

フリーストール・TMR 体系の留意点

— 飼料給与面から —

雪印種苗㈱ 中央研究農場

古川 修

はじめに

最近、一時下火となっていたミルクパーラ、フリーストールが普及および注目されてきた。それと同時に、飼料給与体系も“TMR”に関心が寄せられるようになった。

ミルクパーラ、フリーストールの導入目的は農業情勢を反映した規模拡大と省力化に代表されるが、その普及率をみると、北海道内では1.2%、全国では約4%とされている(平成元年末)。そして、農水省から出されている推計では2000年には、20%の普及率となる見通しである。

しかしながら、こうした現状に注意を促す向きがないわけではない。その背景にはフリーストール方式に移行して、思うように生産性などが向上せず苦慮している事例も見受けられるからである。

この要因としては;

- ①導入条件(生産技術、頭数規模など)
- ②フリーストール舎設計
- ③飼料給与体系

などが挙げられ、計画段階で不備な点を残したままフリーストール方式に移行して、期待されたほど成果が上がらないという結果になっていよう。

筆者が昨年北海道内のフリーストール牛舎約20戸を視察して、これらのことを強く感じた次第である。

さて、フリーストール方式に移行およびすでに実施されている酪農家にとって、“エサをどのようにして上手に給与するか”が最大の関心事となろう(移行計画をしている方は畜舎設計が先に優先されるが)。

そこで、本稿ではフリーストール方式の飼料給

与面に的を絞って考えてみたい。

1 TMR

フリーストール方式での飼料給与といえば、飼槽で選び食いがなく、自由採食可能なすべての飼料原料を混合するコンプリートフィードが代表となる。近年、同義語として、TMR(Total Mixed Ration)と呼ばれており、本稿では、以下完全混合飼料として“TMR”と呼ぶことにする。

そのTMRであるが、このやり方は家畜を飼育管理する上での給与技術の一つとして位置づけられることを念頭に置いていただきたい。よって、このやり方は先に示したように、フリーストール方式で代表されるが、つなぎ飼い牛舎においても可能なことはいうまでもなく、全国的には、つなぎ飼い+TMR方式の事例の方が多く推測している。

TMRとは、「すべての家畜の要求する飼料成分を混合したもので、家畜がそれらの構成成分をより分けて摂取することができないほど十分混合され、いくつかの栄養水準に合わせて作られ、不断給餌されるもの(“コンプリートフィードの利用技術”より、1981)」と定義づけられているが、実際は“セミ・コン”と呼ばれる方式のものが大部分であろう。そのセミ・コンもいろいろな形で行われており、大別すると次のようになる。

- ①牛群の平均的乳量に合わせたTMRを設計し、増給の必要な牛にはスタンションおよびパーラで追加給与する。
- ②高乳量群のTMRを作り、これを乳量に応じて飽食、制限給与する。制限した分は粗飼料を追加する。

③中乳量群の TMR を飽食させ、高乳量群にはコンピュータコントロールフィーダで配合飼料を与える。

これらは、前述のような定義からはややはずれるものであるが、牛舎構造、牛群構成および酪農家個々の考え方などから取り入れられていると思われる。

2 なぜ TMR か？

今、述べたようなセミ・コン方式は飼料分離給与の延長線上にあると考える。完全な TMR を給与するためには、後述するさまざまな要素を配慮する必要があるため、フリーストール移行段階としてセミ・コンを勧める場合もあろう。ただし、乾物摂取量および飼料効率を最大限に高めることができる TMR、すなわち、粗飼料、製造副産物飼料や濃厚飼料を完全に混合させた飼料は高位安定生産が求められる今日、その有利性を最大に活用すべきである。

TMR の有利性を整理すると；

- ① 2 種類以上の粗飼料を組み合わせて、設定した割合で摂取できる。
- ② 粗飼料と濃厚飼料を組み合わせて、設定した量を摂取させることができる。
- ③ 消化器障害を軽減できる。
- ④ し好性の低い原料も活用できる。
- ⑤ 給餌労働が短縮される。
- ⑥ ビタミン、ミネラル剤を設定量摂取できる。
- ⑦ ルーメン内の恒常性が保たれる。

