

TMR設計・給与上の留意点

…DMIをコントロールする…

はじめに

酪農経営の規模拡大、高泌乳生産に対する有効な飼料給与技術として普及しつつあるTMR給与体系ですが、それは給与に伴う基本要件の備わっていることが前提となります。

そこで、今回はTMR摂取効果の一つである乾物摂取量(以下、DMI)増加にポイントをおいて、留意すべき要件(内容)に関して項目別に説明を加えたいと思います。

1. 栄養管理面において

1) サイレージ品質

TMR調製の主体をなす粗飼料、特にサイレージ(トウモロコシ、牧草サイレージ共通して)の発酵品質や栄養価は、TMR採食量、DMIに大きな影響を与えていると考えています。

当北海道研究農場における道内酪農家調製サイレージの分析実績を見ると、そのpH平均値は、平成14年度産サイレージでようやく品質的に回復してきた様子が見受けられます(図1)。pHの高いサイレージは、酪酸含量が高く、VBN/全窒素比率も高い傾向にあり、これらは、サイレージ採食性への影響度合(DMI低下)が高いものと認識すべきでしょう。

種々条件により、全てが完璧にサイレージ調製出来ない場面が多いものと思いますが、発酵品質へのこだわりを今一度保持していただきたいものです。

2) TMR水分

次にTMR全体の水分含量も採食量・DMIに影響を与えます。そして、TMR水分に影響を及ぼしているのが、ほとんどの場合サイレージです。

図2にTMR水分含量と採食量との関係が示されていますが、TMR水分が45%以上になると総体採食量が頭打ちになり、水分増加に伴いDMIが低下する関係が見取れるでしょう。TMRの飼料構成にもよりますがサイレージの水分含量が高まる程、TMR水分は必然的に高まるため、DMI維持・安定化のためには、飼料構成におけるサイレージ割合に充分留意する必要があります。

現地事例として、水分75~80%のサイレージを主体とするTMR給与で、生産性を維持しているケースも見受けられますが、その場合のサイレージ発酵品質はかなり良好な場合でした。

TMRを構成する粗飼料、特にサイレージに関しては、都度品質チェックを行いTMR成分の安定化に注意を払うことが肝要と考えます。

2. TMR調製段階において

1) TMRの物理性

飼料およびTMRの物理性は、飼料の切断長、粗剛性、粒子の大きさ、比重などの要因に影響されますが、この物理性を取り上げた理由は、飼料およびTMR物理性はルーメン機能(VFA産生、反芻など)に影響を与えるため、直接的・間接的にDMIへ影響をおよぼすことからです。この点は、ルーメン機能の維持・安定を図りDMIを向上させる、という点がポイントになるでしょう。

粗飼料の品質も良好で、栄養水準も確保されているとしても、ルーメン機能を損なうような物理性であれば、TMRの有効性は半減すると言っても過言ではありません。

そこで、TMR物理性の妥当性に関しては、TMR飼料片の粒度分布(サイズ)を測定することで確認できますが、ここでは、比較的測定が簡易なペンシルバニア州立大学の飼料セパレーター(Nascoより販売)を用いたガイドラインを紹介します。このセパレーターは、以前3層のプラスチック製箱型篩いからなりましたが、その後の調査・研究をふまえて現在は4層の箱型篩いとなっています。メッシュサイズとして約1mm(0.05インチ)の篩いが追加されています。その背景について案内書によると、これまで用いた約8mm(0.35インチ)篩いを通過した飼料片に関して、より詳細に検討する必要性が生じてきた旨、示されています。測定要領はこれまでと同様であり、新セパレータ

