

## アルファルファ草地に対する石灰の施用効果

林 満 (北海道農試)

### Effect of liming on mixed pasture of alfalfa and orchardgrass

Mitsuru HAYASHI

(Hokkaido Natl. Agric. Exp. Stn., Sapporo, 004 Japan)

#### 緒 言

アルファルファ栽培で、堆肥、石灰、リン酸は施肥の3大要素である。このうち堆肥、リン酸については、アルファルファのみならずどんな作物に対してもその重要性は強調されている。石灰については、アルファルファが酸性をきらう作物であることから、他の作物に比べてその必要性は大きい。しかし、石灰は一般的に施用の多少が生育を速効的に支配するものではなく、施用の効果を作物生育との関連で説明することがむずかしく、これまでの成果も少ない。

このため、アルファルファの混播草地に対し、長期にわたる施用試験や、石灰とアルファルファ生育との関連試験から、石灰の施用効果について明らかにした。

#### 材料および方法

試験は石灰施用量の異なる長期の圃場試験を主とし、その圃場試験の土壤を用いた pot およびコンクリート枠試験、さらに根箱を用いた根系生育試験等(各種試験)から構成されている。

#### 圃場試験処理

供試土壌; 洪積火山性土, pH(H<sub>2</sub>O) 5.7, 置換性Ca 4.9 me/100g, 塩基飽和度 34%

供試草種; オーチャードグラス(フロード) 1.0 kg/10a  
アルファルファ(サラナック) 0.5 kg/10a } 混播

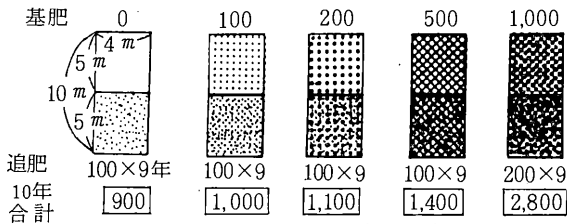
施肥; 造成基肥 厩肥 2 t / 10a

要素(kg/10a) N=5.4, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=22.0(うち、ようりん60kg), K<sub>2</sub>O=9.9

以上は共通肥料として表層10cmに混合, 追肥は年N=10, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=16.5, K<sub>2</sub>O=15.0を年3等分, 草地化成で施与

石灰処理; 炭カル使用(kg/10a)

基肥処理として4m×10m=40m<sup>2</sup>に基肥処理を行い, 2年目からその区を2等分し, 一方に追肥を行う区とした。



炭カル追肥は早春1回

1区面積: 20m<sup>2</sup>(4m×5m), 乱塊法 3反復  
試験年次: 昭和47年(5月播種)~56年 10年間

結 果

表1 年次別乾物収量 (kg/10a)

処理	年次 施用量 kg/10a	造成年 1年目	生 産 年									10年間計
			2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	
基肥区	0	614	808	1275	948	860	994	910	844	1014	810	9077
	100	636	1036	1308	1126	1067	1173	1093	1062	1141	1038	10680
	200	635	1131	1322	1149	1083	1137	1134	1103	1121	936	10751
	500	646	1097	1286	1169	1109	1267	1100	1102	1167	1076	11019
	1000	584	1116	1327	1244	1214	1248	1258	1207	1233	1131	11562
基肥 + 追肥区	0 + 100	614	923	1339	1043	1017	1124	1054	1087	1161	1163	10525
	100 + 100	637	1048	1288	1123	1072	1237	1102	1247	1118	1137	11009
	200 + 100	635	1084	1242	1071	1164	1276	1196	1211	1204	1126	11209
	500 + 100	656	1258	1275	1208	1191	1269	1214	1227	1169	1164	11631
	1000 + 200	584	1060	1289	1063	1067	1195	1092	1235	1175	1048	10808

10年間イネ科, マメ科合計の年次別乾物収量を表1に示した。生草収量では, 播種2年目以降5~6 t/10aの水準である。全体として, 播種年を除き, 2年目以降9年間各処理ともにはば一定の値で推移した。処理間で基肥系列は, 0区は施用区に比べて10~20%の低収で推移し, 施用区間では, 施用量が多くなるに伴ってわずかず増加する傾向にあった。追肥系列は, 基肥量の多い区ほどやや多く推移するが, 基肥1,000 kgに追肥200 kgを施用した区は, これとは逆に基肥量のみ区よりやや少なくて推移した。追肥系列の中で, とくに, 基肥0区に100 kgを追肥することによって, 収量は向上し, 石灰の肥効を明らかに示している。

