

VOL. 10 2010

# 横断的共同研究報告

Reports of Division Crossing Cooperative Research

平成 21 年度

栃木県試験研究機関連絡協議会

## はじめに

地域における産業の振興や、環境、医療・福祉などの様々な分野の課題を解決するために、科学技術の果たす役割は大きなものがあります。また、その振興による県民生活の向上が期待されています。

そこで、県では「地域産業の高度化と新規産業の創出」、「豊かで快適な県民生活の実現」、「創造性豊かな人材の育成・確保」を基本目標とする「栃木県科学技術振興指針」を策定し、創造の気風あふれる”とちぎづくり”を目指して、総合的・計画的な科学技術振興の取り組みを推進しているところです。

栃木県試験研究機関連絡協議会は、こうした科学技術振興指針を踏まえ、県試験研究機関相互の技術交流・情報交換及び横断的共同研究の円滑な推進を図ることを目的として、平成11年度に設置されました。生活・保健環境系、工業系、農業系及び林業系の9の県試験研究機関から構成されています。

この報告書は、当連絡協議会に参加する試験研究機関によって平成21年度に取り組みされた横断的共同研究の研究成果を取りまとめたものです。

この研究成果が広範に活用されますとともに、本県科学技術振興の一助となれば幸甚に存じます。

平成22年8月

栃木県試験研究機関連絡協議会

## 目 次

〔横断的共同研究報告〕

脂肪交雑推定システムの性能向上と  
診断データのデータベース構築 1

〔栃木県試験研究機関連絡協議会設置要領〕 5

## 脂肪交雑推定システムの性能向上と 診断データのデータベース構築

枝野 龍之\* 岡 英雄\* 川田 智弘\*\*

The performance enhancement of marbling score estimating system  
And database construct of diagnosis data

Tatsuyuki EDANO, Hideo OKA, Tomohiro KAWADA

超音波肉質診断は、超音波が家畜の体内を伝播する際に物理的特性の異なる筋肉組織、脂肪組織等の境界面で反射される特性を利用し、この反射波を測定して体内の状態を非破壊的に把握する技術である。県畜産試験場ではこの技術を肉牛に応用し、筋肉の発達や脂肪の厚さ、脂肪交雑(霜降り)の状態を生きたまま観察することにより肥育農家の指導を行っている。本研究では、畜産試験場と共同で超音波肉質診断画像から画像解析を行い、客観的な脂肪交雑の推定をするシステムの開発を行ったので報告する。

Key Words : 超音波診断, 画像解析, 脂肪交雑

### 1 はじめに

県畜産試験場では、超音波診断技術を利用した生体における肥育牛の肉質診断を行い肥育農家の技術指導等を行っている。その中で超音波画像から脂肪交雑(BMS No.)を推定することは、技術者の熟練度合いによって推定結果に差が生じてしまうという問題がある。そこで客観的な脂肪交雑を推定するシステム開発を目的とし、H20年度より県畜産試験場と共同での研究を始めた。

H20年度は対象とする超音波画像を「高脂肪交雑(BMS No.8以上)」、「低脂肪交雑(BMS No.7以下)」のどちらかに振り分けるシステムの開発を行った。

本年度は上記のシステムをもとに「脂肪の厚さやロース芯面積等を計測できる機能」、「脂肪交雑を推定する機能」、「診断データのデータベース化」を課題としてあげ、それらを実現できるシステムの開発に取り組んだ。

### 2 研究の方法

#### 2-1 計測機能の追加

実際の超音波肉質診断では、脂肪交雑推定の他に「脂肪の厚さ」や「ロース芯の大きさ」なども計っているためそれらの機能を組み込むこととした。

厚さの測定では、任意に引いた直線の両端座標から計算した値を二点間の距離とし、面積の測定では、多角形で対象とする箇所を囲みその領域のピクセル数を数え面積とする。また面積計測のための多角形による領域指定では、任意に囲ん



