

牧草サイレージを主体とした乳牛の 飼養法確立に関する試験

III. 2 番乾草ならびに乾草，サイレージ給与時における 乳量，乳質に及ぼす根菜添加の効果について

坪松 戒三† 藤田 保† 坂東 健†

STUDIES ON THE HIGH-GRASS SILAGE FEEDING OF DAIRY COWS IN NEMURO-KUSHIRO DISTRICT

III. The Effect on Milk Production and Milk Chemical Quality of Additional Roots when Fed Aftermath-Hay or Hay and Grass Silage for Dairy Cows.

Kaizo TSUBOMATSU, Tamotsu FUJITA & Takeshi BANDO

サイレージを主体とする乳牛飼養法に対する根菜の必要性と 2 番乾草の産乳価値について飼養試験・消化試験を行ない，飼料価値・産乳効果・乳質変化・生理作用で検討した。2 番乾草の消化率はサイレージ，1 番乾草と同程度で，産乳効果・経済効果は低かった。根菜の嗜好性は高いが，産乳効果はサイレージと同程度で脂肪率低下の傾向を示し，飼料の利用効率・経済効果はサイレージより劣った。根菜の生理作用の考察を行ない，根菜の生理効果と不可欠論とは別問題であることを指摘した。

I 緒 言

前報²⁾の乾草とサイレージの給与比率に関する試験で，サイレージを飽食させた場合乾草が体重の 1% 以上になると産乳量の顕著な低下が観察され，体重の 0.7% (3.5~4 kg) 以下の乾草給与の場合に乳量差がなく産乳効果上好結果をもたらすことを確認した。しかし前報の乾草は出穂期チモン 1 番乾草であり，サイレージは出穂期チモン・開花初期クローバー混合草のイネ科・マメ科半々の原料草であった。このように乾草調製とサイレージ調製の場合に植生が異なるのは当地方の気候的条件からマメ科主体草の乾草調製が困難なため，マメ科主体草はサイレージに，イネ科主体草は乾草に調製する現地の立地条件を勘案したためである。したがって乾草の産乳効果が常にサイレージのそれより劣っている現状については，第 1

報²⁾の引用文献の同一圃場同一草種の材料でも，圃場乾草とサイレージとでは，乾物摂取量が同量の場合，後者の産乳効果がややすぐれていたのと考えあわせると予想される結果であった。

そこで乾草の品質の良好な場合のサイレージに対する産乳効果の差異についての疑問も生じてくるので，根釧地方の良質の 2 番乾草の産乳価値を評価することが本試験の目的の 1 つである。

従来北歐式酪農が指導され，乾草と根菜による飼養法が根釧酪農の基調となつて，根菜の産乳効果，生理上の効果から乳牛飼養に対する根菜不可欠論がその大勢を占めていた。

しかし近年來國式酪農が紹介され根菜の優位性について再検討のきざしがみえてきた。これは近代化酪農へ脱皮する方途として多頭飼育が前提となり，いきおい夏季間の労力調整が問題となつてきたためである。根釧農業でもその点では例外ではなく，飼料生産上の根菜は労力過重で乳牛飼養

† 根室支場

上不可欠なものでなければ栽培を見あわせたいとの意見が台頭してきた。そこで根菜の産乳性の程度と生理上の効用の程度を確かめるのが第2の目的である。

以上の問題を解明するために本報では綿羊による粗飼料の消化試験とサイレージと根菜の産乳効果比較、2番乾草の産乳価値を確かめる乳牛飼養試験によって、それら飼料の乳質への影響をもあわせ調査したものである。

II 試験方法

A. 綿羊による粗飼料の消化試験

綿羊3頭を供試し、乳牛飼養試験時に供用したサイレージ調製と同時に調製したほかの20tサイロのサイレージを供試して、8月15日より9月17日までの34日間サイレージ単用時と麩添加時の2回、供試2番乾草の試験は12月11日から12月28日までの18日間、消化試験ならびに灰分出納試験を実施した。消化試験の要領、試料採取ならびに分析法は前報²⁾に準じた。

B. 乳牛による各種飼料の産乳試験

1962年1月5日より試験飼料によって予備飼養期間経過後、1月10日より3月30日にいたる80日間、第1表に示されているホルスタイン種およびその系種8頭を供試し、これを2頭ずつ4群に区分した。第2表に試験計画とその方法を表示した。4種の飼料群を4牛群、4期に配列するラテン方格法によって試験を計画した。試験当初1群を2番乾草群(H群)、2群を乾草・根菜群(HR群)、3群を乾草・サイレージ群(HS群)、4群を乾草・サイレージ・根菜群(HSR群)と粗飼料の組み合わせ種類によって群別した。粗飼料給与量は風乾重で体重の2.4%給与を基準とし、配合飼料は全牛給与し前期のFCM乳量の1/4量を給与した。その他の試験調査法については前報に準じた。

C. 乳牛飼養期間中の牛乳成分

牛乳試料は各期・各牛2回ずつ、2日間の混合試料を分析し、その平均値を各期の値とした。前報に準じ Alc. test, Ross test, 酸度, 固形分, 無脂固形分, 全蛋白質, カゼイン, 乳糖, 灰分を分析した。

第1表 供試乳牛とその群別

群別	牛名	品種	生年月日	産次	最近分娩年月日	産仔性	乳量	体重
1	QAP	ホ	昭和33.6.20	2	昭和37.10.16	♀	12.7	427
	LBN	"	32.1.31	3	9.19	♂	15.1	529
2	HSQ	ホ雑	30.11.30	5	7.9	♀	16.8	592
	MBB	ホ	32.7.23	3	9.10	♂	13.7	562
3	DRH	"	28.12.13	7	8.18	♀	11.4	541
	WLD	"	30.2.28	5	11.12	♀	25.4	600
4	BDO	"	33.12.19	2	8.15	♀	13.5	493
	HY	ホ雑	31.11.27	4	12.15	♂	20.6	557

第2表 試験計画とその方法

期別	試験期間	1	2	3	4
I	38.1.10~1.29	H	HR	HS	HSR
II	38.1.30~2.18	HSR	H	HR	HS
III	38.2.19~3.10	HS	HSR	H	HR
IV	38.3.11~3.30	HR	HS	HSR	H

(注) 1. H 干草群(体重の2.4%), HR 干草根菜群(以下風干重で体重の2.4%), HS 干草サイレージ群, HSR 干草サイレージ根菜群
2. 各群とも濃厚飼料をFCM乳量の1/4量給与した

III 試験成績

A. 綿羊による供試飼料の消化試験

有機物の消化率: 第3表の飼料および糞粗成分表と第4表の飼料摂取量および排糞量から第5表のように有機物諸成分の消化率を算定した。本報のサイレージの消化率と前報²⁾のサイレージ単用時の乾物55.0%, 蛋白49.2%, 脂肪69.7%, 繊維66.0%, NFE 46.7%に比較すると、本試験の脂肪、繊維の消化率が低いこと乾物消化率が低下している。このサイレージに麩とCaを添加した場合、乾物消化率で10%程度向上した。しかし本報の蛋白消化率の低値のため乾物消化率は前報のそれより5%低かったが、他成分は同等であった。

麩を同量添加したがCaを同時に給与したためにサイレージそのものの消化率の向上がみられず単用時と同様であったのはPとCaの比によるのではないだろうか。麩併用時のサイレージのみの消化率は単用時に比し、脂肪と繊維の消化率が上

第 3 表 飼料および糞成分分析表

試料	成分	風乾率	原物中 (%)					乾物中 (%)		尿中 (mg%)		
			乾物	粗蛋白	粗脂肪	粗繊維	NFE	粗灰分	P	Ca	P	Ca
サイレージ平均		20.66	18.73	2.69	0.95	4.96	9.00	1.13	0.305	0.591	—	—
1 号 羊 糞		31.91	29.05	3.87	1.47	7.36	12.71	3.64	1.050	1.373	0.440	12.54
2 " "		38.06	34.64	5.36	1.70	9.44	13.71	4.43	1.045	1.749	0.468	19.64
3 " "		44.18	40.49	6.29	1.81	8.89	18.07	5.43	1.020	1.764	0.423	10.38
サイレージ平均		22.33	20.27	2.97	1.26	6.95	7.44	1.65	0.323	0.461	—	—
藎		—	89.87	15.64	3.87	9.80	55.30	5.26	1.220	0.093	—	—
CaCO ₃		—	100.0	—	—	—	—	100.0	—	—	—	—
1 号 羊 糞		24.73	22.40	3.95	0.88	6.18	8.23	3.16	0.577	1.127	0.540	25.25
2 " "		43.93	39.80	6.73	1.49	10.47	16.58	4.53	0.620	1.202	0.516	25.49
3 " "		46.67	42.24	7.29	1.95	11.40	16.69	4.91	0.890	1.418	0.413	17.81
2 番 乾 草 平均		91.48	86.19	11.54	3.00	24.12	39.78	7.76	0.222	0.506	—	—
1 号 羊 糞		44.93	40.55	4.24	1.56	11.21	19.88	3.66	0.645	1.063	0.500	19.15
2 " "		29.05	26.58	3.58	0.92	7.29	13.28	2.41	0.597	0.962	0.704	32.73
3 " "		32.11	28.98	3.82	1.24	8.00	13.27	2.65	0.559	0.871	0.618	28.66

