

SCD 遺伝子型による和牛肉の脂肪酸組成の変化と赤身質のアミノ酸組成が食味評価に及ぼす影響 Influence of beef palatability on fatty acid composition and amino-acid composition by SCD genotype

堀浩司・佐藤文明¹⁾・齋藤薫²⁾・奥村寿章²⁾

要 旨

牛肉の脂肪酸組成に影響を与える Stearoyl-CoA Desaturase(SCD)遺伝子型に着目し、大分県内の一農場で肥育された去勢肥育和牛の肉を SCD 遺伝子型(AA、VA、VV 型)別に分類し、理化学特性(一般組成、物理学特性、脂肪融点および脂肪酸組成、遊離アミノ酸組成)、官能特性との関連性を検討した。

SCD 遺伝子型別にみた牛肉の理化学特性は、粗脂肪含量、粗蛋白質含量、圧搾肉汁率、保水力、剪断力価等で遺伝子間に有意差は認められなかったが、加熱損失で VA 型が VV 型より有意に高かった($p<0.05$)。筋肉内脂肪融点()は、遺伝子型間に有意差は認められなかったが、AA 型が VA 型、VV 型に比べ最も低かった。脂肪酸組成は不飽和脂肪酸のステアリン酸(C18:0)で AA 型と VA 型との間に有意差が認められた($p<0.05$) が、脂肪酸組成のその他項目は、遺伝子型間に有意な差は認められなかった。不飽和脂肪酸を大きく占めるオレイン酸(C18:1)は、遺伝子型間に有意差は認められなかったが、AA 型が最も高く、次いで VA 型、VV 型の順であった。遊離アミノ酸量およびジペプチド量は、全ての項目で遺伝子型間に有意差は認められなかった。また、遊離アミノ酸を「うま味・酸味」、「甘み・微甘み」、「風味・苦み」、3 種の呈味別に分類したものにおいても遺伝子型間に有意な差は認めなかった。分析型パネルによる官能評価では SCD 遺伝子型間に有意な差は認められなかったが、嗜好型パネルによる評価では AA 型が風味やおいしさが良く VV 型があぶらっぽいと回答した人が多かった。

(キーワード：肉用牛、SCD 遺伝子型、脂肪酸組成、遊離アミノ酸、官能評価)

背景および目的

近年、和牛の遺伝資源確保への取り組みがなされ、「和牛」表示の厳格化、地域団体商標制度の制定等により、特色ある牛肉生産を目指した産地間競争が一層激化している。その中で牛肉の評価が、第 9 回全国和牛能力共進会でオレイン酸含有率(不飽和脂肪酸)がうま味と関係のある脂肪の質を評価する測定値として導入されたように、脂肪交雑を中心とした視覚・触覚評価だけでなく、うま味を取り入れた評価も重要となってきた。

牛肉の風味や食感が不飽和脂肪酸含量に影響され

ること¹⁾や、脂肪酸組成が品種や性、飼養管理、種雄牛など多くの要因に影響されること²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾¹⁴⁾、Taniguchi ら⁶⁾の黒毛和種における体脂肪中の飽和脂肪酸を不飽和脂肪酸に換える酵素の一種である Stearoyl-CoA Desaturase(SCD)の遺伝子型が牛脂肪の不飽和脂肪酸割合に影響を与えることの報告(2004)等もあり、大分県では佐藤ら⁷⁾が、「牛肉の食味性評価を取り入れた肉用牛育種改良手法の検討(2008)」を実施した。その中で SCD 遺伝子型が種雄牛や繁殖雌牛の系統により異なることが判明し、牛肉の物理特性や筋肉内脂肪融点、脂肪酸組成等に

1) 大分県畜産振興課

2) 独立行政法人家畜改良センター 技術部技術第二課

影響を与え、官能評価においてもこれらの違いが食味に影響していることが示唆されている。今後の黒毛和種の育種改良に牛肉の食味評価手法を取り入れるうえで SCD 遺伝子型は、有用な手段であると考えられた。和牛肉は筋肉内脂肪(サシ)に含まれる不飽和脂肪酸により特有の香りと旨味があり他の品種にない優れた特徴を有している一方、日常的に食べる牛肉としては脂肪交雑の少ない赤身質の肉の存在もあり、サシの増加による粗脂肪含量の増加は、一方で赤身部分の減少による粗蛋白質(アミノ酸)の減少をもたらすことから、このサシと赤身質が牛肉の食味性へ与える影響を明らかにすることも重要であると考えられる。

今回、新たな豊後牛ブランド確立や育種改良に活用するため、牛肉の理化学特性(一般組成、物理学特性、脂肪融点および脂肪酸組成、遊離アミノ酸組成)、官能特性について SCD 遺伝子型(AA、VA、VV 型)別に関連性を検討した。

試験方法

1. 供試牛及び SCD 遺伝子型

供試牛は飼料給与および飼養管理方法が同一と判断される県内の一施設で肥育された去勢肥育和牛 46 頭を用いた。これらは、と畜後 3 日目に格付解体した。

SCD 遺伝子型は、と畜前に供試牛の血液を(社)家畜改良事業団へ検査依頼した。SCD 遺伝子型はアラニン型遺伝子を A、バリン型遺伝子を V とし、その遺伝子型別に AA 型、VA 型、VV 型と表示した。AA 型が 16 頭、VA 型 22 頭、VV 型 8 頭であった。供試牛の SCD 遺伝子型及び枝肉格付成績は表 1、表 2 に示した。

