黒毛和種における胚移植用供卵牛選抜への 超音波利用に関する研究

葉師寺智之・原田 宏・北 伸祐・DURAN, P.G.

宮崎大学農学部, 宮崎市 889-21

(1994. 7. 25 受付)

要 約 胚移植技術の実用化に伴って、産肉形質に関する遺伝的能力の優れた供卵牛を早期に選抜することが重要課題となっている。そこで、産子肥育成績の情報量が少ない雌牛自身に対して超音波を利用して得られた枝肉形質の選抜基準作成のための基礎的検討を行なった。供試牛は、種雄牛造成に用いられる選抜供卵牛群 18 頭、無作為に選んだ胚移植試験用供卵牛（試験用牛群）29 頭および一般に供卵牛として用いられる一般供卵牛群 45 頭、さらに通常に分娩を繰り返す雌牛（通常繁殖雌牛）56 頭の計 148 頭である。超音波測定部位は、生体の左側の第 7 胸椎部におけるロース芯面積（MLTA）、脂肪交雑評点（BMS）、皮下脂肪厚（SFT）、筋間脂肪厚（IMFT）およびバラの厚さ（RT）であり、超音波測定時に体重も測定した。得られたデータに対し、月齢、牛群、出生季節、種雄牛、牛群と出生季節の交互作用および体重への回帰を取り上げ HARVEY¹⁰⁾ の最小自乗分散分析を行なった。月齢は RT を除くすべての形質に対し 0.1% 水準で有意性が認められ、MLTA は 50 カ月齢前後、BMS は 40~50 カ月齢後にピークが示された。供用目的別による供卵牛の選抜供卵牛群、試験用牛群および一般供卵牛群、さらに通常繁殖雌牛とした牛群の効果は、すべての形質に対して有意性が認められ、とくに MLTA、BMS および RT は 0.1% 水準で有意であった。通常繁殖雌牛の MLTA は、供卵牛の 3 群に対して有意（ $P < 0.05$ ）に大きい値が認められた。また、MLTA の供卵牛間の比較は、選抜供卵牛群、試験用牛群および一般供卵牛群の順に高い値を示し、それぞれ他の牛群に対して有意な差（ $P < 0.05$ ）が認められた。BMS は供卵牛が通常繁殖雌牛に対し有意（ $P < 0.05$ ）に大きい値を示した。出生季節は BMS を除くすべての形質に対し有意性が認められ、春および夏に生まれた個体は MLTA および BMS で高い傾向を示した。また、冬に出生した個体は各形質ともに小さい値が得られた。種雄牛はすべての形質に対し有意性が認められ、SFT は種雄牛による差の大きいことが認められた。牛群と出生季節の交互作用はすべての形質に対し 0.1% 水準で有意であった。体重への回帰の効果は、BMS に対する二次回帰を除いたすべての形質に有意性が認められた。

日畜会報, 66 (3): 247-252, 1995

現在、種雄牛は産肉能力検定直接法および間接法などにより選抜が行なわれている。しかし、繁殖雌牛は種雄牛に比較して後代の産子数が少なく、また、生産された子牛が出荷後に各地に拡散することなどから、十分に肥育成績を追跡することが困難である。そのため、繁殖雌牛については血統、登録審査などの体型的選抜によるところが大きく、産肉能力に関する情報が少ないのが現状である。しかし、一方では胚移植技術の進歩により、繁殖性および産肉性ともに優れた供卵牛を早期に選抜することが必要となってきている。さらに、供卵牛は通常の

繁殖雌牛と異なり、後代を多く残すことが可能であるため、より正確な選抜が必要と考えられる。

これまでさまざまな目的で超音波の利用が検討^{2,5~7)}されてきたが、雌牛の産肉能力の検討に用いられた報告^{4,8)}は少ない。本研究の目的は、超音波利用による雌牛の枝肉形質の経時的測定を行ない、雌牛の枝肉形質に影響を及ぼすと考えられる種々の要因を考慮し、供卵牛の枝肉形質の選抜基準確立のための基礎的検討を行なうことである。

