

粗砕炭酸石灰の酸性矯正力ならびに牧草生育に及ぼす影響

石井 忠雄† 高尾 欽弥† 後藤 計二† 平井 義孝†

EFFECT OF THE COARSE LIMESTONE MEAL ON SOIL pH AND GROWTH OF PASTURE CROPS

Tadao ISHII, Kinya TAKAO, Keiji GOTO & Yoshitaka HIRAI

粒度別炭酸石灰ならびに現在市販されているものより粗い粒度組成をもつ粗砕炭酸石灰について、その酸性矯正力、作物の生育収量に及ぼす影響ならびに効果の持続性について検討した。

粒度別炭酸石灰の酸性矯正力は粒度が小さいほど大きく、粒度が大きくなるにしたがい矯正力は緩慢に現われるが、逆に持続性が認められた。粗砕炭酸石灰は市販されているものよりその効果は劣るが、3~5割の増施によって同等の効果を有し、持続性も認められた。

I 緒 言

現在市販されている酸性矯正用炭酸石灰は、規格として10メッシュ(1.68 mm)篩全通、28メッシュ(0.59 mm)篩85%以上通過の微粉末状であり、土壤中での反応は非常に速く、酸性矯正効果は高いが、反面溶解、流亡が激しいため効果の持続性が問題とされており、さらにライムソワー、ブロードキャスターなどの機械で散布する際に、ホッパー内での流動性に欠け、かつ風の影響により散布むらを生じやすく、散布効率が低いなどの理由によって、粗い粒度組成をもつ炭酸石灰に対する要望が高まってきた。炭酸石灰の粒度規格に関する道農産園芸課の調査結果⁹⁾によれば、回答した道内120の農業改良普及所のうち、現在一般に市販されているものより粗い炭酸石灰を要望する回答が46%もあった。そのため昭和41年から粗い粒度組成をもった炭酸石灰は特殊肥料として認められ、粗砕炭酸石灰と称して販売されているが、その生産量は昭和42年の3,287 tから45年には8,075 tと急激に増加している。

炭酸石灰の粒度とその効果についての研究は古くから行なわれ、諸外国の報告については宮沢がこれを整理、紹介している⁹⁾¹⁰⁾。またわが国でも猪狩⁵⁾、両角¹¹⁾、出井⁶⁾⁷⁾の研究があるが、この中で猪狩は炭酸石灰の酸性矯正力は粒度が小さいほど大きい、実際の施用にあたっては湿润状態の土壤に対しては0.50 mm以下、飽水状態の土壤に対しては1.00~2.00 mm以下のものが試薬炭酸石灰と同等の効果があると報告している。しかし過去の研究の多くは、酸性矯正効果の高い微粉末状のものを対象として、その効果の確認に終始しているものが多く、粗い粒度の炭酸石灰あるいは粉末状から粒状まで幅広い粒度組成をもった炭酸石灰については施用法、効果とその持続性等なお不明な点が少なくない。

このようなことから、著者ら⁸⁾はさきに室内実験によって粒度別炭酸石灰の効果を酸性矯正力ならびに溶脱性の面から検討し報告したが、今回さらに粗砕炭酸石灰をも加えて室内実験を続けるとともに、ほ場試験の結果もあわせて検討したのでその結果を報告する。

本稿を草するにあたってご校閲とご指導をいただいた

† 中央農業試験場

中央農業試験場化学部森哲郎部長, また本試験について助言をいただいた北海道農業試験場畑作部宮沢数雄室長および専門技術員山内正視技師の各位に記して謝意を表する。

II 試験方法

1. 供試土壌

第1表 試験地ならびに供試土壌の性質

土 壤	層 位	深 さ (cm)	土 性	腐 植 (%)	pH		CEC me/100g	置換性塩基 me/100g			Truog -P ₂ O ₅ mg/100g
					H ₂ O	KCl		CaO	MgO	K ₂ O	
長 沼	1	0~16	LiC	6.8	5.50	4.42	26.2	10.2	0.8	0.7	5.0
	2	16~27	HC	6.5	5.20	4.08	39.7	12.3	2.1	0.3	1.4
	3	27~	HC	0.9	5.30	3.86	26.2	8.6	4.0	0.2	0.8
江 別	1	0~16	SL	10.2	6.20	5.56	26.2	20.5	1.3	0.9	23.0
	2	16~68	低位泥炭土	67.2	4.50	3.98	38.0	11.9	1.0	0.3	3.0
江 部 乙 広 島			LiC	5.4	4.80	3.80	16.3	2.3	1.3	0.4	1.0
			CL	2.9	5.90	5.20	11.4	7.1	0.4	0.5	1.5

2. 供試炭酸石灰

現在一般に市販されている炭酸石灰(以下市販炭酸石灰とする)を対照とし, 粒度別炭酸石灰ならびに粗砕炭酸石灰を供試したが, その粒度組成を第2表に示した。粗砕炭酸石灰は石灰岩を粗く砕いたもので, 砕き方によりその粒度組成は多様であるが, 供試した粗砕炭酸石灰Aは実際に工場で作し, 5メッシュ(4.00mm)篩を全通したもので, Bはこれと対比させるために別途調査したもので, 酸性矯正力が非常に大きいと思われる0.25mm以下の成分でみれば, 市販炭酸石灰60%, 粗砕炭酸石灰A23%でBは中間の40%を含むように調合したものである。

3. 試験項目および処理

第2表 供試炭酸石灰の粒度組成(%)

炭 酸 石 灰	粒 度 (mm)				
	~0.25	0.25 ~0.50	0.50 ~1.00	1.00 ~2.00	2.00 ~4.00
市販炭酸石灰	60.0	27.0	7.0	6.0	—
粗砕炭酸石灰A	23.0	23.0	20.0	23.0	11.0
粗砕炭酸石灰B	40.0	28.0	16.0	16.0	—

