

農研機構 中央農業研究センター

遠野

雅徳・小林

寿美・松尾

守展

農研機構 革新工学センター

井上

秀彦・川出

哲生

高品質な粳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3 黒毛和種繁殖雌牛向けの 調製・給与事例と最新研究成果～

1. はじめに

国産濃厚飼料である粳米サイレージ。身近な地域の水田を活用した地産地消の取り組みにより、調製・給与コストの低減に繋がります。

これまでの2回の連載^[1,2]を通じて、粳米サイレージを生産する方には、①**破碎**（未破碎米を極力低減）、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）および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薦めしてきました。また、給与する方には、⑤**変敗防止**と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をご紹介しました。

本稿では、黒毛和種繁殖雌牛向けの現場事例として、福島県JA夢みなみにおける粳米サイレージの取り組みをご紹介します。トラブルシューティングを実施しつつ品質改善を進めてきた取り組みの過程と、畜産農家における反響をご紹介します。

給与する方にとっては、「どれだけ給与できるのか？」という不安や疑問はつきものです。黒毛和種繁殖雌牛に粳米サイレージを**乾物摂取量で30%程度**給与しても、健康性や繁殖性（採卵成績）に問題がないとする最新知見^[3]も見出されていますので、その一部もご紹介します。

2. 福島県JA夢みなみにおける粳米サイレージ生産の取り組み～トラブルシューティングを通して成功へ～

農業が盛んな福島県において、県南部に位置し13市町村を管内としているJA夢みなみ。管内の阿武隈山系周辺では黒毛和種の生産が盛んであり、一部

は福島牛としてブランド化されています。収穫の秋に管内を移動すると、美しい紅葉に溢れた山並みの間に、黄金の稲穂が垂れる美しい水田風景が広がります。この地域の営みにおいて、稲作と畜産が果たしてきた役割は大きいはずです。

管内にこのような地域風土を持つJA夢みなみでは、飼料用米や畜産振興をそれぞれ重点事項としており、JA独自の取り組みを実施しています。黒毛和種繁殖雌牛などの増頭に活用されている畜産振興事業では、繁殖牛導入や子牛出荷頭数に応じた補助金の支給だけでなく、畜舎増築にも一定の補助をしています。

飼料用米振興事業では、飼料用米を生産した場合に10アールあたり3,000円を支援して生産自体を後押しする一方、市販の配合飼料や乾燥流通の飼料用米よりも低コストに利用できる粳米サイレージの生産をJAが中心となって行っています。自給飼料生産における人手不足が叫ばれる中、JAが主導してコントラクター事業を展開し、畜産農家に“地場産濃厚飼料”としての粳米サイレージを供給しています。

（1）地域内の取り組みとして生産者・農協・畜産行政・農研機構が連携

我々と本事業の出会いは、同管内を担当する農業普及所やJAの生産担当者より「粳米サイレージの品質に不安がある」と御相談を頂いたことがきっかけです。研修会やWEB情報などを参考に、独自に取り組みを始めたばかりの時期でしたので、粳米サイレージの品質が良いのか悪いのかも手探りの状態のようでした。

慣れない新規事業の中、生産者と農業普及所が情報を密に共有して課題解決に取り組んでいました。生産サイドだけが不安や戸惑いの中で孤立すること

無く、地域の畜産行政も丁寧にサポートしていた点
が大きなポイントだったと思います。これらを基盤
として、PDCAサイクルを回すことにより、この後
の品質改善へと繋がっていくことになります。

（２）現地調査を通してトラブルシューティングを 実施

複数回の生産・給与現場の現地調査により、粳米
サイレージ調製物の水分ムラ、一部のロットでカビ
の発生、寒冷条件による発酵不良（主食用米収穫後
の11月上旬に調製）、少頭数規模の繁殖農家におけ
る開封後の好気的変敗などの問題があることがわか
りました。そこで、本稿冒頭に述べた重要ポイント
について、以下の改善策を共に協議し、現場実践す
ることにしました。

３．調製作業における現場の課題と改善策

（１）破碎

当時の破碎物を確認すると、数多くはないものの
未破碎の粳米が見られました。粳米の鋭角部分は脱
気密封時や製品移動時に、内袋を傷つけるリスクと
もなります。また、家畜に消化されにくいため、飼
料作りの意義が失われます。破碎物を手に取った時
に未破碎米が多く目につくようであれば、ほぼすべ
ての粳米が破碎される機械条件を検討することが大
切です（写真１）。

