



生物的防除部会ニュース No.31

平成19年1月15日発行

講演会のお知らせ

下記の日程にて生物的防除部会の講演会を開催致します。会員の皆様のご参加をお待ち致します。

日時 平成19年2月8日(木) 午後3時～

場所 東京農業大学世田谷キャンパス2号館3階 国際農業開発学科会議室

講演 演題1. 「東南アジアにおける微生物農薬の開発・普及(仮題)」
東京農工大学農学部 助教授 仲井まどか氏

演題2. 「フェロモンの現状とアリのフェロモン」
東京大学農学部 教授 田付貞洋氏

なお、講演会終了後には、講演者を囲んでの懇親会を予定しています。是非ご参加ください。

企業からみた微生物農薬の研究開発

クミアイ化学工業株式会社 研究開発部 永山 孝三

1. はじめに

化学合成農薬は長く農作物病害虫防除の主役であり、現在も農業生産安定の大きな役割を担っている。しかし近年環境に対する関心の高まりや化学合成農薬偏重による様々な問題点が顕在化しており、化学合成農薬に代わるものとしての生物農薬の開発が注目を浴びている。

生物的防除技術の実用化は虫害防除が先行していたが、近年病害の生物的防除技術の開発も進行しており、いくつかの病害防除用微生物農薬が開発され既に市販されている。

日本では、拮抗微生物を利用した作物病害の生物防除剤（微生物農薬）は、1954年にタバコの白絹病・腰折病防除剤としてトリコデルマ生菌が農薬として最初に登録された。

現在は微生物農薬の登録申請に必要な資料を定めた新ガイドライン「微生物農薬の登録申請に係わる試験成績の取扱いについて」が1997年に農林水産省農産園芸局長より関係機関に通知されたことにより、化学合成農薬とは違った特徴ある安全性評価システムが採用されている。

しかし農薬である以上微生物農薬も登録申請に必要な書類および安全性評価に対する考え方は化学合成農薬とは基本的に同じである。ここで言う特徴ある安全性評価システムとは、微生物農薬の安全性評価に段階的評価方法が採用されていることであり、これが開発する企業にとっても大きな利点となっている。

一方、微生物農薬の最大の特徴は有効成分が生きている微生物を用いていることである。このため微生物農薬の工業化、すなわち商品化には種々の長所と短所を抱えている。特に開発企業にとっては保存安定性という問題が最大の検討課題となっており、この課題を克服するために微生物農薬の各開発企業は、より保存安定性に優れた微生物の培養方法の開発、及びより保

存安定性に優れた製剤化技術の開発に注力している。更に微生物農薬の製剤、流通及び使用方法については化学合成農薬とは違った特徴ある方法がとられることが多い。

ここでは、病害防除用微生物農薬がもつ長所と短所を踏まえた上で、如何に効率よく商品化するか、企業から見た微生物農薬の研究開発について述べたい。

2. クミアイ化学での微生物農薬の開発

当社では、現在エコホープ®、エコホープドライ®及びエコショット®の3つの微生物農薬を「クミカエコシリーズ」として販売している（写真-1）。



写真-1. クミアイ化学の微生物農薬「エコシリーズ」

エコホープ®はトリコデルマ・アトロピリデSKT-1株を有効菌株とするイネ種子伝染性病害防除剤であり、2003年に登録を取得した。

本剤は、ばか苗病・もみ枯細菌病・苗立枯細菌病等に高い防除効果を示す（表-1）。エコホープ®はSKT-1株を特殊な培養法で孢子化し水に懸濁させ、包装したものである（写真-2、写真-3）。孢子を水に懸濁させているためそのまま希釈しすぐ使用できるという利点をもつが、

