

# 新たな流通戦略を目指した肉用牛の品質評価システムの開発

## 2 超音波による肥育牛の栄養度判定

新居 康生・岡久 靖司・林 和徳

### 要 約

畜産研究所及び農家肥育牛について超音波診断装置を用い、10ヶ月齢（導入時期）から30ヶ月齢（出荷時期）まで定期的に体表5部位について皮下脂肪厚、ロース芯面積、筋間脂肪厚、バラ厚の測定を行い、枝肉成績との関連性について検討を行った。今年度は昨年度に引き続き、定期測定を継続した結果、各皮下脂肪厚、ロース芯面積、筋間脂肪厚、バラ厚とも漸増傾向にあった。また県内外の出荷牛52頭について画像解析ソフトPopimagingにより求めた超音波画像ロース部位のテクスチャー解析結果と画像解析ソフトMarblingにより算出した枝肉のロース芯内脂肪率（粒子面積1cm<sup>2</sup>以上）について関連性を調べた結果、解析項目の平均において相関が0.77(P<0.01)と最も高かった。

### 目 的

本県は中国四国地域において有数の肉牛肥育県であるとともに、関西地区への牛肉供給基地となっている。更に銘柄牛「阿波牛」を有し、ブランド化を図っているが、その飼養方法については極めて閉鎖的であり一般には開放されていない。一方、子牛市場においては十分粗飼料を食い込んだ牛よりも、早くから濃厚飼料多給で飼育された、いわゆる“見たために発育良好な子牛”の方が市場で偏重される傾向にあり、皮下脂肪、筋間脂肪の厚い子牛が増えているのが現状である。

特に枝肉流通において脂肪交雑を偏重する余り、肥育開始直後から濃厚飼料多給による枝肉脂肪過剰蓄積や代謝疾患が発生しており、牛の栄養状態を客観的に判断することが求められている。

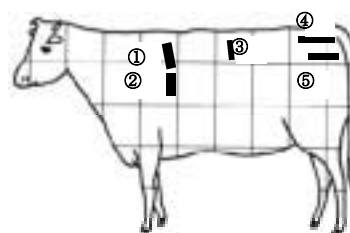
超音波診断については古くから肉牛の生体評価方法として利用され、特に枝肉価格の決定に大きな影響を及ぼす脂肪交雑基準（以下、BMSNo.）の判定に超音波診断装置が利用され、多くの試験研究機関でもそれに関する報告がされているが<sup>1)2)3)4)5)6)</sup>、依然として、その判定には熟練を要し、BMSNo.の推定は非常に高度な技術といえる。

今年度は、昨年度に引き続き、肥育牛の経時測

定を実施し、枝肉成績との関連性について検討を行った。

### 材料及び方法

超音波診断機器はスーパーアイミート900型（株富士平工業）を用い、研究所繫養牛及び農家肥育牛延べ計281頭について実施した。超音波測定条件はBモード画像においてメインゲイン53、コントラスト4とし、イコライザーの設定は写真1に示すとおりとした。測定箇所は図1に示すように①の部位で皮下脂肪厚、ロース芯面積、脂肪交雑、②の部位で皮下脂肪厚、筋間脂肪厚、バラ厚を③～⑤部位では皮下脂肪厚の測定を行った。測定時期は導入月齢を10ヶ月齢、出荷月齢を30ヶ月齢と想定し、定期的（10、13、16、18、20、24、27、30ヶ月齢）に測定を行った。なお、計測は超音波診断



①:皮下脂肪、ロース芯面積、BMS ③、④、⑤:皮下脂肪  
②:皮下脂肪、バラ厚、筋間脂肪

図1 測定部位及び項目



写真1 超音波イコライザー設定状況

装置から静止画像記録装置 MV シリーズ (株) TEAC) MO ファイルに取り込んだデジタル画像を用い、同社製画像解析ソフト PL-A7500J により行った。

調査項目は図1に示す皮下脂肪厚、ロース芯面積、脂肪交雑、筋間脂肪厚、バラ厚を測定し、枝肉成績との関連性について解析を行った。今年度は出荷が終了した15検体について出荷時ロース芯面積の推定を行った。

