

乳牛の体型と産乳能力の遺伝的関係に関する分析

鈴木 三 義

畜産管理学科家畜育種増殖学教室

1. 目 的

乳牛集団の遺伝的パラメータは、改良目標の設定および個体の遺伝的能力評価に必要なものである。このように重要な遺伝パラメータではあるが、その推定法は確立されたものではなく、発展中の学問分野である。わが国でもアニマルモデルによる遺伝的能力評価が行なわれているが、同じモデルおよびデータ規模で分散成分の推定を行うには計算上の負荷が非常に大きい。現在の大型計算機システムでも、分散成分の推定において利用される REML (制限付最尤) 法で扱うことができるのは数万頭レベルである。これに対して、遺伝的能力評価で扱う頭数は数百万頭レベルで二桁も大きい。したがって、牛群検定データの全部を同時に用いて遺伝パラメータを推定することは現在のところ困難であり、データを分割するか絞り込む必要がある。

また、体型は乳牛の生産寿命との関連でその重要性が論じられることが多い。例えば、牛群や生産量の効果を考慮した上にさらに線形体型形質が生産寿命の変異の 14% を説明したと報告している (BURKE と FUNK, 1993)。また、乳房に関する形質は他の体型形質よりも生産寿命の変異を説明し、乳房の形の中でも、前乳房の付着や乳房の深さが多くの部分を説明したと述べている。そこで、生産寿命を表わすための変数として 72 カ月までの生産期間を取り上げた。

2. 方 法

用いたデータ数と推定した効果の数などについては表 1 に示した。分析モデルは以下の通りである。

$$y_{ijk} = hy_i + a_j + b_1 x_{ijk} + e_{ijk} \quad (1)$$

y_{ijk} : 泌乳記録や決定得点あるいは線形審査得点,

hy_i : 牛群と年次の母数効果,

a_j : 各個体の相加的遺伝子の変量効果,

b_1 : 分娩月齢の回帰係数,

x_{ijk} : 分娩月齢,

e_{ijk} : 誤差の変量効果を示す。

このモデルでは泌乳記録について、分娩月の効果に対して事前の分析から得た推定値を用いて補正した。また、決定得点と線形審査得点では、泌乳のステージに対して同様に補正した。

生産期間との関連を調べるために用いたデータでは 72 カ月齢に満たない乳牛の記録を削除し、次のようなモデルを用いた。

$$y_{ijk} = hy_j + a_j + e_{ijk} \quad (2)$$

記号に対する説明はモデル(1)と同じであるが、このモデルに用いたデータには年齢や分娩月そして泌乳のステージの効果に対して補正係数を用いて成牛換算補正されたものを使用した。分析プログラムは、MTDFREMLを用いて行った。これはMeyerの初期のDFREMLを高速化するためにSPARSPK(疎行列演算用パッケージ)を採用し、多形質を扱うように開発されたものである。

3. 結 果

表2には、各形質の遺伝分散、環境分散および遺伝率を示した。体型形質で比較的高い遺伝率を示した部位は、高さ、尻の角度、乳房の深さであり、これらの遺伝率は0.3を超えた。そして、こ

表1. 分析に用いた2つのモデルに対するデータセットの概要

項 目	モデル (1)	モデル (2)
記録数	68,475	34,840
A行列の次数	122,211	64,367
牛群年次	8,847	6,916
MMEの次数	131,058	71,283

A行列：分子血縁行列

MME：Hendersonの方程式(混合モデル方程式)

表2. 各形質の遺伝分散、環境分散および遺伝率

形 質	遺伝分散	環境分散	遺伝率
生産期間	9,529	72,275	.12
乳 量	501,710	620,006	.45
乳脂量	620	927	.40
乳蛋白量	358	572	.38
決定得点	.35	1.02	.26
高 さ	15.91	16.82	.49
強 さ	2.51	8.06	.24
体の深さ	3.00	8.17	.27
鋭角性	1.42	6.27	.18
尻の角度	5.70	7.81	.42
尻の幅	2.55	8.04	.24
後肢側望	2.77	13.39	.17
蹄の角度	.73	11.40	.06
前乳房の付着	1.93	12.96	.13
後乳房の高さ	2.65	12.09	.18
後乳房の幅	1.93	9.05	.18
乳房の懸垂	2.07	16.29	.11
乳房の深さ	4.08	7.93	.34
前乳頭の配置	4.76	12.45	.28

れらの形質は、測定の容易な部位でもある。蹄の角度は最も低く0.06であり、環境の影響を受けやすく点数の範囲も小さい形質である。他の形質では0.1から0.3の間にあった。決定得点のそれは0.26であり、ほぼ中間の遺伝率を示した。

産乳形質、決定得点、線形体型形質の遺伝および表型相関を表3に示した。乳量と乳脂量の相関など産乳形質相互の間の相関係数はすべてが高い値となった。また、表型相関が対応する遺伝相関より高い値であった。これに対して体型形質相互間の相関では、遺伝相関が対応する表型相関より高いという逆の傾向が認められた。尻の角度と他の体型形質との間は多くが負の関係にあるが、これらの値では遺伝相関の方がその絶対値で大きいものとなった。

