

スノーラクトL 添加で 良質サイレージ調製

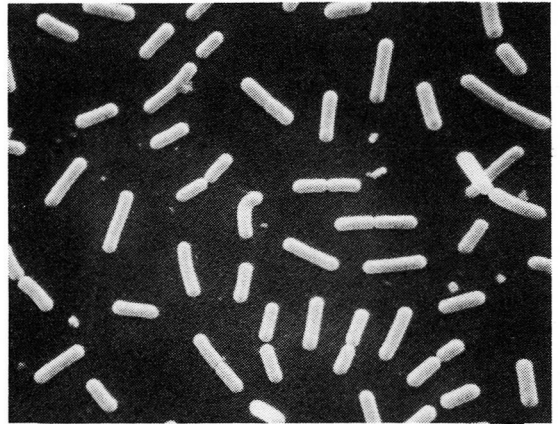
雪印種苗(株)中央研究農場 古川 修

牧草や飼料作物の貯蔵については、古くから二つの方法がとられている。一つは乾草であり、もう一つは“サイレージ”にすることである。

サイレージ調製とは、高水分の原料をサイロに詰込み、空気を遮断し、発酵によって生産された乳酸により飼料を腐敗させることなく貯蔵する技術である。このいたって簡単そうに思える技術は、物理的・化学的・微生物的要因及び天候に左右され、安定した品質のものを作ることが難しい技術でもある。

最近、飼養管理技術の進展に伴い高泌乳生産のためにサイレージの占める割合、重要性はますます増大してきており、サイレージの品質向上は不可欠となっている。これまでに、サイレージ調製技術の向上とあいまって、サイレージ調製用の添加物も最近急速に増えている。その中で、乳酸菌製剤、酵素剤、そして乳酸菌と酵素を組み合わせた複合製剤などが市販されるようになった。

こうした中で、当社は、このサイレージ用乳酸



家畜にとって代謝効率の高いL型乳酸を多く生成するラクトバチルス・カゼイ

菌について昭和57年より酪農学園大学との共同開発に取組み、これまでの成績よりサイレージ品質の改善・向上に最も有効な乳酸菌として“スノーラクトL”の開発に成功し、今春より販売できる運びとなった。

新製品“スノーラクトL”は、これまでサイレージ用乳酸菌として主流となっているラクトバチルス・プラントラムよりも能力が高いラクトバチルス・カゼイ(写真)をベースとしている。その特長及び効果について紹介する。

1 なぜ乳酸菌が必要か

特長及び効果を紹介する前に、乳酸菌の必要性について述べてみたい。

サイロに詰め込まれた原料は、図1に示したように、自然界のいろいろな微生物の影響を受けるわけだが、その主役の役割をはたすものが“乳酸菌”である。既述したように、サイレージが長期間にわたって貯蔵できる理由は、乳酸菌が原料の糖分を利用して乳酸を生成し、それによって不良菌の

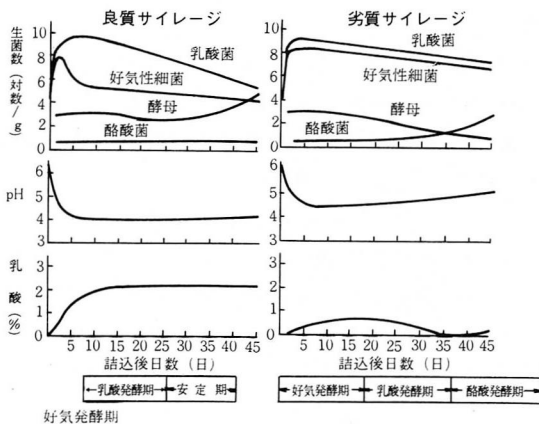


図1 サイレージの発酵過程

増殖を阻止するためである。

通常、サイロの密封が完全であり、原料に含まれる糖分が多ければ良質サイレージが調製できるとされている。しかし、実際には、サイロ詰込み作業に数日を費やす場合もあり、調製条件は必ずしも理想的にはゆかない。サイロ詰込み初期（好気発酵期）の段階で、原料はサイロ内空気を吸って呼吸を継続する。この時は、炭酸ガス、水を出し熱を発生させ、同時にカビや酵母といった好気性細菌が増殖し始め、同様に炭酸ガス、水、熱が発生する。このような呼吸及び好気発酵による養分損失は多大なものであり、この期間をできるだけ短くすることが重要となる。