表2 10年間の植生推移

(基肥)

処理	期	前期 2~5年		後期 6~9年	
		AL	OG	AL	OG
0	AL	100	78		
	OG	100	107		
100	AL		80		
	OG		116		
200	AL		78		
	OG		117		
500	AL		84		
	OG		121		
1000	AL	100	92		
	OG	100	112		

(基肥+追肥)

処理	期	前期 2~5年		後期 6~9年	
		AL	OG	AL	OG
0	AL	100	112		
	OG	100	95		
1000	AL		109		
	OG		99		
1100	AL		100		
	OG		117		
1400	AL		93		
	OG		111		
2800	AL	100	110		
	OG	100	99		

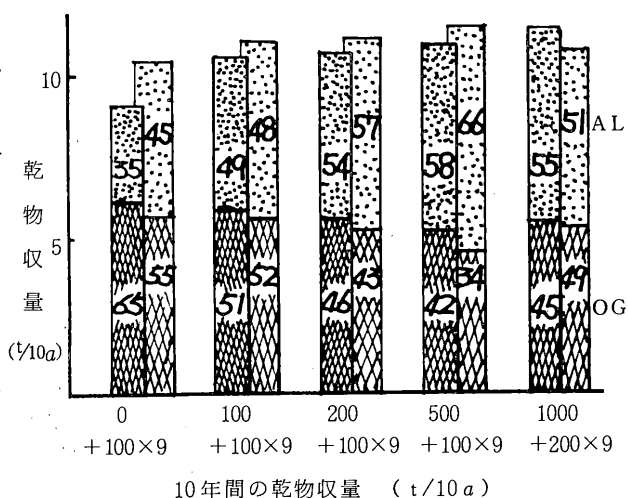


図1 10年間の石灰処理と収量

AL植生比は、図1、表2に示したが、10年間合計乾物収量の中で、基肥系列、追肥系列ともに、500 kgまではAL比が増加し、1,000 kgや1,000 kg+200 kgの多用区ではやや低下する。とくに基肥1,000 kgに200 kgを追肥し続けると、全収量とともにALの収量も低下する。このAL植生比を播種後2~5年の4か年を前期、6~9年の4か年を後期として、前期を100として比較すると(表2)、基肥系列ではいずれの区でも後期でAL植生比は低下するが、施用量の多い区ほど低下割合は小さい。追肥系列では、500+100(2,800)区を除いていずれも後期に至って増加し、とくに基肥0区に追肥した区では、年次の経過とともにAL植生比が増加し、追肥がAL生育に大きい効果を示すことが知られた。

10年処理後の土壌分析の結果のうち、土層別のpHと置換性石灰を図2に示した。

pHは、500区では5 cm以上の下層でも高くなり、追肥区では表層ではもちろんのこと10 cmや20 cmの深い層でも上昇が認められる。置換性石灰もpHとはほぼ同じ傾向にある。とくに表面への追肥の場合には、表層での著しい増加とともに、10 cm、20 cmの深い層でも増加が認められ、明らかに下層への移動が認められる。

この土壌中への石灰の移動を確かめるため、別に、植生を除いて、不耕起と耕起状態で各種の石灰を土壌表面に施与して、土層別にpHと置換性石灰を測定した。そのうちから炭カル区の1年後の土層別pHと置換性石灰を図3に示した。不耕起区では1年後に5 cm

