

リンゴ園の土壤肥沃度に関する研究

第5報 土壤中のリン酸、カリ含量と葉中含量との関係

山崎利彦・新妻胤次・田口辰雄

目	次
I. 緒言	35
II. 材料および方法	35
1. 供試品種、園数および土壤の種類	35
2. 土壤、葉の分析試料の採取	36
3. 分析法	36
4. Truog's-P と m. Bray's-P の関係	36
5. Exch. K と $\text{HNO}_3\text{-K}$ の関係	37
6. 葉中Kと果汁中Kの関係	38
III. 結果	38
1. 土壤中のKと葉中Kの関係	38
2. 土壤中の有効態リン酸と葉中Pの関係	41
IV. 考察	42
V. 摘要	45
VI. 引用文献	46

I. 緒言

わが国のリンゴの成木に対するリン酸、カリの施用効果は、少なくとも3年は認められず(12)、10年間の無施用でも収量比は三要素区の100に対して無リン酸区91.3、無カリ区80.9、と影響力は少ないとされている(14)。またリン酸、カリの施用量と葉中のそれら含量との間には何らの関係も見いだされないのが普通である(15)。この理由として著者らは前報(22)で、施肥によって土壤中に蓄積されている量が樹の需要をはるかに上回っているためであると指摘し、土壤中でリン酸アルミナに変化した施肥リンもかなり長期間にわたってリンゴ実生によって利用されることを明らかにした。

この研究は現地リンゴ園のリン酸、カリ肥沃度の実態を明らかにして、それら要素の施肥法のあり方を考え、同時にリン酸とカリの肥沃度を判定するための診断法を明らかにするために行なったものである。

謝辞：この研究を遂行するに当り終始御援助をいただいた今喜代治場長と場員各位、ならびに熊谷征文花論分場長と分場の職員各位に感謝の意を表する。

II. 材料および方法

1. 供試品種、園数および土壤の種類

国光とゴールデンを供試し、国光は1965、1966年にそれぞれ38、46園について調査した。ゴールデンは1968年は167園、1969年は150園について調査した。国光園の土壤は花輪統、柴内統、平鹿統

で、ゴールデン園は平鹿、北野、釜の川統と未分類の沖積であった。各統の土壌の理化学性は他で述べたが(20, 21)、いずれも pH (H_2O) 5.0—5.5 前後の酸性土壌で、釜の川統だけは塩基に富んでいたが、他の土壌はいずれも表層の塩基飽和度は20%前後で乏しかった。

2. 土壌、葉の分析用試料の採取

土壌サンプルの採取は毎年7月下旬から8月上旬に行ない、ゴールデン園では調査対象樹3樹を選び樹冠の内外数箇所から25—30cmの土壌を採取した。国光園は調査試坑の周囲から25—30cmの深さの土壌をとり、周囲の3樹を調査対象樹に選んだ。土壌は風乾後2mmの篩を通して分析に供したが、リン酸の測定サンプルはさらに0.5mmの篩を通した。

葉分析サンプルは毎年7月下旬から8月上旬に新梢中央からとり、洗滌後65°Cで乾燥し、葉柄、葉脈を含めて粉碎した。例外として、1968年のゴールデンは葉身のみを粉碎した。果汁中のK濃度は収穫直後の果実について行なった。

3. 分析法

土壌：カリは Schollenberger の酢酸アンモニア法によって置換性カリを求め(以後 exch. K と省略)、カリ供給能は第1報(20)の方法によって行なった(以後、 HNO_3 —K と省略)。リン酸は0.002Nの硫酸によって抽出する Truog 法と(以後、Truog's P と省略)、Bray の方法をいくらか変えて 0.2N HCl と 0.2N NH_4F の混液で抽出する方法(22)(以後、m. Bray's P と省略)を用いた。

カリは flame photometer により、リン酸は Truog's P はモリブデン青法—硫酸系により、m. Bray's P は塩酸系によって測定した(9)。

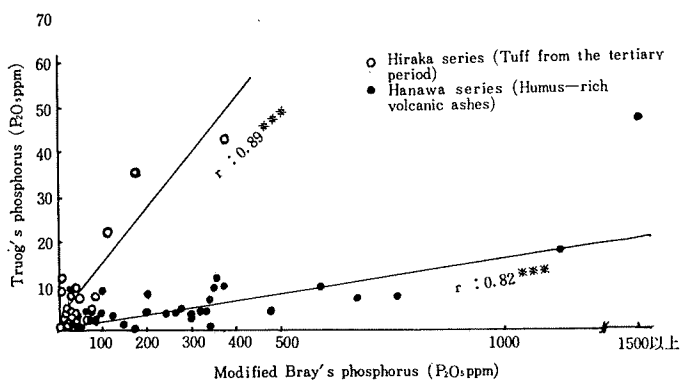


Fig. 1. The relation of Truog's and modified Bray's phosphorus in Hiraka and Hanawa soils. (1965)