また定期調査の終了した肥育牛及び県内外の出荷牛52頭について画像解析ソフト Popimaging (有) デジタル・ビーングキッズ) により超音波画像のロース部位についてテクスチャー解析を行い、出荷後の枝肉について脂肪交雑評価用ソフト Marbling (帯広畜産大学口田<sup>7)8)9)</sup>) により算出したロース芯内脂肪率との関連性について解析を行った (図2, 3)。テクスチャーの解析方法は空間濃度レベル依存法 (エネルギー, エントロピー, 相関, 局所一様性, 慣性), 濃度レベル差分法 (コントラスト, 角度別2次モーメント, エントロピー, 平均, 逆差分モーメント) により実施した。空間濃度レベル依存法は, 画像における濃度  $i$  の画素から  $\theta$  方向に距離  $d$  だけ離れた画素の濃度が  $j$  である確率  $P(i, j)$ , ( $i, j=0, 1, 2, \dots, n-1$ ) を要素とする同時生起行列を求め, その行列から次に示すテクスチャーの特徴を求める方法であり, エントロピー計算における  $\log$  は自然対数 (底 =  $e$ ) を用いている。濃度レベル差分法は, ある画素から  $\theta$  方向に距離  $d$  だけ離れた画素の濃度差が  $k$  であ

る確率  $P(k)$ , ( $k=0, 1, 2, \dots, n-1$ ) を要素とする行列を求め, その行列から次に示すテクスチャーの特徴を求める方法であり, エントロピー計算における  $\log$  は自然対数 (底 =  $e$ ) を用いている。Popimaging では,  $\theta$  として  $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$  の4方向,  $d$  として 1, 2, 4, 8 の4種類の距離を利用しており, 距離  $d$  は解析サイズとして変更することができる。今回, 使用した条件は色: 青, 距離  $d$ : 1 とした。また, 解析値は  $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$  の4方向の値が算出され, これに対する逆数, 対数, 対数の逆数値も併せて算出した。

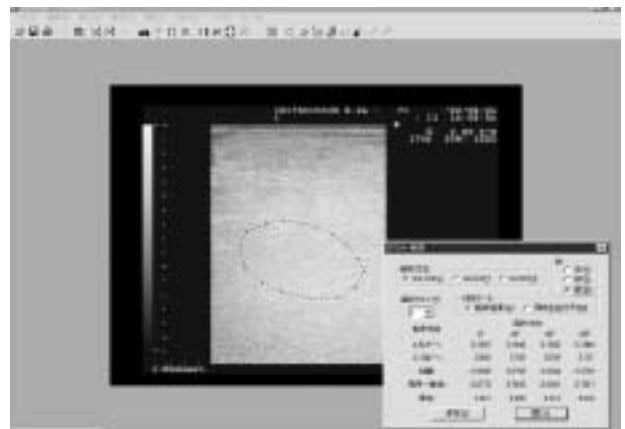
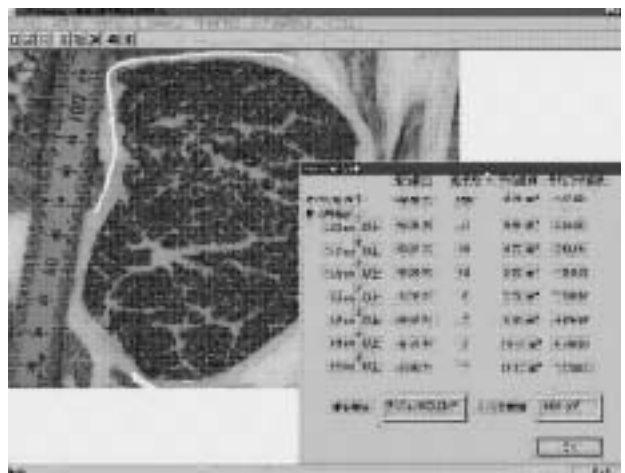


図2 画像解析ソフト Popimaging



脂肪交雑粒子割合: 46.32% (脂肪交雑粒子面積  $0.1\text{cm}^2$  以上)

