

「豊味(うまいの証)豊後牛肉生産技術の確立 飼料用米給与による高オレイン酸含有牛肉生産技術の確立

三輪 友樹・藤田 和男¹・倉原 貴美・藤田 達男

大分県農林水産研究指導センター畜産研究部・¹大分県東部振興局

要 約 黒毛和種雌牛を用いて、県内肥育農家で一般的な肥育マニュアル（以下、「とよのくに体系」）の濃厚飼料給与量の65%を飼料用米で代替し肥育する試験区と、「とよのくに体系」で肥育する対照区、各区4頭を供試した。試験区では11.5ヵ月齢から29ヵ月齢までの総飼料摂取量に占める飼料用米の代替率は66.5%に達し、試験終了時体重は対照区と有意な差はなかった。血中ビタミンA値は、肥育前期(14ヵ月齢)から差がはじめ、中後期(15~22ヵ月齢)では試験区で有意($P < 0.05$)に低く推移した。枝肉格付肉質等級について、試験区はA4:2頭, B4:1頭, B3:1頭, 対照区はA4:1頭, B5:1頭, B3:1頭, B2:1頭。枝肉重量, 胸最長筋面積で両区に差は見られなかったが、ばらの厚さに関しては試験区が有意($P < 0.05$)に低かった。また、第6-7肋間胸最長筋周囲の筋間脂肪における脂肪酸組成は試験区のオレイン酸含有率が有意に($P < 0.05$)高かった。嗜好型官能試験においては牛肉らしい香り, うま味の強さにおいて試験牛の評価が高かった。また、味覚センサの分析結果は、嗜好型官能試験の評価と相関性がみられた。以上のことから、黒毛和種雌牛において、肥育期間を通じて濃厚飼料総給与量の65%を飼料用米で代替給与することにより、牛肉中のオレイン酸含有率を高め、美味しい牛肉生産が可能となることが示唆された。

キーワード: 飼料用米, 黒毛和種, 肉用牛肥育, オレイン酸含有率, 嗜好型官能試験

緒 言

大分県では「おおいた豊後牛」のブランド化戦略として、近年注目されている脂肪酸の一種であるオレイン酸に着目し、オレイン酸含有率55%以上のものを「豊味の証」として差別化販売している。オレイン酸含有率を高める飼育方法として、出荷前6ヵ月間に米糠を飼料中5%添加する方法(岩本ら、2006)、肥育中後期に飼料用米を6割給与する方法(野村ら、2011)等が報告されているが、効果の明らかになったものは少ない。そこで、県内において作付け面積が急速に増えている飼料用米を多給した肥育試験を行い、その飼

料給与方法の有効性を検証し、高オレイン酸含有牛肉生産技術の確立を目的とした。

材料および方法

1 供試牛

県有種雄牛「玉吹雪」(藤平茂(大分)一平茂勝一初藤)を父に持つ黒毛和種雌牛8頭(平均月齢11.5ヵ月, 体重295kg)を供試した。肉質中のオレイン酸含有率を高める効果のあるSCD遺伝子型(Taniguchiら, 2004)及び月齢, 体重を考慮し、表1に示したとおり、試験区, 対照区各4頭に分けた(表1)。

表1 供試牛の概要

区	牛No.	SCD遺伝子型	父	母の父	母の祖父	開始時日齢 (日齢)	開始時体重 (kg)
試験区	1	AA	玉吹雪	寿恵福	福鶴土井	362	306
	2	AA	玉吹雪	喜実金	糸福	350	275
	3	AV	玉吹雪	寿恵福	正姫	336	285
	4	AA	玉吹雪	寿恵福	福鶴土井	339	305
平均±SD						346.8±11.8	292.8±15.3
対照区	5	AA	玉吹雪	福鶴土井	糸福	352	325
	6	AA	玉吹雪	美津福	糸福	346	253
	7	AV	玉吹雪	糸治	糸福	344	303
	8	AV	玉吹雪	大船7	福鶴土井	340	307
平均±SD						345.5±5.0	297.0±30.9

2 試験期間

2013年1月から2014年7月までの17.5ヵ月間(11.5～29ヵ月齢まで)を試験期間とし、前期(11.5～15ヵ月齢)、中期(16～22ヵ月齢)、および後期(23～29ヵ月齢)に分けた。

