

委託試験成績（平成28年度）

担当機関名 部・室名	新潟県農業総合研究所畜産研究センター 生産・環境科																																	
実施期間	平成28～29年度、新規																																	
大課題名	Ⅲ 水田を活用した資源作物の効率的生産・供給技術の確立																																	
課題名	ローミルーマルチコンパクター体系で調製した粳米サイレージの長期保存技術の実証評価																																	
目的	<p>近年、飼料用米の低コスト調製方法として、粳米サイレージが注目されている。しかしながら粳米サイレージを高品質で且つ長期間保存できる方法は確立されていない。期待される調製方法として、ローミルーマルチコンパクター体系が挙げられるが、本体系で調製された粳米サイレージの長期保存実証評価は未実施である。</p> <p>そこで、この体系により調製された粳米サイレージについて、長期保存した場合の飼料成分、飼料としての特性、発酵品質を評価し、開封後の品質保持を含めて、その特徴を明らかにし、新たな粳米サイレージの調製・利用方法について実証する。</p>																																	
担当者名	生産・環境科 主任研究員 小橋 有里																																	
1. 試験場所	新潟県三条市棚鱗 178 新潟県農業総合研究所畜産研究センター																																	
2. 試験方法	<p>(1) 供試材料：H27 年度産「モミロマン」の乾燥粳米および粳米サイレージ（乳酸菌無添加、乳酸菌添加）。乳酸菌は雪印種苗（株）の畜草 1 号プラスを使用。粳米サイレージは各区 9 ロールを調製、3 ロールずつを開封調査に供する。</p> <p>(2) 調査項目：</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">項目\区</th> <th style="text-align: center;">乾燥粳米 (原料)</th> <th style="text-align: center;">粳米サイレージ 調製 4 ヶ月後</th> <th style="text-align: center;">粳米サイレージ 調製 8 ヶ月後</th> <th style="text-align: center;">粳米サイレージ 調製 12 ヶ月後</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>飼料成分</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">○</td> </tr> <tr> <td>発酵品質</td> <td></td> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">○</td> </tr> <tr> <td>第一胃内分解特性</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td></td> <td style="text-align: center;">○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>開封後の品質変化</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>嗜好性評価</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">○</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>(3) 調査方法：調製済みの 2 種類の粳米サイレージについて、保管期間別に 1 ロール当たり 9 箇所から採材し、調査項目の評価を行う。</p> <p>(4) 調査項目：飼料成分、発酵品質、第一胃内における分解特性評価、開封後の品質変化、搾乳牛による嗜好性評価（一対比較法選好性試験）</p>				項目\区	乾燥粳米 (原料)	粳米サイレージ 調製 4 ヶ月後	粳米サイレージ 調製 8 ヶ月後	粳米サイレージ 調製 12 ヶ月後	飼料成分	○	○	○	○	発酵品質		○	○	○	第一胃内分解特性	○		○		開封後の品質変化			○		嗜好性評価			○	
項目\区	乾燥粳米 (原料)	粳米サイレージ 調製 4 ヶ月後	粳米サイレージ 調製 8 ヶ月後	粳米サイレージ 調製 12 ヶ月後																														
飼料成分	○	○	○	○																														
発酵品質		○	○	○																														
第一胃内分解特性	○		○																															
開封後の品質変化			○																															
嗜好性評価			○																															
3. 試験結果	<p>(1) 原料粳米の飼料成分値を表 1、調製 4 ヶ月後の粳米サイレージの飼料成分値を表 2、調製 8 ヶ月後の粳米サイレージの飼料成分値を表 3、調製 12 ヶ月後の粳米サイレージの飼料成分値を表 4 に示した。調製 4 ヶ月後の粳米サイレージのケイ酸含量に有意差があることから、乳酸菌無添加サンプルの方は米と比較して粳殻が多かったのではないかと推測され、そのために ADFom、ADL、セルロースに違いが見られたのではないかとと思われる。よって、乳酸菌の添加の有無によって成分値に違いはないと考えられる。</p> <p>調製 4 ヶ月後の粳米サイレージと調製 12 ヶ月後の粳米サイレージを比較すると、CP、NFC 等の飼料成分の減少がみられないことから、長期保存中の栄養成分のロスがなかったと推測される。</p> <p>(2) 調製 4 ヶ月後の粳米サイレージの発酵品質は、乳酸菌添加の方が VBN（揮発性塩基態窒素）</p>																																	