表1 供試牛肉の枝肉格付

SCD 遺伝子型	No.	父	格付等級	枝肉重量(kg)	胸最長筋面積(cm ²)	ばらの厚さ(cm)	皮下脂肪の厚さ(cm)	BMS No.
AA	1	寿恵福	A5	506.8	51	8.2	2.1	8
	2	大船7	B4	459.7	42	7.2	2.7	7
	3	寿恵福	A5	448.5	50	8.1	2.5	8
	4	寿恵福	A5	424.3	51	6.8	2.5	8
	5	大船7	B3	499.9	43	7.5	3.0	4
	6	大船7	B3	450.9	45	6.5	3.2	4
	7	寿恵福	B3	483.0	40	7.2	2.8	4
	8	寿恵福	A3	398.6	44	6.7	3.0	4
	9	寿恵福	A3	438.8	47	7.5	1.9	4
	10	寿恵福	A4	441.3	46	7.5	3.3	5
	11	藤平茂	A3	416.5	46	7.5	3.0	4
	12	隆茂38	A4	443.7	54	7.6	2.8	7
	13	隆茂38	A4	354.5	42	6.3	3.0	5
	14	八重福栄	B4	466.9	46	7.2	3.5	5
	15	隆茂38	A4	466.0	50	7.0	2.0	7
	16	藤平茂	A4	527.1	45	8.7	2.7	8
VA	17	寿恵福	A3	467.9	49	6.4	2.4	4
	18	寿恵福	B4	591.1	48	7.2	3.3	6
	19	寿恵福	A4	453.8	56	7.8	2.4	5
	20	大船7	A4	362.2	47	5.4	2.1	5
	21	寿恵福	A4	511.1	49	7.8	2.7	7
	22	大船7	A3	467.0	51	6.3	1.8	4
	23	寿恵福	B3	474.8	46	7.2	4.7	3
	24	寿恵福	A4	443.7	48	7.6	2.7	5
	25	寿恵福	A3	461.2	50	7.1	3.0	4
	26	隆茂38	A5	540.2	61	8.0	2.5	8
	27	隆茂38	A4	435.4	61	6.7	1.8	6
	28	藤平茂	B3	494.6	42	7.6	2.8	4
	29	隆茂38	A5	453.9	53	9.0	2.0	8
	30	大船7	A5	462.1	48	7.8	3.5	9
	31	隆茂38	A4	433.5	51	7.0	2.2	5
	32	大船7	A4	469.9	49	7.2	2.0	5
33	隆茂38	B4	431.5	44	7.0	3.2	7	
34	八重福栄	A3	410.2	47	7.4	2.5	4	
35	八重福栄	A4	466.0	54	7.7	3.5	7	
36	藤平茂	B4	418.9	34	6.5	2.5	6	
37	八重福栄	A4	445.7	53	7.7	2.6	5	
38	八重福栄	A3	419.4	46	7.7	2.5	4	
VV	39	寿恵福	A3	441.7	48	7.2	2.4	4
	40	寿恵福	B4	485.9	48	7.6	5.0	5
	41	寿恵福	A4	448.1	49	7.6	3.7	6
	42	寿恵福	A5	409.7	57	7.0	3.3	8
	43	寿恵福	A3	382.1	52	6.3	2.7	4
	44	隆茂38	A4	464.5	52	7.6	1.7	6
	45	隆茂38	A4	483.9	54	8.8	2.5	7
	46	隆茂38	A4	433.5	59	7.7	2	7

表2 供試牛肉の枝肉格付(まとめ)

SCD	n	枝肉重量	胸最長筋面積	ばらの厚さ	皮下脂肪の厚さ	BMS No.
AA	16	451.7	46.4	7.3	2.8	5.8
VA	22	459.7	49.4	7.3	2.7	5.5
VV	8	443.7	52.4	7.5	2.9	5.9

2. 牛肉の理化学特性および官能評価

供試牛をと畜後 3 日目に格付解体した後、左半丸のリブローズおよびロインブロックを真空パックにし、2 で冷蔵保存した。と畜後 9 日目にミンチまたは肉片に調製し、一般組成、剪断力価等の分析を実施した。脂肪酸組成の分析は、サンプルを採材後すぐに-30 で凍結保存し後日実施した。

(1) 一般組成

一般組成のうち水分含量は、サンプルを 105 で 24 時間加熱乾燥させ、加熱乾燥前後の重量差により算出した。粗脂肪含量は、水分含量測定後のサンプルを用い、ソックスレー抽出器によりジエチルエーテルで 16 時間還流し、得られた抽出物の重量により算出した。粗蛋白質含量は、サンプルを硫酸で加熱分解後、窒素蒸留滴定装置を用い窒素量を測定して算出した。

(2) 物理学特性

加熱損失は、約 50g の肉塊を 70 の温湯で 1 時間加温後 30 分間冷却し、加温前後の重量差により算出した。

圧搾肉汁率は、約 0.5g のサンプルを上下からメンブレンフィルター、ガーゼ、濾紙、アクリル板の順に肉片を挟み、35kgf/cm² の圧力で 1 分間加圧後、加圧前後の重量差により算出した。

