

# 温州ミカンの銅欠乏症に関する研究

## 第1報 温州ミカン銅欠乏症の発生調査

上野武夫\*\* 西場静雄\* 森本拓也\*\* 辻本敬一\*\*\* 柳瀬 騰\*\*\*\*

Studies on the copper deficiency of satsuma oranges

### 1. Research on the actual condition copper deficiency of Satsuma oranges

Takeo Ueno, Shizuo Nishiba, Takuya Morimoto,  
Keiichi Tsuzimoto and Toru Yanase

#### 緒 言

カンキツにおける銅欠乏症は、米国のフロリダにおいて、Dieback 又は Redrust として Fowler(1875)<sup>6)</sup> によつて報告されている。その後、Floyd(1914)<sup>1)</sup> はボルドー液の散布、Grossenbacher(1916) は硫酸銅の土壌施用により回復することを認めているが、これが銅欠乏症と認められるようになったのは、まだ40年ほど以前である。

わが国の温州ミカンについても銅欠乏症の事例報告は全く見られなかつたが、たまたま1968年の8月、三重県の松阪市高田町の温州園において、夏秋梢にゴムポケットの発生を認め、これを農園試、石原らが分析した結果Cu含量が非常に低く銅欠乏症であることが判明した。その後調査の結果四国の香川県ではほぼ同じ頃、発生していることが判り、引続き九州地方でも発生が認められている。このように銅欠乏症の発生は、本県にとつては勿論わが国でも始めてのことであり、しかも発生園の多くに共通的にみられる点として最近の造成園で銅を含まない新殺菌剤が使用されているなど最近のみかん栽培の状況から今後続発することが予想されたので早急に対策をたてる手掛りをうるため銅欠乏症の症状把握と発生園の実態について調査を行つたので、その概要について報告する。

本研究に当たり、現地の調査に協力していただいた松阪普及所果樹担当普及員に深甚なる謝意を表する。

#### 調査地区および調査方法

##### 1. 調査地区

- a、松阪市高田町、4～5年生の宮川系、松山系早生、林系温州が中心の7haの集団開墾園。
- b、松阪市岡山町、3～13年生の宮川系、松山系早生、林系、伴野系温州を中心に、台地に10haほど植栽されている。
- c、松阪市西野町、5年生の林系、伴野系温州を中心に山林を階段畑に造園した12haの集団園。
- d、松阪市庄町、4～20年生の宮川系早生、林系温州が中心の南面山林を開墾した25haの集団園。
- e、松阪市小阿坂町、4～6年生の宮川系早生、林系、伴野系温州を中心とした15haの集団開墾園。
- f、多気郡多気町河田、5～7年生の興津早生、林系温州を中心とした7haの台地上の集団開墾園。
- g、多気郡多気町前村、4～20年生の宮川系早生、林系温州を中心とした20haの集団地。
- h、多気郡多気町平谷、4～10年生の宮川系早生、繁田系、林系、伴野系温州を

\* 園芸部  
\*\* 紀南かんきつセンター  
\*\*\* 松阪農業改良普及所  
\*\*\*\* 一志農業改良普及所

中心とした12haの集団地

1 多気郡勢和村片野

5～6年生の宮川早生、林系温州を中心とした18haの集団開墾地

1 南牟婁郡御浜町上市木

5年生青島系温州の水田転作園10a

2. 調査方法

調査地区全般については1968～1969年に銅欠乏症の発生面積(本数)、程度、被害症状について調査し、r地区については、被害程度別に樹勢、葉、枝、果実について比較調査を行なった。またr地区の栽培農家15戸全部につき栽培管理のアンケート調査を行なった。

春葉、夏葉、果実については欠乏症の程度別に1968年11月20日に採取し分析を行なった。

(3) 分析方法

葉、果皮は乾物中、果肉は生体中の含量を示した。

N：ケルダール法

P：モリディック法

K：炎光分光分析法

Ca、Mg：キレート滴定法

Mn、Cu、Zn：原子吸光分光分析法

### III 調査結果

#### 1. 銅欠乏症状

温州ミカンの欠乏症について、石原ら<sup>2)3)</sup>が、くわしく述べているが、著者らも、実態調査の中で各症状について調査したので、これを発生程度別にまとめて記載した。

