

結実が温州ミカン幼樹の生育及び養水分吸収に及ぼす影響

中島芳和・堀金正己*

(農学部果樹園芸学研究室)

The effect of fruiting on the growth and absorption of water and nutrient elements of young Unshu orange trees.

By

Yoshikazu NAKAJIMA, Masami HORIGANE

(Laboratory of Pomology, Faculty of Agriculture)

Summary

1. An investigation was undertaken to study the effect of fruiting on the growth and absorption of water and nutrient elements of young Unshu orange trees in gravel culture.
2. As fruits grew, the bearing trees in turn declined in tree vigor, and non-bearing trees grew greatly with vigorous shoots. The increase in fruit size was restricted, while the content of soluble solids and acid in the fruit juice was generally higher than those under field conditions.
3. The seasonal absorption of water by the trees growing in gravel culture was somewhat paralleled by changes in air and root temperatures. It would be said that the water absorption to fill content in the vigorous shoots of the non bearing trees was much more than that associated with the increase in the fruit size, whereas the seasonal water absorption per leaf of the bearing trees was not different from that of the non bearing trees.
4. The absorption of each N, P₂O₅, K₂O and MgO by the non bearing trees was two to three times as much as by the bearing trees. In other words, the volume of these nutrient elements with vegetative growth was more necessary than the volume of those with yield in this experiments.

1. 緒 論

柑橘の施肥は成木、幼木によってかえられ、成木にあってはその果実収量を対象として行なわれるのが普通である^(7,13,17,18)。近年、柑橘栽培が普遍化するに伴ない、生産の短期効率を高める手段が講じられるようになった^(8,18)。計画密植による栽培方法は従来の成木、幼木の概念がそぐわないものとなってきている。一般圃場にあつては幼樹の栄養生長が活発であつて人為的に結実量を調節するのは容易でないが、もはや樹冠の拡大を要しなくて果実収量のみを期待出来る樹はすでに成木の性質をおびたものと見なすことが出来よう。本実験は温州ミカン幼樹の結実と施肥との関係を調べる手始めとして、礫耕法により着果樹、不着果樹の生育と養水分吸収量の相異を検討したものである。

圃場果樹類の養分吸収量を測定する方法は、主として樹体の解体分析により、その新生量とそれ

* 徳島県果樹試験場

に含まれる養分量から算出されるのが普通である^(10,15)。この種、礫耕法では礫質、培養液の性質を綿密に吟味することで、培養液の時的濃度変化から養分吸収量を算出することが出来る。本実験で培養液更新時期の濃度及び容量を測定し、時的な養分吸収量の相異を求めようとしたが誤差が大き過ぎて正確を期することが出来なかった。

この実験は徳島県果樹試験場で行われたもので、安達義正場長には終始御懇切な御指導を賜った。また、花岡、中両女史をはじめ試験場職員各位、練習生諸君の御協力を得た。ここに深く感謝の意を表する。

II. 材料及び方法

1960年4月、樹勢強健な3年生温州ミカン杉山系(カラタチ台)を直径45cm、深さ50cmの有底ポットに植え、ポット3ヶを、下部横穴にはめこんだパイプで連結、培養液を送った。液槽は午前と午後の2回、滑車で上下することで灌排水を行った。ポットには予め塩酸で洗滌した直径3mmから10mmの川砂を1鉢あたり約100kg入れ、液温の変化を防ぐために覆土し、ポット表面は厚紙をのせ、その上をビニールフィルムで蔽って蒸発を防いだ。着果樹、不着果樹共、最初に60ℓの培養液を注入し、半月毎に液を更新した。不着果樹は萌芽の都度、全部摘蕾し、着果樹は自然落果の終わった7月後半から、3樹合計28ヶの果実をつけた。培養液の組成はHewitt⁽⁶⁾及び佐藤等⁽¹⁴⁾に準じて第1表の通り定めた。培養液は所定の濃度に調整したものを注入前、更めて分析した。果実は11月15日に採取し、12月15日、実験処理を終り樹体各部の解体分析を行った。培養液及び樹体の分析方法は次の通りである。

