

Series C(Animal Industry) No. 12

February 1993

ISSN 0286-3049

BULLETIN

OF

THE FUKUOKA AGRICULTURAL RESEARCH CENTER

(Chikushino, Fukuoka 818 Japan)

福岡県農業総合試験場研究報告

C (畜産) 第12号

平成5年2月

福岡県農業総合試験場

(福岡県筑紫野市大字吉木)

福岡農総試研報
Bull. Fukuoka
Agric. Res. Cent.

福岡県農業総合試験場研究報告

C (畜産) 第12号

目次

- 1 給与飼料中のOCW含量が乳牛の泌乳性と第一胃内性状に及ぼす影響
家守紹光・城内 仁・磯崎良寛・山下克之・津留崎正信…………… 1
- 2 濃厚資料と粗飼料の給与順序が乳生産に及ぼす影響
山下克之・城内 仁・家守紹光・田口清実・磯崎良寛…………… 5
- 3 交雑種去勢牛 (BD) に対する肥育前期飼料のエネルギー水準
後藤 治・中島啓介・大石登志雄…………… 9
- 4 乳用種去勢牛の良質肉安定生産技術
第1報 肥育前期飼料のエネルギー水準が肥育性に及ぼす影響
中島啓介・後藤 治・大石登志雄……………13
- 5 牛受精卵のノンステップ凍結法
馬場順子・上田修二・北原利彦……………17
- 6 産卵後期の採卵鶏に対するビール酵母給与が産卵成績に及ぼす影響
小野晴美・福田憲和……………21
- 7 電子レンジを用いたサイレージの乾物率推定とその精度
太田 剛・棟加登きみ子・津留崎正信……………25
- 8 各種成分分析法に基づく牛用飼料の繊維成分
II 粗飼料, 製造粕類及び市販配合飼料のOCW, Oa, Ob成分の比較
棟加登きみ子・津留崎正信……………29
- 9 各種成分分析法に基づく牛用飼料の繊維成分
III 各種繊維成分 (OCW, ADF, CF) の相互推定法
津留崎正信・棟加登きみ子……………33

BULLETIN OF THE
FUKUOKA AGRICULTURAL RESEARCH CENTER
Series C (ANIMAL INDUSTRY) No.12
CONTENTS

- 1 Effect of Dietary Organic Cell Wall Concentration on Milk Production and Ruminal Volatile Fatty Acid Composition of Dairy Cows
KAMORI Tsugumitsu, Hitoshi JONAI, Yoshihiro ISOZAKI,
Katsuyuki YAMASHITA and Masanobu TSURUSAKI 1
- 2 Influence of Feeding Sequence on Milk Production
YAMASHITA Katsuyuki, Hitoshi JONAI, Tsugumitsu KAMORI,
Kiyomi TAGUCHI and Yoshihoro ISOZAKI 5
- 3 Effects of Energy Levels during the Early Fattening Period on Fattening the Cross-Bred Steers (Japanese Black × Holstein)
GOTO Osamu, Keisuke NAKAJIMA and Toshio OISHI 9
- 4 Studies on Improvement of the Meat Productivity in Dairy Cows
NAKAJIMA Keisuke, Osamu GOTO and Toshio OISHI13
- 5 Direct Transfer of Frozen-thawed Bovine Embryos
BABA Junko, Shuji UEDA and Toshitaka KITAHARA17
- 6 Influences of Brewer's Yeast on the Laying Performance of Hen at Later Stage
ONO Harumi and Norikazu FUKUDA21
- 7 The Estimation of Dry Matter of Silages Used Microwave Oven and its Accuracy
OHTA Takeshi, Kimiko MUNEKADO and Masanobu TSURUSAKI25
- 8 Fiber Fractions of Various Feeds for Cattle Based on Several Chemical Methods II A Comparison of OCW, Organic Fraction Oa and Ob Content in OCW in Forages, Byproduct Feeds and Grains
MUNEKADO Kimiko and Masanobu TSURUSAKI29
- 9 Fiber Fractions of Various Feeds for Cattle Based on Several Chemical Methods III The Prediction Equations of OCW and ADF Contents of Feeds for Cattle Based on These Fibrous Contents
TSURUSAKI Masanobu and Kimiko MUNEKADO33

給与飼料中のOCW含量が乳牛の泌乳性と 第一胃内性状に及ぼす影響

家守紹光・城内仁・磯崎良寛*・山下克之・津留崎正信
(畜産研究所大家畜部)

給与飼料中の細胞壁物質(OCW)含量の違いが泌乳性及び第一胃内性状に及ぼす影響を明らかにするため、ホルスタイン種泌乳牛を用いてラテン方格法によりOCW含量3水準の給与試験を行った。OCW含量30、35及び40%の3水準の給与飼料は粗飼料にイタリアンライグラスサイレージ(IRS)あるいはトウモロコシサイレージ(CS)を用いて混合調製した。

- 1 給与飼料中のOCW含量が増加すると、第一胃内での酢酸/プロピオン酸比が向上し、この結果牛乳中の乳脂肪率は高まる傾向にあった。
- 2 OCW含量の高い飼料を給与すると4%乳脂肪補正乳量は増加した。

以上のことから、泌乳中期及び後期の牛で最大の生産性を上げるための給与飼料中のOCW含量は40%程度が適正であると考えられた。

[キーワード：乾物摂取量，細胞壁物質，乳脂肪率，脂肪補正乳量]

緒 言

乳牛の消化機能を健全に保ち、かつ乳脂肪率を低下させないためには、給与飼料中に一定量以上の繊維成分が含まれなければならない。しかし、一般に繊維成分は消化率が低く、給与飼料中の繊維含量を高めると飼料摂取量が減少する。高泌乳期に繊維含量が必要以上に高い飼料の給与は、エネルギー摂取量不足による乳量あるいは無脂固形分率低下の原因ともなる。高泌乳、高乳成分乳の生産には給与飼料中のエネルギー含量とともに繊維含量が重要となる。

飼料中の繊維成分の指標として新しい繊維成分分析法が確立された^{1,4,6)}。VAN SOEST⁶⁾らは中性デタージェント法による中性デタージェント繊維(NDF: Neutral Detergent Fiber)を提唱し、阿部⁷⁾らは酵素分析法による細胞壁物質(OCW: Organic Cell Wall)を提唱している。

そこで、本試験では西南暖地の主要栽培草種であるイタリアンライグラス及びトウモロコシを用いて、酵素分析法によるOCW含量が泌乳性と第一胃内性状に及ぼす影響について検討したので報告する。

試験方法

粗飼料あるいは供試牛の泌乳ステージを変えた3回の試験を実施した。

* 現農政畜産課

1 試験期間

試験1は1989年6月19日～8月20日、試験2は1989年12月1日～2月1日、試験3は1991年6月13日～8月15日に実施した。

2 供試牛及び飼料の構成

各試験とも6頭のホルスタイン種泌乳牛を供試し、1期21日間の3×3ラテン方格法により実施した。試験区は各試験共通して、給与飼料中のOCW含量が乾物当たり30、35及び40%になるように3区を設定した。

供試牛の泌乳ステージは、試験1が泌乳後期(試験開始時の分娩後日数は196日)、試験2及び3が泌乳中期(それぞれ80、142日)であった。

次に、各試験に用いた飼料の構成と混合割合を第1表に示した。粗飼料は試験1及び3では出穂期のイタリアンライグラスサイレージ(IRS)、試験2では黄熟期のトウモロコシサイレージ(CS)を用い、各試験共通してヘイキューブを使用した。濃厚飼料は5～7種の単味飼料及び市販配合飼料を用いた。各供試飼料は給与飼料中の可消化養分含量及び粗蛋白質含量が同程度に、またOCW含量が各試験区の設定値になるよう、混合給与した。

飼料は1日に3～4回給与の自由採食とした。

3 飼料の採取及び分析

調査期間は各期3週間の最後の7日間とし、残飼は個体ごとに毎日秤量した。また、搾乳は朝の

第1表 給与飼料の飼料構成、混合割合及び栄養価

OCW 含量	(乾物, %)								
	試験1			試験2			試験3		
	30%	35%	40%	30%	35%	40%	30%	35%	40%
イタリアンライグラス サイレージ	17.7	23.7	31.7	—	—	—	18.1	25.8	34.4
トウモロコシサイレージ	—	—	—	16.8	21.2	25.4	—	—	—
ヘイキューブ	15.7	13.6	11.1	13.7	11.9	9.6	10.5	8.8	6.0
飼 ビートパルプ	0.0	5.6	12.6	0.0	7.5	16.2	0.0	6.9	13.3
庄ペントウモロコシ	7.1	18.2	26.6	4.0	15.9	25.0	4.3	14.3	21.6
庄ペン大麦	13.6	9.1	4.5	15.9	11.9	4.8	16.7	9.7	6.0
一般フスマ	4.5	6.6	0.0	—	—	—	9.4	3.7	0.0
料 大豆粕	2.0	5.6	9.0	3.1	6.6	8.8	4.3	7.4	10.1
綿実	—	—	—	8.0	7.1	7.5	—	—	—
大豆皮	—	—	—	0.0	2.2	2.6	—	—	—
乳牛用市販配合飼料	39.4	17.7	4.5	38.5	15.5	0.0	36.7	23.5	8.7
OCW	32.7	36.6	41.3	30.7	34.9	40.0	28.7	33.4	38.0
栄 ADF	17.7	19.6	22.1	16.8	19.0	21.4	14.9	17.5	20.1
養 CF	14.3	16.1	18.3	13.2	15.0	16.9	10.8	13.3	15.6
価 TDN	76.1	75.8	75.7	76.7	77.0	77.2	76.0	75.7	75.2
CP	14.7	14.8	14.6	14.0	14.2	14.3	15.9	16.0	15.9

注) OCW: 細胞壁物質, ADF: 酸性デタージェント繊維, CF: 粗繊維, TDN: 可消化養分総量, CP: 粗蛋白質

9:00~9:30と夕方の5:00~5:30に行い、牛乳サンプルは試験1, 2では調査期間中の2日間、試験3では5日間採取した。体重は調査期間中の1及び6日目に測定した。第一胃内容液は調査期間の最終日の飼料給与前の午前8:30と給与後2.5時間目の午前11:00にルーメンカテテルを用い経口採取した。

給与飼料の一般成分である水分、粗蛋白質、粗脂肪、粗繊維及び粗灰分は常法²⁾に従って分析し、酸性デタージェント繊維 (ADF: Acid Detergent Fiber) は酸性デタージェント処理³⁾により測定した。

また、酵素分析法⁴⁾によりアミラーゼ、アクチナーゼ連続処理を行い、その残渣の有機物をOCWとして求めた。

生乳については赤外線分析器 (Foss Electric 社製ミルコスキャン 133B) を用いて、各乳成分を測定した。ルーメン内容液のpHはpHメータ (ガラス電極) で、揮発性脂肪酸 (VFA) はガスクロマトグラフにより測定した。

4 統計解析

3回の各試験の解析にはラテン方格法の解析を行った。また、3回の試験をまとめた解析には、各試験の実施期間、泌乳レベルが異なることからラテン方格法と乱塊法との組合せによる解析を行った。

結 果

1 給与飼料の栄養価及び乾物摂取量

第1表に各試験区に給与した飼料の栄養価を示した。各試験の給与飼料中のOCW含量は30, 35及び40%の設計値から2~3%の変動内にあり、ほぼ設定値に近い値を得た。

第2表に各試験の供試牛の体重と1日当たりのOCW摂取量及び乾物摂取量 (DMI) を示した。

DMIとOCW含量の関係は、IRSを粗飼料に用いた試験1及び3ではOCW含量が33%程度以上になるとDMIが低下した。また、試験3ではOCW含量が29%以下になるとOCWが33%以上の場合と同様にDMIが低下した。CSを粗飼料に用いた試験2の場合、OCW含量を30から35%へと増加させるとDMIが23.2から22.4kgと減少するのに対し、35, 40%では同程度のDMIを示した。

2 乳量及び乳成分

第2表に乳量及び乳成分を示した。

乳量は各試験とも試験区間に有意な差は認められなかったが、泌乳中期の牛を供試した試験2, 3ではOCW40%区でやや低い値を示した。

牛乳中の無脂固形分率及び乳蛋白質率等の各乳成分率は、各試験とも試験区間に有意な差は認められなかったが、乳脂肪率については、3試験を合わせた統計処理ではOCW30, 40%区間に1%, 35, 40%区間に5%水準で有意な差が認められた。

4%乳脂肪補正乳量 (FCM) は有意な差ではないが、泌乳ステージ中期の供試牛を用いた試験

第2表 給与飼料中のOCW含量と乾物摂取量、乳量及び乳成分

	試験区	頭数	体重	OCW 摂取量	乾物摂 取量	乳量	FCM	FAT	SNF	乳蛋白 質率
			kg	kg/日	kg/日	kg/日	kg/日	%	%	%
試験1	30%	6	736	7.4 a	22.6	22.2	20.4	3.5	8.9	3.3
	35%	6	739	7.8	21.4	20.7	19.3	3.7	8.9	3.3
	40%	6	725	8.4 b	20.3	21.3	20.7	3.9	8.8	3.2
試験2	30%	6	743	7.2A	23.2	30.2	24.8	2.8	9.0	3.4
	35%	6	747	7.8 a	22.4	30.0	25.4	3.1	9.0	3.4
	40%	6	740	9.0Bb	22.5	29.0	26.3	3.4	8.9	3.3
試験3	30%	6	696	6.0A	21.0	29.4	25.6	3.2	8.7	3.1
	35%	6	690	7.2B	21.6	29.3	26.1	3.2	8.8	3.2
	40%	6	687	7.6B	20.1	27.1	26.3	3.9	8.7	3.3
3試験 平均	30%	18	725	6.8A	22.2	27.2	23.6	3.2A	8.9	3.3
	35%	18	725	7.6	21.8	26.7	23.6	3.3 a	8.9	3.3
	40%	18	717	8.3B	21.0	25.8	24.4	3.7Bb	8.8	2.3

注) ①各試験内の大文字異符号間に1%水準, 小文字異符号間に5%水準の有意差あり。

②FCM: 4%脂肪補正乳量, FAT: 乳脂肪率, SNF: 無脂固形分率

2, 3ではOCW含量の高い飼料を給与した区ほど25.2, 25.8, 26.3kgと高まる傾向を示した。

3 第一胃内性状

第3表に第一胃内性状が比較的安定している朝の飼料給与直前と飼料の分解発酵がかなり進んだ給与後2.5時間目の3試験平均の第一胃内溶液のpH及び揮発性脂肪酸構成比を示した。

飼料給与直前の第一胃内溶液のpHは, 各試験とも中性値を示した。飼料給与後2.5時間のpHは泌乳中期の供試牛を用いた試験2, 3では, 試験区間に有意な差が認められ, 給与飼料中のOCW含量が低下するにつれ, pHも大きく低下した。

OCW含量が低下すると第一胃内溶液中の酢酸, 酪酸濃度は低下するのに対し, プロピオン酸濃度は高まるため, 酢酸/プロピオン酸構成比(A/P)は小さくなる傾向が見られた。

逆にOCW含量が多い飼料を給与すると, 酢酸及び酪酸濃度は高まるが, プロピオン酸濃度は低下するため, A/P比は飼料給与前後に関係なく大きくなった。

考 察

従来, 給与飼料中に含ませるべき繊維としては粗繊維(CF)含量で論じられてきた。しかし, 粗繊維に変わる繊維成分としてOCW, NDFを指標とした試験が実施されるようになった^{1,4,6)}。OCWとNDFの定量法が酵素分析法とデタージェント法と異なるものの, 特定の飼料を除いて, ほぼ同様な数

値を示すことが報告されている²⁾。

本試験においては, 出穂期のIRS及び黄熟期のCSの給与割合を変えることにより, OCW含量が異なる飼料を給与した。

その結果, OCW含量が30%程度の低い飼料構成ではDMIの増加傾向を認めた。このことは第一胃内でのpHが大きく低下するなど飼料発酵が速まり, 第一胃内での飼料の滞留時間が短くなっているためだと考えられる。

泌乳最盛期においては高い乾物摂取量が要求される。このために給与飼料中のOCW含量を下げることで, 乾物摂取量の増加を促進し, 乳量の増加や泌乳初期の体重回復が期待できる。

この反面, 第一胃内では総揮発性脂肪酸濃度における酢酸濃度の構成比が低下するとともにプロピオン酸構成比が高まるため, A/P比は低下し, 牛乳中の乳脂肪率も低下することが考えられる。

泌乳中期におけるFCM乳量は給与飼料中のOCW含量を30から40%へ高めることにより増加した。更に, FCM乳量は本試験で設定したOCW含量40%以上の飼料給与で高まる可能性もある。しかし, OCW含量40%の飼料給与時に示した牛乳中の乳脂肪率3.7%は, ホルスタイン種乳牛の泌乳能力としては高い値であり, OCW含量を更に高めても乳脂肪率は大きく改善されないと考えられる。また, 飼料の乾物摂取量と乳量はOCW含量を高めるとともに低下している。すなわち, 給与飼料のOCW含量を40%以上に高めてもFCM乳量は増加どころか減

第3表 給与飼料中のOCW含量と第1胃内のpH及び揮発性脂肪酸構成

試験区	給与直前					給与後2.5時間					
	pH	酢酸	プロピオン酸	酪酸	A/P	pH	酢酸	プロピオン酸	酪酸	A/P	
		%	%	%			%	%	%		
3試験	30%	6.9	59.6A	29.8a	7.4	2.1A	6.4	55.8a	32.3A	9.4a	1.8A
平均	35%	6.9	61.8 a	26.9	8.5	2.4 a	6.5	57.5	28.5	10.9	2.2 a
	40%	6.9	65.6Bb	22.5b	9.5	3.0Bb	6.7	62.0b	24.2B	11.3b	2.7Bb

注) ①各試験内の大文字異符号間に1%水準, 小文字異符号間に5%水準の有意差あり。

②A/P: 酢酸/プロピオン酸

少することが示唆される。従って、泌乳中期にFCM乳量を最大するためには、給与飼料中のOCW含量は40%程度が適正と考えられる。

引用文献

- 阿部亮・堀井聡・亀岡喧一(1979): 酵素分析と化学分析の組合わせに基づく飼料成分の表示。畜試研報 35, 91~100.
- 阿部亮・堀井聡(1979): 細胞膜物質の定量における中性デタージェント法の酵素分析との比較。日草誌 25(1), 70~75.
- 森本宏(1971): 動物栄養試験法。養賢堂, p280~297.
- MORRISON, I. M. (1973): The isolation of plant cell wall preparation with low nitrogen contents. J. Agric. Sci., 80, 407~410.
- 畜産試験場(1988): 畜産試験場資料, No.2
- VAN SOEST, P. J. and R. H. WINE (1967): Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds. IV. Determination of Plant Cell-Wall Constituents. J. Assn. Official Anal. Chem., 50, 50~55.

