

## 鹿児島県における黒毛和種肥育牛の産肉成績の年次推移

金 鍾福<sup>1)</sup>, 築城 努, 高 鍾泰<sup>2)</sup>, 下桐 猛, 河邊弘太郎<sup>3)</sup>,

岡本 新, 橋口 勉, 前田芳實<sup>†</sup>

(家畜育種学研究室)

平成20年8月11日 受理

### 要 約

本研究は1991年度から2003年度の間、鹿児島県で屠畜された41,213頭（未經産牛16,074頭，去勢牛25,139頭）の屠体成績について年度推移を分析したものである。データの分析は屠畜場所(M)，肥育農家(F)，性(sex)，屠畜年度(SY)，屠畜月(SM)，および種雄牛(S)の主効果と，性×屠畜年度(Sex×SY)，性×屠畜月(Sex×SM)，屠畜年度×屠畜月(SY×SM)，性×屠畜年度×屠畜月(Sex×SY×SM)などの相互作用を母数効果とし，また，屠畜日齢(AS)の1次式の効果と2次式の効果が変量効果として行われた。

年度の経過に伴い1日増体量，屠畜時体重，冷屠体重，ロース芯面積，歩留基準値は高くなる傾向を示し，枝肉歩留，バラの厚さ，皮下脂肪厚，脂肪交雑およびセリ単価は平均値が低下する傾向を示した。

キーワード：黒毛和種，肥育成績，去勢牛，未經産，屠畜年次

### はじめに

黒毛和種は肉質に優れ，日本の代表的な肉用牛として国際的にも高く評価され，代表的な肉用牛品種として日本における肉用牛産業を維持する重要な基盤となっている。鹿児島県は古くから和牛の生産地帯であり，現在でも黒毛和種の使用頭数は全国一位の実績を有し[16, 17]，地域経済に及ぼす役割は大きい。最近における，鹿児島県の黒毛和種集団の産肉成績に及ぼす遺伝的パラメーターならびに種雄牛の育種価については，REML法を用いて分析された[7]。

1991年に日本における牛肉市場の完全自由化が実施され，この牛肉市場の完全開放は和牛生産農家の牛肉生産体系や国内の牛肉消費市場に様々な影響を及ぼしたと考えられる。牛肉市場の自由化後の，黒毛和種の生産能力と枝肉市場の状況を把握することは，国内の和牛生産農家が将来の肉用牛生産の方向を決めるのに必要な情報になると同時に，日本より

10年遅れて牛肉市場の開放が行われた韓国やこれから牛肉市場を完全開放しなければならない他の国にも必要な情報になると思われる。

本研究は牛肉自由化が開始された1991年から2003年までの13年間にわたり，鹿児島県内の農家で肥育された黒毛和牛種の未經産牛と去勢牛について，屠体成績に基づき産肉性の推移を分析した。

### 材料及び方法

#### 1. 材料

材料には1991年から2003年までの間に，鹿児島県経済農協連合会肉用牛課で収集された41,213頭の黒毛和種（未經産牛16,074個体および去勢牛25,139個体）の屠体成績データを用いた（Table 1）。

#### 2. 調査形質

調査形質として，肥育期間の平均1日増体量（av-

<sup>†</sup>：連絡責任者：前田芳實（生物生産学科家畜育種学研究室）

Tel 099-285-3873, E-mail: fgaku-c@kuas.kagoshima-u.ac.jp

<sup>1)</sup> 江原大学農業生命科学部 動物資源学科，江原道春川市，韓国

<sup>2)</sup> 江原大学農業生命科学部 農業資源経済学科，江原道春川市，韓国

<sup>3)</sup> 鹿児島大学フロンティアサイエンス研究推進センター，鹿児島市郡元1-21-24

erage daily gain during the fattening period: ADG), 屠畜時生体重 (live weight at slaughter: LW), 冷屠体重 (cold carcass weight: CW), 枝肉歩留 (dressing percentage: DP), 歩留基準値 (estimated lean meat YIELD percentage: LYE), ロース芯面積 (longissimus muscle area: LMA), バラの厚さ (rib thickness: RT), 皮下脂肪の厚さ (subcutaneous fat thickness: SFT), 脂肪交雑 (marbling score: BMS), セリ単価 (carcass price per 1kg at wholesale market: CPPK) を取り上げた。脂肪交雑等級は日本食肉格付協会にて制定された脂肪交雑判定基準[6]に基づいて判定された。

生体重 (LW) は屠畜場到着時の体重をkg単位で測定し, 冷屠体重 (CW) は屠畜後に24時間冷蔵保管された後の枝肉重量をkg単位で測定した。枝肉歩留 (dressing percentage: DP) は生体重に対する冷屠体重の比率として調査した。また, ロース芯面積 (LMA), バラの厚さ (RT), 脂肪交雑度 (BMS), 脂肪交雑等級 (BMS), 肉の色沢 (MC), 脂肪の色沢と質 (FC), 肉の締まりおよびきめ (firmness) などは第6肋骨と第7肋骨の間の切開面にて判定した。さらに, 歩留基準値 (LYE) は次のような公式に基づいて指数を算出した後, 肉用種に限り適用する加算数値である2.049を足して計算した。

$$\begin{aligned} \text{歩留基準値} &= 67.37 + (0.130 \times \text{ロース芯面積}) \\ &+ (0.667 \times \text{バラの厚さ}) \\ &- (0.025 \times \text{左半屠体重}) \\ &- (0.896 \times \text{皮下脂肪の厚さ}) \end{aligned}$$

### 3. 統計分析

統計分析に利用された線形モデルには屠畜場所 (slaughter house (M), 9水準), 肥育農家 (fattening farm: F, 111水準), 性 (sex, 未経産牛及び去勢牛2水準), 屠畜年度 (slaughter year: SY, 13水準), 屠畜月 (slaughter month: SM, 12水準), 種雄牛 (sire: S, 116水準) などの主効果と性×屠畜年度 (Sex×SY), 性×屠畜月 (Sex×SM), 屠畜年度×屠畜月 (SY×SM), 性×屠畜年度×屠畜月 (Sex×SY×SM) などの相互作用効果が母数効果として含まれた。屠畜日齢 (age at slaughter: AS) の1次式の効果と2次式の効果の変量効果として含まれている[11]。

