

委託試験成績（平成21年度）

担当機関名 部・室名	埼玉県農林総合研究センター 畜産研究所 酪農・肉牛担当																												
実施期間	平成20年度～21年度																												
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	汎用飼料収穫機による生稲わらサイレージの収穫調製技術の確立																												
目的	有望な飼料資源である稲わらの有効利用による牛用向け飼料の増産を図るため、汎用型飼料収穫機を使用して生稲わらを効率的に収集し、高品質生稲わらサイレージとして調製する技術を確立する。																												
担当者名	吉野賢一、馬場未帆																												
<p><b>1. 試験場所</b> 埼玉県熊谷市御正新田及び樋春地内水田</p> <p><b>2. 試験方法</b></p> <p>1) 前年度までの成果等</p> <p>汎用型飼料収穫機の牧草収穫用アタッチメントとの組み合わせにより、稲わらサイレージの収穫調制作業へ利用できることが実証された。また、12ヶ月後の稲わらサイレージの品質は、乳酸菌製剤無添加区でもpH4.1と良好な発酵状態を示しており、発酵補助剤等を添加しなくとも良好な発酵状態が持続した、高品質で長期間保存可能な稲わらサイレージの収穫調製ができた（表1）。また、刈り取り直後の稲わらをサイレージに調製したものは、栄養成分的には稲発酵粗飼料よりも劣るが、輸入チモシー乾草（2番草）と同程度の成分を有しており、牛への通年給与可能な飼料資源として利用できることが確認された。</p> <p>一方、昨年の試験結果の中で、収穫時の拾い上げロス率（19.0%）及び肉用牛向け給与飼料とする場合、肉質への影響（脂肪交雑の低下）が懸念される収穫直後の稲わらに多く含まれているβ-カロテンの低減技術の確立が課題として残された。今年度の試験では、稲わらの拾い上げロス率の改善を図るため、牧草収穫用ピックアップアタッチメントとホイールレーキを組み合わせた収穫試験と稲わら中のβ-カロテン含量低減に向けた技術を確立するため、刈り取り後の稲わらをほ場内で乾燥する予乾工程を新たに追加し試験を実施した。また、稲わら中に含有され生体内において抗酸化作用を有し、筋肉中に含まれる脂質の酸化を抑制する効果のあるα-トコフェロール含量についても、稲わらサイレージの肉用牛向け飼料としての有用性を評価するため合わせて実施した。</p> <p>2) 供試機械名 汎用型飼料収穫機（生研センター所有）、T社製自走式ベールラップ</p> <p>3) 試験条件</p> <p>(1) 試験供試用稲わらの概要</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>区分</th> <th>品種</th> <th>面積(m<sup>2</sup>)</th> <th>移植日</th> <th>収穫</th> <th>稲わら収穫</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>試験区1</td> <td>キヌヒカリ</td> <td>1,000</td> <td>6月14日</td> <td>10月13日</td> <td>10月14日</td> <td>予乾(24時間)</td> </tr> <tr> <td>試験区2</td> <td>タカナリ</td> <td>2,900</td> <td>6月16日</td> <td>10月13日</td> <td>10月14日</td> <td>予乾(能率試験)</td> </tr> <tr> <td>対照区</td> <td>キヌヒカリ</td> <td>1,600</td> <td>6月14日</td> <td>10月13日</td> <td>10月13日</td> <td>無予乾</td> </tr> </tbody> </table>		区分	品種	面積(m <sup>2</sup> )	移植日	収穫	稲わら収穫	備考	試験区1	キヌヒカリ	1,000	6月14日	10月13日	10月14日	予乾(24時間)	試験区2	タカナリ	2,900	6月16日	10月13日	10月14日	予乾(能率試験)	対照区	キヌヒカリ	1,600	6月14日	10月13日	10月13日	無予乾
区分	品種	面積(m <sup>2</sup> )	移植日	収穫	稲わら収穫	備考																							
試験区1	キヌヒカリ	1,000	6月14日	10月13日	10月14日	予乾(24時間)																							
試験区2	タカナリ	2,900	6月16日	10月13日	10月14日	予乾(能率試験)																							
対照区	キヌヒカリ	1,600	6月14日	10月13日	10月13日	無予乾																							

