肉牛の育種に関する最近の研究

熊 崎 一 雄

(佐賀大学農学部)

Recent Researches on Breeding of Beef Cattle

Kazuo KUMAZAKI

(Faculty of Agriculture, Saga University)

肉牛の産肉能力を効率的に高めるためには、産肉能力の指標となる産肉諸形質の遺伝率、あるいはこれら諸形質間の表型ならびに遺伝相関を正確に評価する必要のあることはいうまでもない。欧米諸国では、すでに肉牛の産肉能力検定事業がひろく普及し、その裏付けとなる基礎的研究が広汎に行なわれているため、これら産肉諸形質の遺伝と環境の相対的重要度を明らかにするための研究成績が多数発表されている。ことに、肉牛の肥育は主として子牛の発育過程に行なわれているため、離乳前後の子牛の発育に関する遺伝的パラメーターの評価に研究が集中されている感が深い。また子牛の離乳時体重や離乳時体型評点は、肉牛生産農家の大半の子牛がこの時期に市場に出荷して販売されるため、直接農家の収益に関係する形質であり、同時に、これらの形質は母牛の側からみると反復される形質であつて、母牛の能力に対する一つの選抜基準としても役立つために、これを支配する各種の環境要因の分析が行なわれている。さらに最近では、増体能力に対する遺伝と環境の相互作用についても注目すべき発表がなされており、雑種生産によるヘテロシス効果についてもかなり詳細な報告が行なわれている。このほか肉牛では乳牛や鶏などに比べると、外貌と能力との間の関係がより密接であるため、肉牛の体型と増体能力や屠肉形質との間の関係を調べた報告も多い。

わが国でも、近年食肉需要の急増するにともなつて、肉用牛の能力を急速に高める必要に迫られており、すでに和牛の産肉能力検定も各地で実施されているが、その規模が小さくて、諸外国でみられるような多数の牛群を用いて正確な遺伝的パラメーターの評価を行なうまでに至っていない。また農家の飼育規模が極めて零細であるため、肉牛育種に関する生物統計遺伝学的研究を進める

上に大きな制約となつている。このことは反面において諸外国で得られた成績を、そのまま直ちにわが国の肉用牛改良事業に適用することへの反省ともつながるものであるが、肉牛育種研究の新しい動向を明らかにすることは今後の肉用牛改良上、少なくとも一つの重要な手掛りとなることは間違いない。このような見地から、最近における外国、主としてアメリカにおける肉牛の育種に関する最近の研究の概要を中心にして述べてみることにしよう。

産肉形質に対する環境の影響

子牛の発育や体型の遺伝的差異を明らかにするためには、環境の影響を正しく評価して、これを補正する必要がある。これによつて始めて正確な遺伝率の推定が可能になる。子牛の離乳時形質に影響する環境要因としては、子牛の性、日令、母牛の年令、出生季節、管理方式(哺乳中の濃厚飼料給与の有無)、年次などがとりあげられている。最近では電子計算機の採用によつて、これらの環境効果を一つの方程式による最小二乗分析によつて同時に解く方法がとられているが、個々の環境要因毎の補正についても研究されている。MINYAD and DINKEL⁴⁶⁾ (1965) は、子牛の離乳時体重に対する性の差を補正するため、MASON ら⁴⁵⁾ (1958) および KOCH ら³⁴⁾ (1959) の方法になつて、加算補正と乗算補正を行ない両者を比較し、雌と雄の離乳時体重の変異係数が等しい場合には夫々の平均値の比を求めて、この係数を乗ずる乗算補正が適当であり、雌と雄の標準偏差が等しければ両者の平均値の差を単に加える加算補正がよいとし、一般に性の補正には乗算補正の方がよいと述べている。BRINKS ら⁴⁾ (1961) も同様なことを認めている。子牛の日令に対す

る離乳時体重の補正の方法としては、離乳前1日増体量に一定日数を乗じて、これに生時体重を加える方法と、生後日令に対する体重の直線回帰を求めて、これより算出した補正係数を用いる方法とがとられている。JOHNSON and DINKEL²⁷⁾ (1951)は、子牛の發育率は生時から155日令までは直線的であるが、それ以後は低下するので、155日令までは前者の方法で差支えないが、155日令以降では後者の方法を適用すべきであるとし、MINYARD⁴⁶⁾ (1965)もこれを確認している。しかし一般には前者の方法によつている場合が多い。母牛の年令が生時および離乳時形質に対して有意な影響を与えることは多数の研究者によつて認められている。BRINKS^ら⁵⁾ (1962)は、合衆国内牛放牧試験地の産肉能力検定に用いた1029頭のヘレフォード種の雄子牛について、生時体重、180日令離乳時体重、離乳前1日増体量、離乳時体型評点、離乳時より376日令までの1日増体量、検定終了時体重について母牛の年令の影響を調べ、母牛の年令効果は離乳時より376日令までの1日増体量以外のすべての形質で高い有意性 ($P < 0.01$) を示したと報じている。一般に、生時体重は母牛の年令が6~8才になるまでは年令の進むとともに増大し、最も大きな変動を示すのは初産と2産の子の場合であるとされている^{5,8,30,35)}。離乳時体重も母牛の年令が6才くらいになるまでは増大するが、その後は低下する^{8,5,30,35,42,48,49,54,55)}。生時体重は初産と2産および10産以上のものだけを補正すればよいが、離乳時体重は母牛の年令が6才のときを基準にして、夫々の年令について補正を行なつておく必要がある。母牛の年令補正には、年令別平均値を用いる方法と、同じ母牛の連続した産子の平均値を用いる方法とがあるが、LUSH and SHRODE⁴¹⁾ (1950)は、同期選抜の場合、どちらの方法も真の母牛の年令効果に対して偏りを生ずるとし、両者の中間が真の年令効果に近いと発表している。MINYARD and DINKEL⁴⁶⁾ (1965)も子牛の離乳時体重について、同様の事実を認めている。母牛の年令効果はその泌乳能力と直接関係があるため、実際に母牛の泌乳量を測定して、子牛の増体能力との関係を調べた成績も報告されている。NEVILLE^ら⁴⁸⁾ (1962)は、子付きの母牛を高中低の栄養水準で飼ひ、その間の泌乳量を哺乳前後の子牛の体重差でしらべ、栄養水準の差に基づく母牛の泌乳量の差が子牛の離乳後の増体能力および屠殺前の体重および体型評点にまで有意な影響を与えることを明らかにしている。さらにCHRISTIAN^ら¹⁰⁾ (1965)は、一卵性双子と二卵性双子を用いて、母牛の泌乳量および乳質と生時体重、離乳時体重および離乳後の形質との関係をしらべ、母牛の泌乳量は子牛の生時体重には関係がなく、

