

# 乳牛の自由採食飼養法に関する試験

— 都市近郊飼料を利用した  
自由採食飼養法について —

坂田雅史\* 奥山 肇\* 川手秀一\* 関口 博\* 遠田 亮\*

## Studies on Ad-libitum Feeding of the Complete Ration for Dairy Cattle

— On the Complete Ration Composed of Feeds Fed by  
Dairy Farms in the Suburbs of Tokyo —

Masafumi SAKATA, Hajime OKUYAMA, Shuichi KAWATE, Hiroshi  
SEKIGUCHI, Ryo TOHATA

### ( 要 旨 )

昭和55年度「乳牛の自由採食飼養法に関する試験」で高能力牛の泌乳前期に、TDN濃度75%、蛋白質補給源として大豆粕を加えた混合飼料を自由採食させた場合、産乳量が増加し良好な結果となることが示された。これらの結果をもとに、都市近郊飼料の組み合わせによって自由採食飼養を泌乳前期に行ない、それに引続く泌乳中期の混合飼料による制限給餌と合わせて、その乳量、体重に対する効果を把握するための実証試験を行なった。その結果泌乳前期の概食量は、DM、DCP、TDNのそれぞれについて、55年度自由採食試験のTDN濃度75%大豆粕区とはほぼ同様の値を得ているが、一方泌乳量は平均約28.6kgと低迷し、前年度成績(75%大豆粕区)と比較すると平均値で5.8kgの減少となった。反面体重の増加は大きく、泌乳前期で過肥の傾向になるものもあった。原因は飼料構成および試験牛の資質に求められるが、これらの諸点については更に検討を積み重ねる必要があると思われる。

### ま え が き

現在の都市近郊酪農において、一頭当り産乳量の増加は、経営合理化のために必須のこととなっているが、近年乳用牛群の改良等が進み、高い産乳量を示す牛が多くなってきた。これら高泌乳牛の出現に対応して、昭和53年度から3年間、日本の飼養条件下における、コンプリートフィードの試験として「乳牛の自由採食飼養法に関する試験」<sup>1)</sup>を実施してきたが、この結果乳牛に一定の養分濃度の混合飼料を自由採食させることによって高泌乳が実現できる可能性が示された。

一方都市近郊酪農は飼料資源に乏しく粗飼料、濃厚飼料とも購入飼料に依存するほか、都市残渣物としての粕類を多く利用している。そこで今回は「乳牛の自由採食飼養法に関する試験」昭和55年度、第3期試験のデータをもとに、粕類としてビール粕を含んだ混合飼料を泌乳前期に自由採食させ、泌乳中期における混合飼料の制限給餌と合わせ、その乳量、乳質、体重等に与える影響を調査し、自由採食飼養法の実証試験とした。

### 材 料 と 方 法

前報の乳牛の自由採食飼養法、第3期試験で示された

\* 東京都畜産試験場 青梅市新町715

ように高能力牛泌乳前期において自由採食飼養法は、優れた飼料給与方法と考えられ、この場合、粗せんい率15%以上、TDN濃度75%前後の混合飼料を調整し、これを牛の自由な採食にゆだねた場合、産乳量は堅実な伸びを示すことが示された。そこでこれらの値を基準に混合飼料を作成して自由採食飼養法の実証試験を行なった。前報第3期飼養試験の結果より、高能力牛の泌乳前期においては自由採食法が適するが、泌乳中後期および低能力牛の泌乳前期においては、制限給餌で、充分対応可能であると考えられた。一方都市近郊の酪農においては、粗飼料基盤が脆弱なため、泌乳中後期において養分を希釈するための粗飼料多給型の自由採食飼養法は、現実性が乏しいと考えられる。そこで今回は、泌乳中期については、一頭ごとの飼料計算の省力化および低質粗飼料の利用性の向上を目的とした、混合飼料による制限給餌法

の可能性についても検討した。また同時に、分娩後の飼料給与における、飼料の増給の開始時期が、泌乳量等に与える影響も検討した。

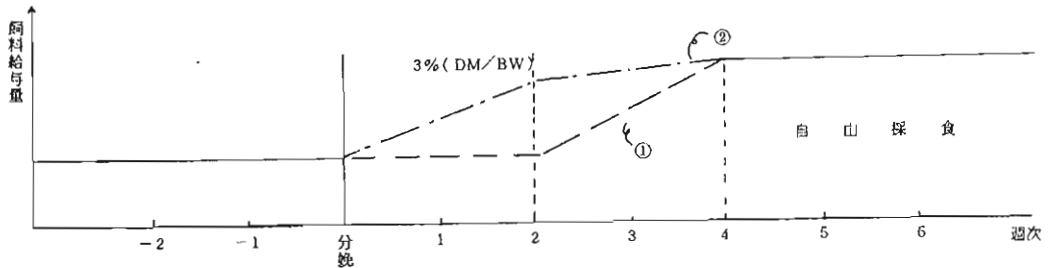
#### 1. 飼養試験の様式および統計解析の方法

試験飼料に導入する馴致は分娩前3±1週より開始し、分娩前2±1週から慣行粗飼料、混合飼料各構成飼料の給与量を一定とし分娩まで継続した。この時の給与基準は、(養分要求量+妊娠増飼)の5%増とした。

分娩後の飼料給与は以下の2通り行なった。

①分娩後2週目まで分娩時飼料の内容と量を変えずに継続給与し、それ以降は漸次増給しながら、4週目(4週±4日)で自由採食に移行した。

②分娩後より2週目でDM給与量が体重の3%となるように増給し、以後は4週目(4週±4日)で自由採食に移行する様に漸次増給した。(以上 図1)



- 注) ① 分娩後2週まで分娩時飼料の継続給与を行なったのち4週目で自由採食を行なった。  
② 分娩後2週でDM体重比が3%となるように増給し更に4週目で自由採食となるよう増給した。

図1. 分娩後飼料給与量模式図

分娩前後の飼料の構成は給与TDN量の20%を場慣行粗飼料-コーンサイレージでまかない、80%は泌乳前期の混合飼料を使用した。分娩前後の飼料から泌乳前期の飼料に移行するにあたっては、場慣行飼料の割合を徐々に減少させた。

泌乳前期の飼料には、TDN濃度75%の混合飼料を適用した。泌乳前期の飼料の適用は最低限13週目までとしたが、4%FCM乳量が28kg以下とならない時は週単位で適用期間を延長した。4%FCM乳量が28kg以下となった時、TDN濃度67%の混合飼料の制限給餌に2週間の馴致期間をもうけて移行した。この時のTDN給与率は110%、DCP給与率は140%前後を基準とした。

以上の試験成績の統計解析については、平均値と標準偏差にとどめた。WOODの泌乳曲線の推定にあたっては、200個以上のデータにより、最小二乗法を使用し

て行なった。(以上図2)

#### 2. 飼料および飼料給与方法

ヘイクューブ、稲ワラ、ビートパルプ、ビール粕、大豆粕、配合2種(75, 63)を所定の濃度(表1)になる様に混合し、飼料全体が均質となるようにした。混合割合は表2に示した。混合にあたって稲ワラは2~3cmの長さで切断、ヘイクューブは破砕機で厚さ5mm以下になるように破砕し、ビートパルプは水に浸して、ペレット形状を分解した。飼料攪拌混合の際に加えた水の量はビートパルプ1kgに対し、平均2kgである。攪拌機は大腸式A-4型を使用した。

混合飼料の給与回数はい日2回(AM 6:30 PM 3:30)とし、10時から14時までは供試牛の運動時間として飼料の給与は中断し、この間に残食の処理と新しい飼料の投入を行うこととした。

試験期	予備期		泌乳前期	移行期	泌乳中期
期間	3W±1	4W±1	9W+α	2W	14W-α
分娩後日数	分娩   0~28日		29~91日	92~105日	106~204日
適用飼料 TDN濃度			I 75%	II 67%	
飼料給与方法	制限給餌		自由採食	制限給餌	

図2. 試験期間

表1. 適用飼料設計養分濃度

項目	泌乳前期	泌乳中期
TDN濃度	75.0	67.2
DCP濃度	13.4	10.5
CP濃度	17.1	15.0
粗繊維	16.3	20.2
Ca	0.65	0.68
P	0.42	0.44
Ca/P比	153.2	152.8

