

水田転換園におけるカンキツ樹の長期三要素試験

第1報 高接ぎ更新された清見・伊予柑の生育および果実生産

松瀬政司・岩切 徹・新堂高広¹⁾・小野 忠²⁾・山口正洋³⁾

キーワード：肥料三要素，施肥試験，水田転換園，高接ぎ，伊予柑，清見，ウンシュウミカン

Effects of Long-Term Application of Three Major Nutrients on the Citrus Trees Growing in the Orchard Converted from a Paddy Field

1. Growth, Yield, and Quality of Kiyomi and Iyo Tangors Top-Grafted on Satuma Mandarin

Masashi MATSUSE, Tetsu IWAKIRI, Takahiro SINDOU, Tadashi ONO,
Masahiro YAMAGUTI

Summary

Effects of three major nutrients (N, P, K) were investigated on the growth, yield, and quality of Kiyomi and Iyo tangors, both of which were top-grafted in 1980 on satuma mandarin growing in the citrus orchard converted from a paddy field in 1965 (at Saga Fruit Tree Experiment Station).

1. The increase in plant capacity of Kiyomi in the non-fertilizer and non-N plots was about 70% of the plants in the plot amended with the fertilizer of N, P, and K (200, 120, 160 kg each / ha/ year). The plant capacity increase was the smallest in Iyo tangor growing in the non-N plot.

2. The fruit yields of Kiyomi and of Iyo tangors were the least in the non-fertilizer and non-N plots. Average fruit weight was the smallest in the non-K plot. No significant difference was recognized among all experimental plots for the sugar content (Brix-value) in fruit juice. Citric acid content in Kiyomi fruit was the lowest of all in the non-K plot. Similar tendency was recognized for Iyo fruit.

3. The contents of P and K in leaves were almost proportional to the application treatments of these fertilizers. The effect of non-fertilization was more conspicuous for K than for P: the content of K in the non-K plot was less than 1/2 of the other plots. The specific K-deficiency symptom of Iyo tangor occurred in the non-K plot. The magnesium (Mg)-deficiency symptom appeared both in Kiyomi and Iyo tangors when the plants were not applied with P fertilizer containing Mg as an ingredient of the fertilizer used. This deficiency symptom was more significant in Iyo than in Kiyomi: Mg content in Iyo leaves was less than 0.25%.

1) 現在 上場営農センター

2) 現在 大分県農業技術センター

3) 現在 西松浦農業改良普及センター

緒 言

本県のウンシュウミカンは昭和40年代に増植ブームによって水田でも植栽が始まり、その後、米の生産調整と相まって水田転換園が増加した。この水田転換ミカン園は、単位収量は高いものの、品質的には糖度が低いなど問題も多かった(岩切ら,1983)。その後、昭和40年代後半以降は生産過剰による価格低迷のため、それらの園の多くは、一部がハウスミカン園に、さらに宮内伊予柑(以下伊予柑)や清見などの中晩生カンキツ(以下中晩柑)へ高接ぎ更新された。

水田転換園のウンシュウミカンに関する試験は、中原ら(1965,1976)の開園に関する試験や山津ら(1977)の水田転換園における三要素試験がある。高接ぎ更新時の施肥に関する試験は前阪ら(1977)の試験や峯ら(1988)の伊予柑の施肥試験がある。また、高木ら(1987)は伊予柑の生産力向上に関する研究を行い、土壌や園の環境条件と生産性について検討している。しかし、当時は新たに導入された中晩柑品種の肥料要素に対する反応は明らかでなかった。加えて高接ぎ更新という条件もあり、現場における施肥の指導は手探り状態であった。このため、試験研究に対して早急に施肥指導を行うための基礎的な情報の提供が求められた。そこで、本報では長年水田転換ウンシュウミカン園で肥料三要素試験を継続して樹体栄養状態が異なる樹に、当時新たに導入された伊予柑と清見の高接ぎを行い、これらの品種の肥料三要素に対する反応を明らかにしたので報告する。

材料及び方法

1. 供試園

1965年に松田温州(以下ウンシュウミカン)を植栽し、植栽と同時に肥料三要素試験を開始した。1区は42m²(5.3m×8m)で6樹が植栽されている。この処理を継続した15年生樹を供し、1980年4月上~中旬に、1樹当たり20口の腹接ぎによる一挙更新法で、清見1樹、伊予柑を4樹高接した。穂木の活着や伸長が悪いため高接ぎ後の生育が劣った樹は翌年更に接ぎ木した。また、各区には高接ぎをしないウンシュウミカン樹を残した。

2. 試験区の構成

各区の中から各品種1樹づつを選定し、調査樹として追跡調査した。

接ぎ木初年目の生育は、接ぎ木者や穂木の状態等の接ぎ木条件をブロックとした試験配置で調査を行った。

試験区の構成と各区の施肥量は第1表のとおりである。

第1表 試験区と年間施肥量(kg/10a)

試験区	チッソ	リン酸	カリウム	堆肥	
無肥料区	-	-	-	-	・時期別施肥割合 春(40%)、夏(20%)、秋(40%) 堆肥は、毎年3月に施用した。
無チッソ区	-	12	16	-	
無リン酸区	20	-	16	-	・施用資材 尿素(チッソ) 苦土重焼燐(リン酸) 硫酸カリウム(カリウム) 牛糞オガクズ堆肥(堆肥)
無カリウム区	20	12	-	-	
三要素区	20	12	16	-	
堆肥区 ^{a)}	-	-	-	2,000	

a) 堆肥区は1980~1982年は堆肥のみ、1983以降は三要素+堆肥施用に変更した。

3. 調査方法

1) 接ぎ木樹の生育

接ぎ木1カ月後に穂木の褐変・枯死の観察で活着状況を調査し、夏枝の発生前に新梢の発生本数と伸長量を測定した。また、樹容積の拡大量は樹冠の長径×短径×(樹高-裾枝高)×0.7で算出した数値から、同様にして算出した中間台の容積を差し引いた値を用いた。

2) 収量および果実品質

収量については、供試した各品種について、調査樹の着果個数と重量を収穫時に計った。

果実品質の調査は、収穫直後にウンシュウミカンはMサイズの20果を、伊予柑・清見はLサイズの果実15果づつを用い、農水省果樹試験場興津支場が策定したカンキツの各種調査方法(1969)によって行った。

3) 葉分析および果汁の無機成分

葉分析は、樹冠の赤道部から未結果枝の春葉を1樹当たり30葉、毎年9月に採葉したものを用い、チッソはケルダール法、その他の成分は乾式灰化にて分解抽出し、リン酸はL-アスコルビン酸法で、カリウム、カルシウム、マグネシウムは原子吸光法で行った。

果汁中の無機成分は、果実品質調査に用いた果汁を葉分析に準じて行ったが、分解は硝酸過塩素酸混合液による湿式灰化法を用いた。

結 果

1. 接ぎ木樹の生育

1) 活着率および接ぎ木直後の伸長

活着率は、変色枯死していないものを活着とみなして算出した。伊予柑、清見ともいずれの区も85%以上が活着し、処理やブロック間には差がなかった。

活着後の発芽伸長についてみると、新梢発生本数・平均新梢長・総伸長量については施肥処理間の差は有意でなかった。しかし、ブロック間ではこれらの項目に明らかな差があった。また、品種間では、伊予柑が清見より新梢の発生本数が多く、総伸長の量も大きかった(第2表)。

樹冠の回復度合いの目安として、高接ぎ時の中間台ウンシュウミカンの剪除枝葉重と新梢伸長量の関係を見ると、剪除枝葉重は高接ぎ前の樹容積が小さかった無肥料区と無チッソ区が少なく、剪除枝葉重に対する新梢伸長量の割合はこれらの区が大きくなった。

また、高接ぎ時の中間台ウンシュウミカンの葉中チッソ濃度と穂木の春梢伸長の関係についてみると、清見はチッソ濃度が低い無肥料区や無チッソ区で総伸長量が小さいが、伊予柑はチッソ濃度による差がなかった(第1図、第2図)。

