

第4章 繁殖雌牛の飼料設計方法と飼料給与

飼養管理の問題点を是正するには給与する飼料の飼料設計を適正に行い、決められた給与量をきちんと給与し、牛がその給与量をきちんと摂取することが必要です。

A. 飼料設計方法

1) 飼料設計の基準と項目

ア 自場の記録

a. 日本飼養標準・肉用牛（以下、飼養標準）

- ・黒毛和種繁殖雌牛に飼料を給与する場合の基準となるものです。
- ・繁殖雌牛だけでなく子牛や肥育牛等に必要な栄養量が体重毎に記載されています。
- ・ただし、飼養標準通りに飼料設計した飼料を給与しても全ての黒毛和種繁殖雌牛が上手に飼えるわけではありません。あくまで1つのものさしです。

b. 飼料設計に影響を与える要因（例）

- ・つなぎ飼いと群飼では牛の必要な栄養量は変わります。
- ・黒毛和種では系統により体格や特徴が異なるため、農場の牛群の系統構成によっても違いが出てくる可能性があります。
- ・外気温や牛舎の環境（飼養密度やパドックの有無など）の違いも影響する可能性があります。

c. 自場の基準値作り

- ・飼養標準の値に対してどの程度の割合（充足率）を給与すると、自分の農場の牛が良い状態になるかを調べます。
- ・自分の農場の基準値を自分で作ることになるので、しばらく自分の農場を調査する必要があります。
- ・つまり「記録」をとることになります。記録は面倒な部分もありますが、自分の農場のデータを元にしていきますので実践的な基準となり、農場の生産性向上に大きく貢献してくれます。

イ 飼料設計の項目

- ・はじめから多くの項目を設計に盛り込まないようにします。
- ・はじめは生産性に大きな影響がある項目から取り組みます。
- ・乾物摂取量（DMI）、可消化養分総量（TDN）、粗蛋白質（CP）（日本飼養標準に記載）とこれに非繊維性炭水化物（NFC）を加えた4項目で設計します。

- ・毎回紙と電卓で計算するより、パソコンの表計算ソフトを利用して計算されることをすすめます。
- ・パソコンは計算と記録が同時にできますから、経営だけでなく飼養管理や繁殖の記録にも利用できます。

2) 飼料設計項目

ア. DMI、TDN、CP、NFC

a. DMI（乾物摂取量）

- ・水分を除いた飼料摂取量のことです。飼料中の水分を差し引いた重量を乾物量（DM）、摂取した乾物量が乾物摂取量（DMI）です。通常 kg (kg/日) で表記します。
- ・DMI は牛の満腹度合いを知ることができる情報です。
- ・牛の満腹度合いは DMI だけで計れるものではありませんが、DMI が低い場合はほぼ間違いなく空腹ストレスがかかっています。
- ・飼料の過剰給与（飽食給与）は過肥につながる可能性があります。DMI が満たされても他の飼料設計項目が多すぎるとへい害が出てきます。
- ・このため、DMI は重要な飼料設計項目となります。

b. TDN（可消化養分総量）

- ・飼料中の各栄養素（粗蛋白質、粗繊維、粗脂肪、可溶無窒素物）に牛が消化できる割合をかけて合計した総エネルギー量のことです。つまり、飼料分析値を元に計算された値です。通常 kg (kg/日) で表記します。
- ・TDN は牛の体重やボディコンディションスコアを調整する上で重要な飼料設計項目です。

c. CP（粗蛋白質）

- ・飼料中の粗蛋白質のことです。通常 g (g/日) で表記します。
- ・CP は過剰摂取しても不足しても受胎率の低下等、繁殖性の低下につながります。
- ・NFC とセットで飼料設計します。

d. NFC（非繊維性炭水化物）

- ・非繊維性炭水化物、発酵しやすい炭水化物のことで、主にデンプンです。
- ・意味や分析方法の違いから NSC や NCWFE としても表記されますが、NFC は比較的よく使われることから、ここでは NFC で説明します。
- ・飼料中の濃度 (%) として表し、計算により求められます。

