

## バイパス油脂給与が黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響

太田原健二, 西田 清, 藤原哲雄, 小野寺勉

### はじめに

牛肉の輸入自由化以降, 肉用牛の肥育経営においては生産性の向上, 規模拡大, コスト低減対策および高品質な牛肉の生産が緊急な課題となっている。また, 消費者の嗜好は多様化しており, 特に黒毛和種の肥育経営においては, より高品質な牛肉をいかに安定的に生産できるかが経営を左右しているともいえる。そのため, 肥育期間の長期化や仕上げ体重の大型化といった技術的対応がなされているが, 期待した程の枝肉規格の向上が認められず, むしろ飼料費の増加, 回転率の悪化等を招き, 必ずしも所得向上に結びついていないのが現状である。

このようななか, 一部の肥育農家では, 枝肉重量の増加, 或いは脂肪交雑を改善する目的で, 脂肪酸カルシウム(以下「バイパス油脂」という)を給与している例が散見される。バイパス油脂は, 乳用牛では分娩後の負栄養期間, および暑熱時の低脂肪率の改善等の利用が有効とされており, 肉用牛では子牛の哺乳・育成期に増体を高めるための補助飼料としての利用が有効とされている。本県においてもバイパス油脂を利用する肥育農家が出始めているが, その給与体系等が確立していないため, その効果の有無については明らかになっていない。

そこで, 近年乳用牛で利用が増加しているバイパス油脂を, 黒毛和種去勢牛の肥育において, エネルギー摂取量が停滞・減少する肥育末期に給与し, 産肉性に及ぼす影響について検討した。

### 試験方法

#### 1. 試験区分及び供試牛

試験区は, バイパス油脂を肥育末期3ヶ月間に300g給与する区を試験区1, 肥育末期6ヶ月間に300g給与する区を試験区2, 肥育末期3ヶ月間に600g給与する区を試験区3, 肥育末期6ヶ月間に600g給与する区を試験区4, の4試験区と無給与の対照区を設け(表1), 各6頭を配した。

1995年3月22日から1996年3月24日の間に当研究所外山畜産研究室で生産された黒毛和種去勢牛30頭を供試し(表2), 全て単房飼いとした。

#### 2. 飼料給与及び管理方法

肥育期間を前期と後期に分け, 前期(約9ヶ月齢から210日間)は濃厚飼料(産肉能力間接検定用飼料:DCP 10.0%, TDN 73.0%)を体重比の1.1%に制限給与し, 粗飼料はラップサイレージを飽食給与とした。後期は濃厚飼料を飽食とし, 粗飼料はイナワラを1日当たり2kgの制限給与とした。また, 飼料は朝, 夕の2回給与とし, バイパス油脂の給与は各々の給与量を濃厚飼料と混合して給与した。水はウォーターカップによる自由飲水とし, 固形ミネラルを自由に舐められるようにした。

#### 3. 肥育目標

試験終了は生後27ヶ月齢とし, 仕上げ体重の目標は700kgとした。

#### 4. 調査項目

体重は2週間ごとに, 体尺は開始時, 前期終了時及び肥育終了時に, 体高, 十字部, 体長, 胸深, 胸幅, 尻長, 腰角幅, かん幅, 座骨幅, 胸囲及び管囲の11部位を測定した。

飼料は, 毎日朝給与時に前日の給与飼料の残量を差し引いて摂取量を求めた。試験終了後は, 48時間の絶食, 24時間の絶水後に体重を測定し, 屠殺解体した。

表1 試験区

給与量	給与期間	肥育末期3ヶ月	肥育末期6ヶ月	無給与
	300g/日・頭		試験区1	試験区2
600g/日・頭		試験区3	試験区4	—
無給与		—	—	対照区

