

# 火山灰土壤に生育するリンゴ，ナシ，モモおよびブドウの生育，収量および果実品質に及ぼすリン酸の肥効

建石 繁明・熊代 克巳  
信州大学農学部 果樹園芸学研究室

## I 緒 言

果樹は一般に，他作物に比べてリン酸施肥の効果が現われにくいといわれている。<sup>1,2,3,17)</sup>しかし著者らは，果樹の種類によってリン酸施肥に対する反応が異なるのではないかと考え，さきに，有効態リン酸をほとんど含まない火山灰土壤にリンゴ，ナシ，モモおよびブドウの苗木を植え，生育に対するリン酸の肥効を調査した。その結果，各果樹とも，無リン酸区では生育がきわめて不良であり，リン酸施肥の効果が顕著に認められた。そして，リンゴ，ナシおよびモモにおいては，リン酸の少量施肥（土壤のリン酸吸収係数の2.5%相当量）によって生育が著しく促進され，さらにそれ以上のリン酸を施用してみても，生育はわずかしき促進されなかったのに対し，ブドウにおいては，リン酸吸収係数の10%相当量まで，リン酸施用量が増すほど生育が促進され，他3果樹のような肥効の頭打現象が認められなかったことを報告した。<sup>10)</sup>

この試験はその後さらに継続し，樹体の生育のみでなく，果実の収量および品質についても調査を行った。今回はその結果について報告する。

## II 材料および方法

供試土壤は，信州大学農学部構内の未耕地から，火山灰土壤の第3層（黄褐色埴壤土）を採取して用いた。供試土壤の化学的諸性質は，すでに前報<sup>10)</sup>で示したので省略する。

供試品種は，リンゴはマルバカイドウ台紅玉，ナシは共台二十世紀，モモは共台大久保，そしてブドウは自根デラウエアである。

試験区は，リン酸を施用しなかった無リン酸（O P）区，リン酸を土壤のリン酸吸収係数の2.5%相当量施用した（1 P）区，同じく5%相当量施用した（2 P）区，および同じく10%相当量施用した（4 P）区の合計4区を設けた。

試験は，1964年に，素焼尺鉢に1年生樹を植え，1区あたり6樹で出発した。1年後に半数を掘上げて解体調査し，<sup>10)</sup> 残りの半数は，直径50cm，深さ45cmの円筒型コンクリート鉢に植換え，リンゴはその後3年間，ナシ，モモおよびブドウはその後2年間，試験を継続した。

1966年までの各区における総施肥量は，表1に示すとおりである。用いた肥料は，窒素は

Table 1. Amounts of fertilizers applied per tree for three years.<sup>1)</sup>(g)

Treatment	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
0 P	36	0	30	87	26
1 P	36	40 <sup>2)</sup>	30	87	26
2 P	36	80	30	87	26
4 P	36	160	30	87	26

1) 8g of N and 5g of K<sub>2</sub>O were added to the apple tree in the 4th year.

2) Equivalent to 2.5% of absorption coefficient of phosphoric acid of the soil.

硫酸、尿素およびカリ安、リン酸は過リン酸石灰、カリは塩化カリおよびカリ安、そして石灰および苦土は炭酸苦土石灰である。リンゴに対しては、1967年にさらにカリ安を1鉢あたり50g（窒素8gおよびカリ5g含有）施用した。過リン酸石灰および炭酸苦土石灰は、植付前に全量を土壌とよく攪拌しながら施用し、その他の肥料は、毎年2～3回にわけて、土壌表面に散肥した。

整枝法は、リンゴは変則主幹形、ナシおよびモモは開心形、そしてブドウは水平コルドン式を用いた。

その他の栽培管理は慣行法に準じて行った。

試験を開始した1964年に、モモは全樹、ナシおよびブドウは一部の樹に花芽が形成されたが、1965年度にはすべて摘蕾し結実させなかった。1966年には、ナシ、モモおよびブドウは結実させて収量および果実品質の調査を行った。リンゴは、それより1年遅れて結実させ、調査を行った。

