

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

—牛肉生産技術編—



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。

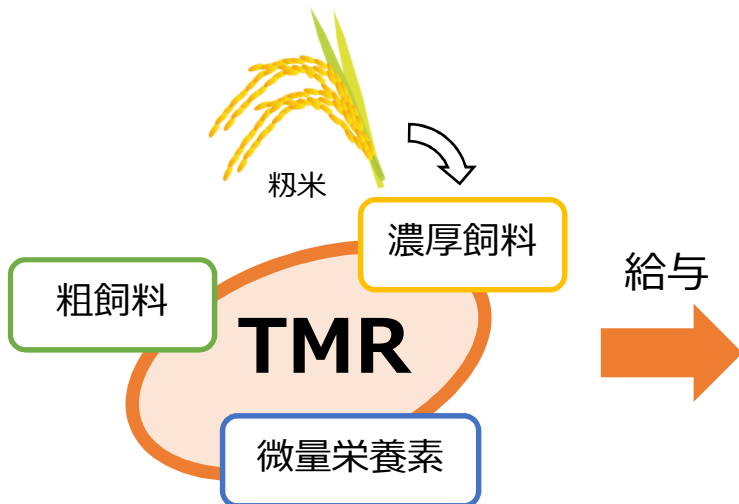
研究代表者：
農研機構 中央農業研究センター 飼養管理技術研究領域長
野中和久

目次

1 粳米を活用した発酵TMRによる黒毛和種肥育	1
2 玄米と生稲わらサイレージを活用した黒毛和種肥育	6
3 粳米や玄米を給与した黒毛和種肥育	10

1 粃米を活用した発酵TMRによる黒毛和種肥育

黒毛和種肥育牛の飼料給与体系として発酵TMRを取り入れ、その飼料原料として粃米（粃米サイレージ、乾燥粃米）を用いることで、従来と同等の枝肉成績を得ることができ、さらには肥育期間の短縮による収益向上が期待できます。



発酵TMRのメリット

- ・混合飼料⇒アシドーシス等の防止
- ・不断給餌⇒発育能力を最大限発揮
- ・発酵飼料⇒1日1回給与による労力軽減

1) 粃米の破碎

粃米を発酵（粃米サイレージ、発酵TMR）させて用いることを考慮し、破碎粒度を大きくすることで第一胃内での急速な分解を抑えました（写真1-1、表1-1、図1-1）。



写真1-1. 破碎後、加水した粃米

表1-1. 破碎粃米の粒度割合

粒度	1mm以下	1~2mm	2mm以上
割合	0.9%	24.3%	74.8%

中央農研セ調べ

※SGS加工装置（株サタケ）で破碎

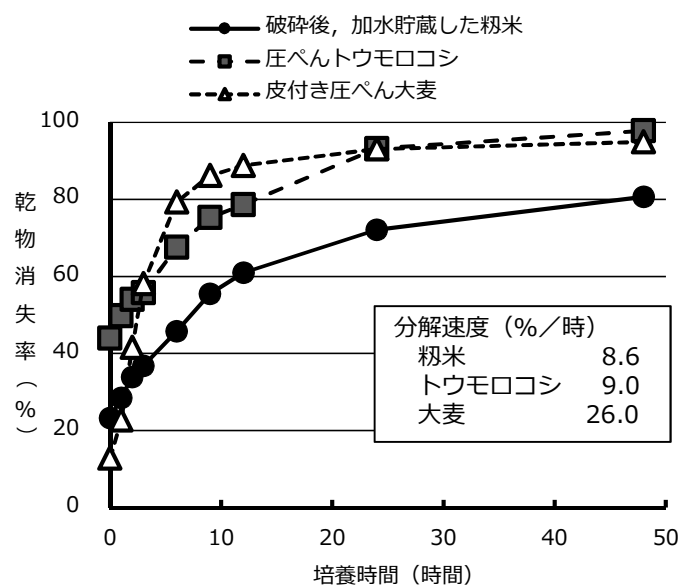


図1-1. ナイロンバッグ法による第一胃内での乾物消失率の推移

粃米の分解速度は皮付き圧ぺん大麦より遅く、圧ぺんトウモロコシと同程度でした。

2) 粃米サイレージを混合した発酵TMRの給与

粃米サイレージを混合した発酵TMR（図1-2、1-3）を黒毛和種肥育後期牛（18～27ヵ月齢）に給与したところ、粃米サイレージを使用しなかった発酵TMR（対照TMR）を給与した場合と同等の肥育成績・枝肉成績が得られました（表1-2、写真1-2）。

