

## 高栄養濃度の混合飼料 (TMR) 給与が低泌乳初産牛の採食量、 産乳成績およびルーメン内発酵様相に及ぼす影響

泉 賢一・吉原 慶子・田代 ゆうこ・野 英二

### Evaluation of Feed Intake, Milking Performance, and Rumen Fermentation in Low-yielding Primiparous Cows Offered High Nutrient Total Mixed Ration

Kenichi IZUMI, Keiko YOSHIHARA, Yuko TASHIRO and Eiji NO  
(June 2001)

#### 緒 論

家畜の飼養管理の基本は養分要求量に対して供給量を適正に管理することにある。泌乳牛の場合、産乳量や泌乳ステージに応じて養分要求量が大きく変化する。多頭数の泌乳牛を群飼養する場合には、牛群をいくつかに分け、それぞれの栄養水準に適した飼料を給与することが推奨されている。しかし、わが国では飼養頭数が100頭未満の農家が大半であるため、群分けが行われず、さまざまな養分要求量の泌乳牛が混在することになる<sup>10)</sup>。そのため、給与飼料中の養分レベルをどのように設定するかは熟考を要する。

高泌乳牛を対象に栄養レベルを設定すると、低泌乳牛や泌乳後期牛が過剰な栄養分を摂取することになり過肥などの問題が生じる。また、設定栄養レベルが低すぎると産乳量の多い個体が泌乳に要するエネルギーを給与飼料のみからは摂取できず、大量の体脂肪を動員することになる。この状態が長期間継続すると、乳量の低下、ケトーシスや脂肪肝といった代謝性疾患の発症あるいは繁殖成績の低下などをもたらす。このような高泌乳牛の生産性低下は、農場経営にとって大きなマイナス要因となることは明らかである。

したがって、牛群の養分要求量のばらつきを把握し、飼料設計を適切に管理することは重要である。しかしながら、現実問題として群管理方式で普及している混合飼料 (TMR) を用いた飼養形態では、全個体の養分要求量を過不足なく充足させることは困難である。さらに初産牛については、産次を重ねた経産牛に比べ乳量は高くないが、乾物摂取量が少ないことや成長を継続していることから、乳量のみを

指標に群分けを行うと栄養不足に陥る危険性がある。

そこで、低泌乳初産牛を高泌乳牛群に組み入れた場合に、栄養管理上どのような問題が生じるかを明らかにするために試験を実施した。本研究では、低泌乳初産牛に対して養分要求量を上回る高栄養 TMR を給与し、自由採食量、産乳成績ならびにルーメン内発酵様相について調査した。

#### 材料および方法

##### 供試動物および飼養管理

ルーメンカニューレを装着したホルスタイン種初産泌乳牛2頭 (No. 43, No. 44) を供試し、試験を2度実施した (それぞれ、試験1および試験2とする)。試験1開始時において No. 43 は分娩後57日、体重445 kg、No. 44 は34日、416 kg であった。試験2開始時では No. 43 は分娩後127日、体重550 kg、No. 44 は104日、505 kg であった。供試牛はチェーンタイ方式の牛床に繋留した。試験1では暑熱による飼料の二次発酵を防ぐため、1日給与量の40%を10時に給与し、残りの60%を17時に給与した。試験2では10時に1日分を給与した。給与量は残飼が十分出る量とし、自由採食とみなした。水はウォーターカップから自由に摂取させた。

##### 供試飼料

供試牛の試験開始時乳量が23.3~26.9 kg/d であったことから、養分要求量を上回る設定とするために体重700 kg、乳量35 kg/d、乳脂肪率3.8%の2産次の乳牛を想定して飼料を設計した。アルファルファロールラップサイレージ (AS) およびチモシーロールラップサイレージ (TS) を粗く切断したもの、

Table 1 Ingredients and nutrient composition of diets in experiments 1 and 2.

