

夏期における高乾物率の混合飼料 (TMR) 給与が 泌乳牛の乾物摂取量および泌乳成績に及ぼす影響

横山学・家守紹光・磯崎良寛・柿原孝彦¹⁾・原田美奈子・古賀康弘
(畜産研究所)

夏期において、乾物率60%の混合飼料(TMR)、ギ酸アンモニウム(ATF)を添加した乾物率60%のTMRおよび乾物率80%のTMRを泌乳牛(分娩後5~7ヶ月)に給与することにより、乾物率およびATF添加がTMRの乾物摂取量および乳量・乳成分に及ぼす影響について検討した。なお、TMRの調製は1日1回16時とし、給与は1日2回9時半、17時半とした。

- ① ATF添加した乾物率60%のTMRおよび乾物率80%のTMR給与では、乾物率60%のTMR給与と比べて、夕方における飼料給与直後の採食時間の集中が緩和された。
- ② ATF添加した乾物率60%のTMR給与では、乾物率60%のTMRに比べて1日の乾物摂取量、乳量、乳成分に差は認められなかった。
- ③ 乾物率80%のTMR給与では、乾物率60%のTMRに比べて1日の乾物摂取量および乳量に差はないが、夏期に低下しやすい乳脂肪率および全固形分率が向上した。

以上の結果から、夏期においてTMRを1日1回調製する場合、乾物率を80%に調製することにより、発熱が抑制され、乾物摂取量および乳量に影響することなく、乳成分が向上することが明らかとなった。

[キーワード: 乳牛, 乾物率, 混合飼料(TMR), 乾物摂取量, 乳脂肪率, 全固形分率]

Effects of Feeding Dairy Cows Total Mixed Rations with High Dry Matter Content on Dry Matter Intake and Lactation Performance During the Hot Season. Yokoyama Manabu, Tugumitsu Kamori, Takahiko Kakihara, Yoshihiro Isozaki, Minako Harada and Yasuhiro Koga (Fukuoka Agric. Res. Cent., Chikushino, Fukuoka 818 - 8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 21 : 45 - 48 (2002)

In order to prevent dairy cows from a decrease in Lactation Performance during the hot season, we investigated the effects of feeding dairy cows Total Mixed Rations (TMR) with high dry matter (DM) content. The cows were fed with three experimental diets: TMR with 60% dry matter content, TMR with 60% dry matter content and the addition of ammonia tetra-formate, and TMR with 80% dry matter content.

TMR with 80% DM content and TMR with ATF generated no heat during 16 hours after mixing; however, TMR with 60% DM generated heat 4 to 5 hours after mixing.

TMR with 80% DM content and TMR with ATF did not cause concentrated intake behavior after being fed in the evening.

There was no difference between TMR with 60% DM content and TMR with ATF in dry matter intake (DMI) and lactation performance.

TMR with 80% DM content increased the percentage of milk fat and total milk solid content.

From these results, it is determined that feeding TMR with 80% DM content restrains heat generation after mixing and increases the percentage of milk fat and total milk solid content.

[Key words: dairy cows, dry matter content, total mixed rations, dry matter intake, milk fat, total milk solid content]

緒 言

酪農経営において、夏期の乳生産低下は大きな経済的損失をもたらす。ホルスタイン種泌乳牛の生産環境限界は-4℃から24℃の範囲とされ⁹⁾、これを上回る場合には暑熱ストレスによる採食量の低下^{3,15,16)}、乳量の減少^{3,14,15,16)}、乳成分の低下^{3,14,15,16)}、繁殖成績の低下^{3,15)}など様々な問題が生じる。このため、夏期において気温上昇が著しい西南暖地では暑熱対策技術の確立が重要である。

近年、規模拡大・省力化を目的としたフリーストールやルースバーン方式が本県にも普及しているが、これらの方式では乳牛が群管理され、粗飼料と濃厚飼料とを混合した飼料(Total Mixed Ration: TMR)が給与される。TMRの調製に当たっては、採食性が高まるとい

