

# 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

□田圭吾・鈴木三義・三好俊三

日本畜産学会報 第73巻 第1号 別刷

2002 (平14) 年2月

Reprinted from

Animal Science Journal, Vol. 73, No. 1

February 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

口田圭吾・鈴木三義・三好俊三

帯広畜産大学, 帯広市 080-8555

(2001. 5. 15 受付, 2001. 8. 1 受理)

**要約** 脂肪交雑粒子のあらさを、画像解析により主観でとらえたときのそれと符合するような評価方法について考案し、新たに“あらさ指数”を提案すること、ならびに品種や性のあらさ指数に対する影響を検討した。格付員により BMS ナンバーが 5 と判定された黒毛和種去勢牛 11 頭について、第 6~7 肋骨間の胸最長筋画像を 2 値化した。2 値画像について画素の連結性を保持しつつ、5、10 および 20 回の画像の細線化を行い、線幅が 1 画素である細線を除去し、残った画素数をカウントした。複数の格付員による脂肪交雑粒子のあらさに関する肉眼による評価値と、5 回細線化することで算出されたあらさ指数のうちの一つとの相関係数は、0.96 と極めて高かった。黒毛和種 1,821 頭（去勢牛 1,240 頭、雌牛 581 頭）および交雑種 438 頭（去勢牛 277 頭、雌牛 161 頭）の画像に関して、5 回細線化することで算出されたあらさ指数のうちの一つが上位であった画像については、いわゆる“かみあぶら”の存在が確認できた。交雑種が黒毛和種に比較し、また、雌牛が去勢牛に比較し、それぞれ有意にあらさ粒子を呈することが示された ( $P < 0.01$ )。

日本畜産学会報, 73 (1) : 9-17, 2002

胸最長筋断面における脂肪交雑の程度は、経済的に大きな影響を及ぼし（八巻ら 1996；広岡と松本 1997）、育種改良や肥育試験の主要な目的形質とされる。脂肪交雑判定の基準である畜試式牛脂肪交雑基準の標準模型における胸最長筋面積に対する脂肪交雑の面積比（以下、脂肪面積比）は、牛脂肪交雑基準（以下、BMS）ナンバーと非常に強い正の相関関係 ( $r=0.98$ ) にあることが報告（口田ら 1997 a）され、格付員により評価される BMS ナンバーも、脂肪面積比と密接に関わっている（Kuchida ら 1999 a；口田ら 2001）。

一方、脂肪交雑粒子のあらさは、BMS 判定の明確な指標とされていないが、筋間脂肪が胸最長筋内に入り込んだ粒子（いわゆる“かみあぶら”）を持つもの、極端に大きな脂肪交雑粒子が存在するもの、あるいは、全体的にあらさ脂肪交雑粒子で構成されるものなどは、買参人から敬遠され、枝肉市場などにおいて安い価格で取り引きされる傾向にあるとされる。

牛枝肉横断面撮影装置（以下、撮影装置）の開発（日本食肉格付協会 2001）により、胸最長筋に対し、鉛直方向かつ一定距離からの画像を採取することが可能となっ

た。口田ら（2001）は、開発された撮影装置で得られた画像を解析することにより、BMS ナンバーを推定する試みを行っており、脂肪交雑粒子のあらさを粒子面積が  $0.1\text{cm}^2$  以上の粒子の平均面積として定義した。しかしながら、脂肪交雑粒子のあらさと BMS ナンバーとの間には、強い正の相関関係が存在し、肉眼的にとらえる脂肪交雑粒子のあらさとその一致度が低いなどの問題が生じた。

肉質を目的形質とした育種改良や肥育試験などにおいて、従来から、格付員により判定された BMS ナンバーや、胸最長筋内の粗脂肪含量などが、最終成績とされ、経済的に重要とされる脂肪交雑粒子のあらさを定量することは困難であった。

本研究の目的は、脂肪交雑粒子のあらさを、主観でとらえたときのそれと符合するような評価方法について検討し、新たに“あらさ指数”を提案することである。さらに、多数の枝肉横断面画像より、提案したあらさ指数を算出し、品種や性による差異を検討することである。

