

黒毛和種去勢牛に対する飼料用稲の全期間給与技術

中村良一*・鎌田丈弘・松井透**・神山義郎**

Feeding Techniques of Rice Plant and Whole Crop Rice Silage
for Japanese Black Steers through the Fattening Entire Period

Ryoichi NAKAMURA*, Takehiro KAMATA, Toru MATSUI, Yoshio KAMIYAMA**

要 約

国産飼料資源として注目されている飼料用稲を活用した黒毛和種肥育牛への飼料用稲肥育全期間給与試験として、もみ米区（配合飼料の40%をもみ米で代替+稲WCS）、玄米区（配合飼料の50%を玄米で代替+稲WCS）および飼料用稲を給与しない慣行区を設け、10～30か月齢まで肥育試験を実施した。

1. 総乾物摂取量は同等であったが、肥育中期以降、慣行区と比べて玄米区は粗タンパク質（以下CP）摂取量が、もみ米区はCPおよび可消化養分総量（以下TDN）摂取量が低かった。
2. 増体量は慣行区が高まる傾向を示したが有意な差は認められなかった。
3. もみ米区および玄米区では稲WCSを給与した肥育前期と後期において血中ビタミンAおよびビタミンE濃度が高くなった。また、これらの区では肥育期間を通してBUNが低く推移した。
4. 枝肉等級は慣行区、玄米区、もみ米区の順に優る傾向にあった。枝肉重量は慣行区が他の2区より重かったが、有意な差ではなかった。ロース芯面積はもみ米区が小さかった。肉質では、もみ米区がBMS値、光沢、締まり等で慣行区より劣った。
5. 牛肉の脂肪酸組成について差は見られなかったが、ビタミンE含量は玄米区が他の2区に比べて有意に高く、もみ米区もやや高まる傾向を示した。
6. 牛肉のクッキングロスおよび剪断力価はもみ米区、玄米区、慣行区の順に低下する傾向を示した。

以上より、配合飼料の50%を玄米で代替し、肥育前期および後期に牧草あるいは稲わらの一部を稲WCSと代替する給与方法は、肥育牛の増体や枝肉成績に悪影響を与えず、牛肉中のビタミンE付加に効果があることが示された。一方、配合飼料の40%をもみ米で代替する給与方法は、エネルギーの摂取量の不足により枝肉成績が低下することが懸念されるため、代替率を含めた飼料設計の改善が必要と考えられた。

目 的

近年の飼料価格高騰が畜産農家に与える経営的負担は大きくなる一方であり、安価な国産飼料資源を活用して飼料費を抑えるとともに、海外への依存度を減らし、飼料自給率向上を図ることが安定した畜産経営を推進する上で重要となっている。

一方、国内で生産できる飼料資源として飼

料用稲の作付けが拡大しており、本県においては約 3,000ha が飼料用米仕向けとして作付けされており、今後も拡大することが予測される。

肉用牛に対する飼料用米の利用に関しては多くの知見が蓄積されており、多量に給与した事例として、野村ら（2011、2014）は配合飼料の6割を玄米あるいはもみ米で代替給与しても、慣行肥育と同等の発育や肉質が得ら

*現青森県畜産課、**元青森県産業技術センター畜産研究所

れることを明らかにしている。また、稲ホールクロップサイレージ（以下、稲 WCS）の肥育牛に対する利用については、福田らの研究（2006）等から脂肪交雑への影響を考慮し肥育中期には給与を控え、肥育前期および後期に給与することが推奨されており、さらに牛肉中のビタミンE濃度を高めることから保存性向上効果が期待されている。

そこで、本試験では飼料用稲の利用拡大を図るため、黒毛和種去勢牛に対する飼料用米および稲 WCS を併用した給与試験を行い、肥育成績および枝肉成績に及ぼす影響を調査した。

試験方法

1. 試験場所

青森県産業技術センター畜産研究所内の肥育牛舎で行った。

2. 試験期間

平成 23 年 1 月～24 年 8 月

10～30 か月齢までの概ね 20 か月間

3. 試験区分

試験区は、配合飼料の現物重量比で 40%（乾物比で 39.5%）をもみ米で代替した区（以下もみ米区）、配合飼料の 50%（乾物比で 49.2%）を玄米で代替した区（以下玄米区）および飼料用米を給与しない慣行区の 3 区分とした。もみ米区および玄米区では肥育前期および後期に稲 WCS を現物で 3.5kg/日/頭、肥育前期のみ大豆粕を 0.5kg/日/頭給与した（表 1）。