	Exp. 1		Exp. 2	
	Preexperimental diet	TMR	Preexperimental diet	TMR
	— % of dietary DM —			
Ingredients				
Alfalfa silage	24.2	19.8	17.1	13.9
Timothy silage	23.6	19.5	26.0	15.9
Corn silage	14.4	15.1	15.5	15.9
Concentrate mixture <sup>1)</sup>	33.1	40.7	36.3	43.7
Beet pulp	4.5	4.7	4.9	10.4
Mineral supplement <sup>2)</sup>	0.07	0.07	0.08	0.08
Vitamin supplement <sup>3)</sup>	0.07	0.07	0.08	0.08
Salt supplement <sup>4)</sup>	0.07	0.07	0.08	0.08
Nutrient composition				
Dry matter, %	64.6	64.3	59.0	58.0
Crude protein, %DM	15.8	15.6	14.1	14.5
Neutral detergent fiber	43.2	40.7	37.3	46.5
Acid detergent fiber	30.8	25.4	28.2	25.8
Total digestible nutrients <sup>5)</sup>	69.8	72.0	64.5	73.8

<sup>1)</sup> Contains 58% grains, 21% oil meals, 17% brans and 4% other.

<sup>2)</sup> Contains 220 g and 110 g/kg of Ca and P, respectively.

<sup>3)</sup> Contains 10,000 IU and 2,000 IU/g of vitamins A and D<sub>3</sub>, respectively

<sup>4)</sup> Contains 84.8% NaCl and 13.2% CaCO<sub>3</sub>.

<sup>5)</sup> Calculated from JFS for dairy cattle<sup>11)</sup>

コーンサイレージ (CS), 市販の搾乳牛用配合飼料 (ルミバランス 16, 雪印種苗), ビートパルプ (BP), リン酸カルシウム主体のミネラルサプリメント (スーパーマグ 55, 東洋電化工業), ビタミン剤 (ビタファーム, 日本全薬工業) および塩 (ホルスタ塩, 酪農振興) を混合し, TMR を調製した。TMR の化学成分および各飼料の構成割合を表 1 に, TMR に用いた粗飼料の化学成分を表 2 に示す。試験 1 では, 飼料の混合にオーガ式の定置型ミキサー (SUPREME, 土谷特殊農機具製作所) を用い, 試験 2 ではリール式の牽引型ミキサー (リールアーゲーミキサー, KNIGHT) を使用した。飼料設計には日本飼養標準・乳牛 (1999 年版)<sup>12)</sup> に付属している養分要求量計算シートと飼料計算シートを用いた。

#### 試験日程および測定項目

試験 1 は 2000 年 8 月 7 日から 13 日までの 7 日間実施し, その間の平均気温は 22°C (最高 26°C, 最低 19°C) であった。試験 2 は 2000 年 10 月 16 日から 25 日までの 10 日間で実施し, 平均気温は 9°C (最高 14°C, 最低 4°C) であった。給与量および残飼量を毎日計量し自由採食量を算出した。試験最終日にはルーメン液を経時的に採取し, ルーメン pH, アンモニア態窒素濃度および VFA 濃度を測定した。同時

Table 2 Chemical composition of forages.

	Alfalfa silage	Timothy silage	Corn silage
Exp. 1			
Dry matter, %	68.9	67.1	34.9
Crude protein, %DM	17.8	12.6	9.4
Neutral detergent fiber	50.8	64.6	44.0
Acid detergent fiber	39.8	39.1	26.7
Total digestible nutrients	58.2 <sup>1)</sup>	57.7 <sup>2)</sup>	69.8 <sup>3)</sup>
Exp. 2			
Dry matter, %	44.6	67.6	34.3
Crude protein, %DM	17.7	12.0	9.3
Neutral detergent fiber	45.9	65.0	37.5
Acid detergent fiber	36.7	41.2	23.2
Total digestible nutrients	59.5	56.1	69.7

<sup>1)</sup> Calculated as  $87.57 - 0.7372 \times \text{ADF} (\% \text{DM})^5$

<sup>2)</sup> Calculated as  $87.09 - 0.752 \times \text{ADF} (\% \text{DM})^5$

<sup>3)</sup> Calculated as  $89.89 - 0.752 \times \text{ADF} (\% \text{DM})^5$

にルーメン液中のプロトゾア数を計測した。なお, 参考として TMR 給与開始前の分離給与方式での採食量についても, 各試験でそれぞれ 1 日分測定した (8 月 5 日と 10 月 12 日)。

#### 試料の採取

##### (1) 飼料

AS, TS および TMR は毎日, CS は 1 日おきに採

取し、送風乾燥機で風乾した。残飼については、試験1では毎日朝夕の2回採取し、個別に風乾した。試験2では、残飼をビニール袋に毎日適量採取し、試験期間中は冷蔵庫で保管した。最終日にすべてを混合し、その一部を代表試料とした。BP および配合飼料は試験期間中に1度採取した。