材料および方法

供試牛は、宮城県畜産試験場および同県優良家畜受精卵総合センターの黒毛和種の供卵牛で、とくに後代に枝肉規格 A5 を 2 頭以上生産した雌牛で種雄牛造成に用いる選抜供卵牛群 18 頭、無作為に選ばれた胚移植実験用供卵牛（試験用牛群）29 頭、一般に供卵牛として用いられる一般供卵牛群 45 頭および都城農協繁殖センターにおいて繁殖されている通常繁殖雌牛 56 頭の計 148 頭であり、1990 年 9 月から 1993 年 8 月にかけて超音波測定および体重の測定を行なったものを用いた。超音波測定対象形質は生体の左側の第 7 胸椎部におけるロース芯面積（Muscle longissimus thoracis area : MLTA）、皮下脂肪厚（Subcutaneous fat thickness : SFT）、筋間脂肪厚（Inter muscular fat thickness : IMFT）、脂肪交雑評点（Beef marbling score : BMS）およびバラの厚さ（Rib thickness : RT）である。なお測定は電子走査方式の超音波測定器、富士平工業株式会社製スーパーアイ・MEAT（2 MHz のリニア探触子：27×147 mm）を使用し、測定によって得られる画像は、ビデオコピー機（アロカ社製エコーコピー SSZ-300 S）により撮影した。画像の解析法は、記録写真をトレースし、デジタイザーにてロース芯面積および脂肪厚を測定した。経時的に測定した全供試牛の枝肉形質推定値を対象形質として HARVEY¹⁰⁾ の最小自乗分散分析を行なった。なお、分析には各供試牛について経時的に測定した全データ延べ 952 件を分析対象とした。さらに、有意性の認められた効果について DUNCAN³⁾ の有意差検定を行なった。変動因には、月齢、牛群（選抜供卵牛群、試験用牛群、一般

供卵牛群および通常繁殖雌牛）、出生季節（春；3-5 月、夏；6-8 月、秋；9-11 月および冬；12-2 月）および種雄牛を主効果とし、牛群と出生季節の交互作用、体重の一次および二次回帰を取り入れた。用いた数学モデルは図 1 に示すとおりである。

結果および考察

産肉形質推定値の最小自乗分散分析の結果は表 1 に、月齢別最小自乗平均値は表 2 に示した。

分散分析の結果、月齢の効果は RT を除いた形質に高い有意性（ $P < 0.01$ ）を示した。すなわち、60 カ月齢までの MLTA は月齢に伴う増加が認められ、40～50 カ月齢および 50～60 カ月齢で 31.7 cm^2 および 31.8 cm^2 の最も大きい値を示し、ピークはおおよそ 50 カ月齢前後であることが認められた。BMS は、40～50 カ月齢に最も高い値（1.11）を示し、60 カ月齢以降はおおよそ 0.70 前後を維持して推移し、MLTA に比較して若干早い時期にピークを迎えることが認められた。原田ら⁹⁾ は黒毛和種雄牛の産肉形質の経時的変化についてロース芯面積および脂肪交雑評点の成熟月齢は、いずれも約 50 カ月齢と推定しており、本研究の結果もこれとほぼ同様な月齢を示した。BMS は外貌による評価が困難な形質であり、とくに後代の肥育成績からの情報の少ない雌牛については、超音波の利用は有効である^{1,6,7)}。また、蓄積脂肪を示す SFT および IMFT は 20 カ月齢以前に最も高い値が認められ、登録審査を受ける際の雌牛の過剰給餌による脂肪の増加が考えられた。

