

栃木県における畑土壌改良について 第1報

塩基補給・磷酸多用による火山性畑土壌の改良

古野昭一郎 ・ 茂木惣治

I 緒言

栃木県の畑約68,000haのうち、およそその60%を占める40,000haの火山性畑土壌は作物生産上いろいろの問題点を含んでいる。その化学的性質に限って概観してみると、塩基成分含量（とくに石灰および苦土）が少なく、土壌反応が低く、石灰飽和度が低位で、有効態磷酸が少なく、加えるに活性アルミニウムの溶出量が多く、置換酸度 Y_1 が大きい。このような性質が重なって化学的性質の不良をきたし、作物生産を低位ならしめている。これらの化学性改良のために塩基成分を補給し、有効態磷酸の富化を目的に磷酸を多用して、これが火山性畑土壌の化学性および作物生産におよぼす影響を検討するために1959年から1963年にわたり、低位生産地調査現地改良試験および地力保全調査対策効果確認試験として実施し、検討を行なったのでその結果を報告する。

なお、試験を遂行するにあたり終始し御助言をうけた河野利雄氏（現在、栃木農試佐野分場長）御力下さった栃木県農産園芸課技師三浦薫、前田亨両氏に深く謝意を表する。

II 試験方法

第1試験

○試験場所 塩谷郡高根沢町

○試験年次 1959年冬作

この試験は火山性畑土壌の化学性改良の手がかりとして始められたものであり、塩基成分の補給と磷酸多用を別々に行ないそれが土壌の化学的性質と作物生産

にどのような影響をおよぼすかを検討したものである。

○供試材料 大麦（栃木関取1号）

○処理および方法

処理区	処 理 方 法
無処理区	
炭カル区	P.L.S.50%を目標に炭カル（cao含量53%）a当り92kgを表層15cmに全面混和
過石区	過石（ P_2O_5 含量19%）をa当り50kgを表層15cmに全面混和 P_2O_5 は活性 Al_2O_3 の25%当量に相当
熔磷区	熔磷（ P_2O_5 含量19%）をa当り50kgを表層15cmに全面混和、 P_2O_5 は活性 Al_2O_3 の25%当量に相当

○栽培概要

供試面積0.12a 2連制、播種10月23日0.7l/a畦巾70cm×条播、収穫6月5日、要素量kg/a $N0.8$ $P_2O_50.8$ $K_2O0.8$ （硫酸、過石、塩加）堆肥75（各々溝施用）

○土地条件

標高—140m、地形—台地の平坦面、地質母材等—洪積（火山性）、開畑—50年前、排水—やや良好。

○土壌の化学的性質

項目	PH		Y_1	C%	N%	C/N	C.E.C	磷酸 吸收 係 数	置換性塩基			P.L.S	有効態 P_2O_5 kg Truog	N/2 可溶 Al_2O_3 mg
	H_2Q	Kcl							mg CaO	mg MgO	mg K_2O			
I	5.0	4.5	4.6	10.2	0.54	18.8	44.1	2820	140.2	22.2	—	11.3	2.9	211.3

第2試験

○試験場所 那須郡黒磯町

○試験年次 1963年夏作

この試験は第1試験で得られた結果をもとにして、

炭カルでPH（ H_2O ）6.2に矯正し、そのうえに磷酸（熔磷）を多用した効果を検討しようとしたものである。

○供試材料 青刈とうもろこし

（ホワイトデントコーン）

○ 処理および方法

処 理 区	処 理 方 法
炭 カ ル 区	表層22cmをPH (H ₂ O) 6.2矯正目標に炭カル (CaO含量58%) を a 当り337kg施用, 半量は耕起前, 半量はハローイング前全面施用
炭カル 熔磷区	炭カルは1に同じく施用, 熔磷は深さ22cm中の $\frac{N}{2}$ 酢酸可溶Al ₂ O ₃ 量の50%当量として a 当り124.7kgを施用, 施用方法は炭カルと同様

○ 栽培概要

供試面積 0.88 a 2連制, 播種5月18日 1.2l/a 畦巾65cm×株間30cm, 収穫8月14日, 要素量kg/a N, P₂O₅, K₂O各々0.7 (開拓化成333号施用)

○ 土地条件

標高—410m, 地形—那須扇状地域の波状地, 地質母材等—洪積 (火山性), 開畑—3年前, 排水—良好

○ 土壤の化学的性質

項 目 層	PH		Y1	C%	N%	C/N	C.E.C	置 換 性 塩 基			P.L.S 係 数	磷 酸 有 効 態 吸 收 係 数 P ₂ O ₅ mg Truog	N 酢 酸 可 溶 Al ₂ O ₃ mg	
	H ₂ O	KCl						CaO	MgO	K ₂ O				
I	5.1	4.5	7.1	8.35	0.41	20.4	23.3	58.9	33.2	—	8.9	2630	Tracc	236.3
II	4.6	4.2	7.5	—	0.29	—	26.0	42.1	28.2	—	5.8	2540	—	—
III	5.3	4.6	2.9	5.55	0.16	36.7	22.4	11.2	42.3	—	1.8	2610	—	—

