

特集：ピシウム病害

Ebb & Flow 方式の鉢物生産における
ピシウム病害の生態と防除

岐阜県農業技術センター わた 渡 辺 秀 樹

はじめに

鉢物生産において、灌水作業の省力化は生産効率を改善するうえで最も重要な要素の一つである。シクラメンの例では、生産に必要な労力のうち、灌水作業は40%を占める（森岡，1993）。このため、国内においても1970年代より給水マットを使用した底面給水方式や、ひもを利用した樋給水方式（渡辺ら，1975）が導入され、灌水作業の省力化が進められてきた。さらに1980年代には、Ebb & Flow（エブ・アンド・フロー）方式が海外から導入され始め、鉢物生産はさらに大規模化が進んできている。Ebb & Flowは「潮の満ち引き」という意味で、鉢が並んだベンチ内に鉢底から2～3 cm程度に一時的に湛水してベンチ内の鉢に一齐に給水し、徐々に排水する方式で、その特徴からプールベンチ方式と呼ばれることもある（図-1）。また、生産出荷を効率化するため、容易に移動可能なムービングベンチと本方式を合わせて導入している生産施設も多い。本稿では、Ebb & Flow栽培の鉢物生産におけるピシウム病害の発生生態と防除対策について、これまでに得られた知見を紹介する。

I Ebb & Flow方式で発生する
ピシウム病害の特徴

Ebb & Flow方式の原型は、もともと養液の循環方式であり、節水に対する意識の高いヨーロッパでは養液の循環利用が進んでいるが、国内においては、水が潤沢にあること、鉢物の施肥の多くが緩効性肥料を中心とした体系であったことから、水および養液を循環利用していないケースが多く見受けられる。しかし、近年は、国内の鉢物生産農家においても、環境保全意識の高まりや肥料コストの節減等から養液の循環利用を行う施設が増加してきている。養液を循環利用する場合に最も懸念されるのが*Pythium*属菌や*Phytophthora*属菌といった水媒伝

染性病害の発生であり、国内外の養液栽培において多くの報告がある（THINGGAARD and MIDDELBOE, 1989；SANOGO and MOORMAN, 1993；THINGGAARD and ANDERSEN, 1995；STANGHELLINI et al., 2000；KAGEYAMA et al., 2002；WATANABE et al., 2007）。罹病株から放出された病原菌の遊走子は、養液を介して広がり、同一ベンチ上（数千鉢単位）のみならず、施設全体に被害が及ぶことがある。このように、Ebb & Flow方式の導入は、経営の効率化・大規模化を可能にする一方で、水媒伝染性病害による被害が甚大化しやすいリスクも伴っている。

また、鉢物生産施設は、単一品目の大量生産方式や、複数種を組合せて周年出荷する方式など、その生産体系は経営体によって千差万別である。このため、ピシウム病害の発生様相は様々であり、このことが、鉢物生産の病害対策を難しくしている（口絵）。

II 主要な伝染源と対策

1 第一次伝染源

養液循環式のEbb & Flow栽培は、広義的には養液栽培の一つと考えることができるが、野菜の養液栽培が培地あるいは支持体にロックウールやスポンジを用いるのに対して、鉢物栽培ではピートモスを主体とした調整培土を使用するのが特徴である。これまでに筆者らが調査した限りでは、ミニバラやゼラニウムの生産施設におい



図-1 鉢物類のEbb & Flow栽培

Occurrence and Control of *Pythium* Disease in Production of Potted Flowers in Ebb & Flow Irrigation Systems. By Hideki WATANABE