保水性の測定は、加圧ろ紙法(加圧法)と遠心分離法(遠心法)を用い、加圧法はサンプルを筋線維に対して垂直になるよう約 0.5g 切り出し、これを濾紙に線維が垂直になるように置いたものを、アクリル板で挟み、35kgf/cm² の圧力で 1 分間加圧した。遠心法はサンプル約 0.5g をメンブレンフィルターで包み、ビーズを敷いた遠沈管内に置き、4 、30 分、2,240 × g で遠心分離し、遠心分離前後の重量差により算出した。

剪断力価は、加熱損失測定後のサンプルを筋線維に対して垂直断面が 1 × 1cm になるよう切り出した後、剪断速度を 200mm/min とした Warner-Bratzler 測定用アタッチメントを用いたインストロンにより測定した。

(3) 脂肪融点および脂肪酸組成

脂肪融点は上昇融点法により、ガラス毛细管に詰めた抽出脂肪を水浴内で徐々に加熱し、脂肪がガラス毛细管内を 1cm 上昇したときの温度を測定した。

脂肪酸組成は、Folch ら⁹⁾の方法に準じて脂肪を抽出し、これを水酸化カリウムエタノール溶液でケン化後、三フッ化ホウ素メタノールでメチルエステル化し、ガスクロマトグラフィーを用いて測定した。測定条件は、ガスクロマトグラフィーの注入口と検

出器の温度を 220 、オープンの温度を 160 とし、カラムにキャピラリーを用いた。キャリアガスはヘリウムガスを用いた。

(4) 遊離アミノ酸・ジペプチド量

遊離アミノ酸・ジペプチド量は、UV 検出器を用いた高速液体クロマトグラフィー(HPLC)による定量法で実施した。本法は Waters 社が開発した高感度・迅速アミノ酸分析法でラベル化試薬として PITC(フェニルイソチオシアネート)を用いて、PTC アミノ酸(フェニルチオカルバミルアミノ酸)に誘導体化した後、専用カラム Pico・Tag カラムで分離する方法である。

(5) 官能評価

牛肉の官能評価は分析型パネルおよび嗜好型パネルによる官能試験を実施した。

分析型パネルの選定については、基本的には職員を対象として基本味等を用いたパネル選定テストを実施し、合格者をパネルとして選定している。その後、感覚合わせ等のためのトレーニングを行った後、官能評価を実施している。評価は 2 ヶ年にわたり実施した。1 年目は 24 検体を用い、表 3 に示すとおり、やわらかさ(嚙切時)、やわらかさ(咀嚼時)、線維感、多汁性、あぶらっさ、総合的な食感、風味の強さの 7 項目を調査し、それぞれ 8 段階の絶対評価とした。2 年目は評価内容が変更となった。22 検体を用い、表 4 に示すとおり、やわらかさ(咀嚼時)、多汁性、うま味、酸味、脂っぽい香り、甘い香り、肉様の香り、鉄様の香り、酸っぽい香り、甘い香りの持続性の 10 項目を調査し、それぞれ 12 段階の絶対評価とした。

嗜好型パネルによる官能試験では、理化学分析に用いた牛肉サンプルの中から SCD 遺伝子型の異なる AA 型(A)、VV 型(B)、それぞれ 1 頭を用い、一般消費者を対象に食味試験を実施した。嗜好型パネルの人数と年齢構成は表 5 に示すとおりで、全ての質問に回答した 10 歳代から 60 歳代以上までの年齢層で、男性 126 人、女性 214 人の計 340 人であった。

供試サンプルは リブローズ部分を焼き肉用に約 0.7cm × 4cm × 5cm に切り、加熱したホットプレ

表3 分析型パネルによる官能評価項目(1年目)

評価項目	評 点							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1 やわらかさ(噛切時)	非常に かたい	とても かたい	かたい	やや かたい	やや やわらかい	やや やわらかい	とても やわらかい	非常に やわらかい
2 やわらかさ(咀嚼時)	非常に かたい	とても かたい	かたい	やや かたい	やや やわらかい	やや やわらかい	とても やわらかい	非常に やわらかい
3 線維感	非常に ある	とても ある	ある	やや ある	やや ない	ない	とても ない	非常に ない
4 多汁性	非常に ない	とても ない	ない	やや ない	やや ある	ある	とても ある	非常に ある
5 あぶらっさ	非常に ない	とても ない	ない	やや ない	やや ある	ある	とても ある	非常に ある
6 総合的な食感	非常に 悪い	とても 悪い	悪い	やや 悪い	やや 良い	良い	とても 良い	非常に 良い
7 風味の強さ	非常に 弱い	とても 弱い	弱い	やや 弱い	やや 強い	強い	とても 強い	非常に 強い

表4 分析型パネルによる官能評価項目(2年目)

評価項目	評 点														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1 やわらかさ(咀嚼時)	非常にかたい												非常にやわらかい		
2 多汁性	非常にない														
3 うま味	非常に弱い														
4 酸味	非常に弱い														
5 脂っぽい香り	非常に弱い														
6 甘い香り	非常に弱い														
7 肉様の香り	非常に弱い														
8 鉄様の香り	非常に弱い														
9 酸っぱい香り	非常に弱い														
10 甘い香りの持続性	非常にない														

