

# ウンシュウミカン樹に対する窒素肥料の無施用が樹の発育、収量、果実品質、葉内成分及び樹体中の無機成分含有量に及ぼす影響

広 部 誠

Makoto HIROBE

Effects of non-fertilization of nitrogen on the tree growth, yield, fruit quality and mineral element contents of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) trees.

## I 緒 言

当県におけるウンシュウミカン園の施肥量は1955年ごろから急増し、'60年代は極めて多量の施肥が行われ、'65年には土壌の酸性化に伴うマンガンの過剰吸収による異常落葉が発生した。そこで、これらの対策を行うとともに適正施肥量を把握するため、ミカン樹の解体調査による樹令別年間吸収量(6)、ほ場における窒素施用量試験(7)等から施肥基準を作成し、肥料の適正施用の指導を行ってきた。しかし、現在は品質向上対策として、又ミカン価格の低迷も伴って極端な減肥が行われ、隔年結果が激しくなり、生産性は不安定になり、収量の低下がみられるに至った。

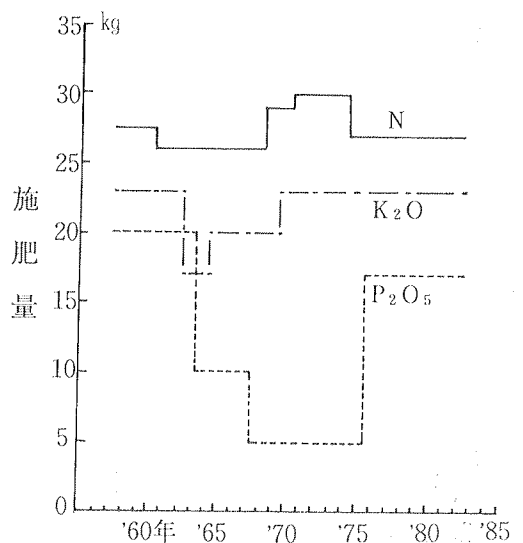
このため本試験は、窒素質肥料の無施用が樹体、収量等に及ぼす影響を知るため1958年に設定した無窒素樹の樹の発育、葉内成分、収量、果実品質等の調査を行うとともに、'85年には樹体を解体し器官別構成割合、無機成分の含有量を調査し、その成績を取りまとめたのでここに報告する。

## II 材料及び方法

### 1. 試験及び供試樹

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壤土である。

供試樹はカラタチ台の'辻村系普通温州'19年生(1958年)で、1958年春肥から試験を開始した。



第1図 標準区の施肥量(10a当り)

## 2. 試験方法

区制は、標準施用区（以後標準区と記す）と無窒素区の2区で、各区2樹を供試した。標準区の施肥量は第1図の通りで、窒素は10a当り26~30kg、リン酸は一時期少なかったが17~20kg、カリは17~23kgである。肥料は菜種粕、魚粕を中心とした有機配合肥料を用い、春肥3月、夏肥6月、秋肥11月の3回に分施し、施用割合はほぼ4:2:4とした。

無窒素区は、窒素資肥料を無施用としリン酸、カリは標準区と同量を過燐酸石灰、硫酸加里を用いて施用した。

春肥は溝施用後覆土し夏、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；調査は毎年冬季に行い、幹周は接木部から10cmの所を測定、樹容積は樹高、東西径、南北径に0.7を乗じて求めた。

(2) 着花量、ほう芽度；開花始めの時期に1樹当り20本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。又、この時期に1樹全体の着花度、ほう芽度（50~150の範囲）を遠視により調査した。

(3) 果実の肥大度；7月下旬にラベルした各樹の横径を11月まで毎月下旬に測定して後期の肥大度とした。

(4) 葉内成分；毎年9月下旬から10月上旬に採葉した

後、常法により調整し、窒素はケルダール法。リンはメタバナジウム酸アンモン法。カリウム、カルシウム、マグネシウムは原子吸光法により分析した。

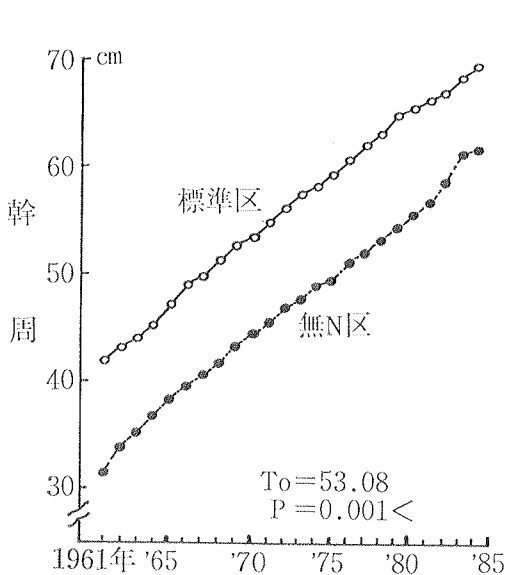
(5) 収量；果実階級（LL~SS級果）ごとの果数、重量から間接的に求め、階級構成、大果率、1果平均重を算出した。

(6) 隔年結果性；各樹ごとの収量の変動幅 $=|i|/W \times 100$ （ $W=A+2B+C$ ,  $i=A-2B+C$ , Aは初年次の収量から最終年次-2, Bは2年次から最終年次-1, Cは3年次から最終年次）から推定した。

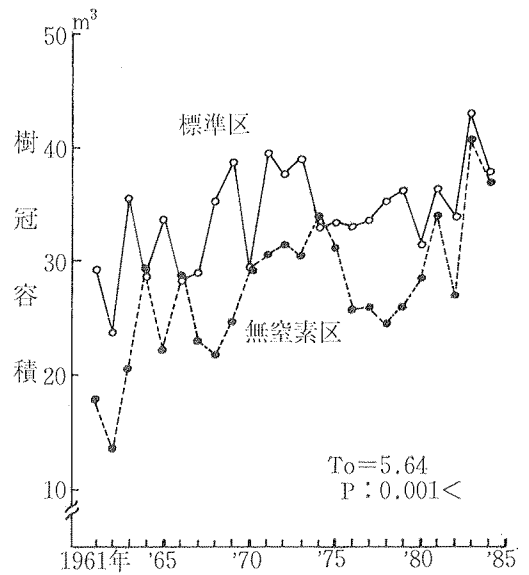
(7) 果実形質と果汁成分；11月下旬にL, M級果を90~100果採収して貯蔵箱に車詰めし12月、3月にその中から各15果を抽出して果皮の厚さ、果形指数、果肉率、果実比重〔果重÷(果重+水中の空重-水中重)〕、浮皮率〔果周-果肉率-( $2\pi \times$ 果皮の厚さ)〕を調査し、糖度はBrix。全糖、還元糖、非還元糖はソモギー変法、クエン酸は酸中和滴定法で定量した。

(8) 果実の貯蔵性；果実の腐敗量は果実採収時に貯蔵箱1枚（90~100果）にL~M級果を車詰めし、各病害別に調査し、腐敗果は箱から除外した。果皮色の変化は腐敗量調査と併行し12月下旬、3月上旬に濃橙色、橙色、黄色果の割合を調査した。