注) 粒度別炭酸石灰はそれぞれ試験方法に記した粒度に篩別したものをを用いた。

本試験は現地試験, ポット試験, および室内実験によって行なった。現地試験は長沼町中央農試ほ場の擬似グライ土壌と江別市大麻の低位泥炭土壌で行ない, ポット試験および室内実験は江部乙町中央農試りんご試験地の擬似グライ土壌と広島町の火山灰土壌(支笏ローム)を用いた。これら土壌の性質を第1表に示した。

(1) 酸性矯正力に関する試験

1) 粒度別炭酸石灰の酸性矯正力

A 室内実験

風乾した江部乙土壌 350g に市販炭酸石灰を標準量として 3.5g, 各粒度別炭酸石灰の 3.5g, 7.0g をそれぞれ加え, 混合したのち 500ml 容磁製ビーカーに入れ, 水分を最大容量の 60% に調整して 15°C で incubate した。蒸散による水分の損失は適宜脱塩水を加えて補給した。15, 30, 45, 60, 90, 120, 150 日目ごとに土壌を採取し, 風乾して分析に供した。

B 現地試験

長沼試験地では市販炭酸石灰を標準量として 10a あたり 765kg, 各粒度別炭酸石灰の 765kg, 1,530kg, 江別試験地では市販炭酸石灰を 600kg, 各粒度別炭酸石灰の 600kg, 1,200kg をそれぞれ深さ 15cm に施用し, チモシーとアカクロバの混播で農家慣行法により作付した。両試験地とも昭和 42 年 5 月に開始した。

2) 粗砕炭酸石灰の酸性矯正力

風乾した江部乙土壌 350g に市販炭酸石灰を標準量として 3.5g, 粗砕炭酸石灰 A, B の 3.5g,

4.7 g, 5.3 g をそれぞれ加え、混合したのち前記(1)の試験と同様に incubate した。15, 30, 60, 90, 150 日目ごとに土壤を採取し、風乾して分析に供した。

(2) 作物の生育収量に及ぼす効果

1) 粒度別炭酸石灰の効果

A ポット試験

風乾した江部乙土壤 4.2 kg に市販炭酸石灰と各粒度別炭酸石灰の 42 g をそれぞれ加えて混合したのち、1/5,000 a ポットに充填し、アルファルファを網室で栽培した。

B 現地試験

前記(1)の(1)の B, 現地試験において昭和 42 年から 44 年まで収量調査を行なった。

2) 粗砕炭酸石灰の効果

直径 45 cm, 深さ 60 cm の円筒型無底の枠に江部乙土壤と広島土壤をそれぞれ充填し、市販炭酸石灰を標準量として江部乙土壤には風乾土の 1%, 広島土壤には 0.25% 相当量, 粗砕炭酸石灰は標準量, これの 3 割増および 5 割増を深さ 15 cm に施用し、アルファルファを栽培した。

(3) 炭酸石灰粒子の土壤中における理化学的変化

施用後 3.5 年経過した長沼、江別両試験地の土壤から施用時の粒径が 1.50~1.68 mm であった炭酸石灰粒子を回収し、水洗したのち分析に供した。化学成分は硝酸、過塩素酸で湿式分解したのち、P は硫酸モリブデン法、Al はアルミノン法、Mn, Fe は原子吸光法により定量し、比重はピクノメーターにより測定した。また粒度は次の方法により算出した。

炭酸石灰粒子を球体と仮定し粒径を D とすると次式が成り立つ。

$$\begin{aligned} \text{粒数} &= \frac{\text{一定量の炭酸石灰の重量}}{\text{単一粒子の重量}} \\ &= \frac{\text{一定量の炭酸石灰の重量}}{\frac{1}{6}\pi D^3 \times \text{比重}} \\ D &= \sqrt[3]{\frac{6 \times \text{炭酸石灰の重量}}{\pi \times \text{比重} \times \text{粒数}}} \end{aligned}$$

この式に一定量回収した炭酸石灰粒子の重量、粒数、比重を代入して粒径を求め、これを粒度と

した。

粒度別炭酸石灰の溶解率は上記により算出した粒径から長沼試験地における 1 年間の粒径の減少を求め、各粒度ともこの割合で溶解するものとして次の式により算出した。

$$\text{溶解率} = \frac{D^3 - (D-a)^3}{D^3} \left(\begin{array}{l} D: \text{施用前の粒径} \\ a: \text{1年間に減少した} \\ \text{粒径} \end{array} \right)$$

粗砕炭酸石灰の溶解率は、粗砕炭酸石灰 A を 0.25 mm 以下, 0.25~0.50, 0.50~1.00, 1.00~2.00, 2.00~4.00 mm の粒度別に分け、各粒度の最大粒径の溶解率を上記の式により算出してその粒度を代表させ、これらを合計して粗砕炭酸石灰の溶解率とした。

III 試験結果

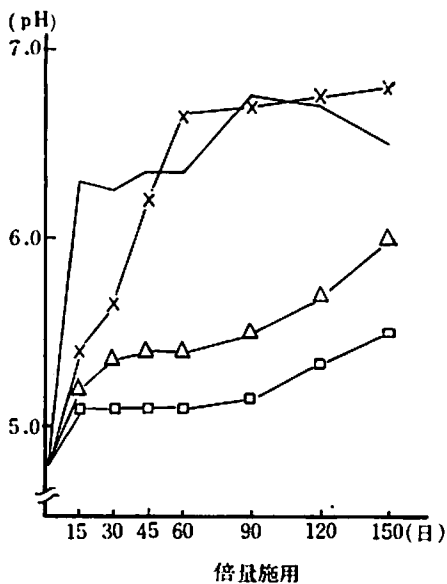
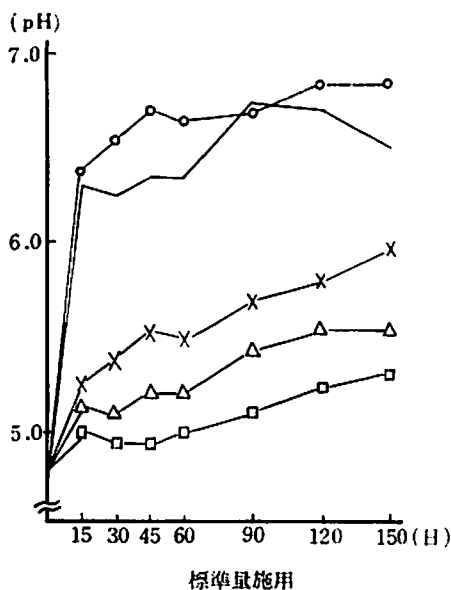
1. 酸性矯正力