2) 樹冠の拡大量

高接ぎ後3カ年の樹冠拡大量を樹容積の増加量で見ると、伊予柑は処理間に有意な差が見られなかったが、処理区毎の平均では無チッソ区<無肥料区<三要素区<無カリウム区<堆肥区<無リン酸区となり、チッソ栄養の低い区が小さかった。

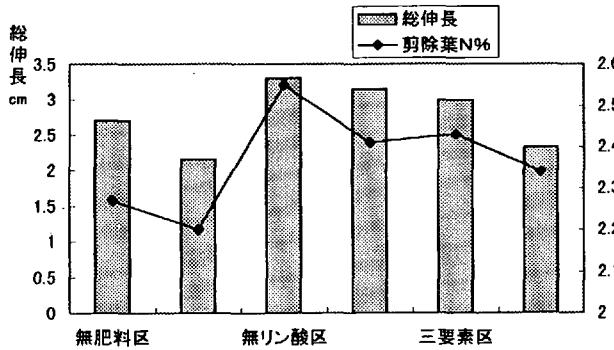
清見は伊予柑と同様に無チッソ区や無肥料区は他の区より小さく、その差は有意であった。品種間では清見が伊予柑より明らかに大きかった(第3図)。

また、接ぎ木して3年経過後の樹容積を見ると、伊予柑は接ぎ木を行わなかったウンシュウミカンの3割強程度、同じく清見は7割程度であった。

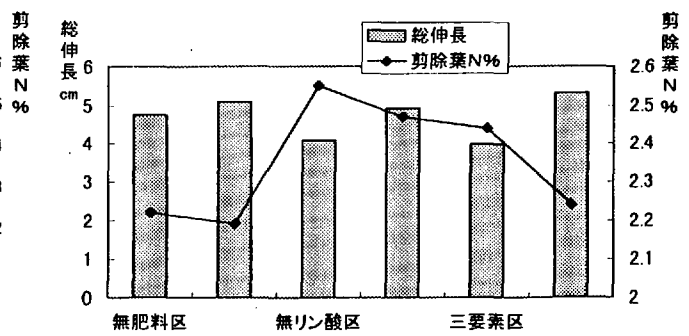
第2表 接ぎ木年の春梢伸長の状況(1980年7月)調査

処理区 ブロック	発芽穂数		新梢発生数		1穂新梢数		平均新梢長		総伸長		
	清見	伊予	清見	伊予	清見	伊予	清見	伊予	清見	伊予	
無肥料区	13.0	12.0	26.3	44.0	1.89	2.87	21.5	24.4	541	947	
無チッソ区	10.8	12.5	19.5	42.3	1.80	3.42	19.7	23.4	431	1,018	
無リン酸区	11.8	11.3	30.3	33.5	2.43	2.48	22.0	19.9	661	815	
無カリウム区	13.0	11.8	27.0	39.8	2.00	2.95	22.9	23.5	630	986	
三要素区	12.3	19.3	24.0	32.8	1.53	2.63	24.9	21.3	599	793	
堆肥区	10.5	11.5	19.5	40.0	1.53	3.60	23.9	23.5	466	1,069	
ブ	A	15.2	18.2	39.3	69.5	2.30	3.80	23.1	25.6	898	1,745
ロ	B	6.8	2.7	10.3	5.7	1.34	2.07	21.2	16.3	228	105
ッ	C	14.8	14.8	28.2	49.2	1.86	2.38	22.6	24.7	638	1,198
ク	D	10.0	10.5	19.8	30.5	1.95	2.81	23.1	24.0	454	720
F 処理		0.60	0.51	1.31	0.43	6.2	0.95	1.14	0.44	1.10	0.70
値	ブロック	***	***	***	***	***	*	0.41	4.2	***	***

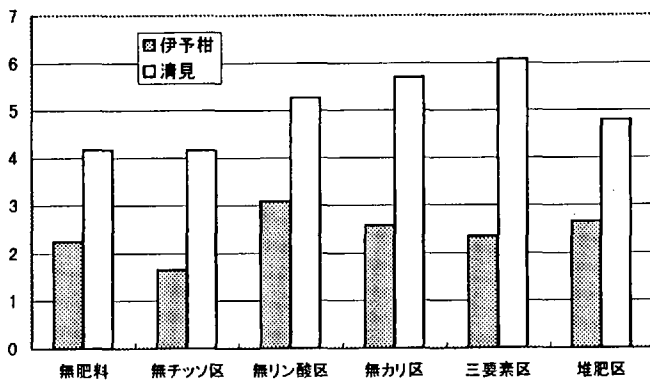
注) * 5%水準で有意差, ** 1%水準で有意差, *** 0.1%水準で有意差



第1図 清見の総伸長と剪除葉N%



第2図 伊予柑の総伸長と剪除葉N%



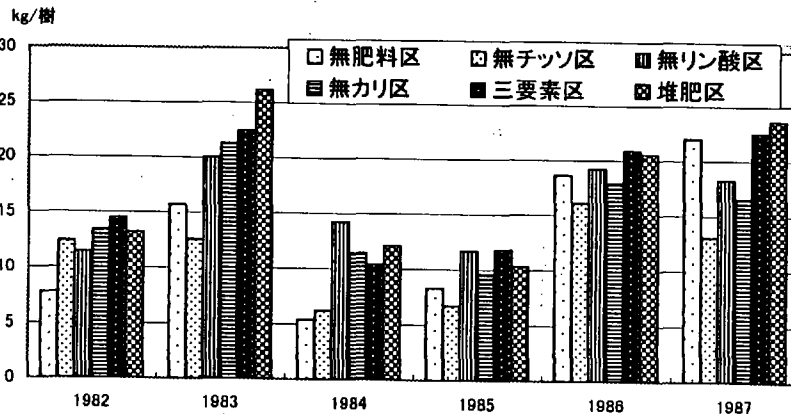
第3図 接木後3力年間の樹冠拡大量(1982.8)

2. 収量

1) 伊予柑

伊予柑は接ぎ木後3年目から結実をさせた。その結果、処理間に有為な差が見られた年は高接ぎ7年目の1987年のみで、無チッソ区が明らかに低かった。この他の年は樹体間のふれが大きく有意な差には至らなかったが、処理区の平均値で見ると、高接ぎ後2～4年は無肥料区や無チッソ区が他の区より低く、累積収量もこれらの区が低かった。しかし、無肥料区の収量は次第に収量の多い三要素区や堆肥区に近づいた。

無カリウム区は処理区毎の平均で見ると高接ぎ後3～4年間は三要素区や堆肥区に近い値で推移したが、5年目、6年目と低下した。無リン酸区は年次を経るごとに苦土欠乏症状が激しくみられ、8年目には無チッソ区、無カリウム区に次いで低くなった(第4図)。

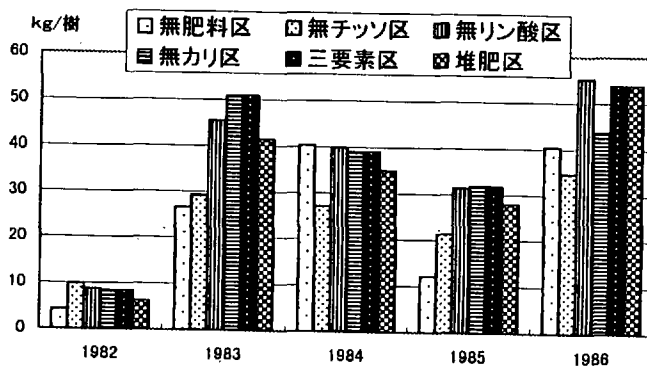


第4図 伊予柑収量の年次変化

2) 清見

伊予柑は接ぎ木後4年目から結実をさせた。その結果、処理間に有為差が見られる年はなかったが、無肥料区や無チッソ区で低い年が多かった。また、無カリウム区、無リン酸区は伊予柑とは異なり、接ぎ木後年数を経ても三要素区や堆肥区と同レベルで推移し、累積収量は無チッソ区 \leq 無肥料区 $<$ 堆肥区 $<$ 無カリウム区 \leq 無リン酸区 \leq 三要素区の順であった。

