

琉球大学学術リポジトリ

北部酸性土壌に対する石灰施用がスーダングラスの収量と養分吸収に及ぼす影響

メタデータ	言語: 出版者: 沖縄農業研究会 公開日: 2009-01-29 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 大屋, 一弘, 志茂, 守孝, Oya, Kazuhiro, Shimo, Moritaka メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002015352

北部酸性土壌に対する石灰施用がスーダングラスの収量と養分吸収に及ぼす影響

大屋一弘・志茂守孝
(琉球大学農学部)

Kazuhiro OYA, Moritaka SHIMO: Effects of liming on yield and nutrient absorption of sudangrass grown on an acid soil of northern Okinawa

1. はじめに

最近沖縄では肉用牛の飼育が盛んになり、それにともなって各所で草地の造成が行われている。土壌の分布からみると、草地造成はその殆んどが酸性土壌のところに広がりがつある。酸性土壌に作物栽培するに当ってはパイナップルやチャなど特別の作物を除いて、一般には石灰施用の必要性が認められており、沖縄で広く栽培されている暖地型牧草にも石灰の施用が行われている。

暖地型牧草を沖縄の酸性土壌に栽培するとき、石灰の施用が牧草の収量と養分吸収にどのような影響を与えるかを調べるために、1979年9月から10月にかけてポット栽培試験を行ってみたので、その結果を報告する。

2. 実験材料及び方法

(1) 実験材料

土壌は国頭村字奥の丘陵地にあるチガヤの生えている休閑畑から表土(0~20cm)を採取した。この土壌はpH4.4で、腐植少なく、養分含量も低い。表土は褐色ないし黄褐色を呈するが、心土は赤色ないし赤黄色で、1~2m以下から半風化粘板岩となる、いわゆる粘板岩土壌で、松坂らの分類で具志堅統土壌に属する。表土の土性はおよそ軽植土である。

栽培用ポットには大きさ約10,000分の1 a, 土壌1kgが入る空缶を用いた。

栽培植物としてはアメリカでは乾燥に強い夏期牧草といわれる暖地型牧草の1種スーダングラス *Sorghum sudanense* [PIPER] STAPT. (坂田種苗株式会社より購入のスーダングラスパイパー)を用いた。

(2) 実験方法

a. 石灰所要量の測定: サンプル土壌(細土)20gづつに炭カル(CaCO₃)を0.25, 50, 100, 200, 300mg加え、水100mlづつを加えて混合し、24時間後に5時間

振とうしてから、そのけん濁液のpHを測定し、得られた緩衝曲線から、所定の土壌pHに必要な炭カル量を求めた。土壌pHは4.4(対照区)、5.0, 5.5, 6.0, 6.5の5水準とし、4連で実験を行った。

b. 石灰施用及び施肥: 径7mmの篩を通した土壌1kgづつに、それぞれのpH水準に必要な量の炭カルを加えて十分に混合した後、ビニール袋を敷いたポットに入れて1週間置き、土壌と炭カルをなじませた。その後土壌をビニールシートに広げ、土壌1kg当たり硫酸1g、過石1g、塩加0.25gを加えて十分に混合し、ポットに戻した。

c. 栽培及び収穫: 施肥を済ませたポットの土壌に水300ml(容水量の約70%)を加え、スーダングラスの種子25粒を等間隔にまき、その上から予めとっておいた土壌で1cm程度覆土した。栽培はガラス室内で行ったが、発芽後ポット当たり20本を残すように間引きし、栽培期間中は水分を容水量の70%に保つように灌水を行った。

は種後約1カ月目にスーダングラスを地際より刈取り、ポットの全茎の草丈を測定した。秤量後紙袋に入れて70°Cで乾燥し、乾物重を測定した。また地下部はていねいにほぐして根を集め、土を洗い落してから水分を濾紙で拭き取り、秤量した。

d. 分析法: 乾燥粉砕したスーダングラスの地上部サンプルについて、窒素、リン酸、カリ、カルシウム、マグネシウム、マンガンなどを分析したが、窒素はケルダール法により測定し、リン酸とマンガンは硫酸・過塩素酸による湿式分解後、リン酸はモリブデン酸アンモニウム-バナジウム酸アンモニウムにより発色測定し、マンガンは過ヨウ素酸カリで発色測定した。カリ、カルシウム、マグネシウムは電気炉を用いて500°Cで灰化し、希酸に溶解、濾過後それぞれ炎光又は原子吸光法により測定した。

