

休眠期における施肥の相違が温州ミカンの生育と果実の収量ならびに品質に及ぼす影響

中島 芳和・篠沢 忠孝・吉村不二男

(農学部果樹園芸学研究室)

Effect of different fertilization in the dormant season on the growth, yield, and fruit quality of young Satsuma orange trees.

By

Yoshikazu NAKAJIMA, Tadataka SHINOZAWA,
and Fujio YOSHIMURA

(Laboratory of Pomology, Faculty of Agriculture)

Summary

1. Young Satsuma orange trees were grown under the sand culture in the green house during September, 1965 to October 1966. The effect of different fertilization in the dormant season on the growth, yield, and quality of fruit was compared with that of phosphate application in the growing season.
2. The old leaves of the trees received no nitrogen in the dormant season had nitrogen deficiency in the early growing season.
3. Number of flowers and fruits of the trees was increased by phosphate application in the dormant season. The tree vigour and yield of fruits increased with phosphate application in the growing season.
4. Phosphate application in the dormant and growing season tends to decrease the content of citric acid in fruit juice, peel thickness and reddish color of the fruit.
5. Phosphate application in the dormant season tends to increase the content of N, P, and Ca, and to decrease the content of K in spring leaves in the early growing season.

I. 緒 言

永年性果樹の体内における養分含量は翌年の樹の生育や果実の収量、品質に影響を及ぼす。なかでも、カンキツのリン酸吸収量は窒素やカリに比べてかなり少ないうえ、体内の移動が早いために、体内リン酸の翌年に対する肥料的効果はかなり大きいものと考えられる。そこで、樹の大きさに影響の少ない休眠期を選び、リン酸を中心とした施肥の相違によって体内養分含量を変化させ、生育期におけるリン酸の肥料効果を検討した。本実験では、休眠期の施肥により培地に吸着されたリン酸を生育期において除去することが出来ず、体内リン酸の影響を正確に調べることが出来なかった。

II. 材料および方法

秋から冬の間の休眠期と春から秋に及ぶ生育期の二つの時期について、リン酸を中心として培養液の種類を変え、生育期のリン酸施肥を対照として温州ミカンの生育と果実の収量ならびに品質に及ぼす影響を検討した。

1965年9月に3年生の温州ミカン（宮川早生）を川砂を入れた1/2000アールワグネルポットに植え、同年10月1日より翌年2月15日まで培養液の種類を(1)無リン酸対照、(2)リン酸加用、(3)無リン酸、(4)無窒素無リン酸、(5)無肥料の5区に分け、続いて2月16日から同年5月10日まで全処理区に水道水のみを与えた。翌5月11日から実験終了時（同年10月21日）まで、無リン酸対照区には完全培養液を与え、その他の区にはリン酸を含まない培養液を与えた。実験は無加温ガラス室の中で行ない、各区とも4反復し、1鉢あたり約1ℓの培養液を1～2日おきに施用した。休眠期における培養液の組成はppmでN 100, P 20, K 80, Ca 100, Mg 20 および適量の微量要素を加えたもので、生育期にはNを200 ppm, Pを80 ppmにあげた。

4月下旬から果実の採取時まで着果数を10日おきに測定し、5月19日に春枝と9月14日に夏枝の伸長量を測定した。1樹あたり頂果とえき果の中の有葉果と直果をそれぞれ一つずつ選び、時期別に横径と縦径を測定した。10月7日に全果実の採取を終り、樹別に果実の収量と着色の度合を調べた。また1樹につき平均した果実を3個ずつ選び、果皮の厚さ、果汁の可溶性固形物および酸含量を調べた。果実は着色の度合に応じて6階級に分類し、そのおのおの標準果実について果皮の葉緑素含量を測定した。可溶性固形物含量の測定には屈折計を用い、酸含量はアルカリ滴定によってクエン酸として表示した。1966年5月11日に1樹あたり新葉2～3枚と果実2個をとり、同年10月21日に各区の中の平均した樹の一つずつ掘り上げ、解体して化学分析の材料とした。また、採葉と同時に地表下5～10 cmの間の砂をとりリン酸含量を測定した。植物体の分析方法は次のとおりである。

