

合、水分過剰および踏圧不十分など調製条件が不良な場合である。この時は、一般に乳酸／総酸が減少するので、粗繊維と乳酸／総酸との間に負の相関が示されたものと考えられる。

粗蛋白質含有率とサイレージの品質との間に、有意の相関が認められなかった。粗蛋白質含有率が高い場合は、一般に品質が不良になるといわれているが、^{37) 67)} 調製条件によっては必ずしも不良にならない場合があり、⁸²⁾ また、本調査のように、水分含有率の異なる場合を含めると、予乾による品質改善効果が現われて、粗蛋白質含有率が高い場合でも、品質が低下しなかったのであろう。サイレージの水分と品質との間に、いずれも高い有意の相関が認められた。サイレージ調製時における原料草の水分調節が、サイレージの品質を決定する重要な要因であることを示している。

第41表は、DCP、TDN、ETIと品質、飼料成分との間の相関係数を示す。

ETIは、VBN/全N、酪酸／総酸との間にも有意の相関があることを示した。しかし、温度との間には有意な相関が認められなかった。温度の高いサイレージは、2次発酵のため品質が低下して摂取量が減少し、温度とETIとが負の有意な相関を示すように思われる。しかし、第40表に示すように、本調査では温度と品質との間に有意の相関が認められず、したがって温度とETIとは有意の相関にならなかった。この理由は、前述したように、発熱している部分はサイロ内全体ではなく、取出し表面とすれば、温度が上昇してから長時間でないために、品質が低下しないのであろうと推察されるが、明らかでない。また、試験Ⅳ-(1)の低水分(2)は取出し中に温度が高くなったが、品質が低下せず、乳牛による摂取量が多かった。⁹⁸⁾したがって、本調査のように水分含有率が低いサイレージが多い場合は、温度とETIとの相関が有意にならなくても不合理ではないと考えられる。

TDNは、乳酸／総酸との関係を除くと、ほかの品質とは有意の相関にならなかった。すなわち、TDNで牧草サイレージの飼料価値を表わすと、飼料価値と品質とはあまり関係がないことに

第41表 DCP、TDN、ETIと品質、飼料成分との間の相関係数

	相関係数, r
DCP × 粗 纖 維 (乾物中%)	-.772**
× 水 分 (%)	-.040
× pH	-.081
× VBN/全N (%)	.155
× 乳 酸/総 酸 (%)	.212
× 酪 酸/総 酸 (%)	-.052
× 温 度 (°C)	-.145
× T D N (乾物中%)	.771**
× E T I (kg)	.160**
TDN × 粗 蛋 白 質 (乾物中%)	.782**
× 水 分 (%)	-.136
× pH	-.169
× VBN/全N (%)	-.059
× 乳 酸/総 酸 (%)	.365*
× 酪 酸/総 酸 (%)	-.292
× 温 度 (°C)	-.242
ETI × 粗 蛋 白 質 (乾物中%)	.619**
× pH	-.220
× VBN/全N (%)	-.367*
× 酪 酸/総 酸 (%)	-.578**
× 温 度 (°C)	.003

* P<0.05 ** P<0.01

なる。しかし、ETIで表わすと、水分および乳酸／総酸との間にはもちろんのこと、VBN/全Nおよび酪酸／総酸との間にも有意の相関が認められ、品質と飼料価値を含めた評価法になることが示されている。

V 根室釧路地方産粗飼料の飼料価値

(1) 牧草サイレージの品質と飼料価値

目 的

根室釧路地域は、大規模酪農への発展途上であり、急速な経営規模の拡大に対して、労力、飼料調製用機械ならびに施設などが伴っていない場合が多いので、粗飼料の調製方法がまちまちになっているのが現状である。したがって、それらの飼料価値には著しい変動のあることが予想されるが、その実態についてはまだ明らかにされていない。本項では、前章ⅢおよびⅣで確立した方法を

用いて、牧草サイレージの品質と飼料価値を調査し、あわせて当地域に適する飼料成分表を作製した。

調査方法

サンプリングの計画と実績：1967年には根室地方、1968年には釧路地方について調査を実施した。サンプリングの分類計画は、調製方式をハーベスター方式と無切断方式に大別し、これを1番草と2番草に細分し、さらに高水分と予乾ならびに刈取時期別（早刈り、中間刈り、遅刈り）に区分し合計24項目とした。そして、根室釧路支庁管内の農業改良普及所管轄区域（8区域）から、それぞれの項目について2点ずつサンプリングする計画であった。しかし、ハーベスター方式の予乾サイレージのように、該当する項目にあてはまるサンプルが得られなかった場合が多かったため、サンプリングの実数は、計画よりかなり少なかった。したがって、1966年より以前に根室地方で調査していた農家生産サイレージと、根室農試生産サイレージの調査成績を加えて検討した。なお、試験場生産のサイレージは、いずれも20ton 容以上の実

際規模のサイロで調製されたもので、試験用小型サイロで調製されたサイレージは含まれていない。

サイレージの飼料成分表作製のために供試したサンプルを、年次別地域別に分類すると、第42表のとおりである。

サンプリングの条件：原料草はイネ科主体のもので、特殊な調製条件のサイレージ（例えばマメ科主体、添加剤使用、造成初年目で雑草が多量に混入、1、2番草混合サイレージなど）は今回の調査から除外した。また、サイロの最上部や壁面などの変質部分は含まれていない。

早刈り、中間刈り、遅刈りの区分は、刈取期日で次のように区分した。

1 番草早刈り：6月末日までに刈取り、穂ばらみ期～出穂始

1 番草中間刈り：7月1日～7月15日に刈取り、出穂期

1 番草遅刈り：7月16日以降に刈取り、出穂後期～開花始

2 番草早刈り：8月末日までに刈取り

第42表 供試試料の調製条件別、年次別、地域別分類

調 製 条 件 別					年 次 別					地 域 別				合 計
					40	41	42	43	44	根室支庁管内				合 計
										標 津	中 津	別 海	試 験 場	
イネ科主体マメ科混播牧草	ハーベスター方式	1 番草	高水分	早刈り	1	2	7	3		1	3	3	3	13
				中間刈り			2	11	5	2	3	8		18
				遅刈り	3			10	7	1	2	6	1 3	20
		2 番草	予 乾	早刈り	1	2	3						6	6
				中間刈り	3							3		3
				低水分										
	無切断方式	1 番草	高水分	早刈り			1	3	4	2	1	1		8
				中間刈り		6		2	3	2	6			11
				遅刈り				2		1	1			2
		2 番草	予 乾	早刈り	4	2	1	1		2	5			8
				中間刈り	6	1	2	5		1	7	1		14
				遅刈り	3		1	2			3	1		6
	無切断方式	2 番草	高水分			1	1	2		2				4
				予 乾			8	8		2	5	1		16

※2 番草中間刈り：9月末日までに刈取り

2 番草遅刈り：10月末日までに刈取り

試料採取期日：根室地方は、いずれも11月初旬から12月中旬までに試料を採取した。釧路地方は1969年11月13日に、管内全域から第1回のサンプリングを行ない、11月26日に第2回のサンプリングを実施した。

サンプリングの方法：サイロ型式のいかんにかかわらず、サイレージの表面を約30cm除き、内部から3～4か所採取して混合した。トレンチ、バンカー、スタック型サイロの場合は、上、中、下層からサンプリングし、タワー型サイロの場合

は、中心部とその両側から採取した。

温度の測定：根室地方については、棒状温度計を表面から深さ約30cmにさし込んで、サイレージの温度を3～5か所測定して平均した。

聴取調査：刈取期日、調製条件、原料草の状態、肥培管理などについては、サンプリングの際に、聴取り調査を行なった。

分析方法：有機酸、VBN、ならびに飼料成分などの分析方法は、前章Ⅳ-(1)で記載した方法と同じである。ただし、1968年にサンプリングした釧路地方産サイレージについては、揮発性脂肪酸の総量を酢酸として重量%で示し、各脂肪酸の比

第43表 D C P 含 有 率

(乾物中 %)

粗蛋白質	D	C	P	粗蛋白質	D	C	P	粗蛋白質	D	C	P	粗蛋白質	D	C	P
8.0		3.3		10.5		5.7		13.0		8.1		15.5		10.5	
8.1		3.4		10.6		5.8		13.1		8.2		15.6		10.6	
8.2		3.5		10.7		5.9		13.2		8.3		15.7		10.7	
8.3		3.6		10.8		6.0		13.3		8.4		15.8		10.8	
8.4		3.6		10.9		6.1		13.4		8.5		15.9		10.9	
8.5		3.7		11.0		6.2		13.5		8.6		16.0		11.0	
8.6		3.8		11.1		6.3		13.6		8.7		16.1		11.1	
8.7		3.9		11.2		6.4		13.7		8.8		16.2		11.2	
8.8		4.0		11.3		6.4		13.8		8.9		16.3		11.3	
8.9		4.1		11.4		6.5		13.9		9.0		16.4		11.4	
9.0		4.2		11.5		6.6		14.0		9.1		16.5		11.5	
9.1		4.3		11.6		6.7		14.1		9.2		16.6		11.6	
9.2		4.4		11.7		6.8		14.2		9.3		16.7		11.7	
9.3		4.5		11.8		6.9		14.3		9.3		16.8		11.8	
9.4		4.6		11.9		7.0		14.4		9.4		16.9		11.9	
9.5		4.7		12.0		7.1		14.5		9.5		17.0		12.0	
9.6		4.8		12.1		7.2		14.6		9.6		17.1		12.1	
9.7		4.9		12.2		7.3		14.7		9.7		17.2		12.2	
9.8		5.0		12.3		7.4		14.8		9.8		17.3		12.2	
9.9		5.1		12.4		7.5		14.9		9.9		17.4		12.3	
10.0		5.2		12.5		7.6		15.0		10.0		17.5		12.4	
10.1		5.3		12.6		7.7		15.1		10.1		17.6		12.5	
10.2		5.4		12.7		7.8		15.2		10.2		17.7		12.6	
10.3		5.5		12.8		7.9		15.3		10.3		17.8		12.7	
10.4		5.6		12.9		8.0		15.4		10.4		17.9		12.8	

率は定量しなかった。

TDN含有率の算出方法：1番草のTDN, DCP, ETIなどは、前章Ⅲ, Ⅳに記載した方法を用いたが、これらの算定法を普及するために、

計算を省略するための早見表を作製した。本項におけるこれらの値は、それらの表に従った値である。

第43表はDCP含有率、第44表はTDN含有

第44表 T D N 含 有 率

(乾物中 %)

粗 織 維	T D N	粗 織 維	T D N	粗 織 維	T D N	粗 織 維	T D N
25.0	68.1	28.3	64.8	31.6	61.4	34.9	58.1
25.1	68.0	28.4	64.7	31.7	61.3	35.0	58.0
25.2	67.9	28.5	64.6	31.8	61.2	35.1	57.9
25.3	67.8	28.6	64.5	31.9	61.1	35.2	57.8
25.4	67.7	28.7	64.4	32.0	61.0	35.3	57.7
25.5	67.6	28.8	64.3	32.1	60.9	35.4	57.6
25.6	67.5	28.9	64.2	32.2	60.8	35.5	57.5
25.7	67.4	29.0	64.1	32.3	60.7	35.6	57.4
25.8	67.3	29.1	64.0	32.4	60.6	35.7	57.3
25.9	67.2	29.2	63.9	32.5	60.5	35.8	57.2
26.0	67.1	29.3	63.8	32.6	60.4	35.9	57.1
26.1	67.0	29.4	63.7	32.7	60.3	36.0	57.0
26.2	66.9	29.5	63.6	32.8	60.2	36.1	56.9
26.3	66.8	29.6	63.5	32.9	60.1	36.2	56.8
26.4	66.7	29.7	63.4	33.0	60.0	36.3	56.7
26.5	66.6	29.8	63.3	33.1	59.9	36.4	56.6
26.6	66.5	29.9	63.2	33.2	59.8	36.5	56.5
26.7	66.4	30.0	63.1	33.3	59.7	36.6	56.4
26.8	66.3	30.1	63.0	33.4	59.6	36.7	56.3
26.9	66.2	30.2	62.9	33.5	59.5	36.8	56.2
27.0	66.1	30.3	62.8	33.6	59.4	36.9	56.1
27.1	66.0	30.4	62.7	33.7	59.3	37.0	56.0
27.2	65.9	30.5	62.6	33.8	59.2	37.1	55.9
27.3	65.8	30.6	62.5	33.9	59.1	37.2	55.8
27.4	65.7	30.7	62.4	34.0	59.0	37.3	55.7
27.5	65.6	30.8	62.3	34.1	58.9	37.4	55.6
27.6	65.5	30.9	62.2	34.2	58.8	37.5	55.5
27.7	65.4	31.0	62.1	34.3	58.7	37.6	55.4
27.8	65.3	31.1	62.0	34.4	58.6	37.7	55.3
27.9	65.2	31.2	61.9	34.5	58.5	37.8	55.2
28.0	65.1	31.3	61.8	34.6	58.4	37.9	55.1
28.1	65.0	31.4	61.6	34.7	58.3	38.0	55.0
28.2	64.9	31.5	61.6	34.8	58.2	38.1	54.9

率, 第45~47表は, 摂取量のそれぞれ早見表を示す。摂取量は, 第45表と第46表から得られた値を合計し, その値を第47表の値から差引いて算出した。そして, この値に第44表から得られたTDN

