

ウンシュウミカンに対する窒素施用量試験 (第1報)

樹の生育, 収量, 果実品質および貯蔵性

広 部 誠

M. HIROBE

Experiments of nitrogen fertilization for Satsuma mandarin trees. I.

Effects of nitrogen fertilization levels on the growth of the trees, yield, fruit quality and self-life fruit in storage.

I 緒 言

当県におけるウンシュウミカン園の施肥量は1955年頃から急増し、'60年代はさきわめて多量の施用が行なわれ、10アール当りの窒素施用量も40～50kg, またはそれ以上の施用量もみられた。

このような状態の中で適正施用量の把握が必要となっていたが、カンキツのような永年作物のは場による施肥試験は長期間を要するために、当初はミカン樹の解体調査による樹令別の年間吸収量から(6)施肥基準を作成した。また、それらの調査と並行し、1969年から '77年までの9年間は場における窒素の施用量試験を行ない、その成績を取りまとめたのでここに報告する。

なお、試験の遂行にあたりご指導をいただいた大垣智昭博士(現筑波大学農林学系)、貯蔵中の果実腐敗量調査は当場の牛山専門研究員、果皮色の変化、果重歩減り調査は真子主任研究員の協力を得るところが多く、また、は場管理、調査等に協力を得た現業職員、研修生の諸氏に深甚の謝意を表する。

II 材料および方法

1. 試験園および供試樹

試験園は当場(小田原市根府川)の南東向き約15度の傾斜、土手畦畔、等高線階段畑で土壌は表層20～30cmが腐植質火山灰でおおわれ、下層土は輝石安山岩に由来する埴土である。

供試樹はカラタチ台の柏木系普通温州18年生(1958年)に藤中系普通温州を高接(地上0.5～1.0m)に大枝数本を高切接した50樹で、高接11年後の1969年春肥から試験を開始した。

2. 試験方法

区制および窒素の分施時期は第1表のとおりで、施肥レベルは4段階とし3連で行った。

リン酸、カリはそれぞれ年間16, 18kgとし各区共通施用。4区の春、秋肥については2回に分けて施用した。

肥料は菜種粕を中心とした有機配合肥料を用い、有機割合は春肥が51～69%、夏肥が30～47%、秋肥が44～57

第1表 試験区および窒素の施肥設計

(10アール当り)

区 制	年 間 施用量	春 肥	夏 肥	秋 肥
1 区	10 ^{kg}	4.0 ^{kg}	2.5 ^{kg}	3.5 ^{kg}
2 区	20	8.0	5.0	7.5
3 区	30	12.0	7.5	10.5
4 区	40	16.0	10.0	14.0

%であった。

春肥は溝施用後ふく土し、夏、秋肥はばらまき後除草器で軽く土と混和した。なお、薬剤散布等の一般管理は当場の慣行に従って行った。

3. 調査方法

(1) 樹冠 毎年冬季に調査を行い、幹周は接木部から10cmの所を測定。樹容積、樹冠面積は樹高、東西径、南北径から求めた。

(2) 根群 試験の終了した1978年2月に各区4樹計16樹につき、主幹から1mの所に幅、深さとも1mの穴を掘り、10cmさきみに出現する根数を太さ別に計測した。

(3) 着花量、ほう芽度、果実の着色早晚 開花始めの時期に1樹当り20枝の結果母枝について有葉花、直花、新しよの着生状態を調査し、着花率、有葉花割合等を算出した。また、この時期に1樹全体の着花度、ほう芽度(50~150の範囲)を達観により調査し、あわせて満開日も調査した。11月上旬には果実の着色早晚を達観により調査した。

(4) 果実の肥大度 7月下旬に幼果横径をランダムに50果づつ測定し初期の果実肥大度とし、また、7月下旬にラベルした各樹20果の横径を11月まで毎月下旬に測定して後期の肥大度とした。

(5) 収量 果実階級(LL~SS)毎の果数、重量から間接的に求め、階級構成、大果率、1果平均重を算出した。

(6) 隔年結果性 各樹毎の収量の変動幅 = $|i|/W \times 100$ ($W = A + 2B + C$, $i = A - 2B + C$) から推定した。

(7) 果実形質と果汁成分 11月中~下旬にL、M級果を90~100果採取し貯蔵箱に串詰めし、12月にその中から各15果を抽出して果皮の厚さ、果形指数、果肉率、果実比重〔果重÷(果重+水中の空重-水中重)〕、浮皮率〔果周-果肉周-(2π×果皮の厚さ)〕を調査し、糖度は屈折計示度、全糖、還元糖、非還元糖はソモギー

変法、クエン酸は酸中和滴定法で定量した。

(8) 果実の貯蔵性 果実の腐敗量は果実採取時に貯蔵箱1枚(90~100果)にL~M級果を串詰めし、12月末からほぼ20日毎に各病原菌別に調査し、腐敗果は箱から除外した。果皮色の変化は腐敗量調査と並行し、12月下旬、3月中旬に濃紅、紅、黄色果の割合を調査した。果重の歩減り量は採取時に果実を貯蔵箱1箱に詰め、マジックインキで30果に符号し定期的に果重を測定した。

貯蔵後期の果実形質、品質は調査方法(6)にもちいた貯蔵箱から3月上旬に15果を抽出し、同項目について調査した。

III 成績

1. 樹冠

幹周の肥大率は処理前の1969年の幹周を100とした肥大率で第1図に示した。処理を重ねるに従って30kg区の幹周肥大が良くなり、次いで40kg区、20kg区、10kg区の順で推移したが、有意性の認められたのは処理開始後8年目の'76年(10%水準)、9年目(5%水準)の'77年であった。なお、'77年では30kg区が明らかに10kg区に優っていた。

