

水田飼料作を基盤とする資源循環型 牛乳・牛肉生産の手引き

—牛乳生産技術編—



経営体（府県自給飼料）コンソーシアム

はじめに

TPP等の国際競争に直面するわが国畜産の経営を強化するためには、経営コストに占める割合の大きい飼料費（大家畜生産コストの約4～5割）の節減が不可欠です。特にその約9割を輸入に頼っている濃厚飼料を低コストに自給することで、生産コストの削減と穀物価格の国際変動に影響されない安定した経営が可能になると考えます。そこで我々のコンソーシアム（研究グループ）では、府県の水田を基盤とした飼料用米やサイレージ用トウモロコシなど自給飼料の低コスト生産及びその利用技術を開発・実証し、大家畜生産の経営安定化に資することを目的に、農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト）」の支援を受けて「府県における自給飼料生産利用技術の開発と実証（平成29年～令和元年度）」の研究を進めてきました。

本手引きは、このプロジェクトで得られた研究成果や現地実証事例などを農業技術指導者等の皆さまにお伝えし、水田で栽培される大家畜向け自給飼料の生産と利用に役立てていただくことを目的に作成しました。

このプロジェクトで我々が取り組んだ研究内容は、下記の5項目に大きく分けられます。

- （1）水田を活用した飼料生産技術
- （2）飼料の効率的収穫調製・流通技術
- （3）牛乳生産技術
- （4）牛肉生産技術
- （5）経営評価

本手引きは、これら内容を現場でも見やすく分かりやすい様に写真や図表を多用し、大きな文字で記載した上、現場に持ち込みやすい重さとするため項目毎に5分冊としました。必要に応じて使い分けていただき、現地での普及指導に役立てていただければ幸いです。

研究代表者：
農研機構 中央農業研究センター 飼養管理技術研究領域長
野中和久

目次

1 飼料自給率を高めた給与メニューによる牛乳生産	1
2 粃米サイレージ混合TMRによる牛乳生産	5
3 粃米サイレージの分離給与による牛乳生産	9
4 堆肥発酵熱利用による牛乳生産性向上技術	13

1 飼料自給率を高めた給与メニューによる牛乳生産

酪農経営が今後も安定的に存続していくためには、国際情勢の影響を受けにくい国産飼料の活用が重要です。濃厚飼料として粃米サイレージ、粗飼料としてトウモロコシサイレージ、イネWCS等を活用し、飼料自給率を高めた飼料（乾物ベースの飼料自給率51%、このうち粗飼料自給率は100%）とした場合を示します。

1) 飼料自給率51%の給与メニュー① (分離給与とTMR給与での比較)

粗飼料にトウモロコシサイレージ、イネWCS、濃厚飼料の一部代替として粃米サイレージを加えた飼料は（表1-1）、給与方法にかかわらず乳生産に有用で、飼料費も低減できます。

表1-1. 給与飼料の構成割合及び成分含量 (乾物中%)

項目	対照区	分離区・TMR区
構成割合		
トウモロコシサイレージ	31.9	31.5
イネWCS	-	11.8
エンバク乾草	8.3	-
チモシー乾草	8.1	-
玄米	3.3	-
粃米サイレージ	-	7.8
配合飼料①	36.6	-
配合飼料②	-	32.5
高CP配合飼料	6.6	3.3
大豆粕	3.3	3.3
ビートパルプ	-	8.0
ビタミン・ミネラル類	1.9	1.8
粗飼料自給率(%)	66.0	100
飼料自給率(%)	35.2	51.1
成分含量		
可消化養分総量	72.4	71.5
粗タンパク質	15.1	14.8
粗脂肪	3.1	2.9
中性デタージェント繊維	36.3	33.9

対照区：栃木県畜産酪農研究センター慣行飼料を分離給与
 分離区：飼料自給率51%（粗飼料自給率100%）の飼料を分離給与
 TMR区：分離区と同じ飼料をTMRとして給与

乾物摂取量および乳量に差はありませんでした（それぞれ、平均27kg/日、37kg/日）。乳脂肪率は同程度、乳タンパク質率、無脂固形分率は粃米サイレージを加えたTMR区で高くなりました（図1-1）。

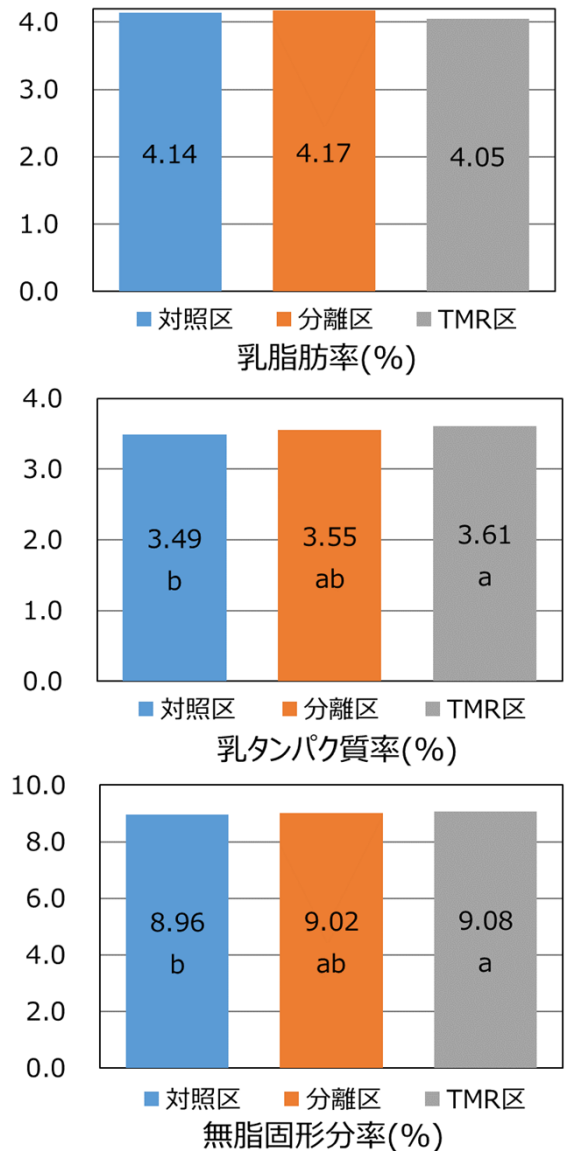
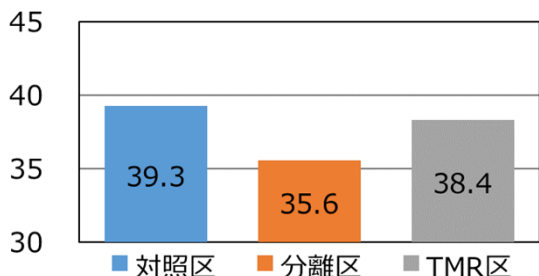


図1-1. 乳成分

異符号間で有意差あり (P<0.05)



生乳1kg当たりの飼料費は、対照区と比較すると、分離区3.7円/kg (9.4%)、TMR区0.9円/kg (2.4%)の低減となりました(図1-2)。

※粃米サイレージの単価は、粃米購入費と製造費から32.4円/kgと設定

図1-2. 生乳1kg当たりの飼料費 (円)

2) 飼料自給率51%の給与メニュー② (2つの給与メニューでの比較)

粗飼料にトウモロコシサイレージ、イネWCS、イタリアンライグラスサイレージ、濃厚飼料の一部代替に粃米サイレージを加えたTMRも利用できます(表1-2)。

表1-2 給与飼料の構成割合及び成分含量

項目	(乾物中%)		
	対照区	飼料A	飼料B
構成割合			
トウモロコシサイレージ	31.9	31.9	26.6
イネWCS	-	11.9	12.0
イタリアンライグラスサイレージ	-	-	5.0
エンバク乾草	7.0	-	-
トールフェスクストロー乾草	7.2	-	-
粃米サイレージ	-	7.9	7.9
配合飼料	43.6	36.5	36.6
高CP配合飼料	6.7	6.6	6.7
大豆粕	1.7	3.3	3.3
ビタミン・ミネラル類	1.9	1.9	1.9
粗飼料自給率 (%)	69.1	100	100
飼料自給率 (%)	31.9	51.7	51.5
成分含量			
可消化養分総量	70.2	71.1	70.8
粗タンパク質	14.7	14.9	15.1
粗脂肪	3.0	3.1	3.1
中性デタージェント繊維	36.9	32.7	33.2