N : Semimicro Kjeldahl 法, P : Molybdenum blue 法, K : Flame photometer 法, Ca および Mg : Chelate 滴定法, Chlorophyll : Acetone, ether 法, 培地のリン酸分析は Bray Pt test によった。

III. 実験結果

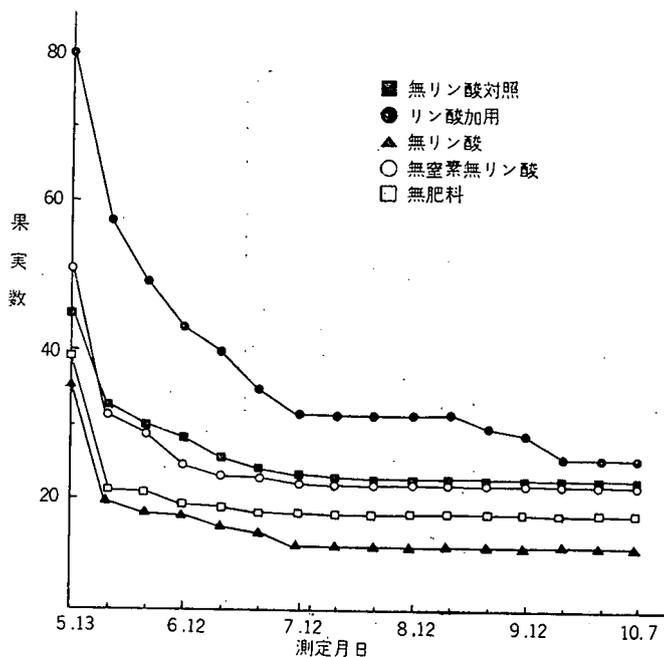
1. 樹体の生育と開花数および着果数

各処理区とも3月中旬から発芽を始めた。4月から5月初めにかけて、無肥料区と無窒素無リン酸区の一部の古葉は次第に緑色が薄くなり黄化症を表わしてきたが、再び培養液の施用を開始してから新葉は順調に緑化した。春枝の伸長量は無リン酸区が最もよかったが、リン酸加用区、無窒素無リン酸区および無肥料区はかなり劣った。夏枝の伸長量は無リン酸対照区が最もすぐれた。開花

第1表 休眠期における施肥の相違が温州ミカンの生育、開花数ならびに着果数に及ぼす影響*

	開 花 数			着 果 数			新梢伸長量 (cm)	
	4月23日	5月3日	5月13日	5月13日	7月12日	10月7日	春 枝	夏 枝
無リン酸対照	41	17	0	45	23	23	31	116
リン酸加用	103	15	0	80	32	28	15	41
無リン酸	35	10	0	36	14	13	78	27
無窒素無リン酸	44	23	0	51	23	23	14	23
無肥料	22	24	0	39	18	18	17	61
L S D 5%	—	—	—	24.2	10.1	9.7	28.6	52.8

* 4樹平均



第1図 着果数の季節的变化 (4樹平均)

は4月中旬から始まり5月上旬に終わった。4月23日から10日ごとに調べた開花数はリン酸加用区が多い傾向であった。着果数は各処理区とも5月中旬に激しく減少したが、7月中旬以降はほぼ一定であった。リン酸加用区の初期の着果数は他区よりもかなり多かったが、後期には裂果を伴って落果し、他区との差が少なくなった。

2. 果実の肥大と収量

果実の横径および縦径は各処理区とも8月上旬ごろまでかなり盛んに伸長した。また各処理区とも頂果の肥大率が最も高く、えき果の中の有葉果がこれに続き、直果の肥大率は最低であった。リン酸加用区の果実の肥大は他区に比べて劣る傾向にあった。一方、無リン酸区における頂果と直果の横径は他区の同じ果実の横径に比べて伸び率が大きかった。