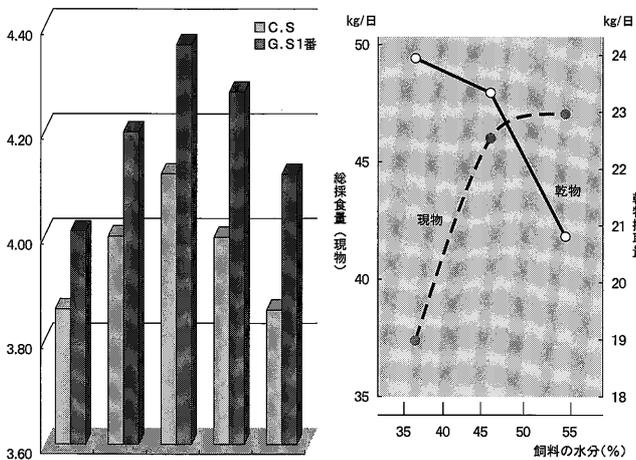


図1 サイレージpHの年度別推移

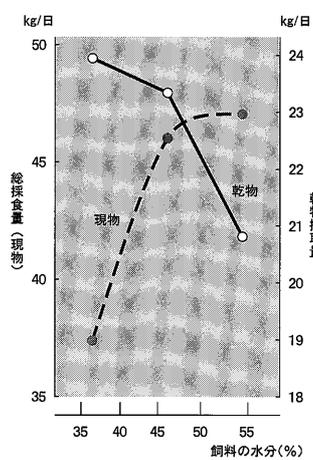


図2 飼料の水分レベルによる採食量の変化 (Hutjens, 1987)

表1 推奨されるサイレージ、TMRの粒度分布(サイズ)

篩い	断片サイズ(mm)	コーンサイレージ(%)	ヘイレージ(%)	TMR(%)
1段目	>19	3~8	10~20	2~8
2段目	8~19	45~65	45~75	30~50
3段目	2~8	30~40	20~30	30~50
受け皿	<2	<5	<5	≤20

(Penn State, DAS 02-42より引用)

表2 ミキサーサイズ

給飼回数/日	牛群頭数				
	20	40	60	80	100
	← ミキサーサイズm ² →				
1	2.8	5.6	8.4	11.2	14.0
2	1.4	2.8	4.2	5.6	7.0
3	0.9	1.9	2.8	3.7	4.7

注)・1日1頭当り約23kgの乾物量として
・飼料水分50%で321kg/m²の密度 (Kammel, 1990)

一によるガイドラインを表1に示しました。この内容を見ると、推奨されるTMRの分布(サイズ)は、一番上の篩いに2~8%、2番目の篩いに30~50%、3番目の篩いに30~50%、受け皿には20%以下とされています。

2) TMRの均一性

次に、TMR調製時の重要な問題点は、その混合精度“均一性”にあります。より均一なTMRが必要な理由は、周知の如く採食偏り・選び食いの回避ですが、特に、濃厚飼料の選び食いは、ルーメン機能の低下をもたらし、その結果DMIが低下するという悪循環を招くことになります。

均一性を維持するためには、ミキサーの混合時間、計量器の点検、調製容量との整合性などを日常確認し、個々の条件に沿った最適と思われる調製混合作業を励行することが肝要と考えます。そして、混合・攪拌状態もTMR物理性に影響することに、常に留意しておく必要があります。

表2にミキサー容量の目安を示しましたが、今一度確認いただければ幸いです。

3. TMR給与管理面において

1) 給与タイミング、量そして回数

この項目におけるこれらのポイントは、“固め食い(スラブフィーディング)”を回避し、より安定したDMIを確保するために必要な点と考えます。まず、TMR給与後1~2時間の間に大半を採食するような状態は、固め食いが生じていることを意味しています。

図3は、固め食いに類似する現象例を示したのですが、この調査例ではTMR量を概ね1頭当り設定量に制限し、1日2回(給与間隔は6時間程度)給与した場合によるものです。図3データから、給与面における様々な注意点を見出すことができます。