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

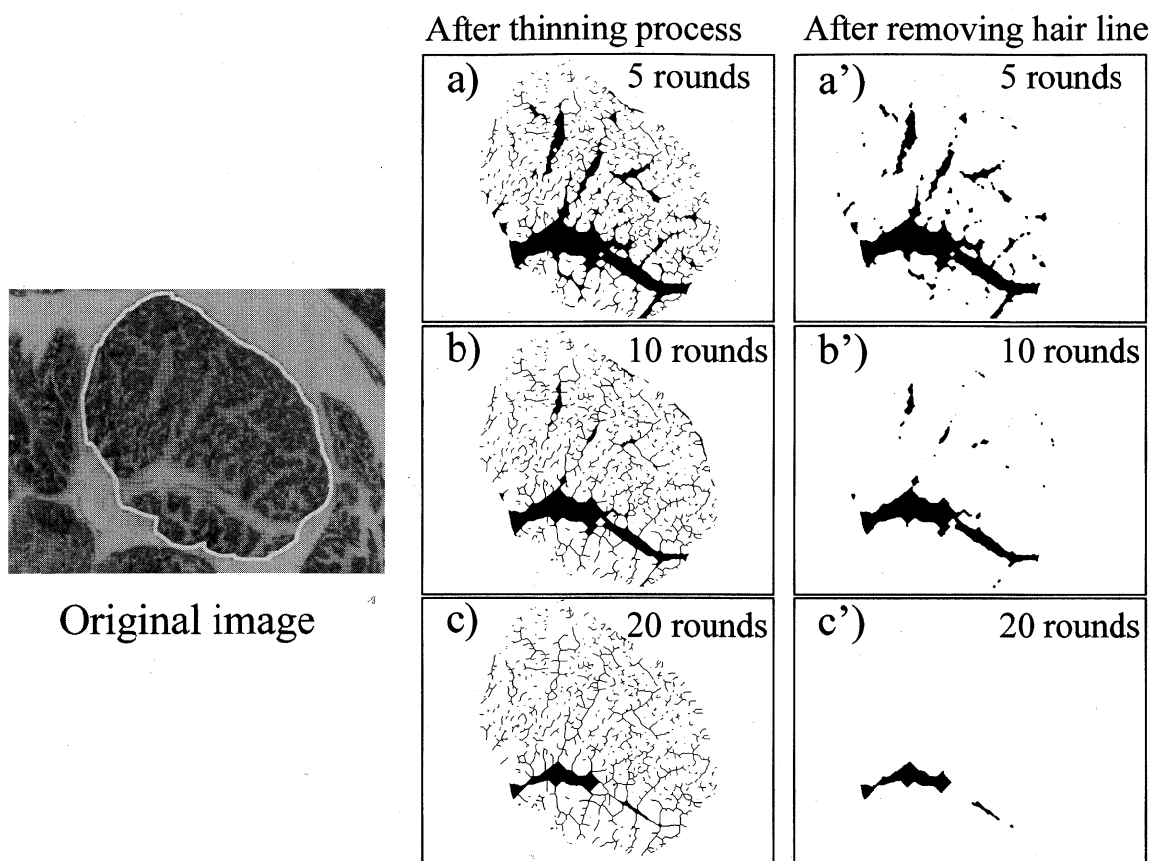


Fig. 1. Original image, image after thinning by 5, 10 and 20 rounds (a, b and c, respectively) and image after removing hairline from the thinned image (a', b' and c').

### 材料および方法

撮影装置を利用し、格付員により BMS ナンバーが 5 と判定された黒毛和種去勢牛 11 頭について、第 6~7 肋骨間における胸最長筋断面の撮影を行った。得られた画像から、著者らの作製した画像解析ソフトウェア（口田ら 1997 a, 1997 b）などを利用し、胸最長筋部分を抽出した。抽出された胸最長筋を、判別分析法（高木と下田 1991）により脂肪と筋肉に 2 値化し、さらに、画素の細線化を行った。ここで、画像の細線化とは、幅を持った図形に対して、近傍に背景を持つ点について、端点を保持した状態で、その図形の連結性を損なわない点を削除し、線幅を細める処理である（高木と下田 1991；川田と南 1994）。本研究では、細線化の回数を 5, 10 および 20 回とした。さらに、指定回数の細線化を行った画像に対して、線幅が 1 画素である細線を除去し、残った画素数をカウントすることで、あらい脂肪交雑粒子を反映する数

値を得た。なお、本撮影装置によって得られた画像における中心付近での 1 cm あたりの画素数は、常に約 60 画素である。したがって、線幅 1 の細線は、約 1/6 mm に相当する。

細かい脂肪交雑粒子が連結することで、画像上では大きな面積となる場合がある。このように連結した脂肪交雑粒子を複数回細線化することによって、細かい脂肪交雑が、線幅 1 の細線となり、処理後の画素数は小さなものとなる。さらに、線幅 1 の細線を除去することで、独立した脂肪交雑粒子として認識される。逆に、あらい脂肪交雑粒子は細線化することによっても、線幅 1 の細線となるものが少なく、多くの画素が残ることになる。

例えば、 $200 \times 2$  画素の細長い粒子を、1 回細線化すると、 $198 \times 1$  画素となり、線幅 1 の細線を除去すれば、残った画素数は、0 となる。同様に 400 画素の領域を持つ  $20 \times 20$  画素の粒子を、1 回細線化すると、 $18 \times 18$  画素となる。線幅 1 の細線は存在せず、324 画素が最終的な