リンゴは、9月23日に収穫し、収量および果数を測定した後、日本電色KK製測色計を用いて果色を測定し、CIE色度図から、主波長、純度および明度を求めた。さらに、各樹から代表的果実10個ずつを選んで、果肉硬度、可溶性固形物含量および酸含量を測定した。果肉硬度は、剥皮後、Magness・Taylor型硬度計に1cm<sup>2</sup>の針頭をつけて測定した。可溶性固形物含量は、可食部をジュースで磨碎搾汁した果汁について、屈折計を用いて測定した。酸含量は、上記果汁を一定量とり、0.1N-NaOHで中和滴定後、リンゴ酸に換算して求めた。そして、可溶性固形物含量と酸含量の比率（甘味比）も算出した。

ナシは、9月24日に収穫し、リンゴの場合と同様な調査を行った。ただし、果色の測定は行わなかった。

モモは、受粉花数と、生理的落果がほぼ終わったと思われる6月6日の着果数から結実率を算出し、ついで8月18日に収穫して、ナシの場合と同様な調査を行い、なお核割果の発生率も調査した。

ブドウは、まず開花前に1結果枝あたりの着房数を調査してから摘房し、ついで9月7日に収穫して、リンゴの場合と同様な調査を行った。ただし、果色は、560m $\mu$ の緑色光を果面に照射した場合の反射量と、標準白色板に照射した場合の反射量との比率で示した。したがって、数値が小さいほど濃厚に着色していたことになる。なおそのほかに、含種子数も調査した。

1966年8月12日に、各樹から葉を採取して、乾燥粉末にし、その中に含まれている窒素、リン、カリウム、カルシウムおよびマグネシウムの量を分析した。分析法は、窒素はマイクロケルダール法、リンはモリブデン青法、カリウムは炎光光度法、カルシウムおよびマグネシウムはキレート滴定法を用いた。

ナン、モモおよびブドウは、1966年11月下旬に、リンゴは1967年12月上旬に掘上げて解体し、地上部は年枝別に、地下部は基根、径2mm以上の側根およびそれ未満の細根に分けてそれぞれ秤量した。