第 3 試 験

○ 試験場所 芳賀郡芳賀町

○ 試験年次 1962年冬作~1963年夏作

本試験は第2試験のごとく第1試験の結果をもとに塩基成分 (石灰および苦土) を補給して土壤反応を矯正し, さらに磷酸富化を目的に磷酸を多量施用する場合の基準を求めようとしたものである。

○ 供試材料 二条大麦 (栃木ゴールデンメロン) 青刈とうもろこし (ホワイトデントコーン)

○ 供試面積 0.13 a 2連制

○ 処理および方法

○ 栽 培 概 要

処理区	処 理 方 法
標準区	深さ20cmまでをPH (KCl) 6.0に矯正することを目標に苦土炭カル(CaO60% Mg 20%含量) を深さ20cmまで混和
熔磷A区	苦土炭カルは標準区と同方法で施用 熔磷 a 当り37.5kgを深さ20cmまで混和
熔磷B区	苦土炭カルは標準区と同方法で施用 熔磷 a 当り75kgを深さ20cmまで混和
熔磷C区	苦土炭カルは標準区と同方法で施用 熔磷 a 当り187.5kgを深さ20cmまで混和
熔磷D区	苦土炭カルは標準区と同方法で施用 熔磷 a 当り375kgを深さ20cmまで混和

作 物	播 種	畦巾×株間	収 穫	要 素 量 kg/a			kg/a 堆 肥	備 考
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
二 条 大 麦	10月 23日 0.9 l/a	65cm×条播	6月15日	0.365	0.56	0.68	75	肥料は 硫 安 過 石 塩 加 } 施用
	6月 19日 1.2 l/a		8月5日	0.75	0.70	0.70	75	

○ 土 地 条 件

標高120m, 地形—台地の平坦面, 地質母材等—

風積 (火山性), 開畑60年前, 排水—良好

○ 土 壤 の 化 学 的 性 質

項 目 層	PH		Y ₁	C%	N%	C/N	C.E.C	置換性塩基			P.L.S	燐酸 吸 収 係 数	有効態 P ₂ O ₅ (Truog)	$\frac{N}{2}$ 酢酸 可 溶 Al ₂ O ₃ mg
	H ₂ O	KCl						mg						
	CaO	MgO						K ₂ O	mg	mg				
I	5.2	4.4	1.6	8.66	0.77	11.0	28.9	250.1	20.2	34.4	31.0	2081	4.7	208
II	5.6	4.7	0.3	6.50	0.72	9.0	31.8	411.6	20.2	4.8	46.0	2788	—	—
III	5.0	—	0.2	—	—	—	21.0	329.3	6.5	5.3	56.0	2597	—	—

第 4 試 験

○試験場所 栃農試本場

○試験年次 1962年冬作

この試験は火山性畑土壌の礬土性を改良し、有効態燐酸富化を目的に、過石および燐酸を多用する場合の指標を $\frac{N}{2}$ 酢酸可溶アルミニウム三氧化物量に求め、過石および燐酸を段階的に施用してその効果を

検討したものである。なお、この試験は礬土性の高い芳賀土壌（第3試験と同じ）および桑絹土壌の作土を供試して鉢試験で行なったものである。

○供試材料 二条大麦（栃木ゴールデンメロン）

○供試土壌

芳賀土壌（表層多腐植の壤質）

桑絹土壌（腐植を欠く壤質）

○処理および方法

処 理 区	処理（燐酸・過石 g/pot）		備 考
	芳賀土壌	桑絹土壌	
無燐酸区	—	—	燐酸 A区…… $\frac{N}{2}$ 酢酸可溶 Al ₂ O ₃ の10%当量の燐酸量
燐酸A区	9.1	8.3	” B区…… ” 20% ”
燐酸B区	18.2	16.6	” C区…… ” 50% ”
燐酸C区	45.5	41.5	” D区…… ” 100% ”
燐酸D区	91.0	83.0	過石 A区…… ” 20% 当量の過石量
過石A区	21.0	19.1	” B区…… ” 100% ”
過石B区	105.0	95.5	<ul style="list-style-type: none"> 各pot乾土で8.1kg充填（下層には小石を充填） 各資材はPot表層乾土6kgに混入した量 過石はP₂O₅含量16.5%溶燐はP₂O₅含量19%のものを使用 施用要素量は1pot当りN、K₂O各1g（硫酸塩加）を使用

○ 栽 培 概 要

播種—10月20日、1株5粒3株播、間引—11月2日
1株2本立、薬剤撒布—11月2日（マラソン乳剤1000

倍液）、踏圧—11月8日（手指で株元を強く押し付けける）、収穫—6月4日～6月20日、登熟期に達した鉢から収穫した。

○ 土 壤 の 化 学 的 性 質

項 目 土 壤	PH		Y ₁	C%	N%	C/N	C.E.G	置換性塩基			P.L.S	燐酸 吸 収 係 数	有効態 燐 酸 (Truog)	$\frac{N}{2}$ 酢酸 可 溶 Al ₂ O ₃ mg
	H ₂ O	KCl						mg						
	CaO	MgO						K ₂ O	mg	mg				
芳 賀	5.2	4.4	1.6	8.66	0.77	11	28.9	250.1	20.2	34.4	31.0	2081	4.7	208
桑 絹	4.8	4.4	5.6	—	—	—	16.5	48.4	10.4	26.1	10.6	2580	1.1	189

