

乳牛の育種における体型審査形質および長命性の利用

河原 孝吉

社団法人北海道乳牛検定協会, 札幌市中央区 060-0003

Usefulness of Conformational Traits and Longevity in Dairy Cattle Breeding

Takayoshi KAWAHARA

Hokkaido Dairy Cattle Milk Recording Association, Sapporo-shi Chuo-ku 060-0003

キーワード: 体型審査形質, 線形式体型形質, 長命性, 乳牛の育種

Key words: Conformational Traits, Linear Type Traits, Longevity, Dairy Cattle Breeding

1. 緒 言

わが国におけるホルスタインの体型審査は, 産乳能力検定と比較し, 簡単に実施できたこともあり, 体型審査形質 (以下, 体型形質と略す) を産乳能力の判断材料として利用してきた時期があった。家畜は, 用途において効率的な機能発揮を可能にするために外貌上の明瞭な相違があり, 乳牛らしい体型を具体的に示すと, 後軀や乳房のより発達した, 体軀の長い, 余分な肉が付かない, 骨ばった外貌が必要であるとされてきた(河野, 1990)。乳牛の体型形質には, 現在, 決定得点と線形式体型形質 (以下, 線形形質と略す) が存在する。決定得点は, 一般外貌, 乳用牛の特質, 体積および乳器の各形質を 3:2:2:3 の比率で重み付けした値である。なお, 1994年4月以降, 審査標準が改訂され, 決定得点の重み付けは, 外貌, 肢蹄, 乳用牛の特質, 体積および乳器の各形質に関して, 1.5:1.5:2:1:4 の比率に変更された。

1960年代後半になると, 体型形質の統計分析が盛んにおこなわれ, WHITE (1974) の総説によると, 産乳能力と関係が認められる体型形質は乳用牛の特質であり, 決定得点と産乳能力との遺伝相関は, ほとんどの報告において, 正であっても低いか無相関, あるいは中程度の負の値であった。また, GRANTHAM *et al.* (1974) は, 種雄牛の遺伝評価値から, 乳用牛の特質と産乳形質の間において低から中程度の正の相関を推定したが, それ以外の体型形質では, 低い負の相関が産乳形質との間に認められることを指摘した。最近では, 体型と産乳形質の間には, 間接選抜が有効となる遺伝相関は認められないとする報告が多い (MISZTAL *et*

al., 1992; SHORT and LAWLOR, 1992; 鈴木ら, 1995; 河原ら, 1996)。このように, 乳牛らしい体型の定義や利用については, 経験的な解釈と必ずしも一致しないとする報告が多い。加えて, 1974年に牛群検定事業(農林水産省が実施した「乳用牛群改良推進事業」)が開始され, 体型形質を用いて産乳能力を間接的に選抜する意義は少なくなった。それにもかかわらず, 能力検定事業の開始後も体型審査が実施されている背景には, 品種の特徴を備えた美しい体型や, 共進会に出品できるようなショウタイプと呼ばれる体型への改良意識がある。しかし, このような体型改良に経済的な価値を見いだす酪農家は限られているため, 近年においては, 体型それ自身に経済的な価値付けをするよりも, すでに経済的に価値付けされた他の形質との関連性から体型形質に対する選抜の意義を見いだす方向にある。

KLASSEN *et al.* (1992) は, 生涯産乳能力と乳用牛の特質との間で0.5以上の高い遺伝相関を推定したが, それ以外の体型形質は無相関から低い相関であった。一方, JAIRATH *et al.* (1995) は, 初産の産乳能力と生涯の産乳能力との間に高い相関を認め, 体型形質を用いて生涯産乳能力を間接的に選抜する意義が低いことを報告している。BOLOMAN and FAMULA (1985) は分娩難易度における種雄牛の遺伝評価値と娘牛の線形形質との関係, DADAI *et al.* (1985) および CUE *et al.* (1990) は体型形質と分娩難易度との遺伝相関を推定し, 体型形質の選抜の意義について論じている。THOMAS *et al.* (1984) は, 線形形質と体型測尺値から乳房炎の予測を試みた。MONARDES *et al.* (1990), ROGERS *et al.* (1991b, 1995), ROGERS and HARGROVE (1993) は, 体型形質と乳汁中体細胞数 (以下, 体細胞数と略す), LUND *et al.* (1994) は体型形質, 体細胞数および臨床型乳房炎の遺伝相関を推定し

た。また、SCHUTZ *et al.* (1993) は、体型形質と体細胞数の遺伝評価値間の関連性を報告した。これらいずれの報告においても、乳房および乳頭に関連する形質の選抜は、体細胞数の減少を示唆する結果を示した。SHAPIRO and SWANSON (1991) は、体型形質（尻と肢蹄）と繁殖能力（空胎日数と授精回数）との関連性を分析し、蹄の角度が空胎日数の変動の 5.3%、尻の幅が授精回数の変動の 4.7% を説明するとの報告をしたが、いずれも説明度合いが低いことを明らかにした。しかしながら、牛群検定を実施している農家であれば、直接的に分娩難易度や体細胞数などの記録が得られることから、体型審査を受検する意義は少ないものと推察される。

