

## ビオチンの添加が交雑種去勢肥育牛の産肉性に及ぼす影響 -第1報-

諸岡佳恵・小林大誠<sup>\*1</sup>・石崎重信<sup>\*2</sup>

Effects of Feeding Biotin on Crossbred Steers Fattening -1<sup>st</sup> report-

MOROOKA Yoshie, KOBAYASHI Hiroshige<sup>\*1</sup> and ISHIZAKI Shigenobu<sup>\*2</sup>

### 要 約

千葉県では牛肉品質向上の取組みとして不飽和脂肪酸含量を高める飼料の添加試験を行っている。本報では脂肪酸合成の補酵素として働く水溶性ビタミンであるビオチンを用い、交雑種去勢牛12頭を供試し試験を行った。

試験区は、肥育中期（15.6ヵ月齢）以降、出荷（25ヵ月齢）までの11ヵ月間ビオチン400mg/日を添加する中期区と、肥育後期（20.9ヵ月齢）以降、出荷（25ヵ月齢）までの6ヵ月間ビオチン400mg/日を添加する後期区と、無添加の対照区の3区を設定し各4頭を配置した。その結果、発育成績はビオチンを添加した2区が良好であり、血液生化学性状においてビオチンを添加した区ではT-choが高値を示す傾向にあった。また、牛肉中の粗脂肪含量についてはビオチンを添加した2区が対照区より高値を示した。枝肉成績はビオチンを添加した2区できめ・光沢・締まりが有意に高値を示した。

### 緒 言

肉用牛肥育においては筋肉内の不飽和脂肪酸含量を高めることを目的として、米ぬかなどの不飽和脂肪酸含量が高い飼料を添加する飼養管理が注目されている（橋本ら2013、浅田ら2007）。千葉県においても米ぬかの給与、規格外落花生子実の添加給与についての報告をしてきた（小林と石崎2011、小林と石崎2020、諸岡ら2020）。しかし、尿石症の発生や飼料費増額に対する農家の懸念があり、広く実用には至っていない。ビオチンはビタミンB群に分類され、脂肪酸合成に関与するアセチルCoAカルボキシラーゼやプロピオニルCoAカルボキシラーゼ等の補酵素として作用する（松井と石橋2014）。大谷らはホルスタイン種を用いビオチンとトレハロースを併給した試験で、牛肉中のオレイン酸含量を増やすと報告している（大谷ら2012）。また、石井らはビタミンB6とビオチンを併給した際に黒毛和種においてBMS No.を改善する傾向を示している（石井ら2017）。本報では交雑種去勢牛を用い、ビオチン単独給与での産肉性への影響を検討した。

### 材料および方法

#### 1. 給与添加ビオチン

ビオチンは、市販のd-ビオチン2%製剤（希釈物：デキストリン）を用いた。事前に野外での試験により1頭当たり10g（ビオチンとして200mg/日）を給与した際に、格付成績への影響が認められなかったため、本試験では1頭当たり20g/日（ビオチンとして400mg）を1日1回トップドレスにより添加給与した。

#### 2. 試験区と供試牛

試験区はビオチンを添加しない対照区と、ビオチンを肥育中期（15.6ヵ月齢）以降、出荷（25.0ヵ月齢）まで400mg/日添加する中期区と、肥育後期（20.9ヵ月齢）以降、出荷（25.0ヵ月齢）まで400mg/日添加する後期区の3区を設定した。

供試牛は平均7～8ヵ月齢で導入した交雑種去勢牛（勝早桜5産子および北茂安93産子）を用い、10.5ヵ月齢時点で、体重が各区で同等となるよう各試験区に4頭を配置した。

#### 3. 試験方法と測定項目

##### (1) 試験期間

肥育前期（11.1～15.5ヵ月齢）、肥育中期（15.6～20.8ヵ月齢）、肥育後期（20.9～25.0ヵ月齢）とし、平均25.0ヵ月で屠畜した。なお肥育試験は平成28年12

