

粃米サイレーヅ調製の 高能率化技術

—無破碎・無脱気法ならびにフレコンラップ法—
標準作業手順書

—公開版—



目次

はじめに	.....	1
免責事項	.....	3
I 粃米サイレーヅ調製技術の問題点と解決法	.....	4
1. 粃米サイレーヅ調製技術について	.....	4
2. 従来法の問題点	.....	6
3. 新技術の概要	.....	6
4. 無破碎・無脱気法の特徴と適用場面	.....	10
5. フレコンラツプ法の特徴と適用場面	.....	11
6. 普及対象地域	.....	14
II 無破碎・無脱気法の具体的手順	.....	15
1. 必要な機材と資材	.....	15
2. 飼料用米収獲直後の一次貯蔵体系	.....	15
3. フレコンを使った二次貯蔵体系	.....	18
4. 小規模肉用牛農家向けの小袋を使った二次貯蔵体系	.....	20
5. 必要な添加剤（水・乳酸菌製剤・糖蜜）について	.....	22
(1) 一次貯蔵のために必要な添加処理		
(2) 適切な添加量の決め方		
(3) 乳酸菌製剤「畜草2号」について		
6. 調製作業の流れと必要人員数	.....	23
III フレコンラツプ法の具体的手順	.....	25
1. 必要な資材と対応バールラツパについて	.....	25
(1) 必要な資材		
(2) フレコンのサイズと対応バールラツパ		
2. 調製作業の流れ	.....	29

3. フレコンラップ法の省力・迅速性を最大限に発揮する使い方	33
(1) 必要な機材	
(2) 体系全体の流れ	
(3) 作業能率への効果	
IV 生産現場への導入事例	36
V 粳米サイレージの泌乳牛への給与	38
VI 経済効果	40
1. 無破碎・無脱気法のコスト試算	40
2. フレコンラップ法のコスト試算	42
粳米サイレージ調製に必要な資材および機材の価格	44
用語解説	45
参考資料	47
担当窓口、連絡先	49

はじめに

日本の畜産業はトウモロコシを中心とする濃厚飼料のほとんどを輸入に頼っているため、常に価格変動のリスクにさらされている。畜産経営を安定化させるためには、輸入濃厚飼料を代替する国産濃厚飼料の生産・利用を拡大する取り組みが必要である。このような状況の中で、主食用米の需要減少に伴って、輸入トウモロコシを代替できる飼料用米の生産が行われている。この飼料用米の潜在的な需要量は120万t程度だが、現状の生産量は39万t (R1年)であるため耕種農家側、畜産農家側の両面から飼料用米活用のさらなる拡大が期待される。食料・農業・農村基本計画(R2年3月31日閣議決定)においても、R12年の飼料用米の生産努力目標が70万tと定められ、さらなる生産拡大が求められている。ただし、米の生産調整が廃止されたH30に飼料用米の生産面積が大きく減り、その後も減少傾向が続いている(図1)。

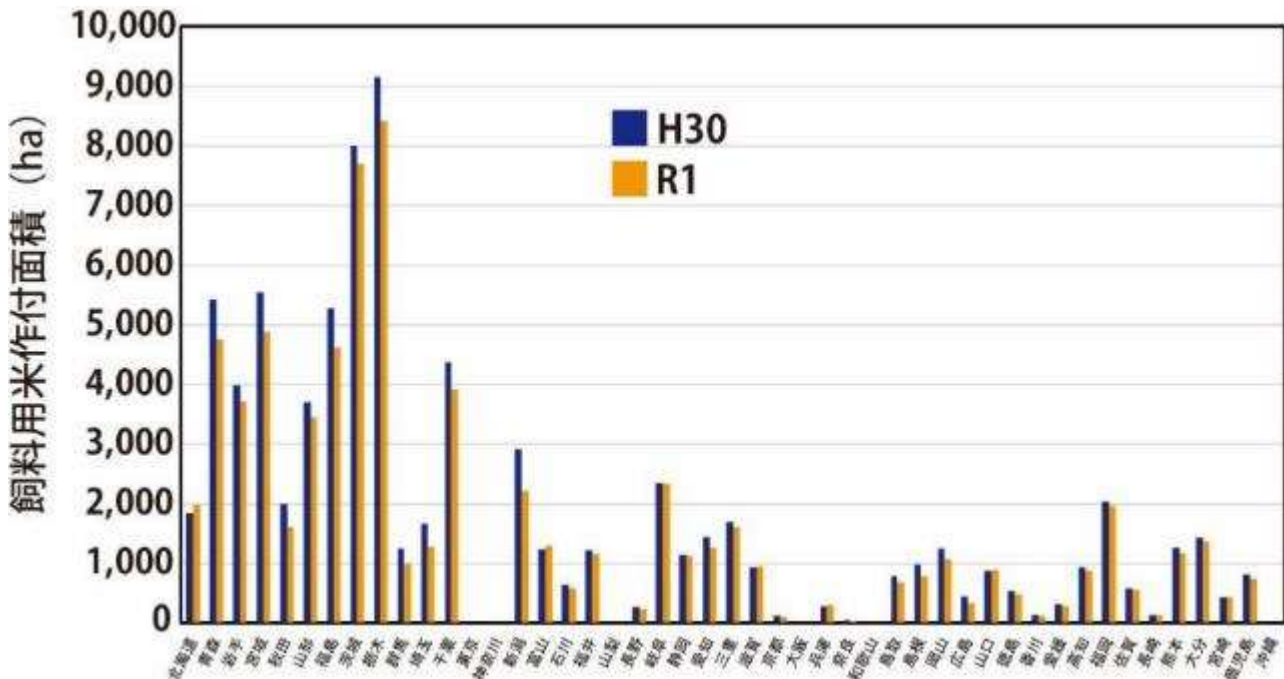


図1 H30, R1年の都道府県別の飼料用米作付面積の状況

一般的に、収穫された飼料用米は乾燥粳米・玄米の状態、生産者団体が構築した全国的な集荷・流通体制によって配合飼料原料として利用されている。一方、収穫された生粳を乾燥や粳摺りすることなく乳酸発酵させ、地域内で粳米サイレージとして流通・利用する技術も開発されている。粳米サイレージは、粳殻が含まれるために豚は給与対象外であり、鶏も現時点（R3年3月）で給与試験、事例がほとんどないため対象外となるが、粳米サイレージの給与対象となる牛においては、肉用牛や乳用牛に関わらず、その優れた嗜好性から畜産農家の利用意欲は高く、飼料として定着している事例が増えている。このように、飼料用米の生産面積が頭打ちの中でも粳米サイレージは生産量の拡大が期待でき、ひいては飼料用米の生産量の押し上げにつながる。粳米サイレージ技術の高度化とその活用により、耕種農家は乾燥調製や保管の手間が省け、畜産農家も飼料が安価に手に入るWin-Winの関係を築く事ができる。

本手順書で紹介する技術は、すでに粳米サイレージ調製を行っている組織や新たに取り組もうとする組織に対して、投資をなるべく抑えて作業効率の改善を図ることを可能とし、規模拡大に導く技術である。また、乳牛への給与方法についても解説しており、利用面の拡大にも貢献できると考えられる。なお、生産現場においては、粳米サイレージのことをソフトグレインサイレージ（略してSGS）と呼ぶことがあるが、SGSの本来の意味は、穀物を未熟な状態で収穫し、加水せずにサイレージに調製したものである。粳米サイレージの黎明期にはそのような調製もあったが、現在では、一般的に完熟期に収穫した粳米を用い、加水してサイレージに調製する。このため、本手順書では、「SGS」の言葉は使わずに「粳米サイレージ」を使う。

■ 免責事項

- 本手順書に紹介された作業能率、発酵品質、調製コストは、実規模試験や現地試験の結果および試算の一例です。地域、組織形態、作業場所など現地の条件により変動することにご留意ください。本手順書に記載の技術の利用により、この通りの効果が得られることを保証したものではありません。
- 本手順書の中の図表類は、農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト）」の支援を受けて行った「府県における自給飼料生産利用技術の開発と実証（2017～2019年度）」において取りまとめた「水田飼料作を基盤とする資源循環型牛乳・牛肉生産の手引き—飼料の効率的収穫調製・流通技術編—」を一部改変し、引用したものを含みます。

I. 粃米サイレーヅ調製技術の問題点と解決法

1. 粃米サイレーヅ調製技術について

粃米サイレーヅ調製は、収獲直後の生粃を乾燥せずに破碎し、すぐさま密封することによって乳酸発酵させて貯蔵する技術である。一般に、調製・貯蔵にはポリエチレン製内袋を装着したフレキシブルコンテナ（以下、フレコン）が使用されている。詳細は「既存の穀物用施設を活用した粃米サイレーヅ調製技術マニュアル〈第2版〉」を参照のこと。

(1) 粃米サイレーヅ調製のポイント

良質な発酵品質の粃米サイレーヅに調製するためには、加水・乳酸菌添加・破碎・脱気密封を行う必要がある（成果情報2012）。

加水処理：完熟期に収獲した粃米は水分含量 25%以下になり、乳酸発酵を促進させるためには加水処理が不可欠となる。乳酸菌を添加し、水分含量 27.5%以上に加水することで、調整後の粃米サイレーヅの水素イオン濃度指数は、良質なサイレーヅの指標である pH4 程度まで低下する。実際の調製作業時の分かりやすい指標として、水分含量 30%を目標に加水することを推奨している。

乳酸菌添加：原料となる粃米には自然に付着している乳酸菌が他の雑菌に比べて少ないため、確実に乳酸発酵を促進させるためには乳酸菌添加が必須である。なお、農研機構では、添加する乳酸菌製剤は「畜草2号」を推奨している（23ページのⅡ.5(3)を参照）。

破碎処理：破碎により玄米内部のデンプンおよび糖분을乳酸菌が利用できるようになるため、乳酸発酵が促進する。また、粃米を覆う粃殻は牛にとって消化が困難であるため、未破碎の粃米のままでは栄養分の多くが消化されずに排泄されてしまう。なお、玄米の表皮部分も消化されにくいいため、消化性の向上のためには粃殻を外すだけでなく玄米を砕くことが必要である。

脱気吸引処理：乳酸発酵を促進して他の雑菌の繁茂を抑えるためには、速やかに嫌気状態にする必要がある。そのため、フレコンに調製した粃米を詰め込んだ後、掃除機を

用いて脱気吸引し、空気が入らないように内袋を密封する作業を行う。

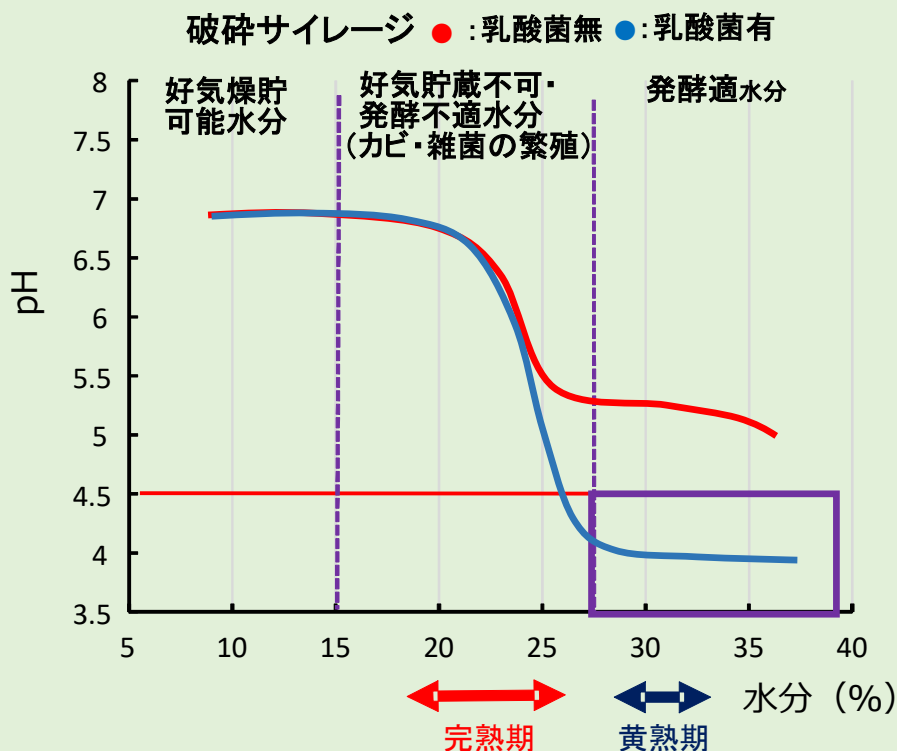
(2) 粃米サイレーシ調製（従来法）の作業体系

生産現場においては、上記の調製作業を省力的かつ、連続的に行なう必要がある。7ページ図 I -1 の上部に示すように飼料用米破砕機と各種作業機を組み合わせることで、作業員 2~3 名で調製を行うことができる。飼料用米調整で一般的に使われている破砕能率 1 t/h 程度の飼料用米破砕機を用いる場合、1 年間に原料粃米 54t 以上を調製すればライスセンター等へ粃米の乾燥調製を委託した経費 25 円/kg よりも低コストに調製できる（成果情報 2015）。

