

火山灰土壌におけるナシのりん酸施肥 に関する研究

一年生作物とナシ実生苗の難溶性りん 酸の吸収力の差について

坂本秀之・青木一郎

I 緒 言

果樹に対する施肥りん酸の影きょうについては、すでにミカン、ナシ、ブドウなどで研究された結果が報告されている。ミカンでは、りん酸を施肥することにより、減酸効果が現われたものや、¹⁾カブドウでは花粒数、収量が増加したという報告もみられる。⁴⁾

しかしながら、これらの試験のほとんどが、水耕あるいは砂耕栽培での結果である。圃場試験の結果ではりん酸の影きょうはほとんど現われないか、現われても鉢試験の結果か、幼木のうちであり、成木になるにしたがってその影きょうが現われない場合が多い。⁶⁾

この原因については、果樹は他の作物より、りん酸の要求度が低いこと、他の一年生作物では利用出来ない難溶性りん酸を利用出来ること、果樹の根は深く、広くひろがっているため、広範囲からりん酸を吸収し得ること、果樹は貯ぞう養分が多いことなどがあげら

れている。

著者らは、果樹は他の一年生作物では利用出来ないりん酸を、利用出来るかどうかについて、1965～'66年の2カ年にわたって試験を行なったので、その結果を報告する。

本試験を行なうにあたり、終始御指導をいただいた当場土肥部羽生幌主任研究員、有益な御助言をいただいた同部三宅信技師に厚く謝意を表する。

II 試験方法

供試作物は、一年生作物として陸稻（品種農林12号）、果樹はナシの実生（2年目は実生苗）を用いた。土壌は未耕地の腐植質火山灰土壌（以後黒土と呼ぶ）および下層土の関東ローム（以後赤土と呼ぶ）を用いた。土壌の性質は第1表のとおりで、有効態りん酸の含量はきわめて少ない土壌である。

第1表 供試土壌の性質

土壌の種類	PH		T-C	T-N	塩基地 換容量	置換性塩基 (me)			りん酸吸収 係数	有効態りん酸
	H ₂ O	KCl	(%)	(%)		CaO	MgO	K ₂ O		
黒 土	5.30	4.45	8.53	0.55	(me) 27.13	1.28	0.22	0.24	2,510	tr
赤 土	5.85	5.40	—	—	25.33	6.22	1.76	0.13	2,538	tr

処理はりん酸石灰区
(一石灰)、りん酸二石灰区(二石灰)、りん酸三石灰区(三石灰)りん酸第一鉄区(P-第一鉄)、りん酸第二鉄区(P-第二鉄区)、りん酸アルミ区(P-Al)無りん酸区(-P)、無りん酸石灰区(-P+Ca)の8区を設け、1965年は2千分の一アールのワグネルボットに陸稻、山ナシの種子を播種した。'66年は、陸稻は前年と同じく播種したが、ナシの実生苗は前年生

※本研究の要旨は1967年度園芸学会春季大会に発表した。

育したものの中から任意に一個体を選び、前年と同じ処理区に植付けた。植付けはタテ、ヨコ60cm、深さ30cmの穴を掘り、ビニールで囲い、他の土壌に根が侵入しないように配慮した。

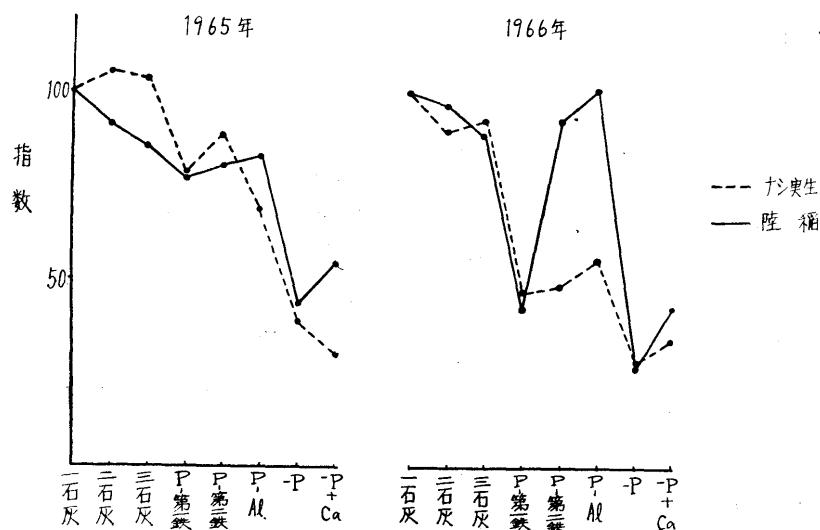
試験規模はそれぞれ3連制(黒土)と2連制(赤土)とした。施肥量は第2表のとおりである。

