

特集：花き病害研究の新展開と環境保全型防除技術

花き病害の生物防除の現状と展望

山梨県総合農業技術センター ^{いち}市 ^{かわ}川 ^{かず}和 ^{のり}規

はじめに

環境の保全や農産物の安全性に関して消費者や生産者の関心が高まっている。環境負荷の軽減に配慮した「環境保全型農業」が1992年から推進されるようになり、生産性の維持を図りながら環境にも配慮した病害虫防除法として、総合的病害虫管理技術（IPM：Integrated Pest Management）が注目されている。

花きは、農産物の中でも非食用品目であり、最近のBSE問題、輸入野菜の農薬残留問題、食品表示偽装問題、無登録農薬問題等食品に対する問題とは一線を画するが、生産者の健康保持や花きが食卓や居間へ飾られることを配慮すると、低農薬での総合的病害虫管理技術の開発は重要である。

花きの病害虫防除に関する研究は、イネや野菜等に比較すると極めて少ない。これは、花きの病害防除が病原菌の特定ができると野菜などで開発された防除技術を応用し、病原菌を考慮した農薬主体の防除がなされてきたからにはかならない。このような状況の中で花きの生物防除は、農薬で防除できないウイルス病をはじめとした重要病害に対して現場の要請に応えるために研究開発が進められてきた。弱毒ウイルスによるウイルス病（日影ら, 2003；UGA et al., 2004）や弱病原力フザリウム菌によるシンビジウム病害の生物防除（市川, 2002；ICHIKAWA et al., 2003）は、普及あるいは実用化がもう一步のところまできている。また、生物防除に用いるバイオコントロールエージェントの特性を考慮して開発されている高キチナーゼ活性細菌（阿久津, 2003）や内生放線菌（清水・久野, 2003）の研究報告もある。そこで、最近の花きの生物防除に関する現状や研究事例をふまえて今後の展望を探りたい。

I 花き生物防除の現状

1 生物農薬

日本で登録されている微生物殺菌剤は、農薬の種類で9種、農薬名で12種あるが、このうち花きに対しては、

The State and View of Biocontrol on Flower Diseases. By Kazunori ICHIKAWA

（キーワード：花き病害, IPM, 生物防除, 現状, 展望）

アグロバクテリウム・ラジオバクター剤（商品名：バクテローズ）のキクとバラに対する根頭がんしゅ病のみである。根頭がんしゅ病は *Agrobacterium tumefaciens* によりキク、バラのほか果樹類で発生する。キクやバラでは地際部の茎や根に、表面の粗い大小の瘤が生じる難防除病害である。バクテローズは、植付け時にバラの根部やキクの挿し芽苗および定植苗の根部を本剤希釈液に1時間浸漬することにより、予防効果が得られる。

2 弱毒ウイルス

花きの弱毒ウイルスの防除技術の開発は、埼玉県ではわい性リンドウに対してBYMV（インゲンマメ黄斑モザイクウイルス；UGA et al., 2004）、岩手県ではリンドウに対してCMV（キュウリモザイクウイルス；日影ら, 2003）、富山県ではチューリップに対してTBV（チューリップモザイクウイルス）および宮城県ではユリに対してLMoV（ユリモットルウイルス）においてその利用が進められてきた。このうち、岩手県では既に生産現場で利用されており、埼玉県では生産現場へ導入が可能となっている。宮城県では開発中であり、富山県では現地試験まで実施したが普及まで至っていない。ここでは、岩手県の事例を紹介する。

岩手県では、夏期冷涼な気象条件を活かし切り花用リンドウが県内全域で366 ha（2002年度）栽培され、その出荷量は国内シェアの約6割を占めている。発生するウイルスの種類は、CMV, BBWV, CIYVVC（Clover yellow veinvirus）である。BBWVが広く感染しており、これにCMVが重複感染すると病徴がより鮮明になることから問題となっている。

日本デルモンテ(株)は、八幡平市（旧 安代町）花き開発センター（岩手県八幡平市）と共同で、弱毒CMV接種苗を用いたリンドウウイルス病の防除技術を確立した。同社は、これまでも弱毒CMVをトマトで利用しており、リンドウへの適用拡大を図ったものである。弱毒株は同社が所有するものの中から、リンドウへの副作用の少ないものを選抜・利用している。この弱毒株を育苗中のリンドウに噴霧ローラー法で接種し、接種苗を圃場に定植することによって、ウイルス病に対して防除効果が得られる。