参考情報（加水・乳酸菌添加の必要性）

収穫期（完熟期）の粃米は水分が25%以下である。この水分域の粃米は破砕処理をし、乳酸菌を添加してもサイレーシ発酵は進まない。

粃米の水分を27.5%以上となるように加水し、さらに乳酸菌を添加することで、良質なサイレーシ発酵の目安となるpH4程度にすることができる。



参考情報（良質な粳米を原料に！）

家畜の口に入る飼料であることに留意して状態の良い粳米を原料とすることが重要なポイントである。稲こうじ病が多発した粳米を原料にすると出来上がりの粳米サイレージが黒くなり、品質が低下するため、適切な防除を実施して飼料用米の栽培管理を行う必要がある（イネ稲こうじ病の薬剤防除マニュアル、飼料用米の生産・給与技術マニュアル<2016 年度版>、多収品種に取り組むに当たって一多収品種の栽培マニュアル）。また、一般的に粳米にはサイレージ調製にとって望ましくないカビ、酵母、大腸菌群などの微生物が付着している。そのため、収穫後からサイレージ調製までの時間が空いた場合、これらの微生物が増殖する可能性があるため、収穫後は速やかにサイレージ調製することが望ましい。

2. 従来法の問題点

前述した粳米サイレージ調製（従来法）のシステムにおいて、一般的に用いられている飼料用米破碎機の能率は 1-2 t/h 程度であり、全体の作業能率もこれに依存するため、1 日(7 時間)で処理できる量が 8-14t、飼料用米の栽培面積に換算すると最大 1.6ha 程度と限りがある。そのため、乾燥調製と同様に 1 シーズンの飼料用米収穫量や 1 日あたりの調製作業時間を勘案して作業予定を組む必要がある。更に、雨天などによる収穫前倒しが発生した場合などは、残業によって当日に対応するか、変敗しやすい状態で作業を翌日以降に持ち越さねばならない。また、フレコンの内袋を掃除機で脱気し、その口を結束して密封する作業は手作業に頼っており、重労働であるとともに作業能率低下の要因になっている。

3. 新技術の概要

本手順書で紹介する新技術は、**図 I-1** の下部に示した「無破碎・無脱気法」と「フレコンラップ法」の 2 つである。

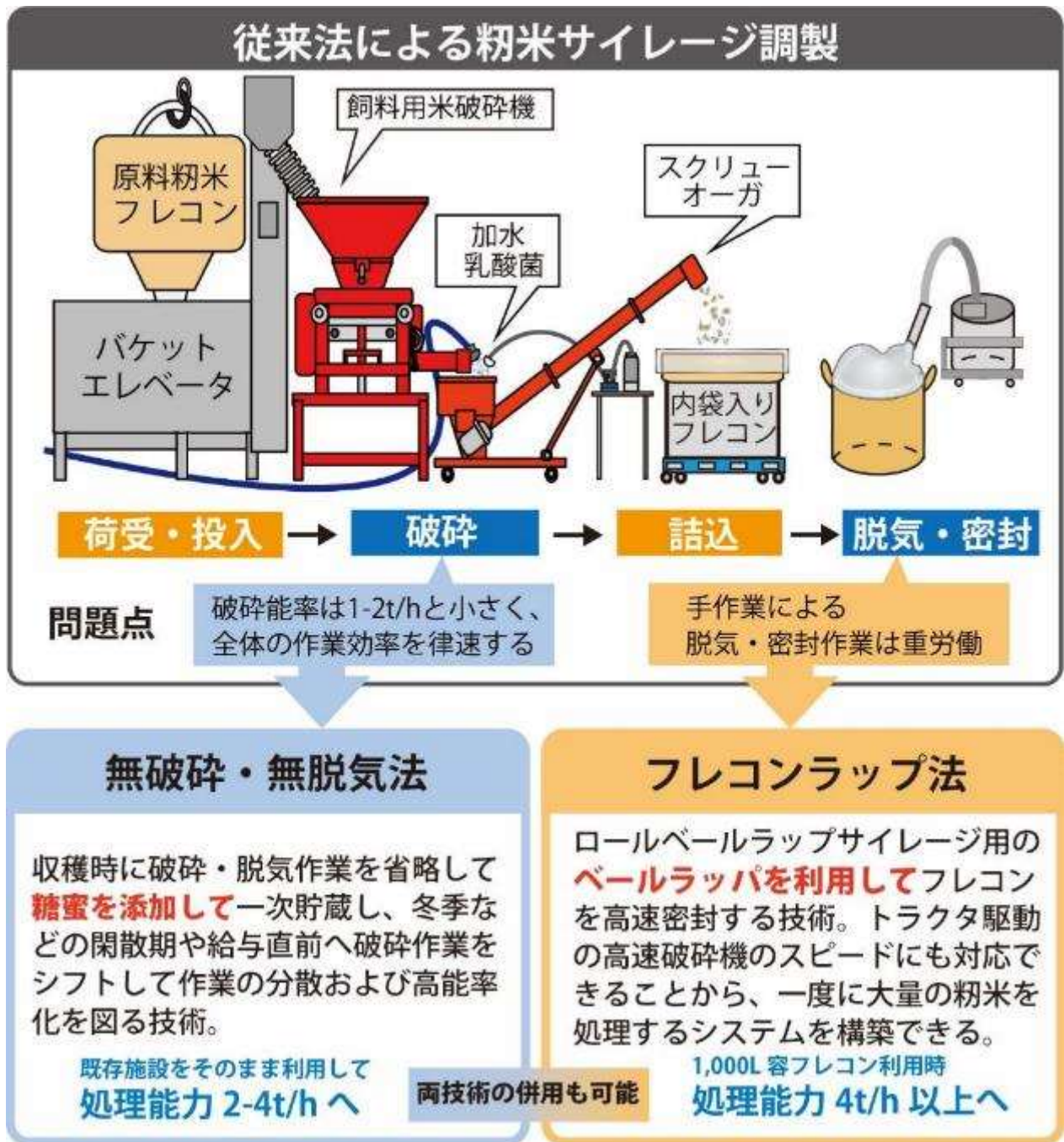


図 I -1 無破碎・無脱気法およびフレコンラップ法による米粉サイレーヅ調製の高効率化

「無破碎・無脱気法」は、従来法に取り組んでいる中小規模の生産組織が米粉サイレーヅ調製における作業能率のボトルネックである収穫時の破碎・脱気作業を省略し、糖

蜜を添加することで無破碎のまま乳酸発酵を促進させて良質な粳米サイレージとして一次貯蔵し、破碎作業を冬季の閑散期や給与直前に分散させることによって、ほぼ既存の施設・設備のままで処理能力を 1.5～2 倍に高める技術である。

「フレコンラップ法」は、従来法に取り組んでいる中小規模の生産組織がロールベールを扱う飼料生産コントラクターを兼ねている場合、所有するロールベール用のベールラップを用いて粳米を詰め込んだフレコンを密封・梱包する技術で、手作業による内袋のフレコンへの装着作業を省略し、密封作業を機械化することによって作業者を重労働から解放し、大規模化を容易にする技術である。なおフレコンラップ法の場合は、従来法では人力による密封作業との速度のミスマッチのため導入が難しかったトラクタ駆動の高速破碎機との相性が良いため、高速破碎とフレコンラップ法の高速密封を活かして大量の粳米を一気に処理するシステムを構築できる（33 ページⅢ.3「フレコンラップ法の省力・迅速性を最大限に発揮する使い方」を参照）。

表 I - 1 には、従来法に取り組んでいる生産組織を基準に、無破碎・無脱気法およびフレコンラップ法をそれぞれ、または組み合わせて導入した場合の処理能力の向上効果を示す。新技術を導入することによって、最小限の投資で処理能力を向上させる事ができる。これにより、1 シーズンあたりの処理面積が拡大し、ひいては地域の飼料用米の生産面積の拡大につながる。これらの技術の導入に当たっては、必要な機材が異なるため、次ページからの各技術の特徴と適用場面の項を参考にして、最も適した調製方法を選択する必要がある。

表 I -1 新技術の導入パターンと作業能率、処理面積との関係

新技術の導入パターン	1時間あたり作業能率 ^{注1}	1日あたり最大処理面積 ^{注2}	特徴	対象
従来法のみ	1~2t	0.8~1.6ha	作業能率は破碎機の能力に依存する。脱気・密封作業が重労働。	中小規模の生産組織
従来法 + フレコンラップ法			作業能率は破碎機の能力に依存する。脱気・密封作業が 省力化 される。出来上がったサイレージはロールベールサイレージ(ラップサイレージ)と同様に扱う。	ラップサイレージを扱う飼料生産コントラを兼ねている中小規模の生産組織が 労力軽減 を狙う場合。
従来法 + 無破碎・無脱気法	2~4t	1.6~3.1ha	破碎作業を冬季や給与時に分散させることで 収穫時の作業能率が向上 (既存施設のまま規模拡大が可能)。手作業での密封作業が必要。	従来法に取り組んでいる中小規模の生産組織が 最小限の投資で規模拡大を狙う 場合。
従来法 + 無破碎・無脱気法 + フレコンラップ法			破碎作業を冬季や給与時に分散させることで 収穫時の作業能率が向上することに加え、密封作業が省力化 される。出来上がったサイレージはラップサイレージと同様に扱う。	ラップサイレージを扱う飼料生産コントラを兼ねている中小規模の生産組織が 最小限の投資で規模拡大を狙う 場合。
フレコンラップ法 + 高速破碎機	5~7t	3.9~5.4ha	トラクタ駆動の 高速破碎機の導入 によって、野外での組作業でサイレージ調製に取り組む。出来上がったサイレージはラップサイレージと同様に扱う。	ラップサイレージを扱う大規模飼料生産コントラが新たに 粃米サイレージ に取り組む場合。

(注1)1000L フレコンを用いる場合。(注2)1日あたりの作業時間を7時間とする場合。

コントラ: コントラクター

4. 無破碎・無脱気法の特徴と適用場面

従来法の作業体系から破碎の工程を外して無破碎のままサイレージとして一時貯蔵し、冬季の閑散期に破碎作業を行って二次貯蔵するか、または給与や TMR 材料として混合する直前に破碎作業を行って利用する技術である。破碎作業をシフトすることによって繁忙期の調製作業を簡略化し、生産量の拡大を図ることができる。また、雨天などによる収穫前倒しが発生し、急遽調製量が増えた場合や破碎機のトラブル発生時などの対応手段としても活用できる。技術のポイントは乳酸菌とともに糖蜜を添加して、無破碎の状態でも乳酸発酵を促進させて貯蔵性を高めることである（図 I - 2）。早期に発酵が進むことから密封時に人手をかけて脱気をする必要もない。本技術は従来法のシステムから破