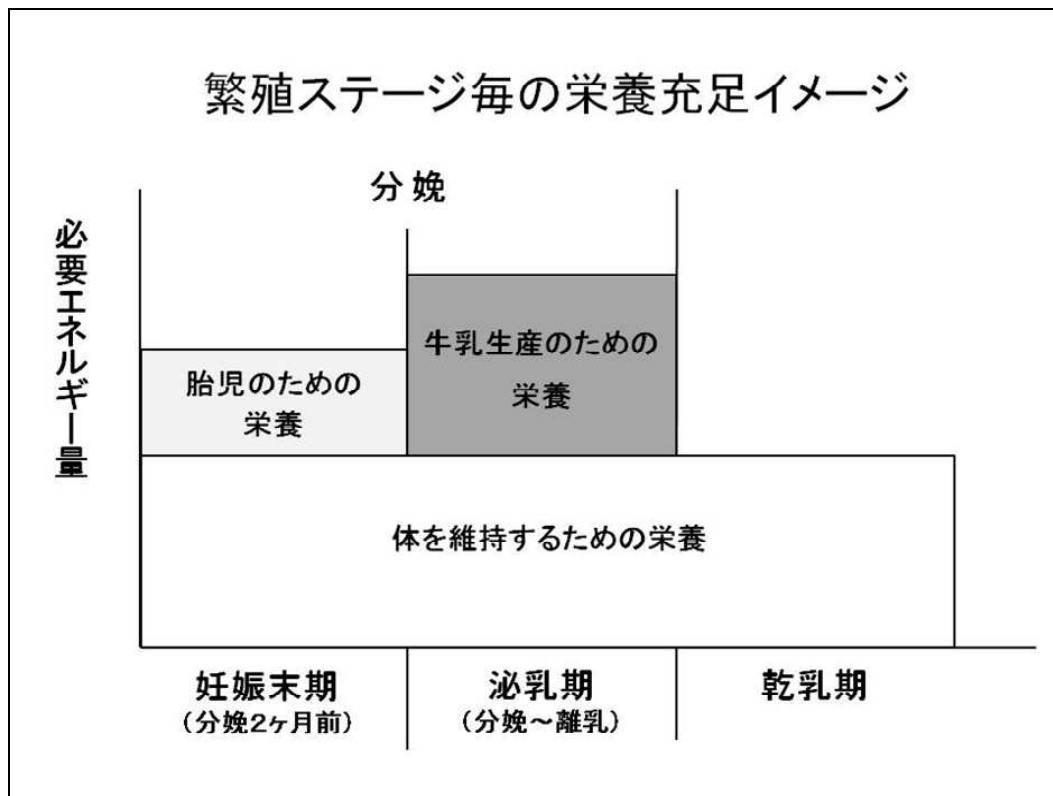
$$\text{NFC} = 100 - (\text{灰分} + \text{粗脂肪} + \text{粗蛋白質} + \text{NDF})$$

イ. 飼料設計の意味

- NFC と CP は牛のルーメン（第 1 胃）の環境を調整するための重要な飼料設計項目です。
- 牛は草を栄養として生きている動物ですが、草を分解しているのはルーメンの微生物です。
- 牛はルーメン微生物による発酵産物を栄養として生きており、たとえ計算上充分量の飼料を給与していても、何らかの原因で発酵状態が悪くなるとエネルギー不足になってしまいます。
- つまり飼料設計とは、牛が必要とする栄養であるルーメン発酵産物が確実に生産されるよう、発酵を調整するための設計でもあります。
- 牛はルーメン発酵が悪くなると肝機能の低下や種々の障害が出やすくなり、生産性の低下につながります。
- この他にルーメンに良い発酵をさせるためには、飼料設計だけではなく飼料給与のタイミングや給与の順番（粗飼料と配合飼料）等様々な要因があります。
- 基本は NFC と CP のバランス、そして TDN と DMI です。そのため、まずはこの 4 項目を基本として設計します。

