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

井上慶一・平原さつき・撫 年浩・藤田和久・山内健治¹

家畜改良センター，福島県西郷村 961-8511

¹ 家畜改良センター十勝牧場，北海道音更町 080-0572

(2001. 12. 5 受付, 2002. 3. 12 受理)

要 約 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などに及ぼす種雄牛の影響を明らかにするため，系統の異なる5頭の黒毛和種種雄牛とホルスタイン種雌牛から得られた交雑種産子100頭を，可能な限り条件を揃えて肥育した後，胸最長筋部分のBMS，水分含量，粗脂肪含量，粗タンパク質含量および脂肪酸組成を調査した．統計分析にはLSMLMWを用いて最小二乗分散分析を行った．BMS，水分，粗脂肪および粗タンパク質含量では，種雄牛による有意な差は認められなかった．脂肪酸組成ではミリストレイン酸，パルミチン酸，オレイン酸および全不飽和脂肪酸を全飽和脂肪酸で除した値で種雄牛による有意な差が認められ，遺伝的な差異が示唆された．また，脂肪酸組成に対するBMSおよび粗脂肪含量の影響は認められなかったことから，粗脂肪含量にかかわらず，不飽和脂肪酸の割合を向上させる可能性が示唆された．

日本畜産学会報, 73 (3) : 381-387, 2002

牛肉の輸入自由化以降，ホルスタイン種に黒毛和種を交配した交雑種(F1)の生産が急速な拡大を示し，肉用牛の飼養頭数に占めるF1の割合は，肉用牛全体が横這いないし微増で推移している中で着実に増加を続けている．平成10年度以降は乳用種肉用牛の過半はF1で占められ，平成11年度には，F1の飼養頭数の調査結果が初めて統計に表れた平成3年度の約3.5倍，肉用牛全体に占める割合は22.9%と大幅に増加している(農林水産省統計情報部1999)．

このような状況であるにもかかわらず，F1の産肉能力，とくに肉質や脂肪の質についての報告は少ない．肥育牛の枝肉価格を決定する要因の大部分は，肉質，とくに脂肪交雑が重要な要因となっているのが現状であり，肉質の良否が肥育農家の経営を左右する大きな要因となっている(鈴木と西田1995；入江と赤井1998；村田1998)．また，脂肪の質としては，脂肪酸組成により脂質性状が異なり(常石ら1994)，食味性にも影響を与える(中井ら1987)という報告がある．これらの肉質に影響する要因としては，飼養管理などの環境要因と，遺伝的要因に大きく分けられ，脂肪酸組成は，品種(Mayら1993；Xieら1996)，性(Zembayashiら1995；Xieら1996)，季節(石田ら1988)，飼養管理(木村ら1996)，月齢や肥育度(三橋ら1988a, 1988b)などにより影響されることが報告されている．しかし，F1における肉質への影響は，それら環境要因のほかに，黒毛和種種雄牛に

よる遺伝的要因の影響が大きいと考えられる．このため本研究では，系統が異なる黒毛和種種雄牛をホルスタイン種雌牛に交配して得られたF1産子を同一条件で肥育し，その結果を用いて肉質の理化学分析値等における遺伝的な差異を検討することとした．その中でとくに，粗脂肪含量および脂肪酸組成に対する種雄牛の影響を調査した．

材料および方法

1. 供試牛

系統の異なる種雄牛，A(島根：藤良系)，B(鳥取：気高系)，C1(兵庫：田尻系)，C2(兵庫：菊美系)およびC3(兵庫：菊美系)の5頭の凍結精液を，ホルスタイン種雌牛に3期に分けて交配して得られたF1産子の去勢および雌の合計100頭を用いた(表1)．F1産子の生産や肥育施設等の都合により試験回次ごとに種雄牛の産子が偏ってしまったため，種雄牛C1をリファレンスサイアーとし，3回すべての試験に供用した．なお，ホルスタイン種雌牛の血統の影響については，品種内の肉質の遺伝的な変動は黒毛和種よりも，ホルスタイン種の方が小さいと考えられている(長嶺ら1995)ことから，期ごとに無作為に交配することで母方の遺伝的な偏りを極力減らすようにした．

