

カリ欠乏対策試験 (II)

村田恒二・鈴木竜彦

I 緒言

前報¹⁾において、新治原種圃土壌は $\text{Si}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比が 1.15 であり、置換塩基の吸収保持力は酸性側では急激に弱くなることから、この土壌は 1:1 型の粘土鉱物であることを推定し、したがって塩基が溶脱され易い土壌であること、また単なるカリ増施のみでは不稔穂数が多くこの原因は、苦土欠によるものであろうと推定し報告した。さらにこの地帯は地下水位が比較的高く、土壌は腐植に富み、その反応は酸性であつて、可給態として測定される鉄が多く、この鉄が作物体のカリ、苦土含量に影響を及ぼすことを知つた。これらのことから、今回は圃場試験に移してカリ、苦土、石灰および鉄の関係を明らかにする目的で実施した。

II 方法

試験設計は、無添加、石灰添加、苦土添加および石灰苦土添加群のそれぞれに無カリ区、標準区、カリ倍量区を設けた。各区の施肥量は第 1 表に示すとおりであり、窒素は硫安、りん酸は過石、カリは硫酸カリ、石灰は消石灰、苦土は硫酸苦土で施した。

供試作物は大麥 (竹林茨城 2 号)、播種 10 月 28 日、収穫 5 月 20 日、この間の管理作業および播種量および播種法は試験地の慣行に準じて行つた。また分析試料を最高分蘗期の 2 月 21 日と伸長期の 3 月 31 日に採りキーリング後風乾、粉碎して分析に供した。

第 1 表 試験区名ならびに施肥量

試験区名	窒素 (N)		燐酸 (P_2O_5)	加里 (K_2O)	苦土 (MgO)	石灰 (CaO)
	元肥	追肥				
無添加群	1 無加里区	0.45	0.30	0.75	0	0
	2 標準区	"	"	"	0.75	0
	3 加里倍量区	"	"	"	1.50	0
石灰群	4 無加里区	"	"	"	0	15.15
	5 標準区	"	"	"	0.75	15.15
	6 加里倍量区	"	"	"	1.50	15.15
苦土群	7 無加里区	"	"	"	0	0
	8 標準区	"	"	"	0.375	0
	9 加里倍量区	"	"	"	0.375	0
併用群 石灰苦土	10 無加里区	"	"	"	0	15.15
	11 標準区	"	"	"	0.375	15.15
	12 加里倍量区	"	"	"	0.375	15.15

註、石灰は緩衝曲穂により、Kel 浸出 PH6.0 に必要な量

III 結果

1. 生育調査

生育状況は第 2 表に示すとおり、12 月 23 日調査の草丈は各群の無カリ区が標準区、カリ倍量区に劣り、茎数は無添加群標準区および石灰苦土群の無カリ区が少なかった。

第 2 回 2 月 23 日における草丈は無カリ区が低い標準区カリ倍量区間の差は少ない。また茎数は無カリ区が 1

回同様に少ない。

第 3 回 3 月 31 日において無カリ区は草丈茎数が増加している。すなわち標準区、カリ倍量区は 2 月 23 日に最高分蘗を示したにもかかわらず、無カリ区は 1 ケ月余も生育が遅延していることを示した。

2. 収量調査

収量は第 3 表および第 1 図に示すように、精子実重は各群ともカリの増施にともなつて増収し、とくに石灰苦

村田：鈴木：カリ欠乏対策試験(Ⅱ)

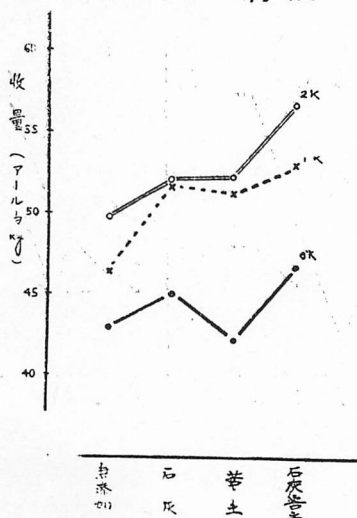
第2表 生育調査

試験区名	12月23日		2月23日		3月31日		5月12日		
	草丈	茎数	草丈	茎数	草丈	茎数	稈長	穂長	
無添加群	1 無加里準量	8.7cm	31本	8.8cm	96本	28.6cm	108本	68.6cm	3.2
	2 標加里準量	10.0	26	9.5	81	26.3	96	73.7	3.2
	3 加里倍量	10.1	29	8.9	100	25.5	111	70.9	3.2
石灰群	4 無加里準量	9.7	32	7.7	90	26.0	110	69.8	3.1
	5 標加里準量	10.6	33	10.0	105	27.3	108	72.9	3.3
	6 加里倍量	10.1	33	9.7	106	23.2	106	77.9	3.3
苦土群	7 無加里準量	9.4	29	8.3	89	23.3	92	69.3	3.3
	8 標加里準量	9.8	29	9.3	111	23.6	86	76.0	3.1
	9 加里倍量	10.1	32	9.7	108	27.4	109	75.5	3.3
併用群 石灰苦土	10 無加里準量	9.6	27	8.8	93	28.4	89	72.3	3.2
	11 標加里準量	10.2	30	9.2	115	25.7	89	16.2	3.1
	12 加里倍量	10.5	37	10.6	126	26.9	98	17.4	3.3

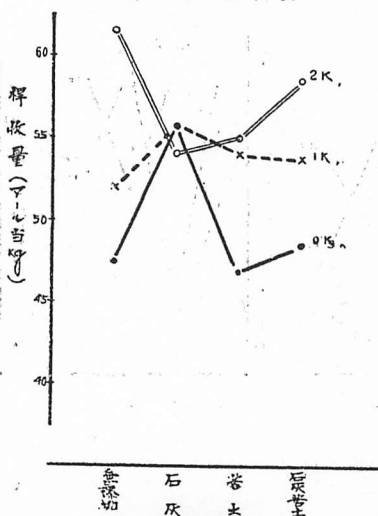
第3表 収量調査

試験区名	全重	稈重	精子実重	同左実重	1立重	子実容量	
無添加群	1 無加里準量	90.5	47.7	42.8	92	0.569	75.2
	2 標加里準量	90.3	52.0	46.3	100	0.566	81.8
	3 加里倍量	111.3	61.6	49.7	107	0.566	87.8
石灰群	4 無加里準量	100.8	55.8	45.0	97	0.574	71.8
	5 標加里準量	107.3	55.7	51.6	111	0.576	9.6
	6 加里倍量	105.8	53.9	51.9	112	0.575	90.3
苦土群	7 無加里準量	88.9	46.8	42.1	91	0.568	74.1
	8 標加里準量	105.3	54.1	51.2	110	0.580	88.3
	9 加里倍量	107.0	54.9	52.1	112	0.586	88.9
併用群 石灰苦土	10 無加里準量	95.3	48.6	46.7	101	0.574	81.4
	12 標加里準量	106.9	54.1	52.8	114	0.568	93.0
	13 加里倍量	115.0	58.4	56.6	122	0.569	99.5

