

県産和牛のブランド化に向けた肥育技術の確立

(1) 肥育前期の給与方法の違いが黒毛和種去勢肥育牛の肥育成績に及ぼす影響

岡野祥 玉城政信 岩崎義史

I 要 約

黒毛和種肥育牛の肥育技術の確立を目的に、混合飼料 (Total Mixed Ration: TMR) を用い、その給与効果について検討した。平均11カ月齢の黒毛和種去勢肥育牛8頭を用い、27カ月齢まで肥育した。供試牛は2区に区分して群飼し、試験開始前日まで同一の飼養管理をした。そのうち、肥育前期127日間の濃厚飼料および粗飼料をTMRとして給与した区をTMR区、分離給与した区を分離区として、乾物 (DM) 摂取量、増体、体高、胸囲および枝肉成績を調査した結果、以下のとおりであった。

1. 1日1頭当たりのDM摂取量は、前期ではTMR区は分離区に比べて粗飼料は0.81kg多く ($p < 0.01$)、濃厚飼料は0.51kg少なく ($p < 0.01$) 摂取した。中期および後期では、TMR区が9.93kgおよび10.39kgと、肥育期が進むに連れ増加する傾向にあるが、分離区はTMR区と同一飼料にもかかわらず対照的に減少した。
2. 体重は、中期以降は差が開き始め、TMR区が分離区を後期開始時で44.5kg、試験終了時では107.7kg上回った。
3. 平均日増体量 (DG) は、前期ではTMR区が1.13kg、分離区が1.10kgと差はほとんどみられなかった。TMR区は中期および後期のDGが1.05kgおよび0.97kgと、肥育全期間とおしてほとんど変わらずに推移したのに対し、分離区は0.89kgおよび0.54kgと、DM摂取量同様に減少傾向にあり、特に後期での低下が顕著であった。
4. 枝肉成績は、枝肉重量においてTMR区の522.2kgが分離区より79.6kg大きく ($p < 0.05$)、ロース芯面積でもTMR区の59.3cm²が分離区より6.8cm²大きかった。バラ厚はTMR区の8.8cmが分離区より0.9cm厚く、皮下脂肪厚はTMR区の3.2cmが分離区より0.5mm厚かった。歩留基準値、牛脂肪交雑基準ナンバー (BMSNo.)、締まり、きめおよび牛脂肪色基準ナンバー (BFSNo.) はTMR区が分離区より高く、牛肉色基準ナンバー (BCSNo.) では分離区が高かった ($p < 0.01$)。

以上のことから、肥育前期における黒毛和種去勢肥育牛へのTMR給与は、肥育全期間をとおして良好な飼料摂取および増体が見込め、枝肉成績も向上すると考えられる。

II 緒 言

黒毛和種肥育では、濃厚飼料と粗飼料を分離して給与する方法が慣行されている。しかし群飼育で飼料を分離給与した場合、各個体の粗飼料や濃厚飼料の摂取割合を把握することが困難であり、発育のばらつきを生じやすく、安定した肉牛生産ができない一因となる¹⁾。

近年、反芻家畜の栄養管理の重要性および管理の省力化から、濃厚飼料と粗飼料を混合したTMRが乳用牛を中心に普及している。飼料給与技術において、TMRを給与することは飼料摂取量および乳量を増大させ^{2, 3)}、群飼育における競合緩和に有効であり⁴⁾、その調製や給与方法についてもマニュアル化されつつある⁵⁾。しかし黒毛和種肥育牛でのTMR給与方法や、その給与時期の報告は少ない。

そこで、肥育成績の安定と向上を目的として、肥育前期における黒毛和種去勢肥育牛へのTMR給与が増体および肉質へ与える影響について検討した。

III 材料および方法

1. 試験期間および試験場所

試験は2003年4月22日から2004年8月24日までの491日間、沖縄県畜産試験場で実施した。また、試験期間を前期127日間、中期210日間、後期154日間の3期に区分した。

