

# *Dairy Science Update*

## 100ポンド(45.5kg)以上産乳する牛の 飼料給与には何をすべきか？ (What Does It Take to Feed Cows Producing 100 + Pounds of Milk per Day?)

Charles J. Sniffen

### はじめに( Introduction )

1日当たり100ポンド以上の乳量ということを定義する必要がある。これによって筆者が意味することは、ホルスタイン牛群が一年の平均としてバルクタンクから1日1頭当たり100ポンド以上出荷しているということである。ジャージー牛群では1日当たり70ポンド(32kg)を意味する。

高い生産性は育成牛、乾乳牛、そして泌乳牛のための優れた環境という確実な基盤の上に構築される。優れた環境とは、乳牛がストレスなしに採食、飲水、休息、そして繁殖行動ができるために十分に快適である物理的な施設を意味する。そのような施設を持っているとしたら、次にはその環境の利点を十分に利用するような形で牛のマネジメントができる人間を必要とする。

最近ウイリアムマイナー農業研究所の研究農場のマネジャーである Neil Andrew と、研究農場の年間平均乳量を30,000ポンド(13,600kg)にするには何を必要とするかについて話をする機会があった。彼がじっくり考えた後の反応は、成牛の物理的環境を改善する必要があるというものであった。われわれの泌乳牛の牛舎は30年前のもので、施設の改善については多くのことを行ってきた。側壁を取り除きカーテンを設置し、すべてのストールは改造し(ある部分は2回改造した)、水飲み場を多く追加し、飼槽を新しく造り、通路の表面を粗く仕上げたミゾ切りをし、最終的には通路の半分にゴムベルトを設置した。子牛にはグリーンハウス(温室)を造り、最近になって改造を加えて屋根を板状にし、ヘッドロックを除去した。育成牛と乾乳牛のためには新しい施設を造った。要約すれば、育成牛と乾乳牛についてはかなりの程度のことのできたが、泌乳牛群の環境を改善するためにはやるべき仕事が多く残っている。

読者の牛群の大部分については優れた環境が備わっているという前提に立ちたいと思う。私の議論は、平均的または貧弱な環境は償わなければならないというコメントで結ばれることになるだろう。

## 炭水化物 (Carbohydrates)

100ポンド以上の乳量のための飼料プログラムを設計するにあたって、私は炭水化物から始めることにしたい。何故なら、この分野に栄養上の最大の経済的チャンスが存在するからである。粗飼料(飼料作物)は泌乳牛に給与される乾物の少なくとも40～60%、育成牛または乾乳牛に給与される飼料プログラムの少なくとも60～95%であることが必要だ。第一に有効セニの主な供給源として粗飼料を検討する必要がある。泌乳牛のためには、飼料プログラム中の有効セニとして牛の体重の少なくとも0.8%を必要とする。1300ポンド(590kg)の成牛では、最低10ポンド(4.5kg)の有効NDF/日で少なくとも75%は粗飼料からのものであることを意味する。経済的な意味では、少なくとも体重の1.1～1.2%を有効セニとして給与する方が良い。これは14～16ポンド(6.4～7.3kg)の有効NDF/日を意味する。75%が粗飼料からとすれば、粗飼料からの有効NDF10～12ポンド(4.5～5.5kg)が給与される必要がある。さしあたり、われわれが作ったり購入したりしている粗飼料がNDF含量42～45%で、80%が有効NDFであると仮定すれば、ルーメンを正常に機能させるためには少なくとも22ポンド(10kg)の粗飼料乾物を給与する必要がある。代替策としては、正しい条件が伴えば32ポンド(14.5kg)の粗飼料乾物を給与できる。それは最低でも給与される乾物の35～40%は粗飼料乾物でなければならず、最大レベルまで牛に給与する場合は乾物摂取量の60%近くまでなることを意味する。

