

乳成分の変化から何がわかるか

昨年 4 月の [酪農・豆知識 第 36 号](#) で乳成分検査データの持つ意味を紹介しました。このデータは入手は簡単ですが、飼養管理、特に飼料給与管理に関して大変貴重な情報を提供してくれています。有効な活用が望まれます。そこで、今回は実験データを添えてその変動要因と意義を再度紹介します。

1. ルーメン内では

ルーメン内では粗飼料や濃厚飼料が分解され、乳成分の原料となる揮発性脂肪酸（酢酸、酪酸、プロピオン酸など）や微生物タンパク質が作られます（図）。

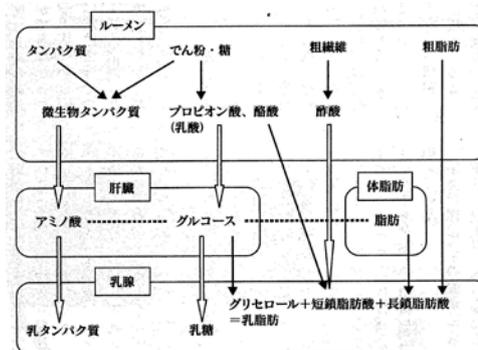


図 ルーメン発酵と乳合成

2. 乳タンパク質率

1) 変動要因

乳タンパク質は飼料中のタンパク質と炭水化物（でんぷんや糖類など）から合成された微生物タンパク質です。

その合成量はほぼエネルギー摂取量に比例します。また、エネルギー不足時にはアミノ酸がエネルギー源として利用されるため、乳タンパク質率はさらに低下します。また、高泌乳牛では乳タンパク質の原料として微生物タンパク質だけでは不足しますので、飼料として給与されたタンパク質のうちルーメン内で分解されないタンパク質（ルーメン保護タンパク質）で補うことになります。すなわち、乳タンパク質率の低下はエネルギー過不足とルーメン保護タンパク質の量やアミノ酸組成が適当かどうかの指標になります。

表1 分娩前後の TDN 充足率と乳成分および血中遊離脂肪酸の関係

TDN 充足率 (%)		乳タンパク質率 (%)		乳脂率 (%)		遊離脂肪酸 (μEq/L)
分娩前	分娩後	2~8 週	9~16 週	2~8 週	9~16 週	2 週
130	100	2.99	3.01	4.05	3.91	438
130	80	2.97	2.71	4.31	3.63	1,228
80	100	2.91	2.95	3.74	3.79	566
80	80	2.75	2.69	3.8	3.64	1,035

(扇・上村, 1991)

2) 実験結果

乳牛 16 頭を用い、分娩前後の TDN 充足率をコントロールし、エネルギーの過不足と乳タンパク質率の関係を見た試験（扇ら、1991）では、乳タンパク質率は TDN 充足率 130・80%区 80・80%区で分娩後 9~16 週平均 2.7%前後に低下しましたが、130・80%区は分娩後 2~8 週で 2.97%と低下が見られませんでした（表 1）。同時に乳脂肪率および血中遊離脂肪酸の上昇に見られることから、体脂肪の動員によりエネルギー不足が補われたためと考えられます。

このように、乳タンパク質率は、TDN 充足率が 80%程度で 0.2~0.3 ポイント低下しますが、体脂肪動員の影響も受けます。また、乳牛 30 頭を用い、乳タンパク質合成を制限するアミノ酸の一つをルーメン保護メチオニンとして添加した試験（扇ら、2002）では、乳タンパク質率は 0.2 ポイント%高くなり、高泌乳牛ではルーメン内で分解されないタンパク質のアミノ酸組成も重要です。

表2 繊維の物理性と乳脂肪率、反すう時間、ルーメン性状の関係

	TMR・A	TMR・B	TMR・C
乾物摂取量(kg/日)	23.2	23.1	18.8
乳量(kg/日)	33.7	35.5	31.8
乳脂肪率(%)	3.01	2.93	2.59
反すう時間(分/日)	463	367	204
ルーメン pH6< (時間/日)	2.2	5.2	7.7

注: TMR・A・B・C の乾物比はアルファルファのヘイレージ、ペレットおよび濃厚飼料それぞれ 40:0:60、28:12:60 および 12:28:60 である(Woodford, 1988)

