

サイレージ用乳酸菌「サイマスター」のご紹介

はじめに

サイレージは牛にとって主食にあたる重要な飼料であり、この品質が酪農経営に大きく影響します。そのサイレージの発酵品質は、古くから問題視されていますが、未だに十分に解決されているとは言えません。当社で実施しているここ10年の粗飼料分析サービスのデータを整理すると、北海道の牧草サイレージの発酵品質は、約1/3がVスコア：60点未満で良くなる傾向はありません（図1）。

平成18年ごろからVスコアが10点以下の劣質サイレージも散見されるようになり、当社では数年前からこの不良発酵サイレージの原因を検討してきました。その中で植生の悪化や過剰施肥が、牧草サイレージの発酵品質に影響があることが明らかとなり、近年は植生改善の機運が高まっています。一方、このようなサイレージの材料の変化に対して、従来のサイレージ添加物が十分に対応できないケースも増えてきたため、新しい乳酸菌の開発に着手し、2012年から「サイマスター」を発売しました。今回はサイマスターの牧草サイレージに対する効果について、いくつかの事例を交えて紹介します。

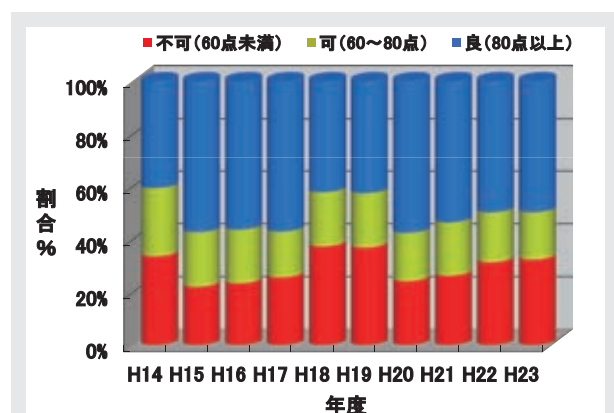


図1 北海道内の牧草1番草サイレージのVスコア分布割合（雪印種苗分析グループ粗飼料分析データより）

1. サイマスター乳酸菌の特徴

サイマスターには、牧草やサイレージから分離された1,000株を越える乳酸菌から選抜した2種類の菌株が使われています。特性の違う2つの乳酸菌を組み合わせることで、今までにない乳酸発酵促進効果を実現することができました。1つは乳酸球菌の*Lactococcus lactis*（ラクトコッカス・ラクティス）：SBS0001株で、サイレージ中での増殖が非常に速く、初期の雑菌の増殖を抑えます。しかし、耐酸性が弱いことからpHが下がり始めると菌数が減少します。もう1つは乳酸桿菌の*Lactobacillus paracasei*（ラクトバチルス・パラカゼイ）：SBS0003株で増殖スピードはSBS0001株より若干遅いものの、耐酸性が非常に強く、発酵後半でも高い菌数を維持してしっかりとpHを下げて酪酸菌の増殖を抑えます（写真1）。