含有率を乗じてETIを算出した。

2番草のDCPおよびTDN含有率は, 飼料成分に消化率を乗じて算出した。用いた消化率は, 第48表に示すとおりである。

第45表 摂取量算定のためのA表

粗 繊 維	A	粗 繊 維	A	粗 繊 維	A	粗 繊 維	A
25.0	4.2	28.3	4.8	31.6	5.4	34.9	5.9
25.1	4.3	28.4	4.8	31.7	5.4	35.0	5.9
25.2	4.3	28.5	4.8	31.8	5.4	35.1	5.9
25.3	4.3	28.6	4.8	31.9	5.4	35.2	6.0
25.4	4.3	28.7	4.9	32.0	5.4	35.3	6.0
25.5	4.3	28.8	4.9	32.1	5.4	35.4	6.0
25.6	4.3	28.9	4.9	32.2	5.5	35.5	6.0
25.7	4.4	29.0	4.9	32.3	5.5	35.6	6.0
25.8	4.4	29.1	4.9	32.4	5.5	35.7	6.1
25.9	4.4	29.2	4.9	32.5	5.5	35.8	6.1
26.0	4.4	29.3	5.0	32.6	5.5	35.9	6.1
26.1	4.4	29.4	5.0	32.7	5.5	36.0	6.1
26.2	4.4	29.5	5.0	32.8	5.6	36.1	6.1
26.3	4.5	29.6	5.0	32.9	5.6	36.2	6.1
26.4	4.5	29.7	5.0	33.0	5.6	36.3	6.2
26.5	4.5	29.8	5.1	33.1	5.6	36.4	6.2
26.6	4.5	29.9	5.1	33.2	5.6	36.5	6.2
26.7	4.5	30.0	5.1	33.3	5.6	36.6	6.2
26.8	4.5	30.1	5.1	33.4	5.7	36.7	6.2
26.9	4.6	30.2	5.1	33.5	5.7	36.8	6.2
27.0	4.6	30.3	5.1	33.6	5.7	36.9	6.3
27.1	4.6	30.4	5.2	33.7	5.7	37.0	6.3
27.2	4.6	30.5	5.2	33.8	5.7	37.1	6.3
27.3	4.6	30.6	5.2	33.9	5.7	37.2	6.3
27.4	4.6	30.7	5.2	34.0	5.8	37.3	6.3
27.5	4.7	30.8	5.2	34.1	5.8	37.4	6.3
27.6	4.7	30.9	5.2	34.2	5.8	37.5	6.4
27.7	4.7	31.0	5.3	34.3	5.8	37.6	6.4
27.8	4.7	31.1	5.3	34.4	5.8	37.7	6.4
27.9	4.7	31.2	5.3	34.5	5.8	37.8	6.4
28.0	4.7	31.3	5.3	34.6	5.9	37.9	6.4
28.1	4.8	31.4	5.3	34.7	5.9	38.0	6.4
28.2	4.8	31.5	5.3	34.8	5.9	38.1	6.5

注 1) 乾物摂取量の算定法: $C - (A + B)$

2) 粗繊維は乾物中%

第46表 摂取量算定のためのB表

水分 (%)	B	水分 (%)	B	水分 (%)	B	水分 (%)	B
45	2.6	55	3.2	65	3.8	75	4.4
46	2.7	56	3.3	66	3.9	76	4.5
47	2.8	57	3.4	67	3.9	77	4.5
48	2.8	58	3.4	68	4.0	78	4.6
49	2.9	59	3.5	69	4.1	79	4.6
50	2.9	60	3.5	70	4.1	80	4.7
51	3.0	61	3.6	71	4.2	81	4.8
52	3.1	62	3.6	72	4.2	82	4.8
53	3.1	63	3.7	73	4.3	83	4.9
54	3.2	64	3.8	74	4.4	84	4.9

第47表 摂取量算定のためのC表

乳酸/ 総酸 (%)	C	乳酸/ 総酸 (%)	C	乳酸/ 総酸 (%)	C	乳酸/ 総酸 (%)	C
0	21.6	22	21.8	44	22.0	66	22.2
1	21.6	23	21.8	45	22.0	67	22.2
2	21.6	24	21.8	46	22.0	68	22.2
3	21.6	25	21.8	47	22.0	69	22.3
4	21.6	26	21.8	48	22.1	70	22.3
5	21.6	27	21.9	49	22.1	71	22.3
6	21.7	28	21.9	50	22.1	72	22.3
7	21.7	29	21.9	51	22.1	73	22.3
8	21.7	30	21.9	52	22.1	74	22.3
9	21.7	31	21.9	53	22.1	75	22.3
10	21.7	32	21.9	54	22.1	76	22.3
11	21.7	33	21.9	55	22.1	77	22.3
12	21.7	34	21.9	56	22.1	78	22.3
13	21.7	35	21.9	57	22.1	79	22.3
14	21.7	36	21.9	58	22.1	80	22.4
15	21.7	37	22.0	59	22.2	81	22.4
16	21.8	38	22.0	60	22.2	82	22.4
17	21.8	39	22.0	61	22.2	83	22.4
18	21.8	40	22.0	62	22.2	84	22.4
19	21.8	41	22.0	63	22.2	85	22.4
20	21.8	42	22.0	64	22.2	86	22.4
21	21.8	43	22.0	65	22.2	87	22.4

第48表 2 番草サイレージのTDN, DCP含有率の算出方法

T D N	算 出 方 法	使 用 し た 消 化 率				引 用 文 献
		早 中間刈および遅刈	蛋白	脂肪	繊維 N F E	
	飼料成分×各成分の消化率	刈 刈 刈	61.6 50.5	49.7 53.7	65.1 61.7	49.6 46.2
D C P	粗蛋白質×消化率	早 中間刈および遅刈	刈 刈	: :	61.6 50.5	
						昭和43年度北海道立 根釧農業試験場酪農科 事業成績 144 頁
						同 上

調 査 結 果

第49表は、調査した牧草サイレージを分類して、項目別に平均値とその範囲を示した結果である。

ハーベスター方式による高水分細切サイレージは、中間刈りのpHが最も低く、乳酸含量が高く、酪酸/総酸およびVBN/全Nなどが低く、品質が最もすぐれていた。乾物中の粗蛋白質、DCPならびにTDN含有率などは、生育時期が遅くなるに従って低下した。しかし、中間刈りの方が早刈りよりも水分含量がやや低く、乳酸/総酸などの品質が高いので、ETIは早刈りよりもやや高い値になった。

ハーベスター方式による早刈り予乾サイレージは、早刈り高水分サイレージよりも、TDNおよびDCP含有率が高く、乳酸/総酸などの品質が良好であるためETIが高かった。ハーベスター方式による中間刈り低水分サイレージは、調査例数が少なく、水分含量が著しく低いので、一般的なサイレージとはいえないが、TDN含有率とETIが最も高かった。

無切断方式による高水分サイレージは、いずれもpHおよび酪酸/乳酸が高く、乳酸含量が低く、ハーベスター方式による細切サイレージよりも、品質が劣っていた。また、粗繊維含有率が高く、TDN含有率およびETIがかなり低い値であった。

無切断方式による予乾サイレージと高水分サイレージを比較すると、早刈りでは予乾の方が高水分よりもpHがやや高く、品質では著しい改善効果がみられないが、粗繊維含有率が低く、TDN含有率とETIが高かった。中間刈りおよび遅刈

りでは、予乾の方が高水分よりも品質良好で、DCPおよびTDN含有率ならびにETIなどがかなり高い値であった。

第50表は、農家が飼料計算する際に利用し易いように、第49表の結果を要約したものである。

考 察

第49表の結果をみると、無切断方式の方がハーベスター方式よりも、サイレージの品質と飼料価値が著しく劣っていることが示されている。すなわち、無切断サイレージの方がpHが高く、乳酸含量が著しく低く、2次発酵のために温度が高いサイレージが多かった。このことは、サイロ開封後品質を保持することが困難であることを示している。無切断サイレージは、ハーベスターがない場合に、省力的大規模調製方式として普及しているので、以上の欠点があることは問題である。

これに反し、ハーベスター方式による細切サイレージは品質良好で、特に中間刈りサイレージは、18例の平均がpH 4.1であったことは、きわめて品質が安定していることを示している。したがって、牧草サイレージの今後の大規模調製方式には、ハーベスターが不可欠であると思われる。幸い、最近低価格のハーベスターが容易に入手されるようになったので、当地域における牧草サイレージの品質が早急に改善されることであろう。

第49表のハーベスター方式高水分細切サイレージの刈取時期別飼料成分の変動が、平均値では比較的少ないようにみえる。この理由は、根室釧路地方においては、一般に1番草をサイレージとし、2番草を乾草に調製するように指導されており、かつ、サイレージの早刈りが奨励されているためであろう。すなわち、1番草で乾草を調製す

第49表(その1) 根室釧路地方産牧草サイレージの品質と飼料価値

調製条件別分類		調査 例数	平均値 と 範囲	品					質			温度 °C
				水分 (%)	pH	新鮮物中%			VB _N /T _{-N} (%)	乳酸/総酸 (%)	酪酸/総酸 (%)	
ハーベスタ ー方式	1番草 高水分 早刈	13	平均値 範囲	80.0	4.6	1.75	0.58	1.17	18.8	30.9	25.3	19.3
				74.8	4.1	0.99	0.01	0.46	6.5	0.7	0	11.3
				84.8	5.3	2.17	1.30	1.80	55.7	71.4	59.6	40.8
	〃 〃 中間刈	18	平均値 範囲	77.8	4.1	1.98	1.19	0.79	11.8	57.5	4.9	23.0
				73.5	3.7	1.44	0.12	0.33	5.6	8.2	0	7.2
				82.8	5.1	2.84	2.47	1.41	43.7	87.0	12.0	44.4
	〃 〃 遅刈	20	平均値 範囲	77.5	4.4	1.47	0.80	0.67	12.9	54.5	18.5	25.9
				72.1	3.7	1.12	0.04	0.20	6.4	2.7	0	13.4
				81.4	5.4	2.59	1.63	1.46	34.8	81.1	63.3	45.8
	〃 予乾 早刈	6	平均値 範囲	71.9	4.6	2.29	0.91	1.38	14.3	41.0	28.4	19.9
				65.7	4.2	1.93	0.36	0.52	10.3	17.1	8.3	6.7
				74.9	5.3	3.27	1.14	2.33	21.4	59.1	45.6	59.7
	〃 低水分 中間刈	3	平均値 範囲	55.8	4.3	1.13	0.87	0.26	7.0	76.4	10.2	13.7
				51.2	3.9	0.77	0.57	0.20	6.4	73.7	7.0	9.2
				60.0	4.6	1.52	1.12	0.40	7.4	81.6	13.0	20.5
	2番草 高水分 一	11	平均値 範囲	79.2	4.5	1.88	0.84	1.04	14.5	43.3	30.1	16.3
				69.2	4.0	1.17	0.05	0.48	7.9	2.7	0	14.2
				83.7	5.3	2.95	2.49	2.00	25.9	81.0	57.7	18.4
無切 断方式	1番草 高水分 早刈	8	平均値 範囲	80.7	4.9	1.58	0.19	1.39	28.5	14.1	34.2	21.0
				74.7	4.2	0.66	+	0.15	8.3	+	0	13.4
				85.9	5.2	2.05	0.88	2.04	43.5	47.1	58.0	34.8
	〃 〃 中間刈	11	平均値 範囲	78.9	4.8	1.24	0.27	0.97	19.6	19.4	42.5	29.2
				76.2	4.1	0.46	0.03	0.04	8.8	1.6	15.5	11.9
				82.9	5.2	1.89	0.99	1.86	42.9	58.9	58.2	45.1
	〃 〃 遅刈	2	平均値 範囲	80.1	5.0	1.68	0.14	1.54	14.2	13.1	52.5	22.3
				76.6	4.9	0.57	0.14	0.53	9.6	5.2	44.8	16.8
				83.6	5.0	2.69	0.14	2.55	18.8	20.9	60.2	27.8
	〃 予乾 早刈	8	平均値 範囲	64.7	4.9	0.86	0.20	0.66	9.7	38.5	20.0	30.5
				52.4	4.5	0.31	0.04	0.40	4.4	3.7	0	13.5
				73.3	5.3	2.01	0.43	2.33	23.3	71.0	50.7	55.0
	〃 〃 中間刈	14	平均値 範囲	61.3	4.6	0.98	0.44	0.54	9.1	45.5	14.7	35.0
				40.2	4.1	0.30	0.07	0.17	4.0	4.3	0	10.2
				73.4	5.0	1.88	0.94	1.55	15.7	75.2	32.1	50.1
	〃 〃 遅刈	6	平均値 範囲	70.1	4.7	0.95	0.48	0.47	12.6	52.7	20.9	34.6
				63.7	4.2	0.39	0.16	0.18	5.0	13.9	7.5	37.8
				74.6	5.4	1.51	0.81	1.30	22.6	66.7	45.0	53.0
	2番草 高水分 一	4	平均値 範囲	76.6	5.4	1.09	0.25	0.84	12.1	26.5	32.6	17.4
				74.0	5.0	0.62	0.12	0.32	7.9	14.6	12.1	15.0
				80.3	6.1	1.78	0.34	1.52	17.3	51.5	53.1	19.8
	〃 予乾 一	16	平均値 範囲	68.3	5.1	0.77	0.39	0.38	9.4	47.0	13.0	44.2
				49.5	4.5	0.12	0.05	0.07	2.8	25.0	0	58.4
				74.7	6.1	1.47	1.08	1.10	13.9	77.1	30.3	56.8

