

反応矯正剤の施用効果について

大槻 貞男・中路 勉

信州大学農学部 土壌学研究室

従来、畑地状態の酸性土壌を改善する方策の一つとして炭カルが反応矯正剤として一般的に使用され、作物増収に相当の効果を現わしてきた。最近では炭カル以外に、作物の生育、結果に必須であるといわれるマグネシウム・微量元素その他の副成分を含む反応矯正剤が使用されるようになり、これらは炭カルと比べてより一層有効であると考えられている。

よつて、筆者らは反応矯正剤として一般的に使用されているものの中より炭カル、苦土カル、珪カルの3者を取りあげ大豆、小麦作に対するこれらの施用効果と、土壌および作物体中の成分変化について比較検討するために圃場試験を施行し、若干の結果を得たので報告する。

I 試験圃場の均一性に関する調査

1 調査方法

(1) 試験地の概要 試験地は信州大学農学部構内（標高770m）の緩傾斜地にあり、耕起前はシバ、ワラビ、カヤを主としそれにツツジ、ナラ、赤松の幼木などのまじる原野であつた。昭和33年10月に大型トラクターで耕起し、更に翌34年12月に鋤を用いて深さ約15cmまで2回十分に手起しの上、整地し試験圃場とした。

試験地の表土は火山灰性土壌で、腐植に頗る富む強酸性の埴壤土である。表土の化学的性質の概要は Table 1 の如くである。

Table 1. Chemical property of the surface soil (based on air dry soil).

pH		Exchange acidity (y_1)	Exchangeable base (meq per 100g)		C. E. C. (meq per 100g)	Available P_2O_5 (ppm.)	Absorption coefficient P_2O_5
(KCl)	(H_2O)		Ca	Mg			
4.45	4.90	7.7	0.37	0.15	27.4	5	2000

(2) 試験 Block および処理区の配列 試験の規模は Fig. 1 の如く、試験圃場内の 12 Plot (1 Plot 3.0m × 2.5m = 7.5m²) を A B C D の 4 Block に分割し、各 Block に 3 処理の Plot を乱塊法により配列した。この配列により各 Block 間および処理区間について、肥沃度の均一性を調査するために青刈ライ麦を播種した。

(3) 施肥量および播種 施肥量は各 Plot と同一であり、畦巾60cm、播巾15cmの播溝に元肥として10 a 当り硫安-N 4 kg、過石-P₂O₅ 7 kg、塩加-K₂O 4 kg を施用した。追肥は5月8日に10 a 当り硫安-N 2 kgを1%水溶液にして作条に施用した。青刈ライ麦（品種ベ

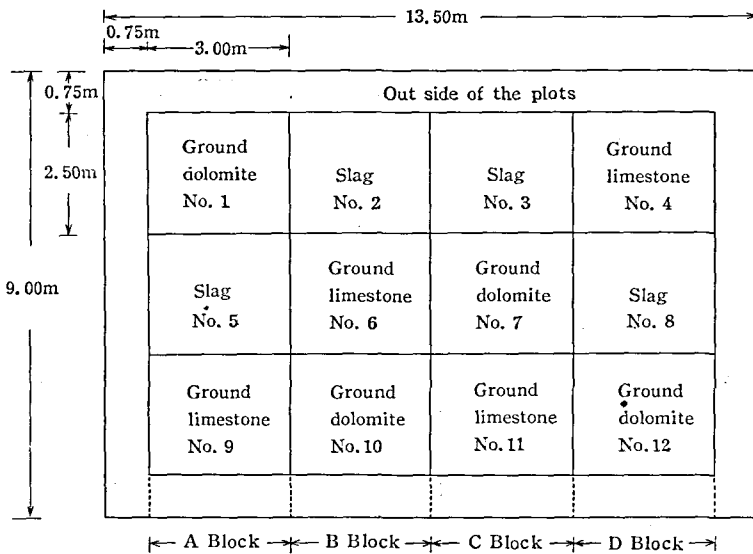


Fig. 1. Area of plot and arrangement of treatments in each block.
Remark : Plot Nos. are shown in figure.