表2. 供試飼料の材料混合割合(原物重量比)

飼料名	75%	67%
ヘイキューブ	5.0%	4.5%
稲ワラ	10.0	15.7
ビートパルプ	25.0	20.0
ビール粕	25.0	35.0
大豆粕	10.0	4.2
配合75	25.0	—
配合63	—	20.6

3. 測定項目および測定方法

測定項目は飼料摂取量、体重、産乳日量、乳質、体液成分等である。

(1) 飼料摂取量

2週ごとに混合飼料の材料をそれぞれサンプル採取して飼料一般6成分を分析した。給与前の混合飼料乾物率は週1回、残飼乾物率は週2回測定して給与飼料乾物率、残飼飼料乾物率を計算し、両者から飼料の摂取量を推定した。

(2) 体重、産乳日量、乳質

体重は、分娩時、分娩後2週目、分娩後4週目、試験期については4週ごとにそれぞれ2日間測定した。乳質については、体重測定日と同じ日に牛乳サンプルを採取し2日間の合乳について、乳脂率、無

脂乳固形分率を測定した。

(3) 第一胃液、血清、尿

第一胃液、血清、尿のサンプルは、分娩後2週目、4週目、泌乳前期試験開始後4週目と前期終了前にそれぞれ2日間、および移行期終了後2週目、泌乳中期終了前にそれぞれ2日間採取して分析に供した。(表3)

4. 供試牛

供試牛は当場養牛6頭を使用し試験を実施したが、うち1頭は、蹄病、乳房炎のために試験実施困難となり試験より除外した。供試牛の試験開始時における条件を表4に示した。

5. 供試牛の日常管理

試験牛の日常管理は図3のように行なった。

表3. 生理検体測定項目および測定方法

生理検体	測定項目	測定方法
第一胃液	P H	ガラス電極PHメーター
	V F A	ガスクロマトグラフィ法
血 清	グ ロ ス 反 応	ハイエム氏液法
	血 清 総 蛋 白	日立蛋白屈折計
	血 清 C a	O C P C 発色法
	血 清 P	モリブデンブルー法
	血 清 尿 素 窒 素	ウレアーゼ・インドフェノール法
尿	P H	ガラス電極PHメーター
	ウロビリノーゲン	N-マルティスティック
	亜 硝 酸	N-マルティスティック
	潜 血	N-マルティスティック
	ビリルビン	N-マルティスティック
	ケ ト ン 体	N-マルティスティック
	ブ ド ウ 糖	N-マルティスティック
	蛋 白	N-マルティスティック

表4. 供試牛の試験開始時における条件

牛No	品 種	産次	分娩後日数	体 重	乳 量	乳 脂 率	前 産 次			
							総乳量	搾乳日数	最高乳量	乳脂率
			日	kg	kg	%	kg	日	kg	%
2	ホ 種	2	30	611	29.4	2.87	3,827.6	288	18.9	3.79
7	ホ 種	3	30	687	27.8	3.49	5,359.9	348	26.5	3.60
8	ホ 種	3	35	729	33.1	3.52	5,451.3	348	24.9	3.60
18	ホ 種	6	31	545	26.0	3.57	5,602.2	305	29.5	3.40
25	ホ 種	7	34	588	37.0	4.09	6,398.0	335	29.3	4.26
28	ホ系雑種	7	27	678	28.7	3.42	5,688.7	347	24.6	3.80

6時	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	牛体消拭 飼料給与		搾乳 牛乳サン プル採取	体重測定 残飼秤量	牛自由運動			検体 採取	飼料給与		搾乳 牛乳サン プル採取	

図3. 供試牛の日常管理

## 試 験 結 果

## 1. 構成飼料の成分

各飼料の一般6成分の分析値及び給与期間を表5に示した。

表5. 供試飼料の一般成分および算出養分量

飼料名	概要	一般成分 (%)						適用消化率 (%)					算出養分量 (%)			給与期間
		水分	粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗セルロース	粗灰分	粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗セルロース	根	糞	DM	DCP	
ヘイキューブ	124	16.5	2.1	37.0	24.0	8.0	77	44	74	50	日本標準飼料成分表	87.6	12.7	54.2	56.10.30	11.30
	11.1	15.3	1.8	40.0	23.6	8.2	77	44	74	50		88.9	11.8	55.0	56.12.1	12.31
	8.5	17.2	1.9	35.7	27.4	9.3	77	44	74	50		91.5	13.2	55.2	57.1.1	1.31
	11.2	17.7	1.3	34.1	25.8	9.9	77	44	74	50		88.8	13.6	53.1	57.2.1	2.28
	11.3	17.1	1.4	34.4	26.2	9.6	77	44	74	50		88.7	13.2	53.1	57.3.1	3.31
	10.5	17.4	1.6	34.6	26.3	9.6	77	44	74	50		89.5	13.4	53.7	57.4.1	4.30
	11.0	16.6	1.6	37.2	24.2	9.4	77	44	74	50		89.0	12.8	54.0	57.5.1	
イナワラ	10.4	4.6	1.7	40.7	28.0	14.6	26	40	47	61	89.6	1.2	38.9	56.10.30	11.30	
	8.9	5.6	1.9	40.9	27.6	15.1	26	40	47	61	91.1	1.5	39.2	56.12.1	12.31	
	8.1	4.9	1.5	40.8	29.8	15.9	26	40	47	61	92.9	1.3	40.0	57.1.1	1.31	
	9.5	5.5	1.4	40.0	28.5	15.1	26	40	47	61	90.5	1.4	38.9	57.2.1	2.28	
	9.2	5.7	1.3	40.8	27.9	15.1	26	40	47	61	90.8	1.5	38.8	57.3.1	3.31	
	8.8	5.2	1.3	42.6	27.6	14.5	26	40	47	61	91.2	1.4	39.4	57.4.1	4.30	
	9.7	5.0	1.4	43.8	27.3	12.8	26	40	47	61	90.3	1.3	39.8	57.5.1		
ビートパルプ	11.8	8.4	1.0	56.3	17.7	4.8	50	0	88	75	88.2	4.2	67.0	56.10.30	11.30	
	8.7	9.5	0.8	58.9	16.7	5.4	50	0	88	75	91.3	4.8	69.1	56.12.1	12.31	
	7.9	9.1	1.1	58.1	19.4	4.4	50	0	88	75	92.1	4.6	70.2	57.1.1	1.31	
	8.9	7.1	0.4	61.8	17.8	4.0	50	0	88	75	91.1	3.6	71.3	57.2.1	2.28	
	8.5	6.7	0.5	62.5	17.8	4.0	50	0	88	75	91.5	3.4	71.7	57.3.1	3.31	
	8.5	6.7	0.4	62.5	17.9	4.0	50	0	88	75	91.5	3.4	71.8	57.4.1	4.30	
	10.0	8.5	0.3	59.2	17.3	4.7	50	0	88	75	90.0	4.3	69.3	57.5.1		
ビール粕	75.6	5.8	2.8	10.6	4.0	1.2	73	84	64	39	24.4	4.2	17.9	56.10.30	11.30	
	75.3	6.3	2.8	10.4	4.0	1.2	73	84	64	39	24.7	4.6	18.1	56.12.1	12.31	
	75.5	5.9	2.8	10.8	3.9	1.2	73	84	64	39	24.5	4.3	18.0	57.1.1	1.31	
	74.7	6.1	2.2	11.8	4.1	1.2	73	84	64	39	25.3	4.5	17.8	57.2.1	2.28	
	73.3	6.4	2.1	12.4	4.5	1.3	73	84	64	39	26.7	4.7	18.3	57.3.1	3.31	
	72.4	6.3	3.2	11.7	5.0	1.4	73	84	64	39	27.6	4.6	20.1	57.4.1	4.30	
	72.3	6.7	2.7	12.1	4.7	1.5	73	84	64	39	27.7	4.9	19.6	57.5.1		
大豆粕	11.9	46.7	0.8	30.4	4.7	5.5	92	84	94	74	88.1	43.0	76.5	56.10.30	11.30	
	11.1	46.3	1.7	31.2	3.8	5.9	92	84	94	74	88.9	42.6	77.9	56.12.1	12.31	
	8.3	50.6	1.6	27.8	5.2	6.5	92	84	94	74	91.7	46.6	79.6	57.1.1	1.31	
	11.7	47.7	1.8	29.7	2.9	6.2	92	84	94	74	88.3	43.9	77.4	57.2.1	2.28	
	11.6	48.0	1.3	29.7	3.1	6.3	92	84	94	74	88.4	44.2	76.8	57.3.1	3.31	
	12.4	47.1	1.5	29.5	3.2	6.3	92	84	94	74	87.6	43.3	76.3	57.4.1	4.30	
	13.3	46.6	1.5	29.1	3.3	6.2	92	84	94	74	86.7	42.9	75.5	57.5.1		
配合 75	11.3	12.5	6.3	57.7	6.8	5.4	73	89	88	63	飼料成分表から算出	88.7	9.1	76.8	56.10.30	11.30
	10.8	12.7	6.8	57.8	5.8	6.1	73	89	88	63		89.2	9.3	77.4	56.12.1	12.31
	9.2	13.3	6.4	57.1	7.9	6.1	73	89	88	63		90.8	9.7	77.8	57.1.1	1.31
	11.4	11.7	5.6	58.4	6.9	6.0	73	89	88	63		88.6	8.5	75.5	57.2.1	2.28
	11.8	12.0	5.7	57.8	6.4	6.3	73	89	88	63		88.2	8.8	75.1	57.3.1	3.31
配合 63	10.5	10.8	2.0	57.0	12.4	7.3	67	75	80	59	89.5	7.2	63.5	57.2.1	2.28	
	11.2	12.4	2.4	54.3	12.0	7.7	67	75	80	59	88.8	8.3	62.9	57.3.1	3.31	
	11.3	12.1	2.6	54.9	12.2	6.9	67	75	80	59	88.7	8.1	63.6	57.4.1	4.30	
	11.1	11.8	3.2	54.9	11.9	7.1	67	75	80	59	88.9	7.9	64.2	57.5.1		