表5 嗜好型パネルの人数と年齢構成

性別	年齢区分						合計
	10代	20代	30代	40代	50代	60代	
男	16	14	27	23	15	31	126
女	28	22	50	34	36	44	214
計	44	36	77	57	51	75	340

ートで表面を焦がさないように表、裏ともに約 60 秒程度加熱し、1 サンプルについて一切れを 1 人分として提示した。

評価項目は食べる前の香り、食べた後のあぶらっさ、風味、総合的なおいしさの 4 項目で、それぞれの項目について、「A」、「B」または「C・どちらともいえない」の 3 択でアンケート方式により調査を行った。

結果および考察

1. SCD 遺伝子型別にみた牛肉の理化学特性および官能特性

(1) 一般組成

SCD 遺伝子型別の一般組成を表 6 に示した。

BMSNo.は AA 型 5.8 ± 1.7 、VA 型 5.5 ± 1.6 、VV 型 5.9 ± 1.5 で、遺伝子型間に有意な差はなかった。水分含量の平均は、AA 型 46.6 %、VA 型 48.3 %、VV 型 44.2 % で VV 型がやや低かったが遺伝子型の違いによる有意な差は認められなかった。粗脂肪含量の平均は、AA 型 39.1 %、VA 型 36.9 %、VV 型 42.2 % で VV 型がやや高かったが遺伝子型の違いによる有意な差は認められなかった。また、粗蛋白質含量についても有意差は認められなかった。

表6 SCD遺伝子型間の一般組成

SCD遺伝子型	AA	VA	VV	
	n	16	22	8
BMSNo.	5.8 ± 1.7	5.5 ± 1.6	5.9 ± 1.5	
一般組成 (%)	水分	46.6 ± 5.1	48.3 ± 4.4	44.2 ± 6.1
	粗脂肪	39.1 ± 7.1	36.9 ± 6.0	42.2 ± 7.9
	粗蛋白質	13.6 ± 1.9	14.2 ± 1.5	13.0 ± 1.6

全ての区間で有意差なし、Tukey-Kramer法

mean \pm standard deviation

(2) 物理学特性

SCD 遺伝子型間の物理的特性について表 7 に示した。加熱損失の平均は、AA 型 17.4 %、VA 型 18.2 %、VV 型 15.7 % で VA 型が最も高く、次いで AA 型、VV 型の順であり、VA 型と VV 型に差が認められた ($p < 0.05$)。圧搾肉汁率、保水力(加圧法、遠心法)、剪断力価では、遺伝子型の違いによる有意な差は認められなかった。

表7 SCD遺伝子型間の物理学特性

SCD遺伝子型	AA	VA	VV	
	n	16	22	8
加熱損失(CL) (%)	$17.4 \pm 1.9ab$	$18.2 \pm 2.7a$	$15.7 \pm 2.9b$	
圧搾肉汁率 (%)	45.3 ± 5.1	42.0 ± 4.8	41.2 ± 5.0	
保水力	加圧法	82.7 ± 5.3	79.7 ± 5.7	82.1 ± 4.9
	遠心法 (%)	81.6 ± 3.1	80.9 ± 2.1	81.9 ± 2.9
剪断力価(CL後) (kgf)	2.2 ± 0.6	2.4 ± 0.6	2.2 ± 0.4	

異符号間に有意差あり ($p < 0.05$)、Tukey-Kramer法

mean \pm standard deviation

(3) 脂肪融点および脂肪酸組成

SCD 遺伝子型間の筋肉内脂肪融点および脂肪酸組成を表 8 に示した。筋肉内脂肪融点は AA 型が 25.8、VA 型 29.5、VV 型 27.9 で、AA 型が最も低かったが遺伝子型間に有意差は認められなかった。

脂肪酸組成では、不飽和脂肪酸のステアリン酸 (C18:0) で AA 型と VA 型との間に有意差が認められた ($p < 0.05$)。脂肪酸組成のその他項目は、各遺伝

子間に有意な差は認められなかった。不飽和脂肪酸を大きく占めるオレイン酸(C18:1)も各間に有意差はなかったが、AA 型 48.3 %、VA 型 47.9 %、VV 型 46.7 %で AA 型が最も高く、次いで VA 型、VV 型の順であった。

脂肪融点と不飽和脂肪酸は負の相関を示すことが報告¹⁰⁾¹¹⁾されており、本研究も同様の結果が得られた。不飽和脂肪酸で最も多いオレイン酸をみても AA 型が最も高く、脂肪融点が最も低かった。特に報告の多いオレイン酸については、牛肉の柔らかさや風味に大きく関わるとされ、オレイン酸の多い牛肉は食味評価が高いとされる。オレイン酸の割合が高ければ脂肪融点が低く、口溶けの良さやなめらか感、風味が増すと考えられ、SCD 遺伝子型は脂肪酸組成の影響に関与していると考えられた。

(4) 遊離アミノ酸・ジペプチド量

SCD 遺伝子型間の遊離アミノ酸量およびジペプチド量を表 9 に示した。全ての項目で遺伝子型間に有意な差は認められなかった。

また、遊離アミノ酸はうま味を呈するグルタミン酸が代表的なうま味成分であるが、同時に各種アミノ酸が甘みや苦みも呈することで知られている。今回の結果を「うま味・酸味」、「甘み・微甘み」、「風味・苦み」の呈味別に分類し、SCD 遺伝子型間の呈味別遊離アミノ酸量を示したものが表 10 である。呈味別においても遺伝子型間に有意な差は認められず、SCD 遺伝子型の違いにより遊離アミノ酸の食味への関連はみられなかった。今回得られた遊離アミノ酸値の含量や割合がどの程度おいしさに影響を与えるかさらに深く解析していきたいと考える。

