

# 高品質牛肉生産技術の確立

## (6) 肥育後期における黒毛和種去勢肥育牛へのバイパスコリン給与効果

岡野祥 玉城政信 島袋宏俊 津波修\*

### I 要 約

黒毛和種去勢肥育牛の脂質代謝向上を目的に、バイパスコリンを用い、その給与効果について検討した。平均23カ月齢の黒毛和種去勢肥育牛8頭を用い、29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、バイパスコリンを濃厚飼料に1日1頭当たり100g添加する区を試験区、バイパスコリン無添加の区を対照区として、乾物 (DM) 摂取量、増体、体高、胸囲、血液性状、と畜時の肝臓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摂取量は両区ともほぼ同量で、増体量、平均日増体量 (DG)、体高および胸囲の発育においてもほぼ同じであった。
2. アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ (AST) および $\gamma$ -グルタミルトランスペプチダーゼ ( $\gamma$ -GTP) は、全期間とおして試験区が対照区より低い値を示し、対照区は月齢が進むにつれて若干上昇する傾向がみられたが、両区に有意な差はなかった。
3. 尿素態窒素 (BUN) は、両区に有意な差はなかった。総コレステロール (T-cho) は、全期間とおして試験区が対照区より高い値を示したが、両区に有意な差はなかった。
4. レシチンコレステロールアシルトランスフェラーゼ (LCAT) は両区に有意な差はなかった。
5. リポタンパク分画の超低密度リポタンパク (VLDL) 画分値は試験区が26カ月齢および27カ月齢で有意に低く、高密度リポタンパク (HDL) 画分値では試験区が25カ月齢および29カ月齢で有意に高かった。低密度リポタンパク (LDL) 画分値および中間密度リポタンパク (IDL) 画分値は両区に有意な差はなかった。
6. 肝臓の検査において、病理組織学的所見では、対照区の1頭に限局性の脂肪変性がみられた。また、両区で出血や巣状壊死がみられたが、試験区より対照区で強めにみられた。
7. 枝肉重量は、試験区の481.5kgが対照区より3.3kg大きく、ロース芯面積でも試験区の52.8cm<sup>2</sup>が対照区より4.8cm<sup>2</sup>大きかった。また、牛脂肪交雑基準ナンバー (BMSNo.) も試験区が対照区より2.0優れていた。締まり、きめおよび光沢と質は試験区が対照区を上回っていたが、牛肉色基準ナンバー (BCSNo.) および牛脂肪色基準ナンバー (BFSNo.) では対照区が上回っていた。

以上のことから、肥育後期における黒毛和種去勢肥育牛へのバイパスコリン給与は、飼料摂取量を減少させることなく、脂質代謝を円滑に進めることでBMSNo.の向上に有効である可能性が示唆された。

### II 結 言

沖縄県での牛のと畜時における肝臓の廃棄率は2002年度で34.6%と高い<sup>1)</sup>。と畜時に肝臓病変を有する黒毛和種肥育牛は、体重および肉質で肝臓病変のないものより劣り<sup>2)</sup>、肝臓疾患による損耗としては、肝臓の廃棄による経済的損失の他に、増体・肉質へ与える影響も大きいと思われる。

コリンはビタミンB<sub>2</sub>複合体の1つである。小腸で吸収されたコリンは、肝臓でグリセリン脂質の1つであるホスファチジルコリン (レシチン) へと生合成される<sup>3)</sup>。ホスファチジルコリンはリポタンパク主要構成成分であり、リポタンパク合成・分泌の調節要因となる他、LCATの基質としても脂質代謝に関与している<sup>3)</sup>。

牛の場合、コリンの大半はルーメン中で分解されて牛体内には吸収されない。バイパスコリンはルーメンで分解されずに第四胃以降で消化・吸収されるよう処理されたコリンである。バイパスコリンは、乳牛では脂肪肝を改善し、周産期疾病の予防および乳量の増加に寄与していることが報告されているが<sup>4, 5)</sup>、黒毛和種肥育牛での報告はまだなされていない。

