

‘白柳’ ネーブルオレンジのコハン症の発現に及ぼすカルシウム剤、カルシウム拮抗剤、石灰硫黄合剤及びアブシジン酸の影響

近 泉 惣次郎*・日 野 昭*・水 谷 房 雄

Effects of Calcium Compounds, Calcium-competitive Inhibitors, Lime Sulfur and Abscisic Acid on Incidence of ‘Kohansho’ Disorder in ‘Shirayanagi’ Navel Orange (*Citrus sinensis* Osbeck var. *brasiliensis* Tanaka) Fruit

Sojiro CHIKAIZUMI*, Akira HINO* and Fusao MIZUTANI

Summary

The occurrence of ‘Kohansho’ disorder in ‘Shirayanagi’ navel orange fruit as affected by application of calcium compounds, calcium-competitive inhibitors, lime sulfur and abscisic acid (ABA) was investigated. Dipping fruit six times on the trees in the CaCl_2 solution from October 28 to November 17 prevented disorder development during post-harvest storage. However rather promotive effect was noted in the following year by similar treatment of the same solution one, two and five times. Dipping harvested fruit in a solution of LaCl_3 , a calcium-competitive inhibitor, slightly prevented symptom development at 1 mM but not at 100mM. Other calcium-competitive inhibitors such as BAPTA and GEDTA seemed to promote the disorder, whereas calcium ionophore and BAPTA-AM had little effect. Post-harvest dipping of CaCl_2 , CaCO_3 , $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ or $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ solution produced no apparent promotive nor preventive effects. Neither preventive effect was found by post-harvest dipping of ABA solution (50 and 200ppm). However, spray of lime sulfur on the whole trees slightly reduced symptom development during storage. Repeated dipping in CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ and LaCl_3 solution slightly increased rind Ca content. No chemicals affected rind coloration.

緒 言

カンキツ類の果実に発現する果皮障害の一つにコハン症があり、果皮が不規則な模様に変化する生理障害である。油胞と油胞の間が陥没し、ちょうど虎の斑紋によく似た斑点が果皮に生じるのでこの名が付けられている。カンキツ類の中でも特に中晩柑類に発現が多く、これらの果実を栽培する上で、コハン症の発現を防止あるいは抑制することが、重要な技術の一つとなっている。‘白柳’ ネーブルオレンジの果実は250 gから280 gと大果であるうえ肉質もよく、糖度が高く、酸も比較的高いため味は濃厚である。しかしながら‘白柳’ ネーブルオレンジでは、栽培中あるいは貯蔵中にコハン症が発

*柑橘学研究室 (Laboratory of Citriculture)

現し、商品価値を著しく低下させることが知られている。従って、コハン症の発現を防止することが可能となれば、栽培者にとって大きな利益となる。

これまでに、ネーブルオレンジの果実を20℃あるいは数 ppm のエチレンガスで予措処理するとコハン症の発現が抑制されることが報告されている^{2,3,6,9}。また、植物ホルモンの一つであるアブシジン酸(ABA)の処置によってコハン症が抑制される⁷。さらに、牧田ら⁷や白石ら¹⁰は8月から11月の早い時期に収穫した果実にはコハン症が発現しないと報告している。

一方、カルシウムは細胞壁や細胞膜などの細胞器官の構造保持、気孔の開閉、あるいは物質の移動や吸収とも関係があり、植物の生理障害の発現にカルシウムが関与していることが明らかにされている¹¹。宮田ら¹²はカルシウム剤の処理がハッサク果のコハン症の発現を抑制することを認めている。また、カンキツ類以外の果実でも、カルシウム剤がリンゴの褐変障害を抑制すること¹³、ナシでは、みづ症の防止に効果があることが認められている¹²⁾。

そこで、本研究では、カルシウムがコハン症の発現に関与しているのではないかと推定し、カルシウム剤及びカルシウムの働きを抑えると考えられるカルシウム拮抗剤の効果を調査した。併せて、石灰硫黄合剤、ABA の効果についても調査をした。

