

夏秋ピーマン圃場でのトマト黄化えそウイルス (TSWV) とミカンキイロアザミウマを含めた総合防除の取り組み

—1. 冬期伝染環の解明—

大分県農林水産研究指導センター おか ざき しん いち ろう
岡 崎 真 一 郎

はじめに

ミカンキイロアザミウマ *Frankliniella occidentalis* (Pergande) は米国西部を起源とし、1983 年にオランダに侵入したのを機に、ヨーロッパ全土において発生分布域が急速に拡大した経緯がある。我が国で初確認されたのは 1990 年に千葉県および埼玉県の花き類で (早瀬・福田, 1991)、当初の発生は比較的小規模な範囲であったものの、1993 年頃から急速に発生地域を全国に拡大していった (佐伯, 1998)。大分県では 1995 年に湯布院町 (現 由布市) のガーベラ、シクラメン等の花き鉢物生産圃場で初発生が確認され、直後に県内全域にその分布域を拡大していった。現在では、県内全域の花き類、野菜、果樹を中心とした園芸栽培地域において定着していると考えられている (岡崎, 2014 a)。

本種は、作物に対して直接的な加害のほかに、数種のトスポウイルスを媒介し、なかでもトマト黄化えそウイルス *Tomato spotted wilt virus* (以下 TSWV) (*Bunyaviridae* 科: *Tospovirus* 属) の主たる媒介種として認識されている (MOUND, 1996)。

TSWV は 1990 年代後半になって我が国全域に急速に分布域を拡大しており、主として施設栽培の野菜および花き類での最も深刻な病害となった。本ウイルスの被害が全国にまん延し、我が国で深刻になった時期は、媒介種であるミカンキイロアザミウマの発生が国内で初確認された 1990 年以降であることから (早瀬・福田, 1991)、本種の分布域拡大に伴って TSWV が全国にまん延したと考えられている (花田, 1999)。

大分県の夏秋ピーマン産地では、1996 年にほぼ産地全域においてミカンキイロアザミウマの発生を確認し、1998 年に大野町 (現 豊後大野市)、玖珠町で TSWV によるピーマン黄化えそ病の初発生が確認され、その後県

内全域の夏秋ピーマン産地で恒常的に発生した (吉松ら, 1999)。本県の夏秋ピーマン栽培は、作期を 3 ~ 11 月とし、主にビニルを被覆した雨よけ栽培、もしくは間口 3 ~ 6 m とするビニルハウスから構成される夏秋作の施設栽培で、比較的中山間地域に形成されている。

TSWV はいずれの産地でも夏秋作のピーマンが定植された直後の 5 月時点で急激にまん延し、毎年恒常的に発生することから著しい被害となり、特に定植直後の春期に本病が多発生した場合、その後の収量は大幅に減少するに栽培を中止せざるをえないため、生産意欲が低下することに加えて産地規模拡大もしくは維持を行ううえで大きな障害となっていた。

この問題を解決するために、冬期間中の TSWV 伝染環を解明し、その伝染源を特定したうえで防除対策を講じたのでこれら一連の取り組みを紹介する。

I 夏秋ピーマン圃場における冬期の雑草およびピーマン果実残渣での TSWV 感染実態

調査圃場として、豊後大野市大野町の施設圃場 2 箇所 (A, B)、露地圃場 1 箇所 (C) を選定した。これらの圃場は、3 月下旬から 11 月にかけて夏秋作ピーマンが栽培されており、2002 年、03 年のいずれのピーマン生育期間中において、ピーマン植物体およびピーマン花卉に寄生していたミカンキイロアザミウマから TSWV が検出された。冬期間において、雑草と現地圃場に放置されていたピーマン果実残渣 (口絵①) は定期的に採集し、RT-PCR により TSWV を検出した。その結果、施設圃場 A で 3.9%、B で 20.6%、露地圃場 C で 14.3% の雑草が TSWV に感染していた (表-1)。感染が確認された雑草種は、キク科のハキダメギク、ナデシコ科のウシハコベ、シソ科のホトケノザ、ゴマノハグサ科のオオイヌノフグリ、ナス科のイヌホオズキであった。なかでもウシハコベは、いずれの圃場でも高頻度 (12.5 ~ 80.0%) で TSWV が検出された一方、雑草種全体で見るとその他の 8 科 12 種の雑草からは TSWV が検出されず、感染種は限定されていた。

