

iv) トップ給与時の有機物、灰分の代謝

トップ給与によって、飼養標準に適合する栄養摂取量がえられるかどうか、分娩直後の乳量の増大期にPの要求量が充足できるか、サポニンの作用として脂肪消化率の低下がおきるかなどの諸点を確かめるため行なった。表出の関係上乳牛の実

験 I, II とめん羊実験の表を別にした。

採食量と飼料養分摂取量……トップの採食量は、実験 I では飽食に近い 80 kg の制限給与を行ない、実験 II では個体差が大きかったため飽食させたが、70~90 kg 平均 80 kg であった。飼料養分摂取量は、トップの DCP 1.33%, TDN 10.77% で

第 158 表 実験 I ~ II における排糞尿日量

試驗別	群 別	供試牛	排 糞 量						排 尿 量				
			1 日 目			2 日 目			1 日 目		2 日 目		
			排糞量	風乾量	回数	排糞量	風乾量	回数	排尿量	回数	排尿量	回数	
I 實驗	B T	A	31,690 ^g	4,120 ^g	12	41,690 ^g	4,461 ^g	14	33,000 ^{ml}	14	36,800 ^{ml}	16	
		B	38,430	5,111	14	27,140	4,288	10	26,320	8	23,520	8	
	對 照	Sil.	C	36,500	5,110	14	—	—	—	10,070	5	—	—
		D	49,605	6,647	20	47,290	6,290	20	7,370	7	6,530	6	
			E	38,850	5,439	16	39,270	4,673	16	10,000	6	12,350	7
			F	—	—	—	32,260	5,516	15	—	—	10,500	6
II 實驗	B T	a	19,280	2,574	22	18,280	2,947	16	27,370	25	39,350	21	
		b	27,090	4,359	12	18,660	3,295	9	40,920	22	39,460	17	
		c	17,880	2,591	12	22,200	3,656	13	29,790	14	22,640	7	
	對 照	d	24,830	3,841	12	38,300	6,048	14	12,140	7	11,780	9	
		e	18,387	3,106	12	13,390	2,815	8	5,170	3	7,300	3	

第 159 表 有機物 P, Ca, Mg の消化率 (%)

群別	試験別	牛 名	粗蛋白質	粗 脂 肪	粗 纖 維	N F E	P	Ca	Mg
B T	I	A	64.87	48.61	64.02	85.78	2.59	33.44	—
		B	60.85	45.83	50.87	80.29	-17.71	26.19	—
		平均	62.86	47.22	57.44	83.03	- 5.00	29.81	—
	II	a	51.46	14.08	66.05	89.92	- 21.55	18.98	45.61
		b	52.51	2.22	73.37	87.73	- 47.53	-9.64	41.18
		c	53.18	3.47	69.36	85.35	- 37.66	-6.53	44.62
		平均	52.38	6.59	69.60	87.66	- 35.58	1.02	43.80
	群 平 均		57.62	26.90	63.52	85.34	- 20.29	15.41	43.80
Sil.	I	C	56.44	58.50	55.70	65.29	31.11	47.31	—
対 照	I	D	69.53	55.83	72.05	75.71	52.38	30.00	—
		E	58.63	51.49	54.55	67.39	20.10	35.38	—
		F	50.63	71.40	51.97	78.99	38.73	-5.63	—
		平均	59.60	59.57	59.52	74.03	37.07	20.00	—
	II	d	64.65	51.92	60.71	80.38	53.74	18.55	17.90
		e	64.12	55.80	76.17	74.32	21.16	5.15	27.22
		平均	64.38	53.86	68.44	77.35	37.40	11.85	26.66
	群 平 均		61.99	56.71	63.98	75.69	37.23	15.92	26.66

計算すると、実験 I では標準量を摂取したが、実験 II では乾乳牛のため 4~5 割も標準量を上まわって摂取した。対照群は標準量であった。

ビートトップの有機物の消化率……どの程度の消化

率を示すか、トップの脂肪消化率にサボニンが影響するかをみるため第158~160表にその成績を掲載した。

第 160 表 飼料および糞成分分析表

組成成分 試料名		実 験							I						
		一 般 組 成 分 (原物中%)					DCP	TDN	風 乾 物 中 %		修 酸 (原物中%)				
		水分	粗蛋白	粗脂肪	粗纖維	NFE			粗灰分	P	Ca	総修酸	不溶性	水溶性	
Beet top		84.23	2.12	0.27	1.44	10.02	1.92	1.33	10.77	0.164	1.276	0.418	0.247	0.171	
乾 牧 草		8.85	11.09	1.49	30.90	42.64	5.63	7.21	50.75	0.185	0.468	—	—	—	
牧 草 Silage		80.62	2.44	0.97	5.69	8.89	1.39	1.44	11.66	0.196	1.292	0.007	0.007	0	
ル タ バ ガ		89.72	0.90	0.15	1.46	7.01	0.76	0.65	8.55	0.208	0.397	—	—	—	
配 合 飼 料		10.22	11.75	7.29	11.11	54.38	5.25	9.12	75.50	0.849	0.777	—	—	—	
糞	A	1	87.18	1.93	0.49	1.42	4.91	4.07	—	—	0.463	2.708	0.816	0.814	0.002
		2	89.88	1.39	0.16	0.91	1.74	5.92	—	—	0.463	2.495	0.516	0.513	0.003
"	B	1	87.04	1.95	0.43	1.85	5.31	3.42	—	—	0.538	2.679	0.663	0.660	0.003
		2	84.86	2.13	0.25	1.55	4.49	6.72	—	—	0.549	2.570	0.781	0.763	0.018
"	C	1	86.38	1.52	0.47	3.31	4.58	3.74	—	—	0.425	1.397	0.037	0.036	0.001
		2	89.70	2.06	0.38	4.30	3.89	5.67	—	—	0.413	1.873	0.012	0.011	0.001
"	D	1	87.14	1.31	0.47	3.34	4.53	3.21	—	—	0.545	1.145	0.022	0.0218	0.0002
		2	87.51	1.51	0.39	3.10	4.37	3.12	—	—	0.290	1.080	0.016	0.0154	0.0006
"	E	1	86.74	1.67	0.51	3.39	4.16	3.53	—	—	0.639	1.262	0.025	0.0249	0.0001
		2	86.98	1.30	0.32	3.69	6.16	1.55	—	—	0.570	1.301	0.007	0.007	0

組成成分 試料名		実 験							II							
		一 般 組 成 分 (原物中%)					DCP	TDN	風 乾 物 中 %			修 酸 (原物中%)				
		水分	粗蛋白	粗脂肪	粗纖維	NFE			粗灰分	P	Ca	Mg	総修酸	不溶性	水溶性	
Beet top		86.47	1.64	0.20	1.36	9.00	1.33	0.83	9.70	0.173	0.916	0.535	0.407	0.250	0.157	
乾 牧 草		8.85	8.49	1.87	32.15	44.50	4.14	5.52	50.33	0.121	0.252	0.122	—	—	—	
牧 草 Silage		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
ル タ バ ガ		89.72	0.90	0.15	1.46	7.01	0.76	0.65	8.70	0.207	0.397	0.147	—	—	—	
配 合 飼 料		9.75	16.01	1.70	8.90	59.24	4.40	12.81	71.01	0.586	0.724	0.313	—	—	—	
糞	A	1	87.34	2.93	0.54	1.11	1.78	6.33	—	—	0.770	2.911	1.107	0.585	0.5845	0.0005
		2	84.76	3.12	0.76	1.33	5.17	4.86	—	—	0.805	2.671	1.077	0.711	0.711	—
"	B	1	84.78	3.15	0.65	1.46	3.10	6.86	—	—	0.815	3.191	1.024	0.617	0.6165	0.0005
		2	83.37	2.94	0.95	1.47	6.15	5.12	—	—	0.955	3.778	1.151	0.589	0.589	—
"	C	1	86.31	2.60	0.65	1.55	2.90	6.00	—	—	0.815	3.271	0.963	0.679	0.6785	0.0005
		2	84.45	2.89	0.73	1.46	6.21	4.26	—	—	0.790	3.397	0.976	0.679	0.679	—
"	D	1	85.59	2.29	0.45	4.01	5.95	1.71	—	—	0.405	1.170	0.441	0.003	0.0029	0.0003
		2	85.38	1.93	0.43	4.07	6.22	1.97	—	—	0.492	1.281	0.583	0.002	0.002	—
"	E	1	84.24	1.97	0.47	3.86	7.68	1.78	—	—	0.665	1.110	0.380	0.002	0.0017	0.0003
		2	80.54	2.44	0.56	4.43	7.19	4.84	—	—	0.400	1.012	0.377	0.001	0.001	—

注) 実験 I の C1号は牧草 Silage 群 C2号は対照群である。

実験 I, II の平均消化率は、BRUNE²⁹⁾ の Tro-blako (乾燥てん菜葉) の 32 頭の平均の蛋白質 61.2%, 脂肪 32.2%, 繊維 66.5%, NFE 84.9% に比較して、蛋白質、脂肪、繊維がやや低値を示した。生頭菜であるにかかわらず、脂肪消化率が牧草類に比較して低いのは、トップ中の高サボニン含量

が胆汁中のコレステリンと結合し、コレステリン含量低下が脂肪消化率低下に作用したものと思われる。このことはアルファルファでもみられ、脂肪の消化率は 25~35% 程度であった¹⁵⁾。

一般に下痢性の強いときや糞中水分の高いときには、腸管内の通過速度が速いため消化率が低下

するので、生頭葉の消化率が、乾燥てん菜葉に比較して低いのは考えうるところである。したがってこの消化率低下防止のためにも、下痢症予防のためにも乾草、濃厚飼料などの併用が考えられる。

産乳量とその他の生理障害……第 162 表のように、ビートトップ単用期 (12~36日) とその前後の対照期の産乳量を比較するといずれも低下した。代謝試験に供試した 2 頭が 10% 近く産乳量が低下した。これは産乳効果の低下でなく、臨床的にケトージスの症状がみられたことに起因するものと思

われる。なお乾草飽食配合飼料併用飼養も養分摂取が多いにもかかわらず、10%の産乳低下のあったのは、乾草の産乳性の低下のためである。

第 161 表の血中、尿中アセトン量をみると、ビートトップ給与群は分娩後 1~10 か月のもので、妊娠、泌乳に関係のない牛でも、対照群に比較して増量したのは、トップ単用がアセトン生成の原因であったことが考えられる。そのほか低酸度二等乳がトップ群で 1 頭発生し、牛乳成分の P 含量の低下もみられたので、灰分の不均衡も一因として考えられる。

第 161 表 牛乳、血液、尿中の総酸、アセトン、P、Ca、含量 (mg/dl)

試験別 試料名	牛乳 群名	実 験 I										実 験 II					
		牛乳	牛乳	牛乳	牛乳	牛乳	牛乳	牛乳	牛乳	牛乳	牛乳	牛乳	牛乳	牛乳	牛乳	牛乳	牛乳
		総酸	P	Ca	総酸	アセトン	酪酸	計	P	Ca	総酸	アセトン	酪酸	計	P	Ca	総酸
BT	A	0.38	90	105	2.70	0.20	3.50	3.70	2.20	12.28	0.54	6.74	12.46	19.20	0.462	10	0.9
	B	0.36	73	108	2.20	0.33	3.80	4.13	2.45	12.59	0.86	3.42	17.86	21.28	0.675	17	0.8
	G	—	—	—	2.51	0.26	5.40	6.66	2.10	12.51	0.86	5.92	16.44	22.36	—	—	—
	C	0.32	88	103	1.80	0.25	0.70	0.95	4.25	9.69	0.58	2.48	3.86	6.34	0.875	39	0.8
対照	D	0.37	85	111	3.20	0.08	1.40	1.48	4.23	11.43	0.76	5.78	13.16	18.94	1.40	51	0.6
	E	0.29	84	104	1.60	0.04	1.70	1.74	3.80	11.58	0.76	2.85	6.25	9.10	1.00	52	0.6
	F	0.33	88	103	2.20	0.04	1.95	1.99	4.63	11.38	0.70	3.34	9.86	13.20	1.00	32	—

注) 1. 実験 I の C 号は牧草 Silage 群である。

2. 総酸定量は 11 月 4 日、アセトン定量は 11 月 10 日採取のもの。

第 162 表 実験 I における産乳量 (kg)

群 別	供 試 牛	対 照 期	試 験 期	対 照 期	対照期平均	試験期の増減	同 左 %
BT	A	19.868	15.850	15.718	17.793	-1.943	10.92
	B	21.831	19.391	20.386	21.108	-1.717	8.13
	G	18.589	14.753	11.650	15.119	-0.366	2.42
	H	14.653	10.946	7.305	10.979	-0.033	0.30
	平 均						-5.37
Sil.	C	7.963	6.795	5.669	6.816	-0.021	0.31
対照	D	21.647	17.867	18.081	19.864	-1.997	10.05
	E	12.268	9.868	6.538	9.403	0.465	4.94
	F	11.110	8.470	6.280	8.695	-0.225	2.57
	平 均						1.18

注) 対照群中 D 号の試験期は乾牧草多用期である。

P、Ca、Mg の代謝……飼料、糞尿、牛乳などによる灰分代謝は、第 163 表のとおりである。ビートトップ 80 kg の採食によって摂取量は、P 20 g、Ca 100~160 g、遊離 Ca 20~80 g、Mg 60 g であ

った。供試牛の必要灰分量をモリソンの飼養標準で示せば、産乳牛 P 30~40 g、Ca 40~55 g、乾乳牛 P 11 g、Ca 11 g である。したがって P は実験 I では不足であり、実験 II では十分であった。

Ca も遊離 Ca がそのまま利用されれば十分であり, Mg は過剰摂取であった。

P は, トップ群の産乳牛での摂取量は 20 g であるのに, 糞中 22~26 g, 牛乳中 14 g も排泄され, その出納は著しくマイナスであり, 対照群ではプラスを示した。乾乳牛でも, 飼養標準量の摂取があるにもかかわらず出納はマイナスであった。この原因は明らかでないが, 対照群の糞中排泄量が摂取量の多少にかかわらず一定しているので, P の摂取量の増加で陽性転化させうると考えられる。

BRUNE¹¹⁾ も農家の飼料給与量から Ca および P の摂取量を検討し, 一般に標準量に比較して Ca は多く, P は少ないことを認め, 冬季飼料について高能力牛では, P 含量の高い灰分製剤を 100 g 給与するか, ふすまのような P の多い飼料をてん菜主飼料飼養に用いるとよいことを指摘している。

Ca は, 産乳牛でも乾乳牛でも, 糞尿, 牛乳の Ca を計算した出納はプラスを示した。Ca の糞中排泄量で, トップ群は対照群よりはるかに多いが, 摂取量と平行している。Ca の大量摂取, 大

第 163 表 飼料, 糞尿, 牛乳などによる P, Ca, Mg の出納 (g)

試験別	灰分	群 別 試 料	B T 群				対 照 群			
			A	B	C	平 均	D	E	F	平 均
実 験 I	P	飼 料	21.52	21.52	31.53	21.52	56.92	38.11	37.18	44.07
		糞	19.86	25.33	21.72	22.59	27.23	30.45	22.78	26.82
		尿	0.16	0.17	0.09	0.16	0.10	0.11	0.11	0.11
		牛 乳	14.27	14.16	5.98	14.22	15.19	8.29	7.45	10.31
		出納量	-12.77	-18.14	9.81	-15.45	14.40	-0.74	6.84	6.83
		同上%	59.36	84.29	31.11	71.82	25.30	1.92	16.24	15.43
	Ca	飼 料	167.41	167.41	135.50	167.41	102.87	100.14	97.80	100.27
		糞	111.44	123.56	71.39	117.50	72.02	64.72	103.31	80.01
		尿	3.49	4.23	3.93	3.86	3.55	5.81	3.36	4.24
		牛 乳	16.64	20.94	7.00	18.79	19.83	10.26	8.72	12.94
		出納量	35.84	18.68	53.18	27.26	7.47	19.35	-17.59	3.08
		同上%	21.41	11.66	39.25	16.28	7.26	19.32	18.00	3.07
実 験 II	P	飼 料	18.42	22.70	19.67	20.26	48.98	20.23	—	34.60
		糞	21.78	33.50	25.00	26.76	22.66	15.95	—	19.31
		尿	0.33	0.52	0.23	0.36	0.15	0.10	—	0.12
		牛 乳	—	—	—	—	16.80	1.36	—	9.08
		出納量	-3.69	-11.32	-5.56	-6.84	9.37	2.82	—	6.09
		同上%	20.03	49.82	28.22	33.81	19.13	13.94	—	17.60
	Ca	飼 料	97.55	120.18	104.15	107.29	75.14	33.19	—	54.16
		糞	76.82	131.80	104.47	104.36	61.20	31.48	—	46.34
		尿	5.22	4.36	6.52	5.37	0.95	2.30	—	1.62
		牛 乳	—	—	—	—	21.00	2.56	—	11.78
		出納量	15.51	-15.98	-6.84	-2.44	-8.01	-3.15	—	-5.58
		同上%	15.90	13.29	6.57	2.27	10.67	9.49	—	10.28
	Mg	飼 料	56.98	70.19	60.83	62.67	31.79	15.39	—	23.59
		糞	30.12	41.28	30.31	33.90	26.10	11.20	—	18.65
		尿	0.82	1.01	0.72	0.86	0.45	0.49	—	0.47
		牛 乳	—	—	—	—	0.72	0.10	—	0.41
		出納量	26.04	28.90	29.80	27.91	4.52	3.60	—	4.06
		同上%	45.68	40.02	48.99	44.90	44.54	14.22	—	23.39

注) 実験 I の C 号は牧草 Silage 群である。

量排泄の機構は、蓆酸Caとの関連性で理解され、Ca 吸収は蓆酸に影響される。このように大量にCa を摂取した場合、大量の Mg 摂取が必要であるとされているが⁸⁹⁾¹³¹⁾、この点ビートトップは好適な飼料である。また P, Ca が十分にある場合は Mg を大量に給与しても影響ないともいわれ、P が少ない場合 Mg を大量給与すると、Ca 吸収のそ害が指摘されていて¹³¹⁾、ビートトップ給与時の Ca 吸収そ害と関連性があるかもしれない。一方 BRUNE³¹⁾ は、蓆酸沈澱のため大量の Ca 添加は、下痢症を強めるのみでよくないと指摘した。

Mg は、対照群に比較して倍量以上摂取し、吸収量も 6 倍に達している。

めん羊による灰分添加試験は、第164～167表のとおりである。

蓆酸過剰の場合、トップ単用によって、P, Ca

の出納はマイナスであって、Mg がプラスであった。乾草期も摂取量不足から(標準量 P 3.0, Ca 3.5 g) P, Ca ともマイナスであった。Ca 過剰のビートトップにふすまや Ca を添加したが、トップにふすまだけの併用では、Ca 出納はプラスで、P 出納はマイナスであった。摂取量が P 7g, Ca 3g で、P が標準以上にかかわらず、マイナスを示すのは、フィチン態 P の低利用効率も考えられるが、Ca と P の比が問題と思われる。

一般にこの比が 2～1 の場合吸収が正常であり、4 以上または 0.4 以下の場合、吸収そ害をおこすといわれ¹³¹⁾、このときの比が 0.42 であったためと思われる。そこでトップにふすまと Ca を添加した場合、遊離 Ca 5g, P 6.7g で、標準量に比較して適量以上あり、しかも遊離 Ca と P の比が 0.73 と改善されたために、出納量はいずれもブ

第 164 表 めん羊実験における採食量および排泄量

群 別	供 試 牛	採 食 量				排 糞 尿 量	
		牧 草	B T	ふ す ま	CaCO ₃	糞	尿
乾 草	1	520	—	—	—	592	350
	2	470	—	—	—	990	136
	平 均	495	—	—	—	786	243
B T	1	—	5.000	—	—	995	1,800
	2	—	4.750	—	—	1,538	1,518
	平 均	—	4.875	—	—	1,266	1,659
B T + ふすま	1	—	4.926	487	—	937	2,276
	2	—	4.781	496	—	1,151	2,076
	3	—	5.394	359	—	1,327	2,289
	平 均	—	5.033	447	—	1,128	2,214
B T + ふすま + Ca	1	—	4.417	477	5.7	990	2,317
	2	—	4.893	500	6	947	2,887
	3	—	5.050	367	4.4	1,257	2,910
	平 均	—	4.786	448	5.4	1,065	2,705

第 165 表 めん羊実験における飼料中の灰分比と蓆酸または Ca の過剰性

群 別	灰 分 比				遊 離		Ca/P	遊 離 Ca/P	蓆酸または Ca の過剰性
	Ca	P	Mg	遊離Ca	P	Mg			
B T 1	4	1	2	1	1	2	4	1	—
B T 2	3.6	1	1.7	0.4	1	1.7	3.6	0.4	蓆 酸 過 剰
B T + ふすま	1.1	1	1	0.4	1	1	1.1	0.4	Ca 過 剰
B T + ふすま + Ca	1.4	1	1	0.7	1	1	1.4	0.7	"

注) Beet top 1 は多数の平均値、BT 2 は試験時使用のもの。

第 166 表 めん羊実験における P, Ca, Mg の代謝

灰分	期 別	摂 取 量 (g)			排 泄 量 (g)			出 納
		B	T	飼 料	糞	尿	計	
P	乾 草	—	—	0.90	2.55	0.02	2.57	-1.67
	B T	2.42	—	2.42	3.37	0.02	3.39	-0.97
	B T + ふすま	1.66	—	5.37	7.36	0.01	7.37	-0.34
	B T + ふすま + Ca	1.58	—	5.37	6.62	0.01	6.63	+0.32
Ca	乾 草	—	—	2.54	3.15	0.07	3.22	-0.68
	B T	8.68	—	8.68	9.23	0.08	9.32	-0.64
	B T + ふすま	7.05	—	0.89	7.66	0.14	7.80	+0.14
	B T + ふすま + Ca	6.70	—	3.09	9.01	0.10	9.11	+0.68
Mg	乾 草	—	—	1.86	0.81	0.21	1.02	+0.84
	B T	4.05	—	4.05	3.14	0.44	3.58	+0.47
	B T + ふすま	4.53	—	2.15	5.26	0.76	6.02	+0.66
	B T + ふすま + Ca	4.31	—	2.15	4.90	0.98	5.88	+0.58

第 167 表 めん羊実験における P, Ca, Mg 低酸含量

期 別	飼 料 名	灰 分 (原 物 中 %)			酸 度 (原 物 中 %)			同 比	
		P	Ca	Mg	総酸度	水溶性	不溶性	水溶性	不溶性
乾	B T 1	0.05	0.178	0.083	—	—	—	—	—
	B T 2	0.033	0.140	0.09	0.33	0.107	0.223	32	68
	乾 牧 草	0.180	0.513	0.375	—	—	—	—	—
	ふ す ま	1.20	0.2	0.48	—	—	—	—	—
草	糞 1	0.459	0.574	0.316	—	—	—	—	—
	糞 2	0.245	0.299	0.084	—	—	—	—	—
	尿 1	0.006	0.011	0.077	—	—	—	—	—
	尿 2	0.015	0.066	0.110	—	—	—	—	—
B T	糞 1	0.358	1.000	0.34	—	—	—	—	—
	糞 2	0.207	0.554	0.189	—	—	—	—	—
	尿 1	0.001	0.003	0.029	—	—	—	—	—
	尿 2	0.001	0.007	0.022	—	—	—	—	—
B T + ふすま	糞 1	0.780	0.784	0.520	0.597	0.018	0.579	3	97
	糞 2	0.650	0.604	0.410	0.602	0.014	0.588	2	98
	糞 3	0.550	0.666	0.460	0.768	0.014	0.754	2	98
	尿 1	0.007	0.0034	0.039	0.005	0.005	—	100	—
	尿 2	0.0066	0.0079	0.041	0.003	0.002	0.001	67	33
	尿 3	0.0065	0.0077	0.024	0.004	0.004	—	100	—
B T + ふすま + Ca	糞 1	0.7	0.890	0.530	0.495	0.010	0.485	2	98
	糞 2	0.67	0.884	0.480	0.984	0.011	0.673	2	98
	糞 3	0.51	0.8	0.39	0.698	0.012	0.686	2	98
	尿 1	0.0065	0.0021	0.034	0.003	0.002	0.001	67	33
	尿 2	0.005	0.0014	0.044	0.002	0.002	—	100	—
	尿 3	0.0046	0.007	0.03	0.002	0.002	—	100	—

