

## ホルスタイン集団における生涯産乳形質および 初産形質に関する遺伝率と遺伝相関の推定

萩谷功一<sup>a</sup>・鈴木三義<sup>1</sup>・河原孝吉<sup>2</sup>・Juan Antonio C. PEREIRA・  
土門幸男・鶴田彰吾<sup>3</sup>・Ignacy MISZTAL<sup>3</sup>

岩手大学大学院連合農学研究科, 盛岡市 020-8550

<sup>1</sup>帯広畜産大学, 帯広市 080-8555

<sup>2</sup>北海道ホルスタイン農業協同組合, 札幌市北区 001-8555

<sup>3</sup>Animal & Dairy Science Department, University of Georgia, Athens,  
Georgia 30602, USA

(2001. 4. 24 受付, 2001. 8. 1 受理)

**要約** 生涯産乳形質に関する遺伝的パラメータの推定および初産形質, 体形形質と長命性との間の遺伝的関連について EM-REML 法を用いた多形質アニマルモデルを使用して分析した。データは, 社団法人北海道酪農検定検査協会に集積された産乳能力検定記録のうち, 1975年から1999年にわたる58,352頭の生涯記録, および社団法人日本ホルスタイン登録協会に集積された体型審査記録および132,096頭からなるそれらの血統記録を使用した。生涯形質は, 初産分娩後48ヵ月および84ヵ月までの在群期間および生産期間, それらの期間内に生産した総乳量, 総乳脂量, 総無脂固形分量および総乳タンパク質量とした。初産記録は, 乳量, 乳脂量, 無脂固形分量および乳タンパク質量, および17の体型形質の記録を含む。生涯産乳形質に関する遺伝率は, 初産分娩後48ヵ月および84ヵ月のいずれの形質においても0.15から0.16の範囲で推定された。初産および84ヵ月における産乳形質間の遺伝相関係数は, 0.53(乳量および無脂固形分量)から0.61(乳脂量)と推定された。前乳房の付着および乳房の深さは, 初産乳量との間に負の遺伝相関係数(-0.03および-0.21)が推定されたにもかかわらず, 初産分娩後84ヵ月までの総乳量との間に比較的高い遺伝相関係数(0.22および0.20)が推定された。

日本畜産学会報, 73(1): 1-8, 2002

混合モデルを用いて個体の育種価を推定する場合, 正確な遺伝的パラメータが必要とされる。これまでにも, 日本国内の乳用牛における産乳形質, 体型形質および長命性に関する遺伝的パラメータについての報告がある(河原ら1994, 1996)。生涯産乳形質については, Smithら(1998)により米国のホルスタイン種における研究が報告されているが, 日本国内において生涯産乳形質に関する報告はない。

初産記録は, 一般に24ヵ月齢前後から開始される。ホルスタイン種における泌乳記録および体型審査記録は, 初産分娩が開始された後に収集され, その多くが2産以降も継続して記録されている。泌乳記録の遺伝評価を行う場合, 一定期間の累積記録を使用するため, 記録が収

集された後, データの加工および計算に数ヵ月の期間を要する。したがって, 雌牛が誕生してその遺伝評価値が推定されるまでに少なくとも30ヵ月以上の期間が必要となる。生涯産乳形質は, 経済的に重要な形質であると考えられるが, 記録の収集に初産分娩後に数年間という長期間を要する。それゆえに, 世代間隔が遺伝的改良の重要な要素であることを考慮すると, 生涯産乳形質に関する選抜は, 間接選抜に頼らざるを得ない。

日本国内の酪農家が自らの牛群に交配する種雄牛の選抜には, 一般に, 初産記録による遺伝評価値から計算できる選抜指数が用いられている。その指数は, 泌乳記録に加えて長命性を説明する体型形質を考慮し, より長期間にわたって高泌乳を維持するために重み付けられたも

<sup>a</sup>現所属: 北海道ホルスタイン農業協同組合, 札幌市北区 001-8555  
連絡者: 萩谷功一 (fax: 011-726-3135, e-mail: kouichi@park.zero.ad.jp)

のである(社団法人家畜改良事業団 1995)。今後、生涯産乳形質と初産形質との遺伝的関連性が明らかになり、生涯産乳形質の遺伝的評価の利用が可能になれば、酪農家における収益を効果的に高める選抜が可能となるであろう。

