

リンゴ園の土壤肥沃度に関する研究

第4報．火山灰と第三紀土壤のリン酸、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について

山崎利彦・新妻胤次・田口辰雄

目	次
I. 緒 言	65
II. 方法および結果	65
1. 三要素の土層別肥効試験	65
(1) 方 法	65
(2) 結 果	66
2. リン酸の形態と肥効	70
(1) 方 法	70
(2) 結 果	71
III. 考 察	74
IV. 摘 要	76
V. 引用文献	76

I. 緒 言

わが国の大部分のリンゴ園では、リン酸とカリの施用に対する反応はまったく認められていない例が多い(21)。言いかえればリン酸とカリは施さなくても3～4年、あるいはそれ以上の期間にわたって影響が認められないのが普通である(16,18)。このためにこれら要素の土壤中における含量とリンゴ栄養とを関連づけることはきわめて困難である。

この試験は現地の調査に先立ち、表層土と下層土のリン酸、カリ施用に対する反応や、リン酸施用に反応しない理由の一つと考えられるリンゴのリン酸吸収力を知るために、火山灰土壌におけるリン酸の形態と肥効を明らかにするために行なったものである。またこれらの試験を通じて、リン酸とカリの欠乏を引き起こす土壌中の含量と葉中含量を知ることにも目的の一つであった。

II. 方法および結果

1. 三要素の土層別肥効試験

(1) 方 法

秋田県の代表的なリンゴ園土壌である花輪統の各層と平鹿統をそれぞれ花輪町菩提野の馬鈴薯畑と横手市旭の未墾地から採取した。統の特徴はすでに述べたが(1)、供試土壌の土性と化学性は第1表に示した。

1963年5月11日に200ℓ容のコンクリートポットに花輪統は各層とも55kgの湿土を入れ、平鹿統は68kgをつめて1年生ゴールデン・デリシャスを植えた。湿土の水分含量は花輪統第1、3層で全重の62%、第4層は47%、平鹿統は65%であった。

Table 1. Soil texture and chemical properties of each soil

Soil (series)	Fraction of soil particle					Humus (%)	Total N (%)	pH		y ₁
	Coarse sand	Fine sand	Silt	Clay	Texture			H ₂ O	KCl	
Hiraka	2.8	27.2	27.8	42.2	LiC	0.6	0.051	6.00	3.35	10.9
Hanawa ... 1st layer ...	29.1	35.1	21.1	14.7	L	11.1	0.449	5.83	3.36	3.6
3rd layer...	27.1	29.2	24.6	19.1	CL	19.9	0.691	5.79	4.33	2.2
4th layer...	20.1	69.7	1.2	9.0	LS	5.2	0.287	5.92	5.07	1.3
	C. E. C. (me/100 g)	Exchangeable cations (me/100 g)			Per cent of base saturation	Available phosphorus (Truog) ppm.	Adsorption coefficient of phosphorus (P ₂ O ₅ mg/ 100 g dry soil)			
		Ca	Mg	K						
Hiraka	38.5	6.4	14.1	0.4	54.3	77.7	521			
Hanawa ... 1st layer ...	31.0	4.0	2.7	0.4	22.9	33.7	1146			
3rd layer...	58.6	5.2	1.5	0.3	11.9	29.3	2450			
4th layer...	30.2	2.9	0.1	0.2	10.6	28.8	2531			

処理は完全区 (NPK)、三要素無施用区 (—NPK)、無窒素区 (—N)、リン酸無施用区 (—P)、カリ無施用区 (—K) の5処理で、第1年目の施用量は成分で窒素は15g、リン酸は5g、カリは10gで肥料は尿素、熔成リン肥、塩化カリを用いた。施肥は植えつけ1週間後に行なった。試験2年目の三要素施用量は植えつけ時の1/2とした。なお2年目の春に重量測定のため掘り上げ、その際に全処理に対して塩基置換容量の75%に相当する苦土石灰を加えた。苦土石灰の添加量は平鹿統で200g、花輪統第1層で180g、3層で550g、4層で260gであった。

土壌の分析法は農林省地力保全の方法(20)によったが、リン酸吸収係数はバナジン酸アンモンの黄色比色法によった。

(2) 結果

1) 生育に及ぼす影響

各区の生育量は第2表の新梢生長量でみられるように、花輪第1層を除いて処理間に顕著な差が認められた。—Nの影響は特に大きく、ついで—NPK、—P、—Kの順であった。

また第3表の1年目の樹重についてみても処理効果の傾向は同じで、第1層では処理間に差は認められず、他の土壌では、

Table 2. Effect of each treatment on shoot growth of young Golden Delicious. (1964)

Treatment	Hanawa series			Hirak aseries
	1st layer	3rd layer	4th layer	
Complete ...	cm 958	cm 900	cm 807	cm 948
—N.....	800	320	289	402
—P.....	884	736	757	693
—K.....	972	1067	663	791
—NPK	605	537	429	461
L.S.D. {0.05 {0.01	NS. NS.	159.4 219.1	126.3 173.6	127.8 NS.
Significance between each soil.....at P=0.10				