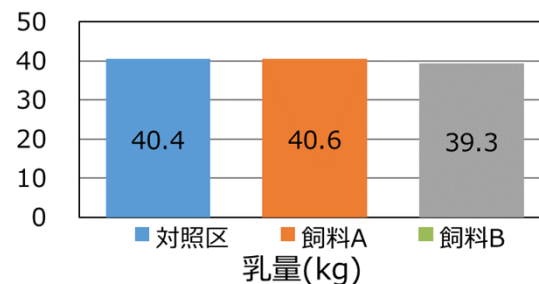
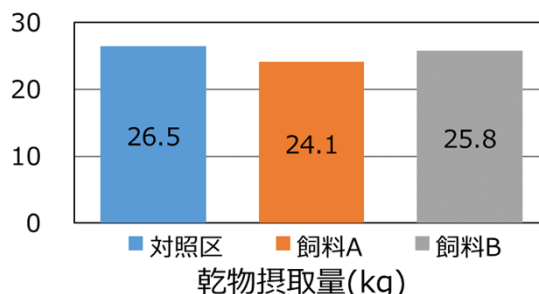


図1-3. 乾物摂取量および乳量

乾物摂取量および乳量に差はありませんでした(図1-3)。また、乳脂肪率、乳タンパク質率、無脂固形分率は同程度でした(図1-4)。

対照区：栃木県畜産酪農研究センター慣行のTMRを給与
飼料A、B：飼料自給率51% (粗飼料自給率100%)のTMRを給与

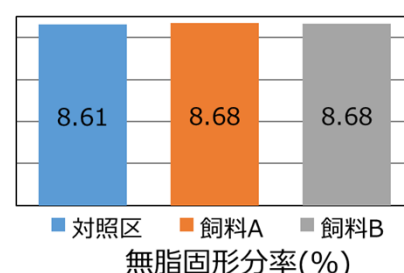
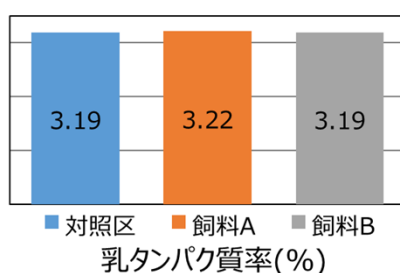
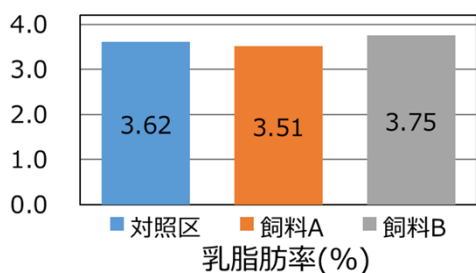
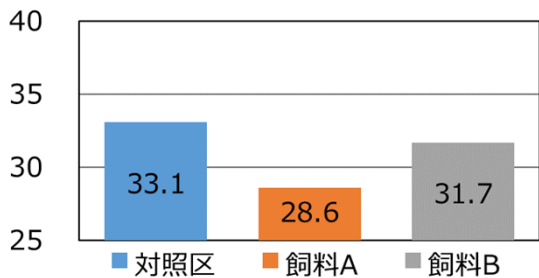


図1-4. 乳成分



生乳1kg当たりの飼料費は、対照区と比較すると、飼料A 4.5円/kg (13.6%)、飼料B 1.4円/kg (4.1%) 低減できました (図1-5)。

※ 粳米サイレージの単価は、粳米購入費と製造費から 32.4円/kgと設定

図1-5. 生乳1kg当たりの飼料費 (円)

！ 留意点

■ トウモロコシサイレージ、イネWCS、粳米サイレージを併給する場合、糖・デンプン・有機酸類含量が高い値 (本章1)、2) のメニューでは40%前後) になるので、採食量や乳量の変化、反芻時間、牛の健康状態 (糞や尿など) を確認し、状況によっては給与メニューを見直してください。



3) 現地給与実証

以下に示す事例は、粳米サイレージ給与前後の給与メニューと乳量・乳成分です。粳米サイレージの給与により (3kg/日・頭)、配合飼料の節約と飼料自給率の向上が図れます。

○事例1

搾乳牛35頭、つなぎ飼い牛舎の酪農家
産次・泌乳期の偏り無く選定した搾乳牛7頭に、2か月間粳米サイレージ3kgを加えた飼料を分離給与しました (表1-3)。その結果、粳米サイレージ給与開始後の乳量・乳成分は給与開始前と同等以上でした (図1-6)。

表1-3. 給与飼料の配合量及び成分含量

項目	給与飼料	
	給与開始前	給与開始後
飼料構成 (原物, kg/日)		
トウモロコシサイレージ	14.0	14.0
配合飼料A	14.0	14.0
配合飼料B (高CP)	3.0	1.0
粳米サイレージ	-	3.0
オーツ乾草	5.0	5.0
成分含量 (乾物, %)		
可消化養分総量	76.4	75.9
粗タンパク質	15.0	14.0
粗脂肪	3.6	3.4
中性デタージェント繊維	36.4	35.8
飼料自給率 (乾物, %)	17.6	25.2

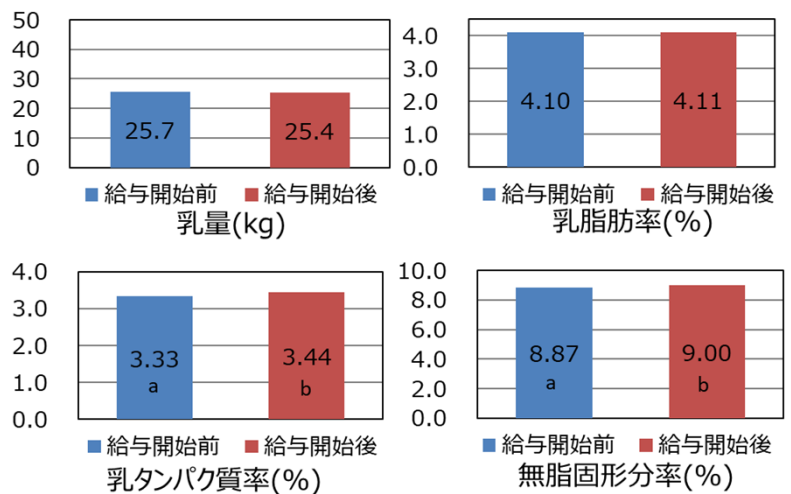


図1-6. 乳量および乳成分
異符号間で有意差あり (P<0.01)

※ 配合飼料B (高タンパク) の一部を粳米サイレージに代替しています。

○事例2

フリーバーン牛舎の酪農家において、搾乳牛全頭（38頭）に2か月間粃米サイレージ3kgを加えたTMRを給与したところ（表1-4）、通常のTMR給与時と粃米サイレージ給与時の乳生産成績に差は認められませんでした（図1-7）。

表1-4. 給与飼料の配合量及び成分含量

項目	TMR	
	給与開始前	給与開始後
配合量(原物,kg/日)		
トウモロコシサイレージ	15.0	15.0
ライ麦サイレージ	5.0	5.0
配合飼料	9.5	6.5
単味飼料（加熱大豆粕）	-	0.5
粃米サイレージ	-	3.0
ビートパルプ	2.0	2.0
チモシー乾草	1.0	1.0
ルーサン乾草	2.5	3.0
成分含量(乾物,%)		
可消化養分総量	71.8	71.1
粗タンパク質	15.5	14.9
粗脂肪	3.9	3.3
中性デタージェント繊維	38.8	38.1
飼料自給率（乾物, %）	32.1	42.1

※配合飼料の一部を、粃米サイレージと単味飼料（加熱大豆粕）に代替しています。

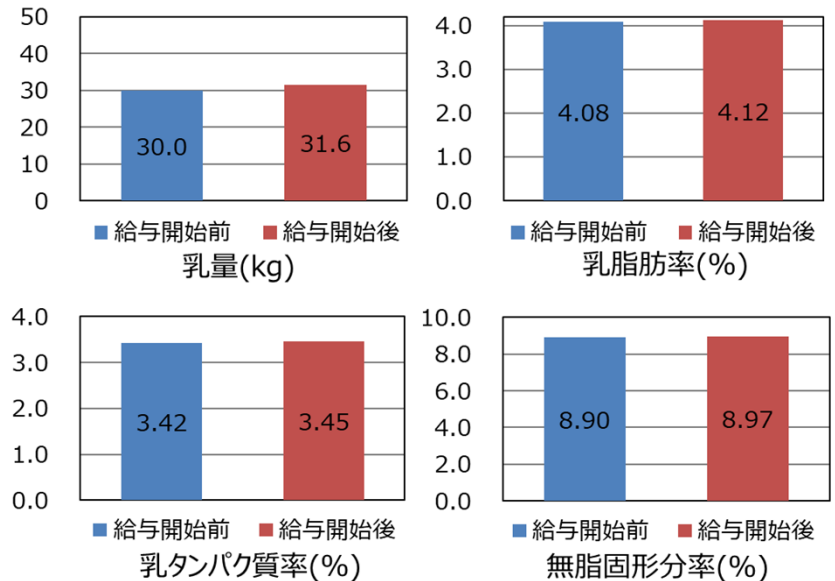


図1-7. 乳量および乳成分

参考) 本章での粃米サイレージの調製方法

以下の方法で調製した粃米サイレージの発酵品質は1年経過後も良好でした（表1-5）。



【製造工程】

- ① 粃米の粉碎
 - ・製粉機等で破碎
 - ・破碎粒度は、玄米から粃が外れる程度
- ② 加水及び乳酸菌添加
 - ・水分30%になるよう加水
 - ・乳酸菌添加（本研究では「畜草2号」利用）
- ③ 脱気・密封
 - ・掃除機等を用いて脱気
 - ・空気が入らないように密封