牛群別最小自乗平均値は表 3 に示した。牛群の効果はすべての形質に対して有意性が認められ、とくに、

$$\hat{Y}_{ijklm} = \mu + M_i + G_j + B_k + S_l + G_j \times B_k + a_1 (W_{ijklm} - \bar{W}) + a_2 (W_{ijklm} - \bar{W})^2 + e_{ijklm}$$

$$i = 1, \dots, 9; j = 1, \dots, 4; k = 1, \dots, 4; l = 1, \dots, 15$$

$\hat{Y}_{ijklm}$ = estimated carcass traits,

μ = the estimated overall mean,

M_i = effect of i^{th} age,

G_j = effect of j^{th} herd group,

B_k = effect due to the k^{th} season of calving,

S_l = effect of l^{th} sire,

$G_j \times B_k$ = effect due to the interaction of herd group and season of calving,

a_1 = partial regression on body weight at scanning,

a_2 = quadratic regression on body weight at scanning,

W_{ijklm} = on time weight for a given measurement,

$\bar{W}$ = the arithmetic mean of the W_{ijklm} ,

e_{ijklm} = the random error.

Fig. 1. Mathematical model.

供卵牛選抜への超音波利用

Table 1. Least-squares analysis of variance for estimated carcass traits

Source of variation	d.f.	Means square				
		MLTA	BMS	SFT	IMFT	RT
Age	8	123.993***	2.078***	96.288***	129.085***	39.071
Herd group	3	320.430***	4.054***	34.864**	50.523*	245.096***
Season	3	18.178*	0.364	49.818***	40.426*	104.714*
Sire	14	37.065***	2.031***	126.445***	103.007***	277.368***
Herd × Season	9	35.620***	0.796***	57.447***	100.720***	288.363***
Regression on weight						
Linear	1	545.210***	12.973***	2148.980***	2069.937***	3861.712***
Quadratic	1	33.616**	0.403	118.043***	223.283***	527.713***
Residual	912	4.786	0.163	8.602	13.433	31.556

***: $P < 0.001$, **: $P < 0.01$, *: $P < 0.05$.

MLTA ; M. long. thoracis area, BMS ; Beef marbling score, SFT ; Subcutaneous fat thickness, IMFT ; Intermuscular fat thickness, RT ; Rib thickness.

Table 2. Least-squares means and standard errors for the age effect

Age of month	Estimated carcass traits ¹⁾				
	MLTA (cm ²)	BMS	SFT (mm)	IMFT (mm)	RT (mm)
~20	27.3±0.4 ^d	0.63±0.07 ^e	11.0±0.5 ^a	15.6±0.6 ^a	40.4±0.9
20~30	29.9±0.2 ^c	0.85±0.04 ^{cd}	9.8±0.3 ^b	14.7±0.3 ^{ab}	40.2±0.5
30~40	31.3±0.2 ^{ab}	1.03±0.04 ^{ab}	8.1±0.3 ^c	13.0±0.4 ^c	39.7±0.5
40~50	31.7±0.2 ^a	1.11±0.04 ^a	7.8±0.3 ^c	11.9±0.4 ^d	39.3±0.6
50~60	31.8±0.4 ^a	0.90±0.07 ^{bc}	7.3±0.5 ^c	12.0±0.7 ^{cd}	38.4±1.0
60~70	30.3±0.6 ^{bc}	0.69±0.11 ^e	6.9±0.8 ^c	13.1±1.0 ^{bc}	37.0±1.5
70~80	30.6±0.4 ^{bc}	0.74±0.08 ^{cd}	8.2±0.5 ^c	12.8±0.7 ^{cd}	37.9±1.1
80~90	29.7±0.4 ^c	0.71±0.07 ^{de}	8.0±0.5 ^c	12.5±0.6 ^{cd}	38.5±1.0
90~	29.2±0.4 ^{bcd}	0.66±0.07 ^{de}	7.6±0.5 ^c	11.6±0.6 ^d	38.3±0.9

^{a,b,c,d} Least-squares constants with different subscripts are significantly different ($P < 0.05$).

¹⁾ Traits abbreviated are same in Table 1.