本研究では、生涯産乳形質に関する遺伝的パラメータの推定および他の初産形質間との遺伝的関連性について分析することを目的とした。

### 材料および方法

データは、1975年から1999年にわたり社団法人北海道酪農検定検査協会に集積された産乳能力検定記録、社団法人日本ホルスタイン登録協会に集積された体型審査記録およびそれらの血統記録を使用した。産乳能力検定記録は、各産次について分娩後305日までの乳量、乳脂量、無脂固形分量(以下、SNF量とする)および乳タンパク質量の合計が記録され、搾乳日数が305日に満たない場合、搾乳が行われた時点までの合計である。長命性に関する形質としては、在群期間(以下、HLとする)および生産期間(以下、PLとする)を使用した。HL48およびHL84は、初産分娩後48ヵ月および84ヵ月時点において在群している場合、各時点までの日数である。それぞれの時点までに淘汰された個体は、除籍(淘汰)までの日数とした。PL48およびPL84は、初産分娩後48ヵ月および84ヵ月の時点において在群している場合、各時点までの搾乳日数の合計である。その時点までに淘汰された個体は、除籍までの搾乳日数の合計を示した。ただし、分娩後305日を超えて搾乳日数がある場合、搾乳日数を305日として合計した。生涯産乳形質に関する形質としては、PL48(84)の期間内に生産した乳量、乳脂量、SNF量および乳タンパク質量の合計とし、それぞれPL48(84)乳量、PL48(84)乳脂量、PL48(84)SNF量およびPL48(84)乳タンパク質量とした。搾乳期間中に初産分娩後48あるいは84ヵ月の時点をもかえた場合、その時点までの乳量の近似値をWoodの泌乳曲線を泌乳レベルに応じて補正して推定し合計に含めた。Woodのモデル(Wood 1969)を以下に示した。

$$y_n = an^b e^{-cn}$$

ここで、

$y_n$ : 分娩後  $n$  日目の産乳量、

$a$ : 泌乳レベルに関連して曲線を上下に移動するパラメータ、

$b$ : 最高日乳量日までの乳量の増加を示すパラメータ、

$c$ : 最高日乳量日以降の乳量の減少を示すパラメータ、

$e$ : 自然対数の底である。

日畜会報 73 (1): 1-8, 2002

パラメータ  $a$  は、分娩後 305 日間の総乳量レベルに基づいて個体ごとに補正して推定に使用した。パラメータ  $b$  および  $c$  は、予備分析において 600 頭以上のホルスタン種から集積された毎日の泌乳記録から推定し、それぞれ、0.12628 および 0.003466672 とした。

HL84 および PL84 に関する形質は、初産分娩後、84 ヵ月の期間を要するため、すべての形質に対し、1991 年までに初産分娩した 58,352 頭の個体からの記録のみを分析の対象とした。

分析には、初産次における泌乳記録 4 形質(乳量、乳脂量、SNF 量および乳タンパク質量)、体型に関して、3 つの審査得点形質(乳用牛の特質、体積、乳器)および線形式体型形質の標準形質のうち 14 形質(高さ、強さ、体の深さ、鋭角性、尻の角度、尻の幅、後肢側望、蹄の角度、前乳房の付着、後乳房の高さ、後乳房の幅、乳房の懸垂、乳房の深さおよび前乳頭の配置後望)、長命性に関する 4 形質(HL48, HL84, PL48 および PL84) および生涯産乳形質に関する 8 形質(PL48 乳量, PL48 乳脂量, PL48SNF 量, PL48 乳タンパク質量, PL84 乳量, PL84 乳脂量, PL84SNF 量および PL84 乳タンパク質量)を用いた。以上の合計 33 形質を同時に考慮し、EM-REML 法を用いた多形質モデル(Misztal ら 1995)を分析した。解析プログラムに正準変換を採用したことで、多形質を同時に分析することができたが、欠測値および形質ごとのモデルの違いを考慮できないことになる。そこで、すべての形質において欠測がない 58,352 記録のみを採用し、それらの血縁において登場する個体を含めた血縁記録には、132,096 個体が含まれた。また、各形質を同じモデルによって分析するには、萩谷ら(2000a)が論述した補正方法を用いて牛群・年次を除く他の母数効果をあらかじめ補正した。分析に用いたモデルを以下に示した。

