

牛脂肪交雑基準の評価に対する判定者間の偏差に関する検討

□田圭吾・高橋健一郎・長谷川未央・酒井稔史・森田善尚・堀 武司

日本畜産学会報 第75巻 第4号 別刷

2004 (平16) 年11月

Reprinted from

Animal Science Journal, Vol. 75, No. 4

November 2004

牛脂肪交雑基準の評価に対する判定者間の偏差に関する検討

口田圭吾・高橋健一郎・長谷川未央・酒井稔史¹・森田善尚²・堀 武司³

帯広畜産大学, 帯広市 080-8555

¹北海道立畜産試験場, 北海道新得町 081-0038

²独立行政法人 家畜改良センター, 福島県西郷村 961-8511

³北海道立工業試験場, 札幌市北区 060-0819

(2003. 12. 18 受付, 2004. 6. 21 受理)

要 約 16名の判定者が同一の枝肉についてBMSナンバーを評価し、BMS判定値に個人差が大きかった枝肉横断面の肉眼的特徴を画像解析により把握すること、ならびに画像解析形質を利用してBMSナンバーを推定することを目的とした。材料は、牛枝肉撮影装置で撮影された黒毛和種去勢肥育牛100頭の第6-7肋骨間の鮮明な枝肉横断面画像である。16名により評価されたBMSナンバーについて、それぞれの枝肉における16名のBMSナンバーの平均値(平均BMS)、最頻値、中央値、16名からのBMSナンバーを昇順に並べ上下3名の評価値を除いた平均値、上下2名の評価値を除いた平均値および上下1名の評価値を除いた平均値の6変数を算出し、それぞれの変数間の相関係数を求めた。また、画像解析により脂肪面積比、全体の粒子のあらさ、最大粒子のあらさ、単独粒子のあらさ、ロース芯の短径・長径比およびロース芯形状の複雑さを算出し、BMS判定値に個人差が生じる要因を検討した。BMSナンバーの判定値に関わるすべての変数間には、非常に高い相関係数が認められた(0.938~1.000)ため、判定値を代表する変数として平均BMSを用いることとした。BMS判定値に個人差が生じる要因を解析したところ、BMS評価のばらつきに対して、最大粒子のあらさならびにロース芯の短径・長径比が有意($P<0.05$)に影響していた。平均BMSを従属変数、画像解析形質を独立変数候補とした重回帰分析を行ったところ、選択された変数はロース芯面積、脂肪面積比、全体の粒子のあらさおよび最大粒子のあらさの4変数であり、重回帰式の決定係数は0.895であった。以上のことから、ロース芯内の脂肪交雑粒子があまり、ロース芯の形状が扁平であるなどの枝肉については、BMSナンバーの判定値にばらつきが生じやすいことが確認され、それらの影響を取り除くことで、高い精度でBMSナンバーを推定可能となった。

日本畜産学会報, 75(4): 573-579, 2004

和牛の特質である脂肪交雑は、枝肉価格にもっとも大きく影響している形質の一つであり、主要な改良の目標となっている。岡本ら(2003)は、格付記録ならびに枝肉横断面の画像解析結果を利用して、黒毛和種去勢牛の枝肉単価の決定要因を解析し、単価に大きく影響する形質が、ロース芯に占める脂肪交雑の面積割合(以下、脂肪面積比)とBCS等級であり、ロース芯内の脂肪交雑のあらさやロース芯の形状も有意に影響したことを報告した。したがって、育種改良のための各種検定や肥育試験成績をとりまとめる際には、脂肪交雑やロース芯形状などを詳細にわたり解析することが望ましい。

これまで、ロース芯を対象としたコンピュータ画像解析による牛脂肪交雑基準(以下、BMS)の推定に関する報告が散見される(Shiranitaら2000; 口田ら2001; 長谷川ら2004)。BMSナンバーは、日本食肉格付協会の食

肉格付員や全国和牛登録協会の検定員により評価されるが、肉眼による評価であり、その多くにおいて1名による判定が実施されているため、個人差が生じる可能性を否めない。また、同一の判定者であっても、調査日が異なると、判断基準が若干変動してしまう可能性もある。米国の枝肉調査に関する研究結果(Shacklefordら2003)では、3名の評価者による平均値が利用されているが、わが国におけるBMSナンバーの客観的評価法に関する研究は、多くの場合、調査日ならびに判定者が異なるデータを集積し、解析したものであり、判断基準の変動を考慮していない。

