

土壌燐酸の行動に関する研究 (第2報) —土壌の燐酸吸収におよぼす 珪酸スラグの影響—

川 嶋 次 夫・本 間 廉 造・我 妻 忠 雄・長 沼 庸 司
(山形大学農学部土壌学・肥料学研究室)
(昭和52年9月30日受理)

Studies on the Behaviour of Soil Phosphate (II)
—Influence of Calcium Silicate Slag on phosphate Adsorption in Soil—

Tsuguo KAWASIMA・Renzo HONMA・Tadao WAGATSUMA and
Yoji NAGANUMA

(Laboratory of Soil Science and Fertilizer Science, Faculty of
Agriculture, Yamagata University, Tsuruoka
(Received september 30, 1977))

緒 言

珪酸石灰は水稻に対する珪酸質肥料として現在我が国では一般的に使用されその肥効の著しいことが認められている¹⁾。この肥料は珪カル，珪酸スラグなどともいわれているもので，製鉄などの際のいわゆる鉍滓を粉碎して製造される。我が国で肥料としての試験が行われたのは昭和26年（1951）頃²⁾ からで肥料取締法の公定規格にとり入れられたのが昭和29年（1954）のことである。

珪酸石灰肥料は相当量の有効な石灰や珪酸のほかにはわずかの苦土あるいはマンガンならびにかなりの量のアルミナを含んでいる¹⁾。土壌の酸性を中和する作用は肥料用炭カルよりもやや劣りその効果は緩慢であるが肥効は炭カルと同等ないし多少勝る傾向があるといわれ，その原因は珪酸あるいは微量元素などの効果によると考えられている³⁾。

我が国においてこれを肥料として使用するに至ったのは戦後入手した米国などの文献や情報を参考とし，我が国における従来からの研究結果を基礎にこれを発展させた成果であるといえる。欧米における鉍滓の使用は主として石灰質肥料としてであり，ドイツ国では1937年頃からまた米国では1939年頃から広く一般にその使用が奨励されてきたといわれている⁴⁾。

火山灰土壌に珪酸カリ溶液を加えて人工的に珪酸富化作用を行った場合には等電点 pH の低下や有効燐酸の増大などに顕著な影響が認められている⁵⁾⁶⁾。Hunter⁷⁾ は炭酸石灰と比較して珪酸石灰の方が作物の燐酸吸収を高めたと報告しており，またハワイにおいては

第1表 珪酸石灰肥料の組成 (%)

鉍滓成分	石 灰	珪 酸	苦 土	マンガン	鉄	アルミナ
高 炉 鉍 滓	40 - 42	30 - 35	4 - 5	1 - 2	0.5 - 1.5	12 - 16
電 気 鉍 滓	40 - 45	34 - 40	5 - 6	1 - 2	1.0 - 6.0	2 - 13
マンガン鉍滓	37 - 40	36 - 37	2 - 8	5 - 15	0.2 - 1.0	4 - 12

サトウキビの栽培試験で珪酸石灰が磷酸の可給性を高め生産量を増大したと報告されている⁸⁾⁹⁾。

しかし珪酸石灰肥料は一般に第1表のような組成³⁾であって土壌に対する珪酸の反応は緩やかであるほかかなりの量のアルミナを含むので、畑土壌とくに磷酸欠乏土壌にこれを施用する場合の効果について検討する必要があると考え以下の実験を行ったので報告する

実験方法

供試土壌は月山火山泥流を母材とする腐植の少ない埴土でその主要な化学的性質は本研究第1報 No. 1 土壌¹⁰⁾として示した。すなわちこの土壌

は塩基に欠乏した磷酸吸収の著しく高い性質を有することがわかれる。

第2表 珪カルの保証成分 (%)

可溶性珪酸	20.0
アルカリ分	40.0
く溶性苦土	4.0
く溶性マンガン	1.0

珪酸石灰肥料 (以下これを珪カルという) は第2表のような保証成分を有する市販のものを使用した。なおこの肥料の粒径は 1.68 mm 全通, 0.15 mm 50%通過の規格であるが本試料には 0.5 mm 以上のものを除いて用いた。

珪カルと対比するため試薬珪酸石灰で規格一級 (E. P.) のものを供試した。その可溶性および水溶性珪酸の量を珪カルと比較し、また珪カルを酸処理したものについてもあわせて表示すれば第3表のようである。酸処理は珪カルのアルカリ分と当量あるいは 1/2 当量の HCl または H_2SO_4 それぞれ 150 ml を珪カル 5 g に加え約 30°C で1時間振盪することによって行った。その沝液の珪酸を定量してこれを水溶性珪酸とし、また風乾したものについては可溶性および水溶性珪酸を肥料分析法¹⁶⁾によって定量した。

第3表 珪酸含量

試料	SiO ₂ %	可溶性	水溶性
珪カル 未処理		19.30	0.03
珪カル 当量 HCl 未風乾		—	12.14
珪カル 当量 H_2SO_4 未風乾		—	13.21
珪カル 当量 H_2SO_4 風乾		0.30	0.01
珪カル 1/2 当量 H_2SO_4 未風乾		—	8.24
珪カル 1/2 当量 H_2SO_4 風乾		4.20	0.01
珪酸石灰 未処理		2.10	0.82

また供試した炭酸石灰の規格は試薬特級 (G. R.) である。土壌の磷酸吸収の測定は次のように行った。風乾土 (粒径 0.5 mm以下) 5 g を 100 ml ポリエチレン容器にとり種々の量の珪

