

鹿児島県における黒毛和種の現場検定成績に基づく選抜指数式の作成

橋口 勉・前田芳實・岡本 新・鎌田順一・内山正二*¹・田之上悠石*¹・梁瀬正雄*¹

(家畜育種学研究室)

平成2年8月10日 受理

Construction of Selection Index Based on the Data from Farm Progeny Testing of Japanese Black Cattle

Tsutomu HASHIGUCHI, Yoshizane MAEDA, Shin OKAMOTO,
Jun-ichi KAMADA, Syoji UCHIYAMA*¹, Yuuseki TANOUE*¹
and Masao YANASE*¹

(Laboratory of Animal Science)

結 言

肉用牛の改良において、対象とする形質は必ずしも1つではなく、複数の形質を同時に、かつ、効率的に改良したいというのが生産現場の願いである。しかしながら、複数形質を同時に選抜する場合、いくつかの問題に遭遇する。すなわち、1) 各形質の重要度は必ずしも等しくない、2) 各形質の選抜による改良の可能性、ないしは難易度に差がある、3) 形質間の相関が存在する、などである。複数形質の改良をはかる場合、一般に順ぐり選抜法、独立淘汰水準法、選抜指数法の3手法の選抜方法が考えられる^{2,3,4,5,6,11,12)}。このうち、選抜指数法は、関係形質それぞれに対する相対的重み付け値を決めておき、個体毎に各形質の記録(表現型)を、それぞれの重み付け値との積和を求め、その値を基準に選抜してゆく方法である。重み付け値の定め方さえ妥当ならば、総合的な改良速度の点で、3つの選抜法のうち、選抜指数法がもっとも優れているといえる。

肉用牛において、選抜指数法は直接検定、間接検定および現場検定牛のいずれにも使え、また、種雄牛については全ての形質について優れているものはほとんどいないので、総合評価できる選抜指数式がほかの方法より使いやすく、より優れている。しかしながら、黒毛和種の産肉能力の改良において、選抜指数式の作成とその利用については、まだ十分な

検討がなされていないのが現状である。

本研究は、鹿児島県における黒毛和種集団の産肉能力の改良を効率的に進めるための一方策として、生産現場のデータを用いて、選抜指数式を作成した。

材料および方法

材料には、1986年度(1~12月)に鹿児島県の各農協から南九州畜産興業株式会社に出荷され、屠殺・解体後、枝肉評価が行われた黒毛和種去勢牛775頭の成績を現場検定の成績として用いた。現場検定に供用された種雄牛は19頭である。選抜指数式に組み入れる形質として、鹿児島県の黒毛和種を改良する場合の重点形質である1日平均増体量(X_1)、ロース芯面積(X_2)および脂肪交雑(X_3)の3形質を用いた。各形質における改良目標値の設定は、現在値を1標準偏差高める値とした(Table 1)。

産肉諸形質の平均値および標準偏差については、プログラムパッケージSASのMEANSプロシジャーを用いて計算し、遺伝率は文献値⁸⁾を用いた。また、表型相関係数および遺伝相関係数は種雄牛を要因とする分散・共分散成分から推定した。選抜指数式の作成法は阿部ら¹⁾、山田ら^{6,7)}、および横内ら^{9,18)}の方法を用いた。

$$I = b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n$$

ただし、I: 指数値

b_i : X_i に対する重み付け係数

X_i : i 番目の情報

また、作成された指数式に基づいて、指数値の標準偏差(σ_1)、1世代当り遺伝的改良量の子測値(ΔG)、さらに目標水準に達するまでの世代数(q)を評価した。それぞれの計算法は以下のとおりである。