トクーザ)は35年3月11日に10a当り10kgを条播した。

(4) 生育・収量調査の方法 生育調査の方法：各Plotとも5畦のうち外側の2畦を除く中央3畦の両端約30cmを除く残余の部分について生育中位と見られる各1個所30cmを選びその間の茎数および10茎の草丈を測定し3畦の平均値を求めた。収量調査の方法：生育調査を行つた3畦につき、両端約38cmを除いて刈取り、生体重並びに風乾重を秤量した。

(5) 土壌の分析方法 均一性調査の開始直前(3月7日)と直後(6月15日)に各Plotごとに耕起、整地した後、各Plotとも5個所から表土(深さ15cm)を採取し、ビニール布上で混合し、4分法により一定量をビニール袋に入れて実験室に運び新鮮土のpHを測定した。残余の土壌は風乾し、その細土を化学分析に供した。

pHの測定……キンヒドロソ電極法¹⁾による。置換酸度(y_1)の測定……Kappen法¹⁾による。置換性Ca, Mgの定量……置換酸度測定 of 浸出濾液を用い、EDTA滴定法²⁾による。塩基置換容量の測定……酢酸アンモン法⁷⁾(セミマイクロ法)による。有効磷酸の定量……Truog法⁷⁾による。磷酸吸収係数の測定……2.5%中性磷酸アンモニウム法¹⁾による。

2 調査結果

(1) 生育状況並びに生育・収量調査の結果 ライ麦種子は3月25日に発芽を始め、28日には各Plotとも発芽揃いとなり、発芽状況は概して良好であつた。4月15日に第1回生育調査を行つた。5月に入つて下位葉が黄色になり始めたので、5月8日に10a当り硫酸-N 2kgを1%の水溶液にして作条に追肥した。葉色は回復したように見受けられたが、草丈の伸長は5月中旬頃より漸次緩慢になつた。6月12日に第2回生育調査を行い、6月14日に刈取り、生体重および風乾重を秤量した。これらの結果はTable 2の如くである。

(2) 土壌分析結果 土壌分析結果はTable 3の如くである。

3 要約並びに考察

Table 2. Growth and yield of the rye plant. (Averages of 4 replications.)

Plot No.	1st measurement (15 April)		2nd measurement (12 June)		Yield (14 June)	
	Length of plants (cm)	Number of stems	Length of plants (cm)	Number of stems	Wt. of fresh matter (kg per 10a)	Wt. of air dry matter (kg per 10a)
9. 6.11. 4	7.4	42	39	250	648	132
1. 10. 7.12	7.6	43	40	247	635	124
5. 2. 3. 8	7.5	42	39	237	587	117

Table 3. Inorganic component of the soil in the homogeneous research (based on air dry soil).

Plot No.	Before research (7 March 1960)				After research (15 June 1960)			
	pH* (KCl)	Exchange acidity (y_1)	Exchangeable base (meq per 100g)		pH* (KCl)	Exchange acidity (y_1)	Exchangeable base (meq per 100g)	
			Ca	Mg			Ca	Mg
9. 6.11. 4	4.50	7.5	0.34	0.14	4.17	8.9	0.78	0.20
1. 10. 7.12	4.40	7.4	0.47	0.15	4.08	8.5	0.65	0.21
5. 2. 3. 8	4.45	8.1	0.31	0.15	4.15	8.9	0.68	0.16

Remarks. 1) * pH of fresh soil. 2) Averages of 4 replications.

ライ麦の生育全期間を通じて、各処理区間に生育の差が認められなかつた。第1回、第2回生育調査の草丈、茎数についても、また収量調査の生体重、風乾重のいずれについても分散分析法により有意差検定 ($P=0.20$) を行つた結果では各 Block 間および処理区間共に有意差が認められなかつた。また土壌分析結果についても各処理区間の分析値の差異は僅少であつた。以上の結果から各処理区間の肥沃度はほぼ均一であつて以後の圃場試験に影響しないものと認めた。

II 大豆に関する圃場試験

1 試験方法

(1) 反応矯正剤の施用量の決定並びに成分量 試験地の表層土 (深さ15cm) をpH (KCl) 6.0に矯正するに要する炭カル施用量を求めるために、均一性調査開始の直前に採取した各 Plot の風乾細土の一定量ずつを取りこれらを混合したものを用いた。

風乾細土40gずつを300ml容三角フラスコに取り、その各々に種々の量の炭カルを添加、混合の後、純水14mlを加えて栓をせず恒温器 (15°C) 内に15日間、27日間静置した (この間、水分の損失は純水で補給した)。pH はキンヒドロソ電極法で測定した。

