

# カンキツウイロイドⅢ接種が‘宮川早生’ウンシュウミカンの 樹体成長と果実品質に及ぼす影響

河野 貴幸<sup>1)</sup>・水谷 房雄<sup>1)</sup>・佐山 春樹<sup>2)</sup>  
高柳 直幸<sup>3)</sup>・佐野 輝男<sup>4)</sup>

Effects of *Citrus viroid III* (CVd-III) infection on tree growth and  
fruit quality of ‘Miyagawa-wase’ satsuma mandarin

Takayuki Kono, Fusao Mizutani, Haruki Sayama, Naoyuki Takayanagi and Teruo Sano

## Summary

Effects of inoculation of *Citrus viroid III* (CVd-III) on tree growth and quality of harvested fruit were investigated in ‘Miyagawa-wase’ satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) grafted on trifoliate orange (*Poncirus trifoliata*). Inoculation reduced tree growth and the tree was dwarfed without any pathogenic symptoms. Fruit size was slightly smaller in inoculated trees. Yield per tree was lower in the inoculated trees but yield per hectare can be compensated by high density planting. The inoculation seemed to enhance rind coloration and to increase the ratio of flesh to rind representing edible portions. Both Brix and titratable acidity in the harvested fruit were higher in the inoculated trees. Therefore, inoculation of CVd-III is useful for tree dwarfing and enrichment of Brix and titratable acidity in ‘Miyagawa-wase’ satsuma mandarin grafted on trifoliate orange.

## 緒 言

これまでに病理学的な観点から、ウイルスやウイロイドがカンキツの成長に影響を及ぼし、これらが複合感染した場合には樹勢や収量が低下することが報告されている<sup>4)</sup>。しかしながら、一方では弱毒系を人工的に植物に感染させて、植物に抵抗性を持たせるといった栽培面でプラスになる利用方法も開発されている。果樹栽培では、農作業の軽減という観点から小樹化や矮化栽培についての関心が高まってきている。ウイロイドが感染したカンキツ樹の成長が抑制されることから、ウイロイドを積極的に接種して樹を矮化させる高密度植栽培が試みられてきている<sup>1, 2, 7, 10)</sup>。本研究では、カンキツウイ