\* 沖縄県家畜衛生試験場

そこで、脂質代謝向上を目的として、肥育後期における黒毛和種去勢肥育牛へのバイパスコリン給与が肝臓および増体・肉質等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5月7日から同年10月30日までの177日間、沖縄県畜産試験場で実施した。

#### 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、試験開始前日まで同一の飼養管理をした。当場で飼養している黒毛和種去勢肥育牛8頭を用い、バイパスコリン (Balchem Corp.) を濃厚飼料に添加して給与した4頭を試験区とし、バイパスコリンを給与しなかった4頭を対照区とした。

供試牛の試験開始月齢は23カ月齢で、試験終了月齢は29カ月齢である。供試牛の父牛は北天山、晴桜2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	父
試験区	1	2001. 6. 6	700	590	北天山
	2	2001. 6. 9	697	622	北天山
	3	2001. 4. 26	741	588	北天山
	4	2001. 5. 6	731	651	北天山
	平均		717.3±22.1	612.8±29.9	
対照区	5	2001. 5. 18	719	653	晴桜2
	6	2001. 6. 1	705	612	北天山
	7	2001. 5. 14	723	550	北天山
	8	2001. 5. 16	721	661	姫桜
	平均		717.0±8.2	619.0±50.8	

#### 3. 飼養管理

供試牛はパドック付き牛舎内(6×10m)で試験区と対照区に分けて群飼し、自由飲水とした。

飼料の給与は朝昼夕の3回に分けて給与した。

#### 4. 飼料給与量

試験期間中の給与飼料の現物中養分含量を表2に示した。濃厚飼料は市販の肥育用配合飼料を用い、それにふすまと脂肪酸カルシウムを配合し給与した。

1日1頭当たりの飼料給与量を表3に示した。供試牛には、濃厚飼料9.0kg、イタリアンストロー1.5kgを給与した。なお、試験区のみバイパスコリン(コリンとして25%重量含有)を濃厚飼料に1日1頭当たり100g添加して給与した。

表2 給与飼料の現物中養分含量

単位：%

飼 料 名	DM	CP	TDN	濃厚飼料中の配合割合
配合飼料(前期用)	88.5	13.1	69.0	36.2
配合飼料(後期用)	88.6	10.5	73.0	56.6
ふ す ま	88.7	15.7	63.9	5.0
脂 肪 酸 Ca	94.9	0.0	176.8	2.2
イタリアンストロー	91.1	5.7	58.3	

注) DM: 乾物, CP: 粗タンパク質, TDN: 可消化養分総量。

				単位: kg
区 分	現物	DM	CP	TDN
濃厚飼料	9.0	7.97	1.05	6.60
粗飼料	1.5	1.37	0.09	0.87
合 計	10.5	9.34	1.14	7.47

## 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か月ごとおよび試験終了日の13時30分から実施した。

### 3) 血液性状

血液は体重、体高および胸囲の測定同日の14時から、頸静脈より真空採血管 (VP-AS109, ベノジェクトII) に採血し、血清は採血後室温にて凝固を確認した後、3000rpm, 15分間遠心分離機 (KN-70, KUBOTA) により血清分離し、検査を実施するまで-20℃で凍結保存した。血液性状はAST,  $\gamma$ -GTP, BUN, T-cho, LCAT, リポタンパク分画の6項目を検査した。リポタンパクはVLDL, IDL, LDLおよびHDLの4つに分画した。

### 4) 枝肉成績

と畜解体後、肝臓および枝肉の調査を実施し、試験区と対照区に分けて比較検討した。肝臓については、病理組織学的所見として脂肪変性、出血および巣状壊死の有無を調査した。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<sup>9)</sup>の格付員の評価を用いた。

### 5) 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<sup>7)</sup>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に示した。試験期間中のDM摂取量は、試験区8.04kg, 対照区7.98kgで有意な差は認めらず、ほぼ同量であった。粗タンパク質 (CP) および可消化養分総量 (TDN) 摂取量においてもそれぞれ同様な結果であった。

				単位: kg
区 分		DM	CP	TDN
試 験 区	濃厚飼料	6.76	0.89	5.60
	粗飼料	1.28	0.08	0.82
	合 計	8.04	0.97	6.42
対 照 区	濃厚飼料	6.68	0.88	5.54
	粗飼料	1.30	0.08	0.83
	合 計	7.98	0.96	6.37

