

# サイレージの付加価値を高める スノーラクトLの活用法



雪印種苗(株) 技術研究所

三浦俊治

## はじめに

おかげさまで、スノーラクトLの発売開始から今年で10年目の年になります。乳酸菌が広く普及され定着する一方で、「本当に添加した乳酸菌は効いているのか?」、「乳酸菌を毎年使っているが、保険的に使っている」等の声もよく耳にします。今回は、これらのご意見、ご質問にお答えしながら、スノーラクトLを積極的に経営に活用する際の参考となるよう、最近の研究成果や現場の事例を併せて紹介したいと思います。

## 1 世界的に乳酸菌がサイレージ調製用資材の主流であるわけは……

### 1) 世界的に乳酸菌がサイレージに使われる理由

サイレージ調製用資材の利用状況を見ると、国内はもちろんのことですが、世界的に見ても数ある資材の中で最も多く、しかも、継続的に利用されているのは乳酸菌です。毎年のように新しい資材が登場し話題に登っても、数多くの製品の中で実際に現場で広く利用されるものは、ごくひと握りの資材にすぎません。

乳酸菌は自然のサイロ発酵のメカニズムにそって効率の良い菌株を選抜した製品ですので、理にかなっており、安全で使いやすい資材といえます。そのうえ、長く使われるのには、効果の面でも資材にコストをかけてもそれに十分見合うだけの経済的なメリットが得られていることが必須となります。実際に、それを試算することは大変なのですが、現場でも、嗜好性の向上等感覚的に効果が認められているケースはしばしば見受けられます。

### 2) 作物に付着している野生乳酸菌には十分な量と質が備わっていない

よく「乳酸菌を保険的に使う」とか「コーンは無添加でもいい」ということを耳にします。

前については、特定の効果の改善に目的を絞って積極的に使用するのではなく、調製作業の基本が天候等の要因ですべて満たせない場合(無添加では良質のサイレージが調製できない時)の保証の意味で使用することですが、裏をかえせば「基本作業をすべて満たせば良質のサイレージが調製できる」との認識にたった表現ともいえます。以前から実験規模の密封遅延に乳酸菌添加が有効であることが知られていましたし、規模拡大に伴いすべてのサイレージを基本に忠実に調製することは困難になる傾向もあり、「保険的」が期待される背景は理解できます。

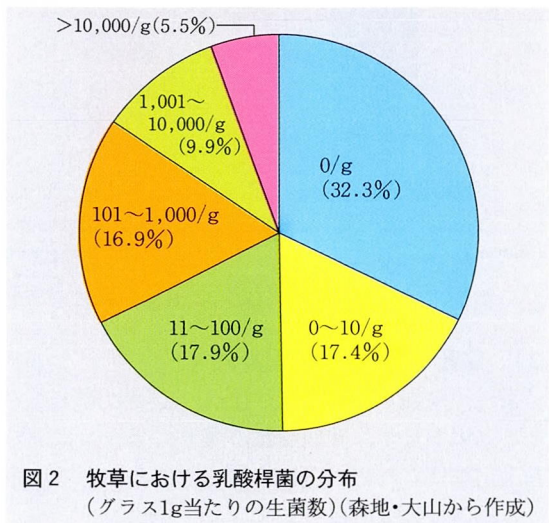
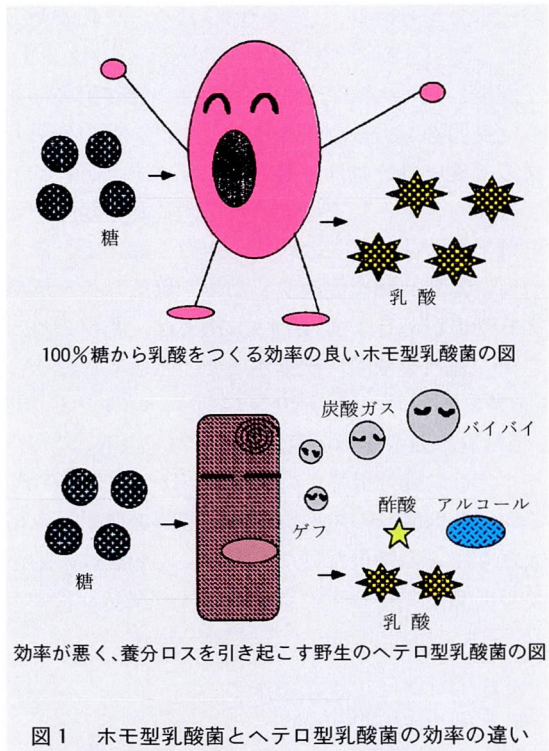
また、トウモロコシの場合は適期(黄熟後期)を外さない限り、糖分も多く、水分も70%前後とサイレージ調製に適しているうえ、多少時期を外しても牧草と比較すれば数段調製しやすい作物といえます。しかし、たとえ作業が理想どおりにできたとしても、表1に示すとおり、作物の種類を

