

バイオコントロール 第2巻1号 目 次

はじめに	2
微生物農薬の安全性評価試験ガイドラインについて	農学博士 岡田 斎夫 3 (生物系特定産業技術研究推進機構)
菌食性線虫 <i>Aphelenchus avenae</i> による土壌糸状菌病害の防除	農学博士 石橋 信義 8 (佐賀大学)
イネウンカ類の天敵カタグロミドリメクラガメ	農学博士 鈴木 芳人 14 (九州農業試験場害虫管理システム研究室)
カリфорニア大学における生物的防除研究の現状	農学博士 高木 正見 18 (九州大学農学部生物的防除研究施設)
海外における微生物除草剤の研究開発の現状	農学博士 郷原 雅敏 20 (日本たばこ産業株式会社、植物保護開発センター)
資料	
1) 天敵に対する農薬の影響について	㈱トーメン 脇田 鎮夫 .. 繰り込み ㈱トモノアグリカ 石井 俊彦
2) 正会員会社の商品紹介 (アグロスター有限会社、サンケイ化学株式会社)	30
海外天敵メーカーの紹介 (コパート KOPPERT 社) : 日本総代理店 ㈱トーメン	31
表紙について(解説)	㈱トーメン 生物産業部 和田 哲夫 32
訂 正 (第2号 VOL. 1, No. 2)	17
新刊書紹介 (天敵ウォッチングー虫たちの戦争と平和)	根本 久 / 和田 哲夫 5
研修会案内	31
会員名簿	33
協議会規約	36
編集後記	(事務局) 裏表紙内面

◆ ◆ ◆

表紙及び : 代表的な浮世絵師 歌麿の「画本虫撰」の中から「蝶」と「蜻蛉」を使いました。

裏表紙 : 国会図書館所蔵の原本からのフィルムを利用させて頂きました。(解説参照)

表紙内面 : 佐賀大学 石橋氏「菌食性線虫による土壌糸状菌病害の防除」図版1, 2

農水省九州農試 鈴木氏「イネウンカ類の天敵カタグロミドリメクラガメ」図版1

はじめに

連鎖（天敵－研究者－指導者－栽培者－消費者）

自然界の昆虫個体群は、それぞれの個体群の変動を制御する機構に従い、時々は多発することはあるものの、長期的には比較的安定していて特有の生態的地位を確保しています。キャベツ畠には総昆虫数220種。その内85種の捕食・寄生昆虫を含めた天敵昆虫が棲息しているとを明らかにした報告もあります。キャベツ社会の多様性な生物相と天敵昆虫の種類数の多さに驚かされます。食物連鎖がこれら生物全体の基幹をなすもので、害虫の食物連鎖の上位にあるこれら天敵昆虫の働きは古くから人々の注目を集めてきました。

施設害虫の防除に天敵昆虫を利用する試みは、1926年イギリスにおいてオンシツコナジラミ防除にオンシツツヤコバチ *Encarsia formosa* を利用したのが最初とされていますが、やがて殺虫剤の利用により中断されてしまいました。

1967年オランダでチリカブリダニがハダニ防除に利用されるまで約30年程のブランクがありましたが、殺ダニ剤抵抗性ハダニの出現がその端緒となりました。現在世界中で30～40種類の天敵昆虫が利用されており、更により優れた新しい天敵昆虫の研究が活発に行われているのが現状です。

合成殺虫剤の利用は、その速効性と確実さから害虫防除の中心的な役割を担い、農業生産性向上に大きく寄与しその重要性は今後も変わることはないと考えられてきました。現在の化学的防除体系は長年の検討により確立されたもので、天敵昆虫の居場所を見つけるのは至難の業でしたが、セイヨウミツバチとセイヨウオオマルハナバチ等の訪花昆虫がその先導役を果たしてくれました。

天敵昆虫による防除体系の考え方は、各々の害虫数を作物に被害のない様に管理する事がベースでこの点では化学的防除となんら変る所はありません。大きな相違点は、天敵昆虫の放飼と薬剤散布の最適処理時期に大きな差があります。そしてまた、害虫の習性を知り極発生初期の居場所を見付ける等の観察力を持つ事がその鍵となります。その結果、防除時間の短縮、より安全な収穫物そして究極の身体に優しい等のメリットがもたらされます。当然ながら、各種害虫に対応する天敵昆虫の品揃え、物理化学的防除方法を含む地域に適応した作物毎の総合的なIPM防除体系の確立が求められています。

天敵昆虫を上手に使用しその分殺虫剤の使用が省略された減農薬栽培による農産物類には、消費者も多大の関心を示しておりより正しい理解と流通量の拡大と安定化が望まれています。

関係者が、小さな天敵昆虫が大きな可能性を拓くこの連鎖の各分野で、正しく理解し着実に普及するように努力することが、環境保全型農業のひとつの答えとなりましょう。

微生物農薬の安全性評価試験ガイドラインについて

生物系特定産業技術研究推進機構 岡田 齊夫

■はじめに

待ち望んでいた微生物農薬の農薬登録申請に必要な安全性評価試験のガイドライン、すなわち「微生物農薬の安全性評価に関する基準」が、農林水産省農産園芸局長通達と農産園芸局植物防疫課長通達によって、平成9年8月29日付けで示された。

病害虫、雑草などの防除には、化学合成農薬が主に使用されているが、環境問題に対する感心が高くなったことや合成農薬による弊害が顕在化したために、有害生物に対する選択性が高く、有害生物に抵抗性の獲得が少なく、環境への負荷が少ない生物農薬の開発研究が増加し、これに対する社会の期待が増大していること；植物防疫課の難防除病害虫特別対策事業、高度防除技術推進特別対策事業、その利用促進事業、天敵生物利用円滑化推進事業などで、実用化可能な成果が得られていること；生物的資材による病害虫防除の特徴が農家段階で認められ、普及に対する要望が強いこと；などから、平成4年度から微生物農薬検査基準確立対策事業を起し、農薬検査所で大学、農林水産省、厚生省の専門家による「微生物農薬ガイドライン検討委員会」を作って、微生物農薬登録のガイドライン策定作業を進めた。また環境庁も平成6年度から「微生物農薬安全性評価ガイドライン検討委員会」を設けて策定作業を進めた。両所の作業は平成7年9月に終了し、両成果を一本化して農業資材審議会農薬部会の了承を同年11月に得て、平成8年3月に公表され、平成9年8月29日付け9農産第5090号で通達された。本基準は平成10年4月1日から施行されることになっている。

1. 通達の概要

その内容は局長通達の「微生物農薬の安全性評価に関する基準」で、微生物農薬の安全性評価の基本的考え方を示すとともに、微生物農薬の登録申請者が提出すべき安全性評価に必要な資料を規定している。この中で「微生物農薬」とは、ウイルス、細菌、真菌、原生動物、線虫（共生細菌のようなものを活性成分にもつものに限る）を生きた状態で農薬としての目的で、製造または輸入して販売しようとするものとしている。

ヒトに対する安全性および環境生物等環境に対する影響については、「微生物農薬の安全性評価資料の微生物別要求項目」を規定し、科学的資料に基づき実証または確認されなければならないこと、ヒトに対する安全性試験成績は、GLP制度にのっとった試験成績でなければならないこととしている。

課長通達では、本指針は微生物農薬の登録申請に当たって提出する安全性評価に必要な資料を作成するに当たっての目安として利用するもので、試験者は試験の実施に当たって本指針に厳密に従うことを要求されているものではなく、被験試料の特性に応じ、試験の目的をより満たすため試験方法に変更、改善を加えるという柔軟性は保持されているとした上で、被験試料、試験動植物、農薬微生物の確認、検出、微生物農薬の性質について規定し、「微生物農薬の安全性評価に必要な資料を作成するに当たっての指針」を示している。

2. 基準の要点

微生物をウイルスとその他（細菌、真菌、原生動物、線虫）に分けた上で、①農薬の規格性状に関する資料、②使用方法に関する資料、③ヒトに対する安全性試験成績、④製造、使用に際して発生した過敏性反応等事例に関する資料、⑤作物生残性試験成績、⑥環境生物に対する影響試

験成績および⑦環境中の動態に関する試験成績から構成されている。①, ②および④は化学合成農薬の場合と本質的に変わらない。③, ⑤および⑥, ⑦の試験の進め方は段階試験制度を採用している。

1) ヒトに対する安全性試験成績（図1）

単回投与試験（単回経口投与試験、単回経皮投与試験、単回経気道投与試験、単回静脈内投与試験）、眼一次刺激性試験、皮膚感作性試験（ウイルス、細菌、真菌の場合）および細胞培養試験（ウイルスのみ）は第一段階試験で実施する。単回投与試験で感染性、病原性、毒性および生残性がなく、かつ細胞培養試験で感染性、毒性および形質転換がなければ次の試験への進行の必要はない。しかし単回投与試験で感染性あるいは生残性があれば第二段階試験として反復投与試験（反復経口投与試験および反復経気道投与試験）とその微生物農薬を食用作物に使用する場合には⑤を実施する。反復投与試験で感染性、病原性および毒性がなければ次の試験への進行の必要はない。しかし感染性が認められた場合は第三段階試験として繁殖試験を、真菌では変異原性試験を加えて実施し、陽性であれば、発がん性試験（変異原性物質を同定し、この成分を用いての試験）を行う。第一段階試験の単回投与試験、細胞培養試験および第二段階試験の反復投与試験のいずれかで毒性が認められた場合は、第三段階試験で毒素を同定し、この成分を用いての試験を実施する。また単回投与試験および反復投与試験のいずれかで病原性が認められた場合には、第三段階試験での対応を検討する必要がある。さらに細胞培養試験で哺乳動物細胞に感染性が認められた場合は、ウイルス発がん性試験、免疫不全誘起試験、繁殖試験および靈長類影響試験を実施することになっている。

作物生残性試験成績は、上記したように、単回投与試験で感染性あるいは生残性が認められ、その微生物農薬を食用作物に使用する場合に実施することになっている。微生物農薬の作物生残性は、その微生物の有害生物防除効果、残留効果を示す重要な性質に関するものであり、開発研究中に明らかにしておくべきことと考えている。

2) 環境生物に対する影響試験成績（図2）

化学合成農薬の場合には求められない項目を含んでいる。まず第一段階試験として、淡水魚影響試験（コイまたはニジマス）、淡水無脊椎動物影響試験（ミシンコ、セスジミシンコ、オオミシンコのうち1種）、鳥類影響試験（ウズラまたはマガモ）、植物影響試験（経済的に重要な植物の中から4科6種以上の双子葉植物、2科4種以上の單子葉植物）、標的外昆虫影響試験（寄生性双翅目、寄生性膜翅目、捕食性半翅目、捕食性鞘翅目、捕食性脈翅目、捕食性ダニ目、捕食性クモ目の中から少なくとも2目3種）、蜜蜂影響試験（セイヨウミツバチ、羽化後3～7日までの同日齢成虫）、蚕影響試験（4齢起蚕）および土壤微生物影響試験（当該微生物を利用しようとする用地区分の土壤で、細菌、放線菌、真菌の数への影響）の8項目の試験が設定されている。

微生物農薬は、一般に、宿主特異性が高いことを特徴としている。上の試験項目の内で、「微生物の生物学的性質によって、（影響が起らないと）科学的に根拠がある場合および使用方法から暴露の可能性がない場合には、試験を省略することがある」となっている。例えば、出芽細菌の Pasteuria penetrans のように、線虫以外への寄生は認められない細菌では、他の生物への影響は起らないであろう。また宿主特異性が極めて高い Baculovirus では、宿主生物種のごく近縁種以外には影響は起らないであろう。こうした微生物農薬では、総説など権威ある書物の記載を準備し、所管官庁との協議によって試験を大幅に省略することができるとしている。

上の第一段階試験で影響がなければ次の試験への進行の必要はない。しかし影響が認められた

場合には、第二段階試験として環境での動態に関する試験成績を求められることになる。本試験方法については所管官庁との討議が必要である。第二段階試験で暴露の可能性がなければ次の試験への進行の必要はないが、暴露の可能性があれば第三段階試験での対応を検討することになる。

■おわりに

本基準の討議は平成4年から7年まで4年間にわって、安全性が確保されること、日本の社会に受け入れてもらえるようにを考えながら、慎重に進められたと思っている。ヒトに対する安全性試験成績は、本質的には、アメリカ EPA の Pesticide Testing Guidelines, Subdivision M, Microbial and Biochemical Pest Control Agents (Part A Microbial) に準拠している。したがってアメリカで農薬登録された微生物農薬は、特殊なものを除けば、日本の基準に読みかえることができる。作物生残性試験成績、環境生物に対する影響試験成績および環境中での動態に関する試験成績は、日本の環境における試験が必要で、他国で実施された試験成績から読みかえることはできない。環境生物への影響などで、微生物の生物学的性質によって、（影響が起らないと）科学的な根拠があれば試験を省略できる。ただしこの場合、影響がなかったとする研究報告、総説など、権威ある書籍などからの引用が必要である。

