

原料草とサイレージのTDN飽食摂取量……めん羊3頭の本試験期の飽食量を第103表に示した。原物採食量は、水分含量の多い早期刈り草が、著しく多量に摂取する数値となっているが、乾物摂取量にすると、適期刈りサイレージを100とした比率は、同原料草128, 早期刈りサイレージ139, 同原料草152である。これに飼料のTDNを相乗したTDN飽食摂取量は、それぞれ100, 132, 151, 189であって、早期刈り草の飼料価値のきわめて高いことが認められた。

早期刈りサイレージは、適期刈りサイレージに比較してTDNで9%, 採食量で39%高く、その和がTDN飽食摂取量の指数に相似した。結局家畜に対する飼料価値は、適期刈りに比し、早期刈

りは5割高いことが認められ、これはREIDら¹⁸²⁾の成績に似ている。早期刈り原料草は、適期刈りのそれに比して43%TDN飽食量が高く、サイレージのそれよりやや向上比率は低い、飼料価値の増進度はおおよそ同程度であった。したがって酸組成によるサイレージ品質と家畜反応とは別個なものであることがわかる。すなわちサイレージの嗜好性は、その発酵成分の品質よりも原料草の栄養価値に起因する度合が高かった。上述のようにTDNの評価では、10%程度の差異しか認められないものが、粗飼料を主体とした飼養法では、40~50%の飼料価値の向上が認められ、早期刈り調製の重要性が認識された。

第103表 両原料草のサイロ内容量の比較

刈 取 時	サイレージ沈下状況		容積当たり比較		諸 込 量 比 率		回 収 量 比 率	
	沈 下 高	サイレージ高	D C P	D T P	T D N	D C P	D T P	T D N
早 期 刈	75 cm	125 cm	186	136	138	104	141	101
適 期 刈	28	172	100	100	100	100	100	100

第104表 両サイレージの総合比率

刈 取 時	発 酵 状 況		貯 蔵 効 率			栄 養 価 値		
	脂 肪 酸	蛋白分解	D C P	D T P	T D N	D C P	D T P	T D N
早 期 刈	良	不 良	102	77	97	151	101	109
適 期 刈	極 良	極 良	100	100	100	100	100	100

刈 取 期	消 化 率		嗜 好 性			同容積内の栄養貯蔵量		
	粗 蛋 白	乾 物	D C P	D T P	T D N	D C P	D T P	T D N
早 期 刈	112	112	209	141	150	141	95	101
適 期 刈	100	100	100	100	100	100	100	100

ii) 青草の時期別消化率と同期刈り牧草の調製法別消化率

青草の生育時期別成分とその消化率の変動……播種後2年目のチモシー・アカクロバ混合牧草の植生割合の変化は、チモシーの穂孕前から出穂盛期の6月18日から7月6日までの期間中、60:40から70:30に変化し、イネ科草が優占していた。

水分変化は、84%から78%の間を変異し、7月に入ると、急激な水分減少があるので、6月中の刈り取りが養分維持上有利のように思われた。第105表、第106表の消化率と成分の相乗による乾物

中のDCP, TDNで養分変化を検討すると、DCPは当初13%から8~9%(6~7割)に低下することがわかる。TDNは80%から60%までの変化で、当初の7.5割に低下した。

消化率を乾物消化率で代表させると、77%から69%(9割)に変動し、繊維消化率の低下がめだった。灰分出納でもCa, Mgは終始正値を示すが、Pは6月25日以前で正値を示した。したがってそれ以前の刈り取りがP蓄積上効果的であり、若刈り草または放牧草の養分維持は良好なことが推察された。

第 105 表 飼料成分および可消化成分 (%)

形 態	試 番	料 号	原 物 中 (%)					原 物 中		乾 物 中		TDN飽食量		
			水 分	粗蛋白	粗脂肪	粗纖維	NFE	粗灰分	DCP	TDN	DCP	TDN	量 (g)	比
二 年 目 青 草	1		83.21	2.74	1.32	3.57	7.73	1.43	2.13	13.44	13.04	79.4	969	100
	2		82.96	2.50	1.50	4.29	7.10	1.65	2.02	13.36	12.11	74.11	897	94
	3		81.78	2.64	1.36	4.54	8.15	1.55	2.19	13.97	12.02	76.67	1,047	108
	4		81.09	2.63	0.99	4.41	9.18	1.70	2.02	13.12	10.67	69.18	814	84
	5		82.97	2.39	0.89	3.79	8.09	1.87	1.71	11.16	10.03	65.56	736	76
	6		80.67	2.35	0.84	4.72	8.36	3.06	1.55	11.40	8.14	59.41	681	70
	7		77.90	2.71	0.90	6.40	9.19	2.90	1.93	14.30	8.73	65.29	774	80
三 年 目 青 草	8		83.21	2.74	1.32	3.57	7.73	1.43	2.10	12.40	12.47	73.69	910	94
	9		84.39	2.50	1.20	4.13	6.30	1.48	1.87	11.40	12.05	73.45	808	84
	10		83.92	2.44	1.30	4.45	6.37	1.53	1.79	12.08	11.17	75.84	888	92
	11		80.60	2.70	1.30	5.62	8.10	1.68	1.67	11.36	10.00	65.42	834	86
	12		78.54	2.99	1.08	6.14	9.69	1.56	2.01	13.08	8.27	59.80	745	77
	13		78.52	2.76	1.15	6.08	10.00	1.49	2.01	13.99	7.94	57.67	663	68
乾 草	14		15.18	14.71	5.53	22.22	33.64	8.72	10.83	56.07	12.77	66.10	778	80
チ モ シ ー 乾 青 草	15		12.68	16.32	5.03	21.60	37.70	6.67	12.64	62.95	14.48	72.09	963	99
	16		16.78	11.65	4.46	23.47	37.82	5.82	8.22	53.34	9.88	64.09	765	79
	17		15.76	11.06	3.65	27.33	36.78	5.42	7.95	53.95	9.44	64.04	708	72
	18		78.70	2.34	0.87	5.92	10.40	1.77	1.23	9.73	6.74	51.57	406	42
	19		75.63	2.65	0.85	5.97	13.68	1.22	1.51	12.28	6.19	50.41	454	47
	20		75.79	2.50	0.93	6.64	11.93	2.16	1.59	12.46	5.55	45.17	401	41
	21		16.59	7.80	3.86	26.51	40.00	5.24	4.93	48.61	5.91	58.28	640	66
	22		12.78	8.93	3.70	26.92	42.00	5.67	5.60	48.66	6.42	55.79	543	56
サイ レ ー ジ	23		80.00	2.48	1.08	5.88	8.92	1.64	1.71	14.71	8.54	73.53	578	101
	24		79.44	2.38	1.23	6.75	8.69	1.51	1.29	12.46	6.29	60.58	660	68
	25		80.40	2.52	1.12	7.14	7.53	1.29	1.38	10.90	6.92	54.03	667	69
乾 草	26		19.43	12.56	5.15	21.87	32.98	8.01	8.81	52.93	10.94	65.70	652	67
比	青	27	80.70	2.96	0.74	4.44	9.30	1.86	2.14	12.90	11.08	66.80	938	97
	サ	28	82.02	2.54	0.78	4.18	8.62	1.86	1.59	11.60	8.85	64.60	830	86
較	青	10	83.92	2.44	1.30	4.45	6.37	1.53	1.79	12.08	11.17	75.84	888	91
	サ	25	80.40	2.52	1.12	7.14	7.53	1.29	1.38	10.90	6.92	54.03	667	69
	青	3	81.78	2.64	1.36	4.54	8.15	1.55	2.19	13.97	12.02	76.67	1,047	108
	サ	23	80.00	2.48	1.08	5.88	8.92	1.64	1.71	14.71	8.54	73.53	978	101
	乾	26	19.43	12.56	5.15	21.87	32.98	8.01	8.81	52.93	10.94	65.70	652	67

注) 青草, 乾草サイレージの養分比較それぞれ () 内は 3, 23, 26 比較のみ。

DCP 100 96(91) 71(71) TDN 100 90(86) 88(96) TDN 飽食量 100 68(62) 86(94)

播種 3 年目のオーチャードグラス・チモシー・アカクロバ混合牧草の草種割合 (イネ科草とマメ科草の比) は 70 : 30 から 80 : 20 になった。当初オーチャードグラスは出穂し、チモシーは穂孕前であったものが、終了時は、前者が開花し、後者は出穂期に達していた。オーチャードグラスは開花期

に達していたにもかかわらず、嗜好性は割に高く、チモシーの開花期とは全く異なった家畜反応を示した。

水分は 85~78% に変異し、諸成分も 2 年目草と同傾向の変動を示した。繊維のみが 10 日ぐらい早く増量した。乾物中の DCP は 12% から 8% (6~

第 106 表 消 化 率 の 変 化 (%)

形 態	試料 番号	期 日	消 化 率						灰 分 出 納		
			乾 物	蛋 白	脂 肪	纖 維	N F E	灰 分	P	Ca	Mg
二 年 目 青 草	1	6.18	77.15	77.93	78.46	71.36	83.20	57.78	33.87	43.65	74.55
	2	6.20	74.10	80.73	78.77	72.41	78.50	57.61	26.38	28.51	61.14
	3	6.22	72.07	83.54	79.09	73.47	73.80	48.08	18.83	3.38	47.74
	4	6.26	69.57	76.93	67.63	61.77	74.73	61.72	-2.38	18.96	49.23
	5	6.28	69.13	71.45	64.38	60.53	72.62	74.60	-4.96	11.79	46.38
	6	6.30	68.70	65.97	61.14	50.29	70.51	82.71	-7.54	4.53	43.53
	7	7. 6	69.20	71.04	62.30	69.53	72.50	83.00	11.10	17.10	38.50
三 年 目 青 草	8	6.18	71.55	76.54	76.31	65.49	73.62	69.00	26.82	27.52	65.18
	9	6.20	69.37	74.84	77.94	65.86	74.72	63.23	21.62	20.54	60.53
	10	6.22	69.35	73.15	80.98	66.24	75.83	57.47	16.42	13.56	55.88
	11	6.26	62.99	72.67	72.67	59.03	65.14	37.76	9.77	6.53	49.28
	12	6.28	59.33	67.30	75.23	56.95	59.23	36.67	3.45	0.83	37.57
	13	6.30	55.68	61.94	77.80	54.87	53.33	35.59	-2.86	-4.88	25.86
乾 草	14	6.12	66.66	73.60	64.39	70.39	64.14	—			
チ モ シ ー 乾 青 草	15	6.12	71.84	77.45	61.86	75.74	71.54	—			
	16	6.23	62.49	70.62	61.79	63.79	61.83	—			
	17	7. 2	63.33	71.93	61.36	70.17	59.24	—			
	18	7. 6	51.94	61.33	49.57	47.57	56.13	39.31	-3.96	-4.18	38.66
	19	7. 8	49.67	56.92	49.44	44.37	52.53	35.66	-3.30	-3.60	44.92
	20	7.10	46.21	52.51	49.31	41.17	48.94	32.02	-2.63	-3.03	51.19
	21	7.15	58.78	63.27	57.35	61.32	58.03	—			
	22	7.27	54.19	62.71	58.37	58.02	53.77	—			
サイ レ ー ジ	23	6.22	68.03	68.84	80.00	76.05	73.94	60.00			
	24	6.28	57.73	54.15	63.83	57.95	63.06	30.22			
	25	6.22	55.43	54.86	63.88	60.59	47.52	19.14			
乾 草	26	6.22	65.26	70.22	69.08	68.02	64.43				
比 青	27	6.20	71.7	72.4	43.5	71.2	73.9				
	28	6.20	67.7	62.5	56.3	67.4	71.5				
サ	10	6.22	68.42	73.15	79.58	66.24	75.83	57.47	16.42	13.56	55.88
	25	6.22	55.43	54.86	63.88	60.59	47.52	15.50			
較 青	3	6.22	72.07	83.54	79.09	73.47	73.80	48.08	18.83	8.38	47.74
	23	6.22	68.03	68.84	80.00	76.05	73.94	60.00			
	26	6.22	65.26	70.22	69.08	68.02	64.43				

7割)に低下し、TDN は75~57%と7.5割で、これも2年目牧草と同じであった。乾物消化率は72%から58% (8割)に低下し、蛋白質、繊維、NFEの低下は著しかった。この点は、早熟性オーチャードグラスが多いためか、2年目牧草より低下度が大きかった。これについてチモシー青草をみると、7月6~10日までに DCP 6.7~5.6%,

TDN 51.6~45.2%と、青草時の可消化成分の低下が顕著であった。乾物消化率も51.9%から46.2%に低下し、P, Caとも出納が負値となった。したがって青草の栄養分の低下とともに、家畜嗜好性の低下も刈り遅れ草では顕著であり、この時期の青草利用は一考を要することがわかる。

チモシー乾草の時期別変動をみると、6月12日

から7月27日までを調査したが、穂孕期から開花期にいたっていた。この間 DCP 14.5~6%(4割)に低下し、TDN は72.1~55.8%(7.5割)に低下して、DCP の低下が顕著であった。乾物消化率は71.8%から54.2%となり、これも7.5割であった。DCP の顕著な低下にかかわらず、50日間での程度の低下であることは、青草より乾草の消化率および嗜好性の低下度が少ないことをうかがわせた。事実、7月6~10日の青草の消化率、嗜好性より7月15~27日の乾草のそれらが高いことは注目すべきことであろう。

同期刈り牧草の調製法別による養分変動……粗飼料の調製利用による養分損失率の変動は種々調査されているが、原料草と乾草またはサイレージを個々に比較しているのが多く、乾草とサイレージを比較した成績は少ない。そこで筆者は、原料草とサイレージの飼料成分、消化率を比較した成績と、原料草、サイレージおよび乾草の同期、同一草種、同一草地から刈り取りしたもの DCP、TDN を算出し、乾物中のそれに換算して、養分保持率を比較した。とくにサイレージは、調製状態によって養分保持率の変動が著しかったので、各種試験の平均値を併載した。

青草の DCP、TDN をそれぞれ100とすると、サイレージは DCP 71、TDN 96 であり、過去数年間の成績を含めた平均値はそれぞれ71、88であった。乾草はそれぞれ96、90であった。サイレージの DCP の低下は、非蛋白態窒素の補助飼料無給による利用率低下に起因する。一般にサイレージの養分保持率は、乾草よりまさるといわれているが、これはほ場調製時の乾草の葉部の機械的損失が大きな原因になっている。本試験の比較には、この損失量が算入されていないからであり、さらにこの調製乾草は細心の注意で脱葉を防いだ優良なものであったからである。

TDN 飽食摂取量は、青草、サイレージ、乾草それぞれ100、86、68であって、ここでサイレージが乾草より有利であることが認められた。

以上の結果は、サイレージ調製より乾草調製の方がやや安定確保できるようにもみえようが、実際には乾草の早刈りは、発かび、腐敗の機会が多

いこと、機械的損失が多いこと、天候に左右され刈取期を失しやすいことなど、機械化大量調製技術が悪天候条件下では確立していないことを勘案すると、サイレージ飼養時は高蛋白飼養が多く、この程度の消化率低下は問題にならないので、サイレージ利用が当地方では有利である。

なお刈り取り時期は、7月以降の粗剛化が急速であるため、出穂始(6月末)までに終了することが望ましい。

(3) 牧草サイレージ調製時の各種添加物の効果特性とその給与法

1) 試験方法

i) 牧草サイレージ調製時における各種添加物の効果

調製試験に利用したサイロは、排水装置を附した1万分の1ワグナーポットで、イネ科草を無添加、塩酸(5%)、SMS(0.5%)、糖蜜飼料(5~10%)添加の4処理で埋蔵した。アカクロバ、アルサイククロバなどのマメ科草を、同じく排水装置を有したドラム缶サイロに同じ4処理で埋蔵した。

ポット埋蔵は、6月30日、ドラム缶埋蔵は7月10日であって、取り出しは10月15日である。サイレージの回収率、表面廃棄量、排水量、外観調査、有機酸組成、窒素分布などを測定し、その特性を把握しようとした。分析法、換算法などは前節試験と同様である。

ii) 無添加サイレージと添加サイレージの飼料価値

大型サイロ(50t)に、糖蜜飼料5%添加サイレージを6月20日に埋蔵したが、マメ科草が多かった。無添加サイレージは、20tサイロに7月6日に埋蔵し、bury-bag を封入して、翌年1月からの取り出し時に品質を鑑定した。

供試牛9頭を3群とし、糖蜜飼料(糖飼)添加サイレージ(6月20日刈り)+糖蜜飼料給与区、無添加サイレージ(7月6日刈り)+糖蜜飼料給与区、無添加サイレージ+配合飼料給与区に区分した。粗飼料を飽食程度、濃厚飼料を乳量の1/5量を給与して乳量、乳質、体重を調査した。供試牛の概要は第

第 107 表 供 試 牛 の 概 要

群別	供試牛	品 種	生年月日	産 次	最近分娩 年 月 日	産子性	開 始 時		
							乳量 kg	乳脂率%	体重 kg
I	B D	ホ 系	'61. 5. 16	1	'63. 8. 21	♀	17.0	3.2	455
	L B N	ホ	'57. 1. 13	4	11. 19	♀	25.0	3.6	483
	O Q J	ホ 系	'59. 7. 20	3	7. 13	♂	13.0	3.3	500
II	S S	"	'54. 12. 16	6	7. 31	♀	22.0	3.1	599
	L D	ホ	'61. 2. 15	1	11. 10	♀	17.0	3.0	489
	B N	ホ 系	'59. 1. 27	3	8. 20	♀	20.0	3.2	490
III	B B II	"	'57. 9. 25	4	9. 10	♀	20.0	3.5	520
	T J	"	'61. 5. 18	1	10. 17	♀	17.0	3.0	475
	S K	"	'60. 2. 6	2	5. 4	♂	15.0	3.1	480

107表のとおりである。

2) 試験成績

i) 牧草サイレージ調製時の各種添加物の効果比較

外観調査……第 108 表のように、表層のかびの発生や腐敗による損耗は、塩酸処理サイレージが最も少なく、SMS や糖蜜飼料の添加によっても、表面廃棄量は半分以下に減少した。外観調査の結果、緑度の保持では、SMS 添加サイレージがすぐれ、香気では、無添加サイレージの有機酸臭に

比し、塩酸処理では有機酸臭とぼしく鉍酸臭が強かった。SMS 処理では、有機酸臭弱く、独特のさわやかな臭気をもっていた。これに対し糖蜜飼料添加では、糖蜜特有の甘臭に加えて、強い有機酸臭と芳香性アルコール臭を有し、家畜のみかけの嗜好性は最も大きかった。全般的に、マメ科サイレージがイネ科草サイレージより有機酸臭強く、香気がすぐれていた。

サイレージの有機酸組成……第 109 表をみると、塩酸添加サイレージが、無添加サイレージに比較し

第 108 表 埋蔵の概要と外観調査 (kg)

