

水分含量の異なる乳酸菌添加サイレージを給与した育成牛の採食量, 採食行動および反芻活動

泉 賢一・桜井綾子・村上今日・野 英二

Intake, Eating behavior and Ruminating activity of Heifers Fed Silage of Various Moisture Content Inoculated with Lactic Acid Bacteria (*L. casei*)

Kenichi IZUMI, Ayako SAKURAI, Kyou MURAKAMI and Eiji NO
(August 2000)

緒 論

北海道酪農の大きな特徴の一つとして、自給粗飼料の基盤が強力であることが挙げられる。粗飼料の貯蔵法としては、収穫期の天候に左右されにくいといった理由からサイレージの占める割合が高い。高品質のサイレージを調製するためには、予乾などによりサイレージ材料草の水分含量を調整したり、添加剤が用いられたりする。適度に予乾を行なった材料草は急速に乳酸発酵が進み、その酸度によって不良発酵を抑制する。一方、乾物含量を55%以上となるように予乾すると菌の活性が失われ、あらゆる発酵が抑制されるため、高品質が維持される¹⁵⁾。添加剤としては、ギ酸などの酸類、乳酸菌製剤、あるいはセルラーゼなどからなる酵素剤が利用されている。その他、牧草に付着する乳酸菌を培養した前発酵液¹⁷⁾の添加効果についても研究が進められている。近年、酪農家の大規模化にともない、コントラクター等による共同作業が増加している。このような作業体系のもとでは、材料草の予乾が不十分なままサイロに埋蔵される場合が多くみられる。高水分の材料草から品質の良いサイレージを安定的に確保するためには添加剤の使用が効果的であり、その重要性は今後増大するものと思われる。

添加剤を利用したサイレージの評価については、さまざまな研究が行なわれてきている。しかし、それらの報告は、発酵品質といったサイレージ自体の評価に重点が置かれたものが主流であった。酪農経営に直接反映すると思われる動物側の生産や採食性に主眼を置いた研究は、増加しつつあるもののいまだ充分とはいえない。添加剤を用いたサイレージを給与すると摂取量が増加したという報告^{9,14)}がある

一方で、摂取量には何ら影響をもたらさなかったとする結果もみられる¹⁹⁾。岡本ら¹⁹⁾は乳酸菌を添加したサイレージを乳牛に給与し、その採食量のみではなく消化率や乳生産についても検討を行なっているが、このような研究は非常にまれである。添加剤を使用したサイレージでは、通常のサイレージと比べ発酵様相や品質が異なると考えられる^{11,13,16)}。このことがルーメン内の消化動態に対して影響をおよぼし、家畜の採食行動あるいは反芻活動も通常のサイレージ採食下のものとは異なるパターンを示すかもしれない。その結果と採食量との関係を考察することは、添加剤を使用したサイレージを評価する上で重要であると考えられる。

そこで、本研究では水分含量の異なるチモシー主体の材料草に対して乳酸菌を添加し、そのロールペールサイレージが乳牛の採食量と採食行動および反芻活動におよぼす影響について検討した。

材料および方法

サイレージ調製方法

材料草として本学附属農場より収穫したチモシー1番草を用いた。牧草は刈取り後、サイレージを調製する上で低水分あるいは適当と思われる水分状態になるように予乾した。それぞれの水分含量ごとに乳酸菌製剤を添加した区と、無添加の区を設けた。各材料草はロールペーラーでラッピングし、約5ヵ月間貯蔵した。したがって、低水分無添加、低水分乳酸菌製剤添加、適水分無添加および適水分乳酸菌製剤添加の4通りのサイレージを調製し、試験に供した。予乾後の材料草の水分含量は低水分37.5%、適水分52.7%であった(表1)。

乳酸菌製剤は *L. casei* を用いた市販のもの(ス

Table 1 Chemical composition of the herbage ensiled.