—Nの影響が最も大きく、ついで—P区で生育の減少がみられ—Kの影響は認められなかった。

土壌間の差についてみると、花輪第1層は他の土壌に比べて生育量が多かったが、この差は窒素とリン酸によるもので、カリはほとんど無関係であった。

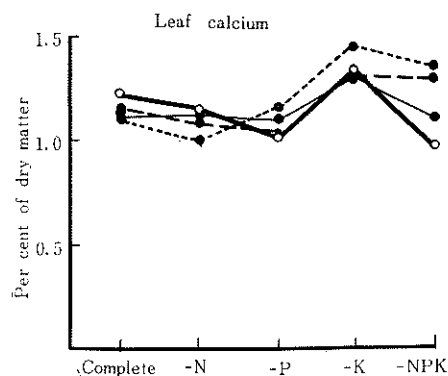
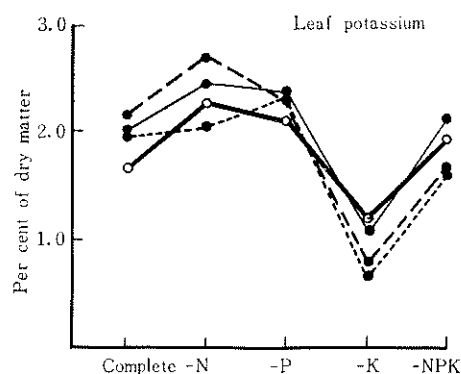
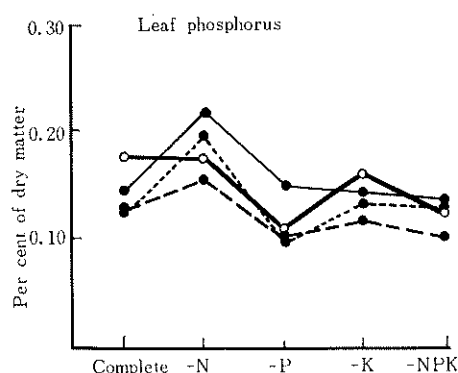
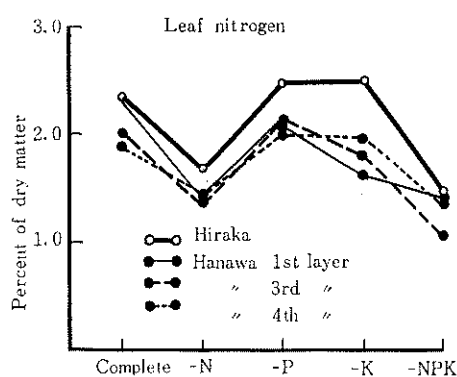
Table 3. Effect of each treatment on tree weight of Golden Delicious. (1963)

Treatment	Hanawa series			Hiraka series
	1st layer	3rd layer	4th layer	
Complete ...	793 g	433 g	760 g	591 g
—N.....	636	265	349	191
—P.....	757	396	399	276
—K.....	491	695	688	692
—NPK	638	257	315	221
L.S.D. 0.05	NS.	101.7	184.2	133.3
0.01	NS.	140.6	NS.	184.7

Significance between each soil.....at $P=0.01$

2) 葉内無機含量に及ぼす影響

葉内無機含量に及ぼす処理の影響は非常に顕著であった（第1図）。葉内N含量は—Nによってどの土壌でも非常に低下し、特に花輪第3層における低下が顕著であった。また平鹿統は花輪統に比べて、どの処理でも常に葉内N含量は高かった。



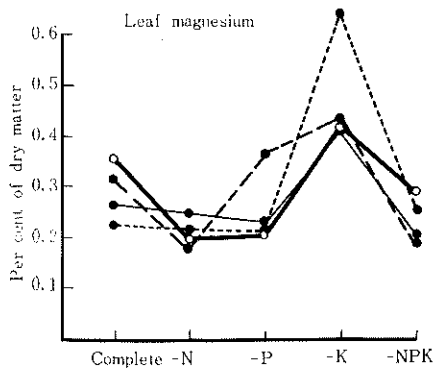


Fig. 1. Effect of each treatment on mineral composition in leaves.
(1964)

葉内P含量は一Pによって約0.1%まで低下したが、花輪第1層だけはほとんど低下しなかった。また葉内P含量は窒素の影響も強くうけ、窒素の低下によって含量は増大するとされており(22)、この試験でも花輪統の一Nの葉内P含量は非常に高まった。

Pの不足によってリンゴ苗木の生育が押えられる葉内P含量は0.10~0.11%以下であり、0.12%以上ではPは生育の制限因子ではないように見うけられた。

葉内K含量も一Kによって約0.7%まで低下した。特に花輪第3、4層における低下が顕著であった。樹重に対する一Kの影響がほとんど認められなかったことと考えあわせれば、葉内K含量はかなり低下しても樹重にはあまり影響を及ぼさないと考えよう。一Nの葉内K含量は予想されたようにNPKよりかなり上昇した。一NPKの葉内K含量がそれほど低下しなかったのは、この窒素との競合効果のためであろう。

リンゴ苗木の生長を抑制する葉内K含量の限界は明らかでなかったが、約0.7%の花輪第4層の一Kの新梢生長は有意に低下した。

葉内Ca含量はどの土壌でも一Kで高かった。葉内Mg含量はさらにこの傾向が顕著で、花輪第4層ではNPKの約3倍に達した。一Nの葉内Mg含量はいくらか低下する傾向が認められた。