※新刊書紹介

『天敵ウォッキング』（虫たちの戦争と平和）

根本 久／和田哲夫 著

出版社：日本放送出版協会

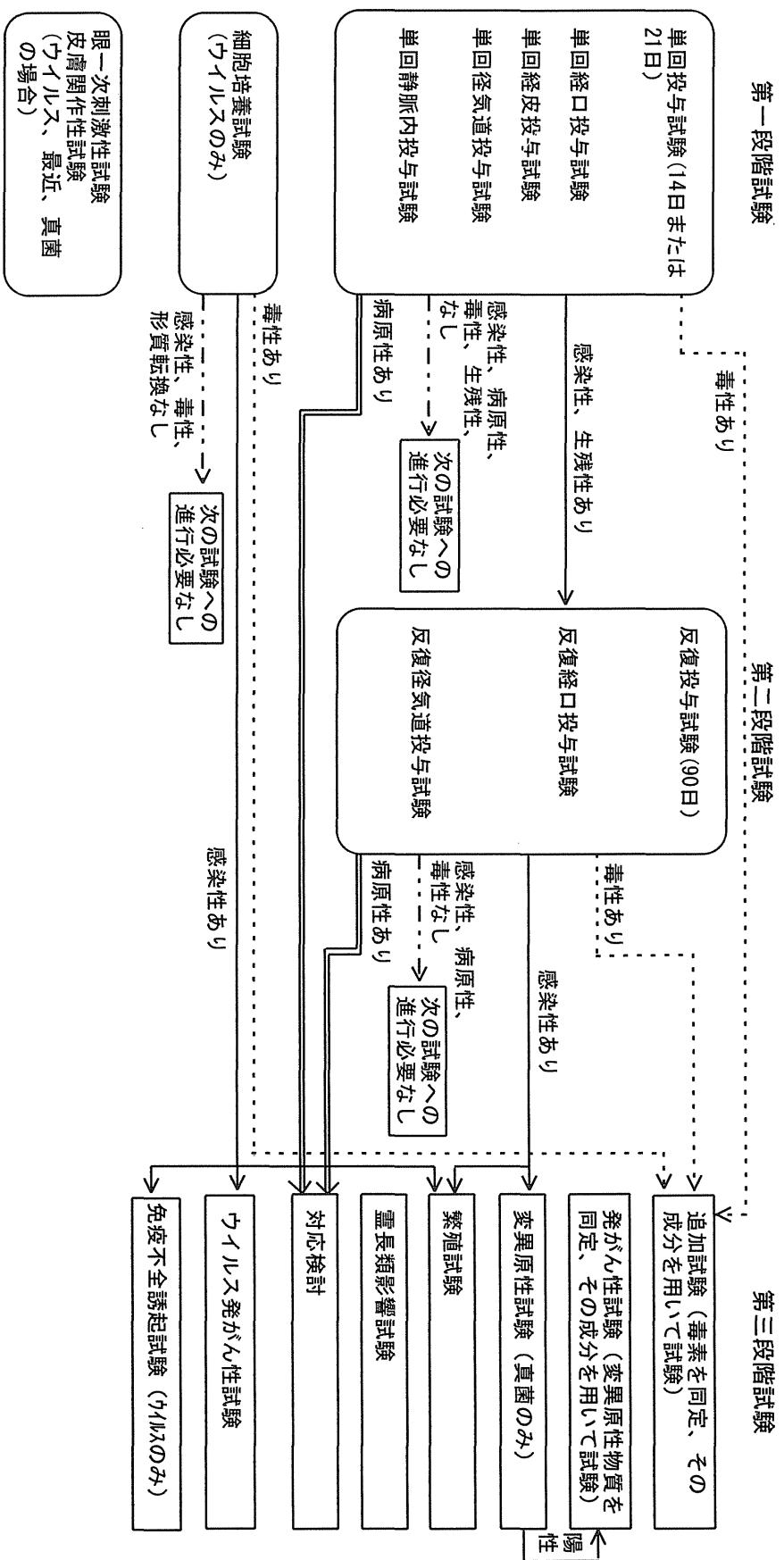
定 價： 1,300円

NHK「趣味の園芸」1995年4月から1997年3月号に連載された

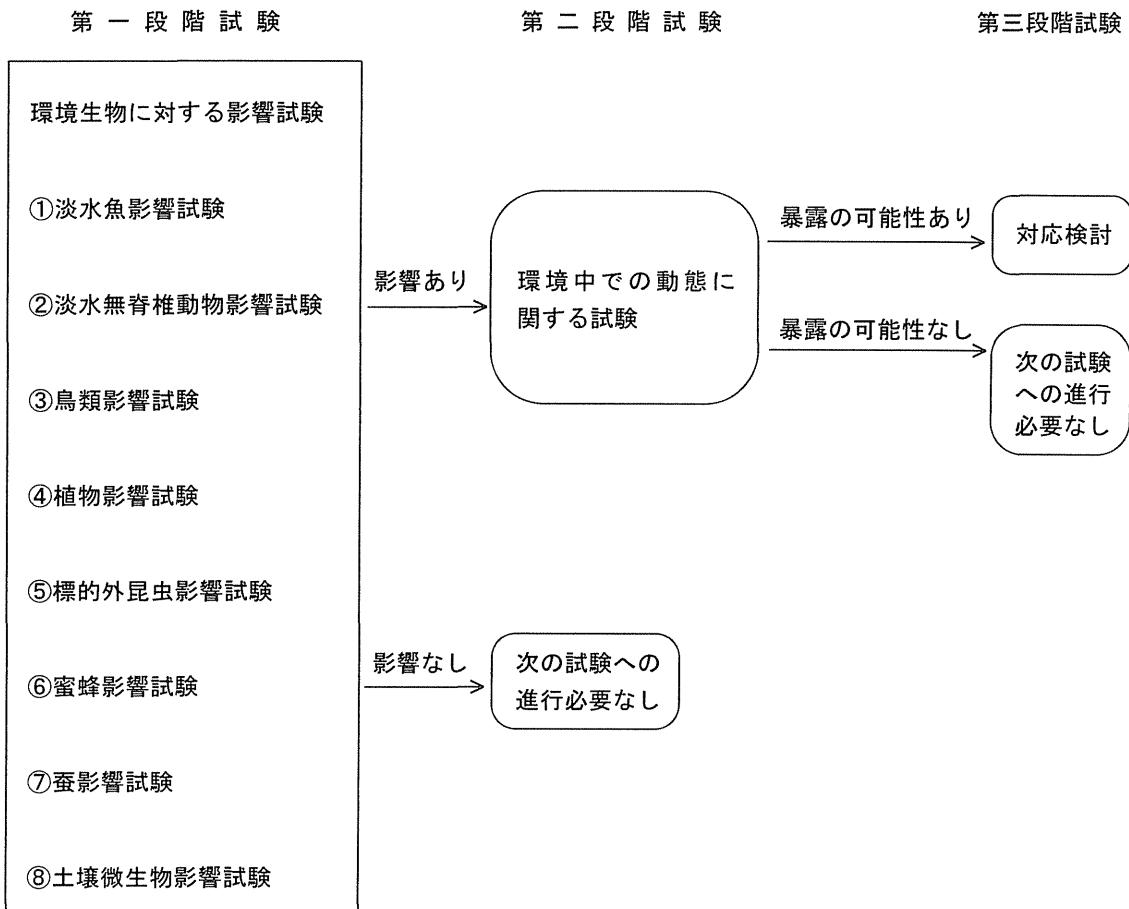
「天敵ウォッキング」をもとに加筆訂正されたものです。

身近な植物に見られる天敵類が、豊富な写真と解説で、より身近なものになると思います。

第1図 ヒトに対する安全性試験成績



第2図 環境生物に対する影響、環境中での動態に関する試験成績



(注) 微生物の生物学的性質により科学的な根拠がある場合及び使用方法から暴露の可能性がない場合には試験を免除することがある。

菌食性線虫 *Aphelenchus avenae* による土壌糸状菌病害の防除

佐賀大学 石橋 信義

1. *Aphelenchus avenae* の研究経緯

A. avenae の研究は古い。19世紀に既に命名されているし、摂食活動は60年前に報告されている。40年ほど前筆者が線虫で録を得るようになった頃は、この線虫は植物寄生性線虫の仲間にに入れられていた。実際、タマネギ、ニンニクなどの腐った部分から多数検出されてこの線虫を犯人としたこともあった。今でも線虫学の普及していない国では植物寄生線虫にいれられているが、欧米ではとっくの昔に除外されている。1960年代から70年代にかけてこの線虫は華やかな時代であった。糸状菌病害の生物的防除を提唱するものと、なお有害線虫として頑張ろうとする報告で紛糾していた。1970年代に入ると anhydrobiosis(耐無水生存) の好適な実験材料として脚光を浴びた。今現在この線虫についての研究報告は、Journal of Nematology にも Nematologica にも筆者ら以外に殆ど見られない。しかし biological agent としての興味は以前よりも倍加して、筆者に対する問い合わせは極めて多い。現在は深く不気味に潜航しているという感じがする。ところでこの線虫はニセネグサレセンチュウと命名されているが（昭和33年）、これは筆者自身もこの線虫を有害線虫としていた頃の名前で、ニセネコブセンチュウが歴記とした植物寄生線虫であるところから見て、ニセネグサレはこの線虫には不当な和名であると思う。

2. *Aphelenchus avenae* の研究は何故下火になったか。

A. avenae は92種の土壌糸状菌を摂食し、54種の糸状菌では繁殖も旺盛であったことが報告されている。これら糸状菌の60%は植物寄生性糸状菌であることから、土壌病害の有力な生物的防除剤になると期待されていた。それでも現在に至るまで実用化されなかつたのは；

1. 化学農薬全盛時代になった。
 2. 植物寄生とみられるフシもある。
 3. 大量生産が開発されず、圃場試験で評価されたことがなかった。
 4. 同一糸状菌で継代培養すると、繁殖力が次第に低下し個体群消滅を招く。
 5. 乾燥には強い線虫であるが、製剤化は検討されなかつた。
 6. 糸状菌選好性は、採集地によるアイソレート(isolate) による差異が大きい。従って、研究者によってこの線虫に対する評価の差が大きかつた。
- 以上のようなことが挙げられる。

3. 上の問題に対する対処

我々は10年以上に渡りこの線虫を取り組んで来ており、最後の6を除いてはほぼクリア一してきた。しかし、1.については時代の流れでどうしようもなかつた。メチルプロマイドなどオールマイティーの土壤熏蒸剤が多量に使用されるようになった。これには如何なる生物製剤も脱帽せざるをえない。メチプロはそのうち使えなくなるので、この線虫の登場となるのは期待できる。

2.については、滅菌土壤にキュウリ種子と本線虫を多量（10万/300ml 土壌）に接種すると、発芽率の低下または子葉のハムグリガ様症状など発芽障害を受ける時がある。損傷の程度は線虫のアイソレートによって、大きな差異がある。アイソレートによっては全く被害の出ないものも

ある。植物による差も大きいように見られる。従つて研究者により、有害無害の説が紛糾したのである。発芽後の被害はない。ウリ科以外の種子には加害は小さい。滅菌土壌でも餌となる糸状菌があるか、他の線虫（スタイナーネマでもよい）と同居させると被害は出ても小さい。多くの生物が生存する非滅菌土壌では被害は起こらない。滅菌土壌というものは実際の圃場にはあり得ない。

3. 従来の線虫生産にはペトリ皿寒天培地上の糸状菌が主として用いられ、せいぜい小麦種子で大量生産されたに過ぎない。欧米での植物質産業廃棄物は、飼料としての価値が日本よりも高いので、固体培地による大量生産法は開発されなかつたのかもしれない。幸か不幸か我が国では産業廃棄物はその処置に困るほどである。ジュース絞り滓、茶出し殻、焼酎滓、バガス、ジャガイモ屑、小麦殻、粉殻、ビートパルプ、動物質廃棄物としては加工食品工場汚泥など、これらの混合物を糸状菌一線虫の増殖培地とすることができます。培地内が空隙を保つように組合せるのが肝要である。茶出し殻は全重量（乾燥）の少なくとも30%は必要である。それは茶のタンニンが培地内で発生するアンモニアを吸着するからだろうと思う。pH上昇抑制ばかりでなく動物質培地のときは悪臭発生も和らげる。培養期間のpHは5.5から6.0程度で6.5以上に上昇しないことが肝心である。現在筆者の研究室では、乾燥重でジュース絞り滓（またはジャガイモ屑）1：焼酎滓1：緑茶出し殻1を多用しているが、ビートパルプ、工場汚泥、バガス（入手困難）なども決して悪くない。10リッターの梅酒瓶に混合培地（乾物）1kg、水分50-60%にして湿重で約3kg、25°Cにて餌糸状菌 *Rhizoctonia solani* を線虫と一緒に接種する。*Botrytis cinerea* を餌糸状菌とするときは線虫接種3日前がよい。線虫約200頭を接種して30日後に約1-2億の収量を得ている。*Rhizoctonia* のほうが収量が多い。固体培地の欠点は空間を占拠することである。増殖した線虫は分散しようとするので、ガラス壁面に上がってくる。中の空間は全く無駄ではないが、もっと効率よく使えないかと思う。これ以上培地を増やすことは出来ない。培養中ダニは絶対に侵入させてはならない。産業廃棄物の利用にはそれなりの利点もあるが、大量生産には大がかりな場所を必要とするので、将来的にはコンピューター制御による液体培養でなければならない（現在特許出願中：菌食性線虫の大量生産法とその利用法 出願人佐賀大学学長。出願の範囲は欧米も含む）。

4. の対策としては、餌糸状菌を次々に変えていくしかない。*Botrytis cinerea* の次は *Fusarium* 菌 その次は *Pythium* その次は *Rhizocotnia* と継代培養する度に違った餌糸状菌とする。4, 5種類の糸状菌を循環させる分には繁殖力は低下しない。最後に施用のために大量生産したいときは、病原性のない *Botrytis cinerea* 菌を用いる。圃場に施用するときは繁殖力が最も上昇しているときがよい。その時の線虫を液体窒素で保存しておいて、大量生産のタネ線虫とすることを我々は検討中である。

