

生物除草剤の現状と展望

日本たばこ産業株式会社, 植物保護開発センター 郷 原 雅 敏

はじめに

1940年代以来化学合成農薬が開発され、食糧増産に役立ってきた。現在では農薬なくして、食糧の確保は難しい。しかし、誤ったあるいは過剰の農薬施用のため様々な問題も生じてきた。環境問題が取りざたされている今日、農薬の安全性に対する疑問が社会的問題として挙げられるようになった。「Our Stolen Future」(Theo CORBURN et al., 1996), 和訳: 奪われし未来 (翔泳社) が発刊され「農薬を含む化学物質で内分泌かく乱作用を有するものがある」と問題視されている。このような背景で、化学合成農薬一辺倒から新たな防除手段を模索し、生物農薬もその一手段として使用され始めた。また農薬に対する不安から有機栽培作物の需要も増加している。

近年、化学合成農薬に対する抵抗性が雑草にも出現してきた。日本においても、スルフォニルウレア系除草剤やフェノキシ系除草剤に対して抵抗性を示す雑草が報告されている。また、新規骨格を持った化学合成除草剤の開発スピードは年ごとに低下し、将来化学合成除草剤では雑草防除が不十分となる可能性が懸念される。これらの問題に対処するため、除草剤分野でも微生物除草剤の研究開発が1950年代より開始された。使用場面は農耕地に限らず芝地、牧草地、森林に及んでいる。

海外では麻薬の社会問題から、ケシ・コカ撲滅のため微生物除草剤の研究開発を行っている機関もある。

I 微生物除草剤とは

微生物除草剤は、微生物のうち雑草を宿主とした病原菌を、生きたまま処理し雑草の密度を低減する方法である。要防除地域の一部に病原菌を接種し、定着後自然のまま二次感染を引き起こし数年がかりで防除する古典的方法 (Classical method / Traditional method / Inoculative method) と、化学農薬同様、要防除時期に大量の病原菌を投下して一時期に雑草を防除する微生物除草剤 (Microbial herbicide or Bioherbicide), とに分けられる。

多くの植物病原菌は、一般的に宿主特異性という特徴

を有している。このことは高い選択性を保証するとともに、防除可能な雑草が限定され、防除スペクトラムが狭いという欠点をも有する。また、宿主である雑草が多いときは病原菌は繁殖できるが、宿主が減少すると病原菌も徐々に減少するので、一時期大量に投与された病原菌も短期間のうちに、自然との調和を取り戻すのが一般的である。

II 微生物除草剤の歴史

古典的方法の歴史は古く、1950年まではヨーロッパ諸国において、天敵同様の考え方で「自然界に既に雑草に感染している病原菌を、如何にして感染を拡大させたら効果的か?」という研究がなされ、1970年代よりサビ病菌を中心として飛散性の高い菌株が実用化されてきた。古典的方法には、*Entyloma*, *Puccinia*, *Phragmidium*, *Uromyces* 等の属の微生物が定着性、拡散性などの点で有望で、一部実用化されている。1973年、オーストラリアにおいて、Rush skeltonweed (*Chondrilla juncea*) を防除するためにヨーロッパより、サビ病菌 *Puccinia chondrillinea* が導入され、すぐに定着し、空気伝播により拡散し目的の雑草を数年で低密度にまで防除した。この菌は1976年にアメリカにも導入された。1974年には森林や牧草地の雑草ブラックベリー (*Rubus* spp.) を防除するためにヨーロッパよりチリに *Phragmidium violaceum* とよばれる菌が導入され既に定着し、現在でも北部へと拡散しているといわれている。1976年にはハワイで *Hamakua pamakani* (*Ageratina riparia*) とよばれるキク科雑草を防除するために、ジャマイカより *Entyloma compositarium* を導入し、数年で目的雑草を防除した。古典的方法においては、菌の定着性、宿主範囲 (作物には害を及ぼさない範囲であること)、菌の拡散性の速さが重要なポイントであろう。

一方、微生物除草剤の研究は比較的新しく、1960年アメリカのオクラホマ州で放牧地のカキの木を防除するのに *Acremonium diospyri* が用いられ効果を挙げた。1963年には中国において初めての本格的な微生物除草剤が開発された。ダイズに寄生するネナシカズラの一種 (*Cuscuta* sp.) を防除するのに、炭疽病菌 *Colletotrichum gloeosporioides* が用いられた。本菌は発酵法により大量