葉内無機含量の土壌間の差についてみると、葉内N含量は平鹿統で常に高かった。この理由については前報(25)で述べたように、平鹿統のような第三紀凝灰岩を母材とする土壌は、腐植質火山灰を母材とする花輪統に比較して、 NH_4 の溶脱が少なく、この試験のように施肥量が少ない場合には最終的に樹に吸収される窒素の量が多いためと考えられる。また平鹿統は未墾地土壌であるためリン酸の蓄積が少なく、一Pによって葉内P含量は低下したがリン酸の肥効は高く、リン酸施用区の葉内P含量は高まった。葉内K含量が平鹿統で低かったのは窒素との競合によるものとみられ、土壌のカリ肥沃度が低いためではないと考えられる。このことは一Kの葉内K含量が高かったことによって裏づけられよう。

3) 土壌中含量と葉内成分の関係

土壌中の有効態リン酸はどの土壌でも—P、—NPK区で低かった。花輪統で生育にリン酸欠乏の影響がみられた区のTruog—P含量は痕跡から9 ppmであつたが、平鹿統では47.3ppmでもいくらかリン酸欠乏の影響がみられた。

Brayの変法(分析法は2で詳述)によるリン酸含量は土壌による差が非常に大きく、花輪第1層の含量は特に高かった。これは蓄積されていたアルミナ態リン酸が多かったためとみられる。生育にリン酸欠乏の影響がいくらかみられた花輪第3層—Pの含量は39.0ppmで平鹿—Pでは4.0 ppmであつた。

葉中P含量とそれぞれの分析法による土壌中のリン酸含量との関係は第2図に示した。Truog—Pと葉中Pとの関係は平鹿統と花輪第1層では非常に密接であつたが、全体を通じてみれば相関関係は低かった。リン酸吸収係数に対するTruog—Pの飽和度と葉中Pとの関係も平鹿統と花輪第1層で密接であつたが、全部の土壌では相関関係は認められなかつた。

Bray変法—Pと葉中Pとの関係は、花輪第1層の腐植質火山灰を除いた他の土壌では密接であつた。

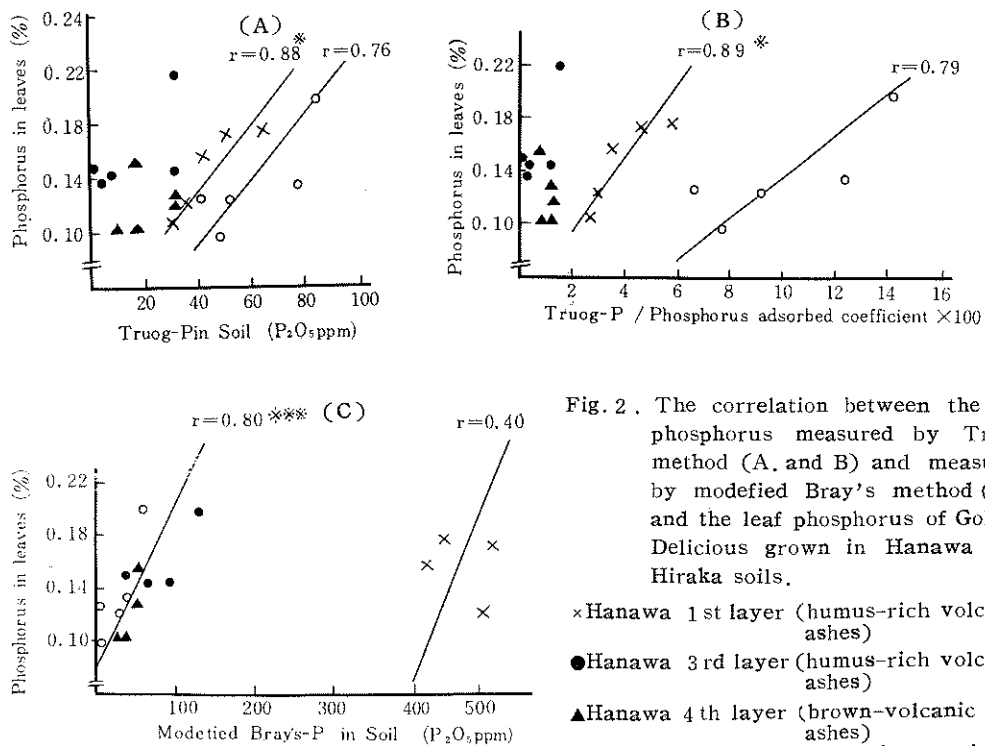


Fig. 2. The correlation between the soil phosphorus measured by Truog method (A. and B) and measured by modified Bray's method (C), and the leaf phosphorus of Golden Delicious grown in Hanawa and Hiraka soils.

