

BMS ナンバーと牛ロース芯内脂肪面積比 との関連性におよぼす品種の効果

口田圭吾・小西一之・鈴木三義・三好俊三

日本畜産学会報 第70巻 第8号 別刷

1999 (平11) 年4月

Reprinted from

Animal Science Journal, Vol. 70, No. 8

April 1999

BMS ナンバーと牛ロース芯内脂肪面積比 との関連性におよぼす品種の効果

口田圭吾・小西一之¹・鈴木三義・三好俊三

帯広畜産大学, 帯広市 080-8555

¹農林水産省家畜改良センター奥羽牧場, 青森県七戸町 039-2567

(1998. 8. 17 受付, 1999. 2. 9 受理)

要約 画像解析により算出された牛ロース芯面積に占める脂肪交雑の面積割合(脂肪面積比)と格付員による BMS ナンバーとの関連性におよぼす品種の効果を検討した。材料は黒毛和種 32 頭(以下, JB), アバディン・アングス種 5 頭(AA), JB×ホルスタイン種 7 頭(BH), JB×AA 11 頭(BA) および JB×マリーグレー種 3 頭(BM) である。粒子面積階層別に脂肪交雑粒子の平均面積とその標準偏差および粒子数を算出した。さらに脂肪交雑の配置バランスを数値化した。同一の BMS ナンバーにおいて, JB の脂肪面積比は, 他に比較し低い値を示した($P < 0.05$)。粒子の平均面積は, すべての粒子面積階層において JB, AA ならびに BM が, BA および BH に比較し小さい傾向にあった。JB の脂肪交雑粒子数は, すべての粒子面積階層において少ない傾向にあった。また, JB および BM の脂肪交雑は, 他の品種に比較し, 均一に配置していた。

日本畜産学会報, 70 (8) : J106-J110, 1999

ロース芯断面内の脂肪交雑は肉牛の改良において注目される形質の一つである。脂肪交雑を目的とした育種・肥育試験の最終成績として, 格付員による BMS ナンバーだけでなく化学的に定量したロース芯内の粗脂肪含量が使われることがある^{6,8)}。ところが, 同一の粗脂肪含量であっても, 黒毛和種はより高い BMS ナンバーとして評価されることが指摘されている。

口田ら^{1,2)}は, 輪郭線比較法を取り入れた画像解析により, ロース芯内の脂肪交雑を比較的正確に 2 値化し, ロース芯に占める脂肪交雑の面積比(以下, 脂肪面積比), 粒子のあらさなどを数値化する方法を開発した。また算出された脂肪面積比を用いることで, ロース芯内の粗脂肪含量を高い精度で推定可能であると報告した³⁾。

小堤ら⁶⁾は黒毛和種およびホルスタイン種去勢牛について, 牛肉の理化学的特性と旧規格による格付等級との関連性について検討を行っているが, 1988 年に改正された牛枝肉取引規格⁵⁾により評価された枝肉に対する粗脂肪含量と格付成績の関連性における品種間の相違をあつかった報告はない。口田ら⁴⁾は, 画像解析から得られた値を用い, 格付員により評価された BMS ナンバーを自動的に判定する試みを行っている。BMS ナンバー判定

にあたっては, 脂肪面積比が最も大きく影響しており, BMS ナンバーと脂肪面積比との関連性に品種間で差異が存在すれば, 画像解析による BMS 判定を品種ごとに行う必要が生じる。本研究では, 格付員により評価された BMS ナンバーと, 画像解析により算出された脂肪面積比との関連性におよぼす品種の効果を, 特に BMS ナンバーが低い材料を使って調査し, 品種ごとの BMS ナンバー判定の必要性の有無について検討することを目的とした。

材料および方法

材料は黒毛和種 32 頭(以下, JB), アバディン・アングス種 5 頭(AA), 黒毛和種×ホルスタイン種 7 頭(BH), 黒毛和種×アバディン・アングス種 11 頭(BA) および黒毛和種×マリーグレー種 3 頭(BM), 合計 58 頭の部分肉(リブロース)である。これらの材料は日本食肉格付協会の格付員により格付された後, 部分肉として整形され, 真空パック後, 冷蔵下で輸送されたものである。材料到着後, 枝肉保冷用冷蔵庫で半日以上冷蔵し, 6-7 肋骨間の切断面を CCD カメラ (SONY : DXC930) で撮影した。CCD カメラは撮影する面と垂直になるよ

連絡者: 口田圭吾 (fax : 0155-49-5414, e-mail : kuchida@obihiro.ac.jp)

