

# 高品質な米粉サイレージの調製と給与を目指して ～成功のためのヒント その2～

先号では、「水田利用型畜産」の中核とも言える米粉サイレージの更なる利用促進に向けて、調製時における技術・作業ポイントを概説しました<sup>[1]</sup>。①破砕（未破砕米を極力低減）、②加水（目標水分30%）、③乳酸菌添加（発酵促進と変敗防止）、④脱気・密封処理（嫌気環境の構築と梱包資材の破損防止）の4つのポイントが高品質な米粉サイレージ調製のために重要であることを明らかにしました。本号では、サイレージ調製用乳酸菌「畜草2号」（写真1）の特長や効果に加えて、米粉サイレージの給与事例とその注意点についてご紹介します。



写真1 「畜草2号」（雪印種苗株式会社）。原料米粉10トン用希望小売価格7000円（税別）。

## 1. サイレージ調製用乳酸菌「畜草2号」

米粉サイレージ調製に役に立つ乳酸菌「畜草2号」の特長は以下の3点です。

- ① 食用米収穫後に収穫されることが多い飼料用米は、晩秋などの寒冷期に収穫・調製される場合も多いが、「畜草2号」は低温条件下でも増殖能に優れる。
- ② 米粉サイレージを温暖期に調製した場合でも、変敗による飼料価値低下や廃棄ロスが問題になるが、「畜草2号」は発酵促進に加えて変敗防止にも優れる。
- ③ 「畜草2号」を添加した米粉サイレージは家畜への嗜好性に優れる。

作業分散やコンバインの稼働都合により、食用米

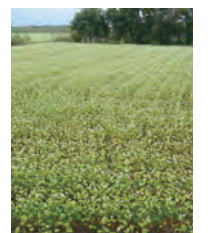
収穫が終了した後に飼料用米の収穫が開始される場合が大半です。また、近年、急な天候不順等で食用米の収穫自体が遅延することも珍しくなく、飼料用米の収穫作業が晩秋以降に大幅に遅延することもあります。繁忙期である秋の収穫シーズンを避けて、仮貯蔵した米粉を冬期などに米粉サイレージ調製する事例もあります。これらのケースでは、低温時に発酵が遅延することによる腐敗トラブルが課題となります。「畜草2号」は20～37℃などの温暖環境での増殖を最も得意とする乳酸菌ですが、4℃等の低温環境下でも増殖能に優れる性質がありますので、上述の現場の課題解決に貢献します。温暖環境でのサイレージ調製にも利用できることは言うまでもありません。

高糖分系の飼料に分類することができる米粉サイ

第66巻第5号（通巻678号）

## 牧草と園芸/平成30年(2018)9月 秋季号 目次

□ 府県向きイタリアンライグラス／ムギ類	表 2
□ 高品質な米粉サイレージの調製と給与を目指して～成功のためのヒント その2～ [遠野 雅徳ら]	1
□ 府県における牧草・飼料作物の草種・品種と栽培について [上山 泰史]	6
□ 現場で役立つ技術Vol. 5—牧草の栽培 その2— [高木 正季]	10
□ フロストシーディング技術を活用した草地の植生・生産性改善と応用技術 [佐藤 尚親]	14
□ 作物栽培に関わる播種のポイントについて [柴山 草太]	18
□ 継続的に地下部(根)の生育をサポートする土壌改良材 「闘根ゼオライト」のご紹介 [園芸微生物推進室]	22
□ 植物活力資材のご紹介	26
□ 耐病・耐倒伏性・多収性に優れたネオデント・ニューデント系のご紹介	27
□ ダイコンのご紹介	表 3
□ 畜草1号プラス 畜草2号	表 4