- × Hanawa 1st layer (humus-rich volcanic ashes)
- Hanawa 3rd layer (humus-rich volcanic ashes)
- ▲ Hanawa 4th layer (brown-volcanic ashes)
- Hiraka soil (tuff from tertiary period)

これらの事実から土壌中のリンサン含量と葉中Pとの関係、あるいは土壌中リン酸の欠乏限界の設定は母材ごとに行なわれなければならないことが明らかである。

置換性カリ含量に対する処理の影響は非常に顕著で、どの土壌でも一K、一NPK区の含量はカリ施用区の半以下であった。花輪第1、3層一Kの置換性カリは0.13meであったにもかかわらずK欠乏の影響はみられなかった。置換性カリと葉中Kとの関係はかなり密接で、土壌の母材による差は少なかった。(第3図)

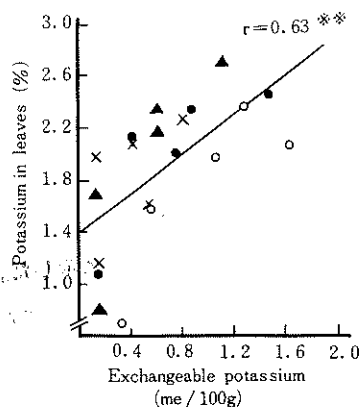


Fig. 3. The correlation between the exchangeable potassium and the leaf potassium of Golden Delicious grown in Hanawa and Hiraka soils.
 × Hanawa 1st layer ● Hanawa 3rd layer
 ▲ Hanawa 4th layer ○ Hiraka soil

2. リン酸の形態と肥効

三要素の土層別肥効試験で、花輪統の第1層は2年間リンゴ苗を生育させても無リン酸の影響はみられず葉中P含量は高かった。供試以前に施されたリン酸は大部分が難溶性のアルミニウム態か鉄態に変化しているとみられるので(7)、無リン酸に対する反応がみられなかったのは、リンゴ樹が比較的難溶性のリン酸を吸収利用するためではないかと考えられる。この点を明らかにするため施用するリン酸の形態と吸収の関係、および土壌中のリン酸の形態との関係をみた。

(1) 方法

供試土壌は一Pに対する反応がみられた花輪第3層と第4層の一P区の土壌を混合して用いた。これと比較する意味で無リン酸の影響がみられなかった花輪第1層の一P区の土壌も用いた。

1966年4月に $\alpha/2,000$ ワグネルポットに12kgの湿土をつめ、一部の鉢にリン酸一石灰を加え、そのまま34を土中に埋設し1年間灌水しながら放置した。1967年4月にリン酸一石灰、リン酸三石灰、リン酸アルミニウム、リン酸鉄を施した。なお両年ともリン酸一石灰を加えた区も設けた(第4表)。

リン酸の施用量はPとしてポット当り500mgで、リン酸一石灰とリン酸三石灰は試薬1級を使用し、リン酸アルミニウムとリン酸鉄はChangら(3)の記載にしたがって合成した。合成したリン酸塩に水溶性リン酸はほとんど認められなかった。施肥は苗の植えつけ1週間前に行ない、土壌と

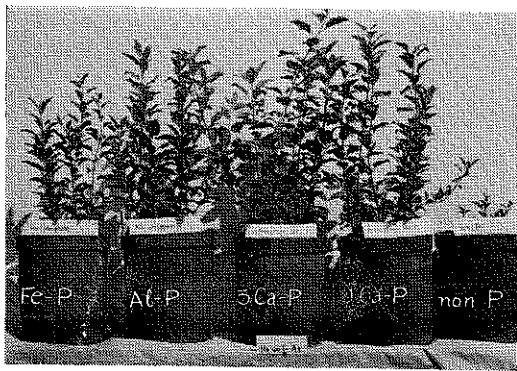


Fig. 4. The influence of various phosphates on the growth of seedlings of Golden Delicious.

よく混合した。リン酸以外の肥料は尿素と塩化加里をそれぞれ2 gずつ施した。

供試苗はゴールデン・デリシャスの実生で、1966年にリン酸欠乏土壌に播種し、1967年4月に大きさのそろった実生を選び、地上部と地下部を5 cmに切り、10 cmの実生苗を1鉢に5本ずつ4月12日に植えた。生育量と吸収量調査のための解体は4ヵ月後の8月7日に行なった

リン酸の分別定量は関谷の方法(23)によって行ない、Bray変法はBray 1 A法(2)の抽出液の約10倍の濃度に近い0.2N HClと0.2N NH₄Fを含む抽出液を土壌の10倍量加え、必要に応

じ活性炭素を加え1分間振とうして上澄液を濾過し、測定したものである。

Table 4. Treatment for study of availability of phosphorus forms in a/2000 Wagner's pot.

Treatment	Forms of phosphorus	Applied date	Applied P mg per pot
Combined soil of 3rd and 4th layer from Hanawa series (Hanawa subsoil)			
Non P	—	—	—
Fe —P	FePO ₄ · 2H ₂ O	1967	500
Al —P	AlPO ₄ · 2H ₂ O	1967	500
3Ca —P	Ca ₃ (PO ₄) ₂	1967	500
1Ca —P '66	CaH ₄ (PO ₄) ₂ · H ₂ O	1966	500
1Ca —P '67	〃	1967	500
1Ca—P '66, '67	〃	1966, 1967	1000
1st layer from Hanawa series			
Non P	—	—	—
1Ca —P	CaH ₄ (PO ₄) ₂ · H ₂ O	1967	500

In 1966, seeds of Golden Delicious were sown in poor phosphorus soil on April 6.