- 注) 1. BT 1 は BT 期のもの、BT 2 はそれ以外のもの。
 2. 糞尿試料は毎日の排泄を比例的に採取混合せるもの。
 3. 糞尿中低酸度も 3 回分析の平均値である。

ラスとなった。

このように灰分代謝からみると、まず飼養標準量の P, Ca を給与すること、ビートトップ給与時には、遊離 Ca を対照に考えること、さらに Ca と P の比を適量にすることに留意して、P, Ca の補給につとめることが大切と認められた。これを怠ると、P, Ca などの代謝障害をおこすことが明らかになった。

v) ビートトップ多給偏用による乳牛の臨床症状への影響

ビートトップ多給偏用による生理障害が、臨床症状的に観察されるものか、尿酸、サポニン、硝酸態窒素などの中毒性が臨床的に観察されるものかを試験するため、乳牛飼養試験の臨床観察を行ない、その血液成分、血液所見、臨床所見について群別平均値で比較検討したのが第168～170表である。臨床的な観察から、その焦点をトップ多給偏用の生理障害の有無と尿酸、サポニンなどの中毒性において表を観察してみよう。

第 168 表 実験 I における群別血清成分の変化

群 別	項 目	給与前	B T 給 与 期							後 期
			5 日後	10 日後	15 日後	20 日後	25 日後	30 日後	35 日後	
20 日 給 与	P mg/dl	3.50	3.42	2.10	2.60	2.67	—	—	—	2.85
	Ca "	12.45	12.07	12.65	12.65	12.74	—	—	—	12.23
	TP g/dl	7.8	7.2	7.2	7.1	6.5	—	—	—	7.2
36 日 給 与	P mg/dl	4.23	3.99	2.95	3.17	3.24	3.35	2.74	2.48	2.98
	Ca "	11.43	13.25	13.58	13.15	12.31	11.92	12.52	12.27	12.33
	TP g/dl	7.7	7.2	7.1	6.8	6.8	6.9	6.8	6.9	7.3
対 照			全期平均 P 4.18 Ca 12.12 TP 7.2							

第 169 表 実験 I における群別一般臨床と血液所見

群 別	項 目	臨 床 所 見										血 液 所 見				
		体 重 (kg)	乳 量 (kg)	体 温 (°C)	脈 数	呼 吸 数	元 氣	食 欲	被 毛	糞 便 状 況	尿 アセ ト ン	赤 血 球 (万)	白 血 球	血 色 素 (%)	ヘマト クリット (%)	グロス 反 (ml)
20 日 給 与 群	給 与 前	550	20.0	38.0	60	24	有	正	良	良	—	589	6,300	62	33	2.00
	5 日後	555	22.6	38.0	60	16	"	"	"	下痢	—	586	6,100	66	32	1.83
	10 日後	539	17.3	38.5	58	17	"	"	"	"	++	551	5,500	65	35	1.84
	15 日後	529	16.3	38.4	60	16	稍 弱	稍 弱	不正	"	+++	491	7,600	69	32	1.99
	20 日後	542	15.4	38.1	57	12	"	正	"	"	++	543	4,800	62	35	1.83
	後 期	551	18.8	38.1	60	15	有	"	良	良	—	564	6,200	64	34	1.79
	対 照 全 期	569	12.2	38.2	60	18	"	"	良	"	—	587	6,800	66	33	2.00
36 日 給 与 群	給 与 前	560	15.7	38.2	60	17	"	"	"	"	—	578	6,700	62	32	2.00
	5 日後	581	13.9	38.3	60	20	"	"	"	軟便	—	569	6,600	68	32	1.95
	10 日後	576	13.7	38.2	53	17	"	"	"	下痢	—	593	5,600	70	31	1.99
	15 日後	580	11.7	38.5	60	21	"	"	光沢 弱	"	+	523	5,300	68	34	2.00
	20 日後	561	12.3	38.6	63	26	"	"	"	"	+	579	6,500	66	35	2.00
	25 日後	554	11.5	38.0	56	20	稍 弱	"	"	"	++	571	5,800	68	33	2.00
	30 日後	545	10.5	38.2	60	16	"	"	"	"	++	580	7,600	68	34	1.92
	35 日後	539	9.4	38.3	62	14	"	"	"	"	++	590	7,400	69	36	1.92
	後 期	543	14.7	38.1	60	16	有	"	"	良	—	602	6,700	65	35	1.95

第170表 実験IIにおける群別血液性状の変化

群	項目	期 単 週 位	試験前 期平均	B T 単 用 期				ル タ バ ガ, 乾 草 給 与 期				試験後 期平均
				1 週後	2 週後	期平均		1 週後	2 週後	3 週後	期平均	
B T 給 与	赤血球数 万		616	567	500	534		527	493	482	501	533
	白血球数		6,100	5,800	6,900	6,300		6,400	7,900	8,500	7,600	7,200
	血色素量 %		77	76	83	80		78	72	61	70	70
	血清蛋白 %		1.43	1.43	1.21	1.32		1.43	1.55	1.38	1.45	1.66
	グロス反応 ml		6.80	5.96	6.07	6.03		6.67	6.80	6.93	6.80	6.97
	Ca mg/dl		12.15	10.97	12.27	11.62		11.80	11.97	12.17	11.98	12.80
	P "		5.17	3.72	1.87	2.76		4.23	4.37	4.70	4.40	5.38
	Mg "		1.69	2.10	2.28	2.21		1.57	2.12	2.07	1.92	2.00
	血糖値 "		49	43	32	39		44	44	45	44	48
	血中アセトン "		0.74	1.02	2.67	1.85		0.67	0.38	0.11	0.39	0.97
対 照	赤血球数 万		649	596	623	610		613	554	643	603	598
	白血球数		4,900	5,200	4,700	4,900		3,800	5,300	6,700	5,300	4,600
	血色素量 %		79	80	89	85		82	68	69	79	83
	血清蛋白 %		7.35	7.40	7.60	7.50		7.60	7.20	7.50	7.40	7.45
	グロス反応 ml		1.92	1.74	1.81	1.78		1.66	1.66	1.86	1.73	1.93
	Ca mg/dl		12.05	11.60	11.90	11.75		11.95	11.90	13.00	12.28	13.50
	P "		4.70	4.60	5.40	5.00		4.80	4.50	5.10	4.80	5.20
	Mg "		1.92	2.32	2.25	2.29		1.98	2.15	2.05	2.06	1.83
	血糖値 "		45	43	48	46		48	42	44	45	48
	血中アセトン "		0.50	0.50	0.69	0.59		0.58	0.58	0.50	0.55	0.66

尿酸の中毒性……反芻家畜では明らかでないが、人や単胃獣の中毒症状は考察でのべるとおりである。本試験で、臨床的に認められる症状としては、このうち下痢症状と多尿が認められる。しかしこの程度では中毒性とはいえず、軽度に尿酸作用を受けた症状と解してよい。吉川²³⁰⁾は人、単胃獣の尿酸中毒の場合、血清中のMg量が増量するとのべているが、本試験でも、トップ投与初期にわずかに増量傾向を示した。これはトップ中のMgの吸収量の大ききことと一致し、尿酸中毒性による増量ではないと解釈すると、臨床的な尿酸中毒性は認められなかった。

サポニンの中毒性……BRUNE²²⁾はサポニンの作用によって、N, P, Caなどのretentionが抑制されるとしている。尿酸作用によるCa吸収と混同されやすいが、サポニンによる灰分平衡障害もあるとした。臨床症状として、反芻獣の無気力、下痢、食欲不振、運動障害、第一胃運動の頻数、口泡、反芻廃絶、嘔吐、流涎、黄色鼻汁などを認めている。さらに斃死直前には溶血、P含量

の高騰を認め、それ以前はやや低下もしくは正常値であり、Ca含量も正常値であることを報告している。

本試験では、血清Caはやや初期上昇し、試験期間中を平均してもわずかに上昇した。血清Pは、トップ給与後3日目ころより漸次低下する傾向を示した。このことは、サポニン作用が灰分平衡に影響するばかりではなく、P摂取量などがこの血清Pの低下に影響するとのべたさきの報告⁶⁴⁾と同一である。このようにサポニン量が前述のように確かに大量摂取されておっても、症状からみると中毒量以下である。しかし臨床的に無気力、食欲不振のものがあり、下痢症もあって、サポニンの作用が若干あるように考えられる。したがって、低P状態と協同して溶血の原因になる可能性は常に蔵しているとみてよい。

硝酸態窒素の中毒性……乾燥試料の測定値を青草値に換算してみても、中毒量まで摂取していなかった。臨床的にも脈数正常で、速脈、弱脈なく、不安騒擾、歩様蹣跚、チアノーゼなどもみられな

かった。赤血球数、血色素量からも影響をうけているとは考えられなかった。

その他の生理障害……外見的な臨床症状を総括すると、ビートトップ給与によって体重の減少、乳量の減量が認められ、糞便状況が給与後3～4日以降、軟便となり下痢となった。2週目以降は、被毛無光沢、無気力、食欲不振を示すものもあった。またグロス反応の陽転を示すものもあった。

このほかに、血中遊離アセトンの増量を認め、分娩直後の産乳量の高いものでは強度のケトージスを示し、血中、尿中、乳中にケトン体の増量が著しかった。しかし非妊娠乾乳牛でも、トップの多用偏給によって、血中遊離アセトン量が平均1.9mg%のものが3mg%以上に増量を示し、逆に血糖量の低下が認められた。このことは、分娩などの内因的なホルモン異常によることなく、糖分不足または脂肪酸生成異常などによるケトージスの発症があることを示すもので、トップ単用などはケト因性飼料といえるかもしれない。

以上のように、ビートトップの多用偏用は下痢症、低磷血症、ケトージス、無気力、食欲不振などの生理障害の原因になることが認められた。

(2) ビートトップサイレージ利用による生理障害の軽減

1) 試験方法

i) BTS 給与によるめん羊の消化率と灰分出納

BTS (ビートトップサイレージ 以下同様略称) を代謝試験箱中の3頭のめん羊に個別に給与し、予備期、試験期各1週間ずつで試験を実施した。

第1期 BTS 単用期、第2期 BTS+CaCO₃ 5g、第3期 BTS+CaCO₃ 5g+Na₂HPO₄ 15g、第4期 BTS+ふすま 300g+CaCO₃ 5gを給与した。対照期として、第5期 乾草+ふすま 300g+CaCO₃ 5g、第6期 乾草+燕麦 300g+CaCO₃ 5gの2期を設け、BTS および乾草は飽食程度の一定給与を行なった。給水給塩、採糞、採尿、一般分析、灰分分析は常法に従った。BTS の修酸分析と Ca 吸収なども前法に準じた。

ii) BTS 多用の乳牛臨床症状におよぼす影響

BTS の多用 (60 kg 程度) が乳牛の臨床症状におよぼす生理的な影響から修酸、サポニン、硝酸の作用と、下痢症、ケトージスなどの関係を生頭葉給与時と比較するため、牧草サイレージ群3頭、BTS 群3頭に群別し、乳牛飼養試験を実施した。その供試牛の概要と飼料給与量は第171表のとおりである。

第 171 表 BTS 給与時の供試牛の概要 (kg)

群別	供試牛名	年令	最終分娩 (分娩予定)	試験前		飼料摂取量			試験後	
				生体量	産乳量	BTS	草	S 配合	生体量	産乳量
試験	ベッシー	8	(36. 8. 12)	781	—	62	—	—	781	—
	M B B	10	35. 8. 14	565	5.6	63	—	—	549	5.0
	スノークイン	7	36. 2. 3	510	17.4	60	—	2	466	19.3
対照	春光	11	(36. 5. 15)	705	—	—	56	—	695	—
	初雪	6	35. 11. 27	445	8.2	—	48	—	438	7.7
	スノーシーナリ	8	36. 2. 18	590	24.7	—	59	2	565	23.9

2) 試験成績

i) BTS 給与によるめん羊の消化率と灰分出納

BTS の有機物の消化率……めん羊に BTS を給与したときの消化率と生頭葉のその比較、サポニンの減少による脂肪消化率の改善効果を確認するため、第172～174表に消化試験成績を掲載した。対照として乾草にふすまやえん麦を給与したときの

消化率の蛋白質60.2%、脂肪59.3%、NFE 67.8%、繊維59.8%に比較すると、生頭葉、BTS とも有機物の消化率が高かった。BRUNE²⁹⁾の Troblako と生頭葉の消化率を比較するとほとんど同率で、乾燥処理だけでは生頭葉と差がなかった。この生頭葉をサイレージにしたときの消化率を BTS 単用と BTS+Ca にわけて BRUNE²⁹⁾ のそれに比較

すると、BTSでは蛋白質を除いたほかの有機物でやや高いので、有機物消化率はやや高かった。しかし BTS+Ca の場合は両試験とも有機物消化率の低下を示した。

生顕葉と BTS の顕著な差異は脂肪消化率である。本試験では、17%が75%程度に上昇し、BRUNE²⁹⁾ の成績では32%が54%に上昇している。飼料をサイレージ化した場合、一般に粗脂肪含量は増加し、この増量は脂肪酸生成とその消化率の向上に起因する。消化率の向上は普通10%程度である。しかるに BTS の場合のこの大きな消化率の向上は、サポニンの分解減少に起因すると解すべきであろう。

各成分の消化率は、筆者と BRUNE 間に顕著な差がなかったので、これをこみにして BT (ビートトップ)、BTS、Troblako、乾草の形態別の平均消化率を比較することにした。有機物では Troblako, BTS, BT, 乾草；蛋白質は BT, Troblako, 乾草, BTS；脂肪は BTS, 乾草, Troblako, BT；NFE では Troblako, BT, BTS；乾草、繊維は BTS, Troblako, 乾草, BT の順となった。したがってビートトップをサイレージにした場合、有機物、蛋白質、NFE の消化率は低下し、脂肪、繊維の消化率は向上した。とくに脂肪消化率の向上は、サポニン作用の軽減の一論拠になるものと思ふ。

第 172 表 飼料および糞成分分析表

成分			風乾率	乾 物 中 (%)							尿 中 (mg/dl)				
				水分	蛋白質	脂肪	N F E	纖維	灰分	P	Ca	Mg	P	Ca	Mg
試料名															
B 乾 乾 乾 ふ え	T	S	17.47	3.12	11.82	6.62	53.59	17.04	7.81	0.141	2.102	0.583	—	—	—
	牧	草	—	9.46	4.86	4.31	43.71	31.81	5.85	0.117	0.458	0.151	—	—	—
	牧	草	—	8.74	5.94	4.03	42.16	34.79	4.34	0.122	0.286	0.227	—	—	—
	草	残	—	12.02	4.33	3.67	44.97	30.26	4.75	0.122	0.187	0.125	—	—	—
	す	ま	—	10.13	15.64	3.87	55.30	9.80	5.26	1.220	0.093	1.273	—	—	—
	ん	麦	—	8.74	10.03	3.06	65.44	9.95	2.75	0.350	0.068	0.358	—	—	—
I 期	1 号 糞		22.70	2.69	15.42	4.17	39.48	11.67	26.57	0.538	4.226	0.917	0.540	0.740	41.2
	2 "		19.74	3.06	15.72	3.79	37.86	13.48	26.09	0.601	4.012	0.865	0.490	1.440	44.6
	3 "		26.29	2.60	14.69	4.37	38.45	11.56	28.33	0.510	4.129	0.778	0.540	5.098	38.5
II 期	1 "		26.33	2.05	13.62	4.97	33.65	10.03	35.68	0.496	4.051	0.983	0.615	4.396	8.9
	2 "		30.51	2.33	14.92	3.30	41.33	11.44	26.68	0.555	4.089	0.887	0.450	4.046	15.0
	3 "		34.64	0.61	14.18	4.49	33.95	10.95	35.82	0.487	4.187	0.899	0.325	2.334	13.6
III 期	1 "		31.86	6.76	8.91	7.45	47.82	21.60	7.46	0.783	3.697	1.110	0.615	1.518	20.8
	2 "		36.88	6.76	9.97	8.12	49.89	18.57	6.69	1.045	3.774	1.193	0.525	2.724	9.0
	3 "		32.11	6.76	13.18	5.68	47.17	20.94	6.27	0.955	3.735	1.048	0.325	3.502	18.2
IV 期	1 "		31. 3	—	—	—	—	—	0.830	3.152	1.166	0.370	2.762	8.8	
	2 "		25. 3	—	—	—	—	—	0.992	3.035	1.136	0.325	3.152	22.1	
	3 "		25. 0	—	—	—	—	—	0.783	3.191	0.996	0.350	5.526	14.4	
V 期	1 "		—	9.56	8.13	4.62	41.08	23.96	12.65	0.825	1.287	0.367	2.050	2.525	0.6
	2 "		—	9.52	7.12	5.72	38.45	27.44	11.75	1.280	0.862	0.013	2.175	2.600	1.7
	3 "		—	8.61	6.69	3.21	44.92	24.68	11.89	0.992	1.184	0.006	6.150	1.665	13.0
VI 期	1 "		—	9.16	9.64	4.06	34.40	28.85	13.89	0.313	0.862	0.061	1.410	13.11	99.2
	2 "		—	9.25	10.74	4.10	44.51	22.07	9.33	0.370	1.069	0.166	1.375	49.57	85.9
	3 "		—	9.22	7.53	3.82	43.01	28.01	8.41	0.388	1.056	0.332	1.375	10.20	123.9

注) 1. BTS の DCP は、1.25、TDN は9.28である。

2. 第Ⅲ期の一般成分のみは Beet top のものである。

第 173 表 飼料摂取量と排糞尿量

期 別	羊 名	飼 料 摂 取 量 (g)				排 糞 量 (g)		排 尿 量 (ml)
		B T S (乾草)	乾 燥 量	ふすま (えん麦)	P	Ca	原 量 乾 糞 量	
I	1	8,290	1,448	—	—	—	2,190 497	3,220
	2	6,470	1,130	—	—	—	1,610 318	2,980
	3	4,810	840	—	—	—	1,300 343	2,030
II	1	8,060	1,408	—	—	5	1,690 445	3,490
	2	6,390	1,116	—	—	5	1,380 421	2,920
	3	5,010	875	—	—	5	1,155 500	2,330
III	1	9,610	1,679	—	15	5	2,220 707	3,830
	2	6,880	1,202	—	15	5	1,380 509	3,280
	3	6,363	1,111	—	15	5	1,590 511	2,620
IV	1	7,450	1,302	300	—	5	2,100 657	3,230
	2	5,070	886	300	—	5	1,730 438	2,290
	3	4,730	826	300	—	5	1,870 468	2,150
V	1	800	—	300	—	5	1,190 430	320
	2	650	—	300	—	5	1,110 421	320
	3	390	—	300	—	5	475 179	290
VI	1	2,145	(450)	(300)	—	5	1,220 543	470
	2	1,250	(570)	(300)	—	5	1,000 462	440
	3	1,180	(620)	(300)	—	5	1,090 433	200
ビ ー ト ト ッ プ	1	4,926	772	487	—	—	— 323	2,216
	2	4,781	772	496	—	—	— 336	2,076
	3	5,394	772	359	—	—	— 383	2,289

注) 乾燥量の項の () 内数字は残草量, ふすまの項のそれはえん麦量。

BTS 給与時の P, Ca, Mg の代謝……BTS や乾草を給与したときの P, Ca, Mg の出納を算出したのが第 175 表であり, P, Ca, Mg の代謝を支配する要因としての Ca と P の比については第 176 表に表示した。BTS の出納の変動を理解しやすくするため, 生頭葉給与時の灰分出納の表を併載して比較考照した。

P は, 飼養標準では 3 g 必要であるが, 乾草単用時は 0.9 g であって, 不足のため出納もマイナスである。これにふすまやえん麦を CaCO_3 とともに給与すると, P の摂取量は標準以上になり出納も陽転する。生頭葉給与時は, 単用の場合出納はマイナスであり, ふすまを添加して P の摂取量が過剰になっても, 遊離 Ca と P の比が 0.4 となつて出納はマイナスであった。これに CaCO_3 を添加すると, 灰分比が 0.7 となつて出納はプラスとなつたので, P の摂取量増加を計る場合, 適度

な Ca と P の比を保持することが望まれた。

BTS の場合 Ca の有無にかかわらず, 摂取絶対量と, 遊離 Ca と P の比が大きすぎるため, 出納はともにマイナスを示したが, CaCO_3 と Na_2HPO_4 またはふすまと Ca を添加して, 遊離 Ca と P の比が 2.5 になると出納は陽転した。このように P の吸収率は, 絶対量の多少と遊離 Ca と P の均衡, 不均衡に左右され, その傾向が乾草, BT, BTS 間で同じであるところから, 尿酸の影響は強くないものと考えられた。したがって P 供給源としての濃厚飼料または P を主剤とする灰分製剤の利用が, BTS 利用時でも必要であることが認められた。

Ca は, 飼養標準で日量 3.5 g 必要であるのに, 乾草単用時には不足のため出納はマイナスであった。これにふすまやえん麦を CaCO_3 とともに給与すると出納はプラス値となつた。生頭葉給与の

第 174 表 BTS 乾牧草給与時の消化率

期 別	摂取排泄	乾 燥 量	有 機 物	蛋 白 質	脂 肪	N F E	纖 維	灰 分
B T S 単 用 期	B T S (g)	1,139	1,014.5	134.6	75.4	610.4	194.1	89.0
	糞 (g)	386	271.3	59.0	15.9	149.5	46.9	104.0
	消化量 (g)	—	743.2	75.6	59.5	460.9	147.2	— 15.0
	消化率 (%)	—	73.3	56.2	78.9	75.5	75.8	—
B T S + Ca	B T S (g)	1,133	1,009.2	133.9	75.0	607.2	193.1	88.5
	糞 (g)	455	298.0	64.8	19.5	164.5	49.2	150.1
	消化量 (g)	—	711.2	69.1	55.5	442.7	143.9	— 61.6
	消化率 (%)	—	70.5	51.6	74.0	72.9	74.5	—
B T + ふすま	B T (g)	772	617.0	89.4	12.0	471.3	74.3	73.3
	ふすま (g)	447	378.2	69.9	17.3	247.2	43.8	23.5
	計 (g)	—	1,025.2	159.3	29.3	718.5	118.1	96.8
	糞 (g)	347	300.4	37.6	24.4	167.6	70.8	23.5
	消化量 (g)	—	724.8	121.7	4.9	550.9	47.3	73.3
	消化率 (%)	—	70.7	76.4	16.7	76.7	40.1	75.7
乾草 + ふすま	乾 草 (g)	613	519.1	29.8	26.4	267.9	195.0	35.9
	ふすま (g)	300	253.8	46.9	11.6	165.9	29.4	15.8
	計 (g)	—	772.9	76.7	38.0	433.8	224.2	51.7
	糞 (g)	343	269.4	25.6	16.6	139.6	87.6	41.7
	消化量 (g)	—	503.5	51.1	21.4	294.2	136.8	10.0
	消化率 (%)	—	65.1	66.6	56.3	67.8	61.0	19.3
乾草 + えん麦	乾草 (g)	978	1,022.7	66.9	41.4	396.9	517.5	40.2
	えん麦 (g)	300	265.6	30.1	9.3	196.3	29.9	8.3
	計 (g)	—	1,288.3	97.0	50.7	593.2	547.4	48.5
	糞 (g)	479	383.4	44.8	19.1	192.9	126.6	51.6
	消化量 (g)	—	904.9	52.2	31.6	400.3	320.8	— 3.1
	消化率 (%)	—	70.2	53.8	62.3	67.7	58.6	6.4
B T (牛)	TSUBOMA-TSU (%)	—	78.1	57.6	26.9	85.3	63.5	— 12.4
Troblako	BRUNE (%)	—	76.6	61.2	32.2	84.9	66.5	48.2
B T S	" (%)	—	68.4	59.6	53.5	69.0	72.0	29.0
B T S + Ca	" (%)	—	63.8	59.8	54.5	74.4	61.0	29.2
B T S	平 均 (%)	—	69.0	56.8	65.2	73.0	70.8	—
B T	平 均 (%)	—	74.4	67.0	21.8	81.0	51.8	—
乾 草	平 均 (%)	—	67.6	60.2	59.3	67.7	59.8	—