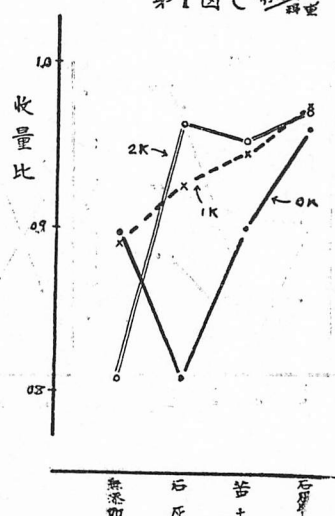
第1図 A 精子実重



第1図 B 稈重



第1図 C 収量比



土群のカリ倍量区は最高収量を示した。石灰苦土群以外の無カリ区は前の生育調査でも述べたとおり、生育が著しく遅延したために減収し、苦土群の無カリ区の収量が最も低いことから土壤中カリが少ないためと考えられる。

また無添加群においてはカリ増施にともなつて稈、子実重ともに増加したが、稈の増加の割合が大きいためその子実/稈は小さい。

石灰群においてはカリ増施によつて子実/稈は大きくなる。このことは苦土群においても同様であり、各個の

群では1立重が他群よりも重く、子実が充実していることがうかがわれた。石灰苦土群は子実/稈が、更に大きくなつている。

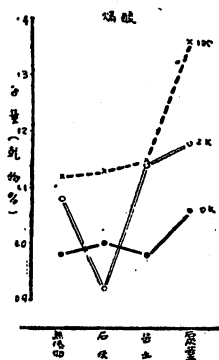
3. 作物体分析

(1) 2月23日採取の分析結果は第4表に、3月31日採取試料の分析成績は第5表に示し、りん酸、カリ、石灰、苦土、鉄については第2図および第3図に示した。また5月12日収穫時の分析表は第6表に、各成分については第4図に示す通りである。

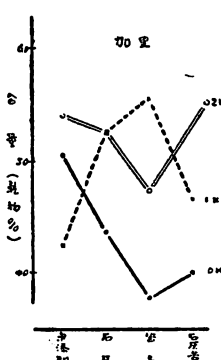
第4表 2月23日採取作物体の含有成分

試験区名		磷酸 P ₂ O ₅	加 里 K ₂ O	石 灰 CaO	苦 土 MgO	鉄 Fe ₂ O ₃
無加 添群	1 無 加 里 区	0.98%	5.04%	1.11%	0.58%	0.22%
	2 標 準 区	1.12	4.24	1.15	0.66	0.21
	3 加 里 倍 量 区	1.08	5.40	1.26	0.45	0.23
石 灰 群	4 無 加 里 区	1.00	4.36	1.32	0.68	0.21
	5 標 準 区	1.13	5.24	0.71	0.29	0.22
	6 加 里 倍 量 区	0.92	5.25	1.04	0.23	0.25
苦 土 群	7 無 加 里 区	0.98	3.78	0.92	0.48	0.21
	8 標 準 区	1.15	5.56	1.14	0.70	0.24
	9 加 里 倍 量 区	1.14	4.73	1.29	0.55	0.21
石 灰 併 用 苦 土 群	10 無 加 里 区	1.06	4.03	1.07	0.67	0.22
	11 標 準 区	1.36	4.66	1.59	0.57	0.28
	12 加 里 倍 量 区	1.18	5.52	1.13	0.53	0.25

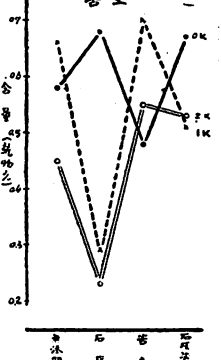
第2図 A



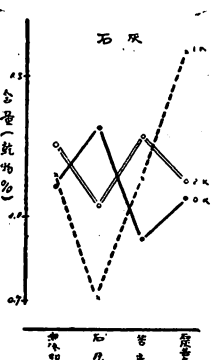
第2図 B



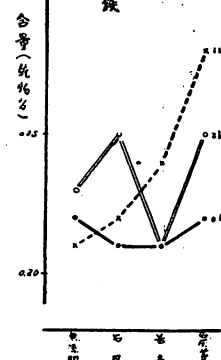
第2図 C



第2図 D



第2図 E



第5表 3月31日採取作特の成分含量

試験区名		燐酸 P ₂ O ₅	加里 K ₂ O ₅	石灰 CaO	苦土 MgO	鉄 Fe ₂ O ₃
無加添群	1 無加里区	0.54%	2.95%	1.13%	0.31%	0.26%
	2 標準区	0.65	3.45	1.44	0.12	0.27
	3 加里倍量区	0.70	4.02	1.31	0.24	0.17
石灰群	4 無加里区	0.36	2.87	1.33	0.15	0.22
	5 標準区	0.51	3.60	1.26	0.18	0.23
	6 加里倍量区	0.60	3.56	1.15	0.14	0.17
苦土群	7 無加里区	0.66	3.05	1.39	0.29	0.21
	8 標準区	0.58	3.01	1.14	0.17	0.24
	9 加里倍量区	0.66	3.76	1.15	0.12	0.24
併用群 石灰苦土	10 無加里区	0.59	2.78	1.47	0.12	0.33
	11 標準区	0.58	3.08	1.00	0.24	0.18
	12 加里倍量区	0.62	3.72	1.25	0.24	0.23

