

肥育前中期における給与飼料中の酸性デタージェント 含量の違いが交雑種去勢牛の肉質に及ぼす影響

古賀鉄也・平嶋善典・徳満 茂
(畜産研究所)

交雑種去勢牛(黒毛和種♂×ホルスタイン種♀)18頭を用いて、給与混合飼料中の繊維成分が産肉性に及ぼす影響を検討した。肥育前期・中期の酸性デタージェント繊維(以下、ADF)含量を16%–14%とした増給区と14%–12%とした対照区の2水準を設けて、試験した。その結果、①飼料摂取量・増体ともに両区に差はなく、②枝肉成績は枝肉重量やロース芯面積等に差はなかったが、脂肪交雑や肉色等は増給区が有意に優れていた。③血液中のインスリン濃度は14–18カ月齢時に増給区が低く推移した。④胸最長筋断面の画像解析では脂肪交雑粒子の形状係数は増給区が大きく、粗脂肪含量も増給区26.7%と有意に高かった。

以上により、交雑種去勢牛の給与飼料中 ADF 含量を前期 16%、中期 14% にすると肉質が向上し高品質牛肉の効率的安定生産につながると考えられた。

[キーワード: 交雑種去勢牛, ADF, 脂肪交雑, インスリン]

Effect of Acid Detergent Fiber Content in Feed on Carcass Characteristics of Crossbred Steers. KOGA Tetsuya, Yoshinori HIRASHIMA and Shigeru TOKUMITSU (Fukuoka Agric. Res. Cent., Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 19: 85–88 (2000)

Eighteen crossbred steers (Japanese Black × Holstein) were fed from 10 months old to 25 months old (the first fattening period from 10 to 14 months old, middle fattening period from 15 to 19 months old, last fattening period from 20 to 25 months old.) with a differentiated acid detergent fiber (ADF) content in the feed. They were divided into two groups based on the feed. Group A was given feed with a high ADF ratio in the first and middle fattening periods (first period: 16% ADF, middle period: 14% ADF), group B was fed the control feed (first period: 14% ADF, middle period: 12% ADF).

With regard to the dry matter intake of the feed, there was no difference between group A and B in body weight gain and final body weight. Their carcass weights and rib-eye areas were equivalent. But, on the carcass characteristics, group A was significantly superior to those of group B. According to a digital computer analysis of marbling, the excellence of group A was definite. The insulin concentration in the blood changed with time. The change in group A was lower for the first and middle fattening periods, and increased during the last fattening period.

These results suggest that carcass characteristics of crossbred steer would be improved by application of feed with an ADF concentration adjusted to 16% for the first fattening period, and one adjusted to 14% ADF for the middle fattening period.

[Key words: Crossbred steer, ADF, marbling, insulin]

結 言

交雑種(黒毛和種×ホルスタイン種)肥育牛は、黒毛和種の肉質とホルスタイン種の増体という両者の優れた資質が期待され飼養頭数も増加している。しかし、交雑種は個体のバラツキが大きく、その肥育特性に合わせた適切な飼料給与技術は確立されていない。このため濃厚飼料給与が主体となる実際の肥育現場では、粗飼料不足が原因と考えられる肥育障害を生じ、増体や肉質等の低下が問題となっている。

これに対して肉用牛の肥育前期における粗飼料給与が後期の肥育成績を改善する^{9),10)}等、肥育牛における粗飼料の重要性が報告されている。しかし、肥育牛に粗飼料を多給するとき障害となるものに、その消化性がある。粗飼料は濃厚飼料より消化性が低いため、過給すると第1胃内での消化に時間がかかり、乾物摂取量が制限され増体の遅延・肉質の低下等の原因となる。粗飼料を効率的に利用するには、適正な給与水準と消化性を左右する