表一 「エコホープ」の適用病害虫の範囲及び使用方法

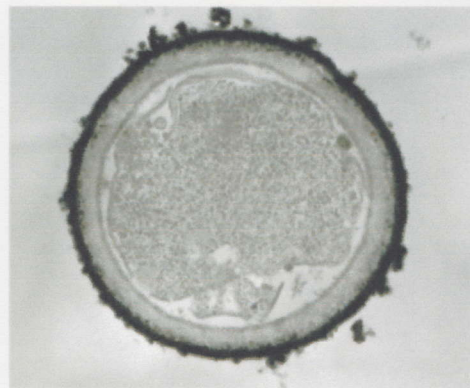
作物名	適用病害虫名	希釈倍数	使用時期	本剤の使用回数	使用方法	トリコルマ アトビリンを含む農薬の使用回数
稲	ばか苗病	50倍	播種時覆土前	—	育苗箱 (30X60X3cm 使用土壌薬5L) 1箱 当たり100mlを散布	—
	ばか苗病	200倍	浸種前～ 催芽前		24～48時間 種子浸漬	
	もみ枯細菌病				24時間 種子浸漬	
	苗立枯細菌病		催芽前			
	いもち病					
	苗立枯細菌病 (リゾーパス菌)					
ごま葉枯病						

表二 「エコショット」の適用病害虫及び使用方法

作物名	適用病害虫名	希釈倍数	使用液量	使用時期	本剤の使用回数	使用方法	バチルス スプチャリスを含む農薬の総使用回数
野菜類	灰色かび病	1000倍	100～ 300L/10 a	収穫前日まで	—	散布	—
トマト ミニトマト	葉かび病						
ぶどう かんきつ	灰色かび病		200～ 700L/10 a	開花期～落弁期			

保冷流通、低温保管が必要なため主として育苗センターや大型農家向けに販売している。

一方、エコホープドライ®は同じ有効菌株 SKT-1 株を固形製剤化（水和剤）したものであり、2004年に登録を取得した。エコホープ®は保冷流通、低温保管を必要とするが、エコホープドライ®は固形製剤化して室温流通、室温保存を可能にしていることから主として個人農家向けに販売している。



写真二. SKT-1 株の透過型電子顕微鏡写



写真-3. SKT-1 株の走査型電子顕微鏡写真

エコショット®は、バチルス・ズブチリス D747 株を有効菌株とする果菜類やぶどう、かんきつの灰色かび病防除剤（表-2）であり、2005年に登録を取得し販売を行っている。

エコショット®はエコホープ®とは違い、製剤として耐久性のある芽胞を用いているため化学合成農薬と同じ室温流通、室温保管が可能である。従って製品の有効年限も3年と化学合成農薬と同等である。現在適用作物及び適用病害の追加試験を行っており、より適用場面の拡大を目指している

更に当社では新たなエコシリーズの開発を続けており、「クミカエコシリーズ」のロゴマーク（図-1）をつけ微生物農薬の拡充を図っている。



図-1. エコシリーズのシンボルマーク

また、これら「クミカエコシリーズ」の効果的な使用方法等、詳細な内容については当社のホームページを参照されたい

(<http://www.kumiai-chem.co.jp/sehin/>)。

3. 微生物農薬の特徴

微生物農薬は多くの長所と短所を有しており、この短所をいかに克服するかが開発企業の大きな課題となる。

1) 有効成分が生物（微生物）である。

微生物農薬の多くが化学合成農薬に比べ保存安定性に欠けるため、保冷流通、低温保存を必要とし、有効期限が6ヶ月から1年である。

このことが微生物農薬の普及において大きなハードルの一つとなっている。また、生物であるため他の化学合成殺菌剤、界面活性剤及び乳化剤の影響を受けやすく、化学合成農薬との混用や体系防除での使用に制限を受けることがある。

特に、多くの化学合成殺菌剤は糸状菌（カビ）による病害を対象としており、微生物農薬の有効菌株として糸状菌を用いる場合は、化学合成農薬との混用や体系防除での使用で微生物農薬の有効菌株が死滅する恐れがあり、特に注意が必要である。

この他に、生物であるが故、環境の変動を受けやすく、効果的な施用法や効果的な体系防除の導入が必要である。微生物にはそれぞれ生育・増殖しやすい条件があり、使用場面で微生物農薬の有効菌株が定着し易く、増殖し易い環境を作ることが必要である。

