

北海道内の黒毛和種去勢牛における子牛市場出荷時体重と格付形質ならびに画像解析形質との遺伝的関連性

大澤剛史¹・日高 智²・宝寄山裕直³・加藤貴之⁴・上館信幸⁵・口田圭吾²

¹岩手大学大学院連合農学研究科, 盛岡市 020-8550

²帯広畜産大学, 帯広市 080-8555

³北海道立畜産試験場, 北海道新得町 081-0038

⁴十勝農業協同組合連合会, 帯広市 080-0013

⁵北海道農政部食の安全推進局畜産振興課, 札幌市中央区 060-8588

(2007. 8. 20 受付, 2007. 12. 14 受理)

要 約 北海道内の子牛市場ならびに枝肉市場で取引された, 黒毛和種去勢牛の子牛市場出荷時体重と格付ならびに画像解析形質間の遺伝的関連性を調べることを目的とした. 北海道内の子牛市場で取引され格付記録と枝肉横断面画像を持つ黒毛和種去勢牛 805 頭を分析に用いた. 子牛市場時成績として子牛市場出荷時体重, 格付形質として枝肉重量, ロース芯面積, ばらの厚さ, 皮下脂肪厚, 歩留基準値および BMS ナンバー, 画像解析形質としてロース芯の脂肪面積割合, 全体的な粒子のあらさおよび最大粒子のあらさについて分析を行った. また, 過肥の影響をみるために格付形質ならびに画像解析形質の分析には子牛市場出荷時体重を子牛市場出荷時日齢で除した日齢体重 (kg/日) を 6 つのサブクラス (0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2 および 1.3 kg/日) に分類し, 母数効果として含め分析を行った. 子牛市場出荷時体重の直接および母性遺伝率は, 0.15 ± 0.07 および 0.12 ± 0.07 であった. 子牛市場出荷時体重と格付形質間の直接遺伝相関は, ロース芯面積, 皮下脂肪厚, 歩留推定値および BMS ナンバーで負の値が推定された ($-0.76 \sim -0.08$). 画像解析形質との直接遺伝相関も, すべて負の値が推定された ($-0.70 \sim -0.34$). さらに, 脂肪交雑において 1.0 kg/日付近の日齢体重が最も望ましい値であることが示唆された. 子牛市場出荷時体重の改良を行う場合, これら形質との遺伝的関連性について注意が必要である.

日本畜産学会報 79 (2), 185-192, 2008

わが国の一般的な牛肉の生産体系は, 繁殖農家と肥育農家の 2 戸以上の生産者が関わっている. 繁殖農家は子牛を 8~10 ヶ月齢飼育した後, 子牛市場などを通じ肥育素牛として肥育農家に販売する. 肥育農家は子牛市場で血統や体重などを参考に肥育素牛を購入し, 1~2 年肥育したのち枝肉市場に出荷する. 通常, 子牛市場時において体重の大きい子牛が高値で取引される傾向にあるため, 繁殖農家は子牛市場時の体重を重くする傾向にあり, 過肥などが問題になっている. 過肥の一つの目安としては, 子牛市場出荷時の体重を出荷時日齢で除した日齢体重が用いられ, その値が大きい個体は過肥の傾向にあると言われる. また, 肉用牛における育種改良は, 枝肉成績に関して重点的に選抜がなされている一方, 子牛市場時の唯一の成績である出荷時体重に関しては, ほとんど育種改良に利用されていないのが現状である. 今後, 肉用牛の初期発育を改良していく上で, 子牛市場時の出荷時体重は重要な形質の一つであると考えられ, 子

牛市場出荷時体重と枝肉成績間との遺伝的関連性を明らかにする必要がある.

これまで, 黒毛和種の子牛市場時の記録に関する母性遺伝効果の推定は, Kitamura ら (1999) や Mukai ら (2000) によって報告された. Kitamura ら (1999) は, 黒毛和種の子牛市場出荷時体重および枝肉体重に対して直接および母性遺伝効果を明らかにし, Mukai ら (2000) は生時体重と子牛市場出荷時体重について直接および母性遺伝効果の遺伝的パラメータを推定した. また, 肥育開始時体重などの成長形質と枝肉形質に関する遺伝的関連性についていくつか報告がなされており, Mukai ら (1995) は, 鹿児島県の産肉能力検定における種雄牛候補雄子牛の成長形質とフィールド記録から収集された枝肉形質間の遺伝的関連性について報告した. また, Aziz ら (2005) は, 宮城県黒毛和種の一集団について成長速度と枝肉形質間に関する直接および母性効果の遺伝的パラメータの推定を行った. しかしながら, 子牛市場と枝肉市場の

連絡者: 口田圭吾 (fax: 0155-49-5462, e-mail: kuchida@obihiro.ac.jp)

