

## 岡山和牛子牛の初期発育の遺伝的分析について (第1報)

澤井紀子・小田亘・平本圭二

## Estimation of Genetic Parameters of Initial growth of Okayama Japanese Black Cattle (Vol. 1)

Noriko SAWAI, Wataru ODA, Keiji HIRAMOTO

## 要 約

平成15年7月～平成16年10月に岡山県子牛市場に上場された和牛子牛3,038頭の測定値(体高及び体重)を用いてBLUP法アニマルモデルにより分析を行った。

- 1 体高および体重の遺伝率はそれぞれ0.31および0.35であり、量的形質の中では中程度の遺伝率であった。
- 2 環境効果
  - (1) 母牛の出産年齢が7～9歳(概ね5～7産目)の子牛が両形質ともに高い値を示したが、2歳及び10歳以上では低い値を示した。
  - (2) 両形質ともに、飼養管理による影響を大きく受けることが示唆された。
  - (3) 雌よりも去勢のほうが、体高で3.5cm、体重で20.2kg大きかった。
- 3 繁殖雌牛および種雄牛の子牛の発育における育種価平均値では、両形質ともに種雄牛が雌牛よりも低い値となりバラツキも大きかった。
- 4 雌牛の育種価の遺伝的趨勢では、両形質ともに、昭和60年頃をピークに急激な上昇傾向が見られたが、以後平成7年頃まで急激な下降傾向が見られた。しかしながら、近年においては回復傾向が見られている。

キーワード： 牛、黒毛和種、初期発育、体高、体重、BLUP法、遺伝率、育種価

## 緒 言

## 材料及び方法

本県では、肉量および肉質を改良し、より生産性の高い種牛を生産するため、平成4年度から産肉能力に関する育種価を算出し、利用している。正確な遺伝的能力を把握するためには、肥育開始前の育成段階での飼養環境を考慮に入れることが必要である。しかしながら、現状の手法では、肥育開始前の発育、いわゆる初期発育(約8ヶ月齢)を除外して計算しているため、正確な遺伝能力の把握とはいえないのが現状である。一方で、初期発育の良否が、その後の肥育成績に大きく影響していることは従来から指摘されており<sup>1)</sup>、初期発育を考慮に入れた産肉成績についての分析を行う必要がある。

そこで、初期発育について遺伝的分析を加えたので、その概要を報告する。

- 1 調査対象牛  
平成15年7月～16年10月に岡山県子牛市場に上場された黒毛和種子牛3,038頭を用いた。
- 2 分析対象形質  
子牛市場出荷時の体高および体重
- 3 遺伝的パラメーター及び育種価の推定に用いた数学モデル  
対象集団の遺伝的パラメーター及び育種価については、BLUP法アニマルモデルにより推定した。なお、数学モデルは次に示したとおりである。

$$Y_{ijklm} = \mu + G_n + F_i + S_j + N_k + A_{ijklm} + b_1(x_{ijklm} - \bar{x})^2 + b_2(x_{ijklm} - \bar{x})^3 + k(r_{ijklm} - \bar{r}) + e_{ijklm}$$

$Y_{ijklm}$  : 表現型値

$\mu$  : 全体平均 (基準年=昭和50年)  
 $G_h$  : 母牛の年齢 (母数効果)  
 $F_i$  : 農家の効果 (母数効果)  
 $S_j$  : 性の効果 (母数効果)  
 $N_k$  : 出荷年及び季節 (母数効果)  
 $A_{hijklm}$  : 育種価  
 $b_1, b_2$  : 出荷日齢への1次及び2次偏回帰係数  
 $X_{hijklm}$  : 出荷日齢  
 $\bar{x}$  : 出荷日齢の算術平均  
 $k$  : 近交係数への1次偏回帰係数  
 $r_{hijklm}$  : 近交係数  
 $\bar{r}$  : 近交係数の算術平均  
 $E_{hijklm}$  : 誤差  
 血統情報 : 5代祖

結果及び考察

1 体測データの基本的統計量

データの基本的統計数値を表1に示した。データ数は雌1,324頭、去勢1,714頭であった。体高及び体重ともに雌より去勢の方が大きくその差はそれぞれ2.9cmおよび15.6kgであった。また標準偏差値は全ての形質で雌及び去勢ともにほぼ同程度であり、性によるバラツキに差がないことが窺われた。