材料及び方法

供試材料には愛媛県松山市鷹の子で栽培されている10年から12年生の‘白柳’ネーブルオレンジ樹を用いた。なお、1986年と1987年度の両年同一園の同一樹を用い、実験に用いた果実は各処理区それぞれ20果とした。カルシウム剤として、塩化カルシウム、炭酸カルシウム、酢酸カルシウム、リン酸カルシウム、硝酸カルシウムを用いた。処理濃度は0.1M とした。また、病害虫の防除や温州ミカンの着色剤として一般に広く使用されている石灰硫黄合剤(100倍、200倍)も本実験に加えた。一方、カルシウム拮抗剤として、塩化ランタン、1,2-ビス(2-アミノ-4-フルオロフェノキシ)エタン-N,N,N',N'-四酢酸四カリウム塩(BAPTA)、グリコールエーテルジアミン四酢酸(GEDTA)、1,2-ビス(2-アミノ-4-フルオロフェノキシ)エタン-N,N,N',N'-四酢酸テトラアセトキシメチルエステル(BAPTA-AM)及びカルシウムイオノフォアA23187を用いた。なお、処理濃度は塩化ランタン1mMと100mM、カルシウムイオノフォア20 μ M、GEDTA 5 μ M、BAPTA 100 μ M、BAPTA-AMは50mMとした。

塩化カルシウム0.1M 溶液を1986年10月28日、10月31日、11月4日、11月6日、11月11日及び11月17日の計6回、樹上の果実に各30秒間ずつ浸漬処理を行った。処理果は12月23日に収穫し、収穫と同時に6℃の低温貯蔵庫に入庫し、コハン症の発現を調査した。カルシウム拮抗剤処理がコハン症の発現に及ぼす影響を調査するため、1986年12月23日に収穫と同時に、それぞれの濃度のカルシウム拮抗剤溶液に30秒間浸漬し、処理後直ちに6℃の恒温器に貯蔵し経時的にコハン症の発現について調査した。

次に1987年度は各種のカルシウム剤0.1M 溶液と塩化ランタン100mM を樹上の果実に各30秒間ずつ1回(11/6)、2回(11/6、11/12)及び5回(11/6、11/12、11/18、11/24、11/30)の浸漬処理を行った。さらに、石灰硫黄合剤の100倍と200倍区を設け11月6日に樹全体に散布した。果実は12月23日に収穫し、6℃に貯蔵してコハン症の発現を調査した。さらに、気孔の開閉、あるいは組織の老化と関係があるアブシジン酸(ABA)の処理も行った。12月23日に収穫した果実を50ppm 及び200ppm 溶液に30秒間浸漬処理を行い、処理後は6℃の低温貯蔵庫に入庫しコハン症の発現の調査を行った。

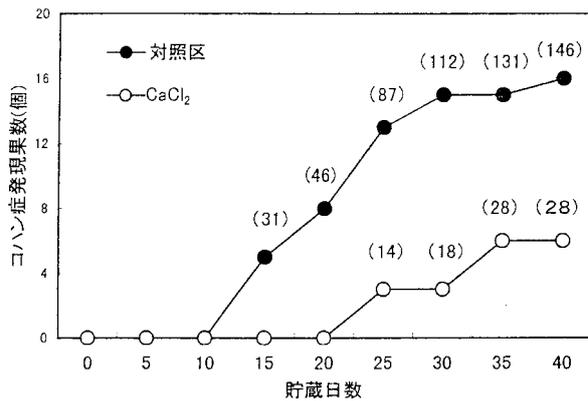
カルシウム及び拮抗剤を1987年11月6日、11月12日、11月18日、11月24日及び11月30日に計5回樹上の果実に各30秒間ずつ浸漬処理した果実について1988年1月28日に色彩色差計(ミノルタ CR-

200)を用いて果皮色を測定した。

果皮色を調査した果実の果皮中のカルシウム含量について、乾物試料500mgを灰化し、原子吸光分光分析法で測定した。

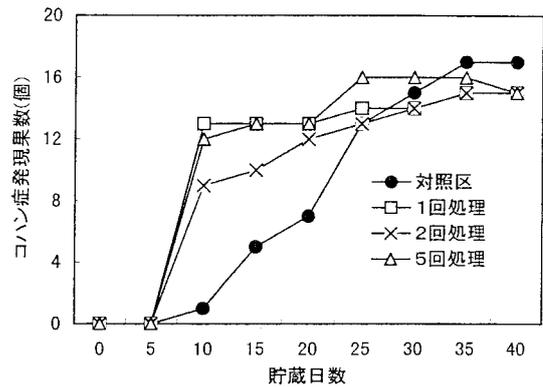
結果及び考察

塩化カルシウムを樹上の果実に反復浸漬処理した結果を第1図と第2図に示す。第1図は1986年度の結果である。塩化カルシウムを処理したことによりコハン症の発現果数及び斑点総数が共に減少した。しかしながら、1987年度の実験結果ではむしろ促進しているように思われ、塩化カルシウムの浸漬処理によるコハン症の発現に及ぼす影響が年により異なった。1986年度は温暖な天候に恵まれたため塩化カルシウム反復処理によってかなり果皮のagingが進行し、コハン症などの生理障害に対する抵抗性が強くなったのではないかと考えられる。また、カルシウムは果実の表面からはあまり移動しないので、両年の効果の違いは組織内への吸収量に差があったためかも知れない¹¹⁾。