5. はこの線虫が anhydrobiosis の実験材料になるほどだから、製剤化は昆虫病原性線虫に較べたら雲泥の差である。時間をかけて徐々に乾燥状態に置けばよい。かなり根気は要するが最終的には室内で保存できるようになる。このような状態になった線虫を急に水につけると、みんな死んでしまう。1晩湿度100%に置いたのち水に漬けなければならない。これが欠点である。脱水、加水両方の処理に緩衝作用をもつような物質で線虫をコーティングする方法を模索している。

6. のアイソレートの問題。我々が当面する最大の課題である。*Pythium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Verticillium*, *Phytophthora*, *Pellicularia* 菌など当研究室の線虫は摂食し、繁殖もするが、線虫のアイソレートによる差は極めて大きい。菌選好性は世界的にも全く整理され

ていない。菌選好性を系統として確立することによって、線虫は正当な評価がなされなければならない。実際の施用においても絶対的に必要になる。乾燥耐性や温度選好性もアイソレートによって大いに異なる。望まれる遺伝子をクローニングした線虫ができれば、全く申し分のない生物製剤となるだろう。

4. *A. avenae* による土壤病害防除試験例

(1) キュウリ立ち枯れ病に対する試験 1 (第 1 表)

スチロール製ポットに滅菌土壤 (砂壤土 5 : バーミキュライト 1、水分 50%) 300 ml を入れ、小麦根で培養した糸状菌 *Rhizoctonia solani* AG-4, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lagenariae*, *Pythium* sp., *Phytophthora nicotiana* var. *parasitica* を各々 1g ずつ、同時に熊本産アイソレートの線虫を 1 万、5 万、10 万頭を混合して土壤と混和し、密閉して 25°C に 1 週間置いた後、キュウリ種子 4 粒を播種した。各処理 10 反復とし、播種後 14 日目のキュウリ生存率を測定した。対照として病原菌なし、線虫なし、の区を設けた。播種 5 日後の発芽率は無処理 100%、病原菌のみは全て 0%、線虫だけの場合、1 万頭接種区 80%、5 万頭接種区 70%、10 万頭接種区 50% であった。播種 14 日後のキュウリ生存率を第 1 表に示す。このアイソレートの菌叢上での繁殖は、*Rhizoctonia* 菌で最も高く、*Fusarium* や *Pythium* 菌ではその 10 分の 1 にも繁殖しないが、防除試験ではそれほど大きな差とならなかった。このアイソレートは滅菌土壤での加害が大きいようにみられた。

(2) キュウリ立ち枯れ病ポット試験 2 (第 2 表)

500 ml の滅菌砂壤土をスチロールポットにいれ、小麦根で培養した *Rhizoctonia solani* AG-4 を培地とも 1g とり、鹿児島アイソレート線虫 5 万、10 万、50 万、100 万頭を混合してポット土壤と混和した。土壤水分は 35% として密閉し、2 週間 18–25°C のガラス室内に置いた後、キュウリ種子 4 粒を播種した。5 日後発芽率、16 日後生存率を調査した。播種後の温度は 18–23°C となった。本試験では線虫単独処理区を設けなかったので、滅菌土壤での線虫の加害性は判定できなかつたが、試験 1 の熊本アイソレートほどの加害性はないように見受けられた。5 日後の発芽率と 16 日後の生存率に変化はなかつた。結果を第 2 表に示す。温度がやや低かったためか、病原菌単独でも 13.3% 発芽した。線虫施用量が 50 万、100 万は 5 万、10 万施用よりもやや発芽率は低下したが、有意差はなかつた。

第 1 表 キュウリ立ち枯れ病ポット試験 1 (播種後 14 日の生存率)

病原菌	<i>Aphelenchus avenae</i> /300 ml 土壤			
	None	10,000	50,000	100,000
None	100.0a	79.3b	69.5c	49.2e
<i>Rhizoctonia solani</i> AG-4	0d	69.5c	84.1b	61.0f
<i>Fusarium oxysporum</i> <i>lagenariae</i>	0d	72.2c	77.6b	62.4f
<i>Pythium</i> sp.	0d	76.7b	80.0b	69.0c
<i>Phytophthora nicotiana</i> <i>parasitica</i>	0d	76.5b	81.2b	54.7e

t-test: p=0.05

第2表 キュウリ立ち枯れ病 (*Rhizoctonia solani*) ポット試験2
(播種後16日の生存率)

処理		キュウリ生存率 (18-23°C)		
無処理 (病原菌無し、線虫無し)		100. 0 a		
R. solani AG-4 (培地1g)			13. 3 b	
同上	+	A. avenae	5×10^4	86. 7 c
同上	+		1×10^5	86. 7 c
同上	+		2×10^5	80. 0 c
同上	+		5×10^5	66. 7 d
同上	+		1×10^5	73. 3 c

χ^2 検定: p = 0. 05

(3) ホウレンソウ立ち枯れ病 (*Rhizoctonia solani*) 園場試験 (第3表)

4月砂壤土の園場にテロンII (15 t/ha) 処理無処理の区を設け、サツマイモを栽培した後、9月中旬1区 6 m² に鹿児島アイソレートを約2億頭 (ビートパルプを培地として *Botrytis cinerea* 菌を餌として増殖、培地とともに4 kg)、同時に小麦殻培地で増殖させた R. solani AG-4 を培地とともに50 g 混合して全面に敷き込み、土壤と混和した。線虫単独、病原菌単独の区を対照とした。発芽率はテロンII 処理区の病原菌単独区で13.5%、その後2週間以内に全滅した。他の区は発芽率と20日後の生存率に差はなかった。ホウレンソウの生育は、無処理区とテロンII 処理との線虫処理区 (線虫単独と病原菌混合) がもっとも良好であった (表紙内面写真参照)。

第3表 ホウレンソウ立ち枯れ園場試験

処理	ホウレンソウ 生存率 (播種後20日)	
	テロンII 処理	テロンII 無処理
無処理 (培地だけ)	100	86
R. solani 単独 (ふすま培地50 g)	0	28
A. avenae 単独 (ビートパルプ培地4 kg)	100	90
R. solani + A. avenae	87	78

5. 今後の課題

A. avenae の生物的防除剤としての利用には、昆虫病原性線虫 *Steinernema* spp. よりも遙かに多くの利点を有していると筆者は密かに考える。欠点は昆虫病原性線虫ほど大量生産できないことであるが、コンピューター制御の液体培養法が確立すれば、それも夢ではない。一方、植物質・動物質産業廃棄物の処理も現在焦眉の的となっており、線虫の固形培養としてこれらを有効に利用し土壤に還元すれば、それも企業化への1つの路となるだろう。培養器の空間を無駄がないように工夫すれば活路は見いだせる。大量生産には果てしない課題がつきまとうので、ちょっとここでは脇に置く。その他の問題としては、1) 製剤化 2) 施用法 3) 他の有用生物と

の混合ないし組合せ施用 4) strain の確立 5) 生物農薬施用技術者の養成等が挙げられる。これらの可能性について論じることにする。

1) 製剤化

これは先にも述べたが、スタイナーネマよりも容易である。そのまま徐々に乾燥状態に置いてもよいが、線虫をコーティングする保護物質を開発すれば、水に急に戻しても生存率は高まるであろう。保護剤には糖物質が考えられる。

2) 施用法

土壤中での生存は、スタイナーネマより遙かに長く期待できる。従って苗定植時の施用も可能で、スイカ、トマトなどの急性委ちよう症予防を狙った施用法が開発されよう。薬剤処理後の土壤に施用すれば、ネコブセンチュウなど植物寄生性線虫の急速な回復を抑制する。大規模な種苗生産圃場で種子と混合施用することはやめた方がよい。種子加害をしない系統が出現するまで待つ以外はない。勿論発芽後に施用する分には構わない。圃場での施用量、施用時期等は対象作物、対象病害とのケースバイケースである。固形培地とともに施用するなら、土壤改良材として使用するほうがいいと思う。

3) 他の有用生物との混合施用 —— 生物的総合防除

1つの例がスタイナーネマとの混合施用である。これは実験的に可能であることが証明されている。滅菌土壤でも他の線虫と共存させれば、*A. avenae* による被害は起こらない。菌摂食能力も低下しない。*Steinernema carpocapsae* のほうは、カブラヤガなど抵抗性の害虫にはやや殺虫性が落ちるが、ハスモンヨトウ程度の害虫には全く効果は低下しない。

Pasteuria penetrans (農研センターの奈良部氏からの分譲) はいずれの系統も *A. avenae* には付着しない。*A. avenae* と混合しても *P. penetrans* のネコブセンチュウに対する付着は全く低下しない。従って、*A. avenae* と *P. penetrans* の混合施用は可能である。

スタイナーネマはBTと混合施用しても、殺虫性は全く低下しない。むしろ害虫の死亡速度は早くなる。以上のことから、*A. avenae*、スタイナーネマ、*Pasteuria penetrans*、BTを混合施用すれば、MBほどではないとしても病害、虫害、線虫害の同時防除が期待される。技術的問題を克服すれば決して不可能ではない。

4) strain の確立

これは極めて重要な課題である。これから *A. avenae* の研究は、系統を抜きにしては成り立たないと思う。この線虫は成虫の体長に $600 \mu m$ の違いがあっても *A. avenae* であるが、菌選好性には大きな差異がある。東北の線虫（岡田浩明氏採集）は *Pythium* 菌選好性で九州産とは全く違う。九州内40箇所から採集し、寄主選好性が明らかに違うとみられるのが少なくとも5系統はある。温度選好性も $25^{\circ}C$ と $30^{\circ}C$ に分けられる。本線虫は雌成虫の単為生殖であるが、雄出現 ($30^{\circ}C$ で培養) はアイソレートによって 0-10% の開きがある。日本全国から採集される *A. avenae* は、寄主糸状菌選好性、繁殖適温、雄成虫出現頻度などを基本とし、DNAホモロジーなどの手段でサポートされて類別され、系統として認可されることが要求される。

5) 技術者の養成

これだけは、筆者の力の及ばないところであるが、生物的防除技術者として協会等で研修会を開き、オルガニストのような免状を与える制度も考えられる。日本は生物的防除の底辺が小さい。これは行政の問題でもあるのでこれ以上言及しない。

参考文献

- Barker, K. R. (1964) On the disease reduction and reproduction of the nematode *Aphelenchus avenae* on isolates of *Rhizoctonia solani*. Plant Disease Reporter 48: 428-432.
- Barnes, G .L., C. Russel, W. D. Foster, and R. W. McNew. (1981) *Aphelenchus avenae*, a potential biological control agent for root rot fungi. Plant Disease 65: 423-424.
- Buni Amin (1997) Biological descriptions of the fungivorous nematode, *Aphelenchus avenae* collected from Kyushu, Japan, with emphasis on the host preference. Dissertation for Degree of Master, Saga University pp. 37. Lab. of Nematology, Department of Applied Biological Sciences.
- Choi, D. R. and N. Ishibashi(1991) Life cycle parameters of *Aphelenchus avenae* on *Botrytis cinerea* and *Fusarium oxysporum*. Japanese Journal of Nematology 21:1-5
- Choi, D. R.(1994) Biology of the fungivorous nematode, *Aphelenchus avenae*, and po ssible use for the biocontrol of soil-borne fungal diseases. Dissertation for Ph. D.degree. Kagoshima University pp. 97. (Saga University, Lab. of Nematology.)
- Evans, A. A. F. (1970) Mass culture of mycophagous nematodes. Journal of Nematology 2: 99-100
- Evans, A. A. F. and J. M. Fisher (1970) Some factors affecting the number and size of nematodes in population of *Aphelenchus avenae*. Nematologica 16:295-304.
- Evans, A. A. F. and J. M. Fisher (1970) Ecological difference between four Australian isolates of *Aphelenchus avenae* Bastian. Australian Journal of Biological Sciences 23: 507-509.
- Ishibashi, N.(1990) Possible simultaneous/integrated biological control of soil pests by mixed application of entomogenous and fungivorous nematodes. 3rd International Conference on Plant Protection in the Tropics. Kuala Lumpur, Malaysia
- Ishibashi, N. and D.R. Choi (1991) Biological control of soil pests by mixed application of entomopathogenic and fungivorous nematodes. Journal of Nematology 23: 175-181.
- 石橋信義編（1993）有用線虫の探索とその大量生産ならびに施用法のシステム化.
文部省試験研究A(1)研究成果報告書 pp.172. 佐賀大学農学部線虫研究室
- Mankau, R. and S. K. Mankau(1962) Multiplication of *Aphelenchus avenae* on phytopathogenic soil fungi. Phytopathology 52: 741.
- Mankau, R. and S. K. Mankau (1963) The role of mycophagous nematodes in soil.
I. The relationships of *Aphelenchus avenae* to phytopathogenic fungi. Proceedings of the colloquium on soil fauna, soil microflora and their relationships. September, 1962, The Netherlands. p.271-280
- Townshend, J .L.(1964) Fungus hosts of *Aphelenchus avenae* Bastian, 1865 and *Bursaphelenchus fungivorous* Franklin & Hooper, 1962 and their attractiveness to these nematode species. Canadian Journal of Microbiology 10: 727-737.
- Walker, G. E. (1984) Ecology of mycophagous nematode, *Aphelenchus avenae*, in wheat-field and pine-field forest soils. Plant and Soil 78: 417-428.