2つのチャレンジがある。第一はアシドーシスを予防し粗飼料在庫を考慮すると、粗飼料は牛が採食する乾物の相当な量を構成する必要があることだ。サイレージを給与するとしたら、酪酸発酵のないような優れた発酵のサイレージをもつ必要がある。発酵が悪いと摂取量が低下することが分かっている。さらに、サイレージに悪い発酵が起きると、アンモニアのレベル、可能性としてはアミンのレベルが上昇し、それがルーメン効率と可能性としては摂取量に影響する。第2にはセニの消化率である。再びほとんどのセニが粗飼料からのものとする、消化率は重要な影響を与える。牛がより多く採食するためには、セニはルーメンを通過するために、より小さな粒子(長さ2mm以下)に咀嚼される必要がある。また粒子サイズの減少の一部分としてバクテリアがセニを消化する必要がある。セニの消化率が低下するにつれて、牛にとってより小さな粒子に咀嚼することがだんだん困難になり、バクテリアの消化が遅くなる。このことが摂取量を低下させる。品質の悪いセニを大豆皮、ビートパルプ、シトラスパルプのような副産物の消化率の高いセニでおき替えることを試すことはできる。粗飼料からの有効NDFが不適切になって問題を起こさない時点までしかこの試みはできない。

表1 1300ポンド(590kg)の泌乳牛

有効NDF(飼料プログラム中)	0.8%(体重)	10ポンド(4.5kg)
有効NDF/日(粗飼料由来)	75%(10ポンド中)	7.5ポンド(3.4kg)
有効NDF(%体重)	1.1～1.2%(1300ポンド)	14～16ポンド(6.4～7.3kg)
有効NDFの75%(粗飼料由来)	75%(14～16ポンド)	10～12ポンド(4.5～5.5kg)
NDF42～45%で有効NDF80%の粗飼料からの乾物	42～45%(80%)	22ポンド(10kg)
最小粗飼料乾物	35～40%	
最大粗飼料乾物	60%	

これらすべてのことの結論として、1日1頭当たり100ポンド(45.5kg)の出荷乳量を出そうという酪農家は、常に牛群に給与する高品質粗飼料を持っているということだ。西海岸のトップの酪農家は、高乳量牛群のために常に高品質乾草を購入する方法に習熟している。高品質乾草は西海岸の涼しくて乾燥して標高の高い地域で作られたものである。北東部における高品質粗飼料は、収穫マネジメントが最適になる排水の良い畑からのものである。これらの酪農家は通常は、農場の乳牛の各グループのために適した粗飼料を何時でも取り出せるような収納システムを持っている(粗飼料の品質別のしまい分け)。これらの酪農家は平均的な年には販売に回せる粗飼料を持ち、収穫量がタイトな年でも適切な品質の粗飼料を持っている。

デンブンのマネジメントは大きなチャレンジになりうる。われわれはルーメン内のデンブンの発酵についてより洗練された理解を持つようになっている。正常な条件のもとでは、デンブンはルーメン内で主としてプロピオン酸に発酵される。プロピオン酸は牛にとってグルコースとラクトースの前駆物質である。またプロピオン酸は腸管にグルコースを供給するためにも重要である。腸管は多くのエネルギーを必要とする主な臓器である。

コーンサイレージのデンブンはルーメンの中で消化率に広い幅があることを、われわれは現在よく理解している。この消化率は、ハイブリッドの選択、収穫のタイミング、切断長、そして現在は穀実処理(グレインプロセッサ)などによってコントロールできる。ハイブリッドの選択はコーンの実の中のデンブンの硬いもの(flinty)または粉質のもの(floury)の比率で決めることができる。コーンサイレージを飼料プログラムの中で使うとしたら、これは大きなハードル(障害)になりうる。