第1図 樹上での白柳ネーブルオレンジ果実に対する塩化カルシウムの浸漬処理が収穫後のコハン症の発現に及ぼす影響(1986年)

()内は斑点総数
10/28、10/31、11/4、11/6、11/11、11/17の計6回浸漬処理し、12月23日に収穫し6℃で貯蔵

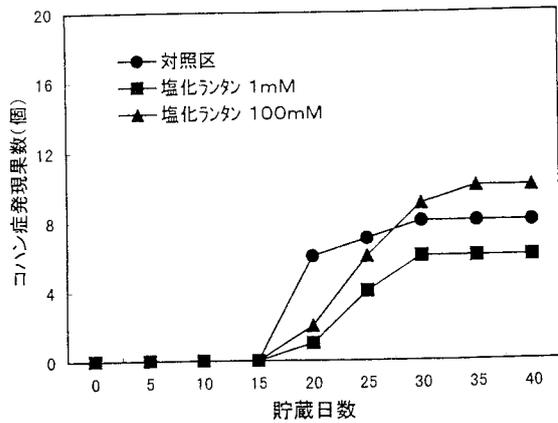


第2図 樹上での白柳ネーブルオレンジ果実に対する塩化カルシウムの浸漬処理が貯蔵後のコハン症の発現に及ぼす影響(1987年)

1回処理：11/6
2回処理：11/6、11/12
5回処理：11/6、11/12、11/18、11/24、11/30
12月23日収穫し、6℃で貯蔵した

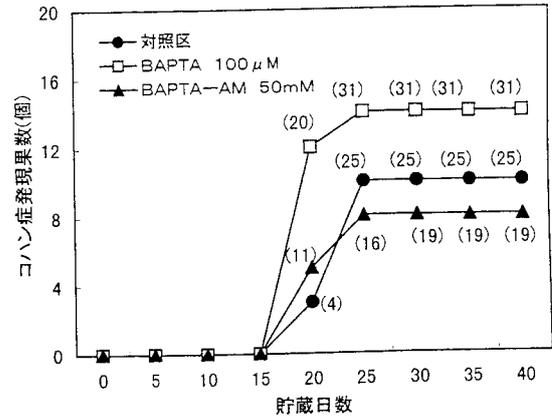
第3図、第4図及び第5図はカルシウム拮抗剤を収穫後の果実に処理した結果である。塩化ランタン 1mM ではやや抑制効果が見られたが、100mM では効果がなかった。また、BAPTA-AM 50mM では対照区と差はなかったが BAPTA 100μM ではコハン症を促進するよう思われた。さらに、カルシウムイオノフォア20μM と GEDTA 5μM はいずれも対照区とほぼ同程度の発現を示した。次に、果実を ABA の水溶液に浸漬処理した結果を第6図に示す。ABA 処理区と対照区との間にコハン症の発現果数に大きな差が見られなかった。この点で、牧田⁹⁾の結果と異なった。牧田の研究では、ABA の処理濃度が500ppm と本実験よりかなり高いためコハン症の発現を抑制したのかもしれない。それゆえ、ABA の処理濃度についての検討を今後加えていく必要がある。

1987年度は各種カルシウム剤とカルシウム拮抗剤の塩化ランタン処理を樹上の果実に行い、収穫後のコハン症の発現に及ぼす影響を調査した。その結果、コハン症の発現を抑制する効果は認められなかった(第7、8図)。塩化ランタン処理区では処理回数に関わらず果皮にグリーンの斑点が発現した。これは塩化ランタンによる葉害と思われる。



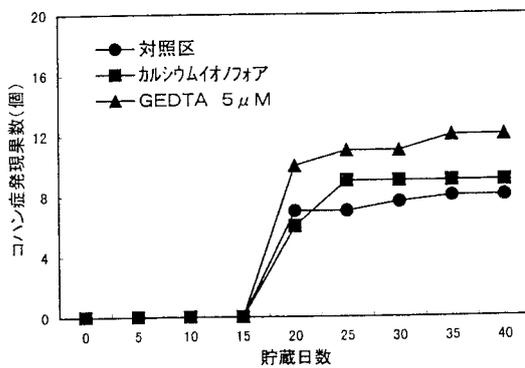
第3図 収穫後の白柳ネーブルオレンジ果実に対するカルシウム拮抗剤処理が貯蔵中のコハン症の発現に及ぼす影響(1986年)

