Variation in the Number of Nipples in Wistar-Imamichi Rats

Hirofumi FUJITA, Yasumasa WAKAFUJI, Yoshio AGEMATSU
and Tomonori IMAMICHI*

Institute for Animal Reproduction, Omiya, Saitama 330, Japan, and

**Department of Physiology, Nippon Veterinary and Zootechnical
College, Musashino, Tokyo 180, Japan*

(Received for publication : July 16, 1979)

In order to determine heritability of accessory nipples, variations in the number of nipples were investigated in 13-week old female Wistar-Imamichi rats, maintained as a closed colony in the Institute for Animal Reproduction. Most of the females examined (93.32%) had six pairs of nipples; three in the pectoral and three in the abdomino-inguinal regions. Whereas, 229 out of 3606 rats had one accessory nipple each, 9 animals had 2 accessories, and 3 females were deficient of the pectoral nipple. Most of the accessory nipples were found either in the caudal and cranial regions of the third pectoral nipples or in the regions between the second and third abdomino-inguinal nipples. The frequencies for appearance of the accessory nipples were higher in the pectoral regions than those in the abdomino-inguinal ones, and also in the left side than in the right ($p < 0.01$), respectively. In 208 out of 791 litters examined, 177 litters had only one sister-mate with accessory nipple, 29 litters had 2 sister-mates with accessories, and 2 litters had 3 sister-mates with accessories, respectively. The localization of accessory nipples of the sister mates within the litter was similar in most of the cases. Heritability of the appearance of accessory nipples was estimated to be 0.8074 by using the formula described by Falconer⁹⁾.

Wistar-Imamichi ラットの乳頭数の変異について

藤田 博文・若 藤 靖 匡・上 松 嘉 男・今 道 友 則*

動物繁殖研究所 日本獣医畜産大学生理学教室*

哺乳動物の乳頭数は Species を特徴づける有力な形質であるが、乳頭数の多い動物種ではその数に変異がみられる。また、乳頭数の多寡は多産の動物種では生産能力と深いかわりがあると考えられている [2, 3, 17, 18]。例えば、経済動物としての豚においては乳頭数が乳仔の発育や生死に関係しているとして日本種豚登録協会の審査標準、登録規定においても種豚の乳頭数は12個以上と定められている [13, 14]。また日本ホルスタイン登録協会の審査標準では雄・雌ともに乳房のうち1乳区以上先天的に欠如しているものは失格とされている [15, 16]。

一方実験動物化されたマウス・ラットでは乳頭数は各

々10個、12個と記載されているが [11]、これらの動物種が実験動物化される過程において乳頭数の変異の育種学的配慮はほとんどされていなかった。しかしながら実験動物においても、生産効率を増大するためには泌乳可能な乳頭数が増加することは望ましいことである。今道 [4, 10] は 1950 年以來、東大農学部家畜生理学教室由来 Wistar 系ラットの量的形質の育種改良に努めて来た。その結果安定した4日性周期を示し、性質温順、かつ多産・哺育力に優れた発育良好な実験動物としての Wistar-Imamichi ラットを育成した。本報においては当研究所で維持している Wistar-Imamichi ラットの集団にお

ける乳頭数の調査を行なったので報告する。

材料および方法

調査コロニー：対象コロニーは動物繁殖研究所・大宮生産所において1965年から厳重に選抜維持生産されてきた Wistar-Imamichi ラットの閉鎖集団である。

1) 種親の選抜. 0 日齢における同腹仔数が11匹以上であって、体重が 21 日齢（雄雌ともに30 g）、90日齢（雌200 g）および 120 日齢（雄350 g）の発育基準に合格した、性質が温順で健康なものおよび雌は70～90日齢で規則正しく 4 日性周期を描いたものを選んだ。

2) 生産方式. 種雄 1 に対し種雌 3～5 匹を 1 週間同居させた後個別ケージに移した。出産日を 0 日齢として起算し原則として 3 日齢で乳仔数を雌 6、雄 3 匹に調整し 21 日齢で離乳した。母体は 1 週間休息させた後、再び交配し雌ラットは 4 産まで使用した。