本論文の概要は、平成元年度第40回西日本畜産学会大会において発表した。

*¹鹿児島県畜産試験場、国分市上之段2440

*¹Kagoshima Prefectural Livestock Experiment Station
Uenodan 2440, Kokubu, 899-44

$$\sigma_1 = \sqrt{b'Pb}$$

$$\Delta G = (i_1/\sigma_1) G'Rb$$

$$q = \sigma_1/i_1$$

ただし、 σ_1 ：指数値の標準偏差

ΔG ：世代当たり遺伝的改良量

q：目標到達までの所要世代数

b：重み付け係数

P：表型分散・共分散

i_1 ：指数値の標準選抜差（選抜強度）

G：遺伝分散・共分散行列

R：血縁相関行列

結果および考察

1. 現場検定成績に基づく選抜指数式

1986年度の現場検定牛における現在値、目標値および改良量を示すとTable 1のとおりである。

Table 1. The present performances and goal of meat production of steers of Japanese Black Cattle in Kagoshima prefecture in 1986.

Traits	Present	Goal	Genetic Gain
Daily gain (kg)	0.72	0.81	0.09
Rib eye area (cm ²)	46.5	52.8	6.30
Marbling score	1.32	1.92	0.60

Table 2. Heritability, phenotypic correlation and genotypic correlation.

Traits	X	X	X	S.D.
Daily gain (X_1)	0.59 ^{*1}	0.18 ^{*2}	-0.36 ^{*2}	0.09
Rib eye area (X_2)	0.21 ^{*3}	0.94 ^{*1}	-0.10 ^{*2}	6.30
Marbling score (X_3)	-0.03 ^{*3}	0.13 ^{*3}	0.40 ^{*1}	0.60

S.D. : Standard deviation

*1 : Heritability cited from Yaun *et al.*⁸⁾

*2 : Phenotypic correlation

*3 : Genotypic correlation

1986年度に出荷された肥育牛の1日平均増体量、ロース芯面積および脂肪交雑はそれぞれ0.72kg, 46.5cm²および1.32であった。これらの3形質について、遺伝率、表型相関および遺伝相関係数をまとめるとTable 2のとおりである。選抜指数式の計算手順にしたがって計算すると以下のとおりである。

表型分散・共分散

$$\sigma^2_{x_1} = (0.09)^2 = 0.0081$$

$$\sigma^2_{x_2} = (6.30)^2 = 39.6900$$

$$\sigma^2_{x_3} = (0.60)^2 = 0.3600$$

$$\sigma^2_{x_2x_1} = 0.18 \times 0.09 \times 6.30 = 0.1020$$

$$\sigma^2_{x_3x_1} = -0.36 \times 0.09 \times 0.60 = -0.0194$$

$$\sigma^2_{x_3x_2} = -0.10 \times 6.30 \times 0.60 = -0.3780$$

表型分散・共分散行列

$$P = \begin{pmatrix} 0.00810 & 0.10206 & -0.01944 \\ 0.10206 & 39.69021 & -0.37802 \\ -0.01944 & -0.37830 & 0.36112 \end{pmatrix}$$

遺伝分散・共分散

$$\sigma^2 G_1^2 = 0.59 \times 0.0081 = 0.0047$$

$$\sigma^2 G_2^2 = 0.94 \times 39.69 = 37.3086$$

$$\sigma^2 G_3^2 = 0.40 \times 0.36 = 0.1440$$

$$\sigma^2 G_{12} = 0.21 \times \sqrt{0.004779 \times 37.3086} \\ = 0.08867318$$

$$\sigma^2 G_{13} = -0.03 \times \sqrt{0.004779 \times 0.144} \\ = -0.00376689$$

$$\sigma^2 G_{23} = 0.13 \times \sqrt{37.3086 \times 0.144} \\ = 0.301320774$$

遺伝分散・共分散行列

$$G = \begin{pmatrix} 0.00478 & 0.08867 & -0.00377 \\ 0.08867 & 37.30860 & 0.30132 \\ -0.00377 & 0.30132 & 0.14400 \end{pmatrix}$$

ここで、血縁相関行列 (R) は、血縁個体群の情報であるので次のようになる。

$$R = \begin{pmatrix} 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0 & 0.5 \end{pmatrix}$$