4. 供試牛

10 か月齢の黒毛和種去勢牛を各区 4 頭で計 12 頭を用い、血統は父方半きょうだい（「第 2 花国」産子）とした。

5. 供試した飼料用稲

飼料用米は本県開発の「みなゆたか」を用い、飼料用米破砕機（デリカ製 DHC-2000）により、もみ米および玄米ともに粒度が 2mm 程度になるよう 2 回粉砕したものを給与した。

表 1 飼料給与内容 (kg/日/頭、現物重)

区分	給与飼料	前期	中期	後期
		(10～14か月齢) DG1.0kg	(15～21か月齢) DG0.9kg	(22～30か月齢) DG0.8→0.6kg
もみ米区	前中期飼料	3.6→4.2	5.1→5.7	1.9→1.0
	後期飼料			2.0→3.0
	もみ米	2.4→2.8	3.4→3.8	2.6→2.7
	稲WCS	3.5		3.5
	稲わら	1.0	1.5	0.5
	大麦			1.0
玄米区	前中期飼料	2.8→3.3	4.0→4.4	1.0→0.1
	後期飼料			2.0→3.0
	玄米	2.8→3.3	4.0→4.4	3.0→3.1
	稲WCS	3.5		3.5
	稲わら	1.0	1.5	0.5
	大麦			1.0
慣行区	前中期飼料	6.2→7.5	8.4→9.5	5.4→4.6
	後期飼料			2.0→3.0
	乾草	1.0		
	稲わら	2.0	1.5	1.0
	大麦			1.0

前中期飼料：CP13.5%、TDN73.0%

後期飼料：CP12.0%、TDN74.0%

稲 WCS は本県開発の「うしゆたか」を用い、青森県十和田市内でコンバイン型イネ WCS 専用収穫機で調製したものを給与した。

稲 WCS 中のビタミン A 濃度は 108～600IU/100g、ビタミン E 濃度は 4.2～9.7mg/100g であった。

6. 飼養管理

各試験区毎に牛房を 2 か所ずつ用意し、各々 2 頭収容した。飼槽は、稲 WCS 用、稲わら用および配合飼料や飼料用米、大麦、大豆粕をミキシングした混合飼料用の 3 槽に区分した。飼料給与は朝（午前 9 時）および夕方（午後 3 時）の 2 回行い、朝は日量の 1/3、夕方は 2/3 とした。敷料にはおが屑を用い、概ね 2 週間に 1 回程度、入れ替えを行った。給水は各牛房に 1 個ずつ設置されたウォーターカップにより行い、その傍らに尿石予防のための塩化アンモニウム主体の固形塩を設置した。また、整腸剤として乳酸菌（1g 中 1×10^8 個）、酪酸菌（1g 中 1×10^6 個）、糖化菌（1g 中 1×10^6 個）を配合した補助飼料を月齢に応じた適量で添加した。

毎月 1 回の採血により血中ビタミン A 濃度を測定し、概ね 40 万 IU/dl を下回る場合にビタミン A 剤（1ml 中 10 万 IU 含有）を 10 万から 100 万 IU 投与した。

7. 調査項目

各試験区の飼料の給与量および残飼量を毎日計測し、乾物（以下 DM）摂取量、TDN 摂取量および CP 摂取量を算出した。体重は 2 週間毎に定時計測した。毎月 1 回血液を採取し、一般血液性状（T-cho、BUN、GOT、 γ -GTP）および血中ビタミン濃度（ビタミン A、ビタミン E）を検査した。

試験終了後、県内でと畜し、食肉センターにおいて公益社団法人日本食肉格付協会による格付評価を受けた。また、牛肉の成分を調べるため胸最長筋の一部を採取し、

粗脂肪含量、脂肪酸組成、融点およびビタミン E を測定した。さらに、保水性および物性を調べるために半膜様筋から筋肉ブロックを切り出し、ドリップロス、クッキングロスおよび剪断力価を測定した。