生育調査終了後に、ナシ実生は11月、陸稻は収穫時に部位別に試料を採取し、N、P₂O₅、K₂Oを分析した。分析方法はNはケルダール法、P₂O₅はモリブデンブルー法、K₂Oは焰光法によった。

第2表 施肥量(元肥)

年度	種類	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
1965	ナシ実生	5g	10g	5g	8.4g
	陸稻	1	2	1	1.68
1966	ナシ実生苗	15	30	15	25.2
	陸稻	1	2	1	1.68

- 注 1. CaOは石灰区のみに施用
 2. 両年ともオカボにN1g, ナシ実生にはN5gを追肥(7月22日)した。



つた。'66年の結果は、二石灰区、三石灰区、P—第一鉄区、—P区はナシ実生、陸稻とも差はみられなかつたが、P—第二鉄区、P—Al区は陸稻がナシ実生より優れた生育を示した。この原因についてはあきらかでない。しかし、全般的には両年とも、ナシ実生、陸稻ともに難溶性の程度にしたがって生育が劣り、その傾向は両者ともほぼ同様な傾向である。

'65年の赤土での結果は、三石灰区、P—第二鉄区のナシの実生が陸稻よりやや優った生育を示したが、他の区は陸稻とほぼ同様か、陸稻の生育のほうがやや優った。しかし、P—第二鉄区以外は黒土と同様難溶性の程度にしたがって生育量が劣り、その傾向はナシ実生、陸稻ともにほぼ同様な傾向である。

しかし、'66年の結果は、陸稻については前年とほぼ同様な結果であったが、ナシ実生の二石灰区、三石灰区 P—Al区が一石灰区より優り、今までの結果と

著しくことなつた結果を示した。この原因については、前年の個体の中から、任意に一個体を選んだために、植付時の個体の大きさが同じでなかったことが原因と考えられ（事実、二石灰区、三石灰区、P—Al区の植付時の個体の大きさは、一石灰区より大である）後述するように植付時の個体の大きさと生育量との間には高い相関がみられた。

りん酸の吸収と土壤反応については密接な関係があることは、すでに報告されたものがあるが、これらの影きょうを知るため、無りん酸区に石灰を加用した区（石灰の量は三石灰区の石灰量に合わせた）を設けたが、'65年の赤土のナシ実生以外はすべて無りん酸区より石灰を加えたほうが生育量は優つた。しかし、その効果はさほど顕著なものではなかった。もっとも各区の掘取り時のPHは第3表のようで、各区間に大差はみられなかった。

第3表 各区のPH (H_2O) (1965年9月)

作物の種類	土壌の種類	一石灰	二石灰	三石灰	P—第一鉄	P—第二鉄	P—Al	—P	—P+Ca
ナシ実生	黒土	5.4	5.5	5.6	5.6	5.4	5.5	5.6	5.7
	赤土	5.6	5.7	5.4	5.5	5.6	5.6	5.3	5.9
陸稻	黒土	5.7	5.6	5.6	5.6	5.2	5.5	5.5	5.4
	赤土	6.1	6.0	6.1	6.0	5.8	5.7	5.8	5.8

(2) ナシ実生と陸稻のりん酸の利用率

黒土について、解体時に各部位の分析を行い、その結果から養分吸収量を算出し（第4表），りん酸塩別の利用率を算出した結果は第5表のとおりである。

利用率については、ナシ実生苗と陸稻の場合は、その値がことなることは当然なので、生育量と同様に一

石灰区の利用率を100とした指数についてみると、ナシ実生苗、陸稻ともに難溶性の程度にしたがって利用率が低下している。ナシ実生苗と陸稻の間ではP—第一鉄区の陸稻がナシ実生苗より低く、P—Al区のナシ実生苗が陸稻より低い。しかし、全般的には両者の間には差がないものとみてよいであろう。