繊維成分の検討が必要であるが、肥育牛においては繊維成分と肥育成績の関連報告は少ない。

繊維成分の中で酸性デタージェント繊維(以下、ADF)は、その量が増えると飼料の消化性を低下させ、肥育効率を下げるといわれている。本報告では、粗飼料の効率的利用技術を確立するため、ADF含量が交雑種去勢牛の飼料摂取量・増体・肉質に及ぼす影響について検討した。

材料および方法

1 試験期間および試験牛

試験期間は平成8年9月4日～平成9年11月25日の447日間(64週間)とし、肥育期は10–14カ月齢(16週間)を前期、15–18カ月齢(20週間)を中期、19–25カ月齢(28週間)を後期の3期に分けた。試験牛として交雑種去勢牛(黒毛和種♂×ホルスタイン種♀)18頭を9頭づつ2区に分けて用いた。種雄牛は2種類を用いて各試験区に種雄牛の違う個体が4頭と5頭づつになる

ように配置した。

2 試験区分

第1表のとおり、ADF含量が前期16%・中期14%・後期12%となる増給区と、従来の給与体系と同じ前期14%・中後期12%となる対照区の2区とした。なお、ADFの調整はADF含量の多い稲ワラを用いた。肉用牛におけるADF含量は最低でも12%は必要といわれている⁷⁾ため、これを下限とした。上限については、肥育牛のADF給与量に関する報告が少ないため、従来の粗飼料による報告⁵⁾を参考としてADFの値を試算した。その結果、ADF含量の上限は18%と思われたが、試験牛の要求エネルギーを充足させるため、増給区の前期ADF含量は16%とした。

第1表 給与混合飼料の試験区別原料構成と養分含量

	前期		中期		後期
	増給区	対照区	増給区	対照区	
圧べんとうもろこし	22.0	23.5	32.0	35.9	35.9
圧べん大麦	7.0	7.5	10.0	11.5	11.5
一般ふすま	41.2	42.4	22.5	26.0	26.0
専管ふすま	8.0	10.3	15.0	11.0	11.0
脱脂大豆粕	0.0	0.0	2.0	1.5	1.5
ヘイキューブ	5.0	7.5	4.0	4.0	4.0
稲ワラ	15.5	7.5	13.5	4.0	4.0
炭酸カルシウム	1.3	1.4	1.1	1.2	1.2
TDN (乾物%)	73	74	77	78	78
C P (")	14	14	13	14	14
ADF (")	16	14	14	12	12
NDF (")	32	30	25	23	23
粗飼料 (原物%)	21	15	18	13	13

3 給与飼料および飼養条件

試験飼料のTDN水準については、後藤らの報告^{1) 2)}に準じて日本標準飼料成分表から算出し、第1表のとおり肥育前期74%、中期77%、後期78%程度とした。飼料の調製は1日置きに飼料攪拌機で配合し完全混合飼料とした。また、試験飼料は各単味飼料を均質に混合するために肥育前中期20%、後期15%の割合で加水し、混合飼料の変敗防止として70%4-ギ酸アンモニウム塩を4月から9月にかけて0.75%添加した。

全ての試験牛は試験開始前に除角・去勢を施した後、鉄骨スレート葺き牛舎で繋留飼育とした。給餌は個体別に1日3回の不断給餌とし、残飼を毎日取り除いた。各肥育期から肥育期への飼料切り替えには4週間かけて段階的に行い、新試験飼料に馴致させた。敷料は鋸屑を毎日交換し、飲水・鈹塩砥飼については自由とした。

4 調査項目

調査項目は体重、飼料摂取量、と畜調査、枝肉成績、枝肉の理化学的性状と画像解析、血液検査とした。

体重は各肥育期の切替時に連続3日測定し、その平均を各肥育期終了時体重とした。飼料摂取量は個体別に毎日計測した試験飼料の給与量と残飼量から計量して求めた。と畜調査は試験牛のと畜時に行い、肝臓等については食肉検査所の検査成績を用い、第1胃等については直接目視による検査と重量測定後一部を採取し色差計によりLab値を計測した。枝肉成績は日本食肉格付け協会による枝肉格付けを用いた。ローズ芯の理化学的性状につ

