

超音波画像のデジタル情報の利用と産肉形質の早期予測基準値

徳永忠昭・原田 宏・坂東島直人・川田洋一¹⁾・大山 敏¹⁾・横山喜世志²⁾・徳丸元幸³⁾
清野滋美²⁾・石田孝史

宮崎大学農学部動物生産科学講座, ¹⁾宮崎県家畜改良事業団, ²⁾鹿児島県肉用牛改良研究所, ³⁾鹿児島県出水農水改良普及センター

(2004年1月26日受理)

Application of Digital Information of Ultrasonic Scanogram and Early Prediction of Carcass Traits

Tadaaki TOKUNAGA, Hiroshi HARADA, Naoto BANDHOJIMA, Yoichi KAWATA¹⁾,
Toshi OYAMA¹⁾, Kiyoshi YOKOYAMA²⁾, Motoyuki TOKUMARU³⁾, Shigemi KIYONO²⁾,
Takafumi ISHIDA

Division of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Miyazaki, ¹⁾Livestock Improvement Association of Miyazaki, ²⁾Beef Cattle Improvement Laboratory of Kagoshima, ³⁾Izumi Agriculture Extension Center of Kagoshima

Summary: Ultrasonic techniques are in wide use for genetic improvements of meat production performance of beef cattle. The study was conducted in order to clarify that the ultrasonic scanograms changes with growth by using SEM-900 that had been developed by our laboratory. Experiments were done to clarify the relationships between marbling score and scanogram information, and to determine the growth patterns evaluating stages of carcass traits of fattening steers during progeny testing. It was necessary for the operator to adjust the Gain level according to the growth of cattle. Marbling score will be able to estimate objectively by use of digital information of ultrasound. According to the early prediction of final carcass traits of fattening steers, *M. longissimus thoracis* area can be predicted at 16 months of age, and same ways are 18 or 14 months of age for predicting marbling score or intermuscular fat and rib thickness, respectively.

Key words: Beef cattle, Carcass traits, Ultrasound

緒言

超音波診断装置利用による肉用牛の産肉能力に関する早期選抜に関して原田ら(原田, 熊崎 1979, 1980; 原田 1982; 原田他 1985; 原田 1995a, 1995b; 原田 1996)は産肉形質を高い精度で, 予測可能なことを認めており, 直接検定牛の産肉形質を後代牛やきょうだい牛の枝肉形質結果からではなく, 超音波を用い検定終了時あるいは, その後数ヶ月で直接種雄牛としての選抜を可能にできるという報告を行なっている。しかし, 診断装置は画像分解能の点で, 必ずしも十分なものとはいえない。そこで, 本研究では, 最近, 当研究室が中心となって開発した超音波測定器スーパー・アイ・ミートSEM-900を用いて, 個体の発育にともなう画像の変化, 脂肪交雑と画像情報との関連, および産肉形質の肥育にともなう経時的な変化についてそれぞれ検討した。

材料および方法

1. 供試材料

黒毛和種肥育牛を用い, 生体重約300, 400, および500 kg時にスキヤニングを行い, 診断装置のGain調整について検討した。また, 脂肪交雑と画像情報との関連を検討するため, 2000~2001年

に宮崎県で実施された現場後代検定調査牛11セット112(うち去勢牛62)頭を検定終了前にスキヤニングし, 得られた画像情報と屠殺解体後の脂肪交雑との関連性を検討した。なお, 脂肪交雑については, 3クラス(0~1-, 1~2-, 2以上)に分け, 検討した。さらに, 産肉形質の肥育にともなう経時的な変化を検討するために, 間接検定調査牛(宮崎県15セット137頭, 鹿児島県38セット301頭)を用いて産肉形質ごとの発育パターンに合わせて検討した。