注 ① 可溶性: 0.5 N HCl 可溶

② 当量: アルカリ分と当量の酸で中和

カル、珪酸石灰あるいは炭酸石灰と水 10 ml とを加え24時間振盪後約 60°C でこれを風乾し、さらにもう一回水 10 ml 添加振盪風乾を繰返した後水 20 ml を加えて懸濁液の pH を測定した。この懸濁液に種々の量の磷酸 (KH_2PO_4) 溶液を加えて 100 ml とし温度を 10°C あるいは 30°C に保ち 2 日間時々振盪して incubate した後 pH を測定した。これを遠心分離 (10,000回転/分, 10分間) して得た上澄液について磷酸 (P_2O_5) の濃度を測定した。この濃度から液中に残存する磷酸量を得、さきに加えた磷酸量と対比してその差を求め、これを土壌が吸収した磷酸量とした。磷酸の定量はモリブデン・ブルー法¹¹⁾によった。

土壌の Ca 型、Al 型磷酸の分別定量は関谷の方法¹²⁾に準じて行った。すなわち風乾土

25 g に珪カルまたは珪酸石灰 500 mg を添加し水 30 ml を加え24時間時々振盪した後風乾した。この土壤 2.5 g ずつをとり P_2O_5 それぞれ 37.5, 62.5, 100 mg を含む KH_2PO_4 溶液 50 ml を施与し48時間約 $30^\circ C$ で incubate した後, 40 ml の水で5回洗滌したものについて分別定量を行った。

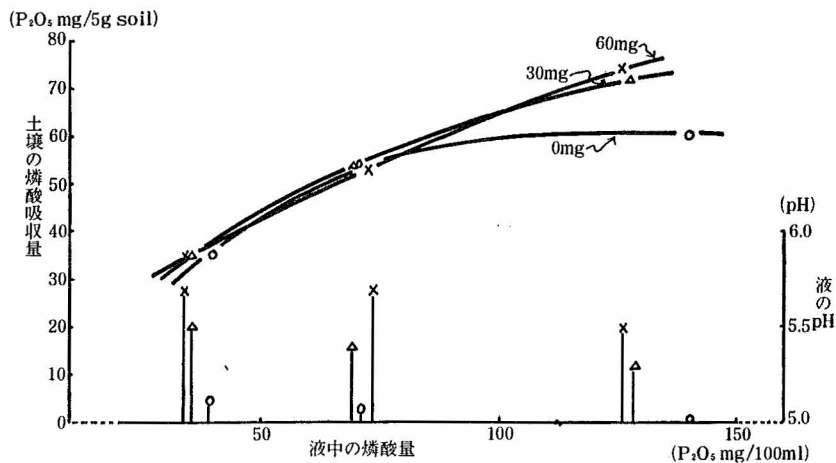
珪酸ソーダを土壤に加えた実験では風乾土 5 g に種々の量の SiO_2 を含む珪酸ソーダ水溶液を加えて風乾した後, これを HCl で pH 5 に調整し前記と同様に磷酸を加えてその吸収量を測定した。なお予め珪酸ソーダ溶液を pH 5 に調整した後これを土壤に加える場合についてもあわせて行った。

珪カルを酸処理して土壤に加えた実験では種々の量の珪カルをとり, そのアルカリ分と当量の HCl または H_2SO_4 溶液 10 ml を加え24時間振盪後これに風乾土 5 g を加え, さらに24時間振盪したものを風乾した。これに水 20 ml を加えて懸濁液の pH を測定し前記と同様に磷酸を施与してその吸収量を求めた。なお H_2SO_4 処理の場合には中和後これを風乾した後土壤に加える場合についてもあわせて行った。

実験結果および考察

1. 珪カルを加えた土壤の磷酸吸収

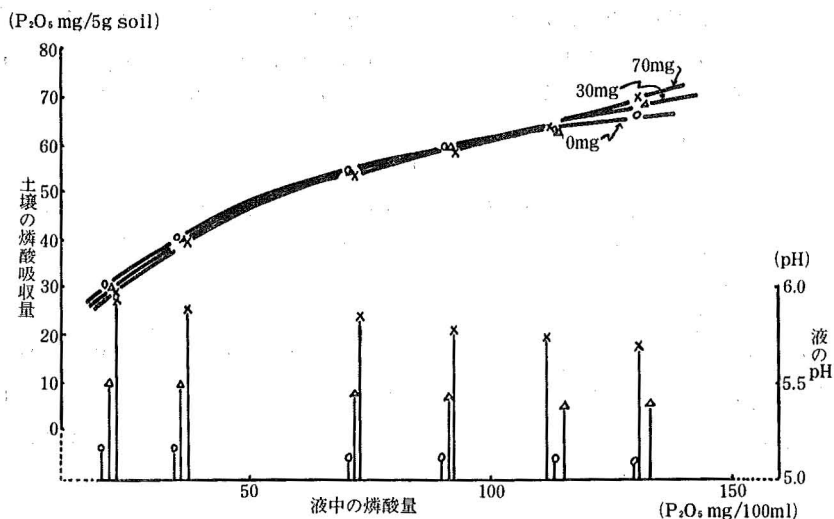
風乾土 5 g に珪カルそれぞれ 0, 30, 60 mg を添加して反応させたものに P_2O_5 それぞれ 75, 125, 200 mg を施与し水を加えて液量を 100 ml とし約 $10^\circ C$ で48時間 incubate した。土壤が吸収した P_2O_5 mg と平衡している液中の P_2O_5 mg との関係および土壤に磷酸液を加え 100 ml としたときの土壤懸濁液の pH 値は第1図の通りである。



第1図 珪カルの効果 ($10^\circ C$)

また同様に珪カルの添加 0, 30, 70 mg, P_2O_5 の施与 50, 75, 125, 150, 175, 200 mg, incubate の温度約 $30^\circ C$ で行った結果は第2図の如くである。

pH はおよそ 5.0~6.0 の範囲であって珪カル添加量の多いほど高く, また磷酸施与量の多いほど低い傾向を示す。磷酸施与量の少ない段階で珪カル添加区が比較的少ない磷酸吸収を示すのは, pH の影響により Al 活性が低下したことによるのかも知れない。しかし