生時から60日令までの子牛の發育には、乳量よりも乳脂量と無脂固形分の方が重要であり、また離乳時体重のすぐれている子牛は離乳後の肥育期間の後期の1日増体量および枝肉中の主要カット肉の割合が高かつたと報じている。子牛の季節の影響については、MARLOW^ら⁴⁸⁾ (1965)は他の環境要因を一定に保つた場合、3月生れと4月生れの子牛が最も發育がよく、8月と9月生れの子牛が最も發育が悪く、離乳前1日増体量は6月から8~9月にかけて急速に低下したが、増し飼ひをした場合には、その速度はにぶる傾向があつたとしている。ROLLINS and GUILBERT⁵⁴⁾ (1959)は、8月から11月15日までに生まれた子牛は、3~5月生れの子牛よりも生時から4ヵ月令までの1日増体量が0.11kgすぐれており、11月16日から2月までに生まれた子牛の増体量は両者の中間であつたと報告している。年次が離乳前後の子牛の形質に有意な影響を示すことは多数の報告で示されている。MARLOW^ら⁴⁸⁾ (1965)は、離乳前1日増体量と離乳時体型評点のいずれも年次の影響を強く受けたが、増し飼ひした場合には、悪い年次でも増し飼ひをしない場合より影響が少なかつたと発表している。

さらに、これらの環境要因の交互作用についても多数の報告がある。SWIGER⁶³⁾ (1961)は、離乳時体重では子牛日令×性、母牛の年令×年次の交互作用が有意であつたが、日令×年次、日令×母牛の年令、性×母牛の年令の交互作用は有意でなかつたとしている。VERNON^ら⁷²⁾ (1964)は、子牛の性×年次および母牛の年令×年次の交互作用を確かめるため、1932~1957年の間の子牛の離乳時体重に基づいて、良い年と悪い年の2つの群に分け、母牛の年令効果がこの両群で著しい差を示すことを認め、年次と母牛の年令の間に交互作用がある場合の母牛の年令補正に適した回帰式の適用を提唱している。CUNNINGHAM and HENDERSON¹²⁾ (1965)は、離乳時体重、離乳前1日増体量および離乳時体型評点に及ぼす子牛の性、母牛の年令、性×母牛の年令、性×年次の交互作用を、アンガス種3190頭、ヘレフォード種1648頭について調べ、性×母牛の年令以外の交互作用はすべて有意であつたと報告している。さらに最近、HARWIN^ら²⁴⁾ (1966)は、離乳時体重に対する年次、性、交配方式および母牛の年令効果の間の交互作用について調べ、年次×母牛の年令、性×母牛の年令、性×交配方式の交互作用が有意であつたとし、年次×母牛の交互作用については、悪い年では成牛から生まれる子牛の離乳時体重よりも若い母牛から生まれた子牛の方が余計悪い影響を受けるためであり、性×母牛の年令の交互作用では、2才の母牛から生まれる雌子牛の離乳時体重は成牛から生まれる雌

子牛の離乳時体重よりも平均 21.3 kg 軽かつたのに対し、雄子牛の場合の同じ体重差は 31.8 kg であつた。つまり母親によつて与えられる離乳前の栄養環境の制約に対して雄子牛の方が感受性が高いためであろうとしている。そして以上の結果から、離乳時体重についての遺伝分析にあつては雄と雌を別々に分析すべきであること、離乳時体重に対する環境要因の効果を求める方程式には年次×母牛の年令の交互作用の項目を含めるべきであること、子牛の日令に対する離乳時体重の年次回帰に有意差があることからみて、子牛の日令補正には年次内回帰を用いるか、または夫々の子牛自体の離乳前の 1 日増体量を用いるべきであると結論していることは注目すべき点である。

産肉形質の遺伝的パラメーター

肉牛の産肉形質の遺伝率を始めて発表したのは KNAPP and NORDSKOG²⁹⁾ (1946) で、半きようだい相関法および父親に対する子どもの回帰から生時体重、離乳時体重で中程度以下の遺伝率、また離乳後の肥育期間中の増体と増体効率で異常に高い遺伝率を報告し、さらに離乳時および屠殺時体型評点、枝肉等級およびロース芯面積の遺伝率も 50% 以上であつたと発表している。その後、引き続き多数の研究者により産肉形質の遺伝率の評価が行なわれているが、WARWICK⁷⁸⁾ (1958) は 1957 年までの成績をとりまとめて次のように報告している。

肉牛経済形質の遺伝率

形 質	推 定 平 均 値	推定値の幅
分娩間隔	3 0.08	0~0.15
生時体重	15 0.41	0.11~1.00
離乳時体重	26 0.30	-0.13~1.00
母牛哺育能力	2 0.40	0.19~0.60
離乳後舎飼期間中の 1 日増体量	13 0.45	0.19~0.70
全上飼料効率	4 0.39	0.03~0.75
離乳後放牧期間中の 1 日増体量	6 0.30	0.09~0.43
屠肉形質: 枝肉歩留	2 0.71	0.69~0.73
枝肉等級	5 0.34	-0.30~0.84
ロース芯面積	3 0.69	0.69~0.72
肉の柔らかさ	2 0.61	0.41~0.81
体型評点: 離乳時	16 0.26	0~0.53
屠殺時	5 0.39	-0.13~0.63