2. 供試牛および試験区分

供試牛の概要は表1に示すとおりで、平均10カ月齢で当場に導入し飼養した黒毛和種去勢肥育牛8頭を用いた。試験開始前日までは、同一の飼養管理（同一の濃厚飼料および粗飼料を分離給与）をした。試験区分は、前期の飼料をTMRとして飽食給与した4頭をTMR区、TMR区と同一・同量の濃厚飼料および粗飼料を分離給与した4頭を分離区とした。また、中期以降は両区とも同一のTMRを飽食給与した。試験開始当時は8頭であったが、肥育後期中でTMR区牛No. 3が尿石症による尿道閉塞を呈し試験から除外したため、肥育後期以降のTMR区の各成績については、残りの3頭のものとする。

供試牛の試験開始月齢は11カ月齢で、試験終了月齢は27カ月齢である。供試牛の父牛は平勝美、暗桜2、安賢および姫桜である。

表1 供試牛の概要

区 分	牛No.	生年月日	開始時日齢	開始時体重(kg)	父
TMR区	1	2002. 6. 8	318	293	平勝美
	2	2002. 6. 20	306	255	平勝美
	3	2002. 6. 25	301	289	暗桜2
	4	2002. 3. 13	405	363	安賢
	平均		332.5±48.9	300.0±45.3	
分離区	5	2002. 5. 29	328	295	平勝美
	6	2002. 6. 20	335	266	平勝美
	7	2002. 6. 11	315	250	安賢
	8	2002. 4. 30	357	360	姫桜
	平均		333.8±17.6	292.8±48.5	

3. 飼養管理

供試牛はパドック付き牛舎内（6×10m）でTMR区と分離区に分けて群飼し、自由飲水とした。

飼料の給与は9時30分、13時30分および16時30分の3回に分けて実施した。

4. 給与飼料の配合割合、養分含量および飼料給与量

TMR中の飼料配合割合および養分含量を表2に、濃厚飼料の配合割合および養分含量を表3に示した。濃厚飼料は圧片とうもろこし、大麦、脱脂米ぬか、一般ふすま、加熱大豆、大豆粕、ヘイキューブおよびミネラル・ビタミン剤を用いて、肥育前期用、肥育中期用および肥育後期用の3種類を自家配合した。TMRの粗飼料はエン麦、チモシーヘイ、イタリアンストローおよび大麦ワラを用い、肥育前期用、肥育中期用および肥育後期用の3種類の濃厚飼料と混合した。飼料給与量は前期において、TMR区は残飼が給与量の5～10%程度になるように調整して飽食給与した。分離区は、TMR区に給与するTMR中の濃厚飼料および粗飼料と同一・同量のそれらを分離給与し、TMR区の飼料摂取量に合わせて増減させた。この際、分離区の粗飼料は、TMR区の粗飼料と同程度の切断長（約5cm）にして給与した。中期および後期においては、両区ともに同一のTMRを、残飼がそれぞれ給与量の5～10%程度になるように飽食給与した。飼料の切り替えは1カ月かけて段階的に行なった。

表2 TMR中の飼料配合割合および養分含量 単位：%DM

飼料名	前期TMR	中期TMR	後期TMR
前期用濃厚飼料	63.7		
中期用濃厚飼料		86.9	
後期用濃厚飼料			90.1
エン麦	20.4		2.5
チモシーヘイ	5.3		
イタリアンストロー	10.6		2.6
大麦ワラ		13.1	4.8
D M	88.2	87.8	88.1
C P	12.3	13.1	13.0
T D N	73.4	78.4	79.7
N D F	37.1	26.7	24.6

注1) DM：乾物，CP：粗タンパク質，TDN：可消化養分総量，NDF：中性デタージェント繊維。

2) 各飼料の成分は日本標準飼料成分表⁶⁾より算出。

表3 濃厚飼料の配合割合および養分含量 単位：%DM

	前期用	中期用	後期用
圧片とうもろこし	37.9	35.2	29.7
大麦	22.2	33.5	41.1
脱脂米ぬか	4.9	6.9	5.5
一般ふすま	23.5	15.1	16.8
加熱大豆	2.0	5.6	4.8
大豆粕	4.9	1.5	
ヘイキューブ	3.0		
ミネラル・ビタミン剤	1.7	2.2	2.3
D M	87.8	88.1	88.2
C P	15.6	14.6	13.8
T D N	81.7	83.2	82.6