第 4 表 飼料摂取量および排糞尿日量 (g)

期 別	供試羊	飼 料 摂 取 量					原 量	風 乾 重	排 尿 量
		サイレージ	乾 草	風 乾 重	藎	CaCO ₃			
サイレージ	1	4,500	—	930	—	—	1,541	492	1,818
	2	4,500	—	930	—	—	1,138	433	1,747
	3	3,000	—	620	—	—	668	297	1,967
	平均	4,000	—	827	—	—	1,116	407	1,844
サイレージ + 藎 + CaCO ₃	1	3,500	—	782	100	5	1,540	381	1,300
	2	2,500	—	558	100	5	530	233	1,454
	3	2,000	—	447	100	5	460	215	3,450
	平均	2,667	—	596	100	5	843	276	2,068
2 番 乾 草	1	—	1,200	1,098	—	—	1,014	456	3,160
	2	—	1,200	1,098	—	—	1,579	459	910
	3	—	1,400	1,281	—	—	1,900	610	1,270
	平均	—	1,266	1,159	—	—	1,498	508	1,780

昇したが、前報の蛋白、NFE 消化率の向上の傾向とは異なっていた。

本報の 2 番乾草を前報の 1 番乾草と比較すると乾物、その他諸成分の消化率で同程度であったのは家畜の嗜好性と飼料の外観上からは予期外の成績であった。

乾草、サイレージとも乾物中の養分含量を比較

すると、サイレージ単用時 DCP 6.44, TDN 49.37; 同藎添加共 DCP 7.30, TDN 57.77; 同サイレージのみ DCP 6.40, TDN 53.52; 2 番乾草 DCP 7.71, TDN 51.98 であって、DCP では 2 番乾草は高いが、TDN ではサイレージがわずかに高いことが観察された。

P, Ca の出納: 灰分出納からみると、サイレージ

第 5 表 有機物の消化率と P, Ca の出納

期 別	供試羊	乾物	粗蛋白	粗脂肪	粗繊維	NFE	粗灰分	P	Ca
サイレージ	1	46.9	50.7	47.0	49.2	51.6	-10.3	-82.1	-22.9
	2	53.2	49.6	54.7	51.9	61.5	+ 0.9	-59.5	-37.8
	3	51.9	47.9	57.6	60.1	55.3	- 7.0	-60.1	-43.0
	平均	50.7	49.4	53.1	53.7	56.2	- 5.5	-67.2	-34.6
サイレージ 藎+Ca	1	56.8	49.1	71.8	62.4	59.9	28.6	41.3	24.6
	2	64.6	60.3	77.7	69.8	63.6	53.4	52.2	40.0
	3	60.8	55.3	69.2	64.8	62.4	47.8	28.2	26.6
	平均	60.8	54.9	72.9	65.6	62.0	43.3	40.6	30.4
上期のサイレージ	1	54.3	43.1	69.6	61.7	53.7	25.2	—	—
	2	60.3	53.8	75.5	69.0	55.9	50.6	—	—
	3	54.9	46.2	65.3	63.6	52.6	44.1	—	—
	平均	56.5	47.7	70.1	64.8	54.1	40.0	—	—
2 番 乾 草	1	60.2	69.0	56.1	60.3	57.8	60.2	-20.6	12.8
	2	59.4	59.2	59.6	59.8	59.1	59.1	-12.4	20.5
	3	54.4	55.1	48.9	55.0	54.6	53.7	-19.9	18.0
	平均	58.0	61.1	54.9	58.4	57.1	57.7	-17.6	17.1

(注) サイレージ DCP 1.33, TDN 10.20, 同級添加共 DCP 1.63, TDN 12.90, 級添加時サイレージ DCP 1.43, TDN 11.95, 2番乾草 DCP 7.05, TDN 47.55

の単用時は P, Ca とも陰性度が高かった。乾草給与時は Ca は陽性で、P のみ中等度の陰性を示した。サイレージ単用時、乾草給与時とも P 2.5 g, Ca 5.5 g 程度で同量なることから、これらサイレージの強度の陰性化は単なる摂取量の差異でなく、胃内酵酵の相異によるものと考えられる。しかしサイレージに藎と Ca を添加した場合、P, Ca とも灰分出納が陽性度を示すことをみると、サイレージ飼養時の濃厚飼料の補給効果の顕著なることが考察された。

B. 乳牛による各種飼料の産乳成績

飼料摂取日量

第 6 表に期別、個体別飼料摂取日量を掲載した。乳牛の嗜好性を観察すると、根菜が最高と観察され残食量は全くなかった。ついて濃厚飼料で、高脂肪率牛の多量給与時のみやや残食し、消化障害の傾向も観察された。それについてサイレージ、2番乾草の順に考察される。乳牛の嗜好性は組み合わせられる飼料によって異なり、その残食状況は乾草とサイレージの組み合わせではサイレー

ジの残食なく乾草は給与量の10%程度各牛とも残食した。乾草が根菜と組み合わせられたとき、水分調節のためと思われるが乾草残量はなかった。乾草・サイレージ・根菜給与時には根菜残量なく、乾草・サイレージを給与量の5%程度ずつ残食した。本試験のサイレージは不良であったにもかかわらず良質の2番乾草より嗜好性は高いように観察された。

残量を差引いた飼料摂取日量を各飼料群について8頭平均値で比較すると、H群乾草 12.4 kg; HR群乾草 8.5 kg, 根菜 40.0 kg; HS群乾草 3.9 kg, サイレージ 39.3 kg; HSR群乾草 4.0 kg, サイレージ 28.0 kg, 根菜 25.0 kg であった。試験期間中の平均購入飼料費は配合飼料 kg 当たり38円で計算すると1日当たり148~159円、平均152円であった。

飼料成分とサイレージの品質

供試した飼料の養分組成は第7表のとおりである。サイレージの乾物は低く、17.5~18.4%であって、上部から下部に低下するにしたがって水分

第 6 表 乳牛による各種飼料の産乳試験

期	牛 名 飼 料	QAP	LBN	平均	HSQ	MBB	平均	DRH	WLD	平均	BDO	IY	平均
		I	群 別 乾 草 サイレージ 根 菜 配 合	H			HR			HS			HSR
		10.0	12.5	11.3	10.0	9.5	9.8	4.0	4.4	4.2	3.5	4.1	3.8
		—	—	—	—	—	—	40.0	43.0	41.5	25.0	29.0	27.0
		—	—	—	40.0	40.0	40.0	—	—	—	25.0	25.0	25.0
		3.0	4.0	3.5	4.0	3.2	3.6	3.0	6.5	4.8	4.4	5.0	4.7
II	群 別 乾 草 サイレージ 根 菜 配 合	HSR			H			HR			HS		
		3.4	3.8	3.6	13.9	13.3	13.6	9.0	10.4	9.7	3.8	4.0	3.9
		20.0	25.0	22.5	—	—	—	—	—	—	35.0	40.0	37.5
		25.0	25.0	25.0	—	—	—	40.0	40.0	40.0	—	—	—
		3.0	4.0	3.5	4.0	3.0	3.5	3.8	6.5	5.2	4.3	3.9	4.1
III	群 別 乾 草 サイレージ 根 菜 配 合	HS			HSR			H			HR		
		2.7	3.7	3.2	4.3	4.3	4.3	13.0	14.0	13.5	7.4	7.5	7.5
		34.0	40.0	37.0	30.0	30.0	30.0	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	25.0	25.0	25.0	—	—	—	40.0	40.0	40.0
		3.2	4.0	3.6	4.0	2.5	3.7	3.3	6.2	4.8	3.4	5.3	4.3
IV	群 別 乾 草 サイレージ 根 菜 配 合	HR			HS			HSR			H		
		6.2	8.0	7.1	4.6	4.4	4.5	4.1	4.3	4.2	10.6	11.4	11.0
		—	—	—	39.0	43.0	41.0	31.0	33.0	32.0	—	—	—
		40.0	40.0	40.0	—	—	—	25.0	25.0	25.0	—	—	—
		2.9	4.1	3.5	3.8	2.5	3.2	2.6	5.3	4.0	3.4	3.9	3.7
平 均	群 別 乾 草 サイレージ 根 菜 配 合	H			HR			HS			HSR		
		12.4			8.5			3.9			4.0		
		—			—			39.3			28.0		
		—			40.0			—			25.0		
		3.9 (148.2)			4.2 (159.6)			3.9 (148.2)			4.0 (152)		