決定得点と遺伝相関が高かった線形形質は、強さ、体の深さ、高さ、鋭角性、尻の幅、後乳房の幅の順で、これらはいずれも0.5を超える正の値をとった。逆に、相関係数の絶対値が小さいものは、尻の角度、後肢側望、乳房の懸垂、前乳頭の配置、後乳房の深さなどであった。

表3. 産乳形質、決定得点および線形体型形質間の遺伝相関（下三角）と表型相関（上三角）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1 乳量		.78	.93	.17	.04	.04	.10	.20	.06	.01	.04	.01	-.05	.13	.24	.09	-.26	-.03	.14
2 乳脂量	.66		.85	.18	.04	.05	.11	.20	.04	.02	.05	.01	-.02	.12	.20	.09	-.20	-.01	.14
3 乳蛋白量	.88	.79		.19	.06	.06	.11	.20	.05	.04	.03	.02	-.03	.12	.24	.09	-.24	.00	.15
4 決定得点	.05	.09	.09		.51	.53	.51	.46	-.04	.38	-.06	.17	.31	.26	.41	.23	.08	.13	.12
5 高さ	-.04	-.05	-.03	.83		.61	.55	.31	.05	.45	-.06	.12	.08	.07	.18	.01	.13	.04	.21
6 強さ	-.10	-.07	-.09	.93	.87		.78	.30	.00	.54	-.05	.15	.10	.02	.28	.03	-.03	.02	.04
7 体の深さ	.05	.08	.06	.88	.82	.97		.36	-.01	.52	-.01	.13	.06	.04	.28	.05	-.11	.00	.04
8 鋭角性	.31	.41	.37	.75	.59	.52	.59		-.01	.16	.05	.04	.12	.21	.22	.14	.00	.06	.06
9 尻の角度	.17	.11	.14	-.11	.02	-.18	-.17	-.09		-.06	-.05	-.02	-.06	-.05	-.04	-.03	-.03	-.06	-.04
10 尻の幅	-.11	-.08	-.08	.68	.71	.76	.73	.31	-.26		-.01	.14	.09	.01	.26	.03	-.01	-.01	.03
11 後肢側望	.14	.25	.18	-.14	-.14	-.09	-.09	-.01	-.10	.04		-.02	-.04	.01	-.04	.01	-.02	.03	.02
12 蹄の角度	-.07	-.05	-.03	.32	.41	.43	.48	.08	-.26	.50	-.21		.06	.03	.07	.02	.00	.02	.01
13 前乳房の付着	-.23	-.10	-.18	.39	.17	.20	.14	.10	-.29	.24	-.11	.11		.19	.19	.13	.28	.15	.05
14 後乳房の高さ	.17	.20	.20	.40	.19	.16	.19	.50	-.21	.15	-.01	.06	.20		.30	.20	.13	.11	.06
15 後乳房の幅	.35	.27	.34	.63	.31	.51	.57	.46	-.18	.37	-.10	.13	.26	.53		.19	-.09	.08	.07
16 乳房の懸垂	.07	.15	.11	.16	.03	.12	.07	.22	-.14	.13	-.04	.00	-.01	.30	.22		.14	.13	.07
17 乳房の深さ	-.43	-.28	-.40	.18	.28	.02	-.15	-.10	-.10	.11	-.08	.02	.68	.10	-.21	.09		.14	.03
18 前乳頭の配置	-.00	.06	.08	.17	.12	.02	.02	.11	-.12	-.07	.08	.09	.27	.10	.16	.18	.27		.01
19 生産期間	.74	.76	.72	.08	-.17	-.25	-.21	.28	.27	-.19	-.01	-.11	.03	.37	.18	.30	-.06	.11	

4. 考 察

泌乳形質の遺伝率では、初産であることを考慮したとしても一般に報告のある文献値より高い推定値が得られた。アニマルモデルによる比較的信頼性の高い推定値は少ないが、Misztalら(1992)が体型データを有す米国の雌牛のデータにおいて、乳量(.44)、乳脂量(.42)、乳蛋白量(.40)に対して推定した値は、本分析とよく近似した値である。このような現象が体型記録を持つデータが何らかの偏りを持ったためかどうかは明らかではない。

産乳形質と体型審査得点間の関係は最も関心のあるところである。まず、産乳形質と決定得点の間では表型的関係(0.17~0.19)に比べて遺伝的關係(0.05~0.09)が低いものであった。つまり、決定得点の高い牛の選抜だけでは泌乳形質の改良はできないことは明らかとなった。泌乳形質と線形審査得点との間で比較的高い遺伝相関を示したのは、鋭角性(0.31~0.41)と後乳房の幅(0.27~0.35)であった。負の關係では乳房の深さ(-0.28~-0.43)が高く、高さや強さは表型的には正(0.04~0.06)であるが、遺伝的には負(-0.03~-0.10)であった。すなわち、前軀にはシャープさがあり、後軀(乳房)には幅のある牛が遺伝的に泌乳に優れていることであろう。また、一般にショータイプと呼ばれる、体高のあまりに高い牛は泌乳形質の改良には貢献しないことが明らかにされた。