

施設栽培でのトマトかいよう病の伝搬と バチルス・ズブチリス水和剤を用いた防除

和歌山県農林水産総合技術センター ^{やすい おおたに} 安井(大谷) ^{ようこ} 洋子・^{しらい} 白井 ^{ゆうすけ} 雄祐*・^{ますだ} 増田 ^{よしひこ} 吉彦*

はじめに

トマトかいよう病は *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* による細菌性病害であり、本病原菌は植物病原細菌の中では数少ないグラム陽性菌としても知られている。1909年に米国ミシガン州で初めて発生が確認され、その後世界的に広まった。日本では1958年に北海道で初発が認められ(成田・馬場, 1959)、現在ではほぼ全国で発生している。

一般的に本病には、内部組織が侵されて茎葉が萎凋する症状と、小葉が黒褐色に変色し枯死する症状の二種類が知られている。萎凋症状を示す場合には、はじめ下葉や葉柄に萎れが現れ、葉緑が葉表側に巻き上がり、葉肉部は脱水のため白変する。やがて全身が萎れ枯死する。このような株では維管束がうすく褐変しており、激しいときには柔組織が崩壊して空洞となっている。茎、葉柄、がく、果柄、果実に白色～褐色でわずかに盛り上がった特徴的なかいよう病斑をつくる(田部井ら, 1991)。

しかし、和歌山県の施設栽培ミニトマトでは、かいよう病斑が見られない全身の萎凋症状が発生し、大きな問題となっている。本病は土壌および種子により一次伝染するが、太陽熱や化学合成農薬を利用した土壌消毒を行っても効果が十分でない例が見られるなど、生産現場では防除対策に苦慮している。

露地栽培におけるトマトかいよう病菌の動態についてはいくつかの報告があるが、施設栽培での動態はこれまで明らかではなかった。そこで、施設栽培におけるトマトかいよう病菌の伝搬とバチルス・ズブチリス水和剤を利用した防除技術について検討したので紹介する。

本文に先立ち、試験の実施にあたって有益なご助言をいただいた独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構野菜茶業研究所白川隆博士に厚くお礼申し上げる。

Transmission of Bacterial Canker of Tomato in Greenhouse and Biocontrol with *Bacillus subtilis*. By Yoko YASUI-OTANI, Yoshihiko MASUDA and Yusuke SHIRAI

(キーワード: トマトかいよう病, 施設栽培, 伝搬, バチルス・ズブチリス水和剤)

* 現所属: 和歌山県農林水産部

I トマトかいよう病菌の伝搬・増殖に及ぼす湿度の影響

本病は種子および土壌中の罹病残渣に保菌された病原菌が幼苗に感染し、通常幼苗では発病せずに、本圃に定植された後に発病する。露地栽培では、茎葉同士の接触や水の跳ね上がりによって発病株から隣接する株へ伝搬するほか、鋏を使った摘芽や収穫作業による第二次伝染も起こるとされている(佐々木, 1987; 田部井ら, 1991)。一方、施設栽培では水の跳ね返りによる伝搬は起こりにくいと考えられ、茎葉同士の接触や鋏などを介して圃場内でまん延すると思われるが、その実態は明らかでない。

そこで、秋～春先の施設内における病原菌の伝搬について明らかにするため、乾燥条件として湿度71%、多湿条件として100%、その間に80, 87, 93%の試験区を設け、以下の試験を行った(図-1)。第5～6本葉期のミニトマトを育苗した50穴セルトレイ(5×10列、株間5.5cm)の端1列のみを切り取り、 10^8 cfu/mlの病原菌菌液を噴霧接種した。なお、供試菌株は追跡調査のため、HAUSBECK et al. (2000)の方法に準じて作出したリファンピシン耐性株を用いた。 NH_4Cl , KNO_3 , $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ の塩飽和水溶液および水を発泡させて相対湿度をそれぞれ71, 80, 87, 93および100%に調整した空気をチャンパー(600×295×360mm)に送り込み、中に病原菌接種株と残りのセル

