

温州ミカンの若木に及ぼすリン酸施用の影響

森本 拓也

The Effect of Phosphate Application of Young Satsuma Mandarin Trees

TAKUYA MORIMOTO

緒言

温州ミカンの生産は過剰気味となり、高品質果実の生産が要求されている。果実の品質に關与する要因として、品種系統、気象、地質ならびに地形的条件の影響の大きいことが知られているが、これらの条件を十分に生ずるためには、施肥、土壤管理などの栽培方法も重要である。

リン酸は古くから栽培者においては果実品質を高めるものとの感念があるが、幾つかの研究によるとその効果は必ずしも明確ではない。中間⁵⁾らは 32 P アイソトープを使用して研究した結果、温州ミカン成木において施用したリン酸の吸収割合の低いことを明らかにし、効果の発現しにくいことを指摘している。また坂本⁷⁾も施用したリン酸と樹体内の無機成分との関係が低く効果を殆んど認めていない、その要因として施用したリン酸の土壤中での移動集積が浅い部位にあることをあげている。

一方、砂耕栽培による試験ではリン酸の効果が認められる例がある¹⁾。そこで、筆者らは永年性であるカンキツについても定植時から未耕土壤を用いた試験が必要と考え、温州ミカンについて定植時におけるリン酸の全層施用量などについて試験を行なった。その結果、全層施用がすぐれる成績が得られたので報告する。

材料および方法

1. 土壤および供試樹

紀南かんきつセンター内の未耕土壤を縦1.5m、横1.5m、深さ1mのライシメーターに入れて、試験を開始した。

土壤の母材は、非固結水成岩の円礫を含む洪積層土壤で、土性は、LiCであり、土色は、赤褐色で腐植の少ない土壤である。

供試樹は、杉山温州の1年生を1970年に接木部より25cm上部で剪定し定植した。

2. 処理区の施肥量と施用方法

処理区の施肥設計は第1表のとおり、慣行施肥を基準

とし、その割合はチッ素：100に対してリン酸：80、カリ：70とした。

このリン酸の施用量を標準区： P_1 として、無リン酸区： P_0 、リン酸半量区： $P_{1/2}$ 、倍量施用区： P_2 の表面施用4処理と、全層施用区： P_T の計5処理で、1区5樹の3反復である。全層施用は第1表のとおりで、4年分のリン酸を深さ1mまでの土壤と混合施用し、その後、4年間は無リン酸で栽培した。

土壤管理は清耕法で、施肥後、表層土(約5cmの深さ)と攪拌した。

第1表 4年間の施肥設計

	年次	樹令	窒素	リン酸	カリ
1年目	1970年	2年生	130g	104g	91g
2 "	71	3 "	140	112	98
3 "	72	4 "	150	120	105
4 "	73	5 "	160	128	112

注) 肥料資材

N：硫安、 P_2O_5 ：過リン酸石灰

K_2O ：硫酸加里

施用時期および施肥割合

3月、11月：30%。5月、6月：20%

'74年、'75年の施肥は4年目と同じであり、 P_T 区のリン酸施用量は P_1 区と同量を施用した。

苦土石灰の施用量および時期、200g('71年2月)、100g('72年2月)、50g('73年3月)。

施肥量はライシメーター当りである。

3. 調査方法

樹勢は、各処理区の15樹(5樹×3)について、幹周および樹高、樹巾を冬季に調査し、収量調査も15樹について行った。

葉分析の採葉は、1973年、'74年3月に不着果枝の春葉を1区50枚前後採葉した。分析は、葉柄、中肋を含む葉身全体のチッ素、リン、カルシウム、マグネシウムについて、常法によって分析した。

