温州萎縮ウイルスが中晩生カンキツ ‘せとか’、‘たまみ’、‘はるみ’ に与える影響

加藤 光弘^{1*}・影山智津子¹・石井香奈子¹

ABSTRACT

KATO, M.^{1*}, KAGEYAMA, C.¹ and ISHII, K.¹ (2019). Effects of satsuma dwarf virus infection on medium-late-maturing citrus ‘Setoka’, ‘Tamami’ and ‘Harumi’. Jpn. J. Phytopathol. 85: 116–119.

Satsuma dwarf virus (SDV) causes serious damage to citrus production, reducing fruit quality and yield. In this study of the effect of SDV infection on growth of 2-year-old pot-grown trees of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu*) and citrus hybrids ‘Setoka’, ‘Tamami’, and ‘Harumi’, SDV-infected trees of Satsuma mandarin, ‘Tamami’, and ‘Setoka’ had altered leaf shapes, shorter leaves and tree forms than did virus-free trees, but these traits did not differ significantly between SDV-infected and SDV-free trees of ‘Harumi’.

(Received November 5, 2018; Accepted December 11, 2018)

Key words: satsuma dwarf virus, susceptibility, citrus varieties, tree growth

カンキツを栽培する上で問題となるウイルス病として、温州萎縮ウイルス (satsuma dwarf virus, SDV) を病原ウイルスとする温州萎縮病が挙げられる。カンキツ属、カラタチ属に感染するが、ウンシュウミカン (*Citrus unshiu* Marc.) が最も被害を受けやすく、感染すると舟型葉やさじ型葉とよばれる葉の奇形を生ずる。カンキツの種類によっては感染しても外観上は奇形などの症状が現れないため、感染に気づかないことがある (山田・沢村, 1952)。感染後は樹勢が徐々に低下し、特にウンシュウミカンでは SDV 感染により、果実の小玉化、腰高化、着色不良、浮き皮などの果実被害を受けることが報告されている (清水ら, 2004; 橘ら, 1987; 牛山・大垣, 1970)。山田・沢村 (1952) の報告以来、全国のカンキツ産地で発生が報告されているが、ウイルス病のため感染後の治療手段がなく、被害が問題となっている (岩波, 1996)。SDV は接木以外にも、土壤伝染することが確認されている (磯田ら, 1991; 片木・牛山, 1990; Koizumi *et al.*, 1988)。クロルピクリンによる土壤消毒効果が明らかになり (影山ら, 2011)、2009 年にクロルピクリン剤がカンキツ (苗木) に農薬登録されたことから、現在では土壤消毒による対策が実施されている。しかし、カンキツ園の

多くは傾斜地にあり、機械の利用が困難で、手作業での土壌消毒は非常に重労働になることから、簡易な防除方法が要望されている。

これまで、感染は場への導入を想定し、抵抗性品種の評価が実施されてきた。SDV の各品種への感受性について調査した研究として、宮川 (1969) はユズやナツダイダイなどのカンキツ属および近縁植物の実生苗に SDV を接木接種した際に、舟型葉やさじ型葉を示したものはウンシュウミカンのみであったが、調査したすべての品種で非永続的なながらも mottling や flecking などの症状を示し、SDV に感受性を示したことを報告している。下村ら (1995) はウイルス耐病性からみた穂木品種と台木の組み合わせ試験を実施した中で、‘山川早生’では供試した各台木とも萎縮、舟型葉、さじ型葉などの SDV の症状が確認され、特にカラタチ台および‘シクワシャー’台でその程度が大きいとしている。本研究では特に、静岡県で導入が進みつつある有望な中晩生カンキツ 3 品種 ‘せとか’、‘たまみ’、‘はるみ’について、SDV による樹体生育への影響について調査したので報告する。なお、本報の一部は、平成 25 年度日本植物病理学会大会 (加藤・石井, 2013) において口頭報告した。

¹ 静岡県農林技術研究所果樹研究センター (〒424-0101 静岡県静岡市清水区茂畑) Shizuoka Prefectural Research Institute of Agriculture and Forestry, Fruit Tree Research Center, Mobata, Shimizu-ku, Shizuoka, Shizuoka 424-0101, Japan

* Corresponding author (E-mail: mitsuhiro1_kato@pref.shizuoka.lg.jp)

静岡県農林技術研究所果樹研究センター（旧駒越ほ場）において 25 L 鉢に植栽した ‘せとか’、‘たまみ’、‘はるみ’、‘青島温州’ のカラタチ台 2 年生樹を供試した。2009 年 10 月 13 日に SDV 感染カラタチ穂木（系統 S-58 株（Iwanami *et al.*, 1993））を接木接種し、通常管理を行って栽培した。毎年 6 月に全摘果を実施し、剪定は実施しなかった。