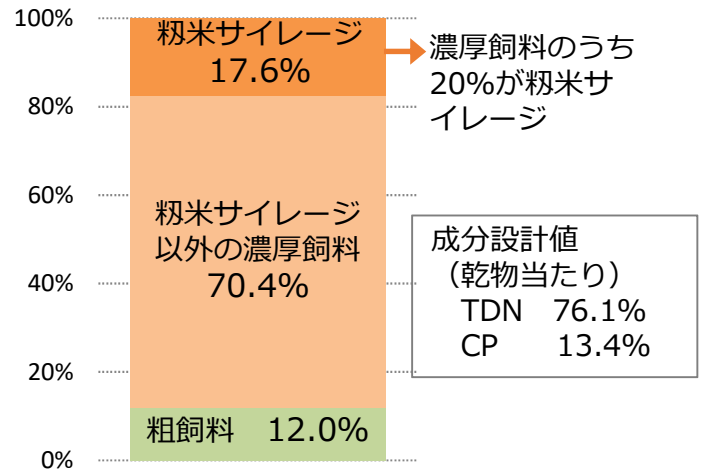


図1-2. 粃米サイレージ混合発酵TMRの配合割合（乾物当たり）



粃米を破碎後、加水・乳酸菌添加しながら内袋付のトランスバッグに詰込



内袋を密封してトランスバッグで露天保管

図1-3. 粃米サイレージの調製

表1-2. 肥育成績・枝肉成績

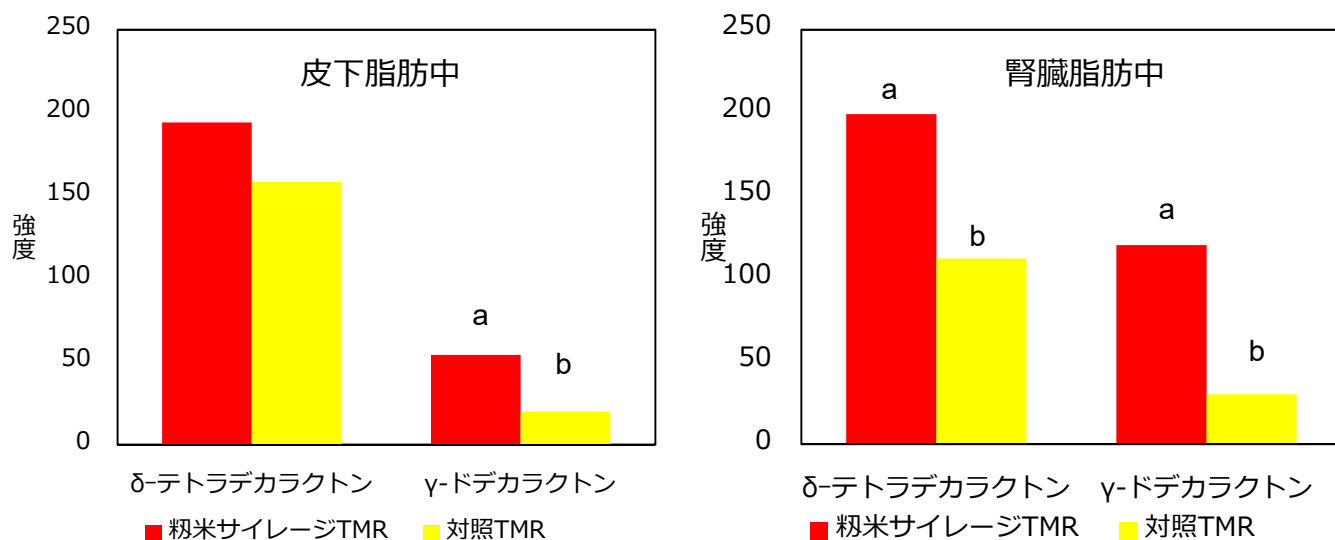
	粃米サイレージ TMR	対照TMR
頭数（頭）	4	5
肥育成績		
乾物摂取量（kg/日）	7.82	7.48
1日増体量（kg）	0.65	0.62
飼料効率	0.083	0.082
枝肉成績		
出荷月齢	27.7	27.6
枝肉重量（kg）	502.2	474.3
ロース芯面積（cm ² ）	66.8	63.6
バラ厚（cm）	7.3	8.1
皮下脂肪厚（cm）	2.7	3.5
歩留基準値	74.2	73.8
BMS No.	6.8	6.8



写真1-2. 粃米サイレージTMR給与牛の枝肉断面（BMS No.10）

破碎粒度の大きい粃米サイレージを混合した発酵TMRの給与により高品質な和牛肉の生産が可能です。

籾米サイレージTMRを給与した牛では、対照TMRを給与した牛と比較して、和牛肉に特徴的な揮発性（香り）成分であるラクトン類が皮下脂肪や腎臓脂肪で増加することがわかりました。また、香りに悪影響を及ぼすような揮発性成分の変化はみられませんでした（図1-4）。



異符号間に有意差あり(p<0.05)

図1-4. ラクトン類の変動

3) 乾燥籾米を混合した発酵TMRによる肥育期間の短縮

破碎した乾燥籾米を混合した発酵TMRを黒毛和種去勢牛に対して育成期から出荷までの全期間給与したところ（図1-5）、乾燥籾米を使用しなかった発酵TMR（対照TMR）を給与した場合と比べて乾物摂取量や1日増体量が優れる傾向が認められ、枝肉重量も出荷月齢が1ヵ月早いにもかかわらず28kg程度上回り、肥育期間を短縮できる可能性が示されました（表1-3、1-4）。