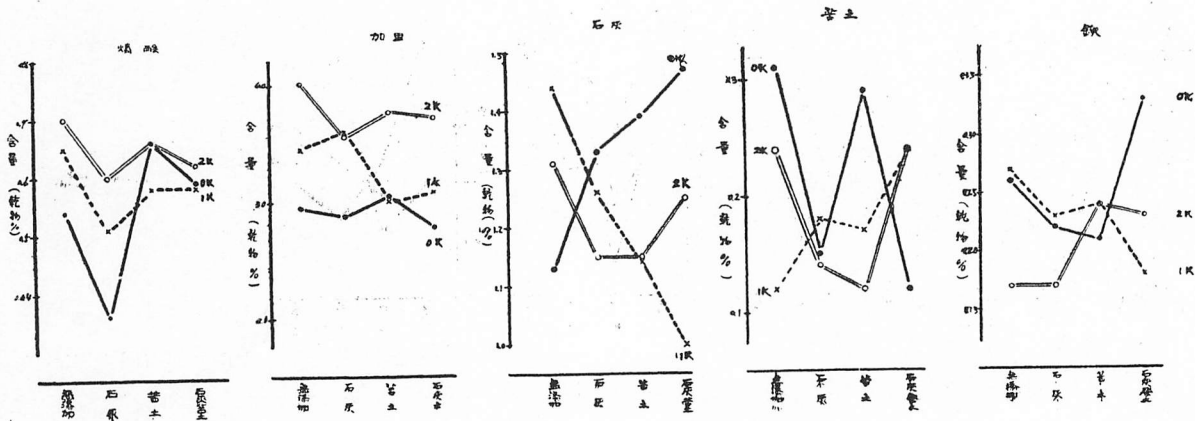
第3図 A

第3図 B

第3図 C

第3図 D

第3図 E



以上の変化を MgO/K₂O, CaO/K₂O, Fe₂O₃/K₂O によつて見れば第7表に示すとおりである。

すなわち2月23日採取のMgO/K₂O比は、各群のカリ倍量区の比が小さく、カリ・苦土の拮抗作用が認められ、とくに無添加群および石灰群において著しい。

3月31日採取、5月12日採取のものと、後期に移るにしたがつて、各区のMgO/K₂Oは小さくなる傾向を示した。

CaO/K₂Oは2月23日採取のものよりも、3月31日採取のものがその比は増大し、5月12日採取のものは、2月23日採取のものよりも減少した。このことは、3月31日頃に石灰の吸収がさかに行われたことを示すものである。このために苦土、カリの吸収が抑えられて、前

のMgO/K₂Oが小さい比率を示したものである。すなわち生育初期の2月23日頃は、MgO/K₂Oの働きが強く、3月31日頃はK₂O/CaO, MgO/CaOの拮抗作用が強まると考えられた。

このために標準区のカリ含量が、第1回、調査時と第2回調査時で苦土群は対照的な働きを示したものと考えられる。また第2回調査の石灰群無カリのMgO/K₂Oが第1回よ急にその比率が小さくなったこと、苦土群の各区および石灰苦土群の各区についても同様である。

鉄についてはカリ、石灰、苦土の含量に比べて低く、かつ初期の処理による変化が少ないためにカリ、苦土、石灰との関係は明らかではない。しかし前にも述べたように生育中期の3月31日にもよく吸収されていることは

第6表 5月12日採取作物体の含有成分

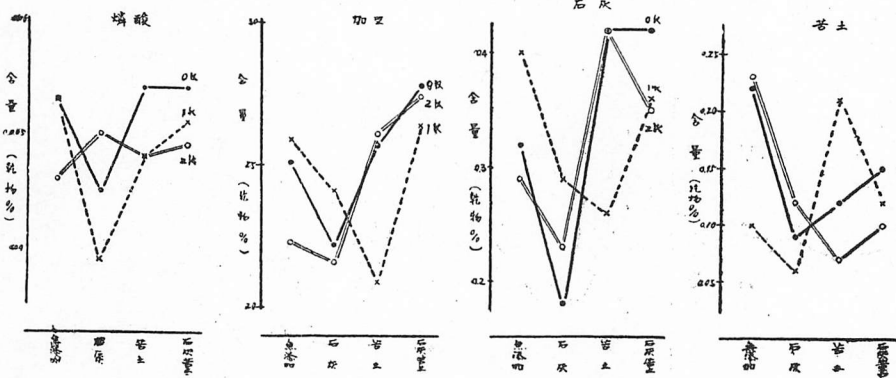
試験区名		稈					子実	
		磷酸 P ₂ O ₅	加里 K ₂ O	石灰 CaO	苦土 MgO	鉄 Fe ₂ O ₃	磷酸 P ₂ O ₅	加里 K ₂ O
無加 添群	1 無加里区	0.053%	2.51%	0.32%	0.22%	0.08%	0.72%	0.58%
	2 標準区	0.053	2.59	0.40	0.10	0.05	0.62	0.62
	3 加里倍量区	0.046	2.23	0.29	0.23	0.05	0.71	0.57
石灰 群	4 無加里区	0.045	2.22	0.18	0.09	0.04	0.65	0.57
	5 標準区	0.039	2.41	0.29	0.06	0.04	0.67	0.61
	6 加里倍量区	0.050	2.16	0.23	0.12	0.05	0.69	0.53
苦土 群	7 無加里区	0.054	2.57	0.42	0.12	0.05	0.70	0.50
	8 標準区	0.048	2.09	0.26	0.21	0.08	0.70	0.54
	9 加里倍量区	0.048	2.61	0.42	0.07	0.05	0.68	0.50
石併 灰用 苦土 群	10 無加里区	0.054	2.78	0.42	0.15	0.05	0.70	0.77
	11 標準区	0.051	2.64	0.36	0.12	0.05	0.65	0.51
	12 加里倍量区	0.049	2.74	0.35	0.10	0.05	0.70	0.77

第4図 A

第4図 B

第4図 C

第4図 D



第7表 作物体成分含量比

2月23日

試験区名		Fe ₂ O ₃ /K ₂ O	CaO/K ₂ O	MgO/K ₂ O
1 2 3 無加 添群	無加里区	0.044	0.22	0.13
	標準区	0.050	0.27	0.12
	加里倍量区	0.043	0.23	0.08
4 5 6 石添 灰群	無加里区	0.048	0.30	0.06
	標準区	0.052	0.14	0.16
	加里倍量区	0.048	0.20	0.04
7 8 9 苦土 添	無加里区	0.056	0.24	0.13
	標準区	0.043	0.21	0.13
	加里倍量区	0.044	0.27	0.12
10 11 12 石併 灰用 苦土 群	無加里区	0.055	0.27	0.12
	標準区	0.066	0.34	0.17
	加里倍量区	0.045	0.20	0.10

