

サイマスターACスリムとサイマスター3スリムのご紹介

●ポイント

- ・サイレージの基本的な発酵メカニズムとサイレージ発酵における課題
- ・高水分牧草サイレージ向け乳酸菌製品サイマスターACスリムのご紹介
- ・予乾牧草サイレージ向け乳酸菌製品サイマスター3スリムのご紹介

1. はじめに

2025年は、消費者物価指数が前年比3.2%上昇し、2020年を100とした指数では111.9となり、5年連続の上昇となりました¹⁾。実際に、飲食費、燃料費、光熱費、飼料費など、さまざまなコストが上昇しています。このような厳しい環境下においても、多くの企業が原料仕入れや作業工程を見直し、価格転嫁をできる限り抑えながら高品質な製品を提供し続けています。

当社がこれまで販売していたサイマスターACおよびサイマスター3についても、原料価格の上昇により製品内容を見直さざるを得ない状況となりました。新たな製品として、サイマスターACスリムとサイマスター3スリムを2025年度より販売しています。

本記事では、これら新製品の内容変更点と、それに伴う製品性能の違いについてご紹介します。

2. サイレージの基礎

本記事を執筆するにあたり、改めてサイレージの基本的なところをご説明いたします。

サイレージとは、牧草などの粗飼料を乳酸発酵させて作る保存性の高い飼料です。もともと、牧草が十分に確保できない冬季に備えるための保存食として利用されてきました。現在では、サイレージを含

めた粗飼料の栄養価を評価し、TMR (Total Mixed Ration: 完全混合飼料) やPMR (Partly Mixed Ration: 部分混合飼料) といった飼料設計を行う飼養形態が一般的になっています。そのため、品質が安定し、日ごとの栄養変動が少ないサイレージは、通年で給与する飼料として欠かせない存在となっています。このような背景から、サイレージの品質は酪農経営に大きな影響を与えるため、その品質を安定させることが重要な課題とされています。

サイレージの発酵形態は、乳酸発酵が望ましいのですが、条件によっては酪酸発酵が起こります。乳酸発酵は、サイレージの貯蔵過程で乳酸菌が主として活動する発酵であり、出来上がったサイレージは明色かつ、香りもよく、牛の嗜好性も良いです。他方で、酪酸発酵はサイレージの貯蔵過程で酪酸菌が主として活動する発酵であり、出来上がったサイレージの見た目は暗色であり、香りは不快でかつ牛の嗜好性も悪いです。このことから、サイレージ調製では、酪酸発酵の抑制が大きなポイントとなっています。

調製後のサイレージでは、二次発酵と呼ばれる現象が重大な問題として挙げられます³⁾。正式には“好気的変敗”と呼ばれますが、一般的には“二次発酵”という表現が広く用いられているため、本稿でも二次発酵と表記します。二次発酵とは、サイレージが開封により空気中の酸素に触れ、酵母などが好氣的に発酵することで発熱する現象です。栄養価の低下や嗜好性の低下の要因となります。これらの影響は酪酸発酵ほど目に見えて現れないため軽視されがちですが、2025年にアメリカ・フロリダで開催された国際サイレージ会議²⁾でも主要な議題として取り上げられるなど、国際的にも重要な課題とされています。

3. 酪酸発酵抑制製品サイマスターACスリム

酪酸発酵を抑制するためには、水分を調整するこ

とが最も重要です。酪酸菌は水分が多い環境を好むため、牧草中の水分が75%以上になると活発に増殖します。このため、サイレージ調製では予乾作業が推奨されます。しかし、日本は降雨が多く、必ずしも十分な予乾が行えるとは限りません。そのような場合には、サイレージのpHを下げるのが有効です。酪酸菌を含む多くの雑菌は、中性に近いpH6前後の環境で増えやすいため、ギ酸の添加や乳酸菌が産生する乳酸によるpHの低下は、これら雑菌の増殖抑制につながります。一般的に、酪酸菌の多くはサイレージ中のpHが4.2以下になると増殖が大きく抑えられることが知られています。問題となるのは、サイレージ中のpHが4.2以下まで十分に低下しなかった場合です。ギ酸は強い酸性によって多くの微生物の増殖を抑制しますが、pHの低下が不十分な場合には、次の2つのパターンが考えられます。