3 供試飼料及び飼料給与方法

飼料設計は、「とよのくに体系」を基準として設計した(出荷月齢29ヵ月齢、出荷体重662kg)。試験区は、「とよのくに体系」の濃厚飼料を65%飼料用米に代替。対照区は、「とよのくに体系」とした。なお、濃厚飼料の可消化養分総量(TDN)、粗蛋白質(CP)は日本標準飼料成分表を参照とし、以下に示すのはすべて乾物(DM)中での数値である。

(1) 濃厚飼料

両区で用いた、とよのくに前期配合飼料は(TDN15.6%, CP83.9%)、とよのくに後期配合飼料は(TDN13.9%, CP85.4%)。試験区では、飼料用米(TDN95.0%, CP8.8%)のほか、蛋白質要求量を満たすため大豆粕(TDN87.1%, CP51.2%)を混合したものをを用いた。対照区は、肥育前期のみCP含量を増やすため、大豆粕を加えた。飼料用米は飼料用米破砕機(デリカ製DHC-4000M)により3mmに破砕した破砕玄米を用いた。

(2) 粗飼料

両区とも試験期間中は、細切した稲ワラ(TDN42.8%), CP5.4%)を給与した。

(3) 飼料給与方法

飼料給与量は、両区とも県マニュアルに従い濃厚飼料は1日最大9kgとした。試験区は濃厚飼料代替とし、飼料用米(代替率%)を肥育前期0.5～4.5kg(14～53%)、中期5～6.5kg(59～72%)、後期7kg(78%)を給与した。試験期間を通じての飼料用米代替率は65%と設定。また、粗飼料は飼料用米給与によるルーメン機能の影響を考慮し1日の給与量の上限は3kgとした。

4 飼養管理

試験は全期間、4頭群飼いで行った。飲水は自由飲水とし、鉱塩も自由に舐めさせた。敷料は鋸屑を使用した。発熱や食欲不振等の場合は、当場内の慣行法に従って対応した。

5 調査項目及び調査方法

(1) 飼料摂取量

飼料は、1日2回(朝、夕)飼料給与を行い、毎朝、朝の給与前に残食量を秤量し、飼料摂取量を算出した。

(2) 増体日量

増体日量については、毎月、体重を測定し、その間の日数で除した値とした。

(3) 血液生化学検査の性状

頸部静脈より採取した血漿を用い、血液生化学検査を行った。検査項目は、血中のビタミン A 値及び E 値、総コレステロール (TCHO)、総蛋白質 (TP)、血中尿素態窒素 (BUN)、グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ (GOT)、カルシウム (Ca)、無機リン (IP) とした。血中ビタミン A 値及び E 値の測定は大分家畜保健衛生所病性鑑定課に検査依頼した。

(4) 第一胃内容液 pH

第一胃内容液 pH については、15, 19, 23 および 27 ヶ月齢に、朝の濃厚飼料給与 2.5 時間後にルーメンカテーテルを用いて経口採取し、pH メータ (東亜電波工業 (株) 製 HM-40V) で測定した。

(5) 枝肉成績

(株) 大分県畜産公社でと畜され、(社) 日本食肉格付協会が公表した牛肉格付結果を用いた。

(6) オレイン酸含有率及び脂肪融点

オレイン酸含有率は、第 6-7 肋間胸最長筋周囲の筋間脂肪を用い、Folch らの方法 (1957) に従いガスクロマトグラフィー (GC-6890 Agilent Technologies) を用いて分析した。また、同試料の脂肪融点値の分析は日本認証サービス (株) に依頼した。

(7) 嗜好型官能評価

供試肉は、両区各 1 頭、胸最長筋 (リブローズ) をロースト法で調整し提示試料とした。評価項目は、咀嚼時のやわらかさ、多汁性、うま味、牛肉らしい香りの 4 項目についてそれぞれ 8 段階評価を行った。例えば、かたさの場合、「1」これ以上かたいものはない、「2」非常にかたい、「3」か

たい、「4」ややかたい、「5」やややわらかい、「6」やわらかい、「7」非常にやわらかい、「8」これ以上やわらかいものはない、の 8 段階であり、評価の高いものに高得点を配するような設計とした。パネル (被験者) は県内食肉流通関連業者 38 名。

