

リンゴ樹のリン欠乏レベルとリン酸施肥に対する反応

松井 巖・新妻 胤次[※]・田口 辰雄・山崎 利彦^{※※}

目 次

I. 緒言	9
II. 材料と方法	9
III. 結果	10
1. 無リン酸区のリン欠乏症状	10
2. 樹体に及ぼすリン酸施肥量の影響	10
3. 葉中成分に及ぼすリン酸施肥量の影響	11
4. 葉中成分間の関係	12
5. 試験後の土壌の化学性	12
IV. 考察	13
V. 摘要	14
VI. 引用文献	14

I. 緒 言

リンゴのリン欠乏症は水耕(7)や砂耕(15)試験では報告されているが、わが国のリンゴ園ではほとんど観察されていない。また、リン酸の施用効果もリンゴやカンキツなどでは認められていない(9, 10, 12)。このような1年生作物とは異なったリン酸への反応は果樹の共通した吸収利用特性によるものといわれているが(8, 11, 22)、リン酸欠乏土壌を用いたポット試験ではその肥効が認められ、樹体の生長や花芽分化が促進される場合が多い(4, 11, 13, 21)。しかし、ほ場において、リン酸施肥量と肥効の持続程度を検討した例は少なく(14, 17)、リン酸施肥法の具体的な裏づけが得られていない。われわれはすでに、ほ場でのリン欠乏による生育不良の一部について報告した(22)。この研究はこのリン欠乏発生園において、リン酸施肥量と樹体の生育反応および葉中P含量の処理後の推移を明らかにし、葉中P含量の欠乏レベルと肥効の持続期間を決定して、リンゴ樹のリン欠乏の診

断基準と施肥対策を明らかにするために行ったものである。

謝辞 この試験を実施するにあたり、園地の提供を快諾された園主の横手市橋沢、磯部陽二氏、また、分析の面で御協力をいただいた佐々木美佐子主事に深甚の謝意を表すると同時に、場員ならびに研修生各位の御援助にあわせて感謝の意を表する。

II. 材料と方法

供試園は第三紀凝灰岩を母材とする排水のよい新植地で、土壌の化学性は第1表に示した。すなわち、隣接の正常園と比較して有効態リン酸が少なく、腐植も少なかった。しかし、リン酸固定容量は鉱質土壌としては両園とも低かった。1968年4月3年生スターキング樹を植え8月に第2表の処理区を設け1処理に3樹を供試した。リン酸肥料としては熔成リン肥とイゲタ(井)リン酸を、

第2表 施肥処理区の配置(1968年処理)

処 理 区	施肥量 (g/1 樹)	
	P ₂ O ₅	苦土石灰
P 0	0	0
P 20	20	0
P 200	200	0
P 600	600	0
P 0+Ca	0	500
P 20+Ca	20	500
P 200+Ca	200	500
P 600+Ca	600	500
#P 20	20	0
#P 200	200	0
#P 600	600	0
慣 行	45	0

* P: 熔成リン肥

#P: イゲタリン酸(N: 3% P₂O₅: 20%)

第1表 供試園の主な土壌化学性(1968)

園 名	pH		交換酸度 (%)	塩基交換容量 (me/100g)	交換性塩基 (me/100g)			塩 基 飽和度 (%)	有効態リン酸		腐 植 (%)	リン 酸 固定容量 (mg/100g)
	H ₂ O	KCl			Ca	Mg	K		トルオ ーグ法	ブレイ 変 法		
リン欠乏園	4.52	3.50	97.6	35.2	3.88	5.28	0.21	26.6	t	0.47	2.18	813
正 常 園	4.00	3.24	134.0	45.0	7.67	2.98	0.30	24.3	16.5	36.5	5.66	871