画素数となる。実際の胸最長筋断面を5, 10 および 20 回細線化した画像, ならびにそれらより線幅 1 の細線を除去した画像を図 1 に例示した。

2 値画像に対して, 細線化ならびに細線除去処理を複数回実施し, 次式により数種類のあらさ指数を算出した。

$$\text{あらさ指数 } 1(n) = \text{Coarse}(n) / \text{Rib\_Pixel} \times 100$$

$$\text{あらさ指数 } 2(n) = \text{Coarse}(n) / \text{Marbling\_Pixel} \times 100$$

$$\text{あらさ指数 } 3(n) = \text{Max\_Coarse}(n) / \text{Rib\_Pixel} \times 100$$

$$\text{あらさ指数 } 4(n) = \text{Max\_Coarse}(n) / \text{Marbling\_Pixel} \times 100$$

ここで,  $\text{Coarse}(n)$  は, 脂肪交雑粒子を  $n$  回細線化し, 線幅 1 の細線を除去後の画素数,  $\text{Max\_Coarse}(n)$  は, 脂肪交雑粒子を  $n$  回細線化し, 線幅 1 の細線を除去後の脂肪交雑粒子の中で, 最大であるものの画素数である。また,  $\text{Rib\_Pixel}$  は, 胸最長筋内部の画素数,  $\text{Marbling\_Pixel}$  は, 2 値化直後 (0 回細線化) の脂肪交雑粒子の画素数である。

算出されたいずれのあらさ指数が, 実際の脂肪交雑粒子のあらさを反映しているか, さらに何回の細線化処理が最も的確であるかを確認するため, 撮影された 11 頭の黒毛和種去勢牛の枝肉横断面画像を, 熟練した 5 名の格付員に提示した。それぞれの格付員は, “胸最長筋における総合的な脂肪交雑粒子のあらさ” および “望ましくない 1 つの脂肪交雑を対象とした粒子のあらさ” について, 1 から 11 までのスコアにより判定した。すなわち, 格付員が肉眼的に評価したあらさの程度と, 上述のあらさ指数とを比較し, あらさをもっとも的確に表す指数の検討を実施した。なお, 提示した 11 頭の胸最長筋部分の画像 (800×600 画素) を図 2 に示した。

従来法 (Kuchida ら 1999a ; 口田ら 2001) での脂肪交雑粒子のあらさは, その粒子の面積を基準としたものであることから, BMS ナンバーや脂肪面積比との間に, 高い正の相関関係が存在し, 的確に脂肪交雑粒子のあらさを示すことができなかった。そこで, 2000 年 4 月~12 月までに, 北海道内の食肉処理場において, 第 6~7 肋骨間を横切開し, さらに, 胸椎を完全に切断した枝肉について, 撮影装置を用い得られた画像を供試材料として, BMS ナンバーとあらさ指数 1 (n), 2 (n), 3 (n) および 4 (n) との関連性を調査した。すべての枝肉は, (社) 日本食肉格付協会の格付員により評価されたものである。分析に供した頭数は, 黒毛和種が 1,821 頭 (去勢牛 1,240 頭, 雌牛 581 頭), 交雑種 (黒毛和種♂×ホルスタイン種♀) が 438 頭 (去勢牛 277 頭, 雌牛 161 頭) の合計 2,259 頭であった。さらに, あらさ指数に対する品種, 性および

格付員により評価された BMS ナンバーの効果について検討した。これらの統計処理には, SAS を用いた (SAS Institute Inc. 1985)。

## 結果および考察

実際の胸最長筋断面画像を 5, 10 および 20 回細線化し, 線幅 1 の細線を除去した画像を例示した図 1 より, 細線化の回数を増加させることで, 非常にあい脂肪交雑粒子のみが残ることが確認された (図 1-a', b', c')。また, 細線化において端点を保持したことにより, 20 回細線化した画像 (図 1-c) と 5 回細線化した画像 (図 1-a) とも, 線幅 1 の細線は, 同様に存在することが認められた。これらのことから, 細線化ならびに線幅 1 の細線を除去する処理を行うことで, 脂肪交雑粒子のあらさを的確に評価することの可能性が示唆された。

黒毛和種去勢牛 11 頭の胸最長筋 (図 2) について, 熟練した 5 名の格付員により評価されたあらさに関する評価値を表 1 に示した。5 名の格付員による “胸最長筋における総合的な脂肪交雑粒子のあらさ” に関する評価値間の相関係数は, 0.67 から 0.95 が推定され, その平均は, 0.87 であった。同様に, “望ましくない 1 つの脂肪交雑を対象とした粒子のあらさ” に関する評価値間の相関係数は, 0.61 から 0.97 の範囲で推定され, その平均は 0.85 であった。これらのことから, 格付員間で, 脂肪交雑粒子のあらさに対する評価に多少の個人差が存在したが, そのばらつきは, 大きくないことが認められた。本研究においては, 5 名の格付員の評価値から, 両極端の評価値を除いた 3 名の平均値を, 各胸最長筋の脂肪交雑粒子のあらさに関する評価値として用いた。なお, 2 種類のあらさに関する評価値の相関係数は, 0.91 と高く推定されたことから, 非常にあい脂肪交雑粒子が存在した場合, 胸最長筋全体の脂肪交雑粒子のあらさに対する格付員の印象に影響することが示唆された。