などが挙げられ、欠点とすると；

- ① そのままの乾草はミキシングが困難。
- ② ミキサー、計量器が必要となる。
- ③ 牛群の群分けが必要。
- ④ 低泌乳牛は過剰摂取しやすい。
- ⑤ より綿密な飼料設計と確認作業を継続しなければならない。

などであろう。これらの欠点をいかに克服して、有利性を発揮させるかがポイントである。

3 TMR 調製のポイント

(1) 群分け

先に示したセミ・コンのやり方は、“群分け”が

できない(頭数などの要因により)、または群分けしていても TMR 調製に労力がかかるため一つの TMR にとどめ、コンピュータコントロールフィーダを利用している、というケースに多い。調製された TMR を完全に自由採食させるためには、この“群分け”が不可欠である。

群分けする基準は、乳量、分娩後日数、繁殖成績とさまざまであり、それぞれ一長一短があるが、“乳量とボディコンディション”を基準とするやり方が効果的と思える。なぜなら、それぞれの牛群に給与する TMR を設定する際は、何といても乳量が第一条件となる。ボディコンディションは繁殖と乳生産に大きく影響を与えるものであり、群間移動には欠かせないポイントである。

群数としては、搾乳牛で最低 2 群は設けたい。その場合、経産牛 1 頭当たり平均乳量 8,000~9,000 kg レベルでは、乳量 30 kg 前後が基準となる。搾乳牛 50~60 頭程度で群分けすることの論議もあるが、単一グループよりも複数にした方が泌乳性が改善されるという報告例(表 1)もあり、可能な限り、群分けを勧めたい。さらに、飼養頭数が増えると、それだけ群および TMR の数が増え

表 1 各種給与体系による乳牛のグループ化の違いが乳生産に及ぼす影響

種 類	牛群数	305日 FCM生産(kg)
〈単一グループ〉		
パーラ	36	6,606
CCF	28	7,131
TMR	28	6,777
パーラ+CCF	36	7,054
〈複数グループ〉		
パーラ	30	6,825
CCF	22	7,095
TMR	23	7,447
パーラ+CCF	25	7,315

注) CCF:コンピュータコントロールフィーダ

(ミュラー, 1990)

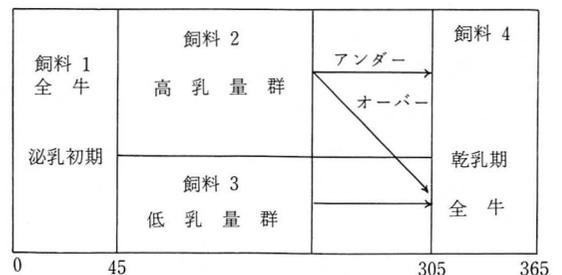


図 1 大規模牛群の飼養管理計画 (クロールら, 1987)

ることになるが、その場合の参考例を図1に示した。

(2) 養分濃度の設定

一つの牛群における飼料設計をする場合、通常はその牛群の平均乳量より上のランクで設計する。ここで注意することは、乳量はFCMを用いること。そして、平均より上のランクを決めるやり方に“リードファクター”がある。この算出方法は次のとおりである。

$$\text{リードファクター} = (\text{平均乳量} + \text{標準偏差}) / \text{平均乳量}$$

乳検などの成績より、面倒でも平均と標準偏差を割出し、その牛群の設定FCM量を定める。例えば、平均乳量(FCM)が40kgで標準偏差値が5.5kgであれば、リードファクター：1.14となり、設定FCMは45.5kgである。ただし、このリードファクターは画一なものではないことに注意する。同じ平均乳量であっても牛群の中での乳量分布が異なれば、当然このリードファクターは違ってくるので、各群ごとに確認する必要がある。

このリードファクターを用いて設定した場合、牛群の約80%をカバーする養分供給内容といわれている。

さて、問題はこれからである。リードファクターを用いたFCMなどで飼料設計したならば、次に乾物摂取量(原物摂取量)を把握しなければならない。設定した乾物量を摂取しているか、それ以上か、それ以下か確認する。そして、設定量より多く採食していれば、たん白やTDNなどの濃度は下げる、それより少なく採食していれば濃度を上げるといように調整を図ることが重要なポイントである。そして、この場合、ボディコンディションも加味することを勧めたい。