いては、第6-8肋間の胸最長筋を採取し、色差計によりLab値を計測後、乳粥状にし水分含量とジエチルエーテル抽出粗脂肪の計測に用いた。枝肉の画像解析は口田らの画像解析ソフト³⁾を用い、ローズ芯断面の脂肪交雜粒子について、面積・粒子数および形状等を解析した。血中インスリン濃度は開始時と各肥育期の定時に採血し酵素抗体法により測定した。

結 果

1 飼料摂取量

第2表にADF含量の違いが各肥育期別の1日当たり乾物摂取量とADF摂取量に与える影響を示した。ADF摂取量は試験設定を反映して肥育前期と中期において増給区が多かったが、乾物摂取量は全期間をとおして両試験区間に有意な差はなかった。

第2表 ADF含量の違いが飼料摂取量に与える影響

試験区	乾物摂取量				ADF摂取量			
	前期	中期	後期	全期	前期	中期	後期	全期
	kg/日				kg/日			
増給区	8.55	8.54	7.42	8.06	1.33	1.07	0.82	1.02
対照区	8.42	8.04	7.40	7.86	1.15	0.88	0.81	0.92

第3表 ADF含量の違いが増体に与える影響

試験区	体 重				日増体量			
	10月	14月	18月	25月	前期	中期	後期	全期
	kg				kg/日			
増給区	300	431	560	692	1.17	0.92	0.68	0.88
対照区	298	431	556	687	1.19	0.89	0.68	0.87

2 発育成績

第3表にADF含量の違いが各月齢時の体重と肥育期毎の日増体量に与える影響を示した。肥育開始の生後10カ月齢時における体重は増給区が300kg、対照区は298kgであったものが、出荷時の25カ月齢には増給区692kg、対照区687kgとなり両区間に有意な差はなかった。日増体量についても前期に増給区1.17kg/日・対照区1.19kg/日、中期が0.92kg/日・0.89kg/日、後期は両区ともに0.68kg/日となり、全期間を通じても増給区0.88kg/日・対照区0.87kg/日と同等の発育を示していた。

3 内臓所見

第4表にADF含量の違いが反芻胃所見と肝臓疾病の発生数に及ぼした影響を示した。第1・2胃の重量は増給区14.5kg、対照区12.1kgと増給区が有意に重かった。

第4表 ADF含量の違いが反芻胃所見と肝臓疾病発生率に与える影響

試験区	1・2胃	1胃粘膜 Lab値		肝 臓		
	重 量	L	a	b	鋸屑肝	肝出血膿 瘍
	kg					
増給区	14.5'	32.9	3.2'	5.4'	1/9	3/9
対照区	12.1'	30.4	2.4'	3.4'	1/8	0/8

1) 二元配置分散分析において,* : p<0.05

2) Lは明度、aは赤色度、bは黄色度。

3) 対照区の1頭は尿石症を罹患し尿毒症を併発したため、早期に出荷廃用したため試験成績からは除外した。

第1胃粘膜面の色調は赤色度を示すa値と黄色度を示すb値において増給区が3.2と5.4, 対照区が2.4と3.4であり, 増給区が有意に高く色が濃くなっていた。肝臓の病変については両区に差はなく, 粗飼料の給与不足等に起因する肝膿瘍の発生はなかった。

4 枝肉成績

第5表にADF含量の違いが枝肉成績に及ぼした影響を示した。枝肉重量は増給区405kg・対照区399kg, 枝肉歩留まりは59.5%と59.6%, ロース芯面積は48.7cm²と46.9cm², ばらの厚さは両区とも6.5cm等, 肉量については両区間に差はなかった。これに対して, 枝肉の脂肪交雑等の肉質においては, BMSNo.が増給区5.9, 対照区4.4, 肉色等級が増給区4.1, 対照区3.3とADF増給区が有意に高く, 格付等級4以上の出現割合も増給区の方が9頭中7頭と多かった。

