

## 台木の種類が強毒及び弱毒ウイルス保有宮内イヨにおける ステムピット病, かいよう虎斑病の発生に及ぼす影響

橘 泰宣・渡部悦也・三好孝典  
(愛媛県立果樹試験場)

### Influence of Rootstock Varieties on Occurrence of Stem Pitting Disease and Oleocellosis Like Disorder in *Miyauchi iyo*, *Citrus iyo* Hort., Infected with Severe or Mild Strains of Citrus Tristeza Virus

By Yasunobu TACHIBANA, Etsuya WATANABE and Takanori MIYOSHI  
(Ehime Fruit Tree Experimental Station, Matsuyama-shi, Ehime 791-01)

Influences of citrus tristeza virus (CTV) and rootstock varieties on occurrences of stem pitting (SP) disease and oleocellosis like disorder (OLD) in *Miyauchi iyo* trees were studied in a greenhouse and fields.

In order to protect these diseases, relationships between rootstocks and protective interference of various attenuated virus strains were also investigated under field conditions in the presence of CTV vector, brown citrus aphid (*BrCA*), *Toxoptera citricida*.

1. The tree growth in 1-year-old *Miyauchi iyo* grafting on 7 rootstock varieties was examined in an insect-proofed greenhouse. The growth of CTV-free trees was greater in the order, rough lemon (Rl), *C. jambhiri* > *Shiikuwasha* (Sh), *C. depressa* > *Natsumikan* (Na), *C. natsudaidai* > *Troyer citrange* (Tc), *C. sinensis* > *trifoliate orange* (To), *Poncirus trifoliata* > *Yuzu* (Yu), *C. junos*. The growth of trees infected with a severe strain of seedling yellows CTV (CTV-SY) was considerably inferior to that of trees free of CTV and preimmunized with CVEV (attenuated strain containing citrus vein enation virus) irrespective of rootstocks.
2. Five years after planting in the field, the growth of trees infected with CTV-SY was the greatest on *Cleopatra mandarin* (Cm), *C. reshni*, rootstock and was the smallest on Yu rootstock. The incidence of OLD disease and SP in trees on Cm rootstock was lower than those on other rootstocks.
3. On both Na and To rootstocks, protective interferences against challenge-inoculation of CTV-SY using infective *BrCA* were found when preinoculated with KSP-12 (mild strain of stem pitting CTV) and KM-145 (serologically undetectable attenuated strain). Under the outdoor CTV-infective conditions, most excellent control effect against the diseases was noticed in potted trees carrying KM-145 on both Na and To rootstocks 6 years after planting. On the other hand, no control effect was found on CTV-free trees on the same rootstocks because of infection of severe CTV by vectors after planting. Soluble solids to acid ratios in the fruits of the preimmunized trees on Na rootstock showed lower than those of that on To rootstock.

4. On 8 rootstock varieties, production and fruit size of potted trees carrying KM-145 under outdoor conditions were all larger than those of originally CTV-free trees. Furthermore, excellent protective interference was confirmed in all KM-145 trees and no difference of effect was observed among 8 rootstocks. Among CTV-free trees, Yu and grapefruit (Gr), *C. paradisi*, rootstocks had no crops, and the fruit size of trees on Flying Dragon (FD) rootstock were especially inferior. The ELISA assay of internal concentrations of CTV revealed that almost all KM-145 trees retained the same virus concentration as original ones at the time of planting. However, virus concentrations of originally CTV-free trees on 6 rootstocks (Tr, FD, Gr, Yu, Na and Sh) increased conspicuously except 2 rootstocks, Cm and Rl which had somewhat low virus concentrations.

## 緒 言

わが国カンキツの主力品種であるウンシュウミカンは消費量が漸減し、需給バランスの不均衡により価格低下を招き、カンキツ生産に深刻な影響をもたらしている。その中で、ウンシュウミカンの更新品種として高品質で競争力のある宮内イヨがあげられ、中晩生カンキツの有力品種として生産拡大がなされてきた。

しかし、宮内イヨはカンキツの中で必ずしも樹勢が強い品種に該当せず、それに加えて強毒トリストザウイルス (CTV) を病原とするステムピッチング病やかいよう虎斑病にも罹病性で (重田・安楽, 1988; 橘ら, 1993), 安定生産のための樹勢強化策が強く望まれている。

樹勢強化策としては、強勢台木の利用が考えられるが、わが国のカンキツ栽培ではカラタチ台の使用が殆どで、根接ぎによる樹勢強化を図る例は一部に認められるものの (坂井・佐々木, 1968), カラタチ以外の台木の利用例は皆無に等しい。その理由として、もともとカラタチは台木として多くの栽培的利点を有していることに加えて、CTVに対して免疫性であることがあげられる。一方、外国ではカラタチ台木の使用は少なく、バレンシアオレンジ等の中晩生カンキツには各種の台木が検討され、ラフレモン台木で生育や収量が良好であることが明らかにされている (William & Phillips, 1980; Wutscher, 1982)。しかし、サワーオレンジを台木としたスイートオレンジ樹にはCTVにより急激に枯死する Quick decline 症状が発生し (Wallace, 1959), これは台木と穂木の接ぎ木部直下の篩管部細胞のネクロシスによる (Schneider *et al.*,

1947) ことが解剖学的に明らかになっていることから、CTV 罹病性品種の適性台木を選出するには台木とCTVとの関係を基本的に解明することが重要となっている。

このようなことから、本研究では宮内イヨのステムピッチング病、かいよう虎斑病の発生に及ぼすCTVと台木の影響を検討するとともに、各種台木における弱毒ウイルス保有樹での野外における干渉効果を検討した。なお、本研究は、特定農産物緊急技術開発課題「カンキツの優良台木と樹体制御による樹勢調節及び高品質果実生産技術の開発」で実施した成果を取りまとめたものであり、成果の一部は平成4年度日本植物病理学会関西西部会にて発表した (橘ら, 1993)。

本研究を遂行するにあたり、元愛媛県立果樹試験場長の森尚典氏、同高橋啓二氏には多くのご教示を仰いだ。また、弱毒ウイルス株の分譲を受けた農水省果樹試験場興津支場長の小泉銘冊博士、元広島県果樹試験場長の佐々木篤博士には深甚なる謝意を表す。

## 材料および方法

### 1. 供試樹におけるCTV症状の調査

樹冠の各部位から2~3年生の緑枝5~10本を切り取り、剥皮して木質部に形成されたステムピッチング (SP) の発生状況を無, 少, 中, 多の4段階に分けて調査し、次式により発生度を算出した。

$$\text{発生度} = \frac{\{(\text{少}) + (\text{中}) \times 3 + (\text{多}) \times 5\}}{\text{調査枝数} \times 5} \times 100$$

第1表 供試した弱毒及び強毒ウイルス

ウイルス株名	由	来
CVEV	: 弱毒HM-55より分離され、バインエネーションウイルスを保毒していると考えられるもので、元広島果樹試の佐々木篤博士より分譲	
KM-145	: ブンタン系交雑実生樹No.145より得られ、CTVが血清学的に検出できない弱毒で興津支場の小泉銘冊博士より分譲	
KSP-12	: 愛媛県内の川野ナツミカンより分離した弱毒CTV-SP (ステムピッチング系)	
CTV-SY	: ミカンクロアブラムシ単離の強毒CTV-SY (シードリンクイエローズ系)	

