

## ユズ台およびカラタチ台温州ミカンの 生理生態学的比較に関する研究

### Ⅲ 砂耕液中のチッ素濃度と尿素の葉面散布との関係

井上 宏, 大沢 季義, 山下 泉

#### I 緒 言

前報<sup>(1)</sup>において、ユズ台およびカラタチ台温州ミカンの1年生苗木をいろいろなチッ素濃度で砂耕栽培したところ、それらの好適施用濃度はいずれも40ppm前後で等しく、台木による相違を認めなかったことを報告した。

一方、前前報<sup>(2)</sup>においては、ユズ台温州ミカン苗木の春季の植えつけ時の旧葉摘除が植え傷みを軽減して旧葉着生樹よりもむしろ発育が良好であったことを認めた。ユズ台では、細根がカラタチ台にくらべて深く分布するため、掘りとり時にその切断量が多く<sup>(3)</sup>、細根量の少ない苗木が提供されがちとなる。しかし、本来ユズ台は幼木にかぎらず成木でも根群中に占める細根量の割合(重量%)はカラタチ台と変わらないものである。したがって、上記のユズ台のチッ素の好適施用濃度は、細根量が正常より少ない状態出発した実験の結果と判断されないこともない。そこで筆者らは砂耕栽培中の1年生苗木に7月上旬より数回、尿素の葉面散布を行ない、細根の減少による根からの吸収を補う意味での葉面施肥が発育におよぼす影響をカラタチ台との比較において観察した。

#### Ⅱ 実験材料および方法

本実験は1967年4月より11月にかけて、香川大学農学部構内ほ場において行なった。すなわち、前報<sup>(1)</sup>と同様に直径30cmのすやき鉢に花こう岩の川砂を満たし、杉山系のユズ台およびカラタチ台温州ミカンの1年生苗木を1鉢1樹ずつ4月22日に植えつけた。供試樹は接木部より約30cmの高さでせん定し、旧葉は8枚にそろえた。その他の供試樹の管理は前報と同様である。

第1表 肥料溶液の組成

処理区	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	ppm	ppm	ppm
N160	160	40	40
120	120	40	40
80	80	40	40
40	40	40	40
20	20	40	40
0	0	40	40
無肥料	0	0	0

