

タバココナジラミが媒介するウリ類退緑黄化ウイルスに対する数種薬剤の媒介抑制効果

森田茂樹*・石井貴明・柳田裕紹・國丸謙二

タバココナジラミが媒介するウリ類退緑黄化ウイルス (CCYV) に対する数種薬剤の媒介抑制効果について検討した。数種殺虫剤を散布したキュウリにCCYVを保毒したタバココナジラミ個体群を曝露したところ、ジノテフラン水溶剤とニテンピラム水溶剤は高い媒介抑制効果を示した。殺虫効果の高いピリフルキナゾン水和剤とピリダベン水和剤は、ジノテフラン水溶剤やニテンピラム水溶剤と比べると劣るが、一定の媒介抑制効果が認められた。また、ジノテフラン粒剤とニテンピラム粒剤を処理したキュウリにCCYVを保毒したタバココナジラミを接種したところ、CCYV媒介抑制効果が認められ、定植 1～3日目の処理が有効であると考えられた。栽培初期からこれらのCCYV媒介抑制効果のある薬剤を定期的に処理することで、減収の原因となるCCYVの感染被害を防ぐことができると考えられる。

[キーワード：ウリ類退緑黄化ウイルス、タバココナジラミ、キュウリ、殺虫剤]

Efficacy of several pesticides for suppressing CCYV transmission by the sweetpotato whitefly. MORITA Shigeki, Takaaki ISHII, Hirotsugu YANAGITA and Kenji KUNIMARU (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 32:29-32 (2013)

The efficacy of granule treatment and foliage spray of different pesticides for suppressing CCYV transmitted by *Bemisia tabaci* was evaluated in laboratory experiments. First, eight cucumber seedlings were separately splayed with one of nine pesticides, and then all seedlings were simultaneously exposed to CCYV-infected adult whitefly. While dinotefuran and nitenpyram were highly effective against CCYV transmission, pyriproxyfen and pyridaben were estimated to be moderately effective. Second, cucumber seedlings treated with dinotefuran or nitenpyram granules in a nursery pot were exposed to the virus as described above. These granule insecticides were highly effective against CCYV transmission and it was considered that treatment on 1～3 days before planting in the greenhouse was effective. Consequently, the use of these chemicals in rotation can effectively reduce the damage caused by CCYV.

[Key words: *Cucurbit chlorotic yellows virus*, *Bemisia tabaci*, cucumber, insecticide]

緒言

キュウリおよびメロン退緑黄化病 (以下、退緑黄化病) は、タバココナジラミバイオタイプ Q*Bemisia tabaci* Q-biotype およびタバココナジラミバイオタイプ BB*. tabaci* B-biotype が媒介するウリ類退緑黄化ウイルス *Cucurbit chlorotic yellows virus* (以下、CCYV) によって引き起こされる (行徳ら 2009)。本ウイルスはキュウリ属をはじめとする複数種の植物に感染することが明らかとなっており (Okuda et al. 2010)、感染したキュウリやメロンでは葉に退緑小斑点が生じたのち、病徴が進展すると葉脈間の黄化や下側への葉巻などの症状が現れ、減収や果実糖度の低下を引き起こす (行徳 2008, 彌富・小野 2011)。退緑黄化病は、2004年に熊本県のメロンで初めて確認され、その後、九州全県や中四国、関東へと発生地域が拡大している (樋口・行徳 2010)。福岡県においても、2008年にキュウリとメロンで発生が確認されて以降、施設キュウリにおいて毎年発生しており、防除対策の確立が求められている。

退緑黄化病を防除するためには、ウイルスの媒介虫であるタバココナジラミに対する防除対策を講じる必要があり、防除法の一つとして化学農薬の利用が挙げられる。退緑黄化病と同様にタバココナジラミが媒介するトマト黄化葉巻病においては、ネオニコチノイド系薬剤をトマトに処理することでウイルスの媒介を抑制できることが確認されており (内川・小川 2005)、化学農薬を処理すること

で殺虫効果のみならず、ウイルス媒介抑制効果が期待される。タバココナジラミに対する化学農薬の殺虫効果については多くの知見がある (樋口 2006, 松浦 2006, 小林 2007, 徳丸・林田 2010) が、化学農薬のCCYVに対する媒介抑制効果については、樋口・行徳 (2010) がジノテフラン粒剤について検討しているのみで、他の化学農薬のCCYV媒介抑制効果は明らかとなっていない。CCYV媒介抑制効果の高い薬剤を明らかにすることができれば、これらの薬剤を基幹とした退緑黄化病に対する薬剤防除体系を構築することができる。そこで、数種粒剤と茎葉散布剤を供試し、キュウリにおけるCCYV媒介抑制効果と抑制期間について検討した。また、粒剤については、処理時期によりCCYV媒介抑制効果に違いがあることが指摘されているため (樋口・行徳 2010)、有効な処理時期についても併せて検討した。