第4表 吸收量（黒土、各成分%，1966年）

ナシ実生苗

部位 区 成分	葉			枝			根			計		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
一石灰	1.163	0.130	0.838	1.077	0.387	0.732	0.972	0.229	0.393	3.212	0.746	1.963
二石灰	0.782	0.112	0.753	0.746	0.334	0.679	0.791	0.201	0.355	2.319	0.647	1.787
三石灰	0.693	0.090	0.628	1.071	0.306	0.548	1.051	0.244	0.451	2.820	0.640	1.627
P—第一鉄	0.380	0.046	0.463	0.540	0.180	0.341	0.619	0.163	0.314	1.539	0.389	1.118
P—第二鉄	0.507	0.127	0.502	0.660	0.244	0.393	0.735	0.130	0.208	1.902	0.501	1.103
P—Al	0.489	0.082	0.627	0.542	0.158	0.334	0.642	0.209	0.297	1.673	0.449	1.258
—P	0.326	0.032	0.315	0.290	0.051	0.179	0.378	0.111	0.187	0.994	0.194	0.681
—P+Ca	0.336	0.048	0.298	0.298	0.069	0.183	0.319	0.071	0.208	0.953	0.188	0.689

陸 稲

部位 成分 区	穂			稈			根			計		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
一 石 灰	0.796	0.218	0.173	0.485	0.069	0.485	0.482	0.091	0.111	1.763	0.378	0.769
二 石 灰	0.791	0.188	0.148	0.505	0.068	0.729	0.368	0.054	0.091	1.664	0.310	0.968
三 石 灰	0.693	0.203	0.162	0.462	0.059	0.631	0.322	0.049	0.068	1.477	0.311	0.861
P—第一鉄	0.233	0.051	0.058	0.225	0.027	0.353	0.103	0.013	0.035	0.561	0.091	0.446
P—第二鉄	0.613	0.151	0.166	0.441	0.032	0.486	0.357	0.064	0.082	1.411	0.247	0.734
P—AI	0.688	0.172	0.168	0.415	0.047	0.859	0.257	0.042	0.091	1.360	0.261	1.118
—P	0.122	0.026	0.029	0.161	0.015	0.250	0.073	0.008	0.034	0.356	0.049	0.313
—P+Ca	0.192	0.046	0.055	0.168	0.016	0.279	0.148	0.017	0.083	0.508	0.082	0.417

第5表 りん酸塩別の利用率(黒土, 1966)

項目 区	ナシ実生苗		陸 稲	
	利用率 (%)	指 数	利用率 (%)	指 数
一 石 灰	1.84	100	16.45	100
二 石 灰	1.51	82.1	13.05	79.3
三 石 灰	1.49	80.9	13.10	79.6
P—第一鉄	0.65	34.4	2.10	12.8
P—第二鉄	1.02	55.4	9.90	60.1
P—AI	0.85	46.1	10.60	64.4

(3) ナシ実生と陸稻の根の還元力

根の還元力が強ければ、難溶性のりん酸の吸収力が強いと考えられるので、砂耕した陸稻とナシ実生の根の還元力を発根まもない6月20日と6月29日の2回TTC法により測定した結果は第6表のとおりである。測定日により両者の根の還元力が逆の結果になってい

