

優良ネーブル園の地下部環境の解析

山崎 隆生・小川 勝利・坂井 堅・佐々木 篤・秋元 稔万

キーワード：ネーブルオレンジ，多収性，土壤条件

ウンシュウミカンの生産過剰に伴う価格の低迷に対処するため，生産農家は，瀬戸内の温暖寡雨な気象条件に適し，商品性の高い中晩生カンキツ類への更新を進めつつある。なかでも，ネーブルは本県における100年の栽培の歴史の中で地域特産カンキツとして定着し，とくにワシントンネーブルの欠点である結実不安定が，早生系ネーブルの選抜によって克服されたこともあって，1970年の225haから1983年の575haと栽培面積は2倍以上になり，生産量も1983年現在8450tと愛媛，和歌山県に次いで全国第3位の座を保っている。

しかしながら，早生系ネーブルは，初期結実は比較的良好であるものの，秋期に裂果が多発する年が多いため，生産者は収量の低下を恐れて初期の摘果を手控え，このことが大玉果率の低さ(40%)となって現れ，商品性を低くしている。

そこで，本研究では，大玉果(250g以上)率80%以上，10a当たり収量3.5t以上を可能ならしめる技術体系の確立をはかるため，1983，1984年の2か年にわたってネーブル栽培に関わる種々の環境条件を調査した。なお，本調査からすでに8～9年を経てはいるが，現地の状況には，栽培面積生産量等を除き，差異は観察されておらず，したがって，本調査結果は未だ意義を有すると判断される。

そこで，ここでは，主として当時の調査で地下部環境について得られた結果について報告する。

調査方法

1. 調査場所 因島市 4園，豊田郡瀬戸田町 8園。
2. 調査樹 村上(寅)ネーブル高接ぎ樹(4～8年生)。
3. 調査方法 上記12園を過去の収量実績をもとに多収園と普通園とに分け，各園5樹について，1983，1984年の2か年間収量，品質の調査を行った。

また，そのうちの3樹について1983年5月から1984年4月までの1年間1か月毎に採葉し葉分析を行った。

さらに，1983年5月には上記3樹の樹冠外周直下の土壤のA層(0～10cm)，B層(20～30cm)，について物理，化学性の分析を行うとともに，以後，毎月第1回採土し，土壤水分，電気伝導度(以下E. Cと略記)，土壤中窒素濃度(以下Nと略記)について分析を行った。

根群調査は1984年5月に上記調査樹のうちの2樹について行った。調査位置は各樹の南側の樹冠外周直下とし，1m四方の四角形で地表より10cmの厚さ毎に掘り下げ，50cm(5層)の深さまで調査した。各層に含まれる根群は太さ別に次のように分類し，風乾重量を測定した。すなわち，直径10mm以上(主根と仮称)，5～10mm(中主根と仮称)，2～5mm(中根と仮称)，2mm以下(細根)の4種である。

土壤の硬度および三相分布は，根群調査で掘った穴の深さ0～10cm(A層)，20～30cm(B層)について採土し調査した。

以上の各調査項目は12園の全てについて行ったが，この中から1983，1984年の収量をもとに多収園を3園，低収園(普通園と仮称)を3園選び，得られた調査結果は各3園の平均値として表示した。

また，上述の調査のほかに，肉眼観察及び聞き取りによって，栽培条件，施肥，かん水などの肥培管理方法を調査した。

調査結果

1. 収量及び果実品質

多収園と普通園における1983，1984年の2か年の収量及び果実品質は第1表に示すとおりである。

多収園の10a当り収量は，2か年とも5tを越え，普通園の3t前後に比べて明らかに多収であった。また，果実の大きさも多収園の方が普通園よりも大玉であったが，1果平均重が250gには達しなかった。

一方，果実品質については，可溶性固形物及びクエン

酸ともに多収園は普通園を下まわり、甘味比も低い傾向が認められた。

裂果率は、1984年は前年に比べて低かったが、2か年とも多収園の方が普通園よりも低かった。

2. 土壌の物理、化学性

多収園と普通園における土壌の物理、化学性については第2、3表に示すとおりである。山中式硬度計による土壌の硬度は、普通園の18~19mmに対し多収園は20~21mmであり、後者の方がA層、B層ともにやや硬い傾向が認められたが、その差はわずかであった。

三相分布の固相率は、A層は多収園よりも普通園の方が低かったが、B層は反対に多収園の方がわずかに低かった。また、液相率は、A層、B層ともに多収園の方が普通園よりも高く、気相率は反対に普通園の方が多収園よりも高かった。