In 1967, five seedlings cutted 10 cm length were planted in a a/2000 wagner's pot on April 12, and harvested on August 7.

In each pot was fertilized at 2 g of urea and potassium chloride.

(2) 結 果

1) 苗の生育とリン酸吸収量

花輪統の下層土のnon Pはほとんど生長しなかったが、第1層のnon Pではこの処理を開始する前の2年間無リン酸のまま苗を生育させたにもかかわらず、なお下層土の数倍の生育が認められた

(第5表)。リン酸鉄区 (Fe-P) の生育はnonPの約5倍ではあったが、リン酸石灰 (1Ca-P, 3Ca-P) の約 $\frac{1}{2}$ で、リン酸アルミニウム区 (Al-P) では1Ca-Pと同じように生育がよかった。前年にリン酸一石灰を施しておいた区の生育も、また2年間にわたって2倍量のリン酸一石灰を施した区でも、リン酸アルミニウムやリン酸石灰区の生育と差は認められなかった。

Table 5. Effect of phosphorus forms on growth of Golden Delicious seedlings.

Treatment	Length of shoots growth cm	Fresh weight of roots g	Total fresh weight g	Total dry matter g
Combined soil of 3rd and 4th layer from Hanawa series (Hanawa subsoil)				
Non P.....	2.8	1.4	3.6	1.6
Fe -P.....	17.8	6.3	18.4	5.6
Al -P.....	25.3	12.6	37.6	12.4
3Ca -P.....	30.0	9.5	36.2	12.5
1Ca -P '66.....	33.6	11.0	40.1	13.4
1Ca -P '67.....	30.3	9.4	31.0	9.8
1Ca -P '66, '67.....	23.9	11.8	36.1	11.3
1st layer from Hanawa series				
Non P.....	21.9	5.1	19.8	5.5
1Ca -P.....	28.7	6.8	27.4	8.8
L.S.D.	{0.01.....	5.2	1.9	5.5
	{0.05.....	4.0	1.5	4.2

Table 6. Phosphorus absorption by roots and tops, and rate to supplied phosphorus.

Treatment	Absorbed phosphorus (P mg per 10 seedlings)				Absorption from supplied phosphorus	Rate of absorption to supplied phosphorus(%)
	Leaves	Shoots	Roots	Total*		
Combined soil of 3rd and 4th layer from Hanawa series (Hanawa subsoil)						
Non P.....	1.8	1.2	5.8	8.8	—	—
Fe -P.....	17.6	7.0	9.9	34.8	26.0	2.6
Al -P.....	48.8	22.1	25.2	96.1	87.3	8.7
3Ca -P.....	59.8	32.7	27.0	119.5	110.7	11.1
1Ca -P '66.....	59.5	35.6	30.1	125.2	116.4	11.6
1Ca -P '67.....	40.2	19.2	23.8	83.2	74.4	7.4
1Ca -P '66,'67.....	64.4	37.2	37.2	138.8	130.0	6.5
1st layer from Hanawa series						
Non P.....	32.4	12.2	4.1	48.7	—	—
1Ca -P.....	47.8	23.2	19.3	90.3	41.6	4.2

* Phosphorus in cutted seedlings before treatment was 3.5 mg P per 10 seedlings.

リン酸の吸収量は生育量とはほぼ同じ傾向であり（第6表）、1Ca-P（'66、'67）は含量が非常に高かったので吸収量は最も多かった。花輪第1層のnonPは下層土のnonPに比較して約10倍のリン酸を吸収した。Fe-P区の吸収量はnonPの約4倍であったが利用率は低く2.6%であり、Al-Pの利用率の約1/2であった。1Ca-P、3Ca-P、Al-P区の間には顕著な差は認められなかった。花輪第1層に施したリン酸-石灰の利用率は低く、下層土の1/2以下であった。これはnonPの吸収量が多かったためである。

2) リン酸の形態と吸収量との関係

試験終了時の土壌中のリン酸形態についてみると（第5図）、有機態とカルシウム態の量は処理間に差は認められなかったが、アルミニウム態はCa-PとAl-P区で増加しており、鉄態はいずれの施用区でも増加したが、1Ca-P（'66、'67）区とFe-P区で特に高かった。難溶態はFe-PとAl-P区で高かった。

