

温州ミカン園における表層及び下層土改良

(第2報) オガクズ入り鶏ふん堆肥の連用と深耕が、ミカンの生育・収量・品質に及ぼす影響

峯 浩昭・小田真男

I 緒 言

柑橘の新興産地である国東半島は、1955年頃から柑橘の適地として注目され、1960年代には、農業構造改善事業、開拓パイロット事業の施行により、また果振法の適用等行政面のバックアップとともに強力に推進されたことにより、急速に栽培面積が拡大し、1965年には、約5,000haと本県のみかん栽培面積の過半数を占めるに至った。

本地域における柑橘園の開園は、1961年頃よりブルドーザーによる開墾が行なわれるようになって以来、山林・原野が一変して、緩傾斜山成りの樹園地へ造成されていった。そしてこの地域の土壌は、大部分が安山岩を母材とする細粒質褐色森林土壌であるが、土壌の理化学的条件は著しく不良である。

粘質で孔隙性・透水性の不良な土壌が多く、また、有効土層が浅く、30~40cmの深さ付近から岩盤の出現がみられる場合も多く、開園時または開園後の土壌改良の不十分なことが伺える。

一方、みかん園の肥培管理については、1970年代にはいって、みかんの生産過剰に起因する価格の低迷が、結果的にみかん園の管理不足を招来し、増植時代の園地状況から大きく後退した。その結果、生育不良による樹勢衰弱化とともに、生産性が低く、隔年結果の傾向が強まってきた。

このような背景の中で、みかん園の肥培管理の見直しの必要性に迫られ、樹園地の生産力向上をはかるために手近に得られる有機物の利用と機械深耕による土壌改良試験を1977年より着手した。

第1報では、有機物の連用と深耕の有無が、根群分布に及ぼす影響について検討し、排水不良な粘質土壌の場合、中下層土の物理性改良が、化学性改良よりも優占して実施することが、生産性向上のために必要なことを報告した。

本報では、有機物の連用と深耕の有無が、温州ミカンの生育・収量・品質に及ぼす影響について、1977年より1983年までの7年間の結果について報告する。

なお、本報告は、1979年から1983年までの5年間は中核総合助成（「有機物施用効果の解析」）を受けて実施したものであり、ここに記して謝意を表す。そしてこの報告は1982年と1984年の園芸学会九州支部第22回及び第24回大会に於て発表した。

研究報告の作成にあたっては、いろいろと御教示・御校閲を賜った秋田忠夫柑橘試験場長、渡辺豊研究部長、並びに伊藤三郎鹿児島大学教授の方々に深甚なる謝意を表す。

II 試験方法

試験圃は、1962年から1963年にかけて、ブルドーザー開園された試験場内の緩傾斜山成り園10aを供試した。植栽方式は、スピードスプレヤー（SS）利用を目的として、4.6mのSS通路を設け、2.3m×2.7mの2列並木植え方式をとり、10a当りの植栽本数は110本であった。供試樹は、林温州72本を調査樹として使用し、樹令は試験開始時の1977年が14年生、7年後の1983年が20年生であった。

土壌は、安山岩を母材とする細粒褐色森林土壌（貝原統）、土性はCL及びLiCを主体とし、粘質で孔隙性と透水性が不良な土壌である。試験区の配置並びに処理の方法は、第1図・第1表の通りで、4処理3反覆の乱塊法配置によって実施した。

ブロックのとり方は、Iブロックが開園時の埋土部分にあたり、有効土層が最も深い。IIブロックは中間的で、IIIブロックは山背の切土部分にあたり、有効土層が最も浅い。

供試有機物は、発酵したオガクズ入り鶏ふんを使用し毎年3月に施用、その後中耕機で樹間部を軽く耕耘し、土と混和させた。

オガクズ入り鶏ふんの施用量の基準は、全炭素で稲わら2tに相当する4tを標準とし、その成分は第2表の通りであった。

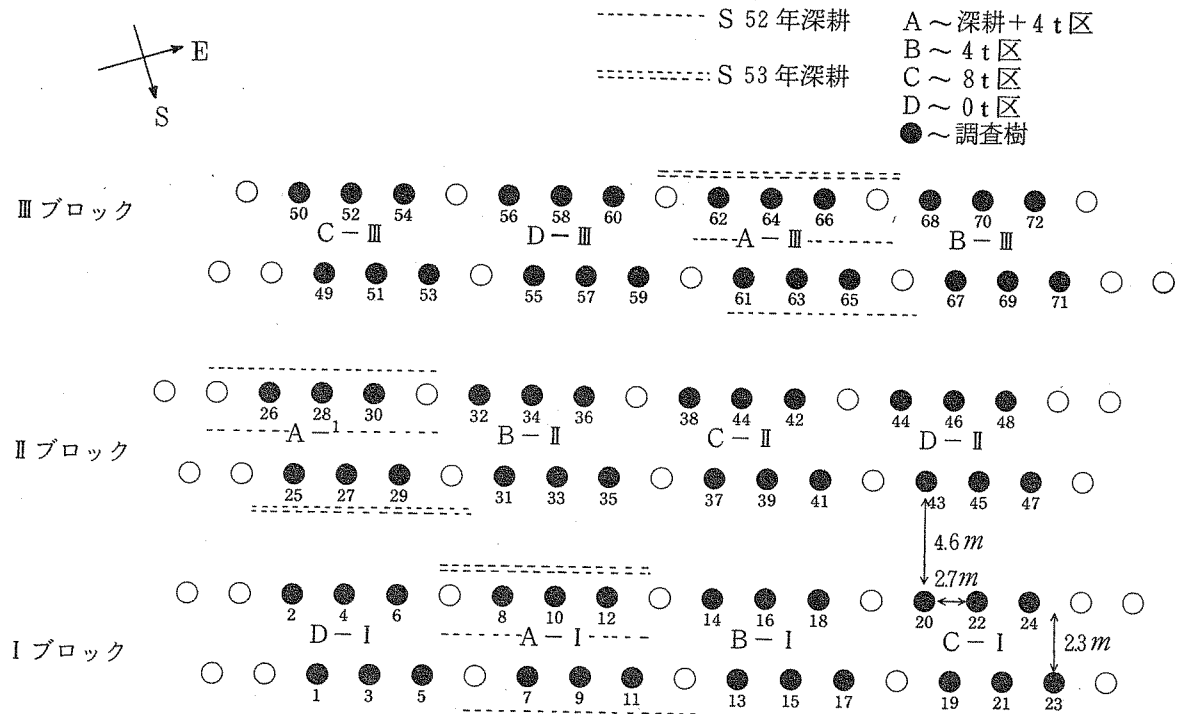
施肥は、県施肥基準に従って、各試験区とも同一量を施用し、有機物の投入に対する施肥の削減は行なってい

ない。年次別の施肥経過は第3表の通りである。肥料は硫酸・過磷酸石灰・硫酸カリの単肥配合を使用した。

石灰は、試験開始時に、深耕+4t区のざんごう内に投入しただけで、表層へはどの区も施用していない。石灰飽和度70%, pH 6.3前後を改良目標として、炭酸苦土石灰を投入した。更にざんごう内へ、磷酸吸収係数の5%相当量を改良目標として熔リンを投入した。試験は

1986年現在も継続中であるが、本報では、1983年までの7年間の結果を取纏めた。しかし、一部の項目については、1984年のデータを加えて検討した箇所もある。

第1表の8t区は、試験開始より2年間は、有機物無施用無中耕の処理であったが、1979年4月以降8t区へ変更した。なお試験区名の表記は、簡略化のために、第1表の略式に従って記載する。



第1図 植栽平面図及び試験区配置

第1表 試験区及び処理の方法

試験区名	略記	処 理 方 法	
		表 層 処 理	深 耕 処 理
深耕+オガズ入り鶏ふん4t	深耕+4t	オガズ入り鶏ふん4t+中耕	60cmトレンチャー深耕半風乾剪定枝40~50kg/m ² 埋没
オガズ入り鶏ふん 4t	4t	オガズ入り鶏ふん4t+中耕	—
〃 8t	8t	オガズ入り鶏ふん8t+中耕	—
有機物無施用	0t	中耕のみ	—

(注) 8t区は、1979年3月まで有機物無施用無中耕区

第2表 供試有機物の成分 (乾物%)

供試有機物	水分	T-C	T-N	C/N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
オガズ入り鶏ふん	44.6%	16.6%	0.94%	17.7	2.35%	1.67%	4.97%	0.711%

第3表 試験区の施肥経過 (10a 当り)

年次	樹令	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	備考
年	年生	kg	kg	kg	kg	
1977	14	14	8	11	0	深耕区のざんごう内には、当初炭酸苦土石灰とようりんを投入した
1978	15	14	8	11	0	
1979	16	18	10.8	12.6	0	
1980	17	18	10.8	12.6	0	
1981	18	20	12	14	0	
1982	19	20	12	16	0	
1983	20	22	13	18	0	

1 収量調査

収穫は、毎年12月上・中旬に果実の熟度を見ながら一斉採収した。試験開始時の1977年と翌'78年の2年間の収量の平均値をもって基準収量とし、以後の収量比較のために使用した。収量は摘果の影響を受けるが、各試験区とも通常の摘果を行なった。年次別の収穫期日は次の通りであった。

1977年	12月12, 14日	1978年	11月28~29日
1979年	12月3日	1980年	12月4日
1981年	12月16~17日	1982年	12月13~21日
1983年	12月12~14日		

2 生育調査

幹周・樹容積など生育量の調査は、毎年10~11月に全樹について調査した。枝梢の生育量は、樹の東側の垂主枝を定めておき、毎年同一枝について調査した。新梢数は、今年生の春枝を調査した。長さ3cm以下の春枝または2葉以下の短小な春枝は、調査対象外とし春枝のうち長さ10cm以上、着葉数5枚以上の母枝は優良母枝としたが、しかしその条件を満たしていても貧弱な母枝は除外した。

第4表 使用した変数 (x)

収量関係		生育関係		品質関係	
x ₁	1982年収量(kg)	x ₃	幹周(cm)	x ₁₁	果皮の厚さ(mm)
x ₂	1983年収量(kg)	x ₄	幹周肥大率(%)	x ₁₂	分析果平均重(g)
		x ₅	樹容積(m ³)	x ₁₃	果実比重
		x ₆	新梢数(本)	x ₁₄	クエン酸(%)
		x ₇	優良母枝率(%)	x ₁₅	果肉歩合(%)
		x ₈	葉果比	x ₁₆	果汁歩合(%)
		x ₉	葉数(枚)	x ₁₇	可溶性固形物(%)
		x ₁₀	調査枝の長さ(cm)	x ₁₈	甘味比

3 品質調査

収穫時の品質は、採収に先立って、分析用果実を樹別に赤道面から15果宛サンプリングし分析に供した。

果実分析は、常法により分析した。貯蔵果のサンプリングは、一斉採収後、着色良好なL・M級果を樹別に50果宛抜取った。果実の貯蔵の方法は、予措後トロ箱に入れ常温貯蔵した。浮皮の調査は、収穫直後に行ない、手ざわりによって、その程度を大・中・小の3段階に分けて判定した。果実の着色は、色差計の使用とともに肉眼判定を行なった。着色程度を10段階に分け、4分着色以下の果実を着色不良果とした。

収穫時における果実分析の年次別期日は、次の通りであった。

1977年	12月6日	1978年	11月27日
1979年	11月28日	1980年	12月1~2日
1981年	12月17~22日	1982年	12月8~11日
1983年	12月6~3日		

4 葉中成分

毎年9月に本年生の春枝不着果枝から採葉した。採葉はプロット単位とし、6樹をまとめて1点とした。

葉中Nは、セミマイクロ・ケルダール法、葉中Pは、バナドモリブデン酸法による比色法、葉中K・Ca・Mg・Mn・Cu・Zn・Feは原子吸光法、葉中Bはクルクミン法によった。

5 データ処理

最終年(1983年)の生育・収量・品質に関するデータを用いて、処理効果を検討した。生育関係8項目、収量2項目、品質関係8項目、計18項目の特性値に対して、72本の調査樹をサンプルとして、主成分分析計算を行なった。計算は、大分県庁のFACOM・M160AD大型計算機により計算した。プログラムは、FACOM・OS/IV・MULVA/Xを用いた。

使用した変数は、第4表の通りであった。

III 試験結果

1 収量に及ぼす影響

1) 収量の推移と処理の比較

試験期間中の収量の全体的な動きは、第5表及び第2図、3図、4図の通りである。

7年間の中で最も著しい特徴は、1980年に各試験区とも、収量の落ち込みが特にひどかったことと、1982年と'83年が2年連続の大豊作となったことである。1980年の収量の落ち込みの原因ははっきりしない。

処理別では、各年次ともバラツキがみられ、処理差が小さく、統計的には有意差が認められなかった。

1本当りの収量を7年間の合計値でみると、深耕+4t区が227.94kgで最も多く、次いで8t区、4t区の順となり、0t区が199.08kgで最も少なかった。深耕+4t区と0t区との収量差は28.86kgで意外に小さかった。1本当りの収量の推移をブロック別にみると、Iブロックでは、当初樹容積が小さかったことにも起因するが、8t区、4t区の収量が1981年まで少なく、その後急激に増大した。Iブロックでは、7年

間を通してみた場合、深耕+4t区が最も良かった。

IIブロックでは、8t区と深耕+4t区で収量が多く、特に8t区では、1982年と'83年は深耕+4t区を上廻って収量が最大であった。

IIIブロックでは、4t区が最も収量多く推移し、次いで深耕+4t区であった。0t区が収量最も少なく推移した。

処理区の調査樹18本の合計収量を7年間累計してみると、各年次とも深耕+4t区が最も多く推移して4,103.00kgとなった。次いで8t区が多く、この区は1979年までは最下位を推移し、その後急激に収量が伸び3,910.88kgで2番目となった。3番目は4t区の3,807.00kg、最下位は0t区の3,583.58kgであった。深耕+4t区と0t区との収量差は519.42kgであった。

基準収量に対する合計収量の伸びは、処理平均値で8t区が10.8倍と最も良く、次いで0t区の9.97倍、深耕+4t区の9.77倍の順となり、4t区が9.66倍で最低であった。

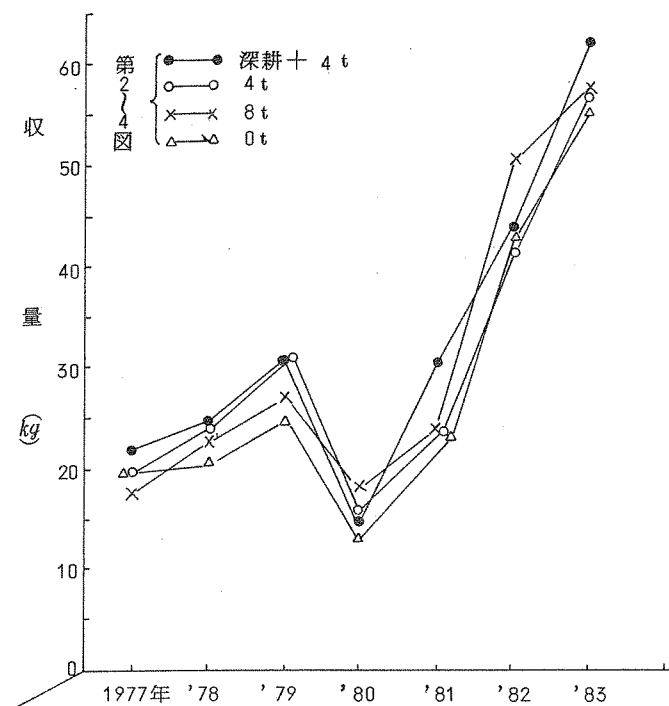
深耕+4t区は、収量の絶対値は最も多かったが、収量の伸びはそれほど良くなかった。この原因は、樹容積と関係があると考えられるが、考察の項で記述する。