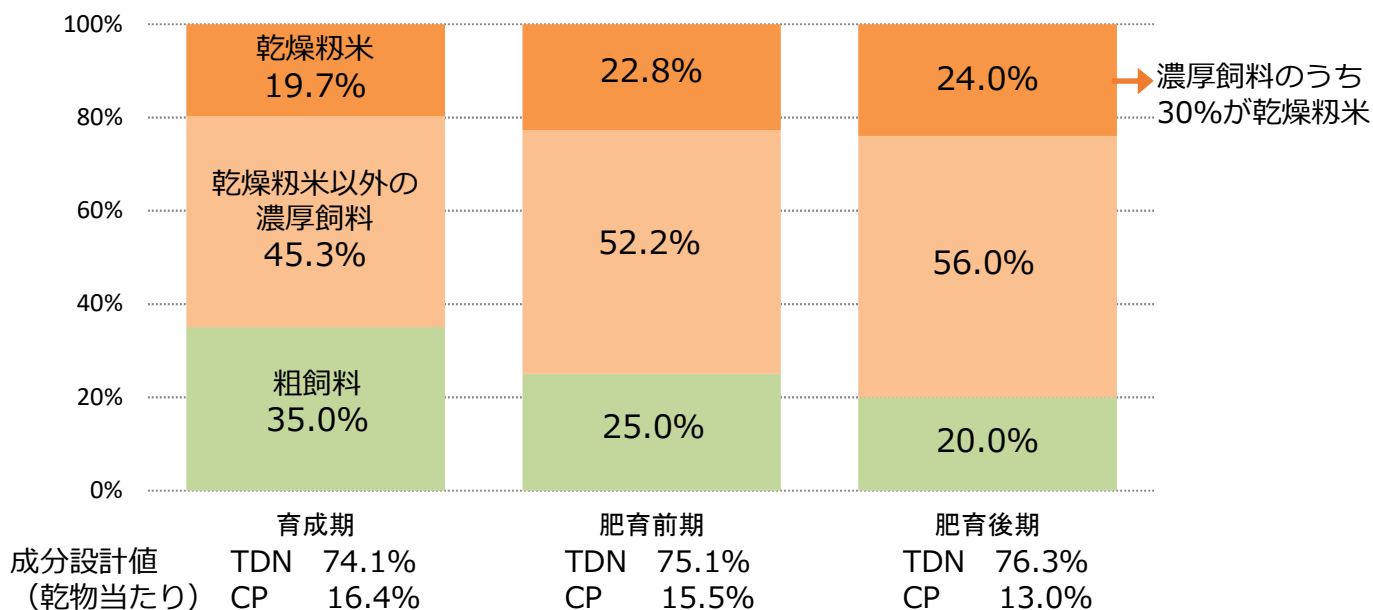


図1-5. 乾燥籾米混合TMRの配合割合（乾物当たり）

表1-3. 肥育成績

	乾燥粗米 TMR	対照TMR
頭数 (頭)	4	4
育成期 (6~8ヵ月齢)		
乾物摂取量 (kg/日)	6.95	6.25
1日増体量 (kg)	1.29	1.14
飼料効率	0.185	0.182
肥育前期 (9~12ヵ月齢)		
乾物摂取量 (kg/日)	7.31	6.33
1日増体量 (kg)	1.08	0.96
飼料効率	0.148	0.150
肥育後期 (13~25ヵ月齢)		
乾物摂取量 (kg/日)	7.60	6.17
1日増体量 (kg)	0.77	0.65
飼料効率	0.101	0.112

表1-4. 枝肉成績

	乾燥粗米 TMR	対照TMR
頭数 (頭)	4	4
肥育期間 (ヵ月)	16.3	17.2
出荷月齢 (ヵ月齢)	24.7	25.8
枝肉重量 (kg)	459.3	431.7
コース芯面積 (cm ²)	54.3	59.3
バラ厚 (cm)	8.3	7.7
皮下脂肪厚 (cm)	2.7	2.2
歩留基準値	73.9	74.9
BMS No.	7.0	6.0

！ 留意点

● 枝肉成績についてはBMS No.などの形質は概ね通常出荷と変わらない成績が得られており、今後は枝肉重量の確保が課題となります。

4) 短期肥育による収益向上の試算結果

肥育期間を短縮することで、出荷頭数が増加し、収益の向上につながります。

今回の試験成績を基に去勢牛100頭規模経営で肥育期間の短縮効果を試算

	現状 ¹		肥育期間短縮		差	増減率
	1頭 当たり	100頭 経営	1頭 当たり	100頭 経営		
出荷月齢 (ヶ月齢)		29.5		24.7	-4.8	
出荷体重 (kg)		782.2		719.5	-62.7	
出荷頭数 (頭)	-	59.1	-	77.4	+18.3	
収益 (万円)	129.8	7,675.2	119.4	9,246.3	+1571.1	+20.5%
生産費 (万円)	116.5	6,888.7	108.7	8,413.2	+1524.5	+22.1%
利益 (万円)	13.3	786.5	10.8	833.1	+46.6	+5.9%

1 統計値（農業経営統計調査 平成29年度肉用牛生産費）

！ 留意点

- 肥育期間短縮による収益向上効果をさらに高めるためには、飼料摂取量や飼料効率の向上による枝肉重量の増加に寄与する技術開発が必要です。
- 粃米の給与により期待される牛肉の付加価値向上効果（単価向上）として、脂肪酸組成やビタミン含量の調査を行いました。明らかな効果は認められませんでした。
- 発酵TMRのメリットを活かし、粃米とともに地域特産農産物の粕などの副産物を活用することにより地域の特色ある和牛肉生産が期待されます。

2 玄米と生稲わらサイレージを活用した黒毛和種肥育

肥育後期(20ヵ月齢以降)の黒毛和種去勢肥育牛に対し、出荷直前の6、3、または1ヵ月間、市販配合飼料の30%を破碎玄米で代替した濃厚飼料と粗飼料として生稲わらサイレージを給与する試験を実施し、慣行給与牛と同等以上の成績が得られることを確認しました(図2-1、表2-1、図2-2)。



