

# 根釧地方における乳牛のサイレージ主体飼養法を前提と した牧草サイレージ調製法に関する試験

## I 損失率からみた Forage Harvester による Direct-cut Silage の品質について

坪 松 戒 三<sup>†</sup> 齋 藤 久 幸<sup>†</sup>

### STUDIES ON THE GRASS SILAGE MAKING TO ESTABLISH SILAGE-MAINLY-FEEDING OF DAIRY COWS IN NEMURO-KUSHIRO DISTRICT

#### I On the Chemical Quality and Nutrients Losses of Direct-cut Silage cut with Forage Harvester.

Kaizo TSUBOMATSU & Hisayuki SAITO

乳牛の多頭飼育に伴う牧草サイレージの大量調製上 direct-cut forage harvester の導入が考えられ、経済的には無添加調製法の検討が必要となった。当場の過去3年間の大型サイロの有機酸、窒素成分、一般成分、損失率、消化試験などの調製品質から推定すると、マメ科原料草も炭水化物の不足がなく開花期草や2番草を供用する場合、さらに収穫期以降のイネ科草を供用する場合は無添加物調製でも良質で損失率の少ないサイレージが仕上がった。また SMS 添加の効果はそれほど高くはなかった。

## I 結 言

牧草サイレージを主体とする乳牛の飼養法確立に関する試験<sup>(1)</sup>において、根釧地方はサイレージ原料としてのデントコーン取量の不安定性と気候事情による牧草の良質乾草調製の困難性から牧草サイレージの飼養法の有望な将来性について指摘した。

サイレージ飼養を主体とする場合、良質の乾草調製が困難なためサイレージ調製費が少々高価でも乳牛飼養技術の一環として導入しうることが考察される。しかしできれば養分損失が少なく良質で、しかも経済的な調製技術が要望されるわけである。

本邦における草サイレージに対する関心は最近のことであるが、各国における研究は相当早くか

ら行なわれ、30年以上の歴史がある。初期の文献から草サイレージの良質な品質をうる調製法の要因をさぐると、やはり、原料草の水分含量と密接な関係があるとするものや添加物の応用が重要であるとする報告が多く、乳酸醗酵を促進させる方法として糖蜜の添加が奨励された<sup>(9)(10)(11)(21)(20)</sup>。また加酸法も広汎に研究され、これも有効な方法で動物にも無害なことを報告した<sup>(1)(2)(30)(1)(2)(48)(50)</sup>。そのほか乳酸菌の添加法も考究されていた。

その結果原料の種類や刈り取り時期の適期を選択すること、原料の水分含量の調節、醗酵成分や蛋白質含量から適量の添加物を添加すること、細切、加圧の程度が製品におよぼす影響があることなどを示した。

北海道でも牧草の貯蔵利用法としてサイレージ化が有利なことに着目し、広汎な試験が大原<sup>(32)(40)</sup>、三股、高野<sup>(46)</sup>らによって実施され、その体系的な

調製法を発表して、全道酪農の草類利用上飛躍的な発展に寄与したものである。その結果原料の刈り取り適期として出穂期、開花期を選び、予乾による水分調節を行ない、添加物として糖蜜1～5%、ビートパルプ、米糠類2～10%を添加し、細切、加圧の処理をして、ビニール被覆<sup>27)28)</sup>を実施することを奨励した。

しかし上述の試験では良質サイレージの判定法として、small-scale siloによる外観調査、動物嗜好性、有機酸、一般成分分析結果によるものが多く、なかでも良質サイレージの有機酸組成として乳酸72%、醋酸28%のものをあげ、劣化するに従い酪酸、醋酸が増量するというKIRSCHの判定基準に品質鑑定の大半を求めているものである。

近年 small-scale siloによるものと large-scale siloによる結果と異なる点があること、更にサイレージの品質鑑定上種々の分析によること、原料草からサイレージ製造過程中的養分損失の調査によるべきことが提唱されてから<sup>3)1)5)6)13)</sup>、サイレージ調製法に関する試験は詳細な化学分析はもちろん養分損失から論ぜられ、消化率や産乳または肥育に対する飼養試験の総合判定によって、供試サイレージの飼料価値を決定する方法が常識となってきた<sup>15)20)23)21)25)</sup>。

このように近年のサイレージ調製試験は調製法の試験かサイレージの飼料価値査定法の試験かその区別が判然としないものであるが、これらを一括して調製試験の範囲内に包含することにした。

ここでサイレージ調製技術の問題点を考究してみよう。従来の調製法はサイレージ品質の向上の手段を系統的に総括したものであるが、今後は限定条件下で最良の方法を研究する方向に進まねばならない。

第1の問題点は養分損失を少なくする方策についてである。まずサイレージ調製と乾草調製の養分損失を比較してみると、VIRTANEN<sup>14)</sup>は人工乾草で20%の養分損失(飼料単位、蛋白質平均)が示され、晴天の地面乾燥や三角架乾草で30%内外、雨天に遭遇した地面乾草の場合40～50%におよぶとし、一方サイレージでは高温醗酵サイレージ40%、水分含量の多い低温醗酵サイレージ(direct-

cut silage) 20～30%、浸出液のない低温醗酵の場合20%、水分含量の多いAIVサイレージ10%、水分含量の少ないAIVサイレージ5%であることを示した。従って人工乾草を除いていずれもサイレージの養分損失が少ないことを示した。

また1945～1949年の米国のalfalfaの試験<sup>14)</sup>では地乾、通風乾草、予乾サイレージ、人工乾草の4法を比較し、乾物損失率をみると、地面乾草の雨天時37%、好天時21%、通風乾草19%、サイレージ17%、人工乾草10%で、蛋白質損失率も同様の傾向と数値を示し、この逆の順に有効なことを示したが、実際問題として現状では人工乾草や通風乾草は燃料、労力、施設を考慮するとサイレージの調製が有利な貯蔵法として指摘された。

さらにWATSON<sup>50)</sup>は可消化蛋白質と澱粉価の生草に対する低減率はサイレージでそれぞれ87%、90%、乾草では56%、66%であるとし、乾草調製時に有用栄養素の減少が著しいことを示した。高野ら<sup>46)</sup>も利用率はサイレージ90%、乾草80%、蛋白質の保持では生草に対しサイレージ90%、乾草50～60%であることを認め、明らかに養分保持率では乾草より有利なことを報じた。

サイレージ中の養分損失の要因としては上部および側壁のサイレージ腐敗による(top spoilage)もの、醗酵損失によるもの、洩出液汁中の損失とに分けられ、top spoilageの排除はビニールカバーの使用によって顕著に軽減しうることが認められ、醗酵損失は低温醗酵にするか、醗酵抑制剤(sodium metabisulfiteなど)の使用によることが考慮される。しかしこの損失は少なく、洩出液の損失が最も重要な因子と考えられる。このために従来から予乾および添加物の効果が報ぜられているが、これらの損失率におよぼす効率については本邦の成績では明らかでない。

第2の問題点としてサイレージ品質におよぼす調製技術の問題がある。このことでは従来の試験成績がこの問題解決に集中しすぎた感があり、原料草の予乾、細切、加圧処理と加酸法、糖蜜(糖蜜、ビートパルプ、穀実粉)添加法、乳酸菌添加法、亜硫酸ガス法、焦性亜硫酸ソーダ添加法などの添

加処理調製法に集約される。

これらは安全、良質な製品をうるための万全処置であるが、添加物処理法は所要経費がかさむため無添加調製技術の追究が必要になってくる。この意味で予乾法の検討が重要になる。

第3の問題点として飼料価値増進に関する問題があるが、乾草の飼料価と比較すると養分損失がサイレージ化によってすぐれているか、同等であることを示し、管内においては乾草の飼料価値よりサイレージの方が著しく産乳効率が低いことを著者ら<sup>42)</sup>は別に報告した。

従来はサイレージ調製上添加物が不可欠の要素としていたために飼料価値の向上は必然的のもので目標にはうたわれなかったが、無添加サイレージを調製する場合には十分考えられ、マメ科草サイレージやイネ科若刈りサイレージ調製技術の検討が考慮されてくるだろう。

第4の問題点として乾物摂取量の高いサイレージを調製する技術があげられる。

これらを解決する要因として従来酸組成の良質なことが先決とされていたが、近年乾物含量の高いサイレージが摂取量も高いことが指摘された(著者ら<sup>43)</sup>文献参照)。さらに若刈りなどによる養分含量の高いときにも認められ、無添加サイレージ調製技術の推進上若刈り法(イネ科草)、予乾法の検討が必要である。

第5の問題点として高水分原料草の調製技術があげられる。

上述の予乾、細切、加圧、添加物処理、被覆物応用などの一連の調製技術が普及されていても、多頭飼育、共同利用方式の場合、労力調製上または資金繰り上いずれかの処理を削除しなければならぬこともある。

たとえば機械化調製(direct-cut type forage harvester)によるdirect-cut silageの調製技術の場合にも必要となる。これら高水分原料草の調製に対してはSMS添加法、亜硫酸ガス法によるべきであるとの成績が多い<sup>1)2)11)12)13)15)16)18)21)29)31)31)</sup>。

さらにビートパルプ、玉蜀黍粉などの穀粉やKylage処理を調査した成績もある<sup>17)</sup>。またこれらの問題点の解決には添加物処理法が有効だと

し、糖蜜<sup>12)26)33)</sup>、glycollic acid<sup>31)33)</sup>、formic acid<sup>33)</sup>なども試験されている。またこれら添加物によらない予乾法の効果<sup>32)33)35)36)37)38)</sup>やchopping<sup>7)19)32)</sup>、lactating<sup>7)32)</sup>またはbruising<sup>19)</sup>の効果についても検討されてきた。さらにtrench, bunker, tower, gas-tight siloなどsiloの型式に関する研究も多い。<sup>18)20)13)19)</sup>

このように上述の5つの問題点を解決する場合、サイレージ品質の向上のみに限定せず養分損失や家畜の利用率、換言すれば産乳効率、産肉効率の増進にも寄与しなければならぬし、さらに進んでサイレージ調製の経済性<sup>32)</sup>についても実際経営上考慮しなければならぬ。そうするとできれば添加物の応用なしに調製しうる導入技術の確立が必要になってくる。そこで無添加、予乾方式の調製技術の検討や若刈りサイレージまたはdirect-cut調製方式の管内で利用しうる技術が順次解明されてゆかねばならない。

こういう考え方の基礎に立って順次検討していこうとするものであるが、本報ではdirect-cut調製方式によってどの程度の養分損失が示され、どの程度の品質が確保されるのかを判定し、無添加direct-cut調製方式が採用できる調製技術となるかどうかの問題を解明するために実施したものである。

## II 試験方法

大型サイロ(field-scale silo)を使用したdirect-cut silage調製法の品質の程度を明らかにし、本調製法が酪農経営の技術として導入されうるものかどうかを判定するため、昭和33年～36年にわたる3カ年間に(1カ年実施せず)field-scale silo(直径3m×高さ6mまたは4m×8m塔型コンクリートサイロ)にイネ科主体草やマメ科主体草を埋蔵してその差を比較した。direct-cut type forage harvester方式と比較するため、1年はdirect-cut方式ではあるが(予乾せず)silage cutter切込方式で実施した。さらにdirect-cut方式のため添加物としてSMS添加の効果についても比較しようとしたものである。昭和33年実施したものを実験I、昭和35年実施したものを実験II、昭和36年実施し

たものを実験 III としてその概要を記載しよう。

**実験 I**

第 1 表のようにイネ科 1 番草を 7 月 12 ~ 19 日にサイロ 2 つに埋蔵し、その各々に Bury-Bag Method により上、中、下 3 カ所に 2 個ずつ 6 個の bag sample を埋入し、成績検討には複雑化を避けるため 2 個ずつの平均値を掲載した。このときの試料量と 10 月から翌年 3 月にかけて掘り出したときのサイレージ量から原物回収率を算出した。またマメ科 2 番草を 9 月 17 ~ 30 日に埋蔵したものを 11 月 ~ 翌年 4 月に取り出したものも上述のように計算した。

