黒毛和種の子牛の体重に対する母性効果の影響

島田和宏・竹之内直樹・大島一修・高橋政義

農林水産省中国農業試験場, 大田市 694

(1994. 9. 5 受付)

Key words : beef calf growth, maternal genetic effect, maternal permanent environmental effect

肉用子牛の生時から2, 3カ月までの発育に対しては, 母牛の乳量が大きな影響を及ぼしていることが知られている。しかし, 黒毛和種繁殖雌牛の1日当たり乳量の平均値は4.6 kgで, 分娩後1カ月前後の乳量が不足していることが報告されている⁶⁾。また, 同一産次内においても個体間差が大きい⁶⁾ことから, 母牛の泌乳能力の向上と斉一性の確保が重要である。しかし, 乳量の測定には多大な労力を要するので, 子牛の体重を指標とする方法の確立が望まれる。近年, 子牛の発育記録の遺伝学的分析は, 両親から受け継いだ個体自身の有する相加的遺伝効果 (direct additive genetic effect) と相加的母性遺伝効果 (maternal additive genetic effect) を含む複数の変量効果を考慮したアニマルモデルによる分散成分の推定¹⁾が主流になりつつある。本研究の目的は, 6カ月齢までの子牛体重に対する母性効果の影響を遺伝的部分と環境的部分に分けて検討することである。

材料および方法

分析材料は1938年から1991年の間に中国農業試験場畜産部で生産した黒毛和種の子牛のうち, 生後6カ月まで月1回の体重記録を有する個体から得た。記録を有する個体数は1097~1107頭 (生時体重は1511頭) であった。子牛の生時体重と離乳時体重はそれぞれ 28.0 ± 4.7 kgと 152.6 ± 30.2 kgであった。基礎集団は1937年に農林省畜産試験場中国支場が設置された当初, 兵庫県と中国地方 (山口県を除く) の各県からそれぞれ雄牛を1頭 (兵庫県は2頭), 雌牛を5~6頭導入した個体を中心に造成された²⁾。近年供用された種雄牛は農林水産省種畜

牧場 (現家畜改良センター) で後代検定を行なった種雄牛と京都 (兵庫県産), 島根, 岡山, 広島各府県の種雄牛である。血縁を結ぶために場内生産牛については記録を有しない個体も考慮し, 外部から生体あるいは凍結精液の形で導入した種雄牛は祖父母まで, 雌牛は父母までの血縁を考慮した。その結果, 分子血縁係数行列を構成する個体数は2379頭であり, 全個体の近交係数の平均値は0.0082であった。

アニマルモデルによる分散成分の推定はMEYER¹⁾によるプログラムDFREMLを用いて行なった。その際の数学モデルには変量効果として個体自身の相加的遺伝効果のみを取り上げたModel I, 相加的母性遺伝効果と両者の間の遺伝相関を加えたModel II, さらに永続的母性環境効果 (maternal permanent environmental effect) を加えたModel IIIの3種を設定した。母数効果としては全モデルにおいて出生年次, 出生季節, 子牛の性, 母牛の産次を取り上げた。なお, 出生年次は5年ごとに, また, 母牛の産次は既報³⁾に準じて1, 2, 3-4, 5-7, 8産次以上の5グループに分類した。各種パラメータの算出方法はMEYER²⁾によった。

結果および考察

表1に各種遺伝的パラメータと永続的母性環境効果の表型分散に対する比率 (c^2) を示した。

Model Iにおける生時体重の個体自身の相加的遺伝効果の遺伝率 (h^2) は0.57で, MEYER²⁾が取りまとめた多くの報告の遺伝率より大きかった。また, アニマルモデルによりMEYER²⁾とWALDRON³⁾が推定した遺伝率

Maternal Effects on Calf Growth in Japanese Black Cattle (Wagyu): Kazuhiro SHIMADA, Naoki TAKENOUCHI, Kazunaga OHSHIMA and Masayoshi TAKAHASHI (Chugoku National Agricultural Experiment Station, Oda-shi 694)

Table 1. Estimates of direct and maternal heritabilities, direct-maternal genetic correlations and maternal permanent effect on calf weight in Japanese Black cattle

Model	Heritability	Birth	Days of age					
			30	60	90	120	150	180
Model I	h^2	0.57	0.41	0.41	0.44	0.43	0.47	0.45
Model II	h^2	0.61	0.29	0.26	0.29	0.28	0.30	0.33
	m^2	0.11	0.34	0.40	0.36	0.36	0.37	0.39
	r_{AM}	-0.30	-0.55	-0.60	-0.54	-0.60	-0.64	-0.69
Model III	h^2	0.61	0.30	0.26	0.29	0.28	0.30	0.33
	m^2	0.09	0.23	0.30	0.32	0.35	0.37	0.38
	r_{AM}	-0.32	-0.63	-0.65	-0.57	-0.62	-0.64	-0.70
	c^2	0.01	0.10	0.08	0.03	0.01	0.00	0.01

h^2 , direct heritability; m^2 , maternal heritability; r_{AM} , direct-maternal genetic correlation; c^2 , permanent environmental variance due to the dam as a proportion of the phenotypic variance.