弱毒CMV接種苗の栽培試験は八幡平市内の多発集落

で行われ、1997～2001年に小規模圃場、01年から10aの大規模圃場で行われた。大規模圃場試験での弱毒CMVを接種した定植5年目のリンドウにおけるウイルス病の発生は、無処理と比べて少なく、防除価で79～91と高い防除効果が認められた。さらに、日影ら(2003)によると、出荷可能な切花本数を調査したところ、収量は弱毒CMV接種区は無処理区に比べて2～3倍であった。

弱毒CMV接種苗は、2004年度から八幡平市で本格的に供給され、約40万株が供給された。八幡平市における苗供給体制は、町内の数戸の農家が育苗を一括して担い、日本デルモンテ(株)が弱毒CMVの接種をこれら育苗農家で処理後、接種菌が生産者に配布された。導入効果は、供給間もないため今後評価を受けることになる。

3 高キチナーゼ活性細菌によるシクラメン病害の生物防除

阿久津(2003)は、植物の生体防御機能と抗菌活性を併せ持つ溶菌酵素の一つであるキチナーゼに注目し、12科5種の植物から分離した微生物の中から選抜された高キチナーゼ活性細菌 *Serratia marcescens* B2株を利用した植物菌類病のバイオコントロールの開発を目指して研究を進めている。また人為的に制御しやすく安定した環境条件を保持できる温室栽培の作物で、さらに花きのように非食用の園芸作物に注目し、主要な花きの一つであるシクラメンの菌類病に対する防除効果について調査した。*Serratia marcescens* B2株は、トマト葉面からトマト潰瘍病細菌に対して抗菌物質を産生する菌として分離された。B2株をシクラメンに処理することにより、*Rhizoctonia solani*による苗立枯病、*Colletotrichum cyclamenae*による炭疽病、*Fusarium oxysporum*による萎凋病、*Botrytis cinerea*による灰色かび病において発病抑制効果が認められた。B2株については、イネいもち病や紋枯病に対しても防除効果があり、安全性と定着性を高めるための組替えバイオコントロール・エージェントの研究も行われ、今後の実用化が望まれる。

4 内生放線菌を用いた病害耐性組織培養苗の作出

生物防除を成功させる重要な鍵は、拮抗微生物を対象作物や土壌へいかに優先的に定着させるかである。清水・久野(2003)は、幼植物体に悪影響を与えない植物内生放線菌を選抜し、無菌栽培の組織培養苗に定着させて環境変動に順応できる種苗生産の研究を行っている。シャクナゲ組織培養苗が生育している無菌状態のフラスコ内の培地表面に、液体培養した西洋シャクナゲから分離した内生放線菌をほぼ均一に滴下して10日ほど培養し、感染苗を作出する。この苗は、シャクナゲの主要病

害である *Pestalotiopsis sydowiana* によるペスタロチア病や *Phytophthora cinnamomi* による根腐病に発病抑制効果を示した。また、セルトレー土壌の混和処理においても発病抑制効果が認められ、米国で特許取得し、国内で特許申請中であり、今後の実用化が期待される。

5 弱病原力 *Fusarium* sp. HPF-1株によるシンビジウム病害の生物防除

HPF-1株を用いた生物防除法は、本誌「特集：微生物利用による病害防除研究の現状と展望」(市川, 2004)に詳しいのでここでは割愛する。また、HPF-1株は、イネ、インゲン、キュウリ等にあらかじめ接種することにより、イネばか苗病、インゲン灰色かび病、キュウリ斑点細菌病、キュウリ褐斑病等に発病抑制効果が確認されている。そこで、HPF-1株のイネや野菜における生物農薬の開発に向けて農薬メーカーと共同研究を進めている。

