

培養液のリン酸およびカリ濃度がカラタチ実生の生育 ならびに体内養分含量に及ぼす影響

中島 芳和・篠沢 忠孝・西畑 長文・吉村不二男

(農学部果樹園芸学研究室)

Effect of phosphate and potassium concentration in culture solution on the growth and nutrient contents of trifoliolate seedlings.

By

Yoshikazu NAKAJIMA, Tadataka SHINOZAWA,
Osafumi NISHIHATA, and Fujio YOSHIMURA

(Laboratory of Pomology, Faculty of Agriculture)

Summary

1. Trifoliolate seedlings grown under the sand culture received phosphate and potassium in nutrient solution from June to September, 1965. The concentration of phosphate was ranged from 0 to 100 ppm, and potassium was from 0 to 240 ppm in nutrient solution. The effect of phosphate and potassium concentration on the growth and nutrient contents of the trees uprooted at 40, 70, and 100 days after planting was investigated.
2. The growth of trees increased with increasing phosphate concentration, and was not affected by potassium concentration.
3. The content of phosphorus in leaves was parallel with phosphate concentration and the content of potassium in leaves tends to be high in high concentration of potassium.
4. As the trees grew, the content of nitrogen and phosphorus in roots increased, and the content of potassium slightly decreased.

緒 言

水耕や砂耕のオレンヂについて、生育に好適なリン酸およびカリの濃度は窒素に比べてかなり低い⁽¹⁾。一方、この好適な濃度の範囲は培養液の供給量や組成によって変化するともいわれる⁽²⁾。そこで培地として川砂を選び、培養液の施用量と施用間隔を一定にして、リン酸およびカリ濃度をいろいろに変え、カラタチ実生の生育と体内養分含量に及ぼす影響を検討した。

実験 I. リン酸施用の影響

I. 材料および方法

1965年6月に地上部の長さ10~14 cmの1年生のカラタチ実生を選び、れきを入れた1/5000アールワグネルポットに5本ずつ移植した。れきは直径5 mm前後のものをあらかじめ数日間塩酸液に浸漬し洗滌した。植付後10日間は水道水のみで生育させ、6月23日から $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ を用いて培養液の中のリン酸の濃度を0, 10, 20, 40, 60, 80, 100 ppmの7区に分けて施用した。基礎

培養液は第1表のとおりで pH を4.5~5.0に調整した。培養液は施用のつど作成し、ポット当たり1回 500 ml を1日おきに与えた。夏季の乾燥期には時々かん水を行なった。

植付後40日、70日および100日に各区の1鉢ずつを掘り上げ、樹体を解体して無機成分含量を測定した。分析方法は N : Semimicro Kjeldahl 法, P : Molybdenum blue 法, K : Flame photometer 法, Ca および Mg : Chelate 滴定法である。

II. 実験結果

(1) 樹体の生育

カラタチ実生の生育に及ぼすリン酸処理濃度の影響は植付後40日頃から始め、100日頃になる

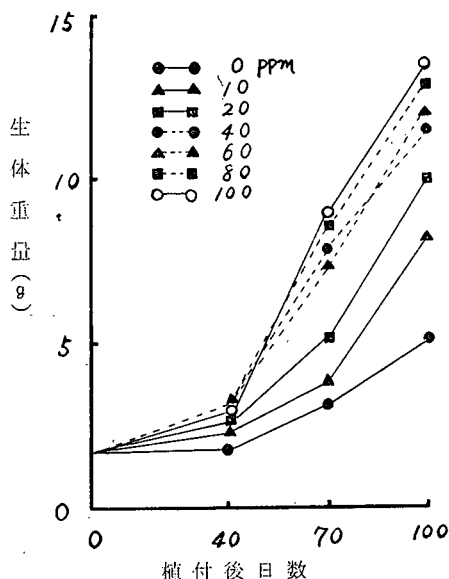
第1表 培養液の組成 (ppm)