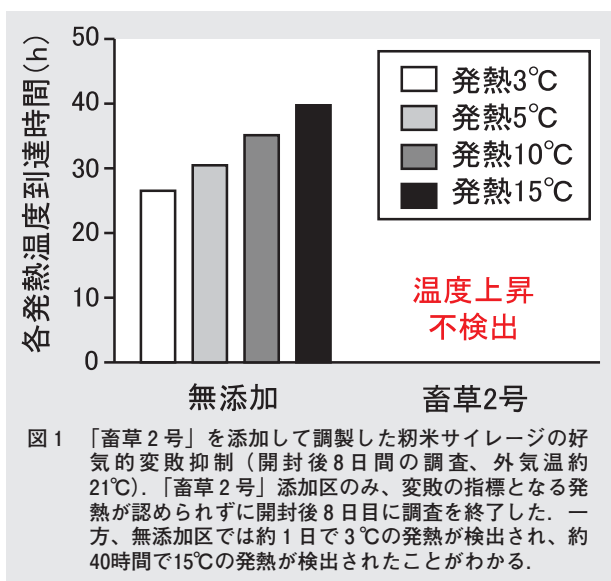


緑肥用そばの栽培風景(群馬県)

レージは、市販の配合飼料等と比べると低コストでの利用が可能な事例が多い<sup>[2-5]</sup>ですが、注意点があります。それは、開封後のサイレージに空気中の酸素が触れることによって発生する変敗です。この変敗を専門用語で「好気的変敗」と呼びます。この変敗は、早ければ24時間以内で発生することもあります。文献によれば、「サイレージ開封や破損による空気の流入が原因となり、酵母やカビが増殖して発熱を伴いサイレージが変敗する現象。変敗部位では牛の流産や脳炎の原因となるリステリア菌等の病原性細菌が増殖することもあり、使用を避けることが望ましい」とされており<sup>[6]</sup>、十分な注意と予防対策が必要です。また、同じく高糖分系の飼料に分別されるトウモロコシサイレージにおける変敗事例では、乾物あたり約5%の粗タンパク質、約9%の粗脂肪等の栄養素が損失することが認められています。さらに驚くべきことに、実に約20%のでんぷんや糖類等の非構造化炭水化物も損失します<sup>[7]</sup>。

農家の現場では、梱包している袋に極度の水滴の付着が見られる、触れた時に発熱を感じる、カビが発生する等の現象で変敗を判断できる場合がありますが、肉眼では判断が難しい微生物を相手に、日々の忙しい農作業で100%発見できるとは限りません。発生した場合は廃棄処分となり、補填する飼料費代を含めた経済的な被害は甚大です。仮に変敗に気が付かず給与した場合には、病原性細菌による悪影響や栄養不足による生産性の低下に繋がります。

「畜草2号」は、この変敗防止にも貢献します。図1は、「畜草2号」を添加してフレコンバックで調製した米粉サイレージの好気的変敗抑制効果を示



	無添加	畜草2号
pH	7.34	4.15
乳酸 (%)	0.13	1.18
酢酸 (%)	不検出	0.42

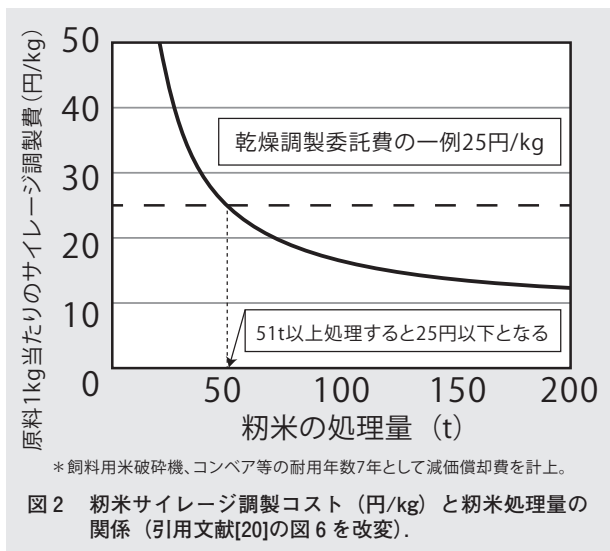
しています。変敗の指標としてわかりやすい発熱を計測しています。無添加区では、約21°Cの環境下において開封後1日程度で発熱が認められ、その後も発熱レベルが悪化しました。一方、「畜草2号」添加区では、8日間もの間、発熱を検知することなく試験を終了しました。この時の発酵品質を示した結果が表1です。「畜草2号」添加区では無添加区とは対照的に、望ましいpH4程度を維持しており、十分な乳酸や酢酸含量が認められました。また、「畜草2号」添加米粉サイレージでは、開封後24日以上変敗が認められなかったことが報告されています<sup>[8]</sup>。