草 種	処 理	埋 蔵 量	添 加 量	合 計	回 収 量	表面廃棄量	排 液 量
イネ科草	無 添 加	19.38	—	19.38	18.71	0.37	—
	H C L	20.45	1.8	22.25	18.14	—	3.65
	S M S	19.74	0.1	19.84	18.33	0.11	—
	糖蜜飼料	15.90	1.56	17.46	16.72	0.13	—
マメ科草	無 添 加	112.0	—	112.0	87.9	3.30	12.25
	H C L	112.0	5.76	117.76	88.4	1.50	24.30
	S M S	112.0	0.56	112.56	85.0	2.00	21.30
	糖蜜飼料	105.0	5.25	110.25	96.85	1.60	7.40
草 種	処 理	色 調		香 気		表 面 腐 敗	
イネ科	無 添 加	暗緑褐色～緑黄色		弱 甘 酸 臭		表面 3/4 厚 5 mm 白かび	
	H C L	緑 黄 色		酸 臭～甘 酸 臭		" 1/4×2 mm 白かび	
	S M S	"		爽 快 性 酸 臭		" 1/4×5 mm 白かび	
	糖蜜飼料	緑褐色～緑黄色		甘 酸 芳 香		"	
マメ科	無 添 加	暗 緑 黄 色		芳 香 弱 甘 酸 臭		表面べたつきなっとう臭	
	H C L	緑 黄 色		弱 甘 酸 臭		" 白青かび発生	
	S M S	明 緑 黄 色		爽 快 性 弱 酸 臭		" べたつきなっとう臭	
	糖蜜飼料	緑 褐 色		強 芳 香 性 甘 酸 臭		"	

て pH は低い、総酸量少なく、有機酸発酵がかなり抑制されていることが示されている。SMS 添加サイレージは、pH 高く、総酸、揮発酸、不揮発酸、乳酸が半減し、有機酸発酵が顕著に抑制された。塩酸と SMS はその点で同じ作用があるが、SMS の効果の方が強かった。これらはともに比色乳酸量と不揮発酸換算乳酸量との間に大差

があった。この原因は前々節でふれたとおりである。糖蜜飼料は酸生成を促進するが、不揮発酸、乳酸の増加より揮発酸の増加が大きく、乳酸と酢酸の比率は改善されなかった。イネ科草、マメ科草サイレージとも無処理が良質のため、添加物の効果は、酸比率に対しては認められなかった。

第 109 表 サイレージ中の有機酸組成 (原物中%)

草種	処 理	pH	100 g 当滴定数 ml		滴 定 酸 量 (%)		比色乳酸量	比 率 乳 酸 : 酢 酸
			揮 発 酸	不揮発酸	酢 酸	乳 酸		
イ ネ 科	原 料	6.0	7	30	0.042	0.270	0.17%	87 : 13
	無 添 加	3.72	84	257	0.504	2.313	2.07	82 : 18
	H C L	3.27	51	326	0.306	2.934	1.04	90 : 10
	S M S	5.00	40	89	0.240	0.801	0.69	77 : 23
	糖蜜飼料	4.10	113	253	0.678	2.277	2.03	77 : 23
マ メ 科	原 料	5.4	35	47	0.210	0.423	0.11	67 : 33
	無 添 加	3.97	101	283	0.606	2.547	2.32	81 : 19
	H C L	3.60	89	279	0.534	2.511	1.58	82 : 18
	S M S	4.47	63	158	0.378	1.422	0.85	79 : 21
	糖蜜飼料	3.90	139	326	0.834	2.934	2.68	78 : 22

注) 不揮発酸を乳酸とし、揮発酸を酢酸として換算した。

サイレージ中の窒素化合物の分布……第 110 表のように、一般成分中の粗蛋白質、純蛋白質と VBN, AAN の含有比率をみるため、蛋白質量として表示した。粗蛋白質 (CP) に対する VBN の比は、無添加 8~10% に比して塩酸、SMS 添加とも 3~8% で、低減効果があり、とくにイネ科草でいちじるしかった。これは発酵抑制による蛋白分解防

止の効果である。しかし糖蜜飼料はこれに尿素を含有していたため、その含有比率は 17~24% と倍量以上を示した。CP 中の AAN 比率は、酸添加区は少ないが、ほかはいずれも多く、とくにイネ科草に多かった。したがって VBN+AAN の非蛋白態窒素は、原料草とは逆にイネ科草で蛋白分解が高いことが認められた。CP 中の TP (純蛋白

第 110 表 サイレージ中の窒素化合物の分布 (%)

草種	処 理	含 有 率 (%)				VBN CP	AAN CP	VBN+AAN CP	AAN VBN	TP CP
		CP	TP	VBN	AAN					
イ ネ 科	原 料	3.21	2.86	0.09	0.18	2.8	5.6	8.4	2.0	89.0
	無 添 加	2.49	1.62	0.22	0.85	8.8	34.2	43.0	3.9	65.1
	塩 酸	2.54	2.17	0.08	0.41	3.1	15.9	19.0	5.1	84.2
	S M S	2.39	1.57	0.14	0.84	5.9	35.1	41.0	6.0	65.8
	糖蜜飼料	3.32	1.94	0.81	0.78	24.4	23.5	97.4	1.0	58.4
マ メ 科	原 料	4.08	3.25	0.17	0.30	4.2	7.3	11.5	1.8	75.0
	無 添 加	3.98	2.85	0.45	0.67	11.3	16.8	28.1	1.5	71.6
	塩 酸	3.84	2.89	0.31	0.72	8.1	18.7	26.8	2.3	75.3
	S M S	4.06	2.87	0.33	0.81	8.1	19.9	28.0	2.5	70.7
	糖蜜飼料	4.69	2.97	0.78	0.72	16.6	15.4	32.0	1.0	63.3

注) VBN, AAN とも蛋白質量として表出した。

質) 比率は、糖蜜飼料添加区が、ほかの処理より両草種とも低かった。これはこの飼料が尿素含有であったためである。

以上によって塩酸、SMS は蛋白分解防止に効果があるが、これは発酵度の低いためであり、糖蜜飼料は尿素含有のため、その効果はわからなかった。

一般成分の回収率……第 111 表のように、一定の傾向はみられないが、イネ科草では、塩酸、SMS の添加によって乾物、NFE の回収率が向上した。粗蛋白質では低下し、前節の成績と同傾向であっ

た。しかし塩酸添加のみは、純蛋白質の回収率を向上した。なお糖蜜飼料の効果は明瞭でなかった。

マメ科草では、無添加に比較して塩酸、SMS 処理は効果がなく、糖蜜飼料添加は、乾物、粗蛋白、純蛋白、粗脂肪、NFE、粗灰分などの回収率の向上に効果があった。乾物損失率は、本試験では 9～19% (平均 15%) であって、無処理 (平均 16.5%) が良好なために、処理差が明瞭でなく、ややマメ科草に対する糖蜜飼料の効果が指摘される程度である。

第 111 表 原料およびサイレージの一般成分と回収率 (%)

草	種	原 料 (処理)	水 分 (乾物)	粗蛋白	純蛋白	粗脂肪	粗纖維	N F E	粗灰分
一 般 成 分	原 料	イネ科草	79.53	3.21	2.86	0.84	5.70	9.50	1.22
		マメ科草	80.02	4.08	3.25	0.67	4.43	9.56	1.24
		S M S	39.70	—	—	—	—	—	60.30
		糖蜜飼料	23.31	20.17	10.64	4.76	11.44	35.51	4.81
	イ ネ 科 サイレージ	無 添 加	82.45	2.49	1.62	1.14	5.31	7.56	1.05
		H C L	79.89	2.54	2.17	0.97	5.58	10.04	0.98
		S M S	80.78	2.39	1.57	0.87	5.86	8.50	1.60
		糖蜜飼料	78.32	3.32	1.94	1.19	6.09	9.61	1.47
	マ メ 科 サイレージ	無 添 加	78.16	3.98	2.85	0.99	5.95	9.50	1.42
		H C L	78.22	3.84	2.89	1.23	5.02	10.23	1.46
		S M S	77.95	4.06	2.87	1.24	5.00	9.90	1.85
		糖蜜飼料	76.45	4.69	2.97	1.27	5.68	10.37	1.54
回 収 率	イ ネ 科 サイレージ	無 添 加	82	75	55	131	90	75	84
		H C L	86	70	67	102	87	92	71
		S M S	86	69	51	96	95	81	98
		糖蜜飼料	81	67	52	96	94	77	92
	マ メ 科 サイレージ	無 添 加	85	77	69	116	85	79	90
		H C L	86	79	69	145	72	83	87
		S M S	83	76	67	140	71	81	91
		糖蜜飼料	91	85	72	129	86	86	96

サイレージの損失率の分類……第 112 表のように、損失を表面廃棄、排出液、呼吸発酵に分けて検討すると、塩酸添加により表面廃棄は減少するが、排出損失は増加した。そしてこの排出損失は他処理のサイレージの表面損失より大きかった。しかし塩酸添加による呼吸発酵による損失の減少は顕著であった。

SMS や糖蜜飼料の添加では、イネ科草とマメ

科草で共通の傾向はみられず、SMS の添加によって表面損失はやや減少し、イネ科草に添加した場合のみ乾物、NFE の呼吸発酵損失は減少した。その他は効果がなかった。糖蜜飼料添加でも表面損失の減少がみられ、イネ科草では発酵による損失が増加した。しかしマメ科草では減少し、かつ排出損失が顕著に減少した。したがって糖蜜飼料のマメ科草への応用効果がやや高く認められた。

以上のように、損失率への影響からみた添加物の経済効果は、無添加良質調製ができる条件下では、効果の程度が低く、どの添加物も有利でなかった。しかし表面損失に対し効果があること、香気性を改善すること、蛋白質分解を防止する効果

などがみられるので、表層に対し塩酸、SMS を施用することは効果があると思われる。糖蜜飼料でもこれらの効果があり、さらに飼料価値増進と添加物の経済性を勘案すると、糖蜜飼料がやや有利のようである。

第112表 サイレージの損耗の分類（埋蔵量に対する％）

成分	損耗の分類	イ ネ 科 草				マ メ 科 草			
		無 添 加	H C L	S M S	糖 飼	無 添 加	H C L	S M S	糖 飼
乾物	全 損 耗	18.0	13.7	14.1	19.1	15.0	13.9	17.5	8.8
	表面腐敗	1.6	—	0.5	0.6	3.2	1.5	1.7	1.5
	排出液中	—	3.7	—	—	4.1	7.5	5.7	2.5
	呼吸発酵	16.4	10.0	13.6	18.5	7.7	4.9	8.3	4.8
有機物	全 損 耗	18.2	12.8	15.9	19.8	14.4	14.0	18.2	9.1
	表面腐敗	1.6	—	0.5	0.8	3.2	1.5	1.7	1.5
	排出液中	—	3.0	—	—	3.7	6.2	6.2	2.1
	呼吸発酵	16.6	9.8	15.4	19.0	7.5	6.3	10.3	5.5
粗蛋白	全 損 耗	25.0	29.7	30.7	32.6	23.3	21.1	24.4	15.1
	表面腐敗	1.5	—	0.4	0.5	2.9	1.3	1.6	1.4
	排出液中	—	4.6	—	—	5.6	9.7	10.2	3.6
	呼吸発酵	23.5	25.1	30.3	32.1	14.8	10.1	12.6	10.1
純蛋白	全 損 耗	45.3	32.8	49.1	47.8	31.5	30.7	33.4	27.6
	表面腐敗	1.1	—	0.3	0.4	2.6	1.2	1.4	1.2
	排出液中	—	1.4	—	—	0.5	1.3	1.3	0.3
	呼吸発酵	44.2	31.4	48.8	47.4	28.4	28.2	30.7	26.1

ii) 無添加サイレージと添加サイレージの飼料価値

飼料成分および品質 …… 給与飼料の成分は第113表のとおりである。糖蜜飼料添加サイレージは6月20日刈りであり、マメ科草が多くて蛋白質が高く、DCP 2.33%, TDN 15.70% であった。無添加サイレージは、7月6日刈り取りで、マメ科草が少なく、DCP 1.86%, TDN 14.14% で、無添加サイレージが当然飼料価値が低かった。乾草は二番乾草のため水分多く、高蛋白質であり、DCP 7.30%, TDN 39.13% であった。なお糖蜜飼料は、サイレージ添加用のため低蛋白質で、DCP 7.0% であって、配合飼料の半分であった。

第114表に両サイレージの有機酸組成を、FLIEG法¹⁹⁹⁾、BARNETT法¹³⁾で分析したものを掲載した。FLIEG法によると、糖蜜飼料添加サイレージは酪酸生成がなく良質であったが、無添加サイレージ

は、上部の酪酸生成は多いが、下部は少ないことを示し、糖蜜飼料添加サイレージと差異がみられた。BARNETT法でも同様上部のみが劣質であって、平均組成では両サイレージ間に差異がなかった。この酸組成をみても糖蜜飼料添加の効果は、上部のみに限局しているの、上部添加処理が経済的である。

蛋白質分解の程度を第115表に掲げた。窒素化合物を蛋白質量として表示し、その比率をみると、VBN/CPは両サイレージ間に差がなく、含量そのものも割合に少なく、両者とも分解度は低かった。しかしAAN/CPは、糖飼添加サイレージ18.3%に対し無処理25.6%で、糖蜜飼料添加によって蛋白質分解を減少させる効果のあることが認められ、特性試験で不明であったこの効果が明瞭にされた。純蛋白質含量は、糖蜜飼料添加サイレージが無添加サイレージより高かったが、前者

第 113 表 供試飼料成分表 (%)

飼 料 名	水 分	乾 物	粗蛋白	粗脂肪	粗繊維	NFE	粗灰分	DCP	TDN
I 期糖蜜サイレージ	78.00	22.00	3.47	1.74	5.31	10.08	1.40	2.36	15.00
II 期 "	76.62	23.38	3.72	2.61	5.05	9.78	2.22	2.53	16.37
III 期 "	78.56	21.44	3.08	2.61	5.64	8.84	1.27	2.09	15.09
I 期無添加サイレージ	76.33	23.67	2.80	1.08	7.92	10.39	1.48	1.76	14.93
II 期 "	80.07	19.93	3.09	1.38	5.62	8.40	1.44	1.95	13.04
III 期 "	78.24	21.76	2.95	1.62	6.48	9.30	1.41	1.86	14.46
I 期 2 番 乾 草	29.39	70.61	13.68	3.63	19.73	29.62	3.95	8.35	38.07
II 期 "	24.87	75.13	11.97	3.09	18.33	36.12	5.62	7.30	40.23
III 期 "	27.61	72.39	10.26	4.67	19.10	32.62	5.74	6.26	38.50
配 合 飼 料	8.81	91.19	17.76	5.05	11.11	48.96	8.31	13.85	68.61
糖 蜜 飼 料	8.50	91.50	11.82	1.06	8.20	62.13	8.29	7.00	69.45
ル タ バ ガ	90.59	9.41	0.81	0.04	2.04	6.08	0.44	0.59	8.24

の高含量は原料草の刈取時期が早かったためであり、無添加サイレージのそれもやや高かった。

以上の品質鑑定から、酸組成、窒素分布などによる品質に差がなく、糖蜜飼料の添加分だけ糖蜜

飼料サイレージの方が飼料成分が改善された。

ところで、この飼料成分の改善点が経済的であるかどうかについて、乳牛飼養試験による産乳効果を検討した。

第 114 表 サイレージの有機酸組成

飼 料 名	pH	FLIEG (%)				BARNETT (%)			
		乳 酸	酢 酸	酪 酸	乳 : 酢 : 酪	総 酸	乳 酸	酢 酸	乳 : 酢
I 期糖蜜サイレージ	3.8	2.36	0.74	—	79 : 24	2.86	2.12	0.74	74 : 26
II 期 "	3.7	2.64	0.61	—	81 : 19	3.75	3.05	0.70	81 : 19
III 期 "	3.3	2.40	0.60	—	80 : 20	3.91	3.38	0.53	86 : 14
平均 "	3.6	2.47	0.65	—	79 : 21	3.51	2.85	0.66	82 : 19
I 期無添加サイレージ	4.1	1.01	0.33	0.22	65 : 21 : 14	2.07	1.37	0.70	66 : 34
II 期 "	3.7	2.11	0.71	—	75 : 25	2.66	2.21	0.45	83 : 17
III 期 "	3.4	1.72	0.71	0.08	69 : 28 : 3	2.83	2.31	0.52	82 : 18
平均 "	3.73	1.61	0.58	0.10	69 : 25 : 6	2.52	1.96	0.56	78 : 22

第 115 表 サイレージ中の窒素化合物の分布 (%)

飼 料 名	含 有 率 (%)			VBN CP	AAN CP	VBN+AAN CP	TP CP	AAN VBN
	C P	VBN	AAN					
I 期糖蜜サイレージ	3.47	0.25	0.63	7.1	18.3	25.4	74.6	2.6
II 期 "	3.72	0.20	0.72	5.5	19.2	24.7	75.3	3.5
III 期 "	3.08	0.14	0.53	4.7	17.3	22.0	78.0	3.7
平均 "	3.42	0.20	0.63	5.8	18.3	24.1	75.9	3.2
I 期無添加サイレージ	2.80	0.22	0.92	8.0	32.8	40.8	59.2	4.1
II 期 "	3.09	0.14	0.78	4.6	25.2	29.8	70.2	5.4
III 期 "	2.95	0.18	0.57	6.3	19.5	25.8	74.2	3.1
平均 "	2.95	0.18	0.76	6.2	25.6	31.8	68.2	4.1

飼料摂取量……飼料摂取量を第116表に掲載した。糖蜜飼料添加サイレージ中の糖蜜飼料量を勘案すると、糖蜜飼料サイレージ+糖蜜飼料給与区の糖蜜飼料給与量は2.4 kgで、ほかの2給与区よりやや多かった。この給与処理区の飼料摂取量は乾草、サイレージ、ルタバガ、配合飼料それぞれ、4.5、28.7、10、0.9 kgであった。無添加サイ

レージ+配合飼料給与区はそれぞれ4.9、29.7、10、2.1 kgであり、無添加サイレージ+糖蜜飼料給与区はそれぞれ4.7、28.5、10、2.2 kgであった。給与量は、糖蜜飼料サイレージ31 kg、無添加サイレージ30 kgであったので、各区のサイレージ残量はそれぞれ7、1、5%であり、ほぼ同量の摂取量であった。

第116表 飼料摂取量 (kg)