各形質の年当たり変化量を把握するため, 該当の形質の屠畜年度別に最小自乗平均値を従属変数にして屠畜年度を独立変数とする単純直線の回帰係数を

未経産牛と去勢牛で区分して推定した (SAS REG procedure)[11]。屠体価格に影響を及ぼす歩留基準値と脂肪交雑度の相対的な重要度を評価するため, 屠畜年度別に資料を分離して屠体平均せり単価と歩留基準値, そして脂肪交雑度の間に単純相関係数を推定した (SAS CORR procedure)[11]。同じ同級の屠体に対するせり単価の年度別の変化推移を調べるためA5等級, A等級及び5等級屠体に対するせり単価の屠畜年度別の単純平均値を求めた。

## 結 果

### 1. データの年次推移と集団の屠畜日齢, 屠畜時体重, 肥肉開始日齢及び肥肉期間

1991年から2003年の年次別及び月別データ量はTable 1の通りである。未経産牛および去勢牛のいずれも年次ごとに徐々に減少していた。1年間の月別頭数分布を見ると, 夏期に比較して冬季の頭数が多い傾向であった。今回分析した41,213頭の屠畜日齢, 肥育開始時体重, 肥肉開始日齢及び肥肉期間の単純平均値はそれぞれ, 889日, 276kg, 286日および602日であった。未経産牛が去勢牛に比べて肥肉開始日齢と屠畜日齢が遅れ, 肥肉開始体重は約20kg程度低かった (Table 2)。

### 2. 分散分析

今回分析した産肉データの分散分析の結果をTable 3に示した。モデルに含まれた母数効果の中で屠畜場所 (M), 飼育農家 (F), 屠畜年度 (SY) 及び屠畜月 (SM) の主効果と屠畜年度 (SY) と屠畜月 (SM) および性 (Sex) と屠畜年度 (SY) と屠畜月 (SM) の相互作用の効果は調査されたすべての形質で統計的有意差が認められている。性の効果は枝肉歩留を除いた形質で統計的有意性が認められた。性と屠畜年度の相互作用効果は脂肪交雑を除いた総ての形質で, 性と屠畜月の相互作用効果は歩留基準値とロース芯面積を除いた形質で統計的有意性が認められた。

屠畜日齢は歩留基準値を除いた形質で1次式の効果と2次式の効果それぞれ統計的有意性があり, 統計モデルの決定係数は形質別に0.177から0.434の範囲となっているが, 1日増体量, 屠畜時体重, 冷屠体重及びセリ単価では比較的大きく, 歩留基準値, ロース芯面積及び皮下脂肪の厚さなどでは0.2以下となり低くなっていた。

Table 1. Number of data of heifer and steer by slaughter year (SY) and month (SM)

SY	Number of animals			SM	Number of animals		
	Heifer	Steer	Sum		Heifer	Steer	Sum
1991	1,717	2,277	3,994	1	1,452	2,138	3,590
1992	1,652	2,030	3,682	2	1,332	1,950	3,282
1993	1,407	2,278	3,685	3	1,172	1,969	3,141
1994	1,434	2,491	3,925	4	1,159	1,861	3,020
1995	1,379	2,362	3,741	5	1,255	1,779	3,034
1996	1,463	1,941	3,404	6	1,033	1,594	2,627
1997	1,144	1,900	3,044	7	1,388	2,203	3,591
1998	1,048	1,913	2,961	8	1,251	1,851	3,102
1999	1,151	1,859	3,010	9	1,213	2,074	3,287
2000	982	1,637	2,619	10	1,279	2,141	3,420
2001	813	1,300	2,113	11	1,685	2,784	4,469
2002	1,002	1,837	2,839	12	1,855	2,795	4,650
2003	882	1,314	2,196	Sum	16,074	25,139	41,213
Sum	16,074	25,139	41,213				

Table 2. Simple statistics for age at slaughter (AS), initial weight (IW), age at fattening (AF), and days on fed (DF)

Trait	n	Mean	Std.	Min.	Max.
All					
AS, day	41,213	889.60	50.40	470	1,255
WL, kg	41,213	276.12	36.22	162	723
AF, day	41,213	286.70	45.26	110	924
DF, day	41,213	602.93	61.61	29	958
Heifer					
AS, day	16,074	896.10	49.40	526	1,255
WL, kg	16,074	264.09	43.98	163	723
AF, day	16,074	294.82	63.46	110	916
DF, day	16,074	601.26	77.39	29	942
Steer					
AS, day	25,139	885.50	50.30	470	1,218
WL, kg	25,139	283.82	27.60	162	610
AF, day	25,139	281.51	26.72	120	924
DF, day	25,139	603.99	48.90	37	958

### 3. 性別および屠畜年度別最小自乗平均値

調査形質に対する性別および屠畜年度別の最小自乗平均値をTable 4に示した。去勢牛は未経産牛に比べ1日増体量、屠畜時体重、冷屠体重、ロース芯面積、バラの厚さ、脂肪交雑およびセリ単価はいずれも有意に高い値を示した。しかし、皮下脂肪厚は未経産牛が去勢牛に比べて厚い傾向を示した。枝肉歩留、歩留規準値には性間差はみられなかった。

年次別に最小自乗平均値を見ると、1日増体量、生体重、冷屠体重、ロース芯面積、歩留基準値などの平均値は大きくなる傾向を示し、枝肉歩留、バラ

の厚さ、皮下脂肪の厚さ、脂肪交雑度とセリ単価は小さくなる傾向を示した (Fig. 1-Fig. 10)。皮下脂肪厚は1996年度までは屠畜年次の経過とともに低くなっているが、その後は大きな変化は見られなかった (Fig. 7, Fig. 8)。脂肪交雑の年次別推移は1991年度と1992年度がそれぞれ6.30と6.09と評価されていたが、その後、徐々に低くなり、2002年度では3.93、2003年では4.07となった (Fig. 9)。セリ単価も年次と共に低下する傾向にあり、1991年度の2,088円から2002年度は1,161円まで低くなった (Fig. 10)。