理由から乾物率は50~60%に調製される場合が多いが¹⁸⁾、夏期においてはこのような乾物率のTMRは発熱・変敗しやすく¹⁷⁾、乾物摂取量が減少することにより、乳量の減少や乳成分が低下するなどの問題が生じている⁹⁾。

TMRの発熱・変敗を防ぐためには、その原因となる微生物の増殖を抑制することが必要であり、TMRの被覆・密封、あるいは発熱抑制剤である4-ギ酸アンモニウム(ATF)の添加が有効とされている^{1,2,4,9)}。また、磯崎ら⁷⁾は、夏期においてTMRの乾物率を80%まで高めて調製した場合、発熱が抑制されるとともに、調製後48時間までの採食率が低下しないことを乾乳牛を用いた試験で明らかにしているが、泌乳牛における高乾物率TMRの給与に関する報告はない。

そこで、本研究では、夏期における高乾物率のTMR給与およびATF添加の有無が泌乳牛の乾物摂取量および泌乳性に及ぼす影響について検討した。

1) 現朝倉地域農業改良普及センター

材料および方法

1 供試牛および調査期間

供試牛は分娩後5～7ヶ月の泌乳最盛期を過ぎたホルスタイン種泌乳牛を用い、調査期間は1998年7月24日～9月10日(調査Ⅰ)、1999年7月16日～8月26日(調査Ⅱ)とした。供試牛頭数は調査Ⅰ、調査Ⅱともに6頭ずつ(1群2頭)とし、3区×3群のラテン方格法(1期2週)により試験を実施した。1期2週間のうち、最初の7日間を予備期、次の7日間を本試験期とした。

第1表 TMRの飼料構成、混合割合および飼料成分

	調査Ⅰ	調査Ⅱ
配合割合 (DM%)		
オーツヘイ	34.7	-
スーダンヘイ	-	34.9
ルーサンベレット	10.5	8.0
ビートパルプ	10.0	7.7
圧べん大麦	17.0	19.5
圧べんトウモロコシ	13.3	15.3
加熱大豆	3.6	4.2
大豆粕	6.8	5.9
綿実	3.5	4.1
ミネラル添加剤	0.4	0.2
ビタミン添加剤	0.2	0.4
飼料成分 (DM%)		
DM ¹⁾	89.1	88.2
TDN	72.2	73.3
CP	14.3	15.3
EE	3.43	3.80
CF	19.2	17.9
OCW	42.4	39.1

1) DM: 乾物, TDN: 可消化養分総量, CP: 粗蛋白質, EE: 粗脂肪, CF: 粗繊維, OCW: 総繊維

2 TMR 飼料構成および試験区分

調査Ⅰおよび調査Ⅱにおいて供試したTMRの飼料構成を第1表に示した。粗飼料を除く単味飼料を第1表の配合割合に従い、チェーン式飼料混合機で15分間混合した。その後、粗飼料と水を加え7分間混合して、乾物率が60%および80%となるようTMRを調製した。古本⁴⁾はTMRの発熱抑制に対して効果的なATF添加濃度は0.5～1.0%であると報告している。そこで、本研究では乾物率60%のTMRに70%ATFを現物重量当たり0.75%添加した飼料を調製した(以下、乾物率60%のTMR区をDM60区、ATFを添加した乾物率60%のTMR区をDM60(+)区、乾物率80%のTMR区をDM80区とする)。TMRの調製は1日1回16時に実施し、調製後は当牛舎内飼料貯蔵室に常温で保存した。給与回数

は1日2回(9時半, 17時半)とし、各供試牛のTMR給与量は飽食とした。

飼養形態はフリーストール方式とし、ドアフィーダー飼槽を用いて個体毎に給与を行った。搾乳は1日2回とし、開始時刻は9時, 17時とした。飲水・舐塩は自由とした。

TMRの飼料成分値は、日本標準飼料成分表(1995年)に記載された数値を用いて算出した。なお、総繊維(OCW)に関しては、福岡県飼料成分表(1994年)に記載された数値を用いて算出した。