SDV 感染確認 イムノクロマト診断キット「SDV クロマト®」により、2011 年 5 月に各樹 5 ヶ所から新梢を採取して感染の有無を確認した。

樹体生育への影響調査 供試樹は 1 区 1 樹 3 反復とした。2011～2013 年の毎年 6 月または 7 月に当年の無着花新梢の中位葉 3 枚（1 樹あたり 20 枚）について、葉身長、葉身幅、葉身指数（葉身長/葉身幅）、葉身両端幅（丸みを帯びている葉を広げずそのままでも最も広くなる部分）、葉面積を調査し、7 月に樹高、樹冠幅（4 方向平均）、幹周（接ぎ木部より 10 cm 上）、春枝の長さ（5 ヶ所）、節数（5 ヶ所）、節間長を調査した。なお、葉面積はレーザー葉面積計（アースサイエンス社製 CI-203）により計測した。対象品種は ‘せとか’、‘たまみ’、‘はるみ’ および温州萎縮ウイルスの影響を最も受けるとされるウンシュウミカンの ‘青島温州’ とし、樹体生育への影響を接種後 2～4 年目の 3 ヶ年にわたり調査した（‘せとか’ については、接種後 2～3 年目の 2 ヶ年間）。

SDV の感染状況を確認した結果、SDV 接種区では各品種とも感染株率 100%（3 樹中の 3 樹）、対照の健全区では感染率 0%（3 樹中すべて感染はなし）であった。樹体生育への影響を調査した結果、‘たまみ’ では調査した 3 年間とも、

第 1 図 葉身両端幅の測定部位

第 1 表 試験樹の温州萎縮ウイルス感染状況^{a)}

品種	接種区	健全区
たまみ	3/3 ^{b)}	0/3
せとか	3/3	0/3
はるみ	3/3	0/3
青島温州	3/3	0/3

a) 温州萎縮ウイルスの接種は 2009 年 9 月に実施し、ウイルス感染は 2011 年 5 月に調査した。

b) 感染率（陽性数/調査数）

SDV 感染樹の方が葉形や樹形が小さくなる傾向がみられた。SDV 接種後 2 年目には葉面積、節数にて、3 年目には葉身長、葉面積、葉身指数で有意な差が確認された。樹幅では、3 年目および 4 年目において SDV 感染樹で有意に小さくなることが確認された。‘せとか’ では、SDV 接種後 2 年目、3 年目の葉身長、葉面積、3 年目の樹幅で有意に差が確認され、SDV 感染樹の方が葉形や樹形が小さくなる傾向がみられた。‘はるみ’ では、葉に奇形を呈することはなく、SDV 接種後 2、3 年目までは区間による差はほとんど確認されず、葉形や樹形に有意な差は確認されなかった。4 年目では樹高、樹幅で区間の差が大きくなる傾向がみられ、SDV 接種区の方が樹形が小さくなる傾向にあったものの、有意な差は確認されなかった。‘青島温州’ では、SDV 接種後 2 年目より舟型やさじ型の奇形葉を呈し、2 年目および 3 年目の調査では葉身長、葉身幅、葉身両端幅、樹幅において区間による有意な差が確認された。葉面積については、2 年目～4 年目までのいずれにおいても有意な差が確認された。幹周については、SDV 感染区の方が小さい傾向にあったものの、有意な差が確認されたのは 3 年目のみであった。春枝の長さはいずれの品種においても、節数は ‘たまみ’ 以外の品種において SDV 感染による有意な差は確認されなかった。

調査結果から、‘たまみ’ および ‘せとか’ は ‘青島温州’ と同様に SDV 接ぎ木接種 2 年目から葉が小型化し、3 年目では樹が小型化する影響が確認された。‘せとか’ については、3 年目の調査は行わなかったが、清水ら（2007）も、SDV に感受性が高く、樹勢に悪影響を及ぼす可能性があるとして報告している。SDV がウンシュウミカンに感染した時に確認される舟型葉やさじ型葉の程度（山田・沢村, 1952）を把握するため、葉身両端幅の調査を実施したが、その結果から有意な差が確認された品種は ‘青島温州’ のみであった。舟型葉やさじ型葉は ‘はるみ’、‘たまみ’、‘せとか’ では確認されず、品種により葉への影響が異なった。一方、‘はるみ’ では、SDV 接種 4 年目まで健全樹と有意な差は確認されず、青島温州と比べると樹体生育への影響が少ない品種であると考えられた。‘たまみ’、‘はるみ’ は ‘清見’ にウィルキング、ボンカンをそれぞれ交配した品種で、‘せとか’ は ‘清見’ × アンコールにマーコットを交配した品種である。ウィルキングやボンカン、アンコール、マーコットの SDV に対する感受性が明らかでないため、‘はるみ’ の SDV に対する影響の少なさが遺伝的に関連しているかは不明である。今後、多くの品種における SDV の影響を調べることで明らかになると考える。