果実のかいよう虎斑病 (OLD) については、果皮に形成される黄色斑と褐色斑に分けて発生状況を調査し、発病度を算出した。発病度は、病斑が全く認められないものを0、1果当たり1~3個のものを1、同4~10個を3、同11個以上を5とする指数を与え、SP発生度と同様な式で算出した。

## 2. 供試台木、品種及び供試ウイルス

供試台木としては、ガラス室内で実生から育成した2年生のカラタチ、飛龍、グレープフルーツ、パレンシアオレンジ、シクワシャー、クレオパトラ、ユズ、ナツミカン、ラフレモン、トロイヤースイトレンジの中から選出して用いた。これらに、品種として熱処理法 (大森・松本, 1975) で作出したCTVフリーや第1表に示す各種の弱毒ウイルスまたは強毒CTV-SY (シードリングイエローズ系) 保毒の宮内イヨを接ぎ木し、試験に供した。なお、原則として、圃場等屋外に供試されるものについても、搬出までの期間は防虫対策を施した隔離ガラス室内で育成した。

## 3. 台木の種類とウイルス罹病性の検討

### (1) 宮内イヨ苗における台木とCTVの影響

台木として、2年生のラフレモン、シクワシャー、ナツミカン、トロイヤースイトレンジ、カラタチ及びユズを用いた。これらの台木に、ビニールハウス内で隔離保存している宮内イヨのCTV-SY保毒樹、CVEV保毒樹及びCTVフリー樹の穂木を1986年2月に各7本切り接ぎし、加温ガラス室内で育成した。同年10月に各区5本について各種地上部生育量と根重を調査した。SP調査は、同年10月と1989年3月に各区2本について実施した。

### (2) 台木を異にした強毒CTV保毒宮内イヨの生育と発病

強毒CTV-SYを保毒する宮内イヨを穂木として、2年生のラフレモン、シクワシャー、ナツミカ

ン、ユズ、クレオパトラ及びカラタチを台木として1986年2月に各5本切り接ぎし、加温ガラス室内で育成後、1987年4月に圃場に定植した。1990~'92年にわたって樹容積、幹周、SP発生度及びかしよう虎斑病発生度を各年のそれぞれ12月に調査した。なお、対照としてCTVフリー及び弱毒KM-145保毒宮内イヨを穂木としてカラタチ台に各区5本切り接ぎし、同様に育成した後、圃場に定植したものについて、同様に調査した。

## 4. 強勢台木における干渉効果の実証

### (1) 強毒CTVの強制接種に対する干渉効果

カラタチ台とナツミカン台を用いて1983年6月に接ぎ木し、ガラス室内で育成した2年生のCTVフリー宮内イヨ及びCVEV、KSP-12、KM-145をそれぞれ保毒する宮内イヨを各区6樹試験に供した。これらに、強毒CTV-SYを1983年8月にアブラムシ接種 (各区2樹) または接ぎ木接種 (各区2樹) し、ガラス室内における干渉効果を無接種樹 (各区2樹) との比較で検討した。アブラムシ接種は、強毒CTV-SY保毒宮内イヨに48時間獲得吸汁させたミカンクロアブラムシ (無翅虫) を1樹当たり20頭接種した。接ぎ木接種は、同様の強毒保毒宮内イヨの芽組織を用いて芽接ぎの要領で実施した。1985年10月に供試樹を解体して地上部重量、台木根重を測定するとともに、地上部と台木部のSP発生度を調査した。

(2) ナツミカン台木における戸外での干渉効果  
CTVフリー、強毒CTV-SY及び弱毒CVEV、同KM-145、同KSP-12をそれぞれ保毒する宮内イヨから採穂し、1983年8月にナツミカン台及びカラタチ台に芽接ぎし、ガラス室内で育成したものを、1985年6月に試験場内カンキツ栽培圃場に隣接した地点の径1mのコンクリートポットに各区2樹定植した。1989~91年の各12月にSP発生度とかい

よう虎斑病発生度を調査するとともに、1991年12月に収穫果について果実品質を農水省果樹試興津支場作成の「カンキツの各種調査法、1969年」に基づいて調査した。また、1991年同期に試験樹を解体し、幹周、地上部重量、根重を調査した。

(3) 各種台木における戸外での干涉効果

CTVフリー及び弱毒KM-145保有の宮内イヨの穂木をカラタチ、飛龍、グレープフルーツ、ユズ、ナツミカン、クレオパトラ、シイクワシャー及びラフレモン台木に1990年9月に芽接ぎし、ガラス室内で育成し、1992年3月に試験場内カンキツ栽培圃場に隣接した地点の径1mのコンクリートポットに各区2樹定植した。1994年12月にSP発生度、かしよう虎斑病発生度及び収量性(果実横径、1果平均重、収量)を調査した。また、樹体内CTV濃度について、各区の宮内イヨの葉1gを1994年8月に採取し、日本植物防疫協作成の抗CTV血清を用いてELISA法(久原,1980)で測定した。なお、各区の宮内イヨの芽を採取し、1993年8月にCTVフリーの2年生グレープフルーツに芽接ぎ接種してガラス室内に保存したものについて、グレープフルーツの葉1gを1994年8月に同様にELISA法でCTV濃度を測定した。

試験結果

1. 台木の種類とウイルス罹病性の検討

(1) 宮内イヨ苗における台木とCTVの影響

宮内イヨ苗における強毒CTVの影響を台木品種との相互作用から検討するため、弱毒保有及びCTVフリー苗との対比で苗木生育、SP形成を調査した。結果は第2表に示した。

CTVフリー苗における台木別の生育では、枝の総伸長量、葉数についてはラフレモン>シイクワシャー>ナツミカン>トロイヤースイトレンジ>カラタチ>ユズの順となり、ラフレモンで最大となり、ユズで最も劣った。

ウイルス保毒と台木別の生育との関係では、CTVフリー苗と弱毒CVEV保有苗ではラフレモン、トロイヤースイトレンジ、カラタチ、ユズで前者の生育が若干上回ったが、シイクワシャーでは両者に差は認められず、ナツミカンでは葉面積と根重を除いて後者がやや優れる傾向にあった。しかし、強毒CTV-SY保有苗ではCTVフリーとCVEV保有に比べていずれの台木も生育が明らかに劣り、特にユズでは著しく劣った。生育への影響が比較的少なかったラフレモンやナツミカンでも、フリー苗に対する強毒苗の生育減少率は枝の総伸長量で20%、根重で20~25%であった。また、ユズの生育減少率は、総伸長量で52%、根重で62%であり、供試台木の中で最大の影響が認められた。