BMS ナンバーの品種間差

う固定し、撮影にはズームレンズ (SONY : VCL712 BXEA) を用い、ロース芯全体ができるだけ大きく画面に入るようズームングした。この装置から得られる画像の画素数は 512×480 画素 (非圧縮 bitmap ファイルで約 740 K バイト) である。撮影されたフルカラー画像について、著者らの作成した脂肪交雑客観評価のためのソフトウェア^{1,2)}を用い、脂肪面積比、脂肪交雑粒子それぞれの面積ならびにその標準偏差、脂肪交雑粒子のロース芯における配置バランスを算出した。

今回は、脂肪交雑粒子の面積が 0.01, 0.05, 0.1, 0.5 および 1.0 cm² 以上の粒子を抽出し、それぞれの粒子面積の平均 (以下、平均面積)、その標準偏差 (以下、面積の標準偏差) およびそれぞれの粒子数を算出した。例えば 0.1 cm² 以上の粒子の平均面積を AA01、面積の標準偏差を SA01、粒子数を N01 と定義した。平均面積は、脂肪交雑粒子のあらさを表す指標となり、面積の標準偏差は、一つのロース芯における脂肪交雑粒子の大きさのばらつきを示す指標となる。

ロース芯内の脂肪交雑の配置バランスは、ロース芯を小領域に分割し、分割した小領域ごとの脂肪面積比について標準偏差を求めることで算出した。ロース芯内にバランスよく脂肪交雑が配置している場合には、その標準偏差が小さくなることが予測される。ロース芯の外周について、2点間の距離が最長である2点を結んだ直線を長径とし、この長径に直交する直線が、ロース芯の外周

と交わる2点を結んだ最長の直線を短径とした。長径および短径をそれぞれ2, 3, 5 および 10 等分し、それらが作る4, 9, 25 および 100 の長方形の領域について脂肪面積比を算出した。小領域がロース芯外に存在する場合や、ロース芯の外周上に存在し、その画素数が同一画像中小領域の最大画素数の半分以下である場合には、計算には含めなかった。これら4, 9, 25 および 100 の領域から算出された脂肪面積比の標準偏差 (以下、脂肪交雑配置バランス) を STD4, STD9, STD25 および STD100 とした。

画像解析で算出された値について、品種および BMS ナンバーを母数効果とする分散分析を行った。統計処理には SAS の GLM プロシージャを使用した⁷⁾。

結果および考察

表1には品種および BMS ナンバーごとの粒子面積階層別平均面積ならびに面積の標準偏差に関する最小自乗平均値を示した。粒子のあらさの程度を示す平均面積に関しては、すべての粒子面積階層において JB, AA ならびに BM の平均面積が、BA および BH のそれに比較し小さい傾向にあった。AA001, AA05 および AA01 については、BMS ナンバーが高くなるにしたがい、平均面積も大きくなる傾向が認められた。

脂肪交雑粒子面積のばらつきの程度を示す面積の標準偏差を見ると、SA001 において BA および BH, SA005

Table 1. Least square means for averages and standard deviations of marbling areas over 0.01, 0.05, 0.1, 0.5 and 1.0 cm² by breed and BMS number

	Average of marbling area					Standard deviation of marbling area				
	AA 001	AA 005	AA 01	AA 05	AA 1	SA 001	SA 005	SA 01	SA 05	SA 1
• Breed										
Japanese Black (JB)	0.075 ^a	0.201 ^a	0.324 ^a	0.908 ^a	1.654 ^a	0.160 ^a	0.254 ^a	0.305 ^a	0.450 ^a	0.533 ^a
Aberdeen Angus (AA)	0.091 ^{ab}	0.242 ^{ab}	0.357 ^{ab}	0.946 ^a	1.334 ^a	0.185 ^{ab}	0.278 ^a	0.310 ^a	0.341 ^a	0.152 ^a
JB×Angus (BA)	0.096 ^b	0.293 ^b	0.478 ^b	1.492 ^b	1.967 ^a	0.301 ^b	0.539 ^b	0.675 ^b	0.861 ^a	1.049 ^a
JB×Holstein (BH)	0.098 ^b	0.283 ^b	0.451 ^{ab}	1.220 ^{ab}	2.003 ^a	0.289 ^b	0.490 ^{ab}	0.612 ^{ab}	0.794 ^a	0.754 ^a
JB×Murray Grey (BM)	0.083 ^{ab}	0.224 ^{ab}	0.388 ^{ab}	1.068 ^{ab}	1.489 ^a	0.182 ^{ab}	0.280 ^{ab}	0.342 ^{ab}	0.286 ^a	0.230 ^a
• BMS No.										
BMS No.2	0.077 ^a	0.219 ^a	0.366 ^a	0.964 ^a	1.731 ^a	0.181 ^a	0.300 ^a	0.369 ^a	0.422 ^a	0.297 ^a
BMS No.3	0.090 ^b	0.253 ^{ab}	0.402 ^a	1.251 ^a	1.655 ^a	0.235 ^a	0.392 ^a	0.480 ^a	0.601 ^a	0.594 ^a
BMS No.4	0.099 ^b	0.274 ^b	0.430 ^a	1.166 ^a	1.682 ^a	0.255 ^a	0.412 ^a	0.498 ^a	0.615 ^a	0.740 ^a