$n$  回細線化した画像より算出されたあらさ指数 1 (n), 2 (n), 3 (n) および 4 (n) と, 格付員により評価された 2 種類のあらさに関する評価値との順位相関係数を表 2 に示した。20 回細線化することで算出されるあらさ指数 1~4 (20) は, “胸最長筋における総合的な脂肪交雑粒子のあらさ” に関する評価値との間の順位相関係数が有意でなかった ( $P > 0.05$ )。しかしながら, 他のあらさ指数と, 格付員による評価値との間には, 有意な順位相関係数が推定された。なかでも, 5 回細線化することで算出されるあらさ指数 2 (5) と “胸最長筋における総合的な脂肪交雑粒子のあらさ” および “望ましくない 1 つの脂肪交雑を対象とした粒子のあらさ” に関する評価値との

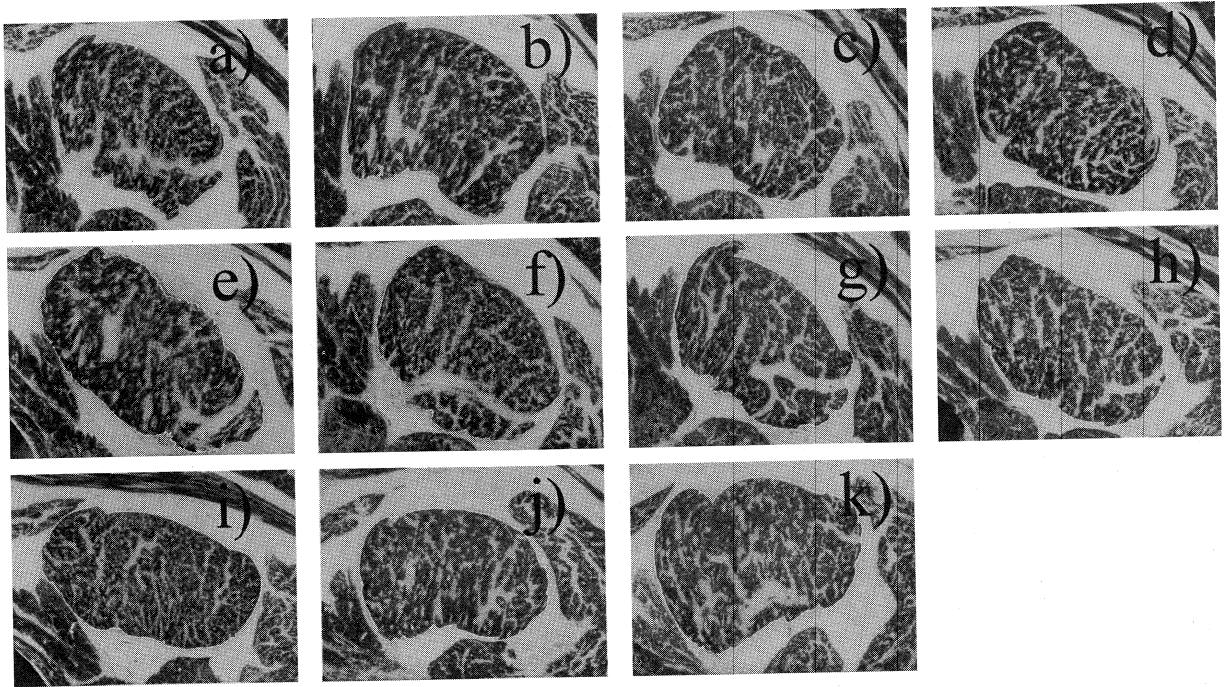


Fig. 2. Image of *M. longissimus dorsi* of 11 Japanese Black steers exhibited to skilled five graders. Assigned scores by skilled five graders are shown in Table 1.

