静岡県内のキク及び雑草におけるミカンキイロアザミウマの発生 及びトマト黄化えそウイルス(TSWV)保毒状況

片山晴喜・土井 誠*・小林久俊*・加藤公彦*

Haruki Katayama, Makoto Doi, Hisatoshi Kobayashi, Kimihiko Katou:

Occurrence of western flower thrips *Frankliniella occidentalis* and its accumulation of tomato spotted wilt virus (TSWV) on chrysanthemums and weeds in Shizuoka prefecture

Summary

Tomato spotted wilt virus (TSWV) has been a major problem for chrysanthemum product in Shizuoka prefecture since 1995 after Western Flower Thrips *Frankliniella occidentalis* had expanded. In chrysanthemum stock plant fields, *F. occidentalis* predominated and a number of thrips larvae occurred on shoots, April 1998. In June, 71% of stock plant fields and 14% of harvested greenhouses in this region indicated TSWV symptom. Among thrips isolated from chrysanthemum stock plants in April and June, 3.9-9.7% of *F. occidentalis* female and 1.1-5.6% of thrips larvae were detected with TSWV-positive by double antibody sandwich enzyme-linked immunosorbent assay (DAS-ELISA). Among a number of thrips adults isolated from flowers of harvested greenhouses, *F. occidentalis* adults dominated over 50% of thrips adults, however, only 1.0% was detected with TSWV positive, no thrips larvae were TSWV positive neither. Further, *F. occidentalis* adults were isolated abundantly from flowers of *Trifolium repens* and *Taraxacum officinale* in this region; conversely, no one was detected with TSWV positive, but only one larva isolated from *Bidens pilosa* was TSWV positive. In this investigation, *F. intonsa* were collected abundantly from flowers of greenhouse chrysanthemum and flowering weeds, on the contrary, no female was detected with TSWV-positive.

Therefore these investigations indicate that chrysanthemum stock plants infected with TSWV grow the viruliferous *F. occidentalis* most abundantly from spring to early summer and supply the infected nursery plants to hasten TSWV expansion.

キクえそ病の病原ウイルスであるトマト黄化えそウイルス Tomato spotted wilt virus (TSWV) は、極めて宿主範囲が広く、世界的に多種類の野菜及び花き類で被害を発生させている¹²⁾。本ウイルスは我が国では1970年代には極一部地域の発生に留まっていたが、近年、欧米において主要な媒介虫となっているミカンキイロアザミウマ *Frankliniella occidentalis* の侵入・拡大に伴い、キク、トマト、レタス、ピーマン等で発生が全国的に拡大傾向にある^{2) 3) 9)}。静岡県では1995年に初めて本ウイルスがキクで確認されて以来、キク生産地域を中心に拡大傾向にあり、キク栽培ではミカンキイロアザミウマによる直接的食害以上に問題化して

いる⁹⁾。しかし、現地におけるミカンキイロアザミウマ及びTSWVの発生源に関する知見は少なく、防除対策を確立する上でその解明が望まれている。そこで、本虫の多発時期である春から初夏において、キク産地内の主要発生源と推測されるキク親株ほ場及び収穫後の施設栽培ほ場を中心に、本虫の発生程度及び本ウイルスの保毒状況を調査したので報告する。

試験方法

1998年4月10, 12日に静岡県浜松市のキク親株13ほ場から20芽を、6月10, 12日に同地域の21ほ場から30芽をそれぞれ採集した。なお、4月の調査では全ほ

場, 6月の調査では17ほ場において, ほ場当たり100~300茎を対象にキクえそ病の発病茎数を見取り調査した。また, 6月12日には同地城の栽培終了後のキク栽培施設12ほ場からそれぞれ20花を採集し, その内7ほ場においてはほ場当たり100~300茎を対象に, キクえそ病の発病茎数を見取り調査した。更に同日, 同地区の雑草地9ヶ所からコセンダングサやセイタカアワダチソウ(頂芽部10cm程度)を30芽, シロツメクサやセイヨウタンポポでは30花をそれぞれ採集した。