この乳酸菌をアルファルファサイレージに添加したときの乳酸菌数の推移を調査したところ、SBS0001株は発酵1日目で10,000倍に増殖し（サイ



写真1 サイマスター乳酸菌の電子顕微鏡写真（撮影：雪印メグミルク ミルクサイエンス研究所）

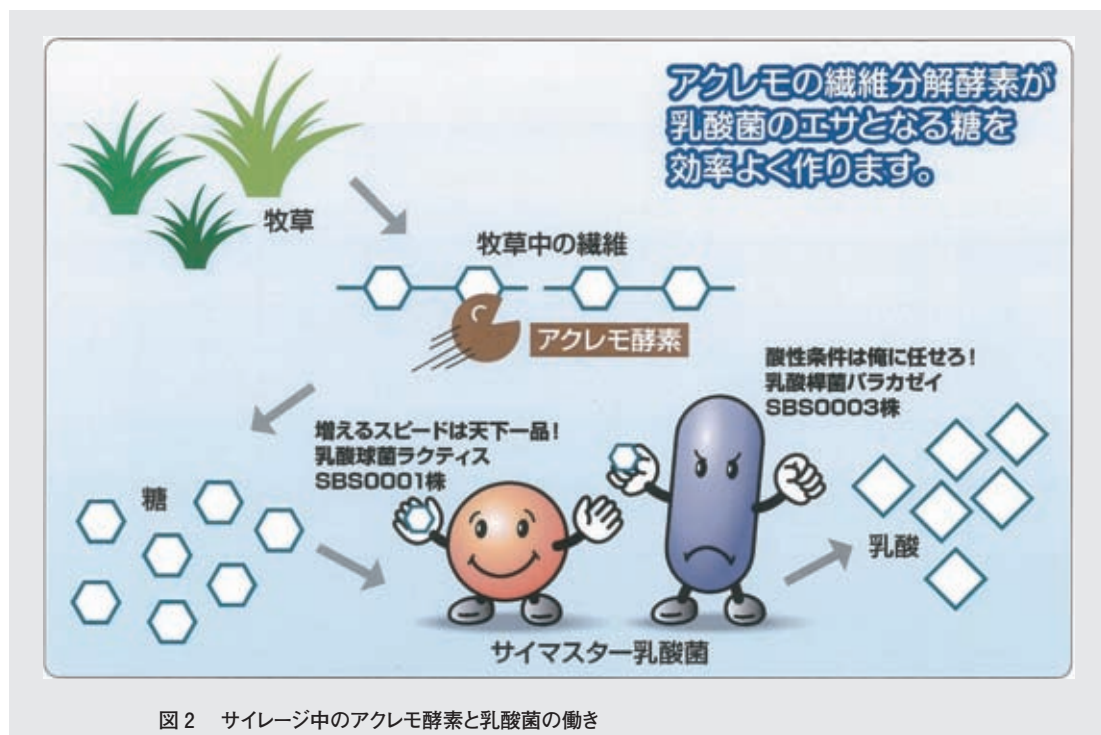
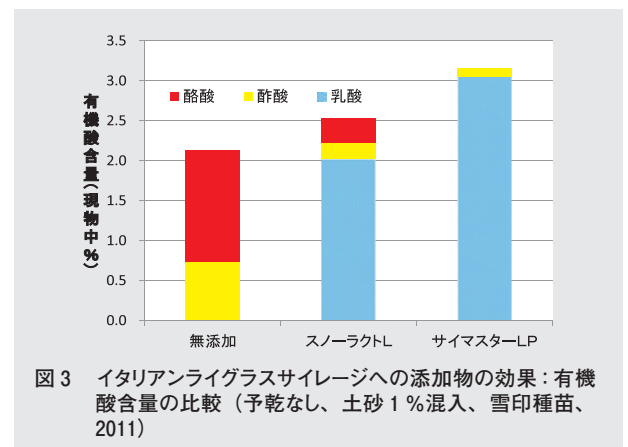
レージ1gあたり10万個添加したものが10億個まで増殖)、3日目から7日目にかけて減少しますが、SBS0003株が3日目以降に同じレベルまで増殖し、その後発酵後半まで高い菌数を維持する傾向がわかりました。サイマスターはこの2つの乳酸菌によって、発酵の直後から後半まで添加した乳酸菌がサイレージ中で優占することで、酪酸菌を含めた雑菌を抑え、良好な発酵品質に繋がると考えられます。