	Unwilted	Moisture level	
		Low	Optimal
Moisture (%)	74.2	37.5	52.7
		% DM ¹⁾	
CP ²⁾	8.5	8.4	8.2
NDF ³⁾	65.2	65.8	67.3
WSC ⁴⁾	9.9	10.5	9.9

¹⁾ Dry matter²⁾ Crude protein³⁾ Neutral detergent fiber⁴⁾ Water soluble carbohydrate

ノーラクト L, 雪印種苗株式会社) を使用し, ロール梱包時にその水溶液を噴霧器により添加した。ロールした材料草をラッピングする前に計量し, 乳酸菌製剤の添加量を計算した。その結果, 乳酸菌製剤水溶液 (175 g/5 L) の添加割合はロール 1 本の重量に対して低水分サイレージで 0.15%, 適水分サイレージで 0.092% であった。

サイレージは開封後, 粗くカッティングし, 供試牛に給与した。開封直後に給与しきれなかったサイレージについては, 二次発酵を防ぐため大型のビニールバッグ内に密閉保管した。

飼養管理および試験設計

本学附属農場で飼養しているホルスタイン種育成牛 4 頭 (平均体重 494 kg, 平均月齢 18 ヶ月) を供試した。供試牛はスタンションストールに係留した。サイレージは確実に残飼がでる量を 7 時と 17 時に給与した。残飼を各給与の 30 分前に取り除き, 自由採食量を測定した。

ストールへの馴致期 14 日間の後, 1 期 7 日間で 4 × 4 ラテン方格法の試験を実施した。

分析および解析方法

各期とも 1 ~ 5 日目にかけて, 飼料給与後 30, 60 および 120 分後の飼槽重量を測定し, 給与直後の採食速度を算出した。1 日の自由採食量は 7 日間連続で記録した。6 および 7 日目には, 48 時間連続で採食行動および反芻活動を調査した。調査方法は肉眼による 2 分間隔の直接観察で実施し, 行動型を採食, 反芻および休止に分類した。採食は 4 分以上, 反芻は 2 分以上の間隔があった場合に, それぞれ採食期および反芻期と定義した。

材料草およびサイレージを風乾した後, 粉碎し一般成分分析に供した。乾物 (DM), 中性デタージェント繊維 (NDF) および粗たん白質 (CP) 含量は定法に従った⁷⁾。可溶性炭水化物 (WSC) 含量はアンシロン法⁷⁾を用いた。発酵品質を評価するため, 開封し

た直後のサイレージを純水に浸漬し, その抽出液を用いて pH, 揮発性塩基態窒素 (VBN) および有機酸含量を測定した。pH はイオンメーター, VBN は水蒸気蒸留法, 乳酸は液体クロマトグラフィー, 揮発性脂肪酸はガスクロマトグラフィーで定量した。

処理の効果を一元配置の分散分析で検定した。各処理の影響が有意となった場合には, 平均値間の比較を最小有意差法⁶⁾を用いて行った。

結果および考察

1. サイレージの品質評価

サイレージの化学成分および発酵様相を表 2 に示した。サイレージの水分含量を平均すると低水分サイレージで 40.1%, 適水分サイレージで 53.8% となった。CP 含量は低水分, 適水分ともに無添加で低くなる傾向にあった。サイレージ開封時の pH はいずれも 4 以上と高い値となったが, 同水分で比較すると添加サイレージの方が低くなる傾向を示した。乳酸と総酸含量については, 低水分サイレージでは有意な差がみられなかったが, 適水分では添加サイレージの方が無添加サイレージよりも高い値となった ($P < 0.05$)。酪酸含量は低水分サイレージよりも適水分サイレージの方が高い値を示した ($P < 0.05$)。VBN 含量は, 低水分よりも適水分サイレージの方が, 無添加よりも添加サイレージの方が, それぞれ高くなる傾向にあった。その結果, 低水分無添加サイレージと適水分添加サイレージの間で有意差が認められた ($P < 0.05$)。また, V スコア⁸⁾は低水分サイレージの方が適水分サイレージよりも高得点になる傾向にあり, 特に低水分無添加サイレージと適水分添加サイレージの間に統計的な差が存在した ($P < 0.05$)。

以上の結果から, 低水分サイレージに関しては, 乳酸菌製剤添加の有無に関わらず, 発酵の程度がそれほど進行していないことが示された。一方, 適水分サイレージにおいては添加剤の効果が発揮されていたと判断できる。材料牧草中の WSC 含量が低い

Table 4 Time the heifers spent at eating and rumination.