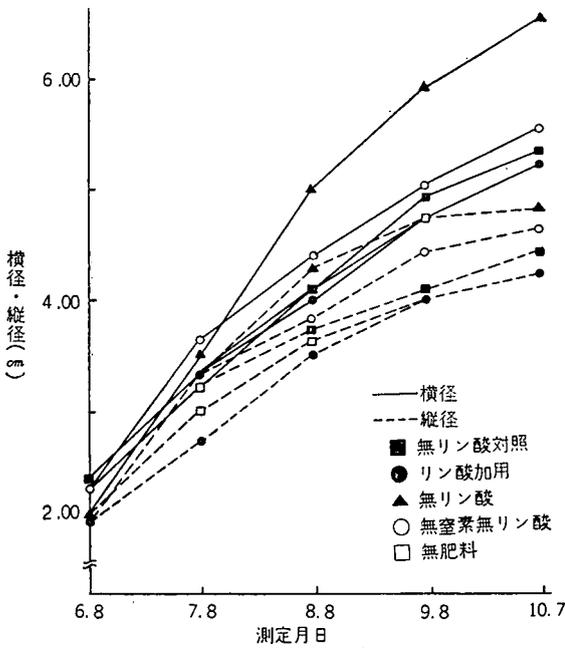
採収時のえき果の横径、縦径比は無肥料区が高く、リン酸加用区と無リン酸対照区が低かった。

第2表 休眠期における施肥の相違が温州ミカン果実の収量と品質に及ぼす影響*

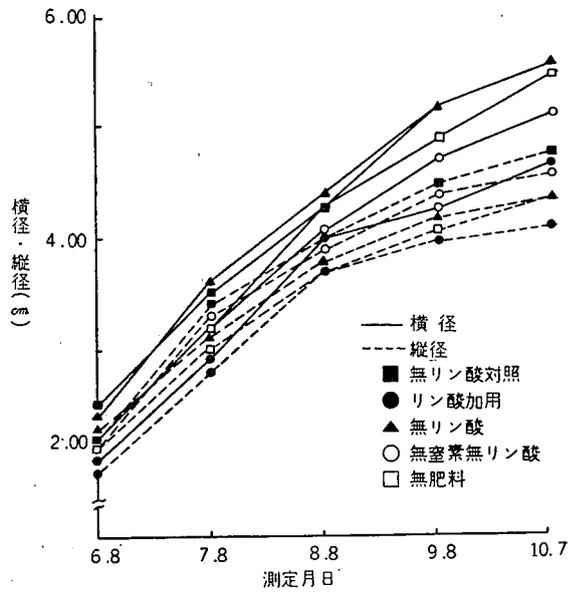
	果実 収量	1果 平均 重量	横径, 縦径比			果皮 の厚さ	可溶性 固形物	クエン酸	甘味比	着色度**
			頂果	えき果						
				有葉果	直果					
無リン酸対照	1433	62.3	1.22	1.18	1.14	1.80	8.2	1.32	6.2	0.0
リン酸加用	1193	42.6	1.24	1.15	1.16	1.73	8.3	1.43	5.8	0.0
無リン酸	940	72.3	1.28	1.20	1.20	2.63	8.4	1.81	4.6	74.1
無窒素無リン酸	1033	44.9	1.20	1.21	1.20	2.20	8.5	1.60	5.3	39.9
無肥料	1083	60.2	1.24	1.22	1.24	2.45	8.8	1.56	5.6	65.4
L S D 5%	409.8	16.8	0.05	N. S.	0.07	0.264	N. S.	0.271	0.81	31.17