注 1) 酪酸/総酸は根室地方産サイレージの調査成績。

第49表 (その2) 根室釧路地方産牧草サイレージの品質と飼料価値

調製条件別分類		飼 料					成 分					飼 料 価 値					ETI (kg)
		乾 物 中 (%)					新 鮮 物 中 (%)					乾物中(%)		新鮮物中(%)			
		粗蛋 白質	粗 脂肪	粗 繊維	NFE	灰分	粗蛋 白質	粗 脂肪	粗 繊維	NFE	灰分	DCP	TDN	DCP	TDN		
ハ ー ベ ス タ ー 方 式	1 番草	12.9	4.4	32.8	41.0	8.9	2.5	0.9	6.5	8.3	1.8	8.0	60.2	1.6	12.0	7.0	
	高水分 早 刈	8.6	2.8	30.1	40.2	6.9	1.7	0.5	4.8	5.8	1.3	3.8	53.1	0.8	9.3	5.3	
		16.2	5.7	39.9	46.1	10.2	3.1	1.1	8.5	11.4	2.6	11.2	63.0	2.1	15.8	7.8	
		〃	10.9	3.8	33.1	44.0	8.2	2.4	0.8	7.2	9.9	1.9	6.1	59.9	1.3	13.3	7.2
	〃 中間刈	8.6	2.5	27.9	38.9	6.6	1.8	0.6	5.9	6.8	1.4	4.0	53.6	0.9	10.1	5.5	
		15.3	5.9	39.4	47.9	11.4	3.2	1.5	8.9	11.7	2.7	10.3	65.2	2.1	15.7	8.6	
		〃	10.5	3.4	35.0	43.6	7.5	2.4	0.8	8.1	9.5	1.7	5.7	58.0	1.3	13.2	6.8
	〃 遅 刈	8.4	2.4	31.5	37.8	6.5	1.9	0.6	6.5	8.0	1.4	3.6	52.4	0.8	11.0	6.2	
		13.1	4.6	40.6	47.4	8.4	3.0	1.1	10.8	13.2	2.0	8.2	61.6	1.9	16.4	7.7	
		〃	16.1	5.4	31.2	37.9	9.4	4.5	1.5	8.8	10.7	2.6	11.1	61.9	3.1	17.4	7.7
	子 乾 早 刈	11.5	4.5	28.9	36.3	7.5	3.3	1.4	7.7	8.6	2.1	6.6	58.7	1.9	14.9	6.6	
		18.4	6.1	34.3	41.1	11.0	5.8	1.6	10.6	12.8	3.0	13.3	64.2	4.1	20.8	8.2	
		〃	12.3	4.0	29.7	45.6	8.4	5.4	1.8	13.1	20.2	3.7	7.4	63.4	3.3	28.0	8.8
	低水分 中間刈	11.8	3.8	27.8	44.4	7.8	5.0	1.7	12.2	17.8	3.3	6.9	62.5	3.1	25.0	8.5	
		12.6	4.2	30.6	46.7	9.1	5.8	1.8	14.1	21.6	4.2	7.7	65.8	3.5	30.2	9.4	
2 番草		16.0	4.4	28.3	40.7	10.6	3.3	0.9	5.9	8.5	2.2	11.0	64.8	1.8	10.7	—	
高水分 一	13.0	3.4	24.7	35.0	7.7	2.5	0.7	4.3	6.0	1.5	8.1	61.2	1.4	8.8	—		
	19.6	5.8	31.8	47.3	17.0	4.5	0.8	9.1	12.0	3.6	14.5	68.5	2.5	15.6	—		
	1 番草	11.4	3.7	33.3	42.5	9.1	2.2	0.7	6.4	8.3	1.7	6.5	59.7	1.3	11.6	6.8	
無 切 断 方 式	高水分 早 刈	9.9	2.3	30.7	34.3	6.4	1.5	0.6	5.1	6.4	1.2	5.1	57.0	0.8	8.0	5.9	
		13.5	4.9	36.0	49.7	14.5	3.0	1.1	8.3	11.3	2.1	8.6	62.4	1.8	15.3	7.6	
		〃	11.2	4.1	34.9	41.6	8.2	2.4	0.9	7.3	8.8	1.7	6.4	58.2	1.4	12.3	6.6
	〃 中間刈	7.8	2.2	30.6	38.3	6.9	1.3	0.5	6.0	6.6	1.2	3.1	51.4	0.5	8.8	5.0	
		14.6	6.0	41.6	50.4	11.2	3.4	1.3	8.4	12.0	2.2	9.6	62.5	2.3	14.8	7.6	
		〃	9.7	3.5	37.6	42.5	6.7	2.0	0.7	7.5	8.3	1.4	4.9	55.4	1.0	11.0	5.9
	〃 遅 刈	9.7	3.3	36.5	40.2	5.7	1.6	0.5	6.0	7.4	0.9	4.9	56.5	0.8	9.3	5.7	
		9.7	3.7	38.7	44.8	7.7	2.3	0.9	9.0	9.4	1.8	4.9	59.3	1.1	12.6	6.0	
		〃	13.2	3.5	32.2	43.2	7.9	4.7	1.3	11.4	15.1	2.8	8.3	60.6	2.9	21.5	7.7
	子 乾 早 刈	11.7	2.8	30.2	42.1	6.8	3.3	0.9	8.1	11.4	2.1	6.8	62.9	2.0	15.9	6.6	
		14.2	4.2	34.7	45.3	8.8	6.8	1.9	15.9	19.4	3.6	9.3	58.3	4.4	28.4	8.2	
		〃	11.8	3.3	32.3	45.4	7.2	4.5	1.2	12.5	17.7	2.8	6.9	60.7	2.7	23.5	7.9
	〃 中間刈	10.3	2.1	29.5	39.8	6.0	3.0	0.8	8.0	11.7	2.0	5.5	55.2	1.7	16.3	6.7	
		13.4	4.4	37.8	48.7	8.6	6.8	1.8	18.2	29.2	4.4	8.5	63.6	4.0	37.3	9.2	
		〃	11.4	3.1	34.9	43.4	7.2	3.4	0.9	10.4	13.1	2.1	6.5	58.1	1.9	17.4	7.0
〃 遅 刈	9.2	2.7	31.1	40.0	5.5	2.8	0.8	8.4	10.2	1.8	4.4	55.2	1.4	15.2	6.5		
	14.2	3.8	37.8	46.6	9.4	4.4	1.3	12.3	16.1	2.4	9.4	62.0	2.7	21.5	8.0		
	2 番草	16.7	4.4	27.8	40.3	10.8	3.8	1.0	6.6	9.5	2.5	11.7	65.3	2.2	12.2	—	
高水分 一	13.1	3.7	23.7	36.5	9.5	3.3	0.8	4.7	8.6	1.9	8.2	59.6	1.9	9.7	—		
	20.1	5.3	33.4	43.6	12.1	4.5	1.3	8.5	10.7	3.1	15.0	69.5	2.4	13.7	—		
	〃	15.6	4.3	27.9	43.1	9.1	4.9	1.4	8.9	13.6	2.9	10.6	65.2	2.7	16.4	—	
子 乾 一	11.7	3.1	25.2	39.8	6.0	3.5	0.9	7.0	10.2	1.7	6.8	61.8	2.1	13.5	—		
	19.3	5.5	31.3	47.6	11.3	6.6	2.0	11.9	18.0	4.0	14.2	67.9	3.9	20.7	—		

第50表 根室釧路地方産牧草サイレージの飼料成分表

					乾 物 率 (%)		pH		乳酸/総酸 (%)	
					範 囲	平 均	範 囲	平 均	範 囲	平 均
イネ科主体 マメ科混播牧草	ハーベスター方式	1 番草	高水分	早 刈	15.2~25.2	20.0	4.1~ 5.3	4.6	0.7~71.4	30.9
		〃	〃	中間刈	17.2~26.5	22.2	3.7~ 5.1	4.1	8.2~87.0	57.5
		〃	〃	遅 刈	18.6~27.9	22.5	3.7~ 5.4	4.4	2.7~81.1	54.5
		〃	予 乾	早 刈	25.1~34.3	28.1	4.2~ 5.3	4.6	17.1~59.1	41.0
		〃	低水分	中間刈	40.0~48.8	44.2	3.9~ 4.6	4.3	73.7~81.6	76.4
		2 番草	高水分	—	16.3~30.8	20.8	4.0~ 5.3	4.5	2.7~81.0	43.3
	無切断方式	1 番草	高水分	早 刈	14.1~25.3	19.3	4.2~ 5.2	4.9	+ ~47.1	14.1
		〃	〃	中間刈	17.1~23.8	21.1	4.1~ 5.2	4.8	1.6~58.9	19.4
		〃	〃	遅 刈	16.4~23.4	19.9	4.9~ 5.0	5.0	5.2~20.9	13.1
		〃	予 乾	早 刈	26.7~47.6	35.3	4.5~ 5.3	4.9	3.7~71.0	38.5
		〃	〃	中間刈	26.6~59.8	38.7	4.1~ 5.0	4.6	4.3~75.2	45.5
		〃	〃	遅 刈	25.4~36.3	29.9	4.2~ 5.4	4.7	13.9~66.7	52.7
		2 番草	高水分	—	19.7~26.0	23.4	5.0~ 6.1	5.4	14.6~51.5	26.5
		〃	予 乾	—	25.3~50.5	31.7	4.5~ 6.1	5.1	25.0~77.1	47.0

					D C P (新鮮物中%)		T D N (新鮮物中%)		E T I (kg)	
					範 囲	平 均	範 囲	平 均	範 囲	平 均
イネ科主体 マメ科混播牧草	ハーベスター方式	1 番草	高水分	早 刈	0.8~ 2.1	1.6	9.3~15.8	12.0	5.3~ 7.8	7.0
		〃	〃	中間刈	0.9~ 2.1	1.3	10.1~15.7	13.3	5.5~ 8.6	7.2
		〃	〃	遅 刈	0.8~ 1.9	1.3	11.0~16.4	13.2	6.2~ 7.7	6.8
		〃	予 乾	早 刈	1.9~ 4.1	3.1	14.9~20.8	17.4	6.6~ 8.2	7.7
		〃	低水分	中間刈	3.1~ 3.5	3.3	25.0~30.2	28.0	8.5~ 9.4	8.8
		2 番草	高水分	—	1.4~ 2.5	1.8	8.8~15.6	10.7	—	—
	無切断方式	1 番草	高水分	早 刈	0.8~ 1.8	1.3	8.0~15.3	11.6	5.9~ 7.6	6.8
		〃	〃	中間刈	0.5~ 2.3	1.4	8.8~14.8	12.3	5.0~ 7.6	6.6
		〃	〃	遅 刈	0.8~ 1.1	1.0	9.3~12.6	11.0	5.7~ 6.0	5.9
		〃	予 乾	早 刈	2.0~ 4.4	2.9	15.9~28.4	21.5	6.6~ 8.2	7.7
		〃	〃	中間刈	1.7~ 4.0	2.7	16.3~37.3	23.5	6.7~ 9.2	7.9
		〃	〃	遅 刈	1.4~ 2.7	1.9	15.2~21.5	17.4	6.5~ 8.0	7.0
		2 番草	高水分	—	1.9~ 2.4	2.2	9.7~13.7	12.2	—	—
		〃	予 乾	—	2.1~ 3.9	2.7	13.5~20.7	16.4	—	—

る場合でも、サイレージを調製してから、乾草を調製するのが普通であるから、短期間にサイレージが調製され、極端な遅刈りがなかったために、平均値では予想よりも著しい差異が認められなかったものと思われる。しかし、ハーベスター方式による高水分サイレージ全体の最低と最高をみると、E T I では5.3kg から8.6kg の範囲であった。すなわち、同じハーベスター方式による高水

分サイレージでも、乳牛に飽食させた場合に、T D N で3.3kg の差になることを示している。乳脂肪率3.5%の牛乳1kg 生産に要するT D N が0.31kg であるから、きわめて著しい差であるといえる。

ハーベスター方式では、予乾することによって、一般に品質および飼料価値が著しく改善されることが示されている。したがって、ハーベスタ

一方式により予乾サイレージを調製することが今後の課題である。現状では、ハーベスター方式の場合共同作業によることが多く、また、個人で所有している場合でも、小型のハーベスターでは刈取りおよび予乾の工程が加わると、作業能率が低下するので、一般にハーベスターによる予乾方式がまだ普及していない。

無切断方式では、予乾することによって、有機酸組成などは向上するが、温度が高いサイレージが多いので、必ずしも品質が改善されるとはいえない。大規模調製の場合には、2次発酵する危険性を伴うので、無切断予乾方式で調製する場合は慎重な注意が必要である。

第49表では、前述したように、チモシーまたはチモシーとオーチャードグラスが主体で、ラデノクロパーとアカクロパーが混在している原料草のサイレージだけについて記載した。現在、根室釧路地方では、このような草種構成の草地在大半を占めているからである。従来の飼料成分表では、草種別の記載が重点になっているが、地域的には草種が限定されるので、調製条件別に分類した方が合理的である。その結果、調製条件と品質および飼料成分との間には密接な関連性があり、飼料価値には著しい変動のあることが示された。したがって、第49表および第50表は、根室釧路地方における牧草サイレージの飼料成分表として活用できるばかりでなく、調製法の差異が飼料価値に及ぼす影響を指導し、普及させるための資料としても利用できる範囲が広いものと信ずる。