生稲わらサイレージは刈り取り直後の稲わらに乳酸菌製剤(畜草1号プラス)を加えてサイレージ化し、長期保存を可能としたものです。
参考文献:農林水産省農林水産技術会議事務局,研究成果487「粗飼料多給による日本型家畜飼養技術の開発」

図2-1. 破碎玄米(左)と生稲わらサイレージ(右)

表2-1. 飼料構成

	米給与区 ¹⁾	対照区
配合割合(乾物中%)		
飼料用玄米(破碎)	25.7	0.0
大豆粕	3.5	0.0
市販配合飼料 ²⁾	58.3	91.0
生稲わらサイレージ	12.5	0.0
稲わら	0.0	9.0
飼料成分(乾物中%:実測値)		
TDN	75.6	75.5
CP	11.9	12.0
米の割合(濃厚飼料中乾物%)		
	29.3	0.0

1)6ヵ月、3ヵ月、1ヵ月給与区共通

2)TDN78.8%,CP12.7%(乾物中:実測値)



餌槽の中は…



濃厚飼料と生稲わらサイレージは餌槽を仕切り、分離給与としました

図2-2. ドアフィーダー餌槽(右)と給与飼料(左)

1) 肥育成績

生稲わらサイレージは嗜好性が良く、粗飼料乾物摂取量、全体（粗飼料+濃厚飼料）の乾物摂取量共に、対照区よりも米、生稲わらサイレージ給与区の方が多くなりました（図2-3、図2-4）。

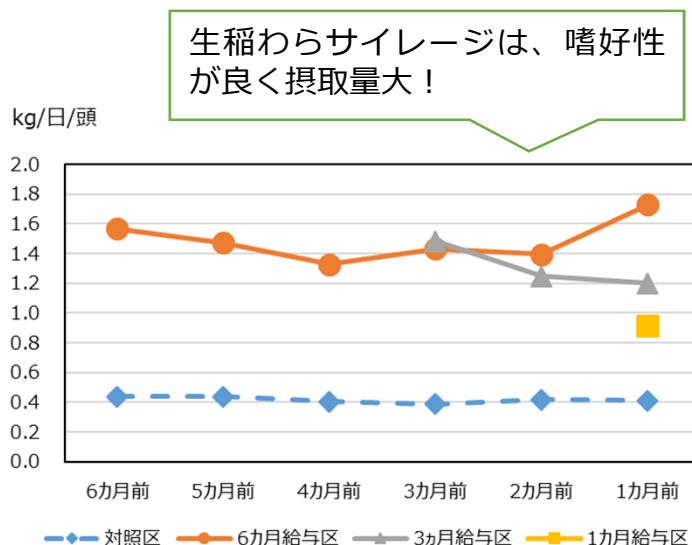


図2-3. 出荷前6ヵ月間の粗飼料乾物摂取量

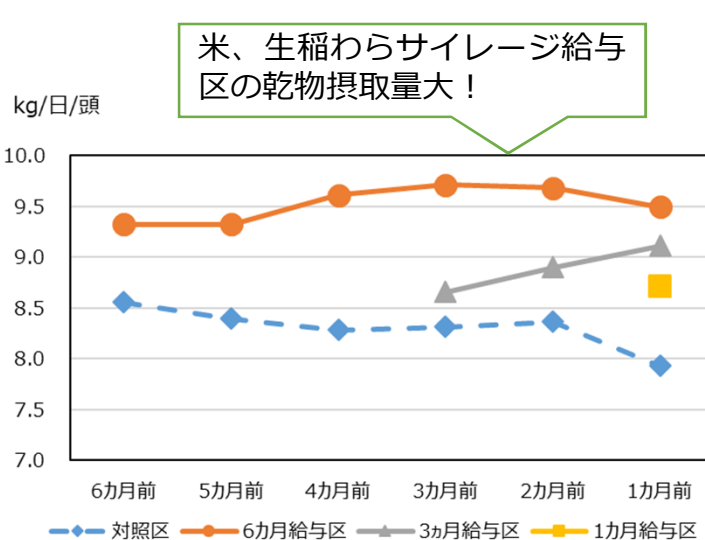


図2-4. 出荷前6ヵ月間の全体乾物摂取量（濃厚と粗飼料の合計）

出荷体重も、米、生稲わらサイレージ給与区で良好な成績が得られました（表2-2）。

表2-2. 各区の出荷時成績

	1ヵ月給与区	3ヵ月給与区	6ヵ月給与区	対照区
試験頭数	8	4	5	5
出荷月齢	27.9	27.7	27.7	27.4
出荷体重(kg)	773.5	769.3	805.8	757.6
生涯DG(kg/日)	0.87 ^b	0.99 ^a	0.92 ^{ab}	0.87 ^b

異符号間に有意差あり (p < 0.05)

2) 枝肉成績

枝肉重量、肉質ともに、対照区と同等以上の良好な成績が得られました（表2-3）。米、生稲わらサイレージを給与しても、従来と変わらない枝肉重量、肉質を確保することができます。