そのためには空気を遮断するとともに、好気性細菌の増殖を阻止し、なおかつ、原料の栄養ロスを最少限にとどめるような、迅速にしかも効率の良い乳酸発酵を促す乳酸菌の添加が必要である。言うなれば、原料 pH を早く 4 程度まで下げることが必要なわけで、この目的から、従来、ギ酸、プロピオン酸等を直接添加する方法がとられているが、操作と発酵を促進させる点では乳酸菌の方が良好である。

乳酸菌添加の必要性は、図 2 の分布に示したように、自然界に存在する乳酸菌が少ないことにもよる。作物に生息する乳酸菌は、その作物の成熟度、気候、土質、作物の部位などによって変動するとされているが、たとえ十分な菌数が存在してもすべて効率の良い発酵をするとは限らない。

よって、添加する乳酸菌としては、増殖能力が高く、酸生成量の多いものが要求される。図 3 は、スノーラクト L 添加サイレージ及び無添加サイレージの各微生物の増殖変化を調査したものだが、スノーラクト L 添加により好気性細菌が抑制されている様子がわかる。

表 1 乳酸発酵の形式とその発酵産物

ホモ型乳酸発酵		
(A) ブドウ糖	→	乳酸
(B) 果糖	→	乳酸
ヘテロ型乳酸発酵		
(A) ブドウ糖	→	乳酸 エチルアルコール 炭酸ガス
(B) 果糖	→	乳酸 マンニト 酢酸 炭酸ガス
(C) 五炭糖	→	乳酸 酢酸

2 スノーラクト L とは

さて、前項で発酵効率の良い乳酸菌の必要性を

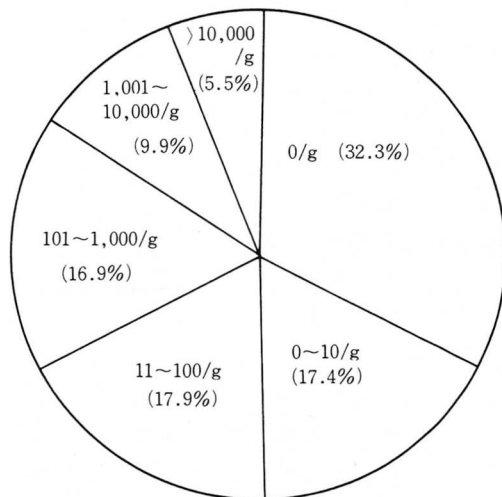


図 2 牧草における乳酸桿菌の分布 (グラス 1g 当りの生菌数) (森地・大山から作成)

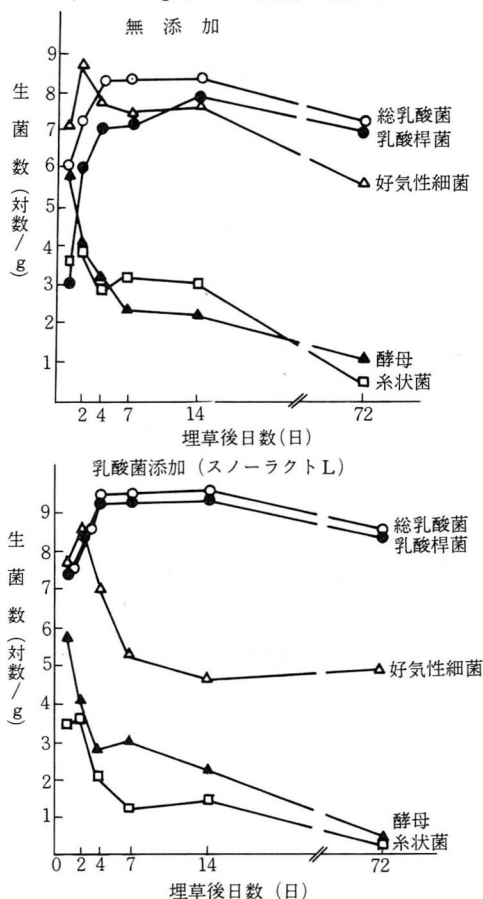


図 3 グラスサイレージにおける乳酸菌の添加効果

述べたが、この効率の良し悪しは、表1に示した乳酸発酵の発酵形式によって区別される。pHを効率よく低下させ乳酸発酵を促進させるには、ホモ型でなければならない。

更には、乳酸菌によって生成される乳酸の旋光性と立体配置が重要である。乳酸の旋光性には右旋性〔L(+)乳酸〕と左旋性〔D(-)乳酸〕とがあるが、D(-)乳酸は家畜に代謝されにくいので、栄養上L(+)乳酸が有利である。

サイレージにみられる代表的な乳酸菌の種類と性質について、表2に示した。サイレージ発酵過程における乳酸菌の増殖変化をみると、最初、乳酸球菌の増殖が著しく、遅れて桿菌が増殖する。その後、球菌は次第に死滅するが、桿菌は優勢に活動する。そのため、サイレージ添加用の乳酸菌