サイレージは外視調査のほか原物中の醱酵成分(総酸度、揮発性塩基、アミノ酸、揮発酸、不揮発酸)を WOODMAN の FOREMAN 変法で分析した。

総酸度…細切サイレージ 100 g に蒸留水 250 cc を加え、4 時間振盪または翌日まで放置したものを綿布で濾過、残渣を搾汁し、これを遠沈、濾過した濾液 75 cc をアルコールで 250 cc に mess up し、振盪後再濾過し、抽出液とする。

この抽出液 10 cc に 50 cc のアルコールを加えフェノールフタレンを指示薬として N/10 NaOH で滴定した。

揮発性塩基…前記抽出液 50 cc を中和するに十分な量の N/10 NaOH とともに 500 cc の蒸溜フラスコに入れ、水蒸気蒸溜を行なう。溜出液を N/10 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10 cc に捕集し、アリザリンを用い N/10 NaOH で滴定し、その差が揮発性塩基である。

アミノ酸…前記フラスコ中のアルカリ溶液を冷却し、蒸留水で稀釈し、フェノールフタレンを用い、N/10 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> で滴定する。

揮発酸…蒸溜フラスコに別に 50 cc の抽出液と揮発性塩基に相当する量よりわずかに過剰に N/10 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> を入れ、水蒸気蒸溜で 500 cc の溜出液を採集する。これをフェノールフタレンを指示薬として N/10 NaOH で滴定する。

$$\text{総酸度} = X \text{ cc N/10 NaOH}$$

$$\text{揮発性塩基} = \frac{1}{5} X_1 \text{ cc N/10 H}_2\text{SO}_4$$

$$\text{アミノ酸} = \frac{1}{5} X_2 \text{ cc N/10 H}_2\text{SO}_4$$

$$\text{揮発酸} = \frac{1}{5} X_3 \text{ cc N/10 NaOH}$$

$$\text{不揮発酸} = \left( X - \frac{X_2}{5} - \frac{X_3}{5} \right) \text{ cc N/10 NaOH}$$

乳酸…BARKER & SUMMERSON 法によって実施し

た。新鮮細切材料 5 g に 100 cc の沸騰蒸留水を注加する。この混合物をやや冷却し、攪拌しながら約 0.5 g の Ca(OH)<sub>2</sub> を加える。これを濾過し最初の 20 cc の濾液をすてる。次の 2 cc の濾液を試験管にとり 8 cc の水と混合する。この中の溶液 1 cc をガラス栓付瓶にとり、20% CuSO<sub>4</sub> 1 cc、水 8 cc、Ca(OH)<sub>2</sub> 1 g を順に加える。別の同様の瓶に 5 cc の標準乳酸液 (0.0135 g 乳酸亜鉛を 0.5 cc の H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> を加えた蒸留水 1 ℓ に溶解したもの) 20% CuSO<sub>4</sub> 1 cc、水 4 cc、Ca(OH)<sub>2</sub> 1 g をとる。盲検には CuSO<sub>4</sub> 液 1 cc、水 9 cc、Ca(OH)<sub>2</sub> 1 g を用意する。これらを濾過し、濾液 1 cc を大試験管にとり 4% CuSO<sub>4</sub> 0.5 cc を加え、次に濃 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 6 cc を加える。5 分間重蒸瓶上で加熱後冷却し p-hydroxy diphenyl reagent 0.1 cc (1.5 g の p-hydroxy diphenyl を 20 cc の 5% NaOH に溶解 100 cc としたもの) を加えよく振盪混和する。30 °C の重蒸瓶上で 30 分 incubate し、その間 10 分ごとに振盪する。さらに 2 分間加熱沸騰、冷却し、H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> で 0 点をきめ緑色フィルターで比色する。

新鮮サイレージ中乳酸含有率

$$= \frac{\text{未知物質のよみ (盲検)}}{\text{標準液のよみ (盲検)}} \times 0.5$$

これら酸組成を比較するためには乾物中の含量に換算してその比率を求めて比較した。さらに揮発酸量 × 0.006 によって揮発酸を醋酸として表示した。また不揮発酸 × 0.009 によって不揮発酸を乳酸として表示し、比色法による乳酸と比較した。

原料草、サイレージの常法による一般分析と上述の bag sample の重量差から各飼料養分の回収率を算出した。

次に蛋白質分解状況を把握するため、揮発性塩基およびアミノ酸を蛋白質含量として表示し、粗蛋白質中の揮発性塩基、アミノ酸の比率を求め、とくにマメ科草とイネ科草の比較や SMS 添加時の比較に供した。

**実験 II**

イネ科主体草を direct-cut forage harvester で 7 月 6 ~ 9 日に 4 つのサイロに埋蔵し、1 つのみ SMS 添加処理を行なった。これを埋蔵後 90 ~ 270 日にいたって取り出した。調査法は実験 I と同様であるが、このほかに小型試験サイロに SMS 添加区、無添加区をつくり、top spoilage を調査することとサイレージの消化試験を実施したこと

だけが異なっていた。これについては排液成分の分析も行なったが、翌年5月(埋蔵後10カ月)取り出し、小型サイロのため凍結などがあったため損失率は高目に出ていると思われた。この概要は第2表のとおりである。

### 実験 III

第9表のとおりイネ科主体1番草を2つのサイロに、マメ科主体1番草を1つのサイロに7月6～10日の間に埋蔵した。

取り出しは埋蔵後60～120日の9月～11月にわたって行なった。この実験も direct-cut forage harvester を用い、無添加処理のみであった。

第1表 実験Iにおける試験の概要およびサイレージ外観調査

	埋蔵原料	添加物	調製法	埋蔵月日	取出月日	請込量	取出量	回収率	pH	色調	香気		
1-1	イネ科主体一番草	0.5% SMS	サイレージカッターによる細切	33.7.12	33.11.5	22.6	17.45	77.0	4.8	黄緑色	新鮮臭		
1-2				"	"	"	21.0	16.65	79.3	4.4	"	"	
1-3				"	7.14	10.27	15.0	14.35	96.0	4.6	"	"	
1-4				"	"	"	"	15.0	14.40	96.0	4.8	"	"
1-5				"	"	"	10.17	15.75	15.25	96.8	4.4	"	"
1-6				"	"	"	"	15.0	14.95	99.7	4.6	"	"
2-1	マメ科主体一番草	なし	サイレージカッターによる細切	7.16	34.3.9	19.9	20.65	103.4	4.0	暗緑黄色	やや酪酸臭		
2-2		"		"	"	"	19.5	20.55	105.4	4.0	黄緑色	"	
2-3		"		7.17	2.28	16.5	11.4	69.1	4.0	暗緑黄色	酢酸臭		
2-4		"		"	"	"	20.6	14.3	69.4	3.8	緑黄色	酸臭	
2-5		"		7.19	1.23	10.0	13.9	139.0	4.4	暗緑褐色	やや酪酸臭		
2-6		"		"	"	"	9.2	10.25	111.4	4.0	黄褐色	やや甘酸臭	
3-1	マメ科主体二番草	"	サイレージカッターによる細切	9.17	33.12.15	19.85	19.8	99.8	3.8	暗緑黄色	やや甘酸芳香		
3-2		"		"	"	"	17.25	17.7	102.6	3.8	"	"	
3-3		"		"	"	12.3	18.65	15.1	81.0	3.8	暗緑黄色	酸臭	
3-4		"		"	"	"	18.65	14.9	79.8	3.8	"	"	
3-5		"		"	"	11.26	15.0	14.8	98.7	4.0	暗緑褐色	ややアミン臭	
3-6		"		"	"	"	14.0	13.75	98.2	4.0	"	"	
4-1	マメ科主体二番草	"	サイレージカッターによる細切	9.29	34.5.10	18.0	15.2	84.4	4.05	濃緑褐色	やや酸臭		
4-2		"		"	"	"	18.6	16.1	86.6	4.15	"	酸臭	
4-3		"		"	"	"	15.4	15.2	98.7	4.15	"	"	
4-4		"		"	"	4.16	14.8	13.0	87.8	4.0	暗緑褐色	やや芳香酸臭	
4-5		"		"	"	"	14.3	12.45	87.1	4.0	"	"	

### III 試験成績

同様な試験方法で3カ年実施したので、その同種の成績を3カ年収集して掲載することにした。

なお各 bag sample ごとに分析したのであるが、複雑化を避けるため2個ずつ平均し、各サイロ上, 中, 下3部に平均して表出した。

従ってサイレージ原料中の醗酵成分, 原料草およびサイレージの一般成分とそれらの乾物中の一般成分の変化, サイレージの一般成分の回収率,

サイレージの乾物中の窒素化合物の状況, サイレージの乾物中の有機酸組成, その他消化試験などにおいて表出する。

#### 1) サイレージ原料中の醗酵成分

前述の方法によって N/10 NaOH または N/10 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> で原物 100 g 中の cc 数で示したのが第4表であるが、総酸度はイネ科主体草に比較してマメ科主体草が多く、マメ科草は易醗酵性で、従来マメ科草の難醗酵性のため醗酵剤の添加の重要性が強調されていたのとは様相が相異なるように

第2表 実験IIにおける試験の概要およびサイレージ外観調査

袋番号	埋蔵原料	添加物	調製法	埋蔵月日	取出月日	詰込量 kg	取出量 kg	平均埋蔵期間 日	色 調	香 気	
1-1	イネ科 マメ科 混合 一番刈	無	フォーレージハーベスターによる細切	35.7. 6	36.3. 8	14.6	14.5	240	黄 緑 色	甘酸臭 やや酪酸臭	
-2		"		"	"	13.0	13.2		"	"	"
-3		"		"	3. 3	18.6	18.6		"	"	"
-4		"		"	"	16.4	15.9		"	"	"
-5		"		"	2.24	16.4	14.4		"	"	"
-6		"		"	"	17.0	14.6		"	"	"
2-1		SMS		35.7. 7	37.1.25	12.5	13.0	195	緑 黄 色		
-2		"		"	"	17.8	18.2		"	"	"
-3		"		"	1. 9	10.4	12.2		"	"	"
-4		"		"	"	15.8	14.3		"	褐 緑 色	"
-5		"		"	"	15.6	13.2		"	暗褐緑色	甘 臭
-6		"		"	"	13.8	12.0		"	"	"
3-1		無		35.7. 8	36.4.27	14.5	13.6	275			
-2		"		"	"	13.4	12.8		"		
-3		"		"	4.13	10.5	9.9		"		
-4		"		"	"	13.9	12.8		"		
-5		"		"	3.23	12.3	9.8		"		
-6		"		"	"	12.6	11.5		"		
4-1	"	35.7. 9	35.10.14	16.2	14.8	87	黄 金 色	甘酸臭			
-2	"	"	"	14.2	13.2		"	"	やや甘味		
-3	"	"	9.27	17.4	15.2		"	褐 黄 色	甘 酸		
-4	"	"	"	16.6	14.7		"	"	弱酸臭 甘 臭		
-5	"	"	9.21	15.0	14.2		"	暗褐緑色	甘 臭 酪 酸 臭		
-6	"	"	"	15.9	15.4		"	"	"		
C-1	"	"	35.5.10	695	463						
C-2	SMS 3.5kg	"	"	700	544						

注) 1. C-1, C-2 はコンクリート製試験 silo によるものである

2. C-1 廃棄量 5kg 排液量 165kg 回収量合計 687kg

3. C-2 " 33kg " 107kg " 684kg

考えられた。イネ科主体草では SMS 添加処理と無処理とを比較したが、SMS の醗酵抑制効果が認められ、とくに上層部に顕著であった。しかし無処理区は草種に関係なく上層部の総酸度は高かった。

