

## 暑熱時における混合飼料中の粗飼料切断長の違いが牛乳生産性に及ぼす影響

誌名	群馬県畜産試験場研究報告 = Bulletin of the Gunma Animal Husbandry Experiment Station
ISSN	13409514
著者	樋口, 克治 須藤, 慶子 斉藤, 友喜
巻/号	2号
掲載ページ	p. 7-13
発行年月	1994年12月

## 暑熱時における混合飼料中の粗飼料切断長の違いが牛乳生産性に及ぼす影響

樋口克治\*・須藤慶子・斉藤友喜・苫米地達生  
萩原桂治郎・根岸 豊・椋沢喜美男

Effect of Differences in Forage Length on Total Mixed Ration of  
Lactating Cows in Summer

Katuharu HIGUCHI, Keiko SUTOH, Tomoyoshi SAITO, Tatsuo TOMABECHI  
Keijiro HAGIWARA, Yutaka NEGISHI, Kimio KABASAWA

### 要 旨

暑熱時における牛乳生産性の低下を防止する目的で、混合飼料に用いるチモシー乾草の切断長が長い区 (TL区) と短い区 (TS区) を設定し、ホルスタイン種泌乳牛6頭を用い1期を2週間とする3期の反転試験を実施した。

- 1 1日あたりの乾物摂取量は、TL区が平均18.7kg、TS区が22.0kgで5%水準で有意な差が認められた。
- 2 平均日乳量およびFCM量はTL区がそれぞれ28.7kg、27.3kgで、TS区は30.8kgおよび29.5kgであり、乳量、FCM量ともTS区が高い傾向を示した。乳成分については、いずれの項目も両区に有意な差は認められなかった。
- 3 咀嚼行動のうち、採食時間はTL区が357分、TS区が300分、反芻時間はTL区が416分、TS区が467分であった。乾物1kg摂取あたりの咀嚼時間 (CT) はTL区が39.4分、TS区が33.7分であった。
- 4 第一胃液の総VFA濃度はTL区が10.2mmol/dl、TS区が11.0mmol/dlでTS区のほうが高い傾向を示した。VFAモル比率については、いずれの項目も両区に差は認められなかった。なお、A/P比はTL区が2.6、TS区が2.5であった。
- 5 血液性状については、いずれの項目も正常値の範囲内にあり、両区に有意な差は認められなかった。

以上のことから、暑熱時における混合飼料中の粗飼料給与は、粗飼料の切断長を短くすることによって、採食量および乳量の低下を抑制できると考えられた。

\* 県農業公社

## 緒 言

夏期の高温環境下では、乳牛は泌乳量の減少、乳成分の低下、繁殖成績の低下など、生産性の低下が顕著に現れ、酪農経営に与える影響は少なくない。この高温時における生産性の低下は、体温の上昇と密接な関係があり、防暑管理の基本は体温上昇の抑制にある<sup>1)</sup>と考えられている。また、乳量の多い牛ほど体内での熱発生量が高く、体温が上昇しやすいため、その影響は大きくなると推察される。一方、飼料を摂取しているときは消化吸収が行われるので、絶食時と比べて代謝がさらに盛んになって熱発生量が増大する(熱増加)<sup>2)</sup>。この飼料摂取による熱増加量は、飼料の摂取量とその物理的性状および質により影響される<sup>3)</sup>といわれている。そこで当場では、チモシー乾草とアルファルファ乾草の比較検討<sup>4)</sup>、アルファルファペレットとアルファルファ乾草の比較検討<sup>5)</sup>を行ってきたところであるが、混合飼料に用いる粗飼料の切断長に関する報告が極めて少ないことから、今回はチモシー乾草の切断長の違いによる生産性について比較検討した。

## 材料および方法

### 1 試験期間

平成6年7月～9月

### 2 試験区の構成および試験方法

試験区の構成は表1に示した。試験区は混合飼料に用いるチモシー乾草の切断長が長い区(TL区)と短い区(TS区)の2区を設定しI期からIII期まで両区を交互に繰り返す2重反転試験法を実施した。試験は、2週間の馴致と予備期1週間、本試験1週間の2週間を1期とする3期、計8週間おこなった。またI期、II期、III期の試験区の順がTL区、TS区、TL区の群をA群とし、TS区、TL区、TS区の群をB群とした。