(9) 樹体の器官別重量と無機成分含有量；'85年9月に地上部は果実、新葉、旧葉、新しよ、2~3年枝、太枝は~15mm, 15~30mm, 30~45mm, 45~60mm, 60mm以上と主幹に、地下部は細根（2mm以下）、小根（2~5mm）、



第2図 窒素肥料の無施用が幹周肥大に及ぼす影響



第3図 窒素肥料の無施用が樹冠容積に及ぼす影響

中根（5～10mm），太根（10～20mm），特大根（20mm以上）と根幹に分けた。無機成分含有率は，各器官別の無機成分含有率に器官別乾物重を乗じて算出した。

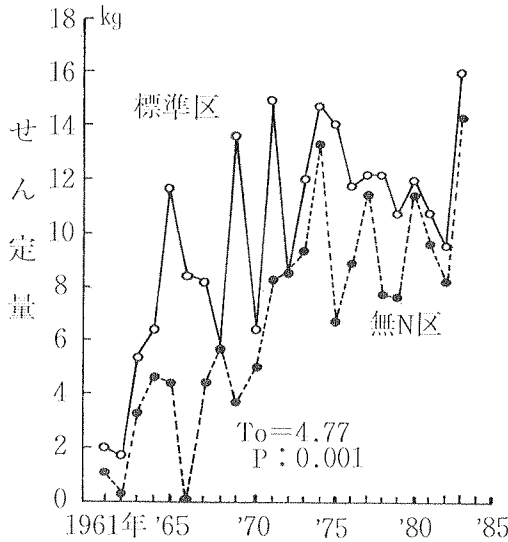
### III 成 績

#### 1. 樹 冠

幹周，樹冠容積，せん定量の年次の推移は第2，3，4図に示す通りである。

幹周は，試験開始後3年目にはすでに顕著な差がみられ無窒素区は標準区に比べて劣った。年次的にみると'80年ごろまではほぼ9.3cmの差で推移したが，以後その差は縮まる傾向にあり'84年は，標準区が69.9cmに対し無窒素区は62.2cmで7.7cmの差であった。

樹冠容積の年次の推移は，調査を開始した'61年から終了した'84年までを試験前期（'61～'68年），中期（'69～'76年），後期（'77～'84年）の3期に分けてみると，



第4図 窒素肥料の無施用がせん定量に及ぼす影響

第1表 窒素肥料の無施用がほう芽度，着花度に及ぼす影響

| 区 制    | ほう芽度 (C.V)  | 着花度 (C.V)    |
|--------|-------------|--------------|
| 標準区    | 98.8 (7.6)  | 102.4 (13.1) |
| 無N区    | 92.9 (15.6) | 95.6 (23.5)  |
| 有意性(P) | <0.1        | <0.1         |

ほう芽度，着花度：50(極少)～100(中)～150(極多)

第2表 窒素肥料の無施用が着花状態に及ぼす影響 ('75～'84年の10年間の平均値)

| 区 制    | a 直花数 | a 有葉花数    | a 新しょう数 | 発芽数に対する花の割合 | 有葉花割合 |
|--------|-------|-----------|---------|-------------|-------|
| 標準区    | 63.2個 | 50.7個     | 13.8本   | 88.0%       | 48.7% |
| 無N区    | 62.5  | 37.1      | 18.2    | 81.7        | 42.5  |
| 有意性(P) | <0.1  | 0.02-0.01 | <0.1    | 0.1-0.05    | <0.1  |

a：結果母枝20枝当りの合計

試験前期は標準区が30.5m<sup>3</sup>に対して無窒素区は22.2m<sup>3</sup>で，8.3m<sup>3</sup>の差があったのに比べて，中期は前者が35.5m<sup>3</sup>，後期が29.7m<sup>3</sup>でその差が5.8m<sup>3</sup>，後期は前者が35.9m<sup>3</sup>，後者が30.5m<sup>3</sup>でその差が5.4m<sup>3</sup>で，どの時期も標準区が無窒素区に優っていたが，前期に比べて中，後期はその差が少なかった。

せん定量も樹冠容積と同様に試験期間を3期に分けてみると，試験前期は標準区が6.3kgに対して無窒素区は3.1kgでその差が3.2kg，中期は標準区が12.1kg，無窒素区が8.1kgで差が4.0kg，後期は標準区が12.0kg，無窒素区が10.0kgで差が2.0kgであった。せん定量はどの時期も標準区が無窒素区に比べて多かったが，試験前，中期に比べて後期は，その差が少なかった。

#### 2. 着花度，ほう芽度及び着花状態

着花度，ほう芽度は遠視調査により'75～'84年の10年間の平均値で第1表に示した。着花度，ほう芽度ともに無窒素区は，標準区に比べて劣る傾向にあったが，いずれも高い有意差は認められなかった。年次変動を変動係数(C.V)でみると，無窒素区は標準区の2倍程度高く，無窒素区の着花量，ほう芽量が年次によって大きく変化することを示した。

着花状態は10年間の平均値で第2表に示した。結果母枝20本当りの直花数は，標準区と無窒素区の間に差がみられなかったが，有葉花数は標準区が無窒素区に比べて顕著に多い。発芽総数に対する着花の割合は，標準区が無窒素区に比べて有意に高く，直花数に対する有葉花数の割合は標準区が高い傾向がみられたが有意性は認められなかった。新しょうの発生数は，無窒素区が標準区に比べて多い傾向がみられたが，両者の間に有意性は認められなかった。

#### 3. 果実肥大

各月下旬の果実横径及び7月下旬の果実横径を100とした各月の肥大率を'75～'84年の10年間の平均値で第3，4表に示した。果実の横径は，どの月も標準区が無窒素

区に比べて大きく、0.29~0.23cmの範囲で推移したが、特に7月下旬の果実横径差が大きかった。7月下旬の果実横径を100とした肥大率は、各月ともに無窒素区が標準区に比べて良好であった。

4. 葉内成分

各無機成分は、1970年から'84年までの15年間の平均値で第5表に、又窒素については年次的推移を第5図に示した。窒素は、無窒素区が標準区に比べて明らかに低く、3%を下回っていた。リンは両者に差がなく、カリウムは無窒素区が高い値を示した。カルシウム、マグネシウムは、窒素と同様に無窒素区が標準区に比べて低い値を示した。

窒素成分の年次的推移は、標準区がほぼ3.2%前後で推移したのに対し、無窒素区は'76年ごろまでは3%を越える値を示す年も多かったが、'77年以後は減少する傾向にあり3%を下回る年が多くなった。又、無窒素区が標準区より高い値を示す年は全くみられなかった。カリウムは、標準区、無窒素区ともに年次的に低下する傾向にあったが、無窒素区は標準区に比べて常に高い値で推移した。

5. 収量、収量構成及び隔年結果性

収量及び収量構成は、1961~'74年までの試験前期と'75~'84年の後期に分けて第6表に、収穫した果実の階級構成は第6図、1㎡当りの収量の年次的推移を第7図に示した。隔年結果性は、収量の変動幅で示し、隔年結果度として第7表に示した。

