

不耕起草造成における易溶性カルシウム塩の利用第2報

誌名	日本草地学会誌
ISSN	04475933
著者	新井, 重光 菊地, 正武 江口, 保夫
巻/号	19巻3号
掲載ページ	p. 318-324
発行年月	1973年10月

不耕起草地造成における易溶性カルシウム塩の利用

第2報 石灰の表面施用が土壤、牧草根系および群落構造に及ぼす影響について

新井重光・菊地正武・江口保夫*

名古屋大学農学部 (名古屋市千種区不老町)

緒 言

先の報告¹⁾では、不耕起草地造成において、石灰資材として易溶性カルシウム塩(酢酸カルシウム)を施用した場合の草地化のはやさ、牧草収量および土壤の化学的性質の変化について述べた。その中で、窒素、リン酸、カリウム3要素の施肥によって、オーチャードグラスの収量は増加するが、石灰施用を伴わない時には雑草もふえ、かつラジノクローバは増加しないこと、および、石灰施用によってラジノクローバは増加し、雑草が減少すること、とくに酢酸カルシウム施用によってマメ科率が高くなったこと、などを報告した。また、土壤分析の結果から、酢酸カルシウム施用の効果の主な原因は、土壤下層でのカルシウム富化によると推定した。このカルシウム富化は、根の発達を促すと同時に、植物体内の生理的条件を改善して地上部の生育を助長したと考えられる。

しかし、カルシウムの効果は植物の種によって異なり、ことにマメ科植物の生育に対して大きいので、混播草地造成に際してのカルシウム施用は、イネ科牧草とマメ科牧草の競争を増大させ、両種の量比を不安定にする要因にもなりうる。従って、草地化の指標として、収量、牧草率およびマメ科率などに加えて、安定化の程度を表わすことが望ましい。沼田ら²⁾は草地診断の基準の一つとして、群落構造の解析が安定化の程度を知る上で有効なことを示した。

そこで、この報文では、前報にひきつづいて易溶性カルシウム塩が、土壤、牧草根系および群落構造におよぼす影響を検討した結果を述べる。

I. 実験方法

対象とした試験圃場は前報¹⁾で扱った圃場である。試験設計および1970年までの追肥、刈取などの経過は前報に記した。1971年には、片倉チッカリン株式会社製の草地1号肥料(10-10-10)をa当り計10.0kg(3/29 6.0kg, 5/25 4.0kg)、硫酸を2.0kg(5/25)施肥区のみ追肥した。同年の刈取は3回(5/22, 7/28, 10/24)おこなった。

無施肥対照区、施肥対照区、施肥炭酸カルシウム区および施肥酢酸カルシウム区の4区について次の調査をおこなった。

(1) 土壤調査、1970年10月22日に、内径8.1cmの鉄製円筒サンプラーを用い、各区につき3ヶ所から、10cmごとに30cmまで土壤コアをとり、植物根などを篩別した試料につき、水分と有効リン酸含量を測定した。水分は105°Cでほぼ恒量に達するまで(約4時間)の乾燥により、有効リン酸は富士平工業株式会社製の簡易土壤検定器によって測定した。また、1971年10月24日に各試験区の2ヶ所から深さ5cmごとに30cmまで試料を採取し、風乾細土についてpH(H₂O、またはKCl)、置換酸度および置換性カルシウムを測定した。測定法は前報に同じである。

(2) 根系調査、1971年10月24日に、溝(長さ1~1.5m×巾0.7m×深さ0.6m)を掘り、次に述べるように区画を定め、各区画中で、単位体積の土壤(巾5cm×深さ5cm×厚さ3cm)に含まれる根数、および最長根長を測定した。

オーチャードグラスについては、株の中心の両側5cmづつ計10cm×深さ20cmを一区画とした。各土壤処理区とも造成前の植生による根網層とマット形成に

* 現在、長瀬産業KK.