一方、圃場に放置されていたピーマン果実残渣から TSWV が高頻度で検出され、施設圃場では感染率が A

Integrated Control of *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) and Western Flower Thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) as a Vector in Spring-Autumn Green Pepper Fields. By Shin-ichiro OKAZAKI

(キーワード: ウイルス伝染環, ピーマン, ミカンキイロアザミウマ, CSNV, TSWV)

表-1 休耕期間におけるピーマン圃場周辺雑草およびピーマン果実残渣での TSWV 感染状況 (2002 ~ 04 年)

科	種名	調査場所 ^a		
		施設		露地
		A	B	C
ナス	ピーマン果実(残渣) <i>Capsicum annuum</i>	11 (11) ^b	35 (37)	34 (41)
ピーマン果実の TSWV 感染率 (%)		100%	94.6%	82.9%
キク	ヨモギ <i>Artemisia princeps</i>	0 (5)	0 (1)	… ^c
	アレチノギク <i>Conyza bonariensis</i>	0 (5)	0 (1)	0 (2)
	ハキダメギク <i>Galinsoga ciliata</i>	1 (14)	…	…
	チチコグサ <i>Gnaphalium japonicum</i>	0 (10)	…	…
	ジシバリ <i>Ixeris stolonifera</i>	0 (3)	…	…
	ノゲシ <i>Sonchus oleraceus</i>	0 (1)	0 (1)	…
ナデシコ	オランダミミナグサ <i>Cerastium glomeratum</i>	0 (1)	…	0 (4)
	ウシハコベ <i>Stellaria aquatica</i>	1 (8)	4 (5)	3 (9)
アブラナ	スカシタゴボウ <i>Rorippa islandica</i>	0 (2)	…	…
マメ	カラスノエンドウ <i>Vicia angustifolia</i>	0 (2)	0 (3)	…
ケマンソウ	ムラサキケマン <i>Corydalis incisa</i>	…	…	0 (2)
カタバミ	カタバミ <i>Oxalis corniculata</i>	…	0 (1)	0 (1)
シソ	ホトケノザ <i>Lamium amplexicaule</i>	…	1 (7)	0 (4)
オオバコ	オオバコ <i>Plantago asiatica</i>	0 (5)	…	…
スベリヒユ	スベリヒユ <i>Portulaca oleracea</i>	0 (1)	…	…
ゴマノハグサ	オオイヌノフグリ <i>Veronica persica</i>	0 (2)	1 (6)	1 (6)
ナス	イヌホオズキ <i>Solanum nigrum</i>	1 (18)	0 (4)	…
雑草の TSWV 感染率 (%)		3.9%	20.6%	14.3%

^a 調査期間は、A および C で 2002 年 11 月 25 日 ~ 2003 年 3 月 12 日、B で 2004 年 3 月 1 日 ~ 3 月 23 日とした。^b TSWV 感染が確認されたサンプル数で、括弧内は検定サンプル数。^c …は、植物が未確認であることを示す。

で 100%, B で 94.6%, 露地圃場 C では 82.9%であった (表-1)。雑草全体の感染率と比較しても、各圃場ともピーマン果実残渣の感染率が極めて高く、果実が腐敗するまで高頻度で TSWV に感染していた。3 圃場全体で見た結果、ピーマン果実残渣での TSWV 感染率は、雑草種全体での感染率より有意に高かった (Fisher の正確確率検定, $P < 0.01$)。

II ミカンキイロアザミウマの TSWV 保毒実態

雑草およびピーマン果実残渣から採集されたミカンキイロアザミウマ成虫は、抗 TSWV 抗体 (日本植物防疫協会 製) を用いた DAS-ELISA によって保毒虫を検定した。施設圃場 A では、圃場内に放置されていたピーマン果実残渣において、2 月上旬までミカンキイロアザ