まず、固め食いが生じる要因は、TMRを給与する前段階にある、という点です。要するに次回給与まで

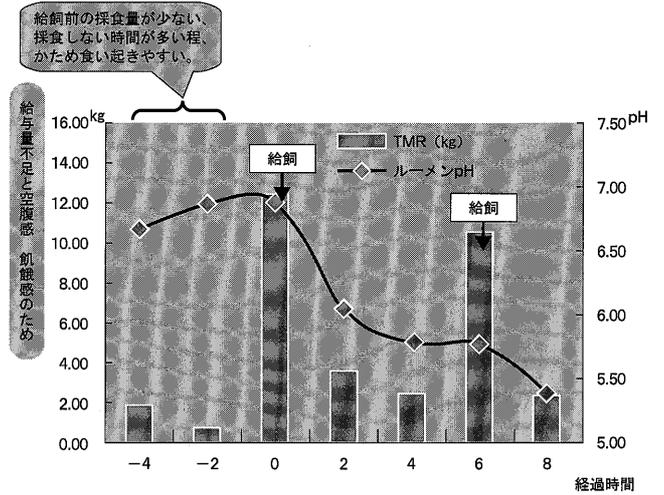


図3 TMRの採食とルーメンpHの推移

にTMRの適度な量が飼槽に残っていないといけない、ということです。そして、TMRの給与は乳牛の食欲の増すタイミングをつかんで行うことが肝要となります。食欲が増すタイミングは、飼槽へ給餌した時(エサ寄せも同様)、搾乳前後、特に搾乳後であり、このタイミングに充分な量のTMRが飼槽にあると採食性は安定するでしょう。

給与回数に関しては、個々の作業体系やミキサー容量などに左右されますが、牛群状態や作業時間などを相対的に考慮し実施してみてもはどうでしょうか。多回数給与の方が、採食性向上する(DMIが高まる)傾向にあることは周知のことですが、1回から2回給与によって、反対に採食量が伸びない、低下するような場合は、先に示した給与タイミングが合致していない状況にあるのでは、と推測します。

2) 換気、水、牛床

ここに挙げた項目は、TMR給与に限らずDMIを高める整備項目のトップに位置する内容であり、留意点の一環として取り上げてみました。

換気の不備は快適性を損ない、十分な水を飲めないことはストレスにもつながりDMIを低下させる要因となります。牛床の良し悪しは、牛の寝起きの良し悪しに影響を与え、そのことが付随して飼料採食性に影響を与えることとなります。

今回、普及しつつあるTMRについて、栄養水準や養分バランス以外の項目に焦点を当てて留意点を概説してきましたが、これらの内容は、ややもすると見落としがちになる項目ではないかと推察した次第です。参考にできる点から実践いただければ幸いです。

(北研 古川)

土壌分析項目から考える草地土壌

牧草の養分は、牧草を育てる土壌からその大半を得るわけですから、その土壌に養分が十分補給されており、牧草がその養分を吸収しやすい状況になっていなければなりません。そのため、土壌の状態がどのようなになっているのかを見る目的で土壌分析があります。今回は、窒素、リン酸、カリウムといった3要素ではなく、土壌のpH、土壌中の塩基（カルシウム、マグネシウム、カリウム等）を中心に土壌を考えていきたいと思えます。

土壌中の養分をうまく効かせるには

それでは、養分を吸収しやすい状況とは、どのような状況になるのでしょうか？ 排水、保水性、通気性など土壌の物理性の要因もありますが、ここでは土壌pHについて考えていきたいと思えます。土壌中の養分や施用された肥料も、土壌のpHによってその効果は変わってくるのです。図1.は各養分の可給化する程度を示したのですが、太いところほど、その程度が大き