成績の遺伝的関連性については、Shojoら(2006)が鳥取県と兵庫県のデータについて報告した以外あまり報告がなされていない。

そこで本研究は、北海道内の子牛市場ならびに枝肉市場で取引された黒毛和種去勢牛を用い、子牛市場出荷時体重、格付形質および胸最長筋に関する画像解析形質間の遺伝的関連性を調べることで、ならびに日齢体重が枝肉成績にどのような影響を与えているか調査することを目的とした。

材料および方法

子牛市場出荷時体重の記録は、1999～2002年度にかけて北海道内の子牛市場で取引された黒毛和種去勢牛から収集された。また、格付成績ならびに枝肉横断面のデジタル画像の枝肉市場時の記録は、2000～2003年度にかけて北海道内の枝肉市場に上場された黒毛和種去勢牛から収集された。分析は、子牛市場出荷時体重、枝肉市場時の格付記録ならびに枝肉横断面画像のすべてを持つ個体を対象とした。なお、受精卵移植の個体は記録から除外した。また、子牛市場ならびに枝肉市場の開催年月、繁殖農家、肥育農家および種雄牛の各サブクラス内の記録数が3頭未満の記録、さらに子牛市場出荷時日齢またはと畜時日齢が平均±3標準偏差外の個体の記録は分析対象から除外した(子牛市場出荷時日齢およびと畜時日齢の平均値±標準偏差は、それぞれ300.0±28.2日および886.6±45.2日)。分析に使用した最終的な記録数は805頭であった。

分析には、子牛市場時の形質として子牛市場出荷時体重を、枝肉市場時の格付形質として枝肉重量、ロース芯面積、ばらの厚さ、皮下脂肪厚、歩留基準値およびBMSナンバーをそれぞれ用いた。

枝肉左半丸の第6-7肋骨間で切開された枝肉横断面が、口田ら(2001a)により開発されたドーム型撮影装置を用いて撮影された。この撮影装置は、枝肉横断面に鉛直方向かつ一定距離から撮影でき、枝肉横断面画像からロース芯の面積などを正確に測定することが可能である。

分析に用いた画像解析形質は、ロース芯内の脂肪交雑粒子の特徴を示す形質として、脂肪面積割合、全体的な粒子のあらさおよび最大粒子のあらさを用いた。なお、本研究で取り上げた全体的な粒子のあらさおよび最大粒子のあらさは、口田ら(2002)の報告における“あらさ指数2(5)”, “あらさ指数4(5)”に相当するものである。全体的な粒子のあらさは、胸最長筋内の脂肪交雑粒子の全体的なあらさを示す指標であり、値が高いほど筋肉内にあらい脂肪交雑粒子が多く存在する。最大粒子のあらさは、極端に大きな脂肪交雑粒子の存在を示す指標であり、値が高いほど大きな望ましくない脂肪交雑粒子が存在する。

子牛市場出荷時体重の遺伝的パラメータの推定に考慮した要因は、子牛市場母数効果として子牛市場(2水準)および子牛市場開催年月(38水準)を用い、共変量として1～2次の子牛市場出荷時日齢を用い、変量効果として繁殖農家の効果(168水準)、直接遺伝効果、母性遺伝効果、母性環境効果ならびに残差を用いた。また、本研究で用いたようなデータサイズやデータ構造の場合、直接-母性遺伝効果間の共分散成分を含めた分散成分推定は困難である(ManiatisとPollott 2002)。そのため本研究においては直接-母性遺伝効果間の共分散を0と制限し、子牛市場出荷時体重の各分散成分の推定を行った。格付形質および画像解析形質の遺伝的パラメータの推定に考慮した要因は、枝肉市場開催年月(40水準)および日齢体重クラス(6水準)を母数効果として用い、共変量として1～2次のと畜時日齢、1次の肥育期間を用い、変量効果として肥育農家の効果(32水準)、直接遺伝効果ならびに残差を用いた。ここで日齢体重クラスは、子牛市場時の子牛の過肥の影響を調べるために子牛市場出荷時体重を子牛市場出荷時日齢で除して求めた日齢体重を6つのサブクラス(0.8:~0.849 kg/日, 0.9:0.850~0.949, 1.0:0.950~1.049, 1.1:1.050~1.149, 1.2:1.150~1.249 および 1.3:1.250~)に分類したものである。わが国における黒毛和種の牛群サイズ(繁殖農家や肥育農家の規模)は、比較的小さいものが多く、そのような場合、OikawaとSato(1996, 1997)は、群の効果を変量効果として含むモデルがそれらを母数効果として含むものより群効果を有意に補正可能であると報告した。本研究のデータセットにおいても比較的小さい牛群サイズ(繁殖農家ならびに肥育農家)を含んだため、本研究では繁殖農家ならびに肥育農家の効果を変量効果として扱った。分散成分の推定には、Miształら(2002)により開発されたAIREMLF90プログラムを用いて行った。分散成分ならびに遺伝率は、単形質アニマルモデルにより推定し、子牛市場出荷時体重と各形質間の直接遺伝効果間の相関ならびに表型相関を2形質アニマルモデルにより推定した。血統記録は、可能な限り3代祖までさかのぼった結果、3,430頭となった。

