

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

野村 賢治・三竹博道・堀川明彦・小林 崇之・近藤守人

要 約 県内肥育農家で一般的に使用されている濃厚飼料を給与する慣行飼料区（慣行区）と、慣行の濃厚飼料の30%および60%を粳米で代替肥育する試験区（30%区、60%区）を設け、10カ月齢から26カ月齢までの肥育試験を行った。30%区は慣行区と同程度の発育や肉質が見られた。60%区は慣行区や30%区より増体が少なかったが、肉質の向上が見られた。肉質等級は慣行区ではA5等級が0頭に対し、30%区は1頭、60%区では2頭と増加し、上物率でも慣行区や30%区の66%に対し60%区では100%となった。枝肉の脂肪酸組成ではオレイン酸は一定の傾向が見られなかったが、試験区では粳米の増給に伴いリノール酸が少なくなる傾向が見られた。以上から黒毛和種肥育において濃厚飼料の30%および60%を粳米で代替給与してもトウモロコシ主体の慣行飼料と同等の肉質が得られるものと考えられた。

キーワード：破碎粳米、血中ビタミンA、反芻時間、オレイン酸、リノール酸

I 諸 言

近年、飼料価格は高価格で推移しており畜産農家は厳しい経営を強いられている。また、国内の飼料自給率は低く一層の自給率の向上が求められている。

そこで、県内で生産された飼料用米を最大限活用し肉牛肥育農家の生産コストの低減を図るため、粳米を多く用いて肥育する場合の牛体や生産牛肉への影響を明らかにするため、本県の黒毛和種ブランド牛「若狭牛」の肥育期に濃厚飼料の30%および60%を粳米で代替給与し、発育、血液性状や反芻時間および枝肉成績、脂肪酸組成等を調査した。

II 材料と方法

1 供試牛

福井県嶺南牧場産の黒毛和種去勢牛10頭（慣行区3頭、30%区3頭、60%区4頭）を用いた。

2 期間

平成23年4月から平成25年4月まで、10カ月齢から26カ月齢まで肥育試験を行った。

3 飼料給与内容

肥育前期（10～14カ月齢）に市販の肥育前期飼料（DM中CP15.9%、TDN77.3%）から市販の肥育中後期飼料（DM中CP13.1%、TDN88.3%）への切り替えを行い、出荷前3カ月間は大麦を3割代替肥育する慣行区に対し、濃厚飼料全体の30%および60%を置き換える2つの試験区を設けた。肥育開始から粳米で代替を開始し、月あたり約1kgずつ漸増給与し粳米30%以上にその割合を増やす30%区、同じく60%以上に粳米の割合を増やす60%区を設けた（表1）。

表1 飼料給与内容 (単位:kg/日)

区分	給与飼料	前期	中期	後期	
		10~14カ月齢	15~20カ月齢	21~26カ月齢	
慣行飼料区	前期飼料	3~0			
	中後期飼料	0~6	6~10	10~7	
	庄ぺん大麦			0~3	
	チモシー乾草	2~0			
	稲ワラ	0~1.5	0.9	0.8	
30%区	前期飼料	3~0			
	中後期飼料	0~4	4~7	7~5	
	庄ぺん大麦			0~2	
	粳米	0~3	3	3	
	チモシー乾草	2~0			
60%区	前期飼料	3~0			
	中後期飼料	0~2	2~4	4~3	
	庄ぺん大麦			0~1	
	粳米	0~5	5~6	6	
	チモシー乾草	2~0			
		稲ワラ	0~1.5	0.9	0.8

※粗飼料給与1時間後に濃厚飼料給与、破砕粳米は市販配合飼料の上にトップドレス給与。水分は、ウォーターカップにより自由飲水。塩分は、塩化アンモニウム入り硫酸を自由摂取。

肥育期間中に最も多く使用する中後期飼料に粳米を代替した栄養価(原物中)は、計算値で30%区がCP10.7%TDN74.3%、60%区がCP9.9%TDN70.9%であり、CP、粗脂肪、TDNの栄養価が低下し、粗繊維、粗灰分の量が多い飼料となっていた(表2)。

表2 給与飼料の成分 (原物%)

項目	慣行飼料区	粳米代替区		粳米
	中後期飼料	粳米30%代替飼料	粳米60%代替飼料	
CP	11.5	10.7	9.9	8.9
粗脂肪	3.3	3.0	2.6	2.2
粗繊維	5.1	6.2	7.2	8.6
粗灰分	3.3	3.9	4.6	5.4
TDN	77.7	74.3	70.9	66.3