##### (1) 樹の発育

欠乏症の著しい樹(甚樹)は、幹周、樹高、樹巾が劣り、特に樹高が低く、樹冠部が、ロゼット状枝の発生のため、まるみが少くなり、平たいものが多く全体が燻化する。中軽症樹は健全樹と発育には大差はないが、やや枝が下垂し樹巾が劣っている。中症樹で毎年被害枝の

第2表 発生程度別樹の生育状況

程度	調査本数	幹周	樹高	樹巾		樹勢	収量(1樹当り)		発生果率
				東	西		果数	1果平均重	
本		cm	cm	cm	cm		コ	g	%
甚	10	17.0	143	151	148	6	18	77	94
軽	10	19.2	189	175	172	9	126	85	10
無	5	20.6	188	241	225	10	175	123	0

発生している樹は、結果量が少ないため、かえって枝梢がこみ樹勢が強い感じをうける。(写真1～2)

##### (2) 枝梢の症状

春枝については、欠乏程度により明らかな症状は見られない。夏秋梢の発育は、欠乏症の著しいものは短かく、発生数を増す傾向を示しているが、軽症樹はかえって長くなりねん曲し発生本数は少ない傾向がある。

夏秋梢に発生する症状は、軽症樹の場合、やや長くたれ下つた枝の先端が上向きになりS字状にねん曲している場合が多い。中症樹程度になると、いつそうねん曲状態が増し、短い枝でもくねつた状態になる。また枝皮を3～10mm程度もり上げ内部にヤニをためた、ゴムポ

ケットを生ずる。中には縦にき裂を生じ褐色になっているものも見られる。一般にねん曲枝のみの場合は果実の欠乏症の発生は少なく、ゴムポケットを生じる程度になると果実にも症状を併発している場合が多い。欠乏症が著しい場合は、ゴムポケットねん曲枝も多くなるが、とくに、夏秋梢が短かく、発生数が多くなる。また先端が枯死する場合が見られる。枯死しなくても、枝皮が褐色のサビ状によごれ、上部の葉が落葉している場合が見られる。このような場合は果実の落果が多く、結果量がきわめて少ない状態となる。(写真3)

##### (3) 葉の症状

葉長、葉巾は第4表に示す通り、春葉、夏葉とも、欠

第3表 発生程度別枝および葉の生育状況

程度	春枝長	夏秋梢		春葉			夏葉		
		長さ	本数	長さ	巾	長/巾	長さ	巾	長/巾
甚	9.2cm	14.3cm	3.2本	9.7cm	4.0cm	2.42	8.0cm	3.6cm	2.22
軽	11.7	33.3	2.0	10.0	4.4	2.27	10.5	4.8	2.18
無	11.8	31.9	2.4	10.6	4.4	2.50	9.9	4.3	2.30

乏症の著しいものはやや短くなっているが、オレンジで認められるような葉長：葉巾比が大きい傾向は示さなかつた。葉色は春葉、夏葉とも軽症樹はむしろ濃緑色が強い傾向である。欠乏の著しい場合は夏葉の緑化がおくれ、クロロシスを生じているものも見られた。また春葉に褐色の大きな斑紋のよごれを生じて落葉をとまなう園が散見された。

#### (4) 果実の症状

欠乏が軽症の場合は、着果数にはあまり差が見られないが、全体にやや着色不良で紅色が淡く、着果の多い部分の果実が果梗周辺に暗褐色のサビを生ずる。なお症状

が進むと、果面全体にサビを生ずる。中にはへたの部分にリング状にき裂を生じその周囲に特にサビがひどくなつたり、かいよう症等の傷が7月上旬までに発生したものの周囲にもサビを発生したり裂果するものも見られる。欠乏症状の著しい場合は大半が幼果のうちに落果するが特に直花果が多く、結実量が極めて少く、結果したものはほとんどが裂果し8月以後にも落果する。有葉果は残つても発育悪く後期に落果したり、全体にサビが生じたりするが、特に着色不良となり、果皮が厚く堅い果実となり商品価値の少ないものが多い。(写真4~7)