温州萎縮ウイルスには SDV 系統の他に、変異系統であるカンキツモザイクウイルス（Citrus mosaic virus, CiMV）系

第2表 温州萎縮ウイルス接種が樹体生育に与える影響

品種	SDV 感染	樹高 (cm)			樹幅 (cm)			幹周 (cm)			春枝 (cm)			節数		
		2年目	3年目	4年目	2年目	3年目	4年目	2年目	3年目	4年目	2年目	3年目	4年目	2年目	3年目	4年目
たまみ	+	102.7	119.0	138.3	62.2	73.3	92.3	6.4	8.3	10.3	19.0	12.1	14.8	11.7	7.8	7.6
	—	110.7	141.3	160.7	70.9	93.3	106.1	6.2	8.7	10.6	17.8	15.4	15.0	9.2	7.3	7.1
	有意性 ^{a)}	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
せとか	+	89.0	93.0	— ^{b)}	55.8	54.0	—	6.2	8.7	—	9.7	6.8	—	7.7	6.3	—
	—	91.0	114.7	—	57.1	73.9	—	6.4	8.0	—	8.9	10.9	—	6.2	6.3	—
	有意性	ns	ns		ns	*		ns	ns		ns	ns		ns	ns	
はるみ	+	105.0	131.7	145.0	60.3	73.8	94.3	5.7	7.7	9.5	12.8	12.7	13.0	7.9	6.7	7.3
	—	116.0	137.3	159.0	70.6	79.9	106.1	6.5	7.8	9.7	15.4	16.0	14.4	9.3	7.7	6.7
	有意性	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
青島温州	+	99.7	103.7	140.3	55.3	53.9	97.8	5.8	6.7	8.2	10.8	11.3	14.2	7.3	7.9	10.6
	—	100.0	112.3	130.3	71.5	79.3	110.8	6.1	7.6	8.7	14.2	12.5	18.1	8.5	6.2	8.9
	有意性	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
品種	SDV 感染	葉身長 (mm)			葉身幅 (mm)			葉身両端幅 (mm)			葉面積 (cm ²)			葉身指数		
		2年目	3年目	4年目	2年目	3年目	4年目	2年目	3年目	4年目	2年目	3年目	4年目	2年目	3年目	4年目
たまみ	+	69.0	56.1	65.2	31.6	23.6	25.5	27.2	21.0	21.9	13.4	8.9	17.5	2.2	2.4	2.6
	—	75.4	77.1	71.9	32.5	25.9	26.5	27.5	21.1	22.2	17.1	12.7	19.9	2.3	3.0	2.7
	有意性	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	*	ns
せとか	+	41.8	47.4	—	22.4	26.2	—	18.7	21.4	—	5.9	10.0	—	2.0	1.8	—
	—	68.9	62.8	—	34.6	29.7	—	27.5	24.1	—	17.8	17.0	—	2.0	2.2	—
	有意性	*	*		ns	ns		ns	ns		*	*		ns	ns	
はるみ	+	74.0	65.4	63.7	35.7	32.4	30.9	33.9	29.8	29.2	19.2	17.1	25.6	2.1	2.0	2.1
	—	70.8	68.3	70.7	32.9	31.3	34.7	30.1	27.0	31.7	18.1	16.4	23.9	2.2	2.2	2.1
	有意性	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
青島温州	+	67.8	65.6	79.0	30.5	31.1	38.7	27.4	26.4	35.5	17.2	15.4	28.2	2.3	2.1	2.1
	—	107.0	97.9	103.5	47.6	44.7	43.7	43.5	39.9	40.2	36.2	41.0	46.5	2.3	2.2	2.4
	有意性	*	*	ns	*	*	ns	*	*	ns	*	*	*	ns	ns	ns

a) t検定により, *は5%水準で有意差あり, nsは有意差なし。

b) 未実施

統やネーブル斑葉モザイクウイルス (Navel orange infectious mottling virus, NIMV) 系統 (Iwanami *et al.*, 2001), ヒュウガナツウイルス (Hyuganatsu virus, HV) 系統 (Ito *et al.*, 2004) が存在し, 西日本のカンキツ産地を中心に CiMV 系統が多く発生していることが報告されている (富村ら, 2013)。本試験では, これらの系統のうち, SDV 系統による影響を調査したものである。系統間により影響の度合いが異なることが報告されている (清水ら, 2007) ことから, 他の系統については調査を行って判断する必要がある。