3 調査項目および調査方法

調査項目は、TMRの発熱状況、牛舎内温度、TMR摂取量、体重、乳量、乳成分および第一胃内容液性状とした。

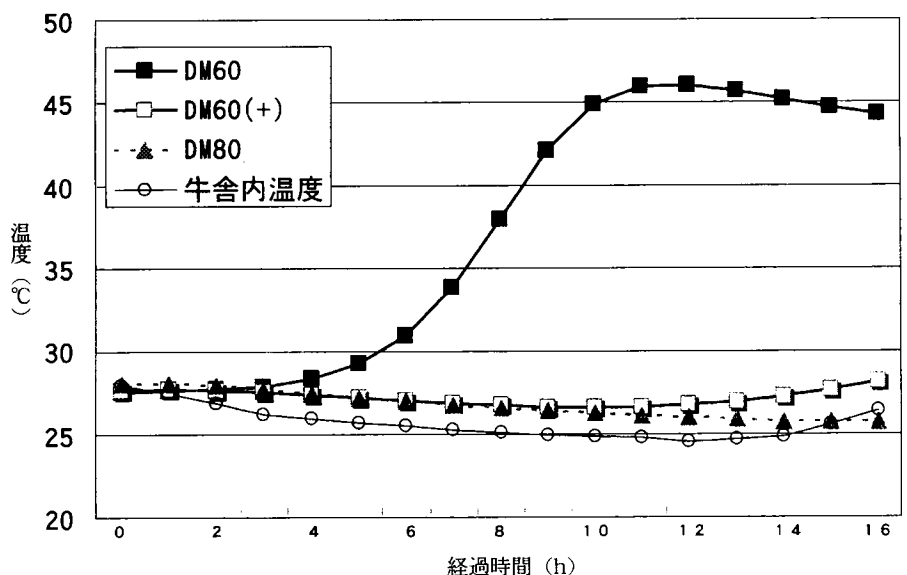
TMRの発熱状況は、試験期間中毎日、牛舎内で調製後のTMRを90ℓのプラスチック製コンテナ(63×45×37cm)に入れ、自記式温度記録計により調製後16時間まで1時間毎に測定した。なお、熱電対はTMRの表面から深さ約20cmの部位に挿入した。

牛舎内温度は、試験期間中、自記式温度記録計を牛舎内地上145cmの高さに設置し、1時間毎に測定した。

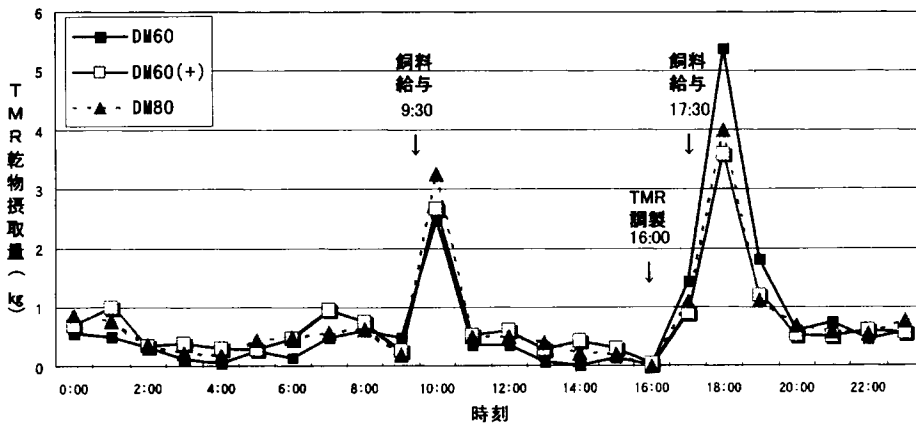
TMR摂取量は、牛体に装着したリスポンダー(個体識別装置)とコンピュータ記録システム(GFRシステム: ウェストファリアー社製)を用いて1時間毎に計測し、1日の摂取量を集計した。