(5) 官能特性

分析型パネルによる官能試験の結果を表 11、12 に示した。表 11 では、評価した 7 項目全てにおいて SCD 遺伝子型の違いによる有意な差は認められなかった。また、表 12 でも評価した 10 項目全てにおいて SCD 遺伝子型の違いによる有意な差は認められなかった。

嗜好型パネルによる官能試験に供した牛肉の格付成績および理化学特性を表 13、14 に示した。格

表 8 SCD 遺伝子型間の筋肉内脂肪融点および脂肪酸組成 (胸最長筋)

SCD 遺伝子型	AA	VA	VV
n	16	22	8
筋肉内脂肪融点()	25.8 ± 4.1	29.5 ± 5.3	27.9 ± 3.4
C12:0	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0
C14:0	3.6 ± 0.8	3.4 ± 1.1	4.1 ± 0.8
C14:1	1.5 ± 0.7	1.0 ± 0.3	0.9 ± 0.3
C15:0	0.4 ± 0.2	0.4 ± 0.1	0.4 ± 0.1
C16:0	26.9 ± 1.5	27.0 ± 2.6	27.3 ± 1.9
C16:1	4.7 ± 1.0	4.3 ± 0.5	4.8 ± 0.9
C17:0	0.9 ± 0.3	0.9 ± 0.2	0.9 ± 0.2
C17:1	1.1 ± 0.4	0.9 ± 0.3	0.9 ± 0.2
C18:0	9.0 ± 1.7 a	10.7 ± 1.8 b	10.3 ± 1.7 ab
脂肪酸組成			
C18:1	48.3 ± 2.3	47.9 ± 3.2	46.7 ± 2.1
C18:2	2.9 ± 0.8	2.8 ± 0.7	3.0 ± 1.0
C18:3	0.2 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.1
C20:0	0.3 ± 0.1	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.1
C20:1	0.2 ± 0.2	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.1
SFA	41.3 ± 2.0	42.7 ± 3.4	43.3 ± 2.6
USFA	58.7 ± 2.0	57.3 ± 3.4	56.7 ± 2.6
MUFA	55.7 ± 1.8	54.4 ± 3.3	53.5 ± 2.0
PUFA	3.0 ± 0.8	2.9 ± 0.7	3.2 ± 1.1
US/S	1.4 ± 0.1	1.4 ± 0.2	1.3 ± 0.1

異符号間に有意差あり(p<0.05), Tukey-Kramer法 mean ± standard deviation

SFA: saturated fatty acids

USFA: unsaturated fatty acids

MUFA: monounsaturated fatty acids

PUFA: polyunsaturated fatty acids

US/S: total unsaturated fatty acid per total saturated fatty acid

表 9 SCD 遺伝子型間の遊離アミノ酸およびジペプチド量

SCD 遺伝子型	AA	VA	VV
n	16	22	8
Asp	0.12 ± 0.05	0.12 ± 0.06	0.10 ± 0.05
Glu	0.54 ± 0.09	0.52 ± 0.09	0.56 ± 0.12
Hyp	0.03 ± 0.01	0.03 ± 0.01	0.03 ± 0.01
Ser	0.50 ± 0.10	0.49 ± 0.12	0.45 ± 0.17
Asn	0.20 ± 0.04	0.27 ± 0.29	0.33 ± 0.37
Gly	0.99 ± 0.16	1.06 ± 0.16	0.93 ± 0.15
Gln	2.33 ± 0.58	2.54 ± 0.69	2.68 ± 1.06
-Ala	0.15 ± 0.05	0.14 ± 0.06	0.12 ± 0.06
Tau	1.39 ± 0.48	1.40 ± 0.38	1.35 ± 0.48
His	0.20 ± 0.04	0.21 ± 0.04	0.19 ± 0.05
Thr	0.36 ± 0.07	0.36 ± 0.05	0.35 ± 0.06
Ala	3.33 ± 0.64	3.53 ± 0.65	3.12 ± 0.70
Arg	0.36 ± 0.06	0.39 ± 0.06	0.37 ± 0.06
Pro	0.27 ± 0.07	0.27 ± 0.05	0.23 ± 0.03
Tyr	0.33 ± 0.06	0.32 ± 0.06	0.31 ± 0.05
Val	0.48 ± 0.07	0.48 ± 0.08	0.46 ± 0.06
Met	0.25 ± 0.08	0.23 ± 0.07	0.26 ± 0.05
Ile	0.35 ± 0.07	0.34 ± 0.06	0.35 ± 0.06
Leu	0.66 ± 0.11	0.64 ± 0.12	0.65 ± 0.13
Phe	0.35 ± 0.07	0.33 ± 0.06	0.34 ± 0.06
Trp	0.11 ± 0.03	0.10 ± 0.04	0.13 ± 0.04
Lys	0.41 ± 0.07	0.43 ± 0.06	0.38 ± 0.05
総FFA量	13.70 ± 2.23	14.23 ± 1.71	13.69 ± 1.98
Car	7.45 ± 1.87	9.09 ± 6.24	8.90 ± 4.24
Ans	1.47 ± 0.52	1.73 ± 1.64	1.83 ± 1.22
総ジペプチド量	8.92 ± 2.17	10.82 ± 7.84	10.73 ± 5.43
総量	22.62 ± 3.89	25.05 ± 8.58	24.42 ± 6.17