令和2年8月31日受付

<sup>\*1</sup> 現 千葉県中央家畜保健衛生所

<sup>\*2</sup> 元 千葉県畜産総合研究センター

月～平成30年2月にかけて行った。ビオチンの添加は中期区が15.6ヵ月齢～25.0ヵ月齢まで、後期区が20.9ヵ月齢～25.0ヵ月齢までとした。

#### (2) 供試牛の一般管理

供試牛は、オガクズを敷いた飼育ペン（餌槽側間口4.4m×奥行き7.0m、直下型扇風機を設置）3区画を用意し、各区4頭配置した。飼料給与は個体識別給飼装置（ドアフィーダー）により個体別に行い、飲水はウォーターカップによる自由飲水とした。また、尿石症予防剤入りの鈹塩を常置した。血中ビタミンA維持のため、ビタミンA欠乏症の症状がでた個体について、その都度ビタミンADE製剤の経口投与を実施した。

#### (3) 飼料給与、飼料摂取量

基礎飼料は3区とも市販配合飼料と切断稲わらを給与した。配合飼料は表示成分（%）がTDN 72.0以上、粗蛋白質13.0以上のものを用いた。稲わらはカッター（SMC-251C:山本製作所）を用いて設定切断長5cmで切断した。中期区では15.6ヵ月齢から、後期区は20.9ヵ月齢からビオチンを400mg/日を添加した。飼料の粗濃比（原物重量比）は、前期は15:85、中期以降は10:90とした。

飼料の給与時間は午前9時と午後2時にコンテナに計量した飼料を混合して給与し、給与量は飽食できる量とした。飼料給与量および残飼量から日々の飼料摂取量を算出した。

#### (4) 体重

体重は固定式牛衡機（MODEL ED-302:Yamato）により2週に1回測定した。

#### (5) 第一胃内容液、血液性状

第一胃内容液は、肥育中期が16.2および19.9ヵ月齢、後期が24.5ヵ月齢の計3回、朝の給餌約4時間後に経口カテーテルを用いて採取した。第一胃内容液は採取後に遠心分離し上清に等量の6%過塩素酸液を加えて密閉凍結保存し、解凍して分析に供した。総揮発性脂肪酸濃度（総VFA）および乳酸の有機酸分析には液体クロマトグラフィ（カラム:Shimadzu Shim-Pack SCR-102H）を用いた。

血液は14.9、16.2、18.1、19.2、20.2、21.1、22.0、22.9、23.8、24.8ヵ月齢の計10回、頸静脈から採血を行い、遠心分離した血漿を凍結保存し、解凍して分析に供した。生化学成分として総蛋白質（TP）、アルブミン（ALB）、グルコース（GLU）、 $\gamma$ -グルタミルトランスアミノ酸トランスアミナーゼ（ $\gamma$ -GTP）、グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ（GOT）、血中尿素窒素（BUN）、総コレステロール（T-Cho）、カルシウム（Ca）、リン（IP）、トリグリセリド（TG）の測定には自動血液分析機（ビオリス30i:東京貿易メディシス）を用いた。また、血漿中ビオチンは、明治飼糧（株）に依頼しLactobacillus plantarum ATCC8014株を用

いたバイオアッセイ法による分析を行った。

#### (6) 枝肉格付、肉質分析

試験終了後（平均月齢25.0ヵ月齢）に屠畜し、左半丸は東京食肉市場に搬入して日本食肉格付協会による格付を受けた後、セリ販売した。右半丸から胸最長筋（第11～13肋骨部、ロース）および、胸最長筋と菱形筋に挟まれる筋間脂肪、皮下脂肪を採取した。採取したサンプルはポリ袋に入れて真空密閉し凍結保存した後、水分、粗脂肪、粗蛋白質含量を測定した。

脂肪酸組成の分析は、筋肉内脂肪は家庭用フードプロセッサー（MK-K48P:Panasonic）でミンチ状にしたサンプル約3gを、筋間脂肪および皮下脂肪は約2gを50ml容ガラスバイアルビンに入れ数倍容積の無水硫酸ナトリウムを加えてガラス棒で混和しながら押しつぶして脱水した後、クロロホルム・メタノール混液（2:1）を加えて抽出した脂肪について、ナトリウムメチレートでメチルエステル化した後、ガスクロマトグラフィ（カラム:chromosorbWAW 10%SP-2340、温度:カラム200℃、注入部とFID230℃）を用いて測定した。

肉色および脂肪色、加熱損失、水分、粗脂肪含量、粗蛋白質については分析マニュアル（（社）畜産技術協会2003）に従って分析を行った。

#### (7) 屠畜時内臓所見

屠畜時に心臓、肺、肝臓、第一胃および第二胃の粘膜、腸、膀胱の状態を確認し、病変、異常の有無を調査した。

#### (8) 統計処理

統計処理は統計ソフトEZRを用いた。日増体量、飼料摂取量、血液生化学分析については反復分散分析を、その他の項目については一元配置法 one-way ANOVOによる分散分析により検定を行った。P値が0.05未満の場合に統計的に有意な差であるとみなした。