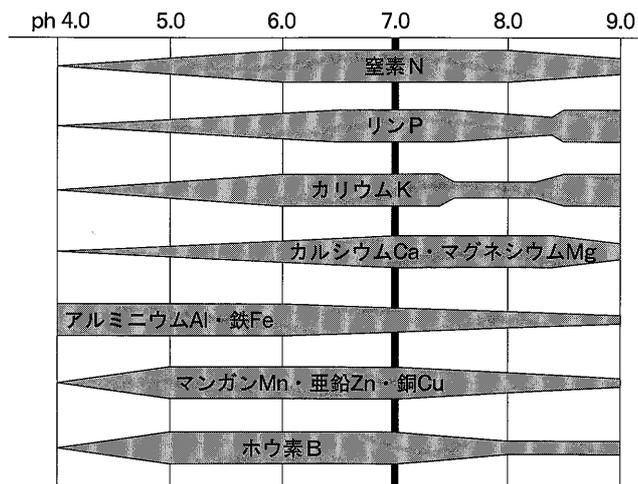


図1.：土壌pHと養分利用度の関係

いことを示します。

このように、各養分は土壌pHによって利用程度が変わってきますが、カルシウム、マグネシウムを見ると、7.0程度から1番利用度が高まります。一方、7.0を超えると微量元素(マンガン・鉄・亜鉛・銅・ホウ素)の利用度が急激に低下することが分かります。また、3要素(窒素、リン酸、カリウム)を考えたとき、おおよそ6.0~7.0程度で利用度の高いことが分かります。それでは土壌のpHは、7.0を超えない程度にすればよいのでしょうか？

もともと日本の土壌は酸性を呈しており、何も手を加えていないような火山灰土壌であれば、pHは5.0を下回るものが多くあります。このような土壌をpHが7.0を超えない程度にするには、多量の土壌改良資材が必要になりますし、経済的にも負担になります。また、牧草の好適pHを考えたとき、イネ科牧草では5.5~6.0程度、アルファルファなどのマメ科牧草では6.0~7.0程度、これらを混播した場合などは6.0程度がよいとされていることから、養分の利用度、経済性、牧草の好適pHを考慮すると、6.0~6.5程度がよいことが分かります。

作物が吸収しやすいpHは分かりました。それでは不足しているカルシウム、マグネシウムの補給を考えた場合、カルシウムが不足している土壌の大半はpHが低いので、酸性改良という意味合いが強くなります。しかし、その際に、ただ石灰を投入しpHを矯正すればよいのでしょうか？ また、土壌中にカルシウムだけが沢山あれば良いのでしょうか？

絶対量で考えては×！土壌の塩基

表1.は、よく見られるような分析結果です。しかし、

表1. 土壌分析結果

	pH (H ₂ O)	有効態リン酸 Bray2 (mg/100g)	塩基置換容量 CEC (meq/100g)	置換性塩基 (mg/100g)			塩基飽和度 %
				CaO	MgO	K ₂ O	
1	5.41	29.2	28.0	156	10.5	20.3	24.8
2	5.40	41.0	53.1	378	27.8	25.8	29.0

結果の1と2を比べると、土壌pHはさほど変わらないにもかかわらず、土壌中のカルシウム（置換性CaO）など塩基の量は大きく異なります。なぜこのような事が起きてくるのでしょうか？

これは、土壌自体が有している塩基置換容量(CEC)が関係してくるからです。CECは土壌の保肥力と関係しており、その値が大きいく程、保肥力も大きく、よく人の胃袋の大きさなどに例えられます。胃袋の大きな人がいれば、小さな人もいるように、土壌でも保肥力の大きな土と小さな土があるわけです。土壌のpHは、CECに対してどれだけ塩基が満たされているか（塩基飽和度）で変わってきます。そのため、保肥力の大きな土壌のCECを満たすには、おのずと塩基の絶対量も多くなってきます。「腹八分目」という言葉があるように、食べた絶対量ではなく、胃袋がどれだけ満たされたかになるわけです。そのため、土壌の塩基については絶対量ではなく、CECによって変わってくるのです。つまり、土壌の塩基については「このくらいなければいけない」といったような絶対量の基準はなく、どれくらい満たされているかが重要になるので、塩基飽和度とpHを注意して見る必要があります。

バランスが大事！土壌の塩基

塩基飽和度で土壌のpHが変わってくることを話しました。それでは酸性を改良するために、カルシウムだけで塩基飽和度を改善したらどうなるのでしょうか？ 各養分の間には図2.に示したように、拮抗作用、相乗作用が存在します。そのため、カルシウムだけで塩基飽和度を上げても、pHは改善されるのですが、カルシウム、マグネシウム、カリウム等、他の養分と相互のバランスが崩れてしまうことがあるのです。