SP形成では、試験開始年では強毒CTV-SY保有樹はいずれの台木も発生度が20前後でいくぶん

第2表 台木及び保毒ウイルスの違いが宮内イヨ苗の生育とステムピッチング形成に及ぼす影響

台木の種類	保毒ウイルス	総伸長量(cm)	新梢発生数	平均伸長量(cm)	葉数(枚/本)	葉面積(c㎡/枚)	幹直径(mm)	根重(g)	ステムピッチング発生度	
									(1986年)	(1989年)
ラフレモン	CTVフリー	307.2(100)	21.5(100)	14.3(100)	177.0(100)	28.3(100)	9.9(100)	139.1(100)	0	0
	CVEV	288.3(90)	16.0(74)	17.3(121)	167.0(94)	27.3(97)	10.2(103)	124.5(90)	4	12
	CTV-SY	248.1(81)	14.7(68)	16.8(118)	143.2(84)	26.8(95)	9.4(95)	110.0(79)	24	60
シイクワシャー	CTVフリー	270.5(100)	12.0(100)	22.5(100)	146.0(100)	27.6(100)	11.2(100)	86.6(100)	0	0
	CVEV	272.0(101)	14.5(121)	18.8(84)	160.0(110)	23.9(87)	11.2(100)	92.6(107)	4	8
	CTV-SY	202.4(74)	15.0(125)	13.5(60)	124.0(85)	24.3(88)	9.6(86)	71.5(83)	20	40
ナツミカン	CTVフリー	240.0(100)	13.5(100)	17.8(100)	137.0(100)	28.3(100)	10.1(100)	139.3(100)	0	0
	CVEV	259.0(108)	14.5(107)	17.9(101)	158.0(115)	24.4(88)	10.2(101)	125.3(90)	4	16
	CTV-SY	193.9(81)	10.5(78)	18.5(104)	120.0(88)	27.3(97)	10.0(99)	104.0(75)	20	82
トロイヤースイトレンジ	CTVフリー	205.4(100)	11.0(100)	18.7(100)	125.0(100)	22.8(100)	9.6(100)	71.3(100)	0	0
	CVEV	183.2(91)	11.3(103)	17.1(81)	120.0(96)	20.6(90)	9.4(93)	63.5(89)	4	8
	CTV-SY	164.6(80)	12.0(109)	13.7(73)	106.4(85)	18.2(80)	8.8(92)	48.9(69)	16	48
カラタチ	CTVフリー	192.4(100)	9.5(100)	20.2(100)	113.2(100)	23.0(100)	9.4(100)	61.5(100)	0	0
	CVEV	167.9(87)	10.5(111)	16.0(79)	113.0(100)	22.7(99)	9.1(97)	60.5(98)	4	12
	CTV-SY	134.2(70)	11.0(118)	12.2(61)	97.2(86)	18.8(82)	8.5(90)	45.2(74)	16	44
ユズ	CTVフリー	121.1(100)	8.0(100)	15.1(100)	84.0(100)	19.8(100)	8.8(100)	24.8(100)	0	0
	CVEV	112.5(83)	9.0(113)	12.5(83)	76.0(90)	19.4(98)	8.9(102)	22.2(90)	4	18
	CTV-SY	58.3(48)	5.0(63)	11.7(77)	41.5(49)	16.0(81)	4.9(72)	9.0(38)	24	84

注) 供試苗は2年生台木に1986年2月に切り接ぎし、加温ガラス室で育成し、同年10月に調査した。

( ) 内数値は台木ごとにCTVフリー区を100としたときの比率を示す。

低い値であったが、3年後ではシクワシャー、カラタチ、トロイヤートレンジ台が発生度40~48と上昇し、さらにナツミカンやユズ台では発生度80と顕著な値を示した。

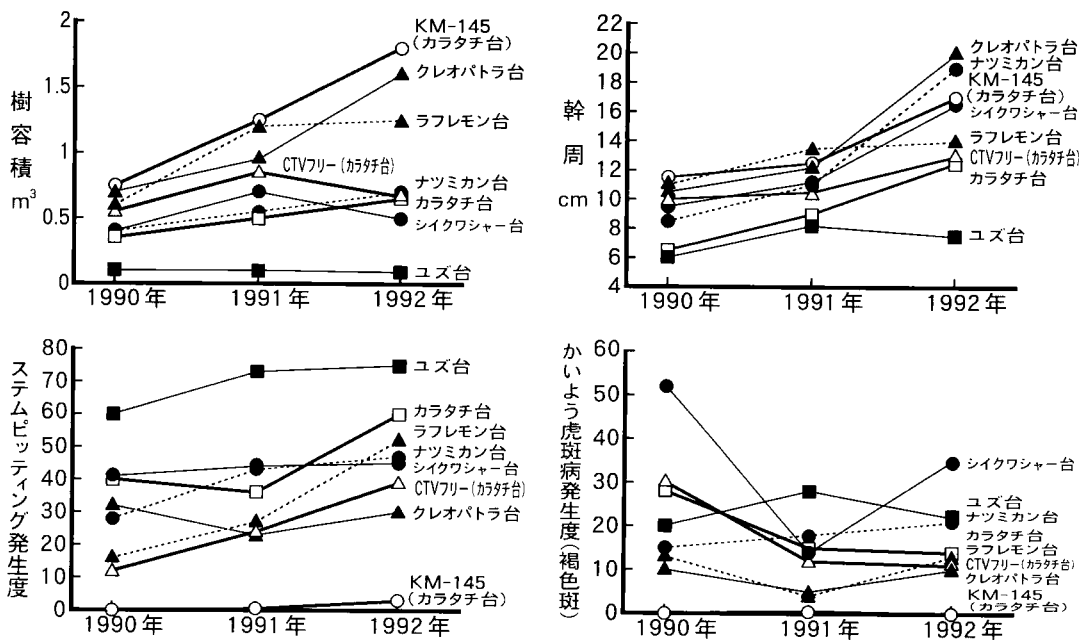
(2) 台木を異にした強毒CTV保毒宮内イヨの生育と発病

強毒CTV-SYを保有する宮内イヨを各種台木に接ぎ木し、圃場に定植し、栽培することで樹容積と幹周からみた樹体生育、SP形成及び果実のかいよう虎斑病発生を、定植後3~5年に亘って調査した。なお、対照としてカラタチ台のCTVフリー樹、同台の弱毒KM-145保有樹を栽植した。結果は第1図に示した。

台木別の生育を樹容積からみるとクレオパトラ台が最大で、次いでラフレモン>ナツミカン=カラタチ=シクワシャー>ユズとなり、ユズが最小であった。特に、ユズ台では定植3年後以降は樹容積の拡大は全く認められず、生育停止状態であった。初期生育の良好であったラフレモン台では定植4年後以降は樹容積の拡大はあまり認められず、シクワシャー台ではむしろ下降する傾向であった。一方、カラタチ台の弱毒KM-145樹はクレオパトラ台よりも生育が旺盛で、試験区の中では最大の値を示した。なお、カラタチ台のCTVフリー樹は定植後4年

目までは樹容積の拡大は比較的良好であったが、同5年目ではカラタチ台の強毒CTV-SY保有樹と全く同様の数値となった。幹周からみた台木別の生育では、クレオパトラ、ナツミカン、カラタチ台KM-145樹が良好であり、ユズ台が最小であった。なお、カラタチ台CTVフリー樹の幹周はカラタチ台強毒樹とほぼ同様な数値を示し、樹容積の拡大傾向とほぼ同様であった。