第5表 処理の違いが収量に及ぼす影響

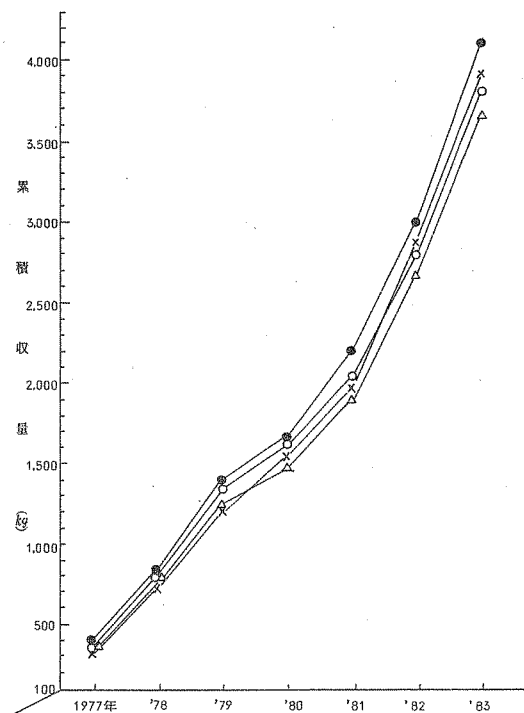
試験区	ブロック	基準収量	1977年	1978年	1979年	1980年	1981年	1982年	1983年	1977~	合計収量 1983年 合計収量	基準収量
			収量	収量	収量	収量	収量	収量	収量	収量		
		kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg		
深耕+4t	1	25.47	25.01	25.93	33.77	17.85	32.22	42.79	67.65	245.22	9.63	
	2	22.24	19.88	24.58	29.22	9.83	31.41	46.38	60.08	221.38	9.95	
	3	22.25	20.78	23.72	28.76	15.68	27.46	42.65	58.20	217.25	9.76	
	平均	23.32	21.89	24.74	30.58	14.45	30.36	43.94	61.98	227.94	9.77	
4t	1	20.95	19.05	22.83	27.87	21.89	19.61	47.80	51.81	210.86	10.06	
	2	19.71	17.14	22.28	27.72	10.60	23.56	30.05	55.27	186.62	9.47	
	3	25.02	22.63	27.40	36.87	13.87	27.42	45.87	62.97	237.03	9.47	
	平均	21.89	19.60	24.17	30.82	15.45	23.53	41.24	56.69	211.50	9.66	
8t	1	18.96	15.89	22.02	24.76	25.79	20.08	56.52	54.48	219.54	11.58	
	2	23.35	20.82	25.88	28.82	13.25	26.18	51.17	64.35	230.47	9.87	
	3	18.05	15.95	20.15	27.37	15.50	25.19	43.63	54.03	201.82	11.18	
	平均	20.12	17.55	22.68	26.98	18.18	23.81	50.44	57.62	217.26	10.80	
0t	1	20.73	20.46	21.00	27.78	14.30	24.40	47.58	62.33	217.85	10.51	
	2	21.04	20.70	21.38	23.97	16.29	22.92	38.61	52.79	196.66	9.35	
	3	18.14	17.57	18.70	22.49	8.47	22.19	42.83	50.51	182.76	10.07	
	平均	19.97	19.58	20.36	24.74	13.02	23.17	43.00	55.21	199.08	9.97	
有意性	処理	NS	NS	NS	NS	—	NS	NS	—	NS	NS	
	ブロック	—	NS	—	—	NS	—	NS	—	—	NS	

(注) NS : Non significant

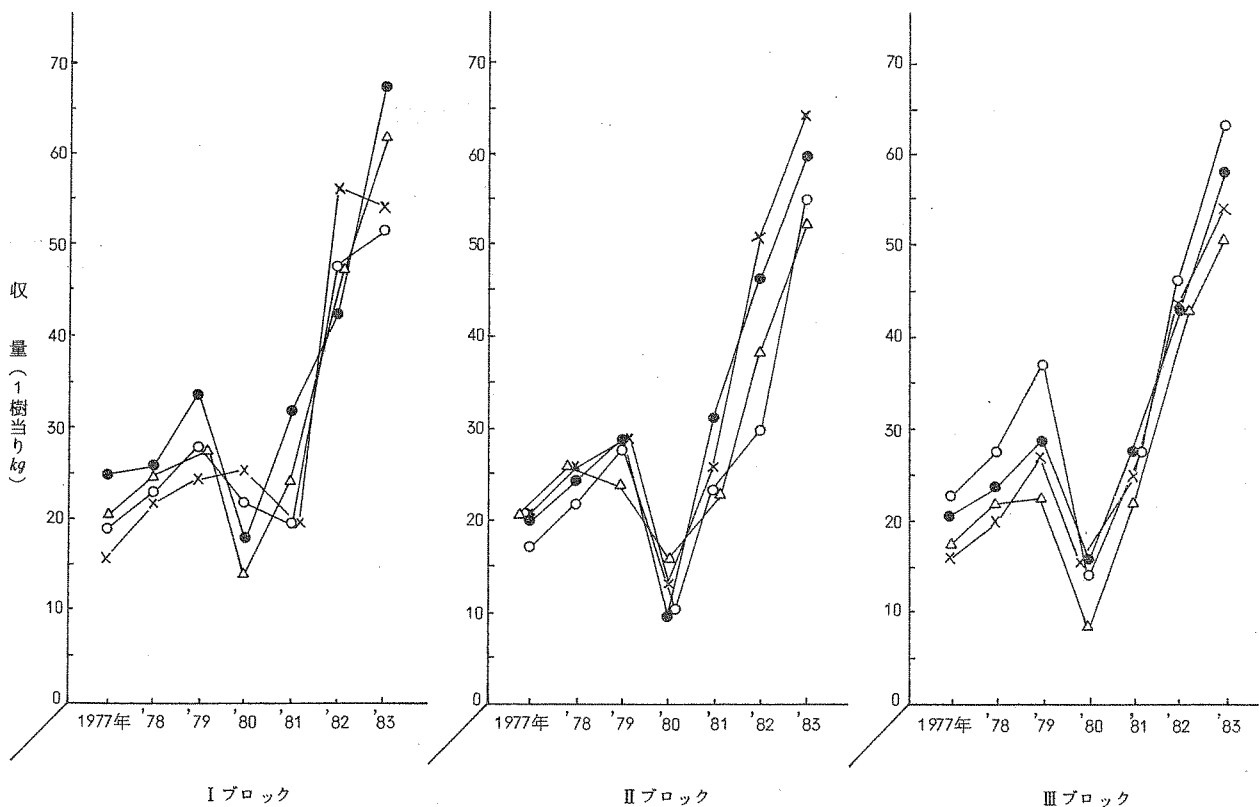
— : $F < 1$



第2図 処理の違いが収量に及ぼす影響 (処理区全体の平均収量の推移)



第4図 処理の違いが収量に及ぼす影響 (処理区全体の累積収量の推移)



第3図 処理の違いが収量に及ぼす影響 (ブロック別処理の比較)

処理区を込みにしたブロック別収量は、有効土層の深いIブロックが最も収量多く、次いでII, IIIブロックの順となった。しかしIIIブロックとIIブロックの収量差は僅小であった。

2) 収量のバラツキ

収量のバラツキは、各処理ともみられ、年によってバラツキの程度が相違した。

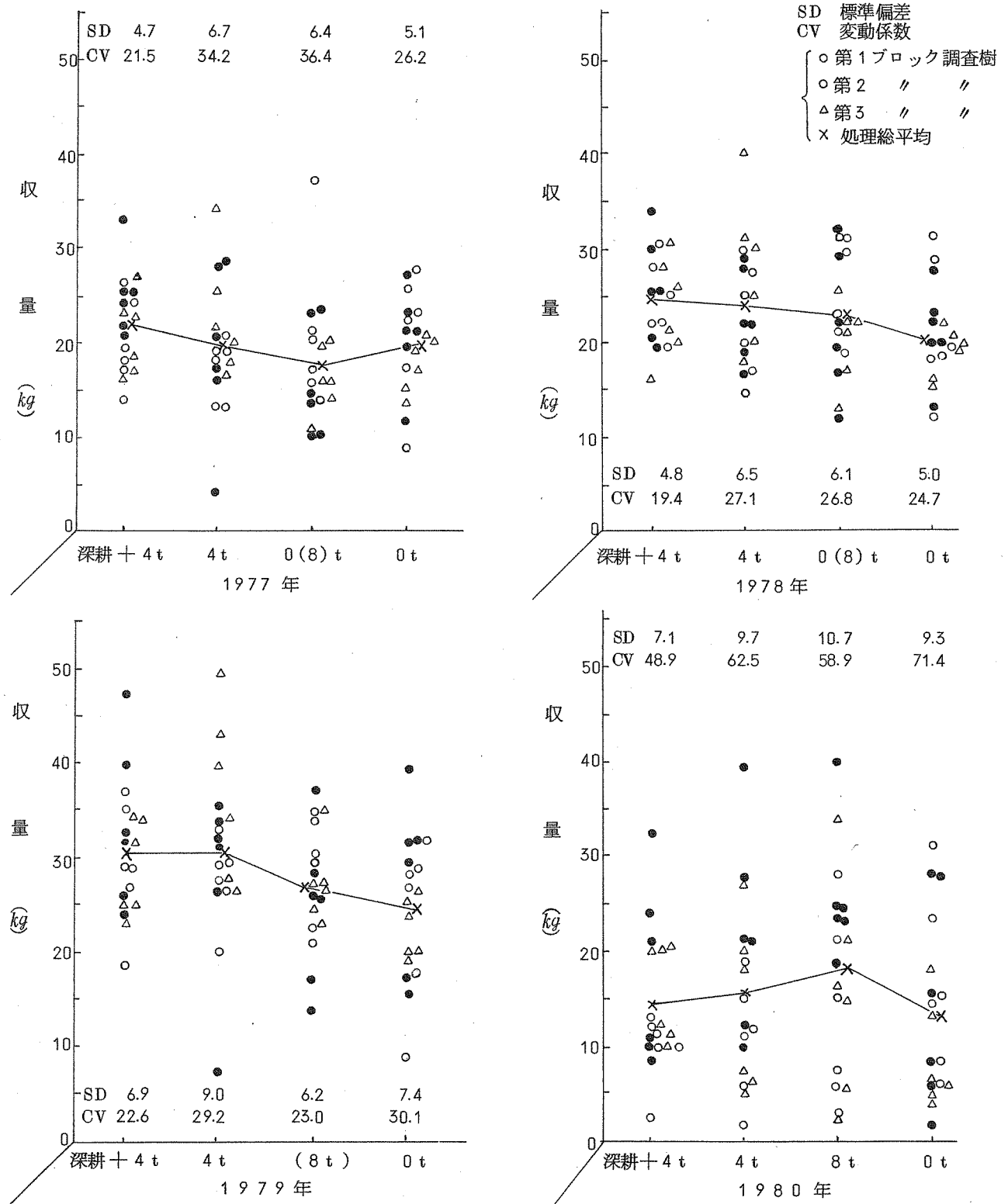
収量のバラツキの大きかった年は、豊作年の1983年

と'82年, 不作年の1980年であった。7年間を平均してみると, バラツキの最も小さかったのは, 深耕+4t区であり, 次いで0t区が小さかった。逆にバラツキの最も大きかったのが4t区であった。

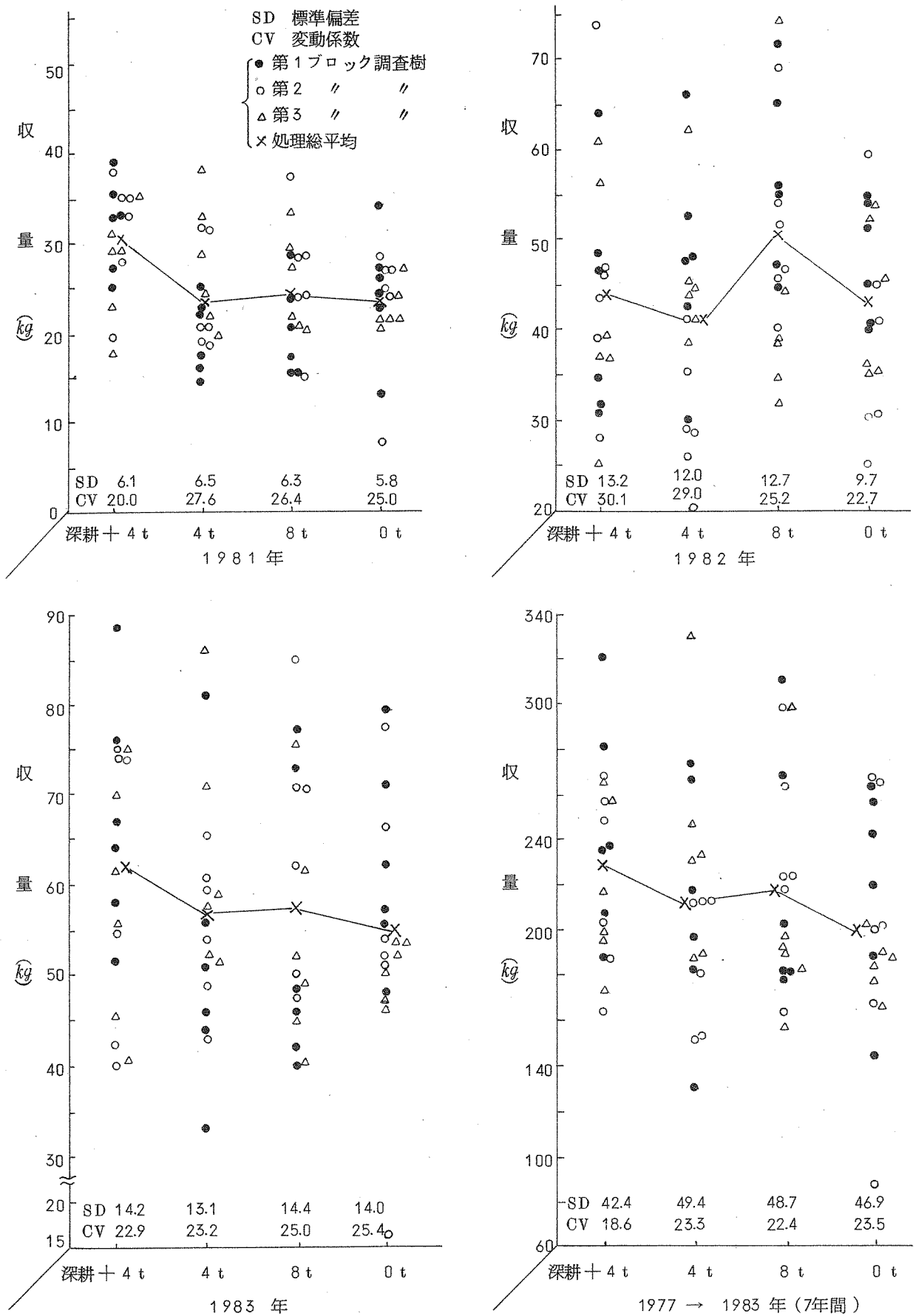
以上のことから, 処理の違いが収量に及ぼす影響は,

処理間の差は小さかったが, 収量の絶対量及びバラツキの程度からみて, 深耕+4t区が最も良かった。

オガズ入り鶏ふん堆肥の表層への連用は, 無施用の場合よりも収量が多く, 特に4t施用と8t施用では, 8t施用の方が収量が多かった。



第5図 処理の違いと収量の年次別変化及び収量のバラツキ (その1)



