

# ウンシュウミカン樹の生育・収量および品質に及ぼす土壌深 浅の影響

誌名	沖縄県農業試験場研究報告 = Bulletin of the Okinawa Agricultural Experiment Station
ISSN	03877841
著者	大城, 正市 宮城, 光則
巻/号	10号
掲載ページ	p. 101-109
発行年月	1985年4月

# ウンシュウミカン樹の生育・収量および品質に 及ぼす土壌深淺の影響

大 城 正 市・宮 城 光 則

(名護支場果樹研究室)

Effect of Soil Depth Relating to Water Stress on Growth,  
Yield and Fruit Quality of Sastuma Mandarin Tree.

Masaichi OSHIRO and Mitsunori MIYAGI

(Nago Branch, Okinawa Prefectural Agricultural Experiment Station Naha, Okinawa 903)

## Summary

The objective of this study was to determine effects of soil depth upon growth, yield and fruit quality of Sastuma mandarin trees and water stress during the different stages of the fruit enlargement.

1. When water stress was applied the trees during the periods of the fruit enlargement, the sugar and acid contents in the fruit juice were apt to increase. When water stress was given on the trees before harvest, sugar content in the juice was high.
2. Water stress adversely affected on enlargement of the fruit, but not on the total number of the twigs sprouted during the Experiment.
3. Deeper the depth of the soil, better the growth of the trees and higher the yield. But lower the sugar and acid content in the juice. These suggested that the trees grown in the deeper soil received less water stress.
4. There was a little difference of water potentials of the leaves among the trees grown in the different soil depth.

## 緒 言

ミカン類の生産力に対する有効土層の深淺の影響について、いくつかの報告(内田ら1979, 1980, 峯ら1984)がある。筆者ら(1982)も沖縄県のミカン園の栄養診断調査の結果に基づいて、有効土層の深淺がウンシュウミカンの生産力に大きな影響を与えていることを明らかにした。

しかし、いずれの報告もほとんどが現地圃場の調査結果によるものであり、有効土層の深淺と樹の生育、果実の収量および品質等の対比・検討は行なわれているが、樹体の生理生態的な観点から研究を行なった事例は少ない。有効土層の深淺の

ミカン樹に対する影響は水ストレスを受ける程度に現われると推定されている。水分は果実生産力とともに、果実品質にも大きく影響するので、土層の深淺と関連させて、土壌水分や植物体の水分について詳細な実験を行なうことは、果実生産力および品質をとともに高めるために、重要なことである。

ここ数年間、ウンシュウミカン樹を対象に土壌水分および有効土層の深淺に関するいくつかの処理区を設定、実験を実施し、その樹の生育、果実収量および品質等に及ぼす影響について、知見が得られたので報告する。

本実験を遂行するにあたって、土壌水分や葉の水ポテンシャルの測定の際に種々便宜をはかって

下さった県林業試験場造林研究室の方々に深謝の意を表する。

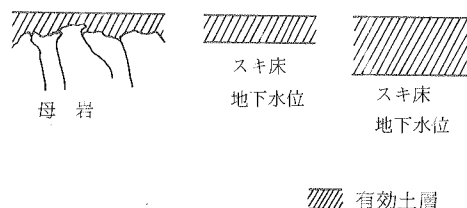
## 材料および方法

### 1. 時期別乾燥処理の影響

有底セメントタンク(深さ60cm×広さ90×60cm)に粘板岩土壌をつめ、1981年12月中旬に2年生オキツ早生ウンシュウを植付けた。その後2年間通常の肥培管理をして、供試材料とした。試験は6、7、8月の各月の乾燥処理区と無処理区を設け、4処理1区1樹2反復で試験配置して実施した。実験中の水管理は、無処理区にブルドン管式テンションメーターを設置して、その値を参考に無処理区が水ストレスを受けないように行った。各乾燥処理区は各月の始めから断水(発泡スチール板でタンクにフタをして雨水等が入らないようにした)し、極端な乾燥を防ぐために各月の中旬に一度灌水した。処理開始前に葉果比をそろえた。葉果比はブロックI、IIでそれぞれ21、35であった。果実の肥大、各月の新梢の発生数(枝長3cm以上)、果実品質(処理終了前後の2回)および2週に1回、葉の水ポテンシャルを測定調査した。葉の水ポテンシャルの測定後、当年生春葉を対象にプレッサー・チャンバー法で行った。