		Low-moisture silage		Optimal-moisture silage	
		Control	Inoculant	Control	Inoculant
Eating	Total time (min/d)	350.0 ± 15.8	364.3 ± 29.9	337.5 ± 16.1	337.0 ± 16.1
	No. of meals (/d)	17.9 ± 1.9	16.6 ± 3.1	17.4 ± 2.5	18.0 ± 1.8
	Duration of meal (min/no.)	21.0 ± 2.0	24.5 ± 6.5	20.3 ± 3.7	20.3 ± 1.5
Rumination	Total time (min/d)	489.3 ± 69.6	504.5 ± 19.5	471.8 ± 16.2	508.5 ± 79.2
	No. of rumination periods (/d)	19.8 ± 3.2	18.5 ± 3.5	20.5 ± 6.4	19.4 ± 3.8
	Duration of rumination period (min/no.)	27.2 ± 5.4	28.4 ± 5.9	25.7 ± 6.1	28.8 ± 8.4

Mean ± S.D.

量との間に強力な相関関係は認められなかった。これらの関係が明確になれば、サイレージの発酵品質から家畜の採食性を評価することが可能となるので、さらなるデータの蓄積が期待される。

3. 採食行動および反芻活動

1日の採食行動および反芻活動の結果を表4に取りまとめた。1日の総採食時間は低水分サイレージの方が適水分サイレージよりも長くなる傾向にあった。採食期は、低水分添加サイレージにおいて、他の3サイレージよりも総回数が少なく、1回の継続時間は長くなる傾向を示した。1日の総反芻時間は、添加サイレージの方が無添加サイレージよりも若干長くなる傾向にあった。反芻期については、添加サイレージの方が無添加サイレージよりも、総回数が少なく、1回当たりの継続時間が長くなる傾向を示した。

1日を7～12時(1期)、12～17時(2期)、17～0時(3期)および0～7時(4期)の4期に分割し、採食期および反芻期を集計した(表5)。すべてのサイレージにおいて給与直後のピリオド(1期、3期)で、継続時間の長い採食期が多数回出現した。また、2期と4期では採食期の合計時間が短くなる傾向にあった。反芻期の出現回数は、サイレージの種類にかかわらず、ピリオドの進行に伴い増加した。反芻期1回あたりの継続時間はピリオド間で明確な違いはなかったが、適水分無添加サイレージの継続時間は他のサイレージと比べて短くなる傾向にあった。反芻期の合計時間はピリオドが進行するに連れて延長する傾向を示した。

Thiagoら^{21,22)}は、同一圃場、同一日に収穫したペレニアルライグラスを乾草とサイレージに調製し、牧草の保存方法の違いが去勢牛の採食量、採食行動あるいはルーメン内消化動態におよぼす影響について検討している。その結果、ルーメン内の発酵速度はサイレージの方が速かったものの、採食量およびルーメン内有機物量は乾草の方が多くなった。また、

採食行動に着目すると、乾草では比較的大きな採食期が少数回出現したのに対し、サイレージでは小さな採食期が多数回出現することが明らかとなった。さらに、松岡ら¹³⁾は *in vitro* 第一胃内発酵様相を乳酸菌製剤添加サイレージと無添加サイレージで比較し、その発酵様相が異なることを認めている。本試験で用いた添加サイレージは無添加サイレージと比べ、CP含量が高くNDF含量は低くなる傾向にあった(表2)。このように同一材料草から調製したサイレージであったにも関わらず、その化学成分、水分含量あるいは発酵様相は異なる傾向を示した。これらの違いが、ルーメン内の微生物相や飼料片通過速度あるいは発酵速度を変化させた可能性が考えられる。しかし、採食行動および反芻活動に関しては、1日あるいはピリオド単位では明確な変化を示さなかった。したがって、それぞれのサイレージに応じてルーメン内の消化動態や充満の程度が異なっていたとしても、ルーメン自体がある程度の緩衝能を有し、採食行動あるいは反芻活動に影響をおよぼすまでにはいたらなかったものと判断した。

表6に給与直後の採食期および反芻期についての結果を取りまとめた。給与後最初の採食期は添加サイレージで長くなる傾向にあった。低水分無添加サイレージでは、給与後最初の反芻期が出現するまでの採食期出現回数が多くなる傾向にあり、その継続時間も他のサイレージよりは長くなる傾向にあった。給与後最初の反芻期とその直前の採食期との間隔は13.5～15.2分と各サイレージとも等しい値となった。給与後最初の反芻期の継続時間は、低水分よりも適水分サイレージで長くなる傾向にあり、適水分添加サイレージが最長となった。