第2図 珪カルの効果 (30°C)

これらの区は磷酸施与量を多くすれば高い磷酸吸収となる。

珪カル 0 mg 区と比較して珪カル少量 (30 mg), 多量 (60ないし70 mg) の各区ではいずれも磷酸吸収抑制の効果を殆んど認めない。むしろ磷酸施与量の多い場合にかえって吸収量を増大する結果を示す。低温 incubation (第1図) の 0 mg 区にあっては吸収曲線が緩やかで P_2O_5 100 mg の平衡濃度で吸収はほぼ飽和にいたるが、珪カル添加区にあってはさらに高い濃度まで吸収増加を続けるので処理区間の吸収量の差が著しい。これに対し高温 incubation (第2図) の 0 mg 区においては磷酸施与量の増加に伴って吸収量も増加し P_2O_5 130 mg の平衡濃度でも吸収の飽和を示さず、また各処理区の吸収曲線は相接近しそれらの傾きは類似する。すなわち土壤に珪カルを添加しない場合はその磷酸吸収は温度の影響を著しくうけ、高温度のものが低温度のものに比し著しく大きい値を示す。しかし珪カルを添加した場合は両温度処理区の吸収曲線間に大差が認められず温度には敏感でなくなる。このことは珪カル添加が土壤の磷酸吸収の mechanism に影響を与える結果であると推定されるが今回はふれないでおく。

土壤による磷酸吸収は磷酸イオンが土壤粒子とくにコロイド成分に吸着されあるいは Ca, Al, Fe などの活性な成分と化学的に結合または沈殿することによる不溶化に基因することは一般に認められている。とくに Al に対する磷酸の反応は珪酸とは一種の競合的關係にあって、Allophane に磷酸が結合すれば珪酸がこれから放出されるといわれる¹³⁾。それ故これと反対に Allophane に予め珪酸を十分に添加し結合させておけば、これに磷酸を施与しても Allophane と磷酸との結合が抑制される可能性も期待されることになる。本供試土壤について Allophane の存在を確認してはいないが、さきに示した化学的諸性質によってこれを Allophane 的と称しても差支えないと考える。したがってこの実験で珪カル添加によって珪酸と土壤との反応が進行すれば土壤の磷酸吸収低下がおこるものと思われたのであるが、その結果はこの予想に反しそのような吸収低下を認めないばかりか珪カル添加が土壤の磷酸吸収をかえって増大させることもあることを示している。

つぎに土壤中の磷酸形態のうち Ca 型及び Al 型を分別定量した結果を示せば第4表の

第4表 燐 酸 形 態 の 比 較 (I)

珪カル 有無	P ₂ O ₅ 施与 mg	燐酸 形態	Ca-phosphate		Al-phosphate	
			P ₂ O ₅ mg/2.5 g soil	比	P ₂ O ₅ mg/2.5 g soil	比
無 添 加	32.5		1.44	1.00	8.04	1.00
	62.5		2.19	1.00	12.24	1.00
	100.0		2.69	1.00	14.44	1.00
添 加	32.5		0.66	0.46	6.23	0.77
	62.5		1.27	0.58	9.78	0.79
	100.0		1.97	0.73	12.14	0.84

如くである。

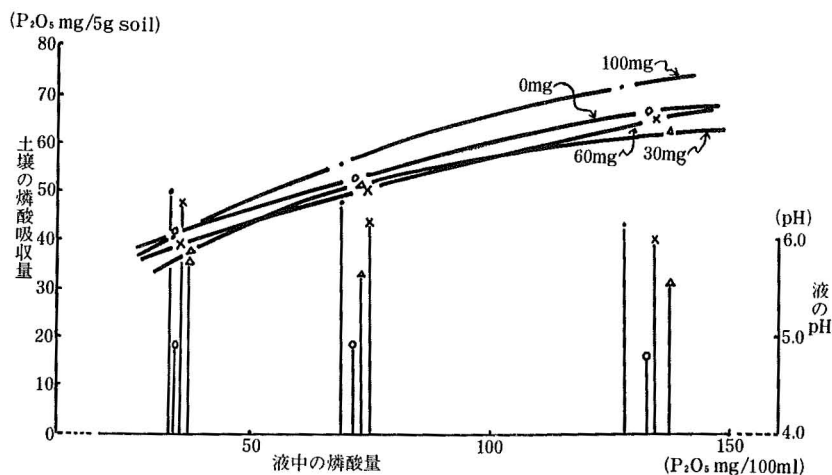
Ca 型の量は燐酸施与量の多少にかかわらず珪カル添加区が、対照として添加区と同様に行った珪カル無添加区よりも低い値を示す。しかし無添加区の値に対する添加区の値は燐酸施与量の増加に伴って、その割合が 0.46 から 0.73 へと大きくなり添加区と無添加区との差は順次狭くなっていく。Al 型においても Ca 型と同様の傾向を示すが、この場合は P₂O₅ 100 mg 施与では添加区の値が無添加区のその 0.84 となっておりかなり接近した値となる。なお使用した珪カルはその粒径が微細なものばかりではないので水に不溶の粗大粒子も燐酸を吸収し、その結果珪カル添加区においてはここに示した燐酸形態分別の枠外にある土壌吸収燐酸分がかなり含まれているものと思われる。