3 実験結果及び考察

(1) 草丈, 収量, T/R, 水分含有率

炭カルを加えて土壌 pH を変えた時に, スーダングラスの生育状態に現れた影響は 表 1 に示す通りであった。

供試した土壌の pH は 4.4 で, 石灰飽和度は約 4%³⁾ あり, 塩基に乏しいため, スーダングラスの草丈, 乾物収量などに炭カル施用の効果が著しく現れている。

炭カルを全く施さないとき (対照区, pH4.4) のスーダングラスは葉が小さく, 茎は細く, 葉数 (展開葉) 3~4 枚 (炭カル施用区は 5~6 枚) で草丈低く, 葉色は黄緑で貧弱な生育状態となり, 株によっては葉に褐色の斑点が生じたり, 先端が褐色化或は枯死したり, 或は下葉は緑色が保たれたまま上葉のみが黄白色化し, イタリアンライグラスやソルガムのカルシウム欠乏⁶⁾に類似する症状がみられた。

草丈は対照区では 23cm であったが, 炭カルを施すことによって伸びが良くなり, pH6.0 区で 58cm と最高の草丈となった。

地上部の収量は pH5.0 に上げる程度の炭カル施用で著しく良くなり, それ以上の pH ではゆるやかに増加し, pH6.0 区で最高となった。一方地下部の収量は炭カルの施用量が増えるに従って徐々に増加し, pH6.5 区で最高となる。炭カル施用すなわち土壌 pH の上昇に対する地上部と地下部の生育応答の程度の相違は地上部と地下部の比率 (T/R) の変化にも示されている。高い pH で地下部が多いことは, 地上部が刈り取られても土壌に

残る有機物が炭カル施用により増加することを意味する。

地上部の水分含有率は対照区 72% に対し, 炭カル処理区は 80% 前後であり, 明かな相違が見られる。地下部の水分含有率は 68~76% を示し, 対照区と炭カル処理区間に大きな相違はない。炭カルが直接或は間接にどのように植物の水分生理に関係するか, 興味ある問題である。

(2) 養分含有率と養分吸収量

ポット栽培したスーダングラスの地上部について, 窒素, リン酸, カリ, カルシウム, マグネシウム, マンガンなどの分析をしたが, これらの養分の含有率とポット当たりの吸収量は図 1 から図 6 に示す通りであった。

炭カル無施用 (pH4.4) のスーダングラスは生育が悪く, サンプル量が少なかったので窒素, リン酸, マンガンの分析はできなかったが, 窒素 (N) は pH 5.0 区で 2.1%, その他の処理区では 1.8~1.9% であった。窒素吸収量は 140~150mg で炭カル施用により土壌 pH が上昇するに伴い, わずかに増加した。この吸収量は施用した窒素量の約 70~75% に当たる。

リン酸 (P_2O_5) については含有率は pH5.0 以上の区間で差がなく 0.17~0.18% であった。吸収量は pH6.0 区で最大値を示した。このことはこの処理区で地上部乾物重が最高になったことと一致する。このときのスーダングラスのポット当たりリン酸吸収量は 15mg で, これは施用リン酸量の約 9% にしか相当しない。

スーダングラスのカリ (K_2O) 含有率は pH5.5 区までは上昇するが, それ以上の pH 区ではむしろ対照区 (pH4.4)

表 1. スーダングラスの生育に及ぼす石灰施用の効果*
Table 1, Growth characteristics of sudangrass as affected by liming*

目標 pH Soil pH aimed by liming	草 丈 Plant length (cm)	乾 物 収 量 Dry matter yield (g/pot)			地上部・ 地下部比 T/R	水 分 含 量 Water cont. (%)	
		地上部 Top	地下部 Root	合 計 Total		地上部 Top	地下部 Root
4.4(Check)	22.9	1.67	1.20	2.87	1.39	71.8	73.9
5.0	48.7	6.83	3.38	10.21	2.02	81.6	76.3
5.5	54.9	7.74	4.53	12.27	1.71	79.9	67.7
6.0	58.4	8.31	5.18	13.49	1.60	79.8	68.6
6.5	54.5	8.03	5.99	14.02	1.34	80.3	71.4

* 4 連実験の平均値を示す。

* Averages of 4 replications.