一方、長命性に影響する要因は産乳能力のみならず、毎日の搾乳および飼養管理の困難さや繁殖障害などにより淘汰される場合の影響も推測される。特に、産乳能力が高いにもかかわらずこのような故障で本意に淘汰せざるをえない場合は、経済的に重要な損失である (HARRIS *et al.*, 1992; MISZTAL *et al.*, 1992)。これまでに、FOSTER *et al.* (1989), ROGERS *et al.* (1989, 1991 a), BOLDMAN *et al.* (1992), HARRIS *et al.* (1992), SHORT and LAWLOR (1992), BURKE and FUNK (1993) および河原ら (1996, 1997) によって、このような酪農家にとって本意な淘汰が体型と長命性との関連から論じられている。本総論では、体型形質と長命性の遺伝的特徴を検討し、乳牛の育種に対するこれらの利用性について論じた。

2. 体型審査形質の遺伝的特徴

決定得点は、日本ホルスタイン登録協会 (1997) の審査標準から得られる形質である。体型審査は、例えば乳用牛の特質であれば、皮膚皮毛、頸、き甲および肋などの複数の体型部位をバランスも考慮して総合的に審査する。そのため、最終的に付けられた決定得点が同点であっても乳牛個体の体型は必ずしも同じ体型部位に欠点または美点があるとは限らない。それ故、決定得点は、統計的分析が困難な形質とされ、むしろ、各体型部位の計測値の方が統計分析に適している。しかし、体型の計測は、作業の煩雑さと短時間に測定できる個体数の限界から、それに代わって、米国では、記述式審査法 (Type appraisal scores または Descriptive classification) が開発された (VAN VLECK, 1964; AITCHISON *et al.*, 1972; NORMAN and VAN VLECK, 1972; VINSON *et al.*, 1976)。しかし、これらの審査方法は、線形形質のように連続する尺度で採点する概念ではなく、各形質の形状や状態をいずれかのコードに分類する方法であったため、形質の種類によっては、線形的でないものもあった。線形審査法は、乳牛における体型各部位の特徴を目測審査し、線形尺度によりスコア化する方法として、1975年に北米において、そ

の概要が報告された (FOSTER *et al.*, 1988)。LUCAS *et al.* (1984) および VINSON *et al.* (1982) の研究は、線形スコア値と実測値との間に有意な相関を認め、遺伝評価等の統計処理が容易であり、体型記録を短時間で多量に収集できる方法として、米国で実用化された (THOMPSON *et al.*, 1983)。我が国における線形審査法の採用は、1984年からであり、その詳細については、日本ホルスタイン登録協会 (1997) および河原ら (1993) の報告がある。

体型形質の遺伝率については多くの研究があり、1960年代から1970年代初期にかけての報告では、決定得点において、0.20から0.58の範囲で推定された (WHITE, 1974)。THOMPSON *et al.* (1983) は、決定得点の遺伝率を0.28、MISZTAL *et al.* (1992) は0.29、SHORT and LAWLOR (1992) は血統登録牛集団で0.30、無登録牛集団で0.16を推定した。また、SMOTHERS *et al.* (1993) は、0.19から0.25の範囲の推定値を得た。我が国では、1962年に広瀬と榊田がホルスタイン種の高登録集団から、決定得点の遺伝率を0.43と推定した (内藤, 1979)。近年においては、鈴木ら (1995) が0.19および河原ら (1996) が0.22の遺伝率を推定した。表1には、米国ホルスタイン登録協会の記録から多形質の混合モデルにより REML (Restricted maximum likelihood: 制限最尤) 法で推定された線形形質の遺伝率、表2には、同様の分析方法で日本ホルスタイン登録協会の記録から得られた遺伝率を示した。米国ホルスタイン登録協会の線形形質は、我が国の登録協会と同様に1から50の線形尺度でスコア化されているため、遺伝率の比較検討が可能である。我が国と米国の記録から得られた線形形質の遺伝率は、全体的な傾向が近似していた。これらの遺伝率は、体の大きさに関連した形質において比較的高い値が推定された。一方、後肢側望、蹄の角度および乳房の懸垂は、比較的低い遺伝率が推定された。これらのように、体型形質は、低程度から中程度の遺伝率であり、多くが選抜の可能な形質である。近年では、国際的な視野で体型に対する選抜を行うために線形形質における種雄牛の国際的な遺伝評価を実施する必要があり、体型審査方法の国際的調整が行われている (HEWITT, 1996)。

また、線形審査の実施は、決定得点の特徴も明らかにした。SHORT and LAWLOR (1992) は決定得点と体の大きさに関連する線形形質との間に中程度 (0.46から0.58)、河原ら (1996) は高い遺伝相関 (0.91から0.68) を推定した。同様に、前者は決定得点と乳房に関連する線形形質との間に中程度から高い (0.58から0.71) 遺伝相関、後者は低値から高値 (0.10から0.62) の遺伝相関を推定した。鈴木ら (1996 a) は、主成分分析から決定得点が牛体および乳房の大きさと強く関連していることを報告した。これらの結果は、決定得点が遺伝的および表型的に体の大きさや乳房の形状に大