揮発性塩基含量はイネ科主体草に比較してマメ科草が多く、とくに上層部に多い。中、下層部になると減少し、下層部ではイネ科草、マメ科草の差が少なくなった。

SMS 処理によって実験 I では無処理との差が少なかったが、実験 II では顕著に減少させた。無処理の含量は3カ年ともほとんど差がなかった

が、このような減少傾向のあることは SMS の特性の1つであろう。このことから SMS の効果として蛋白分解の抑制が考慮された。

アミノ酸もイネ科主体草に比較してマメ科主体草が多く、後者では倍量近く増加するものもあるし(実験 I)、前者と同程度のももあった(実験 I および実験 III)。SMS 処理の効果は含量に影響しないものと(実験 I) わずかに増量傾向を認めるものがあった(実験 III)。しかしこれは明確な効果とはならなかった。

揮発酸量はイネ科主体草、マメ科主体草の差は顕著でなかった。SMS 処理によって実験 I では

第3表 実験IIIにおける試験の概要およびサイレージ外観調査

袋番号	埋蔵原料	添加物	調製法	埋蔵月日	取出月日	埋蔵量	取出量	pH	平均埋蔵期間	色調	香気
1-1	イネ科 マメ科 混合一番草	なし	フォーレージハーベスターによる細切	36.7.6	36.11.5	8.25	7.4	3.8	122	緑黄色	甘酸臭
1-2		"		"	"	9.45	7.5	3.8		"	"
1-3		"		"	10.27	9.4	8.5	4.2	"	"	
1-4		"		"	"	7.85	7.3	4.6	113	"	"
1-5		"		"	7.8	10.21	8.1	7.6	4.0	暗緑色	甘酸ナット臭
1-6		"		"	"	"	7.65	7.5	4.8	暗緑褐色	芳香あり
2-1	イネ科 マメ科 混合一番草	"		7.6	9.30	5.85	6.3	3.8	87	黄酸色	酸臭
2-2		"		"	"	9.3	10.4	3.8	"	"	"
2-3		"		7.7	9.13	10.7	8.7	4.2	69	黄金緑色	やや甘酸芳香
2-4		"		"	"	11.3	9.2	4.2	"	"	"
2-5		"		"	7.8	9.5	7.8	7.2	59	緑褐色	酸臭
2-6		"		"	"	"	7.6	6.8	4.0	"	"
3-1	マメ科 イネ科 一番草	"		7.10	10.17	7.9	6.5	3.8	98	緑黄褐色	甘酸臭
3-2		"		"	"	8.15	6.7	3.8	"	"	甘強
3-3		"		"	10.14	7.7	6.55	4.0	95	"	"
3-4		"		"	"	8.0	6.75	4.1	"	"	"
3-5		"		"	10.10	7.0	6.75	4.2	91	緑黄褐色	"
3-6		"		"	"	"	8.1	6.8	4.0	"	"

顕著に低下させ、実験 II では低下傾向を示した。しかし無処理区ではその含量の高低の差が顕著であって、有機酸組成の変動が多く、換言するとサイレージ品質に対し不安定であることが考察された。また部位別にみると実験 I では草種に関係なく上層部が顕著に多く、中、下層に下るに従って減少するが、SMS 区は上層、中層部が同量であってその効果が認められた。実験 II では SMS 処理によって上層部を減少させ得なかった。

無処理区では上高下低の傾向が一定ではなく、実験 II, 実験 III で1本ずつ上低下高のサイロが認められた。

不揮発酸はイネ科主体草よりマメ科主体草が顕著に多い(実験 I, III) ことが認められた。イネ科主体草の年度間の差が認められ、実験 II では多く、実験 I, III は同程度であった。SMS 処理区は実験 I では酸生成の少ない無処理に比較すると多かったが、実験 II の酸生成量の多い無処理区に比較すると少なかったことで定型的な傾向は認められなかった。部位別の不揮発酸量の傾向は全く認められなかった。

乳酸量はイネ科主体草よりマメ科主体草に多く、無添加処理でも乳産生成にはマメ科草は支障ないことが認められた。SMS 添加によって乳酸含量は無処理区の  $\frac{1}{2}$  ~  $\frac{1}{3}$  であった。部位別にみると上層部が少なく、下層部が多く、中層部はその中間であった。

pH はイネ科主体草に比しマメ科主体草は若干低く、SMS の処理によって pH は上昇した。しかしこのことは実験 I で認められ、実験 II では顕著でなかった。このことから実験 I の方が実験 II より SMS の効果が顕著であったことがうかがわれるが、これは水分含量との相関関係が考えられ、実験 I は実験 II より水分が多かったことによるものと考察される。

部位別の pH の差は認められなかったし、年度差も顕著でなかった。

糖分は SMS 添加によって、サイレージ中の残存量が多いが、これは醗酵抑制による効果と考えられ、草種による差は認められなかった。

## 2) 原料草とサイレージの一般成分の変化

原料草とサイレージの原物中の一般組成は実験

第4表 サイレージの醸酵成分(原物中)

試験	サイロ	種類	部位	pH	総酸	V BV	アミノ酸	揮発酸	不揮発酸	乳酸	糖分
I	1	イネ科 1番刈り SMS添加	上中下	4.6	cc 282	cc 37	cc 77	cc 59	cc 147	% 0.41	% —
			中下	4.7	332	39	85	59	188	0.55	—
			下	4.6	268	31	67	39	161	0.41	—
			平均	4.6	294	36	77	52	166	0.45	—
	2	イネ科 1番刈り 無添加	上中下	4.2	379	38	91	164	124	1.27	—
			中下	3.9	297	31	90	102	105	0.87	—
			下	0.0	326	29	75	123	229	1.38	—
			平均	0.0	334	33	85	130	119	1.18	—
	3	マメ科 2番刈り 無添加	上中下	4.0	513	76	177	105	231	1.02	—
			中下	3.8	489	38	168	102	219	1.17	—
			下	3.8	440	38	108	71	261	1.68	—
			平均	3.9	481	51	151	93	237	1.29	—
4	同上	上中下	4.0	408	53	89	103	217	2.44	—	
		中下	4.15	408	32	77	77	255	2.17	—	
		下	4.05	373	29	70	66	237	2.17	—	
		平均	4.1	401	39	80	85	236	2.30	—	
平均	同上	上中下	4.2	396	51	109	108	250	0.90	—	
		中下	4.15	381	35	105	85	192	0.86	—	
		下	4.1	352	32	79	50	222	1.16	—	
II	1	イネ科 1番刈り 無添加	上中下	3.9	437	36	82	134	222	2.08	0.08
			中下	3.7	519	30	111	138	257	2.08	0.01
			下	4.0	466	35	102	155	189	2.02	0.01
			平均	3.87	474	34	99	143	223	2.06	0.03
	2	イネ科 1番刈り SMS添加	上中下	3.8	455	8	91	160	205	0.63	0.04
			中下	3.85	454	2	122	106	226	0.64	0.27
			下	3.9	420	3	111	78	225	0.65	0.70
			平均	3.85	443	4.5	108	115	219	0.64	0.34
	4	イネ科 1番刈り 無添加	上中下	4.1	414	35	112	116	175	1.75	0.04
			中下	4.0	437	29	58	95	294	2.59	0.05
			下	3.8	501	29	90	92	320	2.54	0.01
			平均	3.97	451	31	87	98	263	2.29	0.03
平均	同上	上中下	3.93	435	26	95	137	201	1.49	0.05	
		中下	3.85	470	20	97	109	259	1.77	0.11	
		下	3.9	462	22	101	108	245	1.74	0.24	
C-1 C-2	無添加 SMS添加	同上	3.87	400	38	93	89	218	2.07	0.03	
		同上	4.70	284	31	113	42	171	7.34	0.79	
III	1	イネ科草	上中下	4.4	379	44	81	153	145	1.61	0.01
			中下	4.4	315	48	82	127	106	0.93	0.01
			下	3.8	408	26	89	88	226	2.44	0.01
			平均	4.2	367	39	86	123	158	1.66	0.01
	2	同上	上中下	4.0	373	37	99	66	208	2.04	0.01
			中下	4.2	320	45	87	128	105	0.51	0.01
			下	3.8	350	30	76	66	208	2.50	0.01
			平均	4.0	348	37	87	87	174	1.69	0.01
	3	マメ科草	上中下	4.1	443	35	117	97	229	2.35	0.01
			中下	3.9	420	36	106	98	216	2.05	0.01
			下	3.9	455	35	117	182	156	1.22	0.02
			平均	3.99	439	35	113	126	200	1.88	0.01
平均	同上	上中下	4.16	398	39	99	105	194	2.00	0.01	
		中下	4.16	351	43	91	118	142	1.16	0.01	
		下	3.83	404	30	94	113	197	2.05	0.01	

注) 1. 実験Iの各草平均の乳酸量は最後の分を分析しないため3つを平均した。

2. 実験Iのサイロ3は出張中のため分析しなかつた。



第5表 原料草およびサイレージの一般成分(原物中%)

	サイロ	部位	試料	水分	粗蛋白質	純蛋白質	粗脂肪	粗繊維	NFE	粗灰分
実験I	1 無添加	上中下	原料草	79.07	3.19	2.88	0.95	6.17	0.25	1.37
		平均	"	78.90	3.06	2.59	1.03	6.63	8.89	1.43
		平均	"	79.09	3.01	2.70	0.91	5.73	9.96	1.30
		平均	"	79.02	3.09	2.71	0.96	6.19	9.36	1.38
	2 SMS添加	上中下	"	78.17	3.15	2.44	0.83	5.85	10.77	1.32
		平均	"	78.09	3.16	2.45	0.84	5.87	10.81	1.23
		平均	"	78.38	2.69	2.46	0.94	5.87	10.88	1.24
		平均	"	78.21	3.00	2.45	0.87	5.87	10.82	1.23
	3 無添加	上中下	"	78.75	2.71	2.63	0.78	5.93	10.61	1.23
		平均	"	77.98	3.03	2.59	0.79	5.72	10.91	1.57
平均		"	79.10	2.65	2.24	0.78	6.13	10.05	1.30	
平均		"	78.61	2.80	2.49	0.78	5.92	10.52	1.37	
4 同上	上中下	"	78.40	2.68	2.26	0.80	6.12	10.67	1.33	
	平均	"	77.55	2.71	2.55	0.73	6.58	11.17	1.26	
	平均	"	78.68	2.46	2.39	0.74	6.42	10.39	1.31	
	平均	"	78.21	2.62	2.40	0.76	6.37	10.74	1.30	
C-1 無添加			"	79.09	2.90	2.68	0.77	5.62	10.10	1.52
C-2 SMS添加			"	77.68	3.10	2.86	0.82	6.00	10.78	1.62
実験II	1 無添加	上中下	サイレージ	79.91	2.73	1.70	1.51	6.68	7.70	1.49
		平均	"	80.72	2.47	1.54	1.55	6.05	7.81	1.41
		平均	"	81.85	2.27	1.41	0.93	5.54	8.15	1.28
		平均	"	80.82	2.48	1.56	1.33	6.09	7.89	1.39
	2 SMS添加	上中下	"	78.13	2.65	1.55	0.73	6.31	10.78	1.40
		平均	"	77.69	2.52	1.52	1.05	6.19	11.04	1.58
		平均	"	79.66	2.26	1.48	1.12	5.69	9.86	1.48
		平均	"	78.49	2.47	1.55	0.96	6.05	10.55	1.48
	3 無添加	上中下	"	81.14	2.19	1.43	1.23	6.25	7.80	1.30
		平均	"	80.95	2.39	1.50	1.44	6.03	7.75	1.52
平均		"	80.96	2.49	1.57	1.61	5.94	7.69	1.35	
平均		"	81.02	2.34	1.51	1.44	6.07	7.73	1.40	
4 同上	上中下	"	78.87	2.38	1.68	1.00	6.44	9.96	1.36	
	平均	"	78.32	2.77	1.84	1.11	6.16	10.44	1.20	
	平均	"	77.86	2.42	1.69	0.91	6.69	10.70	1.40	
	平均	"	78.35	2.52	1.74	1.02	6.43	10.36	1.32	
C-1			"	79.82	2.81	1.65	1.40	6.00	8.92	1.06
C-2 SMS添加			"	78.26	2.80	1.51	1.18	6.44	9.94	1.38
実験III	1 イネ科草無添加	上中下	原料草	81.33	3.46	—	0.90	5.12	7.77	1.42
		平均	サイレージ	80.95	3.15	—	1.58	5.93	6.94	1.45
		平均	"	79.58	3.02	—	1.90	6.64	7.34	1.52
		平均	"	79.66	3.02	—	1.98	5.38	8.47	1.49
	2 同上	上中下	原料草	82.03	3.36	—	0.84	4.89	7.24	1.62
		平均	サイレージ	80.25	2.88	—	1.11	5.89	8.38	1.51
		平均	"	82.49	2.89	—	1.43	6.08	5.76	1.35
		平均	"	81.87	3.07	—	1.28	6.27	5.85	1.44
	3 マメ科草	上中下	原料草	79.31	5.37	—	0.81	5.49	7.77	1.25
		平均	サイレージ	81.00	3.31	—	1.24	5.87	7.12	1.46
平均		"	79.40	4.11	—	1.50	6.10	7.22	1.67	
平均		"	79.17	4.41	—	1.43	6.45	6.92	1.72	
			"	79.17	3.94	—	1.39	6.14	7.05	1.61