II 花き生物農薬の問題点と今後の展望

花きの病虫害防除は、これまで化学農薬が主体である。エディブルフラワーなどを除けば非食用作物であり、農薬で防除可能な病虫害は農薬により防除することが基本的な考え方である。言うまでもないが、農薬は生産者にとって手軽に、しかも確実に病虫害の防除ができる防除資材だからである。このような現状で、前述のような弱毒ウイルス(日影ら, 2003; UGA et al., 2004)や弱病原力フザリウム(市川, 2002; ICHIKAWA et al., 2003)による生物防除法が開発された背景には、農薬では防除できないウイルス病やフザリウム病(市川ら, 1997; 市川・斎藤, 1998)の発生に対する切迫した防除開発の必要性があったからである。これらは、生物防除とは言うものの、農薬の代替え技術としての意味合いが強い。しかし今後の花き病害防除は、環境保全型農業の推進にともない野菜などの食用作物と同様に、総合的病虫害管理技術の中における生物防除の位置付けとしての開発も重要である。

1 花き生物防除の特徴

花きの生物農薬は商品化しにくい。花きは、花ばかりでなく葉も商品となり、鉢物では植物体全体が商品となるため、野菜に比べ要防除水準の高い品目が多い。また、少量多品目栽培が中心で、そのほとんどのものがマイナー作物である。病虫害の防除資材を広く活用するためにはその資材を農薬登録し、生物農薬として利用するのが一般的である。しかし、花きの場合、生物農薬として開発するには、シェアが小さく商品化しにくい。そこで、弱毒ウイルスのように県や市町村が主体となり、パイロ

ット事業として弱毒ウイルス感染菌の配布が地域的に行われている現状にある。

また、花き栽培における生物防除は、鉢栽培に最も向いている。生物防除を成功させる重要なポイントは、生物防除資材をいかに植物体や土壌に効率的に定着させるかである。施設栽培は、露地栽培よりも栽培環境を制御しやすく、生物防除資材の定着をコントロールしやすい。さらに、鉢栽培は、土耕栽培に比べ植物個体ごとの管理が容易であるとともに生物防除資材の管理も容易である。これらのことから、鉢栽培は茎葉病害および土壌病害ともに生物防除による効果を発揮しやすいものと考えられる。

2 花き生物農薬の開発に当たって

花き生物防除に限らないが生物防除で最も重要なことは、いかに有用な微生物を探索し、その利用方法を確立するかである。そこで、まず第一に大切なことは、弱毒ウイルスや弱病原力フザリウム菌のように化学農薬の代替となり得るような有用微生物を用いた病害防除法を確立することである。また、一つの病害ばかりでなく、複数の病害に対して防除効果があるいわゆる「スーパー菌株」の探索が重要である。特に花き生産は、少量多品目生産が行われるため市場でのシェアが小さいことから、将来の商品化を考えるうえで特に重要である。本稿で取り上げた高キチナーゼ活性細菌、内生放線菌および弱病原力フザリウム菌は、いずれも複数病害に対して防除効果がある「スーパー菌株」である。最近、渡邊(2005)は、サツマイモつる割病防除に有効な非病原性フザリウム菌が、カーネーション萎凋病、アスター萎凋病、ストック萎凋病に対しても防除効果を示すことを明らかにしている。さらに、花きの生物防除資材は病害防除ばかりでなく、生育促進など他の有用特性を兼ね備えた、付加価値が付与される菌株の探索も将来の生物農薬の商品化を見据えると重要である。

また、開発に当たっては、開発メーカーと相談のうえ、ターゲットとする対象病害をセレクトして需要のある製品にする必要がある。すなわち、当該病害とともにシェア拡大のために野菜などの主要作物の重要病害に対しても考慮しておく必要がある。売上額は2～3億円ないと商品開発しにくいと言われている。