※数日後にガス発生した場合、袋が膨張都度ガス抜きを行う。

表1-5. 発酵品質

項目	(原物中%)		
	H29.10調製		H30.10調製
	調製3か月後	調製16か月後	調製4か月後
水分	38.9	31.7	28.7
pH	3.9	4.3	4.4
アンモニア態N/全N	3.5	10.1	4.2
酪酸	ND	ND	ND
乳酸	1.030	0.260	0.401
酢酸	0.081	1.097	0.383
プロピオン酸	ND	ND	ND
V-スコア	100点	83点	99点



開封後の粃米サイレージ

2 粃米サイレーヅ混合TMRによる牛乳生産

1) 粃米サイレーヅの調製

粃米サイレーヅは、乾燥粃米と比較し、低コストでの調製・保管が可能です。収穫直後に破碎せずに丸粒のままサイレーヅ調製すると（写真2-1）、粃米を破碎してからサイレーヅにする方法（写真2-2）と比較し、収穫直後の調製時作業能率が大きく向上します。丸粒のままサイレーヅとした場合は、給与するまでに破碎作業を行います。未破碎粃米サイレーヅは、冬場などの閑散期に破碎処理を行い、その後また密封保存することが可能です（図2-1）。

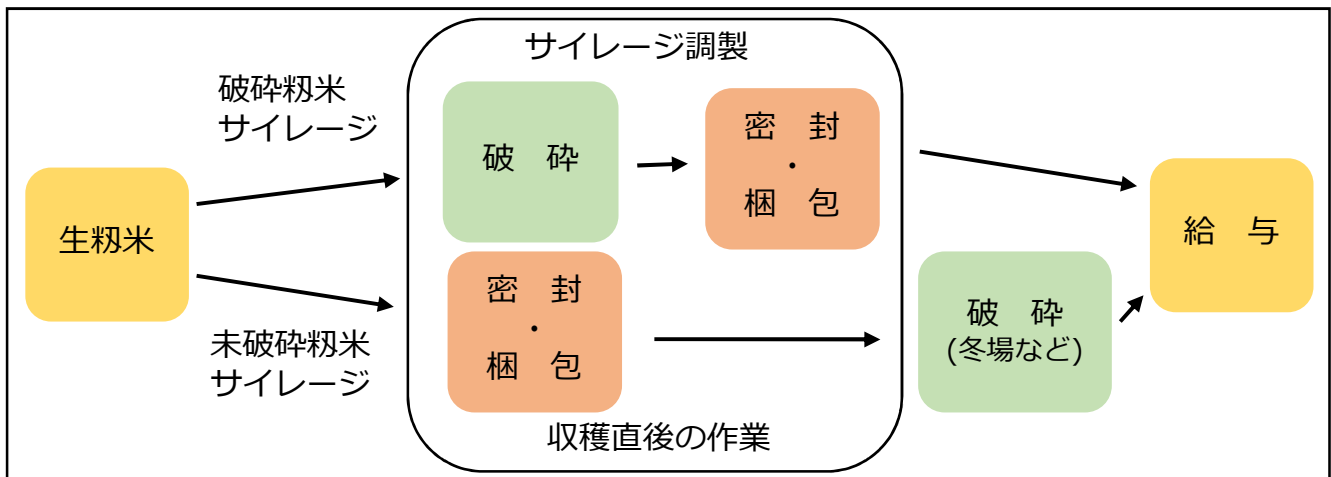


図2-1. 粃米サイレーヅの調製



写真2-1. 未破碎粃米サイレーヅ（調製時）



写真2-2. 破碎粃米サイレーヅ（調製時）

！留意点

- 生粃米をサイレーヅ調製する際には、水分含量がおよそ30%となるように加水し、更に乳酸菌を添加して、脱気密封すると、良質のサイレーヅとなります。
- 未破碎粃米サイレーヅは、粃米原料1kg当たり10円未満のコストで調製が可能であると試算されています。

2) 粃米サイレージの飼料特性

生粃米サイレージは、調製時の破碎の有無にかかわらず、良好な発酵状態を示します（写真2-3）。粃米サイレージは、乾燥粃米と比較し、ルーメン内での分解性が高まります。未破碎粃米サイレージは、破碎粃米サイレージと比較し、ルーメンでの分解性がやや低くなります（図2-2）。
 粃米サイレージは乾燥粃米と同等の栄養価を示し、濃厚飼料として利用できます（図2-3）。



破碎（開封時）

未破碎（開封時）

未破碎を開封後に破碎

写真2-3. 粃米サイレージ

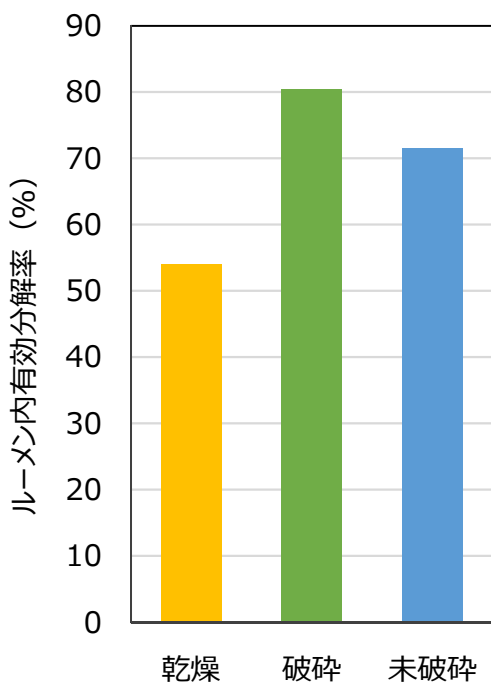


図2-2. 乾燥粃米および粃米サイレージ（破碎・未破碎）における乾物のルーメン内有効分解率

注) 乾燥粃米および未破碎粃米サイレージは、分解率測定前に破碎しました。

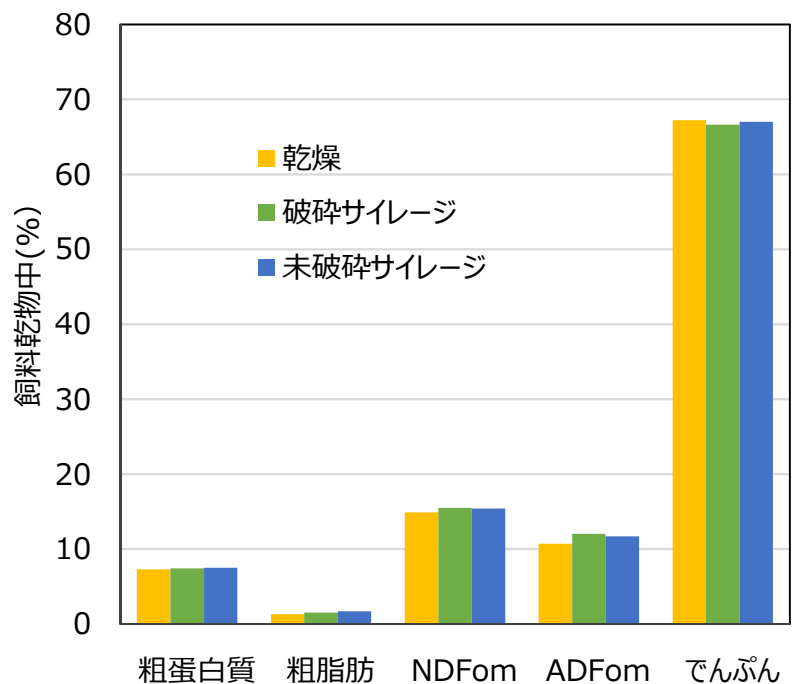


図2-3. 乾燥粃米および粃米サイレージ（破碎・未破碎）の飼料成分

注) NDFom：中性デタージェント繊維、ADFom：酸性デタージェント繊維

3) 粃米サイレージの泌乳牛への給与

乾燥粃米、破碎粃米サイレージ、未破碎粃米サイレージをそれぞれ乾物で約17%含むTMRを調製し、泌乳中後期の乳牛に給与しました。TMRに加えて、搾乳時に市販配合飼料を1kg（原物）給与しました。乾燥粃米および未破碎粃米サイレージは、供試前に破碎しました。TMRの成分は粗タンパク質約15%、NDFom約42%、でんぷん約20%、TDN約68%でした（いずれも乾物当り）。