/TN (全窒素) (%) が低かった (表 5)。しかし、乳酸菌無添加でも VBN/TN (%) は 5 以下であり、乳酸も同程度生成されていたことから、良質なサイレージ発酵が起こったと考えられる。

調製 8 ヶ月後の粳米サイレージの発酵品質は、乳酸菌添加の方が pH は低く、VBN/TN (%) も低かった (表 6)。乳酸菌無添加の 2/3 ロールからノルマル酪酸がわずかに検出されたため V-スコアが 97.2 と低くなっているが、pH は 4.2、VBN/TN (%) は 5 以下、V-スコアは 80 点以上であり、良質なサイレージであるといえる。

調製 12 ヶ月後の粳米サイレージの発酵品質は、調製 8 ヶ月後と同様に乳酸菌添加の方が pH は低く、VBN/TN (%) も低かった (表 7)。

以上の結果から、ローミル-マルチコンパクター体系で調製された粳米サイレージは、12 ヶ月という長期保存をしても、発酵品質が良質な状態を保つことが可能と推測される。乳酸菌を添加した方が、より発酵品質の向上が望めるが、乳酸菌を添加しなくても十分に良質発酵が期待できると考えられる。

(3) 調製 8 ヶ月後の粳米サイレージの開封後の品質変化を調査した結果、乳酸菌無添加では開封から 3 日後には温度上昇が認められ、ラップフィルムに水滴が付着し始めた (表 8)。開封から 5 日後には腐敗臭も認められた。一方、乳酸菌添加では、開封から 6 日後まで品質の変化は認められなかった。

(4) 乳牛の嗜好性を調査するために、搾乳牛 6 頭を用いた一対比較法選好性試験を行った。供試飼料は、ドラムサイロで同一の乳酸菌を添加して調製した粳米サイレージ (原料はこしいぶき) とローミル-マルチコンパクターで乳酸菌を添加して調製した粳米サイレージを用いて選好性を比較した結果、6 頭中 5 頭がローミル-マルチコンパクターで乳酸菌を添加して調製した粳米サイレージを好んだが、6 頭の平均乾物採食量に統計的有意差はなかった ($P=0.1078$ 、図 1)。

次に、ローミル-マルチコンパクターで調製する際、乳酸菌を添加した粳米サイレージと乳酸菌を添加しない粳米サイレージの選好性を比較した結果、6 頭中 5 頭が乳酸菌無添加で調製した粳米サイレージを好み、6 頭の平均乾物採食量においても有意差があった ($P<0.05$ 、図 2)。

(5) フィステル装着牛 2 頭を用いて、第一胃内における乾物消失率を調査した。培養材料は、ローミル-マルチコンパクターによって乳酸菌無添加で調製した粳米サイレージ、ローミル-マルチコンパクターによって乳酸菌添加で調製した粳米サイレージ、デリカ-マルチコンパクターによって乳酸菌添加で調製した粳米サイレージ、ローミル-マルチコンパクターの原料破碎粳米の 4 種類の飼料を用いた。

その結果、ローミル-マルチコンパクターによって調製した粳米サイレージの第一胃内における乾物消失率は、乳酸菌の添加の有無に差が無かった (図 3)。デリカ社の破碎機で破碎し、マルチコンパクターでロール成形した粳米サイレージは、培養初期の乾物消失率に違いはないものの、培養 12 時間以降は、ローミルで破碎したものよりも乾物消失率が低かった。デリカ社の破碎機で破碎した粳米の粒度は 2mm 以上が約 55% を占めており、ローミルで破碎した粳米の粒度と比較して粗かったことによると推測される (図 4)。原料破碎粳米の乾物消失率は、培養 48 時間後でも約 55% であったが、デリカ-マルチコンパクターで調製した粳米サイレージは約 74%、ローミル-マルチコンパクターで調製した粳米サイレージは約 79% であった。

これらの結果から、粳米を破碎しただけでは消化率が低いものの、サイレージ化することによって消化率が高まると考えられる。また、破碎粒度は細かくするほど消化率が高まると推測される。

4. 主要成果の具体的データ

表1 原料粳米の飼料成分値

	DM	CP	EE	aNDFom	ADFom	ADL	セル ロース	ヘミセル ロース	ケイ酸	灰分	NFC
原料 粳米	82.3	9.7	2.6	17.9	15.7	3.8	11.9	2.2	3.9	6.2	63.6

