

飼料用米を利用した乳用牛の飼養技術の確立

(7) 飼料用米の貯蔵方法の確立

Establish a method for storage of rice for feed

中島伸子、金丸英伸

要 旨

輸入穀物飼料の代替えとして近年注目されている飼料米について、低コストで保存できる、未乾燥でのサイレージ化について検討した。

1. 乾燥飼料用米の破碎率（傷有率）、ルーメン内有効分解率は焼米機、カーテンインジクンシュルッダー（以下 GES）で高かったが、作業性は GES が優れていた。
2. 未乾燥飼料用米を GES で破碎し加水・乳酸菌添加することによりサイレージ調製が可能であり、サイレージ化したソフトグレインサイレージ（以下 SGS）は 1 年間の保存が可能であった。
3. GES による破碎回数が多いほど破碎率、ルーメン内有効分解率は向上した。
4. 飼料用米脱皮・破碎機（以下破碎機）や GES による破碎により破碎率（2mm メッシュ通過率）やルーメン内有効分解率は向上し、GES よりも破碎機の方が破碎率（2mm メッシュ通過率）、ルーメン内有効分解率ともに高かった。

（キーワード：飼料用米、GES、破碎機）

背景及び目的

輸入穀物も環境問題からバイオエタノールの国際的な関心が高く食糧用、飼料用とあわせて需給は逼迫してくるものと予想されている。このため輸入穀物の国際価格の高騰やそれを原料とする配合飼料価格の高騰に対応するため、輸入に依存していた飼料用穀類等の県内で確保できる代替飼料が必要となっている。また、生産調整等の関係から排水の悪い水田で作付け可能な作物が求められている。

そのため、輸入穀物飼料の代替えとして近年注目されている飼料用米について、低コストで保存できる、未乾燥でのサイレージ化について検討する。

1. 破碎方法の違いが破碎率に与える影響について 材料及び方法

- ア 使用機械：GES（GES-45NS）
焼米機（モンデン式）
籾摺機（25型）
脱芒機（試験用小型脱穀機 R-7 型）
- イ. 材料：乾燥した飼料用米（品種：タカナリ）
- ウ. 調査項目：破碎率、ルーメン内有効分解率、作

業性

破碎率は各区から 100g × 4 反復を計量し、籾に少しでも傷が入っているものは破碎とした。

ルーメン内有効分解率はそれぞれ乾物あたり 5g を試料として常法¹⁾により測定したルーメン内乾物消失率を基に算出した。

作業性は、乾燥飼料用米（籾米）を GES、焼米機、籾摺機、脱芒機にそれぞれ 5kg、20kg、1kg、200g を通して破碎し、その作業時間を 5kg あたりに換算した。

結果及び考察

各種機械を通した後の破碎率を調査した結果、破碎率、ルーメン内有効分解率は GES、焼米機で高かったが、作業性は GES が優れていた（表 1）。

破碎率（傷有率）では籾摺機も高い値を示したが、ルーメン内有効分解率では GES、焼米機と比較して有意に低かった。少しでも傷がつけばルーメン液が浸透して消化されることを期待していたが、傷をつけるだけでなく破碎される必要があることが示唆された。

表1 乾燥飼料用粳米の破碎率、ルーメン内有効分解率、作業能率

処理方法	GES	焼米機	粳摺機	脱芒機	未処理
破碎率 (傷有率)	94.1% a	97.0% a	94.2% a	15.1% b	1.7% c
ルーメン内 有効分解率	66.1% a	57.6% a	30.6% b	—	7.1% b
作業能率 (kg/h)	300	60	50	12	—

- * H20年産、タカナリ(完熟期)、乾燥粳を使用
- * 粳や玄米に少しでも傷が入っているものは破碎とみなした。
- * 破碎時水分は15%
- * GES: ガーデンエンジンシュレッダー、破碎回数: 1回
- * 同行異符号間で有意差あり(p<0.05;tukey)

2. 未乾燥飼料用米の保存方法の検討

材料及び方法

- ア. 使用機械: GES (同上)
- イ. 材料: 未乾燥飼料用米(品種: クサホナミ)
- ウ. 水分含量: 30% (加水)
- エ. 乳酸菌添加: 畜草 1 号を 1g/飼料用米 200kg 添加
- オ. 調製方法: 破碎した飼料用米(粳米)を計量し、トランパッグ(内袋 2 層)に詰め、乳酸菌を溶解した水を加水し、脱気、密封した。発酵によるガスが発生したため、中二日空けて再度脱気、密封した。
- カ. 調査項目: 栄養成分(一般成分、ADFom、NDFom)、pH、VBN、有機酸、V-score
水分、粗蛋白質、粗脂肪、粗繊維、粗灰分、ADFom、NDFomを常法¹⁾により分析し、NFEを算出した。

