

Tomato yellow leaf curl virus(TYLCV)を保毒したタバココナジラミ(カメムシ目: コナ ジラミ科)バイオタイプQに対する2種薬剤の感染抑制効果

誌名	日本応用動物昆虫学会誌
ISSN	00214914
著者名	樋口, 聡志 古家, 忠 後藤, 千枝 坂巻, 祥孝 津田, 勝男
発行元	日本応用動物昆虫学会
巻/号	60巻2号
巻号補足	
掲載ページ	p. 93-96
発行年月	2016年5月

短 報

Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) を 保毒したタバコナジラミ (カメムシ目： コナジラミ科) バイオタイプ Q に対する 2 種薬剤の感染抑制効果

樋口 聡志^{1,*†}・古家 忠¹・後藤 千枝²坂巻 祥孝³・津田 勝男³¹熊本県農業研究センター生産環境研究所²農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センター³鹿児島大学農学部害虫学研究室

Inhibitory Effect of Two Insecticides on *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) Transmission by *Bemisia tabaci* Q-biotype (Hemiptera: Aleyrodidae). Satoshi HIGUCHI,^{1,*††} Tadashi FURUIE,¹ Chie GOTO,² Yosataka SAKAMAKI³ and Katsuo TSUDA³ ¹Institute of Agro-environmental Research, Kumamoto Prefectural Agricultural Research Center; 3801 Sakae, Koshi, Kumamoto 861-1113, Japan. ²NARO Agricultural Research Center; 3-1-1 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8666, Japan. ³Entomological Laboratory, Faculty of Agriculture, Kagoshima University; 1-21-24 Korimoto, Kagoshima, Kagoshima 890-0065, Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 60: 93-96 (2016)

Abstract: The whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) is an important economic pest, being a vector of *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV). In this study, we evaluated the inhibitory effect of two insecticides on TYLCV transmission by whiteflies. Tomato plants pretreated with pyrifluquinazon or dinotefuran (0 and 7 days before inoculation) were significantly less infected with TYLCV than untreated plants, while plants pretreated 14 days before inoculation did not show any difference. In contrast, the survival rates of viruliferous whitefly on pretreated plants 0, 7, 14 days before inoculation were significantly lower than those on untreated plants. These results indicate that sprays of these insecticides at 7-day intervals were effective in inhibiting the incidence of TYLCV transmission by whiteflies.

Key words: *Bemisia tabaci*; whitefly; Q biotype; *Tomato yellow leaf curl virus*; insecticide

トマト黄化葉巻病は、病原ウイルス *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) によって引き起こされるウイルス病である。このウイルス病は、初め新葉の葉縁から退緑しながら葉巻し、後に葉脈間が黄化して縮葉となる (加藤, 1999)。また、著しく生育を抑制して大幅に減収させるため、トマト生産において大きな問題となっている (大貫, 2000; 本多, 2008a)。我が国では 1996 年に静岡県、愛知県および長崎県のトマトで初確認され (加藤, 1999)、その後西日本を中心に発生が拡大した (本多, 2010)。我が国で

発生している TYLCV は、塩基配列の相同性から遺伝的にイスラエル株に近縁な株 (イスラエル系統) とマイルド株に近縁な株 (マイルド系統) の 2 系統に分けられる (上田, 2008)。熊本県では、1999 年の TYLCV 初確認からしばらくはイスラエル系統のみの発生であったと考えられるが (上田, 2008)、2011 年に九州地域として初めてとなるマイルド系統の発生が確認されている (熊本県病害虫防除所, 2012)。

TYLCV は、タバコナジラミ *Bemisia tabaci* (Gennadius) によって永続的に媒介される (加藤, 1999)。タバコナジラミは熱帯、亜熱帯および温帯地域に広く分布し、寄主適合性などの生物的特徴が異なる多くのバイオタイプの存在が知られている (Perring, 2001)。我が国のトマトを含む農作物生産では海外から侵入したバイオタイプ Q (以下, Q) およびバイオタイプ B (以下, B) が主に問題となっている (本多, 2008b)。Q と B は TYLCV の獲得吸汁時間が同じである場合、保毒したタバコナジラミ (以下, 保毒虫) のウイルス媒介能力に差は認められないとされている (北村ら, 2009)。