第5表 ADF含量の違いが枝肉成績に与える影響

試験区	と前	枝肉	枝肉	ロース	ばらの	皮下脂肪
	体重	重量	歩留	芯面積	厚さ	の厚さ
	kg	kg	%	cm ²	cm	cm
増給区	670	405	59.5	48.7	6.5	2.6
対照区	680	399	59.6	46.9	6.5	2.9

試験区	等級割合	BMS	脂肪交	肉色	肉締ま	脂肪
	5 4 3 2	No. ²⁾	等級	等級	り等級	等級
増給区	1 6 2 0	5.9'	3.9'	4.1'	3.9	4.2
対照区	0 3 4 1	4.4'	3.3'	3.3'	3.3	4.0

- 1) Mann-Whitney's U testにおいて,* :p<0.05
- 2) 枝肉の格付成績は「日本食肉格付協会」による。
- 3) BMSNo.(ビーフ・マーブリング・スタンダード)は脂肪交雑基準を表す。

5 ロース芯の理学的性状

第6表にADF含量の違いがロース芯(第6-8肋間胸最長筋)の理学的性状に与える影響を示した。粗脂肪含量は増給区26.7%, 対照区22.2%と増給区が有意に多かった。水分含量は増給区56.7%・対照区58.5%であった。また, ロース芯の赤身部分の色差についてはそれぞれ明度・赤色度や黄色度を表すLab値に有意な差は認められなかった。

第6表 ADF含量の違いがロース芯の理学的性状に与える影響

試験区	粗脂肪 含量	水分 含量	色差(Lab値)		
			L	a	b
	%	%			
増給区	26.7'	56.7	43.9	21.0	10.2
対照区	22.2'	58.5	42.3	20.0	9.4

- 1) 二元配置分散分析において,* :p<0.05
- 2) 色差のLは明度、aは赤色度、bは黄色度。

6 ロース芯断面画像解析

ロース芯(第6-7肋間胸最長筋)断面のデジタル画像による画像解析を行い, ADF含量の違いが解析結果に与える影響を第7表に示した。ロース芯中の脂肪交雑を表す粒子数, 脂肪交雑全ての面積割合および平均面積については両試験区間に有意な差は認められなかった。脂肪交雑粒子の形の複雑さを表す形状係数は増給区が大き

く, 特に面積が0.5cm²以上の大きな脂肪交雑粒子の形状係数は増給区が対照区よりも高い傾向(p<0.10)にあった。

第7表 ADF含量の違いがロース芯断面画像解析による脂肪交雑粒子の性状に与える影響

試験区	粒子数 ¹⁾	面積割合 ²⁾	平均面積 ³⁾	形状係数 ⁴⁾	
				全体	粒子大 ⁵⁾
		%	%	cm ²	
増給区	100.4	37.6	0.18	65.1	799.3'
対照区	111.7	36.8	0.16	64.7	508.7'

- 1) 粒子数:脂肪交雑粒子の数
- 2) 面積割合:ロース芯面積に対する脂肪交雑粒子面積%
- 3) 平均面積:脂肪交雑粒子の平均面積
- 4) 形状係数:脂肪交雑粒子の形の複雑さを表す
- 5) 粒子大:面積が0.5cm²以上の脂肪交雑粒子を指す

7 血中インスリン濃度

第8表にADF含量の違いが各月齢毎の血中インスリン濃度に与える影響を示した。血中インスリン濃度は肥育開始時には増給区, 対照区共に同程度であったものが, 月齢と共に増加し, 18カ月齢には14.74IU/dlと23.40IU/dlとなった。増給区は対照区に比べて低い濃度で推移する傾向にあり, 16カ月齢には有意に低かった。後期に入ってからは両試験区間に差はなく, 25カ月齢には15.76IU/dl・17.26IU/dlとなった。