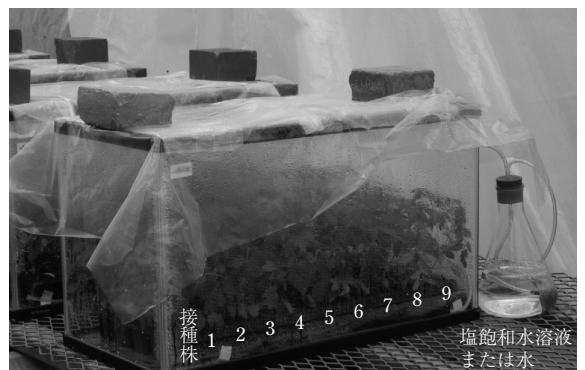


図-1 トマトかいよう病菌リファンピシン耐性株を用いた50穴セルトレイによる伝搬試験

トレイ苗を葉同士が接するように入れた。接種21日後に、各列2株の莖葉全体よりリファンピシン含有MNBY寒天培地(Louws et al., 1998)を用いてトマトかいう病菌の密度を調査した。

その結果、相対湿度71%以上では湿度の高低にかかわらず、接種株から9列目まで病原菌の伝搬が認められた。接種株と1~6列目の株における増殖程度はいずれの区でも同程度であったが、相対湿度71%では80%以上のときに比べ7~9列目での菌密度が低く、病原菌の伝搬速度がやや遅いと考えられた。また、病徴が認められたのは接種株のみであり、接種株での菌密度は 10^6 cfu/g以上、その他の株での菌密度はおおむね 10^6 cfu/g未満であった(図-2)。このことは、本病の発病が、病原菌数がトマト小葉1g当たり 10^6 個以上に増殖した後に認められたとする佐々木・梅川(1986)の報告と一致する。

以上のことから、相対湿度70%程度でもミニトマト苗間での病原菌の伝搬および増殖が起こることが確認され、施設内が特に多湿条件でなくとも莖葉の接触による病原菌の伝搬が起こり得ることが示唆された。

II バチルス・ズブチリス水和剤を用いた トマトかいう病防除

植物体上での微生物の競争を利用したバチルス・ズブチリス水和剤について、トマトかいう病菌に対する伝搬抑制効果を検討した。

1 50穴セルトレイを用いた伝搬抑制効果試験

Iと同様に、トマトかいう病菌リファンピシン耐性株を50穴セルトレイの端1列のみに接種したミニトマト苗をチャンパー内に置き、水を発泡させて相対湿度を100%に調節した空気を送り込んだ。接種の前日、3日後および12日後の計3回、バチルス・ズブチリス水和剤(QST-713株生芽胞、500倍)、塩基性硫酸銅水和剤(400倍)および水をそれぞれセルトレイ全体に散布し、接種31日後に接種株から隣接株への伝搬程度を菌密度で評価した。試験は2反復で行った。

バチルス・ズブチリス水和剤区(以下、バチルス剤区)における、接種株での病原菌密度は 10^7 cfu/g fresh weight レベルで、塩基性硫酸銅水和剤区(以下、銅剤区)に比べやや高く、水散布区と同等であった。バチルス剤区および水散布区では、接種株から離れるに従って病原菌密度が指数関数的に減少し、接種株からの病原菌の伝搬が確認された。銅剤区では接種隣接株への伝搬は認められなかった。病原菌が検出された株について、外れ値を除いて接種株からの株数と菌密度の対数との関係を直線回帰すると、病原菌の伝搬程度が傾きとして表され、傾きの絶対値が大きいかほど伝搬程度が小さくなる。2反復の傾きの平均がバチルス剤2.115 > 水散布区0.687であることから、バチルス剤にトマトかいう病菌の伝搬抑制効果があることが明らかになった(図-3)。