DM: 乾物率、CP: 粗タンパク質、EE: 粗脂肪、aNDFom: 中性デタージェント繊維、ADFom: 酸性デタージェント繊維、ADL: 酸性デタージェントリグニン、NFC: 非繊維性炭水化物

表2 調製4ヵ月後の粳米サイレージの飼料成分値

	DM	CP	EE	aNDFom	ADFom	ADL	セル ロース	ヘミセル ロース	ケイ酸	灰分	NFC
乳酸菌 無添加	69.6	7.8	2.0 ^b	16.2	12.4 ^A	3.4 ^A	9.0 ^a	3.8	4.7 ^A	6.9	67.1
乳酸菌 添加	70.6	7.6	2.4 ^a	15.4	11.5 ^B	3.1 ^B	8.4 ^b	4.0	4.2 ^B	6.6	67.9

A,B 間(0.01>TTEST) a,b 間(0.05>TTEST)に有意差あり

表3 調製8ヵ月後の粳米サイレージの飼料成分値

	DM	CP	EE	aNDFom	ADFom	ADL	セル ロース	ヘミセル ロース	ケイ酸	灰分	NFC
乳酸菌 無添加	68.3	8.2	2.4 ^a	14.9	11.6	3.2	8.4	3.3	4.5	6.4	67.8
乳酸菌 添加	66.6	8.4	2.2 ^b	15.3	11.8	3.2	8.6	3.5	4.3	6.5	67.6

a,b 間(0.05>TTEST)に有意差あり

表4 調製12ヵ月後の粳米サイレージの飼料成分値

	DM	CP	EE	aNDFom	ADFom	ADL	セル ロース	ヘミセル ロース	ケイ酸	灰分	NFC
乳酸菌 無添加	68.3	8.2	2.4 ^A	14.5	11.2	3.5	7.8	3.3	4.3	6.1	68.8
乳酸菌 添加	73.9	8.2	1.9 ^B	15.7	12.3	3.7	8.5	3.5	4.8	6.6	67.5

A,B 間(0.01>TTEST)に有意差あり

表5 調製4ヵ月後の粳米サイレージの発酵品質

	pH	(FM%)					VBN/TN (%)	V-スコア (点)
		乳酸	酢酸	プロピ オン酸	酪酸	吉草酸		
乳酸菌 無添加	4.15	1.2	0.1	0.0	0.0	0.0	2.8 ^A	100.0
乳酸菌 添加	4.05	1.3	0.1	0.0	0.0	0.0	2.0 ^B	100.0

A,B 間(0.01>TTEST)に有意差あり

表6 調製8ヵ月後の籾米サイレージの発酵品質

	pH	(FM%)				VBN/TN (%)	V-スコア (点)	
		乳酸	酢酸	プロピオン酸	酪酸			吉草酸
乳酸菌無添加	4.20 ^a	1.3	0.1	0.0	0.0	0.0	3.7 ^a	97.2
乳酸菌添加	4.03 ^b	1.5	0.1	0.0	0.0	0.0	2.8 ^b	100.0

a,b 間(0.05>TTEST)に有意差あり

表7 調製12ヵ月後の籾米サイレージの発酵品質

	pH	(FM%)				VBN/TN (%)	V-スコア (点)	
		乳酸	酢酸	プロピオン酸	酪酸			吉草酸
乳酸菌無添加	4.17 ^A	1.3	0.1	0.0	0.0	0.0	4.8 ^a	98.8
乳酸菌添加	4.04 ^B	1.5	0.1	0.0	0.0	0.0	3.6 ^b	100.0

A,B 間(0.01>TTEST)a,b 間(0.05>TTEST)に有意差あり

表8 調製8ヵ月後の籾米サイレージの開封後の品質変化 (2016年7月11日開封)

	翌日	2日後	3日後	4日後	5日後	6日後	7日後
乳酸菌無添加	○	○	温度上昇 水滴	温度上昇 水滴	温度上昇 水滴 におい×	温度上昇 水滴 におい×	温度上昇 水滴 におい×
乳酸菌添加	○	○	○	○	○	○	におい×