Table 3. Analysis of variance for carcass traits

Source <sup>2</sup>	df	Traits <sup>1</sup>									
		ADG	LW	CW	DP	LYE	LMA <sup>a</sup>	RT <sup>a</sup>	SFT <sup>a</sup>	BMS <sup>ab</sup>	CPPK
M	8	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
F	110	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Sex	1	***	***	***	NS <sup>3</sup>	**	***	***	***	***	***
SY	12	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
SM	11	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
SY×SM	132	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Sex×SY	12	***	***	***	***	***	*	***	***	NS	***
Sex×SM	11	***	***	***	***	NS	NS	***	**	*	**
Sex×SY×SM	132	***	***	***	***	**	*	**	*	*	**
AS(L)	1	***	***	***	***	NS	***	***	***	***	***
AS(Q)	1	***	***	***	***	NS	***	***	***	***	***
S	165	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
R <sup>2</sup>		0.401	0.434	0.407	0.229	0.198	0.177	0.254	0.197	0.204	0.42

<sup>1</sup>ADG: average daily gain during the feedlot period, LW: live weight at slaughter, CW: cold carcass weight, DP: dressing percentage, LYE: estimated lean yield percentage, LMA: longissimus muscle area, RT: rib thickness, SFT: subcutaneous fat thickness, BMS: marbling score, CPPK: carcass price per 1kg at wholesale market.

<sup>2</sup>M: slaughter house, F: fattening farm, Sex: sex of animal, SY: slaughter year, SM: slaughter month, AS (L) and AS (Q): linear (L) and quadratic (Q) effect of age at slaughter, S: sire of animal. R<sup>2</sup>: coefficient of determination

<sup>3</sup>NS P>0.05, \*P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001

<sup>a</sup>Measured at sixth-seventh rib section.

<sup>b</sup>Japanese beef marbling standard (scored on a scale 1 (poor) to 12 (best)).

Table 4. Least square means of ADG, carcass traits, and carcass unit price by sex and slaughter year (SY)

Item	Trait										
	ADG (kg)	LW (kg)	CW (kg)	DP (%)	LYE (%)	LMA (Cm)	RT (Cm)	SFT (Cm)	BMS	CPPK (¥)	
Sex	heifer	0.59±0.003	622.24±1.72	390.06±1.22	62.64±0.06	72.79±0.04	48.32±0.20	7.17±0.02	3.12±0.03	4.84±0.05	1522.7±9.50
	steer	0.66±0.003	688.92±1.69	430.85±1.19	62.59±0.06	72.84±0.04	49.28±0.19	7.43±0.02	2.84±0.02	5.27±0.05	1624.4±9.33
SY	1991	0.61±0.003	651.28±1.95	409.63±1.38	62.90±0.07	72.70±0.04	48.35±0.22	7.39±0.03	3.12±0.03	6.30±0.06	2088.5±10.81
	1992	0.61±0.003	647.75±1.97	408.72±1.39	63.14±0.07	72.62±0.04	47.69±0.23	7.38±0.03	3.11±0.03	6.09±0.06	1970.3±10.88
	1993	0.62±0.003	652.48±1.99	412.11±1.41	63.13±0.07	72.58±0.04	47.49±0.23	7.39±0.03	3.09±0.03	5.75±0.06	1703.5±11.00
	1994	0.61±0.003	645.75±1.98	403.88±1.40	62.57±0.07	72.73±0.04	47.76±0.23	7.32±0.03	3.03±0.03	5.17±0.06	1526.8±10.95
	1995	0.62±0.003	655.45±1.95	409.50±1.38	62.55±0.07	72.86±0.04	48.42±0.22	7.44±0.03	2.99±0.03	5.19±0.06	1502.0±10.79
	1996	0.62±0.003	651.73±2.00	407.32±1.42	62.54±0.07	72.97±0.04	48.45±0.23	7.42±0.03	2.88±0.03	5.08±0.06	1507.1±11.07
	1997	0.63±0.003	659.08±2.04	414.07±1.45	62.79±0.07	72.70±0.05	48.43±0.24	7.30±0.03	3.00±0.03	5.22±0.06	1619.1±11.30
	1998	0.63±0.003	659.63±2.04	413.93±1.45	62.73±0.07	72.80±0.05	49.29±0.24	7.28±0.03	2.99±0.03	5.19±0.06	1625.0±11.31
	1999	0.64±0.003	662.12±2.02	413.73±1.43	62.46±0.07	72.91±0.04	49.78±0.23	7.27±0.03	2.94±0.03	4.95±0.06	1518.3±11.19
	2000	0.64±0.003	654.37±2.10	409.46±1.49	62.52±0.07	72.89±0.05	49.50±0.24	7.13±0.03	2.86±0.03	4.53±0.07	1419.2±11.67
	2001	0.64±0.004	657.05±2.21	408.71±1.57	62.26±0.08	72.97±0.05	49.77±0.26	7.26±0.03	2.92±0.03	4.28±0.07	1310.1±12.27
2002	0.64±0.004	664.70±2.24	413.37±1.58	62.23±0.08	72.90±0.05	49.90±0.26	7.16±0.03	2.89±0.03	3.93±0.07	1161.5±12.34	
2003	0.62±0.004	661.14±2.31	411.48±1.64	62.20±0.08	72.93±0.05	49.50±0.27	7.22±0.03	2.88±0.03	4.07±0.07	1504.9±12.84	

<sup>1</sup>ADG: average daily gain during the feedlot period, LW: live weight at slaughter, CW: cold carcass weight, LYE: estimated lean yield percentage, LMA: longissimus muscle area, SFT: subcutaneous fat thickness, RT: rib thickness, CPPK: carcass price per 1kg at wholesale market.



