

トウフ粕を利用した黒毛和種肥育試験

水宅清二・秋山清・折原健太郎

Examination of Fattening Japanese Black Bulls by Feeding By-products of Tofu

Seiji MIZUYA, Kiyoshi AKIYAMA and Kentarou ORIHARA,

トウフ粕を肥育牛の飼料として利用するため、黒毛和種去勢牛を対象に肥育試験を実施し、トウフ粕の配合割合および処理方法の違いが肥育成績に与える影響を検討した。

トウフ粕を濃厚飼料の50%及び70%配合し、生のまま給与する場合と乳酸発酵処理して給与する場合を比較した結果、生で給与する場合は、50%配合が70%配合に比べて肥育成績及び枝肉成績が上回る傾向が認められた。一方乳酸発酵処理の場合は50%配合、70%配合とも枝肉重量以外はほぼ同等の成績であった。また、経済性については70%配合し乳酸発酵処理した場合が枝肉の生産単価が最も安くなる可能性が示唆された。

キーワード：トウフ粕、黒毛和種、肥育、乳酸発酵処理

食品製造残さの一種であるトウフ粕は高蛋白、高カロリーであり、かつ安定的に入手可能で安価なため、肥育牛の飼料として利用価値が高い。

神奈川県内の肥育牛農家の多くは従来よりトウフ粕を飼料として利用しているが、その配合割合は概ね3割程度と思われ、各農家がそれぞれの経験に基づき決めているため一定の割合ではない。

このような状況の中、トウフ粕をより多く肥育牛に給与する場合の具体的な配合割合に関して、県内肉用牛農家より研究要望があった。

そこで、飼料原料の栄養成分をもとにトウフ粕の配合割合を検討し試作した。さらにその結果をふまえて黒毛和種去勢牛を対象に肥育試験を実施し、肥育成績や健康状態に与える影響を比較検討した。

材料および方法

試験1 トウフ粕の配合に関する検討

試験は平成18年4月～5月に実施した。飼料原料は、安定的に入手可能な圧扁大麦、ふすま、圧扁トウモロコシ、ビートパルプ及び市販肉牛用配合飼料の5種類を用いた(表1)。

表1 飼料原料の成分分析値(乾物%)

	粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗繊維	TDN
トウフ粕	25.7	10.6	41.1	18.8	90.7
市販配合飼料	14.6	3.8	71.3	4.5	81.4
圧扁大麦	10.1	2.6	80.4	4.5	85.1
ふすま	18.4	4.5	62.0	9.7	72.5
圧扁トウモロコシ	9.0	4.4	83.3	1.9	92.5
ビートパルプ	9.1	1.1	62.0	20.4	74.4

また、飼料化処理の違いによる影響を検討するため、乳酸発酵処理の有無について比較した。飼料の成分分析について、水分、粗蛋白質、粗脂肪、粗灰分は飼料分析基準に基づく公定法(飼料分析基準研究会 2004)により、粗繊維、NDFは同公定法に準じた自動分析装置(ファイバーバックシステム、ゲルハルト社)により分析した。TDNについては日本標準飼料成分表の値(農業・食品産業技術総合研究機構 2009)を用いて算出した。

試験2 トウフ粕配合飼料による黒毛和種肥育試験

試験は平成18年5月～平成24年3月に実施した。試験牛は黒毛和種去勢牛を各試験区3頭ず

つ計12頭供した。肥育期間は8～15ヶ月齢を肥育前期、16～30ヶ月齢を肥育後期とした。

試験区は、トウフ粕を原物割合で濃厚飼料の50%配合する50%生区、50%生区と同じ原料を乳酸発酵処理した50%発酵区、同様にトウフ粕を70%配合する70%生区、これを乳酸発酵処理した70%発酵区の4区を設けた。

