



黒毛和種去勢牛における肥育期間中の体重及び体型測定値と枝肉形質との遺伝相関

向井, 文雄
野村, 英明
福島, 豊一

(Citation)

神戸大学農学部研究報告, 15(2):437-444

(Issue Date)

1983-01-30

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/00227305>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/00227305>



黒毛和種去勢牛における肥育期間中の体重及び 体型測定値と枝肉形質との遺伝相関

向井 文雄*・野村 英明*・福島 豊一*

(昭和57年8月10日受理)

GENETIC CORRELATIONS BETWEEN CARCASS TRAITS AND BODY WEIGHT OR MEASUREMENTS AT VARIOUS AGES DURING A FATTENING PERIOD IN JAPANESE BLACK STEERS

Fumio MUKAI, Hideaki NOMURA and Toyokazu FUKUSHIMA

Abstract

Genetic correlations between carcass traits and body weight or measurements, and also those between carcass traits and relative growth rates (RGRs) for measurements over 4 subsequent periods were calculated. Body weight and measurements which were periodically recorded from average 266 days up to average 567 days of age, and carcass traits were obtained 732 steers sired by 127 Japanese Black bulls progeny tested during 1971-1977 at 9 testing stations in Japan. Least squares analysis based on Method 3 of Henderson (1953) was used to estimate the variance and covariance components. There were the moderate or high genetic correlations between carcass weight and body weight or measurements recorded at all ages. Dressing percentage had the positive genetic correlations with body weight, chest girth and width, and pin-bone width at all ages. Rib eye area had no or negative correlations with each measurement except for chest girth and width, croup length, and hip and thurl width which were measured at the end of fattening. Generally the negative genetic correlations were found between marbling score or back fat thickness and each body measurement with some exceptions. That is, chest depth at all ages was positively correlated with marbling score. Also body weight, chest girth, and chest and hip width showed the positive relationships to back fat thickness and those relations were the highest at about 350 days of age. On the other hand, the genetic correlations between carcass traits and RGRs varied remarkably during the fattening period as compared with those between carcass traits and measurements at each age. Carcass weight and rib eye area had a tendency to be independently or negatively correlated with RGRs in the first period, but turned to have positive and sizable correlations in the latter half. However, the genetic correlations between marbling score and RGRs, in particular RGRs of chest girth and body widths, changed in the opposite manner as the trend in the correlations between carcass weight or rib eye area and RGRs. These results indicate that selection of any one of body measurements would result in correlated response in carcass traits, but the direction of response is dependent on the age at measured and largely determined by the composition of growth attained in the time interval under question.

緒 言

肉用牛の体型は、産肉形質との間に密接な関係があると一般に考えられ、古くから選抜の指標として重要視されてきた。しかしながら、体型による選抜の産肉形質改

* 家畜育種学研究室

良に対する有効性については種々論議のあるところであり、相異なる考え方が提示されている。1つは、BUTLER¹⁾、COLEら²⁾あるいは BUTTERFIELD³⁾らによって行われた体型の非常に異なる品種間での枝肉構成の比較である。彼らはこのような比較をしても赤肉重量及びその分布に大きな差異はないとし、さらに HARRINGTON⁴⁾は、脂

肪の量とその分布が体型に大きく影響を与えると述べ、体型の改良指標としての有効性に疑問を投げかけている。他方は、増体能力や枝肉組成の予測変数としての牛体各部位の重要性の評価で、諸外国において多数の研究成果が報告されている^{5~8)}。その予測変数としての評価は、程度の差はあるが、少なからず枝肉構成推定に寄与していると、その結果に基づき、理想体型が帰納的に構築されている。このような相反する考え方が生じる原因には、用いた品種や体型のとらえ方が種々様々であり、必ずしも統一されていないことも考えられるが、形質間の相関関係に対し遺伝的背景を異にする品種の比較、という両者のアプローチ法に内在する違いも見逃せない。加えて、育種目標の時代的変遷なども影響を与えていると考えられる。また、いかなる肉牛生産システムがとられているかによって育種目標や体型の評価基準も相違し、当該地域での生産システムを基盤に検討する必要もある。