---

1) 愛媛大学農学部

2) キッコーマン研究開発本部

3) 日本アルモンテ商品技術開発部

4) 弘前大学農学生命科学部

ロイドⅢ (CVd-Ⅲ) をウンシュウミカン ‘宮川早生’ に接種し、樹体成長と果実品質に及ぼす効果を調査したので報告する。

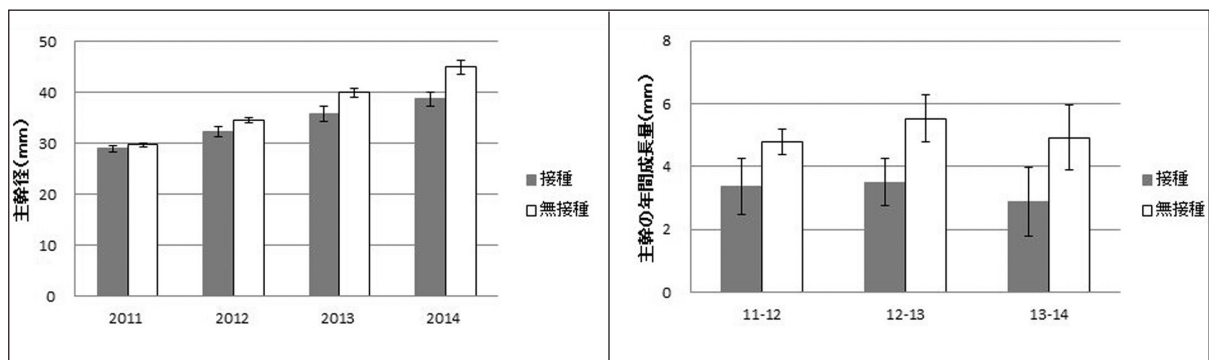
## 材料及び方法

キッコーマン研究開発本部のガラス室で、10号のポットに植えた1年生カラタチ台ウンシュウミカン ‘宮川早生’ にCVd-Ⅲを接種し、3年間養成した。2008年10月に、4年生の無接種個体15本と接種個体11本を愛媛大学農学部附属農場に移送し、露地に栽植した。接種個体についてCVd-Ⅲの感染を確認したところ、11個体中4個体しか感染していなかったため、感染が確認された個体から芽を取り、感染が確認できなかった個体に1樹当たり4箇所芽接ぎを行って再度接種した。2011年と2014年、接種個体について新梢を採取し、逆転写-PCR検定を行って、感染の有無を確認した (CVd-Ⅲ特異的プライマー CVd-3HとCVd-3Cを使用) ところ、2011年には8個体が、2014年には全ての個体で感染が確認された。2011年から2014年にかけて無接種個体と感染が確認された全ての個体 (無接種樹15本、接種樹11本) について、樹体成長や果実品質について調査を行った。樹体成長については、接ぎ木部の上部5cmの主幹部に印をつけ、毎年直径を計測した。収穫果実の糖度はデジタル糖度計で、酸度は果汁0.5mlについて0.1N NaOHで中和滴定をした後、クエン酸当量に換算した。果皮の着色度については、外観から、0 (緑色でオレンジの着色無し) から10 (完全に脱緑し、全体がオレンジ色) のスコアを与えて評価した。

## 結果及び考察

### (1) 樹体成長の推移

2011年から2014年までの主幹直径の推移を第1図に示した。接種区の主幹直径は無接種区より小さく、また経年的にその差が大きくなる傾向が見られた。1年毎の肥大量も接種区では無接種区に比べて抑制された。第2図に2012年11月に撮影した典型的な樹の生育状態を示した。接種区では樹体の矮化が顕著に見られた。



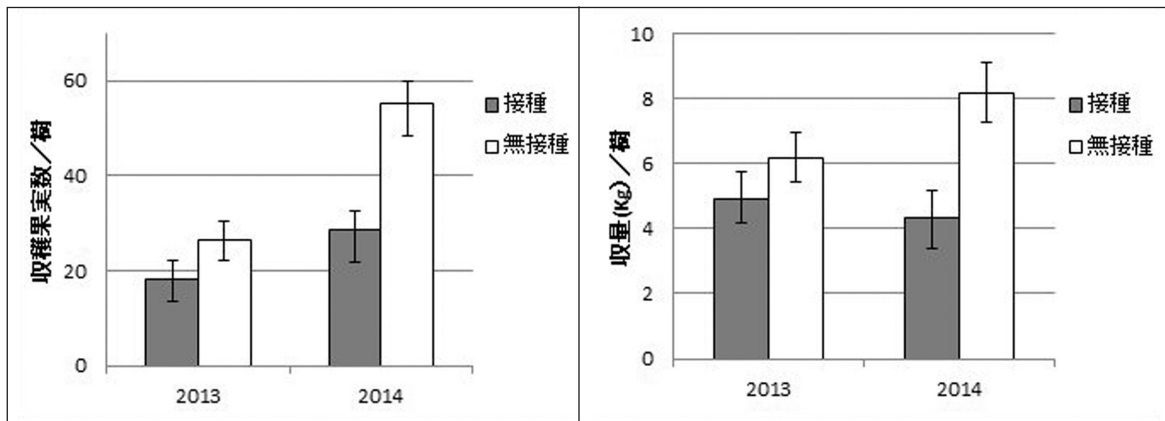
第1図 CVd-Ⅲ接種が ‘宮川早生’ ウンシュウミカンの主幹部の肥大成長に及ぼす影響 (図中のバーは標準誤差を示す 接種 n =11 無接種 n =15)