石灰は苦土石灰を使用し、樹冠下に10カ所の浅い穴をほり処理にしたがって施肥を行った。Nと K_2O はそれぞれ90g、72gを尿素と塩化カリで施し、翌年からはこれらの量を2倍にふやした。慣行区は P_2O_5 をN、 K_2O とともに毎年表面施用したものである。なお、両リン酸肥料とも P_2O_5 の含有率は20%である。試験は1972年までの5年間にわたって行った。

調査および分析法

植栽時より毎年4月に幹周を測定し、69、70年は1樹当たりの全梢長も測定した。葉分析は毎年8月上旬に3樹から50枚以上を採葉し、その区の試料とし、これを常法により調整処理後、Nはセミミクロケルダール法でその他は湿式分解後、Pはモリブデン黄法、Kは炎光法、Ca、Mgは原子吸光法で分析した。

試験終了後の73年に処理区の樹冠下の土壌を0~15cm、15~30cmの深さで採取し、有効態リン酸および他の化学性の変化を測定した。有効態リン酸はトルオーグ法、ブレイ変法で測定し、抽出法その他は前述(22)の方法によった。

Ⅲ. 結 果

1. 無リン酸区のリン欠乏症状

無リン酸区の木は植栽後の生育が著しく劣り、枝、幹はしだいに粗皮症状を呈して、枝の先枯れ(dieback)もみられ、ようやく枯死をまぬがれている状態であった。根の伸長は劣り、試験終了後、樹は手で容易に抜くことができた。葉は展葉後の伸長が悪く、成葉でも葉色は暗緑色で細長であった(第1図)。

2. 樹体の生育に及ぼすリン酸施用量の影響

リン酸の施用効果は1年目から現れ、無処理区の幹周が8.0cmであつたのに対し、リン酸単用区では処理により9.5、9.6、9.8cmと有意な増加を示した。総新梢長で

は無処理の689cmに対して処理区は約2倍の生長を示した。2年後の70年では無処理区との差はさらに大きくなり、4倍以上になったものが多く、この傾向は石灰併用区でも同様であった。また、幹周のその後の増加は3、4年目になるに従い無処理との差は大きくなり、4年間の主幹断面積の増加量でみると、その差はいつそう顕著であった。リン酸資材の差および石灰併用区とリン酸単用区との差は認められなかった(第3表、第4表)。



第1図 リン欠乏樹(無リン酸区)(1973)

第3表 樹体生長に及ぼす処理の影響(1968年処理)

処 理 区	幹 周 (cm)			総新梢長 (cm)	
	1969	1971	1972	1969	1970
P 0	8.0	9.2	9.5	689	588
P 20	9.5	13.3	16.8	1491	2527
P 200	9.6	13.0	17.6	1077	1984
P 600	9.8	14.8	20.0	1306	3355
P 0+Ca	8.7	9.4	10.2	843	754
P 20+Ca	10.1	13.9	16.8	1445	2454
P 200+Ca	11.0	16.7	21.5	1846	4677
P 600+Ca	9.6	13.9	18.6	1250	3118
# P 20	10.1	13.0	15.7	1302	1936
# P 200	9.9	13.8	18.6	1240	2120
# P 600	9.8	13.4	17.4	1330	2356
慣 行	8.7	11.6	16.2	1358	2356
l.s.d	{0.05	1.3	1.9	204	1465
	{0.01	1.9	2.7	NS	1973

第4表 主幹断面積増加量に及ぼす処理の影響 (1969—1972)

ブロック \ P ₂ O ₅ (g)	0	20	200	600	平均値
P	19.7 <i>cm</i> ²	150.2	172.2	238.5	145.2 a
P + Ca	21.8	140.1	267.1	199.5	157.1 a
#P		115.4	195.4	175.5	162.1 a
平均値	20.8 a	135.2 b	211.6 c	204.5 c	F { 処理……16.715 (P=0.01) ブロック……0.036 (NS) }

異符号は5%レベルで有意差あり

リン酸施用量と生育との関係についてみると、主幹断面積の増加量はP 0区が20.8 *cm*²であったのに対してP 20区は135.2 *cm*²、P 200区は211.6 *cm*²で処理間に有意差がみられたが、P 200区とP 600区との有意差はなかった。総新梢長は69、70年ともP 0区との差は認められたもののリン酸施用区での施用量の差は認められなかった(第3表)。

