

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

IV. 牧草サイレージ多給飼養が血液、尿 の諸性状におよぼす影響について

谷口隆一† 岸 吳司† 坪松戒三†

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

IV. Effect of a Great Deal of Grass Silage Consumption on Hematological and Urinary Properties of Dairy Cows.

Ryuichi TANIGUCHI, Koji KISHI & Kaizo TSUBOMATSU

根釧地方の冬季における乳牛飼養法として牧草サイレージを主体とする飼養について、第II報に詳述した。サイレージと乾草の給与比率を決定する飼養試験に併行して乳牛に与える生理的影響について血液、尿の諸性状から判定を加えた結果牧草サイレージ多給飼養による障害として最も懸念されたケトーシス症の発生もなく、乾草を体重の0.7%以下とし牧草サイレージを7%以上給与しても乳牛の健康度に悪影響のないことを認めた。

I 緒 言

乳牛の多頭数飼育が進展するに伴って、広大な草地を保有する根釧地方の特長を生かした草地酪農の確立が重要課題となってきた。根釧地方の立地条件から、夏季間の湿潤濃霧という気候的な制約下で良質乾草の調製が非常にむずかしく、冬期間の飼養では産乳効果が著しく低下し、濃厚飼料を添加しても、乾草を主とした飼養法では有利性が期待できないということが認められている²⁹⁾。

当地方における乳牛の冬期間の飼養法に関して、飼料の大量確保ができるという条件にもとづいて、牧草サイレージを主体とした乳牛の飼養基準を決定することが経済的な飼養法として優先されなければならないと考えられる。

一般的にサイレージ過給の障害として、消化器障害³⁾、ケトーシス¹⁾²⁾²³⁾²⁸⁾、繁殖率低下²⁴⁾等が生じやすいといわれているために量的な制限をうけ、

体重の3~4% (20~25kg) が適量とされている⁷⁾¹⁰⁾¹⁵⁾²⁵⁾。

本試験は、サイレージ多給飼養の有害作用を予防しうる範囲で最大限に利用した場合、すなわちサイレージと乾草の給与比率が乳量、乳質に及ぼす影響と併行して、生体、血液、尿の諸性状の変化について観察し、乳牛の健康度を判定しようとしたものである。

ケトーシスについてはその発生、治療、予防等に関し多くの研究がなされているが⁶⁾⁸⁾¹¹⁾¹³⁾¹⁷⁾、本病は内分泌の失調と飼養管理面の諸要因が交錯した複雑な代謝病で、乳量の激減、食慾減退、神経障害等の主要症状を示し、生化学的には血液、尿、乳汁中にケトン体が増量し、血糖が著しく低下することが認められている⁸⁾⁹⁾²⁰⁾。

生体内にあっては脂肪分解の課程において、ケトン体が産出されるが、ケトン体が過剰になることによって炭水化物の利用が低下し炭水化物代謝障害と関係し、血液中の過剰ケトン体が症状の原

因として考えられている。

近時牧草サイレージと乳牛のケトージスとの関係について欧米の研究者によって探究され¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾、牧草サイレージの酸組成中酪酸の影響が本症の発生に大きな役割りをなすとしているので本報ではケトージスを中心とした面についても検討した。

II 試験方法

本試験は第II報の飼養試験と併行して実施したもので、飼養関係については詳述されているので重複をさけるが、飼養条件としての概要は次のとおりである。

(1) 供試牛の概要

第1表 供試乳牛の概要

種類	区分 群別	No.	牛名	種類	年令	産次	最終分娩 年月日	産仔	開始前		
									1日泌乳量	脂肪率	生体重
A 試験	I	1	B. N.	ホ系	5	2	37. 6.16	♂	19.0 ^{kg}	3.20 [%]	434 ^{kg}
		2	H.S.Q.	"	9	5	" 7. 9	♀	23.0	3.00	533
		3	B.B.H.	"	7	3	" 5.15	♂	17.0	4.00	537
	II	4	L.B.N.	ホ	7	3	" 9.16	♂♀	22.0	4.10	520
		5	R.B.B.	ホ系	5	2	" 5.14	♀	20.0	4.10	520
		6	O.Q.T.	"	5	2	" 6.18	♂	17.0	3.00	500
	III	7	Q.A.2.	ホ	7	3	" 9.10	♂	23.0	4.10	546
		8	D.R.N.	"	11	6	" 8.18	♀♀	20.0	3.20	502
		9	M.B.B.	"	13	6	" 3.27	♂	16.0	3.45	504
	IV	10	R.S.S.	ホ系	10	5	" 4.11	♂	18.0	3.50	600
		11	B.D.O.	ホ	6	2	" 8.15	♂	20.0	3.30	453
		12	Y. S.	ホ系	4	1	" 5. 9	♀	14.0	2.80	441
B 試験	S・飽	13	G.F.4.	ホ	16	5	" 3. 9	♀	19.0	4.30	630
		14	J - 46.	ジャー	8	3	" 7. 9	♂	13.0	4.20	367

(2) 飼養条件の概要

第2表 期別飼料の成分表

飼料名	水分	乾物	粗蛋白	粗脂肪	粗繊維	NFE	粗灰分	DCP	TDN
1期サイレージ	79.98	20.02	2.47	1.09	6.52	8.27	1.69	1.73	13.22
2 "	79.69	20.31	2.55	1.13	6.34	8.66	1.63	1.79	13.48
3 "	79.77	20.23	2.24	1.25	6.96	8.03	1.75	1.57	13.45
4 "	81.30	18.70	2.66	1.19	5.80	7.43	1.62	1.86	12.50
1期乾草	13.12	86.88	7.31	2.73	26.72	44.93	5.18	4.53	50.55
2 "	9.60	90.40	6.29	2.79	32.61	44.36	4.35	3.90	53.37
3 "	8.92	91.08	6.48	2.21	31.75	45.92	4.72	4.02	53.07
4 "	9.00	91.08	7.85	2.05	32.57	42.30	6.23	4.86	53.40
配合飼料	8.80	91.00	20.22	4.35	9.89	47.16	9.58	17.20	71.55
ルタバ	90.13	9.87	0.82	0.04	2.10	6.43	0.48	0.59	8.42