粳米サイレージ調製が始まると、原料粳米の搬入
が進み現場は慌ただしくなります。過度な破碎ス
ピードを追求した場合や、破碎粒度の設定が適切で



写真１ 破碎された粳米（粳殻が割れて白い玄米部分が露出する）。目視の簡易検査により、未破碎の粳米が見られるようであれば要注意。

ない場合に、未破碎米が多く発生することが知られて
いましたので、破碎は「**破碎機を通過させれば成
功ではない**」ことを共有しました。また、調製作業
開始時は、目視の簡易検査で破碎の具合を確認する
ことにしました。これにより、未破碎米の発生をほ
ぼ皆無とすることに成功しました。水分含量が大き
く異なる粳米を原料として取り扱う時など、同じ機
械設定条件でも破碎粒度が変わる可能性もあるた
め、作業中にも時折確認することにしました。

（２）加水

写真２は当時の加水（乳酸菌添加）状況を示して
います。破碎機から放出された破碎物をベルトコン
ベアでライン輸送する際の高低差を利用し、破碎物
が落下する局所に加水装置を設置して加水していま
した。また、落下後に作業員がフレコンバック内を
攪拌することで、水分ムラの解消に努めていまし
た。ところが、加水装置の設置方向や作業時の微動
などで、状況によっては**水（乳酸菌）がかかる箇所
とかわからない箇所**が発生することがわかりました。
また、加水装置から放出された水が、サイロ内に直
接降りかかることで**加水過剰となる箇所**も散見され
ました。これでは発酵品質にバラツキが生じること



写真２ 当時の破碎粳米への加水方法。破碎後の粳米をベルトコンベアでライン輸送し、破碎粳米がサイロ内へ落下するタイミングで加水。

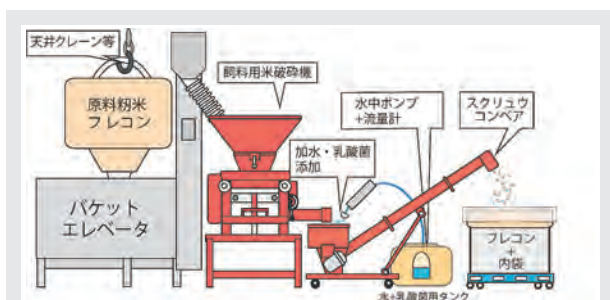


図1 新たな粃米サイレージ調製体系のモデル図。スクリュウコンベアの投入口に加水装置を設置し、破砕機から放出される破砕粃米に水と乳酸菌を直接添加。破砕粃米を撈拌しながら輸送することで均一な添加を実現。



写真3 宮崎県内の繁殖農家における粃米サイレージ調製の実例。①フレコンバック内の原料粃米を破砕機に投入②スクリュウコンベアの投入口に加水装置を設置③破砕後にスクリュウコンベアで水・乳酸菌・破砕粃米を撈拌しながら輸送④均一に混合された破砕粃米をサイロ口に投入する。

が懸念されました。

そこで、均一に水と乳酸菌を破砕物に添加する新たなシステムを構築しました（図1）。仕組みはこうです。スクリュウコンベアの投入口に加水装置を設置し、破砕機から放出される破砕物に水と乳酸菌を直接添加します。加水後の破砕物はスクリュウコンベア内で撈拌されながら輸送されます。これにより、水分ムラのみならず発酵品質の大幅な改善が認められました。1日1回程度スクリュウコンベア内の清掃が必要になりますが、フレコンバック内の撈拌作業は大幅に軽減しました。同様の調製システムは宮崎県内の繁殖農家でも実施されています（写真3）。

“均一な加水”の次は“正確量の加水”に挑戦しました。取り組み当初から、簡易水分測定器を活用していましたので、ロット毎の原料の水分は把握できていました。収穫時間、圃場、熟期などで原料の水分含量が大きく異なることがありますので、これは良い取り組みでした。これに加えて、単位時間当たりの「加水量」と破砕される「粃米量」を正しく



写真4 加水装置へのニードル弁付流量計の活用。バルブを調整することで、簡単に流量を変更することが可能。



写真5 水と乳酸菌混合液を2流路でそれぞれ添加する事例

把握し、目標水分含量約30%に正確に近づけることが課題でした。当時は、タンクから乳酸菌入りの水をポンプで汲み上げ、おおよその目安で加水されていました。従って、異なる水分含量を持つ各原料に迅速に対応することができませんでした。

そこで、（1）破砕の項でもご紹介した未破砕物が出ない機械設定条件下で、10秒当たりに破砕される粃米重量を測定し一分間当たりの目標加水量（L/分）を決定することにしました（詳細な手法は前稿^[1]を参照）。狙った目標加水量（L/分）に近づけるため、ニードル弁付流量計を用いて加水量を把握しつつ調節もできるようにしました（写真4）。作業場に目標加水量の“早見表”^[1]を掲示し、作業開始時に特にこれらの条件確認・設定を丁寧に実施することで、品質の安定化に努めました。