III 試 験 経 過 の 概 要

第1試験

無処理区は初期より葉色淡く、生長も異常で酸性障害の症状で経過した。炭カル区は初期より葉色濃く黄化葉も発現せず、茎葉の伸長も旺盛で出穂も早まっ

た。

過石区は無処理区に似た生育状況でやや遅穂が少なく穂長が伸長した。燐酸区は初期より茎葉が伸長し、炭カル区とはほぼ同程度の生育を示したが後期では幾分劣り穂長はやや低く遅穂が多かった。

第2試験

播種後1週間でほぼ均一に発芽し、1ヶ月後では標準区に比べて熔燐区の生育は葉色濃く、葉巾が広がった。これら生育にみられる状況は、収穫期の8月になっても明らかで、旺盛な茎葉の伸長がみられた。

第3試験

〔二条大麦〕12月の生育状況は黄色で熔燐D区が、やや濃緑色を示したがその他には差が認められなかった。2～3月には乾燥と寒害のために各区に葉先枯死がみられたが、茎立ちとともに生育は進み、熔燐各区は茎葉が伸長し、やや過繁茂傾向であった。5月中旬以降の気象条件から倒伏を予想し、5月20日に各区とも支柱をたて麦稈を支えた。しかし6月3、4日にかけての降雨をともなった強風により、各区とも倒伏した。尚この試験地の附近は大麦の生育が悪くきわめて生育不良で低収の地域である。

〔青刈とうもろこし〕標準区に比し、熔燐各区の生育は初期より良好で、葉巾が広く、葉の伸長は優った。

第4試験

芳賀土壌—無燐酸区は初期から生育が遅れ、葉色が

第1表 大麦生育 (50cm間)

処 理 区	12月15日		3月10日		5月28日				有効茎歩合 %
	草丈cm	茎数本	草丈cm	茎数本	cm 稈長	cm 穂長	穂数本	本 遅穂数	
無 処 理 区	11.6	100	14.3	223	36.7	3.1	54	40	24.2
炭 カ ル 区	13.6	125	20.7	302	79.5	3.7	118	6	39.0
過 石 区	12.0	116	12.7	236	36.2	3.4	55	26	23.2
熔 燐 区	14.0	138	20.9	320	68.8	3.8	135	15	42.9

第2表 大麦収量

処 理 区	稈重 kg/a	稈 重 指 数 %	精 子 重 指 数 %	精 子 実 重 指 数 %	千粒重 (g)
無処理区	12.0	100	3.5	100	27.9
炭カル区	46.0	383	28.6	411	30.8
過石区	12.0	100	4.2	120	28.8
熔燐区	52.0	433	34.8	998	31.2

第3表 青刈とうもろこし生育・収量

処理区	6月27日		7月13日		8月17日		20個体生重 kg				生収量 kg/a	収 量 指 数 %	
	草丈 cm	葉数 枚	草丈 cm	cm 茎太	草丈 cm	cm 茎太	1	2	3	平均			
標準区	69.9±9.3	7.1	162±19	2.3	339±52	2.5	12	21.8	18.8	16.4	19.0	456.0	100 %
熔燐区	78.6±16.9	7.9	184±19	2.4	355±46	2.9	13	25.0	22.2	24.2	23.8	571.2	125

第3試験

二条大麦の生育を第4表に示した。草丈、茎数とも

淡く経過し、3月の寒害と乾燥で枯死した。11月に入ると熔燐A、B区および過石A区の生育は熔燐C、D区過石B区に比して草丈、茎数ともに劣る傾向を示し、葉色もやや淡緑色を示した。

桑絹土壌—生育全般の傾向は芳賀土壌の各区と同傾向を示したが、処理区間の差はなお一層開いた。

VI 試験結果

1. 作物の生育・収量

第1試験

大麦の生育を第1表に示した。これによると無処理区に比べた各区は初期生育が良好であったが、3月に入り過石区は無処理区よりも草丈が劣る傾向を示した。遅穂は無処理区が特に多く、過石区もこれに次いで多かった。これは弱小の分けつがあり、生育不良の状態を示すものとみてよい。有効茎歩合は炭カル区および熔燐区が優った。

第2表で収量をみると稈重および子実重ともに、炭カル区、熔燐区が優り、特に熔燐区の子実重は無処理区比で約10倍の好成績を示した。

第2試験

第3表に青刈とうもろこしの生育・収量を示した。初期生育で生育むらがみられ、個体差が大きかったが、その傾向も後期になると標準区よりも縮少し、均一な生育がみられた葉数・茎の太さにおいても熔燐区が優り、収量比で25%増であった。

に初期生育から資材熔燐が多くなるほど良好な成績を示し、穂数も多く確保出来た。成熟期はやや遅れる傾

向を示し、熔燐各区は過繁茂の状態が結局遅穂を多くしたものと思われる。収量について第5表で見ると子実重は熔燐量増加につれて好成績を示し、熔燐D区は標準比で42%増であったが麦稈収量についてはこの傾向は認められなかった。

青刈とうもろこしの生育・収量を第6表に示した。熔燐D区は初期生育より、草丈、葉数ともに好成績を示したが、熔燐A区からD区までの段階的な増加傾向は二条大麦の麦稈重と同じように一度頭打ちがあって更に熔燐D区で収量が上ると言う傾向であった。

第4表 二条大麦生育 (50cm間)