(注) 1. (消化率) 乾物 蛋白 脂肪 繊維 NFE
 サイレージ 66% 70% 73% 65% 66%
 1番乾草 58% 62% 58% 63% 57%
 2. 乾物中サイレージ DCP 8.78 TDN 66.3
 乾物 DCP 4.82 TDN 58.5

第 3 表 サイレージ有機酸組成 (原物中%)

サイレージ袋位	pH	BARNETT 法					FLIEG 法			
		総酸	揮発酸	不揮発酸	比色乳酸	乳:酸	乳酸	酢酸	酪酸	乳:酢:酪
最上層	4.4	1.234	0.630	0.604	0.780	49:51	0.745	1.109	0.306	35:51:14
上	4.0	2.258	0.952	1.306	1.300	58:42	1.337	1.331	—	50:50
中	3.8	2.817	0.756	2.061	1.775	73:27	1.998	0.909	—	69:31
中	3.8	2.652	0.618	2.034	1.775	77:23	1.952	0.817	—	70:30
下	3.6	3.156	0.474	2.682	1.433	85:15	2.418	1.288	—	65:35
下	3.8	2.442	0.516	1.926	1.323	79:21	1.960	0.630	—	76:24
平均	3.8	2.775	0.660	2.115	1.521	74:26	1.933	0.995	—	66:34

(注) 1. 平均値は乳酸量とし、揮発酸は酢酸量として表示した。
 2. 不揮発酸は乳酸量とし、揮発酸は酢酸量として表示した。
 3. このサイレージは上部5%に糖蜜1%添加した。

第4表 給与変換表

試験	期別	期日			
		1	2	3	4
A	群別	10.4~ 10.23	10.24~ 11.12	11.13~ 12.2	12.3~ 12.22
	I	S 単	S ₂ :H ₁	S ₁ :H ₂	S ₁ :H ₁
	II	S ₂ :H ₁	S ₁ :H ₂	S ₁ :H ₁	S 単
	III	S ₁ :H ₂	S ₁ :H ₁	S 単	S ₂ :H ₁
	IV	S ₁ :H ₁	S 単	S ₂ :H ₁	S ₁ :H ₂
B	S	S 飽	S 飽	S 飽	S 飽

(注) Sは Silage, Hは牧草, 単は単用, 飽は飽食
 数字は給与比率を示す。

第5表 群別飼料摂取日量 (平均 kg)

種類	群別	飼料名	S 単 (長期)			
			S 単	S ₂ :H ₁	S ₁ :H ₂	S ₁ :H ₁
A	飼料	乾草	—	3.7 (0.7)	8.2 (1.5)	5.9 (1)
		サイレージ	53.3 (10)	36.5 (7)	18.3 (3.5)	26.3 (5)
		配合	3.7	3.9	4.1	3.6
B	飼料	乾草	—	—	R 2.5 (0.5)	
		サイレージ	56.6 (11)			
		配合	3.8			

(注) 1. 表中の記号 Sは Silage, Hは乾牧草, Rは
 ルタバガである。
 2. ()内数字は体重当たり%を示す。

第 6 表 飼料養分摂取量とNRC標準比

種類	群別	期	1		2		3		4		平均	
			DCP	TDN	DCP	TDN	DCP	TDN	DCP	TDN	DCP	TDN
A	I	区別	S 単		S ₂ :H ₁		S ₂ :H ₂		S ₁ :H ₁		S 単	
		量(g)	1,683	10,275	1,519	9,902	1,229	9,420	1,312	8,422	1,552	9,720
	II	区別	S ₂ :H ₁		S ₁ :H ₂		S ₁ :H ₁		S 単		S ₂ :H ₁	
		量(g)	1,634	10,259	1,444	10,029	1,228	8,919	1,582	9,088	1,472	9,566
	III	区別	S ₁ :H ₂		S ₁ :H ₁		S 単		S ₂ :H ₁		S ₁ :H ₂	
		量(g)	1,517	10,070	1,349	9,280	1,387	9,484	1,402	8,753	1,375	9,628
	IV	区別	S ₁ :H ₁		S 単		S ₂ :H ₁		S ₁ :H ₂		S ₁ :H ₁	
		量(g)	1,444	9,650	1,555	9,635	1,333	9,351	1,306	8,984	1,333	9,151
B	S	区別	S 単長		同左		同左		同左		S 単長期	
		量(g)	1,683	10,616	1,637	10,148	1,486	10,242	1,716	9,924	1,630	10,232

(注) 標準比とは飼料養分摂取量がNRC標準量に対する比率である。

(3) 供試材料の採取および方法

A, B 両試験を通じ、血液は予備観察期 1 回、給与開始後 10 日間隔で 8 回にわたり毎回早期安静時頸静脈より採血した。

赤、白血球数は BÜRKER-TÜRK 法、血色素量は SAHLI 法、ヘマトクリットは WINTROBE 法、血清蛋白量は蛋白計法、グロス反応は HAYEN 氏液消費量法、血清成分中 P, Ca は FISKE & SUBBAROW 法、Mg は KUNKEL 法、血糖量は全血につき FOLIN-WU 法、血液ケトン体は THIN & ROBERTSON 法²⁷⁾により測定した。