表2-3. 各区の枝肉成績

	1ヵ月給与区	3ヵ月給与区	6ヵ月給与区	対照区
試験頭数	8	4	5	5
枝肉重量(kg)	500.9	491.0	521.0	485.8
ロース芯面積 (cm ²)	64.3	54.8	59.4	59.8
ばら厚(cm)	8.3	8.5	8.8	8.2
皮下脂肪厚(cm)	2.8	2.5	2.5	2.7
歩留基準値	74.5	73.9	74.2	74.1
脂肪交雑(BMS No.)	8.6	6.3	6.4	7.2
肉色(BCS No.)	3.9	3.8	3.8	4.0
締り・きめ等級	4.6	4.3	4.2	4.0
脂肪色(BFS No.)	3.0	3.0	3.0	3.2
等級(頭)	A5	6	1	1
	A4	1	2	3
	A3	1	1	1
A5割合 (%)	75.0	25.0	20.0	20.0

3) 肉質の特性

【脂肪酸含量】多いほど脂肪の口どけが良いとされる「一価不飽和脂肪酸」の割合は、各区とも差はありませんでした(表2-4)。

表2-4. 一価不飽和脂肪酸含量 (単位：%)

脂肪酸名	1ヵ月給与区 (n=8)	3ヵ月給与区 (n=4)	6ヵ月給与区 (n=5)	対照区 (n=5)
一価不飽和脂肪酸	61.7	62.2	60.6	62.2
うち				
ミristレイン酸	1.5	1.4	1.3	1.3
パルミトレイン酸	6.2	5.7	5.8	6.0
オレイン酸	54.1	55.2	53.5	54.9

注) nは試験頭数を示す。

【アミノ酸含量】牛肉中の23種類の遊離アミノ酸を測定し、各アミノ酸が持つ食味(うま味、甘味、苦味)と機能性、その他に分類して検討を行いました。1ヵ月給与区は、いずれの食味においても他区に比較し含有量が少なくなりましたが、3、6ヵ月給与区及び対照区は、ほぼ同等でした(図2-5)。抗酸化作用を持つアンセリンやカルノシン含有量は、米、生稲わらサイレージ給与区で多くなり、差別化出来る可能性が示されました(図2-6、特に楕円枠部分)。

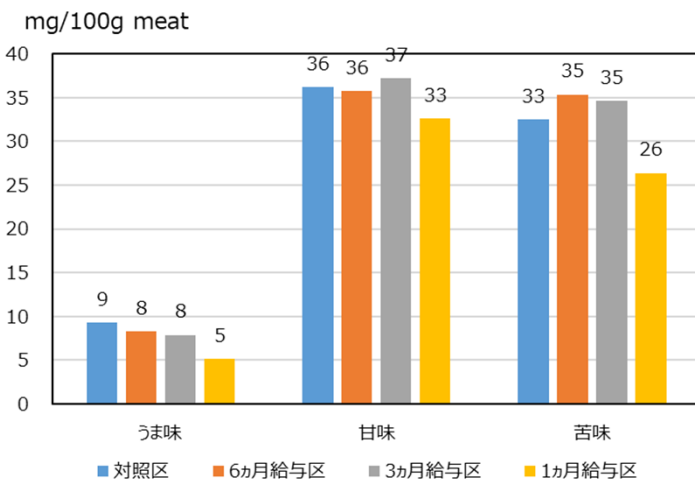


図2-5. アミノ酸由来の食味成分含有量

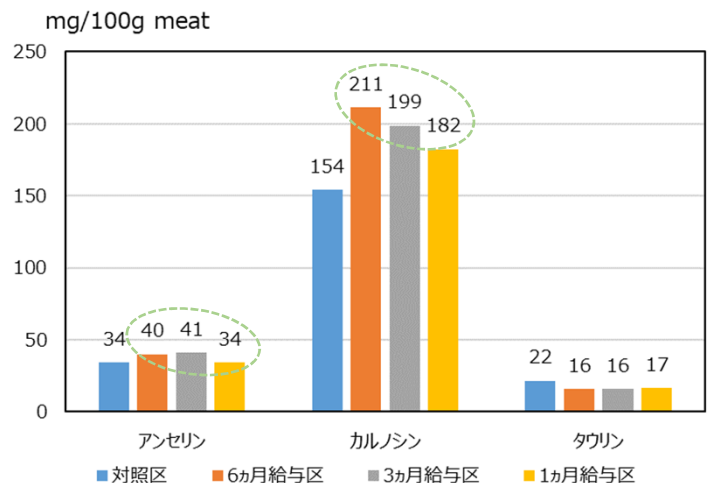


図2-6. 機能性アミノ酸含有量

【香り成分】米と生稲わらサイレージを給与した牛の腎臓脂肪で和牛肉に特徴的な揮発性(香り)成分であるラクトン類が変動することがわかりました(図2-7)。また、その他にも変動する成分がありましたが、給与期間による一貫した変化(期間が長いほど多くなったり、逆に少なくなったりする変化)は認められず、揮発性成分への影響は、給与期間が長いほど強く現れるとは限らないと考えられます。