果実調査の結果は第4表に示す通りであり、欠乏症の

第4表 発生程度別果実の状況

程 度	1果平均重	果形指数	果皮色	皮の厚さ	果肉歩合	*可・固	**酸 度	甘味比
甚	180.4 g	1.16	4	3.47 mm	66 %	10.3	0.88	11.70
軽	101.0	1.12	8	3.73	68	9.6	1.05	9.14
無	110.3	1.11	9	2.78	72	11.0	1.16	9.48

注 \*可固は可溶性固形物、\*\*酸度はクエン酸含量

甚しい場合は、果実が小さく、着色が劣り、やや果皮が厚く、果肉歩合が劣り、また糖含量には明らかな差は見られないが、酸度が低い傾向を示している。

#### (5) 発生時期および年度差

欠乏症の発現時期は夏秋梢の場合、発芽期により多少異なるが、新梢の発育停止期のやや前にコムポケットのちようこうが見え、夏枝で7月上中旬に果実は6月上旬頃より落果が多くなり、サビ状のとこれが認められるのは7月中下旬である。欠乏症の被害は銅剤無散布園でも年により差が見られ、その程度は、1968年が中程度で

あり、1969年が最も著しい発生をし、1970年はやや少なく、1971年はきわめて少ない発生であった。

#### 2. 分析結果

##### (1) 葉分析

葉中含量は第5表に示す通りで、Cuは欠乏の無発生樹に比し明らかに低く、春葉、夏葉とも同様の傾向を示した。Nは欠乏の著しい樹のものが高く、P、Kも同様の傾向を示し、Mnも健全樹は欠乏に近いが、銅欠乏樹は多くなる傾向を示した。Ca、Mnが春葉に比し夏葉に低い値を示し、P、Kはやや高く、他の成分は明らか

第5表 発生程度別葉中の成分含量

種 類	程 度	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Cu	Zn
春 葉	甚	3.23%	0.214%	1.45%	3.11%	0.23%	35 ppm	4.8 ppm	19 ppm
	軽	3.11	0.212	1.29	3.24	0.23	30	4.8	17
	無	2.90	0.197	1.09	2.87	0.30	20	7.0	17
夏 葉	甚	3.05	0.329	1.77	1.60	0.23	25	4.8	16
	軽	2.93	0.329	1.63	1.58	0.26	20	5.3	16
	無	2.70	0.210	1.35	1.48	0.26	15	7.0	14

差は見られなかつた。

#### (2) 果実分析

第6表のとおりで、Cuは健全樹との差はあまり明確でなく、N、P、Kは葉同様、欠乏樹に高い傾向を示し、その他の成分は明らかな差は見られなかつた。

第6表 発生程度別果実中の成分含量

部位	程 度	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn
果皮	甚	1.08%	9.20 ppm	1.13%	0.31%	6.42 ppm	7.3 ppm	8.5 ppm
	軽	0.93	8.09	0.94	0.31	7.49	5.0	8.5
	無	0.87	7.71	0.82	0.24	7.29	7.3	6.5
果肉	甚	0.14	1.71	0.20	0.013	1.05		
	軽	0.16	1.65	0.19	0.016	1.11		
	無	0.13	1.60	0.18	0.012	1.12		

3. 発生園の概要

発生園の状況については第1表に示す通りで調査地区全体についてみると次のとおりである。

第1表 地区別 Cu 欠乏症発生園の状況

地区	規模 (面積)	地質および土性	品種系統	樹令	程度	発生症状			Zn 欠 乏症
						果実	枝	落葉	
a	3 ha	第4紀古層 埴土	林	4年生	軽～甚	○	○		
b	5 a	第4紀古層 砂壤土	松山早生	5 "	"	○	○		
c	50 本	花崗岩 砂壤土	林	5 "	"	○	○	○	
d	25 a	花崗岩 砂壤土	林	4～5"	"	○	○	○	○
e	30 本	花崗岩 砂壤土	青島	6 "	軽	○			
f	20 a	花崗岩 砂壤土	林、興津早生	3～7"	軽～甚	○	○		○
g	50 本	" "	林、宮川早生	4～5"	軽～中		○		
h	30 a	" "	繁田	5 "	軽～甚	○	○		○
i	20 a	" "	林	7 "	"	○	○		○
j	7 a	第3紀 埴壤土	青島	5 "	微～軽	○			

