馬體諸測定値の相關々係

石 埜 三 郎 (畜産試験場, 那須)

Studies on correlation between various measures of physical characters of the body in the horse.

SABURO ISHIZAKI

(Imperial Zootechnical Experiment Station, Nasu)

I 諸 言

人類學に於ては高卒禮⁽¹⁾, 平野⁽²⁾, OR-ENSTEEN⁽³⁾ 其他により人體測定値の相關係が計算せられ, 各部位相互の關係を明らかにし, 人種差に就ても論及せられて居る。家畜に於ては佐々木⁽⁴⁾, 金谷⁽⁵⁾⁽⁶⁾, ZENTNER⁽⁷⁾, GREGORY⁽⁸⁾ 等により牛體各重要部位の相關々係が研究せられ, GREGORY は之により關與する遺傳因子を説明せんと企てた。馬に就ては増井⁽⁹⁾は品種別國有種馬の體高と他の部位間に概ね正の相關の存在する事を證し, 又主要なる部位間の相關係數を求めてその程度を検した。馬體各部の關係は尙從來相馬上よりも色々云々せられてあるが, 之等は主として經驗によりたるものにして確たる基礎を有するものとは言ひ難い。

本調査は我國々有種牡馬の體重, 體高, 胸圍, 管圍等と他の諸部位との關係を考究し, その測定の意義に就き考察を試みたものである。

材料馬は東北地方及び北海道の各種馬場所に繋養せらるゝ輕種を除く 5 歳以上の國有種牡馬 861 頭 (體重關係にありては 672 頭) にして, 昭和 17 年 12 月より同 18 年 2 月に至る間に當所の菱沼及び戸原の測定せるものである。

數值計算に際しては一部東大農學部家畜解剖學教室近藤恭司, 飯田達郎, 木脇祐順の諸氏の勞を煩した。記して感謝の意を表する。

II 各部位間相關係數

各部位間相關係數を算出するに第 1 表の如くである。計算に當りては SHEPARD の修正を施したる標準偏差を用いた。

第 1 表 各部位間相關係數表

部 位	r ± P. E. r	部 位	r ± P. E. r
體 重 ~ 胸 圍	+0.778 ± 0.010	前管圍 ~ 胸 圍	+0.612 ± 0.014
" ~ 尻 幅	+0.756 ± 0.011	" ~ 腰 幅	+0.586 ± 0.015
" ~ 體 長	+0.726 ± 0.012	" ~ 尻 幅	+0.558 ± 0.016
" ~ 腰 幅	+0.709 ± 0.013	" ~ 胸 幅	+0.518 ± 0.017
" ~ 前管圍	+0.680 ± 0.014	" ~ 胸 深	+0.503 ± 0.017
" ~ 胸 深	+0.628 ± 0.016	" ~ 體 長	+0.501 ± 0.017
" ~ 胸 幅	+0.621 ± 0.016	" ~ 尻 長	+0.451 ± 0.018
" ~ 尻 長	+0.601 ± 0.017	" ~ 體 高	+0.451 ± 0.018
" ~ 體 高	+0.592 ± 0.017	" ~ 胸 長	+0.396 ± 0.019
" ~ 胸 長	+0.524 ± 0.019	" ~ 前管長	+0.228 ± 0.022
胸 圍 ~ 胸 深	+0.725 ± 0.011	體 高 ~ 肢 長	+0.752 ± 0.010
" ~ 腰 幅	+0.653 ± 0.013	" ~ 胸 深	+0.696 ± 0.012
" ~ 尻 幅	+0.649 ± 0.013	" ~ 體 長	+0.534 ± 0.016
" ~ 體 高	+0.558 ± 0.016	" ~ 前膝幅	+0.467 ± 0.018
" ~ 胸 幅	+0.556 ± 0.016	" ~ 尻 幅	+0.629 ± 0.014
" ~ 體 長	+0.555 ± 0.016	胸 幅 ~ 腰 幅	+0.456 ± 0.018
" ~ 尻 長	+0.454 ± 0.018	" ~ 胸 深	+0.347 ± 0.020
" ~ 胸 長	+0.411 ± 0.019	尻 幅 ~ 腰 幅	+0.661 ± 0.013
		" ~ 尻 長	+0.499 ± 0.017

之等の相關係數の有意性を R. A. FISHER の F-分布⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾により檢定するに何れも有意である。