表1 試験区の構成

群	供試頭数	処 理 期		
		I	II	III
A	3	TL区	TS区	TL区
B	3	TS区	TL区	TS区

表2 給与飼料の混合割合(原物%)および乾物中の成分(%)

飼 料 名	比 率
チモシー乾草	20.4
ヘイキューブ	4.1
大豆粕	8.2
トウモロコシ	14.3
綿実	6.1
大麦	12.2
ルーサンデハイ	8.2
ビートパルプ	8.2
普通フスマ	14.3
糖蜜	2.0
食塩・Ca・P	2.0
DM	87.2
乾物中の成分	
CP	16.7
TDN	74.7
NDF	38.8
ADF	20.7

### 3 供試牛

供試牛は、試験開始時、体重 $680.5 \pm 34.0$ kgで分娩後84日から179日の範囲のもので、2産から5産のホルスタイン種6頭を供試した。

### 4 試験飼料

給与飼料の混合割合および乾物中の成分を表2に示した。なお、チモシー乾草の切断長はカッターの調節をTL区10cm、TS区2cmにセットして切断したものを扱い、飼料は朝夕2回給与し、個体毎に自由採食させた。

### 5 調査項目等

調査は飼料摂取量、咀嚼行動、体重、乳量、乳成分、第一胃液性状および血液性状について行った。

表3 血液分析項目および測定方法

項 目	測 定 方 法
血糖 (GLU)	グルコキナーゼ・G-6-PDH法
トリグリセライド (TG)	GPO-DAOS法
総コレステロール (T-CHO)	コレステロールオキシダーゼ・DAOS法
リン脂質 (PL)	コリンオキシダーゼ・DAOS法
尿素窒素 (BUN)	ウレアーゼ・GIDH法
遊離脂肪酸 (NEFA)	ACS・ACOD法

表4 体重および乾物摂取量 (平均値±標準偏差)

項 目	TL区	TS区	差の有意性
体重 (kg)	643.7±35.6	666.6±24.2	**
乾物摂取量 (kg/日)	18.7±4.3	22.0±3.7	*
乾物摂取量/体重 (%)	2.96±0.48	3.29±0.83	*
TDN摂取量 (kg/日)	13.96±1.83	16.36±1.85	*
CP摂取量 (kg/日)	3.12±0.41	3.66±0.41	*
NDF摂取量 (kg/日)	7.28±0.97	8.50±0.96	*
TDN充足率 (%)	104.8±17.1	111.3±14.5	**
CP充足率 (%)	120.0±21.4	125.7±17.9	**

\* : p<0.05      \*\* : p<0.01

飼料摂取量および乳量については毎日、体重および乳成分については、各本試験期の最終日とその前日の連続2日間調査した。咀嚼行動は各本試験期終了前の24時間についてビデオカメラを用いて調査した。第一胃液および血液は各本試験期の最終日の朝(8時30分)に飼料を給与し、その4時間30分後に採取した。第一胃液は胃カテーテルを用いて経口より採取した。VFA組成の分析はガスクロマトグラフ(colum PEG-600 GLASS SPILAL)を用いた。血液分析については、ヘマトクリット(Ht)値はマイクロヘマトクリット法、総蛋白質量(TP)は屈折計法により測定し、その他の項目については表3に示した方法により、生化学自動分析機(日立7040)を用いて分析した。

## 結 果

### 1 体重および乾物摂取量

表4に体重および乾物摂取量を示した。体重はTL区が643.7kg、TS区が666.6kgであり、両区に有意な差(p<0.01)が認められた。また、試験開始時と終了時の体重差はTL区が-32.0kg(-4.8%)、TS区が-18.3kg(-2.6%)であった。飼料摂取状況については乾物摂取量、乾物摂取量/体重、TDN摂取量、CP摂取量およびNDF摂取量がTS区で多く、有意な差(p<0.05)が認められ、TDN充足率、CP充足率もTS区で高く、有意な差(P<0.01)が認められた。