以上の結果から土壌の燐酸吸収に対する珪カル添加の影響は次のように理解するのが適切であると考えられる。

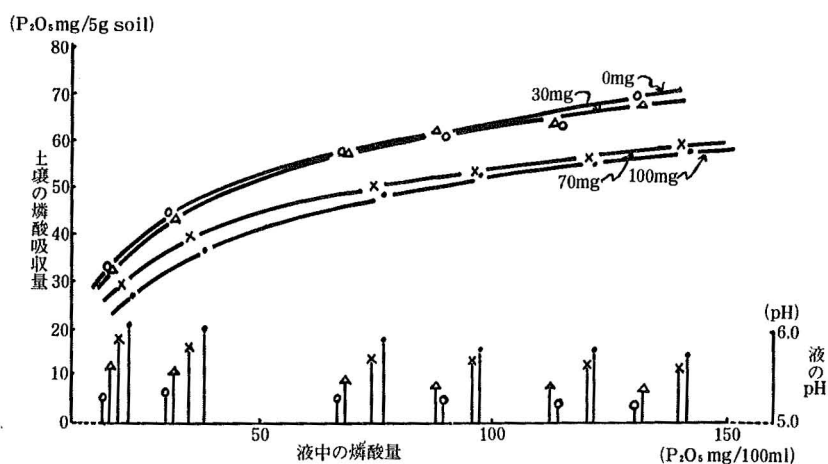
燐酸施与によって土壌中に形成される燐酸の形態は予め珪カルを添加しておくことによって影響をうけるが、その様相は施与する燐酸の多少によって異なってくる。燐酸をかなり多く施与した場合は珪カル中に含まれる Al 成分や粗大粒子による燐酸の吸収が著しくなる。したがって第1及び第2図にみられるように土壌が吸収した燐酸量は珪カル添加区の方が無添加よりもむしろ高い値をとることになる。また燐酸少量施与の場合でも土壌が吸収した燐酸量は珪カル添加区の方が無添加区よりも必ずしも低い値とはならないが、この理由は土壌の燐酸吸収の低下に寄与する反応にかかわる珪酸の活性的性質が、珪カル自身の有する燐酸吸収を助長する性質と相殺した結果ではないかと思われる。すなわち前者の珪酸の活性的強さが後者の燐酸吸収の強さに比べ相対的にみて低下していることに基因すると考える。なお第2図に見られるように珪カル添加によって pH は 6 あるいはそれ以上にも上昇することがある。そうなれば土壌 Al の活性は低下し、したがって Al 型燐酸が減少することも当然であろう。

珪カル成績と対比するため珪カルの代りに試薬炭酸石灰を添加した場合の結果は第3図の如くである。実験は CaCO₃ の添加 0, 30, 60, 100 mg, P₂O₅ の施与 75, 125, 200 mg, incubate 温度 10°C として行った。

CaCO₃ 30, 60 mg の各添加区では無添加区と比較していずれも燐酸施与量の多少にかかわらず常に低い燐酸吸収量である。pH の値を比較すると無添加区は 5 以下であるのに対し両添加区はいずれも 6 前後である。それ故これら両添加区が示す低い燐酸吸収量は土壌の Al 活性の低下によるものと考えられる。CaCO₃ 100 mg 添加区にあっては無添加区



第3図 炭酸石灰の効果 (10°C)



第4図 珪酸石灰の効果 (30°C)

よりも高い磷酸吸収量となり、無添加区との差は磷酸施与量の多いほど著しくなる傾向を示す。その理由は Ca 活性の増大による影響と思われる。また炭酸石灰添加量多少の相互間で比較すればその量が多くなるのに伴ない土壤の磷酸吸収量が増大する。すなわち炭酸石灰添加においても珪カルの場合と同様に土壤の磷酸吸収に与える影響は磷酸の施与量によってその様相が異なってくる。

2. 珪酸石灰を加えた土壤の磷酸吸収

さきに示したように土壤に珪カルを添加しても土壤の磷酸吸収抑制にはあまり効果が得られない結果となった。その理由は珪カル中の珪酸の活性的働きが十分ではないこと、あるいは珪カル中に含有される Al 成分や粗大粒子などの影響によるものではないかと推論した。これを確かめるため珪カルの代りに珪酸石灰を、すなわちスラグの代りに試薬を添加した土壤について磷酸吸収量を測定した結果を第4図に示す。実験は珪酸石灰の添加 0, 30, 70, 100 mg, P_2O_5 の施与 50, 75, 125, 150, 175, 200 mg, incubate 温度 30°C と

して行った。

珪酸石灰の添加は明らかに土壤の燐酸吸収量の低下に寄与し添加量の多い順に吸収量を低下させる。この低下はとくに添加量 70mg 以上の場合に顕著である。すなわち珪酸石灰は珪カルとは異なり Al その他の不純物は殆んど無視して差支ないしその粒径も微細であり、また第3表に見られるようにその水溶性珪酸分は珪カルに比べて著しく高いので、珪酸石灰多量添加によって珪酸の働きが大きくあらわれることになったものと思われる。ただし第3表に示したようにいわゆる可溶性、すなわち肥料分析法¹⁶⁾に示されている 0.5 N HCl 可溶の珪酸分は珪カルの方が珪酸石灰よりも圧倒的にこれを多く含有する。このことから 0.5 N HCl 可溶珪酸分を土壤に対する速効的反應成分としては、この場合これを認めることが妥当であるとはいえないように思われる。

珪酸石灰添加土壤についてその燐酸形態を示せば第5表の如くである。実験は珪カルの場合と同様に行った。Ca 型の量およびその推移は第4表における珪カルと類似の傾向を示すが、Al 型についてはこれとややその様相を異にし珪カルの場合よりも一般に低い値である。このことによっても珪カル添加の場合にはその中に含まれる Al が土壤の燐酸吸収にかなり影響を与えているのではないかという考えが強くなる。

第5表 燐 酸 形 態 の 比 較 (2)

珪酸石灰有無	P ₂ O ₅ 施与 mg	燐酸形態	Ca-phosphate		Al-phosphate	
			P ₂ O ₅ mg/2.5 g soil	比	P ₂ O ₅ mg/2.5 g soil	比
無 添 加	32.5		1.44	1.00	8.04	1.00
	62.5		2.19	1.00	12.24	1.00
	100.0		2.69	1.00	14.44	1.00
添 加	32.5		0.69	0.48	5.09	0.63
	62.5		1.40	0.64	7.97	0.65
	100.0		1.87	0.70	10.83	0.75