(8) 味覚センサによる評価

都甲らの方法 (2013) に従い、味覚センサにて嗜好型官能評価に用いた供試牛肉について評価を行った。各試料はと畜後 3 日目に切り出し、真空パック後、 -60°C にて保存した。これを用い味覚センサ (TS-5000 Z, Intelligent Sensor Technology, Inc.) による評価を行った。試料調整は以下の通りに行った。①牛肉を約 50g (厚さ 1cm \times 4cm \times 5cm) に切断後、冷蔵で 24 時間解凍した。②牛肉及び味覚センサ基準液をフードプロセッサーを用いて 1 分間ミキシングして混合した。③ガーゼを用いて固形分を除去した。④得られたサンプル溶液を 10 倍に基準液で希釈し、これらを測定用サンプル溶液とした。

結 果

1 濃厚飼料摂取量、飼料用米摂取割合

試験区では試験開始時の 11.5 ヶ月齢から飼料用米を給与し、濃厚飼料中の飼料用米割合を徐々に増やして馴致した。23 ヶ月齢に濃厚飼料中における飼料用米割合が最大の 78% となり、以後、出荷まで維持した。試験期間中における濃厚飼料摂取量は、試験区 4, 136kg (内、飼料用米 2, 752kg)、対照区 4, 189kg となった。試験期間を通じての飼料用米代替率は 66.5% であった (図 1)。

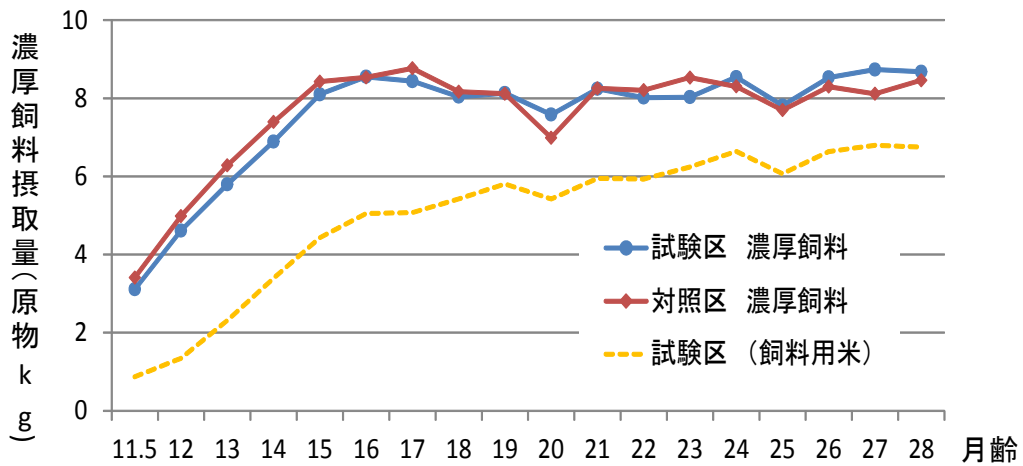


図1 1日あたり飼料摂取量

2 粗飼料摂取量

稲ワラの1日あたり原物摂取量は肥育試験期間を通して、両区とも飼料給与計画に従い摂取した。試験期間中における稲ワラの摂取量は試験区913kg、対照区811kgであった。

2ヵ月齢の期間DGは、試験区(濃厚飼料の原物あたり59~72%を飼料用米で代替)で0.72kg/日、対照区0.90kg/日。23~29ヵ月齢の期間DGは、試験区(濃厚飼料の原物あたり78%を飼料用米で代替)で0.61kg/日、対照区0.65kg/日であった。出荷体重(増体日量)は、試験区679kg(0.73kg/日)、対照区734kg(0.82kg/日)で、すべての月齢において試験区、対照区の体重について有意差はなかった(図2)。

