

特集：花き病害研究の新展開と環境保全型防除技術

花き病害研究の新たな展開方向

花き研究所病害制御研究室* つき ほし たか お
月 星 隆 雄

はじめに

花きへの消費者需要の多様化に伴い、生産花きの種類は年々増加し、現在では400科5,000種20,000品種以上の植物が花きとして栽培されている。しかし、これに伴い花きに発生する病害の種類も大幅に増加しており、2000年以降だけで80種類以上の新病害が報告されている。花きの生産および品質向上のためには病害虫防除に緊急に取り組む必要があるが、病害の数に比べて防除薬剤の登録数ははるかに少ない。また、気候温暖化により特に土壌病害が発生を拡大し、被害が深刻化している。さらに、これらの難防除病害に効果のある臭化メチルがオゾン層破壊防止のため2005年に生産・使用禁止となったため、病害防除を薬剤のみに頼ることは困難になりつつある。このため、新たな環境保全型病害防除法を開発し、農業防除などと組み合わせた総合防除を推進することがますます重要になっている。ここでは、花き病害の環境保全型防除法を含めた病害虫総合防除法をまとめ、さらに新しく提案されている病害防除研究の事例を紹介する。

I 花のIPM (病害虫総合防除)

IPM (Integrated Pest Management) は、農薬散布を含め様々な防除技術を組み合わせて病害虫を総合的に防除するための理論である。IPMには「複数の防除法の合理的統合」、「経済的被害許容水準」、「病害虫個体群管

理システム」という三つの考え方が含まれている。すなわち、病害虫の密度や被害を科学的データにより予測しながら、甚大な被害を防止する目的で、病害虫個体群レベルを減少させる複数の防除法を合理的に組み合わせて防除することを示す。アメリカ合衆国農務省 (USDA) では、それまでに開発された防除技術を低位から高位までの技術に分類し、これらを局面により組み合わせて使用し、最終的には生物機能重視型の高技術への移行を提言している (表-1)。このため、当初の防除暦に頼り切らずに、個々の地域あるいは農家の特性を把握して防除を行うことが大切となる。花き病害総合防除で利用可能な、環境保全型を中心とした病害防除法例は以下の通りである。

(1) 環境保全型土壌消毒法

熱水消毒および蒸気消毒は、土壌中に高温の熱水あるいは蒸気を注入する方法で、病害虫の種類にかかわらず効果がある。還元土壌消毒は土壌に多量の米ヌカなどの易分解性有機資材を投入・混和し、湛水して20日程度ビニールで覆い、土壌を高温および還元条件に保って病原菌を死滅させるもので、厚膜胞子や菌核など丈夫な耐久体を形成する病原菌にも効果がある。花き病害で高い防除効果が報告されている事例を表-2に示す。それぞれの方法に長所・短所があり、薬剤消毒との併用も含めて状況により使い分ける必要がある。また、トルコギキョウおよびアスターでは土壌消毒すると生育良好となり、商品価値の高い長い切り花が得られることも報告さ

表-1 USDAが提唱した様々なレベルのIPM技術連続体 (対馬, 2001を改変)

←←	過渡的技術	→→
低位	中位	(生物機能重視型) 高位
病害虫発生調査	病害虫発生予察による防除体系	天敵の放飼
無病種子・苗の使用	養水分動態の把握による発生低減	生物防除剤の利用
抵抗性品種の利用	緑肥・堆肥・資材の活用	フェロモン誘引
誘引による害虫トラップ	全身抵抗性誘導型薬剤の利用	おとり作物
選択的殺虫剤の利用	精密農法に基づく病害虫管理	土壌の太陽熱消毒
灌水法の最適化	病害虫の生態型調査	高度な発生予察モデル

New Prospects of the Researches on the Flower Diseases in Japan. By Takao TSUKUBOSHI

(キーワード：花き病害, 環境保全型防除法, エンドファイト)

* 現 畜産草地研究所畜産温暖化研究チーム

れている。

(2) その他の環境保全型病害防除法

土壌消毒以外の花きの環境保全型病害防除法を表-2に示す。地上部病害は葉や茎に病斑を形成し、商品価値を下げるため、花きでは他の作物より高度に防除する必要がある。したがって環境保全型防除のためには、まず使用薬剤量を低減するような取り組みが必要である。そのため花き病害では、防除適期の散布による薬剤量削減、近紫外線除去フィルムや除湿機の利用による孢子形成抑制、さび病やうどんこ病発病苗の高温処理による病勢進展抑制、品種抵抗性の利用などが提案されている。なお、表-2の農業研究成果情報については、中央農研ホームページ <http://narc.naro.affrc.go.jp/chousei/shiryou/kankou/seika/seika.html> で閲覧可能である。