### 2. 土層の深浅とミカン樹の生育・収量・品質の関係

圃場条件において土層および有効土層の深さが規定される典型的な3事例について図示した(第1図)。これに類似した試験区を作るため、排水を考慮して底にセメントを敷きつめ、粘板岩土壌を充てんした土層30、60、100cm区(6.0×7.3m)を各2区作った。その中で1区は耕起区(ざんごう掘り)区、他は不耕起区とした。各処理区には1982年12月中旬にオキツ早生ウンシュウ2年生苗を6本あて植えた。その中の3本を永久樹として、それらを供試材料とした。植え付け後、毎年、樹の生育、果実収量、品質調査および葉分析等を行っ



第1図 典型的な有効土層のプロフィール

た。とくに1984年度はミカン樹の生育と土壌および植物体の水分との関係を解明するため、土壌水分や葉の水ポテンシャルの変化の測定や果実肥大調査を行なった。また、間伐樹を対象に土層30、100cm区の樹の解体調査を冬季に行い、地上部、地下部の配置状況を調査した。土壌水分の変化は水銀マメメーター式テンションメーターで、土層30cm区は地表下20cm、60cm区は40cm、100cm区は60cmの深さに埋設して測定した。

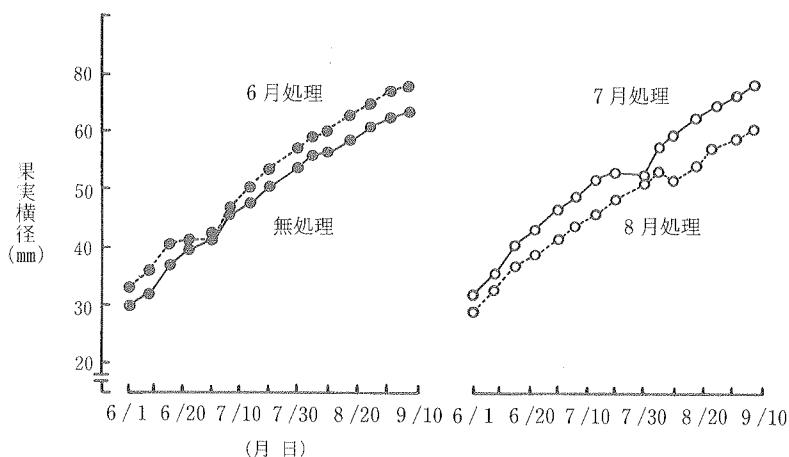
## 結 果

### 1. 時期別乾燥処理の影響について

果実の肥大状況について、生理落果終了後から収穫期まで測定した結果(第2図)、測定開始の果実の大きさの相異が、若干の変化はありながらも収穫期まで続いた。すなわち6、7月処理区が最も大きく、次いで無処理区、8月処理区の順であった。無処理区の肥大は8月上旬まで直線的に進み、それ以後成熟が進むにつれて、肥大率が小さくなった。各乾燥処理区はそれぞれの処理期間中の肥大率がゼロかマイナスになり、肥大が極端に抑制された。処理終了後に十分に灌水すると、肥大率が急激に上昇したが、処理前の肥大状況から推定された大きさには回復しない傾向にあった。

処理終了前後の2回にわけて品質調査をした結果(第1表)、果実重量は前述の肥大状況を反映し、2回とも6、7月乾燥処理区が大きく、次いで無処理、8月処理区の順であった。果肉歩合は第1回目が82%前後であり、第2回目は84%前後であり、区間に差はなかった。果皮色は肉眼でもほとんど差がなく、色差計値(L, a, b)にも差がみられなかった。糖度は2回とも有意差はみられなかった。しかし、無処理区に比べて、各乾燥処理区は1%近くも糖度が高く、とくに収穫直前の8月乾燥処理区は高くなる傾向にあった。酸度も有意差はないが、乾燥処理区が若干高い傾向にあった。