肉牛の遺伝率の評価には、半きようだい相関法と親に対する子どもの回帰から求める方法とが用いられているが、一般に前者より後者的の方が信頼性があると考えられている。半きようだい相関法による場合には、半きようだい

い間の相関を 4 倍して求めるため、ある特定の父親の産子に特有な環境効果が父親の分散成分に含まれている場合、これも 4 倍されるからである。これに対し、後者は親に対する子どもの回帰を 2 倍して求めるため、SAMPLING ERROR が前者より低くなるし、また親と子が同時代のものでないため、環境の影響も少ないと考えられるからである。遺伝率の精度は、親 1 頭当りの子の数よりもむしろ親の頭数に大きく支配されるから、通常母親に対する子の回帰が使われる。しかし肉牛では親子ともに記録をもつものが少ないため、一般に半きようだい相関法による場合が多い。CARTER and KINCAID⁹⁾ (1959) は父牛 38 頭の産子 424 頭およびこの内、母子ともに記録をもつ 97~133 組の成績から、去勢子牛は離乳後 168 日間の舎飼肥育を行ない、雌子牛は 173 日間の放牧を行なつて、その間の 1 日増体量の遺伝率を両法によつて求め、次の成績を得た。

舎飼いまたは放牧中の 1 日増体量の遺伝率

半きようだい相関法		母 子 回 帰 法	
去勢子牛	雌 子 牛	去勢子牛	雌 子 牛
0.38	0.54	0.40	0.57

WARWICK⁷⁸⁾ (1958) の報告以降にも多数の成績が発表されており、最近では、遺伝率のほかに産肉諸形質間の遺伝相関まで求めた報告が多い。SHELBY ら⁸⁸⁾ (1960) は合衆国肉牛放牧試験地の産肉能力検定に用いた 542 頭のヘレフォード種の雄子牛の成績を分析して、半きようだい相関法により、肥育期間中の 1 日増体量、終了時体重および飼料効率の遺伝率を求め、夫々 0.46, 0.77 および 0.32 であつたとし、選抜基準として検定終了時体重を用いることを推奨している。BRINKS ら⁹⁾ (1962) は同じ試験地の能力検定牛についてさらに材料をふやし、1029 頭の雄子牛を用いて、生時体重、離乳前 1 日増体量、離乳時体重 (180 日令)、離乳時体型評点、検定期間 (196 日間) 中の 1 日増体量、終了時体重の遺伝率と各形質間の表型相関、遺伝相関並びに環境相関を求めている。検定期間中の 1 日増体量と終了時体重の遺伝率は夫々 0.40, 0.48 であつた。また、これらの形質の間に大部分のもので正の遺伝相関が認められ、体重と増体とを高めようとする改良方針を妨げるような重大な負の相関はなかつたと発表している。熊崎ら⁸⁹⁾ (1962) も、1939~1960 年の間に中国農畜産産部で生産された黒毛和種 384 頭の子牛の記録を用いて、生時から 12 カ月令までの発育形質の遺伝率、遺伝相関、環境相関および表型相関をしらべ、生時体重 0.23、離乳時体重 0.15、

12 カ月体重 0.65, 生時より 離乳時までの 1 日増体量 0.10, 離乳時より 12 カ月令までの 1 日増体量 0.67 の遺伝率を求めた。また各時期における發育形質間にならり高い正の遺伝相関のあることを報告した。Koch ら⁸⁶⁾ (1963) は, 1324 頭のヘレフォード種, アンガス種およびショートホーン種の雄子牛と雌子牛を用いて, 168 日間の肥育試験を行なった成績から, 肥育期間中の 1 日増体量, 飼料摂取量および飼料効率の遺伝率と遺伝相関を求め, 遺伝率が夫々 0.65, 0.64 および 0.36 となり, また飼料効率と 1 日増体量との間に 0.79, 飼料摂取量と 1 日増体量との間に 0.64, 飼料効率と飼料摂取量との間に 0.04 の正の遺伝相関を認め, この結果から, 1 日増体量に対する選抜は有効であり, これを高めることによって飼料効率と飼料摂取量が高まること, また飼料効率に対する選抜も有効であつて, これにより 1 日増体量は高まるが飼料摂取量には影響がないこと, さらに飼料摂取量に対する選抜は飼料摂取量と 1 日増体量を高めることになるが, 体維持に使われる少量の摂取部分以外には, 飼料効率の改善に役立たないであろうと結論している。SWIGER ら^{68, 64)} (1961, 1962) は, 748~832 頭のヘレフォード種の子牛について, 生時体重, 離乳時体重および離乳後 140 日間の肥育期間を 28 日間毎に 5 期に分け, 夫々の期間における 1 日増体量および終了時体重(12 カ月令)の遺伝率と各形質間の遺伝相関をしらべ, 生時体重, 離乳時体重ともに 0.25, 140 日間の 1 日増体量 0.40, 終了時体重 0.47 の遺伝率を示し, また各時期間の 1 日増体量の間に高い正の遺伝相関があることから, 生後 12 カ月までの増体量に対しては同じ加算的遺伝子群が強く関与しているものと推測した。さらに彼ら⁶⁵⁾は 1951~1960 年の間にフォートロビンソン肉牛研究所とネブラスカ州農試で生産された 2739 頭のヘレフォード種の子牛(父親 187 頭)を用いて, 生時体重, 哺乳前期(生時より 130 日令)および哺乳後期(130 日令より離乳時)の 1 日増体量の遺伝率を求め, 生時体重で 0.3~0.37, 哺乳前期 1 日増体量で 0.28~0.44 の遺伝率を推定し, 哺乳後期にくらべて, 前期の 1 日増体量の遺伝率が低いのは, 子牛の發育に関与する遺伝子の働きが哺乳初期には母牛の泌乳能力の差によって著しく隠蔽されるためであろうとしている。