AA (XXX) ; Average of marbling areas with particle areas greater than 0.01, 0.05, 0.1, 0.5 and 1.0 cm².

SA (XXX) ; Standard deviation of marbling areas with particle areas greater than 0.01, 0.05, 0.1, 0.5 and 1.0 cm².

^{a, b} ; Values for each item with different superscripts in the same column differ significantly (P<0.05).

Table 2. Least square means for number of marbling particles over 0.01, 0.05, 0.1, 0.5 and 1.0 cm², dispersion of marbling in ribeye area and ratio of fat area to ribeye area (RFA) by breed and BMS number

	Number of marbling particles					Dispersion				RFA (%)
	N001	N005	N01	N05	N1	STD4	STD9	STD25	STD100	
• Breed										
Japanese Black (JB)	111.5 ^a	33.3 ^a	17.9 ^a	3.1 ^a	1.4 ^a	2.89 ^a	4.28 ^a	6.64 ^a	10.42 ^a	17.03 ^a
Aberdeen Angus (AA)	112.9 ^a	35.0 ^a	21.1 ^a	4.2 ^a	1.6 ^{ab}	3.44 ^a	5.09 ^a	7.34 ^a	11.11 ^a	20.38 ^b
JB×Angus (BA)	122.1 ^a	34.5 ^a	18.9 ^a	3.8 ^a	2.3 ^{ab}	3.13 ^a	5.90 ^a	7.63 ^a	12.12 ^a	22.88 ^b
JB×Holstein (BH)	114.0 ^a	33.3 ^a	18.5 ^a	4.8 ^a	1.9 ^{ab}	4.27 ^a	6.53 ^a	8.63 ^a	12.78 ^a	21.89 ^b
JB×Murray Grey (BM)	122.0 ^a	36.7 ^a	18.8 ^a	3.3 ^a	2.4 ^b	2.60 ^a	4.63 ^a	7.34 ^a	10.66 ^a	20.38 ^b
• BMS No.										
BMS No.2	101.3 ^a	28.7 ^a	14.9 ^a	3.2 ^a	1.7 ^a	3.31 ^a	4.77 ^a	6.58 ^a	10.36 ^a	15.78 ^a
BMS No.3	118.3 ^b	35.5 ^b	19.4 ^b	3.3 ^a	1.9 ^a	3.72 ^a	5.51 ^a	8.10 ^a	11.84 ^a	20.72 ^b
BMS No.4	129.9 ^b	39.5 ^b	22.8 ^c	5.0 ^b	2.2 ^a	2.77 ^a	5.58 ^a	7.70 ^a	12.05 ^a	25.04 ^c

N (XXX) ; Number of marbling particles with areas greater than 0.01, 0.05, 0.1, 0.5 and 1.0 cm².

STD (XXX) ; Standard deviation for the marbling percentages from small partitions which divides ribeye into 4, 9, 25 and 100 rectangular areas.

^{a, b, c} ; Values for each item with different superscripts in the same column differ significantly (P<0.05).

