

# 黒毛和種肥育牛における脂肪組織中のオレイン酸割合に及ぼす

## 遺伝的および給与飼料の影響

遠藤 彰・田賀 千尋・笹木 教隆

要 約 黒毛和種肥育牛の脂肪組織中のオレイン酸割合に影響を及ぼす要因を解明するため、県内繁殖雌牛231頭と肥育牛110頭のStearoyl-CoA Desaturase(SCD) 遺伝子型を調査した。また、肥育農家における給与飼料中の脂肪酸組成と粒度の比較を行った。その結果、繁殖雌牛のSCD 遺伝子型はAA型57.1%、VA型40.7%、VV型2.2%であった。肥育牛はAA型51.8%、VA型41.8%、VV型6.4%であり、各遺伝子型別のオレイン酸 (C18:1) 割合はAA型55.1±3.0%、VA型52.1±2.4%、VV型49.1±2.9%であり、AA型が有意に高かった (P<0.05)。調査農家の給与飼料については給与飼料中のオレイン酸、リノール酸含量と脂肪組織中のオレイン酸割合に関係性はなく、配合飼料中とうもろこしの粒度割合の違いによる脂肪組織中のオレイン酸割合も関係性はなかった。これらから遺伝子型を考慮することでオレイン酸割合を高めることができると考えられる。飼養管理については給与飼料が第一胃内pHの低下が脂肪酸組成に影響を及ぼしていることが示唆された。

キーワード：SCD遺伝子、脂肪酸組成、オレイン酸、粒度分析

### 緒 言

近年、脂肪交雑について視覚的評価だけでなく、食味に関わる評価にも関心が高まっており、代表的なものに、融点が低く口どけの良い不飽和脂肪酸がある。平成19年に宮崎で開催された第9回全国和牛能力共進会においてオレイン酸含有率(不飽和脂肪酸)が脂肪の質を評価する指標として導入された。福井県では平成26年度から脂肪組織中のオレイン酸割合55%以上の若狭牛を「三ツ星若狭牛」として新たにブランド化している。

県内では昨年、性、月齢、種雄牛、生産者など様々な要因が一価不飽和脂肪酸(MUFA)割合に影響を与えると報告した(堀川ら, 2015)。オレイン酸をはじめとするMUFAは飽和脂肪酸がstearoyl-CoA desaturase (SCD)によって不飽和化されることで合成される。このSCD遺伝子型が脂肪組織中の脂肪酸割合に影響を与えることが報告されている(Taniguchi et al., 2004)

ため、県内においても黒毛和種繁殖雌牛と肥育牛の遺伝子型を解析し、遺伝子型割合や遺伝子型別オレイン酸割合の比較を行った。また、飼料形態の違いが脂肪酸組成に及ぼす影響についても調査を行った。

### 材料および方法

#### 1. 供試材料

福井県内で飼養されている黒毛和種繁殖雌牛231頭とその繁殖雌牛が分娩した子牛で肥育に供され、かつ平成26年4月から平成27年9月までに金沢食肉センターに出荷された黒毛和種肥育牛110頭を調査対象とした。

繁殖雌牛からは血液を採取し、肥育牛からは第6～7肋骨間切開面の筋間脂肪を採取し、-80℃で冷凍保存した。

勝平正を父とする去勢牛を肥育した肥育農家4戸を対象として、肥育後期(出荷前6ヵ月)に給与した配合飼料を1kg採取した。

## 2. SCD遺伝子型の判定

採取した繁殖雌牛の血液はDneasy Blood and Tissue Kits (QIAGEN) を用いてDNA抽出を行った。また肥育牛の筋間脂肪はTaniguchiらの報告に基づき、筋間脂肪100mgにProteinase K (10mg/ml) を加え、37°Cで一晩インキュベートし、ジエチルエーテル精製とエタノールによる洗浄を経て、TEに溶解し4°Cで保存した。SCD遺伝子型をPCR-RFLP法により判定するため、プライマーセットSCD-808FおよびSCD-intron5Rを用いて増幅し、制限酵素Fnu4HIで37°C一晩処理した後、3%アガロースゲルで泳動して遺伝子型を決定した。サーマルサイクラーはBIO RAD CFX Connectを用いた。