2. 牧草から糖を供給するアクレモ酵素

乳酸菌がサイレージ中で乳酸発酵するためには、エサとなる糖分が必要ですが、特に牧草類には乳酸菌が利用できる糖分が不足するケースがあります。この糖不足を解決するために、当社では牧草専用の繊維分解酵素「アクレモ酵素」を開発しております。アクレモ酵素によって牧草の繊維の一部を分解して乳酸菌のエサとなる糖を作り、この糖を利用してサイマスターの乳酸菌が乳酸発酵を促進します(図2)。このように糖分を供給しながら乳酸発酵を促進させることから、様々な草種に対応することができ、安定した発酵品質改善効果が期待できます。当社では乳酸菌のみのサイマスターLPと(中水分の牧草やトウモロコシなどの飼料作物向け)、乳酸菌+アクレモ酵素のサイマスターAC(低糖分高水分牧草や食品製造副産物向け)という規格を用意しております。

3. 府県 の材料に対する効果

東北以南の地域では、イタリアンライグラスや寒地型・暖地型牧草、麦類、スーダングラスなど様々な材料がサイレージ利用されています。その多くはロールラップサイレージに調製されていますが、刈取り時、テッダーによる予乾作業、ロール調製時に土砂が混入するケースがあります。この土砂の中には大量の雑菌が含まれているので、サイレージの発酵品質を悪化させる要因の一つになります。その状況を想定して、イタリアンライグラスに土砂を1%添加したサイレージで調査したところ、サイマスターLPは、無添加や従来製品(スノーラクトL)に比べて発酵品質を改善する効果が高い傾向にありました(図3)。



また、現地のロールラップサイレージでの調査においても、水分54%のライ麦サイレージで無添加に比べてサイマスターAC添加の方がpHやVスコアが良好な結果を示しています（図4）。スーダングラスサイレージでは、鉄分含量から土砂混入が疑われる条件下で（通常200～400mg/kg程度）、やはり無添加に比べて大幅な発酵品質の改善が認められました（図4）。府県は材料の種類が多く、水分が高いものや発酵品質が悪くなるような条件もあります。サイマスターで全てを解決できる訳ではありませんが、良質なサイレージ調製に寄与できると考えています。