Table 1. Scores for overall coarseness of marbling in the ribeye and for coarseness of the undesirable particle of marbling in the ribeye by five skilled graders<sup>1</sup>

Image No. in Fig. 1	Overall coarseness Grader						Coarseness of undesirable marbling Grader					
	1	2	3	4	5	Ave. <sup>2</sup>	1	2	3	4	5	Ave. <sup>2</sup>
a	6	3	6	4	7	5.3	9	3	7	8	8	7.7
b	5	6	5	6	4	5.3	4	6	5	4	4	4.3
c	2	5	2	1	1	1.7	1	4	2	3	1	2.0
d	4	4	3	3	3	3.3	3	5	3	2	1	2.7
e	11	11	11	11	11	11.0	8	11	11	11	11	11.0
f	7	7	9	7	8	7.3	11	8	10	10	9	9.7
g	9	10	10	10	10	10.0	10	10	9	9	10	9.7
h	3	2	4	5	6	4.0	5	2	4	5	6	4.7
i	1	1	1	2	2	1.3	2	1	1	1	1	1.0
j	10	9	8	9	5	8.7	6	7	6	6	5	6.0
k	8	8	7	8	9	8.0	7	9	8	7	7	7.3

<sup>1</sup> Graders assigned smaller score for fine particles of marbling.

<sup>2</sup> Average value of scores from three graders except for the extreme scores from two graders.

Table 2. Spearman's rank correlations between coarseness 1 to 4 obtained from image analysis method and the evaluated scores by graders for the overall coarseness and the coarseness of undesirable particle of marbling

	Overall coarseness <sup>1</sup>	Coarseness of undesirable particle <sup>2</sup>
Coarseness 1		
5 rounds	0.67*	0.87**
10 rounds	0.71*	0.91**
20 rounds	0.52	0.77**
Coarseness 2		
5 rounds	0.87**	0.96**
10 rounds	0.71*	0.91**
20 rounds	0.52	0.77**
Coarseness 3		
5 rounds	0.65*	0.88**
10 rounds	0.78**	0.93**
20 rounds	0.58	0.74**
Coarseness 4		
5 rounds	0.64*	0.87**
10 rounds	0.78**	0.93**
20 rounds	0.58	0.74**

\* ; P<0.05. \*\* ; P<0.01.

<sup>1</sup>Overall coarseness of marbling particles in the ribeye.

<sup>2</sup>Coarseness of undesirable particle of marbling in the ribeye.

Coarseness 1=Pixels after thinning and removing hairline/Pixel of ribeye×100.

Coarseness 2=Pixels after thinning and removing hairline/Pixel of marbling×100.

Coarseness 3=Maximum pixel of marbling after thinning and removing hairline/Pixel of ribeye×100.

Coarseness 4=Maximum pixel of marbling after thinning and removing hairline/Pixel of marbling×100.

間の順位相関係数が、もっとも高い値(それぞれ r=0.87, r=0.96)を示した。これらのことから、画像解析により算出されたあらさ指数は、熟練した格付員により評価される脂肪交雑粒子のあらさと符合するものであると判断される。

次いで、食肉処理場で撮影した黒毛和種および交雑種(2,259頭)について、あらさ指数を算出し、それぞれの

あらさ指数の特徴について検討した。あらい脂肪交雑粒子の総画素数を、胸最長筋内部の画素数で除すあらさ指数1は、脂肪面積比が高い枝肉で高くなる傾向にあった。あらさ指数1(5)、(10)および(20)と格付員によるBMSナンバーとの相関係数は、それぞれ0.75、0.49および0.17が推定され、細線化回数の増加にともない低くなった。また、脂肪交雑粒子の総画素数で除すあらさ指数2(5)、(10)および(20)と格付員によるBMSナンバーとの相関係数は、それぞれ0.32、0.16および0.06とさらに低く推定された。あらさ指数1は胸最長筋の総画素数で除して算出した値であるため、主観的にとらえられる脂肪交雑粒子のあらさが同程度であっても、BMSナンバーの低い(脂肪面積比の少ない)枝肉が、より低い値として評価されたと推察される。あらさ指数2は、脂肪交雑粒子の画素数で除した値であるため、脂肪面積比が高い枝肉においても、的確に脂肪交雑粒子のあらさをとらえることができるものと考察した。

画素数が最大の脂肪交雑粒子の画素数を、胸最長筋内部の総画素数で除すあらさ指数3は、あらさ指数1と同様に、脂肪面積比が高い枝肉で、高くなる傾向にあった。すなわち、あらさ指数3(5)、(10)および(20)と格付員によるBMSナンバーとの相関係数は、それぞれ0.28、0.17および0.14と正の有意な値(P<0.05)が推定された。一方、あらさ指数4(5)、(10)および(20)と格付員によるBMSナンバーとの相関係数は、それぞれ-0.09、-0.08および0.04が推定された。あらさ指数3および4は、あらい脂肪交雑粒子の中で、最大の画素数の粒子が指数式の分子であるため、最大画素である脂肪交雑粒子が胸最長筋内において大きな領域を占めている(図2-f)のような枝肉において、高い数値となる傾向にある。また、あらさ指数2と同様に、脂肪交雑粒子の画素数で除すあらさ指数4が、BMSナンバーと関係なく、脂肪交雑粒子のあらさを評価することができる独立した指標になるものであると推察された。