以上の情報をもとに重み付け係数 b を求めると次のとおりである。

重み付け係数

$$b = (G'R)^{-1}Q$$

$$= \begin{pmatrix} 0.0024 & 0.0443 & -0.0018 \\ 0.0044 & 18.6540 & 0.1507 \\ -0.0018 & 0.1507 & 0.0720 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} 0.09 \\ 6.30 \\ 0.60 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 451.7630 & -1.1890 & 14.3160 \\ -1.1890 & 0.0577 & -0.1518 \\ 14.3160 & -0.1518 & 14.5813 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.09 \\ 6.30 \\ 0.60 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 41.7556 \\ 0.1651 \\ 9.0810 \end{pmatrix}$$

1日平均増体量、ロース芯面積および脂肪交雑の重み付け係数はそれぞれ41.7556, 0.1651および9.0810と評価され、次の選抜指数式 (I) が得られる。

選抜指数式

$$I = 41.7556X_1 + 0.1651X_2 + 9.0810X_3$$

ただし、 X_1 ：1日平均増体量

X_2 ：ロース芯面積

X_3 ：脂肪交雑

この選抜指数式の個体ごとの情報を代入して、得

られる指数値の標準偏差 (σ_1) は $\sigma_1 = \sqrt{b'Pb} = 5.5157$ となる。したがって、1 世代当たり遺伝的改良量の予測値 (ΔG) および目標水準に達するまでの世代数 (q) は次のとおりである。

$$\Delta G = (i_1/\sigma_1)G'Rb = \begin{pmatrix} 0.0163 \\ 1.1422 \\ 0.1088 \end{pmatrix} i_1$$

$$q = \sigma_1/i_1 = 5.5157/i_1$$

ただし、 i_1 : 指数値の標準選抜差(選抜強度)

本分析で得られた選抜指数式により、目標値を達成するのに5.5世代要することになる。世代間隔を約7年とすると、約38年を要することになる。

2. 選抜指数式の応用

評価された選抜指数式にしたがって、本研究での現場検定に供用された種雄牛のそれぞれの形質の平均値を代入し指数値を計算するとTable 3のとおりである。本研究で用いられた種雄牛の選抜指数値は、44.941~51.503の範囲を示し、第20平茂が51.503と最も高い値を示し、次に忠福が51.056、宝勝が50.744、金水九が50.739および金豊が50.668と高い値を示していた。一方、金山が44.941と最も低い値を示し、次に初見が46.434、第20気高が47.073と低い値を示した。

Table 3. The values of selection index

Name of Bull	Index value
No.20 Hirashige	51.503
Tadafuku	51.056
Housho	50.744
Kinsui-Kyu	50.739
Kinpou	50.668
Tajimafuku	50.568
Teruzakura	50.297
No.15 Kinsui	49.921
Yasutanifuku	49.904
No.15 Kedaka	49.395
Kamitakafuku	49.280
Kin-ichi	48.543
Wakafuji	48.409
Yasufukukane	48.035
Tayasufuku	47.699
Tayasuharu	47.692
No.20 Kedaka	47.073
Hatsumi	46.434
Kinzan	44.941

また、Table 3 の結果から第20平茂、忠福、宝勝、金水九および金豊などが優良種雄牛とされるが、これらの種雄牛は、現在鹿児島県において最も人気の

高い種雄牛である。

しかし、これらの評価値の高い種雄牛は、すでに10年以上にわたって精液を供用している老齢牛であり、また、金水九などはすでに廃用牛となっている。今後、これらの種雄牛に代わる優良な種雄牛の後継牛の造成が必要であると考えられる。1988年から牛枝肉取引規格の改正がなされ、枝肉重量、外観、肉質の3項目による総合評価方式から、歩留り基準を新たに導入し、歩留りと肉質による分離評価方式へ移行した。本研究での選抜指数式に組み入れた脂肪交雑については、枝肉取引規格の改正に伴う肉質基準により今後対応する必要がある。

本研究により、黒毛和種における重要な産肉能力すなわち1日平均増体量、脂肪交雑およびロース芯面積などの複数形質の改良を行う場合に、選抜指数法による選抜が有効であることが示唆された。現在、さらに直接検定牛および間接検定牛についても選抜指数式の作成を行っているところである。