調査対象：1973年 6 月～1974年 5 月および1975年 3 月～1976年 2 月に生産された動物群を母集団として無作為に雌3606匹を抽出し調査した。乳頭の観察は90日齢で肉眼的に行ない、乳腺組織との対応についての検討は行わなかった。

判定方法：通常ラットにおける乳頭は左右一対をもって胸部第Ⅰ～Ⅲ乳頭（Ⅰst～Ⅲrd pectoral mammary nipples）、鼠径部第Ⅰ～Ⅲ乳頭（Ⅰst～Ⅲrd abdomino-inguinal mammary nipples）と呼ばれ[11]、この 6 対を保有する動物がもっとも一般的に認められる型である。そこで本報ではこの 6 対を基本乳頭とし、動物自身の左と右に分け頭側から胸部第Ⅰ、第Ⅱ、第Ⅲの各乳頭、鼠径部第Ⅰ、第Ⅱ、第Ⅲの各乳頭とし、その位置する場所を各乳頭域として記載した。基本乳頭は後述する通り左右が対称的である。これに対し、非対称的な乳頭が出現したとき基本乳頭数よりも多い場合にはそれを副乳頭とし数の少ない場合には欠如乳頭とした。また副乳頭が左胸部第Ⅰと第Ⅱ乳頭の間に存在する場合は P-L・Ⅰ-Ⅱと示し左胸部第Ⅰ乳頭より頭側の場合は P-L・Cr-Ⅰ、左胸部第Ⅲ乳頭より尾側の場合は P-L・Ca-Ⅲ というように記載した。また、無作為に選んだ 100 頭の雌を用い鼻端より左右乳頭までの距離を測定し左右乳頭位置の対称性の検討の為に用いた。

統計処理の方法：基本乳頭における左右乳頭位置の対称性の検討には Student の t 検定を、その他の有意性の検討の場合には χ^2 検定を用いた。また遺伝率の推定には Falconer [5] の方法を適用した。なお同腹姉妹内に

Table 1. Distances between rhinal tip and each nipple in female Wistar-Imamichi rats (n=100)

Site & No. of Nipples		Distance from rhinal tip(cm)	
		Left side	Right side
Pectoral	I	7.10±0.28	7.03±0.25
	II	9.07±0.32	9.05±0.29
	III	10.59±0.38	10.50±0.34
Abdomino-inguinal	I	15.27±0.48	15.26±0.45
	II	17.45±0.55	17.41±0.53
	III	18.80±0.57	18.74±0.54

Distance between rhinal tip and each nipple, measured in 100 animals, expressed as Mean±S.D., is not significantly different between left and right sides. These results indicate a symmetrical arrangement of the nipple in both sides of the body.

における副乳頭出現部位の類似性の検討に際しては同腹姉妹組内において①副乳頭が 1 個所に出現した動物が 2 頭（仮に動物 A、B と呼ぶ）いた場合は動物 A と B における副乳頭出現部位の単一比較とし② 3 頭（同 C、D、E）いた場合は C と D、D と E、E と C の相互比較とした。また③副乳頭が 1 個所に出現した動物が 1 頭（同 F）と 2 個所（仮に副乳頭 g'、g'' と呼ぶ）に出現した動物が 1 頭（同 G）いた場合は便宜的に後者（同 G）を副乳頭 g' および g'' を別々にもつ動物（同 G'、G''）とみなし F と G'、F と G'' の相互比較とした。なお同腹姉妹における副乳頭出現部位の類似率の計算は次式によった。

$$\frac{\text{類似性のみられた姉妹組合せ数}}{\text{姉妹組合せ総数}} \times 100 (\%)$$

成 績

1) 基本乳頭における左右乳頭位置の対称性の検討

基本乳頭から鼻端までの間の距離には対応する左右乳頭間で有意差が認められなかった（Table 1）。このことは左右乳頭の位置に高い対称性があることを示す。副乳頭に関してはほとんどが 1 側性であることから対称性の検討はできなかった。