群	供試牛	糖飼 Sil.+糖飼				無添加 Sil.+配合				無添加 Sil.+糖飼			
		Hay	Sil.	Ruta.	Conc.	Hay	Sil.	Ruta.	Conc.	Hay	Sil.	Ruta.	Conc.
I	B D	5.0	31.0	10	0.8	5.0	29.9	10	2.4	4.6	27.3	10	2.2
	L B N	5.0	31.0	10	1.8	4.9	29.8	10	3.1	4.7	29.8	10	2.9
	O Q J	5.0	31.0	10	0.7	5.0	30.0	10	2.0	4.9	30.0	10	1.7
	平均	5.0	31.0	10	1.1	5.0	29.9	10	2.5	4.7	29.0	10	2.3
II	S S	4.6	30.4	10	0.4	6.0	30.0	10	2.1	5.1	27.2	10	2.3
	L D	4.4	30.8	10	0.9	4.9	30.0	10	1.9	5.0	29.9	10	2.1
	B N	3.0	24.0	10	0.8	4.3	29.7	10	2.0	3.2	24.0	10	2.1
	平均	4.0	28.4	10	0.7	5.1	29.9	10	2.0	4.4	26.7	10	2.2
III	B B H	5.1	28.2	10	1.1	4.7	29.5	10	2.1	5.5	29.8	10	2.1
	T L	4.5	26.4	10	1.1	3.8	29.4	10	2.1	4.1	30.0	10	2.0
	H H	3.6	25.1	10	0.6	5.9	29.4	10	1.1	5.0	29.2	10	1.8
	平均	4.4	26.8	10	0.9	4.8	29.4	10	1.8	4.8	29.7	10	2.0
総 平均		4.5	28.7	10	0.9	4.9	29.7	10	2.1	4.7	28.5	10	2.2

注) 糖蜜飼料の添加量は原料草の5%であるので、糖蜜飼料サイレージ糖蜜飼料処理区の糖蜜飼料給与量は $1.5+0.9=2.4$ kgである。

飼料養分摂取量と NRC 標準比……第117表に養分摂取量を示した。糖蜜飼料サイレージ給与区の濃厚飼料添加量は最大であったにもかかわらず、発酵損失や嗜好性の増大がないばかりか、残量が最も多かった。乾物摂取量は11.38 kgと最低であった。配合飼料、糖蜜飼料給与時併用区はそれぞれ12.82、12.43 kgで、10%以上の差があった。したがって乾物摂取量の体重比は2.27、2.48、2.42%、平均2.4%で、以前の乳量の1/4量の配合飼料を給与した試験の2.66%より低かった。これは産乳量の差によるものと思われる。

粗飼料と濃厚飼料の比は85:15で、以前の75:25より粗飼料の割合が高かった。NRC 標準要求量に対する DCP、TDN の比をみると、それぞれ135、107; 145、111; 125、110 であって、平均135、109であり、各給与処理間の摂取量の差異は

なかった。

体重変化は、糖蜜飼料サイレージ給与区がやや低く、無添加サイレージに配合飼料または糖蜜飼料を併用した処理間には差がなかった。

産乳量および産乳経済性……第118表に、個体別産乳日量を各期ごとに示した。9頭平均で検討すると、糖蜜飼料サイレージ+糖蜜飼料給与区、無添加サイレージ+配合飼料給与区、無添加サイレージ+糖蜜飼料給与区の乳量はそれぞれ13.06、14.16、13.82 kgで、乳脂率に差がないので、FCM 乳量11.79、12.61、12.46 kgであった。後者2給与区の配合飼料と糖蜜飼料間には差がなかった。糖蜜飼料サイレージ+糖蜜飼料給与区は、有意差とならないまでも ($1.10 \text{ kg} < 1.46 \text{ kg}$)、100日間の乳代で3,000円低下した。したがって配合飼料の産乳効果という点では、糖蜜飼料と配合飼

第 117 表 飼料養分摂取量と体重変化 (kg)

期	項 目	養 分 摂 取 量			体 重 変 化			
		糖飼 Sil. + 飼	無添加 Sil. + 配 合	無添加 Sil. + 飼	牛 名	I	II	III
I	乾物摂取量	12.29	12.64	12.77	B D	446	485	495
	体 重 比 (%)	2.57	2.50	2.50	L B N	462	498	500
	要求量に DCP	139	142	125	O Q J	507	533	535
	対する% (TDN)	104	104	112	平 均	478	505	510
II	乾物摂取量	10.56	13.41	11.36	S S	607	603	599
	体 重 比 (%)	2.02	2.53	2.15	L D	500	502	489
	要求量に DCP	127	141	120	B N	465	483	490
	対する% (TDN)	109	110	100	平 均	524	529	526
III	乾物摂取量	11.30	12.41	13.17	B B H	538	548	537
	体 重 比 (%)	2.25	2.40	2.63	T L	485	482	480
	要求量に DCP	138	153	134	H H	485	520	486
	対する% (TDN)	107	122	117	平 均	503	517	501
平 均	乾物摂取量	11.38	12.82	12.48	12.21			
	体 重 比 (%)	2.27	2.48	2.42	2.40	502	517	513
	要求量に DCP	135	145	125	135	(総 平 均)		
	対する% (TDN)	107	111	110	109			

注) 1. 乾物摂取量による粗飼料: 濃厚飼料=85:15 (糖飼 Sil. 時 93:7)

2. 乾物摂取量による粗飼料摂取量の体重比 2.10%

第 118 表 産 乳 日 量

期	供試牛	糖飼 Sil.+糖飼			無添加 Sil.+配合			無添加 Sil.+糖飼		
		乳 量	乳脂率	FCM	乳 量	乳脂率	FCM	乳 量	乳脂率	FCM
I	B D	kg 14.24	% 3.10	kg 12.32	kg 14.63	% 3.60	kg 13.75	kg 13.49	% 3.70	kg 12.88
	L B N	19.76	3.60	18.57	20.56	3.30	18.40	17.54	3.40	15.96
	O Q J	12.27	3.40	11.17	12.49	3.50	11.55	10.10	3.50	9.34
	平 均	15.42	3.37	14.02	15.89	3.47	14.57	13.71	3.53	12.73
II	S S	8.35	3.20	7.35	17.00	3.00	14.45	14.20	3.20	12.50
	L D	12.99	3.40	11.82	14.64	3.20	12.88	13.74	3.60	13.10
	B N	11.73	3.30	10.49	14.64	3.10	12.66	14.11	3.10	12.21
	平 均	11.02	3.30	9.89	15.43	3.10	13.33	14.08	3.30	12.60
III	B B H	14.29	3.60	13.43	12.88	3.40	11.72	14.65	3.50	13.55
	T L	14.47	3.00	12.30	14.59	3.00	12.40	14.64	3.00	12.44
	H H	9.46	3.40	8.01	6.00	3.60	5.64	11.73	3.10	10.15
	平 均	12.74	3.33	11.45	11.16	3.33	9.92	13.67	3.20	12.05
総 平 均		13.06	3.33	11.79	14.16	3.30	12.61	13.82	3.34	12.46
100日間の乳代		円	42,742			45,560			45,018	
" 購入飼料費		円	7,260			7,455			7,260	
飼料費/乳代			17.0%			16.3%			16.2%	

注) 乳量の有意差 LSD 5%=1.46kg なし

FCM の有意差 LSD 5%=1.13kg なし

料間には差がないということと、添加サイレージと無添加サイレージ+濃厚飼料の比較では後者が有利であるということである。その理由は、糖蜜飼料サイレージのサイレージ原料が6月20日刈りのものであり、無添加サイレージは7月6日刈りのものであって、前節で指摘した若刈調製の高飼料価値を勘案すれば、この乳量差はもっと開くことが考えられ、おそらく有意差になったものと思われるからである。

牛乳成分の変化……第119表は、牛乳成分の変化を各期の群別平均値と全期平均値を掲載した。

酸度は配合飼料給与時にやや低値を示した。固形分含量は開始時低かったが、各処理とも高くなり、処理間差異がなかった。無脂固形分も固形分とまったく同様であり、乳脂率もまったく差異がなかった。しかし乳糖は、糖蜜飼料サイレージ給与時に高く、配合飼料給与区がこれにつき、糖蜜

飼料全量給与区が最低であった。蛋白質量は配合飼料区が最高で、糖蜜飼料サイレージ給与区、糖蜜飼料全量給与区の順に低下した。しかしその差はわずかであった。試験開始時に比べると、期間中の蛋白質含量は高値を示した。なおカゼイン含量も蛋白質と同様の傾向を示した。アルコールテストは、いずれも陰性であった。

以上の変化はいずれも正常値内の変動であり、したがって飼料差による乳質への影響はほとんど認められなかった。

これらの成績は、添加物をサイレージ調製時に添加しても、品質向上に効果のあるのは上部処理のみであって、添加サイレージをつくるより、無添加サイレージに濃厚飼料を給与時に併用する方が産乳経済上得策であることを示している。また表面損失の防止効果も左程大きくなかったので、無添加調製で良質化を計る方が得策と認めた。

第119表 牛乳成分の変化(%)

期	群 別	酸 度	固形分	無脂固形分	乳脂率	乳 糖	蛋白質	カゼイン	その他
I	糖 飼 Sil.+糖飼	0.128	11.94	8.57	3.37	5.07	2.75	2.27	0.75
	無添加 Sil.+配合	0.131	11.43	8.33	3.10	4.78	2.81	1.96	0.71
	" +糖飼	0.137	11.64	8.44	3.20	4.93	2.64	2.04	0.87
II	" +配合	0.147	11.92	8.45	3.47	4.58	2.95	2.34	0.92
	" +糖飼	0.167	11.64	8.24	3.30	4.50	2.88	2.04	0.96
	糖 飼 Sil.+ "	0.162	11.83	8.50	3.33	4.79	2.85	2.23	0.86
III	無添加 Sil.+ "	0.150	12.00	8.47	3.53	4.50	3.05	2.46	0.92
	糖 飼 Sil.+ "	0.150	11.69	8.39	3.30	4.39	3.03	2.27	0.97
	無添加 Sil.+配合	0.121	12.02	8.59	3.43	4.74	2.98	2.49	0.87
年 平 均	開 始 時	0.152	11.27	7.88	3.39	4.65	2.57	2.02	0.66
	糖 飼 Sil.+糖飼	0.147	11.82	8.49	3.33	4.75	2.88	2.26	0.86
	無添加 Sil.+配合	0.133	11.79	8.46	3.33	4.70	2.91	2.26	0.85
	" +糖飼	0.151	11.76	8.42	3.34	4.64	2.86	2.18	0.92

(4) サイレージ原料草としての産乳効果 におよぼす草種間差異

1) 試験方法

i) ラジノクローバ、アカクローバ、チモシー 各サイレージの産乳効果

これら3者のサイレージは、7月8～10日刈りのもので、南面のトレンチ板間にビニールで密封

して埋蔵した。取り出しは1か月半後の8月末であった。取り出し時の品質はきわめて良質であったが、その後再発酵した。供試牛の開始前乳量平均18.4 kg、体重494 kgの9頭を用い、3区にわけ、チモシーサイレージ区、ラジノクローバサイレージ区、アカクローバサイレージ区とした。昭和38年9月1日～同10月21日までの51日間を3期にわけ、各期17日間の7日間を予備期、10日間を

本試験期とした。試験計画はラテン方格法である。飼料給与は、乾草 5 kg, サイレージ 30 kg, 配合飼料は FCM 乳量の 1/4 量を給与し、市販のものである。サイレージ給与量が少ないのは、調製量不足のためで、その代わり配合飼料給与量を増量した。サイレージの品質判定は、飼料成分、有機酸組成、窒素化合物の分析などにしたがった。

ii) 牧草サイレージとデントコーンサイレージの産乳効果比較

デントコーンサイレージは、10月初旬、牧草サ

イレージは7月初旬埋蔵したもので、デントコーンは未熟のものであり、牧草原料はやや遅刈りに属するものだった。乳期の進んだ乳牛4頭を2群とし、牧草サイレージとデントコーンサイレージの重反転飼養試験法を実施した。飼料給与法は、乾草 4 kg, サイレージ 40 kg, 配合飼料約 2.7 kg を1日1頭あたり給与量とした。

供試牛の概要を i) ii) 試験併載して第 120 表に掲載した。

第 120 表 供 試 牛 の 概 要

試験	群	供試牛	品 種	生年月日	産 次	最近分娩年月日	産子性	開 始 前 (kg)	
								乳 量	体 重
I	I	S Q	ホ 系	55.11.13	5	昭38 7.14	♀	19.0	545
		Y S	"	60. 3.19	2	" 4.19	♂	16.0	452
		P H	"	60.11.26	1	" 5.15	♂	17.0	434
	II	S S	"	54.12.16	6	" 7.31	♀	23.0	601
		L S	"	61. 2. 3	1	" 5.14	♀	15.0	458
		H H	"	60. 2. 6	2	" 5. 4	♂	18.0	452
	III	D F	ホ 系	61.12. 4	1	" 4.30	♂	17.0	450
		B N	ホ 系	59. 1.30	3	" 6.19	♂	20.1	523
		L P	"	59. 7.20	3	" 7.13	♂	19.0	527
II	群 別	牛 名	品 種	生 年 月 日	産 次	最近分娩年月日	産 次 性		
	A	QA3	ホ	昭33. 6.20	2	昭37.10.16	♀		
		WLD	"	30. 2.28	5	37.11.12	♀		
	B	LBN	"	32. 1.31	3	37. 9.19	♂ ♀		
		H Y	ホ 系	31.11.27	4	37.12.15	♂		

2) 試験成績

i) ラジノクロバ, アカクロバ, チモシー各サイレージの産乳効果

飼料摂取日量……第121表のように飼料給与量は、

乾草 5 kg, サイレージ 30 kg を給与して、サイレージはほとんど全量、乾草はマメ科サイレージの場合ほとんど全量採食し、チモシーサイレージの場合10%程度の残量を示した。

第 121 表 飼 料 摂 取 日 量 (kg)

区	アカクロバサイレージ			ラジノクロバサイレージ			チモシーサイレージ		
	乾 草	サイレージ	配 合	乾 草	サイレージ	配 合	乾 草	サイレージ	配 合
第 I 群	4.66	29.8	3.8	4.81	29.8	3.3	3.9	27.9	3.3
第 II 群	5.34	30.0	3.6	4.95	29.9	4.1	4.49	30.0	3.6
第 III 群	4.79	30.0	3.7	5.06	30.0	3.7	4.65	30.0	3.4
平均採食量	4.93	29.9	3.7	4.94	29.9	3.7	4.33	29.3	3.43
採 食 率	98.6	99.7	100	98.4	99.7	100	88.4	97.6	1.00

飼料成分組成とサイレージの品質……第122表に飼料成分組成を示した。乾草は一番乾草であるが、各期平均組成は DCP 4.63%, TDN 43.41% であった。アカクロバサイレージの乾物も、チモシーが若干混入されているため 20% 前後であった。平均組成は DCP 1.89%, TDN 11.90% であった。ラジノクロバは、乾物 19.4%, DCP 1.81%, TDN 11.04% である。チモシーサイレージは細切し、乾物 21.83%, DCP 1.37%, TDN 12.63% であった。チモシー細切サイレージの調製量が不足したため、無細切のものを試験期の終わり 2 日間給与したので併載した。前 3 者のサイレージ間にあまり乾物量の差がなかったのは、マメ科草にもチモシーが混入されていたのと、マメ科草の生育時期の進行のためと考えられる。チモシーサイレージはやや乾物が高かったため、その分だけ乾草の採食量が減少の傾向を示した。

サイレージの有機酸および窒素化合物分布について第123, 124表に表示した。サイレージの品質は、埋草期間が 1 か月半であったことと、南面から若い日光が射光したため、開封時良質であった

ものが、再発酵の状態をつづけ外観上不良であった。しかし有機酸組成をみると、上部の酸生成が不良なことが認められたほか、各草種間の品質では差がなかった。チモシーサイレージにやや酪酸が生成されていたにもかかわらず、上部から低 pH を示し、嗜好性も最良であった。原物量でやや低摂取量傾向にみえたのは、高乾物含量に起因するものである。外観的には、ラジノクロバサイレージが最劣質のようにみられた。

窒素化合物の分布をみると、CP 中の VBN 比率は、ラジノクロバ区で最高であったが、前章の平均値並であり、ほかの 2 区が低値を示した。とくに高いのが無細切予乾サイレージであり、蛋白質分解に対する細切の効果は高いようである。AAN/CP は、アカクロバ 18.8%, ラジノクロバ区 28.1%, チモシー区 27.6%, 無細切サイレージ 30.8% で、後者 3 サイレージ間の差異はなく、アカクロバ区のみがとくに低値を示した。TP/CP は細切サイレージ 3 者とも 70% 台を示し、蛋白質分解量からいうと良質の部に属する。しかし無細切予乾サイレージは VBN+AAN/CP が 50

第122表 飼料成分表 (%)

飼料名	水分	乾物	粗蛋白	粗脂肪	粗繊維	NFE	粗灰分	DCP	TDN
1期 乾 草	25.25	74.75	6.94	2.43	23.80	36.93	4.65	4.23	42.09
2 "	22.69	77.31	8.49	2.80	27.94	33.50	4.58	5.18	43.96
3 "	21.51	78.49	7.33	2.15	26.34	38.19	4.48	4.47	44.18
1期 アカクロバサイレージ	80.12	19.88	3.14	1.16	5.30	8.75	1.53	2.01	12.23
2 "	80.43	19.57	2.99	0.54	5.72	8.33	1.99	1.91	11.28
3 "	79.99	20.01	2.75	1.03	6.34	8.41	1.48	1.76	12.18
1期 ラジノクロバサイレージ	80.67	14.33	2.75	0.80	6.19	8.21	1.38	1.76	10.91
2 "	80.84	19.16	2.67	0.69	6.10	8.34	1.36	1.71	10.75
3 "	80.33	19.67	3.86	1.43	6.57	7.10	1.51	1.96	11.45
1期 チモシーサイレージ	77.13	22.87	2.63	0.72	7.41	10.68	1.43	1.45	13.58
2 "	78.56	21.44	2.40	0.50	6.63	9.54	2.37	1.32	11.98
3 "	78.81	21.19	2.40	0.84	7.10	8.83	1.92	1.32	12.32
3 無細切 "	72.31	27.69	2.66	1.20	8.91	13.49	1.43	1.46	16.87
配 合 飼 料	8.80	91.20	20.22	4.35	9.89	47.16	9.58	17.20	71.55
消化率									
乾 草			61	55	58	57			
アカクロバサイレージ			64	58	57	65			
ラジノクロバ "			64	58	50	61			
チモシー "			55	58	66	59			

%台を示し、蛋白質分解状況からみると最低の品質であった。これは無細切による空隙量の程度、発酵抑制、高 pH など発酵条件によるものである。

以上 3 者間の酸組成、蛋白質分解状況は、無細切サイレージとマメ科草サイレージの上部のほか、きわめて良質で同等の品質であった。

第 123 表 サイレージ中の有機酸組成 (%)