3. 葉中成分に及ぼすリン酸施用量の影響

葉中P含量

1樹当たりの葉数が少なく1区1試料としたため統計処理はできなかったが、無リン酸区の葉中P含量は72年を除いて0.100%以下で処理後しだいに低下し、4年目の71年には0.068%まで減少した。同様にP 0 + Ca区でも1年目の0.097%から0.072、0.071%と低下したが、

72年には0.133%に上昇した。72年のP 0区とP 0 + Ca区のP含量が増加したのは樹体および葉の生育が劣ったことにより希釈されなかったためであろう。一方、リン酸施用区内では施用量が増加するとP含量も高まる傾向がみられ、処理後の減少のしかたも施用量で違いがみられた。すなわち、P 20では4年目の71年には0.130%から0.095%へと急激に低下し、また、P 20 + Ca、#P 20でも0.075%、0.085%に低下して無処理区との差がなくなったが、200g以上の施用区では0.130%以上の高いレベルを保ち無処理区との差は明らかであった。しかし、P 200とP 600区の差は認められなかった。

慣行区の葉中P含量は処理後しだいに増加して肥効が認められたが、リン酸資材の差は樹体生育と同様に認められなかった(第5、6表)。

第5表 葉中P含量に及ぼす処理の影響(1) (1968年処理)

処 理 区	葉中リン含量 (%対乾物重)			
	1969	1970	1971	1972
P 0	0.100	0.071	0.068	0.116
P 20	0.153	0.130	0.095	0.094
P 200	0.159	0.154	0.131	0.114
P 600	0.196	0.164	0.138	0.118
P 0 + Ca	0.097	0.071	0.072	0.133
P 20 + Ca	0.161	0.121	0.075	0.079
P 200 + Ca	0.187	0.160	0.147	0.109
P 600 + Ca	0.188	0.159	0.147	0.122
#P 20	0.147	0.123	0.085	0.101
#P 200	0.136	0.142	0.141	0.135
#P 600	0.188	0.146	0.134	0.132
慣 行	0.111	0.114	0.149	0.130

第6表 葉中P含量に及ぼす処理の影響(2) (1968年処理)

処 理	葉中リン含量 (%対乾物重)			
	1969	1970	1971	1972
P 0	0.098 a	0.071 a	0.070 a	0.124 a
P 20	0.153 b	0.124 b	0.085 a	0.091 b
P 200	0.160 b	0.154 c	0.139 b	0.119 a
P 600	0.190 c	0.156 c	0.139 b	0.124 a

異符号は5%レベルで有意差あり

4. 葉中成分間の関係

試験期間を通じて、PとCaの間には密接な正の相関があり、Mgとの間にも72年を除き有意な正の相関がみられた。また、Kとは高い負の相関があった。すなわち

Pが不足すると葉中のCa、Mg含量もPと同様に低下しKは逆に増加した。しかし、PとNの相関係数は71年を除き低かった(第7表)。

第7表 葉中無機成分間の相関

	N	P	K	Ca
N				
P	0.142			
K	-0.311	*		
Ca	0.532	**	*	
Mg	0.153	**	-0.507	0.348

	N	P	K	Ca
N				
P	0.011			
K	-0.104	**		
Ca	0.066	**	**	
Mg	-0.031	**	*	**

	N	P	K	Ca
N				
P	*			
K	0.500	-0.412		
Ca	**	**	*	
Mg	-0.331	*	-0.218	**

	N	P	K	Ca
N				
P	-0.066			
K	0.615	-0.398		
Ca	-0.290	**	*	
Mg	*	0.422	*	**

* 5%レベルで有意

** 1%レベルで有意

5. 試験後の土壌の化学性

pHは石灰施用の有無にかかわらず低く γ_1 もP20+Ca区を除いて高かった。有効態リン酸含量はTruog法でP0、P20、P0+Ca区がtraceであり、P200区の表層以外はいずれも低かった。また、表層に比較し下層