(注) 1. H 乾草群, HR 乾草根菜群, HS 乾草サイレージ群, HSR 乾草サイレージ根菜群
 2. () 内数字はkg当たり38円による購入飼料費

含量が高くなった。各期2～3点の平均組成を表出してあるが、前述の消化試験の消化率で算出した平均組成は DCP 1.38, TDN 11.42 で、前報のサイレージより養分組成が低いのは水分含量が高いからである。乾草は調製後間もない2番乾草を供試したため水分含量高く、乾物含量は81.67～88.23%に変化した。全期の平均養分は DCP 6.47, TDN 47.03 であって、前報の1番乾草より DCP が顕著に高く TDN は低かった。

供試飼料の植生は2番乾草はチモシー、赤クロパー(80:20)の混合草であり、サイレージは出穂

期オーチャード、穂孕期チモシー、開花初期赤クロパー(75:25)混合草サイレージであって、前報のサイレージより蛋白質含量が低かった。サイレージの詰込みは6月21日に実施したもので、乾草調製は9月15日ころのものである。

サイレージの有機酸組成を原物中であらわしたのが第8表である。BARNETT法とFLIEG法による分析値を併載した。両法の乳酸含量は前報ではよく一致したが、本試験では上下部で相異した。これは品質が均一化していないためか、試料採取部によって変異があるためであろう。

第 7 表 期別飼料成分表

飼料名	水分	乾物	粗蛋白	粗脂肪	粗繊維	NFE	粗灰分	DCP	TDN
I 期 サイレージ	80.59	18.41	2.60	0.86	5.97	7.53	1.45	1.43	11.61
II "	81.90	18.10	2.36	0.97	6.10	7.60	1.07	1.30	11.63
III "	82.19	17.81	2.40	1.15	6.06	6.59	1.61	1.32	11.30
IV "	82.48	17.52	2.68	1.13	5.55	6.66	1.50	1.47	11.12
I 期 乾草	18.33	81.67	10.03	3.74	20.03	41.24	6.63	6.12	45.88
II "	15.90	84.10	11.22	1.75	24.05	40.33	6.75	6.84	45.95
III "	13.89	86.11	10.39	1.57	29.06	39.00	6.09	6.34	47.36
IV "	11.77	88.23	10.78	2.42	23.05	45.59	6.78	6.58	48.93
ル タ バ ガ	90.59	9.41	0.81	0.04	2.04	6.08	0.44	0.59	8.42
配合飼料	8.80	91.20	20.22	4.35	9.89	47.16	9.58	17.20	71.55

(注) DCP, TDNの算出には第5表の消化率を使用した。

	乾物	蛋白	脂肪	繊維	NFE
サイレージ (%)	66	70	73	65	66
乾草 (%)	58	62	58	63	67

第 8 表 サイレージ有機酸組成 (原物%)

サイレージ袋部位	pH	BARNETT 法					FLIEG 法			
		総酸	揮発酸	不揮発酸	比色乳酸	乳酸/酢酸	乳酸	酢酸	酪酸	乳:酢:酪
上	4.6	1.692	1.368	0.324	0.378	19:81	0.623	0.335	1.431	26:14:60
上	4.4	1.554	1.140	0.414	0.453	27:73	0.493	0.627	1.317	20:26:54
中	4.4	1.458	0.900	0.558	0.555	38:62	0.525	0.356	1.024	28:54:18
中	4.2	1.737	0.630	1.107	0.875	64:36	1.049	0.755	0.468	46:33:21
下	4.0	2.811	0.984	1.827	1.568	65:35	1.125	0.678	—	63:37
平均	4.3	1.850	1.004	0.846	0.766	43:57	0.763	0.550	1.848	37:33:30

(注) 不揮発酸は乳酸量とし揮発酸は酢酸量として表示した。

有機酸総酸量は本試験では含量が少なく、十分な酸酵をしていないことが考察された。これは前報の 100 t サイロ調製と異なり、20 t サイロ調製で自重圧の不足に基因すると思われた。不揮発酸と揮発酸の比からも、乳酸・酢酸・酪酸の比率からも全く不良のサイレージであった。とくに上・中部くらいにかけての酸組成上からの品質は評価点からみると最低品質であるにもかかわらず、採食量は前報と乾物基礎で同量摂取したと、とくにこれが 2 番乾草と組み合わせられたときに認められたことは興味ある嗜好性上の問題点である。

したがって FLIEG の分析値に準じて計算すると、乾草・サイレージ飼養時の平均サイレージ摂取量 39 kg 中乳酸 215 g, 酢酸 298 g, 酪酸 331 g

であって、酪酸導入量が多いことが認められた。

第 9 表にサイレージ中の窒素化合物の分布と乾物損失率を掲載した。サイレージ中の揮発性塩基窒素とアミノ酸態窒素を蛋白質量として算出した値と粗蛋白質含量との比からその生成量を検討した。VBN の比率は平均 16.0% であって、前報のその 7.2% に比較して顕著に高く、これは高 pH のためアミノ分解量が高かったことに基因する。さらに特異な状況は純蛋白質からアミノ酸への分解であって、粗蛋白質に対する比率は平均 51.8% であった。これは前報と同様に高比率であって、かつて経験のない数値であった。この原因はおそらく調製時の牧草の早期生育時期と好天下詰込みによる自家酵素の活動によるものと思われる。し

第 9 表 サイレージ中の窒素化合物と乾物損失率

サイロ部位	含有率 (%)			VBN 粗蛋白	アミノ酸 粗蛋白	VBN+ アミノ酸 粗蛋白	純蛋白 粗蛋白	アミノ酸 VBN	乾物 損失率
	粗蛋白	VBN	アミノ酸						
上	2.60	0.75	1.21	28.8	46.6	75.4	24.6	1.6	18.3
上	2.24	0.46	1.10	20.6	49.2	69.8	30.2	2.4	15.2
中	2.40	0.25	1.54	10.4	64.2	74.6	25.4	6.4	14.6
中	2.36	0.32	1.37	13.6	58.1	71.7	28.3	4.3	11.7
下	2.68	0.18	1.09	6.7	40.7	47.4	52.6	6.1	10.6
平均	2.46	0.39	1.26	16.0	51.8	57.8	32.2	3.2	14.1

(注) 1. VBNは揮発性塩基窒素, アミノ酸はアミノ酸態窒素で蛋白質量として表示した。
2. 乾物損失率は top spoilage 約 2% を含まぬ数字である。

第 10 表 飼料養分摂取量とNRC標準比

期	量	比	養分	群		1		2		3		4	
				QAP	LBN	HSQ	MBB	DRH	WLD	BDO	HY		
I	摂取量	區別	H	DCP	1,128	1,453	1,536	1,367	1,333	2,002	1,487	1,674	
			HR	TDN	6,735	8,597	10,818	10,017	8,626	11,662	9,762	10,931	
	標準比	DCP	153	151	173	162	137	103	144	139			
		TDN	105	105	140	136	104	88	113	110			
II	摂取量	區別	HSR	DCP	1,157	1,421	1,639	1,426	1,506	2,065	1,455	1,465	
			H	TDN	8,140	9,621	9,249	8,258	10,223	12,798	8,894	9,280	
	標準比	HR	DCP	140	140	199	189	165	114	157	146		
		HS	TDN	115	112	127	123	130	104	113	109		
III	摂取量	區別	HS	DCP	1,170	1,451	1,505	1,247	1,392	1,954	1,290	1,623	
			HSR	TDN	7,411	9,134	10,393	9,320	8,518	11,066	9,306	10,712	
	標準比	H	DCP	149	142	156	159	181	152	147	163		
		HR	TDN	110	105	126	134	124	104	124	127		
IV	摂取量	區別	HR	DCP	1,143	1,467	1,530	1,352	1,321	1,828	1,282	1,421	
			HS	TDN	8,477	10,216	9,307	8,724	9,418	11,671	7,620	8,368	
	標準比	HSR	DCP	150	148	175	181	154	142	163	161		
		H	TDN	129	121	123	131	125	111	111	110		
平均	摂取量	區別	H	DCP	1,467	1,500	1,474	1,725					
			HR	TDN	8,575	10,329	9,148	10,016					
	標準比	HS	DCP	169	153	149	147						
		HSR	TDN	114	127	111	119						

