

土・草のミネラルと家畜の健康

青森県畜産試験場 野村 忠弘

はじめに

牧草を作る目的は、それを家畜に給与し、乳や肉を生産して収益を得ることにあります。質の良い草を十分与えれば、乳牛では長い年数、乳を沢山しぼることができるし、肉牛では肥育成績や繁殖成績が良くなります。ですから、牧草を作る場合は、収量を多くあげるだけでなく、質の良いものを作ることが大切です。

質の良い牧草とは、①家畜が好んで食べる草、②蛋白質、脂肪、炭水化物、ミネラル、ビタミンなどの栄養分がバランス良く十分含まれている草、③消化の良い草、④毒を含んでいない草のことです。従来、牧草の生産技術は収量を多くとることに重点がおかれ、質に関しては「TDN」、「DCP」といった有機栄養分に関心が偏っており、ミネラル栄養分についてはあまり注意が払われなかったようです。近年、家畜の改良や、飼養技術の向上

によって、家畜当たりの乳や肉の生産量が増加しつつあります。それに伴って、家畜のミネラル要求量も多くなってきており、ミネラルの重要性が高まっています。この傾向は、牧草の質の影響を直接的に受ける放牧牛はもちろんのこと、舎飼牛においても同様です。このようなことから、ミネラルを中心として、家畜の健康のために「良い土づくり、草づくり」について話を進めることにします。

I 土・草・家畜

1 ミネラル代謝障害が増加している

家畜に必要な栄養素のうち、ミネラルは土壌から植物（飼料）を経て家畜に供給されます。このため、土壌中のある種のミネラルが不足したり、多すぎたりすると、牧草の生育やミネラル組成が悪くなり、それを採食する家畜の健康に悪い影響を及ぼします。表1に示すように、年々、家畜の

(家畜共済統計表より)

表1 主なミネラル代謝障害による死廃頭数

ミネラル代謝異常に 起因する主な障害	年 度											
	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
乳	骨軟症	76	75	54	101	167	174	132	153	158	234	245
	乳熱			528	976	1,183	1,252	1,167	1,174	1,200	1,303	1,086
	マグネシウム欠乏症								5	14	81	72
	汎骨髄ろう								13	21	22	14
牛	産前起立不能症	163	140	318	433	574	623	576	514	524	661	587
	産後起立不能症	889	1,005	1,049	1,845	2,450	2,630	2,834	3,140	3,275	4,258	3,935
肉	骨軟症	21	29	20	43	49	55	65	72	74	138	151
	乳熱			4	15	21	14	15	17	22	17	28
	マグネシウム欠乏症								145	165	327	327
	汎骨髄ろう								17	13	23	21
牛	尿石症	85	223	212	772	907	1,098	1,429	1,505	1,729	2,189	1,674
	産前起立不能症	3	6	8	21	30	19	28	27	15	36	39
	産後起立不能症	27	33	33	87	128	131	124	95	89	162	201

ミネラル代謝障害による死廃頭数が増加しており、その全死廃頭数中に占める割合は、乳肉牛合計で昭和40年度は4.4%であったものが50年度は11.4%にも達しています。ミネラル代謝異常に起因する障害は、細菌などによる伝染病とは異なり、「栄養素の過不足によっておこる複雑なる臨床症候群をもち、結果として繁殖、生産、泌乳、代謝などに影響を与えるもの」(家畜栄養研究協議会)と定義されています。ですから、その発症原因は単一のものではなく、牛の栄養状態、気象条件、土壌条件、草生など、多要因に基づくものとされています。しかし、草食家畜にとって、牧草はミネラル供給源として重要な役割を持っているわけですから、ミネラル代謝障害が増加している大きな原因の一つとして、草地の施肥管理が悪いために、土一草一家畜間のミネラルの状態がだんだん悪くなっていることがあげられます。このようなことから、土や草のミネラルの状態を改善することが重要となります。

2 土・草・家畜間のミネラルの相互関係

本邦の草地土壌は牧草生育の面からみた場合、リン、カルシウム、マグネシウムが不足しています。また、家畜の健康面からみた場合、給与する牧草中のリン、カルシウム、マグネシウム含量が不足し、カリや硝酸態窒素が過剰になりがちです。土や草のこのような状態は家畜に次のような影響を及ぼします。文献からいくつかの例を紹介します。

