

【今日の話題】

## 牛肉の格付における小ザシの取り扱いと改良の可能性

口田 圭吾

帯広畜産大学, 一般社団法人ミート・イメージ ジャパン

キーワード：牛脂肪交雑, 小ザシ, 画像解析, 遺伝的趨勢

BMS の評価は、1988 年に制定された BMS シリコン模型を使って行われてきたが、2009 年に脂肪交雑標準写真が取り入れられ、さらに 2014 年 3 月には、小ザシを考慮した標準写真の差し替えが行われた。BMS は脂肪交雑の量と形状の組合せにより決定されるが、新しい標準写真の導入は、全国統一的な判定をより実施しやすいものとした。小ザシの改良は現在の格付システムでは困難であるが、北海道での試験調査によれば、小ザシの遺伝率は 0.6 程度と高く、近年の BMS の改良により脂肪交雑の量は増えたが脂肪交雑の形状の改良スピードが鈍化していることが示された。新しい取り組みとして、全国を流通する格付面が狭い枝肉でも画像解析可能な写真を撮影できるようになり、今後の脂肪交雑形状の改良が期待される。

### BMS 標準写真の導入

わが国における牛枝肉の肉質評価は、通常（公社）日本食肉格付協会の格付員によって牛枝肉取引規格<sup>1)</sup>に基づき行われている。この規格は農林水産省畜産試験場の研究を基に制定され、肉量に関する項目を歩留等級、肉質に関する項目を肉質等級として判定する。肉質に関する項目は、「脂肪交雑」、「肉の色沢」、「肉の締まりおよびきめ」および「脂肪の色沢と質」の 4 項目である。これらの項目のうち「脂肪交雑」は、牛枝肉の第 6-7 肋骨間切開面における胸最長筋ならびに背半棘筋および頭半棘筋の脂肪交雑の程度を 12 段階（1:「脂肪交雑がほとんどないもの」～ 12「脂肪交雑がかなり多いもの」）の牛脂肪交雑基準（Beef Marbling Standard: BMS）に基づいて評価される。

この規格の導入により、牛脂肪交雑格付の判定精度の向上、全国統一の基準導入ということが一気に進むこととなった。しかしながら、当時の技術では、小ザシをシリコン模型の中に加味することができず、格付現場における脂肪交雑の状態と、シリコン模型との間に乖離が生じ、脂肪交雑の安定的な格付をしにくいものとな

せていた。導入から 20 年以上経過した 2009 年に脂肪交雑標準写真が取り入れられ、さらに 2014 年 3 月には、標準写真の差し替えが行われ、現在に至っている（図 1）。