画像の細線化処理には、計算時間を要するため、本処理を大量の画像に対して適用するには、脂肪交雑粒子のあらさを的確に表現することのほかに、細線化処理回数が少ないこと、さらに、BMSナンバーや脂肪面積比との関連性の少ない値であることが望ましい。以上のことから、本研究では、脂肪交雑粒子のあらさをよりの確に表す指標として、あらさ指数2(5)およびあらさ指数4(5)を用い、両あらさ指数の詳細について検討した。

黒毛和種ならびに交雑種(2,259頭)から算出されたあらさ指数2(5)およびあらさ指数4(5)をそれぞれ降順に並び替え、上位6頭について、その胸最長筋の画像を、

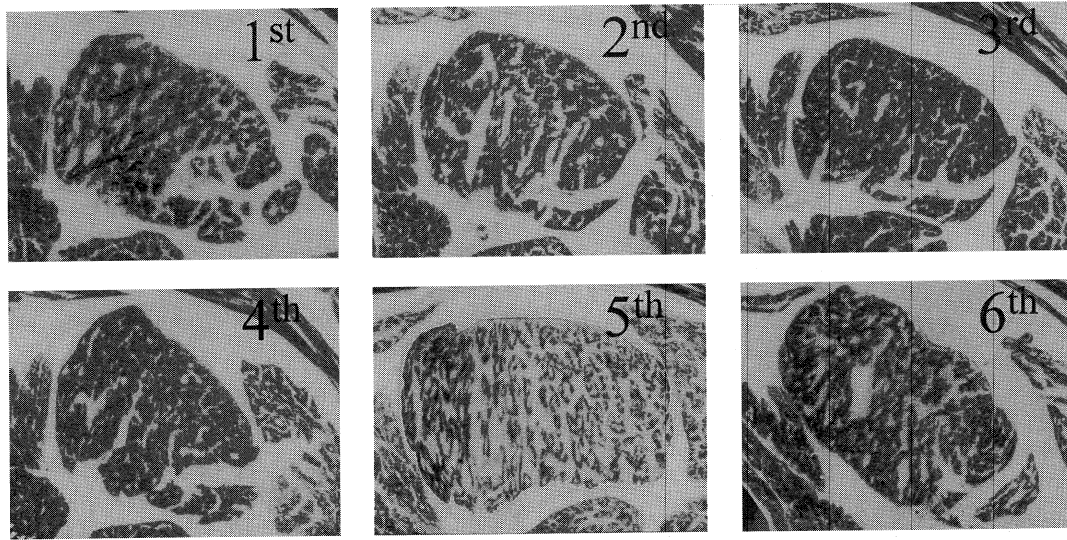


Fig. 3. Image of *M. longissimus dorsi* with high "Coarseness index 2 (5)" among 2,259 images. Coarseness index 2 (5) = Pixels after 5 round thinning and removing hairline / Pixel of marbling  $\times 100$ .

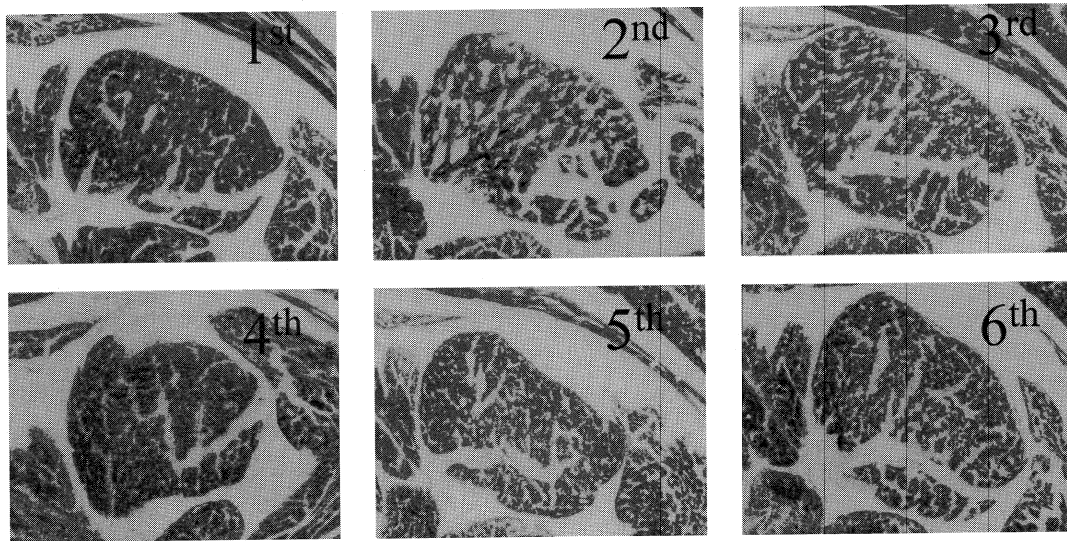


Fig. 4. Image of *M. longissimus dorsi* with high "Coarseness index 4 (5)" among 2,259 images. Coarseness index 4 (5) = Maximum pixel after 5 round thinning and removing hairline / Pixel of marbling  $\times 100$ .