飼 料 名	pH	FLIEG 法				BARNETT 法			
		乳 酸	酢 酸	酪 酸	乳:酢:酪	総 酸	乳 酸	酢 酸	乳:酢
1 期 アカクロバサイレージ	6.4	0.133	0.112	—	54:46	0.238	—	0.238	0:100
2 "	4.3	1.143	0.533	—	68:32	1.920	1.682	0.238	88:12
3 "	3.8	1.879	0.516	—	78:22	1.513	1.177	0.336	78:22
平均 "	4.8	1.052	0.351	—	67:33	1.232	0.957	0.275	78:22
1 期 ラジノクロバサイレージ	6.2	0.251	0.214	—	54:46	0.501	0.431	0.070	86:14
2 "	4.4	1.374	0.445	—	76:24	1.857	1.009	0.848	54:46
3 "	4.6	1.515	0.499	—	75:25	1.976	1.219	0.757	62:38
平均 "	5.1	1.050	0.353	—	68:32	1.445	0.886	0.559	61:39
1 期 チモシーサイレージ	4.1	1.096	0.393	0.182	66:24:10	2.211	1.198	1.023	54:46
2 "	4.1	0.890	0.359	—	71:29	1.814	1.450	0.364	80:20
3 "	3.8	1.471	0.764	0.042	65:33:2	2.390	1.871	0.519	78:22
平均 "	4.0	1.152	1.505	0.075	67:29:4	2.134	1.503	0.631	70:30
3 期無細切 "	4.9	1.167	0.281	0.360	68:12:20	1.801	1.409	0.392	78:22

第 124 表 サイレージ中の窒素化合物の分布 (%)

飼 料 名	含 有 率			VBN CP	AAN CP	VBN+AAN CP	TP CP	AAN VBN
	粗蛋白	VBN	AAN					
1 期 アカクロバサイレージ	3.14	0.041	0.307	1.30	9.78	11.08	88.92	7.5
2 "	2.29	0.143	0.613	4.78	20.50	25.28	74.72	4.3
3 "	2.75	0.102	0.715	3.71	26.00	29.71	70.29	7.0
平均 "	2.75	0.095	0.542	3.26	18.76	22.02	77.98	6.3
1 期 ラジノクロバサイレージ	2.75	0.143	0.592	5.20	21.56	26.76	73.24	4.1
2 "	2.67	0.266	0.818	9.96	30.64	40.60	59.40	3.1
3 "	3.06	0.266	0.981	8.69	32.06	40.75	79.25	3.7
平均 "	2.83	0.225	0.797	7.95	28.09	36.04	70.63	3.6
1 期 チモシーサイレージ	2.63	0.061	0.613	2.32	23.31	25.63	74.37	10.0
2 "	2.40	0.041	0.613	1.71	25.54	27.25	72.75	15.0
3 "	2.40	0.082	0.871	3.42	34.04	37.46	62.54	10.0
平均 "	2.48	0.061	0.681	2.48	27.63	30.11	69.89	11.7
3 期無細切 "	2.66	0.572	0.818	21.5	30.75	52.25	47.75	1.4

乾物摂取量と養分摂取量……第 125 表に示せるとおり、乳牛の体重、産乳量の関係で、比較的乾物摂取量が少なかった。アカクロバサイレージ区、ラジノクロバサイレージ区、チモシーサイレージ区それぞれ 13.09, 13.00, 13.06 kg であって、3 処理区間の乾物摂取量の有意差はなかった。乾

物摂取量の体重比もそれぞれ 2.58, 2.62, 2.58% で、処理間の差は全くなかった。

養分摂取量を NRC 標準に対比すると、DCP, TDN 各区それぞれ 154, 105; 157, 105; 132, 109 で、各区とも標準を上まわり、草種間差異はなかった。

摂取乾物中の蛋白質含量は、いずれも15%程度であり、窒素利用率の草種間差異はないと思われた。飼料の利用効率も、チモシーサイレージ区が

高乾物のためやや低下したが、草種間差異は明瞭でなかった。

第125表 乾物摂取量と養分摂取量 (kg)

群	量	成分	アカクロローバサイレージ			ラジノクロローバサイレージ			チモシーサイレージ		
			乾物	DCP	TDN	乾物	DCP	TDN	乾物	DCP	TDN
I	量	NRC標準(体重)比	12.85	1.450	8.325	12.45	1.342	7.682	11.95	1.149	8.791
			2.66	161	109	2.56	160	106	2.39	140	122
II	量	NRC標準(体重)比	13.45	1.386	8.589	13.30	1.441	8.279	13.15	1.247	8.138
			2.53	145	105	2.66	149	101	2.51	129	99
III	量	NRC標準(体重)比	12.96	1.458	8.137	13.25	1.451	8.318	14.08	1.217	8.464
			2.56	156	102	2.64	163	108	2.84	129	105
平均	量	NRC標準(体重)比	13.09	1.431	8.350	13.00	1.411	8.093	13.06	1.204	8.464
			2.58	154	105	2.62	157	105	2.58	132	109
		畜試標準比		138	99		140	99		118	102
飼料利用効率(%)					31.4			31.2			30.1
乾物中の蛋白質含量(%)			15.62			15.63			15.03		

注) 乾物摂取量の有意差 $F=0.02<1$ なし。

産乳量および生体重変化……第126表に、これらの飼料給与による産乳日量およびFCM乳量を示した。アカクロローバ区、ラジノクロローバ区、チモシー区それぞれ 15.49, 13.78 kg; 15.35, 13.42 kg;

15.30, 13.52 kg であって、乳量の区間有意差 1.26 kg, FCM の区間有意差 0.53 kg であるので、草種間差異は全くみられなかった。したがって各草種間の産乳効果は同等と認めた。試験期間中の

第126表 産乳日量 (kg) 乳脂率 (%) および生体重 (kg)

群	供試牛	アカクロローバサイレージ区				ラジノクロローバ区				チモシーサイレージ区			
		乳量	乳脂率	FCM	体重	乳量	乳脂率	FCM	体重	乳量	乳脂率	FCM	体重
I	S Q	17.43	3.50	16.12	550	17.01	2.70	13.69	551	15.79	2.90	13.19	553
	Y S	14.85	2.50	11.51	472	14.03	2.60	11.08	490	13.84	2.90	11.56	505
	D N	14.73	3.00	12.52	427	12.88	3.50	11.91	420	10.66	3.60	10.02	450
	平均	15.67	3.00	13.33	483	14.64	2.93	12.23	487	13.43	3.13	11.59	503
II	S S	21.24	3.20	18.69	611	22.97	3.00	19.53	602	21.93	3.00	18.64	614
	L S	10.48	3.80	10.17	490	12.11	3.60	11.38	460	11.01	4.00	11.01	474
	H H	15.27	3.40	13.90	495	15.70	3.00	13.35	438	15.22	3.30	13.62	478
	平均	15.66	3.47	14.25	532	16.93	3.20	14.75	500	16.05	3.43	14.42	522
III	D F	14.18	3.50	13.12	474	13.13	2.90	10.96	471	15.73	3.00	13.37	468
	B N	17.45	3.60	16.40	529	16.82	3.60	15.81	519	17.32	3.20	15.24	516
	L P	13.77	3.70	13.15	518	13.50	3.70	12.89	519	16.23	3.50	15.01	505
	平均	15.13	3.60	13.70	507	14.48	3.40	13.27	503	16.43	3.23	14.54	496
総平均		15.49	3.36	13.78	507	15.35	3.18	13.42	497	15.30	3.26	13.52	507

注) 乳量の有意差 5%LSD=1.26kg なし。

FCMの有意差 5%LSD=0.53kg "

体重の " %%LSD=7.72kg ラジノクロローバ区とほかの区。

生体重は、ラジノクローバ区がほかの2区に比較して減少し、有意差を示した。

なお第127表に牛乳成分の変化を示したが、アルコールテストはいずれも陰性であった。酸度、

固形分、無脂固形分、乳脂率、全蛋白質、カゼインなどの成分含量には差がなく、成分変化におよぼす草種間差異は判然としなかった。

第127表 牛乳成分の変化(%)

区	期	Alc. test	酸 度	固 形 分	無脂固形分	乳 脂 率	全蛋白質	カゼイン
アサ カイン ロージ バ	第 1 期	—	0.178	10.03	7.03	3.00	2.93	1.96
	第 2 期	—	0.145	11.40	7.80	3.60	2.84	2.09
	第 3 期	—	0.157	10.77	7.30	3.47	2.77	2.02
	平 均	—	0.160	10.74	7.38	3.36	2.85	2.02
ラバ ジサイ ノイ クロ ー ジ	第 1 期	—	0.157	10.77	7.57	3.20	2.96	1.79
	第 2 期	—	0.153	10.60	7.67	2.93	2.75	2.01
	第 3 期	—	0.143	10.63	7.23	3.40	2.74	2.14
	平 均	—	0.151	10.67	7.49	3.13	2.75	1.98
チサ イ モ シ ー ー ジ	第 1 期	—	0.135	10.95	7.72	3.23	2.77	2.16
	第 2 期	—	0.153	11.16	7.73	3.43	2.75	1.95
	第 3 期	—	0.138	10.40	7.27	3.13	2.70	1.96
	平 均	—	0.142	10.85	7.59	3.26	2.74	2.02
総 平 均		—	0.151	10.76	7.49	3.27	2.78	2.07

ii) 牧草サイレージとデントコーンサイレージの産乳効果比較

飼料養分組成とサイレージの品質……第128表のとおり飼料の平均組成は、乾物、DCP, TDN それぞれデントコーンサイレージ17.78, 1.29, 11.30%, グラスサイレージ20.10, 1.66, 12.69%, 二

番乾草88.23, 6.58, 48.70%であって、飼料成分はデントコーンサイレージよりグラスサイレージの方が高かった。

サイレージの品質は、第129～130表にみられるように、乳酸と酢酸の比率, pH, 糖分残存量は、デントコーンの方が良好であり、さらに VBN 量

第128表 供試飼料成分表(%)

飼 料 名	水 分	乾 物	粗蛋白	粗脂肪	粗繊維	NFE	粗灰分	DCP	TDN
1期デントコーンサイレージ	82.51	17.49	2.14	0.96	5.37	8.07	0.95	1.11	11.61
2期 "	81.74	18.26	3.17	0.55	4.52	8.33	1.69	1.65	11.08
3期 "	82.40	17.60	2.15	0.85	6.39	6.68	1.53	1.12	11.21
平均 "	82.22	17.78	2.49	0.79	5.43	7.69	1.39	1.29	11.30
1期 グラス サイレージ	78.82	21.18	2.12	1.04	8.18	8.41	1.43	1.44	13.44
2期 "	80.32	19.68	2.62	1.22	5.98	7.94	1.92	1.78	12.51
3期 "	80.54	19.46	2.57	0.93	5.02	9.16	1.78	1.75	12.16
平均 "	79.90	20.10	2.41	1.06	6.39	8.50	1.71	1.66	12.69
二 番 乾 草	11.77	88.23	10.78	2.42	23.05	45.20	6.78	6.58	48.70
配 合 飼 料	8.80	91.20	20.22	4.35	9.89	47.16	9.58	17.20	71.55
消 化 率	デントコーンサイレージ		52	73	67	66			
"	グラス "		68	80	59	63			
"	二 番 乾 草		61	55	58	57			

も低 pH のため少なく、粗蛋白質に対する比率は 3.7% にすぎなかった。それに比べグラスサイレージのそれは 14.2% と多く、品質は劣っていた。これは長期貯蔵、凍結融解などのためであろう。また両サイレージとも AAN への蛋白質分解が進行していたため、純蛋白質の割合はきわめて不良

であり、これも同じ理由によるものと思われる。

グラスサイレージは、酸組成、蛋白質分解状態で、デントコーンサイレージに劣ったにかかわらず、採食量では差のない現象を呈し、デントコーンサイレージに対する嗜好性も悲問伝えられる論議と相違した。

第 129 表 サイレージ中の有機酸組成 (%)

飼 料 名	pH	FLIEG				BARNETT				糖
		乳 酸	酢 酸	酪 酸	乳:酢:酪	総 酸	乳 酸	酢 酸	乳:酢	
デントコーンサイレージ 1	3.8	1.763	0.943		65:35	1.959	1.035	0.924	53:47	1.78

第 130 表 サイレージ中の窒素化合物の分布 (%)

飼 料 名	含 有 率	含 有 率		VBN CP	AAN CP	VBN+AAN CP	TP CP	AAN VBN
		CP	VBN					
デントコーンサイレージ 1	2.14	0.12	1.53	5.6	71.5	77.1	22.9	12.8
" 2	2.15	0.04	0.92	1.8	42.8	44.6	55.4	23.0
平 均	2.15	0.08	1.22	3.7	56.8	60.5	39.5	15.2
グラスサイレージ 1	2.62	0.37	1.44	14.1	55.0	69.1	30.9	3.9
" 2	2.57	0.37	0.96	14.4	37.4	51.8	48.2	2.6
平 均	2.60	0.37	1.20	14.2	46.2	60.4	39.6	3.2

飼料摂取量と養分摂取量……飼料摂取量は、第 131 表のように、乾草、サイレージ、配合飼料それぞれデントコーンサイレージ区 3.59, 38.19, 2.78 kg, グラスサイレージ区 3.17, 37.7, 2.73 kg で差がなかった。乾草の採食率が前者 90%, 後者 80% と後者が悪いのは、供試乾草が良質二番乾草であるところから、グラスサイレージの高乾物含量

に起因するものと思われる。なおサイレージの残量は、両草種とも 5% 程度で差がなく、乾草より少なかった。

第 132 表に、乾物摂取量および養分摂取量を示した。デントコーンサイレージ区とグラスサイレージ区の乾物摂取量とその体量比は、それぞれ 12.46 kg, 2.47%; 12.82 kg, 2.55% で、ほと

第 131 表 飼 料 摂 取 量 (kg)

期 別	デントコーンサイレージ区			牧草サイレージ区		
	乾 草	サイレージ	配 合	乾 草	サイレージ	配 合
第 1 期	3.85	38.08	2.75	3.31	40.58	2.9
第 2 期	3.63	38.97	2.80	3.46	37.12	2.6
第 3 期	3.28	38.12	2.70	2.74	34.41	2.7
平 均	3.59	38.19	2.78	3.17	37.70	2.73
採 食 率 (%)	89.8	95.5	100	79.3	94.3	100

んど差がなく、もちろん有意性は認められなかった。したがって養分摂取量の NRC 標準比も、両区とも DCP 30~40%, TDN 4 % 程度の増量になつており、両区間に差がなかった。体重変化においても両区間の差異は全くなかった。

第 132 表 乾物摂取量、養分摂取量 (kg) およびその NRC 標準比 (%)

期	項 目	デントコーンサイレージ区				牧草サイレージ区			
		乾 物	DCP	TDN	体 重	乾 物	DCP	TDN	体 重
I	摂 取 量	12.57	1,149	8,264	512	14.16	1,301	9,129	511
	標準 (体重) 比	2.46	131	109		2.77	139	114	
II	摂 取 量	12.76	1,354	8,022	502	12.73	1,336	8,188	506
	標準 (体重) 比	2.54	148	102		2.52	145	104	
III	摂 取 量	12.07	1,107	7,802	492	11.58	1,247	7,605	499
	標準 (体重) 比	2.42	124	102		2.35	137	95	
平均	摂 取 量	12.46	1,203	8,029	503	12.82	1,295	8,307	504
	標準 (体重) 比	2.47	134	104		2.55	140	104	
乾物中の蛋白含量		15.19				14.04			

注) 乾物摂取量の有意差 $F=0.46<1$ なし

第 133 表 産乳日量 (kg) と乳脂率 (%)

群	デントコーンサイレージ区			群	牧草サイレージ区		
	産 乳 量	乳 脂 率	F C M		産 乳 量	乳 脂 率	F C M
A	14.35	3.75	13.63	B	15.04	3.63	14.21
B	14.10	3.35	12.72	A	14.26	3.75	13.61
A	14.52	3.35	13.11	B	15.30	3.25	13.55
平均	14.32	3.48	13.15	平均	14.85	3.54	13.79

注) 産乳量の有意差 $F=12.5<1$ (0.05)=18.5 なし

FCM " $F=1.74<1$ (0.05) "

第 134 表 牛乳成分の変化 (%) および成分生産量 (kg)

期別	群平均	滴定酸度	固形分	無脂固形分	乳脂率	乳 糖	灰分その他	全蛋白質	カゼイン	Ca	Alc. Test
1	G S	0.177	11.63	8.00	3.63	4.61	0.61	2.78	2.15	114.2	--
	D S	0.177	11.96	8.21	3.75	4.68	0.70	2.83	2.25	117.7	--
2	D S	0.172	11.25	7.90	3.35	4.41	0.61	2.88	2.11	101.7	--
	G S	0.173	11.72	7.97	3.75	4.32	0.84	2.81	2.00	114.9	--
3	G S	0.180	11.42	8.17	3.25	4.66	0.72	2.79	2.00	103.7	--
	D S	0.178	11.54	8.19	3.35	4.67	0.71	2.81	2.06	105.9	--
平均	G S	0.177	11.59	8.05	3.54	4.53	0.72	2.79	2.05	110.9	--
	D S	0.176	11.58	8.10	3.48	4.59	0.67	2.84	2.14	108.4	--
生産量	G S	---	1.679	1.179	0.515	0.660	0.107	0.409	0.301	16.36	--
	D S	---	1.602	1.126	0.476	0.639	0.094	0.397	0.297	15.16	--

産乳効果および乳質変化……第 133 表のように、産 乳量、FCM 乳量それぞれデントコーンサイレー

ジ区 14.32, 13.15 kg, グラスサイレージ区 14.85, 13.79 kg であって、両区間にともに有意差が認められなかった。乳脂率にも差異がなく、産乳効果に差異なしと認めた。

第 134 表の牛乳成分の変化をみても、デントコーン区の無脂固形分にわずかな増量の傾向がみえるだけで、全固形分、酸度など全く草種間差異がみられない。

以上のことから、デントコーンサイレージとグラスサイレージ間には、サイレージ品質、飼料養分摂取量、産乳効果などほとんど同等であって、未熟デントコーン地帯では、巷間伝えられる嗜好性、産乳性などの向上がないので、牧草サイレージ 1 本化の方針は間違っていないと結論される。

(5) 考 察

サイレージの品質鑑定法として、大原、三股、高野ら¹⁶²⁾¹⁶³⁾²⁰²⁾は外観調査、嗜好性、有機酸組成、養分組成などで判定しているが、筆者は以下の試験全部に bury-bag 法を採用し、BARNETT¹³⁾の方法に従って有機酸、蛋白質分解状況、一般成分とその損失率、外観調査を、ときには給与試験も含めて、総合的に品質を評価した。

1) 高水分サイレージの無添加調製

この試験は direct-cut type forage harvester による高水分サイレージの品質がどの程度にできるか、高水分サイレージ調製に卓効ありとする SMS 添加法^{3)4)26)27)42)53)65)67)120)129)~131)162)163)}と無添加法でどの程度の差を生ずるか、マメ科主体草とイネ科主体草のサイレージでどのような調製法の差異を生ずるか、などの諸点について解明しようとした。

