

黒毛和種牛肉における脂肪酸組成と枝肉形質 および肉質形質との遺伝的關係

¹横田 祥子*、¹杉田 春奈、²大友 良彦、³須田義人、¹鈴木 啓一

¹東北大学大学院農学研究科 〒981-8555 宮城県仙台市青葉区堤通雨宮町1番1号

²全農宮城県本部 〒980-0011 宮城県仙台市青葉区上杉一丁目2番16号

³宮城大学食産業学部 〒982-1215 宮城県仙台市太白区旗立2丁目2番1号

2011年1月19日 受理

要 約

黒毛和種胸最長筋の脂肪酸、枝肉形質および肉質形質に関する遺伝率と遺伝相関を推定し、脂肪酸組成の遺伝的改良の可能性を検討した。仙台中央食肉卸売市場に2005年5月～2010年年2月に出荷された黒毛和種肥育牛のうち876頭の第6～第7肋骨間切断面の胸最長筋から筋肉内脂肪を採取した。脂肪酸組成はガスクロマトグラフィーを用いて測定した。各脂肪酸の遺伝率は、おいしさに関係すると言われているオレイン酸(C18:1) (0.65 ± 0.14)、モノ不飽和脂肪酸(MUFA) (0.60 ± 0.15)などは全体的に高く推定された。各脂肪酸と枝肉形質および肉質形質の表型相関は全体的に低かった(-0.18～0.20)。各脂肪酸と枝肉形質および肉質形質との遺伝相関は脂肪酸により傾向が異なった。MUFAは、バラ厚(0.39 ± 0.20)、肉の光沢(0.46 ± 0.24)、きめ(0.48 ± 0.27)、脂肪の色(0.60 ± 0.55)とは正、脂肪の光沢と質(-0.67 ± 0.32)とは負の遺伝相関があり、C18:1も同様の傾向を示した。各脂肪酸と脂肪交雑基準(BMS)の遺伝相関はリノール酸(C18:2) (-0.32 ± 0.22)を除き低かった(-0.14～0.15)。以上の結果から、脂肪酸組成の遺伝的改良は可能であり、BMSとは遺伝的に独立した関連性が認められた。また、MUFA、C18:1の高方向への遺伝的改良が枝肉形質、肉質形質に悪影響を及ぼす可能性は低く、むしろ形質によっては向上が期待されることが示された。

東北畜産学会報 60(3): 80～85. 2011

諸 言

現在の黒毛和種の肉質改良は、脂肪交雑の向上に重点がおかれている。これは脂肪交雑の度合いを示すBMSが枝肉の市場価格を決定する大きな要因となっていることが挙げられる^{5, 10)}。また、外国産の安価な牛肉との差別化を図るためにも、黒毛和種の特徴である脂肪交雑の向上が積極的に進められてきた。しかし脂肪交雑は、牛肉の多汁性や柔らかさなどに関与するものの、粗脂肪含量が一定以上になると牛肉のうま味が低下することも報告されている²⁰⁾。このように脂肪交雑の向上のみでは

牛肉のおいしさの向上には限界がある。また健康志向の高まりから、消費者の霜降り牛肉だけでなく脂肪交雑の高くない牛肉に対する嗜好も増えている。農林水産省の「酪農及び肉用牛生産の近代化を図るための基本方針」の中でも、適度な脂肪交雑を保ちつつもおいしさに着目した指標研究や改良を進めることが推奨されている¹²⁾。

そこで最近注目されてきているのが脂肪の量ではなく質、つまり脂肪酸組成である。脂肪の質を決める脂肪酸には飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸があり、不飽和脂肪酸はさらにモノ不飽和脂肪酸と多価不飽和脂肪酸に分類される。牛肉を実際に食して官能評価を行うと、概して飽和脂肪酸の割合が低くモノ不飽和脂肪酸が高いほうがおいしいという結果が得られており、そのなかでもとくに、オレイン酸がおいしさに貢献しているといわれている^{8, 6, 2)}。このオレイン酸は悪玉コレステロールの低下をも