なお、本研究は、新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「タバココナジラミにより媒介される新規ウリ科野菜ウイルス病の統合型防除技術体系の開発」の中で実施したものである。

材料および方法

1 供試虫および供試ウイルス

試験には、独立行政法人九州沖縄農業研究センターより分譲いただいたタバココナジラミバイオタイプQ (以下、タバココナジラミ) およびCCYVを、福岡県農業総合試験場

(以下、農総試)内の恒温室(25℃,全明条件)において、キュウリ「四葉」を寄主植物として累代飼育したものをを用いた。

2 ウイルス感染調査

試験に供したキュウリの未展開葉から1株につき直径1cmのリーフディスクを2枚切り取り、RNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN (株) 製)を用いてRNAを抽出した。RNAは30 μ Lの蒸留水に溶解したのち、PrimeScript[®] One Step RT-PCR Kit Ver.2 (タカラバイオ (株) 製)とCCYV特異プライマー(行徳ら2009)を用いてRT-PCRを行った。反応条件は、50℃ 30分の逆転写反応と94℃ 2分の変成反応の後、94℃ 30秒、60℃ 30秒、72℃ 30秒を1サイクルとする反応を40サイクル行った。増幅産物は1.5%アガロースゲルで電気泳動を行い、CCYVに特異的な約450bpのDNA増幅を確認した。

また、各試験開始前に累代飼育しているタバココナジラミ個体群からランダムに10頭ずつサンプリングし、CCYVの保毒の有無を調査した。コナジラミ1頭ずつを磨り潰したのち、キュウリ葉と同様の手法で調査したところ、供試した全個体がCCYVを保毒していた。

3 茎葉散布剤のCCYV媒介抑制効果

試験には、キュウリに発生するコナジラミ類に対して適用のある薬剤およびタバココナジラミに対して殺虫活性の高いエマメクチン安息香酸塩乳剤およびスピノサド水和剤(浦・嶽本2008)を供した(第1表)。農総試内のガラス温室において、直径9cmのポリビニルポットで育成した本葉3葉期のキュウリ「グリーンラックス2」の苗にハンドスプレーを用いて常用濃度に希釈した各薬液をキュウリ苗全体に散布した。散布24時間後に、各薬剤につき8株を白色トレイにそれぞれ並べ、これをタバココナジラミ成虫800頭(株あたり10頭)が寄生したCCYV感染株から同心円上に配置した。試験は、25℃、全明条件の恒温室内で行った。24時間後に殺虫活性の高いジノテフラン水溶剤とピリダベン水和剤を散布してタバココナジラミを除去し、ガラス温室にて14日間育成した。その後、キュウリの未展開葉をサンプリングし、RT-PCR法によりウイルス感染の有無を調査した。試験は3反復行い、照明の当たり方が均一になるように調整した。

4 茎葉散布剤がCCYVの媒介を抑制できる期間

上記試験でCCYV媒介抑制効果が高かったジノテフラン水溶剤とニテンピラム水溶剤およびこれらと比べると劣るものの一定の媒介抑制効果が認められたピリフルキナゾン水和剤とピリダベン水和剤について、媒介を抑制できる期間を調査した。試験には、上記試験と同様の方法で育成した本葉3葉期のキュウリ「四葉」の苗を用いた。ハンドスプレーを用いて常用濃度に希釈した各薬液をキュウリ苗全体に散布した後、薬液が付着していない新葉が展開しないように生長点を除去した。薬剤散布1, 7, 14日後に、各処理につき5株ずつを白色トレイに並べ、これをタバココナジラミ成虫150頭(株あたり3頭)が寄生したCCYV感染株から同心円上に配置した。試験は、25℃、全明条件の恒温室内で行った。タバココナジラミへの曝露から24時間後にジノテフラン水溶剤とピリダベン水和剤を散布してタバココナジラミを除去し、ガラス温室にて14日間生育させた後、キュウリの未展開葉をサンプリングし、RT-PCR法によりウイルス感染の有無を調査した。試験は2反復行った。