2) 変異乳頭の出現場所と出現率

調査対象動物 3606 頭のうち 241 頭（調査全頭数に対する出現率；6.68%）に乳頭数の変異を認めた。そのうちの 10 頭は副乳頭出現動物 238 頭（同 6.60%）、乳頭欠如動物 3 頭（同 0.08%）であった。また 9 頭（同 0.25%）の動物に 2 個の副乳頭出現があったため乳頭数にして延べ

Table 2. Frequency and the site of the nipple variations observed in female Wistar-Imamichi rats

Site No.	Left side			Right side			Total of both sides		
	No. of Variation	Frequency		No. of Variation	Frequency		No. of Variation	Frequency	
		(A)	(B)		(A)	(B)		(A)	(B)
P. I	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I - II	1*	0.40	0.23	0	0	0	1	0.40	0.23
II	4*	1.60	0.92	3**	1.20	0.69	7($\begin{smallmatrix} 4^* \\ 3^{**} \end{smallmatrix}$)	2.80	1.62
II - III	58*	23.20	13.40	35*	14.00	8.09	93	37.20	21.49
III	2*	0.80	0.46	4*	1.60	0.92	6	2.40	1.39
Ca to III	51*	20.40	11.79	16*	6.40	3.70	67	26.80	15.48
Total of P.	116	46.40	26.81	58($\begin{smallmatrix} 55^* \\ 3^{**} \end{smallmatrix}$)	23.20	13.40	174($\begin{smallmatrix} 171^* \\ 3^{**} \end{smallmatrix}$)	69.60	40.21
A. Cr to I	2*	0.80	0.46	0	0	0	2	0.80	0.46
I	1*	0.40	0.23	1*	0.40	0.23	2	0.80	0.46
I - II	4*	1.60	0.92	5*	2.00	1.16	9	3.60	2.08
II	2*	0.80	0.46	2*	0.80	0.46	4	1.60	0.92
II - III	34*	13.60	7.86	20*	8.00	4.62	54	21.60	12.48
III	1*	0.40	0.23	3*	1.20	0.69	4	1.60	0.92
Ca to III	1*	0.40	0.23	0	0	0	1	0.40	0.23
Total of A.	45	18.00	10.40	31	12.40	7.16	76	30.40	17.56
Total	161	64.40	37.21	89($\begin{smallmatrix} 86^* \\ 3^{**} \end{smallmatrix}$)	35.60	20.56	250($\begin{smallmatrix} 247^* \\ 3^{**} \end{smallmatrix}$)	100.00	57.77

(A) : (No. of nipples with variation (additional or absent) / total No. of nipples with variation) × 100

(B) : (No. of nipples with variation on each site / total No. of principal nipples in animals) × 10000

Principal nipples : 3 pairs on pectoral region and 3 on abdomino-inguinal. I, II, III : Site No. for principal nipples. I - II : Site between I and II. Ca : Caudal. Cr : Cranial. P: Pectoral.

A : Abdomino-inguinal * : Accessory nipples. ** : Absent nipples.

250個の変異が確認された。変異乳頭出現状況を Table 2 に示した。副乳頭出現は左胸部第Ⅱ-Ⅲ乳頭間の 58 例（変異型中に占める出現頻度 23.20%）を最高に左胸部第Ⅰ-Ⅱ、左鼠径部第Ⅰ、第Ⅲ、第Ⅲ後域および右鼠径部第Ⅰ乳頭域の各 1 例（同 0.40%）までであった。またその出現部位は副乳頭の出現を認めなかった左右胸部第Ⅰ前域、右胸部第Ⅰ-Ⅱ域、右鼠径部第Ⅰ前域、および右鼠径部第Ⅲ後域を除いたほぼ全域に分布していた。さらに 3 例（1.20%）の乳頭欠如動物において欠如部位はすべて右胸部第Ⅱ乳頭であった。これら変異乳頭の出現頻度には明らかに部位による有意差が認められた。すなわち左側において右側の約 2 倍の乳頭数の変異が出現する傾向が認められた（左側変異乳頭出現数 161、右側変異乳頭出現数 89、 $P < 0.01$ で有意差）。さらに胸部域においても鼠径部域の約 2 倍の変異乳頭が出現する傾向が認められた（胸部域変異乳頭出現数 174、鼠径部域変異乳頭出現数 76、 $P < 0.01$ で有意差）。