場合、単用時、遊離 Ca と P の比が 0.4 以下であるため出納はマイナスであった。これにふすまを併用すると出納は均衡を保ち、さらに CaCO_3 を併用すると体内蓄積度が高くなった。しかし吸収率の少ないのは、尿酸の影響によるものと解した。

そこで BTS の場合をみると、BTS, BTS+Ca

期ともその出納はプラスであった。この場合遊離 Ca と P の比が過剰であってもプラス値であり、BTS+Ca+P 期、BTS+ふすま+Ca 期とも、Ca と P の比が適度になるとともに吸収率が高まった。BTS 飼料は一般に遊離 Ca 量が多い。これはサイレージ発酵中に尿酸分解があり、遊離 Ca が多くなるために、Ca 剤添加の効果は全く認めら

第 175 表 BTS 乾牧草給与時の P, Ca, Mg の代謝

灰 分	期 別	摂 取 量 (g)					排 泄 量 (g)			出 納	出納率
		BTS	乾 草	濃 飼	P, Ca	計	糞	尿	計		
P	BTS	1.61	—	—	—	1.61	2.11	0.02	2.13	- 0.52	32.3
	BTS + Ca	1.60	—	—	—	1.60	2.33	0.01	2.34	- 0.74	46.3
	BTS + Ca + P	1.88	—	—	4.86	6.74	5.25	0.01	5.26	1.48	22.0
	BTS+ふすま+Ca	1.42	—	3.66	—	5.08	4.48	0.01	4.49	0.59	11.6
	乾草+ふすま+Ca	—	0.72	3.66	—	4.38	3.57	0.02	3.59	0.79	18.0
	乾草+えん麦+Ca	—	1.19	1.05	—	2.24	1.70	0.01	1.71	0.53	23.7
	乾草	—	0.90	—	—	0.90	2.55	0.02	2.57	- 1.67	18.6
	BT	2.42	—	—	—	2.42	3.37	0.02	3.39	- 0.97	40.0
	BT+ふすま	1.66	—	5.37	—	7.03	7.36	0.01	7.37	- 0.34	4.8
	BT+ふすま+Ca	1.58	—	5.37	—	6.95	6.62	0.01	6.63	0.32	4.5
Ca	BTS	23.94	—	—	—	23.94	15.97	0.06	16.03	7.91	33.0
	BTS + Ca	23.82	—	—	2.0	25.82	18.73	0.10	18.83	6.99	27.1
	BTS+ Ca + P	27.98	—	—	2.0	29.98	21.48	0.08	21.56	8.42	28.3
	BTS+ふすま+Ca	21.10	—	0.28	2.0	23.38	16.31	0.09	16.40	6.98	29.7
	乾草+ふすま+Ca	—	2.81	0.28	2.0	5.09	3.76	0.07	3.83	1.26	24.8
	乾草+えん麦+Ca	—	3.34	0.20	2.0	5.54	4.73	0.16	4.89	0.65	11.7
	乾草	—	2.54	—	—	2.54	3.15	0.07	3.22	- 0.68	26.8
	BT	8.68	—	—	—	8.68	9.23	0.08	9.32	- 0.63	7.3
	BT + ふすま	7.05	—	0.89	—	7.94	7.66	0.14	7.80	0.14	1.8
	BT+ふすま+Ca	6.70	—	3.09	—	9.79	9.01	0.10	9.11	0.68	7.0
Mg	BTS	6.64	—	—	—	6.64	3.33	1.14	4.47	2.17	32.7
	BTS + Ca	6.61	—	—	—	6.61	4.20	0.36	4.56	2.05	31.0
	BTS + Ca + P	7.76	—	—	—	7.76	6.43	0.52	6.95	0.81	10.4
	BTS+ふすま+Ca	5.85	—	3.82	—	9.67	5.77	0.36	6.13	3.54	36.6
	乾草+ふすま+Ca	—	0.93	3.82	—	4.75	0.55	1.16	1.71	3.04	64.0
	乾草+えん麦+Ca	—	2.78	1.07	—	3.85	0.85	0.36	1.21	2.64	68.6
	乾草	—	1.86	—	—	1.86	0.81	0.21	1.02	0.84	45.2
	BT	4.05	—	—	—	4.05	3.14	0.44	3.58	0.47	10.3
	BT+ふすま	4.53	—	2.15	—	6.68	5.26	0.76	6.02	0.66	9.9
	BT+ふすま+Ca	4.31	—	2.15	—	6.46	4.90	0.98	5.88	0.58	8.9

注) 1. P は Na_2HPO_4 であり, Ca は CaCO_3 の重量である。

2. 乾草, BT, BT + ふすま, BT + ふすま + Ca の数字は比較のため掲載した。

第 176 表 B T S の遊離 Ca と P の比

期 別	灰 分 摂 取 量 (g)				Ca 遊 離 Ca		遊離Ca : P : Mg
	Ca	遊 離 Ca	P	Mg	P	P	
BTS	23.94	15.51	1.61	6.64	14.9	9.6	9.6 : 1 : 4.1
BTS+Ca	25.82	16.20	1.60	6.61	16.1	10.0	10.0 : 1 : 4.1
BTS+Ca+P	29.98	16.78	6.74	7.76	4.4	2.5	2.5 : 1 : 1.1
BTS+ふすま+Ca	23.38	14.74	5.08	9.67	4.6	2.9	2.9 : 1 : 1.9

第 177 表 BTS の蓚酸または Ca 過剰性

飼 料 名	Ca ① %	不溶性蓚 酸量%②	②に当量 するCa %③	遊離 Ca ① - ③	総 蓚 酸 %④	④に当量 するCa %⑤	① - ⑤	過 剰 性
牛 用 B T S	1.356	1.779	0.790	0.666	2.781	1.235	0.121	Ca 過 剰
羊 用 B T S	2.060	1.638	0.727	1.333	2.141	0.951	1.109	"
"	2.056	1.911	0.848	1.208	2.684	1.192	0.864	"
"	2.191	2.232	0.991	1.200	3.165	1.405	0.786	"
"	2.011	1.586	0.704	1.307	2.965	1.316	0.695	"

れない。それどころか有機物の消化率の低下, 下痢症の発現など大量の補給は, かえって不良の結果をもたらす。

Mg は, 乾草, BT, BT+ふすま, BT+ふすま+Ca 各期はいずれも出納はプラスであって, 摂取量の多少にかかわらず同量の吸収量を示した。BTS 期は Mg の吸収量が多かったが, これは大量の遊離 Ca の摂取量に関連があるものと思われる。

以上の P, Ca, Mg の代謝試験を総括すると, BTS 給与の場合, 生頭葉給与に比べ, サイレージ発酵中の蓚酸分解による多量の遊離 Ca によって, Ca の補給は充分であり, そのために遊離 Ca と P の比が大きくなるので, Ca の給与は必要がない。しかし P の補給の必要性が増大するので,

その意味での濃厚飼料の併用は必須条件となる。

BTS 給与時の蓚酸と Ca の生理的な関連性…… BTS は, サイレージ発酵中に反芻獣の第一胃内蓚酸分解菌と同様な細菌で蓚酸が分解され, 遊離 Ca が多くなる。そこで蓚酸の分解減少と Ca 吸収機構を蓚酸との関連性で検討した。

BTS 飼料は, 生頭葉と異なりすべて Ca 過剰飼料であって, 遊離 Ca の高含量が認められた。BTS 給与時の蓚酸と Ca の関連性について第 178 表に掲載した。

飼料中の不溶性蓚酸は, BTS も生頭葉も同含量であるが, めん羊の採食量は BTS が倍量であったので, BTS 各期の摂取量は BT 期の倍量であった。糞中不溶性蓚酸量は, BTS 期, BTS+Ca 期とも飼料中のその 7~8 割程度にのぼり, BT

第 178 表 蓚酸と Ca 代謝の生理的な関連性 (g)

蓚 酸 と Ca	期 別	B T S	B T S	B T S	B T S
		単 用	+ Ca	+Ca+P	+ふすま+Ca
1. 飼料中不溶性蓚酸		18.66	21.66	29.71	19.48
2. 飼料中不溶性Ca		8.44	9.61	13.19	8.66
3. 糞中不溶性蓚酸		9.87	14.02	26.22	19.50
4. 糞中不溶性Ca		4.49	6.22	11.64	8.66
5. 糞中総Ca		15.97	18.73	21.48	16.31
6. 糞中遊離Ca	5 - 4	11.48	12.51	9.84	7.65
7. 飼料中総Ca		23.95	25.81	29.97	23.39
8. 飼料中遊離Ca	7 - 2	15.51	16.20	16.78	14.73
9. 代謝Ca	8 - 6	4.03	3.69	6.94	7.08
10. 代謝不溶性Ca	2 - 4	3.95	3.39	1.55	0
11. 利用可能Ca	8 + 10	19.46	19.59	18.33	14.73
12. 水溶性蓚酸を不溶性にしたCa	4 - 2	- 3.95	- 3.39	- 1.55	0
13. 飼料水溶性蓚酸当量Ca		2.70	3.89	5.51	4.57
14. 分解蓚酸量に当量するCa	13 - 12	6.65	7.28	7.06	4.57
15. 上記の蓚酸量		14.96	16.38	15.89	10.28
16. 蓚酸消化率		59.70	53.08	37.70	34.50
17. 吸 収Ca	9 - 12	7.98	7.08	8.49	7.08

＋ふすま期と同傾向であった。

BTS にふすまや P 剤を併用したときは、飼料中の不溶性硝酸量と糞中のそれと同量で、分解されずに直行したことが推察された。そしてこの傾向は、Ca と P の比が適度な場合に認められたので、濃厚飼料や P を主剤とする灰分製剤の併用によって硝酸分解の防止が可能である。飼料中の遊離 Ca は、生頭葉に比し BTS に多い。糞中遊離 Ca は、生頭葉の Ca 過剰のものを給与した場合と同様少なかった。これは Ca 吸収の高い証拠でもあろう。代謝遊離 Ca からこのことがいへ、BT 期の出納値がマイナスであったものが、BTS 期にはいずれもプラスとなった。代謝不溶性 Ca から、硝酸 Ca からの硝酸分解が推量され、BT 各期同様 BTS 期、BTS+Ca 期では分解されたが、ふすまや P 剤給与のときは硝酸分解はみられなかった。利用可能 Ca は、BT 期より BTS 期に多く、BTS 各期間では差がなかった。また BT 期には、水溶性塩を不溶化する量がみられたが、BTS では各期とも全く認められず、したがって Ca 併用の効果は考えられなかった。Ca 吸収量は、BT 各期はきわめて少なかったが、BTS 各期とも高い吸収率を示した。

BT, BTS とも硝酸分解が高まると、Ca 吸収がそ害されるので、硝酸分解を少なくする方法として、BT, BTS に濃厚飼料や P 剤を給与することが考えられる。しかし生頭葉給与の Ca 吸収そ害作用の軽減方法としてはサイレージ化が最も効果的である。

BTS 給与時の硝酸態窒素の代謝……BTS 給与時の出納は第179表のとおりである。BTS 給与時の硝酸態窒素量は、 KNO_3 として 4.5 g 程度であって、決して多量ではなかった。排泄量は、糞中量より尿中排泄量が多く、これは内因性のものが多いので、代謝によって推論できる意義は少ない。

めん羊は、硝酸中毒症の発症が少ないが、これは NEWSON ら¹⁵⁾、FRANK ら¹⁶⁾、BRADLEY ら¹⁷⁾によると、めん羊の消化管内では、硝酸塩を亜硝酸に還元する細菌が少ないため、ヘモグロビンをメトヘモグロビンに変化させることが、牛に比較して少ないためであるとされている。したがってこの代謝試験でも硝酸の生理障害は認められなかった。この程量の BTS 中の含量では、BTS を乳牛に 60 kg 給与しても、 KNO_3 量で 20 g 程度であり、問題になる量ではなかった。

第 179 表 BTS 給与時の $\text{NO}_3\text{-N}$ の出納

期 別	供試 牛名	供 取 量 $\text{NO}_3\text{-N}$ mg	糞 中 排 泄 量		糞 中 $\text{NO}_3\text{-N}$ mg	尿 中 排 泄 量 mg	尿 中 排 泄 量 100 cc 中 $\text{NO}_3\text{-N}$ mg		排 泄 量 合 計 mg	出 納 量	
			乾 糞 量 g	$\text{NO}_3\text{-N}$ mg						量 mg	%
B T S	1	550	497	13.06	65	3.220	4.72	152	217	333	60
	2	429	318	14.79	47	2.980	4.79	143	190	239	56
	3	319	343	12.85	44	2.030	4.27	87	131	188	59
B T S + Ca	1	535	445	15.64	70	3.490	9.44	329	369	136	25
	2	424	421	16.57	70	2.920	8.80	257	327	97	23
	3	333	500	14.91	75	2.330	8.50	198	273	60	18
B T S + Ca + P	1	638	707	10.83	77	3.830	1.86	71	148	490	77
	2	457	509	11.73	60	3.280	3.88	127	187	270	59
	3	422	511	12.56	64	2.620	9.58	251	315	107	25
B T S + ふすま + P	1	495	657	10.03	66	3.230	3.64	118	184	311	63
	2	337	438	9.58	42	2.290	3.04	70	112	225	67
	3	314	468	11.31	53	2.150	9.44	203	256	58	18

注) BTS の乾物中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量 0.038 % である。

BTS 給与時のサポニンの代謝……めん羊の BTS 各期のサポニン摂取量と、乳牛の BTS 採食時のサポニン摂取量は第 180 表のとおりである。めん羊の場合は、サポニンの摂取日量が Gypsophilasaponin 当量で 2.5~3.3 g であって、BRUNE³²⁾ の中

毒量 8 g に比較すると少量程度であった。牛の摂取量も 23 g で、その中毒量 80 g に比較して少なく、代謝試験からもサポニンの害作用は考えられなかった。

第 180 表 BTS 給与時のサポニンの消長

期別および供試牛	摂取日量 (g)		排泄量 糞中サポニン	結果	消 長
	B T S 量	サ ポ ニ ン			
BTS	6,523 (1.139)	14.2 (2.8)	0	消失	saponin
BTS+Ca	6,486 (1.133)	14.2 (2.8)	0	"	sapogenin
BTS+Ca+P	7,617 (1.331)	16.6 (3.3)	0	"	加水分解
BTS+Ca+ふすま	5,750 (1.004)	12.6 (2.5)	0	"	細菌分解
ベッシー号	62,000 (10.521)	115.1 (23.0)	0	"	吸 収
MBB号	63,000 (10.691)	117.0 (23.4)	0	"	
スノークイン号	60,000 (10.182)	111.4 (22.3)	0	"	

注) 1. 羊用 BTS サポニン量乾物中 1.25 %, 牛用 BTS 乾物中 1.094 % である。

2. サポニンの () 内数字は Gypsophilasaponin 当量である。

ii) BTS 多用の乳牛臨床症状におよぼす影響

生頭葉多用時にみられた生理障害がみられるかどうかを、BTS 群と草サイレージ群を比較して、その臨床症状を調査したのが第 181 ~ 182 表である。

採食量と飼料養分摂取量……乳牛に BTS を飽食単用させた場合、乾物摂取量は 8~10 kg と少なかったが、乾乳牛、低乳量のものは養分摂取量が充分であり、高産乳牛では不足であった。しかしこの不足の養分摂取で産乳量が増加したのは、慣行期で罹患していたケトーシスが回復した結果であろう。

草サイレージ飽食の場合は、採食量は少ないが、乾物摂取量は 13~15 kg と、低産乳牛で標準量より多く、高産乳牛では標準以下であっても産乳減少はなかった。しかし両群の飼養標準に対する摂取量の割合は同率程度であった。

乳牛臨床症状への影響……第 181 表の群別の血液性状の比較によると、赤血球数、白血球数、血色素量では、草サイレージ群と比較してほとんど差がなかった。グロス反応は BTS 群が草サイレージ群に比較してやや高いので、肝臓機能に影響あるように見えるが陽性ではない。血清 Ca は、生

頭葉給与時の上昇傾向に比して、全く上昇せず一定値を示した。P 含量は、対照期から低いので、個体差にもよる。しかし草サイレージ群に比較して低値を示したのは、BTS 飼料の低磷値と一致するもので、P 摂取量の差異の影響と解すべきである。Mg は両群間に差がなく、尿酸吸収は多くないことを示すものである。血糖量の BTS 群の試験前の低下とアセトン量の増加は、分娩直後の 1 頭がケトーシスに罹患していたためで、その他は全く正常値を示した。このケトーシス牛は、BTS 給与期間中に回復しているので、BTS の場合ケト因性は消失したと解すべきか。サポニン中毒症、硝酸中毒症の臨床症状は全く認められなかった。わずかに変状は、BTS 給与後 3 日目ごろから軽度の軟便化がみられた程度で、落下した便は固結し、根葉性下痢症状は観察されなかった。

以上の臨床症状から生頭葉給与に比較して、BTS 給与は下痢症の軽減、低磷血、ケトーシスの改善、尿酸、サポニンなどの生理障害の消滅など顕著な効果があった。したがってビートトップの利用法としては、サイレージ給与が生頭葉給与より有利なことが明らかとなった。

第 181 表 BTS 給与試験における群別血液性状の変化

群別	項 目	期 a	試験前期	ビートトップサイレージ期					試験後期
				1 週後	2 週後	3 週後	4 週後	期平均	
BTS 群	赤血球数	万	556	574	632	625	604	609	548
	白血球数		5,757	6,000	7,467	6,633	5,733	6,418	6,667
	血色素量	%	73	72	71	64	67	69	74
	血清蛋白	g/dl	7.5	6.9	7.3	6.8	6.9	7.0	6.8
	グロス反応	ml	1.96	1.89	2.00	2.00	2.00	1.97	2.00
	Ca	mg/dl	10.93	11.34	10.80	9.40	10.07	10.56	8.53
	P	"	3.93	3.32	3.00	3.93	3.57	3.42	3.87
	Mg	"	2.40	2.95	2.77	2.90	2.02	2.66	2.66
	血糖値	"	49	65	59	66	69	65	64
	血中アセトン	"	6.08	3.25	1.37	0.50	0.08	1.30	0
	尿中アセトン	"	6.46	7.33	5.40	0.83	0.77	0.80	0.90
草サイレージ群	赤血球数	万	530	530	513	557	533	534	573
	白血球数		6,600	6,000	5,467	6,800	5,400	5,902	7,800
	血色素量	%	71	74	70	73	70	72	72
	血清蛋白	g/dl	7.6	7.6	7.5	7.4	7.3	7.4	7.6
	グロス反応	m	1.25	1.75	1.61	1.70	1.71	1.70	1.90
	Ca	mg/dl	11.30	12.40	12.33	10.62	10.67	11.51	8.80
	P	"	4.40	3.77	3.83	4.23	4.70	4.13	3.67
	Mg	"	2.35	2.52	2.95	2.77	2.02	2.56	2.35
	血糖値	"	58	64	58	63	64	62	61
	血中アセトン	"	0.75	0.25	2.25	0.36	0.08	0.74	0.17
	尿中アセトン	"	2.23	4.73	3.23	0.10	2.13	0.97	1.30

注) BTS 群の 1 頭は分娩後 38 日目にケトーシス症を示し、試験前すでに低血糖と過アセトン血症であった。

第 182 表 採食量と飼料養分摂取量

群 別	供 試 牛	体 重 (kg)		産乳量 (kg)		飼料摂取量 (kg)		DCP (g)	TDN (g)	乾物量 (kg)	要求養分量 に対する%	
		前	後	前	後	サイレー ジ	配合				DCP	TDN
BTS 群	ベ ッ シ ー	781	781	—	—	62	—	775	5,754	8.0	194	120
	M B B	565	549	5.6	5.0	63	—	788	5,846	8.2	120	101
	スノークイン	510	466	17.4	19.8	60	2	1,006	6,988	9.6	78	78
GS 群	春 光	705	695	—	—	56	—	907	8,277	14.6	236	180
	初 雪	445	438	8.2	7.7	48	—	778	7,094	12.6	108	126
	スノーシーナリ	590	565	24.7	23.9	59	2	1,212	9,630	17.2	72	84

注) 配合飼料 (%) DCP 12.81 TDN 71.01 乾物量 90.25
 BTS (%) DCP 1.25 TDN 9.28 乾物量 12.93
 GS (草サイレージ) (%) DCP 1.62 TDN 14.78 乾物量 26.18

(3) ビートトップサイレージの調製利用 法

1) 試験方法

i) BTS 調製時の損耗と酢酸分解

原料トップを11月中旬、サイレージカッターで

あらかじめ細切し、SMS 0.5%添加、過磷酸石灰 1%添加、無添加の3処理を行ない、排液採取器具をとりつけた1万分の1ワグナーポットに充填し、ビニールカバーの上に押蓋をして、各ポットごとに約 50 kg の重石をのせた。排液の採取および分析は、排出時随時行ない、サイレージの試料

は、埋蔵3か月目の2月中旬に各ポットの上、中、下層の中心部より採取し、外観調査、発酵成分、一般成分を分析した。

ii) ビートトップサイレージの調製と利用

細切処理、ビニール使用効果、各種添加物の品質におよぼす影響を検討するため、トップの細切、無細切のものを素掘りトレンチ、素掘りピット（ビニール使用の有無）、木製地下サイロ、塔型コンクリートサイロなどに充填し、外観調査、酸組成などから品質を判定し、各種添加物の効果を比較した。

さらに無添加、乾燥デントコーン添加、乾草添加のトップサイレージを大型サイロに調製し、平均乳量16 kg、平均体重550 kgの供試牛6頭を3群として産乳試験を実施した。対照期は乾草、デントコーンサイレージ、ルタバガ、配合飼料を給与し、試験期はデントコーンサイレージのかわりにトップサイレージを同量置換した。1群はトップ単味サイレージ、2群はトップ75・コーンストーパー25サイレージ、3群はトップ90・乾草10サイレージであった。また各群の1頭は、サイレージとルタバガの同量置換を行なった。

2) 試験成績

i) BTS 調製時の損耗と修酸分解

サイレージの発酵成分、成分回収率、損耗分類と、修酸塩の消長について処理別に一括したものを第183～186表に掲載した。

サイレージの発酵成分……SMS 添加によって高pH、揮発酸、不揮発酸量の低下、発酵の抑制効果が認められ、草サイレージでは揮発性塩基の抑制効果が顕著だったにかかわらず、本試験のトップサイレージでやや高かった。過石添加の基本的な考え方は、サイレージpHの低下と修酸の不溶化をねらったものである。したがってpHの低下、高酸度で加酸法と同じ作用を示し、揮発性塩基少なく、蛋白質分解を防止した。さらに不揮発酸と揮発酸の割合が最良であった。しかし3処理とも従来の品質鑑定上からいうと良質でなかった。