表1 米国ホルスタイン登録協会の記録から多形質混合モデルにより REML 法で推定された体型形質の遺伝率

形 質	Sire model			Animal model
	VANRADEN <i>et al.</i> (1990)	SHORT <i>et al.</i> (1991)	SHORT and LAWLOR (1992)	MISZTAL <i>et al.</i> (1992)
決定得点			0.26	0.29±0.02
高 さ	0.37	0.37±0.02	0.34	0.42±0.01
強 さ	0.26	0.29±0.02	0.22	0.29±0.02
体の深さ	0.32	0.34±0.02	0.28	0.35±0.02
鋭角性	0.23	0.24±0.02	0.23	0.28±0.02
尻の角度	0.29	0.29±0.02	0.29	0.28±0.02
尻の幅	0.24	0.24±0.02	0.23	0.26±0.02
後肢側望	0.16	0.17±0.02	0.13	0.16±0.02
蹄の角度	0.10	0.11±0.01	0.09	0.13±0.02
前乳房の付着	0.18	0.21±0.02	0.21	0.24±0.02
後乳房の高さ	0.18	0.18±0.02	0.17	0.16±0.02
後乳房の幅	0.16	0.15±0.01	0.16	0.19±0.02
乳房の懸垂	0.15	0.13±0.01	0.16	0.10±0.02
乳房の深さ	0.25	0.25±0.02	0.25	0.25±0.02
乳頭の配置	0.21	0.22±0.02	0.23	0.22±0.02

表2 日本ホルスタイン登録協会から得られた体型記録の多形質混合モデルにより REML 法で推定された遺伝率

形 質	Sire model		Animal model	
	河原ら (1994)	河原ら (1996)	SUZUKI <i>et al.</i> (1996 b)	和田ら (1996)
高 さ	0.34±0.06	0.37±0.04	0.40	0.46±0.05
強 さ	0.20±0.04	0.25±0.03	0.23	0.26±0.04
体の深さ	0.26±0.05	0.28±0.03	0.25	0.30±0.05
鋭角性	0.14±0.04	0.19±0.03	0.14	0.18±0.04
尻の角度	0.24±0.05	0.33±0.04	0.28	0.32±0.06
尻の長さ	0.24±0.05			
尻の幅	0.29±0.05	0.28±0.03	0.26	0.29±0.04
後肢側望	0.20±0.04	0.14±0.03	0.16	0.12±0.03
蹄の角度	0.11±0.03	0.05±0.02	0.06	0.08±0.03
前乳房の付着	0.10±0.03	0.13±0.02	0.12	0.20±0.04
後乳房の高さ	0.18±0.04	0.16±0.03	0.15	0.22±0.04
後乳房の幅	0.20±0.04	0.18±0.03	0.14	0.09±0.03
乳房の懸垂	0.08±0.03	0.10±0.02	0.09	0.13±0.04
乳房の深さ	0.24±0.05	0.29±0.04	0.27	0.27±0.06
乳頭の配置	0.23±0.05	0.28±0.03	0.24	0.17±0.04

大きく依存していることを示唆している。

3. 長命性に関連する形質の遺伝的特徴

長命性 (Longevity) に関連する形質には、在群性 (Stayability)、産次数 (Number of Lactations)、除籍月齢 (Age at Disposal)、在群期間 (Herd Life) および生産期間 (Production Life) がある。これら長命性に関連する形質について、例えば、在群期間は初産分娩から除籍 (淘汰) までの期間、生産期間は除籍までの搾乳期間として定義される (河原ら, 1996)。CHAUHAN *et al.* (1993) は、除籍年月日が明らかな個体みの記録から在群期間、生産期間および産次数の

遺伝率を各々 0.028, 0.006 および 0.005 と推定した。DUCROCQ *et al.* (1988 b) は、除籍されていない個体をも含めた記録を使用して、Hazard 関数を当てはめた非線形モデルから、生産期間の遺伝率を 0.085 と推定した。一方、北米地域の研究者は、ある区切りとする基準月齢を設定し、その時点で生存していれば、その月齢までの期間、除籍していれば、除籍までの期間を測定し、長命性の形質とした。このような長命性に関連する形質は、例えば、84ヶ月齢を区切りとする在群期間であれば在群期間 84 のように基準月齢と共に表示される。この方法で得られた長命性の遺伝率は、HUDSON and VAN VLECK (1981) が在群性 36 から在

群性 84 において 0.0160 から 0.0407, SHORT and LAWLOR (1992) が在群性 54 と 84 および在群期間 84 において 0.02 から 0.10 の範囲で推定した. VISSCHER and GODDARD (1995) は, 2, 3 および 4 産次の各分娩前を基準にした在群性の遺伝率を 0.02 から 0.07 の範囲で推定した. 我が国では, SUZUKI *et al.* (1996 b) が生産期間 72 の遺伝率を 0.12, 河原ら (1996) は, 在群性 36 から 72 において 0.02 から 0.08, 在群期間, 除籍月齢, 生産期間の各々 48 から 72 において 0.07 から 0.10 の範囲で推定した. さらに, 長命性の遺伝率は, 区切りとする月齢が高齢化するに伴い, 上昇するとの報告 (HUDSON and VAN VLECK, 1981; 河原ら, 1996) がある. 一方, DENTINE *et al.* (1987) のように, 血統登録牛の集団では, 遺伝率の上昇, 無登録牛集団では反対に減少傾向を報告した事例もある. これらの報告から, 長命性は, 遺伝率が非常に低く, 直接選抜が困難な形質であると推察される.