### (2) ルーメン液の採取

試験1では6:00, 9:00, 10:30, 12:30, 14:30, 16:30, 18:30, 20:30, 22:30 および1:30の計10回、試験2では6:00, 8:00, 9:30, 11:00, 12:30, 14:30, 16:30, 18:30, 20:30, 22:30 および1:30の計11回、ルーメンフィステルからルーメン液を採取した。

採取したルーメン液を4重のガーゼでろ過し、アンモニアおよびVFA濃度の分析に供するまで-30°Cで凍結保存した。また、ルーメンプロトゾア数を計測するために、ルーメン液と4倍量の染色液(メチルグリーン・ホルマリン・食塩溶液)を混合し、室温で保存した。

### (3) 泌乳成績

乳量は朝夕の搾乳時(5:30 および16:00)に毎日記録し、試験期間中の値を平均した。乳成分については試験に最も近接した月の乳牛検定データを利用した。TMR 給与前の通常管理時のものについて、乳量は試験開始前10日間の平均値を、乳成分については試験の前月の乳牛検定データを用いた。

### 分析および解析

各飼料の乾物(DM)、中性デタージェント繊維(NDF)、酸性デタージェント繊維(ADF)および粗蛋白質(CP)含量を測定した。DM および CP については A.O.A.C.<sup>2)</sup> に従った。NDF および ADF については Goering and Van Soest<sup>4)</sup> に基づいて分析した。なお、NDF 含量を分析する際に、デンプンを含む CS、配合飼料あるいは給与飼料については前処理としてアミラーゼ処理を行った<sup>5)</sup>。飼料中の TDN 含量については、ADF 含量を用いた推定式<sup>5)</sup>より算出した。

凍結保存したルーメン液をぬるま湯に浸漬して解凍し、アンモニアおよびVFA濃度の分析を行った。アンモニア濃度については Kjeldahl 法を用いた<sup>1)</sup>。VFA 濃度についてはガスクロマトグラフィーで分析した。

ルーメン液と染色液の混合溶液を50%グリセリンで2倍希釈したものを、フックス・ローゼンタール血球計算盤に数滴流し込み、光学顕微鏡(100倍)でルーメンプロトゾア数をカウントした。

### 結果および考察

採食量および養分充足率からみた飼料設計の評価  
分離給与時の採食量と試験期間中の TMR 採食量を表3に示した。両試験、両供試牛ともに分離給与時と比べ TMR に変更することによって採食量が増加する傾向を示した。TMR 給与時では体重に

Table 3 Voluntary intake by the 2 cows.

	No. 43		No. 44	
	Preexperimental diet	TMR	Preexperimental diet	TMR
Exp. 1				
Intake				
Dry matter, kg/d	17.3	17.8	14.7	17.1
Neutral detergent fiber	6.1	6.0	4.8	5.7
Dry matter, % of Body weight	—	4.0	—	4.1
Neutral detergent fiber	—	1.3	—	1.4
Body weight, kg	ND <sup>1)</sup>	445	ND	416
Exp. 2				
Intake				
Dry matter, kg/d	19.2	23.8	19.9	21.9
Neutral detergent fiber	7.0	8.8	7.4	7.4
Dry matter, % of Body weight	—	4.3	—	4.3
Neutral detergent fiber	—	1.6	—	1.5
Body weight, kg	ND	550	ND	505

<sup>1)</sup> Not determined

対する乾物摂取量の比が、いずれも4%を超えることが示された。給与形態を分離給与方式からTMR方式に変更することによって、乾物摂取量が増加することは広く認識されているが<sup>3)</sup>、本試験の結果からも確認された。乾物摂取量は体重の4%前後がほぼ限界であると考えられることから<sup>12)</sup>、供試牛の採食量はほぼ最大に達しており、TMRの嗜好性も良好であったと判断できる。

供試牛の1日あたりの養分要求量、給与飼料からの養分供給量および養分充足率を表4に示した。要求量に対する給与量の割合はDM, CPおよびTDNのいずれにおいても100%を大幅に上回る値となった。採食量と要求量から計算した養分充足率で見ると、試験1ではDMおよびTDN充足率は適当な範囲にあった。しかし、試験1のCP充足率および試験2のDM, CPおよびTDN充足率は、いずれも125%以上となり、過剰摂取の傾向が認められた。とりわけ試験2では、分娩後100日を越えて採食量が増加してくる時期であったことから、その程度が大きくなったと考えられた。TDNについては、ADF含量からの推定値であるために、おおよその目安としてとらえるのが無難であるかもしれない。しかし、CPについては実測したデータであり、過剰の窒素が尿素となって尿中に排泄されたものと推察される。