2. 肥育期間および肥育方法

上記F1産子を，7ヵ月齢より26ヵ月齢までの約19

連絡者：井上慶一 (fax : 0248-25-3982, e-mail : k1inoue@nlbc.go.jp)

ヵ月間(574日間)肥育した。なお、肥育期間は前期(154日)、中期(210日)および後期(210日)の3期間に分けた。体重測定を肥育期間中2週間に1度実施し、濃厚飼料(TDN:73.0%, DCP:10.5%)は供試牛の体重比(前期:1.3~1.7%, 中期:1.8~2.0%, 後期:1.8%)で給与量を算出し給与した。粗飼料は、肥育開始時は1日1頭当たり5kgであったが、徐々に給与量を減じて肥育後期までに1kgになるように給与した。給与飼料および給与方法はすべての試験で同一の条件とした。なお、水、鉱塩は自由摂取とした。

3. 枝肉成績

枝肉成績については、(社)日本食肉格付協会による格付結果を用いた。

4. サンプル

肥育試験終了牛を屠畜後、枝肉(左半丸)の第6-7胸椎間からリブローズ部分を尻側約2cm厚で採取し、真空パック後冷蔵輸送した。このリブローズから胸最長筋を切出し、筋膜および変色部分を除去したものをサンプルとし、横断面がすべて含まれるようにサンプルを数枚薄切りし、これをミンチ器でミンチにした。これを用いて、水分含量、粗脂肪含量および粗タンパク質含量を測定した。また、残った胸最長筋の断面のほぼ中央部をアルミホイルで包んだ後、-30℃で保存し、後日、脂肪酸組成の分析に供した。

5. 水分含量、粗脂肪含量および粗タンパク質含量

水分含量はサンプルを、105℃で24時間乾燥させ、乾燥前と乾燥後の重量差を求め算出した。

粗脂肪含量は水分含量を測定した後の乾燥サンプルを用い、ソックスレー脂肪抽出器により、ジエチルエーテルで16時間還流抽出し、回収されたエーテル抽出物の重量を測定し算出した。

粗タンパク質含量はサンプルを濃硫酸で加熱分解後、ケルダール分析装置(ケルテックオート)により得られた窒素含量から求めた。

6. 脂肪酸組成

Folchら(1957)の方法に準じて抽出した脂肪を水酸化カリウムエタノール溶液でケン化し、3フッ化ホウ素メタノールでメチルエステル化を行った。これを用いてガスクロマトグラフィーにより脂肪酸組成を分析した。ガスクロマトグラフィー(GC-380, ガスクロ工業, 東京)の条件は検出器にFID, カラムにW-cot, 0.25mm, 50mを用い、温度は注入口およびFID温度220℃, オープン温度160℃とした。キャリアガスにはヘリウムを用いた。

これにより得られた脂肪酸ピークのうちラウリン酸(C12:0), ミリスチン酸(C14:0), ミリストレイン酸(C14:1), ペンタデカン酸(C15:0), パルミチン酸(C16:0), パルミトレイン酸(C16:1), マルガリン酸(C17:0), ヘプタデセン酸(C17:1), ステアリン酸

Table 1. Number of animals each sire, sex and test

Sire	Sex	Test			Sum1	Sum2
		1	2	3		
A	Steer	6	7	13	13	19
	Heifer	2	4	6	6	
B	Steer	4	5		9	15
	Heifer	4	2		6	
C1	Steer	4	7	11	22	38
	Heifer	3	5	8	16	
C2	Steer			9	9	13
	Heifer			4	4	
C3	Steer			9	9	15
	Heifer			6	6	
Sum3		23	30	47		100

Sum1, Sum2 and Sum3 are sum of animals each sex within sire, each sire, and each test and total number of animals respectively.

(C18:0), オレイン酸(C18:1), リノール酸(C18:2), リノレン酸(C18:3)を同定し、これらを百分率で表し脂肪酸組成とした。また、全不飽和脂肪酸割合を全飽和脂肪酸で除した値(US/S)についても検討した。なお、本報には微量な脂肪酸(C12:0, C15:0, C17:0, C17:1, C18:3)は表示しなかった。