2. 飼料摂食量

(1) 飼料摂食実量

各構成飼料を用いて、所定の混合割合で摂食させ

たところ飼料の材料別摂取量は表6の様になった。泌乳前期においてビートパルプの平均摂食量は平均8.2kgと多くなった。

表6. 飼料の材料別摂取量

乳 期	ヘイキューブ	イナワラ	ビート	ビール粕	大豆粕	配合 75	配合 63
泌乳前期	1.6 (0.1)	3.2 (0.2)	8.2 (0.4)	7.4 (0.3)	3.3 (0.2)	8.2 (0.4)	0.0 (0.0)
泌乳中期	1.3 (0.1)	4.4 (0.3)	5.7 (0.4)	8.4 (0.5)	1.2 (0.1)	0.0 (0.0)	5.8 (0.4)

( ) 内は標準偏差

(2) 給与飼料の養分濃度

乳期別に給与した混合飼料のCP濃度, DCP濃度, TDN濃度, 粗繊維率の平均値と標準偏差を表7のようであった。これらは概ね計画通りの値となつた。

表7. 給与飼料総体の養分濃度

(%)

乳 期	CP	DCP	TDN	CF
泌乳前期	17.7 (0.1)	13.2 (0.1)	75.5 (0.1)	15.7 (0.3)
泌乳中期	14.2 (0.1)	9.7 (0.1)	68 (0.6)	19.5 (0.3)

( ) 内は標準偏差

(3) 摂取養分量

乳期別DM, CP, DCP, TDN, 粗繊維の摂取量の平均値と標準偏差を表8に示した。泌乳前期では、摂食量は順調でDM摂取量23.4kgとなり、このため、TDN摂取量も17.7kgと大きくなった。この値は乳牛の自由採食飼養法に関する試験, 昭和55年度, 第3期試験(以下55年度試験と略す)と比較すると, 75%大豆粕区とはほぼ同様のDM, DCP, TDN摂取量を得ている。(表9)

(4) 養分充足率

DCP, TDN充足率およびDM体重比(DM/BW)は乳期別に表10に示した。泌乳前期においてはTDN充足率が高くなっているが、特にDCP充足率は190%と極めて高くなっている。泌乳中期は、制限給餌を行なったためDCP充足率, TDN充足率と

表8. 摂取養分量

(kg)

乳 期	DM	CP	DCP	TDN	CF
泌乳前期	23.4 (1.0)	4.2 (0.2)	3.1 (0.1)	17.7 (0.8)	3.7 (0.2)
泌乳中期	18.7 (1.1)	2.7 (0.2)	1.8 (0.1)	12.7 (0.8)	3.6 (0.2)

( ) 内は標準偏差

表9. 摂取養分量比較

(kg)

試験年度	55	
	75% ヘイキューブ区	75% ダイズ粕区
56		
処 理 区		
DM	23.4 (1.0)	23.6 (2.4)
DCP	3.1 (0.1)	3 (0.4)
TDN	17.7 (0.8)	17.9 (1.7)

( ) 内は標準偏差

もやや高めであるが、概ね目安とした値に近い値となった。泌乳前期について、表11に、55年度試験との比較を示したが、TDN濃度75%ヘイキューブ区, 大豆粕区のどちらよりも今年度(昭和56年度)試験のほうが高い値を示した。

表 10. DCP充足率, TDN充足率  
およびDM体重比

乳 期	(%)		
	DCP充足率	TDN充足率	DM/BW
泌乳前期	190 ( 17 )	129 ( 10 )	3.4 ( 0.24 )
泌乳中期	151 ( 9 )	116 ( 1 )	2.6 ( 0.36 )

( )内は標準偏差

表 11. DCP充足率, TDN充足率,  
DM体重比の比較 (%)

試験年度	55		
	75% ヘイキューブ区	75% ダイズカス区	
DCP充足率	190 ( 7 )	125 ( 21 )	162 ( 27 )
TDN充足率	129 ( 10 )	116 ( 16 )	120 ( 8 )
DM/BW	3.4 ( 0.24 )	3.51 ( 0.47 )	3.84 ( 0.25 )

( )内は標準偏差

## 3. 体重, 産乳日量, 乳質等の変化

## (1) 体 重

乳期別体重および回帰係数は表12に示した。55年度試験の成績との比較は表13に示した。体重は泌乳前期で平均696kg, 泌乳中期715kgとなっており, 泌乳前期では体重が増加し, 週ごとの体重回帰係数は6.1と大きい値となっている。55年度試験との比較では, 今年度成績が体重も大きく, 泌乳前期の増体傾向も大きいものとなっている。

表 12. 体重および体重回帰係数 (kg)

乳 期	体 重	体重回帰係数
泌乳前期	696 ( 67 )	6.1 ( 4.97 )
泌乳中期	715 ( 77 )	-0.3 ( 2.63 )

( )内は標準偏差

表 13. 体重, 体重回帰係数の比較  
(泌乳前期)

試験年度	55		
	75% ヘイキューブ区	75% ダイズカス区	
体 重	696 ( 67 )	623 ( 52 )	615 ( 57 )
体 重 回帰係数	6.08 ( 4.97 )	4.62 ( 3.4 )	4.05 ( 2.75 )

( )内は標準偏差

泌乳前期における試験牛の個体別産乳日量および体重回帰係数を表14に示した。この表では, 体重の増加傾向が産乳量水準の低い個体で大きくなっていることがわかる。

表 14. 個体別産乳日量および体重回帰係数  
(泌乳前期)

試験牛No	産乳日量 (kg)	体重回帰係数
2	27.2	14.64
7	26.0	6.08
8	31.6	2.94
18	30.1	2.77
28	28.1	3.95

体重回帰係数の独立変量は週単位である。

## (2) 産乳日量

## ア. 産乳日量

乳期別産乳日量および産乳日量回帰係数は表15に示した。泌乳前期の産乳日量は平均28.6kgと低い値になった。産乳日量回帰係数は日に0.07kgの減少を示しているが, これはほぼ55年度試験と同様の値である。泌乳中期産乳日量は平均19.6kgと第3期試験成績よりやや低めの値である。個体別産乳日量および産乳日量回帰係数を表16, 17に示した。特に泌乳中期においては, 試験牛No7で乳量の減少が多くなっているが, その他の試験牛は55年度試験とほぼ同様の水準を保っている。試験牛No7は泌乳前期飼料から泌乳中期飼料への飼料切換えを, 急速に行なったため, 乳量の減少が強く表われている。

