

稲発酵粗飼料を肥育前期及び後期に給与した場合の黒毛和種去勢牛の発育性と枝肉成績

畜産研究センター 山本 哲、織田一恵、岡 幸宏*、臼坂伸二

*養鶏研究所

要約

黒毛和種去勢肥育牛の肥育前期及び後期に稲発酵粗飼料（以下稲 WCS）を給与し、発育成績及び枝肉成績に及ぼす影響を調査した。その結果、

1. 飼料摂取量では、両区に有意な差は認められなかった。
2. 試験区では、肥育後期の1日当たり増体量が多い傾向を示した。
3. 試験区では、稲 WCS 給与期間である肥育前期の血液中ビタミンE及びβ-カロテン濃度、肥育後期のビタミンA、ビタミンE及びβ-カロテン濃度が有意に高い値を示した。
4. 枝肉成績では、枝肉重量、ロース芯面積、牛肉脂肪交雑基準（以下 B. M. S No.）において試験区が優れた傾向となったものの、両区に有意な差は認められなかった。

黒毛和種去勢肥育牛の肥育前期及び後期への稲 WCS 給与は、慣行法と遜色ない発育及び枝肉成績が得られたことから、問題ないものと推察された。

諸言

現在の肉用牛肥育経営は、飼料の大部分を輸入に依存しており、穀物相場、為替相場に翻弄される非常に不安定な状況にあるため、自給飼料の利用拡大による経営基盤の強化が喫緊の課題となっている。そのような中、飼料稲は現在国の戦略作物の一つに数えられており、全国的に生産・給与技術に関する試験が行われており、その進展とともに作付面積も年々増加している¹⁾。

肉用牛肥育経営においては、B. M. S No. を高めるためビタミンA制御型の飼養管理が一般的に実施されている。しかしながら稲 WCS は、ビタミンAの前駆物質であるβ-カロテン含量が、肥育牛に通常給与されている粗飼料と比較して高い²⁾ことから、B. M. S No. の低下が危惧され、その利用が敬遠されている現状にある。

稲 WCS に含まれるβ-カロテンについては、収穫時期を遅らせる方法³⁾やサイレージ調製前に予乾処理⁴⁾を実施する方法などにより、β-カロテン含量を低減し、肉用牛肥育経営においても肥育成績を落とさず利用可能であることが報告されている。しかしながら、大規模な生産組織が酪農経営、肉用繁殖経営等異なる経営農場に稲 WCS を供給する場合や、小規模な複数生産組織が収穫、調製作業を共同で実施する場合には、前述のような対応は困難な場合が想定される。

そこで、ビタミンA制御型飼養下の黒毛和種去勢肥育牛への稲 WCS 安定給与を目的とし、β-カロテンが脂肪交雑に及ぼす影響が比較的小さいと推測される肥育前期及び後期に稲 WCS を給与して、発育成績及び枝肉成績に及ぼす影響を調査した。

材料及び方法

1. 供試牛

供試牛は、県内で生産された黒毛和種去勢牛8頭を用い、月齢を考慮して試験区及び対照区に配置した（表1）。

2. 試験期間

試験は、2012年10月から2013年2月までの計18ヶ月間実施し、肥育開始から15ヶ月齢までを肥育前期、16ヶ月齢から21ヶ月齢まで

表1 供試牛

	個体No.	生年月日	種雄牛名
試験区	A	2011/12/9	隆花国
	B	2011/12/10	菊美津照
	C	2011/12/3	茂勝栄
	D	2011/12/28	安茂勝
対照区	E	2011/9/13	安茂勝
	F	2011/9/15	安茂勝
	G	2011/8/9	茂勝栄
	H	2011/8/17	茂勝栄

を肥育中期、22ヶ月齢以降を肥育後期と設定した。

3. 飼料給与計画

飼料給与体系を表2に示した。飼料給与は頭数分の飼料を共通の飼槽で摂取させ、粗飼料と濃厚飼料は分離給与とした。濃厚飼料は、両区共に肥育前期の間は肥育前期飼料(CP14.8%、TDN82.5%) 肥育中期及び後期の間は肥育後期飼料(CP14.1%、TDN85.7%)を制限給餌した。粗飼料は、試験区において肥育前期及び後期に稲WCSを給与し、肥育中期にイタリアンストロー乾草を給与した。対照区においては、当センター慣行法に基づき肥育全期間に渡りイタリアンストロー乾草を給与した。