MLTA および BMS に高い有意性 ($P < 0.01$) が認められた。すなわち、回帰による月齢補正を行なった結果、通常繁殖雌牛はほぼ同月齢の供卵牛に対して有意 ($P < 0.05$) に大きい値 (32.7 cm²) が認められ、供卵牛は一時放牧されるなどの繁養地域による差が反映したものと考えられた。また、供卵牛では選抜供卵牛群 (30.4 cm²)、試験牛群 (29.5 cm²) および一般供卵牛群 (28.2 cm²) の順に高い値を示しており、それぞれ他の牛群に対して有意な差 ($P < 0.05$) が認められた。一方、BMS は供卵牛が通常繁殖雌牛に対し有意 ($P < 0.05$) に大きい値を示し供卵牛の BMS についての選択が進んでいることが示唆された。供卵牛間を比較すると、選抜供卵牛群が最も高い

値 (1.04) を示し次いで一般供卵牛群 (0.93) が大きく、試験牛群 (0.83) が最も小さい値を示し、他の牛群に対し有意 ($P < 0.05$) な差が認められた。これに関して、黒毛和種および日本短角種雄牛の BMS の遺伝率はそれぞれ 0.40 および 0.86 と比較的高いことが、報告^{12,15)} されており、遺伝的な影響は母方についても同等であると考えられることから、枝肉規格が A5 の後代を 2 頭以上生産した雌牛から選抜された選抜供卵牛群の BMS が高い値を示したと推察された。また、黒毛和種、日本短角種および Brangus 種の MLTA の遺伝率はそれぞれ 0.94, 0.65 および 0.40 であることが報告^{11,12,15)} されていることから、MLTA および BMS は後代を通常の繁殖雌牛より多

Table 3. Least-squares means and standard errors for herd group effect

Herd group	Estimated carcass traits ¹⁾				
	MLTA (cm ²)	BMS	SFT (mm)	IMFT (mm)	RT (mm)
Commercial donor	28.2±0.2 ^d	0.93±0.04 ^a	7.9±0.3 ^b	13.7±0.3 ^a	37.1±0.5 ^c
Test donor	29.5±0.2 ^c	0.83±0.04 ^b	9.0±0.3 ^a	13.2±0.4 ^{ab}	37.9±0.6 ^{bc}
Super donor	30.4±0.4 ^b	1.04±0.07 ^a	8.1±0.5 ^{ab}	13.4±0.7 ^{ab}	39.4±1.0 ^{ab}
Common cow	32.7±0.3 ^a	0.45±0.05 ^c	8.2±0.4 ^{ab}	11.9±0.5 ^b	41.0±0.7 ^a

a,b,c,d Least-squares constants with different subscripts are significantly different ($P<0.05$).

¹⁾ Traits abbreviated are same in Table 1.

Table 4. Least-squares means and standard errors for calving season effect

Season ¹⁾	Estimated carcass traits ²⁾				
	MLTA (cm ²)	BMS	SFT (mm)	IMFT (mm)	RT (mm)
Spring	30.6±0.2 ^a	0.83±0.04	7.8±0.3 ^b	13.5±0.4 ^a	39.3±0.6 ^{ab}
Summer	30.4±0.2 ^a	0.88±0.04	8.2±0.3 ^b	13.3±0.3 ^a	38.1±0.5 ^{bc}
Fall	30.3±0.4 ^{ab}	0.77±0.07	9.8±0.5 ^a	13.2±0.7 ^{ab}	40.4±1.0 ^a
Winter	29.6±0.3 ^b	0.77±0.05	7.4±0.3 ^c	12.1±0.4 ^b	37.6±0.7 ^c

a,b,c,d Least-squares constants with different subscripts are significantly different ($P<0.05$).

¹⁾ Spring : Mar. -May, Summer : Jun. -Aug., Fall : Sep. -Nov., Winter : Dec. -Feb.

²⁾ Traits abbreviated are same in Table 1.