第1図 平鹿統と花輪統における Truog's P と m. Bray's P の関係 (1965)

葉および果汁：葉中 P はバナジウム酸法により、K は flame photometer によった。なお果汁中の K 濃度は熟果をジュサーにかけ、濾過後100倍にうすめて flame photometer で測定した。

4. Truog's—P と m. Bray's—P の関係

1965年の国光園に例をとり、Truog's P と m. Bray's P の関係を第1図に示した。両者の間にはかなり高い相関々

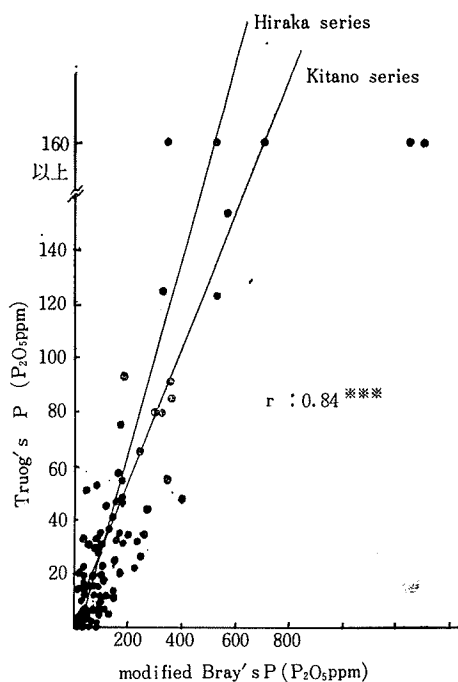


Fig. 2. The relation of Truog's and modified Bray's phosphorus in Hiraka and Kitano soils. (1968)

第2図 平鹿統と北野統における Truog's P と m. Bray's P の関係 (1968)

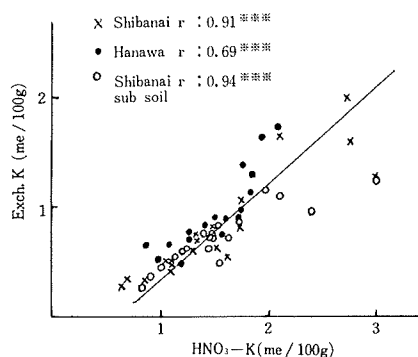


Fig. 3. The relation of exchangeable potassium and potassium supplying power (K extracted by N HNO₃ sol.) in Shibanaï and Hanawa soils. (1965)

第3図 柴内、花輪統における置換性KとK供給能 (N HNO₃ によって抽出されるK) の関係 (1965)

係が認められたが、土壤の母材による相違が著しく、腐植質火山灰を母材とする花輪統では m. Bray's P の値が著しく高かった。これはすでに第4報 (22) で述べたように腐植質火山灰土壤では Al-P が高いためであろう。また1968年の本県南部の土壤について Truog's P と m. Bray's P の関係を第2図に示した。図でみられるように県北部の腐植質火山灰土壤に比べて Truog's P は低く、土壤間の差は少なかった。

5. Exch. K と HNO₃-K の関係

HNO₃-K については第1報 (10) で述べたが、それとは同じく一回の抽出によって溶出される HNO₃-K は exch. K の約2倍であった。またリン酸と異なり母材による差はほとんど認められず、exch. K と HNO₃-K の相関指数は非常に高かった (第3・4図)。

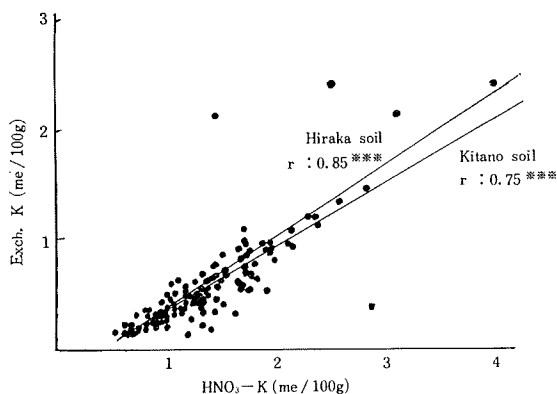


Fig. 4. The relation of exchangeable potassium and potassium supplying power in Hiraka and Kitano soils. (1968)

第4図 平鹿統と北野統における置換性KとK供給能の関係 (1968)

6. 葉中Kと果汁Kの関係

水耕法によるK栄養に関する研究で、森ら(10)は果汁中K濃度がリンゴ樹のK栄養状態を的確に反映すると報告している。この研究では土壌中のKと果汁中K濃度との関係を究明した。葉中Kと果汁中Kとの関係を1968年の結果からみると、平鹿統、北野統、釜の川統、沖積における相関指数はそれぞれ 0.59、0.43、0.75、0.56でいずれも1%レベルで有意であり、全体では 0.84の高い正の相関指数が得られた。