* 連絡者：横田 祥子 (よこた しょうこ)
(東北大学大学院農学研究科 動物遺伝育種学研究室)
〒981-8555 仙台市青葉区堤通雨宮町1-1
Tel: Fax:
E-mail: sakakinoki@hotmail.com

たらずことも知られており、おいしさだけでなく健康面にもよい影響を与える脂肪酸であるといわれる。すでに長野県では、胸最長筋において脂肪交雑だけでなくオレイン酸の含有数値を一定基準満たしている牛肉を、信州プレミアム牛肉としてブランド化して売り出している⁹⁾。特色あるブランド牛肉生産のために、脂肪酸組成は脂肪交雑以外の新たな肉質評価の指標として注目されてきている。

脂肪酸組成は、品種、性別、種雄牛、飼料、と畜月齢などに影響されることが明らかになっている^{15, 13, 14, 19, 4, 2)}。脂肪酸の遺伝的パラメータの推定は、僧帽筋の筋肉内脂肪については井上ら⁵⁾による報告があるが、例は少ない¹¹⁾。そこで本研究では、黒毛和種牛肉の胸最長筋筋肉内脂肪脂肪酸の遺伝率、および枝肉形質、肉質形質との遺伝的な関係を調べ、脂肪酸組成の遺伝的改良の可能性を検討した。

材料および方法

(1) 筋肉内脂肪の採取および枝肉情報の取得

2005年5月～2010年2月に仙台中央食肉卸売市場に出荷され有限会社丸市が購入した、黒毛和種肥育牛枝肉の第6～第7肋骨間切断面の胸最長筋から筋肉内脂肪を採取した。採取した筋肉内脂肪は、去勢牛597頭、牝牛279頭の、合計876頭分である。

枝肉情報については、全農宮城県本部から、枝肉形質(枝肉重量、ロース芯面積、バラ厚、皮下脂肪厚、歩留基準値)、肉質形質(脂肪交雑基準(BMS)、肉色、肉の光沢、肉の締まり、肉のきめ、脂肪の色、脂肪の光沢と質)、屠畜月齢、血統情報を得た。

(2) 脂肪酸組成の測定

胸最長筋から採取した筋肉内脂肪約10mgをねじ付試験管にとりわけ、n-ヘキサン(和光純薬(株))を1mL加えて蓋を閉めた後、ボルテックスミキサーで約1min激しく攪拌した。30min以上室温で静置した後、調製した2N-水酸化ナトリウム/メタノール(共に和光純薬(株)から購入)を200 μ L加え、ボルテックスミキサーで約1min激しく攪拌した。さらに50 $^{\circ}$ Cにセットしたウォータバスで約20秒加温した後再びボルテックスミキサーで約1min激しく攪拌した。GC用前処理試薬塩酸メタノール試薬(東京化成(株))を600 μ L加え、ボルテックスミキサーで約1min激しく攪拌した後、15min以上室温で静置して2層に分離させた。上層をキャピラリーガラスピペットを用いて別のねじ付試験管に取り分け、55 $^{\circ}$ Cにセットしたブロックヒーターで加温し

ながら窒素を吹き付けて濃縮した後、350mLのn-ヘキサンを加え、希釈した。

分析には6850 Network GC System (Agilent Technologies, Little Falls, DE, USA)を用いた。カラムは30m \times 0.25mm \times 0.25 μ mのDB-23キャピラリーカラム (Agilent Technologies, Little Falls, DE, USA)を用いた。注入口温度230 $^{\circ}$ C、検出器温度230 $^{\circ}$ Cで、キャリアーガスにはヘリウムを用いた。カラム温度は、初期温度100 $^{\circ}$ C、10 $^{\circ}$ C/minで7分、3 $^{\circ}$ C/minで18分の昇温条件にした。

