

粳米サイレージの調製 及び給与技術について

平成28年度関東地域飼料増産行動会議現地研修会(平成28年10月13日)

農研機構畜産研究部門
飼養管理技術研究領域
野中 和久

kazuhisa@affrc.go.jp

「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です。

飼料用米の利用方法

飼料用米は、大きく分けて2つの利用形態がある

【乾燥して利用】

種類	調製工程	水分含量
粳米	乾燥 貯蔵 → 蒸気圧ぺん → 破碎	15%以下
玄米	乾燥・脱皮 低温貯蔵 → 蒸気圧ぺん → 破碎	15%以下



蒸気圧ぺん加工した粳米



破碎した玄米

【生粳のまま利用】乾燥・低温貯蔵の経費が不要

種類	調製工程	水分含量
粳米サイレージ (SGS*を含む)	加工 → 加水・乳酸菌 → 密封	30%程度

* SGS(ソフトグレインサイレージ) = 成熟前の実が軟らかく水分の多い状態でサイレージにしたもの



粳米サイレージ

飼料用米の飼料成分組成



トウモロコシ

≒



玄米

>



粳米

飼料名	粗蛋白質 (%DM)	粗脂肪 (%DM)	NFE (%DM)	粗繊維 (%DM)	粗灰分 (%DM)	総エネルギー (Mcal/kg)
トウモロコシ	8.8	4.4	83.4	2.0	1.4	4.51
玄米	8.8	3.2	85.6	0.8	1.6	4.41
粳米	7.5	2.5	73.7	10.0	6.3	4.22

NFE＝可溶無窒素物（単少糖類、デンプン、ヘミセルロース、リグニン等を含む）
日本標準飼料成分表（2009年版）より抜粋

※玄米のNFEや総エネルギー含量はトウモロコシとほぼ同等。

飼料用米の消化率と栄養価



(牛)	粗蛋白質 (%)	粗脂肪 (%)	NFE (%)	粗繊維 (%)	TDN (%DM)
トウモロコシ	73	87	93	50	93.6
玄米	70	84	96	70	94.9
粳米	58	71	92	15	77.7

日本標準飼料成分表（2009年版）より抜粋

※玄米の各成分消化率やTDN含量は、トウモロコシとほぼ同等。

- ・（乾燥）玄米はトウモロコシの代替利用が可能
- ・（乾燥）粳米は粳殻があるため若干TDNが低い

飼料用米の流通経費

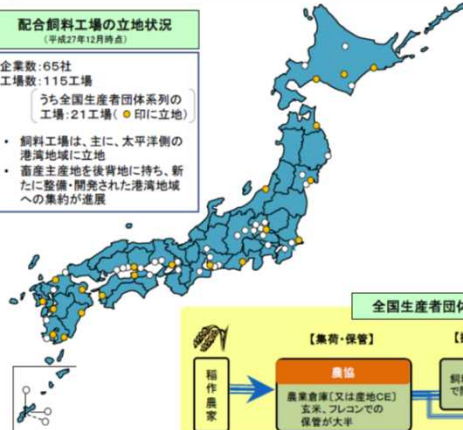
配合飼料メーカーへの飼料用米の供給について

「飼料用米の推進について(農水省2016.8)より抜粋」

- 耕種農家は、農協に出荷することで、自ら需要先の確保を図る必要がなく、飼料用米の生産に取組可能。
- 農協は、CEや耕種農家が乾燥した飼料用米を地域の農業倉庫等で保管。
- 農協と出荷契約を締結した全国団体は、飼料メーカーの要望に応じ、工場近くの営業倉庫等で開袋・バラ化作業を行い、工場に搬入。
- 飼料メーカーは、とうもろこしの代替として飼料用米を配合し、畜産農家に出荷(工場は、在庫として保有せず、計画的に受入・配合)。
- 飼料工場では、次の課題をクリアすれば、受入量の増加に対応可能。
 - ・ 配合飼料の主原料(とうもろこし等)と同等またはそれ以下の価格での供給
 - ・ 工場への長期的かつ計画的な供給と集荷・流通の円滑化(例えば、半年程度前から供給量の調整を行い、計画的に搬入)