(2) 乾草の品質と飼料価値

目 的

根室釧路地方は、夏季間の気象条件が冷涼多湿で、乾草の調製が困難なので、刈取時期が遅れ、飼料価値が低下しがちである。しかし、これらの実態については、まだ詳細な報告がない。本項では、前章Ⅲ-(2)の方法を用いて、飼料価値の変動範囲を明らかにする目的で調査を行なった。

調査方法

サンプリングの計画と実績：1968年は根室地方、1969年は釧路地方について調査を実施した。サンプリングの計画は、1番草と2番草に大別

し、これを早刈り、中間刈り、遅刈りに細分して6項目とし、根室および釧路地方における4農業改良普及所管内から2点ずつ採取して、それぞれ48点採取する予定であったが、根室地方は47点、釧路地方は追加したサンプルを含めて98点であった。なお、1番草の早刈り、中間刈り、遅刈りの区別は、それぞれ6、7、8月中旬に刈取られたものとし、2番草の早刈り、中間刈り、遅刈りは、同様に8、9、10月中旬に刈取られたものとした。しかし、成績を検討した結果、1番草の中間刈りは期間が長すぎたので、これを中間刈り(1)および(2)に細分し、2番草は刈取時期別に明瞭な差が認められなかったので、マメ科の混入割合に従って区分し、結局次のように分類した。

1 番草早刈り：6月末日までに刈取、穂ばらみ期～出穂始

1 番草中間刈り(1)：7月1日～7月15日までに刈取り、出穂期

1 番草中間刈り(2)：7月16日～7月末日までに刈取り、出穂後期～開花始

1 番草遅刈り：8月1日以降刈取り、開花終～結実期

2 番草早刈りおよび中間刈り：生育日数65日未満

2 番草遅刈り：生育日数65日以上

2 番草マメ科3～5割混入

2 番草マメ科5割以上混入

以上の分類項目に従って、供試したサンプルを生産地域別に分類して表示すると、第51表のとおりである。

調査期日：1968年は根室地方、1969年は釧路地方について実施し、いずれも8月および10月に、それぞれ1番乾草と2番乾草のサンプリングを行なった。

サンプリングの方法：屋外大堆積、吹抜舎、牛舎2階など乾草の貯蔵場所のいかににかかわらず、数か所からサンプリングして、混合した。

聴取調査：刈取期日、調製条件、原料草の状態、肥培管理等については、サンプリングの際に聴取調査を行なった。

葉部割合：葉部と茎部に手でわけて秤量し、葉

第51表 飼料成分表の分類と地域別供試点数

			根 室 地 方				釧 路 地 方				合 計
			標津	中標津	別海	根室	東部	中部	西部	北部	
イネ科主体マメ科混播牧草	1 番草	早 刈	2	2	2	1	2	1	2	2	14
	ク	中間刈(1)	0	0	2	0	2	6	2	2	14
	ク	中間刈(2)	2	3	0	3	7	6	2	3	26
	ク	遅 刈	2	2	2	2	1	3	0	1	13
	2 番草	早刈, 中間刈	2	2	2	1	5	13	6	11	42
	ク	遅 刈	1	4	2	2	1	3	2	8	23
イネ科主体マメ科3～5割	ク	—	2	0	1	1	1	1	0	4	10
マ メ 科 主 体	ク	—	0	0	1	1	0	0	1	0	3

第52表 2 番草のTDN算出に用いた消化率

	使 用 し た 消 化 率				備 考
	粗 蛋 白 質	粗脂肪	粗繊維	N F E	
早刈および中間刈	$\bar{Y}=0.8623X-3.4679$ により算出(Ⅲ-(2))	48	62	62	根釧農試酪農科事業成績(1970): 47
遅 刈	同 上	58	56	56	同 上
マ メ 科 3 ～ 5 割	同 上	55	57	64	MORRISON, F.B., (1954) Feeds and Feeding: 1088
マ メ 科 主 体	同 上	58	54	68	畜産試験場特別報告(1938) 3: 38

部割合を算出した。なお、イネ科牧草の葉鞘とマメ科牧草の葉柄は茎部とした。

生育日数：1 番草の生育日数は、萌芽期から刈取期日までの日数とし、2 番草の生育日数は、1 番草刈取後2 番草収穫までの日数とした。なお、萌芽期は根釧農試作況報告により、1968年は4月25日、1969年は4月9日とした。

分析方法と飼料価値の算出方法：飼料成分の分析は農技研法⁷⁹⁾に従い、1 番草のDCPおよびTDNならびに2 番草のDCPなどは、前章Ⅲ-(2)の方法に従い、2 番草のTDNは飼料成分に第52表に示す消化率を乗じて算出した。

なお、根室地方産乾草については、Caを容量法⁸⁰⁾によりPを比色法⁸⁰⁾によって定量したので、その結果を併せ表示した。

調査結果および考察

葉部割合、飼料成分ならびに飼料価値の平均値とその範囲を記載すると、第53表のとおりであ

る。

1 番草の刈取時期が遅くなるに従って、葉部割合が直線的に減少する傾向が認められた。乾草の飼料価値は、葉部割合から実用的に推定することが可能であるという報告⁸⁰⁾があるが、本調査結果もそのことを認めるような傾向である。また、1 番草の刈取時期が遅くなるに従って、乾物中の粗蛋白質含有率が低減して、粗繊維含有率が增大しているが、その変動の範囲はサイレージの場合よりも著しかった。この理由は、前項(V-(2))で述べたように、根室釧路地方ではサイレージを調製してから乾草を調製するのが普通であるから、乾草の収穫が遅れがちであり、また、気象条件が不順なために、乾草調製期間がサイレージよりも著しく長期になるためであろう。したがって、1 番草の遅刈り乾草のTDN、DCP含有率は、サイレージよりも著しく低い値であった。従来、根室釧路地方における搾乳牛1頭当りの乳量が、ほか

第53表 根室釧路地方産乾草の品質と飼料価値

			調査 例数	平均値 と 範囲	葉部 割合	飼 料 成 分								分		
		粗 蛋 白 質				粗 脂 肪	粗 纖 維	NEF	中			水分	乾 草 中 粗 蛋 白 質	% 粗 脂 肪		
									灰分	P	Ca					
イネ科主体 マメ科混播 牧 草	1 番草	早 刈	14	平均値 32.4 範囲 70.1	49.7 32.4 70.1	11.7 9.0 14.0	2.9 2.2 3.9	32.8 30.3 35.5	44.6 39.5 50.1	8.0 6.2 10.1	0.21 0.17 0.25	0.45 0.35 0.53	18.6 15.5 22.7	9.5 7.7 11.8	2.4 1.8 3.0	
	〃	中間刈 (1)	14	平均値 21.6 範囲 49.2	37.3 21.6 49.2	9.2 6.9 12.9	2.8 2.4 3.5	34.2 29.7 37.5	46.9 42.8 50.1	6.9 4.7 10.3	0.18 0.18 0.18	0.35 0.30 0.40	18.3 14.3 29.1	7.4 5.5 10.8	2.2 2.0 2.8	
	〃	中間刈 (2)	26	平均値 14.3 範囲 46.4	31.1 14.3 46.4	8.2 5.4 11.8	2.6 1.8 4.4	35.3 30.6 38.5	47.4 41.8 52.0	6.5 4.8 7.8	0.15 0.10 0.18	0.37 0.25 0.45	19.4 13.4 23.8	6.6 4.3 9.5	2.1 1.4 3.4	
	〃	遅 刈	13	平均値 18.9 範囲 43.7	28.1 18.9 43.7	7.2 5.2 9.9	2.4 1.6 3.8	35.9 33.3 39.1	47.9 44.5 55.0	6.6 5.0 8.9	0.15 0.08 0.23	0.33 0.24 0.41	21.7 13.9 29.0	5.6 3.7 8.2	1.9 1.2 3.1	
	2 番草	早刈および 中間刈	42	平均値 43.0 範囲 93.2	74.6 43.0 93.2	13.8 8.8 18.7	3.5 2.4 4.5	28.6 21.5 32.8	44.6 37.0 58.9	9.5 6.9 12.2	0.26 0.17 0.39	0.48 0.35 0.52	16.6 11.9 22.5	11.4 7.5 15.4	2.9 1.9 3.6	
	〃	遅 刈	23	平均値 53.1 範囲 91.4	71.4 53.1 91.4	12.2 7.1 18.5	3.3 2.6 4.8	28.3 22.7 34.5	46.9 40.8 53.9	9.3 7.2 12.2	0.20 0.17 0.25	0.44 0.27 0.56	18.9 12.5 29.4	10.0 5.0 15.2	2.7 2.1 3.7	
イネ科主体 マメ科 (3～5割)	2 番草	—	10	平均値 49.4 範囲 84.6	64.5 49.4 84.6	14.1 10.8 16.9	3.3 2.2 4.2	28.5 22.9 32.6	45.8 38.4 49.4	8.3 6.9 11.2	0.23 0.18 0.27	0.53 0.49 0.54	19.5 14.4 33.6	11.3 8.9 13.3	2.6 1.9 3.3	
マメ科主体	〃	—	3	平均値 31.3 範囲 78.8	60.6 31.3 78.8	12.3 11.4 13.0	3.5 3.1 3.8	29.0 28.3 29.8	46.7 46.3 47.8	8.5 7.8 9.4	0.24 0.22 0.26	0.50 0.45 0.55	21.1 15.0 26.2	9.7 8.9 10.6	2.7 2.6 2.8	

			調査 例数	平均値 と 範囲	飼 料 成 分					飼 料 価 値			
					乾 草 中 %		Ca	乾物中%		乾草中%			
					粗 繊維	NEF		灰分	P	DCP	TDN	DCP	TDN
イネ科主体 マメ科混播 牧 草	1 番草	早 刈	14	平均値	26.7	36.3	6.5	0.17	0.36	7.8	63.7	6.3	52.1
				範囲	24.3	32.8	5.2	0.15	0.30	5.3	60.8	4.5	49.5
					29.2	43.0	8.0	0.20	0.45	9.9	67.8	8.4	57.3
	〃	中間刈 (1)	14	平均値	27.8	38.7	5.6	0.15	0.29	5.5	61.1	4.6	48.7
				範囲	24.2	30.3	3.7	0.15	0.25	3.9	57.7	2.7	43.0
					30.3	41.8	8.4	0.15	0.33	8.6	62.2	7.0	53.8
	〃	中間刈 (2)	26	平均値	28.3	38.3	5.3	0.12	0.30	4.6	57.4	3.7	46.3
				範囲	20.3	32.4	3.8	0.08	0.19	2.0	54.1	1.6	41.5
					25.5	43.3	7.4	0.15	0.42	7.9	60.1	6.4	52.0
	〃	遅 刈	13	平均値	28.0	37.6	5.2	0.12	0.26	3.6	51.4	2.9	40.1
範囲				24.5	32.9	3.9	0.07	0.17	1.9	47.8	1.3	36.3	
				30.6	40.4	7.3	0.18	0.32	5.1	55.9	5.1	44.6	
2 番草	早 刈 および 中間刈	42	平均値	23.9	37.4	7.8	0.22	0.40	8.4	57.6	7.0	47.8	
			範囲	16.7	29.3	5.4	0.14	0.29	4.1	55.4	3.5	42.7	
				28.9	48.7	11.2	0.32	0.44	12.2	59.2	10.4	50.9	
〃	遅 刈	23	平均値	22.9	38.0	7.5	0.16	0.35	7.1	63.6	5.8	43.4	
			範囲	17.2	31.8	5.1	0.12	0.19	2.7	52.1	1.9	37.6	
				26.5	43.0	10.3	0.18	0.45	12.5	57.1	10.3	46.8	
イネ科主体 マメ科 (3～5割)	2 番草	—	10	平均値	23.2	36.7	6.7	0.18	0.42	8.7	58.4	7.0	47.0
				範囲	18.3	28.5	5.2	0.15	0.41	5.9	56.3	4.9	38.7
					27.1	40.1	9.3	0.22	0.44	11.1	60.8	8.8	51.3
マメ科主体	〃	—	3	平均値	2.29	36.9	6.7	0.18	0.38	7.0	59.1	5.5	46.6
				範囲	2.13	34.3	5.8	0.16	0.35	6.4	58.5	5.0	44.3
					2.54	39.3	7.3	0.20	0.41	7.8	60.0	6.1	50.0

の地域よりも低かったのは、以上のような飼料価値の低い乾草を多給していたためであると考えられる。すなわち、当地域におけるサイレージ主体飼養法の有利性が叫ばれるゆえんである

2番乾草は1番乾草よりも粗蛋白質含有率が高く、粗繊維含有率が低かった。しかし、2番乾草の消化率は比較的低い値を示し(第52表), TDN, DCP含有率の算定値は、1番草早刈りよりも低い値であった。この理由は、1番草と2番草とでは、粗繊維やNFEの構造が異なり、それが消化率に影響しているのではないと思われるが、明らかでない。

生育日数、葉部割合ならびに飼料成分などにおける相関を示したものが、第54表である。

生育日数と葉部割合および粗蛋白質含有率との

間には、1番草および2番草で、いずれも有意の相関が認められ、1番草では生育日数と粗繊維含有率との間にも、有意の相関が認められた。また、葉部割合とマメ科率、粗蛋白質および粗繊維含有率との間には、いずれも有意の相関が認められ、葉部割合は乾草の品質を査定する際の重要な指標になり得ることが認められた。第53表の結果を、飼料計算の際に利用し易いように要約したものが第55表である。