以上のような肉牛の産肉形質の遺伝率および遺伝相関の推定から, さらに発展して, これらの各形質を総合した選抜指数の設定がとりあげられている。肉牛の改良をはかる場合, その育種目標は, 肉牛の生産能力や繁殖能力に関する各種の実用的価値を考慮に入れた総合価値を高めることにあることはいうまでもない。したがって, 実際

に望ましい育種とは, 各部分形質から総合価値を判定し得るような基準を作つて, 各形質の遺伝率並びに各形質間の遺伝相関を考慮しながら, 可能な範囲で最も総合価値の高くなるような遺伝子型のものを選抜するというものである。このような選抜基準を決めるために, HAZEL (1943) は選抜指数の設定を提唱している。肉牛では選抜指数に関する研究は少ない。LEHMANN ら⁴⁰⁾ (1961) は, 一世代当り最大の遺伝的ならびに経済的な改良をもたらすような離乳子牛の發育と体型評点に基づく選抜指数を作り, 發育だけに基づく指数と体型評点だけに基づく指数のどちらが遺伝的改良量が大きいかを比較するため, 發育については, 平均離乳時体重 402 ポンドに 1 ポンド当り単価 22 セントを乗じて, これを離乳前 1 日増体量 1.65 ポンドで割ることによつて離乳前 1 日増体量の価格を 54.50 ドルに換算し, 体型評点についても choice, good, medium の 3 等級について 1951~1958 年の約 185,000 頭の子牛の等級別価格から 1 等級 3 ドルと評価し, 離乳前 1 日増体量と離乳時体型評点に基づく 8 つの選抜指数を作つて比較している。その結果, 離乳前 1 日増体量又は離乳時体重と離乳時体型評点を組み合わせた指数に基づく選抜は, どちらか一方だけの選抜によるよりも遺伝的改良量が高まることが期待されると報じている。わが国でも早く, 子牛の離乳時体重や離乳時体型評点を登録に記載するようにして欲しいものである。また SWIGER ら⁶⁶⁾ (1962) は, 望ましい牛肉の経済的生産に寄与する重要形質として, (1)離乳前の子牛の發育率, (2)離乳後の子牛の發育率, (3)飼料効率, (4)枝肉の組成と品質, (5)繁殖能力をあげ, 選抜指数の設定には, これらの形質を適切に組み合わせて総合的価値を高める必要があると述べている。彼らは一応繁殖能力と屠肉形質を除外して, 離乳時体重, 離乳後 168 日の肥育期間中の 1 日増体量および離乳時から 1000 ポンド体重に達するまでの飼料消費量(肥育期間中の飼料消費量から推定)を用いて, 体重 1000 ポンドの肉牛を生産する場合の生産費の総合遺伝子型価を予測するための選抜指数を考案した。その結果, 離乳時体重と離乳後 1 日増体量を組み合わせた指数による選抜は, 個々の牛の飼料消費量を指数に含めた場合の net merit の遺伝的改良量の 0.73 に相当するものと期待されるとし, 個別飼育を行なつて牛 1 頭毎の飼料消費量を測定することは大変な経費と労力を要するから, この程度の遺伝的改良量で満足すべきであり, 離乳時体重と離乳後一定期間の肥育試験による 1 日増体量との選抜によつて肉牛の生産費の低下をはかることが可能であると述べている。さらに SWIGER ら⁶⁷⁾ (1965) は, この前報を発展させて, ヘレフォード種の子牛 480 頭を

用い、離乳時体重、離乳後1日増体量、終了時体重、1日当TDN消費量、正肉歩留、正肉量、皮下脂肪の厚さ、肉質評点、net meritとして①：正肉量と肉質との価格から飼料費を差引いたもの、②：①から肉質を除外したもの、③：正肉量の代りに離乳後1日増体量×252日×正肉歩留と肉質との価格から飼料費を差引いたもの、④：③から肉質を除いたものの遺伝率と各形質間の表型相関、遺伝相関並びに環境相関を求め、これより各形質を組み合わせた場合、又は単独形質を用いた場合のnet meritに対する13の選抜指数を作つて比較した。遺伝率は、離乳時体重0.58、離乳後1日増体量0.60、終了時体重0.72、1日当TDN消費量0.46、正肉歩留0.24、正肉量0.65、皮下脂肪の厚さ0.50、肉質評点0.32、net merit 0.39~0.63であつた。遺伝相関のうちで特に注目されるのは、発育形質（離乳時体重、離乳後1日増体量、終了時体重、正肉量）と飼料摂取量（1日当TDN摂取量）との間に高い正の相関がみられたこと、正肉歩留と皮下脂肪の厚さとの間、および肉質評点と正肉歩留との間に高い負の相関がみられたことであつた。net meritに対する選抜指数については、飼料摂取量を除外してもほとんど影響がなかつたとしている。また終了時体重だけによる選抜によつても、飼料摂取量や皮下脂肪の厚さを組み入れた指数を用いた場合とほとんど同じ程度の遺伝的改良量を期待し得ることを認めている点は注目に値する。しかし生体のままで皮下脂肪の厚さを正確に測定することができれば、これと終了時体重を組み合わせた選抜指数を用いることによつて、終了時体重だけで選抜する場合よりも肉質と肉の味をおとさないで正肉歩留を幾分高めることにならうと述べている。最近、超音波測定装置^{28,60,61)}により生体のままでかなり正確に皮下脂肪の測定ができるようになってきたことから興味深い問題といえよう。

増体能力と屠肉形質との関係

増体能力と屠肉形質との間の遺伝相関を調べた研究は比較的少ない。BLACKWELLら²⁾(1962)は、1936~1952年の間のニューメキシコ州農試のヘレフォード種去勢牛499頭について、肥育期間中の1日増体量と枝肉重量、枝肉歩留および枝肉等級との間に0.9以上の著しく高い正の遺伝相関のあつたことを報告している。またSHELBYら⁵⁹⁾(1963)は、前述の合衆国内牛放牧試験地における能力検定牛の成績から、検定期間中の1日増体量と枝肉等級との間に+0.25、枝肉歩留との間に+0.01、ロース芯面積との間に-0.10、皮下脂肪の厚さとの間に+0.14、屠体長との間に+0.85、屠体の肢長との間に+0.87