採集した植物は実験室に持ち帰り, 展着剤(ポリオキシエチレンヘキシタン脂肪酸エステル50%製剤)2000倍希釈液中で十分に攪拌し, ペーパータオルでろ過し, アザミウマ類を分離した。これを実体顕微鏡下で, 成虫についてはミカンキイロアザミウマとその他の種に区別して計数し, 幼虫はまとめて計数した。その際, 生存を確認できたミカンキイロアザミウマ成虫, ヒラズハナアザミウマ雌成虫及びアザミウマ類2齢成虫を個体別に1.5mlマイクロテストチューブに入れ, -50℃に凍結保存し, 適宜T SWVの保毒検定に供した。

保毒検定は, アザミウマ1頭にP B S T緩衝液200 μ lを加えて摩砕し, マイクロテストプレート2枚に分注した後, 常法に従い, T SWVモノクローナル抗体(茨城県生物工学研究所より分譲)を用いたD A S - E L I S A法により処理し, 405 nmの吸光度を測定判定した。判定方法は, マツの花粉により飼育したミカンキイロア

ザミウマ雌成虫をネガティブコントロールとし, その吸光度の3倍を2検体とも越えた個体を陽性とした。

結 果

1. アザミウマ類の寄生状況

キクの親株ほ場及び施設栽培ほ場ともに大部分のほ場でミカンキイロアザミウマ成虫の寄生が確認された。4月の親株ほ場では芽に寄生するアザミウマ類成虫の89%が本種成虫であり, アザミウマ類幼虫密度は平均で3.06頭/芽, 最大で19.0頭/芽に達した。6月にはアサミウマ類成虫に占める本種の比率は78%とやや減少したが, 密度は漸増し, アザミウマ類幼虫密度は減少した。施設栽培ほ場では本種成虫密度は平均で6.10頭/花, 最大で14.0頭/花に達したが, ヒラズハナアザミウマを中心に他のアザミウマ類も混発し, その比率は53%にとどまった(第1表)。

調査地区では除草が励行されており, 雑草の発生頻度が少なく, 十分なサンプルが得られなかった。開花前であるコセンダングサ及びセイタカアワダチソウでの芽では43%のほ場で本種の寄生が確認されたが, その密度は同時期のキク親株の50分の1程度と低かった。一方, シロツメクサ及びセイヨウタンポポの花では本種成虫密度は1.18頭/花と開花前の雑草より高かったが, キクの花より少ない傾向であった。また, 両者ともに他のアザミウマ類成虫の比率が高かった(第2表)。

Table 1. The rate of fields from where *F. occidentalis* (WFT) collected and the densities of thrips on chrysanthemums in stock plant fields and harvested greenhouses, April-June 1998

Plant parts used in collection ¹⁾	Date	Field incidence of WFT ²⁾	No. of thrips per plant part (mean $\pm$ S.E.)		
			WFT adults	Other thrips adults	Thrips larvae
Shoots of stock plants	Apr.10,12	92%(13)	0.42 $\pm$ 0.12	0.05 $\pm$ 0.02	3.06 $\pm$ 1.42
	June 10,12	86 (21)	0.53 $\pm$ 0.14	0.15 $\pm$ 0.02	0.53 $\pm$ 0.19
Flowers left after harvest	June 12	100 (12)	6.10 $\pm$ 1.10	5.51 $\pm$ 1.21	1.15 $\pm$ 0.31

1) Thrips were isolated through filtration, after plant samples were washed with a 60 ppm pleader solution.

2) Numbers in parenthesis are total number of sampled fields.

Table 2. The rate of fields from where *F. occidentalis* (WFT) collected and the densities of thrips on weeds

Weed species ¹⁾	Plant parts used in collection	Field incidence of WFT ²⁾	No. of thrips per plant part ³⁾		
			WFT adults	Other thrips adults	Thrips larvae
<i>Bidens pilosa</i> , <i>Solidago altissima</i>	Shoot	43%(7)	0.01 $\pm$ 0.01	0.18 $\pm$ 0.06	0.04 $\pm$ 0.02
<i>Trifolium repens</i> , <i>Taraxacum officinale</i>	Flowers	100 (2)	1.18 $\pm$ 1.02	2.00 $\pm$ 0.67	0.12 $\pm$ 0.02

1) Plant samples were collected on June 12, 1998. Thrips were isolated through filtration, after plant samples were washed with a 60 ppm pleader solution.