尿所見については給与開始後 20 日間隔で各牛 4 回にわたり自然もしくはカテーテルにて採尿し色調、臭気、pH、比重、蛋白、糖、ケトン体につき常法により実施し、ケトン体*については THIN & ROBERTSON 法²⁷⁾により定量した。

試験期間を通じ各牛の一般臨床検査は常法により観察した。

III 試験成績

A サイレージと乾草の給与比率に関する試験

(1) 臨床検査では試験期中 No. 2 牛が第 1 期の始め 3 日間程度食欲減退し、残食が多かった以外全牛元気、食欲、一般状態は健康に経過し、ケトージス症状は全く認められなかった。

(2) 血液、尿所見については次のとおりであるが、各調査項目ごとに群別平均値(4 捨 5 入)をもって飼養期別に掲載比較した。

第 7 表 赤血球数(万/mm³)

期別 群別	試験 前期	Silage		S ₂ :H ₁		S ₁ :H ₁		S ₁ :H ₂		全期 平均
		日 10	日 20	10	20	10	20	10	20	
I	535	504	613	613	578	537	535	530	552	555
II	561	583	582	570	639	545	572	640	548	582
III	517	523	539	533	502	567	557	501	583	536
IV	645	570	605	592	600	580	584	585	597	595
平均	565	545	585	577	580	557	562	564	570	567

* 以下ケトン体とはアセト酢酸、β ヒドロキシ酪酸及び遊離アセトンの三者をアセトン量として定量した総ケトン量をさす。

赤血球数：乳牛の栄養判定基準によると²¹⁾²²⁾、赤血球数値の評価は 400 万以下は不可とされ、500 万～700 万が優良とされているが、試験前期平均 565 万で試験期間中生理的範囲の変動に止まり、飼養群間に顕著な差異は認められなかった。

第 3 表 白血球数(1/mm³)

期別 群別	試験 前期	Silage		S ₂ :H ₁		S ₁ :H ₁		S ₁ :H ₂		全期 平均
		日 10	日 20	10	20	10	20	10	20	
I	8,400	9,600	9,400	6,900	8,300	9,700	5,300	8,700	7,600	8,211
II	6,300	7,700	6,700	7,500	6,300	4,300	5,500	4,500	6,600	6,378
III	6,500	5,800	5,500	7,000	5,300	5,300	4,900	7,700	6,000	6,600
IV	6,900	5,700	4,900	7,100	5,500	6,300	6,400	7,100	5,800	6,189
平均	7,025	7,200	6,625	7,125	6,350	6,400	5,525	7,500	6,500	6,695

白血球数：白血球数においても 5,300～9,700 内の変動で、個体的に差異を認めたものもあったが群別間における一定傾向は認められなかった。

第 9 表 ヘマトクリット(%)

期別 群別	試験 前期	Silage		S ₂ :H ₁		S ₁ :H ₁		S ₁ :H ₂		全期 平均
		日 10	日 20	10	20	10	20	10	20	
I	30	29	30	30	32	29	30	30	30	30
II	31	31	30	32	31	31	32	29	33	31
III	32	31	31	32	31	29	31	30	31	32
IV	35	31	30	34	34	38	37	37	33	34
平均	32	31	30	32	32	32	32	32	32	32

ヘマトクリット値：血液 100 ml 中の赤血球容積を % で表し、赤血球数の概算を得ようとするもので試験期間中 30～32% の恒常値を示し、赤血球数とほぼ平行していた。

第 10 表 血色素量(%)

期別 群別	試験 前期	Silage		S ₂ :H ₁		S ₁ :H ₁		S ₁ :H ₂		全期 平均
		日 10	日 20	10	20	10	20	10	20	
I	65	62	64	64	64	60	61	58	62	62
II	67	65	63	66	67	60	65	66	65	65
III	66	60	61	61	63	62	64	63	66	63
IV	65	67	62	64	65	66	64	64	63	64
平均	66	64	63	64	65	62	64	63	64	64

血色素量：60～65% の生理的範囲内の変動に止まり、群間に傾向は認められなかった。

第11表 グロス反応 (cc)

群別	期別 試験前期	Silage		S ₂ :H ₁		S ₁ :H ₁		S ₁ :H ₂		全期平均
		日後10	日後20	10	20	10	20	10	20	
I	1.68	1.62	1.46	1.54	1.52	1.21	1.53	1.46	1.47	1.50
II	2.00	1.79	1.92	1.93	1.92	1.72	1.85	2.00	1.86	1.89
III	1.45	1.37	1.36	1.65	1.59	1.41	1.43	1.59	1.40	1.47
IV	1.84	1.80	1.77	1.71	1.67	1.66	1.71	1.74	1.71	1.73
平均	1.74	1.65	1.63	1.71	1.68	1.50	1.63	1.70	1.61	1.65

グロス反応：肝臓機能の障害程度を判定するための方法でハイエム氏液の消費量より、その陽性度を1.00 ml 以下卅, 1.01~1.24 ml 卅, 1.25~1.99 ml +, 2.00~3.99 ml - とされている²⁰⁾。

本試験では軽度の陽性を示していることより幾分蛋白代謝機能が低下する傾向にあると思われた。

第12表 血清総蛋白量 (%)