Total N : Semi micro Kjeldahl 法

NO₃-N : Phenol disulfonic acid 法

P : Molybdenum blue 法

K : Flame photometer 法

Mg : Chelate titration 法

Table 1. Composition of nutrient solution (ppm)

N	P	K	Ca	Mg	S
100	10	84.5	102	30	40

In addition, microelements were supplied as follows ;

1.0 ppm Fe, 0.5 ppm Mn, 0.5 ppm B, 0.5 ppm Zn, 0.1 ppm Cu, 0.1 ppm Mo.

The pH value was not adjusted. therefore that of the original solution had about 6.4 value.

III. 実験結果

1. 樹体の生育

第1図に生育期間中の気温、礫温及び湿度の月平均を示した。礫表面下5cmの温度は気温に較べて11月中旬までは約1~3°C低かったが、11月下旬からは逆に礫温の方が高くなっていた。

栽植後間もなく春芽が伸長し始めた。春期の枝しよう伸長量は着

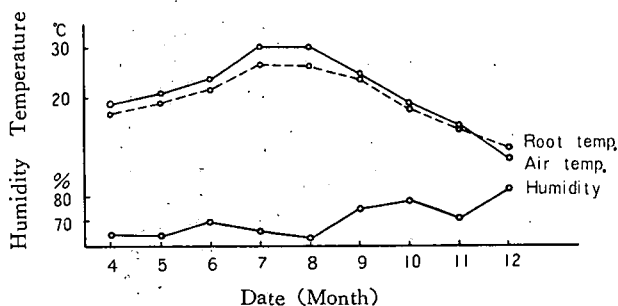


Fig. 1. Temperature and humidity during the experiment.

果樹の方が不着果樹に較べて少々大きいようであった。7月中旬を過ぎる頃から、不着果樹は夏芽が出始め、着果樹が殆んど夏芽を出さないことから樹体の大きさ、葉数、幹周は共に逆転して不着果樹の方が優れて来た。(第2図)

一方、実験終了時の新鮮重量は不着果樹の増加率を100として、着果樹は121.5を示し、実験開始時の重量に対しては不着果樹71.2%, 着果樹79.3%の増加を示した。但し着果樹の実験前に対する増加率の中、果実重量の占める割合は59.5%で、樹体みの場合は19.8%に過ぎない。新しう伸長量は不着果樹が着果樹の2.46倍、幹周肥大量は同様不着果樹が着果樹の4倍にも達している。(第2表)

果実の肥大は全体にやや不良であったが、11月にはいるとすでに完全着色を見、11月15日採収時の果実は第2表の如く、果汁の可溶性固形物、酸含量共に一般圃場のそれに較べてかなり高くなっている。