要 約

本研究においては、鹿児島県の黒毛和種の産肉能力を改良するため、選抜指数式を作成した。指数式作成のためのデータは1986年度の現場検定成績から得られた。選抜指数式の作成は山田ら(1975)の方法に順じた。分析結果は以下のとおりである。

1) 選抜指数式

$$I = 41.7556X_1 + 0.1651X_2 + 9.0810X_3$$

ただし、 X_1 : 1日平均増体量

X_2 : ロース芯面積

X_3 : 脂肪交雑

2) 1 世代当り遺伝的改良量

$$\Delta G = (i_1/\sigma_1)G'Rb = \begin{pmatrix} 0.0163 \\ 1.1422 \\ 0.1088 \end{pmatrix} i_1$$

3) 目標水準に達するまでの世代数

$$q = \sigma_1/i_1 = 5.5157/i_1$$

ただし、 i_1 : 指数値の標準選抜差(選抜強度)

4) 各種雄牛の選抜指数値を求めた結果、第20平茂(51.503)、忠福(51.056)、宝勝(50.744)、金水九(50.739)および金豊(50.668)が高い値を示した。

文 献

- 1) 阿部猛夫・横内圀生：選抜指数における血縁個体群の記録の利用について。家禽会誌, 12, 247-248 (1975)

- 2) Finny, D.J. : Genetic gains under three methods of selection *Genet. Res.*, **3**, 417-423 (1962)
- 3) Hazel, L.N. : The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics*, **28**, 476-490 (1943)
- 4) Henderson, C.R. : Selection index and expected genetic advance. *Statistical Genetics and Plant Breeding*, ed. W.G. Hanson and H.F. Robinson, NAS-NRC, 980, 141-163 (1963)
- 5) Smith, H.E. : A discriminant function for plant selection, *Ann. Eugen.*, **7**, 240-250 (1936)
- 6) Yamada, Y. : Selection index when genetic gains of individual traits are of primary concern. *Jpn. J. Genetics*, **50**, 33-41 (1975)
- 7) 山田行雄・横内圀生・西田朗 : 選抜指数式の実用面からの検討. 家禽会誌, **11**, 143-146 (1974)
- 8) 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**, 193-195 (1985)
- 9) 横内圀生・山田行雄 : 選抜指数式作成における R マトリックの導入. 家禽会誌, **10**, 151-156 (1973)
- 10) 横山圀生・阿部猛夫 : 選抜指数法の家畜育種への適用. 畜試年報, **17**, 95-108 (1977)
- 11) Young, S.S.Y., : A further examination of the relative efficiency of three methods of selection for genetic gains under less-restricted conditions. *Genet. Res.*, **2**, 109-121 (1961)
- 12) Young, S.S.Y and H. Weiler, : Selection for two correlated traits by independent culling levels. *J. Genet.*, **57**, 329-338 (1960)

Summary

Based on the data of 775 steers of Japanese Black Cattle fattened by farmers in Kagoshima prefecture in 1986, selection index formula for meat production performance was fixed. The selection index was constructed by the method of Yamada⁶⁾ *et al.*. The results are summarized as follows:

1) Selection index

$$I = 41.7556X_1 + 0.1651X_2 + 9.0810X_3$$

where X_1 : Daily gain

X_2 : Rib eye area

X_3 : Marbling score

2) Genetic gains per one generation

$$\Delta G = (i_1/\sigma_1)G'Rb = \begin{pmatrix} 0.0163 \\ 1.1422 \\ 0.1088 \end{pmatrix} i_1$$

3) The number of generations to attain the goal

$$q = \sigma_1/i_1 = 5.5157/i_1$$

Where i_1 : the standardized selection differential on the index

4) Five (No.20 Hirashige, Tadafuku, Housyo, Kinsui-kyu and Kinpou) out of 19 bulls were estimated as the ones having relatively high index value (50.668-51.503).