本試験ではつなぎ飼いの条件で検討したが、群飼

条件下では個体間で競合が起ころうため結果が異なる可能性もある。初産牛は年齢が若い上に概して体重が軽いので、社会的な優劣順位が低くなると考えられる<sup>9)</sup>。したがって、飼槽面積や飼料の給与量などの飼養状況によっては十分な採食量を確保できない恐れがある。今後はこの点について評価するために、群飼条件下での検討が必要となるだろう。

#### 泌乳成績からみた飼料設計の評価

乳生産および乳成分について表5にまとめた。乳量はすべての値において、4%FCMについてはNo. 43の試験2を除いて、いずれも分離給与時を下回る結果となった。乳脂肪率はNo. 43が試験1開始前と試験2のTMR給与時に3.7%に達したものの、それ以外では3.3~2.7と低い値であった。とりわけ、No. 44では乳脂肪率が3%を上回ることにはなかった。乳蛋白質率、無脂固形分率はおおむね一般的な範囲であった。MUN濃度は11.8~15.2 mg/dlとなった。

TMR給与期間中は採食量が増加したにもかかわらず、乳量は試験前よりも低くなる傾向を示した。この原因のひとつとして、試験期間が関与していた可能性が考えられる。試験1はTMR給与期間が7日間、試験2では10日間と給与期間が長いとは言えない状況であった。このように短期間の試験であったために、供試牛が飼料の変更にともなうストレス

Table 4 Daily requirements and supply of nutrients and their sufficiency for each cow.

	Requirement (R)	Supply (S)	S/R, %	Intake (I)	Sufficiency (I/R, %)
Exp. 1					
No. 43					
Dry matter, kg	15.9	27.7	174.4	17.8	111.9
Crude protein	2.34	4.37	186.3	2.93	125.2
Total digestible nutrients	11.9	20.0	167.3	12.8	107.4
No. 44					
Dry matter, kg	15.0	27.7	184.8	17.1	113.9
Crude protein	2.23	4.37	196.2	2.8	125.3
Total digestible nutrients	11.3	20.0	177.0	12.3	109.1
Exp. 2					
No. 43					
Dry matter, kg	18.0	25.7	143.1	23.8	132.4
Crude protein	2.63	3.99	151.8	3.5	133.4
Total digestible nutrients	13.5	19.0	140.3	17.6	129.8
No. 44					
Dry matter, kg	16.3	25.7	157.5	21.9	133.8
Crude protein	2.43	3.99	163.7	3.2	131.2
Total digestible nutrients	12.4	19.0	152.5	16.1	129.6

Table 5 Production and composition of the milk for 2 cows.

	No. 43		No. 44	
	Preexperimental diet	TMR	Preexperimental diet	TMR
Exp. 1				
Production, kg/d				
Milk	26.9	24.9	23.3	23.9
4% FCM <sup>1)</sup>	25.7	21.9	—	19.6
Milk composition				
Fat, %	3.7	3.2	—	2.8
Protein	3.1	2.9	—	3.0
Solids-not-fat	9.0	8.7	—	8.9
MUN <sup>2)</sup> , mg/dl	11.8	14.9	—	13.8
Exp. 2				
Production, kg/d				
Milk	25.6	24.9	26.3	25.9
4% FCM	22.9	23.8	21.2	20.8
Milk composition, %				
Fat	3.3	3.7	2.7	2.7
Protein	3.2	3.5	3.1	3.2
Solids-not-fat	8.9	9.4	9.0	9.3
MUN, mg/dl	15.2	13.2	15.2	14.5

<sup>1)</sup> Fat corrected milk = 0.4 × Milk (kg/d) + 15 × Fat (kg/d)

<sup>2)</sup> Milk urine nitrogen

を解消するにはいたらず、乳量の低下として現れたのかもしれない。また、表4から蛋白質摂取量がすべての試験において高かったことが示されている。このため、過剰に摂取した窒素を肝臓で尿素へ変換するためにエネルギーを使わざるを得ない状況が生じ、産乳に要するエネルギーが不足したのかもしれない。