群別	期別 試験前期	Silage		S ₂ :H ₁		S ₁ :H ₁		S ₁ :H ₂		全期平均
		日後10	日後20	10	20	10	20	10	20	
I	7.8	7.6	7.7	7.8	7.7	7.9	7.5	7.6	7.7	7.7
II	7.4	7.3	7.1	7.5	7.3	7.2	7.3	7.4	7.3	7.3
III	8.1	7.8	7.8	7.7	7.4	8.0	8.0	8.0	8.2	7.9
IV	7.7	7.6	7.4	7.4	7.5	7.6	7.7	7.4	7.2	7.5
平均	7.8	7.6	7.5	7.6	7.5	7.7	7.6	7.6	7.6	7.6

血清総蛋白量：飼料の栄養分特に蛋白の量的差異による栄養障害の影響を見る場合に多く使用され、評価は6.5~7.5%優, 6.0~6.49%良, とされている。

本試験では平均7.0~8.2%で乳牛の健康値内の変動に止まり顕著な差異は認められない。

第13表 カルシウム (mg/dl)

群別	期別 試験前期	Silage		S ₂ :H ₁		S ₁ :H ₁		S ₁ :H ₂		全期平均
		日後10	日後20	10	20	10	20	10	20	
I	10.67	9.53	9.67	10.03	9.30	10.20	9.67	10.13	10.50	9.97
II	11.13	10.13	10.33	13.00	9.87	9.80	10.77	10.50	8.87	10.49
III	10.13	10.67	10.67	10.93	10.40	10.53	8.43	9.23	10.13	10.12
IV	11.63	11.20	9.10	10.87	10.47	9.40	9.27	11.40	11.27	10.51
平均	10.89	10.38	9.94	11.21	10.01	9.98	9.54	10.32	10.19	10.27

第14表 無機燐 (mg/dl)

群別	期別 試験前期	Silage		S ₂ :H ₁		S ₁ :H ₁		S ₁ :H ₂		全期平均
		日後10	日後20	10	20	10	20	10	20	
I	5.88	6.28	5.05	5.18	5.17	4.72	4.63	4.55	4.80	5.14
II	5.60	5.07	4.83	6.38	4.90	5.03	5.00	4.87	4.52	5.13
III	4.63	3.53	3.55	3.75	3.50	3.48	3.17	4.13	3.75	3.72
IV	5.30	5.13	4.53	4.97	5.00	5.60	4.57	5.03	5.00	5.01
平均	5.35	5.00	4.49	5.07	4.64	4.71	4.34	4.65	4.52	4.76

第15表 マグネシウム (mg/dl)

群別	期別 試験前期	Silage		S ₂ :H ₁		S ₁ :H ₁		S ₁ :H ₂		全期平均
		日後10	日後20	10	20	10	20	10	20	
I	2.32	1.90	1.93	2.02	1.87	2.00	1.90	1.73	1.83	1.94
II	2.52	2.48	2.00	2.00	2.23	2.23	2.18	2.43	1.73	2.20
III	2.08	1.90	2.00	2.18	1.83	2.23	1.87	1.83	2.00	1.99
IV	2.23	2.23	1.97	2.23	2.13	1.90	2.15	2.27	1.90	2.11
平均	2.25	2.13	1.98	2.11	2.02	2.09	2.03	2.07	1.87	2.06

Ca, P, Mg：血清中の Ca, P, Mg の変化についても健康値内の変動に止まり、代謝異常は認められなかった。

第16表 血糖 (mg/dl)

群別	期別 試験前期	Silage		S ₂ :H ₁		S ₁ :H ₁		S ₁ :H ₂		全期平均
		日後10	日後20	10	20	10	20	10	20	
I	59	55	68	64	69	68	65	69	69	72
II	59	69	63	61	62	65	61	61	65	63
III	63	66	66	63	67	65	68	65	63	65
IV	64	56	66	66	64	61	64	61	61	56
平均	61	62	66	64	66	65	65	64	65	64

血糖量：血糖についてはケトン体とともに多給による障害の有無を判定するための重要指針と思われたが、各期を通じ 55~69 mg/dl の正常値内の変動に止まり、全平均 65 mg/dl でケトージスにおける低血糖の現象は1例も認められなかった。

第 17 表 血液中アセトン体の消長

群別	期別 項目	試験前	Silage		Silage 2 Hay 1		Silage 1 Hay 1		Silage 1 Hay 2		全期平均
			10日後	20日後	10	20	10	20	10	20	
			I	FA	0.30	0.39	0.79	0.25	0.15	0.57	
	AA	0.04	0.59	0.13	0.27	0.29	1.52	0.04	0.39	0.20	0.39
	β	0.10	0.55	0.34	0.48	0.98	1.34	0.82	0.81	0.83	0.69
	TA	0.44	1.53	1.26	1.00	1.42	3.43	1.03	1.83	1.30	1.47
II	FA	0.33	0.33	0.24	0.29	0.50	0.35	0.32	0.18	0.14	0.30
	AA	0.04	0.90	0.08	0.28	0.50	0.36	0.56	0.75	0.35	0.42
	β	0.18	1.13	0.65	0.39	0.53	0.53	0.47	0.68	0.40	0.55
	TA	0.55	2.36	0.97	0.96	1.53	1.24	1.35	1.61	0.89	1.27
III	FA	0.32	0.30	0.34	0.52	0.41	0.30	0.17	0.38	0.29	0.34
	AA	0.09	0.43	0.39	0.66	0.33	0.53	0.85	0.13	0.25	0.41
	β	0.08	0	0.35	0.81	0.43	0.95	1.05	0.19	0.86	0.52
	TA	0.49	0.73	1.08	1.99	1.17	1.78	2.07	0.70	1.40	1.27
IV	FA	0.22	0.25	0.10	0.31	0.41	0.18	0.80	0.26	0.48	0.33
	AA	0.04	0.55	0.89	0.05	0.61	0	0.52	0.06	0.99	0.41
	β	0.90	0.54	0.73	0.14	0.05	0.06	0.05	0.61	0.48	0.40
	TA	1.16	1.34	1.72	0.50	1.06	0.24	1.37	0.93	1.97	1.14
全群平均	FA	0.29	0.32	0.37	0.34	0.37	0.35	0.37	0.36	0.30	0.34
	AA	0.05	0.62	0.37	0.32	0.43	0.60	0.49	0.33	0.45	0.41
	β	0.32	0.56	0.52	0.46	0.50	0.72	0.60	0.57	0.64	0.54
	TA	0.66	1.50	1.26	1.12	1.30	1.67	1.46	1.26	1.39	1.29