## (2) 収穫・調製方法

### ア. 収穫・調製条件

試験区・対照区ともコンバインから放出される稲わらの切断長は30~40cm、汎用型飼料収穫機の作業幅は1.6m（ホイールレーキ装着時）、設定細断長30mm、乳酸菌製剤は添加せず、ラップフィルムは6層巻きとした。

### イ. 試験区

自脱型コンバインから30~40cmに切断後、放出された稲わらを、24時間ほ場内において予乾後、収穫しロールベールに調製

### ウ. 対照区

自脱型コンバインから30~40cmに切断後放出された稲わらを、予乾せずに収穫しロールベールに調製

## (3) 調査項目

ア. 単位面積当たり収量、ベール平均質量、乾物密度、放出時ロス率、毎時処理量、毎時乾物処理量、拾い上げロス率を求めた。

イ. 予乾区（試験区2）において能率試験を実施した。

ウ. 稲わら中の $\beta$ -カロテン含有量の測定

収穫直後と24時間予乾後の稲わら中の $\beta$ -カロテン及び $\alpha$ -トコフェロール含量を測定した。

エ. 稲わらサイレージの発酵品質

収穫調製した60日後の稲わらサイレージについて品質の調査・分析を実施した。

## 3. 試験結果

1) 10a当たりの乾物収量は試験区で399kg、対照区で451kgであった（表2）。

2) 汎用型飼料収穫機の作業性については、平均作業速度、放出時ロス率について差はなかったが、毎時処理量、拾い上げロス率とも対照区が試験区を上回っていた。拾い上げロス率については、試験区が25.9%、対照区が9.0%と差が顕著であった。

発酵品質に影響するベール乾物密度は、試験区、対照区とも160kg/m<sup>3</sup>以上あり、汎用型飼料収穫機の特徴である材料草の細断化機構により密度が高められている。梱包密度が高いため、貯蔵中のロールベールは堅く、変形もなかった（表3）。

3) 能率試験では、29aのほ場を56分で収穫作業ができ、ほ場作業量は0.31ha/h、有効作業効率は0.87であった。収穫量は14ベール（平均重量221.8kg/ベール）調製でき、汎用型飼料収穫機の燃費は10.4L/h、ベールラップの燃費は1.5L/hであった（表4）。

4) 稲わら中に含まれる $\beta$ -カロテン含量は、収穫時に35.9mg/kg・DMであったものが、24時間の予乾により16.5mg/kg・DMと収穫時の半分以下に減少した（図1）。

一方、稲わら中の $\alpha$ -トコフェロール含量についても $\beta$ -カロテンと同様な傾向を示しており、収穫時に149.5mg/kg・DMであったものが、予乾により116.5mg/kg・DMまで減少した。減少量としては33mg/kg・DMと $\beta$ -カロテンに比べ減少量が大きかった（図2）。

5) 調製60日後の稲わらサイレージの品質は、試験区1、2及び対照区とも発酵臭が確認され、カビ等の発生も見られなかった。発酵状態の指標であるpHについては、試験区1、2及び対照区ともpH5.0以下で推移しており、乳酸菌製剤を添加しなくとも順調な発酵状態を示して

いた。また、試験区1、2で調製した予乾後の稲わらサイレージの品種間において、水分量に差はあったもののpHの差はほとんどなかった(表5)。

#### 4. 主要成果の具体的データ

表1 稲わらサイレージの発酵品質(12ヶ月後)\*

区分	水分率(%)	pH	アンモニア態窒素	酪酸	乳酸	酢酸	プロピオン酸
無添加区	65.10	4.10	0.05	0.00	1.80	0.43	0.00
乳酸菌添加区	64.80	3.90	0.03	0.00	2.20	0.28	0.00