1つ目は、ギ酸に耐性を持つ乳酸菌が存在する場合です。この場合、乳酸菌が増殖して乳酸発酵が進みます。

2つ目は、耐性を持つ乳酸菌が少ない場合で、この場合は酪酸菌が優勢となり、酪酸発酵に傾きます。

酪酸菌は“芽胞”と呼ばれる耐性構造を形成するため、ギ酸添加によって増殖を抑えることはできませんが、完全に不活化することは困難です。また、乳

酸菌が乳酸を生成しても、その乳酸を酪酸菌が利用してしまうことで、結果として酪酸発酵に傾く場合もあります。

サイマスターACは、日本のサイレージ事情に合わせて開発された高水分用（牧草中水分75%以上）の乳酸菌製品です。この製品には、増殖が速い乳酸球菌（SBS-0001-S株）と、低pH環境でも長く働く乳酸桿菌（SBS-0011株）の2種類の乳酸菌を配合しています。さらに、牧草の繊維から糖を作り出す繊維分解酵素も加えており、発酵を進めるための糖供給を補助します。増殖の速い乳酸球菌は、調製初期から素早く増殖し、牧草中のpHを早期に4.2付近まで低下させることで、中性域で活動する雑菌を抑制します。しかし、この球菌は低pH環境に弱いため、以降は自身が作り出した酸性環境下で速やかに生存数が減少します。続いて増殖するのが、酸に強い乳酸桿菌です。桿菌は増殖速度こそ緩やかですが、酸耐性が高く、サイレージ中に長期間とどまることで酸性域で活動する雑菌を抑制し、品質の維持に寄与します。乳酸菌は、利用可能な糖を消費しながら増殖し、その代謝過程で乳酸を生成します。したがって、原料草に十分な糖が含まれていない場合、乳酸の生成が進まず、サイレージのpHも低下しにくくなります。特に日本のサイレージ原料草は雑草混入が多く、糖含量が低い傾向があることが知