副乳頭が 2 個所に出現した動物 9 頭についての出現部位を一括して Table 3 に示した。両副乳頭共に胸部乳

頭域に認められたもの 5 頭、左側乳頭域 3 頭、右側乳頭域 2 頭で、鼠径部乳頭域に 2 個とも位置していた個体はなかった。その他 4 頭の副乳頭は胸部乳頭域と鼠径部乳頭域のそれぞれに 1 個づつ認められた。なお今回の調査では同一個体で 3 個所以上の副乳頭出現例は認められなかった。

3) 同腹姉妹内での副乳頭の出現状況

調査対象雌動物 3606 頭を構成する同腹姉妹組数は 791 組で、1 組当りの平均姉妹頭数は 4.56 ± 1.43 頭（平均 ± S. D.）である。同腹姉妹組中 177 の姉妹組（全姉妹組数に対する割合 22.38%）において各組内に 1 頭づつ、29 姉妹組（同 3.67%）において 2 頭づつ、2 姉妹組（同 0.25%）においてそれぞれ 3 頭づつ副乳頭を認めた。従って計 208 姉妹組（同 26.30%）が副乳頭を有しており残る 583 姉妹組（同 73.70%）では副乳頭を有する動物の出現を認めなかった。次いで副乳頭出現動物が 2 頭および 3 頭認められた 31 姉妹組内の副乳頭出現動物 64 頭について同腹姉妹同志の副乳頭出現部位の類似性について比較検討した（Table 4）。比較対象 31 姉妹組のうちわけは

「統計処理の方法」の項の①に該当する副乳頭1個を持つ動物が2頭認められた姉妹組26, ②に該当する副乳頭1個を持つ動物が3頭認められた姉妹組2, ③に該当する副乳頭1個を持つ動物が1頭と2個を持つ動物が1頭認められた姉妹組3であった。従って同腹姉妹内における副乳頭出現部位の類似性比較のための姉妹同志の組合せは延べ38組合せで延べ頭数67となった。出現部位の類似性の比較では乳頭域を4区(左および右胸部乳頭域, 左および右鼠径部乳頭域)に大別して行なった。比較の為の姉妹組合せの中で同一乳頭域に副乳頭の出現した姉妹組19組合せ(延べ組合せ数に対して50.0%)のうちわけは左胸部乳頭域11組合せ(同28.95%), 右胸部乳頭域4組合せ(同10.53%)および左, 右鼠径部乳頭域各々2組合せ(同5.26%)であった。また左右を問わず副乳頭の存在が胸部乳頭域にみられた姉妹26組合せ(延べ組

Table 3. Location of the accessory nipple in 9 rats with 2 accessory nipples

Case	Site for accessory nipples	
	One	Another
1	L.P. II-III	R.P. II-III
2	L.P. II-III	L.A. II-III
3	L.P. II-III	L.P. Ca to III
4	L.P. Ca to III	R.P. Ca to III
5	L.P. II-III	R.P. II-III
6	L.P. II-III	L.A. I-II
7	R.P. Ca to III	R.A. II-III
8	R.P. II-III	R.A. I-II
9	L.P. Ca to III	R.P. Ca to III

R : Right. L : Left. P : Pectoral. A :
Abdomino-inguinal. I, II, III : Site No.
for principal nipples. Ca : Caudal.