表2 供試牛

試験区	父	母の父	生年月日
試験区1 3ヶ月・300g	第4倉国	寿高	1995.05.24
	第5夏藤	北栄光	1995.06.01
	第5夏藤	野玲17	1995.04.12
	第5夏藤	第4倉国	1996.03.24
	第5夏藤	秀光	1996.04.25
	北国7の8	福神	1996.09.13
試験区2 6ヶ月・300g	第5夏藤	克種4	1995.07.14
	第5夏藤	大勘	1995.04.24
	第4倉国	詳富士8	1995.05.29
	第5夏藤	詳富士8	1996.04.11
	第5夏藤	詳富士8	1996.05.02
	第5夏藤	長尾	1996.07.21
試験区3 3ヶ月・600g	第5夏藤	茂福	1995.04.08
	第5夏藤	秀光	1995.04.29
	第4倉国	高霜3	1995.06.04
	山盛金	秀光	1996.04.12
	第5夏藤	詳富士8	1996.04.27
	第5夏藤	寿高	1996.07.26
試験区4 6ヶ月・600g	第5夏藤	寿高	1995.04.15
	第5夏藤	秀光	1995.03.22
	第4倉国	克種4	1995.05.28
	第5夏藤	克種4	1996.04.09
	第5夏藤	高霜3	1996.04.15
	安美金	糸光	1996.06.30
対照区	第5夏藤	高霜3	1995.04.15
	第5夏藤	第55裕正	1995.04.03
	第5夏藤	高霜3	1995.05.31
	第5夏藤	克種4	1996.04.08
	第5夏藤	安金	1996.05.07
	第5夏藤	大勘	1996.07.19

枝肉は処理場の冷蔵庫で2日間冷却した後、枝肉（冷屠体）重量及び枝肉各部位の測定を行った。また、左半丸の6～7肋骨間を切断し、ロース芯面積、皮下脂肪厚、筋間脂肪厚及びバラの厚さを測定するとともに、肉質を牛枝肉取引規格に基づいて評価した。

さらに、各区2頭の左半丸はウデ、ネック、カタロース、カタバラ、リブロース、サーロイン、ヒレ、ナカバラ、トモバラ及びモモに分割し、筋肉、脂肪及び骨に分離して秤量した。

6, 7, 8肋骨のロース芯（胸最長筋）は、肉の一般組成、色、硬さ、及び保水性等の肉の理化学的調査に供試した。

枝肉測定時に、皮下部より脂肪を採取し、それぞれの脂肪酸組成を分析した。

## 結果及び考察

## 1. 発育成績

表3に発育成績を示した。供試牛の試験開始時における日齢、体重及び体高は、試験区1で287.7 ± 17.8日、226.2 ± 33.6kg、及び108.4 ± 5.2cm、試験区2で285.5 ± 18.9日、235.6 ± 26.2kg、及び112.3 ± 2.7cm、試験区3で285.3 ± 21.8日、235.1 ± 23.1kg、及び111.4 ± 2.9cm、試験区4で295.3 ± 26.4日、253.1 ± 35.5kg、及び110.7 ± 3.5cm、対照区で284.6 ± 23.9日、249.9 ± 35.4kg、111.1 ± 5.7cmであった。開始時における体重は黒毛和種正常発育曲線の下限值付近(9ヶ月齢時平均値273.2kg、下限値228.9kg)の数値であり、体高は平均値(9ヶ月齢時平均値113.9cm)以下の数値であった。

終了時の体重及び体高は、試験区1で694.5 ± 57.2kg及び137.5 ± 4.2cm、試験区2で715.1 ± 35.9kg及び139.1 ± 2.8cm、試験区3で687.8 ± 91.4kg及び140.8 ± 3.3cm、試験区4で685.1 ± 20.7kg及び136.6 ± 1.6cm、対照区で702.7 ± 72.2kg及び139.4 ± 4.8cmであった。肥育期間中の増体が順調であったため、肥育開始時の発育の遅れを取り戻し、仕上げ体重も目標の700kgにほぼ達した。