結果および考察

子牛市場時および枝肉市場時の記録の基礎統計量を表1に示した。子牛市場出荷時日齢の平均と標準偏差は、300.0±28.2日であり、出荷時体重の平均と標準偏差は、302.0±26.4kgであった。Shojoら(2006)は、兵庫県ならびに鳥取県の黒毛和種集団において、子牛市場出荷時日齢と出荷時体重の平均と標準偏差をそれぞれ278.0±26.62日および246.2±28.86日、242.6±27.7kgおよび257.3±33.55kgと報告した。北海道内の繁殖農家は、子牛市場への出荷が、兵庫県や鳥取県よりも遅いことが示された。また、本研究における枝肉市場時の

Table 1 Basic statistics of calf and carcass market and image analysis traits (n=805)

Traits	Mean	SD	Minimum	Maximum
Calf market traits				
Age at calf market (day)	300.0	28.2	225.0	382.0
Calf market weight (kg)	302.0	26.4	206.0	399.0
Carcass market traits				
Fattening period (day)	586.6	46.8	430.0	730.0
Age at carcass market (day)	886.6	45.2	767.0	1020.0
Carcass weight (kg)	447.5	46.8	285.0	601.0
Ribeye area (cm ²)	57.1	7.8	31.0	84.0
Rib thickness (cm)	7.7	0.8	4.6	10.6
Subcutaneous fat thickness (cm)	2.4	0.7	1.0	5.3
Yield estimate (%)	74.2	1.3	69.3	78.3
BMS number (1 to 12)	5.8	2.6	2.0	12.0
Image analysis traits				
Fat area ratio (%)	40.5	8.0	16.0	64.5
Overall coarseness of marbling particle	19.9	5.0	7.3	39.6
Coarseness of maximum marbling particle	4.8	2.7	0.8	20.1

Table 2 Number of records of each daily gain class

Daily gain ¹ classes (kg/day)	n
0.8 (~0.849 kg/day)	46
0.9 (0.850~0.949)	191
1.0 (0.950~1.049)	268
1.1 (1.050~1.149)	213
1.2 (1.150~1.249)	73
1.3 (1.250~)	14

¹Daily gain was calculated by dividing carcass market weight by age at calf market.

Table 3 Estimates of variance components and genetic parameters for calf market weight

Parameter ¹	Calf market weight
σ_a^2	88.25
σ_m^2	70.80
σ_c^2	54.40
σ_f^2	49.28
σ_e^2	338.82
$h_a^2 \pm SE$	0.15 \pm 0.07
$h_m^2 \pm SE$	0.12 \pm 0.07
P_f	0.08

¹ σ_a^2 = direct genetic variance; σ_m^2 = maternal genetic variance; σ_c^2 = maternal permanent environmental variance; σ_f^2 = variance of calf production farm; σ_e^2 = residual variance; h_a^2 = direct heritability; h_m^2 = maternal heritability; P_f = proportion of phenotypic variance due to variance of calf production farm.

屠畜日齢は、886.6 \pm 45.2 日齢であり、兵庫県ならびに鳥取県におけるそれは、それぞれ 967.4 \pm 46.11 日齢ならびに 859.1 \pm 53.43 日齢であった (Shojo ら 2006)。したがって、北海道内の肥育農家の枝肉市場への出荷は、兵庫県よりも 3 ヶ月ほど早く、鳥取県よりも 1 ヶ月ほど遅いことが示された。

日齢体重の各サブクラス内の記録数を表 2 に示した。北海道内の子牛市場に出荷される子牛の日齢体重は、1.0 kg/日付近が最も多く、0.8 kg/日未満や 1.2 kg/日以上になると極端に数が減ることが示された。

子牛市場出荷時体重の各分散成分推定値、直接遺伝率 (± 標準誤差)、母性遺伝率 (± 標準誤差) および表型分散に対する農家分散の割合を表 3 に示した。本研究において子牛市場出荷時体重の直接遺伝率ならびに母性遺伝率は、それぞれ 0.15 \pm 0.07 および 0.12 \pm 0.07 と推定

された。黒毛和種の子牛市場出荷時体重に関する直接ならびに母性遺伝率はいくつか報告されており、Kitamura ら (1999) は、島根県における子牛市場出荷時体重の直接遺伝率ならびに母性遺伝率をそれぞれ 0.22 ならびに 0.06 と報告し、Shojo ら (2006) は兵庫県において 0.22 ならびに 0.07、鳥取県において 0.37 ならびに 0.15 と報告した。Mukai ら (2000) は、岩手県、岐阜県および鹿児島県において直接遺伝率を 0.25~0.30、母性遺伝率を 0.10~0.18 と報告した。これら文献値と比較して、本研