BMSナンバーの判定には、脂肪面積比がもっとも影響しており、ついで、脂肪交雑粒子のあらさやロース芯形状の複雑さなどが寄与している(長谷川ら2004)。BMS標準模型は、脂肪面積比を基準に作成されているため

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

(中井 1987), 脂肪面積比と BMS ナンバーとの高い関連性は容易に理解できるが, 脂肪交雑粒子のあらさやロース芯の形状などは, 判定のための規格がないため, 評価者個人の主観が大きく影響すると考えられる. そこで, 本研究では, BMS ナンバー判定値の個人差の発生原因を検討するために, 同一の枝肉に対して複数の判定者がそれぞれ独立に評価した BMS ナンバーと, ロース芯について詳細に解析した画像解析値との関連性を調査した. さらに, 画像解析による BMS ナンバー推定の精度を向上させるため, 複数の判定者から得られる BMS ナンバーから, 適切な値を従属変数として選び, 画像解析形質を独立変数候補として利用した新たな推定式を検討した.

材料および方法

BMS ナンバーの判定に用いた材料は, 黒毛和種産肉能力検定間接法で用いられた去勢肥育牛 100 頭の第 6-7 肋骨間の枝肉横断面画像である. 枝肉横断面画像の撮影には, 口田ら (2001) により開発された牛枝肉横断面撮影装置 (以下, 撮影装置) を利用した. 本装置は, 被写体である枝肉横断面と, 20 mm 幅の装置の基底面とが接触するため, 枝肉横断面に対して, 鉛直方向かつ常に一定距離からの撮影が可能である. 撮影装置により撮影された画像は, Digital Mini Lab Frontier LP-2000SC (富士フイルム社製, 東京) により, ハガキ版サイズ (10 cm×15 cm) にプリントされ, 和牛産肉能力検定間接法や種々の枝肉調査に従事する 16 名の職員により評価された. 牛枝肉取引規格 (1996) によれば, BMS ナンバーの格付の際には, ロース芯だけでなく, 頭半棘筋ならびに背半棘筋の状態についても参考にすることがあることから, 図 1 に示すよう 2 枚の枝肉横断面画像を提示した. BMS ナンバーの格付は, 畜試式牛脂肪交雑基準の標準模型あるいは牛枝肉取引規格解説書と見比べることにより, 16 名の判定者がそれぞれ独立に実施した.

16 名により評価された BMS ナンバーについて, どの統計量を代表値とすべきかについて検討するために, それぞれの枝肉における 16 名の BMS ナンバーの平均値 (平均 BMS), 最頻値, 中央値, 16 名からの BMS ナンバーを昇順に並べ上下 3 名の評価値を除いた平均値 (上下 3 名を除く平均), 上下 2 名の評価値を除いた平均値 (上下 2 名を除く平均) および上下 1 名の評価値を除いた平均値 (上下 1 名を除く平均) の 6 変数を算出し, それぞれの変数間の相関係数を求めた.

また, 口田ら (1997, 2002, 2003), 長谷川ら (2004) の方法により, 脂肪面積比, 全体の粒子のあらさ, 最大粒子のあらさ, 単独粒子のあらさ, ロース芯の短径・長径比およびロース芯形状の複雑さを算出した. なお, 今回使用した全体の粒子のあらさおよび最大粒子のあらさは, 口田ら (2002) の報告における“あらさ指数 2 (5)”および“あらさ指数 4 (5)”に相当するものであり, 全体の粒子のあらさはロース芯全体の脂肪交雑のあらさを示すもので, 最大粒子のあらさは, ロース芯内に入り込んだ極端に大きな脂肪交雑のあらさを示すものである. 単独粒子のあらさは, 最大粒子のあらさを改良し, 単独で存在する粒子の評価を可能としたもので, その値が大きいほど, ロース芯内のあらい粒子の単独での存在が示される. ロース芯の短径・長径比は胸最長筋形状の横長の程度を示すもので, 値が小さいほど胸最長筋が横長な形状を呈していることを示す. ロース芯形状の複雑さは胸最長筋の輪郭線の複雑さを示すもので, 胸最長筋の外周囲長を凸多角形長で除したものである. この値が大きいほど胸最長筋の形状が複雑であることを示す.