相關係數に基き馬體各部位の關係を考察するに次の如くである。

體重と各部位 何れも強度或は相當程度の相關々係の存在を認め得る。胸圍が最も強き相關を示すは注目すべき, 馬に最も要求せらるゝは體重なるにより馬の判定上胸圍を一層重視する必要がある。尻幅の胸圍に次ぎ相關強きは, その測定に筋肉量の關係する事多き爲と考へられる。體長も強相關を有し, 腰幅, 尻幅の係數値は各々體幅の體重に關係する事多きを示し, 胸深のそれは胸圍と強度の相關を有する以上當然と言ふ可く, 胸長, 尻長も體長と關聯し各々相當程度の關係を有する。

前管圍の體重に對する相關の強さは胸圍のそれより劣るも體高のそれより優り略その中間に位する。體高は他の部位に比し體重と關係する事比較的小である。

前管圍と各部位 前管圍は體重を除き胸圍と最も強き關係を有し他の部位とは概ね相當程度の相關であるが、前管長とは弱相關である。體重とは強相關を有する（前項）により従つて體重と關係深き胸圍その他と體重に於ける場合に準ずる相關を示すは首肯せられ得るも、一般に體重との間よりもその係數値は小である。

胸圍と各部位 胸圍が體重を除き胸深と最も關係深きはその構成分子なるにより當然なるも胸幅に於けるよりも強く、胸圍は主として胸深に左右せられると言ひ得る。尙之に就きては胸幅の測定部位は左右兩上膊骨の後大結節間の距離にして眞の胸幅はその後方に位し之を表はさざる爲とも考へられるのである。胸圍は前管圍に於ける場合と等しく體重と關係ある他の各部位との間に於て略體重に準ずる關係を有するも、體高、體長とは略同程度の相關を有するが異なる點である。

體高と各部位 體高はその構成分子たる肢長と強相關を示すも、肢と共に體高を構成する胸深とは相關の程度之に劣り、體高は肢長に影響せられる事多しと言ひ得る。

又之が體重との關係に於て胸圍、各體幅、體長、前管圍等よりその相關程度劣る理由と考へられる。然れども體高は尙體重、胸圍、體長、前膝幅とも相當程度の相關を有する。

その他の各部位間 胸幅と尻幅、胸幅と腰幅の相關は胸幅が既述の如く眞の胸幅を表はさざるによる關係あるも最強度ならず、之は尙馬體の體幅判定を前望及び後望よりなす必要を示すものと考へられる。尻幅と腰幅との間に於てもその相關は最強度ならず、之は馬體後望よりする尻形に變化あるを示すものであらう。

III 相關比、退行線の直線性の檢定、及び退行方程式

先づ級間を體重は 10 匹、前管圍、前膝幅は 0.2 種、その他の部位は 1 種として階級を分ちたる相關表に就て相關比 (η) を算出した。之の有意性を相關係數に於ける場合と同様、 F -分布により檢定するに各々の有意なる事は明らかである。

次に退行線の直線性を檢定する爲相關比と SHEPPARD の修正を施さざる標準偏差を用ひて計算せる相關係數を比較し、 $\eta^2 - r^2$ を求むるに第 2 表の如くである。