(1) 粒度別炭酸石灰の酸性矯正力

A 室内実験

著者らは、さきに粒度 0.50 mm 以上の粒度別炭酸石灰の酸性矯正力について室内実験の結果を報告⁹⁾し、粒度 0.50~1.00mm, 1.00~1.50mm のものは市販炭酸石灰に比し酸性矯正力は劣るが、倍量施用により増大し、1.50~1.68 mm のものは矯正力が非常に弱く、倍量施用しても増大しないことを報告した。このことから、酸性矯正に關与するのは主として 0.50 mm 以下の粒度と推察されたので、この点を明らかにするため、さらに粒度別の効果を検討し、その結果を第 1 図に示した。

粒度別炭酸石灰のうち粒度 0.25 mm 以下のものを施用した区の土壤 pH は、市販炭酸石灰区と同様施用後直ちに上昇し、以後日時を重ねてもほとんど平衡状態のままに経過したが、矯正 pH は市販炭酸石灰区よりやや高く、矯正力は最も大きかった。それより粗い粒度では pH の急激な上昇はみられず、徐々に上昇したが、150 日経過後もなお市販炭酸石灰区より低く、しかも粒度の粗いものほど pH の上昇は遅れた。しかし倍量施用により pH は高まり、この傾向は細粒のものほど強く、0.25~0.50 mm 区は 60 日前後で市販炭酸石灰区と同等の pH に達したが、それより粗い粒度のものはなお市販炭酸石灰より低い pH であっ



第 1 図 粒度別炭酸石灰の酸性矯正力 (pH-H₂O)

- 市販炭酸石灰
- 0.25mm >
- X——X 0.25~0.50mm
- △——△ 0.50~1.00mm
- 1.00~2.00mm

た。
 このような pH の推移を回帰直線式で表わし第 3 表に示した。この式で勾配係数は粒度が小さいものほど大きく、また倍量施用により大きくなり、矯正力と密接な関係にあることがわかれた。pH の上昇が 150 日経過後も一定の割合で上昇すると仮定し、これらの回帰直線式から、各粒度別炭酸石灰区の土壤 pH が 6.50 に達するまでの日数を試算すると、0.25~0.50 mm 区は 292 日、

第 3 表 粒度別炭酸石灰による矯正 pH の回帰直線式

区 別	回 帰 直 線 式	pH 6.50 に達するまでの日数
市販炭酸石灰 3.5 g		
0.25 mm > //		
0.25~0.50 mm //	$Y=0.00411x+4.88$	292
0.50~1.00 mm //	$Y=0.00377x+5.04$	388
1.00~2.00 mm //	$Y=0.00275x+4.88$	588
0.25~0.50 mm 7.0 g		
0.50~1.00 mm //	$Y=0.00520x+5.13$	204
1.00~2.00 mm //	$Y=0.00298x+4.98$	510

0.50~1.00 mm 区は 388 日、1.00~2.00 mm 区は 588 日となり、倍量施用した場合、これらの日数は短縮されるが、とくに細粒ほど著しく短縮される結果となった。

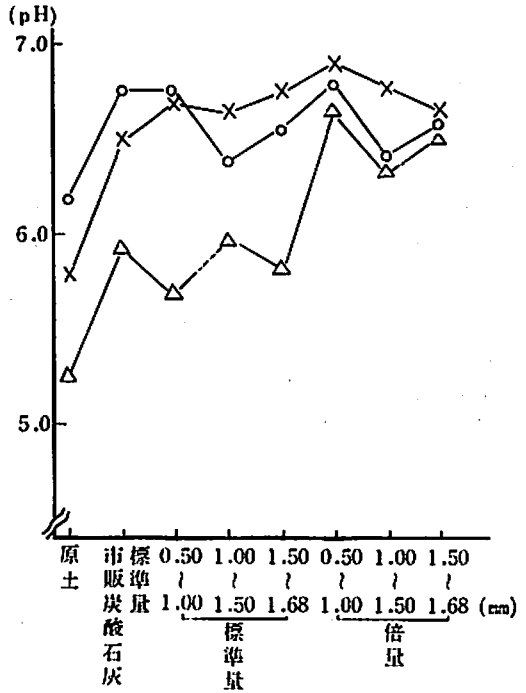
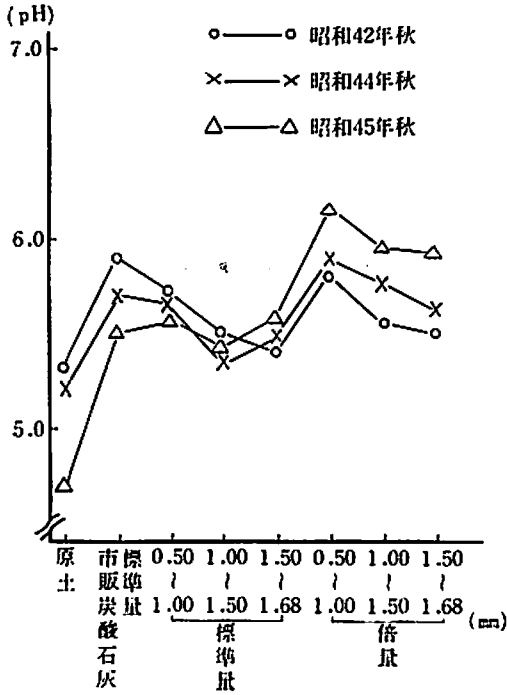
B 現地試験