品種間では、接ぎ木後3年目は伊予柑が清見より高かったが、その後は清見の収量が明らかに高かった(第5図)。



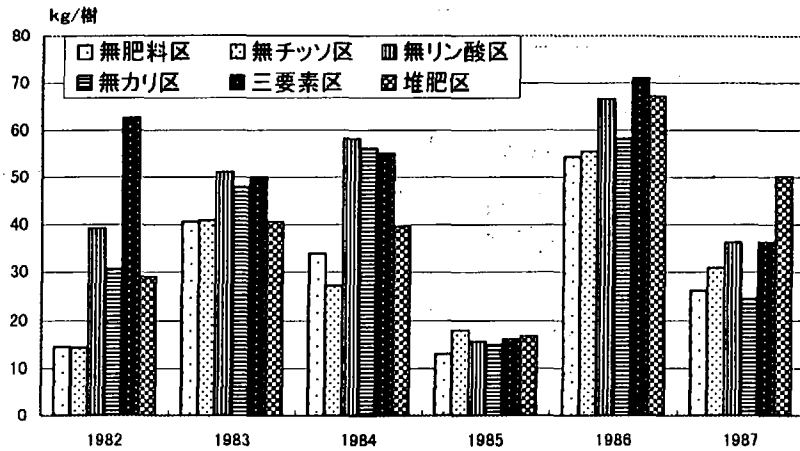
第5図 清見の収量変化

3) ウンシュウミカン

処理間に有意な差がみられた年については、無肥料区および無チッソ区が低かった。調査年を通じた収量で見ると、無肥料区 \leq 無チッソ区 $<$ 堆肥区 \leq 無カリ区 $<$ 無リン酸区 $<$ 三要素区の順であった(第6図)。

各品種間を通じ、無肥料区、無チッソ区で結実が悪く、三要素区が最も安定していた。ただし、伊予

柑は無リン酸区では苦土欠乏症の影響のため着果が少なくなる傾向が強くてた。

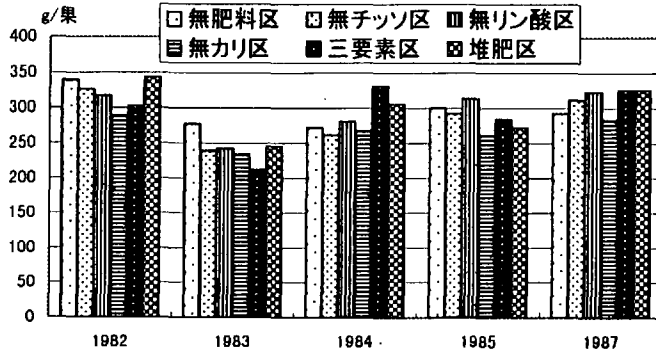


第6図 ウンシュウミカンの収量の推移

3. 収穫果実の1果平均重

1) 伊予柑

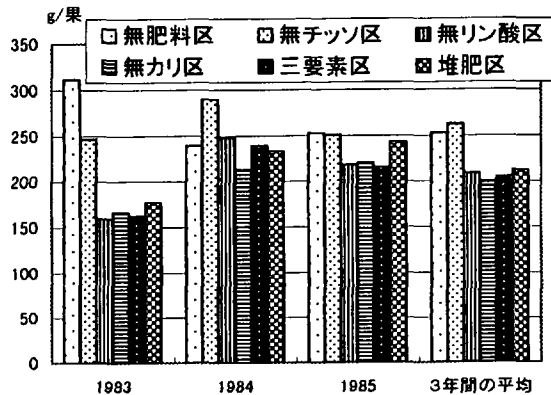
初結果させた1982年は処理間に有意差が見られ、過着果樹が含まれている三要素区が小さく、逆に着果数が少ない無肥料区で大きかった。処理間の差は樹体間のバラツキが大きく有為な差にはならないものの、無カリウム区は果実が小さい年が多く、6年間の平均では明らかに小さかった(第7図)。



第7図 伊予柑の平均果重の推移

2) 清見

着果数の少ない無肥料区、無チッソ区で大きい傾向みられ、1983年は無肥料区が、1984と1985年は無チッソ区が明らかに大きかった。4年間を通してみると伊予柑と同様に無カリウム区で小さい傾向が見られた(第8図)。

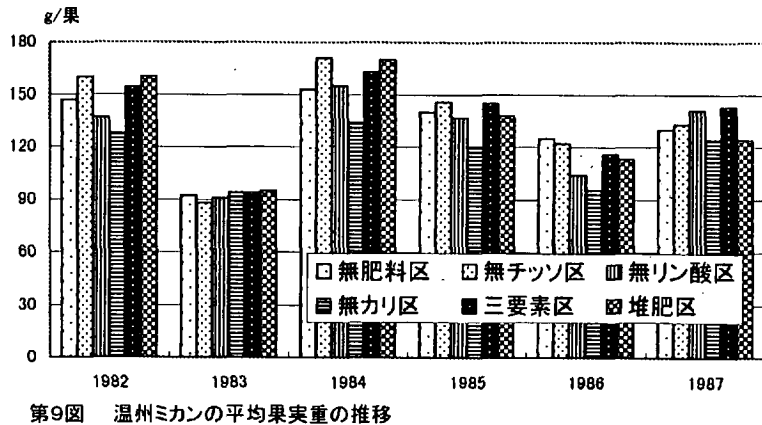


第8図 清見の平均果重の推移

3) ウンシュウミカン

摘果不足で果実が小さかった1983年以外の年については、無カリウム区が他の区より小さかった(第9図)。

各品種間を通じて着果量に大きく左右されるが、全体的に無カリウム区が小玉となる傾向がみられた。



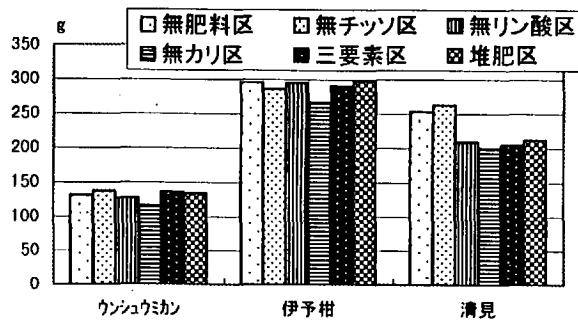
4. 果実品質

1) 果肉歩合

伊予柑は結実初年目(1982年)には無チツソ区が他の区より高かったが、高接ぎ7年目(1987年)には、無肥料区と無チツソ区が他の区より明らかに低かった。年度を通じてみると、無カリウム区がやや低い傾向が見られた。

また、清見の果肉歩合は無チツソ区が高い値で推移し、特に結実初年目(1983年)は他の処理区との差が明らかであった。

これに対し、ウンシュウミカンの果肉歩合は、処理区間の差が一定の傾向で推移しなかったが、調査年を通じてみると無リン酸区および無カリ区が他の区より低かった(第10図)。



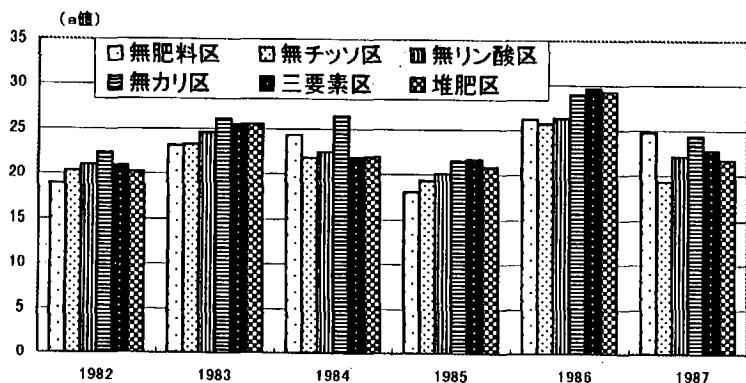
第10図 調査年を通じた平均果実重

2) 果皮色(色差計a値)