備考 1. 表中FAは遊離アセトン, AAはアセト酸, β は β ヒドロキシ酪酸の略である。
2. TAは上記三者をアセトン量 (mg/dl) として定量化した総ケトン量を示す。

ケトン体: 通常, ケトージス症における, 血液内ケトン含有量は次のとおりである²¹⁾。

症 状	遊離アセトン (mg/dl)	総ケトン (mg/dl)
正 常	0.1~0.5	4.0以下
軽 症	0.5~4.0	5.0~40.0
中等症	0.0~10.0	40.0~100.0
重 症	10.0<	100.0<

症状的にはケトン量が 10 mg/dl 以上に増量することが認められているが, 本試験では意外に少なく最高 3.43 mg/dl で総ケトン量で平均 1.29 mg/dl を示したにすぎなかった。試験前に比較すると各期とも若干上昇するが, 生理的な範囲に止り, ケトン血症の傾向は全く認められない。

尿の肉眼的所見として全期を通じ色調, 混濁度に異常なく, pH は 8.0~8.4 の範囲内において, 比重も正常であった。

蛋白反応は煮沸試験で全例陰性であり, 糖反応は BENEDICT 試験で Silage 期 2 頭, S₂: H₁ 期 3 頭, S₁: H₂ 期 2 頭, S₁: H₁ 期 3 頭に軽度の

第 18 表 尿中ケトン体の変化

群別	期別 項目	Silage	Silage 2 Hay 1	Silage 1 Hay 1	Silage 1 Hay 2	全期平均							
							I	FA	0.77	0.17	0.38	0.55	0.47
								AA	0.59	0.04	0.29	0.12	0.26
	β	0.48	0.19	0.33	0.16	0.32							
	TA	1.84	0.40	1.00	0.83	1.05							
II	FA	0.25	0.52	0.20	0.31	0.32							
	AA	0.44	0.38	0.21	0.04	0.24							
	β	0.28	0.12	0.35	0.12	0.22							
	TA	0.97	1.02	0.76	0.47	0.78							
III	FA	0.19	0.26	0.23	0.33	0.24							
	AA	0.03	0.39	0.19	0.08	0.17							
	β	0.31	0.39	0.16	0.15	0.28							
	TA	0.53	1.04	0.58	0.56	0.69							
IV	FA	0.35	0.39	0.43	0.20	0.35							
	AA	0.15	0.11	0.04	0.25	0.14							
	β	0.30	0.06	0.09	0.10	0.14							
	TA	0.80	0.56	0.56	0.55	0.63							
全群平均	FA	0.39	0.34	0.31	0.35	0.35							
	AA	0.30	0.24	0.18	0.12	0.20							
	β	0.34	0.19	0.23	0.14	0.24							
	TA	1.03	0.77	0.72	0.61	0.79							

陽性牛をみたが群別的な傾向は認められなかった。

尿中ケトン体の簡単な証明法として Ross 法, ROTHERA 法もあるが本報ではシノテスト 3 号を使用した。普通尿中ケトン体の出現とケトージス症の関係では軽症 10 mg 以上, 中等症 30 mg, 重症 50 mg 以上となっており, 本試験では全例が