よって、オーチャードグラスの根数は正確に把握することが困難であるため、太さや色の他に、方向や株を動かすことにより連続性を判断するなど概数を得た。ラジノクロバについては、匍匐茎にそって長さ10(または20)cm×深さ20cmを一区画とした。

(3) 群落構造の調査, 1970年10月22日および1971年9月3日に実施した。わく法により頻度, 密度, 被度(Penfound-Haward法)および草高を測定し積算優占度(SDR)および数度/頻度比(A/F比)を算出した³⁾。わくは正方形で, 大きさは種類面積曲線により最小面積(MA(を求め, $1/4 MA = 25^2 \text{ sq. cm}$)を用いた(第1図)。このMAは無施肥対照区以外の区ではほぼ等しいが, 無施肥対照区のMAよりいく分小さい。また, 植生調査のわく面積を $1/4 MA$ としたのは, MAが比較的小さいので, $1/10 \sim 1/20 MA$ ³⁾とすると, 牧草の株の大きさと比較して小さすぎるように思われたからである。調査地点は, 各区とも周縁50cmを除外して無作為に9ヶ所を選んだ。密度測定では, イネ科植物の一分けつおよびラジノクロバの一葉柄を一個体とみなした。

II. 結 果

(1) 土壌. 第1表に水分およびリン酸量を示した。水分含量は処理区間に差がみられなかったが, 各区とも下層に最も大きく, 中・上層の順に少なくなった。有効リン酸含量は, 各区とも, 中・下層にはほとんど認められなかったが, 上層では施肥した3つの区が, 無施肥対照区に比して多い傾向にあった。1971年10月のpHその他の調査結果は表示しなかったが, 炭酸カルシウム区および酢酸カルシウム区で, カルシウムの下層への移行と

それに伴う置換酸度 p_1 の若干の変動が認められた。

(2) 根系. 第2表に結果を示した。オーチャードグラスの根の密度は施肥によって10cmの深さまで増加した。ラジノクロバの根は酢酸カルシウム区において下層(5~20cm)で増加する傾向が認められた。無施肥対照区のラジノクロバの根の密度は施肥炭酸カルシウム区に匹敵するが, 前者においては生存していたラジノクロバがごく少数であって, 比較的耐酸性の大きい個体が残ったとも考えられ, 両区のラジノクロバの根系の発達は単に平均密度だけでは判断できない。炭酸カルシウム区のラジノクロバの根の密度は最上層においては施肥対照区に比し小さかったが, 下層では施肥対照区より大きい傾向がみられた。最長根長は, オーチャードグ

Table 1. Contents of Soil Moisture and Available Phosphate n=3 (1970 Oct.)

	depth cm	moisture g/l. soil	S.E.	P ₂ O ₅ me/100 g. soil
Control. fert. not appld.	0~10	439 ± 58		0 ~ tr
	10~20	581	29	0
	20~30	618	25	0
Control. fert. appld.	0~10	439	41	0.1 ~ 2.5
	10~20	522	51	tr
	20~30	616	19	0 ~ tr
Ca Carbonate fert. appld.	0~10	429	47	0.1
	10~20	583	33	tr
	20~30	594	27	0
Ca Acetate fert. appld.	0~10	457	16	1.0 ~ 2.5
	10~20	569	31	tr ~ 0.1
	20~30	579	35	0 ~ tr