ロース芯内の脂肪交雑の状態によっては, 16 名からの BMS 判定値が分かれる場合と, そうでない場合があると考えられる. そこで, 16 名からの BMS 判定値の標準偏差や変動係数などを指標に, BMS 判定値のばらつきを評価し, どのような場合に, 評価がばらつきかについて, 画像解析値による検討を行った.

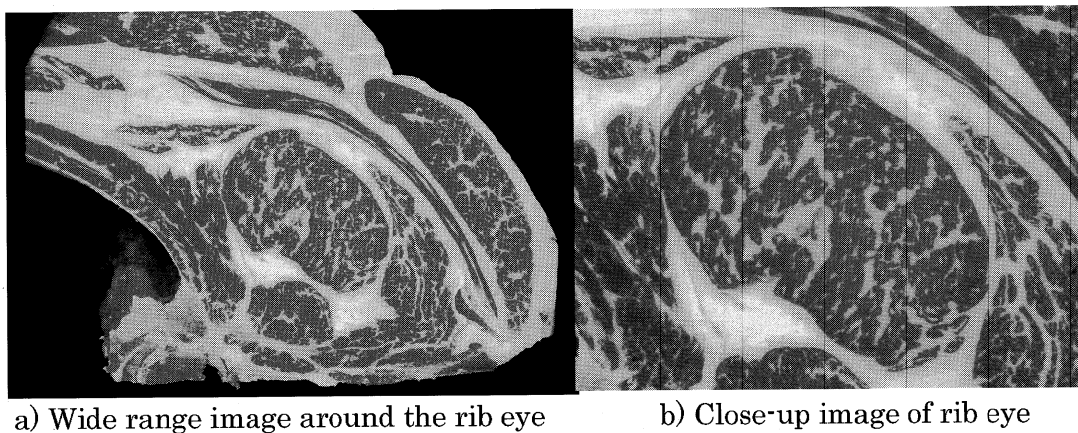


Fig. 1. Picture of carcass cross section presented to 16 judges for BMS number evaluation.

次に、口田ら (2001)、長谷川ら (2004) の方法に準じ、画像解析値から BMS ナンバーを推定するための重回帰分析を行った。すなわち、16 名からの BMS ナンバー判定値を代表する変数を、従属変数とした。また、画像解析により算出した胸最長筋面積、脂肪面積比、全体の粒子のあらさ、最大粒子のあらさ、単独粒子のあらさ、脂肪面積比と全体の粒子のあらさとの相互作用、脂肪面積比と最大粒子のあらさとの相互作用、脂肪面積比と単独粒子のあらさとの相互作用、ロース芯の短径・長径比およびロース芯形状の複雑さの計 10 形質を独立変数候補

とした重回帰分析をおこない、赤池の情報量基準が最小となるよう変数を選択した。統計解析には SAS (1985) を用いた。

結果および考察

16 名の判定者が 100 頭の枝肉横断面について、それぞれ独立に格付をおこなった BMS ナンバーの平均値、標準偏差、最小、最大値および判定者の経験年数を、判定者別に表 1 に示した。平均値が最も低かった判定者 P (3.66) と高かった判定者 E (7.68) との差は、4.02 と非常に大きかった。また、標準偏差は、各判定者がどの程度の幅で格付を実施しているかの目安になるが、標準偏差が最も低かった判定者 G (1.18) と高かった判定者 D (2.40) との差も、1.22 と、平均値同様大きかった。判定者 P は、16 名の判定者の中でもっとも経験年数 (2 年) が短かったが、経験年数が、30 年の判定者 B (4.40) と、20 年の判定者 C (6.77) の間にも、2.37 と大きな差異が存在したことから、BMS ナンバー判定値のばらつきのは発生要因が、経験年数だけでは説明できないことが確認された。

16 名の判定者からの BMS ナンバーについて、どの統計量を代表値とすべきかについて検討するために、平均 BMS、最頻値、中央値、上下 3 名を除く平均、上下 2 名を除く平均および上下 1 名を除く平均を算出し、それぞれの変数間の相関係数を求めた。その際、BMS ナンバーにもっとも寄与する脂肪面積比も加えた検討を実施した (表 2)。その結果、BMS ナンバーの判定値に関わるすべての変数間には、非常に高い相関係数が認められた (0.938~1.000)。中でも、最頻値を除いた 5 変数間の相関係数の範囲は、0.986~1.000 ときわめて高かった。ある枝肉において、16 名からの BMS ナンバーは、2 名が BMS ナンバー 4、6 および 9、3 名が BMS ナンバー 7 および 8、4 名が BMS ナンバー 5 と判定したが、その平均 BMS は 6.44 であり、最頻値 (5) との間に 1.44 の差異が