村田・鈴木：カリ欠乏対策試験（Ⅱ）

3 月 3 1 日

試 験 区 名						Fe ₂ O ₂ /K ₂ O	CaO/K ₂ O	MgO/K ₂ O
1	無加	無加	加	里	区	0.088	0.38	0.04
2		加	里	標	区	0.078	0.42	0.11
3	添群	加	里	倍	区	0.042	0.33	0.06
4	石群	無加	加	里	区	0.077	0.46	0.05
5		加	里	標	区	0.064	0.35	0.05
6	灰	加	里	倍	区	0.048	0.32	0.04
7	苦群	無加	加	里	区	0.069	0.46	0.06
8		加	里	標	区	0.080	0.38	0.10
9	土	加	里	倍	区	0.064	0.31	0.03
10	石併	無加	加	里	区	0.119	0.53	0.08
11	灰用	加	里	標	区	0.058	0.32	0.04
12	苦群	加	里	倍	区	0.062	0.34	0.06
	土							

5 月 1 2 日

試 験 区 名						Fe ₂ O ₃ /K ₂ O	CaO/K ₂ O	MgO/K ₂ O
1	無加	無加	加	里	区	0.032	0.13	0.04
2		加	里	標	区	0.019	0.16	0.09
3	添群	加	里	倍	区	0.022	0.13	0.10
4	石群	無加	加	里	区	0.018	0.09	0.02
5		加	里	標	区	0.017	0.12	0.04
6	灰	加	里	倍	区	0.023	0.11	0.06
7	苦群	無加	加	里	区	0.019	0.16	0.10
8		加	里	標	区	0.038	0.12	0.05
9	土	加	里	倍	区	0.019	0.16	0.03
10	石併	無加	加	里	区	0.019	0.14	0.05
11	灰用	加	里	標	区	0.019	0.16	0.05
12	苦群	加	里	倍	区	0.016	0.15	0.05
	土							

石灰と類似し、苦土群を除く無カリ区とカリ倍量区においては、カリ・鉄の拮抗作用が認められる。従つて Fe₂O₂/K₂O もカリ倍量区のもの比率は小さい。このことは収穫期のものについても同様の傾向が認められる。

各養分の吸収量は、2月23日採取と3月31日採取のものは、1株当りで示し、5月12日の収穫期のものアール当りの総量で第8表に示した。

2月23日採取のりん酸吸収量は無カリ区が低い。このことは前に指摘したように成分の低いことにもとづくもので、生育遅延と推定した。標準区は比較的多く、カリ倍量区は各群標準区よりも低い。これはカリによつて苦土の吸収が抑えられたことによるものであろう。

カリ、苦土については拮抗作用が明らかに顕れている結果、カリの多いものは苦土が少たい。

石灰はカリの吸収量の多いものほど高い傾向を示し、鉄は石灰と同様である。

3月31日においてりん酸は、カリ増施にともなつて多くなり、とくに苦土群および石灰苦土群は各区とも高くカリ量区が概して高い。

カリ、石灰はこの時期に石灰の吸収が著しいために前回とは逆にカリ、石灰・苦土の拮抗作用が見られ、鉄は前回同様に石灰に類似した変化を示した。

収穫期において各成分は、3月31日と同様の傾向を示した。

以上のことから、生育初期の2月23日頃には、無添加群カリ倍量区と石灰群カリ倍量区においては、カリ苦土の拮抗作用による苦土欠が起りやすく、また3月31日頃に苦土欠症状が消失する原因の一つとして、この時期に CaO/K₂O 比が大きくなることが考えられる。すなわち中硫においては石灰の吸収が著しいのに反してカリはむしろ抑制されることになり MgO/K₂O の調整が行なわれ収穫期のこれら両区の比率は、生育初期から中期

第8表 養分吸収量

2月23日

試験区名			1株当 乾物重 (g)	吸 收 量 (mg)				
				磷酸(P ₂ O ₅)	加里(K ₂ O)	石灰(CaO)	苦土(MgO)	鉄(Fe ₂ O ₃)
1	無加	無加里区	0.25	2.5	12.5	2.8	1.5	0.5
2	添群	無加里標準区	0.43	4.8	18.4	5.0	2.8	0.6
3		無加里倍量区	0.28	3.0	15.4	3.6	1.3	0.6
4	石群	無加里区	0.22	2.2	9.6	2.9	1.5	0.4
5	灰	無加里標準区	0.35	4.0	18.3	2.5	1.0	0.7
6		無加里倍量区	0.25	2.3	13.1	2.6	0.6	0.6
7	苦群	無加里区	0.28	2.7	10.6	2.6	1.3	0.6
8	土	無加里標準区	0.36	2.6	20.0	4.1	2.5	0.8
9		無加里倍量区	0.34	3.9	16.1	4.4	1.8	0.7
10	併用 石灰 苦土	無加里区	0.32	3.4	13.1	3.5	2.2	0.7
11		無加里標準区	0.30	4.0	13.7	4.7	2.7	0.8
12		無加里倍量区	0.33	3.5	13.3	3.5	2.2	0.7

3月31日

試験区名			1株当 乾物重 (g)	吸 收 量 (mg)				
				磷酸(P ₂ O ₅)	加里(K ₂ O)	石灰(CaO)	苦土(MgO)	鉄(Fe ₂ O ₃)
1	無加	無加里区	3.97	21.4	117.1	44.9	12.3	10.3
2	添群	無加里標準区	4.10	26.7	141.5	59.0	4.9	11.1
3		無加里倍量区	4.52	31.6	181.7	59.2	10.9	7.7
4	石群	無加里区	3.70	11.9	94.7	43.9	4.9	7.3
5	灰	無加里標準区	3.92	20.0	141.1	49.4	7.1	9.0
6		無加里倍量区	4.83	29.0	171.9	55.6	6.8	8.2
7	苦群	無加里区	3.12	20.6	95.3	43.4	9.1	6.6
8	土	無加里標準区	5.30	30.7	159.5	60.4	9.0	12.7
9		無加里倍量区	5.48	36.2	206.0	63.0	6.6	13.2
10	併用 石灰 苦土	無加里区	3.87	22.8	107.6	56.9	4.6	12.8
11		無加里標準区	4.86	28.2	149.7	48.6	11.7	8.8
12		無加里倍量区	5.58	34.6	207.6	56.9	13.4	12.8