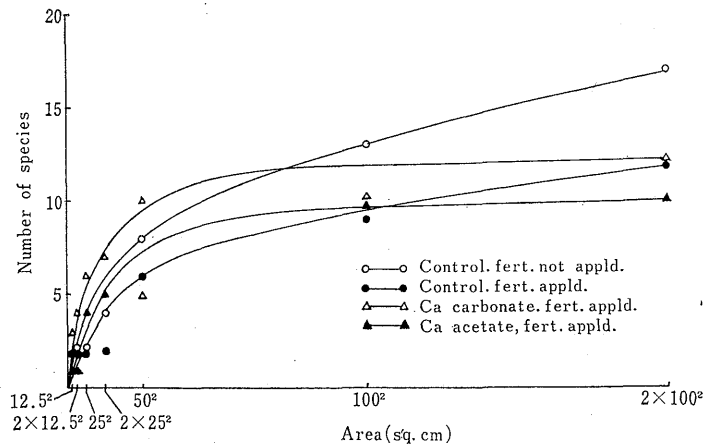


Fig. 1. Species-Area Curve

Ca Carbonate fert. appld.	<i>Trifolium repens</i> L.	88	0.319
	<i>Dactylis glomerata</i> L.	87	0.197
	<i>Trifolium pratense</i> L.	14	
	the others 3 sp.		
Ca Acetate fert. appld.	<i>Dactylis glomerata</i> L.	92	0.322
	<i>Trifolium repens</i> L.	84	0.285
	<i>Lactura stolonifera</i> Maxim	11	
	<i>Sasa nipponica</i> Makino et Shibata	11	
	the others 3 sp.		

- a) $SDR = \frac{D'+F'+C'+H'}{4} \times 100$, D' , F' , C' , H' ; density ratio, frequency ratio, coverage ratio and height ratio
 b) A: abundance F: frequency

ラスでは、土壤処理による差は明らかではなかったが、ラジノクローバでは炭酸カルシウム区と酢酸カルシウム区、ことに後者で大きい傾向があった。

(3) 群落構造. 第3表, 第2図および第3図に調査結果を示した。

積算優占度(SDR): 第3表に10.0%以上のもののみ

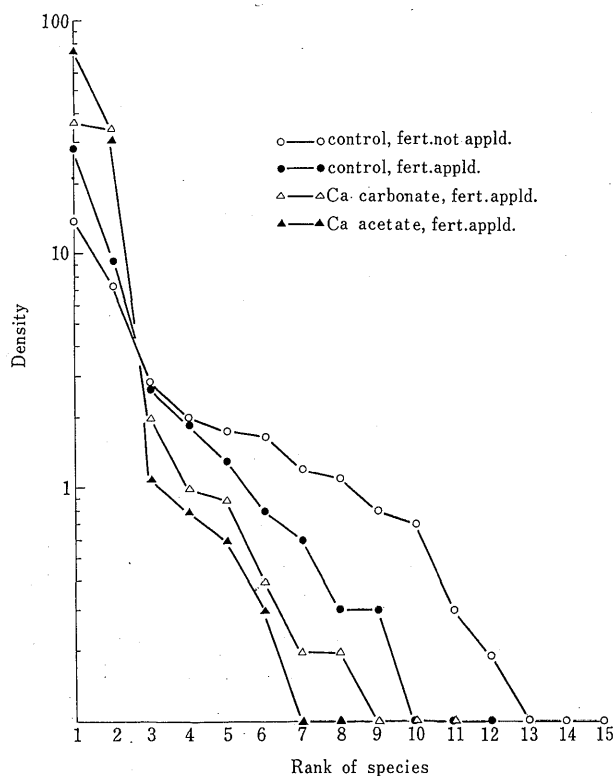


Fig. 2. Relationship between Density and Rank of Species (1970, oct.)

を示した。オーチャードグラスの順位は、1970年には、酢酸カルシウム区のみ2位であり、その他の区では1位であった。1971年には、施肥対照区および施肥酢酸カルシウム区で1位、その他の区で2位であった。ラジノクローバの順位は、1970年には、施肥酢酸カルシウム区で1位、施肥対照区で7位で、他の2位はそれらの中間にあり、1971年には、施肥炭酸カルシウム区で1位、施肥酢酸カルシウム区では2位となった。また、第3表から、1970年には、雑草の種類数は、無施肥対照区>施肥対照区>施肥炭酸カルシウム区>施肥酢酸カルシウム区>の順に減じた。1971年には、雑草の種類数は、施肥炭酸カルシウム区では4、施肥酢酸カルシウム区では5であった。