しかし, 育成期の費用を回収してさらに収益を得るために, 乳牛は, ある程度牛群に留まり生乳生産を続ける必要がある. それ故, 長命性は, 遺伝率が低いながらも経済的に重要な形質だと考え, 直接選抜を試みた報告もある. VANRADEN and KLAASKATE (1993) および VANRADEN and WIGGANS (1995) は, 初産期に長命性を予測する手法を開発し, 早期に遺伝評価することによって世代間隔を長期化せずに長命性で直接選抜する方法を提案した. また, 河原 (1998) は, 在群性 36 とそれより高齢で区切られた在群性との間には低から中程度の遺伝相関が推定されたが, 在群性 42 とでは 0.78 から 0.87, 在群性 48 とでは 0.93 以上の非常に高い遺伝相関を推定した. このような傾向は, EVERETT *et al.* (1976 a) および HUDSON and VAN VLECK (1981) も指摘しており, 48ヶ月齢の時点で区切られた長命性の形質がそれより高齢で区切られた長命性の遺伝的パラメータを非常に良く説明できることを示唆した. それ故, 長命性の選抜には, 世代間隔を短縮するうえで, 48ヶ月齢の時点における育種価の推定が望ましいものと推測される.

長命性と産乳能力の遺伝相関は, EVERETT *et al.* (1976 a) が 0.27 から 0.55, SHORT and LAWLOR (1992) が 0.35 から 0.44, VISSCHER and GODDARD (1995) が 0.49 から 0.81 の範囲の推定値を報告している. 我が国では, SUZUKI *et al.* (1996 b) が 0.64 から 0.68, 河原ら (1996) が 0.48 から 0.79 の範囲の遺伝相関を推定した. これらから, 長命性と産乳量との間には, 低から高い正の遺伝相関が存在するため, 産乳能力で選抜されている集団では, 長命性の相関反応が予測される. EVERETT *et al.* (1976 b) は, 乳牛の 5 品種について種雄牛の遺伝評価値を推定し, ホルスタインにおける在群性の遺伝的および環境的トレンドが種雄牛の誕生年に対して減少傾向を示すことを報告し

た. しかし, この報告は 1970 年代のものであり, 最近の研究によると, DE LORENZO and EVERETT (1982) は, 遺伝的に高乳量を示す種雄牛が交配されている集団ほど在群性が上昇することを報告した. VANRADEN and WIGGANS (1995) は, 雌牛の誕生年に対して, 生産期間 84 の遺伝的トレンドが上昇, 表型的トレンドは減少傾向にあることを確認した. 我が国の場合, 北海道における産乳量の遺伝的トレンドは, 上昇傾向にある (鶴田ら, 1990) ことから, 北海道でも上述した北米の乳牛集団と同様, 相関反応により長命性の遺伝的トレンドが上昇傾向にあると推測される. しかし, 表型的には, 在群している検定雌牛の平均年齢が年度に対し減少傾向にあり (北海道乳牛検定協会, 1996), 長命性に関連する形質が非常に多くの環境的影響を受けていることが推察できる.

4. 体型審査形質と長命性の関連性

BOLDMAN *et al.* (1992) は, 在群期間 72 と最も高い遺伝相関を示す形質が前乳房の付着 (0.47) と乳房の深さ (0.38) にあり, 反対に, 体の大きさに関連する形質, すなわち高さとの深さは, 在群期間 72 との間に低い負の遺伝相関 (-0.23 および -0.21) であることを報告した. SHORT and LAWLOR (1992) は, 無登録集団において, 乳房に関連する形質と生産期間 84 との遺伝相関を 0.06 から 0.21, 血統登録集団では 0.30 から 0.38 の範囲の値を推定し, 集団の相違によって遺伝相関が異なることを報告した. HARRIS *et al.* (1992) は, ガンジー集団において, 在群期間 48 と体の大きさに関連する形質との間に高い負の遺伝相関, 前乳房の付着および乳房の懸垂との間で中程度の正の遺伝相関を推定した. 我が国において, SUZUKI *et al.* (1996 b) および河原ら (1996) は, 長命性に関連する形質と体の大きさに関連する形質との間に低い負の遺伝相関を, また, 鋭角性, 尻の角度, 乳器, 後乳房の高さ, および乳房の懸垂と, 長命性との間に低いから中程度の正の遺伝相関を推定した. 上述した長命性と体の大きさに関連する形質との遺伝的関連性から, ショウタイプに見られる体の大きな乳牛は, 長命連産に必ずしも有利でないことを示唆している. 乳房に関連する形質は, 長命性と正の遺伝的関連性がある. しかし, 長命性と乳房の形質との遺伝相関は, 長命性と産乳能力との間のように高い遺伝相関が報告された事例はない. また, FOSTER *et al.* (1989), BURKE and FUNK (1993), DEKKERS *et al.* (1994) および河原ら (1997) の報告によると, 体型形質の中でも乳房に関連する形質は, 長命性の変動を説明する割合が大きいが, 産乳能力の説明割合と比較すれば, 非常に小さいことを指摘した.