12月23日に収穫し、同時に塩化ランタン 1mM, 100mM を30秒間浸漬処理し、6℃で貯蔵した



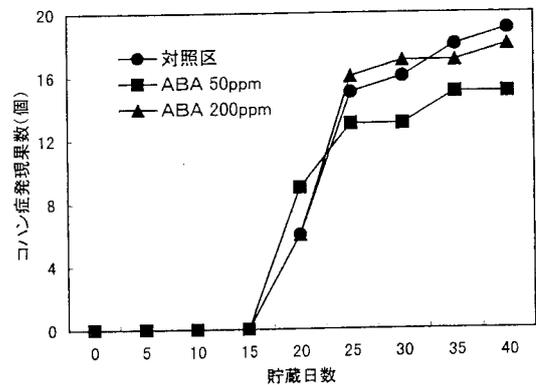
第4図 収穫後の白柳ネーブルオレンジ果実に対するカルシウム拮抗剤処理が貯蔵中のコハン症の発現に及ぼす影響(1986年)

()内は斑点総数
浸漬処理日: 12月23日



第5図 収穫後の白柳ネーブルオレンジ果実に対するカルシウム拮抗剤浸漬処理が貯蔵中のコハン症の発現に及ぼす影響(1986年)

12月23日に収穫し、同時にカルシウムイオノフォア 20µM, GEDTA 5µM に30秒間浸漬処理し、6℃で貯蔵した

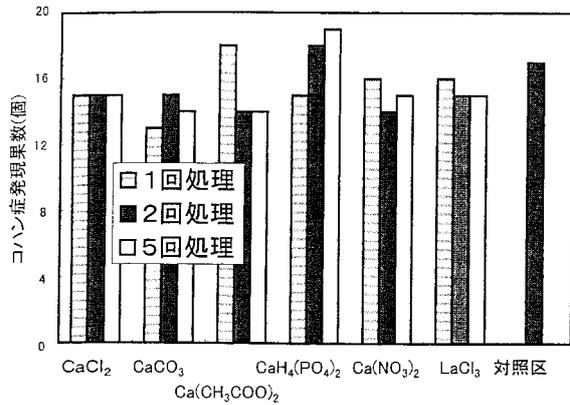


第6図 収穫後の白柳ネーブルオレンジ果実に対するABA浸漬処理が貯蔵中のコハン症の発現に及ぼす影響

12月23日に収穫し、収穫と同時にABA 50ppm及び200ppmに浸漬処理し6℃で貯蔵

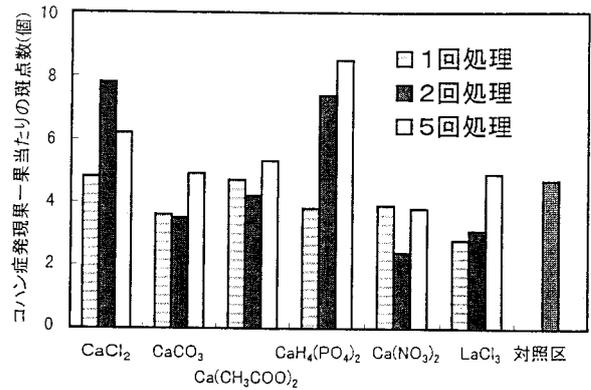
次に、石灰硫黄合剤を樹全体に散布し、「白柳」ネーブルオレンジのコハン症の発現に及ぼす影響について調査した結果を第9図に示す。石灰硫黄合剤の散布区がわずかにコハン症の発現果数が少ない傾向を示した。「白柳」ネーブルオレンジに対するカルシウム剤及びカルシウム拮抗剤が着色に及ぼす影響について調査した結果を第10図及び第11図に示した。その結果、各種処理区と対照区との間にはL、a及びb値共に大きな差はなかった。

果皮のカルシウム含量を測定したところ(第12図)、CaCl₂とCa(NO₃)₂の5回処理区で対照区より高くなった。いっぽう、LaCl₃5回処理でも含量が高くなったが、この理由については明らかではない。その他の処理では対照区との差は見られなかった。カルシウムは粒子も比較的大きいうえに、果実が成熟期になると果皮表面がワックスに覆われるため吸収されにくいことを示している。それゆえ、