Ⅲ. 結 果

1. 土壌中のKと葉中Kとの関係

(1) Exch. K との関係

1965年の国光園の exch. K 含量は花輪統で、0.49—1.41 me の範囲で、平均は 0.91 me、柴内統では 0.29—1.98 me の範囲で平均は 0.76 me であった。葉中K含量との相関係はまったく認められなかった(第1表)。また1966年の花輪統の exch. K は 0.20—1.01 me の範囲で

第1表 置換性Kと国光の葉中Kとの関係

Table 1. The correlation between exchangeable potassium and leaf potassium of Rall's apple trees.

Correlation	1965		1966	
	Hanawa soil	Shibanai soil	Hanawa soil	Shibanai soil
Leaf K and Exch. K	0.17	0.13	0.28	—0.39**
Leaf K and Potassium supplying power	—0.08	0.18	—	—

平均値は 0.47 me、平鹿統の範囲は 0.16—1.71 me、平均は 0.52 me であり、exch. K と葉中Kとの相関指数はきわめて低く、平鹿統ではむしろ負の関係が認められた。

ゴールドデンの1968年の結果は第2表に示した。平鹿統の exch. K は 0.14—2.14 me の変異が

第2表 置換性Kとゴールドデンの葉中K、果汁中Kとの関係(1968)

Table 2. The correlation between exchangeable potassium, and leaf and juice potassium of Golden Delicious apple trees. (1968)

Correlation	Soil series				Total
	Hiraka	Kitano	Kamanogawa	Alluvial	
Leaf K and Exch. K	0.19	0.19	0.50**	0.03	0.29**
Leaf K and Potassium supplying power	0.09	0.07	0.50**	0.10	0.29**
Juice K and Exch. K	0.24	0.31*	0.14	0.39	0.01
Juice K and Potassium supplying power	—0.03	0.12	0.18	0.54	0.06
Nos. of estimated orchards	83	45	26	13	167

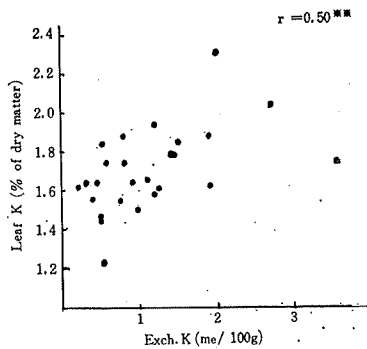


Fig. 5. The correlation between exchangeable potassium and potassium content in leaves of Golden Delicious apple trees grown on Kamanogawa soil. (1968)

第5図 釜の川統における置換性Kとゴールデンの葉中Kとの関係 (1968)

みられ、平均は 0.52 me であり、葉中Kは 1.05—2.10%で平均は 1.61%であった。相関指数は 0.19で両者の間にはまったく関係が認められなかった。北野統の exch. K は 0.21—2.41 me の範囲内で平均値は 0.67 me、葉中 K の範囲は 1.14%から 2.03%、平均は 1.66%であった。両者の相関指数は平鹿統と同じく何らの関係も認められなかった。釜の川統の exch. K は他の統より高く、平均は 1.13 me、葉中Kとの相関指数 0.50 と高かった (第5図)。以上の各統を含めた全体での exch. K と葉中Kの相関指数は 0.29で、ある程度関係が認められた (第6図)。

果汁中のK濃度は国光などでは 1000 ppm 以上含まれているのが普通であるが (10)、ゴールデンではそれより低く、760 ppm—1320 ppm の範囲で平均濃度は 987 ppm であった。exch. K との相関指数は北野統においてのみ 0.31 である

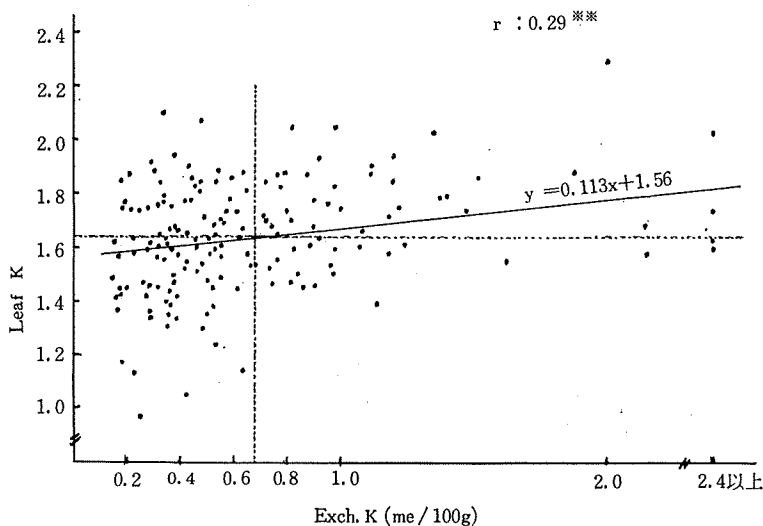


Fig. 6. The correlation between exchangeable potassium and potassium concentration in leaves of Golden Delicious apple trees. (1968)