注1) DM：乾物，CP：粗タンパク質，TDN：可消化養分総量。

2) 各飼料の成分は日本標準飼料成分表⁶⁾より算出。

5. 調査項目

1) 飼料摂取量

飼料給与翌日の午前9時より残飼を測定し、給与量と残飼量との差を飼料摂取量とした。

2) 体重、体高および胸囲の測定

体重、体高および胸囲の測定は試験開始日、開始日より1カ月ごとおよび試験終了日の13時30分から実施した。

3) 枝肉成績

と畜解体後、第一胃、膀胱、肝臓および枝肉の調査を実施し、TMR区と分離区に分けて比較検討した。第一胃については、胃底部5カ所の絨毛長を測定した。なお、ロース芯面積、バラ厚、皮下脂肪厚、歩留基準値、BMSNo.、BCSNo.、肉の締まり、きめ、BFSNo.および脂肪の光沢と質については、日本食肉格付協会の格付員の評価を用いた。

4) 販売価格

枝肉セリ市場で販売された価格を販売価格とした。

6. 統計処理

統計処理は、両区間の平均値間をt検定⁷⁾により比較した。

IV 結 果

1. 飼料摂取量

1日1頭当たりの飼料摂取量を表4に、1日1頭当たりの飼料摂取量 (DM) の推移を図1に示した。DM摂取量において、前期ではTMR区が分離区に比べて粗飼料は0.81kg多く ($p<0.01$)、濃厚飼料は0.51kg少なく ($p<0.01$) 摂取した。中期および後期では、TMR区が分離区をそれぞれ1.22kgおよび2.53kg上回った ($p<0.01$)。TMR区の各期の1日1頭当たりのDM摂取量を比較すると、前期<中期<後期となったが、分離区は逆に後期<中期<前期となった。

CP摂取量は、前期では濃厚飼料を多く摂取した分離区が上回っていたが ($p<0.05$)、中期および後期では、DM摂取量の多かったTMR区が分離区を上回った ($p<0.01$)。

TDN摂取量においても、中期および後期ではDM摂取量に反映してTMR区が分離区を上回っていた ($p<0.01$)。総TDN摂取量における粗飼料TDN摂取割合は、前期においてTMR区が29.2%、分離区が22.6%となり、6.6ポイント大きかった。

	TMR区	分離区	差
T M R (DM)			
前期	9.11±0.95	—	—
中期	9.93±0.86**	8.71±0.99	1.22
後期	10.39±0.67**	7.86±0.72	2.53
濃厚飼料 (DM)			
前期	5.80±0.61**	6.31±0.83	-0.51
中期	8.48±0.83**	7.56±0.85	0.92
後期	9.36±0.61**	7.08±0.65	2.28
粗飼料 (DM)			
前期	3.31±0.35**	2.50±0.45	0.81
中期	1.45±0.51**	1.15±0.21	0.30
後期	1.03±0.07**	0.78±0.07	0.25
C P			
前期	1.12±0.12*	1.15±0.12	-0.03
中期	1.30±0.11**	1.15±0.13	0.15
後期	1.35±0.09**	1.02±0.09	0.33
T D N			
前期	6.69±0.70	6.63±0.61	0.03
中期	7.77±0.67**	6.82±0.77	0.95
後期	8.27±0.54**	6.26±0.57	2.01
粗TDN/総TDN			
前期	29.2%	22.6%	6.6
中期	11.0%	9.9%	1.1
後期	6.6%	6.6%	0.0