その測定結果は Fig. 2 の如くである。

この図の27日後の曲線から10a当り炭カル1400kg (容積比重0.63、深さ15cm) の施用でpH6.0に矯正されることが推定された。次に、各反応矯正剤のCaO量 (MgOはCaOに換算) を統一するために、下記の如く分析を行い、供試炭カル1400kg中のCaO785kg (MgOは

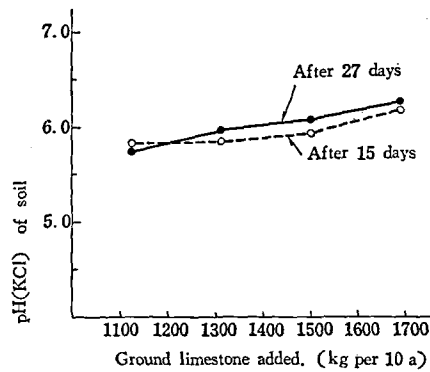


Fig. 2. Buffer curves of the soil.

CaOに換算)を基礎とし、苦土カル・珪カルの施用量を決定した。それらの結果は Table 4 の如くである。

Table 4. Component and amount of liming materials applied.

Liming material	Component		Total CaO(%) (with CaO cal- culated from MgO)	Calculated amount (CaO kg per 10a)	Applied amount (kg per 10a)	Component in applied amount	
	CaO (%)	MgO (%)				CaO (kg per 10a)	MgO (kg per 10a)
Ground limestone	55.5	0.4	56.0	785	1400	778	5
Ground dolomite	36.9	18.5	62.7	785	1250	761	231
Slag	34.1	6.8	43.6	785	1798	611	122

(2) 反応矯正剤および分析方法 供試した矯正剤は次の如くである。

炭カル：白石工業株式会社製，保証成分(%)アルカリ分55。

苦土カル：吉沢石灰工業株式会社製，保証成分(%)アルカリ分57~60，苦土17~19。

珪カル：川崎製鉄株式会社製，保証成分(%)アルカリ45，苦土5~7，珪酸32~35。

矯正剤の分析方法 炭カル，苦土カル，珪カル中に含有する有効石灰並びに苦土の定量方法は N/2HCl で煮沸，溶出した後，濾液を EDTA 滴定法で定量した。なお珪カル中の珪酸は常法により分離した。

(3) 処理区の配列および処理 大豆の圃場試験実施にあたって，各処理の Plot 配置は均一性調査時の配列のままとした (Fig. 1 参照)。処理は均一性を確認した 12 Plot に炭カル施用・苦土カル施用・珪カル施用 (矯正剤の施用量は 10 a 当り 785kgCaO, MgO は CaO に換算した) の 3 処理，4 連制で実施した。矯正剤は元肥の施用直前 (6月17日) に各 Plot の表面に撒布し深さ 15cm まで十分混合するために鋤を用いて 4~5 回手起し反転を繰返した後整地した。

(4) 施肥量と播種 施肥量は各処理区ともに同一であり，元肥に 10 a 当り，硫安-N 2 kg, 過石-P₂O₅ 5 kg, 熔磷-P₂O₅ 7 kg, 塩加-K₂O 6 kg, 堆肥 (稲藁水積, 水分75%換算) 125 Okg を 6月19日播溝に施用した。追肥は施用しなかつた。播種 (品種・ハツカリ) は 10 a 当り 5.2kg の割合で 6月19日に畦巾 60cm, 株間 25cm とし，3 粒ずつ点播し後日間引いて 2 本

仕立とした。

(5) 生育・収量調査の方法 生育調査の方法：第1回は1Plot5畦のうち外側の2畦を除外し、中央3畦の両端2株を除いた残りの18株(36個体)の草丈、本葉数を測定した。第2回、第3回の草丈は1株2個体のうち高い方を測定し、茎径は太い方を選び子葉の下約1cmの所をノギス(精度1/20mm)で測定した。収量調査の方法：生育調査を行った18株(36個体)を10月12日に抜取り根の土を十分落して生体重を秤り室外で風乾後、風乾重を秤つた。次いで脱粒調製して莖重、莢重、子実重を求めた。

