

# スターチス萎凋細菌病の生態と防除対策

和歌山県農林水産総合技術センター農業試験場

ますだ よしひこ はぎひら じゅんや  
 増田 吉彦\*・萩平 淳也\*  
 おかもと あまひさ おおたに ようこ  
 岡本 晃久・大谷 洋子

## はじめに

和歌山県では冬期の温暖な気候を活かして、スターチス (*Limonium sinuatum* Mill: イソマツ科) の切り花栽培が行われており、全国一の出荷量を誇り、県内切り花栽培の中心品目となっている。作型は組織培養苗などを用いた8月下旬から9月中旬定植の超促成の施設栽培である。スターチス栽培において最も重大な生産阻害要因は、スターチス萎凋細菌病の発生であり、多発年には80%以上の圃場で発生し、平均の発病株率も10%以上と甚大な被害となる。本病は *Burkholderia caryophylli* (以下 Bc 菌) による細菌性の土壤伝染性病害であり(西山ら, 1988), 和歌山県では1990年に初確認後, 91年には産地全域に広まった。ここでは、和歌山県で取り組んできた、発生生態の解明と熱を利用した物理的防除法を中心に紹介したい。

## I 病徴と診断

本病の特徴的な症状は、初め下葉一部で、主脈を境に半葉が黄化し、次第に葉脈が血管が浮き出たように赤変する。症状は茎の片側に偏ることが多い。次第に上位葉や花茎の翼におよび、枯死に至る。しかし、近年一部の品種で、明らかな下葉の黄化・葉脈の赤変症状を伴わず、株全体が萎れ枯死に至る場合も見受けられる。しかし、清浄な水中へ茎の切断面を浸けると、白濁した菌泥が筋を引いて流れ出ること確認できる。なお、青枯病も菌泥を出すため正確な診断には特異抗血清を利用することが望ましいが、本県ではスターチス青枯病はほとんど認められず、萎凋細菌病と判断して差し支えない。

## II 高感度菌密度検定法

本病は  $10^2$  cfu/g 乾土の低菌密度でも発病する。しかし、従来用いられてきた青野ら (1979) の検定法では、

Epidemiology and Control of Bacterial wilt of Statice Caused by *Burkholderia caryophylli*. By Yoshihiko MASUDA, Junya HAGIHARA, Akihisa OKAMOTO and Yoko OTANI

(キーワード: スターチス, 細菌病, 発生生態, 防除, 物理的防除)

\* 現所属: 和歌山県農林水産総合技術センター果樹試験場

検出感度は  $10^3$  レベルであり、土壤の種類によっては雑菌の生育のため検出感度がさらに低下する。そのため、現地圃場の土壤菌密度調査によって発病の有無を判定するには感度が不十分であった。そこで、青野らの選択培地を改変し(表-1), 前処理(表-2)を組み合わせたところ、約  $5 \times 10$  cfu/g 乾土の検出感度を得られ、発病限界の  $10^2$  cfu/g 乾土レベルの病原菌検出が可能となった(増田ら, 2007 b)。なお、土壤のサンプリングにハンドオーガーを用いると、堀り取りによる土層のかく乱による病原菌の拡散を防げるため、作付け前の調査も可能である。

表-1 選択培地の処方 (1 l)

(基本培地)	
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.75 g
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1.0 g
MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	0.5 g
KCl	0.2 g
デオキシコーレート酸	2.0 g
寒天	15.0 g
(糖類および抗生物質)	
D-アラビノース	2.0 g
硫酸ポリミキシン B	50 万 U
シクロヘキシミド	50 mg

基本培地は pH 6.9 に調整後オートクレーブ 110°C 15 分処理。約 50°C に放冷後、糖類および抗生物質を、シクロヘキシミドはエタノールに溶解、その他は水に溶解後フィルター滅菌して添加する (1978 年青野らより改変)。