2 施設内におけるトマトかいう病防除試験

バチルス・ズブチリス水和剤によるトマトかいう病

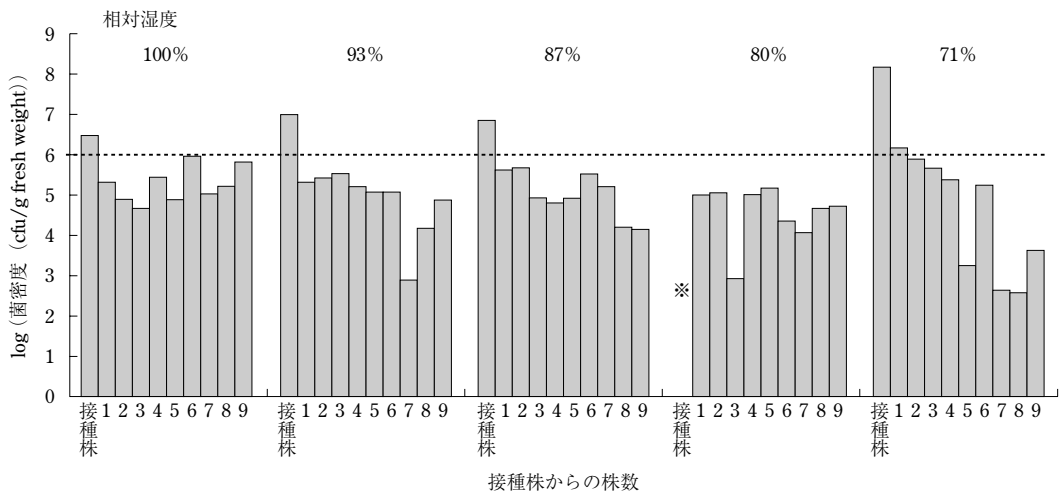


図-2 トマトかいう病菌の増殖と伝搬に及ぼす湿度の影響

50穴セルトレイ(5×10列)の端1列に 10^8 cfu/mlのトマトかいう病菌菌液を1株当たり1 ml噴霧接種し、接種21日後の伝搬状況を菌密度によって評価した。

検出限界: 3.0 ~ 7.8 cfu/g fresh weight.

※: 糸状菌の出現により計測不能。

菌の伝搬抑制効果がチャンバーを用いた試験で確認されたことから、施設内における本剤の伝搬抑制効果について検討した。なお、和歌山県の施設栽培ミニトマトでは8～9月定植の冬春どりが主流で栽培が長期にわたることから、7～10日間隔の使用で防除効果を発揮する本剤の散布処理は多大な労力を要する。よってここでは、簡便で毎日の処理が可能で、バチルス・ズブチリス水和

剤粉体のダクト内投入について検討を行った。

ビニルハウス（面積：43 m²、容積：96.8 m³、高さ：2.7 m）2棟を使用し、うち1棟をバチルス・ズブチリス水和剤（芽胞1×10¹¹ cfu/g）区、もう1棟を無処理区とした。

前述のリファンピシン耐性株の10⁴ cfu/ml菌液を噴霧接種したミニトマト苗を2007年9月26日にビニルハウス内の栽培ベッドの端に2株ずつ定植した。無接種株を株間40 cmの1条植えて同じベッドに定植し、隣り合う株同士の茎葉が触れ合うように斜め方向に誘引した。

バチルス・ズブチリス水和剤はダクト内投入を想定した、ハウス内噴射によって処理した。処理は2007年10月1日～翌年3月中旬まで毎日17時45分に15 g/10 aの割合でエアポンプ（容量：32 l/分）を用いて行った。

接種63日後および104日後に無接種株の下葉での病原菌密度を調査したところ、無処理区では接種63日後に8.3%の株から病原菌が検出され、接種104日後には58.3%となり、伝搬による病原菌の拡大が確認された。一方、バチルス・ズブチリス水和剤区では接種104日後に初めて病原菌が検出されたものの、その割合は11.4%と無処理区に比べ低かった。また、肉眼観察による発病株率もバチルス・ズブチリス水和剤区で低かった（表-1）。

おわりに

今回、相対湿度71～100%の恒湿度条件ではミニトマト苗間でのかいよう病菌の伝搬が起こることを明らかにした。このことから、ハウス内が特に多湿な環境でなくとも感染株からのトマトかいよう病菌の伝搬が起こり得ると考えられた。そのため、バチルス・ズブチリス水和剤のような保護的な作用をもつ微生物農薬の処理は、ハウス内におけるトマトかいよう病のまん延を防ぐために有効であると考えられる。また、粉体のダクト内投入は散布処理のようにハウス内の湿度を上昇させないた