黒毛和種去勢牛の体重及び体型測定値（以下、両者を体測定値と称する）と産肉形質との関係については土屋と大久保⁹⁾、熊崎¹⁰⁾らの報告があるが、それらは標本数が少なく、しかも20年前のデータに基づく表型相関によるもので、現在の黒毛和種集団に適用するには無理がある。

そこで本報告では、体測定値を用いての黒毛和種の選抜改良効果を再検討する上で必須の情報となるこれら測定値及びその相対成長率と主要な枝肉形質との遺伝的関係を検討し、それが肥育期間中にどのように変化するかを見た。

材料及び方法

用いた材料牛は昭和46年から52年にかけて全国の9検定場所で間接検定を受けた黒毛和種種雄牛127頭の去勢後代732頭である。

分析の対象とした発育形質は、平均日齢266日から567日にかけて28日あるいは21日ごとに計12回測定（以下、各日齢を1回次、…、4回次、…、7回次、…、12回次と称する）された体重・体高・十字部高・体長・胸囲・胸深・胸幅・尻長・腰角幅・腹幅・坐骨幅および管囲の12測定値である。さらに肥育期間を4期に区分した各期間中における体測定値の相対成長率（以下、RGRと略す）をも対象とした。その各日齢ごとの全平均ならびに場所・年次ごとの頭数分布は既報¹¹⁾の通りである。枝肉形質としては、枝肉重量・枝肉歩留・第7—8肋骨間のロース芯面積と脂肪交雑・第5—6脊椎棘状突起間の皮下脂肪の厚さの5形質を取り上げた。分散分析に用いた

数学モデルは以下に示す通りである。

$$Y_{ijk} = \mu + p_i + S_{ij} + d_1 X_{ijk} + d_2 X_{ijk}^2 + e_{ijk}$$

ここで、 Y_{ijk} は各個体の形質値； μ は各サブクラスの数に等しく、母牛の年齢がその算術平均に等しいとした場合の各形質集団平均； p_i は*i*番目の場所と年次の組合わせに共通な母数効果（ $i = 1, 2, \dots, 53$ ）； S_{ij} は*i*番目の場所・年次内の*j*番目の種雄牛に共通な変量効果（ $j = 1, \dots, n_i, n_i = 1, 2, \dots, 9$ ）で、 $NID(0, \sigma_s^2)$ とみなす。 X_{ijk} は個体の母牛の年齢の算術平均（6.6±3.2歳）からの偏差； d_1 と d_2 は母牛の年齢への1次および2次偏回帰係数； e_{ijk} は残差で、 $NID(0, \sigma_e^2)$ とみなす。

ただし、予備分析に基づき発育形質と枝肉形質では日齢の補正法が異なる。体測定値とそのRGRについては既報¹¹⁾のように各基準日齢における補正値を算出し、分析に供した。一方、枝肉形質に関しては上式にさらに開始時日齢への1次ならびに2次回帰の効果を組み込んだ数学モデルにより分析し、有意な日齢への正の1次回帰の効果が認められた枝肉重量・枝肉歩留・脂肪交雑・背脂肪厚については、それらの偏回帰係数により平均開始時日齢に補正したデータを上式により分析した。これら枝肉形質の遺伝率及び形質間の遺伝相関は向井ら¹²⁾により報告されているが、全平均及び標準誤差は表1に示す通りであった。

分散分析はHENDERSONの方法³⁾による最小自乗分散分析法により行い、種雄牛分散（ $\hat{\sigma}_s^2$ ）、残差分散（ $\hat{\sigma}_e^2$ ）及び両共分散を推定した。発育形質と枝肉形質との遺伝相関は平均血縁を考慮し同父半きょうだい相関法により推定し、

Table 1. Over all means and standard errors of carcass traits

Trait	Over all mean	S. E.
Carcass weight (kg)	313.6	2.4
Dressing percentage (%)	63.7	0.1
Rib eye area (cm ²) ^a	44.1	0.5
Marbling score ^a	10.8 ^b	0.2
Back fat thickness (mm) ^c	16.5	0.4

^aThese traits are evaluated at 7th–8th rib section.

^bValue 20 is most abundant and scored as 5 in Japanese carcass grading system, 10 is moderate and scored as 2.5.

^cBack fat thickness is measured at 5th–6th vertebrae.