8. 統計処理

試験区間の差の検定は Tukey-Kramer の多重比較検定を用いた。

結果および考察

1. 飼料摂取量

DM 摂取量については、肥育全期間の総摂取量で試験区間に大きな差は見られなかったが、肥育中期にはもみ米区で低下する傾向にあった。TDN 摂取量は、玄米区が全期間において高く推移し慣行区を上回ったが、もみ米区は肥育中期において他区より 10% 程度低く推移した。CP 摂取量は慣行区 647 kg、もみ米区 525 kg、玄米区 508 kg の順に多かったが、これは飼料用米を給与した区において、肥育中期から後期に大豆粕を給与しなかったことが原因と推察された（表 2）。

2. 体重および増体量

試験期間中の増体量は、慣行区 525.0

表 2 飼料摂取量

区分	摂取量	前期			中期		後期		総摂取量
		前期	中期	後期	前期	中期	後期		
もみ米区	DM	1,156	1,703	1,795	4,654				4,654
	TDN	876	1,312	1,395	3,583				3,583
	CP	138	196	191	525				525
玄米区	DM	1,110	1,772	1,746	4,628				4,628
	TDN	877	1,474	1,438	3,789				3,789
	CP	132	200	176	508				508
慣行区	DM	1,091	1,811	1,769	4,671				4,671
	TDN	820	1,427	1,418	3,665				3,665
	CP	145	259	243	647				647

表 3 体重及び日増体量

区分	体 重			日増体量
	開始時	終了時	増体量	
もみ米区	325.0	819.8	494.8	0.87
玄米区	324.8	809.5	484.7	0.85
慣行区	321.8	846.8	525.0	0.93