樹体生育調査により, ‘はるみ’は青島温州に比べて SDV の影響を受けにくいことが確認された。しかし, 果実への

影響については明らかになっていないため, 今後調査を実施して総合的に ‘はるみ’が SDV の影響を受けにくい品種であるかを判断する必要があると考える。

引用文献

- 磯田隆晴・行徳 裕・山田一字 (1991). カンキツウイルス病に関する研究 (第8報) 温州萎縮病の発生跡地対策. 九病虫研会報 37: 55-58.
- Ito, T., Iwanami, T., Ieki, H., Shimomura, K., Shimizu, S. and Ito, T. (2004). A new virus related to Satsuma dwarf virus: the nucleotide sequence of the 3'-terminal regions of Hyuganatsu virus RNAs 1 and 2. Arch. Virol. 149: 1459-1465.
- Iwanami, T., Koizumi, M. and Ieki, H. (1993). Diversity of properties

- among Satsuma dwarf virus and related viruses. Ann. Phytopath. Soc. Japan 59: 642–650.
- 岩波 徹 (1996). 温州萎縮病をめぐる最近の話題. 植物防疫 50: 65–68.
- Iwanami, T., Kondou, Y., Kobayashi, M., Hann, S.S. and Karasev, A.V. (2001). Sequence diversity and interrelationships among isolates of satsuma dwarf-related viruses. Arch. Virol. 146: 807–813.
- 影山智津子・市川 健・太田光輝・増井弘子・芹沢拙夫・伏見典晃・神尾章子・岩波 徹 (2011). 温州萎縮ウイルス (SDV) 汚染ほ場における土壌消毒の効果と台木の耐病性. 静岡農林研報 4: 61–66.
- 片木新作・牛山欽司 (1990). 温州萎縮病に関する研究 (第3報) 土壌伝染の実態と土壌遮断及び土壌種毒による感染防止効果. 神奈川園試研報 40: 11–18.
- 加藤光弘・石井香奈子 (2013). 中晩生カンキツ「せとか」, 「たまみ」, 「はるみ」における温州萎縮ウイルスの影響調査. 日植病報 79: 210. (講要)
- Koizumi, M., Kano, T., Ieki, H. and Mae, H. (1988). China Laurestine: a symptomless carrier of satsuma dwarf virus which accelerate natural transmission in the field. In International Organization of Citrus Virologists Conference Proceedings, Vol. 10 (Timmer, L.W., Garnsey, S.M. and Navarro, L.A. eds.), pp. 348–352, International Organization of Citrus Virologists, Riverside.
- 宮川経邦 (1969). 温州萎縮ウイルスに対する *Citrus* 属および近縁植物の感受性の特徴. 日植病報 35: 224–233.
- 清水伸一・藤原文孝・三堂博昭・井上久雄・西山富久・三好孝典・橘 泰宣 (2004). 温州萎縮ウイルスを保毒した温州ミカンにおける果実形質および品質の変化. 四国植防 39: 27–33.
- 清水伸一・三好孝典・橘 泰宣 (2007). 温州萎縮ウイルスに対するカンキツ品種の感受性. 日植病報 73(3): 225. (講要)
- 下村克己・平島敬太・野口保弘・草野成夫 (1995). カンキツウイルス耐病性の比較 (第1報) カンキツ苗木のウイルス耐病性と台木間差異. 福岡農総試研報 14: 154–158.
- 橘 泰宣・佐川正典・大森尚典 (1987). 楠本早生温州の果実品質に及ぼす温州萎縮ウイルスの影響. 四国植防 22: 63–67.
- 富村健太・中嶋香織・市ノ木山浩道・野口真弓・加藤光弘・岩波 徹 (2013). 本邦における温州萎縮ウイルスの系統分布. 日植病報 79: 210. (講要)
- 牛山欽司・大垣智昭 (1970). 温州萎縮病に関する研究 (第1報) 神奈川県における発生状況と被害の実態. 神奈川園試研報 18: 57–65.
- 山田峻一・沢村健一 (1952). 温州蜜柑の萎縮病に関する研究予報. 東近農試研究報告・園芸 1: 61–71.