乳牛では蛋白質摂取過剰に陥りやすく、そのことが繁殖をはじめとするさまざまな障害を引き起こすことが指摘されている<sup>14)</sup>。本試験における MUN 濃度は、乳脂肪率が 3.7% に達した場合を除いて、両供試牛とも 14~15 mg/dl 程度であった。MUN 濃度の適正值についてはいくつかの結果が報告されている。佐藤<sup>16)</sup>の実験によると、さまざまな条件で飼養した泌乳牛の乳汁を分析した結果、平均値が 14.5 mg/dl となった。漆戸ら<sup>18)</sup>も、12~16 mg/dl が適正範囲であるとしている。一方で、MUN が 15 mg/dl を超えると蛋白質栄養上から注意が必要であるとする報告もある<sup>14)</sup>。乳脂肪率の低さや、蛋白質の過剰な摂取から判断すると、大場<sup>14)</sup>が述べているように、本試験ではルーメン内での分解性蛋白質 (DIP) が過剰となり炭水化物の発酵とのバランスが崩れていた可能性が示唆される。アルファルファサイレージの蛋白質は、そのほとんどがルーメン内で急速に分解する蛋白質 (SIP) であることも<sup>15)</sup>、これらの症状の一因であると考えられる。川島ら<sup>6)</sup>は、アルファル

ファサイレージとコーンサイレージの給与割合を様々に変化させ、非構造化炭水化物 (NSC) に対する DIP の割合と微生物態 N 合成量について検討している。その結果、NSC に対する DIP の割合を低くしていくにつれ、微生物態 N への転換効率は改善されることを見出している。本試験で用いた TMR においても、アルファルファサイレージあるいは配合飼料といった CP 含量の高い飼料の一部を、コーンサイレージなどの NSC に富んだ飼料に置き換えることで MUN が低下すると考えられる。

#### ルーメン環境からみた飼料設計の評価

図1にルーメン内の発酵様相に関して取りまとめた。個体間で顕著な違いが認められなかったことから、2頭の平均値を図示した。ルーメン pH の日内変動はそれほど大きくなかったものの、両試験とも低い値で推移した。試験1の日平均は 5.55 であり、試験2では 5.45 であった。アンモニア態窒素濃度はいずれも 15~20 mg/dl の範囲にあった。日平均では、試験1が 15.9 mg/dl であったのに対し、試験2では 17.7 mg/dl であった。ルーメン液の VFA は酢酸 (A)、プロピオン酸 (P) および酪酸についてまとめた。総 VFA に対するそれぞれの VFA の割合は 1日を通して、それほど大きな変動はみられなかった。A:P 比の日平均は、試験1では 2.57、試験2では 2.06 であった。