分析対象とした脂肪酸は、ミステリン酸(C14:0)、パルミチン酸(C14:0)、パルミトレイン酸(C16:1)、ステアリン酸(C14:0)、オレイン酸(C18:1)リノール酸(C18:2)である。各脂肪酸は標準サンプルの保持時間との比較により識別した。各脂肪酸組成は、分析を行った全脂肪酸に対する各脂肪酸の割合(%)で表した。脂肪酸組成の測定は1サンプルあたり2回行い、2回の結果の平均値をそのサンプルの各脂肪酸割合とした。また、総飽和脂肪酸(SFA)として、C14:0、C16:0、C18:0の合計値、総モノ不飽和脂肪酸(MUFA)として、C16:1、C18:1の合計値を用いた。

(3) 統計分析

脂肪酸、枝肉形質、肉質形質は、各形質ごとにSASプログラムのGLMプロシージャを用いて、母数効果に性別と屠畜年、共変量に屠畜月齢を含んだ分散分析を行った。脂肪酸の遺伝率および枝肉形質、肉質形質との表型相関、遺伝相関は、VCE6.0の3形質アニマルモデルを用いて推定した。モデル式は以下のとおりである。

$$y = Xb + Za + e$$

ここで、yは形質の観測値、X、Zは正起行列、bは母数効果および共変量、aは相加的遺伝効果、eは残差を表している。母数効果と共変量については、分散分析で有意だったものをモデル式に含んだ。血統は12世代遡り、合計6919頭のデータを用いた。

結果および考察

各形質の基本統計量および遺伝率を表1に示した。脂肪酸組成は、SFA(40.4%)よりもMUFA(57.2%)が多く、MUFAの大部分がC18:1(53.1%)であった。枝肉形質および肉質形質の遺伝率は、肉の色(0.24)は低く、脂肪の色(0.02)と脂肪の光沢と質(0.01)はほぼ0であった。これは、脂肪の色と脂肪の光沢と質に関しては変異が非常に小さかったことと(標準偏差はそれぞれ0.15および0.18)、これらの形質は肥育後期の飼料による影響が大きいことが要因としてあげられる。そのほ

かの形質の遺伝率は中～高程度であった。各脂肪酸の遺伝率はC18:2 (0.26)を除き高かった(0.59~0.94)。したがって牛の筋肉内脂肪の脂肪酸の遺伝的改良は可能である。同様の傾向が、黒毛和種牛肉の僧帽筋の筋肉内脂肪の脂肪酸についても報告されている⁵⁾。脂肪酸組成は、ステアロイル-CoA 不飽和化酵素 (SCD)¹⁸⁾、脂肪酸合成酵素 (FASN)^{16, 1)}、転写因子である SREBP-1³⁾ の遺伝子型の違いによる影響を受ける。最近の研究で、これらの遺伝子型の違いによりオレイン酸における全遺伝分散の20%以上が説明できるという報告がされている⁷⁾。これらは比較的効果の大きい遺伝子であり、脂肪酸の高い遺伝率の原因のひとつであるが、これらの遺伝子型の違いで脂肪酸組成の違いがすべて説明できるわけではない。また、牛はC18:2を体内で合成することができない。そのためC18:2割合は飼料依存によるところが大きく、C18:2の遺伝率が低く推定されたと考えられる。このことは、C18:2と他の脂肪酸割合および枝肉形質との遺伝相関において他の脂肪酸とはやや異なる動向を示す原因のひとつとして考えられる。