Biological Control of Weeds-Now and Future. By Masatoshi GOHARA

(キーワード: 生物防除, 微生物, 除草剤, 環境保全)

表 - 1 農薬登録を取得した微生物除草剤

対象雑草和名	対象雑草英名	対象雑草学名	使用微生物名	商品名	開発機関	使用国	使用年度
ネナシカズラ		<i>Cuscuta</i> sp.	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> f. sp. <i>cuscuta</i>	LuBao 2		China	1963
ミルクウィードバイン	Milkweed vine	<i>Morrenia odorata</i>	<i>Phytophthora palmivora</i>	DeVine	Abbott Laboratory	USA	1981
アメリカツノクサネム	Northern jointvetch	<i>Aeschynomene virginica</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Collego	Ecogen Inc.	USA	1982
マルバゼニアオイ	Roundleaf malva	<i>Malva pusilla</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> f. sp. <i>malvae</i>	BioMal	Pilom Bios Inc.	Canada	1992
スズメノカタビラ	Annual bluegrass	<i>Poa annua</i>	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>poae</i>	Camperico	Japan Tobacco Inc.	Japan	1997
キイチゴ	Black cherry	<i>Prunus serotina</i> etc.	<i>Chondrostereum purpureum</i>	Biochon	Koppert Biological	Netherlands etc.	1997

生産され、Lubao No. 1 として一般の農薬のように液剤として散布された。しかしこの菌株の病原性が失われたので現在は Lubao No. 2 が用いられている。1970 年よりアメリカにおいて、精力的に微生物除草剤の研究が開始され、1981 年には、De Vine が上市された。フロリダ州のカンキツ類栽培で問題となっているつる性雑草 (*Morrenia odorata*) を防除する糸状菌 *Phytophthora palmivora* が微生物除草剤として開発され、商品化された。1982 年には Collego も上市された。アーカンソー州の稲作地域およびダイズ地域で問題となっているマメ科雑草クサネム (*Aeschynomene virginica*) の防除に *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *aeschynomene* を用いた。Collego は微生物除草剤としては初めて、乾燥した分生子を商品としたものである。これら 2 剤の影響で世界中で微生物除草剤の研究が盛んとなった。1993 年にはカナダにおいても Bio Mal が、コムギやレントウの問題雑草マルバゼニアオイ (*Malva pusilla*) の防除のため開発された。Bio Mal の活性本体は、糸状菌 *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *malvae* である。1997 年オランダにおいてヨーロッパの森林で問題となっているブラックチェリー (*Prunus serotina*) を防除するために *Chondrostereum purpureum* が商品名 Biochon として上市された。一方、日本での微生物除草剤の研究は、鈴木穂積ら (1987) により初めて報告されたが、世界的には出遅れていた。しかし、1997 年に日本たばこ産業(株)で Camperico (キャンペリコ) がゴルフ場で難防除雑草とされているスズメノカタビラ (*Poa annua*) を防除するため、バクテリア *Xanthomonas campestris* pv. *poae* を商品化した。これらの成功例を表 -1 に示した。アジア、アフリカ各国も日本とほぼ同時に開始し急速に世界中で研究が行われるようになった。現在世界で 33 か国、200 菌株ほどの微生物を用いた雑草防除 (古典的方法および微生物除草剤) が研究されており、近い将来数十の製品が出回ることであろう。

III 微生物除草剤の開発

微生物除草剤の研究開発がどのように行われている

か、アメリカの Collego を例として各国の動向も交えてチェックすべき項目を列挙してみた。

1 ターゲットの選定

地域ごとに問題となる雑草種は異なり、様々な研究が行われている。初期は化学合成農薬で防除できない難防除雑草について研究が行われていたが、最近では各地の主要雑草の防除に焦点が移ってきた。