## 3. 脂肪酸の分析

材料は肥育牛の筋間脂肪を用い、脂肪酸の抽出はBlighらの方法に従って50mgの試料にクロロホルム/メタノールの体積比が1:2となるように混合して脂質を抽出し、塩酸メタノールを用いてメチルエステル化反応を行った。脂肪酸の分析は、ガスクロマトグラフィー (GC-2010 plus, 島津製作所, 京都)、キャピラリーカラム SPT2560 100m×0.25mm (Supelco) を使用した。

測定した脂肪酸は、ミリスチン酸 (C14:0)、ミリストレイン酸 (C14:1)、パルミチン酸 (C16:0)、パルミトレイン酸 (C16:1)、ステアリン酸 (C18:0)、オレイン酸 (C18:1)、リノール酸 (C18:2) とし、これら7種の脂肪酸総量を100としてそれぞれの脂肪酸割合を算出した。

## 4. 配合飼料中の脂肪酸含量の比較

配合飼料中のオレイン酸含量とリノール酸含量を原料の配合割合をもとに五訂日本食品成分表を参照して計算し、対象農家4戸の脂肪組織中のオレイン酸およびリノール酸含量の比較を行った。

## 5. 飼料粒度分析

採取した配合飼料を8mm、2mm目開きの篩 (JIS Z 8801, 飯田製作所, 大阪) にかき、粒度の分析を行った。

## 結 果

## 1. SCD遺伝子に関する調査

### (1) 繁殖雌牛

気高系は気高を祖先とする種雄牛とし、兵庫系は田尻・菊美土井・茂金波を祖先とする種雄牛、藤良系は第6藤良を祖先とする種雄牛とした。全体ではAA型57.1% (132/231)、VA型40.7% (94/231)、VV型2.2% (5/231) であり、系統別でも気高系はAA型65.9% (60/91)、VA型31.9% (29/91)、VV型2.2% (2/91) であり、兵庫系はAA型54.5% (24/44)、VA型45.5% (20/44) であった。藤良系はAA型10.5% (2/19)、VA型78.9% (15/19)、VV型10.5% (2/19) で他2系統に比べV遺伝子の出現頻度が高い傾向にあった (図1)。

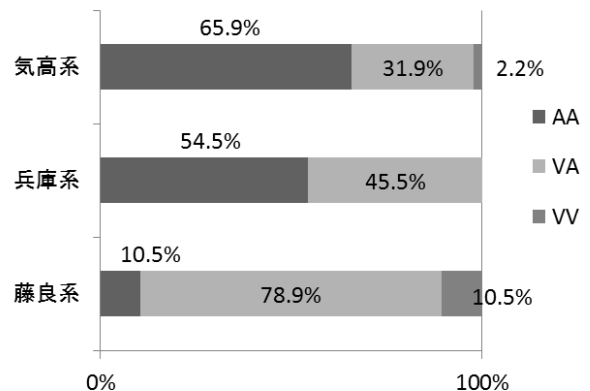


図1 系統別SCD遺伝子出現頻度

### (2) 肥育牛

対象牛110頭の遺伝子出現頻度はAA型51.8% (57/110)、VA型41.8% (46/110)、VV型6.4% (7/110) であり、繁殖雌牛と同様の傾向が見られた。また、各遺伝子型の脂肪組織中のオレイン酸割合はAA型55.1±3.0%、VA型52.1±2.4%、VV型49.1±2.9%であり (表1)、AA型>VA型>VV型の順に高かった (P<0.05)。このことからSCD遺伝子型が脂肪組織中のオレイン酸割合に影響を及ぼすことが示された。

### (3) 種雄牛

繁殖雌牛と肥育牛の遺伝子型を基に種雄牛の遺伝子型を推測した。気高系でAA型が1頭、兵庫系でVA型が2頭、藤良系でVA型が3頭であった (表2)。

表1 SCD遺伝子型脂肪酸組成

遺伝子型	脂肪酸組成 (%)							MUFA
	C14:0	C14:1	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	
AA	2.3±0.4 <sup>a</sup>	1.1±0.3	23.9±2.3 <sup>b</sup>	4.8±0.7	10.2±1.5	55.1±3.0 <sup>c</sup>	2.6±0.7	61.0±3.0 <sup>a</sup>
VA	2.7±0.5 <sup>b</sup>	0.9±0.2	25.3±2.1 <sup>a</sup>	4.8±0.7	10.0±3.4	52.1±2.4 <sup>b</sup>	2.5±0.6	57.8±2.4 <sup>b</sup>
VV	3.3±0.6 <sup>b</sup>	0.8±0.3	26.5±1.7 <sup>a</sup>	5.0±0.7	12.5±1.6	49.1±2.9 <sup>a</sup>	2.8±0.3	54.9±3.2 <sup>c</sup>