配合飼料工場の立地状況

- (平成27年12月時点)
- 企業数: 65社
工場数: 115工場
- うち全国生産者団体系列の工場: 21工場(●印に立地)
- ・ 飼料工場は、主に、太平洋側の港湾地域に立地
 - ・ 畜産主産地を後背地に持ち、新たに整備・開発された港湾地域への集約が進展



米の輸送経費

(一般貨物の運送料金をもとに農林水産省で試算※)

福井 → 鹿島工場(茨城県)	8,000～9,000円/t
福井 → 神戸工場(兵庫県)	5,000～6,000円/t
福井 → 知多工場(愛知県)	4,000～5,000円/t
県内輸送	1,000～3,000円/t

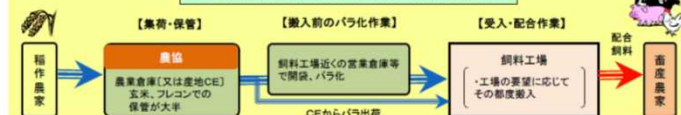
※国土交通省の一般貨物自動車運送事業(貨切)運賃料金(※0.9)により試算。

飼料用米の取引価格

約30,000円/t

※ 近年の価格水準。

全国生産者団体による飼料用米の集荷・流通体制



21

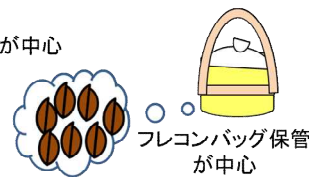
経費節減を考えた保管方法

飼料用米の保管は、「常温」で、「フレコンバッグ」での保管が中心

「低温倉庫」の利用事例は少ない



JAの米保管庫と籾米のフレコンバッグでの保管



フレコンバッグ保管が中心

水分13～17%

面積拡大にともない、長期的に安定して畜産農家に供給するためには、保管技術も課題になる
特に、夏季を超えた高温多湿期における常温保管によるリスクも懸念

【常温保管における想定される課題】

1. 害虫被害、フレコンバッグ内の温度と湿度の上昇によるカビ発生
2. 呼吸による重量の減少
3. 食味の低下
(飼料用米では問題にならないが、栄養分の減少も懸念)

粃米サイレージは破碎が必要



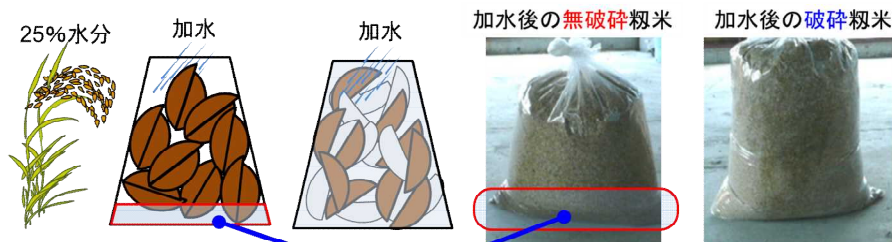
農研機構

成熟期の粃の水分：約25%前後

サイレージ発酵が可能な水分域：30～35%

➡ 加水が必要

破碎しないと加水しても吸水しない



写真提供：滋賀県畜産技術振興センター

破碎しないと、均一に吸水しない
サイロの下部に加水した水が溜る

粃米サイレージ用破碎機 ①



農研機構

【飼料米破碎機DHC-4000】(株式会社デリカ)



- ローラのクリアランス調整で破碎粒度変更可能
- 動力はガソリンエンジンとモータの2タイプ
- 機体がコンパクト
全長：1710mm、全幅：1290mm、全高：1200mm
機体質量：520kg

作業能率：4,000kg/h(カタログ値)

希望小売価格：1,800,000円(税別)



破 碎 (弱)



破 碎 (強)

粃米サイレージ用破碎機 ②



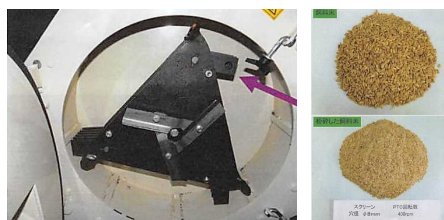
【飼料用米破碎機SH-2】(株式会社大竹製作所)



粃米サイレージ用破碎機③



【ミリングマシンEX200M】(株式会社タカキタ: イタリアからの輸入品)



- 高速回転ハンマで飼料用米も破碎
- 動力はPTO使用(イタリアではモーター型も)
- 適応トラクタ: 45PS

作業能率(カタログ値)

