

牧草の草質(ミネラル組成)改善のための施肥技術

青森県畜産試験場 野村忠弘

はじめに

牧草のミネラル組成改善の必要性と、そのための施肥技術について、ここ4、5年の間に各種の雑誌に幾度となく執筆する機会を与えられた。そして、全国各地の畜産農家や普及員等現場の指導者から電話や手紙で問い合わせをいただいた。問い合わせの内容は、主として畜産農家からは具体的な技術、普及員等からは技術の裏付けとなった試験成績についてのものであった。これらのことは、とりもなおさず、畜産経営の現場で、牧草のミネラル組成改善の必要性とそれへの関心が高まっていることを示すものと思われ、技術研究にたずさわる者として、今後とも技術改善に向って一層努力しなければならぬと感じている次第である。

さて、本稿は牧草のミネラル組成改善のための施肥技術について述べるものであるが、過去に問い合わせの多かった事項を念頭におき、具体的な施肥技術について、裏付けとなったデータをあげながら説明することにする。

1 牧草施肥の基本的な考え方

わが国で生産される牧草は、家畜栄養の面からみて、カリや硝酸態窒素含有率が過剰になり勝ちであるのに対して、リン、石灰、苦土含有率は不足し勝ちである。このような牧草のミネラル組成は施肥技術によってある程度まで改善することができるが、草質が改善されても収量が低下するようでは片手落ちである。収量と草質の向上を両立させるためには、次のような施肥の基本を守ることがたいせつである。

肥料要素を増施していくと、始めは収量が増加

するが、更に増施を続けると増収はしないが要素含有率が上昇するという2つの効果、すなわち、増収効果と要素蓄積効果が認められる。従って、家畜栄養からみて過剰になることの多いカリや硝酸態窒素含有率は増収効果が認められる範囲内にとどめておくべきであり、家畜がより多く要求するリン、石灰、苦土などは、要素蓄積効果が認められる範囲まで増施することが望ましい。これが施肥の基本である。

2 窒素の施肥

窒素の肥効は生育時期や草地の利用年数によって異なるため、これらに応じて施肥量を変える必要がある。

図1を見ていただきたい。主要なイネ科牧草であるオーチャードグラスの場合、窒素の肥効は早春から7月下旬までの生育草には高く、増施によって直線的に増収する。しかし、1回当たり追肥量は10 kg/10 aが増収の上限である。8月以降になると肥効が低下し、1回当たり6 kg/10 aが増収の上限である。これらの上限量以上に施用することは乾物生産効率の低下を招き、家畜栄養からみて許容量(乾物中0.22%)以上の硝酸態窒素の蓄積につながるのを避けるべきである。なお、データは省略するが、利用初年目の夏期高温時には、株枯れなどの施肥障害を避けるため、窒素の追肥量は3 kg/10 a以下とする。これら各生育時期の適正追肥量を積算すると、採草条件で年間5回刈とした場合、合計施肥量は40~50 kg/10 aとなるが、この量は多収を得るために十分な量である。以上に示した生育時期は北東北の平場には適用出来るが、緯度や標高差による生育のズレを考慮する必要がある。