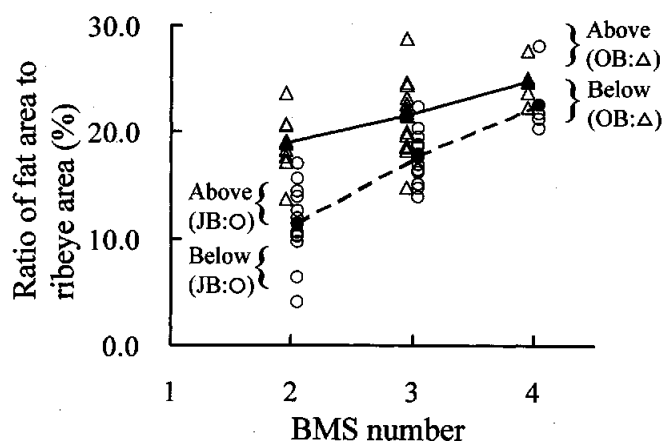


Fig. 1. Relationships between ratio of fat area to ribeye area and BMS number in Japanese Black (○) and other breed group (△) with their averages in each BMS number (● and ▲, respectively)

ならびに SA01 において BA の面積の標準偏差が、他の品種に比較し有意に (P<0.05) 高い値を示し、粒子面積のばらつきが大きいことが認められた。また、BMS 番号が高くなるにしたがい、すべての粒子面積階層での面積の標準偏差が、有意ではないものの大きくなる傾向を示した。

表 2 には品種および BMS ナンバーごとの粒子面積階層別脂肪交雑粒子数、脂肪交雑配置バランスおよび脂肪面積比に関する最小自乗平均値を示した。有意ではないものの JB の脂肪交雑粒子数が、すべての粒子面積階層において少ない傾向を示した。また、JB および BM の脂肪交雑配置バランスは、有意ではないものの他の品種に比較し小さい値を示した。すなわち、JB および BM の脂肪交雑が他の品種に比べ均一に配置していることを表している。BMS ナンバーは、脂肪交雑配置バランスに有意な影響をおよぼさなかった。脂肪面積比は JB が、他の品種に比較し有意 (P<0.05) に低い値を示した。また、脂肪面積比に対する BMS ナンバーの効果は高度に有意であった (P<0.01)。

脂肪面積比に対する品種の効果は、JB を除く 4 品種において同程度であったため、JB およびその他の品種 (OB) といった 2 つの品種グループに分類し、品種グループごとに脂肪面積比と格付員による BMS ナンバーとの関連性をプロットした (図 1)。同時に、品種グループ別に BMS ナンバーごとの平均脂肪面積比を算出し、図 1 に示した。両品種グループとも、BMS ナンバーごとの脂肪面積比の平均値と BMS ナンバーとの間に直線的な関係が認められた。また、JB および OB における脂肪面積比の最小自乗平均値は、BMS ナンバー 2 (それぞれ 11.4, 18.9%) および 3 (それぞれ 17.7, 21.5%) におい

Table 3. Ratio of fat area to ribeye area (RFA), average and standard deviation of marbling area and dispersion of marbling in ribeye area by each breed group and each fat level

Breed group	Fat level	N	RFA	AA 01	SA 01	STD 100
JB	Above ^d	15	19.5 ^a	0.38 ^b	0.39 ^a	11.6 ^a
JB	Below ^c	17	15.1 ^b	0.28 ^b	0.23 ^a	9.5 ^b
OB	Above	14	24.2 ^c	0.50 ^c	0.71 ^b	13.2 ^c
OB	Below	12	19.5 ^a	0.37 ^a	0.38 ^a	10.6 ^{ab}

JB : Japanese Black.

OB : Other breeds.

^{a, b, c} Values for each item with different superscripts in the same column differ significantly ($P < 0.05$).

^d Sample with RFA average higher than that of each breed group and each BMS number.

^c Sample with RFA average lower than that of each breed group and each BMS number.

で有意 ($P < 0.01$) に異なったが、BMS ナンバー 4 (それぞれ 22.5, 24.7%) では有意な差は認められなかった。

小堤ら³⁾は黒毛和種ならびにホルスタイン種の旧規格による脂肪交雑評点と粗脂肪含量との関連性について、梅北ら⁷⁾は黒毛和種の新規格による脂肪交雑評点と粗脂肪含量との関連性について検討し、 $r = 0.85 \sim 0.90$ といった高い相関係数を報告している。同時に、梅北ら⁷⁾は脂肪交雑評点の範囲を制限した場合の、脂肪交雑評点と粗脂肪含量との関連性について検討し、それらの間の相関係数が $r = 0.19 \sim 0.49$ と低くなることを報告している。今回のデータを用い、品種グループ別の BMS ナンバーと脂肪面積比との相関係数を算出したところ、JB が $r = 0.81$ であったのに対し、OB では $r = 0.54$ と低かった。

品種グループごとに、各 BMS ナンバーの脂肪面積比の平均値を上回った個体ならびに下回った個体の 2 群に分類し、それぞれについて脂肪面積比、AA01, SA01 および STD100 の最小自乗平均値を算出した (表 3)。それぞれの平均値を上回った個体群 (図 1 : Above) は、脂肪面積比が平均値より高いにもかかわらず、BMS ナンバーを低く評価されたグループ、反対に下回った個体群