表1 飼料作物・牧草に付着している乳酸菌の発酵形式および生成乳酸タイプ (蔡、大桃、熊井 1994)

	発酵形式(%)		生成乳酸タイプ(%)		
	ホモ発酵型	ヘテロ発酵型	L-乳酸型	D-乳酸型	D,L-乳酸型
トウモロコシ	60	40	13	7	80
ソルガム	67	33	20	13	67
マメ科牧草	53	47	13	13	74
暖地型イネ科牧草	63	37	12	19	69
寒地型イネ科牧草	67	33	14	24	62

問わず乳酸菌の条件だけは思うようにはならないことも事実です。

他の条件と異なり、最も観察が困難なため、一般の利用者にはあまり認識されていませんが、「糖から乳酸だけを生産する効率のよい乳酸菌（ホモ型乳酸菌）」は自然界には約6割の確立でしか存在しません。残りは「糖から乳酸のほかに酢酸、炭酸ガス、アルコール等をつくり、発酵中のロスが



大きい効率の良くない乳酸菌（ヘテロ型乳酸菌）」なのです（図1）。

さらに、無添加の場合に頼りにすべき野生乳酸菌は質の問題だけではなく、量的な面でも「良質サイレージのために必要と言われる原料草1g当たり10万単位」を満たす確立は1割以下といわれ、ほとんどの場合、乳酸菌不足といえます（図2）。これは、トウモロコシ等の比較的調製しやすいと言われていた作物も含めて全般的に下がる傾向です。つまり、たいていの場合、質量とも「乳酸菌を添加する必要のない条件」は満たされていません。

### 3) 無添加サイレージとスノーラクトL添加サイレージの目に「見えない」微生物学的な違いを調べる

また、ホモ型乳酸菌や耐酸性であるほかにもサイレージ用の乳酸菌には、①雑菌や発酵効率の良くない野生乳酸菌に打ち勝つだけの競争力、②日本の気候風土に対する適性（温度、作物との相性等）等も求められます。

最近の遺伝学的手法を使えば、目に見えないサイレージ中の乳酸菌が「野生の乳酸菌」か「添加したラクトLの乳酸菌」かの判別ができ、乳酸菌の数も調べれば、「添加乳酸菌が実際に働いているか」など、サイレージ中での挙動を調べることがかなり可能になっています。

写真1はそうした技術のうち、プラスミドプロファイルという手法を用いて、無添加とスノーラクトL添加のサイレージ中の乳酸菌を比較した写真です。具体的には、乳酸菌の遺伝物質（環状のDNA）を取り出して、電気泳動と言う手法により寒天の中で分離精製した時の模様を比較しまし

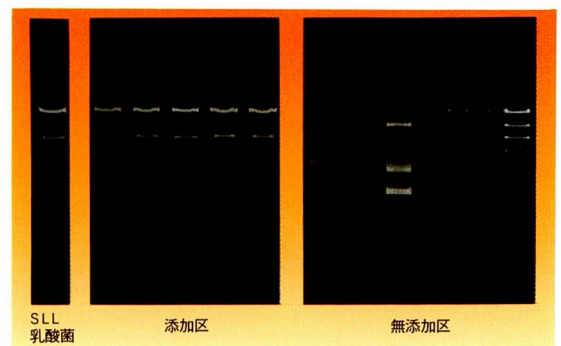


写真1 乳酸菌のプラスミドプロファイル (チモシーサイレージ3日目)