の含量は低く浸透の遅いことが認められた。Bray変法で抽出されたリン酸はTruog法よりも高かったものの絶対量は少なく、葉中P含量の低下を裏づけるものであった。exCa含量はリン酸単用区と石灰併用区の間で明らかな差は認められなかった(第8表)。

第8表 試験終了後の処理区の主な土壌化学性 (1973)

処 理 区	深 さ cm	pH		γ_1	ex Ca me/100 g	有効態リン酸mg/100 g	
		H ₂ O	KCl			トルオーグ法	ブレイ変法
P 0	0—15	4.71	3.41	110.5	2.81	t	0.63
	15—30	4.69	3.40	121.6	2.80	t	0.13
P 20	0—15	4.51	3.43	100.1	4.08	t	1.94
	15—30	4.61	3.42	125.8	2.68	t	t
P 200	0—15	4.78	3.55	73.0	4.39	3.12	6.22
	15—30	4.81	3.50	90.5	2.46	t	0.38
P 600	0—15	4.69	3.48	88.5	2.78	1.17	2.19
	15—30	4.65	3.41	109.5	2.40	0.55	0.81
P 0 + Ca	0—15	4.52	3.61	87.5	1.56	t	t
	15—30	4.58	3.62	100.5	1.42	t	t
P 20 + Ca	0—15	4.95	4.17	18.8	5.50	1.03	2.12
	15—30	5.41	4.51	2.3	8.34	0.47	0.63
P 200 + Ca	0—15	4.50	3.60	96.9	1.51	0.27	0.44
	15—30	4.51	3.60	107.8	1.31	t	t
P 600 + Ca	0—15	4.31	3.49	139.6	4.17	1.27	3.00
	15—30	4.30	3.42	168.3	4.25	0.65	1.38

Ⅳ. 考 察

リン酸欠乏土壌に植栽したリンゴ樹は生育が劣り、粗皮病と類似した症状が現れ、根の発達もきわめて悪かった。リン欠乏のリンゴ樹は地上部および地下部の生育が抑制されることが報告されており(4、5、15)、これはリン欠乏による葉の小型化および細根の減少(7、15)などが原因と考えられるが、無リン酸区の樹は明らかにこれと類似した症状を示していた。

Bryantら(1)は西洋ナシのリン欠乏症状について観察し、樹皮にscaly (鱗状の)ものが出来、新梢の先枯れがみられたことを報告しており、無リン酸区の粗皮症状はリン酸施用区では認められなかったことなどから Mn 過剰によるものではなく、明らかにリン欠乏が原因と考えられた。

森ら(6)、熊代ら(4)の試験から下層の土は有効態リン酸をほとんど含んでいない場合が多く、この圃地のように開園の際に表土が除かれて、下層土に植栽された場合はリン欠乏が起きやすく、リンが生育の制限因子となっていたものと考えられる。

リン酸施用量と樹体の生育との関係

リン酸の施用により樹体の生育は処理1年目から促進され、幹周、総梢長が著しく増大した。Lilleland(5)は植付時900 gの重過石を施すことにより新梢生長(重量)は75%、地上部72%、根が37%、平均断面積は49%増加したことを報告しており、熊代ら(4)も鉢試験でリン酸

吸収係数の2.5%のリン酸施用でリンゴの生育が著しく促進されたとしている。この試験では1樹あたり20 gの少量のリン酸施用で新梢生長、幹周が有意に増加したがこのようなリン酸欠乏土壌では少量のリン酸でも生育が促進されるようであった。