トウモロコシ(水分13%程度)の場合
800~2,000kg/h
麦類(水分13%程度)の場合
620~1,250kg/h

スクリーン穴径は8~15mmの4段階

希望小売価格: 1,640,000円(税別)

粳米サイレージ用破碎機③



ミリングマシン（EX200M）に装着するスクリーン

評価試験に供試したスクリーン

穴径：φ2mm, 4mm, 6mm, 8mm, 12mm, 15mm, 20mm, 25mm



主なスクリーン



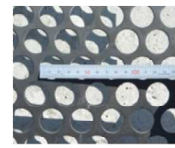
φ2mm



φ8mm



φ15mm



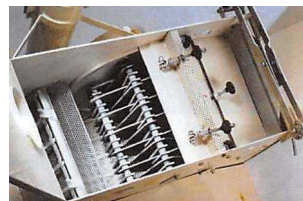
φ25mm

山形大学 浦川ら(2015)

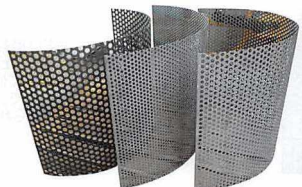
粳米サイレージ用破碎機④



【ミリングマシンU500T】(株式会社タカキタ:イタリアからの輸入品)



- 高速回転ハンマで飼料用米も破碎
- 動力はPTO使用(イタリアではモーター型も)
- 適応トラクタ:80PS



希望小売価格:3,874,000円(税別)

作業能率(カタログ値)

トウモロコシ(水分13%程度)の場合

フィルタ穴径10mm:13t/h

フィルタ穴径 8mm:9t/h

フィルタ穴径 6mm:7t/h

粳米サイレージ調製の実際(畜産研究部門)



粳を破碎



加水+乳酸菌添加



フレコンバッグに投入



掃除機で脱気



内袋の口を縛る



完成

飼料用米の膨軟処理

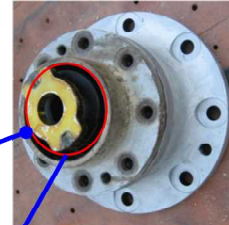


【施設型】プレスパンダ（粳穀膨軟処理機）の利用



プレスパンダ（粳穀膨軟処理）本体

1軸のスクリーウ刃



スクリーウ刃

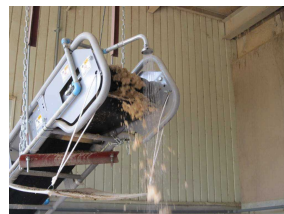
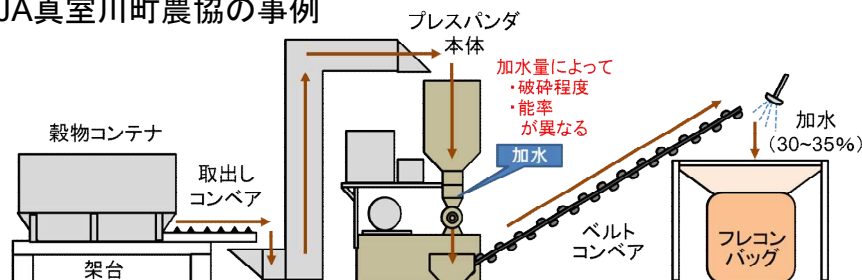
- 処理直後の温度70℃
- 作業能率 2t/h以上
- 粳穀破碎用なので、粳米対応（玄米は不可）
- 全国の米麦共同利用施設に350台ほど導入