イネウンカ類の天敵カタグロミドリメクラガメ

九州農業試験場害虫管理システム研究室 鈴木 芳人

■はじめに

農業害虫の管理に活用できる素材として注目される天敵は時代とともに変化している。かつて古典的な生物的防除が盛んだった時代には、害虫密度を恒久的に低レベルに制御できる天敵が関心の的であった。このような潜在能力をもつと有力現されていたのは寄主特異性が高い天敵であり、テントウムシ類を別とすればこの時代の花形は導入寄生蜂であった。しかし、一年生作物害虫に対する天敵導入の試みはほとんどが失敗に帰し、戦後の食糧増産に大きな役割を果たしたのは合成農薬を軸とする化学的防除である。やがて害虫の殺虫剤抵抗性獲得と誘導多発生(リサージェンス)問題の恒常化によって土着天敵の潜在的働きが再認識されるようになる。害虫の総合管理の時代に入ってからは捕食寄生者とともに捕食者も注目されるようになり、その潜在的働きをいかに活用するか、高めるか、が模索されるようになった。

人為的に天敵を放飼して害虫を防除した記録は少なくとも4世紀にさかのぼる長い歴史があり、旧ソ連、中国、メキシコなどの開発途上国では *Trichogramma* 属の卵寄生蜂の利用を中心に、露地作物害虫に対して広範に天敵の農薬的利用が行われてきた。日本でも先駆的試みがされていたこの利用法が脚光をあびるようになったのは、ヨーロッパにおいて施設害虫の管理に実用技術として定着してからである。農薬的利用に供される天敵は捕食・捕食寄生、在来・導入の区別を問わないと、それだけに望ましい天敵のスクリーニングや系統育成に指針を与える理論が必要となる。また、すでに多くの解説があるように、天敵の農薬的利用が実用技術として定着するためにはクリアすべき何段階ものハードルがあり、施設栽培に限定しても日本でどれだけ実用化できるかはまだ未知数である。しかし、この古くて新しい利用法の可能性を探ることは時代の要請を受けた夢多き課題であるばかりでなく、長年停滞していた一年生作物害虫に対する天敵活用理論を再構築する上でも重要な手掛かりを与えてくれると考えている。本稿では、このような観点から研究に着手しているカタグロミドリメクラガメについて簡単な紹介を試みたい。

■カタグロミドリメクラガメ

カタグロミドリメクラガメ(以下メクラガメ)はイネウンカ類の天敵として古くから知られている、半翅目メクラカメムシ科の体長約3ミリの小型な捕食者である。東南アジア、東アジア、太平洋諸島に広く分布する。天敵農薬の素材として注目されているハナカメムシ科とは近縁で・同じトコジラミ上科に属す。メクラカメムシ科には昆虫捕食性と食植性の種があり、ムギメクラガメやアカスジメクラガメなどのイネ科作物の害虫も含まれる。日本ではメクラガメは梅雨期にウンカ類とともに海外から飛来する長距離移動性天敵で、水田内で増殖するが、越冬はできない。飛来侵入世代の密度は著しく低く・飛来量が比較的多い西日本でも株あたり0.01頭を超えることは稀である。

このメクラガメがイネウンカ類の天敵として注目される理由はこうである。日本や韓国では、有機合成殺虫剤が登場するはるか以前から長距離移動性イネウンカ類がしばしば水稻に大災害をもたらしてきたのに対して、東南アジアでトビイロウンカが水稻のキーペストにのしあがったのは1960年代、国際稲研究所が育成した多収性品種が普及した緑の革命以後である。この水稻の集約栽培技術には新品種導入のほかに殺虫剤や肥料の多投入が組み込まれており、今日ではトビイ

ロウンカの害虫化をもたらした主因は殺虫剤の不適切な使用によるリサージェンスと認識されている。すなわち、合成殺虫剤の導入以前の熱帯稻作地帯では天敵がトビイロウンカの発生を安定的に抑えていたのに比べ、東アジアではその働きが不安定であったとみなされる。天敵相を両地域で比較すると、寄生性天敵の種類は熱帯でより豊富であるが、全寄生性天敵によるトビイロウンカの死亡率には両地域間で顕著な差はみられない。これに対して、捕食性天敵は両地域に共通する種が多い反面、熱帯で有力天敵とみなされている一部の小型捕食者の生息密度が温帯では顕著に低い。その代表がメクラガメである。したがって、温帯でトビイロウンカに対する天敵の働きが不安定となる一因として、メクラガメの働きの不安定性が考えられるのである。メクラガメはケージ内ではトビイロウンカを低密度に抑えることが明らかにされている。さらに野外においても、飛来暦が他地域より飛躍的に多い九州西岸部では本種がトビイロウンカの発生を抑制していることを示唆するデータが待られている。ただし、水田におけるトビイロウンカの天敵としてのメクラガメの役割評価はまだ不十分であり、メ克拉ガメの重要性を疑問視する声もあることを付記しておく。

■生 活 史

産卵様式はトビイロウンカに似ており、雌は稻の組織を切り裂いて 1 卵ずつ破生通気孔内に産卵し、卵帽だけが外部にでる。卵のサイズもイネウンカ類のそれと大差ないが、卵帽の形状が顕著に異なるので容易に識別できる。産卵部位は植物の上部、とくに葉の中肋に多く、おもに葉鞘下部に産卵するトビイロウンカと好対称をなす。25℃恒温条件下における卵期間は約 8 日、幼虫期間は好適な餌条件のもとでは約 11.5 日であり、全発育期間はトビイロウンカより約 2 日短くセジロウンカより約 1 日長い。幼虫期の令数については 4, 5, 3-5, 4-6 など様々は報告があり、その要因として幼虫期の餌条件と個体群の遺伝的特性の差が指摘されている。産卵前期にはかなりばらつきがあるが、平均約 3 日で、両ウンカの短翅型雌成虫の産卵前期にはほぼ等しい。好適な餌条件、25℃下では雌の平均寿命は約 1 力月、生涯産卵数は約 300 で、羽化後 15 日間の日当り産卵数は約 15 卵程度である。水田におけるメクラガメの各発育段階の発生ピークはしばしばトビイロウンカのそれと同調しており、西日本の普通期水稻では飛来侵入後収穫までに 3-4 世代を経過すると推定される。休眠はどのステージについても知られていない。

■発育と産卵に及ぼす餌条件の影響

室内実験で得られた幼虫期に関する既往の成果を要約すると、メクラガメはトビイロウンカ、セジロウンカ、またはタイワンツマグロヨコバイの卵、あるいは若令幼虫のいずれを与えても給餌量が十分であれば正常に発育し、発育期間に有意差はない。また、3 種の卵を同時に給餌すると、トビイロウンカの卵に対して選好性を示す。トビイロウンカの卵で飼育したケースで、1 幼虫に対して日当り給餌数 5 卵以上(総捕食卵数 36)で正常な発育結果が得られている。

一方、成虫期の生涯産卵数および寿命と餌条件の関係については従来の報告に大きな開きがみられる。稻に産卵されたトビイロウンカの卵を十分に給餌した多くの飼育結果は、雌の平均寿命 8.2~17.0 日、平均生涯産卵数 14.8~22.4 という極めて低い数値を与えていたが、ほぼ同様の飼育条件下で、平均生涯産卵数 65.7, 75.6, 98.7, 247.6 という報告もある。トビイロウンカ卵とセジロウンカ卵を給餌した場合の産卵数には有意な差がないが、タイワンツマグロヨコバイ卵を与えた結果は著しく劣る。卵と幼虫の給餌結果を比較すると、ウンカ類では卵、タイワンツマグロヨコバイでは幼虫を与えた方が産卵数が多い。トビイロウンカの藏卵雌成虫を放飼した苗で

25°C恒温条件で飼育した場合には、雌の平均寿命は 28.5 日、平均生涯産卵数 291.2 という最大の数値が得られており、メクラガメ雌成虫の潜在的産卵能力の実現にはウンカが排泄する甘露が重要である可能性が指摘されている。トビイロウンカ卵を給餌した雌成虫と雄成虫の生涯の総捕食卵数として、それぞれ 147, 61 という報告がある。

■水田内における餌

以上の室内飼育の報告例から、メクラガメの比較的広い食性が窺われ、実際に人為的に与えればメクラガメ幼虫はフグラムシ類や隣翅目の卵も捕食する。では、水田では何をおもな餌としているのだろうか。野外におけるメクラガメの餌については断片的な観察例があるだけで、定量的数据を欠くが、メクラガメがトビイロウンカに強く依存していることを示す野外調査データがある。たとえば、メクラガメの個体群増殖がトビイロウンカの密度変化に対応していることや、両者の空間分布の相関の高さである。メクラガメと他のウンカ・ヨコバイ類との間にはこのような密な関係はみだされていない。しかし、これから直ちにメクラガメの主要な餌がトビイロウンカであるとは結論できない。たとえばトビイロウンカの密度が著しく低い分げつ期のイネではセジロウンカが代用餌として重要である可能性が高い。また、トビイロウンカの各世代の発生消長には明瞭なピークがあり、メクラガメの発生はトビイロウンカのそれと同調しているので、メクラガメの幼虫発生盛期にはトビイロウンカも大部分が幼虫態である。しかも、メクラガメの密度はトビイロウンカの密度を持続的に上回ることも少なくない。これらの事実から、メクラガメ幼虫はトビイロウンカ幼虫を捕食することはあっても捕食数は極めて少なく、後者が排泄する甘露に依存している可能性が高いと推測される。メクラガメがトビイロウンカの甘露だけで発育を完了できることは確認されており、さらにイネの花穂とともに甘露または蜂蜜を 1 令期から給餌するとトビイロウンカ卵だけを給餌した場合と同等以上のサイズの成虫が羽化することが知られている。

■飼育

メクラガメの継代飼育は容易であり、当研究室ではウンカ・ヨコバイ類飼育用ケージを用い、初にイネの幼苗を植えた 2 つのトレーにトビイロウンカとメクラガメを放飼したあと 2 週間置きに片方のトレーを新しいトレーに入れ替える方法を用いている。ただし メクラガメがトビイロウンカを捕食し尽くして絶滅があるので、トビイロウンカを適宜補充する必要がある。

メクラガメの飼育はチチュウカイミバエ、セイヨウミツバチ雄幼虫粉末、スジコナマダラメイガなどを代替餌として良好な結果が得られている。また、甘露だけでも全幼虫期の飼育が可能なので、発育には動物性の餌は不可欠ではないとみられる。したがって、大量増殖のための代替餌の開発は困難ではないと見込まれる。省力的な大量増殖のネックになる可能性があるとすれば採卵法であろう。人工的な産卵基質はまだ開発されていない。分げつ期の稻を用いれば採卵は容易であるが、幼苗を使うともともと多くない日当たり産卵数が一層減少する。なお、捕食性天敵の高密度飼育では共食いが問題になるケースが多いが、本種では幼虫間あるいは幼虫-成虫間の共食いは稀にしかおこらない。雌成虫による卵の共食いは少なからず生ずるが、これまでの経験では餌が十分であれば高密度下でも被食卵は 10%を超えない。

■農薬の利用の可能性

海外飛来性のイネウンカ類は西日本における水稻の基幹防除の対象であり、潜在的な市場規模

の面ではメクラガメは農薬的利用の素材として検討に値しよう。また、大量増殖が比較的低コストで可能と考えられる点も有利な材料である。しかしながら、実際に農薬的利用が可能であるか否かを判断するだけの情報はまだ揃っていない。イネウンカ類のなかでも無防除の場合にしばしば大きな被害をもたらすのはトビイロウンカであり、メクラガメの利用対象としてまず考えられるのはこの害虫である。その場合、放飼コストを考慮すればトビイロウンカの密度が比較的低い第1世代に接種的な放飼を行い、加害世代である第3世代の密度を許容水準以下に抑える方策が現実的である。メクラガメにその能力があるか否かを判断する上で、放飼世代と増殖世代の成虫の水田内残留率を決める要因を明らかにすることが鍵となる。閉鎖環境下ではメクラガメがトビイロウンカに対して高い制御効果を示すばかりでなく、放飼比次第でトビイロウンカより高い増殖率を示すことも明らかにされている。しかし、メクラガメに限らず、放飼天敵の野外における働きを決める最大の要因とみなされるのは天敵の移出率である。メクラガメの農薬的利用の可能性を検討するためにまず求められるのは、成虫の移出機構の解明とその制御方法であり、安定した防除効果達成の目処をつけることであろう。もちろん、他の水稻害虫の防除法との整合性、増殖虫の貯蔵性と輸送性をはじめ、実用化のためには多岐にわたる検討事項が残されている。

最後に、メクラガメはイネウンカ類以外の害虫防除にも使われた事例があることを紹介しておきたい。1939年から1952年にかけてグアム島の水田で採集されたメクラガメが、トウモロコシの大害虫であるウンカ(*Peregrinus maidis*)の防除のためにハワイ群島へ導入された。このメクラガメは比較的乾燥した環境に定着し、トウモロコシウンカの密度抑圧に貢献している。この古典的な生物的防除の成功例はメクラガメの広い適応能力を示唆しており、今後もイネウンカ類以外にも利用できる可能性がある。

- 註： 1) 表紙裏面カタログミドリメクラガメの写真を参照ください。
2) この論文について、引用文献等を知り度い方は、鈴木芳人様に直接お問い合わせください。



◇訂正とお詫び

- 1) 第2号 (Vol. 1, No. 2) 日本たばこ㈱ 山田昌雄氏の「微生物防除剤について」以下訂正お願い致します。
P. 22, 下から17行、キャンペリコの前のカッコが脱落。「キャンペリコ液剤」
P. 22, 下から11行、200と400ℓの間の「～」の位置を下げる。「200～400ℓ」
P. 22, 下から4行、裏表紙参照は「表紙裏面」と訂正。
P. 23, 上から1行、108は「10⁸」と訂正。