第6図 土壌中の置換性Kとゴールデンの葉中Kとの関係 (1968)

程度関係が認められたが、exch. K と葉中 K との間の相関指数には及ばなかった。

1969年のゴールデンの結果は第3表に示した。1968年の分析が葉身であったのに対して、1969年は葉柄を含めたので葉中Kは高まり、含量の範囲は1.31—2.63%、平均値は1.91%であった。平鹿統の exch. K は 0.22 me から 2.85 me までの範囲にわたり平均は

0.78 me で葉中 K との相関指数は 0.24 で 5% レベルで有意性が認められた。北野統の exch. K の範囲は 0.21—2.85 me で平均は 0.95 me、葉中Kとの関係はまったく認められなかった。釜の

第3表 土壌中の置換性Kとゴールデンの葉中Kとの関係(1969)

Table 3. The correlation between exchangeable potassium and leaf potassium of Golden Delicious apple trees. (1969)

	Soil series				Total
	Hiraka	Kitano	Kamanogawa	Alluvial	
Leaf K and Exch. K	0.24*	-0.09	0.39	0.09	0.16
Leaf K and Potassium supplying power	0.25*	-0.13	0.41*	-0.28	0.141
Nos. of estimated orchards	73	41	25	11	150

川統の平均は 1.22 me と高く、葉中Kとの相関指数は 0.39 で10%レベルでしか有意性は認められなかった。沖積は前年と同じく、exch. K と葉中Kの間には何らの関係も見いだすことができなかった。各統を含めた全体の土壌では相関指数は 0.158で1969年より低かった。

果汁中のKは前年と同様に測定し関係をみたが、exch. K との相関指数は葉中Kのそれより低かった。

(2) HNO_3 -K との関係

1969年の HNO_3 -K の平均含量は平鹿、北野、釜の川統でそれぞれ 1.24 me、1.58 me、2.21 me で全体の平均は 1.53 me であった。これは exch. K の平均である 0.68 me の約2.4倍であった。また1969年の平均は 1.34 me で exch. K の約1.45倍であった。葉中Kとの相関指数は兩年とも葉中Kのそれとは同じであった(第2.3表)。

(3) K飽和度、K/Ca+Mg 比との関係

K飽和度の平均は 2.7%で葉中Kとの相関指数は exch. K のそれより低かった(第4表)。

第4表 土壌中のK飽和度、カチオン比とゴールデンの葉中Kとの関係(1968)

Table 4. The correlation between per cent saturation of potassium and cation ratio, and leaf potassium of Golden Delicious apple trees. (1968)

	Soil series				Total
	Hiraka	Kitano	Kamanogawa	Alluvial	
Leaf K and Per cent saturation of potassium	0.18	0.07	0.45*	-0.26	0.13
Leaf K and Exchangeable K/Ca+Mg ratio	-0.12	-0.02	0.63**	-0.21	0.31**
Juice K and Per cent saturation of potassium	-0.06	-0.20	0.04	0.05	-0.11
Juice K and Exchangeable K/Ca+Mg ratio	-0.31**	0.19	0.20	-0.31	-0.13*

exch. CaとMgの含量に対するKの比率は全土壌の平均で10%であった。この比率と葉中Kとの相

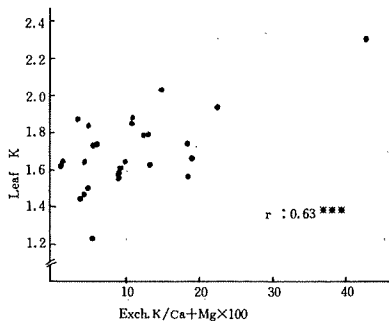


Fig. 7. The correlation between exchangeable K/Ca+Mg ratio and leaf potassium of Golden Delicious apple trees grown on Kamano-gawa soil. (1968)

第7図 釜の川統における葉中KとK/Ca+Mgの関係(1968)

関指数は exch. K の場合よりいくぶん高く、特に釜の川統では0.63で密接な関係が認められた(第7図)。しかし他の土壌での相関指数はむしろ負で、全般的にみて exch. Kに比較して葉中Kと密接な関係にあるとは考えられなかった。

果汁中KとK飽和度、あるいは $K/Ca+Mg$ 比との間の関係はきわめてうすかった。果汁中Kが葉中Kと密接な関係があることと思ひあわせて、この結果はやゝ意外であった。

2. 土壌中の有効態リン酸と葉中Pの関係

(1) Truog's P との関係

国光園のTruog's Pと葉中Pとの相関指数はきわめて低く、何らの関係も見いだせなかった(第5表)。

第5表 有効態リン酸と国光の葉中Pとの関係

Table 5. The correlation between available phosphate and Leaf potassium of Rall's apple trees.