購入する乾燥粉碎コーンの粒子サイズが重要であることが分かっている。われわれは80%のコーン粒子が1/16インチ(1.6mm)のスクリーンを通過するべきであると推奨している。もっと細かくて良いかもしれないが、これについて定量的な研究が必要である。高水分コーンの粒子サイズの推奨は、水分レベルの関数である。水分が30%以上なら、実は単にひき割りすれば良い。水分が25~30%なら、コーンの実はかるく圧扁して数片に割ればよい。水分20~25%では、コーンはしっかりと圧扁すべきだ。水分20%以下では粉碎コーンの推奨をガイドラインとすべきである。水分25~30%では細かい粒子は乾物の10%以下にすべきだ。水分30%以上では細かい粒子は乾物の5%以下にすべきである。細かい粒子とは粉のことであり、指の毛穴にすり込めるような状態のものである。

いくつかのデンブンの組み合わせを給与するのがベストである。デンブンはルーメンの中で分解するタンパクの利用を最適にする必要がある。小麦や大麦のデンブンは早く分解するデンブンの源として良く機能する。飼料プログラム中に必要な量は、コーンサイレージ、高水分コーン、そして早く分解するタンパクの量によって決まる。この最善のバランスは栄養コンサルタントの仕事である。

われわれは今や、飼料プログラム中の糖分濃度のバランスを行っている。現在のところ産褥牛と高産乳牛に集中して行っている。われわれの目標は乾物中の総糖分濃度5%である。これは粗飼料の糖分分析が必要であることを意味する。飼料プログラムにサイレージを使っている農場では、粗飼料中の糖分が発酵によって損失することにより、全体の糖分含量が乾物中2~3%であることが分かっている。糖分源として、乳糖、蔗糖、そして糖蜜を使ってみた。現在は糖蜜を使っている。West Virginia大学のHooverは、乳糖によって反応が強化されることを示したが、乳糖は価格が非常に高い。乳糖の代替源はホエーである。ホエーを手でできる農場では、ホエーの利用を考慮すべきである。これらの製品については、ミネラル含量の変動についてのある程度の保証が必要である。

われわれはデンプンの代替としてペクチンとグルカンを含む溶解性セシイの利用を開始した。溶解性セシイはデンプンのように急速に発酵するが、セシイのように発酵し、乳酸発酵は全くないかわずかしくない。アシドーシスのリスクを軽減させる。アルファルファ、大豆皮、ビートパルプ、シトラスパルプは溶解性セシイの優れた供給源である。シトラスパルプは優れた糖分源でもある。

炭水化物給与について要約できることは、われわれは今や牛群の効率を向上させ、マネジメント上の制約がある時にアシドーシスのリスクを減少させるために、ルーメン発酵をより良く微調整できるポジションにあるということだ。

## 脂質 (Lipids)

脂質の給与は新しいレベルの理解に到達しつつある。今後2年以内に、給与する脂質の中の個々の脂肪酸について設計するようになるだろう。現在のところ、われわれは通常給与する飼料の中の脂肪とタローのような添加脂肪の組み合わせを給与している。また市販されている種々のバイパス脂肪を給与している。脂肪源がルーメンに著しい影響を与えることと同時に、ルーメン内の脂肪酸の変化が乳腺にプラスとマイナスの両方の影響を与えることが知られている。マイナスは乳脂率の著しい低下であり、プラスは抗がん性のある乳脂肪成分の強化である。現時点では添加している脂肪源のすべてをよく理解し、植物性脂肪と動物性脂肪を注意深くバランスすることが必要である。それに加えて、タローを使う時には、この製品の消化率には変動があることを認識する必要がある。脂肪が必要な時には、消化率の高いバイパス脂肪を使うことを薦める。