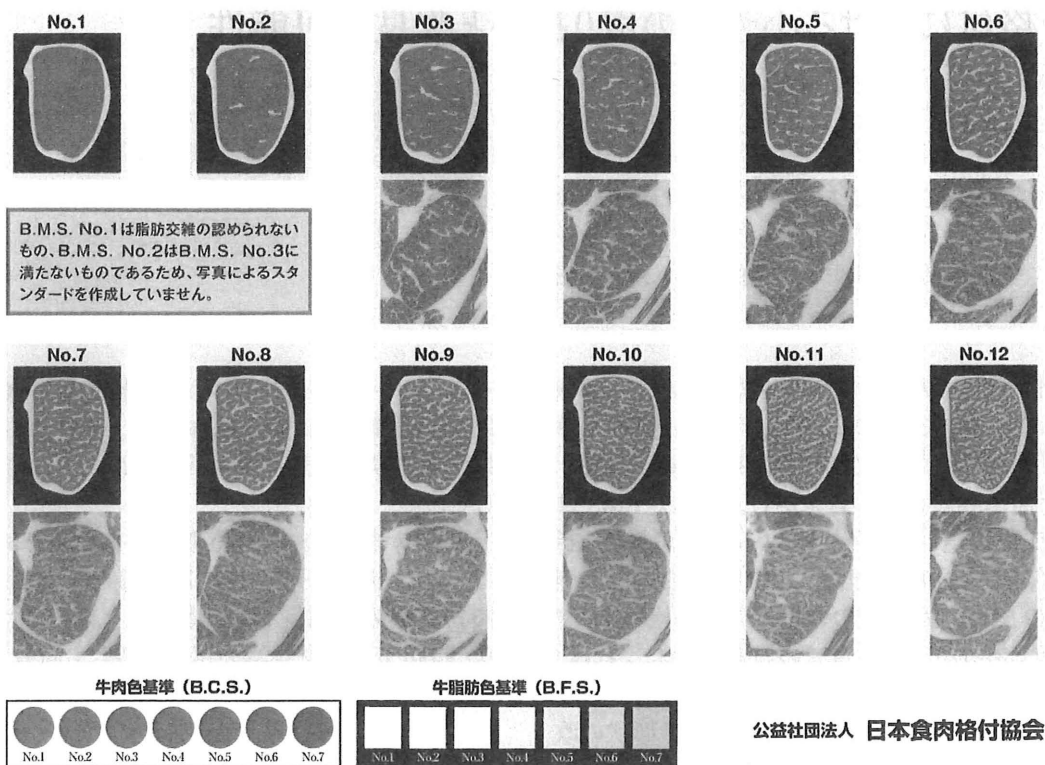
シリコン模型の BMS 標準模型を策定するに当たっては、BMS ナンバーとロース芯内脂肪面積割合ならびに脂肪交雑の周囲長が等差数列となるよう設定されており、脂肪交雑標準写真の選定の際にも両者が考慮されている。

### 脂肪交雑形状の画像解析

牛枝肉の客観的な手法として、画像解析を用いることが考えられる。これまで著者らが脂肪交雑のあらか<sup>2)</sup>や細かさ<sup>3)</sup>に関して、画像解析を行うことで牛枝肉の脂肪交雑の詳細な評価が可能であることを明らかにしてきた。しかしながら、従来法による細かさ指数は、単位面積当たりの脂肪交雑の細かい粒子の数を基準として開発したため、脂肪の量が多い枝肉のロース芯内では小ザシの入るスペースが小さく、脂肪面積割合の高い枝肉が不利となる問題点があった。2014 年には脂肪交雑の周囲長を基準とした新たな脂肪交雑形状の評価法について報告し、新細かさ指数として利用されている<sup>4)</sup>。前述した脂肪交雑標準写真も脂肪面積割合と新細かさ指数の組合せにより選定されており、新細かさ指数の概念は現在の BMS の格付に大きく反映されている。

著者らは、牛肉の横断面画像よりロース芯を抽出し、その部分を筋肉と脂肪交雑とに分離し、脂肪交雑の量を「脂肪面積割合」、形状を「新細かさ指数」により評価し、さらには「脂肪面積割合」と「新細かさ指数」からなるマトリックスを作成し、牛脂肪交雑を評価する方法に関して特許出願を実施した<sup>5)</sup>。BMS ナンバーの判定には脂肪交雑の量ならびに脂肪交雑粒子の形状が関与しているとされているものの、各段階で 1 枚の基準写真しかなく、様々な様相を呈する脂肪交雑を評価するには極めて

## 牛脂肪交雑基準 (B.M.S.)



公益社団法人 日本食肉格付協会

図1 現在の牛枝肉格付で利用されている牛脂肪交雑標準写真

熟練した経験が必要であった。これを解決するために、脂肪面積割合ならびに脂肪交雑粒子の形状を的確に数値化する画像解析手法を開発し、両者の形質からなるマトリックスを作成した結果、脂肪面積割合と新細かさ指数の組合せを利用することで、適切に脂肪交雑を評価可能となった。

これにより図2で示すような脂肪交雑の形状が極端なロース芯のBMSナンバーの全国統一的な判定に一定の基準を示すことができるようになった。日本食肉格付協会では、あらい脂肪交雑の画像データベースを作成し、統一的な判定が可能となるよう研鑽を積んでいる。