5月12日

試験区名			稈 吸 收 量 (g)					子実吸収量 (g)	
			磷 酸 (P ₂ O ₅)	加 里 (K ₂ O)	石 灰 (CaO)	苦 土 (MgO)	鉄 (Fe ₂ O ₃)	磷 酸 (P ₂ O ₅)	加 里 (K ₂ O)
1	無加	無加里区	20.4	964	122.9	84.5	30.7	251.3	202.4
2	添群	無加里標準区	22.2	1083	167.2	41.8	20.9	228.8	228.8
3		無加里倍量区	23.2	1124	146.2	115.9	25.2	289.0	232.0
4	石群	無加里区	20.4	1012	81.7	40.9	18.2	239.2	209.8
5	灰群	無加里標準区	17.8	1099	132.2	27.4	18.2	284.1	258.6
6		無加里倍量区	22.0	950	101.2	52.8	22.0	296.0	227.4
7	苦土群	無加里区	20.4	972	158.8	45.4	18.9	239.4	171.0
8	群	無加里標準区	21.2	922	114.7	92.6	35.3	291.2	224.6
9		無加里倍量区	21.5	1167	187.7	31.3	22.4	287.0	211.0
10	併用 石灰 苦土	無加里区	21.1	1084	163.8	58.5	19.5	266.7	293.4
11		無加里標準区	22.3	1154	157.3	52.4	21.9	273.4	214.7
12		無加里倍量区	22.7	1271	162.4	46.4	23.2	294.2	294.2

のそれよりもはるかに高いことから推察される。

IV 考 察

各群において、高い収量を示したカリ倍量区は、生育初期のカリ含量が高く、苦土含量は低い。したがって所 MgO/K_2O は低い。また最も低い収量を示した苦土添加群の無カリ区では、カリ含量はきわめて低い。これらのことから、新治土壤においては、生育初期の作物体がカリをよく吸収し、含量を高めることが望ましいものと考えられる。

しかし、無添加群カリ倍量区の稈重が、他のいずれの区よりも高いのに比べて、カリ含量が低いのは、カリ増施の結果が、節間伸長期ごろから稈重の増加につよくはたらき、カリの吸収がそれに伴わなかつたためと思われる。カリ増施が稈重を増加することは、酒²⁾、山崎³⁾らの水稻における結果と同様で、本試験の範囲では、新治土壤にたいするカリ単独の増施(無添加群カリ倍量区)は、それほどの増収をもたらす原因とはならず、石灰および苦土群の、カリ標準区よりも低い精子実重をあげるに止つた。

石灰施用は、カリ倍量区のりん酸、カリ、石灰、苦土を低下させ、とくに苦土含量を著しく低くした。すなわち、苦土欠乏症の現れる土壤にカリを増施し、かつ石灰を多量に施用することは、鉄の含量を高め、この結果、 MgO/Fe_2O_3 ならびに MgO/CaO を低くし、苦土欠乏を促進するものと考えられる。一方、石灰添加群のカリ倍量区の稈重は、無添加群のカリ倍量区より少ないことならびにカリの吸収過多をおさえたこと、増収に導いたものと思われる。

苦土施用は、カリとの拮抗作用の関係で無カリ区のカリ含量を著しく下げ、精子実重、稈重とも低くした。しかしカリ施用によつてカリが吸収され増収したものと思われる。また本試験の苦土施用量は、カリと苦土の施用比率からみて、標準カリ量と苦土施用量との平衡がとれたものと思われたので、カリ倍量と平衡のとれる苦土量の施用によつて、さらに増収が期待できると思われる。

石灰苦土の併用は、カリ増施のばあいにおける、石灰単独施用の欠点(苦土およびカリの吸収をおさえること)を苦土施用の効果によつて補い、長所である鉄の吸収促進を発揮したために収量をあげたものと思われる。

V 摘 要

新治土壤に大麦を栽培して、カリ、石灰および苦土を施用し、その効果をしらべた。結果はつぎのとおりであ

る。

1. 石灰施用と苦土施用とは作物体の含有成分に対し逆の影響を示した。
2. 生育初期におけるカリ、苦土、石灰および鉄の含量を増加することが増収の一原因であるが、苦土の含量を低下のすぎるほどの石灰、鉄の存在は減収をもたらすものと思われる。しかしカリの増施は草丈、茎数および石灰の含量を高め、石灰施用は草丈、茎数、カリ含量および鉄含量を高くし、苦土施用は、カリ施用量の多いばあいに草丈、茎数、苦土含量を高める傾向がみられた。
3. 石灰施用は作物体中の苦土含量を低下させ、カリ施用量の過多によつてさらに著しく、苦土欠乏を促進するものと思われる。

文 献

- 1) 鈴木 ほか(1958) 茨農試研究報告 1
- 2) 酒匂 ほか(1956) 広農試施肥改善成績
- 3) 山崎 ほか(1956) 東海近畿農試栽土肥研成績

Studies on Potassium Deficient Soil (II)

—Effects of supplement of lime, potassium and calcium on components in barley plant—

Tsuneharu MURATA and Tatsuhiko SUZUKI

Summary

For the investigation into the supplementary effects of potassium, lime and magnesium on the soil in Niihari districts, barley was cultivated. The results obtained in the experiment are as follows;

1. The effects of lime and magnesium showed inverted relation.
2. It will be safely concluded that one of the principal causes in the high yields is to raise the amount of potassium, calcium and iron in the initial stage of plant growth, but such amount of calcium or iron as to let the fall of the amount of magnesium in the plants brought about the decreased yield. The increased application of potassium in the initial stage of plant growth raised the amount of calcium, top-length and tiller number, and the liming raised the amount of potassium and iron, and at the same time the added magnesium raised the amount of magnesium, top-length and tiller number, provided that added potassium applied.
3. The liming causes the fall in the amount of magnesium, especially, this effect was remarkable in the large amount of potassium added and is likely to be the cause of the magnesium deficiency in plants.