2) 環境負荷が少なく安全性が高い

微生物農薬は、もともと自然界にいた微生物を有効菌株として使用しているため、有用生物など標的生物以外の生物および他の生態系に影響が少ないことが挙げられる。

また作用機構として病原菌との栄養拮抗を利用しているため、抵抗性が発達しにくく既存の化学合成農薬抵抗性の病原菌に対して有効である。

更に微生物農薬の使用は有効成分数としてカウントされないため、有機栽培や特別栽培に対応が可能である。

3) 宿主特異性が高い

微生物農薬は、宿主特異性が高いため有用生物など標的生物以外の生物に影響を与えないという長所があるが、反面、防除対象範囲が狭く農薬登録適用病害以外の防除が期待できないという短所がある。

また直接的な殺菌効果ではなく病原菌との拮抗作用であることが多く、防除効果が緩慢で、施用時期の幅がせまいという短所も持つ。

4. 微生物農薬の企業化

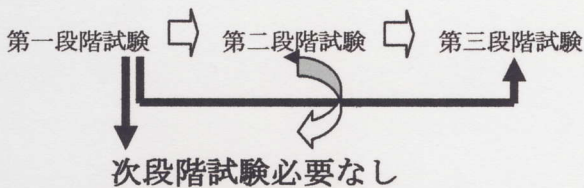
これまで述べてきた短所を如何に克服するかが開発企業の大きな課題となる。

1) 安全性の高い微生物の選抜

微生物農薬のヒトに対する安全性評価は、第一段階試験、第二段階試験、第三段階試験に分かれており、段階的評価方法がとられている。

このように微生物農薬の安全性評価に関しては、化学合成農薬と違った特徴ある方法がとられており、少し詳しく紹介したい。まず安全性評価の第一段階試験では、使用時の暴露を考慮して急性毒性や刺激性を評価する単回投与試験6試験（単回経気道投与、単回経口投与、単回静脈内投与、単回経皮毒性、眼刺激性、皮膚感作性試験）を行わなければならない。

もしこの第一段階試験での安全性評価に問題がなければ、より高次試験である第二段階、第三段階への試験に進む必要はない（図一2）。ここでいう問題がない（影響がない）とは試験動物に対して有効菌株が感染性、病原性、毒性、生残性を持たないことをいう。



図一2 微生物農薬のヒトに対する安全性の流れ

この「感染性、病原性、毒性、生残性」とは以下の通りである。

- ① 感染性：農薬微生物が供試動植物体内に侵入後、増殖した場合。
- ② 病原性：農薬微生物が供試動植物体内に感染した結果、供試動植物に対して細胞組織レベルあるいは個体レベルで病気を起こさせた場合。
- ③ 毒性：農薬微生物が供試動植物に感染はしないが、微生物の生産する毒素や毒物あるいは微生物の増殖に用いた基材が供試動植物に対し有害ななんらかの反応を起こさせた場合。
- ④ 生残性：農薬微生物が供試動植物に感染はしないが、供試動植物体で、一定時間後も死滅することなく生残する場合又は土壌中などで一定時間後も死滅することなく生残する場合。

この第一段階試験で何らかの影響が認められた場合、より高次試験である第二段階試験、第三段階試験へと進む必要があり、反復投与試験、繁殖性試験、変異原性試験及び発癌性試験等の高次試験を行わなければならない。

第一段階の単回投与試験と違い高次試験はより長期間の試験であるため、商品化されるまでの期間（開発期間）が長くなり、多くの開発経費も必要となる。従って開発企業にとって有効菌株が上記4つの症状「感染性、病原性、毒性、生残性」を持たない株を選抜することが重要である。

また、環境に対する影響試験に関しても段階的な評価方法が採用されており、環境の生物に影響を与えなければ、第一段階の試験で終了する。

もし、ヒトに対する安全性、環境に対する安全性の試験が第一段階ですべて終了するならば、開発企業にとって短期での開発が可能になりメリットは大きい。従って微生物農薬の有効菌株選抜に当たっては、開発初期の段階から有効菌株の分類上の位置付を明確にし、毒素の生産、感染性等が知られていない属・種の株を選抜することが重要である。