4. 北海道の材料に対する効果

北海道のサイレージの発酵品質が悪くなっている1つの原因として植生の悪化があります。シバムギ

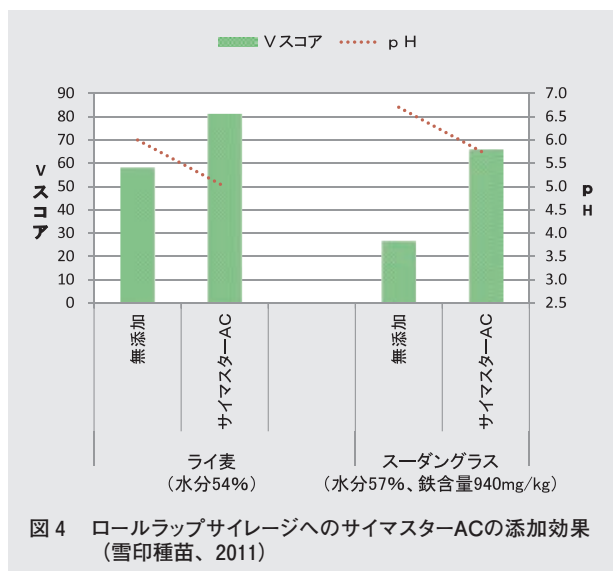


図4 ロールラップサイレージへのサイマスターACの添加効果（雪印種苗、2011）

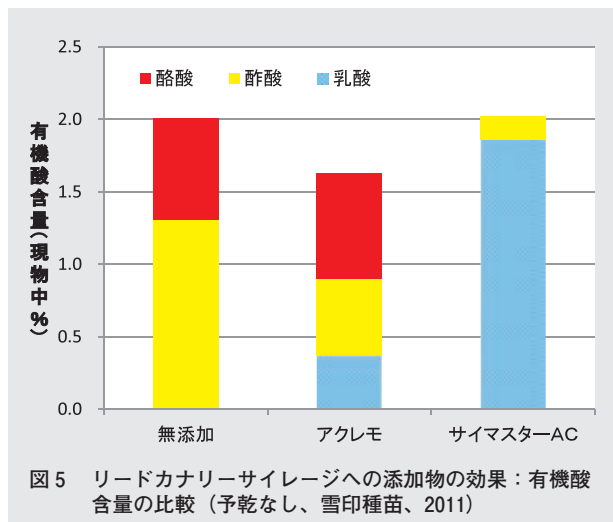


図5 リードカナリーサイレージへの添加物の効果：有機酸含量の比較（予乾なし、雪印種苗、2011）

やリードカナリーグラスといった地下茎型イネ科草種は、乳酸菌が利用できる糖分がチモシーに比べて少なく、発酵初期におけるVBN（揮発性塩基態窒素、主にアンモニア）の発生が多いことから良質なサイレージになりにくい材料です。リードカナリーグラスで行った試験では、従来製品（アクレモコンク）では十分な発酵品質の改善効果が得られませんでした。サイマスターACを添加したサイレージは、良好な乳酸発酵を示しました（図5）。北海道でメインの草種であるチモシーは、これらの地下茎型イネ科草種に比べると乳酸発酵しやすい材料ですが、あえて酪酸発酵しやすくするために、人為的に酪酸菌を添加して調査を行ったところ、やはりサイマスターACは従来製品よりも大幅に発酵品質を改善しました（図6）。

次に北海道での現地試験の事例を紹介します。A牧場は、2010年の1番草サイレージの発酵品質が悪く、原因を調べるために植生調査を行ったところ、牧草は20%しかなく、殆どは地下茎型イネ科草種でした。翌年、その草地のままサイマスターACを試していただいたところ、非常に良質なサイレージとなりました（表1）。調製した年が違うので、単純な比較にはなりませんが、植生が悪い場面にも、ある程度はサイマスターで発酵品質が改善できることを示す事例だと思います。

5. 北海道の2012年産牧草サイレージの傾向

サイマスター販売初年目の2012年の北海道の牧草1番草サイレージの傾向について、発酵品質が悪くなりやすい高水分のサイレージに絞って、当社の粗飼料分析サービスのデータを整理してみました。

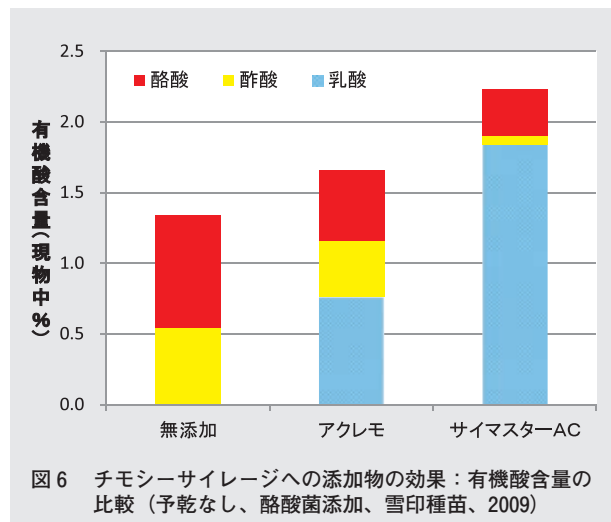


図6 チモシーサイレージへの添加物の効果：有機酸含量の比較（予乾なし、酪酸菌添加、雪印種苗、2009）

表1 北海道A牧場の牧草1番草サイレージへのサイマスターACの添加効果

2010年1番草 無添加		2011年1番草 サイマスターAC添加	
pH	4.81	pH	3.81
乳酸（現物中％）	0.32	乳酸（現物中％）	1.49
酢酸（現物中％）	1.20	酢酸（現物中％）	0.34
酪酸（現物中％）	0.33	酪酸（現物中％）	0.04
VDN/TN（％）	15.5	VDN/TN（％）	7.2
Vスコア	34	Vスコア	91