第6図 処理の違いと収量の年次別変化及び収量のバラツキ(その2)

2 生育に及ぼす影響

1) 幹周肥大と樹容積に及ぼす影響

処理の違いが、ミカンの生育に及ぼす影響に関しては、主として、幹周・樹容積・新梢生育について検討した。

幹周と樹容積は、試験開始時の1977年と7年後の1983年を比較した。

幹周は試験開始当時の1977年が、およそ28cmから33cmまでの値を示し、7年後の1983年が、およそ34cmから41cmまでの値を示した。

幹周の肥大率は、17%から最高25%の値を示した。処理別では、平均値でみると、深耕+4t区が22.8%の肥大率を示して最も良く、次いで8t区の22.0%、4t区の21.4%、0t区の21.3%の順となり、4t区と0t区はほぼ同じ肥大率を示した。

幹周及び幹周肥大率は、それぞれ処理間の差が小さく、有意な差はみられなかった。

樹容積は、1977年がおおよそ7m³から13m³、1983年が

10m³から17m³の値を示した。1977年の場合、8t区と0t区の樹容積が小さく、この傾向がそのまま続き、1983年の場合も同じく小さかった。しかし樹容積拡大率についてみると、逆に8t区と0t区が大きく、4t区と深耕+4t区が小さかった。

樹容積拡大率は、 $\frac{(1983年 - 1977年) \text{ 樹容積}}{1977年 \text{ 樹容積}} \times 100$ (%) によって表示したが、21%から63%までの値を示して変異が大きかった。

処理別では、平均値でみると8t区が50.5%で最も拡大率がよく、次いで0t区の43.7%、深耕+4t区の38.6%、4t区の34.0%の順となったが、有意差はみられなかった。

深耕+4t区と4t区の樹容積拡大率が小さかったのは、両区の樹容積が大きかったために、隣接樹と枝が交叉し合うようになり、枝の伸長が制限されたことによるものと思われる。

樹冠部赤道面の外周の長さは、大差はなかったが、0t区が他の区よりもやや短い傾向を示した。

第6表 処理の違いが幹周肥大と樹容積に及ぼす影響

試験区	ブロック	幹 周		幹 周 肥大率	樹 容 積		樹容積 拡大率	樹冠外周
		1977年	1983年		1977年	1983年		
深耕+4t	1	33.4	41.0	22.7	12.96	16.84	29.9	9.36
	2	28.8	34.7	20.6	10.35	15.36	48.4	8.88
	3	29.3	36.6	25.0	8.45	11.79	39.5	8.82
	\bar{x}	30.5	37.4	22.8	10.58	14.66	38.6	9.02
			cm	cm	%	m ³	m ³	%
4t	1	32.2	38.5	19.5	10.30	15.22	47.8	8.97
	2	27.8	34.7	25.0	10.16	12.33	21.4	8.53
	3	32.1	38.5	20.2	11.02	14.62	32.7	9.39
	\bar{x}	30.7	37.2	21.4	10.49	14.06	34.0	8.96
			cm	cm	%	m ³	m ³	%
8t	1	28.6	35.0	22.4	8.07	13.14	62.8	8.57
	2	29.1	34.1	17.0	8.55	12.20	42.7	8.88
	3	29.7	37.6	26.6	8.49	12.45	46.6	8.97
	\bar{x}	29.2	35.6	22.0	8.37	12.60	50.5	8.80
			cm	cm	%	m ³	m ³	%
0t	1	28.5	33.9	19.2	10.89	14.69	34.9	8.93
	2	28.6	35.3	23.5	7.12	10.19	43.1	7.95
	3	29.2	35.3	21.1	7.68	12.02	56.5	8.55
	\bar{x}	28.7	34.9	21.3	8.56	12.30	43.7	8.48
			cm	cm	%	m ³	m ³	%
有意性	処 理	—	NS	—	NS	NS	NS	NS
	ブロック	NS	NS	—	NS	NS	—	NS

(注) 樹冠外周の長さは、1983年の平均値を示す。

2) 新梢生育に及ぼす影響

処理の違いが新梢生育に及ぼす影響は、第7表、8表の通りである。表では1982年から1984年までの3年間の結果を示した。

第7表では、調査枝の長さとその基部枝周の長さ及び葉数は処理差がみられなかった。

調査枝上の新梢の発生本数は、1982年と1984年が多く、1983年が少なかった。しかし1983年だけ有意な差がみられ、8 t区が最も多く発生し、4 t区が最も少なかった。

3カ年間の新梢発生の総本数は、深耕+4 t区が最も多く、次いで0 t区、8 t区の順となり4 t区が最も少なかった。

優良母枝数は、新梢数の場合と同じく、1982年と1984年が多く発生し、1983年が少なかった。そして

1983年だけ有意な差が認められ、8 t区の発生本数が他の区よりも多かった。

3年間の優良母枝の総数は、8 t区と深耕+4 t区が多く、0 t区が中間で4 t区が少なかった。

優良母枝率については、1983年が最も優良母枝の発生割合が高く、中でも8 t区は平均で52.8%を示し最高であった。

優良母枝率を3カ年平均でみると、8 t区が34.7%で最も高く、次いで深耕+4 t区の32.8%、4 t区の28.8%、0 t区の28.4%の順となった。しかし有意差は認められなかった。

以上のことから、処理の違いが生育に及ぼす影響は総合的にみて8 t区が最も良く、次いで深耕+4 t区であった。

第7表 処理の違いが新梢生育に及ぼす影響 (その1)

試験区	ブロック	調査枝			新梢数			
		長さ cm	基部枝周 cm	葉数 枚	1982年 本	1983年 本	1984年 本	3カ年計 本
深耕+4 t	1	140	10.1	470	73	19	69	161
	2	145	11.2	798	105	29	72	206
	3	122	10.6	631	82	14	75	171
	\bar{x}	136	10.6	633	87(260)	21(62)	72(216)	180(538)
4 t	1	129	10.5	551	58	20	64	142
	2	119	9.9	611	67	14	76	157
	3	137	10.7	673	78	14	76	168
	\bar{x}	128	10.3	611	68(203)	16(48)	72(216)	156(467)
8 t	1	124	9.8	386	54	39	59	152
	2	130	10.8	752	85	30	79	194
	3	133	10.6	836	72	34	68	174
	\bar{x}	129	10.4	658	70(211)	34(103)	69(206)	173(520)
0 t	1	148	11.0	491	87	27	76	190
	2	121	10.3	607	71	20	70	161
	3	124	10.7	731	75	27	72	174
	\bar{x}	131	10.7	610	78(233)	25(74)	73(218)	176(525)
有意性	処理	—	—	—	NS	*	—	—
	ブロック	—	—	*	NS	—	NS	—

(注) 1 調査枝は、1983年の数値を示す。

2 ()内は合計値を示す。

3 * : 5%レベルで有意性あり。

第8表 処理の違いが新梢生育に及ぼす影響 (その2)

試験区	ブロック	優良母枝数				優良母枝率			
		1982年	1983年	1984年	3カ年計	1982年	1983年	1984年	3カ年平均
深耕+4t	1	24	8	17	49	35.1	38.6	25.2	30.4
	2	37	16	24	77	37.3	51.2	33.2	37.4
	3	25	4	23	52	30.0	26.9	29.4	30.4
	\bar{x}	29(86)	9(28)	21(64)	59(178)	34.1	38.9	29.5	32.8
			本	本	本	本	%	%	%
4t	1	13	9	18	40	28.1	45.2	26.6	28.2
	2	22	6	19	47	33.5	27.4	24.5	29.9
	3	23	5	21	49	34.8	28.9	28.3	29.2
	\bar{x}	19(58)	7(20)	19(58)	45(136)	32.1	33.8	26.4	28.8
			本	本	本	本	%	%	%
8t	1	16	17	11	44	31.9	43.3	18.0	28.9
	2	27	17	21	65	31.0	64.5	26.9	33.5
	3	27	18	27	72	39.6	50.5	40.1	41.4
	\bar{x}	23(70)	17(52)	20(59)	60(181)	34.2	52.8	28.9	34.7
			本	本	本	本	%	%	%
0t	1	28	13	19	60	31.3	48.0	24.1	31.6
	2	21	7	16	44	30.2	30.3	21.2	27.3
	3	21	8	21	50	32.2	16.7	28.2	28.7
	\bar{x}	23(70)	9(28)	18(56)	50(154)	31.2	31.7	24.5	28.4
			本	本	本	本	%	%	%
有意性	処理	NS	*	—	NS	—	NS	—	NS
	ブロック	NS	—	NS	—	—	NS	NS	—

(注) 1 優良母枝率 (%) = 優良母枝数 / 新梢数 × 100

2 () 内は合計値を示す。

3 果実の品質に及ぼす影響

1) 可溶性固形物とクエン酸に及ぼす影響

収穫時の果実の品質に及ぼす処理の影響は、可溶性固形物、クエン酸、甘味比に関しては、処理差が小さく、これよりも年による違いの方が大きかった。

可溶性固形物は、1977年と'78年、1982年と'83年がすべての試験区で平均11度以上を示し、特に1978年は12度以上を示し高かった。一方、クエン酸は、1978年が各区とも1.2%以上を示して最も高く、次いで1980年が高かった。豊作年の1982年と'83年は、収穫時のクエン酸が1%を割って低かった。

甘味比は、同じく豊作年の1982年と'83年が高く、次いで1977年となり、1980年が最も甘味比の低い年であった。

処理間の比較を平均値で見ると、処理差が小さく、またバラツキがあるために有意差がみられない。しか

し、可溶性固形物とクエン酸のちらばりを図示すると処理差が比較的良好にわかった。1977年産の果実の品質は、試験開始年にあたり処理差がなかった。1978年産果実は、可溶性固形物とクエン酸が共に高く、逆に甘味比は前年産よりも低くなり、全く対照的な品質を示した。特に深耕+4t区は、可溶性固形物の値が高かったが、これは深耕による断根の影響と考えた。

1979年は、可溶性固形物が7カ年の中では最も低い年であったが、処理間の差はみられなかった。1980年は、クエン酸が1978年に次いで高く、甘味比が7カ年の中で最も低かった。特に8t区と0t区で甘味比が平均9以下と低かった。

1981年産果実で、収穫時の可溶性固形物が11度を越える区は、深耕+4t区と4t区に多かった。8t区では、可溶性固形物が低く、クエン酸が高いものが多い、その結果、甘味比が平均9.03と最も低かった。4t区では、クエン酸のバラツキが最も大きかった。

第9表 処理の違いが可溶性固形物に及ぼす影響

年次		1977年	1978年	1979年	1980年	1981年	1982年	1983年	7カ年平均
試験区									
	深耕+4 t	11.22	13.62	10.30	11.32	10.87	11.70	11.58	11.52
	4 t	11.35	12.27	10.66	11.49	10.69	11.55	11.36	11.34
	8 t	11.27	12.24	10.25	10.81	10.43	11.31	11.60	11.13
	0 t	11.51	12.61	10.41	10.94	10.55	11.62	11.35	11.28
有意性	処理	—	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	ブロック	NS	—	*	NS	—	*	*	NS

(注) 第9, 10表: 果汁100g中のg量

第10表 処理の違いがクエン酸に及ぼす影響

年次		1977年	1978年	1979年	1980年	1981年	1982年	1983年	7カ年平均
試験区									
	深耕+4 t	0.96	1.36	1.05	1.22	1.09	0.90	0.95	1.08
	4 t	1.01	1.33	1.12	1.16	1.12	0.95	0.99	1.10
	8 t	0.94	1.29	1.06	1.24	1.16	0.89	0.95	1.08
	0 t	0.97	1.26	1.03	1.23	1.10	0.83	0.91	1.05
有意性	処理	NS	NS	NS	—	NS	*	NS	NS
	ブロック	NS	*	NS	—	NS	NS	NS	*

第11表 処理の違いが甘味比に及ぼす影響

年次		1977年	1978年	1979年	1980年	1981年	1982年	1983年	7カ年平均
試験区									
	深耕+4 t	11.71	9.99	9.84	9.43	10.00	13.01	12.24	10.89
	4 t	11.31	9.29	9.56	9.91	9.59	12.28	11.60	10.51
	8 t	12.01	9.48	9.70	8.71	9.03	12.81	12.25	10.57
	0 t	11.94	10.04	10.16	8.87	9.63	14.03	12.48	11.02
有意性	処理	NS	NS	*	NS	NS	**	NS	NS
	ブロック	—	NS	—	—	NS	*	—	*