※「中後期飼料」は分析値、粳米代替区の各代替飼料は計算値、「粳米」は「日本標準飼料成分表」より引用。

粳米は穀物破砕機(麦つ子II W-2 ケーヨー機械製作所製)により破砕した破砕粳米(粒径1mm以下7%、1~2mm13%、2mm以上80%の荒粉砕)を用い、慣行飼料の上にトップドレス給与した。なお、採食量はドアフィーダー設置により個体ごとに毎日測定した。

粗飼料は、肥育前期にチモシー乾草主体から徐々に稲ワラに変え、中期以降は稲ワラ主体で給与した。両区とも全期間稲ワラを毎日2回に分けて給与し、粳米を含む濃厚飼料は粗飼料給与の1時間後に給与した。

4 調査項目

発育については、体重を毎月測定した。測定

時には、頸静脈または尾根部より採血し血液生化学検査も併せて実施した。検査項目は、β-カロテン、ビタミンA、総コレステロール、尿素態窒素とした。

さらに、採食・反芻行動測定装置(SCRUM、東北農業研究センター、福重(2010))による採食・反芻時間の測定、および枝肉成績、牛肉の理化学検査、枝肉の脂肪酸組成、食味検査(官能評価)、経済性を調査した。

肉(肩ロース、内モモ)の理化学検査は、水分、粗脂肪、肉色、ドリップロス、加熱損失、剪断力価を調査した。

生産食肉の脂肪酸組成は、枝肉の腎周囲脂肪、皮下脂肪、胸最長筋の筋間脂肪、同じく筋肉内脂肪を採取しBlighら(1959)の方法により試料を調製し、ガスクロマトグラフィー(GC-6890 Agilent Technologies)を用い分析した。カラムは、キャピラリーカラム(SPTM-2560100m×0.25mm、Supelco)を用い、測定条件は注入口温度250℃、カラム温度140~240℃まで4℃/minの昇温プログラムにより行った。キャリアガスはヘリウムを64.7ml/minの流量で用いた。1検体当たりのランタイムは40.75minとした。検出器は水素炎イオン化検出器を使用した。

食味検査(官能評価)は、慣行飼料区や同じ中後期肥育飼料で肥育された市販牛肉と試験区とで3種類の異なる格付けの組み合わせについて肩ロース肉やサーロイン肉を用い、ホットプレートを用い2点比較法による評価を行った。統計処理は二項検定法を用いた。官能評価以外の平均値の差の検定はスチューデントのt検定を用いた。

5 枝肉格付および食肉サンプル採取

供試牛は肥育終了後、石川県金沢食肉流通センターでと畜され(社)日本食肉格付協会の牛肉取引規格により格付が行われた。食肉サンプルは冷蔵後、福井県経済農業協同組合連合会食肉センターへ搬送され、枝肉販売されたものより採取した。

III 結果

1 濃厚飼料原物摂取量、粳米摂取割合

濃厚飼料の1日あたり原物摂取量は慣行区の8kg程度に対し30%区・60%区は9kg前後と多めで推移した(図1)。肥育開始から粳米で代替する割合を一月あたり10%程度の割合で漸増し、30%区は12カ月齢で、60%区は16カ月齢でそれぞれ設定した代替割合以上になり、以後出荷まで設定割合以上で推移した。試験開始から出荷までの濃厚飼料の総摂取量は、慣行区に対し原物で30%区が19%、60%区が31%多く摂取していた。

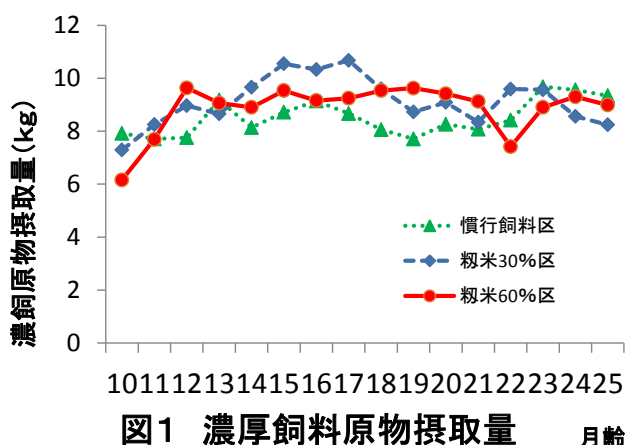


図1 濃厚飼料原物摂取量 月齢

2 粗飼料摂取量

粗飼料の1日あたり原物摂取量は各区とも全肥育期間を通して同様に推移し、肥育前期においてはチモシー乾草から稲ワラへの切り替えや濃厚飼料の増給とともに2kg弱から1kg弱に減少し、肥育中後期においては0.8kg前後で推移した。期間中の粗飼料の総摂取量は各区で差は見られなかった。