	1965		1966	
	Hanawa soil	Shibanai soil	Hanawa soil	Hiraka soil
Leaf P and Truog's P	0.01	-0.32	-0.09	-0.12
Leaf P and m. Bray's P	0.07	-0.08	0.07	0.21

1968年のゴールデン園の Truog's P は平鹿統では trace から 341.8 ppm までの変異があり、平均は 26.5 ppmであった。また 1969年は trace から 303 ppm までの変異があり平均は 92 ppm で、1968年より高かった。分析資料採取時はほぼ同一であったので、年による変異と考えられる。

土壌別の含量についてみると、北野統の Truog's P の 1968 年の範囲は trace - 302.6 ppm、平均は 44.6 ppm であり1969年は変異の巾が 9—664 ppm、平均は 102 ppm であった。葉中Pとの相関関係はまったく認められなかったが(第6表)、1969年には Truog's P がふえるにつれて葉中Pが高まる傾向がわずかに認められた。

釜の川の1968年の Truog's P は 5.9 ppm から 362 ppm までの変異が認められ平均は 101 ppm で他の統より高く、1969年には 30—432 ppm の変異巾で平均は 166 ppm であった。両年とも葉中Pとの関係はまったく認められなかった(第6表)。

これら4種の土壌を含めた全体の土壌での Truog's P と葉中Pとの相関関係は1968年には認められなかったが(第6表)、1969年には0.38の正の相関指数が得られた(第8図)。

第6表 有効態リン酸とゴールデンの葉中Pとの関係

Table 6. The correlation between available phosphate and leaf phosphorus of Golden Delicious apple trees.

Correlation		Soil series				Total
		Hiraka	Kitano	Kamanogawa	Alluvial	
1968	Leaf P and Truog's P	-0.07	0.03	0.02	0.39	0.02
	Leaf P and m·Bray's P	0.07	0.04	0.01	0.48	0.03
1969	Leaf P and Truog's P	0.10	0.24	0.05	0.52	0.38**
	Leaf P and m·Bray's P	0.06	0.16	0.19	0.62*	0.18*

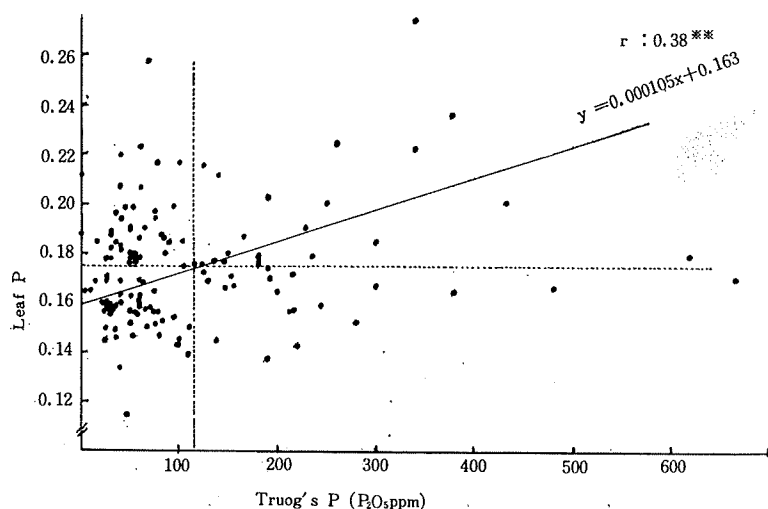


Fig. 8. The correlation between Truog's phosphorus and leaf phosphorus of Golden Delicious apple trees. (1969)

第8図 ゴールデン園の Truog's P と leaf P との関係 (1969)

(2) m. Bray's P と
の関係

1968年の平鹿、北野、釜の川統の m. Bray's P の平均はそれぞれ 96, 192, 387 ppmであった。また1969年の平均値はそれぞれ 189, 241, 376 ppmであった。葉中Pとの相関は1969年の沖積と、全体の土壌でわずかに関係が認められたほかはまったく関係を見いだすことができなかった。

(3) P_2O_5 吸収係数との関係

P_2O_5 吸収係数に対する有効態 P_2O_5 の比が作物によるPの吸収と密接な関係にあると報告されているので、1968年のゴールデンについてこの点を検討した。その結果、葉中Pと Truog's P / P_2O_5 吸収係数比との相関指数は0.01で、特によい指標にはならなかった。