Table 1. Summary of basic statistics for judgment values of BMS number by 16 judges for 100 rib eye images of Japanese Black

| Judge | Years of experience | Average | S.D. | Minimum | Maximum |
|-------|---------------------|---------|------|---------|---------|
| A | 30 | 5.29 | 1.68 | 3 | 9 |
| B | 30 | 4.40 | 1.29 | 2 | 9 |
| C | 20 | 6.77 | 2.02 | 3 | 11 |
| D | 20 | 6.35 | 2.40 | 2 | 11 |
| E | 15 | 7.68 | 1.54 | 5 | 12 |
| F | 15 | 4.45 | 2.05 | 2 | 11 |
| G | 12 | 4.55 | 1.18 | 3 | 9 |
| H | 12 | 5.60 | 1.81 | 2 | 10 |
| I | 10 | 5.93 | 2.17 | 3 | 11 |
| J | 8 | 5.82 | 1.33 | 4 | 10 |
| K | 8 | 5.76 | 1.91 | 2 | 11 |
| L | 8 | 6.28 | 1.29 | 4 | 11 |
| M | 5 | 6.33 | 1.36 | 4 | 11 |
| N | 5 | 5.79 | 1.56 | 3 | 11 |
| O | 4 | 5.38 | 1.28 | 3 | 9 |
| P | 2 | 3.66 | 1.29 | 2 | 8 |

Table 2. Correlation coefficients among judgment values of BMS number by 16 judges and their averages

| | Average BMS | Mode | Median | Average Type I | Average Type II | Average Type III | FATPER | Mean of each variable |
|------------------|-------------|-------|--------|----------------|-----------------|------------------|--------|-----------------------|
| Average BMS | 1.000 | | | | | | | 5.63 |
| Mode | 0.938 | 1.000 | | | | | | 5.59 |
| Median | 0.986 | 0.950 | 1.000 | | | | | 5.64 |
| Average Type I | 0.996 | 0.958 | 0.991 | 1.000 | | | | 5.62 |
| Average Type II | 0.992 | 0.958 | 0.995 | 0.998 | 1.000 | | | 5.63 |
| Average Type III | 0.986 | 0.950 | 1.000 | 0.991 | 0.995 | 1.000 | | 5.64 |
| FATPER | 0.924 | 0.875 | 0.920 | 0.918 | 0.922 | 0.920 | 1.000 | 26.91 |

Average Type I, II and III: average of judgment values excluding the higher and lower 3, 2 and 1 BMS values from 16 judges.

FATPER: ratio of marbling area to rib eye area.

生じた。このように、最頻値は、判定がばらついたときなどに、平均 BMS などと乖離する可能性があるため、代表値として利用することは適切でないことが推察された。他の BMS ナンバーの判定値に関わる統計量には、それほど差異が存在しないことから、本研究では、判定値を代表する変数として平均 BMS を用いることとした。脂肪面積比と平均 BMS 間の相関係数は、 $r=0.924$ が推定されたが、これは、口田ら (2001) の $r=0.93$ 、長谷川ら (2004) の $r=0.90$ と同レベルであった。

同一の枝肉であっても、判定者により BMS ナンバーの評価にばらつきが生じるが、この原因を調査するために、評価のばらつきを代表する値と画像解析値との関連性を検討した。評価のばらつきを代表する値として、各枝肉について 16 名からの BMS 判定値の標準偏差や変動係数などが考えられるが、標準偏差は、BMS ナンバーの高いところで大きな変異を、反対に変動係数は、BMS ナンバーの低いところで大きな変異を示したことから、BMS ナンバーの評価値のばらつきを調査する上で、適切ではないと判断した。そこで、同一の基準でばらつきを比較するために、100 頭の BMS ナンバーを判定者ごとに平均 0.0、標準偏差 1.0 となるよう標準化し、標準化した BMS ナンバーについて、16 名の判定値の平均 (標準化平均 BMS) とその標準偏差 (標準化した標準偏差) とを用い、ばらつきの検討を行うことにした。標準化平均 BMS と標準化した標準偏差との関係は、図 2-a に示した。横軸である標準化平均 BMS が増加しても、縦軸である標準化した標準偏差の幅は、ほぼ一定であり、標準化の効果は確認されたものの、両者の関係には、正の相関 ($r=0.584$) が認められた。傾きを 0 にすることで、両者の関係を比較しやすくなると推察されたため、傾きを 0 とするよう補正をおこない、図 2-b を得た。図 2-b