II 病害防除研究の新しい方向とシーズ

(1) エンドファイトとエピファイト

エンドファイトとは植物体内に無病徴で寄生する微生物、「内生菌」を指し、イネ科植物での *Neotyphodium* 属菌、ハクサイでの *Heteroconium* 属菌などがよく知られ、感染植物が耐虫性、耐病性あるいは環境ストレス耐性をもつようになる。メカニズムとしては、菌の産生する耐虫性あるいは耐病性アルカロイドなどによることが多い。

花きでは、これまでいくつかの種類でエンドファイト様微生物が報告されてきた(表-3)。例えばシクラメンの塊茎中には多数のバクテリアが存在するが、サトウキ

ビ内生バクテリアのような窒素固定能などは確認されていない。また、病原糸状菌として知られる *Colletotrichum* 属や *Fusarium* 属の非病原性菌株がエンドファイトのように振る舞うとの報告もある。さらに、樹木には多種の糸状菌あるいは放線菌がエンドファイトとして生息しており、ある種の菌は感染樹木に耐虫性を付与することが知られる。花木でも同様の糸状菌が存在し、何らかの耐性に関与している可能性がある。

一方、エピファイトとは「表生菌」を意味し、これまで植物表面に生息する様々な種類の細菌がバクテリアル・エピファイトとして主に研究されてきた。この中には葉表面などで特に高密度で分布している種があり、これらの種の密度はグラム陰性細菌に一般的なクオラムセンシング(Quorum Sensing, 密度感知)により制御される。花きではまだ報告はないが、今後の研究の進展が期待される。

(2) 新しい病害抵抗性育種の方向と病原フリー化個体の作出

花きではカーネーション、バラ、シクラメン等で病害抵抗性育種が進められており、スターチス、シュッコンアスター等では抵抗性品種を使った防除が提案されている(表-2)。特にカーネーションでは野生種 *Dianthus* 属の萎凋細菌病抵抗性を標的とした STS-DNA マーカーが開発されており、これを使った効率的な抵抗性育種が可能となっている(ONOZAKI et al., 2004)。

また、ウイルスおよびウイロイドについては、無病苗の供給も重要である。最近被害が増加して問題となって

表-2 花き病害で報告された環境保全型防除法

防除法	花き種類	病害名	防除法の内容・特徴	文献
熱水土壌消毒	トルコギキョウ	根腐病, 青かび根腐病, ネコブセンチュウ	小型ボイラーを用いた熱水消毒	富田ら, 2005
		立枯病		松永ら, 2005
蒸気消毒	カーネーション	萎凋病	非病原性フザリウム菌と蒸気消毒を併用した発病抑制	平成 15 年度近中四農研研究成果情報
	トルコギキョウ	茎腐病, 白絹病, 菌核病	蒸気消毒と散水の併用により地下 300 cm まで殺菌可能	平成 14 年度関東東海北陸農業研究成果情報
	ユリ類	根腐症状	隔離床と土壌消毒併用による防除	森田, 2001
	アスター	萎凋病		平成 15 年度九州沖縄農業研究成果情報
太陽熱消毒	トルコギキョウ	茎腐病, 根腐病, 立枯病, 青かび根腐病		富田ら, 2005
		青かび根腐病	発生条件と防除対策	平子ら, 2001
	ニホンスイセン	葉先枯病		平成 14 年度関東東海北陸農業研究成果情報

表-2 花き病害で報告された環境保全型防除法 (つづき)