縦列の異なる異符号間で有意差あり (P<0.05)

表2 種雄牛の遺伝子型推測

系統	種雄牛	繁殖雌牛		肥育牛		種雄牛遺伝子型 (推定)
		型	頭数	型	頭数	
気高系	K1	× AA	16	= AA	16	AA
		× VA	5	= AA	2	
				= VA	3	
兵庫系	H1	× VV	1	= VA	1	VA
		× AA	6	= AA	3	
		× VA	1	= VA	3	
兵庫系	H2	× AA	4	= AA	3	VA
		× VA	2	= VA	1	
		× VA	2	= AA	1	
藤良系	F1	× AA	3	= AA	1	VA
		× VA	8	= VA	2	
				= VV	1	
藤良系	F2	× AA	7	= AA	3	VA
		× VA	2	= VA	4	
		× VA	2	= AA	1	
藤良系	F3	× AA	4	= AA	3	VA
		× VA	3	= VA	1	
				= VV	1	

## 2. 給与飼料に関する調査

### (1) 配合飼料中の不飽和脂肪酸含量の比較

配合飼料中のオレイン酸およびリノール酸含量と脂肪組織中のオレイン酸割合に一定の関係性は見られなかった(表3)。

表3 脂肪組織中のオレイン酸割合と配合飼料中の不飽和脂肪酸割合の比較 (%)

農家	頭数	筋間脂肪		
		オレイン酸	オレイン酸	リノール酸
A	38	55.4±3.4	0.50	1.45
B	27	54.3±3.3	0.67	1.63
C	49	53.8±3.3	0.67	1.73
D	49	53.5±3.7	0.63	1.56

### (2) とうもろこしの粒度比較

とうもろこしを8mm、2mm、2mm未満に分けた配合割合と各農家の脂肪組織中のオレイン酸割合との比較を行ったが、一定の関係性は見られなかった(表4)。

表4 とうもろこしの粒度別割合の比較 (%)

農家	8mm以上	2mm以上	2mm未満
A	16.8	19.2	6.0
B	19.4	24.3	6.8
C	15.8	29.4	5.3
D	15.7	19.8	5.9

## 考 察

今回の調査でSCD遺伝子についてAA型の方がVA型やVV型よりもMUFAが高いことから、既報(松橋ら, 2007)のとおりSCD遺伝子は脂肪酸組成に影響を及ぼす要因であると考えられる。肥育牛のSCD遺伝子出現頻度は他の報告(堀ら, 2010)と同様にA型遺伝子の方がV型遺伝子よりも出現頻度が高く、その頻度は他地域(片岡ら, 2008; 上村ら, 2013)に比べ高い傾向にあった。種雄牛系統間の比較では田尻系でA遺伝子の出現頻度が最も高いことが報告(宮澤ら, 2011)されており、福井県内繁殖農家では、長年にわたって兵庫系の繁殖雌牛を継承してきたため、兵庫系の影響を受け、A型遺伝子の出現頻度が高くなったものと思われる。しかし、近年では肉質と増体の向上を目的とした系統間の交配が主流となっており、今後A遺伝子出現頻度が低下していく可能性がある。

給与飼料の比較については、給与する配合飼

料中の不飽和脂肪酸量と脂肪組織中のオレイン酸割合に関連性は見られず、米糠により不飽和脂肪酸含量の高い飼料の給与により、脂肪組織中のオレイン酸割合が高まるという浅田ら(2007)の報告とは異なる結果となった。これは、今回比較調査した農家間では不飽和脂肪酸含量に差がなく、脂肪組織中に蓄積される不飽和脂肪酸に差が出なかったことや、給与した配合飼料の違いによる第一胃内環境、特にpHの変化が不飽和脂肪酸に対する水素添加に何らかの影響を及ぼしていると考えられる。摂取した不飽和脂肪酸は第一胃内で水素添加され飽和化し、飽和脂肪酸の形で下部消化管に移行し吸収される。一方で第一胃内のpHが酸性に傾くと、第一胃内細菌叢が変化し、不飽和脂肪酸に水素添加を行う微生物が減少する。そのため不飽和脂肪酸のまま下部消化管に移行する量が増加し、不飽和脂肪酸のまま吸収される割合が増加することで、体組織中の不飽和脂肪酸割合が向上するのではないかと推察される。今回調査した農家の中には易発酵性飼料、特に玄米や圧ペーン大麦を多量に含む配合飼料を給与している農家が、他農家よりもオレイン酸割合が高い傾向にあった。