の遺伝相関を報告している。さらにCUNDIFFら¹²⁾(1964)は、約13カ月令で屠殺した265頭のヘレフォード種とアンガス種の去勢牛について、日令当り枝肉重量を発育率の指標として用い、これとロース芯面積、枝肉重量100ポンド当りロース芯面積、皮下脂肪の厚さ、枝肉等級、小売カット肉率との間の関係を調べた。半きようだい相関法によつて求めた各形質の遺伝率は、日令当り枝肉重量0.39、ロース芯面積0.73、単位枝肉重量当りロース芯面積0.29、皮下脂肪の厚さ0.43、枝肉等級0.62、小売カット肉率0.40のかかなり高い遺伝率を認めた。また日令当り枝肉重量と屠肉形質との間の遺伝相関を求めた結果、発育率の指標となる日令当り枝肉重量と、ロース芯面積、皮下脂肪、枝肉等級との間に正の遺伝相関のあることを認め、肉牛の増体を高める遺伝子が、皮下脂肪をやや厚くすること以外には、肉質に関与する遺伝子と矛盾しないことを報じている。このように最近の成績では、肥育期間中の1日増体量と枝肉等級（主としてロース芯脂肪交雑状況による）との間に必ずしも負の遺伝相関があるとは限らず、むしろ正の遺伝相関がみられるという報告の多いことは注目に値しよう。

体型と産肉能力との関係

BLACK, KNAPP and COOK¹⁾(1938)は、ベルツビル中央農業研究所のショートホーン種の能力検定の成績から最終体重900ポンド（約400kg）で屠殺された去勢牛の体型測定値および体型評点と産肉形質との間の相関をしらべ、体重が一定であれば、体高、胸底高、胸深、体長はいずれも増体効率、枝肉歩留、正肉歩留、屠肉中の脂肪量、屠殺時体型評点との間に有意な負の相関を示し、肩幅と胸幅とはどの形質とも正の相関を示した。したがつて、肉牛の体型としては体高が低く、肢が短かくて、胴がつまり、胸深が浅くて、肩幅、胸幅に富んだ牛が増体効率がよく、脂肪のつきがよく、正肉歩留が高いと述べている。その後KOHLEIら³⁸⁾(1951)、COOKら¹¹⁾(1951)、YAOら⁷⁹⁾(1953)、KIDWELL²⁸⁾(1955)、BROWNら⁷⁾(1956)も体型測定値と産肉形質との相関についてしらべ、大体同様な結果を報告している。土屋および大久保⁷⁰⁾(1959)も、黒毛和種の去勢牛42頭の体型測定値との間の関係について調べ、体重を一定にした場合、枝肉重量との間に正の相関がみられる部位は腰角幅、季肋部の皮厚で、体高、胸深、管囲では負の相関がみられ、また肥育度との関係では、体重のほかに尻長、肩幅、腰角幅、胸囲、体長が有意の正の相関を示し、体高、十字部高は負の相関を示した。これより肉用に適した去勢牛の体型は低身で、胸深はあまりなくても、肋張りがよく、体の幅、伸

び、ことに後軀の幅、長さがあり、しかも管囲の細いものがよいことになると結論している。しかしアメリカでは、あまり極端に小型で充実型 (comprest type) の牛を尊重し過ぎるようになってきたため、ブリーダー達のなかに、このような牛が経済的な肉生産の面からみて有利かどうか疑問視されるようになってきた。その結果、各州農試でこのような小型の牛の産肉能力を普通型 (conventional type) の牛と比較する試験が行なわれた。元来、comprest type の牛が喜ばれたのは、この型の牛が普通型のものより単位増体当りの飼料消費量が少なくすみ、かつ早熟で仕上げが早いという点にあつたのであるが、コロラド州農試の STONAKER ら⁶⁹⁾ (1952) は普通型と充実型の牛を同じ肥育度に達するまで肥育した場合には両者の飼料効率に差がなく、むしろ普通型の方が増体量が大きく、肉量の多いだけ有利であると報じた。また WEBER ら⁷⁵⁾ (1951) は去勢牛を大型、中型および小型の各群に分けて肥育試験を行なつた結果、増体効率に有意差のないことを明らかにし、中型の牛が大型の牛の増体のいい点と小型の牛の仕上げの早い点とを兼ねていて一番良いのではないかと結論している。その後 comprest type の牛から矮小 (dwarf) の出現率の高いことが多数の研究者によつて指摘され、最近では極端な充実型の牛は次第に普及性を失なつてきている。(Rice 1957) さらに WHITE and GREEN⁷⁷⁾ (1952) および GREEN¹⁷⁾ (1954) は体型測定値と卸売カット肉との関係について調べ、体重とは無関係に肩幅、胸囲および肛門から後肢の股のつけ根までの深さ (depth of twist) などの測定値と卸売カット肉との間に密接な関係のあることを明らかにしている。特に肩幅の広いことは背ロースの肉量を増す上に大切な要素であるから、審査の際に肩付きのよいことを重視して、肩幅を犠牲にすることは考えものであるとしている。また腰角幅の広い牛の方が腰ロースの肉量が多いとすれば、肩幅の場合と同様に後軀の形状を揃えるために腰角幅を犠牲にする考えには問題があるかと述べている。これらの点はわが国の肉用牛の審査に当たっても留意すべき点といえよう。このほか ORM ら^{49, 50)} (1959) はロース芯面積の大きさと体型測定値との関係について調べ、ロース芯面積と胸囲、腹囲および後膝部周尺との間に夫々 0.51, 0.52 および 0.53 の正の有意な相関があつたと報じ、またロース芯の大きさと管囲の太さおよびレントゲン像による腰椎突起の大きさとの間にある程度の相関のあつたことを報告している。WHEAT and HOLLAND⁷⁶⁾ (1960) は 688 頭のヘレフォード種の肥育牛について屠殺時体型評点と枝肉等級との間にかなり高い相関のあること、また枝肉等級とロ