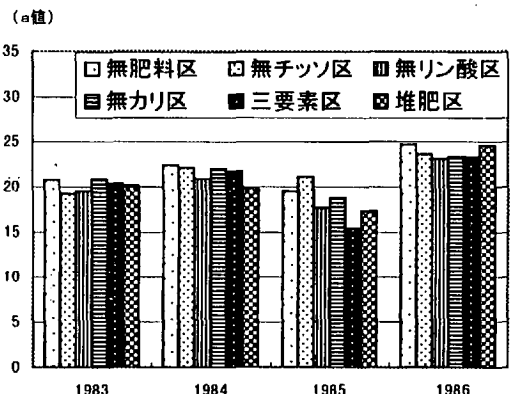
伊予柑の果皮色は無カリウム区が高く、無チツソ区が低い傾向で推移し、特に、1982年、1984年、1986年は処理間に有為な差をみた。また、無肥料区も低い年があった(第11図)。

清見の果皮色は1986年には無肥料区および堆肥区が他の処理区より明らかに高かったが、他の年次では処理間の差が一定しなかった(第12図)。

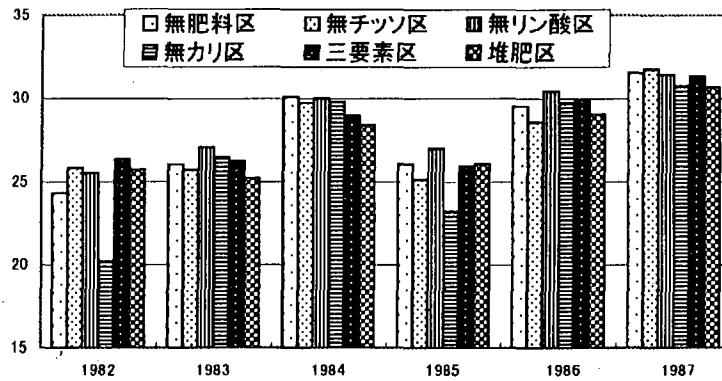
ウンシュウミカンの果皮色は、伊予柑や清見と異なり無カリウム区で低い年が多く、調査年を通じた平均値でも無カリウム区がもっとも低かった。(第13図)



第11図 伊予柑果皮色(a値)の変化



第12図 清見果皮色(a値)の変化



第13図 ウンシュウミカン果皮色(a値)の推移

3) 果汁の糖度

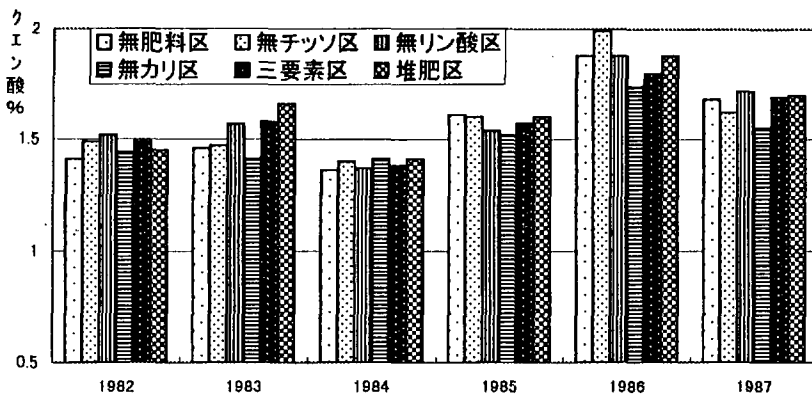
伊予柑の糖度は1983年のみ処理間に有意差が見られ、収量が少なかった無肥料区および無チッソ区が他の区より低かった。他の年は処理間で一定の傾向が見られなかった。また、清見の糖度は伊予柑と同様に処理間の収量差が大きかった1983年は差が見られ、収量の少ない無肥料区および無チッソ区が他の区より低かった。一方、ウンシュウミカンは処理間の差が一定していなかった。

4) 果汁のクエン酸濃度

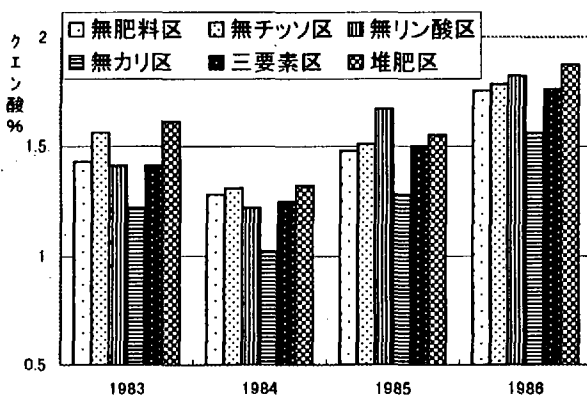
伊予柑の果汁酸度は処理区毎の平均で見ると1983年および1985~1987は無カリウム区が最も低く、特に1983年は無リン酸区や三要素区、堆肥区との差が明らかであった(第14図)。

清見はいずれの年次も処理間に有意な差が見られ、無カリウム区が明らかに低かった(第15図)。

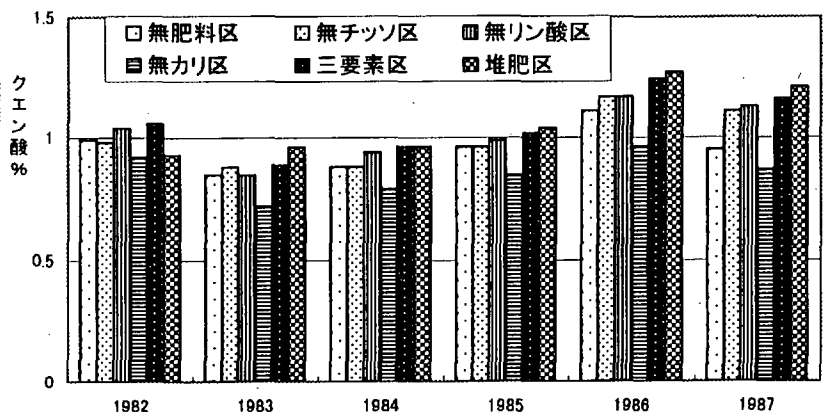
ウンシュウミカンは清見と同様にいずれの年次も無カリウム区が明らかに低かった。(第16図)



第14図 伊予柑の酸含量変化



第15図 清見酸含量の変化



第16図 ウンシュウミカンの酸含量の変化

5. 果汁中無機成分の変化

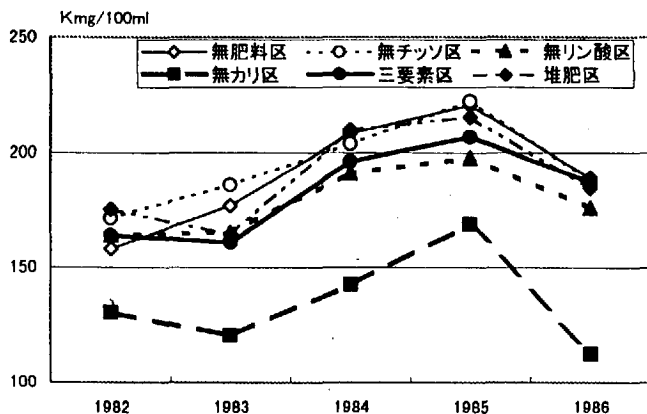
1) チッソおよびリン酸

チッソ濃度はいずれの品種も、無肥料区や無チッソ区で低い年が多かった。

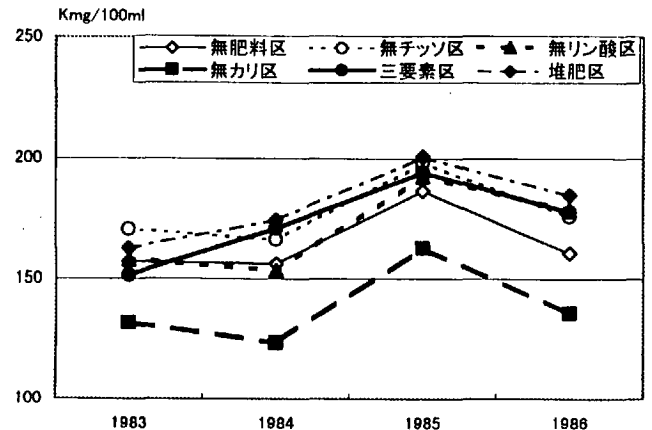
リン酸濃度はウンシュウミカンでは無リン酸区が低い傾向で推移したが、伊予柑や清見は一定の傾向で推移しない年が多かった。