表1 分析に用いたデータの基本的統計量 (cm, kg, 日齢)

|          | 頭数   | 体高            | 体重             | 日齢             |
|----------|------|---------------|----------------|----------------|
| 雌        | 1324 | 109.1<br>±3.3 | 244.3<br>±21.4 | 266.9<br>±22.6 |
| 去勢       | 1714 | 112.0<br>±3.4 | 259.9<br>±22.7 | 253.1<br>±21.9 |
| 全体       | 3038 | 110.7<br>±3.7 | 253.1<br>±23.4 | 259.1<br>±23.2 |
| 平均値±標準偏差 |      |               |                |                |

2 各形質の遺伝率

データから推定された遺伝率を表2に示した。これによると遺伝率は、体高で0.31、体重では0.35であった。子牛市場出荷時における体重の遺伝率は、志賀ら<sup>2)</sup>及び向井ら<sup>3)</sup>の数値(表2)と比較するとやや高い値を示した。このことは、今回の分析に用いたデータ数が少ないこと、また調査年度が限られており、直接効果及び母性効果を分類していないこと等が要因となったと考えられる。

表2 体高及び体重における遺伝率 (cm, kg)

|                    | 体高   | 体重   |
|--------------------|------|------|
| 岡山県                | 0.31 | 0.35 |
| 福島県 <sup>a)</sup>  | —    | 0.20 |
| 岩手県 <sup>b)</sup>  | —    | 0.25 |
| 岐阜県 <sup>b)</sup>  | —    | 0.30 |
| 鹿児島県 <sup>b)</sup> | —    | 0.27 |

<sup>a)</sup>志賀ら<sup>2)</sup>より抜粋  
<sup>b)</sup>向井ら<sup>3)</sup>より抜粋

3 環境効果

子牛セリ出荷時における各環境効果の数値を表3に示した。

(1) 母牛の出産年齢

データから推定された母の年齢効果を図1及び表3に示した。これによると、2~3歳もしくは10歳以上では体高、体重両方もしくはどちらか一方がマイナスの効果を示している。逆に5~9歳ではプラスの効果を示しており、特に7~9歳時においては、高い効果を得ている。志賀ら<sup>2)</sup>は、子牛市場出荷時体重において産子番号6~7(年齢に換算すると概ね7~8歳時)で最も大きかったと報告している。この時期は、母の年齢効果によるプラスの効果をもっと得ることができるため、後継牛の取得に適していることが示唆された。逆に、10歳以上では、雌牛の更新を行う時期としての目安になると考えられる。

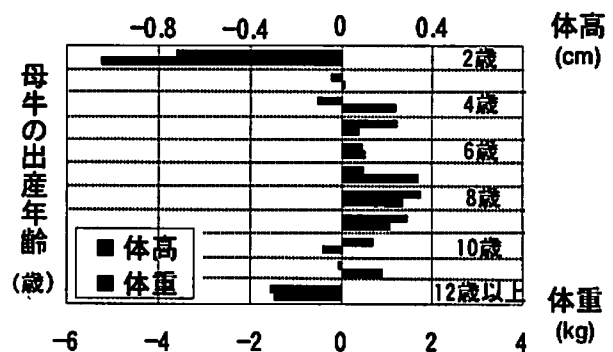


図1 母牛の年齢効果

(2) 性の効果

体重及び体高ともに雌子牛ではマイナスの効果、去勢子牛ではプラスの効果を示している。雌と去勢子牛との差は体高及び体重で、それぞれ3.5cm及び20.2kgとなり、去勢子牛の方が雌子牛よりも大きくなる傾向が見られた(表3)。