表2 1日1頭当たり飼料給与計画 ※1日当たり給与量(kg)を示す

月齢	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
ステージ	肥育前期						肥育中期						肥育後期					
濃厚飼料	5.0	5.5	6.0	7.0	8.0	8.0	9.0	9.0	10.0	10.0	9.0	9.0	9.0	9.0	8.5	8.5	8.5	8.5
試験区 イタリアン ストロー乾草							2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5						
稲WCS	10.0	10.0	9.0	8.0	7.0	6.0							3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
対照区 濃厚飼料	5.0	5.5	6.0	7.0	8.0	8.0	9.0	9.0	10.0	10.0	9.0	9.0	9.0	9.0	8.5	8.5	8.5	8.5
イタリアン ストロー乾草	4.0	4.0	3.5	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

給与粗飼料の栄養価を表3に示した。飼料稲の品種は、2012年及び2013年産「たちすずか」を用い、黄熟期～糊熟期にβ-カロテン低減処理をしないダイレクトカット調製を行った。イタリアンストロー乾草は、輸入乾草を用いた。

4. 飼養管理

給水は、ウォーターカップでの自由飲水とし、塩化アンモニウムを含有する固形塩を常置し自由舐食させた。敷料はおがくずを使用し、毎日除ふんした。また、肥育開始時及び肥育後期開始時の22ヶ月齢時に、ビタミンA製剤(デュファフラルーフオルテ、ゾエティス・ジャパン株式会社)100万単位を筋肉内投与した。その他、ビタミンA欠乏症を疑う臨床所見、血液所見が認められた時に適宜投与した。

5. 調査項目

毎日朝の飼料給与前に濃厚飼料、粗飼料それぞれについて残餌を計量し、飼料摂取量及び

表3 給与粗飼料

	水分	(乾物%)			
		粗蛋白	粗脂肪	粗繊維	TDN
稲WCS(2012)	65.4	3.9	2.2	29.2	58.2
稲WCS(2013)	66.7	5.1	1.5	35.0	58.6
イタリアンストロー乾草	10.6	6.2	1.0	33.5	47.1

※イタリアンストロー乾草のTDNは稲ワラ(水稻)の消化率より算定

飼料要求率を算出した。発育成績は肥育開始時から1ヶ月毎に体重を測定し、各肥育期間毎に一日当たり増体量(DG)を算出した。枝肉成績は(社)日本食肉格付協会による格付結果を用いた。また、体重測定時に頸静脈から採血し、血清中のビタミンA、ビタミンE及びβ-カロテン濃度を高速液体クロマトグラフィー(Prominence 島津製作所, Shim-pak CLC-ODS M 島津製作所)で測定した。

6. 統計処理

各処理間において、ウェルチのt検定にて検定した。

結果

1. 飼料摂取量

肥育期間中の乾物摂取量、飼料要求率を表4に示した。

1 日当たりの飼料乾物摂取量は、濃厚飼料及び粗飼料共に肥育各期間及び全期間において有意な差は認められなかったものの、濃厚飼料摂取量は、試験区において肥育前期及び肥育後期に多い傾向が認められた。

肥育期間中の飼料要求率は、肥育各期間及び全期間について有意な差は認められなかったものの、肥育中期において試験区が、肥育後期において対照区が高い傾向が認められた。

表4 1日1頭当たりの飼料摂取量及び飼料要求率

		試験区		対照区	
濃厚飼料	前期	5.36 ± 0.19	4.87 ± 0.61		
	中期	7.60 ± 0.71	7.68 ± 0.11		
	後期	8.62 ± 0.52	8.09 ± 0.16		
	全期間	7.19 ± 0.14	7.16 ± 0.03		
飼料摂取量 (乾物) (kg/日)	粗飼料 前期	1.60 ± 0.08	1.83 ± 0.09		
	粗飼料 中期	1.07 ± 0.08	1.09 ± 0.06		
	粗飼料 後期	1.09 ± 0.05	1.00 ± 0.08		
	粗飼料 全期間	1.23 ± 0.03	1.23 ± 0.06		
合計	前期	6.95 ± 0.23	6.69 ± 0.63		
	中期	8.66 ± 0.78	8.77 ± 0.15		
	後期	9.70 ± 0.56	9.09 ± 0.15		
	全期間	8.41 ± 0.17	8.39 ± 0.05		
飼料要求率	前期	6.65 ± 0.69	6.52 ± 1.29		
	中期	12.05 ± 3.38	10.58 ± 1.42		
	後期	12.03 ± 1.39	13.93 ± 3.04		
	全期間	9.89 ± 1.28	10.01 ± 0.68		