究における直接遺伝率は低い傾向にあったが、母性遺伝率は、文献値の範囲内であった。本研究の結果から、北海道内の黒毛和種集団における子牛市場出荷時体重に対して、母性遺伝効果は、直接遺伝効果と同程度に影響しており、また、北海道内の黒毛和種集団において母性遺伝効果の重要性が高いと推察された。また、表型分散に対する繁殖農家分散の割合は0.08と推定され、Shojoら(2006)が報告した値よりも低い値であった(兵庫県:0.16, 鳥取県:0.17)。本研究において推定された表型分散に対する繁殖農家分散の割合は、直接ならびに母性遺伝率と比較し低い値であったが、子牛市場出荷時体重に対する繁殖農家の影響は、遺伝的な要因に次いで重要な要因であると思われる。

格付形質ならびに画像解析形質の各分散成分推定値、遺伝率(±標準誤差)および表型分散に対する農家分散の割合を表4に示した。格付形質において、枝肉重量、ロース芯面積、ばらの厚さ、皮下脂肪厚、歩留推定値の遺伝率は、それぞれ中程度から低い値が推定され(0.29 ± 0.07, 0.43 ± 0.10, 0.48 ± 0.10, 0.22 ± 0.08 および 0.37 ± 0.09)、BMS ナンバーの遺伝率は枝肉形質の中で最も高い値が推定された(0.74 ± 0.12)。枝肉重量の遺伝率(0.29)は、これまでに報告された黒毛和種における文献値(0.33~0.64; 守屋ら1994; 向井1994; 川田ら2003; Shojoら2006)より低い値であった。BMS ナンバーの遺伝率(0.74)は、兵庫県における1988年度から1991年度までの記録から得られた現集団における守屋ら(1994)の0.64、岩手県南地方の黒毛和種集団における川田ら(2003)の0.66やShojoら(2006)による兵庫県の0.61と同程度な値が推定されたが、Shojoら(2006)

による鳥取県の遺伝率(0.49)や向井(1994)による1988年から1994年に全国24道府県で収集された約70,000頭からの値(0.46)よりも高い値であった。

画像解析形質において、脂肪面積割合ならびに全体的な粒子のあらさの遺伝率は高い値が推定され(0.80 ± 0.12 および 0.70 ± 0.13)、最大粒子のあらさにおいては0.17 ± 0.07と低い値が推定された。画像解析形質に関する遺伝率の報告は少ないが、口田ら(2001b)は約700頭の黒毛和種去勢牛集団に対して脂肪面積割合で0.59と報告し、大澤ら(2004a)は、約400頭の黒毛和種の間接検定材料牛に対して0.61を報告し、また、大澤ら(2004b)は、本研究と同じ枝肉市場において2000年度から2001年度にかけて出荷された2,998頭の黒毛和種に対して脂肪面積割合、全体的な粒子のあらさおよび最大粒子のあらさで、それぞれ0.57, 0.34 および 0.09を報告した。本研究の画像解析形質の遺伝率は、これら推定値と似た傾向を示したものの、全体的に高い値が推定された。また、最大粒子のあらさは、脂肪面積割合や全体の粒子のあらさに比べて低い遺伝率が示された。筋肉中には、大小様々な脂肪交雑粒子がランダムに分布しており、筋肉を切る位置により脂肪交雑粒子の分布にばらつきが生じると思われる。脂肪面積割合や全体の粒子のあらさは、そういった多くの脂肪交雑粒子の平均的な値であるが、最大粒子のあらさは、その中の脂肪交雑粒子のうち最大の粒子1つを取り上げた形質であり、切開の位置によるばらつきの影響が大きく、偶発的に極端に大きな脂肪交雑粒子が現れると考えられる。したがって、このことが最大粒子のあらさにおける低い遺伝率の原因の一つと思われる。

Table 4 Estimates of variance components, heritability, and proportion of phenotypic variance due to variance of fattening farm for carcass and image analysis traits

Traits	Parameters ¹				
	σ_a^2	σ_f^2	σ_e^2	$h_a^2 \pm SE$	P_f
Carcass traits					
Carcass weight	454.93	161.96	954.60	0.29 ± 0.07	0.10
Ribeye area	24.73	0.00	32.96	0.43 ± 0.10	0.00
Rib thickness	0.29	0.05	0.26	0.48 ± 0.10	0.09
Subcutaneous fat thickness	0.10	0.03	0.33	0.22 ± 0.08	0.06
Yield estimate	0.63	0.04	1.04	0.37 ± 0.09	0.02
BMS number	4.66	0.56	1.11	0.74 ± 0.12	0.09
Image analysis traits					
Fat area ratio	50.50	7.49	5.50	0.80 ± 0.12	0.12
Overall coarseness of marbling particle	18.35	1.22	6.67	0.70 ± 0.13	0.05
Coarseness of maximum marbling particle	1.18	0.00	5.90	0.17 ± 0.07	0.00

¹ σ_a^2 = direct genetic variance; σ_f^2 = variance of fattening farm; σ_e^2 = residual variance; h_a^2 = direct heritability; P_f = proportion of phenotypic variance due to variance of fattening farm.