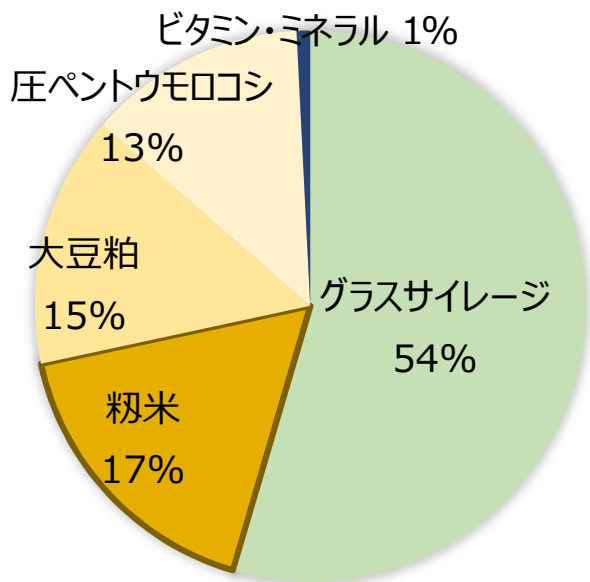


図2-4. TMR組成 (乾物%)

写真2-4. 給与試験風景

調製方法の異なる粃米（乾燥粃米、破碎粃米サイレージ、未破碎粃米サイレージ）の給与で（図2-4、写真2-4）、飼料摂取量、泌乳成績およびルーメン内液性状に差は生じません（図2-5、2-6、2-7）。飼料費を試算したところ、乾燥粃米TMRは56.6円/kg、破碎粃米サイレージTMRは55.2円/kg、未破碎粃米サイレージTMRは54.7円/kgとなりました（いずれも乾物あたり）。

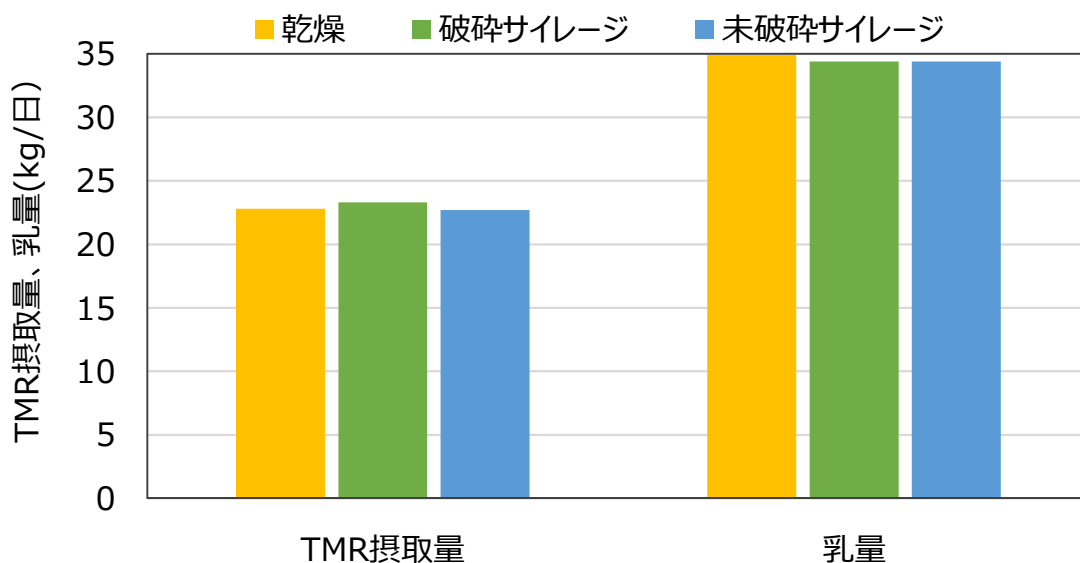


図2-5. 乾燥粃米、破碎粃米サイレージ、未破碎粃米サイレージを給与した牛のTMR（乾物）摂取量および泌乳量

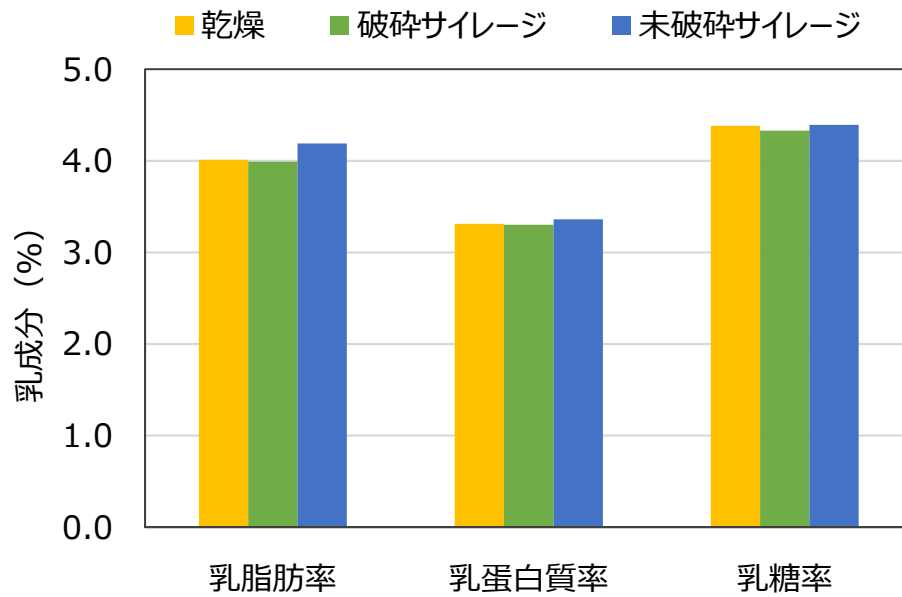


図2-6. 乾燥粃米、破碎粃米サイレージ、未破碎粃米サイレージを
 給与した牛の乳成分

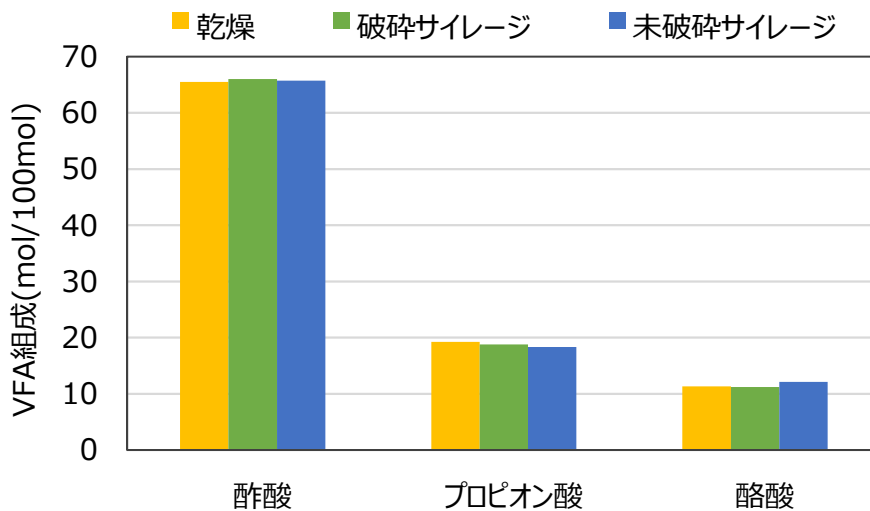


図2-7. 乾燥粃米、破碎粃米サイレージ、未破碎粃米サイレージを
 給与した牛のルーメン内液性状

！ 留意点

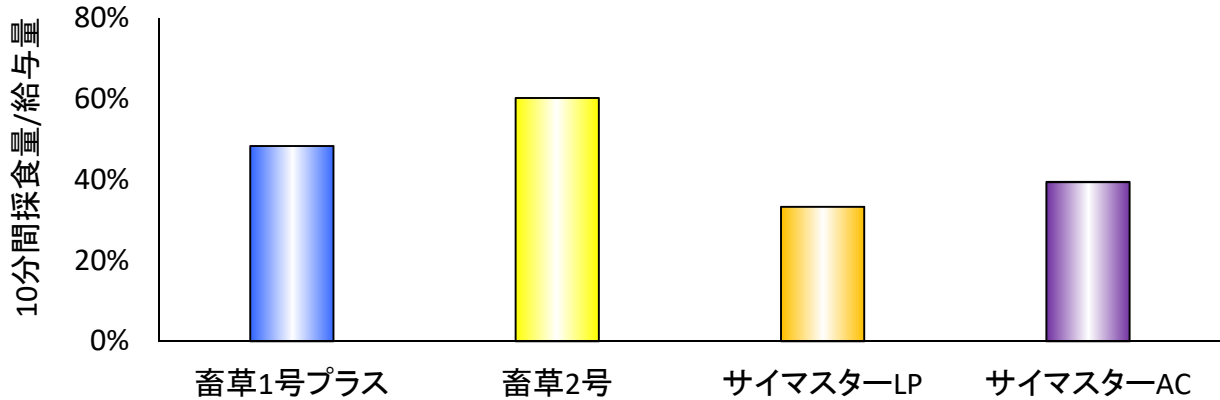
- 粃米サイレージは、水分含量を確認してから給与する必要があります。
- 粃米サイレージへの切り替えは、様子を見ながら、少しずつ行います。