の横軸である標準化平均 BMS は、値が大きいほど BMS ナンバーが高いことを示し、縦軸のその値が、大きいほど判定値にばらつきが存在したことを示すものである。なお、縦軸の値を BMS 評価のばらつきと定義した。

BMS 評価のばらつきを、とくに大きかったもの (0.10 以上, $n=10$)、とくに小さかったもの (-0.10 以下, $n=8$) および中程度 ($-0.10 \sim 0.10$, $n=82$) の 3 段階に区分した。BMS 評価のばらつきが生じる要因を解析するために、脂肪交雑の程度やロース芯の形状を評価した画像解析形質について、BMS 評価のばらつきレベルを変動因とした 1 元配置の分散分析をおこない、各画像解析形質における BMS 評価のばらつきレベルの最小自乗平均値を表 3 に示した。その結果、最大粒子のあらさにおいて、BMS 評価のばらつきレベルが大きかった区分の最小自乗平均値 (7.38) が、中程度であった区分のそれ (4.92) との間有意 ($P<0.05$) な差が認められた。有意ではなかった ($P<0.10$) ものの全体の粒子のあらさにおいても、同様の傾向が認められた。また、ロース芯の短径・長径比についても、BMS 評価のばらつきレベルにおいて有意な差が認められ、ばらつきレベルが大きかった区分の最小自乗平均値 (0.70) は、小さかった区分のそれ (0.64) と比較し、有意 ($P<0.05$) に高い値を示した。これらのことから、ロース芯内の脂肪交雑粒子があらさ、ロース芯の形状が扁平であるなどの枝肉については、BMS ナンバーの判定値にばらつきが生じやすいことが確認された。脂肪交雑粒子のあらさやロース芯の形状は、牛枝肉取引規格の中で BMS ナンバーの判定基準として明確な記載がなく、判定者の主観によるところが強い項目である。したがって、育種改良のための各種検定や肥育試験成績をとりまとめる際には、鮮明な枝肉横断面画像を可能な限り記録し、経済的に重要である脂肪

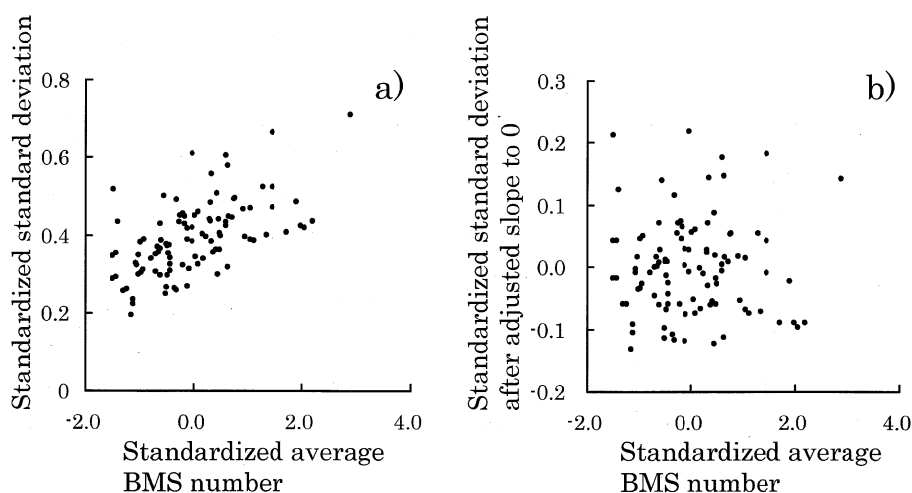


Fig. 2. Scatter plots of standardized BMS numbers with standardized standard deviation (a) and with standardized standard deviation after adjusting slope to 0 (b).