## 結果および考察

### 1. 発育成績

平均体重の推移を図1に、各時期の発育成績を表1に示した。試験開始時（10.5ヵ月齢）の体重（kg）は対照区375、中期区378、後期区378となり、中期開始時（15.6ヵ月齢）体重は対照区575、中期区581、後期区573であり、後期開始時（20.9ヵ月齢）体重は対照区753、中期区784、後期区757であり、試験終了時（25ヵ月齢）体重は対照区853、中期区899、後期区862となり中期区が最も大きかったが、有意差は見られなかった。

各肥育期間の日増体量（kg/日）は、肥育中期は、対照区1.20、中期区1.31、後期区1.23となった。肥育後期は対照区0.89、中期区1.02、後期区0.94となり、中期区の増体が良い傾向となった。肥育全期間（10.5～

25.0ヵ月齢)の日増体量は対照区1.12、中期区1.22、後期区1.13となり、有意差はないが中期区が最も日増体量が大きくなった。飼料摂取量を表2に示した。肥育中期において、中期区ではビオチンの添加による摂取量の低下は見られず、肥育後期は摂取量が増加していた。しかし、後期区では肥育後期の飼料摂取量の低下がみられた。後期区では、後期終了時に採取した第一胃内容液は酢酸割合が減少したことによりプロピオン酸割合が増加し、プロピオン酸が他2区よりも1.3%程度多く生成されていた。プロピオン酸には食欲減退作用が高いという報告があり(Anilら1993)、高くなった

プロピオン酸によって飼料摂取量が低下した可能性が考えられる。対照区はどの期間においても摂取量が同等であるのに対し、中期区はビオチン添加により肥育後期の飼料摂取量が増加した。肥育中期からビオチン添加給与することにより、肥育後期の飼料摂取量を増加させる可能性が示された。大谷らはビオチンは糖代謝や脂質代謝の補酵素として働くことから、エネルギー代謝を亢進させる可能性があるとして報告しており、本報の中期区の増体や飼料摂取量が増加した要因の一つとして考えられる(大谷ら2012)。

表1 発育成績

		対照区	中期区	後期区	P値
体 重 (kg)	試験開始時	375	378	378	0.97
	中期開始時	575	581	573	0.95
	後期開始時	753	784	757	0.77
	試験終了時	853	899	862	0.63
日増体量 (kg/日)	肥育中期	1.20	1.31	1.23	0.70
	肥育後期	0.89	1.02	0.94	0.08
	肥育全期間	1.12	1.22	1.13	0.42

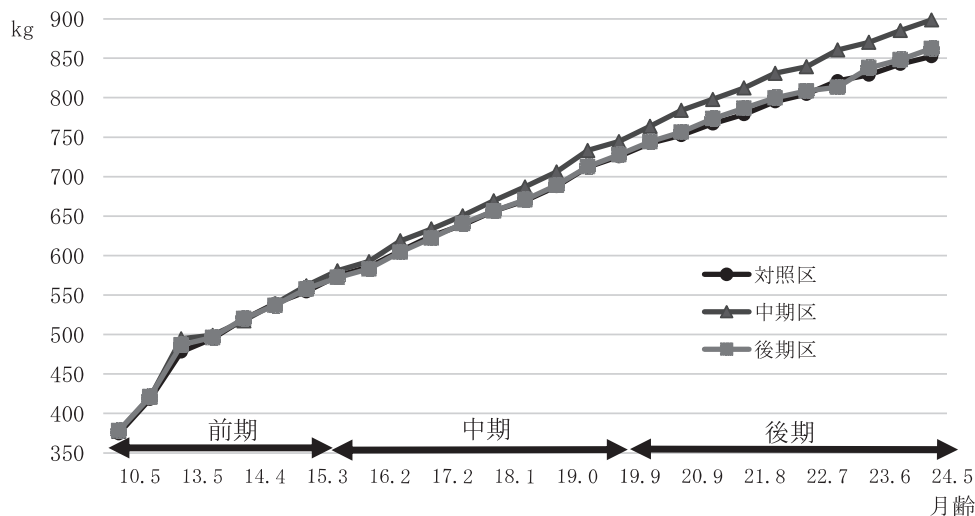


図1 体重の推移

表2 飼料摂取量 (原物kg/日)