図1 超音波診断風景

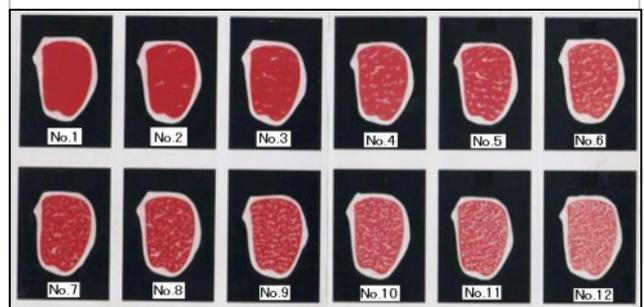


図2 牛脂肪交雑基準

左上のものがNo.1で右に行くほど等級が上がる。左下のものがNo.7で同様に右に行くほど等級が上がり、右下のものがNo.12で最高。

\* 栃木県産業技術センター 機械電子技術部

\*\* 栃木県畜産試験場 畜産技術部

だ後、その頂点位置を編集できるようにすることとした。

## 2 - 2 脂肪交雑 (BMS No.) の推定

画像のもつ重要な特徴のひとつにテクスチャがある。テクスチャは細かな模様パターンが一様に分布している状態で、人はテクスチャの違いを認識して画像における領域を区別している<sup>2)</sup>。そこで超音波画像の特徴を求めるため、H20年度に行った濃度ヒストグラム法によるものの他に、濃度共起行列から求められる特徴量の検討を行った。画像の濃淡  $i$  の点から角度  $\theta$  の方向に  $r$  だけ離れた点の濃淡  $j$  である確率  $P(i, j)$ , ( $i, j = 0, 1 \dots n-1$ ) を要素とする濃度共起行列を求め、そこから特徴量を求めるものである。そこから計算できる特徴量は数多くあるが、以下には今回解析を行った特徴量の式を示す。

$$ASM = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{n-1} P(i, j)^2 \quad (\text{角度別 2 次モーメント})$$

$$CRR = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{n-1} ijP(i, j) - u_x u_y}{(\sigma_x \sigma_y)} \quad (\text{相関})$$

$$ENT = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{n-1} P(i, j) \log(P(i, j)) \quad (\text{エントロピー})$$

$$IDM = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{n-1} \frac{1}{1 + (i - j)^2} P(i, j) \quad (\text{局所一様性})$$

$$INE = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{n-1} (i - j)^2 P(i, j) \quad (\text{慣性})$$

上記の特徴量および濃度ヒストグラムから求めた平均を含めた 6 つの特徴量に関して、格付けされている BMS No. 3 ~ 11 の 50 サンプルに対する解析結果を図 3 に示す。

## 2 - 3 診断データのデータベース化

本システムを運用するためには、多量の画像データや解析結果を管理するためのデータベース環境を整備する必要がある。

データベース運用の目的には新規の画像データを追加・整理することのほかに、解析対象の画像を既存のデータと照らし合わせ脂肪交雑の推定に利用したりすることが期待されている。ここではデータベースをあまり意識せずデータの検索や書き込み等ができるものの作製を行った。

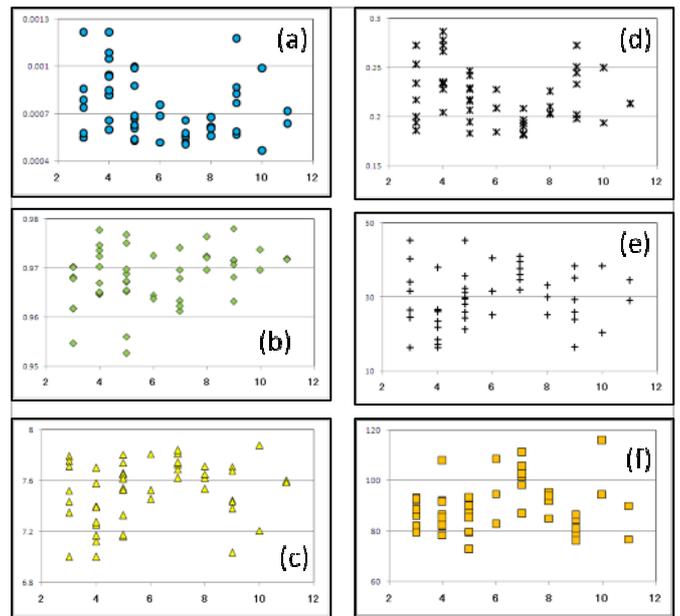


図 3 テクスチャ解析結果 (距離1、角度0°)

(a)角度別 2 次モーメント、(b)相関、(c)エントロピー、(d)局所一様性、(e)慣性、(f)平均 (横軸:BMS No。縦軸:それぞれの特徴量)

図 4 本システムの解析Form

### 3 結果および考察

#### 3 - 1 2点間距離および面積の計測

2点間の距離と面積の計測はそのままではピクセル数の表示になるため、mm(あるいはcm)単位で表示させなければならぬ。そこで超音波画像にある目盛り(1目盛り1cm表示)から1ピクセルあたりのサイズを読んだところ、およそ0.5mmであったのでそれを掛けたものを計測値として表示させた(図4)。しかしシステムを使って計測した値に対して同じ箇所部分の実測ができない現状があるため、どのくらいの精度があるかは検証できない。ここでの値はあくまでも参考数値としてとどめておく程度でしかない。