前述したように, 長命性は, 産乳能力と正の遺伝的関係があり, 産乳能力の選抜により, 長命性の相関反

応が期待できる。しかし、産乳能力以外の原因で淘汰されるような場合を説明する長命性として、DUCROCQ *et al.* (1988 a, b) は、産乳能力の影響を考慮した長命性、すなわち機能的長命性 (Functional longevity) を定義し、上述した長命性を真の長命性 (True longevity) と定義して区別した。DUCROCQ *et al.* (1988 b) および BOLDMAN *et al.* (1992) は、この2種類の長命性の遺伝率に差異がないこと報告した。また、機能的長命性の推定方法として、DUCROCQ *et al.* (1988 b) および ROGERS *et al.* (1989), また HARRIS *et al.* (1992) は、それぞれホルスタインまたはガンジーにおける除籍直前の産乳能力を考慮し、SHORT and LAWLOR (1992) は、ホルスタインにおける初産の産乳能力を考慮したが、このような産乳能力の産次の考慮の違いや乳牛の品種の違いによっても、機能的長命性の遺伝率に大きな差異は認められなかった。一方、HARRIS *et al.* (1992) および SHORT and LAWLOR (1992) は、真の長命性よりも機能的長命性の方がわずかに遺伝率が低く、また、無登録集団よりも血統登録集団において、これら2種類の長命性の遺伝率が高いことを報告している。

真の長命性および機能的長命性と体型形質との遺伝相関を表3に示した。SHORT and LAWLOR (1992) によれば、血統登録集団から得られた機能的長命性は、乳房に関連する形質との遺伝相関が真の長命性よりも全体的に高く推定される傾向を示したが、無登録集団では、機能的長命性との遺伝相関が真の長命性との遺伝相関よりも低く推定された形質もあった。特に、鋭角性は、真の長命性よりも機能的長命性との遺伝相関において、より低く推定される傾向が認められた。一方、HARRIS *et al.* (1992) のように、機能的長命性と

真の長命性は、体型形質との間で遺伝相関に大きな違いが認められないとの報告もある。これらのように、機能的長命性と体型形質との遺伝相関は、真の長命性との遺伝相関より、必ずしも高く推定されると言及できない。また、表型的には、14項目の線形形質が機能的長命性の変動の14%を説明するとの報告がある (BURKE and FUNK, 1993)。DEKKERS *et al.* (1994) は、15項目の線形形質が機能的長命性の遺伝分散の22%を説明できることを報告した。KELLER and ALLAIRE (1987), BOLDMAN *et al.* (1992), HARRIS *et al.* (1992) および DEKKERS *et al.* (1994) のように、体型形質における種雄牛の遺伝評価値から真の長命性および機能的長命性の種雄牛評価値を予測する方法について検討した報告もある。

これら上述した報告は、機能的長命性と体型形質との間の線形的関連性を明らかにしたものであるが、機能的長命性と体型形質との非線形的関連性を調査した報告もある (FOSTER *et al.*, 1989; BURKE and FUNK, 1993; DEKKERS *et al.*, 1994; 河原ら, 1997)。これらの報告によると、体型形質の中で最も機能的長命性の変動を説明できる形質は、乳房に関連する形質であった。その中でも、乳房の深さは、機能的長命性の遺伝的並びに表型的な変動を説明する割合が大きく、しかも、両形質の間には2次的関係が認められた。この2次的関係は、表型値の関係において著しく、中程度の乳房の深さにおいて最も長命であり、それより浅いまたは深い乳房ほど機能的長命性が低下する傾向が認められた。後肢側望は、乳房の深さと比較して機能的長命性の変動を説明する割合が希薄であったが、表型的な両形質の間に2次的関係が認められた。BURKEとFUNK (1993) は、肢蹄に関する形質と機能的長命性と

表3 真の長命性 (THL) および機能的長命性 (FHL) と各体型形質との遺伝相関係数

形 質	SHORT and LAWLOR (1992)				BOLDMAN <i>et al.</i> (1992)		HARRIS <i>et al.</i> (1992)	
	血統登録集団		無登録集団		無登録集団		血統登録集団	
	THL	FHL	THL	FHL	THL	FHL	THL	FHL
決定得点	0.47	0.54	0.17	0.12				
高 高	0.12	0.18	-0.09	-0.19	-0.23	-0.21	-0.62	-0.69
強 強	-0.06	-0.01	-0.27	-0.32	-0.11	-0.02	-0.74	-0.73
体の深さ	-0.06	-0.03	-0.21	-0.32	-0.21	-0.20	-0.32	-0.35
鋭角性	0.42	0.27	0.25	0.06	0.00	-0.16	0.13	0.02
尻の角度	0.09	0.01	0.12	0.10	0.16	0.09	-0.35	-0.40
尻の幅	0.01	0.04	-0.06	-0.16	-0.12	-0.18	-0.66	-0.70
後肢側望	-0.08	-0.08	0.04	0.04	0.07	-0.01	0.12	0.16
蹄の角度	0.23	0.26	-0.07	-0.06	-0.16	-0.12	-0.10	-0.14
前乳房の付着	0.31	0.47	0.17	0.24	0.47	0.46	0.30	0.35
後乳房の高さ	0.33	0.37	0.21	0.14	0.13	-0.01	0.08	0.01
後乳房の幅	0.32	0.32	0.20	0.10	0.13	-0.07	-0.08	-0.15
乳房の懸垂	0.38	0.43	0.17	0.18	0.23	0.22	0.44	0.41
乳房の深さ	0.30	0.50	0.20	0.39	0.38	0.47	0.07	0.04
乳頭の配置	0.36	0.42	0.06	0.08	0.15	0.17	0.15	0.11

