

【解 説】

# 牛枝肉横断面の画像解析技術とその応用

口田 圭吾

帯広畜産大学 教授, 一般社団法人ミート・イメージ ジャパン 副理事長

キーワード：画像解析, 新細かさ指数, 脂肪交雑

## 牛枝肉横断面に対する画像解析と写真による脂肪交雑基準

1988年4月に牛枝肉取引規格は総合評価式から歩留等級と肉質等級による分離評価方式の規格に改正されシリコン樹脂でできた畜試式模型における牛脂肪交雑基準 (Beef Marbling Standard ; BMS No.) をベースとした脂肪交雑の判定が開始された。当時の技術ではシリコン模型に小ザシを入れることができなかつたため、2008年に各BMSナンバーごとに参照用写真を作成し、2014年には脂肪面積割合や小ザシの程度を数値化した新細かさ指数を等差的に配置するなど改良を行った参照用写真を作成し、現在に至っている。BMSナンバーが脂肪面積割合と新細かさ指数との組み合わせにより評価可能であることについては、筆者と日本食肉格付協会により知財化され、2016年に特許が成立した (特許第6032640号)。また、新細かさ指数は、人間が感じる脂肪交雑の小ザシの程度を精度良く評価可能な数値である。

小ザシは重要な和牛の特質であると考えられているが、格付明細をベースに改良を行っている上では、小ザシの改良は不可能である。図1はロース芯内脂肪交雑の面積割合と新細かさ指数がどのように遺伝的に改良されているかを示したものであるが<sup>1)</sup>、BMSナンバーをベースに改良を行っている現状においては、小ザシよりも霜降りの量の改良のペースが速いことが確認できた。すなわち、現在のようにBMSナンバーを規準とした改良を行っていくと、霜降りの形状が粗くなってしまうことを示しており、ロース芯の高精細画像の収集とその育種改良への活用が求められている。

われわれの最近の研究成果は、旧北海道立工業試験場、早坂理工株式会社 (本社：札幌市) との共同研究により開発されたミラー型牛枝肉横断面撮影装置 (以下、ミラー型撮影装置) の寄与が大きい (図2)。この装置は、撮影距離、撮影角度、撮影照明を一定に制御された枝肉横断面の高精細画像を撮影可能である

ため、様々な画像解析形質を正確に得ることができる。脂肪交雑に関する画像解析技術も、ロース芯内の脂肪面積割合だけでなく、霜降りのあらさや細かさといった脂肪交雑の形状、詳細な肉色、脂肪色なども計測可能とする装置である。ミラー型撮影装置は、2005年に開発されて以降、国内に15台、海外に10台以上の販売実績があり、脂肪交雑を正確に評価するためのスタンダードなデバイスとなっている。

われわれの研究室ではミラー型撮影装置を地元の枝肉市場などの機会に利用し、これまでに数万頭の枝肉横断面画像を撮影してきた。蓄積されたデータをフルに使い、画像解析形質を用いたBMSナンバー判定に関