果実の形質は、1972年から'75年までの4年間、11月

に採取し分析した。分析項目は、果形指数および果肉歩合、果汁成分などである。また、1975年の果実は貯蔵試験も実施した。

土壌分析は、1971年2月、'73年3月、'76年1月に表層および深さごとに採土し、pHおよび有効態リン酸など常法によって分析を行なった。

樹幹の肥大および樹の伸長量は、リン酸全層区が最もよく、定植後1,2年目から効果を示している。その他の処理区はリン酸半量区がやや劣るほか、無リン酸区と差のない生育を示した。

1樹当りの春枝数および着葉数は全層区が1,2年目から多くなるが、倍量区では全体に少なく、樹容積においても表層施用では、増施の効果は認められず、全層施用の効果が大きかった。

成績

1. 樹勢

第2表 年次別樹勢

項目 処理区	定植時				'71年11.13				'71年5.28				'71年6.11					
	総重量	樹高	幹周	着葉数	幹周	樹高	総枝数	伸長量	春枝数	伸長量	着葉数	幹周	樹高	総枝数	伸長量	春枝数	伸長量	着葉数
P ₀	124	83	254	44	3.08	44	7.1	12.6	25.7	6.5	4.4	3.08	44	7.1	12.6	25.7	6.5	4.4
P _{1/2}	121	85	251	39	2.79	44	5.4	11.4	19.2	5.9	3.7	2.79	44	5.4	11.4	19.2	5.9	3.7
P ₁	122	84	254	41	2.89	43	5.2	12.2	18.5	6.2	4.1	2.89	43	5.2	12.2	18.5	6.2	4.1
P ₂	121	86	254	34	2.95	46	4.9	13.7	19.1	6.1	3.8	2.95	46	4.9	13.7	19.1	6.1	3.8
PT	125	87	257	81	3.30	55	10.6	14.3	28.5	7.8	4.8	3.30	55	10.6	14.3	28.5	7.8	4.8

第3表 年次別樹勢

項目 処理区	'71年12月		'72年12月			'74年1月		'75年1月		
	幹周		樹高	樹巾	樹容積	幹周		樹高	樹巾	樹容積
	実数	肥大率				実数	肥大率			
P ₀	5.9	232	7.9	7.4	0.30	8.9	350	8.8	7.9	0.38
P _{1/2}	5.3	211	6.8	6.2	0.18	8.2	327	8.7	6.5	0.26
P ₁	5.9	232	8.3	6.7	0.26	8.8	346	9.5	7.5	0.37
P ₂	5.5	217	7.9	6.4	0.23	8.6	339	9.8	6.9	0.33
PT	7.7	300	11.0	9.2	0.65	11.4	444	11.9	9.1	0.69

2. 収量

収量は第4,5表のとおりで、1樹当りの果実数は、初結果年から全層区が多く、次いで、標準区であり、倍量

区が最も少なくなっている。重量についても、同様な傾向が認められた。

第4表 結実状態

項目 処理区	'72年11.28		1果 平均重	果径 (ヨコ)	着色 程度	'72年5.23				葉数 花数	葉数 果数
	着果数	重量				総花数	着果率	新葉数	旧葉数		
P ₀	11.8	1,139	96.5	6.22	4.2	121	9.8	124	149	2.26	2.31
P _{1/2}	12.5	1,273	101.8	6.32	3.7	101	12.4	153	147	2.97	2.40
P ₁	10.9	1,205	110.6	6.51	3.9	105	10.4	171	137	2.93	2.83
P ₂	7.6	896	117.9	7.16	3.2	108	7.0	111	107	2.02	2.87
PT	20.4	1,888	92.5	6.05	3.8	241	8.5	279	209	2.02	2.39

(注) 着色程度 5...90%以上, 3...70~60%, 1...10%以下。

第5表 年次別収量(1樹当たり)

処理区	'73年11.27		'74年11.26		'75年12.15		合計		平均
	果数	重量	果数	重量	果数	重量	果数	重量	
P ₀	5.8	797	16.6	2,386	37.7	4,393	71.9	8,715	121
P _{1/2}	8.4	1,048	17.7	2,397	28.3	3,301	66.9	8,019	120
P ₁	9.4	1,151	24.7	3,168	31.7	3,697	76.7	9,221	120
P ₂	2.0	233	14.7	2,062	24.0	3,127	48.3	6,317	131
PT	9.9	1,362	30.7	4,522	58.0	6,167	119.0	13,939	117
F検定	-	-	NS	NS	NS	NS	-	-	-