処 理 区	12月11日		6月15日				成熟期 月日	倒 伏 %
	草丈 cm	本 茎 数	稈長 cm	穂長 cm	本 穂 数	本 穂 遅		
標 準 区	16.9	94	127	6.6	172	1	6.13	30~35
熔 燐 A 区	17.1	112	129	7.3	187	2	6.13	30~35
熔 燐 B 区	17.6	114	123	6.6	187	3	6.14	40
熔 燐 C 区	18.7	115	126	6.6	185	3	6.14	50
熔 燐 D 区	18.7	132	131	6.9	193	6	6.15	50

第5表 二条大麦収量

処 理 区	稈 重	子実重	屑粒重	1l 重	稈重指	子実重	子実重
	kg/a	kg/a	kg/a	g	数 %	指 数	稈重 %
標 準 区	68.0	29.5	3.2	628	100	100	43
熔 燐 A 区	84.6	36.2	1.9	618	124	123	44
熔 燐 B 区	80.8	36.2	2.2	609	116	123	43
熔 燐 C 区	74.6	39.2	4.5	614	110	133	53
熔 燐 D 区	81.5	41.8	3.1	614	120	142	51

第6表 青刈とうもろこし生育・収量

処 理 区	7月5日		7月27日	8月5日		生 収 量 kg/a	収 量 指 数 %
	草丈 cm	葉 枚 数	草丈 cm	草丈 cm	草丈 cm		
標 準 区	54	6.0	199	264	264	622.8	100
熔 燐 A 区	55	5.9	206	273	273	662.3	106
熔 燐 B 区	56	6.0	201	270	270	697.8	112
熔 燐 C 区	56	5.9	204	268	268	685.3	110
熔 燐 D 区	57	6.1	203	280	280	779.7	125

出穂期に至るも出穂をみなかった。生育後期に至って熔燐区が過石区を凌ぐ傾向となり、過石区では出穂期に上位葉から2~4枚目の葉緑にクロロシスを起し、苦土欠乏症の徴候を示した。収量については第9表に示したが熔燐D区を100とした収量指数で同量磷酸施用の過石B区は70にとどまり、磷酸半量の溶燐C区と同量であった。登熟期は熔燐D区過石B区がともに早く、

磷酸施用量の少ないほど遅くなる傾向を示した。

桑絹土壌一生育・収量を第8表と第10表に示した。芳賀土壌とほぼ同様の傾向を示したが、無磷酸区は3月に入って完全に枯死し、その他の区が収量で芳賀土壌よりやや上まわったことおよび収量指数で過石Bが77とやや向上し、熔燐C区が24にとどまった点が異った。

第4試験

芳賀土壌一二条大麦の生育を第7表に示した。初期生育で熔燐各区、過石各区で施用磷酸量の段階に応じ生育差が認められた。また葉色では無磷酸区、熔燐A区が淡緑色を呈して経過した。11月中の熔燐区と過石区の比較では過石各区が同量磷酸量の熔燐区に優り、特に過石B区は濃緑色を示した。12月に入って熔燐C、D区、過石B区が普通の葉色であった他は淡緑色を呈した。3月に入って無磷酸区は枯死寸前の徴候を示し、熔燐A区もほとんど生気なく

第7表 芳賀土壤二条大麦生育

処 理 区	11月16日		11月27日		3月11日		6月4日～20日		
	草丈 cm	茎数 本	草丈 cm	茎数 本	草丈 cm	茎数 本	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本
無 磷 酸 区	11.3	6	11.4	6	4.8	4	枯死	—	—
熔 磷 A 区	12.1	6	12.6	6	5.6	8	36	5.6	2
熔 磷 B 区	11.9	6	12.2	12	6.3	16	58	7.5	18
熔 磷 C 区	13.7	14	14.6	21	13.7	69	77	7.0	43
熔 磷 D 区	13.5	16	14.5	20	15.4	68	65	5.0	59
過 石 A 区	12.1	10	13.1	12	7.8	19	53	7.2	14
過 石 B 区	15.6	20	18.5	30	15.1	106	54	6.6	55

第8表 桑絹土壤二条大麦生育

処 理 区	11月16日		11月27日		3月11日		6月4日～20日		
	草丈 cm	茎数 本	草丈 cm	茎数 本	草丈 cm	茎数 本	稈長	穂長 cm	穂数 本
無 磷 酸 区	9.5	6	10.0	6	枯死	—	—	—	—
熔 磷 A 区	11.6	6	11.7	6	5.3	6	39	4.2	2
熔 磷 B 区	11.2	6	11.6	7	5.8	10	53	6.9	9
熔 磷 C 区	12.6	10	12.8	14	9.6	37	57	6.6	36
熔 磷 D 区	14.6	18	16.8	23	18.0	155	52	5.4	52
過 石 A 区	12.2	6	12.5	11	7.5	17	53	6.7	12
過 石 B 区	15.5	20	17.2	24	16.0	133	54	7.0	49