ミウマ成虫の生息が確認された (表-2; 口絵②)。2 月 25 日以降は、圃場内のすべての果実が腐敗したため、ピーマン果実残渣に成虫の生息は認められなかった。果実残渣に生息していたミカンキイロアザミウマの TSWV 保毒率は、15.8 ~ 100%であった。ミカンキイロアザミウマ成虫は、12 月中旬 ~ 3 月下旬の間に圃場内および周辺に自生していた 5 科 12 種の雑草から採集され、そのうち 11 種から TSWV 保毒虫が検出された (表-2)。雑草から採集された成虫の保毒率は、14.3 ~ 52.6%で推移していた。調査期間を通じて、ミカンキイロアザミウマは生息植物を変遷していたものの、TSWV 保毒虫率は低下することなく推移した。

露地圃場 C では、ピーマン果実残渣は 2 月下旬まで残存しており、果実残渣にはミカンキイロアザミウマ成

表-2 雑草およびピーマン果実残渣における TSWV を保毒したミカンキイロアザミウマ成虫の推移 (2002 ~ 03 年, 施設圃場 A)

寄主植物		2002				2003					
科	種名	11/12	11/26	12/12	12/24	1/8	1/23	2/10	2/25	3/11	3/25
ナス	ピーマン果実 (残渣)	25 (7) ^a	39 (14)	3 (2)	19 (3)	35 (18)	9 (4)	4 (4)	* ^b	*	*
ピーマン果実 TSWV 保毒虫率 (%)		28.0	35.9	66.7	15.8	51.4	44.4	100.0			
ナス	イヌホオズキ	… ^c	…	1 (1)	6 (1)	4 (1)	3 (1)	…	…	…	…
ナデシコ	オランダミナグサ	…	…	9 (3)	…	…	…	0 (0)	2 (2)	…	0 (0)
キク	ヒメムカシヨモギ	…	…	…	…	3 (0)	…	…	6 (3)	4 (2)	…
キク	チチコグサモドキ	…	…	…	…	…	38 (15)	…	9 (3)	…	…
キク	オオアレチノギク	…	…	…	…	…	…	4 (1)	…	…	…
ナデシコ	ウシハコベ	…	…	…	…	…	…	6 (1)	0 (0)	7 (5)	…
キク	チチコグサモドキ	…	…	…	…	…	…	…	15 (6)	…	…
マメ	カラスノエンドウ	…	…	…	…	…	…	…	1 (1)	…	…
キク	ヨモギ	…	…	…	…	…	…	…	…	1 (0)	0 (0)
キク	ハハコグサ	…	…	…	…	…	…	…	…	4 (2)	…
キク	ノボロギク	…	…	…	…	…	…	…	…	3 (1)	…
ムラサキ	ハナイバナ	…	…	…	…	…	…	…	…	…	4 (2)
雑草全種 TSWV 保毒虫率 (%)				40.0	16.7	14.3	39.0	20.0	45.5	52.6	50.0

^a 採集したミカンキイロアザミウマ成虫数。括弧内は、DAS-ELISA 法によって検出された保毒虫数。

^b * は、ピーマン果実が完全に腐敗消失したことを示す。

^c … は、圃場において植物サンプルが採集されなかったことを示す。

虫の生息が確認された (表-3)。ピーマン果実は、3 月上旬時点で完全に腐敗し、その後圃場内のすべての果実が消失したため、成虫の生息は認められなかった。これら果実残渣に生息していたミカンキイロアザミウマの TSWV 保毒率は、0 ~ 33.3% であった。ミカンキイロアザミウマ成虫は 7 科 10 種の雑草から採集され、この地点では比較的多くのアザミウマ個体数が得られた。雑草から採集されたミカンキイロアザミウマ成虫の TSWV 保毒率は、8.9 ~ 29.1% であった。ミカンキイロアザミウマの TSWV 保毒率は、4 月上旬まで低下することなく推移していた。

III 野外でのミカンキイロアザミウマ密度推移

露地圃場 C において、ピーマン果実残渣と 6 科 7 種の雑草で生息していたミカンキイロアザミウマ成幼虫の密度推移について調査した (表-4)。2 月下旬までは果実残渣のみで成幼虫が認められた。雑草では 2 月上旬に、ホトケノザ、カラスノエンドウ、ヨモギの発生が確認されたものの、この時点では雑草でミカンキイロアザミウマは成幼虫とも生息していなかった。その後、他の雑草