3 発育成績

体重は各区とも全国和牛登録協会(全和)発育推定値の標準値以上で推移し、慣行区と30%区は上限値近くで推移したが、60%区はやや小さめで推移した(図2)。出荷時の体重や通算の日増体量も粳米の給与割合が増加すると小さくなる傾向が見られた(表3)。

肥育期間を通して濃厚飼料中の粳米の摂取割合は30%区が34.9%、60%区が58.3%で、濃厚飼料の飼料要求率は粳米割合の増加とともに大きくなったものの、肥育期間を通しての飼料費は粳米価格を20円/kgで計算すると、慣行法の飼料費に対し30%区が89%、60%区が81%

と大幅な飼料費の削減が期待された(表3)。

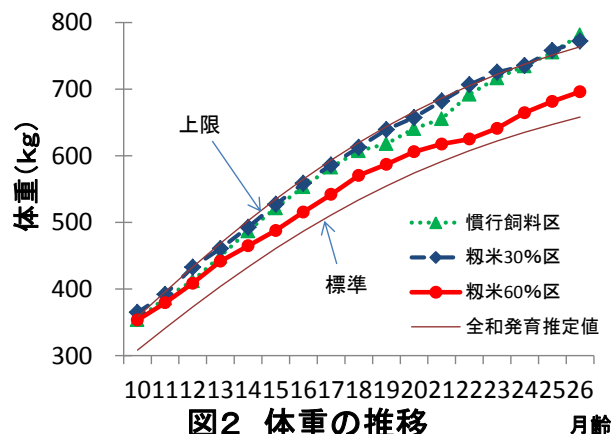


図2 体重の推移 月齢

表3 出荷牛の発育、飼料関連成績

項目	慣行飼料	粳米30%	粳米60%
頭数	3	3	4
出荷時体重	783 ^c	764	700 ^d
通算DG	0.88 ^a	0.85	0.72 ^b
濃厚飼料要求率	10.8 ^a	11.9	14.2 ^b
飼料費	218.0 ^a	193.4	177.5 ^b
コスト率	100	89	81

※ DG:日増体量。単位:頭、kg、kg/日、千円、%
飼料費は税別金額。粳米単価を20円/kgで算出。
同じ項目内で有意差a,b:P<0.05、傾向差c,d:P<0.1

4 血液生化学検査の性状

血中β-カロテン濃度は慣行区・30%区と比べて60%区が継続的に低く推移した。血中ビタミンA濃度は各区同様に推移し、肥育が進むと

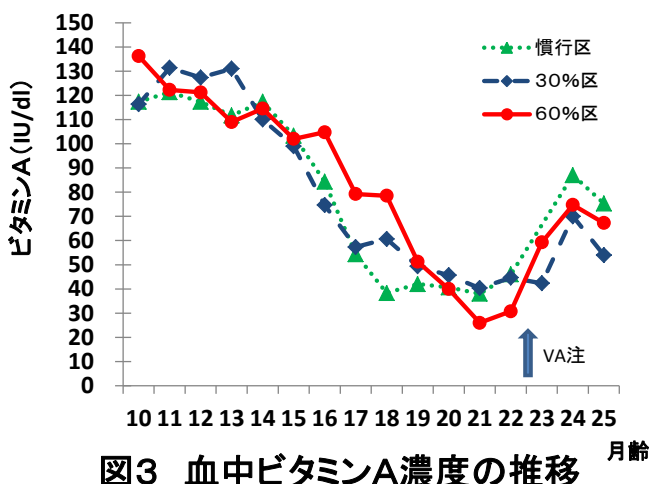


図3 血中ビタミンA濃度の推移 月齢

ともに低下し、22 カ月齢時の採血後のビタミン A D₃ E 剤 150 IU 頸部筋肉内注射以降上昇が見られた (図 3)。総コレステロール値は各区同様にかつ正常値の範囲内で経過した。血中尿素態窒素は慣行区・30%区と比べて 60%区が継続的に低く推移した。