試験中の1日当たりの平均増体量(DG)は、試験区2が0.90 ± 0.06kgで最も良く、続いて試験区1で0.88 ± 0.07kg、試験区3と対照区でそれぞれ0.85 ± 0.13kgと0.85 ± 0.07kg、試験区4が最も悪く0.81 ± 0.04kgであったが、いずれも有意な差ではなかった。本試験は、前期粗飼料多給型肥育を実施しており、代償性発育による後期の増体量を期待した。前期・後期ともに良好な同等の増体を示しており、特に後期において0.79kgから0.89kgのDGを示したことは、前期粗飼料多給型肥育によるものと推察される。

バイパス油脂給与による肥育末期の増体量を比較するため、給与を最も早く開始した試験区に合わせ、肥育終了前6ヶ月間の増体量を示した。その結果は試験区1で143.1 ± 29.8kg、試験区2で141.0 ± 18.8kg、試験区3で119.9 ± 37.4kg、試験区4で114.7 ± 15.0kg、対照区で143.3 ± 10.7kgであり、DGはそれぞれ0.79 ± 0.15kg、0.78 ± 0.11kg、0.67 ± 0.21kg、0.64 ± 0.09kg、および0.97 ± 0.06kgであった。給与量が300gの区(試験区1, 2)では対照区と同等の増体量を示し、給与量が600gの区(試験区3, 4)では対照区よりも増体が悪い傾向を示した。玉城ら<sup>1)</sup>は、黒毛和種去勢牛を対象に169日間、日量で約300gのバイパス油脂を給与した結果、増体性を高めると報告している。本試験においては、バイパス油脂の給与期間、および給与量によって増体性を高めることはなく、逆に大量の給与は増体を低下させた。

表3 発育成績

		試験区1	試験区2	試験区3	試験区4	対照区
		3ヶ月・300g	6ヶ月・300g	3ヶ月・600g	6ヶ月・600g	
肥 育 開 始 時	日 齢(日)	287.7 ± 17.8	285.5 ± 18.9	285.3 ± 21.8	295.3 ± 26.4	284.6 ± 23.9
	体 重(kg)	226.2 ± 33.6	235.6 ± 26.2	235.1 ± 23.1	253.1 ± 35.5	249.9 ± 35.4
	体 高(cm)	108.4 ± 5.2	112.3 ± 2.7	111.4 ± 2.9	110.7 ± 3.5	111.1 ± 5.7
肥 前 期	終了時体重(kg)	409.9 ± 40.0	429.0 ± 30.4	428.1 ± 37.1	430.6 ± 33.7	424.4 ± 43.1
	D G(kg)	0.88 ± 0.08	0.91 ± 0.08	0.91 ± 0.10	0.84 ± 0.09	0.82 ± 0.11
肥 後 期	終了時体重(kg)	694.5 ± 57.2	715.1 ± 35.9	687.8 ± 91.4	685.1 ± 20.7	702.7 ± 72.2
	D G(kg)	0.88 ± 0.09	0.89 ± 0.08	0.80 ± 0.16	0.79 ± 0.05	0.86 ± 0.07
終 了 前 6 ヶ 月 間	増 体 量(kg)	143.1 ± 29.8	141.0 ± 18.8	119.9 ± 37.4	114.7 ± 15.0	143.3 ± 10.7
	D G(kg)	0.79 ± 0.15	0.78 ± 0.11	0.67 ± 0.21	0.64 ± 0.09	0.79 ± 0.06
	増 体 高(cm)	5.2 ± 0.9	4.6 ± 1.0	5.2 ± 1.7	4.7 ± 0.9	5.2 ± 1.1
肥 育 全 期 間	増 体 量(kg)	468.3 ± 41.5	479.5 ± 28.0	452.7 ± 76.6	432.0 ± 28.6	452.7 ± 53.1
	D G(kg)	0.88 ± 0.07	0.90 ± 0.06	0.85 ± 0.13	0.81 ± 0.04	0.85 ± 0.07
全 期 間	終了時月齢(月)	26.6 ± 0.7	26.9 ± 0.2	26.9 ± 0.1	27.2 ± 0.2	26.9 ± 0.3
	終了時体高(cm)	137.5 ± 4.2	139.1 ± 2.8	140.8 ± 3.3	136.6 ± 1.6	139.4 ± 4.8
	肥 育 度 指 数	504.8 ± 37.4	514.4 ± 26.3	487.6 ± 54.5	501.6 ± 12.0	504.2 ± 49.5