エコホープ®(ドライ)及びエコショット®の有効微生物であるトリコデルマ・アトロピリデ菌、バシルス・ズプチリス菌は自然界に広く分布していることが確認されており、更に、SKT-1株、D747株は上記のヒトに対する安全性試験及び環境に対する影響試験に関しても第一段階試験で何ら影響が認められず、これら有効菌株の安全性が高いことが証明されている。

2) 防除活性の高い菌株の選抜

これまで病害防除に有効な微生物が多く見出され研究されているが、商品化する場合、病害防除効果が認められるだけでは開発は困難である。

出来るだけ少ない菌量(菌濃度)で防除効果を持つこと、つまり高活性な微生物を選抜することが重要である。防除に必要な菌量が、直接製品価格に影響を与えるため、開発企業にとって経済的判断の大きな指標になる。

3) 効率的な培養法の開発及び保存安定性に優れた製剤の開発

有効成分が微生物であるため、製剤にあった微生物の培養法が必要となる。例えばエコホープ®はトリコデルマの培養胞子を水に懸濁して包装したものである。トリコデルマ菌は自然界に広く分布しているため一見、保存安定性が良いように思えるが、水に懸濁させているため通常の培養法ではトリコデルマ胞子は速やかに死滅する。

この欠点を克服するため培地成分、培養法の検討を行い水中でも安定な孢子生産法を開発した。一方エコホープドライ®はエコホープ®と同じ有効菌株を固形の水和剤にしたものであり室温流通を可能にした。

エコショット®の有効菌株であるD747株は食品である納豆に使用されている納豆菌の近縁菌である。D747株を通常に培養すると粘性物質を産生し、製剤化が非常に困難であったが、培地成分等の培養法を検討し粘性物質をほとん

ど産生しない培養法を開発した。

この培養法の開発により水和性が良好で散布後の作物に汚れが非常に少ない製剤の開発が可能になった。このように微生物農薬の開発企業の多くがこの微生物培養法開発と製剤化技術の開発に注力している。

4) 流通の確保

次に、大きな課題であるが、先ほど述べたように有効成分が生物であるため化学合成農薬と同等の流通は困難な場合が多い。エコショット®のようにバシルス・ズプチリスの芽胞を用いている場合は、化学合成農薬ともほぼ同じ取扱が出来るが、他の微生物農薬の場合はほとんど困難である。

このためイネ種子消毒剤であるエコホープ®(ドライ)は使用時期がほぼ限られていることから受注生産方式を採用している。つまり使用時期と使用量を連絡して頂き、使用時期に合わせて生産・発送する方法を採用している。

化学合成農薬と同等の流通に耐えられる培養法や製剤化法を開発することも重要であるが、このように使用時期や対象病害を考慮した流通も検討するべきであろう。

5. 終わりに

微生物農薬は、化学合成農薬と違った多くの特徴を有しており、その特徴が開発場面、使用場面で長所にも短所になりえる。今後も微生物農薬の長所を効率よく引き出し、広く普及させるには、開発企業の努力はもちろんのこと、使用者である農家の方々及び指導者層の方々にそれぞれの微生物農薬の特徴をよく理解して頂いた上で効果的に使用することが必要である。

また、近年、作物への安全性向上や環境に対するリスク軽減を目指し、化学合成農薬の使用回数を減らす病害虫防除への取り組みがなされている。その取り組みの一つとして微生物や天敵を利用した病害虫防除剤などの利用が期待されている。

エコホープ®(ドライ)やエコショット®をはじめとする微生物農薬は新JAS法における有機農産物生産資材として使用可能であり、更に環境保全型農業に適切な農業資材であるため、今後多くの有効な微生物農薬が開発されることを望む。

6. 参考資料

木村茂ら(2001):農業及び園芸 76:94-99

発行 東京農業大学総合研究所研究会
生物的防除部会(代表 榊井昭夫)
〒 156-8502 東京都世田谷区桜丘 1-1-1
TEL 03-5477-2411(直通)
FAX 03-5477-4032
e-mail t3adati@nodai.ac.jp