（キーワード：Ebb & Flow方式，鉢物，ピシウム，伝染源，肥培管理）

表-1 鉢上げ用培土からの *P. irregulare* complex の分離頻度

生産施設	分離頻度 ^{a)}
A	14/23
B	4/14
C	0/18

^{a)} エゴマ種子トラップ法による。
分離検体数/サンプル数

表-2 施設周辺土壌からの *P. irregulare* complex の分離頻度

サンプル	分離頻度 ^{a)}
1	2/2
2	3/3
3	3/3

^{a)} エゴマ種子トラップ法による。
分離検体数/サンプル数

て使用前の調整培土からピシウム菌が検出された場合があり、特にゼラニウムの事例では、当施設で発生している茎腐病の病原菌 (*Pythium irregulare* complex) が高頻度に検出された (表-1)。また、当施設の周辺土壌をサンプリングして同様に調べた結果、同菌が高頻度に検出された (表-2)。銀玲ら (2007) は、バラ根腐病菌 (*P. helicoides*) の種特異的プライマーを用いて本病が発生している施設内および施設周辺土壌から本菌の検出を試みた結果、プールベンチ下の土壌と養液タンク周辺および施設周辺の土壌から本菌が検出されたと報告している。このように、同一品目の栽培年数が長期化した施設では、特定の土壌病原菌が施設内および周辺土壌に比較的高密度に生息する可能性が高い。これらのことから、培土は信頼できる業者から購入することはもちろんであるが、パーライトなどとの混合調整作業を自らの施設で行う場合は、調整場所および保管方法に細心の注意をすべきと考える。また、可能であれば蒸気殺菌などの処理を行ったものを使用することが望ましい。

種苗を施設内に導入する際にも注意が必要である。ゼラニウムの事例では、購入したセル苗の根および培土から茎腐病菌が検出された (表-3)。セル苗を鉢上げした後に発病した場合は、たとえ防除を行っても効果が十分でないことが多く、薬剤の使用量も多くなる。セル苗の導入時に予防防除することにより、被害の拡大を未然に抑制できるだけでなく、薬剤の使用量も最小限にできる。

また、灌水に使用する水からピシウム菌を持ち込むケースもある。河川や用水中には、ピシウム菌や疫病菌等

表-3 セル苗からの *P. irregulare* complex の分離頻度

品種	供試苗数	分離苗数	分離頻度 (%)
A	10	1	10.0
B	17	4	23.5
C	11	0	0
D	14	0	0
E	14	1	7.1
F	40	2	5.0
計	106	8	7.5

セル苗の根を含む培養土を滅菌水 3 ml とともに VP₂ 培地へ広げ、25℃ 2 日間培養後に分離菌を調査した。

が頻繁に検出されることから (YAMAK et al., 2002; 花井ら, 2005; 景山, 2010), これらを原水として利用する場合には非常に大きなリスクを伴う。

2 第二次伝染

施設内へ一度侵入した病原菌は、循環養液を介して施設全体へ二次伝染する。カランコエ根腐病 (病原菌: *P. helicoides*, *P. myriotylum*) が発生している施設において、循環養液中の病原菌の存在を経時的に調べた結果、本菌は発病時期の夏期 (6 ~ 9 月) だけでなく年間を通じて養液中から検出された (表-4)。施設栽培では、年間を通じて培地の最低温度がおおむね 20℃ 前後確保されているため、病原菌の増殖、感染にとっては好環境なのかもしれない。また、バラ根腐病の生産施設では、前年に循環養液を通じて潜在感染した株が、冬期に露地越冬を経て、春に施設内へ再搬入されることによって養液中の病原菌密度が上昇し、新たに生産された若苗に感染することで病原菌が経年伝播している可能性が示唆された。本件については、既に報告済み (渡辺, 2008 a) であるので、そちらを参照されたい。循環養液中のピシウム菌の密度を低下させることは、施設全体への二次伝染リスクの軽減につながる。バラ根腐病菌の場合、循環養液中の遊走子密度が 50 個/l 以上で発病し、それ以下では発病しなかった。養液の殺菌技術にはこれまでにオゾン、光触媒・酸化チタン、UF ろ過膜、銀担持繊維フィルター等国内でも多数の研究事例がある (草刈ら, 1992; 黒田ら, 2002; 植松ら, 2006; 草刈・山下, 2007; 平野, 2008; 黒田ら, 2009)。筆者らも、Ebb & Flow 栽培を主な対象として、(株)TYK および岐阜大学と共同で銀セラミックスを用いた除菌技術の実用化研究を行ってきており (渡辺ら, 2008), 本装置は現地で普及しつつある。

また、同一施設で複数品目を組合せて栽培している場

表-4 循環養液からのカランコエ根腐病菌 (*P. helicoides*) の分離頻度 (2005 年)