1966年の掘上げ時に、各鉢の中央部から土壌を採取して、Truog氏の方法に従って有効態リンを定量し、また、日本土性調査法に従ってリン酸吸収係数を測定した。

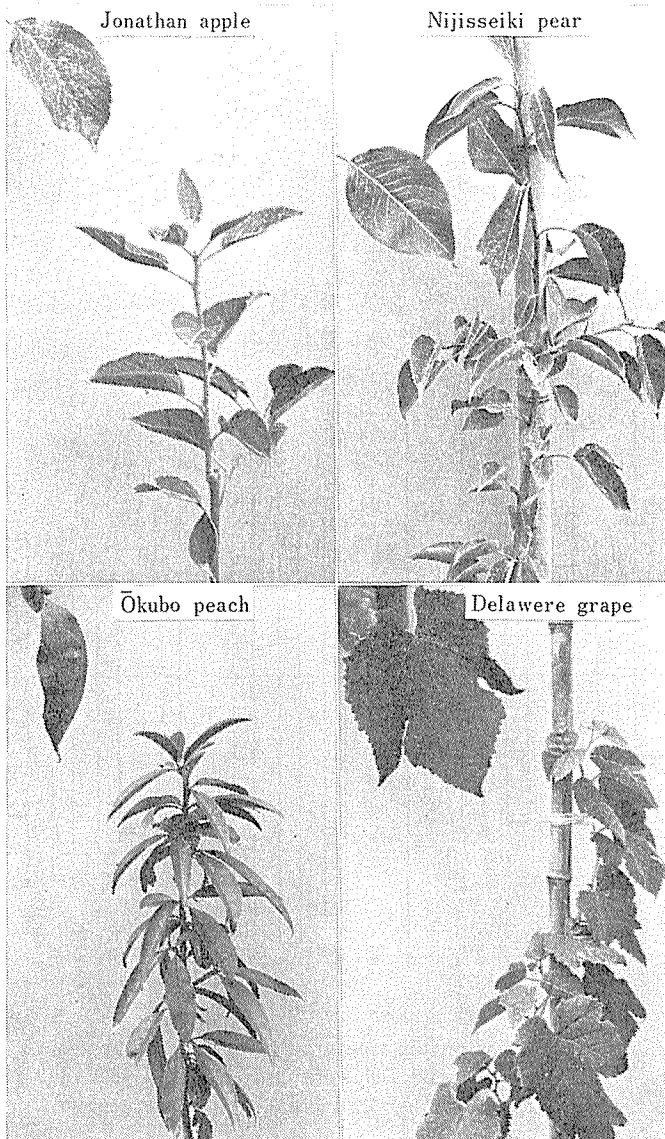


Fig. 1. Comparison of leaves in the OP plot and a leaf in the 4P plot (upper left).

### III 結 果

#### 1 樹体の生育量

各果樹ともOP区では、6月上～中旬に新梢の生長が停止し、葉はごく初期に展開したものを除いて異常に小さく、葉色はあせて光沢を失い、古い葉の葉柄および中肋が紫色を帯びていた(図1参照)。

樹体を掘上後、解体して秤量した結果は図2に示すとおりである。各果樹とも、OP区の生育量は極端に小さく、リン酸の施用によって生育量が顕著に増大している。そして、リンゴ、ナシおよびモモでは、1P、2Pおよび4Pの3区の生育量に大差が認められないのに対し、ブドウにおいては、リン酸施用量の増加に比例して生育量が増大する傾向が認められる。

#### 2 花芽形成

リンゴ、ナシおよびモモにおける各区の花芽形成数は、表2に示すとおりで、各果樹とも、リン酸施用量の増加にともなって、花芽形成数が顕著に増大している。

ブドウにおいても、表6の1結果枝あたりの着房数から、リン酸の施用によって花芽形成が促進されることが推察できる。

#### 3 収量および果実品質

試験開始後4年目のリンゴにおける各区の収量および果実品質は、表3に示すとおりである。収量は、OP区では皆無であり、リン酸施用量の多い区ほど多くなっている。果皮の着