- ① 牧草中のリンが不足すると家畜の成長がおくれ、繁殖や泌乳能力が低下し、遂には奇形と骨折を伴う骨軟症になる。
- ② カリの多い牧草で飼養した乳牛はカルシウムの吸収が抑制される。
- ③ カリの多い牧草を採食すると、家畜のマグネシウム吸収量が低下して低マグネシウム血症の発生につながり、牧草のK/(Ca+Mg)当量比が2.2以上になると、その発生率が高くなる。
- ④ 乾草中の硝酸態窒素含有率が0.2%以上ある場合は、家畜に硝酸中毒症が発生する危険性が高くなる。
- ⑤ カルシウム含量の低い牧草で牛を飼養すると受胎率が低下する。

以上のように土や草のミネラル状態は家畜の健康と密接な関係があります。施肥面からの対応としてはリン酸、カルシウム、マグネシウムを十分施用した上で、窒素やカリの施用法に注意しなければなりません。次にそれらの点にふれてみましょう。

3 窒素・カリ多肥牧草の品質と家畜の健康

図1をみて下さい。これは土壌改良やチッ素、カリの施用法によって、牧草のミネラル組成がどのように変化するかをみたものです。牧草のK/(Ca+Mg)当量比は2.2以下であることが望ましいことは前にも述べましたが、カルシウムやマグネシウムで土壌改良してもカリを多用すると牧草のミネラル組成改善の効果はなくなり収量もほとんど増加していないことがわかつてと思います。

牧草、とくにイネ科牧草には窒素が良く効くので、多収をあげるためには窒素を多用することが必要です。また、カリも良く吸収するのでカリの施用量も多くなりがちです。窒素やカリを多用すると牧草の飼料成分はどのようになるのでしょうか

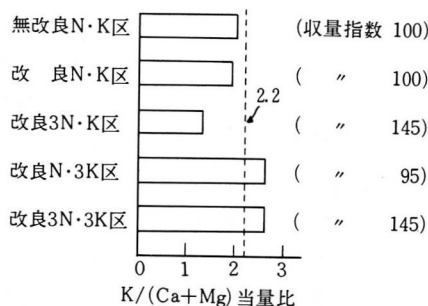


図1 K/(Ca+Mg)比に及ぼす土壌改良とNK施用比の効果

(注) N, K=各15kg/10a, P₂O₅=各区共20kg/10a

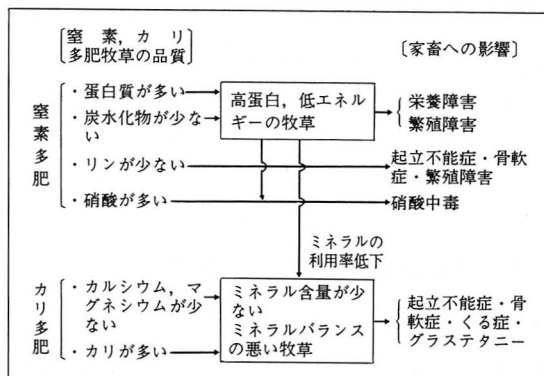


図2 窒素・カリ多肥牧草の品質と家畜への影響

か、図2をみてください。

窒素を多用すると、たん白質が多くなり、炭水化物が減る。いわゆる「高たん白・低カロリー」の牧草になります。このようなエサを牛が食べると、牛の肝臓、腎臓、卵巣などに負担がかかり、栄養障害や繁殖障害などをおこしやすくなります。

窒素は牧草がたん白質を生産するために重要な要素ですが、これを多くやりすぎると、たん白質にはならず、硝酸態窒素含量が増えてきます。牧草(乾物)中に硝酸態窒素として0.22%以上含む牧草を食べると、家畜が硝酸中毒にかかる危険率が高くなります。そのほか、窒素の多用はミネラル含量にもいろいろな影響を及ぼしますが、なかでもリン酸含量が減少するのが問題です。そのために、リンの不足や欠乏によるいろいろな病気にかかりやすくなります。また窒素多肥牧草は、し好性が低下し、食い込みが悪くなるといわれています。さらに、窒素多肥によって、たん白質含量の高くなった牧草は、家畜体内でのミネラルの利用率を低下させます。

次にカリ多肥の牧草はどうなるかをみましょう。カリを多用するとカルシウムやマグネシウムの吸収を妨げるので、カルシウムやマグネシウム含量が少なく、カリ含量の多い草になります。このような草を食べると、グラスステタニーになったり、起立不能症や骨軟症になる危険性が高くなります。

せっかく、労力や肥料代をかけて牧草をたくさんとっても、食い込みが悪かったり、牛の健康を害するような草であってはなんにもなりません。日本の牛を痛めている大きな原因は、窒素多肥の牧草であるという人もいますが、窒素は牧草の生育にとって重要な要素ですので、そう単純に悪者扱いするのは間違いです。牧草の収量をあげさらに質も良いものにするためには、窒素、リン酸、カリ、カルシウム、マグネシウムをバランス良く施肥することが必要です。具体的にはあとで説明します。