防除法	花き種類	病害名	防除法の内容・特徴	文献
胞子形成抑制	トルコギキョウ スターチス	灰色かび病	除湿機を用いた発病軽減と省農薬防除	平成 11 年度関東東海農業研究成果情報
	ユリ類	葉枯病	近紫外線除去フィルムによる防除	平成 12 年度近畿中国農業研究成果情報
抵抗性利用	キク	わい化病	伝染経路と品種の抵抗性	平成 9 年度四国農業研究成果情報
		半身萎凋病	小ギクの抵抗性品種間差異	平成 16 年度関東東海北陸農業研究成果情報
		白さび病	無菌キクによる病原菌の培養法と抵抗性検定への適用	平成 10 年度関東東海農業研究成果情報
	バラ	根頭がんしゅ病		福井, 2004 ; TAN et al., 2004
	カーネーション	萎凋細菌病	抵抗性選抜用 DNA マーカー	ONOZAKI et al., 2004
		萎凋病	種間交雑による抵抗性品種の育成, 主要品種の抵抗性評価	古市ら, 2003 ; 平成 14 年度花き研究成果情報
	チューリップ	球根腐敗病	抵抗性簡易検定法の開発	築尾, 2003
	シクラメン	葉腐細菌病, 芽腐細菌病, 萎凋病	病害抵抗性育種のための中間母本の作出	平成 8 年度関東東海農業研究成果情報
	スターチス	萎凋細菌病	抵抗性の品種間差異	海老原ら, 2003
	ハボタン	黒腐病	感受性の品種間差異	神頭ら, 2004
サルスベリ	うどんこ病	耐病性新品種	平成 11 年度関東東海農業研究成果情報	
害虫忌避	カーネーション など	コナジラミ, アザミウマ類	光反射シートによる防除	平成 11 年度関東東海農業研究成果情報
	トルコギキョウ	アブラムシ類	アルミ蒸着フィルムのマルチ利用による防除	阿部ら, 2001
耕種の防除	キク	白さび病	苗の 35℃, 3 日間高温処理	平成 8 年度近畿中国研究成果情報
	チューリップ	球根腐敗病	高地温時の球根植え付けは多発原因の一つになる	平成 9 年度野菜・茶業研究成果情報
	スターチス	灰色かび病	筒による苗定植とマルチによる回避	平成 11 年度九州農業研究成果情報
	シクラメン	灰色かび病	輸送時の結露防止	平成 11 年度北海道農業研究成果情報
	シュコンカス ミソウ	うどんこ病	残渣の処分, 耕耘	平成 8 年度近畿中国研究成果情報
	シュコンアスター	斑点病	栽植密度, 薬剤防除の併用	平成 8 年度関東東海農業研究成果情報
薬剤量低減等	キク	白さび病	全身抵抗性誘導性薬剤	平成 12 年度関東東海農業研究成果情報
			降雨を目安とした薬剤量削減	平成 10 年度近畿中国研究成果情報
	カーネーション	茎腐病	セル成型苗の薬液浸漬	杉山, 2002
	トルコギキョウ	葉巻病	テープ剤による長期媒介虫防除	平成 15 年度九州沖縄農業研究成果情報
	チューリップ	黒腐病と褐色腐敗病	水洗および殺ダニ剤浸漬と発病抑制	平成 7 年度総合農業研究成果情報
	リンドウ	褐斑病	発生生態に基づく防除適期	平成 14 年度東北農業研究成果情報
資材添加	カーネーション	萎凋病	キトサン類の土壌添加	竹崎, 2005

表-3 これまでに報告された花きのエンドファイト様微生物

微生物種	寄主植物	効果 (文献)
内生バクテリア (塊茎)	<i>Arum</i> 属 (サトイモ科)	生育促進 (DIBUT et al., 2004)
<i>Streptomyces</i> sp.	モンステラ類	ペプチド抗菌物質産生 (EZRA et al., 2004)
<i>Streptomyces galbus</i> .	ツツジ属	耐病性, 抗菌性 (SHIMIZU et al., 2004)
アーバスキュラー菌根	マリーゴールド	P 欠下で生育促進 (LINDERMAN et al., 2004)
エリコイド菌根	<i>Woollisia, Epacris</i>	水分ストレス下での生育 (CHEN et al., 2003)
350 種の糸状菌	<i>Woollisia</i> 属 (Snow wreath)	— (MIDGLEY et al., 2004)
<i>Alternaria, Phoma</i> sp. 等	ウチワサボテン類	— (SURYANARAYANAN et al., 2005)
<i>Colletotrichum</i> sp.	ヨモギ属	<i>Rhizoctonia</i> 等への抗菌性 (Lu et al., 2000)

いるキクわい化病 (CSVd) については、キク苗を 4℃ で 6 か月間低温処理後、生長点をアマンタジン 50 ppm を添加した培地で培養して植物体を再生させ、ウイルス濃度を極めて低くしてウイルスフリー化個体を作成する方法が確立され、既に無病苗供給が事業化されている。また、RT-LAMP 法による高感度検出法も開発・実用化されている (福田ら, 2005)。さらに、最近発生が報告されたキク退緑斑紋病を引き起こすウイルス CChMVd については、キクの茎頂分裂組織を切り出してキャベツの根端上で培養し、フリー株を得る方法が開発されている (HOSOKAWA et al., 2005)。