樹冠面積、樹容積、せん定量は試験期間を3年区切り処理前期、中期、後期にまとめて、その平均値および処理前に対する拡大率を第2、3表に示した。

樹冠面積は10kg区で処理中期以降拡大がみられず、他区に比べて劣る傾向がみられたが有意性は認められなかった。

樹容積の拡大率は処理前期と後期で有意性が認められ、後期の'75~'77年は10kg区が20~40kg区に比べて明らかに劣っていた。

せん定量は20~40kg区が10kg区に比べて多い傾向が見られたが、どの期間中も有意性は認められなかった。

第2表 樹冠面積と樹容積

	処理前	樹冠面積 (m ²)			処理前	樹冠容積 (m ³)		
		'69~'71/3	'72~'74/3	'75~'77/3		'69~'71/3	'72~'74/3	'75~'77/3
10 kg 区	6.7	8.3 (124)	9.3 (139)	9.3 (139)	18.0	24.5 (136)	26.6 (148)	24.9 (138 b)
20 kg 区	7.0	9.0 (129)	10.0 (143)	10.1 (145)	17.6	25.4 (145)	28.8 (164)	28.4 (161 a)
30 kg 区	6.8	9.3 (136)	10.2 (151)	10.7 (157)	16.7	25.8 (154)	29.3 (177)	29.5 (178 a)
40 kg 区	6.9	9.2 (135)	9.8 (144)	9.8 (144)	17.9	25.9 (145)	28.9 (161)	28.7 (160 a)
有意性	—	— n.s.	— n.s.	— n.s.	—	— △	— n.s.	△ *

△ 10%, * 5%水準で有意, a~b 異付号間で有意差あり(5%)

2. 根 群

1 m²当りの太さ別根数は第4表に、2 mm以下の細根数の垂直的分布は第2図に示すとおりで、1 m²中に現われた総細根数は明らかに窒素施用量による差が認められ（5%水準）、施用量を増すほど減少している。2 mm以上の根は10kg区でやや多くなる傾向がみられたが有意性は認められなかった。

細根の垂直的分布は表層下0~20cmの間で、施用量の多い区ほど少なく、40kg区は10kg区の41.1%であった。20~50cmの間では30~40kg区が10~20kg区に比べて多くなる傾向がみられたが有意性は認められなかった。なお10kg区の細根は地表下100 cmまで達していたが、施用量を増すに従って浅くなる傾向がみられた。

3. 着花量、ほう芽度、果実の着色早晚

結果母枝20枝当りの花、新しょうの割合を9年間の平均値で示す（第5表）と、有葉花数は施用量間に差がなく、直花数は40kg区が最も少なく、10~30kg区の間では施用量を増すほど多くなり、新しょう数は40kg区で多い傾向がみられる。有葉花割合は30kg区でやや少なく、総発芽数に対する花の発生割合は施用量の少ない区ほど多くなるが、いずれも有意性は認められなかった。

遠観による調査結果を9年間の平均値で第6表に示したが、満開日は窒素の施用量による差がみられ（5%水準）、30~40kg区は10~20kg区に比べて約1日遅れるようである。ほう芽度、着花度は施用量間に有意性はみられないが、施用量を多くするとほう芽度が良くなる傾向がみられる。収穫前11月上旬における果実の着色度は施

用量間にまったく差がみられなかった。

4. 果実肥大度

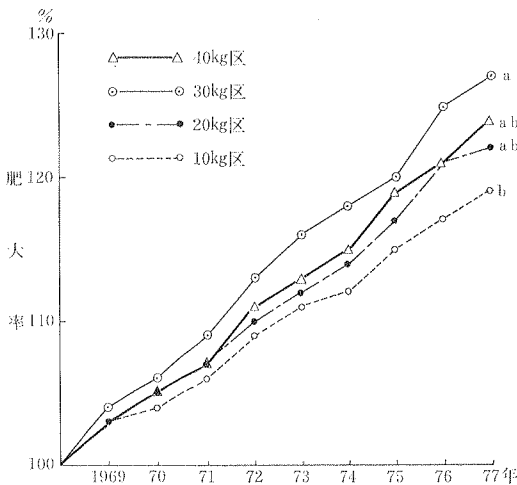
各月下旬の果実横径、および初期肥大（7月下旬）を100とした各月の果実肥大度を9年間の平均値で第7、8表に示した。果実横径は8月以降30、40kg区が10、20kgに比べて大きい傾向が見られるが有意差はなく、果実

第3表 せん定量(kg)

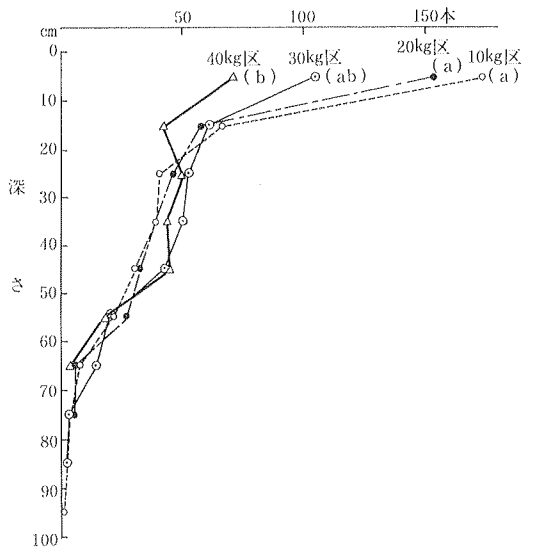
	処理前	'69~'71/3	'72~'74/3	'75~'77/3
10kg区	4.2	8.7	9.2	9.3
20kg区	4.3	9.0	9.0	10.6
30kg区	4.5	9.5	10.9	10.7
40kg区	4.6	9.3	10.0	9.5
有意性	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

第4表 1 m²当りの根数

根の太さ 区	根の太さ				
	< 2 mm	2~5	5~10	10~20	20<
10 kg 区	390 a	29.3	12.8	6.8	2.5
20 kg 区	369 a b	32.3	10.0	3.5	1.8
30 kg 区	353 a b	26.5	10.8	4.3	1.3
40 kg 区	274 b	26.3	7.8	5.5	1.5
有意性	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.