飼料調製に関しては、生区については工場より毎日正午に搬入したトウフ粕を、すみやかに他の原料と均一に配合し無処理の状態で給与した。発酵区については、原料を均一に攪拌した後、1週間以上容器に密閉し乳酸発酵処理した。飼料攪拌機は大脇式攪拌機A4型（大脇工業株式会社）、飼料調製・保存用容器はパウードラムPOM-220（デイリーマン社製）を用いた。

給与量については、肥育後期（16～32ヶ月齢）は表2に示す配合割合で不断給飼した。肥育前期（8～15ヶ月齢）については、70%生区は50%生区と同じ飼料を、また70%発酵区は50%発酵区と同じ飼料を給飼した。粗飼料については、肥育前期はスーダングラス乾草を不断給飼し、肥育後期は稲わらを1日1頭あたり1.2kg給与した。

なお、ミネラル補給のため鉍塩を常置した。さらに、25ヶ月齢以降はすべての供試牛に対して1日1頭当たり10,000IUのビタミンAを給与した。

試験調査項目

1. 飼料成分

水分、粗蛋白質、粗脂肪、粗灰分については飼料分析基準に基づく公定法（飼料分析基準研究会2004）により、粗繊維、NDFは同公定法に準じた自動分析装置（ファイババックシステム、ゲルハルト社）により分析した。

2. 飼料摂取量

給与量及び残飼料を毎日測定して算出した。

3. 体重及び体高

2週間毎に測定した。

4. 血液性状

3ヶ月毎に頸静脈より血液を採取し、ビタミンAについては血漿分離後、高速液体クロマトグラフ（SCL-10A^{VP}、島津製作所）を用いて紫外可視分光検出器により測定波長325nmにて測定した。カラムはShim-pack CLC-ODS（島津製作所）を、移動層はメタノールを用いた。一般生化学検査については血清分離後、血液検査測定器（VetTest、（株）アイテックス製）により測定

した。

5. 第一胃内容液性状

3ヶ月毎に第一胃内容液を経口カテーテル（三神工業 横浜）を用いて採取し、4重ガーゼでろ過した後、pHについてはpHメーター（村田製作所）により測定した。揮発性脂肪酸（VFA）については高速液体クロマトグラフ（SCL-10A^{VP}、島津製作所）を用いて電気伝導度検出器により測定した。カラムはULTRON PS-80H及びPS-80H.G（島津製作所）を、移動層はp-トルエンスルホン酸、Bis-Tris及びEDTAの混合水溶液を用いた。

6. 枝肉成績

（社）日本食肉格付協会によると畜時の枝肉格付により評価した。

7. 肉質評価

第6-7胸椎間の胸最長筋をミンチ状に処理（家畜改良センター2010）し、水分、粗脂肪及び粗蛋白質を飼料分析基準に基づく公定法を参考に分析した。また、胸最長筋-僧帽筋間の筋間脂肪をと畜翌日にサンプリングし、直ちに-40°Cで凍結保存した後、（財）日本食品分析センターにガスクロマトグラフ法による脂肪酸組成分析を委託した。

8. 経済性の検討

肥育後期の濃厚飼料合計額を算出し、試験区間の経済性を比較した。

結 果

試験1

トウフ粕の配合に関する検討

トウフ粕を含めた飼料原料の配合割合については、乾物中粗脂肪割合が6%以下となるよう（農業・食品産業技術総合研究機構2008）、またTDNが80%強と市販肉牛用配合飼料の値に近くなるよう検討した。当センターでは肥育牛に対して、トウフ粕を50%配合し乳酸発酵させた濃厚飼料を慣行的に給与しているが、その成分値は粗脂肪4.8%、TDNが82.7%と市販配合飼料に近い値である（表2、表3）。また過去10年間の37頭分の出荷成績については格付A4以上が75.6%、枝肉重量が463kgと、全国平均と比較して遜色ない成績であるため、これを配合割合の一事例とした。