第2図 CVd-Ⅲ接種が‘宮川早生’ウンシュウミカンの樹体成長に及ぼす影響  
(A：無接種樹、B：接種樹 2012年11月22日撮影)

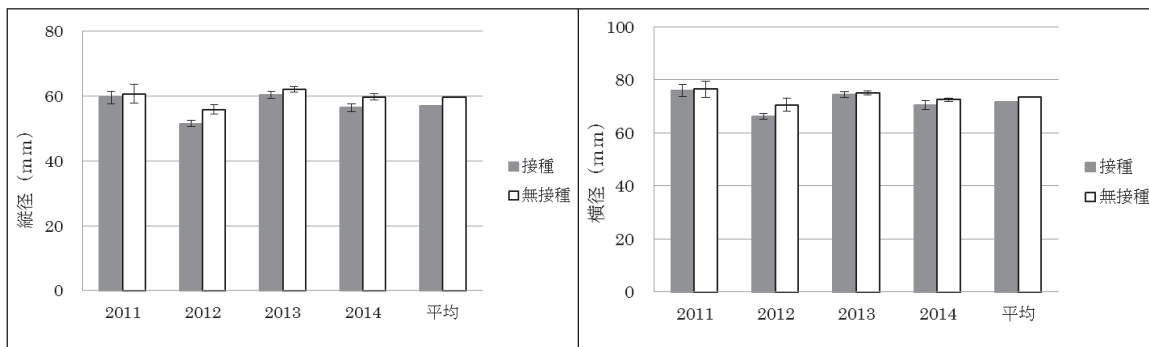
(2) 収量と収穫果実の品質

2013年と2014年ともに収穫果実数と収量は接種区で低かった（第3図）。

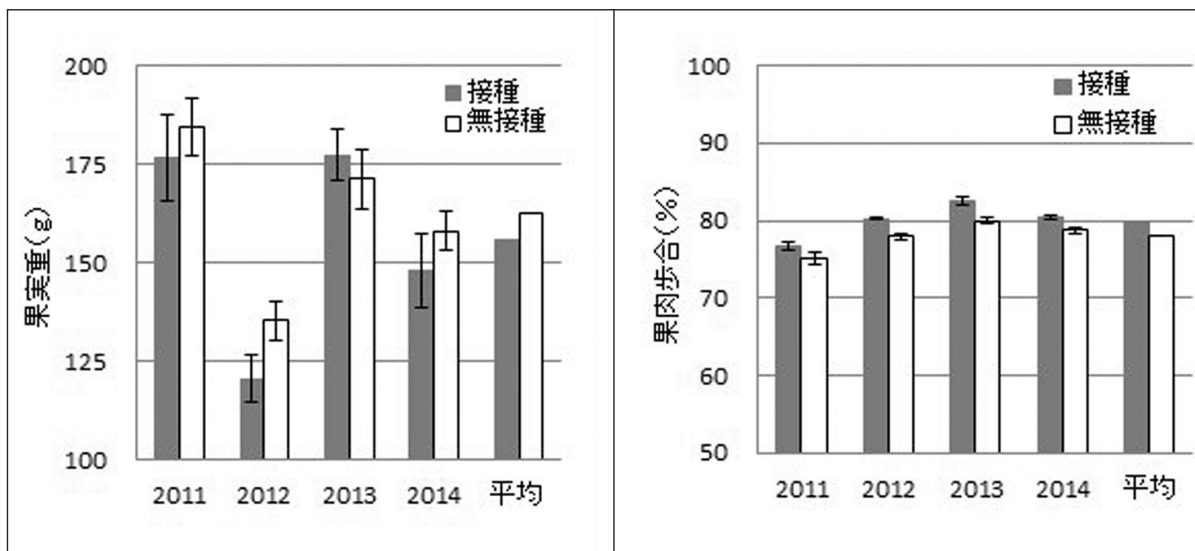


第3図 CVd-Ⅲ接種が‘宮川早生’ウンシュウミカンの1樹当たりの収穫果実数と収量に及ぼす影響  
(図中のバーは標準誤差を示す 接種 n =11 無接種 n =15)