TMRの養分濃度設定に関しては、要求量を基に設定養分量を確実に摂取させることを重視して、濃度設定することが肝要である。

言うなれば、TMRの“食い込み”がポイントとなろう。たん白などの要求量

(NRC, 1989)および乾物摂取量を表2, 3に示したので、参考にさせていただきたい。

(3) 水分含量

TMRの乾物摂取量に及ぼす要因はいくつか挙げられるが、飼料中の水分含量をまずチェックすることが重要である。そのためには、用いる粗飼料の水分含量を定期的に把握しておく必要がある。図2は飼料採食量と水分含量との関係を示したもののだが、水分50%以上になると総採食量はほとんど増加せず、乾物摂取量が急激に減少してくることが分かる。TMRがサイレーズ主体で構成されている場合、水分が50%以上で1%水分が増加する

表2 泌乳牛と妊娠牛の1日当たり栄養要求量

生体重 (kg)	エネルギー				ミネラル			ビタミン	
	NEL (Mcal)	ME (Mcal)	DE (Mcal)	TDN (kg)	CP (g)	Ca (g)	P (g)	A (1,000IU)	D (IU)
泌乳牛の維持(a)									
400	7.16	12.01	13.80	3.13	318	16	11	30	12
450	7.82	13.12	15.08	3.42	341	18	13	34	14
500	8.46	14.20	16.32	3.70	364	20	14	38	15
550	9.09	15.25	17.53	3.97	386	22	16	42	17
600	9.70	16.28	18.71	4.24	406	24	17	46	18
650	10.30	17.29	19.86	4.51	428	26	19	49	20
700	10.89	18.28	21.00	4.76	449	28	20	53	21
750	11.47	19.25	22.12	5.02	468	30	21	57	23
800	12.03	20.20	23.21	5.26	486	32	23	61	24
乾乳牛の維持プラス妊娠末期2カ月間の増給(b)									
400	9.30	15.26	18.23	4.15	875	26	16	30	12
450	10.16	16.66	19.91	4.53	928	30	18	34	14
500	11.00	18.04	21.55	4.90	978	33	20	38	15
550	11.81	19.37	23.14	5.27	1,027	36	22	42	17
600	12.61	20.68	24.71	5.62	1,074	39	24	46	18
650	13.39	21.96	26.23	5.97	1,120	43	26	49	20
700	14.15	23.21	27.73	6.31	1,165	46	28	53	21
750	14.90	24.44	29.21	6.65	1,209	49	30	57	23
800	15.64	25.66	30.65	6.98	1,254	53	32	61	24
乳脂率による産乳1kgに要する栄養(脂肪%)									
3.0	0.64	1.07	1.23	0.280	78	2.73	1.68	—	—
3.5	0.69	1.15	1.33	0.301	84	2.97	1.83	—	—
4.0	0.74	1.24	1.42	0.322	90	3.21	1.98	—	—
4.5	0.78	1.32	1.51	0.343	96	3.45	2.13	—	—
5.0	0.83	1.40	1.61	0.364	101	3.69	2.28	—	—
5.5	0.88	1.48	1.70	0.385	107	3.93	2.43	—	—
泌乳期間の生体重変化1kg当たり栄養の増減(c)									
体重減少	-4.92	-8.25	-9.55	-2.17	320	—	—	—	—
体重増加	5.12	8.55	9.96	2.26	320	—	—	—	—

注) (a)若い泌乳牛の成長を考慮して、ビタミンAとDを除く栄養の維持分を初産20%、2産10%増給する。

(b)カルシウムの推定摂取量が分娩2カ月前で不足しているときは、カルシウム要求量を25~35%の範囲で増加する。

(c)生体重の増減との関連で、動員されるカルシウム、リンについては考慮しない。体重の減少によって、利用される1日当たりの窒素量の最大は30g、粗たん白質では234gとなる。