第9表 芳賀土壤二条大麦収量

処 理 区	稈重	穂重	子実重	精子実重	屑粒重	稈重	精子実重
	g/ pot	指数	指数				
無 磷 酸 区	—	—	—	—	—	—	—
熔 磷 A 区	2.5	1.2	—	—	—	—	—
熔 磷 B 区	31.0	13.8	8.4	7.5	0.9	38.6	18.8
熔 磷 C 区	67.3	44.8	30.1	27.4	2.7	39.8	68.9
熔 磷 D 区	80.3	60.8	45.2	39.8	5.4	100.0	100
過 石 A 区	23.0	13.5	4.2	3.8	0.4	28.6	9.5
過 石 B 区	70.3	33.3	32.3	27.4	4.9	87.5	68.8

第10表 桑絹土壤二条大麦収量

処 理 区	稈重	穂重	子実重	精子実重	屑粒重	稈重	精子実重
	g/ pot	指数	指数				
無 磷 酸 区	—	—	—	—	—	—	—
熔 磷 A 区	3.0	2.6	2.0	1.8	0.2	4.4	3.9
熔 磷 B 区	15.3	2.5	1.9	1.7	0.2	22.6	3.7
熔 磷 C 区	51.8	29.8	16.8	11.0	5.3	76.4	23.8
熔 磷 D 区	67.8	59.5	48.8	46.2	2.6	100.0	100
過 石 A 区	25.8	9.5	7.4	7.0	0.4	38.1	15.2
過 石 B 区	66.3	49.5	38.4	35.4	3.0	97.8	76.6

2. 土壤化学性
の変化

第1試験

表層深さ15cmに全面混入した炭カル、過石および熔磷が土壤の化学性に如何なる影響を与えるかを調査した結果が第11表である。炭カル区、熔磷区ともに土壤反応が矯正されたのはもちろん、置換酸度 Y_1 ・活性アルミの減少、置換性塩基含量、石灰飽和度の増加がみられ、過石区、熔磷区でおのおの有効態磷酸が増加している。

第11表 資材混入15日後の土壤化学性

処 理 区	P H		Y ₁	C.E.C	置換性塩基		P.L.S	N 2 可 Al ₂ O ₃	酢酸 溶 mg	有 効 態 P ₂ O ₅ (Truog) mg
	H ₂ O	Kcl			CaO mg	MgO mg				
無 処 理 区	4.8	4.3	4.3	47.1	165.4	10.1	10.3		229.3	3.4
炭 カ ル 区	6.6	5.3	0.1	44.1	703.8	22.2	56.9		170.1	3.2
過 石 区	4.7	4.2	4.3	47.7	201.9	6.1	15.1		238.7	20.8
熔 磷 区	5.5	4.5	1.0	45.9	381.3	60.5	27.8		110.0	24.1

第3試験

苦土炭カルおよび熔磷表層深さ20cmまで全面混入1ヶ月後の化学性を第12表に示した。第1試験と同様、

置換性石灰および苦土の増加、石灰飽和度の上昇、有効態磷酸の増加、活性アルミの減少と云う傾向が認められる。

第12表 資材混入1ヶ月後の土壤化学性

処 理 区	N 2 可 Al ₂ O ₃ に対する資材 P ₂ O ₅ の当量%	酢酸可溶 Al ₂ O ₃ に 資材P ₂ O ₅ % 磷酸吸収力	P H (H ₂ O)	Y ₁	C.E.C	置換性塩基			P.L.S	N 2 可 Al ₂ O ₃ mg	有 効 態 P ₂ O ₅ mg Truog	1% えん酸 可溶 P ₂ O ₅ mg
						CaO mg	MgO mg	K ₂ O mg				
標 準 区	—	—	6.4	0.48	30.8	495.2	130.2	22.6	57.5	71	1.6	6.0
溶 磷 A 区	16.8	2.3	6.6	0.36	32.6	583.5	187.3	20.4	63.9	57	7.1	24.7
溶 磷 B 区	33.6	4.7	6.7	0.38	33.8	725.2	209.3	17.1	76.6	40	14.7	31.1
溶 磷 C 区	84.0	11.7	6.8	0.48	35.2	744.3	271.1	18.4	75.4	34	18.8	90.9
溶 磷 D 区	168.0	23.4	7.0	0.46	37.4	845.3	352.4	26.0	80.4	31	20.5	134.7

第4試験

芳賀、桑絹両土壤を用いて、熔磷を活性アルミニウム三酸化物当量の10%、20%、50%、100%の段階で混和した場合の土壤化学性におよぼす影響を調べるために、供試原土に熔磷を加え、土壤水分含量を40%になるように純水を加え、2ヶ月後風乾して分析に供し

た。その結果を第13表と第14表に示した。熔磷混和による土壤反応の矯正、置換性石灰、苦土含量の増加、活性アルミ溶出量の減少、有効態磷酸含量の増加と云う一連の現象が認められた。しかし、置換性加里については一定の傾向を認めることは出来なかった。

第13表 熔磷混和による化学性(芳賀土壤)

処 理 区	N 2 可 Al ₂ O ₃ に対する資材 P ₂ O ₅ の当量%	酢酸可溶 Al ₂ O ₃ に 資材P ₂ O ₅ % 磷酸吸収力	P H (H ₂ O)	Y ₁	C.E.C	置換性塩基			P.L.S	N 2 可 Al ₂ O ₃ mg	有 効 態 P ₂ O ₅ mg	1% えん酸 可溶 P ₂ O ₅ mg	熱塩 可溶 P ₂ O ₅ mg
						CaO mg	MgO mg	K ₂ O mg					
無 処 理 区	—	—	5.2	1.6	28.9	250.1	20.2	34.4	30.8	208	4.5	9.5	112
溶 磷 A 区	10	1.4	5.3	1.3	29.4	300.0	35.1	32.6	36.3	85	9.8	11.7	134
溶 磷 C 区	50	7.0	5.5	1.0	30.0	420.4	90.7	48.0	50.0	69	18.7	38.7	428
溶 磷 D 区	100	14.0	5.8	0.8	31.6	583.5	164.4	28.3	65.9	30	29.0	53.0	585