次に、土壌の化学性をみると、pHはA層、B層ともに多収園の方が普通園よりも明らかに低かった。一方、N濃度、腐植含量は多収園の方が高い傾向が認められた。

また、保肥力の目安となるE、Cは多収園ではB層よりもA層の方が明らかに高く、土壌改良効果が認められたが、普通園ではA層とB層との差はわずかであった。

置換性塩基については、苦土(Mg)のみA層、B層ともに普通園の方が多収園よりも高かったが、石灰(Ca)はB層では普通園の方が高いもののA層では多収園の方が高く、カリ(K)、マンガン(Mn)、亜鉛(Zn)もA層、B層ともに多収園の方が普通園よりも高かった。

塩基飽和度は、全体にB層よりもA層の方が高かったが、その差は多収園の方が大きく、普通園はわずかであった。

リン酸吸収係数は、全体としてA層よりもB層の方が高く、園地別では多収園よりも普通園の方が高い傾向が認められた。

有効態リン酸は、B層よりもA層の方が高く、園地別では多収園は普通園の2倍以上の濃度であった。

3. 土壌水分

多収園と普通園における1983年5月から1984年4月までの土壌水分の推移をP/F値で示すと第1図のとおりである。

すなわち、多収園のP/F値は深さ15cm、30cmともに年間を通じて普通園よりも低く推移し、その差は6月、9月、12月において大きい傾向が認められた。

4. 電気伝導度(E、C)

土壌養分の肥沃度の目安となるE、Cについては第2図

に示すとおりである。すなわち、多収園、普通園ともに施肥の度にE、Cは上昇、下降を繰り返したが、とくにA層においては6月、8月、9月において高い値を示した。また、A層、B層とも一時期を除いては、多収園の方が普通園よりも高く推移する傾向が認められた。

5. 土壌中N濃度

多収園と普通園における土壌の深さ別N濃度の推移は第3図に示すとおりである。

N濃度は、A層、B層ともにE、Cの推移と極めて類似した傾向を示し、多収園の方が普通園よりも明らかに高い濃度で推移した。

6. 葉中N濃度

多収園と普通園の葉中N濃度の推移は第4図に示すとおりである。

多収園は普通園に比べて、年間を通じて高い濃度で推移したが、とくに、6月から7月にかけての濃度の上昇が著しく、葉の緑化が普通園よりも早い傾向が認められた。また、多収園は7月~11月にかけて4%前後の濃度を示し、その後の濃度の低下も普通園よりも緩やかであった。

7. 葉中無機成分

1983年9月における葉中無機成分については第4表に示すとおりである。すなわち、Mgを除く他の無機成分は多収園の方が普通園に比べて高い傾向が認められた。

しかしながら、Mnのみは多収園において過剰の傾向が認められた。

8. 根群分布

1984年5月における多収園と普通園の深さ別及び太さ別根群分布については第5表に示すとおりである。

これを根全体の量で見ると、多収園の112.7gに対し、普通園は2倍近い209.9gであった。

しかし、これを根の太さ別割合で見ると、普通園は直径10mm以上の主根の割合が27.4%と全体4分の1以上を占めているのに対し、多収園は10mm以下の割合が高く、2mm以下の細根割合も19.6%と普通園よりも高かった。

次に土壌の深さ別の根の分布割合を見ると、普通園では深さ10~40cmの深さに大部分が分布しているのに対し、多収園では0~30cmの深さに大部分が分布しており、総じて多収園の方が普通園よりもやや浅い傾向が認められた。とくに、太さ2mm以下の細根の分布は多収園では0~20cmの深さで約53%が分布しているのに対し、普通園

第1表 多収園と普通園の収量及び品質 (1983, 1984年)

	収量 (kg/10 a)		一果平均重 (g)		可溶性固形物 (%)		クエン酸 (%)		甘味比		裂果率 (%)	
	'83	'84	'83	'84	'83	'84	'83	'84	'83	'84	'83	'84
多収園	5,178	5,555	216	236	12.5	11.4	2.02	1.39	6.2	8.3	5.2	1.1
普通園	3,259	2,679	184	223	13.7	12.2	2.19	1.41	6.3	8.7	8.8	2.8

第2表 土壌の硬度と三相分布 (1984年5月)