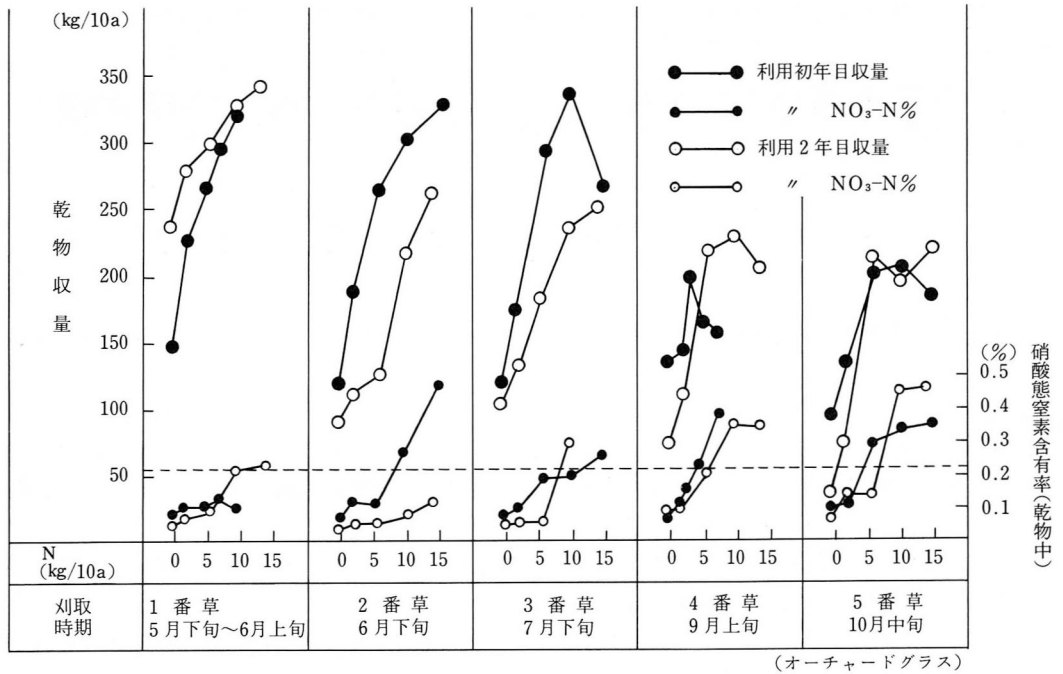


図1 窒素の増施に伴う増収効果と硝酸態窒素含有率の関係

3 リン酸の施肥

リン酸の施用は牧草栄養と家畜栄養の両面から極めて重要である。

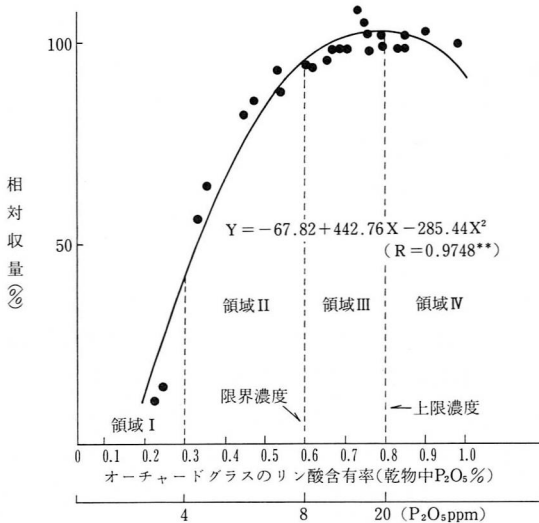


図2 土壌及び牧草のリン酸含量と収量との関係

注：相対収量はP₂O₅%が最高を示した牧草の収量を100とした。

リン酸の施用量を変えて有効態リン酸(トルオーグリン酸)含量と収量及び牧草中のリン酸含有率との関係を示したものが図2である。リン酸の肥効は有効態リン酸含量が8 ppm以下の土壌では極めて高いが、8 ppmを越えると徐々に低下し、20 ppm以上の土壌では認められなくなる。このことから、収量面から見た有効態リン酸の適量範囲は8～20 ppmであると判断される。

牧草の養分含有率には、それ以下では統計的に有意に減収する限界濃度と、それ以上では有意な増収効果を示さない上限濃度とがある。図2によると、オーチャードグラスのリン酸限界濃度は乾燥物中P₂O₅として0.6%、上限濃度は0.8%であり、正常な生育を示すために必要なリン酸含有率の範囲は0.6～0.8%であると判断される。図2に示したIからIVまでの領域はこのような関係を検討して区分したものである。〔領域I〕はリン酸欠乏、〔領域II〕はリン酸不足の状態である。〔領域III〕は土壌と牧草中のリン酸含量が収量面からみて適量に達している状態である。〔領域IV〕はリン酸を施用しても増収はしないが、牧草中のリン酸含有率が高まる状態であり、リン酸の施肥効果はリン酸蓄積効果となって現れる。日本飼養標準(乳牛、

表1 土壌及び牧草中のリン酸含量の適否判定基準

項目	領域 I	II	III	IV
土壌中の有効態リン酸含量、P ₂ O ₅ ppm	0～4	4～8	8～20	20以上
牧草中のリン酸含有率、乾物中P ₂ O ₅ %	0～0.3	0.3～0.6	0.6～0.8	0.8以上
植物栄養からみた判定	P 欠乏	P 不足	P 適量	P 過剰
家畜栄養からみた判定	P 不足	P 不足	育成牛・乾乳牛及び乳量20kg以下の乳牛、及び体重450 kg以下の肥育牛の要求量を満たす。	乳量20kg以上の乳牛、及び体重450 kg以上の肥育牛の要求量を満たす。