IV. 考 察

1. 葉分析値との関係について

現地リンゴ園でカリの施用効果がみられない理由として、前報 (22) では施用したカリの蓄積と天然供給量が需要を十分に満たしているためであろうと考察した。この報告で、国光については exch. K と葉中 Kとの間に相関関係は認められなかったが、ゴールデンでは両年ともわずかでは

あったが有意な相関指数が得られた。この理由の一つとして、国光園のカリ施用量の平均が10aあたり25kg前後であったのに対して、ゴールデンでは1968年の平均が約9kg、1969年には7.6kgであったことが、1969年の平鹿統、釜の川統でいくらかの関係がみられた理由の一つであると考えられる。

釜の川統における相関指数が特に高かったことは興味がある。釜の川統の exch. K の平均値は1.13 me で平鹿統、北野統のそれぞれ0.45、0.63 me の約2倍に近かったが、 exch. Ca , exch. Mg も他の統より高く、 exch. Ca は平鹿統の3.98 me、北野統の4.60 me に対して9.25 me であった。また exch. Mg も釜の川統では平鹿、北野統の約3倍であった。このように釜の川統ではいずれのカチオンも高かったために、 K/Ca+Mg 比は他の土壌と差は認められなかったが、他の土壌よりKの吸収に対してCaとMgの干渉がより強かったことも考えられ、それが相関指数に影響を及ぼしたのかもしれない。

$\text{HNO}_3\text{-K}$ は土壌のK供給能をあらわすとされており(8)、 exch. K よりも作物のK吸収とは関係が深いと報告されているが(13)、この試験の供試土壌では exch. K との関係は非常に密接で、葉中Kとの関係も exch. K のそれと同じであった。

前報においてリンゴの実生が AlPO_4 や、施肥後 $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$ から変化したリン酸アルミニウムをよく吸収利用したことから、この試験でも Bray's 1A 法を変えた m. Bray's P による値と Truog's P を比較した。Truog's P と葉中Pとの関係は国光と1968年のゴールデンではまったく認められなかったが、1969年のゴールデンでは全体の土壌で0.38の比較的高い相関指数が得られた。しかしそれぞれの土壌統別では相関々係は認められなかった。また m. Bray's P と葉中Pの関係は Truog's P の場合よりはるかに劣った。

前報において、葉中Pと土壌中Pとの間の関係があるとすれば、それは同一母材内においてであろうと推論した。すなわち腐植質火山灰土壌では Truog's P も m. Bray's P も高いためであった。この試験の結果では土壌別の相関指数の方が、全体の土壌のそれよりむしろ低かった。土壌中Pと葉中Pとの関係がはっきり示された報告はリンゴではほとんどなく、Wehnut (19) は34箇所のリンゴ園を調査して、葉中Kと exch. K との間にはわずかながら相関々係は認められたが、土壌中Pと葉中Pとの間に何らかの関係を見出すことはできなかったとしている。

2. リンゴ園のKとPの肥沃度について

この試験で exch. K と葉中Kとの相関指数が低かったのは、土壌中のKが豊富であったためにもよると考えられる。Titus (17) はリンゴの旭を用いた試験で、 exch. K と葉中Kの相関指数は0.29から0.55であったと述べているが、この場合の exch. K は0.07 me から0.15 me で非常に低く、葉中Kも平均して1.35%と低かった。リンゴのK欠乏は約1.0%以下になると発生するとみられているが(3.4.5.7.10.11.22)、この試験の葉中Kは1968年の葉身で1.64%、1969年の葉柄を

含めた分析値で 1.91 % と高く、1.0 % 以下の園は 1968 年に 1 園認められただけであった。また exch. K も 1968 年が 0.68 me. 1969 年は 0.93 me と高かった。

供試園の中には K 欠乏が認められた園はまったくなかったから、土壌中の K は樹の需要を満たすに十分な量が存在したとみなすことができる。したがって本試験に用いたリンゴ園土壌では、土壌分析によって K の不足を診断することは不可能であろう。また土壌中の exch. K は K の施用を中断しても、3 年間でわずかに 0.05 me 程度しか減少しないことを考えあわせると (12)、大部分のリンゴ園では数年間は K の施用を行なわなくても K の欠乏は生じないと言いうるであろう。なお、K の欠乏は exch. K がかなり含まれていても発生することがあるので (18)、不足の診断は土壌分析より葉分析値による方が正確であろう。

この試験の葉中 P は 1968 年のゴールデンで 0.214 %、1969 年は 0.175 % であった。P 欠乏をひき起す葉中 P 含量についての研究は少ないが、大よそ 0.10—0.12 % とみることができよう (15)。しかし P 欠乏樹はそれ以上の値を示すこともあるので (11)、注意する必要はある。

第 7 表は第三紀土壌の平鹿統の新植園で、植えつけ以後まったくリン酸肥料を施さず P 欠乏の症状がはげしく生じた幼樹の分析結果である。なお、この樹はリン酸肥料の施用によって樹勢は完全