注) DM: 乾物, CP: 粗タンパク質, TDN: 可消化養分総量。

## 2. 増体成績

増体成績を表5に示した。増体量は両区ともほぼ同量で、DGも両区とも0.81kgで同値であった。

区分	n	試験開始時	試験終了時	増体量
<b>体重</b>				
試験区	4	612.8±29.9	754.8±29.0	142.0±10.2
対照区	4	619.0±50.8	762.3±43.9	143.3±9.3
差		-6.2	-7.5	-1.3
<b>D G</b>				
		試験開始前	試験期間中	
試験区	4	0.86±0.04	0.81±0.06	
対照区	4	0.87±0.09	0.81±0.05	
差		-0.01	0	

注) 差は、試験区-対照区。

## 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。体高の増加量は試験区の6.3cmが対照区を1.0cm高く、胸囲の増加量も試験区の13.2cmが対照区を1.9cm大きかった。

区分	n	試験開始時	試験終了時	増加量
<b>体高</b>				
試験区	4	135.2±3.0	141.5±2.5	6.3±2.0
対照区	4	134.4±2.0	139.7±2.9	5.3±1.9
差		0.8	1.8	1.0
<b>胸囲</b>				
試験区	4	226.3±2.8	239.5±4.4	13.2±5.4
対照区	4	228.5±10.6	239.8±9.4	11.3±4.3
差		-2.2	-0.3	1.9

注) 差は、試験区-対照区。

## 4. 血液性状

### 1) ASTおよびγ-GTP

ASTおよびγ-GTPの推移を図1に示した。AST, γ-GTPともに試験区は対照区より常に低い値を示したが、全期間において両区に有意な差はなかった。対照区は、ASTは正常値範囲内<sup>7)</sup>を、γ-GTPは正常値範囲外<sup>7)</sup>を推移したが、AST, γ-GTPともに月齢が進むにつれて若干上昇する傾向がみられた。

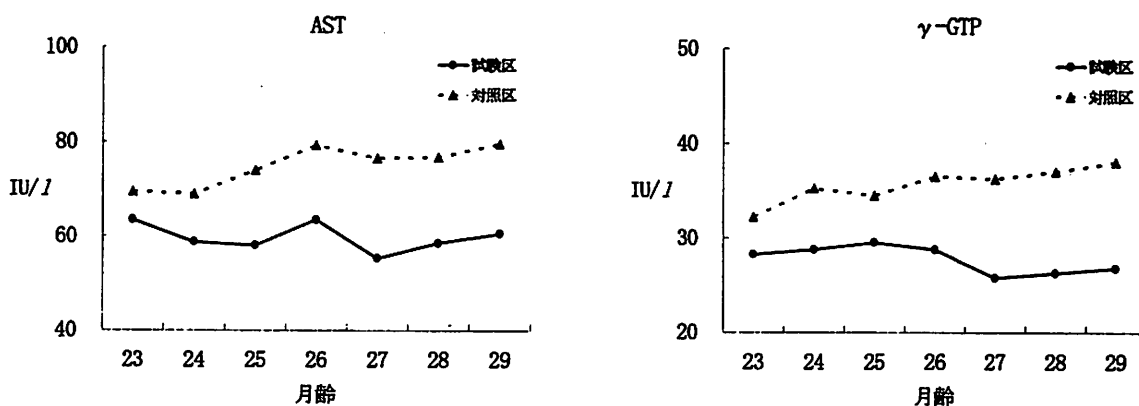


図1 ASTおよびγ-GTPの推移

## 2) BUNおよびT-cho

BUNおよびT-choの推移を図2に示した。BUNは両区とも15.0mg/dl前後を推移し、有意な差は認められなかった。T-choにおいては全期間としまして試験区が対照区を上回っていたが、両区に有意な差は認められなかった。