Fig 1. Average daily gain (ADG) by slaughter year for heifers and steers

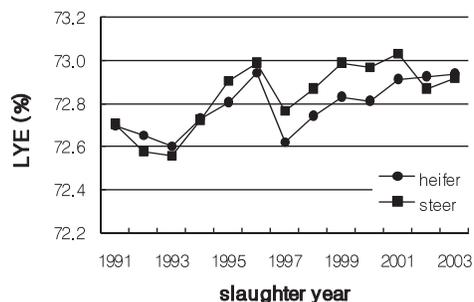


Fig 5. Estimated lean yield percentage (LYE) by year for heifers and steers

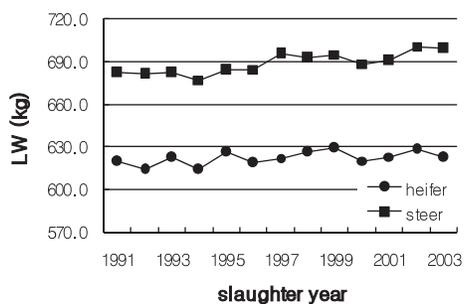


Fig 2. Live weight at slaughter (LW) by year for heifers and steers



Fig 6. Longissimus muscle area (LMA) by year for heifers and steers

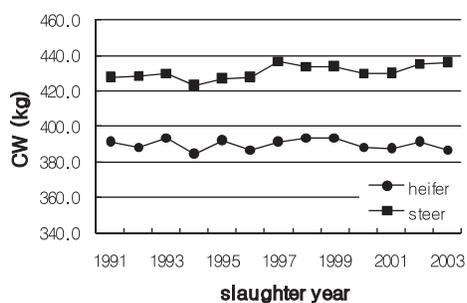


Fig 3. Cold carcass weight (CW) by year for heifers and steers

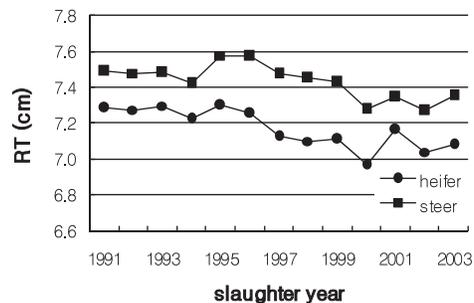


Fig 7. Rib thickness (RT) by year for heifers and steers

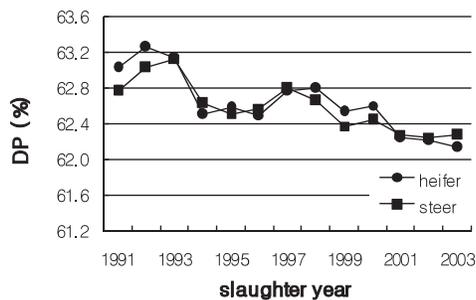


Fig 4. Dressing percentage (DP) by year for heifers and steers

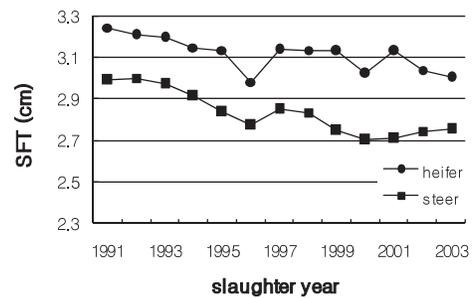


Fig 8. Subcutaneous fat thickness (SFT) by year for heifers and steers



Fig 9. Marbling score (BMS) by year for heifers and steers



Fig 10. Carcass unit price (CPPK) by year for heifers and steers

Table 5. Results of regression analysis on slaughter year for carcass traits

Traits	Sex	Intercepts	Coefficient±S.E.	P <  T	R <sup>2</sup>
ADG	heifer	0.58±0.006	0.001±0.001	0.111	0.21
	steer	0.64±0.004	0.003±0.001	***	0.81
LW	heifer	617.58±0.67	0.665±0.310	0.055	0.3
	steer	677.49±2.45	1.633±0.309	***	0.72
CW	heifer	390.74±1.84	0.097±0.232	0.683	0.02
	steer	426.13±1.96	0.674±0.247	*	0.40
DP	heifer	63.17±0.12	-0.075±0.015	***	0.70
	steer	63.01±0.10	-0.060±0.012	***	0.70
LYE	heifer	72.63±0.05	0.022±0.006	**	0.53
	steer	72.63±0.07	0.030±0.008	**	0.55
LMA	heifer	47.07±0.30	0.178±0.038	***	0.67
	steer	47.77±0.22	0.216±0.028	***	0.84
RT	heifer	7.34±0.04	-0.023±0.005	***	0.69
	steer	7.56±0.04	-0.018±0.005	**	0.50
SFT	heifer	3.23±0.03	-0.015±0.004	**	0.53
	steer	3.01±0.03	-0.025±0.004	***	0.82
BMS	heifer	6.06±0.15	-0.174±0.018	***	0.89
	steer	6.54±0.13	-0.182±0.016	***	0.92
CPPK	heifer	1876.29±92.54	-50.514±11.659	**	0.63
	steer	1985.57±86.00	-51.592±10.835	***	0.67

<sup>1</sup> ADG: average daily gain during the feedlot period, LW: live weight at slaughter, CW: cold carcass weight, LYE: estimated lean yield percentage, LMA: longissimus muscle area, SFT: subcutaneous fat thickness, RT: rib thickness, CPPK: carcass price per 1 kg at wholesale market.

#### 4. 最小自乗平均値の年次別推移の未經産牛と去勢牛の差異

分散分析 (Table 3) の結果から屠畜年度×性の相互作用は脂肪交雑度を除いたすべての形質で統計的有意性がみられた。これは最小自乗平均値の屠畜年度別推移が未經産牛と去勢牛とで異なることを示唆している。したがって、各形質に対する最小自乗平均値の推移が両性間でどの様に異なるのかを明らかにするために、未經産牛と去勢牛の年度別最小自

乗平均値をFig. 1からFig. 10まで表示した。調査形質に対する年当たり平均変化量を推定するために屠畜年度を独立変数にし、屠畜年度別の最小自乗平均値を従属変数とそれぞれの形質の回帰定数、回帰係数及び回帰方程式の決定係数をTable 5に示した。

一日増体量、屠畜時体重、冷屠体重、ロース芯面積、バラの厚さ、皮下脂肪厚、脂肪交雑、およびセリ単価はいずれの年次も性間で違いがみられたが、枝肉歩留および歩留基準値は性間の差異は明瞭でな