表7に給与後30、60、120分および1日の採食時間、採食速度および乾物採食量を掲載した。採食時間は処理間で明確な差は認められなかったが、採食速度は添加サイレージの方が無添加サイレージよりも速くなる傾向にあった。乾物採食量はこの傾向を受けて、すべての時間帯で添加サイレージの方が無

添加サイレージよりも多くなる傾向を示した。

給与直後の採食活動は1日を通して最も活発であることが、これまでも報告されている^{2,3,4)}。Baumont ら²⁾は飼料給与後最初の採食期において、1日の採食量の60~90%を摂取する場合があると述べている。本試験においても、添加サイレージの

給与後最初の採食期は長く(表6)、給与直後の採食速度も速くなる傾向にあった(表7)。嗜好性の良い飼料は給与直後の採食期の採食速度が速く、その採食量も多くなると仮定するならば³⁾、添加サイレージは無添加サイレージよりも嗜好性が良かった可能性が示唆される。添加剤を使用したサイレージの嗜

Table 5 Time the heifers spent at meals and rumination periods in each period.

	Period ¹⁾	Low-moisture silage		Optimal-moisture silage		
		Control	Inoculant	Control	Inoculant	
Meals	Number	1	4.9 ± 1.1	4.6 ± 1.0	5.0 ± 1.5	4.9 ± 1.3
		2	4.1 ± 0.9	4.0 ± 1.1	3.5 ± 0.6	4.0 ± 0.7
		3	6.4 ± 1.9	5.3 ± 1.8	6.0 ± 1.8	6.1 ± 1.2
		4	2.5 ± 0.9	2.8 ± 1.2	2.9 ± 0.9	3.0 ± 0.7
	Duration (min)	1	30.6 ± 8.4	34.6 ± 17.2	28.9 ± 6.6	30.6 ± 8.2
		2	20.4 ± 11.2	18.6 ± 2.6	17.4 ± 4.1	15.6 ± 3.1
		3	23.7 ± 5.9	26.9 ± 8.2	23.8 ± 6.8	24.8 ± 5.9
		4	9.5 ± 5.3	18.0 ± 7.3	11.1 ± 5.5	10.4 ± 5.9
	Total time (min)	1	137.0 ± 21.2	137.3 ± 36.4	133.3 ± 24.3	128.3 ± 19.8
		2	60.5 ± 12.7	71.3 ± 23.4	57.8 ± 10.2	53.3 ± 10.0
		3	141.3 ± 9.4	126.8 ± 29.6	133.5 ± 13.5	144.8 ± 19.7
		4	27.3 ± 17.4	47.5 ± 36.3	32.3 ± 22.8	30.3 ± 20.3
Rumination periods	Number	1	2.9 ± 0.6	3.4 ± 0.6	3.1 ± 0.9	3.4 ± 0.5
		2	3.5 ± 0.9	3.3 ± 0.6	4.1 ± 1.3	3.5 ± 1.1
		3	5.4 ± 0.9	6.0 ± 1.2	5.8 ± 1.2	5.9 ± 1.4
		4	8.0 ± 2.1	5.9 ± 1.7	7.5 ± 3.9	6.6 ± 1.5
	Duration (min)	1	26.6 ± 5.2	25.6 ± 7.2	29.4 ± 9.4	27.2 ± 8.6
		2	32.6 ± 11.9	29.4 ± 4.3	21.8 ± 4.7	31.9 ± 9.5
		3	26.9 ± 6.7	28.8 ± 10.8	25.2 ± 5.9	27.2 ± 11.6
		4	22.9 ± 1.9	29.9 ± 6.3	26.5 ± 11.0	28.8 ± 8.4
	Total time (min)	1	71.0 ± 13.0	83.0 ± 25.2	81.5 ± 10.6	88.5 ± 17.3
		2	105.5 ± 15.6	93.3 ± 18.4	85.0 ± 17.9	99.5 ± 14.1
		3	142.0 ± 41.8	159.8 ± 32.9	138.3 ± 10.6	146.0 ± 36.5
		4	170.8 ± 20.3	168.5 ± 29.6	167.0 ± 21.0	174.5 ± 32.4

1) Period 1: 0700-1200h, Period 2: 1200-1700h, Period 3: 1700-0000h, Period 4: 0000-0700h

Mean ± S.D.