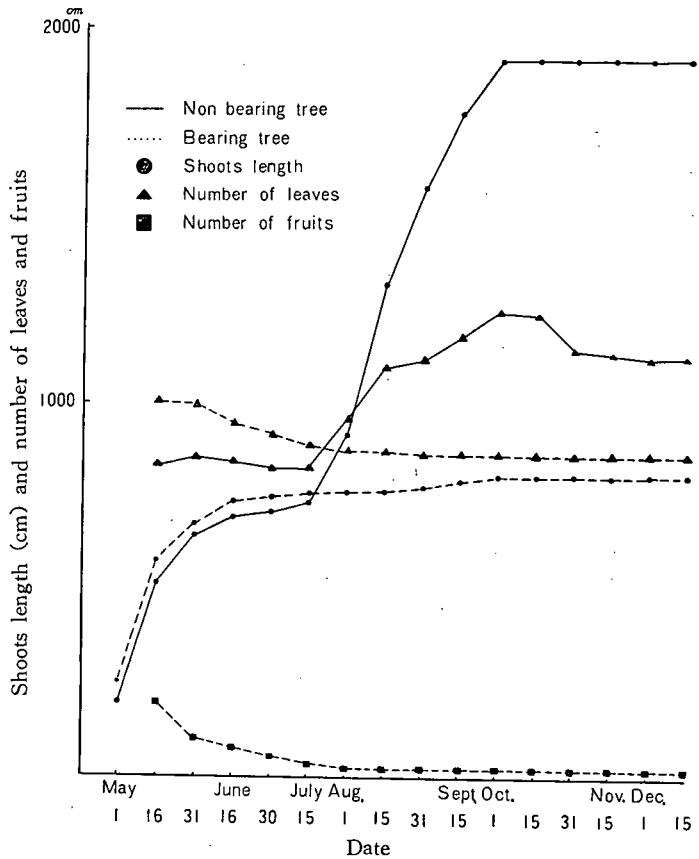


Fig. 2. Seasonal changes in growth of bearing and non-bearing Unshu orange trees.

Table 2. Effect of fruiting on the growth of Unshu orange trees cultured by subirrigation method**

	Prior Planting, Fresh Weight*	Increase in Fresh Weight*	Shoots Length*	Increase in Trunk Circle*	Number of Leaves*	Fruits Weight*	Soluble+ Solids	Acid
	g	g	cm	cm		g	o	
Non bearing tree	3151	2245	1979.4	2.0	1137			
Bearing tree	3439	2725	804.3	0.5	867	2050	15.3	1.37

* Total amounts of three trees

+ Refractometer reading of juice

** From April 7 to December 15, 1960

2. 吸水量

時期別吸水量は5月～6月中は着果樹が不着果樹より多く、7月にはいってからは逆に不着果樹の方が多くなった。不着果樹では8月中旬から9月末まで、着果樹では7月下旬から9月一杯まで吸水の山が続いている。(第3図)

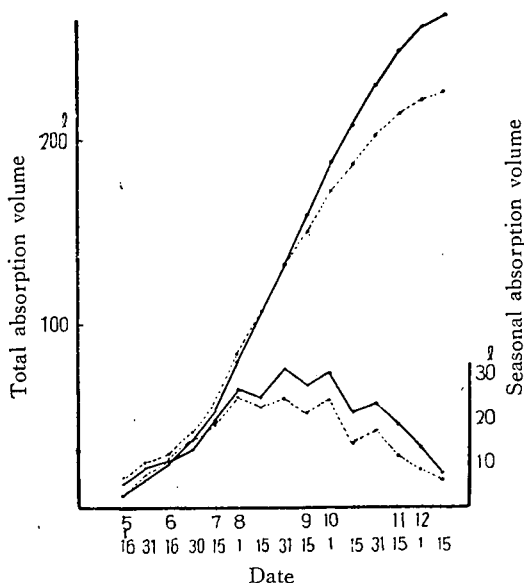


Fig. 3. The seasonal absorption of water by bearing and non bearing trees
 — Non bearing trees
 Baring trees

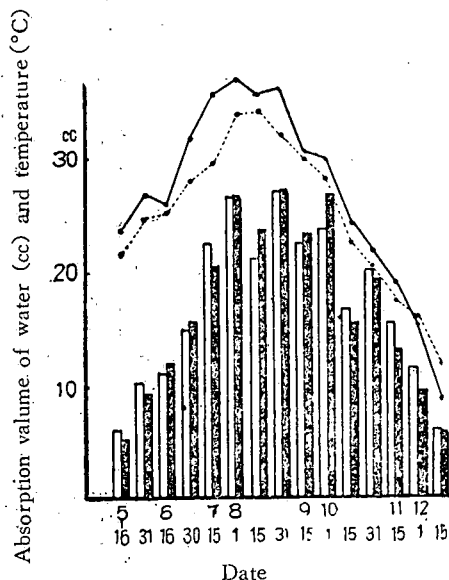


Fig. 4. The seasonal absorption of water per leaf and monthly temperature.
 ■ Bearing tree
 □ Non bearing tree
 — Air temperature
 Root temperature