子牛体重と枝肉成績の遺伝的関連

格付形質ならびに画像解析形質における表型分散に対する肥育農家分散の割合は、格付形質で枝肉重量、ばらの厚さおよびBMSナンバーにおいて、それぞれ高い値が推定され(0.10, 0.09および0.09), 画像解析形質ではBMSナンバーと強い関連性のある脂肪面積割合において0.12と高い値が推定された。兵庫県ならびに鳥取県における黒毛和種集団に対して、Shojoら(2006)は枝肉重量(0.14および0.09), ばらの厚さ(0.09および0.08), BMSナンバー(0.09および0.07)において本研究に近似した値を報告した。したがって、これら形質は、肥育農家の影響をその他の形質よりも大きく受けることが示唆された。

子牛市場出荷時体重と格付形質ならびに画像解析形質間の直接遺伝相関(±標準誤差)ならびに表型相関を表5に示した。格付形質において、子牛市場出荷時体重と枝肉重量の直接遺伝相関において、 0.55 ± 0.18 と正の高い値が推定された。Shojoら(2006)は、子牛市場出荷時体重と枝肉重量の遺伝相関について兵庫県ならびに鳥取県の黒毛和種集団において、それぞれ正の高い値(0.87および0.57)を報告し、本研究の推定値と一致した。また、Mukaiら(1995)は、鹿児島県の産肉能力検定における種雄牛候補雄子牛の成長形質とフィールド記録から収集された枝肉形質間の遺伝的関連性の研究において、検定開始時から終了時までの体重と枝肉重量間の遺伝相関を本研究と同様に高い値(0.87~0.95)であると報告した。

子牛市場出荷時体重とロース芯面積の直接遺伝相関は、高い負の値(-0.76 ± 0.15)が推定されたが、Mukaiら(1995)による検定開始時から終了時の体重とロース芯面積間の低い正の直接遺伝相関(0.19~0.26), Shojoら(2006)により報告された子牛市場出荷時体重とロース芯面積間の中程度から低い正の直接遺伝相関(兵庫県:

0.45, 鳥取県:0.18)およびAzizら(2005)による宮城県で生産された黒毛和種集団の肥育開始時体重とロース芯面積間の低い正の直接遺伝相関(0.15)と大きく異なっていた。

子牛市場出荷時体重と歩留推定値との間においても非常に高い負の直接遺伝相関が推定され(-0.76 ± 0.14), Mukaiら(1995)による検定開始時から終了時の体重と歩留推定値間の低い正の直接遺伝相関(0.16~0.21)およびShojoら(2006)が報告した歩留推定値における子牛市場出荷時体重との無あるいは低い正の直接遺伝相関(兵庫県;0.16, 鳥取県;0.00)と大きく異なっていた。しかしながら、Azizら(2005)は、肥育開始時体重と歩留推定値間で低い負の直接遺伝相関(-0.14)を、Splanら(2002)も交雑牛に対して離乳時体重と部分肉割合間で低い負の直接遺伝相関(-0.12)を報告し、本研究と比較して低い値ではあったものの同様な負の傾向を示した。

子牛市場出荷時体重と皮下脂肪厚間の直接遺伝相関においては、標準誤差が他の形質と比較して大きいものの、 -0.08 ± 0.31 と非常に低い値が推定された。Shojoら(2006)はそれら形質間の直接遺伝相関を兵庫県で0.07, 鳥取県で -0.08 とほぼ無相関を報告し本研究の値と近似した。また、Mukaiら(1995)は検定開始時から終了時の体重と皮下脂肪厚間で負の直接遺伝相関($-0.39 \sim -0.27$)を、Azizら(2005)は、肥育開始時体重と皮下脂肪厚間で中程度の負の直接遺伝相関(-0.49)を報告した。したがって、黒毛和種の若齢時の体重と皮下脂肪厚間では、遺伝的に無あるいは低い負の関連性があることが示唆されたが、Splanら(2002)は交雑牛に対して離乳時体重と脂肪厚間の低い正の直接遺伝相関(0.26)を報告した。

子牛市場出荷時体重とBMSナンバー間の直接遺伝

Table 5 Direct genetic (r_a) and phenotypic (r_p) correlations of calf market weight with carcass and image analysis traits

Traits	$r_a \pm SE$	r_p
Carcass traits		
Carcass weight	0.55 ± 0.18	0.41
Ribeye area	-0.76 ± 0.15	0.07
Rib thickness	0.03 ± 0.24	0.20
Subcutaneous fat thickness	-0.08 ± 0.31	0.12
Yield estimate	-0.76 ± 0.14	-0.06
BMS number	-0.38 ± 0.19	0.02
Image analysis traits		
Fat area ratio	-0.34 ± 0.19	0.01
Overall coarseness of marbling particle	-0.70 ± 0.15	-0.06
Coarseness of maximum marbling particle	-0.47 ± 0.22	-0.04