表2 SGSの飼料成分 水分以外は乾物中%

調製後 月数	水分	CP	EE	NFE	CF	CA	ADFom	NDFom
1	35.66	6.32	1.94	75.94	10.34	5.47	11.68	17.84
3	31.95	6.34	2.58	75.68	9.86	5.53	12.28	17.36
6	31.42	6.23	2.20	73.81	12.17	5.58	11.83	16.85
12	34.33	6.12	2.90	75.69	9.91	5.39	11.42	15.84

* H21.10.21調製、H21.12.9,H22.2.1,H22.5.6,H22.10.19開封

3. 飼料用米の SGS 化のための破碎方法の確立

1) 破碎回数の検討

材料及び方法

- ア. 使用機械: GES (同上)
- イ. 破碎回数: 1回、2回、3回の3区設定
- ウ. 材料: 未乾燥飼料用米(品種: ホシアオバ)

pH、VBN、有機酸は試料約35gをビニールバッグにとり蒸留水200mlで24時間抽出後、5A濾紙で濾過したものを、それぞれpHメーター、ケルオート、高速液体クロマトグラフィにより測定し、V-scoreはVBN/TN、有機酸量を基に算出した。

結果及び考察

未乾燥飼料用米に加水し、乳酸菌を添加して調製した SGS の栄養成分は 1 年間ほぼ変動がなく NFE が高かった(表 2)。

SGS の保存中の発酵品質は pH はおおむね「可」の範囲で、V-SCORE は良好な値で推移し、1 年間の保存が可能であった(表 3)。

乾燥経費をかけずに未乾燥のままでもサイレージ化することで 1 年間の保存が可能であることが明らかになった。

表3 SGSの発酵品質

調製後 月数	pH	VBN/TN	有機酸(FM中%)				V-score
			乳酸	酢酸	プロピ 酸	酪酸	
1	4.28	2.14	1.553	0.162	nd	nd	100.0
3	4.45	1.61	1.164	0.309	nd	nd	99.2
6	4.23	2.46	0.731	0.076	nd	nd	100.0
12	4.51	6.11	0.351	0.202	nd	0.104	89.4

nd=検出されず

- エ. 水分含量: 30% (加水)
- オ. 乳酸菌添加: 畜草 1 号を 1g/飼料用米 200kg 添加
- カ. 調査項目: 破碎率、ルーメン内有効分解率(調製後 6 ヶ月経過した SGS)、栄養成分(水分、粗蛋白質)、保存性

破碎率は各区から 100g × 4 反復を計量し、2mm メッシュを通過したものを破碎とした。ルーメン内有効分解率はそれぞれ乾物あたり 5g を試料として常法¹⁾により測定したルーメン内乾物消失率を基に算出した。

水分、粗蛋白質は常法¹⁾により分析した。

pH、VBN、有機酸は試料約35gをビニールバッグにとり蒸留水200mlで24時間抽出後、5A濾紙で濾過したものを、それぞれpHメーター、ケルオート、高速液体クロマトグラフィにより測定し、V-scoreはVBN/TN、有機酸量を基に算出した。

結果及び考察

未乾燥粉を GES 1 回、2 回、3 回処理した時の破碎率（2mm メッシュ通過率）は、それぞれ 13.7、32.3、51.5%であり、1 回と 3 回の調製後 6 ヶ月目のルーメン内有効分解率はそれぞれ 51.1、75.8%であった（表 4）。

SGS の CP 含量はどの区も 7 % (DM) 台で 1 年間ほぼ変動がなかったが、水分含量はフレコンバッグの上、中、下部で差が生じ、特に 3 回では下部の水分が極端に高くなった（図 1）。

SGS の保存中の発酵品質は、pH は 4.5 を越えた部分もあるが、1 年後には全ての区で 4.2 を下回った（図 2）。

SGS を通す回数を増やすことで破碎率、ルーメン内有効乾物率を向上させることが可能であることが明らかになった。しかし、今回は 1 台の機械を使って処理したため、作業時間は単純に処理回数倍になっている。処理回数を増やすことで破碎率等を向上させるなら省力化の方法を検討する必要がある。