(注) **: 1%レベルで有意性あり

同年産の2月上旬における貯蔵果の品質は、可溶性固形物が11度以上、クエン酸が1%以下の食味良好な範囲にはいるものは、深耕+4 t区が最も多かった。

クエン酸が1%を越えるものは、8 t区が最も多かった。

1982年と83年は、豊作年で両年とも可溶性固形物が

高く、クエン酸は低く、うまいミカンの味を示した年であった。

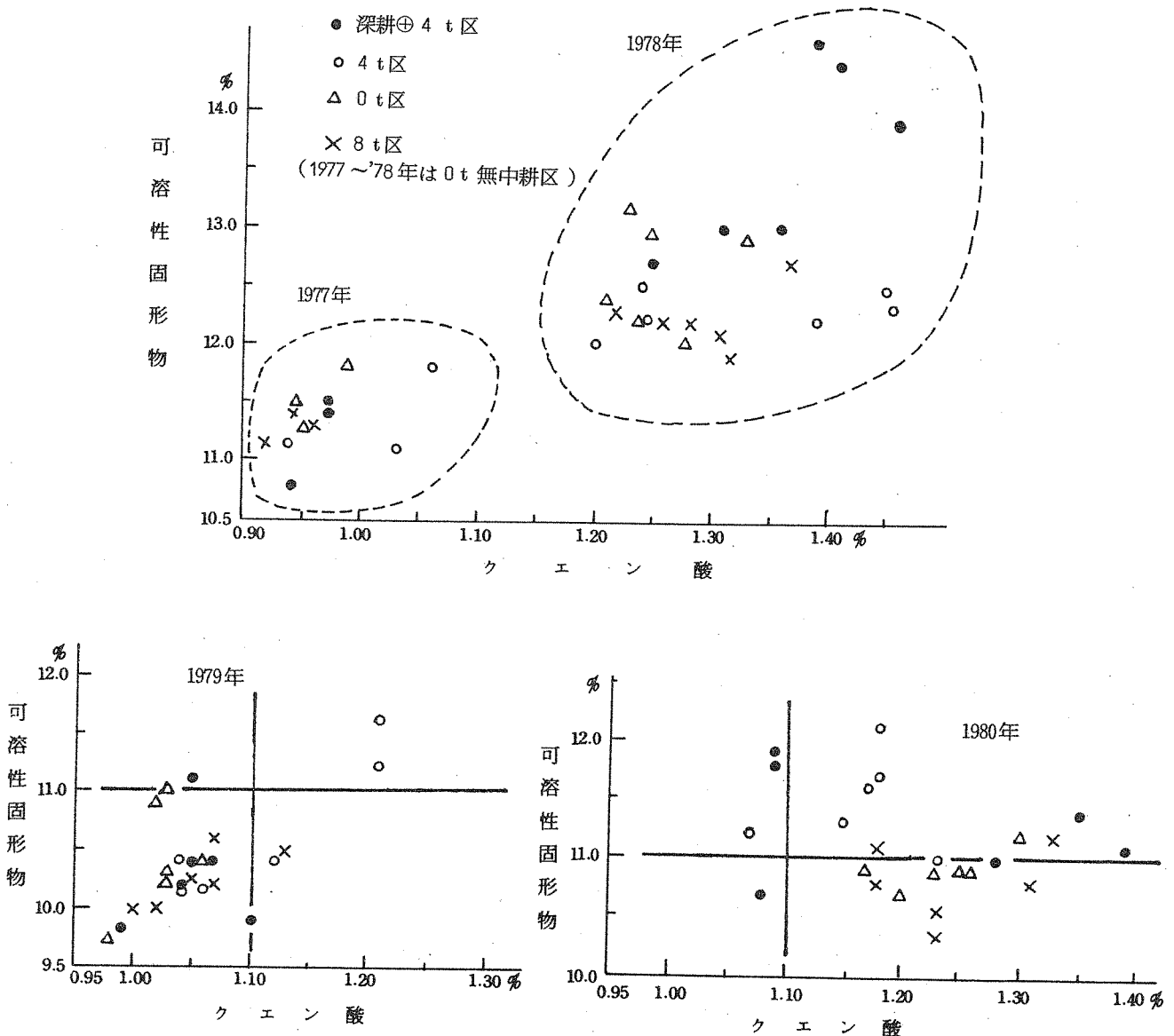
1982年は、0 t 区でクエン酸が平均0.83%と特に低く、その結果、甘味比が平均 14.03 と最高の値を示した。1983年も同様な傾向を示し、0 t 区がクエン酸で最も低く、甘味比が最も高い値を示した。しかしその処理差は、前年よりも小さかった。

次に7カ年平均値でみると、可溶性固形物は深耕+4 t 区で最も高く、8 t 区で最も低かったが、その差は僅小であり有意な差はみられない。クエン酸は0 t 区が最も低く、4 t 区で最も高かったが、同様に有意な差はみられなかった。しかしブロック間で差がみられた。即ち、有効土層の深いIブロックでクエン酸が平均1.12%と高く、有効土層の浅いII, IIIブロックで

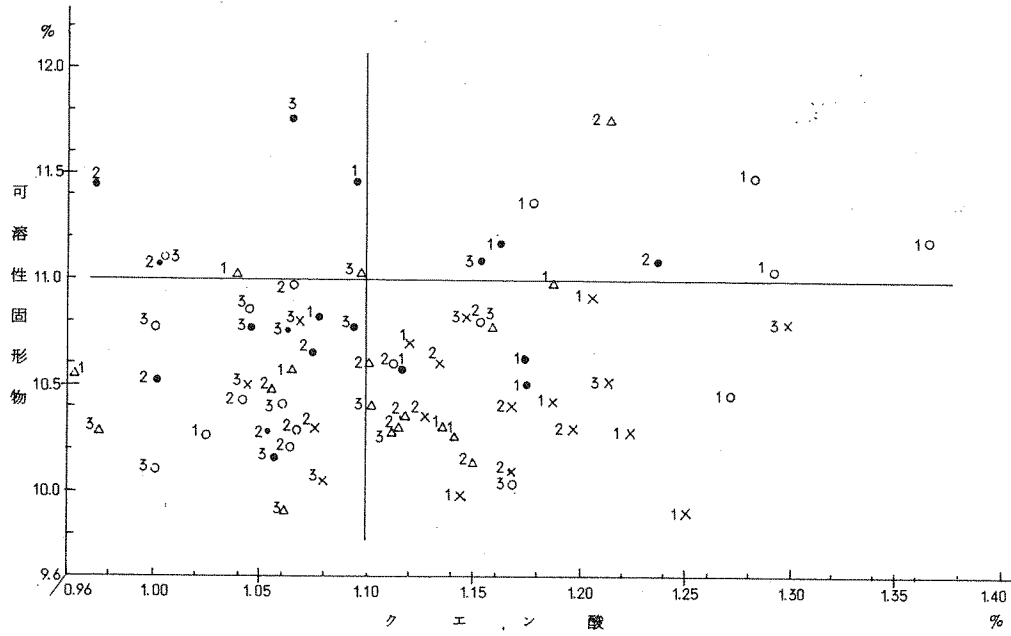
1.06%, 1.05%と低い値を示した。

甘味比は、0 t 区が 11.02 と最も高い値を示し、次いで深耕+4 t 区の 10.89 であったが、処理間の有意差はなかった。しかしクエン酸の場合と同様にブロック間差は認められた。即ち、有効土層の深いIブロックでは、甘味比が 10.50 を示して最も低く、有効土層が浅くなるに従って甘味比が高くなる傾向を示し、有効土層の最も浅いIIIブロックでは、甘味比が平均10.97 であった。

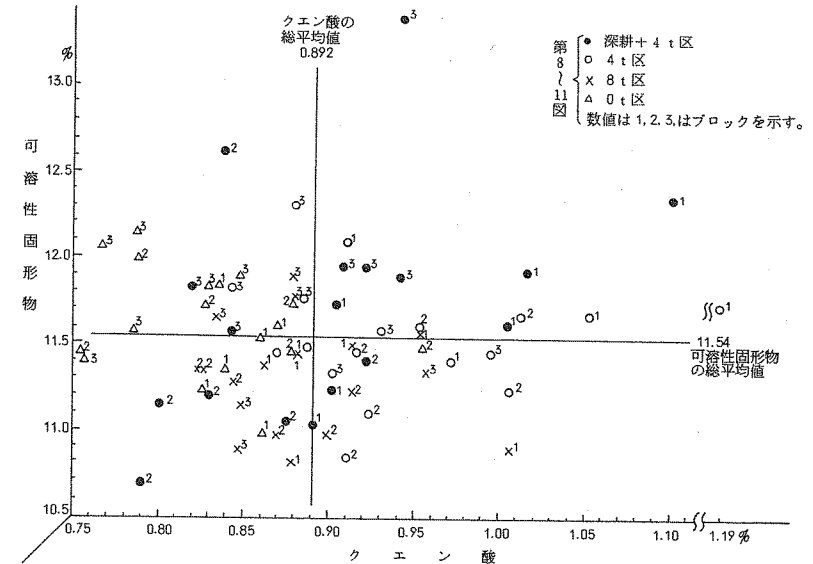
以上のことから、可溶性固形物とクエン酸に及ぼす処理の影響は、豊作年では現われにくく、平年作から不作年に現われやすいと言える。即ち、平年作以下の年では、有機物施用量の多い8 t 区でクエン酸が高い傾向を示した。



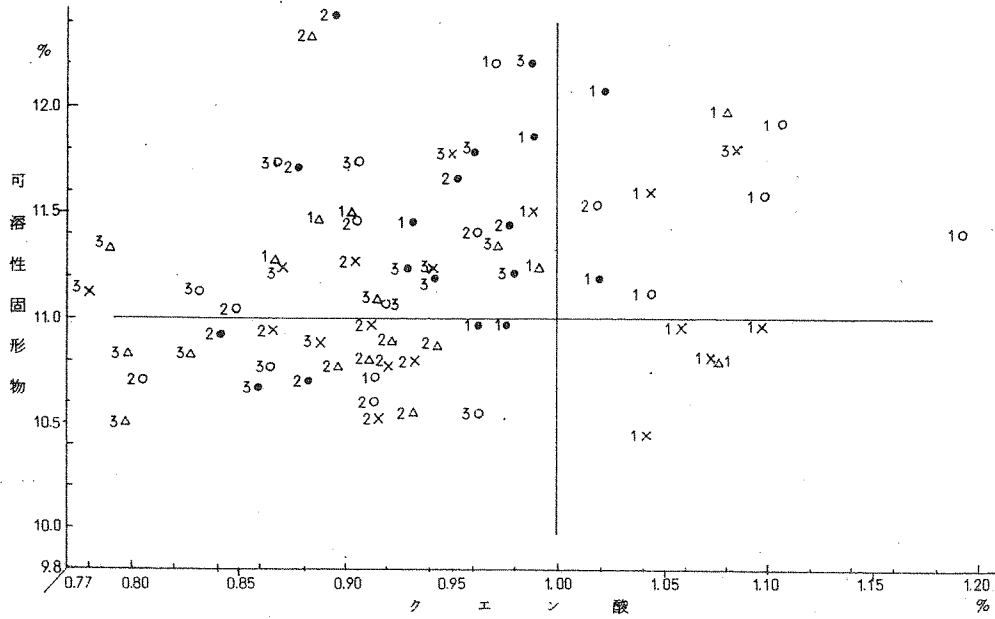
第7図 収穫時の果実品質 (1977-1980年)



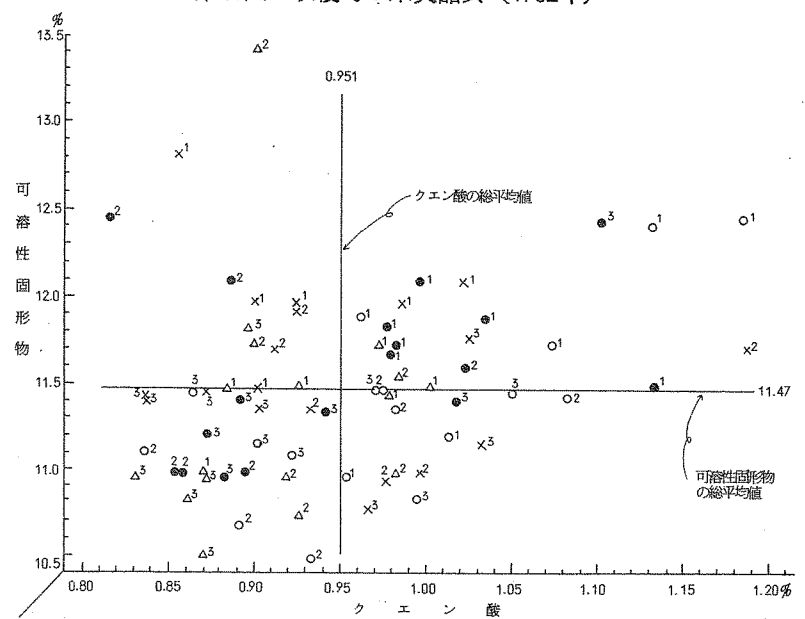
第8図 収穫時の果実品質 (1981年)



第10図 収穫時の果実品質 (1982年)



第9図 2月上旬における貯蔵果の品質 (1981年)



第11図 収穫時の果実品質 (1983年)

2) 着色・浮皮と果実比重・果皮の厚さと果皮歩合に及ぼす影響

処理の違いが収穫時の果実の着色に及ぼす影響は、採取時期によって異なる。12月にはいつて7~8分着色以上になって採取すると、処理差は見られなくなる。1979年のように採取時期をやや早めて11月下旬に採取した場合、第12表のように4分着色以下の着色不良果が少し観察された。

第12表 収穫時における着色不良果の割合 (1979年)

試験区	ブロック	調査果数	着色不良果	
			果数	割合 %
深耕+4 t	1	1,944	110	5.7
	2	1,670	130	7.8
	3	1,514	142	9.4
	計・平均	5,128	382	7.4
4 t	1	1,537	51	3.3
	2	1,521	125	8.2
	3	1,925	115	6.0
	計・平均	4,983	291	5.8
8 t	1	1,236	67	5.4
	2	1,508	100	6.6
	3	1,366	62	4.5
	計・平均	4,110	229	5.6
0 t	1	1,486	104	7.0
	2	1,226	88	7.2
	3	1,186	66	5.6
	計・平均	3,898	258	6.6

処理別では、深耕+4 t区が7.4%と他の区よりもやや多かったが、これはⅢブロックでの着色不良果が9.4%と多かったことによるものである。

4 t区では、Ⅰブロックが3.3%と全体の中で最も少なく、Ⅱブロックが8.2%と2番目に多く、ブロックによる差が大きかった。

8 t区が着色不良果の割合が最も少なかったのは、この区が4月から8 t区へ変更したことにより、処理期間が短かったためと思われる。

浮皮の発生は、年によって非常に相違し、1981年産の果実には発生が少なく、1982年は多かった。収穫時の浮皮の調査は、1樹当り40果、1処理当り720果宛、収穫果の中からランダムに抜き取り調査した。

浮皮の発生率は、有機物の投入量に比例して8 t区が最も多く、0 t区が最も少なかった。浮皮程度が大

の割合は、8 t区が58.6%、4 t区が45.0%、深耕区が44.6%、0 t区が35.0%であった。しかし、同じ処理内でも樹によるバラツキが大きかった。

浮皮の程度と関係が深い果実比重については、各年次とも処理間の差は小さく、年次間の差の方が大きかった。特に1982年は、他の年に比べて果実比重が小さく浮皮が多かったことを実証している。浮皮が最も多かった8 t区では、果実比重が0.808で最も小さい値を示し、浮皮が最も少なかった0 t区では、果実比重が0.831で最も大きな値を示した。しかし、他の年の数値に比べると、その値ははるかに小さいものであった。

一般に、秋冬期が暖かくて雨の多かった年や、収穫が遅れた年には、この傾向が顕著に現われやすいと言える。

第13表 収穫時における浮皮の程度 (1982年)