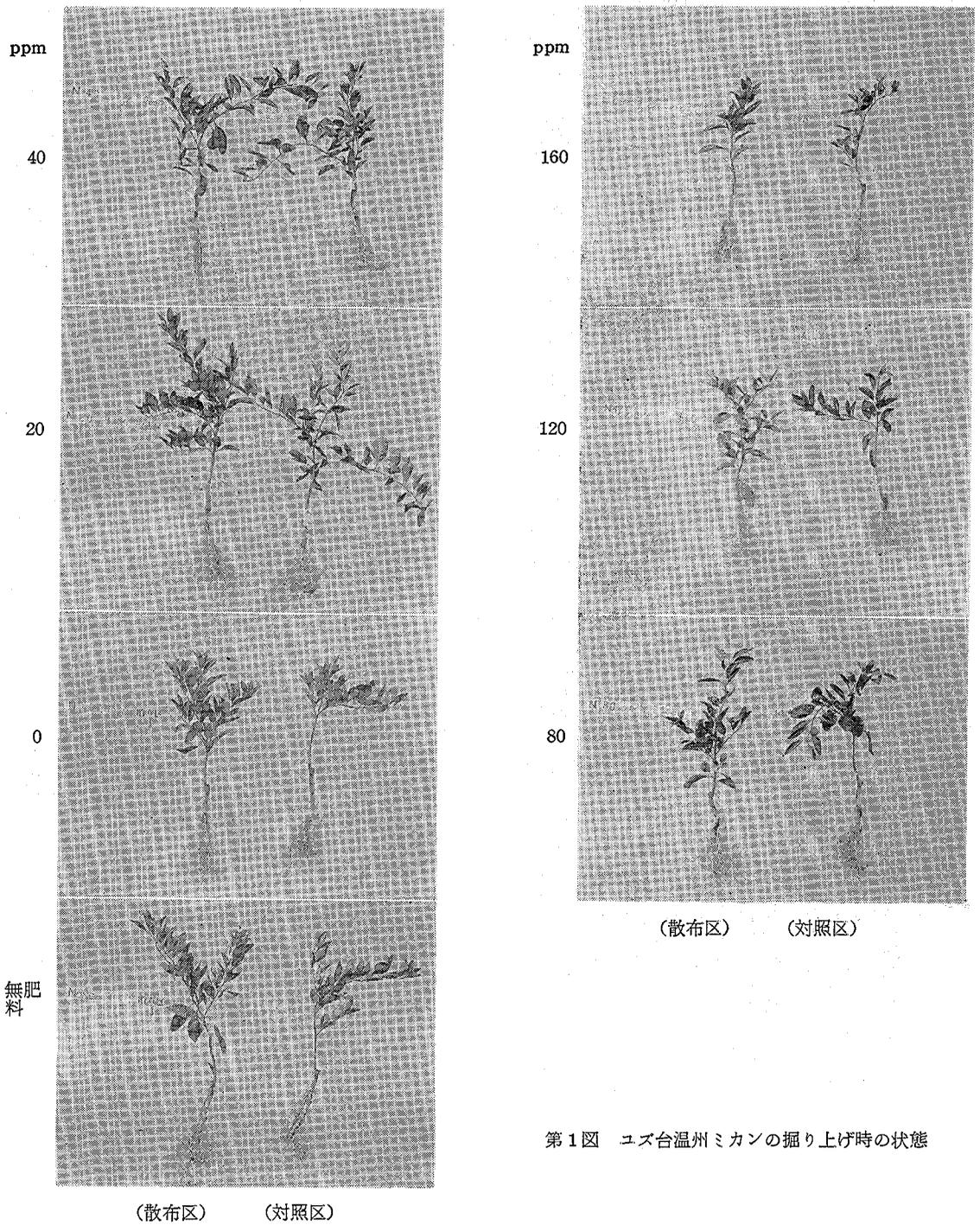
要素源：(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,  
以上の外にMgO 50ppm (MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O)  
Mn 1ppm (MnSO<sub>4</sub>)  
B 1ppm (HBO<sub>3</sub>)