7. 統計分析

BMS, 水分含量, 粗脂肪含量および粗タンパク質含量について、モデルに種雄牛, 試験回次および性の効果を取り上げ、要因ごとの調査牛頭数が不揃いであるため、「混合モデルの最小二乗法と最尤法のためのコンピュータプログラム(LSMLMW)」(Harvey 1990)を用いて最小二乗分散分析を行った。脂肪酸組成およびUS/Sについては、以上の効果の他に、肥育度の指標としてBMSおよび粗脂肪含量の一次回帰を効果に加え分析を行った。また、種雄牛間の差を明確にするため、有意差の認められた形質についてTukeyの方法により多重検定を行った。なお、多重検定はすべて5%水準で行った。

結果および考察

1. BMS, 水分含量, 粗脂肪含量および粗タンパク質含量

最小二乗分散分析の結果および要因ごとのBMS, 水分含量, 粗脂肪含量および粗タンパク質含量の最小二乗平均値を表2に示した。BMSは種雄牛により4.0~4.9の幅があり、去勢では4.6, 雌では4.1であったが、どの形質に対しても種雄牛, 試験回次および性による有意な差は認められなかった。

本試験で供用した種雄牛はすべて間接検定済みであり、脂肪交雑に関する検定成績(脂肪交雑基準をBMS

Table 2. Least squares means of BMS, the percentages of moisture, ether extract and crude protein in *M. longissimus dorsi*

Effect	n	BMS (No.)	Moisture (%)	Ether extract (%)	Crude protein (%)
<i>Sire</i>		ns	ns	ns	ns
A	19	4.0±0.4	58.61±0.84	23.08±1.13	17.61±0.32
B	15	4.2±0.4	58.37±0.92	23.18±1.24	17.51±0.35
C1	38	4.2±0.3	57.92±0.56	23.88±0.76	17.52±0.22
C2	13	4.9±0.5	57.79±1.15	23.86±1.56	17.71±0.44
C3	15	4.6±0.5	57.68±1.10	24.20±1.49	17.29±0.42
<i>Sex</i>		ns	ns	ns	ns
Steer	62	4.6±0.2	57.97±0.47	24.01±0.64	17.41±0.18
Heifer	38	4.1±0.3	58.17±0.59	23.27±0.80	17.65±0.22
<i>Test</i>		ns	ns	ns	ns

Least squares mean±standard error.

BMS : Beef marbling score, ns : non-significant.

(No.)に換算)は、A, B, C1, C2およびC3で、それぞれ、7.3, 7.6, 7.6, 10.4および7.9であった。本試験でのBMSの順位もこれと同様の傾向を示したが、有意な差は認められず、調査牛頭数の不足や種雄牛内のばらつきが大きかったものと推察された。また、一般的に、島根系(藤良系)および鳥取系(気高系)は増体系といわれ、肉質よりも増体が良いとされ、兵庫系(田尻系、菊美系)は肉質系といわれ、肉質が良いとされているが、今回の試験ではそのような系統間の傾向もBMSや粗脂肪含量には表れなかった。

本試験では各要因におけるBMSと粗脂肪含量の平均値の傾向に多少の違いが見られたが、BMSと粗脂肪含量との関係を見ると、BMSごとにおける粗脂肪含量に幅は見られるものの、両形質の間には直線的な関係があることが伺われ、また、相関係数は0.79であった(図1)。一般にはBMSと粗脂肪含量の間には高い相関関係があるとされており、小堤ら(1985)は旧格付による脂肪交雑評点を用いて相関係数を推定し、黒毛和種で0.90、ホルスタイン種で0.85であったと報告している。格付方法が異なるため単純に比較することはできないが、本試験での相関係数はこれらの値と比べて低い値ではあるものの、比較的高い相関が認められた。

2. 脂肪酸組成

最小二乗分散分析の結果および要因ごとの脂肪酸組成の最小二乗平均値を表3に示した。種雄牛により有意な差が認められた脂肪酸は、C14:1 ($P<0.01$)、C16:0 ($P<0.05$)、C18:1 ($P<0.05$) およびUS/S ($P<0.05$)であった。不飽和脂肪酸であるC14:1では、C3が他の4種雄牛と比べ有意に高かった。C14:1は他の脂肪酸に比べて微量であるにもかかわらず、同じ兵庫の系統の種

Fig. 1. Relationship between BMS and the percentage of ether extract in *M. longissimus dorsi* between the 6th and 7th rib-bone.

