

ベンズイミダゾール系薬剤耐性トマト褐色輪紋病菌の発生圃場における薬剤防除

佐々木静江・片岡 英子*・井上 幸次・谷名 光治**・伊達 寛敬・那須 英夫

Chemical Control of *Corynespora* Target Spot of Tomato
Caused by Benzimidazole-resistant Strains of *Corynespora cassiicola*

Shizue Sasaki, Eiko Kataoka, Koji Inoue, Koji Tanina, Hiroataka Date and Hideo Nasu

緒 言

岡山県の夏秋トマトは、県北部の雨よけ栽培、傘型の雨よけ栽培を中心として、主に桃太郎8が131ha (2002年度) 栽培されている。これまでにトマトの茎葉の病害としては、疫病、葉かび病、輪紋病、斑点細菌病などが発生していたが、1985年には新病害の‘褐色輪紋病’が我が国で初めて確認され(粕山ら, 1992)、1998年以降県北部の傘型の雨よけ栽培トマトで多発して問題となっている。2000～2001年にこれらの産地から採集された褐色輪紋病菌には、灰色かび病、葉かび病防除に用いられてきたベンズイミダゾール系薬剤に対する耐性菌が高頻度で確認された(伊達ら, 2004)。そのため、防除薬剤として、慣行のベンズイミダゾール系薬剤であるチオファネートメチル剤(商品名：トップジンM水和剤)を組み込んだ防除体系では効果が不十分と考えられた。

そこで、本病の耐性菌に対する有効薬剤を選抜し、初発期以降にこれらの有効薬剤を組み合わせた防除効果を検討したので、その概要を報告する。

なお、本試験の実施に当たり、現地調査にご協力いただいた阿新農業改良普及センターの各位に厚くお礼申し上げます。

材料及び方法

1. トマト褐色輪紋病に対する薬剤の予防効果(ポット試験)

接種源には、2000年10月に哲多町のトマト発病葉から採取して単孢子培養したチオファネートメチル感受性菌(KN13-1)、同耐性菌(KN2-1)の2菌株を供試した。

表1に示す10薬剤を所定濃度に調製し、カチオン系展着剤(商品名：ニーズ)1,000倍液[但し、試験1のアゾキシストロビン水和剤(商品名：アミスター20フロアブル)及びスルフェン酸系水和剤(商品名：ユーパレン水和剤)は2,000倍]を加用した薬液を、ハンドスプレーで本葉5葉期のトマト(品種：ポンデローザ)苗にしたたる程度散布した。その12時間後に、約10個/視野(100倍)に調製した本病菌の分生子懸濁液(Tween20加用)を株当たり約5ml噴霧接種した。その後、最低温度を20℃に設定した農試場内のガラス温室でプラスチック箱(30×30×60cm)内に入れて3～4日間湿室に保ち、7日後に株当たり病斑数を調べた。試験1の薬剤散布は2001年1月5日、試験2は1月22日に行った。両試験とも1区5株とした。

*元岡山県農業総合センター農業試験場病虫研究室

**現岡山県農業総合センター総合調整部技術普及課

2004年6月10日受理

2. トマト褐色輪紋病に対する薬剤の防除効果（圃場試験）

ポット試験で効果が認められた薬剤の防除効果を圃場で検討した。まず、汚染圃場を作るために、2002年5月8日に農試場内のガラス温室でチオファネートメチル耐性菌4菌株（2001年、新見市及び哲多町のトマト発病葉から採取、単孢子培養したNS-7-1、FJ-4-1、TD-10-1、IT-1-1）をそれぞれ本葉5葉期の罹病性トマト（品種：LS-89）苗12株に噴霧接種（接種方法は前項1と同様）した。5月16日に農試場内のビニルハウス（間口4m×奥行24m×高さ3m）にこれらの接種苗48株と本葉5葉期の健全トマト（LS-89）苗120株を混植した。7月上旬には全株で褐色輪紋病が多発生した。9月1日に全株を抜き取り、9月4日に本葉5葉期のトマト（LS-89）苗を条間90cm×株間40cmで1畝2条の千鳥植えをした。施肥、栽培管理は慣行とした。ハウス上には70%遮光ネットを張り、両サイドを締め切った状態でハウス内が25℃以上になると換気するようにした。9月5日、11日の2回、表2に示す5薬剤を肩掛け噴霧機で薬液がしたたる程度にそれぞれ散布し、9月11日、17日に株当たり病斑数を調べた。展着剤は加用しなかった。試験は1区10株、2反復とした。

3. トマト褐色輪紋病に対するジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤とポリカーバメート水和剤の組合せ効果