2. 発育成績

発育成績を表5に示した。

出荷月齢は、試験区 26.5±0.4ヶ月齢、対照区 27.1±0.2ヶ月齢となった。出荷時体重においては、試験区が高い傾向を示したが、各区に有意な差は認められなかった。

各肥育ステージにおける増体量及び1日当たり増体量は、各区に有意な差は認められなかった。しかし、増体量は肥育前期において試験区が、肥育中期において対照区が高い傾向にあった。また、1日当たり増体量は肥育中期に対照区が、肥育後期において試験区が高い傾向にあった。

表5 発育成績

		試験区		対照区	
開始時体重 (kg)		410.5 ± 45.2	413.5 ± 43.3		
出荷時体重 (kg)		772.5 ± 75.5	765.5 ± 58.7		
増体量 (kg)	前期	134.3 ± 29.6	107.0 ± 31.1		
	中期	133.3 ± 30.4	151.8 ± 21.2		
	後期	94.5 ± 12.3	93.3 ± 22.2		
	全期間	362.0 ± 48.6	352.0 ± 21.3		
1日当たり増体量 (kg)	前期	1.05 ± 0.10	1.06 ± 0.23		
	中期	0.76 ± 0.19	0.84 ± 0.12		
	後期	0.81 ± 0.11	0.68 ± 0.14		
	全期間	0.86 ± 0.12	0.84 ± 0.06		

3. 血液性状

血清ビタミンA濃度の推移について図1に示した。

肥育前期においては両区共にほぼ同様の推移を示したが、16ヶ月齢以降対照区が高い値で推移し、21ヶ月齢では対照区が試験区と比較して有意に高い値を示した(p<0.05)。しかし、稲WCS給与を再開した22ヶ月齢以降は、試験区の血中ビタミンA濃度は対照区と比較して高い値で推移し、23ヶ月齢、24ヶ月齢では有意に高い値となった(p<0.05)。

対照区においては、20ヶ月齢で1頭ビタミンA欠乏症を疑う臨床所見が見られたためビタミンA製剤を20万単位筋肉内投与した。その後、同様に対照区において22ヶ月齢で1頭及び24ヶ月齢時点で2頭が25IU/dL以下と顕著な低値を示したため、ビタミンA製剤を100万単位筋肉内投与した。なお、試験区においては、ビタミンA欠乏症を疑う臨床所見及び顕著な低値は認められなかったため、ビタミンA製剤の追加投与は実施しなかった。

血清ビタミンE濃度の推移について図2に示した。

稲WCSを給与した肥育前期において、試験区が高く推移し、12ヶ月齢、13ヶ月齢で対照区と比較して有意に高い値を示した(12ヶ月齢: $p < 0.01$ 、13ヶ月齢: $p < 0.05$)。15ヶ月齢以降、各区ほぼ同様の推移を示したが、稲WCS給与を再開した22ヶ月齢以降、対照区と比較して試験区において有意に高い値を示した(22ヶ月齢: $p < 0.05$ 、23~26ヶ月齢: $p < 0.01$)。

血清β-カロテン濃度の推移について図3に示した。

肥育前期において、試験区が高く推移し、12ヶ月齢、13ヶ月齢及び16ヶ月齢で対照区と比較して有意に高い値を示した(12ヶ月齢: $p < 0.05$ 、13、16ヶ月齢: $p < 0.01$)。17ヶ月齢以降は、対照区が高く推移し、19ヶ月齢及び20ヶ月齢では試験区と比較して有意に高い値を示した($p < 0.01$)。稲WCS給与を再開した22ヶ月齢以降、対照区に比べ試験区において有意に高い値を示した(22~26ヶ月齢: $p < 0.01$)。

4. 枝肉成績

枝肉成績を表6に示した。

B.M.S No. は試験区で 6.3 ± 2.22 、対照区で 5.5 ± 0.58 、牛肉色基準(以下B.C.S No.)はそれぞれ 4.0 ± 0.00 、 3.8 ± 0.50 、牛脂肪色基準(以下B.F.S No.)は全頭3.0と両区に有意な差は認められず、稲WCS給与の影響はみられなかった。

