

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＞



国立研究開発法人
農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所

目 次

1. はじめに	1
2. 準備段階で検討すべき事項	1
3. 処理のフロー	1
4. 実際の作業上のポイント	
(1) 原料粳米の荷受	2
(2) 原料粳米のプレスパンダーへの投入等	2
(3) 破碎処理	3
(4) フレコンバッグ（調製容器）への破碎粳米の詰込み等	3
(5) フレコンバッグ（調製容器）の密封方法等	5
(6) 製品の保管等	5
(7) その他	6
5. 小規模畜産経営に向けた調製法	6
6. 調製施設のレイアウト等	7
(1) 施設全体のレイアウトと作業動線のイメージ	
(2) 処理エリアのレイアウトと作業動線のイメージ	
7. 製造コストの試算	8
8. 事前チェックシートの例	9

本マニュアルは、農林水産省委託プロジェクト研究「低コスト・省力化、軽労化技術等の開発（国産飼料分科会）」2系「飼料用の稲麦二毛作体系を基軸とした持続的な飼料生産技術の開発－飼料用米のソフトグレインサイレージ調製技術の開発チーム」によって得られた成果を基に取りまとめたものです。

1. はじめに

粃米サイレージは、粃米を収穫後、破碎処理を行い、密封して、貯蔵するものです。飼料用米は、イネWCS（ホールクロップサイレージ）と違い既存の食用米のコンバイン体系で収穫が可能です。また、サイレージ化することで乾燥調製コストが不要になり、さらに屋外で保管できるなどのメリットがあります。

粃米をサイレージ化するためには、破碎して発酵に適する水分域まで加水し、乳酸菌を添加することが必要です。粃米の破碎には各種の方法が試行されており、その一つに、米麦協同乾燥施設（ライスセンター等）に導入されている粃殻膨軟処理装置（プレスパンダー）を利用する方法があります。このような既存の施設・装置を活用することで、少ない設備投資で効率的に粃米サイレージ調製を行うことができます。

しかし、プレスパンダーは粃殻処理用として開発され、導入された装置であるため、粃米サイレージ調製を想定して設置されていないことから、施設の状況に合わせてレイアウトや粃米投入法等の工夫が必要になります。

本マニュアルでは、低コストな飼料用米の利用に向けて、少ない設備投資（既存施設利用）と処理効率を考慮したポイントを解説します。

2. 準備段階で検討すべき事項

- 作業期間をできるだけ確保するため、品種選定による収穫時期の分散化や敷地内での作業動線の確認等、生産者と施設管理者等が事前に打合せを行うこと。
- 原料粃米のプレスパンダーへの投入、破碎処理物の調製容器（フレコンバッグ）への詰込み・密封等の工程が新たに発生するため、施設レイアウトや作業のシミュレーションを十分に行うこと。