無処理区の発生新梢数の大部分が6~7月に集中したが、6月乾燥処理区は処理期間中の新梢発生がほとんどなく、7月に大部分の枝が発生した(第3図)。同様に7、8月の乾燥処理区では、処理期間中の新梢発生がほとんどなく、9月に40%の枝が発生した。処理によって、枝の発生時期に変化がみられたが、6~9月間の発生枝総数は一樹当り無処理区:30本、6月乾燥区:32本、7月乾燥処理区:48本、8月乾燥区:46本であり、抑制



第2図 各処理区の果実肥大

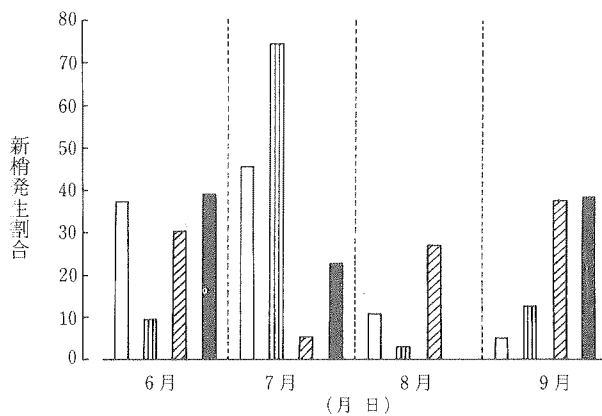
第1表 各処理区の果実品質

第1回目 (8月31日サンプリング)

	果実重(g)	果肉歩合(%)	果皮色			糖度(%)		酸度
			L	a	b	糖度	酸度	
無処理	92.4	82.3	33.2	-10.2	15.1	6.7	1.18	
6月乾燥	110.0	79.7	33.5	-10.5	15.5	7.3	1.22	
7月〃〃	107.4	82.0	33.0	-10.4	15.0	7.5	1.30	
8月〃〃	82.3	82.2	35.9	-10.8	17.1	8.0	1.15	
有意性	※	NS	NS	NS	NS	NS	NS	

第2回目 (9月10日サンプリング)

	果実重(g)	果肉歩合(%)	果皮色			糖度(%)		酸度
			L	a	b	糖度	酸度	
無処理	112.2	84.1	35.5	-11.0	17.4	7.2	0.89	
6月乾燥	122.1	83.6	35.5	-10.9	17.3	7.5	0.98	
7月〃〃	120.7	83.6	34.5	-10.7	16.3	7.6	1.10	
8月〃〃	100.6	84.4	35.6	-11.1	17.1	8.3	1.05	
有意性	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	



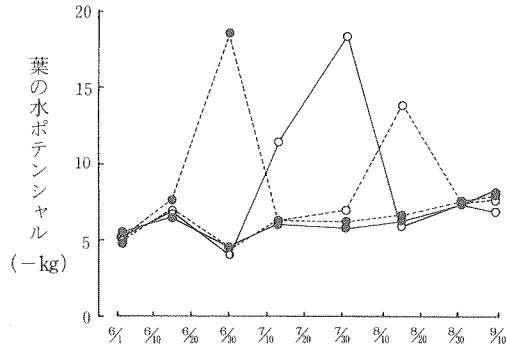
第3図 各処理区の月別、新梢発生割合

□ 無処理    ▨ 6月乾燥    ▩ 7月乾燥    ■ 8月乾燥

効果はみられなかった。

実験期間中の植物体の水分変化(葉の水ポテンシャル  $\Psi_{max}$ )を第4図に示した。無処理区はいずれの時期でも葉の水ポテンシャルの値が-5~-8 kg以上であり、ほとんど水ストレスを受けなかった。各乾燥処理区は、それぞれの時期に葉の

水ポテンシャルの値が-14~-19kgにも達し、激しい水ストレスを受けた。8月乾燥処理区で水ストレスを受けた程度が小さかったのは、8月下旬に台風があり、水分遮断が完全でなかったためである。葉の水ポテンシャルの値が-20kg前後になった樹では旧葉の落葉が観察された。