種が発生し生育進展するのに伴って、雑草からもミカンキイロアザミウマの生息が確認されはじめた。ミカンキイロアザミウマ成虫は、3 月上旬まで主にホトケノザで生息が確認されたが、3 月中旬以降はカラスノエンドウ、ヨモギ、オオイヌノフグリ、ウシハコベおよびナズナで生息していた。4 月下旬ではシロツメクサの開花した花部位のみで確認された。

IV 夏秋ピーマン圃場における冬期のウイルス伝染環の解明

冬期間中にピーマン施設内外で見つかったいくつかの雑草種では TSWV 感染が確認されており、なかでもウシハコベは比較的高頻度で感染していた。しかし、この地域においてウシハコベは 2 月上旬から発生していること、さらに本種は一年生雑草であることから、ウシハコベは二次的に TSWV に感染したものと考えられる。その他の雑草での TSWV 感染率は、総じて低いか認められなかった。一方で、施設圃場および露地圃場に放置されていたピーマン果実残渣は、高頻度で TSWV に感染していた。特筆すべきは、TSWV は果実が緑色から熟し

表-3 雑草およびピーマン果実残渣における TSWV を保毒したミカンキイロアザミウマ成虫の推移 (2004 年, 露地圃場 C)

寄主植物		2004									
科	種名	1/9	1/20	2/10	2/23	3/1	3/8	3/17	3/23	4/7	4/21
ナス	ピーマン果実 (残溢)	2 (0) ^a	3 (1)	9 (2)	47 (14)	* ^b	*	*	*	*	*
ピーマン果実 TSWV 保毒虫率 (%)		0	33.3	22.2	29.8						
キク	ヨモギ	... ^c	...	...	...	14 (2)	...	8 (0)	16 (4)	4 (2)	...
マメ	カラスノエンドウ	...	...	...	...	44 (5)	...	17 (5)	12 (3)	22 (4)	...
シソ	ホトケノザ	...	...	...	...	195 (25)	122 (26)	...	29 (10)	17 (5)	...
スミレ	スミレ	...	...	...	...	3 (0)	...	8 (3)	...	...	...
キク	オオアレチノギク	...	...	...	...	...	...	7 (0)	...	...	...
キク	ノゲシ	...	...	...	...	...	...	5 (0)	...	...	...
アブラナ	ナズナ	...	...	...	...	...	...	35 (4)	14 (1)	...	...
ナデシコ	ウシハコベ	...	...	...	...	...	...	17 (2)	6 (4)	15 (5)	...
ゴマノハ グサ	オオイヌノフグリ	...	...	...	...	...	...	7 (1)	2 (1)	8 (2)	...
マメ	シロツメクサ	...	...	...	...	...	...	...	...	...	56 (5)
雑草全種 TSWV 保毒虫率 (%)						12.5	21.3	14.4	29.1	27.3	8.9

^a 採集したミカンキイロアザミウマ成虫数。括弧内は、DAS-ELISA 法によって検出された保毒虫数。

^b *は、ピーマン果実が完全に腐敗消失したことを示す。

^c ...は、圃場において植物サンプルが採集されなかったことを示す。

て赤色となる前の3月上旬まで検出された。さらに、これら果実残渣に生息していたミカンキイロアザミウマ虫体からも TSWV が検出されており、ミカンキイロアザミウマは TSWV に感染したピーマン果実残渣からウイルスを獲得したと強く示唆された。さらに、ミカンキイロアザミウマの密度推移を見ると、最初はピーマン果実に生息し増殖、2月下旬～3月上旬に果実が腐敗してからホトケノザへ移動し、その後は随時発生した他の雑草へ分散していった。4月上旬に定植したピーマン苗トラップでは、高頻度で TSWV に感染していることから、ミカンキイロアザミウマはまずピーマン果実残渣で TSWV を獲得し、周辺雑草へ分散、これらの雑草に生息していた本種が次期作となる定植直後のピーマンを加害し、TSWV を媒介したと結論づけられた (図-1)。

おわりに —TSWV 撲滅に向けた取り組み—

ミカンキイロアザミウマは、TSWV に感染したピーマン果実残渣において果実が腐敗するまで高密度に成幼虫の棲息が確認された。このことから、本研究では冬期間中の主たる TSWV の伝染源をピーマンの果実残渣と特定し、これらを作付け終了後に地域内で一斉に除去する