活性礬土の抑制に関する研究 (I)

—石灰処理が酸性土壌のりん酸形態に及ぼす影響—

酒井 一・鈴木 竜彦

I 緒言

前報⁽¹⁾では、火山灰土壌の代表と考えられる、石岡鉍質酸性土壌（赤ぼく）と堅倉腐植質酸性土壌（黒ぼく）で、それぞれの活性礬土を、多量のりん酸または石灰で抑制して、大豆ならびに陸稲の生育とりん酸吸収との関係をしらべた。その結果、石岡土壌では、りん酸多施のみにくられて、りん酸多施、石灰処理が著しく高い肥効を示したが、堅倉土壌では、りん酸多施のみでも高かったことが認められた。このようなりん酸肥効の相違は、低いpHのばあい、施肥りん酸が、石岡土壌では難溶化し、堅倉土壌では比較的易溶性で存在するのではないかと考えられる。したがって本実験では、両土壌を石灰処理およびりん酸多施などの処理をし、これに大豆を栽培して、その跡地土壌について、有効態りん酸を、大麦幼植物によつて検定し、さらに無機および有機りんの変化を調査して、両土壌のりん酸肥効の相違を検討した。

II 方法

石岡、堅倉の両土壌をpH (KCl) 4.0, 5.0, 6.0にCa(OH)₂またはH₂SO₄で調整して（大豆作跡地土壌のpHは、石岡土壌では、4.4, 5.0, 5.5, 堅倉土壌では、4.2, 4.5, 5.2, であつた）、 $\frac{1}{2}$ 万ポット（土壌3kgをいれた）当りP₂O₅（過石）、1.5g、N（硫安）、K₂O（硫加）0.5gを施肥して、大豆生娘、茨城1号を栽培した土壌を、収穫後風乾して供試土壌とした。

1. 大麦幼植物による有効態りん酸の検定

11月20日に、上記供試土壌（以下原土という）の乾土200gを、300c.c容磁製鉢に入れて、鉢当りN((NH₄)₂SO₄)、K₂O (K₂SO₄) 100mgを与え、石岡土壌30%、堅倉土壌40%の水分で、大麦竹林茨城2号を播種して、鉢当り1株とした。3月6日に収穫して、幼植物の地上部および地下部の風乾重を調査した後、幼植物が吸収したりん酸量をもつて、有効態りん酸を検定した。なお実験は3連制で行つた。

2. 添加りん酸の溶存量の測定

上記の原土10gにP₂O₅20mg (H₃PO₄を使用した)を含

む溶液200c.cを加え、一時間静置した後、1時間振盪して濾過し、溶出したりん酸を定量して乾土10g相当で表わした。

3. 無機および有機りんの測定

11月20日に、上記の原土の乾土100gに、N((NH₄)₂SO₄)、P₂O₅ (KH₂PO₄)、K₂O (K₂SO₄) 50mgを加え、土壌水分を、石岡土壌30%、堅倉土壌40%として、無りん酸室温、無りん酸30°C、りん酸添加30°Cの処理区を、それぞれ室温および30°Cで、2ヶ月間incubateした後、風乾して分析に供試した。N/5HCl可溶性りん酸は一般の方法にしたがつたが、N/10NaOH可溶性無機りんは、風乾土10gに、N/10NaOH100c.cを加え、1時間振盪した後濾過して、濾液25c.c当りConcH₂SO₄1c.cを加え、腐植を分離した後、さらに珪酸を分離して定量した。有機りんは、N/10NaOH可溶性無機りんを定量するとき、浸出液の全りん酸を定量して、全りん酸から、上記無機りんをひいた値を有機りんとした。なおりん酸の定量は、全実験とも比色法によつた。

III 結果および考察

1. 土壌pHの変化と大麦幼植物検定による有効態りん酸の変化について

土壌中の有効態りん酸の定量法は多数あるが、化学的検定法、および作物による検定法のいずれも、作物の種類、気象条件などに支配されて、完全な方法はみいだしにくい。しかし化学的検定法に比べて、作物による検定が、より正確と思われるので、大豆作跡地土壌の有効態りん酸を、りん酸に鋭敏な大麦幼植物が利用するりん酸の量で調べた。その結果は、第1、2表のとおりである。

大麦幼植物の生育およびりん酸の吸収量は、石岡土壌のばあい、明らかにpHがあがるにしたがつて多くなつた。これは、第1図の添加りん酸の溶存量の増加が、りん酸吸収量と同じ傾向にあるので、石灰処理、すなわち高いpHの条件では、大豆作に施肥したりん酸が一部有効態で存在し、低いpHでは、その大半が不可吸化したことを示すものと思われる。

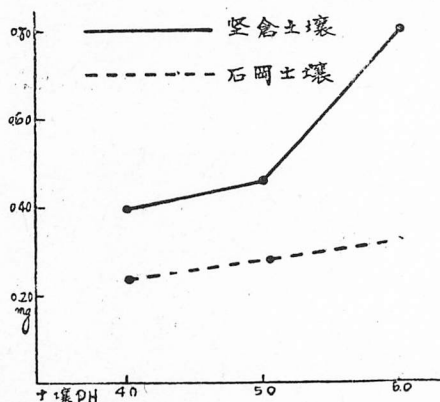
第1表 大麦植物の地上部および根部重量
(鉢当り風乾重mg)

		全重	地上部	同指数	根部	同指数	地上部/根部
石	pH4.0 A	148	94		54		
	B	119	84		35		
	C	119	65		54		
	平均	128.6	81.0	100	47.6	100	1.70
岡	pH5.0 A	167	107		60		
	B	181	106		75		
	C	145	94		51		
	平均	164.3	102.3	126	62.0	130	1.65
岡	pH6.0 A	292	169		123		
	B	234	126		108		
	C	225	134		91		
	平均	250.3	143.0	176	107.3	225	1.33
堅	pH4.0 A	89	63		26		
	B	51	34		17		
	C	67	49		18		
	平均	69.0	48.6	100	20.3	100	2.39
堅	pH5.0 A	174	109		65		
	B	146	86		60		
	C	144	91		53		
	平均	154.6	95.3	196	59.3	292	1.61
倉	pH6.0 A	583	355		228		
	B	711	446		265		
	C	512	322		190		
	平均	602.0	374.3	770	227.6	1121	1.64