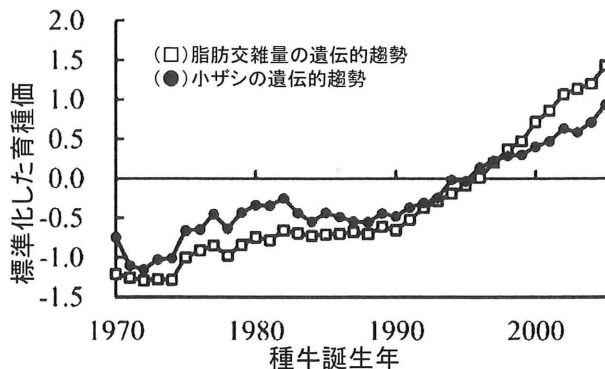


図1 種牛の誕生年ごとの改良スピードの推移

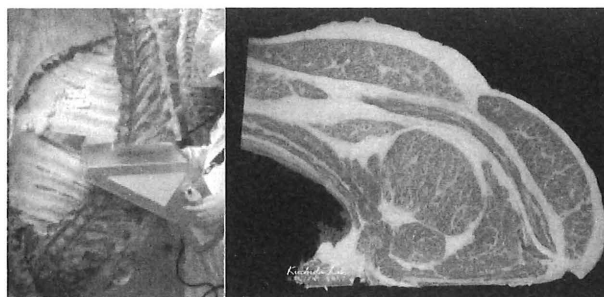


図2 ミラー型牛枝肉横断面撮影装置と得られた高精細デジタル画像



## 脂肪交雑の形状と枝肉単価との関連性

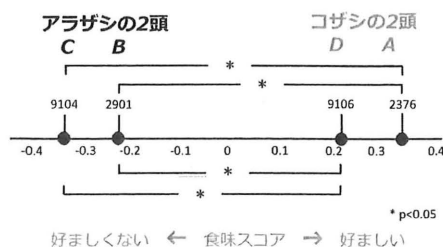
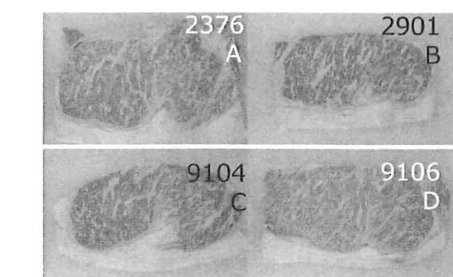
新細かさ指数を用いて脂肪交雑形状、特に細かい小ザシが枝肉単価に及ぼす影響を調査することを目的とした。材料牛は2005年から2013年に屠畜された黒毛和種去勢牛 (n=12,754) および交雑種去勢牛 (n=4,620) である。各品種でBMS No. ごとに新細かさ指数の平均値を算出し、BMS No. ごとに0.5標準偏差を基準に3段階(小ザシが少ない, 普通, 多い)に分類し、それぞれの平均枝肉単価を求めた。黒毛和種と交雑種の新細かさ指数の平均はそれぞれ76.8±10.7, 61.7±10.2であり、黒毛和種の方が有意に高かった (P<0.01)。表1に示すように、各BMS No. において「小ザシが多い (+)」の平均枝肉単価がおおむね高く、+と-の平均枝肉単価の差は、黒毛和種で20円 (BMS No.10) から198円 (BMS No.2), 交雑種で58円 (BMS No.6) から128円 (BMS No.4) の範囲であった<sup>2)</sup>。

## 脂肪交雑の形状が食味特性に及ぼす影響

黒毛和種の脂肪交雑の小ザシと食味官能評価との関係性を調査するために、29頭の黒毛和種去勢牛の中から、A4等級 (BMS 6または7) で、脂肪交雑形状に違いがある4頭を選び供試牛とした。このとき、2頭はアラザシを特徴とし残りの2頭は小ザシを特徴としたものであった。半冷凍状態のサーロインを1mm厚でスライスし、10mm間隔でスライス肉の撮影を行った。筋間脂肪を含まない直径6cmの肉片をしゃぶしゃぶとして供し、食味官能検査を行った<sup>3)</sup>。サーロインにおける脂肪面積割合および新細かさ指数の平均値は小ザシを特徴とした2頭で46.96% および158.93, アラザシを特徴とした2頭で48.29% および127.77であった。小ザシを特徴とする2頭の食味スコアは、アラザシを特徴とするものに比べ有意に高い (P<0.05) 値であった (図4)。

表1 黒毛和種における新細かさ指数 (NFI) レベルごとの枝肉単価および NFI レベル間の枝肉単価の差

BMS No.	黒毛去勢			NFI レベル間の枝肉単価の差		
	細かくない (-)	普通 (±)	細かい (+)	±と-	+と±	+と-
2	1,093	1,240	1,277	147	37	184
3	1,292	1,391	1,490	99	99	198
4	1,455	1,536	1,604	81	68	149
5	1,552	1,635	1,693	83	58	141
6	1,667	1,741	1,794	74	53	127
7	1,737	1,800	1,850	63	50	113
8	1,848	1,895	1,947	47	52	99
9	1,906	1,969	2,036	63	67	130
10	2,077	2,067	2,097	-10	30	20
11	2,157	2,255	2,215	98	-40	58
12	2,263	2,398	2,399	135	1	136



枝肉番号	2376 A	2901 B	9104 C	9106 D
種雄牛	SireA× MGS A	SireA× MGS B	SireA× MGS C	SireA× MGS D
等級	A-4	A-4	A-4	A-4
枝肉重量	565	477	431	508
コース芯面積	60	68	66	75
バラ部厚	8.8	8	8.5	7.8
皮下脂肪厚	2.5	3.3	2.3	2.7
BMS No.	7	7	6	6
C18:1	46.3	50.3	51.6	50.5
6-7横断面				
脂肪面積割合	55.2	59.4	54.3	55.6
あらさ指数	16.0	28.1	22.9	18.2
新細かさ指数	86.0	76.3	79.7	86.7
サーロイン平均				
脂肪面積割合	46.1	48.1	48.5	47.9
あらさ指数	12.7	19.0	19.9	15.5
新細かさ指数	156.8	122.8	132.7	161.1

図4 脂肪交雑の形状がしゃぶしゃぶで食したときの食味特性に及ぼす影響 (AとDが小ザシ)

### 狭い切開面の撮影を可能とする枝肉横断面撮影用カメラの開発

ミラー型撮影装置は、胸椎を完全に切り離した図2のような枝肉にのみ対応したカメラであり、通常の狭い切開面で取引される枝肉での取り扱いが不可能であった。ところが、胸椎を完全に切り離し取引される牛枝肉の割合は極めて少なく、画像解析による肉質評価を全国的に実施しようとする際の課題であった。そこで、平成27～29年度 JRA 畜産振興事業により図5で示すような狭い切開面に対応したカメラを開発し、図6のようなロース芯画像を安定的に撮影することに成功した。バーコードリーダーにより枝肉に貼付された情報を読み取り、ロース芯に対して15度の角度より撮影し、リアルタイムに台形補正ならびに輝度ムラ補正を実施する。装