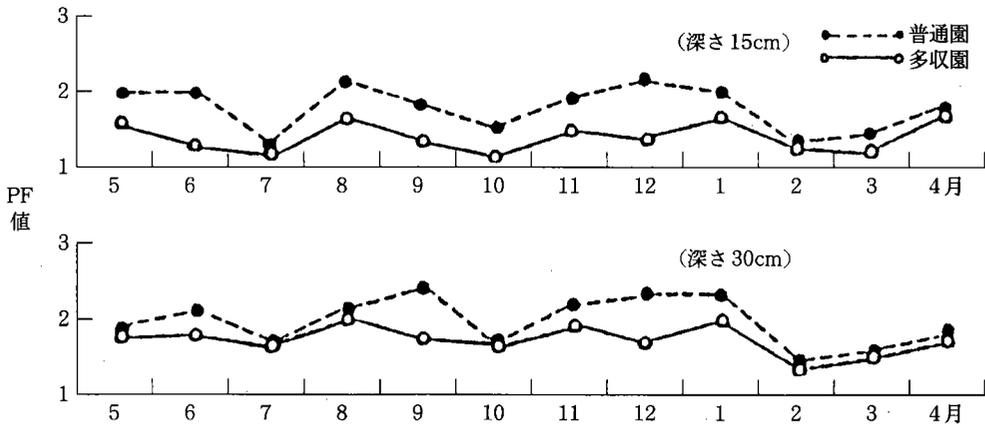
区分	深さ (cm)	山中式硬度 (mm)	固相 (%)	液相 (%)	気相 (%)
多収園	0~10	21	51	28	21
	20~30	20	51	27	22
普通園	0~10	19	48	25	27
	20~30	18	52	24	24

第3表 技術解析園の土壌の化学性 (3園平均1983年5月)

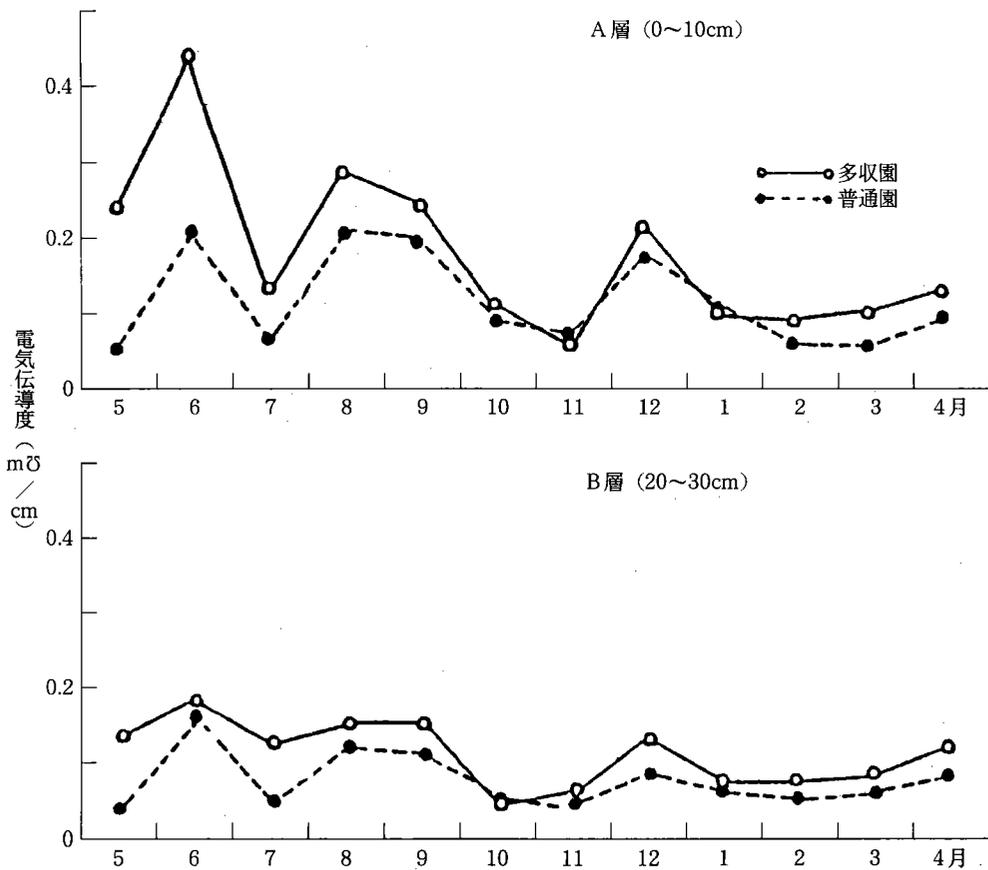
供試土壌	層位	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	置換酸度 Y ₁	アンモニア態窒素 (mg/100g)	硝酸態窒素 (mg/100g)	腐植 (%)	置換性塩基	
								Ca (me)	Mg (me)
多収園	A	5.71	5.23	0.94	0.40	4.22	5.40	9.98	2.74
	B	5.12	4.51	3.51	0.20	1.65	1.51	3.99	1.32
普通園	A	6.86	5.83	1.08	0.13	0.87	4.32	8.32	3.15
	B	6.77	5.62	0.56	0.08	0.28	1.27	5.32	1.84