3) 栄養充足率の考え方（図 4-A-3）

- 栄養充足率の基本的な考え方は、
「必要な栄養量に対して現状の飼料給与量ではどの程度満たされているか」
です。
- しかし、「必要な栄養量」は繁殖ステージで大きく異なります。
- 子牛を親牛に付けて飼養している場合、親牛は泌乳しています。このため、体を維持するための栄養量に牛乳生産に必要な栄養量を追加してあげなければ、親牛はやせてしまいます。（図 4-A-3） いわゆる「増飼」です。
- 妊娠末期にはお腹の中にいる子牛が急激に大きくなるため、子牛のための栄養量が急激に増加します（図 4-A-3）。従って、妊娠末期にはお腹の子牛の栄養を満たすために栄養量を追加する必要があります。つまり「増飼」です。
- 黒毛和種繁殖雌牛では、少なくともこれら 3 つの繁殖ステージ、つまり妊娠末期、泌乳期、乾乳期を意識して飼料設計をする必要があります（図 4-A-3）。



(図 4-A-3)

4) 栄養充足率の計算

はじめに最も基本となる乾乳期で、体重 450 kg の黒毛和種繁殖雌牛を例に取り、栄養充足率を計算してみます（表 4-A-4）。

- ・ 給与飼料はイタリアンライグラス（以下、イタリアンとします）と配合飼料、給与量はそれぞれ現物量（実量）で 5.0 kg と 1.0 kg とし、全て摂取したとします。それぞれの飼料成分は（表 4-A-4）の中の表 2 の通りだったと仮定します。

ア. DMI（乾物摂取量）の充足率の計算（表 4-A-4）

- ・ 各飼料の現物量から水分を除くため、給与量に乾物率をかけます。
- ・ 乾物率は 100 から水分を引いた値です。イタリアンの水分は 14.0%だったので乾物率は(100-14.0)で 86.0%でした。
- ・ 配合飼料は水分が 10.0%だったので乾物率は 90.0%でした。
- ・ これらの値を実際の給与量にかけあわせ、合計すると乾物摂取量（DMI）が計算できます（(表 4-A-4)の表 3）。この計算例では DMI は 5.2 kg でした。
- ・ 飼養標準では体重 450 kg の乾乳牛が必要とする乾物量は 6.04 kg ですから 5.2 を 6.04 で割り、パーセントにするために 100 をかけると DMI 充足率が算出できます。この飼料を給与したときの DMI 充足率は約 86.1%でした。

イ. TDN と CP の充足率の計算

- ・ TDN を計算するときは給与量に乾物率をかけて、さらに乾物中の TDN 濃度をかけることで算出できます（(表 4-A-4)の表 4）。
- ・ この飼料計算例では給与飼料の合計 TDN は 2.78 kg でした。
- ・ 飼養標準の TDN 必要量は 3.02 kg ですので、2.78 を 3.02 で割り、パーセントにするために 100 をかけると TDN 充足率が算出できます。この飼料を給与したときの TDN 充足率は約 92.1%でした。
- ・ 同様に CP 充足率を計算すると、約 100%となります（(表 4-A-4)の表 5）。

ウ. NFC 濃度の計算

- ・ NFC については飼養標準には必要量が記載されていないので、充足率は算出できません。そこで乾物摂取量中の濃度として算出します。
- ・ イタリアンの乾物中 NFC 濃度は 10.0%でしたので、NFC 量は 430 g となります。配合飼料も同様に計算すると 360 g となり、これらを合計した NFC 給与量は 790 g (0.79 kg) となります。
- ・ 先ほどの計算で DMI は 5.2 kg でしたので、全給与飼料中の NFC 濃度は 0.79 を 5.2 で割り、パーセントにするために 100 をかけると飼料中の NFC 濃度が算出できます。全給与飼料中の NFC 濃度は約 15.2%でした（(表 4-A-4)の表 6）。

黒毛和種繁殖雌牛の飼料計算例 (体重450kg、乾乳牛)

表1. 飼養標準において450kgの黒毛和種成雌乾乳牛が必要とされている養分量

体重	乾物量	粗蛋白質(CP)	可消化養分総量(TDN)
450kg	6.04kg	479g	3.02kg

表2. 給与飼料の例

給与飼料	給与量 (現物)	乾物率	乾物中 可消化養分総量 (TDN)	乾物中 粗蛋白質 (CP)	乾物中 非繊維性炭水化物 (NFC)
イタリアンライグラス (一番草、開花期、乾草)	5.0kg	86.0%	50.0%	8.0%	10.0%
配合飼料	1.0kg	90.0%	70.0%	15.0%	40.0%