参考文献 : Miyaji et al. (2018,2019) Animal Science Journal

3 粃米サイレージの分離給与による牛乳生産

1) 粃米サイレージの嗜好性

粃米は、サイレージにすると嗜好性が良くなります。また、サイレージ調製時に「畜草2号」（乳酸菌資材）を添加すると、保存性と嗜好性が向上します（図3-1）。



横軸は乳酸菌資材
 図3-1. 粃米サイレージへの添加乳酸菌と嗜好性
 (小橋ら 日草誌2017、63 (別) p88)

2) 分離給与条件での給与上限

分離給与条件下で、配合飼料の代わりに粃米サイレージを全飼料中に20%の割合で給与しました（乾物換算）。このときの粗濃比は50：50で各区に泌乳初期～中後期の牛9頭を用いています。また、粗タンパク質含量を補正するために粃米サイレージ給与時には大豆粕を添加給与しました（図3-2）。

	8:30	9:30	10:30	13:00	16:00	17:30	18:30
対照区	オーツ ヘイ	アルファルフ アヘイ	配合飼料	イネWCS	アルファルフ アヘイ	配合飼料	イネWCS
		配合飼料			配合飼料		
粃米2 回 給与区	オーツ ヘイ	アルファルフ アヘイ	粃米S 大豆粕	イネWCS	アルファルフ アヘイ	粃米S 大豆粕	イネWCS
		配合飼料			配合飼料		
粃米4 回 給与区	オーツ ヘイ	アルファルフ アヘイ	アルファルフ アヘイ	イネWCS	アルファルフ アヘイ	アルファルフ アヘイ	イネWCS
		配合飼料	配合飼料		配合飼料	配合飼料	
		粃米S	粃米S 大豆粕		粃米S	粃米S 大豆粕	

図3-2. 粃米サイレージ給与試験で用いた飼料と給与時間
 (粃米S：粃米サイレージ)

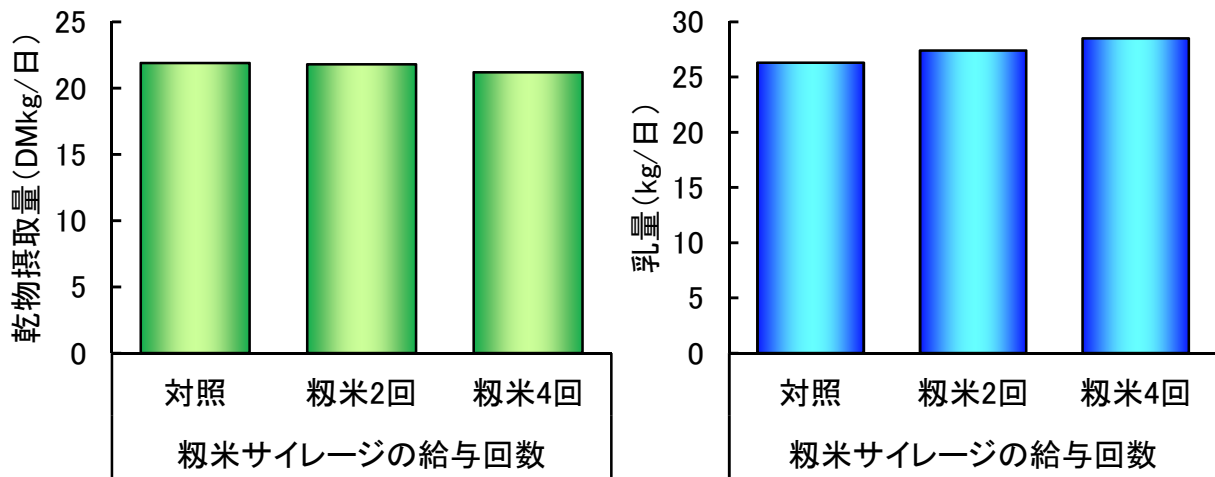


図3-3. 粃米サイレージの給与方法と乾物摂取量と乳量
(小橋ら 日草誌2019、65(3) : p195-203)

泌乳前～後期の牛であれば粃米サイレージを全飼料中の20%程度まで利用可能と考えられますが、粃米サイレージを完食できない牛が9頭中2頭いたことから、20%程度が上限と思われます。そこで、実際の現場では安全を見込んで15%程度までの給与が適切と考えられます。

！ 留意点

■ この試験による繁殖成績への影響は、全頭で確認されませんでした。

3) 多給する場合の第一胃pHへの影響は？

分離給与条件下で、配合飼料の代わりに粃米サイレージを全飼料中の0%、7%、14%、21%の割合で給与しました（乾物換算）。その時の、牛の第一胃内 pHを連続モニタリングしました。粗濃比は50：50で各区に泌乳中後期の牛3頭を用いています。また、粗タンパク質含量を補正するために粃米サイレージ給与時には大豆粕を添加給与しました（図3-4）。

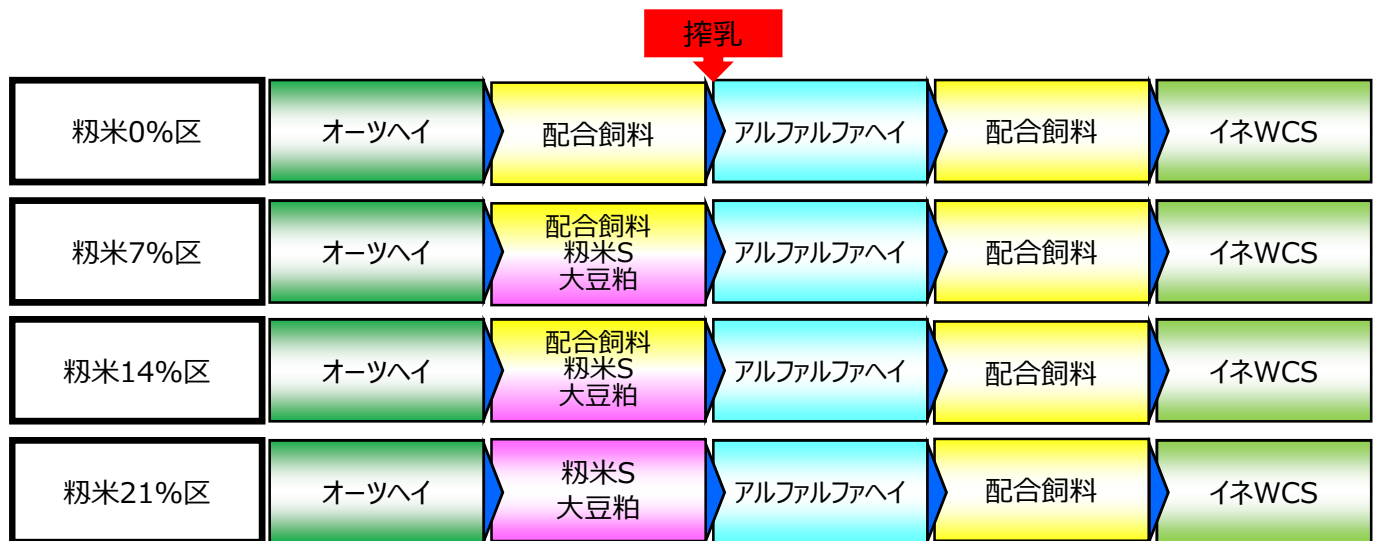


図3-4. 粃米サイレージの給与メニュー（朝・夕同じ）

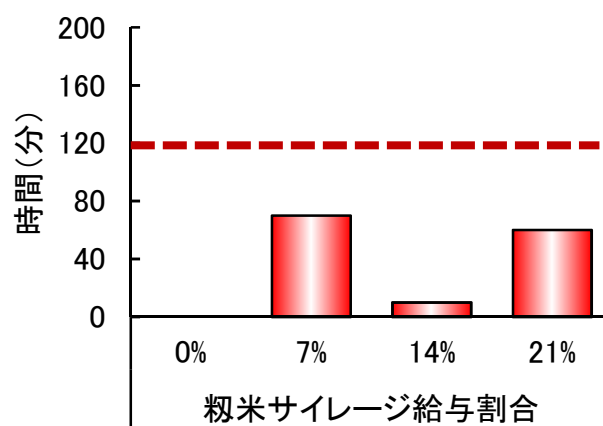
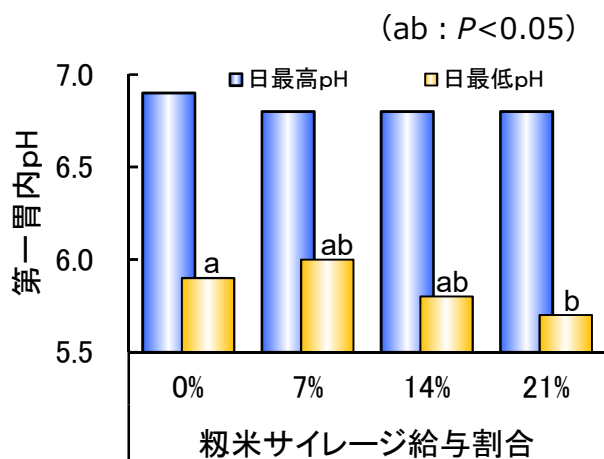