第1図 処理前（'68年）を100とした幹周の肥大率異付号間に有意差あり（5%）



第2図 窒素の施肥量と細根の垂直的分布（試験開始後9年目）

肥大度は11月のみに有意差が認められ、窒素施用量の多い区で肥大度が良い。

5. 収量および収量構成

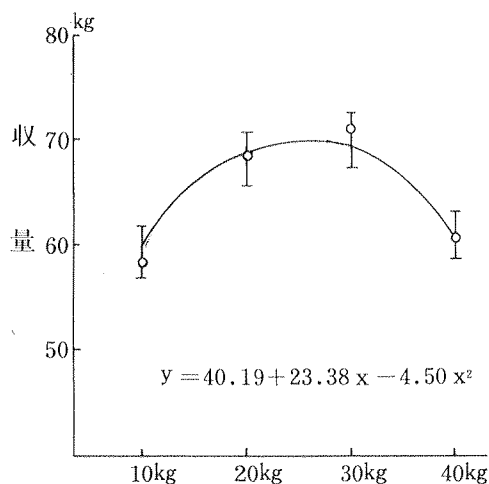
収量および収量構成は第9表に、窒素施用量と1974~'76年の平均収量との関係を第3図に示した。

収穫果数は試験期間中、10%水準で差がみられたのは'71, '76, '77年の3年間で30kg区、又は20kg区が多い。9年間の平均収穫果数は20, 30kg区が10, 40kg区に優っている。処理前に対する'76, '77年の平均果数の増加率は20kg区が193%で最も良く、次いで30kg区の184%, 40kg区の161%の順で10kg区は136%と最も悪かった。

収量は試験開始7年目から施用量との間に差がみられ、30kg区、20kg区≧40kg区≧10kg区の順であった。9年間の平均収量については明らかに30kg区、20kg区が40kg区、10kg区より優っている。'76年, '77年の平均量の仲

第5表 着花および新しょうの発生数 (9年間平均)

	直花数	有葉花数	新しょう数	発芽数に対する花の割合	有葉花割合
10kg区	47.8 ^㉑	32.0 ^㉑	21.0 ^㉑	75.0%	45.6%
20kg区	48.2	29.9	23.2	74.6	44.0
30kg区	55.3	30.3	23.9	74.2	42.3
40kg区	44.1	29.8	27.4	70.9	44.2
有意性	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.



第3図 窒素の施用量と収量 ('75~'77年の平均)

第6表 満開日等の達観調査 (9年間平均)

	満開日	ほう芽度	着花度	果実の着色早晩
	日			分色
10 kg 区	25.4 a	104	91	4.3
20 kg 区	25.3 a	105	92	4.2
30 kg 区	26.0 b	106	92	4.2
40 kg 区	26.1 b	106	89	4.3
有意性	*	n.s.	n.s.	n.s.

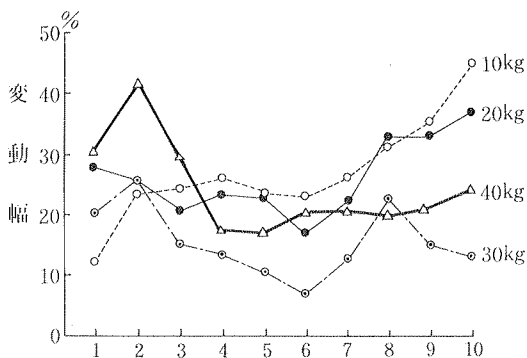
第7表 果実肥大 (横径cm) (9年間平均)

	ランダム調査	7月	8月	9月	10月	11月
10 kg 区	2.73	2.79	4.25	5.37	6.24	6.57
20 kg 区	2.73	2.81	4.26	5.38	6.24	6.55
30 kg 区	2.70	2.75	4.29	5.40	6.28	6.63
40 kg 区	2.73	2.79	4.28	5.42	6.28	6.66
有意性	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

第8表 果実の肥大度 (%) (9年間平均)

	8月	9月	10月	11月
10 kg 区	1.53	1.94	2.25	2.35 a
20 kg 区	1.53	1.94	2.25	2.38 a b
30 kg 区	1.55	1.95	2.28	2.42 b c
40 kg 区	1.58	1.96	2.27	2.43 c
有意性	n.s.	n.s.	n.s.	*

異付号間に有意差あり (5%)



第4図 隔年結果性
1: '66, '67, '68年, 2: '67, '68, '69年から求めた値

び率も収穫果数と同様20kg区が最も良くて207%，次いで30kg区の198%，40kg区の178%で、10kg区は149%と悪かった。

'75～'76年の平均収量と施用量との間には1%水準で有意な2次曲線が得られ、最大の収量を得るための施用量を求めると26.0kgであった。

1果平均重はほぼ隔年ごと、特に着果数の多い年に10%水準で差がみられ施用量が多い区で大きい傾向にある。9年間の平均果重は明らかに施用量の多い40kg区で

大きい。

M級果以上の大果割合は有意差の認められた年が'69年、'71年のみであったが、施用量の多い区ほど多くなる傾向がみられ、9年間の平均値では40kg区が10kg区に比べて明らかに多い。

6. 隔年結果性

隔年結果性を収量の変動幅で表わし第10表、第4図に示した。各樹の収量変動幅は概して大きかったが、試験開始3年目以降5～10%水準で有意性が認められ、変動

第9表 窒素の施肥量と収量及び収量構成（1樹当り）

		試験開始 前4年間の 平均	'69	'70	'71	'72	'73	'74	'75	'76	'77	平均
果 数	10 kg 区	376	543	363	516	545	549	324	582	341	685	494 b
	20 kg 区	320	556	430	618	470	637	353	656	415	819	550 a
	30 kg 区	357	491	400	543	526	638	372	602	483	828	543 a
	40 kg 区	352	481	421	442	572	469	400	523	417	712	493 b
	有意性	—	n.s.	n.s.	△	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	△	△	*
収 量 (kg)	10 kg 区	38.2	48.5	36.5	54.1	55.6	53.1	35.2	61.8	40.5	73.3	51.0 B
	20 kg 区	32.9	49.2	43.5	62.4	49.9	61.2	37.3	70.8	51.5	84.8	56.7 A
	30 kg 区	36.5	46.5	40.9	59.0	58.3	62.9	42.3	67.0	60.1	85.6	58.0 A
	40 kg 区	35.0	45.2	43.0	50.1	60.7	49.3	44.3	59.1	50.1	74.5	52.9 B
	有意性	—	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	△	*	*	**
一果平均重(g)	10 kg 区	103.0	89.3	101.9	105.7	105.0	98.8	110.2	103.0	116.1	104.7	103.9 B
	20 kg 区	104.1	88.5	103.7	103.4	108.5	97.0	106.2	108.5	129.0	105.8	105.6 A B
	30 kg 区	105.2	93.6	103.8	110.3	112.0	99.8	113.1	108.1	125.2	103.3	107.7 A B
	40 kg 区	101.4	97.3	103.0	116.4	109.3	109.1	109.7	114.6	123.5	107.1	110.7 A
	有意性	—	**	n.s.	△	n.s.	△	n.s.	△	△	n.s.	**
大果割合(%)	10 kg 区	82.2	77.7	81.5	77.8	84.3	75.3	83.5	81.2	80.9	77.1	79.9 b
	20 kg 区	86.6	77.6	82.1	77.6	87.1	76.0	84.1	86.9	86.9	79.2	81.9 a b
	30 kg 区	84.8	85.1	81.8	86.3	91.0	77.6	84.2	84.2	85.7	84.4	84.5 a b
	40 kg 区	82.0	87.0	79.0	90.9	82.8	85.9	83.1	91.2	83.1	80.0	85.9 a
	有意性	—	**	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*