にはほとんど桿菌が使用されており、中でもホモ型のラクトバチルス・プランタラムが大半である。しかし、当社新製品“スノーラクトL”は、家畜の栄養上有利とされているL(+)乳酸の生成能が強く、しかも、乳酸生成量の多いラクトバチルス・カゼイをベースとしている。

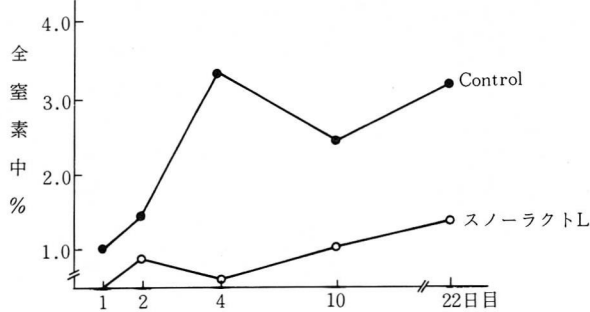


図6 NH₃-N経時変化(チモシー)
(雪印種苗(株)中央研究農場, 1985)

そして、同一の菌種であっても、菌株により、その性能は異なる。スノーラクトLは、数種類の菌株から最もpH低下の早いものを選抜した。

3 スノーラクトLの特長

乳酸発酵に有効な菌種として、ホモ型であり、

表2 サイレージの乳酸菌の種類と性質

乳酸菌の学名	菌形態	発酵形式	発育温度関係(℃)			最終pH	最終酸度(乳酸として) %	乳酸の旋光性
			最低	最適	最高			
ラクトバチルス・プランタラム	桿菌	ホモ発酵	10	30	40	4.0~4.2	0.3~1.2	ラセミ
ラクトバチルス・カゼイ	"	"	10	30	40~45	3.8~4.0	1.2~1.5	L(+)
ラクトバチルス・プレビス	"	ヘテロ発酵	15	30	38	4.0~4.4	0.4~0.8	ラセミ
ストレプトコッカス・フェカリス	球菌	ホモ発酵	10	37~40	45	4.0~4.4	0.5~0.8	L(+)
ペディオコッカス・セレビセイ	"	"	10	25~32	40~45	3.8~4.0	0.4~1.2	L(+)
ロイコノストック・メセンテロイデス	"	ヘテロ発酵	10	21~25	40	4.4~4.8	0.3~0.6	D(-)

(森地, 光岡から作成)

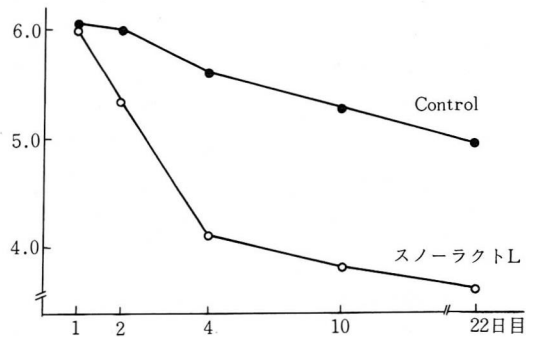


図4 pHの経時的変化(チモシー)
(雪印種苗(株)中央研究農場, 1985)

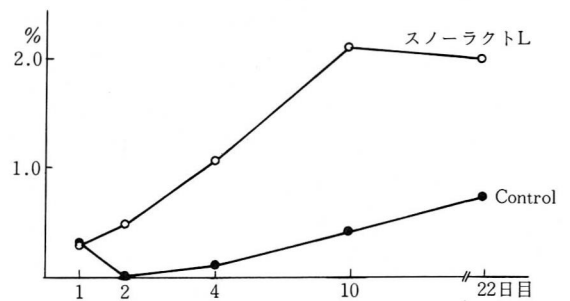


図5 乳酸含量の経時変化(チモシー)
(雪印種苗(株)中央研究農場, 1985)

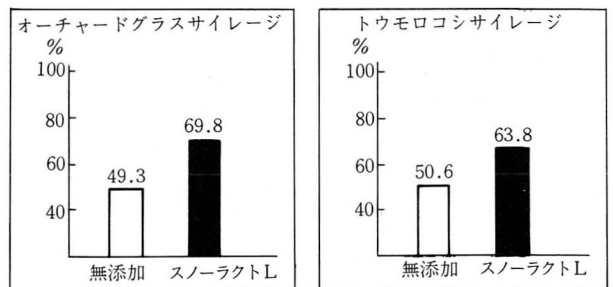


図7 各種サイレージのL(+)乳酸生成割合

L(+) 乳酸を生成することに着目して選抜した“スノーラクト L”は、次の特長を持っている。

- ① pH の早期低下 (図 4)。
- ② スピーディな乳酸生成 (図 5)。
- ③ 最少限の栄養ロス (図 6)。

この一連の結果は、スノーラクト L の急速な増殖により、乳酸発酵がスピーディにしかも効率よく進んでいることを表わしている。栄養ロスについては、蛋白分解の目安となる全窒素に対するアンモニア態窒素率をみたものである。