全ての区間で有意差なし、Tukey-Kramer法 mean ± standard deviation

付は AA 型(A)、VV 型(B)ともに A4(BMSNo.7) であり、水分は AA 型 48.0 %、VV 型 43.8 %と AA 型が多く、粗脂肪含量は AA 型 37.1 %、VV 型 42.9 %と VV 型が多かった。筋間脂肪融点は、AA 型 24.5

、VV 型 29.2 と AA 型の方が低かった。脂肪酸組成は SFA、PUFA は VV 型が高く、USFA、MUFA、US/S はいずれも AA 型が高かった。

表 10 SCD 遺伝子型間の呈味別遊離アミノ酸量

SCD 遺伝子型	AA	VA	VV
n	16	22	8
うま味・酸味呈味アミノ酸	3.18 ± 0.68	3.34 ± 0.85	3.66 ± 1.30
甘み・微甘み呈味アミノ酸	5.44 ± 0.92	5.72 ± 0.87	5.09 ± 0.97
風味・苦み呈味アミノ酸	3.39 ± 0.58	3.38 ± 0.50	3.31 ± 0.45

全ての区間で有意差なし、Tukey-Kramer法 mean ± standard deviation

・うま味・酸味：Asp,Glu,Asn,Gln

・甘味・微甘味：Gly,Ser,Thr,Ala,Pro

・風味・苦み：His,Arg,Tyr,Val,Met,Ile,Leu,Phe,Lys

表 11 分析型パネルによる SCD 遺伝子型間の官能評価 (1 年目)

SCD 遺伝子型	AA	VA	VV
n	10	9	5
やわらかさ (嚙切時)	5.8 ± 0.6	5.7 ± 0.5	5.9 ± 1.5
やわらかさ (咀嚼時)	5.5 ± 0.7	5.5 ± 0.4	5.6 ± 1.3
繊維感	5.1 ± 0.6	4.9 ± 0.3	5.2 ± 1.1
多汁性	5.6 ± 0.5	5.4 ± 0.5	5.9 ± 1.3
あぶらっこさ	5.4 ± 0.5	5.2 ± 0.6	5.8 ± 1.6
総合的な食感	5.5 ± 0.6	5.4 ± 0.4	5.6 ± 1.2
風味の強さ	4.9 ± 0.5	5.0 ± 0.2	5.2 ± 0.4

全ての区間で有意差なし、Tukey-Kramer法 mean ± standard deviation

表 12 分析型パネルによる SCD 遺伝子型間の官能評価 (2 年目)

SCD 遺伝子型	AA	VA	VV
n	6	13	3
やわらかさ (咀嚼時)	9.2 ± 1.3	8.5 ± 1.3	9.7 ± 0.9
多汁性	8.8 ± 1.0	8.6 ± 0.8	9.5 ± 1.2
うま味	7.2 ± 0.5	6.9 ± 0.6	6.8 ± 0.1
酸味	3.3 ± 0.9	2.9 ± 0.6	2.7 ± 0.8
脂っぽい香り	8.8 ± 1.0	8.9 ± 0.8	9.4 ± 1.0
甘い香り	7.8 ± 1.1	7.7 ± 0.8	8.5 ± 0.7
肉様の香り	7.2 ± 1.0	7.2 ± 0.9	6.8 ± 1.0
鉄様の香り	2.4 ± 0.4	2.3 ± 0.2	2.1 ± 0.2
酸っぱい香り	3.4 ± 1.1	3.0 ± 0.5	3.0 ± 0.5
甘い香りの持続性	5.9 ± 1.0	5.8 ± 0.8	6.4 ± 0.8

全ての区間で有意差なし、Tukey-Kramer法 mean ± standard deviation

嗜好型パネルによる 340 名の性別ごとの食味評価結果を表 15 に示した。男女合わせた総数でみると食べる前の香りでは、AA 型、VV 型それぞれ 156 人と同数であり、両者に有意な差は認められなかつ

表 13 供試牛肉の SCD 遺伝子型と枝肉格付成績および一般組成

供試区分	SCD 型	格付等級	BMS No.	一般組成 (%)		
				水分	粗脂肪	粗蛋白質
A	AA	A-4	7	48.0	37.1	14.4
B	VV	A-4	7	43.8	42.9	13.1

た。食べた後のあぶらっこさは、AA 型が 109 人 (32.1%)、VV 型が 216 人 (63.5%)、で、VV 型の方があぶらっこさと感じる人が多く、有意差が認められた (p<0.05)。風味の良さでは、AA 型が 194 人 (57.1%)、VV 型が 132 人 (38.8%) で、AA 型が良いと回答した人が多く (p<0.01)、総合的な味のおいしさでも AA 型が 193 人 (56.8%) と、VV 型の 138 人 (40.6%) より多かった (p<0.01)。

表 14 供試牛肉の筋間脂肪融点と脂肪酸組成

供試区分	筋間脂肪融点 (°C)	脂肪酸組成 (%)				
		SFA	USFA	MUFA	PUFA	US/S
A	24.5	42.6	57.4	55.7	1.7	1.34
B	29.2	46.0	54.0	51.7	2.3	1.18