密度/頻度比(A/F比): オーチャードグラスのA/F比は、1970年には0.241~0.484、1971年には0.197~0.323であり、ラジノクローバのA/F比は、1970年には、0.351~0.958で処理区間の差が大きく、1971年には0.124~0.319となった。1970年にラジノクローバのA/F比が大きかったのは酢酸カルシウム区であったが、1971年には同区のA/F比は0.285となって減少した。

密度・順位関係: 第2図によれば酢酸カルシウムおよび炭酸カルシウム区においては、オーチャードグラスとラジノクローバ(第1・2位)と第3位以下との間に著しいへだたりのあることが認められた。1971年においても全く同様であった。

オーチャードグラスとラジノクローバの関係: 第3図に被度と密度について両者の関係を示した。草地化の遅れている無施肥対照区および施肥対照区ではオーチャードグラスとラジノクローバの間に相関はないが、施肥酢酸カルシウム区では負の相関があり、両牧草間に競合があることが示された。施肥炭酸カルシウム区では施肥酢酸カルシウム区の場合より弱い負の相関があった。1971年には、酢酸カルシウム区のラジノクローバは衰退し、SDRは下ると共に、上記の競合は認められなくなった。また、炭酸カルシウム区のラジノクローバは増えたが、オーチャードグラスが前年より減少しており、やはり競合は明らかでなかった。

III 考 察

上記の結果から、易溶性カルシウム塩の施用が土壤、根系および群落構造におよぼす影響に

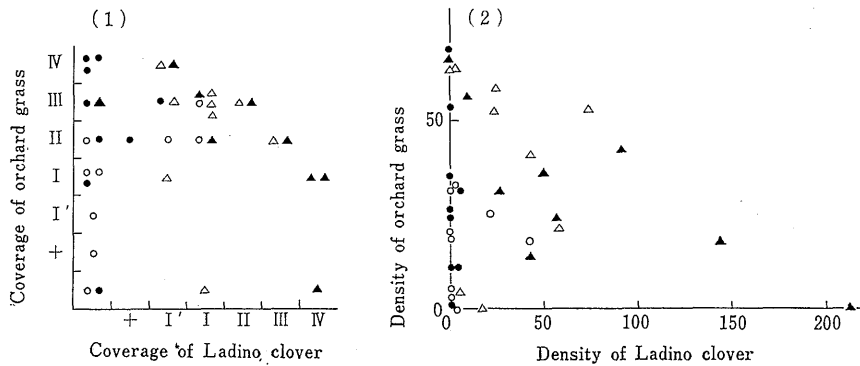


Fig. 3. Relationships between Orchard grass and Ladino clover

○ Control, fert. not appld.
△ Ca carbonate, fert. appld.

● Control, fert. appld.
▲ Ca acetate, fert. appld.

ついて考察する。

土壌への易溶性カルシウム塩の施用は下層土にカルシウムを富化し、酸度をわずかながら低下させたことを前報¹⁾に述べたが、上記の根系調査はカルシウム施用が、ことにラジノクロワバの根系を発達させる傾向のあることを示している。また、この効果は炭酸カルシウムより酢酸カルシウムの方が大きい。

ラジノクロワバがオーチャードグラスに比し、耐酸性が小さく、カルシウム要求の大きいことはすでに知られているが^{6,7)}、佐藤ら⁴⁾はラジノクロワバがオーチャードグラスに比し水分要求が大きいと述べている。従って、下層へのカルシウムの富化はラジノクロワバの根系の発達を促がし、これによって中下層の豊富な水の利用を可能にしたため、収量増をもたらしたものと考えられる。このように下層土のカルシウムの富化と酸度の低下、根系の発達、中下層の水利用などが、酢酸カルシウム区が牧草収量・牧草率およびマメ科率などにおいて他区に優れた理由であろう。