N	K	Mg	Ca
215	80	20	268
Fe 1.0, Mn 0.5, B 0.5, Zn 0.5, Cu 0.1, Mo 0.1			

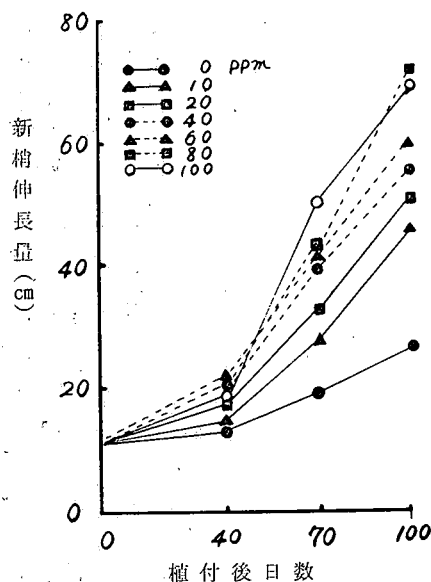
第2表 カラタチ実生の生育に及ぼすリン酸濃度の影響

処 理 濃 度	植 付 時		新梢伸長量*	生体重増加量*	T-R率*
	生 体 重 量*	新梢の長さ*			
ppm	g	cm	cm	g	
0	1.5	12.6	14.6	3.8	1.13
10	1.6	11.9	34.3	6.3	1.48
20	1.7	12.3	38.8	8.7	1.63
40	1.5	12.3	43.5	9.5	1.63
60	1.6	11.8	48.2	10.4	1.63
80	1.5	11.3	60.7	11.5	1.85
100	1.5	11.7	57.4	12.0	1.98
LSD 0.05	—	—	12.0	1.5	0.19

* 植付後100日の5本平均



第1図 カラタチ実生の時期別生体重量に及ぼすリン酸濃度の影響

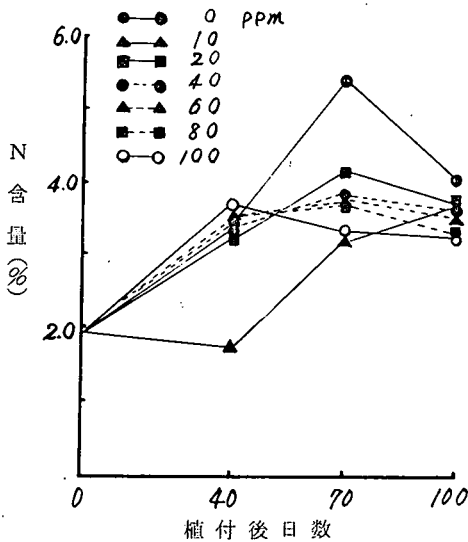


第2図 カラタチ実生の新梢伸長量に及ぼすリン酸濃度の影響

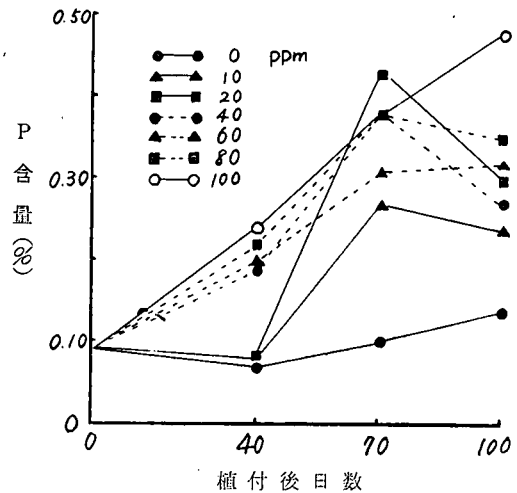
とかなり顕著になった。すなわち植付後 100 日における新梢伸長量は無リン酸区が他区に比べていちじるしく劣り、低濃度区から高濃度区になるにつれて大きくなった。また、樹体の新鮮重量および T-R 率はリン酸の濃度が高くなるほど増加した。

(2) 葉内無機成分含量

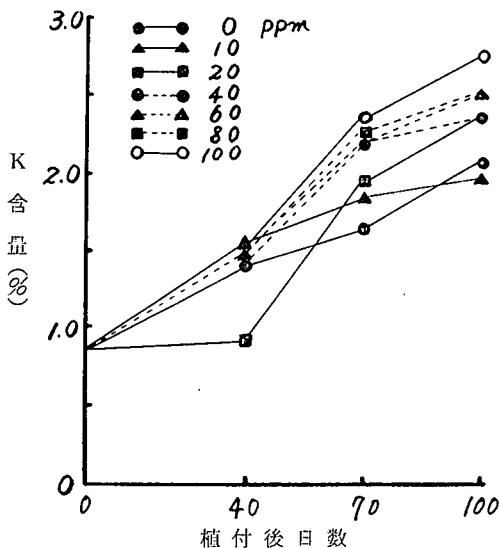
N 含量は植付後 40 日にはリン酸高濃度区で高くなり、70 日および 100 日になると逆に低濃度区が高くなった。P 含量は全生育期間を通じてリン酸施用濃度にやや比例していた。生育初期の低濃度区の P 含量は植付時に比べていくらか低い値を示した。また、リン酸の中、高濃度区では生育中期に比べて後期 (植付後 100 日) の P 含量は低くなる傾向を示した。K 含量は処理日数が重なるにつれて増加し、リン酸高濃度区が高かった。Ca 含量については植付後 70 日まで処理濃度との間に一