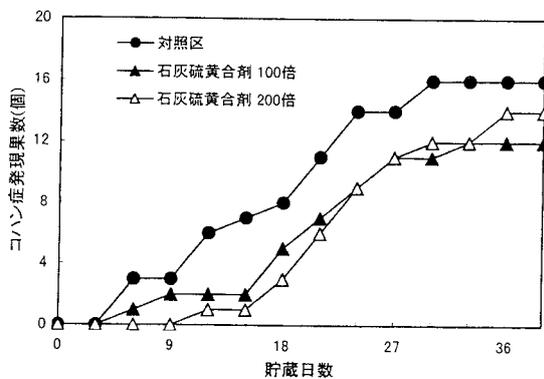
第7図 樹上での白柳ネーブルオレンジ果実に対するカルシウム及び拮抗剤浸漬処理の回数が貯蔵中のコハン症の発現に及ぼす影響(1987年)

1回処理：11/6 2回処理：11/6、11/12
5回処理：11/6、11/12、11/18、11/24、11/30
12月23日収穫し、6℃貯蔵して1月25日に調査



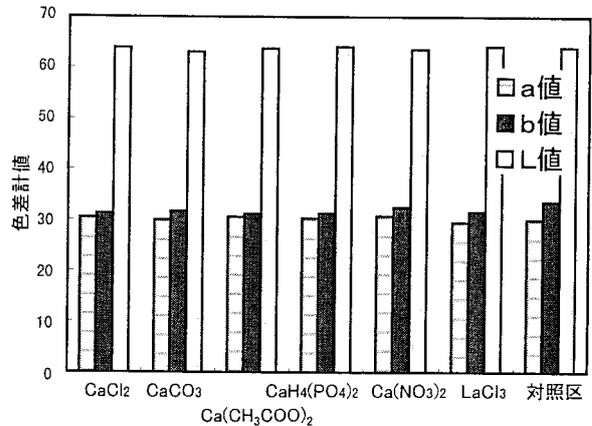
第8図 樹上での白柳ネーブルオレンジ果実に対するカルシウム及びカルシウム拮抗剤浸漬処理が貯蔵中のコハン症の発現に及ぼす影響(1987年)

1回処理：11/6 2回処理：11/6、11/12
5回処理：11/6、11/12、11/18、11/24、11/30
12月23日収穫し、6℃貯蔵して1月25日に調査した



第9図 樹上での白柳ネーブルオレンジ果実に対する石灰硫黄合剤処理が収穫後のコハン症の発現に及ぼす影響(1987年)

石灰硫黄合剤は11月6日に樹全体に散布、12月23日に収穫して6℃に貯蔵



第10図 白柳ネーブルオレンジに対するカルシウム及びカルシウム拮抗剤処理が着色に及ぼす影響

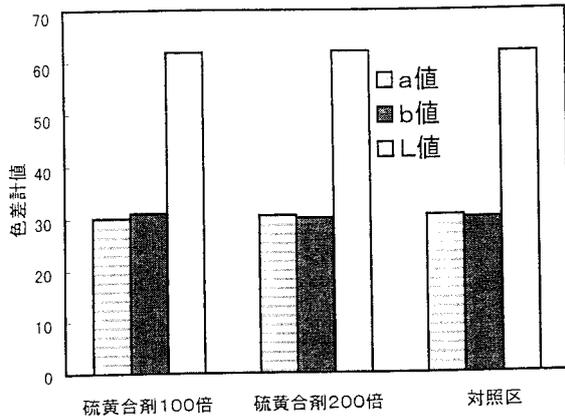
11/6、11/12、11/18、11/24、11/30に計5回の浸漬処理を行い1月28日に果皮色を測定

Shear¹¹⁾が指摘している様に、果実の生理障害の防止には、果実へのカルシウムの散布よりも根からの吸収によって果皮にカルシウムを蓄積させる必要があるものと思われる。