収穫果実の縦径、横径を第4図に示した。無接種区に比べて接種区で果実のサイズは小さくなる傾向が見られた。果実重も、2013年度を除いて他の年では接種区で小さい傾向が認められた（第5図）。一方、果肉歩合では接種区が大きくなった（第5図）。このことは、接種区では果皮が薄くなり、可食部分が多くなったことを示している。

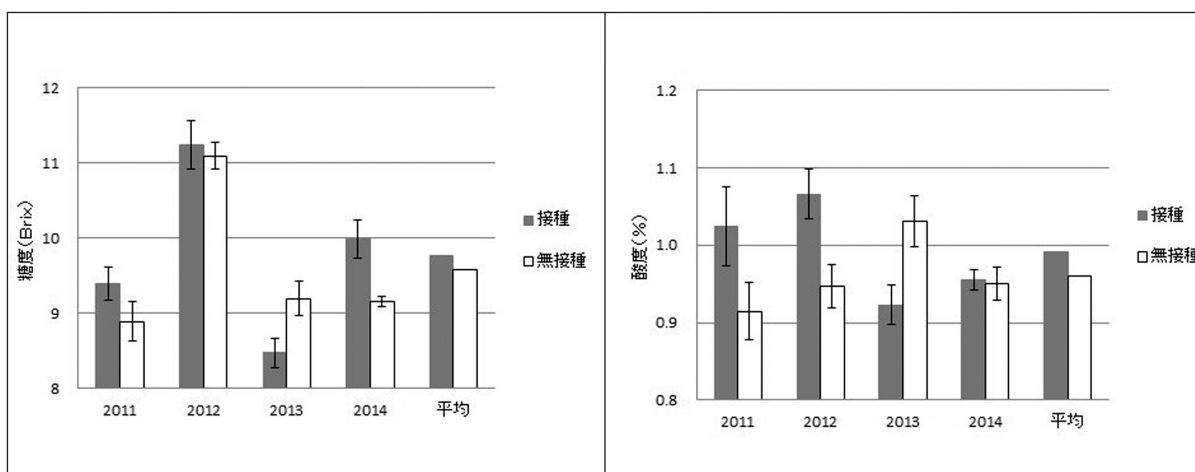


第4図 CVd-Ⅲ接種が‘宮川早生’ウンシュウミカン収穫果実の縦径、横径に及ぼす影響  
(図中のバーは標準誤差を示す 接種 n =11 無接種 n =15)