Effect of Dietary Organic Cell Wall Concentration on Milk Production and Ruminant Volatile Fatty Acid Composition of Dairy Cows

KAMORI Tsugumitsu, Hitoshi JONAI, Yoshihiro ISOZAKI,
Katsuyuki YAMASHITA and Masanobu TSURUSAKI

Summary

Feeding trials were conducted to determine effects of dietary OCW (Organic Cell Wall) concentration on milk production and ruminal VFA (Volatile Fatty Acid) composition of cows fed Italianryegrass (examination 1, 3) or Corn (examination 2) silage based diets. Six Holstein cows on each trial were used in a double 3×3 Latin square to evaluate three diets that OCW contents in diet were 30, 35 and 40%. Experimental results are summarized as follows: (1) OCW concentration in the diets influenced ruminal VFA patterns of cows. Cows fed the diet of higher OCW contents had higher acetate to propionate ratios. (2) Milk fat percentage for 30, 35 and 40% OCW in the diet increased from 3.2 to 3.3 and 3.7% respectively. Fat corrected milk yield also showed a similar response to increased OCW content.

[Key words: Holstein cows, OCW content, ruminal volatile fatty acid, milk fat percentage]

Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. C-12: 1~4 (1993)

濃厚飼料と粗飼料の給与順序が乳生産に及ぼす影響

山下克之・城内 仁・家守紹光・田口清実・磯崎良寛*
(畜産研究所大家畜部)

分離給与における濃厚飼料と粗飼料の給与間隔と給与順序が乳牛の飼料摂取量、産乳性及び第一胃内容液性状に及ぼす影響について検討した。

- 1 粗飼料と濃厚飼料の給与間隔は10分に比べ1時間と長い方がpHの変動が大きく、酢酸/プロピオン酸比(以下A/P比)は低下(0.2~0.4)したことから、給与間隔が長くなると第一胃内容液性状及び乳質に悪影響を及ぼすものと推察された。
- 2 粗飼料と濃厚飼料の給与間隔が長い場合、粗飼料を先に給与(粗飼料先行給与)すると、乳質に影響を及ぼすA/P比は平均2.9で、濃厚飼料先行給与の場合の2.3に比べ有意に高く、経時的にも高く推移し、乳脂肪率、無脂固形分率はやや高い傾向にあった。乾物摂取量及び乳量については差はなかった。

[キーワード: 泌乳牛, 給与順序, 酢酸/プロピオン酸比, 乳質]

緒 言

第一胃の恒常性を維持し、乳質の向上につながる飼料給与法として、混合飼料給与¹⁾が普及しつつあるが、酪農家では搾乳をはさんで濃厚飼料と粗飼料を別々に給与する分離給与が一般的である²⁾。分離給与における給与方法の中で、KAUFMANN³⁾は給与回数の増加は採食量を増加させ、第一胃内性状を安定化し、乳脂肪率の改善につながると報告している。一方、城内ら⁴⁾は、給与飼料中の繊維含量を十分に確保すれば、給与回数の増加が必ずしも乳量、乳質の改善に寄与するものでないとしている。給与順序については、VOIGHTら⁵⁾は粗飼料給与の後、濃厚飼料を給与すると第一胃内の酢酸濃度が高く、第一胃内性状が安定していると報告しているが、乳質への影響や給与間隔の長短による違いは明確にされていないため検討した。

試 験 方 法

1 試験1 飼料の種類と給与間隔

- (1) 試験区分 チモシー乾草、ヘイキューブ、乳配(全酪15号)の3種類の飼料の中で、1種類を一日のうち最初に給与(先行給与)し、その後残りの2種類の飼料を同時に給与するものとし、先行給与する飼料の種類により3区に分け、ホルスタイン種搾乳牛6頭(平均産次1.8産、

* 現農政畜産課

平均乳量20.7kg, 平均乳脂肪率4.01%)を用いて1989年5月1日から5月28日までの28日間に、1期2週間(予備試験期1週間, 本試験期1週間)の2期実施した。

- (2) 飼養管理 試験開始前5日間の体重、乳量、乳脂肪率の平均値から日本飼養標準(1974年版)に基づいてTDN要求量を算出し、その100%量を試験期間中継続して給与した。供試飼料の養分含量は、乾物当りTDN:70%, CP:13.4%であった。飼料給与量はチモシー乾草を8kg, ヘイキューブ4kg, 乳配9kgとし、1日2回(朝:8時45分, 夕:16時30分)に分けて半量ずつ給与した。先行飼料と残りの2種類の飼料の給与間隔はI期には先行飼料を給与して10分後に残りの種類の飼料を給与し、II期には1時間後に残りの飼料を給与した。供試牛は、飼槽を個々に区切ったスタンション式牛舎に繋養し、水と鉱塩は自由に摂取させ、なお、パイプラインミルクカーで午前9時と午後5時の2回搾乳を行った。
- 2 試験2 粗飼料と濃厚飼料の給与順序
- (1) 試験区分 粗飼料先行と、濃厚飼料先行の2区に分け、4頭(平均産次3.5産, 平均乳量40.3kg, 平均乳脂肪率3.52%)を用いて1991年3月3日から5月9日までの68日間に、1期3週間(予備試験期2週間, 本試験期1週間)の3期反転試験法により実施した。

(2) 飼養管理 TDN要求量に対する給与量及び供試牛の飼養管理は試験1と同様にし、粗飼料先行区ではパーミューダ乾草5kgを9時に、自家配合(ヘイキューブ、ビートパルプ、圧ぺん大麦、圧ぺんとうもろこし、増産ふすま、加熱大豆を等量混合)9kgを2時間後の11時に給与し、次に夕方の16時に乾草、18時に自家配を給与した。濃厚飼料先行区はこの逆で、自家配、乾草、自家配、乾草の順に粗飼料先行区と同時刻に給与した。

3 調査項目

- (1) 飼料摂取量 試験期間中、毎日の飼料給与量及び残飼量を測定し、その差を摂取量とした。
- (2) 乳量 試験期間中、試験1では最終日前3日間、試験2では、開始日と最終日を除く5日間、毎搾乳時、アルファラバル社製のミルクメーターで測定した。
- (3) 乳成分 乳量と同様にサンプリングして、乳脂肪率、無脂固形分率をミルコスキャン(Foss Electric社製)により測定した。
- (4) 第一胃汁 各試験期の最終日にルーメンカテテルを用い経口より6回(試験1:8:30, 9:45, 10:45, 12:45, 14:45, 16:45, 試験2:9:00, 11:00, 13:00, 16:00, 18:00, 20:00)採取した。pHはpHメータ(ガラス電極)で、アンモニア態窒素濃度はケルダール法により、原虫数はFUCHS-ROSENTHAL血球計算板を用い、揮発性脂肪酸濃度はガスクロマトグラフにより測定した。

結果及び考察

1 試験1 飼料の種類と給与間隔

(1) 飼料・養分摂取状況

飼料及び養分摂取状況は第1表のとおりである。I期、II期とも各区分における乾物摂取量及び乾物摂取量の体重比(DM/BW)に差はなく、最初に給与する飼料の種類や給与間隔は飼料摂取量に影響を及ぼさないものと認められた。なお、I期、II期を通して各区分とも日本飼養標準におけるTDN要求量及びCP要求量を充足していた。

(2) 乳量及び乳成分

乳量及び乳成分は第2表のとおりである。乳量は、I期、II期ともにヘイキューブ先行区(以

第1表 飼料及び養分摂取状況

期	区分	DMI	DM/BW	TDN	CP
		kg/日	%	%	%
I	A区	18.0	2.5	116	140
	B区	18.4	2.7	103	121
	C区	18.0	2.9	112	132
II	A区	18.1	2.6	112	138
	B区	18.5	2.7	105	125
	C区	17.6	2.6	109	131

注) ①A区:チモン草先行区, B区:ヘイキューブ先行区, C区:乳配先行区
②DMI:乾物摂取量

下B区)、乳配先行区(以下C区)、チモン草先行区(以下A区)の順に多い傾向にあったものの、各区分に有意な差はなかった。乳脂肪率及び無脂固形分率ともに、各区分に差はなかったが、A区は給与間隔の長いII期の方がI期より向上し、逆にC区はII期の方が低下した。このことから、給与間隔が長い場合に最初に濃厚飼料を給与するより粗飼料を給与する方が乳質の向上につながることを示唆された。

(3) 第一胃内容液性状

第一胃内容液性状は第2表のとおりである。アンモニア態窒素濃度は、I期、II期ともにA区がB、C区より有意に低く推移したことから、乾草先行給与においては発酵が緩やかに起こることが示唆された。しかし、pH、原虫数、揮発性脂肪酸濃度及びA/P比に差はなく、最初に給与する飼料の種類が第一胃内容液性状に及ぼす影響は明らかでなかった。給与間隔の短いI期と給与間隔の長いII期を比較すると、II期の方が、pHの変動が大きく、A/P比が低いことから給与間隔が長くなると第一胃内容液性状に影響を及ぼすものと推察された。

2 試験2 濃厚飼料と粗飼料の給与順序

(1) 飼料・養分の摂取状況

飼料及び養分摂取状況は第3表のとおりである。乾物摂取量及び乾物摂取量の体重比は、粗飼料先行区(以下D区)が各々23.3kg, 3.3%, 濃厚飼料先行区(以下E区)が各々22.9kg, 3.4%で、両者にほとんど差は認められず、試験1と同様の結果になった。TDN充足率及びCP充足率は、E区が各々103%, 118%で、D区の99%, 114%に比べて多い傾向にあった

第2表 乳量・乳成分及び第一胃内容液性状

期	区分	乳量	乳脂肪率	SNF	pH	平均原虫数	NH ₃ -N	VFA	A/P比
		kg/日	%	%		千	mmol/dl	mmol/dl	
I	A区	17.3	3.7	8.4	6.7±0.2	288	13.6±7.8	96.3±12.1	3.9±0.5
	B区	21.4	4.0	8.8	6.6±0.1	221	28.2±14.4	101.5±20.0	4.1±0.7
	C区	18.9	4.0	8.9	6.7±0.1	206	26.7±18.1	96.7±17.8	4.2±0.7
II	A区	17.5	4.0	8.5	6.6±0.3	184	10.6±7.3	100.4±20.0	3.7±0.6
	B区	21.2	3.8	8.8	6.7±0.4	239	21.7±11.9	88.1±19.2	3.8±0.3
	C区	19.2	3.8	8.7	6.6±0.3	121	29.2±17.6	108.5±22.5	3.8±0.5

注) SNF：無脂固形分率(%), NH₃-N：アンモニア態窒素濃度, VFA：揮発性脂肪酸濃度

が、有意差はなかった。

(2) 乳量及び乳成分

乳量及び乳成分は第3表のとおりである。

乳量については、D区とE区の間に差は認められなかったが、乳成分については、乳脂肪率、無脂固形分率ともに、D区が各々3.7%、8.6%で、E区の3.5%、8.3%に比べ高い傾向にあった。このことは試験1の結果を裏付けるものであり、粗飼料先行給与による乳質の向上が期待されるものである。

(3) 第一胃内容液性状

第一胃内容液性状を第4表に、pH及びA/P比の一日の経時的変化を第5表に示した。

A/P比以外はD区とE区の間に差は認められなかった。粗飼料を濃厚飼料の90分前に先行給与するとpHの変動が小さい⁷⁾ことや、6時間以上無給与の朝一番に易消化蛋白、炭水化物を給与すると、急速に消化されるためpHが低下するが、一方、乾草では咀嚼活動による唾液分泌効果より、第一胃内はすでに緩衝されてお

り、穀類等を給与しても、pHは急激に低下しないと報告されている。これらのことは本試験の結果と一致しているが、本試験のpHの範囲は正常の範囲とされる6.0~7.0にあったので、粗飼料と濃厚飼料の給与順序の違いだけでは第一胃内容液性状は極端に変化しないものと推察された。むしろ乳質に影響を及ぼすA/P比がE区に比べD区が有意に高く推移したことから、濃厚飼料を先行給与すると、第一胃内のプロピオン酸が増加したまま、その後粗飼料を給与してもA/P比が戻らなかったことから、乳質の向上には粗飼料先行給与が有利であると推察された。

総合考察

試験1及び試験2の結果から、分離給与の場合、粗飼料と濃厚飼料の給与間隔は長いよりも短い方が第一胃内容液性状が安定し、乳質に関するA/P比は高く良好である。しかし、搾乳前後に給与するような給与間隔の長い場合は、搾乳前には乾草等の

第3表 飼料・養分の摂取状況及び乳量・乳成分

区分	DMI	DM/BW	TDN 充足率	CP 充足率	乳量	乳脂肪率	SNF
	kg/日	%	%	%	kg/日	%	%
D区	23.3	3.3	99	114	36.9	3.7	8.6
E区	22.9	3.4	103	118	36.6	3.5	8.3

第4表 第一胃内容液性状

区分	pH	平均原虫数	NH ₃ -N	VFA	A/P比
		千	mmol/dl	mmol/dl	
D区	6.5±0.3	223	7.8±2.8	83.6±8.3	2.9±0.3
E区	6.5±0.3	128	7.4±2.7	88.3±7.0	2.3±0.5

第5表 pH, A/P比の経時的変化

区 分	9:00	11:00	13:00	16:00	18:00	20:00
pH D区	6.7	6.8	6.4	6.2	6.4	6.5
E区	6.8	6.5	6.5	6.6	6.3	6.6
A/P比 D区	2.9	3.2	2.8	2.7	2.9	2.5
E区	2.7	2.4	2.2	2.2	2.1	2.0

良質粗飼料を給与し、搾乳後に濃厚飼料を給与すれば、第一胃内溶液性状は安定し、乳質に関するA/P比は良好に推移することから乳質の向上が期待できる。

引用文献

- 1) 福岡県農政部(1990): 計画生産下における酪農の経営方向と飼養管理技術の実態. 農業関係の試験研究成果, 276~279.
- 2) 城内仁・家守紹光・磯崎良寛(1991): 飼料給与回数が泌乳性に及ぼす影響. 平成3年度九州農業研究発表会専門部会講演要旨, 44.

- 3) KAUFMANN, W.(1976): Influence of the Composition of the Ration and the Feeding Frequency on PH-Regulation in the Rumen and on Feed Intake in Ruminants, Livestock Production Science 3, 103~114
- 4) SNIFFEN, C. J. and ROBINSON, P. H.(1984): Nutritional Strategy Can. J. Anim. Sci. 64, 529~542.
- 5) 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整利用技術の実用化. 福岡県農総試研報C-8, 9~14.
- 6) VOIGHT, J., PATKOWSKI, B. and KRAWIELTIZKI, R. (1978): The effect of the order of roughage and concentrates in feeding on carbohydrate digestion and bacterial protein synthesis in the rumen of the dairy cow, Arch. tierernahrung 49, 9.

Influence of Feeding Sequence on Milk Production

YAMASHITA Katsuyuki, Hitoshi JONAI, Tsugumitsu KAMORI,
Kiyomi TAGUCHI and Yoshihiro ISOZAKI

Summary

Lactating holstein cows were assigned to two groups: haylage was fed subsequent to concentrate and concentrate was fed subsequent to haylage at a day. (1) The dairy cows haven't been fed from 18:00 in the evening to 9:00 in the next morning, they were fed first in the morning, rumen pH was from 6.0 to 7.0, the ratio of acetic acid to propionic acid was significantly lower when concentrate was prior to haylage 2.3 than that when haylage was prior to concentrate 2.9. (2) Dry matter intake and milk production did not differ between two groups, but percentage of milk fat and solid not fat were higher when haylage was prior to concentrate.