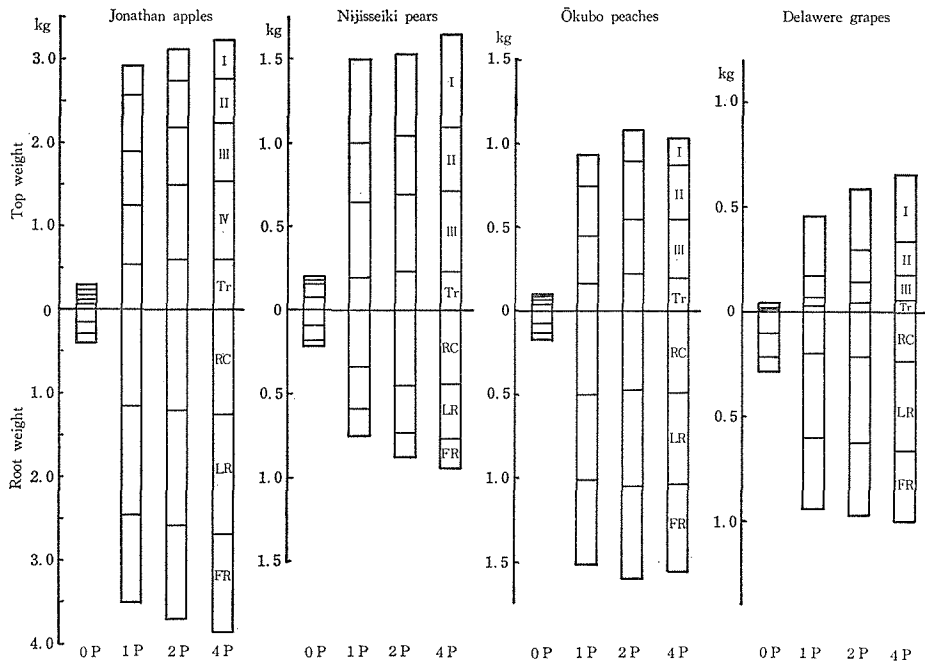


Fig.2. Effect of phosphate application on the tree growth of Jonathan apples, Nijisseiki pears, Ōkubo peaches and Delawere grapes. (I: 1-year-old shoots, II~IV: 2~4-year-old branches, Tr: Trunk, RC: Root crown, LR: Lateral roots, FR: Fibrous roots)

Table 2. Effect of phosphate application on the number of flower buds in Jonathan apples, Nijisseiki pears and Ōkubo peaches.

Treatment	1965 (3-year-old)			1966 (4-year-old)		
	Jonathan apples	Nijisseiki pears	Ōkubo peaches	Jonathan apples	Nijisseiki pears	Ōkubo peaches
0P	0	0	36	0	10	70
1P	0	20	482	33	51	1,351
2P	0	21	621	68	54	1,491
4P	0	34	752	78	87	1,452

色度は、3区の間で大差はないが、1P区がやや濃厚である。果肉硬度は、1P区が他の2区に比べてやや高い。可溶性固形物含量も、1P区がやや高い。酸含量は、リン酸施用量の多い区ほど低い。そして甘味比は、リン酸施用量の多い区ほど高い。

試験開始後3年目のナンにおける各区の収量および果実品質は、表4に示すとおりである。収量は、0P区では皆無であり、リン酸施用量の多い区ほど多い傾向が認められるが3区の間で大差はない。果肉硬度は、1P区がやや高いが大差はない。可溶性固形物含量は、3区の間ほとんど差がなく、酸含量は、リン酸施用量の多い区ほど低い。したがって甘味比は、リン酸施用量の多い区ほど高い。

Table 3. Effect of phosphate application on the yield and fruit quality of Jonathan apples. (5-year-old trees)

Treatment	No. of harvest fruits	Yield (kg)	Average fruit weight (g)	Skin color			Firmness (kg/cm <sup>2</sup> )	% of soluble solids	% of acids as malic	Soluble solids / Acids
				Dominant wave length (m $\mu$ )	Purity (%)	Luminosity (%)				
0P	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1P	26	3.90	152	607	66	11.0	3.13	14.4	0.89	16.2
2P	31	5.34	174	601	67	13.0	2.93	13.8	0.83	16.6
4P	47	7.74	164	602	64	12.5	2.91	13.7	0.75	18.3

Table 4. Effect of phosphate application on the yield and fruit quality of Nijisseiki pears. (4-year-old trees)

Treatment	No. of harvest fruits	Yield (kg)	Average fruit weight (g)	Firmness (kg/cm <sup>2</sup> )	% of soluble solids	% of acids as malic	Soluble solids / Acids
0P	0	—	—	—	—	—	—
1P	18	4.43	246	4.5	11.6	0.179	64.8
2P	21	5.19	247	4.3	11.8	0.166	71.1
4P	23	5.43	236	4.2	11.7	0.163	71.8

Table 5. Effect of phosphate application on the yield and fruit quality of Ōkubo peaches. (4-Year-old trees)

Treat-ment	% of fruit set on June 6	No. of harvest fruits	Yield (kg)	Average fruit weight (g)	% of pit splitting fruits	Firm-ness (kg/cm <sup>2</sup> )	% of soluble solids	% of acids as malic	Soluble solids / Acids
0P	11	2	0.15	88	0.0	0.79	9.9	0.256	38.7
1P	38	20	3.57	178	11.5	0.73	11.5	0.252	45.6
2P	30	19	3.50	184	17.5	0.60	11.6	0.259	44.8
4P	33	24	4.58	191	31.9	0.55	11.3	0.240	47.1