## 2. 飼料摂取

肥育期間中の飼料摂取量を表4に示した。濃厚飼料の摂取量は対照区で3,770kgと最も多く試験区1,2,3では3,500kg台でほぼ同等であり、試験区4で3,373kgと最も少なかった。1kg増体に要したTDN量は、試験区1で6.97kgと少なく、試験区4と対照区でそれぞれ7.53kgと7.55kgと多くなり、試験区1・2が試験区4・対照区に対して有意に ( $p < 0.05$ ) 低かった。試験区1において最も飼料効率が良かった。

## 3. バイパス油脂の給与量

玉城ら<sup>2)</sup>は、バイパス油脂の1日当たりの可能摂取量試験において、短期間給与試験(12日間)ではあるが、黒毛和種去勢肥育飼料におけるバイパス油脂の添加割合は濃厚飼料中の6.7%以下であれば特に飼料摂取量が落ちることなく給与できると報告している。本試験におけるバイパス油脂の濃厚飼料中混合割合は、試験区1で3.4%、試験区2で3.1%、試験区3で7.1%、試験区4で7.1%であり、玉城らの報告と一致した。

## 4. 枝肉調査成績

枝肉調査成績を表5に示した。全ての項目において、試験区と対照区間に有意な差は認められなかった。また、枝肉の左半丸を部分肉に分け、筋肉と脂肪に分離、秤量して、赤肉、脂肪および骨のそれぞれの割合を調査したが、各区とも同様の結果を示した(図1)。小山ら<sup>3)</sup>は、黒毛和種去勢牛を対象に肥育中期(約17ヶ月齢から8ヶ月間)にバイパス油脂を1日1頭当たり600g給与した結果、枝肉重量以外の全ての項目において試験区が優れると報告している。また、玉城ら<sup>14)</sup>は、黒毛和種去勢牛を対象に出荷前4ヶ月間、及び3ヶ月間、1日1頭当たり約300g給与した結果、枝肉成績が向上したと報告している。本試験において、枝肉成績の向上は認められず、脂肪交雑基準および脂肪含有率の項目で対照区の方が優れる結果となったが個体差が大きく、その効果は判然としなかった。

表4 飼料摂取量

(kg)

		試験区1	試験区2	試験区3	試験区4	対照区
		3ヶ月・300g	6ヶ月・300g	3ヶ月・600g	6ヶ月・600g	
飼料 摂取量	濃厚飼料	3,533 ± 304	3,591 ± 122	3,502 ± 513	3,373 ± 166	3,770 ± 477
	ラップサイレージ	1,983 ± 123	2,042 ± 128	1,981 ± 246	2,017 ± 137	2,031 ± 140
	稲ワラ	395 ± 63	456 ± 101	370 ± 137	349 ± 46	448 ± 95
	植物性油脂	25 ± 1.4	50 ± 2.9	46 ± 4.8	94 ± 4.9	—
1kg増体当	T D N	6.97 <sup>a</sup>	7.06 <sup>a</sup>	7.23	7.53 <sup>b</sup>	7.55 <sup>b</sup>
	D C P	1.12	1.12	1.16	1.19	1.22

異なる文字間に有意差あり ( $p < 0.05$ )