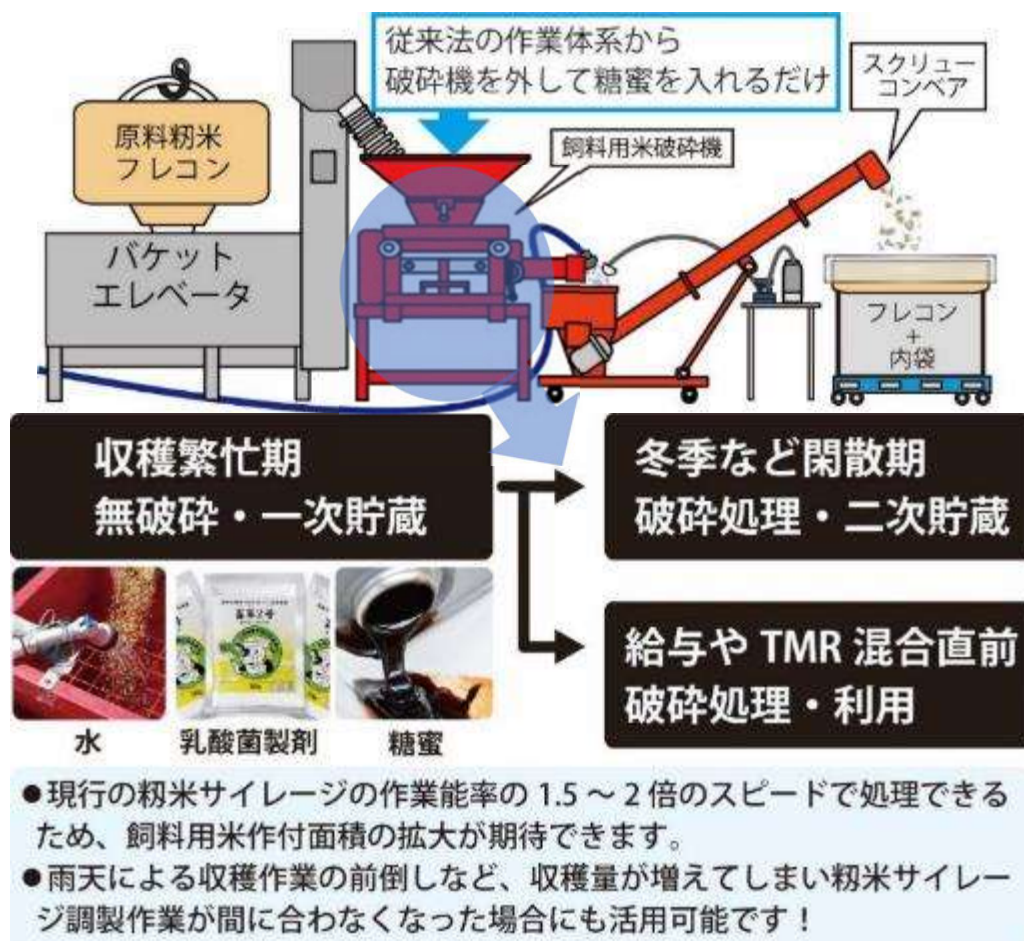


図 I - 2 無破碎・無脱気法の概要

砕の工程を外して糖蜜を添加するだけなので、従来法を行っている調製組織において容易に導入できる。

その他のメリットは以下のとおりである。

- 給与時に破砕機並びに作業人員を確保できる畜産農家や粃米サイレージを TMR 原料として利用する場合は、破砕処理後に直接給与することにより、二次貯蔵のための再梱包の資材費がかからず低コストに利用できる。
- 小規模肉用牛農家向けに 10kg 程度の小袋に梱包する作業は能率が低く、収穫時期に行うことは難しかったが、無破砕・無脱気法を導入すれば、一次貯蔵して破砕・梱包作業の時期をずらすことで対応が可能となる。

一方、デメリットは以下の通りである。

- 二次貯蔵する場合は、一次貯蔵とは別にフレコンと内袋がそれぞれ必要となりコスト面で不利になる。ただし、作業能率が高くなるため規模拡大を行うことができるので、トータルの収支をプラスとすることが可能である。
- 収穫時期に行う一次貯蔵の作業とは別の時期に破砕・密封作業を実施するため、人員の確保、各作業機の準備をその都度行う必要がある。

5. フレコンラップ法の特徴と適用場面

フレコンラップ法は、牧草やイネ WCS 等の収穫・調製に用いるロールバールサイレージ（以下、ラップサイレージ）用機械をフレコンの密封作業に応用する技術である。具体的には、粃米を詰め込んだフレコンごと牧草用バールラップで密封してラップサイレージとして貯蔵利用する（**図 I -3**）。従来法に取り組んでいる中小規模の生産組織がラップサイレージを扱う飼料生産コントラクターを兼ねている場合や飼料生産コントラクターが新たに粃米サイレージに取り組む場合に適する。フレコンラップ法では気密性を保つための内袋が

必要ないため、フレコンへの内袋装着作業や脱気して密封するという人手に頼っていた作業が省略・機械化されるため、省力・迅速に作業できる。通常フレコンは紫外線に弱く、そのままでは野外での長期貯蔵には向かないが、紫外線に強いラップフィルムでフレコンを包み込むため、フレコンラップ法で調製したものは野外で長期保存できる。また、無破碎の粃米に適用しても貯蔵品質に問題はなく、無破碎・無脱気法と併用できる。フレコンラップ法の発展形として、トラクタ駆動の高速破碎機（ハンマーミル方式・タカキタ製リングマシン U-500T 等）と組み合わせることによって、一度に大量の粃米（28t/日）を処理するシステムを構築できる。



図 I -3 フレコンラップ法の概要

その他のメリットは以下のとおりである。

○フレコンラップ法は、牧草やイネ WCS のような整った円柱状のロールベール形状には
 ならないが、貯蔵への影響はなく、良好な発酵品質が確保される（表 I-2）。

○内袋を用いると貯蔵中に発酵ガスを抜く手間が必要となるが、フレコンラップ法を用い
 れば、貯蔵中のガス抜きが必要がない。

○従来法のフレコンは砂利敷の上に置くと内袋に穴が開きやすいが、フレコンラップ法に
 よってラップフィルムで密封すれば砂利敷の上にも置くことができ、これによって貯蔵中
 のネズミ害などを防ぎやすい。

**表 I-2 フレコンラップ法による籾米サイレージの発酵品質（500L
 フレコン使用、6 カ月貯蔵）**

	導入パターン (9ページ表 I-1参照)	水分	pH	有機酸含量 (%FM)			V-スコア
				乳酸	酢酸	酪酸	
所内試験 (岩手県盛岡市)	従来法+フレコンラップ法	33.5	4.1	0.25	0.05	0.02	98
S農場 (岩手県栗石町)	フレコンラップ法+高速破砕機	31.5	4.5	0.52	0.47	0.01	97

Vスコア：サイレージ品質評価指標で、100点満点中80点以上を「良」とする。

一方、デメリットは以下の通りである。

- 内袋代とラップフィルム代は、ほぼ同価であるため、資材費の低減効果は見込めない。
 内袋を2枚重ねていた場合や特殊な肉厚内袋を使っていた場合のみ、資材費が低減できる可能性がある。
- 内袋を使っていないため、取り出すたびに内袋の口を閉じて好気的変敗を遅らすような給餌はできない。一度開封したら、数日以内に使い切ることが必要である。

- 給与農家は、バールグラブなどのラップサイレージのハンドリング機械を持っている場合に限られる。ただし、ラップサイレージのハンドリング機械を持っていない場合でも、給与時にラップフィルムを裂けば、フレコンの吊りベルトを引き出してフォークリフトでの移動が可能で、従来のフレコンと同様に扱うことができる。
- 従来法で一般的に使われている処理能力が 1 時間当たり 1t 程度の飼料米破碎機（ダブルロールミル方式・デリカ製 DHC-4020 など）を使う限りにおいては、全体の処理速度が破碎速度によって律速されるため、フレコンラップ法の導入によって全体の処理速度が向上することはない。ただし、フレコンへの内袋の装着や人力での脱気密封作業が省略できるため、これらに関わる作業員の労力は軽減される。

6. 普及対象地域

普及対象は日本全国となるが、粃米サイレージは乾燥玄米よりも高水分含量となり重量が増えて輸送コストが高くなるため、耕種農家と畜産農家が近隣に存在する地域が対象となる。

Ⅱ. 無破碎・無脱気法の具体的手順

1. 必要な機材と資材

従来法による粃米サイレージ調製で用いられている機材・資材に加えて、**表Ⅱ-1**に示す機材・資材が必要である。無破碎・無脱気法を活用して小規模肉用牛農家向けの小袋に小分けする場合は、表中の袋詰自動計量器、振動モータ、ヒートシーラーを用意する。

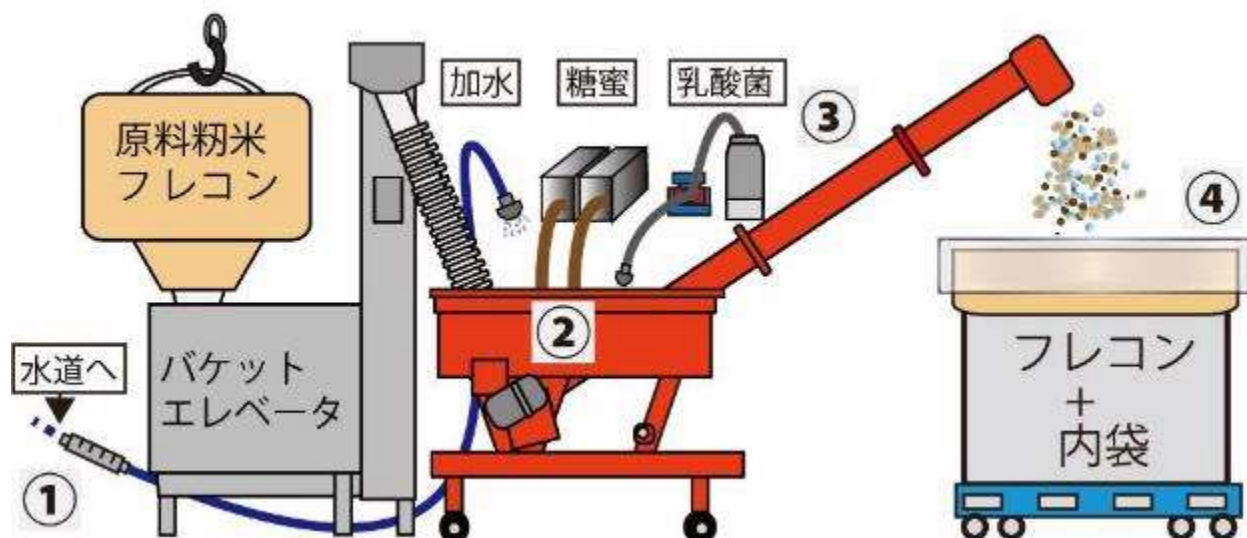
表Ⅱ-1 新たに必要な機材および資材

機材・資材名	備考
フレコン用内袋	厚み 0.08mm（厚み 0.05mm は穴が開きやすいので不可）
乳酸菌製剤 畜草 2号	1袋 50g 入、原料粃米 10t あたり 1袋が必要
飼料用糖蜜	20kg 入一斗缶、原料粃米 2t あたり 1缶が必要
袋詰自動計量器	10kg 容などの小袋へ小分けするために使用
振動モータ	袋詰自動計量器のホッパ詰まりの防止用
ヒートシーラー	小分けした小袋の密封用に使用