[Key words: volatile fatty acid, milk composition, feeding sequence, dairy cows]

Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. C-12: 5~8 (1993)

交雑種去勢牛 (BD) に対する 肥育前期飼料のエネルギー水準

後藤 治・中島啓介・大石登志雄
(畜産研究所大家畜部)

交雑種去勢牛 (黒毛和種雄牛×ホルスタイン種雌牛) の良質肉生産のために、肥育期間を前期 (9~12カ月齢) と後期 (13~24カ月齢) に区分し、肥育前期飼料乾物中のTDN含量が70%と76%の飼料を用い、肥育後期飼料乾物中TDN含量は80%とし、肥育前期飼料乾物中のTDN水準の違いが増体成績や枝肉成績に及ぼす影響を検討した。

- 1 肥育前期飼料のTDN含量を76%程度に高めることにより、肥育全期間のTDN摂取量が増加し、脂肪交雑が改善され、肉質等級が向上する。
- 2 肥育前期飼料のTDN含量を70%程度に低下させても、肥育全期間の乾物摂取量は増加しない。

[キーワード: 交雑種去勢牛, 肥育, エネルギー水準]

緒 言

肉専用種は交雑種牛も含めて系統や個体によって発育の差が大きく、肥育素牛の肥育特性にあった肥育方式を適用することが好ましいとされている^{1,2)}。

交雑種去勢牛の肥育については、枝肉構成や肥育過程の筋肉中脂肪含量の変化等に関する若干の報告^{3,4)}がある。しかし、交雑種牛の肥育技術は確立しておらず、肥育農家において交雑種牛の産肉能力を最大限に引き出すことができないという問題点が生じている。そこで、交雑種去勢牛を用いて良質肉生産を図るために、肥育前期飼料中のTDN含量について検討した。

試 験 方 法

1 試験区分

試験区分は、第1表のとおり、肥育前期飼料中のTDN水準を2水準設定し、各区に試験牛を6頭ずつ配置した。肥育期間は、12カ月齢までを肥育前期

第1表 試験区分

区 分	70%区	76%区
供試頭数 (頭)	6	6
飼料乾物中 TDN含量 (%)		
前 期 (140日間)	70	76
後 期 (331日間)	80	80

第2表 供試飼料の配合内容 (%)

飼 料 名	前 期		後 期
	70%区	76%区	
原物比			
稲ワラ	7.4	7.6	5.0
ヘイキューブ	7.4	7.6	5.0
市販配合飼料A*	43.2	28.6	13.3
市販配合飼料B**	2.5	28.6	22.5
トウモロコシフレーク	8.6	17.3	22.5
大麦混合糠	30.9	10.2	6.7
大麦胚ベン (皮むき)	—	—	25.0
DM	88.5	88.0	87.5
TDN/DM	70.1	75.7	80.3
DCP/DM	9.7	9.7	9.1
粗繊維率/DM	14.9	13.3	9.4
粗DM/濃DM***	14.8	15.4	10.1
粗TDN/全TDN****	10.4	10.0	6.2

注) ①* : 原物中TDN70%, DCP11%
②** : 原物中TDN72%, DCP 9%
③*** : 粗飼料のDM量/濃厚飼料のDM量×100
④****: 粗飼料のTDN量/全飼料のTDN量×100

とし、24カ月齢で出荷するまでを肥育後期とした。

2 供試牛

平均月齢8.7カ月齢の交雑種去勢牛12頭 (系統不明) を供試した。

3 供試飼料

供試飼料の配合内容を第2表に示した。供試飼料は、稲ワラを細断したのちヘイキューブとともに濃厚飼料と攪拌した混合飼料を用いた。配合割合は、日本標準飼料成分表 (1987年版) に基づき算出した。

4 飼養管理方法

全期間繋留方式で飼養し、飼料は不断給与した。

5 試験期間

試験は、1990年7月31日から1991年11月14日までの471日間に実施した。

6 調査項目

(1) 体重 (2) 飼料摂取量 (3) 枝肉成績

結果及び考察

1 増体成績

増体成績を第3表に示した。

70%区の供試牛2頭について、発育が極端に良好であったり、肥育開始時より発育が極端に不良であったため、棄却検定の結果試験から除外した。

肥育全期の増体量は、70%区415kg、76%区414kgであった。

1日当たりの増体量(以下、日増体量)は、肥育前期において70%区が良好な傾向であったが有意な差($P < 0.05$)ではなかった。

第3表 増体成績

区 分	70%区	76%区
開始月齢(月齢)	9.0	8.6
頭 数(頭)	4	6
体 重(kg)		
開始時	323	316
前期終了時	492	470
後期終了時	738	730
期間日増体量(kg)		
前 期	1.21	1.10
13~21カ月齢	0.81	0.86
後 期	0.53	0.56
13~24カ月齢	0.74	0.79
全 期	0.88	0.88

肥育前期に粗飼料を多く用いた低エネルギー飼料で体重増加を抑えて肥育すると、肥育後期の増体量の低下が防止できるとされている^{5,7)}。今回の試験では、肥育前期から濃厚飼料を多給したために、肥育前期飼料乾物中のTDN含量を70%程度としても、肥育後期の日増体量の低下を防止できず、21カ月齢以降の日増体量は70%区が0.53kg、76%区が0.56kgと悪い成績であった。このことから、今後、交雑種去勢牛を21カ月齢以上肥育する場合には、日増体量の低下防止を図る必要性があると考えられる。

2 飼料摂取量及び1kg増体に要するTDN量

飼料摂取量及び1kg増体に要するTDN量を第4表に示した。

飼料乾物中のTDN含量の違いから、70%区の摂取乾物量が増加することを期待したが、飼料乾物摂取量は白井⁸⁾らの結果と異なり、両区とも同程度であった。このため、供試飼料のTDN含量の違いがTDN摂取量の違いとして現れ、76%区の方が肥育全期間で115.8kg多く摂取した。

第4表 飼料摂取状況及び1kg増体に要するTDN量

区 分	70%区	76%区	
乾物摂取量	前期(kg/日)	8.4	8.4
	後期(kg/日)	7.8	8.0
	摂取総量(kg)	3,756.8	3,820.7
TDN摂取量	前期(kg/日)	5.9	6.4
	後期(kg/日)	6.2	6.4
	摂取総量(kg)	2,889.9	3,005.7
1kg増体に要するTDN量(kg/日)	前期	5.0	5.9
	後期	8.6	8.2
	全期	7.1	7.3

1kg増体に要するTDN量(TDN要求量)は、肥育前期は70%区が、肥育後期は76%区が少なく、肥育全期間では70%区がやや少なかった。

TDN要求量は同一飼料を同量摂取した場合、増体量が多い牛の方が少なくなる。70%区の試験牛は、肥育前期においてTDN摂取量が少なく、かつ増体がよい傾向にあったため、TDN要求量は76%区に比べて少なく、より効率的に増体したといえる。

3 枝肉成績及び経済性

枝肉成績及び経済性について、第5表と第6表に示した。

76%区は70%区に比べて、ビーフ・マーブリング・スタンダードは0.7、肉の色沢等級と肉の締まり及びきめ等級がそれぞれ0.5上位に格付けされ、肉質等級は76%区の方が優れた結果となった。これは、76%区の方が肥育前期の摂取栄養が多いことから、体内脂肪の蓄積が進んだ結果であると考えられ、高エネルギー飼料を肥育全期間に給与した近藤らの報告^{2,9)}と一致した。

飼料中のTDN含量は、品種や肥育方法及び肥育期間等によって設定する必要がある。交雑種去勢牛の母方の品種である乳用種去勢牛は、産肉量追求型

の品種であり黒毛和種去勢牛に比べて体脂肪の蓄積能力が劣るので、近藤ら^{2,3)}が報告するように肥育前期から高エネルギー飼料を用いて肥育する方法が適切であると考えられ、父方の品種である黒毛和種去勢牛は濃厚飼料多給型肥育で仕上げ体重を大型化すると枝肉に過剰脂肪が付着したり、増体速度や飼料効率が低下する等の問題が生じる⁵⁾とされている。

交雑種去勢牛の肥育前期を高エネルギー飼料を用いて飼養した報告は少ないが、白井ら⁶⁾は交雑種去勢牛を用いて、肥育全期間の飼料乾物中のTDN含量を80%程度に設定した場合の肉質は良好でなかったと報告している。

体内脂肪の蓄積について、山谷ら¹⁰⁾は、乳用種去勢牛と交雑種去勢牛の筋肉内脂肪含量と枝肉中の蓄積脂肪との関係から、皮下脂肪や体腔・腎脂肪と筋肉内脂肪の蓄積の機構の違いを示唆している。また、善林ら¹¹⁾は、品種に関係なく筋肉中の脂質の蓄積は、枝肉中の他の脂肪組織よりも早期に成熟すると報告している。

今回の試験では、肥育後期のTDN摂取量は両区間に差はないが、肥育前期のTDN摂取量は70%区が76%区より少ない傾向があるにもかかわらず、肥育前期終了時において、飼養管理の影響を受け易い胸幅、胸囲は70%区が45.8cm, 180.8cm, 76%区が45.9cm, 179.3cmで両区間に差はなく、体重も両区

間に差がなかった。このことから、肥育前期飼料のTDN含量が70%の場合、肥育前期の発育に影響を及ぼさないが、筋肉内脂肪の蓄積が進むほどの栄養は供給できないと考えられる。

また、ロース芯面積やバラの厚さ等の成績は、両区間に差はなかった。70%区の枝肉等級の格落ちの原因は、肉の締まり及びきめ等級であった。

市場評価も肉質等級の成績と同様に、76%区の方が枝肉1kg当たり224円高く評価された。この結果、肉牛販売額（副産物販売額を含む）は、1頭当たり76%区の方が103,564円多くなった。

第6表 経済性

区 分	70%区	76%区
	円	円
飼料費合計	150,884	156,553
前期	47,420	50,631
後期	103,464	105,922
肉牛販売額	452,957	562,190
差 額	302,073	405,637

注) ①飼料単価/原物kg: 70%区前期 35.69円
76%区前期 37.70円
後期 35.12円

②肉牛販売額: 副産物販売額を含む。

以上のことから、交雑種去勢牛を混合飼料を用いた不断給与方式で、8カ月齢から24カ月齢まで肥育する場合、肥育前期の飼料乾物中のTDN含量は70%では不足で、肥育前期飼料乾物中のTDN含量を76%とし、肥育後期飼料中のTDN含量を80%にすると、肉質成績を改善できると考える。

引用文献

- 1) 鼻岡保博・額田和敬・河田治茂(1988): F₁(黒毛和種雄×ホルスタイン種雌)の産肉性. 岡山酪試研報25, 26~36.
- 2) 近藤郁夫・中根逸夫・板倉福多朗(1979): 乳用種去勢牛の若齢肥育に関する研究 第1報濃厚飼料の栄養水準が肥育に及ぼす影響. 愛知農総試研報11, 208~215.
- 3) 近藤郁夫・中根逸夫・板倉福多朗(1980): 乳用種去勢牛の若齢肥育に関する研究 第2報濃厚飼料の栄養水準が肥育に及ぼす影響. 愛知農総試研報12, 259~264.
- 4) 三津本 充・小沢 忍・三橋忠由・山下良弘(1989): 黒毛和種去勢牛の枝肉形質に及ぼす仕

第5表 枝肉成績

区 分	70%区	76%区
歩留-肉質等級	B-4:1 B-3:3	B-4:4 B-3:1
(頭)		C-4:1
枝肉重量 (kg)	414	424
対と前歩留 (%)	57.0	59.9
ロース芯面積 (cm ²)	42.5	43.0
ばらの厚さ (cm)	6.0	6.0
皮下脂肪厚 (cm)	2.3	2.1
ビーフ・マーブリング	4.3	5.0
・スタンダード		
脂肪交雑等級	3.3	3.8
ビーフ・カラー・スタンダード	4.3	3.3
肉の色沢等級	3.3	3.8
肉締まり等級	3.3	3.8
ビーフ・ファット・スタンダード	3.0	3.0
脂肪の色沢と質等級	4.0	4.0
枝肉単価 (円/kg)	1,042	1,266

注) ①格付は日本食肉格付協会の方法で実施

②肉締まり等級: 肉の締まり及びきめ等級

- 上げ体重, 種雄牛および肥育後期濃厚飼料の影響. 日畜会報60(4), 351~358.
- 5) 農林水産省農林水産技術会議事務局編(1987): 日本飼養標準・肉用牛(1987年版). 中央畜産会, 東京.
- 6) 白井健康・加藤三郎・山口俊英(1988): F₁去勢牛における飼料のエネルギー水準が産肉性に及ぼす影響. 静岡畜試研報13, 41~53.
- 7) 高橋昭彦・板倉福多朗・近藤郁夫(1985): 飼料のエネルギー水準が去勢和牛の肥育性に及ぼす影響肥育前期の飼料乾物中TDN水準が65%と80%における肥育性の比較. 愛知農総試研報17, 358~364.
- 8) 氏家 哲・松本 忠・高田直和(1989): 寒冷地における交雑種肉用牛の利用技術 6) 交雑種去勢牛の産肉性についての検討. 宮城県畜産試験場試験成績書63年度, 21~31.
- 9) 氏家 哲・松本 忠(1990): 交雑種去勢牛の枝肉形質の出荷適期推定における超音波測定値の利用. 宮城県畜試研報4, 1~6.
- 10) 山谷洋二・三谷克之輔・並河 澄(1988): ホルスタイン種およびF₁(黒毛和種×ホルスタイン種)去勢牛の肥育課程における筋肉内脂肪含量の変化. 日畜会報59(7), 619~627.
- 11) 善林明治・鍋田 肇・元辻 毅(1988): 去勢肥育牛の筋肉中脂肪含量に及ぼす品種と栄養水準の影響. 日畜会報59, 39~48.

Effects of Energy Levels during the Early Fattening Period on Fattening the Cross-Bred Steers (Japanese Black × Holstein)

GOTO Osamu, Keisuke NAKAJIMA and Toshio OISHI

Summary

Twelve cross-bred steers (Japanese Black × Holstein) were used to examine the effects of dietary TDN levels during the early fattening period (70%, 76%) on feed intake and carcass characteristics. Experimental results are summarized as follows: Feeding the diet with 76% TDN level during the early fattening period had increased total TDN intake during the fattening period. Moreover, it had a tendency to improve the marbling and the carcass characteristics. Feeding the diet with 70% TDN level during the early fattening period did not increase total DM intake during the fattening period.

[Key words : cross-bred steers, fattening, energy levels]

Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. C-12 : 9~12 (1993)

乳用種去勢牛の良質肉安定生産技術

第1報 肥育前期飼料のエネルギー水準が肥育性に及ぼす影響

中島啓介・後藤 治・大石登志雄
(畜産研究所大家畜部)

乳用種去勢牛の肥育効率改善を目的として乳用種去勢牛12頭を用い、肥育前期飼料の乾物中TDN水準の違い(70%, 76%)が、増体、飼料効率及び枝肉形質に及ぼす影響を検討し、次の結果を得た。全期間平均の1日増体量は、76%区の1.10kgに対し、70%区が1.20kgと良好な成績であった。全期間中の1kg増体に要したTDNは、70%区、76%区それぞれ5.99kg、6.40kgで、その差は有意であった。枝肉重量は70%区がやや重く、ロース芯面積は両区間に有意差が認められ、70%区が43.7cm²、76%区が38.5cm²であった。脂肪交雑は70%区がやや優れたが、このことは発育速度の差によるものと推察された。以上のことから、乳用種去勢牛を混合飼料を用いた不断給与方式により体重750kgを目標に仕上げの場合、肥育前期飼料の乾物中TDN含量を70%程度に低く抑える方法は特に増体効率や産肉量等の改善効果が大きいことが明らかとなった。

[キーワード: 乳用種去勢牛, 肥育, 栄養水準]

緒 言

近年、乳用種去勢牛の肥育においては、牛肉輸入自由化に伴い、生産の大半を占める肉質2等級クラスの枝肉価格が大幅に下落していることから、枝肉販売収入確保を期待して、肥育期間を延長し、仕上げ体重を700~750kgに大型化する傾向がある。

しかし、従来から普及している肥育初期から高エネルギー飼料を主体に自由採食させる肥育方式によって大型仕上げを行うと、肥育末期に飼料要求率の悪化や喰い止まりが発生し易く、増体効率が低下するといった問題を生じている。

このような背景から、効率良く大型体重に仕上げのための肥育技術の確立が急務となっており、そのためには肥育期別の栄養水準の検討が特に重要と考えられる。中丸ら¹⁾は、黒毛和種去勢牛を600kg以上に仕上げの場合、飼料中TDN水準を肥育前期は65%程度に抑え、後期は80%程度に増加させる肥育パターンの適用が肥育後半での増体鈍化の防止に効果があると報告している。

そこで、本試験では、乳用種去勢牛の大型仕上げにおいても、そのような方法が肥育効率の改善に有効であるかを判断するため、前期飼料のエネルギー水準について検討した。

試 験 方 法

試験区は第1表に示したように肥育前期給与飼料

のエネルギーについて、乾物(以下DM)中に含まれる可消化養分総量(以下TDN)の違いにより70%区と76%区の2区を設け、7~8カ月齢のホルスタイン種去勢牛を両区に6頭ずつ割り当てた。肥育前期は試験開始後16週間、肥育後期はその後36週間で、肥育後期は両区ともにTDN含量80%の同一飼料を給与した。

第1表 試験区分及び供試牛

区 分	TDN水準		供試 頭数	開始時 月 齢	終了時 月 齢
	前期	後期			
70%区	70%	80%	6 頭	7.8±0.4月	19.7月
76%区	76	80	6	7.7±0.7	19.6

試験飼料の内容は、第2表に示すとおりである。試験飼料の配合設計には、市販配合飼料、大麦混合糠は製造会社の成分表示値、その他の飼料は日本標準飼料成分表(1987年版)の数値を用いた。試験飼料の調製は、3cm程度に細断した稲ワラ、細碎したヘイキューブ及び各濃厚飼料を飼料攪拌機で配合し、混合飼料とした。

飼養管理は、供試牛をつなぎ飼いと、試験飼料を飲水とともに各個体毎に不断給与とした。

試験期間は、1990年7月24日から1991年7月23日までの52週間とした。

調査項目については、体重、体型をそれぞれ試験開始時から4週間毎、8週間毎に測定した。飼料摂取量は、毎朝、残飼計量し、毎日給与量から残飼量

第2表 試験飼料の内容

項目	前期		後期 両区
	70%区	76%区	
原物重割合 %			
稲ワラ	7.4	7.6	5.0
アルファルファ	7.4	7.6	5.0
ヘイキューブ			
市販配合飼料A*	43.2	28.6	13.3
市販配合飼料B**	2.5	28.6	22.5
トウモロコシ	8.6	17.3	22.5
フレーク			
大麦混合糠***	30.9	10.2	6.7
皮むき圧べん大麦	—	—	25.0
DM %	88.5	88.0	87.5
TDN/DM	70.1	75.7	80.3
DCP/DM	9.7	9.7	9.1
CF/DM	14.9	13.2	9.4

注) ①* : DM88.0%, TDN70.0%, DCP11.0%, CF 9.0%
 ②** : DM88.0%, TDN72.0%, DCP 9.0%, CF10.0%
 ③*** : DM89.9%, TDN54.0%, DCP 6.9%, CF15.7%