注1) **: $p<0.01$, *: $p<0.05$ 。

2) 差は、TMR区—分離区。

3) TMR区において、各項目における後期の成績は $n=3$ 。

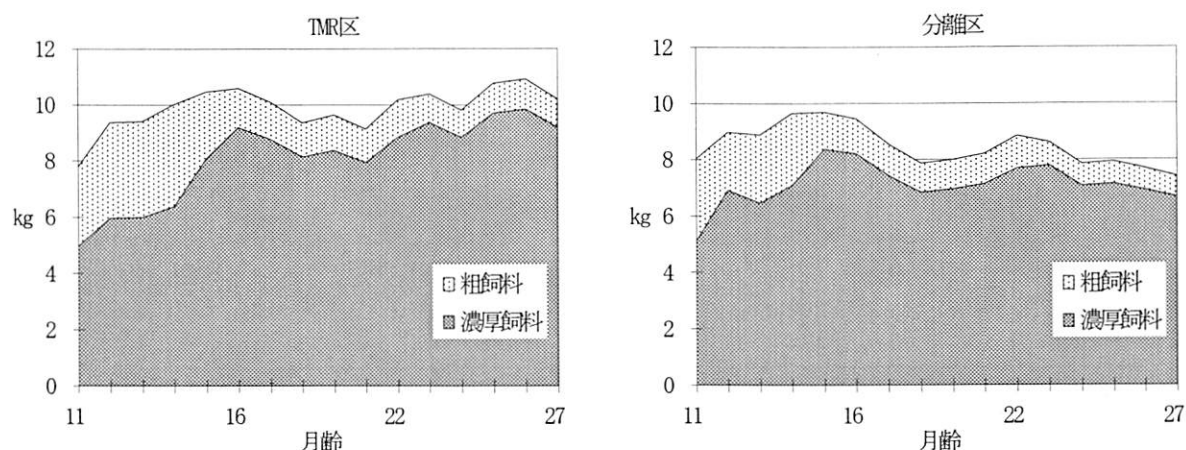


図1 1日1頭当たりの飼料摂取量 (DM) の推移

2. 増体成績

増体成績を表5に示した。試験開始時における両区の体重は、TMR区の300.0kgが分離区の292.8kgより7.2kg大きく、中期開始時でもその差は11.2kgとほとんど変わらなかったが、中期以降は差が開き始め、後期開始時で44.5kg、試験終了時ではTMR区811.0kgで分離区703.3kgとなり、TMR区が分離区を107.7kg上回っていた。

DGは、前期ではTMR区が1.13kg、分離区が1.10kgと差はほとんどなかった。中期および後期では、TMR区が分離区よりそれぞれ0.16kgおよび0.43kg優れていた。試験全期間とおしてのDGは、TMR区の1.04kgが、分離区の0.84kgを0.20kg上回っていた。TDN要求率は、前期および中期では両区にほとんど差はなかったが、後期ではTMR区が分離区より3.52kg小さかった。

表5 増体成績

区	分	n	試験開始時	中期開始時	後期開始時	試験終了時
体 重 (kg)						
TMR区		4(3)	300.0 ± 45.3	444.0 ± 25.0	664.8 ± 15.9	811.0 ± 35.8*
分離区		4	292.8 ± 48.5	432.8 ± 56.1	620.3 ± 57.3	703.3 ± 36.5
差			7.2	11.2	44.5	107.7

D	G (kg)		前期	中期	後期	全期間
TMR区		4(3)	1.13 ± 0.20	1.05 ± 0.16	0.97 ± 0.14*	1.04 ± 0.17
分離区		4	1.10 ± 0.20	0.89 ± 0.03	0.54 ± 0.14	0.84 ± 0.06
差			0.03	0.16	0.43	0.20

TDN要求率			前期	中期	後期	全期間
TMR区		4(3)	6.07 ± 1.27	7.53 ± 1.26	8.70 ± 1.33	7.48 ± 1.32
分離区		4	6.18 ± 0.99	7.65 ± 0.30	12.22 ± 3.16	7.91 ± 0.55
差			-0.11	-0.12	-3.52	-0.42

注1) **: p < 0.01, * : p < 0.05。

2) 差は、TMR区 - 分離区。

3) TMR区において、試験終了時の体重、後期および全期間のDGおよびTDN要求率はn=3。

3. 体高および胸囲の発育成績

体高および胸囲の発育成績を表6に示した。体高は、全期間とおしてTMR区の発育が良く、分離区との差は開いていったが、有意な値ではなかった。胸囲は、前期では分離区の発育が、中期および後期ではTMR区が良かった。

表6 体高および胸囲の発育成績

区 分	n	試験開始時	中期開始時	後期開始時	試験終了時
体 高 (cm)					
TMR区	4(3)	119.2±2.1	129.3±2.0	139.5±2.4	143.3±3.5
分離区	4	118.3±3.0	127.0±3.2	136.8±1.7	140.5±2.5
差		0.9	2.3	2.7	2.8
胸 囲 (cm)					
TMR区	4(3)	153.7±7.7	182.3±2.2	222.0±5.7	243.3±10.0
分離区	4	152.2±8.0	183.5±6.8	221.0±3.7	232.5±4.4
差		1.5	-1.2	1.0	10.8