	対照区	中期区	後期区	P値
肥育中期	13.3	13.6	13.2	0.46
肥育後期	13.4	14.3	11.7	0.21
肥育全期間	13.4	13.9	12.6	0.19

## 2. 第一胃内容液性状

第一胃内容液性状を表3に示した。揮発性脂肪酸モル比率に大きな変化はなかったが、中期区では総揮発性脂肪酸濃度(総VFA)が対照区と後期区よりも全期間を通して少なく、中期終了時には低い傾向みられた。

この結果はホルスタイン種ヘトレハロースとビオチンを併給した結果、pHや総VFAに変化はないとする大谷らの報告と異なっている(大谷ら2012)。中期区の個体は飼料摂取量と発育成績が良好であったことから、VFA生産量が少なかったことは考えにくく、吸収量が増加していた可能性が高い。

## 3. 血液性状

血液性状を表4に示した。T-choは、すべての区で肥育が進むにつれて高値を示し、中期区が対照区と後期区よりも高値を示して推移し、肥育後期には中期区が対照区と後期区に対して有意に高値を示した。T-choは飼料摂取量を反映し、中期区は飼料摂取量が低下し

なかったために高値を示したと考えられる。しかし、TGには反映されなかった。TP、Alb、BUN、GOT、 $\gamma$ -GTP、Gluで大きな差は見られなかった。

血中ビオチン量は、中期区と後期区ではビオチン添加により有意に上昇した。ビオチンは第一胃内での合成は少なく（松井と石橋2014）、血中量の上昇は添加し

たビオチンによるものと考えられる。石井らはホルスタイン種未経産牛および黒毛和種へビタミンB6とビオチンを併給した試験で血中濃度が増加したと報告していること（石井ら2017）、ビオチンは小腸で一定量が吸収されるとする報告から（Santschiら2005）、本報でも第一をバイパスし血中へ移行したと考えられる。

表3 第一胃内容液

			対照区	中期区	後期区	P値
総VFA	(mmol/dl)	中期開始時	6.6	5.9	6.8	0.68
		中期終了時	7.9	6.5	8.4	0.06
		後期終了時	8.0	7.7	8.3	0.83
VFAモル比率 (%)	酢酸	中期開始時	63.7	66.2	65.7	0.18
		中期終了時	60.9	64.3	62.5	0.39
		後期終了時	63.0	63.1	62.9	0.97
	プロピオン酸	中期開始時	21.4	20.5	21.0	0.63
		中期終了時	23.5	18.9	21.4	0.47
		後期終了時	21.6	21.5	22.3	0.92
	酪酸	中期開始時	10.6	9.4	8.8	0.27
		中期終了時	11.0	11.9	11.6	0.86
		後期終了時	10.7	10.7	10.3	0.95
A/P比	中期開始時	3.0	3.2	3.1	0.41	
	中期終了時	2.8	3.5	2.9	0.42	
	後期終了時	3.0	3.0	2.8	0.85	

表4 血液性状

			対照区	中期区	後期区	P値
総蛋白質	前期	(g/dl)	6.6	6.9	6.7	0.37
	中期	(g/dl)	7.2	7.2	7.2	0.99
	後期	(g/dl)	7.4	7.2	7.3	0.72
アルブミン	前期	(g/dl)	3.5	3.6	3.5	0.49
	中期	(g/dl)	3.8	3.7	3.6	0.29
	後期	(g/dl)	3.7	3.7	3.6	0.75
血中尿素窒素	前期	(mg/dl)	15.0	13.4	14.3	0.70
	中期	(mg/dl)	12.4	10.7	12.9	0.15
	後期	(mg/dl)	12.3	11.1	12.9	0.29
GOT	前期	(U/L)	53.0	52.0	52.0	0.97
	中期	(U/L)	54.8	59.3	59.4	0.41
	後期	(U/L)	56.2	58.1	60.8	0.65
GGT	前期	(U/L)	20.5	22.5	2.3	0.81
	中期	(U/L)	24.6	26.1	25.6	0.82
	後期	(U/L)	27.3	31.0	25.6	0.48
総コレステロール	前期	(mg/dl)	122.5	145.3	126.5	0.12
	中期	(mg/dl)	146.3	158.6	139.8	0.22
	後期	(mg/dl)	152.8	179.3	146.1	0.02**
トリグリセリド	前期	(mg/dl)	13.3	9.5	11.8	0.03**
	中期	(mg/dl)	18.1	16.0	16.6	0.51
	後期	(mg/dl)	18.5	15.7	18.8	0.31
グルコース	前期	(mg/dl)	84.0	81.5	78.8	0.43
	中期	(mg/dl)	79.8	77.7	76.9	0.52
	後期	(mg/dl)	77.7	76.8	73.4	0.19
血中ビオチン	添加前	(ng/ml)	1.2	1.2	1.0	0.71
	中期区添加後	(ng/ml)	3.2 <sup>A</sup>	16.2 <sup>B</sup>	1.9 <sup>A</sup>	0.01***
	後期区添加後	(ng/ml)	1.2 <sup>A</sup>	33.8 <sup>B</sup>	31.1 <sup>B</sup>	0.01***