体重および乳量は毎日朝夕、搾乳時に計測した。乳成分は各試験期間の最終3日間(朝・夕)にサンプリングし、近赤外牛乳分析機(Milko-Scan 133 B, Foss Electric, Denmark)により乳脂肪率、乳蛋白質率、乳糖率、全固形分率および無脂固形分率を測定した。

第一胃内容液は、各期最終日の朝の搾乳終了後に経口カテーテル法により採取し、直ちにpHを測定、その後、二重ガーゼで濾過し、3,000rpm、20分の遠心分離により得られた上澄み液の揮発性脂肪酸(VFA)をガスクロマト



第1図 調製後のTMRの発熱状況および牛舎内温度



第2図 TMR摂取量の経時変化

グラフ(GC-15A 島津製作所)を用いて測定した⁹⁾。

4 統計処理

調査Ⅰ, 調査Ⅱから得られた測定値をラテン方格法と乱塊法との組み合わせにより統計処理を行った。有意性の検定はSASのGLMプロシジャ¹²⁾により行い, 危険率5%以下の場合には有意差があるものとし, 危険率10%以下の場合には傾向があるものとして本文中に記述した。

結 果

1 TMRの発熱状況

調製後のTMRの発熱状況および牛舎内温度を第1図に示した。DM60区は, 調製4~5時間後(20~21時)に発熱し始め, 12時間後(4時)には46.0℃に達し, その後も高温で推移した。一方, DM60(+)区およびDM80区は, 調製から16時間後までほとんど温度上昇が認められなかった。

2 TMR摂取量

TMR摂取量の経時変化を第2図に, 1日当たり飼料摂取量を第2表に示した。TMR摂取量の経時変化では, 夕方の飼料給与直後の17:00~19:00において, DM60区は, DM60(+)区およびDM80区と比べて有意(p <

第2表 1日当たり飼料摂取量¹⁾

区	体重 ²⁾ (kg)	乾物 摂取量(kg)	DMI/BW ³⁾ (%)	TDN 摂取量(kg)	CP 摂取量(kg)
DM60	680	18.2	13.64	13.2	2.68
DM60(+)	680	18.4	13.84	13.3	2.71
DM80	679	18.4	13.83	13.3	2.71

- 1) 値は調査Ⅰおよび調査Ⅱの平均値
- 2) 体重: 各処理における本試験期の平均体重
- 3) DMI/BW³⁾(%): 代謝体重当たり乾物摂取量割合

第3表 乳量および乳成分¹⁾

区	乳量 (kg/日)	4%FCM ²⁾ (kg/日)	乳成分				
			乳脂肪率 (%)	乳蛋白質率 (%)	乳糖率 (%)	全固形分率 (%)	無脂固形分率 (%)
DM60	26.3	26.9 ^a	4.13 ^a	3.23	4.50	12.8 ^a	8.72
DM60(+)	26.4	27.3	4.23	3.27	4.50	13.0	8.76
DM80	26.5	27.8 ^a	4.35 ^a	3.24	4.53	13.1 ^a	8.75

- 1) 値は調査Ⅰおよび調査Ⅱの平均値, a - b : p < 0.05
- 2) 4% FCM : 4%脂肪補正乳量

0.05)に高い値を示した。その後, 深夜から早朝までの時間帯での摂取量は, DM60区はDM60(+)区およびDM80区よりも低く推移した。

3 乳量および乳成分

乳量および乳成分を第3表に示した。乳量では, 各試験区に有意差は認められなかったものの, 4%脂肪補正乳量では, DM80区がDM60区よりも有意(p < 0.05)に多く, DM60(+)区と比較しても多い傾向が認められた。また, 乳脂肪率では, DM80区が4.35%とDM60区の4.13%に比べて有意(p < 0.05)に高く, 全固形分率では, DM80区は13.1%とDM60区の12.8%に比べて有意(p < 0.05)に高い値であった。乳蛋白質率, 乳糖率, 無脂固形分率については各試験区間に有意差は認められなかった。