第 2 表 退行線の直線性の檢定

X—Y	$\eta^2_{YX} - r^2$	檢定結果	$\eta^2_{XY} - r^2$	檢定結果	X—Y	$\eta^2_{YX} - r^2$	檢定結果	$\eta^2_{XY} - r^2$	檢定結果
體重～胸圍	0.636～0.601	非直線	0.616～0.601	直線	胸圍～胸深	0.542～0.516	"	0.525～0.516	直線
"～尻幅	0.591～0.561	直線	0.571～0.561	"	"～尻幅	0.434～0.412	"	0.420～0.412	"
"～腰幅	0.535～0.491	非直線	0.533～0.491	非直線	"～腰幅	0.454～0.424	"	0.434～0.424	"
"～體長	0.557～0.524	直線	0.545～0.524	直線	"～體高	0.342～0.309	"	0.333～0.309	"
"～尻長	0.397～0.348	"	0.360～0.348	"	"～胸幅	0.331～0.304	"	0.317～0.304	"
"～前管圍	0.528～0.460	非直線	0.488～0.460	"	"～體長	0.335～0.306	"	0.327～0.306	"
"～體高	0.373～0.347	直線	0.369～0.347	"	"～尻長	0.263～0.201	非直線	0.217～0.201	"
"～胸深	0.409～0.384	"	0.415～0.384	非直線	"～胸長	0.181～0.168	"	0.192～0.168	"
"～胸長	0.328～0.270	"	0.340～0.270	"	—	—	—	—	—
"～胸幅	0.402～0.379	"	0.393～0.379	直線	—	—	—	—	—
前管圍～胸圍	0.402～0.372	"	0.447～0.372	非直線	體高～肢長	0.574～0.555	非直線	0.578～0.555	直線
"～胸幅	0.292～0.276	非直線	0.298～0.276	直線	"～胸深	0.498～0.474	"	0.490～0.474	"
"～胸長	0.199～0.155	直線	0.184～0.155	"	"～體長	0.326～0.304	直線	0.344～0.304	"
"～尻長	0.239～0.199	"	0.222～0.199	"	"～前膝幅	0.235～0.214	"	0.241～0.214	"
"～腰幅	0.374～0.336	"	0.380～0.336	非直線	胸幅～尻幅	0.395～0.382	"	0.395～0.382	"
"～前管長	0.094～0.048	"	0.055～0.048	直線	"～腰幅	0.219～0.201	"	0.222～0.201	"
"～胸深	0.286～0.249	"	0.286～0.249	非直線	"～胸深	0.136～0.115	"	0.127～0.115	"
"～體高	0.247～0.201	"	0.241～0.201	"	尻幅～腰幅	0.429～0.421	"	0.449～0.421	非直線
"～體長	0.307～0.249	非直線	0.296～0.249	直線	"～尻長	0.262～0.240	"	0.250～0.240	直線
"～尻幅	0.346～0.304	直線	0.349～0.304	非直線	—	—	—	—	—

η^2 と r^2 は概む近似するも、退行線が直線であると言ふ仮設⁽¹²⁾を

$$F_0 = \frac{\eta^2 - r^2}{1 - \eta^2} \frac{N - k}{k - 2} \quad \text{但し } N: \text{組数} \\ k: \text{階級数}$$

と置き F_0 を計算し、 F 分布により危険率 1% の場合の F を求め、 F_0 が F より大なるや小なるやにより仮設の棄却すべきや否やを檢定するに第 2 表檢定の欄の如く、大部分の部位に於て直線と看做し得るも 1 部のものに於ては直線と認めざる結果を得た。相關比は階級の區分の取り方により大小を異にし、又測定頭數の多少、測定誤差により影響を受くるも、試みに一例として前管圍の體高に對する退行曲線を畫けば第 3 表の如く明らかに至みたる相關なる事を知り得る。

第 3 表 前管圍の體高に對する退行曲線

退行線の直線と看做し得るものに就き退行方程式を作成した。之を掲示するは煩雜なるにより之が作成に必要な諸數値即ち各々の平均値 (M_X 及び M_Y) 並に退行係數 (m_1 及び m_2) を記するに第 4 表の如くである。

第 4 表 退行方程式作成に必要な諸數値表

X	Y	M_X	M_Y	m_1	m_2
體 重	胸 圍	584.568	186.638	6.882	—
"	~ 尻 幅	"	54.228	17.197	0.033
"	~ 體 長	"	161.699	6.355	0.083
"	~ 前管圍	"	20.885	33.447	—
"	~ 胸 深	"	73.452	—	0.031
"	~ 胸 幅	"	44.903	12.700	0.030
"	~ 尻 長	"	50.324	14.241	0.025
"	~ 體 高	"	155.737	7.839	0.045
"	~ 胸 長	"	97.573	—	0.041

Y	X	M_X	M_Y	m_1	m_2
前管圍	~ 胸 圍	20.930	186.504	—	3.356
"	~ 腰 幅	"	55.911	—	1.220
"	~ 尻 幅	"	53.818	—	1.137
"	~ 胸 幅	20.930	44.880	0.226	—
"	~ 胸 深	"	73.525	—	1.152
"	~ 體 長	"	161.510	0.095	—
"	~ 尻 長	"	50.350	0.285	3.503
"	~ 體 高	"	155.650	—	1.580
"	~ 胸 長	"	97.625	0.105	1.488
"	~ 前管長	"	22.755	0.218	0.239
胸 圍	~ 胸 深	186.504	73.525	1.708	0.303
"	~ 腰 幅	"	55.911	1.733	0.250
"	~ 尻 幅	"	53.818	1.745	0.241
"	~ 體 高	"	155.650	0.873	0.357
"	~ 胸 幅	"	44.880	1.331	0.232
"	~ 體 長	"	161.510	0.576	0.534
"	~ 尻 長	"	50.350	1.270	—
"	~ 胸 長	"	97.625	0.599	—
體 高	~ 肢 長	155.650	81.857	1.042	—
"	~ 胸 深	"	73.525	1.065	—
"	~ 體 長	"	161.510	0.367	0.834
"	~ 前膝幅	"	10.839	2.905	0.074
胸 幅	~ 尻 幅	44.880	53.818	0.706	0.560
"	~ 腰 幅	44.880	55.911	0.501	0.414
"	~ 胸 深	"	73.525	0.347	0.347
尻 幅	~ 腰 幅	53.818	55.911	—	0.675
"	~ 尻 長	"	54.857	0.477	0.522