△10%、*5%、**1%水準で有意、a～b（5%）、A～B（1%）異付号間で有意差あり。

第10表 隔年結果性（収量の変動幅 %）

	処理前 '67	'68	'69	'70	'71	'72	'73	'74	'75	'76	'69～'76
10 kg 区	12.2	23.7	24.6	26.1	23.7 a	22.9	26.2	31.3	35.6	45.0 a	29.4 A
20 kg 区	27.9	25.8	21.1	23.2	23.3 a	16.9	22.0	33.1	33.2	37.4 a c	26.3 A B
30 kg 区	20.0	25.8	14.9	13.7	10.5 b	7.0	12.8	22.5	15.1	13.0 b	13.7 C
40 kg 区	30.7	41.8	29.7	18.4	17.6 a b	20.3	21.2	20.0	21.3	24.7 b c	21.7 B C
有意性	△	n.s.	n.s.	n.s.	*	△	△	△	△	*	**

'69：'68、'69、'70年、'70：'69、'70、'71年から求めた値

第11表 収穫時の果実形質および果汁成分

				1969	'70	'71	'72	'73	'74	'75	'76	'77	平均		
果皮の厚さ(㎜)	10	kg	区	2.37	2.66	2.79	2.23	2.19	2.85	2.68	2.62	2.64	2.56	B	
	20	kg	区	2.25	2.73	2.74	2.31	2.10	3.00	2.69	2.78	2.68	2.59	B	
	30	kg	区	2.36	2.73	2.84	2.28	2.17	3.02	2.77	2.70	2.61	2.61	AB	
	40	kg	区	2.43	2.86	2.87	2.38	2.32	3.03	2.64	2.76	2.82	2.66	A	
		有	意	性	△	n.s.	n.s.	n.s.	△	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	
果肉率(%)	10	kg	区	75.8	75.9	75.5	A	76.7	78.5	77.1	75.4	77.9	A	76.6	A
	20	kg	区	75.9	76.4	75.5	A	75.8	78.7	75.9	75.6	75.9	B	76.2	A
	30	kg	区	76.7	75.7	74.8	B	75.6	78.6	75.8	74.7	75.6	B	75.9	A
	40	kg	区	75.1	75.1	74.3	C	74.3	76.2	75.3	67.9	74.4	C	74.1	B
		有	意	性	n.s.	n.s.	**	n.s.	△	n.s.	—	**	—	**	
果実比重	10	kg	区	0.838	0.875	0.825	0.895	0.902	0.869	0.834	0.894	a	0.890	0.869	
	20	kg	区	0.830	0.877	0.845	0.885	0.899	0.870	0.819	0.862	b	0.890	0.864	
	30	kg	区	0.828	0.862	0.854	0.890	0.894	0.853	0.826	0.864	b	0.885	0.861	
	40	kg	区	0.851	0.850	0.853	0.868	0.886	0.852	0.821	0.855	b	0.900	0.860	
		有	意	性	n.s.	△	n.s.	n.s.	n.s.	△	n.s.	*	n.s.	n.s.	
浮皮率(%)	10	kg	区	2.2	1.8	1.5	5.2	4.6	1.4	3.0	1.1	b	0.5	2.4	
	20	kg	区	2.5	0.4	2.6	5.8	5.1	1.0	3.7	1.4	b	0.4	2.5	
	30	kg	区	3.0	3.1	2.6	5.3	4.6	1.0	3.2	2.2	a	0.7	2.9	
	40	kg	区	2.2	1.2	3.4	6.9	4.5	1.8	4.8	2.5	a	0.3	3.1	
		有	意	性	n.s.	△	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	
クエン酸(%)	10	kg	区	0.95	1.06	1.08	0.94	1.07	a	0.89	0.92	1.06	1.03	1.00	B
	20	kg	区	0.93	1.09	1.05	0.89	0.97	b	0.93	0.90	1.06	1.07	0.99	B
	30	kg	区	1.00	1.13	1.10	0.95	1.07	a	0.97	0.97	1.16	1.13	1.05	A
	40	kg	区	1.05	1.12	1.12	0.94	1.22	a	0.94	0.97	1.08	1.11	1.07	A
		有	意	性	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***	
屈折計示度(%)	10	kg	区	10.1	9.9	10.1	10.1	10.4	9.3	9.8	10.6	9.7	10.0	a	
	20	kg	区	10.3	10.0	10.2	10.1	10.3	9.3	9.5	10.3	9.6	10.0	a	
	30	kg	区	10.5	9.9	9.7	10.3	10.0	9.5	9.5	10.3	9.8	10.0	a	
	40	kg	区	10.0	9.6	9.8	10.1	9.8	9.5	9.1	10.3	9.6	9.8	b	
		有	意	性	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	
全糖(%)	10	kg	区	6.81	7.28	7.15	8.00	7.39	6.51	6.56	8.38	7.30	7.26		
	20	kg	区	6.81	7.58	7.45	8.04	7.79	6.79	6.63	8.13	7.11	7.37		
	30	kg	区	6.57	7.06	6.99	8.16	7.28	6.84	6.62	7.89	7.44	7.21		
	40	kg	区	6.25	7.24	6.98	8.13	7.05	6.78	6.42	7.87	7.21	7.10		
		有	意	性	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	△	
還元糖(%)	10	kg	区	2.07	1.99	1.91	2.39	2.37	1.83	2.08	2.25	2.35	2.13		
	20	kg	区	2.21	2.06	2.07	2.35	2.49	1.79	1.99	2.22	2.41	2.17		
	30	kg	区	1.98	2.00	2.02	2.46	2.26	1.85	2.12	2.25	2.57	2.16		
	40	kg	区	1.90	2.01	1.78	2.52	2.18	1.88	1.96	2.25	2.46	2.10		
		有	意	性	n.s.	n.s.	n.s.	△	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
糖酸比	10	kg	区	7.24	6.92	6.69	8.58	6.92	a	7.41	7.16	8.02	7.12	7.34	AB
	20	kg	区	7.36	7.03	7.12	9.10	8.06	a	7.36	7.41	7.67	6.62	7.52	A
	30	kg	区	6.58	6.30	6.33	8.71	6.85	a	7.07	6.88	6.79	6.70	6.91	B
	40	kg	区	6.00	6.45	6.24	8.68	5.77	b	7.23	6.66	6.72	6.47	6.69	
		有	意	性	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***	