この50%配合に対し、さらにトウフ粕の割合を高めた事例を検討した。日本飼養標準に基づき、黒毛和種の標準発育値をもとに一日当たりの飼料要求量を試算した結果、トウフ粕を70%

配合した場合は 20kg 以下となるが、75% の場合は肥育前期に 20kg を超える期間が生じた（表 4）。これは肥育牛の一日当たりの摂取量としてはかなり多量と考えられ、要求量通りに摂取できない場合が想定されるため、70% をトウフ粕配合割合の上限の目安として設定した。

さらに、県内農家においてはトウフ粕を生のまま給与する場合と乳酸発酵させて給与する場合の 2 パターンが見られるので、これらの実情をふまえ、生および乳酸発酵処理についても比較することとした。

以上を踏まえ、5 種類の飼料原料を用いて 3 種類の組み合わせを検討した結果（表 2）、飼料 2 および 3 は粗脂肪割合が 6 % を超えたのに対し、飼料 1 は 5.5% となり、かつ TDN も 83.8% と市販配合に近い値となった（表 3）。よって飼料 1 をトウフ粕の 70% 配合事例として設定した。

表 2 原料の配合割合（原物%）

	トウフ粕	市販配合	圧扁大麦	ふすま	圧扁トウモロコシ	ビートパルプ
飼料1	70	10	10			10
飼料2	70	10	10		10	
飼料3	70	10	10	10		
トウフ粕50%配合	50	10	10	10	10	10

表 3 試作飼料の栄養成分（乾物%）

	粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗繊維	TDN
飼料1	17.7	5.5	60.3	11.9	83.8
飼料2	17.0	6.2	65.0	8.1	87.5
飼料3	18.8	6.2	60.5	9.9	83.2
トウフ粕50%配合	15.7	4.8	65.5	9.8	82.7

表 4 飼料要求量の推定

トウフ粕 配合割合	肥育に要する飼料要求量(原物kg/日・頭)		
	16~20ヶ月齢	21~25ヶ月齢	26~30ヶ月齢
50%	13.7~15.5	12.4~13.9	11.3~12.5
70%	17.7~20.0	15.8~17.8	14.4~16.0
75%	19.2~21.6	17.2~19.2	15.7~17.2

試験 2

生トウフ粕を用いた黒毛和種肥育試験

1. 体重推移（表 5）

肥育試験開始時の 8 ヶ月齢、前期終了時の 15 ヶ月齢および試験終了時の 32 ヶ月齢の各試験区の平均体重について、試験終了時の体重は 50% 配合、70% 配合のいずれも発酵区が生区を上回る値であったが、試験区間に有意差は認め

られなかった。

増体日量についても、肥育後期は 50% 配合、70% 配合のいずれも発酵区が生区を上回る値であったが、試験区間に有意差は認められなかった。

体高については、試験区間に有意差は認められなかった。

2. 飼料摂取量（表 6）

濃厚飼料の原物摂取量、および粗飼料と濃厚飼料の合計原物摂取量について、70% 発酵区が 50% 生区に比べ有意に多かったが、乾物摂取量については試験区間に有意な差は認められなかった。

表 5 体重、増体日量及び体高

	50%生区	50%発酵区	70%生区	70%発酵区
体重(kg)				
肥育前期開始時(8ヶ月齢)	211±11	234±25	211±4	192±31
肥育前期終了時(15ヶ月齢)	449±12	463±33	439±19	431±40
肥育後期終了時(32ヶ月齢)	721±55	768±47	671±21	752±85
増体日量(kg)				
肥育前期(8~15ヶ月齢)	0.98±0.07	0.94±0.05	0.94±0.06	0.98±0.08
肥育後期(16~32ヶ月齢)	0.56±0.12	0.64±0.03	0.49±0.02	0.66±0.13
肥育後期(8~32ヶ月齢)	0.70±0.06	0.74±0.04	0.64±0.00	0.77±0.11
体高(cm)				
肥育前期開始時(8ヶ月齢)	109±1	112±3	107±1	105±6
肥育前期終了時(15ヶ月齢)	129±3	129±3	126±3	128±3
肥育後期終了時(32ヶ月齢)	142±1	143±3	138±3	141±6