2. 超音波測定方法

牛生体の超音波測定は, 生体左側第7胸椎部に接触媒体として, 植物性油を塗布し, スキヤニングした。脂肪交雑と画像情報との関連について検討するために用いた現場後代検定調査牛に関しては, 26ヶ月齢時に, 産肉形質の肥育にともなう経時的な変化を検討するために用いた間接検定調査牛に関しては, 10, 12, 14, 16, 18および20ヶ月齢時に超音波スキヤニングした。

なお, 測定には, リニア探触子による多重周波数の超音波測定器(スーパー・アイ・ミートSEM-900およびSEM-500, 富士平工業株式会社)を用いた。

$$\hat{Y}_{ij} = \mu + S_i + T_j + \alpha_1 (A_{ij} - \bar{A}) + \alpha_2 (A_{ij} - \bar{A})^2 + \beta_1 (W_{ij} - \bar{W}) + \beta_2 (W_{ij} - \bar{W})^2 + e_{ij}$$

where,

\hat{Y}_{ij} : each observation,

μ : overall mean common to all observed values,

S_i : fixed effect of the i^{th} sire ($i=1\sim 53$),

T_j : fixed effect of the j^{th} stage of testing period

($j=1$: 10 months of age after the birth, 2 : 12 months of age after the birth, 3 : 14 months of age after the birth, 4 : 16 months of age after the birth, 5 : 18 months of age after the birth, 6 : 20 months of age after the birth.)

α_1, α_2 : coefficient of linear or quad regression of initial months of age (A),

A_{ij} : months of age at progeny testing start,

\bar{A} : mean of initial months of age of each observation,

β_1, β_2 : coefficient of linear or quad regression of initial weight (W)

W_{ij} : weight of age at progeny testing start,

\bar{W} : mean of initial months of age of each observation,

e_{ij} : residual effect of each observation.

Fig. 1. LSMLMW PC-2 ver. of Harvey also be used by fitting the model.

3. 超音波画像情報の収集方法

画像情報の収集に関しては、超音波測定器 SEM-900で新しく装備されたR-mode（ある一定以下の強度のエコーをカットすることによりノイズや多重反射を防ぐ機能）で測定した超音波画像をスキャナで取り込み、市販の画像処理ソフトを用いて、画像の平坦化・コントラストの均一化といった処理を行った後、輝度・ピクセル数等の画像情報を得た。

4. 統計分析方法

間接検定調査牛の胸最長筋横断面積、筋間脂肪厚、バラ厚および脂肪交雑の超音波推定値を分析対象形質としてHarvey（1990）の最小自乗分散分析を行い、月齢区分ごとの各形質推定値の発育曲線を推定した。なお、要因効果として種雄牛、測定回次を母数効果に、また測定月齢および体重への一次および二次回帰を取り上げた。間接検定調査牛における最小自乗分散分析に用いた数学モデルは、それぞれFig. 1.に示すとおりである。