注1) 差は、TMR区-分離区。

2) TMR区において、試験終了時の体高および胸囲はn=3。

5. 内臓所見および枝肉成績

内臓所見を表7に示した。第一胃では、両区ともに潰瘍痕はみられなかったが、絨毛長はTMR区が分離区より有意に長かった ($p < 0.01$)。膀胱では炎症および尿石が、肝臓では富脈斑が両区にみられた。

表7 内臓所見

区 分	牛No.	第一胃		膀胱		肝臓
		潰瘍痕	絨毛長 (mm)	炎症	尿石	
TMR区	1	-	24.6±1.1	-	-	-
	2	-	21.2±0.8	+	-	-
	4	-	22.4±1.5	-	+	富脈斑
	平均		22.7±1.8**			
分離区	5	-	14.4±0.5	-	+	富脈斑
	6	-	17.0±1.0	+	-	-
	7	-	15.2±1.3	-	-	-
	8	-	15.4±1.3	-	+	-
	平均		15.5±1.4			

注) **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$ 。

枝肉成績を表8に示した。枝肉重量は、TMR区の522.2kgが分離区より79.6kg大きく ($p < 0.05$)、ローヌ芯面積でもTMR区の59.3cm²が分離区より6.8cm²大きかった。バラ厚はTMR区の8.8cmが分離区より0.9mm厚く、皮下脂肪厚もTMR区の3.2cmが分離区より0.5mm厚かった。歩留基準値、BMSNo.、締めり、きめおよびBFSNo.はTMR区が分離区より高く、BCSNo.では分離区が高かった ($p < 0.01$)。

表8 枝肉成績

項 目	TMR区 (n=3)	分離区 (n=4)	差
枝 肉 重 量 (kg)	522.2±42.3*	442.6±28.3	79.6
ロース芯面積 (cm ²)	59.3± 8.3	52.5± 4.4	6.8
パ ラ 厚 (cm)	8.8± 1.1	7.9± 0.9	0.9
皮下脂肪厚 (cm)	3.2± 0.9	2.7± 0.4	0.5
歩留基準値 (%)	73.6± 2.0	73.5± 1.2	0.1
BMSNo.	5.3± 1.5	5.0± 2.0	0.3
BCSNo.	2.7± 0.6**	4.0± 0.0	-1.3
締 ま り	4.3± 0.6	3.5± 1.0	0.8
き め	4.0± 0.0	3.8± 1.0	0.2
BFSNo.	2.7± 0.6	2.5± 0.6	0.2
光沢と質	5.0± 0.0	5.0± 0.0	0.0

注1) **: p<0.01, *: p<0.05。

2) 差は、TMR区一分離区。

6. 販売価格

格付等級および販売価格を表9に示した。格付等級は、TMR区でA-4が2頭およびB-3が1頭、分離区でA-5が1頭およびA-3が3頭であった。平均単価はTMR区が1,746円で分離区より80円安い、平均販売価格はTMR区の911,269円が、分離区より104,278円高く販売された。

区 分	牛No.	格付等級	単 価	販売価格
TMR区	1	B-3	1,774	952,638
	2	A-4	1,714	951,270
	4	A-4	1,749	829,900
	平均		1,746	911,269
分離区	5	A-3	1,739	799,070
	6	A-5	2,062	871,195
	7	A-3	1,726	716,290
	8	A-3	1,777	841,409
	平均		1,826	806,991