高糖分・高消化性イネホールクroppサイレージ(WCS)向けとして開発された「畜草2号」ですが、米粉サイレージ調製への応用例が広がっています。宮地らは、「畜草2号」を添加して貯蔵することでpH4.38の良質な米粉サイレージの調製に成功し、同米粉サイレージを用いた消化試験により、乾燥米粉と比較して米粉サイレージの粗タンパク質及び粗脂肪の消化率が上昇することを見出しました<sup>[9]</sup>。これにより、サイレージ処理によって牛に対する栄養価の向上が期待できると報告しています<sup>[9]</sup>。

畜産農家にとって、飼料の嗜好性は気になるポイントです。小橋らは、「畜草2号」を含む異なる4種類の乳酸菌添加剤を用いて米粉サイレージを調製し、どの乳酸菌を添加した米粉サイレージを泌乳牛が選好するかについて、オミット式カフェテリア法により検討しています。その結果、「畜草2号」添加米粉サイレージの1日1頭当たりの3日間の平均採食量(乾物kg/10分)は、0.30と最も高く、「畜草2号」が乳牛の選好性に最も優れることを報告しています<sup>[10]</sup>。

## 2. 「畜草2号」の使用コスト

「畜草2号」は、高い生存活性を維持した粉末状の製剤として最適化され、雪印種苗株式会社より希望小売価格7,000円(税別)で市販化されており、使用コストは約0.7円/kg原物となります。米粉サイレージの流通価格単価は約25円/kg原物前後であるケースが多いことから、本流通価格単価に占める「畜草2号」の使用コストは約3%程度と考えられ



ます。

### 3. 粉米サイレージ調製のコスト的メリット

飼料用米破砕機(破砕能率900kg/時)を利用し作業員2人で粉米サイレージを調製した場合をモデルケースとして、粉米サイレージ調製コストと粉米処理量の関係を図2に示します。調製コストには人件費、資材費、光熱水費、各作業機の減価償却費を含みます。試算の結果、玄米利用を前提とした粉米収穫後の乾燥調製委託料金を25円/kgとした場合、粉米サイレージ調製では51トン以上の処理量を調製することでコストが下回ることがわかりました<sup>[11]</sup>。また、粉米の処理量が増えることによるスケールメリットが発生することも見逃せませんので、大きな法人単位でのコントラクター事業も十分に有効と考えられます。

以上のように、粉米サイレージ調製は一定以上の量を調製することで、従来の乾燥調製委託費よりも低コストに調製することが可能となります。ただし、本調製システムが低コストで稼働するためには、作業員・場所・時間の確保、各作業機の導入コスト、一定以上の量の飼料用米の確保が必要となるため、中長期的な視点で計画を建てる必要があることに留意しましょう。

### 4. 給与時の注意点

粉米サイレージの特性を理解して、「上手に使いこなす」ことが最も大切です。理解しておきたい特性の1つに、乾燥粉米と比較して第一胃内の分解速度が速い点が挙げられます<sup>[9]</sup>。乾物やでんぷん等の分解しやすい画分が増えることで、第一胃内の急激な発酵が進行するため、生産性の低下に繋がるアシ

ドーシスが誘導される恐れがあります。しかしながら、実際の給与の場面では、給与量を適切にコントロールすることによって問題無く利用できる例が数多くあります(表2)。大切なことは、用法・用量を守ることです。先行事例を参考にしながら、まずは少量(例えば、原物0.5-1kg/日/頭など)から給与を開始して、牛の様子を見ることが大切です。各農家の飼養条件や飼養個体に対応できるように、先行事例の給与量の数値はあくまで参考値としてください。

給与量だけでなく、実際に給与される栄養成分レベルにも配慮が必要です。原料粉米の栽培条件等によっては、栄養成分が変動する可能性があります。給与前の飼料分析を実施し、各飼養条件に適した飼料設計を実施することにより、生産性を低下させることなく飼料費を削減することができる事例もあります。