その標準誤差は ROBERTSON の方法¹⁴⁾により算出した。計算は神戸大学総合情報処理センターの ACOS 900 により行った。

結果及び考察

肥育各日齢の体測定値と枝肉 5 形質との 12 測定時における遺伝相関のうち、1 (266 日齢)、4 (350 日齢)、7 (434 日齢)、10 (518 日齢) および 12 回次 (567 日齢) の相関は図 1-1 ~ 5 に示す通りであった。また、1-4、4-7、7-10 と 10-12 回次の計 4 期間における各測定値の RGR と枝肉形質との遺伝相関をも併せ示した。以下、枝肉形質ごとにその結果を述べる。

枝肉重量：体重と枝肉重量との間には 0.75 から 0.96 の相関係数が得られ、しかも枝肉重量と体重との測定日齢の間隔が短くなる程上昇し、全期間を通じて体測定値と枝肉重量との遺伝相関の中で最も高かった。体高・十字部高・体長・尻長・臍幅などでは、0.55 から 0.76 の範囲にあり、標準誤差を考慮すると、全期間を通じて一定した遺伝相関を示した。また、胸囲・胸深・胸幅さらに管囲と枝肉重量とはそれぞれの変化の様相が異なるが、0.43 以上の値が得られ、10 あるいは 12 回次に最も高かった。腰角幅・坐骨幅は 0.35 から 0.57 と上記の体測定値に比べ低めで、坐骨幅では肥育の進行とともに低下する傾向にあった。

一方、RGR と枝肉重量との遺伝相関を見ると、胸深・胸幅・尻長・腰角幅・臍幅・坐骨幅など主に体幅を示す部位が関与する相関係数は、4-7 回次に負であったが、続く 7-10 回次には 0.35 前後の正の相関へと変化した。しかし、体長・管囲では逆の動きを示した。体重では 1-4 回次において無相関であり、10-12 回次には中程度の負の相関を示すに至った。一方、胸囲・体高・十字部高・管囲などは負から正へと変化した。

このように、枝肉重量と体測定値の遺伝相関は総じて高めであり、肥育早期の体測定値を指標とすることによって枝肉重量の間接選抜反応を十分に期待しうる。しかも、体長以外の測定値で 7-10 回次における相対的な増加率の高い個体を選抜する程、その効果は大きいことがわかる。

枝肉歩留：体重・胸囲・胸幅の 3 測定値は枝肉歩留と総ての日齢において正の相関関係にあった。しかし、胸囲のみが 12 回次に最大となり、体重・胸幅では若干低下する傾向にあった。また、坐骨幅も全期間を通じて正であったが、0.24 から 0.05 へと低下した。しかし、尻長では -0.06 から 0.22 へと、坐骨幅に見られる動きとは逆に推移した。他の部位についてみると、測定日齢により