かった。1日増体量、屠畜時体重、冷屠体重の場合、去勢牛では最小自乗平均値が屠畜年度の推移と共に大きくなる傾向を示し、有意な正の回帰係数が推定された。しかし、未經産牛ではこれらの形質において年度推移に対する一定の傾向は認められなかった。枝肉歩留、バラの厚さ、皮下脂肪厚、脂肪交雑、およびセリ単価は未經産牛と去勢牛において同様の傾向を示し、年度と共に減少した。一方、歩留基準値およびロース芯面積は未經産および去勢のいずれにおいても屠畜年度の経過と共に増加した。決定係数が最も高い形質は脂肪交雑であり、次いで枝肉歩留とセリ単価の順となった。

5. 枝肉等級の分布

本研究で調査した41,213頭のうち、41,200頭において、肉質と歩留等級が記載されていた。そこで、これら個体の肉質と歩留等級別の分布をまとめるとTable 6のとおりである。

歩留等級では、A等級、B等級、C等級がそれぞれ69%、29.4% および1.8%であり、肉質等級は4等級(46.1%)、3等級(31.8%)、5等級(15.0%)お

よび2等級(7.0%)の順となり、肉質最下等級である1等級出現率は極めて低かった。

これらの分布は、未經産牛と去勢牛に仕分けしてもほぼ同様であった。歩留等級と肉質等級を共に考慮した出現率はA4等級の割合が最も高く(33%)、肉量と肉質が最も優れているA5等級の出現率は12.5%であった。

未經産牛と去勢牛で屠体等級の出現様相では去勢牛の屠体は肉質5等級と4等級の出現率が未經産牛に比べて高く、肉質3等級と2等級の出現率は低かった。肉量A等級の屠体の出現率でも去勢牛が未經産牛より高い傾向にあった。

6. 肥肉開始日齢、肥肉開始体重、肥育期間、屠畜日齢の年度推移

肥肉開始日齢、肥肉開始体重、肥育期間及び屠畜日齢についてそれらの平均値を年度ごと示すとFig. 11のとおりである。

去勢牛で肥肉開始日齢の平均値は274-286日の範囲となり比較的に一定な水準を表している。しかし、未經産牛では1991年度から2001年度までは一定な水

Table 6. Frequencies of heifer and steer data by quantity-by-quality grade

Data set	Quality grade	Yield grade			
		A	B	C	sum
all	5	5,162 (12.5) <sup>a</sup>	993 (2.4)	22 (0.1)	6177 (15.0)
	4	13,604 (33.0)	5,154 (12.5)	250 (0.6)	19,008 (46.1)
	3	7,970 (19.3)	4,818 (11.7)	328 (0.8)	13,116 (31.8)
	2	1,625 (3.9)	1,126 (2.7)	139 (0.3)	2,890 (7.0)
	1	0 (0.0)	2 (0.0)	7 (0.0)	9 (0.0)
	sum	28,361 (69.0)	12,093 (29.4)	746 (1.8)	41,200 (100)
heifer	5	1,388 (8.6)	358 (2.2)	11 (0.1)	1,757 (10.9)
	4	4,910 (30.6)	2,060 (12.8)	119 (0.7)	7,089 (44.1)
	3	3,386 (21.1)	2,145 (13.3)	156 (1.0)	5,687 (35.4)
	2	874 (5.4)	605 (3.8)	58 (0.4)	1,537 (9.6)
	1	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (0.0)	2 (0.0)
	sum	10,558 (66.1)	5,168 (32.4)	346 (2.2)	16,072 (100)
steer	5	3,774 (15.0)	635 (2.5)	11 (0.0)	4,420 (17.6)
	4	8,694 (34.6)	3,094 (12.3)	131 (0.5)	11,919 (47.4)
	3	4,584 (18.2)	2,673 (10.6)	172 (0.7)	7,429 (29.6)
	2	751 (3.0)	521 (2.1)	81 (0.3)	1,353 (5.4)
	1	0 (0.0)	2 (0.0)	5 (0.0)	7 (0.0)
	sum	17,803 (71.1)	6,925 (27.7)	400 (1.6)	25,128 (100)

A: 72% and above for estimated lean yield percentage (LYE), B: 69% and above for LYE, C: under 69% for LYE.

5: excellent, 4: Good, 3: Average, 2: Below average, 1: Poor.

<sup>a</sup> ( ): percentage

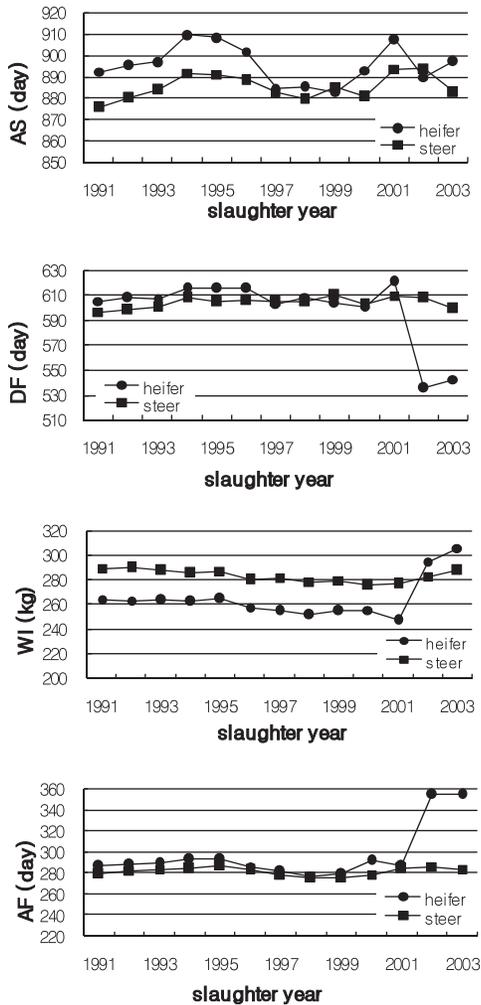


Fig 11. Age at slaughter (AS), days on fed (DF), initial weight (WI) and age at fattening (AF) by year for heifers and steers