3 増体成績

1.5~15ヵ月齢の期間DGは、試験区(濃厚飼料の原物あたり14~53%を飼料用米で代替)で0.86kg/日、対照区0.93kg/日。16~2

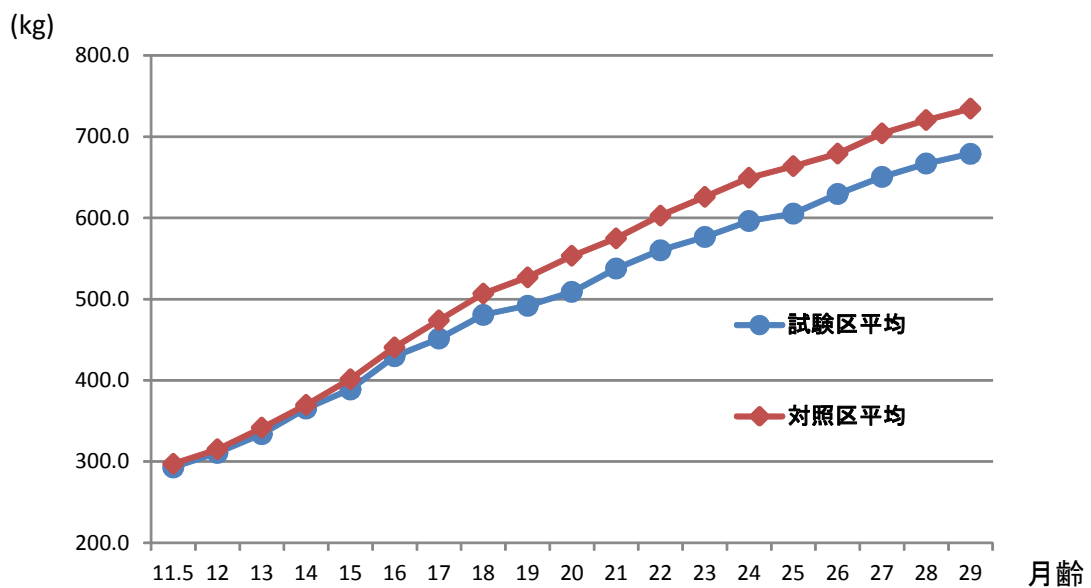


図2 体重の推移

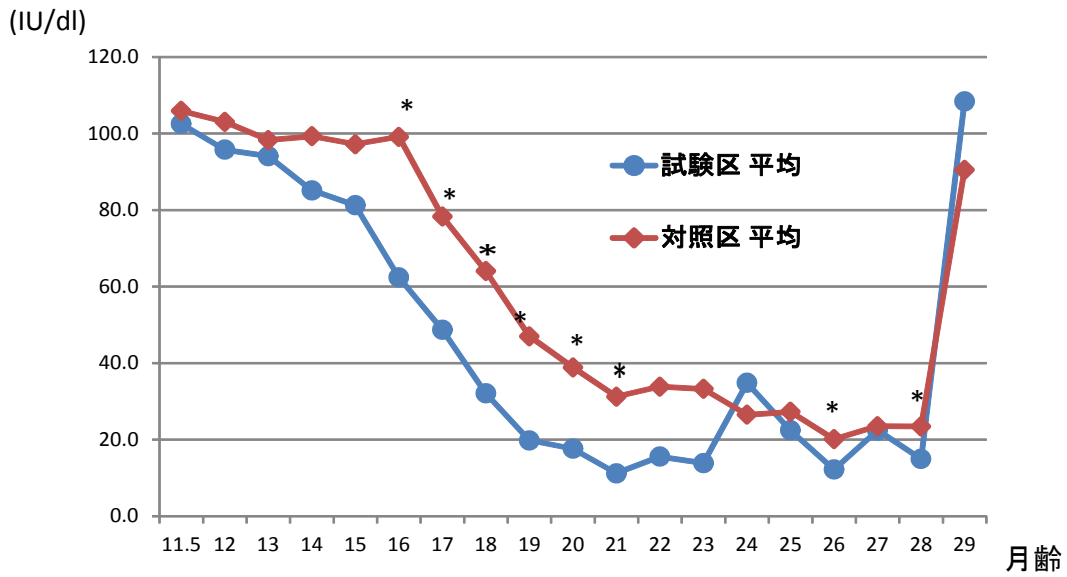
4 血液生化学検査の性状

血中ビタミンA値について、試験区では飼料用米の給与割合が60%を越えた16ヵ月齢には62.4IU/dlに低下し、以降、対照区よりも有意に低値で推移した(図3)。両区とも、20IU/dl以下の個体については適宜A_{D3}E剤(5~65万単位)を経口投与した。