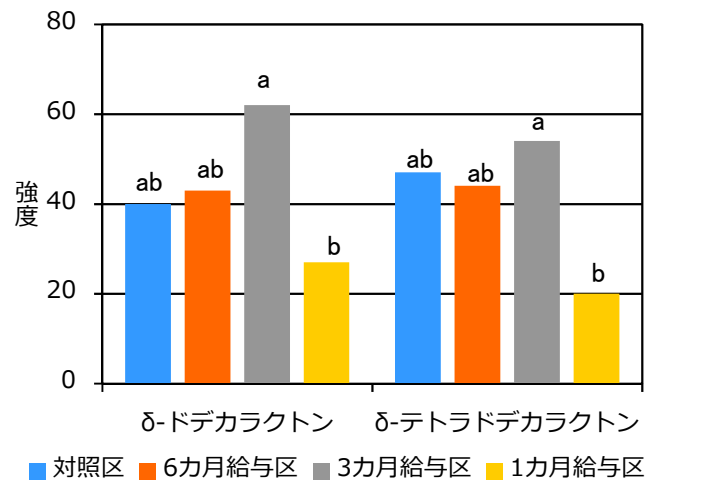


図2-7. ラクトン類 異符号間に有意差あり (p < 0.05)

4) 飼料費の低減効果

濃厚飼料の一部を米に代替すると濃厚飼料単価が約4円/kg、粗飼料として購入稲わらを生稲わらサイレージに代替すると粗飼料単価が約40円/kg低減されました。これにより、試験期間中の飼料費は最大で1日1頭当たり37円（図2-8）、1kg増体に要する飼料費は最大で597円（図2-9）削減されました。米、稲わらサイレージの給与により、飼料コストを抑え、収益の向上につながります。

米給与区全区で、対照区より低減！

1カ月給与区の飼料効率が良好で、大幅に低減！

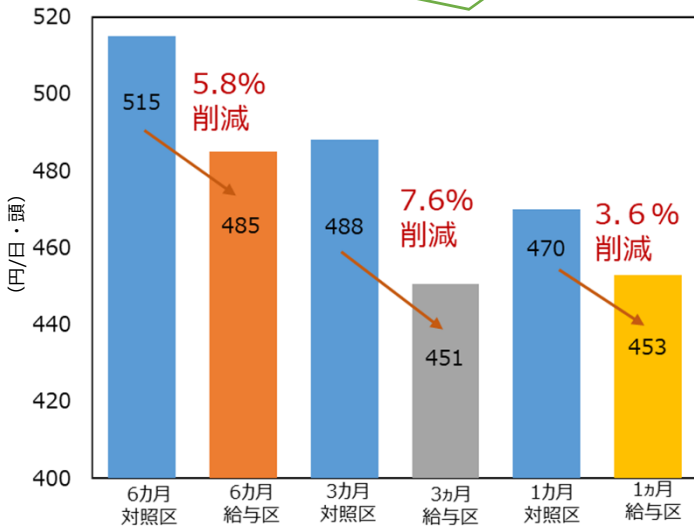


図2-8. 1頭当り1日飼料費

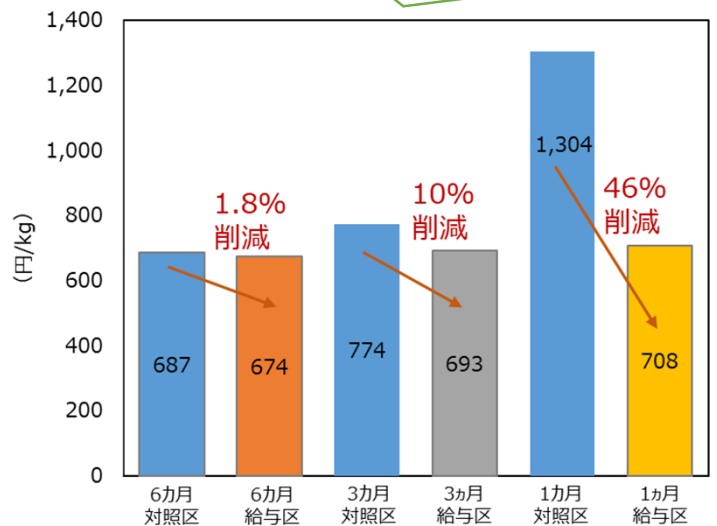


図2-9. 1kg増体に要する飼料費

5) 販売価格

米、生稲わらサイレージを給与しても従来と同等の収益を得ることが出来ます(表2-5)。

表2-5. 枝肉単価等

試験区	枝肉単価 (円/kg)	1頭の販売価格 (円/頭)
対照区	2,485	1,206,436
6か月給与区	2,485	1,293,909
3か月給与区	2,489	1,222,933
1か月給与区	2,644	1,324,873

R1.5.8東京市場の価格に基づき算出

枝肉等級A5の割合が最も高い1か月給与区が最高値となった

肥育後期に濃厚飼料の一部と稲わらを米と生稲わらサイレージに代替しても、従来と同等の肥育成績、枝肉成績を得ることが出来るとともに、収益の向上につながります。

地域で生産された飼料用米や生稲わらサイレージの利用により、特色ある牛肉生産が可能となります。

！ 留意点

● 給与期間による枝肉格付け成績の差や、牛肉中のアミノ酸含有量については、さらに検討が必要です。

3 粃米や玄米を給与した黒毛和種肥育

1) 粉碎粃米を用いた研究所内給与試験

粉碎粃米を大麦代替として20%配合し、黒毛和種肥育牛に給与しても生産性に影響なく、飼料費を低減できます。

粉碎処理した粃米を大麦の代替でんぷん源として20%配合して黒毛和種肥育牛5頭に15ヶ月齢から出荷まで給与し、対照区4頭と比較しました(表3-1)。



表3-1. 飼料の配合割合、成分値(乾物中,%)