BMS : Beef marbling score.

$$y(\text{Ether extract}) = 2.44x(\text{BMS}) + 13.3 \quad (n=100, R=0.79)$$

雄牛の中でもC3のみが突出して高い値を示しており、また、試験回次や性による影響も認められなかった。本試験での試験回次は季節や牛舎等の環境の違いと考えられるため、C14:1は種雄牛により大きな影響を受ける特徴的な脂肪酸であると推察された。これとは逆の傾向を示したのがC16:1であり、試験回次、性の影響が強く、種雄牛による差が認められなかった。飽和脂肪酸であるC16:0ではC1がC2と比べ有意に高く、その逆に、不飽和脂肪酸であるC18:1ではC2がC1と比べ有意に高かった。これら二つの脂肪酸は、それぞれ飽和脂肪酸、不飽和脂肪酸の中でもっとも大きな割合を占めているため、種雄牛内でこのような相反する関係がみられたものと推察される。US/SではC2がC1と比べ有意に

Table 3. Least squares means of fatty acid composition (%) and US/S in intramuscular adipose tissue of *M. longissimus dorsi*

Effect	n	C14 : 0	C14 : 1	C16 : 0	C16 : 1	C18 : 0	C18 : 1	C18 : 2	US/S
<i>Sire</i>		ns	**	*	ns	ns	*	ns	*
A	19	3.24	0.82 ^b	26.58 ^{ab}	4.62	12.21	47.08 ^{ab}	2.97	1.32 ^{ab}
		±0.13	±0.06	±0.53	±0.19	±0.35	±0.64	±0.11	±0.04
B	15	3.12	0.91 ^b	27.29 ^{ab}	4.47	11.19	47.67 ^{ab}	2.92	1.34 ^{ab}
		±0.15	±0.07	±0.58	±0.20	±0.39	±0.70	±0.12	±0.04
C1	38	3.11	0.85 ^b	27.94 ^a	4.17	12.04	46.58 ^b	3.04	1.27 ^b
		±0.09	±0.04	±0.36	±0.12	±0.24	±0.43	±0.07	±0.03
C2	13	2.87	0.84 ^b	26.07 ^b	4.19	11.79	49.01 ^a	2.79	1.42 ^a
		±0.19	±0.09	±0.74	±0.26	±0.49	±0.89	±0.15	±0.05
C3	15	3.43	1.17 ^a	28.07 ^{ab}	4.34	11.10	46.46 ^{ab}	2.86	1.29 ^{ab}
		±0.17	±0.08	±0.70	±0.24	±0.46	±0.83	±0.14	±0.05
<i>Sex</i>		ns	ns	*	**	**	**	ns	**
Steer	62	3.23	0.90	27.65	4.11	12.28	46.42	2.93	1.26
		±0.08	±0.04	±0.31	±0.11	±0.20	±0.37	±0.06	±0.02
Heifer	38	3.08	0.94	26.73	4.61	11.06	48.30	2.90	1.39
		±0.09	±0.04	±0.37	±0.13	±0.25	±0.45	±0.08	±0.03
<i>Test</i>		ns	ns	ns	*	ns	*	*	*
<i>Reg-BMS</i>		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Reg-EE</i>		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Least squares mean ± standard error.

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

Reg-BMS, *Reg-EE*: the linear regression of fatty acid composition and US/S on Beef marbling score, and ether extract.** : $P < 0.01$; * : $P < 0.05$; ns : non-significant.^{ab} Within a main effect, means with different superscripts in a same column differ ($P < 0.05$).

高かった。これは、脂肪酸組成の中でも割合の高い C18 : 1 と C16 : 0 の影響を受けたためであった。

脂肪酸組成は同じ肉用牛でも品種間差があることを、交雑和牛とアンガス種を用いて May ら (1993) が報告している。また、種雄牛による脂肪酸組成への影響は、Xie ら (1996) が和牛の種雄牛と、アンガス×ヘレフォードの交雑雌牛から得た産子を用いて、和牛種雄牛間で有意な差が認められたと報告しており、脂肪酸組成に対する遺伝的な影響の存在を示唆している。純粋な黒毛和種の産子を用いた試験では、皮下脂肪の脂肪酸組成において種雄牛による有意な差が認められたという報告 (鈴木ら 1996) がある。また、胸最長筋部分の脂肪酸組成では、西田と鈴木 (1995) が同じく黒毛和種を用いた試験において、C16 : 1 と不飽和脂肪酸 (C16 : 1 と C18 : 1 との合計) で有意な差が認められたと報告しており、Adachi ら (1982) は C18 : 0 で有意な差が認められ、C16 : 0 および C18 : 1 では認められなかったと報告している。本報も含め、これらの報告間で種雄牛の影響により有意な差が認められた脂肪酸は異なっていた。しかし、どの報告においても試験内での飼養管理を一定にし、飼育期間を揃