TCHOおよびBUN値については、試験区は対照区に比べ低く推移した(図4・5)。TCHO

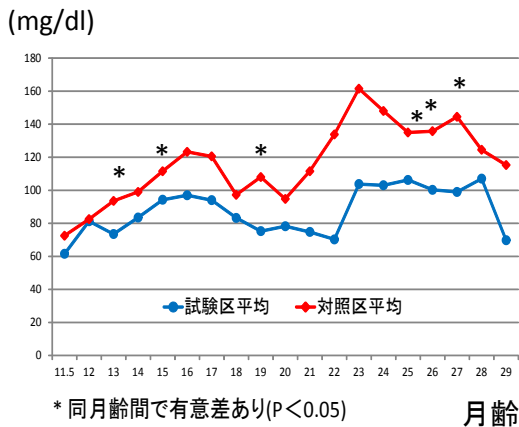
では、13, 15, 19, 25, 26, 27ヵ月齢で試験区は対照区よりも有意 (P<0.05) に低値であった。BUNは13, 16, 21, 22, 23, 25ヵ月齢で試験区が対照区より有意 (P<0.05) に低値であった。

ビタミンE, GOT, Ca, IP, Pについては、概ね肥育牛の正常値の範囲内で推移した(表2)。



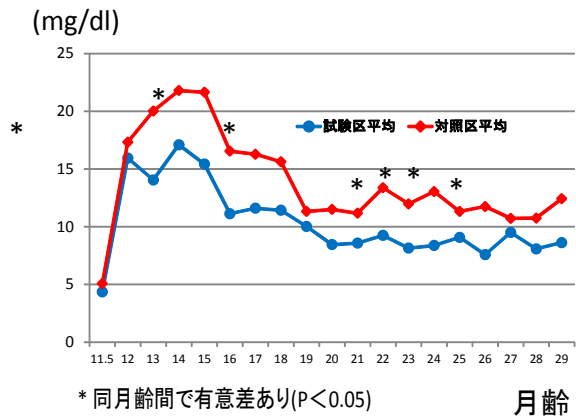
* 同月齢間で有意差あり(P<0.05)

図3 血中ビタミンA濃度の推移



* 同月齢間で有意差あり(P<0.05)

図4 血中総コレステロール(TCHO)



* 同月齢間で有意差あり(P<0.05)

図5 血中尿素態窒素(BUN)

表2 ビタミンE, GOT, Ca, IP, P

項目	月齢	15	19	23	27
ビタミンE (IU/dl)	試験	188.9	137.4	310.5	247.8
	対照	149.7	186.0	420.7	255.4
GOT (U/L)	試験	53.3	70.0	99.0	63.0
	対照	57.8	52.0	53.5	61.5
Ca (mg/dl)	試験	8.6	8.8	8.3	8.5
	対照	8.6	9.0	8.7	8.9
IP (mg/dl)	試験	8.1	7.5	6.6	7.5
	対照	8.8	7.2	6.1	6.8
TP (mg/dl)	試験	6.7	7.4	7.4	7.2
	対照	6.8	7.3	7.2	7.4

5 第一胃内容液pH

飼料用米を給与開始後、4ヵ月間隔で第一胃内容液pHを測定した。試験区の測定時の飼料用米給与割合は53%~72%、78%に増加した。試験区は第一胃内容液pHの変動も少なく対照区と同様に推移し、アシドーシスの症状は認められなかった(表3)。

表3 飼料給与後の胃液pH(経口採取)

月齢	15	19	23	27
試験区	6.51(53%)	6.65(72%)	6.69(78%)	6.82(78%)
対照区	6.48	6.40	6.73	6.96

)はその月齢における濃厚飼料中の飼料用米の給与割

6 臨床所見

供試牛の臨床所見は両区とも、盲目、飛節の浮腫、被毛も脱落等のビタミンA欠乏の特徴的な所見は観察されなかった。また、腹部を蹴る等の尿石症の所見も見られなかった。

表4 枝肉格付け成績

区	牛No.	等級	枝肉重量(kg)	胸最長筋面積(cm ²)	バラの厚さ(cm)	皮脂肪の厚さ(cm)	歩留基準値	BMS No.	BCS No.	締まり	きめ	BFS No.
試験区	1	A-4	421.9	52	7.5	2.2	73.9	5	4	4	4	3
	2	A-4	387.4	55	7.2	4.0	73.0	6	4	4	4	3
	3	B-4	411.1	52	7.4	5.1	71.4	6	4	4	4	3
	4	B-3	431.6	42	6.6	4.3	70.0	3	4	3	3	3
		平均	413.0	50	7.2a	3.9	72.1	5	4	3.8	3.8	3
対照区	5	B-2	487.9	44	7.8	4.6	70.2	3	4	2	3	2
	6	A-4	395.6	49	7.6	3.0	73.2	5	4	4	4	2
	7	B-3	497.5	41	8.3	4.4	70.1	4	4	3	3	3
	8	B-5	438.4	45	7.6	5.0	70.4	8	4	5	5	3
		平均	454.9	45	7.8b	4.3	71.0	5	4	3.5	3.8	2.5

a-b間に有意差あり(P<0.05)