の表型的な関係が、飼養管理の形態により異なることを報告した。すなわち、後肢側望では、Loose HousingよりもFree StallsやTie-Stallsの飼養形態の方が機能的長命性との関連が大きいことを指摘した。また、蹄の角度と機能的長命性との表型的な関係は、Tie-Stallsの飼養形態においてもっとも大きいことを示した。従って、これらの結果は、自由に行動できる飼養形態よりも行動の制限された飼養形態において肢蹄の重要性が認められることを示唆している。一方、体型形質と機能的長命性との遺伝的な関係については、乳房の深さなど数種類の体型形質との間に2次の関連性が認められる。しかし、これらの関係は、表型的な関係のように中程度の体型形質値において最も長命な関係ではなく、むしろ、全体的には体型形質値に対する機能的長命性が上昇または減少傾向を示すことが報告されている(BURKE and FUNK, 1993; 河原ら, 1997)。

5. 結 語

体型の後代検定は、1989年より始まった農林水産省の「乳用牛群総合改良推進事業」の中で全国的に実施された。1992年からは、個体モデル(Animal model)を使用して遺伝評価が行われ、同時に、雌牛の遺伝評価値も推定可能となり、乳牛集団の遺伝的トレンドが明らかとなった。産乳能力のみならず体型形質の育種価の推定は、乳牛集団の選抜を容易にしたが、選抜の実施には、乳牛改良の方向性、すなわち改良目標を明確にすることが重要である。乳牛にとって経済的価値のある形質は、産乳能力である。一方、体型形質は、それ自体、経済的価値を見いだすことが大変困難な形質である。しかしながら、牛群審査の必要性に関するアンケート調査(家畜改良事業団, 1997)によれば、北海道の酪農関係者の40%が重要、43%がどちらかと言えば重要と回答している。このように、酪農関係者から体型の改良も必要とする意見がある限り、体型についても何らかの形で選抜形質に含めるべきものと考えられる。本総論では、長命性との関連から体型形質の選抜について論じた。しかし、多くの研究報告から、生乳生産能力が高いものほど長命性が長くなる傾向があり、体型形質の長命性に対する影響は、産乳能力と比較し希薄であった。その中でも影響が比較的顕著に認められた体型形質は、乳房に関連する形質であり、あえて体型を選抜するならば、これら乳房に関連する形質が望ましいものと推察された。

参 考 文 献

AITCHISON, T.E., A.E. FREEMAN and G.M. THOMSON (1972) Evaluation of a type appraisal program in Holsteins. *J. Dairy Sci.*, **55**: 840-844.
 BOLDMAN, K.G. and T.R. FAMULA (1985) Association of sire dystocia transmitting ability with

progeny linear type traits in Holsteins. *J. Dairy Sci.*, **68**: 2052-2057.
 BOLDMAN, K.G., A.E. FREEMAN, B.L. HARRIS and A. L. KUCK (1992) Prediction of sire transmitting abilities for herd life from transmitting abilities for linear type traits. *J. Dairy Sci.*, **75**: 552-563.
 BURKE, B.P. and D.A. FUNK (1993) Relationship of linear type traits and herd life under different management systems. *J. Dairy Sci.*, **76**: 2773-2782.
 CHAUHAN, V.P.S., J.F. HAYES and L.K. JAIRATH (1993) Genetic parameters of lifetime performance traits in Holstein cows. *J. Anim. Breed. Genet.*, **110**: 135-139.
 CUE, R.L., H.G. MONARDES and J.F. HAYES (1990) Relationships of calving ease with type traits. *J. Dairy Sci.*, **73**: 3586-3590.
 DADAI, E., B.W. KENNEDY and E.B. BURNSIDE (1985) Relationships between conformation and reproduction in Holstein cows: type and calving performance. *J. Dairy Sci.*, **68**: 2639-2645.
 DEKKERS, J.C.M., L.K. JAIRATH and B.H. LAWRENCE (1994) Relationships between sire genetic evaluations for conformation and functional herd life of daughters. *J. Dairy Sci.*, **77**: 844-854.
 DE LORENZO, M.A. and R.W. EVERETT (1982) Relationships between milk and fat production, type, and stayability in Holstein sire evaluation. *J. Dairy Sci.*, **65**: 1277-1285.
 DENTINE, M.R., B.T. MCDANIEL and H.D. NORMAN (1987) Evaluation of sires for traits associated with herd life of grade and registered Holstein cattle. *J. Dairy Sci.*, **70**: 2623-2634.
 DUCROCQ, V., R.L. QUAAS, E.L. POLLAK and G. CASELLA (1988a) Length of productive life of dairy cows. 1. Justification of a Weibull model. *J. Dairy Sci.*, **71**: 3061-3070.
 DUCROCQ, V., R.L. QUAAS, E.L. POLLAK and G. CASELLA (1988b) Length of productive life of dairy cows. 2. Variance component estimation and sire evaluation. *J. Dairy Sci.*, **71**: 3071-3079.
 EVERETT, R.W., J.F. KEOWN and E.E. CLAPP (1976a) Relationships among type, production, and stayability in Holstein cattle. *J. Dairy Sci.*, **59**: 1505-1510.
 EVERETT, R.W., J.F. KEOWN and E.E. CLAPP (1976b) Production and stayability trends in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, **59**: 1532-1539.
 FOSTER, W.W., A.E. FREEMAN, P.J. BERGER and A. KUCK (1988) Linear type trait analysis with genetic parameter estimation. *J. Dairy Sci.*, **71**:

- 223-231.
- FOSTER, W.W., A.E. FREEMAN, P.J. BERGER and A. KUCK (1989) Association of type traits scored linearly with production and herd life of Holsteins. *J. Dairy Sci.*, **72**: 2651-2664.
- GRANTHAM, JR. J.A., J.M. WHITE, W.E. VINSON and R.H. KLIEWER (1974) Genetic relationships between milk production and type in Holsteins. *J. Dairy Sci.*, **57**: 1483-1488.
- HARRIS, B.L., A.E. FREEMAN and E. METZGER (1992) Analysis of herd life in Guernsey dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, **75**: 2008-2016.
- HEWITT, D. (1996) 1986-1996 Ten years harmonisation of type classification. 9th World Holstein Friesian Conference Program & Proceedings, 165-174.
- 北海道乳牛検定協会編 (1996) 乳用牛群総合改良推進事業個体の305日間成績, Vol.21, 2-3, 北海道乳牛検定協会. 札幌.
- HUDSON, G.F.S. and L.D. VAN VLECK (1981) Relationship between production and stayability in Holstein cattle. *J. Dairy Sci.*, **64**: 2246-2250.
- JAIRATH, L.K., J.F. HAYES and R.I. CUE (1995) Correlations between first lactation and lifetime performance traits of Canadian Holsteins. *J. Dairy Sci.*, **78**: 438-448.
- 家畜改良事業団編 (1997) 乳用種雄牛後代検定推進事業 平成8年度乳用種雄牛能力検定推進実態調査報告書, 平成9年3月, 19-36, 家畜改良事業団. 東京.
- 河原孝吉・榎谷智史・門前道彦・光本孝次 (1993) ホルスタイン種雌牛の線形式体型形質に対する年齢と泌乳ステージの影響. *日畜会報*, **64**: 723-731.
- 河原孝吉・榎谷智史・中田 稔・鈴木三義・光本孝次 (1994) 線形式体型形質におけるホルスタイン種雌牛集団の遺伝的パラメータの推定. *日畜会報*, **65**: 1051-1056.
- 河原孝吉・鈴木三義・池内 豊 (1996) ホルスタイン種牛集団における産乳と体型形質および長命性の遺伝的パラメータ. *日畜会報*, **67**: 463-475.
- 河原孝吉・鈴木三義・池内 豊 (1997) ホルスタイン種牛における機能的長命性と体型形質の関連. *北畜会報*, **39**: 65-69.
- 河原孝吉 (1998) 北海道のホルスタイン集団における体型審査形質の育種的研究. 74-116. 博士論文. 岩手大学.
- KELLER, D.S. and F.R. ALLAIRE (1987) Relationships of first lactation milk and type traits to cow survival and a sire index for discounted total milk. *J. Dairy Sci.*, **70**: 2116-2126.
- KLASSEN, D.J., H.G. MONARDES, L. JAIRATH, R.I. CUE and J.F. HAYES (1992) Genetic correlations between lifetime production and linearized type in Canadian Holsteins. *J. Dairy Sci.*, **75**: 2272-2282.
- 野野則勝 (1990) III. 乳牛の改良. 新編酪農ハンドブック (広瀬可恒・鈴木省三編著), 43-96. 養賢堂. 東京.
- LUCAS, J.L., R.E. PEARSON, W.E. VINSON and L.P. JOHNSON (1984) Experimental linear descriptive type classification. *J. Dairy Sci.*, **67**: 1767-1775.
- LUND, T., F. MIGLIOR, J.C.M. DEKKERS and E.B. BURNSIDE (1994) Genetic relationships between clinical mastitis, somatic cell count, and udder conformation in Danish Holsteins. *Livest. Prod. Sci.*, **39**: 243-251.
- MISZTAL, I., T.J. LAWLOR, T.H. SHORT and P.M. VANRADEN (1992) Multiple-trait estimation of variance components of yield and type traits using an animal model. *J. Dairy Sci.*, **75**: 544-551.
- MONARDES, H.G., R.I. CUE and J.F. HAYES (1990) Correlations between udder conformation traits and somatic cell count in Canadian Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, **73**: 1337-1342.
- 内藤元男 (1979) 新編家畜育種学, 135-143. 養賢堂. 東京.
- 日本ホルスタイン登録協会編 (1997) 体型審査と線形評価法, 1-15, 日本ホルスタイン登録協会. 東京.
- NORMAN, H.D., and L.D. VAN VLECK (1972) Type appraisal: I. Effects of age and stage-of-lactation on type ratings. *J. Dairy Sci.*, **55**: 1706-1716.
- ROGERS, G.W., B.T. MCDANIEL, M.R. DENTINE and D.A. FUNK (1989) Genetic correlations between survival and linear type traits measured in first lactation. *J. Dairy Sci.*, **72**: 523-527.
- ROGERS, G.W., G.L. HARGROVE, J.B. COOPER and E. P. BARTON (1991a) Relationships among survival and linear type traits in Jerseys. *J. Dairy Sci.*, **74**: 286-291.
- ROGERS, G.W., G.L. HARGROVE, T.J. LAWLOR, JR. and J.L. EBERSOLE (1991b) Correlations among linear type traits and somatic cell counts. *J. Dairy Sci.*, **74**: 1087-1091.
- ROGERS, G.W., and G.L. HARGROVE (1993) Absence of quadratic relationships between genetic evaluations for somatic cell scores and udder linear traits. *J. Dairy Sci.*, **76**: 3601-3606.
- ROGERS, G.W., G.L. HARGROVE and J.B. COOPER (1995) Correlations among somatic cell scores of milk within and across lactations and linear type traits of Jerseys. *J. Dairy Sci.*, **78**: 914-920.
- SCHUTZ, M.M., P.M. VANRADEN, P.J. BOETTCHER