表3 環境の効果

|           | (cm, kg) |         |
|-----------|----------|---------|
|           | 体高       | 体重      |
| 全平均       | 110.610  | 250.082 |
| 性の効果      |          |         |
| 雌         | -1.726   | -10.124 |
| 去勢        | 1.726    | 10.124  |
| 出荷年-季節の効果 |          |         |
| H15夏      | -0.517   | -0.399  |
| H15秋      | 0.299    | 1.696   |
| H15冬      | 0.232    | -1.926  |
| H16春      | 0.098    | 0.399   |
| H16夏      | -0.080   | 1.726   |
| H16秋      | -0.032   | -1.496  |
| 母の出産年齢    |          |         |
| 2才        | -0.724   | -5.229  |
| 3才        | -0.047   | 0.012   |
| 4才        | -0.107   | 1.199   |
| 5才        | 0.244    | 0.380   |
| 6才        | 0.092    | 0.511   |
| 7才        | 0.095    | 1.701   |
| 8才        | 0.349    | 1.349   |
| 9才        | 0.287    | 1.066   |
| 10才       | 0.140    | -0.409  |
| 11才       | -0.014   | 0.902   |
| 12才~      | -0.313   | -1.482  |
| 出荷日齢      | 259.1    |         |
| 1次        | 0.038    | 0.314   |
| 2次        | 0.000    | -0.002  |
| 近交係数      | 2.8      |         |
| 1次        | -0.070   | -0.691  |

(3) 出荷年（季節）の効果

出荷年の効果においては、体高で最大0.82cm、体重で3.7kgの差が見られたが、季節による一定の傾向は見られなかった。

(4) 農家の効果

データ収集を始めた平成15年7月~16年10月までに10頭以上出荷した農家を1農家とし、10頭以下の農家を地域ごとに分類した。体高及び体重ともに各農家もしくは地域によってバラツキが大きく見られ、体高及び体重における最大値と最小値の差はそれぞれ6.9cm及び57.7kgであった（表4）。飼養管理による差が両形質に大きな影響をもたらしていることが示唆された。

表4 農家の効果における体高及び体重の最大、最小値

|      | (cm, kg) |         |
|------|----------|---------|
|      | 体高       | 体重      |
| 最大値  | 3.638    | 31.068  |
| 最小値  | -3.255   | -26.615 |
| 標準偏差 | 1.464    | 11.958  |

4 回帰直線

(1) 出荷日齢

出荷日齢においては、年齢が進むにつれて、体高では、直線的に緩やかに上昇傾向となった。また、体重においても、緩やかに上昇し、ほぼ直線的な傾向を示したが、年齢が進むにつれて、やや頭打ちとなる傾向が見られた。

(2) 近郊係数

近郊係数では、係数が上昇するにつれて、体高および体重ともに小さくなる傾向が見られた。

5 育種価の概要

(1) 育種価の推定

子牛の体高、体重に対する種雄牛及び繁殖雌牛の育種価を表5に示した。平均値では両形質ともに種雄牛が雌牛よりも低い値となり、バラツキも大きかった。これは、雌牛に比べ種雄牛の供用期間が長く、雌牛よりも種雄牛の生年の古い個体が含まれていたためと考えられる。

表5 種雄牛および繁殖雌牛の育種価の平均値 (cm, kg)

|      | 頭数   | 体高           | 体重          |
|------|------|--------------|-------------|
| 繁殖雌牛 | 7653 | 0.23 ± 0.55  | 3.45 ± 5.88 |
| 種雄牛  | 702  | -0.03 ± 0.63 | 0.94 ± 6.71 |

(2) 種雄牛の育種価

今回分析した子牛セリ市場において、供用されている種雄牛、上位10頭の直接遺伝効果の育種価を表6に示した。上位10頭で出荷子牛の父牛の70%を占めていた。

各種雄牛の育種価をみると最大値と最小値との差は、体高で3.57cm、体重で18.02kgであり、種雄牛によるバラツキが見られた。現在供用頻度の高い種雄牛の中には負の育種価が推定されたものもあることなどから、交配計画に注意が必要であると考えられる。

表6 主な種雄牛の直接遺伝効果の育種価  
(cm, kg, %)

| 種雄牛<br>(父) | 育種価   |        | 頻度<br>(%) |
|------------|-------|--------|-----------|
|            | 体高    | 体重     |           |
| A          | 1.58  | -5.26  | 16.2      |
| B          | 0.36  | 2.56   | 13.3      |
| C          | -1.52 | -12.48 | 8.2       |
| D          | -1.61 | -3.80  | 7.6       |
| E          | -0.87 | 5.54   | 6.3       |
| F          | -1.02 | -1.13  | 6.1       |
| G          | -1.43 | 2.45   | 4.0       |
| H          | 1.96  | 0.63   | 3.9       |
| I          | -0.29 | 3.35   | 2.7       |
| J          | -0.43 | -5.86  | 2.3       |