遺伝子組換えによる病害抵抗性遺伝子の導入も進められており、形質転換の困難なユリでパーティクルガンによるイネキチナーゼ遺伝子をユリ花粉に導入し、その花粉を授粉することによる花粉ベクター法が確立され、ユリ葉枯病抵抗性品種などの作出が期待されている (栗坂ら, 2001)。また、TSWV 外被タンパク質遺伝子導入によるキクえそ病抵抗性育種 (萩原ら, 2002) およびヤマイモキチナーゼ遺伝子導入によるキク白さび病の抵抗性増強 (平島ら, 2004) が報告されている。

III MPS と環境保全型病害防除

海外では欧州を中心に MPS (花き園芸環境プログラム)、EUREP GAP (欧州小売業組合適正農業規範) 等の認証システムを通じて環境への負荷低減を促進する動きが展開されている。一方我が国では、土づくりと化学肥料・化学農薬の使用低減に一体的に取り組む生産農家がエコファーマーの認定を受ける制度がある。中でも MPS は世界の生産者の環境負荷低減への取り組みを評価・認証するシステムであり、これに参加する生産者は使用した農薬・肥料の使用量、エネルギー消費量および廃棄物の管理・処理法により評点をつけられ、MPS-A、

B、C のランクが与えられる。この MPS 認証を受けた花きの輸入が増加しているため、これに対抗し、あるいは環境保全型病害防除を推し進めるためにも、今後はこのような制度に積極的に関わる形で花き病害研究を推し進めていく必要がある。

引用文献

- 1) 阿部 弘ら (2001): 北日本病害虫研究会報 52: 92 ~ 94.
- 2) CHEN, D. M. et al. (2003): *Mycorrhiza* 13(3): 173 ~ 176.
- 3) 築尾嘉章 (2003): 植物防疫 57: 281 ~ 285.
- 4) DIBUT, B. et al. (2004): *Cultivos Tropicales* 25(2): 13 ~ 17.
- 5) 海老原克彦ら (2003): 関東東山病害虫研究会報 50: 101 ~ 103.
- 6) EZRA, D. et al. (2004): *Microbiology* 150(4): 785 ~ 793.
- 7) 福田至朗ら (2005): 関西病害虫研究会報 44: 31 ~ 36.
- 8) 福井博一 (2004): 植物防疫 58: 345 ~ 350.
- 9) 古市崇雄ら (2003): 同上 57: 276 ~ 280.
- 10) 萩原葉子ら (2002): 平成 14 年度関東東海北陸農業研究成果情報 II: 158 ~ 159.
- 11) 平子喜一ら (2001): 北日本病害虫研究会報 52: 98 ~ 1001.
- 12) 平島敬太ら (2004): 九州沖縄農業研究成果情報 20: 371 ~ 372.
- 13) HOSOKAWA, M. et al. (2005): *Horticultural Science* 74(5): 386 ~ 391.
- 14) 神頭武嗣ら (2004): 関西病害虫研究会報 46: 51 ~ 53.
- 15) 栗坂信之ら (2001): 平成 13 年度近畿中国四国農業研究成果情報: 11 ~ 12.
- 16) LINDERMAN, R. G. et al. (2004): *Scientia Horticulturae* 99(1): 67 ~ 78.
- 17) LU, H. et al. (2000): *Plant Science* 151(1): 67 ~ 73.
- 18) 松永登喜子ら (2005): 北海道園芸研究談話会報 38: 64 ~ 65.
- 19) MIDGLEY, D. J. et al. (2004): *Plant and Soil* 259(1/2): 137 ~ 151.
- 20) 森田嘉代 (2001): くらしと農業 15(4): 30 ~ 33.
- 21) ONOZAKI, T. et al. (2004): *Euphytica* 138: 255 ~ 262.
- 22) SHIMIZU, M. et al. (2004): *J. Gen. Plant Pathol.* 70: 66 ~ 68.
- 23) 杉山 悟 (2002): 北日本病害虫研究会報 53: 141 ~ 143.
- 24) SURYANARAYANAN, T. S. et al. (2005): *Mycological Research* 109(5): 635 ~ 639.
- 25) 竹崎あかね (2005): 特定資材を用いた現地農法に関する調査研究, 野菜茶業研究所: 115 ~ 119.
- 26) TAN, B. S. et al. (2004): *Acta Horticulturae* 630: 207 ~ 212.
- 27) 富田恭範ら (2005): 茨城農総研園芸研報 13: 43 ~ 47.
- 28) 對馬誠也 (2001): バイオコントロール研究会レポート 7, 日本植物病理学会: 1 ~ 13.