(第3表の続き)

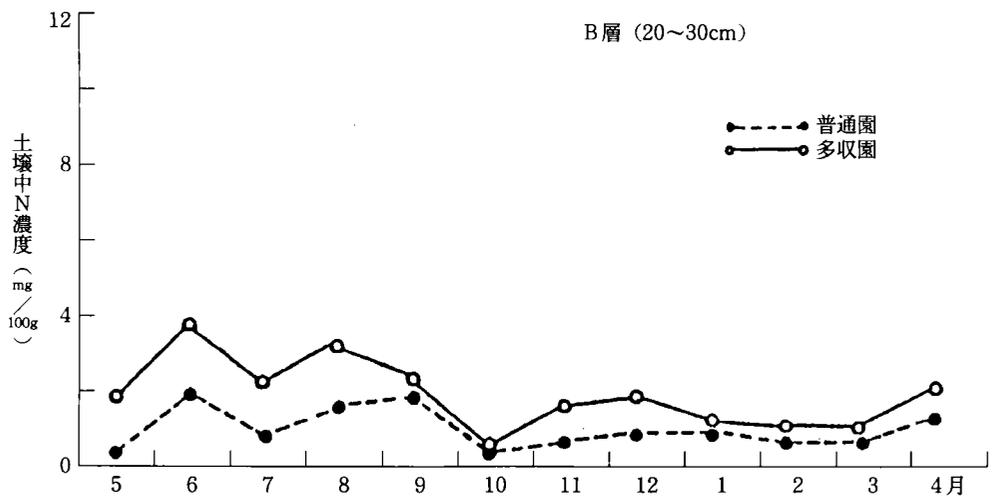
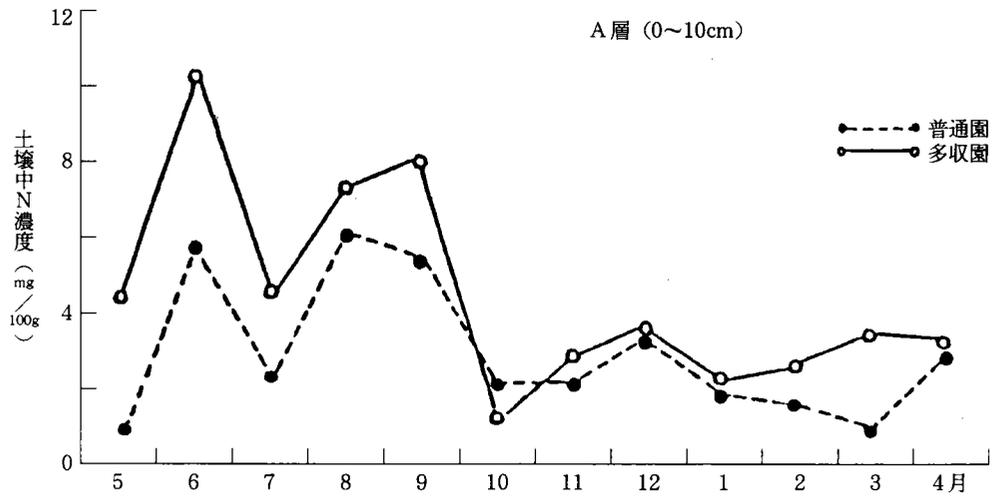
供試土壌	層位	置換性塩基			塩基置換容量 (me)	塩基飽和度 (%)	リン酸吸収係数	有効態リン酸 (mg/100g)
		K (me)	Mn (ppm)	Zn (ppm)				
多収園	A	2.09	21.8	4.1	19.5	75.9	653	489
	B	1.85	16.8	0.9	15.4	46.5	833	170
普通園	A	1.20	20.3	3.6	17.8	71.2	958	225
	B	1.07	4.2	0.5	17.1	48.1	1042	87