を差し引き算出した。枝肉成績は、社団法人日本食肉格付協会の牛枝肉取引規格に基づき評価した。

結 果

1 発育状況及び1日増体量

発育状況及び1日増体量(DG)を第3表に示した。DGは、前期では区間に差はみられなかったが、後期では70%区が1.13kg、76%区が0.99kgで、全期の通算では0.10kgの差となり、試験終了時体重は、70%区が38kg重かった。腹囲は、試験開始時では76%区がやや大きかったが、前期終了時(16週時)は70%区がやや大きく、試験終了時での両区の差は

前期終了時よりも大きくなった。胸幅及び肥育度指数は、前期終了時では76%区が僅かながら大きく、試験終了時では逆に70%区が大きい値を示した。

2 飼料摂取量及び飼料要求率

飼料摂取量はDM及びTDNに換算し、第3表に示した。1日当たりDM摂取量は、70%区が前期で0.24kg、後期で0.45kg、全期平均では0.39kg多かった。1日当たりTDN摂取量は、前期では76%区が0.31kg多かったが、後期では70%区が0.36kg多く、全期平均では70%区が0.15kg多かった。DM要求率は、前期は76%区がやや低く、後期は逆に70%区が低く、全期平均では70%区が0.36kg低かった。TDN要求率は、前後期ともに70%区が低く、全期平均では70%区と76%区の差は有意であった。

3 枝肉成績

枝肉成績を第5表に示した。枝肉重量は、70%区が13kg重く、枝肉歩留は、70%区が58.7%、76%区が59.5%と大差なかった。ロース芯面積は、70%区が43.7cm²、76%区が38.5cm²で、その差は有意であった。ばらの厚さと皮下脂肪の厚さは、70%区がやや薄かった。部分肉歩留の推定値である歩留基準値は、70%区が0.7高かった。脂肪交雑は、70%区がBMS(牛脂肪交雑基準)値で0.5高かったが、肉の色沢、肉の締まり・きめ、脂肪の光沢・質の各等級には差がなかった。平均枝肉単価は70%区が25円高かった。なお、内臓検査の結果は、膀胱内に砂粒程度の結石を70%区で1頭、76%区で2頭に認めただけ以外、内臓廃棄となる異常は両区ともなかった。

4 枝肉重量と主要肉質項目の関係

枝肉重量と脂肪交雑及び肉の締まりの関係を第1

第3表 発育状況及び1日増体量

区分	1日増体量(kg)			体重(kg)			腹囲(cm)			胸幅(cm)			肥育度指数		
	前期	後期	全期	開始	16週	終了	開始	16週	終了	開始	16週	終了	開始	16週	終了
70%区	1.36	1.13	1.20	304	456	740	176	207	259	33.9	41.7	56.2	263	355	517
76%区	1.34	0.99	1.10	302	453	702	178	205	253	35.1	43.3	55.8	264	358	497

注) 肥育度指数: 体重/体高×100

第4表 飼料摂取量及び飼料要求率

区分	DM摂取量(kg/日)			TDN摂取量(kg/日)			DM要求率			TDN要求率		
	前期	後期	全期	前期	後期	全期	前期	後期	全期	前期	後期	全期
70%区	8.70	9.52	9.27	6.09	7.64	7.16	6.43	8.50	7.75	4.51	6.82	5.99a
76%区	8.46	9.07	8.88	6.40	7.28	7.01	6.35	9.22	8.11	4.80	7.40	6.40b

注) ①DM・TDN要求率: 1kg増体に要したDM・TDN(kg)

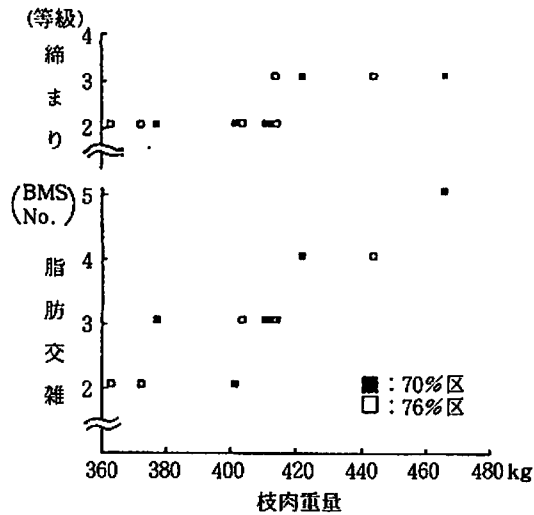
②縦列のa・b異符号間に有意差(P<0.05)あり。

第5表 枝肉成績

区分	枝肉重量 (kg)	枝肉歩留 (%)	ロース心面積 (cm ²)	ばらの厚さ (cm)	皮下脂肪の厚さ (cm)	歩留基準値	脂肪交雑 (BMS)	肉の色沢 (等級)	肉の締まり・きめ (等級)	脂肪の色沢・質 (等級)	平均枝肉単価 (円)
70%区	413	58.7	43.7a	6.1	2.1	70.1	3.3	2.8	2.3	4.5	898
76%区	400	59.5	38.5b	6.2	2.3	69.4	2.8	2.8	2.3	4.5	873

注) 縦列の a・b 異符号間に有意差 (P<0.05) あり。

図に示した。脂肪交雑は、両区ともに枝肉重量の増加に伴って向上する傾向が認められ、また、肉の締まりについても、枝肉重量が 410~420kg 以上で、1 等級高く評価される傾向が認められた。



第1図 枝肉重量と脂肪交雑及び肉の締まりの関係

5 経済性の比較

経済性の比較を第6表に示した。1頭当たりの飼料費は76%区が約3千円少なかったが、枝肉販売額は70%区が2万2千円多く、差益では70%区が1万9千円多くなった。1kg増体に要した飼料費は70%区が21円少なかった。

第6表 経済性の比較

区分	枝肉販売額 (円/頭)	飼料費 (円/頭)	差益 (円/頭)	1kg増体に要した飼料費 (円)
70%区	374,571	135,496	239,075	311
76%区	352,308	132,303	220,005	332

注) 飼料費算出の基となる飼料原物kg当たり単価は當場購入飼料価格で算出した。(前期70%区 35.69円, 前期76%区 37.70円, 後期両区 35.12円)

考 察

従来、乳用種去勢牛の肥育においては、その高い増体能力を最大限に活かし、早期に仕上げることをねらいとして、肥育初期から高エネルギー飼料を多給する飼養方法が行われてきたが、本試験の肥育前期の70%区には通常よりもかなり低エネルギーの飼料を給与した。その飼料中の濃厚飼料のTDN濃度は原物値で65.3%であり、76%区の濃厚飼料、あるいは一般的に利用されている市販配合飼料と比べて概ね5~10%程度低く設定している。そのため、前期の増体は、両区間に差が生じることを予測したが、70%区は76%区と同様に高いDG値を示した。これは、低TDN飼料を給与した70%区の採食量が増加したこととエネルギーの利用効率が優れたことが原因と考えられる。高橋ら²⁾は、黒毛和種去勢牛の肥育試験において、濃厚飼料の割合を70%以上にした場合には、前期飼料のDM中TDN水準とDM摂取量の間には負の相関を認め、また、森田ら³⁾は、肥育前期ではTDNの低い濃厚飼料を給与したほうが、TDN要求率が優れることを認めている。

一方、肥育後期においては、試験開始後32週間が経過した頃から76%区では採食量が減少し、増体が大きく低下したのに対して、70%区の採食性は比較的安定しており、仕上げ時まで良好な増体が得られた。これは、肥育前期において低TDN飼料を給与することにより、第1胃が正常に機能し、多くの飼料摂取が可能であったためといえる。

次に、体各部の発育値は各時期とも両区間に有意差は認められなかったが、前期終了時では、76%区は栄養状態の指標となる胸幅、肥育度指数がやや大きく太り気味であること、70%区はやや体高が大きく、採食量が多かったことを反映して、腹部がより発育していることが伺えた。試験終了時では70%区の仕上がり状態が良好なことが明らかであった。

TDN要求率は70%区が優れ、76%区との差は後

期でさらに大きくなる傾向を示した。このことは、肥育過程における両区の体構成の違いが現れた結果と考えられる。一般に、脂肪組織の成長には筋肉組織の成長に比べ約7倍のエネルギーが必要となることが知られており、76%区では増体に占める体脂肪の割合が多かったために1kg増体により多くのエネルギーを要したものと思われる。枝肉成績からは、70%区は皮下脂肪が薄く、ロース芯面積が大きい、いわゆる赤肉割合の多い枝肉であるのに対して、76%区は逆に脂肪割合が多い枝肉であることが伺える。

ロース芯面積に有意差が認められたことに関しては、76%区では前期からの高エネルギー給与により早期から脂肪の蓄積がすすみ、筋肉の発育を阻害したものと思われ、肥育前期のエネルギー水準の差が枝肉構成に影響するといえる。

肉質については、エネルギー水準の違いに関わらず、脂肪交雑と枝肉重量との間に正の相関関係がみられた。従って、70%区の脂肪交雑がやや優れた理由は、肥育後期における発育速度の差によるものと推察され、一義的には肥育仕上げ時まで採食性が高く持続されて、より多くのエネルギーを摂取したためと考えられる。

以上のことから、乳用種去勢牛を混合飼料を用い

た不断給与方式により体重750kgを目標に仕上げる場合には、肥育前期飼料のDM中TDN含量を70%程度に低く抑える方法は、特に増体効率や産肉量等の経済性の面での改善効果が大きいといえる。今後は、肉質の改善と肥育期間の短縮を図るため、肥育後半の増体量を更に高め、肥育度合を促進する方法についての検討が必要である。

引用文献

- 1) 岐阜種畜・福井畜試・愛知農総試・和歌山畜試・京都礎高原牧場・京大農(1987):飼料のエネルギー水準が和牛去勢牛の肥育性に及ぼす影響 II. 飼料のエネルギー水準と飼料構成についてのその後の検討(協定試験報告), 1~10.
- 2) 高橋昭彦・板倉福多朗・近藤郁夫(1985):飼料のエネルギー水準が去勢和牛の肥育性に及ぼす影響 肥育前期の飼料乾物中TDN水準が65%と80%における肥育性の比較. 愛知農総試研報 15, 358~364.
- 3) 森田宏・丹羽有功・板倉福多郎・高橋昭彦・近藤郁夫(1987):乳用種の肥育技術に関する試験 肥育ステージ別エネルギー水準の検討. 愛知農総試研報 19, 357~363.

Studies on Improvement of the Meat Productivity in Dairy Steers

(1) Influence of Dietary Energy Levels During the Early Fattening Period on Fattening Performance of Dairy Steers

NAKAJIMA Keisuke, Osamu GOTO and Toshio OISHI

Summary

Twelve dairy steers were used to examine the effects of dietary TDN levels (70%, 76%) during the early fattening period on weight gain, feed efficiency and carcass characteristics. The average dairy gains during the whole period in the 70% group and in the 76% group were 1.20 and 1.10 kg, respectively. The average TDN per 1 kg gains throughout the entire period were 5.99 kg in the 70% group and 6.40 kg in the 76% group. There was significant difference ($P < 0.05$) in the ribeye area between the groups. It was 43.7 cm² in the 70% group and 38.5 cm² in the 76% group.

[Key words : dairy steers, fattening, energy level]

Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. C-12 : 13~16 (1993)

牛受精卵のノンステップ凍結法

馬場順子*・上田修二・北原利孝
(畜産研究所大家畜部)

受精卵のノンステップ凍結法において、耐凍剤に1.6Mプロピレングリコールを用いる場合の封入液のシュクロース濃度、平衡時間と融解後の経過時間を検討するとともに、最も良好な条件下で凍結した体外受精卵の移植試験を行い、その実用性を検討した。

- 1 耐凍剤に1.6Mプロピレングリコールを用いた場合、シュクロース濃度が0.3M、平衡時間15分で凍結することによって、生存率83.3%、脱出率76.0%と生存性が向上した。
- 2 融解後の受精卵を凍結媒液中に38℃で保持し、5分以上経過すると生存性が低下した。
- 3 ノンステップ法で凍結した体外受精卵を、現地で融解後移植した場合の受胎率は43.2%、またセンターで融解後生存性を確認して移植した場合の受胎率は35.0%であった。

[キーワード：体外受精卵、ノンステップ法、シュクロース、平衡時間]

緒 言

牛の体外受精技術は、食肉処理場で廃棄されている卵巣を利用することによって、受精卵を低コストに多量生産できる技術である。この技術を実用化させるためには、受精卵の凍結保存技術の確立が重要な課題である。

多くの哺乳動物において、凍結した受精卵による受胎・分娩例は数多く報告されており、牛については、1973年に Wilmut と Rowson¹⁾ が分娩例を報告しているのが最初である。以来、牛受精卵の凍結技術は段階的に改善され、現在では多種多様の方法が試みられ、融解後の生存率が高く、移植後の受胎率が高い凍結技術が確立されつつある。さらに、近年では融解後の操作が簡易で、実用性が高いノンステップ法についても数多く報告されている。鈴木ら²⁾ は、体内受精卵をプロピレングリコールを用いたノンステップ法で凍結することによって高い生存率を得ている。

そこで、本試験においては、鈴木ら²⁾の方法を体

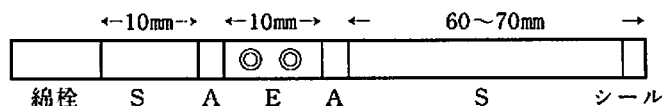
外受精卵に応用し、平衡時間、シュクロース濃度の影響及び融解後の時間経過の影響について検討を行い、併せて移植試験を行った。

試 験 方 法

体外受精卵は、既報³⁾によって作出した黒毛和種及びF₁種由来のもので、7、8日齢(体外受精日=0日齢)の胚盤胞と拡張胚盤胞を供試した。

試験1 凍結媒液での封入液のシュクロース濃度と平衡時間の検討

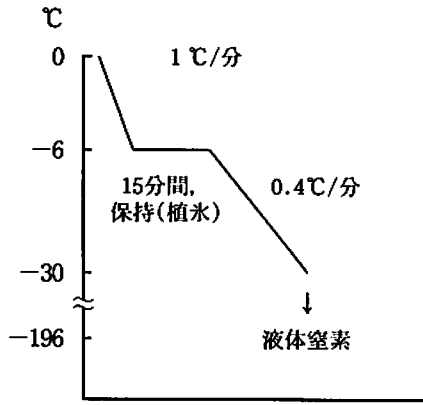
受精卵を、凍結媒液である1.6Mプロピレングリコール添加PBS(Dulbecco's Phosphate-Buffered Saline; Gibco 310-4287)に直接投入後、15、30または60分間静置(平衡時間)した。平衡時間は、凍結媒液に受精卵を移してから凍結器にセットするまでの時間とした。平衡後の受精卵は、第1図のように受精卵を含む液層(10mm)の両側を空気層(5mm)ではさみ、その両側を0.2Mまたは0.3Mのシュクロース添加PBSで満たしてストローに封入した。受精卵を封入したストローは、0℃に保持したプロ



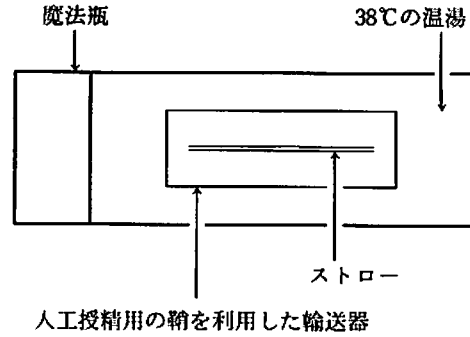
第1図 受精卵の封入方法

S:シュクロース添加PBS; A:空気層; E:受精卵を含む凍結媒液

* 現田川農業改良普及所



第2図 凍結プログラム



第3図 水平輸送の方法

グラムフリーザー (E T-U3, フジヤ矢野科学) にセットした。凍結プログラムは、鈴木らの方法⁵⁾に従い0℃から-6℃まで1℃/分で冷却し、15分間保持する間に植氷させ、さらに-30℃まで0.4℃/分で冷却した後、液体窒素(-196℃)に投入した(第2図)。

凍結卵の融解は31℃で行い、供試卵をシャーレに回収後、10%子牛血清添加TCM199(G I B C O: 380-2340)に移し、炭酸ガス培養器(5%炭酸ガス, 95%空気; 39℃)で48時間培養した。48時間の培養後、生存率(形態的に拡張胚盤胞以上に発育した数の割合)、脱出率(生存卵のうち透明帯から脱出した胚盤胞数の割合)を調査した。

試験2 融解後の経過時間と生存性

試験1の結果から、平衡時間15分、シュクロース濃度0.3Mで凍結した供試卵を融解後、ストローに封入したまま38℃の温湯中で0.5または10分間静置した。回収後、試験1と同様に培養を行い、生存率、脱出率を調査した。

試験3 ノンステップ法で凍結した体外受精卵の

移植試験

現地融解では、凍結卵は31℃で融解し、移植器にセット後直ちに黄体側の子宮角に2卵移植した。

センター融解では、凍結卵を融解後、卵丘細胞が底に単層化したシャーレに入れ、12~24時間炭酸ガス培養器で培養した。形態的に生存していると判断した受精卵をストローに再封入後、現地まで38℃の温水中に浮かべて輸送(第3図)し、黄体側子宮角へ2卵移植した。

移植は、京都酪農業協同組合及び甘木朝倉農業共済組合・広域家畜診療センターの人工授精師各1名が実施し、受精卵はホルスタイン種を供試した。移植40~60日後に妊娠鑑定を行い受胎率を調査した。

結果及び考察

1 シュクロース濃度と平衡時間

シュクロース濃度と平衡時間の異なる凍結受精卵の各区の生存率及び脱出率を第2表に示した。培養後の生存率は、シュクロース濃度0.3M、平衡時間15分区が83.3%と他の区に比較して高く、脱出率も