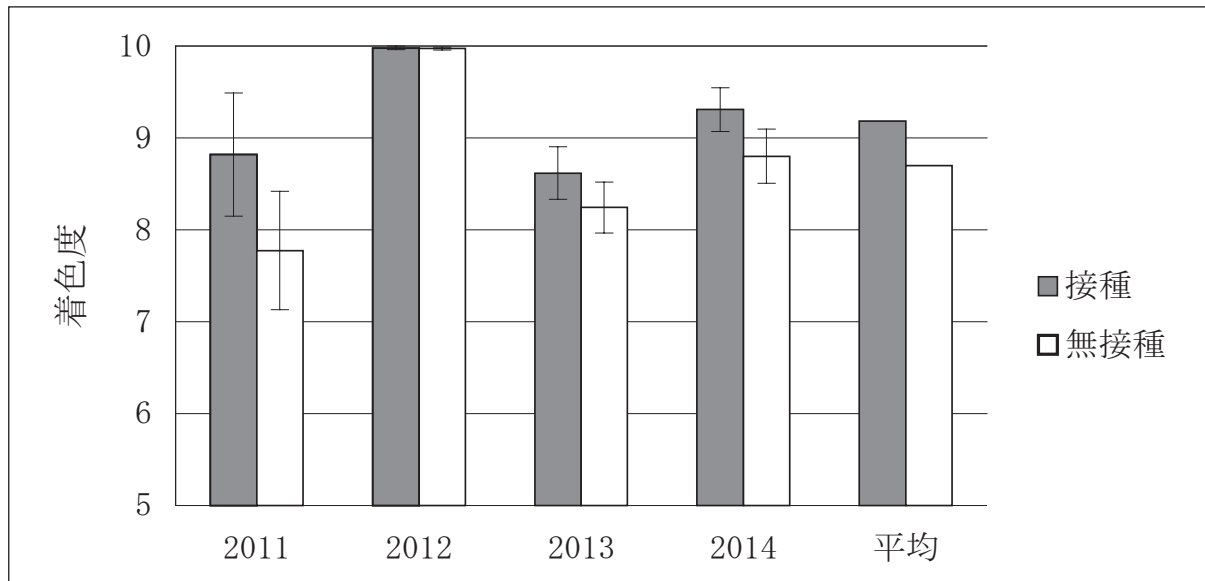


第5図 CVd-Ⅲ接種が‘宮川早生’ウンシュウミカン収穫果実の果実重、果肉歩合に及ぼす影響  
 (図中のバーは標準誤差を示す 接種 n=11 無接種 n=15)

収穫果実の糖度と酸度を第6図に示した。2013年度を除いて他の年度では、接種区は無接種区より糖度も酸度も高く、味が濃厚になった。果皮の着色は接種区で早くなる傾向が見られ(第7図)、CVd-Ⅲ接種によって成熟が早められたと考えられる。



第6図 CVd-Ⅲ接種が‘宮川早生’ウンシュウミカン収穫果実の糖度、酸度に及ぼす影響  
 (図中のバーは標準誤差を示す 接種 n=11 無接種 n=15)



第7図 CVd-Ⅲ接種が‘宮川早生’ウンシュウミカン収穫果実の着色度に及ぼす影響  
 (図中のバーは標準誤差を示すn = 5、着色度は0 [緑色でオレンジの着色無し] から10 [完全に脱緑し、全体がオレンジ色] のスコアで表した。)

本研究では、CVd-Ⅲを接種した個体では、他のカンキツウイルス感染で観察されているような台木の剥皮などの病害症状は見られなかった。このことに関連して、Rizzaら (2010) はクレメンチン樹で、接種の12年後に、カンキツエクソコーティスウイルス (CEVd) を含む樹では、樹皮のひび割れや剥離などの病害症状が見られたが、CVd-Ⅲだけを接種した樹では外見上病徴は見られず健全で、果実品質もよく、収量も従来の果樹園の2倍以上だったと報告している<sup>5)</sup>。Vernièreら (2002) はCVd-ⅠとCVd-Ⅲはカラタチの実生の成長を抑制し、特にCVd-Ⅲの効果が大きかったとしている。また、これらのウイルスは樹皮の病徴を示さなかったとしている<sup>9)</sup>。一方、Van Vuurenら (2005) はCVd-Ⅲの4系統の変異株について、カラタチ及びカラタチとの雑種を用いてヤニツボ症状 (Gum pocket) との関係性を調査している<sup>8)</sup>。また、CVd-Ⅲの系統の中から、台木と穂木の組み合わせに適した矮化効果をもつものを選抜する試みもなされている<sup>5)</sup>。本研究に使用したCVd-Ⅲの塩基配列特性に関連して、主要な変異体が2種類検出されている<sup>6)</sup>。両者とも294塩基で構成されており、250番目の塩基にUとAの違いがあった。データベースで検索した結果、250番目がUのものは完全に一致するものがなく、新規配列であった。250番目がAのものは完全に一致するものがいくつか報告されている。全部で64個のcDNAの配列を分析し、この250番目の塩基がUとAの比率は22:42であった<sup>6)</sup>。本研究に使用したCVd-Ⅲは病徴を示さずに矮化効果を示したことから、本系統の接種は計画的矮化密植栽培の有効な手段となると思われる。