結果の項で示した SDR の値を前報の牧草収量および雑草収量と対比してみると、両者の間にはほぼ一致した傾向があった。また、A/F 比は酢酸カルシウム区のラジノクロワバにおいて高く均質性が低いことを示していた。沼田ら⁸⁾によれば、造成後の年数の浅い圃場では、SDR と収量による順位が並行的であり、個体数-順位の関係において、まきつけた牧草が上位を占めていること、また、造成後3年くらいまでイネ科(およびレッドクロワバ)の均質度の順位が低下してくるなどが指摘されている。これらの知見にてらて上記の結果を検討すると、この圃場試験においては、牧草の繁茂による雑草の抑制があり草地化はすすんだが、未だ牧草と雑草の関係は安定していないことがわかる。

第3図にみるように、無施肥対照区、施肥対照区→施肥炭酸カルシウム区→施肥酢酸カルシウム区と、オーチャードグラスとラジノクロワバの両者または一方が繁茂するにつれて密接な相互関係を持つようになった。酢酸カルシウム施用による密度の増加がオーチャードグラスよりもラジノクロワバにおいて著るしいのは、下層土のカルシウム富化がオーチャードグラスの分けつを促すよりも、ラジノクロワバの匍匐茎の発達あるいは分枝を促したことによるのであろう。この傾向は5cm程度の低刈をおこなったことによって助長されたと考えられる^{4,5)}。1970年の圃場での観察では、ラジノクロワバの密度の高い部分は小さく弱々しい葉が多く、過繁茂による障害が認められた。1971年に酢酸カルシウム区のラジノクロワバが衰退したのは、前年の過繁茂と追肥が少なかったことによると思われる。これに反して、1971年に炭酸カルシウム区において、ラジノクロワバの SDR が1位となり、雑草の種数が酢酸カルシウム区のそれとほぼ等しくなったことは、施用したカルシウムが次第に下層へ移行して、ラジノクロワバの生育に適した条件ができつつあることによるのであろう。

これらを要約すると、この試験をおこなった期間では牧草が繁茂し一応草地化がすすんだようにみえても、造成時の刈払いや播種などの効果が未だ残っており、過繁茂による相互の抑制などを通して相対的な安定化へむかっているといえよう。この実験では、刈取の高さや回数、追肥の方法などが牧草や雑草の相互関係におよぼす効果や季節的な様相の変動を考慮しておらず、得た結果を一般化することはできないが、土壌処理のちがいが収量におよぼす効果のみでなく、沼田らの提唱するように、草地の群落構造を知ることが草地の診断に有効であり、安定した草地の造成に役立つことを示唆していよう。

要 約

草地の不耕起造成に易溶性カルシウム塩（酢酸カルシウム）を利用した際の効果を解析するために、無施肥対照区、施肥対照区、施肥炭酸カルシウム区および施肥酢酸カルシウム区について、1970年または71年に、土壌水分、有効リン酸含量、根系および群落構造について調査した。得られた結果は次のように要約される。

1) 土壌水分は処理区間で差はなく、20~30 cmの層に最も多く、10~20 cmおよび0~10 cmの順に減少した。中下層の水分が豊富なことは、易溶性カルシウム塩の施用が草地化を促す一因と思われた。有効リン酸は施肥により表層に増加がみられたが、中下層では各処理区ともほとんど認められなかった。

2) 根系調査は、酢酸カルシウム区と炭酸カルシウム区の5~20 cmの深さの土層でラジノクローバの根の密度の増加があること、酢酸カルシウム区のラジノクローバの最長根長が大きい傾向があることを示した。

3) 群落構造に関する調査によれば、オーチャードグラスのSDRはいずれの区でも1または2位を占め、ラジノクローバのSDRは炭酸カルシウム区および酢酸カルシウム区において1または2位を占めており、施肥、施肥とカルシウム施用の組合せによって牧草の生育がよくなるに伴い雑草の種類数が減じた。A/F比は酢酸カルシウム区のラジノクローバにおいてことに大きかつ