第2表 融解後の生存率及び脱出率

シュクロース濃度	平衡時間	生存率 (生存卵/供試卵)	脱出率 (脱出卵/生存卵)
0.2M	15分	53.6% (15/28)	40.0% (6/15)
	30	20.0 (3/15)	0 (0/3)
	60	22.2 (8/36)	50.0 (4/8)
0.3M	15分	83.3 (25/30)	76.0 (19/25)
	30	59.3 (32/54)	43.8 (14/32)
	60	52.8 (19/36)	42.1 (8/19)

同区が76.0%と他の区に比較して高い結果となった。

シュクロース濃度が0.2Mでは生存率が20.0～53.6%に対して、0.3Mでは52.8～83.3%と高かった。鈴木ら⁹⁾の報告によると、体内受精卵を用いた試験ではシュクロース濃度(0～0.8M)による生存性への影響はなく、シュクロースを添加していないPBSのみでも高い生存性が得られている。しかし、体外受精卵は、体内受精卵に比べて割球数が少ないこと¹⁾や割球の結合が緩いこと²⁾などから、凍結媒液との浸透圧差が大きい0.2M区において浸透圧ショック³⁾の影響が現れて生存率が低下したと考える。

また、平衡時間を長くするにつれて、生存率及び脱出率が低下する傾向にあった。これは、受精卵を30分以上浸漬した場合は、耐凍剤の毒性の影響が現れて融解後の生存性が低下したと思われる。

よって、耐凍剤に1.6Mプロピレングリコールを用いる場合、シュクロース濃度は0.3M、平衡時間は15分の組合せが適当と考える。

2 融解後の経過時間と生存性

融解後、38℃温湯中で一定時間経過した各区の培養後の生存率を第3表に示した。0分区では生存率83.3%、脱出率76.0%と高かった。5分区では生存率は61.1%に低下したが、脱出率は0分区と差が見られなかった。さらに、10分区では生存率47.2%、脱出率44.4%と共に他の2区に比べて低下した。

これは、ノンステップ法で凍結・融解した受精卵は、ストローから出すまでは、耐凍剤を含む液に曝されたままなので、時間が経過するにつれて、耐凍剤の毒性が生存率に影響を及ぼすと考えられる。

このことにより、ノンステップ法で凍結した受精卵は融解後、速やかに移植を行うことが受胎率向上につながると考える。

第2表 融解後の経過時間の影響

経過時間	生存率	脱出率
0分	83.3% (25/30)	76.0% (19/25)
5	61.1 (11/18)	72.7 (8/11)
10	47.2 (9/19)	44.4 (4/ 9)

注) 凍結はシュクロース濃度0.3M、平衡時間15分。

3 ノンステップ凍結卵の受胎率

シュクロース濃度0.3M、平衡時間15分の条件で凍結した体外受精卵の受胎率を第4表に示した。現地で融解した場合は受胎率が43.2%、センターで融解した場合は35.0%であった。

第3表 ノンステップ凍結卵の受胎率

融解方法	移植頭数	受胎頭数	受胎率
現地融解	44頭	19頭	43.2%
センター融解	20	7	35.0

注) 凍結はシュクロース濃度0.3M、平衡時間15分。

ノンステップ凍結法の現地融解とセンター融解を比較した報告はないが、本試験と同じ耐凍剤によって体内受精卵をノンステップ法で凍結した鈴木ら⁹⁾は、60.6%の高い受胎率を報告している。一方、同じノンステップ法で凍結した体外受精卵を移植した後藤ら¹⁾は受胎率が37.8%と低く、この受胎率の差は供試した受精卵の耐凍性の違いによるものと考察している。体外受精卵を用いた本試験でも、後藤ら¹⁾と同様な受胎率であったのは、同じことが根拠と考えられる。今後は、培養技術の改良によって、耐凍性の高い体外受精卵の作出技術を確認する必要がある。

耐凍剤にプロピレングリコールを用いるノンステップ凍結法では、凍結媒液の平衡時間を15分、封入液のシュクロース濃度を0.3Mとし、融解後は5分以内に移植することが受胎率向上につながると考える。

謝 辞

凍結法について御指導頂きました山口大学鈴木達行教授に深謝致します。また、卵巣採取に当たり御協力を頂いた九州協同食肉株式会社、福岡食肉市場株式会社、福岡県食肉衛生検査所及び福岡市食肉衛生検査所の方々に深く感謝いたします。

引用文献

- 1) 後藤和文・宅萬義博・松浦 忍・中西喜彦・柳田宏一・片平清美・渡久地政康・野中克治(1992): ウン体外受精由来胚のノンステップ法移植. *Journal of Reproduction and Development* 38(5), 15～19.
- 2) IWASAKI S, NAKAHARA T. (1990): Cell number and incidence of chromosomal anomalies in bovine blastocysts fertilized in vitro followed by culture in vitro or in vivo in rabbit oviducts. *Theriogenology* 33, 669～675.
- 3) IWASAKI S, YOSHIDA N, USHIJIMA H, WATANABE S, NAKAHARA T. (1990): Morphology and proportion of inner cell mass of bovine

- blastocysts fertilized in vitro and in vivo. J., *Reprod., Fert.* 90, 279~284.
- 4) 鈴木達行・石田隆志・酒井豊(1989): グリセロール (1.4M) 加しよ糖液を用いたウシ胚の凍結と移植試験. *日本畜産学会報* 35(3), 125~129.
- 5) 鈴木達行・郭志勤・陳静波・丁紅(1990): Glycerol と 1, 2-propanediol を用いたウシ凍結融解胚からの耐凍剤除去試験. *家畜繁殖学会誌* 36(2), 105~109.
- 6) SUZUKI T, YAMAMOTO M, OOE M, NISHIKAWA Y, OKAMOTO K, TSUKIHARA T. (1991): Effect of media on fertilization and development rates of in vitro fertilized embryos, and of age and freezing of embryos on pregnancy rate. *Theriogenology* 35, 278.
- 7) 上田修二・大崎順子・田口清実(1991): 受精培地に添加したヘパリンが体外受精後の牛胚の発育に及ぼす影響. *西日本畜産学会報* 34, 43~45.
- 8) WILMUT, I. & ROWSON, L. E. A. (1973): Experiments on the low-temperature preservation of cow embryos. *Vet. Res.* 92, 686~690.

Direct Transfer of Frozen-thawed Bovine Embryos

BABA Junko, Shuji UEDA and Toshitaka KITAHARA

Summary

Three experiments were conducted to define a system of direct transfer of bovine embryos using 1.6 M propylene glycol. In Experiment I, embryos were allocated at random to a 3×2 factorial design (15, 30, 60 min and 0.2 M, 0.3 M sucrose) to investigate the effects of equilibration time in freezing medium (PBS + 1.6 M propylene glycol) and concentration of sucrose to remove cryoprotectant. After 15, 30 or 60 min. equilibration, embryos were loaded into 0.25 ml straw as follows: 20 μl of a 0.2 M or 0.3 M sucrose solution, 10 μl air, 20 μl freezing medium containing embryos, 10 μl air, 120~140 μl sucrose solution; and then sealed. The straws were cooled from 0°C to -6°C at the rate of 1°C/min, holded for 15min at the temperature and cooled to -30°C at 0.4°C/min before being plunged into liquid nitrogen. The straws were thawed at 31°C and embryos were cultured in TCM199 supplemented with 10% calf serum. The survival rate of embryos equilibrated for 15min in freezing medium and filled by 0.3 M sucrose solution (83.3%) was higher than that of the other treatments (20.0~53.6%). In Experiment II, 0, 5 and 10 min. holding time at 38°C after thawing embryos were compared; 5 and 10 min holding time were reduced embryo survival rate. In Experiment III, pregnancy rates of transferred embryos thawed at field and laboratory were 43.2% and 35.0%, respectively.

[Key words: Bovine embryo, direct transfer, sucrose, equilibration time]

Bull. Fukuoka agric. Rec. Cent. C-12: 17~20 (1993)

産卵後期の採卵鶏に対するビール酵母 給与が産卵成績に及ぼす影響

小野晴美・福田憲和
(畜産研究所中小家畜部)

採卵鶏の産卵後期における産卵成績の低下を緩和するため、ビタミンB群及びミネラル等の微量栄養素を含み、また未知の産卵促進因子を有するといわれているビール酵母の利用方法について検討した。

- 1 ビール酵母を配合飼料中の魚粉と代替すると代替量に関係なく飼料消費量が減少した。特に、半量代替区は産卵率が低下し、全量代替区は平均卵重が減少した。このため全量及び半量代替区ともに産卵日量の減少が認められた。
- 2 休産処理鶏に対しビール酵母を給与した場合、給与時期に関係なく平均卵重が減少する傾向が認められた。また、休産後のビール酵母給与は、魚粉に比べ産卵率の回復が遅れる傾向があった。
- 3 以上のことから、産卵後期におけるビール酵母の給与は魚粉と代替することは適当でなく、微量栄養素の供給として活用するのが適当である。

[キーワード：採卵鶏，ビール酵母，飼料価値]

緒 言

卵価低迷が続く現状では、育成費等の生産原価の回収に産卵開始後40~50週間を要する。従って、その後の産卵量が農家の利益を左右することになる。このことから産卵開始後50週以降の産卵成績を高める飼養方法の確率が急がれる。そのため産卵後期の経済寿命を延長するための強制休産方法や飼料成分の補完、強化が検討されつつある。

特に飼料栄養成分の補完及び強化としての微生物蛋白質は、未利用資源であると同時に未知成長因子を含んでいることから多くの研究が行われてきた^{3,4,5)}。近年、この微生物蛋白質の採卵鶏における給与効果として、吉田等²⁾は配合飼料原料の大豆粕や魚粉の代替物質としてビール酵母を16%添加すると産卵率の低下防止効果が顕著に認められたと報告している。

そこで本試験では、産卵成績の低下する産卵後期の採卵鶏に対する飼料栄養成分の補完及び強化としてのビール酵母の利用方法を同様の蛋白質源である魚粉と代替給与することにより検討した。

試 験 方 法

試験1 産卵後期の採卵鶏におけるビール酵母給与が産卵成績に及ぼす影響

供試鶏は、シェーパー288を用い、448~462日齢に産卵調査を行い、産卵率を82.4%に揃え、対照

区(A)、半量代替区(B)、全量代替区(C)、それぞれに52羽(26羽×2反復)ずつ割り当てた。

試験期間は、1990年11月~1991年5月(476~644日齢)までの168日間とし、給与飼料は試験期間を1期28日間の6期に分け、第1表に従って第2表に示した飼料を奇数期にビール酵母飼料給与、偶数期に対照飼料を給与するスキップ給餌を行った。

調査項目は、産卵率、産卵日量、平均卵重、飼料消費量、産卵効率とした。産卵効率は、日本飼養標準²⁾に基づいて産卵に必要なエネルギー及び体重維持エネルギー数値を用いて算出した。すなわち、 $2.2\text{kcal} \times (1\text{羽当たりの総生産卵量}) \div \{(\text{総飼料摂取エネルギー}) - 115\text{kcal} \times \text{体重}(\text{kg}) \times 28\text{日間}\}$ の式により算出した。

第1表 試験区分及び試験飼料給与方法

試験区	期					
	1	2	3	4	5	6
A	○	○	○	○	○	○
B	▲	○	▲	○	▲	○
C	●	○	●	○	●	○

注) ○：対照飼料給与 ▲：半量代替飼料給与
●：全量代替飼料給与
1期：28日間

試験2 強制休産処理時におけるビール酵母の給与時期が産卵成績に及ぼす影響

供試鶏及び試験期間は、試験1に準じて実施した。

第2表 試験飼料の組成 (%)

成分	対 照	半量代替	全量代替
トウモロコシ	67.7	65.5	63.0
大豆粕 (CP44%)	16.0	17.2	18.4
魚 粉 (CP65%)	6.0	3.0	—
ビール酵母	—	3.0	6.0
アルファルファ	2.5	2.5	2.5
油 脂	—	0.7	1.7
メチオニン	—	0.06	0.12
食 塩	0.4	0.4	0.4
炭酸カルシウム	6.0	6.1	6.2
磷酸3石灰	1.2	1.34	1.48
プレミックス	0.2	0.2	0.2
CP (%)	17.2	17.2	17.2
ME (Kcal/kg)	2,830	2,830	2,820

試験区分は、第3表に示したとおり休産処理前4週間給与区 (D)、休産処理後4週間給与区 (E)、休産処理前後2週間給与区 (F)、休産処理前後4週間給与区 (G) の4処理区を設けた。

試験飼料は、第3表に従って第2表で示した全量代替飼料および対照飼料を不断給与した。

強制休産処理の方法は最初の3日間を絶水・絶食した後、試験区中半数の平均体重が75%に減少するまで絶食を継続した。

絶食終了後、初日は、50g/羽の飼料を給与し、以後1日当たり50gずつ増量し、給与開始3日目より不断給与とした。

調査項目は生存率、産卵率、産卵日量、平均卵重、飼料消費量、飼料要求率、産卵効率とした。

第3表 試験区分及び試験飼料給与方法

試験区	日齢	477	484	505	514	528	543
		483	504	513	527	542	616
D	●	●	休	○	○	○	
E	○	○	産	●	●	○	
F	○	●	処	●	○	○	
G	●	●	理	●	●	○	
供 試 羽 数		各区52羽 (26羽×2反復)					

注) ○: 対照飼料 ●: 全量代替飼料

結果及び考察

1 産卵後期の採卵鶏におけるビール酵母給与が産卵成績に及ぼす影響

(1) ビール酵母給与時の産卵成績

第4表に産卵後期の採卵鶏にビール酵母を給与した1, 3, 5期の累計産卵成績を示した。

C区の産卵率は対照飼料のA区と同程度であった。しかし、飼料消費量がA区に比べ少なくなる傾向を示し、平均卵重がA区に比べ有意に軽く ($P \leq 0.05$) なり、産卵日量も低下した。

また、B区については平均卵重は、A区と同程度であったが、C区同様に飼料消費量がA区に比べ少なくなる傾向を示し、産卵率、産卵日量が低下した。

産卵効率は、各区に大きな差は認められなかった。以上の結果からビール酵母と魚粉の産卵に要するエネルギー利用効率は、ほぼ同程度であると考えられる。しかし、ビール酵母を魚粉に代替して給与すると産卵成績が低下する。この原因については明らかではないがビール酵母給与区の飼料消費量の減少あるいは蛋白質の消化率の違いが産卵成績の低下に何等かの要因として作用しているものと考えられる。

第4表 産卵後期の採卵鶏にビール酵母を給与した時の産卵成績

試験区	産卵率	平均卵重	産卵日量	飼料消費日量	産卵効率
	%	g	g	g	%
A	68.9	68.3a	47.1	133.8	60.4
B	66.8	67.4	45.0	128.2	58.4
C	70.1	66.2b	46.4	128.5	59.3

注) ①第1表の1, 3, 5期の累計成績

②縦列の a・b 異符号間 ($P \leq 0.05$) に有意差あり。

(2) ビール酵母添加飼料から対照飼料への切り替えが産卵成績に及ぼす影響

第5表にビール酵母から対照飼料へ切り替えた2, 4, 6期の累計産卵成績を示した。

C区は、対照飼料へ切り替えた後1~2週間は、全量代替飼料給与時期と同様に平均卵重がA区に比べ低く推移したが、対照飼料給与後3週間経過するとA区に近づく傾向がみられた。このため対照飼料給与全期の平均卵重はA区よりやや軽くなるが、全量代替飼料給与時期よりも重い値を示した。また、産卵日量にも同様の傾向が認められた。

以上の結果からビール酵母給与は、魚粉給与よりも産卵成績が低下するものと考えられる。

半量代替飼料から対照飼料に切り替えたB区では、対照飼料給与時期の産卵率は、C区と同様にA区に近づく傾向がみられるが、改善速度が鈍く、また、

第5表 ビール酵母添加飼料から対照飼料に切り替えた時の産卵成績

	産卵率	平均卵重	産卵日量	飼料消費日量	産卵効率
	%	g	g	g	%
A	68.9	68.3	47.1	133.8	60.4
B	65.0	68.5	44.5	132.5	57.7
C	69.8	67.0	46.8	134.0	59.2

注) 第1表の2, 4, 6期の累計成績

産卵効率も低下するため結果的には半量飼料給与時期と変わらない結果となった。

このことから半量代替飼料は、対照飼料に切り替えた場合、何等かの要因により産卵効率の低下が誘発され、4週間では回復できないものと考えられる。

2 強制休産時におけるビール酵母の給与時期が産卵成績に及ぼす影響

全量代替飼料を第3表に従って給与した強制休産処理鶏の産卵率の推移を第1図に、休産処理後4週間の産卵成績を第6表に示した。

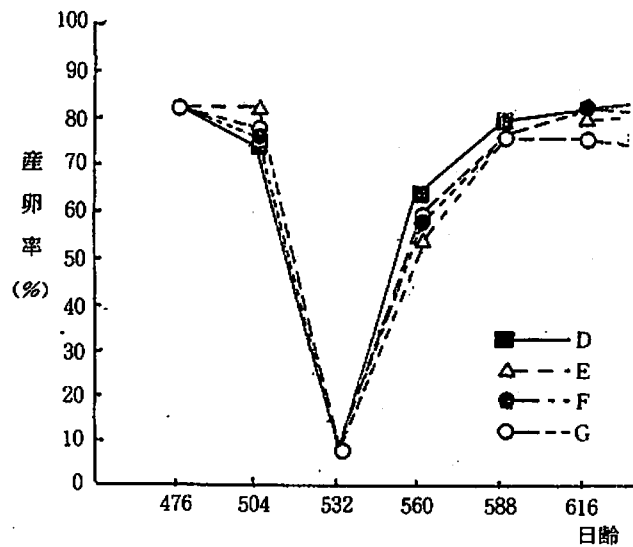
休産処理前の産卵率は、ビール酵母を給与したD区、F区及びG区が対照飼料を給与したE区に比べ低くなる傾向を示した。また、休産処理後でも同様にビール酵母を給与したE区、F区及びG区の回復が遅れる傾向が認められ、ビール酵母給与による産卵率促進効果は、いずれの給与時期においても認められなかった。

休産処理後4週間の産卵成績は、産卵率はビール酵母を給与したE区、F区及びG区が対照飼料を給与したD区より低くなる傾向を示した。また、平均卵重は、休産処理前後に8週間ビール酵母を給与し

第6表 休産処理後にビール酵母を給与した時の産卵成績

試験区	生存率	産卵率	平均卵重	産卵日量	産卵効率	平均体重	飼料消費日量	飼料要求率
	%	%	g	g	%	g	g	%
D	87.2	23.3	67.3	15.7	15.3	1604	144.8	9.22
E	88.5	17.7	66.5	11.7	11.5	1578	143.5	12.26
F	88.5	16.5	66.5	11.4	11.4	1705	146.7	12.87
G	88.5	17.5	64.2	11.0	11.2	1616	142.0	12.90

注) 平均体重は、77週齢時の平均値、その他の項目は休産処理後4週間の成績



第1図 ビール酵母給与が休産処理後の産卵率回復におよぼす影響

注) 505~513日齢時に休産処理

たG区が試験区中最も軽い値を示した。飼料消費日量は試験区間で大きな差は認められなかった。

以上の結果より休産処理時にビール酵母を魚粉と全量代替して給与すると産卵回復が遅れることから、一般的に休産処理後の栄養補給源として使用される魚粉ほどの効果は認められないものと考えられる。

3 総括

ME, CPの水準を合わせ、魚粉の代替物質としてビール酵母を使用すると産卵成績の低下が認められた。このことからビール酵母を添加した飼料がME, CPの必要量を満たした配合設計であっても栄養成分の補完・強化を目的とした利用については問題が多いと考えられ、ビール酵母の有効な利用方法についてさらに研究を進める必要がある。そこで、当面のビール酵母の利用方法としては魚粉の必要量を満たした上でビタミンあるいはミネラル等の微量栄養素の供給源としての活用が適当と考えられる。

引用文献

1) 三徳四十四・大堀保也・目加田博行・海老沢照

二・二村喜久雄(1974):産卵鶏および種鶏飼料における魚粉配合の効果. 岐阜県種鶏場研報, 21, 4~11.