ース芯脂肪交雑状況との間に 0.89 の正の相関のあること報告している。また Good ら¹⁸⁾ (1961) は、1956~1958 年間のアメリカの国際共進会に出品されたアンガス、ヘレフォードおよびショートホーン種の 674 頭の去勢牛の体型測定値と屠肉形質との関係を調べ、体重を一定にした場合、生体時の測定値とロース芯脂肪交雑状況との間に相関のないこと、両眼の間の幅、鼻鏡の幅、round の周尺、管囲と皮下脂肪の厚さとの間に負の有意な相関を認め、頭部の広い、骨の太い、round の大きい牛の方が皮下脂肪が少なく、赤肉の多い傾向があること、またロース芯脂肪交雑状況、皮下脂肪の厚さ、ロース芯面積と枝肉歩留との間に正の相関のあること、ロース芯面積と皮下脂肪との間に負の相関のあることを報じている。最近岡本ら⁸¹⁾ (1966) は、褐毛和種の 600 組の母娘群(父牛 20 頭)の体型測定値の遺伝率を求め、体高 0.42、十字部高 0.48、体長 0.40、胸囲 0.39、胸深 0.30、胸幅 0.25、尻長 0.30、腰角幅 0.39、腕幅 0.30、坐骨幅 0.21、管囲 0.36 であること、体型測定値間の遺伝相関は坐骨幅以外はかなり高いこと、体重または増体量に対する選抜の指標としては胸囲または胸部に関する測定値が適していることを示唆している。

遺伝と環境の交互作用

同じ遺伝子型をもつ家畜が異なつた環境条件に対して違つた反応を示すことは、家畜の育種において基本的に重要な問題である。このような遺伝と環境の交互作用が認められる場合には、選抜は夫々の環境別に行なわれなければならないことになるし、もしこの交互作用が問題にならない場合には、ある一つの環境の下での選抜は広い範囲の環境条件下で有効になると期待してよからう。肉牛では遺伝と環境の交互作用についてはまだ十分明らかにされていないが、最近 WARWICK ら⁷⁴⁾ (1964) は、アンガス種 19 組、ヘレフォード種 4 組、ショートホーン種 7 組計 25 組の一卵性双子を用いて、高栄養水準と低栄養水準で屠殺時体重 800 ポンド (約 360 kg) に達するまで飼つた。そして双子双方を同じ栄養水準で飼つた場合の組間の変動と、双子の片割れを夫々高栄養水準と低栄養水準に分けて飼つた場合の飼料×双子の組の変動とを比較することによつて、遺伝と環境の交互作用を調べた。その結果、肥育期間中の 1 日増体量、飼料効率およびロース芯脂肪交雑状況で交互作用が有意になつた。アメリカでは肉牛を離乳時まで山または人工草地に放牧し、離乳後でも濃厚飼料で仕上げる前にかかなり長期間、粗飼料を主体にして飼う。すなわち低栄養水準で飼う場合が多い。したがつて 1 日増体量、飼料効率およびロー

ス芯脂肪交雑状況に対して遺伝と環境の交互作用があるとするれば、産肉能力検定の際、草を主体にした場合（低栄養水準の場合）と濃厚飼料を主体にした場合（高栄養水準の場合）の両方の環境のもとでの反応を考慮して、種畜の選抜を行なうべきであろうと述べている。わが国の産肉能力検定の実施に当つても注目すべき報告といえよう。

肉牛の交雑におけるヘテロシス効果

家畜のヘテロシス現象については古くから知られており、現在主として豚および鶏に広く利用されている。最近肉牛のヘテロシス効果について注目すべき報告が発表されているので、最後にこれを紹介する。アメリカ合衆国農務省およびネブラスカ州立大学の GREGORY ら^{20,21,22,23} (1965, 1966) は、ヘレフォード種、アンガス種およびショートホーン種の純粋種とこれら3品種の相互交雑による6つの雑種について、離乳前形質、雌子牛の離乳時より500日令までの発育成績および去勢子牛の離乳時より452日令までの発育成績を比較している。ヘテロシスの影響は、純粋種の同じ父牛を雑種および純粋種の子牛生産のための夫々の雌牛に交配した成績を比較しているから、雑種と純粋種との差は非加算的遺伝子効果に基づくものである。離乳前発育形質については、3品種の夫々80頭の雌牛から生産された751頭の子牛を用い、生時体重、離乳前1日増体量、離乳時体重（200日令）および離乳時体型評点でヘテロシス効果を認めている。また雌子牛を1960～1961年（低栄養水準）と1962～1963年（高栄養水準）の2群に分け、離乳時（200日令）より550日令までの発育成績および550日令時体型評点のヘテロシス効果をしらべた結果、夏の放牧期間（365日令から550日令まで）の比較的増体のよい時にヘテロシス効果の低下がみられることから、ヘテロシス効果は低栄養水準で飼われ、しかも1日増体量のあまり芳しくない時期に強く現われること、また約1才以後生後日令が進むにつれて低下することを明らかにしている。さらに、去勢子牛の200日令より452日令までの252日間を54日間ずつ3期に分けて、各時期の体重、各期間の1日増体量および飼料効率、屠殺時体型評点についてヘテロシス効果をしらべた結果、1日増体量に対するヘテロシス効果は生後日令と関係が深く、日令の進むにつれてヘテロシス効果は低下し、最後の84日間の1日増体量にはヘテロシス効果がみられなかった。また飼料効率に対してはヘテロシス効果は有意でなかったとしている。以上のいずれの試験においても、同じ品種内の父親に基づくヘテロシス効果は有意でないから、こ