## 要 約

‘宮川早生’ウンシュウミカンにカンキツウイルスⅢ (*Citrus viroid III* [CVd-Ⅲ]) を接種し、樹体成長と果実品質に及ぼす効果について調査した。主幹の肥大成長は無接種区に比べて接種区で抑制された。接種樹に病徴は見られなかった。果実の肥大成長は接種区が無接種区より小さい傾向が見られた。1樹当たりの収量は接種樹で少なくなったが、密植栽培をすれば単位面積当たりの収量は増

やせると思われる。収穫果実の着色は接種区で早まる傾向であった。また、接種区で果肉歩合が大きくなり、糖度や酸度も高くなる傾向があった。

以上の結果から、‘宮川早生’ウンシュウミカンではCVd-Ⅲを接種することによって、樹体の矮化が可能で、糖度や酸度の高い果実が生産されることが期待された。

## 引用文献

- (1) Hutton, R.J., P. Broadbent and K.B. Bevington. 2000. Viroid dwarfing for high density citrus plantings. Hort. Rev. 24:277-317.
- (2) La Rosa, R., M. Tessitori and E. Fuggetta. 1996. Observations on the effect of viroid inoculation of grapefruit grafted on Carrizo citrange planted at high density. Proc. 13<sup>th</sup> Conf. IOCV, 363-366. IOCV, Riverside, CA.
- (3) Najjar, A., Duran-Vila, N. and M.L. Caruana. 2002. Identification of viroids in citrus orchards in Tunisia. Proc. 15<sup>th</sup> Conf. IOCV, 398-400. IOCV, Riverside, CA.
- (4) Owens, R.A., S.M. Thompson, P.A. Feldstein and S.M. Garnsey. 2000. Effects of sequence variation on symptom induction by *Citrus viroid III*. Proc. 14<sup>th</sup> Conf. IOCV, 254-264. IOCV, Riverside, CA.
- (5) Rizza, S., G. Nobile, M. Tessitori, G. Albanese, R. La Rosa and A. Catara. 2010. Management of a high density Clementine orchard inoculated with pathogenic and non-pathogenic viroids. Proc. 17<sup>th</sup> Conf. IOCV, 218-220. IOCV, Riverside, CA.
- (6) 佐山春樹・高柳直幸・水谷房雄・河野貴幸・佐野輝男. 2014. 弱毒性カンキツ矮化ウイルス及びその使用. 特開2014-131298号 2014-07-17.
- (7) Tessitori, M., R. La Rosa, F. Di Serio, G. Albanese and A. Catara. 2002. Molecular characterization of a *Citrus viroid III* (CVd-Ⅲ) associated with citrus dwarfing in Italy. Proc. 15<sup>th</sup> Conf. IOCV, 387-389. IOCV, Riverside, CA.
- (8) Van Vuuren, S.P., J.B. Meyer, M. Luttig and B.Q. Manicom. 2005. Search for a dwarfing isolate of *Citrus viroid III* for high density plantings and the possible association of CVd-Ⅲ with gum pocket disease in South Africa. Proc. 16<sup>th</sup> Conf. IOCV, 301-311. IOCV, Riverside, CA.
- (9) Vernière, C., L. Botella, A. Dubois, C. Chabrier and N. Duran-Vila. 2002. Properties of citrus viroids: Symptom expression and dwarfing. Proc. 15<sup>th</sup> Conf. IOCV, 240-248. IOCV, Riverside, CA.
- (10) Vidalakis, G., J.A. Bash and J.S. Semancik. 2004. Dwarfing of Clementine mandarin on Carrizo citrange rootstock associated with mixtures of citrus viroids performing as transmissible small nuclear RNAs (TsnRNAs). Proc. 17<sup>th</sup> Conf. IOCV, 215-217. IOCV, Riverside, CA.