図3-5. 第一胃内の最高および最低 pH

図3-6. 第一胃内pH5.8以下の最長時間

泌乳中後期の牛であれば21%まで増給しても亜急性ルーメンアシドーシスの心配はありませんが、1回の給与量は原物3kgを超えないようにしましょう(図3-5、3-6)。

！ 留意点

- 粗米サイレージを多給する場合、亜急性ルーメンアシドーシス (pH5.8以下が2時間以上継続) 発症に至るレベルではありませんが、第一胃内pHが低下するリスクがあります。
- 粗米サイレージを利用する場合は十分な飼料馴致を行いながら増給する必要があり、第一胃内の環境を安定化させるためにも、飼料摂取割合の高い良質な粗飼料と組み合わせて利用しましょう。
- この試験による繁殖成績への影響は、全頭で確認されませんでした。
- また、粗米サイレージ増給にともない大豆粕 (90円/kg) 割合を増やしたため、飼料単価 (乾物) は何れも55円/kgと変わらず、生乳1kg当りの飼料費は何れも42円/kgとなりました (粗米サイレージは30.2円/kg設定)。ビール粕等安価なタンパク源の利用により、さらに飼料費を下げることは可能と考えられます。

4) 給与のタイミングは？

分離給与条件下で、配合飼料の代わりに粗米サイレージを全飼料中に21%の割合で給与しました (乾物換算 ; 図3-7)。給与の仕方の違いによる牛の第一胃内 pH を、各区に泌乳中後期の牛3頭を用いて連続モニタリングしました。

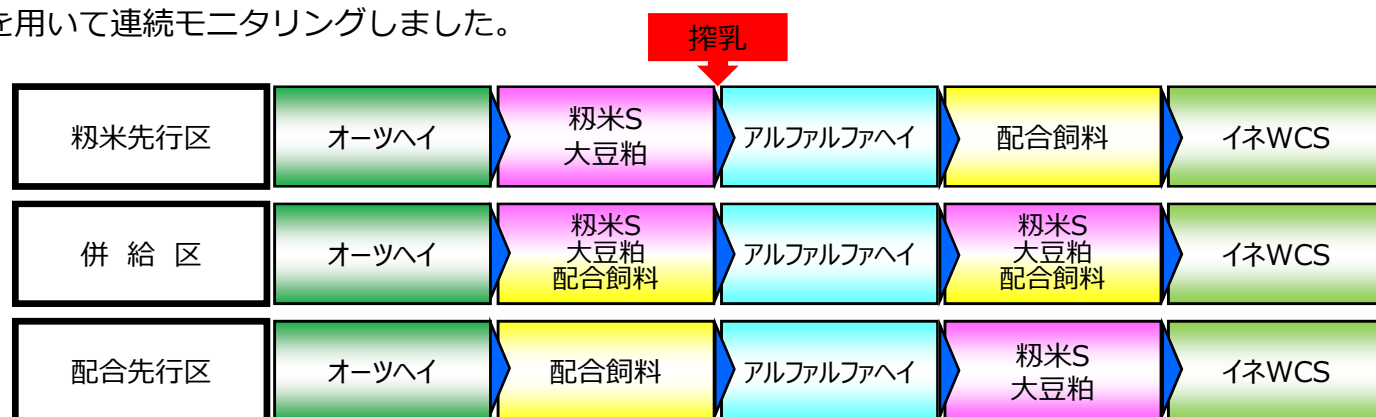


図3-7. 粗米サイレージの給与メニュー (朝・夕同じ)

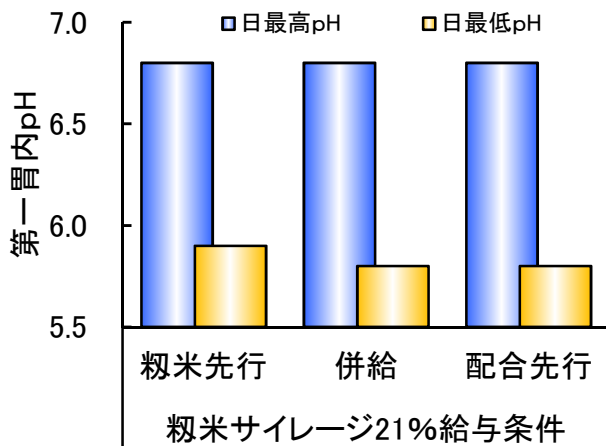


図3-8. 第一胃内の最高および最低pH

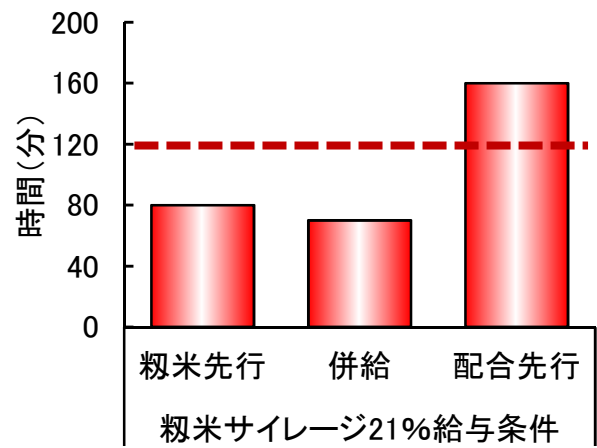


図3-9. 第一胃内pH5.8以下の最長時間

粗米サイレージを配合飼料よりも先に給与するか、配合飼料と併給する方が第一胃内の環境が安定します（図3-8、3-9）。

！ 留意点

- 1日に濃厚飼料を4回に分ける分離給与条件で粗米サイレージを21%給与した場合、配合飼料だけを搾乳前、粗米サイレージだけを搾乳後に給与すると、亜急性ルーメンアシドーシス発症のリスクがあります。
- 一時的に亜急性ルーメンアシドーシス発症の可能性が認められた牛は、試験終了後に正常に戻りました。
- この試験による繁殖成績への影響は、全頭で確認されませんでした。



粗米サイレージと試験中の乳牛

4 堆肥発酵熱利用による牛乳生産性向上技術

密閉縦型堆肥化装置により乳牛ふんを処理している農場において、堆肥化過程で発生する発酵熱を利用して、冬季の乳牛の飲水を温めることによって、牛乳生産性を向上するシステムを開発・実証しました。加えて、密閉縦型堆肥化装置固有の問題である排気中の粉じんを解決する技術も開発しました。

1) 密閉縦型堆肥化装置による乳牛ふんの堆肥化



写真4-1. 密閉縦型堆肥化装置外観
実証酪農家(栃木県那須塩原市; 搾乳牛100頭規模)所有の密閉縦型堆肥化装置(中部エコテック製D63型、2基)

密閉縦型堆肥化装置では、発酵槽内の温度が50~70℃を維持するように、通気量や投入量が管理されます。原料の投入・排出は毎日行われ、装置内部で一部が混合される連続式の堆肥化システムです(図4-1)。堆肥の含水率は30~40%と低く、攪拌によって均一な性状の堆肥が生産されます。

この堆肥化過程で発生したガスは、排気配管に集約されます。堆肥化により発生した熱(発酵熱)も堆肥化装置の壁面からほとんど放熱されることなく、**高温・高湿度な排気として排出されます。**

密閉縦型堆肥化装置は、断熱材で覆われた円筒状の発酵槽内で堆肥化を行う装置で(写真4-1)、廃白土(製油副産物)を副原料として用いることで、他の堆肥化方式に比べて大きな通気量を必要としますが、乳牛でも**スラリー状態のまま処理が可能**です。また、通常の堆肥化方式に比べて、断熱構造により放熱が極めて少なく、発酵温度が高温に維持されるため、**堆肥化の進捗が早く、2~3週間程度で堆肥一次発酵が終了**します。