に認められたヘテロシス効果は、品種内の特定の父牛によるものではなくて、用いた品種の特性によるものであった。また一般に、ヘテロシス効果はアンガスとショートホーンの組み合わせよりも、ヘレフォードとアンガスおよびヘレフォードとショートホーンの組み合わせの方がすぐれていた。すなわち、ヘレフォード種の方がアンガス種とショートホーン種よりもヘテロシス効果に対して大きく貢献したと報告している。最近、わが国においてもこれらの外国肉用種の導入の問題がとりあげられている際、興味深い報告といえよう。

文 献

- 1) BLACK, W. J., B. H. KNAPP and A. C. COOK (1938) J. Agr. Res., 56: 465.
- 2) BLACKWELL, R. L., L. H. KNOX, C. E. SHELBY and R. T. CLARK (1962) J. Animal Sci., 21: 101.
- 3) BRAUDE, R. and R. M. WALKER (1949) J. Agr. Sci., 39: 156.
- 4) BRINKS, J. S., R. T. CLARK, F. J. RICE and N. M. KIEFFER (1961) J. Animal Sci., 20: 363.
- 5) BRINKS, J., R. T. CLARK, N. M. KIEFFER and J. R. QUESSENBERRY (1962 a) J. Animal Sci., 21: 501.
- 6) BRINKS, J. S., R. T. CLARK, N. M. KIEFFER and J. R. QUESSENBERRY (1962 b) J. Animal Sci., 21: 777.
- 7) BROWN, C. J., E. J. WARWICK, H. J. SMITH, W. W. GREEN and H. A. STEWART (1956) J. Animal Sci., 15: 911.
- 8) BURRIS, M. J. and C. T. BLUNN (1952) J. Animal Sci., 11: 34.
- 9) CARTER, R. C. and C. M. KINCAID (1959) J. Animal Sci., 18: 323.
- 10) CHRISTIAN, L. L., E. R. HAUSER and A. B. CHAPMAN (1965) J. Animal Sci., 24: 652.
- 11) COOK, A. C., M. L. KOHLI and W. M. DAWSON (1951) J. Animal Sci., 10: 386.
- 12) CUNDIFF, L. V., D. CHAMBERS, D. F. STEPHENS and R. L. WILLHAM (1964) J. Animal Sci., 23: 1133.
- 13) CUNNINGHAM, E. P. and C. R. HENDERSON (1965 a) J. Animal Sci., 24: 182.
- 14) CUNNINGHAM, E. P. and C. R. HENDERSON (1965 b) J. Animal Sci., 24: 188.
- 15) GUILBERT, H. R. and P. W. GREGORY (1952) J. Animal Sci., 11: 3.
- 16) GREEN, W. W., G. L. JESSUP, JR. and F. E. WHITE (1955) J. Animal Sci., 14: 1059.
- 17) GREEN, W. W. (1954) J. Animal Sci., 13: 61.
- 18) GOOD, D. L., G. M. DAHL, S. WEARDEN and D. J. WESELI (1961) J. Animal Sci., 20: 698.
- 19) GREGORY, K. E., C. T. BLUNN and M. L. BAKER