(6) 分析方法 1) 土壌の分析方法 大豆収穫後(10月16日)、各Plotごとに耕起し整地した。前記(Iの調査 1調査方法 (5)土壌の分析方法)と同様に土壌を採取し、新鮮土のpHを測定した。残余の土壌の処理も、分析法も前記同様である。2) 植物体の分析方法 分析試料の調製について莖、莢殻は各Plotの風乾物2/3ずつを秤取し、(莖では根を除き截断器で細切した)これらを通風乾燥器(80°C)で30~60分間乾燥した。次に、Plotごとにワイレー式粉砕器で粉砕し、2mmの篩を通過したものを一定量ずつ秤取し、同一処理区ごとに混合して分析に供した。子実は各Plotから一定量ずつを秤取し、これらを同一処理区ごとに混合し定温乾燥器(105°C)で6時間乾燥後、ワイレー式粉砕器で粉砕し2mmの篩を通過したものを分析に供した。

試料の分解は湿式分解法のうち「硝酸+硫酸+過塩素酸法」³⁾で行い、完全に分解した後珪酸以外の成分を溶解し、粗珪酸を濾別した。この濾液について、次の成分を定量した。粗珪酸……濾紙上の粗珪酸は強熱し重量法³⁾ カルシウム・マグネシウム……EDTA滴定法³⁾ 鉄……o—Phenanthroline 法³⁾ マンガン……過沃素酸カリウム法³⁾

2 試験結果

(1) 生育状況の観察 播種後6月25日に発芽を開始し、28日に発芽揃いとなり95%以上の発芽率を示した。7月上旬頃害虫に若干喰害されたので、有機燐粉剤を2回撒布した。喰害されて1本立となつた株は予備苗を補植して2本仕立にした。7月中旬頃の生育は処理区間に差異は認め難く、第1回生育調査は本葉14~17枚の時期(7月23日)に行つた。8月下旬の観察では珪カル区と苦土カル区の生育が炭カル区よりやや良好であり、前者2区間には差異が認められなかつた。第2回生育調査の時期(9月2日)における観察では、草丈は珪カル区が茎径は炭カル区がまさつていた。9月下旬には下葉が黄色となり莢色も褐色をおび9割以上落葉した10月10日に第3回生育調査を行つた。この頃草丈、茎径ともに珪カル区が炭カル区よりまさり、苦土カル区は両者の中間にあるように観察された。

(2) 生育・収量調査の結果 大豆の生育調査結果はTable 5の如くである。

Table 5. Growth of the soybean plant. (Averages of 4 replications.)

Treatment	1st measurement (23 July)		2nd measurement (2 Sep.)		3rd measurement (10 Oct.)	
	Length of plants (cm)	Number of leaves	Length of plants (cm)	Diam. of stems (mm)	Length of plants (cm)	Diam. of stems (mm)
Ground limestone	34.7	15.6	98.2	8.58	65.8	8.23
Ground dolomite	34.8	15.3	100.7	8.52	67.1	8.40
Slag	37.6	16.6	106.2	8.30	71.6	8.44

Table 6. Yield of the soybean plant. (Averages of 4 replications.)

Treatment	Items of air dry matter (kg per 10a)				Grain ratio (%)
	Stems	Pods	Grains	Total	
Ground limestone	157	99	195	451	100
Ground dolomite	169	110	212	491	109
Slag	171	114	227	512	116

表示の平均値では僅少の差が見られるが、分散分析法により有意差検定 ($P=0.05$) を行つた結果では各処理区間における草丈、本葉数、莖径のいずれについても有意差が認められなかつた。

大豆の収量調査結果は Table 6 の如くである。

分散分析法により有意差検定 ($P=0.05$) を行つた結果は莢重、子実重では炭カル区・苦土カル区<珪カル区の如く有意差が認められた。また有意差検定 ($P=0.10$) を行つた結果は炭カル区<苦土カル区<珪カル区の如く有意差が認められた。しかし莖重では有意差 ($P=0.05$) が認められなかつた。

(3) 土壌の分析結果 土壌の分析結果は Table 7 の如くである。

Table 7. Inorganic component of the soil (based on air dry soil).

Treatment	12 days after liming material application (29 June)				After harvest (16 Oct.)			
	pH*	Exchange acidity (Y_1)	Exchangeable base (meq per 100g)		pH*	Exchange acidity (Y_1)	Exchangeable base (meq per 100g)	
			Ca	Mg			Ca	Mg
Ground limestone	6.35	0.13	14.50	0.20	6.29	0.12	13.70	0.30
Ground dolomite	5.77	0.29	6.80	5.75	5.92	0.16	7.00	6.05
Slag	4.66	0.67	4.80	1.59	4.91	0.70	5.37	1.59

Remarks. 1) * pH of fresh soil. 2) Averages of 4 replications.