(図 1 : Below) は、BMS ナンバーを高く評価されたグループである。両品種グループとも、平均値を下回った個体群の AA01, SA01 および STD100 の最小自乗平均値が、上回った個体群のそれに比較し高かった。すなわち、平均値を下回った個体群が、上回った個体群に比較し、脂肪交雑粒子が細かく、粒子面積のばらつきが少なく、脂肪交雑配置バランスが均一であることを表しており、このことは、これらの形質と格付員による BMS ナンバーとの関連性を示唆している。表には示していないが、他の画像解析により算出された形質についても同様の傾向が認められた。

著者ら⁴⁾は、画像解析から得られる脂肪面積比、脂肪交雑のあらさならびに形状およびその配置バランスなどの値を用い、BMS ナンバーを自動的に判定する方法を検討している。本研究の結果は、画像解析により BMS ナンバーを判定する際、品種ごとに解析する必要があることを示唆するものである。

文 献

- 1) 口田圭吾・栗原晃子・鈴木三義・三好俊三. 画像解析によるロース芯断面内脂肪割合の正確な算出法の開発. 日本畜産学会報, 68 : 853-859. 1997.
- 2) 口田圭吾・栗原晃子・鈴木三義・三好俊三. 画像解析によるロース芯断面内脂肪交雑粒子に関する客観的評価法. 日本畜産学会報, 68 : 878-882. 1997.
- 3) Kuchida K, Konishi K, Suzuki M, Miyoshi S. Prediction of the crude fat contents in rib-eye muscle of beef using the fat area ratio calculated by computer image analysis. *Animal Science and Technology*, 69 : 585-588. 1998.
- 4) Kuchida K, Tsuruta S, Van Vleck LD, Suzuki M, Miyoshi S. Prediction method of beef marbling standard using parameters obtained from image analysis for beef rib-eye. *Animal Science and Technology*, 1999. (in press).
- 5) 日本食肉格付協会. 牛・豚・枝肉・部分肉取引規格解説書. 6-29. 日本食肉格付協会. 東京. 1989.
- 6) 小堤恭平・安藤四郎・池田敏雄・中井博康・千国幸一. 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. 1985.
- 7) SAS Institute Inc. SAS User's Guide : Statistics. Ver.5 ed. 433-506. SAS Institute Inc. Cary, NC. 1985.
- 8) 梅北信二郎・竹道良和・横山喜世志・内山正二. 黒毛和種去勢牛肉の理化学的特性と新規格. 鹿児島県畜産試験場研究報告, 24 : 66-70. 1992.

Effect of Breeds on the Relationship between Beef Marbling Standard and Fat Percentage in Ribeye of Beef

Keigo KUCHIDA, Kazuyuki KONISHI¹, Mitsuyoshi SUZUKI and Shunzo MIYOSHI

Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro-shi 080-8555, Japan

¹ Ouu station, National Livestock Breeding Center, Shichinohe-machi, Aomori-ken 039-2567, Japan

Corresponding : Keigo KUCHIDA (fax : +81 (0)155-49-5414, e-mail : kuchida@obihiro.ac.jp)

Effects of breed on the relationship between Beef Marbling Standard (BMS) number by the examiners and ratio of fat area to ribeye area (RFA) calculated by image analysis were investigated. Pictures of the ribeye area of 32 Japanese Black (JB), 5 Aberdeen Angus (AA), 7 JB×Holstein (BH), 11 JB×AA (BA) and 3 JB×Murray Grey (BM) were used. Averages and standard deviations for the area of marbling particle, and numbers of marbling particle were calculated for marbling particles with their areas greater than 0.01, 0.05, 0.1, 0.5 and 1.0cm². Standard deviations of marbling percentage for small areas which were obtained by dividing the ribeye into 4, 9, 25 and 100 partitions were calculated by the image analysis method. The average and standard deviation of marbling particle area for JB, AA and BM tended to be lower than those for BA and BH. The number of marbling for JB was smaller than those for other 4 breeds. The dispersion of marbling for JB and BM tended to be uniform compared with those for other 3 breeds. RFA for JB was significantly lower than those for other 4 breeds in BMS number 2 and 3. *Animal Science Journal*, 70 (8) : J106-J110, 1999

Key words : BMS number, Beef cattle, Image analysis, Marbling