7 枝肉格付け成績および内臓検査成績

枝肉格付け成績の中で、枝肉重量、胸最長筋面積、脂肪交雑、皮下脂肪の厚さ、歩留基準値、以下5項目では両区間に有意差は無かったが、バラの厚さでは試験区が有意(P<0.05)に低かった(表4)。また、と畜解体時の内臓検査で、肝臓廃棄が試験区に2頭(50%)みられた。

8 オレイン酸含有率及び脂肪融点

第6-7肋間胸最長筋周囲の脂肪組織におけるオレイン酸含有率は、試験区において有意(P<0.05)に高く、脂肪融点は有意(P<0.05)に低かった(表5)。

表5 筋間脂肪中のオレイン酸含有率と脂肪融点

区	牛No.	SCD遺伝子型	オレイン酸含有率(%)	脂肪融点(°C)
試験区	1	AA	57.2	20.7
	2	AA	55.9	24.5
	3	AV	55.1	27.5
	4	AA	53.2	21.7
			55.3±1.7a	23.6±3.1a
対照区	5	AA	49.73	31.7
	6	AA	53.77	25.7
	7	AV	48.44	32.3
	8	AV	52.78	29.7
			51.2±2.5b	29.9±3.0b

同列a-b間に有意差あり(P<0.05)

9 嗜好型官能評価結果

提示試料は両区各1頭(牛No.2, No.6)のリブローズ(胸最長筋)部位とした。官能特性のうち、牛肉らしい香りは試験牛が

対照牛より有意($P < 0.01$)に強い結果であった(表6)。その他、やわらかさ、多汁性、うま味の強さについては試験牛および対照牛との間に差はなかった。またアンケート評価内における自由意見では試験牛肉において、やわらかさ、牛肉らしい香りについての高い評価のコメントが見られた。

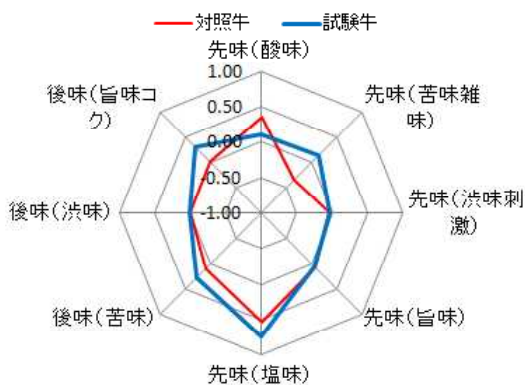
表6 供試牛肉の官能評価値

	やわらかさ	多汁性	牛肉らしい香り	うま味の強さ
試験牛	5.8±0.9	5.8±0.9	6.0±0.7a	5.8±1.0
対照牛	5.7±1.1	5.8±1.1	5.3±1.1b	5.5±1.1
平均±SD	異符号間で有意差あり($P < 0.01$)			

10 味覚センサによる評価結果

嗜好型官能評価に用いた試料を使い、味覚センサによる評価を行った。各項目のレーダーチャートを図6に示した。これによると、旨味のインパクトとされる「先味(旨味)」では両区に差はみられないが、持続性のある旨味となる「後味(旨味のコク)」及び雑味由来のコクとされる「先味(苦味雑味)」も試験区が高い評価であった。

図6 味覚センサを用いた各項目のレーダーチャート



考 察

黒毛和種雌牛において、肥育期間を通じて破砕した飼料用米玄米を濃厚飼料として65%代替給与することにより、肉質中のオレイン酸含有率を高めることができた。野村ら(2011)は、肥育中後期の玄米代替割合が6割の試験で、オレイン酸含有率に差は見られなかったと報告している。