		5/16-	6/24-	7/20-	8/23-	9/27-	11/1-	12/19-
施設 1	循環排液	73	97	97	17	100	100	100
施設 2	循環排液 1	98	100	97	77	100	97	100
施設 3	循環排液 2	70	97	100	100	100	97	77

エゴマ種子トラップ使用。設置期間は約 7 日間。各数値は 30 切片中の分離頻度 (%)。

合は、品目間で病原菌が伝播している可能性がある。ゼラニウム茎腐病が発生した施設の事例では、ゼラニウムの出荷前後に同一温室で栽培されていたエキザカム、ガーベラにも根腐症状が認められ、これらの根からも *P. irregulare complex* が高率に検出された。循環養液からも同菌が高率に検出された。エキザカム分離菌は RAPD 解析の結果、同一施設のゼラニウム分離菌の種と一致した。さらに、ゼラニウム分離菌はガーベラ苗にも病原性が認められた。この施設は、前述のゼラニウム農家とは異なり、培土から本菌は検出されていない。これらの結果から、当施設では、養液を介して病原菌が施設内全体へと広がり、ゼラニウムの栽培期間以外にも輪作作物を宿主としながら施設内の伝染環を形成していると考えられた。ピシウム属菌は一般的に多犯性であり、鉢物経営にとっては多くの品目に病害を引き起こす可能性があるため、注意が必要である。

III 肥培管理による発病軽減

花き類で水媒伝染性病害を対象に使用できる薬剤はほとんどないのが現状である。このため、ピシウム病を防除するには、前述のように伝染源、伝染環を断つこと以外に、停滞水をできるだけ作らないような水管理、圃場周辺の衛生管理等発病を未然に防ぐ対策が重要である。ただし、前章で述べたように、連作圃場においては病原菌が散在していると考えられ、開放系の施設である以上圃場衛生管理に限界があるのも事実である。このため、施設内の病原菌を皆無にすることは困難であり、発病を軽減する対策が求められる。筆者らは、バラ根腐病において、肥培管理の違いにより本病の発病が著しく軽減される事実を明らかにしたので以下に紹介する。なお、本件については既に報告済み(渡辺ら, 2009)であるので、試験方法などの詳細等については、そちらを参照されたい。

バラ根腐病は、1996 年に岐阜県のミニバラ生産施設で初めて確認され、当時の被害は施設全体に及ぶ壊滅的なものであったと聞いている。その当時の肥培管理は、養液だけでなく株もとに緩効性固形肥料を併用していた。一般的に多肥は、植物病害の発生を助長することが

知られており、本病に対する影響について調べた。

その結果、固形肥料を併用した場合、病原菌の接種により葉の黄化および著しい萎凋症状が認められた(表-5)。一方、養液単用区では、下葉の黄化が散見されるものの、枯死する株は認められず発病程度には明確な差が認められた(口絵)。また、地下部の根についても同様に、固形肥料併用区の根は著しい褐変腐敗症状が認められたのに対して、養液単用区は 77% 以上の株で根腐病の発病が確認されたものの、その程度は明らかに軽微であった(表-6)。病原菌無接種の場合は、固形肥料を併用した場合でも全く発病が認められなかった。

鉢土内土壌溶液の塩類濃度は、養液単用区では試験開始 18 日後まで培土の上部および下部で塩類濃度に大きな差は認められなかったが、26 日後から上部の濃度が高く推移し、鉢上部の培土中に塩類が集積してきているものと考えられた(図-2)。一方、固形肥料併用区の鉢内上部では、10 日後に急激な塩類濃度の上昇が認められ、以降はおおむね 5 mS/cm と高く推移した。各区の根を観察した結果、養液単用区では鉢内全体に根が分布していたのに対して、固形肥料併用区では、鉢内上部への根の伸長阻害が認められた(口絵)。地上部の生育は、固形肥料併用区で葉色がやや濃い傾向が認められたが、最終調査まで生育量に大きな差は認められなかった。