### 2 乳量および乳成分

表5に乳量および乳成分を示した。乳量はTL区が28.7kg/日、TS区が30.8kg/日、

表5 乳量および乳成分 (平均値±標準偏差)

項目	TL区	TS区	
乳量 (kg/日)	28.7±5.4	30.8±3.3	NS
FCM量 (kg/日)	27.3±3.45	29.5±3.23	NS
乳脂量 (kg/日)	1.05±0.15	1.14±0.18	NS
乳蛋白質量 (kg/日)	0.86±0.18	0.97±0.11	NS
乳脂率 (%)	3.78±0.85	3.73±0.59	NS
乳蛋白質率 (%)	3.00±0.28	3.14±0.27	NS
乳糖率 (%)	4.48±0.10	4.50±0.12	NS
SNF率 (%)	8.49±0.31	8.63±0.32	NS

NS : 有意差なし

表6 咀嚼行動 (平均値±標準偏差)

項目	TL区	TS区	
採食時間 (分/日)	357±82	300±50	*
反芻時間 (分/日)	416±120	467±98	NS
咀嚼時間 (分/日)	773±181	767±140	NS
CT (分/kg-DM)	39.4±6.4	33.7±7.4	NS

\* : p<0.05 CT : Chewing Time

表7 第一胃液性状 (平均値±標準偏差)

項目	TL区	TS区	
pH	6.4±0.2	6.5±0.2	NS
総VFA濃度 (mmol/dl)	10.2±2.1	11.0±1.0	NS
酸度 (mol/%)	61.2±4.6	61.1±2.4	NS
プロピオン酸 (mol/%)	25.6±5.8	25.4±3.9	NS
酪酸 (mol/%)	9.7±0.8	9.8±0.9	NS
その他の酸 (mol/%)	3.6±1.3	3.7±1.1	NS
A/P比	2.6±1.0	2.5±0.5	NS

表8 血液性状 (平均値±標準偏差)

項目	TL区	TS区	
Ht値 (%)	32.8±2.1	31.9±1.7	NS
TP (g/dl)	7.6±0.5	7.7±0.5	NS
GLU (mg/dl)	50.8±3.2	52.9±3.5	NS
TG (mg/dl)	6.9±1.7	7.7±3.0	NS
T-CHO (mg/dl)	141.9±16.7	148.5±19.3	NS
PL (mg/dl)	180.7±22.3	189.6±22.1	NS
BUN (mg/dl)	10.7±2.5	11.4±2.0	NS
NEFA (μEq/l)	186.7±153.8	135.6±33.0	NS

FCM量はTL区が27.3kg/日、TS区が29.5kg/日であり、乳量、FCM量ともにTS区が高い傾向を示した。乳蛋白質率はTL区が3.00%、TS区が3.14%、乳脂率はTL区が3.78%、TS区が3.73%、乳糖率はTL区が4.48%、TS区が4.50%、SNF率はTL区が8.49%、TS区が8.63%であり、乳成分については両区にほとんど差が認められなかった。

### 3 咀嚼行動

咀嚼行動を表6に示した。咀嚼行動のうち、採食時間はTL区が357分/日、TS区が300分/日で、TL区が57分長く、両区に有意な差 (p<0.05) が認められた。反芻時間はTL区が416分/日、TS区が467分/日で、TS区が51分長い値を示した。採食時間と反芻時間を合計した咀嚼時間では、TL区が773分/日、TS区が767分/日であった。また、乾物1kg摂取あたりの咀嚼時間 (CT) はTL区が39.4分、TS区が33.7分であった。

### 4 第一胃液性状

第一胃液pH、総VFA濃度、VFA組成およびA/P比を表7に示した。第一胃液pHはTL区が6.4、TS区が6.5であった。総VFA濃度はTS区が11.0mmol/dlで、TL区の10.2mmol/dlより高い傾向を示した。各VFAモル比率については、酢酸、プロピオン酸、酪酸およびその他の酸とも両区に差は認められなかった。A/P比はTL区が2.6、TS区が2.5であった。