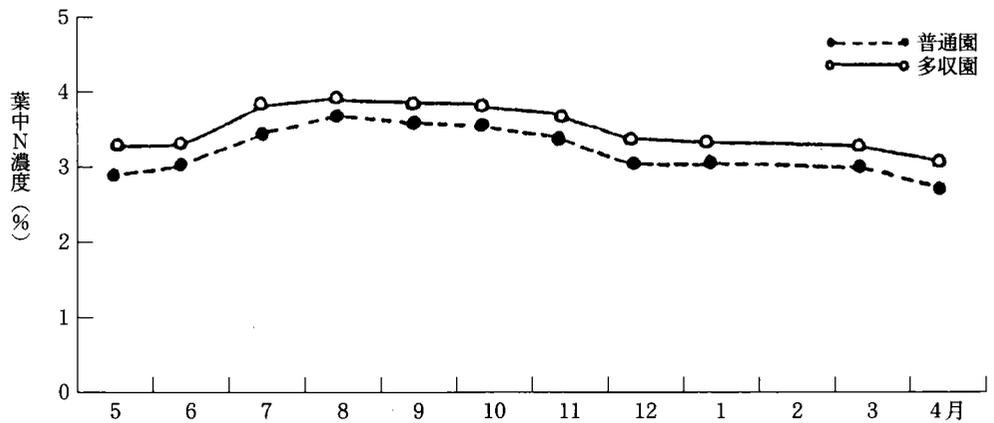
第1図 多収園と普通園の土壌水分の月別推移 (1983~1984年)



第2図 多収園と普通園の電気伝導度の月別推移 (1983~1984年)



第3図 多収園と普通園の土壌中N濃度の月別推移 (1983~1984年)



第4図 多収園と普通園の葉中N濃度の月別推移 (1983~1984年)

第4表 技術解析園の葉中無機成分 (1984年 9月)

供試園	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
多収園	3.71	0.19	1.81	4.03	0.38	204	76
普通園	3.66	0.17	1.44	4.00	0.41	152	35

第5表 多収園と普通園の根群分布 (1984年5月) (上段 g/m² 下段 (%))

深さ	多収園					普通園				
	10mm~	5~10	2~5	~2mm	合計	10mm~	5~10	2~5	~2mm	合計
0~10cm	3.65 (36.9)	11.33 (27.3)	4.71 (12.0)	4.70 (21.2)	24.39 (21.6)	— (—)	4.16 (6.9)	5.17 (9.3)	4.96 (13.6)	14.29 (6.8)
10~20	3.88 (39.2)	16.9 (38.8)	18.41 (46.9)	7.02 (31.7)	45.40 (40.3)	25.59 (44.5)	25.98 (43.0)	19.28 (34.8)	12.62 (34.5)	83.47 (39.8)
20~30	2.36 (23.9)	11.41 (27.5)	12.28 (31.3)	6.34 (28.0)	32.39 (23.7)	27.23 (47.4)	22.79 (33.7)	20.97 (37.9)	13.03 (35.6)	84.02 (40.0)
30~40	— (—)	1.18 (2.8)	2.76 (7.0)	3.41 (15.4)	7.35 (6.5)	4.68 (8.1)	7.49 (12.4)	7.42 (13.4)	5.27 (14.4)	24.86 (11.8)
40~50	— (—)	1.46 (3.6)	1.09 (1.9)	0.64 (3.0)	3.20 (2.9)	— (—)	— (—)	2.53 (4.6)	0.72 (1.9)	3.25 (1.6)
合計	9.89 (100)	41.47 (100)	39.25 (100)	22.12 (100)	112.73 (100)	57.50 (100)	60.42 (100)	55.37 (100)	36.60 (100)	209.89 (100)
太さ別割合 (%)	(8.8)	(36.8)	(34.8)	(19.6)	(100)	(27.4)	(28.8)	(26.4)	(17.4)	(100)

第6表 観察及び聞きとりによる調査結果 (1983年)

園名	地形	方位	標高 (m)	地質母材	土性	土壌管理法	中深耕	中深耕 の方法	
多 収 園	K ₁	斜面中腹	南西	25	花崗岩	砂壤土	清耕	毎年行なう	中耕機
	K ₂	"	北西	60	(花崗岩)	埴壤土	清耕	たまに行う	手堀り深耕
	T	"	南西	70	古生層	埴壤土	清耕	毎年行なう	中耕機ホーレー
普 通 園	F	斜面中腹	南西	20	花崗岩	砂壤土	草生	たまに行う	手堀り
	K ₃	"	西	30	花崗岩	砂壤土	清耕(草生)	毎年行なう	中耕機
	M	水田転換	北西	50	花崗斑岩	壤土	清耕(草生)	しない	なし