サイレージ養分の回収率……SMS や過石の添加によって、乾物、NFE、繊維の回収率は向上したが、粗蛋白質の回収率は低下し、カロチンの損失量は

SMS の添加によって半減するなど、添加物によって損失量はやや軽減した。サイレージ調製中の損失率を、サイレージの排出液によるもの、呼吸発酵によるものにおけた実績が第185表である。

サイレージ調製時の損失中、排出液による損失は、呼吸発酵によるそれより大きく、蛋白質の損失は、その80%以上が排出によるもので、草サイレージ調製とは異なった傾向を示した。SMS の添加によって、乾物、有機物の発酵による損失は、無添加の場合の50%以下に減少したが、過石添加では差がなかった。このように水分過多による排出によって養分損失が高騰するので、予乾による水分調節、添加物による水分調節が損失率低減手段として考えられる。

サイレージ中の修酸塩の消長……第186表に修酸塩の消長を表わした。ビートトップをサイレージにすると、水溶性修酸塩は、不溶性塩より減少率が大きく、原物中の70%以上が消失した。修酸塩の減少の大部分は分解によるもので、排出液による修酸減少量は、総減少量の10%程度にすぎなかった。この修酸塩の減少が排出減少より多いことは、修酸塩の減少が細菌による修酸分解作用が高いことを示し、換言すると発酵促進サイレージがよいことを示している。SMS サイレージは、細菌発酵を抑制するために修酸分解量が少ないので、SMS 添加法はトップ利用上は好ましいことでない。過石の添加によって、水溶性修酸塩の大部分が消失する。これは過石中の石灰またはトップ中の遊離の石灰と不溶性修酸を生成し、修酸塩としてサイレージ中にとどまるためである。この方法は、不溶性塩であるため SMS 処理よりも良好であるが、この不溶性塩も第一胃内で分解されるので、ほかの発酵促進サイレージの方が有利である。

以上のように高水分含量のトップを調製する場合、飼料養分の損失量は排出液によるのが大部分であるので、積極的な予乾と水分調節を目的とした添加物の利用が望ましい。SMS の利用はサイレージ化によって、トップの修酸分解を高めたいとする目的にそわないので、添加物としては不適である。過石の1%添加は、酸生成、養分回収率

の向上、水溶性硫酸塩の不溶化に効果があるの ジ処理法としては、硫酸分解を高める発酵促進サ
で、SMS より良好であるが、トップのサイレー イレージより劣ると思われる。

第 183 表 原料およびサイレージの酸組成

処 理	pH	総 酸	揮発性塩基	アミノ酸	アミノ酸 揮発性塩基	揮 発 酸	不揮発酸	乳 酸
原 料	6.60	38.3 ^{ml}	3.5 ^{ml}	5.8 ^{ml}	1.7	12.8 ^{ml}	19.6 ^{ml}	— [%]
無 添 加	4.25	178.8	14.8	15.6	1.0	72.3	91.0	0.92
S M S 添 加	5.00	106.9	13.6	29.9	2.2	38.9	38.1	0.17
過 石 添 加	3.93	193.6	10.1	24.5	2.4	71.5	97.6	0.90

注) 1. 数値は新鮮サイレージ 100 g 中和に要する N/10 NaOH, N/10 HCl = ml 数

2. 乳酸はp-hydroxy diphenyl の比色法による新鮮物中%

3. SMS とは Sodium metabisulfite のことである。

第 184 表 原料、サイレージの成分組成と回収率 (原物中%)

試料	処 理	水 分 (乾物)	蛋 白 質	脂 肪	纖 維	NFE	灰 分	カロチン mg %	総酸	水溶性 酸	不溶性 酸
原 料	原 料	85.47	1.61	0.37	1.61	7.51	3.43	1.94	0.53	0.17	0.36
	S M S	30.70	—	—	—	—	69.30	—	—	—	—
	過 石	4.80	—	—	—	—	80.72	—	—	—	—
サイ レー ジ	無 処 理	84.94	1.77	0.38	1.85	7.11	3.95	0.77	0.40	0.05	0.35
	S M S	84.10	1.71	0.41	1.95	7.58	4.25	1.55	0.50	0.07	0.43
	過 石	83.33	1.78	0.38	2.01	7.69	4.81	0.82	0.53	0.01	0.52
回 収 率	無 処 理	84	89	83	94	77	93	32	52	23	79
	S M S	88	87	90	99	83	92	66	78	33	99
	過 石	85	87	81	99	81	90	30	79	4	114

注) サイレージ中の還元糖 無処理 0.20 % SMS区 1.21 % 過石区 0.77 %である。

第 185 表 サイレージ調製中の損耗率 (%)

成 分	分 類	無 添 加	S M S 添 加	過 石 添 加
乾 物	全 損 失	15.91	12.46	14.88
	排 出 損 失	9.03	9.49	8.55
	呼吸発酵損失	6.88	2.97	6.33
有 機 物	全 損 失	18.73	13.96	15.33
	排 出 損 失	10.15	10.11	8.01
	呼吸発酵損失	8.58	3.85	7.32
粗 蛋 白 質	全 損 失	10.98	13.10	12.58
	排 出 損 失	10.51	12.04	10.37
	呼吸発酵損失	0.47	1.06	2.21
粗 灰 分	全 損 失	6.50	8.09	10.29
	排 出 損 失	6.42	7.67	10.37
	呼吸発酵損失	0.08	0.42	—

注) 上記の損失率は乾燥量に対する損耗の%

第 186 表 サイレージ中の有機酸の消長

酸	減少の分類	無 添 加	S M S 添 加	過 石 添 加
全 酸	総 減 少 率	48.46	22.01	21.16
	排出による減少	4.13	3.38	2.29
	分解による減少	44.33	18.63	18.87
水 溶 性 酸	総 減 少 率	76.52	67.43	96.26
	排出による減少	11.48	9.93	1.54
	分解による減少	}	}	59.10*
	不溶化による減少			35.62*
不 溶 性 酸	総 減 少 (増 加) 率	20.61	0.66	+ 14.07
	排出による減少	0.66	0.31	2.64
	分解による減少	}	}	0*
	不溶化による増加			+ 16.71*

注) 1. 数値は埋蔵量に対する減少量の%

2. * 印は不溶性有機酸の「分解による減少」を 0 と仮定した場合の数値

ii) ビートトップサイレージの調製と利用

ビートトップサイレージの各種調製法の比較

トップサイレージの各種調製法の外観調査ならびに有機酸組成は第187～188表のとおりである。

サイレージの有機酸組成と品質……火山灰土壌のトレンチ、ビットサイロの底側部に、麦稈をならべた無添加サイレージ (No. 1, 2) では、酢酸、酪酸の生成多く、ともに不良であった。細切またはビニール使用の効果は (3, 4) 認められた。澱粉質多汁性添加物として生澱粉粕、生ビートパルプを供試したが、高水分のため栄養損失多く、酸組成も不良で、添加効果は認められなかった。

有機酸中和のための過石、炭酸石灰の添加効果と、高水分サイレージ調製用としての SMS を検討した。炭酸石灰の場合、腐敗発酵する機会が多く、製品歩留、品質からみて実用価値はなかった。過石添加は、2%で黄褐色変化を呈し肉眼的に不良であった。1%またはそれ以下で酸生成がきわめて良好なため、この程度が適量と考察した。SMS 添加も、同時に埋蔵したほかの処理と品質が同程度であり、前述の有機酸分解量の低下を勘案すると、トップ利用法としては適当でない。

粗飼料添加の影響をみると、成書²⁹⁾に掲載されている麦稈挿入法は、重圧がかからないので、好気性雑菌繁殖の機会が多く、かび発生、腐敗をともしない不良であった。えん麦細切混入法は、コン

クリート大型サイロに埋蔵したため、水分調節の効果があり、良好な酸組成を呈したが、えん麦稈の嗜好性のないことが最大の欠点であった。そこで乾牧草、コーンストーパー添加 (13, 14) の効果をみたが、水分調節によって良質調製に効果がありながら、えん麦稈同様嗜好性にやや難があった。もちろんえん麦稈より数段よいのであるが、柔らかい多汁飼料のなかに堅い粗飼料が混入されているため、柔らかい粗飼料を考慮すればよい。

つぎに濃厚飼料添加の影響をみると、麦ぬか、蔗糖蜜添加は酸組成がやや劣った。これはビニール被覆をしていないための密封技術の欠陥であって、同時に調製したほかのビニール被覆をしないサイレージ (2, 3, 5, 6, 9, 11) と比較すると、高乳酸量で、嗜好性も良好であった。ふすま、糖蜜飼料添加 (18, 19, 20) の場合は、良好な酸生成を示した。

したがってサイレージ品質におよぼす効果は、密封処理を万全にしたサイロにビニール使用をしたものがよく、サイロ形式にあまりこだわらなくてよいが、水分調節をするような添加剤で、しかも粗剛でないものがよい。しかし添加物での水分調節効果は、10%の添加量で認められ、それ以下の量では効果が少ない。しかしこの10%の添加量では経済的な負担が大きく、実用的でない。経済

第 187 表 サイレージ調製の概要と外観調査

番号	埋 草 原 料	サイロ形式	ビニール形式	埋 草 方 法	埋草月日	取出月日	水分
1	頸 葉 単 味	素掘トレンチ	無	無 細 切	11. 4	1.25	82.06
2	"	素掘ビット	"	"	11.10	12.25	83.22
3	"	"	有	細 切	10.28	1.27	84.37
4	"	"	"	"	10.26	2. 1	86.01
5	頸 葉 80+生 澱 粉 粕 20	"	無	頸葉 15 cm + 粕 3 cm + 麦 稈 3 cm	11.18	4.17	82.28
6	" 80+生 バル プ 20	"	"	底側壁 麦 稈 3 cm 頸葉 15 cm + バル プ 3 cm	11.19	3.26	83.39
7	" + 過 石 2 %	"	"	同上頸葉 15 cm ごとに過石	11.23	3.26	82.85
8	" + 過 石 1 %	"	有	細 切 散 布	10.26	2. 1	86.28
9	" + 炭 カ ル 0.5 %	"	無	炭 カ ル "	11. 4	1.25	82.80
10	" + S M S 0.4 %	"	有	S M S "	10.26	2. 1	84.79
11	" + 麦 稈 挿 入	"	無	頸葉 15 cm 麦 稈 6 cm	11. 4	1.25	83.15
12	" 90 + えん 麦 挿 10	塔型コンクリート	"	細 切 混 合	11. 6	12.10	81.98
13	" 90 + 乾 草 10	素掘ビット	有	"	10.31	1.27	82.05
14	" 75 + 乾 デ ント 25	"	"	"	10.31	1.27	82.16
15	" 72 + " 28	"	"	"	10.26	2. 1	84.50
16	" 90 + 麦 糠 10	木製サイロ	無	無細切頸葉 20 cm 糠 1 cm	11.24	3.24	74.72
17	" + 廃 糖 蜜 1 %	素掘トレンチ	"	"	11. 4	1.25	83.85
18	" + ふ す ま 10 %	素掘ビット	有	細 切 散 布	10.26	2. 1	75.60
19	" + ふ す ま 5 %	"	"	"	10.26	2. 1	82.86
20	" + 糖 蜜 飼 料 5 %	"	"	"	10.26	2. 1	83.10

第 188 表 ビートトップサイレージの有機酸組成 (%)

番号	飼 料 名	総酸	乳酸	酢酸	酪酸	乳:酢:酪	pH	色および香気	摘 要
1	頸 葉 単	1.56	0.72	0.60	0.24	46:38:16	3.7	緑褐色 生葉臭	無添加サイレージ
2	"	1.70	0.86	0.66	0.18	51:39:10	3.3	黄緑色 酢酸臭	
3	"	0.96	0.53	0.43	—	55:45	3.9	緑褐色 甘酸臭	細切ビニールの影響
4	"	1.22	0.96	0.26	—	78:22	4.4	緑褐色 酸 臭	
5	" 生 澱 粉 粕	0.71	0.17	0.37	0.17	24:52:24	4.2	灰黄褐色酢酸臭	多汁飼料の影響
6	" 生 バ ル プ	2.23	0.57	1.39	0.27	26:62:12	3.3	" "	
7	" 過 石 2 %	2.09	1.70	0.27	0.12	81:13:6	3.4	黄褐色 甘酸臭	無機物の影響
8	" " 1 %	1.26	1.00	0.26	—	79:21	4.1	暗緑黄色 酸臭	
9	" 炭 カ ル	1.69	0.29	0.69	0.71	17:40:43	3.8	黒褐色 腐敗臭	
10	" S M S	0.94	0.72	0.22	—	76:34	5.3	緑黄色 酸 臭	
11	" 麦 稈 挿 入	1.39	0.06	0.80	0.53	4:58:38	3.6	黄褐色 かび臭	粗飼料の影響
12	" えん 麦 稈	1.69	1.33	0.36	—	79:21	3.3	" 甘酸臭	
13	" 乾 草	1.05	0.65	0.40	—	62:38	3.9	緑褐色 "	
14	" 乾 デ ント	1.09	0.69	0.40	—	63:37	3.8	" "	
15	" "	1.54	0.77	0.77	—	50:50	3.8	灰緑色	
16	" 麦 ぬ か	1.41	0.60	0.54	0.27	43:38:19	3.6	黄褐色 酢酸臭	濃厚飼料の影響
17	" 廃 糖 蜜	1.33	0.71	0.46	0.16	53:35:12	3.3	緑褐色 甘酸臭	
18	" ふ す ま 10 %	1.73	1.02	0.71	—	59:41	3.8	黄褐色	
19	" " 5 %	1.47	1.16	0.31	—	88:12	4.3	緑褐色 甘酸臭	
20	" 糖 飼	1.32	1.05	0.27	—	79:21	4.9	緑黄色 甘酸芳香	

性を考慮すると、予乾処理効果が最高であり、ついで粗飼料の混入法であろう。

サイレージの飼料成分損失率……上記のサイレージのうち、4, 8, 10, 19, 20のサイレージの乾物損失率を比較すると、それぞれ29.3, 28.7, 30.1, 29.9, 29.9%であって、過石, SMS, ふすま, 糖蜜飼料を添加した各処理と無添加処理間に差がなかった。なお添加濃厚飼料そのものの損失率は、糖蜜飼料13.3%, ふすま12.1%で添加物の損失が認められることが問題である。

以上ビニール使用は、密封処理の重要性からいって、火山灰地のトレンチサイロには不可欠のものである。酸生成上の効果は、濃厚飼料5%添加、

過石1%添加、乾草5~10%添加が良好であった。しかし酢酸分解量, 損失率, 経済性などを勘案すると、ビートトップの予乾は困難ではあっても、積極的な予乾法を採用するか、少々高価であっても発酵性吸水性材料(濃厚飼料, ビートパルプ, 早刈りまたは二番乾草)の添加が有効であろう。トップの細切処理は、それほど重視する必要はない。

ビートトップサイレージの産乳効果

ビートトップ無添加, 乾燥デントコーン添加, 乾草添加の3つのサイレージを調製し, これを同量のデントコーンサイレージと置換した場合の産乳成績を, 第189~190表に掲載した。

デントコーンサイレージ期に比較して, 3種類

第189表 ビートトップサイレージ給与時の飼料摂取量

群 別	牛 号	サイレージ (kg)	ルタバガ (kg)	乾 草 (kg)	配合飼料 (kg)	D C P (g)	T D N (g)	乾 物 摂 取 量 (kg)	体 重 当 た り (%)
頭 葉 単 S	1	40	—	5	8.466	1,379	11,607	17.73	3.23
	2	25	15	5	3.753	938	8,497	13.41	2.58
頭 葉+乾デント S	3	40	—	6	9.800	1,507	12,940	20.61	3.11
	4	25	15	5	3.245	650	6,379	13.52	2.61
頭 葉+乾草 S	5	40	—	5	3.661	899	8,279	14.54	2.76
	6	25	15	5	0.400	653	6,142	11.10	2.08

注) 飼料給与は試験期サイレージをデントコーンサイレージと同量置換したほか, 他飼料は同じである。

第190表 産乳量, 脂肪量および生体量

群 別	区 分	単 位	第 1 期	第 2 期	第 3 期	予 第 2 期	増 減 量	増 減 率
頭 葉 無 添 加 S	産 乳 量	kg	21.20	22.17	20.81	21.00	+ 1.17	+ 5.59
	乳 脂 率	%	3.05	2.95	3.00	3.03	- 0.08	- 2.64
	乳 脂 量	g	656	650	629	643	+ 8	+ 1.17
	生 体 量	kg	535	535	537	536	- 1	- 0.25
頭 葉+乾デント S	産 乳 量	kg	16.86	17.26	16.09	16.47	+ 0.79	+ 4.47
	乳 脂 率	%	3.40	3.65	3.60	3.50	+ 0.15	+ 4.29
	乳 脂 量	g	619	685	610	615	+ 70	+ 11.40
	生 体 量	kg	602	591	585	594	- 3	- 0.57
頭 葉+乾草 S	産 乳 量	kg	12.18	12.36	10.33	11.25	+ 1.11	+ 9.81
	乳 脂 率	%	3.05	3.05	3.25	3.14	- 0.1	- 3.17
	乳 脂 量	g	364	359	325	345	+ 1.4	+ 4.20
	生 体 量	kg	522	530	533	530	0	0
平 均	産 乳 量	kg	16.74	17.26	15.74	16.24	+ 1.02	+ 6.23
	乳 脂 率	%	3.17	3.22	3.28	3.22	0	0
	乳 脂 量	g	546	565	522	534	+ 31	+ 5.74
	生 体 量	kg	553	552	552	552.5	- 0.5	- 0.09

のトップサイレージ期は5～10%平均6.23%産乳量が多く、乳脂量は5.74%増量した。したがってデントコーンサイレージより産乳効果が高いことが認められた。3種類のトップサイレージ間の産乳量の差は、乾草添加群9.81%、乾燥デントコーン添加群4.70%、無添加群5.59%の試験期の増量を示した。しかしこの差は、添加物による乾物摂取量の差であって、3者間の産乳効果の差ではない。乳脂量では、乾燥デントコーン添加群の増量が最高を示した。しかしこの成績から、無添加サイレージが不良だともいえず、各トップサイレージ間に差がないといった方がよい。

なお各サイレージ40kgの代わりに、各サイレージ25kg、ルタバガ15kgの給与群を設けたが、採食時間では顕著に40kg群より迅速で、嗜好性が高かった。しかし産乳効果までは影響しなかった。

したがって、産乳効果はデントコーンサイレージよりも高く、生体重変化もなく健康であるところから、ビートトップサイレージ40kgの飼料利用は有効であると判断した。

(4) 考 察

1) ビートトップの飼料的特性とその偏用飼養による生理的影響

ビートトップの多用による生理障害が、その中に含有される有機酸によって惹起されることは、人や単胃獣において認められたほうれん草などの有機酸の試験²³⁹⁾と同様考えられるところである。しかし反芻獣ではその中毒作用が比較的少ないのは、反芻胃内で有機酸分解があるためだといわれている。そうするとこの有機酸分解によって有機酸の生理障害が十分に防止しうるものであろうか、もし防止しうるとすれば、そしてトップの害が有機酸だけに限定されるものとすれば、トップの多給も牧草の多給同様有害作用は考えられないわけである。しかし実際にはその多給によって、乳質への悪影響²³⁹⁾が認められ、下痢症などの生理障害があらわれることは、一般飼養家の経験するところである。そうするとこれらの生理障害は有機酸分解が一部分であるため、分解されない残部の有機酸作用ま

たは分解による副作用によるものであろうか、それともトップ中のペクチンが牛乳の魚臭(トリメチルアミン臭)の原因であるように、ほかの成分が生理障害の原因になっているのであろうか、これらの諸点を明らかにしようとして本研究を実施した。しかしトップによる生理障害がある特殊の1成分だけによって発生するとは考えられないので、トップ中の存在する種々の特殊成分の生理作用を、トップの多給偏用によって発生する生理障害と比較考照して解明し、その対策を確立したいと思料した。

有機酸の生理的作用……有機酸そのものは、粘膜の腐蝕作用があつて、経口投与すると、口腔内、食道などの消化管の炎症作用が認められている。しかし一般に家畜が摂取する場合、有機酸塩の形で植物中に含有されているものである。その中毒作用も単胃獣では、嘔吐、流涎、下痢まれに呼吸困難、うっ血、血尿、有機酸尿、糖尿、尿閉、尿崩、尿毒症などが認められている²³⁹⁾。子牛の場合では、第一胃機能の未発達のため中毒死するという。しかしこの作用も有機酸塩の種類によって異なることが考えられる。

一般に反芻獣に摂取される有機酸含有飼料としてはビートトップがある。このトップ中の有機酸塩の形について考えると、TALAPATRA²³⁹⁾のpaddy straw 中に不溶性塩と水溶性塩の両方の形で存在し、不溶性塩は有機酸 Ca として、水溶性は有機酸カリとして大半が存在しているという報告が参考になる。そこで BAKER¹⁰⁾の方法でトップ中の含量を測定すると、生育期間の経過に伴って有機酸含量は減少し、不溶性有機酸塩が水溶性塩より多いこと、乾燥、凍結、埋蔵などの処理によっても減少することが認められた。BAKER¹¹⁾は水溶性塩が Ca と結合し、Ca 吸収をそ害するものであるから、この水溶性塩を沈澱させる Ca 添加がこの作用を予防する良策であるといっている。

有機酸含有飼料の特性上、トップ中の有機酸量と Ca 量の割合から、有機酸過剰飼料と Ca 過剰飼料とにわけられる。この性質は、サイレージ化によって Ca 過剰に変化させうるし、その年の天候にも左右され、外葉枯損の多い年には Ca 過剰になりや

すく、少ない年には修酸過剰になりやすい。したがって修酸の作用を考えるには、水溶性修酸量と修酸過剰性の両面から検討することが必要と思われる。

つぎに体内における修酸塩の消長と修酸の分解、沈澱と Ca 吸収の生理的な関連性について考察しよう。

不溶性修酸は家畜に吸収され難いということで、一般に中毒性はないことが考えられる。中毒の発症は、修酸塩の吸収の証拠でもあるので、反芻獣の中毒を究明する場合でも、その吸収量を測定する必要がある。生体組織中の定量法としては、BAKER 法も他法同様信頼性に乏しいうらみもあるが、この用法で実施した。

本試験では、乳牛の血中に 1.6~3.2 mg% 含有され、試験群、対照群で差がなかった。BRUNE³⁰⁾ は 0.4~0.6 mg% の含有量を報告し、トップの大量給与による修酸吸収はないといっている。しかしこれはおそらく血中、組織中の修酸が修酸 Ca として存在しているため、常に微量しか存在しないためと思われる。

体内修酸は、飼料として導入されたり、器官が中間代謝産物として修酸を形成させたり、ほかの飼料から消化管内で細菌によって修酸を形成させ、吸収されて存在することが考えられる。そしてこれら内因性、外因性の修酸が組織中に併存するために、その鑑別は非常に困難である。そこで内因性の修酸形成がどんな経路で行なわれるかについて BRUNE³⁰⁾ の報告を引用しよう。

修酸は glyccoll, purin, sucrose などから形成されるという。glyccoll からの修酸形成は、肝腎における酸化によって、アミノ基が分解して glyoxilic acid と methylamin を形成し、さらに修酸と glycolic acid に分解されるとしている。purin からは修尿酸、尿素をとおして修酸が形成されるという。また繊維分解菌(Bacterium oxalatingenum)によって、Cellulose-glucose-ethyl alcohol-acetic acid-oxalic acid の経路でも修酸が形成されるとしている。これらのことは、本試験の対照群の乳牛の糞尿中、血中、乳中に修酸が認められることから、うなづかれるところである。