注) 実験Iの原物中の一般成分は掲載しなかった。

第6表 原料草とサイレージの一般組成の変化(乾物中%)

	サイロ番号	部 位	試 料	乾 物	粗蛋白	純蛋白	粗脂肪	粗繊維	N F E	粗灰分
実 験 I	1 イネ科草 S M S	上	原料草 サイレージ	22.70	14.59	—	4.48	25.80	48.04	7.09
		中		19.85	14.63	—	5.12	25.73	46.23	8.29
		下		22.70	14.59	—	4.48	25.80	48.04	7.09
		平均		20.85	14.48	—	5.83	25.84	46.23	7.62
				17.58	14.99	—	4.23	24.47	47.63	8.68
				19.64	15.07	—	5.44	25.92	46.56	7.01
	2 イネ科草 無添加	上	"	38.13	10.37	—	3.36	31.70	48.69	5.87
		中		25.76	11.69	—	4.27	35.74	41.78	6.51
		下		14.53	14.95	—	4.90	26.58	44.67	8.90
		平均		15.81	14.33	—	6.88	31.35	39.01	8.43
				18.97	14.74	—	4.53	27.86	45.17	7.70
				17.44	15.63	—	8.00	28.14	40.91	7.31
3 マメ科草 無添加	上	"	26.77	19.18	—	4.69	23.28	43.76	9.09	
	中		22.05	22.29	—	7.57	25.76	37.46	6.98	
	下		17.01	21.10	—	5.23	20.50	44.64	8.53	
	平均		18.19	22.75	—	7.12	33.36	38.20	8.57	
			19.77	17.75	—	4.98	25.48	43.13	8.66	
			18.09	18.62	—	6.55	26.79	39.13	8.91	
4 同 上	上	"	26.77	19.18	—	4.69	23.28	43.76	9.09	
	中		17.04	22.29	—	5.63	22.95	39.92	9.21	
	下		17.32	18.83	—	5.88	20.13	45.45	9.71	
	平均		14.47	20.82	—	6.58	21.78	41.87	8.95	
			14.04	18.72	—	5.35	20.42	47.29	8.22	
			13.72	22.13	—	6.95	24.05	37.51	9.36	
実 験 II	1 無添加	上	"	20.93	15.26	13.77	4.52	29.46	44.23	6.53
		中		20.09	13.61	8.49	7.48	33.25	38.30	7.39
		下		21.10	14.51	12.15	4.90	31.64	42.15	6.80
		平均		19.29	12.75	7.95	8.04	31.41	40.49	7.33
				20.91	14.41	12.89	4.34	27.40	47.65	6.20
				18.16	12.47	7.94	5.12	30.50	44.87	7.04
	2 S M S 添 加	上	"	21.25	12.76	12.37	3.65	27.91	49.91	5.77
		中		21.87	12.13	7.08	3.35	28.87	49.27	6.39
		下		22.02	13.74	11.75	3.59	25.99	49.57	7.11
		平均		22.32	11.19	6.78	4.65	27.70	49.48	6.99
				21.62	12.46	11.37	4.34	27.14	50.33	5.73
				20.35	10.99	7.72	5.45	27.88	48.45	7.23
3 無添加	上	"	21.39	12.76	12.37	3.65	27.91	49.91	5.77	
	中		18.86	11.62	7.81	6.79	33.07	41.36	7.17	
	下		22.02	13.74	11.75	3.59	25.99	49.57	7.11	
	平均		18.82	12.53	7.88	7.57	31.73	40.68	7.99	
			20.90	12.68	10.73	3.72	29.31	48.08	6.21	
			19.05	12.94	8.23	8.48	31.21	40.29	7.09	
4 無添加	上	"	21.39	13.06	11.62	3.65	27.74	49.19	6.36	
	中		18.98	12.36	7.97	7.61	32.00	40.78	7.41	
	下		21.60	12.40	10.46	3.70	28.33	49.40	6.17	
	平均		21.14	11.27	7.95	4.74	30.47	47.10	6.41	
			22.45	12.08	11.37	3.24	29.30	49.78	5.60	
			21.68	12.77	8.49	5.13	28.40	48.16	5.54	
	21.32	11.55	11.23	3.46	30.10	48.76	6.13			
	22.15	10.90	7.61	4.33	30.18	48.30	6.29			
	21.79	12.01	11.02	3.47	29.24	49.31	5.97			
	21.65	11.65	8.01	4.73	29.68	47.85	6.08			

	サイロ番号	部 位	試 料	乾 物	粗蛋白	純蛋白	粗脂肪	粗繊維	N F E	粗灰分
実 験 Ⅲ	C - 1 C - 2 S M S		原 料 草	20.91	14.26	12.78	4.00	26.35	48.00	7.39
			サイレージ	20.18	13.91	8.20	6.94	29.77	44.22	5.23
			"	22.32	13.49	12.81	3.37	27.38	48.53	7.12
			"	21.74	12.86	6.94	5.42	29.64	45.73	6.34
	1 イネ科草	上 中 下 平 均	原 料 草	18.67	18.56	—	4.81	27.36	41.67	7.60
			サイレージ	19.40	16.53	—	8.28	31.29	36.33	7.57
			"	20.42	14.77	—	9.29	32.51	35.95	7.48
			"	20.33	14.85	—	9.74	26.45	41.67	7.27
	2 同 上	上 中 下 平 均	原 料 草	17.97	18.71	—	4.67	27.21	40.30	9.11
			サイレージ	18.25	14.61	—	5.62	29.73	42.43	7.61
			"	17.51	16.48	—	8.14	33.12	34.53	7.23
			"	18.12	16.94	—	7.08	34.60	33.83	7.55
3 マメ科草	上 中 下 平 均	原 料 草	20.69	21.95	—	3.91	26.52	41.60	6.02	
		サイレージ	19.00	17.86	—	6.55	30.76	37.14	7.69	
		"	20.60	19.96	—	7.32	29.58	35.02	8.12	
		"	20.83	22.19	—	6.83	30.94	32.80	8.24	
"	"	"	20.15	19.67	—	6.90	30.43	34.99	8.01	

第7表 サイレージの一般成分回収率 (%)

	種 類	部 位	原 物	乾 物	粗蛋白	純蛋白	粗脂肪	粗繊維	N F E	粗灰分
実 験 Ⅰ	1 イネ科草SMS	上 中 下 平 均	98.2	84.0	84.2	—	96.0	83.7	80.8	98.1
			96.0	86.2	86.1	—	112.3	86.3	82.5	92.5
			78.2	87.5	87.9	—	112.2	92.5	85.5	70.7
			90.8	85.9	86.1	—	106.9	87.6	82.9	87.1
	2 イネ科草無	上 中 下 平 均	115.2	83.8	94.4	—	109.9	94.5	72.0	92.7
			69.2	75.5	72.2	—	106.9	89.0	66.0	71.4
			104.6	84.5	90.5	—	152.2	86.1	77.3	81.0
			99.7	81.2	85.7	—	123.0	89.8	71.7	81.7
	3 マメ科草無	上 中 下 平 均	98.5	81.0	94.2	—	131.0	89.5	69.4	62.3
			80.4	84.5	92.8	—	117.4	97.9	73.5	86.4
			101.2	92.6	97.1	—	122.0	97.2	84.0	95.3
			93.3	86.6	94.7	—	123.5	94.9	75.6	81.4
4 同 上	上 中 下 平 均	87.5	75.5	92.0	—	84.1	73.9	65.4	98.8	
		92.6	71.4	79.0	—	79.8	77.2	65.7	65.8	
		84.4	82.5	97.5	—	107.2	97.2	65.4	94.0	
		88.1	76.5	89.5	—	90.4	82.8	65.6	86.2	
I 平 均	上 中 下 平 均	99.9	81.1	91.2	—	105.2	85.4	71.9	88.0	
		84.6	79.4	82.5	—	104.1	87.6	71.9	79.0	
		a c					a	a b		
		92.1	86.8	93.2	—	123.4	93.2	78.1	85.2	
			—	110.9	88.7	74.0	80.7			
実 験 Ⅲ	1 無	上 中 下 平 均	86.8	83.4	74.2	51.3	137.6	94.0	72.3	94.3
			98.5	90.1	78.9	58.9	147.8	89.4	85.3	96.9
			100.4	87.2	75.1	53.4	101.8	96.6	81.8	98.6
			95.2	86.8	76.1	54.5	129.0	93.3	79.7	96.6
	2 SMS	上 中 下 平 均	85.8	84.2	71.9	54.5	75.1	92.4	85.7	73.8
			104.0	94.5	75.5	58.4	116.8	99.3	96.3	92.1
			103.1	95.3	85.5	66.4	121.8	99.7	93.4	92.4
			97.6	91.3	77.3	59.6	104.5	97.1	91.8	86.0
	3 無	上 中 下 平 均	85.5	75.3	68.5	47.6	140.0	89.2	62.1	96.6
			93.2	80.5	73.5	53.7	169.6	96.9	66.1	90.6
			94.7	86.3	88.0	66.1	195.8	91.8	72.4	98.4
			91.1	80.7	76.7	55.8	168.6	92.0	66.8	95.2