しかし、有効態リン酸が極端に不足でない場合や腐植質火山灰土壌では無リン酸でも植栽後しだいにリン酸施用区との生育差はなくなるといわれており(11、14)、野田(11)はリン酸要求量が少ないこととあわせて腐植がリン酸の給源になっていると述べている。この供試園土壌は腐植に乏しく、土壌中にリン酸がきわめて少ないうゑにリン酸固定容量が小さかったために、このような顕著な差が認められたものと考えられる。

リン酸施用量と葉中P含量との関係

葉中P含量は処理2年目に急激に増大し、無処理との差は明らかであった。その後、P含量はしだいに低下したが、低下のパターンは第6表にみられるように、リン酸施用量によって異なっていた。すなわち、P 0区では5年目の72年を除き、つねに0.1%以下であり、その低下は4年目の71年には0.070%へと0.028%低下したが、P 20区では4年目に0.124%から0.085%に急激に低下した。P 200、P 600区は処理後しだいに低下したが、5年目でも0.120%前後でP 20区の3年目の含量に相当した。森ら(7)は水耕試験でP欠除により若木では1年目から葉中P含量が低下したが、結果樹では貯蔵養分の消費が進

んだ後、初めて低下がみられたことを述べている。この試験では供試樹が小さく、土壤中のPレベルもきわめて低かったので、リン酸施用量の差が葉中P含量に反映したのであろう。また、処理後の葉中P含量の推移はリン酸施用量とその肥効の持続程度を示すものであった。すなわち、供試した第三紀鉾質土壌では植付時に200gの P_2O_5 を施せばその後4年はP不足の発生は認められず20gでは約3年で潤渴の兆候があらわれる。

葉中P含量の欠乏レベル

葉中P含量の欠乏レベルについては渋谷ら(15)は0.09~0.13%の範囲であるとし、また、Walkerら(20)はsurveyで0.18%以下としている。Childers(3)は、これら多くの研究結果をもとに0.1%以下では生育が阻害され、0.1~0.15%の範囲ではリン酸施用に対して反応し、0.15~0.2%では反応せず、0.2%以上ではZnやFeの有効を阻げるべき吸収であるとし0.1%以下を欠乏、0.11~0.13%を不足、0.13~0.2%を適量とした。

この試験では無リン酸区の葉中P含量は4年後の72年を除き、つねに0.1%以下で推移し、樹体生育や葉が量的にも形態的にもリン欠乏症状を示した。また、この供試園における調査結果(22)もあわせて考えると、0.1%以下を欠乏と考えるのが妥当のようである。しかし、P20処理区のP含量が71年にすでに欠乏レベルに低下していたにもかかわらず生育が低下しなかったのは貯蔵リンの再利用を含み、リン代謝の複雑さ(2, 8)を示すものであろう。

葉中成分間の関係

葉中成分間の関係ではPとCa、Mg間には正、Kとは負の関係がみられたが、清藤ら(13)は無リン酸土壌でN、Mgはリン酸施用量と正、Kは負の関係が認められN、Pは2年目まで、K、Mgは3年まで続いたとしている。また、野田(11)はナシでリン酸施用量とCa間には正、Mgとの間には負の関係が認められたとしており、鈴木ら(14)もカンキツでリン酸施用量の増加にともないMgが低下したとしている。このようにPとKは負、Caとは正の関係が認められた例が多いが、Mgとの関係は一致した関係が得られていない。

土壌中の有効態リン酸含量とリン酸施肥法

試験終了後の土壌は処理のいかんにかかわらず酸性化が進行していた。また、土壌のpH、exCa、有効態リン酸含量に対する石灰併用の効果も認められなかったが、Wander(19)は表面施用した石灰とリン酸の大部分は表層に蓄積していたにもかかわらず葉中P含量は増加したことから特に土壌中にPを深く浸透させることの利点は