昭和 42 年~45 年の土壤 pH を第 2 図に示した。長沼試験地では炭酸石灰施用当年秋の土壤 pH は市販炭酸石灰区が最も高く、各粒度別炭酸石灰区はこれより低い、粒度が小さいほど高い傾向であった。また倍量施用によって pH は高まり、細粒ほどこの傾向は強く、粒度 0.50~1.00 mm の倍量施用区は市販炭酸石灰区にちかい pH となった。その後年次の経過とともに市販炭酸石灰区の土壤 pH は低下したのに対して、各粒度別炭酸石灰標準量施用区は低い pH のまま変動はほとんどみられなかったが、倍量施用した区ではむしろ年々上昇し、施用後 2, 3 年目にかけていずれの粒度のものも市販炭酸石灰区より高い pH であった。

江別試験地では 炭酸石灰施用当年秋の土壤 pH

は、市販炭酸石灰区とともに0.50~1.00 mm 区も同等に高かったが、さらに粒度の粗いものは長沼試験地の場合と同様これより低かった。その後

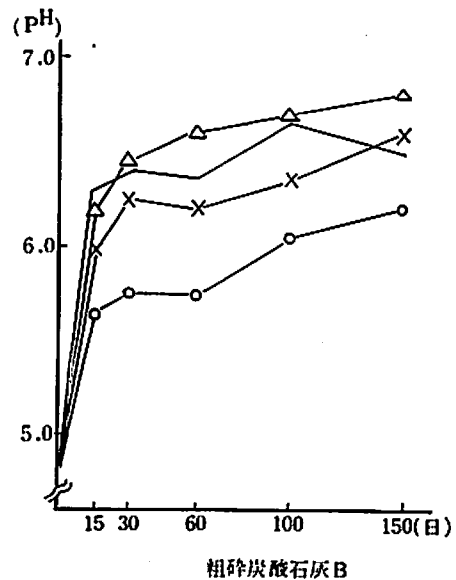
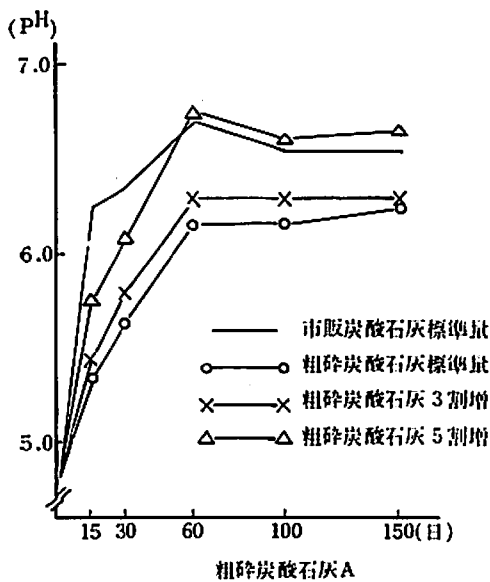
年次の経過とともに市販炭酸石灰区の土壌 pH は低下したが、江別試験地では作土 16 cm 下の泥炭土壌の影響と思われるが、年次による低下が強く、



長沼試験地

江別試験地

第2図 現地における粒度別炭酸石灰の酸性矯正力 (pH-H₂O)



第3図 粗砕炭酸石灰の酸性矯正力 (pH-H₂O)

とくに施用後 3 年目にあたる 45 年には著しく低下した。これに対し粒度別炭酸石灰の各区は、2 年目に当初の市販炭酸石灰区とほぼ同等の pH に達した後、3 年目には標準量の各区は市販炭酸石灰区と同等の pH まで低下したが、倍量施用の各区はいずれも高い pH を維持していた。

(2) 粗砕炭酸石灰の酸性矯正力

A 室内実験

第 3 図に粗砕炭酸石灰の酸性矯正力を示したが、これをみると市販炭酸石灰に比し粗砕炭酸石灰は矯正力劣り、A は 3 割増施してもなお pH は低く、5 割増施で初期の pH はやや低いが、60 日目以後高い pH となった。B は矯正力の強い粒度 0.25 mm 以下の成分を多く含んでいるため 5 割増施で初期から高い pH であった。

B ポット試験

粗砕炭酸石灰 A を施用し、アルファルファを栽培した跡地土壌の pH を第 4 表に示したが、市販炭酸石灰区に比し粗砕炭酸石灰区の土壌 pH は 5 割増施してもやや低く、倍量施用で高くなっていた。前記室内実験の結果では、5 割増施で市販炭

酸石灰区より高い pH となり、この点多少異なった結果であったが大きな差ではなかった。

第 4 表 跡地土壌の pH (H₂O)

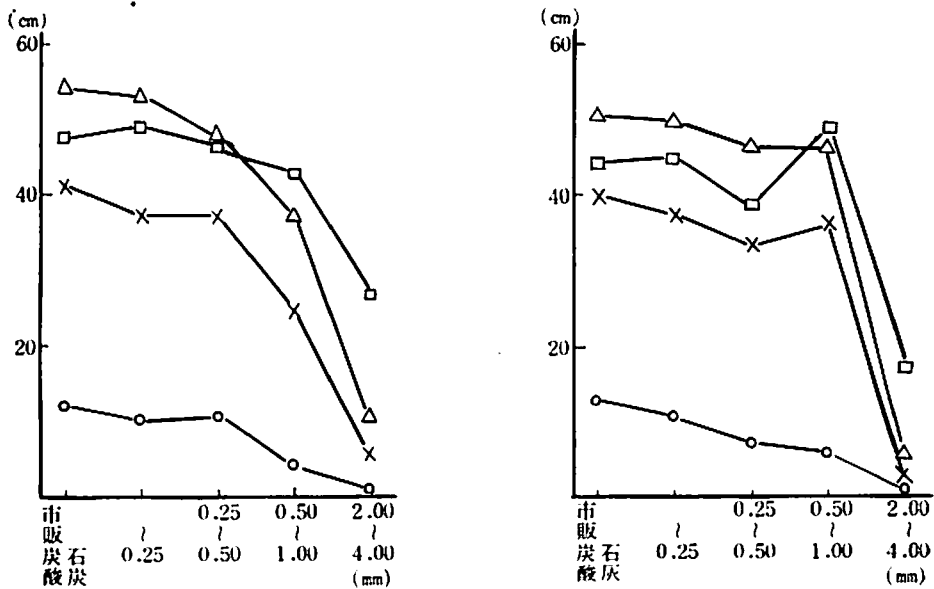
区 別	pH (H ₂ O)	
	江 部 乙	広 島
市販炭酸石灰 標準量	6.25	6.20
粗砕炭酸石灰 /	5.65	6.10
粗砕炭酸石灰 3割増	6.00	6.15
粗砕炭酸石灰 5割増	6.00	6.15
粗砕炭酸石灰 倍量	6.35	6.25