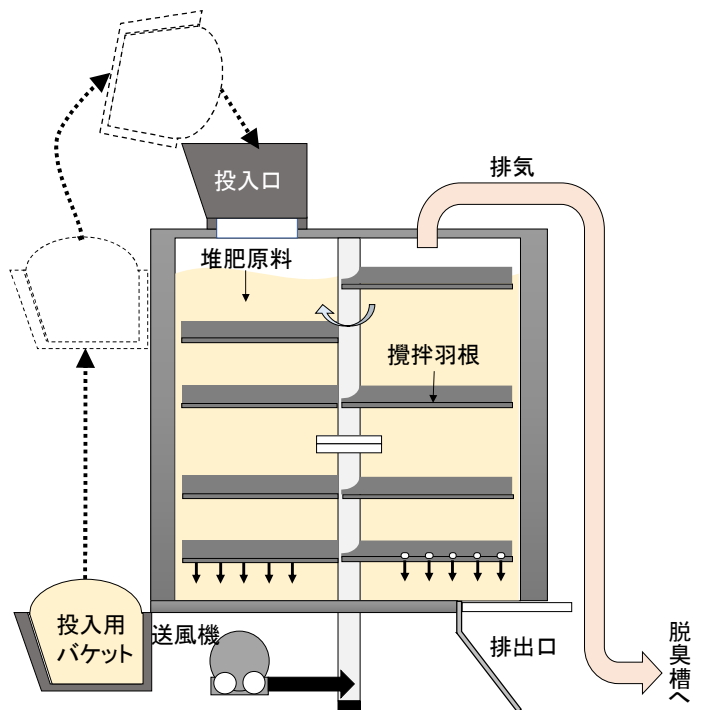


図4-1. 密閉縦型堆肥化装置の概略

投入用バケツに入れられたふん尿は、装置上部から投入され、下部から排出されます。空気は最下段の攪拌羽根から原料へ供給され、装置上部から排出されます。

2) 密閉縦型堆肥化装置の排気から得られる熱量

密閉縦型堆肥化装置の排気の温度は、外気温度による影響を受けずに、年間を通して約60℃程度で安定しています(図4-2)。

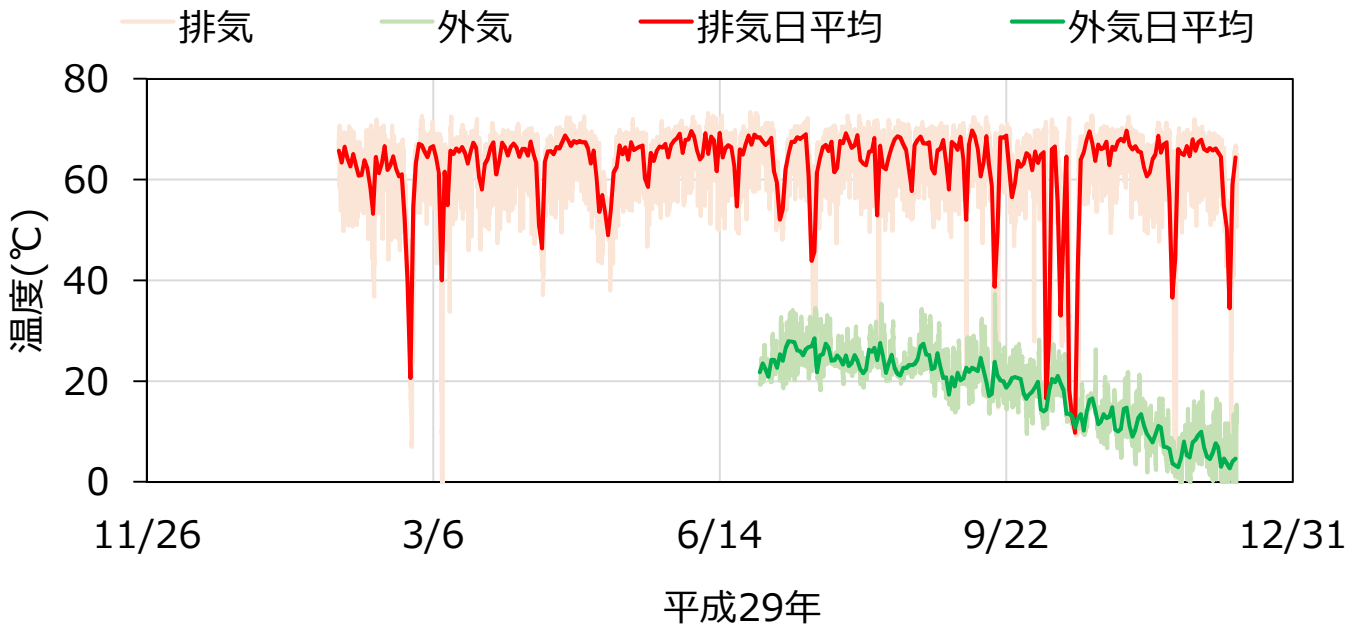


図4-2. 密閉縦型堆肥化装置排気温度の年間変動

密閉縦型堆肥化装置の排気は、水蒸気が常に飽和状態であるため、**排気温度が高くなるほど排気中の水蒸気量が増え、保持するエネルギー量も多くなります**(図4-3)。例えば、60℃の排気には1m³あたり400kJのエネルギーを持ちます。乳牛50頭規模のふん尿を密閉縦型堆肥化装置で処理する場合、排気量は7m³/分程度ですから、排気の持つエネルギー量は2.8GJ (約47kW)と計算されます。

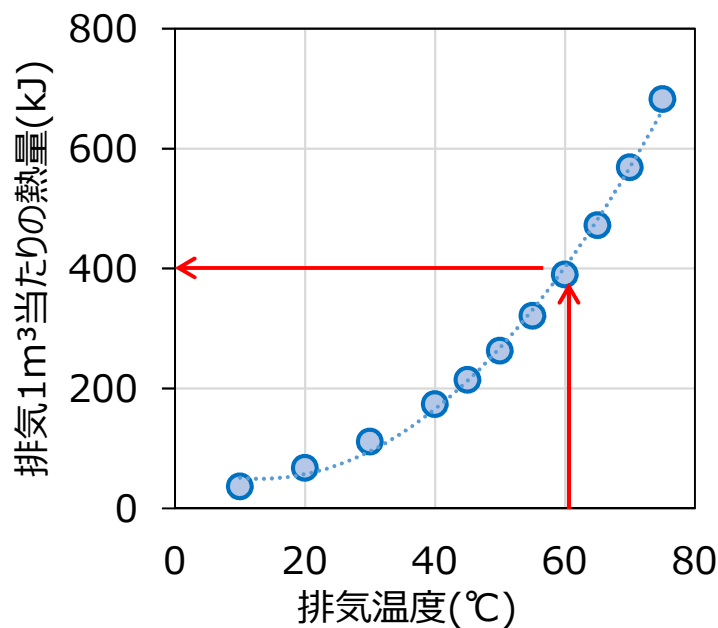


図4-3. 排気温度と排気熱量の関係

*各温度条件において排気中の水蒸気は飽和していると仮定しています

3) 発酵熱を利用した乳牛への温水給与システムとその効果

密閉縦型堆肥化装置で得られた排気を熱源として冬季に牛へ供給する水を加温するシステムを構築しました(図4-4)。本システムのポイントは、1)貯湯タンクで供給量を確保し、2)温水をタンク-牛舎-熱交換器と常に循環・加温し続けることにより、真冬でも常に30℃程度の温水を牛群に安定供給できる点にあります(図4-5)。