量(含有率)を定量した。それらの分析には、Nはガンニング氏変法、Pはモリブデン青試薬を用いる光電管比色計法、Kは焰色光度計法を用いた。

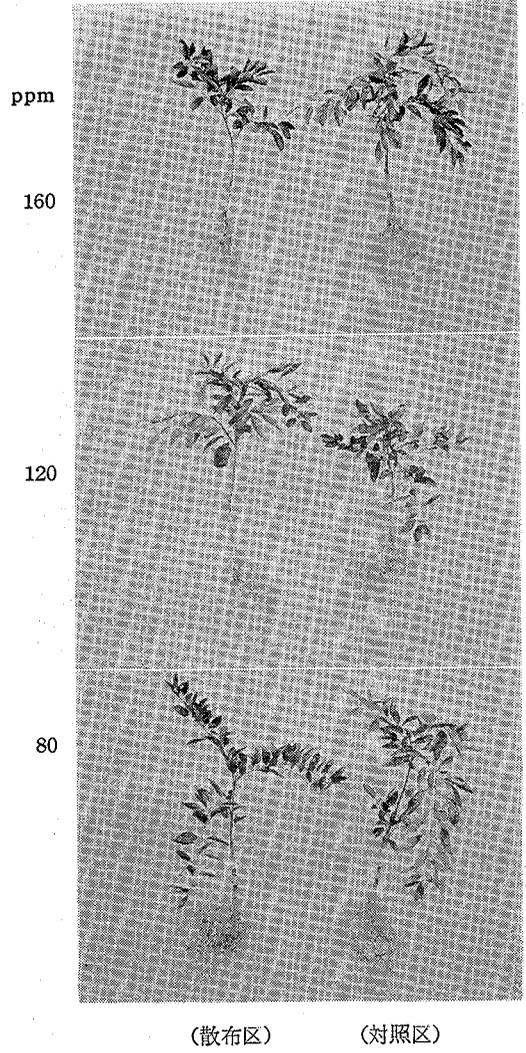
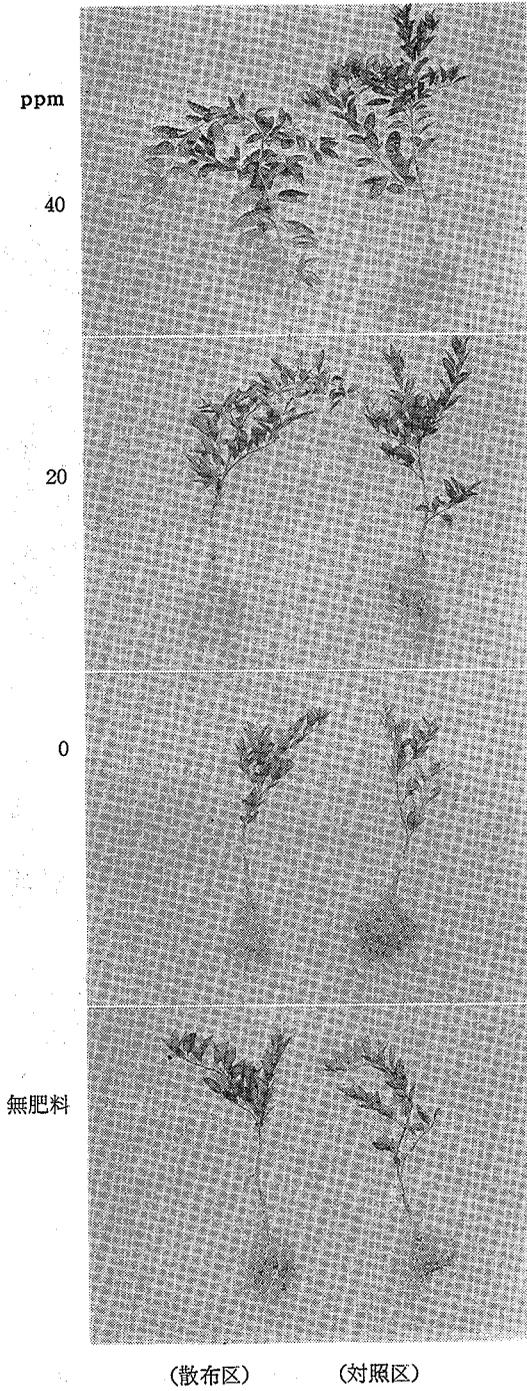
#### Ⅲ 実験結果

各砂耕液の同一濃度で栽培した葉面散布区と対照区の代表的な供試樹のそれぞれについて掘り上げ時の状態を示す

苗木植えつけ後、5月20日までは水道水を、以後は第1表に示す肥料溶液を1鉢2ℓずつ1日おきに灌注した。すなわち、6段階のチッ素濃度(0~160ppm)の処理区(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>40ppm, K<sub>2</sub>O 40ppm)に、水道水のみを施用する無肥料区を設け、さらに7月10日からほぼ10日ごとに10月下旬まで計11回の尿素の葉面散布を行なった区と無散布の対照区とを組み合わせた。したがって、台木、チッ素施用濃度および葉面散布の組合せで合計28処理となる。1処理には4樹を供試した。葉面散布は尿素(化学用試薬1級)の0.5%水溶液を用い、展着剤を加えて、毎回午前中に行なった。11月中旬に一せいに掘り上げて新梢伸長量、地上部および地下部の重量を測定した。地上部は旧葉、春葉、夏秋葉、春枝、夏秋枝および幹に、地下部は主根、大根および細根(直径2mm以下の根)に解体して、それぞれの重量を測定した。なお、春葉と細根については、N、PおよびKの含



第1図 ユズ台温州ミカンの掘り上げ時の状態



第2図 カラタチ台温州ミカンの掘り上げ時の状態

と第1図および第2図のとおりである。これらの生長量の測定成績は以下のとおりである。

1. 新梢伸長量

新梢伸長量は第2表のとおりである。まず、春枝についてみると、伸長量の最大値を示したのは葉面散布したユズ台で40ppm区、カラタチ台で80ppm区、対照区のユズ台で20ppm区、カラタチ台で40ppm区であったが、統計的

第2表 新梢伸長量 (cm)