- and L.B. HANSEN (1993) Relationship of somatic cell score and linear type trait evaluations of Holstein sires. *J. Dairy Sci.*, **76**: 658-663.
- SHAPIRO, L.S. and L.V. SWANSON (1991) Relationships among rump and rear leg type traits and reproductive performance in Holsteins. *J. Dairy Sci.*, **74**: 2767-2773.
- SHORT, T.H., T.J. LAWLOR, JR., and K.L. LEE (1991) Genetic parameters for three experimental linear type traits. *J. Dairy Sci.*, **74**: 2020-2025.
- SHORT, T.H. and T.J. LAWLOR (1992) Genetic parameters of conformation traits, milk yield, and herd life in Holsteins. *J. Dairy Sci.*, **75**: 1987-1998.
- SMOTHERS, C.D., R.E. PEARSON, I. HOESCHELE and D.A. FUNK (1993) Herd final score and its relationship to genetic and environmental parameters of conformation traits of United States Holsteins. *J. Dairy Sci.*, **76**: 1671-1677.
- 鈴木三義・河原孝吉・吉田みその (1995) 乳牛の体型および泌乳形質における遺伝的パラメータのREML推定. 第90回日本畜産学会大会講演要旨, 140.
- 鈴木三義・井上嘉明・河原孝吉・池内 豊 (1996 a) ホルスタインにおける線形審査の主成分スコアと生産期間, 泌乳形質および体型得点の関連. *日畜会報*, **67**: 727-731.
- SUZUKI, M., T. KAWAHARA and Y. IKEUCHI (1996b) Genetic parameters of production and type traits, and productive life in Japanese Holstein. The 8th AAAP Anim. Sci. Congr. Proc. Vol.2, 400-401.
- THOMAS, C.L., W.E. VINSON, R.E. PEARSON, F.N. DICKINSON and L.P. JOHNSON (1984) Relationships between linear type scores, objective type measures and indicators of mastitis. *J. Dairy Sci.*, **67**: 1281-1292.
- THOMPSON, J.R., K.L. LEE, A.E. FREEMAN and L.P. JOHNSON (1983) Evaluation of a linearized type appraisal system for Holstein cattle. *J. Dairy Sci.*, **66**: 325-331.
- 鶴田彰吾・鈴木三義・光本孝次 (1990) 北海道の乳用牛群検定記録における種雄牛と雌牛の同時評価による遺伝的および環境的トレンドの推定. *日畜会報*, **61**: 1051-1056.
- VANRADEN, P.M., E.L. JENSEN, T.J. LAWLOR and D. E. FUNK (1990) Prediction of transmitting abilities for Holstein type traits. *J. Dairy Sci.*, **73**: 191-197.
- VANRADEN, P.M. and E.J.H. KLAASKATE (1993) Genetic evaluation of length of productive life including predicted longevity of live cows. *J. Dairy Sci.*, **76**: 2758-2764.
- VANRADEN, M. and G.R. WIGGANS (1995) Productive life evaluations: calculation, accuracy, and economic value. *J. Dairy Sci.*, **78**: 631-638.
- VAN VLECK, L.D. (1964) Variation in type appraisal scores due to sire and herd effects. *J. Dairy Sci.*, **47**: 1249-1256.
- VINSON, W.E., J.M. WHITE, B.L. COMBS and R.H. KLIEWER (1976) Sources of variation in Holstein descriptive classification traits. *J. Dairy Sci.*, **59**: 522-526.
- VINSON, W.E., R.E. PEARSON and L.P. JOHNSON (1982) Relationships between linear descriptive type traits and body measurements. *J. Dairy Sci.*, **65**: 995-1003.
- VISSCHER, P.M. and M.E. GODDARD (1995) Genetic parameters for milk yield, survival, workability, and type traits for Australian dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, **78**: 205-220.
- 和田康彦・池内 豊・松本成生・小畑太郎 (1996) アニマルモデルを用いたわが国のホルスタイン種の体型審査形質の遺伝的パラメータの推定. *畜産試験場研究報告*, **57**: 1-6.
- WHITE, J.M. (1974) Genetic parameters of conformational and managemental traits. *J. Dairy Sci.*, **57**: 1267-1278.