陰性に経過し, 分析値をうらづけていた。

B サイレージ飽食による試験

(1) 臨床所見

給与期試験牛 2 例の 80 日間における臨床検査では一般症状に異常がなく健康牛と認められた。

(2) 血液諸性状の変化

第 19 表 B 試験における血液一般所見

項目	期別 牛名	試 前	驗 期	Silage 飽食							全 平	期 均
				10日後	20日後	30日後	40日後	50日後	60日後	70日後		
赤血球 (万)	G.F.4	568	575	680	605	575	715	634	625	650	625	
	J-46	603	555	536	495	460	460	476	452	490	503	
	平均	586	565	608	550	518	588	555	539	570	564	
白血球 (1)	G.F.4	6,400	5,200	8,800	6,400	5,200	5,400	5,600	5,400	6,000	6,000	
	J-46	3,600	3,400	4,000	3,200	4,400	5,400	6,200	5,300	5,000	4,500	
	平均	5,000	4,300	6,400	4,800	4,800	5,400	5,900	5,400	5,500	5,300	
血色素 (%)	G.F.4	66	66	65	71	64	69	65	68	63	66	
	J-46	71	67	67	70	65	71	70	62	73	69	
	平均	69	67	66	71	65	70	68	65	68	67	
ヘマトク リット (%)	G.F.4	33	38	36	31	31	38	34	36	35	35	
	J-46	34	36	34	31	30	35	33	31	36	33	
	平均	34	37	35	31	31	37	34	34	34	34	
血清蛋白 (%)	G.F.4	7.9	7.8	7.4	7.7	7.8	8.0	7.4	7.8	7.4	7.7	
	J-46	7.0	7.0	7.0	7.5	7.4	7.2	7.2	6.8	7.1	7.1	
	平均	7.5	7.4	7.2	7.6	7.6	7.6	7.3	7.3	7.3	7.4	
グロス反応 (cc)	G.F.4	1.90	1.80	1.90	2.00	1.80	1.90	1.98	1.90	1.70	1.88	
	J-46	2.00	1.70	2.35	1.90	1.90	2.10	2.00	1.90	1.90	1.97	
	平均	1.95	1.75	2.13	1.95	1.85	2.00	1.94	1.90	1.80	1.93	
血糖 (mg/dl)	G.F.4	58	58	54	59	60	72	66	68	68	63	
	J-46	56	56	60	62	58	52	62	62	67	60	
	平均	55	55	55	65	59	62	64	65	68	61	
Ca (mg/dl)	G.F.4	10.00	9.20	9.20	10.40	9.20	12.20	11.80	12.60	12.40	10.83	
	J-46	11.00	10.40	9.40	11.90	9.20	11.60	11.20	11.20	11.60	10.83	
	平均	10.50	9.80	9.30	11.15	9.20	11.90	11.50	11.90	12.00	10.83	
P (mg/dl)	G.F.4	4.15	5.15	3.20	4.20	4.15	4.80	4.35	4.45	4.10	4.28	
	J-46	4.75	4.65	3.20	4.40	3.80	4.30	4.37	4.75	5.05	4.36	
	平均	4.45	4.90	3.20	4.30	3.98	4.55	4.36	4.60	4.58	4.32	
Mg (mg/dl)	G.F.4	1.80	1.80	1.90	2.00	1.80	1.90	1.90	1.90	1.82	1.90	
	J-46	2.00	1.70	2.35	1.95	1.90	2.10	2.00	1.90	1.90	2.00	
	平均	1.90	1.75	2.13	1.98	1.85	2.00	1.95	1.90	1.86	1.95	

第20表 B試験における血液中のケトン体の変化

項目	期別 牛名	試験期	Silage 飼食								全期平均
			10日後	20日後	30日後	40日後	50日後	60日後	70日後	80日後	
FA (mg/dl)	G.F.4	0.15	0.60	0.37	0.10	0.10	0.75	0.23	0.27	0.10	0.30
	J-46	0.50	0.27	0.40	0.50	0.35	0.35	0.37	0.24	0.05	0.34
	平均	0.35	0.44	0.39	0.30	0.23	0.55	0.30	0.26	0.08	0.32
AA (mg/dl)	G.F.4	0.09	0.31	0.12	0.26	0.98	0.33	0.48	1.02	0.64	0.47
	J-46	0.00	0.18	0.15	0.35	1.11	0.51	0.53	0.63	0.81	0.47
	平均	0.05	0.25	0.14	0.31	1.05	0.42	0.51	0.83	0.73	0.47
β (mg/dl)	G.F.4	0.85	0.91	0.68	1.19	1.39	1.25	1.40	1.50	1.40	1.17
	J-46	0.50	0.10	0.74	0.68	2.33	0.85	1.07	0.86	0.97	0.90
	平均	0.68	0.51	0.71	0.94	1.86	1.07	1.24	1.18	1.19	1.04
TA (mg/dl)	G.F.4	1.09	1.82	1.17	1.55	2.47	2.33	2.11	2.79	1.14	1.83
	J-46	1.00	0.55	1.29	1.53	3.79	1.75	1.97	1.73	1.83	1.72
	平均	1.05	1.19	1.23	1.54	3.13	2.04	2.04	2.26	1.49	1.78

備考 FAは遊離アセトン, AAはアセト酢酸, β は β ヒドロキシ酪酸, TAは総ケトン量を示す。

Grass-silage 飼食試験で40日目に1例が3.79 mg/dlに増量を認めたが症状を認めるまでに至らず正常であった。

第21表 B試験における尿中ケトン体の消長

項目	期別 牛名	Silage 飼食				期平均
		20日後	40日後	60日後	80日後	
FA (mg/dl)	G.F.4	0.44	0.36	0.14	0.21	0.29
	J-46	0.44	0.20	0.20	0.39	0.31
	平均	0.44	0.28	0.17	0.30	0.30
AA (mg/dl)	G.F.4	0.01	0.19	0.46	0.28	0.24
	J-46	0.02	0.29	0.23	0.21	0.19
	平均	0.02	0.24	0.35	0.25	0.22
β (mg/dl)	G.F.4	0.36	2.04	0.21	0.00	0.65
	J-46	0.19	0.00	0.23	0.27	0.35
	平均	0.28	1.02	0.22	0.14	0.50
TA (mg/dl)	G.F.4	0.81	2.59	0.81	0.49	1.17
	J-46	1.37	0.49	0.66	0.87	0.85
	平均	1.09	1.54	0.74	0.68	1.01

尿所見についても試験期を通じ、異常を認めず蛋白、糖反応は陰性を示した。尿中ケトン体も日数経過に伴い、漸増したが、シノテスト3号検査は陰性で、生理的数値内の変動に止まった。

IV 考 察

根釧地方の冬季における乳牛の飼養法として、

牧草サイレージを主体とした試験の一環として、牧草サイレージと乾草の給与比率が乳量、乳質に及ぼす飼養試験と併行して血液、尿の諸性状より生理障害の有無について推論する。

牧草サイレージ飼養に切替えた際に、まず予想される生理障害の一つとしてケトージスがあげられる。この疾病は確かに冬より春にかけて、サイレージ利用の多い地方に認められ、要因の一つとして醗酵不良な牧草サイレージ中の酪酸を摂取した場合に多いといわれている²⁾。