これによると矯正剤施用12日後、収穫後ともに炭カル区の pH、置換性 Ca は最大値を示し、置換性 Mg, y_1 は最少値を示したが珪カル区の pH、置換性 Ca, y_1 は炭カル区のそれらと比較すれば逆の値を示した。しかし Mg は珪カル中に含有されるために増加している。苦土カル区の置換性 Mg は最も増加しているが pH, y_1 , 置換性 Ca は大凡前 2 者の中間にあつた。次に、矯正剤施用12日後と収穫後との数値の平均値をとり、これと収量調査結果を比較すれば最も収量の高い珪カル区においては pH 4.79, 置換性 Ca 5.09meq 置換性 Mg 1.59meq であり最も収量の低い炭カル区においては pH 6.32, 置換性 Ca 14.10meq 置換性 Mg 0.25meq であつた。苦土カル区はこれらの中間を示しているが、置換性 Mg のみは他の区に比して極めて高い値を示した。

(4) 植物体の分析結果 大豆の植物体の分析結果は Table 8 の如くである。

CaO と Fe_2O_3 含量は炭カル区が明らかに高く、MgO 含量は逆に低い値を示している。ま

Table 8. Inorganic composition of the soybean plant (based on dry matter).

Treatment	Stems					Pods					Grains				
	SiO ₂ (%)	CaO (%)	MgO (%)	Fe ₂ O ₃ (ppm.)	Mn ₂ O ₃ (ppm.)	SiO ₂ (%)	CaO (%)	MgO (%)	Fe ₂ O ₃ (ppm.)	Mn ₂ O ₃ (ppm.)	SiO ₂ (%)	CaO (%)	MgO (%)	Fe ₂ O ₃ (ppm.)	Mn ₂ O ₃ (ppm.)
Ground limestone	0.34	1.76	0.39	249	77	0.18	1.55	0.80	159	73	0.01	0.33	0.34	120	100
Ground dolomite	0.35	0.90	0.91	203	58	0.20	1.01	1.30	133	61	0.01	0.29	0.36	105	136
Slag	0.36	0.99	0.71	218	103	0.22	1.24	1.15	90	96	0.01	0.29	0.34	117	141

Remark: Averages of 4 replications.

た Mn₂O₃ 含量は茎と莢殻において苦土カル区<炭カル区<珪カル区の順に増加しているが、子実については珪カル区より苦土カル区が僅かに低く、炭カル区が明らかに低い値を示している。

3 要約並びに考察

圃場における生育状況の観察並びに収量調査結果と、土壌分析および植物体分析の結果とを照合すると次の如くである。子実重の最も低い炭カル区は土壌中の置換性 Ca 多く、生育の好適 pH 範囲内にあるも置換性 Mg は 0.25meq 前後で極めて少い。また植物体、特に茎と莢殻の MgO は著しく低い値を示している。子実重中位の苦土カル区では土壌中の置換性 Mg が当然顕著な増加を示し、植物体の各部分とも MgO 含量は最高であつた。また SiO₂ は僅少であるが炭カル区より増加した。子実重最高の珪カル区は珪カル中の Mg により、土壌中の置換性 Mg は炭カル区より増加した。また pH も明らかに低く、y₁ は高い。植物体中の MgO, SiO₂, Mn₂O₃ なども珪カル中のそれら成分の影響により増加した。従つて珪カル区の収量増加にはそれらの副成分が強く影響していることが示唆される。なおマグネシウムおよびマンガン欠乏の強酸性火山灰土において次のような試験成績の報告がある。開拓地の現地栽培試験結果⁴⁾では大豆はマンガン施用で17%増収、苦土とマンガン混用で32%増収している。野本氏ら⁵⁾ (1957) は大豆で苦土の施用効果を認め、山崎氏ら⁶⁾ (1951~'52) は大豆で苦土施用効果について2年間とも40%前後の増収を報告している。

III 小麦に関する圃場試験

1 試験方法

(1) 試験地および処理区 大豆の試験跡地をそのまま使用したため、Plot の面積および処理区の配列は大豆作と同一である。反応矯正剤は前試験に施用 (35年6月17日) したままで、当試験では施用しなかつた。

(2) 施肥量および播種 施肥量は各処理区とも同一で、播溝に元肥として10 a 当り硫安—N 4 kg, 過石—P₂O₅ 4 kg, 熔燐—P₂O₅ 8 kg, 塩加—K₂O 8 kg を施用した。追肥は10 a 当り硫安—N 2 kg ずつを翌年3月6日、4月11日の2回に2%の水溶液で作条に施用した。播種 (品種小麦農林69号) は畦巾60cm, 播巾15cm の播溝に元肥を施用し覆土した上に10 a 当り7 kg を35年10月17日に条播し再び覆土し鎮圧した。