Table 6. Effect of phosphate application on the yield and fruit quality of Delawere grapes. (4-year-old trees)

Treat-ment	No. of clusters per shoot	No. of harvest clusters	Yield (g)	Average cluster weight	No. of berries per cluster	No. of seeds per berry	Skin <sup>1)</sup> color index	% of soluble solids	% of acids as tartaric	Soluble solids / Acids
0P	0.0	0	—	—	—	—	—	—	—	—
1P	1.5	5	140	27	19	1.24	39	16.2	1.24	13.1
2P	2.3	14	850	61	38	1.32	34	17.1	1.02	16.8
4P	3.5	19	1,210	63	48	1.34	30	18.7	0.82	22.8

1) Percentage of reflection of green light of 560 m $\mu$ .

試験開始後3年目のモモにおける各区の結実率、収量および果実品質は、表5に示すとおりである。結実率は、0P区が低く、他の3区の間には大差がない。収量は、0P区はきわめて少く、1P区および2P区がほぼ同じであり、4P区が最も多い。核割果は、0P区では皆無であり、リン酸施用量の多い区ほど多い。果肉硬度は、リン酸施用量の多い区ほど低い。可溶性固形物含量は、0P区がきわめて低く、他の3区の間には大差がない。酸含量は、リン酸施用量の多い区ほど低い。したがって甘味比は、リン酸施用量の多い区ほど高い。

試験開始後3年目のブドウにおける各区の収量および果実品質は、表6に示すとおりである。収量は、0P区では皆無であり、リン酸施用量の多い区ほど多い。1P区の果房は、重量および粒数が他の2区に比べてきわめて小さい。着色度は、リン酸施用量の多い区ほど濃厚である。可溶性固形物含量は、リン酸施用量の多い区ほど高く、酸含量は反対に、リン酸施用量の多い区ほど低い。したがって甘味比は、リン酸施用量の多い区ほど高い。

#### 4 葉内要素含量

1966年8月における、各区の葉内養分要素含量は、表7に示すとおりである。

リンゴにおいては、リン酸施用量の増加につれて、リン含量が顕著に増大し、マグネシウム含量もわずかに増大する傾向が認められるが、他の要素含量については一定の傾向が認められない。

ナンにおいては、リン酸施用量の増加につれて、リン酸含量が顕著に増大し、窒素および

Table 7. Effect of phosphate application on the nutrient contents in the leaves of Jonathan apple, Nijisseiki pear, Ōkubo peach and Delawere grape. (dry matter%)

Treatment	N	P	K	Ca	Mg
Blades of Jonathan apple					
0P	2.36	0.087	1.94	1.20	0.27
1P	2.32	0.148	2.12	1.03	0.22
2P	2.35	0.171	2.05	1.10	0.31
4P	2.35	0.182	2.05	1.33	0.36
Blades of Nijisseiki pear					
0P	1.97	0.074	2.08	0.96	0.33
1P	2.13	0.138	2.01	1.14	0.31
2P	2.18	0.169	1.94	1.17	0.34
4P	2.21	0.177	1.84	1.27	0.36
Blades of Ōkubo peach					
0P	2.83	0.086	1.90	1.73	0.35
1P	2.40	0.103	2.04	1.51	0.34
2P	2.27	0.117	2.04	1.54	0.35
4P	2.29	0.151	1.96	2.07	0.40
Blades of Delawere grape					
0P	2.23	0.070	0.94	1.14	0.32
1P	2.06	0.095	0.95	1.22	0.24
2P	2.13	0.113	1.42	1.27	0.25
4P	2.21	0.129	1.20	1.30	0.29
Petioles of Delawere grape					
0P	0.61	0.060	2.63	1.00	0.37
1P	0.52	0.074	3.01	1.03	0.28
2P	0.59	0.098	2.54	1.09	0.30
4P	0.58	0.122	2.24	1.17	0.31