植生割合：牧草20％、リードカナリグラス30％、シバムギ40％、ケンタッキーブルーグラス10％

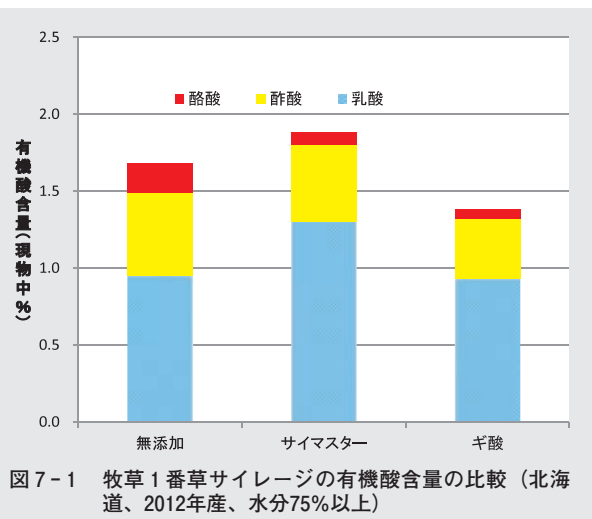


図7-1 牧草1番草サイレージの有機酸含量の比較（北海道、2012年産、水分75%以上）

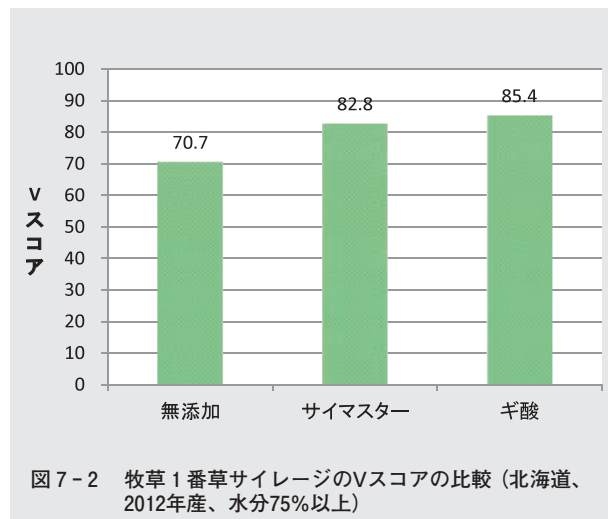


図7-2 牧草1番草サイレージのVスコアの比較（北海道、2012年産、水分75%以上）

2012年8月～2013年6月の間に当社分析グループで受け入れた北海道内の牧草1番草サイレージのうち、水分75%以上のサンプルを調査対象としました。全262件の農家を添加物ごとに分けて（無添加：87件、サイマスター：115件、ギ酸：60件）、発酵品質や栄養価の傾向を調査しました。

有機酸組成では、サイマスターは無添加より乳酸含量が高く、酪酸含量が少ない傾向、ギ酸は、乳酸含量は高くないものの、酪酸含量が少ない傾向にあり、それぞれの添加物の特徴が出ている傾向にありました（図7-1）。Vスコアは無添加が平均で70点程度に対して、サイマスターとギ酸は85点前後でした。高水分の牧草サイレージには酪酸発酵の抑制にギ酸添加が推奨されますが、サイマスター添加でもギ酸と同レベルの良質なサイレージが調製されていました（図7-2）。

また、発酵品質が良質であったサイマスターとギ酸については、TDNも無添加に比べて1.0～1.4%程度高い傾向にあり、発酵品質がサイレージの栄養価にも影響する傾向にありました。販売初年目の傾向を見る限り、全体的には期待していた効果が発揮されていたと感じています。しかし、これらのデータの中にも発酵品質が良くない事例はゼロではありません。サイレージ添加物は万能ではなく、どんな