（メーカー、型番、参考価格等は巻末の「必要な資材および機材の価格等一覧」を参照）

2. 飼料用米収穫直後の一時貯蔵体系

収穫直後の粃米を一時貯蔵するための作業体系の一例を**図Ⅱ-1**に示す。この体系によって 1 時間あたり 3～4t の能率で連続的な調製作業が出来る。



図Ⅱ-1 一次貯蔵のための調製体系の一例

水・乳酸菌製剤・糖蜜の添加の詳細は、下の①、②、③ならびに 22 ページを参照



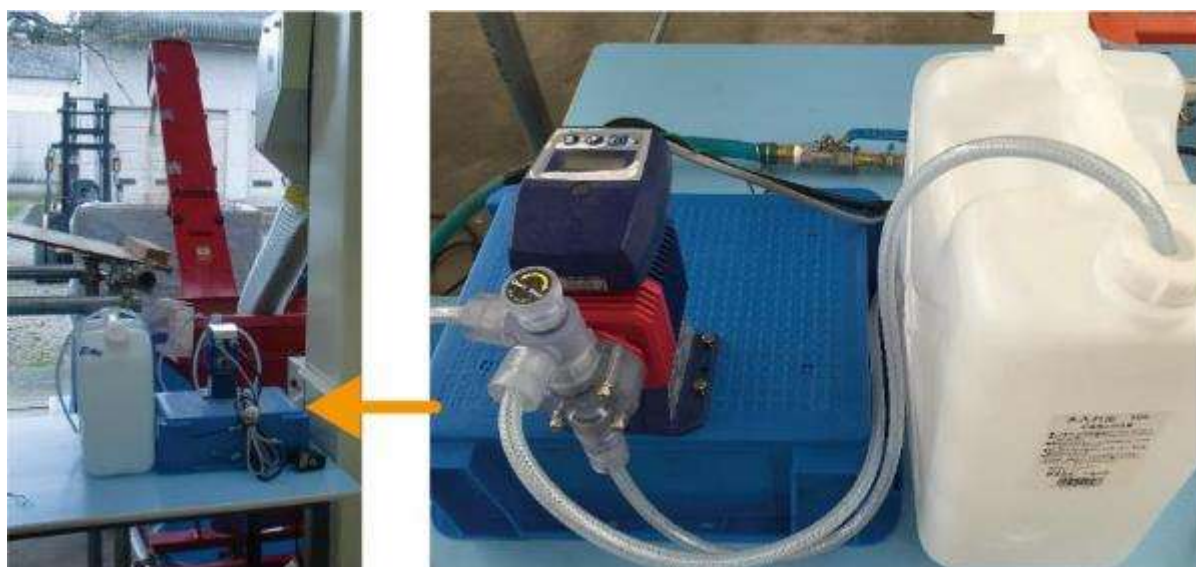
図Ⅱ-1-① ニードル弁付流量計を用いた加水量の調節方法

ニードル弁付流量計を使うことで、加水量の確認と調節を行いながら水道から直接加水作業を行うことができる。



図Ⅱ-1-② バケットエレベーターからの粃米排出量の調節方法

粃米排出量は排出口を絞ること（右下）で調節する。糖蜜は単管パイプ等で作った台（右上）に缶を載せてスクローオーガホッパに注入する。



図Ⅱ-1-③ 乳酸菌製剤の添加方法

乳酸菌製剤はポリタンクなどを使って 10L の水にあらかじめ溶いておき、電磁ポンプを使って適量を添加する。



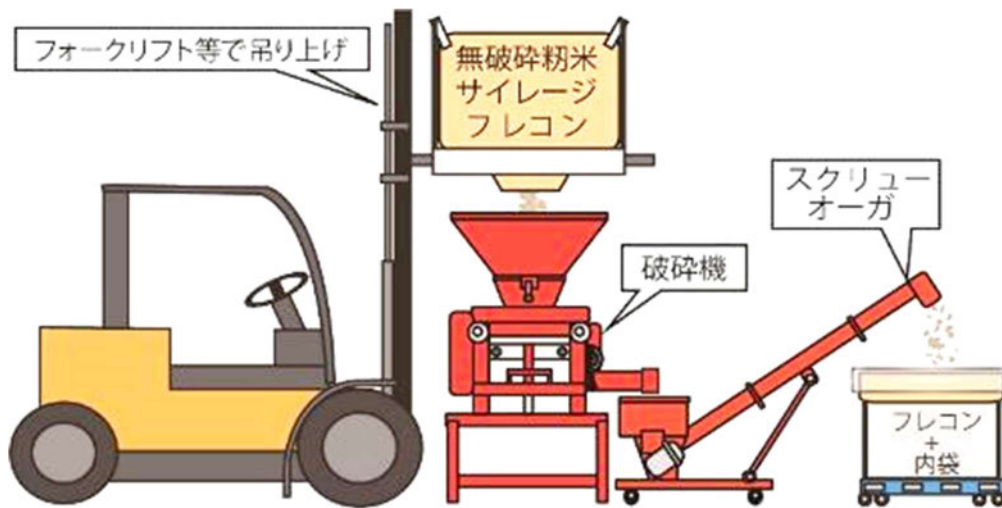
図Ⅱ-1-④ 一次貯蔵のための調製体系の一例

屋外で長期貯蔵をする場合、紫外線によりフレコンが劣化して開封時に脆くなり破けてしまうことがあるため、耐候性フレコンを利用する。作業予定を考慮し、一次貯蔵から二次貯蔵調製作業までの期間が短い場合は通常フレコンを用いることでコストを下げることができる。ただし、地域や日照条件により対応可能な日数は異なるため、フレコンの販売会社に確認する。

写真右は粳米によって傷ついてピンホールが空いてしまった厚み 0.05mm の内袋。通常販売されている厚み 0.05mm の内袋だと穴が空きやすいので厚み 0.08mm の内袋を使う。

3. フレコンを使った二次貯蔵体系

一次貯蔵後、冬季など時間の余裕がある時に破碎処理、再密封を行うことで、作業時期の分散および乳酸発酵の促進が期待できる。図Ⅱ-2 のような体系で調製し、再び内袋を入れたフレコンに密封する。また、二次貯蔵をせずに破碎処理後に給与または TMR 調製へ利用することも可能である。

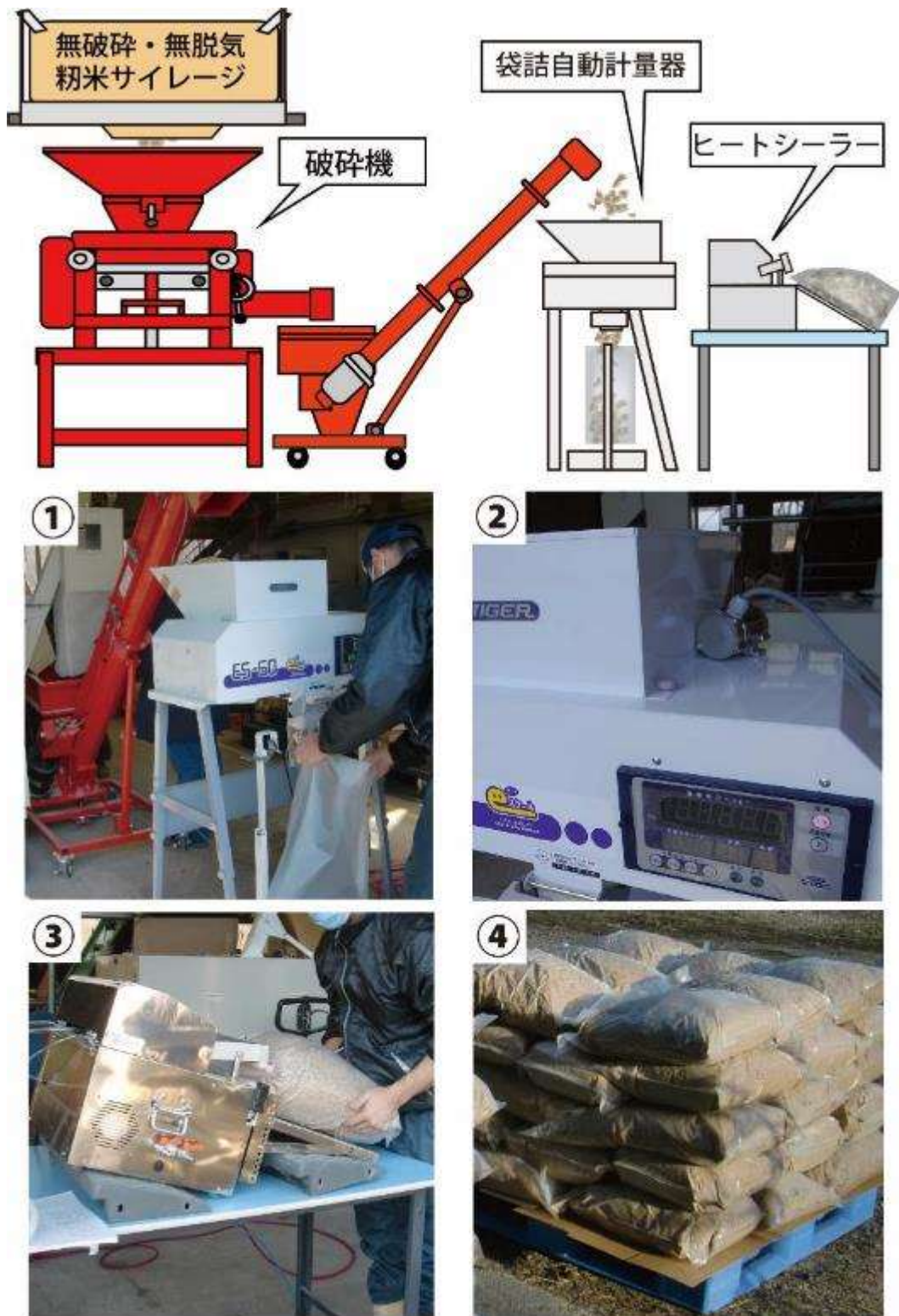


図Ⅱ-2 二次貯蔵のための調製体系の一例

- ①②収穫時の粉米水分が低いと加水量が多くなり、フレコン底部に添加した水が滞留することがある。この場合は破碎機投入前に水抜きをする。
- ③底部に排出口がないフレコンは内袋ごと切り込みを入れて破碎機に粉米を投入する。
- ④粉米に夾雑物が多く含まれていると、破碎機のホッパでブリッジ（詰まり）が起こることがある。この場合、エアコンプレッサーを使い空気を送り込み詰まりを解消する、またはフッ素樹脂テープを壁面に貼るなどして対応する。

4. 小規模肉用牛農家向けの小袋を使った二次貯蔵体系

1000L のフレコンは粃米サイレージの容器として用いると 400~450kg の内容量となるため、小規模の肉用牛繁殖農家ではフレコン 1 袋の粃米サイレージを使い切るまで数週間を要し、カビが発生する可能性がある。1 袋を 1 週間程度で使い切れないことが想定される小規模農家は 1 袋 10kg 程度の小袋を二次貯蔵の容器とすることで、開封後の変敗のリスクを少なくすることができる。図 II-3 に小袋調製体系の一例を示す。本体系を用いた場合、作業員 3 名で 1 時間あたり 0.7t の能率で連続的な袋詰め作業を行うことができる。



図Ⅱ-3 小袋調製体系の一例

- ①袋詰自動計量器を使って投入する粃米サイレージ重量の計測を行う。
- ②破碎した粃米サイレージが袋詰自動計量器のホッパで詰まることがあるため、振動モータを取り付けて流動性を確保する。
- ③ヒートシーラーを使って密封する。脱気処理は不要。
- ④逆止弁付きの小袋を使うと、発酵によりガスが発生しても荷姿が安定する。

5. 必要な添加剤（水・乳酸菌製剤・糖蜜）について

(1) 一次貯蔵のために必要な添加処理

収穫直後の粃米に水、乳酸菌製剤（畜草 2 号）、糖蜜の 3 つを添加することで無
破碎・無脱気で良質なサイレージとして貯蔵することが出来る。目標添加量はそれぞれ、
水：目標水分含量 30%、乳酸菌製剤：原料粃米 10t に対して 1 袋（50g）、糖
蜜：原料粃米 2t に対して 1 缶（20kg）となる。