く残すことになる供卵牛については重要な選抜対象形質であると考えられた。SFT は試験牛群が 9.0 mm で最も厚い値を示し、選抜供卵牛群および通常繁殖雌牛は、それぞれ 8.1 および 8.2 mm を示した。IMFT は通常繁殖雌牛を除き、ほぼ同様な値を示した。

出生季節別最小自乗平均値は表 4 に示した。出生季節の効果は、BMS を除くすべての形質に有意性が認められた。MLTA は春および夏に出生した個体が、冬に出生した個体に対し有意 ($P<0.05$) に大きい値を示した。BMS は、春および夏に出生した個体が高い値を示したが、最大の季節間差は 0.11 と小さなものであった。冬に出生した個体の SFT は春を除いた出生季節に対し有意 ($P<0.05$) に小さいことが認められ、また、BMS を除いた他の枝肉形質についても冬に出生した個体は若干小さい値を示した。

種雄牛の効果は、すべての形質に対して有意性が認められ、とくに MLTA ($P<0.05$) を除いた形質は 1% 水準で有意性が認められた。すなわち、MLTA の最大値および最小値はそれぞれ 32.1 cm² および 27.7 cm² であった。しかし、平均値は 30.2±1.1 で変動係数は 3.8% と小さなものであった。BMS の最小自乗平均値は 0.11 から 1.11 の範囲を示した。最小自乗平均平方で高い値が認められ

た SFT は、最小自乗平均値で 3.1 mm～12.7 mm の範囲を示した。中西ら¹⁴⁾ は若干やせ気味の供卵牛は、採卵がしやすいことを報告しており、種雄牛の効果は、MLTA および BMS などの市場価値の高い形質とともに雌牛の繁殖能力にも強く影響するものと考えられた。また、LAMB ら¹³⁾ は蓄積脂肪である背脂肪厚を減少されるような選抜はロース芯面積の改良に好ましくないことを報告しているので、繁殖雌牛は産肉性とともに繁殖性についても考慮した選抜が必要であることが示唆された。

牛群と出生季節の交互作用は、すべての枝肉形質推定値に対し 1% 水準で高い有意性が認められた。

体重の一次回帰はすべての枝肉形質推定値に対し 1% 水準で有意性が認められ、二次回帰は BMS を除き 1% 水準で有意性が認められた。回帰係数は二次回帰における MLTA を除きすべて正の値を示した。

以上、肉用種繁殖雌牛の超音波測定による枝肉形質推定値に対し検討した結果、月齢に伴う繁殖雌牛の枝肉形質の推移が明らかになり、それぞれの要因の枝肉形質に対する影響も明らかになった。結論として、枝肉形質の情報が少ない繁殖雌牛において、超音波による各形質の推定および最小自乗分散分析による結果は、産肉形質の情報の少ない肉用種繁殖雌牛を改良する上で有効である

と考えられた。

文 献

- 1) BRETHOUR, J.R., Relationship of ultrasound speckle to marbling score in cattle. *J. Anim. Sci.*, **68** : 2603-2613. 1990.
- 2) DOYLE, E.W., Application of ultrasound for genetic improvements. *J. Anim. Sci.*, **70** : 973-983. 1992.
- 3) DUNCAN, D.B., Multiple range and multiple F-tests. *Biometrics*, **11** : 1-42, 1955.
- 4) GRESHAM, J.D., J.W. HOLLOWAY, W.T. BUTTS, JR. and J.R. MCCURLEY, Prediction of mature cow carcass composition from live animal measurements. *J. Anim. Sci.*, **63** : 1041-1048. 1986.
- 5) GRESHAM, J.D., S.R. MCPEAKE, J.K. BERNARD and H.H. HENDERSON, Commercial adaptation of ultrasonography to predict pork carcass composition from live animal and carcass measurement. *J. Anim. Sci.*, **70** : 631-639. 1992.
- 6) 原田 宏・熊崎一雄, 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. 1980.
- 7) 原田 宏・守屋和幸・福原利一, 肉用種雄牛の屠肉形質の早期推定. *日畜会報*, **56** : 250-256. 1985.
- 8) 原田 宏・田崎廣喜, 肉用種雌牛の産肉形質の選抜に関する研究, 伊藤記念財団, 食肉に関する助成研究調査報告書, **5** : 22-27. 1986.
- 9) 原田 宏・守屋和幸・福原利一, 黒毛和種雄牛の産肉形質の経時的変化. *日畜会報*, **60** : 185-191. 1989.
- 10) HARVEY, W.R., User's Guide for LSMLMW Mixed Least-Squares and Maximum Likelihood Computer Program (PC-1 Ver.), Ohio State Univ., Columbus. 1987.
- 11) JOHNSON, M.Z., R.R. SCHALLES, M.E. DIKEMAN and B.L. GOLDEN, Genetic parameter estimates of ultrasound-measured longissimus muscle area and 12th rib fat thickness in Brangus cattle. *J. Anim. Sci.*, **71** : 2623-2630. 1993.
- 12) 口田圭吾・山岸敏宏・八巻邦次・水間 豊, 日本短角種産肉能力検定間接法の成績に関する遺伝的パラメーターの推定. *日畜会報*, **61** : 401-405. 1990.
- 13) LAMB, M.A., O.W. ROBISON and M.W. TESS, Genetic parameters for carcass traits in hereford bulls. *J. Anim. Sci.*, **68** : 64-69. 1990.
- 14) 中西喜彦・後藤和文・柳田宏一, 牛の受精卵移植に関する研究. 伊藤記念財団, 食肉に関する助成研究調査成果報告, **6** : 1-8. 1987.
- 15) 楊 茂成・向井文雄・佐々木義之, 黒毛和種産肉能力検定間接法の成績に関する遺伝率および遺伝ならびに表型相関係数の推定. *日畜会報*, **56** : 193-198. 1985.