2. 作物の生育収量に及ぼす効果

(1) 粒度別炭酸石灰の効果

A ポット試験

1/5,000 a ポットに充填した江部乙土壌に各種粒度の炭酸石灰を混和して、これに栽培したアルファルファの生育、収量を第 4 図、第 5 図に示した。生育の様相を草丈の推移からみると、市販炭酸石灰および粒度 0.25 mm 以下、0.25~0.50 mm の各区は初期からおう盛な生育を示し、1 番刈りおよび 2 番刈りは、いずれも収穫時における草丈はほぼ同等であつた。これより粒度の大きいも



化成肥料施用

単肥施用

第 4 図 粒度別炭酸石灰のアルファルファの生育に及ぼす効果

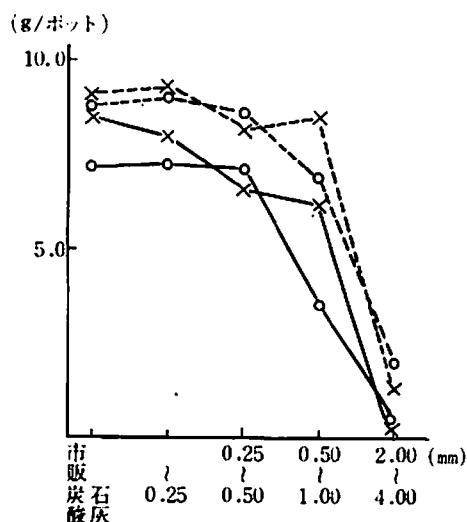
- 35日目
- △—△ 60日目 (1番刈)
- ×—× 50日目
- 90日目 (2番刈)

のでは、粒度が大きい区ほど終始生育は劣った。しかし草丈の伸長割合は大きく、日数の経過とともに市販炭酸石灰区の草丈との差は小さくなる傾向を示したが、粒度2.00~4.00 mm区は2番刈りにおいても著しく劣っていた。この傾向は肥料として化成肥料を施用した場合も、硫安、過石、硫加の単肥を施用した場合もほぼ類似した傾向を示したが、ただ単肥施用の場合、粒度0.50~1.00 mm区はかなりおう盛な生育を示し、市販炭酸石灰区と大差ない生育を示した。

収量についても草丈とほぼ類似の傾向を示し、化成肥料を施用した場合は、市販炭酸石灰および粒度0.25 mm以下、0.25~0.50 mm区はほぼ同等の高い収量を示し、これより粒度の大きいものでは粒度が大きくなるとともに収量は低下した。単肥施用の場合は粒度が大きくなるとともに収量は低下したが、0.50~1.00 mm区でもなお市販炭酸石灰区に近い高い収量を示した。また単肥、化成いずれの場合も粒度0.50~1.00 mm区は1番刈りに比し2番刈りの収量の増加が著しく、市販炭酸石灰区の収量との差は小さくなる傾向を示したが、粒度2.00~4.00 mm区は2番刈りにおいても著しく低い収量であった。

B 現地試験

長沼試験地において、昭和42年から3か年間チモシー、アカクローバを混播、栽培したが、その収量調査結果を第5表に示した。市販炭酸石灰区と粒度別炭酸石灰区との間には、粒度別炭酸石灰の倍量区がやや低い収量であったほかは大きな差はみられなかった。江別試験地においても昭和



第5図 粒度別炭酸石灰のアルファルファの収量に及ぼす効果

- 化成肥料施用, 1番刈
- 化成肥料施用, 2番刈
- ×——× 単肥施用, 1番刈
- ×-----× 単肥施用, 2番刈

42, 43年に収量調査を行なったが、市販炭酸石灰区と粒度別炭酸石灰区との間に差はみられなかった。

(2) 粗碎炭酸石灰の効果

粹に充填した江部乙土壤および広島土壤に市販炭酸石灰、粗碎炭酸石灰Aを施用し、これに栽培したアルファルファの収量および収量比をそれぞれ第6表、第6図に示した。江部乙土壤では、1番刈り収量は市販炭酸石灰区に比し粗碎炭酸石灰Aは標準量、3割増、5割増のいずれの施用区に

第5表 現地における粒度別炭酸石灰の収量に及ぼす効果

区	別	乾 草 重 (kg/10a)					豆 科 率 (%)			
		42 年	43 年			44 年	42 年	43 年		
			1 番	2 番	3 番			1 番	2 番	3 番
市販炭酸石灰	標準量	233	711	161	254	637	55.4	75.7	89.8	47.4
0.50~1.00 mm	標準量	191	701	118	230	671	52.4	67.5	85.9	31.5
1.00~1.50 mm	〃	261	688	126	251	704	52.8	59.0	88.8	33.3
1.50~1.68 mm	〃	247	671	132	259	757	52.8	55.6	89.4	38.3
0.50~1.00 mm	倍 量	193	588	111	283	606	39.8	56.6	84.7	32.5
1.00~1.50 mm	〃	143	585	124	276	665	53.7	62.0	89.2	32.3
1.50~1.68 mm	〃	235	600	135	211	748	57.1	56.9	89.9	39.5