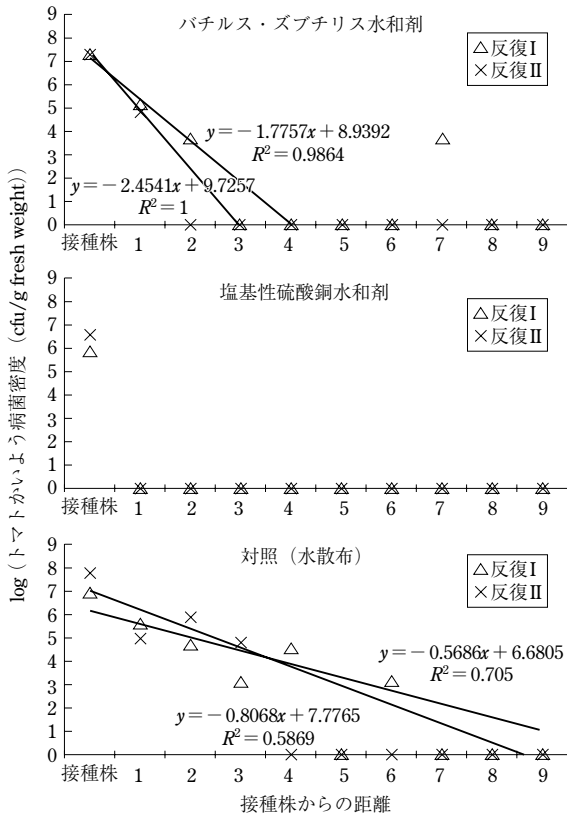


図-3 バチルス・ズブチリス水和剤および塩基性硫酸銅水和剤のトマトかいよう病菌に対する影響（2006年9～10月実施）
検出限界：5.6～17 cfu/g fresh weight.

表-1 バチルス・ズブチリス水和剤粉体の空中散布によるトマトかいよう病の防除効果

試験区	調査株数	感染株率 ^{a)} (%)		発病株率 ^{b)} (%)
		2007年11月28日	08年1月8日	08年2月15日
バチルス・ズブチリス水和剤区	35	0.0	11.4	11.4
無処理区	36	8.3	58.3	41.7

^{a)} CMM 培地を用いた希釈平板法により下葉からかいよう病菌が検出されたものを感染株とした（検出限界：8.9～39 cfu/g fresh weight）。

^{b)} 肉眼観察による。

め、他の病害がまん延しにくい点も利点といえる。もちろん、トマトかいよう病発生要因としては汚染種子の混入や土壌消毒の効果不足、銚などを介した伝搬も挙げられ、これらの要因を総合的に抑えていくことが本病の防除において重要である。

なお、パチルス・ズブチリス水和剤のダクト内投入は2010年7月現在、施設栽培の野菜類や花き類等の灰色かび病・うどんこ病といった糸状菌病を対象に農業登録

があるが、トマトかいよう病には農業登録がないため注意いただきたい。

引用文献

- 1) HAUSBECK M. K. et al. (2000): *Phytopathology* **90**: 38 ~ 44.
- 2) LOUWS F. J. et al. (1998): *Phytopathology* **88**: 862 ~ 868.
- 3) 成田武四・馬場徹代 (1959): 北日本病虫研報 **10**: 87 ~ 88.
- 4) 佐々木次雄・梅川 学 (1986): 北日本病虫研報 **37**: 65 ~ 67.
- 5) ——— (1987): 同上 **38**: 40 ~ 42.
- 6) 田部井英雄ら編 (1991): 作物の細菌病—診断と防除—, 日本植物防疫協会, 東京, p. 101 ~ 123.