処理区	ユズ台			カラタチ台			
	春枝	夏秋枝	計	春枝	夏秋枝	計	
葉面散布区	N 160	15.6	12.6	28.2	7.5	83.5	91.0
	120	31.6	26.0	57.6	31.5	128.4	159.9
	80	48.5	30.4	78.9	66.6	76.4	143.0
	40	51.5	44.4	95.9	56.3	123.5	179.8
	20	49.5	90.5	140.0	55.4	119.4	174.8
	0	56.2	69.9	126.1	28.3	66.8	95.1
	無肥料	46.2	46.7	92.9	46.0	58.3	104.3
対照区	N 160	36.3	0.0	36.3	44.5	125.2	169.7
	120	34.1	4.2	38.3	34.9	80.1	115.0
	80	33.6	27.0	60.6	49.4	68.4	117.8
	40	55.7	62.9	118.6	50.0	123.3	173.3
	20	62.1	65.8	127.9	42.5	140.1	182.6
	0	55.9	22.1	78.0	55.4	21.6	77.0
	無肥料	39.9	40.5	80.4	35.9	43.3	79.2
L.S.D.	0.05	25.8	38.0	45.2	24.8	46.2	49.4
	0.01	—	48.6	57.9	31.7	59.1	63.1

な有意性からみると120ppm区以上の高濃度区で生長が劣った以外は処理濃度、葉面散布の有無の間であまり差はなかった。とくに、160ppm区の葉面散布の個体で春枝の伸長がいちぢるしく劣ったが、葉面散布の開始日が7月10日であり、この時期には春枝の伸長はほとんどの区ですでに停止しており、これらはいずれも個体差と考えられる。

夏秋枝になると、処理間の差が顕著となり対照区では、ユズ台、カラタチ台とも20~40ppm区が、散布区ではユズ台が20ppm区、カラタチ台が20~40ppm区で他の処理区より、かなり良好な生長量を示した。

全新梢伸長量では対照区でユズ台、カラタチ台とも20~40ppm区、散布区でユズ台が0~20ppm区、カラタチ台が20~40ppm区が著しく他の処理区よりまさった。チッ素の施用を受けていない0ppm区や無肥料区の尿素葉面散布の効果は著しく、とくにユズ台の0ppm区で著しかった。また、チッ素の好適濃度より高い濃度で砂耕された場合でもチッ素の葉面施肥により幾分の伸長量を増す傾向がとくにユズ台で認められたが、160ppm区では葉面散布により、新梢の伸長量が抑制される傾向にあった。ただし、有意差は認められなかった。

2. 生 体 重

樹体各部の生体重を第3表および第4表に示した。

(i) 地 上 部

実験開始時に供試樹はすべて8枚の旧葉をつけていたが、次第に落葉した。掘り上げ時に樹に着生していたその重量をみると、両台とも明らかに40~80ppm区で大きく、旧葉が多く樹上に残っていたことを示した。前述の最大の伸長量を示した濃度区よりやや高い濃度区で旧葉が多く残る傾向にあった。ただ、無肥料区をみると、対照区ではほとんど掘り上げ時までに旧葉が落ちたのに対し、両台とも尿素的葉面散布により多くの旧葉を秋季まで着生させることができたことは興味あるところである。春葉および春枝の重量からみて、40ppm区を中心として、それより低濃度区でも高濃度区でも春梢の生育が劣るようになりうけられた。一方、夏秋枝葉となるとやや20ppm区が中心となる傾向を示すようで、葉面散布処理が加えられるとさらにその傾向が強くなるようであった。幹重でも夏秋梢と同じ傾向が認

第3表 ユズ台温州ミカンの掘り上げ時生体重(g)