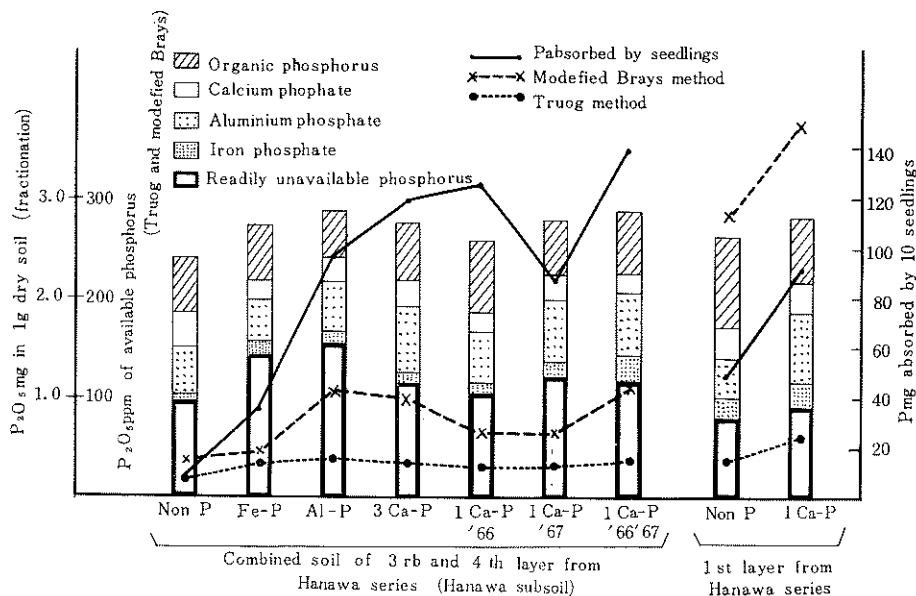


Fig. 5. Fractionation and available forms of soil phosphorus in each treatment. (Modified Bray's phosphorus was extracted with solution of 0.2N HCl and 0.2N NH_4F)

花輪第3、4層の混合土壌（花輪下層土）について Truog 法による可溶性リン酸の量と形態別リン酸との関係をみると（第7表）、無機態リン酸との関係が最も深く、カルシウム態、アルミニウム態、鉄態の含量との相関係数は+0.44で低かった。また Bray 1 A法との相関係数は+0.90で高かった。

リン酸吸収量と各形態のリン酸含量との相関係数は Truog、Bray 1 A、Bray 変法とも高かつ

たが、各形態のリン酸と吸収量との関係はうすかった。

Table 7. Correlation between the determined value of available phosphorus and the absorbed phosphorus by Golden Delicious seedlings growing on combined soil of 3rd and 4th layer from Hanawa series.

	Inorganic	Readily unavailable	Total of Ca, Al, and Fe form	Truog	Bray 1A	Modified Bray
Absorbed phosphorus by Golden seedlings	+0.31	+0.19	+0.51*	+0.79**	+0.80**	+0.83**
Truog	+0.81*	+0.57*	+0.44*	—	+0.90**	+0.61*

Ⅲ. 考 察

層別の肥沃度について

花輪第1層では生長に及ぼす処理の影響は認められなかったが、葉内含量には差が認められ、葉中N、K含量は無施用によって低下し、特に葉中Kは無カリによって $\frac{1}{2}$ の含量にまで低下した。したがって花輪第1層はリン酸に富み、窒素とカリにやや富んでいると言えよう。

花輪第3層は腐植と土壌の全窒素含量は最も高かったが、無窒素の影響は顕著にあらわれ、新梢の生長は完全区の36%に低下した。無リン酸の影響はいくらかみられ、新梢長、葉中Pとも約20%減少した。無カリの影響は新梢長には認められず、葉中K含量だけが低下した。これらのことから花輪第3層はカリにやや富み、リン酸にやや乏しく、窒素に乏しいといえよう。

花輪第4層は窒素については第3層と同じく、リン酸は第1年目の樹重に影響があらわれ、葉中Pは約20%低下した。無カリの影響は新梢長にあらわれ、葉内Kは完全区の $\frac{1}{3}$ にまで低下した。したがって第4層は三要素に乏しいといえよう。

平鹿統は未墾地土壌であるため、三要素とも無施用によって生長は低下した。窒素の影響が最も大きく、カリの影響が最も少なかった。

森ら(14)は青森県の火山灰土壌の古いリンゴ園土壌について、各層ごとにミツバカイドウの実生に対する三要素の肥効をみた結果、表層土壌ではリン酸とカリの施用効果が認められず、下層土ではリン酸に乏しく、カリに対する反応は全層で認められなかったと述べ、施肥管理との関係について考察した。この試験の結果もカリを除いて結果はほぼ同じであった。土壌中の置換性カリ含量は下層にゆくにつれて減少するのが普通であるが(24)、古い果樹園では下層にもカリが豊富なことは考えられる。

熊代(11)も火山灰第3層(黄褐色埴壌土)で紅玉苗を供試してリン酸施用に対する反応をみた。それによれば、苗木の生育はリン酸吸収係数の2.5%相当量の施用に対してよく反応し、それ以上

施しても大きな効果は認められなかったと報告している。

これらの結果から、かなり栽培歴の古いリンゴ園土壌でも火山灰土壌の下層土はリン酸に乏しいとみられ、現地のリンゴ園でリン酸施用に対する反応がみられない理由は、表層土壌に蓄積されているリン酸が徐々に吸収利用され、少なくとも3～4年以上、おそらくさらに長年月にわたって樹の需要を十分にまかないうるためと考えられる(16、18)。

カリについても蓄積されているものの利用と、下層土や未墾地土壌の無カリに対する反応にみられるように、その天然供給量の多いことなどがカリ施用に対する反応がみられない理由としてあげることができよう。