相関は負の値が推定された (-0.38 ± 0.19). Mukai ら (1995) により検定開始時から終了時の体重と BMS ナンバー間で低い負の直接遺伝相関が報告され ($-0.10 \sim -0.04$), Shojo ら (2006) も, 子牛市場出荷時体重と BMS ナンバー間で低い負の値を報告した (兵庫県: -0.10 , 鳥取県: -0.10). Splan ら (2002) は, 離乳時体重とマーブリングスコア間で低い負の値 (-0.12) を報告し, Aziz ら (2005) は, 肥育開始時体重と BMS ナンバー間で無の相関 (0.04) を報告した. 肉用牛において若齢時の体重が重い個体は, 遺伝的に枝肉時の BMS ナンバーが低い傾向にあることが示唆された.

子牛市場出荷時体重と画像解析形質間の直接遺伝相関において, すべての形質間で中程度から高い負の値が推定された (脂肪面積割合, 全体の粒子のあらさおよび最大粒子のあらさにおいて, それぞれ -0.34 ± 0.19 , -0.70 ± 0.15 および -0.47 ± 0.22). すなわち, 子牛市場出荷時体重が重い個体は, 脂肪面積割合が低くなる傾向にあるが, あらい脂肪交雑粒子も減少することが示された.

各形質に対する日齢体重 1.0 kg/日 のクラスを基準にした各日齢体重クラスの BLUE を表 6 に示した. 格付形質において枝肉重量, ロース芯面積, ばらの厚さ, 皮下脂肪厚および歩留基準値は, 日齢体重が重いほど値が高くなる傾向にあるが, BMS ナンバーは日齢体重 1.0 kg/日 のクラスが最も高い値で, 低すぎても高すぎても低くなる傾向にあった. 画像解析形質においては脂肪面積割合ならびに全体の粒子のあらさにおいて BMS ナンバーと同様な傾向を示した. よって, 枝肉の大きさに関する形質は, 日齢体重が増加するとともに高くなる傾向にあるが, 牛枝肉の肉質に関わる脂肪交雑に関しては, 日齢体重 1.0 kg/日 付近が最も望ましい傾向にあることが示

された.

わが国における黒毛和種集団は, 地域ごとに品種の成立過程が異なり, 黒毛和種の育種は主として県単位で行っている. したがって, 地域ごとに黒毛和種集団の遺伝的背景が異なっている. そのため地域ごとに黒毛和種の遺伝的特性を知ることは, 育種改良を行っていく上で重要なことである. 北海道内黒毛和種集団の記録を用いた本研究の結果, 子牛市場出荷時体重に対して直接遺伝効果と母性遺伝効果は, 同程度に影響していることが示された. したがって, 北海道内において子牛市場出荷時体重の改良を行う場合, 直接遺伝効果のみで行うのではなく, 母性遺伝効果についても評価を行い子牛市場出荷時体重の改良に利用することが重要であると思われる. また, 子牛市場出荷時体重と枝肉成績との関連性において, 子牛市場出荷時の体重が遺伝的に重い個体は枝肉重量は増加するが, ロース芯面積や歩留推定値が遺伝的に減少する傾向にあることが示唆された. また, 子牛市場出荷時体重と全体の粒子のあらさおよび最大粒子のあらさ間で負の遺伝相関が推定されたことから, 子牛市場出荷時体重が重い個体は, ロース芯内のあらい脂肪交雑粒子が減少するという一般的に好ましい遺伝的関連性があることが示されたものの, BMS ナンバーや脂肪面積割合と子牛市場出荷時体重間で負の遺伝相関が推定されたことから, 上記のような個体は, 脂肪交雑も減少してしまうことが示された. 通常, 黒毛和種の子牛市場において, 出荷時体重が重い個体が, 肥育農家に好まれ, 子牛取引価格が高い傾向にあるが, 子牛市場出荷時体重を増加する改良を行う場合, BMS ナンバーなどの脂肪交雑に関して好ましくない傾向にあるため注意が必要である. しかしながら, 本研究における子牛市場出荷時体重

Table 6 Best linear unbiased estimators (BLUE) of each trait by daily gain classes