準(277-293日)を見せているが、2002年度と2003年度にそれぞれ354日となっている。2001年度の286日に比べて約58日程度増加している。肥育開始体重は肥育開始日齢と似ている変化推移を見せている。去勢牛の場合は屠畜年度別の平均値が275-289kg水準となり、未経産牛の場合には2002年まで屠畜年度別の平均値が274-264kg水準を維持している。しかし、2002年と2003年度にはそれぞれ294kgと305kgとして急激に上昇している。

一方、肥育期間は去勢牛では596-610日の水準となり未経産牛に比べて比較的に一定な傾向を見せている。未経産牛では2002年度と2003年度にはそれぞれ

535日と576日となり他の年に比べて短かった。屠畜日齢は未経産牛や去勢牛が両方1994年と2001年を頂点で増加と減少を繰り返す周期的な形態を見せている。1997年から1999年と2002年にかけては未経産牛と去勢牛の間に屠畜日齢の差は大きくなかったが、その以外年度では未経産牛が去勢牛より屠畜時日齢が高くなっている。

未経産牛では特に2002年度と2003年度の肥育開始日齢が遅れていることや、肥育開始体重が大きく、肥育期間が短かったことなどが2003年度の未経産牛の1日増体量が急激に低くなった原因となったことが考えられる (Fig. 1)。

### 考 察

本研究は、鹿児島県で生産された黒毛和種肥育牛の肥育能力と屠体形質について、その年次推移を分析した。鹿児島県で飼育された黒毛和種の未経産牛と去勢牛の肥育成績の分析はMukaiら[8]の報告がある。

1999年から2003年迄の肥育データによる今回の分析では、冷屠体重とバラの厚さの性別最小自乗平均値はMukaiら[8]の結果とほぼ同様の成績である。しかし、歩留基準値とロース芯面積はMukaiら[8]の成績に比べて高い値を示している。歩留基準値とロース芯面積に差が見られたことは屠畜日齢の違いによるものと考えられる。すなわち、本研究での平均屠畜日齢は889日(約29.5ヶ月齢)であり、Mukaiら[8]のデータでは1ヶ月ほど短い28.5ヶ月齢である。一方、本研究で調査された未経産牛と去勢牛それぞれのBMS平均値はそれぞれ4.84と5.27であり、これはSasaki[12]が提示した結果より低くなっている。Sasaki[12]は12段階で区分して評価した黒毛和種のBMSは一般的に6-7の範囲となり、熊本褐毛和種のBMSは平均3-4の範囲であると記載している。一方、Oginoら[10]は島根県内の牛市場から1995年から1998年まで取り引きされ、1997年から2000年の間に屠畜された黒毛和種の未経産牛と去勢牛の資料を分析し、子牛の平均体重、市場出荷日齢、肥育期間及び屠畜日齢をそれぞれ273kg、251日、608日および851日と報告している。また、去勢牛が未経産牛に比べて脂肪交雑度が良好となり、屠体重が重く、屠畜年度の経過と共に脂肪交雑が低下することを報告している。

本研究の分析結果と他報告との違いを引き起こす

要因として、給与飼料の差、肥育期間と屠畜時期の差などの肥育牛の飼養法の違いと遺伝的要因が挙げられる。Ibiら[5]は1997年4月から2002年12月の間に東北地域と九州地域の屠殺場から収集された資料を分析した結果、九州地域の和牛は東北地域の和牛に比べて肥肉期間が長く、バラの厚さは薄く、脂肪交雑度も低いと報告している。またSasaki[12]は黒毛和種は地域的な系統によって肥育期間、屠畜日齢、屠体重およびBMSに違いあることを報告している。Hondaら[4]は西日本の5県（兵庫、鳥取、岡山、島根、広島県）の黒毛和種の比較で、兵庫県産は肉質が優れ、鳥取県と島根県産は増体能力が優れていると報告している。このように、地域間で遺伝的特性の違いが生じた理由として、和牛の成立初期から地域別で採択した育種素材と育種方法が違ったことが考えられる。すなわち、現在の黒毛和種は日本各地の在来種とヨーロッパから輸入されたアバディーンアンガス種、シンメンタール種、ブラウンスイス種、デボン種などとの交雑による改良和種を基礎としてきたが、1) 外国種との交雑に用いられた各地の在来牛集団間で外貌並びに能力に差があった、2) 当時の外国品種の輸入にあたり、各地方行政が独自に品種選定を行った、3) 改良和種の地域集団内交配と地域行政単位での育種計画が行われてきた、ことなどの理由で地域間の遺伝的差異が生じたと考えられる[12],[4]。その後、輸送網の広域化で生牛の移動が活発になったことや、人工受精の普及により地域間差は徐々に減少してきた。特に、脂肪交雑重視の和牛生産がおこなわれる中で、育種価の優れた少数のエート種雄牛の広域利用はさらに地域差を縮小させることになる[3]。少数の種雄牛の使用による弊害としては繁殖集団の有効な大きさの減少により、遺伝的変異性の減少と近交係数の上昇が懸念される。Nomuraら[9]は牛肉市場の完全開放以後、十年間に和牛集団内に存在したgenetic subdivisionが消えて、genetic diversityが減少していることを報告している。

本研究で調査された最小自乗平均値の年度別推移を見ると脂肪交雑度とセリ単価は日本での牛肉市場完全開放時点である1991年度以来減少傾向を示している。この結果は、近年、脂肪交雑評価の極めて高い少数の種雄牛へのニーズが高まっている事実[3]や、1988年以後からBMSの育種価が増加する傾向にあるとの報告[13]などからは予想できない結果である。去勢牛が未經産牛に比べてA5等級の出現率