処理方法	GES1回	GES2回	GES3回
破碎率 (2mmメッシュ通過率)	13.7% a	32.3% b	51.5% c
ルーメン内 有効分解率	51.1% a	—	75.8% b

* H22年産、ホシアオハ(完熟期)、未乾燥粉を使用
 * 破碎時水分は19%
 * GES: ガーデンエンジンシリンダー
 * ルーメン内有効分解率=a+b*c÷(c+k) (k=0.02/時)、
 パラメーターa,b,cはP=a+b*(1-exp(-c*t))に当てはめ算出
 * 同行異符号間で有意差あり(p<0.05;tukey, ttest)

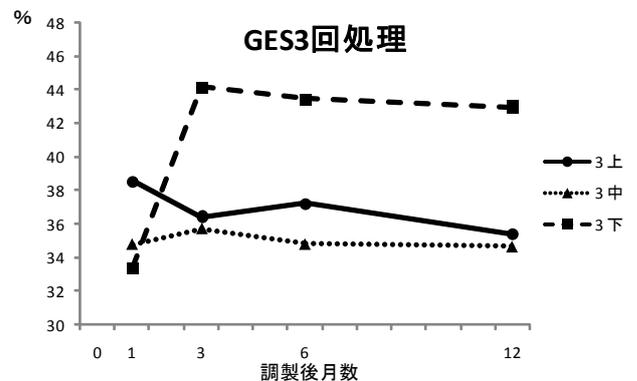
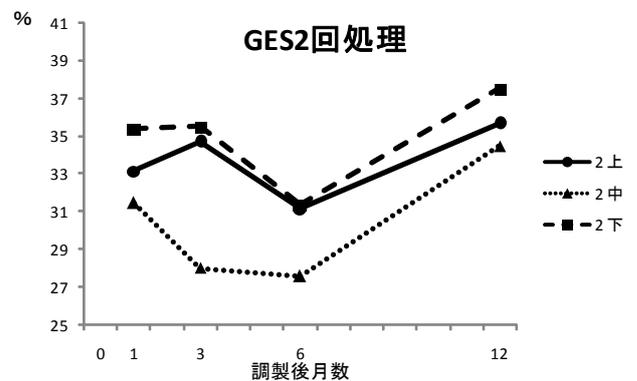
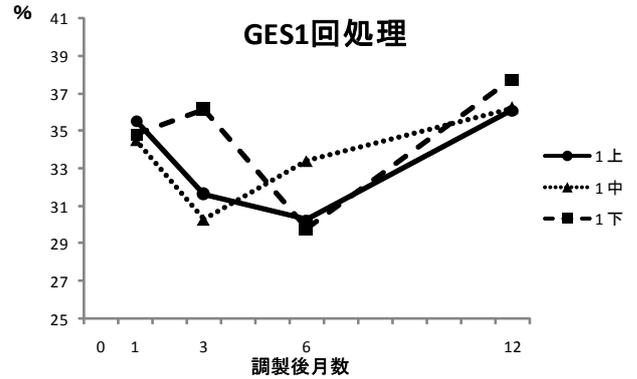


図 1 水分の推移

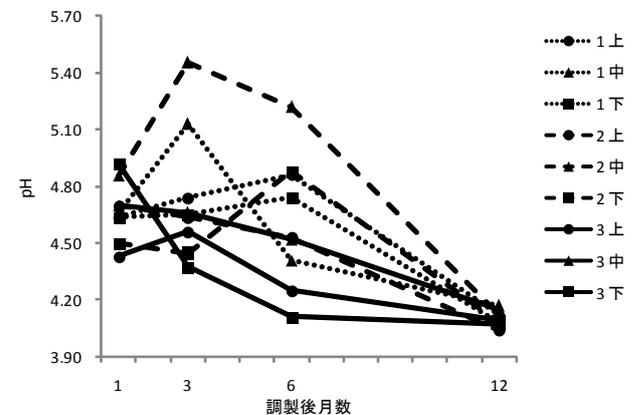


図 2 pH の推移

3. 飼料用米の SGS 化のための破碎方法の確立

2) 破碎機の検討

材料及び方法

ア. 使用機械：飼料用米脱皮・破碎機(SDH35) (以下破碎機)、GES(同上：1 回処理)

イ. 材料：乾燥飼料用米及び未乾燥飼料用米(品種：ホシアオバ)