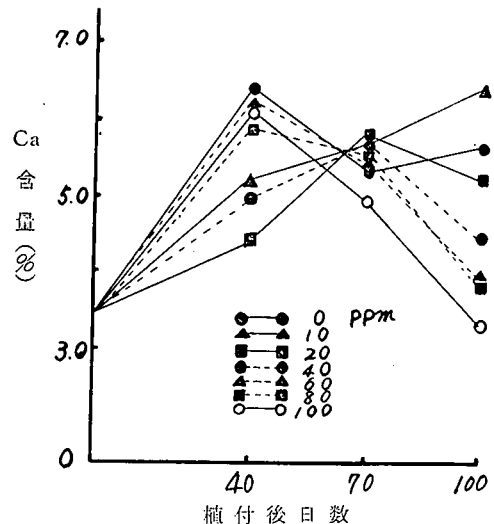
第 3 図 カラタチ実生の葉内 N 含量に及ぼすリン酸濃度の影響



第 4 図 カラタチ実生の葉内 P 含量に及ぼすリン酸濃度の影響



第 5 図 カラタチ実生の葉内 K 含量に及ぼすリン酸濃度の影響

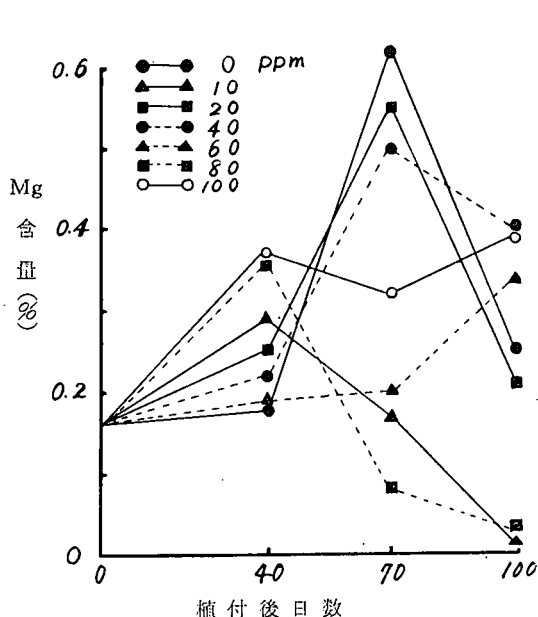


第 6 図 カラタチ実生の葉内 Ca 含量に及ぼすリン酸濃度の影響

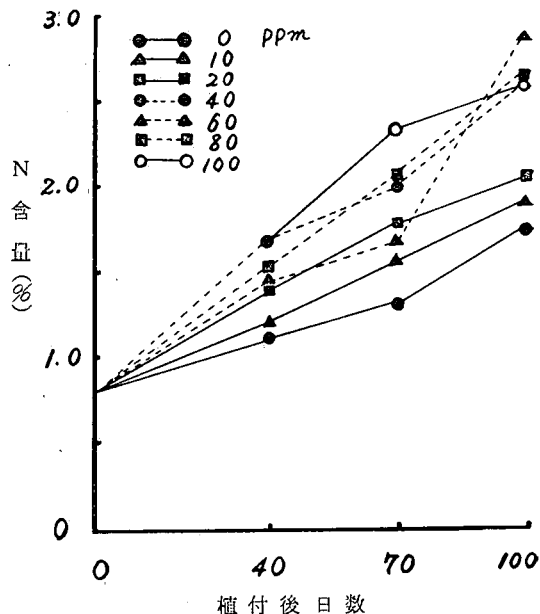
定の傾向がみられないが、100日になるとリン酸高濃度区で低くなった。生育初期に Ca 含量が急速に増加した区は生育中期から後期になって次第に低くなり、また逆に生育初期に増加の程度の低い区は中期、後期になってさらに増加した。Mg 含量は生育初期に全体に高くなったが、全生育期間を通じてリン酸処理濃度の影響は現われなかった。