リン酸の形態と肥効について

リン酸鉄は無リン酸に比較すれば、生育量は4～5倍に達し、リン酸の吸収量でも約4倍であったが、リン酸アルミニウムやリン酸石灰に比較すれば生育量は $\frac{1}{2}$ で、リン酸吸収量は約 $\frac{1}{3}$ であった。1966年と1967年の2年間に2倍量のリン酸一石灰を施しても生育はほとんど変わらず、吸収量がわずかに増大しただけで利用率は低下した。これは供給が苗の需要を上廻っていたためであろう。熊代(11)が指摘しているように、リンゴ樹はブドウなどに比較して少量のリン酸でたりるのであろう。

リン酸の分別定量の結果からみると、施されたリン酸一石灰とリン酸三石灰はおもにアルミニウム態に変化し、一部は鉄の形態にまで進んだが、難溶態への変化は16カ月では認められないようである。リン酸アルミニウムとリン酸鉄の施用区ではアルミニウム態の増加はみられず、鉄態が増加し、難溶態の増加も認められるようである。酸性土壌に施されたリン酸はアルミニウム態、鉄態に変化し、特にアルミニウム態への変化が多いと言われ(3、9、23)、この試験ではリン酸施用後16カ月から4カ月しか経過していないので、施されたリン酸石灰の大部分はアルミニウム態であり、リンゴ実生では施肥リン酸から形成されたアルミニウム態や、単純な化合物として加えられたリン酸アルミニウムはかなり長期間にわたってよく吸収利用されるものとみられる。

有効態リン酸およびカリの分析法について

層別肥効試験において、母材の相違を考慮にいれないで葉中Pとの関係をみれば相関々係はまったく認められなかったが、母材別にみれば葉中P含量との間に密接な関係があった。葉中P含量の著しい低下をリン酸の欠乏、ないしはその前兆とみた場合に、土壌中における限界点はTruog法では花輪第1層、第3層、第4層、平鹿統でそれぞれ、32.6、trace、9.2、47.3ppmであり、Bray変法では、381.1、39.0、28.9、4.0ppmであった。ゴールデン実生を用いたリン酸の形態に関する試験でも、母材別に取扱う必要のあることが示された。これらの事から、現地のリンゴ園において土壌のリン酸肥沃度を判定する場合に、有効態リン酸の診断基準は母材ごとに検討する必要がある。

Truog法とBray法の比較では、Truog法は土壌の母材による差はBray法より少なく、それだけに診断には有利ではあるが、リンゴ園ではTruog法はきわめて低い値しか示さないことや、施

用したリン酸アルミニウムの効果からみて、Bray法のような NH_4F を含んだ抽出液による分析法も検討の必要があろう。

葉中K含量と置換性カリの関係はかなり密接であり、リン酸のような土壌の母材の相違に基づく変動は少なかった。葉中Kの著しい低下は花輪統の各層では0.13me、平鹿統では0.31meでみられ、土壌中の置換性カリがそれとほぼ同じ程度に低い場合でも、無窒素の場合は葉中Kの低下は認められなかった。

IV. 摘 要

1. 花輪第1層(腐植質火山灰)では、カリとリン酸を2年間無施用にしても、ゴールデン・デリシャスの新梢生長には何ら影響がみられなかった。しかし、葉中のK、P含量はそれらの無施用によって低下した。

花輪第3層(腐植質火山灰)と第4層(褐色火山灰)では、無リン酸区の新梢生長は低下したが、無カリ区では低下せず、葉中P、K含量はそれら要素の無施用によって低下した。

平鹿統では(第三紀凝灰岩)、新梢生長は無リン酸によって減少し、無カリでもわずかにおさえられた。

これらの結果から、リンゴ園の表層土壌にはかなりの量のリン酸やカリが蓄積しており、それがカリやリン酸の施用に対して樹が反応を示さない理由の一つと考えられた。

2. リン酸カルシウムやリン酸アルミニウムは容易に実生によって吸収され、それら化合物の利用率は約11%であった。しかし、リン酸鉄の利用率は2.6%にすぎなかった。

供給されたリン酸カルシウムの大部分はアルミニウム態となり、一部は鉄態に変化した。アルミニウム態を施用した区では試験期間の4カ月の間にアルミニウム態、鉄および難溶態への変化が認められた。鉄態の施用区ではアルミニウム態は増加せず、鉄態と難溶態の増加が認められた。

3. Truog法とBray変法による土壌中のリン酸含量は土壌の種類によって非常に差があったが個々の土壌については土壌中のリン酸と葉中Pとの間に相関関係が認められた。土壌中の置換性カリは土壌の種類の差による変異は少なく、葉中Kとの間に相関関係が認められた。

V. 引 用 文 献

1. 秋田県果樹試験場(1963). 昭和38年度 秋果試業務報告
2. Bray, R. H., and L. T. Kurtz. (1945). Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Sci. 59 : 39-46.
3. Chang, S. C., and M. L. Jackson. (1957). Fraction of soil phosphorus. Soil Sci. 84 : 133-144.
4. ———, and Juo, S. R. (1963). Available phosphorus in relation to forms of phosphates in soils. Soil Sci. 95 : 91-96.