対策を講じることを推奨した。さらに、我が国で広く見られる雑草の中に、TSWV 獲得源として重要な雑草が確認されている (木村ら, 1997)。今回の調査でも低頻度ではあるが実際に現地圃場で TSWV 感染が確認されていたこと、ミカンキイロアザミウマの生息場所となっていたことから、除草対策も有効な手段と考えられた。実際に豊後大野市では、2004 年作の終了時から生産部会をあげて収穫終了後にピーマン残渣を圃場内から除去することとした。なかでも TSWV の主要な伝染源であったピーマンの果実を完全に除去することに重点を置き、周辺雑草を含めて収穫終了後直ちにトラクターなどで耕耘しすき込むなど耕種的防除対策を徹底した (岡崎, 2014 a; 図-2)。今回の調査結果は、現地研修会で生産部会員に対して迅速に情報を周知した。これらの取り組みによって豊後大野市では 2006 年作以降 TSWV の発生が認められなくなった。一連の取り組みは周辺のピーマン産地へ波及し、臼杵市および竹田市でも 2006 年以降ピーマン黄化えそ病の発生は認められなくなった。玖珠町では、2006 年に 0.2 ha の 2 圃場で発生が確認されたのみで、2007 年以降ピーマン黄化えそ病の発生は認められなくなった。さらに、2009 年には県内のピーマン圃場で TSWV の発生は認められなくなった。

表-4 雑草およびピーマン果実残渣におけるミカンキイロアザミウマ成幼虫の推移 (2004 年, 露地圃場 C)

寄主植物			2004										
科	種名	齢期 ^a	1/9	1/20	1/29	2/10	2/23	3/1	3/8	3/17	3/23	4/7	4/21
ナス	ピーマン果実(残渣)	成虫	0.1 ^b	0.3	0.7	1.6	1.5	0	… ^c	…	…	…	…
		幼虫	1.4	1.4	1.0	2.5	0.1	0	…	…	…	…	…
シソ	ホトケノザ	成虫	…	…	…	0	2.7	4.9	2.6	4.2	3.9	0.5	0
		幼虫	…	…	…	0	0	0	0.1	2.8	0.5	0.2	0
マメ	カラスノエンドウ	成虫	…	…	…	0	0.3	0	0	5.7	2.0	2.2	0
		幼虫	…	…	…	0	0	0	0	4.0	0	2.7	0
キク	ヨモギ	成虫	…	…	…	0	0.6	0	0	1.5	2.3	0.3	0
		幼虫	…	…	…	0	0	0	0	2.8	3.6	2.3	0
ゴマノハグサ	オオイヌノフグリ	成虫	…	…	…	…	0.3	0	0	0.7	0.2	0.8	0
		幼虫	…	…	…	…	0	0	0	1.4	2.4	6.2	0
ナデシコ	ウシハコベ	成虫	…	…	…	…	…	0	0	0.9	2.6	0	0
		幼虫	…	…	…	…	…	0	0	3.0	5.8	0.3	0
アブラナ	ナズナ	成虫	…	…	…	…	…	…	0	3.5	1.4	0.7	0
		幼虫	…	…	…	…	…	…	0	2.3	0.3	1.3	0
マメ	シロツメクサ	成虫	…	…	…	…	…	…	…	…	0	1.2	2.9
		幼虫	…	…	…	…	…	…	…	…	0	1.0	0.3