表1：基本統計量および遺伝率

	N	平均値	標準偏差	最小値	最大値	遺伝率
屠殺月齢	872	30.5	2.06	20	41	—
枝肉形質						
枝肉重量 (kg)	869	449.1	64.28	227.0	639.5	0.68 ± 0.13
ロース芯面積 (cm ²)	851	60.3	9.56	38	97	0.37 ± 0.11
バラ厚 (cm)	851	8.0	0.93	5.1	11.0	0.40 ± 0.10
皮下脂肪厚 (cm)	797	2.5	0.78	1.0	6.3	0.37 ± 0.10
歩留基準値	793	74.7	1.61	69.9	80.5	0.37 ± 0.11
肉質形質						
BMS	851	6.6	2.28	3	12	0.50 ± 0.08
肉の色	851	3.7	0.55	2	5	0.24 ± 0.09
肉の光沢	578	4.1	0.89	2	5	0.43 ± 0.12
肉の締まり	578	4.0	0.93	2	5	0.49 ± 0.09
肉のきめ	578	4.3	0.77	2	5	0.34 ± 0.13
脂肪の色	578	3.0	0.15	2	4	0.02 ± 0.03
脂肪の光沢と質	851	5.0	0.18	4	5	0.01 ± 0.01
脂肪酸組成						
C14:0 (%)	876	2.5	0.53	1.3	4.4	0.78 ± 0.13
C16:0 (%)	876	25.7	2.28	17.5	32.0	0.59 ± 0.13
C16:1 (%)	876	4.2	0.88	2.0	7.7	0.94 ± 0.07
C18:0 (%)	876	11.6	2.00	6.4	23.1	0.70 ± 0.14
C18:1 (%)	876	53.6	3.08	42.2	63.0	0.65 ± 0.14
C18:2 (%)	876	2.4	0.60	1.0	4.6	0.26 ± 0.12
SFA (%)	876	39.8	3.40	29.3	53.0	0.63 ± 0.15
MUFA (%)	876	57.8	3.24	45.2	67.0	0.60 ± 0.15

SFA = C14:0 + C16:0 + C18:0, MUFA = C16:1 + C18:1

表2：枝肉形質および肉質形質と脂肪酸の表型相関

	枝肉重量	ロース芯面積	バラ厚	皮下脂肪厚	歩留基準値	BMS	肉の色	肉の光沢	締まり	きめ	脂肪の色	脂肪の光沢と質
C14:0	0.04	-0.03	-0.02	0.02	-0.06	-0.08	0.06	-0.11	-0.08	-0.11	-0.04	-0.09
C16:0	0.03	-0.09	-0.08	-0.01	-0.09	-0.09	0.02	-0.13	-0.08	-0.13	-0.08	-0.08
C16:1	0.05	0.07	0.05	0.07	0.02	0.01	0.10	-0.00	-0.01	0.01	0.05	-0.04
C18:0	-0.15	-0.16	-0.18	-0.08	-0.09	-0.11	-0.04	-0.12	-0.09	-0.11	-0.06	-0.05
C18:1	0.05	0.14	0.15	0.03	0.11	0.16	-0.04	0.20	0.15	0.19	0.08	0.11
C18:2	0.02	0.04	0.06	0.01	0.04	-0.12	0.07	-0.06	-0.08	-0.07	0.03	-0.01
SFA	-0.06	-0.15	-0.16	-0.05	-0.12	-0.13	-0.00	-0.17	-0.12	-0.17	-0.09	-0.09
MUFA	0.06	0.15	0.15	0.05	0.11	0.16	-0.01	0.19	0.14	0.19	0.09	0.10

SFA = C14:0 + C16:0 + C18:0, MUFA = C16:1 + C18:1

各脂肪酸と枝肉形質および肉質形質の表型相関を表2に示した。脂肪交雑は肥育期間が長くなるにつれ多くなり、脂肪酸組成も肥育期間の延長に従いMUFAが多くなる傾向にある¹⁷⁾。しかし脂肪交雑とMUFAの間の表型相関係数は0.13と低く、その他の形質と脂肪酸の表型相関係数も-0.18~0.20と全体的に低かった。Okara¹³⁾の研究においても、胸最長筋の筋肉内脂肪の脂肪酸(SFAおよびMUFA)と、枝肉重量、ロース芯面積、皮下脂肪厚、脂肪交雑、肉の色との表型相関は低い(-0.11~0.18)という結果が示されている。また、井上⁵⁾は僧帽筋の筋肉内脂肪の脂肪酸(C14:0、C16:0、C16:1、C18:0、C18:1、C18:2)と脂肪交雑との表型相関は-0.16~0.05であると報告しており、本研究と同様の結果であった。脂肪酸組成を枝肉形質や肉質形質から推定するのは難しいということが伺える。