2) Numbers in parenthesis are total number of sampled fields.

3) mean $\pm$ S.E.

2. TSWV発病状況

キク親株ほ場では4月にはキクえそ病は観察されなかったが、6月に71%のほ場で病徴が観察され、平均発病茎率は9.2%、最も高いほ場では59.8%に達した。一方、施設栽培では14%のほ場で確認されたのみで、平均発病茎率も0.3%と低かった（第3表）。

3. アザミウマ類のTSWV保毒状況

4月のキク親株から採集されたミカンキイロアザミウマ雌成虫では、30%のほ場でTSWV陽性個体が検出され、陽性個体率は3.7%であった。また、アザミウマ類2齢幼虫では1ほ場のみであったが、2頭の陽性個体が検出された。6月のキク親株から採集されたミカンキイロアザミウマでは、陽性検出ほ場率は雌雄それぞれ25%、43%、陽性個体率は9.7%、8.3%であった。また、2齢幼虫では2ほ場で陽性個体が検出され、陽性個体率は5.6%であり、成幼虫と

もに陽性個体率が4月より増加した（第4表）。6月の調査について、キクえそ病発生ほ場と未発生ほ場を区別して集計した結果、未発生ほ場からも本種雌成虫で陽性個体が検出されたが、その頭数は発生ほ場に比べ低く、雄成虫及びアザミウマ類2齢幼虫では陽性個体は検出されなかった（第1図）。

一方、施設栽培ほ場の花から採集されたミカンキイロアザミウマ雌成虫では、陽性検出ほ場率、陽性個体率ともに親株ほ場より低く、それぞれ17%、1.0%であった。また、ヒラズハナアザミウマ雌成虫及びアザミウマ類2齢幼虫では陽性個体は検出されなかった（第4表）。また、雑草から採集されたアザミウマ類成虫では、ミカンキイロアザミウマ及びヒラズハナアザミウマともに陽性個体は検出されなかった。しかし、コセンダングサから採集された幼虫1頭は陽性と認められた（第5表）。

Table 3. The occurrence of tomato spotted wilt virus (TSWV) on chrysanthemums in stock plant fields and harvested greenhouses, April - June 1998

Field type	Date	Field incidence of TSWV ¹⁾	Average rate of shoots which TSWV occurred ²⁾
Stock plant	Apl.10,12	0% (7)	0 % (0 %)
Stock plant	June10,12	71 (17)	9.2 (59.8)
Greenhouse	June12	14 (7)	0.3 (2.0)

1)Numbers in parenthesis are total number of sampled fields.

2)Numbers in parenthesis are maximum.

Table 4. Assay of thrips collected from chrysanthemums in stock plant fields and harvested greenhouses for presence of tomato spotted wilt virus (TSWV) by double antibody sandwich enzyme-linked immunosorbent assay (DAS-ELIZA)¹⁾, April-June 1998

Field type	Date	Field incidence of TSWV (+) thrips ²⁾				Rate of TSWV (+) thrips ³⁾			
		<i>F. occidentalis</i>		<i>F. intonsa</i>		<i>F.occidentalis</i>		<i>F.intonsa</i>	
		female	male	female	Thrips 2nd larvae	female	male	female	Thrips 2nd larvae
Stock plant	Apr.10,12	30% (10)	— % (0)	— % (0)	8% (13)	3.7% (81)	— % (0)	— % (0)	1.1% (179)
Stock plant	June 10,12	25 (16)	43 (14)	0 (3)	15 (13)	9.7 (144)	8.3 (180)	0 (8)	5.6 (126)
Greenhouse	June 12	17 (12)	— (0)	0 (7)	0 (2)	1.0 (416)	— (0)	0 (141)	0.0 (22)

1)TSWV (+) thrips is decided in ELIZA A₄₀₅ readings indicated more than 3 times the mean of virus-free thrips.