第 11 表 乾物摂取量 (kg/日) とその体重に対する割合 (%)

期	牛名 区別	QAP	LBN	平均	HSQ	MBB	平均	DRH	WLD	平均	BDO	HY	平均
		I	区別	H			HR			HS			HSR
	摂取量	10.93	13.89	12.44	15.60	14.46	15.07	13.42	17.49	15.50	13.86	15.64	14.75
	体重	435	485	460	552	550	551	542	590	566	478	512	495
	体重比	2.51	2.86	2.70	2.83	2.63	2.74	2.48	2.96	2.73	2.90	3.05	2.97
II	区別	HSR			H			HR			HS		
	摂取量	11.59	13.75	12.67	15.35	13.94	14.64	14.81	18.44	16.67	13.49	14.21	13.85
	体重	438	504	471	562	556	559	548	598	573	489	511	500
	体重比	2.65	2.73	2.69	2.73	2.51	2.62	2.70	3.08	2.91	2.76	2.78	2.77
III	区別	HS			HSR			H			HR		
	摂取量	11.34	14.01	12.67	15.09	13.72	14.81	14.25	17.85	16.05	13.26	15.07	14.16
	体重	442	521	481	571	574	573	541	585	563	478	500	489
	体重比	2.57	2.69	2.63	2.64	2.39	2.58	2.63	3.05	2.85	2.77	3.01	2.90
IV	区別	HR			HS			HSR			H		
	摂取量	11.90	14.60	13.25	14.41	13.75	14.13	13.82	16.81	15.36	12.51	13.68	13.13
	体重	436	491	463	576	586	581	539	585	562	475	494	485
	体重比	2.73	2.97	2.86	2.50	2.85	2.43	2.56	2.87	2.73	2.63	2.77	2.71
平	区別	H			HR			HS			HSR		
均	摂取量	14.07			14.79			14.04			14.40		
	体重	512			519			522			525		
	体重比	2.72			2.85			2.64			2.74		

- (注) 1. 総平均乾物摂取量14.33kg, その体重比2.75%
 2. 濃厚飼料の乾物3.65kgで全乾物中25.4%, 従って粗飼料:濃厚飼料は75:25である。
 3. 体重の有意差 5% L.S.D=11.7kg

たがって VBN とアミノ酸が高く、純蛋白含量は 32.2% にすぎなかった。このようにアミノ酸含量が高いために、アミノ酸と VBN の比が 3.2 と高く、蛋白分解度と併行しない特殊のケースを生じた。

また乾物損失率をみると、イネ科主体草であったので損失率は前報の top spoilage を除いたその 18.8% より低く 14.1% であった。一般に損失率は水分含量、醗酵度などによる損失が高いので、その意味から本試験は前報を凌駕するはずであるが、サイロ容積が小さくかつマメ科草割合が少ないため排出液少なく、醗酵度も充分ではなかったことが損失率の少ない原因であろう。

飼料養分摂取量と乾物摂取量

第 7 表の飼料成分表と第 6 表の飼料摂取量によ

って、飼料養分摂取量を計算し、各期各牛の NRC 標準との比を第 10 表に掲載した。

各飼料群間の 1 日 1 頭平均養分摂取量はほとんど差がなく、DCP 1,541 g, TDN 9,517 g であった。これを NRC 標準比で見ると、DCP 155, TDN 118 であった。この比率から DCP はいずれも 5 割多く、TDN で HR 群が 27% も多く、ほかは 10~20% 程度多かった。根菜による TDN 増量効果は明らかで、根菜給与 2 群は TDN 含量ではほかの 2 群より 10~15% 多く摂取した。乾草群がとくに低いのは 2 番乾草の高蛋白、低 TDN 含量によるものである。しかし産乳量が低いために NRC 標準比では大差なかった。NRC 標準に比較する場合良質乾草や早刈りサイレージを飽食程度給与すると、FCM 乳量の 1/4 量の濃厚飼料の給

第 12 表 期別産乳日量と脂肪率

期	牛名 乳量	1			2			3			4		
		QAP	LBN	平均	HSQ	MBB	平均	DRH	WLD	平均	BDO	HY	平均
I	区 別	H			HR			HS			HSR		
	乳 量	10.67	15.73	13.20	14.25	13.47	13.86	12.60	25.14	18.87	15.96	21.17	18.57
	脂 肪 率	3.90	3.65	3.78	3.20	2.90	3.05	5.00	5.00	5.00	4.20	3.60	3.90
	F C M	10.51	14.90	12.71	12.54	11.25	11.90	14.49	23.92	21.71	16.44	19.90	18.17
II	区 別	HSR			H			HR			HS		
	乳 量	12.99	17.37	15.18	12.16	11.42	11.79	12.59	26.16	19.38	14.48	18.29	16.39
	脂 肪 率	3.80	3.45	3.63	3.20	2.90	3.05	4.10	4.00	4.05	3.70	3.00	3.35
	F C M	12.60	15.94	14.27	10.70	9.54	10.12	12.76	26.16	19.46	13.83	15.55	14.69
III	区 別	HS			HSR			H			HR		
	乳 量	11.53	16.15	13.84	15.10	12.07	13.59	9.81	20.85	15.33	13.82	17.69	15.76
	脂 肪 率	4.00	4.00	4.00	3.55	2.90	3.23	4.30	4.00	4.15	3.60	3.10	3.35
	F C M	11.53	16.15	13.84	14.08	10.08	12.08	10.25	20.85	15.55	12.98	15.51	14.25
IV	区 別	HR			HS			HSR			H		
	乳 量	11.73	16.55	14.14	13.74	11.52	12.63	11.58	21.43	16.51	11.91	14.93	13.42
	脂 肪 率	3.60	3.60	3.60	3.20	2.60	2.90	4.25	3.80	4.03	3.50	3.20	3.35
	F C M	11.03	16.55	13.30	12.09	9.10	10.60	12.01	20.79	16.59	11.02	13.10	12.06
平 均	区 別	H			HR			HS			HSR		
	乳 量	13.44			15.78			15.43			15.96		
	脂 肪 率	3.58			3.51			3.81			3.70		
	F C M	12.61			14.73			15.21			15.23		
100 日間の乳代		45,560			53,220			54,954			55,026		
" 購入飼料費		14,820			15,960			14,820			15,200		
購入飼料費/乳代		32.5%			30.0%			27.0%			27.6%		
飼料の利用効率		27.6%			26.7%			31.2%			28.5%		

(注) 1. 乳量の有意差 1% L.S.D=1.891kg 5% L.S.D=1.248kg
 2. 脂肪率の有意差 5% L.S.D=0.34%

与がやや多い傾向を示したが、これは前報と同様であった。

第11表に乾物摂取日量、体重変化、乾物摂取量の体重に対する比率を個体別に表示した。乾物摂取量は各飼料群間で平均して比較すると、H 群 14.07 kg, HR 群 14.79 kg, HS 群 14.04 kg, HSR 群 14.40 kg と群間差異が認められなかった。乾物摂取量の体重当たり比率は各群それぞれ 2.72%, 2.85%, 2.64%, 2.74% と HR 群に多く、HS 群に少なくなっているのは各群間の平均生体重の差異に基因する。しかしこの生体重の群

間差異が有意差でないために体重比の数字も有意差とならなかった。本報においてもサイレージによる体重減少の傾向は全くみられなかった。

つぎに粗飼料と濃厚飼料の乾物割合を比較してみると、全頭平均乾物摂取量 14.33 kg (2.75%) に対し、濃厚飼料のそれは 3.65 kg で約 25% に相当し、粗飼料と濃厚飼料の乾物割合は本報でも 75:25 であった。