異符号間に有意差有り: \*\*P<0.05、\*\*\*P<0.01

4. 枝肉成績

枝肉成績を表5に示した。枝肉格付では、ビオチンを添加した区では2等級の枝肉は出なかった。枝肉重量(kg)は中期区552.8で対照区519.8や後期区521.8よりも約30kg重かった。BMS No.は中期区が5.3と最も高く、後期区4.8、対照区3.5の順であり、ビオチンを添加した区がBMS No.が高くなる傾向があった。光沢・締め・縮まりはビオチンを添加した区で有意に上昇した。肉質等級の格付は脂肪交雑、肉の色沢、肉の締め及び縮まり、脂肪の色沢と質の4者のうち最も低い等級に格付される(公益社団法人 日本食肉格付協会 2014)。ビオチンを添加した区では、光沢・締め・縮まりの項目の等級が上

昇したことにより、肉質等級が上昇したことが示された。これは、石井らの黒毛和種雌牛へビタミンV6とビオチンを併給した試験と同様の結果となったが、黒毛和種で試験を実施した大谷らや名嘉らの報告では、ビオチンの添加による締め・縮まりの上昇は見られなかった(石井ら2017、大谷ら2012、名嘉ら2020)。大谷らや名嘉らの供試した黒毛和種の系統についての記載はないが、石井らの供試した黒毛和種雌牛は一代祖が増体系の系統となっており、本試験でも増体系の種雄牛を交配した交雑種を用いた。これより、増体が大きい系統では締めや縮まりの項目の改善がみられる可能性が示された。

表5 枝肉成績

		対照区	中期区	後期区	P値
格付(頭)		B4:0 B3:2 B2:2	B4:3 B3:1 B2:0	B4:3 B3:1 B2:0	
枝肉重量	(kg)	519.8	552.8	521.8	0.60
ロース芯面積	(cm <sup>2</sup> )	52.5	55.0	55.5	0.68
バラの厚さ	(cm)	7.5	8.0	8.1	0.60
皮下脂肪厚	(cm)	3.0	3.2	3.1	0.82
歩留基準値	(%)	70.0	70.1	70.7	0.41
BMS No.		3.5	5.3	4.8	0.11
脂肪交雑等級		3.0 <sup>A</sup>	3.8 <sup>B</sup>	3.8 <sup>B</sup>	0.04 <sup>**</sup>
BCS No.		4.0	3.8	4.0	0.41
光沢		2.5 <sup>A</sup>	3.8 <sup>B</sup>	3.8 <sup>B</sup>	0.01 <sup>**</sup>
締め		2.5 <sup>A</sup>	3.8 <sup>B</sup>	3.8 <sup>B</sup>	0.01 <sup>**</sup>
縮まり		3.0 <sup>A</sup>	3.8 <sup>B</sup>	3.8 <sup>B</sup>	0.04 <sup>**</sup>
BFS No.		2.3 <sup>A</sup>	3.0 <sup>B</sup>	3.0 <sup>B</sup>	0.01 <sup>**</sup>
枝肉単価	円	1225.5	1353.5	1331	0.25
枝肉金額	千円	635.5	747.5	695.5	0.21