マメ科主体草サイレージの特性と品質……草種間差異に力点を置いてみると、マメ科主体草は一番、二番草とも酸組成上優良な品質を保持した。従来マメ科草は、NFE の粗蛋白質に対する割合が、イネ科草に比較して少ないために、発酵助成剤として糖分の補給添加を計らねば、良好なサイレージの調製が困難であるとし、粗蛋白質含量の倍量以上になるよう糖質添加剤の利用が推奨されてきた¹⁹⁹⁾。また高野ら²⁰²⁾はマメ科草の場合、単なる

予乾法のみでは良質調製が困難だとし、添加物は不可欠だとまで強調している。

本試験で、マメ科草の可溶無窒素物と粗蛋白質との比を算出してみると、二番草 2.3、一番草 1.9、平均 2.1 であって、一、二番草とも糖分が充分あり、糖分補給を考察する必要のないことが考察された。このことは、マメ科草が易発酵性で発酵酸量多く、良質調製が容易だった本試験から推察される。水分含量も二番草は一番草より少なく、したがって排出液による損失も少なかった。マメ科一番草は、イネ科草に比較すると損失率が高い。これは高水分のためで、ラジノクロバのような高水分草は、予乾法が損失率を防止する重要な要因になると思われる。

高蛋白質牧草であるマメ科草サイレージは、揮発性塩基量が多いことから、とかく劣質または蛋白質分解の過多が喧伝されている。しかし全窒素に対する比率をみると、イネ科草サイレージと同量であり、アミノ酸と揮発性塩基の比もイネ科草より良好であった。蛋白態窒素の比率が低い例もみられたが、これはアミノ酸の比率が高いためである。このアミノ酸の飼料価値は、純蛋白質と同じであると ALDERMAN⁴⁾も指摘しているので、多量のアミノ酸形成はそれほど重要な問題ではない。したがってマメ科草のサイレージ調製は適当な利用法であり、とくに混播草の利用法として、当地方では推奨されよう。

SMS 処理効果……SMS 処理は、イネ科草サイレージでのみ検討したが、有機酸組成に対する効果、蛋白質分解抑制効果がともに顕著であった。さらに揮発酸抑制効果、不揮発酸比率増加効果が認められた。しかしこの不揮発酸中の % 量は硫酸根であり、真の乳酸量は微量であった。したがってこの有機酸組成改善効果はサイレージの発酵抑制に起因するものである。このことが SMS サイレージの pH を 4.2~4.6 と高くしている原因である。SMS 効果が、長期間持続する場合はよい添加剤であるが、再発酵する機会も多く、その場合は酪酸生成が行なわれる。BARNETT¹⁵⁾によると、pH 4.2 以下で炭水化物が乳酸菌によって乳酸形成が行なわれ、pH 4.2 以上になると Clostridia

菌によって酪酸に変成すること、さらにアミノ酸が脱アミノ化により高級揮発酸、ケト酸、アミド、アミン、アンモニアに変化することを指摘しているの、注意を要する点である。なお蛋白質分解抑制効果として、揮発性塩基含量の低減とアミノ酸増量効果などが認められた。

呼吸発酵、排液による損失率だけでみると、2 か年平均 SMS 処理 11.4%，無処理 14.9%（3 か年平均 10.9%）であり、小型実験サイロでは、それぞれ 16.2，19.0% で、処理効果があった。上部廃棄を含め 20.7，27.5% であって、消化率も処理区がよかったが、TDN 飽食量では差異がなかった。このように SMS 処理は、高水分草のサイレージ調製には特異的な効果を発揮するが、全層散布するほど経済的な効果は期待できない。したがって上部適用や詰込日数が遅延して発熱の危惧が生じたとき、悪天候時などに部分適用することが有利と考えられ、高水分草に対する絶対的添加剤とは思われなかった。

高水分サイレージの損失率……高水分サイレージの調製の場合、排出液が多いことが予想され、それによる損失率の増加が最も危惧される。本成績では、乾物損失率がイネ科草、マメ科草全平均 13.3% であった。これには表面損失が算入されていないので、小型試験の成績などからこれを 5% とみると 18.3% となる。大型塔サイロの場合 2～3% が普通で、これを加えると、全損失率は 15～16% であることが認められた。

損失率について諸成績をみると、GORDON⁽⁶⁾ 非細切 28.9%，細切 27.4%，GORDON⁽⁹⁾ 予乾 10.8%，ダイレクトカット 14.9%，BROWN⁽²⁷⁾ SMS 23.1%，糖蜜 26.6%，SHEPHERD⁽¹⁹⁾ 普通サイロ 17.3%，気密サイロ 9.5%，MURDOCH⁽¹⁰⁾ 予乾 17.2%，glycolic acid 21.5%，MURDOCH⁽¹³⁾ 無処理 26.9%，糖蜜 23.4%，SMS 24.4%，予乾 18.4%，予乾+SMS 12.3% であることを報告している。これらと比較すると、本試験の高水分サイレージの損失率は、従来の予乾サイレージや添加物処理サイレージに比較して決して損色なく、むしろすぐれていることを示している。

さらに酸組成では、乳酸と酢酸の比率からいっ

て、1～2 の例外（良級）以外全部優であり、蛋白質分解度、損失率からみても優良であったし、サイレージ化による水分上昇も排出液を増大するほどの水生成ではなかったなどの理由で、損失率の減少には予乾処理による排出液の防止と、密封加圧などによる表面損失の防止を計ることであると思つた。

大型サイロと小型サイロでは酸組成、蛋白質分解量には差がなかったが、損失率に明瞭な差があった。すなわち塔型サイロでも上部密封を考慮しないと、20 t サイロでは不良になりやすく、50 t サイロ以上では、ビニール被覆をするだけで自重によって良質化できる傾向を示した。したがって実際調製上、大型サイロの方が調製しやすいことが判つた。

サイレージカッターとフォーレージハーベスター方式の調製機種の差異は、本試験では、乾物損失率、蛋白質分解量で後者がややすぐれ、有機酸組成で差がなかったため、機種間の差異を認めなかった。

部位別にみると、下部の品質は上部の品質より草種、添加物の有無、サイロ規模、調製機種に関係なく良質であるので、この点からも自重のかかる大型サイロの優位性と、上部の空気の排除に関する処置の重要性が考察され、ビニール被覆、上部加圧、高水分草による被覆または鋸屑、水蓋などの利用が考察されよう。以上の考察から、高水分サイレージ調製法もイネ科草出穂期、マメ科草開花期の原料草や混播二番草では、無添加処理で充分良質サイレージが調製できることが認められた。

2) イネ科若刈り草の無添加サイレージ調製

イネ科若刈り草の調製の目的は、高蛋白質粗飼料を確保して購入飼料の節減を計ること、高水分サイレージの乾物摂取量の増加をねらうことである。ところが、高蛋白質若刈り草の場合、須藤⁽¹⁹⁾、高野ら⁽²²⁾は原料草の 5～10% の糖蜜飼料添加の必要性を強調している。乳牛の冬期間 1 頭当たりサイレージ必要量を 8 t とし、その 5～10% の濃厚飼料を添加することにして、kg 単価 40 円（糖蜜 50 円）とすると、サイレージ調製だけに 1.6～3.3

万円(2~4万円)を必要とする。この量は管内農家の実状より多いうに、泌乳盛期にはさらに増給しなければならぬことを考えると、不経済な粗飼料調製法というほかない。そこでできれば若刈り無添加調製が要求されるわけである。

若刈り調製をすれば草生が低収になることが、普及をそ害している原因である。しかしその収量は刈取回数の増加で補いうことが認められ¹³⁾、さらに若刈り調製の時期は、早川ら¹⁴⁾によると穂孕期以降の蛋白質生産が同量であること、牧草生産量が機械の利用調製に好適な収量、生育時期などを勘案して穂孕期を刈取適期とした。この刈取適期とその生産効果が相関しないと、当初の目的は無意味になるので、この点について文献を引用してみたい。

DODSWORTH ら¹⁵⁾は、根菜類と乾草飼養よりサイレージを給与した肉牛の肥育効果の強いことを述べ、若刈りサイレージの肥育効果が成熟牧草のそれより高いことも報告した。LOGAN¹¹⁾もアルファルファの出蕾期サイレージが、開花盛期のそれより産乳効果が高いのは、高 TDN 摂取量に起因するとした。SMITH¹⁶⁾はアルファルファ一番乾草の $1/10$ 出蕾期、出蕾盛期、 $1/2$ 開花期の3つの生育時期の産乳効果を比較して、出蕾期のものが開花期のものより乾物摂取量で8%増量し、15%の産乳増加を認めたとしている。また、BROSSER²¹⁾は、開花前期、 $1/10$ 開花期、開花盛期のアルファルファ乾草の産乳効果を比較して、前2者は後者より乾物摂取量45%、産乳量10%の増量を認めた。この産乳量の増量は低いと思われるが、配合飼料が FCM 乳量の $1/2$ 量給与され、栄養摂取量が高すぎたからである。これらの各試験で認められるように、若刈り草の高い産乳効果は、嗜好性が高く、養分摂取量が高くなるからで、換言すると乾物摂取量の増大が産肉、産乳効果の増大に裨益したことを意味するものである。

若刈り無添加調製サイレージの品質…… 諸外国¹⁹⁾でも、若刈り草のサイレージ調製には糖蜜添加による例が多く、無添加調製サイレージの例に遭遇しない。本試験で、早期刈りと適期刈り原料草を比較すると、糖分含量が原物中で前者が少ないよ

うにみえるが、乾物中の含量では差がなかった。NFE/CPが2以上あればサイレージの乳酸発酵に十分といわれている¹⁹⁾が、早期刈り3、適期刈り4であり、この点からいえばイネ科若刈り草への添加物の応用は必要がない。

有機酸組成では、総酸度に差がなく、発酵促進度は同程度であった。乳酸含量は、早期刈りサイレージの上部で顕著な低下を示したため、適期刈りより平均含量は低下したが、中、下層部は全く良質であった。上部品質の低下は、密封、加圧処理または水分含量に起因すると思われ、良質化を計るには、密封、加圧技術の遵守と、予乾処理が必要となる。

蛋白質分解状況をみると、早期刈りは、全窒素中のアミノ酸態窒素の割合が少なく、揮発性塩基態窒素の割合が高いことが特長である。これは pH 4.2 以上になったため、アミノ酸から揮発性塩基まで分解が進行したためである。乾物損失率は、早期刈り、適期刈りそれぞれ16.0%、14.5%であって差がなかった。損失率の内訳は、適期に排液損失が認められないほか差がなかった。このように両サイレージ間の品質に、本質的な差は全くみられなかった。

若刈り無添加サイレージの飼料価値…… 原料草をサイレージ化することで、蛋白質の損失が高くなるのが両サイレージに認められ、したがって消化率、飼料価値が低下する。それにもかかわらず、乾物中の DCP、TDN を高い方から列举すると、早期刈り原料草、同サイレージ、適期刈り原料草、同サイレージの順で、乾物消化率の傾向も全く同様であった。

REID ら¹⁵²⁾は飼料の栄養価を判定する場合刈取時期の重要性を強調した。6月11日刈りと7月9日刈りを比較し、TDN 29%、乾物摂取量29%、産乳量40%の増加を認め、産乳、増体などの Animal Response は乾物摂取量×TDN 含量によるエネルギー摂取量であらわすべきであることを提唱した。さらに CRAMPTON ら¹⁵³⁾は、粗飼料の栄養価判定上、家畜による摂取量の意義を強調し、標準飼料の摂取量を基礎として、体重当たりの相対的摂取量と飼料の可消化エネルギーによっ

て、NVI (Nutritive Value Index) を算出し、それを基準とすべきことを提唱した。これらの提唱に基づいて本試験でも、乾物摂取量×TDN 含量による TDN 飽食量を計算し、適期刈りサイレージを 100 とした比率を算出した。そして早期刈りサイレージが適期刈りのそれに比較して 50% も飼料価値が高いことを認めた。しかも適期刈り原料草より飼料価値が高いということは、注目すべき結果の 1 つであろう。このように品質でやや劣った早期刈りサイレージも、嗜好性を含めた高飼料価値からみて、サイレージの酸組成より、飼料価値による嗜好性の重要性を認識しなければならない。

第 103 表には、同一容積サイロ内に貯蔵される養分量を表出したが、TDN 量で同量で、DCP 量で 4 割多く貯蔵され、同じ高水分サイレージでありながら、早期刈りサイレージの貯蔵効率が高かった。発酵成分、蛋白質分解量でやや劣るが、栄養価値、消化率、嗜好性、単位容積当たり貯蔵効率など早期刈りサイレージの優位性を示した。

以上のように、穂孕期イネ科草の無添加サイレージ調製が可能であり、家畜採食量が増進することも認められた。

青草の時期別消化率と同期刈り牧草の飼料別消化率……上述の試験では、6 月 20 日刈りと 7 月 10 日刈りの飼料価値の比較を行なったものであるが、それではこの間どのような変動を示すのかを調査するのがこの試験の目的である。6 月 18 日から 7 月 6 日まで、2～3 日ごとに飼料成分、消化率、可消化養分、TDN 飽食量を比較すると、家畜の生産反応の高い牧草の刈取時期は、当地方では 6 月一杯であって、生育時期からみると、チモシーの出穂始めまでである。

青草の消化率、嗜好性が高いことはもちろんであるが、この同一材料 (6 月 22 日刈り) を乾草とサイレージに調製した場合、損失率を除いて、サイレージと乾草を比較すると、TDN は同率で、DCP でややサイレージが低下した。しかし TDN 飽食量で比較すると、青草 100 に対しサイレージ 86～94、乾草 68～62 となって、サイレージの方が有利となっている。これは乾草が良質に調製されてい

るとはいえ、ややかび発生があったためと思われる、当地域の気候条件を勘案すると、調製利用上はサイレージが有利と考察された。なお青草の乾物摂取量が高いのは生育時期の早いうちで、7 月に入ると急激に減少し、乾草に劣ることは注意したい点である。

3) サイレージ調製時の各種添加物の効果特性とその給与法

サイレージの品質向上の手段として、予乾、細切、加圧、被覆処理のほかに添加物処理が加えられている。しかし添加物といっても、その作用はさまざまで、高水分草に應用する発酵抑制効果のある SMS、亜硫酸ガス法があり^{3)4)26)27)42)53)65)120)129)～131)142)143)}、良質発酵のためには、早期に低 pH 状態におくことがよいとする加酸法⁴⁵⁾⁷⁹⁾¹³²⁾¹³³⁾¹⁷⁵⁾¹⁸⁴⁾¹⁸⁹⁾²²⁹⁾²³²⁾、Kylage 添加法⁶⁶⁾、glycollic acid¹⁴⁰⁾¹⁴²⁾、formic acid 添加法¹⁴⁰⁾もある。また乳酸生成を積極的に促進する乳酸菌添加法⁷²⁾もあるし、乳酸の大量生成を促進するため、発酵助成剤として糖分添加法がよいとして、糖蜜または糖蜜飼料¹⁶⁾¹⁷⁾⁴⁵⁾⁷⁹⁾²³²⁾、ビートパルプ¹⁷⁾、穀実粉 (玉蜀黍粉)¹⁷⁾やその糖類などの数々の添加剤があげられている。以上を大別すると 4 つに分類される。しかし乳酸菌添加法は、市販度が少ないので、加酸法、発酵抑制的な SMS 添加法、糖分添加法の 3 つに大別される。糖分添加剤としては、水分調節をかねるビートパルプなどが効果的であるが、発酵助成、水分調節剤として炭水化物源 (穀実類、糖糠類) を廉価のため添加することも多い。しかしやはりサイレージ発酵には、糖類が直接利用されるので、効果的と思われる糖蜜、糖蜜飼料が代表的な添加剤と考えられた。そこでこの 3 者の効果特性を、無添加法と比較して添加物の要否を決定しようとしたものである。

従来添加物の効果を、酸組成などの品質向上にのみ執着しすぎた感があり、人間の感覚が主観となりすぎ、香気、色沢、みかけの家畜の嗜好性を重視した結果である。しかし筆者は、家畜の嗜好性 (摂取量) はそんな皮相的なものでなく、水分含量、栄養価値、個体差 (中根感覚) などによって左右される度合いが強いことを経験してきた。極言す

れば、それほど有機酸組成が良質でなくとも、家畜が多量採食する程度のものであれば、充分ということである。こういう観点から、添加物の要否やその添加量を再検討し、大量調製法の技術確立する必要があると信ずるものである。

しかし今回の試験は、従来の考え方を基礎にして、その品質、損失率を検討し、家畜の生産反応を加えて結論を出そうとした。まず各種添加物の特性を比較する試験は小型実験サイロで実施した。

添加物の効果の最大のものは、表面損失の減少であり、その効果の顕著なのは加酸法であるが、ほかの添加物も効果があった。緑度保持ではSMS添加が最高であり、青草臭を有した。しかし感覚による芳香性や飼料価値増進の点では、糖蜜飼料が最高で、3者3様の特性を示した。

加酸法、SMS添加法は、発酵酸量少なく、不揮発酸量は多いが実際の乳酸量が少ないこと、しかも従来の酸組成比率では優良であることが認められた。しかし糖蜜飼料添加、無添加法のそれも良質だったため、差が明らかでなかった。揮発性塩基窒素含量は、加酸法、SMS添加法の減少効果が著しかったが、無添加法も少なかった。小型実験サイロの糖蜜飼料添加法では多いが、これは尿素配合であったためである。尿素配合のない大型サイロの場合、明らかに低減効果が認められた。したがって処理間の差はない。損失率でも各処理間にあまり差異がなく、とくに効果のあったのは、糖蜜飼料をマメ科に応用した場合であった。しかしマメ科草はイネ科草より調製困難で、劣質化しやすいとの報告に対し、本試験では、前々節の試験同様マメ科草の品質の方がかえって良質であった。

このように添加物の特性を発揮する成績をえたにもかかわらず、無添加法に比較して有利であるとする効果はみられなかった。ただ表面損失減少効果が認められるので、この3者の表面適用が考えられる。もし適用するとすれば、飼料価値の増進と経済性を考慮してみると、やや糖蜜飼料が有利と思われる。

そこで糖蜜飼料添加サイレージを調製し、無添

加サイレージと比較して、産乳効果から経済性をさらに追究した。この場合、糖蜜飼料サイレージのサイレージ中の添加分を計算に入れて、糖蜜飼料の所定の要求量を給与した群と、無添加サイレージにそれと同量の糖蜜飼料量を給与した群と、その糖蜜飼料量と同量の配合飼料を給与した群の3群の産乳効果を比較したのである。栄養摂取量(TDN)で最前群が少なかった(これはサイレージ発酵中に糖分消費があったからである)ので、乳量や体重で後2群より劣った。前者のサイレージの生育時期が早期であったことを勘案すると、この差は明らかな差異と思考した。そして後2者間では産乳、体重で差がないことが認められた。したがって無添加サイレージで良質に調製できる条件下では、添加物の必要性はなく、かえって不経済であるということになろう。