-0.3 から 0.2 の間をそれぞれ類似した様相で変化し、枝肉歩留とは総じて負の遺伝的關係にあることがわかる。

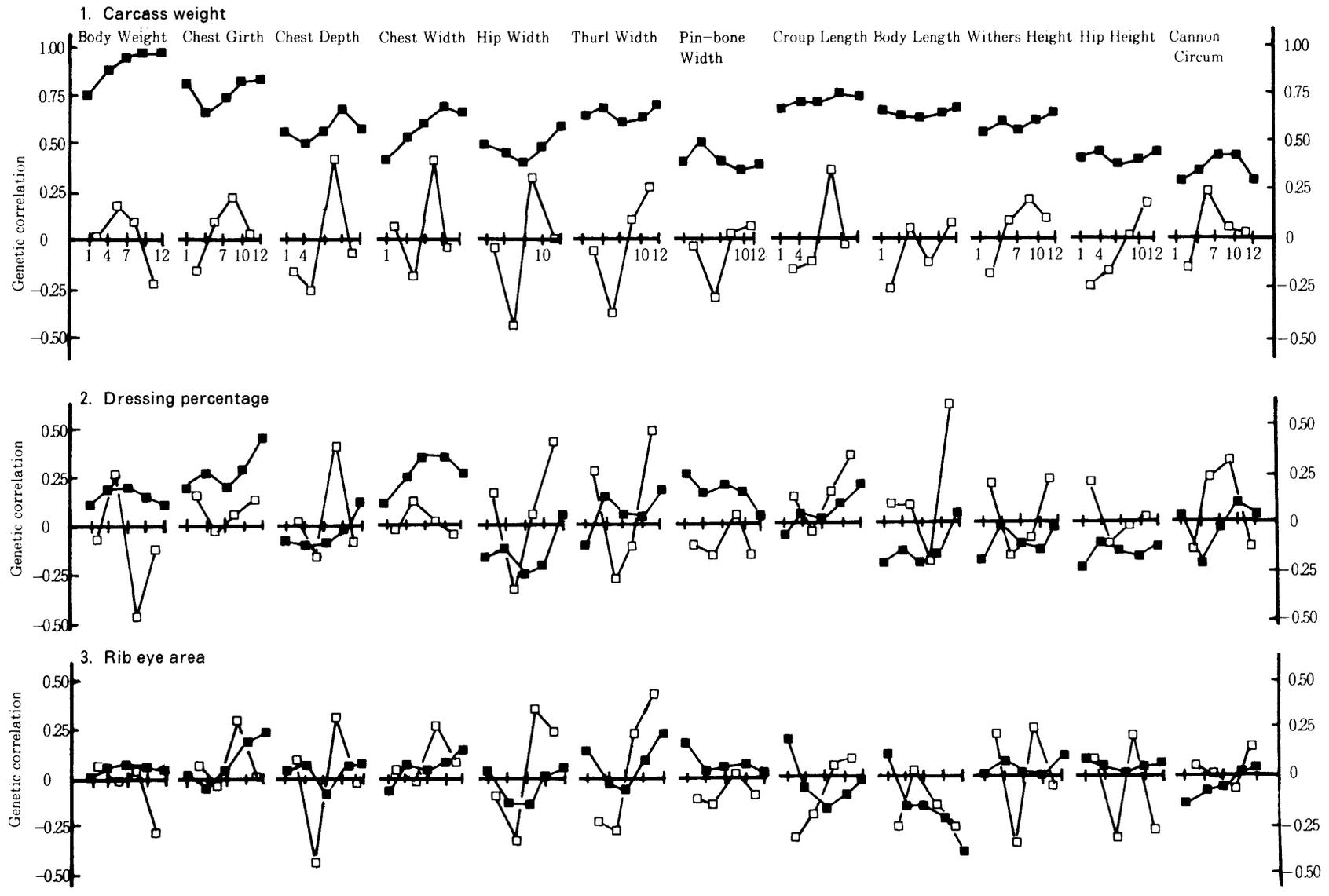
RGR に関しては、各測定日齢ごとの測定値では正の相関を示した胸囲・胸幅・坐骨幅の RGR と枝肉歩留との遺伝相関は総ての期間でおよそ 0.15 から -0.17 の範囲にあった。しかし、体重では 4-7 回次に 0.26、7-10 回次には -0.47 と著しく変化した。他の部位では、日齢ごとの測定値との遺伝相関に比較してより大きな変化を呈し、胸深・十字部高・管囲以外の部位では、変化の様相も類似し、1-4 回次および 10-12 回次に中程度から高めの正の相関を示した。なかでも体長の 10-12 回次におけるそれが 0.61 と最も高かった。

枝肉歩留では、枝肉重量に比べ、肥育初期に高い正の遺伝的關係を有する部位は少なく、わずかに肥育末期の胸囲・胸幅あるいは体長・腰角幅・臍幅の RGR が枝肉歩留の選抜指標となりうる。

ロース芯面積：体測定値とロース芯面積との遺伝相関は相対的に低めであったが、その大きさおよび推移の様相は体測定値によりかなり異なっていた。特に異なる動きを呈したのは体長で、1 回次の 0.12 から 12 回次の -0.38 へと低下した。一方、胸囲・胸幅の 2 部位は肥育初期においては無相関であったものが、終了時には低ながらもそれぞれ 0.24、0.15 と正の相関係数を示した。また、尻長・腰角幅・臍幅の肥育各日齢の測定値とロース芯面積とは、係数の大きさはそれぞれ異なっているが、遺伝相関はいずれも V 字型の推移を呈した。すなわち尻長では 1 回次の 0.20 から負ないし無相関へ、腰角幅・臍幅は 4 あるいは 7、10 回次に負ないし無相関であるが、12 回次には 0.2 前後の中程度の値を示した。体重および他の部位はいずれも -0.13 と 0.20 の範囲を動き、全期間を通じて有効な相関関係は認められなかった。