2)Numbers in parenthesis are total number of sampled fields.

3)Numbers in parenthesis are total number of tested thrips.

Fig. 1. The number of TSWV-positive or negative thrips collected from chrysanthemum shoots in the stock plant field which TSWV occurred or did not, June 1998.

□ *F. occidentalis* ♀ + ▨ Thrips larvae + ▩ *F. occidentalis* ♂ + ▤ *F. intonsa* ♀ -
 ■ *F. occidentalis* ♂ - ▧ *F. occidentalis* ♀ - ▦ Thrips larvae -

Table 5. Assay of thrips collected from weeds for presence of tomato spotted wilt virus (TSWV) by double antibody sandwich enzyme-linked immunosorbent assay (DAS-ELISA)¹⁾, June 1998

Weed species	Field incidence TSWV (+) thrips ²⁾	Rate of TSWV (+) thrips(%) ³⁾		
		<i>F. occidentalis</i> female	<i>F. intonsa</i> female	Thrips 2nd larvae
<i>Bidens pilosa</i> , <i>Solidago alitissima</i>	14%(7)	0%(3)	0%(2)	100%(1)
<i>Trifolium repens</i> , <i>Taraxacum officinale</i>	0 (2)	0 (11)	0 (50)	-

1) TSWV (+) thrips is decided in ELIZA A₄₀₅ readings indicated more than 3 times the mean of virus-free thrips.

2) Numbers in parenthesis are total number of sampled fields.

3) Numbers in parenthesis are total number of tested thrips.

考 察

ミカンキイロアザミウマは欧米では果菜類や花き類を食害する重要害虫として知られるが¹⁾、1990年に我が国で初めて発生が確認されて以来⁴⁾、急速に分布を拡大し、花き類を中心に野菜類や果樹類と幅広い作物で被害が発生している^{6) 10)}。本県では1992年に初めて確認され、キク、ガーベラ、バラ、ハウスミカンなどで被害が発生している¹⁵⁾。特にキクでは、定植直後から本種成虫が芽に寄生し、着蕾後は開花初期から蕾内に侵入し、急速に幼虫密度が増加するため、収穫時には花卉に食害痕が多発し、著しく商品価値が低下する⁵⁾。しかし、1995年にキクにおいて初めてTSWVの発生が確認されると、その後産地内において高頻度に発生し、1997年には発病率は21~26%に達し、現在、キクでは最も重大な病害となっている⁹⁾。

本ウイルスは数種のアザミウマ類により永続伝搬される¹²⁾。また、アザミウマ類がウイルスを獲得するには1齢幼虫が感染植物を吸汁する必要がある。欧米ではミカンキイロアザミウマが本ウイルスの主要媒介虫とされるが、県内でも本虫の発生地域において本ウイルスが発生していることから、ミカンキイ

ロアザミウマが主要媒介虫と推測されている。しかし、アザミウマ類と本ウイルスの関係を調査した報告は少ないため、発生地域における主要な媒介虫種とその発生源を調査した。

主要媒介虫と考えられるミカンキイロアザミウマは春から初夏に発生が増加するため⁶⁾、この時期の発生源をつきとめることが重要である。片山・池田(1995)はキク親株における本種の越冬を明らかにし、春の発生源となることを報告している。本調査でも、4月上旬にキク親株上では本種が優占種であり、これらの大部分は越冬個体であると推測された。また、同報告では本種幼虫が3月に増加することを示しているが、本調査でも同様の結果を示した。これら幼虫の大部分は芽等の中で越冬した卵が3月に孵化した個体と推測された。本調査では幼虫の種を確認していないが、本種以外のアザミウマ類成虫はほとんど寄生していないことから、その大部分はミカンキイロアザミウマと思われ、キク親株は春期の重要な発生源であると考えられる。