4) サイレージ原料草としての草種間差異

従来からマメ科草のイネ科草に対する飼料価値の優位性が伝えられるなかで、調製上ではマメ科草もイネ科草も同様に、無添加調製が可能なことを確かめ、高蛋白質のイネ科若刈り調製も可能なことを究明した。当地方の草地は、3年目以降はイネ科草がその主体草となるが、もしマメ科草の飼料価値がとくにすぐれているとすれば、この草種を草地に永続させることが必要になり、また草種の限定も必要になるので、とりあえずラジノクロバ、アカクロバ、チモシーの産乳価値を検討しようとした。また省力上必要な作物の単純化という意味で、牧草作付けの単一化の方針に逆行するデントコーンの飼料価値を究明し、草種選定上の態度を決定しようとしたものである。

ラジノクロバ、アカクロバ、チモシーのサイレージの品質は、ともに高水分・無添加・細切調製方式である限りにおいて、有機酸組成においても蛋白質分解状況においても、差異がなく、養分摂取量、産乳量、乳質、体重変化などでも差異がないので、飼料価値では同等と認めた。またCONRADら³⁰⁾³¹⁾のいう窒素の利用効率においても、マメ科草とイネ科草で差がないのは、ともに充分量の蛋白質補給があったからであろう。

デントコーンサイレージは、その高糖分含量か

ら良質調製ができ、長期良質貯蔵が可能であり、嗜好性も高いという予想がたてられていた。実際上有機酸組成ではその傾向がみられ、蛋白質分解でも揮発性塩基含量がグラスサイレージに多いのに、デントコーンサイレージは少なく、品質は確かに良質であった。しかし飼養試験の結果、両群ともサイレージの 38 kg 前後の採食を示した。高水分であるデントコーンサイレージ群の乾草摂取量が向上したために、栄養摂取量は同量となった。したがって産乳量、乳質、体重に差異を認めなかった。このことは、この地帯にデントコーンを導入しないで、牧草一本の乳牛飼養技術体系を考慮すべきことを示している。

以上高水分サイレージの無添加調製が、サイレージ主体調製法の主流であって一向差しつかえないという結論を得た。近年サイレージ摂取量の増大、品質改善、凍結防止などの利点から、低水分サイレージの利用方式が開発されてきた。さらに機械化調製のできない農家の間に、予乾無細切サイレージの省力調製法の確立も要望されてきたので、これらの今後の見通しについて付記したい。

5) 低水分サイレージと省力調製法の今後の進展方向

低水分サイレージは、家畜摂取量の増大を主眼に開発されてきたが、サイレージ特有の臭気やすいこと、凍結防止ができること、酸組成品質が改善されること、運搬労力を軽減できること、サイレージの詰込容量が高いこと、サイレージ単用飼養の可能性など、種々の利点が強調され、当初ハーベストア貯蔵が原則であるとされてきた。本邦でも、全国の農業試験機関で、その調製法について検討中であり、筆者らも慣用塔型サイロで水分40%程度の低水分サイレージの調製が可能であることを究明した。しかし低水分サイレージは、乾草に近いものだけに、乾物摂取量の増大、体重の増加には効果的であるが、産乳効果はそれほどでなく、かび発生の欠点もあり、調製機械に無理がかかって省力的でなく、かつ乾草調製のように天候に左右されて、調製が長期にわたるなど一長一短があった。したがってこのような利点、欠点をわきまえ、条件に適合した利用体系を勘案して推進すべきであると思つた。

第 135 表 根釧パイロットファーム地区内のサイレージの有機酸組成 (1965年)

サンプル 番 号	水 分	酸 組 成								VBN (%)	VBN CP (%)
		原 物 中 %				比 率 %					
		総 酸	乳 酸	酢 酸	酪 酸	乳 酸	酢 酸	酪 酸			
1	88.4	0.17	0.14	0.03	—	82.4	17.7		0.04		
2	85.5	1.29	1.05	0.24	—	81.4	18.6		0.20	10.0	
3	83.7	1.58	0.31	0.61	0.66	19.6	38.6	41.8	0.60	26.0	
4	83.3	1.46	0.15	0.59	0.72	10.3	40.4	49.3	0.45	28.3	
5	83.0	0.51	0.35	0.15	0.01	68.6	29.4	2.0	0.36	20.2	
6	80.7	1.37	0.89	0.41	0.07	65.0	29.9	5.1	0.19	7.6	
7	77.4	1.72	0.11	0.87	0.75	58.1	50.6	43.6	1.14	43.7	
8	73.8	1.64	0.84	0.48	0.32	51.2	29.3	19.5	0.67	19.1	
9	71.1	0.97	0.71	0.17	0.09	73.2	17.5	9.3	0.22	5.5	
10	70.7	1.65	1.41	0.24	—	85.5	14.6		0.18	5.5	
11	69.3	2.14	1.35	0.47	0.32	63.1	22.0	15.0	0.42	9.3	
12	66.5	4.25	3.42	0.57	0.26	80.5	13.4	6.1	0.36	12.7	
13	64.6	2.17	1.88	0.29	—	86.6	13.4		0.18	6.3	
14	63.9	3.82	2.66	1.16	—	69.5	30.5		0.25	8.0	
15	67.9	1.90	1.27	0.63	—	66.8	33.2		0.44	11.5	
16	58.6	3.69	3.07	0.62	—	83.2	16.8		0.47		
17	55.3	2.09	1.90	0.19	—	90.9	9.09		0.20	4.6	
18	52.6	4.43	3.83	0.60	—	86.5	13.5		0.55	10.8	

さてフォーレージハーベスターがなく、労働力が2人程度の自立経営農家においては、省力調製法が緊急に要望されている。このような場合、細切労力とともに高水分草の運搬処理労力が問題になる。そこでまず無細切でつめること、予乾をすることが考えられ、さらに水平型サイロにすることが考えられる諸対策である。こうすると、サイレージ調製の諸原則からは、無暴なようであるが、若刈りを原則とし、予乾によって損失率を低下させ、品質を改善し、運搬労働を軽減でき、水平型サイロに運搬埋蔵するだけで埋草工程を終わる。その後トラクター、家畜、その他の方法で重圧をかけ、ビニール被覆を利用して密封するだけでよい。その労力は、10a 当たり3～4時間で、慣行細切サイレージの8～9時間の半分以下である。これらの調製法を、根釧パイロットファーム地区内で実施させているが、その酸組成からは、まだまだ改善の余地はあるにしても、粗飼料の省力大量確保という点ではきわめてすぐれているし、酸品質は劣っていても家畜嗜好性は劣らないので、現状の打開策としては成立するものと思える。

そこで、パイロットファーム地区内の無細切予乾サイレージの有機酸組成の実態について参考のため第135表を掲載しよう。

これによると、水分含量の低下が良質のものを調製している実態を示すので、省力調製と低水分サイレージの将来性については有望と判定し、今後の研究に期待するものである。

V ビートトップの飼料的特性からみたサイレージ利用

牧草サイレージの利用法、調製法については、おおよそその結論をえたのであるが、近年寒冷地畑作振興と甘味資源の不足を緩和するべく、ビートの作付けを増大させようとする施策がとられるにいたった。これは寒冷地の主幹換金作物の意義としてはもちろんであるが、ビートトップの利用と酪農の結びつきについて強調されたものである。

したがってビートトップが酪農経営のなかで、重要な粗飼料の位置を占めるようになるととも

に、その多用による乳牛生理への悪影響が報ぜられるようになってきた。それはチーズのレンネット凝固作用の遅延であり、煉乳中の魚臭の発生である。これらの被害は、生頭葉を多給した場合にみられ、サイレージにした場合みられないようでもあった。そこで道内各試験機関の協議研究がなされることになり、ビートトップの乳質への悪影響に対し橋本⁷³⁾⁷⁴⁾は、修酸がチーズのレンネット凝固を遅延する作用のあることを認め、さらに魚臭の原因はトリメチルアミンであって、このトリメチルアミンは、ビートトップ中のペタインが変化するのではないかと推論を下した。このようにビートトップが有効な乳牛飼料であることが経験的にわかっていても、特殊成分が含有されていて害作用が発生するとすれば、その適切な飼料的利用法は究明されなければならない。

ビートトップの弊害のでている地方では、サイレージにすることが経験上良好であることがわかっていても、生頭葉のまま給与する農家が多く、枯損葉の著しい年には、多給偏用によって短時日に消費する傾向が強くなり、日量70～80kgの給与に達するといわれている。そこでこの70～80kgの偏用がどんな生理障害を示すかを明らかにして、飼料の特性を究明することが1つの問題点である。

また WEHMER²³⁾によると、ビートトップ中には修酸のほかにサボニン、ペタイン、アスパラギン、コニフェリンなどが含まれるとされ、硝酸態窒素含量も高いことが報告されている。そこで修酸、サボニン、硝酸態窒素、修酸と灰分代謝などの家畜におよぼす生理的な有害作用を究明することも重要な問題点である。

ビートトップ飼養によって、下痢症状がみられ、修酸作用によるものとして従来炭酸石灰の使用を推奨する報告¹¹⁾¹³⁾¹⁸⁾¹⁹⁾が多かった。しかし修酸とCaの関係からトップ飼養によってCa吸収が害され、一部には骨軟症の発生がおこるという報告もある¹⁴⁾³¹⁾⁶²⁾¹⁰⁸⁾。また修酸は、反芻胃内で大量に分解されるとの報告³³⁾³⁴⁾¹¹⁵⁾¹¹⁷⁾²⁰³⁾もあるために、従来考えられていたように、トップ飼養の生理障害がすべて修酸に起因するという推論に

については、あらためて追究しなければならないと思考した。

さらにトップをサイレージ化することによって、経験的に生理障害が軽減するようにみえるが、その原因はなんであるかを究明することも必要であるし、それによってどんなサイレージ調製法が有効なのかも検討することが重要である。

これらの諸点を明らかにして、ビートトップの安全な利用法を確立することが本章の目的である。

(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

1) 試験方法

i) 飼料の特性

飼料の特性については、トップ中の蓂酸の生育時期別変化、サボニンの生育時期別変化とその各種飼料の収獲時の含量比較、硝酸態窒素の生育時期別変化を検討し、さらに乳牛、めん羊のトップ単用試験によって、蓂酸、サボニン、硝酸態窒素、灰分などの代謝を究明し、総合判定を行なった。分析法は、蓂酸が BAKER 法¹⁰⁾、サボニンは坪松法(定量法の項参照)、硝酸態窒素はアルミ箔法¹⁰³⁾、一般成分、灰分は AOAC 法を採用した。

ii) 反芻胃内における蓂酸分解の有無

蓂酸分解の有無を検討するため、*In Vitro*試験と乳牛、めん羊に対しトップ単用試験を実施し、蓂酸の摂取量、排泄量、血中吸収量などから代謝量を計算して推量した。

*In Vitro*試験では、と殺直後のめん羊反芻胃内の内容 50~100 g を 300 ml フラスコにとり、蓂酸カリ(水溶性蓂酸)、蓂酸 Ca(不溶性蓂酸)を添加攪拌した直後の定量を行ない回収率を検討した。一方水溶性蓂酸を添加攪拌し CO₂ を通気し、38°C の恒温槽に保温し、9~24 時間後に総蓂酸、水溶性蓂酸を定量した。

乳牛蓂酸代謝試験では、トップ 70~90 kg の乳牛給与試験によって、飼料蓂酸量と糞尿蓂酸量の差から分解量を推定した。

iii) 蓂酸分解と Ca 代謝の生理的な関連性

蓂酸分解と Ca 吸収の関連性を究明するため、

飼料および糞中蓂酸、飼料および糞中 Ca からつぎの項目にわけて検討した。

飼料中不溶性蓂酸……飼料中総蓂酸から水溶性蓂酸を差し引いたもの。

飼料中不溶性 Ca……飼料中不溶性蓂酸と当量の Ca 量

糞中不溶性蓂酸……糞中では水溶性蓂酸がないので、総蓂酸と一致する。

糞中不溶性 Ca……前項と当量の Ca 量

糞中総 Ca……分析値

糞中遊離 Ca……糞中総 Ca から糞中不溶性 Ca を差し引いたもの。

代謝遊離 Ca……飼料中遊離 Ca から糞中遊離 Ca を差し引いたもの。この値は飼料の遊離 Ca を超過することがあり負値となるが、これは蓂酸 Ca の蓂酸が細菌分解されて、Ca の遊離が大きい場合にみられる。

代謝不溶性 Ca……飼料中不溶性 Ca から糞中不溶性 Ca の差であって、これから蓂酸 Ca 中の蓂酸の分解量が算定される。

利用可能 Ca……飼料中の遊離 Ca と飼料中の不溶性 Ca のうち糞中に排泄されていない不溶性 Ca (蓂酸 Ca から遊離した Ca) との計で、これが腸から吸収されうる量である。

水溶性から不溶性塩に沈澱した Ca……糞中不溶性 Ca と飼料不溶性 Ca の差

分解蓂酸量……飼料水溶性蓂酸当量 Ca から上記量を差し引いたもの。

吸収 Ca……代謝遊離 Ca から、水溶性塩を不溶性塩にした Ca 量を差し引いたもので、体内吸収量を示す。

iv) トップ給与と有機物、灰分の代謝

乳牛に対するトップ単用試験を行ない、実験 I は、給与開始後 2、3 週目に 2 日間人手で糞尿を採取、トップ単用群 2 頭、牧草サイレージ群 1 頭、対照群 3 頭の産乳牛の代謝量を測定した。実験 II は、2 週目 2 日間の糞尿採取を行ない、トップ群 3 頭、対照群 2 頭を供試した。供試牛の概要、飼料給与量は第 136 表のとおりである。さらに、めん羊を用いふすま、炭酸 Ca を加えた場合の灰分代謝を調査した。1 週間の予備、1 週間の採糞尿

期間で3頭の平均日量で検討した。

第136表 供試牛の概要と飼料摂取量

実験別	群別	供試牛名	飼料給与日量(kg)					DCP kg	TDN kg	要求量に 対する割合		平均乳 量(kg)
			BT	乾草	Sil.	根菜	配合			DCP	TDN	
I	BT群	A 第3ウォーカー	80	—	—	—	—	1.064	8.616	105%	102%	15.8
		B 第3フラワー	80	—	—	—	—	1.064	8.616	92	92	19.4
		G 春光	80	—	—	—	—	1.064	8.616	86	80	14.8
		H ロメオ	80	—	—	—	—	1.064	8.616	98	90	11.0
	Sil.群	C 第4グレン	—	—	45	—	1.5	0.785	6.358	120	102	6.8
	対照群	D M B B	—	17	—	—	3	1.253	10.893	114	121	17.9
		E ヘンドリック	—	4.5	20	20	2	1.045	7.736	101	85	9.9
		F ベッシー	—	4.0	20	20	2	0.968	7.582	96	80	8.4
II	BT群	a 初雪	71	—	—	—	—	0.590	6.890	97	103	—
		b ベッシー	90	—	—	—	—	0.747	8.730	170	174	—
		c 春光	78	—	—	—	—	0.647	7.570	154	157	—
	対照群	d 第3ウォーカー	—	6	—	60	5	1.362	11.790	93	114	20
		e 第2クイン	—	8	—	—	1.8	0.673	5.304	150	115	2

- 注) 1. 実験Iの配合飼料はえん麦40%, 米糠20%, ふすま40%, コロイカル1.8%, NaCl1%, DCP9.5%, TDN69.0%のものである。
 2. 実験IIではえん麦50%, ふすま30%, 大豆粕20%, コロイカル1.5%, NaCl1%, DCP12.81%, TDN71.01%のものである。
 3. Sil. は Silage, BT は Beet top の略語

v) トップ多給飼用による乳牛の臨床症状への影響

生理障害の有無を調査するために、代謝試験時の期間を延長し、トップ給与期前後を頭数を増やして長期間観察した。この試験は昭和34、35年2か年、前年は臨床所見について毎日観察し、翌年は血液成分に重点をおいて観察した。このときの供試牛の概要と飼料摂取量は第137～138表のとおりである。

2) 試験成績

i) ビートトップの飼料的特性

A) トップ中の酢酸含量の変化

第139～142表に、は場収穫後の変化について示した。新鮮葉中の酢酸量の推移をみるため、7月6日より20日ごとに5株ずつ採取した。処理による酢酸量の変化をみるため、株を等分に分割して異なった処理をした。第139表のように、総酢酸、水溶性酢酸とも、生育時期の推移とともに減少し、収穫期には総酢酸で $\frac{1}{2}$ 以下、水溶性酢酸で $\frac{1}{4}$

に減少した。総酢酸に対する水溶性酢酸の割合は、8月以降安定し40%内外である。この年の原物中の酢酸含有率は、8月以降一定し、総酢酸0.6%内外、水溶性酢酸0.28%内外であった。

収穫後の処理による酢酸含有率は、第140表のように乾燥によっても幾分減少する。曝霜、凍結によって不溶性酢酸が著しく減少するが、水溶性酢酸の減少度は低い。水溶性酢酸の最も減少度の高いのが埋蔵処理であって、 $\frac{1}{2}$ 以下になる。BAKER¹¹⁾が指摘したように、水溶性酢酸のみが家畜に有害に作用するものとすれば、埋蔵処理は最も適切な貯蔵法といえよう。

新鮮葉中の酢酸の分布をみると、第141表のように総酢酸、水溶性酢酸ともに葉の外の葉に多く、内葉に少ないので、収穫期における減少は生育期における変化とともに、外葉枯損による減少も考えられるわけである。したがって汚染度の高い外葉をすてて飼料化する場合、酢酸摂取を少なくする手段となる。

第 137 表 昭和 34 年度の供試牛の概要

群別	供試牛名	期	年令	最 終 分 娩 日	飼 料 給 与 量 (kg)						生体量	産乳日量
					BT	乾草	Sil.	青草	根菜	配合		
ビ ー ト ト ッ ブ 群	A 第 3 ウォーカー	対 試 対	5	昭 34. 9. 5	— 80 —	4 — 4	30 — 20	15 — —	— — 30	4 — 4	kg 536	kg 19.8
	B 第 3 フラワー	対 試 対	9	34. 9. 28	— 80 —	5 — 5	20 — 20	15 — —	— — 30	3 — 4	570	20.3
	G 春 光	対 試 対	9	34. 1. 17	— 80 —	5 — 10	30 — —	15 — —	— — 50	2 — —	631	18.5
	H ロ メ オ	対 試 対	6	34. 1. 30	— 80 —	6 — 10	30 — —	15 — —	— — 15	1.5 — —	630	14.6
対 照 群	C 第 4 グレン	対 試 対	7	34. 10. 24	— — —	— — —	45 — 45	— — —	— — —	1.5 1.5 1.5	602	7.9
	D M B B	対 試 対	8	34. 8. 5	— — —	7 17 —	15 — 15	15 — —	— — —	3 3 4	540	21.6
	E ヘンドリック		5	34. 2. 28	—	4.5	20	—	20	2	500	12.3
	F ベ ッ シ ー		7	33. 12. 30	—	4.0	20	—	20	2	580	11.1