2) カリウム

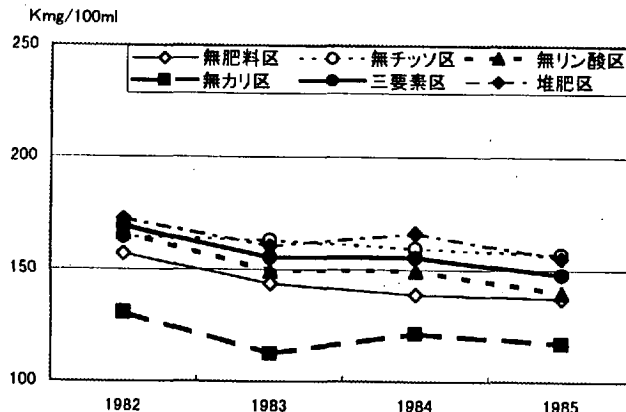
カリウム濃度は品種間で異なり、ウンシュウミカンに比べて伊予柑や清見が高く推移した。処理区間ではいずれの品種も無カリウム区が明らかに低い値で推移したが、その差は伊予柑で大きく、特に1986年は顕著であった(第17図・18図・19図)。



第17図 伊予柑の果汁のカリウム濃度



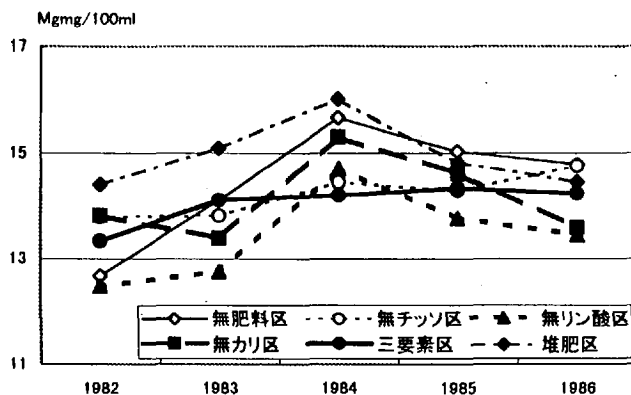
第18図 清見の果汁のカリウム濃度



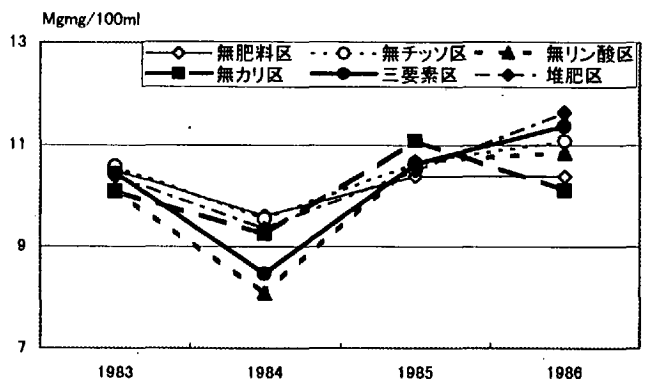
第19図 温州ミカンの果汁のカリウム濃度

3) マグネシウム

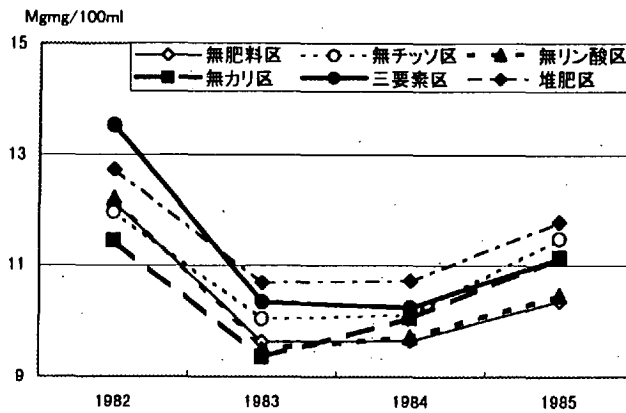
マグネシウム濃度は伊予柑では1982, 1983年は無肥料区が明らかに高く、また、無リン酸区でもやや低い年があった。これに対し、清見やウンシュウミカンでは処理区間に一定した傾向がみられなかった(第20図・21図・22図)。



第20図 伊予柑の果汁マグネシウム濃度



第21図 清見の果汁マグネシウム濃度

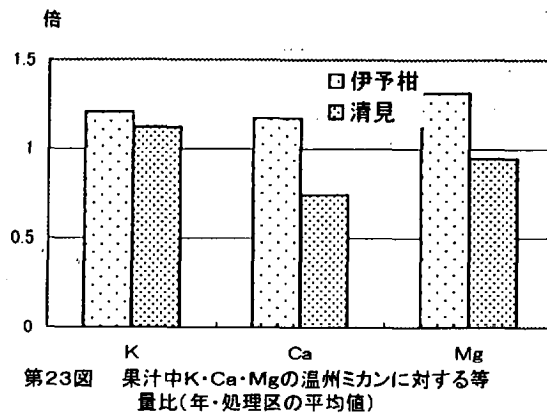


第22図 温州ミカンの果汁マグネシウム濃度

4) 果汁中の陽イオン濃度の品種間差異

品種別に処理区年度を平均したカリウム、カルシウム、マグネシウム濃度をミリグラム当量に換算し、伊予柑・清見についてウンシュウミカンとの比を見た。その結果、伊予柑はカリウム・カルシウム・マグネシウムともウンシュウミカンより高く、特にマグネシウムはウンシュウミカンの1.3倍であった。

これに対し、清見ではカルシウムがウンシュウミカンの74%、マグネシウムもウンシュウミカンの94%と低かった(第23図)。



第23図 果汁中K・Ca・Mgの温州ミカンに対する等量比(年・処理区の平均値)

6. 葉中無機成分の変化

1) チッソ

伊予柑では1982年・1984年は無肥料区や無チッソ区が明らかに低かった。清見では無チッソ区が明らかに低く推移し、1984年は無肥料区も無チッソ区に次いで低く、無リン酸区や無カリウム区が高い値で推移した。1982年はいずれの品種とも堆肥区が低い傾向がみられた(第3表)。

2) リン酸

伊予柑では1985年を除けば無チッソ区が明らかに高く推移した。清見も無チッソ区が高く推移したが、無カリウム区では年々増加し、1985年は無チッソ区と並んで他の区より明らかに高かった。また無リン酸区では、いずれの品種も明らかに低くなる年があった(第3表)。

3) カリウム

他の葉中成分と異なり、いずれの品種でも無カリウム区が常に低く推移し、1988年には伊予柑で0.5%台まで、清見とウンシュウミカンは0.6%台まで低下した。また、同じくカリウム施用のない無肥料区は、ウンシュウミカンや清見ではカリ施用区より低い年次があった(第3表)。

4) マグネシウム

いずれの品種も、無リン酸区が明らかに低く、無カリウム区は高い傾向があった。品種と施肥処理間の関係でみると、無リン酸区の葉中マグネシウムの低下は、伊予柑が0.25%以下で推移したのに対し、清見とウンシュウミカンは0.25~0.3%の範囲で推移し、伊予柑で低下の度合いが大きかった。逆に無カ