$$y_{i,j} = HY_{i,i} + u_{i,j} + e_{i,j}$$

ここで、

$y_{i,j}$ : 形質  $i$  に関する個体  $j$  の観測値、

$HY_{i,i}$ :  $i$  番目の牛群・年次 ( $i=1\sim 5,288$ )、

$u_{i,j}$ : 個体  $j$  の相加的遺伝子効果 ( $j=1\sim 132,096$ )、

$e_{i,j}$ : 残差である。

個体の父牛または母牛が不明の場合、不明の両親の平均育種価を仮定した遺伝グループ(Quaas 1988)に割りあて、血縁行列に含めた。

### 結果および考察

各形質の遺伝率、遺伝分散および残差分散の推定値を表 1 に示した。本研究において推定された初産次の乳量、乳脂量、SNF 量および乳タンパク質量の遺伝率は、

## 生涯産乳形質の遺伝的パラメータ

Table 1. Heritability ( $h^2$ ), genetic variance ( $\sigma_g^2$ ) and residual variance ( $\sigma_e^2$ )

Trait	$h^2$	$\sigma_g^2$	$\sigma_e^2$
First lactation			
Milk yield	.41	627,642	885,478
Fat yield	.39	816	1,260
SNF <sup>1</sup> yield	.38	4,189	6,786
Protein yield	.37	479	827
Type classification traits			
Dairy character	.21	0.36	1.37
Body Capacity	.21	0.76	2.80
Mammary system	.09	0.21	2.05
Linear type trait			
Stature	.33	13.07	26.02
Strength	.17	2.86	14.13
Body depth	.25	3.51	10.46
Angularity	.17	1.46	6.96
Rump angle	.28	3.94	10.21
Rump width	.20	2.85	11.29
Rear legs, side view	.16	2.61	13.43
Foot angle	.07	0.92	11.52
Fore udder attachment	.11	1.64	13.42
Rear udder height	.14	2.11	12.73
Rear udder width	.16	2.00	10.18
Udder support	.12	2.29	17.21
Udder depth	.28	3.38	8.52
Front teat placement, rear view	.24	4.20	13.41
48 months after first calving			
HL <sup>2</sup>	.11	15,448	130,859
PL <sup>3</sup>	.10	9,533	82,321
Milk yield	.15	14,595,752	81,480,662
Fat yield	.16	22,656	116,531
SNF <sup>1</sup> yield	.15	107,687	610,722
Protein yield	.15	14,110	79,658
84 months after first calving			
HL <sup>2</sup>	.13	59,570	389,522
PL <sup>3</sup>	.13	30,665	214,433
Milk yield	.15	38,374,147	216,058,075
Fat yield	.16	57,921	310,796
SNF <sup>1</sup> yield	.15	286,125	1,605,044
Protein yield	.15	37,964	209,854

<sup>1</sup> Solid non fat. <sup>2</sup> Herd life. <sup>3</sup> Productive life.