前項2の圃場試験で有効であったジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤（商品名：ゲッター水和剤）とポリカーバメート水和剤（商品名：ビスダイセン水和剤）を用い、両剤の組合せによる効果を検討した。

まず、汚染圃場を作るために、2003年4月10日に農試場内のビニルハウス（前項2の試験と同じハウス）に本葉5葉期のトマト（LS-89）苗を定植した。褐色輪紋病が自然発生し、5月中旬には全株で多発生した。その後、5月20日に全株を抜き取り、6月3日に本葉5葉期のトマト（LS-89）苗を条間90cm×株間40cmで1畝2条の千鳥植えをした。施肥、栽培管理等は慣行とし、遮光や換気は前項2と同様とした。

定植後直ちに無処理区を除く全区にポリカーバメート水和剤800倍液を1回散布した。その後、全区で初発を認めた6月18日の3日後（6月21日）、13日後（7月1日）、28日後（7月16日）の3回、次のとおり両剤を組み合わせて散布した。ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤1,000倍液を1回散布する区（初発3日後、13日後及び28日後の3区）、2回散布する区（初発3、13日後と3、

28日後の2区）及び3回散布する区を設けた。本剤を散布しないときにはポリカーバメート水和剤800倍液を散布するとともに、対照としてポリカーバメート水和剤800倍液の3回散布区を設けた。各区ともカチオン系展着剤を加用した。6月25日、7月1日、22日、8月7日に以下の基準により株の発病程度を調査して発病度を算出した。試験は1区10株、3反復とした。

- A：上位葉までかなり病斑が認められ、中位葉が黄化、下位葉が枯れあがる
- B：中位葉までかなり病斑が認められ、下位葉が黄化、一部枯れあがる
- C：下位葉にかなり病斑が認められる
- D：株全体に点々と病斑が認められる
- E：株全体にわずかに病斑が認められる
- F：発病なし

$$\text{発病度} = 100 \times (5A + 4B + 3C + 2D + E) / (5 \times \text{調査株数})$$

結 果

1. トマト褐色輪紋病に対する薬剤の予防効果（ポット試験）

供試した薬剤のうち、ポリカーバメート水和剤、マンゼブ水和剤（商品名：ジマンダイセン水和剤）、ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤、TPN水和剤（商品名：ダコニール1000）、プロシミドン水和剤（商品名：スミレックス水和剤）は、ベンズイミダゾール系薬剤耐性菌、感受性菌のいずれに対しても高い予防効果が認められた（表1）。チオファネートメチル水和剤は、ベンズイミダゾール系薬剤感受性菌には高い予防効果が認められたが、耐性菌にはほとんど効果がなかった。スルフェン酸系水和剤は、試験2では高い効果が認められた。カスガマイシン・銅水和剤（商品名：カスミンボルドー）、アゾキシストロビン水和剤はポリカーバメート水和剤などに比べて効果がやや低く、ポリオキシシン水和剤（商品名：ポリオキシシンAL水和剤）は低かった（表1）。

薬害をみると、試験1でアゾキシストロビン水和剤、カスガマイシン・銅水和剤、ポリオキシシン水和剤、スルフェン酸系水和剤、TPN水和剤及びプロシミドン水和剤に、試験2ではスルフェン酸系水和剤に認められ、試験1の方が激しかった。特に、スルフェン酸系水和剤では薬害のため発病調査ができなかった（表1）。この要因として、試験1ではトマトが軟弱であったことと薬液にカチオン系展着剤を加用したことが考えられた。

以上の結果、ポリカーバメート水和剤、マンゼブ水和

表1 トマト褐色輪紋病に対する薬剤の予防効果(ポット試験)

供試薬剤(剤型)	濃度 (倍)	試験1					試験2				
		KN-13-1 ^{a)}		KN-2-1 ^{a)}		薬害	KN-13-1 ^{a)}		KN-2-1 ^{a)}		薬害
		株当たり 病斑数	防除価	株当たり 病斑数	防除価		株当たり 病斑数	防除価	株当たり 病斑数	防除価	
アゾキシストロビン(水)	2,000	—	—	—	—	+	63	88	20	90	—
カスガマイシン・銅(水)	1,000	3	98	13	95	±	45	92	31	85	—
ポリオキシシン(水)	500	44	65	26	91	±	123	77	37	82	—
ポリカーバメート(水)	800	2	98	2	99	—	0.2	100	0	100	—
マンゼブ(水)	1,000	0.2	100	0.4	100	—	7	99	1	99	—
スルフェン酸系(水)	500	—	—	—	—	+	0	100	0	100	±
TPN(水)	1,000	0	100	0.4	100	±	0.4	100	0	100	—
プロシミドン(水)	1,000	0	100	0	100	±	0.8	100	0	100	—
チオファネートメチル(水)	1,500	0	100	138	51	—	0	100	189	10	—
ジエトフェンカルブ・ チオファネートメチル(水)	1,000	0	100	0	100	—	0.4	100	0	100	—
無散布	—	126	—	279	—	—	530	—	210	—	—

a) 供試菌株 KN-13-1:チオファネートメチル水和剤感受性菌
KN-2-1:チオファネートメチル水和剤耐性菌

表2 トマト褐色輪紋病に対する各種薬剤の防除効果(圃場試験)