- 2) 農林水産省農林技術会議事務局編:日本飼養標準・家禽(1984年版). 中央畜産会, 東京.
- 3) 吉田實(1988):ビール酵母の給与が産卵におよぼす効果. 家禽会誌, 25(2), 102~108.
- 4) YOSHIDA, M., TADA, M. BANSHO, H. MATSUSHIMA, M. KOBAYASHI, K. IINO, M. and UMEMOTO, I. (1974): Effect of hydrocarbon yeast as dietary protein source on reproducibility of breeding hens. IV. Performance of the third generation from 36 to 108 weeks of age. Japan. Poultry Sci., 11, 179~189.
- 5) YOSHIDA, M. (1987): Effect of feeding yeast and bacteria grown on methanol and ethanol on the performance of breeding hens. Japan. Poultry. Sci., 25, 1~14

Influences of Brewer's Yeast on the Laying Performance of Hen at Later Stage

ONO Harumi and Norikazu FUKUDA

Summary

This study was conducted to evaluate the efficiency of diets containing two levels (3%, 6%) of brewer's yeast (B.Y) in place of formulated fish meal (6%) in a control diet on laying performance of hen at later stage. (1) The feed intake of hens fed B.Y (3%, 6%) were decreased. Especially average egg weight of hens fed 6% B.Y were light statistically ($P < 0.05$), and average egg production of hens fed 3% B.Y were decreased. Daily egg production of hens fed B.Y were lower than that of the control diet. (2) Daily egg production were suggested to decrease by feeding the hens 6% B.Y before or after forced molting (505-513 day of age). Average egg production of hens fed 6% B.Y after forced molting recovered more slowly than that of the control diet. (3) These results showed that it was unadapted to feed hens at later stage B.Y replace with fish meal.

[Key words: layer, brewer's yeast, feed value]

Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. C-12: 21~24 (1993)

電子レンジを用いたサイレージの 乾物率推定とその精度

太田 剛・棟加登きみ子・津留崎正信
(畜産研究所飼料部)

農家等の現場において、サイレージの乾物率を簡単に推定する方法として電子レンジを用いる場合の乾燥時間を明らかにするとともに、電子レンジ法と従来法であるトルエン蒸留法及び熱風乾燥法の精度について比較検討した。

- 1 電子レンジ法による最適乾燥時間は、低水分サイレージでは6分、中・高水分サイレージでは10分であり、従来の方法より迅速簡易に乾物率が測定可能である。
- 2 電子レンジ法による乾物率(X)から熱風乾燥法による乾物率(Y)を高い精度で推定することが可能であった($Y = 0.976X - 3.234$, $r = 0.987$, $Se = 2.17$)。
- 3 電子レンジ法による乾物率(X)からトルエン蒸留法による乾物率(Y)を高い精度で推定することが可能であった($Y = 0.990X - 2.199$, $r = 0.996$, $Se = 1.23$)。

[キーワード: サイレージ, 水分測定, 電子レンジ法, トルエン蒸留法, 熱風乾燥法]

結 言

近年、乳牛の高泌乳化は著しく、乾物摂取量の不足は大きな問題となっているが、現場段階では飼料給与時に乾物率を正しく知ることは難しい。特に、飼料中でも水分変動の大きいサイレージの乾物率は経験的な方法により推測しているか、日本標準飼料成分表の平均値¹⁾を用いるのが一般的である。しかし、これらの方法では正確な給与設計を行うという点では大きな欠点を持っている。そのため、粗飼料の乾物率を知ることは、乾物給与量を適正にするばかりでなく、飼料の給与設計を行う際の栄養成分を正しく評価することにもつながる。

また、サイレージの水分を最も正確に測定する方法としてトルエン蒸留法²⁾が知られているが、作業の繁雑さや危険性などから、一般には熱風乾燥法³⁾が利用されている。

そこで、本研究ではトルエン蒸留法と熱風乾燥法の関係を検討し、さらに、電子レンジを利用した簡易な乾物率の測定法から一般に用いられている熱風乾燥法による乾物率を推定する方法、真の乾物率に近いといわれているトルエン蒸留法による乾物率を推定する方法及びそれらの推定精度を検討したので報告する。

材料及び方法

1 供試材料

供試したサイレージは、イタリアンライグラス58点、トウモロコシ70点、ソルガム83点で、刈取り時期は、イタリアンライグラスは1番草から3番草までの伸長期から結実期まで、トウモロコシは乳熟期から黄熟期まで、ソルガムは穂ばらみ期から完熟期までとした。

サイレージ調製は、通常農家が使用する水分範囲となるように収穫後すぐにサイロに詰め込むものと、半日から一日の予乾後に詰め込むものとに分けて、2ℓ容の実験室用サイロ及び40ℓ容のドラム缶サイロに詰め込んだ。

また、切断長は1cm、2cm、12cm程度とした。

2 乾物率の測定

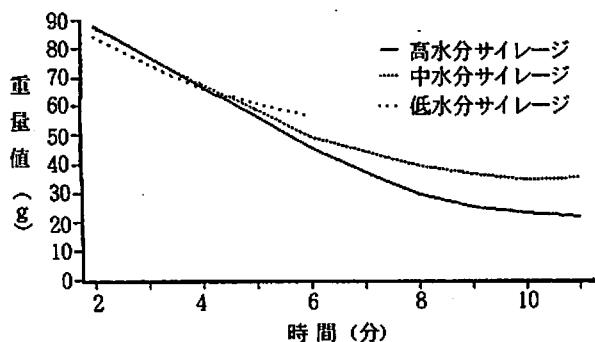
電子レンジ法は、直径25cm、深さ3cmの耐熱ガラス皿にサンプル100gを正確に秤りとり、出力500Wの家庭用電子レンジを用いて1~11分間乾燥し、電子レンジから取り出した直後にガラス皿ごと重量を測定し、風袋重量をひいて乾物率とした。

熱風乾燥法は、一般に行われている方法として常法⁴⁾により、60℃48時間乾燥後、粉碎し1mmのふるいを通過させたサンプルを135℃2時間乾燥して測定した。

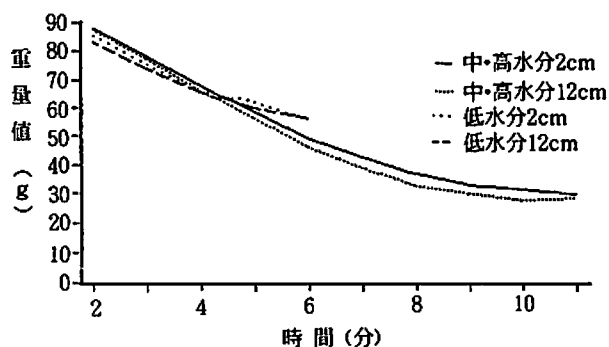
トルエン蒸留法は常法²⁾にほぼ従いサンプル100gを用いて測定した。

結果及び考察

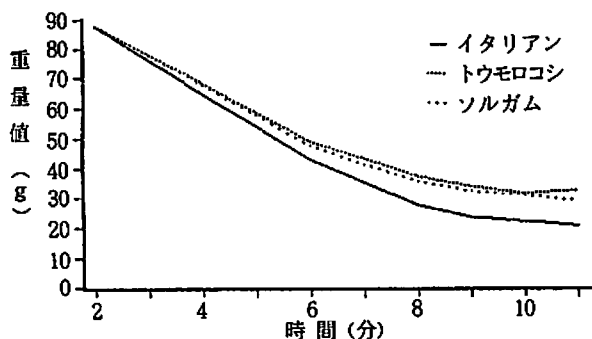
1 電子レンジによる乾燥時間



第1図 水分含量による乾燥時間と乾物重



第2図 切断長による乾燥時間と乾物重



第3図 草種による乾燥時間と乾物重

第1図に電子レンジによる乾燥時間と乾物重の関係を示した。使用したサンプルを低水分サイレージ(水分45~50%程度)、中水分サイレージ(水分65~75%程度)、高水分サイレージ(水分75~85%程度)の3つに分けると、低水分サイレージでは、乾燥時間が4分を過ぎると重量減少が小さくなり、平衡に近づく。また、6分を過ぎると炭化するものがあることを考えると、乾燥時間は6分が最も適していると考えられる。中水分サイレージと高水分サイ

レージでは、乾燥時間が8分を過ぎると重量の減少は平衡に近づき、9~11分が適した乾燥時間であると考えられた。この場合、電子レンジによる乾燥法として8分の乾燥後、1分毎に乾燥、秤量を繰り返す方法も考えられるが、簡易な測定法としては不適當であり、8分以後の重量の減少と11分を過ぎると炭化するものもあることから中・高水分サイレージの乾燥時間は10分でよいと示唆された。

また、第2図に低水分サイレージと中・高水分サイレージの切断長を2cmと12cmに分けた場合の乾燥時間と乾物重の関係を示した。どちらの切断長においても電子レンジによる乾燥時間は低水分サイレージは6分、中・高水分サイレージは10分であり、電子レンジによる乾燥時間には切断長はほとんど影響しないと考えられた。

次に、第3図に中・高水分サイレージを草種別にイタリアンライグラス、トウモロコシ、ソルガムに分けた場合の乾燥時間と乾物重の関係を示した。ホールクロップタイプのトウモロコシ、ソルガムとグラスタイプのイタリアンライグラスでは子実の影響による違いが考えられるが、いずれの草種においても乾燥時間は10分であり、電子レンジによる乾燥時間には草種はほとんど影響しないと考えられた。

2 各乾物率測定方法の関係

第1表にトルエン蒸留法、熱風乾燥法、電子レンジ法により測定した10種のサンプルの乾物率を示した。各測定法による乾物率は、熱風乾燥法<トルエン蒸留法<電子レンジ法の傾向があった。トルエン蒸留法による乾物率よりも熱風乾燥法による乾物率が低い値を示すことは、熱により揮発する有機酸、揮発性塩基、アルコール等を水分として測定してしま⁹⁾ためであると考えられる。また、トルエン蒸留法による乾物率よりも電子レンジ法による乾物率が高い値を示すことは、熱による揮発性物質の影響

第1表 各測定法による乾物率 (%)

方法 区分	トルエン 蒸留法	熱風乾燥法	電子 レンジ法
低水分サ イレージ	52.3~55.3 ^{a)} (53.8) ^{b)}	50.0~54.0 (52.0)	55.1~56.9 (56.0)
中水分サ イレージ	30.0~34.7 (31.9)	29.4~33.1 (30.6)	32.8~37.3 (35.0)
高水分サ イレージ	19.2~22.8 (21.2)	18.4~20.6 (19.5)	21.1~26.9 (23.3)

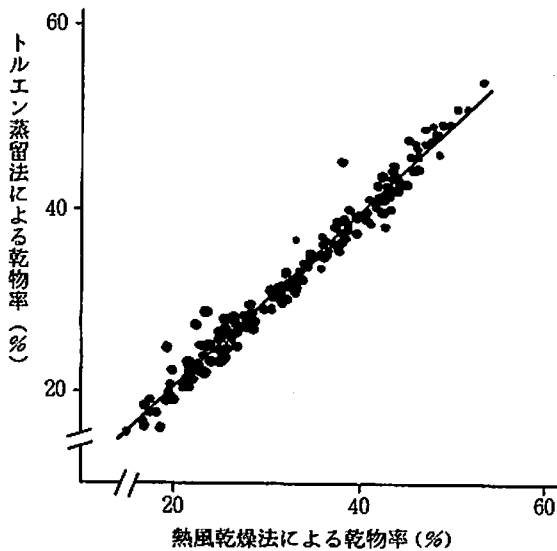
注) ①a) : 測定値の範囲 ②b) : 平均値

及び電子レンジ法による水分の残存によるものと考えられる。

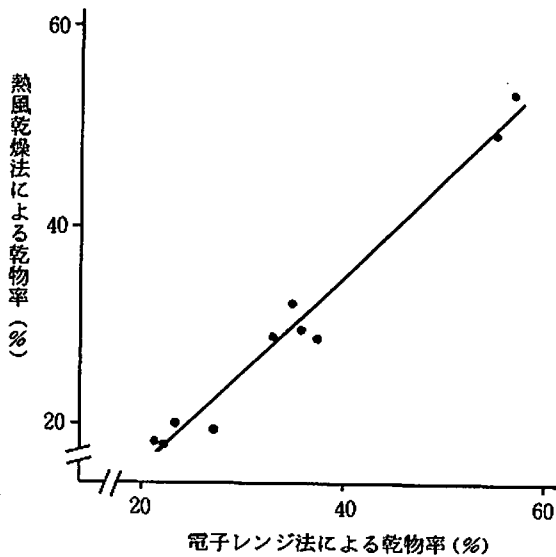
第2表 各乾物率測定法間の回帰式

回帰式	n	r	Se
$Y_1=0.970X_1+3.638$	199	0.987**	1.41
$Y_2=0.976X_2-3.234$	10	0.987**	2.17
$Y_3=0.990X_2-2.199$	10	0.996**	1.23

注) ① Y_1 : トルエン蒸留法 ② Y_2, X_1 : 熱風乾燥法
 ③ X_2 : 電子レンジ法
 ④n: 回帰推定に用いたデータ数
 ⑤r: 相関係数
 ⑥Se: 回帰推定による標準誤差
 ⑦**: $P < 0.01$



第4図 トルエン蒸留法と熱風乾燥法の関係

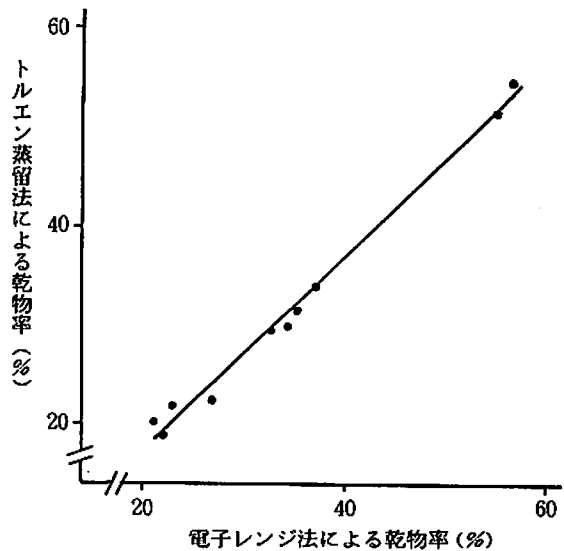


第5図 熱風乾燥法と電子レンジ法の関係

第2表に各乾物率測定法間の一次回帰式と相関係数(r), 回帰推定による標準誤差(Se)を示した。また, 第4図にトルエン蒸留法で測定した各種サイレーズの乾物率と熱風乾燥法で測定した乾物率の関係を示した。熱風乾燥法による乾物率とトルエン蒸留法による乾物率の関係は(トルエン蒸留法) = $0.970 \times$ (熱風乾燥法) + 3.638, 相関係数0.987, 標準誤差1.41であった。これは, 芹沢の報告³⁾の(トルエン蒸留法) = $0.975 \times$ (熱風乾燥法) + 2.947, 相関係数0.992と同様の結果を示し, 熱風乾燥法により測定した乾物率をトルエン蒸留法による乾物率に換算することが可能であると考えられた。

第5図に電子レンジ法による乾物率と熱風乾燥法による乾物率の関係を示した。電子レンジ法による乾物率と熱風乾燥法による乾物率の関係は(熱風乾燥法) = $0.976 \times$ (電子レンジ法) - 3.234で表すことができた。相関係数が0.987で標準誤差が2.17%であることより高い精度の相互換算が可能である。

第6図に電子レンジ法による乾物率とトルエン蒸留法による乾物率の関係を示した。電子レンジ法による乾物率とトルエン蒸留法による乾物率の関係は(トルエン蒸留法) = $0.990 \times$ (電子レンジ法) - 2.199で表すことができた。相関係数が0.996, 標準誤差が1.23%であることより高い精度の相互換算が可能であり, その精度は熱風乾燥法に換算する回帰式よりも高いものであった。真の値に最も近い



第6図 トルエン蒸留法と電子レンジ法の関係

といわれているトルエン蒸留法による乾物率を推定する精度は相関係数、標準誤差からみて、電子レンジ法は一般に用いられている熱風乾燥法と変わらないと考えられ、十分利用できる方法であった。

トルエン蒸留法や一般に用いられている熱風乾燥法は農家等の現場では測定が困難である。しかし、電子レンジ法は特殊な機器を使用することがなく、低水分サイレージは6分、中・高水分サイレージは10分の短時間で簡易にサイレージの乾物率が測定可能であり、有効な方法である。

本試験の結果より、農家における飼料給与時に乾物率を知るためには電子レンジ法から乾物率を推定しても、トルエン蒸留法、熱風乾燥法を用いて測定しても精度は変わらないため、最も迅速簡易な方法である電子レンジ法を用いるのがよいと考えられる。

引用文献

- 1) 農林水産技術会議事務局編(1987): 日本標準飼料成分表. 中央畜産会, p36~51.
- 2) 農林省草地試験場(1975): サイレージ試験法. 草地試験場No.50-3資料, p40~41.
- 3) 芹沢駿治(1986): 水分・粗蛋白質の測定法による全国協定試験データの検討. フォーレンジテスト運用協議会資料. 日本草地協会, p3~7.
- 4) 高野信雄, 佳山良正, 川鍋祐夫(1989): 粗飼料・草地ハンドブック. 養賢堂, p850~853.
- 5) 内田仙二, 林弘明(1985): サイレージの乾物含量並びに飼料価値の評価に関する研究 I. 加熱乾燥による揮発性成分の揮発と乾物の損失. 日草誌 31(2), 248~256.