処理区	地上部							地下部				全樹体重	
	旧葉	春葉	夏秋葉	春枝	夏秋枝	幹	計	主根	大根	細根	計		
葉面散布区	N160	2.5	9.8	5.7	1.1	0.9	18.1	38.1	21.6	18.9	18.7	59.2	97.3
	120	4.4	20.2	1.9	4.0	0.4	20.2	51.1	21.5	16.5	17.3	55.3	106.4
	80	7.4	21.5	16.9	5.3	3.1	27.7	81.9	29.8	32.3	27.1	89.2	171.1
	40	5.8	23.5	17.5	6.8	4.8	26.0	84.4	28.3	27.9	31.9	88.1	172.5
	20	1.3	23.5	38.2	9.8	9.3	36.8	118.9	37.7	31.9	48.1	117.7	236.6
	0	1.3	18.7	32.8	10.1	7.3	33.7	103.9	35.7	34.7	24.8	95.2	199.1
	無肥料	4.0	16.9	23.8	6.1	4.3	31.6	86.7	26.8	31.6	27.9	86.3	173.0
対照区	N160	0.4	17.4	0.0	2.6	0.0	18.1	38.5	21.2	16.5	11.7	49.4	87.9
	120	5.6	15.6	2.4	2.5	0.5	25.2	51.8	23.5	14.7	26.4	64.6	116.4
	80	4.3	18.2	13.5	3.6	2.5	22.8	64.9	26.4	16.1	27.7	70.2	135.1
	40	4.3	21.9	30.7	8.4	6.9	29.8	102.0	38.0	23.1	43.3	104.4	206.4
	20	0.5	26.7	44.0	10.1	9.8	45.3	136.4	42.0	45.0	43.0	130.0	266.4
	0	0.0	19.4	10.2	6.6	2.5	26.5	65.2	30.8	13.5	21.8	66.1	131.3
	無肥料	0.5	16.6	13.6	4.9	3.2	29.7	68.5	28.2	28.1	23.3	79.6	148.1
L.S.D.	0.05	2.6	6.5	7.0	4.4	2.0	10.6	21.9	13.9	9.9	9.6	20.4	37.2
	0.01	3.4	8.3	8.9	5.6	2.6	13.5	28.1	—	12.7	12.2	26.0	47.6

第4表 カラタチ台温州ミカンの掘り上げ時生体重(g)

処理区	地上部							地下部				全樹体重	
	旧葉	春葉	夏秋葉	春枝	夏秋枝	幹	計	主根	大根	細根	計		
葉面散布区	N160	3.7	26.2	22.7	4.2	5.0	24.7	86.5	20.8	17.2	58.6	96.6	183.1
	120	0.2	21.8	59.0	5.2	11.5	28.7	126.4	25.3	15.7	55.8	96.8	223.2
	80	0.7	30.7	45.1	9.6	9.4	32.2	127.7	22.6	25.1	63.3	111.0	238.7
	40	4.1	30.8	50.5	11.7	12.3	38.9	148.3	26.7	24.2	91.8	142.7	291.0
	20	1.2	27.5	57.6	14.3	13.5	42.5	156.6	31.3	23.4	96.7	151.4	308.0
	0	2.5	18.0	22.1	3.1	7.2	28.9	81.8	21.6	19.4	42.4	83.4	165.2
	無肥料	4.8	23.0	27.9	5.6	7.9	34.1	103.3	23.5	17.2	58.0	98.7	202.0
対照区	N160	0.0	23.0	57.9	5.6	10.5	30.9	127.9	22.7	14.0	62.9	99.6	227.5
	120	2.6	15.4	39.4	3.9	7.0	22.9	91.2	19.0	15.6	50.2	84.8	176.0
	80	2.5	26.9	38.6	7.5	8.2	31.5	115.2	21.2	21.6	95.7	138.5	253.7
	40	4.0	24.4	58.5	7.4	15.8	37.3	147.4	23.6	18.0	91.8	133.4	280.8
	20	0.4	25.7	59.5	8.7	16.2	45.0	155.5	33.4	23.5	108.4	165.3	320.8
	0	1.2	16.6	12.5	5.5	2.3	30.5	68.6	20.5	11.4	62.3	94.2	162.8
	無肥料	1.9	16.8	16.8	4.3	4.7	28.9	73.4	21.9	7.1	56.9	85.9	159.3
L.S.D.	0.05	2.4	7.9	15.4	3.2	4.2	6.8	21.9	7.2	7.2	31.4	37.1	44.9
	0.01	3.0	10.1	19.7	4.1	5.3	8.7	28.0	9.2	9.2	40.1	47.5	57.4

められたため、地上部の合計重量では台木の相違、葉面散布の有無にかかわらず20~40ppm区が最大値を示した。その例外として葉面散布を行なったユズ台の0ppm区は20ppm区に近い生育を示し、尿素の葉面施肥の効果を示した。これは地上部のうち、とくに夏秋梢の発育が良好であったことによることを第3表の値は示している。