処理	ブロック 浮皮数	計			
		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ 平均	
深耕+4 t	大 実数	88	124	109	321
	%	36.6	51.7	45.4	44.6
	中 実数	76	74	72	222
4 t	%	31.7	30.8	30.0	30.8
	小 実数	76	42	59	177
	%	31.7	17.5	24.6	24.6
4 t	大 実数	119	83	122	324
	%	49.6	34.6	50.8	45.0
	中 実数	76	100	67	243
8 t	%	31.7	41.7	27.9	33.7
	小 実数	45	57	51	153
	%	18.7	23.7	21.3	21.3
8 t	大 実数	151	130	141	422
	%	62.9	54.1	58.7	58.6
	中 実数	74	76	72	222
0 t	%	30.8	31.7	30.0	30.8
	小 実数	15	34	27	76
	%	6.3	14.2	11.3	10.6
0 t	大 実数	65	75	112	252
	%	27.1	31.2	46.7	35.0
	中 実数	95	94	67	256
8 t	%	39.6	39.2	27.9	35.6
	小 実数	80	71	61	212
	%	33.3	29.6	25.4	29.4

(注) 各処理720果調査

処理の違いが果皮の厚さに及ぼす影響については、1983年産の収穫果について調査を行なったが、各処理ともほとんど同じ程度の厚さで処理差がみられなかった。

次に果皮歩合に及ぼす影響は、同じく各年次とも有意な処理差がみられなかった。そしてブロック間で有意差がみられた年もあったが、一定の傾向はなかった。

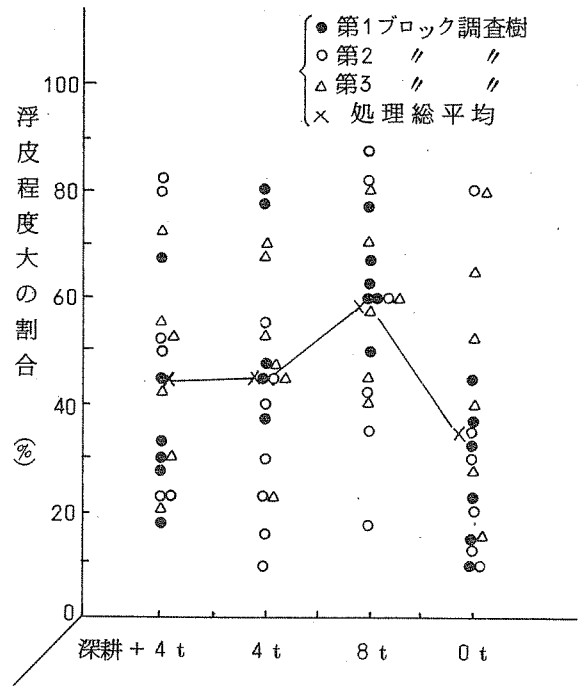
以上のことから、処理の影響は年によって異なりはするが、有機物施用量の最も多い8 t区では、浮皮が多い傾向を示した。

着色は、有意な処理差はなかったが、深耕+4 t区で着色不良果がやや多い傾向を示した。果皮の厚さ及び果皮歩合に及ぼす影響は認められなかった。

4 生育・収量・品質の相互関係と処理効果

1) 主成分分析による処理効果

深耕の有無とオガクズ入り鶏ふん堆肥の連用の影響は、



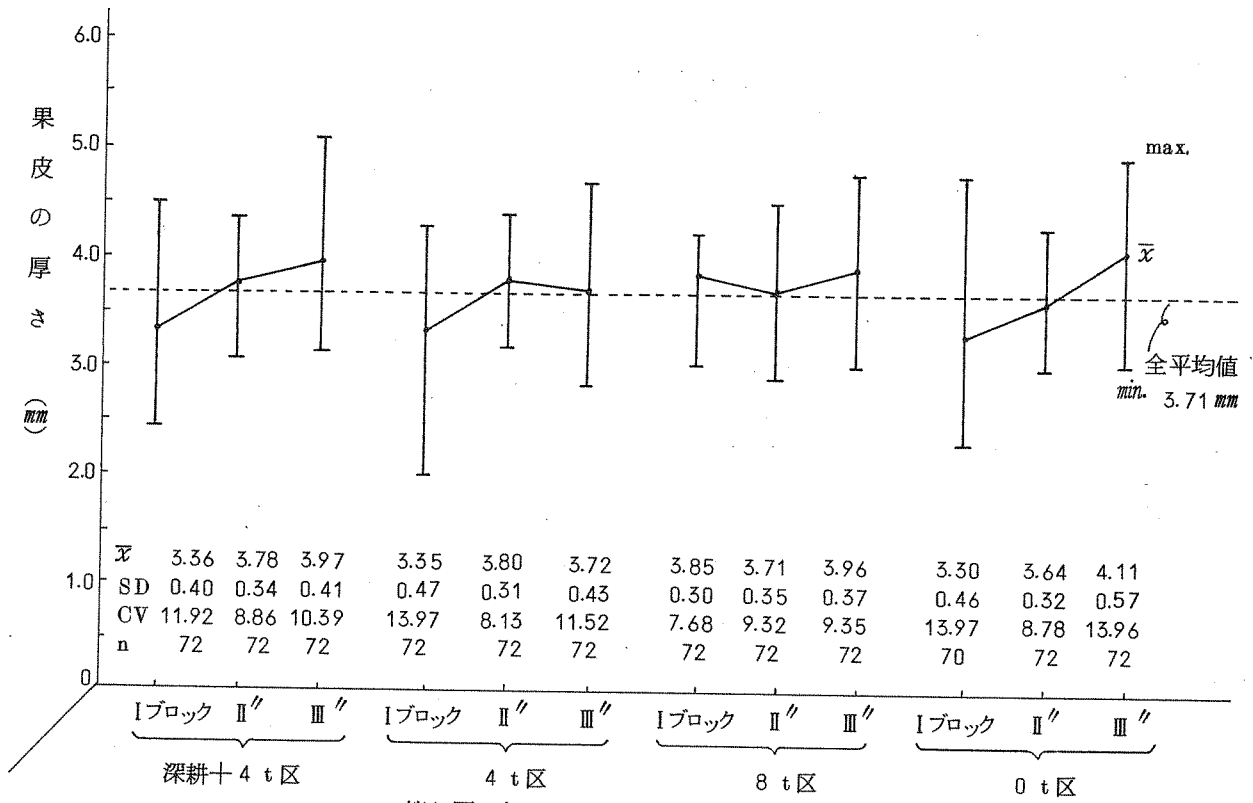
第12図 浮皮程度大の処理別比較 (1982年)

第14表 処理の違いが果実比重に及ぼす影響

試験区	年次								
	1977年	1978年	1979年	1980年	1981年	1982年	1983年	7カ年平均	
深耕+4 t	0.845	0.868	0.863	0.874	0.851	0.828	0.877	0.858	
4 t	0.843	0.872	0.850	0.869	0.850	0.829	0.877	0.856	
8 t	0.840	0.875	0.848	0.863	0.857	0.808	0.879	0.853	
0 t	0.856	0.895	0.854	0.866	0.851	0.831	0.880	0.862	
有意性	処理	NS	NS	NS	—	—	NS	—	NS
	ブロック	—	NS	—	*	*	NS	**	—

第15表 処理の違いが果皮歩合に及ぼす影響

試験区	年次								
	1977年	1978年	1979年	1980年	1981年	1982年	1983年	7カ年平均	
深耕+4 t	25.1	25.2	25.1	24.7	27.0	27.4	25.6	25.7	
4 t	23.6	24.7	26.3	25.0	27.0	27.8	25.4	25.7	
8 t	25.4	24.1	25.7	23.9	26.5	28.8	25.4	25.7	
0 t	24.7	24.2	25.8	25.6	27.2	28.2	25.2	25.8	
有意性	処理	NS	NS	—	—	NS	NS	—	—
	ブロック	NS	NS	**	—	*	—	*	**



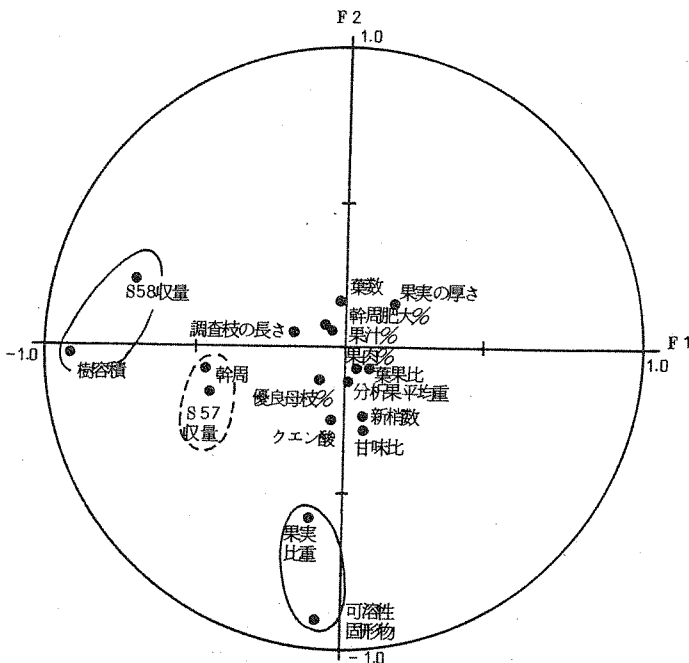
第13図 処理の違いと収穫時の果皮の厚さとの関係 (1983年)

地上部では生育・収量・品質の面に現われてくる。そして多くの項目のデータは、相互に関連しあい、影響を及ぼしあっているため、相互の影響を考慮しながら全体的に把握し、総合特性値に要約する主成分分析法によって検討を行なった。

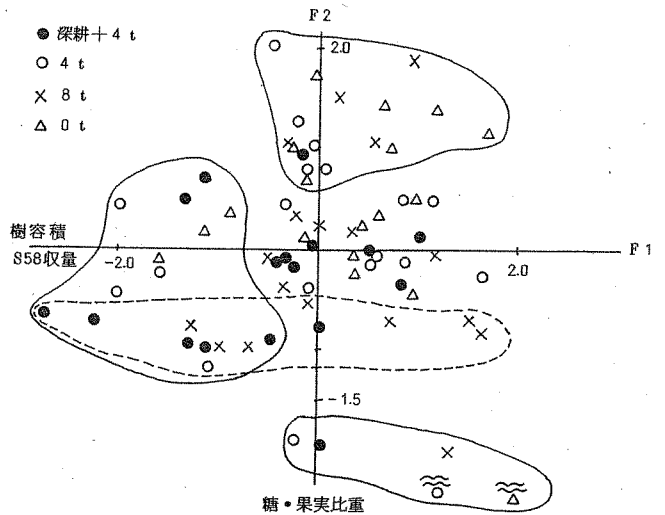
地上部データ18変量の特性値に関する主成分の累積寄与率は、第1主成分から第3主成分までで48.3%を

示し、第5主成分までで65.6%を示した。このことから第5主成分まででほぼ大要が説明される。

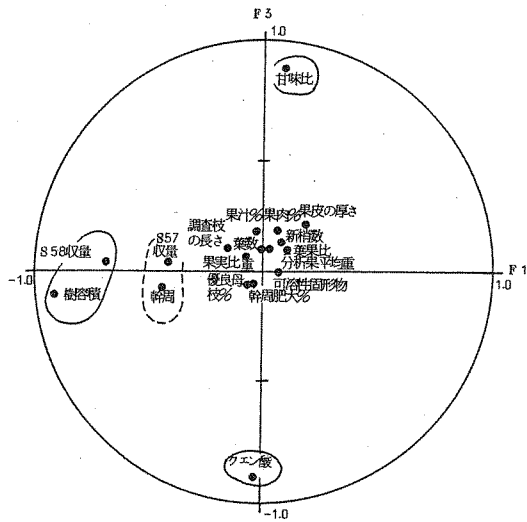
18変量を少数の総合特性値に要約し、説明を容易にするために基準バリマックス法による主軸の回転を行なった。その結果、第1因子では、樹容積と収量及び幹周の寄与率が高く、第2因子では可溶性固形物と果実比重、第3因子ではクエン酸と甘味比、第4因子で



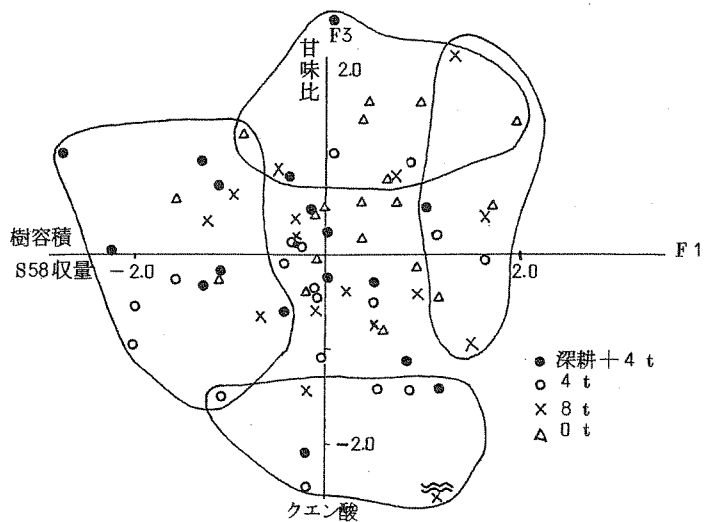
第14図 第1・第2主成分に対する各特性値の重み



第15図 第1・第2主成分のスコアの散布図



第16図 第1・第3主成分に対する各特性値の重み



第17図 第1・第3主成分のスコアの散布図

第16表 生育・収量・品質の特性値に対する固有ベクトルと因子負荷量

特性値	固有ベクトル(l_{ki})					因子負荷量 ($\sqrt{\lambda_k} \cdot l_{ki}$)					特性値別 寄与率
	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	
x_1 1983年収量	-0.34	0.27	0.30	-0.04	0.16	* -0.62	0.46	0.47	-0.05	0.19	85.1%
x_2 1982年収量	-0.36	-0.12	0.24	0.25	0.11	* -0.65	-0.20	0.38	0.33	0.13	73.6
x_3 幹周	-0.38	0.16	0.13	-0.08	-0.06	* -0.70	0.27	0.21	-0.10	-0.07	61.7
x_4 幹周肥大率	0.03	0.18	0.14	0.27	-0.20	** 0.05	0.32	0.22	0.35	-0.24	33.0
x_5 樹容積	-0.43	0.16	0.17	0.09	0.10	-0.78	0.28	0.27	0.12	0.12	78.7
x_6 新梢数	-0.01	-0.37	0.20	0.24	-0.23	-0.02	* -0.64	0.31	0.32	-0.27	68.2
x_7 優良母枝率	-0.20	-0.18	0.05	0.22	-0.34	-0.37	-0.30	0.09	0.29	-0.40	48.0
x_8 葉果比	0.15	-0.17	0.13	0.01	-0.45	0.28	-0.28	0.18	0.01	-0.54	* 48.3
x_9 葉数	0.11	0.07	0.39	-0.04	-0.46	0.20	0.12	0.60	-0.06	-0.55	* 71.3
x_{10} 調査枝の長さ	-0.20	-0.02	0.28	-0.31	-0.20	-0.36	-0.03	0.44	-0.41	-0.23	53.9
x_{11} 果皮の厚さ	0.35	0.05	0.20	0.17	0.06	0.64	0.09	0.32	0.22	0.08	56.6
x_{12} 分析果平均重	-0.003	-0.27	0.07	0.33	0.24	-0.01	-0.45	0.11	0.44	0.28	50.1
x_{13} 果実比重	-0.27	-0.39	-0.18	-0.11	0.10	-0.50	-0.67	-0.29	-0.15	0.12	82.0
x_{14} クエン酸	-0.21	0.13	-0.45	0.26	-0.30	-0.39	0.22	-0.70	0.34	-0.35	* 93.2
x_{15} 果肉歩合	-0.08	-0.23	0.02	-0.52	-0.09	-0.14	-0.40	0.04	-0.68	-0.10	65.2
x_{16} 果汁歩合	0.13	0.04	0.26	0.32	0.23	0.23	0.07	0.40	0.42	0.27	47.3
x_{17} 可溶性固形物	-0.16	-0.43	-0.18	0.17	-0.04	-0.29	-0.74	-0.27	0.22	-0.05	75.8
x_{18} 甘味比	0.12	-0.38	0.34	-0.15	0.26	0.22	* -0.65	* 0.53	-0.20	0.31	88.8
固有値(λ_k)	3.30	2.97	2.42	1.71	1.40	因子負荷量の大きさ					平均65.6
$\sqrt{\lambda_k}$	1.82	1.72	1.56	1.31	1.18	$r(Z_k, x^i) = \sqrt{\lambda_k} \cdot l_{ki}$					
寄与率(%) = $\frac{\lambda_k}{18}$	18.34	16.51	13.46	9.50	7.79	0.500 < * < 0.707 < ** < 0.866 < ***					
累積寄与率(%)	18.34	34.85	48.31	57.81	65.60	寄与率25% 50% 75%					