図5 狭い切開面に対応した新しい枝肉横断面撮影装置 (MIJ-15)

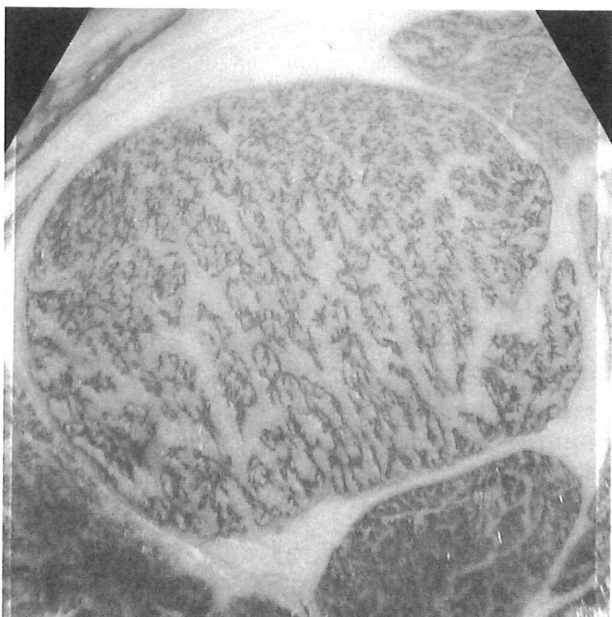


図6 MIJ-15 から得られたロース芯横断面画像

置内部の Single Board Computer が自動的にこれらの処理を実施する。撮影されたロース芯画像はリアルタイムにサーバーに転送され、サーバー側でロース芯の自動抽出、画像解析形質の算出を行う。現時点で、解析結果の算出までの処理を15秒以内で実施することに成功しており、将来的にはより短時間で、ロース芯面積、脂肪交雑の面積割合や新細かさ指数などで示される形状等を解析、表示可能となる。

### 枝肉画像データベースの開発と公開

ミラー型撮影装置などで収集した枝肉横断面画像は格付明細だけでは示すことができない様々な情報を包含している。これまで述べてきた脂肪交雑の形状のみならず、ロース芯を取り巻く筋間脂肪の状態やロース芯が望ましい俵型であるかどうかなどが一目瞭然である。また、生産者にとってはこれら情報を蓄積し、種雄牛ごとの傾向などをチェックすることが次の生産の有効な判断材料となる。そこで、これまで蓄積した枝肉画像などを効率的に利活用可能とするよう枝肉画像データベースを構築、北海道池田町のあか牛生産農家を対象に試験的に公開を始めた(図7)。生産者に付与されたIDならびにパスワードで同データベースにログインすると、当該生産者が出荷した枝肉の閲覧が可能となっている。「種雄牛別」ならびに「種雄牛と母方祖父の組み合わせ」による集計、閲覧が可能となっており、これについては、個人情報伏せた形で、データベース利用者全員で共有することについて同意をいただいた。さらには「普及にかかわる担当者」、「担当する飼料会社」が閲覧することについて同意を得ており、効果的に使うことで地域の肉牛生産をより良いものへと導くツールとなることが考えられる。

### 一般社団法人ミート・イメージ ジャパンとの取り組み

これまで紹介してきた事業の中でも、カメラ開発事業やデータベース構築事業については、大学が事業主体となってサービスを提供したり、販売することはなかなか困難である。そこで帯広畜産大学が所有するこれら食肉の画像解析による評価法の知的財産を最大限に活用することにより、客観的な肉質評価法の確立と、その広範な活用を目指し、一般社団法人ミート・イメージ ジャパンを設立し、これらの事業をより機動的に実施できるよう体制を整えた。

これからも、画像解析技術をベースとした肉質評価技術の精度を高め、肉用牛産業に貢献するような研究を継続していく所存である。



図7 MIJ 枝肉画像データベースを用いた種雄牛 X と母方祖父牛 Y との組み合わせによる産子の枝肉横断面画像検索結果

## 文 献

- 1) 加藤啓介, 前田さくら, 口田圭吾, 日畜会報, **85**, 21-26 (2014)
- 2) 竹尾麻紗美, 阿佐玲奈, 萩谷功一, 口田圭吾, 日畜会報, **87**, 253-257 (2016)
- 3) 阿佐玲奈, 岡本匡代, 佐々木可奈恵, 大井幹記, 竹尾麻紗美, 萩谷功一, 口田圭吾, 日畜会報, **88**, 139-143 (2017)