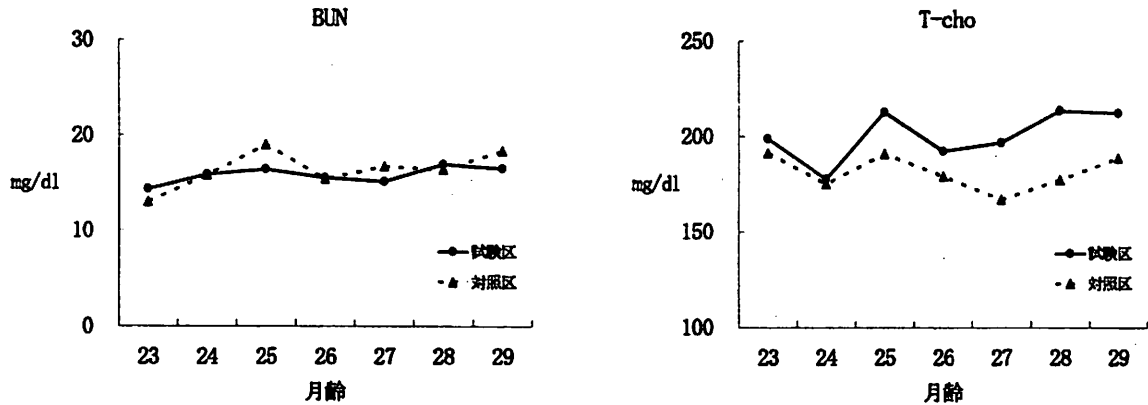


図2 BUNおよびT-choの推移

## 3) LCAT

LCATの推移を図3に示した。LCATは両区とも同様な推移を示し、26カ月齢では若干低下したものの、月齢が進むにつれて上昇する傾向がみられた。27カ月齢以降は試験区のほうがやや高かった。

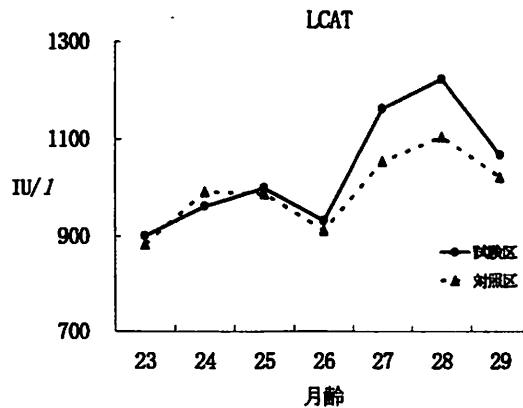


図3 LCATの推移

## 4) リポタンパク分画

リポタンパク分画の推移を図4に示した。VLDL画分値は、試験区が26カ月齢において1%水準で有意に低く、27カ月齢においても5%水準で有意に低かった。HDL画分値は、試験区が25カ月齢および29カ月齢において5%水準で有意に高かった。IDL画分値およびLDL画分値は、両区に有意な差はなかった。各々の画分値の推移をみると、両区共に同様な増減の推移を示し、VLDL画分値では月齢が進むにつれて若干上昇し、IDL画分値およびLDL画分値では変化なく、HDL画分値では月齢が進むにつれて若干低下する傾向がみられた。