TYLCV の伝染環は、主に施設内外のトマトで形成されており (本多, 2006)、施設トマトにおけるトマト黄化葉巻病は、野外から施設内に侵入する保毒虫により 1 次感染が成立する。特に、生育初期に感染した場合、着果しないなど被害が大きい (大貫, 2000)。このため、トマト黄化葉巻病の防除対策として、保毒虫が野外からハウス内へ侵入することを防止するために、防虫ネットや近紫外線除去フィルムなどが利用されている (松浦ら, 2005; 本多, 2008b)。しかし、ハウス内への侵入を完全に阻止することは困難であるため、生産者は侵入したタバコナジラミに対して定植時期の粒剤とその後の散布剤により防除することが多い。その際に、短期間に複数回の散布を行うなどの過度な防除事例も認められている。これは保毒虫に対する薬剤の感染抑制効果の有無やその持続期間に関する知見の不足が原因と考えられる。

これまでに TYLCV を保毒した Q に対して、散布剤であるジノテフラン水溶剤の感染抑制効果について報告されている (大矢・植草, 2009a, b)。しかし、その効果の持続期間については検討されていない。また、チアメトキサムの散布は TYLCV を保毒した B に対して感染抑制効果が認められ、その持続期間が 7 日程度とされているが (Mason et al., 2000)、保毒した Q に対する効果の持続期間や他薬剤については不明である。そこで本研究では、一次感染を抑制するのに有効な散布間隔を明らかにするための基礎的な知見を得ることを目的とし、保毒した Q による 1 次感染を想定したジノテフラン水溶剤とピリフルキナゾン水和剤の感染抑制効果およびその持続期間について室内試験で検討した。

日本応用動物昆虫学会誌 (応動昆) 第 60 巻 第 2 号: 93-96 (2016)

<http://odokon.org/>

* E-mail: higuchi-s-dh@pref.kumamoto.lg.jp

† 現在 熊本県球磨地域振興局農林部農業普及・振興課

†† Present address: Kumamoto Prefectural Government, 86-1 Nishiaidashimomachi, Hitoyoshi, Kumamoto 868-8503, Japan.

2015 年 3 月 30 日受領 (Received 30 March 2015)

2016 年 1 月 27 日登載決定 (Accepted 27 January 2016)

DOI: 10.1303/jjaez.2016.93

また、保毒虫に対する2種薬剤の忌避効果に関する知見も得られたので報告する。

本文に入るに先立ち、本稿に対して有益な助言をいただいた農研機構中央農業総合研究センターの奥田 充博士、光永貴之博士に厚く御礼申し上げる。

材料および方法

1. 供試虫および TYLCV 獲得

2004年11月に熊本県農業研究センター内(合志市)のメロン圃場からタバココナジラミ成虫を採集し、25°C, 16L8D(16時間明期(L)8時間暗期(D)条件)に設定した恒温室内においてキャベツ(品種:秋徳SP)を与えて累代飼育した。本個体群のパイオタイプは、ミトコンドリアDNAのチトクロームオキシダーゼI(mtCOI)領域の塩基配列の違いによる識別法(上田, 2006; 三浦, 2007)を用いて、供試前にQであることを確認した。供試虫は、プラスチック製の飼育ケージ(30×36×40cm)にトマト黄化葉巻病の発病株を入れ、そこに累代飼育した羽化後7日以内の雌成虫を3日間寄生させたものとした。飼育ケージ内に放飼した雌成虫のうち任意の30頭について、PCR法(大貫ら, 2004)によりTYLCVの保毒状況を確認したところ、すべての個体からTYLCVを示す位置(約1.3kbp)にバンドが確認されたことから、供試虫はすべて保毒虫として扱った。なお、トマト黄化葉巻病の発病株は、2009年5月に熊本市の現地トマト圃場から採集した発病株由来のTYLCVイスラエル系統の保毒虫をトマト株(品種:ブリッツ, 直径12cmポリポット植え)に放飼し、25°C, 16L8Dに設定した恒温室内で約30日間管理することで作成した。