Table 4. Analysis of the region where accessory nipples appeared in sister-mates within each litter

Group	No. of litters			No. of pairs of sister-mates arranged	Regional pairs for accessory nipples detected											
	with accessory nipples				L-P & L-P	R-P & R-P	L-P & R-P	L-A & L-A	R-A & R-A	L-A & R-A	L-P & R-P	R-P & R-A	L-P & R-A	R-P & L-A		
	One**	Two**	Total													
2 sister-mates*	26 (52)***	3 (6)	29 (61)	32	11	3	9	2	2	1	1	0	2	1		
3 sister-mates*	2 (6)	0 (0)	2 (6)	6	0	1	2	0	0	1	1	0	1	0		
Total	28 (58)	3 (6)	31 (67)	38	11	4	11	2	2	2	2	0	3	1		

* : 2 or 3 sister-mates with accessory nipples within a litter

** : Number of accessory nipples seen in 2 or 3 sister-mates within a litter

*** : Number in parenthesis represent total number of animals with accessory nipples

L-P : Left pectoral region. R-P : Right pectoral. L-A : Left abdomino-inguinal. R-A : Right abdomino-inguinal.

合せ数に対して68.42%), 鼠径部乳頭域のもの6組合せ(同15.79%), 胸部・鼠径部乳頭両域にわたった姉妹6組合せ(同15.79%)であり, 胸部の占める割合が有意に多かった($P < 0.01$)。左右間の比較では左側乳頭域15組合せ(同39.47%), 右側乳頭域6組合せ(同15.79%)左側・右側乳頭両域にわたった姉妹19組合せ(同50.00%)であり右側乳頭域を共通とするものが少くなる傾向がみられた($0.05 < P < 0.10$)。また出現部位でまったく共通性の認められないものは4組合せ(同10.53%)のみであり, まったく同一部位に出現した姉妹11組合せ(同28.95%)を含め残る34組合せ(同89.47%)においては副乳頭の出現部位に類似性が認められた。

4) 遺伝率の推定

変異乳頭出現に関する遺伝性の検討のための Falconer [5] 閾値形質における遺伝率推定方法を準用した。すなわち今回の調査の一般集団における変異乳頭動物出現率は6.68% (241頭/3606頭), 近縁集団つまり同腹動物における変異乳頭動物出現率は23.63% (241頭/1020頭)であり Falconer [5] の付表より

$x_g = 1.5012$

$x_r = 0.7183$

$a = 1.9392$

$r = 1/2$

従って遺伝率 h^2 は

$$h^2 = \frac{x_g - x_r}{ra} = \frac{1.5012 - 0.7183}{1/2 \times 1.9392} = 0.8074$$

であった。

考 察

実験小動物として汎用されるラットでは胸部3乳腺域、腹鼠径部3乳腺域をもち、乳頭は各乳腺域に1個づつ計12乳頭が定説となっており他の多産動物種において認められるような変異には富んでいないと一般に考えられている[11]。しかし Myers [12] は乳腺管および乳頭に関する研究報告の中で、また Henneberg [9] は胎児における乳器の発育に関する研究の中で各々少数例ではあるがラットにおける乳腺数および乳小丘数の変異について詳細な記述を行なっている。Frank ら [6] もまた乳腺の発育促進に関する実験の中でラットに10～14の乳房(breasts)があることを記載しているが変異の詳細については明らかではない。Myers [12] は観察動物100例中80例ではいわゆる正常乳頭数を持ち、1例のみに過剰乳頭(出現部位は左側胸部第Ⅲ乳頭の直後)、12例には右側胸部第Ⅱ乳頭が欠如、7例には左右胸部第Ⅱ乳頭の欠如を観察し過剰乳頭よりむしろ欠如乳頭例が多かったことを報告している。さらに Henneberg [9] は14から15日齢の胎仔28例の観察で5例に過剰乳小丘を認めた。それはすべて胸部に出現し正常のものより小さく、4例が第Ⅱと第Ⅲ胸部乳小丘の間に出現、1例は第Ⅲ乳小丘の直後であった。しかし成熟動物では、150例中過剰乳頭例は胸部第Ⅲ乳頭の直後に出現したわずか1例にすぎなかったが、この動物では同時に鼠径部第Ⅰ乳頭が欠如していた。

今回の著者らの成熟雌 Wistar-Imamichi ラット群における調査結果からは過剰および欠如乳頭を持つ、いわゆる変異乳頭出現動物は必ずしも少なくとも調査動物の6.68%におよんだ。この事実はこのラットにおいて乳頭数が未だ固定された形質ではなく、遺伝的背景の相違により乳頭数が増減する可能性を示唆している。