V 考 察

黒毛和種去勢肥育牛の肥育技術の確立を目的に、TMRを用い、試験開始前日まで同一の飼養管理をした平均11カ月齢の黒毛和種去勢肥育牛8頭を27カ月齢まで肥育した。

1日1頭当たりのDM摂取量は、前期ではTMR区が9.11kgで分離区は8.81kgであったが、TMR区は分離区に比べて粗飼料は0.81kg多く、濃厚飼料は0.51kg少なく摂取した。中期および後期では、TMR区が9.93kgおよび10.39kgと、肥育期が進むに連れ増加する傾向にあったが、分離区は8.71kgおよび7.86kgと、TMR区と同一飼料にもかかわらず対照的に減少していった。DGにおいては、前期ではTMR区が1.13kg、分離区が1.10kgと差はほとんどみられなかった。TMR区は中期および後期のDGが1.00kgおよび0.97kgと、肥育全期間とおしてほとんど変わらずに推移したのに対し、分離区は0.89kgおよび0.54kgと、DM摂取量同様に減少傾向にあり、特に後期での低下が顕著であった。肥育前期に粗飼料を多給した牛では濃厚飼料を多給した牛に比べ、肥育中期以降での飼料要求率の向上⁸⁾や乾物摂取量において優れていること⁹⁾が報告されている。また、丸山ら¹⁰⁾の報告では、肥育前期に粗飼料比40%のTMRを給与した群は、粗飼料比20%のTMRを給与した群に比べ、中期以降同一TMRを給与した場合に中期以降のDM摂取量が多く、DGは

前期はやや少ないが、中期および後期では多くなる。本試験でも前期に粗飼料を多く摂取したTMR区が、中期以降の飼料摂取量およびDGが分離区より優れた結果となった。

前半に粗飼料を多給した場合、後半に濃厚飼料を多給してエネルギー摂取量を増加させることでいわゆる代償性発育が期待でき、その代償性発育は仕上げ肥育時においてエネルギーの利用効率が良く、腹胃の容積が大きいことによる食い込み能力の向上によるものであるといわれている¹¹⁾。TMR区でもこれと同様の傾向がみられたことから、本試験に用いた前期TMRの粗飼料割合は、代償性発育を発現するに充分であったと思われる。いっぽう、分離区では後期における飼料摂取量の低下、いわゆる食い止まりとDGの停滞およびTDN要求率の低下がみられた。食い止まりの原因の1つに、第一胃機能の発達不全がある¹²⁾。第一胃の機械的運動作用に関係しているとみられる単位面積当たりの組織重は、摂取飼料中の粗飼料割合と相関がある¹³⁾。また、第一胃が盛んに発達するのは12.6カ月齢までとされており¹⁴⁾、川畑ら¹⁵⁾は、肥育前期に粗飼料を多給すると、濃厚飼料を多給したものに比べて第一胃絨毛の発育が優れ、単位面積当たりの絨毛数が多いと報告している。本試験においても、第一胃絨毛長はTMR区が有意に長く、第一胃絨毛の発育は優れていたと思われる。分離区は、前期の飼料給与量をTMR区の摂取量に合わせたため、前期に濃厚飼料を制限する従来の分離給与型よりも濃厚飼料を多く摂取し、その結果粗飼料摂取量もTMR区に比べ有意に少なかった。そのため、分離区はTMR区に比べて前期に第一胃機能の発達が十分にできなかったと思われる。

TMRの特徴の1つに、第一胃の恒常性が高まることがある⁷⁾。真山ら¹⁶⁾は、乳牛において、TMR給与区は分離給与区よりも第一胃内原虫数が多く、第一胃液pHも変動が少なく、大型原虫の活力が良いと報告している。第一胃環境の安定は、第一胃内微生物の育成および生産の安定、飼料摂取量の増加、VFAおよび微生物体タンパク質生成の増加につながる。これらの点から、中期以降にTMR区が分離区より飼料摂取量が有意に多かったのは、前期のTMR給与により第一胃の飼料収容能力および栄養吸収能力が充分に発達し、第一胃環境が安定したためと思われる。

黒毛和種肥育において、濃厚飼料多給による障害の1つに尿石症^{17~19)}がある。尿石症は濃厚飼料多給および粗飼料不足によるリン(P)の過剰摂取およびPとカルシウム(Ca)の不均衡が主な原因とされ、その予防として飼料中のCa:P比を1:1~2:1にすることが適当とされている^{17~19)}。本試験で用いた中期用および後期用TMRのCa:P比は1.2:1で適当な範囲にあると思われたが、中期および後期のP摂取量は日本飼養標準DG1.0に要するP要求量²⁰⁾に対して、TMR区で200~240%であった。本試験では尿石症により1頭が除外となり、屠畜時に3頭の膀胱から尿石が確認されたことから、中期用および後期用TMRの粗濃比、Ca:P比およびP含量は検討の余地があると思われる。