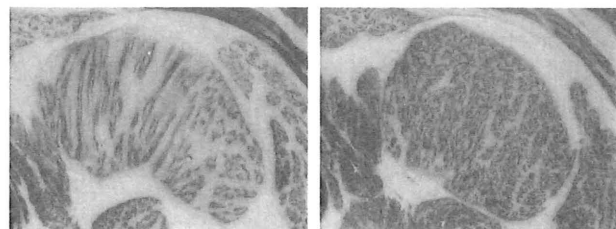


図2 脂肪交雑形状が極端なロース芯の例

### 脂肪交雑形状の遺伝的評価

北海道内で蓄積した黒毛和種の大規模データ(n=8,422)を利用して、枝肉格付形質ならびに小ザシを含む画像解析形質に関する遺伝的パラメータを推定した。表1は、画像解析形質の基礎統計量、分散成分および遺伝率を示した。最大粒子のあらさ指数およびロース芯複雑さを除く画像解析形質の遺伝率は中程度から高い値(0.33~0.79)であり、脂肪交雑の量や形状は表型値に対して遺伝的変異の割合が高く、十分に遺伝的改良ができることが示された。新細かさ指数の遺伝率は0.67と高い値を示した。

表2には、新細かさ指数と各枝肉格付形質間の遺伝および表型相関係数を示した。新細かさ指数は枝肉重量およびばらの厚さと低い正の遺伝相関(ともに0.20)があり、皮下脂肪厚と低い負の遺伝相関(-0.25)であったため、新細かさ指数を改良すると枝肉の充実度が望ましい方向へ向かうことが示された。BMSナンバーとの遺伝相関は0.69と高い値が得られた。BMSナンバーの基準となっている12段階のシリコン樹脂の模型の作製時、一つの基準として脂肪交雑粒子の周囲長を利用したことから、周囲長を取り入れた新細かさ指数はBMSナンバーと高い相関を示したことが示唆され

表1 北海道産黒毛和種の脂肪交雑に関する基礎統計量ならびに遺伝的パラメータ

画像解析形質	平均 ± SD	最小値	最大値	遺伝分散	残差分散	$h^2 \pm SE$
脂肪面積割合 (%)	46.0 ± 8.3	14.9	69.5	46.00	12.07	0.79 ± 0.05
あらさ指数 (%)	16.3 ± 5.0	1.5	49.6	13.35	8.84	0.60 ± 0.05
最大粒子のあらさ指数 (%)	4.0 ± 2.4	0.3	42.6	0.44	5.02	0.08 ± 0.02
細かさ指数 (個/cm <sup>2</sup> )	3.3 ± 0.5	0.8	5.1	0.13	0.14	0.49 ± 0.05
新細かさ指数	77 ± 11	35	120	0.69	0.42	0.67 ± 0.05
短径長径比	0.66 ± 0.07	0.38	0.95	15.24	30.74	0.33 ± 0.04
ロース芯複雑さ	1.10 ± 0.03	1.05	1.39	1.17	8.06	0.13 ± 0.03

表2 新細かさ指数と枝肉格付形質ならびに画像解析形質との間の遺伝ならびに表型相関係数

枝肉格付形質	遺伝相関	表型相関	画像解析形質	遺伝相関	表型相関
枝肉重量	0.20	0.18	脂肪面積割合	0.62	0.61
ロース芯面積	0.64	0.51	あらさ指数	-0.01	-0.12
ばらの厚さ	0.20	0.16	最大粒子のあらさ指数	-0.37	-0.23
皮下脂肪厚	-0.25	-0.15	細かさ指数	0.60	0.57
歩留基準値	0.59	0.46	短径長径比	0.27	0.15
BMS ナンバー	0.69	0.62	ロース芯複雑さ	0.01	0.04
BCS ナンバー	-0.26	-0.19			