それぞれ図3および図4に示した。あらさ指数2(5)が上位であった中に、脂肪交雑の程度が高い(図3-5位)枝肉が認められた。画像処理に要する計算時間を短縮するため、細線化回数を5回としたが、この図3-5位に示したサンプルのあらさ指数2(n)のランクは、細線化回数5, 10および20において、それぞれ5, 70および325

位を示し、また、あらさ指数4(5)の順位は、392位であった。

あらさ指数2(5)は、5回の細線化処理をし、線幅1の細線を除去した後の画素数を指数式の分子としていることから、図3-2位および6位に示したサンプルのように、複数のあらい脂肪交雑粒子が存在する場合には、高



脂肪交雑粒子のあらさの評価法

い値を取る傾向にあった。それゆえに、あらい粒子の最大画素数に基づくあらさ指数4(5)における図3-2位および6位の順位は、それぞれ26および52位であった。

一方、最大である脂肪交雑粒子のみの画素数を指数式の分子とした、あらさ指数4(5)が上位である画像を示した図4において、筋間脂肪が胸最長筋内に大きく入り込んでいる枝肉が多く認められた。したがって、あらさ指数4(5)は、肉質評価の上で望ましくない、いわゆる“かみあぶら”を評価する指標として用いる可能性が示唆された。以上の結果から、あらさ指数4(5)とあらさ指数2(5)を総合的に比較することにより、大きな“かみあぶら”が単独で存在するものか、あるいはあらい脂肪交雑粒子が複数存在するかを評価することが可能であろう。今後、あらさ指数を利用し、あらい脂肪交雑粒子が胸最長筋の輪郭線にどのように接しているかを感知させ、かみあぶらであるかそうでないかを判定可能となるよう、プログラムを改良していく予定である。

あらさ指数2(5)およびあらさ指数4(5)に対して、品種、性およびBMSナンバーの影響の有無について検討した。表3には、両あらさ指数に対する品種、性およびBMSナンバー別に、その最小自乗平均値を示した。品種および性の影響は、両あらさ指数に対し、高度に有意( $P<0.01$ )であった。すなわち、交雑種の脂肪交雑粒子が黒毛和種のそれに比較し、また、雌牛の脂肪交雑粒子が、去勢牛のそれに比較し、それぞれ有意に高い値を示した。これらのことは、交雑種ならびに雌牛において、いわゆる“かみあぶら”を含む、あらい脂肪交雑粒子が多く存在する可能性を示唆した。口田ら(1999b)は、黒毛和種、アバディーンアンガス種、マリーグレー種などを用い、品種による脂肪交雑粒子のあらさを比較し、評価法が若干異なるが、黒毛和種の脂肪交雑粒子のあらさが、他と比較し、細かいことを報告した。本研究の結果も、上記の報告を支持するものであろう。一方、BMSナンバーは、あらさ指数2(5)に対し有意であったが、あらさ指数4(5)には、有意な効果を示さなかった。このことは、あらさ指数2(5)と、BMSナンバーとの間に正の相関関係( $r=0.32$ )が存在することに起因した現象であると推察される。

著者らが実施したBMSナンバーの推定(口田ら2001)において、粒子面積が $0.1\text{cm}^2$ 以上の粒子の平均面積として定義した粒子のあらさの代わりに、本方法で得られたあらさ指数を用い、BMSナンバーを推定したが、精度の大幅な向上は認められなかった。しかしながら、平均面積として定義した粒子のあらさに比較し、本研究によるあらさ指数の方が、人間の感覚に対する符合の程

Table 3. Least square means for coarseness of marbling particles in the ribeye by breed, sex and BMS number

Source	Coarseness 2 (5) <sup>1</sup> (%)	Coarseness 4 (5) <sup>2</sup> (%)
Breed		
JB <sup>3</sup>	25.2 <sup>a</sup>	6.1 <sup>a</sup>
F1 <sup>4</sup>	28.1 <sup>b</sup>	7.4 <sup>b</sup>
Sex		
Steer	25.9 <sup>a</sup>	6.3 <sup>a</sup>
Heifer	27.4 <sup>b</sup>	7.1 <sup>b</sup>
BMS No.		
2	20.5 <sup>a</sup>	7.4 <sup>a</sup>
3	22.7 <sup>ab</sup>	7.0 <sup>a</sup>
4	24.2 <sup>b</sup>	6.7 <sup>a</sup>
5	25.6 <sup>bc</sup>	6.9 <sup>a</sup>
6	25.6 <sup>bc</sup>	6.4 <sup>a</sup>
7	25.9 <sup>bc</sup>	6.4 <sup>a</sup>
8	27.7 <sup>c</sup>	6.8 <sup>a</sup>
9	27.8 <sup>c</sup>	7.1 <sup>a</sup>
10	28.9 <sup>cd</sup>	6.3 <sup>a</sup>
11	31.4 <sup>de</sup>	7.3 <sup>a</sup>
12	33.4 <sup>e</sup>	5.7 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> Coarseness 2 (5) = Pixels after 5 rounds thinning and removing hairline/Pixel of marbling  $\times 100$ .