表 6 肥育後期における合計飼料摂取量

	50%生区	50%発酵区	70%生区	70%発酵区
粗飼料(kg/頭)				
原物	440±33	471±31	455±5	466±102
乾物	409±30	438±29	424±5	434±95
濃厚飼料(kg/頭)				
原物	4860±471 ^a	5561±467 ^{ab}	5823±29 ^{ab}	6894±896 ^b
乾物	2813±273	3055±256	2645±13	2978±387
粗飼料+濃厚飼料(kg/頭)				
原物	5300±498 ^a	6032±498 ^{ab}	6279±34 ^{ab}	7360±998 ^b
乾物	3223±298	3493±285	3069±18	3411±482
TDN(kg/頭)	2500±237	2706±224	2394±13	2788±377

異符号間に有意差あり (p<0.05)

3. 血液性状（表 7）

血中 V.A. について、18 ヶ月齢に 70% 生区を除く 3 試験区において、また 22 ヶ月齢には全試験区において 50IU を下回る低値の傾向が見られた。その他の項目に関しては試験区間に有意差は認められなかった。

4. 第一胃内容液性状（表 8）

A/P 比は肥育が進むにつれて低下する傾向を示したが、試験区間に有意差は認められなかった。また、全試験区とも特に異常は認められなかった。

表7 血液生化学成分及び血漿中ビタミンA

		TP	GLU	BUN	CHOL	AST	GGT	Ca	Mg	PHOS	ビタミンA
		(g/dl)	(mg/dl)	(mg/dl)	(mg/dl)	(U/L)	(U/L)	(mg/dl)	(mg/dl)	(mg/dl)	(IU/dl)
8ヶ月齢 (前期開始)	50% 生区	7.1±0.8	107±9	9±5	130±6	69±14	23±3	10.4±0.7	2.5±0.1	8.9±0.9	86±23
	50% 発酵区	6.9±0.3	91±5	7±1	119±6	73±6	20±7	9.9±0.1	2.2±0.1	8.2±0.3	75±12
	70% 生区	7.1±0.0	103±16	9±1	146±64	82±20	32±4	10.8±0.1	2.5±0.1	8.9±0.4	96±5
	70% 発酵区	6.4±0.3	90±7	11±4	116±19	70±7	25±10	10.4±0.4	2.5±0.3	9.1±0.8	108±4
15ヶ月齢 (前期終了)	50% 生区	7.1±0.6	97±2	17±2	230±49	80±43	36±13	9.8±0.2	2.9±0.5	8.5±0.6	77±37
	50% 発酵区	7.1±0.1	96±11	16±2	252±52	56±21	26±3	10.1±0.4	2.6±0.1	8.2±0.5	55±24
	70% 生区	7.4±0.6	88±3	18±1	229±37	62±5	41±0	10.0±0.6	2.8±0.3	7.9±0.8	77±43
	70% 発酵区	6.7±0.4	83±8	21±3	244±51	48±2	32±11	10.2±0.4	2.9±0.3	7.7±0.7	50±23
18ヶ月齢	50% 生区	7.3±0.5	87±7	17±3	236±23	122±33	59±27	10.0±0.4	2.7±0.4	7.9±0.7	39±10
	50% 発酵区	7.9±1.2	84±4	17±3	211±30	83±11	48±21	9.8±0.1	2.8±0.4	7.8±0.4	38±17