5. Cole, C. V., and M. L. Jackson. (1950). Solubility equilibrium constant of dihydroxy aluminium dihydrogen phosphate relating to a mechanism of phosphate fixation in soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 15 : 76-84.
6. Diest, A. V. (1963). Soil test correlation studies on New Jersey soils: 1. Comparison of seven methods for measuring labile inorganic soil phosphorus. Soil Sci. 96 : 261-266.
7. Fiskell, J. G. A., and W. F. Spencer. (1964). Forms of phosphate and lime applications. Soil Sci. 97 : 320-327.
8. Haseman, J. F., J. R. Lehr, and J. P. Smith. (1950). Mineralogical character of some iron and aluminium phosphated containing potassium and ammonium. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 15 : 76-84.
9. Hsu, P. H. (1965). Fixation of phosphate by aluminium and iron in acid soils. Soil Sci. 99 : 398-402.
10. 弘法健三ら (1968). 土壤有機および無機成分、日土肥誌 39 (1) : 12
11. 熊代克己・中村怜之輔・建石繁明 (1965). 火山灰土壤中に生育するリンゴ、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、信大農学部学術報告 第9号 : 1-11.
12. Lathwell, D. J., and M. Peech. (1964). Interpretation of chemical soil tests. Cornell Univ. Agr. Expt. Sta. Bull. 995.
13. 宮里 愿・山本 毅 (1966). 土壤中におけるリン酸の肥沃度について、東北農試報、第33号 : 383-405
14. 森 英男・定盛昌助ら (1957). リンゴ園の土壤生産力に関する研究. 第1報 火山灰各層土壤における三葉海棠実生、小麦による三要素試験. 東北農試報. 第11号 : 29-38.
15. 望月武雄 (1962). りんご樹において果実着生によって惹起される樹勢衰弱現象の解明に関する研究. 弘前大農学部学術報告、第8号. P : 79.
16. 長井晃四郎・清藤盛正ら (1968). 三要素試験の調査報告 (第1報). 三要素肥料のリンゴ樹体内成分に及ぼす影響. 青森りんご試報. 第12号 : 1-23.
17. 永田武雄・村松記久夫 (1964). 酸性土に施した磷酸塩の可吸態量の測定について、日土肥誌. 35 : 195-198.
18. 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 第10号 : 206-209.
19. 野本亀雄ら (1968). 畑地、草地および園地土壤の肥沃度. 日土肥誌39 : 66.
20. 農林省振興局 (1959). 土壤分析法. 地力保全対策試料 1号.
21. 渋谷潤一ら (1954). りんごの葉分析に関する研究. 青森県経済部りんご課資料. 39号.
22. 巢山太郎・森 英男 (1958). りんごの葉分析に関する研究 (第3報). 東北農試報. 第13号 : 73-79.
23. 関谷宏三 (1964). 土壤磷酸の形態分類に関する研究、農林省水産技術会議研究協議会分担研究報告 55.
24. 山崎利彦・新妻胤次・田口辰雄 (1967). リンゴ園の土壤肥沃度に関する研究 (第1報). 園学雑誌36 (1) : 1-8.
25. ———— . ———— . ———— . (1969). リンゴ園の土壤肥沃度に関する研究 (第3報). 園芸雑誌. 38 (2) : 1-8.
26. 横溝 久・山崎利彦ら. (1964). リンゴ樹の無機養分および炭水化物の蓄積とその翌春における移動. 園試報 C 2 : 55-67.

Studies on the Soil Fertility of Apple Orchard.

- IV. Response of young apple trees growing on volcanic ashes and tuff soil to the non application of potassium and phosphorus, and absorption of phosphorus from various phosphate by apple seedlings grown in volcanic ashes.

Toshihiko Yamazaki, Tanetsugu Niizuma and Tatsuo Taguchi

Summary

1. During 2 years, the influence of non supply of potassium and phosphorus on growth of 3-years old Golden Delicious was not observed in soil of Hanawa 1st layer (humus-rich volcanic ashes), although leaf potassium and phosphorus was decreased by non supply of these elements. In Hanawa 3rd layer (humus-rich volcanic ashes) and 4th layer (brown volcanic ashes), the shoots growth of non phosphorus plot was decreased in comparison with complete plot, but not in non potassium plot, although the leaf phosphorus and potassium was decreased by their non supply. In Hiraka virgin soil (Tuff from tertiary period), the shoots growth was limited by non supply of phosphorus, and less extent by non potassium.

From these results, the considerable amount of phosphorus and potassium were accumulated in upper layer of apple orchard, and it seems that this accumulation give one of the reasons for a absence of the response to phosphorus or potassium fertilizer.

2. The calcium phosphate (mono and tri basic) and the aluminium phosphate were utilized readily, and their rate of absorption was about 11 per cent, although only 2.6 per cent from iron phosphate was absorbed by Golden Delicious seedlings.

The most of the applied calcium phosphate was transformed into aluminium form, and partly into iron phosphate. In applying aluminium phosphate, aluminium, iron and readily unavailable forms were increased during four months. Although the increase of aluminium phosphate was not found in a plot of iron phosphate, iron and readily unavailable forms was more extracted.

3. The soil phosphorus measured by Truog and modified Bray's method was found to vary widely with soil type, although the correlation between soil phosphorus and leaf phosphorus was found within individual soil. On the other hand, the less variation of exchangeable potassium between soil type was observed, and the leaf potassium correlated with the soil potassium.