④ L(+) 乳酸生成割合の増加 (図 7)。

スノーラクト L は、その特性通り、牧草、トウモロコシ等への添加により L(+) 乳酸の割合が向上する。

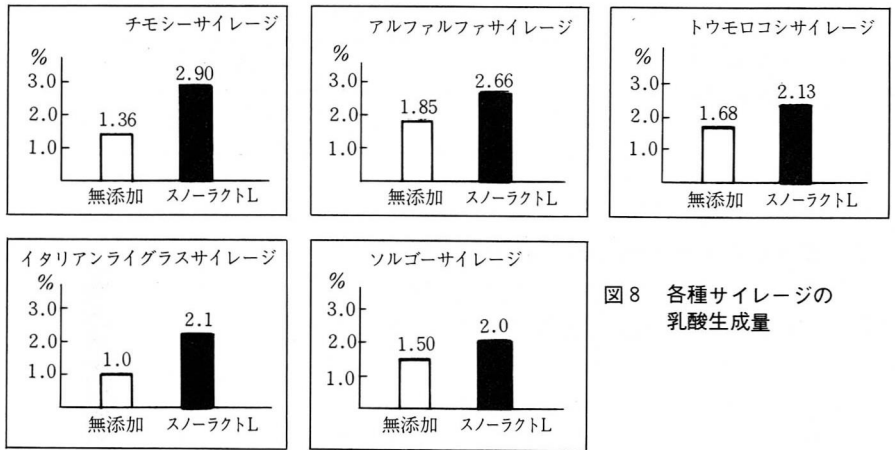


図 8 各種サイレージの乳酸生成量

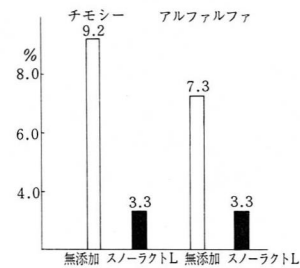


図 9 各種サイレージのNH₃-N割合 (全窒素比率)

4 スノーラクト L のサイレージ品質改善効果

前項において、スノーラクト L の特長として、サイロ詰込み後の経時的変化を表わしたが、では、実際のできあがりサイレージにおけるスノーラクト L の効果のみをみてみると；

1) 乳酸含量の増加

まず、図 8 に示したように、スピーディな乳酸生成により乳酸含量は各作物においても増加する。安定したしかも早い乳酸生成は、サイレージ中の不良菌を死滅させ、開封後のサイレージ安定性にも好影響を与える。

2) 発酵効率の改善

スノーラクト L による急速発酵は、養分損失を最少限にとどめる。図 9~11 に示したように、スノーラク

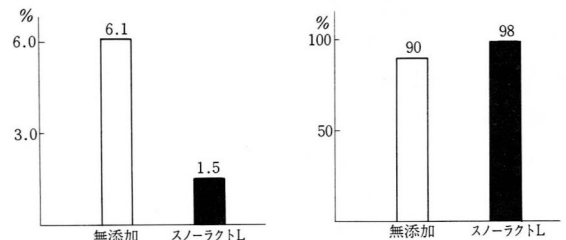


図 10 イタリアンライグラスサイレージのNH₃-N割合 (全窒素比率)

図 11 トウモロコシサイレージの乾物回収率

表 3 サイレージ品質に及ぼす添加物の効果

処 理	pH	乳 酸	酢 酸	酪 酸	総 酸	評 点	NH ₃ -N / T-N (%)
		(%)					
無 添 加	6.04	0.11	0.47	0.64	1.22	5	26.6
乳 酸 菌 添 加	4.40	1.63	0.32	0	1.95	100	8.3
ギ 酸 0.5% 添 加	4.80	0.13	0.57	0	0.70	50	5.4
グ ル コ ス 2% 添 加	6.03	0.14	0.08	1.28	1.50	10	21.9

※ 詰込み後 24 時間に密封，乳酸菌：スノーラクト L 0.1% 添加，材料草：チモシー (安宅，1980)

