

# 超音波診断装置を利用した黒毛和種肥育牛の 早期産肉形質の推定

(2) 画像解析ソフトを利用した輝度による脂肪交雑基準値の推定

運天和彦 棚原武毅\* 砂川隆治 新田宗博

## I 要 約

肥育牛の生体時における脂肪交雑基準値（BMSNo.）を術者の熟練度に左右されずに客観的に推定するため、黒毛和種肥育牛50頭を用いて、超音波診断装置の画像を画像解析ソフトにより輝度の測定を行い、超音波画像を数値化することによってBMSNo.の推定が可能かどうか検討した結果以下のとおりであった。

1. 画像を120～200分割した正方形領域内の平均輝度を測定し、上下に隣接する正方形内平均輝度の差を求め、その値を標準偏差により画像の数値化（バラツキ度）を行いBMSNo.との相関を求めた結果、僧帽筋、菱形筋、背半棘筋および胸最長筋が観測できる部位（ロース部位）では、 $-0.5099$ 、広背筋、菱形筋および筋間脂肪が観測できる部位（バラ部位前半）では、 $-0.5545$ および広背筋および筋間脂肪が観測できる部位（バラ部位後半）では、 $-0.4818$ と3部位ともに1%水準で有意な負の相関が得られた。

2. 今回測定した肥育牛を用いて、BMSNo.8以上の7頭のロース部位、バラ部位前半および後半のバラツキ度の最大値を上限基準値として、3部位ともに基準値を下回るものをBMSNo.8以上と推定した場合の適合率は86.0%であった。

以上のことから、術者の熟練度によらない客観的なBMSNo.の推定が可能であることが示唆された。

## II 結 言

超音波画像診断装置による肥育牛のBMSNo.の早期判定技術は多くの報告があり、20～22ヵ月齢では肥育終了時の肉質等級5等級とそれ以下の等級の判定が予測可能であると示唆している<sup>1～5)</sup>。しかし、超音波画像によるBMSNo.の推定は、各部位の輝度の強弱によるコントラストを視覚によって主観的に判定するため、術者の熟練等により推定精度が異なることが予想される。

原ら<sup>5)</sup>は、客観的データである輝度を解析し、早期肉質の推定手法の開発を検討した結果、BMSNo.の推定は20ヵ月齢時で予測することが可能であると示唆している。しかし、超音波を用いた早期肉質判定技術については、未だに一般的な技術面に問題が残されているとも指摘している。

そこで本試験では、原らと同様に客観的な数値によるBMSNo.の推定を目的として、超音波画像を画像解析ソフトにより測定した輝度を用いて、画像のコントラストを客観的な数値に置き換えることにより術者の熟練度に左右されないBMSNo.の推定が可能かどうか検討した。

## III 材料および方法

### 1. 調査牛および調査期間

調査牛の概要を表1に示す。

調査牛は、当センターで肥育され2009年4月15日から2010年6月2日にと畜された24.7～30.5ヵ月齢の黒毛和種50頭（去勢47頭、雌3頭）を用いて、と畜の6日から34日前に超音波画像診断を実施した。

### 2. 測定方法

超音波画像診断装置（スーパーアイミート 富士平工業株式会社製）の測定は、牛体左側の第6および第7肋骨間となるように肩甲骨の後縁を確認し、指1本から指2本分後方に食用油を塗り牛体にプローブを密着させて測定を行い<sup>6)</sup>、超音波画像診断装置の設定は、表示倍率1倍、近距離ゲイン24、遠距離ゲイン1.5、画像調整ゲイン55およびフォーカスをF2、F3とした。

\* 現沖縄県中部農業改良普及センター

表1 調査牛の概要

単位：頭

性別	BMSNo.2	BMSNo.3	BMSNo.4	BMSNo.5	BMSNo.6	BMSNo.7	BMSNo.8以上	合計
去勢	5	12	8	6	4	6	6	47
雌	0	0	0	1	0	1	1	3
合計	5	12	8	7	4	7	7	50

超音波画像診断装置により得られた画像は、画像入力ソフト（CaptureEX 株式会社ライブラリー製）を用いてパソコンに直接入力し、濃度変位計測ソフト（Gray-val 株式会社ライブラリー製）により輝度の測定を行った。輝度は、0～255までの256段階で画像の明るさを表し、数値が大きくなるほど明るいことを示すものである。