SFA: saturated fatty acids

USFA: unsaturated fatty acids

MUFA: monounsaturated fatty acids

PUFA: polyunsaturated fatty acids

US/S: total unsaturated fatty acid per total saturated fatty acid

表 15 嗜好型パネルによる性別の食味評価結果

質問	性別	回答					
		A (AA型)		B (VV型)		C (どちらともいえない)	
		人数	割合	人数	割合	人数	割合
1	男性	63	18.5%	53	15.6%	10	2.9%
	女性	93	27.4%	103	30.3%	18	5.3%
	計	156	45.9%	156	45.9%	28	8.2%
2	男性	44	12.9%	73	21.5%	9	2.6%
	女性	65	19.1%	143	42.1%	6	1.8%
	計	109	32.1%	216 **	63.5%	15	4.4%
3	男性	73	21.5%	46	13.5%	7	2.1%
	女性	121	35.6%	86	25.3%	7	2.1%
	計	194 *	57.1%	132	38.8%	14	4.1%
4	男性	68	20.0%	55	16.2%	3	0.9%
	女性	125	36.8%	83	24.4%	6	1.8%
	計	193 *	56.8%	138	40.6%	9	2.6%

二項検定法 (*p<0.05 **p<0.01)

質問 1: 食べる前に香り(におい)が良いと感じたのはどちらですか。

質問 2: 食べた後にあぶらっこさと感じたのはどちらですか。

質問 3: " 風味が良いと感じたのはどちらですか。

質問 4: " 味がいいと感じたのはどちらですか。

嗜好型パネルを 10 ~ 20 歳代、30 ~ 40 歳代、50 ~ 60 歳代以上の 3 世代に分類し、食味評価結果を比較したものを図 1 に示した。

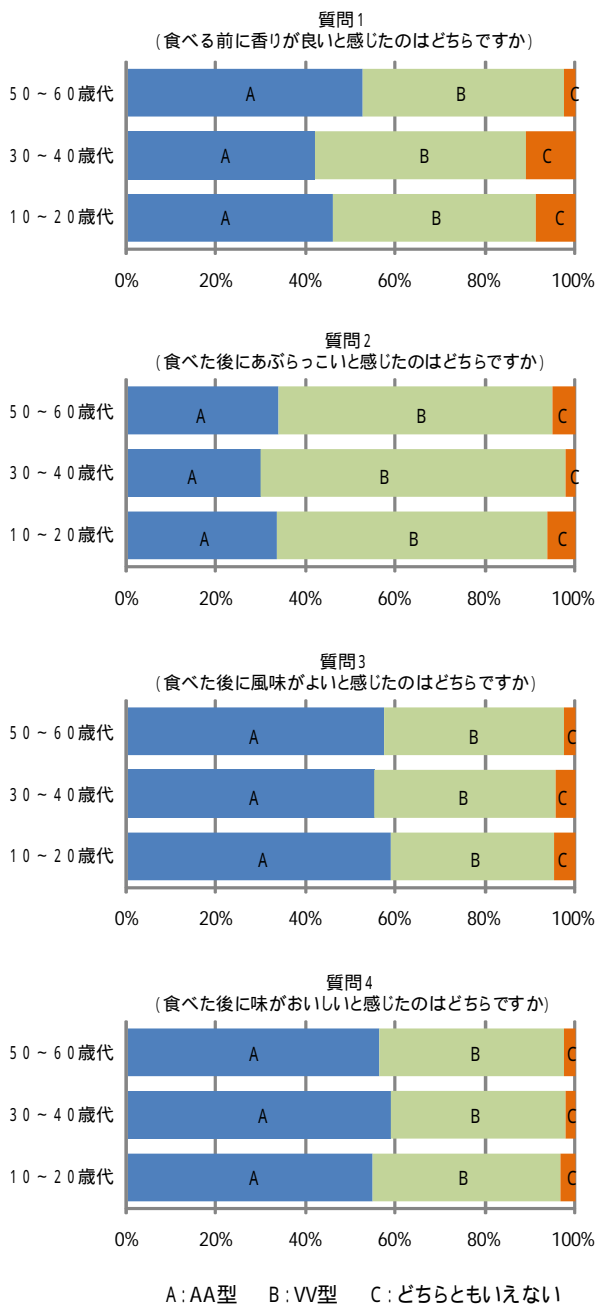


図1 嗜好型パネルによる年代別食味評価結果

食べる前に香りが良いと感じた人は、AA型(A)、VV型(B)ともに、各世代でほぼ同じ割合であった。あぶらっこさは、各世代でVV型があぶらっこいと感じる人が多い傾向がみられた。風味の良さや総合的なおいしさでは、いずれの世代もAA型のほうが良いと回答した人が多い傾向であった。