(3) 根部の無機成分含量

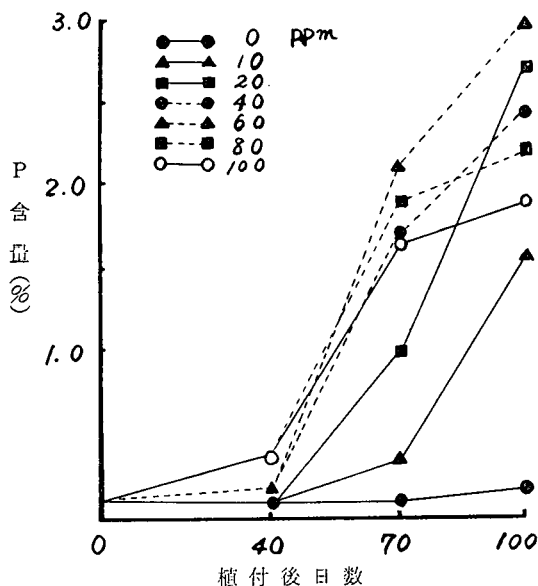
N 含量はリン酸の処理日数が重なるにつれて次第に増加し、またリン酸濃度が高いほど N 含量も高くなる傾向を示した。P 含量は植付後40日まではほとんど変化がないが70日から100日になると



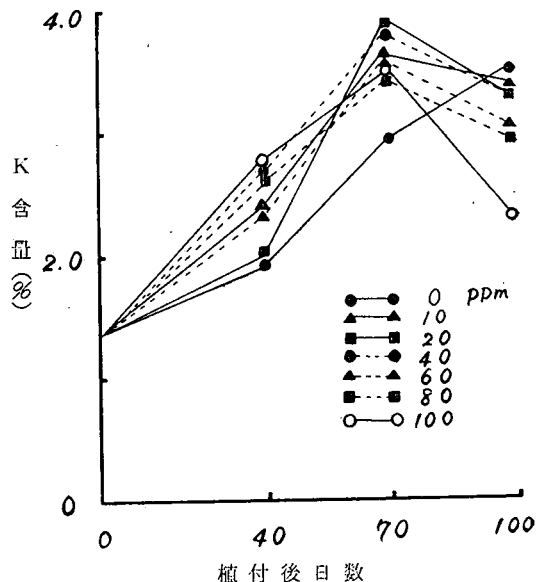
第7図 カラタチ実生の葉内 Mg 含量に及ぼすリン酸濃度の影響



第8図 カラタチ実生の根内 N 含量に及ぼすリン酸濃度の影響



第9図 カラタチ実生の根内 P 含量に及ぼすリン酸濃度の影響



第10図 カラタチ実生の根内 K 含量に及ぼすリン酸濃度の影響

リン酸施用区はいずれも急速に増加した。K含量は各処理区とも植付後70日まで一様に増加したが、100日になると無処理区を除く各区は70日の値より低くなった。生育後期のK含量はリン酸低濃度区の方が高くなった。

III. 考 察

培地によるリン酸の吸着や固定は他の肥料成分に比べてかなり大きく、またリン酸は窒素やカリに比べてカンキツ樹体の吸収量が僅少であるから、リン酸濃度に関する試験では培地の性質が重要な要素となる。また樹体が大きくなるにしたがって体内リン酸が貯蔵リン酸として後日の生育に作用することも考えられる。そこで、培地のリン酸濃度の変化を出来るだけ防ぐために、培養液は施用のつど作成した。またリン酸の体内蓄積量の少ない材料を選ぶために、発芽後、枝幹が10～14cm程度に伸長した実生苗を選び、それに付着している種子を摘除した。

カラタチ実生の生育はリン酸無処理区で著しく阻害され、また、樹体内のP含量もリン酸無処理区がきわめて少ないことから、培地からのリン酸供給量はほとんど問題とはならないと考えられる。カラタチ実生の生育に好適な培養液のリン酸濃度は80～100 ppmであった。

従来の水耕または砂耕によるカンキツのリン酸濃度に比べてかなり高い。このことは培養液の組成や供給量さらには培地の性質や供試材料の相違に由来するものと考えられる。樹体内無機成分含量に及ぼすリン酸施用濃度の影響はかなり複雑である。すなわち、樹体の生育の大小による希釈作用の程度や樹体内における無機成分の移行の遅速、あるいは無機成分の間の相互作用などが影響するものと考えられる。全生育期間を通じて葉および根部においてリン酸施用濃度にはほぼ比例している無機成分はリン酸のみであった。生育中、後期には根部のP含量は樹体の生育の速度に比例して急速に高くなったのに対して、後期における葉のP含量は、生育量に応じていくらか低下する傾向を示した。したがって根部のPが地上部に移行する速度が地上部の生育の速度より遅れていることが考えられる。植付後は100日におけるT-R率はリン酸施用濃度にはほぼ比例していることから、この同じ時期の根部の生育量には地上部ほどの相違はないことが伺える。したがって根部のリン酸吸収力はリン酸高濃度区で強いことになる。