(3) 生育・収量調査の方法 生育調査の方法：1 Plot 5 畦のうち外側の2畦を除外し、両端約30cm を除外した中央3畦につき各1個所、生育中位と思われる30cm 間を選び (1 Plot

3個所) 茎数および10茎の草丈を測定し3畦の平均値を求めた。収量調査の方法: 上記の如く、両端約30cmを除外した中央3畦を刈取り室内で懸垂し乾燥させ風乾全重を秤量した。次いで脱殻調製の後、稈重並びに子実重を秤量した。なお刈取つた跡の畦の長さは正確に測定して10a当りの収量に換算した。

(4) 分析方法 1) 土壌の分析方法 収穫後(8月28日)の土壌採取および風乾土の調製方法は前試験と同様である。分析法は次の如くである。

pH……硝子電極法による。置換酸度(y_1), 置換性Ca, Mgの分析法は, Iの調査 1調査方法 (5) 土壌の分析方法による。易還元性マンガンの定量……0.2%ハイドロキノン含有1規定酢酸アンモニウム溶液で浸出し, 過沃素酸カリウム法⁷⁾による。水溶性アルミニウムの定量……水浸出液を用いて Aluminon 法⁷⁾による。有効磷酸の定量……Truog 法⁷⁾による。2) 植物体の分析方法 子実と茎葉は同一処理の各Plotから一定量ずつを秤取し混合の後, 子実は丸粒のまま分析に供し, 茎葉は截断し定温乾燥器(105°C)で乾燥後, ウィレ-式粉碎器で粉碎し2mm篩を通過させ分析試料とした。試料の分解および粗珪酸, カルシウム, マグネシウム, 鉄, マンガンなどの定量は大豆の場合と同様に行つた。ただし, 次の成分の定量は異なる方法によつた。

磷酸……バナドモリブデン黄法³⁾による。アルミニウム……Aluminon 法³⁾による。

2 試験結果

(1) 生育状況の観察 種子は10月17日に播種し26日にほぼ均整に発芽し始め29日に発芽揃いとなり, 発芽状況は概して良好であつた。4月中旬の観察では処理区間に草丈, 茎数ともに差異が認められなかつた。5月中旬頃に至つて各処理区とも下位葉に淡黄色の小斑点が現われ上位葉に拡がる傾向が認められた。この対策として5月下旬に石灰硫黄合剤60倍液を10a当り27lの割合で葉面に撒布したがこの症状は7月上旬まで続いた。6月上旬の観察によると草丈は炭カル区<苦土カル区<珪カル区の順にまさり, 茎数は苦土カル区が炭カル区よりまさり, 珪カル区・苦土カル区間に明瞭な差異は認められなかつた。収穫期においても草丈, 茎数ともに6月上旬と同様な差異が処理区間に認められた。

(2) 生育・収量調査の結果 小麦の生育調査の結果は Table 9 の如くである。

Table 9. Growth of the wheat plant. (Averages of 4 replications.)

Treatment	1st measurement (1 Dec. 1960)		2nd measurement (6 March 1961)		3rd measurement (8 May)		4th measurement (10 July)	
	Length of plants (cm)	Number of stems	Length of plants (cm)	Number of stems	Length of plants (cm)	Number of stems	Length of plants (cm)	Number of stems
Ground limestone	15	69	14	125	60	59	93	54
Ground dolomite	14	69	14	136	63	65	98	62
Slag	15	68	14	130	63	63	102	58

表示の如く平均値では, 処理区間に多少の差異はあるが, 分散分析法により有意差検定(P=0.05)を行つた結果は草丈, 茎数のいずれについても各処理区間に有意差が認められなかつた。小麦の収量調査の結果は Table 10 の如くである。

Table 10. Yield of the wheat plant. (Averages of 4 replications.)

Treatment	Total yield of air dry matter (kg per 10a)	Items of air dry matter (kg per 10a)		Grain ratio (%)
		Stems	Grains	
Ground limestone	767	340	327	100
Ground dolomite	860	377	372	114
Slag	950	442	383	117

分散分析法により有意差検定 ($P=0.05$) を行つた結果は次の如くである。即ち、風乾全重については炭カル区<苦土カル区<珪カル区、風乾稈重については炭カル区・苦土カル区<珪カル区、子実重については炭カル区<苦土カル区・珪カル区の如くそれぞれ有意差が認められた。

(3) 土壌の分析結果 土壌の分析結果は Table 11 の如くである。

Table 11. Inorganic component of the soil (based on air dry soil).