(表3) 乾物摂取量

	給与量	乾物率	乾物量	
イタリアン	5kg	× 86.0%	= 4.3kg	$5.2\text{kg} \div 6.04\text{kg} \times 100 = 86.09\%$ DMI充足率 約86.1%
配合飼料	1kg	× 90.0%	= 0.9kg	
合計			5.2kg	

(表4) TDN摂取量

	給与量	乾物率	TDN濃度	TDN量	
イタリアン	5kg	× 86.0%	× 50.0%	= 2.15kg	$2.78\text{kg} \div 3.02\text{kg} \times 100 = 92.05\%$ TDN充足率 約92.1%
配合飼料	1kg	× 90.0%	× 70.0%	= 0.63kg	
合計				2.78kg	

(表5) CP摂取量

	給与量	乾物率	CP濃度	CP量	
イタリアン	5kg	× 86.0%	× 8.0%	= 344g	$479\text{g} \div 479\text{g} \times 100 = 100.0\%$ CP充足率 約100.0%
配合飼料	1kg	× 90.0%	× 15.0%	= 135g	
合計				479g	

(表6) NFC濃度

	給与量	乾物率	NFC濃度	NFC量	
イタリアン	5kg	× 86.0%	× 10.0%	= 430g	$0.79\text{kg} \div 5.2\text{kg} \times 100 = 15.19\%$ NFC濃度 約15.2%
配合飼料	1kg	× 90.0%	× 40.0%	= 360g	
合計				790g =0.79kg	

(表 4-A-4)

5) 栄養充足率から牛の状態を推測する

4)で計算した数値から、様々なことが推測できます。

ア. TDN の充足率

- ・ TDN の充足率は 92.1%でした。必要量を満たせば 100%になるので、この飼料設計では飼養標準に対して約 8% TDN が不足していることになります。
- ・ この飼料設計のまま継続して飼料を給与していると牛がやせてくる可能性があります。
- ・ これはあくまで計算ですので、飼養方法や牛舎環境によってはこのくらいの充足率でも体重を維持できる場合は多くあります。
- ・ そこで、本当にエネルギーが不足しているかどうか調べる必要があります。
- ・ 実際のボディコンディションスコアの変化を調べてみるのが重要です。
- ・ エネルギー不足の時は発情微弱や無発情、排卵遅延により受胎率が低下する可能性があります。そのため、最近の発情行動の状態や人工授精の受胎率等の記録を確認することが大切です。

イ. CP の充足率

- ・ 同様に CP の充足率は約 100%でしたので、CP については充足していることになります。
- ・ CP の充足率は過剰でも不足でも繁殖成績が低下する傾向がありますので、受胎率や繁殖障害（卵胞のう腫等）の発生状況を再確認する必要があります。

ウ. DMI の充足率

- ・ DMI の充足率は約 86.1%でしたので、この飼料設計では飼養標準に対して約 14% DMI が不足していることになります。
- ・ DMI の不足は空腹ストレスとなり、繁殖性の低下につながります。
- ・ 「舌遊び」と呼ばれる存在しない空中の草を食べるような行動や、柵を舐めるといった異常行動が増えたりします。このような行動が見られないかの観察が必要です。
- ・ このような状態が続くと、エネルギー不足の時と同様発情微弱になったりします。

エ. NFC の濃度

- ・ NFC については充足率の計算はできませんが、筆者らは飼料中の NFC の濃度が約 20%の時、繁殖性が改善されることを報告しています。
- ・ NFC は重要なルーメン発酵基質ですので、ルーメン環境の安定のためには毎日の摂取量の変動しないことも重要です。

- ・ 飼料中の NFC の濃度が高い場合、牛が太りやすくなる傾向があります。
- ・ 黒毛和種繁殖雌牛の場合、乳牛や肥育牛のように給与飼料が高エネルギーである必要がないため、NFC の濃度をあまり高くする設計はすすめられません。
- ・ 飼料中の NFC の濃度は 20%前後で調整しておくことを推奨します。