(1) 品種、系統

調査地区内には、温州以外の種類が少なく、r地区の八期の夏枝にゴムポケットの発生が認められたのみで、種類間の発生差異は不明である。

温州ミカンの系統間においては、宮川、興津、松山などの早生系は調査地区に植栽されている全系統に発生しているため、これら早生系は発生しやすい系統ではないかと思われる。普通温州の系統では、調査地区でまとも栽培されているのは、林系、伴野系、青島系、繁田系が中心であり、欠乏症の発生を見たのは、林系が多く、繁田、青島系にも見られたが、伴野系も1971年に発生の事例が認められており、面積的にも林系が多く系統間の差異は明確でない。ただ青島系は栽培面積の割に発生率が高く、銅剤使用園でも、果梗の周辺にわずかにサビ状のよごれを生じているものが認められた。

(2) 樹令

定植1～2年目の3年生樹から9年生樹までに欠乏症が発生しており、10年以上の成木には本症状の発生は見られなかった。

(3) 土地条件

第3紀、第4紀古層の一部にもみられたが大半は、花崗岩質土壌の、砂壤土に欠乏園が多く、中には埴土園も見られたが、いずれも、有機質の少ない開墾地であった。園内の発生分布では、階段畑は切土部の谷より尾根の部分が盛土部より多い傾向を示し、平坦園では、盛土した部分より、切土部に多い傾向が出ていた。これを約100樹の園で枝と果実の症状に分けて見たのが図1の通りである。

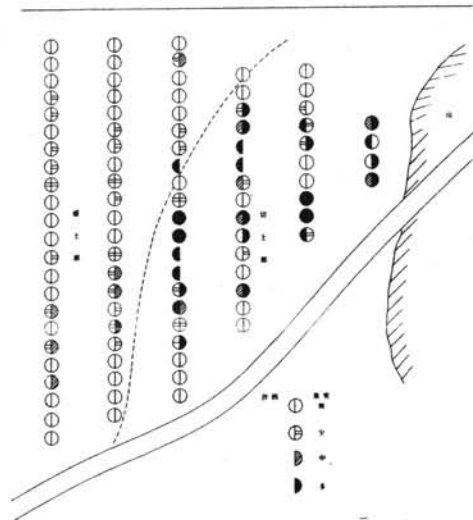


図1 銅欠乏症の発生程度分布図

4. 銅剤の使用状況

調査地区における、欠乏園の銅剤使用状況は第7表に示す通りで、2～3年来銅剤は使用していない。またr地区における殺菌剤の使用状況は第8表の通りで、ほとんどの園が銅水銀剤中止後2年目に欠乏症の発生を認めている。ただBM液を1965年まで使用していたr10の農家のみ1968年でも欠乏症の発生は認められなかった。

第7表 地区別発生園の銅剤使用状況

地区	植栽年次	銅剤使用の有無 (○銅剤使用)					
		1963年	1964年	1965年	1966年	1967年	1968年
a	1966年				○	×	×
b	1966				○	×	×
c	1965			○	○	×	×
d	1966				×	×	×
e	1964		○	○	○	×	×
f	1963	○	○	○	×	×	×
g	1966				×	×	×
h	1965			○	○	×	×
i	1964		○	○	×	×	×
j	1966				×	×	×

第8表 r地域の殺菌剤使用状況

園	No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15
樹	1年(1962)	ボ	ボ		ボ							ボ	ボ	ボ	
	2 (63)	ボ	銅	ボ	銅	ボ	ボ	ボ	ボ	ボ	ボ	銅	ボ	銅	銅
	3 (64)	銅	銅	銅	銅	銅	銅	銅	銅	銅	ボ	銅	銅	銅	銅
	4 (65)	銅	銅	銅	銅	銅	銅	銅	銅	銅	ボ	銅	銅	銅	銅
	5 (66)	ダ	ダ	ダ	ダ	ダ	ダ	ダ	ダ	ダ	ダ	ダ	ダ	ダ	ダ
令	6 (67)	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦
	7 (68)	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦
被害樹数		10	20		20	50	15	20	20			10		10	
主品種		林興津	林		興津	林	興津	林	興津			興津			