Treatment	pH*		Exchange acidity (y_1)	Exchangeable base (m. e. per 100g)		Easily reducible Mn_2O_3 (ppm.)	Water soluble Al_2O_3 (ppm.)	Available P_2O_5 (ppm.)
	(KCl)	(H_2O)		Ca	Mg			
Ground limestone	5.82	6.39	0.34	6.00	0.69	122	Trace	Trace
Ground dolomite	5.85	6.54	0.28	3.76	4.12	116	"	"
Slag	5.12	5.84	0.82	3.11	1.74	348	"	"

Remarks. 1) * pH of fresh soil. 2) Averages of 4 replications.

これによると pH は珪カル区が他の2区に比較して低く、置換性 Ca は珪カル区<苦土カル区<炭カル区、置換性 Mg は炭カル区<珪カル区<苦土カル区の如く明らかな増加を示した。これらの傾向は大豆収穫後の土壌分析結果とほぼ同様である。 Mn_2O_3 は珪カル区が資材中のマンガン含有のためと、pH の低いことも幾分影響してか明らかに多い。水溶性 Al_2O_3 と有効 P_2O_5 はいずれも痕跡であり、各処理区間の差異は明らかでなかつた。

(4) 植物体の分析結果 小麦の分析結果は Table 12 Part 1, Part 2 の如くである。

Table 12. Inorganic composition of the wheat plant.

Part 1. Stems and leaves (based on dry matter).

Treatment	SiO_2 (%)	CaO (%)	MgO (%)	P_2O_5 (%)	Al_2O_3 (ppm.)	Fe_2O_3 (ppm.)	Mn_2O_3 (ppm.)
Ground limestone	1.33	0.20	0.09	0.12	1130	463	42
Ground dolomite	1.30	0.19	0.14	0.11	1050	389	31
Slag	4.75	0.16	0.12	0.09	950	312	94

Remark: Averages of 4 replications.

Part 2. Grains (based on dry matter).

Treatment	SiO ₂ (%)	CaO (%)	MgO (%)	P ₂ O ₅ (%)	Al ₂ O ₃ (ppm.)	Fe ₂ O ₃ (ppm.)	Mn ₂ O ₃ (ppm.)
Ground limestone	0.03	0.08	0.04	0.75	40	159	58
Ground dolomite	0.05	0.07	0.09	0.67	30	152	46
Slag	0.06	0.07	0.10	0.65	37	143	88

Remark: Averages of 4 replications.

これによると SiO₂ は珪カル区の茎葉に明らかに多く、子実で僅かに増加した。CaO は珪カル区の茎葉にやや少なく、MgO は炭カル区の茎葉、子実ともに少ない。P₂O₅ および Fe₂O₃ は茎葉、子実ともに炭カル区>苦土カル区>珪カル区の順に僅かに減少した。Al₂O₃ は茎葉では炭カル区に多く、珪カル区に少なく、子実では処理区間の差は明らかでなかつた。Mn₂O₃ は珪カル区の茎葉、子実ともに顕著に増加した。このことは土壤の分析結果と符合しており、その理由も前述同様と思われる。

3 要約並びに考察

圃場で草丈、茎数について生育状況を観察するに、炭カル区より珪カル区がまさり、苦土カル区は両者の中間にあるように思われた。生育調査結果および収量調査結果の数値を分散分析法により有意差検定 (P = 0.05) を行つた結果、生育調査結果では有意差が認められなかつた。しかし収量調査結果では子実重のみを見れば炭カル区<苦土カル区・珪カル区)の如く有意差が認められた。従つて、これらの圃場観察と収量調査で炭カル区が苦土カル区に劣り、更に珪カル区よりも一層劣つた。この結果を土壤分析と植物体の分析結果と照合すれば次の如くである。