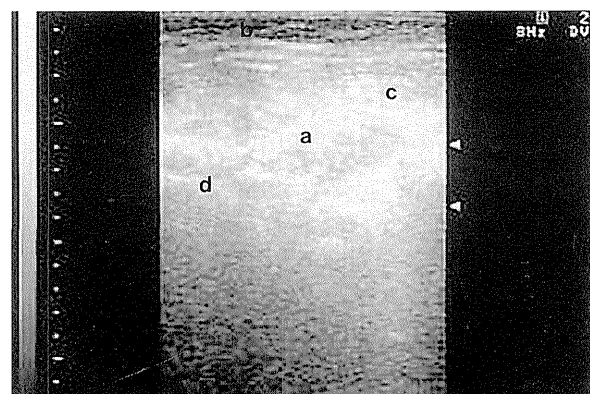
結果および考察

1. 新装置による個体の発育にともなう画像の変化

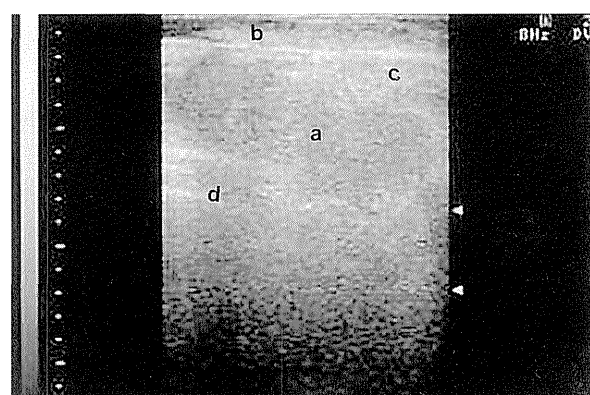
個体の発育にともなう超音波画像はFig. 2.に示すとおりである。肥育前期の個体（約300 kg）の画像は、他の画像と比較しても、装置のベースとするGainでは遠距離の部位（体深部）の反射波が過度に強くでることが認められた。一方、肥育中～後期（約500 kg）の個体では逆に弱くなり、今回の個体では、胸最長筋横断面の体深部側半分が確認できなかった。これは、個体の発育にともない体構成の厚みが異なるわけであり、それによって超音波の伝播様相が違ってくることに起因しているものと推察される。以上のことから、超音波測定を行なう時は、スキャニング時の個体の発育に合わせ、本研究で用いたスーパー・アイ・ミート SEM-900で蓄積脂肪の程度によって若干異なるが、生体重約400 kgを境に、Gain調整を行なう必要があると認められた。

2. 脂肪交雑と画像情報との関連

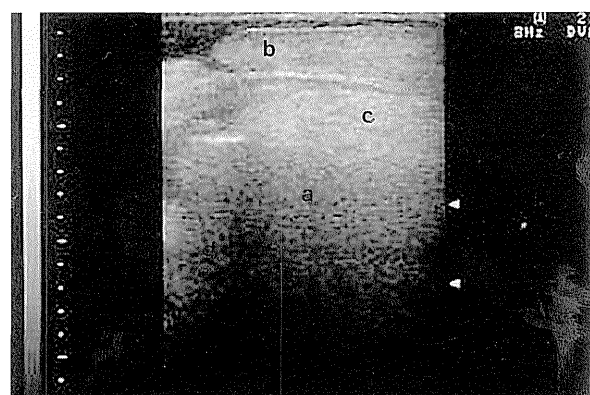
肉質と超音波画像情報との関連に関しては、枝肉格付けされた脂肪交雑を3クラス（0~1⁻, 1~2⁻, 2以上）に分けたところ、屠殺前スキャン



300kg



400kg



500kg

Fig. 2. Changes of ultrasonic reflection picture corresponding with growth.

Letters in these figures are as follows: a-M. longissimus area, b-M. trapezius, c-M. spinalis thoracis, and d-Rib bone., Scale (left): 1 cm.

グによる画像上の胸最長筋内特定レベルの反射波の出現率平均値はFig. 3.に示すように、それぞれのグループで $2.3 \pm 0.2\%$ 、 $2.7 \pm 0.2\%$ および $2.9 \pm 0.2\%$ であった。また、この画像情報と枝肉判定値との相関係数は 0.68 ($p < 0.01$)であった。さらに、脂肪交雑のクラス分けを3クラスに分けた時に、1~2⁻のクラスがサンプル数的にも多かった

ことから、このクラスを細かく分け5クラス(0~1-, 1, 1+, 2-, 2以上)に分けて、さきほどの画像情報を検討してみた (Fig. 4.). 胸最長筋内特定レベルの反射波出現率平均値はGroup 5-1から順に $2.3 \pm 0.2\%$, $2.7 \pm 0.3\%$, $2.7 \pm 0.2\%$, $2.7 \pm 0.3\%$ および $2.9 \pm 0.2\%$ であった. 画像情報と枝肉判定値との相関係数は0.61 ($p < 0.01$) と3クラスに分けた時よりも低い値となった. これは1~2-内のクラス分けを細かくしたものの画像上においてそれともなう相違があまり現れにくかったものと示唆された. 主観的な判断要素の多い脂肪交雑において、客観性の向上をはかることが必要とされている. 韓牛を用いた実験であるが、肉質等級(特に脂肪交雑)に関して63.1%の精度