歩留等級格付けは全頭A、肉質等級格付けは試験区が5等級1頭、4等級2頭、3等級1頭

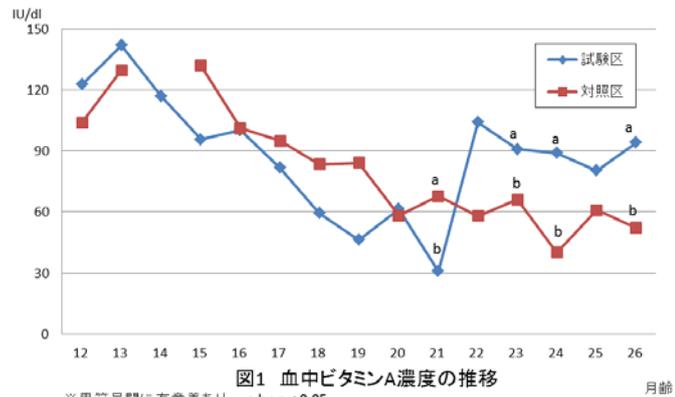


図1 血中ビタミンA濃度の推移

※異符号間に有意差あり a,b: $p < 0.05$

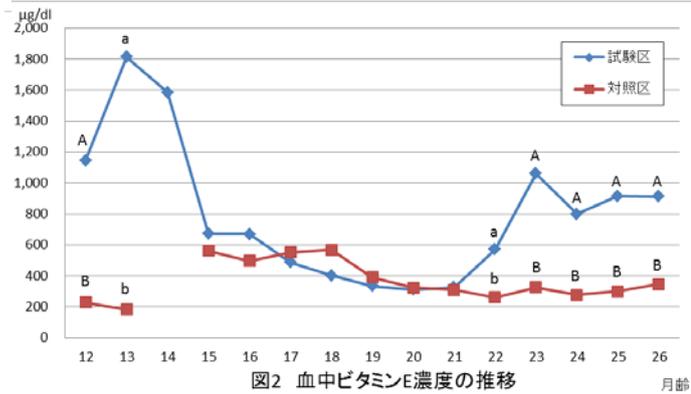


図2 血中ビタミンE濃度の推移

※異符号間に有意差あり a,b: $p < 0.05$ A,B: $p < 0.01$

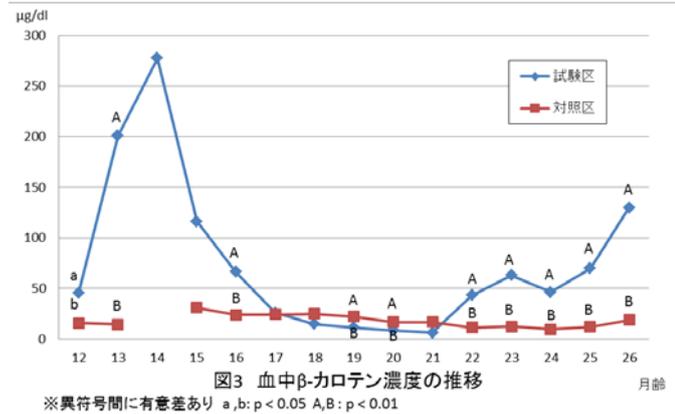


図3 血中β-カロテン濃度の推移

※異符号間に有意差あり a,b: $p < 0.05$ A,B: $p < 0.01$

に対し、対照区が4等級4頭と試験区においてややばらつきが認められた。歩留等級及び肉質成績においても両区に有意な差は認められなかった。

考察

稲WCSを給与した試験区は対照区に比べ、肥育後期の濃厚飼料摂取量が多くなる傾向にあり、1日当たり増体量も高い傾向が認められた。これらのことは、試験区において、肥育後期に稲WCSの給与に伴い対照区

に比べ多くのβ-カロテンが摂取され、体内においてビタミンAに変換されることによる影響と推察された。木下らは黒毛和種去勢牛において血液中ビタミンA濃度が低下するにつれ、濃厚飼料採食量の減少に伴う増体量の減少が発生したと報告している⁵⁾。今回、試験区の肥育後期の血中ビタミンA濃度、肥育前期及び後期のβ-カロテン濃度が対照区と比較して有意に高く推移したことが飼料摂取量の増加につながったものと推察された。その結果、試験区において、出荷月齢が対照区と比べ約0.5ヶ月早いにもかかわらず全期間増体量は両区に差が認められなかった。

また、今回、試験区において肥育中期のビタミンA濃度及びβ-カロテン濃度が急激に減少し、対照区に比べ有意に低い値を示した。松本らは生体内のビタミンAは暑熱ストレスに大きく影響し、夏期と冬期では同一ステージの牛の血中ビタミンAレベルで24%の差が生じると報告している⁶⁾。今回、2013年4月から9月が試験区の16ヶ月齢から21ヶ月齢、対照区の19ヶ月齢から24ヶ月齢に該当していたため、試験区の肥育中期における急激なビタミンA及びβ-カロテン濃度の減少の一因として、夏季の暑熱ストレス等の影響も考えられた。