試験管内修酸分解試験、乳牛の修酸代謝試験で認められたように、修酸の反芻胃内での分解は確実であるが、これらの修酸の分解菌として *Proactinomyces citreus* があげられている³⁰⁾。このように修酸の摂取、分解、吸収、形成などが、生体内で絶えず繰り返されているために、組織内分析のみでは結論をうることが難しく、修酸の代謝関係から修酸作用を考察しようとしたものである。

尿中修酸の排泄は微量で、中間代謝によるものと思われ、外部要因によることが少ない。したがってトップ給与による尿中排泄量の増量はわずかで、単胃獣のような修酸尿はみられなかった。

糞中修酸排泄量は、飼料として摂取した量の 40~70% であった。そしてこの修酸中に水溶性塩は認められず、不溶性の修酸 Ca であった。また糞中修酸排泄量は、修酸過剰飼料の方が Ca 過剰飼料の場合より少なかった。これは水溶性塩が多いときにもみられ、第一胃内細菌による修酸分解度が高いからである。修酸分解によって糞中修酸排泄量は、摂取修酸量より少なく、さらに飼料中の不溶性修酸量より少ないことが多い。しかし Ca 過剰の場合は、飼料中の不溶性修酸量より糞中のそれが多いことがあり、この場合は不溶性塩からの修酸分解はなく、Ca による修酸沈澱作用が認められたものと考えられる。

従来はこの不溶性塩の修酸 Ca は、細菌分解が難しく、したがってこれと結合している不溶性の Ca もまたほとんど生体には利用不能であると信じられてきた。しかしこの修酸 Ca も Mg イオンがあると溶解しやすくなること、修酸 Ca の Ca も酢酸、塩化物、クエン酸、乳酸などの存在によって、その吸収、分解に影響されることを、BRUNE³⁰⁾ が文献の引用をしているので、本成績のように不溶性修酸の分解と、それによる遊離 Ca の利用性については可能であると断定できる。このことは、飼料中、糞中不溶性 Ca からみえることで、とくに修酸過剰の場合などで不溶性 Ca が吸収利用され、飼料中の遊離 Ca からのみ吸収利用されるものでないことが認められた。また腸内 Ca 排泄と Ca 吸収排泄の関係から、Ca の腸・体内循

現の程度を知ることができ、代謝遊離 Ca のマイナスの場合に、尿酸 Ca の尿酸分解が考えられる。そしてこのときは、腸内乾物量が少なく、下痢症になるようである。一方 Ca を多量に添加して腸を刺激した場合も下痢症になるようである。

飼料中の遊離 Ca が、第一胃内で水溶性尿酸を沈澱することは、従来成績どおり本試験でも認められた。この作用は、Ca 過剰飼料時にとくにあらわれるものであって、トップ給与時に Ca を添加するということは、Ca 過剰飼料とすることと同義であると思う。

要するに尿酸過剰の場合はもちろん Ca 過剰の著しくない場合でも、水溶性尿酸の分解や不溶性尿酸からの尿酸分解が認められた。この場合糞中不溶性 Ca は少ないが、糞中遊離 Ca は多く、飼料中の遊離 Ca は少ないので、一般に Ca 吸収は不良になっている。この理由は明らかでないが、TALAPATRA²⁰³⁾ は尿酸過剰飼料で尿酸が多量に分解されると、炭酸塩、重炭酸塩が多量に生成されて、胃内の塩酸分泌を抑制する間接作用によって、Ca 吸収が害されるのではないかと考えている。本試験の尿酸代謝試験でも認められるように、尿酸の大量分解が起こると、間接的に Ca 吸収害作用が伴うことは一致した結論である。

Ca 過剰の場合は、Ca による水溶性尿酸との沈澱があるために、尿酸分解量が少なく、飼料中の遊離 Ca が多いのに、糞中の遊離 Ca が少なく、不溶性 Ca が多くても Ca の体内吸収量は良好になっている。臨床的には Ca 過剰飼料給与時に生理障害(ケトージス)があったが、これは分娩直後の乳牛であったためと解釈される。したがって尿酸の大量分解は、Ca 吸収害作用、尿酸分解菌の増殖に伴う繊維分解菌相の異常による生理障害のあることを考えると、Ca 過剰性、換言すると Ca を添加した方がよいと推察できる。

トップ給与時の添加物による灰分代謝……Ca の添加は、上述のように Ca 過剰飼料と同傾向を示し、尿酸分解を抑制したが、乾草、炭水化物などの添加でも、同様の傾向を認めた。BRUNE³¹⁾ はまた、Ca 添加によって糞中不溶性 Ca を増加し、P および Ca を添加すると、Ca のみを添加した場合より

尿酸分解を促進するとしたが、本試験では認められなかった。

Ca 吸収量では、尿酸過剰のものに Ca を添加した場合の方が良好であった。しかし Ca 吸収は尿酸の関連性だけで論議されるものではなく、Ca と P の比が大切で、この比が 4 以上または 0.4 以下の場合には灰分吸収が不良で¹³¹⁾、本試験でも P 吸収が不良であった。さらに飼料中の遊離 Ca 量の不足、P 量の不足も同様であった。また P 量が少量で、Mg が大量の場合 Ca 吸収が害されるといわれ、P, Ca が十分な場合 Mg が大量に必要ともいわれているので⁸⁹⁾¹³¹⁾、灰分相互の平衡を満足させるには、各種の飼料の併用が必要である。これらの考慮を怠ると、灰分の代謝障害があらわれ、ついには骨軟症などの後遺症を招くおそれもある。

トップ給与時の灰分代謝障害の予防……トップの尿酸過剰の場合はもちろん Ca 過剰の場合でも、遊離 Ca 量の少ないときは、Ca の添加が必要となる。BAKER¹⁰⁾ のいう水溶性尿酸(トップ中の約 0.15%) 量と当量の Ca 量で計算すると、炭酸石灰 0.16% が必要となるので、BAKER の主張は、すなわち水溶性尿酸量と同量の炭酸石灰を給与せよということになる。一方 SKUDERNA ら¹⁰⁷⁾ は、トップの 0.1% の炭酸石灰を添加することを奨励している。前者の考え方では、80 kg のトップに対し 100~120 g の炭酸石灰が必要になり、これに対応する P 量は、Ca と P の比を 2 として計算すると 50~60 g になる。トップ中の P を差し引くと 30~40 g となり、これをふすまで補うと 3~4 kg の多量を要することになる。

筆者の考え方で計算すると、尿酸過剰の場合遊離 Ca が 20 g あるので、飼養標準量(P 35 g, Ca 40 g) に比べ Ca を 20 g (炭酸石灰 50 g) 添加する必要があり、これに対応する P 量は、Ca と P の比を 2~1 とすると、10~20 g の補給が必要になり、ふすまで補給すると 1~2 kg となる。したがって灰分平衡からいうと、ふすま 1~2 kg, 炭酸石灰 50 g の補給が適量となる。そこで栄養摂取量を勘案すると、15 kg 産乳牛に対し、トップ 65 kg, ふすま 2 kg, 炭酸石灰 40 g でよいという計算にな

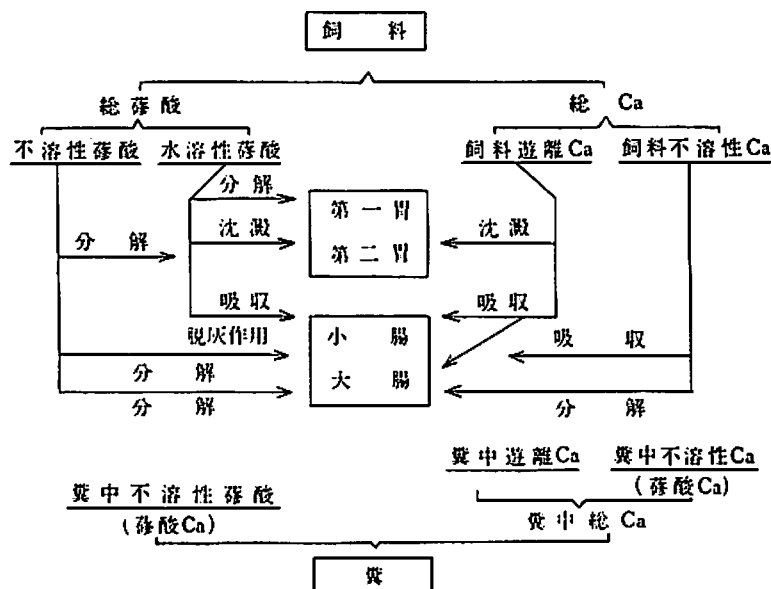
る。

Ca 過剰の場合遊離 Ca 50 g とみると、石灰の補給は必要なく、ふすま 1~2 kg だけの補給でよく、従来いわれているほど炭酸石灰の補給は必要がない。

一般には乾牧草を使用するので、乾草 5 kg, トップ 40 kg, 濃厚飼料 2 kg, 炭酸石灰 30 g 程度が

体重 550 kg, 産乳量 15~16 kg の乳牛の飼料として考えられ、配合飼料給与の場合は、炭酸石灰が含有されているので、とくにトップのための Ca 添加は必要がない。

以上のように修酸と Ca の関連性について論議してきたが、それらの分解、沈澱、吸収などの体内変化の模式図を掲げると第13図のようである。



第13図 修酸とCaの体内変化模式図

ビートトップ給与時の消化率……修酸分解によって、第一胃内菌相の変化が考えられ、そのために有機物の消化率に影響することが考えられる。ZUNTZ⁽⁴⁰⁾は大量のトップと乾草などの摂取によって粗繊維の消化不良を示し、その原因として第一胃内菌相の機能障害をあげている。BRUNE⁽²⁹⁾もまた修酸分解の認められるめん羊の粗繊維の消化率の低下を認め、第一胃内細菌中に修酸分解菌が増殖し、普通の繊維分解菌の分解能の低下を招来することを指摘している。しかし逆に修酸分解減少と粗繊維の消化率の低下と平行するという人もある。粗蛋白質の消化率の低下も認められ、これは腸粘膜の粘液形成の増加や粘膜の剝離に帰せられている。これはさらに胆汁の分泌増加とも関係ありとされている。しかし大量のCa添加は、有機物の消化率低下を伴うので、慎しむべきであろう。

トップの脂肪消化率の低下は、アルファルファとともにサポニン含量が高く、胆汁中に存在するコレステリンとの結合によるコレステリン含量の低下に起因しているが、そのほか修酸分解による間接作用、修酸Caの刺激作用など有機物の消化率低下に種々の原因が関連していることが考えられる。

ビートトップ多用による下痢症……PLAAS (30より引用) は、根菜葉飼用は大腸内で完全発酵せず、炭水化物を吸収しない。そこで乳酸菌が遊離の乳酸をつくり、腸部のアルカリ性を酸性に変化させる。それから腸壁の粘膜を刺激して水の排泄を増加させ、下痢症状を発症させるとしている。また腸内菌相中の炭水化物平衡がくずれ、一種の微生物の発酵不全によるカタルの症状であるともいい、とくに摂取飼料がアルカリ性であると、細菌が活気をまし、下痢を発症せしめるともいう。さ

らに砂や汚物同様粒状の尿酸 Ca 結晶による腸粘膜の機械的刺戟が原因だともしている。

ZUNTZ¹⁰⁾ は根菜葉の汚物含量が下痢の一因であり、さらに汚物とともに導入された細菌毒素も関係しているとした。しかし下痢症状は、根菜葉をきれいに洗って給与しても発症するので、汚物だけによるものとは思われない。KLIMMER¹⁰¹⁾ は下痢の原因として、尿酸とともに根菜葉の硝酸含量にあると考えた。このように種々の説があって、下痢の原因として尿酸がその一部を占めても、全部でないことは確かであって、種々の要因が協同的に作用して喚起されるものであろう。

ROBERT (30¹⁰⁾より引用) は、根菜葉中のサポニンの局所刺戟によって、胃腸の蠕動や胃液、胆汁の分泌が刺戟され、下痢症の原因になるとした。BRUNE²⁹⁾もまた、その発生にいたる機序は、汚物または角張った摂取物による腸壁損傷について、サポニン自身の腸壁刺戟と毒素の腸吸収の促進に伴う吸収サポニンの中毒作用によって下痢症が発生するといっている。

筆者も大量の尿酸分解に伴って下痢症が発症すると考えるより、サポニン刺戟によって下痢症が発症するとする説をとりたい。なぜならば制痢剤として乾草などのように糞中の乾物量を高めるものや、コレステリンや乾草 EE などのようなサポニン作用を中和するものが効果があって、尿酸中和を目的とした石灰、灰分剤などはあまり効果がないからである。筆者の別の試験で、石灰添加だけでは下痢症はなおらなかったが、これに米ぬかを併用した場合下痢症をおさええたからである。

乳牛の産褥性血色素尿症との関係……本症が当地方に発生することを、平賀⁸⁾が本邦で初めて報告してから10年以上になったが、その原因については当時不明であった。それまでの報告では、自家中毒説、代謝障害説、要素欠乏説など種々あった。飼料構造からみると、カブ、てん菜副産物、濃厚飼料少給などと密接な関係があると報告されていた。北米では FARGUHANSON & SMITH³⁹⁾ がアルファルファおよびビートパルプだけの飼養農家に多いことを認め、MADSEN & NIELSEN¹¹⁴⁾ によって、磷酸の欠乏症に関係ありとしてから、筆者

ら^{65)~68)} も同様磷酸欠乏症が本症の原因であることを認めた。そしてその溶血機転について、血球膜の磷脂質欠乏による脆弱に起因すると考えた。一方 SJÖBERG¹⁸⁷⁾ は、飼料中の P 欠乏が血清中 P 含量低下と一致するとしているが、この場合は溶血症状を認めていない。

そこで本症発症地帯の飼料構造から、溶血に関係する飼料として、アルファルファとビート副産物をあげ、これに共通に含有する特殊物質に関係するのではないかと考えた。すなわち溶血毒としてのサポニンが浮かび上がった。分娩直後の乳量の多い時期に、P 欠乏飼料とサポニン含有飼料で飼養されると、その協同作用で本症が発症するという説が生まれたのである。

本試験でも各種飼料中ビートトップ、家畜ビート頭菜、アルファルファなどに大量のサポニン量を認めた。これはサポニンの溶血作用で含量を定量したのであるが、本症発生地帯の飼料構成とサポニン含有飼料とが全く一致することから、上述の発生機序が裏付けられたと思う。

LENKEITS¹⁶⁹⁾ は、西独 Göttingen 付近の根菜耕作地域の飼料の給与量として、乾草 5 kg、ビートトップ 25 kg、家畜ビート 25 kg の基礎飼料と、少量の濃厚飼料の給与をあげ、一般に P 欠乏飼料であるとしている。BRUNE³⁰⁾ は、一般的な飼養法として、トップサイレーシ 35 kg、乾燥トップ 5 kg、乾草 (麦稈) 5 kg、濃厚飼料 2 kg であるとしている。いずれにしても基礎飼料が P 欠乏であることは間違いなく、濃厚飼料の給与量が問題で、本症発生時はおそらく濃厚飼料が無給に近いものと思われる。

とにかく分娩直後の高産乳時、P 欠乏、高サポニン含量飼料で飼養された場合に本症が発症するので、トップ給与法には十分の注意が必要である。

その他の生理障害……本試験では、分娩直後の高産乳牛にトップを多給偏用した場合、強度のケトージスを示し、体重および乳量の減少、食慾不振、被毛無光沢、元氣沈衰などの臨床症状を示し、血糖の低下、尿中、血中、乳中のケトン体の増量が著しかった。非妊娠、乾乳牛の場合でも、栄養摂

取量が十分間に合っているにもかかわらず、血糖低下、アセトン増量など臨床的にあらわれない程度の軽いケトージス徴候を示した。このことは、第一胃内の脂肪酸生成異常や副腎皮質ホルモンの産生減退などのほかに、飼料特性を考えるべきではなからうか。すなわちトップ単用はケト因性飼料といえると思う。

つぎに低磷血症との関係を考えよう。生頭葉給与試験で、Ca 含量に変化ないが、低磷血症になることを認めた。CARLENS (30³⁰)より引用)は、根葉葉飼養によって、12~13 mg% の血清 Ca 含量が10~6.6 mg% に低下したのは、修酸によるものと考えた。HÜTTEN ら(30³⁰)より引用)も根葉葉飼養によって、血清 Ca は 18.8 mg% まで上昇し、P は 2.9 mg% まで低下することを報告した。FREUDENBERG⁽³²⁾も、赤血球数の低下、低磷血(最低 0.8 mg%)を示し、Ca 含量は普通であることを報告している。このように根葉葉の P 含量が少ないための低磷血症が発症することは確かである。一方 BRUNE⁽³³⁾は飼料の少々の変化では血清中の P や Ca 含量は変化しないし、水溶性修酸含量の多少でも差がないが、飼料の種類の変化で影響され、とくに飼料の転換直後に変化することを報告している。また修酸含有飼料に Ca を添加しても、血清 Ca 含量に差のないことも認めているので、飼料中の P 含量の多少だけが敏感に反映するようである。硝酸態窒素による生理的影響は、本試験では認められなかった。

以上のようにトップ中に含有されている修酸、サポニン、硝酸態窒素などの有害成分は、直接反芻嚥に中毒を発するまでの大量は含有されていないが、長期の飼養または多給偏用によって、種々の生理障害をあらわしている。

修酸の分解が認められ、それによる第一胃内細菌の発酵異常によるケトージス、間接作用による Ca 吸収害に伴って灰分代謝障害と下痢症がおり、P 欠乏症と相まって骨軟症の原因となり、サポニンによる下痢症と灰分代謝異常、さらに低磷血症と協同して乳中の産褥性血色素尿症の溶血原因になることが認められ、これが予防には乾草、濃厚飼料、炭酸石灰などの適度の給与が大切

であることがわかった。

2) ビートトップサイレージ利用による生理障害の軽減

ビートトップの多給偏用が、上述の種々の生理障害を呈することから、飼料給与上の灰分添加剤や濃厚飼料の給与量について考察した。一方生理的作用の強い修酸やサポニン含量が、トップのサイレージ化によって、前者は半分以上に、後者は $\frac{1}{2}$ に分解減少することが確認された。トップの生理障害が修酸やサポニンにあるとすれば、当然トップサイレージによる生理障害は軽減されるはずであるので、これを証明しようとした。

解明すべき問題の第1は、トップのサイレージ化によるサポニンの生理的作用の軽減の有無である。これに対し脂肪消化率の顕著な向上があげられる。この消化率の向上には、サイレージ化による向上の数字も含まれているが、その向上度合によってサポニン作用の軽減とみなした。サポニン摂取量も、乳牛に 60 kg 採食させた場合で、Gypsophilasaponin 含量として 23 g、めん羊で約 3 g であって、生理障害の軽減が推量できる。臨床症状や血液性状に異常なく、低 P、高 Ca 血症の程度が軽減したこと、下痢症が改善され、軟便ではあっても正常整形便であることなどサポニン作用が著しく軽減した。

問題の第2は、修酸の生理障害の防止の有無である。サイレージ発酵中の修酸分解によって、遊離 Ca の多い Ca 過剰飼料となって、Ca 吸収が容易となり、生頭葉給与に比較して Ca の吸収量、吸収率が顕著に向上した。このことが修酸作用の軽減効果の証拠であるが、遊離 Ca が多いために、炭酸石灰の増給は不必要であることが認められた。

生頭葉給与試験では、その単用や Ca のみの添加より適量の P 剤やふすまを併用した場合が、修酸分解量は少ないが、不溶性修酸からの分解は認められた。しかしサイレージにふすまを併用した場合は全く認められなかった。したがって修酸分解減少策として、サイレージでも濃厚飼料の併用が有効なことが示された。

Ca 吸収率では、サイレージ調製で顕著な改善

効果が認められながら、濃厚飼料添加によって修酸分解と沈澱に変化があることは、まだ若干の生理的影響が残っているとみてよいことになる。しかし臨床的にも血清 Mg の増量なく、修酸の生理障害が顕著に改善されたとみなしてよい。

問題の第 3 は、灰分代謝障害である。生頭葉自身 P 欠乏飼料であるため、トップのみの飽食では P 摂取量の不足をきたし、P の出納は常にマイナスであった。修酸や遊離 Ca の影響で、ふすまだけを添加しても改善されず、ふすまと Ca を添加して初めてプラスとなった。トップサイレージの場合、その単用や Ca のみの添加は、Ca と P の比が 10 以上になり、P の出納はマイナスであったが、P 剤や濃厚飼料を併用した場合プラス値となり、かつ吸収量も多く、生頭葉給与時の灰分代謝障害は、明らかに軽減された。したがって灰分代謝障害の改善には、P 剤の補給が絶対条件であり、Ca 補給は必要がない。

問題の第 4 は、ビートトップのケト因性である。本試験では、対照期の乳牛にケトージス罹患牛があったにもかかわらず、トップサイレージと濃厚飼料の飼養によって、給与開始後 2 週間で回復した。したがってケト因性は消失したと考えた。さきに推察した生頭葉のケト因性は、修酸分解による第一胃内細菌の機能異常とその消化障害に起因するものと考えてよいようである。また硝酸態窒素の生理障害についても、症状を全く認めなかった。

以上のようにトップサイレージは、生頭葉給与に比較して灰分代謝障害、脂肪ならびに繊維の消化率、ケト因性、下痢症、臨床症状、修酸分解量などサポニンや修酸の作用の顕著な改善が認められ、サイレージ利用の生理的な有利性について実証した。

3) ビートトップサイレージの調製利用法

ビートトップサイレージの損耗と修酸の消長……生理障害防除法として効果的な調製法を検討する目的で、高水分材料に卓効ありとする SMS 処理、水溶性修酸を沈澱させる過磷酸石灰処理の特性比較を、損失率を加味して究明した。

無添加調製サイレージに比較して、SMS、過石

添加は、養分回収率をやや高めた。養分損失の大部分は液汁排出によるもので、それが粗蛋白質で顕著だった。したがって損失率減少には水分調節が最も重要であると推量された。

つぎにトップサイレージの修酸塩の消長をみると、発酵によって水溶性修酸の 7 割が分解消失する傾向を示した。修酸塩の減少は、養分損失とは逆に液汁排出からは少なく、大部分が分解減少であることがわかった。したがって修酸塩を多量に減少させるためには、発酵促進法が最も効果的である。このことから発酵を抑制する SMS 添加サイレージ（同原理の加酸法も含む）は最も不良な方法である。

過石添加サイレージは、水溶性修酸の減少法としては最良の方法であった。しかしこれは修酸の不溶化によるもので、第一胃内分解の可能性を助案すると、SMS 添加法よりすぐれているが、発酵促進法よりやや劣ることが考察された。したがって糖蜜や濃厚飼料などの添加による水分調節かねた発酵促進サイレージが有利なことが考察された。

ビートトップサイレージの調製と利用……そこで発酵促進剤の効果をみるため、多汁性の生澱粉粕、生ビートパルプ、水分調節をねらったえん麦稈、乾草、乾燥デントコーン、発酵促進、水分調節をかねた麦ぬか、廃糖蜜、ふすま、糖蜜飼料、それに対照として灰分添加剤の過石、炭酸石灰、SMS 処理法と麦稈挿入法を比較した。