2 植物病原菌のサーベイ

病気にかかった雑草の罹病部を自然界より採集。この病原菌を純化し、培養法、接種法を確立し、候補菌株を選別する。また使用菌株の分布範囲を確認する。

3 宿主範囲試験

微生物除草剤の作物に対する安全性を確認するために、使用場面に応じた作物で病原性を調べる。

4 効果試験

対象雑草に対する防除効果をポット試験で検討し、処理孢子量、処理時期、防除可能な葉令、効果変動要因 (温度、湿度、夜露) 等の検討を行う。

5 圃場試験

ポット試験の後、小規模な圃場試験を行う。ここで圃場レベルでの処理時期、処理量、処理方法、水管理、作物の収量等の検討がなされる。次いで、大規模な圃場試験が行われる。

6 製剤検討

初期は分生子の懸濁液を用いた試験が行われる。微生物農薬の開発で最も重要なポイントはこの製剤研究である。微生物の特徴を把握し、実用に適した、保存性に優れた製剤を開発しなくてはならない。

7 安全性試験、登録

アメリカにおいては、微生物除草剤の登録は従来の化学農薬とは異なった方法で審査されている。すなわち、審査は段階的に行われ、まず最大投与量の微生物を動植物に処理し何ら影響がなければ、急性毒性試験にとどまり、何か影響が出れば第二段階の詳細な毒性試験を行うというものである。日本においても欧米に類似した指針が平成 9 年度に「微生物農薬の安全性評価に関する基準」として官報に記載された。

8 分生子の大量製造法

マーケットの市場に見合った、かつ企業化可能な安価な培養法を確立する必要がある。

9 商品のフォロー

Collego が市販されてから 10 年が経過するが、研究はその後も続けられており、菌株の改良による殺菌剤耐性菌株の作出、製剤の改良、化学合成除草剤との混合処理での除草効果試験等が行われた。また、微生物農薬の一般の使用者への普及も大切なポイントである。

おわりに

今後の地球環境および農業の持続性を考えるとき、微生物農薬は一つの魅力的な手段として考えられるが、新

しい技術を導入するには種々解決すべき問題も多々ある。微生物農薬は生きた微生物を用いるため、人畜、作物に寄生しない菌でなくてはならない。また、自然環境中で安定した効果を示すためには、種々製剤面での工夫も必要である。農薬として市場に流通するには保存性も重要である。微生物農薬の歴史は浅く、大学等における基礎研究、普及体制、効果試験実施体制等の体制作りから行われることが期待される。

引用文献

- 1) Theo COLBURN et al. (1996) : Our Strlen Future : Are We Threatening Our Fertility, Intelligence and Survival? -A Scientific Detective Story, Dutton Publishing, New York.
- 2) 鈴木穂積ら (1987) : 日本植物病理学会報 53(3) : 374 ~375.

日本植物防疫協会の生物農薬関連図書

「生物農薬開発の手引き」

B5判 111 頁 本体 1,942 円(税別) 送料 310 円

生物農薬の実用化促進に社会的な期待が寄せられており、行政面でも農業登録のガイドライン(微生物農薬検査基準)の検討が進められている。当協会でも「生物農薬検討委員会」を設置し、適切な試験研究をすすめるための諸問題の検討を始めた。本書はその事業の一環として作成されたもので、これまでの知見や議論を集約し、開発や試験研究の参考とするべく資料を集成し、解説を加えたものである。

雑誌「植物防疫」特別増刊号 No.2

「天敵微生物の研究手法」

B5判 222 頁 定価 3,058 円(税込) 送料 140 円

生物農薬の中で一番研究開発の進んだ天敵微生物について、その採集から各種実験法までを詳しく解説。

「天敵農薬」

—チリカブリダニその生態と応用—

森 樊須(北海道大学名誉教授) 編

A5判 130 頁 本体 2,331 円(税別) 送料 310 円

発行

日本植物防疫協会

作物病原菌研究技法の基礎

〈分離・培養・接種〉 大畑 貫一 他編

B5判 342 頁 本体 7,962 円(税別) 送料 340 円

植物病理学の実験では病気の生態を熟知し、対象となる病気を思うように発病させることが重要です。本書は病原菌の分離・培養・保存・接種・発病調査法および薬剤の効果検定法を、第一線で活躍されている方々に執筆していただいた実験の手引書です。

お申し込みは、直接本会出版情報グループに申し込むか、お近くの書店で取り寄せて下さい

(株)日本植物防疫協会 〒170-8484 東京都豊島区駒込 1-43-11 TEL : (03)3944-1561 FAX : (03)3944-2103