第4図の燐酸吸収曲線を第2図のそれと比較すると、一般に前者は後者に比べその傾きが甚だ緩やかである。これら両図の曲線を数式によって比較するため Langmuir の式 $\left(\frac{y}{x} = \frac{1}{ab} + \frac{1}{a}x\right)$, Freundlich の式 $(y = ax^{\frac{1}{n}})$, および指数曲線一般式 $(y = ae^{kx})$ の各々に実験数値の適用を試みたがその結果はいずれの場合も直線の図を示さなかった。しかし $y = -K\frac{y}{x} + A$ の式¹⁴⁾に適用した場合は第2図の各区は曲線であるが第4図にあってはほぼ直線を示した。これらの結果を第5、第6図に示す。

ここで $y = -K\frac{y}{x} + A$ は

y : 土壤が吸収した P₂O₅ mg

x : 土壤と平衡している液の P₂O₅ mg

K : 土壤が吸収した燐酸の見かけの解離定数

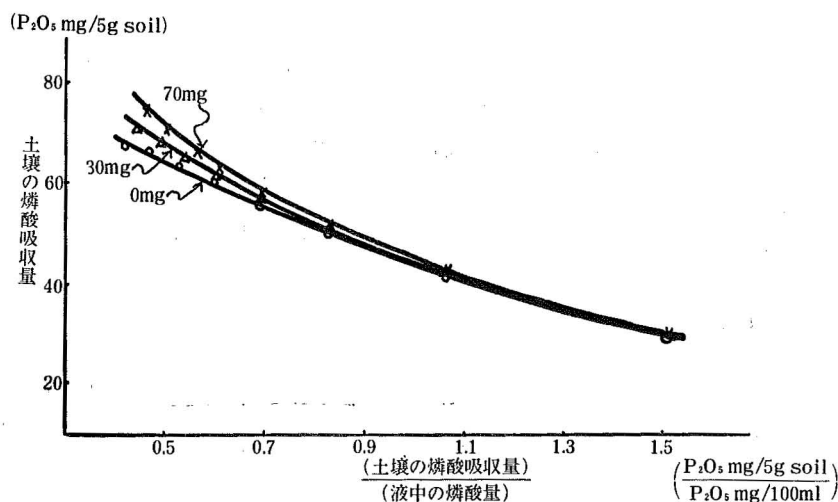
A : 土壤の最大燐酸吸収量

とする。

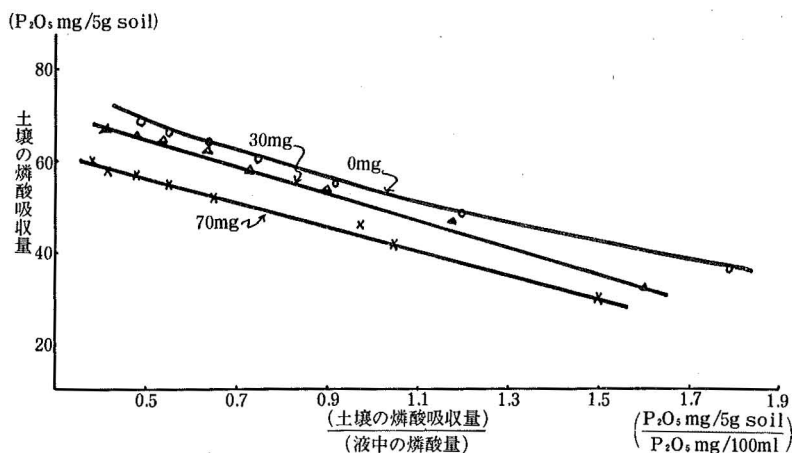
第5図の珪カル添加区は曲線であるが第6図の珪酸石灰添加区はほぼ直線を示す。これ

らの図に見られる曲線は磷酸施与量が比較的小さいときに磷酸吸収が急激に上昇することを意味する。このことは磷酸に対する Al 活性が十分に抑えられていないことを示すものと推論される。すなわちこれらの図における曲線の傾きは土壤に結合した磷酸の見かけの解離定数にあたり、土壤から磷酸が放出されることの難易さを表わすものである。これらの曲線はそれぞれ x, y 両軸の交点を極とする極座標として二つ以上の直線によって構成するように画くこともできる¹⁵⁾。第5図珪カル 70 mg 区の曲線についてとくにこれを例示すれば第7図の如くである。

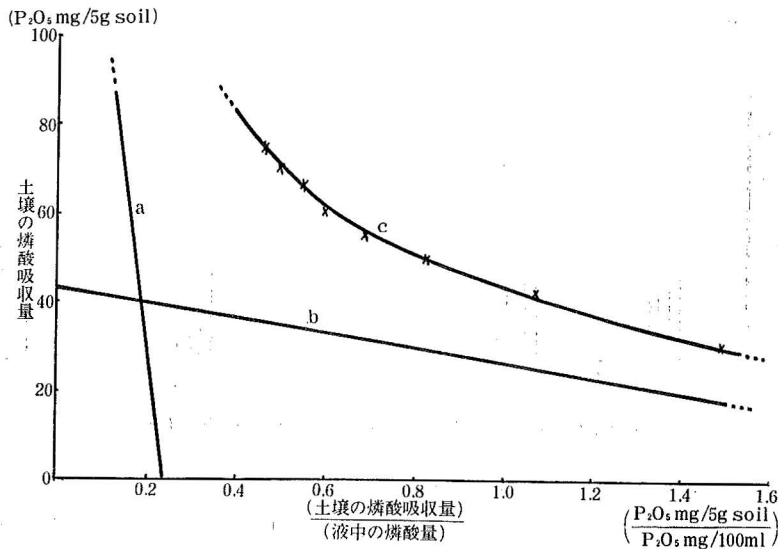
第7図の曲線 c は直線 a, b によって構成されるとみなすことができ直線 a の傾きは直線 b の傾きのおよそ40倍に相当する。すなわち曲線 c によって表わされる反応は直線 a, b にそれぞれ適合する両反応の組合せによって行われると理解される。このようにすれば液の磷酸濃度が低い場合すなわち直線 a によって支配される反応は、その高い場合すなわ