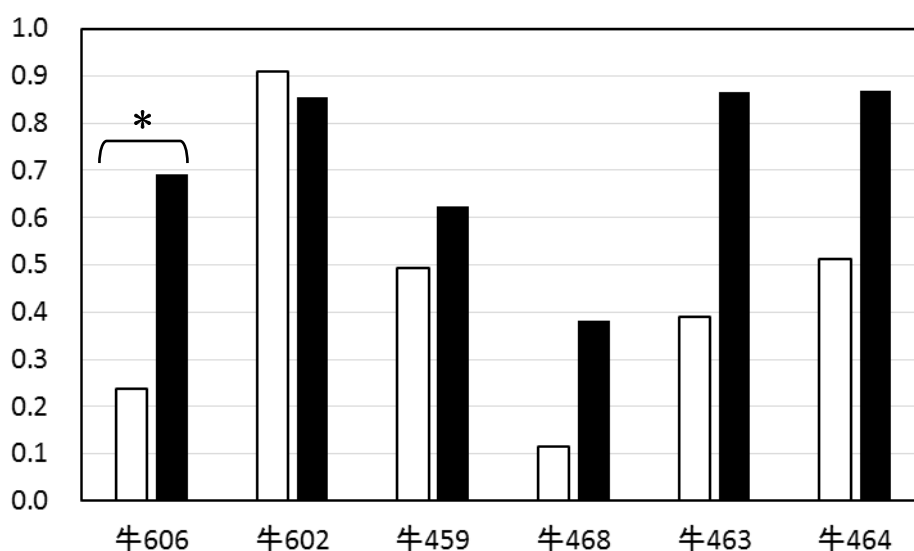


図1 ドラムサイロ□とマルチコンパクター■で調製した籾米サイレージの選好性
3日間平均乾物採食量 (kg/10分間)

* : (0.05>TTEST)

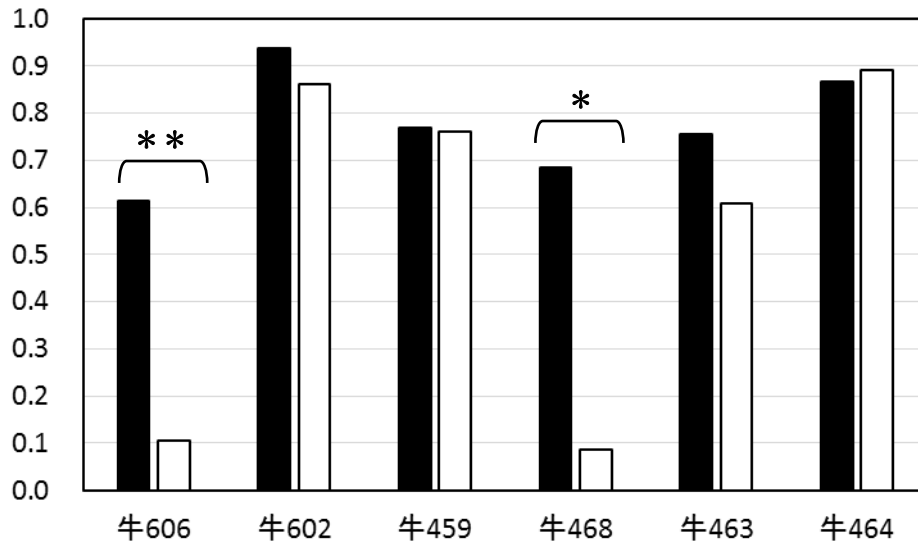


図2 マルチコンパクターで調製した乳酸菌無添加■と乳酸菌添加□の粃米サイレージの選好性
3日間平均乾物採食量 (kg/10分間)
* : (0.05 > TTEST)、** (0.01 > TTEST)