SP形成については、ユズ台が発生度70以上と最高の数値を示し、顕著であった。これに対して、クレオパトラ台は供試台木の中では最も低い発生度であり、調査年においてその上昇は殆ど認められなかった。一方、カラタチ台KM-145樹のSP形成は定植後4年目までは皆無であり、同5年目でも発生度2とわずかであった。なお、カラタチ台CTVフリー樹は定植後から増加し、同5年目では発生度35を示した。果実のかいよう虎斑病の発生については、黄色型病斑はいずれの台木でも100%認められたが、褐色型病斑は年次により上下する傾向が強く、シクワシャー台で発生度35、ユズ台で同25と高い数値を示した。これに対してクレオパトラ台が調査年を通じて発生度10と低い数値を示した。一方、カラタチ台KM-145樹は黄色型病斑では発生率7%と最も低く、また褐色型病斑は調査年を通じて全



第1図 強毒CTV保毒宮内イヨのステムピッキング、かいよう虎斑病発生に及ぼす台木の影響

く認められなかった。カラタチ台CTVフリー樹は黄色型病斑形成率が連年100%認められ、褐色型病斑は多発年で発生度30を示した。

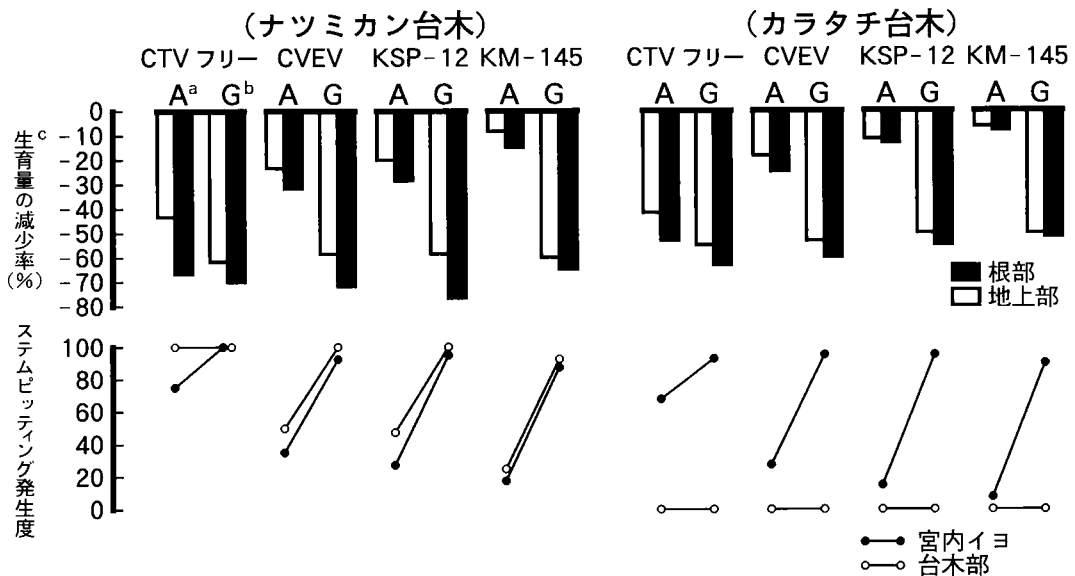
## 2. 強勢台木における干渉効果の実証

### (1) 強毒CTVの強制接種に対する干渉効果

台木にカラタチと強勢台木としてのナツミカンを用いたCTVフリーと第2図に示す3種の弱毒を保有する宮内イヨを供試樹として、これらに強毒CTV-SYを保有するミカンクロアブラムシの濃厚接種と強毒CTV-SY保有穂木の接ぎ木接種を行うことにより、ガラス室内での干渉効果を検討した。結果は第2図に示した。

アブラムシ接種による試験では、カラタチ台樹のSP発生度はKM-145が10以下と最も低く、次いでKSP-12が17であり、CVEEVが27と最も高かった。なお、アブラムシ接種のCTVフリー樹は発生度68であり、これに比べると供試弱毒保有樹の干渉効果は明らかに認められた。カラタチ台木そのもの

のSP形成はいずれの供試樹において全く認められなかった。一方、ナツミカン台樹でのSP発生度は、アブラムシ接種のCTVフリー樹では72とカラタチ台樹とほぼ同様な数値を示したが、KM-145で20, KSP-12で28, CVEEVで38となり、干渉効果は認められるものの、カラタチ台樹に比べてSP発生度が幾分高まる傾向が認められた。なお、ナツミカン台樹のナツミカン根部のSP形成も地上部(宮内イヨ)のSP形成の傾向に類似したが、いずれも発生度は高い数値を示した。アブラムシ無接種に対する生育量の減少率からみると、台木の種類を問わず弱毒保有樹は全てアブラムシ接種のCTVフリー樹に比べて減少率が低く、干渉効果が認められた。中でもKM-145樹に強い干渉効果が認められた。また、いずれの試験樹においてもナツミカン台の生育減少率がカラタチ台のそれを常に上回る傾向が認められた。



第2図 強毒CTV-SYの接種法の違いが台木を異にする弱毒宮内イヨ<sup>d</sup>の生育とステムピッチング形成に及ぼす影響

注) a : A : CTV-SY 保毒アブラムシの濃厚接種 (無翅虫 20 頭/苗)

b : G : CTV-SY 保毒穂木の接木接種

c : 各々のCTV-SY無接種に対する生育量(地上部又は根部)の減少率(%)を示す。

d : 供試樹は3年生の苗木に1983年8月にA, G接種し, 1985年10月に生育, ステムピッチングを調査した。

強毒穂木の接ぎ木接種試験では、カラタチ台樹とナツミカン台樹のSP形成はいずれの試験区でも激しく発生し、干渉効果が全く認められなかった。また、生育減少率もカラタチ台とナツミカン台では若干の差は認められるものの、強毒接種のCTVフリー樹の減少率と弱毒保有樹のそれとはほぼ同様な数値を示し、弱毒樹の干渉効果は全く認められなかった。

(2) ナツミカン台木における戸外での干渉効果

ミカンクロアブラムシの飛来する戸外のCTV自然感染条件下で、カラタチ台とナツミカン台の宮内イヨで第3表に示す弱毒保有樹の干渉効果を地上部生育量、台木部重量、SP形成、かいよう虎斑病発生

の点から検討するとともに、それらの果実品質を調査した。なお、対照として両台木のCTVフリーと強毒CTV-SY保有樹を設定した。樹体生育及びCTV発病に関する結果は第3表に、果実品質については第4表にそれぞれ示した。

地上部重量、台木部重量及び幹周を含めた生育量からみると、カラタチ台強毒CTV-SY樹が最も劣り、ナツミカン台KM-145樹が最も優れた。また、定植時CTVフリーのカラタチ台樹は幹周では最も劣る数値を示したが、地上部・台木部重量の点ではKM-145樹を除く他のカラタチ台弱毒保有樹と差はあまり認められなかった。なお、CTV保有の有無、強弱を問わずカラタチ台樹に比べてナツミカン台

第3表 カラタチ及びナツミカン台における弱毒宮内イヨ<sup>a</sup>の樹体生育と干渉効果

保有ウイルス	台木	幹周 (cm)	地上部重 (kg)	台木部重 (kg)	かいようこ斑病発病率(%) <sup>b</sup>			STEM <sup>®</sup> マッピング <sup>c</sup> 発生度		
					'89年	'90年	'91年	'89年	'90年	'91年
CTVフリー	カラタチ	12.2	2.4	2.2	18	100	100	24	44	60
	ナツミカン	15.0	2.6	2.5	28	100	100	30	44	56
CVEV (弱毒)	カラタチ	13.0	2.4	2.2	7	26	35	6	7	12
	ナツミカン	14.9	2.6	2.7	11	29	29	16	12	18
KM-145 (弱毒)	カラタチ	14.3	2.8	3.0	2	0	0	0	0	2
	ナツミカン	16.6	3.2	3.1	5	7	5	4	4	2
KSP-12 (弱毒)	カラタチ	13.7	2.6	2.4	4	5	5	4	4	8
	ナツミカン	15.0	2.6	2.8	4	7	9	8	8	12
CTV-SY (強毒)	カラタチ	12.6	1.8	1.5	58	88	100	60	84	60
	ナツミカン	14.0	2.4	2.3	68	100	100	84	100	82