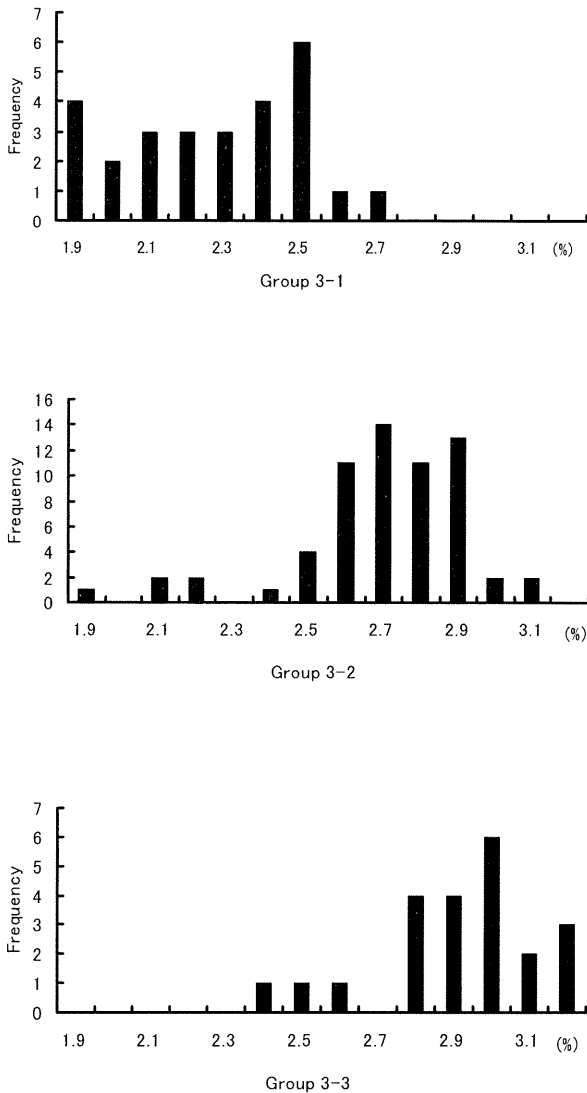


Fig. 3. Distribution of a specific luminosity level rate of group 3.