	種 類	部 位	原 物		乾 物		粗蛋白	純蛋白	粗脂肪	粗繊維	粗灰分	
実 験	4 無	上	95.8	93.8	85.1	71.3	119.9	95.5	92.2	97.1		
		中	88.0	84.5	89.8	63.7	134.5	82.4	82.2	86.4		
		下	92.1	95.8	94.5	64.8	119.9	96.0	93.9	98.3		
	平均	91.9	91.5	89.8	66.4	124.7	91.4	88.9	94.1			
	C-1 C-2		75.2	72.5	72.5	46.4	136.3	80.1	66.4	52.2		
			82.3	79.3	74.7	43.8	118.5	89.0	76.4	56.5		
	平 均	上	88.5	84.2	74.9	56.2	118.1	92.9	78.1	90.5		
		中	95.9	87.4	79.4	58.7	142.2	92.0	82.5	91.5		
		下	97.6	91.1 <sup>a</sup>	85.8 <sup>a b</sup>	62.7	134.8	96.0	85.4 <sup>a</sup>	96.9		
	平均	94.0	87.6	80.0	59.2	131.7	93.6	82.0	93.0			
Ⅲ	1 イネ科草	上	95.9	97.9	87.0	—	168.2	111.5	85.7	97.3		
		中	91.7	100.2	80.0	—	192.4	118.9	86.6	98.5		
		下	88.7	96.5	77.5	—	196.0	93.1	96.6	92.0		
	平均	92.1	98.2	81.5	—	185.5	107.8	88.0	96.0			
	2 イネ科草	上	90.9	99.7	78.2	—	119.3	106.1	105.1	83.5		
		中	81.3	79.2	70.0	—	137.8	101.1	64.7	67.5		
下		109.7	110.7	98.2	—	168.1	140.6	92.8	91.7			
平均	94.0	96.5	82.1	—	141.8	117.0	87.6	80.9				
3 マメ科草	上	96.1	88.3	70.2	—	146.3	102.8	79.5	128.2			
	中	84.7	84.4	76.7	—	152.8	94.1	71.0	113.2			
	下	82.2	82.8	80.0	—	144.7	96.5	65.2	113.4			
平均	87.7	85.1	75.6	—	149.6	97.8	72.0	118.3				
Ⅲ	平 均	上	94.3	85.9	78.5	—	144.6 <sup>c</sup>	107.8	90.1	103.0		
		中	85.9	87.9 <sup>a b</sup>	75.6 <sup>a b</sup>	—	161.0 <sup>a</sup>	104.7	74.1	93.1		
		下	93.5	96.6	85.2	—	169.6	110.0	84.9	99.0		
平均	91.2	90.1	79.8	—	158.4	107.5	83.0	98.4				
全 平 均			91.8	86.7	82.9	59.2	133.7	96.6	79.7	90.7		

- 注) 1. C-1, C-2 の原物回収率は廃棄量を含み廃棄率はそれぞれ 8.5%, 4.5%であった。  
 2. 全平均乾物回収率 86.7%, イネ科平均 89.0%, マメ科平均 82.5%であった。  
 3. a Difference bottom-top significant  $p < 0.05$   
 b Difference bottom-middle significant  $p < 0.05$   
 c Difference middle-top significant  $p < 0.05$

第8表 サイレージ中の N 化合物の状況 (乾物中)

	種 類	部 位	含 有 率 (%)				VBN 粗蛋白	VBN + アミノ酸 粗蛋白	VBN + アミノ酸 粗蛋白	VBN 粗蛋白	純蛋白 粗蛋白
			粗蛋白	純蛋白	VBN	アミノ酸					
実 験	1 イネ科草 S M S	上	14.63	—	1.65	3.39	11.3%	23.2%	34.5%	2.1	65.5%
		中	14.48	—	1.61	3.57	11.2	24.8	36.0	2.3	64.0
		下	15.07	—	1.38	3.01	9.1	20.0	29.2	2.2	70.8
	平均	14.73	—	1.54	3.33	10.5	22.6	33.1	2.2	66.9	
	2 イネ科草 無	上	11.73	—	1.34	3.06	11.3	26.3	37.6	2.4	62.4
		中	14.33	—	1.71	4.97	12.1	35.0	47.0	3.1	53.0
下		15.63	—	1.68	4.22	10.7	26.9	37.7	2.6	62.3	
平均	14.33	—	1.58	4.08	11.4	29.4	40.8	2.7	59.2		
Ⅰ	3 マメ科草 無	上	22.28	—	3.00	7.03	23.5	31.7	45.2	2.4	54.8
		中	22.75	—	1.86	8.07	8.4	35.4	43.6	4.4	56.4
		下	18.62	—	1.83	5.24	9.9	28.2	33.6	2.9	66.4
平均	21.22	—	2.23	6.79	10.5	32.0	42.5	3.1	57.5		

	種類	部位	含有率 (%)				VBN 粗蛋白	アミノ酸 粗蛋白	VBN + アミノ酸 粗蛋白	アミノ酸 VBN	純蛋白 粗蛋白
			粗蛋白質	純蛋白質	VBN	アミノ酸					
	4 マメ科草 無	上中下	22.30	—	2.69	4.55	12.1%	20.5%	32.6%	1.7	67.4%
		平均	20.82	—	1.90	4.65	9.1	22.4	31.5	2.5	68.5
		平均	22.13	—	1.86	4.46	8.4	20.2	28.6	2.5	71.4
	平均	上中下	21.69	—	2.21	4.58	10.2	21.1	31.3	2.1	68.7
		平均	17.74	—	2.17	4.51	14.5	25.4	39.9	2.2	60.1
		平均	13.12	—	1.77	5.31	10.2	29.4	39.6	3.1	60.4
実験 II	1 無	上中下	17.86	—	1.69	4.23	9.5	23.8	33.3	2.5	66.7
		平均	13.60	8.48	1.52	3.58	11.5	26.3	37.8	2.2	62.4
		平均	12.74	7.95	1.33	5.05	10.5	39.8	50.3	3.8	62.6
	2 SMS	上中下	12.47	7.94	1.68	4.91	13.5	39.3	52.8	2.9	63.7
		平均	12.94	8.12	1.55	4.51	12.0	34.8	46.8	2.9	63.0
		平均	12.13	7.08	0.32	3.64	2.6	30.0	32.6	11.5	58.4
	4 無	上中下	11.19	6.77	0.08	4.80	0.7	42.9	43.6	61.0	60.6
		平均	10.99	7.22	0.13	4.79	1.1	43.5	44.6	40.2	65.8
		平均	11.44	7.02	0.18	4.41	1.6	38.6	40.2	24.0	61.3
	平均	上中下	11.61	7.80	1.63	5.23	14.0	45.1	59.1	3.2	67.4
		平均	12.53	7.88	1.35	2.70	10.8	21.5	32.3	2.0	63.0
		平均	12.98	9.23	1.33	4.13	10.3	32.0	42.3	3.1	63.6
C-1 C-2	上中下	13.36	7.97	1.43	4.02	11.6	32.5	44.1	2.8	64.5	
	平均	12.45	7.78	1.16	4.15	7.4	33.8	41.2	5.7	62.7	
	平均	12.15	7.53	0.92	4.18	7.3	34.7	42.0	22.3	62.1	
実験 III	1 イネ科草	上中下	12.15	7.80	1.05	4.61	8.3	38.3	46.6	15.4	64.4
		平均	13.91	8.20	1.59	3.89	11.4	28.0	39.4	2.4	59.0
		平均	12.86	6.94	1.22	4.43	9.5	34.6	44.1	3.6	54.0
	2 イネ科草	上中下	16.53	—	1.95	3.67	12.1	22.1	34.2	2.0	65.8
		平均	14.77	—	2.07	3.52	14.0	23.8	37.8	1.8	62.2
		平均	14.85	—	1.10	3.77	7.4	25.6	33.0	3.5	67.0
	3 マメ科草	上中下	15.38	—	1.71	3.68	11.1	23.9	35.0	2.2	65.0
		平均	14.61	—	1.64	4.39	11.3	30.2	41.5	2.7	58.5
		平均	16.48	—	2.27	4.35	13.8	26.6	40.4	2.0	59.6
	平均	上中下	16.94	—	1.45	3.67	8.8	22.0	30.8	2.6	69.2
		平均	16.01	—	1.75	4.12	10.9	25.7	36.6	2.4	63.4
		平均	17.86	—	1.65	5.52	9.2	30.8	40.0	3.3	60.0
平均	上中下	19.96	—	1.53	4.50	7.4	22.6	30.0	3.0	70.0	
	平均	22.19	—	1.47	4.92	6.9	23.3	30.2	3.4	69.8	
	平均	19.67	—	1.55	4.91	7.6	25.0	32.6	3.3	67.3	
平均	上中下	16.33	—	1.75	4.53	10.9	27.7	38.6	2.7	61.4	
	平均	17.07	—	1.95	4.13	11.7	24.3	36.1	2.3	63.9	
	平均	18.00	—	1.34	4.12	7.7	23.6	31.3	3.2	68.7	

注) 1. VBN (揮発性塩基) アミノ酸含量は蛋白質として表示した。

2. VBN+アミノ酸/蛋白質 (%) を 100% から差引いたものが純蛋白質である。

I の分を掲載しなかったが、実験 II および III を示せば第 5 表のとおりである。

しかし原料草とサイレージの一般組成分の差を検討する場合、原物比較では水分含量の差のみが強調されるので、水分含量と乾物中の組成分の比較を第 6 表に併載した。

水分含量は原料草によって変異が大きく、実験 I のイネ科主体 1 番草では 77~82 平均 79% の

ものと 62~85 平均 76% のものがサイレージでは 80~82% となって、サイレージ化によって水分含量が多くなることが認められた。

これは酸酵による水分生成に基因するもので酸酵度の異なるほどその生成量は大きいことがうかがわれる。マメ科主体 2 番草は予想外に水分含量は多くなく 78~82% 程度で、出穂期のイネ科 1 番草とほとんど同様の水分であった。そのサイレ

第9表 サイレージ中の有機酸組成(乾物中)

サイロ 番号	部 位	乾物 100 g 当滴定数 (cc)			比 率		滴 定 酸 量		比色法	比	
		揮発酸	不揮発酸	総 酸	揮発酸	不揮発酸	酢 酸	乳 酸	乳 酸	酢 乳	
実 験 I	1 イネ科草 SMS 平均	上	293	742	1035	28	72	1.76	6.63	2.07	22:78
		中	282	906	1188	24	76	1.69	8.15	2.61	18:82
		下	202	819	1022	20	80	1.21	7.38	2.06	14:86
	2 イネ科草 無 平均	上	661	463	1124	58	42	3.97	4.16	4.95	49:51
		中	650	662	1313	50	50	3.90	5.96	5.52	39:61
		下	795	837	1633	49	51	4.77	7.53	8.96	39:61
	3 マメ科草 無 平均	上	475	1048	1523	31	69	2.85	9.44	4.69	23:77
		中	563	1206	1770	32	68	3.38	10.85	6.42	24:76
		下	393	1442	1834	22	78	2.36	12.97	9.33	15:85
	4 マメ科草 無 平均	上	603	1273	1875	32	68	3.61	11.46	14.36	17:83
		中	533	1753	2290	24	76	3.19	15.82	14.97	24:76
		下	557	1725	2282	24	76	3.34	15.53	—	18:82
平均	上	508	881	1389	37	63	3.05	7.93	3.90	28:72	
	中	507	1132	1639	31	69	3.04	10.19	4.85	23:77	
	下	487	1206	1693	29	71	2.92	10.85	6.78	21:79	
実 験 II	1 無 平均	上	668	1111	1779	38	62	4.00	10.00	10.35	29:71
		中	717	1335	2052	35	65	4.30	12.01	11.32	26:74
		下	853	1042	1895	45	55	5.12	9.38	11.18	35:65
	2 SMS 平均	上	731	935	1666	43	56	4.34	8.42	2.90	34:66
		中	474	1018	1493	32	68	2.85	9.16	2.89	24:76
		下	383	1106	1489	25	74	2.30	8.02	3.19	22:78
	4 無 平均	上	626	928	1554	40	60	3.75	8.75	9.08	31:69
		中	450	1564	2014	22	78	2.70	14.08	13.80	16:84
		下	483	1679	2162	22	78	2.68	15.11	13.30	15:85
	平均	上	675	991	1666	40	60	4.04	9.92	7.44	31:69
		中	547	1306	1853	30	70	3.28	11.75	9.34	22:78
		下	573	1276	1849	30	70	3.37	10.84	9.22	24:76
実 験 III	C-1 C-2		426	1043	1469	29	71	2.56	9.39	9.90	21:79
			188	766	954	20	80	1.13	6.89	1.52	14:86
	1 イネ科草 平均	上	781	749	1530	52	48	4.69	6.74	8.36	44:56
		中	627	520	1147	54	46	3.16	4.67	4.52	39:61
		下	433	1111	1544	28	72	2.59	10.00	12.02	20:80
	2 イネ科草 平均	上	613	793	1406	44	56	3.68	7.14	8.30	34:66
		中	335	839	1174	28	72	2.00	9.45	10.34	17:83
		下	733	600	1333	55	45	4.39	5.40	2.92	45:55
	3 マメ科草 平均	上	366	1142	1508	24	76	2.19	10.28	13.79	17:83
		中	471	943	1414	33	67	2.83	8.49	9.15	25:75
		下	530	1245	1775	29	71	3.18	11.20	12.80	25:75
	平均	上	477	1044	1521	31	69	2.86	9.90	9.93	23:77
中		872	750	1622	52	48	5.23	6.75	5.87	44:56	
下		625	993	1618	39	61	3.75	8.94	9.33	30:70	
平均	上	548	944	1493	36	64	3.29	9.13	10.50	29:71	
	中	612	731	1334	47	53	3.47	6.66	5.79	36:64	
	下	557	1003	1558	35	65	3.34	9.01	10.56	27:73	