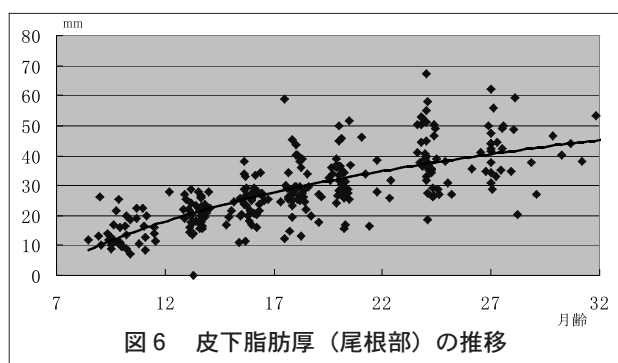
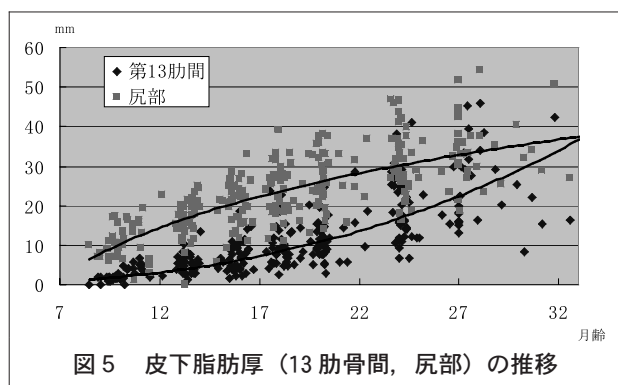
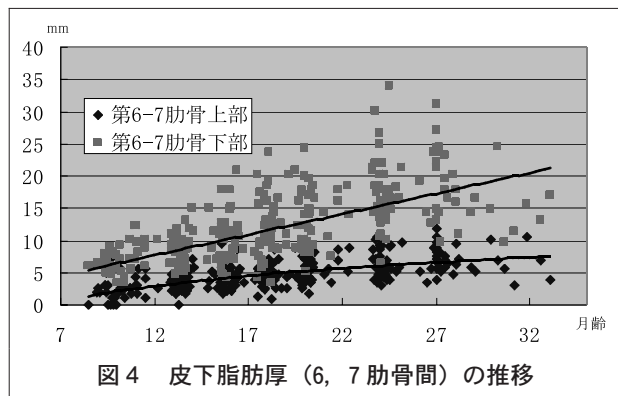
図3 ロース芯内脂肪率の算出 (Marbling)

## 結果及び考察

### (1) 皮下脂肪厚

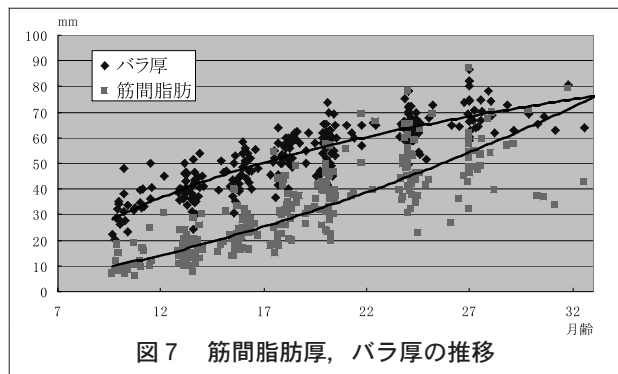
皮下脂肪厚については体表5部位とも肥育の進

行とともに漸増傾向にあった (図 4, 5, 6)。



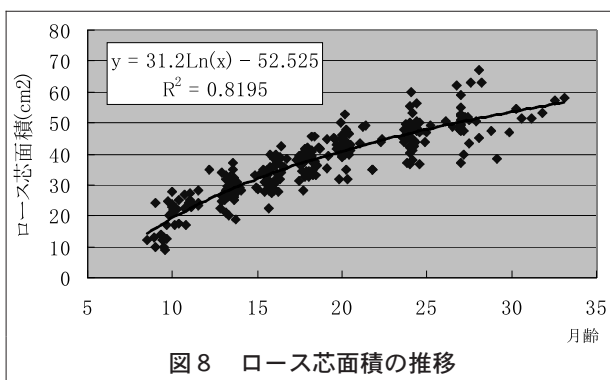
## (2) バラ厚, 筋間脂肪厚

バラ厚, 筋間脂肪厚については皮下脂肪厚に比べ, バラツキは小さく推移する傾向にあった (図 7)。

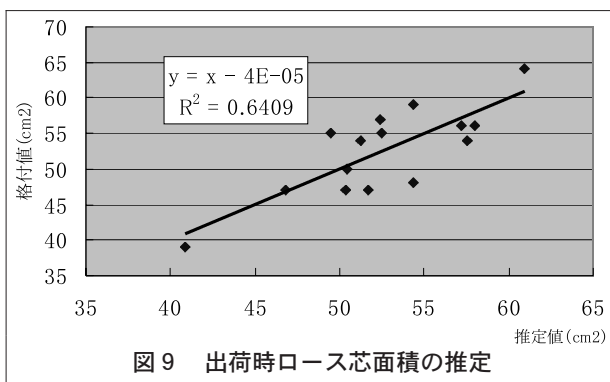


## (3) ロース芯面積

ロース芯面積は加齢と共に増加傾向にあった (図 8)。

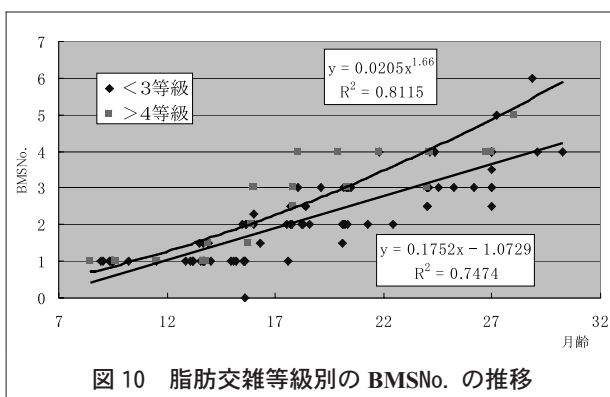


また, 出荷が終了した 15 検体について 20 ヶ月齢時のロース芯面積, 体高, 胸囲, 筋間脂肪厚から重回帰分析によって出荷時ロース芯面積の推定を行った (図 9)。