1 葉当りの吸水量は着果樹，不着果樹の間で殆んど差が認められない。吸水量は気温，礫温に幾らか比例している格好である。(第4図)

第3表は増加乾物重から要求量⁽⁹⁾を概算したものである。第4表の解体調査に基いて植付当時の乾物重を推計した。

Table 3. Water requirement of bearing and non bearing trees from May 1 to Dec. 15

	Non bearing trees	Bearing trees
	g	g
Dry weight of new growing parts of trees*	1172	357
Dry weight of fallen leaves	70	63
Dry weight of fruits		369
Increase in dry weight	1242	789
Total absorption volume of water	270.90ℓ	229.57ℓ
Water requirement	218 ml	291 ml

* Total dry weight except that of fruits and fallen leaves ×

$$\left(1 - \text{Fresh weight before planting} \times \frac{1}{\text{Fresh weight after treatment}}\right)$$

See table 4.

3. 養分吸収

実験終了後，解体分析によって樹体各部の養分含量を求め，植付前と実験終了時の全樹体新鮮重の比率から実験開始時の乾物重を算出して両者の差から養分吸収量を推定した。(第4.5.表)

一方、新しく注入した培養液と更新時の培養液の濃度及び容量からポットにはいった肥料成分を算出した。即ち実験期間中の全成分は NO₃-N で不着果樹 50.58 g, 着果樹 40.30 g, P₂O₅ で 16.55 g, 14.83 g, K₂O で 54.30 g, 47.00 g, MgO では不着果樹 16.00 g, 着果樹 15.33 g となり、解体調査から求められた養分吸収量より遥かに高い数値を示した。

培養液の時期的濃度変化はNが最も激しくPが最も少なかった。処理前処理後の濃度較差はPが最大でMgが最小であった。

Table 4. Nutrient elements content (as g) in various parts of bearing and non bearing Unshu orange trees (December 15, 1960)

		Dry weight	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	
Non bearing trees	Top* {	Large	798**	11.58**	1.65**	4.81**	1.33**
		Small	644	14.19	1.92	5.44	1.61
	Root* {	Large	661	6.62	1.21	6.38	4.39
		Small	377	6.79	1.04	4.77	3.44
	Leaves		332	11.66	1.37	5.81	1.77
	Fallen leaves		70	1.40	0.22	0.84	0.18
Bearing trees	Top* {	Large	532	5.97	0.85	3.85	0.88
		Small	373	6.34	0.94	3.15	0.74
	Root* {	Large	663	7.97	1.52	6.39	3.85
		Small	353	5.30	0.97	4.26	2.93
	Leaves		253	7.37	0.93	3.06	0.93
	Fallen leaves		63	1.26	0.02	0.76	0.16
	Fruits		369	0.66	0.42	0.95	0.21

* Top; Large means over 10 mm and small under 10 mm in diameter.

Roots; Large means over 5 mm and small under 5 mm in diameter.

** Total amounts of three trees.

Table 5. Calculation of the absorption of nutrient elements by bearing and non bearing Unshu orange trees growing in gravel culture from April 7 to Dec. 15, 1960.

Content of nutrient elements	N (g)		P ₂ O ₅ (g)		K ₂ O (g)		MgO (g)	
	Non bearing trees	Bearing trees	Non bearing trees	Bearing trees	Non bearing trees	Bearing trees	Non bearing trees	Bearing trees
Total trees*	50.85	32.95	7.19	5.22	27.22	20.70	12.52	9.33
New growing parts of trees**	21.16	5.42	2.99	0.86	11.33	3.41	5.21	1.53
Fallen leaves	1.40	1.26	0.22	0.02	0.84	0.76	0.18	0.16
Fruits		0.66		0.42		0.95		0.21
Absorption of nutrient elements	22.56	7.34	3.22	1.30	12.17	5.10	5.38	1.91

*, ** Except content in fruits and fallen leaves.