産乳量と産乳経済性

第12表に期別・個体別産乳日量とその平均値を掲載した。各期の 8 頭平均値で各飼料群を比較す

第 13 表 牛乳成分の変化および生産量

期 別	群 別	滴定酸度	固形分	無 脂 固形分	脂肪率	乳 糖	灰分其他	全蛋白質	カゼイン	Ca	P
I	H	0.170	12.06	8.28	3.78	4.43	0.97	2.88	2.15	117.4	91.4
	HR	0.168	11.25	8.20	3.05	4.39	0.95	2.86	1.86	103.8	83.2
	HS	0.168	13.28	8.28	5.00	4.36	0.93	2.99	2.44	124.6	93.5
	HSR	0.173	12.14	8.14	3.90	4.62	0.80	2.83	1.89	125.7	93.5
II	HSR	0.188	11.80	8.33	3.63	4.39	0.93	2.86	2.05	116.3	90.6
	H	0.168	10.90	7.86	3.05	4.13	0.98	2.75	1.94	101.7	85.3
	HR	0.190	12.47	8.42	4.05	4.30	0.99	3.14	2.50	115.3	92.3
	HS	0.190	11.49	8.12	3.35	4.33	0.93	2.87	2.01	112.2	90.2
III	HS	0.188	12.16	8.16	4.00	4.43	0.93	2.80	1.94	124.6	88.6
	HSR	0.170	11.27	8.05	3.23	4.35	0.95	2.75	2.05	109.0	89.0
	H	0.170	12.52	8.42	4.15	4.38	0.93	3.11	2.51	122.0	89.9
	HR	0.180	11.61	8.26	3.35	4.48	0.99	2.79	2.13	122.0	88.3
IV	HR	0.195	11.89	8.29	3.60	4.60	0.80	2.90	2.10	125.7	89.4
	HS	0.180	10.99	8.09	2.90	4.39	0.89	2.81	1.96	113.2	86.9
	HSR	0.195	12.34	8.32	4.03	4.47	0.84	3.01	2.34	117.8	91.1
	H	0.180	11.44	8.09	3.35	4.60	0.75	2.74	1.95	112.2	91.6
平 均	H	0.172	11.74	8.17	3.58	4.38	0.92	2.87	2.14	113.3	90.0
	HR	0.183	11.81	8.30	3.51	4.44	0.93	2.92	2.15	116.7	86.1
	HS	0.181	11.98	8.16	3.81	4.38	0.94	2.87	2.09	118.7	91.7
	HSR	0.181	11.91	8.24	3.70	4.46	0.91	2.86	2.09	117.2	90.7
平均 生産量	H	—	1.578	1.098	0.481	0.589	0.123	0.386	0.288	15.23	12.10
	HR	—	1.864	1.310	0.554	0.701	0.147	0.461	0.339	18.42	13.59
	HS	—	1.849	1.259	0.588	0.676	0.145	0.443	0.323	18.32	14.15
	HSR	—	1.901	1.315	0.591	0.712	0.146	0.456	0.334	18.71	14.51

- (注) 1. 滴定酸度からカゼインまでの単位は%, Ca および P は mg%
 2. 平均生産量中固形分からカゼインまでは kg, Ca および P は g
 3. Alc. test はいずれも陰性であった。
 4. Acetone body の Ross test も陰性であった。

ると、H群 13.44 kg, HR 群 15.78 kg, HS 群 15.43 kg, HSR 群 15.96 kg であって、L. S. D. 1% 1.891 kg, 5% 1.248 kg であるので、乾草群とはかの多汁飼料3群間のみ 1% level の高い有意差を示した。このことから良質の2番乾草を供試しても乾草飼養法の産乳効果は有意に低く、ほかの多汁性飼料のサイレージ、根菜間の併用効果の差は全く認められず、従来喧伝されていた根菜の産乳効果はサイレージに比較して左程強いことが認められた。

脂肪率の各飼料群間の差は有意差とはならなかったが、(これは低脂肪牛の脂肪率は飼料による変動少なく、高脂肪率牛の脂肪率の影響度が高いことに起因する) 傾向的な差が認められ、乾草飼養に比較して根菜添加でやや低下し、サイレージ給与で増加する傾向が認められた。したがってサイレージ、根菜併用によってその中間値を示した。このように脂肪率に若干の差異が観察されたので、乾草・根菜群は他のサイレージ2群より FCM 乳量が低下したが、有意差とはならず有意差は乳量差群間に

のみ存在した。

産乳経済性をみるために 100 日間の乳代を計算すると、H群45,560円、HR群53,220円、HS群54,954円、HSR群55,026円で、乾草群と他の多汁飼料3群間には約9,000円の差異が生じた。しかし根菜とサイレージ間の差は認められなかった。乳代に対する購入飼料費の割合はH群32.5%、HR群30.0%、HS群27.0%、HSR群27.6%であって、HS群、HSR群が経済効率が高いことが明らかである。しかしこの経済効果は濃厚飼料の給与量が本試験ではやや多く、NRC標準に比較しても栄養摂取量が多いことから乳代に対する購入飼料費の割合は20%程度に低減できる可能性を包蔵していよう。

これを摂取 TDN 当たりの産乳量で表現する飼料の利用効率であらわすと、H群27.6%、HR群26.7%、HS群31.2%、HSR群28.5%で、HS群が最高で、これにHSR群がつぎ、H群、HR群が劣ることが一層判然としてくる。

C. 乳牛飼養期間中の牛乳成分

第13表に各期・各飼料群平均値で牛乳成分の変化を示したが、各期2回採取、各2頭ずつで延4頭の平均値を各期の数値とした。

酸度は乾草群がやや低いほかは、他の多汁飼料3群間の差異が認められなかった。

固形分含量は乳期には無関係であったが、H群HR群でやや低く、HS群、HSR群でやや高かったが、平均11.86%であった。無脂固形分含量はH群、HS群がわずかに低いが、平均8.22%で、大差ないことから固形分含量の低下は脂肪率の低下と一致するように思われる。乳糖含量は無脂固形分含量の変化と同傾向を示し、H群、HS群がわずかに少なかったが、平均4.41%であった。全蛋白質量、灰分その他は各飼料群間に全く差異を認めず、全蛋白質量2.88%、灰分その他0.93%であった。またCa 116.5 mg%、P 89.7 mg%も差がなかった。

しかしカイゼンはH群、HR群とHS群、HSR群との間にやや傾向差があるようで、サイレージの給与でカゼイン含量が低下の傾向を示した。これはMURDOCH¹⁴⁾の早期刈りサイレージ給与時の

観察と一致した傾向である。

また Alc. test やアセトン体の Ross test はいずれも陰性で期間中正常乳を生産した。

これらの組成から牛乳諸成分の生産量を計算すると、乾草群と他の多汁飼料3群間にのみ有意差がみられた。したがって乳質に及ぼす影響では各飼料群間に本質的な差異は全く認められなかった。

IV 考 察

前報において乾草とサイレージの給与比率の問題をとりあげ、サイレージの多給飼養が生理的、乳質的に異常なく、産乳効果が高いところから優位性があり、乾草給与は少量でよいことを確認した。しかし一般に1番乾草は不良で、2番乾草の良質なことが常識となっているので、2番乾草供試の場合異なった成績になるのではないかとの疑問を解明するために産乳価値を評価しようとした。また根釧酪農の多汁飼料の大宗となっていた根菜の産乳価値を検討し、将来の乳牛飼養に対する根菜の必要性について胃内脂肪酸生成に関する最近の報告を引用して考察しようとしたものである。

2番乾草の産乳効果を考察する際、その消化率を検討し養分摂取量を基礎にすることが重要である。2番乾草の外観的嗜好性は1番乾草に比較して一般に高いために常識的に消化率の高いことが推量されるが、本試験では予想外に高くなく、乾物その他諸成分の消化率は1番乾草(前報)と同程度であった。

したがって2番乾草の嗜好性、採食量の増大は低繊維含量と高蛋白含量にあると思われる。しかしこの1番乾草と同程度であった消化率も MORRISON¹⁵⁾ のチモン-2番乾草の消化率より良好であったので、本試験の2番乾草は良質の部に属し前報の1番乾草はさらに良質のものであったと思われる。

乾草の産乳効果を比較するために用いたサイレージの消化率は前報のサイレージよりマメ科の混合率が少ないために、サイレージ単用時は前報の消化率より低率であった。

サイレージに麩を同量添加した場合を比較すると、ともに10%近くの乾物消化率の向上が認められ、前報と本報のサイレージ間に同程度の差異があった。これを乾草のそれと比較すると、麩添加時には乾草より高い消化率を示すが、サイレージ単用時には低いことを示した。この麩添加の消化率の向上、綿羊と乳牛の消化率の差異、乾草とサイレージの消化率の差異については前報で触れたので省略する。