とA4等級出現率が高く、肉量A等級、肉質5等級及び肉質4等級の出現率が高かった結果を見ると未經産牛よりは去勢牛が高級肉生産にもっと有利であることが考えられる。したがって、セリ単価も去勢牛の屠体が未經産牛の屠体よりもっと高かったことと考えられる。本分析結果のように、年度と共に脂肪交雑度やセリ単価を低下させる要因として、1) セリ単価を決める時に脂肪交雑の比重が低くなるから飼育農家が脂肪交雑の改善に対する関心が低下したこと、2) 牛肉輸入の完全自由化後、1人当り牛肉消費量の減少が和牛肉に対する需要を減少させたという点等が考えられる。Fig. 12は年度別のセリ単価と歩留基準値、セリ単価と脂肪交雑度の間の相関係数を示した。歩留基準値とセリ単価の間の相関係数は1991年度には0.26と評価され、以後、徐々に高くなった。一方、脂肪交雑とセリ単価の相関係数は1991年と1992にそれぞれ0.91と0.92として高かったが、2000年度以後には0.9未満となり低くなった。これらの結果は、価格決定にあたって、歩留基準値の相対的価値は高く、脂肪交雑度の価値は低くなっていることを示唆している。

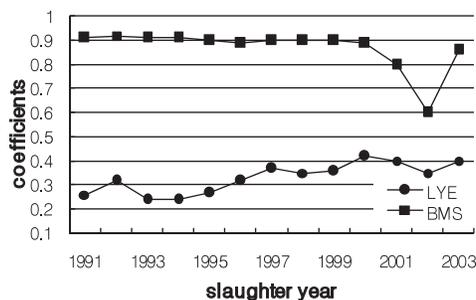


Fig 12. Correlation coefficients of carcass price with estimated lean yield percentage (LYE) and marbling score (BMS) by year

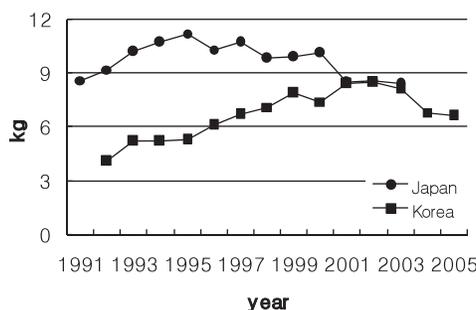


Fig 13. Changes of beef consumption per capita in Japan and Korea [1, 2, 15]

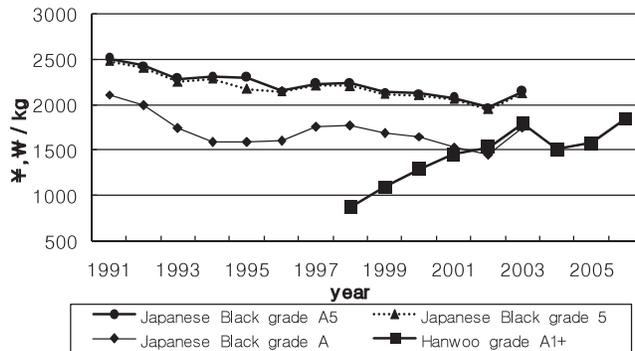


Fig 14. Changes of unit price of grade A5, grade 5 and grade A carcasses in Japan and grade A1+ carcass in Korea [14, 15]

一方、日本の国民1人当り牛肉消費量は1989年に7.7kgとなっているが以後増加して1995年度に11.2kgとして頂点に到達した後、減少し始めて2003年度には8.4kgとなり低くなった (Fig. 13)。消費量が増加した時期である1991年度には牛肉市場が完全開放されて増える牛肉需要を輸入肉で取り替えることができるようになった。1995年度以後にはむしろ1人当り消費量が減少し、和牛肉に対する需要の減少する要因にもなり、年度推移に伴いセリ単価が低くなる原因になったと考えられる (Fig. 14)。

本研究で得られた他の特徴的な現象として、年々、脂肪交雑とセリ単価が低くなり (Fig. 9, Fig. 10)、さらに未経産牛では肥育開始体重が増加し、肥育開始日齢は遅くなり、肥肉期間が短縮されたという点がある (Fig. 11)。このような現象はBSE (Bovine Spongiform Encephalopathy) の発生と係わりがあると考えられる。すなわち、日本では2001年度にBSEが発生して国内牛肉消費が急激に減少したが、これが2002年度にまで影響を及ぼし、セリ単価が他の年に比べて急激に低くなったと考えられる。2002年にはBSE問題の世論も沈静化し、その年の下半期から徐々に消費が回復したことや、アメリカでのBSE発生 (2003年12月) による米国産牛肉の輸入禁止措置が取られたことなどから、卸売市場でのセリ単価は上昇している [6]。

韓国は日本より10年遅れた2001年度に牛肉市場を完全開放したが、日本で輸入開放後5年間 (1991-1995) に現われた和牛のセリ単価の変化推移と韓国の開放後5年 (2001-2005) の間に現われた韓牛屠体セリ単価の変化推移を比べて見ると日本ではこの時期に国民1人当り牛肉消費量は持続的に増えているが、和牛のセリ単価は低くなった。一方、韓国では

開放後5年間に1人当り牛肉消費量は増加よりもむしろ減少しているにもかかわらず、韓牛屠体セリ単価は持続的に増加している (Fig. 13, Fig. 14)。両国間でこのような差が発生した原因としては次のような点を考えることができる。韓国では1997年に発生した外為危機により韓牛飼育頭数が減少し、その後、韓国内の牛肉生産量が十分ではなかった。また、牛肉の主な輸入元であるアメリカでのBSEが発生により、アメリカからの牛肉の輸入が停止したことから、韓牛のセリ単価を上昇させる結果となったと考えられる。一方、日本では輸入開放化以前である1990年当時は日本内の牛飼育頭数が4,760千頭となり、10年後の2000年度にも4,588千頭となり開放後も飼育頭数の急激な減少はなかった [1]。このように、輸入自由化に加え、全体の供給が増加した関係で1人当り牛肉消費量は増加しても和牛のセリ単価が低下したと考えられる。

## 参考文献

- [1] FAO. Livestock sector brief<Japan>. Available: <http://www.fao.org/ag/aga/glipha/index.jsp> (2005)
- [2] FAO. Statistical database. Available: <http://faostat.fao.org/faostat> (2006)
- [3] Honda, T., Nomura, T., Yamaguchi, Y. and Mukai, F.: Pedigree analysis of genetic subdivision in a population of Japanese Black cattle. *Anim. Sci. J.* 73, 445-452 (2002)
- [4] Honda, T., Nomura, T., Yamaguchi, Y. and Mukai, F.: Monitoring of genetic diversity in the Japanese Black cattle population by the use of pedigree information. *J. Anim. Breed. Genet.* 121, 242-252 (2004)
- [5] Ibi, T., Hirooka, H., Kahi, A.K., Sasae, Y. and Sasaki, Y.: Genotype x environmental interaction effects on carcass traits in Japanese Black cattle. *J. Anim. Sci.* (2005)