粉米サイレージを給与することにより、生産物への特徴が現れる事例が認められています。泌乳牛への粉米サイレージの給与試験により、乳成分のうち乳脂肪率が有意に増加することが認められています<sup>[16]</sup>。統計学的に有意ではないものの、他の泌乳牛への給与事例<sup>[13, 14, 21, 22]</sup>においても乳脂肪率の増加傾向が指摘されています<sup>[16]</sup>。今後、飼料用米をサイレージ化することによって得られる生産物への特徴付けについては、適正な給与量とともにメカニズムの詳細な検証が必要ですが、低コスト調製や飼料費低減以外の“給与するメリット”の解明にも興味を持たれます。

### おわりに

「水田利用型畜産」の中核とも言える粉米サイレージの更なる利用促進に向けて、本稿では調製時における技術・作業ポイントを概説しました。粉米サイレージの“作り手”側には、①破砕(未破砕米を極力低減)、②加水(目標水分含量30%)、③乳酸菌添加(発酵促進と変敗防止)及び④脱気・密封処理(梱包資材の破損防止)を十分に実施することをお勧めします。また、“使い手”側には、⑤変敗防止に加えて、⑥飼料設計に基づき、十分に馴致をしながら給与をすることの大切さが伝われば幸いです。実際の調製作業における疑問・不安点がある場合には、農研機構のホームページのお問い合わせフォーム(<https://pursue.dc.affrc.go.jp/form/fm/naro001/tech>)からご相談に応じることが出来ますので、お気軽にお問い合わせください。