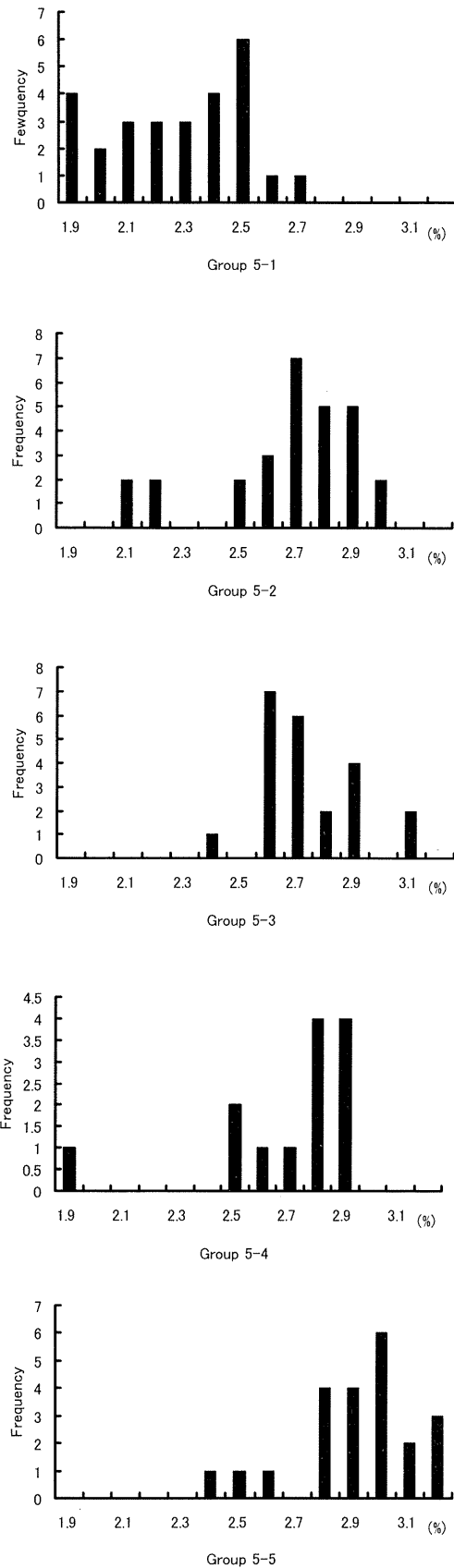


Fig. 4. Distribution of a specific luminosity level rate of group 5.

で予測することができたと報告 (Y. H. Song *et al.* 2002) されている. 本研究においても, 胸最長筋内特定レベル等の画像情報をより検討していくことにより, さらなる脂肪交雑の客観性向上をはかることができるのではないかと考えられた.

3. 産肉形質の肥育にともなう経時的な変化

本研究で用いた供試牛の産肉形質の経時的変化をプロットしたものをFig. 5.に示した. 月齢が進むにつれ, どの形質においても最大値から最小値までの差 (バラツキ) が大きくなっていることが認められた.

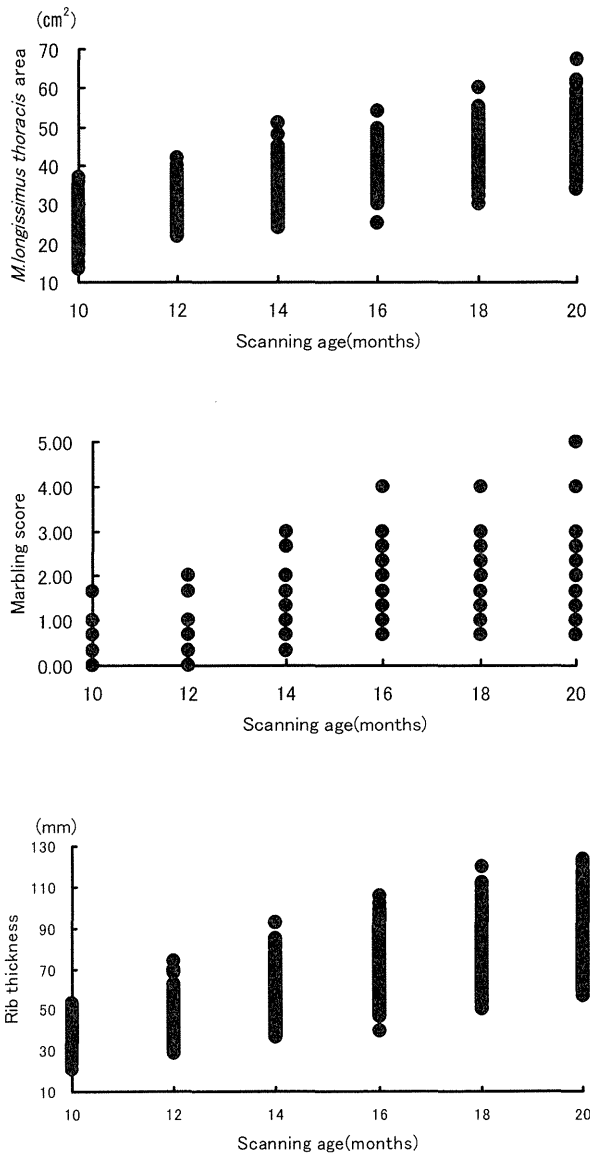


Fig. 5. Growth pattern of *M. longissimus thoracis* area, marbling score, and rib thickness.