(3) 系統ごとの種雄牛の育種価

今回分析した子牛市場で供用されていた種雄牛を岡山系、鳥取系、兵庫系の3系統で分

類した種雄牛の育種価を図2に示した。これによると、鳥取系は、3系統の中で最も大きく、両形質ともに正の育種価を有するものが多くみられた。体高と体重における相関係数は0.83であり、高い値を示した。岡山系は、発育において鳥取系と兵庫系の間位置しており、相関係数は0.06であった。兵庫系は、最も小さく、両形質ともに負の育種価を有するものが多くみられた。相関係数は0.02であった。

鳥取系は、体高及び体重間に高い相関があった反面、岡山系及び兵庫系は、両形質間の相関はほとんど見られなかった。これは従来から後継牛の選抜は育成期の発育の良否において選抜が繰り返されており、一定の選抜水準に達したものと考えられたこと、発育面に優れた種雄牛の造成ができていないことが一因と考えられる。一方で、鳥取系は発育面の改良が進んでいることが推察される。

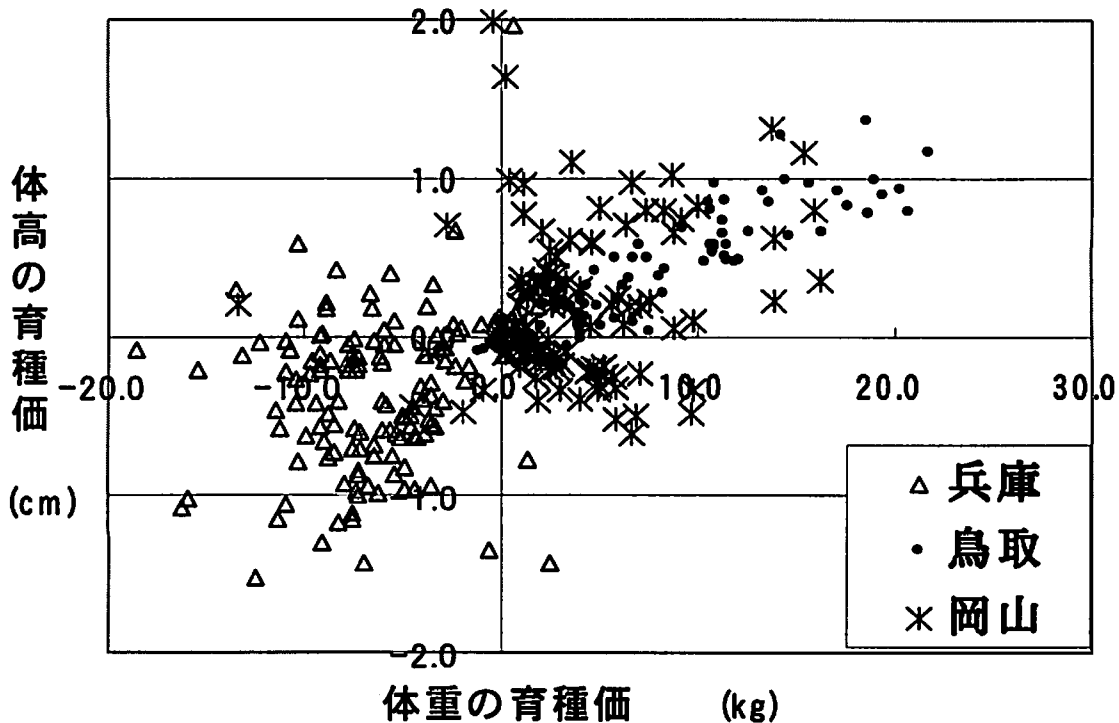


図2 各系統ごとの種雄牛の体高及び体重の育種価

(4) 育種価の遺伝的趨勢(変化)