### 5 血液性状

血液性状を表8に示した。いずれの項目も正常値の範囲内にあり、両区に有意な差は認められなかった。

## 考 察

暑熱対策には、大別すると乳牛を取り巻く環境を改善する方法と給与飼料を改善する方法とがある<sup>6)</sup>。当场では環境改善の立場から、霧状散水、ダクト送風および冷気送風の防暑効果に

ついて検討したところ、いずれの方法も暑熱による体温および呼吸数の上昇が抑制され、生産性の向上が認められた<sup>7, 8, 9, 10, 11)</sup>。また、給与飼料改善の立場から混合飼料の給与回数の検討<sup>12)</sup>、チモシー乾草とアルファルファ乾草の比較検討<sup>4)</sup> およびアルファルファペレットとアルファルファ乾草の比較検討<sup>5)</sup> をしたところ、チモシー乾草のほうがアルファルファ乾草より産乳性に優れ、アルファルファのペレットと乾草を比較した場合、乳成分の点において乾草のほうが優れている傾向がうかがえた。日本飼養標準(乳牛)1994年版<sup>13)</sup> では、高泌乳牛の場合、給与飼料の栄養のバランスを保ち、粗繊維17%、中性デタージェント繊維(NDF)35%、酸性デタージェント繊維(ADF)19~20%、粗蛋白質(CP)17%、CT35分程度として、その上でTDN含量が75%以上になるように飼料設計を行うことが望ましいとしている。しかしながら、粗飼料の物理的な形態や切断長に関して具体的には示されていない。また、混合飼料に用いる粗飼料の切断長に関する報告が極めて少ないことから、今回は混合飼料中のチモシー乾草の切断長の違いについて比較検討した。

高温時における乳牛の生産性低下は、環境温度24~27℃以上で発現するが、その程度は品種、乳期、乳量、生理状態、ならびに順応の程度等によって異なる<sup>14)</sup> といわれている。また、飼料摂取量の減少は、ホルスタイン種泌乳牛では24℃付近から発現し、わが国での飼養試験成績を解析した結果では、20℃をピークとして減少している<sup>15)</sup> といわれている。試験期間中の外気温をみると、最高気温の平均は33.6℃、最低気温の平均は22.6℃であった。供試牛についても採食量の低下が認められ、試験開始時と終了時の体重差はTL区が-32.0kg(-4.8%)、TS区が-18.3kg(-2.6%)であった。乾物摂取量はTL区が18.7kg/日、TS区が22.0kg/日であり両区に有意な差が認められた。しかし

乳量、FCM量についてはTS区のほうが高い傾向を示したが、乳成分については両区にほとんど差が認められなかった。このことから暑熱時のエネルギー要求量の増加は、維持に要するエネルギーの増加であると考えられる。また、血液性状では、TG、T-CHO、PL、BUNがTS区で高値を示し、NEFAがTL区で高値を示しており、このことからTL区での飼料摂取量の不足がうかがえた。

咀嚼行動については、TS区のほうが採食時間が有意に短いにもかかわらず、飼料摂取量は有意に多くなっている。これは切断長を短くすることによって、採食速度が速くなったものと考えられる。また、反芻時間はTS区のほうが長く、CTは両区にほとんど差が認められなかった。鈴木ら<sup>16)</sup> は、乾乳牛で梱包乾草と細切乾草を比較したところ、細切乾草のほうが採食量は有意に多く、採食時間は有意に短くなっており、反芻時間は細切乾草のほうが有意に長くなっているが、CTはほとんど差がなかったとしている。これは本試験の成績とよく一致していた。

第一胃内発酵は、乳牛の体熱平衡に大きな意義を有し<sup>17)</sup>、VFA濃度の上昇に伴って熱発生量は増加する<sup>18)</sup> といわれている。また、VFA組成も熱増加に影響を与え、プロピオン酸の割合が高まれば体温上昇が抑制される<sup>18)</sup> との報告がある。一方、環境温度の上昇に伴う総VFA濃度およびVFA組成の変化は、研究者によって結果が必ずしも一致していない<sup>18) 19)</sup>。柴田および向居<sup>16)</sup> は、高温時に採食量が減少すればVFA濃度も低下すると一律に論ずることはできないようであるとしているが、本試験でも乾物摂取量に有意な差が認められたにもかかわらず、第一胃液性状は、いずれの項目も両区に差は認められなかった。また、咀嚼時間、乳脂率および第一胃液性状について両区に有意な差が認められないことから、2cm程度の切断長では長いままの乾草と同程度の唾液分泌を刺激する