カルシウムの含量もわずかに増大し、カリウム含量は反対にわずかに減少する傾向が認められる。

モモにおいては、リン酸施用量の増加につれて、リン含量が顕著に増大し、窒素含量がわずかに減少する傾向が認められる。

ブドウにおいては、葉身および葉柄共に、リン酸施用量の増加にともなって、リン含量が顕著に増大し、カルシウム含量もわずかに増大する傾向が認められる。なお、葉柄は葉身に比べて、全般的に窒素含量が低く、カリウム含量が高い。

##### 5 土壌中の有効態リン酸含量およびリン酸吸収係数

1966年の樹体掘上時に採取した各区の土壌中に含まれていた有効態リン酸含量およびリン酸吸収係数は、表8に示すとおりである。リン酸施用量の増加にともなって、有効態リン酸

Table 8. Content of available phosphoric acid and absorption coefficient of phosphoric acid in the soil of each treatment.

Treatment	Available $P_2O_5$ 1) (mg/100g)	Absorption coefficient of $P_2O_5$
0P	0.15	1,870
1P	0.92	1,830
2P	2.01	1,800
4P	4.23	1,790

1) By the Truog's method.

含量は顕著に増加し、一方リン酸吸収係数はわずかに減少している。

#### IV 考 察

樹体の生育量については、前報<sup>10)</sup>で報告した幼木における傾向が、その後もほぼそのまま継続したといえるが、ブドウにおける1P、2Pおよび4Pの3区間の生育量の差は、幼木において認められたほどの顕著な差はなかった。これはおそらく、リン酸施用量の多い区ほど着果量が多く、そのために樹体の生育が抑制された結果ではないかと思われる。また、モモの4P区の生育量が2P区より劣ったのも、4P区の着果量が2P区に比べてかなり多かったことによるのではないかと思われる。

リン酸無施用区においては毎年、初期生長はほぼ正常で、中期以後にリン酸欠乏症状が現われたが、生育初期には樹体内に貯蔵されていたリン酸が生育に利用され、その量が少くまた根からの吸収量も少ないために、中期以降は欠乏をきたすという周期を繰返したものである。<sup>3,12)</sup>

リン酸の施用によって、各果樹とも、花芽形成が著しく促進されたが、このことは、これまでの報告でも指摘されている。<sup>5,6,9,14)</sup> 火山灰土壌では一般に、枝梢が徒長し、花芽形成が劣るといわれている。<sup>1,14,15)</sup> が、この欠点はリン酸の施用である程度解決できると思われる。なお、1966年度のモモ4P区における花芽形成数が2P区よりも劣ったのは、着果量が多かったためだと思われる。

収量に対しては、樹体の生育量に対する以上に、リン酸施用の効果が認められた。これはおそらく、リン酸施用によって花芽形成が著しく促進されたことが原因しているように思われる。

ブドウの果実品質は、リン酸施用量の増加にもなって著しく向上したが、他の果樹では果実品質に及ぼすリン酸の影響は明瞭ではなかった。一般に果実品質には着果量が強く影響するので、1果あたりの葉数を同一にしておかないと、果実品質への影響はとらえにくい。本実験はその点に多少問題があったように思われる。各果樹とも共通していたことは、リン酸施用量の増加にもなって、果実の酸含量が低下し、甘味比が上昇したことである。この現象はカンキツでも認められている。<sup>18)</sup> また、果肉硬度もリン酸の施用にもなって低下していた。これらのことからすると、リン酸の施用によって果実の成熟が促進されたといえるかも知れない。



モモにおいて、リン酸施用量の多い区ほど核割果が多く発生したがその原因は不明である。一般にモモの核割は、果実中に養水分が過度に集積するような環境あるいは栽培管理下で発生するといわれている。<sup>1)</sup>