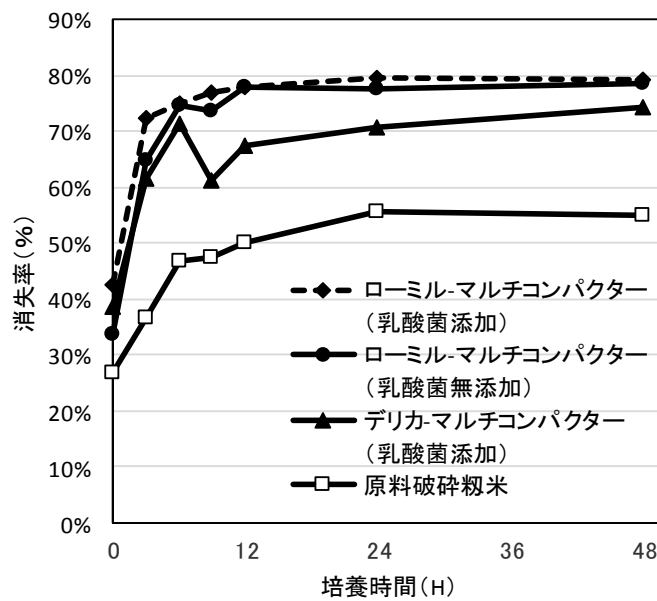


図3 第一胃内における消失率

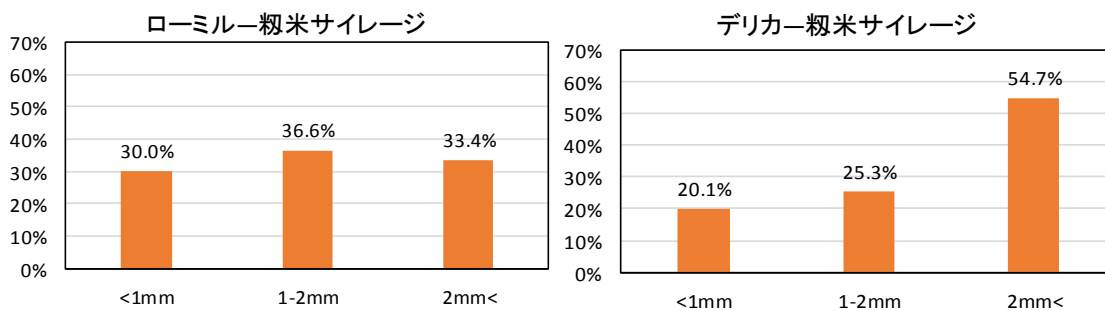


図4 ローミルまたはデリカで破碎した場合の粃米の粒度の違い

5. 経営評価

すでにローミル-マルチコンパクター体系を導入している熊本県の試算では、飼料単価が¥25/FMkg となっており、現在乾燥粃米を使用したサイレージを他の方法で調製している場合の飼料単価の¥27.8/FMkg より¥2.8/FMkg コスト低減ができると試算される。

また、新潟県の1戸あたり搾乳牛平均飼養頭数を30頭とし、新たにこの体系で調製された粃米サイレージを¥60/FMkgの配合飼料の代替に全飼料中の10%に利用した場合、30t/年間/戸となり、上記価格で入手できたとすると、1戸あたりの年間飼料費低減額は約¥700,000となる見込み。

6. 利用機械評価

ローミル (ROmiLL CP1、写真1) はトラクター牽引型の粉砕機であり、その破砕処理能力は牛の飼料用の場合、15-20t/時間で高性能である。

マルチコンパクターMC1000 (写真2) は、ロール形成・ネット巻き・ラッピング・ロール排出を自動で行うため、形成途中で崩れることがなく、質の高いロール作成が可能である。作業能力は50ロール/時間の作成が可能であり、1ロール重量が400kgとすると20tの材料をロール作成できることから、ローミルとの連続作業が可能である。

また、ローミル-マルチコンパクター体系によって調製された粃米サイレージは、単体で給与しても牛が良く食べる飼料であると感じた。

7. 成果の普及

飼料用米利用の新たな選択肢として粃米サイレージが挙げられるが、良質なサイレージ調製は誰にでも簡単にできることではなく、一般農家には普及が簡単ではない。

ローミル-マルチコンパクター体系で調製されたロールペールは、屋外での長期保管が可能であり、広域流通も可能であることから、購入飼料の一つとしても普及が見込める。

8. 考察

「3. 試験結果」「5. 経営評価」「6. 利用機械評価」の項で、結果と併せて記載した。

9. 問題点と次年度の計画

発酵品質の向上、開封後の品質保持には乳酸菌の添加が効果的だが、今回使用した乳酸菌は乳牛の嗜好性を高める効果は低かった。今後、嗜好性向上に効果のある乳酸菌の検討が必要と考えられる。

次年度の試験については、協議の上進める予定。

10. 参考写真



写真1 ローミル (ROmiLL CP1)



写真2 マルチコンパクターMC1000