1樹当りの収穫果数は、無窒素区が標準区に比べて極めて少なく、その割合でみると試験前期が59.1%、後期が60.1%であった。収量も収穫果数と同様に試験前期が54.2%、後期が56.8%で無窒素区が少ない。1果平均重は、試験期間を通じ無窒素区が標準区に比べて7~8g小さかった。M級果以上の大果割合も無窒素区は標準区の85.2~80.7%で少なく、特に試験後期でその割合が低下した。

収穫した果実の階級構成は、無窒素区は標準区に比べてM級果は両者に有意差がなく、S、SS級果の小玉果の割合が高く、LL、L級果の大玉果の割合が低かった。

1㎡当りの収量を24年間の平均値でみると、標準区は、

2.18kg、無窒素区は1.52kgで、無窒素区は標準区の69.7%にすぎなかった。年次的推移からみると、標準区は1㎡当り2kg前後で推移し、変動幅が比較的小さくやや増加傾向にあるのに対して、無窒素区は1kgから2kgの幅で変動していた。

隔年結果度は、標準区が8.7%と極めて低いのに比べて、無窒素区は24.8%と高く、無窒素区の隔年結果性の

第3表 窒素肥料の無施用が果実肥大に及ぼす影響 (cm)

| 区 制    | 7月     | 8月     | 9月     | 10月    | 11月    |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 標準区    | 2.93   | 4.28   | 5.33   | 6.28   | 6.63   |
| 無N区    | 2.64   | 4.04   | 5.10   | 6.04   | 6.38   |
| 有意性(P) | 0.001< | 0.001< | 0.001< | 0.001< | 0.001< |

'75~'84年の10年間の平均値

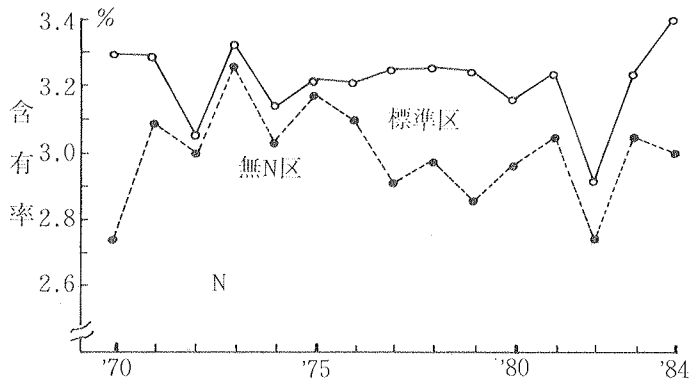
第4表 7月の果実横径を100とした肥大率

| 区 制    | 7月  | 8月     | 9月     | 10月    | 11月    |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|
| 標準区    | 100 | 148    | 183    | 216    | 228    |
| 無N区    | 100 | 154    | 195    | 231    | 244    |
| 有意性(P) | —   | 0.001< | 0.001< | 0.001< | 0.001< |

第5表 窒素肥料の無施用が葉内成分に及ぼす影響 ('70~'84年の平均値)

| 区 制 | N    | P     | K    | Ca   | Mg    |
|-----|------|-------|------|------|-------|
|     | %    | %     | %    | %    | %     |
| 標準区 | 3.18 | 0.170 | 1.50 | 3.12 | 0.359 |
| 無N区 | 2.96 | 0.172 | 1.75 | 2.93 | 0.339 |

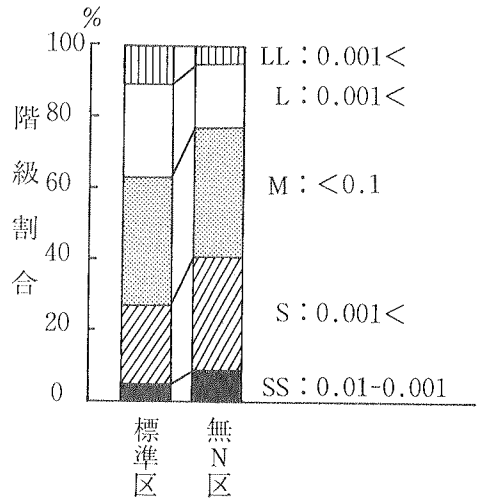
有意性(P) 0.001< <0.1 0.001< 0.1-0.05 0.01-0.001



第5図 窒素肥料の無施用が葉内窒素成分に及ぼす影響

第6表 窒素肥料の無施用が収量及び収量構成に及ぼす影響 (1 m<sup>3</sup>当り)

| 項目        | 区制     | '61~'74    | '75~'84 | 全期間平均  |
|-----------|--------|------------|---------|--------|
| 収穫果数 (個)  | 標準区    | 733        | 808     | 764    |
|           | 無N区    | 433        | 489     | 456    |
|           | 有意性(P) | 0.001<     | 0.001<  | 0.001< |
| 収量 (kg)   | 標準区    | 68.5       | 80.7    | 73.6   |
|           | 無N区    | 37.1       | 45.8    | 40.7   |
|           | 有意性(P) | 0.001<     | 0.001<  | 0.001< |
| 1果平均重 (g) | 標準区    | 94.4       | 101.6   | 97.4   |
|           | 無N区    | 87.5       | 93.6    | 90.0   |
|           | 有意性(P) | 0.01-0.001 | 0.001<  | 0.001< |
| 大果割合 (%)  | 標準区    | 72.1       | 72.1    | 72.1   |
|           | 無N区    | 61.4       | 58.2    | 60.1   |
|           | 有意性(P) | 0.001<     | 0.001<  | 0.001< |



第6図 窒素肥料の無施用が果実の階級割合に及ぼす影響

強いことを示している。

6. 収穫時と貯蔵後期の果実品質

収穫時の果実品質は，L，M級果別に1975~'84年の10年間の平均値で第8表に示したが，窒素肥料の施用の有無と果実階級との有意性の検定から交互作用が認められなかったので，交互作用は表から削除した。

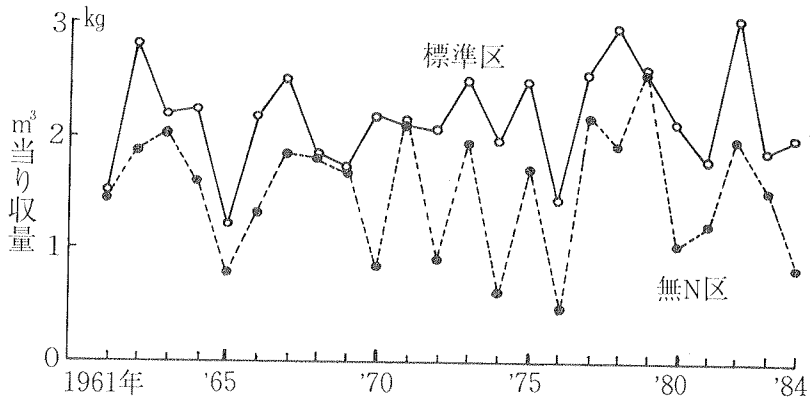
収穫時の果実形質については，無窒素区が標準区に比べて果皮が薄く，果肉率が高まり果実比重が高い。また，浮皮率も低くなる傾向にあったが，果皮色と果形指数には有意差が認められなかった。果実品質については，無窒素区が標準区に比べて還元糖が低く，非還元糖