（写真：関西産業株式会社）

プレスパンダを利用したサイレージ調製



JA真室川町農協の事例



プレスパンダを利用したサイレージ調製



JA真室川町農協の事例



2010年に作った製品

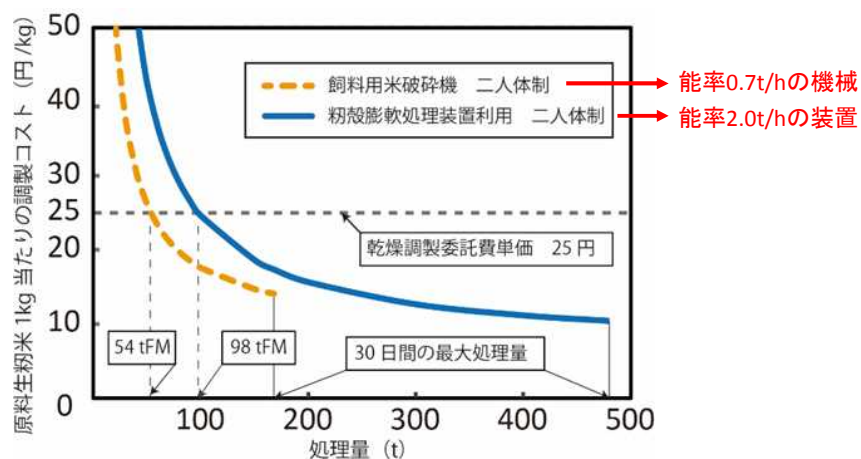
(奥のフレコンは表面に酵母が見られるが品質に問題なし)

このときは、76.6トン进行約10日で処理していた

調製コストを減らすには



粃米処理量と調製コストの関係(井上ら 2015)



破砕能率0.7t/hの破砕機を利用する場合、1シーズン(30日間)に原物54t以上処理できれば、平均的な乾燥調製費(25円/kg)を下回る。

更なるコスト削減のために

資材費

- 内袋は、フレコンバッグより大きめサイズのポリエチレン製で、厚さ0.08mmは必要。
- フレコンバッグは、屋外保管で劣化するため繰り返し利用は不可。安価なもので良い。

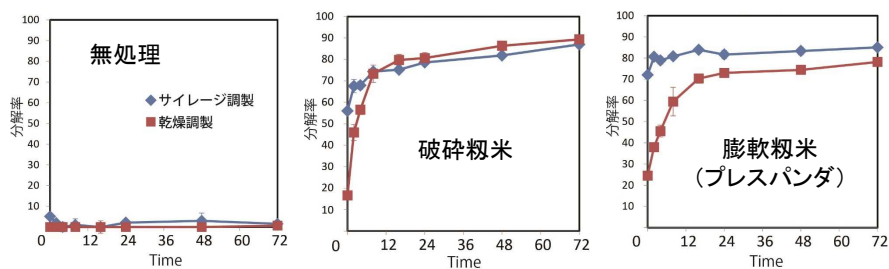
人件費

- フレコンバッグの保持人数や、脱気密封作業人数は道具・装備の工夫により削減可能。



粃米サイレージの特徴(乳牛)

ルーメン内でのデンプン分解率の経時変化(井上 2013)



- サイレージ化すると、ルーメン内で速やかに溶解するデンプンが増える。
- 加工を施すと、デンプンの分解性は高まり、分解速度も速まるが、その程度は加工法により異なる。



- 適正な給与量を把握する必要がある。
- 併せるタンパク質飼料を検討する必要がある。

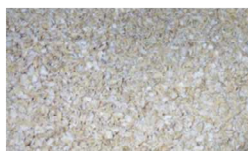
プレスパンダと可搬型破碎機の違い



- プレスパンダ（圧縮破碎方式）→ 圧縮される時に70℃以上に品温が上昇
デンプンが糊化（ α 化）されているのでは・・・
デンプンが糊化（ α 化）で消化速度が速くなり、
サイレージ化で、さらに早くなるのでは・・・



- 可搬型破碎機（砕き方式）→ ロール間や壁面への衝突等で破碎するため、加温されない



山形大学 浦川ら(2015)

一般的に利用可能と思われる飼料用米の配合水準(乳牛)

対象	ステージ	原料	加工法	配合割合の上限値 ¹⁾			トウモロコシを何%代替可能か ²⁾
泌乳牛 (ホルスタイン種)	泌乳 全期間	粳米	破碎 (2mm以下)	全飼料中 (TMR給与)	乾物当たり	25%	100%以内
泌乳牛 (ホルスタイン種)	泌乳 全期間	粳米	蒸気圧べん	全飼料中 (TMR給与)	乾物当たり	25%	100%以内
泌乳牛 (ホルスタイン種)	泌乳 全期間	玄米	破碎 (2mm以下)	全飼料中 (TMR給与)	乾物当たり	25%	100%以内
泌乳牛 (ホルスタイン種)	泌乳 全期間	玄米	蒸気圧べん	全飼料中 (TMR給与)	乾物当たり	25%	100%以内