第2表 大麦幼植物のりん酸含量および吸収量 (P₂O₅mg)

		地上部		根部		吸収含量
		P ₂ O ₅ %	同吸収量	P ₂ O ₅ %	同吸収量	
石	pH4.0	0.20	0.14mg	0.17	0.07mg	0.21mg
	pH5.0	0.21	0.19	0.14	0.07	0.26
岡	pH6.0	0.22	0.26	0.17	0.16	0.42
堅	pH4.0	5.22	0.09	0.17	0.03	0.12
	pH5.0	0.18	0.15	0.14	0.07	0.22
倉	pH6.0	0.31	0.96	0.18	0.35	1.31

第1図 添加りん酸の溶存量 (10g当りP₂O₅mg)



堅倉土壤のばあいには、第2表のりん酸吸収量が、石岡土壤に比べて、低いpHでは著しく劣り、高いpHでは極端に多い値を示した。しかし第1図の添加りん酸の溶存量は、石岡土壤より全体にはるかに多い価が得られた。これは、第1表の幼植物の生育相、とくにpH4.0の根部の生育が、地上部に比べて、極端に阻害されていることから、低いpHでも、大豆作に施肥したりん酸は、比較的易溶性で存在したが、根部の生育が著しく阻害されるために、根がりん酸を吸収できなかつたことを示すものと考えられる。なお低いpHで、根部の生育が阻害されるのは、第3表に示すようにN/10Na₂Ca-Acetic buffer可溶Al₂O₃が、pHがあがるにしたがって極端に減少しているので、pH自身の害作用も考えられるが、活性礬土の害作用も、大きく働いたものと考えられる。

第3表 堅倉土壤におけるN/10Na₂Ca-acetic buffer可溶Al₂O₃ (mg/100g)

	Na-acetic buffer			Ca-acetic buffer		
	pH4.0	pH5.0	pH6.0	pH4.0	pH5.0	pH6.0
pH4.0	118.3	8.5	0.2	196.4	15.0	1.8
pH5.0	118.3	7.7	0.1	181.1	15.0	1.6
pH6.0	84.9	2.2	0.0	140.7	10.8	0.6

2. 土壤PHと有機、無機りんの変化について

Pratt and Sckoemaker²⁾などは、土壤pHがあがるにしたがって酸可溶性りん酸が増加することを報告しているが、化学的検定も大麦幼植物検定の結果と同様な関係が得られるものと考えられるので、有効態りん酸の定量法として、広く用いられている。N/5HCl可溶性りん酸を定量した。その結果は、第4表に示すように、両土壤と

第4表 N/5HCl可溶および熱塩酸可溶性りん酸 (P₂O₅mg/100g)

		N/5HCl可溶性りん酸			熱塩酸可溶性りん酸		
		原土	りん酸添加30°C	同差	原土	りん酸添加30°C	同差
石	pH4.0	5.9	9.2	3.3	254	303	49
	pH5.0	4.2	5.5	1.3	248	258	10
岡	pH6.0	3.0	4.4	1.4	259	265	6
堅	pH4.0	32.4	44.7	12.3	372	424	52
	pH5.0	21.3	30.4	9.1	348	358	10
倉	pH6.0	16.8	26.8	10.0	337	356	19

もに、石灰処理が礬土性を緩和したにもかかわらず、pHがあがるにしたがって減少の傾向をしめし、上記の報

告および大麦幼植物検定の結果とは逆になつた。さらにこれら確かめるために、Morgan's acetic buffer可溶および熱塩酸可溶りん酸を定量した。Morgan's acetic buffer可溶りん酸は、第5表に示すように、N/5HCl可

第5表 Morgan's acetic buffer可溶りん酸 (P₂O₅mg/100g)

		pH4.5			pH5.0		
		原土	りん酸添加 30°C	同差	原土	りん酸添加 30°C	同差
石	pH4.0	2.6	3.0	0.4	1.9	2.1	0.2
	pH5.0	2.4	3.0	0.6	1.5	1.5	0.0
岡	pH6.0	2.7	3.2	0.5	1.5	1.6	0.1
堅	pH4.0	9.5	11.2	1.7	4.4	5.4	1.0
	pH5.0	6.8	8.1	1.3	2.9	3.7	0.8
倉	pH6.0	4.8	7.2	2.4	2.9	3.0	0.1

溶りん酸と同じ傾向であり、さらに熱塩酸可溶りん酸も第4表のように、pH 4.0で添加りん酸の100%が回収され、pHがあがるにしたがつて、その回収が著しく低下したので、低いpHでは、施肥したりん酸が、両土壤とも酸可溶部分として存在するものと思われる。

Pratt and Schoemaker²⁾は、酸性側では酸可溶りん酸と逆に、アルカリ可溶りん酸が増加することを報告しているので、N/10NaOH可溶無機りん酸が、pH とどのような関係にあるかをみるため、実験3の方法で定量した。その結果は、第6表に示すように、石岡土壤は、pHがあがるにしたがつて増加し、大麦幼植物検定の有効態りん酸と深い関係を示し、最初の想定とは逆の結果になつたが、これを有効態りん酸とするには、さらに多くの実験が必要と思われる。

第6表 N/10NaOH可溶無機および有機りん (P₂O₅mg/100g)

		無機りん			有機りん			
		原土	りん酸添加 30°C	同差	原土	無りん酸 室温	無りん酸 30°C	りん酸添加 30°C
石	pH4.0	4.5	4.8	0.3	14.1	14.1	14.2	13.6
	pH5.0	10.6	15.6	5.0	19.3	18.7	15.6	14.8
岡	pH6.0	12.5	25.6	13.1	26.7	22.7	21.8	15.2
堅	pH4.0	27.2	34.8	7.6	44.2			39.1
	pH5.0	25.2	30.4	5.2	44.6			39.9
倉	pH6.0	21.9	25.4	3.5	41.1			38.1

一方堅倉土壤は、pHがあがるにしたがつて減少し、酸可溶りん酸と同一の傾向であつた。以上の結果から、

化学的検定で実験1、2と同一の傾向を得るのは、困難であることが推察できる。

堅倉土壤が、りん酸多施のみでも大豆、陸稻のりん酸利用が高かつた原因は、実験1、2で推定できたが、石岡土壤の場合、実験1の有効態りん酸が、高いPHで極端に増加していなかつたことから、大豆、陸稻のりん酸利用が、りん酸多施のみに比べて、りん酸多施、石灰処理が著しくりん酸利用を高めた原因としては、不十分な点があるので、さらに有機りんの無機化について検討した。その結果は第7表に示すとおりである。