間接検定調査牛における超音波測定により得られたデータの最小自乗分散分析の結果はTable 1.に示すとおりである. 種雄牛および測定回次の効果は, 全ての形質において1%水準で有意な影響が認められた. 以上のような要因効果により, 求められた最小自乗平均値のうち今回は個体差が一番大きく現れる20ヶ月齢時の最小自乗平均値をもとに, 各形質ごとに最小自乗平均値よりも大きいグループと小さいグループに新たに分類し, 再度, 最小自乗分散分析を行い経時的な変化を検討した. 胸最長筋横断面積, 脂肪交雑およびバラ厚をそれぞれグループ分けし経時的な変化をFig. 6.に示し

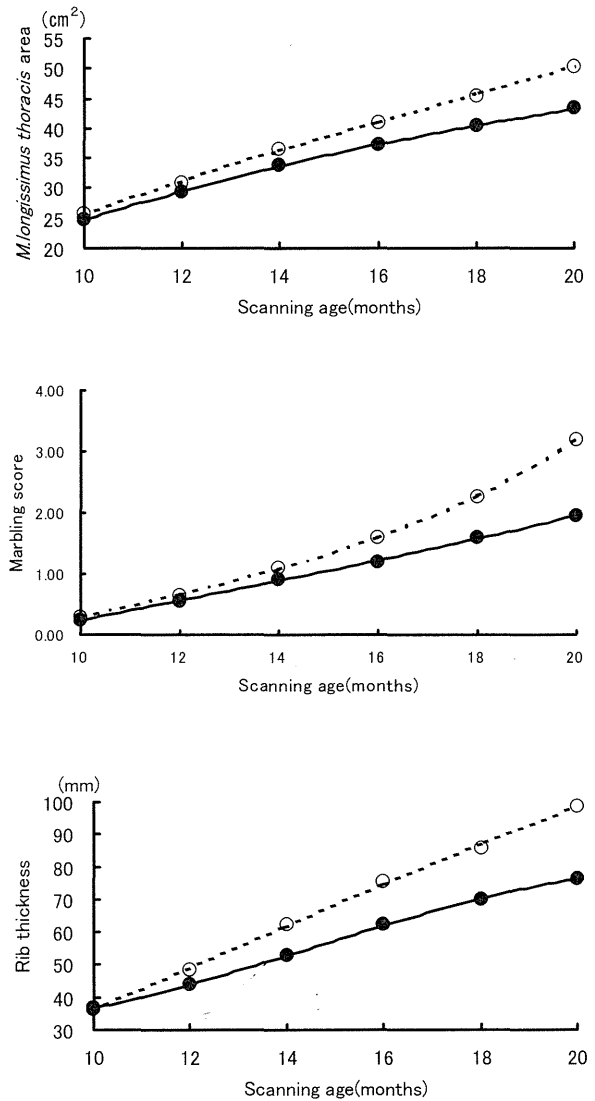


Fig. 6. Growth curve of *M. longissimus thoracis* area, marbling score, and rib thickness. --- large group, — small group

Table 1. Analysis of variance of ultrasonic estimates of carcass traits at several stages on testing period.

<Station testing>		Mean Squares				
Source	df	MLTA	IMFT	RT	MS	
Sire	52	8,377.39 **	83,149.79 **	84,380.30 **	165.45 **	
Stage	5	142,013.33 **	418,203.21 **	782,507.93 **	1,587.86 **	
Regression :						
IA (Linear)	1	10.75	4.08	62.61	0.35	
IA (Quad)	1	40.24	528.82 **	554.46 **	0.43	
IW (Linear)	1	1,474.07 **	3,685.41 **	15,532.04 **	3.07 **	
IW (Quad)	1	18.45	326.14 **	137.35	0.74	
Remainder	2,566	28,118.93	121,968.05	154,881.38	522.97	

MLTA=*M. longissimus thoracis* area at 7th; IMFT=Intermuscular fat thickness; RT=Rib thickness; MS=Marbling score. IA=test start age; IW=test start weight. **: p<0.01, *: p<0.05