(2) 適切な添加量の決め方

水、乳酸菌製剤、糖蜜の添加量を決定するための流れを下記に示す。

- ①穀類水分計などを使用して原料となる粃米の水分を計測する。
- ②スクルーオーガから排出される粃米を箕などで 10 秒程度取り、搬送能率を計測する。
搬送能率が高すぎる場合はバケットエレベータ排出口にシャッターを設置し、原料粃米
供給量を調節する。
- ③計測した粃米水分と搬送能率から**表 II-2** の計算表を使って、水・乳酸菌製剤・糖蜜
それぞれの最適な添加量を決定する。糖蜜は一斗缶専用コックを用いる、または蓋の
穴径を変えて調節する。乳酸菌は電磁ポンプの吐出設定を変える、または溶く水の量
を調整し濃度を変えて適量を添加する(17 ページ 図 II -1-②、③)。
- ④朝収穫の粃米は露に濡れている場合もあり、収穫する時間帯により粃米の水分は変
化する。水分を測定するタイミングを収穫する水田が変わる時や時間毎などと決めてお
き、こまめに水分含量をチェックすると良い。

※なお、調製量はできるだけ目標値に近づけることが好ましいが、±10%程度の精度
であれば発酵品質に大きな影響を与えることはない。

表Ⅱ-2 加水量・糖蜜添加量計算表

搬送能率		加水量 (L / m)				糖蜜添加量 (g/10s)
		原料粃米水分 (%)				
kg/h	kg/10s	20	22	24	26	
2,160	6	5.1	4.1	3.1	2.1	60
2,520	7	6.0	4.8	3.6	2.4	70
2,880	8	6.9	5.5	4.1	2.7	80
3,240	9	7.7	6.2	4.6	3.1	90
3,600	10	8.6	6.9	5.1	3.4	100

例:10 秒間の搬送能率 9kg、粃米水分 24%の場合、毎分 4.6 リットルの加水を行うことで水分 30%に調整することが出来る。

(3)乳酸菌製剤「畜草 2 号」について

乳酸菌製剤畜草 2 号を添加した粃米サイレージは開封後のカビ発生などの好気的変敗が起こりにくい（成果情報 2016）。そのため、乳酸菌製剤として多数の商品が販売されているが、本書では畜草 2 号の使用を推奨する。フレコン開封後も内袋を折りたたんでその上に重しを乗せることで、1 週間程度の保管が可能であることを現地実証試験で確認している。

6. 調製作業の流れと必要人員数

一次貯蔵における調製作業の流れを図Ⅱ-4 に示す。作業は手分けすれば 2～3 名で可能である。ただし、収穫作業、原料粃米搬送の人員は別途必要である。

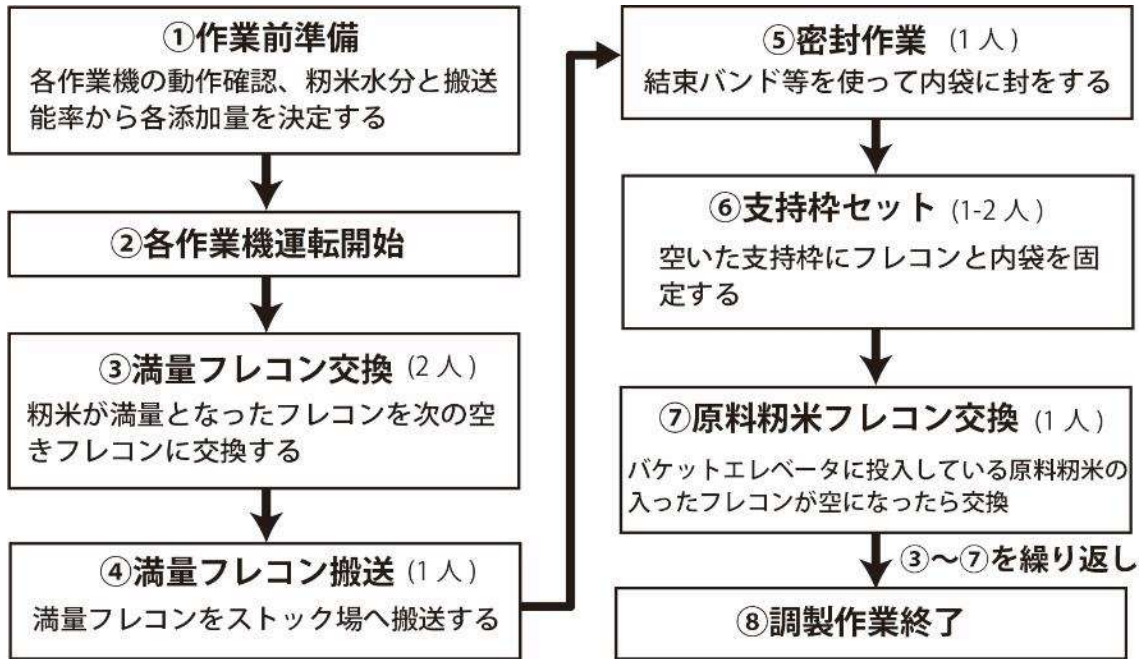


図 II-4 調製作業の流れ

Ⅲ. フレコンラップ法の具体的手順

1. 必要な資材と対応バールラップについて

(1) 必要な資材

従来法による粉米サイレージ調製にはフレコンとビニール製の内袋、口締め用のビニール紐が必要だったが、フレコンラップ法ではフレコンとラップフィルム、口締め用ビニール帯を使用する。従来法で内袋を2枚重ねていた場合（図Ⅲ-1）は、フレコンラップ法導入により資材費が低減される。ラップフィルムの推奨巻き数は牧草のラップサイレージと同様の6層巻きである。



図Ⅲ-1 必要な資材（従来法との比較）

(2) フレコンのサイズと対応バールラップ

使用できるフレコンの大きさは、図Ⅲ-2 に示すとおり、底面の直径が 50cm 程度の 40L 容のガラ袋や 100L 容フレコン、底面の直径が 90cm の 500L 容フレコン、底面の直径が 110cm の 1000L 容フレコンまでバールラップを変えることで対応できる（図Ⅲ-3～5）。（フレコンは丸形排出口無しタイプを用いる。）



図Ⅲ-2 使用できるフレコン

CHECK!

フレコンの直径と、バールラップの適応バール寸法を合わせて下さい。
サイズが合っていないと、うまくラップできません。

40L ガラ袋・100L フレコンには…

直径 50cm 対応ペールラッパ



タカキタ WM-510、STAR SWM0830 など

山形県庄内地域の和牛繁殖農家における粃米サイレージでの事例

(鶴岡市自給飼料クラスター協議会で実施)



1日の給与量が少ない小規模の和牛繁殖農家などでは、この様な40Lガラ袋や100Lフレコンの大きさが安心です。
重さも30から70kg程度で、人力で移動できます。

図Ⅲ-3 40L ガラ袋・100L フレコンに対応するペールラッパと導入事例
(従来法+フレコンラップ法、9 ページ表 I - 1 参照)

500L フレコンには…

直径 90cm 対応ペールラッパ



タカキタ WM-1051W、STAR MWR1070W など

中規模の酪農家などでは、500L フレコンを用いれば開封後の変敗もなく、使い切ることができます。

岩手県雫石町における 500L フレコン利用の事例



< 粃米の破碎 >



< フレコンの吊出し >



< 保管の様子 >



調製された粃米サイレージ
(カビの発生なし)

< ラッピング >



図Ⅲ-4 500L フレコンに対応するペールラッパと導入事例
(フレコンラップ法 + 高速破碎機、9 ページ表 I - 1 参照)

1000L フレコンには…

直径 110cm 対応ペールラッパ



タカキタ WM-1550R、KUHN RW1410 など

山形県天童市における 1000L フレコン利用の事例



破碎後の粃米

<破碎と詰込み>



<フレコンの結束>



<ラッピング>



<保管の様子>

図Ⅲ-5 1000L フレコンに対応するペールラッパと導入事例
(フレコンラップ法+高速破碎機、9 ページ表 I - 1 参照)

2. 調製作業の流れ

フレコンラップ法による粃米サイレージ調製作業の流れを図Ⅲ-6に示す。

1) 破碎した穀実をフレコンの容量一杯に詰める



フレコンの投入口（上部の白い素材）の半分ぐらいまでしっかりと入れます

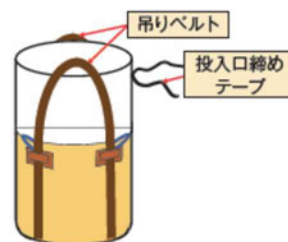
2) ポリプロピレン製のバンドを用いてフレコンの投入口を結束する



“たるみ”がないように！



2本の吊りベルトはラップ中に機械等に引っかからないように投入口締めテープを用いて簡単に縛っておきます。



図Ⅲ-6 フレコンラップ法による粃米サイレージ調製作業の流れ

結束には…色々使えます



手動結束機でビニール帯を締める
例：PANDUIT 社製ケーブル帯用
手動式結束工具 (GS4EH)
(結束機の結束強度は 30kg 程度のもの)



バイスクリップで
ビニール帯を引っ張って締める



紐で締める



CHECK!

ラップ中に結束部に圧力がかかるので、
投入口をしっかりと締めましょう！

3) ラップ作業

結束の終わったフレコンから順次、ラップします。
グラブアタッチ付きのフロントローダで、フレコンを
つかんで、バールラップのターンテーブルに乗せます。



CHECK!

フレコンの直径に合ったバールラッ
パ、グラブを用品ます。



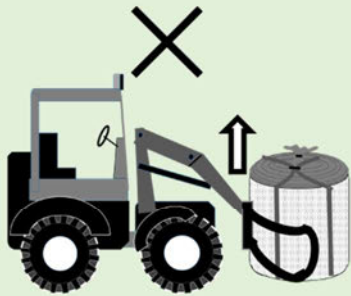
注 フレコンをラップする際は牧草ロールの場合よりもスピードを緩めるなど、安全に十分注意して作業してください。

図 Ⅲ-6 フレコンラップ法による籾米サイレージ調製作業の流れ (続き)

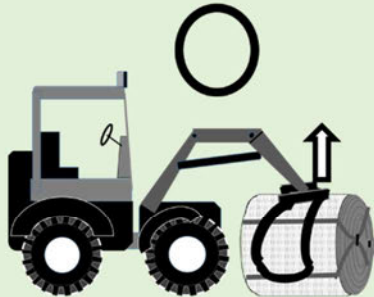
フレコンのつかみ方

フレコンの生地は滑りやすいので、つかんだ後、出来るだけ素早くフレコンを倒してください。これにより、フレコンの落脱を防げると共に、安全に作業が行えます。

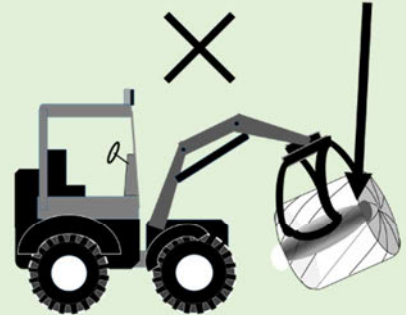
フレコンを立てたまま持ち上げると滑って握れない。



フレコンを一旦押し倒して持ち上げる。



フレコンラップにグラブが食い込むと、内部に空洞が生じる



ラップフィルムの巻き数は6層巻、ラップしたフレコンの重さは500Lフレコンで300~400kg、1000Lフレコンで500~800kgです。

フレコンラップの重量

	粳米	トウモロコシ子実 (参考)
500L	290kg	380kg
1000L	540kg	730kg

4) フレコンラップの保管

ラップが終了したら、保存場所にフレコンラップを移動させます。このときフレコンラップはラップで包まれているので簡単につかむことができます。



フレコンラップの形は、牧草ロールのように整った円柱状にはなりません。また、フレコンへの詰め込み量が少ないと、団子のような形になってしまいますが、形が不揃いでも発酵品質に影響はありません。

図 Ⅲ-6 フレコンラップ法による粳米サイレージ調製作業の流れ (続き)

保管中は…

鳥獣害対策が必要



砂利敷きでネズミ食害の回避



底部からのネズミの食害

イネ WCS や牧草ロールと同じように、鳥獣害対策は重要です。まずカラス害を防ぐためにラップ上面にテグスや防鳥ネット等を設置します。また、底面からのネズミ害にはこれまでの籾米サイレージと同様に牧草ロールの上に乗せるなどの対策が必要です。ただし、これまでの従来法による籾米サイレージ調製のように破れやすいビニール製の内袋を使用していないため、砂利敷き地での貯蔵も可能で、この場合は、積雪時のロール底からのネズミ等の食害も回避できます。