II 草地土壌と牧草のミネラル

家畜のミネラル栄養の面からみて、土や草のミネラル含量はどのようになっているかを、青森県内111の草地について調べた結果を紹介します。

表2 草地土壌のミネラル状態

土 壌 の 酸 性 (青森畜試)		
区 分	酸性改良不要	酸性改良必要
酪農地帯A (30草地)	21%	79%
” B (60草地)	23%	77%
公共草地(21草地)	24%	76%
カルシウム含量		
区 分	適 量	不 足
酪農地帯 A	32%	68%
” B	37%	63%
公共草地	33%	67%
マグネシウム含量		
区 分	適 量	不 足
酪農地帯 A	61%	39%
” B	66%	34%
公共草地	33%	77%
カリ含量		
区 分	過 剰	不 足
酪農地帯 A	57%	21%
” B	71%	2%
公共草地	48%	0%
リンサン含量		
区 分	適 量	不 足
酪農地帯 A	44%	56%
” B	20%	80%
公共草地	57%	43%

1 土壌のミネラル

カルシウム、マグネシウムやリン酸が不足している草地が多いのに対し、カリ過剰の草地の多いことが特徴です。要するにミネラル状態が悪いのです(表2参照)。

2 牧草のミネラル

表3によると、家畜のミネラル要求量からみて、リン、カルシウム、マグネシウムに不足している草が多く、カリや硝酸態窒素が過剰なものが多いことがわかれると思います。

ミネラル含量は春の草は夏や秋の草よりも少なく、イネ科はマメ科よりも少ないという特徴があります。このため、マメ科率を20%程度に維持すると、採食草全体としては良好なミネラル組成になるわけです。酪農地帯ではカルシウム、リン、公共草地ではマグネシウムがとくに必要なことも

表3 牧草のミネラル状態

(青森畜試)

成分	生育時期	酪農地帯の牧草 (乳牛のミネラル要求量からみて)		公共草地の牧草 (肉牛のミネラル要求量からみて)	
		オーチャードグラス	ラジノクローブ	オーチャードグラス	ホワイトクローブ
リン	春	88%が不足	42%が不足	14%が不足	4%が不足
	夏～秋	61% "	13% "	4% "	4% "
カルシウム	春	97%が不足	100%が適量	100%が適量	100%が適量
	夏～秋	88% "	100% "	100% "	100% "
マグネシウム	春	94%が不足	100%が適量	82%が不足	7%が不足
	夏～秋	3% "	100% "	14% "	7% "
カリ	春	100%が過剰	100%が過剰	100%が過剰	100%が過剰
	夏～秋	100% "	100% "	100% "	100% "
K / Ca+Mg	春	87%が危険値	100%が安全値	77%が危険値	100%が安全値
	夏～秋	69% "	100% "	61% "	100% "
硝酸態窒素	春	38%が危険値	100%が安全値		
	夏～秋	22% "	100% "		

わかります。

以上は青森県内の草地の実態ですが、全国的にみてもこれに類似した草地が多いと思います。

III 牧草の収量と質の向上を 両立させるための施肥法

1 牧草施肥の考え方

これまでに説明してきたように、草地の施肥管理にあたっては、収量を維持しながら、過剰になると家畜に害作用を及ぼす硝酸態窒素やカリの吸収を抑え、家畜が必要とするリン、カルシウム、マグネシウムの含有率を高めるよう十分注意しなければなりません。

肥料の施用量を少量から多量にだんだん増していくと、はじめは収量が増加しますが、さらに増施を続けると、増収効果は認められなくなり、肥料養分の含有率だけが上昇するようになります。前者を増収効果、後者を要素蓄積効果といいます。したがって、家畜栄養からみて過剰になることが多いカリや硝酸態窒素の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すし、家畜がより多く要求するリン、カルシウム、マグネシウムなどは、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ということになります。

牧草が窒素、リン、カリ、カルシウムなどの養分を吸収する場合、ある養分が他の養分の吸収を助けたり妨げたりする作用があります。たとえば

窒素を多く施用すると、カルシウムやマグネシウムの吸収を助けますが、カリの吸収を抑えます。また、リン酸の含有率も低下します。カリを多く施用するとカリを良く吸収しますがカルシウムやマグネシウムの吸収を妨げます。