Table 3. Least square means for image analysis traits on rib eye by 3 variation levels of BMS judgment

| Variation level of BMS judgement ^c | Rib eye area (cm ²) | Fat area ratio (%) | O_COARSE | M_COARSE | S_COARSE | MM_RATIO | COMP |
|---|---------------------------------|--------------------|----------|--------------------|----------|--------------------|-------|
| Large (n=10) | 44.12 | 27.17 | 21.11 | 7.38 ^a | 0.32 | 0.70 ^a | 1.016 |
| Middle (n=82) | 43.67 | 26.96 | 18.19 | 4.92 ^b | 0.30 | 0.67 ^{ab} | 1.015 |
| Small (n=8) | 44.15 | 26.07 | 19.57 | 5.90 ^{ab} | 0.27 | 0.64 ^b | 1.015 |

a, b : Significant between different superscripts (P<0.05).

c : Samples with standardized standard deviation in Fig 2-b being 0.1~, -0.1~0.1 and ~-0.1 were divided into Large, Middle and Small level for the variation of BMS judgement, respectively.

O_COARSE : overall coarseness of marbling.

M_COARSE : coarseness of the largest marbling particle in rib eye.

S_COARSE : coarseness of single marbling particle.

MM_RATIO : ratio of minor and major axis of rib eye.

COMP : complexity of rib eye shape.

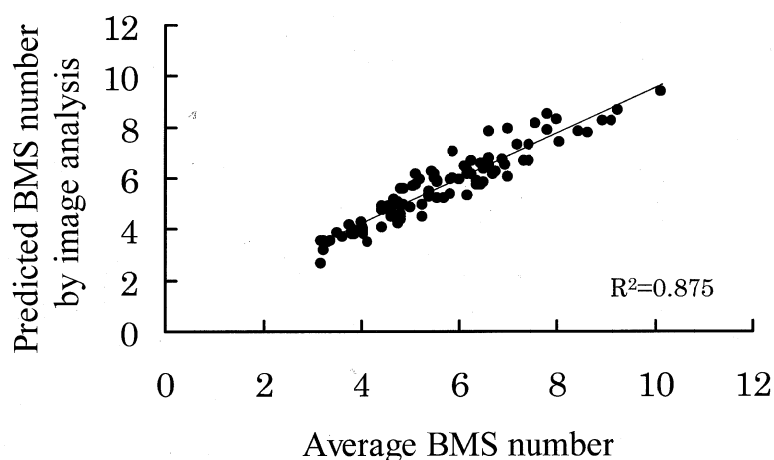


Fig. 3. Relationship between average BMS number by 16 judges and predicted BMS number by image analysis.

Predicted BMS number^a = $-2.697 + 0.0482 \times \text{Rib eye area} + 0.2637 \times \text{Fat area ratio} - 0.0682 \times \text{O_COARSE} + 0.1026 \times \text{M_COARSE}$.

a : abbreviations of the variable names were defined in Table 3.

交雑やローズ芯形状に関して詳細に解析することが必要であると考えられる。

画像解析により、BMS ナンバーを推定することを目的として、平均 BMS を従属変数、画像解析形質を独立変数候補とした重回帰分析をおこなった。赤池の情報量基準が最小になるよう独立変数を選択したところ、選択された変数はローズ芯面積、脂肪面積比、全体の粒子のあらさおよび最大粒子のあらさの 4 変数であり、重回帰式の決定係数は 0.895 であった（得られた式を図 3 に示す）。また、それぞれの説明変数の符号は、全体の粒子のあらさ以外、正であった。すなわち、脂肪面積比が多く、ローズ芯面積が大きく、全体的な粒子が細かいローズ芯において、その BMS ナンバーが高くなる傾向が確認された。一般的に、ローズ芯内に望ましくない大きな粒子

が存在すると、その BMS ナンバーは低く評価されるといわれている。したがって、負の符号を期待された最大粒子のあらさではあるが、結果的にその符号は正となった。最大粒子のあらさは、脂肪面積比が同程度のローズ芯において、巨大な粒子の存在を明確に示す指数であるが、脂肪面積比が少ないローズ芯では、相対的に小さな値となってしまう。反対に、脂肪面積比の高いローズ芯では、大きな値となり、このことが、今回得られた正の符号の原因と推察される。平均 BMS と画像解析により推定された BMS との関連性を図 3 にプロットした。平均 BMS が 5 から 8 にかけて、推定誤差が大きくなる傾向にあった。牛枝肉取引規格（1996）によると、BMS ナンバー 8 以上のものが肉質等級の最上位（5 等級）に、BMS ナンバーが 5 から 7 のものが 5 段階から構成され