る。新細かさ指数と脂肪面積割合間の遺伝相関は0.62と高い値を示したが、あらさ指数との間には-0.01とほぼ無相関であり、脂肪交雑のあらさと細かさは独立した形質であるといえる。新細かさ指数と最大粒子のあらさ指数間の遺伝相関は、-0.37と中程度の負の値を示した。最大粒子のあらさ指数はロース芯内において極端に大きな脂肪が入り込んでいる場合、高い値を示す。ロース芯内に大きな脂肪があると細かい脂肪の入る余地が小さいことが、新細かさ指数との間に負の関連性を示した原因と考えられる。新細かさ指数とロース芯形状の形質間に関して、短径長径比との間には0.27の遺伝相関があったが、ロース芯複雑さとの間は無相関だった(0.01)。一般に、ロース芯は扁平な形状よりたわら型が好まれ、ロース芯形状は複雑でない方が好まれる。新細かさ指数の改良を進めることで、ロース芯形状に影響を与えず、望ましいとされるたわら型へ改良ができることが示唆された。

新細かさ指数および脂肪面積割合に関して、繁殖雌牛の遺伝的趨勢を比較するために、それぞれの育種価を標準化し各年ごとに平均した値の推移を図3に示した。新細かさ指数および脂肪面積割合の平均予測育種価は1990年頃まではほぼ横ばいだが、それ以降増加傾向を示した。牛枝肉取引規格は1988年に改正され、枝肉外観による一元評価から量と質の二元評価になるとともに脂肪交雑の評価が現在の12段階となった。また以前から脂肪交雑の改良は行われていたが、1991

年の牛肉輸入自由化以降、輸入牛肉に対抗するためにより脂肪交雑へ重点を置いた改良が行われるようになった。さらに1991年には、フィールド情報を活用したアニマルモデルBLUP法の導入がなされた<sup>6)</sup>。このような背景から1990年以降、脂肪面積割合の育種価が急速に増加したと考えられる。繁殖雌牛に関して、新細かさ指数の標準化した平均予測育種価は、脂肪面積割合のそれと比較し緩やかな増加であった。2005年において脂肪面積割合の標準化予測育種価の平均は1.4であるのに対し、同年の新細かさ指数のそれは0.9であり、二つの形質間には高い遺伝相関があるにもかかわらず、約0.5標準偏差の差が認められた。このことから現在の黒毛和種の改良方向は、脂肪交雑の量に関して増加方向であるが、細かさに関して増加量が緩やか

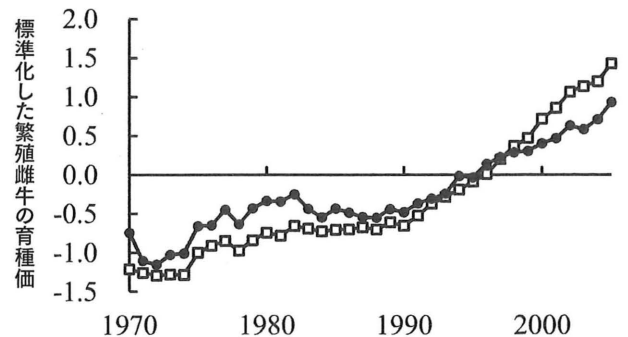


図3 新細かさ指数(●)および脂肪面積割合(□)の標準化した繁殖雌牛の育種価の推移

となっていることが明らかとなった。肉質に関して BMS ナンバーのみを用いた近年の改良は、あらい脂肪交雑粒子を増加させる可能性があり、改良にあたって留意する必要がある。

小ザシに関しては、著者らの研究グループによる複数の研究報告が実施されており、小ザシとアラザシの黒毛和種をしゃぶしゃぶで食べ比べた際、小ザシの肉の食味が高く評価されたこと、小ザシの枝肉単価(円/kg)はそうでないものと比べ 100 円程度高いことなどが示されてきた。

和牛、特に黒毛和種が目指すべき脂肪交雑の特徴は、図2の左側のアラザシではなく右側の小ザシであることは多くの人に支持されることであろう。それに加え、上述したように、遺伝的な改良が可能で、食味性もよく、枝肉単価も高いとなると、今後改良すべき形質の1つとなっていくものと信じている。しかしながら、現状の格付では、脂肪交雑に関わる記録が BMS ナンバー1つのみであり、例えば、BMS ナンバー8と判定された枝肉が、アラザシであったのか、小ザシであったのかは、格付明細からは推し量ることができない。