オ. 充足率や摂取量の記録

- ・ 充足率や摂取量を計算して記録することで、自場の牛がどの程度の栄養充足率なら体を維持できるのか、繁殖性を含めた生産性が良い状態になるかを知ることができます。
- ・ これらのデータがつかめると、自場の飼料設計の特徴が判るだけでなく、他の優良農場の飼料設計と比較してどこが違うのかが判るようになります。
- ・ 黒毛和種以外の繁殖雌牛（日本短角種や褐毛和種）に応用することも考えられます。

6) 鳥取牧場における給与飼料の内容

- ・ TDN は BCS や体重の推移を確認しながら設定する必要があります。
- ・ CP は NFC とのバランスによるため、特に低 NFC 飼料の場合、高 CP に注意する必要があります。
- ・ DMI の上限は摂取可能量であれば問題はありませんが、低すぎる場合空腹ストレスを受ける可能性があります。
- ・ (表 4-A-1) に鳥取牧場が指標としている栄養充足率を示します。

	栄養充足率の推奨値			乾物中の NFC 濃度
	TDN	CP	DMI	
泌乳期	90-100%	80-100%	85%以上	20-25%
乾乳期	90-100%	80-120%	90%以上	約20%
妊娠末期	90-100%	100-110%	85%以上	20-25%

(表 4-A-1)

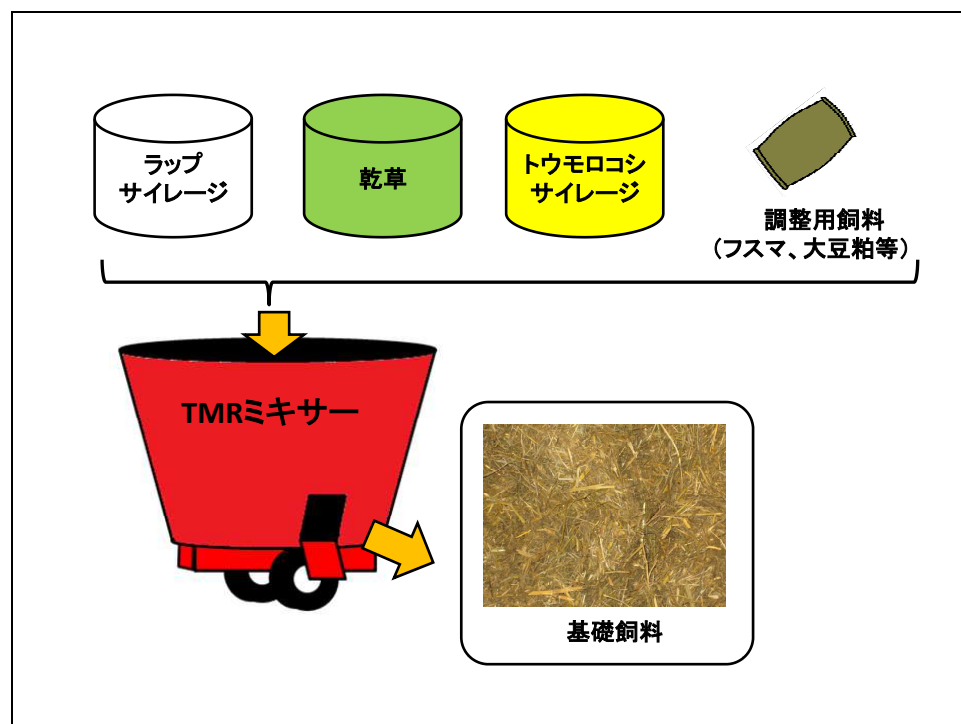
B. 飼料給与方法

1) 鳥取牧場方式 (図 4-B-1-1)