<sup>2</sup> Coarseness 4 (5) = Maximum pixel of marbling after 5 rounds thinning and removing hairline/Pixel of marbling  $\times 100$ .

<sup>3</sup> JB : Japanese Black.

<sup>4</sup> F1 : Japanese Black ♂  $\times$  Holstein ♀.

a, b, c, d, e Different superscripts in each source and trait mean significant difference ( $P<0.05$ ).

度が極めて高いことから、今後、肉質評価に利用できる変数であると考えられる。

以上のようにあらさ指数を用いて脂肪交雑粒子のあらさを的確に数値化することが可能となった。今後、脂肪交雑粒子のあらさについて、その遺伝的な特性を調査し、効率的な肉牛の改良に活用するための方策を検討することが望まれる。

謝 辞

格付データを提供いただき、脂肪交雑粒子のあらさを評価くださった(社)日本食肉格付協会帯広事業所の関係各位に感謝の意を表す。また、枝肉横断面の撮影に



協力していただいたホクレン，十勝農業協同組合連合会，北海道畜産公社十勝事業所の関係各位に深謝する。画像解析をサポートしていただいた帯広畜産大学家畜育种学研究室の丸山仁子さん，長谷川未央さんに謝意を表す。本研究の一部は，日本学術振興会科学研究費補助金（課題番号 11760189）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

- 広岡博之・松本道夫. 1997. わが国の牛枝肉市場における価格決定に関与する要因. 農業経済研究, 69: 229-235.
- 河田 聡・南 茂夫. 1994. 科学計測のための画像データ処理. 13-34. CQ 出版社. 東京.
- 口田圭吾・栗原晃子・鈴木三義・三好俊三. 1997 b. 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・栗原晃子・鈴木三義・三好俊三. 1997 a. 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.
- 口田圭吾・小西一之・鈴木三義・三好俊三. 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. 日本畜産学会報, 70: J106-J110.
- 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.
- Kuchida K, Tsuruta S, Van Vleck LD, Suzuki M, Miyoshi S. 1999. Prediction method of beef marbling standard number using parameters obtained from image analysis for beef ribeye. *Animal Science Journal*, 70: 107-112.
- 日本食肉格付協会. 2001. 牛枝肉格付値測定表示システム開発報告書. 1-69. 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.
- 高木幹雄・下田陽久. 1991. 画像解析ハンドブック. 第 1 版. 475-593. 東京大学出版会. 東京.
- 八巻邦次・長谷部正・伊藤房雄・氏家 哲. 1996. 買参人の牛枝肉価格の値付け要因. 1996 年度日本農業経済学会論文集, 175-179.

## Evaluation of Coarseness of Marbling in the Beef Ribeye by Computer Image Analysis

Keigo KUCHIDA, Mitsuyoshi SUZUKI and Shunzo MIYOSHI

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

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

The method of evaluating the coarseness of the marbling particle was examined by computer image analysis, and "Coarseness Index" was newly proposed. The effects of breed and sex on the "Coarseness index" were investigated. Digital color images of *M. longissimus dorsi* of 11 Japanese Black steers assigned as BMS No. 5 by grader were converted into binary image. First, the binary images were thinning by 5, 10 and 20 rounds maintaining the connection of pixels. Second, the hairline (width of line being 1 pixel) of thinned image was removed. Finally, the number of pixels after thinning and removing hairline was counted. Correlation coefficient between scores assigned by five skilled graders for the coarseness of marbling particle and "Coarseness index (CI2-5)" by computer image analysis was extremely high ( $r=0.96$ ). Thus, CI 2-5 was calculated dividing the number of pixels after 5 rounds thinning and removing hairline by the number of pixel of marbling immediately after the binarization. The existence of "occluded marbling" was confirmed for the images with high CI2-5 among the images of 1,821 Japanese Black (1,240 steers and 581 heifers) and 438 crossbred (Japanese Black ♂ × Holstein ♀, 277 steers and 161 heifers). The coarsenesses of marbling particles of crossbred and heifers were higher than those of Japanese Black and steers, respectively ( $P<0.01$ ).

*Nihon Chikusan Gakkaiho*, 73 (1) : 9-17, 2002

**Key words** : Image analysis, Coarseness of marbling particle, Japanese Black