第10表 サイレージ排液成分および排液成分量

区 分	項 目	単 位	サイ レージ	
			C-1	C-2
排 液 成 分	pH		3.88	4.8
	総揮発性塩基	cc	427	267
	アミノ酸	"	46	33
	揮発性酸	"	73	80
	揮発性酸	"	93	67
	不揮発性酸	"	257	120
	糖	%	0.04	1.83
	乾有機物	"	5.65	7.66
	有機物	"	4.68	5.88
	灰分	"	1.60	1.78
粗蛋白質	"	1.27	2.08	
純蛋白質	"	0.11	0.17	
排 液 成 分 量	排液量	kg	165	107
	糖	g	256	1,958
	干有機物	"	10,022	8,196
	有機物	"	8,203	6,291
	灰分	"	1,819	1,905
	粗蛋白質	"	2,617	2,226
埋 蔵 量 に 対 する	乾有機物	%	6.9	5.3
	有機物	"	6.1	4.4
	灰分	"	17.2	13.5
	粗蛋白質	"	13.0	10.3
乾 物 損 失 率	純蛋白質	"	0.6	0.9
	top spoilage		8.5	4.5
	seepage		6.9	5.3
	gaseous total		12.1	10.9
			27.5	20.7

ージ化によって80～85%の水分含量を示し、その醗酵による水分生成が多いことがうかがわれる。一方イネ科草に対してSMSの添加による醗酵抑制の結果サイレージの水分増量の少ないことが認められた。

実験IIのイネ科草でも78～79%の水分のものがサイレージ化によって79～81%の水分を示し、実験Iよりその差は少なかった。とくにSMS処理によって水分生成量は著しく少なかった。

実験IIIではイネ科主体草は水分81～82%のものがサイレージ80～82%と原料草とサイレージとの間に差がなく、マメ科1番草では原料草、

サイレージとも水分79%程度でこれも差がなかった。

このように草種による差異はあまりないが、年度によってサイレージ化による水分増量が顕著であるが、これはあるいは調製機械の差か年度の気候条件の差が考えられる。

これらの成績は水分含量の多い(80%以上)サイレージは組織結合水分ならびに醗酵生成水分の洩出損失が大きいとする従来の報告<sup>10)</sup>とは様相が少々異なっているが、必ずしもdirect-cut silageによる水分過剰性はみられなかった。

粗蛋白質含量の原料草とサイレージの差は実験Iでは顕著に増量し、とくにマメ科主体草でその差は大きい。実験IIやIIIではサイレージ中の粗蛋白質含量は低下するようである。この傾向はとくにSMSを添加しても変化しないことから添加物によって改変されるものでないと思われ、しいてその理由を考察すればharvester利用によって可溶性蛋白質含有汁液の飛散によるものであろう。そのほか洩汁排出液によるものと揮発性塩基化による揮散損失なども考えられるようである。

粗脂肪含量の原料草とサイレージの変化は草種、年度、部位に関係なくサイレージ化によって増量する。しかしSMS処理による粗脂肪の増量が少ないのは醗酵抑制の結果であって、粗脂肪増量の程度は醗酵度に比例するものと思われ。この増量は糖分の醗酵によって脂肪酸が生成されたことによるものである。

粗繊維含量も草種、年度、部位に関係なく原料草よりサイレージ含量の方が多。これは水分含量がサイレージ化によって多くなったサイレージに多く観察されたが、可溶無窒素など総乾物量の低下による相対的な増量と思われる。従って繊維量の変動は原料草とサイレージでは認められる程度のものはないということである。

可溶無窒素物量も草種、年度、部位に関係なく、原料草よりサイレージ中で顕著な低下が認められ、これは醗酵度の高いサイレージにとくに明瞭な差異を示し、この醗酵産物が粗脂肪として表示されるため、粗脂肪と負の相関関係を示す。このことはSMS処理の醗酵抑制によって、可溶無

第11表 供試羊の採食量と排糞量(日量g)

供試羊	C-1 サイレージ		C-2 (SMS) サイレージ	
	採食サイレージ	排糞量	採食サイレージ	排糞量
A	6,229	1,950	4,529	993
B	4,236	814	5,429	1,171

第12表 小型試験両サイレージの消化試験飼料および糞成分(原物中%)

区 分	乾物	粗蛋白	純蛋白	粗脂肪	粗繊維	NFE	粗灰分	DCP	TDN
C-1サイレージ	21.86	3.04	1.79	1.52	6.49	9.67	1.14	1.93	14.13
C-2サイレージ	23.33	3.00	1.62	1.26	6.92	10.67	1.48	2.03	15.30
C-1-A 糞	26.68	3.40	3.15	1.46	7.38	13.25	1.19	—	—
C-1-B 糞	45.60	6.03	5.55	1.85	11.57	21.99	4.16	—	—
C-2-A 糞	38.21	4.52	4.14	2.17	10.39	18.06	3.06	—	—
C-2-B 糞	35.81	4.33	4.00	3.29	9.09	16.22	2.88	—	—

第13表 小型試験サイレージの平均消化率

区 分	供試率	乾物	粗蛋白	純蛋白	粗脂肪	粗繊維	NFE
C-1 無添加	A	61.8	65.1	44.6	69.7	64.4	57.0
	B	59.9	62.0	40.5	76.5	65.8	56.2
	平均	60.9	63.6	42.6	73.1	65.1	56.6
C-2 SMS	A	64.1	66.9	44.1	62.3	67.1	62.9
	B	66.9	68.7	46.8	44.0	71.8	67.2
	平均	65.6	67.8	45.5	53.2	69.5	65.1

窒素物の減少度が顕著に低いことからよく考察されるところである。この可溶無窒素物のうち糖分が醗酵に利用されることは前述の糖分の変化から肯定された。

粗灰分は原料草とサイレージ間に明瞭な差異が認められず、同程度か、やや増量の傾向がみられた。このことは粗繊維とともに変動の少ない成分の一つで、可溶無窒素物の低下による相対的増量とみてよい。

このように原料草とサイレージ間に組成成分の含量変化がわずかに認められるが、乾物含量には高水分原料草でない限り認められないようである。従ってこれらの変化から飼料価値を推定することは困難である。

### 3) サイレージの一般成分回収率(損失率)

第7表に各サイロ上, 中, 下別の回収率を掲載した。

この回収率は原料の重量と組成成分の相乗とサイレージ重量とその組成成分の相乗との百分比であって、醗酵損失および排出液損失を差引いたものである。損失率を計算する場合にはこのほかに top spoilage を含めて総称しているのであるが、top spoilage はビニールフィルムの使用や上部加圧によって、ほとんど0にまで下げうるために、bury-bag method では含めていない。

一般に称している損失率はここでのべている回収率を100%から差引いた数値である。

また一般に回収率(または逆に損失率)を論ずる場合、乾物のそれで代表する機会が多い。従って以下の回収率もこれで論及した。

イネ科主体草に比し、マメ科主体草は明らかに回収率が低い(損失率は高い)。

3カ年を平均した全サイロの平均回収率は86.7%であって、イネ科主体草平均89%、マメ科主



本草 82.5% であった。これはマメ科草の水分過多、組織結合水の易洩出性と易醗酵性によるものと考えられる。なお forage harvester による2カ年の方が回収率は silage cutter 切り込み時より高かった。

top spoilage を評価するために、小型試験サイロ (C-1, C-2) で測定したが、材料を消化試験に供用の都合上翌年5月(埋蔵10ヵ月後)に開封し、さらに小型地上式サイロのため冬季凍結の悪条件がわざわざいて、その廃棄量は8.5%、4.5%と高かった。大型サイロでは一般には2~3%であって、少なくとも5%以下に比すると、top spoilage の評価には適しなかった。従ってこの top spoilage を高目に見て5%として計算すると、direct-cut silage の真の回収率は81.7%であり、従って損失率は18.3%であった。これは VIRTANEN の排出液のないサイレージの20%、米国の数カ年の平均17%の間であったことから direct-cut silage の損失率に対する危惧も左程大きくはないと思われた。

本試験の小型試験サイロの真の乾物回収率は72.5%、79.3%であるので、損失率として27.5%、20.5%であって、大型サイロに比較すると平均2~3割は多かった。

各組成分の回収率は乾物中の各組成分の変化と同様の傾向を示し、粗脂肪が増量し、粗繊維、粗灰分はあまり変化なく、粗蛋白質は乾物より少なく、可溶無窒素物の回収率は最も少なかった。実験IIのみ純蛋白質の回収率をみたが、59.2%で最低であったが、これは蛋白質分解が行なわれた証拠である。

#### 4) サイレージ中の窒素化合物の状況

第8表に乾物中の揮発性塩基量、アミノ酸含量を蛋白質として表示し、粗蛋白質中の百分比を併載した。

原物中では含量の変化が不明瞭なので、乾物中の%であらわした。イネ科草に比し、マメ科草の方が揮発性塩基窒素は高かったが(実験I)、実験IIIでは低かった。

SMS 処理によって実験Iでは低減効果は認められなかったが、実験IIでは顕著な効果が認め

られた。各サイロとも上部に高く、下部に低かったことから SMS 処理の上部散布効果が考察された。

また揮発性塩基含量の年次変化は認められなかった(イネ科草1.5~1.7%)。アミノ酸含量はマメ科草が多く(4.6~6.8%)、イネ科草はやや少なかった(4.0~4.5%)。このためアミノ酸と揮発性塩基の比は2.5~3:1となったが、SMS の効果のあった実験IIではSMSサイレージのそれは24:1を示した。

粗蛋白質中の揮発性塩基含有率は草種、年次に関係なく10%程度であり、SMS 処理効果のあった実験IIでは1.6%となった。

粗蛋白質中のアミノ酸含有率は年次によって異なり、実験Iは20~30%、実験II 35%内外、実験III 25%内外であった。

粗蛋白質含量は揮発性塩基、アミノ酸、純蛋白質の総和であるので、実験I, III では純蛋白質を分析せず、揮発性塩基、アミノ酸の和と100%の差から算出したが、実験IIでは純蛋白質を分析し、算出値と比較したがよく一致した。