3. 処理のフロー

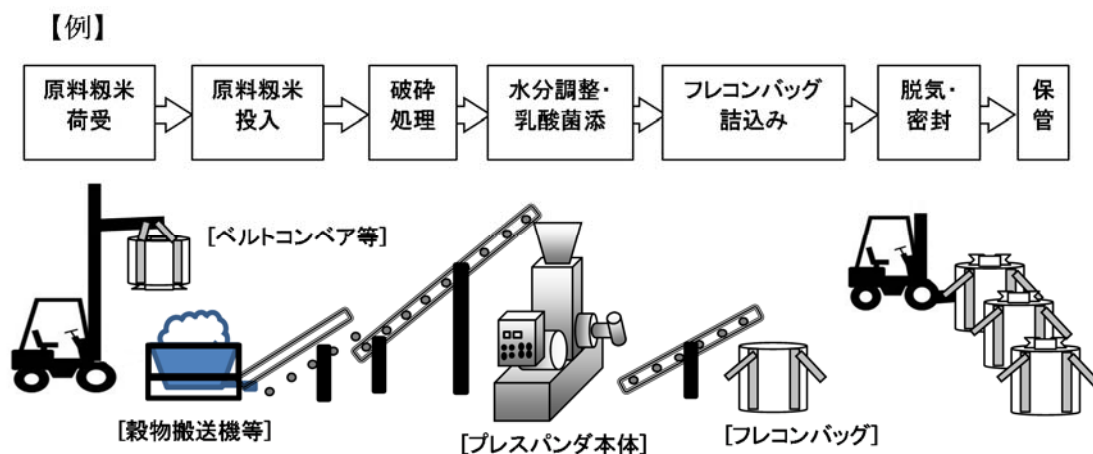


図1 処理フロー

4. 実際の作業上のポイント

(1) 原料粃米の荷受

- コンバインで収穫した原料粃米は下部排出口付フレコンバッグに入れて、圃場から搬入(荷受)すると、粃米の投入までの作業が効率的になります。
- 事前に計画しても天候等によっては収穫・搬入が集中することがあるため、十分な一時保管スペースを確保することが必要です。
- 収穫当日中に処理できるような作付・収穫計画を組むことが基本です。処理を翌日以降に持ち越すと、蒸れ等で粃米の品質が劣化し、サイレージの発酵品質を悪くする原因になります。

(2) 原料粃米のプレスパンダーへの投入等

- プレスパンダーの投入口は高い位置(およそ 3m)にあるため、原料粃米を連続投入するにはベルトコンベアや昇降機等の設置(図2-1)が必要です。
- ベルトコンベアや昇降機等への原料粃米の投入する方法には、穀物搬送機や単管パイプとクランプで自作した架台を利用している事例があります(図2-2)。フレコンバッグを架台等にセットして、ベルトコンベアや昇降機等へ原料粃米を投入する体系で作業を行うと、フォークリフトが次の原料粃米の搬入などの作業が行えるため、連続的に効率的な作業が行えます。