資材、肥料を施用するとき、主となる成分だけに気

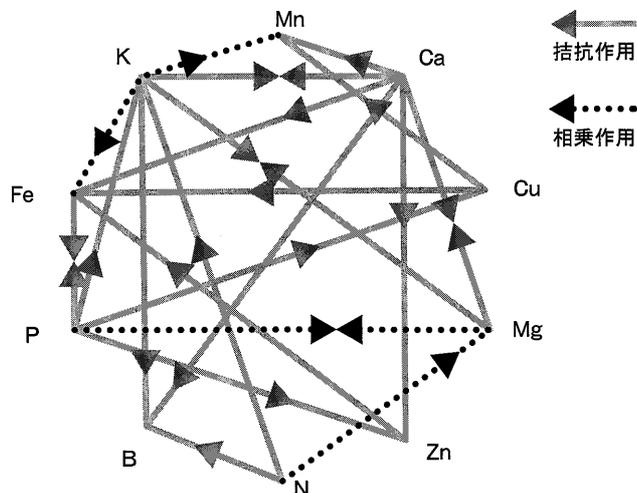


図2. : 各養分の相互関係 (Schittte, K. H., 1964)

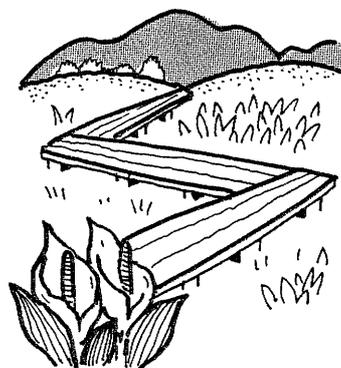
をとられるのではなく、他養分とのバランスが重要となってきます。石灰だけの酸性改良の場合、カリウムについては三要素の施肥で補給されるため、カルシウムとカリウムの間には大きな問題は生じないでしょう。しかし、これらが土壌に施用される機会に比べ、マグネシウムが十分に施用される機会が少ないため、マグネシウムとのバランスを崩しがちです。そのため、カルシウム不足と同時にマグネシウム不足の際には、必ず苦土入りの石灰資材を使うようにしましょう。苦土炭カルなどが無難なところです。資材を施用する前の土壌分析で、置換性CaOに比べ置換性MgOが1/5程度あるのがよいでしょう。

草地の土壌維持はコツコツ！

収穫等により、必ず養分は土壌中から持ち出されて行きます。また、草地土壌は、更新時を除いては、既に牧草があるため、土壌を耕起できません。肥料、資材も土壌表面に施用され、溶けることで初めて土壌中へと移動できます。そのため、施用後に耕起混和できる畑土壌に比べ、その効果はすぐに見えてきませんし、一度に施用できる量も限られてきます。

草地土壌の場合、普段から施用される3要素(窒素、リン酸、カリウム)に比べ、pHの維持に必要な塩基(カルシウム、マグネシウム、カリウム等)は、普段から意識して施用していかないと徐々に少なくなって行きます。草地土壌のpH維持は、前記した理由もあるため、石灰、苦土資材等を少しずつでも施用していくことが大切になってきます。そのため、土壌分析などを通じて土壌の状態を把握しておくことをお奨めします。

(北研 篠田)



公社草地リフレッシュ事業の紹介

財北海道農業開発公社事業推進本部 副本部長 佐藤 泉

9月に入り、来年に向けて古くなった草地の更新をお考えの皆様に北海道農業開発公社が今年から始めた「公社草地リフレッシュ事業」を紹介します。

この事業は、補助事業で対象としていない単純な草地更新を補助事業には無い良さを追求しながら公社が独自に実施するものです。

特徴としましては、①補助事業並みの負担で実施出来るよう工程を省力化するなどして施工費用を低価格に抑えたこと②施工メニューを多様化するとともに種子や肥料などの資材投入量を農家の皆さんの判断で選択出来るようにしたこと③事業の申し込みを随時行えるようにしたことなど、柔軟性がある使いやすい事業となっています。