(注) ボ～ボルドー液、銅～銅製剤、ダ～ダイホルダン、⑦～デラン、○は発見年

論 議

カンキツの銅欠乏症は米国において1870年頃より発生を認めているが、当時はまた銅の欠乏症であるとは確認されていなかった。その後の研究により1930年代に銅の欠乏であることが認められ、Exanthema, Redrust, Ammoniation, Dieback, Multiplebud, Peach leaf condition というように呼ばれている。<sup>6)</sup> わか国では渡辺(1969)<sup>9)10)</sup>が広島八期の枝枯れおよびゴムポケットが発生したのを確認し、この症状が銅欠乏症であることを報告している。三重県においてもほぼ同じ頃果実にサビ状のよごれが発生するのを認めているが、農家はサビダ二果と誤認していた。夏秋梢のゴムポケットが見られたのは1968年であり、その後の調査により、温州ミカンにおける種々の症状が認められた。本県で発生した温州ミカンの銅欠乏症の症状を、程度別にまとめると次の通りになる。

(1) 欠乏樹は軽症の場合枝がやや下垂し、やや細い夏枝の先端のみ上向に曲りS字形をていする。葉色はやや

濃い傾向であり、果実のサビ状のよごれも少なく、果面がやや粗になり、着色程度には差がないか紅が淡い。

(2) 欠乏程度がより進むと、夏枝の伸長は短くなり、ゴムポケットをわずかに認められるようになり、この程度で果実のサビ症状は多く見られ、着色は著しく悪くなり黄色のままの果実が見られ、果実もやや小さく不揃となる。

(3) 欠乏程度が更に進むと樹勢が劣り、木がわい化する傾向にあり、ゴムポケットの発生が夏秋梢の半数近い枝に見られ、果実の大半にサビ症状を発生し、裂果するとともに結果量が少くなる。

(4) 欠乏程度のもつとも顕著なものは、果実が6月頃より落果し、中にはミイラ状に枝に残っているものも認められ、極端に結果量が劣り、そのため夏枝、秋枝の発生が多くなるが、発育が悪く樹形も樹高が伸びず、扇状の樹が見られる。このため健全樹に比し樹高が特に劣る傾向である。発生した夏枝はねん曲したものが多く、短い



多数の秋枝を発生するが、枝の先端が枯死するとともに皮が褐色になり、枯死しないものでも同様褐色になり、先端部の葉が落葉したりクロロシスを生ずる場合が見られる。

オレンジなどの記載ではあまりみられなかつた着色不良が温州ミカンでは軽症に近い状態から認められた。またオレンジの欠乏症で記載され、温州ミカンでは、観察されない症状も多い。その中で葉が、モモの葉のように巾が狭く長くなるという現象を見るため、程度別に多くの葉について、葉長および葉巾を測定したが、温州ミカンの場合には明らかな差は認められない。

欠乏症の葉および果実の分析結果により、欠乏果は果肉歩合が劣り、酸含量が少なくなる。Cuの含量は低下しているが、果実の葉の含量よりはつきりした傾向は示さなかつた。

発生園は、第4紀古層と花崗岩質の砂礫土が多く、おもに1964～66年ごろ、集団的に機械開墾された園である。このことから、銅剤の使用が、殺菌剤の開発により、1965年頃より使われなくなつたのとあまつて、機械開墾により広面積の開墾を短期間に可能にしたため、土壌改良に粗大有機質の投入が困難で、酸度矯正のために石灰質資材の多量施用したこと、化学肥料に偏重した幼木の肥培管理が、なされていることなどが、本欠乏症状の誘発的な要素になつていないかと思われる。

銅剤の使用を中止した2～3年後に欠乏症が発生しており、銅剤散布が本症状の対策として効果的なものであろうと思われる。特にF地区で見られたボルドー液使用の多い園が他園に比して欠乏症が発生していないことから、銅水和剤などより、効果が高いものと思われるが、それと同時に土壌管理面での恒久的な対策を同時に検討していく必要がある。