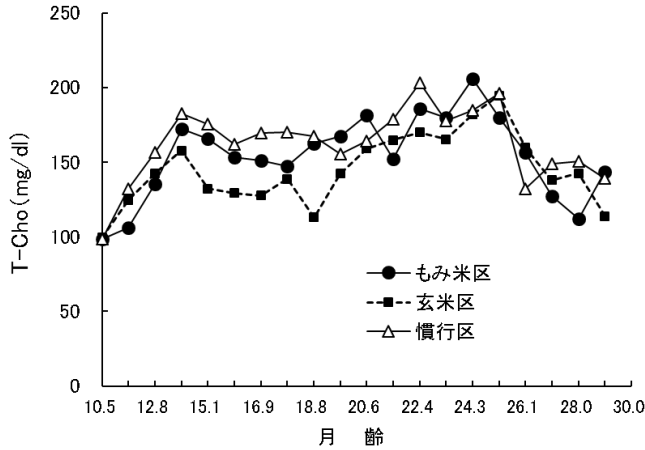


図1-1 T-choの推移

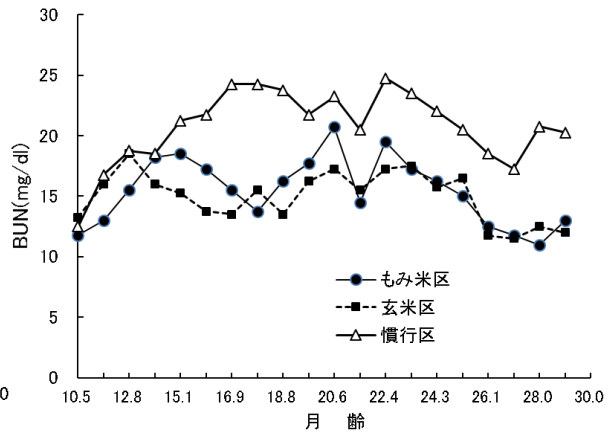


図1-2 BUNの推移

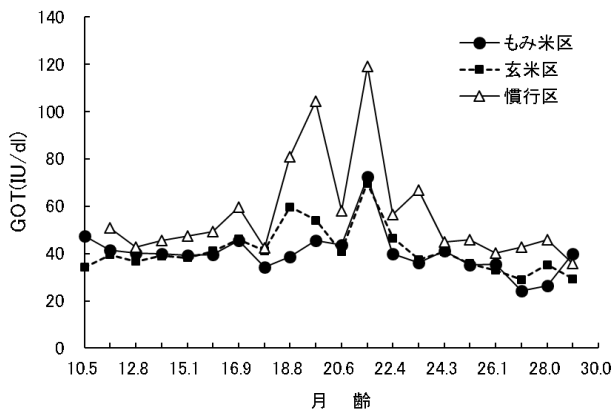


図1-3 GOTの推移

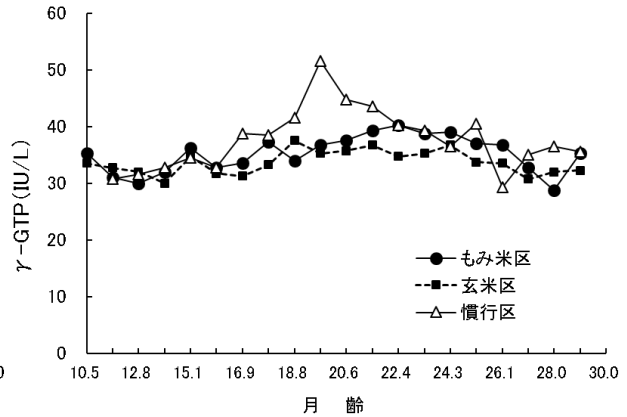


図1-4 gamma-GTPの推移

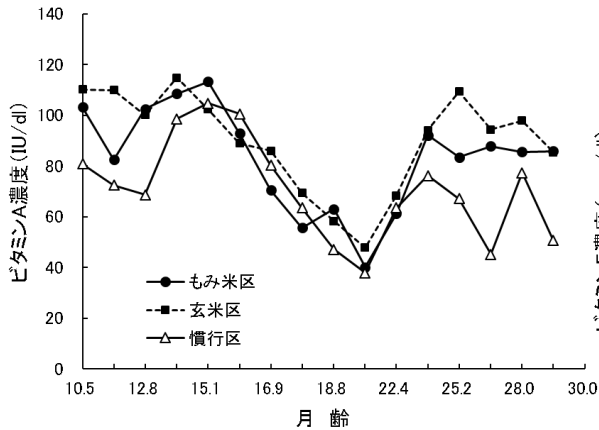


図2-1 血中ビタミンA濃度の推移

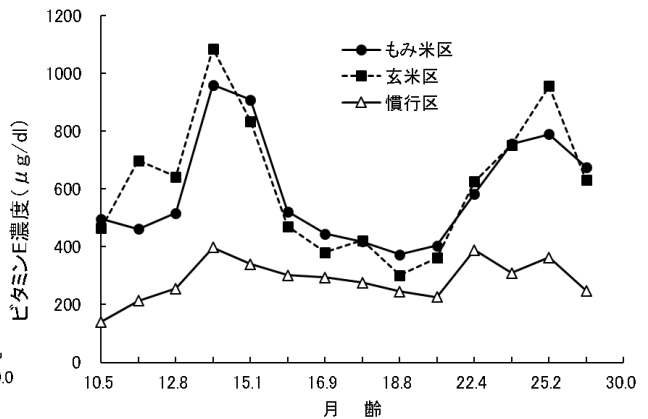


図2-2 血中ビタミンE濃度の推移

kg、もみ米区 494.8 kg、玄米区 484.7 kgとなり、慣行区が高い傾向を示したが有意差はなかった(表3)。表2に示した飼料摂取量から摂取飼料中のCP含有率を推定すると、慣行区では肥育前期、中期、後期で各々13.3%、14.3%、13.7%であったのに対し、もみ米区および玄米区においては肥育

前期から中期が11.3から11.9%、後期が10.1から10.6%となり、飼料用米を給与した区では全期間においてCP含有率が低かった。日本飼養標準(肉用牛2008年版)では、肉用牛去勢牛(体重300kg以上)のCP必要量は飼料乾物中12%程度としている。本試験では、もみ米区および玄米区の肥育

中期以降に飼料中 CP 含有率が 12%以下に低下しており、このことが増体量低下の一因と推察された。

3. 血液性状

- (1) T-Cho は、玄米区で肥育前から中期にかけて低下する時期があったものの、各区とも 100 mg/dl 以上を維持していることから、エネルギーは充足されていたと推察される (図 1-1)。
- (2) BUN は、慣行区が肥育初期を除くほぼ全期間を通して高く推移し、もみ米区および玄米区で低水準となった (図 1-2)。これは、前述したとおり飼料用米を給与した区において CP 摂取量が慣行区より低かったことを反映した結果と考えられる。
- (3) GOT および γ -GTP は、慣行区肥育中期で高くなったが、これは当区の 1 頭が異常に高い値を示したことによるものであり、これを除くと区間の差は小さいものであった (図 1-3、1-4)。
- (4) ビタミン A 濃度は、肥育前期および後期においてももみ米区および玄米区が慣行区