効果を有し、第一胃機能を維持するための粗飼料の有効性も失っていないものと推察される。

牛の採食に伴う熱増加量は、生草>乾草>切断乾草>ペレット飼料の順に少なく乾物の採食速度が速いほど小さい傾向にあり<sup>20)</sup>、乾草の切断長を長、中、短の3種としてそれぞれ給与したところ、短く切った乾草を給与した場合には体温および呼吸数に有意な低下を認めた<sup>21)</sup>ことが報告されている。本試験でも咀嚼行動から、TS区ほうがTL区より採食速度が速いと考えられ、さらに採食に伴う熱増加量も抑制されたものと考えられる。

以上のことから、暑熱時における混合飼料中の粗飼料切断長の違いは、乾物摂取量に大きく影響し、適正な繊維量とCTを確保したうえで細切することにより、体重と乳量の低下を抑制できると考えられた。

#### 引用文献

- 1) 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 九州農業試験場報告第23巻第2号
- 2) 地球温暖化とわが国の畜産 第4集(1995) 社団法人畜産技術協会
- 3) Webster, A. J. F. (1979) Energy metabolism and requirements. in Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants. vol.2 (Church, D. C. ed.) 210 - 229. O & B Books, Inc. Corvallis, Oregon, USA.
- 4) 樋口克治ら (1993) 暑熱時における混合飼料中の繊維質飼料の違いが牛乳生産性に及ぼす影響 群馬農業研究C畜産第10号
- 5) 樋口克治ら (1994) 暑熱時におけるアルファルファペレット又はアルファルファ乾草の給与が牛乳生産性に及ぼす影響 群馬畜試研報第1号
- 6) 相井孝允ら (1991) 各種暑熱対策とその評価 日本家畜管理研究会. 27, Supplement.
- 7) 斎藤友喜ら (1985) 夏期の霧状散水による乳牛舎の冷却効果 (第II報) 群馬農業研究C畜産2号
- 8) 斎藤友喜ら (1986) 乳牛に対する霧状散水・送風の防暑効果 群馬農業研究C畜産3号
- 9) 斎藤友喜ら (1987) 乳牛に対するダクト送風による防暑効果 群馬農業研究C畜産4号
- 10) 斎藤友喜ら (1988) 泌乳牛に対する夏期の夜間送風効果 群馬農業研究C畜産5号
- 11) 斎藤友喜ら (1989) 乳牛に対する冷氣送風の防暑効果 群馬農業研究C畜産6号
- 12) 樋口克治ら (1992) 暑熱時における混合飼料の給与回数が乳牛の生産性に及ぼす影響 群馬農業研究C畜産第9号
- 13) 農林水産技術会議事務局 (1994) 日本飼養標準・乳牛 中央畜産会
- 14) Fuquay, J. W. (1981) Heat stress as it affects animal production. J. Anim. Sci., 52 (1)
- 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 (10)
- 16) 鈴木省三ら (1979) 梱包乾草および細切乾草給与時の乳牛の採食行動 日畜会報50 (3)
- 17) 山本禎紀ら (1968) 反芻動物の生体反応におよぼす環境温度と採食との影響IV. 環境温度と生体反応の関係におよぼす第一胃内容物の意義 日畜会報39 (11)
- 18) 柴田正貴・向居彰夫 (1979) 乾乳牛の第一胃内揮発性脂肪酸濃度と熱発生量との関係に及ぼす環境温度の影響 日畜会報50 (5)
- 19) Olbrich, S. E., et. al. (1972) Effect of constant ambient temperatures of 10 C and 31 C on ruminal responses

- of cold tolerant and heat tolerant cattle. J. Anim. sci., 34 (1)
- 20) Blaxter, K. L. (1989) Energy metabolism in animals and men Cambridge University Press
- 21) R. E. Leighton (1965) Effects of differences in ration form on hot-weather stress in dairy cattle. J. Dairy Sci., 48 : 796