The Estimation of Dry Matter of Silages Used Microwave Oven and its Accuracy

OHTA Takeshi, Kimiko MUNEKADO, Masanobu TSURUSAKI

Summary

The dry matter measurement of silages are used mainly two chemical methods: heat oven, toluene distillation. However, these methods are difficult to apply in actual fields. Therefore, the accuracy of dry matter measurement of silages used microwave oven as a simple and convenient method were compared with that of those methods, and the optimal drying time used microwave oven was also examined. The results are summarized as follows: (1) The optimal drying time by microwave oven method was 6 minutes in low moisture silages, 10 minutes in medium and high moisture silages, and this method was speedier and simpler than the other methods. (2) The relation between microwave oven method(X) and heat oven method(Y) was as following. $Y = 0.976X - 3.234$, $r = 0.987$, $Se = 2.17$ (3) The relation between microwave oven method(X) and toluene distillation method(Y) was as following. $Y = 0.990X - 2.199$, $r = 0.996$, $Se = 1.23$

[Key words : silage, measurement of moisture, microwave oven, toluene distillation, heat oven]

Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. C-12 : 25~28 (1993)

各種成分分析法に基づく牛用飼料の繊維成分

II 粗飼料, 製造粕類及び市販配合飼料のOCW, Oa, Ob成分の比較

棟加登きみ子・津留崎正信
(畜産研究所飼料部)

牛用飼料の粗飼料, 製造粕類及び市販配合飼料(11種類)について, 各飼料のOCW(総繊維), Oa(OCW中のセルラーゼ可溶画分), Ob(OCW中のセルラーゼ不溶画分)含量の比較を行った。

- 1 OCW, Oa, Ob含量は飼料の種類, 草種, 生育時期により異なった。
- 2 OCW含量と繊維の消化性に基づき牛用飼料を4つのグループに分類した。グループ1, 繊維含量が低く, その繊維の消化性も低い飼料はトウモロコシサイレージ(未乳熟~黄熟期), ソルガムサイレージ(糊熟~黄熟期), ヘイキューブ, 綿実, ビール粕, トウフ粕, 市販配合飼料であった。グループ2, 繊維含量は低いが, その繊維の消化性の高い飼料はイタリアンライグラス乾草(伸長~出穂期)であった。グループ3, 繊維含量は高いが, その繊維の消化性は低い飼料はイタリアンライグラスサイレージ・乾草(開花~結実期), ソルガムサイレージ(出穂~乳熟期), イナワラであった。グループ4, 繊維含量, 消化性ともに高い飼料はイタリアンライグラスサイレージ(伸長~出穂期), ビートパルプであった。

[キーワード: 総繊維, 繊維, 消化性]

緒 言

前報¹⁾では牛用飼料のCF(粗繊維), ADF(酸性デタージェント繊維), OCW(総繊維)含量を基に高・中・低の3段階にグループ分けした結果, CFとADFについては各クラスに分類された飼料の種類は一致した。しかしながら, OCW含量の中・高クラスに分類された飼料は必ずしもCF, ADF含量の中・高クラスの飼料とは一致せず, 飼料の種類によりCF, ADF及びOCWの関係は異なることが認められた。

阿部らは²⁾繊維の総量を示すものとしてOCW(総繊維)を提案するとともに, OCWを反すう家畜で消化性の高いOa(OCW中のセルラーゼ可溶画分)と消化性の低いOb(OCW中のセルラーゼ不溶画分)に分ける酵素分析法を提案している。

本報では各種牛用飼料の繊維成分の消化性を判断する指標としてOCW, Oa及びOb成分の量的比較を行ったので報告する。

材料及び方法

1 供試材料

供試した飼料は牛用飼料の11種類, 619点を用いた。その内訳はイタリアンライグラスサイレージ

126点, イタリアンライグラス乾草110点, トウモロコシサイレージ149点, ソルガムサイレージ103点, イナワラ54点, ヘイキューブ23点, 綿実7点, ビール粕5点, トウフ粕7点, ビートパルプ14点, 牛用配合飼料21点である。

2 繊維成分の定量

OCW中のOa及びObの定量は酵素分析法³⁾に基づき実施した。すなわち, デンプンを多く含む飼料については α -アミラーゼによる加水分解を行ってデンプンを除去した後, アクチナーゼによる加水分解を行った。デンプンを含まない飼料については α -アミラーゼによる加水分解を行わずに, アクチナーゼによる加水分解のみを行ってCW(Cell Wall)を定量した。このCWの有機物をOCWとして定量した。また, OaとObはCWをセルラーゼで加水分解し, CW中のセルラーゼ可溶画分の有機物をOa, CW中のセルラーゼ不溶画分の有機物をObとした。

結 果

第1表に自給粗飼料のOCW, Oa, Ob含量のレンジ, 平均値及びOCW中のOa割合(Oa/OCW)を示した。グラスタイプのイタリアンライグラスは生育が進むにつれてOCW含量とOb含量は

第1表 自給粗飼料のOCW, Oa及びOb含量 (DM, %)

飼料名・生育時期	OCW	Oa	Ob	Oa/OCW
イタリアンサイレージ	46.1~75.1 ^{a)}	10.2~35.9	13.9~61.0	
伸長~出穂期	61.7 ^{b)}	24.6	37.1	40.0±9.8 ^{c)}
開花~結実期	67.4 ^{b)}	17.5	49.9	25.8±5.5
イタリアン乾草	44.4~75.5	9.8~30.8	14.2~69.1	
伸長~出穂期	57.2	21.1	36.1	36.9±11.3
開花~結実期	67.7	15.7	52.0	23.2±5.0
トウモロコシサイレージ	30.8~68.9	6.1~22.5	26.3~51.9	
未乳熟~乳熟期	56.6	15.2	41.4	26.7±3.1
糊熟~黄熟期	47.5	11.3	36.2	23.6±3.6
ソルガムサイレージ	50.1~74.9	6.0~19.7	40.3~63.7	
出穂~乳熟期	66.3	12.2	54.1	18.6±4.7
糊熟~黄熟期	59.5	10.8	48.7	18.1±2.9

注) a) : 飼料成分の含量レンジ b) : 平均含量 c) : 平均値±標準偏差

第2表 イタリアンライグラス及びトウモロコシサイレージの生育時期によるOCW中のOa割合(Oa/OCW)の変化 (DM, %)

飼料名	生 育 時 期				
	伸長~出穂始期	出穂期	出穂揃期	開花期	結実期
イタリアンサイレージ	53.2±11.5 ^{a)}	39.8±7.7	31.5±6.5	27.7±5.4	22.4±3.9
	未乳熟期	乳熟期	糊熟期	黄熟期	
トウモロコシサイレージ	26.5±1.5	26.8±3.2	25.0±3.8	22.8±3.3	

注) a) : 平均割合±標準偏差

増加しOa含量は減少したが、ホールクロップタイプのトウモロコシサイレージとソルガムサイレージは生育が進むと子実の充実によりOCW, Oa及びOb含量は減少した。グラスタイプのOCW, Oa含量はホールクロップタイプより高かった。グラスタイプのOb含量は伸長~出穂期にはホールクロップタイプ(未乳熟・出穂~乳熟期)より低いが、開花~結実期には逆に高くなった。第2表にイタリアンライグラスサイレージとトウモロコシサイレージのOa/OCWを各生育時期毎に示した。イタリアンライグラスサイレージは生育が進むとOCW含量は増加し、Oa含量は減少することから、Oa/OCWは53.2%から22.4%に減少した。このため、結実期のOa/OCWは伸長期~出穂始期の約42%となった。トウモロコシサイレージのOa/OCWは22.8%から26.5%、黄熟期のOa/OCWは未乳熟期の約86%であり、イタリアンライグラスサイレージのような著しい減少は認められなかった。また、トウモロコシサイレージのOa/OCWはイタリアンライグラスサイレージの開花期~結実期程度であった。第3表に流通粗飼料、製造粕類及び市販

配合飼料のOCW, Oa, Ob含量とOa/OCWを示した。各飼料の繊維成分の平均値はOCW含量が19.1~66.4%, Oa含量が5.5~21.0%, Ob含量が13.6~58.0%, Oa/OCWが12.7~34.1%であった。ここで、イナワラとビートパルブについてみるとOCW含量は各々66.4%と62.2%でほぼ同程度であるが、Oa含量は8.5%, 21.0%とビートパルブのOa含量が高いことから、ビートパルブのOa/OCWはイナワラの約2.7倍であった。これらのことから、飼料の種類によりOCW, Oa, Ob含量だけでなくOa/OCWも異なることが示された。

第1表と第3表からOCWとOa含量の違いによって飼料を以下の4つのグループに分けた。グループ1のOCW, Oa含量ともに低い(OCW60%未満, Oa20%未満)飼料はトウモロコシサイレージ(未乳熟~黄熟期), ソルガムサイレージ(糊熟~黄熟期), ヘイキューブ, 綿実, ビール粕, トウフ粕, 市販配合飼料であった。グループ2のOCW含量は低いがOa含量は高い(OCW60%未満, Oa20%以上)飼料はイタリアンライグラス乾草(伸長~出

第3表 流通粗飼料，製造粕類，市販配合飼料のOCW，Oa及びOb含量（DM，%）

飼料名	OCW	Oa	Ob	Oa/OCW
イナワラ	53.6~72.5 ^{a)} (66.4) ^{b)}	6.1~12.1 (8.5)	47.1~65.7 (58.0)	12.7 ± 2.6 ^{c)}
ヘイキューブ	42.3~54.3 (47.5)	7.2~16.3 (12.0)	27.8~45.8 (35.5)	25.1 ± 5.1
綿実	47.4~54.7 (50.0)	6.4~12.2 (9.0)	36.3~48.3 (41.0)	18.2 ± 4.9
ビール粕	45.9~50.7 (48.9)	13.6~16.2 (15.1)	30.5~36.5 (33.8)	30.9 ± 2.6
トウフ粕	43.1~55.9 (50.5)	5.6~14.4 (12.7)	28.8~42.6 (37.8)	25.5 ± 7.2
ビートパルプ	55.2~70.1 (62.2)	15.6~26.1 (21.0)	32.5~52.2 (41.2)	34.1 ± 5.6
市販配合飼料	10.5~24.0 (19.1)	3.8~8.4 (5.5)	6.7~17.0 (13.6)	28.3 ± 5.1

注) a)：飼料成分の含量レンジ b)：平均含量 c)：平均値±標準偏差

穂期)であった。グループ3のOCW含量は高いがOa含量は低い(OCW60%以上，Oa20%未満)飼料はイタリアンライグラスのサイレージ・乾草(開花～結実期)，ソルガムサイレージ(出穂～乳熟期)，イナワラであった。グループ4のOCW，Oa含量ともに高い(OCW60%以上，Oa20%以上)飼料はイタリアンライグラスサイレージ(伸長～出穂期)，ビートパルプであった。

自給粗飼料は一般に繊維成分の供給源として扱われるが，OCWとOa含量の違いによるグループ分けを行った結果，草種や生育時期によって異なるグループに分類された。

考 察

OCWを構成しているOaとObの消化率は，Oaが非常に高く，その真の消化率は100%であるのに対し，Obは40~50%と，Oaに比べ非常に低いことが報告されている。このことから，OCW中のOa割合が高くなればOCWの消化性も高くなり，Oa/OCWは繊維の消化性を判断する一つの指標になると考えられる。

本試験ではOCW60%，Oa20%を基準とし，粗飼料を4つのグループに分けた。すなわち，グループ1は繊維含量が低く，その繊維の消化性も低いグループとして位置づけた。同様に，グループ2は繊維含量は低い，その繊維の消化性は高い，グループ3は繊維含量は高いが，その繊維の消化性は低い，グループ4は繊維含量，消化性ともに高いグループである。

自給粗飼料のイタリアンライグラスは生育の進行に伴いOCW含量は増加し，Oa含量は減少することから，Oa/OCWは著しく減少する。イタリアンライグラスの伸長～出穂始期におけるOa/OCWは約53%であったが，結実期は約22%に減少した

ことから，伸長期～出穂始期と結実期とでは繊維の消化性は大きく異なるものと考えなければならない。一方，トウモロコシサイレージでは生育の進行に伴いOCW，Oa，Ob含量は減少するが，Oa/OCWは生育時期の違いがあるにも関わらず23~27%程度で推移し，イタリアンライグラスのような著しい変化は認められなかった。トウモロコシサイレージの繊維の消化性は，イタリアンライグラスの開花期～結実期程度と考えられる。このように，自給粗飼料は草種によってOCW，Oa含量が異なるのに加え，同じ草種でも生育時期が異なればOCW，Oa含量が変化することから，繊維成分の消化性に基づいたグループ分けから分類すると，草種，生育時期の違いによって異なるグループに分類されることが示された。

一方，流通粗飼料，製造粕類及び市販配合飼料のOCW含量は流通粗飼料のイナワラとビートパルプが約60%，流通粗飼料，製造粕類のヘイキューブ，綿実，ビール粕及びトウフ粕が45~50%，市販配合飼料が約20%であった。イナワラとビートパルプ及び綿実とビール粕はほぼ同等のOCW含量であるが，イナワラのOa含量はビートパルプの45%，綿実のOa含量はビール粕の60%であることから，繊維の消化性は異なると考えなければならない。これらのことから，流通粗飼料，製造粕類及び市販配合飼料のOCW，Oa含量は異なり，繊維の消化性が高い飼料(Oa/OCW30%以上)はビール粕とビートパルプ，繊維の消化性が中程度の飼料(Oa/OCW25~30%)はヘイキューブ，トウフ粕，市販配合飼料，繊維の消化性が低い飼料(Oa/OCW20%以下)はイナワラと綿実であることが示された。

今日では日本飼養標準²⁾はCF，ADFを，NRC飼養標準³⁾はNDF(中性デタージェント繊維)，ADFを繊維成分の指標として用いている。現在の

給与設計は家畜の必要量を満たすような量的計算であり、繊維の質については考慮されていない。乳量8,000kg以上の高泌乳牛が一般化し、生乳の取引基準が乳脂率3.5%に引き上げられた今日では、繊維成分に対する重要性は高くなっている。今後、乳牛の飼料給与設計では栄養素を量的に満たすだけでなく、繊維成分の消化性、粗飼料効果、乾物摂取量や飼料成分の特性を考慮した飼料の組合せを行う必要がある。

引用文献

- 1) A. ABE, S. HORII and K. KAMEOKA(1979): Application of Enzymatic Analysis with Glucoamylase, Pronase and Cellulase to

Various Feeds for Cattle, J. Anim. Sci. 48, 1483~1490.

- 2) National Research Council (1988): Nutrient Requirement of Dairy Cattle, National Academy Science, P. 55~56.
 3) 農林水産技術会議事務局編 (1987): 日本飼養標準・乳牛, 中央畜産会, P.42~43.
 4) 津留崎正信, 棟加登きみ子 (1991): イタリアンライグラスサイレージの各種成分によるTDN含量推定. 日草誌, 第36巻別号, 137~138.
 5) 津留崎正信, 棟加登きみ子 (1991): 各種成分分析法に基づく牛用飼料の繊維成分 I. 粗飼料及び製造粕類, 穀類のOCW, ADF, CF成分の比較. 福岡農総試研報 C-11, 43~48.

Fiber Fractions of Various Feeds for Cattle Based on Several Chemical Methods II A Comparison of OCW, Organic fraction Oa and Ob Content in OCW in Forages, Byproduct Feeds and Grains

MUNEKADO Kimiko and Masanobu TSURUSAKI

Summary

11 feeds of cattle were analyzed fiber fractions: organic cell wall (OCW), cellulase soluble fraction OCW (Oa) and insoluble fraction OCW (Ob). (1) OCW, Oa and Ob contents were different of feed and grass various and growth stage. (2) Feeds were divided in to 4 groups those were based on OCW content and fibrous digestibility. Group 1: fiber content and its digestibility were less and low; corn silage, cutting from head to yellow ripe stage; sorghum silage, cutting from milk to yellow ripe stage; alfalfa cube; cotton seed; brewers grain; tofu cake and formula feeds. Group 2: fiber content was less and its digestibility was high; Italian ryegrass hay, cutting from growth to head stage. Group 3: fiber content was more and its digestibility was low; Italian ryegrass silage and hay, cutting from flowering to seed stage; sorghum silage, cutting from head to milk stage; rice straw. Group 4: fiber content and its digestibility were more and high; Italian ryegrass, cutting from growth to head stage and beet sugar pulp.