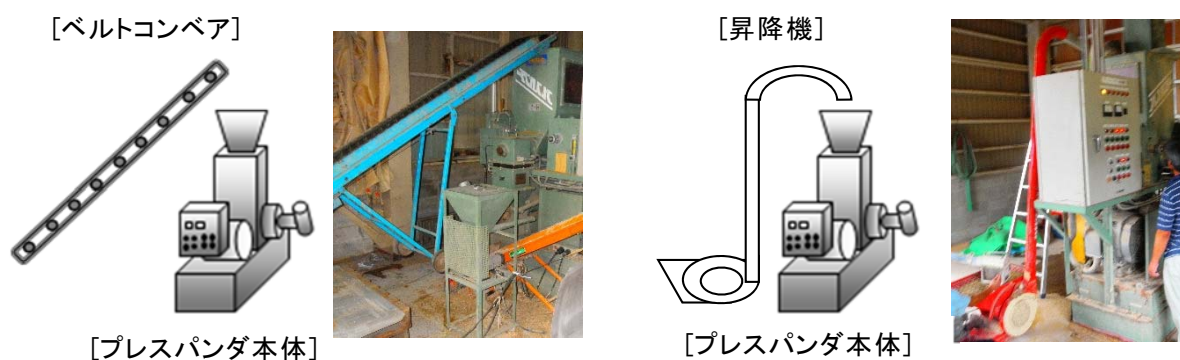


図2-1 プレスパンダーにベルトコンベアや昇降機等で原料粃米を投入

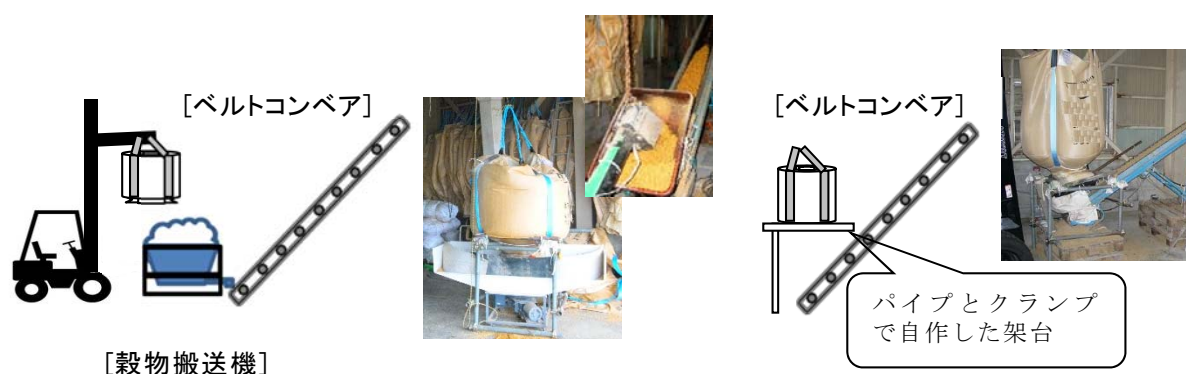


図2-2 穀物搬送機や架台でベルトコンベア(昇降機)等に原料粃米を投入

- コンテナ取替式の昇降機を設置して原料粃米を投入している事例(図2-3)があります。コンテナが3台以上あればリレー作業が可能で効率的です。

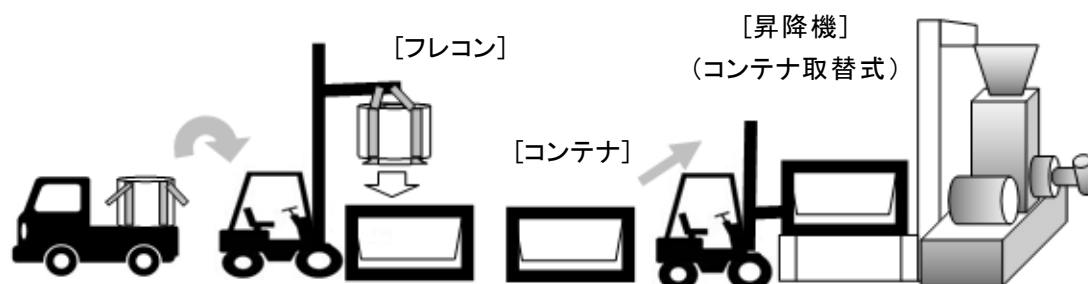


図2-3 コンテナ取替式昇降機で原料粃米をプレスパンダーに投入

- 施設内が狭く、コンベヤ等を設置できない場合、軽トラックに積載した穀物搬送機を経由して、昇降機で投入している事例(図2-4)もあります。

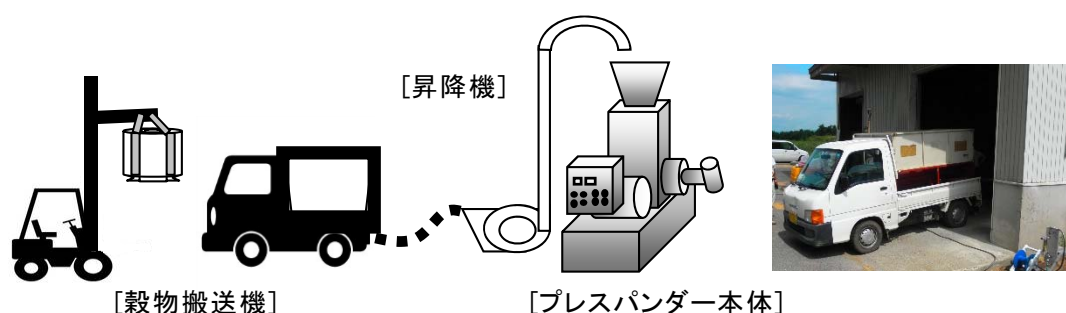


図2-4 施設内が狭い場合〔軽トラック積載穀物搬送機＋昇降機で投入〕

- いずれの事例も施設に応じて、所有する機械等を臨機応変に組み合わせ、設備投資を極力抑えて実施しています。

(3) 破碎処理

- プレスパンダーの破碎能力は毎時約 2t(毎分約 33kg)ですが、破碎処理物排出用コンベアがスクリーン式の場合は、粉碎粃米が毎分 15kg 程度を超えると、スクリーンへの詰まり等が発生しやすくなるので、注意が必要です。
- 破碎粃米は、ベルトコンベアで排出(調製容器への詰込み)するのが最も効率的と考えられます。

(4) フレコンバッグ(調製容器)への破碎粃米の詰込み等

- 調製容器のフレコンバッグは、作業効率等から 1 m³ 程度のサイズが良く、屋外保管では劣化して繰り返し使用できないため、安価なもので十分です。必要な枚数は、単

収(kg)から推定可能です。

(原料粃米 400～450kg あたり、1m³フレコンバッグ 1 枚が必要です。)

■取り組み事例では、1m³フレコンバッグあたり 500～560kg 程度に調製することが多く、容積重は 700～750kg/m³ 前後でした。

■フレコンバッグのサイズに合わせて内袋(ポリエチレン袋)を同数以上準備します。