Table 2. Genetic (above diagonal) and phenotypic (below

Trait	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
First lactation														
1 Milk yield		.73	.98	.91	.19	-.12	.10	-.09	-.15	.02	.36	.14	-.14	.04
2 Fat yield	.84		.78	.83	.19	-.15	.15	-.11	-.21	-.01	.36	.07	-.19	.19
3 SNF <sup>1</sup> yield	.99	.86		.96	.20	-.13	.13	-.10	-.17	.00	.37	.13	-.15	.07
4 Protein yield	.95	.89	.98		.22	-.12	.16	-.08	-.16	.01	.38	.09	-.14	.09
Type classification traits														
5 Dairy character	.19	.19	.20	.19		.69	.68	.76	.67	.70	.96	-.05	.47	-.11
6 Body Capacity	.06	.07	.07	.07	.57		.53	.82	.99	.97	.53	-.10	.82	-.12
7 Mammary system	.19	.19	.19	.19	.47	.36		.53	.50	.49	.60	-.17	.46	-.10
Linear type trait														
8 Stature	.02	.02	.03	.03	.49	.69	.24		.84	.75	.61	-.01	.76	-.19
9 Strength	.02	.02	.03	.03	.47	.80	.25	.70		.95	.51	-.10	.83	-.13
10 Body depth	.08	.08	.08	.08	.46	.76	.23	.62	.80		.59	-.11	.75	-.13
11 Angularity	.19	.18	.19	.18	.59	.22	.26	.25	.21	.30		.01	.31	-.05
12 Rump angle	.04	.02	.04	.03	.07	.18	-.01	.18	.19	.11	-.02		-.10	-.10
13 Rump width	.00	.01	.01	.02	.34	.66	.21	.57	.66	.60	.10	.10		-.02
14 Rear legs, side view	.03	.04	.03	.03	.03	.00	-.02	-.04	-.01	.01	.04	-.04	.00	
15 Foot angle	.00	.00	.00	.00	.12	.20	.10	.16	.19	.16	.04	.02	.18	.00
16 Fore udder attachment	-.03	-.01	-.03	-.02	.15	.08	.41	.05	.06	.04	.12	-.06	.07	-.04
17 Rear udder height	.12	.12	.12	.11	.24	.07	.33	.06	.02	.04	.23	-.04	.00	.02
18 Rear udder width	.22	.19	.22	.22	.28	.27	.39	.17	.24	.26	.20	-.01	.24	-.04
19 Udder support	.12	.12	.13	.13	.13	.00	.31	-.04	-.04	.00	.14	-.07	-.03	.02
20 Udder depth	-.21	-.17	-.20	-.19	.01	-.07	.14	.10	-.05	-.12	-.01	-.04	-.02	-.02
21 Front teat placement, rear view	-.01	.00	-.01	-.01	.11	.08	.21	.07	.07	.04	.05	-.03	.04	.04
48 months after first calving														
22 HL <sup>2</sup>	.26	.27	.27	.28	.08	.00	.14	.00	-.01	-.02	.05	.01	-.01	.00
23 PL <sup>3</sup>	.24	.25	.25	.25	.07	-.01	.13	-.01	-.02	-.03	.04	.01	-.02	.00
24 Milk yield	.41	.36	.41	.40	.11	.02	.16	.00	.00	.00	.08	.03	-.01	.01
25 Fat yield	.34	.42	.36	.37	.11	.02	.16	.00	-.01	.00	.09	.02	-.01	.02
26 SNF <sup>1</sup> yield	.39	.37	.41	.40	.11	.02	.16	.00	.00	.00	.08	.03	-.01	.01
27 Protein yield	.37	.37	.39	.40	.11	.02	.16	.00	.00	.00	.08	.02	.00	.01
84 months after first calving														
28 HL <sup>2</sup>	.21	.23	.22	.23	.06	-.02	.14	-.01	-.03	-.04	.04	.01	-.02	-.01
29 PL <sup>3</sup>	.19	.21	.21	.21	.05	-.03	.13	-.02	-.04	-.05	.04	.01	-.03	.00
30 Milk yield	.31	.29	.32	.31	.08	-.01	.15	-.01	-.02	-.03	.06	.02	-.02	.00
31 Fat yield	.27	.33	.28	.29	.08	-.01	.15	-.01	-.03	-.03	.06	.02	-.02	.01
32 SNF <sup>1</sup> yield	.30	.29	.31	.31	.08	-.01	.15	-.01	-.02	-.03	.06	.02	-.02	.00
33 Protein yield	.29	.30	.30	.31	.08	-.01	.15	-.01	-.02	-.03	.06	.02	-.02	.00

<sup>1</sup> Solid non fat.

<sup>2</sup> Herd life.

<sup>3</sup> Productive life.