(ii) 地下部

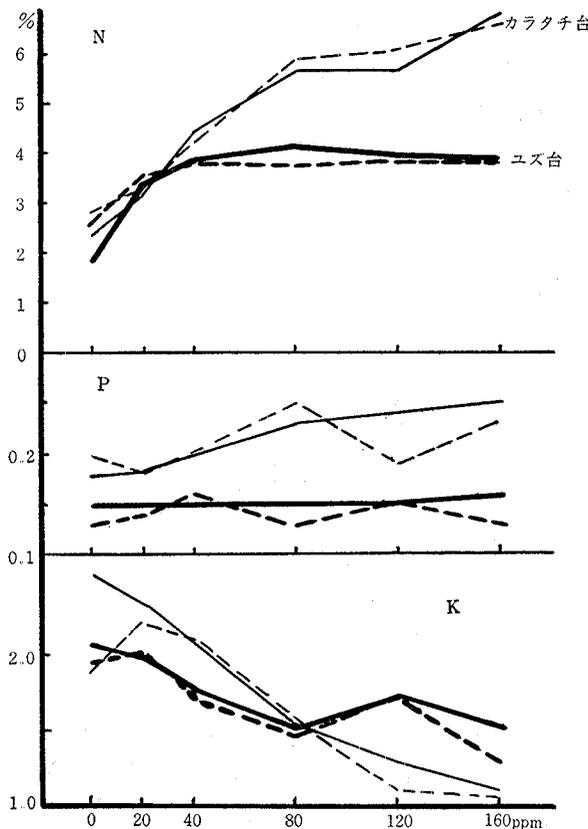
地下部の各部ともほぼ地上部の生育量と比例した傾向を示したが、細根量に最も著しい影響があらわれた。地下部の生長からみた好適施用濃度もやはり20~40ppmで、葉面散布による地下部重増加の効果はユズ台の0ppm区でさえもほとんど認められなかった。

(iii) 全樹体重

地上部と地下部の合計量から検討してみると、チッ素の無施用区で葉面散布の効果は著しかったが、好適施用濃度区では効果がみられず、過剰施肥と考えられる160ppm区では逆に生長抑制が大であったことを認めた。

3. 春葉および細根内3要素含量

11月中旬の掘り上げ時に採取した春葉および細根内のN・P・K含量は第3図および第4図のとおりである。

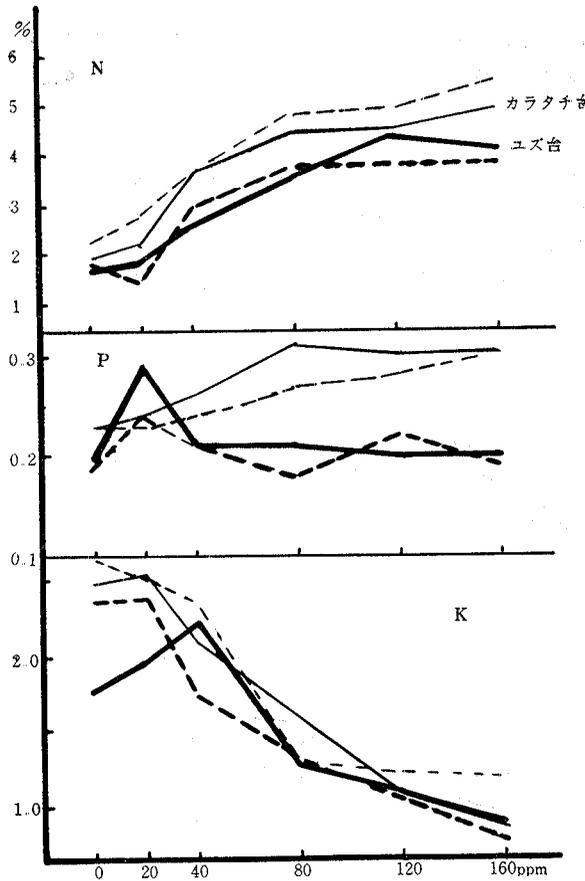


第3図 春葉内3要素含量

実線:対照区  
破線:散布区

**N:** 春葉内N含量をみると、カラタチ台では砂耕液中のチッ素濃度が高くなるほど含量が著しく高くなったのに反し、ユズ台では40ppm以上の濃度ではほとんど増加を示さなかった。好適濃度以下では、N含量は両台でほとんど変わらなかったが、高濃度区ではカラタチ台が著しく高い含量を示したので、台木間の含量の差が著しくなった。一方、細根内含量をみると、両台とも施用濃度の上昇にともない増大をみせた。葉面散布によりカラタチ台では春葉および細根内含量とも増大したがユズ台では好適濃度区以上ではむしろ減少した。