鳥取牧場では TMR ミキサーを用いて粗飼料の給与を行っています。これについて紹介します。

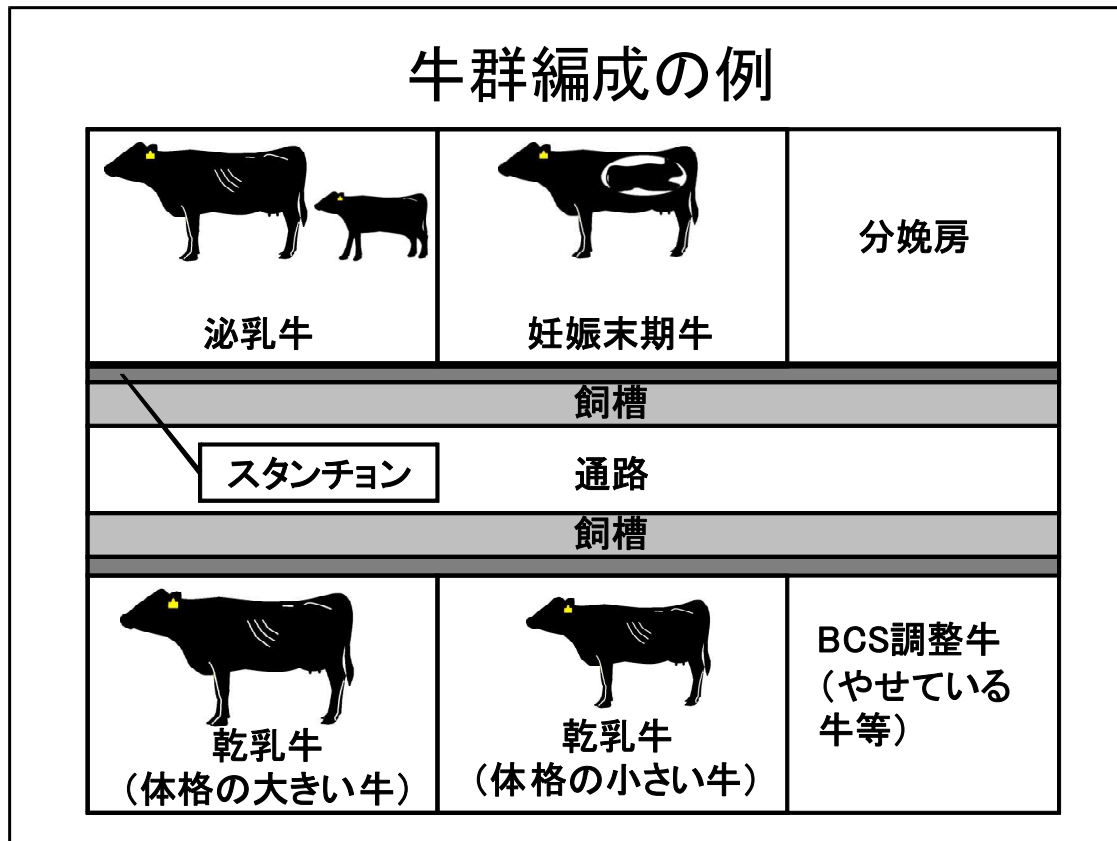
ア. 基礎飼料の作成

- ・粗飼料は成分のバラツキが大きいことから、単一の粗飼料では CP や NFC に過不足が出てしまいます。
- ・そのため、あらかじめ調べた飼料分析結果を基に、CP や NFC が高い草と低い草を組み合わせることでミキシングします。
- ・NFC が高く CP が低い牧草であるトウモロコシサイレージを一定量加えることで飼料成分を調整しやすくしています。
- ・なるべく牧草の飼料成分で調整しますが、CP が低くなってしまいうケースもあるため、その場合はフスマや大豆粕による調整をします。
- ・このようにして作った飼料を基礎飼料とします。泌乳牛や妊娠末期の牛には後から配合飼料を別に給与します。牛群編成が大切です。(図 4-B-1-2)



(図 4-B-1-1)

牛群編成の例



(図 4-B-1-2)

イ. TMR ミキサー給与における乳牛との違い

- ・通常乳牛では粗飼料だけでなく配合飼料を加えて、これのみで飼養できる完全飼料にします。
- ・乳牛は妊娠末期や泌乳期のような必要となる栄養が高い期間が長いため、この期間の飼料が基礎飼料となるためです。
- ・黒毛和種繁殖雌牛の場合、増飼する必要がある、つまり配合飼料を給与すべき期間が一年のうち妊娠末期 1-2 カ月と泌乳期の 3-4 カ月の 4-6 カ月間しかなく、その他の期間に増飼分を含めた飼料を給与することは過剰な栄養を給与することになってしまいます。
- ・そこで TMR ミキサーの設計を乾乳期用飼料と考え、その他の期間は基礎飼料に配合飼料を加えて給与して管理した方が効率的と考えられます。
- ・ただし、基本となる粗飼料が低栄養の場合は配合飼料を TMR ミキサーに投入するのは問題ありません。

