

微生物殺菌剤の現状と今後の展開

兵庫県立農林水産技術総合センター
農業技術センター環境・病害虫部 兼 病害虫防除所

相野 公孝 (あいの まさたか)

はじめに

食の安全・安心志向の高まりを背景に2006年5月にポジティブリスト制が、同年12月には有機農業の推進に関する法律が施行された。また、エコファーマーやGAPの取組拡大など農業生産環境が大きく変化し、その中で化学農薬に代わる防除技術の一つとして生物農薬の普及の推進方向が示された。このような追い風の中で展開してきた微生物殺菌剤であったが、現状の国内の殺菌剤出荷金額約750億円に対し、微生物殺菌剤は約7億円と1%程度の水準にとどまっている。多くの関係者が努力をしているにもかかわらず、微生物殺菌剤の普及拡大には乗り越えなければならない大きな問題がある。そこで、過去から現在に至るまでの、生物農薬の開発について、今一度まとめ、今後の方向性を探してみたい。

I 農薬取締法と生物農薬

生物農薬(天敵や拮抗微生物)は、1948年に施行された農薬取締法により農薬と定義された。この時点で生物農薬が法的に認識されたと考えられる。生物農薬の登録に関して、49年後の1997年、農林水産省植物防疫課長通達「微生物農薬の登録申請に係る安全性評価に関する試験成績の取扱いについて」(通称:生物農薬ガイドライン)により具体的な方向性が示された。それまでは、化学農薬に準じて行われており、農薬登録の壁を越えるには難度が高く、生産者が使用できるまでには時間が必要であった。生物農薬ガイドラインでは、安全性評価試験項目についての基準が設けられ開発投資額や開発期間が明確に示された。それに従って、生物農薬の開発が取り組みやすくなり、新規剤の開発が加速された。化学農薬においては農薬の登録申請に必要な防除効果・害害に関する試験を新農薬実用化試験として行われており、日

本植物防疫協会が農薬開発会社などから依頼された薬剤について、全国の試験実施機関と連携して実施している。そこで、生物農薬も同様の試験が行われることとなったが、試験方法や評価方法についての蓄積が浅かったことから、微生物を素材とした実用化試験を、1994年度から化学農薬とは区別し、生物農薬のみを対象とした生物農薬連絡試験成績検討会が発足した。開始当時の生物農薬連絡試験成績検討会では、化学農薬に比べ若干判断基準があまい場合が散見されていたが、使用者の立場から、徐々に化学農薬と同等の基準が適用されるようになった。特に、種子消毒用の微生物殺菌剤においては、ほぼ化学農薬と同等またはそれ以上のものが要求されるようになった。一方、土壌病害に対する剤においても同様な傾向があり、高いハードルとなっている。

II 微生物殺菌剤の現状

現在、微生物殺菌剤は登録失効した剤を除くと23剤が登録され、約7億円の出荷金額となっている。2010年度8.5億円をピークとし、頭打ち、あるいは漸減している状態である(図-1)。

生物農薬のガイドラインが発表された当時は、数多くの生物農薬連絡試験が一気に行われた。1993年～2010年の18年間にわたる生物農薬連絡試験から生物農薬の開発状況を見ると、総試験数は2,216件となり、病原別では糸状菌1,600件、細菌病が538件、ウイルス病、放線菌病が若干数となっている。地上部病害は1,137件、土壌病害は392件(水稻苗箱での病害を除く)が行われている(田代, 2012)。しかし、近年、試験例数が激減傾向を示し、開発のスピードが鈍化しているように思える。一方、登録後10～15年経過するに従って、微生物殺菌剤の中で淘汰が行われ、登録抹消された剤が散見されるようになった。また、使用されているエージェン