根部のN含量はリン酸施用濃度にはほぼ比例しているが、葉については樹体の生育が盛んになるにつれて、その生育量に応じてかなり低くなった。

葉のK含量はリン酸施用濃度に比例し、生育が進むにつれて次第に高くなっているが、根部のK含量は生育後期になってリン酸施用区が低くなった。これらについては樹体の生育にともなって根部から地上部への移行量が吸収量を上回ったものと考えられる。葉のCaは生育の緩慢な初期にかなり蓄積されたが、生育の盛んになった中、後期にはリン酸処理濃度の高いものほど著しく希釈された。地下部からのCaの移行量が地上部の生育量に見合わなかったため、葉のK含量の増加からみてカリとのきっこう作用が関係しているとも考えられる。葉のMg含量は時期的にリン酸処理区の間ではげしく変化し考察しにくい。

実験II. カリ施用の影響

I. 材料および方法

1965年6月に1年生のカラタチ実生を1/5000アールワグネルポットに1鉢当たり5本づつ植付けた。ポットにはあらかじめ塩酸で洗滌した川砂を入れ、初めの10日間は水道水を施して活着を促した。6月23日から90日にわたって、1日おきに1回500mlの培養液を与えた。なお、夏季の乾燥期には時々かん水を行なった。培養液のカリ濃度を0, 40, 80, 120, 160, 200, 240 ppmの7段階とし、各処理区を3鉢設けた。窒素およびカリ源はそれぞれ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, KNO_3 を用い、窒素濃度を一定にしてカリ濃度を变化させた。基礎培養液は第1表の中でPを20 ppmとしpHを4.5～5.0に調整した。

植付後40日, 70日, 100日に各区1鉢ずつ掘り上げ, 解体して化学分析の材料とした。分析方法は実験Iと同じである。

II. 実験結果

(1) 樹体の生育

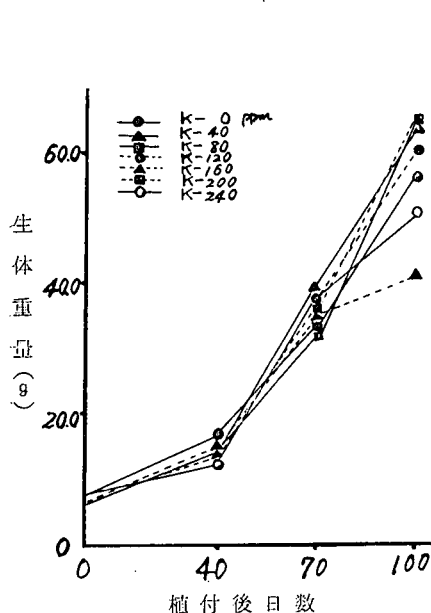
地上部の生育は各処理区とも植付後40日頃から活発となり, 実験終了時の新梢の長さは植付時に比べて3.7~5.2倍となった。生体重量は同様に5.9~8.8倍と増加した。

一方, 全期間を通じて生体重量および新梢伸長量には各処理間に有意差を示さなかった。ただ, 植付後100日目に高濃度区がやや生育の劣る傾向があった。T-R率は160 ppm, 240 ppm区が他区より高くなった。

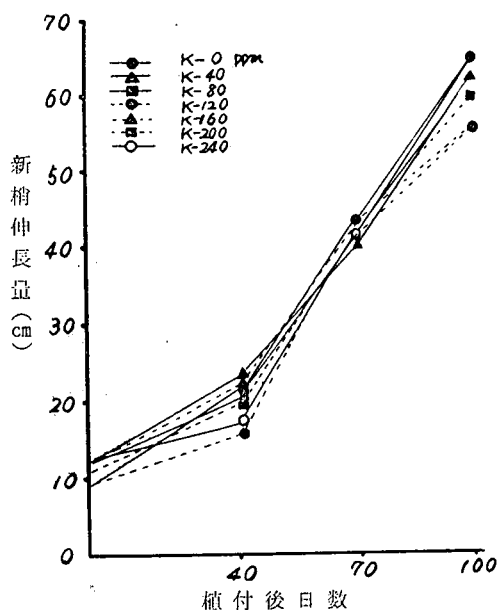
第3表 カラタチ実生の生育に及ぼすカリ濃度の影響

処 理 濃 度	植 付 時		新梢伸長量*	生体重増加量*	T-R率*
	生体重量*	新梢の長さ*			
ppm	g	cm	cm	g	
0	1.5	9.1	46.8	10.8	1.9
40	1.5	12.1	50.6	10.8	1.8
80	1.2	12.0	53.0	10.6	2.0
120	1.2	11.6	50.0	10.1	1.7
160	1.2	11.9	44.2	8.4	2.4
200	1.4	11.0	49.3	11.4	1.6
240	1.6	12.4	47.9	9.5	2.6
LSD 0.05	—	—	N. S.	N. S.	0.40