表5 枝肉調査成績

		試験区1	試験区2	試験区3	試験区4	対照区
		3ヶ月・300g	6ヶ月・300g	3ヶ月・600g	6ヶ月・600g	
冷屠体重(kg)		425.0 ± 40.8	440.7 ± 31.7	415.2 ± 58.7	415.2 ± 14.3	428.8 ± 50.6
ロース芯面積(cm <sup>2</sup> )		49.0 ± 3.7	53.5 ± 4.8	51.8 ± 4.9	50.7 ± 5.5	52.0 ± 3.8
バラの厚さ(cm)		7.3 ± 0.8	7.5 ± 0.7	7.3 ± 1.1	7.3 ± 0.8	7.1 ± 0.9
皮下脂肪厚(cm)		2.7 ± 0.8	3.1 ± 0.9	2.1 ± 0.3	2.6 ± 0.4	2.7 ± 0.9
筋間脂肪厚(cm)		7.0 ± 0.6	7.4 ± 0.7	6.2 ± 0.8	6.8 ± 1.1	7.5 ± 0.9
枝肉歩留		64.5 ± 2.0	64.7 ± 2.4	63.2 ± 1.7	63.6 ± 0.9	64.3 ± 1.4
歩留基準値		73.0 ± 0.9	73.1 ± 1.2	73.9 ± 0.6	73.4 ± 1.0	73.2 ± 0.8
B M S		1.3 ± 0.8	1.3 ± 0.3	1.4 ± 0.4	1.2 ± 0.5	1.7 ± 1.2
脂肪含有率(%)		22.1 ± 6.9	22.6 ± 2.6	22.1 ± 4.2	20.6 ± 6.2	24.6 ± 5.4
肉の色	B C S No.	3.8 ± 0.7	3.7 ± 0.5	4.0 ± 0.6	4.0 ± 0.0	3.8 ± 0.4
	沢光沢	3.5 ± 1.0	3.5 ± 0.5	3.8 ± 0.7	3.2 ± 0.7	3.6 ± 0.8
肉のきめ	しまり	3.3 ± 1.1	3.7 ± 0.5	3.5 ± 1.0	3.5 ± 0.8	3.6 ± 0.8
	きめ	3.5 ± 0.8	3.5 ± 0.5	3.5 ± 0.8	3.2 ± 0.7	3.6 ± 0.8
脂肪の色	B F S No.	2.7 ± 0.5	3.0 ± 0.0	2.8 ± 0.4	2.7 ± 0.5	3.0 ± 0.0
	沢質	4.5 ± 0.5	4.5 ± 0.5	4.3 ± 0.5	4.5 ± 0.5	4.4 ± 0.5

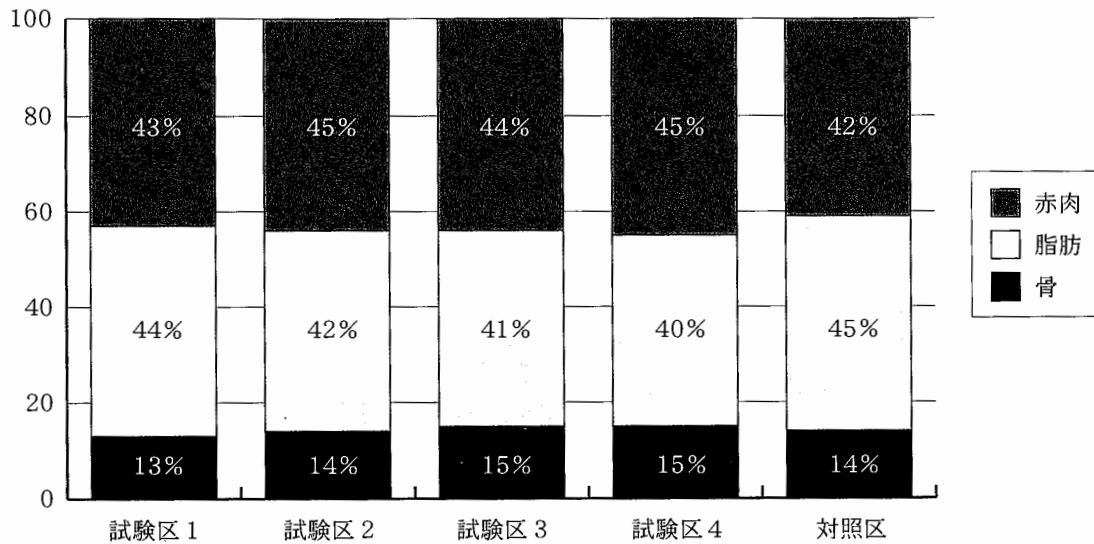


図1 部分肉の構成割合

表6 皮下脂肪における脂肪酸組成

(%)