- [6] JMGA : New Beef Grading Standards. Jpn. Meat Grading Assoc., Tokyo, Japan. (1988)
- [7] Kim, Jong-Bok, Chaeyoung Lee, Tsutomu Tsuyuki, Takeshi Shimogiri, Shin Okamoto and Yoshizane Maeda: Sire-maternal grandsire model and sire model in estimation of genetic parameters for average daily gain and carcass traits of Japanese Black Cattle. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 19, 1678-1684 (2006)
- [8] Mukai, F., Oyama, K. and Khono. S.: Genetic relationships between performance test traits and field carcass traits in Japanese Black cattle. Livst. Prod. Sci. 44, 199-205 (1995)
- [9] Nomura, T., Honda, T. and Mukai, F.: Inbreeding and effective population size of Japanese Black cattle. J. Anim. Sci. 79, 366-370 (2001)
- [10] Ogino, A., Kaku, K., Fujita, T., Kitamura, C. and Shimada, K.: Breeding values for carcass traits at calf markets as determinant of feeding length in Japanese Black Cattle: an exploratory study. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 16(5), 635-638 (2003)
- [11] SAS.: SAS User's guide. SAS Inst., Inc., Cary, NC. (1985)
- [12] Sasaki, Y.: Beef cattle breeding and its trend in Japan. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 14, 111-122 (2001)
- [13] Sasaki, A., Miyake, T., Gaillard, C., Oguni, T., Matsumoto, M., Ito, M., Kurahara, T. Sasae, Y., Fujinaka, K., Ohtagaki, S. and Dougo, T.: Comparison of genetic gains per year for carcass traits among breeding programs in the Japanese Brown and the Japanese Black cattle. J. Anim. Sci. 84, 317-323 (2006)
- [14] KOSIS統計情報システム. 韓国統計庁. (2006)  
Available: [http://kosis.nso.go.kr/cgi-bin/sws\\_999.cgi](http://kosis.nso.go.kr/cgi-bin/sws_999.cgi)
- [15] 韓国農林食品部. 農林業主要統計. (2005)  
Available: <http://www.maf.go.kr>
- [16] 農林水産省. 農林水産統計. (2005)  
Available: <http://www.maff.go.jp/toukei/sokuhou/data/>
- [17] 農林水産省. 日本畜産の動向. (2006)  
Available: <http://www.maff.go.jp/lin/>

## Annual Trends in Japanese Black Cattle Meat Production in Kagoshima Prefecture

Jong-Bok KIM<sup>1)</sup>, Tsutomu TSUYUKI, Jong Tae GOH<sup>2)</sup>, Takeshi SHIMOGIRI,  
Kotaro KAWABE<sup>3)</sup>, Shin OKAMOTO, Tsutomu HASHIGUCHI and Yoshizane MAEDA<sup>†</sup>  
(Laboratory of Animal Breeding and Genetics)

### Summary

We examined the trends in beef production of Japanese Black cattle after the liberalization of beef imports in 1991. Data from 41,213 Japanese Black cattle in Kagoshima were collected from 1991 to 2003; 16,074 heifers and 25,139 steers. The traits analyzed in this study included Average Daily Gain (ADG) during the fattening period, Live Weight at slaughter (LW), Cold Carcass Weight (CW), Dressing Percentage (DP), estimated Lean Yield Percentage (LYE), Longissimus Muscle Area (LMA), Subcutaneous Fat Thickness (SFT), Rib Thickness (RT), Marbling Score (BMS), and Carcass Price Per 1 kg (CPPK) at the wholesale market. Our analytical models included the following elements: the slaughter house, the fattening farm, the sex of the animal, the slaughter year and month, the age at slaughter, the sire of the animal, and the resultant correlational effects.

The least square means for steers were larger than those for heifers in ADG, LW, CW, LMA, RT, and BMS, and smaller in SFT. As the year progressed, the least square means tended to increase in ADG, LW, CW, LMA, and LYE and to decrease in DP, RT, SFT, BMS, and CPPK. The trends in the changes over the years for heifers showed similar patterns to those for steers in DP, LYE, BMS, and CPPK, but not in ADG, LW and CW. The regression coefficients of ADG, LW, and CW in the slaughter year were all positive and statistically significant only in steers. The trends in LMA, RT, and SFT were similar, regardless of sex and changes in direction; however, the corresponding regression coefficient and determinant of regression equations were larger in steers than in heifers for LMA and SFT, but smaller for RT.

Generally, the steer carcasses showed better quantity and quality of beef than the heifer carcasses. As the year progressed, the correlation coefficients of carcass unit price with LYE tended to increase while those with BMS tended to decrease, which implied that the importance of the decision on carcass price was decreasing for BMS while increasing for LYE. The number of significant results from carcasses in 2002 was small for BMS and CPPK. The small correlation coefficients of CPPK with BMS and LYE are evident in the heavy weight at the start of the fattening process, the later stages of the fattening process, and the instances of limited feeding periods. Such phenomena may well have been influenced by the occurrences of bovine spongiform encephalopathy in 2001.

**Key words:** Japanese Black cattle, fattening performance, steer, heifer, slaughter year

<sup>†</sup>: To whom correspondence should be addressed : Yoshizane MAEDA (Laboratory of Animal Breeding and Genetics)  
Tel 099-285-3873, E-mail: fgaku-c@kuas.kagoshima-u.ac.jp

<sup>1)</sup> Division of Animal Resource Science, Kangwon National University, ChunCheon, Gangwon-do, Korea

<sup>2)</sup> Department of Agricultural and Resources Economics, College of Agriculture and Life Sciences, Kangwon National University, ChunCheon, Gangwon-do, Korea.

<sup>3)</sup> Frontier Science Research Center, Kagoshima University, Kagoshima 890-0065 Japan