表-2 土壤の前処理法を改良した検定法の手順

- (1) ハンドオーガー (直径 4 cm × 50 cm) で土壤を堀り取り、深さごとに 50 ml のコニカルチューブに約 20 g の病土を採取。
- (2) 病土を秤量後、20 ml の殺菌水に懸濁して 15 分間振とう。
- (3) 2,000 rpm 3 分遠心分離。
- (4) 上清を採取し、原液および 10 倍の希釈液 50 μl を選択培地に塗布、土壤残渣は乾燥後秤量 (乾土重)。
- (5) 28°C, 10 日間培養。
- (6) 橙黄色のドーム形コロニーを計数。
- (7) 必要に応じて疑似コロニーは特異抗血清 (50 倍希釈) 20 μl 中に懸濁し、凝集反応により簡易同定する。

### III 圃場での罹病株周囲の病原菌分布

罹病株直下の土壌における Bc 菌の分布を、作土の深さがそれぞれ 30, 35, 40 cm の圃場において初発約 2 か月後の 12 月に調査した。いずれの深さの作土中にも  $10^3 \sim 10^6$  cfu/g 乾土の Bc 菌が存在しており、作土の厚さにかかわらず圧密層（すき床）上部まで検出された（白井ら, 2007）。

罹病株からの水平方向の Bc 菌の分布を隣接 3 株（株間 35 cm）まで作土の中心部と圧密層上部について調査した。12 月および翌年の 3 月の調査では、近接した健全株下のいずれの部位からも Bc 菌は検出されなかった。このことから、現地の慣行の灌水法である点滴灌水による Bc 菌の水平方向への移動の可能性は低いと考えられた。

### IV カラム試験による土壌中での菌の動態

土壌深部の病原菌による、土壌消毒後の作土の再汚染を想定して、土壌カラムを用いたモデル試験を行った。試験は内径 50 mm のカラムに充てんした 800 mm の土柱の最下部に本病罹病残渣を埋め込み、下端より 300 mm が水位面となるようにサイホン管で水を供給した。2 か月放置後に菌密度分布を調査した。カラム下部から + 300 mm の水位面までの飽和帯では、Bc 菌が  $10^4$  cfu/g 乾土、検出された。しかし、毛管水のある水位面から上部 400 mm の不飽和帯では検出されず、毛管水による Bc 菌の上昇は認められなかった（増田ら, 2007 a) (図-1)。

一方、上流部の罹病残渣からは、流下水により菌は移動した。また、わずかな流れをもつ滞留水中においても病原菌は横方向へ移動した。

すなわち、土壌深部の病原菌は水位面以下では移動・上昇するが、毛管水による上昇は認められない。また、通常の点滴灌水などによっては、発病株からの周りへの拡散は認められないが、わずかな流れをもつ滞留水中では、横への拡散も認められることから、消毒後の再汚染防止対策として、地下水位の上昇防止・地下部での滞留水や流入水に対する対策が重要と考えられた。

### V 熱水、蒸気消毒、および土壌くん蒸剤などの比較

栽培ベッドをあらかじめ Bc 菌を  $10^3$  cfu/g 乾土となるように混和接種後、散水により深部にまで汚染を広げ、耕起・畦立て後に各種消毒法の防除効果を比較検討した（萩平ら, 2006）。熱水消毒は石油小型給湯器

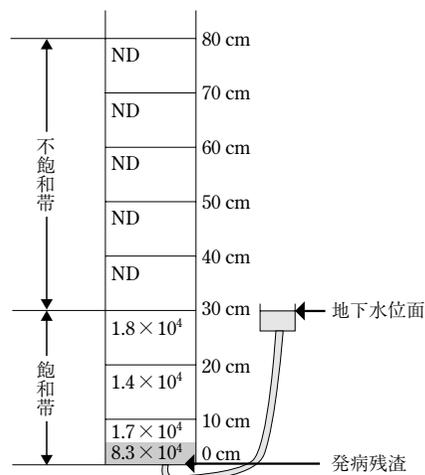


図-1 土壌中での *B. caryophylli* の移動 (カラム試験)  
カラム中の値は病原菌密度 (cfu/g 乾土). ND: 検出されず. 検出限界:  $1.5 \times 10^2$  cfu/g 乾土. 調査時期: 発病残渣埋設 2 か月後.