より高く推移し、 β カロテンを含む稲 WCS 給与の影響が示唆された。一方、稲 WCS の給与を休止した肥育中期におけるビタミン A 濃度は、区間の差が縮小するとともに一様に低下したことから、前期における稲 WCS 給与はビタミン A 制御に影響しないものと考えられた (図 2-1)。

- (5) ビタミン E 濃度は、その含有率が高い稲 WCS を給与したもみ米区および玄米区で高く推移し、とくに稲 WCS を給与した肥育前期および後期で慣行区を大きく上回った (図 2-2)。

4. 枝肉成績および牛肉の性状

- (1) 枝肉等級は、慣行区、玄米区、もみ米区の順に優る傾向にあった。

枝肉重量は、慣行区が 550.8kg と最も重かったが有意な差ではなかった。ロース芯面積はもみ米区が 58.0 cm² と他の 2 区に比べ有意に小さかった (表 4)。森本ら (1996) は超音波推定の結果から、肥育期間におけるロース芯面積は直線的に増加する傾向があり、肥育前期の栄養管理の重要

表 4 枝肉成績

項目	もみ米区	玄米区	慣行区
等級			
A-5 (頭)	0	1	2
A-4 (頭)	2	1	2
A-3 (頭)	1	2	0
A-2 (頭)	1	0	0
枝肉重量 (kg)	531.6	523.6	550.8
ロース芯面積 (cm ²)	58.0 b	68.8 a	70.5 a
バラの厚さ (cm)	9.6	9.5	10.5
皮下脂肪厚 (cm)	2.6	2.9	2.4
肉質			
BMS No.	4.3 B	6.0 AB	8.3 A
脂肪交雑等級	3.5 b	4.0 ab	5.0 a
BCS No.	4.0	3.8	3.8
光沢	3.5 b	3.8 ab	5.0 a
光沢等級	3.5 b	3.8 ab	5.0 a
締まり	3.8 A	4.3 a	5.0 bB
きめ	3.5	4.3	4.5
BFS No.	3.0	3.0	3.0
脂肪の光沢と質	5.0	5.0	5.0
脂肪光沢の等級	5.0	5.0	5.0

横列異符号間に有意差あり AB:p<0.01, ab:p<0.05

表 5 胸最長筋の成分含量

項目	もみ米区	玄米区	慣行区
粗脂肪 (%)	36.5	43.9	45.1
脂肪酸組成 (%)			
C14:0 ミリスチン酸	3.6	3.3	3.6
C14:1 ミストレイン酸	1.2	1.3	1.1
C16:0 パルミチン酸	30.4	28.7	30.6
C16:1 パルミトイン酸	5.0	5.2	4.6
C18:0 ステアリン酸	10.3	9.7	10.2
C18:1 オレイン酸	44.8	47.1	44.2
C18:2 リノール酸	1.8	1.7	2.1
C18:3 リノレン酸	0.1	0.1	0.0
一価不飽和脂肪酸	52.2	55.0	51.3
多価不飽和脂肪酸	1.9	1.8	2.3
n-6/n-3	23.1	24.7	19.5
融点 (°C)	34.7	32.7	35.3
ビタミンE(mg/100g)	0.38 b	0.55 a	0.23 b

異符号間に有意差あり (p<0.05)

表6 半膜様筋の理化学性

項目	もみ米区	玄米区	慣行区
ドリップロス (%)	3.6	3.6	3.6
クッキングロス (%)	18.6	17.1	16.7
剪断力価 (kg/cm ²)	2.3	1.7	1.4

性を指摘している。一方、今回の試験ではもみ米区の中期から後期にかけて TDN 摂取量が低下していたことから、前期のみならず中期以降のエネルギー摂取量確保が重要である可能性が示唆された。

肉質では、もみ米区が BMS No. (脂肪交雑基準)、肉の光沢、締まりとも慣行区に対して有意に低かった (表4)。森田ら (1995) の研究において、飼料中 CP 濃度が低い場合は BMS No. が低下することが指摘されており、本研究の結果はこれと一致するものであった。