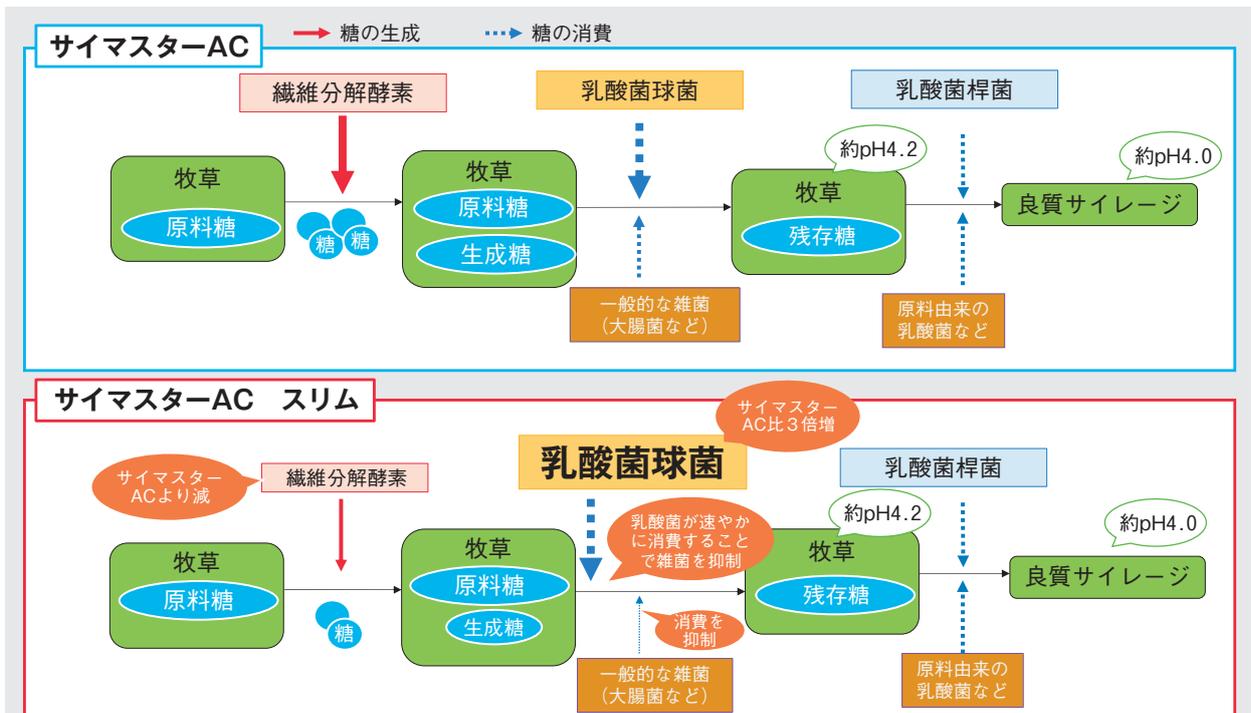


図1 サイマスターACとサイマスターACスリムの違いのイメージ
※数値は実際の分析値ではありません

られています。このような原料草を用いても発酵に必要な糖を産生できるように、旧製品であるサイマスターACでは大量の繊維分解酵素を配合していました。

今回新たに販売を開始した製品が、サイマスターACスリムです。旧製品サイマスターACとサイマスターACスリムとの違いを図1にイメージ化しました。サイマスターACスリムは、サイマスターACと比較して酵素の配合量を減らし、乳酸球菌を3倍量配合したことが大きな特徴です。また、内容量をサイマスターACの100t用1.7kgから、ACスリムの100t用1.0kgへと減量し、製品全体をスリム化しています。

酵素量を減らしたことで糖の生成量はサイマスターACより少なくなりますが、球菌を3倍量としたことで初期の雑菌との競合性が高まり、雑菌に奪

われる糖の量を抑えることができます。その結果、酵素配合量を減らしても、サイマスターACと同等の発酵品質改善効果が得られることを確認しています(図2)。

なお、球菌を3倍量配合する製品設計は、これまでの工場生産効率では実現が困難でしたが、乳酸菌の培養効率を改善したことで可能となり、今回の製品化につながりました。

4. 二次発酵抑制製品サイマスター3スリム

ここまでは高水分牧草用製品について説明しましたが、ここからは予乾牧草用(牧草中水分75%未満)に使用できるサイマスター3スリムをご紹介します。

予乾牧草は水分が低いため、酪酸発酵よりも二次発酵が問題となりやすい特徴があります。二次発酵は、乳酸資化性酵母がサイレージ中の乳酸や残存糖質を消費することで発生するため、これら酵母の増殖を抑えることが重要です。酵母を抑制する方法はいくつかありますが、乳酸菌製品において二次発酵を抑える主な作用は酢酸の生成によるものです。

なお、予乾牧草における酢酸含量やpHの指標は明確になっていませんが、同様に二次発酵が課題となるトウモロコシサイレージでは、pH3.8、酢酸含量0.8%以上が望ましいとされています。