RGR についてみると、体高・十字部高・胸深といった高さを示す部位の RGR とロース芯面積との遺伝相関は、4-7 回次にそれぞれ -0.34、-0.33、-0.44 であったが、7-10 回次には 0.25、0.19、0.30、10-12 回次には -0.03、-0.23、-0.03 となった。腰角幅・臍幅の 2 部位の RGR との関係も極めて類似した動きを示し、初期の 2 期間はいずれも負であったが、後半の 2 期間には 0.24 から 0.46 の値が得られた。しかし、胸囲・胸幅では両者ともに 7-10 回次のみで 0.3 前後の係数を示すにすぎなかった。体重や体長はいずれの期間においても負あるいは相関関係が認められなかったが、10-12 回次にはさらに -0.25 となった。

ロース芯面積に関しても選抜の指標として有効な測定値は肥育後期の体幅に限定され、また、総じて 7-10 回



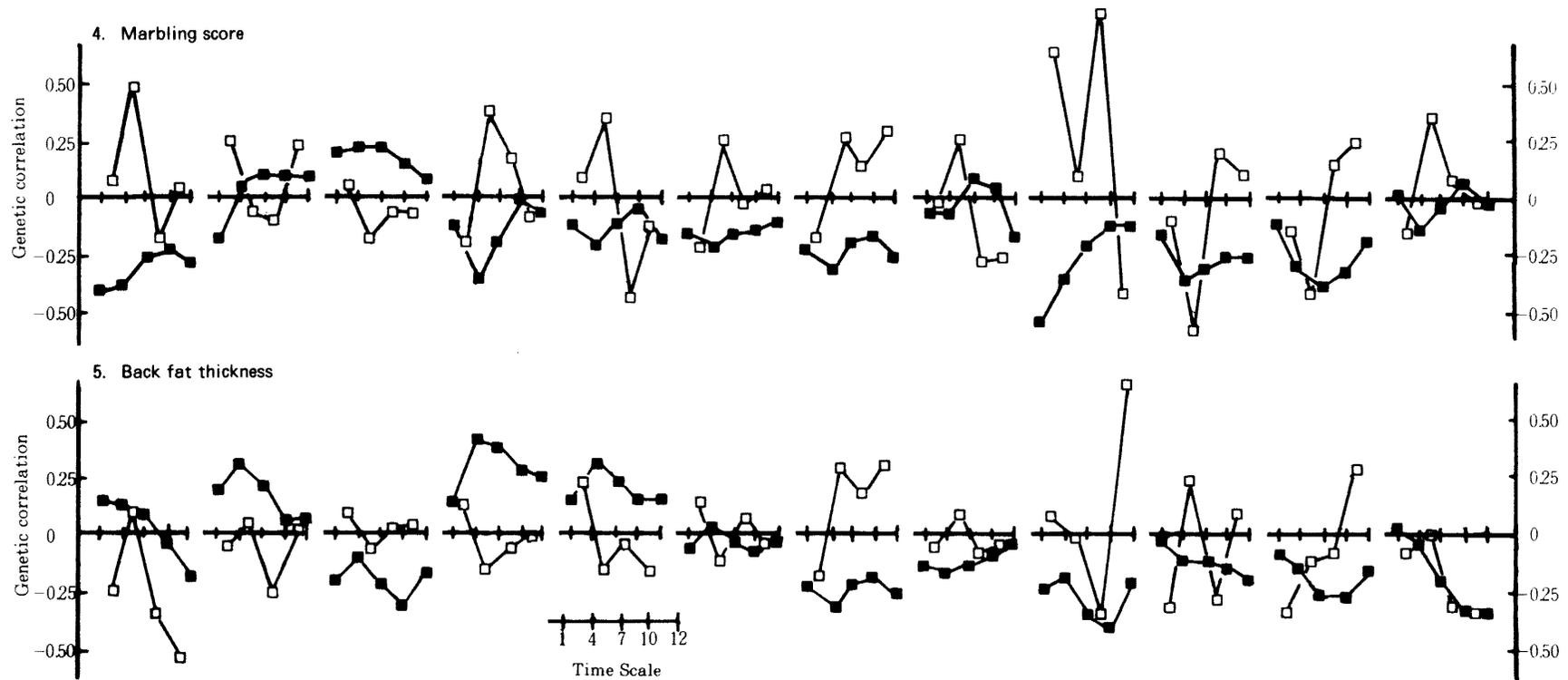


Fig. 1. Plots of genetic correlations between carcass traits and body weight or measurements, and relative growth rates (RGRs) of measurements. Time scales, 1, 4, 7, 10 and 12 correspond to 266, 350, 434, 518 and 567 days of age, respectively. RGRs were calculated over 4 subsequent periods; 1-4, 4-7, 7-10 and 10-12.
 ■—■ : Genetic correlations between carcass traits and each measurement. Standard errors of correlations range from 0.02 to 0.30.
 □—□ : Genetic correlations between carcass traits and RGRs. Standard errors of correlations range from 0.17 to 0.44.

次における RGR の大きい個体の選抜がロース芯面積の改良に貢献しうることがわかる。