5 粒剤のCCYV媒介抑制効果

試験には、茎葉散布剤の試験においてCCYV媒介抑制効果が高かったジノテフラン粒剤およびニテンピラム粒剤を供した。農総試内のガラス温室において、直径9cmのポリビニルポットでキュウリ「グリーンラックス2」を育成し、本葉2~3葉期に各薬剤を株あたり1gずつポット内に散粒した。薬剤処理5時間、1, 3, 7日後のキュウリ苗を試験に供した。

浦・嶽本(2008)を参考にして、プラスチックシャーレ(直径30mm,高さ10mm)の底を切り抜き、ゴースを張ったものを試験容器とした。薬剤を処理したキュウリの展開葉を容器で挟み、その中に吸虫管を用いてタバココナジラミ成虫を10頭ずつ入れた。試験容器は、キュウリ苗ごと陽光型定温機(25℃,自然日長)内に置いた。接種2日後に容器内のコナジラミを除去したのち、試験に供したキュウリはガラス温室にて14日間育成した。その後、キュウリの未展開葉をサンプリングし、RT-PCR法によりウイルス感染の有無を調査した。試験は、各処理について5株ずつ行った。

第1表 試験に供した薬剤

一般名	商品名	処理量/希釈濃度
粒剤		
ジノテフラン粒剤	アルバリン/スタークル粒剤	株あたり1g
ニテンピラム粒剤	ベストガード粒剤	株あたり1g
茎葉散布剤		
ジノテフラン水溶剤	アルバリン/スタークル顆粒水溶剤	2,000倍
ニテンピラム水溶剤	ベストガード水溶剤	1,000倍
ピリフルキナゾン水和剤	コルト顆粒水和剤	4,000倍
ピリダベン水和剤	サンマイトフロアブル	1,000倍
トルフェンピラド乳剤	ハチハチ乳剤	1,000倍
エマメクチン安息香酸塩乳剤	アフーム乳剤	2,000倍
スピノサド水和剤	スピノエース顆粒水和剤	5,000倍
アセタミプリド水溶剤	モスピラン水溶剤	2,000倍
フロニカミド水和剤	ウララDF	2,000倍

結 果

1 茎葉散布剤の CCYV 媒介抑制効果

茎葉散布剤を処理したキュウリに CCYV を保毒したタバコナジラミ個体群を曝露した場合の CCYV 感染株率を第 2 表に示した。ジノテフラン水溶剤とニテンピラム水溶剤を処理したキュウリでは CCYV の感染が認められず、感染株率は無処理との間に 1%水準で有意な差が認められた。また、ピリフルキナゾン水和剤およびピリダベン水和剤を処理したキュウリでは無処理との間に有意な差は認められなかったが、感染株率は 12.5%以下であった。その他の薬剤では、感染株率が 25%以上で CCYV 媒介抑制効果が不安定であった。

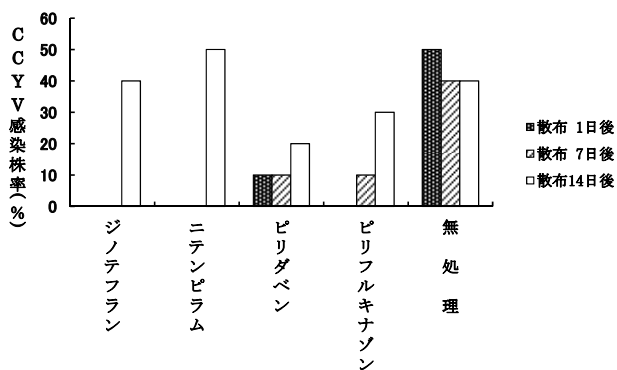
第 2 表 茎葉散布剤処理後の CCYV 感染株率

供 試 薬 剤	濃 度	CCYV 感染株率	p 値 ¹⁾
ジノテフラン水溶剤	2000倍	0.0%	<0.01
ニテンピラム水溶剤	1000倍	0.0%	<0.01
ピリフルキナゾン水和剤	4000倍	8.3%	0.08
ピリダベン水和剤	1000倍	12.5%	0.13
トルフェンピラド乳剤	1000倍	25.0%	0.42
エマメクチン安息香酸塩乳剤	2000倍	29.2%	0.81
スピノサド水和剤	5000倍	29.2%	0.81
アセタミプリド水溶剤	2000倍	33.3%	0.94
フロニカミド水和剤	2000倍	37.5%	0.98
無 処 理	—	50.0%	1.00