収穫果の大きさ別果数割合は、第6、7表のとおり、2か年平均のM、S級は倍量区がやや少く、L級以上の果実割合が多くみられた。他の区間では、全層区において一果平均重がやや小さいが、大きさ別果数割合でみる

と差はみられなかった。

果実の着色程度は標準区が全体によく、倍量区が最も劣り、全層区も着色の良い果実はやや少なかったが、これは着果数が影響しているものと思われる。

第6表 収量構成（'74年）

処理区	大きさ別果数割合(%)					着色程度(%)			摘果数 (8月5日)
	2L以上	L	M	S	2S	上	中	下	
P ₀	34.5	22.3	20.5	18.7	4.1	65.1	28.8	6.1	7.6
P ^{1/2}	32.6	24.6	29.6	10.8	2.4	72.9	20.6	6.5	6.9
P ₁	30.1	22.0	26.5	16.4	5.0	72.6	20.8	6.6	9.9
P ₂	32.6	28.4	24.1	9.3	5.6	54.7	29.5	15.8	3.9
PT	38.8	25.3	22.0	12.5	1.4	58.7	26.9	14.4	20.5

注) 着色程度：上…90%以上，下…30%以下。

第7表 収量構成（'75年）

処理区	大きさ別果数割合(%)					着色程度(%)			浮皮割合(%)	
	2L以上	L	M	S	2S	上	中	下	有	無
P ₀	18.0	19.2	32.2	22.6	8.0	85.1	14.9	0	21.3	78.7
P ^{1/2}	21.5	25.4	27.5	19.3	6.3	81.7	15.4	2.9	23.7	76.3
P ₁	19.3	22.9	26.8	21.4	9.6	87.4	11.7	0.9	16.8	83.2
P ₂	27.3	26.1	21.6	16.8	8.2	74.0	23.4	2.6	14.5	85.5
PT	15.4	17.5	28.8	26.6	11.7	76.7	20.9	2.4	17.6	82.4

注) 着色程度：上…5 YR⁶⁵/₁₀（完全着色），中…7.5 YR⁷⁵/₁₀（95%以上）
下…2.5 Y⁷/₁₂（70%以下）。

3. 果実形質

品質は第8、9、10、11表のとおりで、全体に果形指数は全層区が良く、果実比重は全層区および倍量区ではやや低い、一定の傾向はみられなかった。果皮色は収穫時の調査と同様に倍量区が悪い値を示した。

果肉歩合は倍量区、全層区がやや高く、他の処理区では差が認められない。

果汁成分については処理による差は少なく、また含有

量の順位も調査年度によって異なる場合もあるが、各年の調査結果を全体的に見ると下記のとおりである。可溶性固形物は倍量区において低く標準施用区が高い傾向を示した。クエン酸は倍量施用区と全層施用区がやや低い値を示した。なお'76年4月における貯蔵果の調査では可溶性固形物は収穫時と同様に倍量区が低く、クエン酸については処理による差が少なかった。

第8表 果実形質（'72年11.28）

項目 処理区	調査 果重	果 径		果 形 指 数	果 皮 色	果 実 比 重	果 肉 歩 合	果 汁 (%)		甘味比
		(タテ)	(ヨコ)					可・固	酸 分	
P ₀	♀ 112	mm 47.7	mm 67.1	1.41	4.8	0.892	76.8	% 10.5	% 1.25	8.4
P ^{1/2}	104	47.3	64.9	1.37	4.0	0.883	77.2	10.2	1.24	8.2
P ₁	103	47.2	64.1	1.36	3.9	0.900	77.1	10.3	1.35	7.6
P ₂	133	52.2	68.7	1.32	3.4	0.886	77.1	10.0	1.06	9.4
PT	♀ 96	45.5	62.5	1.37	4.2	0.887	77.8	10.4	1.26	8.3