Table 6 Kinetics of meal and rumination immediately after distribution of the silage.

	Low-moisture silage		Optimal-moisture silage	
	Control	Inoculant	Control	Inoculant
Duration of first meal (min)	50.5 ± 15.9	63.1 ± 19.7	55.1 ± 12.3	60.1 ± 9.3
Meals before starting first rumination except first meal				
Number	2.2 ± 1.0	1.3 ± 0.5	1.6 ± 0.9	1.6 ± 0.9
Duration (min)	22.0 ± 12.2	16.4 ± 7.4	15.5 ± 5.7	17.8 ± 7.3
Interval from the end of immediately before meal to first rumination period (min)	14.2 ± 5.5	13.5 ± 5.1	13.6 ± 5.9	15.2 ± 6.2
Duration of first rumination period (min)	27.8 ± 4.7	28.6 ± 9.7	29.9 ± 3.5	36.9 ± 14.5

Mean ± S.D.

Table 7 Eating time, rate and intake at 30, 60, and 120 min after feeding and all day.

	Time	Low-moisture silage		Optimal-moisture silage	
		Control	Inoculant	Control	Inoculant
Eating time (min)	30min	27.8 ± 3.6	29.6 ± 0.8	29.8 ± 0.5	28.8 ± 1.9
	60min	50.8 ± 3.3	52.2 ± 7.1	53.5 ± 2.1	51.8 ± 3.5
	120min	84.0 ± 4.9	79.5 ± 15.4	76.3 ± 6.4	80.1 ± 13.3
	All day	350.0 ± 15.8	364.3 ± 29.9	350.0 ± 16.1	337.0 ± 16.1
Eating rate (gDM/min)	30min	35.4 ± 4.3	37.0 ± 5.9	31.9 ± 4.5	38.4 ± 5.9
	60min	32.4 ± 3.0	34.7 ± 8.1	30.5 ± 3.6	35.3 ± 3.9
	120min	26.4 ± 3.0	32.2 ± 6.6	30.2 ± 4.2	32.0 ± 4.7
	All day	23.3 ± 0.8	23.1 ± 2.0	22.7 ± 1.6	24.0 ± 1.7
Intake (kgDM)	30min	0.98 ± 0.13	1.10 ± 0.16	0.95 ± 0.14	1.10 ± 0.17
	60min	1.64 ± 0.12	1.77 ± 0.19	1.64 ± 0.23	1.82 ± 0.16
	120min	2.23 ± 0.33	2.49 ± 0.24	2.28 ± 0.13	2.52 ± 0.17
	All day	8.15 ± 0.25	8.38 ± 0.35	7.65 ± 0.53	8.05 ± 0.22

Mean ± S.D.

好性が向上することは、カフェテリア法で調査した他の研究でも報告されている^{9,20}。しかし、それらの報告では、そのメカニズムについて言及されるに到っていない。Kondoら¹⁰は、嗜好性は飼料の味、匂いあるいは物理的な触感などの感覚的な要因が加算されることによって決定されると述べている。また、Baumontら³はそれら飼料側の要因に加え、ルーメン内充満度やルーメン内容物の粗剛性なども関与すると考察している。この他にも、サイレージの嗜好性を評価する場合には、サイレージ中の揮発性分画や水分含量などが、ルーメン内の消化動態におよぼす影響についても検討する必要があると思われる。本試験において、サイレージの品質の違いは、1日単位の採食行動あるいは反芻活動に対して影響をおよぼさないことが確認された。しかし、サイレージ中には、非たんぱく態窒素や易分解性たんぱく質あるいは各種の有機酸など、採食後直ちにルーメン内で分解、吸収される分画が多く存在する。これらの分画の吸収・代謝過程において、ルーメン内の発酵に関するパラメーターや咀嚼活動が短期間の変動を示す可能性が考えられる。これらのことから、サイレージにおいては、醗酵品質の違いが給与直後の採食性に影響をおよぼすものと推察された。