4 第一胃内容液性状

第一胃内容液性状を第4表に示した。pHでは, 各試験区間に有意差は認められなかった。VFAモル比では, 酢酸の比率は, DM60区, DM60(+)区, DM80区それぞれ, 64.4%, 63.8%, 64.2%であり有意差はなかった。また, プロピオン酸の比率は, 22.2%, 22.1%, 21.6%であり有意差はなかった。酪酸他の比率は, 13.4%, 14.1%, 14.2%でありDM80区がDM60区よりも高い傾向が認められた。A/P比では, それぞれ, 2.95, 2.96, 3.03でありDM80区が高い傾向を示した。

第4表 第一胃内容液性状¹⁾

区	pH	VFA ²⁾ モル比(%)			
		酢酸	プロピオン酸	酪酸他	A/P比 ³⁾
DM60	6.72	64.4	22.2	13.4	2.95
DM60(+)	6.57	63.8	22.1	14.1	2.96
DM80	6.63	64.2	21.6	14.2	3.03

- 1) 値は調査Ⅰおよび調査Ⅱの平均値
- 2) VFA: 揮発性脂肪酸
- 3) A/P比: 酢酸/プロピオン酸 比

考 察

給与飼料中の粗飼料がサイレージ主体である場合, 泌乳牛の乾物摂取量が最大となる乾物率は50~60%程度であるとされ, それよりも乾物率が低下する場合にはそれに伴って乾物摂取量も低下することが報告されている¹³⁾。一方, 乾草を主体としたTMR調製では加水しても乾物率50%以上であれば乾物摂取量に影響しないとされており^{6,11)}, 本研究において, 各試験区の1日の乾物摂取量に差が認められなかったのは, TMR調製が乾草主体であったためと考えられた。

Robinson¹⁰⁾ は、暑熱により TMR の品質が低下しやすい条件下においては、採食速度が速くなるために 1 日の採食時間が短くなること、また、飼料給与直後における採食量が増加することを報告している。本研究においても、乾物率 60% の TMR 給与においては、飼料給与後 2 時間以内の採食割合が増加する傾向にあった。一方、ATF 添加した乾物率 60% の TMR および乾物率 80% の TMR 給与では採食時間の集中が緩和されたが、これは TMR の発熱が抑制されたためと考えられた。

Robinson¹⁰⁾ は、暑熱により TMR の品質が低下しやすい条件下においては第一胃内性状が変動しやすく、その日内変動を安定化させるためには給与回数を増加させることが有効であると報告している。日本飼養標準(1999)においても第一胃内発酵の安定化のためには、給与回数の増加が奨励されており、さらに、乳腺における乳脂肪の合成量を高めるためには、第一胃内発酵を酢酸優勢型に維持し、A/P 比を 3.0 以上に保つことが重要とされている。乾物率 80% の TMR 給与では、乾物率 60% の TMR 給与と比べて、VFA モル比において、酢酸の比率は上昇しなかったもののプロピオン酸の比率が低下し、酪酸他の比率が高まる傾向が認められ、A/P 比についても 3.03 と高い値を示した。また、乳脂肪率および全固形分率の向上、4% 脂肪補正乳量の増加が認められた。これらのことから、乾物率 80% の TMR 給与では、①発熱が抑制され採食時間集中が緩和されるため、給与回数の増加と同様の効果をもたらし、②第一胃内発酵が安定し、乳脂肪率および全固形分率の向上、4% 脂肪補正乳量の増加につながった、と考えられた。ATF 添加した乾物率 60% の TMR 給与では、乾物率 80% の TMR 給与同様に、採食行動の時間的集中が緩和されたにも関わらず、乾物率 60% の TMR と比べ、乳量および乳成分に有意差は認められなかった。このことについての原因は不明である。