**P:** ヌズ台の春葉内および細根内P含量は施用濃度の増減にかかわらずほとんど変わらなかった。葉面散布により幾分P含量が春葉・細根内とも減じる傾向にあった。一方、カラタチ台では施用濃度の増加とともにP含量は増大する傾向を示したが、葉面散布により減少する傾向はユズ台でみられたと同じであった。ユズ台ではカラタチ台より含量が少なかった。



第4図 細根内3要素含量

実線:対照区  
破線:散布区

**K**: 春葉内でも細根内でも、施用濃度の増加にもなって減少する傾向を示した。春葉内では80ppmよりも高濃度ではユズ台で含量が高かったのにくらべて、それより以下の濃度ではカラタチ台で高い傾向が認められた。細根内ではこのような傾向は認められなかったが、0~20ppm区でユズ台はカラタチ台より幾分低い値を示した。低濃度区で両台とも春葉および細根内K含量が葉面散布により減じる傾向にあった。

#### IV 考 察

尿素の葉面散布は作物に対するチッ素施肥の方法として、かなりの成功をおさめてきた。カンキツの種類や葉令によって葉よりの尿素的の吸収とその分解には差異があるが<sup>(7)</sup>、温州ミカンについての成績では、それが体内組織に吸収され、土壌施肥にくらべ旧葉ならびに次年に発生する新葉中のチッ素含量を高めたり、幼木の冬季の落葉を少なくしたりする<sup>(8)</sup>。

本実験では、対照区で最大生長量を示す砂耕液のチッ素濃度区が20ppm区であり、0ppm区との間に低濃度の処理区を設けなかったために、とくに低濃度区でチッ素の葉面散布が砂耕液の施用濃度のチッ素何ppmに相当する効果をもつかどうかについての明瞭な結果は得られなかった。佐藤ら<sup>(8)</sup>は尿素的の土壌施用と葉面散布の効果を比較して、葉面散布のみでは十分にチッ素の供給ができないことを認めている。本実験では葉面散布した0ppm区と無肥料区でユズ台、カラタチ台とも明らかに対照区にくらべ生長量の増大をみたが、これは地上部とくに夏秋枝の伸長や重量の増大が著しかったことによる。これに反し、地下部の生長量には、ほとんど影響が認められなかった。ただ、0ppmおよび

び無肥料区の生長量は尿素の葉面散布を11回行なっても無散布の20ppm区には遠く及ばなかった。一方、砂耕液の好適濃度区では葉面散布の効果はみられず、さらにそれ以上の濃度区では生長抑制の影響さえみられた。しかし、いずれにしてもユズ台およびカラタチ台間で砂耕液の好適チッ素濃度は同じであり、葉面散布は、その傾向に変化を与えなかった。尿素の葉面散布が温州ミカンの葉内チッ素含量を高めることはすでに前述したとおりで、本実験の成績にもみられるがユズ台の好適施用濃度以上の濃度区では、散布よりN含量の低下をみた。ユズ台の好適施用濃度以上の区では葉内N含量が増加しないことを前報<sup>(1)</sup>でも報告したが、この傾向は尿素の葉面散布を行なっても変らなかった。P、Kは尿素散布により両台ともその吸収を抑えられた。なお、本実験では尿素の葉面散布により発生するといわれるビューレットの害<sup>(3,5)</sup>は、認められなかった。

新梢伸長量、地上部重、地下部重および全樹体重についての数値から分散分析表を作成し、F値を求めて尿素の葉面散布、砂耕液中のチッ素の施用濃度および台木間(ユズ台およびカラタチ台)の交互作用を求めたところ第5表のとおりであった。

第5表 葉面散布、施用濃度および台木の交互作用 (F値)