各脂肪酸と枝肉形質および肉質形質の遺伝相関を表3に示した。バラ厚、肉の光沢、肉のきめは、C18:1とはそれぞれ、0.41 ± 0.18、0.50 ± 0.22、0.52 ± 0.25、MUFAとはそれぞれ0.39 ± 0.20、0.46 ± 0.24、0.48 ± 0.27の、中

程度の正の遺伝相関が推定された。このことは、おいしさとの関連性があるC18:1やMUFAが増加する方向に改良すると、これらの形質を同時に改良することが可能であるということを示している。また、肉の色は各脂肪酸との遺伝相関が低い傾向にあったが、C16:1にのみ、中程度の正の遺伝相関(0.43 ± 0.16)がみられた。従ってC16:1を増加させるように改良すると肉の色が濃くなる可能性がある。ただしC16:1は全脂肪酸のうち平均4.2%しか占めていないため(表1)、MUFA中の割合も低く、MUFAと肉の色との遺伝相関は低かった(0.27 ± 0.28)。

脂肪の色は、C18:1(0.46 ± 0.72)、MUFA(0.60 ± 0.55)と中～高い正の遺伝相関が推定された。しかし標準誤差がそれぞれ0.72および0.55と高く、0と有意に異なる(標準誤差が大きく、信頼区間に遺伝相関が0の部分が含まれる)結果ではなかった。脂肪の光沢と質はC18:1(-0.85 ±

表3：枝肉形質および肉質形質と脂肪酸の遺伝相関

	枝肉重量	ロース芯面積	バラ厚	皮下脂肪厚	歩留基準値	BMS	肉の色
C14:0	-0.19 ± 0.16	-0.07 ± 0.16	-0.36 ± 0.17	-0.19 ± 0.16	-0.03 ± 0.16	-0.09 ± 0.13	0.01 ± 0.18
C16:0	-0.08 ± 0.18	-0.16 ± 0.19	-0.37 ± 0.19	-0.07 ± 0.16	-0.15 ± 0.19	0.02 ± 0.20	-0.21 ± 0.23
C16:1	0.03 ± 0.12	0.21 ± 0.17	-0.05 ± 0.16	-0.14 ± 0.16	0.16 ± 0.15	-0.05 ± 0.15	0.43 ± 0.16
C18:0	-0.16 ± 0.14	-0.27 ± 0.19	-0.18 ± 0.17	0.12 ± 0.21	-0.19 ± 0.18	-0.14 ± 0.13	-0.24 ± 0.23
C18:1	0.15 ± 0.16	0.19 ± 0.20	0.41 ± 0.18	-0.01 ± 0.19	0.18 ± 0.19	0.15 ± 0.13	0.10 ± 0.25
C18:2	0.28 ± 0.20	0.24 ± 0.22	0.29 ± 0.19	0.48 ± 0.22	-0.12 ± 0.18	-0.32 ± 0.22	0.21 ± 0.27
SFA	-0.18 ± 0.17	-0.27 ± 0.22	-0.40 ± 0.19	-0.01 ± 0.20	-0.21 ± 0.19	-0.08 ± 0.19	-0.29 ± 0.25
MUFA	0.16 ± 0.17	0.27 ± 0.22	0.39 ± 0.20	-0.05 ± 0.23	0.23 ± 0.19	0.13 ± 0.16	0.27 ± 0.26