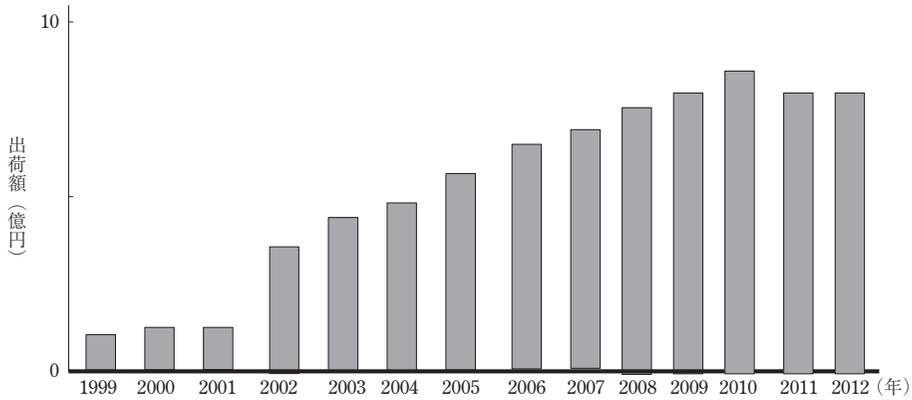


図-1 微生物殺菌剤の出荷額 (1999～2012年度)

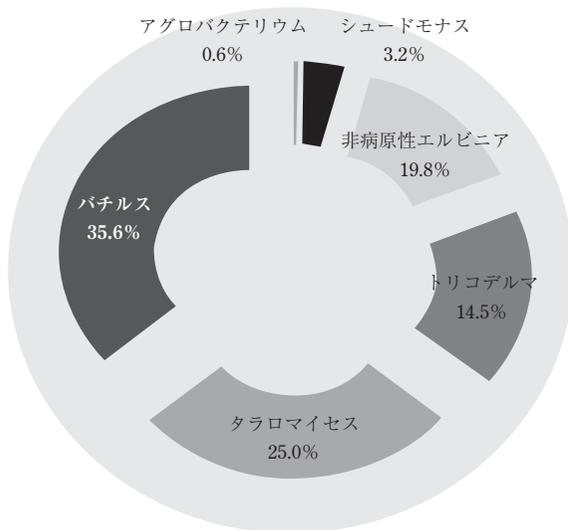


図-2 原体別出荷割合

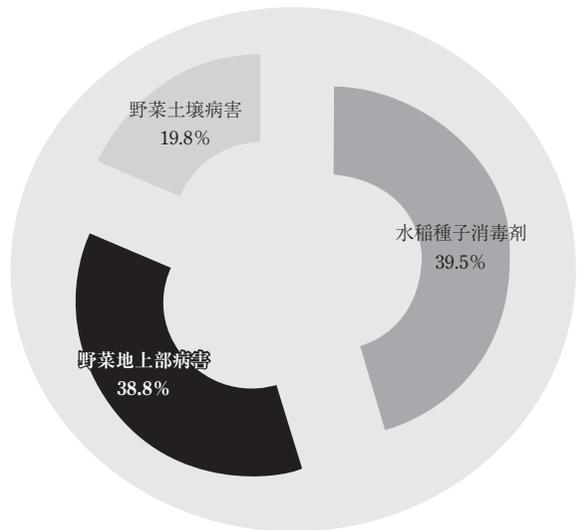


図-3 対象病害別出荷割合 (出荷金額)

の種類も集約されつつある。ブームが通り過ぎたのか、微生物殺菌剤の次のステージに移行したのか判断に苦慮する。

現状の微生物製剤の使用状況を出荷金額で見ると、1億円を超える微生物殺菌剤は、水稲種子消毒剤のタラロマイセスフラバス水和剤（タフブロックなど）、トリコデルマトロピリデ水和剤（エコホープDJなど）、施設野菜の灰色かび病・うどんこ病等防除剤のパチルスズブチリス水和剤（ポトキラー水和剤）、露地野菜・バレイショの軟腐病等防除剤の非病原性エルビニアカロトボーラ水和剤（バイオキーパー水和剤）で、これらの4剤で微生物殺菌剤出荷金額の7割を占めている。さらに有効成分に注目すると、パチルスズブチリス水和剤のように複数社から開発・登録されている微生物殺菌剤もあ

り、上記4有効成分（登録種類）を合計すると出荷金額の9割以上を占める。そのほかには、シュードモナスフルオレッセンス水和剤、比較的新しい剤として、菌核病に対するコニオチリウムミニタンス製剤（ミニタンWG）が登録されている（図-2）。