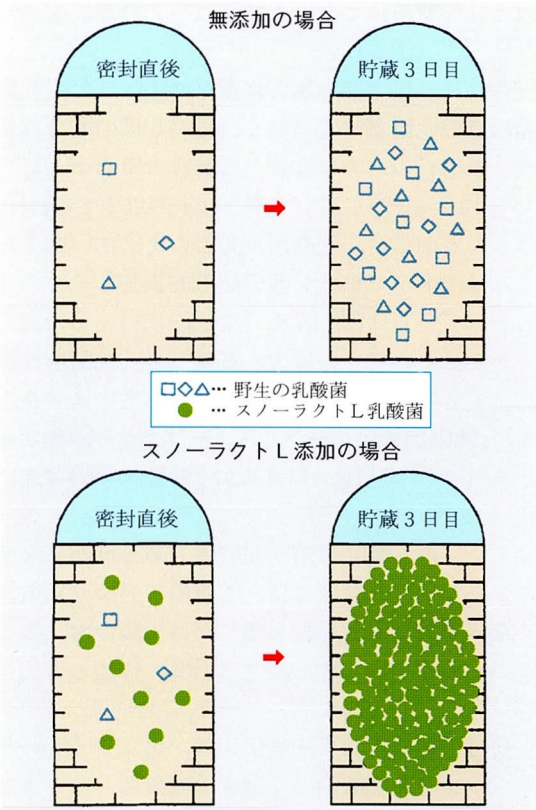


図3 スノーラクトL乳酸菌添加で密封後3日目にほぼ100%スノーラクトL乳酸菌となる

た。この模様は乳酸菌のもつ遺伝物資の数や大きさを反映して、大抵の場合は菌株ごとに異なり、固有です。当然、スノーラクトLが採用している菌株の模様と野生乳酸菌の模様も異なります。

この手法を利用して調査すると、スノーラクトLを添加すると詰め込んでから3日目にはほぼ100%がスノーラクトLの菌株で占められており、野生の乳酸菌に打ち勝っていることが分かりました(図3)。さらに、発酵初期の総乳酸菌数や耐酸性の乳酸菌の比率が無添加サイレージと比較してスノーラクトL添加のサイレージで10~100倍で、その他、発酵品質や乳酸のタイプ(L乳酸の比率)等、一連の傾向もスノーラクトL添加の効果を裏付ける結果が得られています(本誌第44巻第4号、「スノーラクトLの利用と有利性」参照)。

これらの研究を通して、最近では乳酸菌の添加効果が現象面だけでなく、因果関係も含めて理解されるようになってきました。

## 2 スノーラクトL添加のメリット

### 1) 発酵中の乾物ロス低減

先ほど、作物全般を通して野生の乳酸菌は質量とも不十分であることに触れましたが、調製しやすいトウモロコシでは他の条件が整えば取りあえず発酵品質については問題のないサイレージを調製することは可能です。しかし、この場合でも、貯蔵中の養分のロス(発酵ロス)はヘテロ乳酸菌等によって引き起こされる可能性が高いといえます。

調製しにくい牧草等の場合には、酪酸菌等による不良発酵が引き起こされ、タンパク質の分解も含めて更に養分ロスは大きくなります。

スノーラクトLを添加すると、これら効率の悪い野生乳酸菌や悪玉の雑菌の生育を抑えて、効率の良い乳酸発酵を促進するため、養分ロスを低減する効果があります(図4)。例えば、乾物のロス5%の違いを金額に換算すると、生産費が乾物1kg当たり50円で水分70%の場合、サイレージ100t当たり7万5千円の差になります。

ロスは栄養分析等を行わないと分かりませんが、このロス低減分の生産費用は乳酸菌の費用以上に大きく、この効果だけでも十分に元が取れ、結果として知らず知らずのうちに経営に役立っているのです。

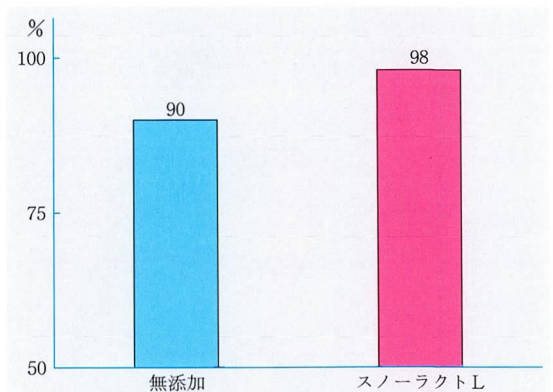


図4 トウモロコシサイレージの乾物回収率

### 2) 泌乳牛に対する採食量の向上

また、栄養ロスの低減に比べ、現場でも実感できる効果として、発酵品質の向上に伴う採食量の向上が挙げられます(表2)。このことは経営上極めて重要な意味を持ちます。

表2 グラスサイレージの発酵品質と乾物摂取量、乳生産

	無添加 (pH4.6)	スノーラクトL (pH4.2)
飼料摂取量 (kg/日)		
グラスサイレージ(乾物)	8.2	9.2
乾草	1.4	1.5
ビートパルプ	3.0	3.0
配合飼料	10.5	10.5
乾物摂取量 (kg/日)	21.2	22.3
F C M乳量	30.4	31.1