5 臨床所見

供試牛の臨床所見においては両区とも、盲目、飛節の浮腫、被毛の脱落等のビタミン A 欠乏の特徴的な所見は観察されなかった。また、尿石症の所見も見られなかった。

6 反芻行動

粃米の反芻胃に対する物理的効果を調べるため、慣行区と 60%区の採食・反芻時間を比較したが、粃米の採食による反芻時間の増加は見られなかった (表 4)。

表4 採食・反芻行動の比較

項目	慣行飼料区 (n=3)	粃米60%区 (n=4)
採食時間(分)	93.4 ± 2.9	147.8 ± 44.2
反芻時間(分)	171.1 ± 53.0	144.3 ± 50.4
そしゃく時間(分)	264.5 ± 53.4	292.1 ± 55.4
RVI(分/乾物kg)	33.1 ± 4.5	36.8 ± 11.3

※平均±標準偏差。RVI:粗飼料価指数。採食・反芻行動は東北農業研究センター開発の装置(SCRUM)による測定。

7 枝肉成績

枝肉重量、胸最長筋面積、ばらの厚さが粃米の増加に伴い小さくなった。一方、枝肉の格付けでは、慣行区が A5 が 0 頭、A4 が 2 頭、A3 が 1 頭に対し、30%区は A5 が 1 頭、A4 が 1 頭、A3 が 1 頭、60%区は A5 が 2 頭、A4 が 2 頭と粃米の増加とともに枝肉格付けの向上が見られ、上物率でも慣行区・30%区が 66%に対し、60%区では 100%と向上し、肉質の脂肪交雑等級やきめでも粃米の増加とともに上昇が見られた。(表 5)

8 牛肉の理化学検査

肩ロース・内モモとも牛肉の理化学検査成績は水分、粗脂肪、ドリップロス、加熱損失、剪断力価に差が見られなかった。粃米の給与により肩ロースにおいて肉色の明るさを表す L* 値が明るくなり、肉色の赤みを表す a* 値は赤みが薄くなった(表 6)。

表5 枝肉成績

項目	慣行区	30%区	60%区
等級(歩留-肉質)			
A-5 (頭)	0	1	2
A-4 (頭)	2	1	2
A-3 (頭)	1	1	0
歩留			
枝肉重量(kg)	505.9 ^a	486.9	440.1 ^b
胸最長筋面積(cm ²)	61.0	60.7	56.5
ばらの厚さ(cm)	8.6	8.2	8.0
皮下脂肪の厚さ(cm)	2.6	2.6	2.7
歩留基準値	74.3	74.4	74.3
肉質			
BMS No.	6.0	7.0	7.0
脂肪交雑等級	3.7 ^c	4.0	4.8 ^d
BCS No.	3.7	4.0	4.0
光沢	4.3	4.3	4.5
等級	4.3	4.3	4.8
締まり	4.7	4.3	4.8
きめ	4.0	4.3	4.5
等級	4.0	4.0	4.8
BFS No.	3.0	3.0	3.0
光沢と質	5.0	5.0	5.0
等級	5.0	5.0	5.0

※ 同一項目内で有意差 a, b: P<0.05、傾向差 c, d: P<0.1

表6 牛肉の理化学検査成績

項目	日数	肩ロース			内モモ		
		慣行区	30%区	60%区	慣行区	30%区	60%区
水分		47.1	46.0	49.6	57.6	63.8	61.1
粗脂肪		36.2	38.0	34.8	22.0	14.0	18.2
肉色 L* 値	8	44.6 ^{ac}	49.7 ^d	52.2 ^b	39.9	38.3	40.9
肉色 a* 値	8	14.5 ^{Aa}	9.4 ^B	11.9 ^b	13.9	13.4	13.2
ドリップロス	8	13.8	12.5	13.8	15.5	15.5	16.4
加熱損失	8	19.1	19.8	21.0	25.4	26.4	27.5
剪断力価	2	2.7	2.4	2.2	2.6	3.6	2.7
	8	2.2	2.7	2.4	3.0	3.6	3.1

※ 単位: %、kg/cm² 表中の日数の欄は牛肉の真空パック開封後の日数を表す。各部位それぞれ同一項目内で有意差 A、B: P<0.01、a、b: P<0.05、傾向差 c、d: P<0.1

9 枝肉の脂肪酸組成

牛肉のおいしさに関連するとされるオレイン酸については、皮下脂肪で慣行区に対し 30%区が高くなったものの、枝肉の各脂肪で粃米の給与増に伴いオレイン酸が増加する一定の傾向は見られなかった。一方、生活習慣上そのとり過ぎは良くないとされるリノール酸については、筋間脂肪で慣行区に対し 60%区が低くなり、腎周囲脂肪・皮下脂肪・筋肉内脂肪も含め、粃米の増給に対し低下する一定の傾向が見られた(図 4)。