#### 3 - 2 超音波画像のテクスチャ解析

図3の結果から角度別2次モーメントや局所一様性などはBMS No.7,8付近を頂点とする二次関数的な特徴が見られる。しかし、ここから脂肪交雑の推定は不可能であるため、図4のように2つの領域[w]、[b]を指定し、領域ごとに前述の特徴量に基づいて算出した値に対して、その差([w] - [b])をしてみることにした。最終的にシステムに反映させた特徴量の結果のみ図5に示す。どのグラフにおいても「低脂肪交雑」にあたる部分では比較的線形になっているのが見てとれるが、「高脂肪交雑」のところではそこからはずれ不規則なプロットとなっている。

そこでまずは「低脂肪交雑」に分けられるものに関して脂肪交雑の推定を行うこととし、その部分における近似式(以下に示す)をそれぞれたててみた。

$$y = -0.00008x + (\text{角度別2次モーメント}) \quad \dots (1)$$

$$y = 0.007x - 0.024 (\text{相関}) \quad \dots (2)$$

$$y = 0.0098x - 0.144 (\text{エントロピー}) \quad \dots (3)$$

$$y = -3.732x + 10.81 (\text{平均}) \quad \dots (4)$$

(xはBMS No、yは[w] - [b]の値)

対象となる画像の解析結果としてyが求められ、上記の式からxの値も算出される。xの小数点以下を切り捨ておよび切り上げすることで、その画像におけるその特徴量でのBMS No.候補が2つあげられる(ただしx=3の場合の候補は3のみ、x>7での候補は7のみとした)。システムに反映させた特徴量は前述の4つなのでBMS No.候補は最大8つとなり、その平均の小数点以下を切り捨てたものを推定値とした。

#### 3 - 3 脂肪交雑推定結果の考察

これにより格付け判定済みのBMS No.7以下の66の画像サンプルにおいて解析・推定を行った。ここで格付け値に対して、推定値が±1の範囲に入っていれば正解としたので、正答数が53で正答率が80.3%という結果を得た(表1)。