味のおいしさではいずれもAA型と回答した割合が高く、世代の違いによる差はみられなかった。

分析型の評価は、食肉の官能評価ガイドライン(2005)¹²⁾、黒毛和種の脂肪の質を中心とした牛肉の美味しさの評価手法に関する指針(2007)¹³⁾、食肉の理化学分析及び官能評価マニュアル(2009)⁸⁾に基づき、独立行政法人家畜改良センターの分析型パネルによる官能試験を実施したが、SCD遺伝子型の違いによる有意差は認められなかった。牛肉サンプルの一般組成や物理学特性において有意差が認められなかったことが、分析型官能評価の差が現れない結果であったのではないかと示唆された。嗜好型パネルでは性別や世代による大きな違いは認められなかったが、風味やおいしさでAA型のほうがよいと回答した人が多く、VV型はあぶらっこいという結果であった。嗜好型では供試した牛肉の等級、BMSを同一にし、粗脂肪含量、筋間脂肪融点、USFA、MUFA等の脂肪の質に違いを取り入れた。このことが嗜好型官能評価に影響していると考えられた。

今回、SCD遺伝子型(AA,VA,VV)の違いが、脂肪酸組成等だけでなく、赤身肉の食味性に関するアミノ酸組成に何らかの影響があるかどうかにも着目し調査したが、関連はみられなかった。しかし、SCD遺伝子型は脂肪酸組成の影響には大きく関与していると示唆された。牛肉の評価は胸最長筋等の脂肪交雑からみた「霜降り」牛肉が高い評価を得てきたが、近年は牛肉の美味しさを科学的に評価する試みが行われ、第9回全国和牛共進会でも牛肉のうま味に関連するオレイン酸含有率が測定された。長野県では信州プレミアム牛肉としてオレイン酸含有率値をいち早く導入し、全国初の銘柄確立を実施している。今後、大分県でも豊後牛の旨味牛への差別化やSCD遺伝子型を活用した育種改良(種雄牛選抜や繁殖雌牛群の整備)に応用していきたい。特に牛肉の差別化では、オレイン酸含有率値に着目し、食肉脂質測定装置(光ファイバー簡易法)やガスクロマトグラフィーの活用、嗜好型パネル評価による検討を行い、牛肉の美味しさ基準を検討後、新たな豊後牛ブランドの作出を図る。また、牛肉の脂肪酸組成は遺伝要因だけでなく、給与飼料や環境も重要な要因であることことから、今後、大分県和牛肉のうまみ品質向上を図るため、脂肪酸組成に着目した美

平成 21 年度試験成績報告書：39(2010)

味しい牛肉の生産(肥育)技術が必要となると考える。

謝 辞

本試験を行うに際し、牛肉の理化学分析や官能試験を実施していただきました家畜改良センター技術第二課の皆様方に深く感謝いたします。

引用文献

- 1) Westeling DB, Hedrick HB. Fatty acid composition of bovine lipids as influenced by diet, sex and anatomical location and relationship to sensory characteristics. *Journal of Animal Science*, 48: 1343-1348. 1979.
- 2) Adachi S, Suyama K, Tsuchida J, Danbara H. Effect of breeding bull on the fatty acid composition of the carcass lipid in steers of a beef breed cattle. *Meat Science*, 7: 139-145. 1982.
- 3) 井上慶一, 平原さつき, 撫年浩, 藤田和久, 山内健治. 交雑種肥育牛の胸最長筋の粗脂肪含量および脂肪酸組成に及ぼす種雄牛の影響. 日本畜産学会報, 73: 381-387. 2002.
- 4) Oka A, Iwaki F, Dohgo T, Ohtagaki S, Noda M, Shiozaki T, Endoh O, Ozaki M. Genetic effect on fatty acid composition of carcass fat of Japanese black Wagyu steers. *Journal of Animal Science*, 76: 87-95. 2003.
- 5) Yoshimura T, Namikawa K. Influence of breed, sex and anatomical location on lipid and fatty acid composition of bovine intermuscular fat. *Japanese Journal of Zootechnical Science* 56: 122-129. 1985.
- 6) Taniguchi M, Utsugi T, Oyama K, Mannen H, Kobayashi M, Tanbe Y, Ogino A, Tsuji S. Genotype of stearoyl-CoA desaturase is associated with fatty acid composition in Japanese Black cattle. *Mammalian Genome*. 14: 142-148. 2004.
- 7) 佐藤文明. 牛肉の食味性評価を取り入れた肉用牛育種改良手法の検討. 大分県畜産試験場試験成績報告書, 37: 1-10. 2008.
- 8) 独立行政法人家畜改良センター. 食肉の理化学分析及び官能評価マニュアル. 福島. 2009.
- 9) Folch J, Lees M, Sloan-Stanley GH. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226: 497-509. 1957.
- 10) 菅和寛, 小林正人, 今田哲雄. 採取部位別の体脂肪融点に対する脂肪酸組成の影響. 山形県畜産研究報告, 1: 10-14. 2003.
- 11) 小林正人, 阿部正博, 石山 徹, 奥山祐輔, 安彦重直. 山形牛の脂肪の質. 山形県畜産研究報告, 1: 1-9. 2003.
- 12) 財団法人 日本食肉消費総合センター、独立行政法人家畜改良センター編. 食肉の官能評価ガイドライン. 東京. 2005.
- 13) 社団法人全国肉用牛振興基金協会. 牛肉の美味しさ評価手法に関する指針作りに向けて - 黒毛和種の脂肪の質を中心に - . 社団法人全国肉用牛振興基金協会, 東京. 2007.
- 14) Zembayashi M, Nishimura K, Lunt DK, Smith SB. Effect of breed type and sex on the fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular lipids of finishing steers and heifers. *Journal of Animal Science*, 73: 3325-3332. 1995.