このような作用があるため、ある肥料養分だけを多用すると、過剰に吸収されたり、他の養分の欠乏をまねいたりして、順調な生育を示さなくなります。このため、これらの養分はバランスのとれた施肥をすることが必要です。

2 施設管理

これから述べる施肥法は青森県の火山灰土壌を対象としたものですので、具体的な施肥量などは最寄りの試験場や普及所の指導に従うのが最善です。しかし、考え方は共通すると思います。

1 窒素の施肥

窒素の肥効は草地の利用年数や生育時期によって異なるため、これらによって変えなければなりません。

◎利用初年目の夏期高温時には、株枯などの施肥障害をさけるため成分で3 kg/10 a(以下すべて10 a当たり分量とする)を上限施用量とします。

◎利用2年目以降は、目標収量に見合った量としますが、早春～6月下旬までの追肥量は1回当たり10 kg、7月～9月中旬の追肥量は1回当たり6 kgが上限です。

これ以上施用した場合は、施肥効果は低下し、

家畜栄養からみて許容量以上の硝酸態窒素が蓄積することが多く、草生も悪くなるのでさげなければなりません。以上に示した生育時期は北東北の平場には適用されますが、緯度や標高によってズレることを考慮しなければなりません。

2 リン酸の施肥

リン酸の施用は牧草生育と家畜栄養の両面から極めて重要です。

◎収量確保のための施用量は造成時に改良資材としてのリン酸を20～30 kgのほか、基肥として5 kgを施用します。追肥の適量範囲は年間10～15 kgです。

◎家畜のリン酸要求量を満たす牧草を生産するための施用量は、造成時に改良資材と基肥(5 kg)の合計量を40～50 kg施用します。追肥の適量範囲は年間15～20 kgです。

3 カリの施肥

カリは窒素とのバランスを考慮して施用すると良い結果が得られます。

◎採草地では窒素対カリの施用比を3対2になるように施用します。家畜ふん尿を施用した場合はカリの量を更に少なくします。

◎放牧地では窒素対カリの施用比を4対1とします。ただし、カリの施肥来歴によっては3対2とすることも考慮して下さい。

以上の施用比はカリ供給力の低い土壌には適用できません。

放牧地では、ふん尿の還元により、年々カリが多くなる傾向にあり、また、放牧地は採草地よりも目標収量が低いいため、カリの施用量は採草地より少なくても良いわけです。その方が牧草のミネラル組成が良くなります。カリの施用量を窒素より多くすると、養分の吸収に不均衡が生ずるため、多くの場合減収します(表4参照)。

4 カルシウムとマグネシウムの施肥

カルシウムやマグネシウムは草地造成時や更新時にしか施用しないことが多いようです。通常の施肥管理の段階でも補給するよう心がけて下さい。これを怠ると、牧草の生育や家畜の健康に悪い影響を及ぼすこととなります。造成時に基準量の改良資材を施用した後は、次のような管理をして下さい。

表4 収量に及ぼすN対K₂O施用比の効果 (青森畜試)

N対K ₂ O 施用比	収 量 指 数				
	利 用 初年度	2年目	3年目	4年目	5年目
2対1	100	100	100	100	100
1対1	121	115	100	103	102
1対1.5	79	104	98	103	96

(注) Nの施用量は10kg/10a

◎カルシウムは造成後3～4年を経過した草地に、マグネシウム入り石灰質資材を使って、3年目ごとに実量で100～200 kg/10 a施用するようにして下さい。施用の時期は晩秋または早春とします。

◎マグネシウムは年間MgOとして10 kgを必要とします。この場合、マグネシウム入り石灰質資材の他に、通常の施肥でマグネシウムを含有した肥料を使用すれば特にマグネシウム肥料を使う必要はありません。ただし、蛇紋岩土壌など、マグネシウム供給力の高い土壌ではマグネシウムの追肥は不要です。

リン酸対マグネシウムの施用比を2対1か1対1で施用すると、牧草のマグネシウム含有率を高めるために効果的です。

ま と め

土一草一家畜との関連で、牧草のミネラル組成改善の必要性と施肥技術による対策について述べてきました。

牧草生産においては収量を確保することが重要であり、多収獲栽培によって得られた牧草のミネラル組成が、家畜栄養上劣っていてもやむを得ないとする考え方があります。しかし、これまで述べてきた施肥法を実行することによって、このような矛盾は解決できます。収量を確保しながら、含有量が多くなると家畜に害作用を及ぼす成分は許容量以下に抑え、家畜が必要とする成分を十分含む牧草を生産することは可能であり、それは家畜の健康と能力向上にも良い結果をもたらします。