（3）乳酸菌

粃米サイレージ調製は主食用米の収穫が一段落した晩秋に始まります。ちょうど福島でも朝晩の寒さが深まる時期と重なります。寒さによる発酵遅延を

抑制するために、新たに**乳酸菌「畜草2号」**の利用に取り組みました。また、「畜草2号」を活用して、カビの発生や開封後の好気的変敗への対策^[1]を実施し、給与時のトラブル解消を目指しました。

原料に対して乳酸菌をまんべんなく添加しなければ、期待される効果が得られなくなる恐れも考えられます。この点については、(2)の加水で示したような新システムを導入することでリスクを解消しました。さらに、より正確量の乳酸菌を原料に添加したい場合には、水と乳酸菌の添加ラインを分けて2流路用意し、各ラインで添加量を調整することも可能です(写真5)。

(4) 脱気・密封処理

当時から提供先の畜産農家の頭数規模に応じて、50kgと200kgの非耐候性フレコンバック(内袋入)を流通サイロ形態として利用していました。一部改善点として、貯蔵後のフレコンバックを長期間に渡って屋外保管する場合には、紫外線等による劣化が少ない**耐候性フレコンバック**を利用することにしました。耐候性フレコンバックはコスト高となりますので、長期間の屋外保管が想定されるロットのみです。また、脱気・密封処理の負担が大幅に軽減され繰り返し利用できる市販の**密閉型簡易サイロ(ごえもんサイロK-S型)**も一部活用してみることにしました。

以前は、フレコンバックに利用する内袋として市場で流通量の多い厚さ0.06ミリ前後の内袋を利用し、空圧式クリッパで内袋口を閉じていました。しかし、厚さが0.06ミリ以下では、穀殻により内袋が損傷する恐れがあるため、**厚さを0.08ミリに変更するか0.06ミリ前後の内袋を二重で利用する**ことにしました。二重利用のケースでは、一重目だけをク

リッパ密封することにより、畜産農家が一重目を開封した際でも二重目で簡易封ができるようなメリットも生まれました。

4. 粳米サイレージに対する畜産農家側の反響

以上のポイントを改善した粳米サイレージについて、供給先の黒毛和種繁殖農家に対して、調製作業の改善前後の変化や現場利用法などについて聞き取り調査を実施しました。

(1) 福島県古殿町 I 農家(200kgフレコンバック、密閉型簡易サイロ)

福島県古殿町のI農家は黒毛和種繁殖雌牛を約30頭飼養しています(写真6)。親子二世代で経営に取り組んでおり、更なる規模拡大を目指しています。粳米サイレージの1日の給与量は1kg原物/頭で、加えて配合飼料を2kg原物/頭で給与しています。初めての訪問時、私達には内心大きな緊張感がありました。というのは、初期の粳米サイレージを導入した同時期に、発情遅延等の母牛への悪影響が発生したと事前に聞いていたからです。粳米サイレージとの明確な因果関係は不明ですが、粳米サイレージを新規導入した時期と重なっていたことや、利用途中にカビが発生する等の品質不安もあったことから“容疑者”となってしまうていたのです。初調査時は、牛舎カメラ等の導入もあって悪影響が落ち着いている時期でしたが、粳米サイレージの利用継続をためらっている時期でした。品質改善を誓い、なんとか粳米サイレージの利用継続の願いができました。I農家では200kgフレコンバックが納品されています。上述の粳米サイレージの給与水準で



写真6 福島県古殿町 I 農家の事例紹介。(A) 開封後1週間程度の粳米サイレージの調査(利用最終局面なのでフレコンバックから内袋を取り出して撮影)。この時点でも変敗の様子はなく経営者の品質への懸念もない。(B) 密閉型簡易サイロの開封風景。カビの発生はなく良好な発酵を認めた。(C) 200kgフレコンバック(内袋入)開封後の保管風景。使用開始後も内袋を簡易封して内部が直接外気と触れない工夫を実施。(D) 必要分を予め大元(C)から取り出して小分け容器内で簡易封保管。撮影は2019年9月(AおよびB)、同年6月(CおよびD)。

は、1個のフレコンバックを使い切るまでに単純計算で約1週間かかりますので、この期間は安心して利用していただくスペックが求められました。

翌年以降、新体系での粳米サイレージを試していただきました。改善後は「カビの発生を心配することはなくなった」とのことでした。蒸し暑い2019年6月および9月の再調査時、約1週間前に開封したフレコンバックを確認しましたが、異臭やカビなどは発生していませんでした。200kgのフレコンバックを毎日開け閉めするのは大変なため、大元のフレコンバックから小分け容器に粳米サイレージを必要量動かし、ビニール袋で簡易封する“小分け利用法”も実践されていました。これにより餌箱等への持ち運びも楽になりました。乳酸菌「畜草2号」の導入のみならず、大元のフレコンバックの開封回数が減ったことも良い影響を与えた可能性が考えられました。気になる繁殖成績ですが、その後に悪影響はまったく見られないとのことでした。飼料費の低減効果も感じられ、当該年に注文した在庫分は間もなく無くなるとのことで、入手可能であればもっと利用したいとのことでした。同農家には密閉型簡易サイロ（ごえもんサイロK-S型）も利用していただきましたが、こちらも取り回しや堅牢さにおいて高評価でした。