	70% 生区	7.6±0.6	93±11	19±1	212±69	70±1	43±5	9.9±0.2	2.3±0.4	7.8±0.2	61±6 ^a
	70% 発酵区	7.1±0.1	84±2	21±2	206±34	85±28	49±15	10.2±0.3	2.5±0.1	6.8±0.5	19±6 ^b
22ヶ月齢	50% 生区	7.6±0.2	81±6	21±8	179±8	90±22	37±10	9.4±0.5	2.6±0.2	7.5±0.8	48±32
	50% 発酵区	7.4±0.3	76±5	19±2	219±41	153±163	43±21	9.7±0.1	2.7±0.1	7.7±0.3	23±9
	70% 生区	7.2±0.2	80±20	22±4	206±74	94±29	45±4	9.4±1.1	2.2±0.2	6.7±1.3	32±19
	70% 発酵区	7.5±0.2	75±9	19±2	219±40	91±55	54±33	9.8±0.3	2.3±0.1	7.3±0.2	33±17
25ヶ月齢	50% 生区	7.5±0.2	83±12	20±4	194±40	131±95	51±22	9.6±0.5	2.6±0.3	7.2±0.9	51±27
	50% 発酵区	7.3±0.4	73±6	18±2	288±82	104±85	94±98	10.0±0.3	2.5±0.3	7.6±0.2	39±7
	70% 生区	7.5±0.4	91±21	19±1	217±62	89±28	44±0	9.9±0.1	2.6±0.3	7.5±0.4	39±10
	70% 発酵区	7.3±0.4	75±6	21±1	190±78	75±12	36±5	9.5±0.3	2.3±0.2	6.8±0.5	47±39
28ヶ月齢	50% 生区	7.2±0.6	82±2	19±4	200±40	61±18	35±4	9.1±0.2	2.7±0.4	7.5±0.5	66±19
	50% 発酵区	7.3±0.4	75±10	17±2	239±18	69±22	35±7	9.6±0.2	2.7±0.2	7.1±0.2	56±14
	70% 生区	7.7±0.6	81±2	22±1	233±16	86±24	45±4	9.9±0.0	2.4±0.2	7.2±0.1	51±4
	70% 発酵区	7.0±0.2	80±10	20±4	235±58	78±19	39±11	9.4±0.5	2.6±0.3	6.5±0.2	96±38
31ヶ月齢	50% 生区	7.3±0.3	80±6	17±4	188±32	73±14	32±8	9.1±0.3	2.5±0.2	7.4±0.8	62±17
	50% 発酵区	7.4±0.6	68±2	15±3	185±22	67±6	30±6	9.7±0.4	2.6±0.2	6.9±0.0	56±20
	70% 生区	7.4±0.4	76±5	17±1	228±64	80±13	44±11	10.2±0.0	2.6±0.3	5.9±0.4	41±1
	70% 発酵区	7.4±0.5	77±11	18±3	225±20	98±19	40±10	9.4±0.6	2.6±0.2	6.8±0.2	71±30

TP：総蛋白、GLU：グルコース、BUN：尿素窒素、CHOL：コレステロール、AST：アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ、GGT：ガンマーグルタミルトランスフェラーゼ、Ca：カルシウム、Mg：マグネシウム、PHOS：無機リン
 ※異符号間に有意差あり (p<0.05)