	肉の光沢	縮まり	きめ	脂肪の色	脂肪の光沢と質
C14:0	-0.40 ± 0.19	-0.23 ± 0.20	-0.43 ± 0.23	-0.36 ± 0.61	0.60 ± 0.33
C16:0	-0.35 ± 0.22	-0.13 ± 0.21	-0.43 ± 0.24	-0.80 ± 0.34	0.28 ± 0.16
C16:1	-0.13 ± 0.17	-0.12 ± 0.17	-0.13 ± 0.19	0.20 ± 0.46	0.46 ± 0.78
C18:0	-0.22 ± 0.24	-0.13 ± 0.23	-0.15 ± 0.25	0.49 ± 0.47	0.24 ± 0.72
C18:1	0.50 ± 0.22	0.26 ± 0.22	0.52 ± 0.25	0.46 ± 0.72	-0.85 ± 0.11
C18:2	-0.00 ± 0.25	-0.13 ± 0.20	0.05 ± 0.31	-0.28 ± 0.73	-0.34 ± 0.79
SFA	-0.42 ± 0.25	-0.19 ± 0.24	-0.45 ± 0.28	-0.57 ± 0.55	0.78 ± 0.31
MUFA	0.46 ± 0.24	0.23 ± 0.20	0.48 ± 0.27	0.60 ± 0.55	-0.67 ± 0.32

SFA = C14:0 + C16:0 + C18:0、MUFA = C16:1 + C18:1

0.11)、MUFA (-0.67±0.32) と高い負の遺伝相関が推定された。C18:1 や MUFA はおいしさと関連性があるが、その量を増やす方向に改良すると、脂肪の光沢と質という脂肪の見た目には悪影響を及ぼすと考えられる。脂肪の光沢と質が実際に具体的にどのような基準で判定されているのかを調べることにより、なぜこのような遺伝的関連性がみられるのかを明らかにできる手掛かりとなるかもしれない。

そのほかの脂肪酸と枝肉形質および肉質形質の遺伝相関は低く推定された。このことは、脂肪交雑や枝肉重量、ロース芯面積などの改良によって、脂肪酸組成は影響されないことを示唆している。BMS と C18:1、MUFA の遺伝相関は、それぞれ 0.15±0.13 および 0.13±0.16 と低く推定された。BMS とそのほかの脂肪酸との遺伝相関も一様に低かった。このことは、脂肪交雑と脂肪酸組成との遺伝的関連性は低いということを示している。皮下脂肪厚と脂肪酸との遺伝相関も全体的に低く、C18:1 は -0.01±0.19、MUFA は -0.05±0.23 であった。このことから脂肪交雑や皮下脂肪厚といった脂肪の量と、脂肪の質である脂肪酸組成は、遺伝的に独立した関係であると考えられる。井上ら⁵⁾も僧帽筋の筋肉内脂肪の脂肪酸 (C14:0、C16:0、C16:1、C18:0、C18:1) と脂肪交雑の遺伝相関は -0.09~0.15 と低く推定されたと報告している。したがって、従来の脂肪交雑の向上に重点を置いた改良でも脂肪酸組成はあまり変化していなかった可能性がある。むしろ、脂肪酸組成に関する遺伝分散が大きく、これからの改良の余地があるということが考えられる。

本研究において、黒毛和種において脂肪酸の遺伝率は高く遺伝的改良が可能であった。しかし脂肪交雑をはじめとしたそのほかの形質との遺伝的関係性は低かった。黒毛和種の改良では、直接検定と現場後代検定の結果に