カリフォルニア大学における生物的防除研究の現状

九州大学農学部生物的防除研究施設 高木 正見

柑橘害虫アカマルカイガラムシの生物的防除に関する研究のため、1992年10月から2年間、カリフォルニア大学リバーサイド校(UCR)に滞在しました。このUCRのあるリバーサイド市は、カリフォルニアオレンジの発祥の地です。市の博物館に行けば、カリフォルニアにおけるオレンジ産業の歴史が展示してあり、街の街路樹もオレンジで、市のシンボルもカリフォルニアオレンジです。しかし、市の周辺では、オレンジ園はどんどん減って、工場や住宅に変貌しつつあります。これはロスアンゼルス都市圏の拡大に伴うもので、農業用水が都市用水に取られ、畠地が工場用地や宅地に吸い込まれていった結果です。農業が都市化に追われるの日本だけではありません。1994年以降も同校 Luck 教授との共同研究は継続しているので、年に1~2回リバーサイド市を訪れています。また、昨年の2月にカリフォルニアを訪れたときは、生物的防除研究のもう1つの発祥の地、カリフォルニア大学バークレー校(UCB)にHagen 教授を訪問する予定していましたのですが、彼は、昨年1月10日に急に他界しました。いつものように生物的防除研究所での仕事を終え帰宅途中、車の運転中に心臓発作が彼を襲い、そのまま息を引き取ったそうです。同1月8日にイスラエルの Rosen 教授も他界しましたが、かつての生物的防除の大家が相次いで他界したのは非常に残念です。さて、前置きが少し長くなりましたが、ここでは、UCRを中心に、カリフォルニア大学(UC)で行われている生物的防除に関する研究について紹介します。

カリフォルニア大学というと、それが1つの大学で、バークレー校(UCB)やロスアンゼルス校(UCLA)はその分校だと思われる方もあるようですが、それは少し違います。カリフォルニア大学というのは、1つの連合体ではありますが、日本でいえば旧七帝大というようなもので、それぞれ独立した大学の総称です。北からいうと、Davis、Berkeley、San Francisco、Santa Cruz、Santa Barbara、Los Angeles、Irvine、Riverside、San Diego の9つの大学があります。UCB や UCLA は大きな総合大学規模ですが、他は日本の大学でいえば、2、3学部を擁する中規模の大学です。カリフォルニア大学全体の本部は San Francisco の対岸 Oakland にあり、Division of Agriculture and Natural Resources の名で出されるパンフレットや出版物の発行はここで行われています。また、各大学とは別に試験場や試験地として Kearney Agriculture Center や Cooperative Extension, Sacramento や Lindcove Research and Experiment Centerなどがあり、これらの研究施設は主に現場に密着した研究課題に取り組んでいますが、IPM や生物的防除が重要な研究課題であることに変わりはありません。

現在、UCD(Davis校)、UCR(Riverside校)の2校に昆虫学科(Department of Entomology)があります。また、かつては UCB(Berkeley校)にも昆虫学科がありました。一昨年、学科改組で関連学科と統合され環境科学・政策・管理学科(Department of Environmental Science, Policy and Management)の一部になりました。また、生物的防除研究の中心として、van den Bosch や Huffaker、Hagen といったかつての生物的防除の大御所が活躍していた Albany の生物的防除研究所(Center for Biological Control)も Berkeley キャンパス内に統合されることになりました。このように、UCにおける生物的防除や昆虫学の研究は、残念ながら縮小されつつあります。以前は1つの州で昆虫学科を擁する大学が3つもあったわけですから、州の財政が以前より悪い今、それが2つに減らされたのも、致し方ないのかも知れません。しかし、農業はカリフォルニアにとって依然として重要産業なので、残った2つの大学の昆虫学科は、今までより充実されるようです。また、昆虫学科以外でも、UCSB(Santa Barbara校)の生態・進化・海洋生物学科(Department of Ecology, Evolution and Marine Biology)で、Murdoch らがアカマルカイガラムシーキイロ

コバチ系を材料に、研究を進めているように、生物的防除を対象にした研究が行われています。

生物的防除を直接目的とした研究は、これら UC の昆虫学科や研究施設で、伝統的に取り組まれている重要課題ですが、特に、その前身が柑橘試験場 (Citrus Experiment Station) であった UCR には、かつては独立した生物的防除学科 (Department of Biological Control) がありました。ここでは、DeBach を始めとして多くの研究者が、生物的防除の研究を行ってきました。現在、生物的防除学科は昆虫学科に併合されましたが、生物的防除や天敵の研究を行っている現役の教官は、ざっと挙げても、Beckage、Bellows、Goede、Gonzalez、Hare、Heraty、Luck、Morse、Mulla、Mullens、Paine、Pinto、Trumble、Walker など多數です。生物的防除関連の研究を総て列挙するときりがありませんが、主に、柑橘害虫のカイガラムシ類およびアザミウマの生物的防除の研究や畑作害虫のシルバーリーフコナジラミの生物的防除の研究などに精力的に取り組んでいます。また、畜産害虫としてのハエをコガネコバチ科の寄生バチを用いて防除する研究や、衛生害虫としてのカの生物的防除の研究も行われています。

カリフォルニア州における生物的防除は、導入天敵の永続的な効果をねらった、いわゆる伝統的生物的防除 (classical biological control) から始まりました。今でも、海外への天敵探索は続けられていますが、以前のように、技官の誰か数人が常に世界のどこかに派遣されているということはありません。しかし、新しい侵入害虫が問題になった場合には、その害虫の原産地への天敵探索団の派遣は必ず行われており。近年では、街路樹として大事なユウカリの害虫であるカミキリムシの天敵探索がオーストラリアで大規模に行われました。一方、大量増殖した天敵の生物農薬的利用にも長い歴史があります。しかし、カリフォルニアの農業は、野菜栽培でも露地栽培が主流ですので、ヨーロッパで見られる施設園芸を対象とした生物的防除とは少し状況が異なります。施設という閉鎖系では、天敵の放飼効果も評価しやすいのですが、露地では本当に放飼した天敵の効果であると示すのは困難です。カリフォルニアの農業では、1つの畠の面積は非常に大きいので、放飼した天敵が、外に分散して無駄になるということはあまり気にしなくともよいのかもしれません、放飼した天敵と元から自然に生息していた天敵の効果を区別するのは容易ではありません。酵素多型をマーカーにして、放飼天敵を識別する方法などが試みられています。

カリフォルニアの農業では、農家が自ら農薬散布などの防除手段や防除時期を決めるのではなく、pest control adviser (PCA) と呼ばれるコンサルタントがそれぞれの畠の害虫の発生情況をモニタリングし、そのアドバイスに基づいて農家は防除の意志決定をします。PCA の資格を得るには大学で一定の講習を受け単位を取る必要があります。また、UCR では、年に1度研究集会があり、PCA が参加することになっています。これらの教育を受けていますので、PCA は総合防除や生物的防除のスペシャリストでもあります。彼らのアドバイスのに基づいて、生物的防除を総合防除の中の手段として積極的に利用している農家もあります。しかし、害虫防除の主流は依然として化学による防除で、生物的防除がすべての化学防除にとて変わるというようなものではありません。それでも、天敵を利用しようとする農家がある以上、天敵増殖会社 (insectary) が販売する天敵に一定の市場が確立しています。カリフォルニアにおける天敵増殖会社はヨーロッパと違って、小規模のものが多く、Rincon-Vitova Insectaries や BioTactics のように、大学の元技官 (technician) が退職後、それまでの技術を生かして、事業を始める例もあります。アメリカ合衆国の場合、大量増殖した天敵の販売は自由なので、家族経営的な規模で天敵増殖会社を始めるこども可能なようです。

海外における微生物除草剤の研究開発の現状

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

1.はじめに

環境問題が取りざたされている今日、農薬による飲料水の汚染、野生生物の減少等が社会的问题として挙げられるようになった。1940年代以来、多くの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。欧米では環境問題の一つとして河川汚濁が問題視されている。このような背景で、農薬関係でも化学合成農薬一辺倒から新たな防除手段を模索し、生物、農薬もその手段として開発され、使用してきた。オランダの施設栽培では90%以上が無農薬栽培で、化学合成農薬の代わりに微生物農薬が使用されている。

また、病害虫の抵抗性獲得も大変な問題となっている。東南アジアのコナガはピレスロイド殺虫剤を原液で処理しても効果がない程の抵抗性を有すると言う。除草剤に関しては、30年間におよび使用した結果、様々な雑草で化学合成農薬に対する抵抗性が出現してきた。最近開発された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も抵抗性を示す雑草が既に出現している。これらの雑草を防除するためには、通常の散布薬量の10倍以上の除草剤を使用しなくては防除できない。その結果、作物への薬害、土壤残留、河川への化学農薬の流亡等の環境問題が生じている。こ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、森林におよぶ。

また、最近では麻薬が巷に氾濫して社会問題となっており、麻薬撲滅の一つの手段としてケシ、コカ防除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。

2.微生物を用いた雑草防除

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を防除する方法である。要防除地域の一部に病原菌を接種し自然のまま二次感染を引き起こす古典的方法と、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とに区別される。

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時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が一般的である。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。環境問題が話題にされている昨今、微生物除草剤は魅力的な防除法であるが、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。

微生物除草剤は生きた微生物を用いるため、人畜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。このように化学農薬とは異なる問題も解決しなくてはならない。微生物除草剤というもの及びメリット、デメリットについて本誌バイオコントロール Vol. 1, No. 2, PP. 19-21に山田昌雄氏が記述しているので参照されたい。

3. 微生物除草剤の歴史

古典的方法の歴史は古く、1950 年までは欧州諸国において、天敵同様の考え方で「自然界にすで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にされてきた。主な成功例を第 1 表-2 に示した。

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柿の木を防除するのに *Acremonium diospyri* が用いられ効果を挙げた。この糸状菌は慈善団体により供給され、斧で傷をつけた木、一本一本に病原菌の入ったプラスチックボトルを挿すものであった。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 spp.*)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生産され、Lu-bao No. 1 として一般の農薬の様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 Lu-bao 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、DeVine が上市された。フロリダ州の柑橘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 [H. C. Burnett et al., (1974)]、商品化された。1982 年には Collego も上市された。アーカンソー州の稻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 [J. T. Daniel et al., (1973)]。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 [K. Mortensen (1988)]。Bio Mal の活性本体は、糸状菌 (*Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *malvae*) である。1997 年には、日本で Camperico 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. *pooe*) を製品化した [山田昌雄、バイオコントロール Vol. 1, No. 2, pp21-23 (1997)]。また、同年オランダでは、ヨーロッパの森林で問題となっているブラックベリー (*Prunus serotina*) を防除するために糸状菌 (*Chondrostereum purpureum*) Biochon が上市された。これら上市された微生物除草剤について第 1 表-1 にまとめてみた。

上記の古典的方法で用いられる微生物および微生物除草剤のほか、現在世界で 33 カ国で 200 菌株程の様々な雑草に対する微生物による雑草防除の研究されており、近い将来数十の製品が出回ることであろう。これらについて、第 2 表に主な研究例を抜粋してみた。

日本で初めて微生物除草剤の研究が報告されたのは 1987 年であり [鈴木穂積 (1987), (1988)]、世界では 18 番目の後進国であり、最近やっとゴルフ場のスズメノカタビラを対象とした微生物除草剤 -Camperico が実用化されたばかりである。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。次に各地域の現状を紹介してみたい。

4. アメリカ地域

アメリカでは 1960 年代より微生物除草剤の研究が始められ、アーカンソー大学での本格的微生物除草剤の第 1 号である Collego を成功させた。これを更に発展させ、1970-1980 年代には農務省主導で国家プロジェクト S-124 を組み、各地の大学、試験場が参加し、世界的にも主導的な役割を果たしている。現在まで 13 の拠点研究機関、50 以上の試験場、民間企業等 200 名以上の

研究者が 50 種程の雑草をターゲットとして 100 菌株以上の菌を探索、応用研究を行ってきた。1993 年より実用化可能な菌株に絞り、民間も参画した、商品化を目指したプロジェクト S-234 更に S-268 へと勢力を集中した。現在、大豆、ソルゴーのマメ科雑草アメリカツノクサネム (*Sesbania exaltata*) の防除に *Colletotrichum truncatum*、ネナシカズラ類 (*Cuscuta spp.*) の防除に *Fusarium tricinctum* 及び *Alternaria sp.*、キク科雑草の防除に *Pseudomonas syringae pv. tagetis* の 3 テーマを微生物除草剤として開発している。培養研究、製剤研究、施用法研究、ホストレンジ試験、圃場試験、メカニズムの研究等各試験機関で分担を決めてプロジェクトを進めている。他にも牧草地の雑草セイヨウトゲアザミ (*Circium arvense*)、ヤグルマギク類 (*Centaurea diffusa*)、(*Taraxacum officinale*) の防除に *Sclerotinia sclerotiorum* を用いる研究を進めている。基礎的な探索も継続して行っている。最近アメリカではコカインが社会問題となっており、微生物を用いたコカ撲滅がテーマとして取り上げられ、南米との共同研究を開始した。

一方、古典的方法も研究され、1976 年に地中海原産のキク科雑草 Rush skeltonweed (*Chondrilla juncea*) の防除に *Puccini chondriillina* がイタリアより導入された。また 1987 年にはマスクアザミ (*Carduus thoermeri*) の防除にサビ病菌 *Puccinia carduorum* を導入した。その後徐々に拡がり防除に成功している。ほかにキハマスゲ (*Cyperus esculentus*) の防除に *Puccinia canaliculata*(商品名: Dr. Biosedge) が登録申請されたがハマスゲ (*Cyperus rotundus*) に効果がないことよりハマスゲにも効果のある菌株を探索した。その結果、より高い活性の菌株が見つかり、Dr. Biosedge は市販されなかった。