第 7 表 若木のリン酸欠乏樹の葉中 P と土壌中の有効態リン酸 (1918)

Table 7. The concentration of phosphorus in leaves of young Starking Delicious apple trees indicated phosphorus deficiency, and the available phosphorus in this virgin soil,

		Concentration in leaves			Available phosphorus in soil (P ₂ O ₅) ppm		
		N	P	K	Truog's P	m. Bray's P	
Fuji	Normal I	2.98	0.151	2.17	Deficient orchard	trace	4.7
	Normal II	3.05	0.127	2.30			
Fuji	Deficient trees I	3.41	0.099	3.23	Neighboring old orchard	165.4	365.0
	Deficient trees II	3.14	0.101	2.57			
Starking Delicious	Deficient trees	2.99	0.087	2.02			

に回復した。この表から、ふじ、スターキングでも約 0.10 % 以下が P 欠乏の限界とみることができる。

土壌中の Truog's P の平均は 1968 年が 66 ppm、1969 年は 115 ppm であった。Aldrich (1) は柑橘を用いた試験で、P 欠乏の Truog's P の限界は P として 9.1—38 ppm であると述べ、正常園では 18—407 ppm であったとしている。この試験の供試園土壌では P 欠乏の限界を知ることはできなかったが、第 7 表の結果では Truog's P で trace、m. Bray's P で 4.7 ppm において P 欠乏が

生じた。供試園の中には Truog's P が trace の園は 1968 年は 20 園、1969 年には 2 園認められたが、それらの葉中 P の平均はそれぞれ 0.223%、0.200% と高く P 欠乏の兆候はみられなかった。

このように土壤中の有効態 P_2O_5 が高く、土壤中の P 含量に関係なく葉中 P が高い現状では、P 欠乏をひき起す土壤中 P の限界を決定することは不可能であり、また前報 (22) で述べたように蓄積された P の利用もかなり行なわれることも考えれば、数年間以上 P の施用を行なわなくても P 欠乏は生じないものと考えられる。

Batjer (2) はリンゴとモモについて、土壤中のリン酸とカリの含量から推定して、きわめて長期間にわたってリン酸とカリは施さなくてよいし、施さない方がよいと述べ、欠乏の兆候がみえたら施せばよいとしている。わが国のリンゴ栽培は零細で、毎年高い収量をあげる必要があるとはいえ、土壤中の P、K が十分に高い現状では P、K の施用量を検討する必要があるだろう。土壤中の Ca、Mg が欠乏の限界にある園がかなり多いにもかかわらず、それらの対策に多くの注意が払われていないことと比較して、わが国のリンゴの施肥は三要素に偏しているといわなければならない。P、K の施用は欠乏の前兆がみえてから施すか、あるいは 3—4 年に 1 回の施用で十分と考えられる。この際の欠乏の前兆は葉分析によって診断することが可能であろう。

V. 摘 要

この研究は土壤中のリン酸、カリ含量と葉中 P、K および果汁中 K との関係を明らかにして、リンゴ園の P、K 肥沃度を把握するためと、土壤診断に有用な分析方法を知るために行なったものである。試験は 1965、1966 年には国光で行ない、それぞれ 38, 46 園について調査し、1968 年と 1969 年にはゴールデン園をそれぞれ 167、150 園供試した。

K の分析は置換性 K と K 供給能について行ない、P は Truog's 法と Bray's 1A 変法 (0.2N HCl + 0.2N NH_4F) によった。結果は次のとおりであった。

1. 置換性 K と葉中 K との相関指数は 1968 年のゴールデン・デリシャスでは 0.29、1969 年には 0.16 であった。K 供給能、K 飽和度、 $K/Ca+Mg$ 比などと葉中 K の間にもほぼ同じような相関関係が認められた。果汁中 K と土壤中 K との間に相関は認められず、国光では土壤中と葉中 K の間には相関関係は認められなかった。
2. Truog's P と葉中 P との間には 1969 年のみ 0.38 の有意な相関指数が得られ、Bray's 変法との間の相関指数はそれより低かった、両年とも国光では土壤中 P と葉中 P の間に相関関係は認められなかった。
3. これらの結果から、P あるいは K についても土壤中と葉中の含量との間に低い相関関係しか得られなかったのは、土壤がそれら要素に富んでいたためと考えられた。