に比べると若干大きかった。黒毛和種は府県により成熟時体重に大きな差があり、基礎集団から現在に至るまで近畿・中国地方の各県より種雄牛の供給を受けた本試験牛群の生時体重は、遺伝的変異が非常に大きいと推察される。30日齢以後の体重の h^2 はModel I (0.41~0.47)による推定値がModel II, III (0.26~0.33)より大きく、また、日齢間差も小さかった。

子牛の生時体重に対する母性遺伝効果の遺伝率(m^2)はModel IIで0.11, Model IIIで0.09であり、外国品種²⁾より小さい傾向にあった。180日齢体重の m^2 は0.38~0.39で外国品種²⁾の離乳時体重の m^2 より大きい傾向にあった。 m^2 は母牛の乳量の変異に大きく依存するが、黒毛和種では同一産次内においても乳量の変異が極めて大きいことが報告⁶⁾されている。30日齢以後の体重は母性効果を考慮しないモデルでは h^2 が過大評価されたが、この結果はMEYER²⁾とWALDRON⁸⁾の報告と一致していた。

c^2 は30日齢体重の0.10が最も大きく、90日齢では0.03に減少した。120日齢以後は0.00~0.01となり、母性環境効果はほとんど認められなくなった。30~60日齢体重の c^2 はModel IIにおける m^2 から分割されており、子牛の発育に対する母性効果を検討する場合、90日齢までは永続的母性環境効果を考慮する必要があることが示唆された。外国品種では離乳時においても約10%の永続的母性環境効果が認められている²⁾。母性環境効果の要因としては子宮の大きさ、子宮内環境と細胞質遺伝が考えられる²⁾。海外では乳用牛も含め様々な体格の品種が交雑されているために、本試験牛群以上に子宮の大きさに有意な変異があり、これが外国品種における c^2 の数

値が本試験の黒毛和種による c^2 より大きい理由と考えられる。牛群によっては細胞質遺伝の存在が示唆⁶⁾されており、乳量の影響が大きい2カ月前後で母性環境効果が認められる点については今後検討を要する。

従来、肉用牛の母牛の泌乳能力の遺伝的改良には子牛の離乳時体重が利用できるとされてきた。しかし、子牛市場出荷時の体重は比較的入手が容易であるが、母牛の産次間での反復性が低いことが報告されており³⁾、また、生時から6カ月齢までの1日増体量においても同様の結果が得られている⁶⁾。生時から6カ月齢あるいは出荷時までのDGの反復率が低い原因としては、3カ月齢以後、子牛の飼料摂取量の増大⁶⁾に伴い母乳に対する依存度が急激に低下する一方、両親から受け継いだ子牛自身の成長速度の相加的遺伝効果の影響が顕著になる⁷⁾ことが考えられる。本試験における m^2 の推移をみると、Model IIでは60日齢体重の0.40が最高値であったが、母性環境効果を考慮したModel IIIではピークの形成は認められず、180日齢まで漸増した。著者らは子牛の1日増体量と母牛の乳量の相関係数を算出し、生時から1.5~2.0カ月齢までの1日増体量が母牛の乳量の指標として適していることを示した⁶⁾。本研究においても60日齢体重の m^2 と c^2 の和(Model III)が最高値を示しており、前報⁶⁾の結果を裏付けている。しかし、農家での飼養を考えた場合、生時と2カ月齢体重の記録を得ることは、きわめて困難である。MEYER²⁾はHereford種の生後1年の体重について、本試験のModel II, IIIに相当する数学モデルを用い、 m^2 が0.144, 0.109であったと報告している。本研究のModel IIIにおける m^2 の漸増傾向を考え合わせると、母性効果を取り上げた数学モデルを採用するこ

とで、8カ月齢前後の子牛市場出荷時体重が母牛の泌乳能力の推定に利用できる可能性が示唆された。

文 献

- 1) MEYER, K., Restricted maximum likelihood to estimate variance components for animal models with several random effects using a derivative-free algorithm. *Genet. Sel. Evol.*, **21** : 317-340. 1989.
- 2) MEYER, K., Variance components due to direct and maternal effects for growth traits of Australian beef cattle. *Livest. Prod. Sci.*, **31** : 179-204. 1992.
- 3) 守屋和幸・福原利一・原田 宏, 子牛のセリ市出荷時日齢体重による母牛の子育て能力の評価. *日畜会報*, **60** : 548-553. 1989.
- 4) 農林省畜産試験場中国支場編, 和牛の経歴. 1-39. 島根県. 1939.
- 5) SHIMADA, K. and R.L. WILLHAM, Direct, maternal and cytoplasmic genetic effects on daily gain from birth to 45 days of beef calves. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.*, **5** : 567-570. 1992.
- 6) 島田和宏・居在家義昭・鈴木 修・岡野 彰・竹之内直樹・大島一修・大石孝雄・小杉山基昭・高橋政義, 黒毛和種繁殖雌牛の産乳・哺育に関する研究. *中国農試研報*, **12** : 57-123. 1993.
- 7) SHIMADA, K., N. TAKENOCHI, K. OHSHIMA and M. TAKAHASHI, Changes in direct and maternal heritabilities for preweaning growth traits in Japanese Black cattle (Wagyu). *Proc. 5th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.*, **17** : 237-240. 1994.
- 8) WALDRON, D.F., C.A. MORRIS, R.L. BAKER and D. L. JOHNSON, Maternal effects for growth traits in beef cattle. *Livest. Prod. Sci.*, **34** : 57-70. 1993.