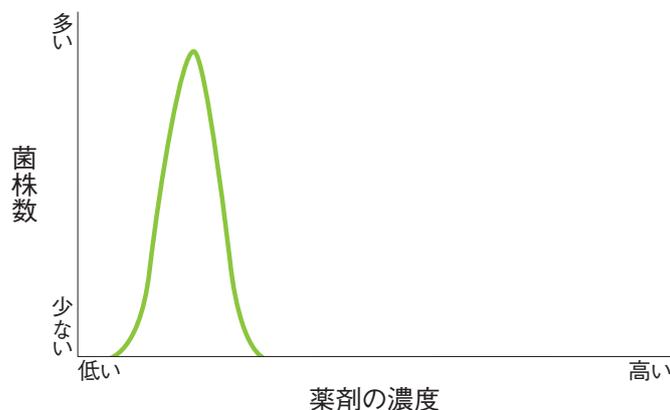


図-1 病原菌の薬剤感受性のベースライン

図の中の曲線は、それぞれの感受性菌株の薬剤に対する反応を示す。この曲線の外側（右）に耐性菌が位置するが、最初はごく低率なので、目には見えない。

ところが、圃場で生活する無数の菌の中には、その薬剤を使っていなくても、感受性がベースラインから外れた耐性菌がごく僅か存在します。なぜでしょうか？それは、菌がまれに突然変異を起こして、耐性菌になるからです。薬剤を使ったために、その突然変異が起こるわけではありません。耐性菌はもともといるのです。少なくとも現在は、そのように考えられています。

はじめはごく僅かしかいない耐性菌ですが、薬剤を使っていくうちに、圃場でその存在感を増していきます。その薬剤で感受性菌が数を減らしていく代わりに、耐性菌が増殖して次第にのさばるようになります。つまり、薬剤の使用が結果的に耐性菌を選抜するのです（図-2）。現場ではよく、『耐性がついた』などといいますが、正しくは『耐性菌が選ばれた』とか『耐性菌が増えた』とかいうべきでしょう。

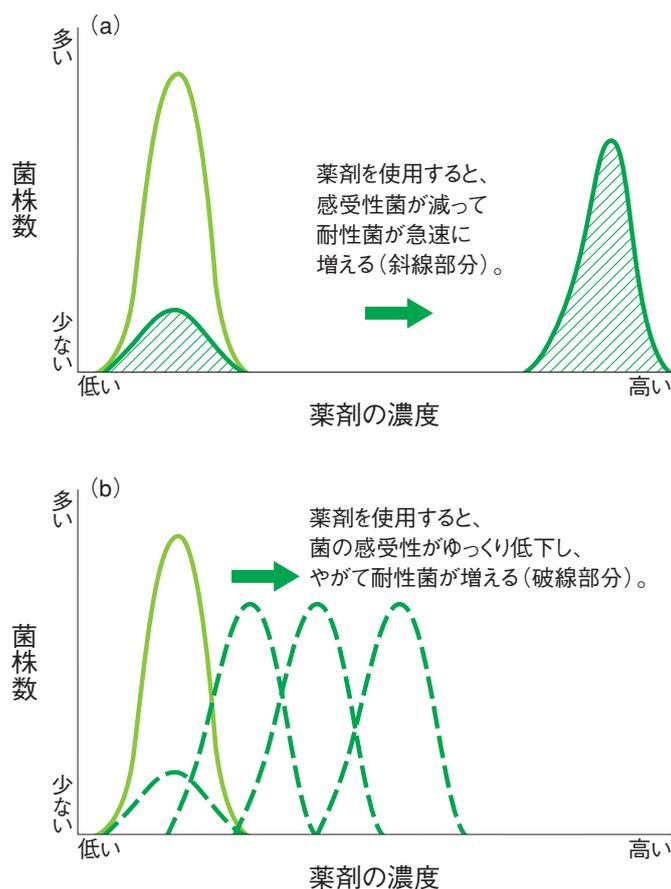


図-2 耐性菌の発達パターン

- (a) 薬剤の使用によって高いレベルの耐性菌が急速に発達するケース。
- (b) 薬剤を使用すると感受性の低い菌が現れるが、耐性菌の発達はゆっくりと進行するケース。

## 2. 耐性菌問題はいつごろから？

ヒトや家畜を病原菌や病原ウイルスから守るために使われる抗生物質などが、耐性を持った菌やウイルスのために効かなくなることはよく知られています。一般の新聞などにも報道されることがありますから、皆さんもよくご存じでしょう。ところが、農作物の病原菌でも耐性菌はたびたび問題を引き起こします。その歴史はわが国では、1970年代の初めに遡ります。

1971年、鳥取県で二十世紀ナシの大敵、黒斑病が大発生しました。そのさなか、関係機関の調査によって、ポリオキシンという抗生物質が効かない耐性菌がたくさん見つかりました。ちょうど同じ年、山形県の庄内地方のイネからは、やはり抗生物質であるカスガマイシンに耐性を持つもち病菌が見つかって、大きな問題となりました。何しろ、いもち病は昔も今も、わが国でもっとも重要な病害ですから。そして実はこれと前後して、海の向こうでもやはり耐性菌問題が起こっていました。