輝度は、僧帽筋、胸最長筋および背半棘筋等が観測できる部位（ロース部位）と広背筋および腸肋筋等が観測できる部位（バラ部位）の2カ所において測定を実施した。

ロース部位では、図1に示すとおり、僧帽筋先端が画像の左上に観測できる位置で50mm×100mmの領域内を5mm×5mmの正方形に200分割し正方形内の平均輝度の測定を行った。測定した輝度は、僧帽筋、背半棘筋および胸最長筋等のコントラストを判定するため、図2に示すとおり隣接する正方形を列ごとに上から下方向へ輝度の差を求め、その値の標準偏差をロース部位のバラツキ度とした。

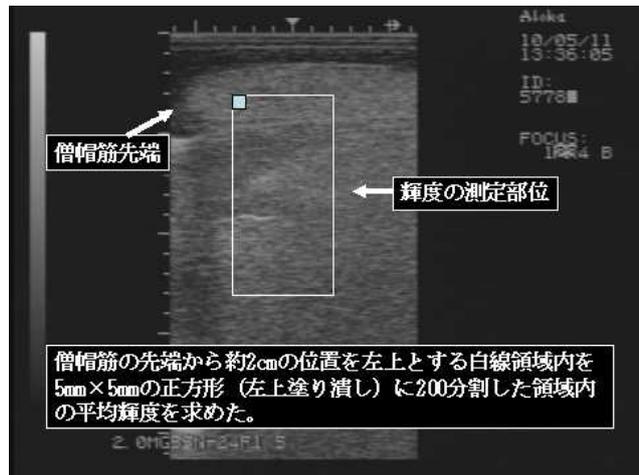


図1 ロース部位輝度の測定位置

A列	B列	C列	.	.	.	.	J列
A1	B1	C1	.	.	.	.	J1
A2	B2	.	.	.	.	.	.
A3	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
A19	.	.	.	.	.	.	.
A20	B20	.	.	.	.	.	J20

A1-A2 A2-A3 . . . A19-A20のように隣接した上下領域の差を求める。同様にB列～J列まで求め、その標準偏差を測定値とした。

図2 測定値の算出方法



図3 バラ部位輝度の測定位置

バラ部位は図3に示すとおり、僧帽筋先端が画像の右上に観測できる位置で80mm×150mmの領域を10mm×10mmの正方形に120分割して輝度の測定を行った。測定した輝度は、ロース部位と同様に列ごとの上

下方向に輝度の差を求め、図3のAの領域の標準偏差をバラ部位前半のバラツキ度、図3のBの領域の標準偏差をバラ部位後半のバラツキ度とした。バラ部位前半では広背筋と菱形筋および筋間脂肪のバラツキ度を、バラ部位後半では広背筋と筋間脂肪のバラツキ度を測定することを目的とした。

枝肉形質の実測値は、日本食肉格付協会の格付員の評価値を用いた。

### 3. 調査項目

#### 1) 枝肉形質とロース部位およびバラ部位のバラツキ度との関係

枝肉形質（胸最長筋面積、ばらの厚さ、皮下脂肪厚、BMSNo.、肉の締まりおよび肉のきめ）とロース部位、バラ部位前半および後半のバラツキ度との相関を求めた。

#### 2) BMSNo.とロース部位およびバラ部位のバラツキ度との関係

BMSNo.と各部位のバラツキ度との関係をそれぞれの測定部位ごとに検討を行った。

#### 3) BMSNo.8以上の推定

BMSNo.の推定は、今回測定したBMSNo.8以上の7頭の測定値を基に、ロース部位、バラ部位前半および後半のバラツキ度の最大値をBMSNo.8の上限基準値として、3部位ともに下回るものをBMSNo.8と推定した。

適合率は、実測値との比較により求め輝度によるBMSNo.8以上の推定精度を検討した。

## IV 結果および考察

### 1. 枝肉形質と各部位バラツキ度との相関

枝肉形質と各部位バラツキ度の相関を表2に示した。

表2 枝肉形質と各部位バラツキ度との相関

	ロース部位	バラ部位前半	バラ部位後半
胸最長筋面積	-0.2564	-0.4912**	-0.4401**
ばらの厚さ	-0.1537	-0.3890**	-0.4324**
皮下脂肪の厚さ	0.1995	0.0620	0.0966
BMSNo.	-0.5099**	-0.5545**	-0.4818**
肉の締まり	-0.4891**	-0.5494**	-0.4703**
肉のきめ	-0.4816**	-0.5453**	-0.4720**

注) \*\*:  $p < 0.01$ ,  $n = 50$

BMSNo.と肉の締まりおよびきめは、各部位バラツキ度と有意な負の相関を示した。胸最長筋面積およびばらの厚さは、バラ部位前半および後半において有意な負の相関を示し、皮下脂肪厚は3部位ともに有意な相関が無かった。