\*平成20年度に調製した稲わらサイレージ

表2 稲わら収量

区分	調査月日	乾物率(%)	10a当たり(kg)		備考
			原物収量*	乾物収量	
試験区1	10月14日	57.1	698	399	予乾区
対照区	10月13日	51.5	876	451	無予乾区

\*原物収量は、収穫されたロールハール5点の平均値から算出

表3 汎用型飼料収穫機の作業性

区分	平均作業速度	毎時処理量	毎時乾物処理量	拾い上げロス率	放出時ロス率	ハール平均質量	ハール乾物密度	備考
	m/s	t/h	t/h	%	%	kg	kg/m <sup>3</sup>	
試験区1	0.70	2.7	1.6	25.9	0.9	209.5	168.4	予乾区
対照区	0.81	4.2	2.2	9.0	1.0	258.0	186.5	無予乾区

表4 能率試験結果

作業面積(m <sup>2</sup> )	作業時間(h)	ほ場作業量(ha/h)	有効作業効率	土壌硬度*(Mpa)	備考
2,900	0.93	0.31	0.87	1.49	予乾区

\*土壌硬度は、供試ほ場の地表から30cmまでの平均貫入抵抗値

表5 稲わらサイレージの分析値(60日後)

区分	水分率(%)	pH	品種	備考
試験区1	47.4	4.95	キヌヒカリ	予乾区
試験区2*	56.1	4.86	効ナリ	予乾区
対照区	53.7	4.53	キヌヒカリ	無予乾区

\*能率試験区で調製した稲わらサイレージ

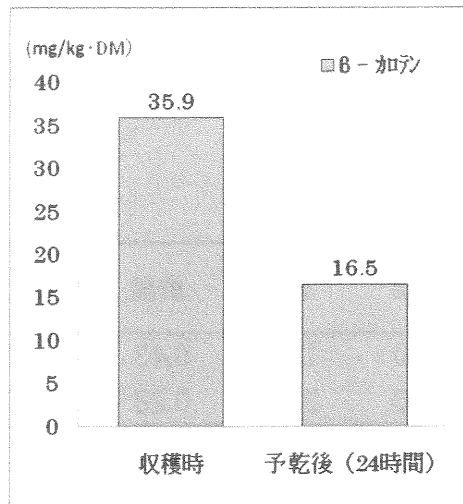


図1 稲わら中のβ-カロテン量

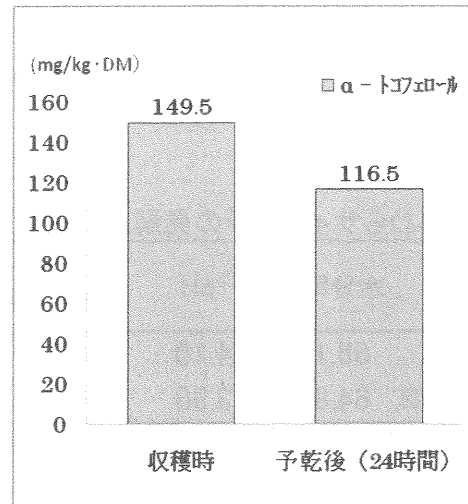


図2 稲わら中のα-トコフェロール量

## 5. 経営評価

1) 今回の試験から、稲わらサイレージの収穫調製作業に汎用型飼料収穫機を利用できることが実証された。これにより、汎用型飼料収穫機の利用範囲拡大により利用率が向上し、収穫機の導入・ランニングコスト等の低減が図れる。

また、稲わらサイレージ収穫調製作業へも汎用型飼料収穫機が利用できることで、飼料イネを含めた水田利用を中心とした飼料生産基盤の拡大に貢献できる。

2) 米の収穫後、焼却あるいは敷き込み処理されている稲わらを、汎用型飼料収穫機が有する材料草の高密度梱包機能によって発酵補助剤等を使用せずに長期間保存可能で、品質良好な稲わらサイレージが調製できるので、飼料用として利用されずに廃棄されている稲わらを有用な牛用向け飼料資源として活用できる。