ウ. TMR ミキサーの長短

- ・利点は数種類の飼料を混ぜることで飼料成分の調整ができることに加え、給与量を量ることができることです。
- ・欠点としてあまりミキシングしすぎると粗飼料の裁断長が短くなってしまいます。
- ・黒毛和種繁殖雌牛は乳牛のように乾物摂取量を高める必要はなく、空腹ストレスがかからない程度が良いと考えられるため、オーバーミキシングはあまり良くないと考えられます。
- ・しかし、ある程度ミキシングしないと TMR ミキサー排出時の飼料に偏りが出てしまいます。参考までに切断長について記載します。(図 4-B-1-3)

(参考) 黒毛和種繁殖雌牛に給与するTMR飼料の切断長について

- ・TMR飼料の切断長はペンシルベニア州立大学のパーティクルセパレーターで調査(パーティクルセパレーターは給与されたTMR飼料の粒度がどのように分布しているのか等が調べられる)
- ・穴の大きさが異なるふるいを重ねて一定のスピードでゆらすことで、TMRをふるいます。各段に残った飼料を量り、比率を調べます。



生産性が高かった黒毛和種繁殖雌牛群のTMR粒度分布例

粒度分布	
19mm以上	49.9%
8-19mm	28.1%
1.18-8mm	17.4%
1.18mm以下	4.9%

パーティクルセパレーター

(図 4-B-1-3)

2) 一般農家で利用する場合

ア. TMR ミキサーがない場合

a. 飼料設計項目の計算方法

- ・粗飼料の成分はバラツキが多いため、TMR ミキサーがない場合、数種類の粗飼料を混ぜて飼料設計をすることはできません。
- ・そのような場合、ロールカッター等を使って給与する方法がありますが、給与量をはかることはできません。
- ・しかし、乾草ロールやラップサイレージ 1 個で何頭飼養できるかを逆算する方法があります。
- ・例えばラップサイレージの場合、水分含量によって重さは違いますが 1 個のラップが 500 kg でも 400 kg でも体積は同じです。
- ・同じ大きさ、つまり高さと同底辺の面積が同じラップサイレージなら水分を除いた重量は同じになります。仮に 300 kg とします。
- ・このラップの乾物中 TDN 濃度が 55% ならば、TDN 量は 165kg となります。
- ・BCS3 前後の時の牛群の平均体重が 450kg と仮定した場合、一頭あたりの必要 TDN 量は 3.02 kg なので $165 \text{ kg} \div 3.02 \text{ kg}$ となり約 55 頭分の飼料となります。
- ・この時 TDN 充足率は約 100% となり、同様の計算で DMI の充足率は $300\text{kg} \div 6.04$ は約 50 ですから、 $50 \div 55$ で 91% となります。
- ・CP も同様の計算になります。端数となる頭数については実際の重量を量る必要がありますが、端数となった頭数の給与量を同じ充足率になるよう給与量をはかって設定することで、この牛たちが最も精度の高い代表となるため、これら牛を特に注意深く観察することで、現在の充足率が農場にあっているかをみることができると考えられます。

b. 鍵となる牛群編成と BCS のチェック

- ・この場合、牛群編成が重要な鍵になります。妊娠末期牛や泌乳牛は飼料設計が異なるうえ、ある程度分娩日の順番等による牛群編成をせざるを得ないのですが、乾乳牛や妊娠初期～中期の牛は基本的な飼料設計が同じのため、体格や BCS で群分けをすることが可能です。(図 3-B-2)
- ・群編成により一頭あたりに給与すべき飼料の量を把握すれば、飼料給与は効率的になります。そして 1-2 カ月に一度 BCS を調整します。
- ・スタンションをかけて DMI を均一化させているつもりでも、群内には強い牛と弱い牛が必ず存在し、スタンションで食べていても食べるスピードが早い牛と遅い牛がいます。