リンは一般に、窒素およびカルシウムとの間に拮抗作用、マグネシウムとの間に相助作用があるといわれている<sup>19)</sup>が、本実験の結果によると、その関係はかならずしも明確でない。なお、前報において、ブドウでは、リン酸施用量の相違によるリン含量の変化が、葉身よりも葉柄のほうが大きいことを報告したが、今回の結果では、両者における含量変化の幅はあまり差がなかった。この点については、今後なお検討を要する。

リン酸の施用によって土壌中の有効態リン酸含量が増加したが、4 P区においてさえその量は土壌 100 g 中に約 4 mg であり、決して多い水準ではない。ちなみに、わが国における畑土壌の改良目標のうち有効態リン酸含量は火山性土壌では 2 mg/100g、非火山性土壌では 10mg/100gとされている。<sup>4)</sup>

要するに本実験の結果、ブドウはリンゴ、ナシおよびモモに比べて、リン酸の肥効がより顕著であり、多量のリン酸施肥を必要とすることが認められた。樹体および果実の収量と樹体各部のリン含有率とからみて（前報の成績も参照して）、ブドウが他の果樹よりも多量にリン酸を吸収したとは考えられない。ブドウは他の果樹よりも土壌中のリン酸を吸収する力が弱いのではないかと考えられるが、この点についてはさらに研究が必要である。

## V 摘 要

有効態リン酸をほとんど含まない火山灰土壌を用いて、リンゴ、ナシ、モモおよびブドウを鉢栽培し、リン酸の肥効を調査したところ、次のような結果が得られた。

1. リン酸を施用しなかった場合には、各果樹とも、生育がきわめて不良であり、毎年生育後半期になると葉にリン酸欠乏症状が現われた。
2. リンゴ、ナシおよびモモの樹体の生育は、リン酸の少量施肥（土壌のリン酸吸収係数の 2.5 %相当量）によって著しく促進され、さらにそれ以上リン酸を施用しても、生育はわずかしか促進されなかった。ブドウ樹の生育は、リン酸施用量の増加（リン酸吸収係数の 10 %相当量まで）にともなって増大した。
3. リン酸施用量の増加にともなって各果樹とも、花芽形成数が顕著に増大した。
4. 収量は、各果樹とも、リン酸施用量の増加にともなって増加した。
5. ブドウの果実品質は、リン酸施用量の増加にともなって向上した。各果樹とも、リン酸施用量の増加にともなって果肉硬度および酸含量が低下し、甘味比が上昇した。
6. 葉分析の結果、リン酸施用量の増加にともなって、葉内のリン含量は顕著に増大した。また、リン酸施用量の増加にともなって、ナシおよびモモの窒素含量が、ナシのカリウム含量が低下し、ナシ、ブドウのカルシウムおよびリンゴ、モモのマグネシウム含量が上昇した。
7. リン酸施用量の増加にともなって、土壌の有効態リン酸含量が増大し、リン酸吸収係数がわずかに低下した。