える、あるいは飼育期間の影響を取り除いて分析しているため、試験間で有意差の認められた脂肪酸が異なるのは、試験間での供試種雄牛、品種および肥育月齢などの違いによるものであると考えられる。これらのことから、各報告間で有意差の認められた脂肪酸に一定の傾向が認められなかったものの、脂肪酸組成に対する種雄牛の影響があることは明らかである。とくに、本試験では、黒毛和種×ホルスタイン種の交雑種のデータを用いたことから、種雄牛のみを考慮して比較する場合、母方の血統による影響は黒毛和種の母牛から得た純粋種よりも少なく (長嶺ら 1995)、種雄牛の効果をより正確に引き出していると考えられる。

脂肪酸組成は肥育度により影響される (三橋ら 1988 b) といわれている。このため、本試験では、胸最長筋部分の脂肪酸組成の調査であることから、肥育度の指標として胸最長筋部分の粗脂肪含量を回帰として取り上げて分析を行った。また、肉質等級によっても差が認められるという報告 (伊藤ら 1994) もあるため、BMS も回帰として取り上げた。なお、BMS と粗脂肪含量との関係は前述のとおりである。分析の結果、どの形質においても、

Table 4. Correlation coefficients between BMS or the percentage of ether extract and fatty acid composition

	C14 : 0	C14 : 1	C16 : 0	C16 : 1	C18 : 0	C18 : 1	C18 : 2	US/S
BMS	0.05	0.12	-0.15	-0.08	0.10	0.08	-0.14	0.04
Ether extract	0.04	0.18	-0.14	0.01	0.00	0.11	-0.15	0.08

BMS : Beef marbling score.

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

BMS および粗脂肪含量の回帰の効果に有意性は認められず、脂肪酸組成に対する BMS および粗脂肪含量の影響は認められなかった (表 3)。また、各脂肪酸組成、US/S と BMS、粗脂肪含量との相関においても、相関係数はどれも低い値であり (表 4)、BMS および粗脂肪含量の違いによる脂肪酸組成への影響は認められなかった。Zembayashi と Nishimura (1996) も、枝肉内脂肪蓄積割合で補正した後も、種雄牛間で脂肪酸組成に有意な差が認められたと報告しており、粗脂肪含量の違いにかかわらず脂肪酸組成には遺伝的な差異があることを示している。

性間では、C16 : 1、C18 : 1 および US/S において雌が去勢に比べ有意 ($P < 0.01$) に高く、C16 : 0 ($P < 0.05$) および C18 : 0 ($P < 0.01$) では去勢の方が有意に高かった。このように、不飽和脂肪酸が雌で高いのは、黒毛和種、ホルスタイン種およびそれらの交雑種などを用いた、Yoshimura と Namikawa (1985) や Zembayashi ら (1995) の試験報告とほぼ一致していた。

脂肪酸組成と脂質性状との関係について、不飽和脂肪酸割合が高いと脂質性状が良いことが報告され (常石ら 1994)、牛肉の食味性においても、C18 : 1 や C18 : 3 と相関が高く、不飽和脂肪酸割合が高くなるほど食味性が良くなることが中井ら (1987) によって報告されている。このような脂肪酸組成の違いが、実際に一般の消費者が食べる段階で味に明確な違いとして表れるようであれば、食肉としての付加価値を上げるために、不飽和脂肪酸割合の高い特性を有する種雄牛を作出して供用していくことも、今後の育種の一つの方向となり得ると思われる。本試験では種雄牛として系統別に、A (島根：藤良系)、B (鳥取：気高系)、C1 (兵庫：田尻系)、C2・C3 (兵庫：菊美系) を供試したが、同じ兵庫系でも菊美系の C2 でもっとも C18 : 1 および US/S が高く、脂肪の質が優れていると考えられ、今回の供試種雄牛の中では C2 を利用することにより、不飽和脂肪酸を遺伝的に向上させることが可能であると考えられる。また、性では雌のほうがロース芯の脂肪の質に優れている結果となった。一般に市場では、和牛の肥育牛においては雌の方が味が良いといわれており、とくに上肉肉では付加価値がつく場合も多く、実際に卸売市場での和牛の A5 および B5 の価格は雌の方が高く取引されている (農林水産省統計