* 植付後100日の5本平均



第11図 カラタチ実生の生体重量に及ぼすカリ濃度の影響

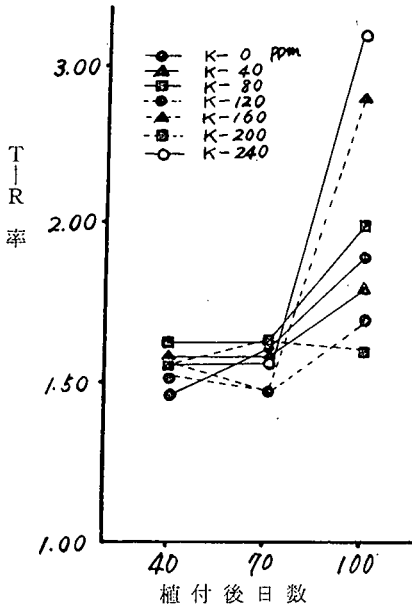


第12図 カラタチ実生の新梢伸長量に及ぼすカリ濃度の影響

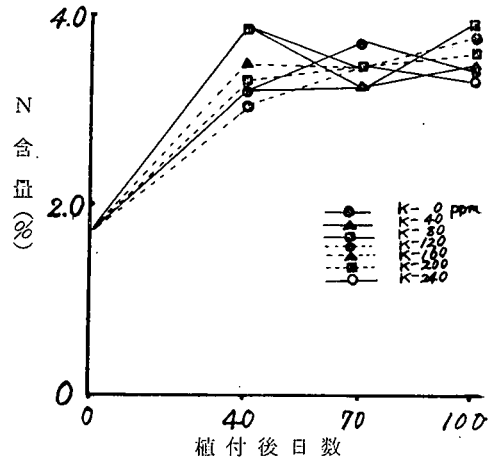
(2) 葉内無機成分含量

N成分含量は各処理区とも, 植付後40日まではかなり高くなったが, その後の変化は僅少であっ

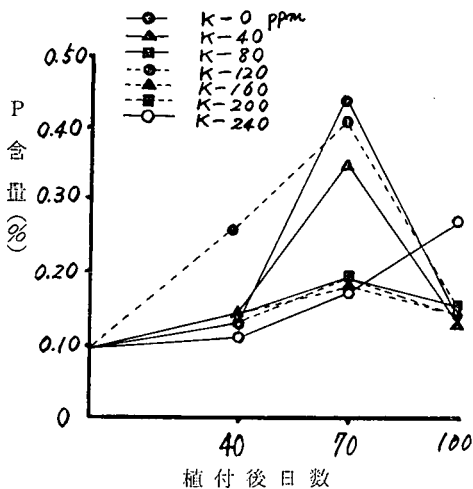
た。P 含量は生育中期まで各処理区とも一様に増加していたが、後期になると 240 ppm 区を除いていずれも急激に減少した。N, P 両成分ともカリ処理の影響ははっきりしなかった。K 成分は処理を重ねるにしたがって全体に増加する傾向があった。特に、生育初期の K 含量の増加がめだった。生育の初期、中期における K 含量はカリの高濃度処理区が低濃度処理区より高かったが、生育後期の K 含量はカリ処理の影響ははっきりしなかった。