表3 乾物摂取要求量

生体重 (kg)	400	500	600	700	800
F CM(4%補正乳) (kg)	体重の%				
10	2.7	2.4	2.2	2.0	1.9
15	3.2	2.8	2.6	2.3	2.2
20	3.6	3.2	2.9	2.6	2.4
25	4.0	3.5	3.2	2.9	2.7
30	4.4	3.9	3.5	3.2	2.9
35	5.0	4.2	3.7	3.4	3.1
40	5.5	4.6	4.0	3.6	3.3
45	—	5.0	4.3	3.8	3.5
50	—	5.4	4.7	4.1	3.7
55	—	—	5.0	4.4	4.0
60	—	—	5.4	4.8	4.3

注) 維持と産乳, 泌乳中期から後期の体重回復に必要な栄養を考慮した乾物摂取要求量である。

表4 牧草サイレージの切断長のガイドライン

設定切断長 (cm)	3.8cm以上のもの(%)	推奨
0.95	15~20	粗飼料としてサイレージだけを用いる場合。粗飼料からのNDFは21%以上。綿実が給与される場合は粗飼料からのNDFは19%以上。
0.64	7~10	梱包乾草を2~3kg給与。粗飼料からのNDF 22%以上。バッファの添加。
0.48	< 7	梱包乾草を4~5kg給与。粗飼料からのNDF 23%以上。バッファの添加。

(シェパー, 1990)

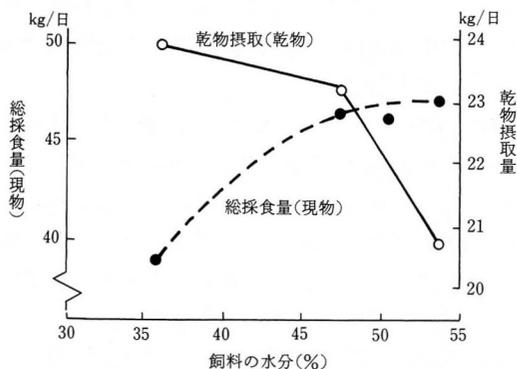


図2 飼料の水分レベルによる採食量の変化 (ハッチェンス, 1987)

ごとに, 乾物摂取量が生体重の0.02%減少する(NRC, 1989)とされており, いかにも飼料中の水分含量が大切か理解していただきたい。

飼料中の水分含量を45~50%に調整することがポイントである。

(4) 切断長

TMRは飼料原料を混合しやすくするため, 粗飼料源も細切されたものを使用する。その場合, ルーメン機能(VFA生産, 反すうなど)を安定させるためには, 飼料片の長さが重要な役割を持つ。なぜなら, その適・不適が乳量, 乳成分へと影響してくるからである。

表4に牧草サイレージのガイドラインを示したが, これをみると, 設定切断長が約1cmでは, 3.8cm以上のもの(反すう機能が維持される)が15~20%含まれ, 粗飼料からのNDFは乾物中21%で

まかなえることが分かる。そして, 切断長がそれ以下になると反すう機能維持のため梱包乾草が必要となり, バッファ添加も検討しなければならない。シェパーのこの報告は, 単にNDF濃度を確保するだけではなく, 粗飼料の物理性も加味した点が注目される。

コーンサイレージの場合, 設定切断長が0.95cm以上であれば表4と同等と考えられるが, 0.64cmでは, 粗飼料からのNDFは乾物中23%以上必要であるとしている。

(5) 繊維濃度 (ADF, NDF)

ADF, NDFなどの繊維濃度が高くなると, 乾物摂取量が抑制され, 飼料消化率の低下やエネルギー摂取量の低下を招くことは, 近年, 数多く報告されている。

その中で, 乾物摂取量と関連が深いNDFより粗飼料割合を決定する方法が報告されており, 飼料

表5 NDFをベースとした粗飼料比率 (ウィスコンシンデータより, 1987)

F CM kg/日	粗飼料のNDF%									
	40		45		50		55		60	
	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min
9	99	53	88	47	80	42	72	38	66	35
14	94	53	84	47	75	42	69	38	63	35
18	89	53	79	47	71	42	65	38	59	35
23	84	53	74	47	67	42	61	38	56	35
27	78	53	70	47	63	42	57	38	52	35
32	73	53	65	47	59	42	53	38	49	35
36	68	53	60	47	54	42	49	38	45	35
41	63	53	56	47	50	42	46	38	42	35
45	57	53	51	47	46	42	42	38	38	35