調製時も調製後も脱気は一切不必要



<内袋を使ったサイレージ調製>
発酵により発生したガスで内袋が
破裂する危険



<フレコンラップ法でのサイレージ調製>
発酵により発生したガスは
ラップフィルムを通じて排出

5) フレコンラップ法の人員配置

フレコンラップ法を行うには、3人の人員が必要です。
各作業の人員配置は

- フレコンの投入口の結束作業：1名
- フロントローダの操作作業：1名
- ペールラッパの操作作業：1名

合計 3名



フレコン投入口の結束作業：1名



フロントローダ操作：1名
ペールラッパ操作：1名

図 Ⅲ-6 フレコンラップ法による籾米サイレージ調製作業の流れ（続き）

3. フレコンラップ法の省力・迅速性を最大限に発揮する使い方

フレコンラップ法は密封作業の処理スピードが従来法よりも速いため、高速破碎機を組み合わせてもその能力を無駄にすることなく、密封調製することができる。また、高速破碎機から排出される破碎粉米を、後述する「フレコン振り分け器」を用いて効率良くフレコンに詰め込む体系を組めば、野外において、一時期に収穫された大量の粉米を短時間で調製することができる。これは、ラップサイレージを扱う大規模飼料生産コントラクターが、現有機械を活用して、新たに粉米サイレージに取り組む場合に有効な体系である。

(1) 必要な機材

本体系で用いる破碎機は、**図Ⅲ-7** に示すトラクタ駆動のハンマーミル方式のもので、1 時間当たり 7t 以上の破碎能力を持つ。この破碎機の処理速度を無駄にすることなく破碎を連続的に行うには**図Ⅲ-8** のような破碎物を左右に振り分ける装置が有効である。このような装置と一緒に用いると作業をノンストップで行うことが可能になり、破碎機の能力を最大限発揮することができる。

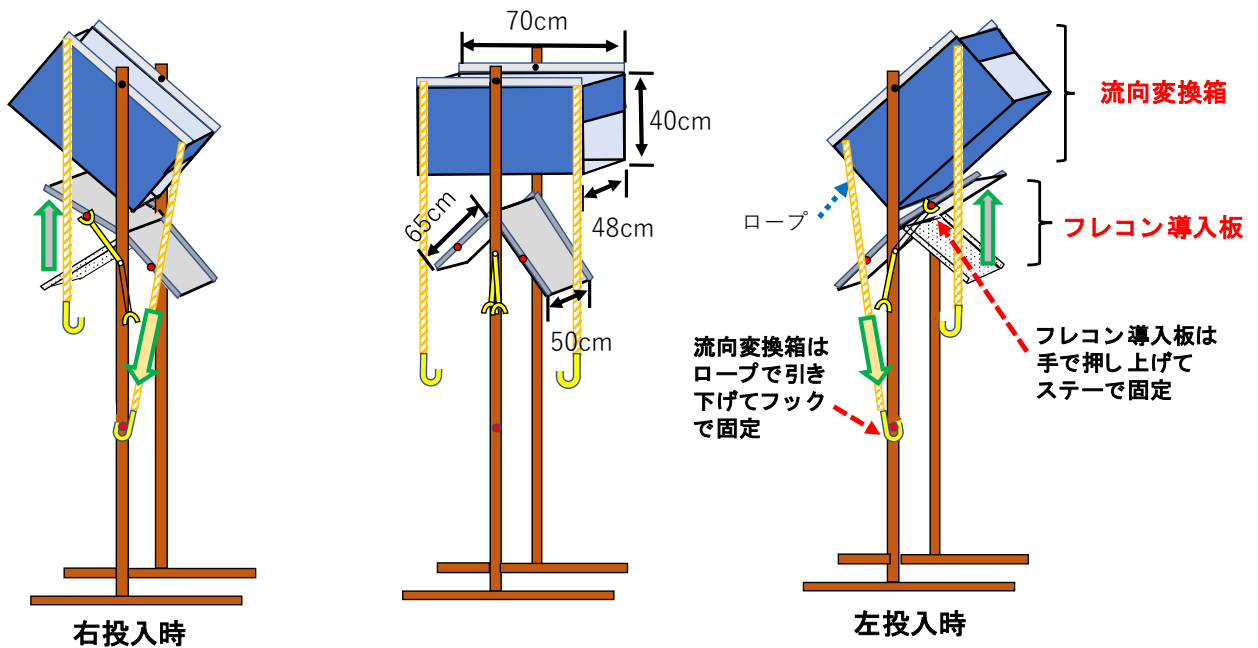


**図Ⅲ-7 (株) タカキタ、
ミリングマシン U500T
(希望小売価格：税別 387 万)**



図Ⅲ-8 フレコン振り分け器(自作)

すなわち、破碎機の排出口に2つのフレコンを設置し、1つのフレコンが満杯になったら、もう一方の空のフレコン側に排出経路を切り替え、その空のフレコンに詰め込んでいる間に、満杯のフレコンを新しい空のフレコンに取り換えられる。この装置はL字アングル等で自作できる（**図Ⅲ-9**）（詳細はフレコンラップ法活用マニュアルを参照）。

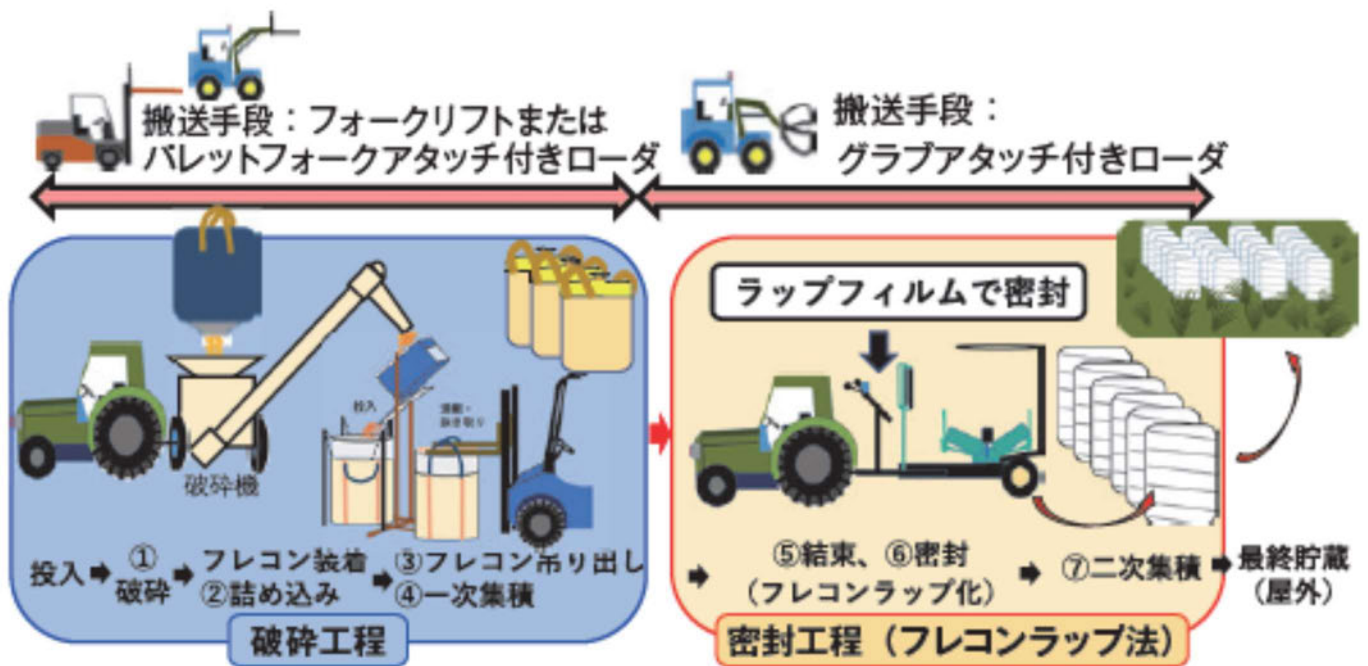


* 自作に関するご相談は農研機構東北農業研究センター事業化推進室までお問い合わせください。

図Ⅲ-9 フレコン振り分け器の模式図

(2) 体系全体の流れ

調製作業は、**図Ⅲ-10**のように①「粃米の破碎」→②「フレコンスタンドに固定したフレコンへの詰め込み」→③「満杯になったフレコンの吊り出し」→④「一次集積」を一連の作業として行う「破碎工程」と、⑤「フレコンの結束」→⑥「フレコンのラップ（密封）」→⑦「ラップ済みフレコンの二次集積」を一連の作業として行う「密封工程（フレコンラップ法）」の2つの工程で行う。全ての調製作業が終わった後、2次集積されたラップ済みのフレコンは最終貯蔵地（屋外）に移動し、給与時まで貯蔵する。



図Ⅲ-10 体系全体の流れ

(3) 作業能率への効果

従来法で行われる手作業による密封では密封時に時間がかかるため、破砕速度が 1 時間当たり 7t 以上の能力を持つ高速破砕機のを活かすことが出来ない。フレコンラップ法ならば、この破砕速度をほぼ無駄にすることなく密封できる。1000L フレコンを使用する体系では 1 時間当たり 5~7 t、500L 体系では 1 時間当たり 3~4t のサイレージを調製できる。これは、1 時間当たり 1 t 程度の処理能力である従来法に比べ 3 倍以上のスピードである。

IV. 生産現場への導入事例

生産現場へ試験導入を進めたフレコンラップ法の事例を中心に紹介する。フレコンラップ法の導入が想定される適用場面は、①すでに粃米サイレージを調製している畜産営農集団や TMR センター等が、所有するベールラップやベールクラブを活用することによって省力化を図る場合や、②イネ WCS 生産組織や飼料生産コントラクターが初期投資を最小限に抑えて新たに飼料用米サイレージに取り組む場合が考えられる。

① 畜産営農集団や TMR センター等での事例

山形県の N 農産（**図IV-1**）では、稲わら収集・ラップ作業と重なる時期に従来法によって粃米サイレージを調製しており、労力的に同時並行が難しく、生産拡大のボトルネックとなっていた。フレコンラップ法を試験導入したところ、ベールラップをフル稼働し、稲わら、粃米サイレージともベールクラブ 1 台で運搬できるようになり、稲わら調製と粃米サイレージ調製の同時並行が可能となった。また、連日、大量のサイレージ調製に従事する従業員の肉体的疲労軽減効果は計り知れないとの評価である。この例のようにラップサイレージ用機械の高度利用を図ることができ、粃米サイレージを稲わらなど、他のラップサイレージと同様に貯蔵してハンドリングできるようになる。



図IV-1 山形県 N 農産におけるフレコンラップ法によって調製した粃米サイレージの貯蔵

山形県N農産の概況

- 粃米サイレージとその他国産穀物の自家配合を活用した「国産 100%飼料」給与による肉牛経営。
- 約 750 頭の黒毛和種肥育牛を飼養し、直営精肉店においてオリジナルブランド牛を販売。
- 近隣の稲作農家と国産飼料クラスター協議会を組織し、粃米サイレージ向けの飼料用米作付面積は、H26 年の 2.9ha から R2 年には 70.6ha に拡大。
- フレコンラップ法の導入による労力軽減効果に加えて、粃米サイレージの廃棄率が格段に減少。

②イネ WCS 生産組織や飼料生産コントラクターでの事例

イネ WCS の専用収穫機体系でイネ WCS 調製に取り組んでいる山形県の M コントラクター組合では、飼料用米破砕機（ダブルロールミル方式）を導入して粃米サイレージの販売を始めるにあたり、500L フレコンの密封にイネ WCS 用のベールラップを用いたフレコンラップ法を試験導入した（**図IV-2**）。出来上がった粃米サイレージはイネ WCS とほぼ同じ大きさのラップサイレージであるため、イネ WCS と同じ体系で販売することが可能となった。