第7表 窒素肥料の無施用がm<sup>3</sup>当り収量及び隔年結果度に及ぼす影響

| 区制     | m <sup>3</sup> 当り収量kg | 隔年結果度% |
|--------|-----------------------|--------|
| 標準区    | 2.18                  | 8.7    |
| 無N区    | 1.52                  | 24.8   |
| 有意性(P) | 0.001<                | 0.001< |

'61~'84年の24年間の平均値

が高い，そのために還元糖率は無窒素区が低かった。Brix，クエン酸，全糖，糖分率，甘味比は両者の間に有意性は認められなかった。果実の大きさ間では，果皮の



第7図 窒素肥料の無施用がm<sup>3</sup>当り収量に及ぼす影響

厚さと果肉率のみに有意性が認められ、L級果はM級果に比べて果皮が厚く、果肉率が低い。

全糖、還元糖、クエン酸含量の年次的推移についてみると、全糖は年次間の変化が大きく、施肥間には全く有意差が認められない。還元糖は、10年間の調査期間中標準区が無窒素区に比べて常に高い値で推移した。クエン酸含量も還元糖と同様に標準区が高い値で推移する傾向にあったが有意性は認められなかった。

貯蔵中の果実品質の変化は、貯蔵後期の3月の分析値から収穫時の分析値を差し引いた値で第9表に示した。有意性が認められたのは非還元糖だけで、無窒素区は標準区に比べて貯蔵期間中に高まった。他の調査項目については差が認められなかった。

### 7. 果実の貯蔵性

貯蔵期間中の果皮色の変化、果実の腐敗率、歩減り率を1975年から'83年までの9年間の平均値で第8図、第10表に示した。

貯蔵中に標準区、無窒素区ともに濃橙色果が増加し、黄色果が減少した。収穫時の果皮色は、標準区が無窒素区に比べて濃橙色果の割合が多く、黄色果が少ない。貯蔵後期の3月においても収穫時と同様に標準区が良好であった。

貯蔵期間中の果実の腐敗率は、無窒素区が標準区に比べて高く、ペニシリウム菌による腐敗率も同様に無窒素区が1%程度高いが、いずれも有意性は認められなかった。果実の歩減り率は、両区の間全く差がみられなかった。

### 8. 樹体器官の構成割合

各器官別生体重は第9図に、器官別乾物重、構成割合については第11表に示した。1樹当りの生体重は、標準区が276.70kgであったのに対して無窒素区は224.51kgで、無窒素区が52.19kg少なかった。器官別の構成割合は両区ともに果実が最も多く、全体の23.1~20.6%を占めていた。次いで20mm以上の特太根、60mm以上の太枝、根

第8表 窒素肥料の無施用が果実品質に及ぼす影響 ('75~'84年の平均・収穫時)

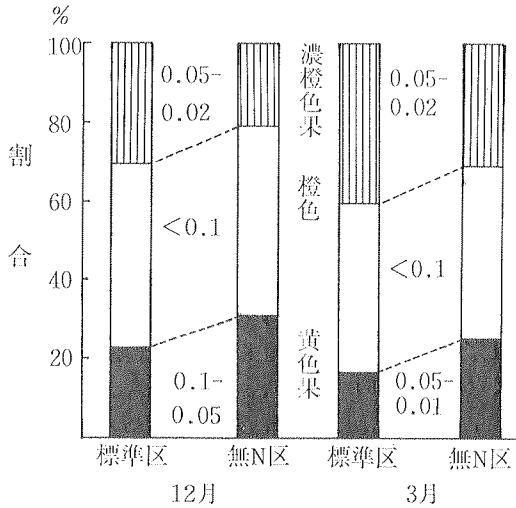
| 区   | 制     | 果皮の厚さ<br>mm | 果皮色  | 果指数  | 果肉率<br>% | 果実重<br>比 | 浮皮率<br>% | Brix<br>% |
|-----|-------|-------------|------|------|----------|----------|----------|-----------|
| 標準区 | L     | 2.98        | 9.2  | 1.37 | 72.3     | 0.837    | 4.4      | 9.45      |
|     | M     | 2.85        | 9.1  | 1.37 | 73.4     | 0.849    | 3.5      | 9.67      |
| 無N区 | L     | 2.92        | 9.3  | 1.36 | 73.7     | 0.864    | 2.8      | 9.53      |
|     | M     | 2.66        | 9.1  | 1.35 | 75.3     | 0.874    | 2.3      | 9.54      |
| 有意性 | 標準:無N | *           | n.s. | n.s. | **       | ***      | △        | n.s.      |
|     | L : M | ***         | n.s. | n.s. | **       | n.s.     | n.s.     | n.s.      |

| 区   | 制     | クエン酸<br>% | 全糖<br>% | 還元糖<br>% | 非還元糖<br>% | 還元糖率<br>% | 糖分率  | 甘味比  |
|-----|-------|-----------|---------|----------|-----------|-----------|------|------|
| 標準区 | L     | 1.16      | 6.73    | 2.06     | 4.44      | 30.7      | 5.90 | 8.3  |
|     | M     | 1.22      | 6.94    | 2.17     | 4.49      | 31.5      | 5.73 | 8.0  |
| 無N区 | L     | 1.13      | 6.78    | 1.90     | 4.63      | 28.1      | 6.12 | 8.7  |
|     | M     | 1.15      | 6.84    | 1.92     | 4.67      | 28.1      | 6.05 | 8.4  |
| 有意性 | 標準:無N | n.s.      | n.s.    | **       | *         | ***       | n.s. | n.s. |
|     | L : M | n.s.      | n.s.    | n.s.     | n.s.      | n.s.      | n.s. | n.s. |

果皮色は0-10分色 △:10%, \*:5%, \*\*:1%, \*\*\*:0.1%水準で有意

第9表 窒素肥料の無施用が貯蔵中の果実品質に及ぼす影響 (3月~12月)

| 区      | 制 | 果実重<br>比 | 浮皮率  | Brix | クエン酸<br>% | 全糖<br>% | 還元糖<br>% | 非還元糖<br>% | 還元糖率<br>% | 糖分率  | 甘味比  |
|--------|---|----------|------|------|-----------|---------|----------|-----------|-----------|------|------|
| 標準区    |   | -0.049   | 3.18 | 0.45 | -0.25     | 0.17    | 0.12     | 0.03      | 0.91      | 1.76 | 2.6  |
| 無N区    |   | -0.041   | 3.37 | 0.52 | -0.25     | 0.28    | 0.12     | 0.17      | 0.49      | 2.19 | 2.8  |
| 有意性(P) |   | <0.1     | <0.1 | <0.1 | <0.1      | <0.1    | <0.1     | 0.1-0.05  | <0.1      | <0.1 | <0.1 |