表18は55年度試験成績との比較を泌乳前期における産乳日量, FCM日量, 乳量回帰係数につ

いて行なったものである。55年度試験TDN濃度75%大豆粕と比べると、今回の試験のほうが平均値で5.8kg産乳日量が低くなっている。4%FCM日量では平均値で5kg低くなっている。

表 15. 産乳日量および産乳日量回帰係数 (乳期別)

乳期	産乳日量 (kg)	産乳日量回帰係数
泌乳前期	28.6 ( 2.3 )	- 0.07 ( 0.05 )
泌乳中期	19.6 ( 3.2 )	- 0.08 ( 0.03 )

( )内は標準偏差  
産乳日量回帰係数の独立変量は日単位である。

表 16. 泌乳前期産乳日量および産乳日量回帰係数 (個体別)

試験牛No	産乳日量 (kg)	産乳日量回帰係数
2	27.2	- 0.13
7	26.0	- 0.02
8	31.6	- 0.09
18	30.1	- 0.01
28	28.1	- 0.08

産乳日量回帰係数の独立変量は日単位である。

表 17. 泌乳中期産乳日量および産乳日量回帰係数 (個体別)

試験牛No	産乳日量 (kg)	産乳日量回帰係数
2	18.2	- 0.08
7	15.2	- 0.12
8	20.5	- 0.06
18	23.8	- 0.05
28	20.4	- 0.07

産乳日量回帰係数の独立変量は日単位である。

表 18. 泌乳前期産乳日量, FCM日量, 乳量回帰係数の比較

試験年度 処 理 区	56	55	
		75% 〜キューブ区	75% ダイズカス区
産乳日量 (kg)	28.6 ( 2.3 )	32.4 ( 4.8 )	34.4 ( 6.2 )
FCM日量 (kg)	26.4 ( 2.1 )	28.3 ( 3.9 )	31.4 ( 4.8 )
産乳日量 回 帰 係 数	- 0.46 ( 0.35 )	- 0.37 ( 0.44 )	- 0.57 ( 0.57 )

( )内は標準偏差  
産乳日量回帰係数の独立変量は週単位である。

自由採食飼養法の効果を判定するためには、例数を多くして個体差を消去しなければならないが、今回の試験では試験牛の頭数を多くとれなかったために便宜上以下の方法で判定を行なった。即ち各試験牛について前産次乳量、試験産次乳量の比較を成年型に換算してWOODの泌乳曲線を利用して行なった。(図4)

この結果、No7牛をのぞいて、試験産次乳量が明らかに前産次乳量よりも多くなっていることがわかり、試験飼料で一定の効果が現われていると推測された。各試験牛の今産次産乳日量と前産次産乳日量の平均値のWOODの泌乳曲線による比較を図5に示したがここでもこの傾向が明瞭である。表19に前産次の各個体についての飼養形態を示した。

また今回の試験では分娩後飼料給与の手法を材料と方法で述べたように2通りの方法で行なったが、分娩後に分娩時の飼料給与量を2週間増加せずに継続給与を行なった区では、図6(A)で示されるようにこの期間で乳量の停滞がみられた。これに対し飼料給与量を増加させた区ではこのような乳量の停滞はみられなかった。(B)(図6B)でみられる分娩直後の乳量の減少は試験牛No18の乳熱が原因である。)この(B)の手法で試験牛No25が分娩後28日目に採食量が落ちこみ、乳房炎蹄病(蹄底白線部からの穿孔による化膿性炎症)を併発し試験実施困難となった。



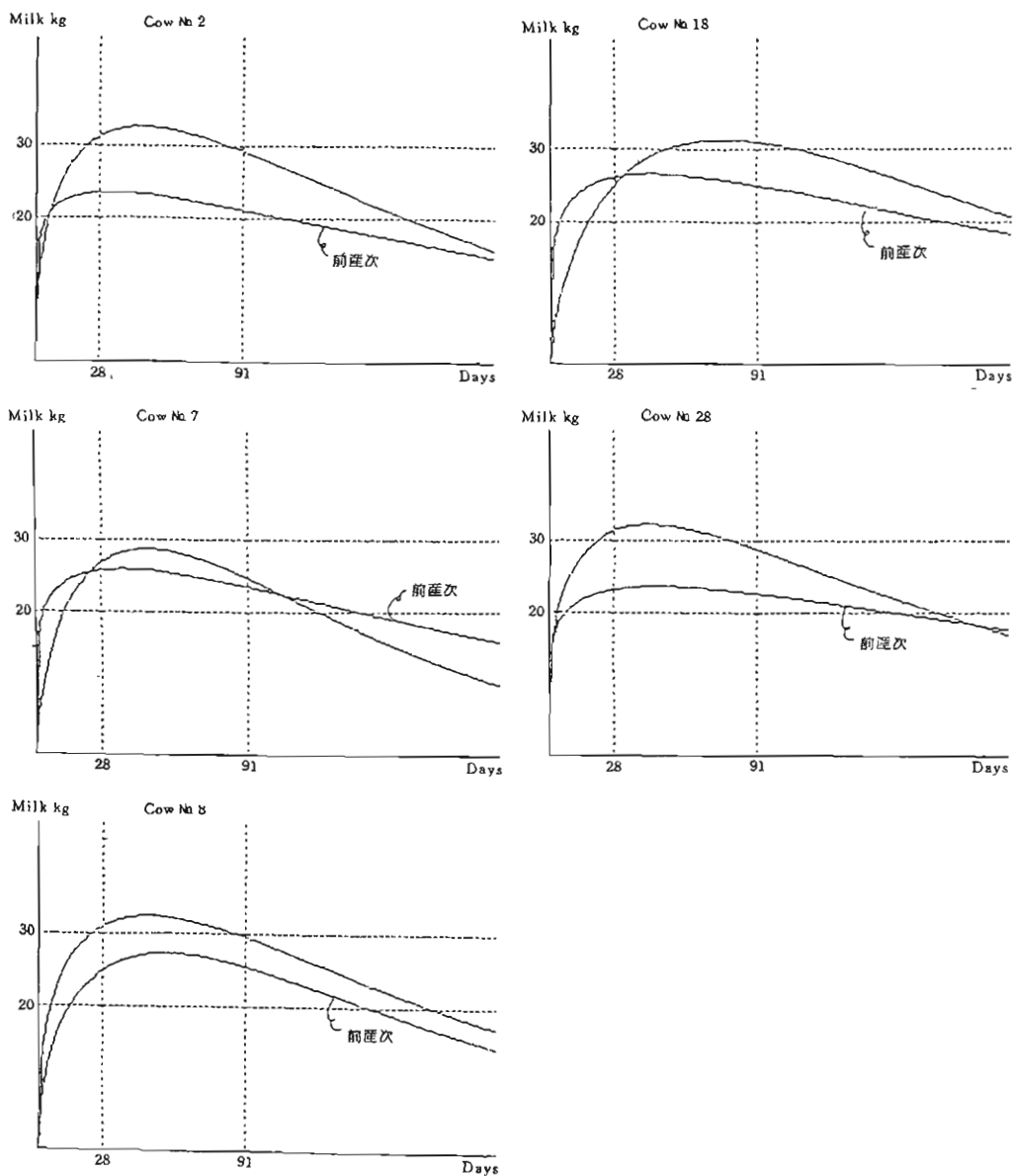


図4. 各個体の前産次乳量と試験産次乳量との成年型換算比較 (WOODの泌乳曲線による)

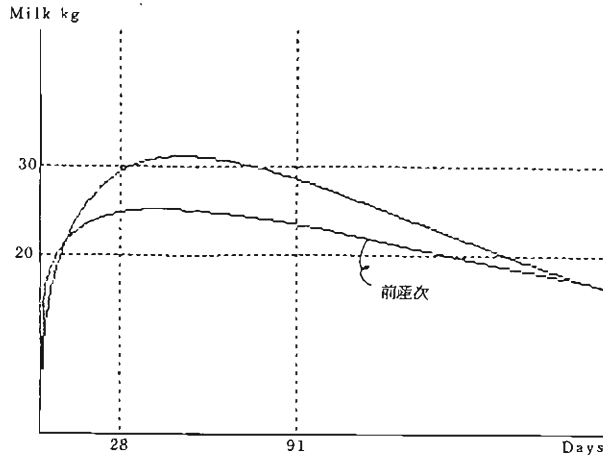


図 5. 試験牛全頭の試験産次乳量と前産次乳量との成年型換算平均比較  
(WOODの泌乳曲線による)