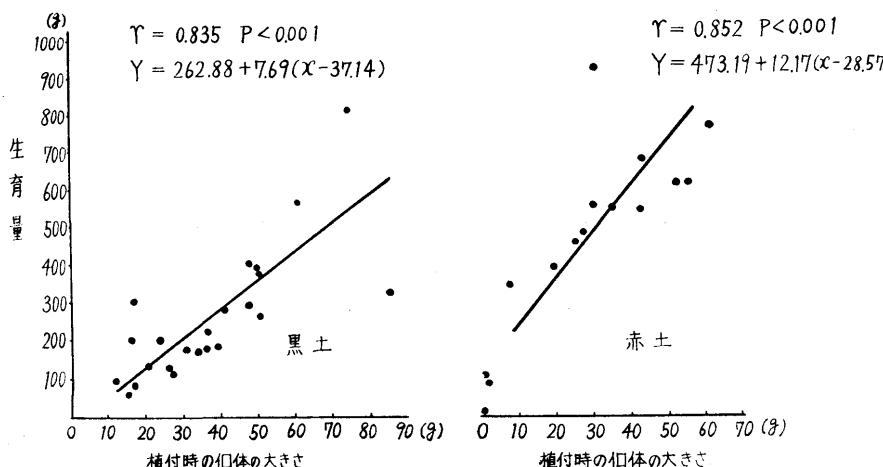
るが、このことはナシ実生と陸稻の根の還元力に大差がないものと考えられる。

第6表 TTC法による根の還元力(1966年)

測定日	種類	
	オカボ	ナシ実生
6月 20日	29.98mg/100g	18.46mg/100g
6月 29日	21.70mg/100g	25.10mg/100g

(4) ナシ実生苗の植付時の個体の大きさと生育量との関係

さきにのべたように'66年の赤土のナシ実生苗の各区の生育量が、他の結果とことなった傾向を示したが、このことは植付時の個体の大きさが影響している。ように考えられたので、ナシ実生苗について処理間の影響を無視し、植付時の個体の大きさと生育量との相関を求めたところ第3図のようである。



第3図 ナシ実生の植付時の個体の大きさと生育量との相関(1966年)

黒土の相関係数は $r=+0.835$ 、赤土は $r=+0.852$ で植付時の個体の大きさと生育量との間にはきわめて高い相関がみられた。もちろん処理の影響を無視しているため、生育量と個体の大きさとの相関を正確に現わしていないが、興味ある結果である。

IV 考 察

果樹に対するりん酸の反応は圃場試験の結果では現われにくい例が多いが、その理由の一つとして、一年生作物にくらべて土壤の難溶性りん酸をある程度利用出来るのではないかという推論がなされているが、われわれはこれらの点をあきらかにするため、一年生作物として陸稻を、果樹としてナシの実生およびその苗を供試して試験を行つた。

²⁾ 藤原によると草科作物は一般に禾穀類の利用不能なりん酸鉄、礫土類のりん酸を有効化することを報告している。このように一年生作物の中でも難溶性りん酸の吸収力に差がみられるが、本試験で一年生作物として陸稻を選んだ理由は、管理が便なることと、りん酸の吸収力は作季によって差があり、一般に冬作物に対し夏作物はりん酸の利用力が大であるため、ナシ実生との対比に好都合であると考えたためである。

施用した難溶性りん酸塩別の吸収力の差が、土壤中の難溶性りん酸の吸収力と同一であるとすることには議論がないわけではないが、一応その傾向はつかみうるものとして試験を進めた。

ナシ実生と陸稻の難溶性りん酸塩別の生育量は、まず黒土についてみると、各区の値は必ずしも両年とも同一ではないが、傾向としては難溶性になるにしたがって生育量が劣りその傾向は'66年の黒土では陸稻のP-第二鉄、P-AI区以外は、ナシ実生と陸稻の間に大差は認められない。また、赤土についても65年の結果は黒土の傾向とほぼ同様な結果である。

黒土については'66年に各りん酸塩別のりん酸の利用率について検討した。既往の成績では陸稻の利用率は15~20%前後であり、本試験の陸稻の一石灰区のそれは16.5%があるので妥当なところである。ナシ実生のりん酸利用率については過去の成績が少ないが、当场でのブドウ幼木の結果では施用量が増加するにしたがって利用率が低下し、施肥りん酸が5gの場合は2.9%であり、本試験の結果は1.8%であるから（施肥りん酸は30g）一応妥当なところであろう。

利用率そのものについては、ナシ実生と陸稻の間に差はあることは当然なので、生育量と同様に一石灰区のそれを100とした指標についてみると、P-第一鉄区、

P-AI区で若干差がみられるが、ナシ実生、陸稻ともに難溶性の程度にしたがい利用率が低下し、その傾向は両者ともにほぼ同程度とみてよいであろう。

根の還元力が強ければ、難溶性りん酸の吸収力が強いと考えられるので、TTT法により根の還元力を測定した結果、ナシ実生の根のほうが還元力が大であるという結果は得られなかった。