第4図 各処理区の葉の水ポテンシャルの変化

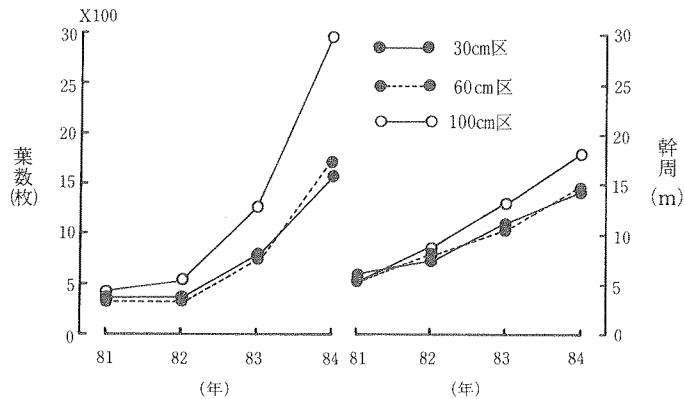
●—●無処理 ●---●6月処理 ○—○7月処理 ○---○8月処理

## 2. 土層の深浅とミカン樹の生育・収量・品質の関係について

耕起区と不耕起区との間の効果についてはいずれの区も客土であり、樹が若かったことによるためか、両者に差がみられなかった。今回の調査結

果は土層の深浅のみの効果が対比できた。

植え付け当初から3ヵ年間のミカン樹の生育(第5図)を比較すると、土層の深浅によって明らかに差がみられた。生育指標の一つである葉数は、植え付け時にいずれの区も450枚程度であった



第5図 各土増区の生育経過

が、樹令が進むにつれて増加した。植え付け後3年目で30、60cm区では一樹当たり1500枚前後で、60cm区がわずかに多く、100cm区では3,000枚前後に達し、明らかに前二者より多くなった。他の生育指標の一つである幹周についても、葉数と同様の

結果が得られた。すなわち、植付け時はいずれの区も5cm前後であり、樹令が進むにつれて増加した。3年目で30、60cm区が15cm前後で、わずかに60cm区が大きく、100cm区は約18cmで明らかに大きくなった

第2表 各土層区の収量と果実品質

	30 cm 区			60 cm 区			100 cm 区		
	収量	糖度	酸度	収量	糖度	酸度	収量	糖度	酸度
82年	1.2	9.0	1.45	0.5	3.9	1.89	0.9	7.9	0.79
83年	0.3	6.3	0.91	0.5	6.6	0.97	0.7	6.3	0.98
84年	8.2	7.2	2.90	5.0	7.0	3.00	14.5	6.8	2.87
平均	3.2	7.5	1.75	2.0	7.5	1.95	5.4	7.0	1.55

注) 収量は一株当たりkg、糖・酸度は%

3カ年の果実収量と品質調査結果(糖・酸度)を第2表に示した。収量は年次間変動が認められ、とくに82~83年は植付後まもないこともあって、総じて少なく、一定の傾向はみられなかった。3カ年間の一樹当たり平均収量は100cm区が5.4kgで最も高く、次いで30cm区3.2kg、60cm区2.0kgであった。品質の重要形質である糖度は、82、83年は土層が深くなるにつれて低くなった。83年度は収量が極

端に少ないため、糖度も低かったが、60cm区がわずかに高かった。3カ年間の平均糖度は、土層が深くなるにつれて低くなる傾向にあった。酸度は82、84年度が60、30、100cmの順に低く、83年度は100、60、30cm区の順に低くなった。3カ年間の平均は60、30、100cm区の順に低く、一定の傾向がみられなかった。

第3表 各区の葉成分含量について

	%			ppM					
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
30cm区	3.63	0.19	0.96	1.65	0.39	36	78	65	29
60cm区	3.49	0.18	0.92	1.42	0.43	28	75	58	35
100cm区	3.77	0.18	1.11	1.61	0.38	28	77	37	28

注) 1956、57年の結果から作成

過去2年間の葉成分含量(第3表)についてみると、Nは各区とも3.4%以上あり、栄養診断の観点(静岡県1972)からみると、過剰範囲にある。Pは0.18~0.19%に分布し、いずれの区も適量以上含んでいた。Kは30、60cm区が低い範囲にあり、100cm区は適量の範囲にあった。Caはいずれの区も欠乏範囲にあった。Mgはいずれの区も適量の範囲にあった。その他の微量成分についてみると、Cu:過剰、Fe:適量、Mn:適量、Zn:ほぼ適量の範囲にあった。