試験区分		中期		後期	
		対照区	試験区	対照区	試験区
配合割合	粉碎粃米		19.2		19.2
	皮なし圧パン大麦	22.7		28.5	
	普通フスマ	10.2		5.6	
	特選フスマ	1.2	11.4	1.2	5.7
	大豆粕		3.5		3.5
	配合飼料	65.4	65.4	64.2	71.3
	炭酸カルシウム	0.6	0.6	0.6	0.6
成分値	TDN	82.1	81.7	82.8	81.8
	CP	12.0	12.3	11.8	12.0

増体及び濃厚飼料のみの乾物摂取量は試験区が対照区より多い傾向にあり、粗飼料のみの乾物摂取量は同程度でした(図3-1、図3-2)。

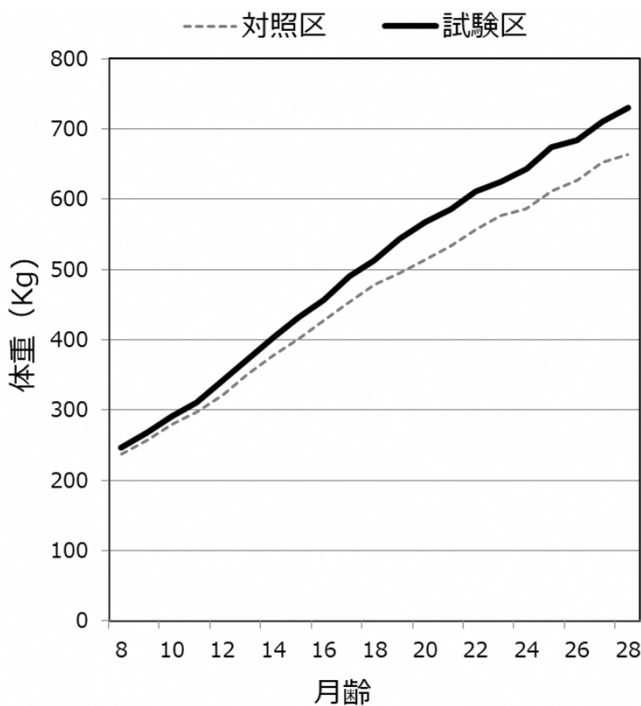


図3-1. 体重の推移

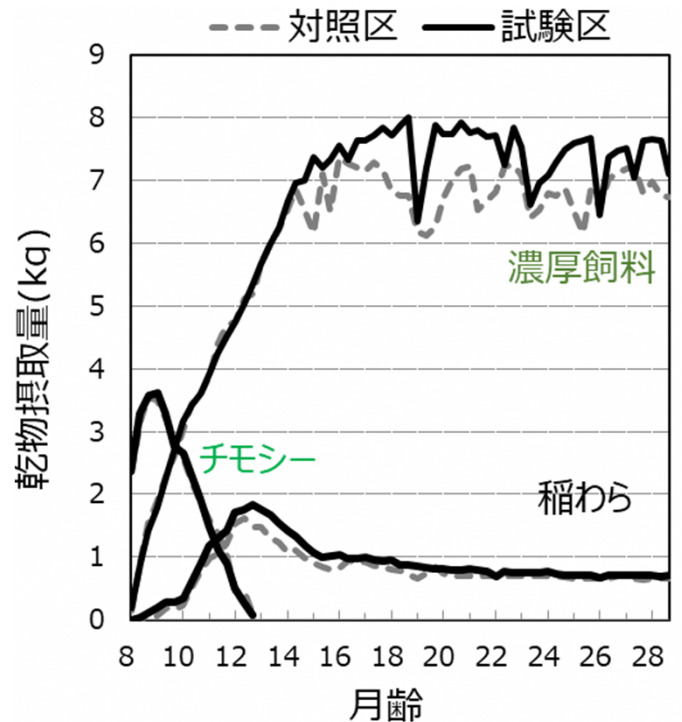


図3-2. 乾物摂取量の推移

枝肉形質については同等か項目によっては試験区の方が良い傾向にあり、生産性に大きな影響はみられませんでした。また、胸最長筋中のオレイン酸含量を理化学分析したところ試験区が対照区に比べ同等以上ありました(表3-2)。

表3-2. 枝肉成績の比較

試験区分		対照区	試験区
頭数	(頭)	4	5
5等級	(頭)	2	4
4等級	(頭)	2	1
枝肉重量	(kg)	421.9	460.9
胸最長筋面積	(cm ²)	52.0	56.4
ばらの厚さ	(cm)	7.3	7.9
歩留基準値	(%)	73.4	74.4
BMS No.		8.0	8.6
BCS No.		3.5	3.8
胸最長筋中オレイン酸	(%)	50.5	52.1

※出荷月齢は両区とも29カ月齢



粉碎粃米給与牛の枝肉断面 (BMS No. 9)

飼料費に関しては、粉碎粃米を大麦の代替として約20%配合することで、1頭当たり約11,000円低減されました。

2) 粉碎玄米を用いた現場実証試験

粉碎玄米を市販配合飼料の約5%混合し、黒毛和種肥育牛に給与しても生産性、牛肉のおいしさに影響なく、飼料費を低減できます。

粉碎処理した玄米を市販配合飼料の約5%混合して黒毛和種肥育牛4頭に12ヶ月齢から出荷まで給与し、対照区3頭と比較しました(表3-3)。



表3-3. 飼料の配合割合、成分値(乾物中,%)