供試薬剤名(剤型)	濃度 (倍)	9.11		9.17		薬害
		株当たり 病斑数 ^{a)}	防除価	株当たり 病斑数 ^{a)}	防除価	
カスガマイシン・銅(水)	1,000	8.9	11	29.2	65	—
TPN(水)	1,000	5.1	50	8.1	90	—
マンゼブ(水)	500	4.4	56	12.4	85	—
ジエトフェンカルブ・ チオファネートメチル(水)	1,500	1.2	88	0.55	99	—
アゾキシストロビン(水)	2,000	1.1	89	0.55	99	—
無処理	—	10.0	—	82.6	—	—

a) 2区の平均値

剤、ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤、TPN水和剤及びプロシミドン水和剤は予防薬剤として有効であった。

2. トマト褐色輪紋病に対する薬剤の防除効果(圃場試験)

試験圃場における褐色輪紋病は、定植約1週間後に発病し始め、その後増加して多発生となった。

薬剤散布1回目の6日後(初発日)の調査では、ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤、アゾキシストロビン水和剤の防除効果が高かったが、TPN水和剤、マンゼブ水和剤の防除効果は低く、カスガマイシン・銅水和剤の効果はほとんど認められなかった。12日後の調査では、ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤、アゾキシストロビン水和剤の防除効果が高く、次いでTPN水和剤、マンゼブ水和剤の防除効果も認められたが、カスガマイシン・銅水和剤の効果は低かった(表2)。いずれの薬剤も薬害を認めなかった。

3. トマト褐色輪紋病に対するジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤とポリカーバメート水和剤の組合せ効果

定植約2週間後(6月18日)に全区で初発生し、その後増加して8月7日ごろには甚発生となった。

ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤1回散布区では、初発13日後散布区と初発3日後散布区の効果が高く、次いで初発28日後散布区であった(図1)。

本剤の2、3回散布区では、3回散布区の効果が高く、次いで初発3、28日後の2回散布区、初発3、13日後の2回散布区で、ポリカーバメート水和剤3回散布区はやや劣った(図2)。

以上を取りまとめると、最も効果が高かったのはジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤の3回散布区で、次いで初発3、28日後の2回散布、初発13日後の1回散布、初発3、13日後の2回散布、初発3日後の1回散布区で効果が認められ、初発28日後及びポリカーバメート水和剤3回散布区はやや劣った。いずれの組合せにお

いても薬害は認めなかった。

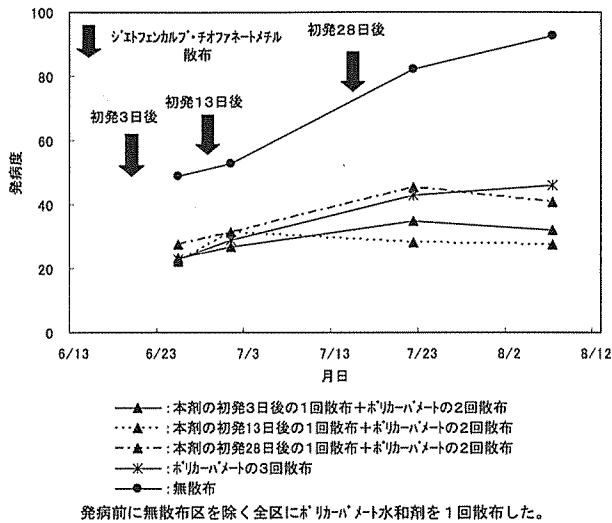


図1 トマト褐色輪紋病に対するジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤の散布時期と防除効果 (1回散布区)