表 4 アルファルファサイレージの発酵品質

処 理	pH	乳 酸	酢 酸	プロピオン酸	酪 酸	総 酸	VBN / T-N	評 点
無 添 加	5.28	0.89	0.52	0.04	0.23	1.68	27.4	29
スノーラクト L	4.75	1.23	0.55	0.01	0.02	1.81	15.0	82

* 原料水分：78.69%

(雪印種苗(株)中央研究農場，1984)

トL添加サイレージは、蛋白ならびに乾物の損失を防ぎ、栄養源を最大限に保持している。

これは、効率の良い優れた乳酸発酵の結果である。

3) 詰込み条件及び環境条件への適応性大

このスノーラクトLは、これまで述べた種々の効果はもとより、次の適応性能力を持つ。すなわち、

①空気混入条件下での乳酸発酵の促進

多くのサイレージにみられる乳酸菌は、通常嫌気性菌であり、空気のある状態でもある程度生育可能である。しかしながら、多くの乳酸菌は詰込み初期の空気侵入によりその増殖は弱まり、不良菌の増殖が強くなる。しかし、表3に示したように、スノーラクトL添加サイレージは、密封を避らせた場合でも乳酸発酵が促進される。

②原料水分含量に対する適応性

原材料の水分含量の差は、サイレージ発酵品質に大きく影響する。その中で、乳酸菌の効果もこの水分含量により様様ではない。しかし、スノーラクトLは、表4,5に示したように広範囲にわたって水分への適応性がある。

③貯蔵温度に対する適応性

表6は、貯蔵温度が20, 30℃の場合の添加効果をみたものだが、スノーラクトL添加サイレージは、少ない酸でもラクトバチルス・プランタラムの同等のpHの低下をきたし、発酵効率の良好なことを示している。

4) 採食性及び栄養価の向上

表6 オーチャードグラスサイレージの発酵品質

温度	処 理	pH	乳 酸*	L(+)**	酢 酸	酪 酸	総 酸	NH ₃ -N***
20℃	無 添 加	6.3	0.11	74	0.34	0.55	1.00	36.9
	L. plantarum	4.0	2.08	26	0.13	0	2.21	3.7
	スノーラクトL	4.0	2.01	91	0.09	0.01	2.11	4.0
30℃	無 添 加	5.3	0.13	81	0.55	1.40	2.40	52.0
	L. plantarum	4.1	2.00	44	0.28	0	2.28	6.8
	スノーラクトL	4.0	1.65	84	0.05	0	1.70	2.8

* 全乳酸, ** 全乳酸に対するL(+)%

*** 全窒素に対する%

注) 酢 酸: プロピオン酸を含む

酪 酸: バレリアン酸, カブロン酸を含む

(安宅より作成, 1985)

表5 アルファルファ混播サイレージの発酵品質

処 理	pH	乳 酸	酢 酸	酪 酸	総 酸	VBN T-N	評 点
無 添 加	5.02	1.24	0.32	0	1.56	5.02	98
スノーラクトL	4.43	2.44	0.32	0	2.75	8.44	100

* 原料水分: 38.6%

(安宅より作成, 1984)

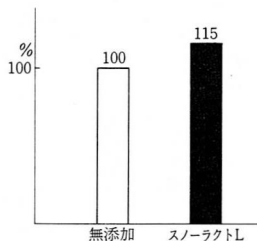


図12 トウモロコシサイレージの採食性向上率

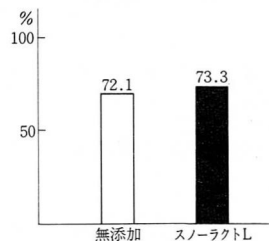


図13 トウモロコシサイレージの栄養価 (TDN)

スノーラクトL添加により、急速発酵されたサイレージは、品質も向上し、養分損失も少ない。このようなサイレージを家畜に給与すると、採食性も向上し(図12)、栄養価もアップする(図13)。

以上、今春より販売される「スノーラクトL」の効能について紹介したが、この製品は、これまでの常識を打ち破る「ラクトバチルス・カゼイ」の使用に注目していただきたい。そして、本製品は、数多く市販されている製剤よりも、物理条件及び環境条件に対する適応性も高いものである。

サイレージ調製の成否は、サイレージの発酵をいかに好ましい発酵に制御できるかによって決まる。数千年前より始まったサイレージ調製技術は、初めは穴を掘って貯蔵するという物理的制御であった。今世紀初めの化学的制御を経て、今後はバイオテクノロジーの発達により微生物的制御の時代に移行しつつある。

その一翼を担うのが乳酸菌であり、この中で「スノーラクトL」が、今後ますます重要性を増すサイレージの発酵品質改善にお役に立てれば幸いである。