表 19. 前産次飼養形態

Cow No	飼 養 形 態
2	場内慣行飼養 (TDN 給与率約 105%)
7	場内慣行飼養 ( " )
8	場内慣行飼養 ( " )
18	55 年度自由採食試験 (低能力牛泌乳前期, TDN 63% 混合飼料による飼養)
28	場内慣行飼養 (TDN 給与率約 105%)

イ. FCM 日量 (4% FCM)

乳期別の FCM 日量の平均値と標準偏差および FCM 日量の回帰係数と標準偏差は表 20 に示した。泌乳前期における FCM (4% FCM) 日量の 55 年度試験成績との比較は表 18 に示してある通りである。55 年度試験成績との差は平均乳脂率が 3.5% と高くなったため産乳日量の差より少なくなっている。しかし図 7 と図 8 から明らかなように泌乳前期前半の FCM 日量が産乳日量と比較してみると落ちこんでいるように見えるが、これは試験牛 No. 2 と No. 18 牛において乳脂率の低下が泌乳前期前半に見られたことに原因している。

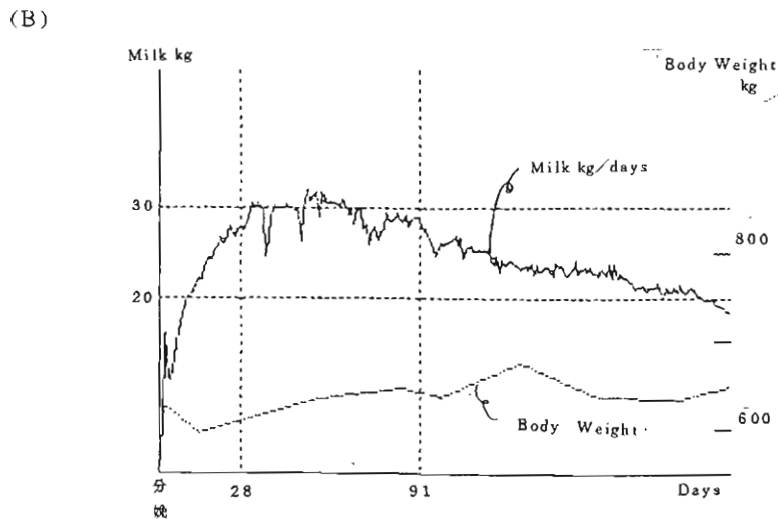
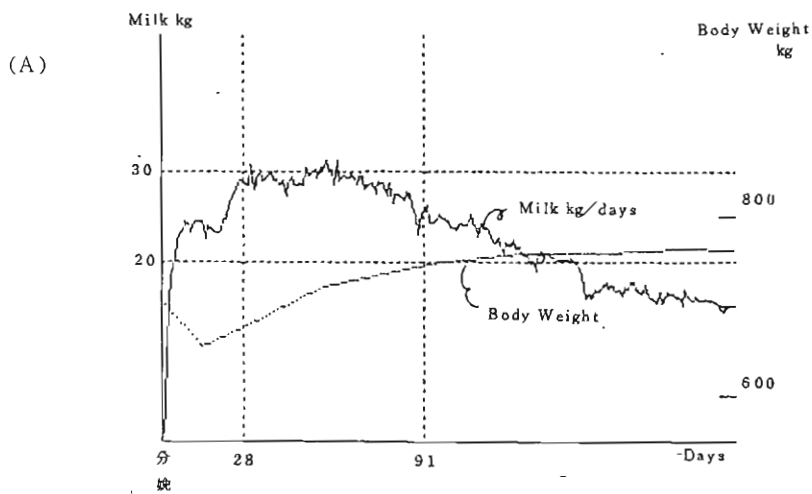
泌乳中期については、見られるべき乳脂率の低下がなかったために図 9、図 10 で示されるように概ね平行に推移している。泌乳中期試験の乳量の低下は第 1 週から第 2 週にかけてやや大きく、これは泌乳前期から泌乳中期に飼養形態の変更 (自

由採食から制限給餌)、および飼料濃度の変更があったためと思われる。また第 5 週目の乳量低下は、No. 8 牛において乳房炎が発生したことによるものである。FCM 日量の泌乳中期における減少傾向は No. 7、No. 8 の牛で大きくなっている。

表 20 FCM 日量と FCM 日量回帰係数

乳 期	FCM 日量 (kg)	FCM 日量回帰係数
泌乳前期	26.4 ( 2.1 )	- 0.03 ( 0.06 )
泌乳中期	17.9 ( 2.7 )	- 0.08 ( 0.03 )

FCM 日量回帰係数の独立変量は日単位である。  
( ) 内は標準偏差



記		
分娩後飼料給与方法	試験牛	備考
(A)分娩後2週まで飼料の増給を行なわない区	No. 2	
	No. 7	
	No. 8	
(B)分娩後飼料を増給する区	No. 18	
	No. 25	疾病のため試験より除外
	No. 28	