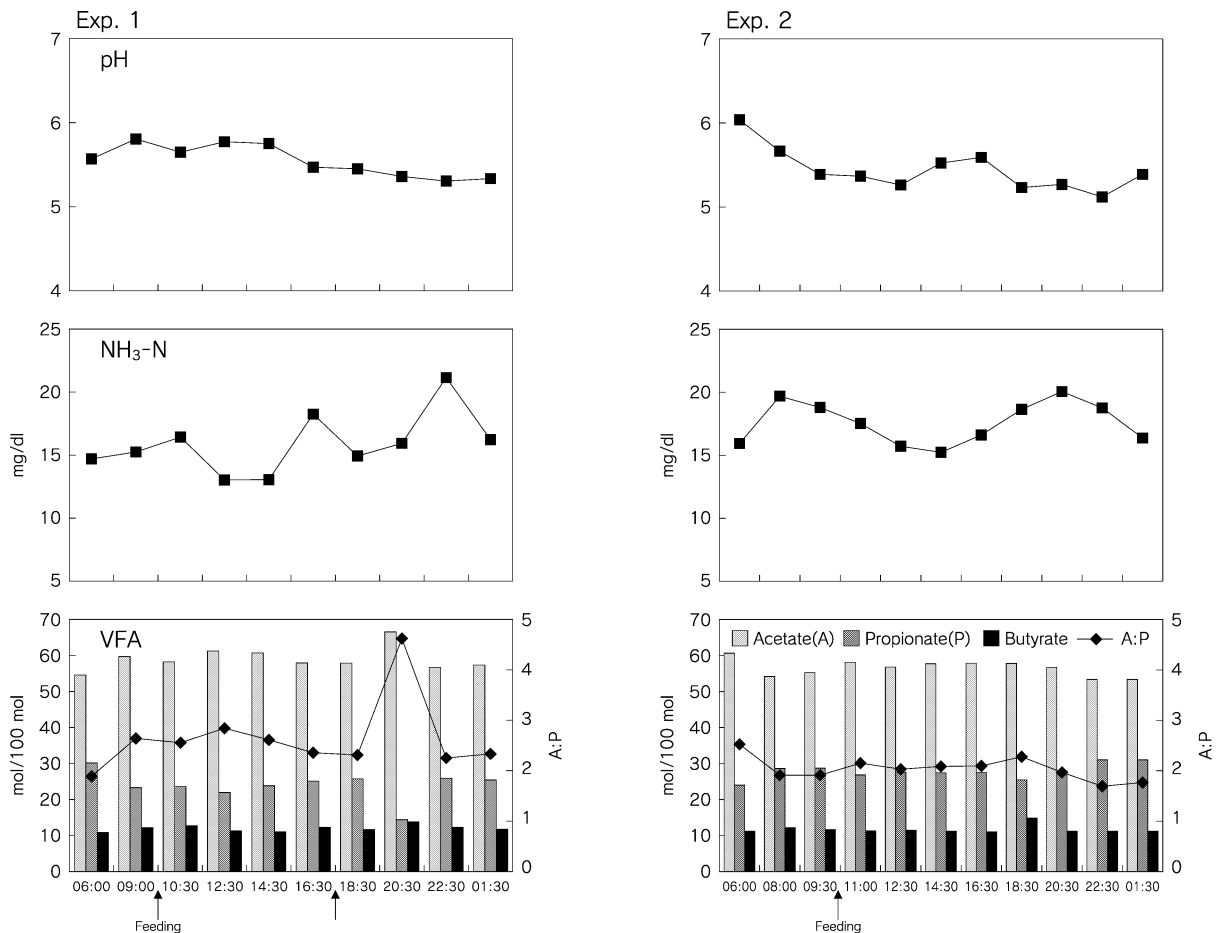


Figure 1. Diurnal changes in pH, NH<sub>3</sub>-N concentration and VFA molar percentages in rumen fluid from 2 cows.

ルーメンプロトゾア数の日内変化を表6に掲載した。ルーメンプロトゾア数は両試験とも No. 43 牛よりも No. 44 牛の方が低くなる傾向を示した。

ルーメン pH は通常は 6~7 の範囲で推移するものと考えられる。Sheperd and Combs<sup>17)</sup> は飼料乾物中の NDF 割合を 32% (LF) あるいは 36% (HF) として、泌乳中期の乳牛に給与し、ルーメン環境を調査している。その結果、ルーメン pH および A:P 比は LF で 5.6 および 2.14, HF では 5.9 および 2.67 となり、本試験の結果と同程度となった。今回供試した TMR 中の NDF 割合は試験 1 では 40.7%, 試験 2 にいたっては 46.5% であった。このように繊維成分が豊富な飼料を摂取している場合には、ルーメン pH, A:P 比ともに今回の結果よりも高い値を示すのが自然であると考えられる。さらに本試験で観察された総 VFA に対する酢酸割合の日平均 (試験 1: 59.9%; 試験 2: 56.8%) は、肥育牛や低乳脂肪率牛群での調査結果とほぼ同様であった<sup>8)</sup>。試験 1, 試験 2 を通して牧草サイレージはロールラップ方式のものを使用し、それを粗く切断して

Table 6 Number of rumen protozoa ( $\times 10^5$ /ml) from rumen fluid of the 2 cows.

	Exp. 1		Exp. 2		
	No. 43	No. 44	No. 43	No. 44	
6:00	7.3	2.9	6:00	7.0	3.3
9:00	7.1	1.9	8:00	8.4	2.2
10:30	3.7	2.1	9:30	10.4	3.6
12:30	5.9	1.8	11:00	7.9	2.4
14:30	6.0	2.8	12:30	8.5	2.1
16:30	2.2	3.6	14:30	6.7	2.4
18:30	3.8	3.1	16:30	7.1	3.0
20:30	3.7	2.2	18:30	4.7	2.4
22:30	1.9	2.4	20:30	5.5	2.7
1:30	3.4	2.2	22:30	5.2	1.9
			1:30	4.2	2.1
Average	4.5	2.5		6.9	2.6

用いた。切断長は長いものでは 30 cm 以上のものも見受けられた。さらに TMR の DM 給与量も供試牛の要求量を大幅に上回った。Minson<sup>11)</sup> は残飼が給与量の 20% を超えるような給与水準では、選択採食が顕著になることを指摘している。これらのことか