1) 国産飼料用米を用いた試験場内試験と現地実証試験により、飼養・乳量・乳質に影響がないことを確認。生産現場では25%配合の長期給与の実績があること等から安全を見込んで上限値を設定。蒸気圧べん処理は破碎処理(2mm以下)と利用性が同等と判断。日本飼養標準・乳牛(2006)に掲載されている栄養要求量を満たすように飼料設計することが必要。

2) 配合飼料中のトウモロコシの配合割合を40%と仮定した場合、その全量は上記飼料用米で代替可能と判断。

粳米サイレージについては、事例が少なく給与方法が未確定

粳米サイレージの給与試験例（泌乳牛）



「福島県農業総合センター畜産研究所」

農水省委託プロの中で最も多く粳米サイレージを給与した研究例

泌乳牛用配合飼料の15および30%（TDN当たり）をSGSで代替。
発酵TMRとして給与。泌乳中期の乳牛で比較。

	15%代替区	30%代替区	対照区
飼料構成（乾物%）			
牧草サイレージ	17.3	17.2	17.4
トウモロコシサイレージ	15.6	15.6	15.7
アルファルファ乾草	11.4	11.4	11.4
配合飼料	44.3	33.2	55.5
SGS	8.4	16.4	-
大豆粕	3.0	6.3	-

- ・SGSの混合量は、飼料乾物中に8.4および16.4%。
- ・DMI、乳量、乳質、血液性状に差はなかった。

粳米サイレージの給与事例（泌乳牛）



「福島県 中畑さんの事例（日本農業新聞2014年7月24日）」

- フレコンバッグで保管。
- TMR給与（イネWCS、ビール粕、配合飼料などと混合）。
- 成牛60頭分を調製。
- 粳米サイレージ配合量は、**原物で飼料全体の10%程度（乾物で6～7%相当）。**
- 受入－破碎－サイレージ調製－保管は、個人で実施。
- 破碎機と計量器は農事組合法人から借りる。
- 粳米は、農事組合法人から輸送費込みで10円/kgで購入。
- サイレージの調製費8円/kgなので、価格は計18円/kg。

長所 嗜好性が良く、保存も容易。

問題 バッグ上部に穴が開くと、内部に広範囲のカビ発生。

問題 貯蔵中のネズミ被害で1割がロス。

一般的に利用可能と思われる飼料用米の配合水準(肉用牛)

対象	ステージ	原料	加工法	配合割合の上限値 ^{1、2)}			市販配合飼料を飼料用米で置き換える場合のイメージ
肥育牛 (黒毛和種)	肥育 前～後期	粳米	破碎 (2mm以下)	市販配合飼料を 一部置き換え	原物当たり	30%	
肥育牛 (黒毛和種)	肥育 前～後期	粳米	蒸気圧べん	市販配合飼料を 一部置き換え	原物当たり	30%	
肥育牛 (黒毛和種)	肥育 前～後期	粳米	サイ レー ジ	市販配合飼料を 一部置き換え	乾物当たり	30%	
肥育牛 (黒毛和種)	肥育 前～後期	玄米	破碎 (2mm以下)	市販配合飼料を 一部置き換え	原物当たり	30%	
肥育牛 (黒毛和種)	肥育 前～後期	玄米	蒸気圧べん	市販配合飼料を 一部置き換え	原物当たり	30%	

1) 国産飼料用米を用いた試験場内試験により、飼養・枝肉成績・肉質に影響がないことを確認。市販配合飼料の一部を国産飼料用米に単純に置き換えても問題なく給与できる水準。蒸気圧べん処理は破碎処理(2mm以下)と利用性が同等と判断。市販配合飼料は成分値に幅があるため、日本飼養標準・肉牛(2008)に掲載されている栄養要求量を満たす範囲で置き換え割合を決める必要。

2) 粳米サイレージは調製条件により水分含量が異なるため、乾物当たりの値とする。

粳米サイレージの給与試験例(肥育牛)



農研機構

「秋田県畜産試験場」

黒毛和種去勢牛に粳米サイレージを給与する肥育技術

サイレージ調製

破碎サイレージ区: 粳米に乳酸菌を添加し、そのまま貯蔵。給与前に破碎。

膨軟サイレージ区: 粳米をプレスパンダで処理し、乳酸菌添加後、密封。

粳米調達費

破碎サイレージ区: 原材料単価31.5円/原物kg(資材費、人件費、減価償却費含まず)