麦稈挿入、炭酸石灰添加法は、腐敗が多く、実用性はなかった。過石、SMS 処理法は、品質改善効果はあっても、上述の理由で好ましくなかった。多汁性の生澱粉粕、生パルプは、酸生成、養分損失率の両面とも良好でなかった。えん麦稈、乾草、乾燥デントコーンの細切添加法は、水分調節の効果があって、酸組成を改善したが、3 者間の品質の差はなかった。ただし添加物の嗜好性の面で差があり、えん麦稈が劣り残食量がきわめて多かった。後 2 者は比較的良好であったが、粗剛になるに従い嗜好性が低下したので、乾草では若刈り乾草または二番乾草がよく、乾燥デントコーンでは未熟の柔らかいものを用いた方がよい。

濃厚飼料添加の影響では、水分調節の効果的な用量は10%添加が必要であるが、経済的観点からは推奨できない。なお添加物の品質改善効果は、ビニール処理などの密封技術より劣ることも認められた。ビニール密封処理を併用した場合、糖蜜飼料、ふすまの5%添加法の品質改善効果はきわめて高かった。しかし無添加調製法に比較してそれほどではないので、濃厚飼料添加の必要性については強調できない。

サイロ形式では、トレンチ、ビットなどの素掘りのものは不良であって、コンクリート製または素掘りのものにビニール使用したものが良好であった。しかし密封処理が十分であれば、どの形式でも差がなかった。細切処理は、重圧処理で代用しうるところから、絶対必要な処理ではなく、予乾の効果はきわめて顕著であった。これらを給与すると、水分調節効果がきわめて高いので、予乾法の推進が最善の方策であり、ついで良質牧草細切添加法が経済的に有利である。濃厚飼料添加法は、水分調節、発酵促進に効果的であっても、経済性を考慮すると有利ではない。

ビートトップサイレージを実際に家畜に摂取させた場合の生産効果が、ほかのサイレージ原料と比較してどの程度であるかを検討するために、ビートトップ単味、ビートトップ+乾草、ビートトップ+乾燥デントコーン各サイレージ群を設け、これをデントコーンサイレージと比較した。さきの牧草サイレージ調製法の試験で、デントコーンと牧草の産乳効果の差が認められなかったの、デントコーンはすなわち牧草とよみかえてよいのであるが、デントコーンサイレージに比較して、トップサイレージは3群とも産乳効果がやや高かった。しかし3群間の差は認められなかったの、必ずしも粗飼料の添加物が産乳効果上は有利であるとはいえなかった。しかし排出液による損失率の増大を考えれば、予乾調製法または安価な水分調節剤の応用が、調製法の面からいって有利であろう。

VI 総括および結論

酪農経営が寒冷地に適した作目であることには誰しも異論はないが、牧草の調製貯蔵という面では弱点もある。暖地に比べ牧草収量も低収にちがいないが、これは栽培技術の改善や保有面積の拡大で補いうる。しかし冷涼多湿条件下の良質乾草確保という点では、現状の技術段階できわめて困難であり、粗飼料の調製確保に工夫がほしいところである。気候条件に対応性の強いことからいうと、サイレージ調製利用が最善の策であり、必然的にサイレージの多給飼養法が余儀なくされることになる。

従来サイレージの多給は、生理障害が強いとして禁忌されてきた。そこで生理障害の防除対策の確立を計るとともに、乳牛、子牛に対しサイレージ多給基準の設定が必要になる。牧草サイレージが主体となると、大量確保が条件となり、経済的な省力大量調製技術の究明が併行されなければならない。

なおビート酪農の推進に伴って、ビートトップの利用も喧伝されているので、特殊な生理的作用をもつこの飼料の利用法について、牧草サイレージ利用法の範囲に含めて究明し、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研究としてとりまとめた。

(I) 乳牛の牧草サイレージ主体飼養法

1) 草サイレージを主体とした飼養技術を確立するため、乾牧草主体飼養や乾草、サイレージ、根菜、配合飼料を併用した各種飼養法と産乳効果、経済効果を比較した。低産乳牛では、産乳効果、経済効果とも青刈り牧草、草サイレージ単用時に高く、乾草単用は最低であった。一般に乾草に配合飼料を添加しても効果は低かったが、多汁飼料(サイレージ、根菜)に添加すると産乳効果が高かった。配合飼料量が多すぎると、経済効果は低下した。したがって乾草の給与割合が増加するほど、産乳効果の低下が認められたが、これは天候不順による良質乾草調製の困難性によるものと判定した。

2) 上述の飼料条件下にあるので、粗飼料の給

与割合を、一番乾草と高水分サイレージで決定することが必要と考え、粗飼料の給与基準設定試験を実施した。サイレージ単用区(体重の10.2%)、サイレージ多給区(体重の7%)、サイレージ中給区(体重の5%)、サイレージ少給区(体重の2.5%)に区別して、産乳効果を比較すると、前2区のサイレージ多用区と後2区の乾草多用区の間に、高い有意差を示し、サイレージ多用が経済的にも有利であった。

この場合各区間に、乾物摂取量、飼料養分摂取量、生体重、乳質成分、乳脂率などに差異が認められなかったので、乾草を体重の0.7%以下とし、サイレージを飽食させる(7%以上)粗飼料給与法がよいと認めた。

3) 以上の乾草の産乳性の低下は、一番乾草のせいで、二番乾草なら差がないのではないかと、根葉の併用がないが、これを併用すれば粗飼料の給与基準は異なるのではないかと疑問も生じたので、二番乾草、根葉の産乳性を検討した。

良質の二番乾草であって、やや乾物摂取量が多かったが、サイレージ多用区より産乳効果は顕著に低下した。また根葉は、その嗜好性のために乾物摂取量を増加したが、産乳効果はサイレージ多用区と同程度であるので、高水分サイレージ、根葉間には産乳性の差がないことを指摘した。

根葉は乳脂率を低下するが、体内ケトン体の消滅効果、整腸作用など生理的效果によって、乳牛飼養上の根葉不可欠論が生起しているが、ケトージスの脂肪酸生成障害説、オキザロ酢酸欠乏説、内分泌異常説などを過去の文献から考察し、根葉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。

4) 粗飼料を飽食程度採食させることを基本とした、サイレージ多給時の濃厚飼料の給与基準は、飼養標準に準ずればよいのであるが、実用的に乳量比であらわすと、給与日量が乾草1.5~2 kg、牧草サイレージ45~55 kgの場合、飼料利用効率、養分摂取量、生体重、産乳量、経済性を考慮して、乳量の $\frac{1}{4}$ ~ $\frac{1}{6}$ 量が補給の適正範囲であった。

もちろん濃厚飼料の増量とともに産乳量は増加

するが、経済性を考慮しなければならないので、これを分けて結論づけると、中能力牛以上で高乳量、高乳価、劣質粗飼料が予想される場合は、 $\frac{1}{4}$ ~ $\frac{1}{6}$ 量の濃厚飼料給与が適当であり、低能力牛で低乳量、低乳価、良質粗飼料が予想される場合は、 $\frac{1}{6}$ ~ $\frac{1}{8}$ 量の給与が適当と認めた。

5) サイレージ多給の生理的影響をは握するため、上記試験と併行して血液、尿の諸性状、とくにアセトン体含量の変動関係を追究した結果、造血、肝臓の各機能、ミネラル代謝に異常がなく、ケトージスの症状は全くなかった。

したがって乾草無給、サイレージ摂取日量56.6 kgの飼養法で3か月以上健康であったこと、また酪酸の多い劣質サイレージ40 kg飼養でも異常がなかったことなど、前述の脂肪酸代謝の考察とともに、サイレージ主体飼養法確立に確信をもたらした。

6) 高水分サイレージであっても、長期にわたる単用の可能性について、いくつかの試験から自信をもったが、この場合養分摂取量(熱量、灰分など)の不足があるので、適量の濃厚飼料の補給は不可欠である。とくに牧草主体の飼養法ではPの不足が著しいこと、サイレージ多給の場合蛋白質の利用効率の低下があること、それが一般飼料成分の消化率にも影響すること、プロピオン酸産生の生理効果があることなどから、濃厚飼料の補給が必要なことが認められた。

しかしサイレージ飼養に馴致しない牛では、サイレージ多給時、乾草、牧草に強い関心を示すので、乾物摂取量の増大という点から、少量の乾草給与を考えることは効果的である。この点現在研究中である低水分サイレージでは、単用の可能性は十分ある。これについては将来の研究に期待するとして、高水分サイレージでも乾草無給与の可能性は十分あると確信する。

(II) 乳用子牛のサイレージ主体飼養法

7) 粗飼料主体、濃厚飼料少給の育成法を基本とし、早期離乳法と組み合わせ、サイレージを主体とした草地型酪農の子牛育成法を確立しようとした。粗飼料は、特別良質な牧草でなく、慣用品質の飼料である。

青刈り放牧、乾草、サイレージ単用の各月令別における発育効果特性を検討すると、青刈り放牧育成は、栄養摂取量、発育効果とも最良の飼料であった。乾草育成では、二番乾草は青刈り放牧育成同様すぐれているが、一番乾草は、6か月以降栄養摂取量、発育効果（標準の80%）とも劣ってゆき、最低の飼料となった。サイレージ育成の低乾物摂取量は、馴れるにしたがい漸次向上の傾向を示した。早期離乳法を採用した場合、4～6か月令の発育が停滞し、7か月以降は放牧に匹敵する発育を示し（18か月令で標準の94%）、後に標準に達する良好な飼料とみなされた。

なおサイレージ単用時の採食量は、従来適量といわれた体重の3～4%の2～3倍を示し、平均8.9%であった。サイレージの採食量増大には、順致期間3か月程度を要し、給与開始は早いほどよかった。しかし発育停滞期間をなくして、安全に多給できるのは8～10か月令からである。

8) 青刈り放牧主体群、乾草主体群、サイレージ主体群の特性を検討したが、それぞれ単用育成の特性と同様の傾向を示した。しかし乾草を併用しているため、発育が低下し、群間差異が18か月令時ではなくなった。このことは、当地方の乾草の劣質が発育遅滞の原因であることを示唆するものである。なお早期離乳牛は、乾燥形態の粗飼料を好み、慣行は乳育成牛は、多汁性飼料の利用性が高いことを示した。

9) サイレージ多給育成時の補助濃厚飼料では、蛋白質水準の差異はあまりみられず、むしろ熱量水準の差が認められ、糖蜜飼料の育成効果は劣った。配合飼料の給与量は、幼令時1.2～0.8 kg、若令時0.8～0.5 kg程度が考えられる。しかし経済的な給与基準については今後の研究にまきたい。

以上のことは当地域の乾草の劣質化の必然性から、サイレージ主体育成の可能性のあることを示した。

(III) 牧草サイレージ主体飼養法を前提とした 牧草サイレージ調製法

10) サイレージの経済的省力大量調製技術の確立を期し、高水分サイレージの経済的調製法に焦

点をしぼり、フォーレージハーベスターによる機械化無添加調製の可能性を究明した。

従来マメ科草は、調製困難な草種とされていたが、糖分も多く易発酵性で、酸組成、蛋白質分解比率、損失率とも良好であった。SMS添加法は、蛋白質分解抑制効果はあるが、上部施用または悪条件下の施用にとどめるのが経済的と認めた。サイロの大小規模では、自重圧の関係で大型がよく、実用上は50 tサイロ以上がよい。ハーベスター、カッターなどの細切機種間に品質差がなかった。サイレージの部位別品質は中、下部は常に良質であるが、上部が不良の場合があるので、上部処理に注意を要する。以上のようにイネ科出穂期、マメ科開花期草の無添加調製は可能と認めた。

11) イネ科草の飼料価値の増進と乾物摂取量の増大を目標として、穂孕期草の無添加調製の可能性を検討したが、酸組成、蛋白質分解に差がなく、TDN飽食摂取量では圧倒的に出穂期調製草を凌駕し、家畜生産反応上の優位性を示した。したがって早刈り無添加調製は可能と認めた。

12) 上述の飼料価値の変化と家畜生産反応上の変化から、刈取り適期を決定しようとして、イネ科、マメ科混播草の消化率を連続的に調査した。

その結果消化率、乾物摂取量が急激に低下するのは、7月に入ってからであり、刈取り適期は、6月末までのチモシー出穂始期ころまでであった。

青草、サイレージ、乾草の同期刈りのTDN飽食摂取量を比較すると、蛋白質利用効率に差があるが、サイレージは、乾草に顕著にまさり、青草についだ。

13) サイレージの各種添加物の特性効果を、加酸法、SMS添加法、糖蜜飼料添加法で比較すると、加酸法は上部廃棄、蛋白質分解防止効果は最良であり、SMS添加はカロチン、糖分保持、蛋白質分解防止効果にすぐれていた。糖蜜飼料はサイレージ外観上最高で、やや前2者にまさった。産乳経済上からみると、添加物サイレージ調製より無添加サイレージ調製にして、添加物分の配合飼料を給飼時に給与する方が有利であり、普通配

合飼料と糖蜜飼料の産乳効果の差はなかった。

14) サイレージ原料草としてのイネ科草、マメ科草、デントコーンなどを、産乳効果から検討したところ、ラジノクロバ、アカクロバ、チモシー主体草、未熟デントコーン間に、サイレージ品質、栄養摂取量、産乳効果、増体量の差がないので、生産条件にあった草種を個々に選定すればよく、収量安定性、省力栽培上から、デントコーンの栽培は寒冷地においては不利と認めた。

(IV) ビートトップの飼料的特性からみたサイレージ利用

15) ビートトップ飼料の特殊成分の生理的影響、有害作用の究明と予防対策の確立を期するため、修酸、硝酸態窒素、サポニンの灰分代謝、疾病との関係について研究した。

生頸葉給与時の水溶性修酸は、第一胃内分解または Ca と沈澱して不溶性塩となり、全く糞中であらわれない。不溶性修酸中の修酸も一部分解し、遊離した Ca は体内吸収もされるが吸収率わるく、そのまま糞中排泄されるものもある。Ca 過剰の場合は、遊離 Ca が多いので、不溶化による沈澱量多く、Ca 添加の必要はない。修酸過剰の場合は、遊離 Ca 量が少なく、修酸分解が多いので、Ca 吸収を害作用を呈し、Ca 添加が必要である。その量は遊離 Ca 量に左右され、従来の指導量より少なくてもよい。Ca 添加の有無にかかわらず、遊離 Ca と P の比を適度にするのが灰分代謝上大切である。

トップ単用では低磷血症の原因になり、磷剤の補給が重要である。トップ多給時の下痢症は、修酸の刺激作用のほかに、サポニンの腸壁炎症、吸収による中毒作用であることを考察した。サポニンは、ビートトップ、アルファルファに多く、低磷血症と協同して、分娩直後の乳牛の産褥性血色素尿症の発症原因になることも考察した。硝酸の生理的作用は全く認められなかった。またトップの多給偏用で、大量の修酸分解によるケトージスが発症した。以上の害作用は、他の飼料との組み合わせで予防しうることも認めた。

16) トップのサイレージ化によって、生頸葉給与時にみられた生理障害は顕著に軽減され、40～50 kg のトップサイレージの多用は心配ないと認めた。

しかし元来低磷飼料であるため、磷剤とくに濃厚飼料の併用が必要であると認めた。これを欠くと P の代謝障害がみられた。トップサイレージは、修酸分解によって遊離 Ca の含量が多いので、Ca 補給の要は全くない。したがってトップサイレージの給与量は、牧草サイレージの給与基準に準ずればよい。

17) トップサイレージ調製法として、修酸その他の有害成分や損失率の低減をねらって、SMS、過石添加法を検討した。SMS 添加法は、修酸分解量少なく、過石添加法は水溶性塩を全部不溶塩として保持するので、発酵促進サイレージ法（無添加、糖質添加）が有利と認めた。

18) 各種添加物、細切の有無、密封処理、水分調節、サイロ型式などの品質におよぼす影響を検討したが、密封処理（コンクリートサイロ、ビニール処理等）が最も大切で、ついで水分調節であった。これらが十分であると、細切やサイロ型式は問題にならなかった。したがって添加物も密封、水分調節に関係するものがよく、濃厚飼料は高価であるので、経済的な吸水性乾燥粗飼料を添加するか、積極的な予乾処理をするのが良策と認めた。

無添加トップサイレージ、乾草添加トップサイレージ、乾燥デントコーン添加トップサイレージを調製し、40 kg の給与量で産乳性を比較したところ、3 者ともデントコーンサイレージより高く、3 者間には差がなかった。

19) 以上過去10数年にわたり、乾草少給、高水分サイレージ多給の飼養法を、乳牛、乳用子牛ともに応用できることを栄養、生理、飼料利用体系、経済性から究明した。ビートトップも特性をわきまえば、牧草と同様に扱いうるので、それも含めて、牧草サイレージを主体とした飼養技術体系を草地型酪農地帯で確立しうるものと確認した。

謝 辞

草地酪農地帯において、冬期の乳牛の飼養状態が不良なのは、夏期間の冷涼多湿条件下に良質乾草の確保が至難であることをあげられ、粗飼料の利用体系確立の重要性から本研究課題について北海道大学教授 広瀬可恒博士、前北海道立農業試験場根室支場長、現北海道農業試験場畜産部長平賀即徳両先生からご指示をうけ、試験研究の方向と試験遂行上多大のご便宜を供与された。

本研究の遂行にあたり、酪農学園大学教授牛島純一博士には各国各大学からの文献収集に絶大なご協力、ご手配を下さり、北海道大学教授藤本胖博士、東北大学教授津田恒之博士、弘前大学助教授森敏夫博士、北海道大学助教授上山英一先生らは心よく文献提供の労をとられた。また北海道立中央農業試験場長三島京治技師、同畜産部長桜井充技師には、本報告とりまとめ上のご助言、ご叱正を賜った。ここにこれらの諸先生に対し謹んで感謝の意を表するしだいである。

なお、北海道大学審査学位論文として本報告の校閲の労をとられた北海道大学教授広瀬可恒博士、同八戸芳夫博士、同有馬俊六郎博士に重ねて謝意を呈します。

本研究開始以来今日まで飼養、飼料化学、衛生管理面で、絶大な協力を頂いた北海道立根室農業試験場藤田保元管理科長、薦野保隆農科長、坂東健研究職員、岸英司研究職員、斎藤久幸研究職員、北海道立新得畜産試験場谷口隆一畜産化学科長各位に対し厚く謝意を表するしだいである。

参 考 文 献

- 1) ADLER, J. H., 1956: Grass silage a possible nutritional factor bovine ketosis. *Cornell Veterinarian*, 46: 446.
- 2) ———, S. T. ROBERT & J. A. DYE, 1958: Further observations on silage as a possible etiological factor in bovine ketosis. *Amer. J. Vet. Research*, 19: 314.
- 3) ALDERMAN, G., R. L. COWAN, J. W. BRATZLER, & R. W. SWIFT, 1954: Some chemical characteristics of grass silage made with sodium metabisulfite. *J. Dairy Sci.*, 37: 659
- 4) ———, ———, ———, 1955: Some chemical characteristics of grass and legume silage made with sodium metabisulfite. *J. Dairy Sci.*, 38: 805.
- 5) ARCHIBALD, J. G., 1946: Studies in the chemistry of grass silage. *J. Agr. Research*, 72: 277.
- 6) ———, 1953: Sugar and acids in grass silage. *J. Dairy Sci.*, 36: 385.
- 7) ———, & J. W. KUZMESKI, 1954: Further observation on the composition of grass silage. *J. Dairy Sci.*, 37: 1283.
- 8) ———, ———, & S. RUSSEL, 1960: Grass silage quality as affected by crop composition and by additives. *J. Dairy Sci.*, 43: 1648.
- 9) BAILY, G. L., C. C. BALCH, & J. C. MURDOCH, 1955: The digestibility and feeding value of a lucern and timothy sward ensiled in four way. *J. Brit. Grassland Soc.*, 10: 1, 27.
- 10) BAKER, C. J. L., 1952: The determination of oxalates in fresh plant materials. *Analyst.*, 77: 340.
- 11) ———, & A. EDEN, 1954: Studies on the oxalate contents of the leaves of certain varieties of *Beta Vulgaris*. *J. Agr. Sci.*, 44: 1, 394.
- 12) BALCH, C. C., J. C. MURDOCH & J. TURNER, 1955: The effect of chopping and lacerating before ensiling on the digestibility of silage by cows and steers. *J. Brit. Grassl. Soc.*, 10: 326.
- 13) BARNETT, A. J. G., 1954: Silage fermentation. *Butterworths Sci. Pub.* London, 141.
- 14) BECKER, M., 1955: Mineralstoffbedarf von Leistungskühen. *Landbauforschung*, 1.
- 15) BELASCO, I. J., 1956: The role of carbohydrates in urea utilization, cellulose digestion and fatty acid formation. *J. Animal Sci.*, 15: 496.
- 16) BENDER, C. B., J. W. BARTLETT, H. H. TUCKER & J. MIXNER, 1936: Molasses grass silage as the sole roughage diet for milk production and growth of dairy animals. *J. Dairy Sci.*, 20: 424.
- 17) ———, & D. L. BOSSHART, 1939: A critical review of the literature. *J. Dairy Sci.*, 22: 637.
- 18) BENDER, C., 1942: Feeding grasssilage. *N. J. Agr. Expt. Sta. Bull.*, 695.
- 19) 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. *Brit. Vet. J.*, 114: 323.
- 20) BLOOM, S., N. L. JACOBSON, L. D. MCGILLIARD, P. G. HOMYER & E. O. HEADY, 1957: Effect of various hay-concentrate ratios on nutrient utilization and production responses of dairy cows. I. Relationships among feeding level, predicted producing ability and milk production. *J. Dairy Sci.*, 40: 81.
- 21) BLOSSER, T. H. & F. R. MURDOCK, 1957: The influence of stage of maturity of alfalfa hay on its feeding value for milking cows. *J. Dairy Sci.*, 40: 611.
- 22) BOYD, L. J. & K. C. MATHEW, 1962: Effect of feeding various hay-concentrate ratios for short periods on milk yield, SNF and protein.