生涯産乳形質の遺伝的パラメータ

diagonal) correlations among first lactation and lifetime traits

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
-.15	-.20	.17	.38	.23	-.38	.01	.36	.29	.69	.47	.64	.57	.28	.22	.53	.37	.49	.44
-.17	-.04	.22	.33	.26	-.24	.06	.46	.39	.60	.74	.61	.63	.39	.33	.49	.61	.50	.51
-.14	-.17	.18	.37	.27	-.35	.03	.40	.33	.70	.53	.68	.63	.32	.27	.55	.43	.53	.49
-.13	-.16	.19	.37	.28	-.32	.06	.42	.36	.68	.59	.68	.68	.35	.30	.54	.48	.54	.54
.21	.14	.44	.48	.25	.08	.19	.16	.12	.16	.14	.16	.16	.09	.06	.09	.09	.10	.10
.41	.08	.20	.43	-.02	-.05	.04	-.20	-.24	-.23	-.24	-.24	-.23	-.28	-.30	-.30	-.30	-.30	-.29
.19	.63	.52	.71	.37	.39	.41	.40	.35	.31	.31	.32	.33	.37	.33	.31	.32	.32	.33
.23	.14	.23	.26	.06	.31	.08	-.09	-.12	-.14	-.15	-.14	-.13	-.12	-.13	-.15	-.16	-.15	-.14
.40	.10	.16	.39	-.04	.00	.01	-.21	-.24	-.24	-.28	-.26	-.25	-.27	-.29	-.29	-.31	-.30	-.29
.39	.05	.20	.48	.03	-.16	.02	-.19	-.24	-.17	-.19	-.18	-.18	-.27	-.30	-.26	-.26	-.26	-.26
.12	.10	.46	.48	.33	-.02	.18	.23	.18	.27	.26	.27	.27	.16	.12	.20	.19	.20	.20
-.17	-.22	-.16	-.15	-.15	-.07	-.14	.13	.14	.16	.11	.14	.12	.12	.13	.15	.11	.13	.12
.34	.18	.17	.29	-.03	.12	-.05	-.17	-.18	-.20	-.23	-.21	-.19	-.20	-.20	-.22	-.23	-.22	-.21
-.13	-.12	.02	-.15	.07	-.03	.13	-.03	.00	.01	.09	.03	.04	-.06	-.04	-.02	.05	.00	.00
.10	-.05	.11	.00	-.04	.12	-.11	-.12	-.14	-.15	-.13	-.12	-.11	-.12	-.14	-.16	-.14	-.13	
.06	.15	.29	.07	.68	.29	.26	.23	.09	.19	.11	.12	.34	.31	.21	.28	.23	.23	
.03	.20	.56	.27	.06	.09	.26	.23	.25	.27	.26	.25	.21	.19	.22	.24	.23	.23	
.08	.19	.31	.31	-.17	.24	.19	.14	.29	.24	.27	.26	.11	.07	.18	.15	.17	.16	
.01	.14	.19	.21	.05	.23	.18	.16	.23	.22	.25	.25	.21	.18	.24	.23	.26	.25	
-.01	.26	.11	-.06	.14	.17	.25	.27	.02	.10	.05	.07	.35	.37	.20	.24	.21	.23	
.03	.15	.10	.10	.13	.14	.03	.01	-.02	.02	.00	.01	.02	.01	-.02	.01	-.01	.00	
.01	.06	.06	.07	.08	.06	.03	.99	.90	.91	.92	.93	.98	.97	.95	.95	.96	.96	
.00	.06	.05	.06	.07	.06	.02	.93	.87	.88	.90	.91	.97	.98	.93	.93	.94	.95	
.01	.05	.09	.11	.08	.01	.01	.90	.95	.88	.99	.95	.86	.84	.97	.87	.95	.92	
.00	.06	.09	.10	.08	.02	.02	.90	.94	.97	.91	.93	.88	.85	.88	.97	.90	.91	
.01	.05	.09	.10	.08	.01	.02	.90	.95	1.00	.98	.98	.89	.87	.97	.91	.97	.95	
.01	.05	.08	.10	.08	.01	.02	.90	.96	.99	.98	1.00	.90	.88	.95	.93	.96	.97	
.00	.07	.06	.05	.08	.09	.03	.89	.84	.83	.83	.83	.83	.99	.95	.95	.96	.96	
.00	.07	.06	.05	.07	.09	.03	.84	.90	.87	.87	.87	.87	.95	.93	.94	.95	.96	
.00	.06	.08	.08	.08	.05	.02	.82	.86	.90	.88	.90	.90	.93	.97	.93	.99	.97	
.00	.07	.08	.07	.08	.06	.02	.81	.86	.88	.90	.88	.89	.93	.97	.98	.95	.96	
.00	.06	.08	.08	.08	.06	.02	.82	.86	.90	.89	.90	.90	.93	.97	1.00	.98	.99	
.00	.07	.08	.08	.08	.06	.02	.82	.86	.89	.89	.90	.90	.93	.97	.99	.99	1.00	