ウ. 調査項目：破碎率(2mm メッシュ通過率)、ルーメン内有効分解率、作業能率

破碎率は各区から 100g × 3 反復を計量し、2mm メッシュを通過したものを破碎とした。ルーメン内有効分解率はそれぞれ乾物あたり 5g を試料として常法¹⁾により測定したルーメン内乾物消失率を基に算出した。

作業能率は各区約 82kg を処理したときの時間を計測し、1 時間当たりの処理量に換算した。

結果及び考察

乾燥飼料用米を破碎機(ファン速度：速い(以下、破碎機・速)、遅い(以下、破碎機・遅))と GES で破碎した結果、破碎機では籾殻脱皮、玄米破碎され、籾殻が減った分のロス率は 16 ~ 10%であった。GES では籾殻がついたまま破碎された。破碎率(2mm メ

表5 乾燥飼料用米の破碎率、ルーメン内有効分解率及び作業能率

処理方法	破碎機・速	破碎機・遅	GES	未処理
破碎率 (2mmメッシュ通過率)	54.2% a	54.0% a	39.3% b	0.1% c
ルーメン内 有効分解率	87.4% a	86.0% a	56.7% b	3.4% c
作業能率 処理量 (kg/h)	702	614	410	—
製品量	593	555	410	—

- * H23年産、ホシアオバ(完熟期)、乾燥籾を使用
- * 破碎時水分は15%
- * 破碎機：飼料用米脱皮・破碎機 速：2,135rpm 遅：1,890rpm
- * GES：カーテンエンジンシュレッダー、破碎回数：1回
- * ルーメン内有効分解率=a+b*c ÷ (c+k) (k=0.02/時)、パラメーター a,b,cはP=a+b*(1-exp(-c*t))に当てはめ算出
- * 同行異符号間で有意差あり(p<0.05;tukey)

今回の試験では GES や破碎機を使用することで飼料用米を省力的に破碎することができ、破碎によりルーメン内乾物有効分解率も向上することが明らかになった。また乾燥費用をかけずに未乾燥のままでも乳酸菌添加と加水によりサイレージ化することで、1年間の保存が可能であることが確認された。

SGS をさらに他の飼料と組み合わせながら TM

ッシュ通過率)は、それぞれ 54.2、54.0、39.3%であり、ルーメン内有効分解率はそれぞれ 87.4、86.0、56.7%であった。また、作業能率(処理量)はそれぞれ 702、614、410kg/h であった(表5)。

未乾燥飼料用米を破碎機(速・遅)と GES で破碎した破碎率は 39.7、31.3、27.2%であり、それらを SGS 調製して 6 ヶ月後のルーメン内有効分解率はそれぞれ 89.3、84.3、46.4%だった(表6)。

乾燥飼料用米、未乾燥飼料用米のいずれも、GES と比較して破碎機の方が破碎率、ルーメン内有効分解率ともに高かった。破碎機のファン速度による違いは未乾燥飼料用米の破碎率のみ有意な差があったが、SGS 化後のルーメン内有効分解率では有意な差は生じなかったため、ファン速度は作業能率や機械への負荷、電気代等を考慮して設定すればよいものと思われる。

破碎率では乾燥飼料用米の方が高い値を示し、水分が低い方がより細かく破碎されることが示唆されたが、ルーメン内有効分解率では未乾燥飼料用米でも乾燥飼料用米と同程度の値となったことから、黄熟期の籾を使用しサイレージ化することでルーメン内有効分解率が高まることが示唆された。

表6 未乾燥飼料用米の破碎率、ルーメン内有効分解率

処理方法	破碎機・速	破碎機・遅	GES	未処理
破碎率 (2mmメッシュ通過率)	39.7% a	31.3% b	27.2% b	0.3%
ルーメン内 有効分解率	89.3% a	84.3% a	46.4% b	—

- * H23年産、ホシアオバ(黄熟期)、未乾燥籾を使用
- * 破碎時水分は25%
- * 破碎機：飼料用米脱皮・破碎機 速：2,135rpm 遅：1,890rpm
- * GES：カーテンエンジンシュレッダー、破碎回数：1回
- * 異符号間で有意差あり(p<0.05;tukey)

Rの原材料として活用することは、飼料の自給率向上のために有用である。

参考文献

- 1) 自給飼料品質評価研究会編. 改訂 粗飼料の品質評価ガイドブック. (社)日本草地畜産種子協会. 2009