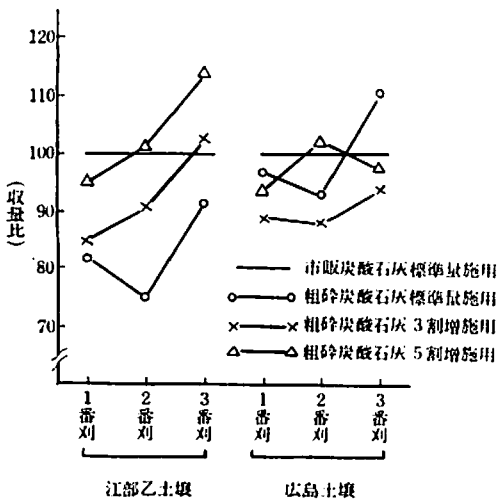
においても劣っていたが、施用量が増加するとともに収量も高まった。さらに2番刈り、3番刈りと刈取りを重ねるとともに収量も高まって、市販炭酸石灰区との差は小さくなり、3割、5割増の施用区ではむしろ市販炭酸石灰区を凌駕する収量を示した。広島土壤ではこのような傾向は明らかではないが、粗砕炭酸石灰Aの3割増の施用区が低い収量を示したほかは、標準量、5割増のいずれの施用区においても市販炭酸石灰区にちかい収量を示した。

3. 炭酸石灰粒子の土壤中における理化学的变化

粒度の大きい炭酸石灰粒子は、溶解が遅いため長期間粒状の状態土壤中に存在し、その間、風化、溶解をうけるとともに土壤溶液中に含まれる各種成分との反応も考えられたので、この点を明らかにするために 施用時 1.50~1.68 mm の粒度であった炭酸石灰粒子を、施用後 42 か月経過後に

第 6 表 粗砕炭酸石灰のアルファルファの収量に及ぼす効果 (乾重 g/枠)

区 別	江部乙土壤			広島土壤		
	1番刈り 70日 目	2番刈り 110 日目	3番刈り 150 日目	1番刈り 70日 目	2番刈り 110 日目	3番刈り 150 日目
市販炭酸石灰 標準量	42.9	72.9	51.8	30.7	49.3	33.9
粗砕炭酸石灰 〃	35.3	54.7	47.4	29.7	45.1	37.7
粗砕炭酸石灰 3割増	36.3	66.2	53.3	27.5	43.6	31.9
粗砕炭酸石灰 5割増	41.0	73.4	58.9	28.8	50.0	33.1



第 6 図 粗砕炭酸石灰のアルファルファの収量に及ぼす効果 (収量比)

長沼試験地および江別試験地から回収し、これについて分析を行ない、その結果を第7表、第8表に示した。

まず肉眼による観察では、施用前に比し非常に変化していた。粒径は溶解のため小さくなり、表面は全体に鋭い角がとれていた。色は施用前は灰色であったが、長沼土壤から回収したものは灰黄褐色に変化し、また橙黄色の斑点が認められ、江別土壤から回収したものは灰白色に変化していた。低倍率の顕微鏡で表面を観察すると、微粒子が多数付着したように観察されたが、反面小さい穴が多数生じたようにも観察され、いずれのためか判然としないが非常に粗い状態に変化していた。

次に分析結果をみると、比重はわずかに減少して風化のあとがうかがわれ、長沼土壤におけるよりも江別土壤においてその減少は大きい。差は非常に小さかった。個々の粒子の重量を正確に測定することは困難なので、千粒重を測定した結果、長沼土壤では 42.4 %、江別土壤では 56.4 % に減少していた。この減少分を溶解した量とすると、42か月間における溶解率は長沼土壤では 57.6 %、江別土壤では 43.6 % となった。粒径は、施用しなかった炭酸石灰粒子が 1.70 mm と算出され、実際の粒径 1.50~1.68 mm に比し多少大きな値となった。施用前の粒径を 1.70 mm として、これと両土壤から回収された粒子の粒径を比較すると、長沼土壤では 1.28 mm、江別土壤では 1.41 mm に減少し、42 か月間における粒径の減少はそれぞれ 0.42 mm、0.29 mm であった。

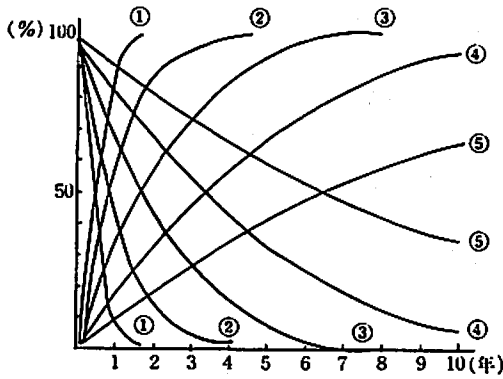
長沼土壤における粒径の減少をもとに算出した粒度別炭酸石灰の溶解率ならびに未溶解部分としての残存率を第7図に、市販炭酸石灰を 100 とし、粗砕炭酸石灰Aの 100 と約 3割増の 130 についての溶解量ならびに残存量を第8図に示した。粒度別の溶解率をみると、細粒ほど初期の溶解率が大きく、これに対して粗粒のものは初期の溶解率は小さいが長期にわたって徐々に溶解率を増し、土壤 pH の推移と同様の傾向を示した。粗砕炭酸石灰も初期の溶解率は劣るが、日数の経過とともにしだいに溶解率を増して市販炭酸石灰との差は小さくなり、土壤 pH の推移と同じ傾向を示し、約

第7表 未施用炭酸石灰ならびに回収炭酸石灰の理化学性

区 別	比 重 (22°C)	千粒重 (g)	粒 径 (mm)	径の減少 (mm/年)	溶 解 率 (%)	残 存 率 (%)	溶解に要 する年数
未施用一炭酸石灰	2.824	7,253	1,699	—	—	—	—
長 沼一炭酸石灰	2.819	3,075	1,277	0.121	57.6	42.4	14
江 別一炭酸石灰	2.816	4,092	1,405	0.084	43.6	56.4	20

第8表 未施用炭酸石灰ならびに
回収炭酸石灰の化学成分

区 別	mg/100 g			
	p	Fe	Al	Mn
未施用一炭酸石灰	2.6	90.8	20.0	11.8
長 沼一炭酸石灰	3.2	137.0	38.5	12.8
江 別一炭酸石灰	4.6	53.4	20.0	8.8