以上の結果からナシ実生苗が、陸稻より難溶性りん酸をより多く利用するという結果は得られず、両者とも難溶性りん酸の吸収力には差は認められなかった。

³⁾ しかし、板倉らは、土壤管理の相異と土壤中のりん酸含量および樹体内のりん酸含量におよぼす影きょうについてみたところ、草生区の土壤中の有効態りん酸が、清耕区より減少しているにもかかわらず、葉内および新しょう中のりん酸含量は少くないことから（土壤中の全りん酸は草生区のほうが清耕区よりやや高い）有機態りん酸あるいは土壤中の難溶性りん酸を果樹が利用していることを示唆している。しかしこの試験は試験開始数年まで、りん酸を施用していたことおよび樹令もかなり大きいものを使用した結果であるので、本試験のように最初から有効態りん酸のほとんどない土壤および幼木のうちの結果ではないための相異と考えられる。

試験結果のところで述べたように、'66年の赤土のナシ実生苗の結果が、他のものの結果と著しく相異していることを指摘し、この理由については、植付時の個体差が影きょうしたと考察したが、植付時の個体の大きいものが、難溶性りん酸区でもよい生育を示すことは、貯ぞう養分としてのりん酸の働きの大きいことを示しているものと考えられ、今後果樹のりん酸問題を解明する上に一つの示唆をあたえているものと考えられ興味深い。

⁸⁾ 湯田は、ミカン幼木を用いた試験で、りん酸の吸収とP_Hの関係を強調し、P_Hが高い状態では（P_H6.0~6.5）りん酸を施さなくとも外観的にはりん酸を施したものとほとんど変わらない生育を示すことをあきらかにしている。本試験も無りん酸に石灰を加えた区（堀取時のP_Hは他の区と大差はなかったが）を設けたが、'65年の黒土のナシ実生以外はすべて無りん酸区より石灰を加えたものの方が生育量は優れたが、その効果はさほど大きなものではなかった。しかし、P_Hとりん酸の吸収との関係については、さらに詳細な試験が必要である。

また、供試した火山灰土壤には、多量に有機態りん酸が含まれているので、有機態りん酸の利用について

も検討するために有機態りん酸を含んでいない関東ローム（赤土）と有機態りん酸を多量に含んでいる腐植質火山灰土（黒土）を用いて両者の比較を試みたが、本試験の範囲ではこの点をあきらかにすることは出来ず、さらに詳細な試験が必要である。

V 摘 要

1. 果樹は一年生作物が利用出来ない土壤中の難溶性りん酸を利用出来るかどうかを検討するために、ナシ実生と陸稻を用い、数種の難溶性りん酸塩別の生育量、りん酸の利用率を調査した。
2. 各区によって若干の相異はあるが、おおむねナシ実生、陸稻とも難溶性の程度にしたがい生育量は劣り、その傾向も両者の間に差はみられなかった。りん酸の利用率についても両者の間に差はみられなかった。
3. ナシ実生と陸稻の根の還元力についても両者の間に差はみられなかった。
4. 以上の結果から、少くとも幼木のうちは、ナシ実生と陸稻の間に難溶性りん酸の吸収力には差がみら

れないものと思われる。

5. りん酸の吸収力と土壤反応との間には深い関係があるものと考えられ、また、有機態りん酸の利用についても解明する必要があるが、本試験の範囲ではこれらの点についてはあきらかにすることが出来なかつた。

文 献

1. 安達義正・中島芳和・堀金正己（1966）園学雑35(2)：98—105
2. 藤原彰夫（1950）磷酸肥料経営者親交會、難溶性磷酸塩の肥料学的研究：147：149
3. 板倉勉・白木靖美（1963）園試報A 2号：114
4. 小林章（1954）果実日本 9 (11) : 11~12
5. 熊代克己（1965）園芸学会昭和40年度秋季大会：11
6. 坂本辰馬・円木忠志・奥地進・船上和喜（1964）園学雑33(3)：204~212
7. 高橋郁郎（1931）園芸之研究27：18—30
8. 湯田英二（1966）果実日本21(1)：24—31