	試験区 1	試験区 2	試験区 3	試験区 4	対照区
	3ヶ月・300g	6ヶ月・300g	3ヶ月・600g	6ヶ月・600g	
ミスチリン酸 (C14-0)	3.1 ± 2.7	2.6 ± 3.4	2.0 ± 1.8	2.8 ± 2.6	2.4 ± 3.2
ミリストレイン酸 (C14-1)	4.0 ± 0.7	3.5 ± 2.6	3.3 ± 1.7	3.8 ± 1.4	4.8 ± 3.8
パルミチン酸 (C16-0)	23.5 ± 4.1	21.0 ± 7.0	22.8 ± 4.1	27.4 ± 5.8	24.8 ± 3.5
パルミトレイン酸 (C16-1)	10.3 ± 3.8	9.0 ± 7.3	9.7 ± 3.7	10.9 ± 5.6	7.5 ± 3.4
ステアリン酸 (C18-0)	4.7 ± 3.2	10.6 ± 9.3	4.6 ± 3.6	5.1 ± 2.5	8.1 ± 8.6
オレイン酸 (C18-1)	47.4 ± 12.7	42.0 ± 18.8	43.8 ± 12.8	42.0 ± 12.0	38.5 ± 10.3
リノール酸 (C18-2)	5.6 ± 2.8	9.1 ± 6.6	5.7 ± 3.6	6.5 ± 3.5	10.4 ± 11.7
総不飽和脂肪酸割合	63.3 ± 5.6	60.0 ± 9.8	58.7 ± 4.7	59.4 ± 5.2	56.4 ± 4.7

## 5. 脂肪酸組成

枝肉脂肪の脂肪酸組成は肥育が進むにつれて不飽和度が高くなると考えられている。常石ら<sup>5)</sup>は放牧牛の肥育において208日間の濃厚飼料給与により体脂肪中の不飽和脂肪酸が有意に増加すると認めている。また、三橋ら<sup>6)</sup>は肥育が進むにつれて、飽和脂肪酸割合は低下し、パルミトレイン酸 (C16-1) および (オレイン酸) C18-1 の割合が上昇すると報告している。これらは、本試験のようにバイパス油脂を飼料中に添加しなくとも、濃厚飼料多給型肥育により肥育が進めば枝肉脂肪の不飽和度は必ずと高まることを示している。

皮下脂肪における脂肪酸組成を表6に示した。試験区においてC16-1とC18-1が高くなり、ステアリン酸 (C18-0) とリノール酸 (C18-2) が低くなる傾向が見られた。その結果、総不飽和脂肪酸の割合は試験区において高くなる傾向がみられ、その増加割合は試験区1が最も大きかった。このことより、不飽和脂肪酸割合を高めるには肥育終了3ヶ月間に1日当たり300gのバイパス油脂を給与するのが適量と考えられた。

一方、脂肪酸組成は、食味のうえでは脂肪の融点や牛肉の熟成香という面で重要な役割を担っており、牛肉取引市場においては「なめらかで適度に粘りのある」脂肪の質が良いとされている。伊藤ら<sup>7)</sup>は格付けの高い牛枝肉では不飽和脂肪酸が高いとしている。松石ら<sup>8)</sup>はC16-1及びC18-1が牛肉熟成香の前駆物質である可能性を示唆している。また、常石ら<sup>9)</sup>は不飽和脂肪酸割合は牛肉中で55%以上、皮下脂肪では63%以上あればその脂肪性状は満足できるものとしている。

このように、不飽和脂肪酸割合を高めることは高品質な牛肉を生産するための一つの手段と考えられ、バイパス油脂を利用することによりある程度不飽和脂肪酸割合を高められる傾向がみられた。

## 摘 要

黒毛和種去勢牛に対するバイパス油脂（脂肪酸カルシウム）の給与は、枝肉重量の増加、或いは脂肪交雑を改善する目的で使用する例が散見されるが、その効果の有無については明らかにされていない。そこで、エネルギー摂取量が停滞・減少する肥育末期に給与し、産肉性に及ぼす影響を検討した。