た。胸最長筋横断面積は、16ヶ月齢時において大きいグループと小さいグループの最小自乗平均値の差が約4 cm²あり、このことから16ヶ月齢時において約40 cm²以上の個体は、20ヶ月齢時に約50 cm²以上に、また約37 cm²以下の個体は約43 cm²程度にそれぞれ移行することが認められた。同様に脂肪交雑では18ヶ月齢時に約2⁺以上の個体は、20ヶ月齢時に約3以上に、また約2⁻以下の個体は、2程度にそれぞれ移行するものと推定された。バラ厚では14ヶ月齢時に約62 mm以上の個体は、20ヶ月齢時に約98 mm程度に、また約52 mm以下の個体は、約76 mm程度と、それぞれ肥育終了後の枝肉実測値を予測できることが認められた。なお、筋間脂肪厚はバラ厚とはほぼ連動して肥育にともなう変化を示し、早期予測についても同様の結果を得た。

要 約

超音波診断装置利用による肉用牛の産肉能力改良に関する研究が従来発表されてきている。本研究では、最近、当研究室が中心となって開発した超音波測定器スーパー・アイ・ミートSEM-900を用いて、個体の発育にともなう画像の変化、脂肪交雑と画像情報との関連、および産肉形質の肥育にともなう経時的な変化について検討した。

発育にともなう画像の変化に関して、スキヤニング時の個体の発育に合わせ、装置のGain調整を行なう必要があると認められた。脂肪交雑と画像情報との関連については、画像情報を用いることにより、脂肪交雑の客観的推定の可能性が認め

られた。産肉形質の肥育にともなう経時的な変化に関しては、胸最長筋横断面積では16ヶ月齢時、脂肪交雑では18ヶ月齢時また筋間脂肪厚・バラ厚においては14ヶ月齢時で早期予測が可能であることが認められた。

キーワード：枝肉形質，超音波，肉用牛

謝 辞

本研究の超音波測定に際し、貴重な検定調査牛を御提供頂き多大なる御協力を賜りました宮崎県家畜改良事業団および鹿児島県肉用牛改良研究所の関係職員の方々に心より厚く謝意を表します。

引用文献

- Harvey, W. R. (1990) User's guide for LSMLMW and MIXMDL PC-2 version mixed model least-squares and maximum likelihood computer program. Ohio State Univ., Columbus.
- 原田 宏 (1982) 肉用牛における屠肉形質の超音波推定法に関する研究. 宮崎大学農学部研究報告 29, 1-65.
- 原田 宏 (1995a) 和牛改良への超音波利用の試み (I). 全国和牛登録協会会誌 194, 3-13.
- 原田 宏 (1995b) 和牛改良への超音波利用の試み (II). 全国和牛登録協会会誌 195, 3-11.
- 原田 宏 (1996) 肉用牛および豚の屠肉形質推定への超音波利用. 日畜会報 67, 651-666.
- 原田 宏・熊崎一雄 (1979) 超音波スキヤニングスコープによる肉用牛全体における皮下脂肪厚,

胸最長筋横断面積および脂肪交雑の推定値. 日畜会報 50, 305-311.

原田 宏・熊崎一雄 (1980) 超音波利用による肉用牛生体の皮下脂肪厚, 胸最長筋横断面積および脂肪交雑の推定値と屠体実測値との関係. 日畜会報 51, 261-266.

原田 宏・守屋和幸・福原利一 (1985) 超音波利用による 黒毛和種種雄牛の選抜法に関する研究. 伊藤記念財団食肉に関する助成研究調査成果報告書 3, 53-59.

Y. H. Song, S. J. Kim, S. K. Lee (2002) Evaluation of Ultrasound for Prediction of Carcass Meat Yield and Meat Quality in Korean Native Cattle (Hanwoo) *J. Anim. Sci.* 26, 470-473.