注：牧草はオーチャードグラス、土壌は火山灰土壌。

肉用牛)によると、特草中のリン酸含有率が乾物中0.80～0.98%であれば、高い能力を持っている乳・肉牛のリン酸要求量を満たすことが出来るとされている。従って、家畜のミネラル栄養の面からは〔領域IV〕の牧草を作ることが望ましい。以上のことを包括的にまとめ、判定基準として示したものが表1である。この判定基準は牧草の収量維持と飼料価値向上の面から土壌と牧草のリン酸養分状態を診断し、適正なリン酸施肥量を設定するための指標として、青森県で使っているものである。

青森県の火山灰土壌におけるリン酸の施肥量は次のとおりである。

◎収量を維持するため〔領域III〕の施肥量

草地造成時及び更新時に20～30 kg/10 a (リン酸改良資材と基肥の合計量)、追肥の適量範囲は年間10～15 kg/10 a である。

◎家畜のリン酸要求量を満たす牧草を作るため〔領域IV〕の施肥量

草地造成時及び更新時に40～50 kg/10 a (同上)、追肥の適量範囲は年間15～20 kg/10 a である。

4 カリの施肥

カリは牧草によってぜいたく吸収(植物栄養では収量は増加しないが必要以上に吸収されるので、この語がある)されやすい養分である。ぜいたく吸収は牧草にとっては障害にならないが、家畜にとってはミネラル代謝障害の誘因になる。日本飼養標準によると、乳・肉牛が要求する飼料中のカリ含有率は乾物中0.7%とされている。通常、牧草はこの要求量の4～5倍ものカリを含んでいるので、

牧草に依存する家畜がカリに不足することはない。従って、収量に寄与しないカリを吸収させることは経済面だけでなく、家畜飼養の面でもマイナスになるから避けるべきであり、カリの施肥量は牧草が最大の収量をあげるために必要な最小の量に

とどめておくことが得策である。これまで、牧草に対するカリの施肥量を設定するにあたっては、牧草によって吸収された量に基づいて算出する方法、すなわち還元法によることが多かった。この方法では牧草によってぜいたく吸収されたカリも加算されるため、過剰のカリが施用されることが多かった。

カリの施肥量と牧草の収量及びカリ含有率の関係を検討した結果、オーチャードグラスのカリの限界濃度は1.6%、上限濃度は2.7%であることを知った。すなわち、カリ含有率が1.6～2.7%の範囲にあれば正常な生育をすることが出来る。このようなカリ含有率にするためのカリの施肥法について説明しよう。

窒素を多用すると牧草がカリを吸収する作用が抑制され、土壌中のカリの流出量も多くなるため、窒素多肥条件ではカリを多く施用する必要がある。表2から、カリの適正施肥量〔牧草中のカリ含有率が1.6% (限界濃度)～2.7% (上限濃度)の範囲になるような施肥量〕は窒素の施肥量によって変化することを知っていただきたい。この表の数値は一見規則性がないように見えるが、窒素対カリの施用比をとってみると、窒素の施肥量にかかわらず、限界濃度にするための窒素対カリの施用比は約4対1、上限濃度にするための施用比は約3対2となつてほぼ一定している。このことから、

表2 限界濃度及び上限濃度にするためのカリの施用量

窒素施用量 (Nkg/10a)	限界濃度にするためのカリ施用量及び置換性カリ含量		上限濃度にするためのカリ施用量及び置換性カリ含量	
	カリ施用量 (K ₂ Okg/10a)	置換性カリ含量 (Kmg/100g)	カリ施用量 (K ₂ Okg/10a)	置換性カリ含量 (Kmg/100g)
45	11	8	30	15
15	3	6	12	10

カリの適正施肥量は窒素との施用比によって設定出来ることがわかる。すなわち、窒素対カリの施用比を4対1から3対2の範囲でカリを施用することによってカリ含有率は1.6~2.7%の望ましい値になり、無駄なカリの吸収を避け、ミネラルバランスも改善される(表3)。表3には牧草のミネラルバランスとしてK/(Ca+Mg)当量比を示したが、この比は2.2以下であることが家畜のミネラル栄養上望ましいとされている。カリの施肥量を窒素より多くすると、養分吸収に不均衡が生ずるため、減収することが多く、牧草のミネラル組成も悪化するので避けなければならない。