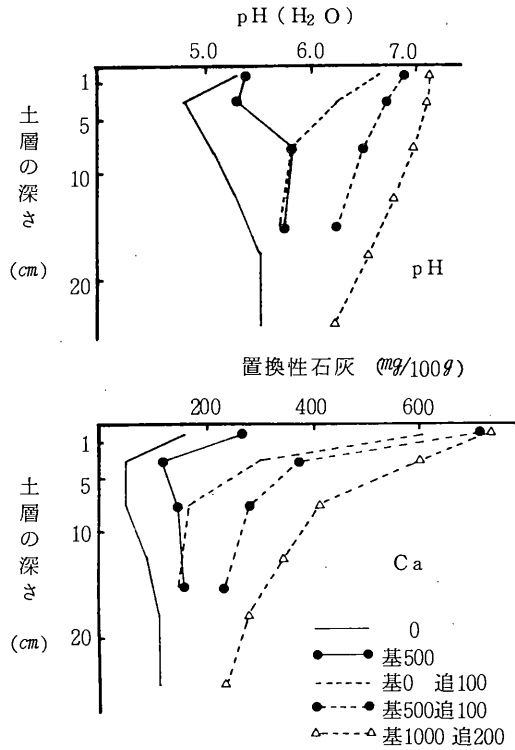


図2 処理10年後土層別pHと置換性Ca

処理 永年草地の植生を薬剤で枯殺除去

A=不耕起 B=耕起(ロータベータ10cm)

秋施用(9月)→翌年秋(10月)測定

土層別pH(H<sub>2</sub>O)

土層cm	A 不耕起			B 耕起
	0	100kg	200kg	100kg
0~1	5.79	6.66	7.02	6.60
1~3	5.70	6.01	6.40	6.12
3~5	5.70	<u>5.85</u>	<u>5.94</u>	6.00
5~7	5.74	5.92	5.71	<u>5.95</u>
7~9	5.81	5.82	5.83	5.88
9~14	5.91	5.82	5.97	5.98

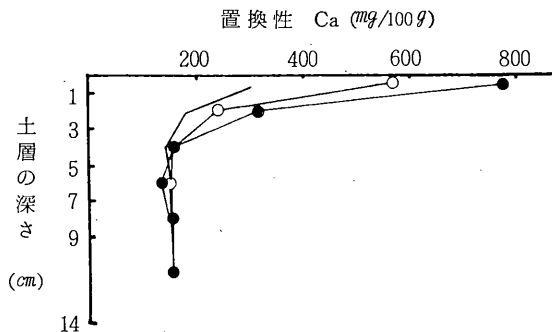


図3 表層炭カル施与1年後のpHと置換性Ca

層まで、耕起区ではそれより深い7 cmまでpHの上昇と置換性石灰の増加が認められる。したがって、本供試土壌では表面施与の炭カルは1年で5 cm前後土中に移動することが確認された。

10年処理後の土層別土壌の化学性的変化がアルファルファとオーチャードグラス生育に対して、どのような影響を与えるかを知るため、処理圃場から土層別に土壌を採取し、処理区3反復を混合してpot試験を行った。その結果を図4に示した。

アルファルファは、表層土では基肥に500, 1,000 kgの多量を施用し、さらに追肥を続けた区で生育量多く、5~10 cm, 10~20 cm層の土壌でも施用量の多い区ほど生育量多く、図2の高いpHと、置換性石灰の多さに対応した生育を示した。オーチャードグラスはアルファルファに比べて石灰施用量に対する生育反応は小さく、表層の高pH土では0区と差がない。しかし、10~20 cm下層土ではC区、D区(pH 6.5, 石灰300~400 mg/100 g)で生育量は多く、適量の石灰施用の必要性を示している。

以上の結果は、アルファルファはpHが6.5~7.0と高く、土壌中置換性石灰も400 mg以上必要であることを示すが、それでは、これに見合う量を施用すれば生育が確保できるのかとの疑問がある。そこで、基肥系列4処理から5年経過土壌を採取、この土壌を分析して、各処理

Total石灰量に等しい石灰を0区土壌に炭カルで施用し、処理経過土と新規施用土での生育反応を比較した。これを図5に示した。この結果から、アルファルファ、オーチャードグラスともに、土壌中の石灰含量が同じであっても施用経過土の方が生育が良好であった。とくにアルファルファでこの傾向が顕著に示されている。このことは、土壌中の石灰は、土壌の化学性をいろいろな面から改善し、微生物相や物理性をもアルファルファ生育に有効な方向に導くことを意味し、石灰施用は経年化によって土壌の総合的な地力増強に役立つことを物語っている。

つぎに、石灰施用によってアルファルファ根系がどのような発達を示すかを根箱実験<sup>1)</sup>で確かめた。

今回用いた根箱は、表面積250 cm<sup>2</sup>(10 cm×25 cm)、深さ50 cm両面ガラス張りのもを用い、根箱を縦に2分し、右側半分の土壌に所定量の炭カルを混合して、これを石灰施用層とし、左側半分は石灰施用しない石灰無施用層として、種子を中央境界に播種した。これをガラス室で80日間生育させた後、ガラス面を撮影し、施用層と無施用層を縦に切り取り、各土層内の根量を測定した。なお、参考としてオーチャードグラスは根箱全土壌に所定の炭カル量を混合した区を設けた。いずれも2反復で行った。この結