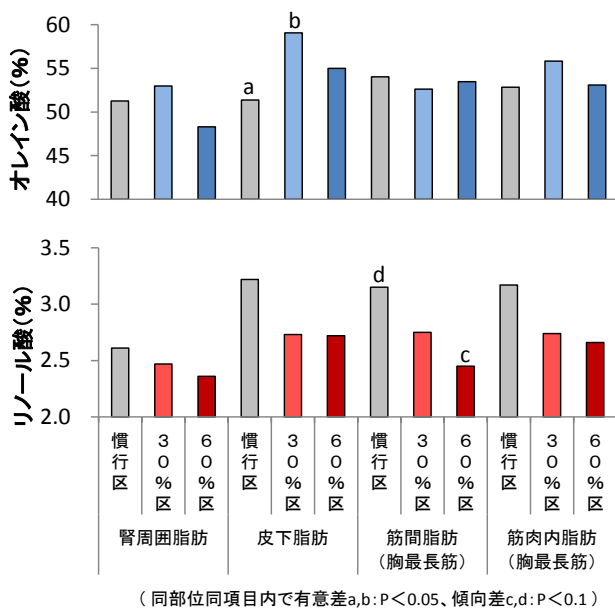


図4 枝肉のリノール酸およびオレイン酸組成

10 食味検査 (官能評価)

ホットプレートを使った焼肉による食味検査 (官能評価) について格付けを変えて3回行った。各々慣行飼料区や市販の同じ中後期飼料を給与し生産された牛肉と比較し、「香りの良さ」「香りの強さ」「やわらかさ」「多汁性」「脂肪の甘み」「肉のうま味」「牛肉の苦み」「(口の中に入れた時の)牛肉らしい香り」についてより良いと評価した方を集計した。官能評価では粳米給与により生産された牛肉は市販牛肉や慣行飼料区と差は見られなかった (表7)。

表7 牛肉の食味評価(官能評価)結果

No.	人数	比較	格付け	評価部位	評価結果
1	26名	市販牛肉	A-4, BMS No.6	肩ロース	差なし
		粳米60%区	A-4, BMS No.6		
2	30名	慣行飼料区	A-4, BMS No.7	サーロイン	差なし
		粳米30%区	A-4, BMS No.7		
3	47名	市販牛肉	A-5, BMS No.9	サーロイン	差なし
		粳米60%区	A-5, BMS No.9		

※ 「香りの良さ」「香りの強さ」「やわらかさ」「多汁性」「脂肪の甘み」「肉のうま味」「牛肉の苦み」「(口の中に入れた時の)牛肉らしい香り」について評価。

IV 考察

濃厚飼料原物摂取量が、慣行区に比べ 30%区や 60%区が多く摂取したことは、試験区が慣行区

に対し単純に量の置き替えであり、試験区の栄養価が少なく、充足率を満たすためにより多くの飼料を摂取したと思われる。ただ、出荷時体重では30%区は慣行区と差がなかったものの、60%区は慣行飼料区に比べて小さく 60%代替では充足率を満たすための必要量の採食が不可能であったためと思われる。30%区の増体については、原物で粉砕粳米を約 30%代替給与した丸山ら(2001)や原物で約 33%代替給与した中武ら(2011)の報告と同様に粳米給与の有無で差は見られなかった。

血中ビタミンA濃度は、粳米を多給しても慣行飼料区と同様に推移した。これは、原物で粳米を 30%代替給与した丸山ら(2003)の報告と同様に推移した。一方、玄米を多給した野村ら(2011、2014)の肥育試験が肥育後期において血中ビタミンAの値が通常肥育より低下したものと異なっていた。その理由としては今回の粳米での試験時と玄米試験時との破碎程度の違いや可消化割合の違い、消化管通過速度の違いが想像され今後の解明が必要と思われる。

粳米を採食することにより粳米の物理性から反芻行動が増えると思われたが、粳米の採食によって反芻時間の増加は見られなかった。これは肉用繁殖牛を使って稲ワラ給与のある場合と比較し粳殻のみを粗飼料源とした場合に採食・反芻時間が短くなった高槻ら(1988)の報告や、ホルスタイン去勢牛を使って粳殻のみを粗飼料源とした場合乾草(トールフェスク)給与の場合より反芻時間が短くなった山田ら(2003)の報告と同様の傾向であった。