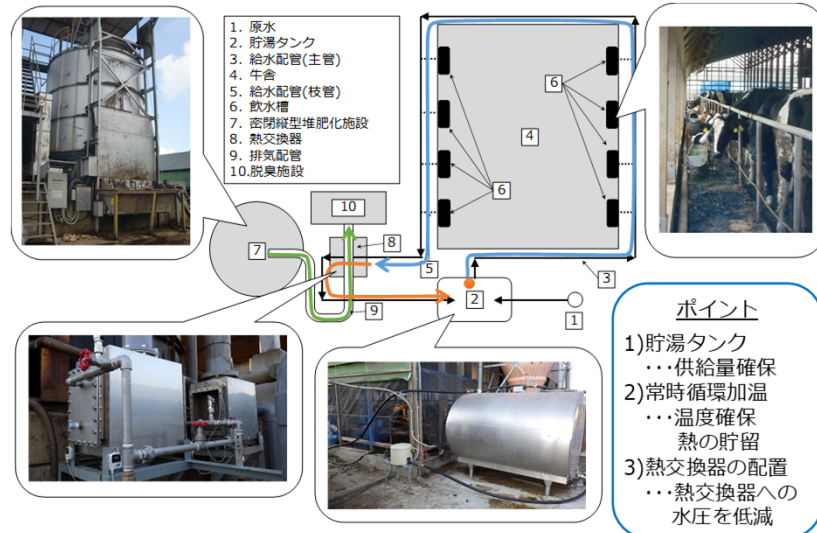
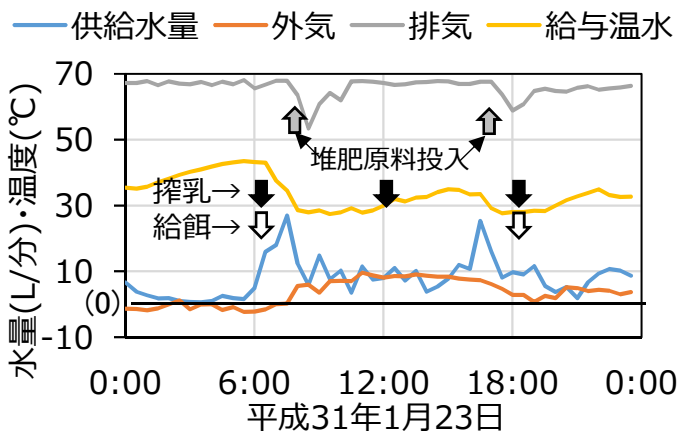
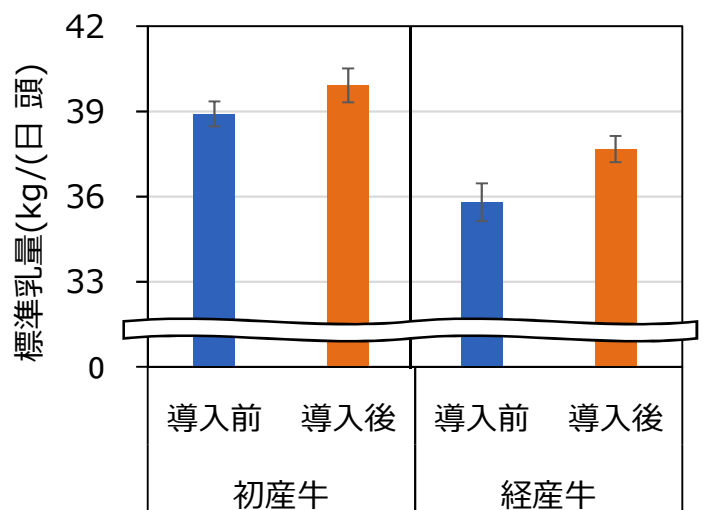


図4-4. 密閉縦型堆肥化装置排気を利用した乳牛への温水給与システム



(上)図4-5. 温水給与システムで供給される冬季の水温等の日内変動



(右)図4-6. 温水給与システム導入前後の牛群乳量の比較

○比較条件
牛群検定試験結果より以下のデータを抽出して比較した。
温水給与導入前：平成25～26年、平成27～28年
温水給与導入後：平成29～30年、平成30～31年
+ どちらの期間も11月～次年3月までのデータを使用
搾乳日数：100～300日
++ 経産牛：2～4産の牛のデータを使用

温水給与システム導入前後で、11月～3月までの冬季の牛群の標準乳量*は、初産牛で2.5%、経産牛で5.2%($p < 0.05$)増加しました(図4-6)。仮に、冬季に乳量が4%増加すると、搾乳牛100頭規模の酪農家では、冬季の収入が一月当たり36万円ほど増えると試算されます。

*標準乳量：異なる条件下の乳牛の検定乳量を比較するために補正した乳量。北海道の2産、4～6月分娩、搾乳日数120日が基準。

4) 排気に含まれる粉じんによる影響と無動力除去システム

密閉縦型堆肥化装置では、発酵により堆肥の含水率が40%以下まで下がります。一時的に通気量が多くなったり、気候の変化で乾燥が進みすぎると、乾燥した原料が粉じんとして排気に混入してしまふことがあります。この時、単純に熱交換器を配管中に設置するだけでは粉じんが詰まってしまう危険性があります。

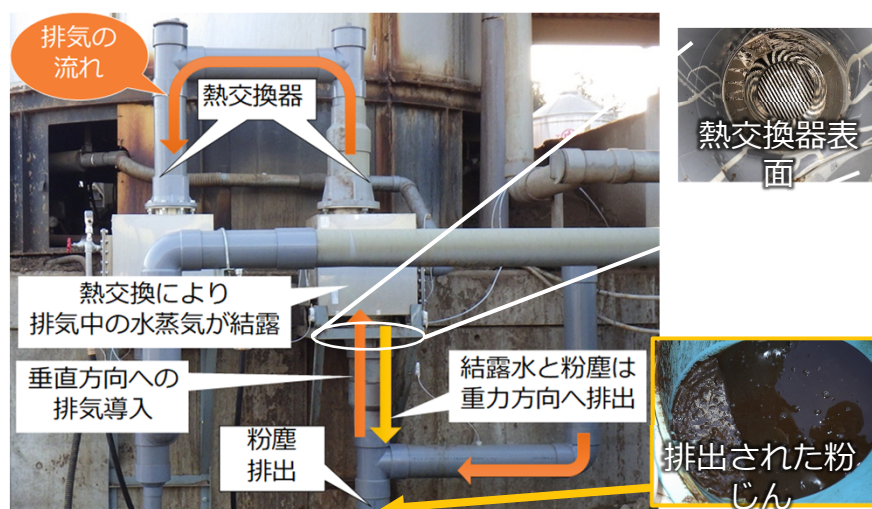
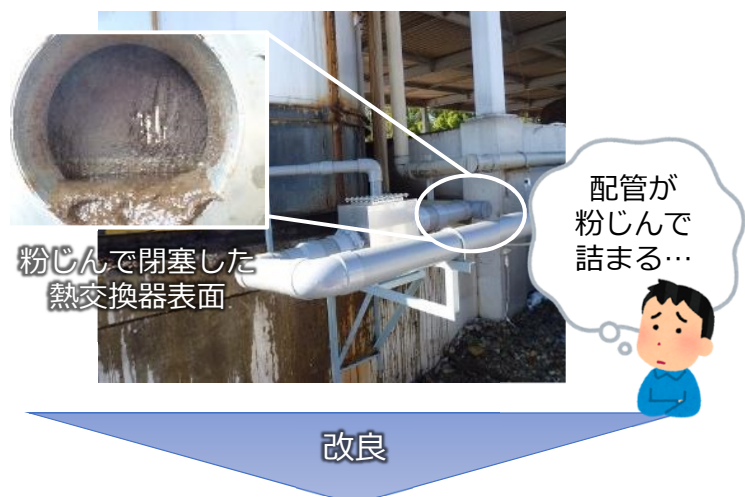


図4-7. 発生した排気中の粉じんを無動力で除去できる配管レイアウト

そこで、排気を熱交換すると必ず発生する結露で熱交換器表面に付着する粉じんを洗い流すことのできるレイアウトを考案しました(図4-7；特開2018-176103)。このレイアウト導入後1年以上メンテナンスなしで、詰まらない状態を維持できていることを確認しています。

！ 留意点

- 堆肥の発酵熱を利用するためには、良好に堆肥化がおこなわれ堆肥および排気温度が60℃程度に達している必要があります。
- 農場のレイアウトによっても異なりますが、乳牛への飲水加温システムの導入経費は約200～300万円程度です。
- 除じん配管を設置する場合、粉じん排出口にたまる粉じんの定期的な清掃が必要です。

執筆者一覧

	執筆者	所属機関
はじめに	野中 和久	農研機構中央農業研究センター
1 飼料自給率を高めた給与メニューによる牛乳生産	星 一美	栃木県畜産酪農研究センター
2 粳米サイレージ混合TMRによる牛乳生産	神谷 裕子	農研機構中央農業研究センター
3 粳米サイレージの分離給与による牛乳生産	関 誠 宮腰 雄一	新潟県農業総合研究所畜産研究センター
4 堆肥発酵熱利用による牛乳生産性向上技術	小島 陽一郎 中久保 亮	農研機構中央農業研究センター 農研機構畜産研究部門

本手引きは、主に農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト）」の支援を受けて実施した「府県における自給飼料生産利用技術の開発と実証」の研究成果を基に作成したものです。複製、転載などの利用に当たっては事前に経営体（府県自給飼料）コンソーシアム事務局（農研機構中央農業研究センター）の許可を得てください。

水田飼料作を基盤とする資源循環型牛乳・牛肉生産の 手引き —牛乳生産技術編—

発行日：令和2年3月19日

編集：鈴木知之（農研機構中央農業研究センター）

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
中央農業研究センター

TEL：029-838-8481／FAX：029-838-8484

Web問い合わせフォーム：

[http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/carc/
inquiry/](http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/carc/inquiry/)

印刷：株式会社 近代工房