第8図 窒素肥料の無施用が果皮色の变化に及ぼす影響 (1975~'83年の平均値)

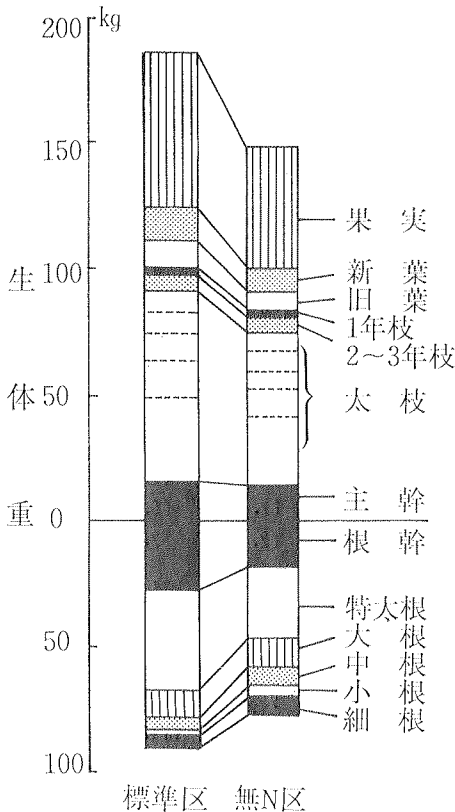
幹，主幹の順で，少ない器官としては1年枝，2~5mmの小根であった。なお，新葉，旧葉を合せた1樹当りの葉数は無窒素区が15,440枚，標準区が17,246枚で，無窒素区は標準区の89.5%であった。

1樹当りの乾物重は，無窒素区が標準区に比べて22.7kg少なかった。地上部が占める割合は，標準区が61.2%であるのに対して無窒素区が63.4%で，無窒素区は地上部に占める割合がわずかであるが高く，T/R率は標準区が1.58，無窒素区が1.73であった。乾物重の器官別

第10表 窒素肥料の無施用が貯蔵果実の腐敗及び歩減りに及ぼす影響

| 区制     | 腐敗率  |        | 歩減り率 |
|--------|------|--------|------|
|        | %    | (%)    | %    |
| 標準区    | 2.84 | (1.48) | 12.5 |
| 無N区    | 3.80 | (2.44) | 12.9 |
| 有意性(P) | <0.1 | <0.1   | <0.1 |

( )内はペニシリウム菌による腐敗率



第9図 窒素肥料の無施用が生体重に及ぼす影響

第11表 窒素肥料の無施用が乾物重及び各器官の構成に及ぼす影響

| 器官      | 標準区     |         | 無N区     |         | 標準区を100とした比 (%) |
|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------|
|         | 重量 (kg) | 構成比 (%) | 重量 (kg) | 構成比 (%) |                 |
| 果実      | 8.50    | 6.8     | 6.22    | 6.1     | 73.2            |
| 新葉      | 5.07    | 4.0     | 4.63    | 4.5     | 91.3            |
| 旧葉      | 3.89    | 3.1     | 3.40    | 3.3     | 87.4            |
| 1年枝     | 0.95    | 0.8     | 0.96    | 0.9     | 101.1           |
| 2~3年枝   | 3.69    | 2.9     | 3.27    | 3.2     | 88.6            |
| ~15mm   | 4.55    | 3.6     | 4.66    | 4.5     | 102.4           |
| 15~30mm | 4.67    | 3.7     | 4.74    | 4.6     | 101.5           |
| 30~45mm | 6.36    | 5.1     | 4.35    | 4.2     | 68.4            |
| 45~60mm | 9.05    | 7.2     | 6.62    | 6.5     | 73.1            |
| 60mm~   | 20.36   | 16.2    | 17.47   | 17.0    | 85.8            |
| 主幹      | 9.65    | 7.7     | 8.75    | 8.5     | 90.7            |
| 地上部計    | 76.74   | 61.2    | 65.07   | 63.4    | 84.8            |
| 根幹      | 17.59   | 14.0    | 11.54   | 11.2    | 65.6            |
| 20mm~   | 20.73   | 16.5    | 14.60   | 14.2    | 70.4            |
| 10~20mm | 4.95    | 3.6     | 4.86    | 4.7     | 98.2            |
| 5~10mm  | 2.43    | 1.9     | 2.85    | 2.8     | 117.3           |
| 2~5mm   | 1.32    | 1.1     | 1.57    | 1.5     | 118.9           |
| 細根      | 1.57    | 1.3     | 2.14    | 2.1     | 136.3           |
| 地下部計    | 48.59   | 38.8    | 37.56   | 36.6    | 77.3            |
| 合計      | 125.33  | 100.0   | 102.63  | 100.0   | 81.9            |
| T/R率    | 1.58    |         | 1.73    |         |                 |

構成割合は生体重とは異なり、最も割合の高い器官は60mm以上の太枝、20mm以上の特太根、根幹、主幹の順で、全体の54.4~50.9%を占め、これらに次ぐのが果実重であった。

乾物重を器官別に標準区と無窒素区を比較すると、無窒素区は30mm以上の太枝が32~14%、果実が27%、葉が13~9%少ない。地下部は根幹、20mm以上の特太根が34~30%少ないのに比べ、10mm以下の根は無窒素区が多く、特に細根は36%も多かった。

### 9. 無機成分の含有率、含有量

器官別の窒素成分含有率、含有量、標準区に対する無窒素区の無機成分含有量の割合を第12表に、各無機成分の含有量を第10図に示した。

窒素の含有率は、各器官ともに無窒素区が標準区に比べて顕著に低い。リンは、果実及び2~30mmの根が無窒素区で、細根は標準区が高く、カリウムは果実と細根が無窒素区で高い。カルシウム、マグネシウムは細根だけが無窒素区が高く、他の器官は標準区と大差がなかつた。

た。

無機成分含有量を標準区に対する無窒素区の割合でみるとどの成分も無窒素区が少なかったが、窒素が71.8%で最も少なく、リン酸が91.6%で最も多く、カウリム、カルシウム、マグネシウムは80.2~81.5%でその中間であった。窒素の含有量を地上部の器官別にみると、無窒素区は標準区に比べて主幹と30mm以上の太枝が特に少なく50.2~63.5%で、次いで果実、新葉、旧葉で69.6~86.9%であった。地下部においても根幹と10mm以上の太い根が少なく、標準区に対する無窒素区の割合が59.8~69.8%にすぎなかったが、根が細くなるに従って差が小さくなり、2~5mmの小根や細根では無窒素区が多く、細根中の窒素含有量は標準区が36.9gであったのに対し、無窒素区は42.6gで15.4%多かった。他の無機成分も窒素と同様な傾向がみられたが、特に10mm以下の細い根は窒素以上に含有量が多かった。