カナダではオランダ Wageningen 大学と共同で森林の問題雑木ブラックベリー (*Prunus serotina*) を防除するために糸状菌 (*Chondrostereum purpureum*) Biochon を開発した。現在森林産業での問題イネ科雑草 Scotch broom (*Cytisus scoparius*) の防除に糸状菌 *Fusarium tumidum* の使用を検討している。

オンタリオの Guelph 大学ではケベックの McGill 大学、ノバスコチア農業大学、DowElanco 社、Saskatchewan wheat pool and the Bio products Centre Inc. と共に家庭用のタンポポ防除剤の上市を目指し開発を進めている。

カナダ農務省ではセイヨウトゲアザミ、ノコギリアザミ (*Circium sp.*)、ハコベ (*Stellaria media*)、カラスムギ (*Avena fatua*)、エノコログサ (*Setaria viridis*) を対象として病原微生物の探索を行っている。

5. 中央、南アメリカ地域

中南米では米国、ヨーロッパの支援のもとに研究を進めている。1970 年代にはヨーロッパより古典的方法を導入し、最近米国より微生物除草剤としての防除も取り入れている。

コスタリカではオヒシバ (*Eleusine indica*)、セイバソモロコシ (*Sorghum halepense*)、メヒシバ (*Digitaria sanguinalis*) について微生物除草剤の候補菌株を探索している。ブラジルでは主に微生物除草剤としての研究が進められており、エビスグサ (*Cassia obtusifolia*) の防除に *Alternaria cassiae* を、ほかにシンクリノイガ (*Cenchrus echinatus*)、ハマスゲ類 (*Cyperus spp.*) をターゲットとして探索を行っている。

古典的方法としては、コスタリカの CATIE、グアテマラ、キューバ、コロンビアでは、ODA 資金援助でイギリスの技術指導のもと、イネ科雑草 *Rottboellia cochinchinensis* の防除に *Sporosorium ophiuri*, *Puccinia rottboelliiae* 等を用いて研究を進めている。

1973 年チリでヨーロッパ原産のバラ科雑草 *Rubus constrictus*, *R. ulmifolius* を防除するため、*Phragmidium violaceum* をドイツより導入し、南ヨーロッパ原産のマメ科雑草 (*Galega officinalis*) の防除に *Uromyces galegae* をフランスより導入し、いずれも高い効果を示した。また、現在はサトウダイコンで問題となっているネナシカズラ類 (*Cuscuta campestris*) の防除に取り組んでいる。

アルゼンチンでも 1982 年に地中海原産のキク科雑草 Rush skeltonweed (*Chondrilla juncea*) の防除に *Puccinia chondrillina* を導入した。

6. ヨーロッパ地域

ヨーロッパでは、イギリスにおいて主に古典的方法が古くから研究されており 1970 年代より新大陸の雑草防除に成功している。一方の微生物除草剤の研究は、オランダ Wageningen 大学の Zon J. C. J. van や Scheepens P. C. らの *Cochliobolus lunatus*=*Curvularia lunata* を用いたノビエ (*Echinochloa crus-galli*) 防除の研究より始まった。その後ヨーロッパ各国で研究が行われ、現在は COST-816 のプロジェクトとして共同作業を進めている。COST とは European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research の略で、科学技術の研究にヨーロッパ各国より資金を供出し、提案されたプロジェクトを審査し妥当なものに研究援助金を与え研究を支援するとともに、技術の交流及び共同開発による効率化を計ろうとするものである。微生物除草剤の開発も COST-816 というテーマのひとつで、1992 年にスイスより提案され、1994 年よりスタートしている。参加国はベルギー、スイス、クロアチア、ドイツ、デンマーク、フランス、ノルウェー、スペイン、イタリア、ハンガリー、オランダ、イギリス、スロバキア、イスラエルの 26 研究機関、50 名を上回る研究者、14 カ国での共同研究で、ヨーロッパでの主要作物の問題雑草をターゲットとしている。アオビュ類 (*Amaranthus spp.*)、シロザ (*Chenopodium album*)、ヒルガオ類 (*Convolvulus arvensis* and *Calystegia sepium*)、ノボロギク (*Senecio vulgaris*)、ヤセツツボ類 (*Orobanche spp.*) の 5 種類を共通のターゲットとして絞り込み、これらの雑草の防除を古典的方法及び微生物除草剤での防除と分担して研究をすすめている。このほかにも各研究機関で独自の微生物による雑草防除の研究も進められている。

7. ロシア地区

ソビエト時代のロシアでは国立の農業アカデミーを中心に古典的方法による雑草防除の研究を行っていた。ネナシカズラ類 (*Cuscuta spp.*) を防除するのに *Alternaria cusculacidae* を用いた研究を既に 1950 年代に行っている。現在ロシアの状況は不安定で研究は小規模となり、Zoological Institute of Russian Academy of Science の科学者数名で、麻薬原料となるケシ (*Papaver somniferum etc.*) の撲滅に微生物除草剤の研究を行っている程度である。*Fusarium oxysporum* によりケシの 40–80% のコントロールが出来ている。

8. フリカ地域

この地域では南アフリカが独自で研究開発を行っている以外はヨーロッパ諸国の支援を受けた圃場試験に留まっている。

南アフリカの Plant Protection Research Institute で 1987 年 *Acacia saligna* の防除に古典的方法 *Uromycladium tepperianum* を用い成功を収めている。また水路の問題雑木 *Acacia mearnsii* の防除剤として *Cylindrobasidium laeva* が開発され、登録された。

モロッコ、シリアではドイツの支援のもと Broomrape (*Orocanche* spp.) の防除の研究が進められている。

ガーナでもドイツの支援のもとに、1992 年より、Witch weed (*Striga hermonthica*) の防除に *Fusarium nygamai* 及び *Fusarium semitectum* var. *major* を用いて試験している。

9. 虫近東、インド地域

イスラエルの Weizmann Institute of Science では、イチビ (*Abutilon theophrasti*) の防除に *Colletotrichum* sp.、Broomrape (*Orocanche* spp.) の防除に *Fusarium* spp. の基礎的な研究を、ハマスゲ (*Cyperus rotundus*) の防除に *Cercospora* sp. を用いた実用研究も進めている。イスラエルでは大量培養技術の研究も進んでいる。

インドの National Research Centre for Weed Science では 1994 年より、ターゲットを (*Parthenium hysterophorus*)、ヒメカナリークサヨシ (*Phalaris minor*)、ハマスゲ (*Cyperus rotundus*) として五つの有望菌株を得ている。また、Kurukshetra 大学ではホティアオイ (*Eichhornia crassipes*) の防除に *Cercospora rodmanii* を用いる研究等大規模に研究を行っている。

10. アジア地域

アジアでの微生物を用いた雑草防除の研究は中国において 1960 年代に始まり、大豆での問題雑草 *Cuscuta* sp. を防除するのに *Colletotrichum gloeosporioides* を用い、Lu-bao No. 1 をして一部の地域で用いられて来た。その後、アメリカ、カナダ、イギリス等の援助で他のアジア各国も 1990 年前後に研究を開始した。

現在中国ではノビエ (*Echinochloa* sp.) の防除に注力し *Exserohilum monoceras* を用いて研究を行っている。

韓国では 1991-92 年より水田雑草の微生物除草剤について研究を開始し、ホタルイ (*Scirpus maritimus*) に *Nymbia scirpicola*、クログワイ (*Eleocharis kurobuwai*) に *Epicoccusorus nematosporus*、オモダカ (*Sagittaria trifolia*) やノビエ (*Echinochloa crus-galli*) を対象として研究を行っているようである。

フィリピンでは IRRI においてカナダの McGill Univ. の A. watson の支援のもと、微生物除草剤を用いた水田雑草の防除の研究を行っている。対象雑草はコナギ (*Monochoria* sp.)、ノビエ (*Echinochloa crus-galli*)、ナガボノウルシ (*Sphenoclea zeylanica*)、オオトゲミモザ (*Mimosa invisa*)、ヒデリコ (*Fimbristylis miliacea*) で、探索研究を中心進めている。

ベトナムではオーストラリアの B. Auld とともにやはり水田雑草の防除のため微生物除草剤の候補菌株の探索を行っている。

タイでは King Mongkut's Institute of Technology でホティアオイ (*Eichhornia crassipes*) の防除に *Colletotrichum gloeosporioides* 0302 菌を選択し研究を進めている。また、イギリスの International Institute of Biological Control の支援を受けて水田等の雑草防除の研究を、アメリカの支援のもと Kaetsart 大学でトウモロコシの雑草 (*Euphorbia heterophylla*) の生物防除の研究を行っている。

マレーシアの Sains 大学では、1995 年よりノビエ (*Echinochloa crus-galli*) 防除の研究を進め、候補菌株として *Colletotrichum gloeosporioides* を検討している。

11. オセアニア地域

オーストラリアでは、1971 年に放牧地帯における地中海原産のキク科雑草 (*Chondrilla juncea*) を防除するためにイタリアの Vieste よりサビ病菌 (*Puccinia chondrillina*) を導入し接種した(古典的方法)ところ、たちまち病気は広がり、高い効果を示した。現在、CSIRO ではアスパラガス類の Bridal Creeper (*Asparagus asparagoides*) 防除に *Puccinia myrsiphylli*、ムラサキ科雑草ナンバンルリソウ類 (*Heliotropium europaeum*) の防除に *Cercospora taurica* を、キク科雑草 Bitou bush (*Chrymanthemoides monilifera*) の防除に *Endophyllum osteospermi* を使用することを試みている。

一方、1980 年代後半より、アメリカの微生物除草剤の成功に刺激され、オーストラリアでも微生物除草剤としての研究が進められている。NSW、Orange Agriculture Institute の B.Auld らは (*Xanthium spinosum*) を防除するため、糸状菌 *Colletotrichum orbiculare* を見い出し、製造法、製剤等の実用化の研究を進めている。最近では小麦の雑草、カラス麦 (*Avena fatua*) の防除に *Drechslera avenacea* が有効であることを見出している。更にワイルドライシュー (*Raphanus raphanistrum*)、ドクムギ (*Lolium rigidum*) 等の微生物防除も研究中である。

最近ニュージーランドにおいても微生物除草剤の研究が開始され、Lincoln 大学ではマメ科作物の雑草イヌホウズキ類 (*Solanum spp.*) の防除にバクテリア *Psoudomonas syringae* pv. *tomato* や糸状菌 *Alternaria solani* を用いた微生物除草剤の研究を、オークランドの Manaaki Whenua Landcare Research では、ニュージーランドの森林産業での問題イネ科雑草 Gorse (*Ulex europaeus*)、Scotch broom (*Cytisus scoparius*) の防除に糸状菌 *Fusarium tumidum* の使用を検討している。同研究所では古典的方法として Mist flower (*Ageratina riparia*) の防除に黒穂病の仲間である *Entyloma ageratiniae* をハワイから導入する検討も行っている。また民間企業 Crop Care Holdings NZ Ltd により牧草地のカルフォルニアアザミ (*Cirsium sp.*) 用の微生物除草剤として *Sclerotinia sclerotiorum* を開発し大規模な圃場試験を行っており近く上市されそうである。

12. 終わりに

以上各国の現状を紹介したが、地域ごとに問題となる雑草も違い、様々な植物について研究がなされている。まだまだ解決すべき問題も山積しており、ますます各国の情報交換が必要となっている。アメリカ、ヨーロッパでは政府、大学主導でプロジェクトを組んで共同研究を行っているが、アジア地域では水田雑草の研究をバラバラに行っている。今後、各国が共同で体系だった研究ができる体制を組むことが必要であろう。日本においては一部の企業で細々と研究が進められているだけで、農水省、大学での積極的な参加が望まれる。

第1表－1 登録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
ナッカズラ類	Dodders	<i>Cuscuta chinensis</i> etc.	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> f. sp. <i>cuscutae</i>	LuBao 2	中国農業科学研究所	中国	1963
ミルクワイート・ハーベン	Milkweed vine	<i>Morrenia odorata</i>	<i>Phytophthora palmivora</i>	DeVine	Abbott Laboratory	米国	1981
アメリカガサズム	Northern jointvetch	<i>Aeschynomene virginica</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Collego	Ecogen Inc.	米国	1982
マリバ・セーフティ	Malva	<i>Malva pusilla</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> f. sp. <i>malvae</i>	BioMal	Pilot Bios Inc.	カナダ	1993
スズメガタヒラ	Annual blue grass	<i>Poa annua</i>	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>poae</i>	Camperico	Japan Tobacco Inc.	日本	1997
ナイトコ	Black cherry	<i>Prunus serotina</i> etc.	<i>Chondrostereum purpureum</i>	Biochon	Koppert Biological	オランダ、カナダ	1997