#### 一般社団法人ミート・イメージ ジャパンの取り組み

平成26年12月25日に発足した一般社団法人ミート・イメージ ジャパンでは、肉質評価の機械化ならびに画像情報、格付情報、さらには生産履歴を統合した畜産クラウドを構築し、将来のおいしい肉の生産に寄与することを目指している。特に、肉質評価の機械化に関しては、平成27年度日本中央競馬会畜産振興事業の牛肉のおいしさ分析・評価事業に採択されており、3年後の機械の完成が待たれるところである。この肉質評価のシステムを利用することで、小ザシの程度を瞬時に数値化し、またそれを蓄積させ改良事業などに応用することで、わが国の肉用牛、特に集団が大きく血統データの整備がしっかりしている黒毛和種をより良くしていくことに大きく寄与することが期待される。現在、中央食肉卸売市場を流通する牛枝肉を対象に、図4に示すような枝肉に対して試験撮影を実施しており、図5で示すような画像を得ることに成功している。機械による肉質評価の可能性がかなり高まっている。

肉質判定の最終判断は熟練した経験を持つ格付員であることに揺るぎはないが、機械により肉質評価を実施することで、これまでの枝肉格付の中で時間的制約により測定が困難であったリブロース面積、リブロース内筋間脂肪割合、サイコロ脂面積、皮下脂肪面積、僧帽筋面積、僧帽筋内脂肪交雑程度の評価、バラの面積と筋



図4 全国を流通する牛枝肉のほとんどを占める狭い切開面での枝肉格付

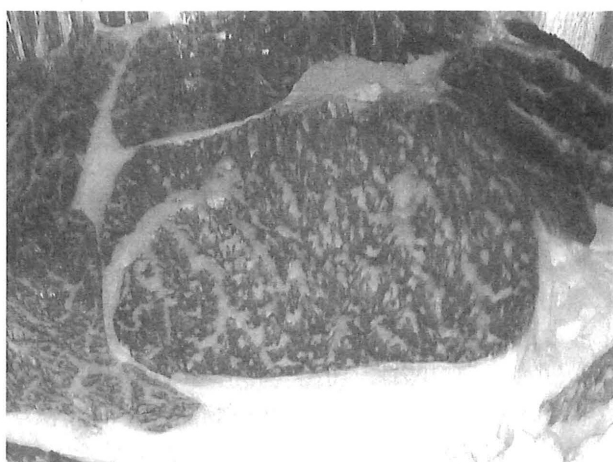


図5 現在開発中のカメラから得られるロース芯画像

間脂肪割合、バラの霜降りの程度なども画像解析により瞬時に測定可能となり、これらデータを生産現場にフィードバックし、次の生産の参考にしてもらえるようになることは、肥育技術の向上にもつながるものとなるであろう。

#### ま と め

消費者のニーズの多様化により、今後の和牛育種のターゲットをどこに置くかがきわめて重要となる。数十年後の家畜改良の目標を予想することは誰にもできないが、おいしい肉を国内の資源を利用して効率的にかつ安全に生産することに対して賛同してくださる方は多数いると信じている。貴重な遺伝資源である黒毛和種を含む和牛の遺伝的多様性を残しつつ、独自の膨大なデータ収集システムを構築し、それを活用することで、わが国の肉用牛生産を高度に発展させていくことが大いに期待される。

- 1) (公社)日本食肉格付協会, 牛・豚部分肉取引規格解説書, pp. 6-29, 日本食肉格付協会, 東京 (1988)
- 2) 口田圭吾, 鈴木三義, 三好俊三, 日畜会報, **73**(1), 9-17 (2002)
- 3) 口田圭吾, 大澤剛史, 堀 武司, 小高仁重, 丸山 新, 動物遺伝育種研究, **34**, 45-52 (2006)
- 4) 加藤啓介, 前田さくら, 口田圭吾, 日畜会報, **85**(1), 21-26 (2014)
- 5) 口田圭吾, 金井俊男, 脂肪交雑の評価法, 特願 2012-217934 (2009)
- 6) 向井文雄, 家畜育種研究会報, **17**, 34-64 (2009)