第5図 珪カル効果の解析(1)



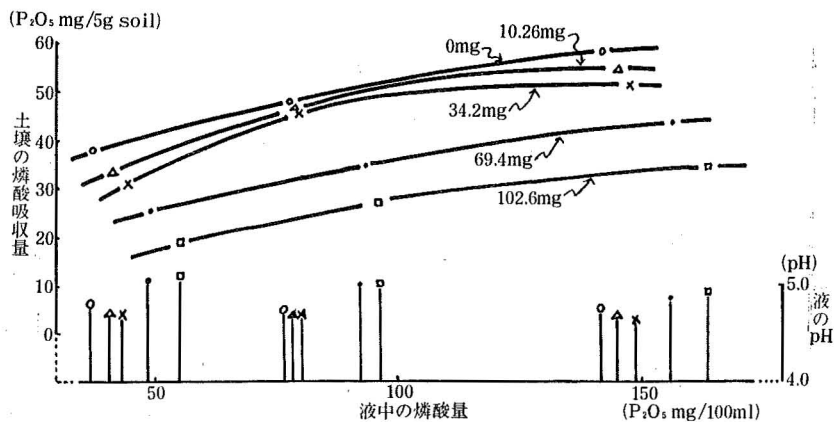
第6図 珪酸石灰効果の解析



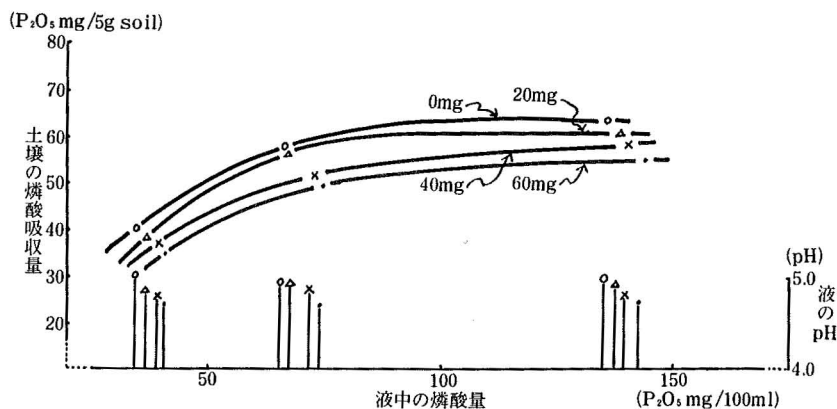
第7図 珪カル効果解析 (2)

ち直線bによって支配される反応よりも土壌と磷酸との結合が甚だ強く土壌は容易には磷酸を放出し得ないことが理解される。第5図において各曲線の傾きを比較すれば液の磷酸濃度が低い場合は0 mg 区<30 mg 区<70 mg 区の順に土壌と磷酸との結合が強固であり、濃度が高い場合はこれらに大差がないことが理解される。第6図においてはこの実験の濃度範囲では30, 70 mg の両区はともに曲線を示さない。従って液の磷酸濃度の高低によって土壌からの磷酸放出の難易性に差を認めない。しかし0 mg 区は第5図と同様にややゆるやかな曲線を示している。

さらに土壌の磷酸吸収に対する珪酸の効果を明らかにするため珪酸ソーダ水溶液を加えた土壌について磷酸の吸収を測定した。実験は SiO_2 の添加0, 10.26, 34.20, 69.40, 102.60 mg, P_2O_5 の施与75, 125, 200 mg, incubate 温度 10°C として行った。その結果は第8図の如くである。



第8図 珪酸ソーダの効果 (1)



第9図 珪酸ソーダーの効果(2)

また珪酸ソーダを予め HCl で pH 5 に調整した後これを土壤に加えた場合は第9図の如くである。この場合の実験は SiO_2 の添加20, 40, 60 mg, P_2O_5 の施与75, 125, 200 mg, incubate 温度 30°C で行った。

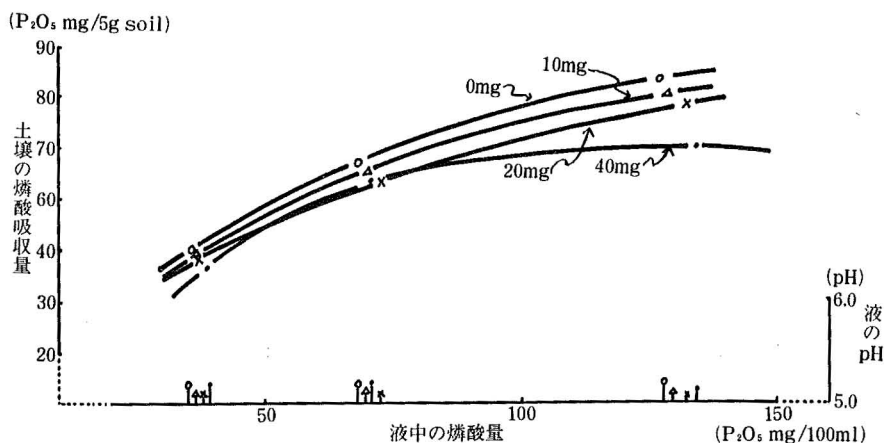
いずれの場合も珪酸の添加はその量の多いものほど土壤の磷酸吸収を著しく低下させ、磷酸施与量の多少にかかわらずその効果は顕著にあらわれる。なお pH 値は磷酸を施与し2日間 incubate した後の土壤懸濁液についてのものである。その値は各区とも pH 5 より若干低下はしたが処理区間に大差は認められない。