(40,000 kcal/h, 最高出湯温 75℃ で連続給湯可能) を用い、地中 10 cm に埋設した点滴チューブ (幅 1 m の畝当たり 2 本) より 75℃ の熱水を  $290 \text{ l/m}^2$  (24 時間) 給湯処理した。また、熱水処理後、4 日間施設を閉め切り、太陽熱消毒を行う区も設けた。蒸気消毒は蒸気消毒機 (丸文 SB-200PS) を用い、キャンパス法で 2 時間処理した。土壌くん蒸剤はクロルピクリン 30 l/10 a を深さ 20 cm に点注処理した。

熱水処理 7 日後の 8 月 29 日にポット苗 (品種: アーリーブルー) を定植し、11 月 29 日にすべての株について発病程度別に調査した。

熱水消毒では、地下 25 cm の最高地温は 63℃ で、50℃ 以上で 28 時間持続した。さらに太陽熱消毒の併用区では高温状態が持続し、50℃ 以上で 33 時間得られた。

蒸気消毒では、地下 15 cm の最高地温は 100℃ まで上昇した。しかし、地下 25 cm の最高地温は 66℃ と熱水処理と変わらないが、50℃ 以上の持続時間は 10 時間と短かった。

萎凋細菌病に対する防除効果は、クロルピクリン処理と同等に熱水消毒と太陽熱消毒併用の効果が高く、熱水消毒単独、蒸気消毒の順に効果が劣った (表-3)。これらことから、小型給湯器による熱水消毒は、盛夏期の施設内での使用で、短期間の太陽熱消毒条件と併用することにより高い効果を示すことが明らかとなった。本法は機器が小型・安価である導入しやすく、透水性が悪い部分でもオーバーフローしにくいメリットをもつ。しか

表-3 スターチス萎凋細菌病に対する各種土壌消毒の防除効果

土壌消毒法	処理時間 (処理量)	太陽熱 (4日間)	発病株率 (%)	発病度	防除価
熱水消毒 (小型給湯機)	24時間 (290 l/m <sup>2</sup> )	無	8	6	86
	24時間 (290 l/m <sup>2</sup> )	有	0	0	100
蒸気消毒 (キャンバス法)	2時間	無	12	7	83
クロロピクリン (99.5%)	30 l/10 a	無	0	0	100
無処理	—	無	54	40	

熱水処理：2003年8月21日。蒸気処理：8月25日。クロロピクリン処理：8月22日。定植：8月29日 (品種：アーリーブルー)。調査：11月29日。発病度＝Σ(被害程度×被害株数)÷(調査株数×4)×100。発病程度は、0：無、1：葉脈赤変少、2：葉脈赤変中、3：葉脈赤変大、4：枯死。

し、24時間の長い処理時間を要し、1台で殺菌できる面積が約60 m<sup>2</sup>と小さいため、スターチスではハウスサイドなどの高濃度の汚染部位の部分処理に用いると効率的と考えている。なお、農業専用の機器が販売されていないため、連続給湯できる能力や盛夏期でも使用できる耐熱性をもつ機種を選ぶ必要があり、機器はハウス外の涼しい場所に設置するなどの注意も必要である。

## VI 太陽熱消毒に最適な条件の検討

萎凋細菌病の発病残渣に対する熱殺菌効果を調査した。45℃の定温条件では、土壌水分が含水比15%以下で殺菌効果が著しく低下した。しかし、太陽熱消毒を想定した、40～45℃の変温条件では、低水分条件でも殺菌効果は向上した。また、地温の上昇しやすさの指標となる熱拡散係数と土壌水分の関係を県内の種々の土壌において解析した。多くの土壌は体積含水率20～35%で熱拡散係数が極大値をとるか、20～30%でほぼ最大値に達した。これらのことより、太陽熱消毒中の土壌の体積含水率の目標を20～30%とした。