対象病害で見ると、水稲の種子消毒剤は微生物殺菌剤販売額における約4割、灰色かび病、うどんこ病等の地上部病害を対象にした防除剤も約4割、両者を合わせると約8割を占める（図-3）。効果が高く、使用方法もコストもこれまでの化学農薬と大きく変わらないのが成功の理由である。それに比べ土壌病害を対象とした剤は、苦戦を強いられている。生物農薬連絡試験においても「やや低いが、効果が認められる」Cランクの評価を受けた剤が多く、効果の不安定な事例が多々報告されてい

るのも現実である。農薬登録を取得したが出荷数が伸びず、放棄された剤が散見される。

III IPMの中の微生物殺菌剤

農林水産省が推し進めている IPM (総合的病害虫・雑草管理 Integrated Pest Management) は、耕種の防除や雑草管理を導入することで病害虫の発生しにくい環境を整備し (フェイス 1: 予防措置)、また、病害虫発生予察情報などに基づき、防除実施の適期を判断し (フェイス 2: 判断)、天敵などの生物農薬やフェロモン剤、粘着板等の生物的、物理的防除等の方法を適切に組合せて防除を実施することにより、病害虫の発生を経済的被害が生じるレベル以下に抑制する (フェイス 3: 防除) 三つのフェイスからなっている。

生物農薬の効果発現のメカニズムには、捕食、競合、抗生 (バクテリオシンを含む)、抵抗性誘導等があり、化学農薬と比べ病原菌に圧倒的な淘汰圧をかけるのではないため、その効果の発現が緩やかなものが多い。特に、病原菌がまん延すると、効果を発揮できない場合がある。IPM のどのフェイスで使用するのか、効果発現のメカニズムの種類によって変える必要がある。

土壌病害に対する微生物殺菌剤に関しては、効果発現が不安定で防除価では 40~60 程度のものが多い、また、発病まん延状態では、効果が急激に低下する剤が多く、発病する前から使用しなければ十分な効果が発揮されないものが多い。このような性格の剤を IPM の (防除) に使用するのには難しく、むしろ IPM の三つのフェイスのうち (予防的措置) で使用するのが適切ではないかと考える。発病しにくい環境を構築するために微生物殺菌剤を使用する場合があってもよいように思われる。この場合、微生物殺菌剤と称するのが妥当なのか、また、現在の登録制度が適しているのか、考える必要がある。

IV シングルからデュアル、さらにマルチタスクへ

微生物殺菌剤を生産者に紹介するときに、「同時防除できる病害は無いのか? 虫には効か無いのか?」このような質問が出る時がある。この質問に、的確に答えることが難しい状況である。それぞれの個々の病害虫を研究する研究者にとって、ほかの病害、特に虫害は、研究初期の段階から想定に入っていない場合が多い。しかし、現在、進められているプロジェクト研究の中には、初期から病害、虫害に対してデュアルな効果があるエージェントを見いだそうとしているものもある。また、実際に双方の被害に効果を発揮するエージェントが見つかりだしている。今すぐには利用できないが、今後、農薬

登録の方向へと動いていくと予想される。シングルからデュアルユースへの方向性は、防除コストを下げるだけでなく、化学農薬の削減、微生物農薬の普及に大きく貢献する新しい挑戦である。

東南アジア諸国では、小規模農家に対して、バイオ肥料の普及を図ろうとしている。すでにフィリピンでは、フィリピン大学ロスバニオス校が中心となり、エンドユーザまでの普及体制が構築されている。また、マレーシアでは、官民が一体となりパームヤシ堆肥を用いたバイオ肥料が開発され、販売体制をとっている。これらの活動を支援・援助しているのがアジア原子力協力フォーラム (FNCA: Forum for Nuclear Cooperation in Asia, 参加国: 日本, オーストラリア, バングラデシュ, 中国, インドネシア, カザフスタン, 韓国, マレーシア, モンゴル, フィリピン, タイ, ベトナム) である。なぜ原子力が関係するのか疑問を持たれる方がいると思うが、①放射線を用いた微生物資材のキャリアーの殺菌、②イオンビームを用いた微生物育種、③放射線を利用した効果の高い補助資材の開発等、農業分野での原子力の安全利用が主な目的である。FNCA の活動の中で有名なのが、バナナの病害抵抗性育種で、大きな成果を上げている (詳しくは FNCA HP を参照)。