ないことを述べた。しかし、鈴木ら(14)は石灰併用区で葉中P含量がやや高く、有効態リン酸含量も同様であったとしており、Ca態Pの利用率が高い(21)ことや、リン酸固定の抑制など、石灰併用のリン酸肥効への効果が期待されたが、この試験では生育、葉中P含量、土壌の化学性で単用区との差が認められなかったことは、リン酸資材として使用した熔成リン肥が石灰を30%含有していることと、く溶性リン酸であることも一因であったと思われる。有効態リン酸含量はTruog法、Bray変法でも葉中P含量で観察されたほど施用量、樹体栄養状態の動きを反映しておらず、土壤中のPレベルよりは樹体のP栄養から施肥を考えるのが妥当と思われる。最近、Shelton(17)はほ場試験でリン酸を石灰とともに表面施用するとリン酸の下層への浸透が促進され、処理後しだいに下層施用に劣らない生育、葉中P、Ca含量の増加が得られたことを述べており、この試験でも慣行区の生育、葉中P含量がしだいに増加し、明らかに肥効が認められたことから植栽時1樹あたり1kg以上の熔リンの施用とその後の毎年の施肥は木のリン要求量を満たすものと考えられる。

V. 摘 要

生育と葉中リン含量に及ぼすリン酸施肥の影響をみるために、1968年から1972年の5年間にわたってリン酸施肥の来歴のない樹園地に3年生スターキングデリシャス樹を植え試験を行った。

1. 無リン酸区の木は生育は著しく劣り、その葉中リン含量は試験期間中を通じて0.100%以下であった。また土壌の有効態リン酸含量はTruog法でtraceであった。

2. 新梢と幹の生長は無リン酸区と比較して少量のリン酸施肥により有意に増加した。また、施用量間の差(20、200、600g P_2O_5)は主幹断面積にあらわれた。

3. 8月の葉分析でのリン欠乏レベルは0.100%であり、リン含量はCa、Mgとは正、Kとは負の相関がみられた。

4. 供試土壌はリン酸固定容量が小さかったので20gの P_2O_5 の施用により1970年まで葉中リン含量は適量レベル(>0.120%)に保たれたが1971年には0.085%まで低下した。一方、200g P_2O_5 の施用では葉中リン含量は1969年の0.161%から1972年には0.119%に低下し、600gの施用では0.190%から0.124%まで減少した。これらの結果から植栽時に1樹あたり200g以上のリン酸を施せば施用後少なくとも4年間はリン欠乏の症状はみられない。