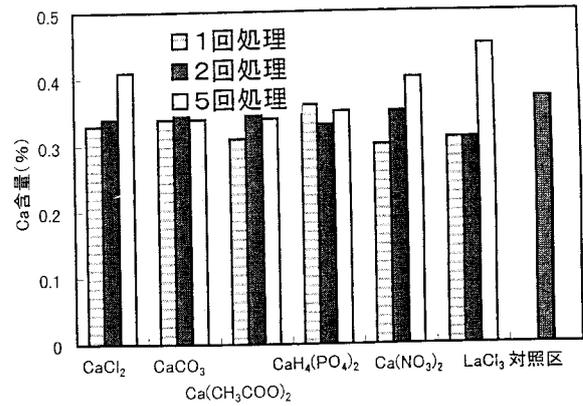
摘 要

‘白柳’ネーブルオレンジの果実にカルシウム剤及びカルシウム拮抗剤の処理を行い、これらがコハン症の発現に及ぼす影響について調査研究を行った。

カルシウム剤とカルシウム拮抗剤を樹上あるいは収穫後の果実に処理したがコハン症の発現を抑制



第11図 石灰硫黄合剤処理がネーブルオレンジの着色に及ぼす影響(1987年)
石灰硫黄合剤は11月6日に樹全体に散布



第12図 白柳ネーブルオレンジに対するカルシウム剤及びカルシウム拮抗剤処理が果皮のCa含量に及ぼす影響(1987年)
1回処理: 11/6、2回処理: 11/6、11/12
5回処理: 11/6、11/12、11/18、11/24、11/30
12月23日に収穫し、1月28日に測定

する効果は認められなかった。石灰硫黄合剤にはコハン症の発現をやや抑制する効果があった。アブシジン酸(ABA)処理を行ったがコハン症の発現を抑制する効果は認められなかった。カルシウム及びカルシウム拮抗剤処理と着色との関係をみたが、対照区のそれと変わりはない。果皮中のカルシウム含量は CaCl₂、Ca(NO₃)₂、LaCl₃ 5回処理で少し高くなった。どの処理も果皮の着色には影響を与えなかった。

謝 辞

本研究を行うにあたり、温泉青果農協の技術員柳沢幸四郎氏から果樹園の選定など多大の助言と援助をいただいた。また、本研究に対し、常に激励と有意な御助言をいただいた愛媛大学農学部教授門屋一臣博士に心から感謝の意を表す。

引用文献

- (1) 福田博之, 1984. 'ふじ' 果実の各種褐変障害の発生とみつ症状及びカルシウム散布との関係. 園学雑, 53(3): 298-302.
- (2) 石田善一・渡部悦也・別府英治, 1975. 中晩生カンキツの果実管理に関する研究(第1報) 伊予柑, ネーブルの予措方法について. 園学要旨, 昭50秋: 406-407.
- (3) 石田善一・渡部悦也・別府英治, 1977. 中晩生カンキツの果実管理に関する研究(第2報) ネーブルオレンジの虎斑症防止について. 園学要旨, 昭52秋: 448-449.
- (4) 松本英明, 1986. 植物におけるカルシウムの生理作用. 化学と生物 10: 629-631.
- (5) 宮田明義・橋本和光, 1988. カンキツ類のこはん症に対するカルシウムの影響(第1報) ハッサクのこはん症に及ぼすカルシウム剤の効果. 園学要旨, 昭63秋: 20-21.
- (6) 牧田好高・小中原実, 1984. ネーブルオレンジの結実および予措条件とコハン症の発生. 園学要旨, 昭59秋: 440-441.
- (7) 牧田好高・小中原実, 1985. ネーブルオレンジ果実の生育程度と果実呼吸および果皮障害発生.

- 園学要旨. 昭60春：400—401.
- (8) 牧田好高. 1987. ネーブルオレンジの果皮障害発生に及ぼす ABA 処理の影響. 園学要旨. 昭62春：462—463.
 - (9) 邨田卓夫・山脇和樹. 1987. 中晩生カンキツ果実の予措乾燥効果について（その1）ボンカン、イヨカン、ネーブルオレンジ、ハッサク. 園学要旨. 昭60秋：586—587.
 - (10) 白石利雄・佐藤 隆・佐藤瑞穂・桑田邦博. 1981. 中晩カン類の貯蔵に関する研究（第1報）ネーブルオレンジ、ハッサクの果皮障害. 園学要旨. 昭56秋：382—383.
 - (11) Shear, C.B. 1975. Calcium-related disorders of fruits and vegetables. HortScience 10：361—365.
 - (12) 田中敬一・猪俣雄司・川瀬信三・関本美知・永村幸平・川上千里. 1992. ニホンナシ (*Pyrus pyrifolia* Nakai var. *culta* Nakai) みつ症の発生機構と Ca-EDTA による防止効果. 園学雑. 61 (1)：183—190.