第8表 ADF含量の違いが血中インスリン濃度に与える影響

試験区	10月	14月	16月	18月	20月	23月	25月
	IU/dl						
増給区	3.38	6.83'	8.16'	14.74'	8.38	13.27	15.76
対照区	3.20	10.43'	24.83'	23.40'	11.43	18.25	17.26

- 1) 二元配置分散分析において,* :p<0.05, + :p<0.1

考 察

肉用牛において稲ワラ等の粗飼料を多給すると繊維成分であるADF含量の増加が伴う。ADFは粗飼料の消化性を示す指標となり, 増加すると第1胃内滞留時間が延長され, 消化機能の低下が起きることが知られている。本試験では肥育前中期のADF含量が2%増えても飼料摂取量や発育成績に対する影響は認められず, 乾物摂取量や出荷時体重も対照区と同等であった。また, 第1・2胃の重量はADFを増やした方が対照区よりも重くなっており, 第1胃粘膜の色も濃くなっていた。常石ら¹⁰⁾は肥育牛において高繊維質の粗飼料を給与した場合に, 第1胃等が刺激され反芻胃重量が増加し消化機能も向上すると報告している。肥育前中期の飼料中ADF含量が14~16%であれば, 消化性の低下はみられず, 第1胃に対する刺激効果が発揮されたと推察される。

これまでの報告によると, 肥育前中期に粗飼料を多給すると不可食脂肪が減少する⁹⁾, ロース芯の脂肪含量が増える⁹⁾等の枝肉への影響が報告されている。しかし, 本試験ではそれ以上に脂肪交雑や肉色等の肉質に有意な改善効果が認められた。特にBMSNo.と肉色等級はADF含量を増やした方が有意に高く, 枝肉格付けも優

れていた。さらに画像解析によると、増給区の脂肪交雑粒子の形状は対照区より複雑であった。

インスリンは反芻動物の脂質代謝に重要なホルモンであり、その血中の濃度は枝肉の脂肪蓄積と正の相関がある^{11,8)}といわれている。この報告に従えば、増給区は肥育前中期にインスリン濃度が低かったため、その間脂肪蓄積が抑えられていたものと推察される。山崎¹²⁾は黒毛和種の肥育前期に脂肪蓄積が抑制されても、後期の脂肪蓄積により枝肉の脂肪量は同じになると報告しており、逆にロース芯の脂肪含量は増加する⁶⁾といわれている。このことは、本試験の増給区において、血中インスリン濃度が肥育前中期に低く推移したものの、枝肉の脂肪交雑等が改善されたことと一致する。なお、脂肪交雑の増殖は生後10~20カ月齢に起き、その最盛期は13~16カ月齢といわれている^{11,12)}ので、脂肪交雑の形成に及ぼす肥育期別のインスリン濃度との関連については、今後さらに検討が必要である。インスリン濃度がADF増給区で低く推移した理由として、第1胃の低級脂肪酸を介した間接的な作用が考えられる。本試験成績から、ADF含量の高い粗飼料の第1胃に対する刺激作用は大きく、前中期における粗飼料増給が肉用牛の第1胃機能を向上させる可能性が示唆された。また、粗飼料を増給すると第1胃内のプロピオン酸生産量が抑えられ⁵⁾血中インスリン濃度は低下する⁹⁾ことが知られている。これらのことから、第1胃の消化発酵機能の改善を通して血中インスリン濃度が低く推移したと思われる。