備考 $m_1 = \frac{\bar{x}}{y}$, $m_2 = \frac{\bar{y}}{x}$ とす。

但し $\bar{x}$: y の各階級内での x の算術平均
 $\bar{y}$: x の各階級内での y の算術平均

IV 部分相關係數

既述の相關係數は全相關係數にして各部位間には多數の相關因子の存在が考へられる。今比較的純粹に各部位間の相關の程度を知らんが爲、常識的に最も影響が大であると思はれる體高を一定となしたる場合の各重要部位間の部分相關係數を求むるに第 5 表の如くである。

第 5 表 部分相關係數表

相 關 部 位	$r \pm P. E. r$	摘 要
r 體 重 胸 圍・體 高	0.669 ± 0.014	*
r 體 重 體 長・體 高	0.594 ± 0.017	*
r 體 重 前管圍・體 高	0.575 ± 0.017	*
r 體 重 胸 深・體 高	0.373 ± 0.022	*
r 前管圍胸圍・體 高	0.487 ± 0.018	*
r 前管圍胸深・體 高	0.295 ± 0.021	*
r 前管圍體長・體 高	0.338 ± 0.020	*
r 胸 圍 胸 深・體 高	0.565 ± 0.016	*
r 胸 圍 體 長・體 高	0.356 ± 0.020	*

備考、* 印を附せるは各部位間の退行關係が直線と認め得ぬものあり部分相關係數の公式

$$r_{12 \cdot 3} = \frac{r_{12} - r_{13} r_{23}}{\sqrt{1 - r_{13}^2} \sqrt{1 - r_{23}^2}}$$

が嚴密には適用せられざるも参考に掲げたるもの。

體高は各部位と相當程度の相關を有するによりその影響を除きたる各部位の部分相關係数は全相關係数より一般に小なるも、之等は比較的純粹なる相關程度を表すものと考へられる。

V 乗馬、鞍馬別相關係數 及びその比較

今材料馬の中外貌上乘馬と判定せられるもの、鞍馬及び鞍馬と判定せられるものを選択するに、乗馬に屬するものは148頭、鞍馬に屬するものは492頭（體重關係にありては乗馬127頭、鞍馬326頭）である。之等各々の相關係数を算出するに第5表の如くである。

第5表 乗馬、鞍馬別相關係數
及びその比較

部 位	乗 馬	鞍 馬	差の有意性の危険率
體 重			
胸 圍	+0.700±0.031	+0.815±0.012	0.8%
～尻 幅	+0.577±0.040	+0.753±0.015	3.2
～體 長	+0.629±0.036	+0.746±0.015	2.0
～腰 幅	+0.578±0.040	+0.690±0.018	6.9
～前管圍	+0.537±0.043	+0.642±0.021	12.0
～胸 深	+0.534±0.045	+0.642±0.021	11.0
～胸 幅	+0.599±0.038	+0.561±0.024	58.2
～尻 長	+0.442±0.048	+0.647±0.020	0.5
～體 高	+0.619±0.037	+0.760±0.018	16.6
～體 長	+0.436±0.049	+0.516±0.026	31.8
前管圍			
胸 圍	+0.469±0.043	+0.598±0.019	3.0
～腰 幅	+0.455±0.044	+0.529±0.022	30.2
～胸 幅	+0.330±0.049	+0.501±0.022	2.8
～胸 深	+0.449±0.044	+0.459±0.024	89.6
～胸 幅	+0.362±0.048	+0.535±0.021	2.4
～體 長	+0.329±0.049	+0.459±0.024	10.4
～尻 長	+0.411±0.046	+0.469±0.023	44.8
～體 高	+0.516±0.040	+0.564±0.020	52.6
～體 長	+0.250±0.052	+0.389±0.025	7.8
～前管長	+0.299±0.050	+0.329±0.027	30.2
胸 圍			
胸 深	+0.640±0.052	+0.717±0.015	13.2
～腰 幅	+0.573±0.034	+0.644±0.018	23.2
～尻 幅	+0.481±0.042	+0.652±0.017	0.8
～體 高	+0.581±0.036	+0.604±0.019	71.0
～胸 幅	+0.372±0.047	+0.560±0.021	1.0
～體 長	+0.326±0.049	+0.551±0.021	5.5
～尻 長	+0.355±0.048	+0.480±0.023	13.4
～體 長	+0.264±0.051	+0.384±0.025	0.1
體 高			
胸 深	+0.674±0.030	+0.774±0.012	2.6
～胸 深	+0.674±0.030	+0.727±0.014	27.0
～體 長	+0.530±0.040	+0.652±0.017	4.6
～前膝幅	+0.453±0.044	+0.565±0.020	16.4
胸 幅			
～尻 幅	+0.424±0.045	+0.587±0.020	2.0
～腰 幅	+0.350±0.048	+0.376±0.026	75.4
～胸 深	+0.201±0.053	+0.342±0.026	10.8
尻 幅			
～腰 幅	+0.496±0.041	+0.627±0.018	0.4
～尻 長	+0.259±0.051	+0.532±0.022	0.66