[Key words : Organic cell wall, fiber, digestibility]

Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. C-12 : 29~32 (1993)

各種成分分析法に基づく牛用飼料の繊維成分

III 各種繊維成分 (OCW, ADF, CF) の相互推定法

津留崎正信・棟加登きみ子
(畜産研究所飼料部)

17種類の牛用飼料を用いて、一般成分分析法による粗繊維 (CF) 含量からデタージェント分析法による酸性デタージェント繊維 (ADF) 含量の推定、また ADF 含量から酵素分析法による総繊維 (OCW) 含量を推定する推定式について検討した。

1 ADF 含量は、CF 含量を変数とする以下の一次回帰式で高い精度の推定が可能であった。

$$ADF = 1.122 \times CF + 2.17 \quad (r = 0.982, Se = 1.8)$$

2 OCW 含量は、ADF 含量を変数とする以下の一次回帰式で推定が可能であった。ただし、ローズグラス乾草、ハイキューブ、ビートパルプ、綿実を除く。

$$OCW = 1.464 \times ADF + 6.73 \quad (r = 0.985, Se = 2.6)$$

[キーワード：総繊維，酸性デタージェント繊維，粗繊維]

緒 言

既報¹⁾では、自給粗飼料、製造粕類、穀類の13種類の牛用飼料を用いて総繊維 (OCW)、酸性デタージェント繊維 (ADF)、粗繊維 (CF) の各繊維成分の量的比較を行った。その結果、CFとOCW及びADF成分の量的関係は、粗飼料と製造粕類、穀類などの飼料の種類によっては異なるものの、それぞれの飼料においては各繊維成分間で比較的一定で推移することが認められた。

そこで、本報告では粗飼料、製造粕類及び穀類のCF含量からADF含量を推定する方法、ADF含量からOCW含量を推定する方法及びそれらの推定精度について検討したので報告する。

材料及び方法

1 供試試料：供試した飼料は、既報¹⁾において用いた粗飼料 (イタリアンライグラスサイレージ及び乾草、トウモロコシサイレージ、ソルガムサイレージ、大麦サイレージ、イナワラ、ハイキューブ) と製造粕類 (ビール粕、ビートパルプ、トウフ粕、大豆粕)、穀類 (トウモロコシ、大麦、牛用配合飼料)、綿実の649点に暖地型牧草のローズグラス乾草18点、イタリアンライグラスとエン麦の混播サイレージ15点、その他粗飼料44点を加え合計726点を用いた。

なお、本文中では供試した各飼料は以下の略称を用いる。イタリアンライグラスサイレージ (IRS)、

イタリアンライグラス乾草 (IRH)、トウモロコシサイレージ (CS)、ソルガムサイレージ (SS)、大麦サイレージ (Ba S)、ローズグラス乾草 (RGH)、イタリアンライグラスとエン麦の混播サイレージ (Mixed)、イナワラ (Ri S)、ハイキューブ (Ha C)、ビートパルプ (Be P)、ビール粕 (Br G)、トウフ粕 (To C)、大豆粕 (So M)、圧ぺんトウモロコシ (Co F)、圧ぺん大麦 (Ba F)、市販配合飼料 (Cm F)、綿実 (Co S) とした。

2 繊維成分の定量：CFは常法²⁾に従って定量した。ADFはGOERINGらの方法³⁾を一部改良した方法⁴⁾により定量した。

また、OCWの定量は酵素分析法⁵⁾に基づいて既報¹⁾に従った。

結 果

第1表に、供試した飼料のCF、OCW、ADF成分の含量レンジとADF含量に対するCF含量割合及びOCW含量に対するADF含量割合を示した。IRS、CS、SS等の粗飼料では、CF含量が20.0~42.2%、OCWが38.0~77.1%、ADFが23.5~53.2%の範囲にあった。また、Br G、To C、Be P等の製造粕類では、CF含量が5.1~19.9%、OCWが15.2~70.1%、ADFが7.9~27.2%で、Cm F等の穀類ではそれぞれ2.1~7.9%、8.1~24.0%、3.0~13.0%の範囲にあった。

第1表 供試飼料の各繊維成分含量と繊維含量割合 (DM, %)

飼料名	CF	OCW	ADF	CF/ADF	ADF/OCW
I R S	23.6~41.4 ^{a)}	46.1~75.1	27.6~46.9	86.5± 3.9 ^{b)}	60.6± 2.3
I R H	22.0~42.2	44.4~75.5	33.4~53.2	85.8± 3.9	59.3± 2.7
C S	20.0~36.7	38.0~68.9	23.5~41.1	82.4± 2.4	59.2± 2.0
S S	21.6~41.4	50.1~74.9	28.2~50.3	81.5± 2.6	62.7± 3.6
B a S	22.8~35.9	48.3~71.5	26.8~42.7	84.8± 1.6	59.2± 3.4
R G H	28.1~39.4	63.7~77.1	31.3~46.8	86.1± 5.0	53.2± 6.1
Mixed	32.4~39.0	63.9~74.2	38.4~45.8	86.6± 3.9	61.5± 2.4
R i S	25.7~37.8	53.6~72.5	35.2~47.6	79.0± 2.4	61.7± 2.2
H a C	22.0~30.4	42.3~54.3	27.6~37.7	80.2± 2.4	66.0± 1.7
B r G	13.0~15.9	45.9~50.7	20.1~24.1	64.0± 3.3	46.2± 1.5
T o C	13.4~19.2	43.1~55.9	16.4~24.1	82.9± 6.2	47.1± 6.3
B e P	17.7~19.9	55.2~70.1	24.4~27.2	72.1± 2.6	42.3± 2.2
S o M	5.1~ 6.4	15.2~24.8	7.9~ 9.0	68.5± 5.7	44.3±11.2
C o F	2.1~ 3.1	8.1~10.4	3.3~ 4.4	67.1±11.1	42.6± 3.6
B a F	2.7~ 5.9	9.0~16.6	3.0~ 7.9	73.1± 4.8	40.2± 4.9
C m F	3.5~ 7.9	10.5~24.0	5.3~13.0	67.0± 4.9	47.9± 5.1
C o S	23.5~27.3	47.4~54.7	32.5~37.2	72.8± 2.6	68.1± 1.4

注) a) : 飼料成分の含量レンジ b) : 平均含量割合±標準偏差

ADF含量に占めるCF含量割合は、粗飼料では79.0~86.6%の範囲にあり、製造粕類、穀類で64.0~82.9%であった。また、OCW含量に占めるADF含量割合は、粗飼料で53.2~66.0%であった。一方、製造粕類、穀類では、綿実を除いて、40.2~47.9%の範囲にあり、いずれの飼料もADF含量割合は繊維全体を表すOCW含量の50%以下となった。

第2表に、各飼料及び供試飼料全体のCF含量からADF含量を推定するための、CF成分を変数とする一次回帰式と回帰推定の標準誤差を示した。粗飼料のI R S, I R H, C S, S S, B a S, R G H, R i S, H a Cと製造粕類のうちT o C及び穀類のC o F, B a F, C m Fでは、ADF含量はCF含量を変数とする一次回帰式で示すことができ、相関係数(r)は0.905~0.991と高くかつ回帰推定の標準誤差(Se)も0.7~2.2%と小さく、高い精度で推定することが可能であった。しかし、製造粕類のうちB r G, B e P, S o MとC o S, 粗飼料のMixedでは相関係数は0.133~0.655で、回帰推定の標準誤差も第1表に示したそれぞれのADF含量レンジに対して大きくなるため、推定精度は必ずしも良くなかった。

一方、供試した17種の飼料全体を用いてCF成分を変数とする一次回帰式では、相関係数は0.982、標準誤差も1.8%と供試飼料のADF含量のレンジ

3.0~53.2%に対して小さく、第1図のADF含量とCF含量の関係を示した散布図からすると、ADF含量推定の精度は高かった。

第3表には、各飼料及び供試飼料のうちR G H, H a C, B e P, C o Sを除く飼料を一括してADF含量からOCW含量を推定するための、ADF含量を変数とする一次回帰式と回帰推定の標準誤差を示した。粗飼料のI R S, I R H, C S, S S, R G H, H a C等と製造粕類のT o C, 穀類のC o F, B a F, C m Fにおいては、OCW含量はADF含量を変数とする一次回帰式で示すことが可能であり、相関係数は0.776~0.975と高くかつ回帰推定の標準誤差も1.8~3.1%と小さいことから高い精度で推定することが可能であった。また、R G H, H a C, B e P, C o Sを除く13種の供試飼料を一括してADF含量を変数とする一次回帰式では、相関係数が0.985、標準誤差も2.6%と供試飼料のOCW含量レンジ8.1~77.1%に対して小さく、第2図のOCW含量とADF含量の関係からみても、OCW含量推定の精度は高かった。

一方、R G H, H a C, B e P, C o SのOCW含量を推定する場合、第3表の供試飼料全体の回帰式を用いると、その推定精度は悪くなり、R G H, B e PではOCW含量を低く推定し、H a C, C o Sでは逆に高く推定する結果となった。

第2表 CF含量からのADF含量推定式

飼料名	回帰式	r	Se
I R S	$Y = 0.983X + 5.90$	0.914**	1.6
I R H	$Y = 1.289X - 3.95$	0.958**	1.7
C S	$Y = 1.136X + 1.79$	0.983**	0.9
S S	$Y = 1.052X + 5.32$	0.950**	1.4
B a S	$Y = 1.252X - 2.12$	0.991**	0.7
R G H	$Y = 1.459X - 9.22$	0.933**	2.2
R i S	$Y = 1.080X + 5.98$	0.905**	1.2
H a C	$Y = 1.036X + 5.25$	0.950**	1.4
T o C	$Y = 1.414X - 3.14$	0.978**	0.7
Cm F ^{a)}	$Y = 1.376X + 0.27$	0.973**	0.7
全 体	$Y = 1.122X + 2.17$	0.982**	1.8

注) ① Y : ADF含量, X : CF含量
 ② **: P < 0.01
 ③ Se : 回帰推定の標準誤差
 ④ a) : CoF, BaF, CmFを含む

第3表 ADF含量からのOCW含量推定式

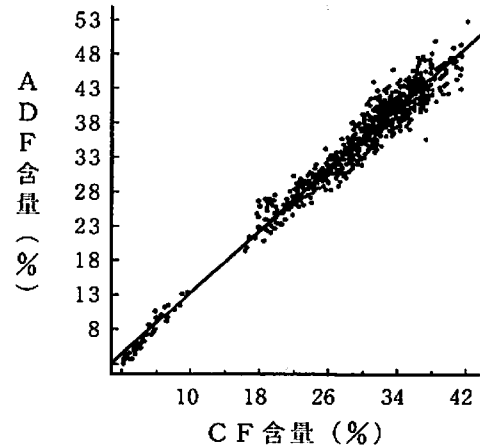
飼料名	回帰式	r	Se
I R S	$Y = 1.341X + 12.12$	0.931**	2.2
I R H	$Y = 1.347X + 12.59$	0.969**	2.1
C S	$Y = 1.549X + 3.83$	0.975**	1.8
S S	$Y = 1.073X + 21.12$	0.869**	2.8
B a S	$Y = 1.238X + 15.86$	0.932**	2.6
R G H	$Y = 0.610X + 47.12$	0.776**	3.1
R i S	$Y = 1.350X + 11.00$	0.866**	2.2
H a C	$Y = 1.238X + 15.86$	0.932**	2.6
Cm F ^{a)}	$Y = 1.858X + 2.98$	0.914**	2.4
全 体 ^{b)}	$Y = 1.464X + 6.73$	0.985**	2.6

注) ① Y : OCW含量, X : ADF含量
 ② **: P < 0.01
 ③ Se : 回帰推定の標準誤差
 ④ a) : CoF, BaF, CmFを含む
 ⑤ b) : RGH, HaC, BeP, CoSを除く

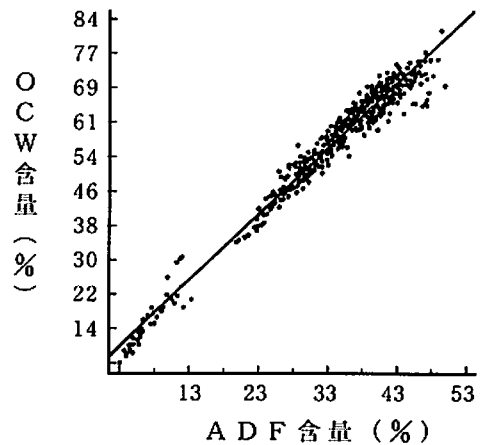
考 察

CF成分からADF含量を推定する一次回帰式で高い相関が得られたことは、ADF含量に対するCF含量割合が粗飼料で約79~87%、穀類で約67~73%と比較的一定であったことによるものと考えられる。しかし、穀類のADF含量の推定を行う場合、CF成分の定量に伴うCFの主成分であるセルロースの溶脱量が粗飼料より大きいとの報告⁷⁾と第2表の回帰式の標準誤差からみて、穀類に限定した回帰式を用いた方が推定精度は高くなる。

また、ADF成分からOCW含量を推定する一次回帰式では、RGH, HaC, BeP, CoSを



第1図 ADF含量とCF含量の関係



第2図 OCW含量とADF含量の関係

除いた場合に高い相関が得られた。このことは第1表に示したように、OCW含量に対するADF含量割合がRGH, HaCを除く粗飼料で約59~63%と比較的一定であるのに対し、RGHで53.2%, HaCで66.0%, CoSで68.1%, BePで42.3%とその含量割合に違いがあることによる。この理由としては、OCWを構成している繊維成分はヘミセルロース、セルロース、リグニンであり、OCWからADFを差し引いたものがヘミセルロースである⁸⁾ことからみると、RGH, BePではヘミセルロース含量が他の飼料群より多く、HaC, CoSでは逆にヘミセルロース含量が少ないことによると考えられる。

日本飼養標準⁹⁾とNRC飼養標準⁶⁾では、泌乳牛の効率的な飼料給与設計を行うために、給与飼料中の繊維成分の指標としてOCW, NDF(中性デター

ジェント繊維)²⁾及びADFの各成分を用いた給与量のガイドラインを設けている。

本試験でCFとADFの成分からADF, OCW含量が簡易に精度良く推定できることから, これらの成分を用いて日本飼養標準及びNRC飼養標準に基づいた乳牛の飼料給与設計が容易に行えるものと考えられる。

引用文献

- 1) AKIRA ABE and TADASHI NAKUI (1979): Application of Enzymatic Analysis to the Prediction of Digestible Organic Matter and to the Changes in Nutritive Value of Forages. *J. Japan. Grassl. Sci.* 25, 231~240.
- 2) GOERING, H. K. and P. J. VAN SOEST (1970): Forage Fiber Analysis. *agric. handbook no. 379, USDA*, p. 1~12.
- 3) 堀井 聡, 阿部 亮 (1972): 粗飼料の細胞膜構成物質に関する研究 III. Acid Detergentの粗飼料に及ぼす影響について. *畜試研報* 14, 143~155.
- 4) 森本 宏編 (1971): 動物栄養試験法. 養賢堂, 東京, p. 294~297.
- 5) 農林水産技術会議事務局編 (1987): 日本飼養標準・乳牛. 中央畜産会, p. 42~43.
- 6) National Research Council (1988): Nutrient Requirement of Dairy Cattle, National Academy Science, p. 55~56.
- 7) 津留崎 正信, 棟加登 きみ子 (1991): 各種成分分析法に基づく牛用飼料の繊維成分 I. 粗飼料及び製造粕類, 穀類のOCW, ADF, CF成分の比較. *福岡農総試研報 C-11*, 43~48.

Fiber Fractions of Various Feeds for Cattle Based on Several Chemical Methods III The Prediction Equations of OCW and ADF Contents of Feeds for Cattle Based on These Fibrous Contents

TSURUSAKI Masanobu and Kimiko MUNEKADO

Summary

The regression equations were originated to predict for acid detergent fiber (ADF) content from crude fiber (CF) content, and organic cell wall (OCW) content from ADF content using 17 feeds for cattle; 9 forages, 4 byproducts and 4 grains. (1) The following single regression equation was made for predicting the ADF from the CF in the feed dry matter. $ADF = 1.122 \times CF + 2.17$ ($r = 0.982$, $Se = 1.8$). (2) The following single regression equation was also made for predicting the OCW from the ADF in the feed dry matter. Specifically, the following equation was prepared for examined 17 feeds except for rhodes grass, alfalfa cube, cotton seed, beet sugar pulp. $OCW = 1.464 \times ADF + 6.73$ ($r = 0.985$, $Se = 2.6$)

[Key words : organic cell wall, acid detergent fiber, crude fiber]

Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. C-12 : 33~36 (1993)

農業総合試験場の組織

管 理 部
企 画 経 営 部
生 産 環 境 研 究 所
農 産 研 究 所
園 芸 研 究 所
畜 産 研 究 所
豊 前 分 場
筑 後 分 場
八 女 分 場
果 樹 苗 木 分 場
鉦 害 試 験 地

農業総合試験場 研究報告類別

作 物 …… A
園 芸 …… B
畜 産 …… C

福岡県農業総合試験場研究報告

C (畜 産) 第 12 号

平 成 5 年 2 月 発 行

発行 福岡県農業総合試験場

〒818 福岡県筑紫野市大字吉木587

TEL 092-(924)-2936

印刷 城島印刷有限公司

〒810 福岡市中央区白金2-9-6

TEL 092-(531)-7102

福岡県行政資料

分類番号 PE	所属コード 074106
登録年度 4	登録番号 7