1 樹体中の無機成分含有量は標準区、無窒素区ともにカルシウムが最も多く1,904~1,528gで、次いで窒素

第12表 窒素肥料の無施用が窒素成分の含有率、含有量に及ぼす影響

| 器 官     | 窒素成分の含有率 |      | 窒素成分の含有量 |       | 標準区の無機成分含有量を100とした無N区の割合 |                               |                  |       |       |
|---------|----------|------|----------|-------|--------------------------|-------------------------------|------------------|-------|-------|
|         | 標準区      | 無N区  | 標準区      | 無N区   | N                        | P <sub>2</sub> O <sub>6</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO   | MgO   |
|         | %        | %    | g        | g     | %                        | %                             | %                | %     | %     |
| 果 実     | 1.04     | 1.00 | 96.6     | 67.2  | 69.6                     | 89.3                          | 82.4             | 59.8  | 73.4  |
| 新 葉     | 3.29     | 3.13 | 166.8    | 144.9 | 86.9                     | 89.6                          | 89.7             | 74.2  | 75.0  |
| 旧 葉     | 2.76     | 2.49 | 107.4    | 84.7  | 78.9                     | 87.7                          | 81.3             | 102.9 | 85.2  |
| 1 年 枝   | 2.09     | 1.98 | 19.9     | 19.0  | 95.5                     | 102.3                         | 122.6            | 84.0  | 94.2  |
| 2~3年枝   | 1.11     | 1.09 | 41.0     | 35.6  | 86.8                     | 93.1                          | 58.1             | 114.5 | 92.3  |
| ~ 15 mm | 0.82     | 0.63 | 37.3     | 29.4  | 78.8                     | 134.6                         | 113.4            | 72.7  | 94.4  |
| 15~30mm | 0.82     | 0.63 | 38.3     | 29.9  | 78.1                     | 84.6                          | 94.5             | 98.5  | 103.7 |
| 30~45mm | 0.79     | 0.58 | 50.2     | 25.2  | 50.2                     | 65.8                          | 63.9             | 83.7  | 102.8 |
| 45~60mm | 0.77     | 0.58 | 69.7     | 38.4  | 55.1                     | 69.5                          | 65.2             | 53.7  | 56.9  |
| 60mm~   | 0.73     | 0.54 | 148.6    | 94.3  | 63.5                     | 62.0                          | 82.3             | 68.3  | 64.0  |
| 主 幹     | 0.61     | 0.35 | 58.9     | 30.6  | 52.0                     | 73.4                          | 82.5             | 52.0  | 51.4  |
| 地上部計    | ——       | ——   | 834.7    | 599.2 | 71.8                     | 83.0                          | 82.6             | 76.6  | 81.4  |
| 根 幹     | 0.56     | 0.51 | 98.5     | 58.9  | 59.8                     | 65.3                          | 43.8             | 55.6  | 43.2  |
| 20mm~   | 0.85     | 0.74 | 176.2    | 108.0 | 61.3                     | 128.2                         | 56.0             | 94.3  | 68.5  |
| 10~20mm | 1.31     | 0.93 | 64.8     | 45.2  | 69.8                     | 169.1                         | 95.6             | 75.0  | 75.9  |
| 5~10mm  | 1.37     | 1.16 | 33.3     | 33.1  | 99.4                     | 136.1                         | 109.1            | 114.2 | 126.9 |
| 2~5mm   | 1.55     | 1.34 | 20.5     | 21.0  | 102.4                    | 145.5                         | 116.7            | 112.3 | 133.3 |
| 細 根     | 2.35     | 1.99 | 36.9     | 42.6  | 115.4                    | 108.2                         | 189.2            | 218.6 | 180.0 |
| 地下部計    | ——       | ——   | 430.2    | 308.8 | 71.8                     | 114.0                         | 78.5             | 90.8  | 81.5  |
| 合 計     | ——       | ——   | 1264.9   | 908.0 | 71.8                     | 91.6                          | 81.1             | 80.2  | 81.5  |

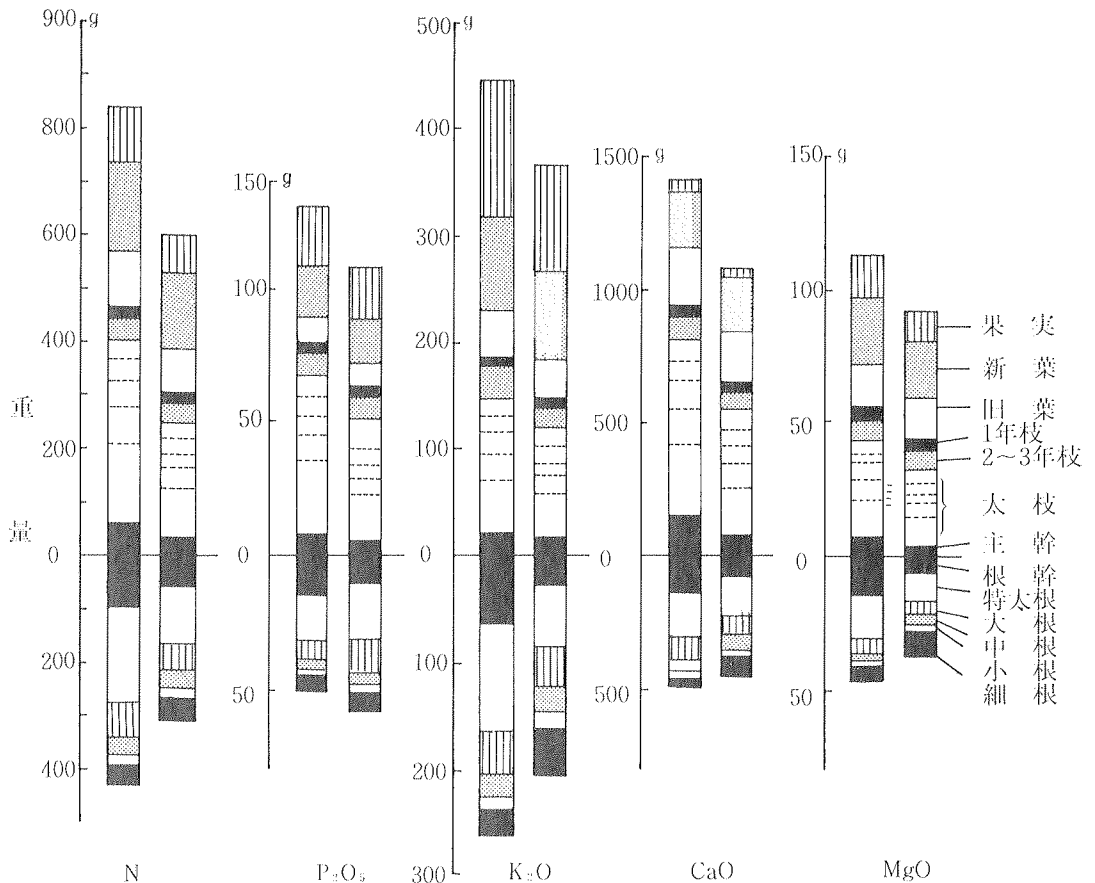


(1,265~908 g), カリウム (707~574 g), リン酸 (182~166 g) の順でマグネシウムが最も少なく160~130 gであった。器官別にみると各無機成分ともに新葉、旧葉、60mm以上の太枝、20mm以上の特大根が多かった。