図IV-2 山形県 M コントラクター組合におけるイネ WCS 用ベールラップを用いたフレコンラップ法の調製

また、牧草ラップサイレージの収穫調製作業を請け負っていた岩手県の F 畜産は、新たに粃米サイレージに取り組み、自己経営内で活用するにあたり、無破砕・無脱気法との併用でフレコンラップ法を導入した。すなわち、収穫後の粃米を未破砕のまま 1000L フレコンに詰め込んで牧草用ベールラップで密封貯蔵し、給与前に破砕して二次貯蔵する体系である。

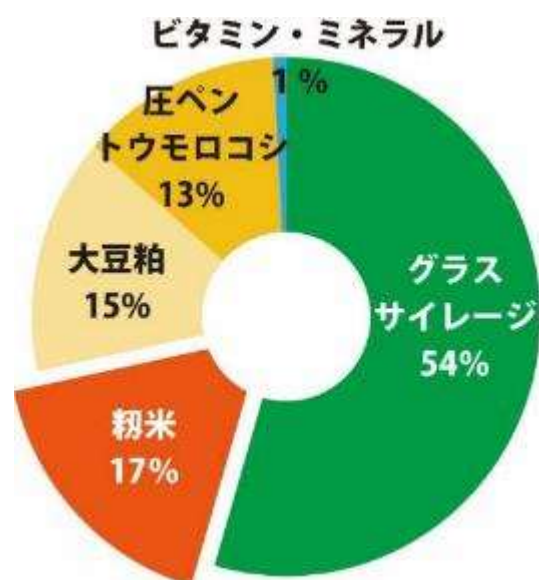
岩手県F畜産の概況

- 約 40 頭の繁殖牛を飼養する黒毛和種繁殖・肥育一貫経営。経産肥育にも取り組む。
- 近隣の稲作農家からの請負作業により飼料用米を入手し、繁殖牛、肥育牛への配合飼料代替として粃米サイレージを活用。
- 近隣農家から、牧草ラップサイレージの収穫調製作業も請け負っているため、フレコンラップ法の導入によりベールラップの共用が可能となった。
- 粃米サイレージでの配合飼料代替により、飼料費の低コスト化を目指している。

フレコンラップ法では内袋を使わないため、開封後、取り出すたびに内袋の口を閉じて好気的変敗を遅らすような給与はできない。F 畜産のベールラップは大型であるため、一次貯蔵時に大容量の 1000L フレコンを使わざるを得ない。このため、飼養規模の小さな F 畜産では、開封して破砕後の二次貯蔵時に 80L 容のプラスチックドラム缶に小分けして再密封する工夫を行った。これにより給与時の好気的変敗を防ぐことができた。

V. 粃米サイレージの泌乳牛への給与

粃米サイレージは乾燥粃米と同等の栄養価があり、濃厚飼料として利用できる。無破碎・無脱気法によって調製して給与直前に破碎した粃米サイレージ、従来法による破碎粃米サイレージ、破碎した乾燥粃米を用いて、それぞれの粃米を乾物で約 17%含む 3 種類の TMR (Total mixed ration ; 完全混合飼料、**図V-1**、**表V-1**) を調製した。これらを泌乳中後期の乳牛に給与した結果、ルーメン内液性状、飼料摂取量および泌乳成績に差は生じなかった (**図V-2**)。よって、無破碎・無脱気法による粃米サイレージは、泌乳牛用飼料として乳量・乳質を落とさずに従来の粃米サイレージや乾燥粃米と同様に給与できる (研究成果 2019)。粃米サイレージへの切り替えは牛の摂食量や乳量に変化がないかを見ながら少しずつ行う必要がある。なお、飼料用米のより詳細な栄養価や給与法については、飼料用米の生産・給与技術マニュアル<2016 年度版>を参照のこと。



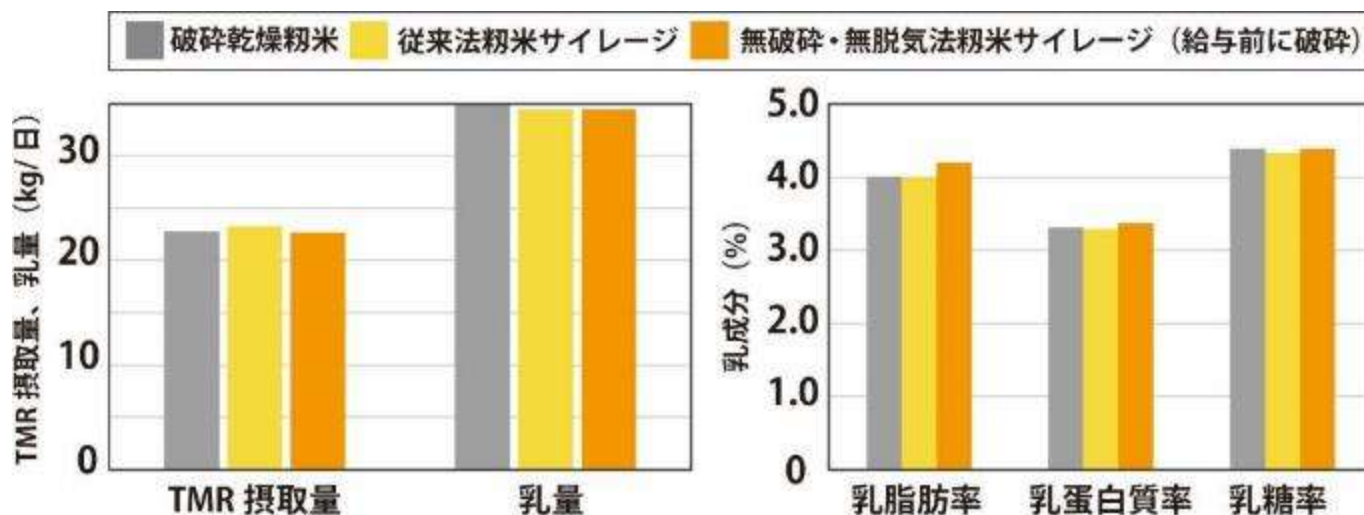
図V-1 泌乳牛へ給与した TMR の組成 (乾物%)

表V-1 給与した TMR の化学成分

化学成分(乾物%)	
粗蛋白質	15
NDFom* ¹	42
デンプン	20
TDN* ²	68

*¹ Neutral detergent fiber ; 中性デタージェント繊維 (リグニン、セルロース、ヘミセルロース)

*² Total digestible nutrients ; 可消化養分総量



**図 V-2 左：牛の TMR 摂取量(乾物 kg)・乳量に及ぼす影響
右：同牛の乳成分に及ぼす影響**

※泌乳牛 12 頭を用いた 1 試験期 21 日間の 3×3 ラテン方格法による飼養試験の結果

参考情報（粳米と玄米の栄養価の差）

粳殻を外した「玄米」の TDN 含量は乾物中 95%であり、トウモロコシ子実（TDN 含量が乾物中 94%）とほぼ同様の栄養価である。一方、「粳米」は粳殻を含むため、玄米よりも栄養価がやや低下し、TDN 含量は乾物中 78%である。

なお、粳殻を外した玄米においても、給与前に破碎処理など消化性を高める処理が必要である。上述の TDN 含量は、すべて破碎などの消化性を高める処理を行った場合の値である。

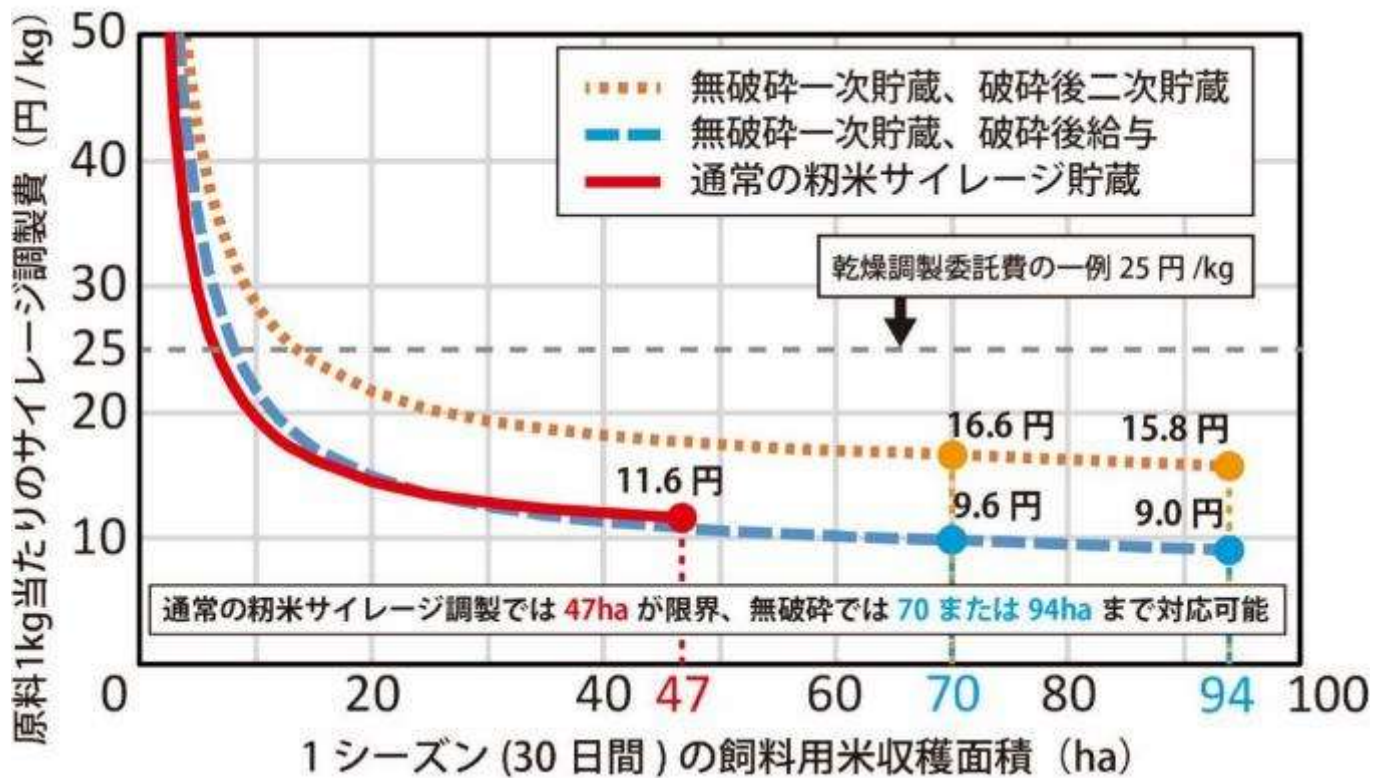
VI. 経済効果

普通、飼料用米を貯蔵するためには食用米と同様の乾燥調製が行われ、米麦共用乾燥調製施設（ライスセンター等）に作業を委託することで発生する利用料金は食用米と同等の1kgあたり25円程度である。当然、粃米サイレージの調製費用は、これを下回ることが前提条件である。従来法の場合、7ha以上の飼料用米の栽培面積を確保することで乾燥調製委託費より低コストに調製が可能である。

1. 無破碎・無脱気法のコスト試算

図VI-1に調製コストと飼料用米の栽培面積の関係を示す。無破碎・無脱気の粃米サイレージ調製を行うことで、処理能率は従来法の1.5～2倍に上がるため、対応できる飼料用米作付面積を増やせる。処理能率2t/h、一日あたりの作業7時間、調製期間30日間、10aあたり粃米収量900kgの条件の場合、従来法において1組織が1シーズンで調製できる飼料用米作付面積の上限は47haであった。一方、本作業体系では能率3t/hとすると最大70ha（生粃収穫量630t）、能率4t/hとすると94ha（生粃収穫量846t）まで対応できる。作付面積が増え、粃米調製量が増えることで各作業機の減価償却費が低減していき、調製コストも安くなる。

以上のことから、飼料用米の栽培面積7haまでは米麦共用乾燥調製施設への乾燥委託、7haを超えて47haまでは従来法による粃米サイレージ調製、それ以上であれば無破碎・無脱気法による粃米サイレージ調製とすることが調製コストの面から考えた場合は有利となる。