本試験の結果から、乳酸菌製剤を添加したサイレージでは嗜好性が向上する可能性が示唆された。また、水分含量の低いサイレージでは、乳酸菌を添加してもサイレージ発酵の様相は変化しなかった。いずれのサイレージを給与した場合においても、1日単位でみると採食行動および反芻活動に明確な変化は生じなかった。サイレージ添加剤は発酵品質を

改善する効果を有するが、動物の採食性に対する効果は不明瞭であった。今後も、採食する動物の側に立った検討を継続する必要があると考えられた。

要 約

水分含量の異なるチモシー主体の材料草に対して乳酸菌 (*L. casei*) を添加し、低水分無添加、低水分添加、適水分無添加および適水分添加の4通りのロールペールサイレージを調製した。低水分サイレージと適水分サイレージの水分含量は、それぞれ40.1および53.8%であった。供試サイレージを育成牛4頭(平均体重494kg)に自由採食させ、採食量と採食行動および反芻活動を調査した。試験は、1期7日間の4×4ラテン方格法で実施した。サイレージは朝夕2回給与し、給与後30, 60, 120分および次回給与の30分前に飼槽重量を計測し、採食量および採食速度を算出した。採食行動および反芻活動を直接観察し、採食期および反芻期に分類した。採食行動および反芻活動は1日単位、4期のピリオド単位(7~12時, 12~17時, 17~0時および0~7時)あるいは給与直後について解析した。サイレージの発酵品質に関して、低水分サイレージでは乳酸菌添加の効果が不明瞭であったが、適水分の乳酸菌添加サイレージでは若干改善される傾向を示した。自由採食量は添加サイレージの方が無添加サイレージを上回る傾向にあり、低水分サイレージの方が適水分サイレージよりも多くなる傾向にあった。採食行動および反芻活動は1日単位あるいはピリオド単位ではサイレージ間に明確な差は認められなかった。給与直後の採食期継続時間は添加サイレージの方が長くなる傾向にあり、採食速度も速くなる傾向