第9表 果実形質（'73年11.27）

処理区	調査 果重	果 径		果 形 指 数	果 皮 色	果 実 比 重	果 肉 歩 合	果 汁 成 分		甘味比
		タ テ	ヨ コ					可 固	酸 分	
P ₀	♀ 136	mm 52.6	mm 69.7	1.33	2.8	0.899	76.6	% 11.6	% 1.34	8.66
P ^{1/2}	132	52.8	68.6	1.30	3.0	0.903	76.9	11.5	1.35	8.52
P ₁	120	50.6	66.4	1.31	2.9	0.906	77.4	11.8	1.41	8.37
P ₂	124	52.4	67.3	1.28	2.7	0.911	78.7	11.4	1.43	8.14
PT	151	53.3	73.3	1.38	3.5	0.898	76.6	11.3	1.21	9.41

注) 果皮色程度：1…60%以下…2.5 Y⁸/₁₀，3…90%以上…7.5 YR⁷⁵/₁₀
5…完全着色…5 YR⁷/₁₁。

第10表 果実形質（'74年11.26）

処理区	調査果重	果 径		果 形 指数	果 実 比重	果 肉 歩 合	果 汁 中		甘味比
		タ	テ				ヨ	コ	
P ₀	♀ 142	mm 52.1	mm 72.0	1.39	0.864	% 76.1	11.3	1.03	11.3
P _{1/2}	138	52.4	71.7	1.37	0.862	76.3	11.0	1.02	11.0
P ₁	139	51.4	72.1	1.41	0.865	75.0	11.5	1.12	10.3
P ₂	142	52.4	71.9	1.38	0.856	75.5	10.6	1.03	10.4
PT	146	52.6	72.9	1.40	0.857	76.5	10.5	0.98	10.9
F検定	-	-	-	NS	NS	NS	**	NS	NS

第11表 果実形質（'75年11.27）

処理区	調査果重	果 径		果 形 指数	果 実 比重	果 皮 色	果 肉 歩 合	果 汁 中		甘味比
		タ	テ					ヨ	コ	
P ₀	♀ 140	mm 51.6	mm 71.5	1.39	0.864	4.6	% 75.9	10.9	1.17	9.4
P _{1/2}	142	52.1	71.8	1.39	0.883	3.9	75.6	10.8	1.20	9.1
P ₁	128	50.1	69.1	1.38	0.868	4.4	76.0	11.0	1.13	9.8
P ₂	134	50.9	70.9	1.40	0.859	3.7	77.1	10.5	1.15	9.3
PT	133	49.7	71.4	1.44	0.864	3.7	77.0	11.6	1.22	9.6
F検定	-	-	-	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

注) 果皮色：5...YR⁸/₁₂, 3...10 YR^{7.5}/₁₀, 1...2.5 YR^{7.5}/₁₀。

第12表 果実形質（'76年4.14）

処理区	調査果重	果 径		果 形 指数	果 実 比重	果 肉 歩 合	果 汁 中		甘味比
		タ	テ				ヨ	コ	
P ₀	♀ 109	mm 46.1	mm 68.4	1.48	0.785	% 71.8	12.9	0.75	17.1
P _{1/2}	106	46.4	66.2	1.43	0.792	71.7	12.9	0.72	17.9
P ₁	100	46.0	67.0	1.46	0.745	70.9	13.2	0.73	18.1
P ₂	108	47.1	67.7	1.44	0.759	71.4	11.9	0.74	16.1
PT	97	43.9	65.3	1.49	0.807	72.8	13.0	0.74	17.6