- (1950) J. Animal Sci., 9: 338.
- 20) GREGORY, K. E., L. A. SWIGER, R. M. KOCH, L. J. SUMPTION, W. W. ROWDEN and J. E. INGALLS (1965) J. Animal Sci., 24: 21.
 - 21) GREGORY, K. E., L. A. SWIGER, R. M. KOCH, L. J. SUMPTION, J. E. INGALLS, W. W. ROWDEN and J. A. ROTHLSBERGER (1966 a) J. Animal Sci., 25: 290.
 - 22) GREGORY, K. E., L. A. SWIGER, L. J. SUMPTION, R. M. KOCH, J. E. INGALLS, W. W. ROWDEN and J. A. ROTHLSBERGER (1966 b) J. Animal Sci., 25: 299.
 - 23) GREGORY, K. E., L. A. SWIGER, L. J. SUMPTION, R. M. KOCH, J. E. INGALLS, W. W. ROWDEN and J. A. ROTHLSBERGER (1966 c) J. Animal Sci., 25: 311.
 - 24) HAWIN, G. O., J. S. BRINKS and H. H. STONAKER (1966) J. Animal Sci., 25: 779.
 - 25) HAZEL, L. N. (1943) GENETICS 28: 476.
 - 26) HEDRICK, H. B., W. E. MEYER, M. A. ALEXANDER, S. E. ZOBRISKY and H. D. NAUMANN (1962) J. Animal Sci., 21: 362.
 - 27) JOHNSON, L. E. and C. A. DINKEI (1951) J. Animal Sci., 10: 371.
 - 28) KIDWELL, J. F. (1955) J. Animal Sci., 14: 233.
 - 29) KNAPP, B. JR. and A. W. NORDSKOG (1946) J. Animal Sci., 5: 62.
 - 30) KNAPP, B. JR., A. L. BAKER, J. R. QUESSENBERRY and R. T. CLARK (1942) Mont. Agr. Exp. Sta. Bul.: 400.
 - 31) KNAPP, B. JR., and R. T. CLARK (1950) J. Animal Sci., 9: 582.
 - 32) KNAPP, B. JR., and R. T. CLARK (1951) J. Animal Sci., 10: 365.
 - 33) KOCH, R. M. (1951) J. Animal Sci., 10: 768.
 - 34) KOCH, R. M., K. E. GREGORY, J. E. INGALLS and R. L. ARTHAUD (1959) J. Animal Sci., 18: 738.
 - 35) KOCH, R. M., and R. T. CLARK (1955) J. Animal Sci., 14: 386.
 - 36) KOCH, R. M., L. A. SWIGER, D. CHAMBER and K. E. GREGORY (1963) J. Animal Sci., 22: 486.
 - 37) KOGER, M. and J. H. KNOX (1945) J. Animal Sci., 4: 285.
 - 38) KOHLI, M. L., A. J. COOK and W. M. DAWSON (1951) J. Animal Sci., 10: 352.
 - 39) 熊崎一雄・森 純一・木原靖博 (1962) 中国農試報告 B 9: 85.
 - 40) LEHMANN, R. P., J. A. GAINES, R. C. CASTER, K. P. BOVARD and C. M. KINCAID (1961) J. Animal Sci., 20: 53.
 - 41) LUSH, J. L. and R. R. SHRODE (1950) J. Dairy Sci., 33: 338.
 - 42) MARLOWE, T. J., and J. A. GAINES (1958) J. Animal Sci., 17: 706.
 - 43) MARLOWE, T. J., C. C. MAST and R. R. SCHALLES (1965 a) J. Animal Sci., 24: 494.
 - 44) MARLOWE, T. J. and D. W. VOGT (1965 b) J. Animal Sci., 24: 502.
 - 45) MASON, R. W., R. BOGART and H. KRUEGER (1958) Proc. West. Sect. Am. Soc. An. Prod. 9: 41.
 - 46) MINYARD, J. A. and C. A. DINKEL (1965 a) J. Animal Sci., 24: 1067.
 - 47) MINYARD, J. A. and C. A. DINKEL (1965 b) J. Animal Sci., 24: 1072.
 - 48) NEVILLE, W. E. JR., D. M. BAIRD, H. C. McCAMBELLE and O. E. SELL (1962) J. Animal Sci., 21: 943.
 - 49) ORME, L. E., A. M. PEARSON, W. T. MAGEE and L. J. BRATZLER (1959 a) J. Animal Sci., 18: 991.
 - 50) ORME, L. E., A. M. PEARSON, L. J. BRATZLER, W. T. MAGEE and A. C. WHEELER (1959 b) J. Animal Sci., 18: 1271.
 - 51) 岡本正幹・古賀 脩・五斗一郎・岡本 悟(1966) 九大農芸雑誌 22: 151
 - 52) PAHNISH, O. F., R. L. ROBERSON, R. L. TALOR, J. S. BRINKS, R. T. CLARK and C. B. ROUBICK (1964) J. Animal Sci., 23: 562.
 - 53) RICE, V. A., F. N. ANDERWS, E. J. WARWICK and J. E. LEGATES (1957) Breeding and improvement of farm animals., 5th. New York, McGraw Hill Book Co., Inc.
 - 54) ROLLINS, W. C. and H. R. GUILBERT (1954) J. Animal Sci., 13: 517.
 - 55) ROLLINS, W. C. and K. A. WAGNON (1956) J. Animal Sci., 15: 125.
 - 56) ROLLINS, W. C., F. D. CARROLL, J. W. T. POLLOCK and M. N. KUDALA (1962) J. Animal Sci., 21: 200.
 - 57) SHELBY, C. E., R. T. CLARK and R. R. WOODWARD (1955) J. Animal Sci., 14: 372.
 - 58) SHELBY, C. E., R. T. CLARK, J. R. QUESSENBERRY and R. R. WOODWARD (1960) J. Animal Sci., 19: 450.
 - 59) SHELBY, C. E., W. R. HARVEY, R. T. CLARK, J. R. QUESSENBERRY and R. R. WOODWARD (1963) J. Animal Sci., 22: 346.
 - 60) STOUFFER, J. R., M. V. WALLENTINE and G. H. WELLINGTON (1959) J. Animal Sci., 18: 1483.
 - 61) STOUFFER, J. R., M. V. WALLENTINE, G. H. WELLINGTON and A. DIEKMANN (1961) J. Animal Sci., 20: 759.
 - 62) STONAKER, H. H., M. H. HAZALEUS and S. S. WHEELER (1952) J. Animal Sci., 11: 17.
 - 63) SWIGER, L. A. (1961) J. Animal Sci., 20: 183.
 - 64) SWIGER, L. A. and L. N. HAZEL (1961) J.

- Animal Sci., 20:189.
- 65) SWIGER, L. A., R. M. KOCH, K. E. GREGORY, V. H. ARTHAUD, W. W. ROWDEN and J. E. INGALLS (1962) J. Animal Sci., 21:781.
 - 66) SWIGER, L. A., K. E. GREGORY, R. M. KOCH, W. W. ROWDEN, V. H. ARTHAUD and J. E. INGALLS (1963) J. Animal Sci., 22:514.
 - 67) SWIGER, L. A., K. E. GREGORY, L. J. SUMPTION, B. C. BREIDENSTEN and V. H. ARTHAUD (1965) J. Animal Sci., 24:419.
 - 68) TAYLOR, J. C., R. C. CARTER, C. M. KINCAID, B. M. PRIODE and J. A. GAINES (1960) J. Animal Sci., 19:700.
 - 69) TEMPLE, R. S., H. H. STONAKER, D. HOWRY, G. POSAKONY and M. H. HAZALEUS (1956) Am. Soc. An. Prod. West. Sec. Proc. 7:477.
 - 70) 土屋平四郎・大久保忠旦 (1962) 中国農試報告 B9:1.
 - 71) TERNAN, P. R., T. F. KIDWELL and J. E. HUNTER (1959) J. Animal Sci., 18:880.
 - 72) VERNON, E. H., W. R. HARVEY and E. J. WARWICK (1964) J. Animal Sci., 23:21.
 - 73) WARWICK, E. J. (1958) J. Animal Sci., 17:922.
 - 74) WARWICK, E. J., R. E. DAVIS and R. L. HINER (1964) J. Animal Sci., 23:78.
 - 75) WEBER, A. D., A. E., DARLOW and P. GERLAUGH (1951) Am. Her. J. 41:20.
 - 76) WHEAT, J. D. and L. A. HOLLAND (1960) J. Animal Sci., 19:722.
 - 77) WHITE, F. E. and W. W. GREEN (1952) J. Animal Sci., 11:370.
 - 78) WILSON, L. L., C. A. DINKEL, D. E. RAY and J. A. MINYARD (1963) J. Animal Sci., 22:1086.
 - 79) YAO, T. S., W. M. DAWSON and A. C. COOK (1953) J. Animal Sci., 12:775.