またリンゴ園の P と K の肥沃度について考察した結果、本試験の供試園土壤では少なくとも 3—

4 年間は無リン酸、無カリに対する反応はみられないであろうし、リン酸とカリの施用はかなり長期間にわたって不必要と考えられた。

VI. 引用文献

1. Aldrich, D. E., and J. R. Buchanan 1954. Soil phosphorus supply in healthy and phosphorus-deficient citrus orchards in Southern California. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 63: 32-36.
2. Batjer, L. P. Nutrient utilization of apple and peach trees as related to fertilizer practices. Proc. Fiftieth ann. Meeting, Washington State Hort. Assn.
3. Batjer, L. P., and Magness, J. R. 1938. Potassium content of leaves from commercial apple orchards. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 36: 197-201.
4. Boynton, D., J. C. Cain, and O. C. Compton 1944. Soil and seasonal influence on the chemical composition of McIntosh apple leaves in New York. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 44: 15-24.
5. Burrell, A. B. and D. Boynton 1943. Response of apple trees to potash in the Champlain Valley. III. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 42: 61-64.
6. ———, and J. C. Cain 1941. A response of apple trees to potash in the Champlain Valley of New York. I. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 38: 1-7.
7. Eaves, C. A., and Kelsall, A. 1959. The variability of foliar nutrient leaves and storage behavior of apples from commercial orchards. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 73: 52-55.
8. Garman, W. A. 1957. Potassium release characteristics of several soils from Ohio and New York. Soil Sci. Amer. Proc. 21: 52-58.
9. 松尾嘉郎、ほか、1961、植物栄養学実験：24-28 朝倉書店、東京
10. 森 英男、山崎利彦、横溝 久、福田博之、1964、リンゴのK栄養に関する研究（第2報）、園試報 C 2号：37-44
11. 長井晃四郎、清藤盛正、桜田 哲、釜田長一、1968、三要素試験の調査報告（第1報）、青森りんご試報 12号：1-23
12. 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
13. Pope, A. and H. B. Cheney 1957. The potassium supplying power of several Western Oregon soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 21: 75-79.
14. 渋川伝治郎、渋川潤一、1955、りんご栽培法 p.355 朝倉書店、東京
15. 渋川潤一、ほか 1955 りんご葉分析に関する研究、青森りんご試 臨時報告 5号
16. ———、相馬盛雄、泉谷文足、宇野登喜、1958、りんごの葉分析に関する研究（第2報）園学雑、27：81-88
17. Titus, J. S. and D. Boynton. 1953. The relationship between soil analysis and leaf analysis in eighty New York McIntosh apple orchards. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 61: 6-26.
18. Wallace, T. and E. L. Proebsting. 1933. The potassium status of soils and fruit plants in some cases of potassium deficiency. J. Pom. & Hort. Sci. 11: 120-148.
19. Wehnut, R. L. and E. R. Purvis. 1954. Mineral composition of apple in relation to available nutrient content of the soil. Soil Sci. 77(3): 215-218.
20. 山崎利彦、新妻胤次、田口辰雄、1967、リンゴ園の土壌肥沃度に関する研究（第1報）、園学雑 36 (1)：1-8
21. ———、———、———、1969、リンゴ園の土壌肥沃度に関する研究（第3報）、園学雑 38 (2)：

111-118

22. _____、_____, _____、1970、リンゴ園の土壤肥沃度に関する研究（第4報）、秋田果試研報、
2 : 65-78

Studies on the Soil Fertility of Apple Orchard.

V. The relationship between the concentration of potassium and phosphorus in soils, and their contents in leaves.

Toshihiko Yamazaki, Tanetsugu Niizuma and Tatsuo Taguchi

Summary

For determine the soil fertility of phosphorus and potassium, and for find the analytical method useful for soil diagnosis of apple orchards, the relationship between the soil phosphorus and potassium, and the these elements in leaves and fruit juice was studied in Rall's (1965-1966) and Golden Delicious (1968-1969). Leaf, fruit and soil samples were collected from 38 and 46 orchards of Rall's and from 167 and 150 orchards of Golden Delicious.

Potassium was analyzed for exchangeable and "potassium supplying power", and Truog's and modified Bray's ($0.2\text{ N HCl} + 0.2\text{ N NH}_4\text{F}$) methods were used for soil phosphorus determination. Results as follows:

1. The correlation coefficient between exchangeable potassium and leaf potassium of Golden Delicious was 0.29 in 1968 and 0.16 in 1969, and similar relationship was found between potassium supplying power, per cent potassium saturation and K/Ca+Mg ratio, and leaf potassium. Potassium in fruit juice was not correlated with soil potassium. In Rall's variety, correlation of soil and leaf potassium was not found.
2. The significant correlation coefficient between Truog's and leaf phosphorus was 0.38 only in 1969, and lower correlation was obtained with modified Bray's phosphorus. In Rall's variety, correlation between soil and leaf phosphorus was not found during two years.
3. From these results, it seems that a reason for low correlation between leaf and soil content of phosphorus or potassium is the sufficient amount of these elements reserved in soil of apple orchards.

The discussion related to fertility of potassium and phosphorus indicate that the response to no supply of potassium or phosphorus will be not observe for a few years ahead, or unnecessary to supply these elements for a fairly long period.