## V 摘 要

1969年に三重県松阪市の温州ミカンに銅欠乏症が発生したので、松阪市を中心に実態調査を行い、次の結果が得られた。

### 1. 欠乏症状

- (1) 軽症の場合は、長い夏枝がS字状にねん曲するとともに果実の着色がやや不良となる。
- (2) 中症の場合は、果実の果梗の周辺に褐色のサビを生じ、夏秋梢はやや短かく全体に、生育が劣るか葉色は濃緑色を呈する。
- (3) 欠乏程度が更に進むと、夏秋梢にゴムポケットを生じ、果実のサビ症状は広がり、裂果する場合が見られ、

結果量も少なくなる。

- (4) 欠乏程度のもつとも顕著なものは樹がわい化し特に樹高が低い、6月頃より落果し極端に結果量が劣り、夏秋梢の発生数は増すが生育悪くゴムポケットの出現割合も多くなる。秋枝は先端が枯死するか、枯死しなくても枝皮が褐色になり、葉にクロロシスを生じる。

### 2. 分析結果

Cuの含量は春葉、夏葉とも欠乏樹は低く、果実では明確に現われにくかつた。N, P, Kは欠乏樹が高い傾向を葉、果実とも示した。

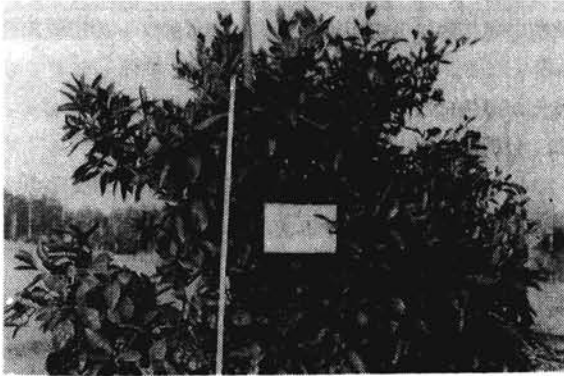
### 3. 発生園の状況

- (1) 土壌は第4紀古層、花崗岩の砂礫土に多かつた。
- (2) 樹齢は3～9年生で10年生以上のものには認められなかつた。
- (3) 品種系統間の差異はつきりしなかつた。
- (4) 年により発生程度に差異を生じる。
- (5) 銅剤使用中止後2～3年目に発生がみられる。

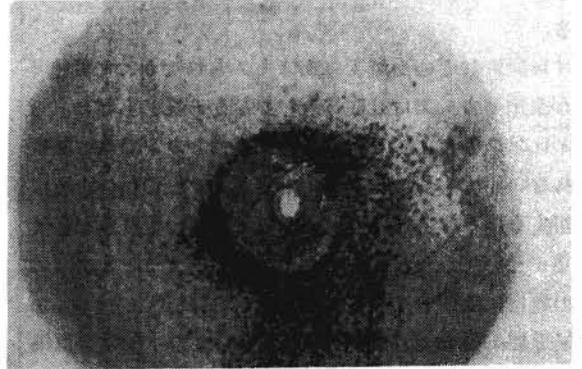
## 参 考 文 献

- 1) Grossenbacher, T. G. (1916): Some bark disease of citrus trees in Florida. *Phytopathology*, 6, 29-50.
- 2) 石原正義・山田峻一・佐藤公一・下迫勇助・柳瀬騰・渋谷久治・寺岡義一 (1970): カンキツの銅欠乏に関する研究. 第1報 銅欠乏診断法について. 園芸学会昭和45年度春季大会研究発表要旨 68～69.
- 3) 石原正義・下迫勇助・坂口生・柳瀬騰・渋谷久治・寺岡義一・横溝久・金野三治 (1972): カンキツの銅欠乏に関する研究. 1欠乏症状、樹体および土壌分析による銅欠乏診断法. 園試報 A 11号 41～76.
- 4) 尾形亮輔 (1971): 果樹の微量要素欠乏(1). 農園試 46, 1.
- 5) 下迫勇助 (1970): カンキツにおける薬剤散布の変遷に伴う生理的影響について. 園芸学会昭和45年度秋季大会シンポジウム講演要旨, 1～7.
- 6) S. A. Barber, etc (1951): *Hunger Signs in Crops*. David McKay Company. 385～389
- 7) 土持武男・佐野憲三 (1971): 早生温州の銅欠乏に関する試験. 昭和45年度カンキツ試験研究打合せ会議第2分科会資料 134.
- 8) v. R. Gardner (1966): *Principles of Horticultural Production*. Michigan State Univ. Press.
- 9) 渡辺登志彦・古橋信哉 (1969): ハツサクの銅欠乏症について. 園芸学会昭和44年度春季大会研究発表要旨 80～81.