（2）福島県古殿町A農家（50kgフレコンバック）

福島県古殿町のA農家は黒毛和種繁殖雌牛を約20頭飼養しています（写真7）。50kgフレコンバックを1ヶ月に1回10袋程度入荷し、年間約120個のフレコンバックを開封します。以前はフレコンバック上部の密封箇所が開封時にカビが認められることがありましたが、改善後はないとのこと。新体系によ

る調製作業により、品質改善効果が見られるようにした。このうちの数袋のみ、納品後の保管時にネズミによる獣害でカビが発生してしまいました。以後、保管時の獣害対策も強化されています。

納品された粳米サイレージを朝のみ1kg原物/日/頭で給与し（単純計算で1個のフレコンバックを約2.5日で消費する）、夕方は同量レベルの配合飼料を給与しています。粳米サイレージを分離給与していますが、配合飼料よりも食いつきが良く嗜好性におけるメリットを感じています。高温多湿で猛暑日も多い福島の夏場でも給与していますが、「問題ない」とのこと。産前産後も含めて全期間給与していますが、肝心の繁殖成績も粳米サイレージ使用前後で悪影響はありません。「もう少し軽くて、安ければ助かるんですが」と笑顔で経営者。現時点でも1日1頭約20円程度の飼料費低減効果があるようでしたが、更なる低コスト化への意欲を示されました。様子を見ながら粳米サイレージの給与量を増やすことで更なる飼料費の低減が期待できるとの意見や、高齢化や狭小牛舎に対応した小袋形態の低コスト粳米サイレージの開発要望がありました。

5. 粳米サイレージの黒毛和種繁殖雌牛への給与水準と生産性への影響

宮崎県畜産試験場家畜バイテク部の最新の研究成果によれば、配合飼料の代替として粳米サイレージを乾物摂取量の30%程度給与しても、嗜好性、飼料摂取量、栄養度指数、繁殖性（採卵成績）、血液性状（グルコース、総コレステロール、血中尿素態窒素、 γ -グルタミルトランスペプチダーゼ、グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ、ビタミン



写真7 福島県古殿町A農家の事例紹介。(A) 黒毛和種繁殖雌牛を飼養する牛舎の様子。大型機械の出入が困難なため、中小規模のサイロ形態が必要。(B) 50kgフレコンバック（内袋入）開封後の保管風景。改善前では、開封時に粳米サイレージ上部にカビの発生が認められるケースがあったが、現在は問題ない。獣害被害には注意している。撮影は2019年6月（AおよびB）。

A) およびルーメン液性状(pH、揮発性脂肪酸)に悪影響は見られなかったとされています^[3]。給与時には乾物(DM)、可消化養分総量(TDN)、粗タンパク質(CP)の充足率に注意をし、必要であれば補填CP源として大豆粕などを活用することが重要です。給与前の**飼料分析**を適宜実施し、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ます。本研究成果を参考にしながら、まずは少量(例えば、0.5-1 kg原物/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。

6. おわりに

本稿では、黒毛和種繁殖雌牛向けの粳米サイレージ調製・給与事例や最新研究成果をご紹介します。トラブルシューティングとしてご紹介した内容は、酪農向けなど他の生産現場へ活用時にも参考になるものと思います。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、お気軽にお問

い合わせください。本稿でご紹介した一部については、株式会社岩切畜産業の岩切治俊氏、宮崎県児湯農林振興局の永友延洋氏、宮崎県畜産試験場の須崎哲也氏、宮崎県農業経営支援課の大山佐喜子氏らが取り組んでいる粳米サイレージ調製作業から着想を得ました。ここに感謝の意を表します。

引用文献

- [1] 遠野雅徳, 川出哲生, 井上秀彦(2018), 高品質な粳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] 遠野雅徳, 川出哲生, 井上秀彦(2018), 高品質な粳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2～, 牧草と園芸, 66(5), 1-5.
- [3] 須崎哲也, 松尾麻未(2019), イネSGS(ソフトグレインサイレージ)の給与水準が黒毛和種繁殖雌牛の生産性に及ぼす影響について, 畜産の情報, 2019年12月号, 53-65.