それぞれ、0.41, 0.39, 0.38 および 0.37 であった。この値は、Suzukiら (2000) が Method R を用いて推定した初産次の乳量の 0.40, 乳脂量の 0.37 および乳タンパク質量の 0.32 に近似していた。しかしながら、Suzuki と van Vleck (1994) が REML 法を用いて北海道内のホルスタイン種について推定した乳量, 乳脂量, SNF 量および乳タンパク質量の遺伝率は、それぞれ、0.30, 0.30, 0.27 および 0.26 とより小さな値であった。このことは、本研究では、使用した記録が初産に限られたことによると推察された。また、各形質における遺伝分散および残差分散も本研究において高い値が推定された。このことについて検証するために、本研究に使用した泌乳記録のうち、初産次の搾乳日数が 240 日に満たない記録を除外して表型分散を推定した。その結果、初産乳量について推定された表型分散は、1,214,498 であり、すべての記録を含めて推定した場合の表型分散 (1,513,120) との比較において小さな推定値であった。このことより、本研究において遺伝分散および残差分散が高く推定されたことは、分析に搾乳日数 240 日に満たない記録を含めたことに起因した現象であると推察された。

体型各形質の遺伝率は、蹄の角度に関する 0.07 から高さに関する 0.33 までの範囲で推定された。これらの推定値は、社団法人日本ホルスタイン登録協会から得られた体型記録を用いて推定した河原ら (1996) および萩谷ら (2000b) による値と近似した。

Vollema (1998) の総説では、HL の遺伝率が、0.03 から 0.13 で、使用した記録数に基づく重み付け平均は、0.08, PL の遺伝率は 0.04 から 0.15 の範囲で推定され、その重み付け平均は 0.10 であると報告されている。本研究において推定された HL の遺伝率は、48 カ月および 84 カ月でそれぞれ 0.11 および 0.13 であり、PL の遺伝率はそれぞれ 0.10 および 0.13 であった。これらの値は、他の報告に比較して相対的に高い推定値であった。このことは、他の報告の多くがサイアーモデルを用いたのに対し、本研究では、アニマルモデルを採用したことによって、遺伝分散および残差分散の推定においてより多くの遺伝情報を利用した結果であると推察された。

生涯産乳形質に関する遺伝率は、48 カ月および 84 カ月のいずれの形質においても 0.15 から 0.16 の範囲で推定された。これらの値は、Smithら (1998) による 0.12 から 0.13 の推定値より僅かに高い値であった。期間を示す HL および PL の遺伝率より生涯産乳形質各形質に関する遺伝率が高い推定値を示したことから、生涯産乳形質が、HL および PL よりも効果的な改良が可能な形質であることが示唆された。

初産および生涯形質間の遺伝相関係数および表型相関係数を表 2 に示した。初産および 48 カ月における産乳形質間の遺伝相関は、乳量, 乳脂量, SNF 量および乳タンパク質量について、それぞれ、0.69, 0.74, 0.68 および 0.68 であった。同様に、初産および 84 カ月における産乳形質間の遺伝相関は、それぞれ、0.53, 0.61, 0.53 および 0.54 であった。いずれの産乳形質においても、仮定した期間の増加にともなって初産との遺伝相関が低下した。これは、初産次の産乳形質が生涯産乳形質に含まれていることから、仮定した期間の長期化にともなって、生涯産乳形質に対する初産乳量の割合が低下することに起因した現象であると推察された。初産分娩後 48 カ月の時点では、全体の約 50% の個体が在群していたのに対し、初産分娩後 84 カ月齢では、全体の 10% 程度にとどまっていることから、さらに長期間の産乳形質を仮定した場合にも初産次の産乳形質との間の遺伝相関が大きく異なる可能性はないと判断された。