以上に示した施用比は土壌によって異なると思うが、窒素との施用比によってカリ施肥量を設定する方法は一つの合理的な方法であると考える。

表3 オーチャードグラスのK/(Ca+Mg)比に及ぼすN/K₂O施用比の効果

N 施用量 kg/10a	K ₂ O 施用量 kg/10a	N対K ₂ O 施用比	K/(Ca+Mg)当量比					収量指数
			1番草	2番草	3番草	4番草	5番草	
15	0	—	1.17	0.66	0.53	0.71	0.38	93
	3	5対1	1.69	0.96	0.97	1.14	0.64	100
	5	3対1	1.40	0.88	0.81	1.08	0.87	100
	10	3対2	1.82	1.74	1.40	2.28	1.64	105
	15	1対1	2.29	1.86	1.83	2.68	1.90	110
45	0	—	0.89	0.42	0.43	0.51	0.24	73
	9	5対1	1.19	1.11	0.74	1.28	0.41	96
	15	3対1	1.47	1.28	0.86	1.44	1.03	100
	30	3対2	2.35	1.94	1.60	2.17	1.56	110
	45	1対1	2.88	2.86	2.13	2.75	2.01	110

注: K/(Ca+Mg)当量比は2.2以下であることが望ましい。

5 石灰と苦土の施肥

石灰や苦土の施用は酸性矯正の面だけでなく、牧草栄養と家畜栄養の両面から重視しなければならない。家畜にとって望ましいミネラル組成の牧草を作るためには、置換性石灰はCaOとして200mg/100g以上、置換性苦土はMgOとして13mg/100g以上に維持することが必要である。苦土を施用する場合、P₂O₅対MgOの施用比を1~2の範囲

にすることにより、牧草の苦土含量を効果的に高めることが出来る。

草地造成時や更新時における酸性改良はほとんどのであまり問題はないと思う。しかし、草地の維持段階では石灰や苦土を追肥しないことが多く、その効果について疑問を持たれている方も多いようである。表4, 5, 6を見ていただきたい。この表から経年草地に対する石灰や苦土の追肥は、ミネラル組成の面でも、収量の面でも効果の大きいことを知っていただけると思う。

具体的な追肥方法は次

表7 牧草の収量向上と無機組成改善のための施肥管理方式

	収量向上	無機組成改善	効果
問題点	植物栄養からみて土壌中のP, Ca, Mg含量が低く、生育の制限因子になることが多い。	家畜栄養からみて牧草中のK, NO ₃ -N含有率が高くなりやすく、P, Ca, Mg含有率が低いことが多い。	
N施肥	④ 4月下旬~7月下旬に生育する牧草に対して、1回当り10kgN/10aが上限施用量 ⑧ 8月上旬~10月中旬に生育する牧草に対して、1回当り6kgN/10aが上限施用量 基肥:春まきは④、秋まきは⑧に準ずる。		収量確保 NO ₃ -Nの蓄積回避(乾物中0.22%NO ₃ -N以下)
P施肥	牧草乾物中0.6~0.8%P ₂ O ₅ 、有効態P ₂ O ₅ 量8~20ppmを維持することが必要。 造成時:20~30kgP ₂ O ₅ /10a 追肥:10~15kgP ₂ O ₅ /10a/年	牧草乾物中0.8%P ₂ O ₅ 以上、有効態P ₂ O ₅ 量20ppm以上に維持することが必要。 造成時:40~50kgP ₂ O ₅ /10a 追肥:15~20kgP ₂ O ₅ /10a/年	収量確保 牧草のP ₂ O ₅ 含有率上昇
K施肥	N対K ₂ O=3対2~4対1で施用。 施肥量はN施用量から導かれる。		限界施用量確保 Kのぜいたく吸収回避 乾物中1.6~2.7%K K/(Ca+Mg)当量比改善
Ca施肥	造成時:土壌のCa飽和度60%を目標として施用 追肥:表層(0~3cm)で170CaOmg以下となった場合に25~30kgCa/10aを施用		酸性改良と酸性化防止 生育良好 Ca含有率向上 K/(Ca+Mg)当量比改善
Mg施用	土壌中MgO 8~13mgを維持するため 5kgMgO/10a/年施用	土壌中MgO13mg以上を維持するため 10kgMgO/10a/年施用 P ₂ O ₅ /MgO=1~2で施用	収量確保 乾物中0.22%以上

表4 石灰の追肥効果 (乾物中%)

区名	オーチャードグラスのカルシウム含有率			
	1番草	2番草	3番草	4番草
無追肥区	0.33	0.31	0.34	0.36
100kg追肥区	0.33	0.33	0.38	0.42
200kg追肥区	0.35	0.39	0.49	0.45