** Content in total trees $\times \left(1 - \text{Fresh weight before planting} \times \frac{1}{\text{Fresh weight after treatment.}} \right)$

IV. 考 察

着果樹、不着果樹の緑枝は順調に生育し、着果樹の方がむしろ不着果樹を凌駕する程であった。植付時期の樹体の大きさが着果樹でやや優れており、貯蔵養分の多少が影響しているものと考えら

れる。一方、果実が肥大するに従って着果樹の樹勢はとみに衰えをみせ、着果の影響が顕著に現れて来た。

1果当り葉数は30.7枚と比較的多いので、樹勢の強い樹にあつては徒長枝の発生が見られるはずであるが⁽¹¹⁾ 着果樹の夏芽、秋芽は皆無に近い状態で樹勢の衰弱が激しかった。

同化養分の果実への移向が生長点の充実を阻害したものとみられる。果実は11月にはいとすでに完全着色をみせ、11月15日採取の果実汁液の可溶性固形物、酸含量は一般圃場果実の平均をかなり上回っていた。ポットを設置したガラス室の気温が戸外より最高温度で $3^{\circ}\text{C}\sim 8^{\circ}\text{C}$ 、最低温度で $2^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$ 高かったことや樹勢の衰えで養分吸収が抑制されたこと等が果実の品質に大きく影