る肉質等級の4等級として評価される。16名の判定者は、それぞれBMS標準モデルを基準として判定をおこなったものの、本研究において認められたBMSナンバー5から8にかけて推定誤差が大きくなる原因として、肉質等級の切り替わりを意識した可能性も考えられる。

日本食肉格付協会の食肉格付員によるBMSナンバーを従属変数とした口田ら(2001)の研究では、選択された変数の数は6、決定係数は0.92であり、全国和牛登録協会の検定員によるBMSナンバーを用いた長谷川ら(2004)の研究では、選択された変数の数は6、決定係数は0.83であった。また、Shackelfordら(2003)はUSDA規格によるマーブリングスコアの推定を行い、40の画像解析形質の中から9変数が重回帰式に選択され、その決定係数は0.76であると報告した。本研究では、長谷川ら(2004)の手法と同様の画像解析形質を独立変数候補として用いているが、長谷川らの重回帰式に選択された画像解析形質は、胸最長筋面積、脂肪面積比とその2乗、全体の粒子のあらさ、最大粒子のあらさ、ロース形状の複雑さであった。本研究において、脂肪面積比の2乗およびロース芯形状の複雑さは選択されなかったものの、他の4変数については同一であった。

推定されたBMSナンバーの小数点以下を四捨五入し、格付による平均BMSを減じたものをBMS格付の差と定義し、その頻度を調査した。本研究では、格付による平均BMSも整数ではないため、小数点以下を四捨五入して用いた。その結果、画像解析と肉眼による判定が一致した割合、すなわちBMS格付の差が±0となった割合は、全体の61%、それが±1以内であった割合は、100%となった。先行する研究でも、同様の手法により推定精度の検証がおこなわれている。本研究で用いた枝肉の肉質レベルは、長谷川ら(2004)のそれと同程度であるため、長谷川らの結果との比較がより参考になるが、長谷川らの報告したBMS格付の差が±0および±1以内である割合は、それぞれ51.4%、92.4%であり、本研究の結果がより高い精度であった。このことは、本研究におけるBMSナンバーの決定係数(0.895)が、長谷川らのそれ(0.83)に比較し高いことと一致する。また、口田ら(2001)のそれぞれ62.0%、97.0%とほぼ同等の判定精度であった。

本研究を含めた、画像解析によるBMSナンバーの推定に関する報告より、脂肪面積比、脂肪交雑粒子のあらさの特徴およびロース芯の形状を考慮したBMSナンバー推定は、その判定値が肉眼と一致する割合は、60%程度までであることが示唆され、それ以上に精度を高めるためには、他の要素についても検討する必要があると考えられる。たとえば、胸最長筋内に多数の細かい脂肪交雑粒子(いわゆる小ザシ)が存在するものは、格付によるBMSナンバー判定の際に比較的高い評価を受ける

と考えられるが、現在使用している撮影装置では、カメラの性能上、非常に細かい粒子についてはうまくとらえることができない。平成15年度から北海道の重点領域特別研究により北海道立工業試験場、北海道立畜産試験場などと共同で、解像度を飛躍的に高めた新しい撮影装置を開発中であり、今後、新しい撮影装置を用いた小ザシについての詳細な検討をおこなっていく予定である。

謝 辞

写真を用いたBMSナンバー判定に快くご協力いただいた、独立行政法人家畜改良センター、同十勝牧場、同奥羽牧場、同鳥取牧場、同熊本牧場および同宮崎牧場の関係各位に感謝する。また、枝肉評価に対するご助言をいただいた北海道立畜産試験場 宝寄山裕直氏、山本裕介氏、画像解析に関するご助言をいただいた北海道立工業試験場 本間稔規氏、波 通隆氏に謝意を表す。本研究は、文部科学省「21世紀COEプログラム」補助金(A-1)ならびに財団法人伊藤記念財団による研究費の援助によって行われたものであり、ここに感謝の意を表す。