枝肉成績において、枝肉重量はTMR区が分離区より有意に大きかった。これは中期以降の増体量の差が、如実に表れた結果である。ロース芯面積、バラ厚およびBMSNo.においてもTMR区が分離区よりも優れた傾向にあり、TMR区は分離区より枝肉重量および肉質において優れていると思われる。

これらのことから、肥育前期での飼料給与方法や栄養水準は肥育中期以降にも大きく影響を及ぼし、適正な肥育をする上で重要であり、肥育前期における黒毛和種去勢肥育牛へのTMR給与は、肥育全期間をとおして良好な飼料摂取および増体が見込め、枝肉成績も向上すると考えられる。

VI 引 用 文 献

- 1) 農林水産省農林水産技術会議事務局編(2000)日本飼養標準肉用牛(2000年度版), 中央畜産会, 87
- 2) 高野信雄(1985)高泌乳牛飼養技術の理論と実践(3), 畜産の研究, 39, 997-1001
- 3) 島袋宏俊・玉城政信・知念雅昭(1998)泌乳前期の飼養管理技術の確立(1)夏季における飼料給与方法の検討(TMR給与の効果), 沖縄畜試県報, 36, 9-14
- 4) 知念雅昭・玉城政信・島袋宏俊(1999)給与飼料方法の違いが黒毛和種子牛の行動に及ぼす影響, 沖縄畜試研報, 37, 25-30
- 5) 家畜飼料新給与システム普及推進事業編(2003)TMRマニュアル, 社団法人畜産技術協会
- 6) 独立行政法人農業技術研究機構編(2001)日本標準飼料成分表(2001年度版), 中央畜産会
- 7) 新城明久(1996)新版生物統計入門-計算マニュアル-, 35-45, 朝倉書店

- 8) 柏木敏孝・小西英邦・谷口俊二・温井功夫(2000)肥育前期の蛋白・エネルギー水準と粗飼料給与割合ならびに粗飼料の質的差異が黒毛和種去勢牛の肥育に及ぼす影響, 和歌山県農林水産総合技術センター研究報告, 1, 9-18
- 9) 丸山新・坂口慎一・古田淳(1997)黒毛和種去勢牛の早期からの肥育における粗飼料比が发育および肉質に及ぼす影響(第1報), 岐阜肉牛試研報, 35, 1-8
- 10) 丸山新・向島幸司・坂口慎一・永井勇夫・中丸輝彦(1998)黒毛和種去勢牛の早期からの肥育における粗飼料比が发育および肉質に及ぼす影響(第2報), 岐阜肉牛試研報, 36, 5-19
- 11) 滝本勇治・黒肥地一郎・岩成寿・美濃貞治郎(1971)若齢牛の代償性成長に関する研究(第1報)仕上肥育前における低栄養飼養が肥育牛の代償性成長におよぼす影響, 九州農試年報, 54-59
- 12) 富谷尚博(2001)肉牛肥育における食い止まり対策, 肉牛ジャーナル, 12, 43-49
- 13) 田中彰治・吉田正三郎・松川正・上田敬介(1966)若齢肥育牛の複胃の形態的大きさと増体との関係, 中国農業試験場報告, B14, 27-39
- 14) 山崎敏雄(1977)肥育度と月齢が肉牛の肉量及び肉質に及ぼす影響(第1報), 中国農業試験場報告, B23, 53-85
- 15) 川畑健次・堤知子・岡野良一・横山喜世志・西村健一・大園正陽(1996)肥育前期の飼料給与水準が産肉性に及ぼす影響, 鹿児島県畜産試験場研究報告, 29, 1-10
- 16) 真山隆・小笠原清高・田鎖高晴・高橋邦夫(1989)乳牛に対する混合飼料給与試験(第1報)混合飼料給与と第一胃液性状, 青森県畜産試験場試験研究成績書, 1-6
- 17) 農林水産省農林水産技術会議事務局編(2000)日本飼養標準肉用牛(2000年度版), 中央畜産会, 120-123
- 18) 宗形光蔵(1976)牛の尿石症とその対策(1), 畜産の研究, 30, 401-404
- 19) 宗形光蔵(1976)牛の尿石症とその対策(2), 畜産の研究, 30, 522-526
- 20) 農林水産省農林水産技術会議事務局編(2000)日本飼養標準肉用牛(2000年度版), 中央畜産会, 30

研究補助: 石垣新, 宮里貴志