にあった。

参考文献

- 1) 安宅一夫, 野 英二, 1998. サイレージの品質改善に対する生物系添加剤の効果. 地域特性に基づく添加物処理によるサイレーズの品質改善に関する研究 (代表 大島光昭), pp.133-152, 平成7~9年度科学研究費補助研究成果報告書.
- 2) Baumont, R., J.P. Brun and J.P. Dulphy, 1989. Influence of the nature of hay on its ingestibility and the kinetics of intake during large meals in sheep and cows. In XVI International Grassland Congress. pp.787-789, Nice, France.
- 3) Baumont, R., N.Seguirer and J.P. Dulphy, 1990. Rumen fill, forage palatability and alimentary behaviour in sheep. J.Agric.Sci., Camb., 115: 277-284.
- 4) Dado, R.G. and M.S. Allen, 1995. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. J.Dairy.Sci., 78: 118-133.
- 5) Gordon, F. J., 1989. An evaluation through lactating cattle of a bacterial inoculant as an additive for grass silage. Grass and Forage Sci., 44: 169-179.
- 6) 石居 進, 1975. 生物統計学入門, pp.171-181, 培風館, 東京.
- 7) 自給粗飼料品質評価研究会, 1994. 粗飼料の品質評価ガイドブック, pp.1-20, 日本草地協会, 東京.
- 8) 自給粗飼料品質評価研究会, 1994. 粗飼料の品質評価ガイドブック, pp.79-87, 日本草地協会, 東京.
- 9) 木村英司, 大島光昭, 1998. 緑汁発酵液添加がロールベールサイレーズの発酵品質及び牛の採食量に及ぼす影響. 地域特性に基づく添加物処理によるサイレーズの品質改善に関する研究 (代表 大島光昭), pp.234-235, 平成7~9年度科学研究費補助研究成果報告書.
- 10) Kondo, S., T. Maeda, S. Nishino and Y. Asahida, 1988. Relationships among voluntary intake, eating rate and palatability of forage in sheep. Jap. J. Livest. Management, 24: 57-61.
- 11) 増子孝義, 岡田早苗, 内村 泰, 淡谷恭蔵, 1992. 乳酸菌製剤の添加がグラスサイレーズの発酵品質および乳酸菌の種類に及ぼす影響, 日畜会報, 63: 1182-1187.
- 12) 増子孝義, 藤田 希, 円井更織, 鳴田秀庸, 1997. ギ酸, 乳酸菌製剤および乳酸菌製剤と酵素剤の混合物の添加が無予乾グラスサイレーズの発酵品質に及ぼす影響, 日草誌, 43: 278-287.
- 13) 松岡 栄, L. N. Branda, 磯貝和江, 須山哲成, 高橋玲奈, 中西央乃, 藤田 裕, 1997. 乳酸菌, セルラーゼ添加牧草サイレーズの発酵品質および *in vitro* 第一胃内発酵様相, 北畜会報, 39: 38-42.
- 14) 森 登, 秋田 勉, 1995. 添加剤がソルガムサイレーズの発酵品質, 消化率, 乾物摂取量に及ぼす影響, 兵庫農技研報 (畜産), 31: 15-19.
- 15) Muck, R. E., 1989. Factors influencing silage quality and their implications for management. J. Dairy. Sci., 71: 2992-3002.
- 16) 野 英二, 高木晃治, 安宅一夫, 1997. 乳酸菌および酵素の添加がロールラップサイレーズの発酵品質におよぼす影響, 日草誌, 43 (別): 230-231.
- 17) Ohshima, M., Y. Ohshima, E. Kimura and H. Yokota, 1997. Fermentation quality of alfalfa and italian ryegrass silages treated with previously fermented juices prepared from both the herbage. Anim. Sci. Technol. (Jpn.), 68: 41-44.
- 18) 大山嘉信, 柁木茂彦, 滝川明宏, 森地敏樹, 1971. サイレージ発酵に影響する諸要因に関する研究. IX. 乳酸菌添加とグルコース添加の相乗効果, 日畜会報, 42: 1-8.
- 19) 岡本明治, 花田正明, Porato Hazi, 大谷昌之, 池滝 孝, 1998. 乳酸菌添加が牧草サイレーズの発酵品質および乳牛による消化率と乳生産に及ぼす影響, 日草誌, 44 (別): 242-243.
- 20) 玉田 敦, 横田浩臣, 1998. ネピアグラスサイレーズの品質と嗜好性に及ぼす繊維分解酵素の影響. 地域特性に基づく添加物処理によるサイレーズの品質改善に関する研究 (代表 大島光昭), pp.295-304, 平成7~9年度科学研究費補助研究成果報告書.
- 21) Thiago, L.R.L., M.Gill and M.S. Dhanoa, 1992. Studies of method of conserving grass herbage and frequency of feeding in cattle. 1. Voluntary feed intake, digestion and rate of

- passage. Br.J.Nutr., 67: 305-318.
- 22) Thiago, L.R.L., M.Gill and M.S. Dhanoa, 1992. Studies of method of conserving grass herbage and frequency of feeding in cattle. 2. Eating behaviour, rumen motility and rumen fill. Br.J.Nutr., 67: 319-336.

Summary

This study was made to determine the voluntary intake, eating behavior, and ruminating activity of heifers fed four variations of silage. Round-baled silage produced from wilted 1st-cut timothy grass was fed in four variations: low moisture content (40.1%), optimal moisture content (53.8%), with lactic acid bacteria (*L. casei*), and without lactic acid bacteria. The silage was offered *ad libitum* twice a day to four Holstein heifers (average body weight 494 kg) according to a 4×4 Latin square design. The manger was weighed 30 min before distribution of the silage and 30, 60, and 120 min after the meal to calculate the animals' voluntary intake and eating rates. Meal and rumination period were analyzed immediately after distribution of silage and in four periods throughout the day (0700 to 1200 h, 1200 to 1700 h, 1700 to 2400 h, and 2400 to 0700 h).

Fermentation quality of low moisture silage was not different between with and without lactic acid bacteria, but optimal moisture silages tended to be better for the inoculated silage than the control silage. Voluntary intake of inoculated silage tended to be greater than that of the control silage, and to be greater for low moisture silage than for optimal moisture silage. No significant differences were found in the eating behavior and ruminating activity of the heifers either all day or during any of the periods of observation. Immediately after distribution of the silage, the meal duration and eating rate tend to be greater for the inoculated silage than for the control silage.