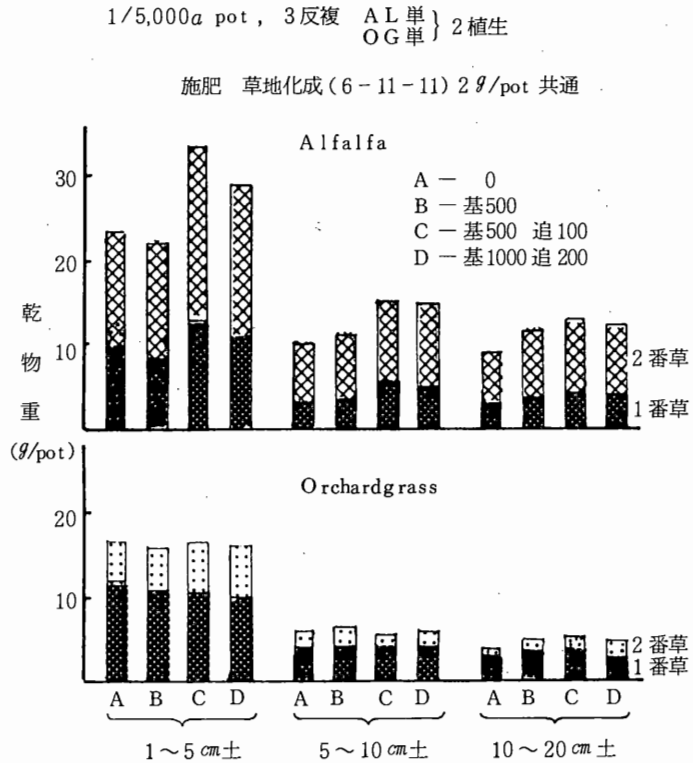


図4 10年処理経過跡地土の地力

基肥5年経過土のTotal Caと同量になる炭カルを  
0区土に混合し、生育比較  
圃場処理区3反復から0~10cm土を採土、混合、  
1m<sup>2</sup>コンクリート枠0~20cmに充填 3反復

基肥	0	200	500	1000
T-Ca(%)	1.72	1.96	1.99	2.20
新規施与量(kg/10a)	340	380	680	

基肥処理土の化学性 (処理5年経過後) (0~10cm)

項目 処理	pH (H <sub>2</sub> O)	置換性塩基 (me/100g)				CEC	塩基飽和度
		K	Na	Ca	Mg		
0	5.84	0.37	0.18	4.70	0.20	16.0	34.1
200	6.06	0.29	0.22	6.92	0.26	15.4	50.0
500	6.57	0.27	0.23	10.32	0.24	15.4	72.0
1000	7.14	0.31	0.27	17.92	0.30	16.8	112.1

果を図6に示した。アルファルファでは、  
主根の生育は石灰量の多い区ほど多い傾向  
がみられ、石灰施与層では2.0t/10a相当  
量まで施与層の根量が多くなる傾向にあり、  
側根でも2.0t/10a以上では施与層よりも  
無施与層で増加し、施与層を避ける傾向が  
認められた。オーチャードグラスでは0.5  
t/10a相当量の根量が最も多く、それより  
多くなるにつれて減少してゆく。これらの  
結果から、アルファルファとオーチャード  
グラスの石灰に対する根の生育反応は異なり、  
アルファルファは2.0t/10aの相当  
多量に施用した土壤中でも好んで根を発達  
させるが、オーチャードグラスではアルフ