Traits	Daily gain classes ¹					
	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3
Carcass traits						
Carcass weight	-53.70	-22.79	0.00	20.91	47.03	60.19
Ribeye area	-7.42	-1.97	0.00	0.55	4.31	4.56
Rib thickness	-0.60	-0.20	0.00	0.24	0.43	0.66
Subcutaneous fat thickness	-0.09	-0.03	0.00	0.06	-0.04	0.08
Yield estimate	-0.60	-0.10	0.00	-0.05	0.27	0.19
BMS number	-0.66	-0.18	0.00	-0.45	-0.13	-0.62
Image analysis traits						
Fat area ratio	-1.89	0.00	0.00	-1.26	-0.29	-1.43
Overall coarseness of marbling particle	-2.00	-0.17	0.00	-0.41	-0.24	-2.78
Coarseness of maximum marbling particle	-0.17	0.09	0.00	0.18	-0.03	-1.08

¹ Daily gain was calculated by dividing carcass market weight by age at calf market. 0.8: $\sim 0.849 \text{ kg/day}$, 0.9: $0.850 \sim 0.949$, 1.0: $0.950 \sim 1.049$, 1.1: $1.050 \sim 1.149$, 1.2: $1.150 \sim 1.249$, and 1.3: $1.250 \sim$.

に対する遺伝的パラメータの推定には、直接-母性遺伝効果間の共分散は考慮していないため、今後さらなるデータ数の増加と直接-母性遺伝効果間の共分散を含めた分析を行う必要があるであろう。

日齢体重は、性別や黒毛和種の系統により差があるものの一般的に過肥の一つの目安に用いられ、去勢牛においては1.0kg/日付近が標準的であるといわれている。本研究の結果から日齢体重が増加することで歩留に関わる形質が高くなる傾向にあることが示された。しかしながら、脂肪交雑においては、1.0kg/日が最も高い値となり、1.0kg/日から離れるほどに値が低くなる傾向にあり、過肥の傾向のある個体は、肉質の面で不利であることが示唆された。過肥の傾向にある個体は、繁殖農家によって育成期間に濃厚飼料を多給される傾向にあるが、現在の穀物飼料価格高騰の状況において、濃厚飼料多給は繁殖農家にとって好ましいことではない。また、そのような個体は肥育農家が子牛市場から導入した後に、余分な脂肪を落とすための飼戻しの期間が長くなる傾向にあることと、本研究の結果で示されたように過肥の傾向にある個体は、脂肪交雑などの肉質の面において不利であることから、肥育農家にとってそのような個体は望ましくないと考えられる。したがって、現在の子牛市場における体重の大きい子牛が高値で取引される傾向にあること、繁殖農家が子牛市場時の体重を重くするために子牛を過肥の状態にすることは、繁殖農家と肥育農家ともに有益なことではない。すなわち、繁殖農家は子牛の育成期において濃厚飼料を多給せず、適切な粗飼料給与を行うこと、肥育農家は過肥の傾向にある個体が将来的な枝肉成績に有益ではないことを知り、適切に発育している個体を選ぶことが重要である。さらなる詳細解析のためには、子牛市場時において体重だけでなく、体高などの体尺測定が実施可能な環境を作ることも必要であると思われる。

謝 辞

血統データを提供いただいた社団法人北海道酪農畜産協会の関係各位に感謝の意を表す。また、格付データを提供していただいた社団法人日本食肉格付協会帯広事業所、枝肉横断面の撮影に協力していただいたホクレン農業協同組合連合会、北海道畜産公社十勝事業所の関係各位に深謝する。本研究は、岩手大学21世紀COEプログラムの支援を得て行われたものであり、ここに感謝の意を表す。

文 献

Aziz AM, Nishida S, Suzuki K, Nishida A. 2005. Estimation of direct and maternal genetic parameters for growth and carcass traits in a herd of Japanese Black cattle in Miyagi prefecture, using a multitrait animal model. *Animal Science*

Journal 76, 187-193.