第 138 表 昭和 35 年度の供試牛の概要 (kg)

群別	牛名	年令	最終分娩 年月日	試 験 前			試 験 期			ル タ バ ガ 期			試 験 後			生体量	産乳 日量
				9.27~(50日)			10.25~(14日)			11.9~(21日)			12.1~(30日)				
				乾草	配合	根菜 青草	B T	乾草	配合	根菜	乾草	配合	乾草	配合	根菜		
ビ ー ト ト ッ ブ 群	a	6	34. 7. 27	15	—	—	73.5	—	—	30	4	—	5	2	—	559	—
	b	8	34. 1. 30	19	—	—	75.8	—	—	40	6	—	5	2	—	716	—
	c	10	34. 1. 17	17	—	—	70.6	—	—	40	6	—	5	2	—	665	—
対 照 群	d	7	34. 10. 2	6	5	60				30	7	3	7	3	30	611	20
	e	10	36. 2. 予	4	1	35	—	8	1.8	—	8	1.8	5	2	5	546	2

注) 分析法: 血液所見は一般検査法, 血色素量は Sahli 法, Hematocrit 値は Wintrobe 法, 肝機能検査は Gros 法, Total protein は蛋白計法, P, Ca は Fiske-Subba Raw 法, Acetone は実験 I Engfeld Pincussen 法, 実験 II Thin 法, 血糖は Folin-Wu 法。

第 142 表に, 各年度の平均蓂酸含有率を掲載したが, 蓂酸含有率は, その年の天候に支配されるようで, 総蓂酸は 0.39~0.6% までの変異があり, 水溶性蓂酸も 0.1~0.28% と変動が著しい。少ない年の減少原因としては, 枯損, 損耗葉の外葉脱落や長期のは場放置, 乾燥などが考えられる。し

かし水溶性蓂酸塩が, 総蓂酸の 40% 内外であることには変わりなかった。この蓂酸と灰分中の Ca の関係は, P や Mg に比して相関性を有しているので, その飼料特性は著しく異なることが考えられる。

第139表 新鮮葉中の蓚酸含有率

採取月日	平均重量 (g)	葉根比	不溶性 蓚酸(%)	水溶性 蓚酸(%)	総蓚酸 (%)	水溶性 総蓚酸	水分 (%)	最初を100とした比		
								不	水	総
7.06	26	100:830	0.264	0.614	0.878	70	91.49	100	100	100
7.29	380	100:428	0.127	0.523	0.650	78	91.88	50	89	78
8.20	1,050	100:275	0.308	0.292	0.600	49	91.27	114	46	67
9.12	1,544	100:286	0.523	0.309	0.832	37	89.16	156	40	74
10.03	2,022	100:223	0.340	0.296	0.636	47	70.71	118	44	66
10.25	1,720	100:185	0.387	0.286	0.673	43	85.69	88	28	46
11.14	1,728	100:159	0.378	0.280	0.658	43	84.71	80	25	42

第140表 収穫後の処理による蓚酸含有率(原物中%)

処 理	調査月日	水分	不溶性 蓚酸	水溶性 蓚酸	総蓚酸	水溶性 総蓚酸	無処理を100とした比		
							不	水	総
新 鮮	10.25	85.89	0.337	0.286	0.673	43	100	100	100
人工乾燥	10.25	9.08	2.286	1.179	3.465	34	92	64	80
室内乾燥	11.10	70.61	0.720	0.585	1.305	45	92	92	93
曝 霜	11.10	77.42	0.279	0.342	0.621	55	45	74	58
凍 結	2. 1	48.35	0.552	0.792	1.314	60	37	75	53
埋 蔵	2. 1	84.37	0.433	0.149	0.592	25	103	47	79

第141表 新鮮茎葉中の蓚酸塩の分布(9月30日原物中)

部 位		重 量	水 分	不 溶 性	水 溶 性	総 砒 酸	水溶性/総砒酸
外 側	葉	220	85.35	1.263	0.896	2.159	42
"	茎	620	93.70	0.273	0.136	0.409	33
外 側	全	840	91.51	0.532	0.335	0.867	39
内 側	葉	180	86.81	0.268	0.468	0.736	64
"	茎	620	91.68	0.259	0.127	0.386	33
"	全	800	90.58	0.261	0.204	0.465	44

第142表 各年における蓚酸含有率(原物中%)

年 度	水分	不溶性 蓚酸	水溶性 蓚酸	総蓚酸	水溶性 総蓚酸	風 乾 物 中 (%)		
						P	Ca	Mg
1956	85.89	0.387	0.286	0.673	43	0.250	1.350	0.430
1957	85.47	0.360	0.170	0.530	22	—	—	—
1958	86.67	0.223	0.107	0.330	33	0.207	0.985	0.481
1959	84.22	0.247	0.171	0.418	41	0.164	1.276	0.309
1960	86.47	0.250	0.157	0.407	39	0.173	0.916	0.535
平 均	85.76	0.293	0.178	0.471	38	0.199	1.131	0.439

注) 1956年は採取時、その他は2〜3週は場放置のもの。

B) トップ中のサポニン含量とその生理障害

GESSNER⁽⁴⁾によると、各種植物中のサポニンは、30属 150種にのぼる確認がなされているが、家畜におよぼす生理障害を検討する場合、量的な把握がない限り結論が難かしいために、根葉頸葉中の定量が必要である。しかし定量法がみあたらないので、配糖体の抽出法とサポニンのもつ溶血性とを組み合わせて定量法を確立し、頸葉中の含量変化やほかの牧草中の含量を比較検討した。

サポニンの定量法

サポニンの抽出法……配糖体の抽出は、分析書⁽¹²⁾によると、水抽出法、アルコール抽出法、水抽出後アルコール抽出法などがあり、これを比較したのが第 143 表である。また配糖体を水またはアルコール抽出したのちエーテルでサポニンは沈澱するとの記載⁽¹²⁾もあるが、サポニンのアルコール溶液にエーテルを添加しても沈澱はわずかで実用化できなかった。

そこでアルコール抽出の適正濃度の決定を試みたが、サポニンを100%、95%……とアルコール濃度を下げてゆくと、70%アルコールで全溶解が示されるので、この濃度に決定した。また抽出率を検討するため、草汁にサポニンを添加したものを基礎として溶血度を測定し、これと始めから粉末草にサポニン1gを添加、アルコール抽出を行なったものなどを比較した。その結果第 144 表のように、約100%の成績をえたので、抽出率を100%とみなした。

第 143 表 サポニン抽出法の比較

抽出剤	抽出方法	溶血度
水	草汁+sap.を水抽出、濾過、蒸発生食溶解	8,000倍
alc.	" alc. " " "	12,800 "
水, alc.	" 水抽出蒸発alc.抽出 " "	8,000 "

第 144 表 sap. 抽出率の検討

抽出方法	溶血度
草汁+sap.1gを直接溶血検定したもの	12,800倍
生食緩衝液に sap. を直接溶解したもの	14,400 "
粉末草+sap. 1g, alc. 抽出、溶血検査	12,800 "
BT+sap. 1g " "	16,000 "
BT alc. 抽出 "	1,800 "

サポニン液の調製…… KH_2PO_4 2.25g, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 22.5g, NaCl 9gを蒸留水1ℓに溶解し、pH 7.4 程度のものを調製、これにサポニンを溶解した。

倍数稀釈法による試験管系列……100, 300, 500, 700, 900倍を基にして、各系列 30,000 倍程度まで試験管列をつくった。試験法検討時は、さらに各系列とも多くつくった。

生食緩衝液容量と血量……小試験管使用のため2mlの生食緩衝液をとり、血量1滴では溶血度が高いので、2ml メスピペット2滴に統一した。

標準サポニン……関東化学サポニンが純正化学製品より溶血度が高いため、前者を用いた。標準サポニンが変われば、溶血度とその計算は全く異なってくる。

溶血度の判定……完全溶血度は、滴加血量に著しく左右されるので、部分溶血を基にし、しかも溶血判定は、肉眼的に少しでも溶血の認められる最終点を行なうか、または試験管を傾斜した場合血沈が直ちに流れない点で行なう。ただし糖分の多いもの、試料を余計とりすぎ濃度の濃い場合は、この血沈不流点が多くなるので、この場合は溶血最終点で行なうこととした。

サポニン濃度と溶血度との関係……第 145 表から、溶血度はサポニン量に比例することがわかるので、つぎの計算法が導かれる。

$$x = \frac{b \times 100}{12,800 \times a} \quad (\text{風乾物中}\%)$$

a = 風乾試料採取量

b = 部分溶血価の最終点

第 145 表 サポニン濃度と溶血度

サポニン濃度	溶血価	溶血度
草汁抽出液+sap. 1.5 g	19,200~22,600倍	19,200倍
" 1.0	12,800	12,800
" 0.75	8,000~9,600	9,600
" 0.5	6,400	6,400
" 0.4	5,200~5,600	5,200
" 0.3	3,900~4,000	3,900
" 0.2	2,400~2,800	2,600
" 0.1	1,200~1,400	1,280
" 0.075	900~1,000	960
" 0.05	600~700	640

注) 640 倍以下は濃色となり溶血不明。

第146表 サボニンの回収率

試料名	試料量	sap. 添加量	溶血度	sap. 風乾物中 %	差引量 sap.	回収率
B T 20	—	—	5,200	2.03	—	—
" 10	0.3g (3%)	—	6,400	5.00	2.97	99

サボニン添加の回収……第146表のように回収率はほぼ100%である。

分析方法……試料を速かに乾燥し、この乾燥試料を10～15g採取し、逆流冷却器を付して70%アルコールで抽出濾過する。濾液を冷却管を付して重湯煎上に煮沸し、アルコールの大部を回収し、残りは蒸発させる。これを100mlの生食磷酸緩衝液に溶解させ、倍数稀釈法(100～32,000倍)で、生食緩衝液2ml容量の小試験管系列をつくり、その全部に一定のピペットで血液2滴を滴加し、よく振盪して一晩室温放置(寒冷溶血させる)後、溶血度を判定する。溶血度の判定は、溶血の肉眼的判定の最終点またはその後の血沈不流点で行なう。

トップ中のサボニン量の変化と牧草中のサボニン量

乳牛の産褥性血色素尿症の血色素尿は、溶血して血色素が尿に出るものであるが、この原因は、平賀ら^{81)~86)}の生化学的研究および MADSEN

& NIELSEN¹¹⁰⁾, SJÖBERG¹⁰⁷⁾らの研究によって、P欠乏症に基因すると推量し、P少給時とP多給時の赤血球抵抗力の試験から、P欠乏によって赤血球膜が脆弱になることを確かめ、赤血球の磷脂質の欠乏と血球膜滲出性の個体差によるものではないかとの推論を下したが、その溶血機転についてはなお疑問の点もあった。しかし本症発生地帯の飼料構造との関係を追究すると、土壌的にはP欠乏地帯で、アルファルファおよびてん菜副産物を主飼料とする地帯に多いことが明らかにされた。これらの飼料の共通成分としてのサボニンを考えたので、ほかの飼料の含量も含めて第147表に示した。

トップ中のサボニン量の変化をみると、蓂酸量とは逆に時期ごとに増量の傾向を示し、収穫時には、関東化学サボニン量として風乾物中の2.8%となる。したがって相当量のサボニン量を動物は摂取することになる。

BRUNE³⁹⁾によると、西独では、トップ中に25万倍の溶血度を示す Gypsophilasaponin として0.7%程度風乾物中に含有していることを報告しているが、これと比較すると、当地のトップ中のサボニン含有量は西独のものより少なく、このことが西独より本症の発生数が少ない原因であろう。

第147表 BT中の sap. 量の変化と牧草中の sap. 量

B T 中 の サ ボ ニ ン 量					牧 草 中 の サ ボ ニ ン 量						
種	類	風乾物 中 %	種	類	風乾物 中 %	種	類	風乾物 中 %	種	類	風乾物 中 %
てん菜頭葉	8.10	1.484	てん菜頭葉	10.20	2.813	アルファルファ(デュビュイ)	2.343	ペレニアルライグラス			0
"	8.20	1.566	"	10.25	2.813	" (グリム)	2.187	オーチャードグラス			0
"	8.30	1.484	てん菜根	10.25	0.585	アルサイククローバ	0.566	チ モ シ ー			0
"	9.10	1.563	B T畑放置		1.875	ラ ジ ノ ク ロ ー バ	0.469	メ ド ー フ ェ ス ク			0
"	9.20	1.979	B T S		1.094	パーズフットトリフォイル	0	家 畜 ビ ー ト 頭 葉			
"	9.30	2.344	B L S		1.250	ア カ ク ロ ー バ 一 番	0	シュガーマンゴールド			1.172
"	10.10	2.500	"		2.031	" 二 番	0	パーレスストリーネ			2.967

トップのは場放置やサイレージ化の場合加水分解され、含有率が低下することに注目したい。これらの処理では $\frac{1}{2}$ ～ $\frac{1}{3}$ に減少することが認められた。ビートトップと同程度の含量を示す飼料は、アルファルファと家畜ビート頭葉がある。またラジノクローバ、アルサイククローバがビート根程

度含有されているが、その他の牧草類にはほとんどみられなかった。このことから乳牛の産褥性血色素尿症の発生地帯の飼養管理を調査すると、諸外国³⁹⁾¹¹³⁾では、アルファルファおよびビート副産物を主体としている地方に多く、これがサボニン含有飼料と一致するので、P欠乏原因のほかに、

溶血原因としてのサポニンの作用を忘却するわけにはいかない。ここで P 欠乏とサポニン作用の協同作用で、本症が発生するという FREUDENBERG⁽²⁾ の説と全く一致する。

乳牛に対するビートトップ単用時のサポニン代謝とその生理的影響

サポニンの薬理作用では、溶血作用が最も大きく、血球中のコレステリンと親和性が強く、ステリンと二重結合することによって組織細胞が脆弱になり、その間隙から血液成分が漏出して溶血するといわれる。またラジノクロバなどに含有され、食道溝部をまひしたり、水の表面張力を減ずるために発泡性が強く、泡沫性の鼓腹症の原因になるのではないかと報告もある。またトップ給与時にみられる下痢症は、根葉の汚物含量や細菌毒素によるとするもの、蓚酸 Ca の結晶が腸を刺戟するからであるとするものなどが多いが、サポニンの薬理作用の影響とみることもできる。

これらのことを握する意味で、乳牛のトップ単用時のサポニン代謝について、量的に検討したのが第 148 表である。これによると、サポニンの摂取日量は 250 g の大量に達するが、西独の Gypsophilasaponin 当量にすると 50 g くらいであろう。

めん羊で 8 g、乳牛で 70~80 g が種々の経験から中毒量と考えられているので、中毒量に達せず、臨床的に軽度の生理障害が認められた程度であった。糞中には、サポニンは全く発見されなかった。このことは、加水分解されるもの、サポニンが腸内で胆汁中のコレステリンや飼料脂肪中のステリンと結合したり、サポニンがサポゲニンになって、溶血性を消失するもの吸収されるもの、細菌分解を受けるものなどが考えられる。しかし BRUNE⁽³⁾ は糞中にもサポニンの存在を認め、第一胃細菌によるサポニン分解が完全でないことを指摘している。とにかくサポニンが体内に摂取された場合、大量のものが分解、吸収、変化によって消失するわけであるが、その間に種々の生理障害を生体を与えていることは確かであろう。家畜はこのサポニンを第一胃内で細菌分解すれば、菌相の異常がおこるであろうし、腸壁を損傷して下痢性に働いたり、吸収されて溶血性に働いたり、腸内の胆汁中のコレステリンと結合して脂肪消化を低下させたり、分娩後低 P 給与と協同して産褥性血色素尿症の原因となったり、その生理障害の程度は大きいものがうかがわれる。

第 148 表 BT 給与時のサポニンの消長

供試牛	摂 取 量		排 泄 量	結 果	消 長 (推 定)
	B T 給 与 量	サ ポ ニ ン	糞中サポニン		
1	73.5 (10.7) kg	251.3 g	0	消 失	sap.-sapogenin
2	75.8 (11.1)	259.0	0	"	加 水 分 解
3	70.6 (10.3)	241.2	0	"	細 菌 分 解
4	73.3 (10.7)	250.6	0	"	吸 収

注) () 内風乾重 sap. 含量は生葉放置の平均。

C) トップ中の硝酸態窒素の変化と生理的影響

トップ給与時の生理障害の原因として、硝酸態窒素をあげている人もいる。たとえば KLIMMER (BRUNE⁽⁴⁾ による) は、根葉給与時の下痢症は蓚酸とともに、硝酸態窒素含量にあるのではないかと考えた。

硝酸中毒の定型的な臨床症状は、DAVIDSON ら⁽¹⁾、MUHRER ら⁽⁵⁾ によると、不安騒擾、促脈、弱脈、歩様踟躕、盲目、チアノーゼなどであると

いい、硝酸が消化管内で亜硝酸に変化し、血流中に吸収されてヘモグロビンをメトヘモグロビンに変化させ、血液の酸素運搬能力を喪失させるという。

硝酸態窒素の中毒量については、HYMAS & MESLER⁽⁶⁾ は、KNO₃ 含量として飼料乾物中 2% 以上の場合中毒または死因となり、1.8% 以下の場合中毒症状が認められなかったといい、MORRIS ら⁽⁶⁾ は栄養摂取量が十分な場合、KNO₃ 含量 3