注) a: 1985年6月に場内カンキツ栽培ほ場に隣接した所の径1mのコンクリートポットに定植した。

b: 黄色斑についての発病率を示す。

第4表 カラタチ及びナツミカン台木における弱毒宮内イヨ<sup>a</sup>の果実品質

保有ウイルス <sup>b</sup>	台木	果肉歩合 (%)	果形指数	可溶性固形物 (g/100ml)	クエン酸含量 (g/100ml)	甘味比	Brix	着色
CTVフリー	カラタチ	62	1.16	14.01	2.30	6.08	12.1	6.8
	ナツミカン	61	1.13	14.61	2.70	5.41	12.9	5.8
CVEV	カラタチ	60	1.17	13.39	2.02	6.63	11.9	6.3
	ナツミカン	61	1.14	12.54	2.30	5/45	11.0	5.4
KM-145	カラタチ	64	1.17	13.31	2.08	6.40	12.0	6.0
	ナツミカン	62	1.04	13.34	2.40	5.56	12.0	5.4
KSP-12	カラタチ	65	1.16	13.85	2.14	6.47	12.1	7.0
	ナツミカン	62	1.11	13.05	2.42	5.56	11.5	5.5
CTV-SY	カラタチ	64	1.20	14.07	2.42	5.81	12.3	7.2
	ナツミカン	62	1.17	14.42	2.58	5.59	12.9	5.8

注) a: 戸外のコンクリートポットに定植した6年生を供試した。

b: 定植時のウイルス保毒を示す。

樹の生育が優れる傾向にあった。

果実のかいよう虎斑病（黄色型病斑）については、定植時CTVフリー樹を含む全ての試験樹に発病が認められたが、いずれの弱毒保有樹もCTVフリー樹や強毒保有樹に比べて明らかに発病率が少なく、干渉効果が認められた。特に、両台木でのKM-145やKSP-12樹は発生率10%以下であり、CVEV樹の約30%に比べて強い干渉効果を示した。なお、台木別の発病率に関しては、弱毒保有樹では差は認められなかった。また、CTVフリー樹や強毒保有樹では調査初年度のナツミカン台でカラタチ台に比べてやや高い発病を示したが、その後はともに発病率100を示し、差は認められなかった。SP形成については、いずれの試験区も前述したかいよう虎斑病の発生とほぼ同様な傾向が認められ、弱毒保有樹ではナツミカン台、カラタチ台ともに干渉効果が認められた。なお、KM-145樹を除く他の試験区ではカラタチ台に比べてナツミカン台で発生度が高まる傾向が認められ、特に、強毒CTV-SY保有樹で明瞭であった。

果実品質については、いずれの試験区においてもナツミカン台はカラタチ台に比べてクエン酸含量が高く、甘味比が低下する傾向が認められた。特に、ナツミカン台の定植時CTVフリーや強毒樹では、可溶性固形物含量が多いとともにクエン酸含量も多い傾向が認められた。なお、弱毒保有樹はナツミカン台、カラタチ台ともに強毒樹に比べてクエン酸含量が低い傾向にあった。また、KM-145を除くカラタチ台の弱毒保有樹はナツミカン台のものに比べてBrix値が高い傾向にあった。着色についても甘味比の傾向に類似し、ナツミカン台がカラタチ台に比べて低い値を示したが、保有CTVの強弱による差は認められなかった。

(3) 各種台木における戸外での干渉効果

カラタチ、飛龍、グレープフルーツ、ユズ、ナツミカン、クレオパトラ、シイクワシャー及びラフレモンの計8品種の台木にCTVフリーと弱毒KM-145をそれぞれ保有する宮内イヨを芽接ぎし、ガラス室内で育成した後、ミカンクローブラムシの飛来する戸外の自然感染条件下で栽植し、弱毒保有樹の干渉

第5表 台木の種類が弱毒宮内イヨの収量、ステムピッチング（かいようこ斑病）発生及び樹体内CTV濃度に及ぼす影響

台木の種類	保有 <sup>a</sup> ウイルス	収量 (g)	1果平均量 (g)	横径 (cm)	かいようこ斑病 <sup>b</sup>		ステムピッチング <sup>c</sup> 形成		CTV濃度 (宮内伊予柑) <sup>e</sup>	CTV濃度 (グレープフルーツ) <sup>d</sup>
					発病率 (%)	発病度	形成率 (%)	形成度		
カラタチ	KM-145	6350	274.6	9.3	40.0	8.0	0	0	0.11	0.13
	CTVフリー	4260	224.2	8.6	100	68.0	100	44.0	0.84	1.29
飛龍	KM-145	5920	240.8	9.0	40.0	8.0	0	0	0.12	0.13
	CTVフリー	700	175.0	8.4	100	70.0	100	68.0	1.34	1.23
グレープフルーツ	KM-145	6150	267.4	9.4	40.0	16.0	20	4.0	0.31	0.13
	CTVフリー	0	-	-	-	-	100	86.7	1.19	1.29
ユズ	KM-145	5720	275.3	9.3	60.0	12.0	0	0	-	-
	CTVフリー	0	-	-	-	-	100	68.0	-	-
ナツミカン	KM-145	5400	270.0	9.3	80.0	12.0	20	4.0	0.30	0.13
	CTVフリー	3800	253.3	9.1	100	68.0	100	44.0	1.16	1.29
クレオパトラ	KM-145	5650	291.8	9.5	40.0	8.0	0	0	0.12	0.13
	CTVフリー	3900	268.6	9.2	100	44.0	100	28.0	0.46	1.27
シイクワシャー	KM-145	4750	295.8	9.4	40.0	8.0	0	0	0.12	0.13
	CTVフリー	2405	218.2	8.4	100	76.0	100	52.0	1.31	1.27
ラフレモン	KM-145	6210	302.3	9.5	40.0	8.0	0	0	0.12	0.13
	CTVフリー	5100	266.4	8.8	100	68.0	100	44.0	0.47	1.25

注) a: 定植時(1992年3月)のウイルス保毒を示す。

b: 黄色型病斑について調査した。

c: 宮内イヨの葉についてELISA検定したもので、数値は吸光度(OD.405)を示す。

d: 実生から育成したCTVフリーのグレープフルーツ苗に各区の宮内イヨ穂木を接木接種(1993年8月)し、ELISE検定を実施したもので、数値は吸光度(OD.405)を示す。



効果を収量性、SP形成、かいよう虎斑病発生の点から検討した。さらに、宮内イヨの樹体内CTV濃度と試験樹の芽組織をCTVフリーのグレープフルーツに接ぎ木接種したもののCTV濃度をELISA法で測定した(ただし、いずれもユズ台のものは検定しなかった)。結果は、第5表に示した。