より種雄牛選抜が行われている。その際に重視されている枝肉重量、ロース芯面積、脂肪交雑などと脂肪酸の遺伝相関は低いと、この検定制度に C18:1 や MUFA のおいしさに関わる脂肪酸を選抜形質として組み込む場合には、脂肪酸組成を直接の選抜形質とする必要がある。脂肪酸組成には SCD、FASN、SREBP-1 などの遺伝子型多型が関与していることが知られている。しかし脂肪酸組成はこれらの遺伝子型の多型のみで決まることはなく、さらに後代の遺伝子型は母牛の遺伝子型によっても左右されるため、種雄牛の遺伝子型のみでその種雄牛の脂肪酸組成に関する能力をはかることは難しい。後代の枝肉から筋肉内脂肪を採取し、その脂肪酸組成を調べて育種価を推定するという従来の枝肉および肉質形質と同様の方法で、種雄牛の脂肪酸組成に関する遺伝的能力を推定するほうが妥当であると考えられる。また、その割合が多いほどおいしいとされている C18:1 や MUFA であるが、それらをどの程度改良していく必要があるのかということも明らかにしなければならない。そのためには C18:1 や MUFA の割合がどの程度変化すると実際に食べたときによりおいしいと感じるのか、官能試験などによる調査が重要となってくる。今まで改良されてきた黒毛和種牛肉の水準を維持しつつ、脂肪酸組成という新しい形質を改良していくためには、さらなる研究が必要である。

謝 辞

本研究を行うにあたり、牛肉からの脂肪のサンプリングを許可し、ご協力頂いた株式会社丸市様に感謝いたします。

引用文献

- 1) Abe T, Saburi J, Hasebe H, Nakagawa T, Misumi S, Nade T, Nakajima H, Shoji N, Kobayashi M, Kobayashi E. Novel Mutations of the FASN Gene and Their Effect on Fatty Acid Composition in Japanese Black Beef. *Biochemical Genetics*, 47:397-411. 2008.
- 2) B. D, Westerling, Hedrick BH. 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.
- 3) Hoashi S, Ashida N, Ohsaki H, Utsugi T, Sasazaki S, Taniguchi M, Oyama K, Mukai F, Mannen H. Genotype of bovine sterol regulatory element binding protein-1 (SREBP-1) is associated with fatty acid composition in Japanese Black cattle. *Mammalian Genome*, 18:880-886. 2007.
- 4) 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(3) : 381-387. 2002.
- 5) 井上慶一, 庄司則章, 小林正人. 黒毛和種肥育牛の脂肪融点, 脂肪酸組成および格付形質間の遺伝的関係. *日本畜産学会報*, 79(1) : 1-8. 2008.
- 6) Larick KD, Turner EB. Flavor characteristics of forageand grain-fed beef as influenced by phospholipid and fatty acid compositional differences. *Journal of Food Science*, 55(2) : 312-317. 1990.
- 7) Matsuhashi T, Maruyama S, Uemoto Y, Kobayashi N, Mannen H, Abe Sakaguchi T, Kobayashi E, Sakaguchi S, Kobayashi E. Effects of FASN, SCD, SREBP1 and GH gene polymorphisms on fatty acid composition and carcass traits in Japanese Black cattle. *Journal of Animal Science published online*. 2010.
- 8) Melton LS, Amiri M, Davis WG, Backu RW. Flavor and Chemical Characteristics of Ground Beef from Grass-, Forage-Grain- and Grain-Finished Steers. *Journal of Animal Science*, 55:77-87. 1982.
- 9) 長野県. 信州プレミアム牛肉認定要領.
- 10) 西岡輝美, 石塚謙, 安松谷恵子, 久米新一, 入江正和. 市場における黒毛和牛の枝肉単価に及ぼす格付け項目および脂肪の理化学的特性の影響. *日本畜産学会報*, 79(4):515-525. 2008.
- 11) Nogi T, Honda T, Mukai F, Okagaki T and Oyama K. Heritabilities and genetic correlations of fatty acid compositions in longissimus muscle lipid with carcass traits in Japanese Black cattle. *Journal of Animal Science Published Online*. 2010.
- 12) 農林水産省. 酪農及び肉用牛生産の近代化を図るための基本方針. 6. 2010.
- 13) Oka A, Iwaki F, Dohgo T, Ohtagaki S, Noda M, Shiozaki T, Endoh O, Ozaki M. Genetic effects on fatty acid composition of carcass fat of Japanese Black Wagyu steers. *Journal of Animal Science*, 80:1005-1011. 2002.
- 14) Pitchford SW, Deland BPM, Siebert DB, Malau-Aduliand OEA, Bottema KDC. Genetic variation in fatness and fatty acid composition of crossbred cattle. *Journal of Animal Science*, 80:2825-2832. 2002.
- 15) Rule CD, MacNeil DM, Short ER. Influence of Sire Growth Potential, Time on Feed, and Growing-Finishing Strategy on Cholesterol and Fatty Acids of the Ground Carcass and Longissimus Muscle of Beef Steers. *Journal of Animal Science*, 75:1525-1533. 1997.
- 16) Shang S, Knight JT, Reecy MJ, Beitz CD. DNA polymorphisms in bovine fatty acid synthase are associated with beef fatty acid composition. *Animal Genetics*, 39:62-70. 2008.
- 17) Smith BS, Gill AC, Lunt KD and Brooks AM. Regulation of fat and fatty acid composition in beef cattle. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 22(9) : 1225-1233. 2009.
- 18) Taniguchi M, Utsugi T, Oyama K, Mannen H, Kobayashi M, Tanabe 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.
- 19) 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.
- 20) 山口静子. 牛肉のおいしさと消費者嗜好. *食肉の科学*, 43(2) : 131-139. 2002.