純蛋白質の粗蛋白質に対する割合は草種、年次に関係なく65%内外であった。

SMS 処理による純蛋白質からの分解抑制が定説となっているが、この意味はアミノ酸への変成は高められても、塩基までの分解が防止されるということである。

#### 5) サイレージ中の有機酸組成

サイレージ乾物中の有機酸含量を第9表に掲載した。

サイレージ原物中の N/10 NaOH, N/10 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> の滴定数であらわし、その揮発酸と不揮発酸の比と滴定数から揮発酸を醋酸に不揮発酸を乳酸に換算したものの比を併載した。さらに換算乳酸と比色法による乳酸量を比較した。

滴定数の比によると実験Iのイネ科草はSMS 添加によって酸組成が著しく改善されたが、マメ科草は無添加でも良好であった。実験IIのSMS の蛋白分解防止に卓効を奏したものの酸組成は2つのイネ科草添加区の間であった。実験IIIでは実験IIのSMS 処理区と同程度であった。10

本のサイロのうち実験 I, III に 1 本ずつ酸組成の優でないものがあつた。しかし乳酸と醋酸の換算比をみると、いずれも優良の部に属した。

醋酸生成量をみると、乾物中無処理区は 2.6 ~ 4.5 % 平均 3.43 % に対し、SMS 処理区は 1.1 ~ 3.2 % 平均 2.0 % であつて草種に関係なかつた。乳酸量は SMS 添加の効果はなく、マメ科草平均 11.48 %、イネ科草平均 8.86 % であり、乳酸生成上マメ科草の方が容易であつた。なお換算乳酸量は比色乳酸量と SMS 処理区を除いて大体一致した。SMS 処理区は硫酸根が不揮発酸として定量されるため、比色法の乳酸量とは一致しなかつた。

ともかく direct-cut silage を無添加処理で調製しても優良な品質のものが仕上がる事が認められた。

#### 6) 小型サイロにおける排液成分と損失率

サイレージの全損失率を正確に把握するために無処理区と SMS 区とを比較した。そのときの小型サイロの排液成分量は第 10 表のとおりである。これらの結果から乾物損失率をみると、無処理区 27.5 %、SMS 区 20.7 % でそのうち top spoilage がそれぞれ 8.5 %、4.5 %、seepage 6.9 %、5.3 %、gaseous 12.1 %、10.9 % であつて、SMS 添加の効果は醗酵損失よりも上部廃棄量による方が大きく、この差が SMS 処理の差の大部分である。従つてこれはビニール被覆、重石などの利用によつて、SMS の利用価値を低減させうる余地のあることを示唆したものである。

#### 7) 小型試験サイレージの消化率

小型試験サイロ C-1 (無添加)、C-2 (SMS 添加) の消化試験結果が第 11 表から第 13 表までに示されている。

これによると、乾物消化率で C-1 60.9 %、C-2 65.6 % で、SMS 添加の方が良好であつた。その結果 DCP、TDN を計算すると、C-1 DCP 1.93、TDN 14.13、C-2 DCP 2.03、TDN 15.30 であつた。

## IV 考 察

根釧地方のように酪農が農業経営の支柱もしくは専業の可能性の強い地帯では多頭飼育がその企

業の本質上終局の形態になる必然性を有している。

酪農の多頭化を前提条件とする場合、飼料の生産確保はもちろんのことその調製貯蔵法の重要性は言をまたないところである。しかし近年世界的な風潮として農業労働力の供給不足をきたし、日本もその例外でありえなくなつた。従つて多頭化するなら飼料の大量調製へ、さらにそれが機械化調製技術の導入へと連なつたのである。ここで当然 forage harvester 利用の silage 調製による労力節減に注目され、その導入が経営に有利に展開するかどうか検討することが重要になってきた。

しかしこの forage harvester も種類が多く、予乾法が取り入れられる pick-up 方式のものや、予乾せず直接細切する direct-cut 方式のものがあり、近年の輸入は後者が多い。當場でもこの型の harvester の導入が行なわれたので、従来 silage 調製法として予乾、細切、加圧、添加物などの一連の調製法が指導されてきたが、この direct-cut 調製方式についての検討も必要となつた。

そこで本試験はこの direct-cut type forage harvester による割合高水分 silage の品質がどの程度にできるものであろうか、そして高水分 silage に卓効ありとする<sup>11)12)13)14)15)16)17)18)19)20)21)22)</sup> SMS 添加法と無添加法でどの程度の差を生ずるか、さらにマメ科主体草 silage とイネ科主体草 silage で調製法の差異が生ずるだろうかなどの諸点について解明しようとしたものである。

この silage の品質鑑定法として道内で草サイレージ試験の先鞭をつけた大原、三股、高野らはサイレージの外観調査、嗜好性、有機酸組成、原物中の養分組成などによつて判定しているが、本報では bury-bag method を採用し、その分析法として WOODMAN-FOREMAN の有機酸分析法、BARKER による比色法の乳酸分析から脂肪酸の生成や蛋白質分解状況を観察し、原料草とサイレージの乾物中の一般組成分の比較や乾物および一般成分の回収率(損失率)などからその総合判定によつて品質を評価しようとした。また小型サイロで損失率を調査して大型サイロと比較し、SMS 処理区と無添加区の消化率を比較したのである。

原料草の種類、マメ科主体草、イネ科主体草の差をみると、マメ科主体草は1番、2番草とも酸組成上優良な品質を保持した。従来マメ科草は粗蛋白質含量が可溶無窒素物に比較して少ないために、醗酵助成剤として糖分の補給添加をはからねば良好な silage を調製できぬとし、粗蛋白質含量の倍量以上になるよう糖質添加剤の利用を推奨されてきた<sup>14)</sup>。また高野ら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とした。

そこで本試験のマメ科草の可溶無窒素物と粗蛋白質との比をみると、マメ科2番草2.3、マメ科1番草1.9平均2.1であって、2番草は可溶無窒素物が多く、糖分の補給の必要性は考察されず、1番草でもその要は重視されない程度であった。このことがマメ科草はイネ科草より易醗酵性であって、醗酵酸量が多く、良質調製が容易なことから推察されたのである。水分含量も2番草は1番草より少なく、従って排出液による損失も少ない。しかしマメ科の組織結合水が滲出しやすいためか、イネ科草サイレージに比較して損失率が高いことから、マメ科1番草では予乾法が有効な手段となるだろう。とくにラデノクロバー混合マメ科草では予乾法は損失率を防止する重要な因子となると思われる。

高蛋白牧草であるマメ科草サイレージで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。しかし粗蛋白質に対する比率をみると、イネ科草サイレージと同様であり、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。

純蛋白質の比率は3例中1例が低かったが、これはアミノ酸の比率が高いためでこのアミノ酸の飼料価値は純蛋白と同様であるから(ALDERMAN<sup>2)</sup>)多量のアミノ酸形成は左程重要でないと思われる。

次に SMS 処理効果について考究すると、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顕著なもの、蛋白質分解抑制効果の顕著なものと同効果顕著なものなどがあった。揮発酸抑制効果、不揮発酸比率増加効

果があるが、この不揮発酸中には硫酸根が多く、真の乳酸はその1/2量であり、有機酸組成改善効果は高かった。ただし SMS silage は pH が高く 4.2~4.6 位の場合が多い。SMS の効果が持続する場合はよい添加剤であるが再醗酵する機会も多く、その場合酪酸生成が行なわれる。BARNETT<sup>15)</sup>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って高級揮発酸、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たことを勘案して注意を要する点である。

しかし SMS 効果の顕著な場合、揮発性塩基含量を最少にし、蛋白質分解抑制効果とともにアミノ酸増量効果も認められた。

醗酵排出の損失率だけみると、2カ年平均で SMS 処理区 11.4%、無処理 14.9% (3カ年平均では 10.9%) であり、小型サイロでは上部廃棄も含めて SMS 区 20.7%、無処理 27.5% で多かったが、これは小型試験のためであろう。これらの消化試験でもやや SMS 処理区が良好であった。

このように SMS 処理は高水分草調製に特異的な効果を發揮するが、全層散布するほど経済的効果は期待できず、上部利用や詰め込み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応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。

direct-cut silage の場合、その高水分原料草を供用するので、その排出液の多量が思考され、それによって損失率が高まるのが最も危惧される場所である。そこで本試験の成績全般から乾物損失率をみると、イネ科主体草、マメ科主体草平均 13.3% であった。

しかしこれは top spoilage が計算されていない。そこで小型サイロで試験すると、貯蔵期間も長く損失率が多くなり、top spoilage は 8.5~4.5% であった。これを 5% とみて前記損失率に加えた全損失率は大型サイロでは 18.3% となった。しかし大型サイロでは top spoilage は普通 2~3% であるので、これを加えると 15~16% とな

る。このように本試験の direct-cut silage の乾物損失率は 15～16%多くみて 18%代であった。

これを諸文献から引用すると、GORDON<sup>18)</sup> 非細切 28.9%、細切 27.4%、GORDON<sup>20)</sup> 予乾 10.8% direct-cut 14.9%、BROWN<sup>12)</sup> SMS 23.1%、糖蜜 26.6%、SHEPHERD<sup>13)</sup> 普通サイロ 17.3%、気密サイロ 9.5%、MURDOCH<sup>31)</sup> 無処理 21.5%、SMS 15.4%、MURDOCH<sup>32)</sup> 予乾 17.2%、glycollic acid 21.5%、MURDOCH<sup>34)</sup> 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。

これらの比較によって、本試験の direct-cut silage 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、決して遜色なくむしろすぐれていることを示している。

それでは酸組成ではどうかという点、乳酸と醋酸の比からいって 10本の大型サイロのうち 1～2良の部に属するものがあつたほかは全部優の部に入り、揮発性塩基などの蛋白分解度や損失率からみても劣質のものでないことを示したものである。

なお原料草とサイレージの組成上水分含量がサイレージ化によってわずかに上昇するが、認められる差ではなかった。しかも水分測定は Oven-drying 法によつたために、揮発性物質の揮発によりサイレージの水分は多目にでている（諸文献によるとこの量は 1%程度と思われる）ので、さらに乾物含量の差は少ないと思われ、損失の主因をなす排出液の防止と top spoilage の防止が乾物損失率を低減する重要な方途と思考された。

以上を考察して、根釧地方における direct-cut silage 調製法も出穂期、開花期の原料草やマメ科 2 番草では SMS 添加または無添加処理でも充分良質サイレージが調製されることが認められた。しかしイネ科若刈り調製の場合やマメ科単播草に関する調製法、さらには高水分原料草の調製に対する予乾法、添加物法については今後の問題として別報に譲りたい。

## V 摘 要

根釧地方で多頭酪農を主体とする場合、direct-

cut type の forage harvester の導入による大量調製が考えられ、従来指導された予乾、細切、添加物調製法と異なる方法についても検討の必要性が生じてきた。

従来の silage cutter や forage harvester による direct-cut silage を 3×6 m の field-scale silo に埋蔵し、bury-bag method によって、有機酸、窒素化合物、一般養分組成の変化、養分損失率および消化試験などからマメ科主体草とイネ科主体草の調製品質上の差異、SMS 添加法の効果と direct-cut silage の品質の程度を明らかにするため本試験を実施した。

マメ科主体草 silage は良質醗酵上炭水化物の不足もみられず、イネ科草より低 pH、易醗酵性で、醗酵酸量多く、乳酸形成が高かった。

揮発性塩基量は多いが、粗蛋白質量に対する比率はイネ科草と同じであり、乾物損失率も供試原料草ではやや劣る程度なので、無添加処理でも良質 silage が調製できることが認められた。

SMS 添加処理によって、揮発酸、揮発性塩基形成が抑制され、不揮発酸量は高かったが、乳酸量はその 1/2 量であった。しかし酸組成は良質であった。pH は高いが、乾物損失率では無処理 silage よりも低減でき、消化率も向上できたが、経済効果からみて悪条件の緩和策として利用すべきであると認めた。