要 因		新梢伸長量	地上部重	地下部重	全樹体重
主 効 果	葉 面 散 布 (S)	1.66	5.12*	0.01	1.71
	施 用 濃 度 (C)	12.40**	46.95**	23.83**	51.83**
	台 木 (R)	65.05**	171.56**	66.01**	167.25**
1 次 交 互	S × C	2.73*	6.17**	0.68	3.02*
	S × R	0.27	0.12	0.83	0.22
	C × R	6.60**	14.31**	2.53*	9.64**

注) \* 5%水準で有意

\*\* 1% "

前述したように葉面散布の主効果は地上部重のみに認められた外は、有意でなかったのに反し、施用濃度と台木の主効果はともに1%水準で有意性を示した。葉面散布と施用濃度の1次交互作用は地下部重を除いて有意であったが、葉面散布と台木間の交互作用には有意性が認められなかった。施用濃度と台木間では高い有意性が認められた。

## V 摘 要

1. 砂耕栽培中のユズ台およびカラタチ台温州ミカンの1年生苗木について、尿素の葉面散布が新梢伸長量ならびに生体重におよぼす影響を観察した。砂耕液中のチッ素濃度は0 ppmから160ppmまでの6段階とし、リン酸およびカリはそれぞれ40ppmに維持した。なお、葉面散布液は尿素の0.5%水溶液を用い、7月上旬より10月下旬まで11回散布した。
2. 生育に好適な砂耕液の濃度は、20~40ppmで、葉面散布および台木によって変わらなかった。砂耕液中のチッ素の施用濃度が好適濃度より高くなると樹体の生育の抑制がみられたが、これは葉面散布によりさらに促進された。一方、砂耕液中にチッ素が欠除した区では葉面散布により生長量が増大した。
3. 11月に採取した春葉および細根内のチッ素含量は、好適施用濃度区では葉面散布により影響されなかったが、チッ素の欠除区では葉内含量は増大した。高濃度区ではカラタチ台では葉面散布により増加したが、ユズ台では逆に減少した。

## 文 献

- (1) 井上 宏：香川大学農学部学術報告 22(2)：83—91(1971).
- (2) 井上 宏，高橋文通：香川大学農学部学術報告22(1)：9—15(1970).
- (3) IMDEY, R.L., JONES, W.W. : Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 76, 186—192(1960).
- (4) 岩崎藤助，大畑徳輔，肥田文衛：文部省科学試験研究報告16：61—65(1954).
- (5) ————，七条寅之助：農林省園試研報 B1：17—27(1962).
- (6) ————，時本巽，大和田厚：文部省科学試験研究報告16：66—80(1954).
- (7) KUYKENDALL, J.R., WALLACE, A. : Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 64 : 117—127(1954).
- (8) 佐藤公一，石原正義，長谷嘉臣：昭和35，36年度果樹試験研究年報：218—219(1963).
- (9) 山本弥栄，森岡節夫：昭和37，38年度果樹試験研究年報，54—55(1966).

COMPARATIVE PHYSIOLOGY AND ECOLOGY ON THE GROWTH OF SATSUMA ORANGE TREES ON JUNOS AND TRIFOLIATE ORANGE ROOTSTOCKS

III Effects of the foliar spray of urea on the growth of young trees cultivated in different nitrogen levels in sand culture.

Hiroshi INOUE, Sueyoshi ŌSAWA and Izumi YAMASHITA

Summary

1. For the one-year-old Satsuma orange trees on Junos (*Citrus junos* SIEB. ex TANAKA) and trifoliolate orange (*Poncirus trifoliata* RAF.) rootstocks cultivated in different nitrogen levels (0—160 ppm, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 40 ppm, K<sub>2</sub>O 40 ppm) in sand culture, the effects of the foliar spray of urea on the growth of trees were observed. Urea solution of 0.5% was sprayed on the trees 11 times from early July to October.

2. The optimum concentration of nitrogen in the nutrient solution (20—40 ppm) was not affected by spraying of urea on both rootstocks. However, the spray depressed the tree growth at higher nitrogen levels in the solution, while it accelerated the growth at no nitrogen plots.

3. Nitrogen contents in the spring leaves and fine roots sampled in November were not affected by the spray at the optimum concentration of nitrogen in the solution of sand culture. Nitrogen contents in no nitrogen plots increased by the spray on both rootstocks. At higher levels, the same tendency was observed on trifoliolate orange, but the spray decreased nitrogen contents on Junos.

(1970年11月30日受理)