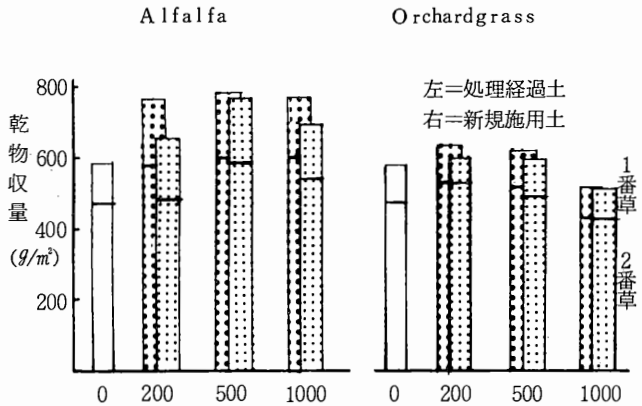
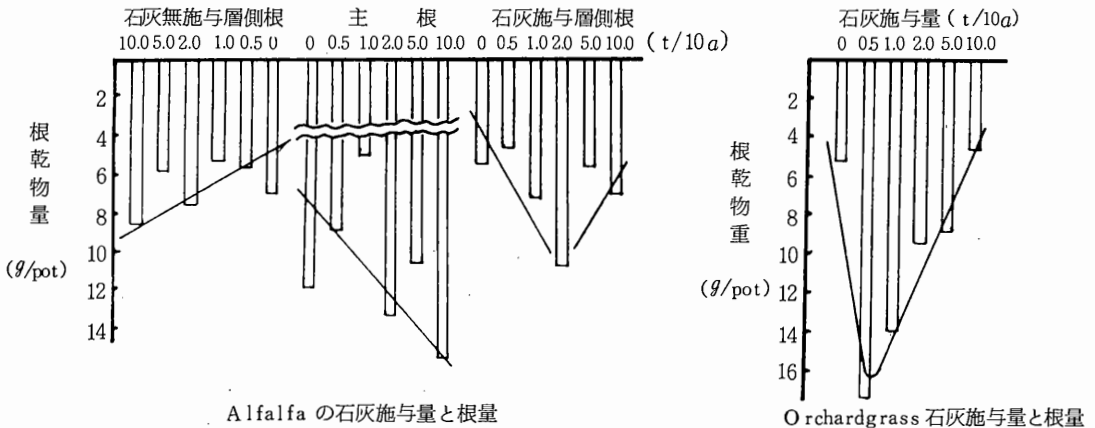


図5 炭カル施与経過土と新規施与土の生育比較



Alfalfa の石灰施与量と根量

Orchardgrass 石灰施与量と根量

図6 根箱試験による石灰施用量と根量

アルファより少ない0.5 t/10a で根系を最も良く発達させている。

10年間の圃場試験の結果から、石灰の施与量に対し、牧草の吸収石灰量、20 cm土層中の置換性石灰量を算出し、石灰の収支を表3に示した。基肥 200 kg/10a を炭カルで施与し、10年間アルファルファとオー

表3 施与石灰の収支

基肥施与量 (kg/10a)	112 (200)	280 (500)		
牧草吸収量 (kg/10a)	40.3	53.6		
土壌中の 置換性 Ca (kg/10a)	0 ~ 1 1 ~ 5 5 ~ 10 10 ~ 20	1.7 5.2 43.0 45.5	6.5 32.2 46.7 57.0	
検出量計 (kg/10a)	135.7	196.0		
施与量に対する割合	121 %	70 %		
基肥 追肥 施与量 (kg/10a)	504 (0+900)	616 (200+900)	784 (500+900)	1,568 (1,000+1,800)
牧草吸収量 (kg/10a)	22.9	54.2	68.2	61.2
土層中の 置換性 Ca (kg/10a)	0 ~ 1 1 ~ 5 5 ~ 10 10 ~ 20	43.7 124.2 55.2 28.0	51.2 129.7 75.5 64.5	55.0 159.7 108.0 117.0
検出量計 (kg/10a)	274.0	375.1	507.9	769.1
施与量に対する割合	54 %	61 %	65 %	49 %

注) 単位はCaとしてkg/10a  
無石灰区(0区)の値を差し引いた値

チャードグラスを栽培すると、施与量の30%以上を吸収し、5~20 cm土層で土壌中の置換性石灰がわずかに増加するにすぎない。これに対し、基肥に十分な石灰を施用し、さらに追肥を行った区では、牧草の吸収量も多く、さらに土壌中の石灰量を増加させる。追肥系列では20 cm土層内に施用量の50~60%の有効態石灰(吸収石灰+置換性石灰)が検出され、石灰の豊富な土壌を作出したことになる。