情報部 2001)。

本試験では 3 系統 5 頭の種雄牛間での差異の検討であったが、3 系統のうち 2 系統は各系統 1 頭ずつの種雄牛しか供試していないため、系統間の差を明らかにするためには、それぞれの系統の種雄牛をより多く調査する必要がある。しかし、脂肪酸組成には種雄牛による特徴があり、差異が認められたことから、脂肪酸組成の遺伝的な改良が可能であることが示され、種雄牛による脂肪酸組成の特性を活用した改良の可能性が示唆された。とくに、不飽和脂肪酸割合の高い牛肉は風味・味が良好となると報告されているだけでなく、海外では牛肉脂肪中の不飽和脂肪酸割合の多い肉は健康に良い肉として注目されている。このため、今後は粗脂肪含量の向上だけでなく、その質や味も含めた肉質の向上や差別化のために、脂肪酸組成の向上も視野に入れた改良が必要になると思われる。また、今回の結果から、粗脂肪含量にかかわらず、不飽和脂肪酸の割合を向上させることも可能であることが示唆されたことから、不飽和脂肪酸割合の高い種雄牛を、消費者のニーズに合った良質な牛肉を作出することのできる有用な遺伝資源として活用していくことも考えられる。

謝 辞

本試験を実施するにあたり、貴重なご意見、ご指導をいただいた元京都大学農学部助教授の善林明治先生をはじめ、広島大学生物生産学部教授の三谷克之輔先生、北海道立畜産試験場および (社) 家畜改良事業団の先生方に深く感謝いたします。

文 献

- Adachi S, Suyama K, Tsuchida J, Danbara H. 1982. 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.
- Folch J, Lees M, Stanley GHS. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *The Journal of Biological Chemistry*, 226 : 497-509.
- Harvey WR. 1990. *User's Guide for LSMLMW and MIXMDL PC-2 VERSION*. 22-55.
- 入江誠一・赤井 精. 1998. 鳥取和牛の枝肉情報を用いた経済効果の解析. 鳥取県畜産試験場研究報告, 21-23.
- 石田光晴・武田武雄・斎藤孝夫・鹿野裕志・松本 忠・高橋 功. 1988. 肥育期間中における黒毛和種去勢牛の皮下脂肪