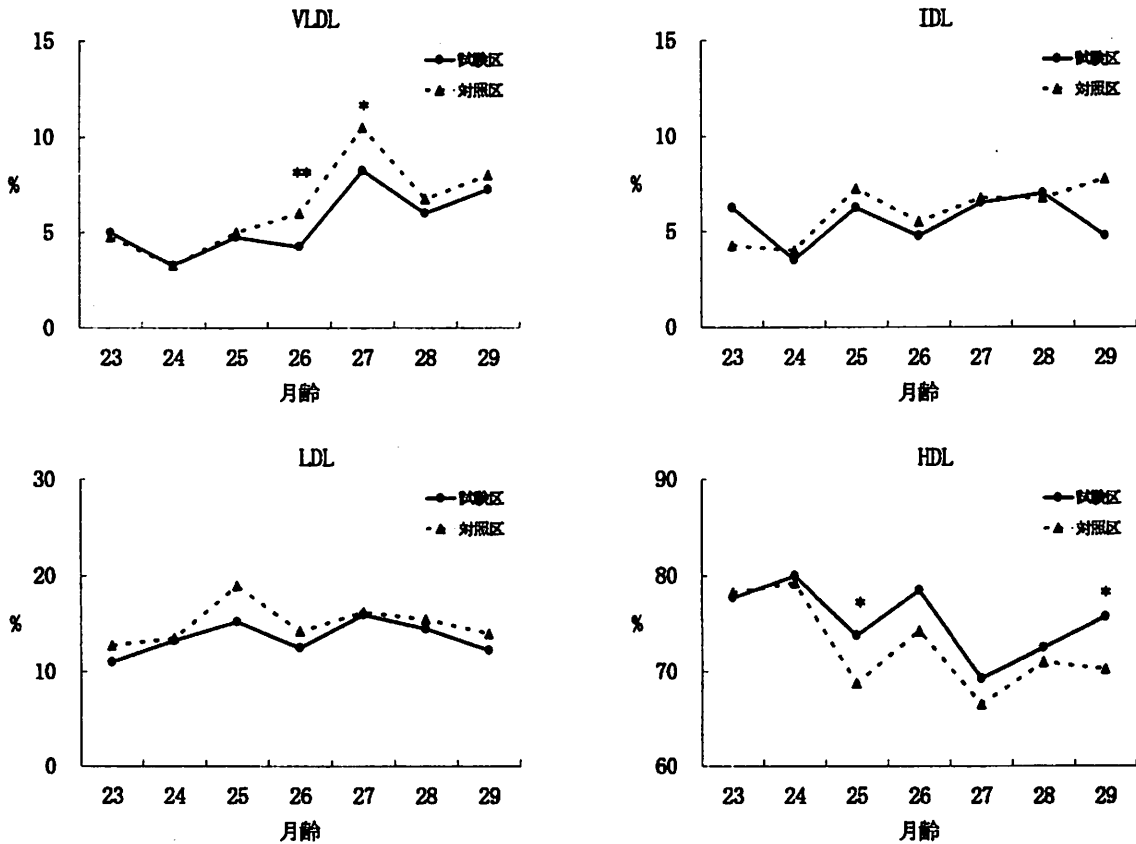


図4 リポタンパク分画の推移

注) \*\*: p<0.01, \*: p<0.05。

5. 枝肉成績

肝臓の検査結果を表7に示した。病理組織学的所見では、対照区の1頭に限局性で軽度の脂肪変性が見られた。また、両区で出血や巣状壊死がみられたが、試験区より対照区で強めにみられた。

表7 肝臓の検査結果

区分	牛No.	病理組織学的所見		
		脂肪変性	出血	巣状壊死
試験区	1	-	-	+
	2	-	-	+
	3	-	+	++
	4	-	-	+
対照区	5	-	++	+++
	6	-	-	+
	7	+	++	-
	8	-	++	++

注) 病理組織学的所見の脂肪変性、出血および変性壊死巣の有無は、  
 + : 軽度 (脂肪変性, 出血および巣状壊死部位が組織中の5%未満)  
 ++ : 中度 (脂肪変性, 出血および巣状壊死部位が組織中の5から20%)  
 +++ : 重度 (脂肪変性, 出血および巣状壊死部位が組織中の20%以上)  
 とした。

枝肉成績を表8に示した。枝肉重量は、試験区の481.5kgが対照区より3.3kg大きく、ロース芯面積でも試験区の52.8cm<sup>2</sup>が対照区より4.8cm<sup>2</sup>大きかった。バラ厚は試験区の8.4cmが対照区より0.3mm厚いが、皮下脂肪厚は試験区の3.3cmが対照区より0.3mm薄かった。そのため、歩留基準値は試験区の72.9%が対照区より1.0%上回った。BMSNo., 締まり, きめ, 光沢と質は試験区が対照区を上回っていたが, BCSNo. およびBFSNo. では対照区が上回っていた。