ら、今回調製したような TMR では、供試牛は濃厚飼料部分の選択採食を容易に行えたものと推察できる。このことが、結果的に濃厚飼料多給型の飼料を給与している牛群と同様のルーメン内発酵様相をもたらしたものと判断した。

ルーメンプロトゾア数は、平均乳量 9,000 kg の高泌乳牛群における結果 ( $1.4\sim 3.8\times 10^5/\text{ml}$ ) と同様であり、正常値と言われる範囲内にあった<sup>9)</sup>。ルーメン内は慢性的なアシドーシス環境であったといえるが、ルーメンプロトゾアはその影響を被ってはいなかった。

#### 飼料設計の総合的評価と生産現場における留意点

以上の結果から本試験で用いた TMR は乾物摂取量の増加をもたらすものの、直接生産性を向上させるわけではないことが示された。その原因としていくつか考えられたが、物理的な側面としては粗飼料の切断長と乾物給与量の不適切さから生じる選択採食の可能性が示唆された。切断長に関してはバンカーサイロなどの利用や、ミキサー投入前の入念な細断で対応できると思われる。給与量は毎日の残飼量のチェックやサイレージの水分含量の測定などから改善が可能である。

栄養面からは、蛋白質の過剰摂取やルーメン pH および A:P 比の低下といったルーメン内発酵様相の乱れが示された。乳脂肪率の低さには、これらの要因が影響していたと考えられる。選択採食が容易な TMR では、ルーメンへの負担がより増大することとなる。以上から、初産牛を高泌乳牛群に組み込んで飼養することは、ルーメン内環境を中心とした栄養生理上問題をはらんでいることが示唆された。

Kerstin ら<sup>7)</sup>は、粗濃比を固定していても飼料の NSC 分解速度が異なるとルーメン内の総 VFA 濃度およびアンモニア態窒素濃度が大幅に変化することを認めている。このことから、ルーメン内の発酵環境を適切な状態で維持するためには、蛋白質飼料や炭水化物飼料の分解速度を勘案することが重要であることは理解できる。しかし、生産現場で飼料の分解速度を算出することは現実的ではなく、文献値などから推定せざるを得ない。飼料の一般成分についても、外部に委託することになるため迅速にデータを入手することは困難である。したがって、まずはロット間の変動が大きく、TMR の出来上がりにも影響してくる粗飼料の乾物含量をモニタリングすべきである。分解速度については大まかな傾向を把握するとどめ、生産現場レベルでは細かな数値に固執する必要はないと考える。

本試験から、高泌乳牛と低泌乳牛、あるいは成長を続ける初産牛や成長の止まった経産牛などが混在する場合、牛舎構造や労力の問題はあるものの、可能な限り群分けを行う必要があることが示された。とりわけ、初産牛を 2 産以上の経産牛と分離することは、ルーメン環境を正常に保つためにも有効であると考えられる。

## 要 約

低泌乳初産牛に対して、養分要求量を大きく上回るように調製した混合試料 (TMR) を給与し、採食量、泌乳成績およびルーメン内発酵様相に及ぼす影響について検討した。2 頭の初産牛を供試し、2 度の TMR 給与試験を実施した。TMR には粗く切断したアルファルファおよびチモシーのロールラップサイレージとコーンサイレージを粗飼料源として用いた。設定した給与レベルは要求量に対して、乾物 (DM) で 143~185%、粗蛋白質 (CP) で 152~196%、可消化養分総量 (TDN) で 140~177% であった。DM 摂取量は要求量に対して 112~134%、CP 摂取量は 125~133%、TDN 摂取量は 107~130% となった。分離給与時と比べ乳量が増加することはなかった。一部の結果を除いて、乳脂率は 3.3% を下回った。ルーメン液の発酵様相から、pH および酢酸/プロピオン酸比が一貫して低いことが示されたが、ルーメン内プロトゾア数は適正範囲内にあった。以上の結果から、CP の過剰摂取によるエネルギーの損失、濃厚飼料の選択採食などによるルーメン内発酵様相の乱れが示唆された。これらの点を考慮すると、群飼条件下においては初産牛を 2 産以上の経産牛と分離することが望まれる。

## 謝 辞

本研究の遂行にあたり、試験牛の管理、飼料の調製などにおいて、酪農学園大学附属農場の松原久夫技師、尾崎邦嗣技師ならびに車田梓乃臨時技師には絶大なるご協力をいただいた。ここに、深く感謝の意を表します。

## 参 考 文 献

- 1) 阿部又信, 1995. 乳牛の栄養. 動物栄養学 (奥村純市, 田中桂一編), 202-214. 朝倉書店, 東京.
- 2) A.O.A.C. Official methods of analysis (13th ed.). 1980. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- 3) 芦沢博道, 久米新一, 三好志朗, 菊地 実, 2000.