期間を示す形質は、乳用牛のサイズに関連する形質である体積, 高さ, 強さ, 体の深さおよび尻の幅との間に負の相関関係 (-0.09 から -0.30) を示した。それらに対し、乳房の深さなど乳房の形状を表す形質との間には正の相関関係が認められた。従来から、HL または PL と強さおよび体の深さの間に負の相関関係が存在することが知られ (Boldmanら 1992; Harrisら 1992; Short と Lawlor 1992; 河原ら 1996), 乳房の深さとの間に正の相関係数が存在することが報告されている (Rogersら 1989; Boldmanら 1992; Short と Lawlor 1992; 河原ら 1996)。本研究の結果は、それらの報告と一致した。

乳用牛のサイズに関連する形質である体積, 高さ, 強さ, 体の深さおよび尻の幅と、初産乳量との間に遺伝相関が小さく推定された (0.00 から 0.08) が、PL48 乳量および PL84 乳量との間には負の遺伝相関係数 (-0.14 から -0.30) が推定された。Hansenら (1999) は、30 年にわたってホルスタイン種の体のサイズに対する選抜実験を行い、その結果、産次ごとの産乳形質には、体の小さな個体と体の大きな個体との間に有意な差がないことを報告した。さらに、体の小さな個体が体の大きな個体よりも生産期間が有意に長いことを報告した。これらのことより、生涯乳量は、各産次の乳量の低下より、むしろ体のサイズに伴う生産期間あるいは連産性の低下によって減少することが推察された。本研究では、前乳房の付着および乳房の深さは、初産乳量との間に負の遺伝相関係数 (-0.03 および -0.21) が推定されたにもかかわらず、PL48 乳量との間には正の遺伝相関係数 (0.09 および 0.02) が推定された。さらに、PL84 乳量との間には比較

## 生涯産乳形質の遺伝的パラメータ

的高い遺伝相関係数 (0.22 および 0.20) が推定された。また、他の生産形質についても同様の傾向が認められた。Rupp と Boichard (1999) は、前乳房の付着および乳房の深さのスコアと体細胞数および乳房炎との間に負の遺伝相関係数が存在することを報告した。それゆえに、これらの形質のスコアが低い個体は、初産次に高い産乳形質が期待できるが、乳房炎および体細胞数の増加をもたらす、長期にわたって高い産乳形質を維持することが難しいと判断され、結果的に生涯産乳形質を低下させることが推察された。生涯産乳形質の記録を得るまでに長い期間を必要とするために、生涯産乳形質を増加させる目的で選抜を行う場合には、初産次の産乳および体型形質に基づく間接選抜に依存する。その場合、産乳能力のみでなく、初産次の産乳能力に対して負の遺伝相関が推定された前乳房の付着および乳房の深さに対し、生涯産乳形質との間の遺伝相関係数を考慮した重み付けが必要であると判断された。