## タンパクとアミノ酸 (Protein and Amino Acids)

ルーメン分解性タンパクの分野に依然として主要なチャレンジが存在する。現時点まではバイパスタンパクの開発に多くの時間を費やして、ルーメン発酵に妥協を強いてきた。われわれはもっとルーメン内のタンパク分解性に焦点を当てるべきである。われわれは現在は分解性タンパクをタンパク中60%くらい、または乾物中11~12%くらいにすることを推奨している。またさらに溶解性タンパクはタンパク中の30%、または分解性タンパクの50%を推奨している。われわれが分からないことが沢山ある。例えば、現在Optigenといわれるゆっくりとリリースする尿素源が入手できる。この製品は飼料プログラムの中により多くの炭水化物を加えることを可能にするスペースを生み出すために使うことができ、乳量の増加反応が認められる。このことはルーメンの中でタンパクが分解される速度を調整するという概念に焦点を当てている。この分野でもっと多くの研究をする必要がある。

ウイリアムマイナー農業研究所における最近の研究は、ルーメンの中の微生物効率を促進するのにメチオニンのような個々のアミノ酸が重要かもしれないことを示唆している。他の研究もわれわれの知見を支持している。私は長い間、ルーメン分解性の真のタンパクを供給するために飼料プログラム中に1ポンド(450g)の48%大豆を入れることを推奨してきた。これはひとつの根拠はあるが、推測であったことを認める。この推奨の精度を高めるのに役立つ研究が現在行われているようである。われわれの目標は、ルーメンにおける微生物収量を最大にすることである。またわれわれの目標はルーメンの微生物収量を正確に予測することでもある。この2つの目標が達成されると、われわれはかなり正確にルーメンの微生物フローから得られる吸

収タンパクと、この微生物フローに由来する吸収アミノ酸を予測することができる。これを知ることによって、われわれは乳牛の成績を最適にする正しい必須アミノ酸を持ったバイパスタタンパクを正しい量供給することができる。現在ウイリアムマイナー農業研究所では、飼料プログラム設計でアミノ酸のバランスを考慮している。これはまずルーメンを最適にした後に、小腸から吸収されるアミノ酸を最適にするために正しいバイパスタタンパクを入れるという方法で行われている。

ルーメン発酵を最適にしなければ、これは高品質粗飼料を出発点とするのだが、1日当たり100ポンド以上出荷することができるアミノ酸のバランスをすることは不可能であることが分かった。

われわれはアミノ酸のバランスのために常に血粉、コーングルテンミール、魚粉を使っている。魚粉は価格、不飽和脂肪酸とその変動という理由で可能な限り避けようとしている。しかし、ある場合にはメチオニンの要求量を満たすために魚粉が必要なことがある。メチオニンのバランスを経済的にとるためには、単体としてのバイパスメチオニン源が本当に必要であることが分かった。販売されているいくつかのものがある：Mepron( Degussa ) Smartamine M( Aventis ) Met Plus( Nisso ) Alimet( Novus ) などである。各々のメチオニンはプラスとマイナスがあるが、ここでは深く立ち入らない。われわれは現在のところ、メチオニンの液体アナログであるAlimetを使っているが、飼料工場で混合させている。

## ミネラル( Minerals )

ミネラルの設計は、今まで述べた栄養素の設計と全く同じように重要である。粗飼料は定期的にマクロとミクロのミネラルに関して分析する必要がある。それから農場の飼料からのミネラルと、飼料会社やミネラル会社からのミネラルパックで、できれば栄養コンサルタントが設計したものとのバランスをとる必要がある。最近になって、飼料プログラム中のカリ(K)とリン(P)のレベルをバランスする緊急の必要性が増している。カリについては粗飼料のなかの過剰なカリが乳熟を悪化させる可能性があるし、リンについては環境問題についての懸念のためである。われわれはカリの低いミネラルミックスを使っているし、飼料プログラムの設計ではリンのレベルを乾物中0.38%以上にしないようにしている。これを始めてから2年が経過している。