#### IV 考 察

ウンシュウミカン樹に対する窒素施用量試験の報告は多く出されているが、当県のカンキツ産地のような腐植質火山灰土での成績は少ない。筆者らは一連の養分吸収量調査の中で、ウンシュウミカンの解体調査から収量が

4.5 t/10 aの45年生木園の窒素の吸収量は25.9kgで、天然養分供給量、利用率等から計算すると年間10 a当りの窒素施用量は34.6kg必要であろうことを示唆した(6)。これらの調査と併行して行ったほ場における窒素施用量試験からは、26kg(収量3.5 t/10 a)が適正量で収量構成を良好にし、隔年結果防止を計るためにはそれ以上の施用量が必要であり、果実品質面からみるとそれよりやや低いところにあることを報告し(7)、適正施用の指導を行ってきた。しかし、現在は品質向上対策として、又ミカン価格の低迷も伴って極端な減肥が行われ、隔年結果が激しくなり生産性の不安定さ、収量の低下がみられ



第 10 図 窒素肥料の無施用が無機成分含量に及ぼす影響  
左：標準区 右：無 N 区

るに至った。

そこで、1958年に設定した窒素肥料の無施用樹の発育、葉内成分、収量、果実品質等の調査を行うとともに、'85年に樹体を解体し器官別構成割合、無機成分の含有量を調査し、収量の低下、隔年結果性との関連について検討を行った。

幹周、樹冠容積、せん定量等の樹の発育に対する窒素肥料の無施用の影響は、試験開始後3年目には差がみられ、無窒素区が標準区に比べて劣ったが、試験期間を3期に分けてみると前、中期にその差が大きく、後期になると差がやや縮まった。当場合は10a、50本植で樹令が若く、樹冠間隔が十分ある時期に処理の差が大きくて、樹令が進み密植傾向になると生育への影響が小さくなるのではないと思われる。

着花量、新しよの発生量について、井上(8)は砂耕試験で、1樹当り開花数が標準チッ素区では年次とともに急激に増加したのに対し、無チッ素区では第2年次に急激に減少し以後も増加を示さなかったとし、高橋(22)は晩秋施肥が1葉当りの花数を増大させるとしている。富田も夏季に窒素を施用すると開花数、新しよ伸長量は増大し(23)、秋季に窒素施用量が多くなる程翌年の開花数、新しよ伸長量はともに増大する傾向にあったとしている(24)。本試験においても結果母枝20本当りの直花数には差がみられなかったが、有葉花数は無窒素区が明らかに少なく、発芽総数に対する花の割合も無窒素区が劣った。達観調査による着花度、ほう芽度は標準区に比べて無窒素区は劣る傾向にあったが有意性は認められていない。しかし、無窒素区での年次間の変動幅が極めて大きかった。以上のような結果から、窒素肥料の無施用は着花数を減少させるとともに、隔年性をもたらす要因になっているものと思われる。

果実肥大について、生理落果の終わった7月下旬の初期肥大の果実横径は、無窒素区が標準区に比べて明らかに劣り、以後収穫時期までその傾向が続いた。7月下旬の横径を100とした肥大率は、無窒素区が良好であることから、無窒素区は果実の初期肥大が極めて劣ることを示している。井上(8)は処理による開花期の差は各年次で著しくはなかったが、倍量窒素区及び無窒素区の開花は標準区より2~3日遅れるのが普通であるとしている。中間(14)は、窒素施用量差が花のセット歩合には関係しないが花の生重、窒素濃度、窒素含量に影響を与えている。このようなことから、無窒素樹は樹体栄養から花の充実度を悪くし、開花期の遅れも伴って果実の初期肥大を悪くしたものと考えられる。

窒素施用量差が葉内成分に与える影響は、すでに多くの成績が出されている。本試験では処理開始12年後の'70年から調査を行ったが、窒素成分は顕著な差がみられており無窒素区は3%を下回っていた。15年間の平均値の差は0.22%であったが、無窒素区は標準区を上回ることにはなかった。リンは両区の間には差がみられなかったが、カリウムは無窒素区が、カルシウム、マグネシウムは標準区が高かった。これらの成分は、窒素肥料の施用の有無に伴う各成分の拮抗、相乗作用によるものと思われる。

窒素肥料の施用の有無が収量差となって現われる年数は3年目からであった。筆者が行った窒素施用量試験(7)では7年を要しており若干異っていたが中間(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おり、これらとはほぼ一致していた。

窒素施用量が収量に及ぼす影響については数多く報告されているが、試験期間が10年以上の成木樹での試験報告についてみると、少肥区(15kg/10a)が良好であったとする報告(12)もみられるが、岩本ら(9)は31.0kg区が最も良好で、次いで15.5kg区であり、51.6kg区と無肥料区が少ないと報告し、小笠原ら(15)は26~34kg、赤松ら(1)の試験でも30~45kg区での収量が多いようであった。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の報告もある。本試験での標準区の窒素施用量は10a当り26~30kgで、収量は24年間の平均値で3.68t/10aであったのに比べ、無窒素区は2.04t/10aで55%にすぎず1㎡当りの収量をみても無窒素区は明らかに少ない。収穫果数は、無窒素区が標準区の60%であり、1果平均重、M級果以上の大果割合も極めて劣っていた。以上のように、無窒素樹では果数の減少に伴う果実肥大の増加はみられず収量、収量構成ともに悪い状態にあった。

少肥による隔年結果性の増大については小笠原ら(15)、赤松ら(1)、森本ら(12)によっても認められており、大垣ら(16)は、隔年結果性と樹体養分吸収量との関連から摘果、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。又、筆者(7)も20kg以下の減肥で年次を経ると、着果に伴う樹体養分の消耗と果実による養分収奪量の割合が高くなり、翌年への貯蔵養分の確保が伴わず、隔年結果が激しくなると報告した。窒素の無施用樹では、より激しい樹体栄養のバランスの崩れとともに着花量の減少と隔年性が、隔年結果を助長しているものと考えられる。

果実形質に及ぼす窒素施用量の影響について、窒素の多用によって果皮が厚くなり果肉率、果実比重が低下し、浮皮率が高まるとする報告(1, 3, 7, 8, 9, 12, 19, 21, 23, 24, 25)が多く、本試験の無窒素区と標準区の間においても同様な結果を示した。果汁成分は、無窒素区が標準区に比べて還元糖が低く、非還元糖が高い値を示した。クエン酸含量は、無窒素区がやや低い傾向にあったが有意性はなく、Brix、全糖には全く差がみられなかった。窒素の多用は果汁中の糖含量を低下させ、クエン酸含量を高めるとする報告が多い(1, 3, 8, 9, 10, 12, 17, 19, 20, 25)が、筆者が行った窒素施用量試験(7)においても糖含量は、30kg以下の区に比べて40kg区がやや低下し、クエン酸含量は10kg区が20kg以上の区に比べて低かったがその差は小さいものであった。本試験における無窒素区と標準区の間においても、Brixやクエン酸含量に差がみられず腐植質火山灰土における窒素施用の果汁成分への反応が極めて弱いものと考えられる。