園名	施肥量N (kg/10a)	肥料の種類	分施割合 (%)	その他の資材投入量 (t/10a)	灌水の時期,回数水量 (mm)
多 収 園	K ₁	有機80% 配 合	25, 25, 25, 25	稲ワラ3~3.5t 堆肥2t	7/中~8/中,下 3~4回 1回 約30mm
	K ₂	同 上	35, 30, 15, 20	山草,ダンボール 粗大有機物	7/下~9/上 5回 1回 20mm~70mm
	T	有機70% 配 合	70, 15, 15	ケイ糞,馬糞2t	8/上~8/下
普 通 園	F	有機40% 化成60%	30, 20, 20, 30	なし	なし
	K ₃	有機20% 化成80%	25, 20, 25, 30	なし	なし
	M	有機80% 配 合	35, 30, 15, 20	なし	7/下~8/下 スプリンクラー 20mm×3回

では0~20cmの深さでは約48%が分布していた。

9. 観察及び聞き取りによる調査結果

調査園における観察及び生産者からの聞き取り調査結果のうち、栽培条件及び肥培管理状況については第6表に示すとおりである。

1) 土性：多収園3園のうち2園は花崗斑岩堆積土であり、他の1園は砂壤土ではあるが大量の堆肥投入によって保肥力、保水力を高めているのに対し、普通園の3園は壤土~砂壤土で保肥力、保水力に乏しい傾向が認められた。

2) 土壌管理：多収園は3園とも年間を通じて清耕状態で中耕、深耕もよく行われているが、普通園は概して雑草草生で除草剤を使用しており、中耕、深耕も不十分である傾向が認められた。

3) 肥培管理：多収園はいずれも有機割合の高い肥料を使用しているのに対し、普通園のうち2園は化成肥料を使用していた。また、施肥量は10a当りのN量で見ると、多収園では30~40kgであり普通園では30~35kgで、平均して多収園の方がやや多かった。分施肥回数は1園を除いては多収園、普通園とも年間4回であるが、その分施肥割合は園により異なっていた。肥料以外の堆肥や有機物は、多収園では毎年2t以上投入されているのに対し、普通園では殆ど投入されていなかった。

また、かん水も多収園ではスプリンクラー施設によるかん水に加えて自家かん水を行っているのに対し、普通園では回数、量とも不十分であった。

考 察

これまで、普通園との比較において多収園の環境条件について述べてきたが、以上の結果から、多収のための環境および肥培管理条件について考察してみたい。

まず、土壌の物理性について見ると、カンキツに限らず果樹の様な深根性作物では、多収のためには有効土層が深く、土壌硬度が低く、三相分布が優れていることが根群の発達上望ましいとされており、ウンシュウミカン、宮内イヨ、白柳ネーブルについての清水ら⁹⁾の土壌と根群の実態調査においても、優良園は普通園や樹勢衰弱園に比べて根群域が深く、根量、細根量ともに多く、そのような土壌は硬度20mm以下で柔らかく、気相率が高い。また、内田¹⁰⁾の川野ナツダイダイを用いた試験においても、有効土層が深くなるほど樹体の生育が良く、収量が増加するとしており、栗山ら⁹⁾のウンシュウミカンを用いた土壌管理法試験においても、深耕は実施後16年を経過して

もカンキツの根群分布、収量その他に好結果を維持するとしている。

しかしながら、本調査においては第2表に示すように、表層、下層ともわずかではあるが多収園の方が普通園よりも硬度が高く、三相分布においても前者の方が劣っており、このためか第5表に示すように、多収園の方が普通園よりも全体及び下層の全根量及び細根量が少ない。また、多収園は普通園に比べて細根の上層での分布割合が高い。にもかかわらず連年多収を可能にしているのは、第3表に示すようにpHや置換性Mgなど一部を除いて多収園の方が普通園に比べて土壌中の腐植、N、置換性塩基、有効態リン酸が多いなど化学性に優れていることによる影響が大きいものと思われる。

すなわち、多収園では第6表に示すように、土壌管理法が清耕栽培で行き届いており、中耕や深耕も行われ、年間の施肥量こそ普通園よりやや多い程度であるが、イナワラ、ケイフン、堆肥などを毎年10a当り2t以上投入されている。