84年度は各区とも樹が大きくなり、着果量も多くなったので、葉の水ポテンシャル測定用の採葉や果実肥大調査が可能になった。そこで84年度は、土層の深淺が樹の生育、果実収量、品質等に対する影響を明らかにするため、水ストレスに関するいくつかの調査を行った(第6~8図)。

各土層区の果実肥大(第6図)についてみると、各区ともにほとんど同様な傾向で増加した。各区とも5~6月中旬~下旬までは肥大率が高いが、その後は降雨がなく土壌が乾燥したため(後述)、肥大率が抑制された。6月中旬までは100cm区、30cm区、60cm区の順に果実が大きかった。6月下旬~

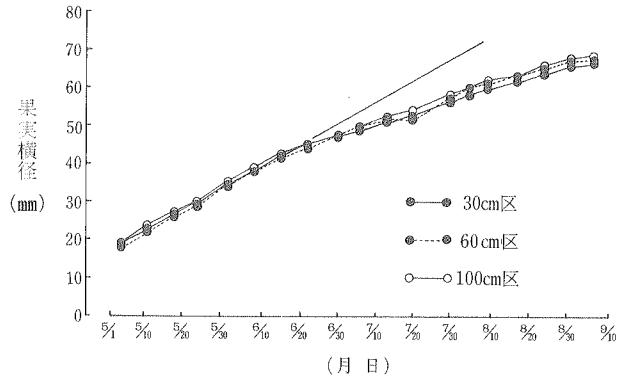
7月上旬の間はほぼ同じ大きさで経過した。降雨により土壌水分が十分であった7月中旬以降の果実の大きさは100、60、30cm区の順に大きく経過した。大差はないが、土層が深くなるにつれて、果実が大きくなる傾向にあった。

夏季の土壌水分の変化(第7図)は、各区ともほぼ同様な傾向を示した。降雨が適度であった5~6月中旬までは各区とも、水銀柱高100mm以下であった。長期の無降雨が続いた6月中旬~7月中旬には、水銀柱高の値も急上昇し、土壌水分が激減した。初期萎凋点(pF 2.8、水銀柱高600mm)を越えた日が30cm区:20日間、60cm区:7日間、100cm区:13日間も続いた。7月下旬以後は、降雨が継続的にあり、水銀柱高の値が高くなり、植物体が水ストレスを受けるような乾燥は出現しなかった。各区の土壌水分の変化で特徴的なことは、埋設した深さが異なるので当然であるが、土層が深くなるにつれて、水銀柱高の上下の変化が緩慢になったことである。

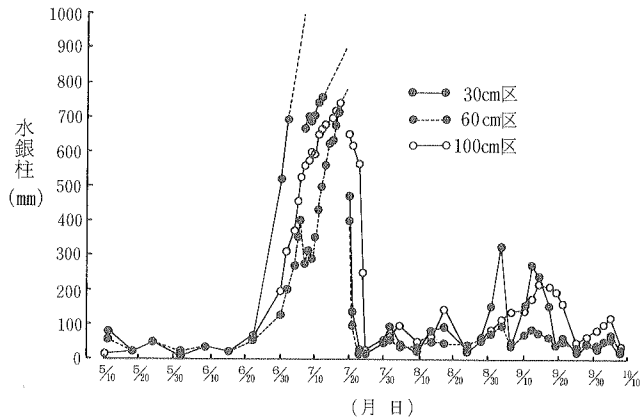
植物体が水ストレスを受ける強弱の指標として、葉の水ポテンシャル( $\Psi_{max}$ )を測定した(第8図)。各土層ともほとんど同一の傾向で変化した。

ほぼ全期間を通じて、葉の水ポテンシャルの値に大差がなかったが、わずかに100cm区が大きく、次いで60、30cm区の順であった。7月中旬の葉の水ポテンシャルの値が低いのは、無降雨の日が長く