窒素施用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。本試験では無窒素区が標準区に比べて、果実の腐敗率がやや高い傾向にあったが有意性はなく、筆者が行った窒素施用量試験(7)においても10~40kg/10aの範囲では貯蔵性への影響は少なかった。又、貯蔵中の果実品質への影響も少ない。

1樹当りの乾物重は、無窒素区が標準区に比べて22.7kg少なく、赤松ら(1)も窒素施用量の増加に伴って乾物重が増加することを報告している。器官別にみると無窒素区は30mm以上の太枝、主幹、果実、葉、地下部の根幹、20mm以上の特太根のような樹の栄養貯蔵器官の割合が少ない。細根は逆に無窒素区が標準区に比べて多く、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)、中島ら(13)、広部(8)によって報告されている。窒素成分の含有率はどの器官についても無窒素区が低く、含有量も30mm以上の太枝、主幹、根幹、特太根が特に少なかった。

以上の結果を総合して、腐植質火山灰土での窒素肥料の無施用は果実品質への影響は小さいが、収量の低下、収量構成の不良化、隔年結果性の増大に与える影響が極めて大きかった。これらの発現要因としては窒素肥料補給の停止により、葉内、樹体内窒素の減少が樹の發育を低下させ、長期的には栄養貯蔵器官の減少と貯蔵養分の不足が着花数の減少とその隔年性とが相まって収量の減

少、隔年結果性を助長するものと考えられる。これらのことから、長年にわたる極端な減肥は、栄養貯蔵器官を縮小させているので一時的な増肥では回復させることは出来ない、安定生産を図るためには、常に適正施用量を心掛ける必要がある。

## V 摘 要

辻村系普通温州の成樹を供試し、1958年から'85年までの27年間、無窒素樹と標準施用量樹についての生育、収量、隔年結果性、果実品質、樹体中の無機成分含有量等の差異について検討した。

1. 樹の發育は処理3年目には差がみられ、無窒素樹は標準施用量樹に比べて幹周は89%、樹冠容積は81%、せん定量は70%で極めて劣った。

2. 無窒素樹は有葉花数、有葉花割合が少なく、各肥大期の果実横径も標準施用量樹に比べて劣った。

3. 収量を24年間の平均値でみると無窒素樹は標準施用量樹の55%、収穫果数が60%であり、1果平均重、大果割合も極めて劣った。隔年結果性は標準施用量樹が8.7%であったのに比べて無窒素樹は24.8%で、無窒素樹の隔年結果が激しかった。

4. 果実品質について、無窒素樹は果皮が薄く、果肉率、果実比重が高まり、浮皮率が減少した。果汁成分では還元糖が低下し、非還元糖が高まったが、果皮色、果形指数、Brix、全糖、クエン酸には差がみられなかった。

5. 貯蔵中の腐敗量、果重の歩減り量、果実品質の変化には窒素施用の影響が小さく、収穫時の果実品質の良否が貯蔵後期まで続いた。

6. 葉内窒素は、15年間の平均値で無窒素樹は標準施用量樹に比べて0.22%低く、標準施用量樹より高まる年はなかった。リンは両者に差がなく、カリウムは無窒素樹が、カルシウム、マグネシウムは標準施用量樹で高い値を示した。

7. 樹体乾物重は、無窒素樹が標準施用量樹に比べて22.7kg少なく、特に太枝、主幹、特太根、根幹で少なかったが、細根、小根は逆に多かった。

8. 窒素含有率は、全ての器官で無窒素樹が低く、含有量は樹体乾物重と同様な傾向にあった。

## 引用文献

1. 赤松 聡・大和田厚・船上和喜(1970). 温州ミカン成木に対するチ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. ———・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, 葉齡, 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). 温州蜜柑の施肥量試験 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 神奈川県園試研報 17 : 18~26.

7. ——— (1981). 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 神奈川県園試研報 28 : 1~3.

8. 井上 宏 (1971). 温州ミカン栄養生理に関する研究 (第2報). 砂耕におけるチッ素施用の有無と幼樹の開花, 結実 (5年継続試験) 農及園 4 (3) : 93~94.

9. 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 熊本県果樹試業務報告 : 256~261.

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

11. カンキツのチッ素施肥に関する研究集録 (1975). 農林省果樹試編

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

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. カラタ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. 坂本辰男・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. ———・——— (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. 高橋郁郎 (1935). 温州蜜柑樹に対する冬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.

23. 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.

24. ——— (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.

25. 鳥潟博高・増井正央・鈴木 登 (1955). 温州ミカンの果実の發育に関する研究 (第1報) 晩期窒素施肥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

During the past 27 years since 1958, the effects of non-fertilization of nitrogen on tree growth, yield, fruit quality and mineral contents in Satsuma mandarin cultivar 'Tsuji-mura' were examined.

1. There were distinct differences in tree growth at the third year of fertilizer treatment. The enlargement of tree trunk girth was 89%, the increasing crown capacity was 81% and pruned weight was 70% on the tree which was fertilized non-levels of nitrogen.

2. The number of leafy inflorescence was less, its ratio was lower and the fruit enlargement from July to November was less on the fertilized tree with non-levels of nitrogen than with standard levels of nitrogen.

3. The average yield during the past 24 years was 55%, the amount of harvesting fruit was 60% in the fertilized tree with non-levels of nitrogen compared to the fertilized tree with standard levels of nitrogen. The mean fruit weight was distinctly small and the rate of large fruit was also low in the fertilized tree with non-levels of nitrogen. The more significantly alternate bearing habit appeared to be 24.7% in the fertilized tree with non-levels of nitrogen compared to 8.7% in the fertilized tree with standard levels of nitrogen.

4. Rind thickness was thinner, flesh per fruit and specific fruit gravity were higher and puffing ratio was lower, and reducing sugar was higher and non-reducing sugar was higher on the fertilized tree with non-levels of nitrogen than with standard levels

of nitrogen. On the other hand, no difference in rind color, fruit shape, brix contents, total sugar and citric acid existed between non and standard levels nitrogen.

5. Fruit decay, weight loss and the change of fruit quality were scarcely affected by the treatment of nitrogen levels during ordinary storage, and the difference of fruit quality at the harvest was kept at the late term during storage.

6. Average nitrogen contents for 15 years in leaves was low at 0.22% in the fertilized tree with non-levels of nitrogen comparing to the fertilized tree with standard levels of nitrogen, phosphorus content was different between non and standard levels of nitrogen, kalium content was high in the fertilized tree with non-levels of nitrogen and calcium and magnesium content was high in the fertilized tree with standard levels of nitrogen.

7. Dry weight of tree was low at 22.7kg in the fertilized tree with non-levels of nitrogen compared to the fertilized tree with standard levels of nitrogen, in this dry weight, big limbs over 30mm, trunk, and big roots over 20mm were low distinctly, on the other hand fibrous root and thin roots of 2-5mm were high.

8. The rate of nitrogen in the all organization of tree was lower in the fertilized tree with non levels of nitrogen than in the fertilized tree with standard levels of nitrogen, and nitrogen content showed same tendency as dry weight of tree.