3 総合的病害虫管理技術における生物防除

花きにおいても、環境保全型農業の推進に伴い野菜などと同様に、総合的病害虫管理技術の中における生物防除の位置付けはますます重要となる。植物の病気は病原菌(主因)が存在し、病原菌の宿主となる植物(素因)があり、それらを取りまく環境(誘因)が組み合わさって発病する。これら3要因のうちどれかが欠けると発病はしない。これまで花きの栽培では、農薬などにより病原菌を除去する化学的防除が主体である。しかし、総合的病害虫管理技術における病害防除では、生物的防除として植物がもっている抵抗性や微生物による誘導抵抗性を利用して植物自体を発病しにくい体質にすることにより発病要因である素因を強化するとともに、物理的防除として発病しにくい環境に制御することにより誘因を除去することをまず主体的に考え、これらの方法と殺菌剤を用いて主因である病原菌を撲滅する化学的防除を効率的に組み合わせることにより農薬の使用量を少しでも削減しようとするものである(図-1)。一般的に生物防除は、微生物の宿主への定着性や感染率および宿主での生残性などが使用方法の違いや栽培環境により異なり、防除効果が化学農薬に比べて不安定である。しかし、生物防除は、生物の機能を巧みに活用して植物を守る方法であることから、農薬を削減する方法としては自然の理にかなっている。そこで、生物防除および物理的防除(耕種的防除)を主体とした個別防除法に化学防除を効果的に組み合わせることにより農薬の使用量を削減する防除体系を確立する必要がある。

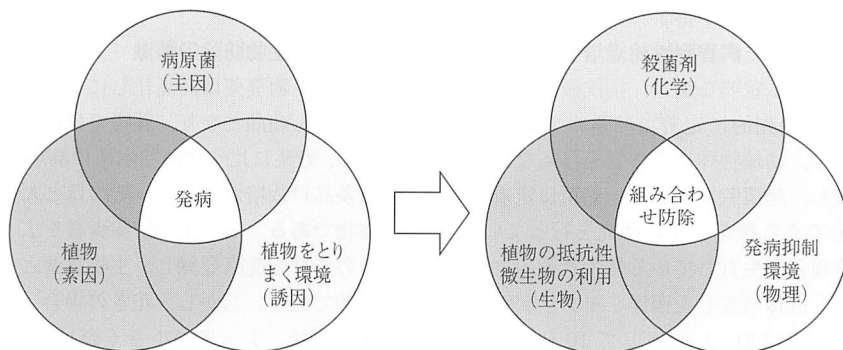


図-1 環境保全型農業における病害防除

生物防除法と他の防除法との組み合わせによる防除は、非病原性 *F. oxysporum* を用いた生物防除法においても活用されている。イチゴでは土壌消毒(手塚・牧野, 1991), ホウレンソウでは移植栽培(勝部・赤坂, 1997)との組み合わせにより生育期間中の発病抑制効果を高めている。また、非病原性 *F. oxysporum* の発病抑制効果は比較的短期間であるため、トマト萎凋病やナス半萎凋病では非病原性 *F. oxysporum* を2回処理する(YAMAGUCHI et al., 1992) ことにより防除効果を持続させている。

さらに、花き病害防除体系の中で生物防除を上手く活用するためには、対象作物および対象病害の生理生態を解明しておく必要がある。最近注目されている誘導抵抗性(ISR)(染谷, 2006)や全身獲得抵抗性(SAR)(ICHIKAWA et al., 2003)による防除は、植物の抵抗性を高めることにより複数の病害を発病抑制できることから、病害の生態が軽視されがちである。弱病原力フザリウム菌はSARによりシンビジウム病害を発病抑制する(市川, 2002; ICHIKAWA et al., 2003)が、病原菌の生態を無視すると抑制効果は低下する。花き病害は、特に生態研究が未解明のものが多いため、今後、生物防除の開発と