異符号間に有意差有り: \*\*P<0.05、\*\*\*P<0.01

5. 牛肉の理化学分析値と脂肪酸組成

胸最長筋の理化学性状を表6に示した。剪断力価(1b/cm<sup>2</sup>)は対照区4.9、中期区3.7、後期区3.2の順となり、ビオチンを添加した区が有意に低くなった。水分含量(%)は対照区50、中期区47、後期区46となった。粗脂肪含量(%)は後期区70.9と最も高く、中期区70.6、対照区66.9の順であり、ビオチンを添加した区が対照区より4%程度粗脂肪含量が多いが有意差は見られなかった。これはLawrenceらの黒毛和種×アンガス種の交雑種を用いた報告と同様の結果であった(Lawrenceら2007)。

筋間脂肪と胸最長筋内の脂肪酸組成を表7に示した。筋間脂肪は後期区と中期区が対照区より、パルミトレイン酸が多い傾向がみられた。胸最長筋内脂肪は、後期区で一価不飽和脂肪酸であるパルミトレイン酸が多い傾向がみられた。筋間脂肪および胸最長筋内脂肪のオレイン酸割合に有意差は見られず、不飽和脂肪酸割

合と一価不飽和脂肪酸割合についても有意な差はなかった。この結果は、黒毛和種雌牛に肥育後期の3ヵ月間ビオチン200mg/日を給与した大谷らの結果と異なった(大谷ら2012)。名嘉らは黒毛和種去勢牛へビオチン400mg/日を7ヵ月間、800mg/日を3ヵ月間添加しているが、脂肪酸組成への影響はなかったと報告している(名嘉ら2020)。使用したビオチンについて大谷らは米ぬか粕で希釈したビオチンを用いていたが、本報と名嘉らはデキストリンで希釈したビオチンを用いているため、使用した希釈物の効果である可能性が考えられる。浅田らは給与飼料が蓄積脂肪へ影響を与えるには一定期間の給与量が必要であり、8%の米ぬか添加では12ヵ月間の給与が必要であるとしており(浅田ら2007)、ビオチンについても、一定期間添加することが脂肪酸組成へ影響する可能性が考えられる。

表6 胸最長筋の理化学性状

		対照区	中期区	後期区	P値
pH		5.7	5.7	5.7	0.52
加熱損失	(%)	17.1	15.2	15.1	0.14
剪断力価	(lb/cm <sup>2</sup> )	4.9 <sup>A</sup>	3.7 <sup>B</sup>	3.2 <sup>B</sup>	0.01 <sup>**</sup>
水分含量	(%)	50	47	46	0.63
粗蛋白質量	(%)	31.4	28.5	28.8	0.71
粗脂肪量	(%)	66.9	70.6	70.9	0.53

異符号間に有意差有り: \*\*P&lt;0.05

表7 脂肪酸組成

(重量%)

		対照区	中期区	後期区	P値
筋間脂肪					
ミリスチン酸	(14:0)	1.5	1.8	1.9	0.52
パルミチン酸	(16:0)	24.6	23.3	27.0	0.35
パルミトレイン酸	(16:1)	5.5	6.8	6.8	0.21
ステアリン酸	(18:0)	10.4	8.8	9.2	0.70
オレイン酸	(18:1)	55.1	55.8	52.3	0.56
リノール酸	(18:2)	1.8	2.0	1.4	0.25
不飽和脂肪酸割合		63.1	65.6	61.4	
一価不飽和脂肪酸割合		61.3	63.6	60.0	
胸最長筋内脂肪					
ミリスチン酸	(14:0)	1.7	1.9	2.2	0.31
パルミチン酸	(16:0)	27.3	26.5	27.2	0.88
パルミトレイン酸	(16:1)	4.6	4.9	5.6	0.20
ステアリン酸	(18:0)	11.3	11.0	10.8	0.89
オレイン酸	(18:1)	52.6	53.1	51.2	0.63
リノール酸	(18:2)	1.8	1.8	2.0	0.86
不飽和脂肪酸割合		59.5	60.2	59.4	
一価不飽和脂肪酸割合		57.7	58.5	57.4	

## 6. 屠畜時内臓所見

第一胃粘膜の炎症が対照区に3頭みられ、添加区では見られなかった。ビオチン添加により、第一胃内の炎症が軽減される可能性が考えられる。肝臓病変は、鋸屑肝が対照区1頭、中期区に1頭みられた。膀胱結石が各試験区に3頭みられた。