本試験における silage cutter または forage harvester による direct-cut silage の品質は全部を平均すると、乳酸：醋酸=76：24、アミノ酸 4.37%、揮発性塩基 1.61%、その比 2.9：1 であり、乾物損失率は top spoilage 5% を含めて 18.3% であつて決して多くなかつた。しかしこの top spoilage 低減の余地は充分あつた。

これらのことから無添加 direct-cut silage 調製法でも、出穂期のイネ科主体草、開花期マメ科主体草、マメ科主体 2 番草を供用する場合、良質で、損失の少ない silage が調製しうることが明らかにされた。

従つて根釧地方の多頭飼育化に伴い、silage の大量調製のために direct-cut type の forage harvester を採用することは silage 品質上から考

えて妥当であると認めた。

### 文 献

- 1) ALDERMAN G., R. L. COWAN, J. W. BRATZLER & R. W. SWIFT, 1954; Some chemical characteristics of grass silage made with sodium metabisulfite. *J. Dairy Sci.* 37: 659.
- 2) ———, ———, ——— & ———, 1955; Some chemical characteristics of grass and legume silage made with sodium metabisulfite. *J. Dairy Sci.* 38: 805.
- 3) ARCHIBALD J. G., 1946; Studies in the chemistry of grass silage. *J. Agr. Research* 72: 277.
- 4) ———, 1953; Sugar and acids in grass silage. *J. Dairy Sci.* 36: 385.
- 5) ——— & J. W. KUZMESKI, 1954; Further observation on the composition of grass silage. *J. Dairy Sci.* 37: 1233.
- 6) ———, ——— & S. RUSSEL, 1960; Grass silage quality as affected by crop composition and by additives. *J. Dairy Sci.* 43: 1648.
- 7) BALCH C. C., J. C. MURDOCH & J. TURNER, 1955; The effect of chopping and lacerating before ensiling on the digestibility of silage by cows and steers. *J. Brit. Grassl. Soc.* 10: 326.
- 8) BARNETT A. J. G., 1954; Silage fermentation Academic Press Inc. New York.
- 9) BENDER C. B., H. H. TUCKER, W. C. KRUEGER, K. O. PFAU & A. S. FOX, 1936; Molasses hay silage. *J. Dairy Sci.* 19: 137.
- 10) ———, J. W. BARTLETT, H. H. TUCKER & J. MIXNER, 1937; Molasses grass silage as the sole roughage diet for milk production and growth of dairy animals. *J. Dairy Sci.* 20: 424.
- 11) BRATZLER J. W., R. L. COWAN & R. W. SWIFT, 1956; Grass silage preservation with sodium metabisulfite. *J. Animal Sci.* 15: 163.
- 12) BROWN W. O. & V. SMYTH, 1958; Losses in the conservation of grassland herbage as molassed and metabisulfite silage in lined trench silos. *J. Agr. Sci.* 50: 307.
- 13) COWAN R. L., J. W. BRATZLER, K. KECK, R. W. SWIFT, G. ALDERMAN & J. B. WASHKO, 1956; Further experiments with sodium bisulfite as a preservation for grass silage. *J. Animal Sci.* 15: 1188.
- 14) DAVIS W. M., G. H. BOTHAM, W. B. THOMPSON, 1937; Grass silage: A comparison of the changes involved in the ordinary molasses, and A. I. V. process. *J. Agr. Sci.* 27: 151.
- 15) DUFOUR L., R. P. NIEDERMEIER, C. E. ZEINER & J. W. CROWLEY, 1954; Sulfur dioxide as a preservative for high moisture legume silage. *J. Dairy Sci.* 37: 52.
- 16) GORDON C. H., H. G. WISEMAN, L. E. CAMPBELL, C. G. MELIN & H. M. IRVIN, 1954; The use of acidifying salts in high moisture hay crop silage. *J. Dairy Sci.* 37: 659.
- 17) ———, H. H. IRVIN, C. G. MELIN, H. G. WISEMAN & J. R. MCCALMONT, 1957; Some experiments in preservation of high moisture hay-crop silages. *J. Dairy Sci.* 40: 789.
- 18) ———, C. G. MELIN, H. G. WISEMAN, H. M. IRVIN & J. R. MCCALMONT, 1958; Chemical quality, nutrient preservation, and feeding value of silages stored in bunker silos. *J. Dairy Sci.* 41: 1738.
- 19) ———, H. G. WISEMAN, J. C. DERBYSHIRE, W. C. JACOBSON & D. T. BLACK, 1959; Effect on silage of chopping and bruising the forage. *J. Dairy Sci.* 42: 1394.
- 20) ———, E. A. KANE, J. C. DERBYSHIRE, W. C. JACOBSON & C. G. MELIN, 1959; Nutrient losses, quality, and feeding value of wilted and direct-cut orchardgrass stored in bunker and tower silos. *J. Dairy Sci.* 42: 1703.
- 21) HEGSTED D. M., F. W. QUACKENBUSH, W. H. PETERSON, G. BOHSTEDT, I. W. RUPEL & W. A. KING, 1939; A comparison of alfalfa silages prepared by the A. I. V. and molasses methods. *J. Dairy Sci.* 22: 489.
- 22) 菊地修二, 1955; クロバーサイレージの作り方と使い方. 畜産の研究第9巻第5号. 491.
- 23) MARTZ, F. A., C. H. NOLLER, D. L. HILL & M. W. CARTER, 1959; Intake and value for milk production of oat silages ensiled at three stages of maturity and preserved with sodium metabisulfite. *J. Dairy Sci.* 42: 1955.
- 24) MCCULLOUGH M. E., L. R. SISK & O. E. SELL, 1958; Influence of stage of maturity and of ground snap corn or sodium metabisulfite as preservatives on the feeding value of oat silages. *J. Dairy Sci.* 41: 796.
- 25) ———, ———, ———, A. R. STASCH & D. L. CASON, 1960; Influence of preservatives on the fermentation, nutrient recovery, and feeding value of alfalfa, starr millet, and cowpea and sudan grass silages. *J. Dairy Sci.* 43: 1826.
- 26) 三股正年, 高野信雄, 1956; 糖蜜添加サイレージの作り方, 畜産の研究, 第10巻第8号, 951.
- 27) ———, ———, 1956; 草サイレージの製造理論とその技術に関する研究, 特にビニールフィルム利用によるサイレージの調製ならびに道内生産サイレージの品質について, 北農試畜産部牧野研究室成績, モンサント化成工業株式会社
- 28) ———, ———, 1956; ビニール応用トレンチサイロの利用法, 畜産の研究, 第10巻, 第4号, 491~第5号623.
- 29) ———, ———, 1956; 新添加剤 SMS による草サイレージの作り方(1)(2), 畜産の研究, 第13巻第10

- 号～第11号。
- 30) MONROE C. F. & C. C. HAYDEN, 1936; Studies of A. I. V. silage I. Preparation and feeding. *J. Dairy Sci.* 19: 453.
- 31) MURDOCH J. C., M. C. HOLDSWORTH & M. WOOD, 1956; The chemical composition and loss of nutrients in silage made with the addition of sodium metabisulfite and halogenated acetate of glycol. *J. Brit. Grassl. Soc.* 11: 16.
- 32) ———, D. A. BALCH, M. C. HOLDSWORTH & M. WOOD, 1955; The effect of chopping, lacerating and wilting of herbage on the chemical composition of silage. *J. Brit. Grassl. Soc.* 10: 181.
- 33) ———, ———, A. S. FOOT & S. J. ROWLAND, 1955; The ensiling of lucerne with addition of formic and glycolic acids molasses and barley meal and wilting. *J. Brit. Grassl. Soc.* 10: 139.
- 34) ——— & M. C. HOLDSWORTH, 1958; The use of sodium metabisulfite in silage making. *J. Brit. Grassl. Soc.* 13: 55.
- 35) ———, 1960; The effect of pre-wilting herbage on the composition of silage and its intake by cows. *J. Brit. Grassl. Soc.* 15: 70.
- 36) NASH M. J., 1959; Partial wilting of grass crops for silage 1. Field trials. *J. Brit. Grassl. Soc.* 14: 65.
- 37) ———, 1959; Partial wilting of grass crops for silage 2. Experimental silages. *J. Brit. Grassl. Soc.* 14: 107.
- 38) ———, 1959; Partial wilting of grass crops for silage 3. Farm silages. *J. Brit. Grassl. Soc.* 14: 177.
- 39) 大原久友, 高野信雄, 1952; 草サイレージの製造理論とその技術に関する研究, I 若干草類サイレージの品質に及ぼす添加物, 予乾サイロ各部位の影響, 帯広畜産大学学術研究報告, 第7巻第2号, 45.
- 40) ———, ———, 1953; 草サイレージの製造理論とその技術に関する研究, I 草類サイレージの品質に及ぼす原料構成草種の割合, 添加物加圧の影響及び埋草中における酸生成の消長, 帯広畜産大学学術研究報告第1巻第3号, 35.
- 41) PETERSON W. H., G. BOHSTADT, H. R. BIRD, W. M. BEESON, 1935; The preservation and nutritive value of A. I. V. silage for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 18: 63.
- 42) RUSCHMAN G., 1933; Comparative examination of the Defu and Penthesta processes for the ensilage of green fodder. *Landw. Jahrb.* 78: 169. (Abstr. in *J. Dairy Sci.* 22: 637)
- 43) SHEPHERD J. B., C. H. GORDON, H. G. WISEMAN, C. G. MELIN, L. E. CAMPBELL & G. D. ROANE, 1953; Comparisons of silages stored in gas-tight silos and in conventional silos. *J. Dairy Sci.* 36: 1190.
- 44) 須藤浩, 1960; サイレージの調製と利用法, 養賢堂, 8.
- 45) ———, 1958～1959; エンシレージ調製の理論と実際 (1～4), 畜産の研究, 第12巻第7号～第13巻第9号.
- 46) 高野信雄, 三股正年, 1959; 草サイレージの調製に関する研究, 北海道農業試験場報告第52号.
- 47) 坪松戒三, 藤田保, 斎藤久幸, 1963; 牧草サイレージを主体とする乳牛の飼養法確立に関する試験第1報, 道農試集 第11号.
- 48) VIRTANEN A. I., 1933; The A. I. V. method of preserving fresh fodder. *Empire J. Exp. Agr.* 1: 143.
- 49) VOELKER H. H., 1959; Preservation losses in bunker, concrete stave and in gas-lined silos. *J. Dairy Sci.* 42: 929.
- 50) WATSON S. J. & W. S. FERGUSON, 1936; The value of artificial dried grass, silage, made with added molasses and A. I. V. fodder in the diet of dairy cow and their effect on the quality of the milk, with special reference of the value to the non-protein nitrogen. *J. Agr. Sci.* 26: 337.

### Summary

As direct-cut forage harvester has been introduced in our country, it becomes necessary to reconsider the integrate silage-making which generally includes recommended technique of use of wilting, chopping and additives etc.

Direct-cut forage cut with silage cutter or forage harvester was ensiled in field-scale silo (3 m×6 m). Samples were collected by bury-bag method and analyses were made of organic acids, nitrogen compounds, change of proximate analysis of forage and silage, and nutrients losses. Furthermore, digestion trials with sheep were carried out to compare sodium metabisulfite treated silage and no treated silage.

The purpose of the present study is to determine the difference of quality of grass and legume silage, the quality of direct-cut silage, and the effects of sodium metabisulfite as an additive to high moisture silage.

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

Metabisulfite-treated silage had low volatile base, low volatile acids and high non-volatile

acids, and lactic acid showed one-third the contents of non-volatile acids.

Average contents of chemical composition of direct-cut silage was as follows; lactic acid: acetic acid=76 : 24, amino acid (as protein in dry matter) 4.37%, volatile base (same as above) 1.51%, their ratio 2.9 : 1, dry matter losses 18.3% (includes top spoilage 5%).

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