は果汁歩合、第5因子では葉果比の寄与率が高く、これらの因子が総合特性値として抽出された。

第16表の因子負荷量は、主軸の回転前の因子負荷量を示した。主軸回転後の因子負荷量は、第14、16図に示した。

サンプルのスコアの散布図は、寄与率の最も高い第1・2主成分と第1・3主成分について検討を行ない第15、17図に示した。

第1・2主成分に関して第15図をみると、F₁軸左側、第2・3象限にまたがる実線で囲まれた中は、樹容積14.5m³以上、収量50kg以上を示すグループであり処理別では深耕+4t区が最も多い。続いて、F₂軸下側、第3、4象限にまたがる実線と点線で囲まれた中は、可溶性固形物が11.7度以上、果実比重0.88以上を示すグループであり、処理別では深耕+4t区と8t区が多かった。実線部分は可溶性固形物が特に高かったグループである。反対にF₂軸上側第1・2象限にまたがる実線部分は、可溶性固形物、果実比重に関して低い因子評点を持つグループであり、処理別では0t区が最も多く、次いで4t区、8t区の順となり深耕+4t区が最も少なかった。

次に第1・3主成分に関するスコアの結果を第17図でみると、F₁軸の第1主成分は、前の場合と同様で左側第2、3象限にまたがる実線部分が、樹容積・収量に関して因子評点の高いグループであり、右側第1、4象限にまたがるそれは、同じく因子評点の低いグループである。第3主成分のF₃軸に関しては、下側の第3、4象限にまたがる実線部分は、収穫時のクエン酸含量が1.1%以上を示し、甘味比の低いグループであるが、1983年産の果実は熟期が進んでいた関係もあって、クエン酸の高い果実が少なく、処理差がみられなかった。反対に、F₃軸上側の第1、2象限に

またがる実線部分は、甘味比13以上と高く、クエン酸が0.9%以下と低いグループであって、0t区が比較的多かった。

生育・収量関係で総合特性値として要約された樹容積・収量及び幹周は、また品質関係で総合特性値として要約された可溶性固形物・果実比重、クエン酸及び甘味比は、我々が経験上重視してきた計測項目と同じであり、一致した。

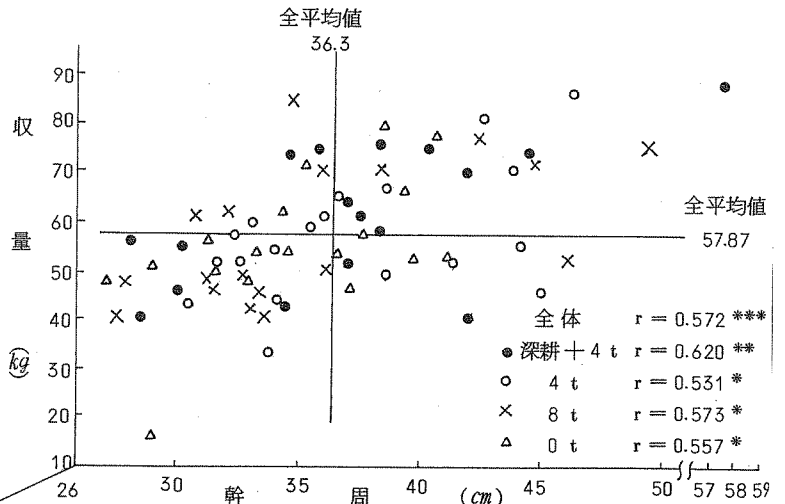
2) 生育・収量・品質間の相互関係

主成分分析で総合特性値として要約された項目は、単相関でも有意な強い相関を示した。先ず収量と生育に関して相関のある項目を第18図から22図に示した。

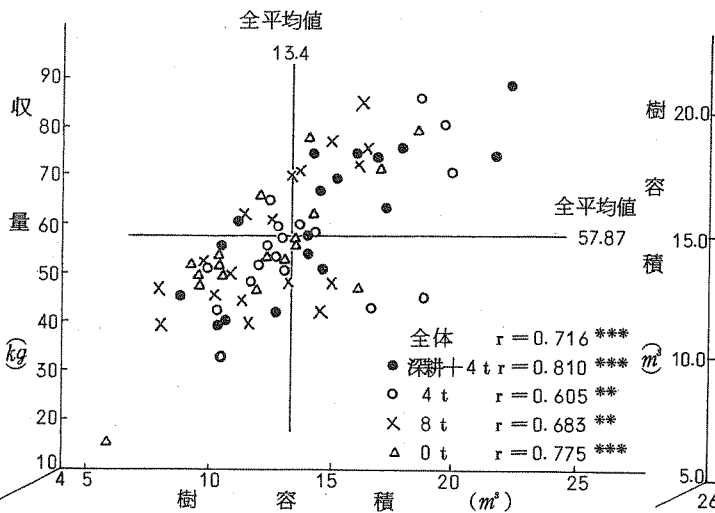
樹容積と収量の関係は、第18図の通り樹容積が大きい方が収量が多くなる傾向を示し、両項目に関して平均レベル以上の処理は、深耕+4t区がやや多かった。

幹周と収量との関係は、幹周が太い方が収量が多くなる傾向を示し、同じく平均レベル以上の処理は、深耕+4t区がやや多かった。

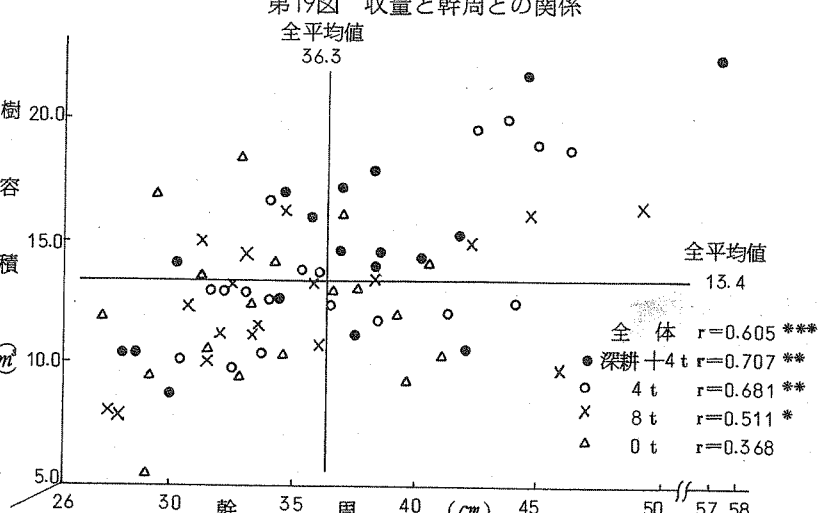
幹周と樹容積の関係は、ややバラツキが大きいとは



第19図 収量と幹周との関係



第18図 収量と樹容積との関係



第20図 樹容積と幹周との関係

第17表 生育・収量・品質に関する相互間の相関行列

No.	計測項目	平均値	標準偏差	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	1983年 収量	57.87kg	13.88	—																		
2	1982年 収量	44.65kg	12.24	49	—																	
3	幹 周	36.3 cm	5.68	57	46	—																
4	幹周肥大率	22.4 %	5.65	08	-07	25	—															
5	樹 容 積	13.4 m ³	3.30	72	54	60	09	—														
6	新 梢 数	24.0 本	17.65	-18	33	-22	03	-09	—													
7	優良母枝率	39.3 %	20.96	09	28	07	05	15	33	—												
8	葉 果 比	11.7 枚/果	6.09	-30	-06	-09	03	-16	18	08	—											
9	葉 数	628 枚	226.6	14	01	06	10	-04	22	04	33	—										
10	調査枝の長さ	130.9 cm	18.36	31	17	20	-07	28	20	15	-04	26	—									
11	果皮の厚さ	3.7 mm	0.28	-19	-12	-22	18	-35	05	-26	17	27	-28	—								
12	分析果平均重	109.1 g	7.00	-13	32	-15	-06	-03	31	17	01	-08	-16	12	—							
13	果実比重	0.878	0.01	-11	25	15	-32	16	28	19	-03	-38	10	-46	18	—						
14	クエン酸	0.95%	0.08	-07	03	16	04	17	-11	16	-15	-25	-17	-35	-10	15	—					
15	果肉歩合	74.6 %	1.90	-06	-03	12	-12	-10	10	05	07	-02	26	-21	01	36	-23	—				
16	果汁歩合	82.1 %	1.95	06	-00	-22	22	05	15	-02	01	06	03	13	07	-24	-27	-35	—			
17	可溶性固形物	11.47%	0.54	-31	28	05	-14	-02	40	26	14	-26	-10	-24	25	70	26	13	-10	—		
18	甘 味 比	12.14	1.06	-13	12	-13	-12	-18	35	01	23	11	11	22	25	25	-83	29	21	32	—	

$H_0: \rho = 0$
 $n = 70 \quad f = 68$
 * $\text{Pr} [r > 0.235] = 0.05(2\alpha)$
 ** $\text{Pr} [r > 0.306] = 0.01(2\alpha)$
 *** $\text{Pr} [r > 0.385] = 0.001(2\alpha)$

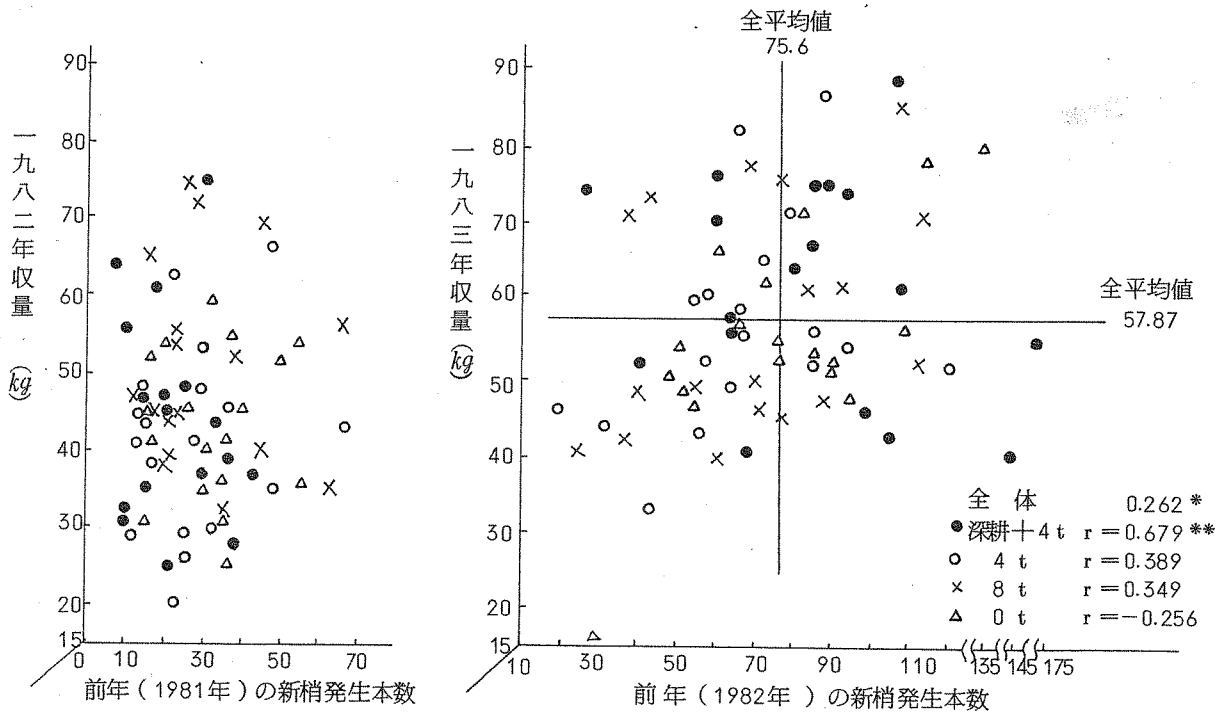
(注) 相関行列の数値は、小数点以下2桁だけの数字で示した。

いえ、幹周が太い方が樹容積が大きくなる傾向を示した。第18図から20図を通して深耕+4t区は、平均レベル以上の樹が他の処理区よりもやや多かったが、逆にレベル以下の樹も見受けられた。平均すると深耕+4t区が他の処理区よりもやや優れていると言える。