この消化率によって乾物中の DCP, TDN を比較すると、DCP では2番乾草が高く、TDN では同量またはわずかにサイレージが高かったので乾草とサイレージの消化率の差は判然としなかった。したがって栄養摂取量は乾物摂取量を同量摂取した場合でも、ほかの多汁飼養併用3群より DCP 摂取量が高く、TDN 摂取量は同量であった。本試験の各群は NRC 標準より DCP で5割、TDN で2割近く多いために各飼料群間には摂取養分量の差はほとんどなかったと見てよいと思われる。しかし産乳量では乾草群が有意にほかの3群より低いために、飼料の利用効率、経済効果が不良で、乾草群と多汁飼料併用3群間の100日間の乳代の差は9,000円となった。このように良質な圃場2番乾草を給与しても経済効果が低いのは胃内脂肪酸生成量の変化、正味エネルギー・水分の不足などがあげられ、圃場乾燥した場合当地方ではサイレージに匹敵する良質乾草の調製が困難だということに基因しよう。

根菜の産乳効果については従来泌乳促進卓効剤として喧伝され、その生理作用に及ぼす効果とともに乳牛飼養上不可欠の飼料と賞揚されてきた。しかし飼料生産の能率化を目標とするに当たり、その所要労力と耐病性が問題となり、産乳上の効果とその生産費と差引されるのではないかとこの問題に対する関心が集中してきた。

根菜の必要性についての議論は少なく、MORRISON¹⁵⁾、鈴木²²⁾はデントコーン栽培の不良な寒冷地帯の多汁飼料として根菜を利用すべきであるとし、その選択の基礎は単位面積当りの栄養収量であるとしている。根菜は乳牛には最高の飼料であるが、条件により不経済な飼料であることも多く

根菜生産よりビートパルプ購入給与の方が経済的なこともあり、産乳効果も同等であると指摘している。根菜は生理的にはサイレージ・ビートパルプ同様濃厚飼料多給時の消化障害を予防し、ほかの飼料の嗜好性をまし、産乳増量と脂肪率低下を示すが、その生産増量効果は根菜の生産価格を凌駕しないことも指摘し、コーンサイレージと比較すると根菜の産乳効果は同等かほんのわずかに根菜がすぐれているとし、経済的には根菜が有利でないことを示唆した。また乳牛に対する給与量は20~30kgが限度で、普通10~15kgが適量であるとの報告が多い¹¹⁾¹⁴⁾¹⁵⁾²²⁾。

肥育牛に対しては20~30kgが適量で、乾草と組み合わせて給与する場合40kgまで給与することもMORRISONが報告している。その肥育飼料としてDODSWORTH¹¹⁾⁶⁾は45kg程度まで給与でき、肥育効果は根菜、糞釋による飼養法が早期刈りサイレージより低く、遅刈りサイレージと同程度であることを示し、本道における指導指針に示されるような生理作用の好結果から根菜必要論はあまりみられない。

根菜利用上、関心のもたれる問題点は産乳効果、脂肪率低下、生理効果などであろう。そこで本試験では2番乾草群、乾草・サイレージ群と乾草・根菜群、乾草・サイレージ・根菜群の4群としてその産乳効果を比較した。根菜の消化率を調査しなかったため、乾物摂取量で同量になるよう規制したが根菜群のそれがやや高かった。これは乾草・サイレージなどの無根菜群には残量が認められたが、根菜群には認められず根菜添加によって乾草に対する嗜好性をまし、残量を減少させるからである。このことは高蛋白濃厚飼料の給与によって、低蛋白粗飼料の嗜好性が高まるように、根菜の水分過多の調節に対する乾草、糖分緩和のサイレージ嗜好性の向上などが指摘されると思う。したがって乾物摂取量と養分摂取量が根菜群では乾草群や乾草・サイレージ群に比較して、10~15%多かつたにもかかわらず産乳量では乾草群に比較しては有意に産乳効果が高揚し、サイレージ群とは同量であった。しかし脂肪率は根菜の添加によって低下するために、FCM乳量が多汁飼料3

群間では乾草・根菜群の低下が目だった。100日間の乳代では乾草・根菜群は乾草群に比較して約8,000円多いが、ほかの多汁飼料2群に比較すると約2,000円少なかった。このように牧草サイレージの産乳効果と根菜の産乳効果間には有意差がなく、この点は MORRISON の指摘と一致したところである。

そうすると根菜による脂肪率低下は確実なものであろうか、この理由について考察してみよう。牛乳の脂肪含量が低粗飼料・高濃厚飼料の飼養、または粉碎乾草によって減少することを最初に観察したのは POWELL¹³⁾ である。次いで TYZNIK²⁵⁾ は乳牛に濃厚飼料を飽食させると、粗飼料摂取量が減少し、低粗飼料・高濃厚飼料の飼養形態となり、脂肪率を1~2%低下させた。その時の第1胃内の脂肪酸の比率が正常値の酢酸65%、プロピオン酸20%、酪酸15%からプロピオン酸の増量、酪酸の減少、一定量の酪酸の変化を示すことを探究し、酪酸を投与して酢酸の比率を高揚することによって、正常な脂肪率を維持することに成功し牛乳の低脂肪率の原因はプロピオン酸の増量、酪酸の減少をもたらす飼料給与にあることを指摘した。

RONNING¹⁴⁾ は低脂肪率をもたらす飼料としてペレット飼料をあげ、長草飼養時3.7%の乳脂肪率がペレット飼養時2.0~2.6%に低下し、そのペレット中の粗飼料に対する濃厚飼料の比が高まるとともに乳脂肪率低下の割合が大きくなり、濃厚飼料の割合が増加してもFCM乳量に影響しないことを指摘し、その乳脂肪率低下の原因として第1胃内プロピオン酸産生の増加と酪酸の減少をあげた。ENSOR¹⁰⁾ も同様の成績をえ、このペレット飼料は脂肪率を低下するが、増体効率の高いこと、糖因性でケトージスの予防に有効であることを指摘した。

VAN SOEST²¹⁾ は粗飼料制限給与下において乳脂肪量の低下をもたらされるが、これはプロピオン酸の量の有意の増加によるものとした。酪酸生成量は変化ないが、プロピオン酸産生によって酪酸比率が低下し、この酪酸の比率の低下が乳腺での乳脂肪の合成に不十分で、低脂肪乳を惹起するとしている。

SHAW¹⁹⁾ は乳腺動静脈血差法によって、非産乳牛の乳腺は β -ヒドロキシ酪酸を利用しないが、産乳牛は利用し脂肪生産日量は血中ケトン量と併行するとし、乳腺における乳脂肪合成には β -ヒドロキシ酪酸は酪酸の2.5倍も効率的に利用することを指摘した。POPIAKもまた乳脂肪の短鎖脂肪酸の60%は β -ヒドロキシ酪酸から由来すると考察した。さらにVAN SOEST²¹⁾も酪酸塩の添加で脂肪率増加、プロピオン酸塩の添加で脂肪率低下と血中ケトン体の低下をもたらすことを認めた。このようにプロピオン酸増量をもたらす飼料として、乳酸・糖分・炭水化物があげられ、乾物中の糖分の多い根菜類の給与はプロピオン酸の増量、酪酸比率の低下によって脂肪率の低下が考慮される。しかし本試験の乳脂肪低下度の少ないのは粗飼料給与量が多いからである。そのほか根菜の生理作用としては下痢症があるが、特別大量でない限り問題にならない。結局サイレージの生理作用との関連性で根菜の生理作用を論ずべきであろう。

そこで本試験に用いたサイレージの酸組成をみると、乳酸が少なく、酪酸が多く、過去数年來当場で調製したサイレージ中の最低品質であった。改良課による評点法によると、100点中40点程度のものであった。それにもかかわらず採食量は前報の良質サイレージと同量摂取し、産乳量も乾草・根菜群と同量で、飼料の利用効率が高かった本試験の結果から見てサイレージ評点の不良と飼料価値間の相関関係はそう強いものでないことが推定されるのである。嗜好性の高いはずの2番乾草と組み合わせた場合でもサイレージの方の嗜好性が高かったことからサイレージ品質評価法については検討の余地があり、とくに不良酸組成の生理作用については考慮の要があろう。

本試験の乾草サイレージ群のサイレージ摂取量39kg中の平均含有量は乳酸215g、酪酸298g、酪酸331gで、酪酸の胃内導入量は大きく、ケト因性となることが考察された。またアミノ酸からの分解量が高く、アンモニア態窒素の導入も高かったことが考えられる。このように第1胃細菌の活動に不利益な環境条件にあったにもかかわらず臨床的にケトージスの症状も認められなかったこ