## (4) 脂肪交雑 (BMSNo.)

肥育が終了し, 枝肉成績が判明した 15 検体の脂肪交雑等級別の BMSNo. の推移を図 10 に示す。18 ヶ月齢と 20 ヶ月齢の超音波画像の比較により, およそ 20 ヶ月齢頃よりロース芯内に脂肪交雑粒子の増加が確認された。



(5) 画像解析ソフト Popimaging によるテクスチャー解析

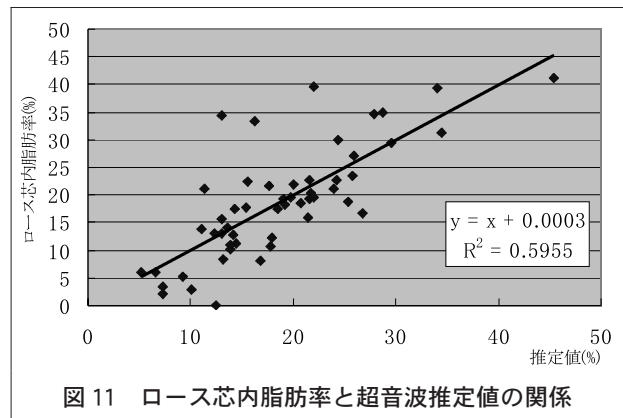
超音波画像の輝度に係る画像解析を利用したBMS評価の試みは撫ら<sup>10)</sup>, 原ら<sup>11)</sup>により報告がされているが, Popimaging ソフトを利用したテクスチャー解析の試みは川田ら<sup>12)</sup>が行っている。今回, 川田らが超音波診断装置の500型を用いたのに対し, 900型を使用し, Popimaging はバージョンアップ版 (Ver. 3.10) を用いた。これにより従来は矩形領域に対するテクスチャー解析しか行えなかったものが, 任意領域の形状に対するテクスチャー解析が可能となった。また川田らはテクスチャー解析とBMSNo.との関連性について報告しているが, 今回はテクスチャー解析とロース芯内脂肪率について検討を行った(表1, 図11)。ロース芯内脂肪率は脂肪交雑粒子の大きさ毎(全体, 0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1 cm<sup>2</sup>以上)に算出しており, 今回, テクスチャー解析値と最も関連が高かったのは粒子面積1 cm<sup>2</sup>以上のものであった。ただし, 超音波画像については同一牛, 同一条件においても牛の僅かな挙動により得られる画像がその都度, 異なるため, 画像により, テクスチャー解析値に若干の違いが認められた。

今後は, 経時的測定を継続するとともに, 枝肉成績との関連性について調査を行うこととする。

表1 テクスチャー解析とロース芯内脂肪率との関係

解析項目	相関係数	解析値
平均	0.77 **	逆数
コントラスト	0.74 **	1/対数
慣性	0.72 **	1/対数
相関	0.66 **	1/対数
エントロピー	0.64 **	逆数
局所一様性	0.53 **	1/対数
逆差分モーメント	0.53 **	1/対数
角度別モーメント	0.50 **	1/対数
エネルギー	0.31	逆数

\*\* : p<0.01  
n=52



参考文献

- 1) 氏家ら 宮城県畜試研報, 4:1-6. 1990
- 2) 梅北ら 鹿児島県畜試研報, 25:41-47. 1993
- 3) 原田ら 和牛: 3-11. 1995
- 4) 宮腰ら 新潟県畜試研報, 11:17-22. 1995
- 5) 原田ら 日畜会報, 67:651-666. 1996
- 6) 徳丸ら 鹿児島県肉用牛改良研報, 6:9-14. 2001
- 7) 口田ら 日本畜産学会報, 68:853-859. 1997
- 8) 口田ら 日本畜産学会報, 68:878-882. 1997
- 9) 口田ら 日本畜産学会報, 71:224-231. 2001
- 10) 畜産技術協会 肉用牛高度肥育技術確立推進事業マニュアル, 9. 1998
- 11) 原ら 福島県畜試研報, 10:41-44. 2003
- 12) 川田ら 日本畜産学会報講演要旨, 106. 2002