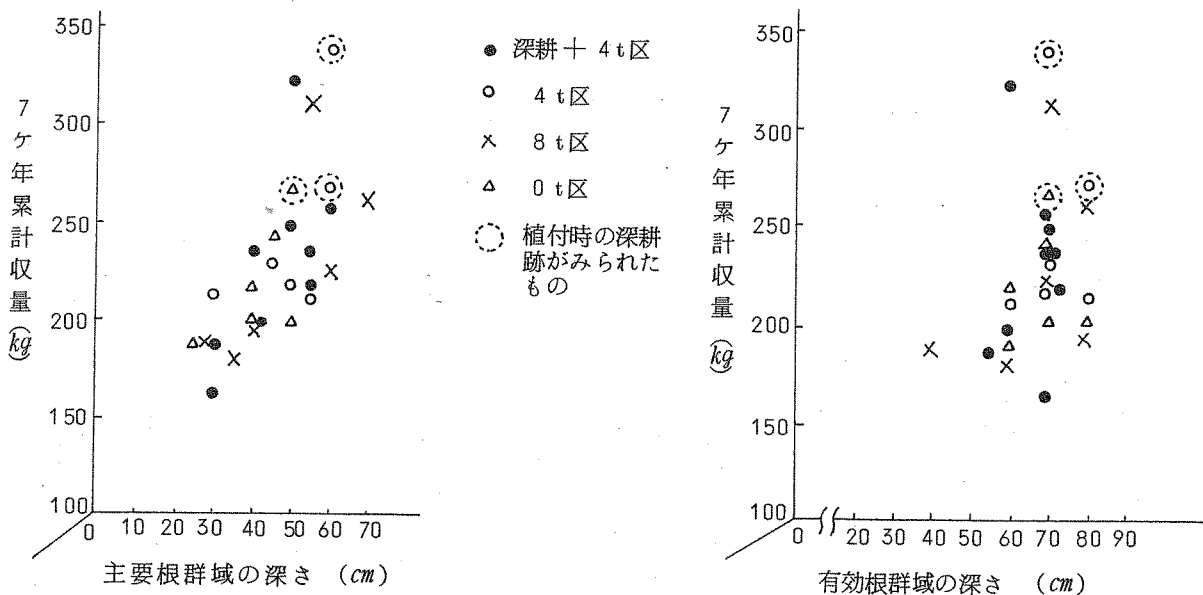
次に新梢数と収量との関係であるが、前年の新梢発生数と翌年の収量との間には、相関が高いと予想したが結果は年によって相違した。1982年発生した新梢本数と翌年の収量との関係は、深耕+4t区だけ相関が認められ、新梢発生数が多いほど翌年の収量が多い傾向を示した。

なお生育と収量に関連して、地下部の根群域の深さと収量との関係を第22図に示した。

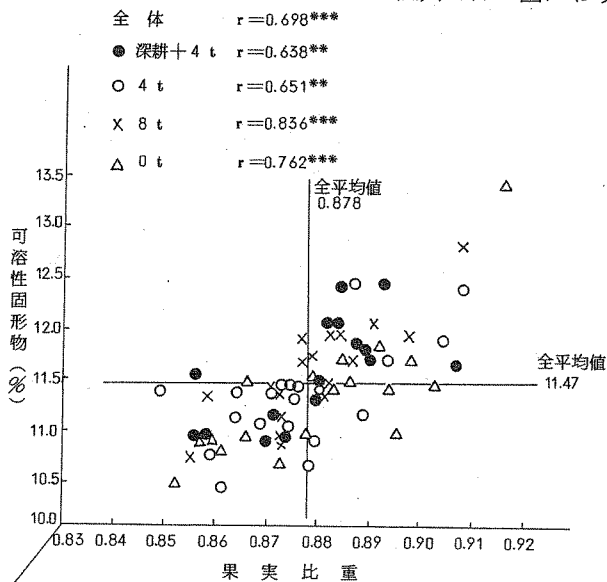
根群域の深さは、果実生産に大きく関与し、主要根群域の深さが深いほど収量が多くなる傾向を示した。そして深耕以外の処理でも、過去に何らかの土壌改良を行ない、下層土の土壌構造が良好な場合には、高収量の傾向を示した。具体的には、主要根群域の深さがおよそ45cm程度から60cm程度必要なことがわかった。有効根群域の深さと収量との関係は、一定の傾向を認めず、有効土層の深さなど土壌条件によって、有効根群域の深さが規制された。



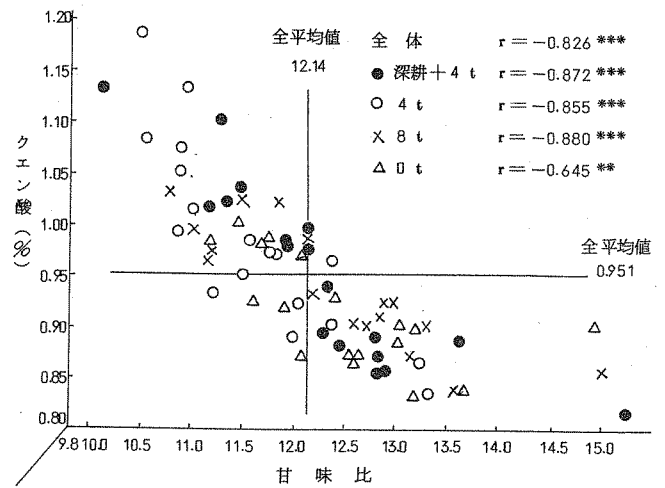
第21図 前年の新梢発生本数と翌年の収量との関係



第22図 根群域の深さと収量との関係



第23図 果実比重と可溶性固形物との関係



第24図 クエン酸と甘味比の関係

果実の品質に関しては、生育・収量との関係よりも品質に関する項目の間で相関の高いものが多かった。

可溶性固形物は、果実比重の大きいものほど含量が多い傾向を示し、両項目に関して平均レベル以上の処理は、深耕+4 t区と8 t区がやや多かった。クエン酸と甘味比の関係は、当然のことながら負の相関を示し、クエン酸が平均レベル以上に高く、甘味比が平均レベル以下の処理は、4 t区にやや多かった。逆にクエン酸が低く、甘味比の高い処理は、0 t区と8 t区及び深耕+4 t区であった。

以上のことから、生育・収量・品質に及ぼす相互の影響を考慮に入れて、単相関及び多変量解析、特に主成分分析を行なってみると、処理差は小さかったけれども、深耕+4 t区が総合的にみてやや優っていると言える。

5 葉中成分に及ぼす影響

1) 葉中成分と収量・品質との関係

葉中成分と収量・品質との関係については、採葉が6樹1プロット単位に行なったため、収量・品質の方も1プロット当りの平均値を使って計算した。

葉中Nと可溶性固形物との関係は、各年次を通じて比較的是っきりと逆相関の傾向を示した。即ち、葉中N濃度が高いほど、可溶性固形物濃度が低い傾向を示した。

収量・クエン酸・果皮歩合については、年によって一定せずはっきりした傾向がつかめなかった。

葉中P及びKと収量・品質との関係は、それぞれ単年度では、相関が認められる年があったが、7年間を通しての一定の傾向は認められなかった。

2) 処理の違いと葉中成分との関係

葉中Nについては、1982年の0 t区が他の処理区に比べて、N濃度が低く差が認められた。他の年は有意な処理差が認められなかったが、7カ年を通じると、8 t区の葉中N濃度がやや高く、0 t区がやや低い傾向を示した。

葉中Pは、1978年だけ深耕+4 t区が低い値を示した外は、大きな処理差は認められなかった。葉中Kは同じく1978年が深耕+4 t区で値が低く、8 t区で高い値を示した。

7カ年の平均値でみると、8 t区が葉中K濃度が1.34%で最も高く、深耕+4 t区と0 t区が1.20%で最も低い値を示し差が認められた。

葉中Ca及びMgと微量元素については、7カ年の平均値を第24表に示した。

各葉内成分とも有意な処理差は認められなかった。ただし葉中Cu及びZn含量については、各処理とも許容下限値すれすれの値であったので注意を要する。

有機物の連用による土壤中の養分富化の傾向とは対照的に、葉内各成分は、結果量の影響も大きいと考えられるが、試験開始時の葉中成分含量とあまり大きな増減はみられなかった。処理差が小さかったのは、採葉がプロット単位に行なったことにも起因すると考えられ、今後、労力は要するが樹別にサンプリングすることが望ましい。

以上のことから、葉中成分と収量・品質については葉中N濃度と可溶性固形物の間に負の相関が認められたこと。また処理別では、有機物施肥量の多い8 t区の葉中K含量が、0 t区及び深耕+4 t区に比べてやや高い値を示した。

第18表 葉中Nと収量及び果実品質との単相関

項目	年次						
	1977年	1978年	1979年	1980年	1981年	1982年	1983年
収量	-0.15 *	-0.06	-0.13 **	0.48	-0.05	0.27	0.15 *
可溶性固形物	-0.59	-0.04	-0.78 **	-0.53	-0.53	-0.35	-0.63
クエン酸	-0.37	0.52	-0.75	0.28	0.02	0.49	-0.38
果皮歩合	-0.24	0.13	0.14	-0.50	0.03	-0.18	0.83 **

(注) $H_0: \rho = 0$, $n = 12$ のとき, $\Pr [r > 0.576] = 0.05$, $\Pr [r > 0.708] = 0.01$

第19表 葉中Pと収量及び果実品質との単相関

項目	年次						
	1977年	1978年	1979年	1980年	1981年	1982年	1983年
収量	-0.37	-0.14 *	-0.27 **	-0.06	0.17	-0.59 *	-0.06
可溶性固形物	-0.36	-0.64 *	-0.79 *	-0.55	0.23	-0.09	-0.31
クエン酸	-0.04	-0.59 *	-0.70 *	0.25	0.12	0.18	0.24
果皮歩合	-0.15	-0.56	0.18	-0.13	0.04	-0.29	0.35

第20表 葉中Kと収量及び果実品質との単相関

項目	年次						
	1977年	1978年	1979年	1980年	1981年	1982年	1983年
収量	-0.20	-0.32 **	-0.42	-0.68 *	-0.09	-0.15	-0.28
可溶性固形物	0.18	-0.73 **	0.42 *	-0.01	-0.39	-0.22	0.43
クエン酸	0.48	-0.27	0.59 *	-0.14	0.07	0.39	0.32
果皮歩合	0.34	-0.48	0.01	0.52	-0.36	-0.34	-0.37

第21表 処理の違いと葉中Nとの関係

処理	年次							7カ年平均
	1977年	1978年	1979年	1980年	1981年	1982年	1983年	
深耕+4t	3.28 %	3.37 %	3.51 %	3.22 %	3.39 %	3.26 %	3.21 %	3.32 %
4t	3.23	3.39	3.48	3.12	3.40	3.24	3.21	3.30
8t	3.30	3.37	3.55	3.39	3.48	3.29	3.27	3.38
0t	3.20	3.25	3.56	3.24	3.35	3.06	3.19	3.26
有意性	—	NS	—	NS	NS	*	—	NS
処理 ブロック	NS	NS	*	NS	NS	—	NS	NS

第22表 処理の違いと葉中Pとの関係

年次 処理	1977年	1978年	1979年	1980年	1981年	1982年	1983年	7カ年 平均
	%	%	%	%	%	%	%	%
深耕+4t	0.174	0.139	0.158	0.180	0.174	0.175	0.171	0.167
4t	0.175	0.154	0.156	0.172	0.170	0.179	0.175	0.169
8t	0.174	0.158	0.158	0.183	0.171	0.177	0.178	0.171
0t	0.177	0.148	0.159	0.174	0.165	0.176	0.172	0.167
有意性 処理 ブロック	—	*	—	NS	NS	—	NS	NS
	NS	**	*	NS	—	—	NS	**

第23表 処理の違いと葉中Kとの関係

年次 処理	1977年	1978年	1979年	1980年	1981年	1982年	1983年	7カ年 平均
	%	%	%	%	%	%	%	%
深耕+4t	1.00	1.06	1.10	1.61	1.14	1.43	1.08	1.20
4t	0.98	1.25	1.21	1.51	1.40	1.67	1.11	1.30
8t	0.99	1.35	1.32	1.42	1.53	1.54	1.20	1.34
0t	0.94	1.17	1.18	1.52	1.34	1.27	1.00	1.20
有意性 処理 ブロック	—	*	NS	—	—	NS	NS	*
	NS	NS	—	—	—	—	—	NS

第24表 処理の違いと3要素以外の葉中成分との関係 (7カ年平均値)

成分 処理	Ca	Mg	Mn	Cu	Zn	B	Fe
	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
深耕+4t	3.06	0.509	42.2	4.7	18.8	59.8	53.0
4t	3.23	0.539	41.4	4.6	18.5	67.4	51.5
8t	3.40	0.508	40.0	4.4	20.0	71.4	52.6
0t	3.32	0.528	44.4	5.0	20.6	66.2	53.1
有意性 処理 ブロック	NS	—	NS	NS	NS	NS	—
	—	—	**	—	NS	*	NS

IV 考察

土層改良の最終目標は、高品質・安定生産を期することにある。

高収量要因としては、地下部の影響が大きく主要根群域の深さが45~60cm程度と深い方が高収量をもたらす

(7) た。深耕を行っていない所でも、下層土の土壌条件がよければ収量は多かった。ただ深耕隣接部では、未深耕の所と同じ状態を呈するので、根群域の拡大のためには年次計画的な深耕層の拡大が必要である。粘質土壌の場合、深耕を部分的に行なうと、多量の降雨時には排水出

来ずに底に水が溜りやすくなり、過湿障害を受ける恐れがある。このことは、森田も果樹園の深耕に関して指摘していることである。従って、深耕方向は、傾斜地の場合、傾斜面に沿って掘り、排水を園外まで誘導出来るように深耕する必要がある。

⁽⁹⁾石井は、過湿状態下で、未熟な有機物や多量のオガクズ堆肥を施用した土壤では著しい生育障害が発生したことを、3年生のナツミカン実生苗を使って報告している。一般にオガクズ入り鶏ふん堆肥を2~3月頃10a当り4t、8t施用し中耕すると、8月頃には4tの場合ほとんど裸地と見分けがつかない位の状態となる。8t施用では、密植の所や日陰の所ではなおその形状をとどめている。6月の梅雨季には、未だ十分に表層施用の形状をとどめており、オガクズ入り鶏ふんが過湿状態下に遭遇した場合、ミカンの根群形成等に少なからず影響を及ぼすかも知れない。また、排水不良な粘質土壤で部分深耕を行なった場合の、過湿状態下での下層土の水の動きと生育障害との関係についても、今後検討を要すると考える。

次に過湿状態下でなく通常の状態の場合、オガクズ入り堆肥や木質系有機物の施用にあたっては、どの程度の腐熟度であれば安全であろうか。石井によると、有機物施用に伴うエチレンの発生がカンキツ樹の地上部地下部⁽¹⁰⁾の生育を著しく阻害することを報告している。土田らはオガクズ堆肥中の植物毒性成分の堆肥化過程における濃度変化を明らかにしている。

本試験においては、平均3カ月程度堆積発酵させたオガクズ入り鶏ふんを7年間10a当り4t、8t表層に連用しているが異常は見られない。圃場状態では、施用後すぐに全面に広げるために、また緩衝作用が大きいために、更に影響を受けるとしても表層の根群だけのために生育阻害が緩和されて見かけ上は区別がつかないのかも知れない。

現地事例からは、堆肥を広げずに園の所々にコンテナ1~2杯分程度宛山積に堆積している所の下側では細根が枯死していたとの報告がある。苗木畑や幼木園では、特に注意を要するとともに、よく腐熟した有機物を施用する必要がある。普及上からは最低3カ月間堆積発酵させること、出来れば6カ月間堆積発酵させたものを使用することになっている。