1. バイパス油脂給与を最も早く開始した試験区に合わせて、試験終了前6ヶ月間の増体量を比較した結果、1日当たりの給与量が300gの給与区では対照区と同等の増体量を示し、600g給与区では対照区よりも増体が悪い傾向を示した。その給与効果は判然としなかった。
2. 1kg増体に要したTDN量は、試験区1、試験区2がそれぞれ試験区4・対照区と比較して有意に（ $p < 0.05$ ）低かった。また、最も効率よくエネルギー摂取が行われたのは試験区1であり、バイパス油脂の給与量は300gが適当と考えられた。
3. バイパス油脂給与によって向上が期待された脂肪交雑基準値（BMS）は、試験区1で $1.3 \pm 0.8\text{kg}$ 、試験区2で $1.3 \pm 0.3\text{kg}$ 、試験区3で $1.4 \pm 0.4\text{kg}$ 、試験区4で $1.2 \pm 0.5\text{kg}$ 、および対照区で $1.7 \pm 1.2$ であり、何れも有意な差ではなかった。対照区が優れる傾向がみられたが個体差が大きくその結果は判然としなかった。また、その他の調査項目においても、試験区と対照区の間には有意な差は認められなかった。バイパス油脂を給与することにより、枝肉成績の向上は認められなかった。
4. 特にC16-1とC18-2が試験区において高まる傾向がみられ、そのことにより全体の不飽和脂肪酸割合も高まる傾向がみられた。これはバイパス油脂給与によるものと考えられ、最も増加割合が高かったのは試験区1であった。このことより、不飽和脂肪酸割合を高めるには肥育終了前3ヶ月間に1日当たり300gのバイパス油脂を給与するのが適当と考えられた。

以上のことから、黒毛和種去勢牛の肥育において、肥育末期にバイパス油脂を給与することは、増体および肉質に大きな効果は認められなかった。しかし、食味等の向上を期待し不飽和脂肪酸割合を高めるためには、出荷前3ヶ月間に1日に300gの給与が適当であると考えられる。

## 引用文献

- 1) 玉城政信・千葉好夫・金城寛信(1993). 飼養管理に基づく肉質改良(4)脂肪酸カルシウム給与期間の比較. 沖縄県畜産試験場報告. 31:39-46.
- 2) 玉城政信・石垣勇(1992). 牛における脂肪酸カルシウムの嗜好性. 沖縄県畜産試験場報告. 30:41-45.
- 3) 小山信幸・音井威重・立川進・山本憲(1996). 受精卵移植由来和牛肥育試験(肥育中期におけるバイパス油脂の給与効果). 徳島県肉畜試験場研究報告 24:17-22.
- 4) 玉城政信・石垣勇・千葉好夫(1992). 飼養管理に基づく肉質改良(3)脂肪酸カルシウム給与効果. 沖縄県畜産試験場報告. 30:47-55.
- 5) 常石英作・西村宏一・滝本勇治(1989). 放牧後の濃厚飼料多給仕上げ肥育による牛脂肪の脂肪酸組成の変化. 日本畜産学会報. 60(4):315-320.
- 6) 三橋忠由・北村豊・三津本充・山下良弘・小沢忍(1988). 黒毛和種去勢牛の脂肪組織における脂肪酸組成並びに色調に及ぼす給与飼料の影響. 中国農業試験場報告. 3:71-79.
- 7) 伊藤良・有原圭三・近藤洋(1994). ホルスタイン種去勢牛の枝肉格付けにおける肉質評価と筋肉脂質の脂肪酸組成との関連性. 日本畜産学会報. 65(4):368-375.
- 8) 松石昌典・戸部文代・吉沢昌敏・沖谷明紘(1994). *Brochothrix thermosphacta* による牛肉熟成香産生条件の検討. 日農化誌. 68:358.
- 9) 常石英作・渡辺彰(1994). 牛体脂肪の脂肪酸組成とトリアシルグリセロール分子種との関連. 日本畜産学会報. 65(2):128-134.