脂肪交雑：体測定値と脂肪交雑との遺伝相関は、ロース芯面積の場合と同様、測定値および測定日齢によって相違するが、総じて負の関係にあった。その中で、胸深のみが全期を通じて正の係数を示したが、それは 0.24 から 0.07 へと肥育の経過とともにむしろ低下した。また、胸囲は 1 回次には -0.18 であったが、4 回次以降は 0.1 前後の低いながらも正の相関関係にあった。尻長・管囲では、標準誤差を考慮すると全時期ともに無相関であった。また、体幅を示す部位では総じて 0.0 から -0.37 の範囲を変化し、体重・体高・十字部高などでは体幅よりもさらに大きな負の相関係数を示し、最も大きな係数は 1 回次の体長における -0.54 であった。

次に、体重・尻長・胸幅・腰角幅・坐骨幅・管囲などの RGR と脂肪交雑との遺伝相関の推移の様相は、枝肉重量との関係に見られる様相とは逆の動きを呈した。すなわち、4—7 回次にはいずれも 0.2 以上の係数が得られたが、引き続き 7—10 回次には若干低下し、特に体重・尻長・腰角幅・腹幅では負になった。逆に、体高・十字部高・胸囲・胸深では 4—7 回次に負の相関関係にあるが、肥育後半の RGR は脂肪交雑と正の関係を示す傾向が認められた。また、体長については 7—10 回次の 0.79 から 10—12 回次の -0.42 とその変化は顕著であったが、同時に標準誤差もそれぞれ ± 0.44 , ± 0.32 と大きかった。

以上の結果をまとめると、脂肪交雑の改良指標としては肥育初期の胸深が考えられるが、各日齢の測定値よりもむしろ 4—7 回次における体重および体幅の相対的な増加率がより有効な指標となりうることがわかる。しかし、このような発育様相に基づく選抜は上述した枝肉重量の改良とは拮抗する可能性があることを留意する必要がある。

背脂肪厚：胸囲・胸幅・腰角幅の 3 部位と背脂肪厚とは全時期を通じて正の遺伝相関を示し、かつ 4 回次にそれぞれ 0.30, 0.40, 0.31 と最も高かった。体重では、開始時初期の 0.15 から徐々に低下し、終了時には -0.18 とむしろ負の相関関係にあった。管囲も同様に肥育の進行とともに -0.35 まで低下した。他の部位では総じて負の関係にあり、尻長を除いて、7 あるいは 10 回次に最も大きい負の値を示す傾向にあった。

一方、各測定値の RGR と背脂肪厚の遺伝相関の動きは、他の枝肉形質とのそれに比較して小さく、しかも体幅を示す部位よりも、体高・十字部高・体長などの RGR の方がむしろ著しく変化した。すなわち前者は 1—4 回

次に正の関係にあったが、後者では、4—7 回次あるいは 10—12 回次に正の係数を示した。しかし、体重・管囲の RGR にあっては各日齢における測定値自体との相関と同様に、直線的に低下した。