とは単なる不良サイレージ、換言すれば酪酸の大量導入が原因でなくて、同時に給与された飼料の脂肪酸生成の特性と強い相関関係を有すると思われるので、給与飼料と胃内脂肪酸生成との関係について考察してみよう。

ELLIOT²⁰⁾ は正味エネルギーで同量摂取させた場合乾草と濃厚飼料の種々の比率の飼料を給与しても FCM 乳量で同量生産し、一般法による飼料評価では粗飼料を過大評価するとしている。その理由は粗飼料は酪酸を多く生産し、濃厚飼料はプロピオン酸・酪酸を多く生成するが、これらの脂肪酸が生産に利用される場合酪酸は熱量増加(heat increment)が高いために生産効率が低く、プロピオン酸・酪酸はそれらが逆になって、濃厚飼料の生産効率が低いことを指摘した。

粗飼料については CARD²⁾ は乾草給与時に比較して放牧時に酪酸の減少と酪酸の増量を認め、濃厚飼料の添加でさらに酪酸の減少、プロピオン酸の増量を認めた。唯一の粗飼料として給与したサイレージは乾草より酪酸の減少とプロピオン酸・酪酸の増量を認め、遅刈り草は早刈り草より酪酸の増量と酪酸の減量をきたす傾向を認め、さらに粗飼料の刈り取り時期や調製法が第 1 胃内酸生成に影響することを認めた。ELLIOT²⁾ は唯一の粗飼料として、コーンサイレージと草サイレージを比較すると、前者はプロピオン酸の増量と酪酸・酪酸の減量を示したが、草サイレージ給与時は乾草給与時や乾草・コーンサイレージ給与時より酪酸の減少、プロピオン酸・酪酸の増量を認めた。また第 1 胃内の酸含有量を計算すると酪酸 660 g, プロピオン酸 198 g, 酪酸 242 g であった。

ORTH¹¹⁾ は 30~70 kg のサイレージを給与し、サイレージ脂肪酸導入量を調査すると、1 日平均乳酸 500~1,000 g, 酪酸 150~600 g, 酪酸 40~180 g のサイレージによる高低 level の摂取がなされた。それにもかかわらず胃内濃度は飼料濃度と全く無関係に一定濃度を示した。しかし乳酸の多いサイレージを給与した場合はプロピオン酸濃度が高まることを認め、これは胃内に摂取された乳酸が Wood-Werkman 反応によって直ちにプロピオン酸に変成するからであるとし、乳酸：酪

酸：酪酸=64：18：18程度のサイレージ給与でも乳量・乳質・健康度に影響ないことを指摘した。また DAVIS³⁾ は高蛋白飼料からの脂肪酸生成が認められ、酪酸の低下、酪酸・プロピオン酸の比率の増加を指摘した。BELASCO¹⁾ も尿素利用度、繊維消化、脂肪酸生成に対する炭水化物の役割を検討し、炭水化物の種類によって産生される酸量およびその比率は変化することを認め、尿素有効に及ぼす影響も異なることを認めた。梅津²⁶⁾ ²⁷⁾ らは 350 kg の乳牛の体維持に要する低級脂肪酸量は人工栄養試験によって、酪酸 288 g, プロピオン酸 532 g, 酪酸 422 g であり、その比率が 1：1：1 の時最適であったが、6：3：1 でも正常であったとしている。しかし単一脂肪酸の投与は代謝異状の原因になると報じた。

このように種々の飼料投与と胃内脂肪酸生成の関連性について報告されているが、濃厚飼料の添加によって酪酸の低下、プロピオン酸の増量が指摘され、高蛋白になるにつれて酪酸含量の増加も伴うことは一致した意見である。粗飼料給与によって酪酸含量が多いことも常識であるが、乾草・青草・サイレージの差についてはそれほど定見はない。青草給与時は乾草給与時に比較して酪酸生成の低下、プロピオン酸・酪酸の増量を指摘しているものが多く²⁷⁾²⁸⁾²⁹⁾、サイレージと相似した傾向である。しかし一般に粗飼料の場合、併用飼養しているのでこの特長が消失することは上述の成績のとおりである。

ここに胃内で生成された脂肪酸の代謝について考察してみよう。一般にサイレージの品質不良の指標である酪酸の生理作用であるが、この酪酸は第 1 胃から直接吸収され、第 1 胃壁においてアセト酪酸を経由して、 β -ヒドロキソ酪酸とアセトンなどのケトン体を産生する。アセト酪酸はアセチル-CoA を経由してオキサロ酪酸とともにクエン酸回路に入り体利用される。また β -ヒドロキソ酪酸が乳腺で乳脂に変成されることは前述のとおりである。酪酸もアセチル-CoA となり、クエン酸回路に入るものとアセト酪酸となって体利用されるものとあり脂肪酸代謝が正常の場合有効に利用されてしまう。したがって脂肪酸が体利用される

に当たって必要なオキザロ酢酸が最も重大な意義を有する。オキザロ酢酸は炭水化物—三炭糖磷酸—焦性葡萄糖—オキザロ酢酸の経路で生成するものと乳酸—プロピオン酸—焦性葡萄糖—オキザロ酢酸の経路で生成するものとある(梅津²⁵⁾)。このような脂肪酸代謝が障害された場合ケトン体の体内蓄積が起こって、ケトージスになるのであるから代謝を正常にするよう炭水化物・糖分などの補給や良質サイレージによる乳酸導入が必要なことが考察されてくる。

さて不良サイレージによる脂肪酸導入に本試験では乳酸をプロピオン酸と考えると1:1:1の比率であって、梅津が最適とした比率であることがわかる。ORTH¹⁷⁾もまたサイレージの酪酸が日量180gに達したときでも正常に胃内で代謝されていることを認めた。これらのことから考察すると生理障害の原因は酪酸そのものではなくて、酪酸を正常に体利用できるオキザロ酢酸起生物質(糖分・濃厚飼料)の不足である。したがってこれらの物質の添加が必要だということ根菜そのものが必要だということではない。

最近 KRONFELD¹⁸⁾ は反芻獣のケトージスは牛は羊と異なり、羊のそれは上述のオキザロ酢酸欠乏説と一致するが、乳牛のそれは第1胃内で生成された低級脂肪酸がアセチル-CoA を経由して乳腺で乳脂に合成される場合葡萄糖—焦性葡萄糖—アセチル-CoA の進行経路とは逆に DPN, TPN などの補酵素を利用するために、乳脂肪酸形成が阻害された場合肝グリコーゲン—糖—アセチル-CoA への進行経路が遮断されて血糖減少、アセトン増量の原因になるとし、オキザロ酢酸の不足ではなく、補酵素の不足、内分泌異常などによるものとして脂肪酸生成障害説を樹立し、根本原因としての飼料脂肪酸との関連性を否定した。しかしこれを一説として触れないことにしても上記の理由によって、本試験の不良サイレージ給与時にも濃厚飼料の補給があったからケトージスは発症しなかったし、前報のサイレージ多給時にも発症しなかったと考察される。不良サイレージ給与下において濃厚飼料を節約するための根菜給与は糖分補給という意味では納得できるが、根菜の要不

要論とは全く別問題である。

乳酸の多い良質サイレージを給与した場合栄養上は濃厚飼料が必要となるが、生理的には根菜も炭水化物もそう必要でないことになろう。

最後に乾草飼養・乾草サイレージ飼養・乾草根菜飼養などの乳質に及ぼす影響を比較すると、乳質成分ではほとんど各群間に差異が認められず、サイレージ・根菜によって乳質に良・不良の影響は全くないと思われた。

上述の考察から当地方生産の良質2番乾草飼養でも、多汁飼料併用飼養に比較して産乳効果・経済効果が顕著に低下すること、多汁飼料中の根菜と草サイレージの産乳効果が同等であること、根菜は高プロピオン酸生成によってやや脂肪率を低下すること、根菜の生理効果は単なる糖分補給であって、不良サイレージ多給時のケトージス予防上には糖分・乳酸・濃厚飼料などオキザロ酢酸生成を高揚する添加物の補給が効果的なことの考察によって、根菜不可欠論は無意味であることを推論した。したがって根菜を含まぬ乳牛のサイレージ主体飼養法は成立するのであるが、根菜給与に未練のある向、または濃厚飼料確保が充分でなく良質調製サイレージも期待できない向は乳牛の分娩直後2~3ヵ月または不良サイレージ多給時に日量5~10kg程度の給与をすればよいことになろう。