子牛の体高および体重が年次的にどのように変化したかを見るために、繁殖雌牛の生年別の育種価の平均値をグラフ上にプロットした(図3、4)。

両形質ともに、昭和60年頃をピークに急激な上昇傾向が見られたが、以後平成7年頃ま

で急激な下降傾向となっている。近年においては回復傾向にあり、体重においては体高よりも回復傾向が顕著に見られているが、ピーク時と比較すると低い値となっている。

育種価の推移は供用される種雄牛の割合に影響されると考えられ、ピーク時の昭和60年頃は糸藤号及び平田号の影響によるものと推

察される。以後減少傾向となったのは但馬系の利用が多くなったことが一因ではないかと考えられる。前述したとおり兵庫系は、体高及び体重において負の育種価を持つものが多く、兵庫系の利用が多くなったことが、減少傾向につながったと推察される。近年においては、岡山系および鳥取系の利用も多くなっており、このことが近年の回復傾向の要因ではないかと考えられる。

以前は脂肪交雑の改良に重点がおかれており、発育改良は積極的になされてはいなかった。しかしながら、近年においては枝肉重量の良いもの、つまり発育の良いものが望まれているため、今後も回復傾向が続くと考えられる。

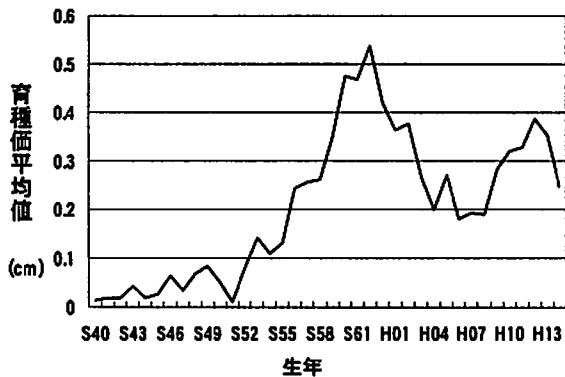


図3 体高における雌牛育種価の遺伝的趨勢

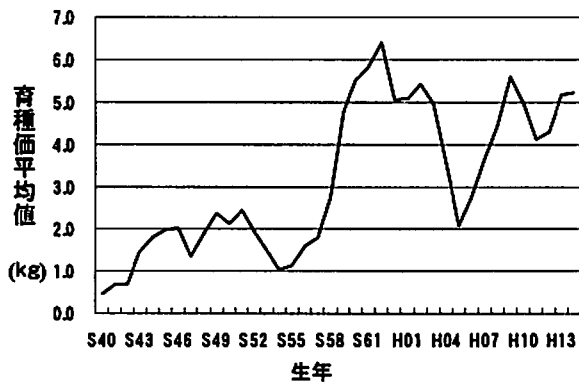


図4 体重における雌牛育種価の遺伝的趨勢

以上のことから、初期発育から得られた育種価については、選抜の指標としての利用が期待される。

本来ならば初期発育は、母性効果と子牛の直接的な発育効果に分けられ、それぞれが複雑に関与していると考えられる。しかしながら今回は、データの構造上の問題により、母性効果が算出できなかったため、母性効果を考慮しない形で、初期発育形質の遺伝的分析を行った。このことは、データ数そのものが

少ないこと、データ収集年月が短いこと等が影響しているものと考えられる。また、データには、自然哺乳子牛だけではなく、人工哺育子牛も含まれているため、農家の状況等の調査を行い、データより人工哺乳子牛及びET産子等の除外を行う必要があると考えられる。今後もデータの蓄積を行い、母性効果を考慮した初期発育形質の遺伝的分析を行う予定である。

一方で、産肉性については、ここで示したものが枝肉になった時に産肉能力との遺伝的相関性について分析を行う予定であるため、今後もデータ数を増やして信頼性を高める必要があると考えられる。

### 謝 辞

本試験を実施するにあたり、育種価の算出にご協力下さった全国和牛登録協会本部の穴田、山口両氏に深謝致します。

### 引用文献

- 1) 阿部正博・安彦重直(1999)：枝肉データを活用した和牛の遺伝的能力の解明（第7報—山形県農業研究研修センター、46、20-21.
- 2) 志賀美子・石川雄治・原 恵・国分洋一：子牛セリ市場成績および枝肉成績に対する母性遺伝効果の推定. 福島県畜産試験場研究報告、12、21-25.
- 3) 向井文雄・山上 晃・穴田勝人(2000)：黒毛和種の生時と子牛市場出荷体重にかかわる直接ならびに母性遺伝効果の遺伝的パラメータと遺伝的趨勢の推定. 日本畜産学会報、587、462-469