よって、体測定値と背脂肪厚は総じて負の遺伝的関係にあって、発育の改良とは拮抗しないが、胸幅・腰角幅の肥育初期における発育速度が遺伝的に優れた個体を選抜することは枝肉の背脂肪厚に好ましくない影響を与えることがわかる。

以上のように、枝肉形質との遺伝的関係を総合すると、肥育各日齢の体測定値との間に見られる関係よりも、それらの RGR との相関関係が肥育期間中にダイナミックに変化することが明らかになった。さらに、RGR と枝肉形質との遺伝的関係も、筋肉の発育程度を表す形質との間の相関関係と、脂肪蓄積を表す形質との間のそれを比較すると、係数の符号ならびに大きさが対象とする形質ごとに著しく異なることがわかる。これは、肥育期間内に生じる体各部位の増加量、すなわち当該期間内における発育に貢献する組織によって、最終的に測定しうる枝肉形質との遺伝的関係が決定されるためであろうと推察される。特に、この現象は胸囲や体幅を示す部位の RGR で顕著であった。これらは背脂肪厚と肥育開始初期に、脂肪交雑とは中期に、正の遺伝相関を示すが、逆にこの時期には枝肉重量・ロース芯面積とは負の相関関係にある。しかし、肥育期の後半に入ると、それらと枝肉重量・ロース芯面積とは正の関係に変化し、脂肪交雑・背脂肪厚との遺伝的関係は弱くあるいは負になることが認められた。このことは、本材料牛では少なくとも肥育開始と同時に脂肪蓄積が開始するものと考えられ、測定 4 回次以降すなわち 350—430 日齢頃に顕著になり、その蓄積が体重や体型測定値の発育にも少なからず影響を与えていることを示唆している。このことは胸幅・腰角幅と背脂肪厚との遺伝相関の推移からもうかがえる。Royal Smithfield Club¹⁵⁾が行ったヘレフォード種とホルスタイン種の体組成の発育に関する研究でも、脂肪重量が 12 か月齢より急増すると述べており、上記の事実を裏付けるものである。

また、体重は上述した部位ほど明瞭な推移を示さないが、これは体重が骨格・筋肉・脂肪の複合された形質であるためであろう。体高・十字部高・管囲などは従来から骨格の発育指標と考えられてきたが、その相対的な増加量は脂肪蓄積とも時期によっては密接な関係を有することが認められた。よって、体型測定値の指標としての特徴は肥育期間中に大きく変化し、時間の関数としてその意義付けを行う必要がある。一方、体長はその測定値

自体および RGR と枝肉形質との遺伝相関はともに他の測定値に見られない解釈困難な特異な動きを示し、その発育指標としての意味をさらに追求する必要がある。

最後に、体測定値あるいはその相対成長率と枝肉形質との間には少なからず遺伝的關係が存在することが明らかであるが、体測定値を指標として選抜した場合に生じる枝肉形質の間接選抜反応の程度は測定値の測定日齢に依存する。さらに、個々の測定値と枝肉形質との相関關係を基礎に理想とする体型像を構築することは、各測定値間の遺伝的關係に基づく牛体型のホメオスタシスを考えた場合、困難であり、同時に個々の枝肉形質にとっては好ましくない相関反応の生じる恐れもある。したがって本報告では 2 形質間の遺伝相関に関してのみ詳述したが、今後、体測定値と枝肉形質間相互の遺伝的關係を考慮した選抜指数式の作成の検討が必要である。

要 約

黒毛和種去勢牛の肥育各日齢における体重及び体型測定値ならびにそれらの相対成長率 (RGR) と枝肉 5 形質との遺伝相関を経時的に算出した。

材料は、昭和46年から52年にかけて全国の 9 検定場所において間接検定を受けた黒毛和種種雄牛 127 頭の去勢後代 732 頭の検定開始時 (平均 266 日齢) から終了時 (567 日齢) にかけて約 28 日おきに計 12 回測定された体重・体高・十字部高・体長・胸囲・胸深・胸幅・尻長・腰角幅・臍幅・坐骨幅および管囲である。また肥育期間を 4 期に区分し、その期間中の各測定値の RGR をも分析に供した。枝肉形質は枝肉重量・枝肉歩留・ロース芯面積・脂肪交雑・背脂肪厚の 5 形質である。分析対象とした日齢は 266, 350, 434, 518, 567 日齢の 5 時点であり RGR は各日齢間で算出した。分散分析は HENDERSON (1953) の方法 3 により、種雄牛分散と共分散ならびに残差分散・共分散を推定した。得られた結果は以下の通りであった。