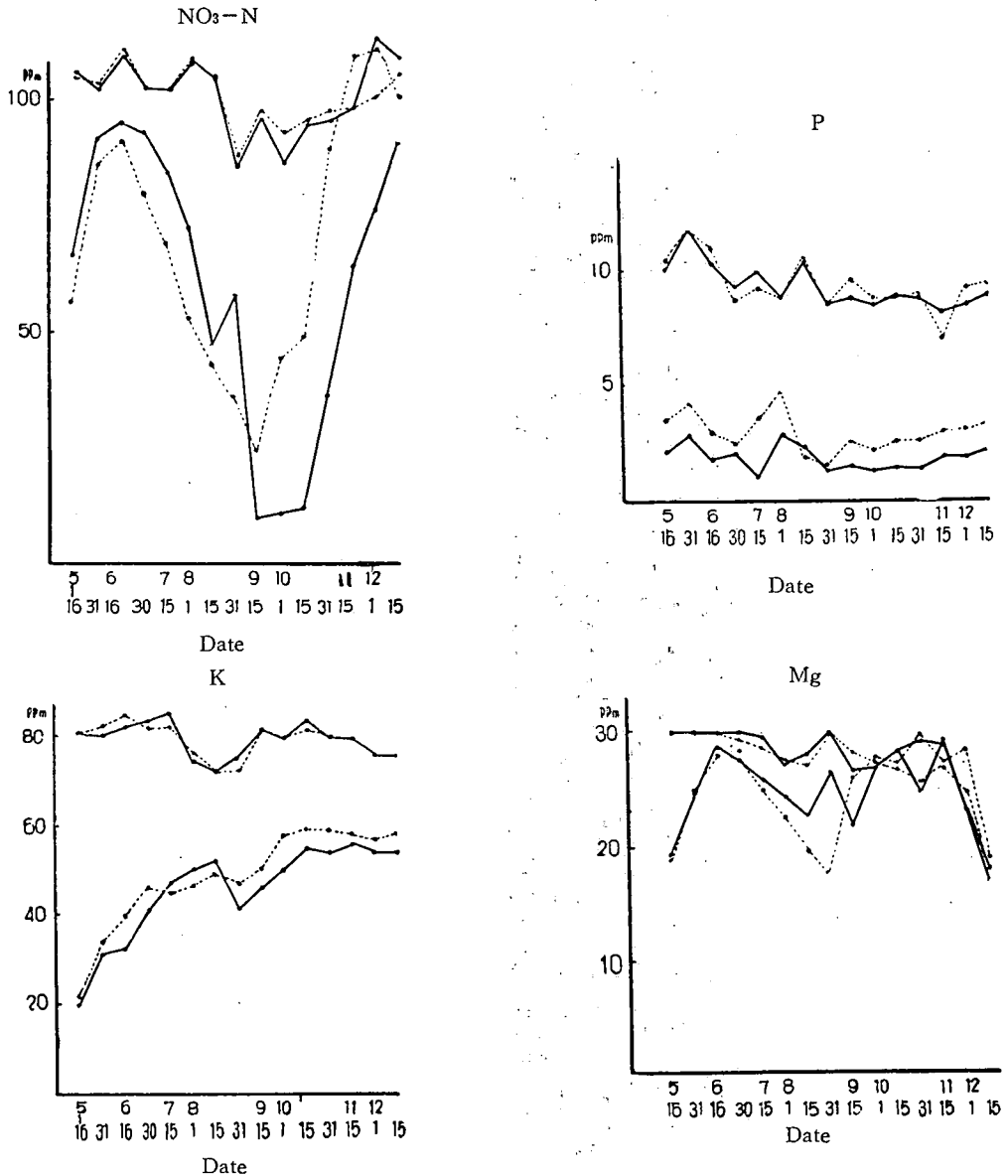


Fig. 5. Seasonal changes in nutrient elements content (ppm) of culture solutions.
Upper lines; Content before treatment, Lower lines; Content after treatment.
Solid lines; Non bearing tree pots, dash lines; bearing tree pots.

響したものと考えられる⁽³⁾。吸水量は或る程度、気温、地温に支配されるようである。本実験では果実の肥大に伴う吸水よりも、不着果樹の徒長枝充実にあづかる吸水の方が多い傾向であった。一方、1葉当りの吸水量は着果樹、不着果樹の間で殆んど差はなく、従って葉数の多寡が吸水量を左右することになる。要水量は着果樹が不着果樹より約1.3倍の値を示し、着果樹は樹体の増加に、より多くの水分を必要とするようである。養分吸収量は不着果樹が着果樹よりNで約3倍、 P_2O_5 で約2.5倍、 K_2O で約2.4倍、 MgO で約2.8倍となった。即ち枝葉の増加は果実重量の増加よりもかなり多くの肥料成分を必要としていることになる。もっとも着果樹は不着果樹よりも、Nに対する他成分の吸収割合が高くなっていて、果実中の養分含量が影響していることは否めない⁽¹⁵⁾。時期別養分吸収量を算出するために培養液の時期的濃度変化を調べたが、実際にポットにはいった肥料成分は解体調査から得られたものより遥かに多く、樹体の時期別吸収量を正確に求めることが出来なかった。培養液の分析開始までには約1ヶ月の濃度処理を行っており礫の養分吸着は大分緩和されているものと考えた。一方、培養液pHについては、オレンジの場合、かなり広い範囲で好適なことから^(4,5)、pH調整を省略したが、その後のpHに関する詳細な実験では^(12,16)、本実験に近似した培養液の組成であれば6.0附近のpH値はすみやかにアルカリ側に移行し、磷酸成分等の濃度低下が認められる。したがって、この実験で得られた培養液の時期的な濃度変化を樹体の養分吸収量と関係づけるのは危険が大きい。第5図にみられる培養液濃度の時期的変化はNが最も激しく、殊に不着果樹における徒長枝の充実期には初期濃度の1割近くに減少して、N不足の傾向さへ伺える。

生育旺盛な時期には更新期間を短縮するか、または培養液の容量を大きくする必要があり、N施用濃度を高くすることも考えられる^(1,2)。この種、礫耕法では礫の吸着を見込んで施用P濃度をより高くする方がよいように思われる。