表8 第1胃内容液性状

		pH	総VFA濃度 (mmol/L)	A/P比
8ヶ月齢 (前期開始)	50% 生区	6.7±0.3	92.1±17.3	3.0±0.4
	50% 発酵区	6.8±0.1	80.8±8.1	3.2±0.4
	70% 生区	6.9±0.2	74.4±4.2	3.1±0.1
	70% 発酵区	6.7±0.2	79.9±7.0	3.0±0.2
15ヶ月齢 (前期終了)	50% 生区	6.8±0.4	76.8±27.0	2.8±0.3
	50% 発酵区	6.8±0.2	86.8±14.7	2.5±0.1
	70% 生区	6.8±0.1	83.9±5.6	2.3±0.1
	70% 発酵区	6.7±0.3	80.0±7.3	2.9±0.3
18ヶ月齢	50% 生区	6.2±0.7	100.5±26.8	1.9±0.6
	50% 発酵区	6.7±0.4	87.4±11.9	2.6±0.8
	70% 生区	6.7±0.9	89.6±36.1	2.4±0.4
	70% 発酵区	6.6±0.3	92.8±8.8	2.1±0.3
22ヶ月齢	50% 生区	6.9±0.1	65.2±13.5	2.9±1.0
	50% 発酵区	7.0±0.2	73.4±10.5	2.6±0.2
	70% 生区	6.6±0.4	66.4±24.4	2.5±0.1
	70% 発酵区	6.7±0.6	76.6±38.9	2.5±1.2
25ヶ月齢	50% 生区	7.0±0.2	65.7±17.2	3.1±0.4
	50% 発酵区	6.8±0.3	81.2±10.3	2.4±0.3
	70% 生区	6.9±0.3	84.5±19.7	2.6±1.1
	70% 発酵区	6.4±0.5	88.6±7.9	2.3±0.4
28ヶ月齢	50% 生区	6.9±0.3	76.8±27.1	2.6±0.4
	50% 発酵区	7.0±0.2	73.6±18.6	2.1±0.4
	70% 生区	7.0±0.0	67.9±6.2	2.7±0.8
	70% 発酵区	6.6±0.7	109.4±22.8	1.9±0.2
31ヶ月齢	50% 生区	7.1±0.6	73.6±27.8	2.3±0.5
	50% 発酵区	6.8±0.1	58.2±22.3	1.9±0.3
	70% 生区	7.0±0.3	78.9±32.6	2.6±0.7
	70% 発酵区	7.0±0.2	114.5±13.3	2.4±0.3

5. 枝肉成績 (表9)

枝肉重量については試験区間に有意な差は認められなかったが、平均重量は50%発酵区が最も大きかった。

歩留は70%生区が50%生区および70%発酵区に比べ有意に低かった。BMS No.やロース芯面積についても70%生区は他の試験区に比べて低い傾向が見られた。

枝肉格付は70%生区がすべてA4であったのに対し、他の試験区はすべてA5であった。

6. 試験牛の食肉理化学成分 (表9)

70%発酵区が70%生区に比べて水分割合が有意に低く、粗脂肪割合が有意に高かった。また粗蛋白質については、70%発酵区が70%生区に比べ低い傾向であった。

脂肪酸組成については試験区間に有意な差は認められなかったが、多価不飽和脂肪酸は70%配合の試験区が50%配合の試験区に比べ高い傾向であった。

表 9 枝肉成績および理化学成分

	50%生区	50%発酵区	70%生区	70%発酵区
枝肉重量(kg)	467±53	502±31	442±18	476±60
歩留基準値	75.1±0.6 ^a	74.4±0.2 ^{ab}	73.4±0.5 ^b	74.7±0.3 ^a
ロース芯面積(cm ²)	65.7±6.5	61.3±1.5	52.0±5.7	65.3±7.6
バラ厚(cm)	7.8±0.6	7.5±0.4	8.0±0.5	6.9±1.2
皮下脂肪厚(cm)	2.5±0.1	2.0±0.4	2.9±0.4	2.1±0.8
BMS No.	9.0±1.0 ^{ab}	8.7±0.6 ^{ab}	6.5±0.7 ^b	9.3±1.2 ^a
BCS No.	3.3±0.6	3.3±0.6	4.0	3.7±0.6
締まり・きめ	5.0	5.0	4.5±0.7	5.0
枝肉格付	A5, A5, A5	A5, A5, A5	A4, A4	A5, A5, A5
胸最長筋内水分(%)	39.9±3.7 ^{ab}	41.8±2.0 ^{ab}	47.2±0.4 ^b	38.4±3.1 ^a
胸最長筋内粗蛋白質(%)	11.7±1.0	12.2±0.3	13.9±0.1	11.4±1.3
胸最長筋内粗脂肪(%)	47.7±4.7 ^{ab}	45.1±2.5 ^{ab}	37.9±0.4 ^b	49.2±4.1 ^a
脂肪酸組成(%)				
飽和脂肪酸	37.6±2.3	35.2±1.6	36.4±3.5	39.8±5.4
不飽和脂肪酸	57.9±2.6	59.1±0.9	58.6±2.9	55.3±5.3
一価	54.8±2.2	56.3±1.0	54.9±2.6	51.3±5.8
レシ酸(C18:1)	49.6±2.3	50.2±0.2	49.3±2.5	46.7±4.0
多価	3.0±0.5	2.8±0.2	3.7±0.3	4.0±0.7