牛脂肪色基準 (BFS No.) は区間の差が認められず、稲 WCS 由来の β カロテンによる脂肪の黄色化は見られなかった。

(2) 胸最長筋の粗脂肪含量は、有意差はないものの慣行区、玄米区、もみ米区の順に高くなり、BMS No. を反映する結果となった。脂肪酸組成、n-6/n-3 比および融点については区間に有意な差は認められなかった。

ビタミン E 含量は玄米区が 0.55mg/100g と高く、他の2区と比べて有意な差が見られた。また、もみ米区は 0.38mg/100g となり、有意性はないものの慣行区の 0.23mg/100g を上回った (表5)。前述したように、肥育後期における血中ビタミン E 濃度は玄米区およびもみ米区で高い値を示しており、牛肉中含量との関連が認められた。牛肉中のビタミン E 含量が 0.35mg/100g を超えるとメトミオグロビンの形成が抑制されるとともに、脂質の酸化を抑えるとしており (日本飼養標準肉用牛 2008 年版)、石崎ら (2008) や高橋ら (2015) の研究成果と同様、今回の結果は

稲 WCS の給与により牛肉の保存性が高まる可能性を示唆するものと考えられた。

(3) 牛肉の貯蔵時の保水性を示すドリップロスは、区間に差が認められなかった。また、加熱時の保水性を示すクッキングロスおよび肉の硬さを示す剪断力価は、いずれももみ米区、玄米区、慣行区の順に低下する傾向を示し、粗脂肪含量の増加とともにクッキングロスや剪断力価が低下するという上田ら (2002) の報告と一致した (表6)。

以上、黒毛和種去勢牛の肥育において、配合飼料の 40% をもみ米で代替、あるいは 50% を玄米で代替し、さらに稲 WCS を肥育前期および後期に給与した結果、玄米 50% 代替給与では飼料用稲を給与しない慣行肥育と同等の枝肉成績を確保できることが明らかとなった。また、稲 WCS を給与することによって牛肉中の血中ビタミン E 濃度が上昇することから、牛肉の鮮度保持効果が期待された。

もみ米については、配合飼料の 40% を代替するとエネルギー摂取量の不足から肉質の低下を招いたため、代替率を下げるとともに TDN と CP のバランスに配慮した給与技術について検討することが必要と考えられた。

引用文献

- 福田孝彦・森本一隆・塩崎達也 (2006) 黒毛和種去勢肥育牛への稲ホールクロップサイレージ給与試験、鳥取畜試研報34 : 19~25
 石崎重信・山田真希夫 (2008) 稲発酵粗飼料を利用した交雑種去勢牛肥育、千葉県畜産総合研究センター研究報告第8号 : 1~7
 森本正隆 (1996) 超音波肉質測定装置の推定結果からみた肥育方法に関する考察、畜産の研究第50巻第1号 : 35~44
 森田宏・成瀬満佐子・橋端堅次郎・加藤篤幸

- (1995) 黒毛和種去勢牛肥育における粗蛋白質水準が発育と肉質に及ぼす影響、愛知県農業総合試験場研究報告第 27 号：303～306
野村賢治・小林崇之・竹内隆泰・近藤守人
(2011) 肥育中後期に濃厚飼料の 6 割を飼料用玄米で代替給与した黒毛和種肥育牛への影響、福井県畜産試験場研究報告第 24 号：9～16
野村賢治・三竹博道・堀川明彦・小林崇之・近藤守人 (2014) 濃厚飼料の 30% および 60% を粳米で代替肥育した黒毛和種肥育牛への影響、福井県畜産試験場研究報告第 27 号：13～19
高橋英太・関誠・村松克久・島津是之
(2015) 稲発酵粗飼料および粉碎玄米の給与が短期肥育した黒毛和種去勢牛の発育および肉質に及ぼす影響、新潟県畜産研究センター研報 No. 18：30～34
中央畜産会 (2008) 日本飼養標準肉用牛 (2008 年版)
上田靖子・渡辺彰・樋口幹人・新宮博行・榎引史郎・篠田満 (2002) 牛肉の脂肪交雑と理化学的特性の関係、平成 15 年度東北農業研究成果情報