2. 2種薬剤の処理後日数が感染に及ぼす影響

直径6cmポリポット植えで播種14日後のトマト苗(品種:ハウス桃太郎)の地上部を所定濃度に希釈した薬液に10秒間浸漬し、風乾した。供試薬剤はタバココナジラミ成虫に活性があるピリフルキナゾン水和剤4,000倍希釈液およびジノテフラン水溶剤2,000倍希釈液とし、展着剤は加用しなかった。対照には、薬剤を処理しないトマト苗を供試した。これらのトマト苗1株をアクリル製の筒(直径9cm×高さ61cm, 上部と側面の2か所がナイロンゴース貼り)で囲い、供試虫の雌成虫3頭を吸虫管で採集した後、放飼した。放飼は薬剤処理当日、処理7日後および処理14日後のいずれかに行った。放飼を同一日に行うため、供試苗は播種日を調節して作成した。なお、供試苗は、処理当日で本葉が約1枚、処理7日後で約2枚、処理14日後で約3枚展開していた。放飼3日後、アクリル製の筒を取り除いて生存虫数を計数後、吸虫管で採集した。その後、タバココナジラミの発生を防ぐために、無処理を含めたすべてのトマト苗をピリフルキナゾン水和剤4,000倍に浸漬し、株元にジノテフラン粒剤2g/株を処理した。雌成虫を除去してから35日後、全供試株となる各区の27株(全区で243株)を対象に葉の黄化および葉巻による病徴とPCR法(大貫ら, 2004)により発病および感染の有無を調べた。試験は、25°C, 16L8Dに設定した恒温室内で行った。各処理による感染株率および保毒虫の生存率の差については、処理から保毒虫放飼までの日数ごとにG検定を行った後、事後検定としてHolm法

で補正したFisherの正確確率検定を行った。

3. 薬剤を処理したトマト株に対する保毒成虫の選好性

感染抑制効果に差が生じる要因として、保毒虫に対する薬剤の忌避効果が影響すると考えられるため、以下の実験を行った。直径6cmポリポット植えで播種30日後のトマト苗(品種:ハウス桃太郎)の地上部を所定濃度に希釈した薬液に10秒間浸漬し、風乾した。供試薬剤はピリフルキナゾン水和剤4,000倍希釈液およびジノテフラン水溶剤2,000倍希釈液を用い、展着剤は加用しなかった。また、無処理は薬剤を処理しないトマト苗を供試した。これらのトマト苗から異なる処理の2株をプラスチック製の飼育ケージ(30×36×40cm)の中央に15cm離して配置した。供試虫の雌成虫1頭を1.5mlマイクロチューブに入れ、配置したトマト苗の中間点(トマト苗から7.5cm)に静置した。静置から5分後にふたを外し、どちらのトマト株へ寄生しているか観察した。事前の観察で一度トマト株へ寄生すると20分以上移動が認められなかったため、観察は20分おきに3回行い、寄生を確認した場合終了とした。ただし、60分後でもトマト株へ寄生していない場合、その試験は無効とした。試験は25°C, 明条件に設定した恒温室内で、3つの組み合わせのそれぞれについて32回行った。なお、試験に供試した雌成虫とトマト苗は、1回の試験ごとに新しいものと交換した。各処理による寄生数の差については、 χ^2 独立性検定により比較した。

得られた結果の統計解析には、JMP 8.0.2(SAS Institute Japan Inc., 2009)を用いた。

結 果

1. 2種薬剤の処理後日数が感染に及ぼす影響

薬剤処理したトマト株におけるTYLCV感染株率をTable 1に示した。なお、感染株はすべて発病していた。薬剤処理当日に保毒虫を放飼したトマト苗の感染株率は、無処理の51.9%に比べてピリフルキナゾン水和剤およびジノテフラン水溶剤処理それぞれで0%, 3.7%と有意に低かった(G検定, $G=31.678$, $df=2$, $p<0.0001$)。薬剤処理7日後に保毒虫を放飼したトマト苗の感染株率は、無処理の63.0%に比べてピリフルキナゾン水和剤およびジノテフラン水溶剤処理で11.1%, 14.8%と有意に低かった(G検定, $G=21.363$, $df=2$, $p<0.0001$)。薬剤処理14日後に保毒虫を放飼したトマト苗の感染株率は、無処理の51.9%に比べてピリフルキナゾン水和剤およびジノテフラン水溶剤処理で48.1%, 70.4%と有意な差は認められなかった(G検定, $G=3.190$, $df=2$, $p=0.203$)。

薬剤処理したトマト株における保毒虫の生存率をTable 2に示した。いずれの区もアクリル製の筒に付着して死亡する個体が多く認められた。薬剤処理当日に放飼した保毒虫の生存率は、無処理の24.7%に比べてピリフルキナゾン水和剤およびジノテフラン水溶剤処理ともに0%と有意に低かった(G検定, $G=47.655$, $df=2$, $p<0.0001$)。薬剤処理7日後に放飼した保毒虫の生存率は、無処理の30.9%に比べてピリフルキナゾン水和剤およびジノテフラン水溶剤処理で0%, 2.5%と有意に低かった(G検定, $G=50.659$, $df=2$, $p<0.0001$)。薬剤処理14日後に放飼した保毒虫の