3. 珪カルを酸処理して加えた土壤の磷酸吸収

珪カル中に含まれる珪酸の活性度を高める目的で珪カルのアルカリ分を予め酸で中和したものについて土壤の磷酸吸収に対する効果の有無を検討した。

HCl で中和した珪カルは10, 20, 40 mg, P_2O_5 の施与は75, 125, 200 mg, incubate 温度は 30°C として実験を行い第10図に示すような結果を得た。なお対照として珪カル無添加区をも設けた。

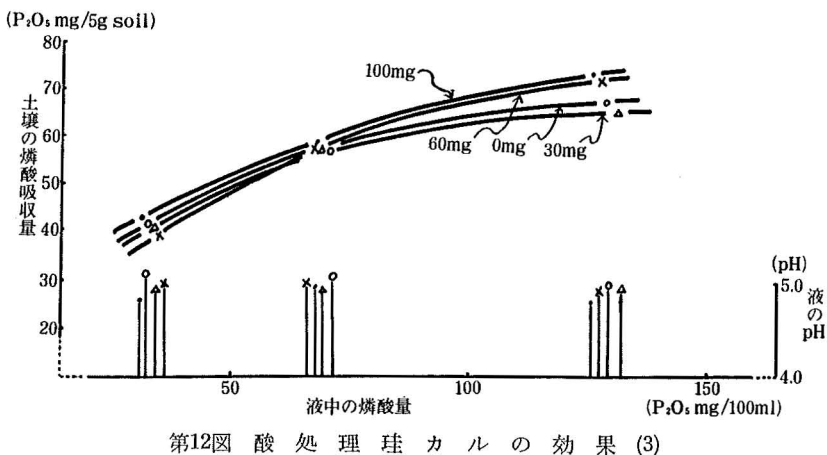
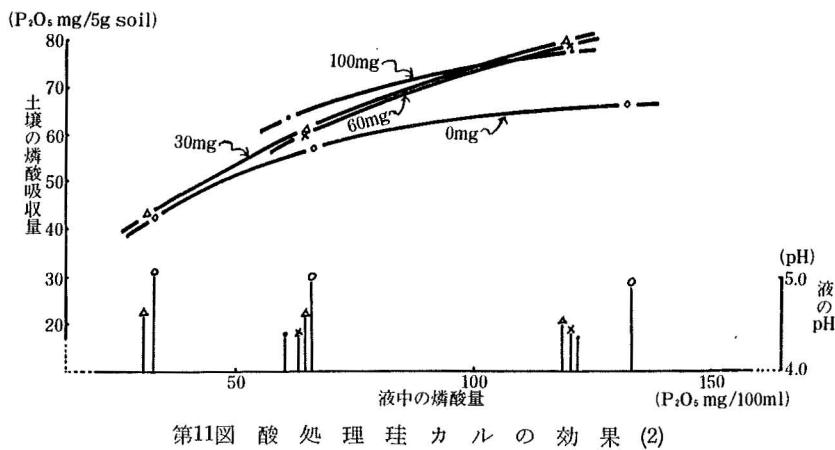
珪カルを土壤に添加する前に予め HCl で処理した場合の磷酸吸収抑制の効果は明らか

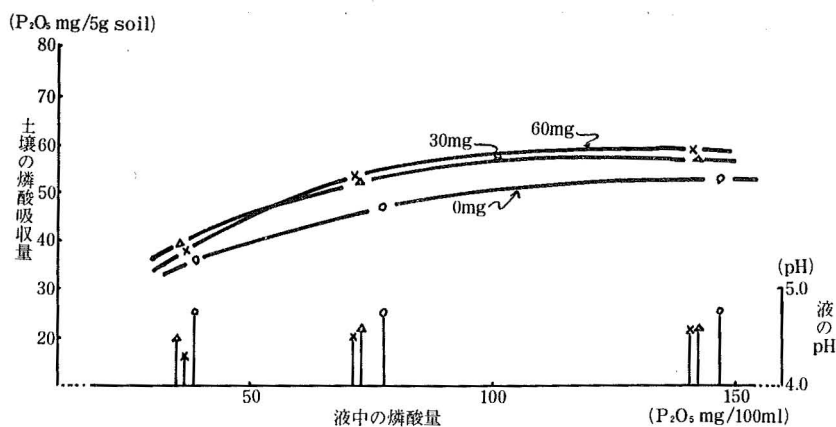


第10図 酸処理珪カルの効果(1)

であってとくに珪カル 40 mg 区が 10, 20 mg の両区よりも著しく大きい効果を示すことが認められる. すなわちこれによって土壌に対する珪酸活性を高めるための珪カルの酸処理はその効果が極めて大きいことがわかる. しかし珪カルのアルカリ分を中和するのに H_2SO_4 を用いた場合には磷酸吸収抑制の効果は HCl 中和の場合のようにあらわれない. HCl の場合と同様に当量 H_2SO_4 で中和し未風乾のまま土壌に添加した場合を第11図に, $1/2$ 当量 H_2SO_4 で中和した場合を第12図に示す. すなわち第11図では明らかに珪カル添加による負の効果が認められ磷酸吸収の増大をきたす. そして pH は珪カル添加によって低下の傾向となる. 第12図にあっては珪カル添加による影響は第11図におけるほど著しくはなく, また処理区間の pH の値にもあまり大きな差を認めない. 珪カルを当量 H_2SO_4 で中和して風乾した後, 土壌に添加した場合の結果を第13図に示す. この場合にも未風乾の場合と同様にその効果は負であるが第11図と比較して P_2O_5 200 mg 区における磷酸吸収はやや抑制されているようにうかがわれる.