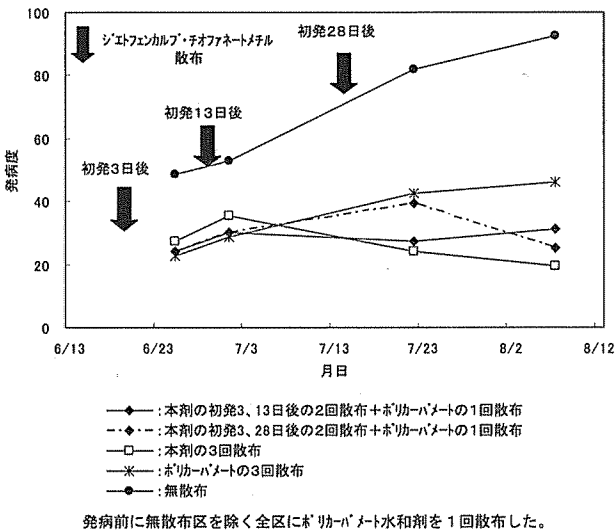


図2 トマト褐色輪紋病に対するジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤の散布時期と防除効果 (2、3回散布区)

考 察

*Corynespora cassiicola*による各種病害のうち、キュウリ褐斑病ではジネブ、マンゼブ、ポリカーバメート、TPNの予防効果が高い (Blazquez, 1967; Blazquez and McGrew, 1969; Ellis and Holliday, 1971; Summer and Glaze, 1981; 狭間ら, 1987; 1993) ことが国内外で報告されている。また、狭間 (1993) はベンズイミダゾール系薬剤耐性菌の優占圃場において、ジエトフェンカル

ブとチオファネートメチルまたはプロシミドンとの混合剤 (商品名:ゲッター、スミブレンド水和剤) の効果が高いとした。

一方、トマト褐色輪紋病は、1992年に岡山県で初めて報告され、その後大分県 (児玉・挾間, 1994) など数県で発生が確認されている程度で、本病に関する論文はほとんど見られない。その後、本県北部のトマト産地では品種の変遷に伴い発生は減少していたが、年によって多発することもあり、その場合は主に灰色かび病及び葉かび病の薬剤であったチオファネートメチル剤による同時防除が行われていた。そこで、同剤について褐色輪紋病菌の耐性菌発生状況を調べると、高率に耐性菌が分布していたことや、耐性菌にはポット試験でジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤が有効であることが分かってきた (伊達ら, 2004)。本病の有効薬剤については、海外ではジネブ、TPN各剤と銅剤との混用の有効性が認められている (Jones and Jones, 1984; Kingsland and Sitterly, 1986) が、国内では圃場試験に基づく有効薬剤の評価はこれまでほとんど報告されていなかった。

本研究では岡山県内に高率に分布しているベンズイミダゾール系薬剤耐性トマト褐色輪紋病菌及び感受性菌に対する有効薬剤の選抜を行った結果、マンゼブ水和剤、ポリカーバメート水和剤、TPN水和剤などの保護殺菌剤は予防効果が認められ、キュウリ褐斑病の有効薬剤とほぼ同じであった。これらの薬剤はトマト灰色かび病、葉かび病、菌核病に登録があり、生育初、中期に当該病害の予防薬剤として用いられると、褐色輪紋病に対しても効果があると考えられる。さらに、ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤、アゾキシストロピン水和剤は高い予防効果が認められた。ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤はキュウリ褐斑病 (狭間, 1993) において治療効果も高いことが報告されていることから、トマト褐色輪紋病に対しても治療効果が期待される。

一方、現地でトマト褐色輪紋病の発病が少なかった圃場の防除体系を聞き取り調査した結果、発病前からポリカーバメート水和剤、TPN水和剤、マンゼブ水和剤などが散布され、初発後にはジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤やジエトフェンカルブ・プロシミドン水和剤などが散布されていた。そこで、予防剤としてポリカーバメート水和剤、治療剤としてジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤を組み合わせ、初発後の治療剤の散布時期、回数が防除効果に及ぼす影響について検討すると、ジエトフェンカルブ・チオファネ

ートメチル水和剤を初発後から2~3回散布すると効果が高く、現地で発病が少なかった圃場の散布事例とよく一致していた。ただし、チオファネートメチル剤とジエトフェンカルブ剤（商品名：パウミル）の両剤耐性菌が一部の地域で検出された（伊達ら,2004）ので、両剤耐性菌の発生を防止するために、ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤の3回散布は避け、2回散布以内にとどめるのがよいと考えられる。

以上の結果から、岡山県中北部の雨よけ（傘型）栽培トマトの褐色輪紋病に対して、初発前からポリカーバメート剤、TPN剤などの保護殺菌剤を散布し、初発確認後直ちに7~14日間隔でジエトフェンカルブ・チオファネートメチル剤を2回散布して、その後も病勢進展が続く場合にはポリカーバメート剤、TPN剤などとジエトフェンカルブ・チオファネートメチル剤を交互に散布するのがよいと考えられる。