枝肉成績について、粳米の増給とともに歩留りに関わる枝肉重量や胸最長筋面積、ばらの厚さが小さくなり、肉質に関する項目である格付や上物率、脂肪交雑等級、きめなどが良くなった理由として、栄養価の充足率によるものなのか、粳米の性質によるもののかなど、原因は不明であり今後の解明が必要と思われる。

牛肉の理化学検査成績で、肩ロースで粳米の給与により肉色が明るくなり、肉色の赤みが薄くなった要因は肉質の向上によるものと思われた。

枝肉の脂肪酸組成については、牛肉のおいしさに関連するとされるオレイン酸については一定の傾向は見られなかったものの、生活習慣上そのとり過ぎは良くないとされるリノール酸については、粳米の増給に対し低下する傾向が見られた。これはリノール酸含量が多いトウモロコシ主体の慣行飼料の

約6割を、リノール酸含量の少ない粳米で置き替えたことによるものと考えられた。このことは同様に慣行飼料の約6割を玄米で置き替えた野村ら(2011、2014)の報告や、玄米と同様にリノール酸含量の少ない精白米を多給した滝川ら(2010)および滝川(2011)の報告と同様な傾向であった。

飼料イネ(モミ米)の給与時期について,岐阜県畜産研究所研究報告第3号,52-60,2003
山田真希夫ら,無処理モミ穀給与が交雑種去勢牛の産肉性に及ぼす影響,千葉県畜産センター研究報告3,1-5,2003.

謝 辞

本試験の採食・反芻行動測定や同データ処理にあたり、ご指導をいただいた独立行政法人東北農業研究センター福重直輝氏に心より御礼申し上げます。

引用文献

- Bligh, E. G. and Dyer, W. J. , A rapid method of total lipid extraction and purification ,
Can. J. Biochem. Physiol. 37,911-917,1959.
- 福重直輝,「SCRUM」でウシの採食・反芻時間を把握,養牛の友 2010 年5月号,62-65,2010.
- 中武好美ら,飼料用米が黒毛和種肥育牛に及ぼす影響,宮崎県畜産試験場研究報告第23号,
9-12,2011.
- 野村賢治ら,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,
9-16,2011.
- 野村賢治ら,飼料用米(玄米)の多給による黒毛和種肥育牛への影響,北信越畜産学会報
No.108,31-38,2014.
- 大槻和夫ら,肉用繁殖牛の飼養におけるもみ殻の利用,中国農業試験場研究報告3,59-69,1988.
- 滝川幸人ら,精白米(MA米)の給与が黒毛和種去勢牛の発育・肉質に及ぼす影響,全農畜産生産部研究所年報(平成22年度),24-26,2010.
- 滝川幸人,精白米(MA米)を使用した肉牛肥育試験について,養牛の友 2011 年2月号,44-49,
2011.
- 丸山新ら,飼料イネを用いた高品質牛肉生産(1)
飼料イネの給与量について,岐阜県畜産研究所研究報告第1号,27-35,2001
- 丸山新ら,飼料イネを用いた高品質牛肉生産(2)

**Effect of feeding unhulled rice on growth performance ,
its carcass traits and meat quality in Japanese Black cattle.**

Kenji NOMURA, Hiromiti MITAKE , Akihiko HORIKAWA ,
Takayuki KOBAYASI and Morito KONDO

Abstract

The objectives of this study were to establish unhulled rice feeding for concentrated fodder in Japanese Black cattle. Diets were formulated to contain 30% or 60% of broken rice instead of the formula feed used by the fattening farm in Fukui pref. , and were fed from 10 to 25-27 months of age in Japanese Black cattle.

There were differences between three groups on diets intake, final body weight (783kg,764kg,700kg,respectively) and carcass traits , but same transition was recognized on plasma vitamin A level at all stage.

The increase in ruminating time of Japanese Black cattle was not seen by the physical effect of unhulled rice feeding.

The fatty acid composition in the carcass was not seen the same tendency in the oleic acid but the linoleic acid showed similar tendency in the kidney leaf fat , the subcutaneous fat , the fat between the rib loin muscles and the muscle fat of rib eye.

These results suggest that broken unhulled rice can be a substitute for concentrated fodder at the level of 30% or 60% in Japanese Black cattle.

Key word : broken unhulled rice , plasma vitamin A , ruminating time , oleic acid , linoleic acid