■破碎粃米をフレコンバッグに詰込む際に、加水して水分を調整します。現地事例では最終的に 30～35%程度になるよう加水を行い、粃米サイレージを調製していますが、これまでの研究結果から、30%を目安に加水することがお勧めです。

■加水は、ジョウロ等を用いて直接、行うこともできますが、現地の事例では、水量を調節しやすい自作の流量計付きの簡易加水器を水道とホースリールで繋いで使用しています。(写真1)



写真1 簡易加水器
(イメージ)

■高品質な粃米サイレージを得るため、乳酸菌等の資材を添加します。ジョウロ等を用いる場合は、乳酸菌等の資材を溶かした水を用いて、加水と乳酸菌等の資材の添加を行います。一方、簡易加水器を用いた事例では、加水用の水とは別に、乳酸菌等の資材を大型タンクの水に溶かしておき、動墳で推奨される添加量になるように流量を調節し、シャワー状にして全体に均一になるよう添加しています。



写真2 封入容器支持枠

■破碎粃米のフレコンバッグへの詰込みは、パレットに封入容器支持枠(写真2)を取りつけて開口を保持するとスムーズに行えます。支持枠は単管パイプとクランプとで1個あたり約5千円で自作可能です。

■容器への詰込み後は、支持枠を取り外して、パレットごとフレコンバッグを密封作業場所に運搬し、次のパレットと入れ替えます。パレットは3枚以上必要です(密封後はフレコンバッグを直接吊り上げるため、パレットが不要になります)。

■施設の広さに余裕がある場合、ローラーコンベアを設置して人力でスムーズにフレコンバッグを交換している事例もあります。(図3、写真3)

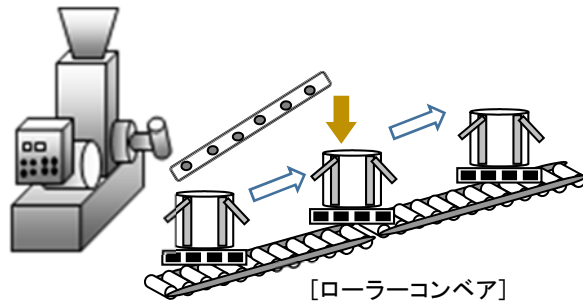


写真3

図3 ローラーコンベアを利用した密封容器交換の事例

(5)フレコンバッグ(調製容器)の密封方法等

- サイレージの調製では、良好な発酵が得られるように、脱気・密封を行い、嫌気状態にすることが重要です。掃除機で内袋の袋口から空気を吸引すると、容易に脱気できます(写真4～6)。
- 内袋の密封法には、袋口を直接固結びにする他、ヒモや結束バンドの利用などがあります(写真6)。また、空圧式クリップを用いて内袋を結束する方法もあります。いずれの方法でも、密封条件を保つことができれば品質に差は見られません。
- 内袋に穴が開いたり、内袋の結束が不十分等で空気が侵入するとカビ発生の原因となるので注意が必要です。