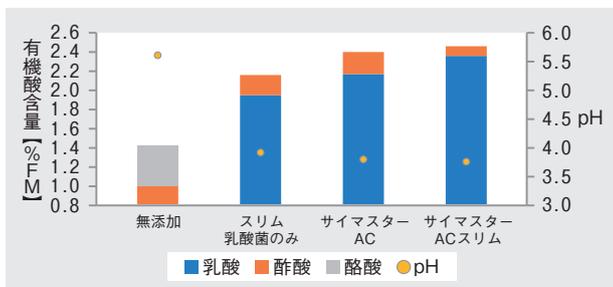


図2 リードカナリーグラスサイレージ発酵品質(2025年、北海道研究農場(夕張郡長沼町)) ※水分82.1%、25℃で2カ月貯蔵、パウチ試験

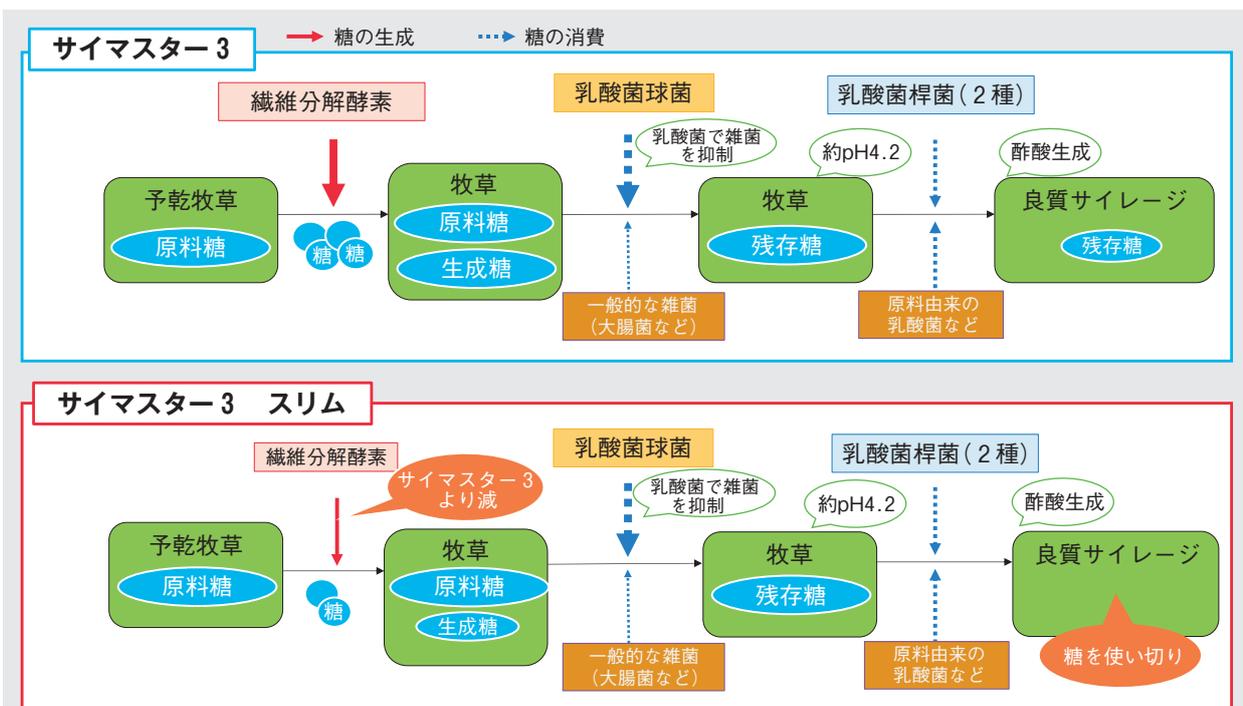


図3 サイマスター3 とサイマスター3 スリムの違いのイメージ ※数値は実際の分析値ではありません

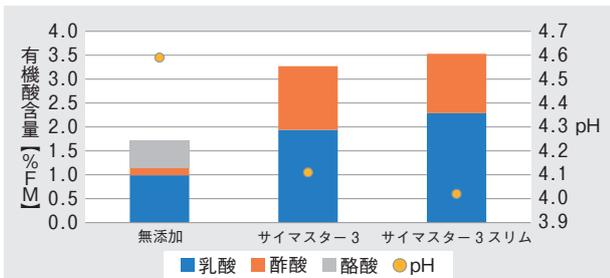


図4 チモシー牧草ロール試験（2024年、北海道研究農場（夕張郡長沼町））
※水分53%、外気温で3カ月、各1ロールをドリルサンプラーで複数箇所調査

旧製品サイマスター3は、サイマスターACと同様の効果を持つ乳酸球菌（SBS-0001-S株）と乳酸桿菌（SBS-0003株）に加えて、酢酸を生成するヘテロ型乳酸菌（SBS-0007株）を組み合わせた製品でした。これら3菌種が相乗的に作用することで、予乾牧草において適度な乳酸と酢酸を生成し、二次発酵を効果的に抑制します（図3・青枠）。サイマスター3スリムも基本的な作用機序は同様であり、図3の赤枠に示しています。

また、サイマスター3スリムはサイマスター3と比較して酵素量を減らし、内容を100t用1.7kgから1.0kgへとスリム化しています。酵素量が減少した影響について検証した結果、予乾牧草ではサイマスター3スリムでも必要な糖生成量を確保でき、二次発酵抑制効果に大きな差がないことを確認しています（図4、表1）。

表1 予乾牧草ロール中の酵母菌数（2024年、北海道研究農場（夕張郡長沼町））

製品名	酵母菌数 (個/g)
無添加	1,270
サイマスター3	100以下
サイマスター3スリム	100以下

5. 最後に

原材料の入手状況や原価は今後も変動することが予想されますが、当社はその中でも適切な対応を続け、お客様へ高品質な商品を提供していきます。今後ともサイマスターシリーズをどうぞよろしくお願いいたします。

6. 引用文献

- 1) 総務省（2025）、2020年基準 消費者物価指数 全国 2025年（令和7年）12月分及び2025年（令和7年）平均
- 2) ISC2025XX International silage conference HP (<https://conference.ifas.ufl.edu/silage/>)
- 3) 本間満（2019）「トウモロコシサイレージの二次発酵対策～サイマスターSP～」 牧草と園芸、第67巻第4号p15-17