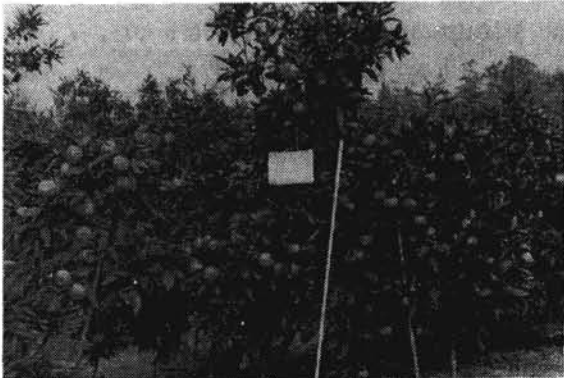
10) (1969): ハツサクの銅欠乏とその対策.  
果実日本, XX IV, 60~62.



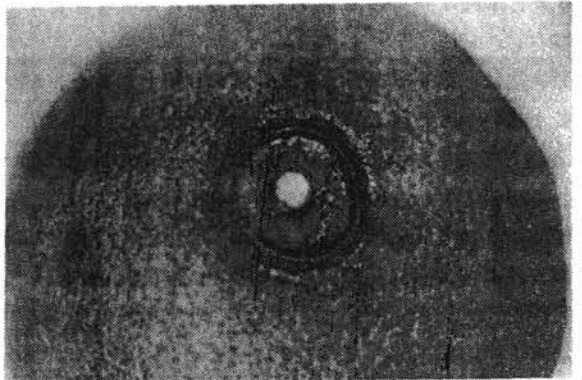
写1. 銅欠乏の甚しい樹の状態



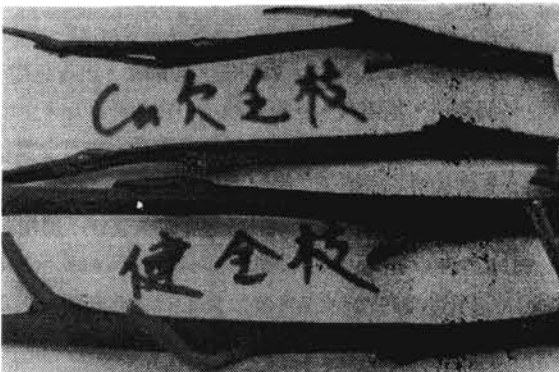
写5. 欠乏果の被害少果



写2. 健全樹の樹形



写6. 欠乏果の中症果



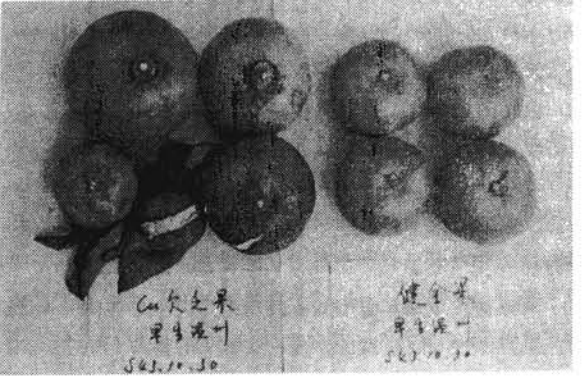
写3. 欠乏枝のゴムポケットおよびサビ状の汚れ



写7. 欠乏果の甚症果



写4. 欠乏症による枝枯れ



写8. 早生温州に発生した症状