元来反芻獣は第1胃内の嫌気性菌によってセルロースが分解して揮発性有機酸に変化し、エネルギー源として利用されている¹⁾²⁾²³⁾。

MARSHALL¹⁵⁾は反芻胃機能の研究で Cellulose 分解によって、酢酸65%、プロピオン酸20%、酪酸15%、という割合の有機酸が産生され、プロピオン酸は Glycogenic であり抗ケト原性であり、酪酸は強力な Ketogenic であるとしているが、これらの見解は、BROUWER⁴⁾の観察で酪酸サイレージの飼養により泌乳牛の血中ケトン体の顕著に増量していることでもうなずかれる。

通常 VFA (低級脂肪酸類)には酪酸が存在することは自然で、生体に悪影響を与えないが、許容範囲を越え大量のケト因物質を摂取したり、妊娠、分娩、泌乳等のストレスに伴いホルモン失調等が

加わることによって Ketosis に陥りやすいといわれており¹⁸⁾¹⁹⁾³¹⁾、一般に分娩後 2~3 週間をピークとして泌乳量の上昇期に多発しているが⁶⁾¹⁶⁾¹⁸⁾、本報では供試牛が分娩後 1~7 カ月経過し、まぢまちであったため前述の関係については推察できなかった。

本試験に併用された飼料についての栄養学的考察については前報³⁰⁾により詳述されているので省略するが、牧草サイージは第 3 表に示されているように総じて低 pH, 高乳酸, 低酢酸で品質良好なものであった点から生体に対する悪影響については期待ができなかった。すなわち A, B 両試験を通じ個体的に食欲減退を示したのもあったが臨床獣医学的に顕著な異常は認めず健康に経過した。

血液諸性状の推移でも赤血球, 赤血球容積, 白血球数, 血色素量において, いずれも正常値内の变化で粗飼料の給与比率を変えた影響は認められなかった。

血清蛋白量と体組織蛋白量とは健康体では常に平衡を保っているという見地より血清蛋白濃度を測定したが, 乳牛では通常 $7.0 \pm 1\%$ /100ml の正常動揺範囲とされているが¹⁰⁾、本試験では平均値 7.6%, B 試験平均値 7.3% を示し, 正常値内と見なされた。

肝臓の蛋白代謝機能異常の有無を察知するため GROS 反応を実施したが, 試験前より個体的に軽度の陽性を認めたが, 試験期に入り特に悪化した例がない点から代謝異常があったとは認められない。

つぎに血清無機質の変化について考察すると, TODD ら²⁸⁾は牧草サイレージ多給で血中 Ca, P, Mg はいずれも正常値内であることを認めているが, 本試験でも各群間を通じ傾向的な差はなく生理的範囲の変動に止まった。血糖値の変化では, GONRAD らは牧草サイレージを多給することにより血液 100 cc 中 45~50 mg に低下すると報じているが, 本試験では 61~66 mg/dl で中村¹⁹⁾の健康乳牛群平均 62 mg/dl に近く正常値内であった。これは牧草サイレージは醗酵によって確かに糖分減少は認められているが, 反芻獣では血糖は

Cellulose が变化した VFA にも起因しており, 本試験のように乳量に応じた配合飼料を添加している点より血糖が極端に低下するとも考えられない。

乳牛のケトージスで最も注目すべき血液, 尿中のケトン体の変化についてのべると, 健康牛におけるケトン量については諸報告があるが³⁾¹⁰⁾²⁶⁾²⁷⁾、血液では, ケトン量 1.92~6.10 mg/dl, 尿中では 3.37~22.01 mg/dl の範囲内である。北海道の乳牛では, 吉田³¹⁾によると, 血液平均 0.48 mg/dl, 標準動揺域 1.2%, 尿平均値 1.1 mg/dl, 標準動揺域 3.1% としているが, 一方 ADLER ら²⁾により高酪酸含量の Grass-silage と乳牛ケトージスの関係を認め, TODD ら²⁸⁾は粗飼料をほとんど牧草サイレージに切替え, 乳期に応じた濃厚飼料を添加した飼料試験で給与後 1 週間ぐらいで給与前皆無であった血中ケトン体が 20~150 mg/dl に増し, 症状的にもケトージス傾向を認めているが, このときの給与サイレージは酪酸醗酵した品質の悪いものであった。また POTTS ら²⁹⁾は Grass-silage 中ケトン体と血中濃度との間に相関があるとしている。

本試験では血液ケトン体の変化は意外に少なく飼料群間に差は認められず, A 試験では全期平均 1.29 mg/dl で, 試験前 0.66 mg/dl に比し幾分増量しているが, 健康値内でケトージス症状はなかった。B 試験でも 40 日目に 1 例 3.79 mg/dl を示したのが最高値で, 全期平均 1.77 mg/dl, 試験前 1.05 mg/dl と約 2 倍近くに増加したが正常と認められた。

尿中ケトン体も血液とほぼ平行しており, A, B 試験を通じ 2.59 mg/dl が最高値でシノテスト 3 号による検査でも全期を通じ陰性を示したことで肯定できる。

粗飼料給与比率を变换した本試験ではサイレージ多給群(乾草 1.0~1.6%, サイレージ 2.5%~5%)と乾草多給群(乾草 1.0~1.6%, サイレージ 2.5~5%)の間で産乳経済効果は前者がまさり, サイレージ長期飽食群でも健康に経過し, 血液, 尿中ケトン体は幾分増加は認めたが, ほかの血液, 尿中諸性状とともにいずれも生理的範囲内の変動に終わり