Table 1. Temporal change of inhibitory effect of two insecticides on TYLCV transmission by *Bemisia tabaci*

Treatment ^a	Days after treatment								
	0			7			14		
	Infected/tested plants	% of infected plants ^b		Infected/tested plants	% of infected plants		Infected/tested plants	% of infected plants	
Pyrifluquinazon WP	0/27	0	a	3/27	11.1	a	13/27	48.1	a
Dinotefuran SP	1/27	3.7	a	4/27	14.8	a	19/27	70.4	a
Control	14/27	51.9	b	17/27	63.0	b	14/27	51.9	a

^aWP: wettable powder, SP: water-soluble powder.^bValues within a column followed by different letters are significantly different at the 5% level (Fisher's exact test with *p*-value adjusted by Holm's method after *G*-test).Table 2. Temporal change of effect of two insecticides on the survival of *Bemisia tabaci* with TYLCV

Treatment ^a	Days after treatment								
	0			7			14		
	Survived/tested whiteflies	Survival rate (%) ^b		Survived/tested whiteflies	Survival rate (%)		Survived/tested whiteflies	Survival rate (%)	
Pyrifluquinazon WP	0/81	0	a	0/81	0	a	12/81	14.8	a
Dinotefuran SP	0/81	0	a	2/81	2.5	a	16/81	19.8	a
Control	20/81	24.7	b	25/81	30.9	b	35/81	43.2	b

^aWP: wettable powder, SP: water-soluble powder.^bValues within a column followed by different letters are significantly different at the 5% level (Fisher's exact test with *p*-value adjusted by Holm's method after *G*-test).Table 3. Preference of *Bemisia tabaci* with TYLCV for tomato seedlings treated with insecticides

Treatment ^a	No. of whiteflies	Probability (χ^2 test)
Pyrifluquinazon WP	15	$\chi^2=0.125$, df=1, $p=0.724$
Control	17	
Dinotefuran SP	16	$\chi^2=0.000$, df=1, $p=1$
Control	16	
Pyrifluquinazon WP	17	$\chi^2=0.125$, df=1, $p=0.724$
Dinotefuran SP	15	

^aWP: wettable powder, SP: water-soluble powder.

生存率は無処理の43.2%に比べて、ピリフルキナゾン水和剤およびジノテフラン水溶剤処理で14.8%、19.8%と有意に低かった (*G* 検定, $G=18.873$, df=2, $p<0.0001$).

2. 薬剤を処理したトマト株に対する保毒成虫の選好性

3つの組み合わせによる試験では、いずれの組み合わせにおいてもほぼ半数ずつ寄生しており、両者の間に有意な差は認められなかった (Table 3).

考 察

本研究では、野外からハウス内へ侵入した保毒虫によるトマト株のTYLCV感染 (1次感染) を想定し、その感染に対する薬剤の感染抑制効果を検討した。2種薬剤を処理したトマト苗の感

染株率は、無処理に比べて処理当日および処理7日後で有意に低かった。さらに感染株率は処理後日数に伴い増加する傾向にあった。これらのことから、供試した2薬剤は感染抑制効果を有し、その効果は時間の経過に伴い低下すると考えられる。また、処理14日後の感染株率はすべての区で差が認められなかったことから、供試した2薬剤の感染抑制効果は処理後7日間持続することが期待できる。保毒虫の感染能力については、TYLCVを保毒したBを10頭放飼した試験で最短15分の吸汁によりトマト株に感染が認められている (Mehta et al., 1994)。本多 (2006) は、タバコナジラミ成虫がTYLCVを一旦保毒すると、新たなトマト株での接種吸汁によるウイルス感染は速やかに起こると予想している。また、薬剤を処理したトマト株に対する保毒成虫の選好性を調べた結果、供試した2種薬剤は、保毒虫に対して忌避効果が認められなかった。これらのことから、薬剤処理したトマト株に保毒成虫が寄生して接触した後、吸汁抑制や殺成虫効果などの処理薬剤の即効的な効果発現により、感染抑制効果が認められたと考えられる。