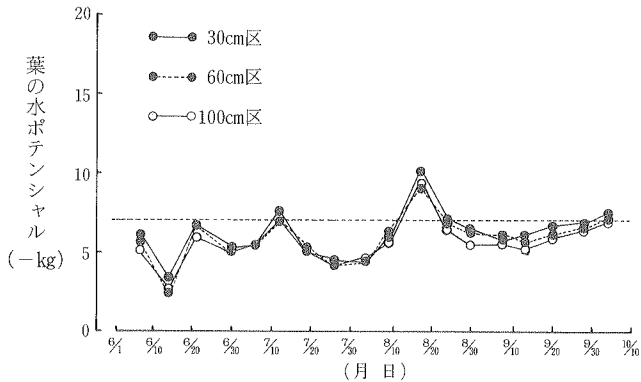
続いた時期に対応しており、8月中旬の低い値は、台風前日の強風で蒸発散が盛んになったと思われる時期に対応した。



第6図 果実の肥大



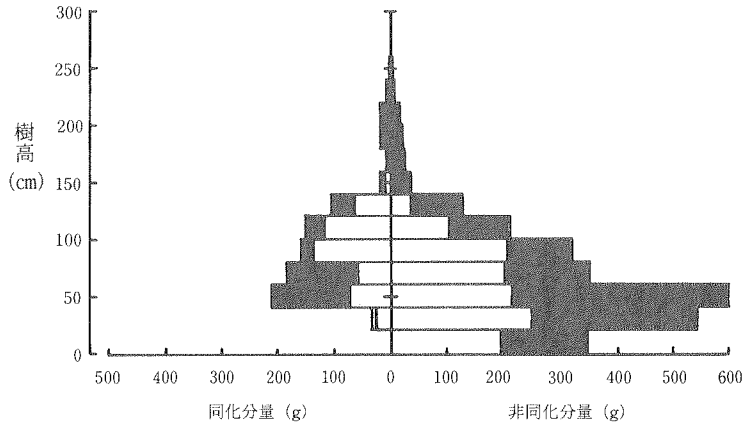
第7図 土壌水分の経時変化(夏秋季)



第8図 葉の水ポテンシャル(Ψmax)の経時変化

耕起区の間伐樹を対象に行なった30、100cm区の樹の解体調査結果（第9、10図）をみると、地上部の垂直分布は、同化部分（葉および葉柄）およ

び非同化部分（茎部）とも、30、100cm区でほぼ同一のパターンを示した。同化部分は0～20cmの高さ

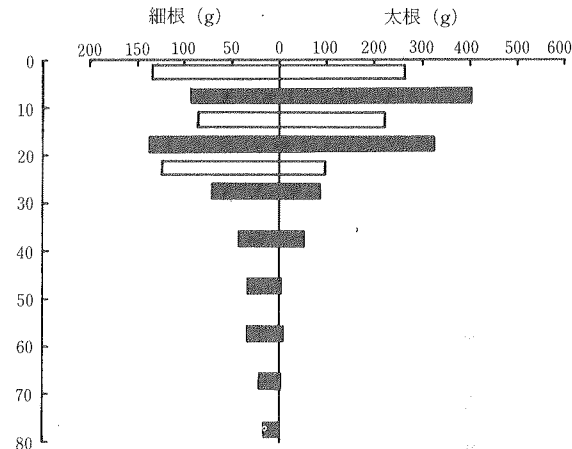


第9図 土層30、100cm区の地上部の垂直分布

□ 30cm区      ■ 100cm区

には分布せず、40～60cmで、最も多かった。高くなるにつれて漸減し、30cm区は160cm、100cm区は260cmまで分布した。非同化部分は0から60cmにかけて激増し、60cm以上は減少した。樹高は30cm区が160cm、100cm区が260cmに達した。同化部分の乾物量は30cm区：481.2g、100cm区：890.2gであり、非同化部分の乾物重は30cm区：1223.3g、100cm区：2592.6gであった。非同化部分(C)/同化部分(F)比は30cm区：2.54、100cm区：2.91であった。根の垂直分布（第10図）をみると、30cm区では、