V 摘 要

根釧地方における冬季間の乳牛飼養法としてサイレージを主体とする場合、産乳経済上の根菜添加の効果を2番乾草飼養法、乾草サイレージ飼養法と比較した。

綿羊による消化試験で乾草とサイレージの飼料価値を判定し、乳牛飼養試験によって乾草群、乾草根菜群、乾草サイレージ群、乾草サイレージ根菜群の産乳効果と乳質に及ぼす影響を調査した。

根釧地方生産の2番乾草は1番乾草よりマメ科草を含み、イネ科草の生育期も若いため蛋白含量は高く良質のように推察されたが、消化率は1番乾草と同程度で MORRISON の消化率より良好だった。また酸組成の不良な早期刈りサイレージに

比較して、嗜好性も劣り消化率で同程度であった。しかし乾物摂取量が同一量程度の場合、2番乾草の産乳効果は多汁飼料併用群に比較して顕著に低下し、100日間の乳代差は9,000円に達した。

乳牛飼養上における根菜の併用効果を確かめるためその産乳効果をサイレージと比較したが、サイレージ、根菜、サイレージ根菜間に産乳量、産乳効率、経済効果の有意差を認めなかったが、根菜の嗜好性が高いために根菜給与によってやや乾物摂取量が高揚し、脂肪低下の傾向も認められたので、飼料の利用効率はサイレージに比較して根菜が低かった。根菜の脂肪率低下は有意差ではないが、その含有糖分による胃内酸組成の変化に基因するものと考察した。不良サイレージ多給時の根菜の生理的効果によって根菜必要論が生じているが、酪酸・酢酸から生成するケトン体の体利用上糖分・濃厚飼料・乳酸などのオキザロ縮酸起生物が必要であって、根菜そのものでないこと、ケトーシスの原因に脂肪酸生成障害説もあることなどから体内ケトン消滅効果と根菜不可欠論とは別問題であることを過去の文献とあわせて考察した。乳質に及ぼす影響も根菜、サイレージ間に全く差異を認めなかった。

したがって根菜を含有しない牧草サイレージ多給飼養法の可能性を認めた。

文 献

- 1) BELASCO I. J., 1956; The role of carbohydrates in urea utilization, cellulose digestion and fatty acid formation. *J. Animal Sci.* 15: 496.
- 2) CARD C. S. & L. H. SCHULTZ, 1953; Effect of the ration on volatile fatty acid production in the rumen. *J. Dairy Sci.* 36: 599.
- 3) DAVIS R. F., N. S. WOODHOUSE, M. KEENEY & G. H. BECK, 1957; The effect of various levels of dietary protein upon the volatile fatty acids in the rumen of the dairy cow. *J. Dairy Sci.* 40: 75.
- 4) DODSWORTH T. L. & W. H. MCKCAMPBELL, 1952; Report on an experiment to compare the fattening values, for beef cattle of silages made from grass cut at different stages of growth. *J. Agr. Sci.* 42: 395.
- 5) ———, ———, 1953; Report on a further experiment to compare the fattening values, for beef cattle, of silage made from grass cut at different stages of growth, together with the result of some supplementary experiments. *J. Agr. Sci.* 43: 66.
- 6) ———, 1956; Studies on the starch values of swedes, fodder beet and grass silage and on the complementary value of grass silage and roots when fed together to ruminants. *J. Agr. Sci.* 47: 456.
- 7) ELLIOT J. M., E. BENNETT & J. G. ARCHIBALD, 1957; Effect of feeding certain silages on the relative concentrations of rumen volatile fatty acids. *J. Dairy Sci.* 40: 356.
- 8) ———, & J. K. LOOSLI, 1959; Effect of the dietary ration of hay to concentrate on milk production, ration digestibility and urinary energy losses. *J. Dairy Sci.* 42: 836.
- 9) ———, ———, 1959; Relationship of milk production efficiency to the relative proportions of the rumen volatile fatty acids. *J. Dairy Sci.* 42: 843.
- 10) ENSOR W. L., J. C. SHAW & H. F. TELLECHEA, 1959; Special diets for the production for low fat milk and more efficient gains in body weight. *J. Dairy Sci.* 42: 189.
- 11) 井口賢三, 1950; 畜産飼料学, 養賢堂, 288.
- 12) KRONFELD D. C., 1961; Metabolic aspects of ruminant ketosis. *Am. J. Vet. Res.* 22: 496.
- 13) MAGNER R., 1960; Effect of varying alfalfa hay-concentrate rations in a pelleted ration for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 43: 811.
- 14) 三橋 堯, 1948; 乳牛飼養法, 養賢堂, 163.
- 15) MORRISON F. B., 1954; Feeds and Feeding. Ithaca. New York 443.
- 16) MURDOCH J. C., 1962; Silage for dairy cows. *J. Brit. Grassl. Soc.* 17: 133.
- 17) ORT A. & W. KAUFMAN, 1959; Über den Einfluss hoher Silagegaben auf die Verdauungsvorgänge im Pansen. *Landwirtschaftliche Forschung* 12: 149.
- 18) POWELL E. B., 1939; Some relations of roughage intake to the composition of milk. *J. Dairy Sci.* 29: 453.
- 19) SHAW J. C., 1949; Lactic acid, pyruvic acid, amino acids, acetone bodies, oxygen, carbon dioxide and hemoglobin in arterial and mammary venous bloods of cows under various physiological conditions. *J. Dairy Sci.* 29: 183.
- 20) 柴田章夫・扇元敬司・古坂澄石, 1961; 反芻動物の第1胃内発酵に関する研究, I 胃内菌相と発酵型に対する青草および乾草給与の影響の比較. 日本畜産学会報, 第31巻第6号, 290
- 21) 篠崎謙一・菅原 伯, 1961; 第1胃内揮発性脂肪酸の生成におよぼす各種飼料の影響. 日本畜産学会報, 第32巻第3号, 153.
- 22) 鈴木嘉兵衛, 1959; 乳牛の飼料と飼養法, 養賢堂, 248.
- 23) 坪松戒三・藤田保・斎藤久幸, 1963; 牧草サイレー

ジを主体とした乳牛の飼養法確立に関する試験Ⅰ, 牧草サイレージ多給飼養と乾草・根菜・サイレージの単用または併用飼養との産乳効果比較について, 道農試集, 第11号, 85.

- 24) ———, ———, 坂東 健, 1964; 牧草サイレージを主体とした乳牛の飼養法確立に関する試験Ⅱ, サイレージと乾草の給与比率が乳量・乳質に及ぼす影響について, 道農試集, 第13号.
- 25) TYZNIK W. & N. N. ALLEN, 1951; The relation of roughage intake to the fat content of the milk and the level of fatty acids in the rumen. *J. Dairy Sci.* 34: 493.
- 26) 梅津元昌, 1961; 反芻動物における低級脂肪酸の代謝ならびに代謝異常に関する研究, 日本農学会受賞論文, 10.
- 27) ———, ほか5名, 1955; 反芻動物における低級脂肪酸の吸収及体利用に関する研究, 生化学, 第27巻, 第4号, 18.
- 28) ———, 1960; 家畜の生理学, 養賢堂, 260.
- 29) VAN SOEST P. J. & N. N. ALLEN, 1959; Studies on the relationships between rumen acids and fat metabolism of ruminants fed on restricted roughage diets. *J. Dairy Sci.* 42: 1977.

Summary

Comparison was made between hay feeding, hay and roots feeding, hay and grass silage feeding, and hay grass silage and roots feeding for their influence upon milk production and

milk chemical quality of dairy cows. The feeding value of hay and grass silage were evaluated by digestion trials with sheep.

Second-cut grass and legume hay was high in protein, and digestion coefficient of the hay was the same as first-cut grass hay and grass silage cut at the pre-shooting stage of maturity. The efficiency of milk production of the second-cut hay was lowest in that of various succulent rations when fed equal amounts of dry matter rations to dairy cows.

Comparison was made of the effect on milk production of additional roots when fed grass silage, roots or grass silage and roots for dairy cows, but significant differences were not seen in the milk yield or economic effect. Fat-depressing effect was seen when roots were added to both hay and grass silage rations of dairy cows. The milk chemical quality of every rations group was healthy. Since ketogenicity of inferior quality of grass silage can be inhibited by addition of oxalo-acetic acid originate, (e. g. glucose, carbohydrate, lactic acid, propionic acid originate), roots are not always necessary in winter feeding of dairy cows.

Consequently, writers believe in the possibility of no roots high-grass silage feeding of dairy cows.