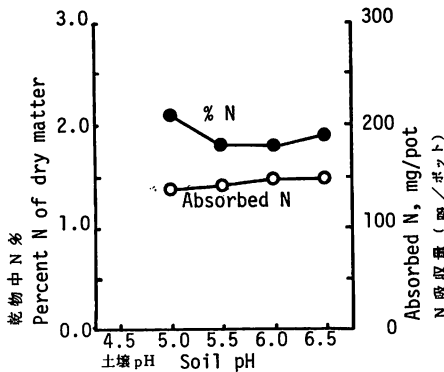


Fig. 1. Relation between soil pH and percent and absorption of N of sudangrass

図1. 土壌 pH とスーダングラスの窒素含有率及び窒素吸収量との関係

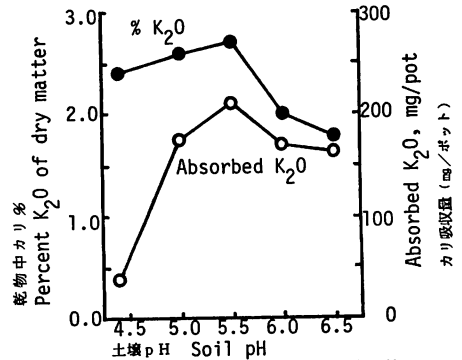


Fig. 3. Relation between soil pH and percent and absorption of K₂O of sudangrass

図3. 土壌 pH とスーダングラスのカリ含有率及びカリ吸収量との関係

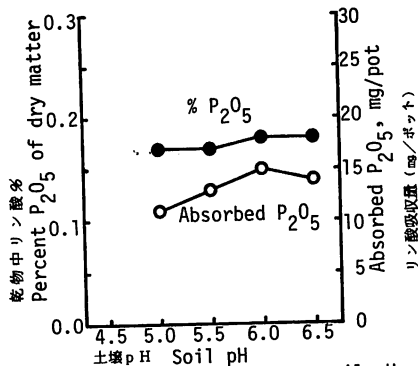


Fig. 2. Relation between soil pH and percent and absorption of P₂O₅ of sudangrass

図2. 土壌 pH とスーダングラスのリン酸含有率及びリン酸吸収量との関係

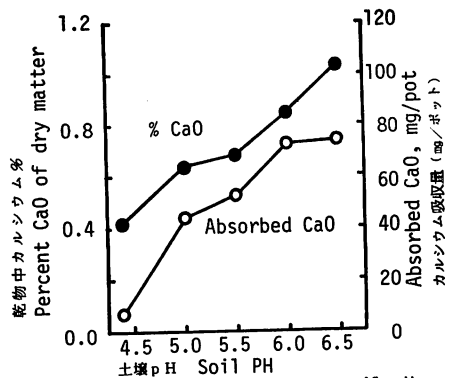


Fig. 4. Relation between soil pH and percent and absorption of CaO of sudangrass

図4. 土壌 pH とスーダングラスのカルシウム含有率とカルシウム吸収量との関係

よりも低くなる。カリ吸収量は炭カル施用により著しく増加するが、最高はやはりpH5.5区であった。pH6.0以上の区でカリ含有率及び吸収量が低下するのは炭カル施用のためカルシウム吸収が増し、これと拮抗的な関係があるためと思われる。pH5.5区で示された最高吸収量は211mgで、これは施用カリ量の約140%に当たる。

この実験に供した土壌は窒素、リン酸、カリについてみると、リン酸の供給性が著しく悪いと考えられる。沖縄島北部の別の酸性土壌でもリン酸の可給性が低いことはサトウキビに関する調査でも知られており、リン酸をカルシウムと共に重要視しなければならない。

スーダングラスのカルシウム (CaO) 含有率は対照区で0.42%であったが、炭カルを加えて土壌 pH を上げると、カルシウム含有率が漸増し、pH6.5区で0.94%とな

った。カルシウム吸収量も同じ傾向を示し、対照区でポット当たり7mgの吸収量が、pH6.5区で74mgの最大値となった。対照区のCaO含有率0.42%はCaで0.3%となり、これはイタリアンライグラスやソルガムにカルシウム欠乏症が現われるときのCa含有率と同じか、或はそれより低い値となっている。