第16表 貯蔵後期の果実形質および果汁成分

			1969	'70	'71	'72	'73	'74	'75	'76	'77	平均
果皮の厚さ (mm)	10 kg 区	区	2.47	2.41	2.31	2.10 A B	2.29	2.49	2.64	2.28 B	2.28	2.36
	20 kg 区	区	2.55	2.51	2.31	1.96 B	2.35	2.61	2.67	2.49 A	2.39	2.43
	30 kg 区	区	2.71	2.36	2.39	2.45 A B	2.33	2.59	2.70	2.46 A	2.31	2.48
	40 kg 区	区	2.63	2.34	2.36	2.67 A	2.40	2.66	2.71	2.48 A	2.33	2.51
	有意性		n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	△
果肉率 (%)	10 kg 区	区	74.7	73.1	72.0	74.0	75.7	75.4 A	74.4	76.2 a	78.6	74.9 A
	20 kg 区	区	73.9	75.0	72.6	75.3	74.8	74.1 A B	74.1	74.0 b	77.1	74.5 A B
	30 kg 区	区	74.3	74.6	71.3	74.9	74.5	73.6 B	73.4	73.8 b	77.4	74.2 A B
	40 kg 区	区	73.3	74.2	71.9	73.9	73.7	73.2 B	72.6	72.4 b	77.2	73.6 B
	有意性		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	△	**	△	*	n.s.	**
果実比 重	10 kg 区	区	0.838	0.841	0.792	0.824	0.841	0.800	0.822	0.852	0.857	0.830 A
	20 kg 区	区	0.830	0.832	0.800	0.819	0.815	0.792	0.804	0.833	0.844	0.819 A B
	30 kg 区	区	0.828	0.823	0.775	0.821	0.814	0.777	0.803	0.830	0.849	0.813 B
	40 kg 区	区	0.851	0.811	0.785	0.815	0.785	0.776	0.790	0.824	0.842	0.809 B
	有意性		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***
浮皮率 (%)	10 kg 区	区	4.8	5.4	10.4	10.5	7.5	7.4	4.4	7.7	3.6	6.9 B
	20 kg 区	区	5.8	5.0	10.0	10.5	9.0	7.8	5.2	9.7	4.0	7.4 A B
	30 kg 区	区	5.9	6.5	11.5	9.2	9.8	7.7	5.0	10.5	4.2	7.8 A
	40 kg 区	区	7.1	6.3	11.1	9.4	9.1	8.2	6.4	9.4	4.4	7.9 A
	有意性		△	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
クエン酸 (%)	10 kg 区	区	0.65	0.80	0.76	0.66	0.80	0.59	0.65	0.75	0.67	0.70 B
	20 kg 区	区	0.69	0.82	0.81	0.63	0.75	0.65	0.69	0.81	0.78	0.74 A
	30 kg 区	区	0.75	0.82	0.80	0.69	0.79	0.60	0.74	0.85	0.76	0.76 A
	40 kg 区	区	0.70	0.84	0.82	0.67	0.82	0.60	0.74	0.79	0.70	0.74 A
	有意性		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
屈折計示度 (%)	10 kg 区	区	10.5	10.3	10.8	10.6	10.4 a	9.2	9.9	10.3	10.1	10.2
	20 kg 区	区	10.6	10.3	11.1	10.2	10.3 a b	9.4	10.1	10.3	9.8	10.2
	30 kg 区	区	10.1	10.2	10.7	10.7	10.1 b c	9.3	10.2	10.2	10.0	10.2
	40 kg 区	区	10.4	10.0	10.9	10.6	9.8 c	9.4	9.5	10.2	9.6	10.0
	有意性		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
全糖 (%)	10 kg 区	区	7.34	7.95	7.25	7.86	7.38	6.87	7.10	8.09	7.65	7.49
	20 kg 区	区	7.09	8.01	7.42	7.95	7.39	6.78	7.24	8.05	7.32	7.47
	30 kg 区	区	6.85	7.95	7.09	7.97	7.15	6.95	7.27	8.06	7.04	7.37
	40 kg 区	区	7.00	7.64	7.20	8.11	6.95	7.15	6.61	7.78	7.25	7.29
	有意性		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
還元糖 (%)	10 kg 区	区	2.02	2.17	1.96	2.38	2.22	1.93	2.07	2.11	2.38	2.13
	20 kg 区	区	2.09	2.17	2.06	2.36	2.21	2.04	2.23	2.23	2.42	2.17
	30 kg 区	区	2.09	2.16	1.94	2.37	2.05	1.99	2.16	2.20	2.59	2.16
	40 kg 区	区	2.03	2.17	2.07	2.37	2.08	2.09	2.02	2.14	2.35	2.14
	有意性		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	△	n.s.
糖酸 比	10 kg 区	区	11.32	10.02	9.63	11.87	9.20	12.02	11.15	10.90	11.37	10.83 A
	20 kg 区	区	10.29	9.91	9.18	12.58	9.91	10.54	10.54	9.98	9.39	10.25 A B
	30 kg 区	区	9.16	9.67	8.93	11.57	9.11	11.60	9.86	9.55	10.13	9.95 B
	40 kg 区	区	9.88	9.15	8.74	12.08	8.51	12.00	8.99	9.81	10.46	9.95 B
	有意性		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**