	粉碎玄米	粉碎玄米5%給与区	通常配合飼料
TDN	88.7	78.3	77.8
CP	7.2	12.0	12.3

試験区において粉碎玄米を市販配合飼料の約5%に混合し給与したところ(表3-4)、増体や血液検査において異常は認められませんでした。

表3-4. 配合飼料中飼料用米(粉碎玄米)5%区1頭当たりの乾物給与量

月齢		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
飼料給与量 (kg/日)	粉碎玄米	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3
	配合飼料	5.6	5.9	6.2	6.5	6.8	7.2	7.5	7.8	8.1	8.1	7.7	7.7	7.3	7.3	7.3	7.5	6.4
	飼料添加剤	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2										
	大豆粕	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2										
	粗飼料	飽食																

枝肉形質については同等か項目によっては試験区の方が良い傾向にあり、生産性に大きな影響はみられませんでした。飼料費に関しては、市販配合飼料と粉碎玄米(粉碎処理、配送料込)との差額より試験区で1頭当たり約5000円低減されました。また、胸最長筋中のオレイン酸含量を理化学分析したところ試験区が対照区に比べ同等以上ありました。(表3-5)

表3-5. 枝肉成績の比較

試験区分		対照区	試験区
頭数	(頭)	3(去勢)	4(去勢)
5等級	(頭)	3	2
4等級	(頭)		2
枝肉重量	(kg)	477.5	489.8
胸最長筋面積	(cm ²)	55.7	63.5
ばらの厚さ	(cm)	8.2	9.1
歩留基準値	(%)	73.6	74.5
BMS No.		9.0	7.3
BCS No.		4.0	3.8
胸最長筋中オレイン酸	(%)	51.0	52.3

※出荷月齢は両区とも29カ月齢



粉碎玄米給与牛の枝肉断面(BMS No. 10)

対照区の皮下脂肪で和牛肉に特徴的な揮発性（香り）成分であるラクトン類が増加しました(図3-3)。また、その他の成分には明らかな変動はなく、粉碎玄米の給与による揮発性成分への悪影響は認められませんでした。分析型食味官能評価試験を対照区と試験区それぞれ2頭の胸最長筋を供試してパネル7名で実施したところ、総合評価で同程度の結果でした。

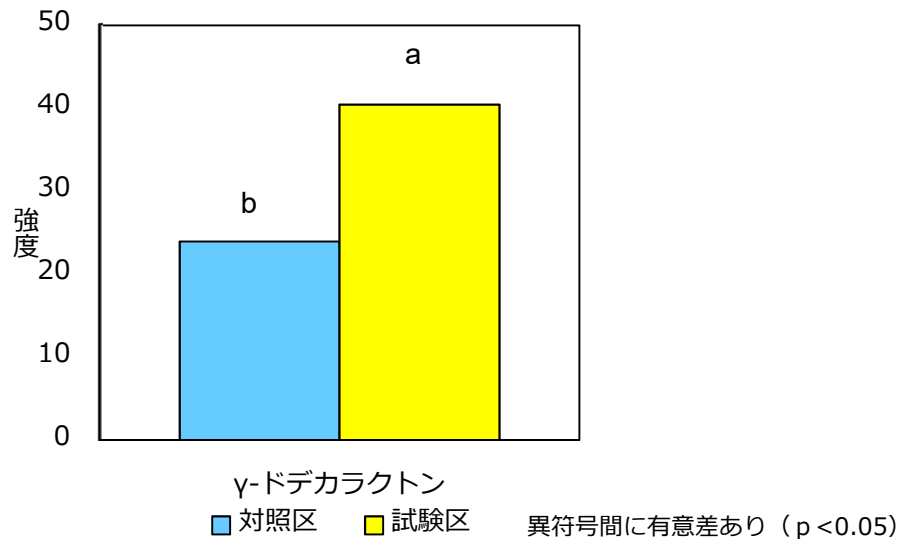


図3-3. ラクトン類の比較

！ 留意点

- 飼料用米を給与する際は、体調不良を起こさないよう十分な馴致期間の確保が必要です。
- 飼料用米を給与する際は、ルーメンアシドーシス予防のために、十分な粗飼料摂取や配合飼料と飼料用米の攪拌が必要です。

略語一覧

BCS	牛肉色基準
BMS	牛脂肪交雑基準
CP	粗タンパク質
DG	日増体量
SGS	ソフトグレインサイレージ
TDN	可消化養分総量

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 粳米を活用した発酵 TMRによる黒毛和種肥育	福馬 敬紘 今成 麻衣 柴 伸弥	広島県立総合技術研究所畜産技術 センター 農研機構東北農業研究センター
2 玄米と生稲わらサイレ ージを活用した黒毛和 種肥育	西村 加奈 山科 一樹 今成 麻衣 柴 伸弥	富山県農林水産総合技術センター 畜産研究所 農研機構東北農業研究センター
3 粳米や玄米を給与した 黒毛和種肥育	大林 賢伍 今成 麻衣 柴 伸弥	岐阜県畜産研究所 農研機構東北農業研究センター

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）の許可を得て下さい。

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 —牛肉生産技術編—

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