第1表－2 古典的方法の実施例

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	開発国	使用国	使用年度
ナスモ類	Rush skeletonweed	<i>Chondrilla juncea</i>	<i>Puccinia chondrillina</i>	イタリア	オーストリア、米国	1971、1976	
アーチツクベ・リ-	Blackberry	<i>Rubus</i> spp.	<i>Phragmidium violaceum</i>	ドイツ	チリ、オーストリア	1973、1983	
Witch weed	Witch weed	<i>Galega officinalis</i>	<i>Uromyces galegae</i>	フランス	チリ	1973	
オホモ類	Cocklebur	<i>Xanthium</i> spp.	<i>Puccinia xanthii</i>	オーストラリア	オーストラリア	1974	
ハマクサ・パマカニ	Hamakua pamakan	<i>Ageratina riparia</i>	<i>Entyloma compostarum</i>	ジャマイカ	ハワイ	1975-6	
ムスクスズ	Musk thistle	<i>Carduus thoermeri</i>	<i>Puccinia carduorum</i>	トルコ	米国、カナダ	1987	
ハバシガ・類	Cyperus	<i>Cyperus</i> spp.	<i>Puccinia canaliculata</i>	Dr. Biosedge	米国	1985	
ハギ・ケリウ	Leafy spurge	<i>Euphorbia esula</i>	<i>Melampsora euphorbiae</i>	東ヨーロッパ	米国	1986	

第2表 微生物除草剤の研究開発動向

開発国名	研究機関(プロジェクト名)	対象雑草 学名	使用微生物 学名
Canada	Agric. Canada, Regina	<i>Avena fatua</i>	<i>Alternaria sp.</i>
	Agric. Canada, Regina	<i>Circium arvense</i>	<i>Phoma sp.</i>
	Agric. Canada, Regina	<i>Circium arvense</i>	<i>Ascochyta sp.</i>
	Agric. Canada, Regina	<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Phoma sp.</i>
	Agric. Canada, Regina	<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Septoria convolvuli</i>
	Agric. Canada, Regina	<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Alternaria sp.</i>
	Agric. Canada, Regina	<i>Euphorbia esula</i>	<i>Botrysis sp.</i>
	Agric. Canada, Regina	<i>Euphorbia esula</i>	<i>Stemphylium sp.</i>
	Agric. Canada, Regina	<i>Euphorbia esula</i>	
	Agric. Canada, Regina	<i>Setaria viridis</i>	
	Agric. Canada, Regina	<i>Stellaria media</i>	
	Forestry Canada	<i>Calamagrostis canadensis</i>	
	McGill Univ.	<i>Abutilon theophrasti</i>	<i>Colletotrichum coccodes</i>
	McGill Univ.	<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Phomopsis convolvulus</i>
	McGill Univ.	fireweed	<i>Colletotrichum dematium</i>
	Pacific Forestry Center	<i>Alnus rubra</i>	<i>Nectria sp. PFC-082</i>
	Pacific Forestry Center	<i>Calamagrostis canadensis</i>	<i>Colletotrichum sp.nov.PFC-215</i>
	Pacific Forestry Center	<i>Calamagrostis canadensis</i>	
	Pacific Forestry Center	<i>Rubus spp.</i>	
	Simon Fraser Univ.	<i>Rubus spp.</i>	
	Simon Fraser Univ.	Turf weed	
	Iowa State Univ.	<i>Rosa multiflora</i>	<i>Fusarium avenaceum</i>
	Montana State Univ.	<i>Acroptilon repens</i>	<i>Sclerotinia minor</i>
	Montana State Univ.	<i>Centaurea diffusa</i>	<i>rosa rosette disease</i>
	Montana State Univ.	<i>Centaurea spp.</i>	<i>Rhizoctonia, Agrobacterium</i>
USA	Montana State Univ.	<i>Cirsium arvense</i>	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>
	Montana State Univ.	<i>Delphinium barbeyi</i>	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
	Montana State Univ.	<i>Euphorbia esula</i>	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
	Montana State Univ.	<i>Taraxacum officinale</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>
	NC State Univ.	<i>Phytolacca americana</i>	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
	Univ. Arkansas	<i>Amaranthus albus, A. blitoides</i>	<i>Phoma sorghina</i>
	Univ. Arkansas	<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Microsphaeropsis amaranthi</i>
	Univ. Arkansas	<i>Digitaria sanguinalis</i>	<i>Phoma proboscis</i>
	Univ. Arkansas	<i>Taraxacum officinale</i>	<i>Pyricularia grisea</i>
	Univ. Florida	<i>Amaranthus spp.</i>	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
	Univ. Florida	<i>Baccharis halimifolia</i>	<i>Phomopsis amaranthicola</i>
	Univ. Florida	<i>Baccharis halimifolia</i>	<i>Microcyclus tinstoria</i>
	Univ. Florida	<i>Cuscuta spp.</i>	<i>Puccinia evadens</i>
	Univ. Florida	<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Alternaria sp.</i>
	Univ. Florida	<i>Cyperus spp.</i>	<i>Dactylaria higginsii</i>
	Univ. Florida	<i>Melaleuca quinquenervia</i>	<i>Curvularia lunata, Puccinia canaliculata</i>
	Univ. Florida	7 spp. grassy weeds	<i>Puccinia psidii</i>
	Univ. Minnesota	<i>Cirsium arvense</i>	<i>Drechslera sp. & Exserohilum spp.</i>
	Univ. Minnesota	<i>Lythrum salicaria</i>	<i>Pseudomonas syringae pv. tagetis</i>
	Univ. Minnesota	<i>Lythrum salicaria</i>	<i>Alternaria alternata</i>
	Univ. Minnesota	<i>Lythrum salicaria</i>	<i>Botrytis cinerea</i>
	USDA-ARS, Frederick	<i>Centaurea solstitialis</i>	<i>Septoria lythrina</i>
	USDA-ARS, Frederick	<i>Euphorbia esula</i>	<i>Rust</i>
	USDA-ARS, Peoria	<i>Sesbania exaltata</i>	<i>Myrothecium verrucaria</i>
	USDA-ARS Rangeland Weeds Lab.	<i>Circium arvense</i>	<i>Colletotrichum truncatum</i>
	USDA-ARS, Stoneville	<i>Cassia occidentalis</i>	<i>Fusarium roseum</i>
	USDA-ARS, Stoneville	<i>Cassia occidentallis</i>	<i>Alternaria cassiae</i>
	USDA-ARS, Stoneville	<i>Xanthium strumarium</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>
	USDA-ARS, Stoneville	<i>Sesbania exaltata</i>	<i>Alternaria helianthi</i>
	USDA-BARC Beltsville	<i>Erythroxylum coca var. coca</i>	<i>Colletotrichum truncatum</i>
	USDA S-268	<i>Cuscuta sp.</i>	<i>Fusarium oxysporum f.sp. erythroxili</i>
	USDA S-268	<i>Sesbania exaltata</i>	<i>Alternaria sp., Fusarium tricinctum</i>
	USDA S-268	broadleaf weeds	<i>Colletotrichum truncatum</i>
			<i>Pseudomonas syringae pv. tagetis</i>

開発国名	研究機関(フジツエクト名)	対象雑草 学名	使用微生物 学名
Puerto Rico	EMBRAPA-CENARGEN	<i>Cassia obtusifolia</i>	<i>Alternaria cassiae</i>
Brazil	EMBRAPA-CENARGEN	<i>Cyperus rotundus</i>	leaf-spotting fungus
	EMBRAPA-CENARGEN	<i>Eichhornia crassipes</i>	
	EMBRAPA-CENARGEN	<i>Euphorbia heterophylla</i>	
Chile	Pontifica Univ. Cataloca de Chile	<i>Cuscuta chilensis</i>	<i>Colletotrichum sp.</i>
EC14Country	COST 816	<i>Amaranthus spp.</i>	<i>Alternaria sp.</i>
	COST 816	<i>Chenopodium album</i>	
	COST 816	<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Phoma sp., Stagonospore sp.</i>
	COST 816	<i>Orobanche spp.</i>	
	COST 816	<i>Senecio vulgaris</i>	<i>Puccinia lagenophorae</i>
UK	Int. Inst. Biol. Control	<i>Alopecurus myosuroides</i>	
	Int. Inst. Biol. Control	<i>Amaranthus retroflexus</i>	<i>Ascochyta caulin</i>
	Int. Inst. Biol. Control	<i>Bromus spp.</i>	<i>Drechslera sp.</i>
	Int. Inst. Biol. Control	<i>Galium aparina</i>	<i>Phoma sp.</i>
	Int. Inst. Biol. Control	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	<i>Sporisorium ophiuri</i>
	Int. Inst. Biol. Control	<i>Viola</i>	<i>M. acerina</i>
	Long Ashton Res. Stn.	<i>Bromus spp.</i>	<i>Drechslera sp.</i>
	Long Ashton Res. Stn.	<i>Galium aparina</i>	<i>Phoma sp.</i>
	Univ. Strathclyde	<i>Pteridium aquilinum</i>	<i>Ascochyta pteridis</i>
Germany	Univ. Hohenheim	<i>Orobanche spp.</i>	<i>Fusarium nygamai, F. oxysporum</i>
	Univ. Hohenheim	<i>Striga spp.</i>	<i>Fusarium nygamai, F. semitectum var. major</i>
Hungary	Plant Protection Res. Inst.	<i>Amaranthus spp.</i>	<i>Phomopsis amaranthi</i>
Italy	Inst. Speri. per la Vegetale	<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Exserohilum elongatum</i>
Nederlands	CTR. Agric. Res. Wageningen	<i>Chenopodium album</i>	<i>Ascochyta caulin</i>
	CTR. Agric. Res. Wageningen	<i>Cirsium arvense</i>	<i>Puccinia punctiformis</i>
	CTR. Agric. Res. Wageningen	<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Cochliobolus lunatus</i>
Switzerland	Swiss Federal Inst. of Biol. Cont.	<i>Amaranthus retroflexus</i>	
	Ciba Inc.	<i>Chenopodium album</i>	
Russia	Zoological Institute	<i>Cuscuta spp.</i>	<i>Phytomyza orobanchia</i>
	Zoological Institute	<i>Papaver somniferum</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>
	Zoological Institute	<i>Papaver somniferum</i>	<i>Fusarium sp.</i>
Egypt			
Morocco	Int. CTR. Agric. Res. Dry Areas	<i>Eichhornia crassipes</i>	<i>Alternaria eichhoriae</i>
Ghana	Univ. Hohenheim	<i>Orobanche spp.</i>	
South Africa	Plant Protection Res. Inst.	<i>Striga hermonthica</i>	<i>Fusarium nygamai, F. semitectum var. major</i>
	Plant Protection Res. Inst.	<i>Acacia cyclops</i>	<i>Cladophora glomerata</i>
	Plant Protection Res. Inst.	<i>Acacia mearnsii</i>	<i>Ceratocystis fimbriata</i>
	Plant Protection Res. Inst.	<i>Acacia mearnsii</i>	<i>Cylindrobasidium laeve</i>
	Plant Protection Res. Inst.	<i>Acacia saligna</i>	<i>Uromycladium tepperianum</i>
	Plant Protection Res. Inst.	<i>Cyperus rotundus</i>	
	Plant Protection Res. Inst.	<i>Hakea sericea</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>
	Univ. Stellenbosch	<i>Myrophyllum aquaticum</i>	<i>Xanthomonas campestris</i>
Israel	Agric. Res. Org, NeveYa^ar Res.	<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Cercospora sp.</i>
	Agric. Res. Org, NeveYa^ar Res.	<i>Xanthium italicum</i>	<i>Puccinia xanthii</i>
	Weizmann Inst. Science	<i>Abutilon theophrasti</i>	<i>Colletotrichum sp.</i>
	Weizmann Inst. Science	<i>Cassia obtusifolia</i>	<i>Alternaria cassiae</i>
	Weizmann Inst. Science	<i>Orobanche spp.</i>	<i>Fusarium spp.</i>
Syria	Int. CTR. Agric. Res. Dry Areas	<i>Orobanche spp.</i>	
India	Natl. Res. CTR. Weed Science	<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Fusarium pallidoroseum</i>
	Natl. Res. CTR. Weed Science	<i>Parthenium hysterophorus</i>	<i>Sclerotinia rolfsii, S. sclerotiorum</i>
	Natl. Res. CTR. Weed Science	<i>Phalaris minor</i>	<i>Trichoderma viride, Gliocladium virens</i>
	Kurukshtera Univ.	<i>Achyranthus aspera</i>	<i>Cercospora achyranthina</i>
	Kurukshtera Univ.	<i>Calotropis procera</i>	<i>Cercospora calotropidis</i>
	Kurukshtera Univ.	<i>Cassia tora</i>	<i>Oidium sp.</i>
	Kurukshtera Univ.	<i>Chenopodium album</i>	<i>Erysiphe farinosa</i>
	Kurukshtera Univ.	<i>Chenopodium ambrosoides</i>	<i>Erysiphe betae</i>
	Kurukshtera Univ.	<i>Coccinea indica</i>	<i>Cercospora citrullina</i>
	Kurukshtera Univ.	<i>Coccinea indica</i>	<i>Erysiphe orontii</i>