- J. Dairy Sci., 45: 685.
- 23) BRADLEY, D. V. M., H. F. EPPSON & O. A. BEATH, 1939: Nitrate as the cause of oat hay poisoning. J. A. V. M. A., 94: 541.
 - 24) BRATZLER, J. W., R. L. COWAN & R. W. SWIFT, 1953: Sodium metabisulfite as a preservative for grass silage. J. Dairy Sci., 36: 1, 603.
 - 25) ———, E. KECK Jr., I. F. MARIOTT & J. B. WASHKO, 1955: Nutritive value of orchard grass as affected by level of nitrogen fertilization and stage of maturity. J. Dairy Sci., 42: 934.
 - 26) ———, R. L. COWAN & R. W. SWIFT, 1956: Grass silage preservation with sodium metabisulfite. J. Animal Sci., 15: 163.
 - 27) BROWN, W. O. & V. SMYTH, 1958: Losses in the conservation of grassland herbage as molassed and metabisulfite silage in lined trench silos. J. Agr. Sci., 50: 307.
 - 28) BROWN, L. D., J. W. THOMAS, R. S. EMERY, L. D. MCGILLIARD, D. V. ARMSTRONG & C. A. LASSISTER, 1962: Effect of high-level grain feeding on milk production response of lactating dairy cows. J. Dairy Sci., 45: 1184.
 - 29) BRUNE, H., 1953: Fehlernährung mit Rübenblattsilage und Troblako. —Experimenteller Rübenblattdurchfall beim Hammel unter Berücksichtigung von Adsorbentienbeifütterung Arch. f. Tierernährung., 3: 281.
 - 30) ———, 1955: Experimentelle Untersuchungen am Wiederkäuer zur alimentären Wirksamkeit der Nativen Oxalsäure. Zeitsch. f. Tierernährung und Futtermittelkunde, 10: 148.
 - 31) ———, & K. H. SIEKE, 1956: Ist die Calciumversorgung der Milchkühe durch den Oxalsäuregehalt der Futtermittel in Zuckerrübenbaubetrieben gefährdet. Zeitsch. f. Tierernähr. u. Futtermittelk., 11: 113.
 - 32) ———, 1956: Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung oraler Saponingaben beim Wiederkäuer. Zeitsch. f. Tierernähr. u. Futtermittelkunde., 11: 267.
 - 33) ———, 1957: Zur Lokalisation des bakteriellen Oxalatabbaues in Verdauungstrakt von kalben mit Hilfe des Schlundrinnenreflexes. Zeitsch. f. Tierer. u. Futtermittk., 12: 48.
 - 34) ———, & O. KUDRICH, 1958: Zur Calciumverwertung aus Calciumoxalat unter dem Einfluss von Pektin beim Wiederkäuer. Zeitsch. f. Tierernähr. u. Futtermittk., 13: 1.
 - 35) CARD, C. S. & L. H. SCHULTZ, 1953: Effect of the ration on volatile fatty acid production in the rumen. J. Dairy Sci., 36: 599.
 - 36) CHRISTIAN, A. B. & P. CHRISTIAN, 1953: The cause and treatment of ketosis in cattle. J. A. V. M. A., 122: 479.
 - 37) COLOVOS, N. F., H. A. KEENER, J. R. PRESCOTT & A. E. TEERI, 1949: Nutritive value of timothy hay at different stage of maturity as compared with second cutting clover hay. J. Dairy Sci., 32: 659.
 - 38) CONRAD, H. R., J. W. HIBBS, A. D. PRATT & J. H. VANDERSALL, 1958: Milk production, feed intake and digestibility following initiation of legume-grass silage feeding. J. Animal Sci., 17: 1197.
 - 39) ———, ———, ———, & R. R. DAVIS, 1961: Nitrogen metabolism in dairy cattle. I. The influence of grain and meadow crops harvested as hay, silage or soilage on efficiency of nitrogen utilization. J. Dairy Sci., 44: 85.
 - 40) CONVERSE, H. T. & H. G. WISEMAN, 1952: Cornsilage as the sole roughage for dairy cattle. USDA Tech. Bull., 1057.
 - 41) COWAN, R. L., J. W. BRATZLER & R. W. SWIFT, 1952: Use of sodium metabisulfite as a preservative for grass silage. Science, 116: 154.
 - 42) ———, ———, K. KECK, R. W. SWIFT, G. ALDERMAN & J. B. WASHKO, 1956: Further experiments with sodium bisulfite as a preservation for grass silage. J. Animal Sci., 15: 1188.
 - 43) CRAMPTON, E. W., E. DONEFER & L. E. LLOYD, 1960: A nutritive value index for forage. J. Animal Sci., 19: 538.
 - 44) DAVIDSON, W. B., J. L. DOUGHTY & J. L. BOLTON, 1941: Nitrate poisoning of livestock. Can. T. Comp. Med., 5: 303.
 - 45) DAVIS, W. M., G. H. BOTHAM, & W. B. THOMPSON, 1937: Grass silage: A comparison of the changes involved in the ordinary molasses and A. I. V. process. J. Agr. Sci., 27: 151.
 - 46) DAVIS, R. F., N. S. WOODHOUSE, M. KEENY, & 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.
 - 47) DAWSON, J. R., D. V. KOPLAND & R. R. GRAVES, 1940: Alfalfa hay cut at three stage of maturity: Its yield chemical composition and feeding value for milk production. J. Dairy Sci., 23: 558.
 - 48) DICKSON, W. F. & D. V. KOPLAND, 1934: Feeding dairy cows with and without grain. Montana Agri. Expt. Sta. Bull., 293.
 - 49) 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.

- 50) ———, ———, ———, 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 experiment. *J. Agr. Sci.*, 43: 66.
- 51) ———, 1954: Further study on the fattening value of grass silage and on the effect of the dry-matter percentage of the diet on dry-matter intake in ruminants. *J. Agr. Sci.*, 44: 66.
- 52) ———, 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.
- 53) DUFOR, L., R. P. NIEDERMEIER, C. E. ZEHNER & J. W. CROWLEY, 1954: Sulfur dioxide as a preservation for high moisture legume silage. *J. Dairy Sci.*, 37: 52.
- 54) 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.
- 55) ———, & 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.
- 56) ———, ———, 1959: Relationship of milk production efficiency to the relative proportions of the rumen volatile fatty acids. *J. Dairy Sci.*, 42: 843.
- 57) ENSOR, W. L., J. C. SHAW & H. F. TELLECH-
EA, 1959: Special diets for the production for low fat milk and more efficient gains in body weight. *J. Dairy Sci.*, 42: 189.
- 58) EVERETT, J. P. Jr., C. A. LASSISTER, C. F. HUFFMAN & C. W. DUNCAN, 1958: Effect of various additives on dry matter intake of heifers fed either alfalfa hay or silage. *J. Dairy Sci.*, 41: 721.
- 59) FARGUHARSON, J. & K. W. SMITH, 1938: Post-parturient hemoglobinuria of cattle. *J. A. V. M. A.*, 93: 37.
- 60) FOREMAN, C. F., R. S. ALLEN, A. R. PORTER, 1957: A comparison of soilage and alfalfa silage for lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 40: 620.
- 61) FRANK, T. J. & C. FORT, 1938: Further observation on oat hay poisoning. *J. A. V. M. A.*, 45: 159.
- 62) FREUDENBERG, F., 1955: Untersuchungen über die puerperale Hämoglobinurie. *Deutsche Tierarztl. Wochenschr.*, Sondh., 1: 62.
- 63) 藤野安彦, 1958: 乳脂肪は何から作られるか? 畜産の研究, 12: 2, 271.
- 64) GESSNER, O., 1953: Die Gift- u. Arzneipflanzen von Mitteleuropa. Verl. C. Winter, Heidelberg, (cited from 62).
- 65) GORDON, C. H., H. G. WISEMAN, L. E. CAMPBELL, C. G. MELIN & H. M. IRVIN, 1954: The use of acidifying salts in high moisture hay crop silage. *J. Dairy Sci.*, 37: 659.
- 66) ———, H. M. IRVIN, C. G. MELIN, H. G. WISEMAN & J. R. McCALMONT, 1957: Some experiments in preservation of high moisture hay-crop silages. *J. Dairy Sci.*, 40: 789.
- 67) ———, ———, ———, 1958: Chemical quality, nutrient preservation, and feeding value of silages stored in bunker silos. *J. Dairy Sci.*, 41: 1738.
- 68) ———, H. G. WISEMAN, J. C. DERBYSHIRE, W. C. JACOBSON, & D. T. BLACK, 1959: Effect on silage of chopping and bruising the forage. *J. Dairy Sci.*, 42: 1394.
- 69) ———, E. A. KANE, ———, ———, 1959: Nutrient losses, quality, and feeding value of wilted and direct-cut orchardgrass stored in bunker and tower silos. *J. Dairy Sci.*, 42: 1703.
- 70) ———, ———, ———, 1960: Consumption and feeding value of silages as affected by dry matter content. *J. Dairy Sci.*, 43: 866.
- 71) ———, J. C. DERBYSHIRE, H. G. WISEMAN, E. A. KANE & C. G. MELIN, 1961: Preservation and feeding value of alfalfa stored as hay, haylage, and direct-cut silage. *J. Dairy Sci.*, 44: 1299.
- 72) GORINI, C., 1939: Lactic silage with a pasteurized thermophile. *Le Lait*, 18: 473 (cited from 202).
- 73) 橋本吉雄, 有馬俊六郎, 1958: ビート類給与の Rennet clotting に及ぼす影響について, 日畜学会北海道支部会報, 1: 26.
- 74) ———, 斎藤善一, 1960: 牛乳中のトリメチルアミンに関する研究, 日畜学会北海道支部会報, 3: 17.
- 75) 早川康夫, 橋本久夫, 1960: 根釧地方火山灰地における牧草地土壌の理化学的特性とその施肥法に関する試験, IV 採草用牧草チモシーの刈取回数と追肥について, 道農試験集, 6: 106.
- 76) HAYNES, E. H., R. F. DAVIS, R. G. WARNER & J. K. LOOSLI, 1955: The digestion coefficients of feeds containing various ratios of grain by fistulated steers and milking cows. *J. Animal Sci.*, 14: 1206.
- 77) HEADLY, F. B., 1949: Value of silage to holstein heifers. *Nevada Agr. Expt. Sta. Ann. Rept.*, (cited from 101).
- 78) HEADY, E., 1954: Farm management economics. *N. Y.*, (cited from 159).

- 79) HEGSTED, D. M., F. W. QUACKENBUSH, W. H. PETERSON, G. BOHSTEDT, W. RUPEL & W. A. KING, 1939: A comparison of alfalfa silages prepared by the A. I. V. and molasses method. *J. Dairy Sci.*, 22: 489.
- 80) HENDERSON, G. A., 1947: Ketosis in dairy cows with emphasis on treatment. *Cornell Vet.*, 37: 292.
- 81) HILLMAN, D., C. A. LASSISTER, C. F. HUFFMAN & C. W. DUNCAN, 1958: Effect of all-hay vs. all-silage rations on dry matter intake of lactating dairy cows, moisture and pH as factors affecting appetite. *J. Dairy Sci.*, 41: 720.
- 82) ———, 1959: Does it pay to feed grain to the milking herd? *Dairy Notes*, 9: 15.
- 83) ——— & R. L. MADDEX, 1959: Fitting forage feeding systems to different size dairy operations. *MSU silage Conf. MSU East Lansing*, 119.
- 84) 平賀即稔, 谷口隆一, 1952: 根室原野に発生した乳牛の産褥性血色素尿症様疾患について, *日本獣医師会雑誌*, 5: 5, 151.
- 85) ———, 坪松戒三, 1955: 乳牛の産褥性血色素尿症に関する研究, I. 血液の生化学的研究, *獣医畜産新報*, 153: 190.
- 86) ———, 谷口隆一, 1955: 乳牛の産褥性血色素尿症に関する研究, II. 病歴日別血液状態の変化, *日本獣医師会雑誌*, 8: 11, 557.
- 87) ———, 1955: 根釧地方における特殊病, *北農*, 22: 8, 30.
- 88) ———, 1960: 乳牛の産褥性血色素尿症に関する研究, IV. ビートトップ草用による臨床症状, *北農*, 27: 9, 6.
- 89) 広瀬可恒, 1957: 乳牛 栄養と飼養一, 朝倉書店, 112.
- 90) HODGSON, R. E., J. C. KNOTT, V. L. MILLER & H. K. MURER, 1938: The nutritive value of home grown roughage rations for dairy cattle. *Wash. Agr. Expt. Sta. Bull.*, 366.
- 91) HOGLUND, C. R., 1963: Economic analysis of high-level grain feeding for dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 46: 401.
- 92) HUFFMAN, C. F., S. T. DEXTER, C. W. DUNCAN & C. A. LASSISTER, 1957: Grain equivalent of immature alfalfa for milk production when fed as soilage and as silage. *J. Dairy Sci.*, 40: 264.
- 93) ———, 1961: High-level grain feeding for dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 44: 2113.
- 94) HYMAS, T. A. & R. J. MEDLER, 1960: Effects of a synthetic nitrate concentrate administered orally to cattle. *J. A. V. M. A.*, 137: 477.
- 95) 井口賢三, 1943: 乳牛, 養賢堂, 165: 231.
- 96) 石井 進, 1961: 家畜衛生検査法(下), 農業技術協会, 285.
- 97) JOHNSON, R. B., 1955: The effect of the administration of acetic, propionic and n-butyric acids upon the blood glucose and ketone body levels of goats. *Cornell Vet.*, 45: 273.
- 98) KANE, E. A. & W. C. JACOBSON, 1956: Effect of grain on the digestibility of grass silage. *J. Dairy Sci.*, 39: 939.
- 99) ———, & L. A. MOORE, 1959: Digestibility of Beltsville first-cut forages affected by date of harvest. *J. Dairy Sci.*, 42: 936.
- 100) KEENER, H. A., N. F. COLOVOS, K. S. MORROW, G. M. FOULKROD, G. P. PERCIVAL & J. R. PRESCOTT, 1949: N. H. Agr. Expt. Sta. Circ., 77 (cited from 201).
- 101) ———, F. E. ALLEN, N. F. COLOVOS, A. C. PAUL & H. A. DAVIS, 1958: Value of adding corn silage and limited quantities of hay to a grass silage limited grain ration for dairy heifers. *J. Dairy Sci.*, 41: 429.
- 102) KELLY, W. R., 1955: The ketosis problem in cattle. *Irish Vet. J.*, 9: 250.
- 103) 菊地脩二, 1958: サイレージによる乳牛の飼養, 畜産の研究, 12: 3, 409.
- 104) KLIMMER, M., 1924: Fütterungslehre d. landw. Nutztiere, Berlin 12, (cited from 30).
- 105) 京大農学部編, 1959: 農芸化学実験書(上), 産業図書, 234.
- 106) KRONFELD, D. C., 1961: Metabolic aspects of ruminant ketosis. *Am. J. Vet. Res.*, 22: 496.
- 107) LASSISTER, C. A., C. F. HUFFMAN & C. W. DUNCAN, 1957: The effect of varying hay-grain ratios and levels of feed intake on feed utilization of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 40: 611.
- 108) LENKEIT, W., 1943: Einführung in die Ernährungsphysiologie der Haustiere. Verlag. F. Enke. Stuttgart, 1953 (cited from 30).
- 109) LLOYD, L. E., E. W. CRAMPTON, E. DONEFER & S. E. BEACOM, 1960: The effect of chopping vs. grinding on the nutritive value index of early vs. late cut red clover and timothy hays. *J. Animal Sci.*, 19: 859.
- 110) ———, H. F. M. JEFFERS, E. DONEFER & E. W. CRAMPTON, 1961: Effect of four maturity stages of timothy hay on its chemical composition nutrient digestibility and nutritive value index. *J. Animal Sci.*, 20: 468.
- 111) LOGAN, V. S., 1954: The effect on milk production of legume silage harvested in the bud stage vs. full bloom stage of maturity of alfalfa. *J. Dairy Sci.*, 37: 247.
- 112) LOVELL, R. T. & L. L. RUSOFF, 1963: Effect of a highly fortified vitamin-mineral supplement in high and low-concentrate ratios for dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 46: 1089.
- 113) ———, 1939: Parturient hemoglobine-mia of dairy cows. *J. A. V. M. A.*, 94: 574.
- 114) MADSEN, D. E. & H. M. NIELSEN, 1940: The

- relation of parturient hemoglobinemia of dairy cows to aphosphorosis. *N. Ame. Vet.*, 21: 81.
- 115) MAGNER, R., 1960: Effect of varying alfalfa hay-concentrate ratios in pelleted ration for dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 43: 811.
- 116) MARTIN, T. G., G. E. STODDARD & R. S. ALLEN, 1954: The effect of varied rates of hay feeding on body weight and production of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 37: 1233.
- 117) MARTZ, F. A., C. H. NOLLER, D. L. HILL & M. W. CARTER, 1959: Intake and value for milk production of oat silage ensiled at three stages of maturity and preserved with SMS. *J. Dairy Sci.*, 42: 1955.
- 118) ———, ———, ———, ———, ———, 1960: Apparent digestibility of alfalfa-brome-grass with advancing maturity, using a modified digestion trials. *J. Dairy Sci.*, 43: 868.
- 119) MATHER, R. E., C. P. BREIDENSTEIN, B. P. POULTON & G. H. BONNINGTON, Jr., 1960: High levels of grass silage for milk production with no grain, medium, and high grain feeding. I. Intake, milk production and weight changes. *J. Dairy Sci.*, 43: 538.
- 120) McCULLOUGH, M. E., L. R. SISK, & O. E. SELL, 1958: Influence of stage of maturity and of ground, snap corn or sodium metabisulfite as preservatives on the feeding value of oat silage. *J. Dairy Sci.*, 41: 796.
- 121) ———, ———, ———, ———, ———, ———, A. R. STASH & D. L. CASON, 1960: Influence of preservatives on the fermentation, nutrient recovery and feeding value of alfalfa, starr millet, and cowpea and sudan grass silages. *J. Dairy Sci.*, 43: 1826.
- 122) MELIN, T. N., B. R. POULTON, & M. J. ANDERSON, 1962: Nutritive value of timothy hay as affected by date of harvest. *J. Animal Sci.*, 21: 123.
- 123) MEYER, J. H., W. C. WEIR, L. G. JONES, & J. L. HULL, 1956: Effect of stage of maturity on the feeding value of alfalfa and oat forage. *J. Animal Sci.*, 15: 1275.
- 124) ———, ———, ———, ———, ———, ———, 1957: The influence of stage of maturity on the feeding value of oat hay. *J. Animal Sci.*, 16: 623.
- 125) ———, ———, ———, ———, ———, ———, 1960: Effect of stage of maturity, dehydrating vs. field-curing and pelleting on alfalfa hay quality as measured by lamb gains. *J. Animal Sci.*, 19: 283.
- 126) 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.
- 127) 三橋 堯, 1946: 乳牛飼養法, 養賢堂, 166: 357.
- 128) 三股正年, 高野信雄, 1956: 糖蜜添加サイレージの作り方, 畜産の研究, 10: 8, 951.
- 129) ———, ———, ———, 1956: 新添加剤 SMS による草サイレージの作り方 (1)(2), 畜産の研究, 13: 10-11, 1239, 1351.
- 130) ———, ———, ———, 1959: 焦性亜硫酸ソーダ添加による草サイレージの調製に関する研究, I. SMS 添加サイレージの特性, 日草誌, 5: 1, 22.
- 131) ———, ———, ———, 1960: 焦性亜硫酸ソーダ添加による草サイレージの調製に関する研究, II. 草およびビートトップに対する現地試験, 日草誌, 6: 1, 13.
- 132) MONROE, C. F. & H. ALLEN, 1934: Increased hay feeding for dairy cows. *Ohio Agr. Expt. Sta. Bull.*, 538.
- 133) ———, ———, C. C. HAYDEN, 1936: Studies of A. I. V. silage. I. Preparation and feeding. *J. Dairy Sci.*, 19: 453.
- 134) 森本 宏, 1960: 家畜栄養学, 養賢堂, 52.
- 135) MORRIS, M. P., & R. J. GALCIA, 1955: The destruction of oxalates by the rumen contents of cows. *J. Dairy Sci.*, 38: 1169.
- 136) MORRIS, B., P. M. CANCEL & G. M. ALMA, 1958: Toxicity of nitrates and nitrites to dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 41: 694.
- 137) MORRISON, F. B., 1954: Feeds and Feeding. 21ed. *Morr. Pul.*, 666.
- 138) ———, ———, ———, 1956: Feeds and Feeding. 22ed. *Morr. Pub.*, 575.
- 139) MUHRER, M. E., A. A. CASE, G. B. GARNER & W. H. PFANDER, 1955: Toxic forage produced in a drought area. *J. Animal Sci.*, 14: 1251.
- 140) MURDOCH, J. C., D. A. BALCH, A. S. FOOT, & S. J. ROWLAND, 1955 a: The ensiling of lucerne with addition of formic and glycollic acids molasses and barley meal and wilting. *J. Brit. Grassl. Soc.*, 10: 139.
- 141) ———, ———, ———, ———, ———, ———, M. C. HOLDSWORTH, & M. WOOD, 1955 b: The effect of chopping, lacerating and wilting of herbage on the composition of silage. *J. Brit. Grassl. Soc.*, 10: 181.
- 142) ———, ———, ———, ———, ———, ———, M. C. HOLDSWORTH & M. WOOD, 1956: The chemical composition and loss of nutrients in silage made with the addition of sodium metabisulfite and halogenated acetate of glycol. *J. Brit. Grassl. Soc.*, 11: 16.
- 143) ———, ———, ———, ———, ———, ———, 1958: The use of sodium metabisulfite in silage making. *J. Brit. Grassl. Soc.*, 13: 55.
- 144) ———, ———, ———, ———, ———, ———, 1960: The effect of pre-wilting herbage on the composition of silage and its intake by cows. *J. Brit. Grassl. Soc.*, 15: 70.

- 145) ———, 1962 a : Silage for dairy cows. *J. Brit. Grassl. Soc.*, 17: 133.
- 146) ———, 1962 b : The effect of type of concentrate on milk production when silage is the only roughage offered to cows. *J. Brit. Grassl. Soc.*, 17: 268.
- 147) MURDOCK, F. B., A. S. HODGSON, & D. R. WALDO, 1962 : Effect of rate of hay and concentrate supplementation on milk production of cows fed high moisture grass silage. *J. Dairy Sci.*, 45: 684.
- 148) MUSGRAVE, R. B. & W. K. KENNEDY, 1950 : *Advance in agronomy. II. Silage*, Academic Press Inc., 289.
- 149) 中村良一, 1957 a : ケトージス診断の一考察, 日獣会誌, 10: 26.
- 150) ———, 1957 b : 乳牛のケトージスについて, 日獣会誌, 10: 280.
- 151) ———, 1958 : ケトージスと栄養障害との関係, 畜産の研究, 12: 1, 213.
- 152) NASH, M. J., 1959 a : Partial wilting of grass crops for silage. I. Field trials. *J. Brit. Grassl. Soc.*, 14: 65.
- 153) ———, 1959 b : Partial wilting of grass crops for silage. II. Experimental silages. *J. Brit. Grassl. Soc.*, 14: 107.
- 154) ———, 1959 c : Partial wilting of grass crops for silage. III. Farm silages. *J. Brit. Grassl. Soc.*, 14: 177.
- 155) NELSON, J. L., L. T. KURZ & R. H. BRAY, 1954 : *Anal. Chem.*, 26: 1081.
- 156) NEWSON, I. E., E. N. STOUT, T. J. FRANK, C. W. BARBER & A. H. GROTH, 1937 : Oat hay poisoning. *J. A. V. M. A.*, 90: 66.
- 157) 西塾 進, 和泉康史, 大橋尚夫, 小林直臣, 竹根章夫, 塚本 達, 1964 : サイレージ主体による経済的育成法確立試験, 新得畜試成績 (昭39), 133.
- 158) 西山太平, 1959 : 乳牛新編, 養賢堂, 300-314.
- 159) ———, 1962 : 酪農の経営経済, 明文書房, 134-137.
- 160) 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: 特, 1.
- 161) 扇元敏司, 古坂澄石, 1958 : ルーメン内有機酸発酵, 畜産の研究, 12: 147.
- 162) 大原久友, 高野信雄, 1952 : 草サイレージの製造理論とその技術に関する研究, I. 若干草類サイレージの品質におよぼす添加物, 予乾, サイロ各部位の影響, 帯広畜大学術研究報告, 7: 2, 45.
- 163) ———, ———, 1953 : 草サイレージの製造理論とその技術に関する研究, II. 草類サイレージの品質におよぼす原料構成, 草種の割合, 添加物, 加圧の影響および埋草における微生物の消長, 帯広畜大学術研究報告, 1: 3, 35.
- 164) ———, 吉田則人, 1955 : 甜菜副産物の飼料的利用法に関する研究, I. 甜菜頭葉ならびにサイレージの飼料成分, 帯広畜大学術研究報告, 2: 1, 43.
- 165) ———, ———, 高沢敏夫, 1956 : 甜菜副産物の飼料的利用法に関する研究, II. 風乾甜菜頭葉の飼料成分, 帯広畜大学術研究報告, 2: 2, 115.
- 166) ———, ———, 中島賢一, 1958 a : 甜菜副産物の飼料的利用法に関する研究, III. 甜菜頭葉各種利用法における可消化性, 帯広畜大学術研究報告, 2: 4, 365.
- 167) ———, ———, 中村義一, 1958 b : 甜菜副産物の飼料的利用法に関する研究, IV. 甜菜頭葉給与による乳量, 乳質に及ぼす影響, 帯広畜大学術研究報告, 2: 4, 371.
- 168) ———, ———, 高木昭一郎, 1958 c : 甜菜副産物の飼料的利用法に関する研究, V. 蔗糖蜜のサイレージ添加物としての効果, 帯広畜大学術研究報告, 2: 4, 380.
- 169) ———, ———, 中村義一, 1961 : 甜菜副産物の飼料的利用法に関する研究, IX. 甜菜頭葉サイレージの家畜栄養, 乳量, 乳質に及ぼす影響, 日畜学会報, 32: 別, 54.
- 170) OLSON, H. H., L. D. STEWART, M. L. DAHNCKE & H. F. BENSON, 1962 : Unlimited vs. limited roughage feeding of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 45: 686.
- 171) ORTH, A., & W. KAUFMAN, 1959 : Über den Einfluss hoher Silagegaben auf die Verdauungsvorgänge in Pansen. *Landwirtschaftliche Forschung*, 12: 149.
- 172) ———, 1959 : Einige beobachtungen über den Fettgehalt der Milch bei Silagefütterung. *Landwirtschl. Forschung.*, 12: sonndh, 125.
- 173) OSLAGE, H. J., F. E. HARRIS, E. ZORITA & M. BECKER, 1960 : Über den intestinalen Abbau von Calciumoxalat beim Wiederkäuer. *Arch. f. Tierernährung*, 10: 198.
- 174) OWEN, D. F. Jr., C. R. RICHARDS & T. A. BAKER, 1956 : The effect of varying levels of hay and corn silage consumption of total digestible nutrient intake and milk production. *J. Dairy Sci.*, 39: 1425.
- 175) PETERSON, W. H., BOHSTADT, H. R. BIRD, W. M. BEESON, 1935 : The preservation and nutritive value of A. I. V. silage for dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 18: 63.
- 176) PORTER, G. H., & E. M. KESLER, 1957 : Value of alfalfa silage in the diet of the young dairy calf. *J. Dairy Sci.*, 40: 163.
- 177) POTTS, R. B. & E. M. KESLER, 1957 : Effect of grass silage on milk flavours and blood acetone bodies. *J. Dairy Sci.*, 40: 1466.
- 178) POWELL, E. B., 1946 : Some relations of roughage intake to the composition of milk. *J. Dairy Sci.*, 29: 453.
- 179) PRATT, A. D. & C. W. HOLDWAY, 1943 : The feeding value of clover-molasses silage for milking cows. *Va. Agr. Expt. Sta. Bull.*, 353.
- 180) ———, ———, & H. R. CONRAD, 1957 : Pro-