第14表 熔磷混和による化学性(桑絹土壤)

処 理 区	N 2 可 Al ₂ O ₃ に対する資材 P ₂ O ₅ の当量%	酢酸可溶 Al ₂ O ₃ に 資材P ₂ O ₅ % 磷酸吸収力	P H (H ₂ O)	Y ₁	C.E.C	置換性塩基			P.L.S	N 2 可 Al ₂ O ₃ mg	有 効 態 P ₂ O ₅ mg	1% えん酸 可溶 P ₂ O ₅ mg	熱塩 可溶 P ₂ O ₅ mg
						CaO mg	MgO mg	K ₂ O mg					
無 処 理 区	—	—	4.8	5.6	16.5	48.4	10.4	26.1	10.6	189	1.1	7.3	96.0
溶 磷 A 区	10	1.0	4.9	4.3	16.7	69.4	23.2	25.2	14.8	—	2.7	11.6	109.6
溶 磷 C 区	50	5.1	5.2	2.9	16.9	168.1	44.8	27.1	35.9	—	8.7	26.4	302.6
溶 磷 D 区	100	10.2	5.5	1.1	17.5	322.2	77.8	25.6	67.6	—	24.3	40.1	563.7

3. 作物の無機成分吸収

第1試験

大麦無機成分含有率を第15表に、吸収量を第16表に示した。3月中の茎葉の窒素含有率は無処理区に比し処理各区は高いが、収穫後はこの傾向が認められな

かった。ここで特徴的なことは過石区において稈中の苦土含有率が極端に低いことである。この傾向は第4試験でも認められた。またa当り吸収量では炭カル区と熔磷区が他区に比して5要素ともに多かった。

第15表 大麦無機成分含有率(乾物中%)

処 理 区	3 月 茎 葉 N	稈					穂				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
無処理区	2.33	0.90	0.18	1.61	0.50	0.10	1.94	0.71	0.51	0.17	0.19
炭カル区	3.24	0.80	0.15	2.29	0.75	0.16	2.23	0.75	0.46	0.20	0.26
過石区	2.61	1.09	0.19	1.63	0.52	0.04	2.20	0.67	0.60	0.18	0.16
熔磷区	2.90	1.17	0.19	2.40	0.62	0.15	2.30	0.93	0.57	0.21	0.25

第16表 大麦無機成分吸収(g/a)

処 理 区	稈					穂				
	N	P ₂ O ₅	k ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
無 処 理 区	99	20	177	55	11	60	22	16	5	6
炭 カ ル 区	340	64	973	318	68	566	190	117	51	66
過 石 区	118	21	186	56	5	94	29	26	8	7
熔 磷 区	558	91	1144	296	72	718	290	178	65	78

第3試験

二条大麦の稈中の窒素、磷酸、穂中の窒素、磷酸、加里含有率は標準区に比し、熔磷各区がやや高い傾向を示した。なお、分析結果は省略した。

二条大麦無機成分含有率を第17表、第18表に示した。この試験での5要素含有率はやや高い傾向が伺われたが、特徴的なのは第1試験と同様稈中の苦土含有率で過石A、B区ともに熔磷各区に比べて低率であり上位葉に苦土欠乏症が現出した。

第4試験

第17表 二条大麦無機成分含有率(風乾物中%) (芳賀土壤)

処 理 区	稈						穂					
	水 分	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	水分	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
熔 磷 B 区	8.64	1.46	0.14	2.52	0.64	0.35	12.01	3.00	1.01	0.85	0.11	0.36
熔 磷 C 区	9.31	0.76	0.05	1.93	0.42	0.25	13.02	2.85	0.68	0.68	0.06	0.41
熔 磷 D 区	8.95	0.74	0.06	1.92	0.58	0.32	13.01	2.77	0.77	0.70	0.05	0.33
過 石 A 区	9.56	1.06	0.09	2.62	0.55	0.12	12.23	—	0.45	1.05	0.08	0.38
過 石 B 区	8.88	1.11	0.12	2.25	0.76	0.15	14.02	2.84	0.93	0.82	0.07	0.43

第18表 二条大麦無機成分含有率(風乾物中%) (桑絹土壤)

処 理 区	稈						穂					
	水 分	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	水 分	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
熔 磷 B 区	9.28	1.60	0.23	2.73	0.59	0.29	—	—	—	—	—	—
熔 磷 C 区	10.69	0.87	0.13	2.28	0.44	0.26	14.13	2.74	0.86	0.85	0.12	0.52
熔 磷 D 区	9.05	0.71	0.07	1.79	0.45	0.35	15.56	2.16	0.67	0.63	0.07	0.41
過 石 A 区	10.40	1.02	0.11	2.60	0.48	0.13	13.55	2.78	0.51	0.85	0.07	0.34
過 石 B 区	9.40	0.85	0.09	2.08	0.57	0.14	14.92	2.46	0.67	0.65	0.08	0.43