また今回の調査において副乳頭出現部位が特定乳頭域のみに限局する現象は観察されなかったが、辺縁部乳頭域(胸部第Ⅱ乳頭より前部および腹鼠径部第Ⅲ乳頭の後部)においてはまったく出現をみないか非常に低頻度であり、胸部第Ⅱ-Ⅲ乳頭域、第Ⅲ乳頭後域および腹鼠径部第Ⅱ-Ⅲ乳頭域において多発する傾向が認められた。前述 Myers [12]、Henneberg [9] にもまた胸部第Ⅲ乳頭前後域に過剰乳頭を認めている。さらに乳頭の欠如部位に関して Myers は胸部第Ⅱ乳頭の片側あるいは両側の欠如を観察し、Henneberg は腹鼠径部第Ⅰ乳頭の

欠如を認めており、今回の著者らの調査でも全調査頭数のわずか0.08%(3例)ではあったが胸部第Ⅱ乳頭の片側欠如を確認している。

また副乳頭の出現率を左右について比較すると左側乳頭域に多発する傾向が認められた。同様な現象については Anderson ら [1] がゴールデンハムスターにおいて、また Poonacha ら [19] がインディアンシープ7品種と2交雑種について報告している。動物種を異にするが、かかる現象からは乳頭出現の有無ならびにその位置決定にあずかる遺伝因子の存在が推測される。

多胎動物における乳頭数の遺伝性については豚において数多くの研究があり遺伝率の推定が行なわれている。Hanset ら [7] は Piétrain 種と Belgian Landrace 種を用いた実験で平均遺伝率が各々0.46、0.34であったことを報じ Oluyemi ら [17] は Landrace 種と Large White 種を用いた実験から0.18～0.78の遺伝率を推定している。また武富ら [20] は豚乳頭数の遺伝に関する広範な研究の中で Middle White 種および Berkshire 種について遺伝率を推定し0.02～0.62の値であったとしている。また Hanset ら [8] は1961年から1971年にかけて Piétrain 種を用い多乳頭化への選抜育種を行ない乳頭数が13.17から13.59へ増加し12個以下の動物が減少したことを報じている。しかし豚以外の多胎動物での乳頭数の遺伝性に関する報告は比較的少ない。著者らがラット変異乳頭出現の有無を閾値形質と考えて Falconer [5] の選抜反応を利用した方法を用い遺伝率を推定した結果では0.8074であり一般の豚において推定された値よりやや大きい値を示している。この値は本ラット乳頭数における表型選抜の有効性を示唆している。従って今後副乳頭と乳腺あるいは哺乳力との関連性について検討をしつつ選抜対象形質の一つに乳頭数を加える考慮が必要であろう。なお副乳頭の生理機能および哺育力に関する検討は現在計画中である。

要 約

ラットの乳頭数は一般に胸部、腹鼠径部各3対計12個であるが、乳腺を伴う乳頭数の多い動物を育種することができれば哺育能力を高め、生産効率を向上させることに結び付く可能性が期待できる。この様な見地から、Wistar-Imamichi ラットの乳頭数の変異(副および欠如乳頭出現の有無)について調査検討を行った。

調査総数3606頭のうち241頭(6.68%)に乳頭数の変異が認められた。241頭中229頭に1個、9頭に2個の副

乳頭が出現し、3頭に右胸部第Ⅱ乳頭の欠如が認められた。

副乳頭出現部位はほぼ全域にわたったが、特に胸部第Ⅲ乳頭の前後域・腹鼠径部第Ⅱ-Ⅲ乳頭域で多く出現し、左右胸部第Ⅰ乳頭前域・右胸部第Ⅰ-Ⅱ乳頭域および右腹鼠径部第Ⅰ乳頭前域にはみとめられなかった。

変異乳頭は腹鼠径部よりも胸部で、右側よりも左側乳頭域に多く出現する傾向が認められた ($P < 0.01$)。

調査対象の同腹姉妹組数は791でそのうち177組は各組内に1頭づつ、29組には2頭づつ、2組には3頭づつの動物が副乳頭を有し他の583組には副乳頭出現動物は認められなかった。副乳頭出現動物が2頭以上みつかった同腹姉妹組(31組)における姉妹同志(38組合せ)での副乳頭出現部位の類似率は89.47%であった。