注) $max\% = (0.44 - (0.002 \times \text{乳量} \times \frac{\text{乳脂率}\%}{100} / 0.038)) / \frac{\text{NDF}\%}{100}$

筆者注: 例えば, 使用する粗飼料のNDFが50%の場合, FCM32kgの時では総乾物飼料中最大で59%の粗飼料比率(粗濃比で59:41)となることを意味している。

設計の参考にしていただきたい。NRC (1989) では、最小 NDF 濃度として 25~28%，そのうち粗飼料から 75% 摂取することを推奨しているが、NDF をベースにした算出方法は次のとおりであり、表 5 にガイドラインを示した。

$$\text{粗飼料乾物 kg} = (\text{生体重 kg} \times 0.009) \div \text{NDF}\% / 100$$

4 TMR 調製のための周辺整備

(1) 施設配置とミキサー

フリーストール方式にして TMR にチャレンジしてみたが、TMR 調製に時間を費やしてしまうため取り止めた、または 1 種類までとしている、という例を見かける。そこでまた、給与体系が変化してしまい、管理される牛群の方も戸惑うことがあるかも知れない。

この要因の大部分は配合飼料タンクや置場、サイロといった施設の配置に問題がある。つまり、混合しようとする飼料原料の調達に時間がかかり、作業能率が低下している。TMR を効率よく調製しようとするならば、飼料タンクやサイロを集約する、または一つの経路ですべて原料が投入できるよう配置を心掛けるべきである。

次にミキサーだが、最近の種類が豊富であり、選択に迷うこともあろう。その際のポイントは、計量機、容積、取り出し口に注意するといいたい。計量機はきちんと TMR を設計する上で不可欠要素であり、容積は頭数、給餌回数などから決定するとよい。表 6 のデータを参考にしていただきたい。

(2) 給水

フリーストール方式にすると、牛群の採食パターンがつなぎ飼い方式とガラリと変化する。いつでも新鮮な水を飲めるようにすることの重要性を再認識していただきたい。

表 6 ミキサーサイズ

給餌回数/日	牛群頭数				
	20	40	60	80	100
	← ミキサーサイズ m ³ →				
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 頭当たり約 23kg の乾物量として。

・ 飼料水分 50% で 321kg/m³ 密度。

・ 1 日 1 頭当たり約 45kg の原物量。

(カンメルら, 1990)

この設備も最近ではいろいろな種類があるが、水槽をよく観察でき、清掃が容易であり、十分な飲水量を確保できる (水槽が深いという意味ではない) のがよい。

(3) 換気、飼槽スペース

TMR の採食性に影響する要因として、換気と飼槽のスペースもまた重要なポイントである。

換気はフリーストール牛舎設計において最も気をつかう部分でもあるが、換気方式としてオープンリッジを採用している牛舎が多いと推測する。この方式は換気の面ではかなり効果があるが、問題は雨の侵入である。全く気にならないという方もいるし、どうにもならないという方もいる。構造上の詳細は省略するが、設計時に十分検討する必要性を強く感じる。

次に、飼槽スペースとして、1 頭当たり、牛床列数にもよるが 60~70 cm 必要とされている。このスペースも個体能力のアップに伴い、乾物摂取量の確保がしづらくなることも予想される。その場合はセルフロックスタンションなどを利用して乾物摂取量を確保する工夫が必要である。

その他、TMR 設計においては、最近、注目されているバイパスたん白や NDF、NFC (糖・でんぷん) といったバランスの検討も必要であるが、TMR を効果的に給与する上で、この部分の詰めが一層必要であると、筆者なりに考えた項目に絞って報告した。

個体管理から群管理へと少しずつ移行している今日、群管理方式は、ある意味では、これまで以上に精度、観察力、計画といった項目に力を注ぐことになろう。それゆえ、最初は慎重すぎるくらい慎重に、机上での失敗を繰り返して、試行錯誤を経るという気構えが心要である。小さなロスが後に多大な損失を招くということを念頭においてもらいたい。

最後に、誤解のないよう記しておくが、セミ・コン方式が決して利用できない方式とされているわけではなく、生産性を考慮すると、TMR 方式の方が有利性が高いと考えた内容である。その留意点をいくつかまとめたわけだが、今後、検討する上で参考になれば幸いである。