今回の試験区はADF含量2%、粗飼料割合で5~6%の違いで設定したが、元来肉用牛の給与飼料は濃厚飼料が多給されており粗飼料は反芻動物として不足している。このため、ADFにして2%という僅かな差が今回のような大きな効果を生じたものと考えられる。また、ADFの上限は今回の設定より高いことが予測されるが、肥育牛の要求エネルギーは高く、要求量を満たすためには稲ワラのようなエネルギー含量が低い粗飼料の給与には限界がある。このため、肥育牛においてADF等の繊維成分を増給させながら、エネルギー要求量を確保するためには16%程度が上限であると考えられる。将来的に肥育牛における良質な自給飼料等の効率的利用技術が確立されれば、肉用牛の至適ADF含量が16%以上になることは十分に考えられる。しかし、現在のような濃厚飼料多給型の肥育飼料形態の中で稲ワラ等の低エネルギー粗飼料を利用する場合には、少なくとも給与飼料中のADF含量を前期16%、中期14%程度に確保することで、飼料摂取量や増体の低下を起さず肉質を向上させることが可能と考えられ、高品質牛肉の安定生産に寄与できるであろう。

謝 辞

本試験の実施にあたり、協力いただいた福岡食肉市場株式会社並びに福岡市食肉衛生検査所に深謝する。

研究補助

川上恒雄, 市川康雄, 森章一郎, 上瀧英治, 小河淳史

引用文献

- 1) 後藤 治・中島啓介・福田憲和(1993)交雑種去勢牛(BD)に対する肥育前期飼料のエネルギー水準. 福岡農総試研報 C-12: 9-12.
- 2) 後藤 治・中島啓介・福田憲和(1995)交雑種去勢牛(BD)の肥育後期飼料のTDN水準および濃厚飼料中の槽糠類と穀類の割合が良質牛肉生産に及ぼす影響. 福岡農総試研報 14: 177-180.
- 3) 口田圭吾・栗原晃子・鈴木三義・三好俊三(1997)画像解析によるロース芯断面内脂肪交雑粒子に関する客観的評価法. 日畜会報, 68(9): 878-882.
- 4) MATSUZAKI, M., S. TAKAZAWA, M. OGAWA, T. TAKEZAWA and S. MIYASHIGE.(1994) Plasma concentrations of growth hormone, insulin and metabolites in Japanese black, Japanese brown and Holstein steers during and fattening period. Proc. Nutr. Soc.,(Abstr.), 3 p278.
- 5) 三木勇雄・富澤 泰(1998)高級牛肉の合理的生産技術の確立〔Ⅱ〕前期粗飼料給与割合ならびに大麦の給与割合が肥育に及ぼす影響. 滋賀畜技セ研報, 5: 7-12.
- 6) 成瀬満佐子・梶川 博・阿部 亮(1996)黒毛和種去勢牛の肉質に及ぼす飼料およびルーメン発酵の影響. 日畜会報, 67(2): 146-152.
- 7) 農林水産技術会議編, 日本標準飼料成分表(1995)中央畜産会.
- 8) 佐藤 博・常石英作・滝本勇治・西村宏一(1983)肉牛の脂肪分解・耐糖能およびインスリン感受性の肥育にともなう変化. 日畜会報, 55(2): 82-86.
- 9) 常石英作・佐藤 博・渡辺 彰(1993)肉用牛の肥育前期における高繊維質粗飼料の給与が肥育後期の増体に及ぼす影響. 日畜会報, 64(4): 386-394.
- 10) 常石英作・西村宏一・滝本勇治・武田尚人・佐藤博(1984)前期粗飼料多給肥育における日本短角種と黒毛和種の産肉性. 東北農業研究, 35: 145-146
- 11) 鳥居伸一郎(1998)肉牛における脂肪細胞分化の制御. 栄養生理研究会報, 42(1): 39-57.
- 12) 山崎敏雄(1981)肥育度と月齢が肉牛の肉量肉質に及ぼす影響. Ⅲ. 黒毛和種去勢牛の脂肪交雑と部分肉筋肉内脂肪含量の月齢的变化について. 草地試研報 18: 69-77.