以上の結果から、バラ根腐病は緩効性固形肥料の追加施用によって被害が助長されることが明らかになった。バラは、20℃前後の気温が生育に適しており、夏期高温時は適温をはるかに超えている。また、土壌溶液は 2.0 mS/cm 以下で管理するのが望ましいとされている(農文協編 農業技術体系, 1996)。これらのことを考慮すると、バラ根腐病が 1996 年頃に多発した要因として、夏期の高温条件に加えて緩効性固形肥料の追加施用による塩類集積が植物体の抵抗力をさらに低下させるとともに、根からの水や養分の正常な吸収を高濃度の土壌塩類が阻害した可能性が考えられた。Ebb & Flow 方式をはじめとした底面給水方式による鉢物生産は、頭上灌水をほとんど行わないため、培土の塩類集積が発生しやすい特徴がある。また、鉢物は培地量が限られているため、

表-5 緩効性固形肥料の株元追加施用がバラ根腐病（病原菌：*P. helicoides*）の地上部発病に及ぼす影響（渡辺ら，2008）

処理区		接種区		無接種区	
		発病株率（％）	発病度 ^{a)}	発病株率（％）	発病度 ^{a)}
固形肥料併用	試験 1	97.9	69.3	0	0
	試験 2	88.9	83.0	0	0
養液単用	試験 1	6.3	3.1	0	0
	試験 2	20.8	6.9	0	0

液肥：市販液肥（N20：P20：K20）1,000 倍希釈，緩効性固形肥料（N13：P11：K13，70 日タイプ 2 g/3 号鉢）。

試験 1 2006/6/19，病原菌接種：8/9，調査：8/28，試験 2 施肥：2007/6/22，接種：8/9，調査：8/20

^{a)} 発病程度指数 0：健全，1：下葉の一部が黄化，2：株の 50%未満の葉が黄化，落葉，3：株の 50%以上の葉が黄化，落葉，4：萎凋，枯死。

発病度＝Σ（発病程度指数×同株数）/（4×全株数）×100

表-6 緩効性固形肥料の株元追加施用がバラ根腐病（病原菌：*P. helicoides*）の地上部発病に及ぼす影響（渡辺ら，2008）

処理区		接種区		無接種区	
		発病株率（％）	発病度 ^{a)}	発病株率（％）	発病度 ^{a)}
固形肥料併用	試験 1	100.0	99.5	0	0
	試験 2	100.0	99.0	0	0
養液単用	試験 1	79.2	29.2	0	0
	試験 2	77.8	39.6	0	0

液肥：市販液肥（N20：P20：K20）1,000 倍希釈，緩効性固形肥料（N13：P11：K13，70 日タイプ 2 g/3 号鉢）。

試験 1 2006/6/19，病原菌接種：8/9，調査：8/29，試験 2 施肥：2007/6/22，接種：8/9，調査：9/12

^{a)} 発病程度指数 0：根の水浸状褐変なし，1：根の 25%未満が水浸状に褐変腐敗，2：同 25～50%が褐変腐敗，3：同 50～75%が褐変腐敗，4：同 75%以上が褐変腐敗。

発病度＝Σ（発病程度指数×同株数）/（4×全株数）×100

気温や水分変動，塩類濃度等の影響を受けやすく根痛みを生じやすい。特に夏期は鉢内温度が一時的に高くなることから，これらの影響を特に受けやすく，病原菌による被害が助長されやすいと考えられる。

現地のミニバラ生産施設では，伝染環の遮断に努めるとともに固形肥料の追加施用をやめた結果，現在では，本病による壊滅的な被害はなくなり，経済的に問題にならない水準にまで低下してきている。

お わ り に

鉢物類の Ebb & Flow 栽培において，水媒伝染性病害

をマネジメントすることは安定生産上欠かすことができない。養液の循環利用が進んでいる欧州では，養液殺菌やベンチの洗浄装置等が整備されている施設が多いのに対して，日本は高温多湿で病害の発生リスクが高いにもかかわらず，その対応は十分とは言えない状況にある。また，近年，新たに発生している水媒伝染性病害のうち，多数を花き病害が占めているのに対して，効果の高い殺菌剤の花き類への適用拡大が進んでいないことも大きな課題である。この点については，各メーカーをはじめ行政，試験研究機関の努力に引き続き期待したい。