* 4樹平均

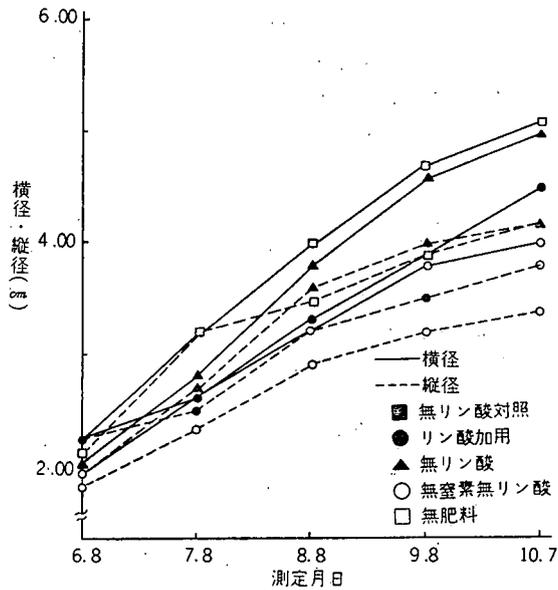
** 着色度分類の中のD, E, Fを含む果実数の割合



第2図 頂果の横径と縦径の季節的变化



第3図 えき果(有葉果)の横径と縦径の季節的变化



第4図 えき果(直果)の横径と縦径の季節的变化

また、頂果では無リン酸区が高かった。1樹あたりの果実収量は無リン酸対照区が最も多く、無リン酸区が最少であった。1果平均重量は無リン酸区と無リン酸対照区がリン酸加用区や無窒素無リン酸区より大であった。

3. 果実の品質

果汁の可溶性固形物含量は処理区の間ほとんど差がなく、無肥料区がやや高い傾向にあった。

果汁のクエン酸含量は無リン酸対照区およびリン酸加用区がかなり低くなり、無リン酸区が最も高かった。したがって甘味比はリン酸加用区および無リン酸対照区が他区より高い傾向にあった。リン酸加用区と無リン酸対照区の果皮は他区に比べて薄くなり、無リン酸区が最も厚くなった。果皮の着色度に応じて分類した標準果実について、それらの果皮の葉緑素含量は第3表のとおりである。Aの果皮はほとんど黄色がなく、E、Fの果皮は黄色にやや赤味を帯びていた。第2表の着色度はこの6階級のうち、着色の進んだD、E、Fにはいる果実数の割合を示したもので、リン酸加用区と無リン酸対照区は他区に比べて極端に着色がおくれた。

第3表 果皮の着色度と葉緑素含量* (micrograms/sq. cm)

着色度	葉緑素 a	葉緑素 b
A	24.4	8.6
B	14.1	4.5
C	8.8	2.3
D	4.4	0.7
E	1.4	0.5
F	0.8	0.3

* 1966年10月7日

4. 樹体内養分含量と培地のリン含量

5月11日に採取した葉および果実と実験終了時の樹体各部における養分含量は第4表に示すとおりである。5月の葉内成分はリン酸加用区のN、PおよびCa含量が他区に比べて最高の値を示したのに反して、そのK含量は逆に最低であった。また、5月の果実内成分はリン酸加用区のPおよびN含量が他区より高かった。実験終了時の樹体各部はリン酸加用区と無リン酸対照区のP含量が他区に比べて高く、無肥料区が最低であった。無リン酸対照区を除いて、葉内P含量は5月よりも10月の値が低くなる傾向で、葉内K含量も無リン酸区を除いて同じ傾向があった。一方、葉内N、CaおよびMg含量は逆に5月よりも10月に高い傾向がみられた。実験終了時の葉の葉緑素含量は各処理区の間で大差はなかったが無リン酸対照区がやや高かった。培地のリン酸含量は第6表のごとくである。リン酸加用区のリン酸含量は5月から10月にかけて低下したが、リン酸無施肥の区に比べるとかなり高かった。実験終了時における無リン酸対照区のリン酸含量は他区に比べて著しく高かった。