その結果、第2~4図及び第4表に示すように、多収園は普通園に比べて表層、下層とも概ね年間を通じて土壌のE、C及びN濃度が高く推移している。また、葉中N濃度も多収園の方が普通園よりも年間を通じて高く推移し、9月における葉中無機成分もMg以外は多収園の方が濃度が高い。このことは岡崎ら⁹⁾のワシントンネーブルについての実態調査においても、優良園は施肥量が多く、しかも有機質肥料が多いという結果が得られており本調査結果と一致する。

ただし、多収園のMn濃度が適正範囲を越えて高いのは、3園中1園のみ土壌pHが3.8と極端に低く、そのため葉中Mnが6000ppmと過剰障害が発現するほど高濃度であったためである。

多収園の土壌pHや置換性Mgが普通園に比べて低いのは、連年の多肥多かん水による無機成分の溶脱によるものと思われる。このことは筆者のライシメーター試験¹²⁾においても同様の結果が得られている。多肥すなわち、Nの多量施用によって、Nの溶脱量が多くなり、同時にCaやMgの溶脱量もNに比例して多くなるため、土壌pHが低下しやすい。このような、多肥に伴う土壌の酸性化による葉中Mn過剰症の事例は、これまでにもウンシュウミカンやハウスのアンコールなどで認められており^{1,2,7,9,11)}、神吉ら^{3,4)}によると石灰類の施用による土壌pHの上昇によって障害を著しく軽減できるとしている。

したがって、施肥または有機物、堆肥などの投入に当たっては土壌pHの変化に注意する必要がある。

次に、土壌水分含量について見ると、第1図に示すよ

うに、表層、下層ともに年間を通じてpF値が低く推移している。このことは、ネーブルオレンジのような中晩柑では、ウンシュウミカンのような肥料の遅効きや浮き皮の恐れがないため、また、大玉果生産のために、多収園においてかん水がよく行われたためと思われる。

このように、多肥多かん水による養水分の吸収によって、多収園の葉中無機成分が普通園よりも高く推移することは前述のとおりであるが、ここで特徴的なことは、第4図に示すように、6～7月における葉中N濃度の上昇が早いこと、すなわち、葉の緑化が早いことである。

一般に、大玉果多収のためには、その養分形成のもとになる葉を充実させることが重要であることはいままでもないが、本調査においても、多収園では春季の除草管理、あるいは夏季の積極的なかん水によって養分の吸収効率を高めていることが伺われる。

このことは前述のように、上層に分布する少ない細根の有効利用によっても可能になるものと思われる。

以上のことから、本県のような概して耕度が浅く、傾斜地で下層土の改良が困難なネーブル園では、有機物の大量投入や中耕除草を行い、浅い根群域を積極的に改良して土壌の理化学性を高め、施肥、かん水を周到に行うことによって多収が可能になるものと思われる。

しかしながら、多収ではあるものの、大玉果(250g以上)という点では不十分であり、また、品質的にも問題があるが、このことは、摘果によって葉果比を高めたり、N以外の肥料成分の吸収効率を高めるなどの管理技術が必要と思われ、今後の試験研究によって明らかにする必要がある。

摘 要

・早生系ネーブルである村上(寅)ネーブルの大玉果(250g以上)率80%以上、10a当り3.5t以上を可能ならしめる技術体系を確立するため、1983、1984年の2か年にわたって多収園と普通園との比較において現地調査を行った結果、地下部環境について以下の結果が得られた。

1. 多収園の10a当り収量は、2か年とも5tを越え、普通園の3tに比べて明らかに多収であり、一果平均重も大きかったが、250gには達しなかった。

2. 土壌硬度は、A層、B層ともに多収園の方が普通園よりもやや高く、三相分布については、固相率はA層は多収園の方が高かったが、B層はやや低く、液相率はA層、B層ともに多収園の方が高かった。また、気相率はA層、B層とも多収園の方が普通園よりも低かった。

3. 土壌の化学性については、pHはA層、B層ともに多

収園の方が普通園よりも明らかに低かったが、窒素濃度、腐植含量は前者の方が高い傾向が認められた。また、塩基置換容量は、A層では多収園の方が普通園よりもやや高かったが、B層では多収園の方がやや低かった。置換性塩基については、Mg以外はおおむね多収園の方が普通園よりも多かった。

4. 土壌水分は、A層、B層ともに年間を通じて多収園の方が普通園よりも高い傾向が認められた。

5. 土壌の電気伝導度及び窒素濃度は、A層、B層のいずれにおいても一時期を除いては、多収園の方が普通園よりも高く推移した。

6. 葉中窒素濃度は、年間を通じて多収園の方が普通園よりも高く推移し、とくに6月から7月にかけての葉の緑化が早い傾向が認められた。また、窒素以外の無機成分は、Mgを除いて多収園の方が普通園よりも高かったが、一部の園で土壌の酸性化によりMnの過剰障害が認められた。