## 7. 飼料費と枝肉価格

13ヵ月齢から25ヵ月齢までの肥育にかかった飼料費を表8に示した。各飼料の単価(円/kg)は稲わら49.5、市販配合飼料45.2、ビオチンは1gあたり2.0円として計算した。中期区は飼料摂取量が多かったため飼料費が高くなった。ビオチンを添加した区は、ビオチン添加分の増額となったが、後期区では合計金額で対照区と同等となった。枝肉金額(円)を表5に示した。対照区635,500、中期区747,500、後期区695,500となり中期区が最も高くなった。枝肉金額と飼料費との差額(円)では、対照区424,000、中期区518,000、後期区486,000となりビオチンを添加した区が対照区よりも高値を示した。ビオチンの添加により、肉質が改善されることで粗収益が増加する可能性が示された。

表8 飼料費

(円)

	対照区	中期区	後期区
飼料費	212,000	218,000	205,000
ビオチン費		12,000	5,000
合計	212,000	230,000	210,000

\*kg単価:稲わら49.5円、市販配合飼料45.2円、ビオチン1gあたり2.0円

以上から、交雑種去勢牛においては400mg/日を出荷前11ヵ月間または5ヵ月間の添加給与により、ビオチンの血中濃度が有意に上昇し、肉質等級のうち「光沢・締まり・きめ」の項目の改善が示された。しかし、増体が大きい系統における効果である可能性があるため、肉質を重視した系統での検討が必要であると考えられる。血中ビオチン分析を担当して下さった(株)明治飼糧大谷喜永氏に厚くお礼申し上げます。

## 引用文献

- Anil MH・Mbanya JN・Symonds HW・Forbes JM, 1993, Responses in the voluntary intakes of hay or silage by lactating cows to intraruminal infusion of sodium acetate or sodium propionate, the tonicity of rumen fluid or rumen distention, *Br J Nutr* 69:699-712
- 浅田勉・黒沢功・南雲忠、2007、米ぬか添加が黒毛和種去勢牛の産肉性および枝肉脂肪の脂肪酸組成に及ぼす影響、*群馬畜試研報*第14号:9-20
- 社団法人 畜産技術協会、2003、牛肉品質評価のための理化学的分析マニュアルVer.2.
- 独立行政法人 家畜改良センター、H22、食肉の理化学分析及び官能評価マニュアル:18
- 橋本大介・岩元禎・川口雅彦・中西良孝、2013、黒毛和種去勢牛の肥育後期における米ぬかまたは脂肪酸カルシウム添加飼料の給与が産肉性、食肉の理化学特性並びに官能特性に及ぼす影響、*日本暖地畜産学会報* 56(2):151-157
- 石井純一郎・浦本右文・長屋雄大・川崎裕治、2017、黒毛和種肥育用飼料へのビタミンB6とビオチンの添加が枝肉成績に及ぼす影響、*肉用牛研究会報*103:5-13
- 入江正和・木村信熙、2015、*肉用牛の科学*:92
- 小林正和・石崎重信、2011、肥育後期における生米ぬかおよび脂肪酸カルシウムの給与が黒毛和種去勢牛の肉質に及ぼす影響 (短報)、*千葉県畜セ研報*11:77-80
- 小林正和・諸岡佳恵・石崎重信、2020、規格外落花生子実が黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響、*千葉畜セ研報*20:9-16
- Lawrence, R. J. Doyle, J. C., Elliott, R., Norton, B. W. and Loxton, I., 2007 Effect of biotin supplementation on meat quality of F1 Wagyu/Black Angus feedlot steers of known genotype. *Meat Sci.* 77: 228-237
- 松井徹・石橋晃、2014、*飼料学* (109) -IX ビタミン (vitamin V)-:475-480
- 名嘉修治、阿久津麗、大島藤太、櫻井由美、2020、黒毛和種去勢牛における肥育後期のビオチン添加給与が肥育成績に及ぼす影響、*栃畜酪研セ研報*第7号:1-4
- 公益社団法人 日本食肉格付協会、2014、牛枝肉取引規格の概要:3
- 大谷喜永・増子孝則・小原嘉昭・佐藤幹、2012、肥育牛における筋肉中の脂肪酸組成と脂肪酸合成関連遺伝子発現に対するビオチン及びトレハロース給与の効果、*栄養生理研究会報* vol56 No.2:69-77
- Santschi DE・Berthiaume R・Matte JJ・Mustafa AF・Girard CL, 2005、Fate of Supplementary B-Vitamins in the Gastrointestinal Tract of dairy Cows, *Journal of Dairy Science*88: 2043-2054