収量性からみると、定植時CTVフリーであった宮内イヨは弱毒KM-145に比べて全ての台木で収量、1果平均重、果実横径が劣った。特に、ユズ、グレープフルーツ台では全く着果せず、飛龍台も小玉果が多く、著しい減収であった。一方、クレオパトラ、ラフレモン、ナツミカン台では定植時CTVフリー樹と弱毒保有樹との1果平均重の差が比較的小さい傾向にあった。なお、KM-145保有樹を台木別にみると、シイクワシャー台で収量が少ない傾向にあったが、それ以外の台木では数値的な差は殆ど認められなかった。

SP形成からみると、弱毒保有樹はグレープフルーツとナツミカン台でわずかに認められたが、それ以外の台木では全く認められず、高い干渉効果が実証された。これに対し、定植時CTVフリー樹は全ての台木で強度のSPが認められた。この中では、クレオパトラ台はSP発症度が比較的低い傾向を示した。かいよう虎斑病(黄色型病斑)の発生は、全ての供試樹に認められたが、KM-145樹が定植時CTVフリー樹に比べて著しく軽度であり、台木の種類を問わず干渉効果が認められた。

供試宮内イヨの樹体内CTV濃度については、弱毒保有樹はグレープフルーツ、ナツミカン台でELISA検定の吸光度が0.3とわずかに陽性反応を認めたが、それ以外の台木では吸光度0.1で全て陰性であった。一方、定植時CTVフリー樹はクレオパトラ、ラフレモン台で吸光度0.5未満とやや低いCTV濃度を示したが、それ以外の台木では吸光度0.8以上を示し、明らかに高濃度のCTVが検出された。また、グレープフルーツ樹体内でのCTV濃度については、台木の種類を問わず全ての弱毒樹からは検出されなかったが、定植時CTVフリー樹からは全て高い濃度で検出された。

## 考 察

今日まで、わが国でカラタチ台木が主として用いられてきたのは、木原(1980)によれば種子の入手が容易で生育の揃った実生が得られやすいこと、

ウンシュウミカンとの親和性が良く、結果期に早く達し、豊産性で果実品質が優れること等の利点を有していることから苗木生産業者の適性であったことが積極的な理由とされている。このようなことからウンシュウミカンではカラタチ台木での接ぎ木栽培を進めるべきとの評価が既に下されている。池田(1988)によればウンシュウミカン樹はサワーオレンジ台では3年で枯死し、ユズ台では著しい生育不良を起こす。氏は、今後ウンシュウミカン高糖系統の遺伝性を連年発揮させるためにはカラタチの系統・育種が緊急であると力説している。また、山田・田中(1966)は、ウンシュウミカンに広く潜在しているCTVがサワーオレンジ台スイートオレンジには激しい黄化症状を発現させるのに対してカラタチ台のものには生育障害を起こさないことを明らかにしている。なお、カラタチそのものはCTVに対して免疫性であるとされている(Tanaka *et al.*, 1971)が、吉田(1984)によるとカラタチの一部系統(小葉系C等)にはCTV感受性のもも報告されている。

宮内イヨの栽培においても、使用する台木はカラタチ台が殆どであり、高接ぎ栽培時における中間台としてナツミカンやウンシュウミカン等の例を除けばカラタチ以外の台木品種の使用例は皆無に等しい。しかし、強毒CTV-SYを保毒した宮内イヨは、SP発症度の高まりとともに光合成産物の転流が阻害され(橘ら, 1989)、収量が低下し、特に高接ぎ栽培では樹齢が増すとともに減収が明瞭となる(橘ら, 1993)。これに加えて、OLDが発生し、果実の商品性が著しく損なわれる(大森ら, 1985)。強毒CTVを病原とするSP病やOLDの防止対策としては、カラタチ台の宮内イヨでは弱毒ウイルスの干渉効果を利用した方法が有効であることが実証されており(橘ら, 1991)、実際栽培での弱毒ウイルスの導入例が亀谷(1994)によって紹介されているが、カラタチ以外の台木を用いた場合については検討されていない。このため、本研究では宮内イヨのSP病、OLDの発生に及ぼす台木とCTVの影響を検討するとともに、各種台木における弱毒ウイルス保有樹の干渉効果を強毒CTV接種や野外のCTV自然感染条件下で検討した。

台木の種類とCTV罹病性との関係を検討するため、2年生台木でCTVフリー、弱毒CVEV、強毒CTV-SYをそれぞれ保有する宮内イヨ苗(1年生)

を用いてガラス室内で生育，SP形成を調査した。CTVフリー苗の台木別生育は弱毒CVEV苗とほぼ同等であり，ラフレモン>シクワシャー>ナツミカン>トロイヤートレンジ>カラタチ>ユズの順であった。しかし，強毒CTV-SY苗の生育はこれらに比べて明らかに劣り，特にユズ台では枝総伸長量や根重で50%以上の生育減少が認められた。このように接ぎ木後1年未満の初期生育の段階でも，台木の種類によっては著しい生育の差異が認められることは注目すべき結果であり，特にユズは台木として基本的に不適合であると指摘できる。なお，SP発生度は育成1年目ではユズを含めていずれの台木も必ずしも高くなく，SP形成の台木生育に及ぼす直接的影響は苗木段階では明らかでなかった。しかし，ガラス室内で保存した強毒宮内イヨ苗の3年後のSPは，ユズやナツミカン台で発生度80以上を示しており，台木間によってSP形成にかなりの相違が認められた。

強毒CTV-SYを保有する宮内イヨで6種の台木を使用して，圃場に定植し，3~5年後に樹体生育とCTV発病を検討した。樹体生育ではクレオパトラ台が最大で，次いでラフレモン>ナツミカン=カラタチ=シクワシャー>ユズの順であり，クレオパトラを除いて前述したガラス室内の宮内イヨ苗の生育状況とほぼ類似した関係が認められ，特にユズ台では定植後3年目以降は生育停止状態であった。なお，定植後の初期生育が良好であったラフレモン台では4年目以降は樹容積の拡大はあまり認められず，シクワシャー台ではむしろ下降する傾向であった。この結果は，吉永ら（1982）が実施した大谷イヨ（1~2年生）の台木探索試験でラフレモンやシクワシャー台に比べてクレオパトラ台の生育が不良であったとした結果とはかなり異なっており，今後，試験年次や品種の違い，さらにはCTV保有系統の違いを含めて検討する必要があると思われる。CTV発病についてはユズ台がSP発生度70と著しかったのに対してクレオパトラ台がSP，OLDともに発生度が低い傾向を示した。なお，カラタチ台のCTVフリー樹も同様に供試したが，定植5年後ではクレオパトラ台の強毒CTV樹より樹体生育が劣り，SP形成が上回り，定植後3年以降から強毒CTVの自然感染が推察された。この事実は，高原ら（1983）によっても同様認められており，圃場栽植の高樹齡樹ではCTV-SYが高頻度に

検出される状態にあるため（Koizumi, 1991），CTVフリー樹の圃場における強毒系汚染の危険性が指摘される。また，同様に試験したカラタチ台の弱毒KM-145樹は，樹体生育が優れ，CTV発病も無~極めて少発生に推移し，高い干渉効果が認められた。KM-145は血清学的にCTVが検出されず，Protective factorは依然として不明なものであるが，カラタチ台ネーブルオレンジではKoizumi *et al.* (1991)が，カラタチ台宮内イヨでは橋ら（1991）がSP病防除に有効であることを明らかにしており，本試験でも同様な結果が得られた。