※異符号間に有意差あり (p<0.05)

7. 飼料費 (表 10)

濃厚飼料の原物 kg 単価は、50%配合が生、発酵とも 23.0 円、70%配合は生、発酵とも 15.8 円/kg であった。一方、乾物 kg 単価では 50%発酵区が最も高く 41.9 円であり、次いで 50%生区の 39.7 円、70%発酵区の 36.6 円、70%生区の 34.8 円であった。

肥育後期の濃厚飼料費の合計額は 70%生区が 92 千円と最も低く、次いで 50%生区と 70%発酵区がおおよそ 110 千円とほぼ同額となり 50%発酵区が 128 千円と最も高かった。

表 10 濃厚飼料費 (肥育後期)

	50%生区	50%発酵区	70%生区	70%発酵区
(円/原物kg)	23.0	23.0	15.8	15.8
濃厚飼料単価 (円/乾物kg)	39.7	41.9	34.8	36.6
(円/TDNkg)	47.8	50.5	41.3	41.6
濃厚飼料費 (肥育後期合計額) (千円)	112±11	128±11	92±0	109±14

考 察

本試験は、トウフ粕を給与する際の配合割合および処理方法の違いが、黒毛和種の肥育成績や健康状態に与える影響について調査検討したものである。

肥育試験の結果であるが、乾物摂取量および

TDN摂取量については試験区間に有意差は認められなかったものの、50%配合、70%配合のいずれも発酵区が生区を上回る値であった。体重推移についても有意差は認められなかったが、50%配合、70%配合とも発酵区が生区を上回っており、摂取量の結果を反映した傾向が見られた。

次に血液性状であるが、70%生区を除く全試験区において、20ヶ月齢前後で血中ビタミンAが50IU以下と低下傾向が見られた。これについては16ヶ月齢以降、粗飼料をスーダングラス乾草から稲わらに切り替えたため、給与飼料中のβカロテン含有量が低下し、これに伴い肝臓や脂肪組織に蓄えられていたビタミンAが消費・利用されたためと推測される。一方でビタミンAコントロールの観点から見ると、20ヶ月齢前後で血中ビタミンAを30~50IUの低レベルに保つことが望ましい(畜産技術協会 2002)とされており、本試験の供試牛は70%生区を除きビタミンAコントロールがおおむね良好であったため脂肪交雑を表すBMS No.が高値であったと推測される。しかしながら試験牛によっては30IUを下回るビタミンA低下、および欠乏時に見られる一時的な飼料摂取量の低下が見られたことから、トウフ粕配合飼料の給与に際しては、特に20ヶ月齢前後の血中ビタミンAの値を注意深くチェックして適正な飼養管理に努める必要があると考えられる。

第1胃内容液性状については、全試験牛とも特に異常は認められなかった(元井菫子 1988)ため、トウフ粕を70%まで配合して給与しても生、乳酸発酵処理いずれの場合も第一胃への悪影響は特にないと考えられる。