写真4 大型掃除機で
内袋から空気を吸引



写真5 掃除機での吸引作業
(拡大)



写真6 内袋の袋口を絞って
ヒモで縛って密封

(6)製品の保管等

- サイレージ発酵に伴い炭酸ガスが発生してフレコンバッグが膨張します。現場では、品質確認を兼ねて、袋口を開放してガス抜き吸引を行い、再度、(5)に示すように密封作業を行っている事例と、フレコンバッグのガス抜きを省略している事例があります。どちらの事例もサイレージの品質は良好ですが、内袋がガスで破裂することが懸念される場合は、ガス抜きを行った方が安全です。
- 約 500kg のフレコンバッグ1個の保管スペースとして、概ね 1.2m 四方を要するため、製造個数と農家引き渡しまでの期間に応じた保管場所の確保が必要です。

- 保管には広い面積が必要になりますが、平積が現実的です。二段積みでの保管はガスによるフレコンバッグの膨張で荷崩れが危惧されます。
- 屋外での保管には、鳥や鼠によるフレコンバッグの穴あけに注意します(鳥害対策としては防鳥ネット、鼠害対策としては、間隔をあけて置いたり、下に鉄板を敷く等の対策をとります)。
- 粃米サイレージの発酵経過を調査したところ、気温等によって差はありますが、有機酸含量は調製から30～50日程度でピークを迎えました(2014山形県畜産試験場)。現場の事例では、1～2ヵ月程度貯蔵した後に給与を開始しています。

(7)その他

- 作業員の慣れや周辺器具の工夫等により、3名程度で対応が可能となります(不慣れなうちは、フレコンバッグへの詰め込みから密封までの工程で1～2名程度の補助員を確保すると作業がスムーズです)。
- 粃米サイレージの開封後の品質変化を調査したところ、開封直後と開封から3日間経過した粃米サイレージのpHと有機酸組成に差はなく、品質に変動はありませんでした(2014年、山形県畜産試験場)。
- 現地事例では、水分30～35%程度で高品質な粃米サイレージを調製していますが、保存期間が1年程度の長期になると、フレコンバッグ下部の粃米サイレージは分離した水分で泥濘状態になり、牛の嗜好性が低下します。水分が高いほど泥濘状になる割合が高くなることや、これまでの研究結果から水分が30%を目安に加水することが奨励されています。なお、水分が高く調製されたものは早目(春頃までに)に給与することをお勧めします。

5. 小規模畜産経営に向けた袋入粃米サイレージ調製法

- フレコンバッグでの調製は、主に大規模経営向けとなります。その他、肉牛繁殖等の小規模畜産経営等向けには、15～20kgの袋入り粃米サイレージ調製を試行した事例があります。
- 袋入粃米サイレージは、フレコンバッグで発酵させ、品質が安定した後に製品を小分けして、ポリエチレン(PE)袋に詰め直して流通する方法と、破碎粃米を直接20L用PE袋に詰込んで発酵させて流通する方法があります(写真7～9)。後者ではガス膨張による袋の破損対策が必要になります。
- 直接PE袋に詰込む方法では、袋にガス抜きバルブを貼付することで調製時の脱気と発酵ガスによる膨張に対処できます。ただし、バルブの不具合等が生じないように、十分に気をつける必要があります。



写真7 破碎直後にPE袋に封入
(ボタン型ガス抜きバルブ付)