栄養障害がなく飽養差による傾向は認められず、全群健康と判定された点今後根釧地方における牧草サイレージ利用上有利な結果が得られたものと思ふ。

V 総 括

牧草サイレージ多給飼養時における血液、尿の諸性状に及ぼす影響について、牧草サイレージと乾草の給与比率および牧草サイレージの長期飽食試験より次のような結果を得た。

1. 試験開始前に比較し血液、尿中ケトン体は若干増加する傾向を認めたが、正常値内の変動に止まり、ケトージス症候は認められなかった。
2. 血液、尿の諸性状より造血、肝臓の各機能およびミネラル代謝に異常が認められず試験期間全牛健康に経過した。

文 献

- 1) ADLER J. H., 1956; Grass silage a possible nutritional factor bovine ketosis. *Cornell Vet.* 46: 446.
- 2) ———, S. T. ROBERTS & J. A. DYE, 1958; Further observations on silage as a possible etiological factor in bovine ketosis. *J. Vet. Research* 19: 314.
- 3) ALLCROFT W. M., 1947; *Vet. J.* 103: 2.
- 4) BROUWER & N. D. DYKSTRA, 1938; *J. Agr. Sci.* 28: 695.
- 5) BLACKBURN P. S., M. E. CASTIE & N. H. STRACHAN, 1958; The effect of feeding two levels of concentrates on the incidences of ketosis in dairy cows. *The British Vet. J.* 114: 323.
- 6) CHRISTIAN A. B. & P. CHRISTIAN, 1953; The cause and treatment of ketosis in cattle. *J. A. V. M. A.* 122: 479.
- 7) 広瀬可恒, 1952; 乳牛 一栄養と飼養一, 朝倉書店, 227.
- 8) HENDERSON G. A., 1947; Ketosis in dairy cows with emphasis on treatment. *Cornell Vet.* 37: 292.
- 9) 井口賢三, 1943; 乳牛, 養賢堂, 168.
- 10) 石井 進, 1961; 家畜衛生検査法(下), 農業技術協会 285.
- 11) JOHNSON R. B., 1955; The effects of the administration of acetic, propionic and n-butyric acids upon the blood glucose and ketone body levels of goats. *Cornell Vet.* 45: 273.
- 12) 菊地脩二, 1958; サイレージによる乳牛の飼養, 畜産の研究, 12巻3号, 409.
- 13) KELLY W. R., 1955; The ketosis problem in cattle. *The Irish Vet. J.* 9: 250.

- 14) 三橋 堯, 1946; 乳牛飼養法, 養賢堂, 168.
- 15) MORRISON F. B.; *Feeds and Feeding.* New York 315.
- 16) MARSHALL R. A. & A. T. PHILLIPSON, 1954; *Proc. Nutr. Soc.* 3: 238.
- 17) MILLER W. J., W. J. TYZNIK & N. N. ALLEN, 1954; The treatment of ketosis in dairy cows by oral administration of sodium acetate. *J. A. V. M. A.* 123: 291.
- 18) 中村良一, 1957; ケトージス診断の一考察, 日獣会誌 10巻, 26.
- 19) ———, 1957; 乳牛のケトージスについて, 日獣会誌, 10巻, 280.
- 20) ———, 1958; ケトージスと栄養障害との関係, 畜産の研究, 12巻, 213.
- 21) 農林省家畜試, 1954; ケトージスについての資料, 水曜会記事, 3巻.
- 22) 兩元牧司, 古坂登石, 1958; ルーメン内有機酸醗酵, 畜産の研究, 12巻, 147.
- 23) POTTS R. B. & E. M. KESLER, 1957; Effect of grass silage on milk flavors and blood and milk acetone bodies. *J. Dairy Sci.* 40: 1466.
- 24) 鈴木嘉兵衛, 1959; 乳牛の飼料と飼養法, 養賢堂, 232.
- 25) 須藤 浩, 1960; サイレージの調製と利用法, 養賢堂 77.
- 26) SAMPSON J. 1954; Blood sugar and liver glycogen in ketosis of the ruminant. *J. A. V. M. A.* 124: 341.
- 27) THIN C. & A. ROBERTSON, 1952; The estimation of acetone bodies. *Biochem. J.* 51: 218.
- 28) TODD J. R. 1958; An experiment on bovine ketosis using two different types of silage. *The Brit. Vet. J.* 114: 414.
- 29) 坪松成三, 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, サイレージ単用または併用飼養との産乳効果比較について, 道立農試集報, 11号, 85.
- 30) ———, ———, 坂東 健, 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, 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, 道立農試集報. 13号, 11
- 31) 梅津元昌, 1954; 生体内における栄養素の中間代謝と乳牛の栄養性理学的にみたケトージス, 日獣会誌, 7: 211.
- 32) ———, 1957; 乳牛の栄養判定基準について, 日獣会誌, 10: 290.
- 33) ———, 1958; ルーメノロジイについて, 畜産の研究, 12巻, 157.
- 34) 吉田 融, 1955; 乳牛体液のアセトン指標としての調査, 水曜会記事, 4巻, 37.

Summary

Two experiments were conducted to investigate the effect of a great deal of grass silage consumption on hematological and urinary properties of dairy cows.

Experiment I: The effect of varying levels of grass silage and hay by degrees.

Experiment II: The effect of feeding grass silage ad libitum for about three months.

The results obtained are summarized as follows:

1. Certain ketone bodies in the blood and urine of cows increased slightly, but they were within normal limits.

2. There were no significant changes in the hematological and urinary properties except the ketone above noted. Therefore, it may be said that hemopoietic, hepatic and renal functions, and mineral metabolism were normal.