マグネシウム (MgO) の含有率は対照区 (pH4.4) で0.24%、pH5.0区で0.32%となり、それ以上のpH区では余り増加しない。スーダングラスのマグネシウム吸収量は対照区でポット当たり4mgであるが、炭カル施用に伴い増加し、最高はpH6.5区の29mgであった。

牧草の塩基組成は、それを飼料とする家畜のグラステタニーとの関係で注意されなければならないが、グラステタニー予防のため牧草の塩基組成をK₂O 3%以下、

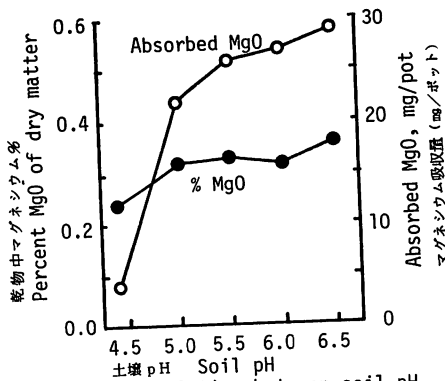


Fig. 5. Relation between soil pH and percent and absorption of MgO of sudangrass

図5. 土壌 pH とスーダングラスのマグネシウム含有率及びマグネシウム吸収量

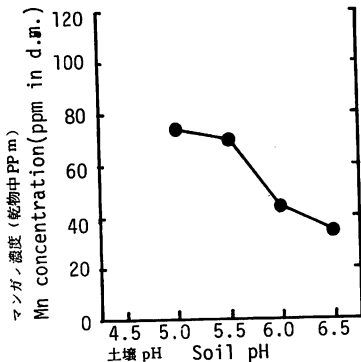


Fig. 6. Relation between soil pH and Mn concentration of sudangrass

図6. 土壌 pH とスーダングラスのマンガン濃度との関係

CaO0.5%以上, MgO0.3%以上, $K/(Ca+Mg)$ 当量比を3以下に保つ必要があるとするなら, 安全のためこの種の土壌では少なくとも pH が6になるように炭カルを施用する必要がある。

スーダングラスのマンガン含有率は pH 5.0 区で 74 ppm, それ以上の pH 区では漸減し, pH 6.5 区ではわずかの 35 ppm となった。この含有率は水稻では下位限界に近い値である。土壌中で可給性の 2 価マンガンは pH 5.5 以上になると 4 価マンガンになり作物に吸収され難いと云われる。このような観点から酸性土壌の pH を矯正するとき, マンガンの施用も併せて考えることが必要となるが, 供試土壌では特にその必要性が高いと思われる。

4. まとめ

沖縄島北部の具志堅統土壌(粘板岩土壌)の酸性を矯

正すると, 暖地型牧草のスーダングラス (*Sorghum sudanense* [PIPER] STAPT.) の収量と養分吸収にどのような効果が現われるかを調べるため, 土壌 1 kg づつに炭カルを加え, 土壌 pH を 4.4, 5.5, 6.0, 6.5 の 5 水準に調整し, 窒素, リン酸, カリの一定量(硫酸 1 g, 過石 1 g, 塩加 0.25 g)を加えて, スーダングラスを約 30 日間ポットで栽培した。

栽培の結果スーダングラスの草丈及び乾物収量に炭カル施用の効果が顕著に現われた。草丈は対照区(pH 4.4)で 23 cm, pH 5.0 以上の区で 49~58 cm となり, 最長草丈は pH 6.0 区で得られた。地上部収量(乾物)は対照区でポット当たり 1.7 g であったが, pH 5.0 以上の区では 6.8~8.3 g となり, pH 6.0 区で最大収量が得られた。地下部の乾物収量は対照区の 1.2 g から炭カル施用に伴い増加し, pH 6.5 区で最高の 6.0 g となった。

地上部と地下部の比率(T/R)は対照区で 1.4, pH 5.0 区で最高の 2.0 となり, それ以上に pH が上がると T/R は小さくなる傾向を示した。

地上部の水分含有率は対照区の 72% に対し, 炭カル施用区(pH 5.0 以上)では 80~81% となり, 炭カル施用の有無による水分含有率の相違がみられた。地下部の水分含有率は 68~76% で, 炭カル施用による相違はみられなかった。

スーダングラスの地上部について, 窒素(N), リン酸(P_2O_5), カリ(K_2O), カルシウム(CaO), マグネシウム(MgO), マンガン(Mn)を分析した結果は次の通りであった。