バイオ肥料プロジェクトは 2002 年にはじまり、これまでにバイオ肥料として役に立つ微生物の選抜、バイオ肥料に含まれる有用微生物を生きのまま保ち、接種効果の高いキャリアの改良、有用微生物の改良、畑での栽培試験が行われてきた。しかし、上述したように、一部の国では成果が上がりつつあるが、効果やコスト等の面から普及性が少なく、これを打開するために、2007 年から、これまで得られた成果を活かしつつ、エンドユーザに利用可能な「植物の生育を促進しかつ病気を抑制する機能」を付加したマルチタスクなバイオ肥料の開発と普及を目指すこととなった。このようにバイオ肥料、微生物殺菌剤の概念を超えて世界は動き出している。法的な整備は必要であるが、各国ともに積極的な姿勢を示している。我が国においても同様の方向性が考えられ、この分野の研究開発が進むことを希望したい。

おわりに

我が国における生物防除研究の歴史は古く、1931 年にすでに日本植物病理学会で講演発表されている (遠藤, 1931)。生物防除の研究は土壌病害を対象にはじまったため、初期の生物防除の研究に関して土壌伝染病談話会 (1963 年発足) で活発に議論され、1989 年にバイオコントロール研究会が発足し、研究活動は引き継がれ

ている。最初の講演発表から約 80 年、これまでに数多くの生物的防除エージェン트가研究され我々の目に現れ、姿を消している。バイオコントロール研究会においてもたびたび微生物殺菌剤は「なぜ、普及しないのか?」という苦言が呈されている(對馬, 2012)。研究、開発および普及の間の乖離が微生物殺菌剤の普及の遅れに現れているように思われる。

最後に、2014 年 6 月 5 日(木)、北海道大学において第 13 回バイオコントロール研究会が開催される。テーマは「生物農薬の実用化に向けた展望」であるが、微生物

殺菌剤の問題点だけではなく新しい戦略や世界をリードするユニークな生物防除研究の発表も予定されている(詳しくは日本病理学会 HP を参照)。今後の研究発展に期待したい。

引用文献

- 1) 遠藤 茂 (1931): 日植病報 2(4): 383 ~ 385.
- 2) 田代定良 (2012): バイオコントロール研究会レポート 12: 12 ~ 17.
- 3) 對馬誠也 (2012): バイオコントロール研究会レポート 12: 2 ~ 7.

(新しく登録された農業 38 ページからの続き)