4. 葉、土壌中の成分

かはリン酸の施用と葉中成分含量との間に一定の関係は

葉中成分は第13表のとおりで、リン含量はリン酸倍量施用区が逆に葉中で少なく、カルシウムがやや多いほ認められなかった。

第13表 葉中成分濃度

処理区	'73年3月13日(%)				'74年3月11日(%)			
	N	P	Ca	Mg	N	P	Ca	Mg
P ₀	2.89	0.163	2.13	0.28	2.57	0.180	2.14	0.29
P _{1/2}	2.86	0.170	2.18	0.22	2.64	0.178	2.13	0.26
P ₁	2.78	0.168	2.41	0.25	2.40	0.190	2.12	0.25
P ₂	2.82	0.155	2.51	0.25	2.45	0.169	2.34	0.27
PT	2.99	0.170	2.33	0.23	2.52	0.177	2.20	0.27

土壌中の有効態リン酸は表層においては無処理区で2mg含まれており、リン酸標準区が23mg、倍量区は34mgと施用量が多くなるに従い高い値になるが、深さ10cm以下になると非常に少なくなり、全層区の6mgが最も高く、その他の処理は2mg内で差は少なかった。

リン酸の施用が土壌pHにおよぼす影響は少ないが、倍量区では他の処理よりもやや高く、また、土壌の電気伝

導度はリン酸の施用量が多くなるにつれ、高くなる傾向を示した。

根群の分布は第14表のとおり、リン酸の施用量が少なくなると根の伸長が少なく、また、分布も浅くなって根群量も減少する。全層区では根が深く浸入し、根群も多い傾向がみられた。

第14表 根群分布

項目 区	分布程度と深さ			根の 深さ	根 量
	密	中	粗		
P ₀	10 cm	14 cm	20 cm	42 cm	少
P ¹ / ₂	17	22	32	45	やや少
P ₁	23	35	40	48	やや多
P ₂	23	32	38	44	中
P _T	21	32	42	50	やや多

注) '76年 1.16. 根群の土壤断面割合 密…10%以上
粗…5%以下

第16表 土壤の化学的性質('73年 3.13)

処理 区	0 ~ 5 cm (深さ)			
	pH (1:2.5)		E C (1:5)	T-N (%)
	H ₂ O	K c l		
P ₀	5.30	4.75	0.067	0.061
P ¹ / ₂	5.20	4.63	0.072	0.065
P ₁	5.33	4.77	0.075	0.060
P ₂	5.48	4.90	0.086	0.062
P _T	5.17	4.65	0.075	0.064

20 ~ 25 cm (深さ)				
処理 区	pH (1:2.5)	E C	T-N	
	H ₂ O	(1:5)	(%)	
P ₀	4.85	4.32	0.082	0.062
P ¹ / ₂	4.88	4.30	0.084	0.066
P ₁	4.90	4.38	0.087	0.062
P ₂	4.97	4.37	0.093	0.060
P _T	4.85	4.35	0.085	0.062

論 議

普通温州ミカンを供試して、定植時から全層施肥を含め、6年間にわたりリン酸の施用試験を行なった。

樹勢は、リン酸の全層施用での樹幹の肥大が最も良く、新梢伸長量も多く、樹容積の拡大でもすぐれていた。

無リン酸は、標準施用と同様な樹幹の肥大を示し、樹容積でも差はみられなかった。多量施用の樹容積はやや小さく、樹容積の拡大については、リン酸の増施効果は認められなかった。

湯田ら⁸⁾の研究でもリン酸施用が新梢伸長量に対して影響が現われず、多量施用すると、新梢の発生本数が減少し、幹周肥大の劣る成績もみられた。

したがって、多量のリン酸を施すと、樹の生育が不良になる場合もあるが、多量～標準の施用量では樹の生育に対する影響は少ないと思われる。

樹の生育に対する肥料の形態の影響は、過リン酸石灰は熔成リン肥などに比較して生育障害を起こしやすいと言われている。しかし、本試験において、過リン酸石灰の全層施用による生育が良好で、リン酸の施用方法も、生育に大きく影響するものと考えられる。一方リン酸の肥効は、施用量の多少にかかわらず、pH 6前後のときに生育が最もすぐれると湯田らは指摘している。