V 考 察

1. 塩基補給による化学性改良と作物生産の増大

塩基含量が少なく、土壤反応の低い火山性畑土壌改良のため、炭カル又は苦土炭カルを作土に混和するとPHは上昇し、置換性石灰(苦土炭カル施用の場合は置換性苦土も)が増加し、活性アルミ溶出量が減少する。(第11, 12表)

その結果作物生産も増大する。(第2表)

出井(1), (2), (3)は裸麦の酸性障害の主要原因は土壤反応が低いことよりも可給態塩基の欠乏であると述べ、苦土の存在でPH低下による害作用が著しく軽減したことおよびPH低下は作物体による苦土吸収阻害が直接的原因であることをほのめかしている。筆者等は炭カルおよび苦土炭カル施用を個別に行なったので両者の比較は出来なかったが、塩基補給は低PHの火山性畑には当然考慮を払わなければならない手段と考えられる。

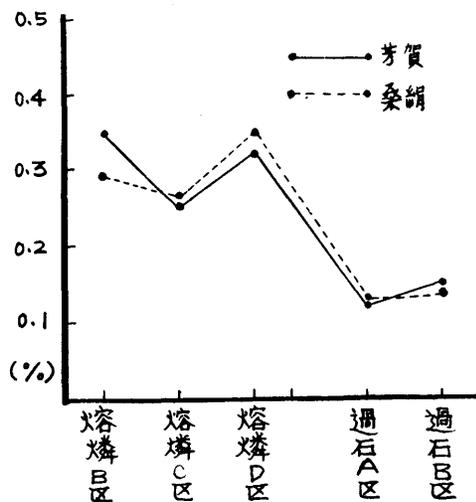
石灰飽和度と作物生産の関係については、塩基補給により塩基欠乏が解消出来ると同時に石灰飽和度も上昇するので作物生産も増大する。また塩基の補給による活性アルミ溶出量の減少に関連して野本(8)は水溶性

アルミがPH4.5から5.0の範囲で最も多く溶出し、反応の上昇により減少することを報告している。

作物生産に対する活性アルミの害作用の型を出井(1)(2), (3)は(1), 根に対する直接的害作用, (2), 土壤中または作物体内で磷酸の不溶化作用, (3), 石灰, 苦土の吸収阻害作用の3型に分けている。筆者等の成績で塩基補給により活性アルミ溶出量を減少させ、作物体の石灰, 苦土の吸収阻害を排除して作物体の塩基とくに苦土含有率を増加させたことは(第15表)改良の第1段階であると考えられる。このことは出井の述べるPH低下にともなう苦土吸収阻害と現象的に一致する。

2. 磷酸富化による化学性改良と作物生産の増大

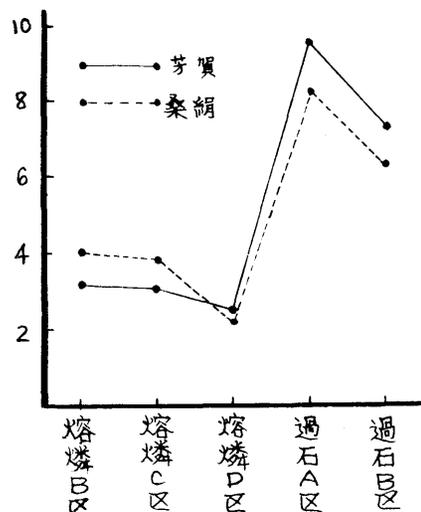
有効態磷酸富化を目的に過磷酸石灰および熔成磷肥を作土に均一混和した場合、有効態磷酸は顕著に増加している。この場合、過石混和区は土壤反応矯正力は全くなく、置換酸度、活性アルミ溶出量も減少しない。(第11表)大麦収量は過石混和により、無処理に比べてかなりの水準まで上昇した。(第2, 9, 10表)しかし、過石混和の場合、その土壤が苦土欠乏の恐れのあるときには苦土欠乏症が顕著に表われ、あたかも苦土欠乏を誘起したかの如き症状を呈する。



第1図 二条大麦群中のMgO含有率(%)
(第4試験)

苦土欠乏症発現はK/Mg(モル比)が8を越える場合にみられると云われ、(10)筆者等の成績で過石A, B区が8を越えまたはその近くの数値をもっていることおよびクロロシス発現からみて苦土欠乏と認める。

熔磷混和の場合(第1, 4試験)は置換酸度、活性アルミの減少、石灰、苦土、有効態磷酸、置換容量の増加が認められる。(第13, 14表)



第2図 二条大麦群中のK/Mg(モル比)
(第4試験)

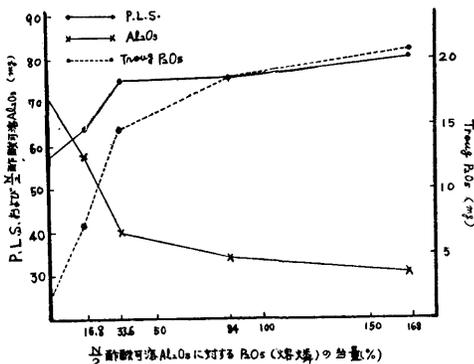
この傾向は資材磷酸量が多くなるにつれて顕著になり、収量も増大した。(第2, 9, 10表)これは熔磷混和による有効態磷酸の増加、苦土の補給、活性アルミ溶出量の減少に負うところが大きいと思われたがこれに関連して江川等(4)は土壤中の有効態磷酸含量と磷酸吸収係数の関係から畑土壌を4型に分類し、その中で有効態磷酸が欠乏し、磷酸吸収係数の大きい土壌は