リウムによるマグネシウムの増加は、伊予柑が大きい傾向にあった。また、堆肥区も無カリウム区に次いで高い傾向で推移した（第3表）。

第3表 葉中無機成分
チッソ濃度 (%)

品 種	ウンシュウミカン						伊 予 柑						清 見					
	1982	1983	1984	1985	1988	平均	1982	1983	1984	1985	1988	平均	1982	1983	1984	1985	1986	平均
無肥料区	2.92		2.93	2.87	2.71	2.86	2.40		2.95	3.05	2.52	2.73	2.66		2.92	2.99	2.55	2.78
無チッソ区	2.84		2.83	2.88	2.53	2.77	2.44		2.92	2.85	2.28	2.62	2.53		2.74	2.82	2.41	2.63
無リン酸区	3.06		3.10	2.86	3.01	3.01	2.67		3.29	2.94	2.83	2.93	2.81		3.35	3.22	2.96	3.09
無カリウム区	3.01		3.18	2.93	3.01	3.03	2.66		3.26	3.00	2.97	2.97	2.76		3.35	3.18	2.84	3.03
三要素区	2.97		3.16	2.80	2.92	2.96	2.57		3.19	2.79	2.89	2.86	2.68		3.24	2.96	3.01	2.97
堆肥区	2.65		3.18	2.87	2.81	2.88	2.50		3.26	2.94	2.93	2.91	2.61		3.22	3.12	3.04	3.00

リン濃度 (%)

品 種	ウンシュウミカン						伊 予 柑						清 見					
	1982	1983	1984	1985	1988	平均	1982	1983	1984	1985	1988	平均	1982	1983	1984	1985	1986	平均
無肥料区	0.14	0.13	0.18	0.17	0.19	0.16	0.22	0.18	0.20	0.18	0.17	0.19	0.21	0.22	0.20	0.17	0.22	0.20
無チッソ区	0.15	0.12	0.23	0.20	0.22	0.18	0.26	0.20	0.27	0.18	0.19	0.22	0.20	0.27	0.27	0.22	0.23	0.24
無リン酸区	0.12	0.11	0.18	0.18	0.15	0.15	0.20	0.18	0.19	0.16	0.15	0.17	0.14	0.17	0.19	0.17	0.15	0.16
無カリウム区	0.13	0.11	0.18	0.21	0.17	0.16	0.20	0.18	0.20	0.19	0.16	0.19	0.16	0.18	0.20	0.22	0.17	0.19
三要素区	0.13	0.10	0.19	0.19	0.19	0.15	0.19	0.18	0.19	0.21	0.15	0.18	0.16	0.17	0.19	0.19	0.16	0.17
堆肥区	0.18	0.10	0.19	0.19	0.15	0.16	0.19	0.17	0.21	0.19	0.15	0.18	0.22	0.18	0.21	0.18	0.16	0.19

カリ濃度 (%)

品 種	ウンシュウミカン						伊 予 柑						清 見					
	1982	1983	1984	1985	1988	平均	1982	1983	1984	1985	1988	平均	1982	1983	1984	1985	1986	平均
無肥料区	1.17	1.13	1.03	0.97	1.34	1.13	1.83	1.84	2.22	1.71	1.67	1.85	1.96	1.71	1.27	1.34	1.85	1.63
無チッソ区	1.35	1.22	1.40	1.32	1.97	1.45	2.10	1.79	1.79	1.60	2.40	1.94	2.04	1.77	1.68	1.40	2.33	1.84
無リン酸区	1.41	1.90	1.36	1.45	1.95	1.61	2.23	1.94	2.04	1.75	1.89	1.97	2.11	1.72	1.68	1.65	2.20	1.87
無カリウム区	0.96	0.87	0.67	0.78	0.67	0.93	0.87	0.80	0.78	0.84	0.50	0.76	1.09	0.89	0.82	0.81	0.67	0.86
三要素区	1.23	1.24	1.27	1.53	1.77	1.41	1.87	1.68	1.66	1.79	1.86	1.77	1.90	1.55	1.55	1.63	2.33	1.79
堆肥区	1.22	1.08	1.33	1.31	1.84	1.36	2.02	1.81	1.65	1.85	2.10	1.89	2.05	1.86	1.51	1.78	1.99	1.84

マグネシウム濃度 (%)

品 種	ウンシュウミカン						伊 予 柑						清 見					
	1982	1983	1984	1985	1988	平均	1982	1983	1984	1985	1988	平均	1982	1983	1984	1985	1986	平均
無肥料区	0.38	0.39	0.37	0.39	0.33	0.37	0.30	0.33	0.38	0.37	0.30	0.34	0.35	0.37	0.39	0.37	0.29	0.35
無チッソ区	0.42	0.44	0.39	0.38	0.32	0.39	0.30	0.36	0.37	0.32	0.30	0.33	0.39	0.37	0.36	0.38	0.30	0.36
無リン酸区	0.30	0.25	0.29	0.29	0.23	0.27	0.22	0.24	0.25	0.25	0.17	0.23	0.26	0.28	0.29	0.28	0.20	0.26
無カリウム区	0.54	0.48	0.48	0.50	0.41	0.48	0.45	0.52	0.55	0.50	0.42	0.49	0.48	0.42	0.50	0.45	0.36	0.44
三要素区	0.44	0.42	0.40	0.42	0.30	0.40	0.31	0.34	0.38	0.39	0.25	0.33	0.39	0.39	0.42	0.40	0.30	0.38
堆肥区	0.49	0.48	0.41	0.34	0.32	0.41	0.37	0.41	0.45	0.42	0.29	0.39	0.43	0.47	0.47	0.44	0.34	0.43

7. 枝葉に発生した栄養生理障害

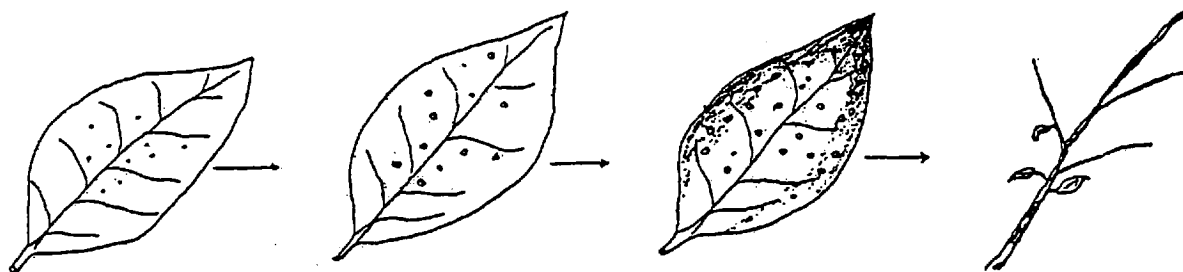
1) カリ欠乏症

伊予柑樹の無カリ区では、結実を始めて3～4年目頃から葉や枝先に、従来の柑橘類のカリ欠乏症状とは異なる症状が発生した。第24図に示すようなその症状は、初期には葉身に白斑を呈し、黄白斑から黄～褐色斑になり斑紋が連続して葉先や葉縁から枯れ込み、さらに進むと落葉して枝まで枯れ込む激しい症状であった(岩切徹、1992) (第24図)。

また、この症状は伊予柑特有のもので、同じ無カリ区内に植栽されているウンシュウミカン樹では葉や果汁中のカリウム濃度および果皮の着色などにカリ欠乏の明確な影響がでているにもかかわらず、葉部には何らの症状もみられず、清見は着果量の多い樹で僅かに黄白斑が生じ、軽く枝先から枯れ込んだ。このときの葉中カリウム濃度は0.5%台であった(松瀬ら、1990)