本研究は，現地生産者，普及指導機関，岐阜大学およ

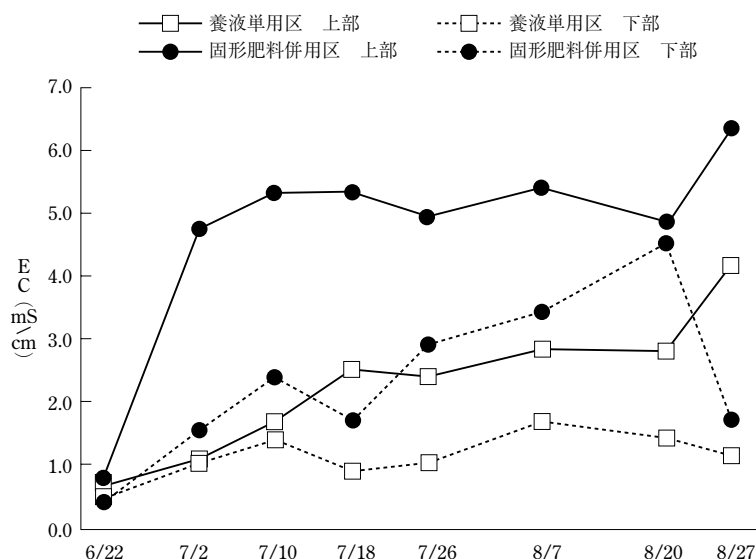


図-2 バラ鉢土内の土壌溶液の塩類濃度の推移 (渡辺ら, 2008)

び独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 花き研究所等関係機関の協力のもとに行った。末筆ながら関係各位に感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 花井邦成ら (2005): 日本微生物生態学会講演要旨集 **21**: 65.
- 2) 平野哲司 (2008): 植物防疫 **62**: 205 ~ 208.
- 3) KAGEYAMA, K. et al. (2002): J. Gen. Plant Pathol. **68**: 15 ~ 20.
- 4) 景山幸二 (2010): IFO Research Communications **24** (印刷中).
- 5) 草刈真一ら (1992): 日植病報 **58**: 579 (講要).
- 6) ———・山下博之 (2007): 同上 **73**: 258 ~ 259 (講要).
- 7) 黒田克利ら (2002): 同上 **68**: 210 (講要).
- 8) ——— (2009): 同上 **75**: 245 ~ 246 (講要).
- 9) 森岡公一 (1993): 農業技術体系 花卉編 **2**: 509 ~ 511.
- 10) 農山漁村文化協会編 農業技術体系・花卉編・7 (1996): 農山漁村文化協会, 東京, p. 257 ~ 523.
- 11) SANOGO, S. and G. W. MOORMAN (1993): Plant Dis. **77**: 287 ~ 290.
- 12) STANGHELLINI, M. E. et al. (2000): ibid. **84**: 1147 ~ 1150.
- 13) THINGGAARD, K. and A. L. MIDDELBOE (1989): J. Phytopathol. **125**: 343 ~ 352.
- 14) ——— and H. ANDERSEN (1995): Plant Dis. **79**: 259 ~ 263.
- 15) 植松清次ら (2006): 日植病報 **72**: 248 ~ 249 (講要).
- 16) YAMAK, F. et al. (2002): Phytopathol. **92**: 1210 ~ 1217.
- 17) 銀 玲ら (2007): 日植病報 **73**: 86 ~ 93.
- 18) 渡辺公敏ら (1975): 岐阜農試花き試験成績書: p. 48.
- 19) WATANABE, H. et al. (2007): J. Gen. Plant Pathol. **73**: 81 ~ 88.
- 20) 渡辺秀樹 (2008): 植物防疫 **62**: 597 ~ 600.
- 21) ———ら (2008): 関西病虫研報 **50**: 87 ~ 89.
- 22) ———ら (2009): 同上 **51**: 49 ~ 51.

農林水産省プレスリリース (22.12.16 ~ 23.1.15)

農林水産省プレスリリースから, 病害虫関連の情報を紹介します。

<http://www.maff.go.jp/j/press/syouan> の後にそれぞれ該当のアドレスを追加してご覧下さい。

◆ 病害虫関連の発表はございませんでした。