第7表 有機りんの無機化量 (P₂O₅mg/100g)

		無りん酸 室温	無りん酸 30°C	りん酸添加 30°C
石	pH4.0	0.0	0.1	0.5
	pH5.0	0.6	3.7	4.5
岡	pH6.0	4.0	4.9	11.5
堅	pH4.0			5.1
	pH5.0			4.7
倉	pH6.0			2.0

石岡土壤の原土(大豆作跡地土壤)は、pHがあがるにしたがつて有機りん酸が著しく増加したが、堅倉土壤はpHの影響をほとんど受けず、かつ多量であつた。なおこれらの無機化については、石岡土壤の場合、無りん酸室温に比べて、無りん酸30°Cが比較的無機化しており、温度が有機りん酸無機化に影響することを示すが、りん酸添加30°Cの高いpHで著しく無機化したことから、温度以外に添加りん酸が大きく役立ったものと考えられる。一方堅倉土壤は、りん酸添加30°Cの条件でもその量は少なかつた。

以上有機りんの無機化から、石岡土壤の場合、大豆、陸稻のりん酸利用がりん酸多施のみに比べて、りん酸多施、石灰処理が著しく高かつた理由は、りん酸添加30°Cの高いpHの有機りん酸が著しく無機化しているため、施肥したりん酸が利用された以外に、さらに有機りんの一部が利用されたためと推定できる。なお堅倉土壤の場合、全体に無機化が少なかつたので、作物に利用される有機りん酸は少ないものと考えられる。

第8表 N/10NaOH可溶Al₂O₃、Fe₂O₃ (g/100g)

		Al ₂ O ₃			Fe ₂ O ₃		
		pH4.0	pH5.0	pH6.0	pH4.0	pH5.0	pH6.0
石	岡	0.24	0.29	0.41	0.02	0.02	0.02
堅	倉	0.52	0.58	0.59	0.10	0.10	0.08

石岡土壌では、石灰処理によつて有機りんが増大したが、温度処理のみでは無機化が少なかった。これは第8表に示すように原土のN/10Na OH可溶 Al_2O_3 が、有機りんの増加とともに増加していることから、林、滝嶋³⁾らが報告した腐植酸礬土の形で存在しているのではないかと考えられる。また高pH、りん酸添加30°Cで無機化が著しい理由としては、つぎの二点が考えられる。すなわち石灰処理とりん酸添加によつて、根圏微生物のactivityが高くなつたこと、あるいはりん酸が腐植を易分解性形態に変化させたのではないかとである。前者の点については本実験では検討していないが、りん酸Fe, Alは有機酸と可逆的に存在するという、Bradly and Sieling⁴⁾らの説、および本実験において、N/10NaOH可溶無機りんが高いpHに多量に蓄積された結果からみて、りん酸が腐植を易分解性形態に変えたためではないかと考えられる。堅倉土壌が、難分解性なのは、pHが低かつたことと、第8表のN/10Na OH可溶 Al_2O_3 、とくに Fe_2O_3 が石岡土壌に比べて、4~5倍に近かつたので、腐植酸鉄、礬土の形態で、存在したのではないかの二点が考えられる。

IV 摘 要

二種の酸性土壌（石岡鉍質酸性土壌、堅倉腐植質酸性土壌）における、大麦幼植物検定による有効態りん酸、および有機、無機りんの形態とpHの関係について実験を行い、次の結果を得た。

1. 大麦幼植物検定による有効態りん酸と、添加りん酸の溶存量は、両土壌ともpHがあがるにしたがつて増加することを示した。さらに堅倉土壌の場合、低いpHでも、施肥したりん酸の一部が、石岡土壌に比べて、比較的易溶性で存在することが認められた。なお堅倉土壌は、活性礬土が植物生育の阻害因子の傾向を示した。

2. 石岡土壌におけるN/5HCl可溶性りん酸は、土壌pHがあがるにしたがつて減少したが、N/10Na OH可溶無機りんは増加した、しかし堅倉土壌では、N/5HCl可溶およびN/10Na OH可溶無機りんは、土壌pHがあがるにしたがつて減少した。

3. 有機りんの無機化は、石岡土壌の場合、高pH、りん酸添加30°Cのみが顕著であつたが、堅倉土壌は僅少であり、その形態は大半が鉄、礬土と結合しているようである。

文 献

- 1) 鈴木竜彦、村田恒治、酒井一 (1958) : 茨城県農業試験場研究報告、1 : 73~83。
- 2) P. F. Pratt and H. E. Schoemaker (1955) : Soil., Sci **80** : 381~389.
- 3) 林武、滝嶋康夫 (1955) : 日.土.肥.誌., **26** : 135~138.
- 4) D. B. Bradly and D. H. Sieling (1953) : Soil Sci., **76** : 17~179.

Studies on the Depression of Free Aluminium in Soil (II)

— Effects of liming on the phosphorus

in acid soils—

Kuni SAKAI and Tatsuhiko SUZUKI

Summary

In an investigation into relation among soil pH, the available phosphorus that was tested by barley seedling and the organic or inorganic forms of phosphorus in two acid soils, the following observations were made.

1. The available phosphorus that was tested by barley seedling and the soluble quantity of the added phosphate in the soil, were increased with the rising degree of soil pH both in the Ishioka and the Katakura soils. Besides, in the Katakura soil was found that the added phosphate was more soluble than in the Ishioka soil even with the low pH. The Katakura soil moreover revealed the tendency of active aluminium to inhibit the uptake by plants of phosphorus.
2. In the Ishioka soil the decrease in 0.2N HCl soluble phosphorus and the increase in 0.1N NaOH soluble phosphorus were observed with increase in soil pH, however, in the Katakura soil the decrease in 0.2N HCl or 0.1N NaOH soluble phosphorus was shown with increase in soil pH.
3. In the mineralisation of organic phosphorus, only liming and the increasing use of phosphate (incubated in 30°C) were found remarkable in the case of the Ishioka soil and in the Katakura soil the foregoing features were only slightly observed and organic matter most likely to be found combined with iron and aluminium.