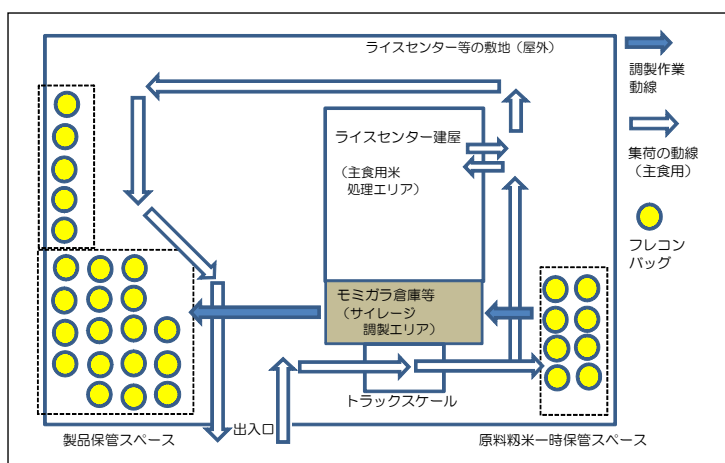
写真8(左)、9(右)
密封後にバルブ上から掃除機で脱気

■山形県畜産試験場では、PE袋への直接詰込み時のガス膨張対策法として、ガス抜きバルブの他に、ピンホールによる対策(調製時に袋に穴を空け、数日後にビニールテープで塞ぐ)の試験を行い、ピンホールができて、それを補修すれば袋入粳米サイレージの品質は良好であることを確認しました。

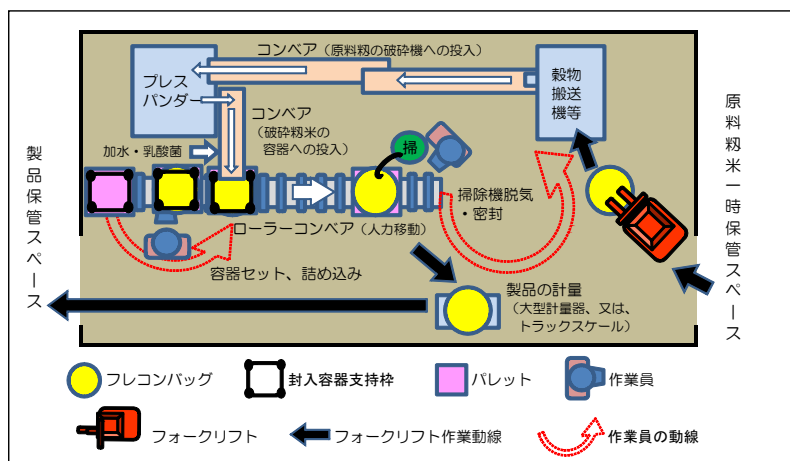
6. 調製施設のレイアウト等

(1)施設全体のレイアウトと作業動線のイメージ

- ◆食用米の作業時期と重複する期間が出てくることが予想されるため、作業動線の確認など、事前の調整が重要です。
- ◆製造個数と農家引渡しまでの期間に応じた製品保管場所の確保が必要です(事前の需給調整、供給計画等によって、およその必要面積を計算しておきます)。



(2)サイレージ調製エリアのレイアウトと作業動線のイメージ



7. 製造コストの試算

■現地の事例を参考に、製造コストを試算して表 1 に目標値として示しました。

■当該試算に関する、作業・処理能率等の想定は以下のとおりです。コスト試算の際の参考にしてください。

- ・原料粳米 290t(水分含量:23%)に加水し、水分約 30%の粳米サイレージを調製。
- ・実作業員 3 名(1名は機械オペレータ、2 名は普通作業員)で、施設の準備から片付けまでを含め実作業日数 38 日間で、製品サイレージ 339t を製造(サイレージ生産量は 8~10t/日程度)。
- ・1 日当りの実作業時間は 6 時間/日、機械の稼働率 80%
- ・プレスパンダーと穀物搬送機等は償却が終了している既存機械を活用。
- ・フォークリフト等の機械については、食用米の作業との汎用利用を想定し、按分比で算出。