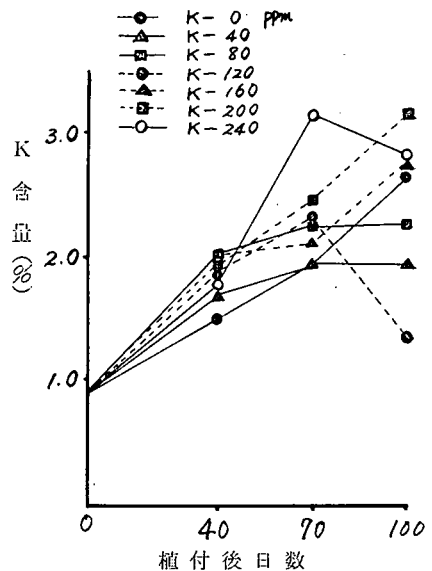
第13図 カラタチ実生の時期別 T-R 率



第14図 カラタチ実生の葉内N含量に及ぼすカリ濃度の影響



第15図 カラタチ実生の葉内P含量に及ぼすカリ濃度の影響

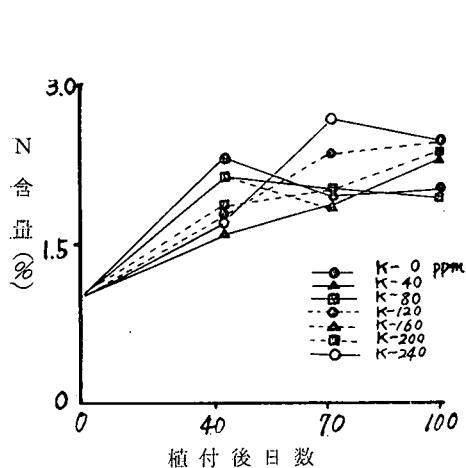


第16図 カラタチ実生の葉内K含量に及ぼすカリ濃度の影響

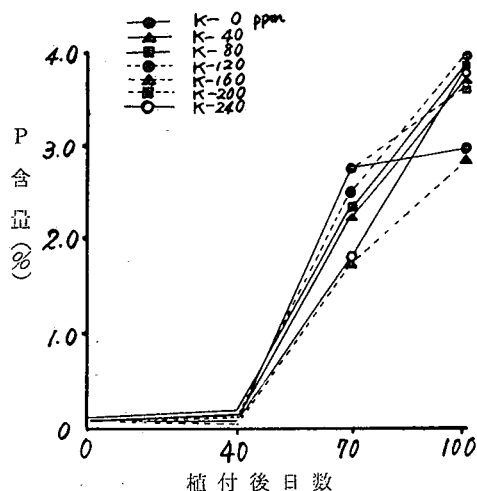
(3) 根部の無機成分含量

根に含まれる N 成分は処理回数が増えるにしたがっておおむね増加する傾向であった。P 成分は

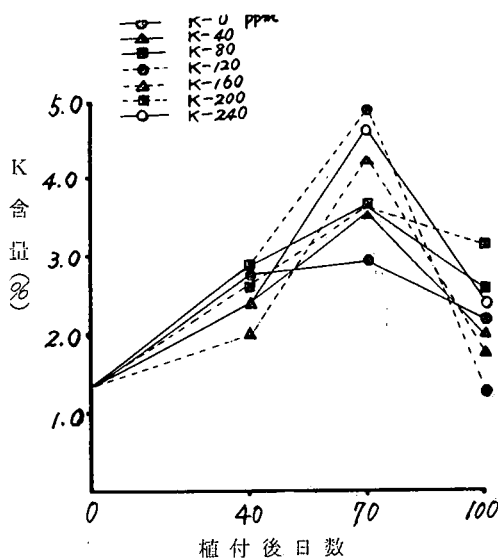
生育の初期にはほとんど変化を示さなかったが、その後、実験終了時まで急激に増加した。N、P 両成分の含量にはカリ処理の影響が顕著でないが、P 成分含量がややカリの高濃度区で高い傾向を示した。K 成分含量は生育中期まで各処理区とも一様に増加したが、後期になると全般にかなり低い値を示した。K 成分含量の増加、減少の度合は高濃度処理区の方が低濃度処理区に比べて大きかった。