V. 摘 要

1. 礫耕法により温州ミカン幼樹について着果樹、不着果樹の生育と養水分吸収との関係を検討した。
2. 果実が肥大するに従って、着果樹の樹勢は衰え、不着果樹は強い徒長枝を出して生長した。果実の肥大はやや不良であったが、果汁の可溶性固形物、酸含量は圃場果実の平均よりかなり高かった。
3. 時期別吸水量は幾らか気温、地温に比例し、不着果樹の徒長枝充実にあづかる吸水が着果樹の果実肥大に伴う吸水を上回った。一方、1葉当りの時期別吸水量は着果樹、不着果樹の間に殆んど差がない。
4. N、 P_2O_5 、 K_2O 、 MgO の樹体吸収量は不着果樹が着果樹より2~3倍多かった。即ち、枝葉増加に必要なこれら肥料成分量は果実重量増加に必要な量より多いようである。

Literature cited

1. Chapman, H. D. and G. F. Jr. Liebig. 1937. The effects of various nutrient concentrations on the growth and composition of sweet orange seedlings. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 2: 359.
2. ——— and E. R. Parker. 1944. Weekly absorption of nitrate by young, bearing orange trees growing out of doors in solution cultures. Soil. Sci. 58: 455.
3. Cooper, W. C., Peynodo Ascension, J. R. Furr, R. H. Hilgeman, G. A. Cahoon and S. B. Boswell. 1963. Tree growth and fruits quality of valencia oranges in relation to climate. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 82: 180.

4. Guest, P. L. and H. D. Chapman. 1944. Some effects of pH on the growth of citrus in sand and solution cultures. *Soil Sci.* 58: 455.
5. Haase, A. R. C. 1940. Relation of pH to growth of citrus. *Plant Physiol.* 15: 377.
6. Hewitt, E. J. 1952. Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition. *Tech. Comm. No. 22. of the Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation Crops.* East Malling Maidstone Kent.
7. 岩崎藤助. 1963. 柑橘栽培要説 (養賢堂)
8. Johnston, J. C. 1953. Citrus growing in California. *Calif. Agr. Exp. Sta. Circular.* 426.
9. 小林 章. 1954. 果樹園芸学総論. (養賢堂)
10. ————. 1958. 果樹の栄養生理. (朝倉書店)
11. 中島芳和. 燐酸の施肥時期が温州ミカン果実の發育並びに品質に及ぼす影響. 未発表
12. ————. The effect of pH on the growth and composition of young Unshu orange trees cultured by subspray method. 未発表
13. Reitz, H. J., C. D. Leonard, J. W. Sites, W. F. Spencer, I. Stewart and I. W. Wander. 1954. Recommended fertilizers and nutritional sprays for citrus. *Fla. Agr. Exp. Sta. Bul.* 536.
14. 佐藤公一, 石原正義, 原田良平. 1954. 果樹葉分析に関する研究 (第7報). 窒素, 燐酸, 加里の温州蜜柑苗木の生長及び葉成分に及ぼす影響. *農技研報. E.* 3: 187.
15. ————, ————, 栗原昭夫. 1958. 温州蜜柑及び梨樹の季節的養分吸収に関する研究. *農技研報. E.* 6: 161.
16. ————, ————, ————. 1960. 石灰および pH が主要果樹の生長ならびに体内成分に及ぼす影響. *農技研報. E.* 8: 77.
17. 高橋郁郎. 1947. 柑橘. (養賢堂)
18. 薬師寺清司. 1962. 柑橘栽培新説 (養賢堂)

(昭和40年9月1日受理)

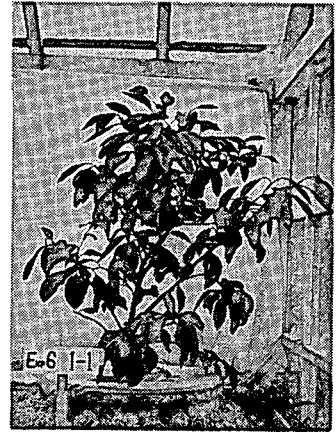


Fig. 6. Comparison of the growth of bearing and non bearing trees late in June.
Top, non bearing trees ; bottom, bearing trees.