弱毒3種をそれぞれ保有するナツミカン台とカラタチ台の宮内イヨ苗の干渉効果を強毒CTVを強制接種することによりガラス室内で検討した。強毒CTV-SYを保有するミカンクロアブラムシを多頭接種した結果，両台木ともに干渉効果はKM-145>KSP-12>CVEVの関係となり，KM-145が最も高い効果を示した。なお，同様にした試験樹を野外のポットで栽培し，干渉効果を検討した結果も弱毒の干渉効果はガラス室内アブラムシ接種とほぼ同様な関係が認められた。KSP-12は川野ナツミカンの栽培樹から得られた弱毒CTV-SPであり（大森ら，1979），カラタチ台とともにナツミカン台の宮内イヨにも防除上有効であることが明らかにされた。CVEVはハッサク弱毒として著名なHM-55が弱毒CTVとともに保有するペインエネーションウイルスである（Sasaki, 1979）。Sasaki（1981）によればCVEVは，ハッサクやユズ上ではCTVに対して干渉効果を示すことが報告されている。しかし，本試験の結果では，CVEV保有樹は両台木ともに，SP形成の発生度が他の弱毒に比べて高く，特に果実のOLD発生度が明らかに高いことから，宮内イヨでの干渉効果は低かった。このため，CVEVは実用面で利用においては問題があると思われる。なお，強毒CTV-SYを接ぎ木接種した場合には両台木のいずれの弱毒保有樹も無接種に比べて生育量の減少が著しく，SP発生度も100近くに近くなり，干渉効果が全く認められなかった。したがって，弱毒穂木をCTV強毒保有樹上で高接ぎ増殖したり，高接ぎ栽培に利用することは無意味なもので厳禁である。野外ポット栽培の試験樹の果実品質については，いずれの試験区においてもナツミカン台はカラタチ台に比べてクエン酸含量が高く，甘味比が低下する傾向が認められた。また，両台

木において定植時CTVフリーや強毒CTV-SY保有樹は可溶性固形物含量、クエン酸含量がともに多いのに対して弱毒保有樹はクエン酸含量が低い傾向にあった。台木と果実品質については、高原ら(1986)が大谷イヨにおいてラフレモン台で品質が劣ることを、Levy & Mendel (1982)がネーブルオレンジにおいてラフレモン台で果実の酸含量が明らかに低くなることを報告している。また、CTVの強弱と果実品質については、橋ら(1994)は隔離網室内で栽培しているカラタチ台の強毒CTV保有のワシントンネーブルや宮内イヨが弱毒樹に比べてともにクエン酸含量が高くなる事実を報告している。このように、果実品質、特に糖、酸含量については台木の種類だけでなく、地上部品種やCTV保毒系統によって強く変動するため、結果期に達した樹でも影響を検討するには長期の観察が必要であると思われる。

上述したようにカラタチ台またはナツミカン台の弱毒KM-145保有宮内イヨは、CTV発病(SP形成やOLD発生)が少なく、高い干涉効果を示すばかりでなく、樹体生育や果実品質も良好であることから、弱毒ウイルスの代表として選出し、8種の台木でCTVフリー樹と比較し、屋外のポット栽培で収量性、干涉効果及び樹体内CTV濃度を検討した。定植時にCTVフリーであった全ての台木の樹は弱毒KM-145樹に比べて収量、1果平均重、果実横径がともに劣った。特に、ユズ、グレープフルーツ台は全く着果せず、飛龍台は著しい小玉となったので、これら台木を使用した宮内イヨの経済栽培は不可能と思われる。定植後3年近くを経過したCTVフリー樹は、全ての台木で強毒CTVが検出され、樹体内濃度もクレオパトラ台を除いて著しく高かった。一方、弱毒KM-145保有樹は、全ての台木でSPが無〜微発生、OLDも発生度が低く、樹体内CTV濃度も殆ど検出されなかったことから、アブラムシによる強毒CTVの自然感染状況下でも台木の種類を問わず安定した干涉効果が維持されるものと考えられる。これらの結果は、高原ら(1986)が実施した結果、すなわちカラタチ、ラスクシトレンジ、キャリゾシトレンジ台の宮内イヨでも弱毒に比べて強毒系CTV樹の生育が不良であった点に類似した。なお、同様の試験で、供試した弱毒の一部の樹では樹体内CTV濃度が高く、CTV発病抑制力が弱いとされる例が認められているが、著者等の試験では

KM-145の干涉効果は安定的であった。

以上から、宮内イヨの樹勢強化のみを狙いとした台木の選抜においては、樹体生育(樹容積、幹周)やSP形成の点からクレオパトラ台が良好であることが明らかとなった。しかし、クレオパトラ台を使用した場合でも、果実のOLDは中程度に発生し、商品性を低下させるため経済栽培としては大いに問題が残る。そのため、弱毒ウイルス、特にKM-145を保有した宮内イヨでカラタチ台またはクレオパトラ台を使用して栽培するのが適切と判断された。

## 摘 要

宮内イヨのステムピッチング(SP)病、かいよう虎斑病(OLD)の発生に及ぼすトリステザウイルス(CTV)と台木の影響を検討するとともに、CTVの自然感染条件下である野外でカラタチをはじめとする数種の台木における弱毒ウイルス保有樹の干涉効果を検討した。

(1) 2年生台木の宮内イヨ苗(1年生)の生育は、CTVの保毒に関係なくラフレモン>シイクワシャー>ナツミカン>トロイヤーシトレンジ>カラタチ>>ユズ台の順であった。

CTV保毒の関係ではCTVフリーと弱毒CUEV保有苗では生育に明瞭な差は認められなかったが、強毒CTV-SY保有苗では生育が明らかに劣り、特にユズ台で顕著であり、SP形成も激しかった。

(2) 6種の台木に接いだ強毒CTV保有の宮内イヨを圃場に栽植した結果、樹体生育ではクレオパトラ台が最大で、ユズが最小であった。果実のOLD発病では、黄色型病斑はいずれの台木も100%発生したが、褐色型病斑はクレオパトラ台の発生度が最も低かった。SP形成はユズ台で顕著であり、クレオパトラ台で最も軽い傾向であった。一方、カラタチ台の弱毒KM-145はOLD、SP発生がともにわずかであり、高い干涉効果を有した。

(3) ナツミカン台とカラタチ台の弱毒3種を保有する宮内イヨ苗に強毒CTVアブラムシを多頭接種した結果、全ての弱毒苗で干涉効果が認められ、特にKM-145が高い効果を有した。なお、SP形成がカラタチ台に比べてナツミカン台でやや高い傾向にあった。