2) マグネシウム欠乏症

無リン酸区では、高接ぎ前から苦土欠乏症状がみられていたが、高接ぎ樹の伊予柑は、結実を始めて3年目位から結実部位を中心に苦土欠乏症状が激しくなり、初秋期頃から葉に欠乏症状を呈し始め、秋冬期には著しく落葉した(カラークラビア)。ウンシュウミカンの場合は着果の多い部位を中心に葉には苦土欠乏症状が現れるものの、伊予柑と比べると落葉の程度は極めて軽かった。また、清見では伊予柑やウンシュウミカンと異なり、無リン酸区でも苦土欠乏の症状は軽かった。



8月中～下旬頃から新葉にゴマ粒よりやや大きめの白斑状のクロロシスが生じる。樹冠での発生部位は頂部及び外周の強い枝の未結果新梢の枝先に多い。

9月頃には明確な黄白斑に変じ、葉身全体に生じる。葉色はまだ緑色が濃い。障害葉が枝先から順次下部葉に発生しだす。

黄～褐色斑となり、葉色が退色はじめるが、葉先、葉縁部での進行が早く、この部位から枯れあがる。激しいものは、9月中旬頃、枝先から順次落葉する。

落葉後、枝は先から枯れ込み、多くは当年枝でとまるが、症状が激しい樹では前年枝まで枯れ込む。

第24図 枝葉部における宮内伊予柑のカリウム欠乏症徴の発生経過

考 察

1. 高接ぎ後の樹体の生育

一般的に、チッソ栄養の低下は枝葉の生育にマイナスの影響を及ぼすことが知られている。本試験においても清見の枝の総伸長はチッソ栄養の低い無肥料区や無チッソ区、および高接ぎ当初のチッソ施用量が化学肥料の4kgに相当する(岩切ら、1986)堆肥区がやや小さい傾向にあった。しかし、高接ぎ当年の新梢発生本数、平均新梢長伸長や伊予柑の総伸長量に対するチッソ栄養の影響は小さく、むしろ、高接ぎ当

初の生育は樹体栄養以外の条件の影響が強く現れた。これらのことから、活着から初期の伸長には中間台の樹体栄養も関係するが、それ以上に穂木の状態や高接ぎの技術、接ぎ木後の管理等がより重要であると考えられた。

また、今回は伊予柑と清見を高接を行ったが、両品種における高接ぎ時の樹体のチッソ栄養と高接ぎ当初の生育の関係には違いがみられた。すなわち、清見の総伸長量は高接ぎ時の中間台の葉中チッソ濃度を反映し影響が大きい、伊予柑ではこの傾向はみられなかった。これは、接ぎ穂1芽当たりの発芽数が多い伊予柑では、初期の伸長量が大きくなるため、一時的に貯蔵養分、即ち炭水化物などチッソ以外の樹体養分が不足して自己せん定するのに対し、発芽数の少ない清見は生育初期の樹体栄養分の消耗が少ないために新梢伸長にたいする制限因子とならず、中間台のチッソ栄養が後の新梢の伸長に反映されたためではないかと推察される。

更に、樹冠回復の指標として総伸長量を剪除枝葉重で割った値をみた。伊予柑において無肥料区・無チッソ区でその値が高かったが、これを樹体栄養の影響と考えるより、樹冠容積に関係なく接ぎ口数を1樹20口と固定したため、接ぎ木前の樹容積が小さく剪除重の少なかったこれらの区が、見かけ上の数値として大きく現れたためと思われる。

しかし、その後の生育については、高接ぎ3年後の樹容積や樹冠拡大量は無チッソ区や無肥料区が他の区より小さく、高接ぎ樹についても樹体の生育をチッソ栄養が大きく左右することが明らかであった。

2. 果実生産および品質

施肥要素と果実肥大の関係についてみると、カリウムは果樹では玉肥と称されるほど重要視されており、ポット試験ではカリウム栄養の低下により果実肥大が抑制された報告がみられる（奥地ら：長谷ら、）が、圃場試験では施肥レベルの影響が果実サイズに現れた報告は少ない（浦刈ら、）。しかし、本試験の高接ぎ樹の伊予柑では無カリウム区で果実サイズが小さい傾向がうかがえ、6年間の平均果実重はおよそ1割程度小玉となった。また、清見では有意に小さくなる年も見られたが、処理間の差は大きくなかった。しかし、高接ぎをしないウンシュウミカンでは、無カリウム区が最も小さく推移するのに対し、高接ぎ樹は無カリウムにより小玉果となる傾向は小さかった。後で述べる葉中のカリ濃度等から見ると、高接ぎ樹もウンシュウミカン以上に施肥カリウムの欠如が樹体栄養に反映されていることから、品種によってカリウム栄養の低下に対する症状の発現器官が異なることも考えられる。

収量に対しても施肥の影響がみられた。即ち、伊予柑において無肥料区は樹容積の拡大が小さくこの影響を受けて、高接ぎ後5～6年間は無チッソ区に次いで低く推移する傾向が見られたが、その後は収量の多い区に近づき、8年目は三要素区や堆肥区とほぼ同等になった。これに対し、無リン酸区はこれらの区より明らかに低くなった。これはマグネシウムは両区とも供給されないが、無リン酸区においてはカリウムが供給されるため、土壌のMg/Kバランスが著しく低下し（新堂ら、1991）、苦土欠乏症がやすい伊予柑は早期落葉で樹勢が低下してきたことに起因すると考えられた。また、岩切ら（1988）はウンシュウミカンにおいて、無肥料区では細根量が増加することを認めている。伊予柑は結実開始後に根量の減少が起りやすいとされており（高木ら、）、無肥料区では初期の収量が少なかったことで根群が維持され、結果的に樹勢低下が軽減されたため、調査終盤に収量が増加してきたものと推察される。

ウンシュウミカンの果皮色は一般的に樹体チッソの低下により紅の淡いミカンになることが知られている（岩切、1992）。本試験では伊予柑において、チッソを施用しない区がa値が低く、果皮色が淡い傾向の年もみられたが、ウンシュウミカンや清見はこれらの区が必ずしも低くはなかった。一方、カリウム栄養の面からみると、ウンシュウミカンは全体的に着色の進みが遅い年には無カリ区において果皮中のクロロフィルの消失が遅いことが観察され、果皮色a値が明らかに低かった。これに対し、伊予柑は無カリウム区が他

の区よりa値が高い傾向で推移した、処理間で有意な差が見られた年はその傾向が顕著であった。また、清見は品種の特性として紅が淡いが、無カリウム区も他の区と差がなかった。この品種間における関係は、無カリウム区ではクロロフィルやカロチノイドの構成元素であるマグネシウムが拮抗的に高まり、着色の遅い年のウンシュウミカンではクロロフィルの消失が遅れ、マグネシウムが欠乏しやすい伊予柑では無カリウム区以外は果実に移行するマグネシウム量が不足して果皮色の差として現れたためと推察される。

果汁中のクエン酸濃度は、本試験でも長谷ら (1972) のポット試験と同様にカリウムの無施用により低下した。この傾向は伊予柑より清見で高かったが、これは伊予柑の収量が不安定で樹体による着果量にふれがみられ、この影響があったものと考えられる。

3. 樹体内濃度と欠乏症徴の発生

果汁中のカリウム濃度はいずれの品種でも、カルシウムおよびマグネシウム濃度の10倍以上であった。カリウム、カルシウム、マグネシウムの施用の有無と果汁中の含量の関係について、高接ぎ以前の成績では施肥処理開始後6年目に無カリウム区が無肥料区、無チッソ区、無リン酸区に比べて果汁中のカリウム濃度が明らかに低下した (山津ら, 1972)。これに対し、カルシウムとマグネシウム要素は、無肥料区と無リン酸区では施肥からの供給は無いものの、果汁中のカルシウムやマグネシウム濃度は施用の有無と関係がなかった。高接ぎ樹では結実初期から無カリウム区の果汁中カリウムが他の区より明らかに低かった。マグネシウムについては、伊予柑では無リン酸区の果汁中の濃度がやや低い年もみられたが、他の区との差がカリウムほど顕著ではなく、傾向は明らかに異なった。また、果汁中のカリウム濃度を全体の平均を用いて品種間で比較すると、ウンシュウミカンを100とした場合伊予柑は120、清見は112であった。同様に、果汁中のマグネシウム濃度をみると伊予柑は131、清見は94であり、伊予柑が単位収量当たりのカリウム、マグネシウムの収奪量が多いことが考えられた。