以上、夏期において TMR の乾物率を 80% まで高めることにより、乾物摂取量および乳量に影響することなく、夏期に低下しやすい乳脂肪率および全固形分率が向上することが明らかとなった。本研究では、泌乳最盛期を過ぎた泌乳牛を供試したが、今後、暑熱ストレスの影響が大きい泌乳最盛期の泌乳牛や発育途中である初産牛に対する効果についても検討が必要であると考えられる。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、統計処理に関して御助言頂いた農林水産省畜産試験場栄養部反芻家畜代謝研究室寺田文典氏に謝意を表する。

引用文献

1) 藤井俊治・高見平吉・加藤義文(1989)泌乳能力向上のための飼養管理技術(混合飼料給与)に関する試験. 第2報:夏期における混合飼料の発熱とその抑制方法. 島根畜試研報 24:18-20.

2) 藤井俊治・高見平吉・加藤義文(1989)泌乳能力向上のための飼養管理技術(混合飼料給与)に関する試験. 第3報:混合飼料の発熱抑制剤としての ATF の実用化試験. 島根畜試研報 24:21-24.

3) Fuquay, J.W.(1981) Heat stress as it affects animal production. J.Anim.Sci., 52:164-174.

4) 古本 史(1989)完全飼料(TMR)調製後の養分損失の問題-粗飼料と濃厚飼料の混合時における発熱抑制法の検討. 畜産の研究 43(3):379-382.

5) 古本 史(1989)近畿・中国地域における家畜飼養環境上の諸問題とその対策-とくに衛生,暑熱,寒冷環境について-. 農水省中国農試畜産部編:16-28.

6) 東井滋能・戸川博行・椿 昇(1995)京都府畜産研究所試験研究成績 第35号:9-13.

7) 磯崎良寛・柿原孝彦・原田美奈子・古賀康弘(1999)高乾物率の混合飼料(TMR)における乾物率および4-ギ酸アンモニウム(ATF)添加が調製後の発熱特性に及ぼす影響. 福岡農試研報 18:110-113.

8) 中村良一・米村寿男・須藤恒二(1973)牛の臨床検査法 6:39-42. 農文協. 東京.

9) 大串正明・奥 透・野口弥市(1990)コンプリートフィードの発熱抑制法の検討. 日草九支報 20(2):7-10.

10) Robinson, P.H., (1989) Dynamic aspects of feeding management for dairy cows. J.Dairy Sci., 72:1197-1209.

11) Robinson, P.H., P.L.Burgess and R.E.Mc Queen (1990) Influence of moisture content of mixed rations on feed intake and milk production of dairy cows. J.Dairy Sci., 73:2916-2921.

12) SAS.(1990) SAS/STAT ユーザーズガイド 6.03 版. 809-914. 東京 SAS 出版社

13) 佐藤正三 監訳(1990)乳牛の飼養標準-NRC 飼養標準第 6 版(1988・1989改訂版)全訳-. 14-15. 東京. デーリィージャパン社.

14) 柴田正貴(1983)高温環境下における乳牛のエネルギー代謝と乳生産. 九農試報告 23(2):253-319.

15) 柴田正貴(1983)高温環境下における乳牛の熱収支と乳生産. 日畜会報, 54:635-647.

16) Stanley, R.W., N. Kanjanipibul, K. Morita and S.M.Ishizaki (1972) Effect of feeding buffered concentrate rations on the performance and metabolism of lactating dairy cattle in a subtropical environment. J.Dairy Sci., 55:959-963.

17) 武富 功・家守紹光・磯崎良寛・高椋久次郎・上野繁・中村 弘・大江龍一(1988)粗飼料を主体としたコンプリートフィード調製利用技術の実用化. 福岡農試研報 c-8:9-14.

18) TMR システム-TMR の実状と実例-. (1989) 41-42. 東京. デーリィージャパン社.