おおよその内容は次のとおりですので、補助事業と上手に組み合わせて草地の生産性向上に役立ててください。

1 対象となる草地

個人草地、公共草地、農業生産法人の有する草地などで、面積要件はありません。

2 事業の実施期間

平成15年度から平成18年度までの4年間ですので、計画的にご活用ください。

3 施工内容と価格

別記のとおりです。支所で設定するものもありますのでご相談ください。

4 補助事業との主な違い

- ① 専用の作業機械により、碎土と整地を一体的に行うことによって播種床の造成を省力化して行います。
- ② 土壌改良材や肥料、種子は受益農家の皆さんにご用意していただきます。

別記 平成15年度 施工価格

メニュー	内 容	1 haあたり施工費
単年度施工	全面耕起型	98,000円
	一部施工型	各支所で設定
	不耕起型 (簡易追播)	44,000 ～58,100円
2カ年分割 施工	秋期耕起型 (翌春播種)	88,200円
	初冬期施工 (イネ科播種)	120,500円

③ 測量は既存の地番図や航空写真を活用した現地調査で代替します。

5 事業の利用に当たって

- ・ 傾斜や土質など、ほ場条件によっては、従来の工法、施工価格により行う場合があります。
- ・ 資材のうち、堆きゅう肥は農家の皆さんがほ場まで運搬していただければ散布します。
- ・ 土壌改良材として、ビート糖製造副産物であるライムケーキ等を使用する場合は、公社支所と散布時期を調整し、製糖会社から 材料を確



(写真：パワーハロ碎土作業)

保してください。

- 「耕起のみ」などの一部施工を希望する場合は、各支所で施工費を設定します。
- 不耕起の簡易追播は使用する機械によって施工費が異なります。
- 2カ年分割施工は、「秋耕起・春播種」と「初冬期播種」(初冬期にイネ科牧草のみ播種し、翌春にマメ科牧草を追播)の二通りがあります。
- 初冬期播種は、一番牧草の後作物にデントコーン、エンバク野生種「ヘイオーツ」、スーダングラスの「ねまへらそう」などを導入して秋に一定程度の乾物量等を確保する場合の手段として有効とされています。
- 施工費については、最長3年間の分割納入制度もあります。

6 申し込み

最寄の農協又は公社支所にお問い合わせ下さい。

(おわりに)

北海道農業開発公社では、「自立化」「企業的発想」を基本に、農家の皆様のニーズに沿った新たな事業の創設に取り組む運動を展開中です。公社へのご要望、ご意見等をお近くの支所あてお寄せいただければ幸いです。



(写真：8月下旬播種の10月下旬の状況
チモシー主体草地(別海))



(写真：十勝育成牧場における試験施工)

公社支所の住所、電話番号

道央支所：

岩見沢市5条西5丁目2番地1 空知農業会館
(TEL 0126-23-2178)

上川支所：

旭川市宮下通14丁目右1号 上川農業会館
(TEL 0166-25-2613)

道南支所：

函館市染川町1番5号 日聖ビル
(TEL 0138-55-3005)

日胆支所：

苫小牧市若草町5丁目5番3号 日胆農業会館
(TEL 0144-32-8171)

十勝支所：

帯広市西3条南7丁目14番地 農協連ビル
(TEL 0155-24-0254)

釧路支所：

釧路市黒金町12丁目10番地 釧路農業会館
(TEL 0154-22-1538)

根室支所：

標津郡中標津町東6条南1丁目2番地 根室農業会館
(TEL 01537-2-3296)

北見支所：

北見市とん田東町617番地 北見農業会館
(TEL 0157-25-2826)

道北支所：

稚内市末広4丁目2番31号 宗谷農業会館
(TEL 0162-33-3321)