貯蔵果実を翌年3月上旬に調査

糖酸比は各年次ともに施用量の多い区で低くなる傾向がみられるが有意差はなかった。9年間の平均値では明らかな差がみられ、多施用区で低下していた。

甘味比は糖酸比と同様に9年間を通じて、各年次には有意性がみられなかったが、9年間の平均値では明らかに多施用区で低下していた(図表省略)。

IV 考 察

ウンシュウミカン樹に対する窒素の適正施用量については種々論議されているが、土壌の相違や品種、系統などの関連があり適正施用量の決定は容易ではない。また、当県のカンキツ産地のごとく腐植質火山灰土壌で、かつ低温多雨地帯での適正施用量の試験例は少ない。

筆者らは一連の養分吸収量調査の中で、ウンシュウミカン樹の解体調査から10a当り4.5tの収量のある成木園の窒素吸収量は25.9kg(6)で、天然養分供給量は吸収量の1/3、利用率は50%として計算すると年間10a当り窒素施用量は34.6kg必要であろうことを示唆した。これらはあくまで一定の収量を生産するための施用量であった。そのためにこれらの調査と併行して、ほ場における窒素施用量の試験を9年間継続して行って来た。

樹の生育に対する窒素施用量の影響を受けた項目は樹容積と幹周で、30kg区での発育が良好であった。樹容積は概して早くから施用量間に差がみられたが、幹周は試験開始9年目において差がみられ長期間を要している。赤松ら(2)は地上部の総重量は30kg区までは樹の生育と同じ様相を示して全樹体重が増加することを報じ、またカンキツの窒素施用量についての総括(11)の中でも樹容積は窒素施肥量の増加に伴ってある程度まで増加することが示され、幹周は樹容積に比べて影響が少ないことも示されている。腐植質火山灰土壌における本試験においても同様な結果であった。

1 m²に現われた総細根数は施用量を増すと明らかに減少し、2 mm以上の根数も同様な傾向がみられ、細根の垂直的分布は施用量を減ずると表層根(0—20cm)は増加し、下層への侵入も深くなる傾向がみられた。窒素施用量と細根量との関係について、関連がみられなかったとする報告(2)もあるが、本試験と同様な成績は小笠原ら(15)、FOOTら(4)によって報告されており、磷酸(23)、加里(22)の増肥によっても細根は減少するようである。細根の発達には土壌溶液濃度との関連があり、中島ら(13)は砂耕試験において高濃度処理区の細根量が少なくなったことを報告している。

着花数、新しょうの発生数について、10—30kg区の範囲では施用量を増すほど1結果母枝当りの直花数が多くなり、新しょうは多施用区ほど多くなる傾向がみられたが有意性は認められていない。しかし、高橋(24)は晩秋施肥が1葉当りの花数が増大することを見だし、岩崎(10)は晩秋の窒素施肥、尿素の葉面散布が着花数を増大するが樹勢により異なる結果を生ずるとしている。また、富田も夏季に窒素を施すと開花数、新しょう伸長量は増大し(25)、秋季に窒素施用量が多くなるほど翌年の開花数、新しょう伸長量はともに増大する傾向であったとし(26)、窒素施用が着花数、新しょう発生に影響があるものと思われる。

満開日は30、40kg区が10、20kg区に比べて約1日遅れた。井上(7)は開花期の処理による差は各年次で著しくなかったが、倍量窒素および無窒素区の開花が標準区より2—3日遅れるのが普通であるとしているのに類似しているが富田(25、26)の夏季、秋季の窒素施用により開花期を早めるとするのには一致しなかった。

果実肥大は各年次では施用量との間に有意な差がみられなかったが、9年間を通じその平均値では11月の肥大率に差がみられ、多施用区での肥大率が良かった。各年次にまったく差がみられなかったのはその年の着花量、あるいは人為的な摘果操作等が入ったためによるものと思われる。

収量および収量構成については収穫果数、収量が20、30kg区で多く、1果平均重、大果割合は施用量の多い区ほど多い。また、最大の収量を得るための窒素施用量を回帰式から求めると26kgであった。窒素の施用量が収量におよぼす影響については数多く報告されているが、試験開始に20年生以上で処理期間が10年以上の試験報告についてみると、森本ら(12)の13年間の総収量は少肥区(15kg)が多く、次いで中肥区(30kg)、多肥区(45kg)の順に少ないとの報告例もみられるが、岩本ら(8)は収量の面では1本当りの収量の多かった中肥区(31.0kg)が最も良く、次いで少肥区(15.5kg)であり、多肥区(51.6kg)と無肥料区が少ないとし、小笠原ら(15)は収量が多く隔年結果の少ない区は26—34kgの間にあるとしている。また、赤松ら(1)は試験4年目以降の収量は窒素施用量の少ない区ほど試験経過とともに低下し隔年結果が甚しくなるとし、30—45kg区での収量が多いようであった。以上の結果からみて10a当りの窒素施用量の上限は30kg前後と考えられ、PARKER(18)がオレンジで行った長期肥料試験で1樹当り3ポンド(10a当り30kg)以上施用しても増収効果は認められないと報告しているの

にはほぼ一致し、ウンシュウミカンにも適用しうるものと思われる。なお腐植質火山灰土壌では更に4～5kgの減肥が可能と考えられる。

窒素施用量の違いが収量差となって現われる年数は7年めからであったが、中間(14)、小笠原ら(15)、坂本(20)赤松ら(1)は3～4年で影響がみられると報告している。この違いは中間(14)が報告した樹体の既存養分による稀釈効果と、既存窒素の多い土壌をもちいたためと思われる。

隔年結果性は窒素施用量が少ない場合に大きく、年次を経るにしたがって大きくなり、特に10、20kg区で大きい。このように少肥による隔年結果性の増大は小笠原ら(15)、赤松ら(1)森本ら(12)によっても認められており、また、大垣ら(16)は隔年結果性と樹体養分吸収量から摘果、せん定とともに合理的施肥の必要性のあることを報告している。これらの点から20kg/10a以下に減肥して年次を経ると、着果に伴う樹体養分の消耗と果実による養分収奪割合が大きくなり翌年への貯蔵養分の確保がともなわず、隔年結果が激しくなるものと考えられる。