第4表 休眠期における施肥の相違が樹体各部の養分含量に及ぼす影響

		葉		枝	幹	細根	太根	果実
窒素		5月	10月	10月	10月	10月	10月	5月
無リン酸対照		1.96	2.35	1.26	0.99	1.58	0.98	2.53
リン酸加用		2.26	2.25	1.09	0.74	1.51	0.70	2.68
無リン酸		2.14	2.74	1.22	0.77	1.57	0.73	2.57
無窒素無リン酸		2.00	2.68	1.38	0.83	1.70	0.91	2.25
無肥料		1.76	2.35	1.01	0.80	1.50	0.70	2.50
リン								
無リン酸対照		0.11	0.13	0.11	0.07	0.13	0.11	0.27
リン酸加用		0.14	0.13	0.10	0.07	0.18	0.08	0.32
無リン酸		0.10	0.07	0.06	0.04	0.07	0.04	0.24
無窒素無リン酸		0.09	0.08	0.06	0.05	0.08	0.08	0.15
無肥料		0.10	0.04	0.04	0.04	0.08	0.05	0.23
カリ								
無リン酸対照		1.36	1.10	0.47	0.32	1.40	0.95	2.20
リン酸加用		1.05	0.93	0.57	0.39	1.07	0.66	2.10
無リン酸		1.16	1.40	0.86	0.44	1.23	0.59	2.20
無窒素無リン酸		1.25	0.76	0.51	0.39	1.76	0.90	2.00
無肥料		1.25	1.00	0.54	0.44	1.36	0.66	2.00
		葉	枝	幹	果実			
カルシウム		5月	10月	10月	10月	5月		
無リン酸対照		2.89	4.11	1.55	0.86	0.27		
リン酸加用		3.20	4.01	1.95	1.15	0.64		
無リン酸		2.81	3.79	1.72	1.12	0.30		
無窒素無リン酸		2.32	3.85	1.59	1.28	0.27		
無肥料		2.12	3.81	1.77	0.82	0.27		
マグネシウム								
無リン酸対照		0.17	0.26	0.15	0.11	0.24		
リン酸加用		0.13	0.24	0.12	0.20	0.30		
無リン酸		0.15	0.39	0.12	0.12	0.21		
無窒素無リン酸		0.20	0.44	0.28	0.15	0.20		
無肥料		0.18	0.15	0.21	0.15	0.24		

第5表 葉内葉緑素含量* (micrograms/sq. cm)

	葉緑素 a	葉緑素 b
無リン酸対照	37.8	13.7
リン酸加用	35.9	13.0
無リン酸	34.9	14.2
無窒素無リン酸	32.9	13.3
無肥料	34.2	13.4

* 1966年10月1日採葉

第6表 休眠期における施肥の相違が培地のリン含量に及ぼす影響* (1966年)

	5月	10月
無リン酸対照	6.4	44.4
リン酸加用	28.0	18.8
無リン酸	6.0	8.4
無窒素無リン酸	6.0	4.0
無肥料	4.4	4.4

* Bray P₁ test (ppm)

IV. 考 察

リン酸を主体として樹体内養分含量を変化させるために休眠期の施肥を変え、さらに、春枝の伸長時期を無肥料にして生育を促し、休眠期の施肥の相違による培地の養分較差を少なくした。2月から5月にかけて水道水を施用していた期間には、新芽の伸長に伴って樹勢が衰え、特に無肥料区と無窒素無リン酸区の一部の古葉は欠乏症を示した。欠乏症は葉全体が黄色を示し、Campらの窒素欠乏症に類似していた⁽³⁾。5月の葉分析の結果からも窒素の欠乏症とみなされる。新しょうの伸長は開花数や着果量の多少によって影響を受けやすい。本実験における春枝の伸長量は開花数または着果数に反比例の傾向が見られるが、無肥料区では開花数や着果数が少ないにもかかわらず春枝の伸長は少なかった。これは樹体内養分含量の不足によるものと考えられる。夏枝の伸長量と着果との間には一定の傾向はみられない。休眠期におけるリン酸の施肥は花芽の分化を促して着果数を増加し、また生育期のリン酸施肥は樹勢を強くするものと考えられる⁽⁴⁾。着果数の多いリン酸加用区と無窒素無リン酸区は果実の肥大率や1果平均重量が劣ったが、無リン酸対照区では着果数が比較的多いにもかかわらず果実が大きくなり最高の収量をあげた。したがって、生育期のリン酸の施肥は樹勢を強くするとともに、果実収量を増加させる傾向がある。リン酸施肥区の果実がやや腰高の傾向にあるのも樹勢の強さに関係するものと考えられる。