変異乳頭出現に関して遺伝率を推定したところ $h^2 = 0.8074$ であった。したがって、表型選抜による育種の可能性が示唆された。

本研究の推進を援助いただいた動物繁殖研究所大山優子夫人に感謝する。また有益な御助言をいただいた東北大学医学部信永利馬助教授に対し深甚な謝意を表する。

本研究の一部は文部省科学研究費特定研究「実験動物の純化と開発」課題番号012212によって行った。

文 献

- [1] Anderson, R. R., and Sinha, K. N. (1972). Number of mammary glands and litter size in golden hamster. *J. Mammal.*, **53**, 382-384.
- [2] Bicanin, M. (1966). Correlation between the number of teats in the sow and the number of piglets born live, in relation to udder asymmetry. *Agron. Glasn.*, **17**, 603-606; *Dairy Sci.*, Abstr., **29**, 669.
- [3] Burkat, V. P. (1967). The selection of pigs for teat number. *Svinovodstvo, Mosk.*, **21**, 40-42; *Anim. Breed. Abstr.*, **36**, 467.
- [4] 動物繁殖研究所(1978). 動物繁殖研究所の実験動物.
- [5] Falconer, D. S. (1965). The inheritance of liability to certain diseases, estimated from the incidence among relatives. *Ann. Hum. Genet.*, **29**, 51-76.
- [6] Frank, R. T., and Unger, A. (1911). An experimental study of the causes which produce the growth of the mammary gland. *Arch. intern. Med.*, **7**, 812-838.
- [7] Hanset, R., et Camerlynck, R. (1974). L'hérabilité du nombre de mamelles chez le Porc de *Piçtrain* et le Porc *Landrace Belge*. *Ann. Génét. Sél. Anim.*, **6**, 91-102.
- [8] Hanset, R., et Widar, J. (1975). L'efficacité de la sélection pour le nombre de mamelles chez le Porc de *Piçtrain*. *Ann. Génét. Sél. Anim.*, **7**, 91-97.
- [9] Henneberg, B. (1899). Die erste Entwicklung der Mammarorgane by der Ratte. *Anat. Hefte.*, **13**, 1-68.
- [10] 今道友則(1961). 繁殖生理学および内分泌学研究に適する生理的特徴を目標とした Wistar-Imamichi rat の育成について. *日本臨牀*, **19**, 99-109.
- [11] 望月公子・藤岡俊健・鬼頭純三(1968). 乳器の形態と構造. 泌乳, 星冬一郎・内藤元男編, 東大出版会, 東京, p. 1-36.
- [12] Myers, J. A. (1916). Studies on the mammary gland. I. The growth and distribution of the milk-ducts and the development of the nipple in the albino rat from birth to ten weeks of age. *Am. J. Anat.*, **19**, 353-390.
- [13] 日本種豚登録協会(1976). 種豚登録規定.
- [14] 日本種豚登録協会(1976). 豚の体格審査標準.
- [15] 日本ホルスタイン登録協会(1965). Holstein 種牝牛審査標準.
- [16] 日本ホルスタイン登録協会(1965). Holstein 種牝牛審査標準.
- [17] Oluyemi, J. A., and Babtola, E. (1973). The heritability and the economic importance of nipple numbers in swine at the University of Ibadan. *E. Afr. Agric. For. J.*, **38**, 215-217.
- [18] 大島正尚(1968). 乳頭. 繁殖学辞典, 星冬一郎編, 文永堂, 東京, 147-148.
- [19] Poonacha, K. B., and Prabuhu, S. S. (1970). Variation in multiple nipples in some breeds and crosses of Indian sheep. *Ind. J. Anim. Sci.*, **40**, 650-660.
- [20] 武富万治郎・丹羽太左衛門・宮園幸男(1954). 豚の乳頭数の遺伝に関する研究. 農技研報告G, **9**, 29-41.