以上のことから、脂肪酸組成は遺伝的な影響を受けており、繁殖雌牛や種雄牛の遺伝情報を把握することで改良を進めることができることが示唆された。飼養管理については様々な要因が関係していることから、今後も給与飼料に加えて第一胃内環境も含めた種々の要因を明らかにしていく必要があることが示唆された。

## 文 献

浅田勉・黒沢功・南雲忠. 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. 群馬県畜産試験場研究報告, 14:9-20.2007

- 上村圭一・土佐進・谷原礼論・高橋和裕. 讃岐牛の改良に貢献する美味しさ関連遺伝子(DNAマーカー)の探索. 香川県畜産試験場研究報告, 39:1-5.2013
- 片岡博行・平本圭二. 食味形質の遺伝的解析による美味しい牛肉生産に関する研究. 岡山県総合畜産センター研究報告, 17:27-31.2008
- 農研機構編. 五訂増補日本食品標準成分表(2006年). 医歯薬出版
- 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
- 常石英作・小林直彦・丸山新・松橋珠子・折戸秀樹・神谷充. 黒毛和種去勢肥育牛におけるロース芯の不飽和脂肪酸割合に対する Stearoyl-CoA Desaturase (SCD) 遺伝子型の効果. 西日本畜産学会報, 50:119-120.2007
- 堀川明彦・三竹博道・笹木教隆. 福井県内で肥育された黒毛和種牛肉における性別、種雄牛および飼養管理の違いが不飽和脂肪酸割合に及ぼす影響. 福井県畜産試験場研究報告, 2015掲載予定
- 堀浩司・佐藤文明・齋藤薫・奥村寿章. SCD遺伝子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. 大分県畜産試験場試験成績報告書, 39:1-8.2010
- 松橋珠子・丸山新・常石英作・小林直彦・林登・星野洋一郎・酒井謙司. 黒毛和種肥育牛における脂肪酸不飽和酵素(SCD)遺伝子多型と胸最長筋脂肪酸組成との関連. 岐阜県畜産研究所研究報告, 7:7-13.2007
- 宮澤浩太・加藤聡・堀澤純・中島信明. 黒毛和種繁殖雌牛のSCD遺伝子調査. 群馬県畜産試験場研究報告, 18:9-13.2011

# **The influences of the genes and feed on Oleic acid ratio in adipose tissue of Japanese Black cattle**

Akira ENDO, Chihiro TAGA and Kiyotaka SASAKI  
Fukui Prefectural Livestock Experiment Station

## **Abstract**

We examined the relationship between genotype of Steroyl-CoA Desaturase (SCD) gene and fatty acid composition of bovine intermuscular fat, from blood of 231 Japanese Black breeding cattle and intermuscular fat of 110 Japanese Black steers. The composition of fatty acid in feed and grain size were also analyzed and compared with 4 farms in Fukui. As for the genotype of SCD gene, the proportions of genotype AA, VA, VV breeding cattle were 57.1%, 40.7% and 2.2% respectively, and that of steers were 51.8%, 41.8% and 6.4% respectively. In addition, The percentages of oleic acid (C18:1) of steers in each genotype group were  $55.1 \pm 3.0\%$  in AA,  $52.1 \pm 2.4\%$  in VA and  $49.1 \pm 2.9\%$  in VV. Regarding feed, the oleic acid and linoleic acid in feed had no relation with that in intermuscular fat, and size of corn did not affect to percentage of oleic acid in intermuscular fat. Therefore, it could be said that percentage of oleic acid could make higher by considering genotypes, and that there is other factor to influence fatty acid composition with regard to feeding management.

Keyword: SCD gene, fatty acid composition, oleic acid, grain size analysis