1. いずれの日齢の体重および体型測定値も枝肉重量とは中程度から高めの遺伝相関を示した。RGR と枝肉重量の相関は著しく変化し、肥育前半には負、肥育後半に正の相関を示す傾向にあった。

2. 枝肉歩留とは体重・胸囲・胸幅・坐骨幅などはいずれの日齢においても正の遺伝相関を示した。他の部位は 0.2 と -0.3 の範囲を変化した。

3. ロース芯面積との遺伝相関は総じて無相関ないし負であったが、胸囲・胸幅・尻長・腰角幅・臍幅のみが終了時に 0.2 前後の値を示した。RGR とロース芯面積との相関は期間により正から負へと著しく変化するが、

体幅の肥育後半における RGR が 0.3 程度の相関係数を示した。

4. 脂肪交雑とは胸深のみがいずれの日齢においても正の相関を示し、他の部位では総じて負の遺伝的關係にあった。胸囲・体幅の RGR と脂肪交雑との相関の変化は、枝肉重量やロース芯面積とのそれとは逆であった。

5. 背脂肪厚と体重・胸囲・胸幅・腰角幅の遺伝相関は総じて正の相関を示したが、特に 350 日齢前後に 0.3 ~ 0.4 の値を示した。RGR と背脂肪厚との相関の動きは比較的少なかったが、開始時に正の係数が認められた。

以上の結果、体測定値およびその相対成長率と枝肉形質との間には少なからず遺伝的關係が存在することがわかった。しかし、遺伝相関の経時的变化は測定値自体よりも相対成長率との関係を見た場合に著しく、当該期間中に生じる生体組織の増加が遺伝相関の大きさに少なからず影響を与えていることが推察された。

文 献

- 1) BUTLER, O. D. : *J. Anim. Sci.*, **16**, 227-233, 1957.
- 2) COLE, J. W., C. B. RAMSEY, C. S. HOBBS and R. S. TEMPLE : *J. Anim. Sci.*, **23**, 71-77, 1964.
- 3) BUTTERFIELD, R. M. : 'Relative growth of the musculature of the ox' in *Carcass Composition and Appraisal of Meat Animals*, CSIRO, Melbourne, 1963.
- 4) HARRINGTON, G. : 'The shape of beef cattle and their carcasses in relation to carcass merit' in *Beef in the Seventies*, An Foras Taluntais, Dublin, 1971.
- 5) TERNAN, P. R., J. F. KIDWELL, J. E. HUNTER, C. E. SHELBY and R. T. CLARK : *J. Anim. Sci.*, **18**, 880-893, 1959.
- 6) GOOD, D. L., G. M. DAHL, S. WEARDEN and D. J. WESELI : *J. Anim. Sci.*, **20**, 698-701, 1961.
- 7) BATRA, T. R., W. R. USBORNE, D. G. GRIEVE : *J. Anim. Sci.*, **36**, 471-475, 1973.
- 8) CRAMER, D. A., R. M. KATTNIG, A. L. HECKER and J. A. SNEDEGER : *Proceeding Western Section American Society of Animal Science*, **26**, 90-92, 1975.
- 9) 土屋平四郎・大久保忠旦 : 中国農試報, **B9**, 1~14, 1962.

- 10) 熊崎一雄 : 中国農試報, **B10**, 29-37, 1962.
- 11) 向井文雄・野村英明・福島豊一 : 神大農研報, **15**, 427-436, 1983.
- 12) 向井文雄・野村英明・福島豊一 : 日本畜産学会第73回大会, 東京, 1982.
- 13) HENDERSON, C. R. : *Biometrics*, **9**, 226-252, 1953.
- 14) ROBERTSON, A : *Biometrics*, **15**, 469-485, 1959.
- 15) ANONYMOUS : *Report of Major Beef Research Project*, The Royal Smithfield Club, London, 1966.