図6 分娩後飼料給与方法の違いが乳量・体重に与える影響

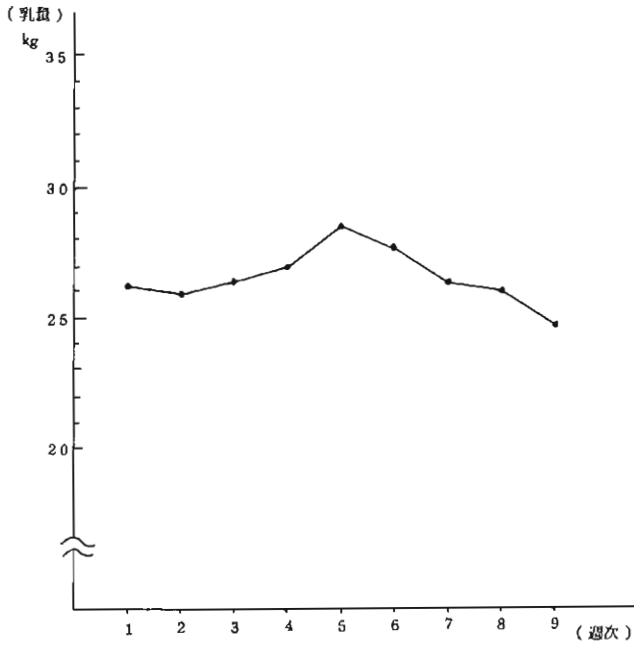


図7 泌乳前期 FCM日量の推移

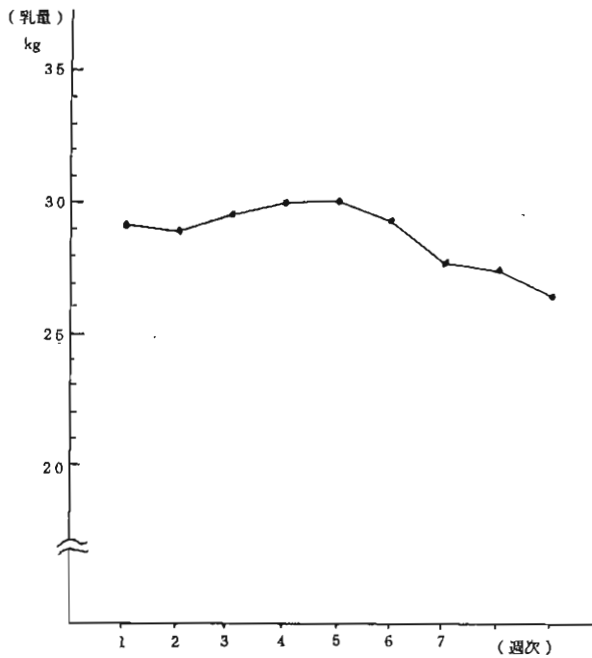


図8 泌乳前期 産乳日量の推移

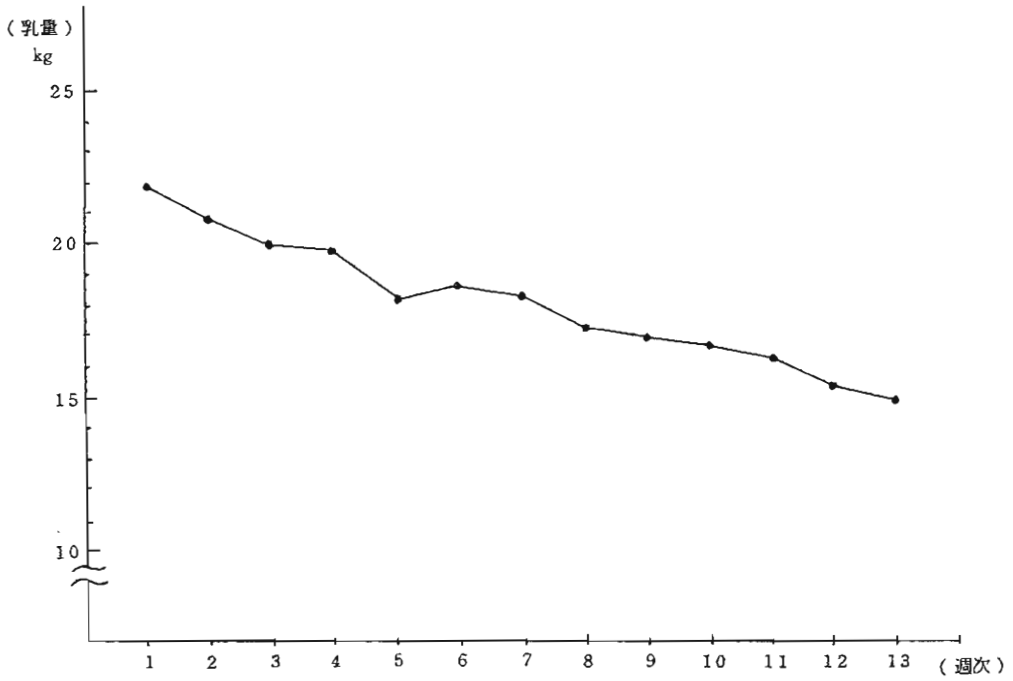


図9 泌乳中期 FCM日量の推移

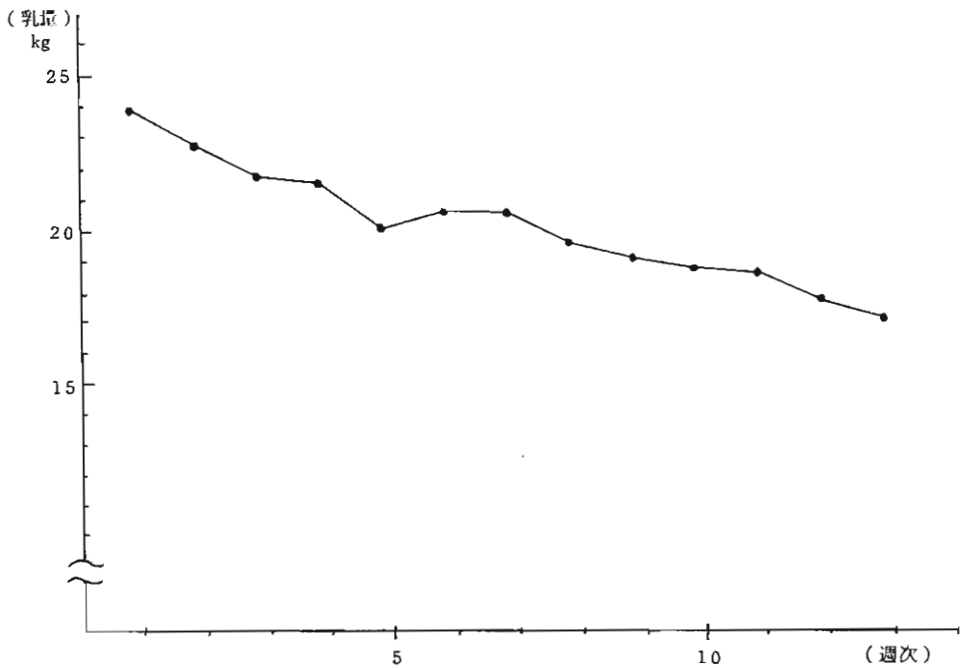


図10 泌乳中期 産乳日量の推移

## (3) 乳 質

## ア. 乳 脂 率

乳期別個体別乳脂率は表21, 表22, 乳期別乳脂率は表23に示した。試験牛No 2, No 18牛で泌乳前期試験4週目に乳脂率の低下が見られたが同一試験期後半, および他の個体においても乳脂率は3.3%以上を記録しており, 試験飼料に原因するものではないと思われる。但し, No 2牛においては泌乳前期において選択採食がわずかに見られイナワラを残食する傾向があり, その影響も考えられた。しかし泌乳前期後半には乳脂率は回復し, その影響は無視しうるものと判断した。

泌乳中期においても試験牛No 18で平均3.14%と低い値をとっているが, 他の試験牛においては乳脂率の低下が見られず, 個体差によるものと考えられる。

## イ. 無脂固形分率

乳期別個体別無脂固形分率は表21, 22, 乳期別無脂固形分率は表23に示した。泌乳前中期を通して, 8.4%以上となっており良好な結果であった。

## 4. 第一胃液, 血液, 尿等の成分変化

## (1) 第一胃液成分

第一胃液成分は, PH, VFA総酸量(VFAモル濃度), VFAモル比率の3項目について測定した。

## ア. PH

第一胃液PHは表24, 25に示した。泌乳前期の平均値は6.72, 泌乳中期7.09で両者とも正常値の範囲内にあった。

表21 乳脂率および無脂固形分率

(泌乳前期) 一 個体別 一

試験牛No	乳脂率 %	SNF %
2	3.17	8.48
7	3.84	8.46
8	3.52	8.48
18	3.29	9.02
28	3.61	8.81

表22 乳脂率および無脂固形分率

(泌乳中期) 一 個体別 一

試験牛No	乳脂率 %	SNF %
2	3.34	8.46
7	3.39	8.47
8	3.54	8.44
18	3.14	8.69
28	3.58	8.72

表23 乳脂率および無脂固形分率

一 乳期別 一

乳 期	乳脂率 %	SNF %
泌乳前期	3.5 (0.26)	8.7 (0.25)
泌乳中期	3.4 (0.18)	8.6 (0.14)

( )内は標準偏差

表24 泌乳前期 第一胃液成分分析値

試験牛No	胃液PH	VFAモル濃度 (mMol/dl)	VFAモル比率(%)			
			酢 酸	プロピオン酸	酪 酸	その他
2	6.86	9.56	59.4	21.0	17.0	2.3
7	6.51	7.91	62.2	22.0	13.2	2.8
8	6.70	10.96	62.7	19.7	15.7	2.1
18	6.82	6.95	63.9	24.3	10.3	1.8
28	6.71	9.74	62.9	18.1	17.0	2.6
平均 (標準偏差)	6.72 (0.14)	9.02 (1.59)	62.2 (1.7)	21.0 (2.3)	14.6 (2.9)	2.3 (0.4)

表 25 泌乳中期 第一胃液成分分析値

試験牛No	胃液PH	VFA モル濃度 (mMol/dℓ)	VFA モル比率 (%)			
			酢酸	プロピオン酸	酪酸	その他
2	7.10	5.82	65.2	18.3	13.4	3.4
7	7.09	4.87	65.6	19.3	12.8	3.0
8	7.05	4.74	63.8	21.3	12.9	2.3
18	7.17	4.51	66.1	20.1	11.8	2.3
28	7.03	6.44	66.0	17.6	13.6	3.1
平均 (標準偏差)	7.09 (0.05)	5.28 (0.82)	65.3 (0.9)	19.3 (1.5)	12.9 (0.7)	2.8 (0.5)

## イ. VFA モル濃度

VFA モル濃度は表 24, 25 に示した。泌乳前期は平均 9.02 mMol/dℓ であり、泌乳中期は、5.28 mMol/dℓ とやや低めの値となった。

## ウ. VFA モル比率

VFA モル比率は表 24, 25 に示した。泌乳前期の酢酸、プロピオン酸、酪酸の比率は 62.2, 21.0, 14.6 (%)、泌乳中期はそれぞれ 65.3, 19.3, 12.9 (%) となった。これらほぼ 55 年度試験成績と同様の値となっているが酢酸の比率がやや低くなっている。個体別では、試験牛 No 2 で酢酸比率が低くなったが、選択採食による影響と思われる。