ともに生態研究のさらなる進展が望まれる。

今回の、資料をまとめるに当たり、弱毒ウイルスの情報提供をいただいた岩手県農業研究センター猫塚修一氏、京都府農業資源研究センター小坂能尚氏、日本デルモンテ(株)佐山春樹氏に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 阿久津克己(2003): キチナーゼ活性細菌 *Serratia marcescens* を利用した植物菌類のバイオコントロール(百町満朗監修), クミアイ化学工業(株), 東京, p. 85 ~ 96.
- 2) 日影孝志ら(2003): 日植病報 69: 320 ~ 321.
- 3) ICHIKAWA, K. et al. (2003): J. Gen. Plant. pathol. 69: 400 ~ 405.
- 4) 市川和規(2004): 植物防疫 58: 45 ~ 49.
- 5) ———(2002): 日植病報 68: 21 ~ 27.
- 6) ———・斎藤英毅(1998): 関東東山病虫研報 45: 119 ~ 1121.
- 7) ———ら(1997): 同上 44: 187 ~ 189.
- 8) 勝部和則・赤坂安盛(1997): 日植病報 63: 389 ~ 394.
- 9) 清水将文・久野 均(2003): 内生放線菌を用いた病害耐性組織培養苗の作出(百町満朗監修), クミアイ化学工業(株), 東京, p. 97 ~ 104.
- 10) 染谷信孝(2006): 植物防疫 60: 107 ~ 111.
- 11) 手塚信夫・牧野孝宏(1991): 日植病報 57: 506 ~ 511.
- 12) UGA, H. et al. (2004): J. Gen. Plant. Pathol. 70: 54 ~ 60.
- 13) 渡邊 建(2005): 微生物の生物防除剤としての機能開発と普及課題, 日本植物病理学会, バイオコントロール研究会, 東京, p. 34 ~ 46.
- 14) WEI, G. et al. (1996): Phytopathology 86: 21 ~ 224.
- 15) YAMAGUCHI, K. et al. (1992): Ann. Phytopath. Soc. Japan 58: 188 ~ 194.

新しく登録された農薬 (15 ページから続き)

●プレチラクロール・ベンスルフロンメチル粒剤

21689: ST ゴルボ1キログラム剤 51 (住化武田農薬) 2006/4/5
 プレチラクロール: 6.0%, ベンスルフロンメチル: 0.51%
 移植水稻: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ウリカワ, ミズガヤツリ, オモダカ, ヒルムシロ, クログワイ, セリ, アオミドロ・藻類による表層はく離: 移植後3 ~ 13日(ノビエの2.0葉期まで)

●トリフルラリン乳剤

21692: ST トレファノサイド乳剤 (住化武田農薬) 2006/4/5
 トリフルラリン: 44.5%

ぶどう, もも, なし, りんご, キャベツ, はくさい, なたね, レタス(露地栽培), 非結球レタス(露地栽培), ねぎ, わけぎ, らっきょう(露地栽培), トマト(露地栽培), ミントマト(露地栽培), ピーマン(露地栽培), とうがらし類(露地栽培), すいか(トンネル・マルチ栽培, 露地栽培), メロン(露地栽培(トンネル・マルチ栽培)), しろうり(露地栽培), きゅうり(露地栽培), なす(露地栽培), 実えんどう(露地栽培), さやえんどう(露地栽培), さやいんげん(露地栽培), さやいんげん(露地・マルチ栽培), だいこん(露地栽培), はつかだいこん(露地栽培), にんじん, ごぼう(露地栽培), 葉ごぼう(露地栽培), しょうが, たまねぎ(本畑), アスパラガス, かんしょ, さとい

も, やまのいも, やまのいも(むかご), だいず, らっかせい, えだまめ, こんにゃく, 茶, 桑(苗床, 本畑), ゆり, チューリップ, しゃくやく, きく(露地栽培), たばこ, 樹木類, 林木苗(すぎ・ひのき・あかまつ・からまつ(播種床)): 畑地一年生雑草(ツユクサ, カヤツリグサ, キク・アブラナ科を除く), 直播水稻: ノビエ, 麦類, あずき, にんにく: 畑地一年生雑草(ツユクサ, カヤツリグサ, キク・アブラナ科を除く), いんげんまめ: 畑地一年生イネ科雑草, 樹木等(公園, 庭園, 堤とう, 駐車場, 道路, 運動場, 宅地, のり面等): 一年生雑草(ツユクサ, カヤツリグサ, キク・アブラナ科を除く)

●フェントラザミド・ベンゾフェナップ・ベンフレセート粒剤

21696: パンチャー1キログラム剤(北興化学工業) 2006/4/19
 フェントラザミド: 3.0%, ベンゾフェナップ: 8.0%, ベンフレセート: 5.0%

移植水稻: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ウリカワ, ミズガヤツリ(北海道を除く), ヘラオモダカ(北海道, 東北), ヒルムシロ, セリ(近畿・中国・四国), アオミドロ・藻類による表層はく離(北海道, 近畿・中国・四国, 九州): 移植後5 ~ 20日(ノビエ2.5葉期まで)

(40 ページへ続く)