セメントによって根の伸長が制限され、深さ30cmまでしか分布しなかった。100cm区は深さ80cmまで分布した。30cmまでに分布する割合は細根が67.7%、太根が92.2%であり、細根の半分以上、太根の大部分が0～30cmの部分に分布していた。根の総量は30cm区：931.6g、100cm区：1331.7gであり、細根/太根の比は30cm区：0.59、100cm区：0.50であった。地上部/地下部の比率は30cm区：1.8、100cm区：2.6であり、樹が大きくなると、比が大きくなる傾向にあった。



第10図 地下部の垂直分布について

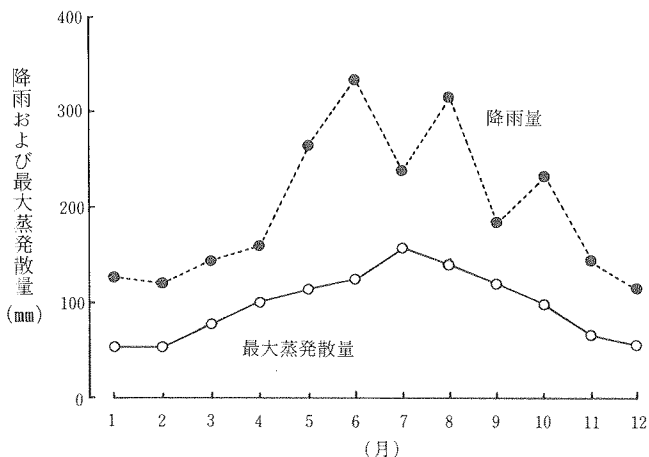
□ 30cm区      ■ 100cm区



考 察

沖縄県のミカンの主産地である本島中～北部地域の年間降雨量は2,000mmを越えている。その上、

ミカンの最大収量を得るのに必要な月別最大蒸発散量 (ETmax) を Penman 法 (Doorenbos & Kassam 1979) に従って算定すると、第11図のようになる。これらの2つの事実から判断すると、



第11図 月別平均降雨量と最大蒸発散量 (ETm)

沖縄県のミカンはまったく水ストレスを受けず、果樹の生育阻害および生産阻害はないと思われる。しかし、実際には水ストレスを受けていることを示す報告 (大城ら1983) があり、水分不足による葉の萎凋や果実の軟弱化がみられる。これは日常経験するように、沖縄県の場合、降雨が偏在し、連続無降雨日がほぼ毎年5～9月に2～4週間も続くので、灌漑の間断日数の計算結果からも理解される。前述の最大蒸発散量 (ETmax)、土壌の有効水分の保持量 (県農試1981) や根の分布している深さから間断日数を計算すると、一般的なミカン園地で2週間以内であるので、ミカンも水ストレスを受け、生育ひいては生産が抑制されている。

土壌の乾燥がウンシュウミカンの生育や果実収量・品質に及ぼす影響について、数多くの報告 (Kuraoka et al., 1957, 農水省 1976, 間苧谷ら 1977, 77) がある。本実験の結果では、種々の時期における土壌の乾燥によって、ミカン樹が水ストレスを受けると、果汁中の糖および酸度が増加する傾向にある。とくに収穫直前の8月乾燥処理は糖度の増加傾向が大きく、なお果実肥大は全期間 (6月～8月) の土壌の乾燥によって抑制され、前述の諸報告結果と一致した。Kuraoka et al., (1957) や間苧谷ら (1977) はウンシュウミカンの生育・果実収量や品質に対する水ストレスの影響

について研究し、土壌 pF3.0前後、葉の水ポテンシャルの値が-20kg前後になると枝葉の生長が停止することを明らかにした。本実験でも、葉の水ポテンシャルの値が-20kg前後になったので、枝葉の充実度や大きさに影響し、生長を抑制したと推定された。一方、発生枝総数には影響はみられなかった。

土層の深浅が果樹の生育・収量・品質等に与える影響を明らかにしたいいくつかの報告 (山崎ら 1973、内田ら 1979、1981、峯ら 1984) があるが、一貫性のある結果は得られていない。これは調査地域における気象条件、土壌条件や根の分布状態等が異なるためではなかろうかと推定された。過去3カ年間の本調査では、土層が深くなるにつれて、樹の生育は旺盛で収量が高く、品質指標の糖・酸度は減少する傾向にあった。従来諸説や実験1の結果から判断すると、土層が深くなるにつれて、ミカン樹の水ストレスを受ける程度が弱くなっていると推定される。この外に、土壌水分や葉の水ポテンシャルの値の変化をみると、土層が深くなるにつれて、土壌水分の減少が遅れ、葉の水ポテンシャルの値が若干小さく変化しただけであった。長期にわたるこの小さい差が累積的に作用して、ウンシュウミカン樹の生育・収量・品質等に影響したと推定することも可能であろう。また、土層の深浅によって根の分布する深さ (第10