条件でも良質なサイレージにできる訳ではありません。圃場の植生改善、適正な施肥管理、サイレージ調製作業の改善などと合わせて利用することで、より良質なサイレージが安定的に調製できると思います。

6. 牧草サイレージの品質が酪農経営に影響を与えた事例

最後に北海道B牧場の事例を紹介します。この牧場は経産牛250頭を飼養する大規模牧場ですが、平成20年秋ごろより臨床性の乳房炎が多発しました。搾乳手順や牛床の改善、ビタミン剤の増量などを試みましたが、思ったような効果は得られず、乳房炎による廃棄頭数は30頭を超えました。その頃、この牧場の牧草サイレージはずっと発酵品質が悪く、酪酸含量が高い傾向にありました。

ちょうど同じ時期に他の牧場でも、発酵品質が悪く乳房炎が多発していた牧場があったこともあり、原因を探るために数件の牧場で代謝プロファイルテスト（血液成分値から牛の栄養状態や健康状態を診断する方法）を実施しました。栄養状態を示す値（血糖、BUNなど）は正常でしたが、肝機能を示すγ-GTP値が正常値を超えており、肝機能に問題のなかった牧場に比べて約1.25倍の値を示しました。こ

の結果から、酪酸発酵サイレージの長期間給与により肝機能障害が起こり、更に免疫力が低下して臨床性乳房炎を引き起こしていたと思われました。

その後、牧草サイレージの発酵品質改善に取り組み（早春スラリーの散布制限、サイマスターの使用など）、2012年に調製した牧草サイレージは良質となりました（表2）。その結果、2013年7月のバルク乳の成績を2012年7月（この時期は表2の2011年の無添加サイレージを給与）と比較すると、月の平均廃棄頭数（初乳、乳房炎など）は半分近くに減り、出荷牛の平均乳量は6.8kg増えました（図8）。サイレージ以外にも暑熱対策、乾乳牛の飼養管理、搾乳牛の給与メニューの改善などに取り組んだ成果でもあります。サイレージの酪酸発酵が酪農経営に大きく影響することを実感する事例でした。

サイレージの発酵品質は嗜好性や食い込み量、栄養価、ケトシスなどの疾病、繁殖などに影響すると言われています。良質サイレージを調製するための一つのアイテムとして、サイマスターをご検討いただければ幸いです。



サイマスター現地試験農家の状況確認



ロールラップサイレージ開封調査の様子

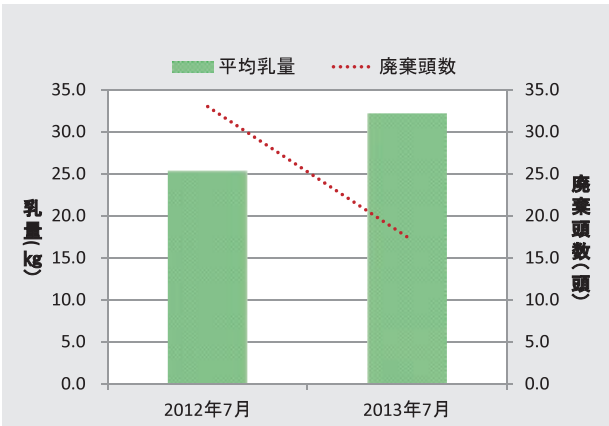


図8 北海道B牧場における平均乳量と廃棄頭数の推移（雪印種苗、2013）

表2 北海道B牧場における牧草1番草サイレージの発酵品質改善経過

調製年	2010年	2011年		2012年
早春スラリー散布	従前通り散布	散布制限		散布制限
添加物	アクレモコンク	無添加	サイマスターAC	サイマスターAC
pH	4.8	4.4	3.7	3.9
酪酸（原物中％）	0.61	0.30	0.02	0.11
VCN/TN（％）	24.0	20.6	7.5	9.0
Vスコア	28	32	92	83

（2013年、雪印種苗）



サイマスターを使用したサイレージ調製（踏圧）