非結球レタス: ハスモンヨトウ, オオタバコガ, ナモグリバエ, ヨトウムシ: 収穫 3 日前まで

モロヘイヤ: アザミウマ類: 収穫 7 日前まで

あしたば: ウドノメイガ: 収穫 7 日前まで

やまのいも: カンザワハダニ, ナガイモコガ: 収穫前日まで

やまのいも(むかご): カンザワハダニ, ナガイモコガ: 収穫 3 日前まで

かんしょ: ハスモンヨトウ, ハダニ類: 収穫前日まで

はすいも(葉柄): カンザワハダニ, ハスモンヨトウ: 収穫前日まで

さといも: カンザワハダニ, ハスモンヨトウ: 収穫 7 日前まで

さといも(葉柄): カンザワハダニ, ハスモンヨトウ: 収穫 3 日前まで

アスパラガス: ハダニ類, オオタバコガ, ハスモンヨトウ, ジュウシホシクビナガハムシ, ヨトウムシ: 収穫前日まで

ふき: ハスモンヨトウ, ハダニ類: 収穫 7 日前まで

ふき(ふきのとう): ハスモンヨトウ, ハダニ類: 収穫 90 日前まで

てんさい: ヨトウムシ, ハダニ類, カメノコハムシ: 収穫 7 日前まで

セルリー: ヨトウムシ: 収穫 14 日前まで

にんじん: ヨトウムシ: 収穫前日まで

みつば: ハスモンヨトウ: 収穫 14 日前まで 但し, 伏せ込み栽培は伏せ込み前まで

コリアンダー(葉), **やなぎたで**, **つるむらさき**, **葉ごぼう**: ハスモンヨトウ: 収穫 7 日前まで

エンサイ: ハスモンヨトウ: 収穫 3 日前まで

しゅんぎく, **しょうが**: ハスモンヨトウ: 収穫前日まで

すいぜんじな: ハスモンヨトウ, ハダニ類: 収穫前日まで

よもぎ: ミナミキイロアザミウマ: 収穫 3 日前まで

葉にんにく, **つわぶき**, **とうき**: ハダニ類: 収穫 14 日前まで

せんきゅう: ハダニ類: 収穫前日まで

たらき: ハダニ類: 収穫 90 日前まで

はまぼうふう(葉): ハダニ類: 親株養成期 但し, 収穫 90 日前まで

うど: シクラメンホコリダニ: 根株養成期 但し, 収穫 75 日前まで

ほうれんそう: ホウレンソウケナガコナダニ: 2 葉期まで 但し, 収穫 14 日前まで

さんしょう(果実): チャノキイロアザミウマ: 収穫 7 日前まで

食用プリムラ: ハスモンヨトウ, ヨトウムシ類, ハダニ類, ミカンキイロアザミウマ: 収穫 14 日前まで

食用金魚草, **食用なでしこ**, **食用エキザカム**: ヨトウムシ類, ハダニ類, ミカンキイロアザミウマ: 収穫 14 日前まで

食用せんにちこう, **食用トレニア**, **食用パンジー**: ミカンキイロアザミウマ, ヨトウムシ類, ハダニ類: 収穫 14 日前まで

食用ミニバラ: ミカンキイロアザミウマ, ヨトウムシ類, ハダニ類: 収穫 3 日前まで

茶: チャノミドリヒメヨコバイ, チャノキイロアザミウマ, カンザワハダニ, チャノナガサビダニ, チャノホコリダニ, ヨモギエダシヤク, チャノコカクモンハマキ, マダラカサハラハムシ, チャトゲコナジラミ: 摘採 7 日前まで

食用ぎく: ミカンキイロアザミウマ, ミナミキイロアザミウマ, ヨトウムシ類, ハダニ類, オオタバコガ, アワダチソウゲンバイ: 収穫 3 日前まで

きく(葉): ミカンキイロアザミウマ, ミナミキイロアザミウマ, ヨトウムシ類, ハダニ類, オオタバコガ, アワダチソウゲンバイ: 収穫 7 日前まで

きく: ミカンキイロアザミウマ, ミナミキイロアザミウマ, ヨトウムシ類, ハダニ類, オオタバコガ, アワダチソウゲンバイ: 発生初期

ストック: コナガ, アオムシ, ヨトウムシ類, ハダニ類, ミカンキイロアザミウマ: 発生初期

花き類・観葉植物(きく, ストックを除く): ヨトウムシ類, ハダニ類, ミカンキイロアザミウマ: 発生初期

しきみ: クスアアナキゾウムシ: 発生初期

みかん(温室, ガラス室等密閉できる場所): ミカンキイロアザミウマ: 収穫前日まで(常温煙霧)

ぶどう(温室, ガラス室等密閉できる場所): チャノキイロアザミウマ: 収穫 14 日前まで(常温煙霧)

●カルボスルファン粒剤

23446: ISK ガゼット粒剤(石原産業) 14/3/26

カルボスルファン: 3.0%

水稻(箱育苗): イネミズゾウムシ, イネドロオイムシ, イネゾウムシ, イネヒメハモグリバエ, ヒメトビウシカ, ツマグロヨコバイ, イネシンガレセンチュウ: 移植前 3 日 ~ 移植当日

さとうきび: ハリガネムシ, メイチュウ類, コガネムシ類幼虫: 植付時(植溝土壌混和)

なす: ミカンキイロアザミウマ: 定植時(株元散布)

なす: アブラムシ類, ミナミキイロアザミウマ: 定植時(株元散布又は植穴土壌混和)

なす: アブラムシ類, ミナミキイロアザミウマ: 育苗期後半(株元散布)

きゅうり, **ピーマン**: アブラムシ類: 定植時(株元散布又は植穴土壌混和)

ピーマン: ミナミキイロアザミウマ: 定植時(株元散布又は植穴土壌混和)

(66 ページに続く)