枝肉成績に関しては、50%配合の場合は生、発酵ともすべて格付A5の好成績であり、枝肉重量は発酵区の方が生区を上回る傾向が見られたが、それ以外はほぼ同等の成績であった。一方70%配合の場合は、発酵区についてはすべて格付A5の好成績であったのに対し生区はいずれも格付A4で、枝肉重量も442kgと他の3試験区に比べ劣る成績であった。原因の1つとして飼料の食い込み不足が考えられる。トウフ粕を70%配合した場合、乳酸発酵処理して給与すると飼料要求量に近い、高い飼料摂取状態を維持することが可能であったが、生で給与した場合は困難であった。トウフ粕を高い配合割合で多量に給与する場合は、嗜好性の差による飼料摂取量の違いが大きく表れる可能性も考えられる。なお、枝肉については全供試牛とも瑕疵は認められず、正常であった。

肉の理化学成分であるが、70%生区が他の3区に比べ水分割合が有意に高く、粗脂肪割合が有意に低かった。また粗蛋白質割合も高い傾向が見られた。これは枝肉格付の違いを反映していると推測される。脂肪酸組成については試験区間に有意な差は認められなかったが、同一等級の50%発酵区、50%生区および70%発酵区と比較すると、70%発酵区がオレイン酸を含む一価不飽和脂肪酸の割合が低く、飽和脂肪酸の割合が高かった。よって配合割合や処理方法の違いにより、脂肪酸やその他の食味に関係する成分に差が出る可能性が示唆された。

最後に経済性の検討であるが、肥育後期における濃厚飼料のkg単価および合計額は、いずれも高い順から50%発酵区、50%生区、70%発酵区、70%生区となった。これより枝肉1kgを生産するのに必要な肥育後期の濃厚飼料経費を算出すると、50%発酵区が254円、50%生区が239円、70%発酵区が229円、70%生区が208円となった。50%発酵区、50%生区および70%発酵区の供試牛の枝肉格付はすべてA5と同一等級であったので、販売時の牛肉価格および肥育前期までの飼料経費に差がないと仮定すると、70%発酵区が最も生産単価が安くなる可能性が示唆された。

一方で、現在県内農家ではトウフ粕を生

態で肥育牛に給与する事例が多く見られており、生で給与する場合は枝肉成績も含め考慮すると、70%配合より50%配合の方が望ましいと思われる。

さらに、枝肉販売金額と肥育後期の濃厚飼料費合計額との差額についてであるが、50%発酵区が1,008千円、50%生区が989千円、70%発酵区が831千円、70%生区が683千円となった。供試牛の出荷時期が個体間で最大3年程度異なるため同一条件での比較とはならないが、枝肉重量の最も大きかった50%発酵区が販売金額でも最も高くなり、その結果差額も最大になったと推測される。

よって、今後生産現場でのトウフ粕利用に際しては、個々の生産現場の飼養条件や経営方針を考慮した配合割合および飼料調製方法を選択していく必要があると思われる。

さらに配合割合や処理方法の違いが肉質や食味に与える影響はまだ不明であるため、今後調査検討していく必要があると考えられる。

謝 辞

本試験の実施にあたり、肉質分析のための胸最長筋採取に際しご協力を頂いた横浜食肉市場株式会社の皆様に深く感謝の意を表します。

引用文献

- 飼料分析基準研究会. 2004. 飼料分析法・解説. 2004年版. 日本科学飼料協会, 東京
- 農業・食品産業技術総合研究機構. 2009. 日本標準飼料成分表. 2009年版. 中央畜産会, 東京
- 家畜改良センター. 2010. 食肉の理化学分析及び官能評価マニュアル. 家畜改良センター, 福島
- 農業・食品産業技術総合研究機構. 2008. 日本飼養標準 肉用牛. 2008年版. 中央畜産会, 東京
- 畜産技術協会. 2002. ビタミンAコントロールを用いた効率的肥育技術
- 元井菫子, 清水高正. 1988. 牛病学. 第2版. 62-66. 近代出版, 東京