また、本種雌成虫はキクの花弁を摂食することで産卵数が増加するため⁷⁾、特に防除圧が低下する収穫後

のは場では密度が増加しやすく、本種の重要な発生源と考えられる。事実、本調査では栽培終了後のキクの花では多数の本種成虫が確認された。しかし、本種以外のアザミウマ類成虫の密度も高く、その中ではTSWVを媒介できるヒラズハナアザミウマ*Frankliniella intonsa*の密度が高いことが確認されている。

ミカンキイロアザミウマの寄主範囲は極めて広く、本調査地域では28種の雑草で寄生が確認されている⁶⁾。本調査では雑草の発生頻度が低く、十分なデータが得られなかったが、雑草の花では寄生密度が高い傾向がみられた。本県では春から夏に開花する雑草が種数及び株数ともに増加するため、本種の発生源として重要と考えられる。

感染植物について本調査ではキクを中心に調査を行った。キク親株は場の発病は場率はきわめて高く、発病茎率は9%程度であったが、感染茎率は更に高い可能性がある。従って、調査地域では感染苗を採苗している可能性が高く、本病流行の一因となっていることが考えられる。最近における全国的な本ウイルスの流行も感染キク苗の移動が主要要因であることが考えられている³⁾。一方、施設栽培ほ場では調査点数が少なかった、発病は場率は加藤・片山（1998）による前年の結果と同程度と考えられた。また、同報告ではキクほ場周辺の雑草6種でTSWVの感染が確認されており、特にコセンダングサではその頻度及びウイルス濃度が高かったが、本調査においてもコセンダングサでウイルス症状が観察されている。

次に、アザミウマ類のTSWV保毒状況に関して、本調査ではDAS-ELISA法により検定した。Sakurai et al. (1998)によると、ELISA検定による陽性個体の内、媒介を確認した個体は雄成虫で81%、雌成虫で47%であり、陽性個体全てが媒介するとは限らない¹³⁾。従って、本調査における陽性率は実際の媒介率より高いと考えられる。

4月のキク親株では、芽から採集されたミカンキイロアザミウマ雌成虫で陽性個体が検出され、保毒虫が越冬している可能性が示唆された。また、4月及び6月のキク親株に寄生するアザミウマ類2齢幼虫から陽性個体が検出され、特にキクえそ病の発病ほ場では陽性個体の寄生数が多いことから、本病の発生したキク親株ほ場では明らかに保毒虫が増加していると考えられる。一方、施設栽培ほ場では花から採集された本種雌成虫で陽性個体が検出されたが、ほ場率及び陽性個体率は親株ほ場よりも低かった。これは、キク自体の発病率が親株ほ場よりも低いことに対応していると思われた。しかし、花の寄生密

度は親株の芽の11倍以上であるため、収穫後の花も保毒虫の発生源として重要と考えられる。

また、雑草ではコセンダングサから陽性幼虫が検出された。雑草における保毒虫の量的な把握には更に調査を重ねる必要があるが、前述の通り、幾つかの雑草でミカンキイロアザミウマ及びTSWVが発生していることから、保毒虫が増殖していることは確実であり、今後も除草を中心とした雑草対策が必要と考えられる。

ヒラズハナアザミウマはTSWV媒介虫として知られ¹²⁾、同地区における前年の調査では成虫でELISA陽性個体が検出されている⁹⁾。しかし、本調査ではキク親株及び施設栽培、並びに雑草から採集した成虫で陽性個体は認められなかったことから、本種の保毒率は現時点では低いと考えられる。

ほ場におけるアザミウマ類の保毒率に関して、興津ら（1997）は茨城県のピーマンハウスにおいて、その80%からELISA陽性のミカンキイロアザミウマを検出したことを報告している¹¹⁾。また、竹内ら（1998）は、ペチュニアリーフディスクを用いたTSWV媒介試験により千葉県のパーマンほ場から採集した本種の媒介率は0~16%であったことを報告している¹⁴⁾。施設栽培では産地内に複数の作型が耕作されており、本圃における保毒虫の増加は重要な発生源となり、その把握は防除対策上重要である。本調査でも収穫後の施設内で保毒虫が検出された。更に、本調査ではキク親株ほ場や雑草地など、露地からも保毒虫が検出されていることから、更に施設周囲における状況把握も更に必要と考えられる。