炭カル区において、土壤の pH は生育に好適な範囲にあり、苦土カル区と殆んど同様であつた。置換性 Ca は他の2区と比較して明らかに多く、置換性 Mg と易還元性 Mn₂O₃ は明らかに少い。植物体の分析結果では珪カル区と比較して SiO₂, MgO, Mn₂O₃ など明らかに少く、このことと収量が劣つていることの間には深い関連があると考えられる。苦土カル区について、土壤分析結果を炭カル区と比較すると置換性 Mg は顕著な増加を示し、植物体の分析結果でも MgO が増加した。珪カル区において、土壤の pH は一般にいわれる最適 pH より低いが、土壤中の置換性 Mg は炭カル区より増加し、易還元性 Mn₂O₃ は顕著な増加を示した。植物体中の SiO₂, Mn₂O₃ も炭カル区・苦土カル区に比して顕著に増加した。なお、マグネシウムおよびマンガン欠乏の強酸性火山灰土についてそれら成分の施用効果を認めた試験結果が報告されている。例えば、開拓地の現地栽培試験の小麦について苦土とマンガン混用で収量の平均値16%増の試験成績⁴⁾がある。内田氏ら⁸⁾、野本氏ら⁵⁾は小麦の収量において苦土施用効果を明らかに認めている。春日井氏ら⁹⁾は熔成燐肥中の MgO, SiO₂ の効果を大麦植木鉢試験の結果から認めている。

以上の如く、大豆・小麦作に関する圃場試験において苦土カル区の Mg, 珪カル区の Mg, Si, Mn などがこの土壤で有効に作用していると推論されるが、これら成分が単独に効果を現わしているのか、あるいはそれらが相互に、または他の成分に相助作用を及ぼしているのかは今後の研究問題であらう。

IV 摘 要

火山灰質の腐植質強酸性植壤土の原野を開墾し、苦土カルおよび珪カルの施用が炭カルの施用と比較して如何なる効果をもたらすものであるかを確かめるために大豆、小麦を作付けして圃場試験を行つた。この結果を要約すれば次の如くである。

- 1) 大豆・小麦の生育調査結果では有意差 ($P=0.05$) が認められなかつた。
- 2) 大豆の子実重では炭カル区・苦土カル区<珪カル区の如く有意差 ($P=0.05$) が認められた。珪カル区の収量が他の2区よりまさつたのは、珪カル中に含まれるマグネシウム・珪素・マンガンなどによる効果であろう。
- 3) 小麦の子実重では炭カル区<苦土カル区・珪カル区の如く有意差 ($P=0.05$) が認められた。苦土カル区・珪カル区の収量が炭カル区よりまさつたのは苦土カル・珪カル中に含まれているマグネシウムの効果であろう。

終りに、本試験を行うに当り多大なる労を煩わした小林秋夫、市川孝平両君に対し感謝の意を表す。

文 献

- 1) 農芸化学実験書 (新改版), 第1巻, 産業図書 (1957)
- 2) 熊田: 土壤及び肥料分析 (分析化学講座) p.38, 共立出版 (1957)
- 3) 植物栄養学実験, 朝倉書店 (1959)
- 4) 開拓地現地栽培試験成績 (開拓地肥料試験資料第6号), 農林省農地局 (1960)
- 5) 野本・久保田・久保田: 東海近畿農業試験場研究報告 (栽培部第4号), p.129 (1957)
- 6) 山崎・上敷・寺島: 同上 (栽培部第3号), p.100 (1951~52)
- 7) 地力保全基本調査における土壤分析法, 農林省振興局, (1959)
- 8) 内田・矢野: 土肥誌, 22, 354 (1952)
- 9) 春日井・細田・中川: 土肥誌, 22, 127 (1951)

The Effects of Application of Liming Materials

By Sadao ŌTSUKI and Tsutomu NAKAJI

Laboratory of Soil Science, Fac. Agric., Shinshu Univ.

Summary

After reclamation of the field of volcanic ash organic soil (heavy acid), the effects of application of liming materials (ground limestone, ground dolomite and slag) were ascertained, using soybean and wheat as the test plants in the field experiments.

The results of these experiments may be summarized as follows.

1. From the results of growth in both soybean and wheat plants, there was no recognized significance on 5 per cent level.
2. On the yield of soybean, there was recognized significance on 5 per cent level such as ground limestone < ground dolomite < slag. The application of slag was more effective than other treatments on the yield of soybean. It will be the effects of magnesium, manganese and silicon contained in slag.
3. On the yield of wheat, there was recognized significance on 5 per cent level such as ground limestone < ground dolomite = slag. The applications of ground dolomite and slag were more effective than that of ground limestone on the yield of wheat. It will be the effect of magnesium contained in ground dolomite and slag.