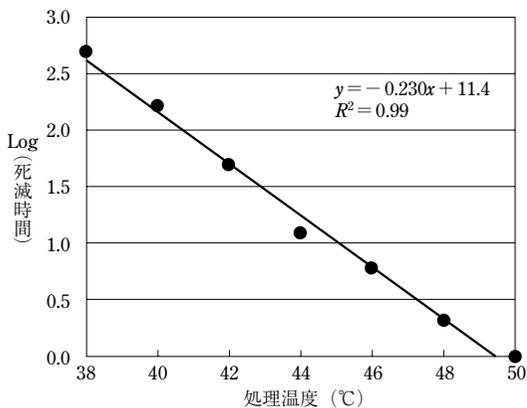


図-2 殺菌に必要な温度と死滅時間の関係

次に土壌温度と殺菌に必要な時間を含水比23%の条件で調査した。土壌温度(x)とBc菌に対する殺菌時間の対数値(y)は、 $y = -0.23x + 11.4$ ,  $R^2 = 0.99$ で表せた(図-2)。これを*Fusarium oxysporum*の場合 $y = 0.084x + 5.99$ と比較すると温度上昇がより殺菌効果に寄与していることがわかり、短期間でもより高温が得られる条件が適すると考えられた。

## VII 不耕起多重被覆による太陽熱消毒法

より高温が得られる太陽熱処理法として、施設内で透明トンネルと透明マルチを利用した多重被覆による、畝処理後不耕起の1か月短期処理体系(以後2重畝処理)を検討した(増田ら, 2008)。2007年7月18日に、畝立て後、5 mmを散水、点滴灌水チューブ、透明ポリマルチ、高さ約40 cmにトンネル弓を敷設後、全体を古いビニルフィルムで被覆し、点滴灌水で作土の体積含水率30%を目標に散水し、8月16日まで施設を閉め切り状態で、太陽熱消毒を行った(図-3)。対照として、畝立て後、同様の散水条件でビニル被覆のみの1重畝処理区、および慣行の平畝状態で十分散水し、ビニル被覆した1重平畝処理区を設けた。太陽熱処理後は、施設を開放し白マルチに交換し地温を低下させ、9月11日に定植した(品種：サンデーラベンダー)。

2重畝処理における、処理期間中の地下25 cm日最高地温の平均は45℃で、慣行の1重平畝処理に比べて5℃高かった。試験に用いた太陽熱処理前の前年度の枯死被害率が10%以下の作土の萎凋細菌病の汚染濃度は平均10<sup>3</sup> cfu/g乾土、床土上部では10<sup>2</sup> cfu/g乾土であったが、太陽熱消毒後、2重畝処理および1重畝処理区では、地下25 cmでも検出されなくなったが、慣行の1重平畝処理では検出された。

萎凋細菌病による被害は、2重畝処理区では完全に抑制することができ効果が高まった(図-4)。一方、1重

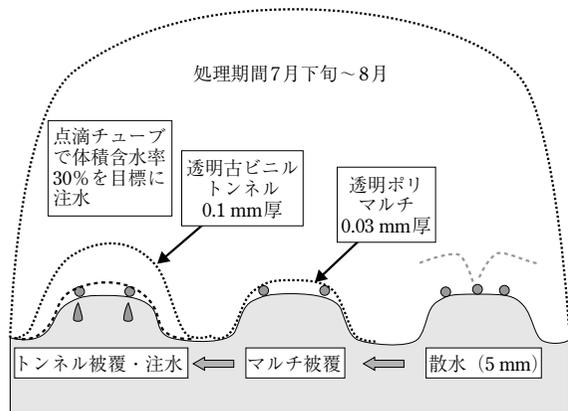


図-3 太陽熱消毒の2重畝処理の手順

畝処理区では、慣行の1重平畝処理に比べ初発が遅くなったが、その後の発病による被害は慣行と同程度となり、不耕起栽培のみでは殺菌できる深さが不十分であると考えられた。

また、本法は点滴灌水による最小限の水量での太陽熱消毒となるため、従来の畝間灌水による方法に比べると1/3以下、チューブ全面散水法に対しても1/2の水量となる。これは、注水による病原菌の土壌深部への移動を最小限にするとともに、定植時の土壌水分は定植に適した20%弱に低下するため、土壌の多湿環境によるスターチス品質劣化などの悪影響を回避しつつ、効果的な太陽熱処理が可能となる。