表 1 粳米サイレージの製造コストの目標値の試算

			員数	単価	金額	備考
製造 原価	労務費	フォークリフトOP	38延人	12,000 円/日・人	456,000円	
		普通作業員	76延人	9,600 円/日・人	729,600円	
	消耗品費	PE内袋	685個	800 円/個	548,000円	
		フレコンバッグ	685個	780 円/個	534,300円	
		添加剤(乳酸菌)	34個	8,000 円/個	272,000円	
	水光熱費	水道料	49t	350 円/t	17,150円	
		電気料	5,673.6kw	15.8 円/kw・時	89,643円	
	燃料費	フォークリフト燃料	一式	20,000 円	20,000円	
	プレスパンダー修繕・保守費用		一式	250,000 円	250,000円	
	雑費 (ホウキ、単管パイプ等)		一式	200,000 円	200,000円	
	減価償却費			フォークリフト等	93,000円	
	製造原価 計					3,209,693円
一般管 理費	労務費 (総務部門賃金)		38延人	4,500 円/日・人	171,000円	他業務と兼務
	水光熱費 (電気料)		192.0kw	15.8 円/kw・時	3,034円	事務所電気等
					174,034円	
製造コスト 計					3,383,726円	

製品サイレージ現物1kg当り製造コスト【目標値】

10.0 円

注)現地調査等を基に畜草研が試算

(注)

◇既存施設の損耗状況や資材発注ロット等によりコストは変動します。単価部分をそれぞれの地域実情に合わせた単価に置きかえて試算し直してください。

◇なお、これら製造コストの他に、原料粳米価格、保管コスト、流通コスト等が加算されるため、実際の販売価格とは一致しません。

7. 事前チェックシートの例

区 分	項 目	内 容 等	チェック
施設	施設配置等	◇作業動線の確認・設定	
		◇搬入・搬出作業場所の作業スペースの確保	
		◇設備の事前点検・清掃	
		◇プレスパンダーの試運転	
	原料投入側の装備	◇プレスパンダーへの連続投入方法の決定	
	破砕機出口及び荷受側の準備	◇プレスパンダー出口側コンベヤの能力の確認	
		◇破砕処理物の調製容器への詰込法の決定	
	原料粳米荷受場所	◇原料粳米の荷受（一時保管）スペースの確保	
	製品SGS保管場所	◇製品SGSの保管スペースの確保	
生産計画等	処理（調製）量	◇耕種農家と畜産農家の需給調整	
	収穫日時	◇収穫・搬入の期間、量の生産者との調整	
機械器具 その他資材	原料粳米の運搬容器	◇原料粳米の運搬容器の調達	
	調製容器 （フレコンバッグ）	◇フレコンバッグ、内袋の確保	
		◇大量発注時の在庫の資材保管場所の確保	
	大型計量器	◇計量器（原料粳米及び製品の計量）の確保	
	フォークリフト	◇アームが必要な高さに上がる機種 of 確保	
	パレット	◇調製容器の保持、運搬用（3枚以上）	
	封入容器支持枠	◇パレットから取り外し可能なもの（自作可能）	
	粳米水分計	◇原料粳米・破砕粳米の水分測定用	
	密封器具等	◇掃除機（密封時の脱気用）	
	添加剤（乳酸菌等）	◇水分調整時に添加（添加方法を検討）	
	水分調整用用具等	◇水道の有無確認、延長ホースの確保など	

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>

発行日：平成27年 5月 1日

編集：浦川修司、伊吹俊彦

執筆：浦川修司、井上秀彦、齋野 弘、石山 徹

問い合わせ先：

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所
〒329-2793 栃木県那須塩原市千本松 768

TEL 0287-37-7803 FAX 0287-36-6629