1) 逆正弦変換後、Dunnett検定

2 茎葉散布剤が CCYV の媒介を抑制できる期間

茎葉散布剤の処理後 1 および 7, 14 日のキュウリに CCYV を保毒したタバコナジラミ個体群を 24 時間曝露した場合の CCYV 感染株率を第 1 図に示した。ジノテフラン水溶剤とニテンピラム水溶剤を処理したキュウリは、散布 7 日後においても CCYV に感染しなかったが、散布 14 日後の感染株率は 40% で、無処理と同等であった。また、ピリダベン水和剤を処理したキュウリでは、散布 7 日後の感染株が 10% と無処理より低く、散布 14 日後の感染株率も 20% と無処理の 1/2 であった。ピリフルキナゾン水和剤処理では散布 7 日後の感染株率は 10% と無処理より低かったが、散布 14 日後の感染株率は 30% であり無処理と同程度であった。



第 1 図 茎葉散布剤処理 1, 7, 14 日後における CCYV 感染株率

3 粒剤の CCYV 媒介抑制効果

粒剤の処理期間が異なるキュウリに CCYV を保毒したタバコナジラミを 2 日間接種した場合の CCYV 感染株率を第 3 表に示した。CCYV 感染株率は、無処理では全ての処理期間において 100% であったのに対して、ニテンピラム粒剤では、全ての処理期間において 20% であった。また、ジノテフラン粒剤では処理期間が 1 および 3 日間の場合は 20% であったが、処理期間が 5 時間では 60%、7 日間では 40% であった。

第 3 表 薬剤処理期間別の CCYV 感染株率

薬 剤	CCYV 感染株率 (%)			
	5 時間	1 日間	3 日間	7 日間
ジノテフラン粒剤	60	20	20	40
ニテンピラム粒剤	20	20	20	20
無 処 理	100	100	100	100

考 察

本試験では、数種薬剤の CCYV 媒介抑制効果について検討した。試験に供した茎葉散布剤のうち、CCYV 媒介抑制効果が高かった薬剤はジノテフラン水溶剤およびニテンピラム水溶剤であり (第 2 表)、これらの薬剤は散布後 7 日間は CCYV 媒介抑制効果を示した (第 1 図)。また、ピリフルキナゾン水和剤とピリダベン水和剤は、ジノテフラン水溶剤やニテンピラム水溶剤と比べると劣るものの一定の CCYV 媒介抑制効果が認められたこと、およびタバコナジラミ成虫に対する殺虫効果が高い (浦・嶽本 2008, 山口 2010) ことから、タバコナジラミや退緑黄化病の基幹防除剤として使用できると考えられる。粒剤の CCYV 媒介抑制効果については、ニテンピラム粒剤では 5 時間から 7 日間の全ての処理期間、ジノテフラン粒剤では 1 日から 3 日間の処理期間において認められた (第 3 表)。ジノテフラン粒剤を接種 5 時間前に処理した場合においては感染株率が 60% であり、CCYV 媒介抑制効果は不十分であった。これは、ジノテフラン (40 g/L) と比べてニテンピラム (>590 g/L) の水溶解度が高いため (日本植物防疫協会 2005)、ニテンピラム粒剤の方が薬剤成分の植物への移行が速かったものと考えられる。また、樋口・行徳 (2010) は、施設メロンにおいてジノテフラン粒剤を異なる時期に処理した場合の CCYV 媒介抑制効果を検討しており、定植 2 日前に育苗ポット内に処理した場合は定植時に植穴処理した場合と比べて退緑黄化病の発病株率を低減できると報告している。これらのことから、粒剤では、植物体内の薬剤成分濃度が上昇し、殺虫および CCYV 媒介抑制効果が現れるまで一定の時間を要するため、薬剤処理を定植前に行う必要があると考えられる。メロンやキュウリでは発病時期が早いほど被害が大きくなる (行徳 2008, 彌富・小野 2011) ため、定植 1~3 日前のジノテフラン粒剤あるいはニテンピラム粒剤施用に加えて、栽培初期に 7 日間隔で CCYV 媒介抑制効果の高い茎葉散布剤を処理すれば、CCYV による収量への被害を低減できると考えられる。

薬剤処理による CCYV 媒介抑制のメカニズムは明らかにされていないが、ジノテフランやニテンピラムなどのネオ

ニコチノイド系薬剤は摂食・吸汁行動の抑制作用をもつ（日本植物防疫協会 2005）とされているため、これら 2 剤ではタバココナジラミの吸汁行動が抑制されたことよって CCYV が媒介されなかったと考えられる。生産現場では化学農薬によるタバココナジラミの防除が行われているにもかかわらず退緑黄化病が毎年発生する。このことから、退緑黄化病の防除にはタバココナジラミの密度抑制のみでは不十分であり、吸汁行動の抑制などのウイルス媒介を抑制する作用を持つ化学農薬の処理が有効であると考えられる。