図)が明らかに異なるので間苧谷ら(1980)が指摘したように、日中の葉の水ポテンシャルの値( $\Psi_{\text{mini}}$ )に差があり、その差が各土層区のウンシュウミカン樹の生育・収量・品質等に影響したことも考えられ、今後の検討が必要である。

### 摘 要

土層の深淺がウンシュウミカン樹の生育・収量・品質に及ぼす影響を明らかにするため、時期別乾燥処理試験と土層の深さが異なる圃場に植えられた樹の生育・収量・品質調査を行なった。

1. 果実の肥大期に水ストレスを受けると、果汁中の糖・酸度が高くなる傾向にあった。とくに収穫期前に水ストレスを受けると、糖度が高くなった。
2. 果実肥大は水ストレスによって抑制されたが、枝の発生総数には影響しなかった。
3. 土層が深くなるにつれて、樹の生育がよく、収量が増加した。逆に果汁中の糖・酸度は減少し、水ストレスを受ける程度が弱いことが示唆された。
4. 異なった土層区で生育するミカン樹の葉の水ポテンシャル値( $\Psi_{\text{max}}$ )に大差がなかった。

### 引用文献

1. Doorenbos, J. and A. H. Kassam (1972) Yield Response to Water. FAO Irrigation and Drainage Paper 33 Rome 193pp
2. Kuraoka, T., K. Mastumoto, T. Kikuchi and J. Watanabe (1957) Fundamental Investigations on the Irrigation of Citrus Trees. 園学誌, 26 (2) : 83~94
3. 間苧谷徹・町田裕・山津憲治 (1977) 果樹の葉内水分不足に関する研究、第6報、葉の水

ポテンシャルが温州ミカン樹の生育に及ぼす影響。園学誌, 45 (4) : 329~334

4. \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ (1977) \_\_\_\_\_、第7報、夏季の葉の水ポテンシャルが温州ミカンの収穫時の果実形質に及ぼす影響について、園学誌, 46 (2) : 145~152
5. \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、(1980)夏季におけるウンシュウミカン樹の水管理の指標としての葉の水ポテンシャル。園学誌, 49 (1) : 41~48
6. 峯浩昭・小田真男 (1984) 低位生産ミカン園土壌に対する生産力増強対策 (1)—根分布と処理の影響—農及園59 (II) : 1377~1384
7. 農林水産技術会議事務局 (1976) 温暖多雨地帯における温州ミカンの品質向上、実用化技術レポート38、東京、31pp
8. 沖縄県農業試験場 (1981) 昭和55年度土壌保全対策事業成績書。沖縄 104pp
9. 大城正一・宮城光則・安富徳光 (1982) 果樹の栄養診断に関する研究、第5報ミカン樹の生育と葉成分ならびに土壌の理化学性との関連について、県農試報7 : 43~50
10. 静岡県、静岡連、農業協同組合 (1972) 柑橘栄養診断事業成績書。静岡 : 336pp
11. 内田誠・市来小太郎 (1979) 有効土層の相違が晩生カンキツの生育・収量・品質に及ぼす影響。常緑果樹試験研究打合せ会議。II。土肥分科会資料、果樹試 ; 1—2
12. \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ (1981) 晩生カンキツの窒素栄養生理的特性、I。有効土層の相違が川野なつだいだいの生育・収量・品質ならびに葉中無機成分に及ぼす影響、常緑果樹試験研究打合せ会議。II。土肥分科会資料、果樹試 1—2
13. 山崎利彦・新妻胤次・田口辰雄・木栄司 (1973) リンゴ園の土壌肥沃度に関する研究、第10報、土壌の深さと地上部の生育との関係、秋田県果樹試験研究報告5 : 73—83