収量は、リン酸多量施用が少なく、引田ら¹⁾も砂耕栽

第15表 土壤の化学的性質('71年 2.6)

処理 区	0 ~ 5 cm (深さ)				
	pH (1:2.5)		E C (1:5)	T-N (%)	P ₂ O ₅ (mg)
	H ₂ O	K c l			
P ₀	4.93	4.31	0.056	0.064	2.4
P ¹ / ₂	4.93	4.32	0.063	0.070	3.8
P ₁	5.05	4.36	0.063	0.073	6.0
P ₂	5.15	4.44	0.080	0.074	10.1
P _T	5.07	4.45	0.055	0.062	3.0

第17表 土壤の化学的性質('76年 1.16)

処理 区	0 ~ 5 cm (深さ)				
	pH (1:2.5)		E C (1:5)	T-N (%)	P ₂ O ₅ (mg)
	H ₂ O	K c l			
P ₀	4.83	4.30	0.050	0.081	2.1
P ¹ / ₂	4.75	4.22	0.066	0.086	13.6
P ₁	4.85	4.25	0.075	0.083	23.0
P ₂	5.00	4.37	0.087	0.086	34.1
P _T	4.83	4.28	0.063	0.087	14.0

10 ~ 15 cm (深さ)				
処理 区	pH (1:2.5)	E C	T-N	
	H ₂ O	(1:5)	(%)	
P ₀	4.55	4.21	0.057	0.064
P ¹ / ₂	4.45	4.19	0.076	0.065
P ₁	4.50	4.23	0.080	0.067
P ₂	4.55	4.22	0.084	0.064
P _T	4.50	4.20	0.076	0.062

培において、リン酸濃度を高くすると収量が低下する傾向を示している。本試験においても、倍量区の収量が少なく、標準量以下のリン酸施用では差はみられなかったが、施用法を変えた全層施用では収量が増加した。

これは、生育量との関係と考えられ、リン酸の施用量が収量に直接およぼす影響は少ないと考えられる。

果実の大きさおよび果皮色は、多量施用では収量が少なく、果実は大きい着色は遅い。引田らもリン酸の施用濃度が上昇するほど着色はおけると報告している。

果実の着色は、結実量の影響も強く受けているものと考えられる。

リン酸施用が果実品質におよぼす影響が少ないという報告も多く、本試験でも全層施用では、果形指数が高くなる傾向を示したが、その他果実比重および果肉歩合については、リン酸施用との明らかな関係はみられなかった。

果汁成分については、可溶性固形物・クエン酸含量ともに多量施用区が少ない傾向を示したが、このことは従来の研究結果と一致する。本試験での特異点は全層施用区は可溶性固形物含量への影響が少なく、クエン酸含量が少ない傾向を示したことがあげられる。

したがって、果実形質からみたらリン酸の施用量は、土

壤の表層施用では標準量の施用がよく、より効果を上げるためには全層または深層に施用するのがよいと考えられる。

葉、土壌中の成分について、坂本らも5月～11月の新旧葉中のリン酸含量と施用リン酸の形態および無リン酸との間に一定の傾向はみられず、本試験でもリン酸の施用量と葉中成分の間に、一定の関係は認められなかった。しかし、リン酸を多量施用すると、葉中のカルシウムがやや多くなり、岩本ら³⁾も葉中カルシウムは、リン酸施用量が多くなるに従い高くなると報告している。

根群の分布は、無リン酸では浅く細根も少なく、標準量までは増肥効果もみられ、根の分布も深く根量も多くなった。市来ら²⁾の成績もリン酸の施用が多くなると、細根が増加すると報告している。