磷酸添加の効果が作物生産に最も顕著に表われると述べている。筆者等の供試した土壤はどれも有効態磷酸が欠乏し、磷酸吸収係数の大きい土壤であるために、江川等の成績と一致する。しかし、この場合磷酸富化のみでは効果が発現しにくく、苦土欠乏土壤では磷酸富化の効果が苦土の補給で顕著に表われるので火山性畑土壤への磷酸富化は熔磷のごとく苦土を含む資材を混和してやるのが望ましいと考える。

また磷酸増施による塩基置換容量の増加と云う点については長谷川等(5)が磷酸多用(過石)で塩基置換容量増加を認めている。

3. 塩基補給, 磷酸富化による化学性改良と作物生産の増大

苦土炭カルと熔磷混和により、置換性苦土, 石灰および有効態磷酸が増加し、置換酸度, 活性アルミ溶出量の減少と云う傾向は前者1および2と全く同様でその傾向はより顕著に表われる。(第12表, 第3図)



第3図 苦土炭カルおよび熔磷混和による化学性変化

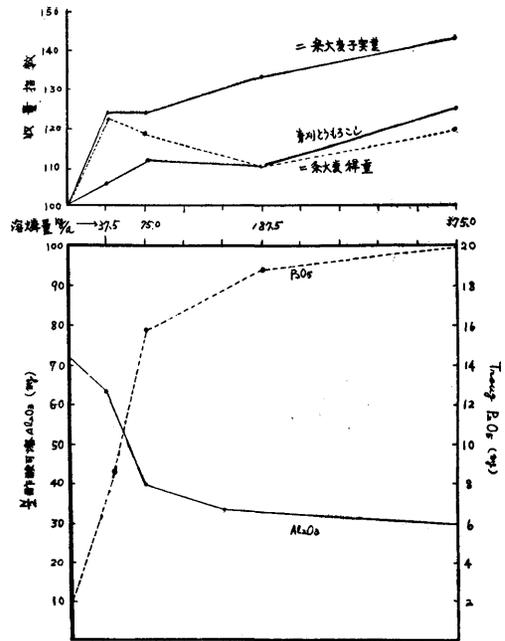
従って塩基の補給と磷酸富化は各々単独ではなく両資材を併用することが火山性土壤の改良上の正しい操作と考える。そして塩基補給の目標を土壤反応で PH (H₂O) 6.2から6.5の間に、磷酸は活性アルミの50%当量(磷酸吸収係数の5~8%にあたる)を混和してやるのが妥当な量と考えた。

土壤改良と作物生産の関係を第4図に示した。

VI 摘 要

火山性畑土壤の化学性改良を目的に塩基補給(石灰, 苦土), 磷酸富化および両者を併用して大麦, 二条大麦, 青刈とうもろこしを供試して試験を行なった結果を要約すると次のとおりである。

(1) 強酸性の火山性畑土壤は塩基の補給により改良が進み、置換性石灰, 苦土が多くなり、活性アルミ溶出量が減少する結果、大麦および二条大麦の作付は可能となるが、さらに磷酸多量併用により、有効態磷酸が増加し尚一層の生産増となる。



第4図 火山性土壤改良と作物生産

(2) 化学性改良資材として熔磷多量単用は置換性苦土, 有効態磷酸は明らかに増加するが、石灰欠乏土壤では活性アルミ当量の50%以下の量では不十分であり、作物生産は十分に確保されず、塩基併用の必要を認めた。

(3) 塩基欠乏土壤に対して改良材として過石単用は作物体の苦土含有率を低下せしめ、苦土欠乏症を誘起するおそれがある。

(4) 以上により、塩基(石灰, 苦土)の補給と磷酸富化を目的とした改良が望ましい方法であり、この場合塩基補給の基準は土壤反応pH(水浸)で6.2から6.5 矯正を目標にさらに熔磷を活性アルミ当量の50%量(磷酸吸収係数の5~8%)を混和しておることが適当と考えた。

文 献

- 1 出井嘉光 (1956), 九州農試報 4, (2) 197~218
- 2 (1957), 九州農試報 4, (3) 395~405
- 3 (1960), 九州農試報 6, (3) 197~258
- 4 江川友治他 (1957), 農技研報 B 7, 31~51
- 5 長谷川徹他 (1963), 日土肥学会講演要旨 10, 15

- 6 茨城農試施肥改善成績書 (1964)
- 7 久保田正光他 (1962) 四国農試報 7, 149~158
- 8 野本亀雄 土壤肥料全編358~362
- 9 長野農試桔梗ヶ原分場施肥改善成績書 (1963)
- 10 作物生理講 2
- 11 栃農試低位生産地調査成績書Ⅲ (1959)
- 12 ~~————~~地力保全成績書14 (1964)
- 13 栃木県・農用中型トラクターの利用に関する研究 1, 47~54