おわりに

スターチス栽培における現状の萎凋細菌病対策は、クルピクリン剤の畝内マルチ処理に頼っているが、深部まで殺菌効果が得られない場合もある。しかし、不耕起多

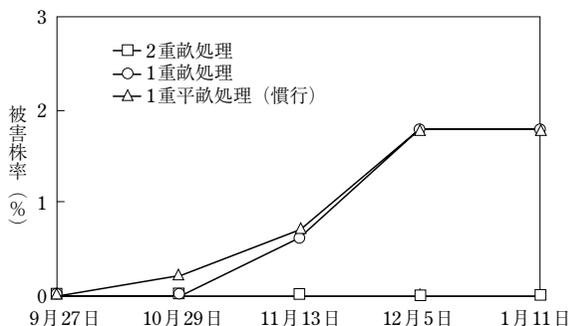


図-4 太陽熱消毒法の違いとスターチス萎凋細菌病の被害推移  
被害株率は枯死または2/3以上の茎葉が発病した株。2007年、農家現地圃場の前年度中発生畝における調査。

重被覆の太陽熱消毒を用いると作土中は十分に殺菌でき、高温年にはさらに深部までの殺菌効果が期待できる。また、圃場の多発部位の対策としては、病原菌密度検定による汚染部位の特定による原因究明と、熱水などによる部分消毒での効率的な防除が可能となると思われる。今後さらに、混住化などによる農薬の安全対策の強化などからクロルピクリン剤の使用が制限されることが予想され、くん蒸剤に頼らない安心安全な防除体系に移行する必要があると考えている。

引用文献

- 1) 青野信男・加藤邦彦 (1979): 神奈川園試研報 26: 84 ~ 90.
- 2) 萩平淳也・増田吉彦 (2006): 和歌山農総セ研報 7: 45 ~ 53.
- 3) 西山幸司ら (1988): 日植病報 54: 444 ~ 452.
- 4) 白井雄祐ら (2007): 関西病虫研報 49: 107.
- 5) 増田吉彦ら (2007 a): 日植病報 73: 276 ~ 277.
- 6) ———ら (2007 b): 平成19年度近中四農研成果情報: 75 ~ 76.
- 7) ———ら (2008): 関西病虫研報 50: 119 ~ 121.

(新しく登録された農業32ページからの続き)

- 斑入りアマドコロ: 褐色斑点病, 斑点病: —
- ベンジャミン: 斑点細菌病: —
- シクラメン: 炭疽病: —
- すぎ: 赤枯病: —
- 22346: クミアイペンコゼブ水和剤 (クミアイ化学) 09/02/18
- 22347: 三共ペンコゼブ水和剤 (三共アグロ) 09/02/18
- マンゼブ: 80.0%
- みかん: 黒点病, 小黒点病, そうか病, チャノキイロアザミウマ, そばかす病, 褐色腐敗病, ミカンサビダニ, 炭疽病: 収穫30日前まで
- かんぎつ (みかんを除く): チャノキイロアザミウマ, 炭疽病, 褐色腐敗病, そばかす病, 汚れ果症, 黒点病, 小黒点病, ミカンサビダニ: 収穫90日前まで

- かき: 落葉病, 炭疽病: 収穫45日前まで
  - なし: 黒星病, 赤星病, 黒斑病, 輪紋病: 収穫45日前まで
  - りんご: 黒星病, 赤星病, 黒点病, 斑点落葉病, 褐斑病, 炭疽病: 収穫60日前まで
  - 小粒種ぶどう (露地栽培): 黒とう病, べと病, 晩腐病, 黒とう病, べと病, 晩腐病: 収穫60日前まで
  - ぶどう (施設栽培): 黒とう病, べと病, 晩腐病: 開花前まで
  - すいか: 炭疽病, つる枯病: 収穫7日前まで
  - メロン: つる枯病, べと病: 収穫7日前まで
  - きゅうり: べと病, 炭疽病, 褐斑病, 黒星病: 収穫前日まで
  - キャベツ: べと病: 収穫30日前まで
  - はくさい: べと病, 黒斑病, 白斑病: 収穫30日前まで
  - ねぎ: べと病, 黒斑病, さび病: 収穫30日前まで
- (43ページに続く)