%程度でも中毒症状を示さないといっている。一般には飼料乾物中 KNO_3 含量として1.5%以上の飼料を摂取した場合中毒するといわれ、その意見はまちまちである。

本試験は、トップ給与でどの程度の硝酸が摂取

されるか、従来の文献の中毒量含有するかどうかを確かめるために行なったもので、トップの時期別含量変化とその代謝について第149～150表に示した。

第149表 BTの時期別飼料成分と $\text{NO}_3\text{-N}$ 量

飼料名	期日	一般組成分(原物中%)						風乾中%		風乾率
		水分	粗蛋白	粗脂肪	粗繊維	NFE	灰分	$\text{NO}_3\text{-N}$	KNO_3	
てん菜葉	8.01	91.58	1.86	0.27	0.70	3.99	1.60	0.355	2.485	9.03
"	8.10	92.74	1.43	0.22	0.82	3.61	1.18	0.342	2.394	7.78
"	8.20	92.22	1.59	0.21	0.97	4.01	1.00	0.313	2.191	9.35
"	8.30	92.94	1.68	0.20	1.14	3.17	0.87	0.261	1.827	7.55
"	9.10	91.90	1.52	0.18	0.95	4.23	1.22	0.206	1.442	8.54
"	9.20	89.48	1.95	0.27	1.45	5.55	1.30	0.178	1.246	8.29
"	9.30	89.39	1.40	0.25	1.23	6.16	1.57	0.166	1.162	11.30
"	10.10	90.60	1.62	0.15	1.01	5.62	1.00	0.148	1.036	11.15
"	10.20	86.55	1.77	0.22	1.33	8.98	1.15	0.091	0.637	12.70
"	10.25	88.21	1.50	0.16	1.04	8.09	1.00	0.083	0.581	13.40
"	10.25	85.73	1.58	0.23	1.49	9.29	1.68	0.087	0.609	13.70
飼料用てん菜葉	"	89.30	1.81	0.21	0.98	6.39	1.31	0.118	0.826	12.14
"	"	89.93	2.27	0.25	1.01	4.84	1.70	0.084	0.588	11.00
てん菜根	9.20	84.73	0.98	0.09	1.03	12.40	0.77	0.048	0.336	15.80
"	9.30	82.73	0.79	0.04	0.85	15.35	0.24	0.017	0.119	17.80
"	10.25	76.88	1.18	0.07	0.93	20.45	0.49	0.009	0.063	25.00

第150表 BT給与時の $\text{NO}_3\text{-N}$ の代謝

群別	供試名	摂取量 $\text{NO}_3\text{-N}$	糞中排泄量			尿中排泄量			排泄量 合計	出納量	
			乾糞量	乾糞中 $\text{NO}_3\text{-N}$	$\text{NO}_3\text{-N}$ 量	尿量	尿100cc 中 $\text{NO}_3\text{-N}$	$\text{NO}_3\text{-N}$ 量		量	%
試験群	a	9.326	2,760	10.06	278	33,340	1.50	500	778	8,548	92
	b	9.614	3,827	11.79	451	40,190	2.73	1,097	1,548	8,066	84
	c	8.952	3,123	8.44	261	26,215	3.56	933	1,197	7,755	87
	平均	9.300	3,237	10.10	331	33,248	2.60	843	1,174	8,123	87
対照群	d	—	4,944	2.33	115	11,960	7.25	867	982	—	—
	e	—	2,960	2.38	70	6,235	9.10	567	637	—	—
	平均	—	3,952	2.36	93	9,097	8.17	717	810	—	—

注) 定量 $\text{NO}_3\text{-N}$ は乾燥試料を使用したため著しく低値である。

$\text{NO}_3\text{-N}$ 含量は、乾燥試料で実施したため低値であるが、このままで考察すると、トップ中の KNO_3 含量は、初期2.5% (生草分析推定量3.6%) から徐々に減少し、10月に入ってから急減して収穫期には0.6% (0.86%) 程度である。この含量では、大量摂取しても硝酸中毒はあらわれない量である。

つぎに代謝量をみると、飼料、糞とも乾燥試料分析値で概算であるが、尿中硝酸排泄量からみると試験群、対照群とも同量であったので、おそらく内因性のものであり、トップからの大量吸収は考えられない。もちろんトップ群が対照群より糞中排泄が多いが、摂取量の10～15%にすぎず、大半が吸収変化している。この程度の量では、中港

どころか下痢の原因としても考えられない。中毒症状として出血性胃腸炎または心臓病変があげられているが、臨床的にも認められなかった。MORRIS ら¹³⁶⁾の研究では、中毒量が KNO_3 含量として 350 g 以上であるとしているので、本試験のように KNO_3 70~100 g ($\text{NO}_3\text{-N}$ 10~15 g) 程度の摂取量では、このような生理障害がおこるとは考えられない。

ii) 反芻胃内における尿酸分解の有無

人工消化法による尿酸塩の分解

反芻獣では、大量の尿酸塩を摂取するにかかわらず、非反芻獣にみられるような尿酸中毒は認められない。これは石灰の添加または飼料中の石灰と不溶性塩をつくり、消化管を通過するからだと考えられ、石灰の補給が強調されてきた。しかし一方石灰をそれほど給与しなくても尿酸中毒を免がれうるのは、反芻胃内で尿酸が分解されるからではないかとして、TALAPATRA ら²⁰³⁾や MORRIS ら¹³⁵⁾が報告している。そこで第一胃での尿酸分解の有無について調べたが、尿酸塩をめん羊の胃内容に添加した試験管内試験の成績を第151~153表

第 151 表 胃内容に添加した尿酸塩の回収率について

添加した 尿酸塩	胃内容	添加尿酸 塩量	回収尿酸量		回収率
			区 別	平均量	
無 添 加	50 "	— —	総尿酸	—	—
			水溶性	—	—
尿酸カリ	" "	148 148	総尿酸	152	103
			水溶性	82	56
尿酸 Ca	" "	275 275	総尿酸	273	99
			水溶性	—	—

に表出した。

第 151 表のように、第一胃内容に尿酸カリ、尿酸 Ca を添加した直後の分析値をみると、総尿酸では 100% 回収されるにかかわらず、尿酸カリでは水溶性尿酸として平均 56% 程度しか回収されなかった。これは添加した尿酸カリの一部が胃内容中の Ca と結合し、不溶性尿酸になるためと考えられた。さらに使用した第一胃内容中に尿酸が既存していたため、これを差し引いて検討したのが第152~153表である。これによっても添加水溶性尿酸の一部は、直ちに Ca と結合して不溶性にな

第 152 表 めん羊の第一胃内容物による尿酸塩の試験管内変化

経過時間	胃内容量	添加尿酸塩及量	区 別	回 収 量	差 引 量	回 収 率	pH
				mg	mg	%	
0	100	—	水溶性尿酸	—	—	—	6.7
0	"	—	総 尿 酸	221	—	—	
0	"	尿酸カリ 297	水 "	219	219	74	6.7
0	"	" "	総 "	527	306	103	
12	"	" "	水 "	—	—	—	5.5
12	"	" "	総 "	203	—	—	
12	"	" "	水 "	165	165	56	5.9
12	"	" "	総 "	451	248	84	
24	"	" "	水 "	—	—	—	8.3
24	"	" "	総 "	194	—	—	
24	"	" "	水 "	149	149	50	5.8
24	"	" "	総 "	419	225	76	
0	"	" "	水溶性尿酸	—	—	—	
0	"	" "	総 尿 酸	—	—	—	
0	"	" 148	水 "	96	96	65	
0	"	" "	総 "	140	140	95	
6	"	" "	水 "	—	—	—	
6	"	" "	総 "	5	—	—	
6	"	" "	水 "	55	55	37	
6	"	" "	総 "	96	91	62	

第 153 表 めん羊の第一胃内容物による修酸塩の試験管内分解量

試験別	経過時間	区別	開始時修酸量	終了時修酸量	分解したと考えられる修酸量	Ca と結合したと考えられる修酸量	修酸 Ca 中の修酸が分解したと考えられる量
I	12	水溶性	219	165	54	78	4
		総修酸	306	248	58		
	24	水 "	219	149	70		11
		総 "	306	225	81		
II	6	水 "	96	55	41	52	8
		総 "	140	91	49		

るものと、分解されてしまうものとあることが認められた。

水溶性修酸の分解量と総修酸の分解量の差から、修酸 Ca の修酸イオンの分解もわずかではあるが認められた。消化時間の経過につれて酸発酵がさかんになり、pH が低下するので、第一胃内細菌による分解能は低下することが考えられる。したがってその正確な分解量については本成績から推定できないが、この結果による概算値は乳牛 1 日 50 g となり、やはり低値である。

また修酸塩添加胃内容は、pH の低下が無添加より少なかった。これは酸生成量が減少したためか、修酸分解による重炭酸塩の中和作用によるのかは明らかにしえなかった。とにかく修酸と Ca の結合作用のほかに、修酸イオンの分解が反芻の修酸中毒の発生を予防している大きな原因の 1 つであることには間違いない。

ビートトップ単用時の修酸分解

人工消化法では、修酸分解量の推定ができなかった。乳牛の修酸代謝試験から推定しようとした。修酸は体内に吸収されるものもあるため、血中、乳中の修酸量も勘案してその出納を計算した。

修酸分解量は、トップ中の修酸または Ca の過剰度によって異なるので、それを第 154 表に、それによる修酸出納を第 155 表に表出した。

第 154 表を説明すると、飼料中の Ca 含量と総修酸当量の Ca 含量の差であらわし、飼料 Ca の多い場合を Ca 過剰飼料、修酸当量 Ca の多い飼料を修酸過剰飼料とした。実験 I の場合は Ca 過剰であり、実験 II の場合は修酸過剰であった。尿中、血中、牛乳中の修酸量はきわめて微量で、やや対照群よりトップ群が高いものの、吸収量は極く少ないものと認められ、全体の代謝量を検討す

第 154 表 BT 中の遊離 Ca と修酸または Ca の過剰性

試験別	飼料名	Ca % ①	不溶性修酸量 % (2)	(2)に当量する Ca % ③	遊離 Ca ① - ③	総修酸 % ④	(4)に当量する Ca % ⑤	① - ⑤	過剰性
実験 I	BT 1	1.275	0.702	0.312	0.963	2.719	1.208	+0.067	Ca 過剰
	" 2	1.873	2.030	0.902	0.971	2.819	1.253	+0.620	"
	" 3	1.003	1.428	0.635	0.368	2.514	1.117	-0.114	修酸過剰
	" 4	1.952	1.945	0.864	0.088	2.723	1.210	-0.258	"
	" 平均	1.275	1.526	0.678	0.597	2.694	1.197	+0.315	Ca 過剰
実験 II	BT 1	0.928	2.021	0.898	0.030	3.370	1.497	-0.569	修酸過剰
	" 2	0.880	1.905	0.846	0.034	3.102	1.378	-0.498	"
	" 3	0.891	1.438	0.639	0.252	2.474	1.099	-0.208	"
	" 4	0.967	1.445	0.642	0.325	2.314	1.028	-0.061	"
	" 平均	0.916	1.727	0.756	0.160	2.815	1.251	-0.335	"

注) 実験 I の BT の遊離 Ca : $P=79.6:21.5=3.73:1$

実験 II の BT の " $=18.8:20.3=0.93:1$

第 155 表 修 酸 の 出 納 (g)

試験別	修酸区分	B T 給 与 群							対 照 群				
		修 酸 摂取量	修 酸 吸 収 お よ び 排 泄 量					差 引	修 酸 吸 収 お よ び 排 泄 量				
			糞中	尿中	血中	乳中	計		糞中	尿中	血中	乳中	計
実験 I	試料総量	80,000	34,738	29,910	40,000	17,620	—	—	39,922	9,542	40,000	11,510	—
	総修酸	334.4	235.11	0.2	1.4	0.07	236.78	97.62	6.45	0.07	0.95	0.04	7.51
	水溶性修酸	136.8	1.97	—	—	—	1.97	134.83	—	—	—	—	—
	不溶性修酸	197.6	233.14	0.2	1.4	0.07	234.81	- 37.21	6.45	0.07	0.95	0.04	7.51
実験 II	試料総量	79,666	20,565	33,255	—	—	—	—	23,727	9,098	—	—	—
	総修酸	324.24	13.20	0.28	—	—	132.28	191.96	0.50	0.05	—	—	0.55
	水溶性修酸	125.07	0.06	—	—	—	0.06	125.01	0.02	—	—	—	0.02
	不溶性修酸	119.17	131.94	0.28	—	—	132.22	66.95	0.48	0.05	—	—	0.53

る場合、問題にするほどの量ではないので、無視することにした。

第 155 表の実験 I では、修酸の摂取量と糞中排泄量から、1 日に約 300 g の修酸が摂取され、そのうち水溶性修酸は 140 g であるが、40 g が遊離の Ca と沈澱して修酸 Ca となり不溶化するが、100 g が第一胃内で分解し、水溶性修酸が完全消失することが認められた。

実験 II の修酸過剰の場合は、摂取水溶性修酸 125 g であるのに対し、分解量が 190 g を示したので、不溶性塩の修酸が 65 g 分解したことを示した。要するに Ca 過剰の場合は、水溶性修酸と Ca の沈澱作用があり、不溶性塩からの修酸分解は認められないが、修酸過剰の場合は水溶性、不溶性修酸とも分解されることが認められた。BRUNE³⁰⁾ のめん羊の試験で、修酸含有飼料に Ca 塩を併用すると、不溶性塩の分解が減少し、Ca, P を併用すると分解量は多くなるとしている報告と同様である。修酸の分解量は、本試験の場合 100~200 g であったが、MORRIS¹³³⁾ は日量 250 g と算出している。なお修酸分解量は初期少なく、後期多くなる。これは分解菌が多くなる結果であろう。このように実際の飼養時でも、試験管内でも修酸分解があることは一致した結論である。

iii) 修酸分解と Ca 代謝の生理的な関連性

前述のように、反芻胃内で修酸が分解されるが、修酸分解に伴い、修酸の作用と考えられている Ca 吸収そ害作用の防止の有無を明らかにするため、修酸と Ca の生理的な関連性を第 156 表のように解析すると、修酸分解、沈澱の状況、Ca 吸

収の状況がうかがわれる。

Ca 過剰の実験 I は、修酸 Ca になっていない遊離の Ca が 80 g もあるのに、修酸過剰の実験 II は 20 g で、著しく差があった。糞中の遊離 Ca は、逆に前者が 14 g、後者が 45 g となって、前者が著しく低かった。これは前者の遊離 Ca が、体内の吸収が容易で大量吸収され、残部は水溶性修酸を沈澱したためで、後者では遊離 Ca が少ないため水溶性修酸と沈澱することなく、体内吸収量も少なかった。したがって Ca 出納も負値に近づいている。

代謝不溶性 Ca によって、修酸 Ca からの修酸分解の有無が明らかで、実験 II、めん羊実験では分解したが、実験 I では分解しなかった。糞中遊離 Ca の増量と代謝遊離 Ca の陰性は、修酸 Ca 中の修酸分解による Ca の遊離があったと考えてよい。なぜなら、もし内因性の Ca の分泌であるとすれば、尿中の Ca 排泄量の増量がもっと多くてよいからである。この糞中遊離 Ca が大量ある実験 II およびめん羊実験で、水溶性修酸を沈澱させず、Ca 吸収も少ないのは、修酸 Ca の腸内における分解であるかもしれないし、Ca 吸収そ害のほかに原因であるかもしれない。たとえば TALAPATRA²³³⁾ によると、Ca 吸収そ害は修酸の作用によるものでなく、修酸分解によって重炭酸塩、炭酸塩などに変化し、これが大量に尿中に排泄され、これらの塩類によってアルカローシスが発症して胃液の分泌を抑制し、腸からの Ca 吸収をそ害すると説明している。実験 I と II を比較すると、飼料中不溶性 Ca、糞中総 Ca は同量であるに

かわらず、飼料中総 Ca が実験 I で 60 g 多いため、遊離 Ca が 60 g、糞中不溶性 Ca が 50 g 多くなっている。これらの差はトップの修酸量の差によるものであろう。

利用可能 Ca とは、修酸の沈澱や体内吸収などに利用される遊離 Ca 量を示すもので、実験 I は 64 g、実験 II は 49 g あって、前者は修酸沈澱に利用された。吸収 Ca は、代謝遊離 Ca から、水溶性修酸を不溶化するに要した Ca 量を差し引いたもので、これは糞尿による Ca 出納とほとんど一致した。このことは、Ca 代謝が修酸の間接的な作用によって影響されることを示唆している。

さらに吸収 Ca が、実験 I では乳牛の必要量(30g)あるにかかわらず、実験 II では吸収 Ca が 3 g で不足であった。このように修酸の Ca 吸収を害作用が、修酸分解量が大なるほど認められ、この分解量低減のための Ca 添加の意義はあると思われる。つぎにめん羊実験では、トップにふすまやふすまと Ca を添加した実験を行なったが、2 回とも修酸量を 1 日 15~16 g 摂取したうち 9 g 分解した。この分解は、乳牛同様水溶性修酸および修酸 Ca の修酸を分解しており、この実験では Ca 添加の効果は明らかでなかった。

第 156 表 修酸と Ca 代謝の生理的な関連性 (g)

修酸および Ca	実 験 I			実 験 II		めん羊実験	
	B T 群	Sil. 群	対 照 群	B T 群	対 照 群	BT+ふすま	BT+ふすま+Ca
1. 飼料中不溶性修酸	197.6	5.6	—	199.17	—	11.22	10.67
2. 飼料中不溶性 Ca	87.81	2.5	—	88.51	—	4.98	4.74
3. 糞中不溶性修酸	233.45	13.40	6.27	131.94	0.48	7.40	6.60
4. 糞中不溶性 Ca	103.61	5.95	2.79	58.63	0.21	3.29	2.93
5. 糞中総 Ca	117.50	71.39	80.02	104.36	46.34	7.71	9.14
6. 糞中遊離 Ca 5-4	13.89	65.44	77.23	45.73	46.13	4.42	6.21
7. 飼料中総 Ca	167.41	135.50	106.73	107.29	54.16	7.94	9.79
8. 飼料中遊離 Ca 7-2	79.60	133.0	106.73	18.78	54.16	2.96	5.05
9. 代謝遊離 Ca 8-6	65.71	66.56	29.50	-26.95	8.03	-1.46	-1.16
10. 代謝不溶性 Ca 2-4	-15.80	-3.45	-2.79	29.88	-0.21	1.69	1.81
11. 利用可能 Ca 8+10	63.80	129.55	103.94	48.66	53.95	4.65	6.86
12. 水溶性修酸を不溶性にした Ca 4-2	15.80	3.45	2.73	-29.88	0.21	-1.69	-1.81
13. 飼料水溶性修酸当量 Ca	60.79	—	—	55.58	—	2.39	2.28
14. 分解修酸量に当量する Ca 13-12	44.99	—	—	85.46	—	4.08	4.09
15. 上記の修酸量	100.00	—	—	192.28	—	9.18	9.20
16. 吸収 Ca 9-12	49.91	27.71	63.11	2.93	7.82	0.23	0.65
17. Ca 出納との比較	27.25	12.36	53.18	-2.44	5.58	0.14	0.68

第 157 表 めん羊実験における修酸の出納 (g/day)

群別	区 別	摂 取 量	排 泄 量			差 引	同左の摂取量に対する%
			糞	尿	計		
BT + ふすま	総 修 酸	16.61	7.57	0.01	7.58	9.03	54
	水 溶 性 "	5.39	0.17	0.01	0.18	5.21	97
	不 溶 性 "	11.22	7.40	—	7.40	3.82	34
BT + ふすま + Ca	総 修 酸	15.79	6.72	0.01	6.73	9.06	57
	水 溶 性 "	5.12	0.12	0.01	0.13	4.99	97
	不 溶 性 "	10.67	6.60	—	6.60	4.07	38