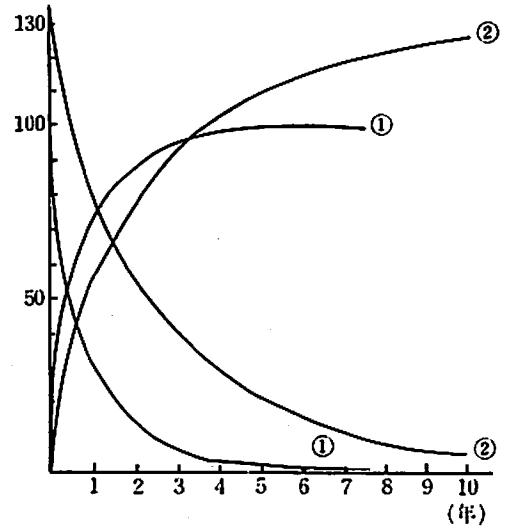
第7図 粒度別炭酸石灰の溶解率ならびに残存率

- ① 0.25mm 上方は溶解率
- ② 0.50mm 下方は残存率
- ③ 1.00mm
- ④ 2.00mm
- ⑤ 4.00mm

3年後には市販炭酸石灰はほとんど溶解してしま
い、溶解率は平衡状態となったのに対して、粗砕
炭酸石灰の130の場合これを凌駕して、その後も
さらに溶解率を増す傾向を示した。

IV 論 議

酸性土壌に対する炭酸石灰の施用効果は土壌の
酸度の大小、炭酸石灰自体の粒度、硬度、純度、
反応時間、さらには土壌中での風化、土壌溶液と
の反応など種々の因子に影響されると思われ、簡
単に予測することはできない。本試験では、粒度



第8図 市販炭酸石灰の量を100、粗砕炭酸
石灰の量を130としたときの溶解量

- ① 市販炭酸石灰 100
上方は溶解率
下方は残存率
- ② 粗砕炭酸石灰 130
上方は溶解率
下方は残存率

別炭酸石灰と粗砕炭酸石灰の施用効果を、主とし
て粒度と反応時間の面から検討し、あわせて炭酸
石灰の粒子と土壌溶液との反応についても多少の
検討を行なった。

市販炭酸石灰は、施用後急速に土壌 pH を高め
たのに対して、粒度別炭酸石灰は、粒度 0.25 mm
以下のものは市販炭酸石灰と同様に急速に土壌
pH を高め、その酸性矯正力は最も大きかった。
しかしこれより粗い粒度のものは、粒度が大き
いほど pH の上昇は遅いが、長期にわたり徐々に土
壌 pH を高めた。また市販炭酸石灰を施用した場
合に、土壌 pH は短期間で高い pH に達し、その
後年次の経過とともに低下の傾向を示したのに対

して、0.50~1.00, 1.00~1.50, 1.50~1.68 mm の粗い粒度のものは、市販炭酸石灰と同量施用した場合は、土壌 pH はあまり高まらず、そのうえ施用後 3 年目、4 年目には市販炭酸石灰と同程度まで低下したのに対して、倍量施用した場合は、4 年目においても土壌 pH は上昇するかまたは低下したとしてもその割合は小さく、当初市販炭酸石灰が達したと同程度かそれよりも高い土壌 pH を維持しており、効果の持続性が認められた。

牧草の生育、収量の面から粒度別炭酸石灰の効果を見ると、強酸性の江部乙土壌では酸性矯正力の多少劣った粒度 0.25~0.50 mm のものでも、アルファルファは良好な生育、収量を示し、市販炭酸石灰ならびに粒度 0.25 mm 以下のものと差がなく、これより粒度が粗くなるとともに生育、収量はしだいに劣り、粒度 2.00~4.00 mm のものでは非常に劣っていた。しかし一般の畑においては、アカクローバ、チモシーの混播の生育、収量は粒度による差はみられず、これは原土の pH がそれほど低くなく、各粒度による土壌の矯正 pH の差が小さかったこと、アルファルファに比べてアカクローバ、チモシーは土壌の酸度に敏感でなかったことなどが考えられた。

粗砕炭酸石灰は粉状のものから粒状のものまで幅広い粒度組成を有し、その矯正力は各粒度の相乗的效果として現われ、粒度組成によってその効果は異なると思われたので、粒度組成の異なる 2 種の粗砕炭酸石灰について検討を行なった。その結果、酸性矯正力ならびにアルファルファの生育、収量は市販炭酸石灰に比べて劣ったが、3~5 割の増施ではほぼ同等の効果を示した。ただ細粒成分の少ないものは初期の pH の上昇がやや遅く、生育、収量も劣ったが、2 番刈りまたは 3 番刈りで市販炭酸石灰と同等か、またはこれを凌駕する生育、収量を示した。

このような粒度による酸性矯正力の相異は、土壌中における溶解率が粒度によって異なるためと考えられる。第 7 図、第 8 図に粒度別炭酸石灰ならびに粗砕炭酸石灰の溶解率と残存率を示したが、これは長沼試験地における粒度 1.50~1.68mm のものの粒径の減少をもとに、種々の粒度の粒子が

一定時に同じ粒径の減少で溶解するものとして算出した理論値である。宮沢⁹⁾¹⁰⁾によれば、SALTER は著者らと同様の考察をして、石灰岩粒子が溶解する割合は、溶媒と接触する粒子の表面積に比例し、一定時における粒径の減少はすべての粒子について等しいとしており、さらに ELPHICK¹¹⁾はこの理論が実際に土壌中に適用できることを報告している。したがってこの理論曲線から土壌中における炭酸石灰粒子の溶解をある程度うかがうことができると考えられる。第 7 図、第 8 図によれば、炭酸石灰粒子は細粒のものほど初期の溶解率は大きく、粒度の粗いものは初期の溶解率は小さいが、長期にわたって徐々に溶解し、室内実験における土壌 pH の推移と同じ傾向を示した。また粗砕炭酸石灰は A を 30% 増施した場合、初期の溶解は市販炭酸石灰に比し劣ったが、施用後 3 年目における溶解量は 95、残存量が 40 で、これがその後も溶解するのに対して、市販炭酸石灰は 3 年目で溶解量が 95、残存量は 5 で粗砕炭酸石灰の残存量が非常に多く、効果の持続性は十分うかがわれた。