文 献

- 岡本圭介・口田圭吾・加藤貴之・鈴木三義・三好俊三. 2003. 枝肉形質および画像解析形質が牛枝肉価格に与える影響. 日本畜産学会報, 74: 475-482.
- 長谷川未央・口田圭吾・佃 秀雄・加藤浩二・鈴木三義・三好俊三. 2004. 脂肪交雑粒子のあらさおよび胸最長筋の形状に関する画像解析値を用いたBMSナンバーの推定. 日本畜産学会報, 75: 53-60.
- 口田圭吾・菊池 彩・加藤浩二・日高 智・鈴木三義・三好俊三. 2003. 画像解析による黒毛和種の牛胸最長筋形状評価法と種雄牛の影響. 日本畜産学会報, 74: 23-29.
- 口田圭吾・栗原晃子・鈴木三義・三好俊三. 1997. 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.
- 口田圭吾・鈴木三義・三好俊三. 2001. 枝肉横断面撮影装置の開発と得られた画像を利用したBMSナンバーの推定. 日本畜産学会報, 72: J224-J231.
- 口田圭吾・鈴木三義・三好俊三. 2002. 画像解析による牛胸最長筋内脂肪交雑粒子のあらさに関する評価法の検討. 日本畜産学会報, 73: 9-17.
- 中井博康. 1987. 食肉の理化学的特性による品質評価基準の確立. 農林水産技術会議事務局研究成果, 193: 106-122.
- (社)日本食肉格付協会. 1996. 牛・豚枝肉, 牛・豚部分肉取引規格解説書. 12-18. 日本食肉格付協会. 東京.
- SAS Institute Inc. 1985. *SAS User's guide*: Statistics. Ver.5 ed. 433-506. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- Shackelford SD, Wheeler TL, Koohmaraie M. 2003. On-line prediction of yield grade, longissimus muscle area, preliminary yield grade, adjusted preliminary yield grade, and marbling score using the MARC beef carcass image analysis system. *Journal of Animal Science*, 81: 150-155.
- Shiranita K, Hayashi K, Otsubo A, Miyajima T, Takiyama R. 2000. Grading meat quality by image processing. *Pattern Recognition*, 33: 97-104.

Determination of the Deviation between Judges on the Evaluation of Beef Marbling Standard Number

Keigo KUCHIDA, Kenichiro TAKAHASHI, Mio HASEGAWA, Toshifumi SAKAI¹,
Yoshinao MORITA² and Takeshi HORI³

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

¹ Hokkaido Animal Research Center, Shintoku-cho, Hokkaido 081-0038, Japan

² National Livestock Breeding Center, Nishigo-mura, Fukushima-ken 961-8511, Japan

³ Hokkaido Industrial Research Institute, Sapporo-shi, Kita-ku 060-0819, Japan

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

The purposes of this research were to investigate the macroscopic feature of carcass cross section with a large individual variation for the BMS number independently assigned by 16 judges, and to predict BMS number using image analysis traits. Clear images of carcass cross section between the 6-7th rib of 100 Japanese Black steers were used to assign the BMS number. The average, mode and median of BMS numbers from 16 judges, and the average of judgment values excluding the higher and lower 3, 2 BMS values from 16 judges, and the highest and lowest BMS values were obtained and their correlation coefficients were calculated. Ratio of marbling area to rib eye area (FATPER), overall coarseness of marbling (O_COARSE), coarseness of the largest marbling particle in rib eye (M_COARSE), coarseness of single marbling particle (S_COARSE), ratio of minor and major axis of rib eye (MM_RATIO), and complexity of rib eye shape (COMP) were calculated by image analysis. The factor of the variation of the BMS judgment was investigated. As extremely high correlation coefficients (0.938~1.000) were found among all variables related to the judgment value of the BMS number, average BMS was adopted as a variable representing the judgment values. M_COARSE and MM_RATIO significantly influenced the dispersion of the BMS in the analysis of factor on the variation in BMS judgment value ($P < 0.05$). Multiple regression equation with the average BMS assigned by 16 judges as the dependent variable were obtained by the AIC method starting with 10 independent covariates for image analysis traits. Rib eye area, FATPER, O_COARSE and M_COARSE were selected in the multiple regression equation, and the coefficient of determination of the prediction equation was very high (0.895). Dispersion in the judgment of the BMS number might be due to the rough marbling particle in the rib eye or flattened rib eye of the carcass.

Nihon Chikusan Gakkaiho, 75 (4) : 573-579, 2004

Key words : Image analysis, BMS number, Japanese Black, Multiple judges