3. 乳脂肪率

1) 変動要因

乳脂肪率の変動は繊維の摂取量、分解性および物理性を反映します。このことは粗繊維（NDF）含量が同じでも、その物理性が異なれば乳脂肪率も変化するという事です。

2) 実験結果

粗飼料と濃厚飼料の乾物比率を 40:60 とし、粗飼料源に物理性が異なるアルファルファのヘイレージとペレットを用い、その割合を 40:0、28:12、12:28 とした試験（Woodford,1988）では、ペレットが多い TMR・C 区では乳脂肪率や反すう時間が低下し、ルーメン pH6 以下の時間も長くなっています（表 2）。

粗繊維の物理性の低下は、TMR 調製時にミキシング時間が長い場合（5 分以上）や、破碎処理トウモロコシサイレージ調製時に切断長が短い場合（19mm 以下）にも見られます。

また、放牧草は物理性が低く乳脂肪率は低下しやすく、乳牛 14 頭を用いた放牧試験（扇ら、2006）では、飼料中 NDF 含量は 3 か年平均 40% であったにもかかわらず、泌乳前期の乳脂肪率は平均 3.3% と低いものでした。

一方、泌乳初期の乳脂肪率の高値は、体脂肪動員の重要な指標となり、脂肪肝のシグナルになります。肝臓の脂肪沈着割合を基に、正常群（9%以下、n=29）、軽度群（10~19%、n=6）および中等度群（20%以上、n=7）に分けた試験（扇ら、2005）では、中等度群は TDN 充足率が 70% 以下で、体脂肪から大量の遊離脂肪酸が動員され、乳脂肪率は分娩後 1 週 5.41% と高く、長鎖脂肪酸の増加を示しています（表 3）。脂肪肝はケトosis、起立不能症および繁殖性の低下などの生産病の誘因になります。

表3 肝脂肪と養分充足、乳脂肪率および血中遊離脂肪酸の関係

	肝脂肪	遊離脂肪酸			
		1 週	2 週	3 週	4 週
TDN 充足率 (%)	正 常	86	84	90	92
	軽 度	86	81	80	87
	中 等 度	64	66	75	77
乳脂肪率 (%)	正 常	4.24	4.21	3.98	3.91
	軽 度	4.19	4.14	3.92	3.73
	中 等 度	5.41	4.94	4.42	4.26
遊離脂肪酸 (μEq/L)	正 常	609	543	364	347
	軽 度	712	712	462	629
	中 等 度	1,083	1,306	773	649

注：肝脂肪沈着は分娩後 2 週で正常 9%以下(平均 3%)、軽度 10~19%(14%)、中等度 20%以上(27%)とした(扇ら、2005)。

4. MUN (乳中尿素態窒素濃度)

1) 変動要因

飼料中のタンパク質はその約 6 割はルーメン内でアミノ酸やアンモニアに分解され、微生物タンパク質に含成されますが、余剰のアンモニアは肝臓で尿素に変換され、尿および乳汁から排せつされます(図)。従って、MUN の変化は飼料中のタンパク質と炭水化物のバランスを表します。

2) 実験結果

乳牛 6 頭を用い飼料中の TDN 含量を一定とし、CP 含量を 3 段階とした試験（扇ら、2003）では、CP 含量が高いほど MUN 濃度は高く、余った CP 量を反映しています（表 4）。この試験では飼料のアミノ酸バランスを考慮したため乳タンパク質率に差はなく、CP 含量が低いほど尿への窒素排せつ量は低下しました。

表4 養分摂取量と飼料給与後の MUN 濃度の推移

	CP 摂取量 (kg/日)	TDN 摂取量 (kg/日)	乳タンパク質率 (%)	MUN 濃度 (mg/dL)			尿素窒素 g/日
				3 時間	6 時間	9 時間	
CP13%区	2.72	15.7	3.19	6.9	7.7	8.7	69
CP15%区	3.14	15.9	3.25	10.9	10.8	11.1	98
CP17%区	3.58	16.3	3.16	15	14.3	14.4	125

(扇ら、2003)

5. まとめ

このように、一般的には乳タンパク質率はエネルギーの過不足を、乳脂肪率は繊維の摂取量や物理性を、MUN は飼料中のタンパク質と炭水化物のバランスを表します。しかし、泌乳初期には体脂肪動員の影響を受け、エネルギーや繊維が不足していても、乳タンパク質率や乳脂肪率の低下が見られない場合もあります。