表8 枝肉成績

項目	試験区	対照区	差
枝肉重量 (kg)	481.5±24.6	478.3±38.2	3.3
ロース芯面積 (cm <sup>2</sup> )	52.8±4.3	48.0±4.8	4.8
バラ厚 (cm)	8.4±0.4	8.1±0.5	0.3
皮下脂肪厚 (cm)	3.3±0.3	3.6±0.4	-0.3
歩留基準値 (%)	72.9±0.7	71.9±0.8	1.0
BMSNo.	5.0±1.4	3.0±1.4	2.0
BCSNo.	3.5±0.6	3.8±0.5	-0.3
締まり	3.3±0.5	2.8±1.0	0.5
きめ	3.8±1.0	3.3±0.5	0.5
BFSNo.	2.5±0.6	2.8±0.5	-0.3
光沢と質	5.0±0.0	4.5±0.6	0.5

## 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、試験区でB-4が1頭およびA-3が3頭で、対照区でA-4が1頭、A-3が1頭およびB-2が2頭であった。平均単価は試験区が1,713円で、対照区より168円高く、平均販売価格においても試験区の824,834円が対照区より68,023円高く販売された。

B等級が試験区で1頭および対照区で2頭いた理由は、今回の試験ではわからなかった。

表9 格付等級および販売価格

単位：円

区分	牛No.	格付等級	単価	販売価格
試験区	1	A-3	1,746	823,239
	2	B-4	1,705	849,943
	3	A-3	1,701	768,002
	4	A-3	1,701	858,155
	平均		1,713	824,834
対照区	5	A-4	1,785	908,565
	6	B-2	1,489	690,152
	7	A-3	1,624	699,944
	8	B-2	1,430	728,585
平均		1,545	756,811	

## V 考 察

黒毛和種去勢肥育牛の脂質代謝の向上を目的として、バイパスコリンを用い、試験開始前日まで同一の飼養管理をした平均23カ月齢の黒毛和種去勢肥育牛8頭を29カ月齢まで肥育した。

1日1頭当たりのDM摂取量は、濃厚飼料および粗飼料共に両区ともほぼ同量で、有意な差はなかった。また、増体成績、体高および胸囲の発育においても両区に有意な差はなかった。このことよりバイパスコリンを1日1頭当たり100g給与しても、飼料摂取量の低下および発育の停滞はないと考えられる。

ASTおよびγ-GTPは肝機能を反映する酵素で、肝機能が低下すると高値を示す<sup>8,9)</sup>。今回の試験では、

AST,  $\gamma$ -GTPともに試験区は対照区より常に低い値を示し、対照区では月齢が進むにつれて若干上昇する傾向がみられた。

T-choは肝臓および脂肪組織で合成され、牛では大部分がHDLに含まれる<sup>9)</sup>。T-choは摂取エネルギーと正の相関があり、肝機能低下でT-choも低下する<sup>8)</sup>。また、和田ら<sup>10)</sup>はT-choおよびHDLは脂肪交雑と正の相関を示すと報告している。今回の試験では、両区のDM摂取量はほぼ同量であるから、摂取エネルギーもほぼ同量であったと思われるが、T-choは25カ月齢以降で差が現れ始め、試験区が対照区を25mg/dl前後上回っていた。

LCATは主に肝臓で合成される416個のアミノ酸からなる糖タンパク質で、HDL上でコレステロールをエステル化する酵素である<sup>11)</sup>。乳牛において、健康牛のLCATは $979 \pm 22$  IU/l、脂肪肝発生牛のLCATは $631 \pm 62$  IU/lで、脂肪肝発生牛は健康牛に比べLCATが有意に低下する<sup>12)</sup>。今回の試験では、両区とも同様な推移を示し、26カ月齢では若干低下したものの、月齢が進むにつれて上昇する傾向がみられ、両区とも平均LCAT活性値は試験全期間をとおしておよそ900から1200 IU/lの範囲を推移していた。対照区の脂肪肝発生牛も、試験全期間をとおしてLCAT活性値が700 IU/l以下になることはなかった。これは、肝臓の病理組織学的所見で限局性の脂肪変性が認められたことから、脂肪肝の程度が軽度であったためと考えられる。