以上、本県におけるキクえそ病発生地域では、ミカンキイロアザミウマが主要な媒介虫であり、春から初夏のキク親株ほ場は保毒虫の発生源として重要であることが示唆された。また、感染苗が本病の発生を助長していると推察された。従って、保毒虫の増加及び感染苗を抑制するために、キク親株の定期的な更新、保毒虫の飛込みを防止した施設内での親株養成及びミカンキイロアザミウマに対する薬剤防除等の親株対策が必要と考えられる。また、ほ場周辺の除草や本圃におけるミカンキイロアザミウマの防除対策も更に進める必要がある。しかし、感染苗の本圃への持ち込み程度、媒介虫による本圃への感染時期とその程度など不明な点が多いため、今後、これらの解明が必要とである。

摘 要

静岡県内のキク産地で、1995年以降トマト黄化えそ

ウイルス (TSWV) によるキクえそ病が発生している。そこで、発生地域において1998年4月、6月にキク親株ほ場及び収穫後の施設に対して、本病の発生程度調査及び芽又は花の採集を行った。サンプルは展着剤希釈液による洗浄及びろ過によりアザミウマ類を分離し、ミカンキイロアザミウマ成虫、その他のアザミウマ類成虫及びアザミウマ類幼虫に分けて計数、また分離したミカンキイロアザミウマ成虫、ヒラズハナアザミウマ雌成虫及びアザミウマ類2齢幼虫については、TSWVのモノクローナル抗体も用いたDAS-ELISA検定を実施し、ネガティブコントロールの吸光度の3倍を越える個体を陽性とした。その結果、調査地域では71%のキク親株ほ場で発病が確認され、ミカンキイロアザミウマはアザミウマ類の78~89%を占め、雌成虫の陽性虫率は3.7~9.7%、アザミウマ類2齢幼虫では1.1~5.6%であった。一方、施設栽培の花では、本種はアザミウマ類の53%を占め、雌成虫の陽性虫率は1.0%、幼虫では陽性個体は認められなかった。また、雑草から分離された1頭の2齢幼虫で陽性が確認された。ヒラズハナアザミウマは施設の花や雑草の花から分離されたが、陽性個体は検出されなかった。以上から、本地域ではミカンキイロアザミウマが主要な媒介虫となっており、保毒虫の発生源としてキク親株ほ場が最も重要と推察された。

引用文献

- 1) Brodsgaard, H.F. (1989) Tidsskr. Planteavl 93:83-91.
- 2) 土井誠 (1999) 植物防疫53:343-346.
- 3) 花田薫 (1999) 植物防疫53:312-315.
- 4) 早瀬猛・福田寛 (1991) 植物防疫45:59-61.
- 5) 片山晴喜 (1997) 関西病虫研報. 39:5-7.
- 6) 片山晴喜 (1998) 植物防疫52:176-179.
- 7) 片山晴喜 (1997) 応動昆. 41:225-231.
- 8) 片山晴喜・池田二三高 (1995) 静岡農試研報. 40:63-73.
- 9) 加藤公彦・片山晴喜 (1998) 植物防疫52:180-182.
- 10) 増井伸一 (1998) 植物防疫52:172-175.
- 11) 興津正一・木村宏明・山中賢一・一家伴安・高橋修・宮崎康宏・津田新哉 (1997) 関東病虫研報. 44:43-44.
- 12) Piter, D. et al. (1995) Acta Hort. 431:29-43.
- 13) Sakurai, T. et al. (1998) Appl. Entomol. Zool. 33:583-588.
- 14) 竹内妙子・麻生公子・梅本清作 (1998) 日植病64:598.
- 15) 土屋雅利・多々良明夫・池田二三高 (1992) 植物防疫46:437.