た。密度一順位関係では、酢酸カルシウム区および炭酸カルシウム区のオーチャードグラスとラジノクローバ(1, 2位)と3位以下の種との間に著しい隔りがあった。また、酢酸カルシウム区ではラジノクローバとオーチャードグラスの密度および被度に負の相関関係がみられた。これらの結果から、酢酸カルシウムの施用により草地化はすすんだが、1970年、71年の群落構造の調査によれば、牧草間、牧草・雑草間の関係は安定しておらず遷移段階にあるものと判断される。

謝辞：本実験をおこなう上で、御指導、助言を賜った田先威和夫教授、熊田恭一教授、伊藤省吾講師ならびに造成、管理、調査に御協力いただいた伊藤美登、土谷敏、金田里二の各技官に深く感謝いたします。

文 献

- 1) 新井重光・菊地正武：日草誌，17，189(1971)
- 2) 沼田 真・依田恭二：日草誌，3，4(1957)
- 3) 奥富 清・伊藤秀三：生態学実習書（生態学実習懇談会編），朝倉書店，東京．pp. 50~68(1971)
- 4) 佐藤 庚・西村 格・伊藤陸泰：日草誌，13，122(1967)
- 5) 渡辺 潔・桂 勇・関村 栄：第11回日本草地学会大会講演要旨，51(1966)
- 6) 山田豊一：作物大系，第12編，牧草類Ⅲ，養賢堂，東京，pp. 5(1963)
- 7) 村上 馨：同上，牧草類Ⅱ．pp. 81

(昭和48年3月12日受理)

Use of Soluble Calcium Salt for Pasture Establishment by Topdressing and Oversowing Method

II. Effects of surface application of lime materials on the soil, root system and community structure

Shigemitsu ARAI, Masatake KIKUCHI and Yasuo EGUCHI

Faculty of Agriculture, Nagoya University (Chigusa-ku, Nagoya-shi)

Summary

In order to analyse the effects of soluble calcium salt on pasture establishment, the authors examined the differences of some characteristics of the soil, root system and community structure among fertilizer-not-applied control, fertilizer-applied control, fertilizer-applied calcium carbonate and fertilizer-applied calcium acetate plots, in 1970 and 1971.

The results are summarized as follows:

(1). The moisture content of the soil was most abundant in 20-30 cm horizon and decreased in 10-20 cm and 0-10 cm horizons in turn. The differences of moisture content could not be revealed among the treatments (table 1). The abundance of moisture in the lower horizons appeared one of the reasons why the use of soluble calcium salt facilitated the pasture establishment. Available phosphate content was increased in the uppermost horizon by fertilizer application, but hardly recognized in the lower horizons (table 1).

(2). The investigation of root system revealed the fact that the density of the root of Ladino clover was increased in 5-20 cm horizon by the application of calcium carbonate or calcium acetate. The length of the longest root of Ladino clover was increased by the application of calcium acetate (table 2).

(3). According to the results of floristic study, the summed dominance ratio (SDR) of orchard grass in all plots and that of Ladino clover in the plots of calcium acetate or calcium carbonate ranked first or second. The numbers of weed species were decreased with promoted growth of harbage plants by the application of fertilizer or lime and fertilizer (table 3). The A/F ratio of Ladino clover applied with calcium acetate was higher than that of Ladino clover in the other plots or orchard grass in each plot in 1970, which indicated its randomness of distribution and then it decreased in 1971 (table 3). Ladino clover and orchard grass were beside the geometrically progressive relationship of the density-rank of species in the plots applied with calcium acetate or calcium carbonate (figure 2). There were negative correlation on densities and coverages between Ladino clover and orchard grass, when calcium acetate was applied (figure 3).

It was concluded from these results that, though calcium acetate promoted pasture establishment, the relationships between harbage plants or harbage plants and weeds were not yet attained to stabilization and in the midway of succession.