第一胃内容液pHについては両区に違いは見られず、飼料用米の多給による異常は認められず、飼料用米を65%代替してもアシドーシスの可能性は低いと考えられた。

血中ビタミンA値は、試験区では飼料用米割合が60%を越えた16ヵ月齢に62.4IU/dlに低下した。以降、対照区よりも有意に低値で推移したことは、飼料用米中のβ-カロテン含量が低いことや、ビタミンA含量が少ないことが起因していることが考えられる。血液生化学検査の成績は、いずれの項目も肥育牛の正常値の範囲内であったが、試験区の肥育中後期で血中のTCHO, BUN濃度がそれぞれ低くなった。飼料中のTDNが高いにも関わらず、TCHOが低く推移したのは、ビタミンA値が低く推移したことによる肝機能障害の影響だと考えられた。肝臓は体内代謝の要の臓器で、ビタミンAを貯蔵するとともに、体内の各組織にビタミンAを運ぶための蛋白質合成や解毒作用など重要な働きを担っている(川田, 2014)。試験区では、と畜時の肝臓廃棄率(2頭)が高く、飼料用米多給により肝臓に負荷がかかったことが伺われた。飼料用米給与に関する他の知見では、肥育牛の増体は試験区間で差がないものとするもの(北川ら, 2013)が多い。今回の結果では、飼料用米給与区では当初の出荷目標であった、29ヵ月齢で終了時体重662kgといった、大分県黒毛和種雌肥育モデルの値には到達したものの、飼料用米給与区で増体が低い結果とな

った。また、ばらの厚さに関しても試験区では低くなった事についても、筋肉(赤身)合成が盛んな時期にビタミンA値が低値に推移したことによる影響が考えられる。増体、ばらの厚さを改善するために血中ビタミンA値の適正制御等に注目して、さらに飼料用米の給与時期・量について検討する必要がある。

供試牛を用いた嗜好型官能評価では牛肉らしい香り、うま味の強さにおいて高い評価のコメントが見られた。また、味覚センサを分析結果においては試験牛では「苦味雑味・先味」(雑味由来のコク)、「旨味コク・後味」(持続性のある旨味)が強いため、濃厚なコクを長く感じることでできる肉質と言えた。濃い深い味わいのことを「コク」と表現されることがよくあるが、普遍かつ明快な定義からの、基本味質として提唱されている酸、甘、苦、塩、旨味や渋味感覚と異なり、「コク」は各基本味の強度およびこれらの持続性に由来する後味で説明されることが多く、官能特性としての表現という側面が強いと考えられているが、この結果は嗜好型官能評価の結果と相関性のあるものであった。

謝 辞

本研究を遂行するに当たり、ご協力頂いた(株)大分県畜産公社、およびパネリストになっていただいた県内食肉流通関連業者の方々に対して謝意を表します。別府大学食物栄養科学部 江崎 一子博士には、味覚センサに関わる試料分析並びに、ご助言を頂きました。ここに記して、感謝致します。

引用文献

- 1) 日本飼養標準・肉用牛(2008年版)農林水産省農林水産技術会議事務局編. 中央畜産会.
- 2) 飼料用米の生産・給与技術マニュアル(2013年版). 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構, 138-147.
- 3) 野村賢治・小林崇之・竹内隆泰・近藤守人. 2011. 肥育中後期に濃厚飼料の6割を飼料用玄米で代替した黒毛和種肥育牛への影響. 平成24年度福井県畜産技術業績発表集録9-16.
- 4) 都甲潔・田原祐助. 2013. 味覚センサを用いた和牛の味の数値化と可視化に関する研究. 平成25年度 食肉に関する助成研究調査成果報告書, Vol. 32.
- 5) 北川貴志・山路泰介・飯田文子・谷浩・藤田雅彦・福井英彦. 2013. 黒毛和種去勢牛の肥育において玄米の肥育中後期以降の給与が産肉性と肉質に及ぼす影響. 肉用牛研究会報No. 95 6-12.
- 6) 川田智弘. 2014. 肥育期における疾病とその予防対策. 養牛の友 28-30, 11.
- 7) 渡邊貴之. 2014. 基礎から始める飼養管理講座. 養牛の友 52-55, 12.
- 8) Taniguchi M, Utsugi T, Oyama K, Manne n H, Kobayashi M, Tanabe Y, Ogino A, Tsuji S. 2004. Genotype of stearyl-CoA desaturase is associated with fatty acid composition in Japanese Black cattle. *Mammalian Genome*. 14:142-148.
- 9) 日本標準飼料成分表(2009年版)農業・食品産業技術総合研究機構. 中央畜産会.