最近、当地域においては牧草サイレージ主体飼養法が普及しているが、乾草を多少併用するように指導されており、また、サイレージ調製用大型機械を所有していない場合は、乾草の給与量がかなり多い地域もある。さらに一部の地域では、乾草と根菜による飼養法の有利性を信じている酪農

第54表 乾草の生育日数、葉部割合、飼料成分などにおける相関係数

	相 関 係 数, r	
	1 番 草	2 番 草
生育日数 × 葉部割合 (%)	-.435**	-.312**
× マメ科率 (%)		.228
× 粗蛋白質 (乾物中%)	-.606**	-.382**
× 粗 繊 維 (乾物中%)	-.306*	.029
葉部割合 × マメ科率 (%)		-.354**
× 粗蛋白質 (乾物中%)	-.705**	.319**
× 粗 繊 維 (乾物中%)	-.638**	-.316**
マメ科率 × 粗蛋白質 (乾物中%)		.084
× 粗 繊 維 (乾物中%)		-.035
粗蛋白質 × 粗 繊 維 (乾物中%)	-.582**	-.294**

* $P < 0.05$ ** $P < 0.01$

第55表 根室釧路地方産乾草の飼料成分表

			乾 物 率 (%)		葉 部 割 合 (%)		D C P (乾草中%)		T D N (乾草中%)	
			範 囲	平均	範 囲	平均	範 囲	平均	範 囲	平均
イネ科主体 マメ科混播牧草	1 番草 早 刈		77.3~84.5	81.4	32.4~70.1	49.7	4.5~ 8.4	6.3	49.5~57.3	52.1
	〃 中間刈(1)		70.9~85.7	81.7	21.6~49.2	37.3	2.7~ 7.0	4.6	43.0~53.8	48.7
	〃 中間刈(2)		76.2~85.8	80.6	14.3~46.4	31.1	1.6~ 6.4	3.7	41.5~52.0	46.3
	〃 遅 刈		71.0~86.1	78.3	18.9~43.7	28.1	1.3~ 5.1	2.9	36.3~44.6	40.1
	2 番草 早刈, 中間刈		77.5~88.1	83.4	43.0~93.2	74.6	3.5~10.4	7.0	42.7~50.9	47.8
イネ科主体 マメ科3~5割 マメ科主体	〃 遅 刈		70.6~87.5	81.1	53.1~91.4	71.4	1.9~10.3	5.8	37.6~46.8	43.4
	〃		66.4~85.6	80.5	49.4~84.6	64.5	4.9~ 8.8	7.0	38.7~51.3	47.0
	〃		73.8~85.0	78.9	31.3~78.8	60.6	5.0~ 6.1	5.5	44.3~50.0	46.6

家もいる。したがって当地域における基礎飼料としての乾草のもつ意義は決して少なくないが、従来当地域の実態調査を基礎にした飼料成分表が作製されていなかった。

現在用いられている飼料成分表は、主として草種別に記載されているが、地域的には草種が限定されているので、調製条件別に分類した方がよいことは、牧草サイレージの場合と同様である。しかし、乾草の場合はサイレージと異なり、火力乾燥など特殊な調製方法が一般に普及していないので、第55表のように刈取時期とマメ科の混入割合が、飼料価値を左右する主要な要因になる。その結果、当地域で用いられている遅刈り乾草は、著しく飼料価値が低いものであることが明らかにされた。

したがって、第49表および第50表に示した牧草サイレージの飼料成分表とともに、第53表および第55表に示した結果を、当地域の乳牛飼養法改善のために、広く活用して欲しい。

VI 総括および結論

粗飼料の飼料価値を評価する場合に、飼料成分の一般分析法だけでは、消化率が不明のため、飼料価値の正確な評価が困難である。しかし、すべての飼料について、動物を用いた消化試験によって消化率を求めることは不可能である。したがって、簡易に消化率を推定する方法の必要性が認められている。

人工反芻胃による飼料価値の評価法は、反芻胃内微生物による飼料中乾物またはセルローズの分解量を定量する方法であるから、反芻動物の栄養生理からみて、最も合理的であると考えて、本法に関する研究から着手した。

しかし、草種および地域などを限定すれば、飼料成分や生育日数など、より簡易な指標でTDN、DCP含有率を推定することが可能であり、実際面で活用される範囲が広いと考えて、本法について研究をすすめた。

さらに、北海道の草地酪農地帯においては、乾草および濃厚飼料を制限給与し、牧草サイレージを飽食させる飼養法が普及しているので、牧草サ

イレージの場合はTDN含有率だけでなく、TDNの摂取量で評価する必要性が生じた。したがって、牧草サイレージの品質、飼料成分、TDN含有率ならびに摂取量などにおける相関を検討し、回帰式によるTDN含有率およびTDN摂取量の推定法に関する研究を行なった。

また、北海道根室釧路地方は、大型酪農への発展途上にあつて、多頭化が急速に進展しつつあるが、飼料調製用機械、労力、施設などが充分に伴っていない場合が多いので、粗飼料の調製方法がまちまちになっているのが現状である。したがって、これらの飼料価値には著しい変動のあることが予想されるので、以上の方法を用いて調査し、乳牛飼養の実際に役立てようとした。

1. 人工反芻胃による飼料価値評価法

(1) 人工反芻胃における培養条件がセルローズ消化率に及ぼす影響

試験管による方法：消化率に及ぼすpHの影響が大きく、培養中のpHの平均が6.8になった場合に、最も高い消化率を示した。試料の供試量が多すぎると消化率は低下するが、0.25gから0.50gの範囲内では一定であった。また、ルーメンジュースと人工唾液の添加割合もセルローズ消化率に及ぼす影響が大きかった。なお、培養開始後24時間以内に急速に消化が進行し、48時間以降は消化が停滞する結果が得られた。

エルレンマイヤーフラスコによる方法：同ルーメンジュースを用いた場合のフラスコ間の測定誤差は僅少であり、反復性は良好であった。しかし、フイストチュラを付しためん羊1頭を用い、約40日間乾草だけを給与して、その間に7回同一飼料のセルローズ消化率を測定した結果、測定値の間にやや変動がみられた。なお、飼料給与後ルーメンジュースを採取するまでの経過時間とセルローズ消化率との関係をみた結果、大差ではないが8時間以上経過した方が消化率がやや高くなる傾向がうかがわれた。

(2) 牧草の生育時期に伴う繊維質含量とセルローズ消化率の変化

チモンシーとアカクロバーを供試し、生育時期別のセルローズ消化率を測定した結果、両種とも成

熟するにしたがって消化率が減少したが、とくにチモシーでは減少の程度が著しかった。しかし、アカクロバーの生育初期の消化率は、チモシーよりもかなり低い値であった。また、培養開始後24時間までの消化率は、生育時期にかかわらずアカクロバーの方が高い値であった。

生育時期に伴う繊維質含量の変動を調査した結果、全繊維素含量はチモシーの方がアカクロバーよりも著しく高い値を示し、チモシーは出穂期以降増量しないのに反し、アカクロバーは開花終了まで直線的に増量した。全繊維素の組成をみると、 α -セルロースはアカクロバーの方が高く、71~77%であるが、チモシーは61%前後で一定であった。成熟するに従って両種とも β - γ セルロースが減少し、ペントザンが増加した。リグニンおよびメトキシル含量は、両種とも成熟するに従って、直線的に増加した。しかし、アカクロバーのリグニン含量は、チモシーよりも生育初期から常に高い値であった。

セルロース消化率とリグニン、セルロース、粗繊維、粗蛋白質、メトキシル含有率との間の相関係数を算出した結果、同一草種内では一般に有意の関係を示したが、両草種を含めると、リグニンを除いて有意の関係が認められなかった。

(3) TDN含有率と *in vitro* セルロース消化率との相関

生育時期別チモシー乾草5点、マメ科イネ科混播乾草3点、計8点についてめん羊による消化試験を実施し、TDN含有率を測定した。そして、この値と *in vitro* セルロース消化率、SCHNEIDERおよびADAMSによるTDN推定値との間の相関係数を算出した結果、それぞれ0.91**、0.33、0.82*であった。すなわち、よく用いられているSCHNEIDERやADAMSの方法による推定値よりも、人工反芻胃によるセルロース消化率の方が *in vivo* TDNとの相関係数が高く、飼料価値評価法としてすぐれていることが示された。

なお、ADAMSによるDCP含有率の推定値は、めん羊による実測値とよく近似した値となり、相関係数は0.98であった。

2. 飼料成分および生育日数などによる飼料価

値評価法

(1) 牧草サイレージの飼料成分とTDN, DCP含有率との相関

イネ科主体1番草サイレージの消化試験成績14例を供試材料として、飼料成分とTDNおよびDCP含有率との間の相関を統計的に検討した。

その結果、TDN含有率と粗繊維含有率、DCP含有率と粗蛋白質含有率との間に、それぞれ1%水準で有意性が認められ、次の回帰式により算出できることを明らかにした。

$$\hat{Y} = -1.0127X + 93.4511$$

($\hat{Y}$ = 乾物中TDN含有率, X = 乾物中粗繊維含有率)

$$\hat{Y} = 0.9663X - 4.4697$$

($\hat{Y}$ = 乾物中DCP含有率, X = 乾物中粗蛋白質含有率)

(2) 乾草の飼料成分および生育日数とTDN, DCP含有率との相関

チモシーを主体とした1番乾草の消化試験成績10例、同じく2番乾草11例を供試材料として、飼料成分および生育日数とTDN, DCP含有率との間の相関を統計的に検討した。

その結果、1番乾草のTDN含有率($\hat{Y}$)は生育日数(X)から、次の回帰式により推定できることを明らかにした。

$$\hat{Y} = -0.2252X + 78.3788$$

2番乾草のTDN含有率と飼料成分との間には、有意の相関が認められず、TDN含有率の推定式が得られなかった。

DCP含有率と粗蛋白質含有率との間には、1番草および2番草でいずれもきわめて高い有意の相関が認められ、それぞれ次の回帰式によって算出することができる。

$$1 \text{ 番草: } \hat{Y} = 0.9139X - 2.9396$$

($\hat{Y}$ = 乾物中DCP含有率, X = 乾物中粗蛋白質含有率)

$$2 \text{ 番草: } \hat{Y} = 0.8632X - 3.4679$$

($\hat{Y}$ = 乾物中DCP含有率, X = 乾物中粗蛋白質含有率)

3. 推定TDN摂取量(ETI)による牧草サイレージの評価法

(1) 調製条件の異なる牧草サイレージが乳牛の産乳量および体重変化などに及ぼす影響

牧草サイレージの調製条件の違いに伴う品質、飼料成分ならびに消化率などの変動が、乳牛の産

乳量および体重変化などに及ぼす影響を明らかにするために実施した。原料草は、チモシーまたはチモシーとオーチャードグラスが主体の1番草である。

乳牛による飼養試験は、ホルスタイン種または同種系牛6～9頭を用い、1群3頭のダブルリバーサル法または3×3のラテン方格法で行なった。乾草を無給与とした試験が1例あるが、そのほかは乾草を1日2g給与し、濃厚飼料は市販配合飼料を乳量または4%FCM日量の1/2量を給与した。

その結果、低水分サイレージは高水分サイレージよりも乾物摂取量が多かったが、消化率が低かったので、TDN摂取量ではほぼ同量であった。また、低水分サイレージの方が増体量が多かったが、産乳量では両サイレージとも同様であった。

つぎに、多少予乾した細切サイレージと無切断サイレージを比較した試験では、無切断サイレージの方が品質が劣り、消化率もやや劣る傾向が認められ、乳牛による乾物摂取量、TDN摂取量ならびに産乳量が少なかった。無切断サイレージを予乾して調製し、細切サイレージを高水分で調製して比較した試験では、無切断サイレージの方が摂取量が多かったが、TDN摂取量では同様となり、産乳量では前試験と同様に無切断サイレージの方が劣った。

また、刈取時期別サイレージを比較した試験では、遅刈りサイレージは早刈りおよび中間刈りサイレージよりも消化率が劣り、乾物およびTDN摂取量が不足して、4%FCM日量では早刈りサイレージよりも4.7kg少なかった。

以上の結果、牧草サイレージを飽食させる飼養条件下では、牧草サイレージの品質、飼料成分ならびに消化率などの違いが、乳牛による牧草サイレージからのTDN摂取量に影響し、それが乳牛の産乳量および体重増減などに影響することが明らかになった。

(2) 牧草サイレージの品質および飼料成分とTDNと摂取量との相関

体重550kg前後で、産乳日量が16kg前後の乳牛を供試し、乾草および濃厚飼料を制限給与する飼

養条件下では、牧草サイレージからの乾物摂取量は、次の重回帰式により推定される。

$$\hat{Y} = -0.1695X_1 - 0.0588X_2 + 0.0095X_3 + 21.5988$$

$\hat{Y}$: 乾物摂取量 (kg)

X_1 : 乾物中粗繊維含有率 (%)

X_2 : 水分 (%)

X_3 : 乳酸/総酸 (%)

本法による乾物摂取量の推定値と、TDN含有率の推定値(前項2-(1))を乗じた推定TDN摂取量は、乳牛による実測値とよく近似した値になった。

本法によるTDN摂取量の推定法は、チモシーおよびオーチャードグラスの1番草サイレージを、前述した飼養条件下で給与する場合に適用することができる。また、本法は牧草サイレージの品質、摂取量、TDN含有率などを含めた総合的な評価基準になり得ることを明らかにした。よって、本法をETI法(Estimated TDN intake)と命名した。