第17図 カラタチ実生の根内N含量に及ぼすカリ濃度の影響



第18図 カラタチ実生の根内P含量に及ぼすカリ濃度の影響



第19図 カラタチ実生の根内K含量に及ぼすカリ濃度の影響

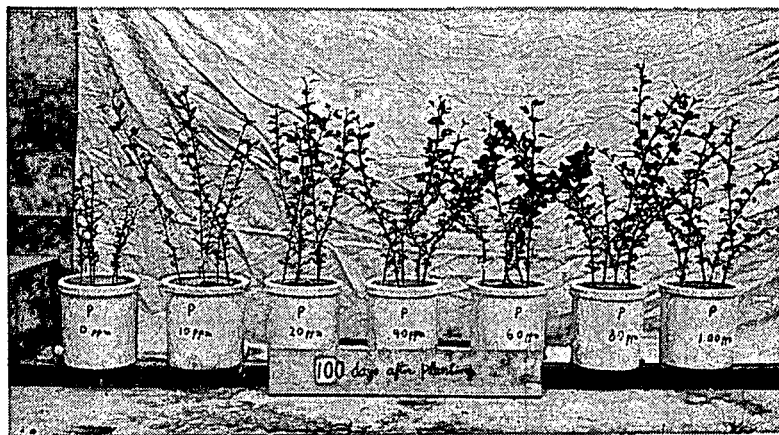
III. 考 察

生育期間を通じて樹体の生育に及ぼすカリ施用の効果はほとんど認められない。したがって、カラタチ実生の生育に対するカリの必要量はごく僅かで足りることになる。

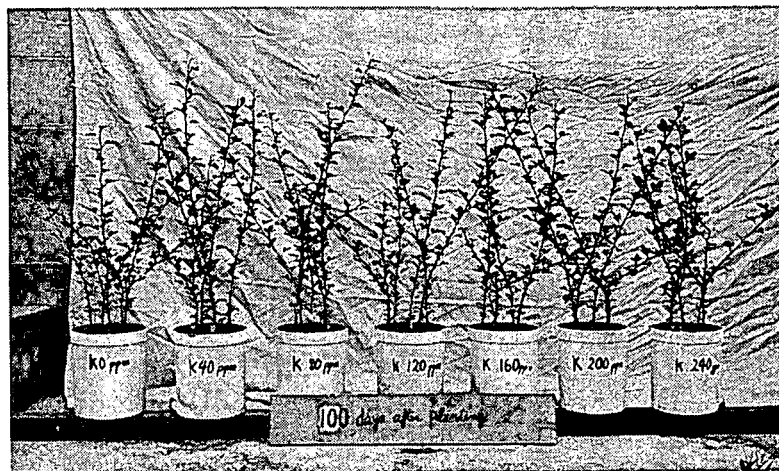
無処理区が他の処理区に比べて大差のない生育を示したことから、あるいは培地からのカリ成分の浸出が問題となるかもしれない。

T-R率は生育の初期および中期には各処理区ともやや似かよった値を示したが、生育後期になると 160 ppm および 240 ppm の両区が他区よりかなり高い値となった。一方、新梢伸長量と生体重量の増加量は処理間に有意差を示していない。すなわち、植付後70日までの生育の初期、中期には、地上部と地下部の発育がほぼ比例的に行なわれていたのが、実験終了時になると 160 ppm、240 ppm の両区は地下部の発達が鈍くなってきたものと考えられる。

葉成分含量でカリ施用の影響が認められるのはK成分のみで、処理濃度に比例して葉内K含量が増加した。一方、NおよびPの葉内含量はカリ施用によって影響されることはほとんどないようである。葉内のN、P、K各成分含量はいずれも時期的にかなり変化し、特にP含量は生育後期になって低下する傾向にあった。すなわち、この期間の地上部の生育量に対して地下部からのリン酸の供給が生育中期までのそれに比べて少なかったものと考えられる。根部に含まれるN、P、K成分のうち、カリ処理の影響が現われているものはほとんどない。ただ、K成分含量の時期的な増減がカリの高濃度処理区でやや激しい傾向を示した程度である。したがって、樹体の生育量と葉成分含量からみて、根に吸収されたK成分はかなりすみやかに地上部に移行するものと考えられる。根部のP含量は生育の中、後期になって急激に高くなったのに比べて、生育後期における地上部のP含量は逆に低くなっている。リン酸は樹体の生育がある程度進むと地下部に次第に蓄積されるようである。



第20図 カラタチ実生の生育に及ぼすリン酸濃度の影響（植付後100日）



第21図 カラタチ実生の生育に及ぼすカリ濃度の影響（植付後100日）

摘 要

1. 1965年にカラタチ実生を砂耕し、培養液の中のリン酸濃度を0～100 ppm, カリ濃度を0～240 ppm に分けて施用した。植付後40, 70および100日に各区の1鉢ずつを掘り上げ、樹体の生育と体内養分含量を測定した。
2. 樹体の生育はリン酸が低濃度から高濃度になるにつれて盛んになったが、カリ施用の影響は見られなかった。
3. 葉内P含量はリン酸施用濃度にやや比例し、葉内K含量はカリの高濃度施用区で高い傾向にあった。
4. 樹の生育が進むにつれて、根部のNおよびP含量は増加したが、K含量はやや減少した。

引 用 文 献

1. Chapman, H. D., and G. F. Jr. Liebig. 1940. Nitrate concentration and ion balance in relation to citrus culture. *Hilgardia* 13: 141.
2. Haas, A. R. C., and E. E. Thomas. 1928. Effect of sulphate on lemon leaves. *Bot. Gaz.* 86: 345.

(昭和42年8月29日受理)