一方、葉中のカリウムとマグネシウム濃度についてウンシュウミカンでの施肥処理の影響をみると、カリウムは処理開始後5年目には明らかな差となって現れた (山津ら, 1971)。これに対し、マグネシウムの供給がなく拮抗的に作用するカリウムが供給される無リン酸区では、5年後でも葉中マグネシウムの低下が明らかでなかった (山津ら, 1971)。しかし、その後も処理を継続し、再び葉分析を開始した処理開始後17年目には無リン酸区が他の区より明らかに低くなっていた。品種間で施肥処理の影響をみると、カリウム、マグネシウムともに伊予柑がウンシュウミカンや清見より低下する傾向が強く、試験終了時の無カリウム区の葉中カリウム濃度は、ウンシュウミカン0.67%、伊予柑0.50%、清見0.61%であった。同様に、無リン酸区の葉中マグネシウム濃度はウンシュウミカン0.23%、伊予柑0.17%、清見0.20%であった (新堂ら, 1991)。この葉中濃度の品種間の差異は、果実による養分収奪量の違いのほかに根群の減少が考えられる。岩切ら (1986) はハウスミカン園の葉分析を行い樹体のカリウム欠乏を指摘し、その原因の一つに細根の減少をあげている。本試験でも、伊予柑は樹勢の変化などからみて根量が減少し、カリウムの吸収量低下を招いたことが推察される。

長谷ら (1972) はウンシュウミカンの枝葉のカリウム欠乏症状について、旧葉の先端に葉焼け、枝先に枯れ込みを生じることを報告している。これに対し、本試験の伊予柑のカリウム欠乏症状は、最初は葉身の白斑から始まり、黄白斑から黄～褐色斑になり斑紋が連続し、さらに進んで葉先や葉縁から枯れ込む症状となり、前者とはやや異なる。この新たな伊予柑におけるカリウム欠乏症状の知見はカリウム欠乏時の診断指標として有効であると考えられる。

品種の特性として伊予柑は苦土欠乏を引き起こしやすい。本試験では無リン酸区の伊予柑は初秋期頃から旧葉にクロロシスを生じ、果実成熟期から収穫期にかけて著しく落葉した。このときの葉中マグネシウ

ム濃度は0.25%以下で、同区の清見とウンシュウミカンはこれよりやや高く0.25%~0.3%の範囲にあり、岩本(198)が欠乏として示した濃度とほぼ一致した。伊予柑園は樹勢維持のために家畜糞に由来する堆厩肥などの施用が行われ、土壌中のMg/Kバランスが低下し、苦土欠乏により生産が低下している(新堂ら, 1990)。実際の栽培場面では、土壌中の絶対的なマグネシウム含量の不足よりも、カリウムとのバランスで樹体のマグネシウム栄養が低下する場面が多いと考えられる。今後、伊予柑のような苦土欠乏を生じやすい品種を導入する場合は、マグネシウムの供給とともにMg/Kバランスにも留意することが大切と考える。

摘 要

水田転換園で、15年間肥料三要素試験を継続したウンシュウミカン樹に伊予柑と清見を高接ぎし、高接ぎ後の樹体の生育や果実生産に及ぼす影響をみた。

1. 高接ぎ当初の生育は施肥処理の影響より接ぎ木条件の影響が大きいが、その後の樹冠拡大はチッソ施肥の欠如区で小さかった。
2. 高接ぎ樹の累積収量はチッソ施肥の欠如区で低かった。
3. 果実の平均重量は調査年を通じた平均では、伊予柑、清見とも無カリウム区で小さかった。
4. 伊予柑の果皮色a値は無カリウム区で高く、無チッソ区では低い傾向がみられた。
5. 果汁のクエン酸濃度は両品種とも無カリウム区で明らかに低かった。
6. 果汁のカリウム濃度は伊予柑が清見より高く、施肥処理間では無カリウム区で明らかに低かった。
7. 伊予柑は果汁中のカリウム、カルシウム、マグネシウムの合計量に占めるマグネシウムの割合が、ウンシュウミカンや清見より高かった。
8. 葉中無機成分は施肥の欠如要素をそれぞれ反映して推移したが、要素間ではカリウムとマグネシウムがより顕著であった。
9. 無カリウム区では伊予柑に既往の報告ではみられない特異的なカリ欠乏症徴がみられた。
10. 無リン酸区の伊予柑は苦土欠乏の症状が激しかったが、そのときの濃度は0.25%以下であった。

引用文献

- 岩切 徹・中原美智男, 1983. ウンシュウミカンの品質優良園と不良園の実態調査. 第2報. 果実の可溶性固形物・遊離酸と無機成分の濃度と含量について. 佐賀果試研報, 8: 19-41
- 岩切 徹・新堂高広, 1986. ハウスミカン園の土壌特性と栄養整理障害. 農業および園芸61, 4, 529-534
- 岩切 徹・松瀬政司, 1986. 果樹園における有機物施用効果の解析. 第3報. おが屑入り牛ふん堆肥ウンシュウミカン樹の吸収量・果実品質・樹体への影響と樹体へのチッソ吸収. 佐賀果試研報, 9: 23-45
- 岩切徹, 1992. カンキツのカリウム欠乏症の症徴と土壌中のカリウム含量の適正化. 九州農業の新技術, 第5号, 185-193
- 岩本数人, 199. 浦狩芳行・森本拓也, K, Ca, Mgの施用が早生温州の樹体および土壌に及ぼす影響. 第1報. 樹勢、収量、果実特性について. 三重農業技術センター研報, 13: 57-63
- 高木信雄・赤松 聰・渡辺悦也・大和田厚, 198. 宮内伊予柑の生産力向上に関する研究. 愛媛果試研報
- 新堂高広・岩切 徹・山口正洋, 1991. 極早生ウンシュウ等(大浦早生等)樹勢弱化石やすいカンキツ樹の

- 樹体栄養制御技術の開発. (4) 三要素試験 その1 土壌分析. 常緑果樹試験研究成績概要集・土壌肥料関係. 67-68
- 中原美智男・山本正人・岩切 徹・1965. 水田転換ミカン園土壌に関する研究. 第1報. 階段状水田転換園土壌の性状. 佐賀果試研報. 4: 37-46
- 中原美智男・山本正人・岩切 徹・1976. 水田転換ミカン園土壌に関する研究. 第2報. 平坦部転換園土壌の性状. 佐賀果試研報. 6: 31-40
- 長谷嘉臣・石原正義, 1972. ウンシュウミカンのカリ栄養に関する研究. II カリ施用量および結実量が樹の生育・樹体成分並びに果実品質に及ぼす影響. 園試報. A11: 77-102
- 松瀬政司・岩切 徹・新堂高広. 1990. 柑橘園における長期間のカリ無施用が土壌・果実生産に及ぼす影響. 第2報 葉及び果汁中無機成分. 九農研. 52: 72
- 前坂和夫・田中 守・森本純平・原野博美・宇田 拓. 1977. 中間台の親和性と接木樹の管理法. (4) 接木前の土 壤管理と生育. 和歌山県果樹試験場 果樹試験成績. 37-38
- 清末義信・峯 浩昭. 1987. 宮内伊予柑の結果条件とチッソ施肥量試験. (1) 収量に及ぼす影響. 常緑果樹試験研 究成績概要集・土壌肥料関係. 125-126
- 山津憲治・中原美智男・岩切 徹・柴田 萬. 1973. 温州みかんの水田転作に関する研究. その3 水田転換園における三要素試験. 佐賀果試業務年報. 89-90