試験期間中の収量の推移については、1980年の収量の落ち込みが特にひどかった。中耕による断根の影響が多少あったのかも知れないが、これの原因ははっきりしない。

収量の絶対量については、深耕+4t区が最も多かつ

たが、試験開始時の基準収量に対する伸び率でみると、8t区が最も良かった。深耕処理の伸び率が悪かったのは、試験開始時の樹容積がやや大きくて、1983年時点では枝が交叉し合い、樹容積の拡大が限界にきたこと及び樹冠占有面積が最大に達したことによるものと考えられる。一方8t処理では、試験開始時の樹容積が最も小さくて樹容積拡大率が最も良かったことに起因している。

1983年の深耕+4t区の平均収量は、1本当り61.98kgで処理の中では最も多く、また7年間の中でも最も多く、2.7m×2.3mの植栽間隔でSS(スピードスプレヤー)の通路4.6mを含めた反当植栽本数は100本で、これの反当収量は換算すると6.2tになる。SSの通路を除くと反当161本植えとなり、反当収量は換算して約10t近くになる。この程度の収量が現状の植栽間隔の場合最高収量と思われ、樹は間伐の時期に来ていると言える。

有機物を施用していない無処理であっても、下層土の土壤条件がよく、有効土層の深い所や過去に何らかの深耕を行なった所では、収量が多かったことは注目してよい。

処理の違いと新梢生育との関係については、結果量の影響が最も大きく、収量の最も多かった1983年が新梢数が全処理区とも他の年次よりも少なかった。しかしその中では、8t区が最も多く、有機物施用量の違いの影響が出ており、8t連用に伴う地力窒素の影響が出ているものと考えられる。

他の年次では、処理差がみられなかったのは、結果量に対してどの処理区も樹体養分が十分にあったことによるものと思われる。

⁽¹¹⁾大垣らは、隔年結果樹に対する施肥の影響は、樹勢、枝葉数と葉面積、葉の緑化程度など樹の栄養器官の量・質に直接的に表われることを報告しているが、有機物の場合も同じ結果が表われている。

次に、果実品質に及ぼす影響を可溶性固形物とクエン酸についてみると、収穫時の可溶性固形物がほぼ11度以上を示した年は、7年間の中で各処理とも5年間あり、その中で1978年はすべての区で12度以上を示した。同様にクエン酸は、出荷基準の1.1%以下を示した年は、4t区が3回、他の区が4回みられた。このように果実品質に及ぼす影響は、処理差よりも年による違いの方が大きく、気象的影響が最も大きいとみられる。

処理の影響は、平均値でみるよりもバラツキを考慮して、可溶性固形物とクエン酸の関係を2次元に図示すると処理差がはっきりした。平均値では、プラス・マイナスが相殺されて差がわからなくなってしまう。

豊作年では、収量が多いためにクエン酸が希釈されて差が出にくく、平年作以下の年で差が出やすい。有機物施用量の多い8 t区では生育・収量面では良好であるが品質面でクエン酸が高く、施用量が多過ぎると判断した。

果実の外観については、特に着色・浮皮・果皮の厚さ及び果面の粗滑等が問題となる。

着色は、普通温州の採取の場合、12月にはいつて7～8分着色以上で採取する場合には差が出にくく、11月下旬の早期採取かまたは12月にはいつても熟期の非常に遅れた年などに差が出やすい。

従って普通温州よりも5～6分着色頃から採取を始める早生温州の方が差が出やすいと考える。

有機物施用量が多過ぎると浮皮が多くなる。特に8 t施用区で最も多かった。施用量が多い所ほど土壌水分の保持がよく、また連用に伴う地力窒素の発現と遅効きの結果と考えられる。浮皮も毎年発現するわけではなく、年によって相違した。

果皮の厚さは、採取後の時間的変化の影響の方が処理の影響よりも大きく、有機物の施用量の多い方が果皮が厚いという傾向はみられなかった。

一般的に早生温州の方が鋭敏に反応が出るために、有機物施用量は普通温州よりも少な目に施用するのがよいと考える。これについては、岩切らも同じ指摘⁽⁴⁾をしている。

逆に中晩生柑橘は、樹上結果が長く、採取後もすぐには出荷せず、貯蔵期間が長いために、普通温州と同量かまたは施用量をやや多く施用してよいと考える。

次に品質に関連してブロック間に有意差がみられたことについてふれておきたい。Iブロックは、造成時の谷間側または凹部に相当し、盛土をした関係で有効土層が深い。IIブロックは中間的で、IIIブロックは山背側の切土部分に相当し、有効土層が浅い。従って、ブロック間の有意差は主として有効土層の違いの有意差とみてよい。そうすると有効土層の違いによって品質に差がみられ、悪影響があるのであろうか。

この試験でブロック間の有意差がみられたのは、可溶性固形物が7年間の中で3回、クエン酸が1回、甘味比が1回で、この中に1982年と1983年が含まれている。両年とも豊作で収穫時の可溶性固形物が各処理とも11度以上クエン酸が1%未満、甘味比が11.6以上を示し、品質的には最高で全く問題なかった。

従ってこの両年を除くと、ブロック間で問題となった年は、可溶性固形物で1979年の1回、クエン酸で1978年の1回だけとなる。

1979年の可溶性固形物については、有効土層の深いIブロックで10.77と最も高く、有効土層の浅いIIIブロックで10.17と最も低く、有効土層の深い方が可溶性固形物が高い傾向を示した。その時のクエン酸と甘味比に関するブロック間の有意差はみられなかった。

1978年のクエン酸は、Iブロックが1.38と最も高く、IIIブロックが1.27%で最も低く、有効土層の深い方がクエン酸が高い傾向を示した。その時の可溶性固形物・甘味比に関するブロック間の有意差はみられなかった。

この年は、11月下旬に早く採取したことと、試験開始2年目で深耕を行なっており、この影響も多少加わっているものとみられる。

1978年の影響が、クエン酸の7年間平均値に関して、ブロック間に有意差をもたらしている。

以上のことから、通常の年では、有効土層の深いことが品質をまずくするという心配はないものと考えられる。ただ何年かに1回位は気象及び生育・結果量等の悪条件が重なった場合に、品質をまずくすることが生じるかも知れない。

下層土及び地表面処理に対する反応結果としての地上部計測値に対しては、主成分分析による総合特性値に要約を行なって解析した。そしてこれまでの経験上の結果とほぼ同じ見解が得られ、多数の要因の影響が絡む中から寄与率の高い要因を選び出し、総合特性値に要約する手法は、見落しがちな要因のピックアップや、過大評価していた要因の是正という面で有効な手法となった。

ただこの計測値の中に葉分析値を加えたかったが、葉分析のサンプリングが樹別でなくプロット単位に行なったことと、変量数が多くなるために加えなかった。

処理の違いと葉中成分との関係については、処理差が明瞭に表われなかった。これは採葉がプロット単位に行なったため、プロット内の樹による違いが相殺され平均化されてしまっただけで差が出にくかったと考える。労力は要しても樹別に採葉する方が結果がシビアに表われるものと考えられる。

以上総合的にみて、粘質土壌の低位生産園に対する生産力増強には、地表面から下層土まで土層改良された深耕+4 t処理が最も良かった。しかし深耕出来なかった場合でも、地表面に有機物を施用しないよりも施用した方がよく、品質を悪化させない施用量は、普通温州に対するオガクズ入り鶏ふん堆肥の場合、10 a当り4 tまでであった。

V 摘 要

低位生産園土壌に対する生産力増強技術について検討した。特にオガクズ入り鶏ふんの連用と深耕処理が温州ミカンの生育、収量、品質に及ぼす影響について検討した。

1 収量：深耕+4 t 処理が量的に最も多く、収量のバラツキは最も小さかった。

表層処理の中では、有機物施用量の最も多い8 t 処理が収量は最も多かった。

2 生育：幹周、樹容積、新梢生育に及ぼす影響は、8 t 処理が最も良く、次いで深耕+4 t 処理であった。

3 品質：一可溶性固形物とクエン酸—

可溶性固形物とクエン酸に及ぼす処理の影響は、豊作年では表われにくく、平年作か不作年に表われやすい。平年作以下の年では、有機物施用量の多い8 t 処理でクエン酸が高い傾向を示した。

4 品質：一着色・浮皮・果皮の厚さ等—

処理の影響は年によって異なったが、8 t 処理では浮皮が多い傾向を示した。

収穫時期を早めて(11月下旬)採取した場合、深耕+4 t 処理で着色不良果がやや多かった。しかし7~8分着色になって(12月)採取した場合には、処理差はみられなかった。

果皮の厚さと果皮歩合については、処理差はみられなかった。

5 生育・収量・品質の相互関係と処理効果：

主成分分析の結果、寄与率の高かった特性値は、樹容積、収量、幹周、可溶性固形物と果実比重、クエン酸と甘味比であり、これまでの経験上の重要計測項目と一致した。

処理別では、深耕+4 t 処理が他の処理よりもやや優った。

6 葉中成分：有機物施用量の最も多い8 t 処理では、葉中K含量が他の処理よりもやや高い値を示した。

葉中成分と品質との関係については、葉中N濃度と可溶性固形物の間に負の相関が認められた。

以上のことから、高品質・安定生産のためには、地表面から下層土まで一貫して土層改良された深耕+4 t 処理が最も良かった。

深耕出来ない場合でも、有機物施用による表層改良は実施した方がよい。

この際の有機物の適正施用量は、品質によって規制され、オガクズ入り鶏ふんの場合、品質を悪化させない適

正施用量は、10 a 当り4 t までであった。

文 献

- 1 Ishii, T. and K. Kadoya (1984).
Ethylene evolution from organic materials applied to soil and its relation to the growth of grapevines.
J. Japan. Soc. Hort. Sci. 53, 2 : 157—167.
- 2 Ishii, T. and K. Kadoya (1984).
Growth of citrus trees as affected by ethylene evolved from organic materials applied to soil.
J. Japan. Soc. Hort. Sci. 53, 3 : 320—330.
- 3 石井孝昭・門屋一臣 (1985).
カンキツ栽培における有機物の施用法に関する研究 (第2報) 有機物の種類と灌水処理.
園学要旨昭60秋 : 14—15.
- 4 岩切徹・小野忠・松瀬政司 (1984).
ウンシュウミカン園における有機物施用効果の解析 (第1報) 秋季の土壌水分・施肥量・品種別にみた堆肥施用による果実形質.
園学要旨昭59秋 : 46—47.
- 5 古賀汎 (1972).
温州ミカン園における下層土の物理性に関する研究.
四国農試報告, 25 : 119—232.
- 6 峯浩昭・小田真男 (1983).
ミカン園における表層および下層土改良 (第2報) 深耕およびオガクズ入り鶏ふんの連用がミカンの収量・品質に及ぼす影響.
九州農業研究, 45 : 265.
- 7 峯浩昭・小田真男 (1984).
温州ミカン園における表層及び下層土改良 (第1報) オガクズ入り鶏ふんの連用と深耕が根群分布に及ぼす影響.
大分柑試研報, 2 : 51—68.
- 8 峯浩昭・小田真男 (1985).
ミカン園における表層および下層土改良 (第4報) 主成分分析による処理効果の解析.
九州農業研究, 47 : 245.
- 9 森田義彦 (1955).
果樹園土壌の研究 前篇.
農枝研報告, E 4 : 1—144.
- 10 森田義彦 (1956).

- 果樹園土壌の研究 後篇.
農技研報告, E 5 : 65—162.
- 11 大垣智昭・藤田克治・伊東秀夫 (1968) .
温州ミカンの隔年結果に関する研究 (第8報) 摘果
・施肥・剪定の組合せによる隔年結果防止効果.
園学雑, 37, 4 : 312—318.
- 12 佐賀果試・熊本果試・大分柑試 (1985) .
温州ミカン園における有機物施用効果の解析.
中核試験研究報告書 : 1—206.
- 13 坂本辰馬 (1963) .
温州ミカン園の土壌ならびにその管理に関する研
究.
愛媛果試研報, 3 : 1—115.
- 14 佐々木恭輔 (1982) .
水田転換温州ミカン園土壌に関する研究.
山口農試特研報, 27 : 1—131.
- 15 Tsuchida, H., Azuma, J., Ishida, N.,
Nanjo, I. and S. Mizuno (1984) .
Changes in phytotoxic components of sawdust
barnyard manure during it's rotting process.
Sci. Rept. Fac. Agr. Kobe Univ., 16 : 277—
290.

Improvement of Topsoil and Subsoil in Satsuma Mandarin Orchard (2nd Report)
Effects of Continuous Application of Sawdust-mixed Poultry Manure and of Deep
Tillage on the Growth to the Yield and Fruit Quality of Satsuma Mandarin

Hiroaki MINE and Shinoh KODA

Summary

We have worked on the techniques of productivity increase in the soil of low-yield orchard. Particularly, we have conducted researches into the effects of continuous application of sawdust-mixed poultry manure and of deep tillage on the growth to the yield and fruit quality of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.).

(1) Yield :

The deep tillage + 4 t plot obtained the most yield of all treatment quantitatively, and showed the smallest variation of the yield. In the topsoil treatments, maximum yield was obtained at the 8 t plot of the highest rate of organic matter application.

(2) Growth and development :

The 8 t plot was best on the effects of growth and development extend to current shoot, trunk girth and canopy volume. The second was the deep tillage + 4 t plot.

(3) Fruit quality : Soluble solids and citric acid

On the soluble solids and citric acid, effects of treatments were little observed on year, and were observed in evidence on normal year or off year. The 8 t plot of the highest rate of the organic matter application showed a tendency to be high content of citric acid in normal year or off year.

(4) Fruit quality : Pigmentation, rind puffing and thickness of peel, etc.

The rind puffing showed a tendency to appear greatly at the 8 t plot, though the effects of treatments had different reaction every year. When harvesting time was advanced on the last decade in November, there were a little poor coloring fruits at the deep tillage + 4 t plot. But the difference of treatments was not observed, when coloring of rind reached above 70—80 percent and fruits were harvested in December. And also the difference of treatments was not observed as to thickness of peel and percentage of peel by weight.

(5) Treatment effects and correlation among the growth, yield and fruit quality :

As a result of principal component analysis, characteristic values of high ratio of contribution were canopy volume, yield, trunk girth, soluble solids, fruit specific gravity, citric acid and soluble solids-acid ratio. And these characteristic values were fitted in well with the items of important observation by experience. The deep tillage + 4 t plot was a little superior to any other plot in comparison with treatments.

(6) Mineral composition of leaves :

The 8 t plot of the highest rate of organic matter application showed a little higher value than any other plot in terms of potassium content of leaves. As to the relation of mineral composition of leaves and fruit quality, negative correlation was observed between nitrogen concentration of leaves and soluble solids.

As mentioned above, the deep tillage + 4 t plot where was improved from topsoil through subsoil continuously, was given the best results of all treatments from the standpoint of high quality and productive stability of Satsuma mandarin. We had better practise the topsoil improvements by the application of organic matter, even though we can not practise the deep tillage. On this occasion, optimum application of organic matter is controlled by fruit quality. In the case of sawdust-mixed poultry manure, the optimum application that fruit quality did not deteriorate, was under the 4 t per 10 a.