### 考 察

本試験の土壌は洪積火山性土で、pHは5.7で弱酸性、置換性石灰100 mg/100 gで少なく、pH6.5に矯正するためには炭カルで200 kg/10aを必要とする土壌である。アルファルファ栽培のための土壌pHは6.5にすることを勧めているが、本試験からは造成時1,000 kgまでは全収量は増加し、この中に占めるアルファルファ収量も低下しない。造成秋の0~10 cm土層のpHは1,000 kg施用区で7.8を超え<sup>2)</sup>、5年後でも図2に示すように7.1を示している。pH6.5にする矯正量200 kgでは、造成年秋で6.8を示すものの、5年後で6.0と低下してゆく。したがって矯正量だけの施用量では、目標とするpHは長く維持すること

はできないので、アルファルファ栽培では石灰の追肥によって常時適正な pH を保つことが必要となり、これによって全収量とアルファルファ植生を長く維持することができるものと考えられる。

石灰追肥の場合、一般的には、石灰は土壤中で移動性の小さい要素といわれているが、本土壌では年に 3~5 cm の移動が認められ、追肥系列で 10 cm、20 cm と深い層で pH の上昇、置換性石灰の増加が認められていることは、炭カルを追肥してもかなりの土層改良が可能であることを示している。草地は永年維持され、この間化学肥料の施与によって表層は酸性化される。この対策として宝示戸ら<sup>3, 4)</sup>は一般草地では施肥料中のアニオン量に相当する石灰を追肥することを勧めているが、とくにアルファルファ草地を長年維持するためには、施肥中のアニオン量以上の量は施用しておくことが必要であると考えられる。

## 摘 要

アルファルファ混播草地の永続確収を目的として、石灰の施用量、追肥石灰の効果について、10年間にわたって圃場試験、圃場の処理土壌を用いた pot やコンクリート枠試験、さらに石灰と根系生育との関係のみるための根箱試験等から検討した。その結果、

(1) 造成時の基肥炭カル量は施用量 1,000 kg/10a まで、施用量が多い区ほど全収量多く、アルファルファ混生率が高かった。

基肥とともに毎年追肥を行うと、基肥量 500 kg に 100 kg の追肥を行った区までは基肥量のみ区より増収し、アルファルファ混生率も高かった。基肥 1,000 kg に毎年 200 kg の炭カルを追肥した区は、表層がオーバーライムになり、10年間の収量はやや低下した。

(2) アルファルファの植生率を 2~5年と 6~9年の前・後期で見ると、基肥のみの各施用量区は後期で減少するが、追肥を行った区では、後期の方が高い混生率を示し、アルファルファの維持には炭カルの追肥が有効であった。

(3) 処理 10年後の土層内 pH は表面追肥によっても 20 cm の深さまで上昇し、置換性石灰も同様に増加し、炭カル追肥の土層改良を認めた。

(4) 表面施与の石灰は、洪積火山性土で 1年に 3~5 cm 下層に移動することが補足試験で確かめられた。

(5) 10年後の試験処理土を土層別に採取し、pot 試験を行った結果、pH の高い、置換性石灰の多い土壌ほどアルファルファの生育は良好であった。

(6) 処理 5年後の土壌中全石灰量に相当する石灰量を無施用区土壌に混合して、処理経過土と新規施用土で生育比較したところ、同じ全石灰量でも処理経過の長い土壌の方がアルファルファ、オーチャードグラスともに生育は良好であった。このことは、土壌中に混合した石灰は、時間の経過に伴って石灰量以外の土壌化学性、微生物性の向上に寄与していることを示唆している。

(7) 石灰施与量と根系生育との関係では、オーチャードグラスは、500 kg/10a で根は最も良く生育し、アルファルファでは 2,000 kg/10a で最高の生育を示し、草種で異なる反応を示した。

(8) 10年後の石灰の収支を算出したところ、有効性石灰は、追肥区で著しい増加が認められた。

文 献

- 1) 石塚喜明・田中 明・林 満(1963)土肥誌 34(2).
- 2) 昭和47年度試験研究成績書(1973.3)北海道農試草開一部草地3研.
- 3) 宝示戸雅之・佐藤辰四郎・高尾欽弥(1983)草地土壤の酸性化に伴うアルミニウム溶出と牧草生育.  
道立農試集報. 第50号.
- 4) 道立天北農試土肥科成績(昭和59年1月)草地の経年化に伴う土壤酸性化と石灰施用.