リン酸の施肥によって果汁のクエン酸含量や果皮の厚さが低下することが報告されているが^(3,5)、本実験でも同様の結果を得、休眠期のリン酸施肥によっても果汁の酸含量の減少や果皮の厚さの低下が見られた。リン酸の施肥によって果皮の着色は著しく阻害された⁽¹⁾。果皮の着色は窒素の吸収がおそくまで続くことで遅延する⁽⁶⁾。5月の果実の窒素含量はリン酸の施肥によって高くなった。したがって、リン酸施肥によって窒素の吸収が促進され着色を阻害したとも考えられる。また、果実採取時における葉内窒素含量はリン酸施肥区に多いとはかぎらず、むしろ果実収量に応じて低くなっており、窒素が果実に移行したと考えられる。休眠期のリン酸施肥は5月上旬の春葉の窒素、リンおよびカルシウム含量を高くし⁽⁵⁾、カリ含量を低くする傾向にあるが⁽⁴⁾、生育期のリン酸施肥では、窒素およびマグネシウム含量は果実収量に応じて低くなり果実の影響が大きいといえる。一方、1果あたりの葉数と着果部位を調節して生育期にリン酸を施肥した場合には、葉内



第5図 盛花期の実験樹の生育状態

(左から、無リン酸対照、リン酸加用、無リン酸、無窒素無リン酸、無肥料)

の窒素、リン、カルシウムおよびマグネシウム含量は増加している⁽⁵⁾。リン酸は培地に吸着されやすい。2月から5月にかけて水道水を施用し、各処理区の砂に含まれた養分含量を均一化しようとしたが、リン酸加用区における砂のリン酸含量は5月、10月とも他区に比べてかなり高かった。したがって、リン酸加用区では生育期間にも培地からのリン酸吸収がいくらか行なわれたものと考えられる。

V. 摘 要

1. 1965年9月から1966年10月まで温州ミカン幼樹を無加温ガラス室の中で砂耕し、休眠期における施肥の相違が樹体の生育と果実の収量ならびに品質に及ぼす影響を生育期のリン酸施肥と比較した。
2. 休眠期に窒素の施肥を行なわなかった樹の古葉には生育初期に窒素欠乏症が現われた。
3. 休眠期におけるリン酸施肥は開花数および着果数を増加させ、また生育期のリン酸施肥は樹勢を強くして果実収量を増加させた。
4. 休眠期および生育期のリン酸施肥は果汁のクエン酸含量と果皮の厚さを減少させ、果皮の着色を遅らせる傾向にある。
5. 休眠期のリン酸施肥は生育初期の葉内N、PおよびCa含量を高くし、逆にK含量を低くする傾向にあった。

引 用 文 献

1. 安達義正・中島芳和・堀金正巳. 1966 ユズ合およびカウタチ合温州ミカンの生育ならびに果実の収量と品質に及ぼすリン酸施肥の影響 園学雑. 35: 98-105.
2. Camp, A. F., H. D. Chapman, and E. R. Parker. 1949. Symptoms of citrus Malnutrition. Hunger signs in crops Amer. Soc. Agron. and Natl. Fert. Assoc., Washington, D. C.
3. Chapman, H. D. and D. S. Rayner. 1951. Effect of various maintained levels of phosphate on the growth, yield, composition, and quality of Washington Navel orange. Hilgardia 20: 325-358.
4. 小林 章. 1960. 磷酸と果実の収量、品質. 農及園. 35: 7-12.
5. 中島芳和・安達義正. 1966. 温州ミカン果実の發育ならびに品質に及ぼすリン酸の施肥時期の影響 高知大学学術研究報告 15 II: 47-52.
6. Smith, P. F., W. Reuther, and G. K. Scudder. 1953. Effect of differential supplies of nitrogen, potassium on growth and fruiting of young Valencia orange trees in sand culture. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 61: 38-48

(昭和42年8月29日受理)