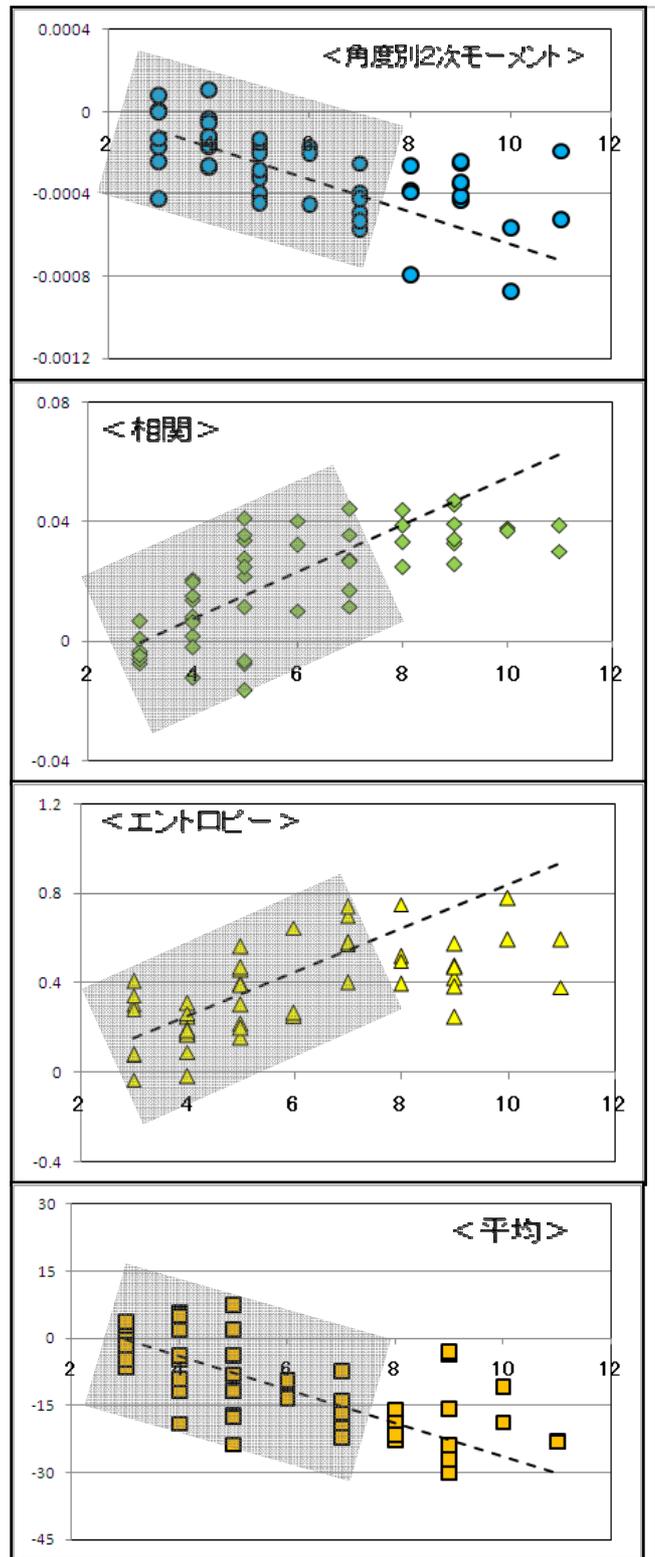


図5 特徴量ごとの2領域の差異  
(横軸:BMS No.。縦軸:それぞれの計算値)

表1 超音波画像サンプルの推定結果

BMS No	画像サンプルごとの解析による推定結果													正答率			
3	4	5	5	4	4	3	6	6									50.0
4	4	4	5	5	4	4	4	5	4	4	5	6	6	5			85.7
5	5	6	4	4	4	6	6	6	7	5	6	5	6	4	6	6	93.8
6	7	4	5	6	5	6	5	6	6	6	6	6	7	4	6		86.7
7	6	7	7	6	6	6	4	6	5	5	6	6	5				69.2

(網掛けされているセルのものが正解のサンプル)

表2 特徴量による推定結果の比較

	4つの特徴量		「相関」含まず	
	全体	BMS No.3~4	全体	BMS No.3~4
サンプル数	66	22	66	22
正答数	53	16	50	19
正答率	80.3%	72.7%	75.8%	86.4%



図6 データベース用のForm

ここで表1よりBMS No.3~4のものは比較的高めの推定値となっているのがみとれるが、これは推定に使用した特徴量で「相関」の推定候補値が高く出ているためである。牛肉の評価において、同じ「低脂肪交雑」と分類されたものでも判定員の格付けでBMS No.5~7とされたものと、BMS No.3~4とされたものでは市場での卸値にかなりの差が出てしまう現状があり、脂肪交雑の推定作業でもその見極めが重要になっている。「相関」を抜きにした3つの特徴量からの推定結果との比較(表2)では、全体の正答数は下がるがBMS No.3~4に限っては上がることになる。今後、解析サンプルが増えた場合、どのような推移をするか不明だが、本システムを使用した脂肪交雑推定の判別精度を全体のBMS No.に対してかあるいは比較的低いBMS No.側に重きをなすかは現場との検討・協議を必要とする。

### 3-4 診断データのデータベース化

今回、汎用データベースソフトであるMicrosoft Access形式のものを対象とした。図5に示すFormを作り、データベースソフトを立ち上げなくても「新規データの追加」、「既存データの変更」、「既存データの削除」、「条件入力による検索」といった基本的な操作を行えるものとし、画像の表示や新規データの場合には、解析後に推定された脂肪交雑の推定値を自動的にリンクさせ表示するようにした。

### 4 まとめ

今年度研究の成果物として、計画時にあげた計測機能、脂肪交雑推定機能、データベース機能の各課題を満たすシステムの開発をした。ただし脂肪交雑推定においては「低脂肪交雑」のもの限定である。また、「高脂肪交雑」の推定では、今回の手法では判別は不可能であるため別のアプローチを検討する必要があり今後の課題として残った。

しかし、農家の技術的あるいは経営的指導を行う現場レベルでは、低脂肪交雑に格付けされることで農家の経営的損失は高くなってしまふことを考慮すると、昨年度の成果とあわせ、高・低脂肪の振り分けを行い、低脂肪交雑のものに対し詳細な脂肪交雑の解析をすることは重要なことといえる。そういった意味においてはH20年度と今回の一連の流れによるシステムは現場で利用できる脂肪交雑推定の客観的な判断技術の確立となったと考える。