3) 稲わら中のβ-カロテン含量の低減方法として、24時間の予乾を行うことにより収穫時に35.9mg/kg·DMあったものが16.5mg/kg·DMまで減少することが確認できた。また、予乾により減少した稲わら中のβ-カロテン含量は、肉用牛へ給与されている輸入チモシー乾草や濃厚飼料中に含まれるトウモロコシ圧片が含有するβ-カロテン含量とほぼ同等であり、予乾処理した稲わらサイレージを肉用牛へ給与することは問題ないと思われる。

4) 拾い上げロス率について、対照区（無予乾区）でホイールレーキとの組合せにより9%（昨年度19.0%）まで低下させることができたが、試験区1（予乾区）においては、25.9%とロス率が高く単位面積当たり乾物収量の減少を招くので、ロス率低減に向けた収穫技術の検討が必要である。なお、農場残渣として稲わら利用を考えた場合、他の飼料作物並のロス率に低減させる必要はないと思われる。

## 6. 考察

1) 汎用型飼料収穫機で収穫調製した12ヶ月後の稲わらサイレージの発酵品質については、カビ等の発生もなく良好な発酵状態を維持しており、長期保存可能で良質な通年給与飼料として利用できる。

2) 汎用型飼料収穫機の作業性について、昨年度の成績で拾い上げロス率が19.0%と高かったの

で、ロス率の向上を図るため収穫機の牧草収穫用アタッチメントにホイールレーキを装着した結果、対照区では 9.0%とその効果が認められた。しかし、試験区 1 おいては、効果が認められなかったため、予乾稲わらにおける拾い上げロス率上昇の原因について究明する必要がある。

3) 昨年及び今年度実施した試験等の結果から、汎用型飼料収穫機による稲わらサイレージの収穫調製作業への汎用利用について、作業性から見ても汎用型飼料収穫機のアイテムの一つである飼料イネ収穫作業とほぼ同等の作業能力を有しているため利用可能である。

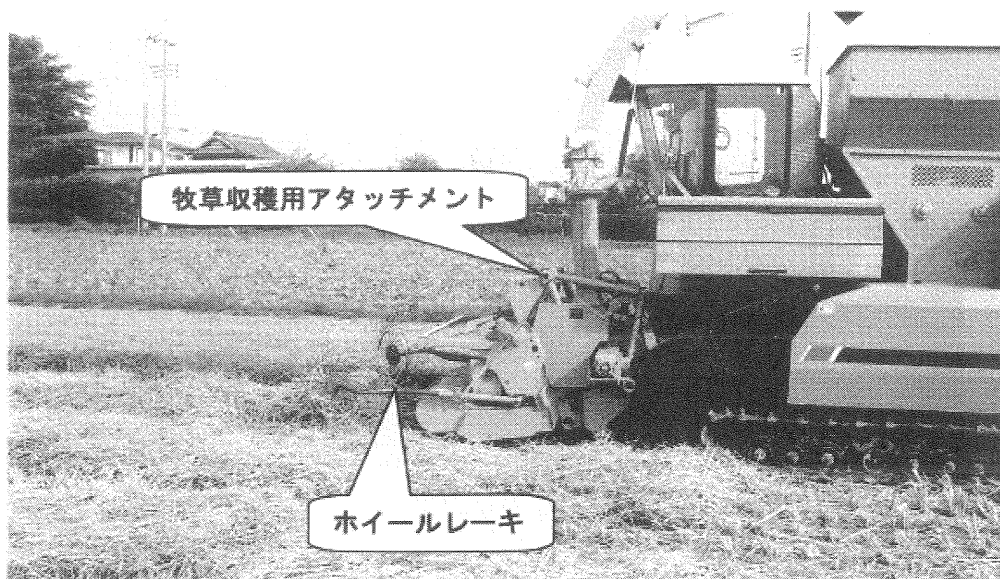
4) 収穫調製した稲わらサイレージの品質については、通常水分率が 50%以下の場合、発酵補助剤等を添加しないと良好な発酵状態を得ることは難しいとされているが、今回調製した稲わらサイレージは、予乾により水分率が 50%以下で、発酵補助剤も添加しない状態であっても pH が 5.0 以下を示していた。このことから、水分率 40~50%の低水分域の稲わらでも、汎用型飼料収穫機の高密度梱包機能により品質良好な稲わらサイレージの調製が可能である。