- [illegible]

- & M. OKAMOTO, 1961 b : A study of factors affecting rate of intake of heifers fed silage. *J. Dairy Sci.*, 44: 1471.
- 212) 東大農学部編, 1950 : 農芸化学分析書 (旧版下巻), 朝倉書店, 647.
- 213) TODD, J. R., 1958 : An experiment on bovine ketosis using two different types of silage. *Brit. Vet. J.*, 114: 414.
- 214) 坪松戒三, 藤田 保, 斎藤久幸, 1963 a : 牧草サイレージを主体とした乳牛飼養法確立に関する試験, I. 牧草サイレージ多用に乾草, 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, 道農試集, 11: 85.
- 215) ———, ———, 坂東 健, 1964 a : 牧草サイレージを主体とした乳牛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, 乳質におよぼす影響, 道農試集, 13: 11.
- 216) ———, ———, ———, 1964 b : 牧草サイレージを主体とした乳牛飼養法確立に関する試験, III. 2 番乾草ならびに乾草, サイレージ給与における乳量, 乳質におよぼす根菜添加の効果, 道農試集, 14: 1.
- 217) ———, 斎藤久幸, 1963 b : 根釧地方における乳牛のサイレージ主体飼養法を前提とした牧草サイレージ調製法に関する試験, I. 損失率からみた Forage Harvester による Direct-Cut Silage の品質, 道農試集, 12: 58.
- 218) ———, ———, 1963 c : 根釧地方における乳牛のサイレージ主体飼養法を前提とした牧草サイレージ調製法に関する試験, II. イネ科若刈り草による無添加 Direct-Cut Silage の品質と栄養価値, 道農試集, 13: 28.
- 219) ———, ———, 谷口隆一, 岸 吳司, 1961 : ビートトップの飼料的特性とその偏用飼養による生理的影響に関する試験, 道農試集, 8: 74.
- 220) ———, ———, ———, 1962 : ビートトップサイレージ偏用時におけるサポニンおよび脂肪酸の生理作用について, 道農試集, 9: 18.
- 221) TURNER, C. W., 1924 : A study of the relation between feed consumption and milk secretion. *J. Dairy Sci.*, 7: 535.
- 222) 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.
- 223) 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生理的にみたケトージス, 日獣会誌, 7: 211.
- 224) ———, 1955 : 反芻動物における低級脂肪酸の吸収および利用に関する研究, 生化学, 27: 118.
- 225) ———, 1957 : 乳牛の栄養判定基準について, 日獣会誌, 10: 290.
- 226) ———, 1960 : 家畜の生理学, 養賢堂, 260.
- 227) ———, 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.
- 228) 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.
- 229) VIRTANEN, A. I., 1933 : The A. I. V. method of preserving fresh fodder. *Empire J. Expt. Agr.*, 1: 143.
- 230) VOELKER, H. II., 1959 : Preservation losses in bunker, concrete stave and in glass-lined silos. *J. Dairy Sci.*, 42: 929.
- 231) WARD, G. M., C. CHESTNUT Jr. & C. F. HUFFMAN, 1962 : Unpublished data. Michigan Agr. Expt. Sta. East Lansing, Cited from HUFFMAN's 'High level grain feeding for dairy cows.' (93).
- 232) WATSON, S. J. & W. S. FERGUSON, 1936 : The value of artificial dried grass, silage, made with added molasses and A. I. V. fodder in the diet of dairy cow and their effect on the quality of the milk, with special reference of the value to the non-protein nitrogen. *J. Agr. Sci.*, 26: 337.
- 233) ———, 1938 : Silage and crops preservation. McMillan & Comp., London (cited from 202).
- 234) WAUGH, P. K., H. S. POSTON, R. D. MOCHRIE, W. R. MURLEY & H. L. LUCAS, 1955 : Additions of hay to corn silage to maximize feed intake and milk production. *J. Dairy Sci.*, 38: 688.
- 235) WEHMER, C., 1933 : Die Pflanzenstoffe. Verlag. J. Springer, (cited from 63).
- 236) WEIR, W. C., L. G. JONES & J. H. MEYER, 1960 : Effect of cutting interval and stage of maturity on the digestibility and yield of alfalfa. *J. Animal Sci.*, 19: 5.
- 237) WHITE, G. C. & A. D. PRATT, 1930 : Corn silage feeding investigations. *Conn. Agr. Expt. Sta. Bull.*, 169.
- 238) WOODWARD, T. E. & J. B. SHEPHERD, 1938 : Methods of making silage from grasses and legumes. *U. S. D. A. Tech. Bull.*, 661.
- 239) 吉川春寿, 1951 : 臨床医化学臨床編, 協同医書, 341.
- 240) ZUNTZ, N., 1914 : Zeitschrift der Vereins der Deutsche. Zuckerindustrie, 64: 643.

STUDIES ON THE FEEDING OF HIGH LEVEL OF GRASS SILAGE FOR DAIRY COWS AND CALVES

by
Kaizo TSUBOMATSU

SUMMARY

I. STUDIES ON FEEDING SILAGE OF A HIGH PERCENTAGE OF GRASS CONTENT TO DAIRY COWS

(1) The purpose of the experiment was to determine the value of feeding silage of a high percentage of grass to dairy cows in eastern Hokkaido during the winter months. This was compared with the efficiency and economy of milk production, feeding a high percentage of hay and all kinds of hay, grass-silage, roots, and concentrate feed.

In order to study the influence upon milk production, comparisons were made between double-reversal feeding using all kinds of feeds: all-grass hay, all-grass silage, hay and silage, hay-silage-roots and concentrate, hay and concentrate, silage and concentrate, hay-roots and concentrate, hay-silage and concentrate, silage rations, and others.

When cows produced 5 to 15 kg of milk, both the all-grass silage and the all-silage ration showed the highest efficiency of milk production and was most economical, while an all-hay ration showed the lowest. When the concentrate mixture was fed together with hay, the efficiency of milk production was lower, whereas, when the concentrate was fed together with succulent ration, the efficiency was higher. Furthermore, when using a succulent ration together with the concentrate, the efficiency of milk production and fattening value was higher, but was the least economical.

When cows were fed a 1 % (5 kg) hay-ratio of live-weight, 4 % (22 kg) silage of live-weight and on a grain: the FCM ratio was about 1 : 3, and the milk yield efficiency and the cost were not higher. When fed roots with the above, however, the efficiency was low.

During one lactation time two feeding trials were conducted. When a high-succulent ration (grass silage, roots, beet top etc.) was compared with a high-hay ration (both feeding groups were fed concentrate of a 20% equivalent of the milk cost), the annual milk production was 4,691 kg, 4,509 kg. Compared with the potential producing ability of the cows, it was 100% and 90%, respectively.

From the facts mentioned above the higher the percentage of hay in the ration, the efficiency of milk production decreases. As it is difficult to make good quality hay in this district, this low efficiency is due to the inferior feeding value of hay rather than to that of direct-cut silage.

Consequently, the writer concludes it is best to adopt high-silage feeding as the winter feeding system for dairy cows in the eastern Hokkaido district.

(2) Experiments were conducted to establish the feeding standard of roughage based on high-grass silage for winter feeding of dairy cows in the eastern Hokkaido district.

Fourteen cows were used and divided into five groups based on the content of hay and silage (air-dry basis) in the diets. The roughage groups were as follows: silage only, silage (S) 2: hay (H)

1, silage 1: hay 2, silage 1: hay 1, and a silage free-choice. A concentrate mixture was fed using grain with FCM ratio of about 1 : 4 in the feeding trial of dairy cows by Latine square design.

The average daily feed consumptions (kg) were as follows: silage only group: silage 53.3, concentrate mixture (C.M.) 3.7; S2 : H1 group: silage 36.5, hay 3.7, C.M. 3.9; S1 : H2 group: silage 13.3, hay 8.2, C.M. 4.1; S1 : H1 group: silage 26.3, hay 5.9, C.M. 3.6; silage free-choice group: silage 56.6, C.M. 3.8. A significant difference was not shown among the groups in dry matter consumption and TDN intake. There was a significant difference between the milk yield of the two high-silage groups and that of the two high-hay groups, but there was no difference among the groups in milk fat content and the milk chemical quality and the change in live weight of the dairy cows. Consequently, the writer concludes it is best to use a high-silage ration with a limited amount of hay as the feeding standard for dairy cows.

(3) A comparison was made between a hay ration, a hay and roots ration, a hay and grass silage ration, and a hay-grass silage and roots ration as to their influence upon the milk production and the milk chemical quality. The feeding value of hay and grass silage were evaluated by digestion trials with sheep. A second-cutting grass and legume hay were high in protein, and the digestion coefficient of the hay was the same as the first-cutting grass silage cut at the pre-shooting stage of maturity. When the dairy cows were fed equal amounts of dry matter rations, the efficiency of milk production of the second-cutting hay was lowest using the various succulent rations. Comparisons were made as to the effect on milk production of feeding additional roots with a grass silage ration, a hay ration, and a hay-grass silage ration for dairy cows. Significant differences were not noticeable in the milk yield or the cost. A fat-depressing effect was seen when roots were added to both hay and grass silage rations of dairy cows. The milk chemical quality of all ration groups was excellent. Since the ketogenicity of inferior quality of grass silage can be inhibited by the addition of oxalo-acetic acid originate, (e.g. glucose, carbohydrate, lactic acid, propionic acid originate), roots are not always necessary in the winter rations of dairy cows.

Consequently, the writer believes in the possibility of not using roots in feeding high-grass silage to dairy cows.

(4) Two experiments were conducted to establish a suitable quantity of a concentrate mixture feeding with maximum silage intake in addition to 1.5 to 2.0 kg of hay winter feeding of dairy cows in the eastern Hokkaido district. In both experiments, four groups of three cows were used in the form of 4×4 Latine square design and each group was assigned to one of four treatments based on level of concentrate mixture feeding for FCM production. The treatments were as follows; 1 : 3, 1 : 4, 1 : 5, 1 : 6, in Experiment 1 and 1 : 5, 1 : 8, 1 : 15, 0, in Experiment 2, respectively.

The total dry matter intake increased as the level of concentrate feeding increased, and it ranged from 12.40 to 14.30 kg per day per cow in Experiments 1 and 12.25 to 13.93 kg per day per cow in Experiment 2, respectively. The percentages of DCP and TDN intake in the Japanese feeding standard ranged from 136 to 160 in DCP and 106 to 117 in TDN in Experiment 1 and 112 to 149 in DCP, 99 to 104 in TDN in Experiment 2, respectively. The FCM production increased as the levels of concentrate for FCM increased, but by the principle of diminishing returns, high-level concentrate feeding (1 : 3) is inferior economically because of low feeding efficiency for milk production, and low-level concentrate feeding (0 and 1 : 15) is also inferior economically because of

low milk yield, less nutrient intake for Japanese feeding standard, and a decreasing body weight.

Consequently, from the stand point of cost, the following conclusions were shown: As the price of milk and the cost of concentrate per kg are almost equal, in the case of high producing ability and low quality of roughage, the most profitable level of concentrate supplementation is the ratio 1 : 4 to 1 : 5, and in the case of low production and a high quality of roughage, it is the ratio 1 : 6 to 1 : 8.

(5) Two experiments were conducted to investigate the effect of a large amount of grass silage consumption on hematological and urinary properties of dairy cows. Experiment 1: The effect of varying levels of grass silage and hay by degrees was investigated. Experiment 2: The effect of feeding grass silage ad libitum for about three months was investigated. The results obtained are summarized as follows: Certain ketone bodies in the blood and urine of cows increased slightly, but they were within normal limits.

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

(6) It was concluded from several experiments that as a sole roughage for cows, grass silage would be used continuously even if it was a high moisture silage, but, of course, a little amount of concentrate must be fed to supplement energy and minerals.

Supplementation of concentrate is important when using a high-grass silage ration in order to supplement phosphorous, and increase the efficiency of protein utilization, the digestion coefficients of forage components, and production of propionic acid in rumen. Cows fed a high-silage ration ate the hay and bedding, so feeding a little amount of hay may be effective to increase the dry matter consumption. In an experiment of a low moisture silage being conducted now, the dry matter consumption is higher. Therefore, a ration of silage as a sole roughage may be established in the future.

II. HIGH-SILAGE FEEDING SYSTEM FOR DAIRY CALVES

(7) In order to establish a high-silage feeding system for dairy calves, comparisons of the effect of grazing, soilage, hay, and silage rations on the growth of dairy calves were made using calves of various ages. Also, the early weaning technique were examined simultaneously. Forages used in this experiments was not especially good quality, but conventional.

Soilage and grazing showed the best results and second-cutting hay showed similar results, but a first-cutting hay showed the least amount of nutrient consumption after 6 months of age and the most inferior growth (80 percent for growth standard). Silage was good forage for calves and showed similar results to grazing after 7 months of age (94 percent for growth standard) and reached the growth standard gradually, but in the case of early weaning, dry matter intake was less and growth of calves from 4 to 6 months of age was inferior. When fed silage only, the average value of dry matter consumption was 8.9 percent per body weight. This was two to three times more than has been reported by previous researchers. In order to increase the dry matter intake of silage, it must be fed about 3 months before feeding a high-silage ration. So, the earlier the time of feeding begins, the better the result. However, from the age of 8 to 10 months, a large amount

of silage can be fed safely.

(8) The growth of calves fed hay and silage, and grazed showed a similar tendency to that of previous results when fed only forages. The growth of the calves fed these forages in this experiments was inferior compared with previous results and the differences among groups was not recognized at 18 months of age. This indicates that the quality of hay in this district is lower, and it influences the growth of calves. It was observed that calves weaned early had a tendency to prefer dried forage and calves raised by the conventional technique preferred succulent forage.

(9) The difference of growth was not recognizable when using different levels of protein, but when different levels of energy were used the growth was different. The growth of calves raised using molasses was inferior compared with other concentrates. The profitable level of feeding concentrate mixture was 1.2–0.7 kg until 6 months of age and 0.7–0.5 kg from 7 months of age, but must be studied from the economical standpoint.

From previous results it was concluded that if the quality of hay in this district is poor, a high-silage ration for calves may be profitable.

III. STUDIES ON MAKING GRASS SILAGE TO ESTABLISH FEEDING MAINLY SILAGE RATIONS TO DAIRY COWS

(10) As the direct-cut forage harvester has been introduced in our country, it is necessary to reconsider the silage making technique which generally includes the use of wilting, chopping, additives and others. Direct-cut forage using the silage cutter or forage harvester was ensiled in field-scale silo (3 m × 6 m). Samples were collected by the bury-bag method and analyses were made of organic acid, nitrogen compounds, change of proximate analysis of forage and silage, and nutrients losses. Furthermore, digestion trials with sheep were carried out to compare sodium metabisulfite treated silage and silage not treated. The purpose of the present study is to determine the difference in the quality of grass and legume silage, the quality of direct-cut silage, and the effects of sodium metabisulfite as an additive for high moisture silage.

Legume silage possessed sufficient carbohydrate for good fermentation, had a low pH, easily fermented, and was high in organic acids and lactic acid. Furthermore, it had high volatile base contents, but the ratio to crude protein was similar to that of grass silage. Although dry matter losses are inferior to those of grass silage, good quality of silage can be made with no additive.

Metabisulfite-treated silage had low volatile base, low volatile acids and high non-volatile acids, and lactic acid showed one-third the content of non-volatile acids. The average chemical composition of the direct-cut silage was as follows: lactic acid: acetic acid 76 : 24, amino acid (as protein in dry matter) 4.37%, volatile base (same as above) 1.51%, their ratio 2.9 : 1, dry matter losses 18.3 % (includes top spoilage 5%).

From the results briefly reported above, it may be concluded that direct-cut silage with no additive can provide good quality silage when use is made of the first cutting of heading stage of maturity of grass forage, the first cutting of bloom stage of legume forage and the second cutting of legume forage.

(11) The purpose of the studies was to determine the possibility of using no additive in silage making of early-cut grass forage and to compare the nutritive value of the early-cut and late-cut

grass silage (late-shooting stage). Early-cut forage contained an sufficient amount of carbohydrates for good fermentation, as did the late-cut forage. The chemical quality of early-cut silage showed a medium quality by evaluation of organic acid method, and showed a small increase in the amount of protein breakdown and dry matter losses. These silage qualities are as good as silage qualities of large-scale silos which were shown in the first report, therefore it is possible to make a no-additive, direct-cut silage from boot-stage-cutting of grass forage. The nutritive value of the early-cut silage evaluated with the relative TDN intake is 50% higher than that of late-cut silage and 20% higher than that of late-cut forage.

Accordingly, the silage making of early-cut grass forage saves on the feed costs and in making one's own high-protein forage.

(12) In order to decide the best time of cutting, the digestion coefficient of mixed grasses were determined continuously and accordingly the early head-stage of timothy was late June, because the digestibility and dry matter intake was decreased suddenly in July. The maximum TDN intake was compared between silage, silage, and hay cut at the same stage of maturity and the results showed that the silage was superior to the other two forages and the silage was consumed more than the hay, but was inferior in efficiency of protein utilization.

(13) The effects of various additives in silage making were compared and addition of acids showed the least surface loss and better recovery of protein. The addition of sodium metabisulfite were effective in the preservation of carotene, sugar and recovery of protein. The addition of molasses was most superior in the physiological evaluation, but it may be profitable to feed molasses directly to the cows with no-additive silage from the standpoint of the cost of milk production.

(14) There was no difference in the quality, nutrient intake, milk production, and body weight gains of the different kinds of silage; namely, ladino clover, red clover, timothy, premature dent corn. The selection of forage materials in silage making may be chosen from the yields and easiness of cultivation, and so dent corn is unprofitable in this district.

IV. STUDIES ON THE CHARACTERISTICS AND PHYSIOLOGICAL RESPONSES OF BEET TOP AS FORAGE, AND ON ITS SILAGE MAKING

(15) Dairy cows and sheep were fed to study the degrees of the physiological responses caused by beet top which was over-fed and single-fed. Studies were made of the effects of the ingredients of beet top on the cows and sheep, how the ingredients operate, and how their toxic symptoms can be prevented.

Water soluble oxalate and a part of water insoluble oxalate were decomposed in rumen. When a ruminant fed with over-oxalate, Ca-free is deficient, in contrary to the case fed by too high contend Ca forage, it is better to add calcium to the diet. Care must be taken to balance it with phosphate. Beet top is a P-deficient feed. Therefore, to give beet top to a ruminant without fortified P would cause osteomalacie as well as decalcification of oxalates.

If diarrhea occurs when fed beet top, the effect of saponin is more serious than that of oxalate. Furthermore, the simultaneous effect of aphosphatemia and hemolysis of saponin would cause parturient hemoglobinuria of dairy cows. Over-feeding or single-feeding of beet top would cause ketosis, but the effect of nitrate was not observed. Physiological responses mentioned above may be

prevented by feeding a limited amount of beet top and using a suitable combination with other feeds.

(16) Farmers usually feed cows a great deal of beet top before decay. However, an over-feeding of beet top causes mineral metabolism disturbance, aphosphatemia, diarrhea, ketosis, and parturient hemoglobinuria of dairy cows. The writer has already reported that these physiological difficulties would be caused mainly by direct and indirect activities of oxalic acid and saponin. Oxalic acid and saponin content in beet top decreases in silage fermentation. Therefore, the purpose of the study was to determine whether these difficulties can be overcome, when cows are fed with beet top as silage. Cows were fed beet top silage *ad libitum*, in comparison with mineral metabolism and digestion tests carried out at the same time in sheep.

As a result, physiological difficulties caused by feeding beet top were all eliminated, so it may be said that feeding a great deal of beet top silage is satisfactory. However, beet top silage is a P-deficient feed, so it is necessary to supplement a moderate amount of P-rich feed (concentrate and bone meal). Without it a P-metabolism difficulty was observed. Because beet top silage includes free-Ca based on decomposition of oxalic acid during fermentation, it is not necessary to add Calcium.

(17) When putting beet top into the silo, a less amount of oxalic acid decomposed substance results because sodium metabisulfite inhibits fermentation. This is unsuitable. In the case of the method of adding 1% superphosphate of lime, less oxalic acid decomposed substance is yielded than in the fermentation silage method, but it is the most effective to decrease the amount of water soluble oxalic acid. From the facts above noted, it may be concluded that it is necessary to combine beet top silage with other feed (concentrate, hay etc.) rather than to limit the feeding amount of beet top silage.

(18) The influence of various additives, cutting, air tight condition, and types of silo on the quality of silage were observed. The air tight condition was the most important factor and then the adjustment to profitable water content were effective. If these conditions were sufficient, cutting and types of silo were not a problem. Wilting or addition of hay, dried dent corn and beet pulp may be used effectively for the adjustment of water content, but concentrate is not profitable because of its high cost.

(19) The effects of three kinds of beet top silages (no-additive, hay-added, dried dent corn-added) and dent corn silage on milk production were compared, and beet top silages was superior to the dent corn silage and the differences within the three kinds of beet top silages were not significant.

(20) From studies on the physiology and nutrition of dairy cows and cost of milk production during ten years, it was concluded that a high moisture grass silage ration with a little amount of hay should be used for cows and calves, and also a beet top silage would be used as grass silage if its chemical components were sufficiently understood.

The writer concludes from these results that a high-silage ration to dairy cows and calves should be established in the region of grassland farming.