注) グラスサイレージを飽食、他の飼料は一定給与とした。  
試験処理は二重反転法、供試牛4頭(当中央研究農場H2年5~6月)

それは高泌乳牛に乾物要求量どおり食い込ますことは難しく、特に分離給与の場合は設定どおり粗飼料を食い込ますことが問題になる場合が多いからです。泌乳初期の牛では、一般にエネルギーバランスがマイナスの状態となっているので、このマイナスを少なくするためにはサイレージの品質を良くして粗飼料の摂取量を増やすことがポイントとなります。

サイレージの乾物摂取量が増えると、牛に無理を掛けずに濃厚飼料の増給も可能となり、生産性が大きく改善されるからです。一般に乾物摂取量1kgの増加は1~2kgの乳生産増加につながります。これをもとに試算すると、1日乳牛1頭当たり泌乳初期の乳牛で40円以上、搾乳牛全体でも20円以上の利益向上となります。

さらに、充足率が向上すれば、同時に繁殖成績の向上や乳成分の改善効果も期待でき、経済的にも大きく反映されるでしょう。また、劣悪な品質のサイレージ給与による繁殖障害やケトーシス、第四胃変異、乳房炎等の疾病による損失は経済的にも管理等の作業上も経営にとって大きな要因となっており、改善の影響が大きいことはいうまでもありません。

### 3) 二次発酵(好氣的変敗)の抑制

劣悪なサイレージの場合、開封後の発熱やカビの発生が抑

制されることは良く知られています。また、空気にさらされながら永久に発熱やカビの発生がみられないサイレージもありえます。

二次発酵による経済的、作業的損失については多くの文献で指摘されていますが、サイロの設計や基本作業の重要性が以前から指摘されていますが、今日でも現場で最も重要な課題の一つであり、むしろ全体的にはサイレージの品質が年々向上するなかで重要性を増しているのではないのでしょうか。

トウモロコシサイレージや十分に予乾された牧草サイレージ等のように一定の品質以上のものができ、さらに、サイレージ調製の基本にそった作業を前提とすれば、乳酸菌添加により酵母の数が減少し、発熱やカビ発生までの日数が遅延するので、廃棄するサイレージの量とサイロや牛の管理作業の低減が期待できます。

## 3 2番草に対する酵素(セルラーゼ)の効果

### 1) 2番草の特性

2番草は収量が少ないだけでなく、乾物中に含まれる糖含量が少ないといった特徴があります。同じ高水分の場合でも、より良質のサイレージが調製しにくいのです(図5)。

### 2) 発酵品質の改善効果

酵素(セルラーゼ)入り製品の添加は草の繊維を分解し、糖分の補給により発酵品質を改善し、嗜好性を向上する効果があります(図6)。

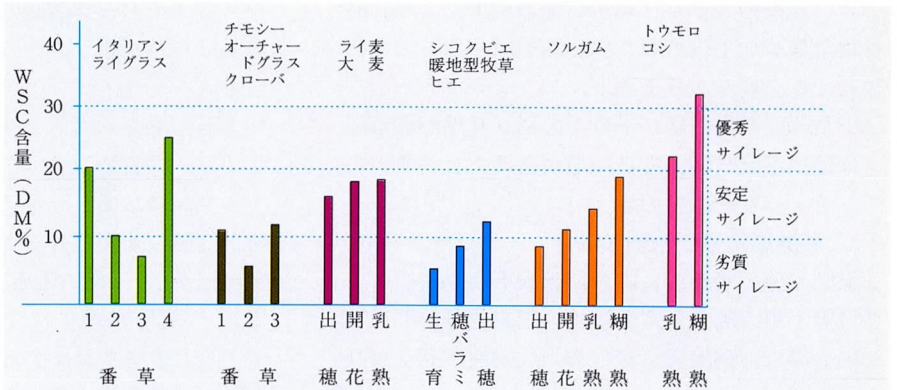


図5 作物別、刈取り期別の乾物中水溶性糖含量(高野<1977>)