5) 肉用牛向け飼料として問題となる稲わら中に含まれる  $\beta$ -カロテン含量については、24 時間の予乾により半減させられるので、ほ場での予乾は、 $\beta$ -カロテン量の低減法としては非常に有用な手段と考えられる。また、生体に有用とされている  $\alpha$ -トコフェロール量については 24 時間の予乾で約 22%程度減少するが、レッドクローバーリーフミール、甘蔗粕糖蜜並みの含有量を保持していた。

## 7. 問題点と次年度の計画

問題点として、稲わらの乾物収量を向上させるため、予乾後稲わらにおける拾い上げロス率が上昇した原因を究明し、ロス率低減に向けた収穫技術の検討が必要である。

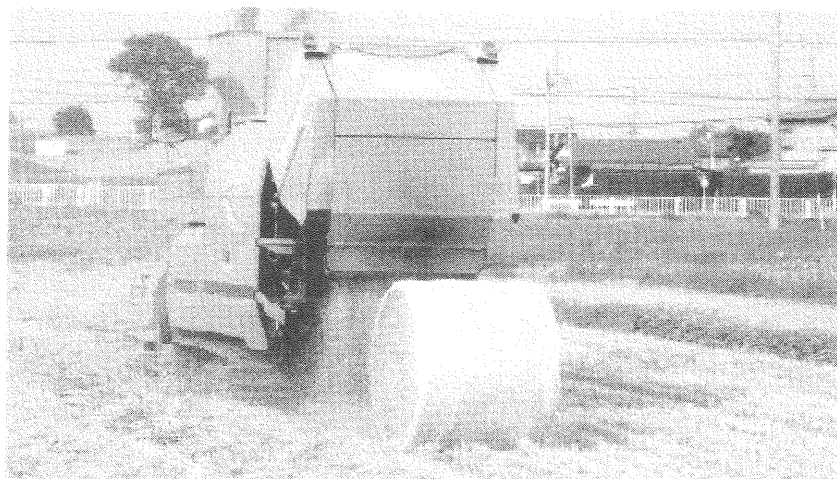
## 8. 参考写真



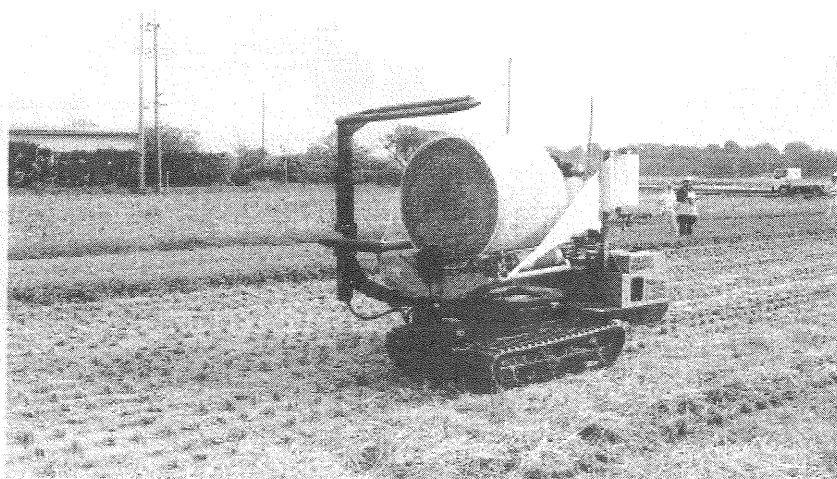
稲わら収集作業



稲わら収穫作業



ロールベール排出



ラッピング作業