Studies on Application of Ultrasound for Selection of Carcass Traits on Donor Cow for Embryo Transfer in Japanese Black Cattle

Tomoyuki YAKUSHIJI, Hiroshi HARADA, Nobuhiro KITA
and P.G. DURAN

Faculty of Agriculture, Miyazaki University,
Miyazaki-shi 889-21

The selection of beef cows has been carried out by strain and registry examinations in Japan. Recently embryo transfer technology is applied in sire production station. However, it is very difficult to get the informations on performance of beef cows.

The objective of this study was to evaluate the carcass traits of live cows using ultrasonic method. The records of ultrasonic measurements of carcass traits were obtained from eighteen cows for producing sire (super donor cows), twenty-nine cows of ET-experiment donor (test donor cows), forty-five cows of commercial donor and fifty-six cows of common herd in Japanese Black Cattle. The traits of *M. longissimus thoracis* area (MLTA), beef marbling score (BMS), subcutaneous fat thickness (SFT), intermuscular fat thickness (IMFT) and rib thickness (RT) at 7th rib section, were estimated and live body weight of the cows was also measured at that time of ultrasonic measurements. The effect of age, herd, calving season, sire, interaction of herd $\times$ calving season and linear and quadratic regressions for weight on ultrasonic estimates of the carcass traits were analyzed by least squares methods.

Significant differences on age were found for all estimates of carcass traits except for RT. It was found that highest least squares means of MLTA and BMS were obtained at 50 and 40 to 50 months, respectively. Significant differences between the herds were found for all estimates of carcass traits. The effects of herd on MLTA, BMS and RT were detected to be highly significant ($P < 0.001$). The common cow group was significantly larger ($P < 0.05$) than the other herds in terms of MLTA. Super donor cow group showed the largest MLTA followed by test donor cow group and commercial donor cow group within donor cow groups, and there were significant differences this trait with each other. The BMS of donor cow groups were detected to be higher than common cow group. Significant differences on calving seasons were found for all estimates of carcass traits except for BMS. Calving on spring and summer seasons tended to be higher than the other seasons in terms of MLTA and BMS. Calving on winter had the lowest value for all estimates of carcass traits. Significant differences ($P < 0.001$) on sires were detected for all estimates of carcass traits. Similarly, calving season $\times$ herd interaction was found to be significant ($P < 0.001$) for all estimates of carcass traits. Linear and quadratic regressions on weight were detected significantly for all estimates of carcass traits except for quadratic regression of BMS.

Anim. Sci. Technol. (Jpn.) 66 (3) : 247-252, 1995

Key words : Japanese black cattle, ultrasonic measurements, donor cow.