表2 粗米サイレージの給与事例				
対象	ステージ	粗米サイレージ給与量	粗米サイレージの効果・結論等	引用文献
ホルスタイン種 泌乳牛	泌乳中期	・対照区（無給与）に加えて、以下の2水準を発酵TMR給与方式で代替給与。 ①少給区：TDN当たり配合飼料の15%（乾物で飼料全体の8.4%） ②多給区：同30%（同16.4%） ・大豆粕を活用してCPを調整（少給区：乾物で飼料全体3.0%、多給区：同6.3%）。	・対照区と両給与区の乾物摂取量、乳量、乳質、血液性状に差と異常は無い。	[12]
ホルスタイン種 泌乳牛	泌乳中後期	・対照区（無給与）に加えて、以下の2水準で代替給与。 ①少給区：乾物当たり配合飼料の20% ②多給区：同40% ・大豆粕を活用してCPとTDNを調整（少給区：乾物で飼料全体の3.9%、多給区：同6.3%）。 ・分離給与とTMR給与を実施。	・飼料摂取量、乳量、乳成分、総揮発性脂肪酸濃度以外の第一胃内容液性状、血液性状、咀嚼時間、嗜好性に差と異常は無い。 ・乾物当たり配合飼料中40%までであれば代替給与が可能。 ・給与飼料のエネルギー濃度を下げないように粗穀相当分の粗飼料給与量を減らし、大豆粕等でCPの低下を補正することで、TMRや分離給与でも問題無く利用可能。	[13,14]
ホルスタイン種 泌乳牛 (平均乳量 30kg/日)	泌乳中後期	・対照区（無給与）に加えて、以下の2水準を分離給与方式で代替給与。 ①少給区：乾物当たり濃厚飼料中27%（飼料全体の16%） ②多給区：同46%（同28%） ・大豆粕を活用してCP約15-16%、TDN約73に調整。	・対照区と両給与区の乾物摂取量、乳量、乳成分に差と異常は無い。 ・給与による第一胃内容液性状・血液性状への影響は無い。 ・対照区と比べて生乳1kg当たりの飼料費を少給区で5%、多給区で10%削減。 ・多給区のみ乳蛋白質生産効率と飼料効率が有意に低下。 ・乾物当たり濃厚飼料中27%（飼料全体の16%）の代替給与が適正水準。	[4,15]
泌乳牛 (平均乳量 38kg/日)	泌乳中期	・乾物当たり飼料全体の22.5%の①乾燥粗米と②粗米サイレージを含む混合飼料を給与。 ・しょうゆ粕とビール粕などの食料製造副産物をタンパク質源として有効利用（乾物でCP約15%）	・両給与区の飼料摂取量、体重、乳量、第一胃内容液性状、血液性状に変化は無い。 ・乳脂肪率が粗米サイレージ給与区で有意に高い。 ・乳量水準の高い牛群における泌乳中期において、乾物当たり飼料全体の22.5%まで給与可能。	[16]
泌乳牛	-	・発酵TMR飼料として、原物当たり飼料全体の10%のミカンジュース粕サイレージと7%の粗米サイレージを配合して給与（配合飼料を10%削減）。対照区との比較。	・対照区と両給与区の乾物摂取量、体重、ボディコンディションスコア、乳量、乳質、血液性状に差と異常は無い。	[17]
黒毛和種 雌肥育牛	肥育後期 (24~31ヶ月 齢)	・原物当たり濃厚飼料の3分の1を代替給与し、対照区（濃厚飼料のみ）との比較。 ・給与区における濃厚飼料の乾物飼料摂取量は約6kg/日。	・対照区と給与区の発育、枝肉成績、嗜好性に差と異常は無い。 ・和牛肥育後期の濃厚飼料として利用可能。	[18]
乳用交雑種 雌肥育牛	肥育全期間 (給与19ヶ月 間)	・以下の2水準を分離給与方式で代替給与。 ①少給区：原物当たり濃厚飼料の40% ②多給区：同50%	・9~13ヶ月齢まではCP不足解消のために市販の大豆粕200g/日を給与。 ・15、20、25ヶ月齢及び出荷時の体重は、少給区の方が有意に高い。 ・少給区の方が枝肉重量とばらの厚さが有意に高い。肉質に差は無い。 ・原物当たり濃厚飼料の40%の代替給与が適正水準。	[19]
乳用交雑種 去勢肥育牛	肥育全期間 (給与12ヶ月 間)	・対照区（無給与）に加えて、以下の2水準で代替給与。 ①少給区：原物当たり濃厚飼料の20% ②多給区：同40% ・CP調整は行わず。	・3区間で乾物摂取量、TDN摂取量、体重、増体日量、第一胃内容液性状に差と異常は無い。 ・血液性状にも有意な差はないが、肥育中期以降の給与区においてBUN値が低い傾向。総蛋白質値やアルブミン値の低下は無い。 ・3区間で枝肉格付、枝肉単価、枝肉価格に差は無い。 ・対照区と比べて肥育に要した1頭当たりの飼料費を少給区で約8万5千円、多給区で約10万円削減。	[5]
黒毛和種 繁殖牛	維持期 妊娠末期 授乳期	・以下通り、濃厚飼料分として粗米サイレージを原物で給与。 ①維持期：繁殖用配合飼料1kg+粗米サイレージ1kg ②妊娠末期：繁殖用配合飼料2kg+粗米サイレージ1kg ③授乳期：繁殖用配合飼料3kg+粗米サイレージ1kg ・妊娠末期と授乳期には、牛の状態の見ながら乾燥焼酎粕を150g~300g追加給与。 ・乾物を充足させた上で、CPとTDNを充足率110%前後に設定。 ・繁殖検診の結果や牛のボディコンディションを確認しながら給与内容を調整。 ・飼料設計は必要不可欠。	・粗米サイレージ給与による血液性状の異常は認められず、各数値は適正範囲。 ・繁殖牛向け飼料として粗米サイレージを活用できる。	[20]

略語：Total Digestible Nutrients, TDN（可消化養分総量）；Crude Protein, CP（粗蛋白質）；Blood Urine Nitrogen, BUN（血中尿素窒素）。

## 引用文献

- [1] 遠野雅徳ら（2018）,高品質な粗米サイレージの調製と給与を目指して～成功のためのヒント その1～, 牧草と園芸, 66（4）, 5-9.
- [2] 小田志保（2015）,粗米サイレージによる和牛繁殖農家の飼料費削減—JA真室川町の取り組み
- [3] 河本英憲ら（2018）,粗米サイレージを用いた黒毛和種繁殖牛の分娩前後の飼料コスト低減, 日本草地学会誌, 64（別）, 106.
- [4] 和田卓也ら（2017）,分離給与下での粗米サイレージ給与が乳牛の生産性に及ぼす影響, 日本