- 脂肪酸組成の変動. 日本畜産学会報, 59 : 496-501.
- 伊藤 良・有原圭三・近藤 洋. 1994. ホルスタイン種去勢牛の枝肉格付における肉質評価と筋肉脂質の脂肪酸組成との関連性. 日本畜産学会報, 65 : 368-375.
- 木村信熙・木村聖二・小迫孝実・井村 毅. 1996. 黒毛和種去勢牛の肥育後期における粗飼料給与水準が枝肉性状および枝肉脂肪の脂肪酸組成に及ぼす影響. 日本畜産学会報, 67 : 554-560.
- May SG, Sturdivant CA, Lunt DK, Miller RK, Smith SB. 1993. Comparison of sensory Characteristics and fatty acid composition between Wagyu crossbred and Angus steers. *Meat Science*, 35 : 289-298.
- 三橋忠由・北村 豊・三津本充・山下良弘・小沢 忍. 1988 a. 黒毛和種去勢牛の脂肪組織における脂肪酸組成並びに色調に及ぼす給与飼料の影響. 中国農業試験場報告, 3 : 71-79.
- 三橋忠由・三津本充・山下良弘・小沢 忍. 1988 b. 黒毛和種去勢牛の発育にともなう蓄積脂肪の融点と脂肪酸組成の変化. 中国農業試験場報告, 2 : 43-51.
- 村田富夫. 1988. 枝肉格付成績からみた和牛去勢枝肉販売単価に影響する諸要因. 日本畜産学会報, 59 : 269-277.
- 長嶺慶隆・樋口幹人・栗田 崇・三田村強. 1995. 黒毛和種とホルスタイン種の交雑種を用いた産肉形質の遺伝的パラメータの推定. 日本畜産学会報, 66 : 1019-1022.
- 中井博康・池田俊雄・安藤四郎・小堤恭平・田村久子・荒牧秀俊. 1987. 市場牛肉質性状の実態調査. 畜産試験場年報, 25 : 151-162.
- 西田 茂・鈴木英作. 1995. 効率の高品質牛肉生産のための飼料給与方式の確立 6) 種雄牛と出荷月齢が肥育牛の脂肪酸組成に及ぼす影響. 宮城県畜産試験場試験成績書, 41-48. 農林水産省統計情報部. 1999. 畜産統計. 186-187. 財団法人農林統計協会. 東京.
- 農林水産省統計情報部. 2001. 平成 11 年畜産物流通統計. 222-241. 財団法人農林統計協会. 東京.
- 小堤恭平・安藤四郎・池田敏雄・中井博康・千国幸一. 1985. 市場牛肉の格付等級と理化学的特性について. 日本畜産学会報, 56 : 1-6.
- 鈴木英作・西田 茂. 1995. 黒毛和種牛育種システムのための研究 1) 生産現場の肥育成績における経済的重要性について. 宮城県畜産試験場試験成績書, 49-51.
- 鈴木英作・織江貞二・千葉和義. 1996. 肉用種雄牛の検討 (3) 牛皮下脂肪の構成脂肪酸組成に及ぼす種雄牛の影響. 宮城県畜産試験場試験成績書, 62-63.
- 常石英作・渡辺 彰・滝本勇治. 1994. 牛体脂肪の脂肪酸組成とトリアシルグリセロール分子種との関連. 日本畜産学会報, 65 : 128-134.
- Xie YR, Busboom JR, Gaskins CT, Johnson KA, Reeves JJ, Wright RW, Cronrath JD. 1996. Effects of breed and sire on carcass characteristics and fatty acid profiles of crossbred Wagyu and Angus steers. *Meat Science*, 43 : 167-177.
- Yoshimura T, Namikawa K. 1985. 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.
- Zembayashi M, Nishimura K. 1996. Genetic and nutritional effects on the fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular lipids of steers. *Meat Science*, 43 : 83-92.
- Zembayashi M, Nishimura K, Lunt DK, Smith SB. 1995. 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.

Effects of Sire on Ether Extract and Fatty Acid Composition of the *M. longissimus dorsi* in Crossbred between Japanese Black Bulls and Holstein Cows

Keiichi INOUE, Satsuki HIRABARA, Toshihiro NADE, Kazuhisa FUJITA
and Kenji YAMAUCHI¹

National Livestock Breeding Center, Nishigo-mura, Fukushima-ken 961-8511, Japan

¹ National Livestock Breeding Center Tokachi Station, Otofuke-cho, Hokkaido 080-0572, Japan

Corresponding : Keiichi INOUE (fax : +81 (0) 248-25-3982, e-mail : k1inoue@nlbc.go.jp)

Five Japanese Black bulls (from 3 lines) were crossed on Holstein cows and 100 cattle were produced. They were fattened on similar planes of nutrition and on the same fattening period. Samples were taken from the carcasses of these crossbred cattle to evaluate the effects of sire on beef marbling score (BMS), the percentages of moisture, ether extract, crude protein and fatty acid composition of total lipid of the *M. longissimus dorsi*. Data were analyzed by least-squares analysis of variance using the mixed model least-squares and maximum likelihood computer program (LSMLMW). Differences among sires were not significant in BMS, the percentages of moisture, ether extract and crude protein, however, they were significant in the percentages of myristoleic (C14 : 1), palmitic (C16 : 0), oleic (C18 : 1) and total unsaturated fatty acids per total saturated fatty acids (US/S) regardless of lines. These traits were not affected by BMS and the percentage of ether extract. The present results suggested that the rate of unsaturated fatty acids could be improved genetically without increasing the percentage of ether extract by selecting the sires that have a higher rate of unsaturated fatty acids.

Nihon Chikusan Gakkaiho, 73 (3) : 381-387, 2002

Key words : Fatty acid composition, Beef cattle, Crossbred, Japanese black bulls