- 川田啓介, 兼松重任, 黒澤弥悦, 揖斐隆之, 佐々木義之. 2003. 岩手県南部における黒毛和種集団の産肉性形質に関する統計遺伝学的解析. *日本畜産学会報* 74, 187-193.
- Kitamura C, Yasuda Y, Kobayashi T, Nomura T, Shimada K. 1999. Genetic analysis of direct and maternal effects for calf market and carcass weights in Japanese Black cattle. *Asian-Australian Journal of Animal Science* 12, 843-845.
- 口田圭吾, 浜崎陽子, 萩谷功一, 加藤浩二, 鈴木三義, 三好俊三. 2001b. 黒毛和種の枝肉形質ならびにロース芯断面に対する画像解析形質に関する遺伝的パラメータの推定. *北海道畜産学会報* 43, 69-73.
- 口田圭吾, 鈴木三義, 三好俊三. 2001a. 枝肉横断面撮影装置の開発と得られた画像を利用したBMSナンバーの推定. *日本畜産学会報* 72, J224-J231.
- 口田圭吾, 鈴木三義, 三好俊三. 2002. 画像解析による牛胸最長筋内脂肪交雑粒子のあらさに関する評価法の検討. *日本畜産学会報* 73, 9-17.
- Maniatis N, Pollott GE. 2002. Maternal effects on weight and ultrasonically measured traits of lambs in a small closed Suffolk flock. *Small Ruminant Research* 45, 235-246.
- Misztal I, Tsuruta S, Strabel T, Auvray B, Druet T, Lee D. 2002. BLUPF90 and related programs (BGF90). *Proceedings of the 7th world congress on genetics applied to livestock production*, Montpellier, France, CD-ROM Communication, 28, 7.
- 守屋和幸, 道後泰治, 佐々木善之. 1994. 黒毛和種の基礎集団並びに現集団における屠肉性に関する遺伝率のREML推定. *日本畜産学会報* 65, 720-725.
- 向井文雄. 1994. 黒毛和種の産肉形質の選抜法ならびに遺伝的評価に関する研究. *日本畜産学会報* 65, 890-905.
- Mukai F, Oyama K, Kohno S. 1995. Genetic relationships between performance test traits and field carcass traits in Japanese Black cattle. *Livestock Production Science* 44, 199-205.
- Mukai F, Yamagami A, Anada K. 2000. Estimation of genetic parameters and trends for additive direct and maternal genetic effects for birth and calf market weights in Japanese Black beef cattle. *Animal Science Journal* 71, 462-469.
- Oikawa T, Sato K. 1996. Study on animal model prediction for a data set with small herd effect. *Animal Science Technology (Japan)* 67, 755-763.
- Oikawa T, Sato K. 1997. Treating small herds as fixed or random in an animal model. *Journal of Animal Breed and Genetics* 114, 177-183.
- 大澤剛史, 長谷川未央, 口田圭吾, 日高 智, 関川三男, 佃 秀雄. 2004a. 黒毛和種枝肉横断面の各筋肉, 皮下脂肪および筋間脂肪に関する遺伝的パラメータの推定. *日本畜産学会報* 75, 521-526.
- 大澤剛史, 口田圭吾, 加藤貴之, 鈴木三義, 三好俊三. 2004b. 黒毛和種枝肉横断面の画像解析形質ならびに枝肉形質に関する遺伝的パラメータの推定. *日本畜産学会報* 75, 11-16.
- Shojo M, Okanishi T, Anada K, Oyama K, Mukai F. 2006. Genetic analysis of calf market weight and carcass traits in Japanese Black cattle. *Journal of Animal Science* 84, 2617-2622.
- Splan RK, Cundiff LV, Dikeman ME, Van Vleck LD. 2002. Estimates of parameters between direct and maternal genetic effects for weaning weight and direct genetic effects for carcass traits in crossbred cattle. *Journal of Animal Science* 80, 3107-3111.

Genetic relationships of calf market weight with carcass and image analysis traits in Japanese Black steer of Hokkaido

Takefumi OSAWA¹, Satoshi HIDAKA², Hironao HOKIYAMA³, Takayuki KATO⁴,
Nobuyuki KAMIDATE⁵ and Keigo KUCHIDA²

¹ The United Graduate School of Agricultural Sciences, Iwate University, Morioka 020-8550, Japan

² Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro 080-8555, Japan

³ Hokkaido Animal Research Center, Shintoku, Hokkaido 081-0038, Japan

⁴ Tokachi Federation of Agricultural Cooperative, Obihiro 080-0013, Japan

⁵ Bureau of Food safety Promotion, Livestock Farming Promotion Division, Department of Agriculture, Hokkaido Government, Chuo, Sapporo 060-8588, Japan

Corresponding : Keigo KUCHIDA (fax : +81 (0) 155-49-5462, e-mail : kuchida@obihiro.ac.jp)

The purpose of this study was to investigate the genetic relationships between calf market weight with carcass traits and image analysis traits of Japanese Black steers using calf and carcass markets in Hokkaido. Eight hundred five Japanese Black steers with calf market records, grading records and digital images of the carcass cross section were used. We analyzed calf market weight, carcass weight, ribeye area, rib thickness, subcutaneous fat thickness, yield estimate and BMS number as grading records, and fat area ratio, overall coarseness of marbling particles, and coarseness of maximum marbling particles in ribeye as image analysis traits. The daily gain was classified into 6 subclasses (0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2 and 1.3 kg/day) by dividing the calf market weight by calf market age in order to examine the influence of overweight. Direct and maternal heritability estimates of calf market weight were 0.15 ± 0.07 and 0.12 ± 0.07 , respectively. The direct genetic correlations of calf market weight with ribeye area, subcutaneous fat thickness, yield estimate, and BMS number were negative (-0.76 to -0.08). The direct genetic correlations of calf market weight with all the image analysis traits were also negative (-0.70 to -0.34). Around 1.0 kg/day of the daily gain may be desirable for marbling at calf market. The genetic relationship between calf market weight and the variant traits should be considered when improving calf market weight.

Nihon Chikusan Gakkaiho 79 (2), 185-192, 2008

Key words : calf market weight, carcass traits, genetic parameter, image analysis traits, Japanese Black.