窒素含有率は pH 5.0 区で 2.1% を示し, それより高い pH 区では 1.8~1.9% とわずかに低くなった。窒素吸収量はポット当たり 140~150 mg で, pH の高い区が低い区よりわずかに多い。

リン酸含有率は 0.17~0.18% で, pH の高い区が低い区よりわずかに高かった。ポット当たりのリン酸吸収量は 11~15 mg で, 施用炭カル量の増加に伴い漸増し, pH 6.0 区で最大量を示した。

カリ含有率は 2.4~2.7% で, pH 5.5 区で最高を示し, pH 6.0 区及び pH 6.5 区では対照区(pH 4.4)より低い値を示した。カリ吸収量はポット当たり 40~210 mg で, 対照区で最も少なく, pH 5.5 区で最も多かった。

窒素, リン酸, カリの最高吸収量はそれぞれ施用量の 75%, 9%, 140% に相当し, 供試土壌のリン酸供給力が低いことが示され, 炭カル施用と同じくリン酸施用の重要性が明らかになった。

スーダングラスのカルシウム含有率は対照区で 0.42%, 炭カル施用量の増加に伴い著しく増加し, pH 6.5 区

で最高の0.94%となった。対照区のスーダングラスはカルシウム欠乏とみられる症状を示した。カルシウム吸収量は炭カル施用量に応じて増加し、対照区でポット当たり7mg、pH6.5区で74mgであった。

マグネシウム含有率は対照区で0.24%、他は0.32~0.35%となり、炭カル施用の有無による相違がみられた。

マンガン含有率は炭カル施用が多くなると低下する傾向を示し、pH5.0区で74ppm、pH6.5区で35ppmとなった。

謝辞・この報告は昭和55年度卒業の農芸化学科学生が行った実験をもとにしたことを記し、併せて一同の実験への協力を感謝致します。

参考文献

- 1) 松坂泰明・音羽道三・山田 裕・浜崎忠雄 1971 沖繩本島、久米島の土壌分類について、農技研報 B 22:305~404
- 2) 大屋一弘 1978 サトウキビ増収法に関する土壌肥料学的研究第(1報) 熟畑と未熟畑における窒素の吸収について、琉大農学報 25:141~158
- 3) 下地 寛 1981 沖繩島土壌のリン酸の動態に関する研究、琉大農修士論文(農芸化学専攻)
- 4) 篠原 功・原田 勇 1976 草地農業における無機balanceに関する研究(第6報) 土壌・牧草の養分管理と起立不能症候群ならびに Grasstetany との関連性、土肥学会講演要旨集 22 p113
- 5) 高橋英一・谷田沢道彦・大平幸次・原田登五郎・山田芳雄 1978 作物栄養学 p175 東京、朝倉書店
- 6) ——・吉野 実・前田正男 1980 新版原色作物の要素欠乏過剰症 p16 東京、農文協
- 7) USDA 1948 Grass, the Year Book of Agriculture p693 U.S. Gov. Printing office, Washington D.C.

Summary

Effects of liming on the yield and nutrient absorption of sudangrass were investigated in the greenhouse from September to October, 1979, using a red soil of Okinawa Island which was derived from slate and classified to Gushiken soil series with light clay texture and acid (pH 4.4) characteristics. The soil was limed to give 4 levels of pH; namely pH 4.4, 5.0, 5.5, 6.0 and 6.5, and put into vinyl lined pots after treating with fertilizers. The treatments were 1.0g of ammonium sulfate, 1.0g of superphosphate and 0.25g of potassium chloride per pot that contained 1kg of dry soil. The liming treatment was replicated four times.

Twenty seedlings of the sudangrass were grown in each pot and harvested 1 month after seeding. The length and percent of water of the plants at harvest, and top to root ratio were determined in addition to the yield. The results were as shown in Table 1.

The dried top portions were analyzed for N, P, K, Ca, Mg and Mn. The analytical data were shown in Figs. 1 to 6.

The plants on check plots with pH 4.4 indicated symptoms of calcium deficiency and the growth was so poor that the samples obtained were insufficient for chemical analyses.

From the present investigation it was clarified that liming to the soil used for the experiment was very effective on the growth and absorption of calcium and magnesium of the sudangrass. The manganese concentration in the plants, however, decreased by liming to reach above 6.0 of pH, and were suggestive that application of such a microelement as manganese was necessary when liming was to raise the pH of the soil above this level.