図VI-1 調製コストと飼料用米の栽培面積の関係

主な試算条件

- ・一次貯蔵調製および通常の籾米サイレージ作業 3 名、二次貯蔵調製作業 2 名
- ・籾米収量 900kg/10a、1 日 7 時間、30 日間作業すると無破砕一次貯蔵能率 3t/h では 70ha まで対応可能、能率 4t/h では 94ha まで対応可能。
- ・二次貯蔵および通常の籾米サイレージ貯蔵には耐候性フレコンを使用
- ・表VI-1 の変動費、固定費を計上して試算した。固定費は機材の減価償却費、修理・整備費、車庫費、資本利子・租税公課・保険料を計上した。機材費及び資材費は P46 の籾米サイレージに必要な資材および機材の価格を用いた。全ての機材は耐用年数 7 年とし、購入価格を耐用年数で除して原価償却費を計上した。

表VI-1 に原料籾米 1 kg あたりの調製コストの内訳、**表VI-2** に各調製方法の合計調製コストと末端価格(調製組織から畜産農家への販売価格)を示した。無破砕・無脱気の籾米サイレージとして一次貯蔵し、破砕処理後にフレコンで二次貯蔵する場合、原料籾米 1kg あたりの調製コストは合計 16.6 円となる。また、破砕処理後に 20L 小袋に籾米サイレージ 10kg を詰めて二次貯蔵する場合は合計 19.2 円となる。なお、1 袋あたり 12 または 15kg 投入することで、消耗品費を低減できる。破砕後に即給与する場合や TMR の原料に利用する場合は再梱包時のフレコンと内袋が不要となるため、調製コストは合計 9.6 円となる。

表VI-1 各処理の原料粃米 1 kg あたりの調製コスト（円/kg）内訳

内容		①無破碎 一次貯蔵	②破碎 処理	③破碎 フレコン貯蔵	④破碎 小袋貯蔵	⑤従来法
労務費	フォーク作業員1名	0.5	1.4	0.7	2.1	0.7
	普通作業員（0~2名）	0.7	-	0.6	3.2	1.1
変動費	消耗品費 内袋	1.7	-	2.0	-	2.1
	フレコン	1.7	-	4.3	-	4.6
	小袋	-	-	-	5.0	-
	乳酸菌（畜草2号）	0.8	-	-	-	0.8
	糖蜜	1.5	-	-	-	-
光熱水燃料	水道、電気、雑費等	0.2	0.1	0.1	0.3	0.4
固定費	減価償却費 破碎機、コンベア等	0.5	0.4	1.3	1.1	1.9
合計		7.7	1.9	8.9	11.6	11.6

* 30 日間の最大調製可能面積（①~③：70ha、④：47ha）をそれぞれ調製する条件とした。また、④については一次貯蔵後の粃米サイレージ 100t を小袋として調製する条件とした。

表VI-2 各調製方法の原料粃米 1 kg あたりの合計調製コスト（円/kg）と末端価格（畜産農家の購入価格）

調製方法	表IV-1対応 調製コスト		末端価格*
	番号	合計	
一次貯蔵、破碎後に二次貯蔵なし（給与）	①+②	9.6	22.2
一次貯蔵、破碎後にフレコン二次貯蔵	①+③	16.6	32.0
一次貯蔵、破碎後に小袋で二次貯蔵	①+④	19.2	34.9
従来法 粃米サイレージフレコン貯蔵	⑤	11.6	26.5

* 原料粃米取引価格 5 円/kg、調製組織の利潤 5 円/kg、畜産農家への配達送料 3 円/kg、消費税 10%を加算した。すべて原物重あたり価格。

2. フレコンラップ法のコスト試算

実証試験に基づき、トラクタ駆動型の高速破碎機を新規購入（参考取得価格 377 万円）した際のフレコンラップ法による粃米サイレージ調製に係る費用等を調査した。その結果、500L フレコン体系では、10a あたり粃米収量 900kg の場合は、9.7ha（87t、

300ロール)相当の処理量で調製費用が23.3円/粳米1kgとなりライスセンターなどでの乾燥調製費用25円を下回る。1000Lフレコン体系では、500Lのフレコン体系よりもややコスト的に有利となり、10aあたり粳米収量900kgの場合は、12ha(108t、200ロール)相当の処理量で調製費用が約19円/粳米1kgとなる。なお、上記試算では、フレコン、ラップフィルム、乳酸菌製剤等の消耗資材費、燃料費、労働費を変動費とし、トラクタ、フォークリフト、グラブアタッチ付きホイールローダ、ベールラップ、ベールグラブ、高速破碎機、乳酸菌添加装置、フレコン吊り具等を機械機器費とした。フレコンラップ法は、基本的に屋外で調製できることから、建物などの施設費用は必要ない。一方、トラクタやグラブアタッチ付きホイールローダ等の非常に高価な機械を用いるため、これらの償却費が調製コストに上乗せされる。ただし、これらトラクタやホイールローダなどは農家が既に所有するものを活用することもできるため、参考として高速破碎機の購入費用のみ計上した場合も試算してみた。この場合、500Lフレコン体系で10aあたり粳米収量900kgの場合6.4ha(58t、200ロール)相当の処理量で調製費用が約22円/粳米1kgとなり、乾燥調製費用を下回る。

粃米サイレーヅ調製に必要な資材および機材の価格 (R2年時点、税別)

資材・機材名	メーカー・品番	購入先	参考価格	備考
フレコン	(株)フクナガエンジニアリング・RM-001 (H)	会社 HP	¥715	容量 1000L
耐候性フレコン	同上・1100KR-UV3	会社 HP	¥1,707	容量 1000L
ポリエチレン製内袋	同上・1000L 用内袋	会社 HP	¥780	厚み 0.08mm
乳酸菌製剤 畜草 2号	雪印種苗(株)	飼料販売店	¥7,700	1袋 10t分
飼料用糖蜜	富士デベロプメント(株) ・内糖蜜	飼料販売店	¥3,215	20kg 入一斗缶
飼料米破砕機 (ダブルロールミル方式)	(株)デリカ・DHC-4020	農機販売店	¥1,980,000	
トラクタ駆動高速破砕機 (ハンマーミル方式)	(株)タカキタ・ミリングマシーン U500T	農機販売店	¥3,870,000	
スクリュウオーガ	同上・DHR-1500	農機販売店	¥289,440	
バケツエレベータ	(株)サタケ・WH II	農機販売店	¥430,000	
フレコンスタンド	(株)フジテックス ・トンバツグスタンド	会社 HP	¥13,178	2つ以上必要
穀類水分計	(株)ケツト科学研究所 ・PM-640-2	通販サイト	¥163,900	下記米麦水分計でも可
米麦水分計	同上・ライスタ f2	通販サイト	¥43,890	
ニードル弁付流量計	日本フローセル(株) ・NSPO-4 D002	会社 HP	¥36,960	
電磁ポンプ	(株)イワキ・EHN-B11VC1R	通販サイト	¥54,900	
フォークリフト用フレコンスタンド	(株)三洋 ・SEED ALPHA SA-10	通販サイト	¥70,000	
袋詰自動計量器	(株)タイガーカワシマ ・ES-60	農機販売店	¥129,600	
ヒートシーラー	はなまるシーラー スーパー足踏みシールくん	通販サイト	¥51,500	60cm 幅対応品
振動モータ	エクセン(株)・EKM1S-2P 型	通販サイト	¥40,590	
一斗缶用コック	ミヤサカ(株)・コックくん	通販サイト	¥6,490	

用語解説

【スクリーオーガ(スクリーコンベア)】筒の中のスクリーなどを回転させて穀物などを搬送する装置。

【ハンドリング機械】本 SOP では牧草ラップサイレージ等の移動に使用する機械全般を指す。

【バケットエレベータ】多数のバケット(バケツ)がチェーンなどに装着されており、チェーンが上下に回転することで、穀物などを垂直に搬送することのできる装置。

【パレットフォークアタッチ】パレット*作業を行うためのアタッチメント。

*輸送・物流用に使うすのこ状の台

【ヒートシーラー】ポリエチレン製の袋の口を圧力と熱で密着させて密封する装置。

【ベールグラブ(ベールグリッパ)】トラクタ等の先端アタッチメントに取り付けて円筒形のラップサイレージを掴んで移動させる装置。

【ベールラッパ】牛の飼料である牧草や飼料稲を円筒形に梱包したロールベールをラップフィルムで密封する機械。

【ラップサイレージ】ロールベールをラップフィルムで密封してサイレージ化したもの。ロールベールラップサイレージ、ロールベールサイレージとも呼ばれる。

【ラップフィルム】ロールベールに巻き付けて密封するポリエチレン製フィルム。

【**NDF**】 Neutral Detergent Fiber（中性デタージェント繊維）の略。飼料中のリグニン、セルロース、ヘミセルロースなどの細胞壁成分を抽出する分析法（NDF 分析法）によって定量した繊維成分。なお、NDFom と表記される場合は、NDF 中の灰分が除かれている。

【**TDN**】 Total Digestible nutrients（可消化養分総量）の略。飼料の栄養価として最もよく使われる表示法。飼料中に含まれる消化吸収される養分量を合計したもの。ただし、消化される脂肪量だけは熱量が大きいので 2.25 倍して計算される。

【**TMR**】 Total mixed ration（完全混合飼料）の略。牛が必要とする栄養素（牧草などの粗飼料、穀物などの濃厚飼料、ミネラル、ビタミン等）の全てをバランスよく混合した飼料。

参考資料

1. 成果情報：完熟期収穫の飼料用米サイレージ調製法（農研機構 普及成果情報 畜産・草地、2012 年）
https://www.naro.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2012/120c6_01_14.html からダウンロード可能
2. 成果情報：飼料用米のサイレージ調製作業体系と低コスト運用条件（農研機構 普及成果情報 畜産・草地、2015 年）
https://www.naro.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2015/15_022.html からダウンロード可能
3. 多収品種に取り組むに当たって—多収品種の栽培マニュアル(農林水産省、2021 年 1 月)
<https://www.maff.go.jp/j/seisan/kokumotu/attach/pdf/siryouyoumai-13.pdf> からダウンロード可能
4. 飼料用米の生産・給与技術マニュアル<2016 年度版>(農研機構、2017 年 3 月)
http://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/074988.html からダウンロード可能
5. イネ稻こうじ病の薬剤防除マニュアル 2017 年版（農研機構中央農業研究センター、2018 年 1 月）
https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/files/201801inekoujimanual.pdf からダウンロード可能
6. 既存の穀物用施設を活用した粳米サイレージ調製技術マニュアル <第 2 版>（農研機構畜産草地研究所、2015 年 5 月）
https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/files/momimai-manual_201505.pdf からダウンロード可能
7. 成果情報：高糖分高消化性イネ WCS 調製に適する乳酸菌添加剤「畜草 2 号」（農研機構 普及成果情報 畜産・草地、2016 年）
https://www.naro.go.jp/project/results/4th_laboratory/nilgs/2016/16_004.html からダウンロード可能
8. 成果情報：調製方法の異なる粳米の飼料特性と泌乳牛への給与（農研機構中央

農業研究センター、2019 年)

http://www.naro.go.jp/project/results/4th_laboratory/carc/2019/carc19_s08.html からダウンロード可能

9. フレコンラップ法活用マニュアル（農研機構東北農業研究センター、2019 年 3 月）

http://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/130163.html からダウンロード可能

10. 日本草地学会誌(2018)、64: 180-188

その他、フレコンラップ法の具体的な作業の様子については農研機構東北農業研究センター作成の技術紹介 DVD「フレコンラップ法」（約 21 分）を参照のこと。また、技術紹介 DVD の短縮版（約 4 分）を YouTube にアップしている。技術紹介 DVD の入手については、農研機構東北農業研究センター事業化推進室までお問い合わせください。



Youtube 版 QR コード



技術紹介 DVD 「フレコンラップ法」

担当窓口、連絡先

外部からの受付窓口：

農研機構畜産研究部門 研究推進室 029-838-8618

農研機構東北農業研究センター事業化推進室 019-643-3407



「農研機構」は、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネーム（通称）です。