## (2) 血清成分

各乳期における個体別血清成分値を表 26, 27 に

示した。グロス反応(血清 1 ml に対するハイエム液の量)は、泌乳前中期を通じて試験牛 No 18, No 28 牛で悪くなっており、同時にこの 2 頭は血清蛋白が高くなっており、血清蛋白分画を調べたところ  $\gamma$ -グロブリンの増高が認められた。この 2 頭は途中で試験から除外した試験牛とともに分娩後の飼料給与方法で分娩後より飼料を増給した区であるが、本試験で採用した飼料をこのような方法で増給した場合の影響であるかもしれない。また同時にこれら 3 頭は他の 3 頭よりも年齢が高く、その影響も同時に表われている可能性がある。

血清尿素窒素は高い値を全体に示している。特に泌乳前期の No 7 牛については 26.6 mg/dℓ と極めて高い値となった。

表 26 泌乳前期 血清成分分析値

試験牛No	Gross 反応 (ml)	血清蛋白 (g/dℓ)	血清Ca (mg/dℓ)	血清P (mg/dℓ)	血清尿素窒素 (mg/dℓ)
2	3.52	7.9	10.88	6.44	18.63
7	2.66	8.3	10.10	4.50	26.60
8	2.13	8.4	11.01	5.05	21.47
18	1.77	9.7	10.74	5.02	17.59
28	1.72	8.9	10.29	5.57	18.65
平均 (標準偏差)	2.36 (0.75)	8.6 (0.6)	10.60 (0.39)	5.32 (0.73)	20.59 (3.66)

表 25 泌乳中期 第一胃液成分分析値

試験牛No	胃液PH	VFAモル濃度 (mMol/dℓ)	VFAモル比率(%)			
			酢酸	プロピオン酸	酪酸	その他
2	7.10	5.82	65.2	18.3	13.4	3.4
7	7.09	4.87	65.6	19.3	12.8	3.0
8	7.05	4.74	63.8	21.3	12.9	2.3
18	7.17	4.51	66.1	20.1	11.8	2.3
28	7.03	6.44	66.0	17.6	13.6	3.1
平均 (標準偏差)	7.09 (0.05)	5.28 (0.82)	65.3 (0.9)	19.3 (1.5)	12.9 (0.7)	2.8 (0.5)

## イ. VFAモル濃度

VFAモル濃度は表24、25に示した。泌乳前期は平均9.02mMol/dℓであり、泌乳中期は、5.28mMol/dℓとやや低めの値となった。

## ウ. VFAモル比率

VFAモル比率は表24、25に示した。泌乳前期の酢酸、プロピオン酸、酪酸の比率は62.2、21.0、14.6(%)、泌乳中期はそれぞれ65.3、19.3、12.9(%)となった。これらはほぼ55年度試験成績と同様の値となっているが酢酸の比率がやや低くなっている。個体別では、試験牛No2で酢酸比率が低くなったが、選択採食による影響と思われる。

## (2) 血清成分

各乳期における個体別血清成分値を表26、27に

示した。グロス反応(血清1mℓに対するハイエム液の量)は、泌乳前中期を通じて試験牛No18、No28牛で悪くなっており、同時にこの2頭は血清蛋白が高くなっており、血清蛋白分画を調べたところγ-グロブリンの増高が認められた。この2頭は途中で試験から除外した試験牛とともに分娩後の飼料給与方法で分娩後より飼料を増給した区であるが、本試験で採用した飼料をこのような方法で増給した場合の影響であるかもしれない。また同時にこれら3頭は他の3頭よりも年齢が高く、その影響も同時に表われている可能性がある。

血清尿素窒素は高い値を全体に示している。特に泌乳前期のNo7牛については26.6mg/dℓと極めて高い値となった。

表 26 泌乳前期 血清成分分析値

試験牛No	Gross反応 (ml)	血清蛋白 (g/dℓ)	血清Ca (mg/dℓ)	血清P (mg/dℓ)	血清尿素窒素 (mg/dℓ)
2	3.52	7.9	10.88	6.44	18.63
7	2.66	8.3	10.10	4.50	26.60
8	2.13	8.4	11.01	5.05	21.47
18	1.77	9.7	10.74	5.02	17.59
28	1.72	8.9	10.29	5.57	18.65
平均 (標準偏差)	2.36 (0.75)	8.6 (0.6)	10.60 (0.39)	5.32 (0.73)	20.59 (3.66)



表 27 泌乳中期 血清成分分析値

試験牛No	Gross 反応 (ml)	血清蛋白 (g/dl)	血清Ca (mg/dl)	血清P (mg/dl)	血清尿素窒素 (mg/dl)
2	3.41	8.0	9.81	5.94	21.14
7	2.82	8.4	10.43	5.74	19.72
8	2.42	8.4	10.2	5.00	17.90
18	1.78	9.1	10.32	5.16	16.22
28	1.57	9.0	9.73	5.2	19.28
平均 (標準偏差)	2.40 (0.75)	8.6 (0.5)	10.14 (0.27)	5.41 (0.41)	18.87 (1.87)

## (3) 尿成分

乳期ごとの個体別尿成分値を表28, 29に示した。尿成分の測定にあたっては尿pH以外はN-マルチスティックを利用したが、この方法によると尿蛋白は常に+から++を記録した。しかしスルフォサリチル酸法で同検体を調べても-を示すことが多く、従って特に異常があると認めなかった。尿ケトンには泌乳前期中期を通じてほとんど-であったが、泌乳前期以前では分娩後飼料を制限した牛すべてに尿ケトンが+~++で検出された。尿PHはすべての牛で正常値(8.0~8.6)の範囲内であった。

表 28 尿成分 (泌乳前期)

試験牛No	尿PH	尿ケトン	尿蛋白
2	7.79	-	+
7	8.20	-	+
8	8.20	-	±
18	8.06	-	++
28	8.18	-	+

表 29 尿成分 (泌乳中期)

試験牛No	尿PH	尿ケトン	尿蛋白
2	8.29	-	++
7	8.35	-	++
8	8.29	-	++
18	8.26	-	++
28	8.29	-	++

## 5. 疾病, 事故の発生状況および繁殖状況

疾病および事故の発生状況は表30のようであった。前述した通り試験牛のうち一頭は分娩後重度の乳房炎、蹄病になり試験より除外した。試験牛No 7においては泌乳前期前半の趾間腐爛を契機に乳量が減少し、泌乳前期中頃から乳量が回復したが、後半に発生した乳房炎のために再び乳量が減少した。その後の飼料の急激な切換えの影響で更に乳量を低いものとした。試験牛No 8においては泌乳前期に軽い右前肢打撲と乳房炎を起こしたが乳量に対する影響はわずかであった。しかし泌乳中期に重度の乳房炎となり乳量が激減した。No 18牛, No 28牛はそれぞれ分娩後に乳熱, 乳房炎となったが、泌乳前期にはいつてからは順調に経過した。試験牛No 2については順調な経過であった。

表31は試験牛の繁殖成績であるが試験牛No 7, No 8は発情が来ても受胎が悪く特にNo 7牛は排卵が遅延し、卵胞が吸収閉鎖される傾向にあった。両牛とも相当の過肥でこれが受胎に影響しているものと思われた。試験牛No 18については1回目の授精で以後発情が回帰せず、144日目に発情が来たため胚の早期死滅が考えられた。

表 30 疾病, 事故の発生状況

病名	予備期	泌乳前期	泌乳中期
乳房炎	1	2	1
乳熱	1		
趾間腐爛		1	
右前肢打撲		1	
合計	2	4	1

表 31 繁殖状況

試験牛No	受胎までの 種付回数	分娩後受胎 までの日数
2	2回	63日
7	10	255
8	8	257
18	2	144
28	2	52

## 考 察

本試験は、乳牛の自由採食飼養法に関する試験、昭和55年度第3期試験のデータをもとに地域粗飼料、濃厚飼料を使用して、地域のなかで実際に混合飼料による自由採食飼養法を実施した場合の効果及び問題点を摘出することを目的とした。試験に供試した牛の数は当初6頭であったが、うち1頭(試験牛No.25)は乳房炎および蹄病のため試験実施困難となり試験から除外し実質5頭で行なった。