開発国名	研究機関(フジエクト名)	対象雑草 学名	使用微生物 学名
	Kurukshtera Univ.	<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Erysiphe convolvuli</i>
	Kurukshtera Univ.	<i>Eichhornia crassipes</i>	<i>Alternaria eichhorniae</i>
	Kurukshtera Univ.	<i>Eichhornia crassipes</i>	<i>Cercospora rodmanii</i>
	Kurukshtera Univ.	<i>Medicago lupulina</i>	<i>Leveillula taurica</i>
	Kurukshtera Univ.	<i>Parthenium hysterophorus</i>	<i>Curvularia lunata</i>
	Kurukshtera Univ.	<i>Rumex dentatus</i>	<i>Ramularia rubella</i>
	Kurukshtera Univ.	<i>Solanum nigrum</i>	<i>Pseudocercospora atromarginalis</i>
	Kurukshtera Univ.	<i>Sonchus oleraceus</i>	<i>Bremia lactucae</i>
	Kurukshtera Univ.	<i>Withania somnifera</i>	<i>Pseudecercospora withaniae</i>
	Kurukshtera Univ.	<i>Xanthium strumarium</i>	<i>Sphaeothecea fusca</i>
	Rani Durgawati Univ.	<i>Parthenium hysterophorus</i>	<i>Fusarium spp.</i>
	Tamil Nadu Univ.	<i>Euphorbia geniculata</i>	<i>Bipolaris zeicola</i>
China Korea	China Agric. Univ	<i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>mitis</i>	<i>Exserohilum monoceras</i>
	Kim et al.	<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Exserohilum monoceras</i>
		<i>Eleocharis kuroguwai</i>	<i>Epicoccus sorus nematosporus</i>
Indonesia	Agric. Chem. Res. Inst. Suwon	<i>Sagittaria trifolia</i>	
Malaysia	Univ. Sains Malaysia	<i>Scirpus maritimus</i>	<i>Nymbya scirpicola</i>
	Univ. Sains Malaysia	<i>Eichhornia crassipes</i>	<i>Myrothenium roridum</i>
	Univ. Sains Malaysia	<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>
	Univ. Sains Malaysia	<i>Imperata cylindrica</i>	<i>Colletotrichum caudatum</i>
	Univ. Sains Malaysia	<i>Leptochloa chinensis</i>	
	Univ. Sains Malaysia	<i>Mikania micrantha</i>	<i>Cercospora mikaniicola</i>
Philippines	IRRI	<i>Sphenoclea zeylanica</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>
	IRRI	<i>Echinochloa colona</i>	<i>Exserohilum monoceras</i>
	IRRI	<i>Echinichloa crus-galli</i>	<i>Exserohilum monoceras</i>
	IRRI	<i>Echinochloa glabrescens</i>	<i>Exserohilum monoceras</i>
	IRRI	<i>Fimbristylis milliacea</i>	<i>Sp. 93-061</i>
	IRRI	<i>Mimosa invisa</i>	<i>Sp. 91-034</i>
	IRRI	<i>Sphenoclea zeylanica</i>	<i>Alternaria sp.</i>
Thailand	King Mounkut's Inst. Tech	<i>Eichhornia crassipes</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides 0302</i>
	King Mounkut's Inst. Tech	<i>Hydaria sp.</i>	<i>Rhizoctonia sp.</i>
	Kasetsart Univ.	<i>Euphorbia heterophylla</i>	
Australia	Charles Sturt Univ.	<i>Circium sp.</i>	<i>Phomopsis sp.</i>
	NSW Dept. Agric. Res. Veterin	<i>Ageratina adenophora</i>	<i>Phaeoramularia sp.</i>
	NSW Dept. Agric. Res. Veterin	<i>Amaranthus spp.</i>	<i>Convolvulus arvensis</i>
	NSW Dept. Agric. Res. Veterin	<i>Avena spp.</i>	<i>Drechslera avenae</i>
	NSW Dept. Agric. Res. Veterin	<i>Chenopodium album</i>	<i>Ascochyta caulina</i>
	NSW Dept. Agric. Res. Veterin	<i>Chrysanthemoides monilifera</i>	
	NSW Dept. Agric. Res. Veterin	<i>Hypericum perforatum</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>
	NSW Dept. Agric. Res. Veterin	<i>Lolium rigidum</i>	
	NSW Dept. Agric. Res. Veterin	<i>Raphanus raphanistrum</i>	
	NSW Dept. Agric. Res. Veterin	<i>Rumex obtusifolius</i>	<i>Phomopsis convolvulus</i>
	NSW Dept. Agric. Res. Veterin	<i>Xanthium spinosum</i>	<i>Colletotrichum orbiculare</i>
	Royal Melbourne Inst. Tech.	<i>Datura stramonium</i>	<i>Alternaria alternata</i>
New Zealand	AgResearch	<i>Cirsium arvense</i>	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
	AgResearch	<i>Hieracium spp.</i>	
	AgResearch	<i>Ranunculus acris</i>	
	AgResearch	<i>Senecio jacobaea</i>	
	Crop Care Holdings NZ Inc.	<i>Circium sp.</i>	
	Landcare Research	<i>Bromus sp., Eleusine indica</i>	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
	Lincoln Univ.	<i>Chenopodium album</i>	<i>Fusarium tumidum</i>
	Lincoln Univ.	<i>Pleicheata setosa</i>	<i>Ascochyta caulina</i>
	Lincoln Univ.	<i>Ranunculus acris</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>
	Lincoln Univ.	<i>Solanum sp.</i>	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
	Lincoln Univ.	<i>Ulex europeaeus</i>	<i>Pseudomonas syringae pv. tomato</i>
	Whenua Landcare Research	<i>Ageratina riparia</i>	<i>Fusarium tumidum</i>
	Whenua Landcare Research	<i>Cytisus scoparius</i>	<i>Entyloma ageratiniae</i>
			<i>Fusarium tumidum</i>

正会員会社の商品（開発中のものも含む）紹介

アグロスター有限会社 天敵産業部

『アブラムシの天敵』

品名：カゲタロウ
和名：ヤマトクサカゲロウ
学名：Chrysoperla carnea
特性：ヤマトクサカゲロウの幼虫がアブラムシを捕食する放飼後にすぐに捕食を始めアブラムシの密度低下示す。
製剤：ヤマトクサカゲロウの幼虫 500頭／ウェハース製のシートに1頭づつ個室入り。
供給元：自社にて生産
登録申請予定：平成10年秋

対象作物：イチゴ
対象害虫：アブラムシ類
処理方法：1～2頭／株

サンケイ化学会社 フェロモンプロジェクトチーム

1. コナガの性フェロモン製剤

「コナガコン」
一般名：ダイアモルア剤
適用地帯：コナガの加害作物栽培地帯
使用目的：交尾阻害
適用害虫：コナガ
使用方法：露地は100～110m／10a 設置
ハウスは100～400／10a 設置
特性：コナガ成虫の交尾行動を連続的に
阻害することで、次世代の幼虫密
度抑制効果が期待できる。
製剤：100m巻ポリエチレンチューブ
農薬登録：平成元年2月27日
(登録番号：第17212号)

使用方法：本剤1個を取り付けたトラップを1
～1.5ha当たり1個設置する。
特性：オキナワカンシャクシコメツキ雄成虫を大量誘殺
することで雌成虫との交尾を阻害
し、幼虫の発生を抑制する。
製剤：1.2g入りポリエチレンチューブ
農薬登録：平成元年2月1日
(登録番号：第17190号)

2. アリモドキゾウムシの性フェロモン製剤 「アリモドキコール」

一般名：MEP・スウィートビルア油剤
適用場所：アリモドキゾウムシ発生地域
適用作物：かんしょ
使用目的：誘引（大量誘殺）
適用害虫：アリモドキゾウムシ
使用方法：本剤を吸収させたテックス板を、
発生地域に3～5個／ha定点配置。
特性：アリモドキゾウムシ雄成虫を大量
誘殺することで雌成虫との交尾を
阻害し、幼虫の発生を抑制する。
製剤：油剤
農薬登録：平成3年12月25日
(登録番号：第18036号)

4. サキシマカンシャクシコメツキの性フェロモン製剤
「サキメラノコール」
一般名：サキメラノルア剤
適用作物：さとうきび
使用目的：誘引（大量誘殺）
適用害虫：サキシマカンシャクシコメツキ（成虫）
使用方法：本剤1個を取り付けたトラップを1
～1.5ha当たり1個設置する。
特性：サキシマカンシャクシコメツキ雄成虫を大量誘殺
することで雌成虫との交尾を阻害
し、幼虫の発生を抑制する。
製剤：500mg入りポリエチレンチューブ
農薬登録：平成6年4月27日
(登録番号：第18712号)

5. コドリンガの性フェロモン製剤 サンケイ「コドリングコール」

一般名：コドレルア剤
使用目的：誘引（侵入警戒用）
適用害虫：コドリンガ
使用方法：本剤を粘着式トラップ¹台に1個取り
付け、高さ1.5m以上に設置。誘
引剤は1ヶ月ごとに交換する。
特性：コドリンガ雄成虫を誘引する性フェロモン剤
で、コドリンガの侵入警戒用に利用できる。
製剤：ゴムキャップ1個に1.8mg胆時
農薬登録：昭和58年9月13日
(登録番号：第15594号)

3. オキナワカンシャクシコメツキ性フェロモン製剤 サンケイ「オキメラノコール」

一般名：オキメラノルア剤
適用地帯：さとうきび
使用目的：誘引（大量誘殺）
適用害虫：オキナワカンシャクシコメツキ（成虫）

(㈱クボタバイオテック及び信越化学工業㈱両社の商品紹介は次号に掲載させて頂きます。)

コパート社 (KOPPERT B.V.) 紹介

日本代理店 株式会社トーメン
本社所在地 Veilingweg 17, 2651 BE Berkel en Rodenrijs, the Netherlands
代表者 Mr. Peter Koppert

◆会社歴史

キュウリ栽培家の先代 Koppert 氏がチリカブリダニの増殖と販売を手がけるようになり、1967 年に会社設立。その後天敵製品の品目を増やし、1987 年にはマルハナバチの増殖も開始。従業員は 200 名を超えるようになる。現在天敵とマルハナバチの 2 部門が柱となっているが、今後も天敵品目の更なる充実を目指して研究開発に取り組んでいる。

日本向けには、1991 年にマルハナバチ（商品名ナチュポール）の輸出を開始。天敵製品も 3 種類が我が国で農薬登録され販売中。ヨーロッパでは添付写真中の天敵製品が、使用中もしくは開発中であり、同社は豊富な防除手段を提供している。

我が国での販売中・販売予定の天敵製品

商品名	天敵学名	対象害虫	備考
エンストリップ	Encarsia formosa	コナジラミ類	1995 年 3 月登録
スペイデックス	Phytoseiulus persimilis	ハダニ類	1995 年 3 月登録
マイネックス	Diglyphus isaea +Dacnusa sibirica の混合	マメハモグリバエ	1997 年 12 月登録
アフィデント	Aphidoletes aphidimyza	アブラムシ類	農薬登録申請中
アフィパール	Aphidius colemani	アブラムシ類	農薬登録申請中

参考 受粉昆虫

ナチュポール Bombus terrestris 受粉用マルハナバチ

お知らせ

◆第 3 回/バイオコントロール研修会のご案内（芝地におけるバイオコントロール）
(旧天敵利用研修会)

日 時： 平成 10 年 6 月 25 日(木) 12:00-17:00 (18:00 懇親会)
26 日(金) 9:00-12:00 現地研修会

詳細は日本農薬新聞及び「ゴルフダイジェスト」、「ゴルフ場セミナー」等に掲載する予定です。

◆会員募集について

賛助会員の募集： 法人会員 年会費 2 万円
個人会員 " 2 千円

ご希望の方は事務局までお申し込みください。

表紙について

株トーメン 生物産業部 和田 哲夫

第3号の表紙からはこれまでのフランスのクサカゲロウの生態図から変わって喜多川歌麿の画本虫撰（えほんむしえらみ）のなかから“蝶”と“蜻蛉”（とんぼ）を取り上げました。葛飾北斎は動植物の絵を沢山書いていますが歌麿も美人画だけでなくこのような自然の事象を描いていることはあまり知られていないと思われます。

この画本は天明八年（1788年）に歌麿のスポンサーとしても有名な鳶屋重三郎により出版されています。

取り上げられている昆虫類は蜂、虻、芋虫、毛虫、イナゴ、ケラ、カマキリなど24種、ムカデ、ミミズ、トカゲなどの小動物6種です。

植物も芍薬、筍（たけのこ）、梔子（くちなし）、里芋、唐黍（とうもろこし）、芥子（けし）、桔梗、露草、糸瓜（へちま）、撫子、枝豆、冬瓜、南瓜（かぼちゃ）、茗荷、大角豆（ささげ）、擬宝珠（ぎぼうし）、茄子（なす）など当時の生活風景に見られた植物がどのようなものであったか分かり興味深いものがあります。

現在の農業上の害虫、益虫の多くをカバーしていますが、最近問題になっている微小害虫はもちろんのこと含まれていませんが、天敵は蜂、アブ（アブラムシの天敵ヒラタアブであればさらに面白いのですが）、カマキリ、とんぼ、カエルなどが入っています。

この画本の面白いところはそれぞれの虫について30人の狂歌師がそれぞれの虫の絵に懸けて気ままに狂歌を合わせているところです。その序文には「天明七年の旧暦8月14日の夜、隅田川のほとりにて酒と妓を離れて、虫の品定めをしてみよう」と洒脱な書き始めとなっています。

裏表紙にある「蝶」の狂歌は「夢の間は蝶とも化して吸いてみむ、恋しき人の花の唇」となかなかモダンかつ大胆な表現であり、「蜻蛉（とんぼ）」の狂歌は「人こころあきつむし（とんぼのこと）ともならばなれ、放ちはやらじ鳥もちの竿」（人の心がとんぼのようにせわしく飛び回るものであったとしても、とりもちでとんぼを捕まえて逃がさないように、あの人の心も逃がさないのに）などとこれも恋の狂歌といえます。

狂歌師の多くは現代でいえばサラリーマンが多かったといわれています。この画本のなかでも毛虫の狂歌をつくっている蜀山人（太田南畝）は幕府の役人でした。

本画集は現在、個人蔵のものも残っていますが、今回は国会図書館に所蔵されていて、そのマイクロフィルムをコンピュータで処理し背景の疵などを除去したものを使用しました。

借用に快諾頂いた国会図書館に厚く御礼申し上げます。