注：炭カルを実量で100kg、200kg/10aの追肥

表5 苦土の追肥効果 (乾物中%)

区名	オーチャードグラスのマグネシウム含有率				
	1番草	2番草	3番草	4番草	5番草
無追肥区	0.15	0.19	0.21	0.20	0.16
10kg追肥区	0.20	0.23	0.30	0.28	0.27
40kg追肥区	0.20	0.32	0.37	0.35	0.33

注：MgOとして10kg、40kg/10a追肥、硫マグ使用

のとおりである。石灰は草地造成時に基準量が施用されている場合、造成後3~4年を経過した草地に苦土入り石灰質資材を用いて、3年目ごとに実量で100~200kg/10aを施用する。施用の時期は晩秋または早春とする。苦土は年間10kg/10a(MgOとして)を必要とする。この場合、苦土入り石灰質資材のほかに、通常の施肥で苦土入り肥料を使用すれば、とくに苦土肥料を用いなくてもよい。

表6 石灰の追肥効果 (kg/10a)

区名	5年目草地		6年目草地	
	乾物収量	指数	乾物収量	指数
無追肥区	1,040 a	100	1,207 a	100
Ca 100区	1,118 b	104	1,252 a	104
Ca 200区	1,166 b	108	1,307 b	108

注：同年草地の異文字間には5%水準で有意差が認められる。炭カルを実量で100kg、200kg/10aの追肥。

このように石灰や苦土を施用してもカリを窒素より多く施用すると牧草のミネラル組成が悪くなり、収量も低下するので注意を要する。

まとめ

これまでに述べてきた施肥方法を表7にまとめて示す。具体的な施肥量や施肥割合は土壌によって異なるとしても、このような考え方で施肥管理を行うことによって、収量を維持しながら、過剰になると家畜に有害な成分は許容量以下に抑え、家畜が必要とする成分は最大限に含む牧草を生産することが出来る。それは家畜の健康と能力向上にも良い結果をもたらすのである。

東北ブロックにおける 第2次モデル飼料畑成績検討会

雪印種苗・東北事業部

技術顧問 **小原 繁 男**

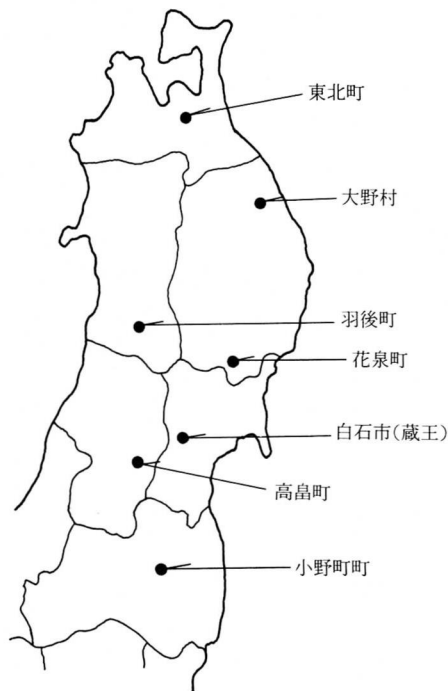


図1 展示圃の所在地

昭和55年から57年までの3年間、現地での栽培技術の実証、あるいは普及の場として実施してきた第2次モデル飼料畑の成績検討会を、去る6月

出席者 (順不同)

県	酪農家	調査指導担当者
青森		石田 和(青森県酪連)
岩手	田代 明	吉崎 光一(野辺地農改普及所)
宮城	川島 金治	小原 茂志(久慈農改普及所)
福島	倉繁 正人	北条 嗣也(白石農改普及所)
山形	先崎 敬	菅野 広和(田村農改普及所)
	深瀬 吉男	今野 辰夫(置賜酪農協)
	佐藤 仁一	秋野 勇治(長井農改普及所)

会社側出席者

東京支社	常務部長	高橋 了	部長	長谷川 了
	営業部長	菊地 庸	技術顧問	小原 繁男
	種苗課長	松井 秀夫	北上営業所	妹川 信也
千葉研究農場	飼料研・室長	山下 誠二	十和田営業所	岩橋 菅野
	作物研・主任	最上 尚次	白石営業所	菅野 陽一
		細田 近藤	技術顧問	亀井 清人
		関 聡		小池 袈裟市