(3) 推定TDN摂取量(ETI)による牧草サイレージの評価例

根室地方産牧草サイレージの品質および飼料成分を調査して、ETI法により評価し、TDN含有率で評価した場合と比較した。

ETIの平均値は7.42kgで、5.03kgから9.37kgの範囲であり、変異係数は13.9%であった。すなわち、ETIで表わすと最低と最高の飼料価値は約2倍の差異があり、また、その差が4.34kgであることは、乳牛の維持養分量に匹敵する大差であることを示している。

これに反し、推定TDN含有率の平均値は60.1%で、51.3%から67.9%の範囲であるが、変異係数は5.7%で、平均値に近いTDN含有率のサイレージが多い結果になった。

ETIは、推定TDN含有率よりも、牧草サイレージの品質とより高い有意の相関を示した。

4. 根室釧路地方産粗飼料の飼料価値

(1) 牧草サイレージの品質と飼料価値

1965年から1969年における、チモシーおよびオーチャードグラスを主体とした1番草の牧草サイ

レージ140例の調査成績を、ハーベスター方式と無切断方式に大別し、つぎにそれぞれ高水分と予乾に細分し、さらに刈取期日によって早刈り、中間刈り、遅刈りに区分した。

ハーベスター方式による高水分サイレージでは、中間刈りが品質最も良好であった。乾物中粗蛋白質、DCPならびTDNに含有率は、生育時期が遅くなるに従って低下したが、ETIは中間刈りサイレージの方がやや高かった。ハーベスター方式による予乾および低水分サイレージは、品質良好でTDN含有率およびETIが高かった。

無切断方式による高水分サイレージは品質不良で、DCPおよびTDN含有率が低く、とくにETIは著しく低い値であった。

無切断方式で予乾することは、有機酸組成やVBN/全Nなどの改善効果があるが、温度が高くなり2次発酵する危険性がある。

以上の調査結果を基礎にして、当地域に適する飼料成分表を作製した。

(2) 乾草の品質と飼料価値

1968年は根室地方、1969年は釧路地方から合計135点の乾草を採集し、1番草と2番草についてそれぞれ刈取時期別に区分し、飼料成分および飼料価値の平均値とその範囲を調査した。

1番乾草は、サイレージよりも刈取時期別の変動が著しく、遅刈乾草のTDNおよびDCP含有率はきわめて低い値であった。2番乾草は一般に高蛋白質、低繊維であったが、刈取時期別の差は著しくなかった。以上の調査成績を要約して、飼料計算の際に利用し易いような飼料成分表を作製した。

以上に示したサイレージおよび乾草の飼料成分表は、当地域に適する評価法で、はじめて作製されたものであり、乳牛飼養法改善のために広く活用できるものである。

以上のように本研究は、粗飼料の飼料価値評価法に関する研究から着手し、人工反芻胃法については、乾草のTDN含有率と*in vitro*セルロース消化率との間に高い有意の相関があることを認め、従来用いられているADAMSやSCHNEIDERの

方法よりもすぐれていることを明らかにした。ついで、適用する草種や地域を限定すれば、生育日数や飼料成分など比較的簡易な指標によっても、TDN、DCP含有率の推定が可能であることを究明し、さらに牧草サイレージの場合は、摂取量、品質ならびにTDN含有率を含めた評価法が必要であることを指摘し、ETI法を提案した。

そして、草地酪農地帯においては、粗飼料の品質や飼料価値が乳牛の産乳量に著しい影響を及ぼすので、根室釧路地方産粗飼料の飼料価値を以上の方法によって調査し、当地域に適する飼料成分表を作製して、乳牛飼養の実際に役立てようとしたものである。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、北海道大学教授広瀬可恒博士、前北海道立新得畜産試験場長坪松成三博士（現弘前大学教授）には、本研究の方向に関するご指示をうけ、多大のご指導を賜わった。

また、前北海道立中央農業試験場長三島京治氏には、終始激励とご援助を頂き、前北海道立根釧農業試験場長松村宏氏（現新得畜産試験場長）には、本研究の方向について多くの助言とご便宜を賜わった。

北海道大学助教授朝日田康司博士、同上山英一修士には、乳牛飼養試験および人工反芻胃法に関する多大のご指導を頂き、北海道立新得畜産試験場谷口隆一氏、同岸貝司氏にはフィスチュラを付する手術と多くのご援助を頂いた。

北海道立根釧農業試験場渡間和夫氏、農林省畜産試験場大山嘉信博士、滝川明宏、伊藤稔の各氏には、統計分析の実施にあたり絶大なご指導とご援助を賜わった。

なお、本研究の当初から今日まで、北海道立根釧農業試験場坂東健、小倉紀美、蒔田秀夫、吉田悟の各位および天北農業試験場藤田保氏には、飼料調製、乳牛飼養管理、飼料分析などについて絶大なご援助を頂いた。また飼料価値の実態調査にあたっては、根室釧路両支庁ならびに普及所の関係各位に、多大のご便宜とご援助を頂いた。

以上の諸先生、関係機関、ならびに同僚の各位に対し、心から厚く謝意を表するとともに、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、同助教授朝日田康司博士に対し、重ねて深く謝意を表するしだいである。

文 献

- 1) ADAMS, R.S., 1961 ; Results of feed analysis in feeding dairy cattle. *Jour. of Dairy Sci.*, 44 : 11 : 2105.
- 2) ANTHONY, W.B. and J.T. REID, 1958 ; Methoxyl as an indicator of the nutritive value of forage. *Jour. of Dairy Sci.*, 41 : 12 : 1715-1722.
- 3) ARCHIBALD, J.G., H. FENNER, D.F. OWEN, J.R. and H.D. BARNES, 1961 ; Measurement of the nutritive value of alfalfa and timothy hay by varied techniques. *Jour. of dairy Sci.*, 44 : 12 : 2232-2241.
- 4) BAKER, T. I., G. V. QUICKE, Q. G. BENTLEY, R. R. JOHNSON and A. L. MOXON, 1959 ; The influence of certain physical properties of purified cellulose and forage cellulose on their digestibility by rumen microorganisms *in vitro*. *Jour. of Animal Sci.*, 18 : 2 : 655-662.
- 5) 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. *Jour. of Brit. Grassl. Soc.*, 10 : 4 : 326-329.
- 6) BARNETT, A.J.G., 1954 ; Silage fermentation. Butterworths Scientific Publications Ltd. 146.
- 7) ———, and R.L. REID, 1957 ; Studies on the production of volatile fatty acids from grass by rumen liquor in artificial rumen 1. The volatile acid production from fresh grass. *Jour. of Agri. Sci.*, 48 : 3 : 315-321.
- 8) ———, 1957 ; Studies on the digestibility of the cellulose fraction of grassland products. 1. The relation between the digestibility of silage cellulose as determined *in vivo* and silage crude fiber digestibility determined by feeding trial. *Jour. of Agri. Sci.*, 49 : 4 : 467-474.
- 9) BAUMGARDT, B. R., M. W. TAYLOR, and J. L. CASON, 1959 ; A simplified artificial rumen procedure for estimating the digestible energy content of hays. *Jour. of Animal Sci.*, 18 : 4 : 1538.
- 10) ———, J. L. CASON, and M. W. TAYLOR, 1962 ; Evaluation of forage in the laboratory. 1. Comparative accuracy of several methods. *Jour. of Dairy Sci.*, 45 : 1 : 59-61.
- 11) ———, M.W. TAYLOR and J.L. CASON, 1962 ; Evaluation of forages in the laboratory, II. Simplified artificial rumen procedure for obtaining repeatable estimates of nutritive value. *Jour. of Dairy Sci.*, 45 : 1 : 62-68.
- 12) BELASCO, I.J., M.F. GRIBBINS and D.W. KOLTERMAN, 1958 ; The response of rumen microorganisms to pasture grasses and prickly pear cactus following foliar application of urea. *Jour. of Animal Sci.*, 17 : 1 : 209-217.
- 13) BURDICK, D. and J.T. SULLIVAN, 1963 ; Ease of hydrolysis of the hemicellulose of forage plants in relation to digestibility. *Jour. of Animal Sci.*, 22 : 2 : 444-447.
- 14) CHALUPA, W. and D.D. LEE, 1966 ; Estimation of forage nutritive value from *in vitro* cellulose digestion. *Jour. of Dairy Sci.*, 49 : 2 : 188 : 192.
- 15) CHAMBERLAIN, C.C. and W. BURROUGHS, 1962 ; Effects of fluoride, magnesium, and manganese ions on *in vitro* cellulose digestion by rumen microorganisms. *Jour. of Animal Sci.*, 21 : 3 : 428-432.
- 16) CHENG, E.W., Glen HALL and W. BURROUGHS, 1955 ; A method for the study of cellulose digestion by washed suspensions of rumen microorganisms. *Jour. of Dairy Sci.*, 38 : 11 : 1225-1230.
- 17) CHURCH, D. C. and R. G. PETERSEN, 1960 ; Effect of several variable on *in vitro* rumen fermentation. *Jour. of Dairy Sci.*, 43 : 1 : 81-92.
- 18) CLARK, K.W. and G.O. MOTT, 1960 ; The dry matter digestion *in vitro* of forage crops. *Canadian Jour. of Plant Sci.*, 40 : 1 : 123-125.
- 19) CRAMPTON, E.W. and L. A. MAYNARD, 1938 ; The relation of cellulose and lignin content to the nutritive value of animal feeds. *Jour. of Nutrition*, 15 : 4 : 383-395.
- 20) ———, 1957 ; Interrelation between digestible nutrient and energy content, voluntary dry matter intake, and the overall feeding value of forages. *Jour. of Animal Sci.*, 16 : 3 : 546-552.
- 21) ———, E. DONEFER, and L.E. LLOYD, 1960 ; A nutritive value index for forages. *Jour. of Animal Sci.*, 19 : 2 : 538-544.
- 22) 縮 勇, 木村良次, 1962 ; 京都大学農芸化学実験書 (三井哲夫, 満田久輝, 秦 忠夫編). 産業図書株式会社. 3 : 1221-1225.
- 23) DAVEY, L.A., G.C. CHEESEMAN, and C.A.E. BRIGGS, 1960 ; Evaluation of an improved artificial rumen designed for continuous control during prolonged operation. *Jour. of Agri. Sci.*, 55 : 2 : 155-163.
- 24) DEHORITY, B.A. and R.R. JOHNSON, 1961 ; Effect of particle size upon the *in vitro* cellulose digestibility of forages by rumen bacteria. *Jour. of Dairy Sci.*, 44 : 12 : 2242-2249.
- 25) ———, and ———, 1963 ; Cellulose solubility as an estimate of cellulose digestibility and nutritive value of grasses. *Jour. of Animal Sci.*, 22 : 1 : 222-225.
- 26) ———, and ———, 1964 ; Estimation of the digestibility and nutritive value of forages by cellulose and dry matter solubility methods. *Jour. of Animal Sci.*, 23 : 1 : 203-207.
- 27) DONEFER, E., E.W. CRAMPTON and L.E. LLOYD, 1960 ; Prediction of the nutritive value index of a forage from *in vitro* rumen fermentation data. *Jour. of Animal Sci.*, 19 : 2 : 545-552.
- 28) ———, L.E. LLOYD and E.W. CRAMPTON, 1962 ; Prediction of the nutritive value index of forages fed chopped or ground using an *in vitro* rumen fermentation method. *Jour. of Animal Sci.*, 21 : 4 : 815-818.