## 引用文献

1. 浅見与七. 1963. 果実の品質をめぐる諸問題. 全販連.
2. CHILDERS, N.F. 1954. Fruit nutrition. Hort. Publ. Rutgers Univ. New Brunswick, N. J., U. S. A.
3. DAVIDSON, O.W. and W.P. JUDKINS. 1949. "Hunger signs in crops" Amer. Soc. Agro. & Nat. Fert. Assoc. U.S.A. p215-276.
4. 江川友治・渡辺裕. 1976. 畑土壌の化学性とその改良目標「植物栄養土壌肥料大事典」養賢堂. 東京. p.640.
5. 福田照・近藤権一. 1957. 桃樹の栄養に関する研究(第4報)結果樹に及ぼす三要素施用濃度および比率の影響. 園芸学研究集録 8:16-23.
6. 細井寅三・遠藤融郎・岩崎一男. 1963. 砂耕における肥料三要素濃度とナシの樹体生長ならびに果実発育との関係. 園学雑 32:271-277.
7. 磯田竜三. 1969. 広島県の花こう岩系土壌の特性とブドウ栽培におけるリン酸の肥効. 広島農業短大園芸学研究室.
8. 小林 章. 1958. 果樹の栄養生理. 朝倉書店. 東京.
9. ———・細井寅三・磯田竜三. 1954. 葡萄の砂耕における肥料三要素濃度と樹体の生長並びに果実収量との関係(第1報). 園学雑 23:214-220.
10. 熊代克巳・中村怜之輔・建石繁明. 1965. 火山灰土壌に生育するリンゴ, ナシ, モモおよびブドウの幼樹の生育に対するリン酸の肥効について. 信大農学術報告 9:1-11.
11. 黒上泰治. 1956. 果樹園芸各論上巻. 養賢堂. 東京 p.196.
12. 望月武雄・花田 慧. 1956. リンゴ幼木体内成分の季節的消長(第2報)窒素, 燐酸および加里. 弘大農報 2:25-39.
13. ———・———. 1958. リンゴ樹のリン酸栄養に関する研究(第1報)水耕栽培における培養濃度の影響. 弘大農報 4:1-18.
14. 野田健男. 1974. 火山灰土のナシ栽培におけるリン酸の施用効果について. 千葉大園特別報告 9.
15. 大垣智昭・渡辺照夫・辰野幸雄. 1951. 火山灰土壌における桃の生態調査(第1報)果実の発育, 地上部および根群に及ぼす土壌性質の影響. 神奈川農試園芸部.
16. 佐藤公一. 1958. 三井・今泉監修「作物の要素欠乏」博友社. 東京. p134-154.
17. ———. 1962. 果樹の施肥と土壌. 朝倉書店. 東京.
18. 高橋郁郎. 1931. 柑橘に対する燐酸の影響. 園芸の研究 27:18-30.
19. 山崎 伝. 1966. 微量要素と多量要素. 博友社. 東京.

**Effect of Phosphate Application on the Tree growth,  
Yield and Fruit quality of Apples, Japanese pears,  
Peaches and Grapes**

**By Shigeaki TATEISHI and Katsumi KUMASHIRO**

Laboratory of Pomology, Fac. Agric., Shinshu Univ.

**Summary**

Trees of Jonathan apple, Nijisseiki pear, Ōkubo peach and Delawere grape were planted in large-sized pots with phosphorous deficient soil originated from volcanic ash, and the effect of phosphate application on the tree growth, the yield and the fruit quality of them were investigated.

The results obtained were summarized as follows :

1. The growth of trees which applied no phosphate was very poor, and the symptoms of phosphorous deficiency appeared in the late season of growth.

2. The tree growth of Jonathan, Nijisseiki and Ōkubo was strikingly promoted by the light application of phosphate which was equivalent to 2.5 percent of absorption coefficient of phosphoric acid of the soil, but it was promoted slightly by the further application of phosphate. On the other hand, the tree growth of Delawere was promoted proportionally to the further application.

3. The formation of flower buds was remarkably promoted with an increased application of phosphate in the all species.

4. Jonathan, Nijisseiki and Delawere which applied no phosphate yielded no fruit, and Ōkubo which applied no phosphate yielded much poorly. The yield increased with an increase of phosphate application in the all species.

5. The fruit quality of Delawere was markedly improved with an increased application of phosphate. The firmness and the content of acids decreased, but the ratio of soluble solids to acids increased with an increase of phosphate application in the all species.

6. Phosphorous content of leaves increased markedly with an increase of phosphate application in the all species. Nitrogen content in Nijisseiki, Ōkubo and potassium content in Nijisseiki decreased, but calcium content in Nijisseiki, Delawere and magnesium content in Jonathan, Ōkubo increased with an increase of phosphate application.

7. Available phosphoric acid in the soil increased considerably and the absorption coefficient of phosphoric acid of the soil decreased slightly with an increase of phosphate application.