リポタンパクは脂質構成などにより比重や粒子の大きさが異なり、比重の小さい順にカイロミクロン、VLDL, IDL, LDLおよびHDLに分類される。脂肪肝や周産期病の乳牛では、リポタンパク分画の変化としてLDL画分値の明らかな低下と、通常は血液検査上ほとんど検出されないIDLの出現率の上昇がみられる<sup>13)</sup>。逆に、黒毛和種肥育末期における急性肝炎発症牛では、VLDLとLDL分画の著しい上昇とHDL分画の低下が認められ、VLDLの異化障害とHDLの生成異常を伴ったリポタンパク代謝異常が起こる<sup>14)</sup>。今回の試験では、LDL画分値は両区に有意な差はなく、IDLは両区で出現が認められ、その画分値でも有意な差はなかった。また、VLDL画分値で対照区が有意に上昇し、HDL画分値では有意に低下していた。この結果は、対照区のリポタンパク分画が肝炎発症牛のリポタンパク分画に類似していることを示しており、AST,  $\gamma$ -GTPおよびT-choの結果からも対照区は試験区より肝機能が低下し、リポタンパク代謝が円滑に進んでいなかったと考えられる。いっぽう、試験区でも26カ月齢においてASTの上昇およびT-choとLCATの低下が、27カ月齢においてVLDL画分値の上昇およびHDLの低下がみられた。26・27カ月齢時は8・9月であったので、暑熱や台風ストレスにより、対照区ほどではないものの肝機能が低下していたと考えられる。

枝肉成績では、BMSNo.において両区に有意な差はなかったが、試験区が対照区より成績が2.0優れていた。この結果は、試験区のほうがリポタンパク代謝が円滑に進んだことで、摂取した脂質をロース芯をはじめとした末梢組織中の脂肪細胞へと効率良く供給・蓄積できたと考えられる。

以上のことから、肥育後期における黒毛和種去勢肥育牛へのバイパスコリン給与は、飼料摂取量を減少させることなく、脂質代謝を円滑に進めることでBMSNo.の向上に有効である可能性が示唆された。

## VI 引用文献

- 1) 沖縄県中央・北部食肉衛生検査所, 2003, 平成14年度事業概要, 12-16
- 2) 安食隆, 2001, 牛の肝臓・肺臓における潜在性疾病の検討
- 3) 柳田晃良・山本匡介, 1994, リン脂質代謝とその調節, 渡辺明治・山本匡介・堺孝弘編, 中外医学社, 肝疾患の脂質代謝, 48-60
- 4) Erdman R. A. and Sharma B. K., 1991, Effect of dietary rumen-protected choline in lactating dairy cows, *J. Dairy Science*, 74, 1641-1647
- 5) Hartwell J. R., Cecava M. J. and Donkin S. S., 2000, Impact of dietary rumen undergradable protein and rumen-protected choline on intake, peripartum liver triacylglyceride, plasma metabolites and milk production in transition dairy cows, *J. Dairy Science*, 83, 2907-2917
- 6) 社団法人日本食肉格付協会, 1988, 新しい牛枝肉取引規格
- 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) 社団法人全国家畜産物衛生指導協会編, 1999, 生産獣医療システム肉牛編, 農文協, 186-199
- 9) 木田克弥, 2000, 代謝プロファイルテストの実際, 内藤善久・浜名克己・元井菫子編, 文永堂出版, 生産獣医療における牛の生産病の実際, 23-30
- 10) 和田宏・高光斗・奥島史朗, 1982, 肥育牛および枝肉の形質と血漿ホルモン濃度の相関に関する研究, 岡山大農学報, 60, 11-25
- 11) 福島範子・山本匡介・堺孝弘, 1994, リポ蛋白代謝とリポ蛋白受容体, 渡辺明治・山本匡介・堺孝弘編, 中外医学社, 肝疾患の脂質代謝, 19
- 12) Nakagawa H., Oikawa S., Oohashi T. and Katoh H., 1997, Detected serum lectin:cholesterol acyltransferase activity in spontaneous cases of fatty liver in cows, *Veterinary Research Communications*, 21, 1-8
- 13) 及川伸, 2002, 乳牛における脂質代謝とその異常—最近の知見—, 沖縄県産業動物講習会誌, 1-16
- 14) 野呂明弘・小林裕子・鹿野正人・宮前千文・小見邦雄, 1996, 黒毛和種肥育牛の急性肝炎例における血清リポタンパク, 日本獣医師会雑誌, 49, 612-614
- 

研究補助：石垣 新, 宮里貴志