なお、現時点ではトマト褐色輪紋病に登録のある薬剤はないため、今後、農薬登録の取得が望まれる。

摘 要

トマト褐色輪紋病のベンズイミダゾール系薬剤耐性菌に対する有効薬剤を選抜し、それら有効薬剤を用いて、初発期以降の散布薬剤の組合せを検討した。

1. ポット試験では、ポリカーバメート水和剤、マンゼブ水和剤、ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤、TPN水和剤、プロシミドン水和剤の予防散布はトマト褐色輪紋病菌のベンズイミダゾール系薬剤耐性菌、感受性菌に対して有効であった。
2. 多発条件下の圃場で、トマト褐色輪紋病に対するジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤、アゾキシストロビン水和剤の予防効果は高く、次いでTPN水和剤、マンゼブ水和剤であり、カスガマイシン・銅水和剤の予防効果は低かった。
3. 初発前からポリカーバメート水和剤などの予防剤を散布し、トマト褐色輪紋病の初発確認後直ちに10~15日間隔でジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤を2回散布し、その後ポリカーバメート水和剤を1回散布するのが有効であった。

引用文献

- Blazquez, C. H. (1967) *Corynespora* leaf spot of cucumber. Proc. Florida State Hort. Soc., 80: 177-182.
- Blazquez, C. H. and G. T. McGrew (1969) Effect of NU filum 17 on fungicides evaluated for control of cucumber target spot. Proc. Florida State Hort. Soc., 82: 141-143.
- 伊達寛敬・片岡英子・谷名光治・佐々木静江・井上幸次・那須英夫・粕山新二 (2004) チオファネートメチル及びジエトフェンカルブに対するトマト褐色輪紋病菌 (*Corynespora cassiicola*) の感受性. 日植病報, 70: 7-9.
- Ellis, M. B. and P. Holliday (1971) *Corynespora cassiicola*. C. M. I., Descr. Pathogen Fungi Bact., No.303.
- 挾間渉 (1993) キュウリ褐斑病の発生生態と防除に関する研究. 大分県農技セ特別報, 2: 60-78.
- 挾間渉・佐藤俊次・加藤徳弘 (1987) キュウリ褐斑病の発生生態と防除. 大分県農技セ研報, 17: 43-76.
- 挾間渉・富来務・佐藤俊次・衛藤靖之 (1983) キュウリ褐斑病の防除に関する研究 3. 本病菌株間のベノミル剤に対する感受性差異. 日植病報, 49: 84 (講要).
- Jones, J. P. and J. B. Jones (1984) Target spot of tomato: epidemiology and control. Proc. Florida State Hort. Soc., 97: 216-218.
- 粕山新二・井上幸次・畑本求 (1992) 岡山県で発生したトマト褐色輪紋病 (新称). 日植病報, 58: 544 (講要).
- Kingsland, G. C. and W. R. Sitterly (1986) Studies on fungicides for control of *Corynespora cassiicola* leafspot of tomatoes in the Republic of Seychelles. Tropical Pest Management, 32: 31-34.
- 児玉泰・挾間渉 (1994) 大分県におけるトマト褐色輪紋病の初確認. 九病虫研会報, 40: 43-46.
- Summer, D. R., S. C. Phatak, D. Smittle, A. W. Johnson and N. C. Glaze (1981) Control of cucumber foliar diseases, fruit rot and nematodes by chemicals applied through overhead sprinkler irrigation. Plant Dis., 65: 401-404.

Summary

Some available fungicides were screened to control effectively tomato target spot disease caused by benzimidazole-resistant strains of *Corynespora cassicola*. The several selected candidates, alone or in combination, were examined for their abilities to control the strains in pot and field assay systems in 2002-2003.

1. In a pot assay, polycarbamate, mancozeb, diethofencarb · thiophanate-methyl, chlorothalonil, and procymidone were found to have preventive effects on both a benzimidazole-resistant strain and a sensitive strain of the causal fungus, *Corynespora cassicola*.
2. In a field assay with the severely diseased tomato, three levels of effects were observed: highly preventive for diethofencarb · thiophanate-methyl and azoxystrobin; moderately preventive for chlorothalonil and mancozeb; slightly preventive for kasugamycin · copper.
3. Based upon these results, we developed a combination spray method to control effectively the disease by benzimidazole-resistant strains in tomato field. The method entails the first application of preventative fungicides like polycarbamate before diseased occurrence, two-time applications of diethofencarb · thiophanate-methyl at an interval of 10-15 days immediately after primary disease occurrence, and the final spray of polycarbamate.