- 草地学会誌, 63 (3), 155-162.
- [5] 諸岡佳恵ら (2016), 交雑種去勢肥育牛における米粉ソフトグレインサイレージ給与が産肉性に及ぼす影響の検証, 千葉畜セ研報, 16, 1-9.
- [6] 農研機構 (2006), 最新農業技術事典, 471.
- [7] 本間満ら (2017), *Lactobacillus diolivorans* SBS0007株はコーンサイレージの二次発酵を抑制する, 日本畜産学会 日本畜産学会第122回大会講演発表.
- [8] 小橋有里ら (2017), 米粉サイレージ調製における乳酸菌資材の添加効果, 日本草地学会誌, 63 (別), 130.
- [9] M. Miyaji *et al* (2018), Effect of different methods for conserving rice grain on in situ ruminal degradation and in vivo nutrient digestion and rumen fermentation in steers, *Animal Science Journal*, doi: 10.1111/asj.13026.
- [10] 小橋有里ら (2017), 米粉サイレージ調製における乳酸菌資材と乳牛の選好性, 日本草地学会誌, 63 (別), 58.
- [11] 井上秀彦ら (2016), 米粉サイレージ調製作業システムの構築およびコストシミュレーション, 農業食料工学会誌, 78, 86-94.
- [12] 野中和久 (2015), 乳用牛・肉用牛における飼料用米の調製給与技術に関する研究動向, 平成26年度北陸地域飼料用米利用推進会議資料, 1-33.
- [13] 西山厚志ら (2010), 泌乳牛への米ソフトグレインサイレージ給与の影響, 千葉畜セ研報, 10, 1-5.
- [14] 湯原千秋ら (2012), 泌乳牛への米ソフトグレインサイレージ給与の影響<II>, 千葉畜セ研報, 12, 1-6.
- [15] 和田卓也ら (2015), 乳牛への飼料用米粉 (米粉ソフトグレインサイレージ) 多給技術の確立, 福井畜試研報, 28, 30-38.
- [16] 佐藤精ら (2017), 乳量水準の高い泌乳中期搾乳牛における飼料用米粉サイレージ給与の影響, 愛知県農総試研報, 49, 31-34.
- [17] 山下大司ら (2015), ミカンジュース粕および米粉サイレージは搾乳牛用発酵TMRにおいて濃厚飼料の代替として利用できる, 研究成果情報, [http://www.pref.saga.lg.jp/kiji00310825/3\\_10825\\_37\\_h26seika\\_37.pdf](http://www.pref.saga.lg.jp/kiji00310825/3_10825_37_h26seika_37.pdf).
- [18] 土井真也ら (2011), 完熟期米粉サイレージの調製と和牛肥育後期での利用, 研究成果情報, [https://www.naro.affrc.go.jp/org/warc/research\\_results/h23/pdf/10\\_chikusan/64\\_0801%20.pdf](https://www.naro.affrc.go.jp/org/warc/research_results/h23/pdf/10_chikusan/64_0801%20.pdf).
- [19] 千田惣浩ら (2014), 乳用交雑種肥育牛への飼料用米ソフトグレインサイレージの多給試験, 秋田畜試研報, 28, 13-17.
- [20] 大山佐喜子 (2017), 県内における米粉サイレージの通年給与事例について, 米粉サイレージ移動コントラクター起動式資料, 59-92.
- [21] 農研機構 (2017), 飼料用米の生産・給与技術マニュアル<2016年版>, [http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/pub2016\\_or\\_later/files/ricm2016.pdf](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/pub2016_or_later/files/ricm2016.pdf)
- [22] 岡崎雅記ら (2012), 飼料用米を利用した乳用牛の飼養管理技術の確立 (イ) 乳用牛への給与技術の確立, 大分農研セ試験成績報告書, 41, 1-6.