多量施用で逆に根群量が減少しているが、これは過リン酸石灰の施用量、連用なども原因していると考えられ、坂本らも同様なことを指摘している。しかし、過リン酸石灰の施用でも施用法を変えた全層施用では、リン酸の施用効果が認められた。

リン酸の施用量が多くなると、土壌中の電気伝導度が高くなる傾向を示し、有効態リン酸も高くなった。湯田らはpH 4～5の酸性土壌でとくにこの傾向が著しかったと報告している。

有効態リン酸は表層土に多く、深さ10cm以下では各処理とも含量が少なく、表層土においてリン酸の移動集積、不溶解化など変化し、下層土に移動することの困難性が認められた。

以上、本試験において、リン酸の多量施用の効果は認められなかったが、全層施用においてすぐれたのは、肥料の形態、土中のリン酸移動など欠点を緩和し、ミカンの根に有効利用されたことによるものと考えられる。

摘 要

1. 縦1.5 m、横1.5 m、深さ1 mのライシメーターに洪積層土壌の未耕土をつめ、1年生の普通温州ミカン(杉山)を供試して、定植時から6年間リン酸の施用試験を行なった。
2. 樹勢について、リン酸を慣行の倍量施用すると生育は劣り、樹容積の拡大にはリン酸の増施効果は認められなかった。しかし、施用法を変えた全層施用では、リン酸の施肥効果を示した。
3. 収量は樹の生育量の影響が大きく、樹勢の良い全層施用において収量は多く、リン酸の増施が直接収量増に結びつきにくく、施肥量よりも施用法の改善による効果が認められた。
4. 果実品質について、果形指数は全層施用が良く、果

汁成分については多量施用は可溶性固形物・クエン酸ともに低くなり、全層施用は可溶性固形物への影響は少なくクエン酸含量が低くなる傾向を示した。

5. 葉、土壌中の成分については、リン酸の施用量が多いと葉中のカルシウムが増加し、土壌中では施用量が少なくなると根群の分布が浅く、細根が少なくなった。

謝 辞

大畑繁場長・田端市郎室長には、本稿を草する上でいろいろ御指導をいただいた、ここに感謝の意を表する。

参考文献

1. 引田玉男, 稲垣重実(1961): 砂耕におけるN・P施用濃度の組み合わせが温州みかんの諸形質におよぼす影響, 和歌山県吉備高校研究報告 46年
2. 市来小太郎, 山下義昭, 林田至人, 井田明(1978): ミカンに対する土壤別チッ素リン酸施用量試験, 常緑果樹試験研究打合せ会資料 53年
3. 岩本数人, 岡島量男, 金川英明(1978): 温州ミカンに対するリン酸の施用量と樹体栄養, 熊本県果樹試験場業務報告 53年
4. 森本拓也, 田端市郎, 大畑繁(1962): 温州ミカンに対するリン酸施用量試験, 常緑果樹試験研究打合せ会資料 47年
5. 中間和光, 小池章, 石田隆, 西垣晋, 渋谷政夫, 小山雄生, 花岡郁子(1952): 温州ミカンに対する磷酸質肥料について, 園学雑 31(2) 109~114
6. 大垣智昭, 藤田克治, 伊東秀夫(1957): 温州ミカンの隔年結果に関する研究(第7報)秋冬期におけるリン酸, カリ溶液ならびに機械油乳剤の葉面散布と花成, 園学雑 36(2) 161~169
7. 坂本辰馬, 円木忠志, 奥地進, 船上和喜(1954): 温州ミカン葉中の無機成分の組成ならびに土壌リンにおよぼす10年間のリン酸肥料施用の影響, 園学雑 33(3) 204~210
8. 湯田英二, 岡本茂(1958): カンキツ幼樹におよぼす土壌反応の影響(第3報)リン酸の施用効果について, 園学雑 37(1) 45~50
9. 山崎清功, 氏家勉, 川村秋男(1962): 磷酸および窒素施用法がミカンの品質におよぼす影響, 常緑果樹試験研究打合せ会資料 47年