また、強毒CTVを保有する穂木の接ぎ木接種では、カラタチ台とナツミカン台のSP形成はいずれの弱毒苗も激しく、干涉効果は全く認められなかつ

た。

(4) ナツミカン台とカラタチ台の弱毒3種を保有する宮内イヨを戸外で栽培し、CTVフリー、CTV-SY保有樹との対比で干渉効果を検討するとともに果実品質を調査した。弱毒保有樹の干渉効果は全ての試験樹で確認され、ナツミカン台、カラタチ台ともにKM-145>KSP-12>CVEVの関係が認められた。一方、定植時CTVフリー樹は定植6年後には両台木ともに激しいSPとOLDを形成し、強毒CTV-SYとはほぼ同様の発病であった。果実品質については、ナツミカン台がカラタチ台に比べてクエン酸含量が高く、甘味比、着色が低下する傾向にあった。なお、弱毒保有樹はナツミカン台、カラタチ台ともに強毒CTV-SY樹に比べてクエン酸含量がやや低い傾向にあった。

(5) CTVフリーと弱毒KM-145を保有する宮内イヨを8種の台木で戸外に栽培し、収量性、干渉効果、樹体内CTV濃度を検討した。収量性については、定植時CTVフリー樹は弱毒樹に比べて全ての台木で収量、1果平均重、果実横径が劣った。特に、ユズ台、グレープフルーツ台は全く着果せず、飛龍台は著しい小玉であった。弱毒樹は全ての台木でOLD発生度が低く、SP形成も無〜微発生であり、高い干渉効果を実証され、樹体内CTVも殆ど検出されなかった。一方、CTVフリー樹はクレオパトラ台で中度のSP形成がみられたが、それ以外では激しい発生度を示し、CTV濃度も著しかった。

## 引用文献

池田富喜夫(1988): 柑橘の高品質果をもたらす樹体生理と根系の重要性. 果樹園芸, 5: 6~9.

亀谷満朗(1944): 弱毒ウイルスによるウイルス病防除. 農業及び園芸, 69, 1: 137~14.

木原武士(1980): 柑橘の台木. 果樹園芸, 8: 22~29.

Koizumi, M.(1991): Citrus tristeza virus field isolates from declined or dwarfed citrus trees in Japan. *In Proc.11th Conf. IOCV.*: 25~30.

Koizumi, M., S. Kuhara, H. Ieki, T. Kano, A. Tanaka and T. Iwanami (1991): A report of preinoculation control stem pitting disease of Navel orange in fields up to 1989. *In Proc.11th Conf. IOCV.*: 125~

127.

久原重松(1980): 酵素結合抗体法(ELISA)による植物ウイルス病の診断. 植物防疫, 34(3): 29~35.

Levy, Y. and K. Mendel (1982): Tree development, yield, and fruit quality of two orange cultivars on three rootstocks in the Negev Region of Israel. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 107: 1001~1004.

大森尚典・石井卓男・松本英紀(1979): 川野ナツカンのステムピットINGの発生程度と果実肥大の関係. 愛媛果樹試研報, 7: 45~49.

大森尚典・松本英紀(1975): カンキツウイルス不活化のための苗木の熱処理の効果. 日植病報, 41: 99.

大森尚典・橋泰宣・佐川正典・矢野隆(1985): Tristeza virus (seedling yellows) の感染によるイヨカンかいよう性こ斑症の発現. 日植病報, 51: 81.

坂井堅・佐々木篤(1968): ハッサク萎縮病 3. 各種根接ぎがハッサクの生育ならびに萎縮病発生に及ぼす影響. 広島果試報, 28: 17~26.

Sasaki, A.(1979): Control of hassaku dwarf by preimmunization with mild strain. *Rev. Plant Prot. Res.*, 12: 80~87.

Sasaki, A.(1981): Further evidence of protective interference between citrus vein enation and tristeza viruses. *Bull. Hiroshima Fruit Tree Expt. Sta.* 19~24.

Schneider, H., A. A. Bitancourt and V. Rossetti (1947): Similarity in the pathological anatomy of quick-decline and tristeza diseased orange trees. *Phytopathology*, 37: 845~846.

重田進・安楽又純(1988): 宮内イヨにおけるステムピットINGの発生程度と生育、収量、品質との関係. 山口農試研報, 40: 74~79.

橋泰宣・石井卓男・渡部悦也(1993): 温州高接ぎ宮内イヨのステムピットINGの発生程度と収量の関係. 四国植防, 28: 55~59.

橋泰宣・大森尚典・佐川正典・渡部悦也・高橋啓次・三好孝典(1991): 弱毒ウイルス利用によるイヨ、宮内イヨのかいよう虎斑病及びステムピットING病の防除. 愛媛果樹試研報, 10: 45~56.

- 橘泰宣・高木信雄・佐川正典 (1989) : 強毒及び弱毒トリステザウイルス保毒が宮内伊予柑とハッサク樹の<sup>13</sup>C標識光合成産物の転流に及ぼす影響. 園芸学会 (秋季大会) 研究発表要旨 : 84~85.
- 橘泰宣・渡部悦也・三好孝典 (1993) : 宮内伊予柑のステムピッチング病, かいよう虎斑病の発生に及ぼすトリステザウイルスと台木の影響. 日植病報, 59 (1) : 66.
- 橘泰宣・渡部悦也・三好孝典 (1994) : 隔離栽培における弱毒ウイルス保有のワシントンネーブル, 宮内イヨの収量及び果実品質について. 日植病報, 60 (3) : 399.
- 高原利雄・広瀬和栄・小野祐幸・吉永勝一 (1983) : 宮内伊予柑のかいよう性こはん病に関する研究 (第1報) 各種台木におけるCTVとかいよう性こはん病との関係. 園芸学会 (春季大会) 研究発表要旨 : 44~45.
- 高原利雄・小野祐幸・岩垣功 (1986) : 大谷伊予柑の台木探索試験 (第3報) 各種台木における生育と収量及びCTV調査結果. 園芸学会 (秋季大会) 研究発表要旨 : 20~21.
- 高原利雄・小野祐幸・岩垣功・吉永勝一・広瀬和栄・河瀬憲次 (1986) : 宮内伊予柑のかいよう性こはん病に関する研究 (第2報) CTVとの関係と対策について. 園芸学会 (春季大会) 研究発表要旨 : 4~5.
- Tanaka, H., S. Yamada and J. Nakanishi (1971) : Approach to eliminating tristeza virus from Citrus trees by using trifoliate orange seedlings. 園試報, B11 : 157~166.
- 山田峻一・田中寛康 (1966) : 温州ミカンに潜在する tristeza virus. 日植病報, 32 : 83.
- 吉田俊雄 (1984) : カラタチにおけるカンキツトリステザウイルスに対する感受性の遺伝様式の解明. 園芸学会 (秋季大会) 研究発表要旨 : 12~13.
- 吉永勝一・河瀬憲次・高原利雄・小野祐幸・広瀬和栄・新郷直宏 (1982) : 大谷伊予柑の台木探索試験 (第1報) 大谷伊予柑の生育に及ぼす各種台木の影響. 園芸学会 (春季大会) 研究発表要旨 : 4~5.
- Wallace, J. M. (1959) : Tristeza disease investigation, an example of progress through cooperative international research. *In Proc. 1st Conf. IOCV.* : 29~33.
- William S. Castle and R. L. Phillips (1980) : Performance of 'Marsh' grapefruit and 'Valencia' orange trees on eighteen rootstocks in a closely spaced planting. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 105 : 496~499.
- Wutscher, H.K. (1982) : The influence of medium heterogeneity and three rootstocks on growth and nutrient levels of greenhouse-growth 'Valencia' orange trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 107 : 235~239.