## 謝 辞

本研究の一部は、乳用牛生涯生産向上技術研究開発事業の援助を受けて行われた。ここに謝意を表します。

## 文 献

- Boldman KG, Freeman AE, Harris BL, Kuck AL. 1992. Prediction of sire transmitting abilities for herd life from transmitting abilities for linear type traits. *Journal of Dairy Science*, 75 : 552-563.
- 萩谷功一・鈴木三義・ファン アントニオ ベレイラ・河原孝吉. 2000b. ホルスタイン種における線形形質スコアのクラス分けが遺伝的パラメータに及ぼす影響. 北海道畜産学会報, 42 : 55-61.
- 萩谷功一・鈴木三義・山口由紀・河原孝吉・ファン アントニオ ベレイラ. 2000a. 北海道のホルスタイン集団における泌乳量に対する分娩月齢および分娩月補正の再検討. 日本畜産学会報, 71 : J12-J18.
- Hansen LB, Cole JB, Marx GD, Seykora AJ. 1999. Productive life and reasons for disposal of Holstein cows selected for large versus small body size. *Journal of Dairy Science*, 82 : 795-801.
- Harris BL, Freeman AE, Metzger E. 1992. Analysis of herd life in Guernsey dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 75 : 2008-2016.
- 河原孝吉・萩谷智史・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雄牛集団の遺伝的パラメータの推定. 日本畜産学会報, 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. 日本畜産学会報, 67 : 463-475.
- Misztal I, Weigel K, Lawlor TJ. 1995. Approximation of estimations of (co)variance components with multiple-trait restricted maximum likelihood by multiple diagonalization for more than one random. *Journal of Dairy Science*, 78 : 1862-1872.
- Quaas LR. 1988. Additive genetic model with groups and relationships. *Journal of Dairy Science*, 71 : 1338-1345.
- Rogers GW, McDaniel BT, Dentine MR, Funk DA. 1989. Genetic correlations between survival and linear type traits measured in first lactation. *Journal of Dairy Science*, 72 : 523-527.
- Rupp R, Boichard D. 1999. Genetic parameters for clinical mastitis, somatic cell score, production, udder type traits, and milking ease in first lactation Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 82 : 2198-2204.
- Short TH, Lawlor TJ. 1992. Genetic parameters of conformation traits, milk yield ; herd life in Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 75 : 1987-1998.
- Smith LA, Cassel BG, Pearson RE. 1998. The effect of inbreeding on the lifetime performance of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 81 : 2729-2737.
- Suzuki M, Hagiya K, Pereira JAC, Yoshizawa T. 2000. Method R estimates of heritability and repeatability for milk, fat, and protein yields of Japanese Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 83 (Supplement1) : 50. (Abstract).
- Suzuki M, van Vleck LD. 1994. Heritability and repeatability for milk production traits of Japanese Holsteins from an animal model. *Journal of Dairy Science*, 77 : 583-588.
- 社団法人家畜改良事業団. 1995. 乳牛の総合的遺伝評価のための基礎分析. 社団法人家畜改良事業団発行. 東京.
- Vollema AR. 1998. Longevity of dairy cows : A review of genetic variances and covariances with conformation. *Animal Breeding Abstract*, 66 : 781-802.
- Wood PDP. 1969. Factors affecting the shape of the lactation curve in cattle. *Animal Production*, 11 : 307-316.

## Estimation of Heritabilities and Genetic Correlations for Lifetime Production and First Lactation Traits of Holstein Cows in Japan

Kouichi HAGIYA, Mitsuyoshi SUZUKI<sup>1</sup>, Takayoshi KAWAHARA<sup>2</sup>, J. Antonio C. PEREIRA,  
Yukio DOMON, Shogo TSURUTA<sup>3</sup> and Ignacy MISZTAL<sup>3</sup>

Iwate University, The United Graduate School of Agricultural Sciences,  
Morioka-shi 020-8550, Japan

<sup>1</sup> Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine,  
Obihiro-shi 080-8555, Japan

<sup>2</sup> The Holstein Cattle Association of Japan, Kita-ku,  
Sapporo-shi 060-8555, Japan

<sup>3</sup> University of Georgia, Animal & Dairy Science Department, Athens,  
Georgia 30602, USA

Corresponding : Kouichi HAGIYA (fax : +81 (0) 11-726-3135, e-mail : kouichi@park.zero.ad.jp)

Heritabilities for lifetime production and first lactation traits and genetic correlations among these traits were estimated using an animal model. Data consisted of 58,352 lifetime records of Holstein cows reported from 1975 to 1999 in the Hokkaido Dairy Cattle Milk Recording and Testing Association. Type traits and pedigree information of 132,096 animals were obtained from The Holstein Cattle Association of Japan. Herd life and productive life for 48- and 84-mo after the first calving were defined as longevity traits. Milk, fat, SNF, and protein yields in the productive life were defined as lifetime production traits. For the first lactation, these production traits and 17 type traits were analyzed. A total of 33 traits were simultaneously estimated with the multiple-trait EM-REML method. Heritability estimates of lifetime production ranged from 0.15 to 0.16. Genetic correlations between production traits for the 84-mo lifetime and for the first lactation ranged from 0.53 for milk and SNF yields to 0.61 for fat yields. Genetic correlations between fore attachment or udder depth and milk production for the first lactation were negative ( $-0.03$  and  $-0.21$ , respectively). However, genetic correlations between these traits and 84-mo milk production were positive (0.22 and 0.20, respectively).

*Nihon Chikusan Gakkaiho*, 73 (1) : 1-8, 2002

Key words : Holstein cows, Lifetime production, Genetic parameters