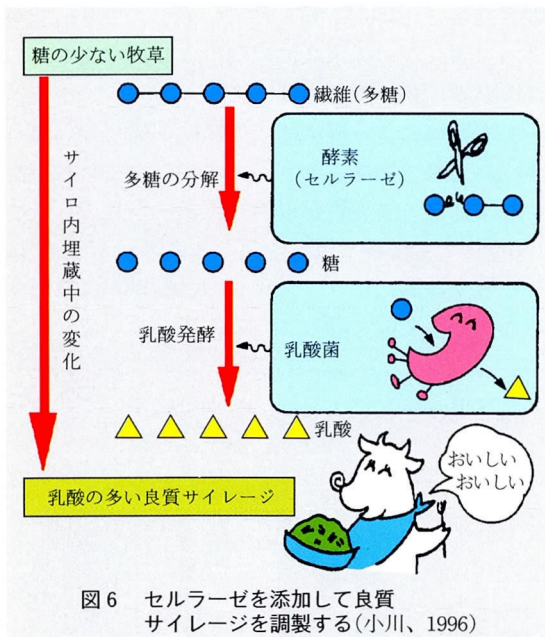


図6 セルラーゼを添加して良質サイレージを調製する(小川、1996)

## 4 トウモロコシサイレージのポイント

### 1) 作業上のポイント

黄熟後期(圃場の周辺から5 m以上中に入った場所の雌穂を2つに割り、子実のーフミルクラインにより確認)に十分踏圧をかけて調製すれば、失敗する危険性はかなり少ないといえます。

熟期が進み過ぎると、台風等による倒伏や病気の危険性、過度に霜に当たり水分が低くなり過ぎ、二次発酵の危険が増すので注意が必要です。

### 2) 毎年、発熱やカビが発生する場合

サイロを仕切って間口を小さくするか、比較的小さい規模のスタックサイロ等の利用により、同じ給与量でも1日の取り出し幅が厚くなるように改善する必要があります。

また、取り出し量が十分なのに、発熱がある場合は踏圧不足や気密性に問題があることが多いので、チェックが必要です。

### 3) 硝酸態窒素が過剰な場合

堆肥の施肥量が多い場合、天候不良や密植により日照不足の場合、窒素以外の肥料成分が不足した場合等は、硝酸態窒素中毒の危険性が高くなります。

このような場合、調製する前に硝酸態窒素の簡易測定用試薬を使い、高さを変えて(1~5節)

圃場の数か所で調査を行う必要があります。

4節以上でも発色がある場合、低い部位ほど硝酸態窒素濃度は高い傾向があるので、いわゆる「高刈り」等の対策が必要です。

発酵させたサイレージでは濃度が低下する傾向があります(酸添加では、さほど減少しない)が、サイロの開封後に念のため同様の測定を行います。濃度が高い場合は、ガイドラインに従って給与する必要があります。

### 4) 生育が思うように進まず、適期以前に調製せざるをえない場合

天候不順等により熟期が思うように進まない場合、規模拡大等により部分的には早い熟期で調製せざるを得ない場合等に、排汁が発生するくらい水分が高いトウモロコシサイレージになるケースもここ数年で増加しているようです。

この場合、乳酸菌を添加してビートパルプ、フスマ、イナワラ等の適当な水分調整材の添加が可能なら、品質安定と排汁ロスの低減ができます。

また、従来、教科書的には「多少水分が高くて、トウモロコシの場合、糖不足にはならず糖の添加や酵素添加は不要」といわれていましたが、最近の事例としては「乳酸菌だけの添加では品質が良くないため、酵素入り製品の添加により数段階嗜好性が改善された」ケースも増えています。

### おわりに

規模拡大と省力化の傾向がますます進む中で、今まで以上に作業性が重要視されます。現場では、一方でサイレージ調製の基本が追いつかない面も見受けられますし、一方では、コントラクターや自走式ハーベスターの導入により、一定の投資をしても作業の効率化と基本に従った良い条件でのサイレージ調製の試みが見受けられます。

いずれにしても、穀物相場の高騰により配合飼料が高値の基調となる中で、低コスト経営を目指す現場から、「食い込める粗飼料調製の武器」としてスノーラクトLを上手に活用して頂ける場面が増えると思われたい。使い勝手や効果の向上等、今後、更に期待に答えることができますよう、スタッフ一同精進したいと思います。