飼料構成は都市近郊ですべて流通飼料に頼った場合を前提に、その代表的なものを選んで使用した。結果的に55年度試験の飼料構成にビール粕を加え構成割合をかえて実施した内容のものとなった。各構成飼料の混合飼料中の粗蛋白(CP)、可消化粗蛋白(DCP)、可消化養分総量(TDN)、粗繊維(CF)についての構成割合を泌乳前期飼料について表33に示した。55年度試験の75%大豆粕区の構成割合も表32に示した。ここからもわかるようにビートパルプの割合が55年度試験より増加し、粗繊維分中に占める割合が多くなっているのが特徴的である。大豆粕の粗蛋白中に占める割合は55年度試験とはほぼ同様の値となっている。従って特に問題となると思われる点は粗繊維分が由来している各構成飼料のうち、ヘイキューブ、イナワラのような粗飼料由来の粗繊維分が減り、ビートパルプ、ビール粕、配合飼料などの粗繊維分が大きな割合を占めた点である。この粗繊維分の内容の評価については関口ら<sup>2)</sup>の報告でも示されたように、同一粗繊維含量でもその粗繊維を含む飼料の種類によって乳脂率に対する効果が異なる可能性があることが示唆されている。しかしこの粗繊維の混合飼料中における供給源あるいはその給与形態が与える影響などは明らかでない。

表 32 混合飼料中各成分における各構成飼料の占める割合

昭和55年度試験  
75%大豆粕区

(%)

	D M	C P	D C P	T D N	C F
ヘイキューブ	8.0	9.0	9.4	6.4	13.5
イナワラ	14.9	4.3	1.4	8.5	33.4
ビートパルプ	15.0	9.0	8.7	15.1	20.0
大豆粕	12.0	36.8	44.2	13.8	4.6
配合 75	50.1	40.9	39.0	56.2	28.5

表 33 混合飼料中各成分における各構成飼料の占める割合

昭和56年度  
本試験

(%)

	D M	C P	D C P	T D N	C F
ヘイキューブ	6.2	6.9	7.1	5.0	9.5
イナワラ	12.2	3.4	1.2	7.1	25.2
ビートパルプ	30.7	17.6	11.8	31.5	37.7
ビール粕	7.8	11.9	11.8	7.0	7.2
大豆粕	12.3	36.2	44.5	14.3	4.4
配合 75	30.8	24.1	23.6	35.1	16.1

く、この解明は今後のデータの集積をまたなければならぬ。

泌乳前期のDCP摂取量、TDN摂取量、DM摂取量は、55年度試験の75%大豆粕区とはほぼ同様の値を得ているが、一方泌乳量は平均28.6kgと低迷し、55年度試験成績と比較すると平均値5.8kgの減少となっている。結果として、養分摂取が多かったことから体重の増加となり、体重の週ごとの回復係数は6.1と高いものとなった。この原因として考えられることは第一に飼料構成、第二に試験牛の産乳能力などが考えられるが第一の問題については現在のところ明確な知見は得られていない。第二の問題については、試験牛の産乳能力が低い場合の反応について、同様の反応に関する報告が、昭和49～52年度で実施した「牛乳の高位生産のための飼料給与と基準に関する試験<sup>3)</sup>」においてなされている。即ち飼料給与率を高めた場合、低能力牛では産乳量の伸びが悪く、反面体重が増加することが示されている。従って本試験においても同様の原因によるものと判断することが可能である。

しかし、一日最高乳量はすべての試験牛で30kg以上を記録し、今回の飼料構成による自由採食飼料でも一定の効果があるものと推測された。そこで前産次乳量と試験産次乳量とともに成年型に換算しWOODの泌乳曲線を利用して比較を試みた。結果として乳房炎、趾間腐爛等で乳量の停滞した試験牛No.7を別として、他の試験牛で試験産次乳量が前産次乳量を上回り、本飼養法が一定の効果をおよぼすことを示した。

また同時に本試験で検討された自由採食飼養を行なう場合の分娩後飼養の方法については、分娩後の飼料を制限した区で乳量が停滞したこと、増給した区では乳量が順調に増加したことから分娩後早い時期に自由採食できるように飼料を増給したほうが効果があるものと考えられる。但し本試験の飼料構成で分娩後増給した区で蹄病、乳房炎、食滞などにより試験から除外した試験牛があり、その他の2頭でもグロス反応において+となるなど問題を残している。従って現段階では分娩後2～3日は牛の状態によって飼料の増給を控えるなどの方法をとりながら、牛に対する注意深い観察とともに早い時期に自由採食へ移行していく方法が良いものと思われる。

一方試験牛の能力水準からいえば本試験で摂食した養分濃度(TDN 75.5%, CP 17.7%)はやや高すぎたと思われる。特にCP濃度についてはDCP充足率が190%と高くなり過剰気味であった。J. S. Edwards<sup>4)</sup>らも15%CP、17%CPの間では乳量に対する影響に差はなく、17%CP飼料では飼料蛋白を牛乳蛋白に変更することについての効率が少ないと述べており、産乳日

量が29kgの牛については15%CP飼料が適当であるといっている。本試験における血清の成分も血清尿酸窒素、血清蛋白が高くなっており、蛋白給与水準が高すぎたことを示している。従って乳牛の能力水準を泌乳初期の飼料増給に対する乳量の反応等により適確に判定し乳量水準の高い牛については濃度の薄い混合飼料の自由採食飼養法や制限給餌法を考えるべきである。また、高泌乳期から中・低泌乳期に乳量水準を維持しながら移行していくための給与飼料および給与技術の追及も必要と思われる。

泌乳中期における制限給餌法は本試験平均産乳日量が19.6kg、55年度試験で平均産乳日量が20.8kg(泌乳中後期)、Ⅱ平均)となっておりその差はわずかで、この乳量水準では制限給餌法で充分対応できるものと判断された。また混合飼料の制限給餌法は嗜好性の低い飼料の利用性の向上や、微量成分を含めたバランスのよい飼料を用意できることから、各頭各構成飼料別の計算計量の手間を省くなどの利点があると判断される。従って粗飼料基盤の脆弱な都市近郊酪農では、泌乳中期以降の自由採食飼養法は現実的でなく、混合飼料の制限給餌法が経済的な効率からも適当であると考えられる。

以上のことから、都市近郊で入手できる飼料でも自由採食が可能であり、一定の効果のあることが示された。しかし本試験の成績は充分とはいえ、いくつかの問題点を残している。特に飼料構成の点については今回の試験のような構成飼料ではTDN濃度75%の混合飼料を作成することは計算上極めて難かしいものとなっている。従って、それ以外の問題点をも含めて自由採食飼料の粗飼料のベースとしては現在のところ良質なものを採用すべきと考える。しかし、都市近郊酪農では良質な粗飼料といってもその種類、量とも限られ、また購入したといっても自由採食飼料までの加工の労力が大きくなると思われる。そこで風乾物の形ですでに混合飼料となっているような配合完全飼料を購入して、加工せずに給与できる形態などさらにその実用化に向けての様々な試みが必要であると思われる。

## 参 考 文 献

- 津吉炯・真田雅・高橋宏忠・河野英俊・大野光男・苦米地達生・田中農夫幸・前之園考光・遠畑亮・関口博・原拓夫・吉田宮雄・直江俊郎・原田英雄・その他(1982)乳牛の自由採食飼養法に関する試験成績書 栃木県酪農試験場特別研究報告
- 関口博・遠畑亮・中野房次(1977)都市酪農の乳成分に関する研究 東京都畜産試験場研究報告 第16号

I - 15

3) 後頭幸雄・津吉炯・本田幸和・大野光男・前之園考光・関口博・原拓夫(1979)牛乳高位生産のための飼料給与基準に関する試験成績書(飼養試験の部) 栃木県酪農試験場特別研究報告No.1

4) J. S. Edwards・E. E. Bartley・A. D. Dayton : (1980) Effects of Dietary Protein Concentration on Lactating Cows  
J. Dairy Sci 63 : 243 - 248