- 29) EL-SHAZLY, K., R.R. JOHNSON, B.A. DEHORITY and A.L. MOXON, 1961 ; Biochemical and microscopic comparison of *in vivo* and *in vitro* rumen fermentation. Jour. of Animal Sci., 20 : 4 : 839-843.
- 30) ELY, R.E. 1953 ; A study of the crude fiber and nitrogen free extract fractions of orchardgrass hay and the digestibility of some of the constituents by milking cows. Jour. of dairy Sci., 36 : 4 : 334-345.
- 31) FAIRCHILD, T.P., 1952 ; Reliability of scorecard judging of hay. Jour. of Dairy Sci., 45 : 10 : 1218-1225.
- 32) FARRIS HABBERT, J.R., E. CHENG and W. BURROUGH, 1958 ; Mineral requirement of rumen microorganisms for cellulose digestion *in vitro*. Jour. of Animal Sci., 17 : 3 : 559-568.
- 33) GAILLARD, B.D.E. 1962 ; The relationship between the cell-wall constituents of roughages and the digestibility of organic matter. Jour. of Agri. Sci., 59 : 3 : 369-373.
- 34) GORDON, C.H., C.G. MELIN, H.G. WISEMAN and H.M. IRVIS, J.R. McCAINONT, 1958 ; Chemical quality, nutrient preservation and feeding value of silages stored in bunker silo. Jour. of Dairy Sci., 41 : 12 : 1738-1746.
- 35) ———, J.C. DERBYSHIRE and E. A. KANE, 1960 ; Consumption and feeding value of silages as affected by dry matter contents. Jour. of Dairy Sci., 43 : 6 : 866-867.
- 36) ———, ———, H.G. WISEMAN, E.A. KANE and C.G. MELIN, 1961 ; Preservation and feeding value of alfalfa stored as hay, haylage, and direct cut silage. Jour. of Dairy Sci., 44 : 7 : 1299-1311.
- 37) ———, ———, ———, and W.C. ACOBSON, 1964 ; Variations in initial composition of orchardgrass as related to silage composition and feeding value. Jour. of Dairy Sci., 47 : 9 : 987-992.
- 38) ———, ———, W.C. JACOBSON and J.L. HUMPHREY, 1965 ; Effect of dry matter in low moisture silage on preservation, acceptability, and feeding value for dairy cows. Jour. of Dairy Sci., 48 : 8 : 1062-1068.
- 39) HERSHBERGER, T.V., T.A. LONG, E.W. HARTSOOK and R.W. SWIFT, 1959 ; Use of the artificial rumen technique to estimate the nutritive value of forages. Jour. of Animal Sci., 18 : 2 : 770-779.
- 40) HI KON OH, B.R. BAUMGARDT and J.M. SCHOLL, 1966 ; Evaluation of forages in the laboratory. V. Comparison of chemical analyses, solubility tests and *in vitro* fermentation. Jour. of Animal Sci., 46 : 7 : 850-855.
- 41) 北海道立根釧農業試験場酪農科, 1966 ; 事業成績書, 100-104.
- 42) ———, 1967 ; 同上, 7-12.
- 43) HOLTER, J.A. and J.T. REID, 1959 ; Relationship between the concentration of crude protein and apparently digestible protein in forages. Jour. of Animal Sci., 18 : 4 : 1339-1349.
- 44) HOPSON, J.D., R.R. JOHNSON and B.A. DEHORITY, 1963 ; Evaluation of the Dacron bag technique as a method for measuring cellulose digestibility and rate of forage digestion. Jour. of Animal Sci., 22 : 2 : 448-453.
- 45) HUHTANEN, C.N., 1954 ; Fiber digestion using the miniature artificial rumen. Jour. of Dairy Sci., 37 : 3 : 328-335.
- 46) ———, and R.F. ELLIOT, 1956 ; Factors influencing *in vitro* rumen cellulose digestion. Jour. of Animal Sci., 15 : 4 : 1180-1187.
- 47) 井上 司朗, 大山 嘉信, 1964 ; 氈ぼん牧草の低水分サイレージの品質と消化率について, 畜産試験場研報, 7 : 45-49.
- 48) ———, ———, 1865 ; 予乾ならびに糖蜜飼料添加が牧草サイレージの消化率におよぼす影響, 同上, 8 : 63-69.
- 49) 石栗 敏機, 1967 ; 予乾が牧草サイレージの消化率におよぼす影響について, 北農, 34 : 6 : 34-40.
- 50) JOHNSON, R.R., B.A. DEHORITY, and O.G. BENTLEY, 1958 ; Studies on the *in vitro* rumen procedure : Improved inoculum preparation and the effects of volatile fatty acids on cellulose digestion. Jour. of Animal Sci., 17 : 3 : 841-850.
- 51) ———, ———, H.R. CONRAD and R.R. DAVIS, 1962 ; Relationship of *in vitro* cellulose digestibility of undried and dried mixed forage to their *in vitro* dry matter digestibility. Jour. of Dairy Sci., 45 : 2 : 250-252.
- 52) ———, ———, J.L. PARSONS and H.W. SCOTT, 1962 ; Discrepancies between grasses and alfalfa when estimating nutritive value from *in vitro* cellulose digestibility by rumen microorganisms. Jour. of Animal Sci., 21 : 4 : 892-896.
- 53) ———, 1963 ; Symposium on microbial digestion in ruminants : *In vitro* rumen fermentation techniques. Jour. of Animal Sci., 22 : 3 : 792-800.
- 54) ———, B.A. DEHORITY, K.E. MCCLURE, J.L. PARSONS, 1964 ; A comparison of *in vitro* fermentation and chemical solubility methods in estimating forage nutritive value. Jour. of Animal Sci., 23 : 4 : 1124-1128.
- 55) ———, ———, ———, and J.L. PARSONS, 1964 ; A comparison of *in vitro* fermentation and chemical solubility methods in estimating forage nutritive value. Jour. of Animal Sci., 23 : 4 : 1124-1128.
- 56) JOHNSON, M. J. and R. WAITE, 1965 ; Studies in lignification of grasses. 1. Perennial rye-grass (S24) and cocksfoot (S37). Jour. of Agric. Sci., 64 : 2 : 211-219.
- 57) KAMSTRA, L.D., A.L. MOXON and O.G. BENTLEY, 1958 ; The effect of stage of maturity and lignification on the digestion of cellulose in forage plants by rumen microorganisms *in vitro*. Jour. of Animal Sci., 17 : 1 : 199-208.

- 58) 片岡英郎, 今井和民, 1962 ; 京都大学農芸化学実験書 (三井哲夫, 満田久輝, 秦忠夫編), 3 : 1326.
- 59) 桑野文雄, 西松一郎, 1969 ; 人工ルーメン法による牛の配合飼料の栄養価の評価法, 日畜会報, 39 : 4 : 162-167.
- 60) LEFEVERE, C.F. and L.D. KAMSTRA, 1960 ; A comparison of cellulose digestion *in vitro* and *in vivo*. Jour. of Animal Sci., 19 : 3 : 867-872.
- 61) LENGEMANN, F.W. and N.N. ALLEN, 1955 ; The development of rumen function in dairy calf. 1. Some characteristics of the rumen contents of cattle of various ages. Jour. of Dairy Sci., 38 : 6 : 651-656.
- 62) 満田久輝, 千葉英雄, 1962-a ; 京都大学農芸化学実験書 (三井哲夫, 満田久輝, 秦忠夫編), 2 : 515-524.
- 63) ———, ———, 1962-b ; 同上, 2 : 552.
- 64) MATHER, R.E. and A.A. RIMM, 1958 ; Methods of adjusting roughage intake data of dairy cows for differences in body size. Jour. of Dairy Sci., 41 : 5 : 722-723.
- 65) MATRONE, G., 1944 ; A study of lignin and cellulose methods for the chemical evaluation of feeds. Master of Science Thesis, Cornell Univ.¹⁾
- 66) 松岡 栄, 上山英一, 広瀬可恒, 1969 ; 人工ルーメン法による第一胃内発酵に関する研究 I. 基質の性質と揮発性脂肪酸 (VFA) 生成との関係. 日畜会報, 40 : 4 : 159-164.
- 67) McCULLOH, M.E. 1961 ; A study of factors associated with silage fermentation and dry matter intake by dairy cows. Jour. of Animal Sci., 20 : 2 : 288-291.
- 68) McDONALD, P., 1957 ; The estimation of feed intake by sheep on a silage diet. Jour. of Brit. Grassland Sci., 12 : 1 : 22-29.
- 69) MELLIN, T.N., B.R. POULTON and M.J. ANDERSON, 1962 ; Nutritive value of timothy hay as affected by date of harvest. Jour. of Animal Sci., 21 : 1 : 123-126.
- 70) MEYER, J.H., G.P. LOFGREEN, 1959 ; Evaluation of alfalfa hay by chemical analysis. Jour. of Animal Sci., 18 : 4 : 1233-1242.
- 71) MILLER, W.J., H.L. DALTON and J.K. MILLER, 1960 ; Immature forage mixture with citrus pulp versus more mature forage without additive for silage. Jour. of Dairy Sci., 43 : 7 : 993-998.
- 72) ———, ——— and ———, 1961 ; Sudan grass silage at two stages of maturity versus rye grass and crimson clover with two filling procedure. Jour. of Dairy Sci., 44 : 10 : 1920-1927.
- 73) 森本 宏, 1961 ; 家畜栄養学, 157-160.
- 74) ———, 堀井 聡, 1963 ; 飼料の消化率の算定について SCHNEIDER の算定式の検討, 畜産試験場報告, 2 : 69.
- 75) MURDOCH, J.C., 1965 ; The effect of length of silage on [its] voluntary intake by cattle. Jour. of Brit. Grassland Sci., 20 : 1 : 54-58.
- 76) ———, 1960 ; The effect of pre-wilting herbage on the composition of silages and its intake by cows. Jour. of Brit. Grassland Sci., 15 : 1 : 70-73.
- 77) 中江利孝, 中西武雄, 1963 ; 非エステル化低級脂肪酸のガスクロマトグラフィー. 農化, 3 : 5 : 312.
- 78) 西塾 進, 曾根章夫, 和泉康史, 塚本 達, 小林道臣, 大橋尚夫, 1965 ; 牧草サイレージ, 乾草併用法とヘイレージ単用法との飼料価値の比較, 第1報, 北農, 32 : 10 : 14.
- 79) 農業技術研究所, 1960 ; 飼料分析法.
- 80) 奥田 東, 1953 ; 植物栄養生理実験書, 朝倉書店, 191-223.
- 81) 大森昭一郎, 亀岡喧一, 滝川明宏, 平賀幸夫, 1964 ; 粗飼料の簡易栄養価判定法に関する研究, 1. 絹袋法 (Silk sack method) による乾草の第一胃内分解性の比較, 日畜会報, 35(別号) : 18.
- 82) 大山嘉信, 榎木茂彦, 1968 ; サイレージ発酵に影響する諸要因に関する研究, 1. 可溶性炭水化物および蛋白質の含量がサイレージの品質におよぼす影響, 日畜会報, 39 : 2 : 61-67.
- 83) QUICKE, G.V., O.G. BENTLY, H.W. SCOTT and A.L. MOXON, 1959 ; Cellulose digestion *in vitro* as a measure of digestibility of forage cellulose in ruminants. Jour. of Animal Sci., 18 : 1 : 275-287.
- 84) ———, ———, 1959 ; Lignin and methoxyl group as related to the decreased digestibility of mature forage. Jour. of Animal Sci., 18 : 1 : 365-373.
- 85) REID, J.T., 1959 ; What is forage quality from the animal standpoint Agronomy Jour. 51 : 4 : 213-216.
- 86) ———, 1959 ; Effect of growth stage, chemical composition and physical properties upon the nutritive value of forage. Jour. of Dairy Sci., 42 : 3 : 567-571.
- 87) RICHARD, C.R., H.G. WEAVER, J.D. CONNOLLY, 1958 ; Comparison of methoxyl, lignin, crude fiber, and crude protein content of forage and feces as indirect indicators of dry matter digestibility. Jour. of Dairy Sci., 41 : 7 : 956-962.
- 88) SALSBUURY, R.L., A.L. VANDERKOLK, B.V. BALTZER, R.W. LUECKE, 1958 ; The rate of digestion of the cellulose of some plant fractions by rumen microorganisms *in vitro*. Jour. of Animal Sci., 17 : 2 : 293 : 297.
- 89) SHEPHERD, J.B., C.H. GORDON, H.G. WISEMAN, C.G. MELIN, L.E. CAMPBELL and G.D. BOANE, 1953 ; Comparisons of silages stored in gas-tight silo and in conventional silo. Jour. of Dairy Sci., 36 : 11 : 1190-1200.
- 90) SIMKINS, K.L. and B.R. BAUMGARDT, 1963 ; Evaluation of forages in the laboratory. III. Comparisons of various methods for predicting silage digestibility. Jour. of Dairy Sci., 46 : 4 : 338-340.
- 91) 須藤 浩, 内田仙二, 1968 ; サイレージの化学成分と品質に関する研究, 品質と飼料価値との関係, 日草学会秋季大会講演要旨, 16-17.

注. 1) 原著を直接みていないが, セルローズの分析方法を抜萃した印刷物を入手した。

- 92) SULLIVAN, J.T., 1959 ; A rapid method for the determination of acid insoluble lignin in forage and its relation to digestibility. *Jour. of Animal Sci.*, 18 : 4 : 1292-1298.
- 93) スネデカー, 1953 ; 統計の方法 下(畑村又好ほか訳), 岩波書店, 350-354.
- 94) 高野信雄, 1967 ; コーンサイレージの品質改善と評価法に関する研究. 北試報告, 70.
- 95) ———, 山下良弘, 1970 ; 草サイレージの品質に及ぼす各種要因の解析に関する研究. 第2報, 刈取時期がサイレージの品質, 消化率および採食栄養量に及ぼす影響. 日草誌, 16 : 1 : 22-28.
- 96) THACKER, E.J., 1954 ; A modified lignin procedure. *Jour. of Animal Sci.*, 13 : 2 : 501.
- 97) 意野 保, 坪松成三, 1963 ; ラデノクロパー給与時における第一胃内可溶性窒素化合物の変動におよぼす飼料ならびに澱粉給与の効果について. 一乳牛放牧時における補助飼料の効果に関する一考察. 道農試集, 12 : 89-98.
- 98) ———, 坂東 健, 小倉紀美, 藤田 保, 坪松成三, 1967 ; 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 第3報, 慣行タワーサイロによる中水分, 低水分サイレージの調製とその飼養効果. 道農試集, 16 : 63-79.
- 99) ———, ———, 蒔田秀夫, 小倉紀美, 吉田 悟, 坪松成三, 1968 ; 刈取時期別草サイレージの化学的品質と乳牛飼養効果比較試験. 北農, 35 : 2 : 25-32.
- 100) ———, ———, ———, ———, ———, ———, ———, 1968 ; 無細切サイレージの化学的品質および乳牛飼養効果について. 日草誌, 14 : 1 : 20-26.
- 101) TRIMBERGER, G.W., W.K. KENNEDY, K.L. TURK, J.K. LOOSLI, J.T. REID and S.T. SLACK, 1955 ; Effect of curing methods and stage of maturity upon feeding value of roughages. *Cornell university Agr. Exp. Sta. Bulletin*, 910.
- 102) 坪松成三, 齊藤久幸, 1964 ; 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 の品質と栄養価値について. 道農試集, 13 : 28 : 41.
- 103) ———, 1969 ; 牧草サイレージを主体とした乳牛飼養法確立に関する研究. 道農試報告, 17.
- 104) 植村定治郎, 1966 ; 乳牛の科学(梅津元昌編). 農山漁村文化協会, 138-139.
- 105) Van SOEST, P.J., 1964 ; Symposium on nutrition and forage and pastures : New chemical procedure for evaluating forages. *Jour. of Animal Sci.*, 23 : 3 : 838-845.
- 106) ———, 1967 ; Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. *Jour. of Animal Sci.*, 26 : 1 : 119-128.
- 107) WASSERMAN, R.H., 1952 ; The effect of antibiotics on *in vitro* cellulose digestion by rumen microorganisms. *Jour. of Dairy Sci.*, 35 : 7 : 571-580.
- 108) WATSON, S.J. and M.J. NASH, 1960 ; The conservation of grass and forage crops. Great Britain by Oliver and Boyd, 461.
- 109) 筒原信夫, 1964 ; サイレージの有機酸定量法に関する研究 第2報 揮発性脂肪酸の定量について. 北農, 32 : 3 : 16.