微量ミネラルは興味深い。われわれは分娩後100日までの泌乳牛のミクロミネラルの利用性を検討する研究を終えたばかりである。飼料プログラムに有機ミクロミネラル源を含めると、初回種付けまでの月数が10日、受胎までの日数が27日減少した。これはミクロミネラルの利用率の重要性を指摘している。研究の時点で、利用率が低いことが示されている酸化したものの比率が高いミクロミネラルを使っていた。それ以来ミネラル源を変更した。この研究はわれわれが高産乳牛のミクロミネラルの要求量、またはルーメンの要求量を、本当には正しく理解していないなどの他の全体の問題を浮かび上がらせた。多くの研究が行われなければならない。

## ビタミン( Vitamins )

われわれはビタミンの給与に関してはあまり多くのことを考えていない。飼料会社が農場の種々の乳牛のグループに必要な量を含めていることを信頼しているのである。われわれは長年にわたって、NRCの推奨値と比較するとビタミンA & Dを過剰給与してきた。最近では、移行期牛に対してビタミンEをNRCの3倍も

過剰給与してきた。そうすべきなのだろうか？これをサポートする研究はどこにあるのか？1日100ポンド以上の高産乳牛を使った研究はどこにあるのか？ほとんど存在しないと言える。

長年にわたってビタミンB群を給与する価値は疑問であるとされてきた。今はナイアシンを給与することが薦められている。最近になって泌乳牛にビオチン(Biotin)を給与すべきであるという証拠が増えている。Ohio大学の研究は、ビオチンを20mg / 日給与すると約5ポンドの乳量反応があることを示した。Cornell大学のOvertonの研究は、コリン(Choline)を給与すると移行期牛の脂肪肝を減少させる利点があることを示している。この研究は高産乳牛のビタミンB群の栄養を再検討させることになる。

## マネジメント(Management)

再び、われわれは最近の栄養のすべてについて語る事ができる。そして信じてもらいたい、それは確かに楽しいことである。それは本当に興奮を感じるものである。しかしながら、われわれは基本的に立ち戻らなければならない。それはマネジメントである。最初に述べたように、農場のすべてのグループの乳牛にとって、高品質粗飼料が出発点となる。これについては十分に述べた。終わりにあたって、違いをもたらす他の細かいマネジメントについて手短かに論じる必要がある。

われわれは移行期牛に焦点を当ててきた。それは乾乳牛、特にクローズアップ牛と分娩後2週間までの産褥牛である。乾乳牛、特にクローズアップ牛の飼料プログラムでは高いタンパクレベルを給与している。高品質タンパクを給与しようとしている。DCADのバランスを考えるし、ビタミンも多く給与している。最も重要なことは乾乳牛と、乾乳牛に何を給与しているかを集中的に観察することである。牛が分娩すると産褥牛グループに入れられ、1~2週間集中的にモニターされる。牛がひとたび首尾よく移行期を経過すると、通常は良い成績を出す。われわれの農場マネジャー(Neil)とそのチーム、および栄養コンサルタントのチャレンジは移行期牛なのである。移行期牛を上手くこなせば、良い成績が出せる。もちろん、良い成績を出せなかった時は、普通は粗飼料のためである。粗飼料のためであるとすれば、それはわれわれの卓越せる作物学者Ev Thomas(ウィリアムマイナー農業研究所の飼料作物の研究者)の責任である。Evは皆さんに種々の能書きを語っているにも拘わらず、何時も一定した粗飼料を収穫するのに困難を覚えている(\*注: Charles SniffenとEv Thomasは互いを卓越せる作物学者、卓越せる栄養学者と多少の皮肉をこめて呼び合いながら、論文やニュースレターでお互いをからかったり、突込みを入れたりして遊んでいる)

本刊行物の内容は一部全部を問わず複製・転載を禁じます。  
もし複製・転載をする場合は米国側の許可が必要です。

ウィリアムマイナー農業研究所  
〒102-0073 東京都千代田区九段北3-2-2  
B. R. ロジェT-3  
TEL 03-3230-0610 FAX 03-3230-0910