膨軟サイレージ区: 製品購入単価42.0円/原物kg(SGSとして購入)

供試牛

場内産の「篤桜(父: 平茂勝、母の父: 藤桜、母方祖父: 花桜)」

4頭×(2処理区+慣行区)。9.2~11.6ヶ月齢で開始。満28ヶ月齢で出荷。

サイレージの代替率: 配合飼料の原物当たり40%(乾物で30%程度)

大豆粕300g/日/頭を前期に、ビタミンA含有飼料800g/日/頭を仕上げ期に併給。

籾米サイレージの給与試験例(肥育牛)



「秋田県畜産試験場」

試験結果 肥育全期間の飼料摂取量平均値(1日1頭当たり)と日増体量

	籾米サイレージ (原物kg)	配合飼料 (原物kg)	わら+乾草 (原物kg)	日増体量 (kg/日)
破碎サイレージ区	3.2	5.5	1.8	0.82
膨軟サイレージ区	3.8	5.5	2.0	0.90
慣行区	-	8.2	1.7	0.82

枝肉成績および筋間脂肪のオレイン酸含量

	枝肉重量 (kg)	ロース芯 (cm ²)	BMS No.	等級	オレイン酸 (%)
破碎サイレージ区	511	57	6.0	A-5:1頭 A-4:2頭 B-2:1頭	58.4
膨軟サイレージ区	539	62	5.0	A-4:1頭 A-3:3頭	56.9
慣行区	503	55	4.8	A-4:1頭 A-3:3頭	53.9

籾米サイレージの給与試験例(肥育牛)



「秋田県畜産試験場」

試験結果

- 枝肉成績、オレイン酸含量に給与飼料の影響はみられない。
- 嗜好性、採食性は膨軟サイレージ区が高い傾向。
- 枝肉販売価格－飼料費＝収益は、処理間で大差ない。

	販売価格(円)		飼料費(円)(b)			収益(円)
	枝肉単価	枝肉精算額(a)	SGS	配合飼料	粗飼料	a-b
破碎SGS区	1,488	778,558	56,866	169,094	35,831	516,767
膨軟SGS区	1,438	808,206	87,844	166,977	40,740	512,645
慣行区	1,513	792,857	-	240,674	34,495	517,688

素牛導入費、育成期飼料費、減価償却費は含まず。
 配合飼料費: 前期飼料 55.7円/kg、後期飼料A 53.6円/kg、後期飼料B 59.7円/kg。
 補助飼料費: 大豆粕 75.0円/kg、ビタミンA含有飼料 58.3円/kg。
 粗飼料費: 稲わら 50円/kg、チモシー乾草 70円/kg

粃米サイレージの給与事例（繁殖牛）



「青森県 福澤さんの事例（日本農業新聞2014年4月18日）」

＜繁殖雌牛＞

- 粃米サイレージを1日1.5kg給与（配合飼料給与なし）。
- 粗飼料は、自家産牧草を飽食給与。
- 血液検査を必ず実施し、大豆粕・ビタミン・ミネラルを併給。

＜生後1～10ヶ月齢の子牛＞

- 粃米サイレージを1日2～7kgを月齢に応じて給与。
- 粗飼料は、ヘイキューブを破碎し給与。
- 月齢に応じた飼料設計・十分な体調管理が必要。



飼料費は配合飼料給与時の1／3に減少

ご静聴どうもありがとうございました



＜参考資料＞

飼料用米の生産・給与技術マニュアル＜2015年度版＞

http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/059743.html

既存の穀物用施設を活用した粃米サイレージ調製技術マニュアル 第2版

http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/058181.htm

革新的技術開発・緊急展開事業（地域戦略プロジェクト）

「粃米サイレージ等を活用した低コスト牛乳生産技術及び和牛肉の差別化技術の開発と実証」

<http://www.naro.affrc.go.jp/brain/h27kakushin/chiiki/research/subject5.html>

日本農業新聞（2014年4月18日版、2014年7月24日版）



飼料用米の生産・給与
技術マニュアル
＜2015年度版＞



国立研究開発法人
農業・食品産業技術総合研究機構