収穫時の果実品質において、窒素施用量の影響を強く受けた項目としては果皮の厚さ、果肉率、クエン酸、糖酸比、甘味比で、窒素の多用によって果皮は厚く、果肉率が低下し、クエン酸含量が高まり、糖酸比、甘味比が低下する。次いで影響を受ける項目は浮皮率、果実比重糖度、全糖、非還元糖で多肥により年によっては浮皮率を高め、果実比重を低下させる。糖含量は40kg区での低下がみられる。ほとんど影響がみられなかった項目は果皮色、果形指数、還元糖、還元糖率であった。果実品質におよぼす窒素施肥についての試験成績は多く、窒素の多用によって果皮が厚くなり、果肉率、果実比重が低下する。また、浮皮率が高まり果実の着色が遅延するとの報告が多い(1, 12, 19, 20, 21, 25, 26, 27)。本試験ではこれらの鈹質土壌に比べて窒素施用の影響はやや小さい。また、果実の着色遅延はまったく差が認められなかったが、この点については土壌や秋季の気象条件の違いによるものか、あるいは着果量や樹体栄養のバランスによるものかは不明であり今後検討を要する。幼木の試験結果では窒素の多用が果汁中の糖含量を低下させるとの成績が多い(3, 7, 8, 17, 19, 27)。成木については窒素施用量が多くなると糖含量が高まるとの成績(1, 15)と影響がみられないとの成績(9, 15)がある。本試験では10～30kg区の範囲ではまったく差がなく、40kg区でやや低下している。これらのことから30kg以内の施用量であれば糖含量には悪影響がないものと思われる。クエン酸含量は窒素

の多用により高まるとの成績が多く、(1, 9, 12, 19, 20)本試験でも、特に30kg以上で高まるようであった。

窒素の施用量と果実の貯蔵性との関連についての成績は少ないが、藤田(5)は窒素の施用量を少なくすると貯蔵中の果実の腐敗量を増大させると報告している。本試験では貯蔵中の腐敗量、果皮や果肉のしおれ、ヘタ枯れ果皮色の変化、果重の歩減り量等綿密に調査したが施用量間には差が認められず10～40kg/10aの施用量の間では影響がないものと思われる。

貯蔵後期の果実品質は収穫時の果実品質をほぼそのまま反映しているようであったが、窒素の多用で果実比重がより低下し、貯蔵浮皮がより進む傾向にあった。

以上の結果を総合して、腐植質火山灰土壌においても窒素の施用量が樹の生育、収量、果実品質等におよぼす影響が大きい、年次による差異も大きい。収量面からみると窒素の施用量は10a当り26kgは必要であり、大果割合等の収量構成を良くし、隔年結果防止を計るためにはそれ以上の施用量が必要となる。反面、果実品質の面からみるとそれよりやや低いところにあるものと思われる。

V 摘 要

藤中系普通温州の成樹を供試し、1969年から77年までの9年間、窒素施用量10, 20, 30, 40kg/10aの4段階で樹の生育、収量、果実品質、貯蔵性におよぼす影響を検討した。

1. 幹周肥大は30kg区、樹容積は40kg区と施用量の多い区で良く、樹冠面積、せん定量は施用量間に差がみられなかった。
2. 1 m²中に現われた細根数は施用量が多い区ほど少なく、2 mm以上の根もその傾向がみられた。また、細根の垂直的分布は施用量の多い区で表層部に少ない、施用量の少ない区は深層部まで侵入する傾向がみられた。
3. 施用量を増すと直花数が多くなり、新しょう数が増加する傾向がみられた。満開日は30, 40kg区が10～20kg区に比べて約1日遅れた。
4. 果実の肥大度は肥大後期の11月のみに差がみられ、多施用区で良かった。
5. 収量差は処理7年目からみられ、収穫果数、収量は20, 30kg区が良く、次いで40kg区で10kg区は最も少なかった。1果平均重、大果割合は施用量が多い区ほど良かった。なお、最大の収量を得るための窒素施用量は26kgであった。

6. 隔年結果性の最も少ない区は30kg区で、次いで40kg区、20kg区、10kg区の順であり、10、20kg区は処理を重ねるにしたがって隔年結果性が高まった。

7. 果実品質のうち窒素施用量の影響を強く受ける項目は果皮の厚さ、果肉率、クエン酸、糖酸比、甘味比でこれに次ぐ項目は浮皮率、果実比重、糖度、全糖、非還元糖で、ほとんど影響を受けなかった項目が果形指数、果皮色、還元糖率であった。

8. 貯蔵中の腐敗量、果皮色の变化、果重の歩減り、果皮や果肉のしおれ、ヘタ枯れはともに施肥量の影響がみられなかった。貯蔵後期の果実品質のうち、窒素の多施用区で果実比重がより低下し、貯蔵浮皮が助長された。

引用文献

1. 赤松 聰・太和田厚・船上和喜 (1970). 温州ミカン成木に対するチッソ施用量に関する研究(第1報), 収量, 果実の品質および葉中成分におよぼすチッソ施用量の影響, 昭和45年度園芸学会春季大会研究発表要旨, 48~49.

2. 赤松 聰・高木信雄・山口勝市・大和田厚・船上和喜 (1976). ウンシュウミカン成木のチッソ施用量に関する研究 (第4報), 器官別生育量, 葉齢, 剪定量および摘果量に及ぼす影響, 昭和51年度園芸学会春季大会研究発表要旨 114~115.

3. 葦沢正義 (1969). うまいミカン作りの考え方, 果実日本 24 (5) : 56~59.

4. FOOD, H. W., W. REUTHER and P. F. SMITH (1957). Effect of nitrogen on root development of valencia orange trees. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 70 : 237~244.

5. 藤田克治 (1957). 温州密柑の施肥量試験, 神奈川県農試園芸分場業績集録 19.

6. 広部 誠・大垣智昭 (1969). 温州ミカンの養分吸収に関する調査 (第2報), 成木樹の時期別養分吸収について, 神奈川県農試研報 17 : 18~26.

7. 井上 宏 (1971). 温州ミカン栄養生理に関する研究 (第2報), 砂耕におけるチッソ施用の有無と幼樹の開花, 結実 (5年継続試験), 農及園 46 (3) : 93~94.