枝肉成績のうち、B.M.S No.において試験区及び対照区で差が認められなかった。このことは、ビタミンAのコントロールが必要とされる肥育中期において試験区と対照区は、ほぼ同様のビタミンAコントロールがなされていたことに因るものと考えられた。なお、枝肉歩留等級及び肉質等級において、福田らの報告⁷⁾と同様に差は認められなかったことから、稲WCS給与による影響はないものと考えられた。

以上のことから、β-カロテン低減処理を行わずダイレクトカット後調製した稲WCSを、黒毛和種去勢牛に対し肥育前期及び後期に給与することは、慣行法と同様の発育成績及び枝肉成績が得られるものと考えられた。

また、稲WCSは、輸入乾草と比較してビタミンEを多く含有しており、給与による筋肉及び脂肪中へのビタミンE蓄積が報告されている⁸⁾。ビタミンEは抗酸化作用を有しており、牛肉の脂質酸化抑制による肉色保持等の効果等が報告されている⁹⁾。稲WCS中のビタミンEはβ-カロテン同様、稲の登熟、予乾処理に伴い減少していくため、ダイレクトカット調製した稲WCSを給与し、牛肉中へ効率的に蓄積させることで、牛肉への付加価値付与の可能性が期待される。

参考文献

- 1) 農林水産省(2015)飼料をめぐる情勢。http://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/lin/1_siryu/pdf/01_meguji_data.pdf
- 2) 稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル第6版、一般社団法人日本草地畜産種子協会、東京：2014
- 3) 阿部巖・石山徹・三上豊治・鈴木和仁、黒毛和種肥育牛へのカロテン調製飼料用イネ給与が

表6 枝肉成績

項目	試験区	対照区
枝肉重量 (kg)	487.5 ± 44.84	478.1 ± 30.74
ロース芯面積 (cm ²)	56.8 ± 3.77	53.0 ± 3.56
バラの厚さ (cm)	8.2 ± 0.49	8.0 ± 0.61
皮下脂肪の厚さ (cm)	3.2 ± 0.39	2.7 ± 0.46
歩留基準値 (%)	73.2 ± 0.77	73.2 ± 0.59
B.M.S No.	6.3 ± 2.22	5.5 ± 0.58
脂肪交雑 (等級)	4.0 ± 0.00	4.0 ± 0.00
B.C.S No.	4.0 ± 0.00	3.8 ± 0.50
光沢 (等級)	4.3 ± 0.50	4.0 ± 0.00
締まり (等級)	4.0 ± 0.82	4.0 ± 0.00
きめ (等級)	4.3 ± 0.25	4.0 ± 0.00
B.F.S No.	3.0 ± 0.00	3.0 ± 0.00
光沢と質 (等級)	5.0 ± 0.00	5.0 ± 0.00
等級	A-3 1頭 A-4 2頭 A-5 1頭	A-4 4頭

發育および肉質に及ぼす影響, 山形県農業総合研究センター研究報告 5, p25-35:2013

4) 高平寧子・金谷千津子・吉野英治・紺博昭・丸山富美子・粕谷健一郎, β -カロテン含量を低減した稲発酵粗飼料の給与が黒毛和種去勢牛肥育全期間の肥育成績におよぼす影響, 日本草地学会誌, 56(4), p245-252:2011

5) 木下正徳・山岡達也・内田健史, 4 肉用牛の上質肉生産技術 (1) ビタミンA 及び栄養水準の適正制御による高品質牛肉生産技術の開発 ①ビタミンA 投与量及び投与時期の検討 (第2報), 大分県畜産試験場試験成績報告書 26, p48-53:1997

6) 松本大策, ビタミンA 欠乏症と腸炎, 臨床獣医 18, 9, p26-31:2000

7) 福田孝彦・森本一隆・塩崎達也, 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, 鳥取県畜産試験場研究報告 34, p19-24:2006

8) 因野要一・石塚譲・中西直人・押部明徳・三津本充・松崎正敏・柴伸弥・高平寧子・宮島恒晴・宮原雅明・入江正和, 飼料イネを給与した肥育牛の筋肉および脂肪中ビタミンA およびE 含量, 近畿中国四国農業研究 10, p47-53:2007

9) 三津本充, ビタミンE とビタミンC による牛肉品質の改善と保持, 日本畜産学会報, 67(12), p1110-1126:1996