7. 根群分布については、根全体の量は普通園は多収園の2倍近くあり、2mm以下の細根の量も多かったが、普通園は2mm以上の太い根の割合が高いのに対し、多収園は2mm以下の細根割合が高く、しかも地下20cmまでの分布割合が高かった。

8. 観察及び聞き取りによる調査では、多収園は清耕栽培で、有機物または堆肥の2t以上の投入によって上層部の土壌改良を行い、多肥、多かん水によって表層の少ない根群を有効に活用して多収を可能にしていた。

以上の結果から、本県のような概して耕土が浅く、急傾斜地で下層土の改良が困難なネーブル園では、浅い根群域を積極的に改良し、施肥、かん水を周到に行うことによって多収が可能になるものと思われる。

謝 辞

この調査は、愛媛県を主査県、和歌山、広島県を協力県として、1983年から1987年の5か年間実施された中核研究の一部を構成するものであるが、調査実施にあたり、農林水産省中国農業試験場、四国農業試験場、愛媛県立果樹試験場及び和歌山県立果樹園芸試験場の関係者から適切な助言指導をいただいた。ここに記し、感謝の意を表する。

また、現地調査園を快く提供いただいた園主各位、調査にご協力いただいた尾道農業改良普及所普及員及び広島県果実連技術員各位に対し、深く感謝の意を表する次第である。

引用文献

- 1) 浜口克己 1963. ミカンの異常落葉の原因と対策. 農及園 38(3): 483~488.
- 2) 神吉久遠・矢島邦康・浜口克己 1968. 温州ミカン異常落葉の現地調査. 園学雑 37(1): 51~56.
- 3) 神吉久遠・矢島邦康 1970. 異常落葉園土壌による温州ミカン異常落葉の再現と石灰の効果. 園学雑 39(1): 1~5.
- 4) 神吉久遠・矢島邦康・今村俊清 1973. ミカンの異常落葉に対する石灰施用試験10年の推移. 園芸学会昭和48年度秋季大会研究発表要旨: 80~81.
- 5) 栗山隆明・中島靖之・下大迫三徳・吉田守 1977. 柑橘園の土壌管理に関する研究(第2報)土壌管理法(深耕, 中耕, マルチ)が木の生育ならびに収量, 根群分布, 土壌硬度に及ぼす影響. 園芸学会昭和52年度春季大会研究発表要旨: 130~131.
- 6) 岡崎哲二・古井茂子・前末英明 1974. ネーブルオレンジの結実安定技術〔2〕. 農及園 49(4): 43~46.
- 7) 関谷宏三・青葉幸二 1971. ミカン異常落葉園における土壌-根-樹の相互関連性について. 園芸学会昭和46年度春季大会研究発表要旨: 76~77.
- 8) 清水和繁・岡田正人 1982. 柑橘園の土壌と根群の実態 中島町における優良園と不良園について. 園芸学会中四国支部昭和57年度大会研究発表要旨: 14.
- 9) 高木信雄・赤松聡・大和田厚・前田久雄・佐々木文義 1984. カンキツ園土壌の酸性化とマンガン過剰について(第1報)ハウスアンコールの異常落葉. 園芸学会中四国支部昭和59年度大会研究発表要旨: 18.
- 10) 内田誠 1981. 川野なつだいだいの生育, 収量, 品質および葉中無機成分に及ぼす有効土層の影響. 園芸学会昭和56年度春季大会研究発表要旨: 40~41.
- 11) 湯田英二・岡本茂・原田清市 1971. 静岡県酸性土壌における温州ミカンの生育障害. 園芸学会昭和46年度春季大会研究発表要旨: 74~75.
- 12) 山崎隆生 1981. ミカン園土壌の養水分収支に関する研究(第1報)地質母材・施肥量および土壌管理法が浸透水量および肥料成分の侵出に及ぼす影響. 広島果樹試研究報告 7: 18~24.

Surveys of Soil Conditions and Analyzing of
Nutrient Content of Roots of Navel Orange Trees in Orchards of High Productivity

Takao YAMASAKI, Katsutoshi OGAWA, Katashi SAKAI, Atsushi SASAKI
and Toshikazu AKIMOTO

Key words : navel orange, high productivity, soil conditions