Ⅳ. 引用文献

1. Bryant, L. R. and R. Gardner (1943) Phosphorus deficiency in pears. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 42. 101-103
2. Bielecki, (1973) Phosphate pools, phosphate transport and phosphate availability. *Ann. Rev. Plantphysiology.* 24. 225-252
3. Childers, N. F. (1966) Temperate to tropical. *Fruit Nutrition. Hort. Public. Rutgers-The State University USA.* 666
4. 熊代克己・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に対するリン酸の肥効について 信大農報 第9号 1~11
5. Liljeand, O. (1936) Phosphate response with closely planted one year old fruit trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 33. 114-119
6. 森英男・定盛昌助・村上兵衛・鈴木英男・石塚昭吾 (1957) リンゴ園の土壌生産力に関する研究 第1報 火山灰各層土壌における三葉海棠実生、小麦による三要素試験、東北農試研報 11. 29-35
7. 森英男・山崎利彦・横溝久・福田博之 (1963) リンゴの要素欠乏に関する研究、園試報C 第1号 63-75
8. 望月武雄 (1964) リンゴ樹のリン酸栄養に関する研究 (第3報) 供与時期を異にした P^{32} の体内分布について 弘大農報 10. 46~57
9. 新妻胤次・田口辰雄・山崎利彦 (1968) リンゴの生育と品質に対する加里およびリン酸の無施用とリン酸の増施効果について 東北農業研究 10. 206~209
10. 長井晃四郎・清藤盛正・桜田哲・鎌田長一 (1968) 三要素試験の調査報告 (第1報) 三要素試験のリンゴ樹体内成分に及ぼす影響 青リ試報 12. 1~23
11. 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 千葉大園芸学部特別報告 第9号
12. 坂本辰馬・奥地進・三好実好 (1969) リン酸肥料に対する温州ミカンのレスポンス 園学雑 38. 3. 230-238
13. 清藤盛正・一木茂・泉谷文足・桜田哲・鎌倉二郎・山谷秀明 (1972) リンゴのリン酸施肥に関する研究 (第1報) リンゴの植穴に対するリン酸施用量の相違が樹体内無機成分含量、生育および生態に及ぼす影響 昭47 園芸学会春季発表要旨 68-69
14. 鈴木鉄男・金原敏治・柳原正義・深井尚也 (1972) リン酸及び石灰の施用が温州ミカンの生育と結実に及ぼす影響 園学雑 41. 2. 157~164
15. 沢川潤一・相馬盛雄・泉谷文足・宇野登喜 (1958) リンゴの葉分析に関する研究 (第2報) リンゴの養分欠乏症状(2) 園学雑 27. 81~88
16. 相馬盛雄・泉谷文足・一木茂・沢川潤一 (1969) 砂耕法によるリンゴの時期別肥料吸収、青リ試報 13. 47~62
17. Shelton, J. E. (1976) Effect of placement of phosphorus fertilizer and lime upon growth of Delicious and Golden Delicious apple trees *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 101. 481-485
18. Veerhoff, O. (1948) Phosphorus deficiency of peach trees in the Sand hills area of North Carolina. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 50. 209-230
19. Wander, I. W. (1947) Calcium and Phosphorus penetration in orchard soil *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 49. 1-6
20. Walker, D. R. and D. D. Mason (1960) Nutritional status of apple orchard in North Carolina. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 57. 22-31
21. 山崎利彦・新妻胤次・田口辰雄 (1970) リンゴ園の土壌肥沃度に関する研究 (第4報) 火山灰と第三紀土壌のリン酸、カリの無施用に対する反応と腐植質火山灰におけるリン酸の形態と肥効 秋果試研報 2. 65~78
22. ———、———、——— (1970) リンゴ園の土壌肥沃度に関する研究 (第5報) 土壌中のリン酸、カリ含量と葉中含量との関係 秋果試研報 3. 35~47

The Critical Level of Phosphorus Deficiency and Response
to Phosphate Application in Apple Trees

Iwao Matsui, Tanetsugu Niizuma, Tatsuo Taguchi
and Toshihiko Yamazaki

Summary

In order to estimate the effects of phosphate application on the growth and the leaf phosphorus content, field experiment was carried out during 5 years from 1968 to 1972 by using 3 years-old Starking Delicious apple trees, which were planted in the orchard soil without phosphate fertilization until 1968.

1. The tree growth in treatment of non phosphate application was extremely poor and phosphorus content of its leaf was below 0.100% throughout experiment period. The trace amount of available phosphate in soil was determined by Truog's method.

2. Both growths of shoot and trunk were significantly increased even by a low phosphate application compared with no phosphate application, and the difference among applied amount (20, 200 and 600 g P_2O_5) was observed in the area of trunk cross section. The leaf phosphorus was increased up to 0.153% of dry matter by application of 20 g P_2O_5 per tree, but in 1971 decreased extremely.

3. Critical level of phosphorus concentration was 0.100% in leaves collected in August, and phosphorus level was positively correlated with calcium and magnesium concentrations, and negatively correlated with potassium.

4. As the soil used in this study has low phosphate fixing capacity, leaf phosphorus content was kept to sufficient level ($>0.120\%$) until 1970 by 20 g P_2O_5 application, but in 1971 decreased to a level of 0.085%. On the other hand, leaf phosphorus content was decreased to a level from 0.161% (value of 1969) to 0.119% (value of 1972) by 200 g P_2O_5 application and a level from 0.190% to 0.124% by 600 g P_2O_5 application. The data suggest that if the phosphate was supplied above 200 g P_2O_5 per tree at the planting, visible symptom of phosphorus deficiency is not found at least during four years after application.