Genetic relation between fatty acid composition and carcass traits in Japanese Black Cattle

Shoko Yokota¹, Haruna Sugita¹, Yosihiko Otomo², Yoshihito Suda³, Keichi Suzuki¹

¹Faculty of Agriculture, Tohoku University, 1-1 Amamiya-machi, Tsutsumidori, Aoba-ku, Sendai, Miyagi, 981-8555, Japan

²Head Office of Miyagi, National Federation of Agricultural Cooperative Associations, 1-2-16 Kamisugi, Aoba-ku, Sendai, Miyagi, 980-0011, Japan

³School of Food, Agricultural and Environmental Sciences, Miyagi University, 2-2-1 Hatatate, Taihaku-ku, Sendai, Miyagi, 982-1215, Japan

Summary

Heritability and genetic correlations between fatty acids and carcass traits or meat quality in Japanese Black Cattle were estimated to assess the effectiveness of genetic improvement of fatty acid composition. Intramuscular fat of the longissimus muscle of the sixth–seventh rib cut surface was collected from Japanese Black Cattle shipped out of the Sendai meat market during May 2005 – February 2010. Fatty acid composition was measured using gas chromatography, which revealed high heritability of fatty acid. Heritability of oleic acid (C18:1) and monounsaturated fatty acid (MUFA), which are associated with beef palatability, were estimated respectively as 0.65 ± 0.14 and 0.60 ± 0.15 . Phenotypic correlations between fatty acids and carcass traits or meat quality were low ($-0.18 - 0.20$). Particularly, MUFA showed positive genetic correlation with rib thickness (0.39 ± 0.20), beef meat brilliance (0.46 ± 0.24), beef meat texture (0.48 ± 0.27), and the beef fat color score (0.60 ± 0.55), and negative genetic correlation with beef fat brightness and quality (-0.67 ± 0.32). C18:1 showed similar tendencies. The genetic relation between fatty acids and the beef marbling standard (BMS) was estimated as low (-0.32 ± 0.22), except for linoleic acid (C18:2) (-0.32 ± 0.22). These results demonstrated the possibility of genetic improvement of the fatty acid composition and that the fatty acid composition is genetically independent of BMS. Furthermore, results suggest that improvement of MUFA and C18:1 does not influence carcass traits or meat quality but improves some of them.