肉の締まりおよび肉のきめがBMSNo.と同様の相関を示したことは、筋肉中の水分含量と脂肪含量が超音波画像におけるコントラストに影響を与えるものと推察された。

### 2. BMSNo.と各部位バラツキ度との関係

BMSNo.と各部位バラツキ度との関係を図4～図6にグラフとして示した。

バラツキ度は、3部位ともにBMSNo.が高くなるにつれて低くなる傾向が見られ、3部位のバラツキ度により上限値を設定し、3部位ともに上限値を下回れば5等級と推定できることが考えられた。

### 3. BMSNo.の上昇と各部位バラツキ度との関係

BMSNo.4以下を3等級区、BMSNo.5～7を4等級区、BMSNo.8以上を5等級区とした区分ごとの相関を表3に示した。

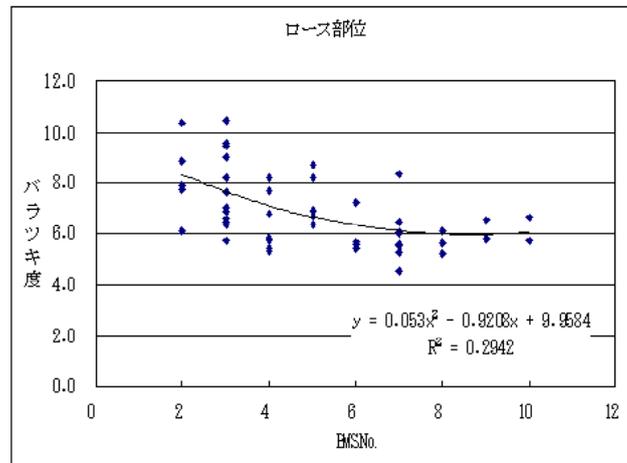


図4 BMSNo.とロース部位バラツキ度の関係

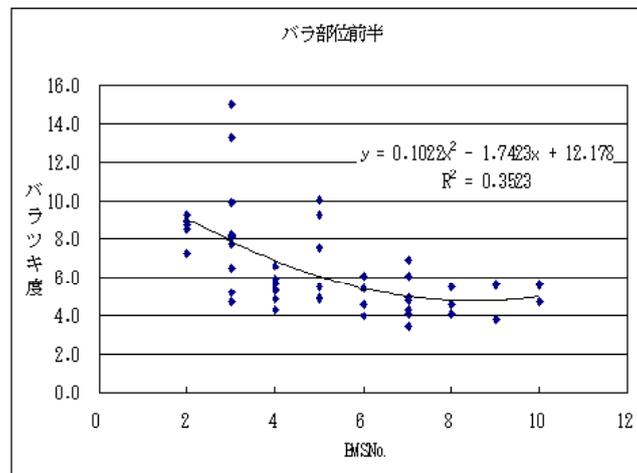


図5 BMSNo.とバラ部位前半のバラツキ度の関係

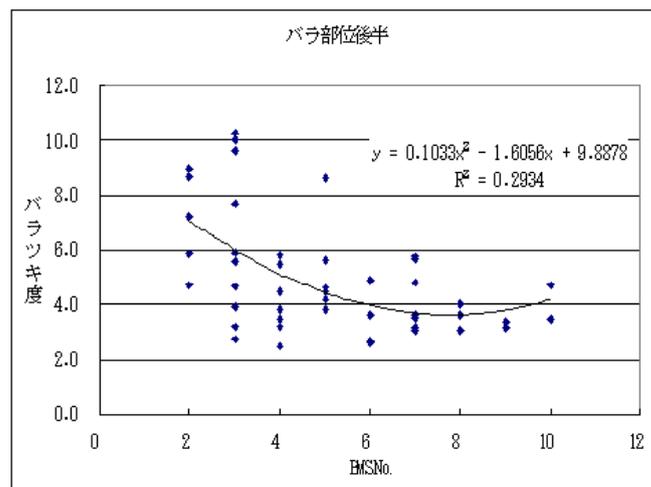


図6 BMSNo.とバラ部位後半のバラツキ度の関係

表3 等級区における各部位バラツキ度とBMSNo.の相関

部 位	全 体 (n=50)	3等級区 (n=25)	4等級区 (n=18)	5等級区 (n=7)
ロース	-0.5099**	-0.4054*	-0.5451*	0.5058
バラ前半	-0.5545**	-0.4822*	-0.5395*	0.2614
バラ後半	-0.4891**	-0.4900*	-0.2491	0.3809

注) \*\*: p < 0.01, \* : p < 0.05

ロース部位のバラツキ度は、3等級区および4等級区において有意な負の相関を示し、等級が上がるにつれて相関も高くなる傾向が認められた。しかし、5等級区では有意でないものの0.5058と正の相関を示した。同様な傾向がバラ部位のバラツキ度にも認められた。