今後は肉質診断の画像サンプルが増え、解析・推定を行うことによりそのデータを本システムにフィードバックさせることでさらに精度の高いものにしてゆきたい。

最後に本研究の実施においてご助言頂きました、宇都宮大学大学院准教授 尾崎功一先生に深謝いたします。

### 参考文献

- 1) 川田智弘、福井えみ子、吉澤緑、日本畜産学会報、第79巻 第2号、P173-183 “テクスチャー解析による超音波診断画像評価に基づいた肉牛生体の脂肪交雑基準値の客観的推定について”(2008)
- 2) 高木幹雄、下田陽久 監修：“新編 画像解析ハンドブック”，(財)東京大学出版(2004)
- 3) 酒井幸市：“デジタル画像処理の基礎と応用”，CQ出版社(2007)
- 4) 枝野龍之、岡英雄、川田智弘：“栃木県産業技術センター研究報告”，6，91-94(2009)

## 栃木県試験研究機関連絡協議会設置要領

### (目的)

第1条 この協議会は、栃木県科学技術振興指針を踏まえ、県試験研究機関相互の技術交流・情報交換及び横断的共同研究の円滑な推進を図り、もって科学技術の振興に資することを目的とする。

### (名称)

第2条 この協議会は、栃木県試験研究機関連絡協議会（以下「連絡協議会」という。）と称する。

### (組織)

第3条 連絡協議会は、別表1に掲げる機関の長をもって構成する。

2 議長は、産業技術センター所長の職にある者をもって充てる。

3 議長は、連絡協議会を代表し、会務を総理する。

### (会議)

第4条 連絡協議会は、次の事項について協議、調整を行う。

1 県試験研究機関相互の技術交流・技術情報に関すること。

2 県試験研究機関の横断的共同研究に関すること。

3 その他特に目的を達成するために必要な事項。

2 連絡協議会は、必要に応じて議長が招集し、これを主宰する。

3 議長は、必要に応じて連絡協議会に別表1に掲げる機関の長以外の者の出席を求めることができる。

4 議長に事故ある時は、議長があらかじめ指名する者がその職務を代理する。

### (技術交流委員会)

第5条 連絡協議会には、県試験研究機関相互の技術交流・情報交換を推進するため、技術交流委員会（以下「交流委員会」）を置く。

2 交流委員会は、別表2に掲げる機関の長が指名した者をもって構成する。

3 交流委員会は、必要に応じて産業技術センター副所長が招集し、これを主宰する。

4 交流委員会は、必要に応じて委員会に委員以外の者の出席を求めることができる。

### (共同研究推進委員会)

第6条 連絡協議会には、県試験研究機関の横断的共同研究を推進するため、共同研究推進委員会（以下「推進委員会」）を置く。

2 推進委員会は、別表1に掲げる機関の長が指名した者をもって構成する。

3 推進委員会は、必要に応じて産業技術センター副所長が招集し、これを主宰する。

4 推進委員会は、必要に応じて委員会に委員以外の者の出席を求めることができる。

### (事務局)

第7条 連絡協議会の事務局は、産業技術センターに置く。ただし、連絡協議会の円滑な運営に必要な部局間調整、予算管理事務については、工業振興課において処理する。

### (その他)

第8条 この要領に定めるもののほか、会議の運営に関し必要な事項は、別に定める。

### 附 則

この要領は、平成11年4月30日から適用する。

### 附 則

この改正後の要領は、平成12年4月1日から適用する。

### 附 則

この改正後の要領は、平成15年4月1日から適用する。

### 附 則

この改正後の要領は、平成16年4月1日から適用する。

### 附 則

この改正後の要領は、平成21年6月5日から適用する。

別表 1 ( 第 3 条 ・ 第 6 条 関 係 )

栃 木 県 試 験 研 究 機 関 連 絡 協 議 会 構 成 機 関

保 健 環 境 セ ン タ ー
産 業 技 術 セ ン タ ー
農 業 試 験 場
水 産 試 験 場
畜 産 試 験 場
酪 農 試 験 場
県 央 家 畜 保 健 衛 生 所
林 業 セ ン タ ー
県 民 の 森 管 理 事 務 所

別表 2 ( 第 5 条関係 )

技術交流委員会構成機関

保 健 環 境 セ ン タ ー
産 業 技 術 セ ン タ ー
農 業 試 験 場
畜 産 試 験 場
林 業 セ ン タ ー

平成 2 1 年 度

横 断 的 共 同 研 究 報 告

Reports of Division Crossing Cooperative Research

平成 2 2 年 8 月 発 行

発 行 栃 木 県 試 験 研 究 機 関 連 絡 協 議 会

編 集 栃 木 県 産 業 技 術 セ ン タ ー 技 術 交 流 部

〒 3 2 1 - 3 2 2 4 宇 都 宮 市 刈 沼 町 3 6 7 - 1

TEL 0 2 8 - 6 7 0 - 3 3 9 1 FAX 0 2 8 - 6 6 7 - 9 4 3 0