珪カルを H_2SO_4 で中和しこれを土壌に添加した場合は磷酸吸収の抑制とはならないでかえってこれが助長され負の効果を示す. 第3表に見られる如く H_2SO_4 で中和の場合も





第13図 酸処理珪カルの効果 (4)

未風乾では HCl 処理の場合と同様にその水溶性珪酸含量は珪酸石灰未処理のものに比べはるかに高い値である。それにもかかわらず前者にあって磷酸吸収の抑制には効果が認められない。これは土壌 pH 値との関係で解明されるのではないかと考える。すなわち H_2SO_4 処理珪カルの添加によって土壌 pH は 5 以下へと低下し無添加のものよりかなり低い値となる。これに対し HCl 処理珪カル添加の場合は何れも pH 5 以上にとどまる。このような pH の値の相違は当然土壌の Al 活性に対する影響においても異なり、前者にあっては Al 活性の増大によって添加された珪酸の働きが滅殺されその効果が阻止されるだけでなくかえって磷酸吸収を助長する結果になったものと推察する。1/2 当量 H_2SO_4 処理未風乾のものにあっては水溶性珪酸含量は比較的少ないが、土壌に対する pH 低下の影響が当量 H_2SO_4 処理のものほど大きくはないので磷酸吸収抑制に対する負の効果は後者ほど著しくない。また当量 H_2SO_4 処理でこれを風乾した後土壌に添加した場合には水溶性珪酸含量は極めて少ないが、pH 低下の働きが未風乾のまま土壌に添加したものほど著しくないので磷酸吸収の様相は比較のおだやかなように思われる。

珪カルを酸処理して土壌に添加しこれによって磷酸吸収抑制効果を一層高めることは可能のようではあるが、なお酸処理の方法や条件、ならびに目的とする土壌の性質の検討などについて今後の研究を必要とする。

摘 要

火山灰土壌に対する珪酸石灰の施用が土壌の磷酸吸収にどのような影響を与えるかを明らかにするための実験を行い次の結果を得た。

1. 肥料用珪酸石灰すなわち鉾津粉末 (珪カル) を 30~70 mg/5 g soil で土壌に添加しても土壌の磷酸吸収を抑制する効果はあまりない。この場合高濃度の磷酸で incubate すればかえって吸収を増大する。
2. 試薬珪酸石灰 (規格 1 級 $CaSiO_3$ 粉末) を土壌に添加した場合は 30 mg/5 g soil でも明らかに磷酸吸収を低下させ 70 mg/5 g soil では一層著しい吸収抑制効果が見られる。
3. 珪カルを予め HCl で中和して土壌に添加すれば試薬珪酸石灰に匹敵する効果を示

すが H_2SO_4 処理のものを添加しては磷酸吸収低下の効果は認められない。

4. 試葉珪酸石灰添加の土壤は無添加のものに比較し Ca 型, Al 型両磷酸の割合が低い。しかし珪カル添加の場合は Ca 型は珪酸石灰の場合に類似するが Al 型はその割合がこれよりも高い。
5. 珪カルを土壤に添加して炭カル以上に土壤磷酸の有効性を高めるためにはその施用方法についてさらに検討する必要がある。

参 考 文 献

- 1) 太田道雄：鉍滓の肥料学的利用に関する研究 (風間書店), (1964)
- 2) 小幡宗平：日土肥誌, 30, 34 (1959)
- 3) 小幡宗平：農業技術, 11, 143 (1956)
- 4) 今泉吉郎：農業技術, 10, 273 (1955)
- 5) 鬼鞍 豊：日土肥誌, 31, 360 (1960)
- 6) 鬼鞍 豊：日土肥誌, 31, 391 (1960)
- 7) A. S. HUNTER : Soil Sci., 100, 391 (1965)
- 8) A. C. ROY et al. : International Symposium on soil fertility evaluation proceeding, 1, 757 (1971)
- 9) J. A. SILVA : International symposium on soil fertility evaluation proceeding, 1, 805 (1971)
- 10) 川嶋次夫, 他：山大紀要 (農学), 6, 299 (1971)
- 11) 植物栄養学実験編集委員会：植物栄養学実験 (朝倉書店), 24 (1959)
- 12) 土壤養分測定法委員会：土壤養分分析法 (養賢堂), 235 (1970)
- 13) S. S. S. RAJAN : J. Soil Sci., 26, 250 (1975)
- 14) M. FRIED, R. E. SHAPIRO : Ann. Rev. Plant Phys., 12, 91 (1961)
- 15) B. H. HOFSTEE : Science, 116, 329 (1952)
- 16) 山添文雄, 他：詳解肥料分析法 (養賢堂) : 131 (1973)

Summary

How the phosphate adsorption in soil changes by Ca-silicate applying to volcanic ash soil was tested and learned as follows :

1. In case fertilizer Ca-silicate or blast furnace slag powder was applied to the soil at 30~70 mg/5 g soil, it was not so effective in restraining phosphate adsorption in soil. On the contrary the degree of adsorption was raised as incubated by concentrated phosphate.
2. On the other hand, in case reagent Ca-silicate (E. P. grade CaSiO_3 powder) was applied, the degree of phosphate adsorption clearly dropped at 30 mg/5 g soil. Still more it showed a remarkable decline at 70 mg/5 g soil.
3. As slag was treated with acid HCl and applied without drying, it took the equal effect with the case of CaSiO_3 . Contrary to that, such effect was not noticed in case of applying H_2SO_4 treated slag.
4. The application of CaSiO_3 to the soil reduced the ratio of both Ca- and Al-phosphate in adsorbed phosphate as compared with the case of no application.

But the application of slag increased the ratio of Al-phosphate as compared with the application of CaSiO_3 .

5. There needs a further examination about the way of application to raise the availability of soil phosphate more by applying slag than in the case of applying Ca-carbonate.