(新しく登録された農業4ページからの続き)

えだまめ: ハスモンヨトウ: 収穫7日前まで
かんしょ: ハスモンヨトウ, ナカジロシタバ: 収穫7日前まで
たばこ: タバコアオムシ, ヨトウムシ: 収穫10日前まで

●オリフルア剤

22781: ナシヒメコン (信越化学) 10/08/25

オリフルア: 87.5%

果樹類 (交尾阻害): ナシヒメシンクイ: 成虫発生初期から終期

すもも (交尾阻害): スモモヒメシンクイ 成虫発生初期から終期

●スタイナーネマ グラセライ剤

22785: バイオトピア (エス・ディー・エス バイオテック) 10/08/25

スタイナーネマ グラセライ (感染態3期幼虫): 20万頭/g

芝: コガネムシ類幼虫, シバオサゾウムシ幼虫, タマナヤガ, シバツトガ, スジキリヨトウ: 発生初期

かんしょ: コガネムシ類幼虫: 発生初期

ブルーベリー: ヒメコガネ幼虫: 発生初期

ハスカップ: ナガチャコガネ幼虫: 発生初期

●ベンフラカルブ粒剤

22787: オンコルOK粒剤 (大塚化学) 10/08/25

ベンフラカルブ: 5.0%

かんしょ: コガネムシ類幼虫: 植付時

かんしょ: アリモドキゾウムシ, イモゾウムシ: 生育期

さとうきび: コガネムシ類幼虫: 生育期

さとうきび: コガネムシ類幼虫, ハリガネムシ類: 植付時

さとうきび: メイチュウ類: 生育期 (分けつ期まで)

とうがん: ミナミキイロアザミウマ: 定植時

オクラ: アブラムシ類: 収穫60日前まで

花き類・観葉植物: アザミウマ類: 生育期

きく: ミナミキイロアザミウマ: 定植時

きく: ミナミキイロアザミウマ, ミカンキイロアザミウマ: 生育期

「殺虫殺菌剤」

●ジノテフラン・ブプロフェジン・フルトラニル粉剤

22784: アブロードモンカットスタークルF粉剤DL (日本農業) 10/08/25

ジノテフラン: 0.35%, ブプロフェジン: 1.5%, フルトラニル: 2.0%

稲: 紋枯病, ウンカ類, ツマグロヨコバイ, カメムシ類: 収穫14日前まで

●クロラントラニプロール・チアジニル粒剤 ※処方変更

22786: アプライフェルテラ粒剤 (日本農業) 10/08/25

クロラントラニプロール: 0.75%, チアジニル: 12.0%

稲 (箱育苗): いもち病, 白葉枯病, イネミズゾウムシ, イネドロオイムシ, ニカメイチュウ: は種時覆土前

「殺菌剤」

●メタラキシルM粒剤

22770: リドミルゴールド粒剤1 (シンジェンタジャパン) 10/08/10

メタラキシルM: 1.0%

ピーマン: 疫病: 収穫前日まで

みょうが (花穂): 根茎腐敗病: 収穫30日前まで

みょうが (茎葉): 根茎腐敗病: みょうが (花穂) の収穫30日前まで, ただし, 花穂を収穫しない場合にあっては開花期終了まで

●メタラキシルM・TPN水和剤

22771: フォリオゴールド (シンジェンタジャパン) 10/08/10

メタラキシルM: 3.3%, TPN: 32.0%

ばれいしょ: 疫病: 収穫7日前まで

トマト: 疫病: 収穫前日まで

きゅうり: べと病: 収穫前日まで

メロン: べと病: 収穫3日前まで

たまねぎ: べと病: 収穫7日前まで

ねぎ: べと病: 収穫14日前まで

はくさい: べと病: 収穫7日前まで

●マンゼブ・メタラキシルM水和剤

22772: リドミルゴールドMZ (シンジェンタジャパン) 10/08/10

マンゼブ: 64.0%, メタラキシルM: 3.8%

ばれいしょ: 疫病: 収穫30日前まで

トマト: 疫病: 収穫前日まで

きゅうり: べと病: 収穫前日まで

メロン: べと病: 収穫7日前まで

はくさい: べと病: 収穫30日前まで

たまねぎ: べと病: 収穫7日前まで

(26ページに続く)