回収した炭酸石灰の粒子の化学成分をみると、長沼土壌から回収したものは Fe, Al が多く、江別土壌から回収したものは P が多くなっていた。本試験の結果からも明らかなように、粒度の小さい炭酸石灰は溶解が早い、粒度の大きいものは溶解が遅く、長期間土壌中に存在する。これら土壌中に長く存在する粒子の周囲の土壌は、湿潤な条件下では Ca で飽和されていて pH は理論的に最大と考えられ、このような局部的に酸性が弱められた粒子表面、およびその周囲の土壌では、P や微量要素などが沈積しやすい状態にあると思われた。したがって P, Al, Fe などが炭酸石灰の粒子表面に沈積したと考えられ、これらの元素の沈積は土壌によって異なり、たとえば有効態-P の多い江別土壌では、P の沈積が多かった。BARROWS¹²⁾らは炭酸石灰粒子の土壌中における変化を研究し、粒子表面に P, Al, Fe, Mn が沈積し、とくに P の沈積は粒子の溶解率を減少させたと報告している。本試験における粒子の溶解率を比較すると長沼土壌においては 57.6%、P の沈積が認められた江別土壌では 43.6% と多少溶解率は低い、

現地における土壌 pH から粒子の溶解は 3.5 年後も行なわれていると推察され、P の沈積があったとしても溶解率に及ぼす影響は小さいものと思われた。

V 摘 要

粒度別炭酸石灰および現在一般に市販されているものより粒度の粗い炭酸石灰について、その酸性矯正力、作物の生育、収量に及ぼす効果ならびに効果の持続性について試験を行なった。

1. 粒度別炭酸石灰の酸性矯正力は細粒ほど大きく、0.25 mm 以下の粒度のものは市販炭酸石灰よりその矯正力は大きかった。これより粒度の粗いものは、初期の矯正力は小さいが、長期にわたって徐々に土壌 pH を高め、倍量施用した場合効果の持続性が認められた。

2. アルファルファの生育収量に及ぼす効果からみれば、0.25 mm 以下および 0.25~0.50 mm の粒度のものは市販炭酸石灰とほぼ同等の高い収量を示した。これより粗い粒度のものは、粒度が大きくなるとともに収量は低下し、粒度 2.00~4.00 mm のものでは著しく低い収量を示した。

3. 粗砕炭酸石灰の酸性矯正力ならびにアルファルファの生育、収量に及ぼす効果は、市販炭酸石灰に比べて劣るが、施用量を 3~5 割増すことによりほぼ同等の矯正力および効果を示した。

4. 施用前の粒度が 1.50~1.68 mm であった炭酸石灰の粒子は、施用後 42 か月間に長沼土壌で 1.28 mm、江別土壌で 1.41 mm にそれぞれ減少し、また重量の減少から溶解度を算出すると長沼土壌で 57.6%、江別土壌で 43.6% であった。

参考文献

- 1) BARROWS, Harold L., E. C. SIMPSON, and H. Y. Tu., 1966; Formation of surface coating on limestone particles in soils. Soil Sci. Soc. Amer. Pro., 30, 317-320.
- 2) ———, ———, 1966; Effect of surface coating on the dissolution rate of limestone particles. ditto, 30, 603-606.
- 3) ELPHICK, B. L., 1955; Studies in use of agricultural limestone. II. Solubility of limestone

in acid soil as influenced by particle size. N. Z. J. of Sci. and Tech., 37, No. 1-3, 156-173.

- 4) 北海道農務部農産園芸課, 1967; 炭酸カルシウム肥料の粒度規格の調査結果について。
- 5) 猪狩源三, 1935; 土壌酸性矯正用石灰岩の粉末度に就きて, 北海道農事試験場報告, 32, 1~18.
- 6) 出井嘉光, 前田乾一, 1956; 炭酸石灰と土壌の反応の速度について, 九州農試作二土肥研究室成報, 39~42.
- 7) ———, 1957; 土壌からの石灰の溶脱について, 同上 37~40.
- 8) 石井忠雄, 平井義孝, 後藤計二, 1969; 粗粒炭酸石灰の効果について, 北農, 36, 3, 69~73.
- 9) 宮沢数雄, 1657-a; 酸性土壌と炭カルの反応について, 土壌改良, 62, 22~28.
- 10) ———, 1957-b; 同上, 土壌改良, 63, 23~29.
- 11) 両角金四郎, 1934; 石灰岩粉の性質と其の用法, 北農, 1-9, 264~266.

Summary

This work was undertaken to display the effect of various size of limestone particles and coarse limestone meal on soil pH and growth of pasture crops, and its maintenance when that applied to acid soils.

1) Ability of various size of limestone particles to correct soil acidity increased with its fineness. <0.25 mm limestone particles raised soil pH immediately after application to acid soils, and its ability to correct soil acidity was higher than that of a fine limestone meal sold generally, whereas larger size of limestone particles raised soil pH gradually. The pH of soils to which the fine limestone meal sold generally was applied was reduced to primary soil pH after 42 months of application, whereas larger size of limestone particles when that applied 2-fold volume, maintained the high soil pH realized by the fine limestone meal sold generally.

2) As for effect on yield of alfalfa, <0.25

mm and 0.25-0.50 mm limestone particles gave a high yield equal to that was given by the fine limestone meal sold generally, for a larger size of limestone particles, the yield was reduced with its coarseness, and 2.00-4.00 mm limestone particles gave a negligible yield.

3) The effect of a coarse limestone meal on soil pH and yield of pasture crops was lower than that of the fine limestone meal sold generally, but it began to have an effect equal to that of the fine limestone

meal by a 30%~40% increase in the amount applied.

4) Limestone particles applied to acid soils was dissolved, and as a result the size of the particles was reduced from about 1.50~1.68 mm to 1.28 mm in Naganuma soil, and to 1.41 mm in Ebetsu soil in 42 months after application. Its weight was reduced too, and from the reduction of weight, dissolution rate was calculated; it was 57.6 % in Naganuma soil, 43.6 % in Ebetsu soil.