一方、処理14日後に放飼した保毒虫の生存率は、無処理に比べて2種薬剤とも有意に低かった。これらのことから、薬剤による感染抑制効果と殺虫効果には差があると考えられる。保毒虫の生存率は処理14日後でも薬剤処理区と無処理区の間で差が認められたにも関わらず、感染株率は差が認められなかった。これは、ウイルスを媒介した後に死亡すること、1株に3頭放飼したうち1頭が生存しても感染が成立することが要因として考えられる。

本研究の結果から、供試した2種薬剤を用いてQの密度抑制を目的とする場合は14日間隔の散布が、TYLCVの感染抑制を目的とする場合は7日間隔の散布が有効と考えられる。しかし、本研究ではトマト苗1株に対して、3頭の保毒虫を3日間放飼しているため、生産現場よりも感染圧が高く過大評価している可能性があり、本結果については現地試験等で実証していく必要がある。また、保毒虫に対する薬剤の感染抑制効果については、保毒虫の薬剤感受性や密度などが影響すると考えられるため、今後、その関係性を明らかにする必要がある。

引用文献

- 本多健一郎 (2006) 野菜茶業研究集報 3: 115-122. [Honda, K. (2006) *Proceedings of Vegetable and Tea Science* 3: 115-122.]
- 本多健一郎 (2008a) 農業および園芸 83: 1125-1131. [Honda, K. (2008a) *Agriculture and Horticulture* 83: 1125-1131.]
- 本多健一郎 (2008b) 北日本病虫研報 59: 1-8. [Honda, K. (2008b) *Annu. Rep. Plant Prot. North Jpn.* 59: 1-8.]
- 本多健一郎 (2010) 植物防疫 64: 657-659. [Honda, K. (2010) *Plant Prot.* 64: 657-659.]
- 加藤公彦 (1999) 植物防疫 53: 308-311. [Kato, K. (1999) *Plant Prot.* 53: 308-311.]
- 北村登史雄・飯田博之・大西 純・本多健一郎 (2009) 関西病虫研報 51: 81-83. [Kitamura, T., H. Iida, J. Ohnishi and K. Honda (2009) *Ann. Rept. Kansai Pl. Prot.* 51: 81-83.]
- 熊本県病害虫防除所 (2012) <http://www.jpnp.ne.jp/kumamoto/H23/yasatu/gizyutu120106.pdf> [Kumamoto Prefectural Plant Protection Office (2012) <http://www.jpnp.ne.jp/kumamoto/H23/yasatu/gizyutu120106.pdf>]
- Mason, G., M. Rancati and D. Bosco (2000) *Crop Prot.* 19: 473-479.
- 松浦 明・田村真理子・志摩五月 (2005) 九病虫研会報 51: 64-68. [Matsuura, A., M. Tamura and S. Shima (2005) *Kyushu Pl. Prot. Res.* 51: 64-68.]
- Mehta, P., J. A. Wyman, M. K. Nakhla and D. P. Maxwell (1994) *J. Econ. Entomol.* 87: 1291-1297.
- 三浦一芸 (2007) 植物防疫 61: 315-318. [Miura, K. (2007) *Plant Prot.* 61: 315-318.]
- 大矢武志・植草秀敏 (2009a) 今月の農業 53 (2): 17-21. [Ohya, T. and H. Uekusa (2009a) *Japan Agricultural Technology* 53 (2): 17-21.]
- 大矢武志・植草秀敏 (2009b) 関東東山病虫研報 56: 133-135. [Ohya, T. and H. Uekusa (2009b) *Ann. Rept. Kanto Pl. Prot. Soc.* 56: 133-135.]
- 大貫正俊 (2000) 農業および園芸 75: 108-113. [Onuki, M. (2000) *Agriculture and Horticulture* 75: 108-113.]
- 大貫正俊・小川哲治・内川敬介・加藤公彦・花田 薫 (2004) 九州沖縄農研報告 44: 55-77. [Onuki, M., T. Ogawa, K. Uchikawa, K. Kato and K. Hanada (2004) *Bull. Natl. Agric. Res. Cent. Kyushu Okinawa Reg.* 44: 55-77.]
- Perring, T. M. (2001) *Crop Prot.* 20: 725-737.
- 上田重文 (2006) 九病虫研会報 52: 44-48. [Ueda, S. (2006) *Kyushu Pl. Prot. Res.* 52: 44-48.]
- 上田重文 (2008) 植物防疫 62: 414-417. [Ueda, S. (2008) *Plant Prot.* 62: 414-417.]