STUDIES ON THE NUTRITIVE VALUE AND THE EVALUATION METHOD OF ROUGHAGE PRODUCED IN THE NEMURO-KUSHIRO DISTRICT, HOKKAIDO

by

Tamotsu TOBINO

Summary

Animal digestion research would be needed to know the digestibility of the forages, but it is impossible to conduct research about all kind of forages. Accordingly, a more simple method of estimating the digestibility of forages is needed.

Among various estimation methods, the artificial rumen technique where the destruction of dry matter by rumen bacteria is measured seemed the most reasonable. Therefore, experiments using the artificial rumen technique were conducted in this series of studies. Also, relationships between the nutritive values and forage chemical constituents were observed, because the nutritive values would be estimated by more simple index in the case of a limited variety of grasses in a limited area.

In the grassland dairy farming district of Hokkaido, silage is fed ad lib. with a small amount of hay and concentrates. In such a feeding system, the nutritive value of grass silage is expressed more effectively by total digestible nutrients (TDN) intake rather than by TDN content. Therefore, method of estimating silage dry matter consumption and TDN content were studied by statistical analyses among consumptions, digestibilities, constituents, pH and acid contents.

The average size of many dairy farms in Nemuro - Kushiro District is increasing. However, most of them do not have sufficient harvesting machinery, labor, or equipment. Therefore, various simplified methods of forage making are prevalent in this District. Consequently, it is expected that there are very large differences in the nutritive values of these forages. These differences were observed by using the method established in these studies.

1. METHOD OF ESTIMATING NUTRITIVE VALUE OF FORAGE BY THE ARTIFICIAL RUMEN TECHNIQUE

(1) Influence of various incubation methods on *in vitro* cellulose digestibilities.

Glass Tube Method : when pH was adjusted to 6.8 by addition of sodium carbohydrate, *in vitro* cellulose digestibilities were the highest and constant when samples were incubated from 0.25 to 0.50 gr. But it decreased when 0.75 gr. of the sample was incubated. A great influence on *in vitro* cellulose digestibilities was observed when the ratio of rumen juice-mineral solution was changed. The cellulose was digested rapidly when the fermenting time was within 24 hours and it was not digested when the fermenting time was more than 48 hours.

Erlenmeyer's Flask Method : When the same rumen juice was used, very small change of *in vitro* cellulose digestibilities were observed within replicated flasks. However, a little more variation of *in vitro* cellulose digestibilities were observed at seven determined values during 40 days, although rumen juices from the same fistulated sheep fed only hay were used. When rumen juices obtained at 2, 8, 15 hours after feeding were used, a little higher digestibilities were observed at 8 and 15 hours.

(2) Changes of cellulose fractions and *in vitro* cellulose digestibilities according to the growth stages of timothy and red clover.

The *in vitro* cellulose digestibilities of the two grasses decreased from early to late growth stages. This tendency was marked with timothy. But, in the early stages of red clover the *in vitro* cellulose digestibilities were lower than timothy, and until 24 hours after incubation they were always higher than timothy.

The whole cellulose contents (chlorine method) of timothy were higher than red clover and increased until the heading stage. On the other hand, the whole cellulose contents of red clover increased directly until the late bloom stage. Contents of α - cellulose included in whole cellulose were 71 to 77% in the case of red clover and they were almost constant (61%) in timothy. Contents of β - γ cellulose included in whole cellulose decreased and contents of pentoan increased from the early to late growth stage in both species. Lignin and methoxyl contents increased from the early to late growth stage in the two species. Lignin contents of red clover were higher than timothy throughout whole growth stage. Correlation coefficients between cellulose digestibility and lignin, cellulose, crude fiber, crude protein, methoxyl content were generally significant in each single species. But these correlation coefficients were not significant, except lignin, when both species were included in these calculation.

(3) Correlations between TDN contents and *in vitro* cellulose digestibilities.

Correlation coefficients among actual TDN contents and *in vitro* cellulose digestibilities, estimated TDN contents by SCHNEIDER's and ADAMS's methods were 0.91, 0.33, 0.82 respectively. Accordingly, the artificial rumen technique was superior to SCHNEIDER's and ADAMS's methods which is popular as a calculation method of TDN. However, estimated values of DCP by ADAMS's method were similar to actual values and the correlation coefficient was 0.98.

2. EVALUATION METHODS USING THE FORAGE CONSTITUENTS AND PLANT AGE BY DAYS.

(1) Correlation coefficients among constituents of grass silages, TDN and DCP contents.

A significant correlation coefficient at 1 % level was observed between crude fiber contents of the fourteen first cut grass silages and actual TDN contents. The following estimation equation was obtained.

$$\hat{Y} = 93.4511 - 1.0127X \dots\dots\dots (1)$$

$\hat{Y}$: TDN content of the dry matter basis

X : Crude fiber content of the dry matter basis

A significant correlation coefficient at 1 % level was observed between actual DCP and crude protein contents of the above silages. The following estimation equation was obtained.

$$\hat{Y} = 0.9663X - 4.4697 \dots\dots\dots (2)$$

$\hat{Y}$ = DCP content of dry matter basis (%)

X = Crude protein content of dry matter basis (%)

(2) Correlation coefficients among constituents, plant age by days (days after germination), TDN, DCP contents of the hays.

A significant correlation coefficient at 1 % level was observed between TDN contents ($\hat{Y}$) and plant age by days in the ten first cut timothy hays, and TDN content ($\hat{Y}$) was shown by the following estimation equation.

$$\hat{Y} = 78.3788 - 0.2252 X \dots\dots\dots (3)$$

$\hat{Y}$: TDN content of dry matter basis (%)

X : Plant age by days

A significant correlation coefficient was not observed among TDN contents, constituents, plant age by days in the aftermath hays. A very high significant correlation coefficient was observed between crude protein and DCP contents in the 1st cut and aftermath hays. The DCP content was shown as the following estimation equation.

$$\text{1st cut hay : } \hat{Y} = 0.9139 X - 2.9396 \dots\dots\dots (4)$$

$\hat{Y}$: DCP content of dry matter basis (%)

X : Crude protein content of dry matter basis (%)

$$\text{aftermath hay : } \hat{Y} = 0.8632 X - 3.4679 \dots\dots\dots (5)$$

$\hat{Y}$: DCP content of dry matter basis (%)

X : Crude protein content of dry matter basis (%)

3. EVALUATION METHOD OF GRASS SILAGE BY ESTIMATED TDN INTAKE (ETI)

(1) Effects of various kinds of grass silage on the milk production and body weight change of cows.

Effects of quality, constituent and digestibility of grass silages on the milk production and body weight change of cows were observed. Designs of feeding experiments for dairy cows were the double reversal or the latin square method (3×3). The intake of grass silages made from timothy or timothy-orchardgrass mixture was voluntary and unlimited. However, the hay and grain mixture were limited. Two kg per day of hay was fed except in one experiment of no feeding. The grain mixture fed was $\frac{1}{6}$ per FCM (kg).

In the experiment comparing low and high moisture silages, dry matter consumptions were increased in the low moisture silages. But, TDN consumptions of low and high moisture silages were almost equal because the digestibilities of low moisture silages were lower than high moisture silages. Much body weight increase of cows fed low moisture silages was observed, but milk production was equal between the two silages.

In the experiment comparing wilted chopped and unchopped silage, higher pH, lower content of lactic acid, lower digestibility, less dry matter and TDN intake, and lower milk production were observed in unchopped silage. In the similar experiment comparing high moisture chopped and wilted unchopped silage, dry matter consumption was increased in the later. However, silage TDN consumption of the two silages was similar. The milk production was lower in the unchopped silage.

In the experiment of comparison within silages made from various stages of grass, very low

digestibility was observed in the late cut silage and the difference of milk production between early and late cut silage was 4.7 kg FCM/day/cow.

From the above experiments, it was illustrated that quality, composition and digestibility of silage influence TDN consumption, milk production and body weight change of cows largely when silage is fed ad lib.

(2) Correlations among quality of silage, chemical constituent and TDN consumption.

Correlations among quality, constituent and dry matter consumption of silage were observed statistically. The body weights of cows used in this experiment were about 550 kg and daily milk productions were about 16 kg. Silages were fed ad lib. and 2 kg/day/cow of hays were fed and grain mixture fed was $\frac{1}{6}$ per FCM (kg).

Silage dry matter consumptions were shown in the following estimation equation.

$$\hat{Y} = 0.1695 X_1 - 0.0588 X_2 \times 0.0095 X_3 + 21.5988 \dots \dots \dots (6)$$

$\hat{Y}$: Silage dry matter consumption (kg)

X_1 : Crude fiber content of dry matter basis (%)

X_2 : Moisture (%)

X_3 : Lactic/total acid (%)

Consumptions of TDN were estimated according to following method.

Estimated silage dry matter consumption $\times$ Estimated TDN content calculated from equation (1).

Estimated TDN intakes calculated from the above method were similar to actual TDN intakes measured in cows. The above method for estimation of silage TDN consumption will be available to silages made from 1st cut timothy and orchardgrass when these silages are fed ad lib.

These calculated values mean not only estimated values of silage TDN consumptions but also criteria of comparison including quality, constituent, TDN and intake. This new evaluation method was named ETI (Estimated TDN intake).

(3) Examples of evaluation by method of estimated TDN intake (ETI).

Thirteen silages produced in Nemuro District were evaluated by the ETI method. Average, minimum, maximum value of ETI were 7.42, 5.03, 9.37 (kg) respectively and the coefficient of variation was 13.9(%). As shown above, maximum ETI was about twice of minimum ETI, and the difference of the two (4.34kg) was almost equal to the maintenance nutrient requirements of cows.

On the other hand, average, minimum and maximum values of estimated TDN were 60.1, 51.3, 67.9 % respectively and the coefficient of variation was 5.7 %. Namely, it was shown that there are many silages similar to average value of TDN, as the coefficient of variation was smaller than that of ETI. Significant correlation coefficients were observed among ETI, moisture and lactic/total acid but they were not observed among TDN and the above qualities.

4. NUTRITIVE VALUES OF FORAGES PRODUCED IN NEMURO-KUSHIRO DISTRICT

(1) Qualities and nutritive values of grass silages.

Qualities and constituents of 140 grass silages produced in Nemuro-Kushiro District from 1965 to 1969 were observed and nutritive values were calculated by the method in chapters 2 and 3 in this report. These silages were divided into chopped and unchopped groups, and then subdivided by high moisture and wilted; 1st cut and aftermath; and early, medium and late cut according to growth stage of grasses.

In chopped high moisture silages, content of lactic acid in medium cut was the highest in dry matter basis and pH was the lowest. Content of crude protein, DCP, TDN in early cut were the highest in dry matter basis and they were the lowest in late cut. Evaluated value by ETI was a little higher in medium cut than in early cut.

In chopped wilted silages, ratio of lactic acid in total acid and contents of TDN and ETI were higher than other silages and butyric acid was lower.

In unchopped high moisture silages, contents of lactic acid, DCP, TDN and ETI were generally lower than others but they were increased by wilting. Refermentation was observed frequently in unchopped silages.

From the above results, a new feed composition table appropriate to this district was made.

(2) Qualities and nutritive values of hays.

Qualities and constituents of 135 hays produced in Nemuro-Kushiro District from 1968 to 1969 were observed and nutritive values were calculated by the method of chapter 2 in this report. These hays were divided into 1st cut and aftermath and then subdivided into the four growth stages according to cutting date.

Constituents and nutritive values of the 1st cut hays in various growth stages were more variable than silages. Very low TDN and DCP contents were observed in late cut hays. As the weather in this district is not suitable for hay making, the nutritive values of hays are apt to poor. Therefore, hay feeding for milk production is not advantageous in this district. High protein and low fiber contents were shown in aftermath hays, but differences according to the cutting date were not large. From the above results, a new feed composition table of hays appropriate to this district was made.

As summarized above, research on the artificial rumen technique was started in this report. A high significant correlation was shown between TDN contents and *in vitro* cellulose digestibilities in hays and this method was superior to ADAMS's and SCHNEIDER's calculation methods. In the case of a limited variety of grasses in a limited area, more simple methods such as estimating method by constituents and plant age by days were available.

On the grass silage, a need for a new evaluation method that includes consumption, quality and digestibility was recognized. In response, the ETI method is offered in this report. Under the condition of primarily roughage feeding, it was shown in this report the quality and nutrient content of grass silage have a great influence on milk production.

Therefore, the silages and hays produced in Nemuro-Kushiro District were evaluated by the methods established in this report. A new feed composition table appropriate to this district was made for improvement of dairy cow feeding.