BMSNo.は胸最長筋内の脂肪の交雑状態により決定されるが、超音波画像におけるロース部位の診断では、胸最長筋周囲の僧帽筋、菱形筋、背半棘筋、胸最長筋とその間の脂肪組織とのコントラストによって診断される。5等級区において有意ではないが3等級および4等級区とは逆に正の相関が示されたことは、胸最長筋内の脂肪の交雑状態よりも胸最長筋周囲の僧帽筋、菱形筋および背半棘筋の脂肪の交雑状態が低いため、あるいは水分含量が高いためにバラツキ度が上昇したものと推測された。

これらのことから、超音波による画像診断では、僧帽筋等の周囲組織は胸最長筋よりも上部にあるため、それら周囲組織の脂肪の交雑状態が胸最長筋内の脂肪の交雑状態よりも低い場合にはBMSNo.を実測値よりも低く推定し、逆に周囲組織の脂肪の交雑状態が胸最長筋よりも高い場合はBMSNo.を実測値よりも高く推定してしまうことが推測された。バラ部位においても同様に広背筋の脂肪の交雑状態により推定値と実測値に誤差が生じてしまうことが推測された。

#### 4. BMSNo.の推定と適合率

BMSNo.8以上のバラツキ度を表4に示した。

各部位の上限値は、ロース部位では6.680、バラ部位前半では5.640、バラ部位後半では4.699であった。この値をBMSNo.8以上の上限値とした場合に推定されるBMSNo.8以上と推定される頭数を表5に示した。

表4 BMSNo.8以上のバラツキ度

BMSNo.	ロース部位	バラ部位前半	バラ部位後半
8	5.260	4.560	3.993
8	6.108	5.467	3.629
8	5.659	4.053	3.091
9	6.571	5.625	3.182
9	5.811	3.809	3.406
10	<b>6.680</b>	4.675	3.506
10	5.758	<b>5.640</b>	<b>4.699</b>

注) 下線太字を5等級上限値として設定した。

表5 適合率

単位：頭，%

BMSNo.	2	3	4	5	6	7	8以上	合 計
実測数	5	12	8	7	4	7	7	50
BMSNo.8以上	0	0	2	0	2	3	7	14
BMSNo.7以下	5	12	6	7	2	4	0	36
適合数	5	12	6	7	2	4	7	43
適合率	100.0	100.0	75.0	100.0	50.0	57.1	100.0	86.0

バラツキ度の上限値によりBMSNo.8以上と推定された肥育牛は50頭中14頭であり、14頭の内BMSNo.7が3頭、BMSNo.6が2頭、BMSNo.4が2頭であった。BMSNo.6および7は肉質等級が4等級であるため、胸最長筋の周囲組織や広背筋の脂肪の交雑状態がBMSNo.8以上の枝肉に近い状態である可能性が考えられた。

今回検討した方法では、測定部位を正確に判断できれば、術者の熟練度に左右されない客観的なBMS No.の推定が可能であることが示唆された。また、この技術を利用して生体時におけるBMS No.の推定を行うことにより、肉質の要望に応じた出荷先の決定が可能となり、ブランド流通の3原則である定時、定量、定質出荷を推進し沖縄ブランドの確立に寄与できることが考えられた。

## V 引 用 文 献

- 1) 宮腰雄一・本間暁子・梅崎薫・森山則男(1995)超音波肉質測定装置を利用した黒毛和種肥育牛の早期肉質判定, 新潟畜試研報, **11**, 17-22
  - 2) 宮島恒晴・森田三郎・白石恭二(1999)超音波による黒毛和牛種去勢牛の脂肪交雑の早期推定技術, **36**, 13-15
  - 3) 徳丸元幸・堤知子・大園正陽・原田宏(1999)黒毛和種去勢肥育牛の超音波診断装置を用いた枝肉形質の早期推定, 鹿児島肉用牛改良研究所研報, **4**, 1-8
  - 4) 徳丸元幸・久徳輝幸・山元隆志・川久保耕三・横山喜世志(2001)超音波測定による去勢肥育牛の枝肉形質の発育様相ならびに脂肪交雑等級の早期予測, 鹿児島肉用牛改良研究所研報, **5**, 9-14
  - 5) 原恵・矢内清恭・森口克彦(2003)超音波診断装置を活用した黒毛和種肥育牛の脂肪交雑推定手法, 福島畜試研報, **10**, 41-44
  - 6) 独立行政法人家畜改良センター (2004) 超音波診断装置による牛の肉質診断法, 5-67
- 
- 研究補助：下地貴士，下里安志，久田友美，仲程正巳，玉本博之，宮里政人