^a 幼虫はソラマメで成虫まで飼育し、ミカンキイロアザミウマであることを確認した。

^b 寄主植物から採集されたアザミウマの株当たり平均個体数を示す。ただし、ピーマン果実は1果当たり、シロツメクサは1花当たりの平均個体数。

^c …は、調査圃場において未確認。

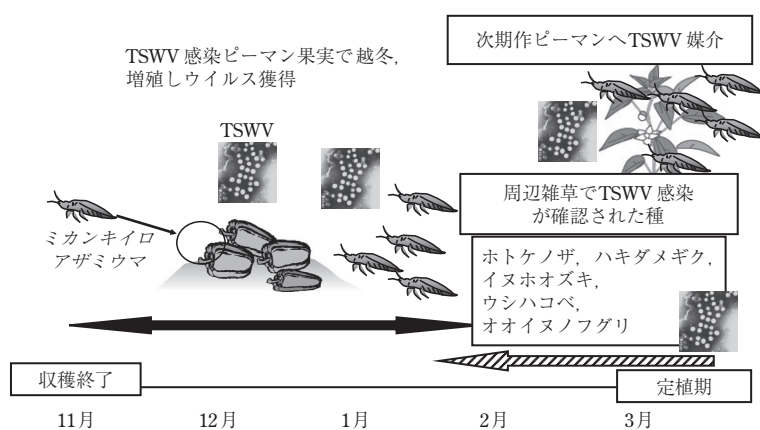


図-1 大分県のピーマン圃場でのトマト黄化えそウイルス (TSWV) 伝染環

しかし、2010 年作では大分県内の半径 5 km に収まる一部の中山間地域内において、再びキク、トマト、ピーマンで TSWV が多発する事例が認められた。現地では原因を調査した結果、新たに導入したキクの新品種があり、その親株床が高頻度で TSWV に感染していたこと

が判明した。キク親株床および周辺で採集されたミカンキイロアザミウマ成虫は、比較的高頻度で TSWV を保毒していた (岡崎, 未発表)。さらに、2015 年作では大分県内の夏秋ピーマン産地で、ピーマン苗の段階で葉に退緑斑点、退緑輪紋等を呈する症状が発生し、Chrysan-



図-2 作付け終了後に残渣を放置した圃場（左）では、指導後に残渣を除去し圃場内を耕耘（右）

themum stem necrosis virus（CSNV）によるピーマンえそ輪点病であることが判明した（大分県農林水産研究指導センター，2015）。本ウイルスも，ミカンキイロアザミウマによって媒介される *Tospovirus* 属であるため，今後とも TSWV と同様の防除対策を実施していく必要がある。ひとたび地域内にウイルスが侵入した場合，伝染源を解明したうえで伝染環を絶つ対策がまず重要である。併せて，新たに様々なウイルス病などの感染株が持ち込まれるケースも想定し，随時防除対策を講じていかなければならない。ピーマンの生育期間中は，ミカンキイロアザミウマを対象とした防除が重要となるが，スワルスキーカブリダニの1回放飼で作付け期間中は十分に定着し防除効果が高いこと（岡崎，2014 a），2013 年に

は本種に対してこれまで有効であったスピノサドで感受性低下個体群が確認されたことから（岡崎ら，2014 b），有効な薬剤を適宜スクリーニングし防除暦に反映していく取り組みを継続していくことも必要と考えられる。

引用文献

- 1) 花田 薫 (1999): 植物防疫 53: 312 ~ 315.
- 2) 早瀬 猛・福田 寛 (1991): 同上 45: 59 ~ 61.
- 3) 木村宏明ら (1997): 関東東山病虫研報 44: 41 ~ 42.
- 4) MOUND, L. A. (1996): Acta Hort. 431: 298 ~ 309.
- 5) 岡崎真一郎 (2014 a): 大分農林水産研報 4: 1 ~ 45.
- 6) ————ら (2014 b): 九病虫研会報 60: 79 ~ 83.
- 7) 大分県農林水産研究指導センター (2015): 病害虫発生予察特報 第2号: 1 ~ 3.
- 8) 佐伯 勇 (1998): 植物防疫 52: 170 ~ 171.
- 9) 吉松英明ら (1999): 九農研 61: 74.

農林水産省プレスリリース (27.9.16 ~ 10.15)

農林水産省プレスリリースから，病害虫関連の情報を紹介します。

<http://www.maff.go.jp/j/press/syouan> の後にそれぞれ該当のアドレスを追加してご覧下さい。

- ◆「平成 27 年度病害虫発生予報第 7 号」の発表について
(9/18) /syokubo/150918.html
- ◆「平成 27 年度ウメ輪紋ウイルスに関する対策検討会」の開催について (10/7) /syokubo/151007.html

- ◆「レギュラトリーサイエンス新技術開発事業」の研究報告会の開催及び参加者の募集について
(10/7) /seisaku/151007.html