8. 岩本数人・宮崎久哉・大津量男・金川英明 (1967). 砂栽培による窒素の供給時期試験, 熊本果樹試業務報告 256~261.

9. 赤松 聰・大津量男 (1975). ウンシュウミカンの施肥量試験, カンキツのチッソ施肥に関する研究集録 農林省果樹試編 8~1, 8~4.

10. 岩崎藤助・大和田厚 (1960). カンキツの隔年結果防止に関する研究 (第3報), 晩秋の施肥が翌年の着花ならびに新しょうの発生におよぼす影響, 園学雑 29 (2) : 101~106.

11. カンキツのチッソ施肥に関する研究集録 (1975). 農林省果樹試験場編

12. 森本拓也・田端市郎・大畑 繁 (1975). ウンシュウミカンのチッソ施用量試験, カンキツのチッソ施肥に関する研究集録, 農林省果樹試編 16-1~16-6.

13. 中島芳和・中島庸策 (1966). カンキツの生育障害と無機成分との関係 2. カラダチ実生の生育ならびに養分吸収に及ぼす培養液の硝酸カルシウム濃度, 高知大学学術研報 第15巻, 自然科学II, 第5号 : 1~8.

14. 中間和光 (1967). 温州ミカンに対する施肥効果の判定に関する研究, 特に稀釈作用と緩衝作用について, 静岡柑試特別報告 第1号

15. 小笠原佐代市・中井 久・伊藤晴允 (1966). 温州ミカンの施肥量について, 昭和41年度園芸学会秋季大会研究発表要旨 29~30.

16. 大垣智昭・藤田克治・伊東秀夫 (1965). 温州ミカンの隔年結果に関する研究 (第5報), 窒素, リン酸および加里吸収量の季節的消長について, 園学雑 35 (1) : 8~18.

17. 小園照雄・松尾 平・河瀬憲次 (1966). 水耕による温州ミカンの品質に関する研究 (第1報), 水耕液の濃度が品質におよぼす影響について, 昭和41年度園芸学会秋季大会研究発表要旨 33~34.

18. PARKER, E. R. and W. W. JONES (1951). Calif. Agr. Exp. Bul. 722 : 1~58.

19. 坂本辰馬・奥地 進 (1968). 温州ミカンの樹の生長, 果実の品質, 葉中の窒素含量におよぼす窒素供給時期の影響, 園学雑 37 (1) : 30~36.

20. 赤松 聰 (1969). 温州ミカン果実の酸, 可溶性固形物におよぼす窒素栄養の影響, 園学雑 38 (4) : 300~308.

21. 佐藤公一・石原正義・栗原昭夫 (1958). 果樹葉分析に関する研究 (第19報) 温州ミカン結実樹の葉分析 (肥料試験), 農技研報 E (7) : 17~39.

22. SMITH, P.E. and G. K. RASMUSEN (1951). Effect of potash rate on growth and production of marsh grapefruit in Florida, Proc. Amer. Soc.

Hort. Sci. 72 : 180~187.

23. SPENCER W. F. (1960). Effects of heavy application of phosphate and lime on nutrient uptake, growth, freeze injury and root distribution of grape fruit trees. Soil Sci. 39 : 311~318.

24. 高橋郁郎 (1935). 温州密柑樹に対する冬期の栄養と花芽の生成及び春梢の生長, 園芸に関する研究報告 123~135.

25. 富田栄一 (1971). 温州ミカンの果実の品質およ

び開花に及ぼす夏季の水分とチッソ施用の影響, 園学雑 40 (3) : 25~29.

26. (1972). 温州ミカンの果実の品質および翌年の開花におよぼす夏季の土壌水分と秋季の窒素施肥時期の影響, 園学雑 41 (2) : 151~156.

27. 鳥潟博高・増井正央・鈴木 登 (1955). 温州ミカンの果皮の發育に関する研究 (第1報), 晩期窒素質施与が果皮の發育におよぼす影響, 園芸学研究集録 7 : 42~48.

Summary

For nine years since 1969, the effect of nitrogen fertilization on the growth of trees, yield, fruit quality and fruit life of Satuma mandarin cultivar Fujinaka was examined.

In the experiments, four levels of nitrogen i.e. 100, 200, 300 and 400kg/ha/year were fertilized for nine years.

1. For thickening of the tree trunk 300kg was the most effective and for increasing the crown capacity 400kg was the most effective. To the crown area and pruned weight, effect of the fertilization levels was not significant.

2. Fibrous roots and roots larger than 2mm in diameter in a area of 1 m² soil increased with increase of the amount of fertilized nitrogen. A large amount of nitrogen had reduced the fibrous roots in the surface layer. On the otherhand, in a plot of small amount of nitrogen fertilization, roots elongated into deep layer.

3. Non-leaf-flowers and current shoots increased with increasing nitrogen fertilization. The time of full bloom was delayed one day by the fertilization more than 300kg as compared to 100 and 200kg.

4. Though a significant difference in fruit thickening intensity was recognized in November among four levels of the fertilization, no difference was in the other seasons.

5. Since seventh year of the experiments differ-

ences in the yield were seen among nitrogen levels. Following was the order for getting the more fruits; 200=300>400>100kg. A mean fruit weight was large and rate of large fruit was high when large amount of nitrogen was applied.

From these results of the experiments it seemed that 260kg/ha/year of nitrogen is a suitable fertilization level.

6. Alternate bearing habit appeared significantly in the plots of 100 and 200kg and in these plots the habit appeared in a few years after beginning of the experiments. On the otherhand the habit scarcely appeared in 300 and 400kg.

7. Fruit characters such as rind thickness, ratio of fresh weight, citric acid contents were significantly affected by the nitrogen levels, and such as rind puffing ratio, fruit quality, brix content, total sugar and non-reducing sugar contents were considerably affected. On the otherhand fruit shape, rind color, the ratio of reducing sugar to total sugar were scarcely affected by the nitrogen levels.

8. Gravity of the harvested fruit at higher nitrogen levels decreased and degree of rind puffing increased during storage. Fruit decay, progress of rind color, weight loss, degree of fruit wilt (flesh and rind) and degree of withered calyx during storage were the same in all nitrogen levels.