### 3. 耐性菌問題が続発するわけは？

#### 1) 薬剤の側から見た原因

その後、日本でもそして海外でも、まさに洋の東西を問わず、耐性菌による薬剤の効力低下が続いています（表-1）。ではなぜ、次々と耐性菌問題が起こるようになったのでしょうか。

表-1 わが国における薬剤耐性菌の発生事例（主なもののみ示す）

薬 剤	病原菌
ポリオキシシン	ナシ黒斑病菌、リンゴ斑点落葉病菌
カスガマイシン	イネいもち病菌、イネ褐条病菌
ベンゾイミダゾール系	各種作物の灰色かび病菌、果樹の黒星病菌、灰星病菌、チャ炭疽病菌、イネばか苗病菌、コムギ眼紋病菌、コムギ赤かび病菌、ダイズ紫斑病菌、タマネギ灰色腐敗病菌、イチゴ炭疽病菌、カンキツそうか病菌、ブドウ黒とう病菌
有機りん系	イネいもち病菌
ジカルボキシイミド系	各種作物の灰色かび病菌、ナシ黒斑病菌
ストレプトマイシン	モモせん孔細菌病菌、キュウリ斑点細菌病菌
フェニルアמיד系	キュウリべと病菌、ジャガイモ疫病菌
ステロール脱メチル化阻害剤	キュウリうどんこ病菌、コムギうどんこ病菌、イチゴうどんこ病菌、ナスすすかび病菌、ナシ黒星病菌
フルアジナム	マメ類灰色かび病菌
オキシロニック酸	イネもみ枯細菌病菌、イネ褐条病菌
ストロビルリン系	キュウリうどんこ病菌、キュウリべと病菌、ナスすすかび病菌、キュウリ褐斑病菌、カンキツ・イチゴ灰色かび病菌、イチゴ炭疽病菌、ブドウ褐斑病菌、トマト葉かび病菌
シフルフェナミド	キュウリうどんこ病菌
シタロン脱水酵素阻害型 メラニン合成阻害剤	イネいもち病菌
電子伝達系複合体II阻害剤	キュウリ褐斑病菌、うどんこ病菌

1970年代の始め、マスコミ等によって、連日のように公害問題が大きく取り上げられていました。農薬の安全性に対する社会の関心も高まりを見せていました。このため、それまでのものよりも安全な農薬が求められました。毒性に関して選択性の高い、つまり病原菌を強く抑制してもヒトや家畜にはあまり作用しない、そんな薬剤が開発されて普及するようになったのです。実際、既に述べたポリオキシシンもカスガマイシンも、当時「低公害農薬」などと呼ばれ、今日でも使われています。耐性菌の心配がなければ、優れた薬剤です。

でも、皮肉なことに、選択性の高い薬剤には1つの弱点があります。病原菌が生活するためには、細胞の成分を自分で合成したり、あるいは呼吸や細胞分裂をしたりするために、酵素などたくさんの種類のたんぱく質などを作らなければなりません。選択性の高い薬剤の多くは、それらのどれか1つだけを標的とする、いわばピンポイント型の薬剤なのです。一方、病原菌の集団はとても多様性に富んでいます。先程お話したように、僅かではありますが、もともと耐性菌がどこかに潜んでいます。そして、選択的で卓越した効果がある薬剤ほど、普通はこの耐性菌を選び出す性質も強いのです。

最近では以前に比べて新しい薬剤とくに化学農薬の開発は大変難しくなっていますし、これまで使ってきた薬剤に規制がかかって使えなくなることもあります。登録農薬のラインナップは揃っているように見えても、耐性菌で使えないものも多く、施設野菜などでは実際は薬剤が駒不足の状態なのです。

## 2) 栽培現場から見た原因

最近はどこでも、減農薬栽培が求められます。1回の作付けで使用する薬剤の成分数もカウントされます。また、農産物の出荷先によっては、登録農薬であってもその一部の使用を制限することがあります。そこで農家は、より高い効果を期待して、新しく開発されて普及したばかりの薬剤に頼ったりします。多大な経費をかけてようやく上市にこぎ着けた薬剤の販売に、農薬会社が一生懸命になるのも当然でしょう。しかし、それまでの薬剤と作用機構（しくみ）が異なるまったく新しい系統の薬剤の場合、それを使うことにより耐性菌が発達するリスクがどれくらい大きいのか、実用化の初期段階では実はよく分かりません。その薬剤の作用機構自体が不明な場合もあります。

さらに最近では、同じ系統に属する薬剤が次々と開発される傾向があります。一部例外はありますが、それら薬剤の間では通常交差耐性がみられます。つまり、Aという薬剤に対して耐性菌であれば、同じ系統の薬剤Bにも耐性菌であることが多いのです。ただ、農家の人にとって、薬剤のどれとどれが同じ系統に属するのか、その重要な情報が十分に伝わらないことも珍しくありません。いっそのこと、薬剤の袋に系統ごとに色分けでもしてあればよいのですが、まだ実現していません。

今回は、最近問題になっている耐性菌について、もう少し具体的に見ていきましょう。引き続き是非ご覧ください。