- 特別座談会 TMR 給与について考える. 臨床獣医, 18(6) : 16-35.
- 4) Goering, H.K. and P.J. Van Soest, 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications) in Agriculture handbook. (USDA ed.). 2-9. U.S. Government printing office. Washington, D.C.
  - 5) 自給粗飼料品質評価研究会, 1994. 粗飼料の品質評価ガイドブック, 56-63, 日本草地協会, 東京.
  - 6) 川島千帆, 木村文香, 花田正明, 河合正人, 岡本明治, 2001. アルファルファおよびコーンサイレージ給与割合の違いが去勢牛の十二指腸への窒素移行量に及ぼす影響. 北畜会報, 43 : 57-62.
  - 7) Kerstin, L., P. Lebzien and G. Flachowsky, 1999. The influence of coarse meals of corn and wheat on the digestion of dairy cows. S. Afr. J. Anim. Sci., 29 (ISRP): 252-253.
  - 8) 木村容子, 海沢勝利, 高橋知子, 篠原 晃, 野呂明弘, 1996. 牛の第一胃液性状が示唆する飼養管理上の問題点. 臨床獣医, 14(9) : 43-53.
  - 9) 近藤誠司, 1998. 乳牛の行動と群管理. 酪農総合研究所, 札幌.
  - 10) 久米新一, 2000. TMR の考えかたと移行期の TMR 利用. 臨床獣医, 18(7) : 18-21.
  - 11) Minson, D.J., 1990. Intake of forage by housed ruminants. In Forage in ruminant nutrition (D.J. Minson, ed.). 9-59. Academic press, California.
  - 12) 農林水産省農林水産技術会議事務局編, 2000. 日本飼養標準・乳牛(1999年度版), 中央畜産会, 東京.
  - 13) 大場真人, 2001. 炭水化物・蛋白質を使いこなすための基本戦略. ルーメン 6, 68-85. デーリィ・ジャパン社, 東京.
  - 14) 扇 勉, 前田善夫, 伊東季春, 梶野清二, 岸 昊司, 松田信二, 安里 章, 白井 章, 1989. 北海道における乳牛群の代謝プロファイルテスト. 日獣会誌, 42 : 306-311.
  - 15) 林 翰群, 泉 賢一, 岡本全弘, 2000. アルファルファのサイレージ調製過程とルーメン内分解過程におけるアミノ酸組成の変化. 北畜会報第 56 回大会講演要旨, 38.
  - 16) 佐藤 博, 1998. 牛乳尿素濃度および血漿成分と乳成分との関係. 日獣会誌, 51 : 242-245.
  - 17) Sheperd, A.C. and D.K. Combs, 1998. Long-term effects of acetate and propionate on voluntary feed intake by midlactation cows. J. Dairy. Sci., 78: 118-133.
  - 18) 漆戸謙輔, 宮村尚道, 高橋 巧, 田中敏彦, 神山義郎, 金澤勝昭, 沼田喜久雄, 新屋敷信八郎, 1998. 乳成分データを活用した牛群の栄養改善指導とその成果. 臨床獣医, 16(7) : 36-41.

### Summary

Two primiparous, low-yielding cows were fed high nutrient total mixed ration (TMR) in a study to determine the feed intake, milking performance and rumen fermentation. Alfalfa and timothy round-baled silage chopped coarsely and corn silage were used as the forage for TMR. The feeding level was equivalent to the recommended daily requirement of 143~185% dry matter (DM), 152~196% crude protein (CP) and 140~177% total digestible nutrients (TDN). In the cows studied, the DM intake was 112~134%, CP intake was 125~133%, and TDN intake was 107~130%. Milk yield in the experimental period was no higher than that during the pretreatment period. Milk fat percentage was almost lower than 3.3%. Rumen pH and the ratio of acetate/propionate were consistently lower than the optimal value. The number of protozoa in the rumen was within a reasonable range. These results suggest to the loss of energy because of excessive CP intake and that the cows tend to select the diet rich in concentrate but low in fiber, thus resulting in a fermentation imbalance in the rumen. In concluding, we should note that the primiparous cows must be separated from the multiparous cows in the group feeding.