本試験では、CCYV媒介抑制効果の高い薬剤を明らかにしたが、これらの薬剤の多用はタバココナジラミの感受性低下を招く恐れがある。そこで、化学農薬のみに頼らない防除技術も一方で必要であると考えられる。退緑黄化病の発生を抑制するためには、本試験で明らかにした CCYV 媒介抑制効果の高い薬剤の処理に加え、媒介虫であるタバココナジラミの密度を抑制することが必要である。退緑黄化病は野外から侵入する CCYV 保毒コナジラミによってもたらされるため、コナジラミの侵入抑制効果が高い 0.4mm 以下の目合いの防虫ネット（松浦ら 2005）を施設開口部に設置することが必須である。また、捕食性天敵スワルスキーカブリダニ *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot は施設キュウリにおいてタバココナジラミに対する密度抑制効果が高いことが明らかとなっている（柴尾ら 2009）。本試験で明らかとなった CCYV 媒介抑制効果の高いジノテフラン粒剤/水溶剤およびニテンピラム粒剤/水溶剤は、スワルスキーカブリダニに対する影響が小さい（柏尾 2009, 森田・柳田 2011）ため、スワルスキーカブリダニを用いた総合防除体系にも組み込むことができる有効な薬剤であると考えられる。

引用文献

- 行徳 裕 (2008) メロンおよびキュウリ退緑黄化病（仮称）の発生と防除対策. 植物防疫 62:424-426.
- 行徳 裕・岡崎真一郎・古田明子・衛藤友紀・溝辺 真・久野公子・林田慎一・奥田 充 (2009) 新規クリニウイルスによるメロン退緑黄化病（新称）の発生. 日植病報 75:109-111.
- 樋口聡志 (2006) 熊本県におけるタバココナジラミバイオタイプ Q の発生状況と薬剤の殺虫効果. 今月の農業 50(9):84-88.
- 樋口聡志・行徳 裕 (2010) タバココナジラミバイオタイプ Q が媒介するメロン退緑黄化病に対するジノテフラン粒剤の被害抑制効果と処理時期の検討. 九病虫研究会報 56:77-82.
- 柏尾具俊 (2009) スワルスキーカブリダニに対する各種農薬の影響の検討. 九病虫研究会報 55:194.
- 小林政信 (2007) コナジラミ類の薬剤感受性の特性. 植物防疫 61:21-26.
- 松浦 明 (2006) 宮崎県におけるタバココナジラミバイオタイプ Q の発生と防除対策. 今月の農業 50(2):57-61.
- 松浦 明・田村真理子・志摩五月 (2005) シルバーリーフコナジラミに対する防虫ネットの目合いと侵入防止効果との関係. 九病虫研究会報 51:64-68.
- 森田茂樹・柳田裕紹 (2011) 捕食性天敵スワルスキーカブリダニに対する数種粒剤の影響. 福岡農総試研報 31:45-48.
- 日本植物防疫協会 (2005) 農薬ハンドブック 2005 年版. 日本植物防疫協会, 東京, p. 37-39, 53-55.
- Okuda M, Okazaki S, Yamasaki S, Okuda S, Sugiyama M (2010) Host range and complete genome sequence of *Cucurbit chlorotic yellows virus*, a new member of the genus *Crinivirus*. *Phytopathology* 100:560-566.
- 柴尾 学・桃下光敏・山中 聡・田中 寛 (2009) スワルスキーカブリダニ放飼による施設キュウリのミナミキイロアザミウマおよびタバココナジラミの同時防除. 関西病虫研報 51:1-3.
- 徳丸 晋・林田吉王 (2010) タバココナジラミ・バイオタイプ Q (カメムシ目:コナジラミ科) の薬剤感受性. 応動昆 54:13-21.
- 内川敬介・小川恭弘 (2005) トマト黄化葉巻病の病原ウイルスおよび媒介虫の生態解明に基づいた防除. 長崎総農林試研報 31:29-81.
- 浦 広幸・嶽本弘之 (2008) 福岡県におけるタバココナジラミバイオタイプ Q の発生状況と施設栽培トマトおよびナスに発生するタバココナジラミ個体群の薬剤感受性. 福岡農総試研報 27:23-28.
- 山口いくこ (2010) 山梨県におけるタバココナジラミの薬剤感受性. 関東東山病虫害研報 57:123-126.
- 彌富道男・小野 誠 (2011) 抑制キュウリにおける退緑黄化病が個葉光合成と収量に与える影響. 九農研発表要旨集 72:173.