今兩者の相關係數に差を認め得るや否や即ち同一母集團に屬するものと認め得るや否やを R. A. FISHER の Z-變換を用ひ

$$t_0 = \frac{Z_1 - Z_2}{\sqrt{\frac{1}{n_1 - 3} + \frac{1}{n_2 - 3}}} \quad n: \text{各群の組數}$$

として t_0 を計算し、正規分布に於て t_0 より大なる差を生ずる確率 ($Pr\{t > t_0\}$) を正規分布曲線の積分表より求めるに第5表に於ける差の有意性の危険率の欄の如くである。即ち危険率以下なるは胸圍～尻幅、胸圍～胸幅、胸圍～胸長、尻幅～腰幅、尻幅～尻長、體重～胸圍、體重～尻長の各部位にして兩者の相關係數に差あり何れも鞍馬馬が大である。

VI 總 括

(1) 國有種牡馬861頭（體重關係にありては672頭）の諸測定値を材料として體重、體高、胸圍、管圍等と他の各重要部位との相關係数を研究した。

(2) 相關係数を算出し之により考察するに體重に最も關係深きは胸圍にして、尻幅之に次ぎ、體幅、體長、前管圍、體高も夫々相當程度の相關を有する。馬に最も要求せられるは體重なるにより馬の判定上胸圍を一層重視する要がある。胸圍、管圍の他の部位に對する關係は體重のそれらに對する場合と略同様であるが、係數は一般に稍々小である。體高は體重、胸圍、管圍と相當程度の相關を有するが肢長が關係する事強く、體重推算の目的よりすればその係數は胸圍、管圍に劣るものである。

(3) 相關比を求め選行線の性状を検するに直線と看做し得るもの多きも、一部に歪みたる相關と認められるものがある。

(4) 體高の影響を除きたる各重要部位間の部分相關係数を算出するにその數値は一般に全相關係数より小である。之等は比較的純粹に各部位間の相關の程度を現すものと考へられる。

(5) 材料馬中外貌上乘馬と判定せられるもの、鞍馬及び鞍馬と判定せられるものに就き各々相關係数を求め、その差を検したるに數ヶ部位に於て差の有意性を認め、鞍馬馬の係數が乗馬のそれより大なる結果を得た。

文 獻

- (1) 高牟禮功 (1935): 朝薔醫學會雜誌 25卷, 6號
- (2) 平野伍吉 (1943): 人類誌 58卷 6號
- (3) ORENSTEEN, M. (1915~1917): Biometrika Vol. 11
- (4) SASAKI, K. (1927): 日畜會報 2卷, 3號
- (5) 金谷復五郎 (1929): 同上 4卷, 1號
- (6) 同 (1939): 同上 4卷, 4號
- (7) ZEHNTER, L. (1917): Diss. Bern. cit. by Kronacher's allg. Tierzucht. Abteil. 2, Aufl. 3, Anhang, Biometrika.
- (8) GREGORY, P. W. (1933): Genetics Vol. 1, No. 8, P. 3.
- (9) 増井清 (1936): 日畜會報 9卷 2號
- (10) 増山元三郎 (1944): 少數例の經め方と實驗計畫の立て方 第2版 69頁
- (11) Fisher, R. A. (1915): Biometrika Vol. 10.
- (12) 統計數學研究會 (1943): 統計數值表 I 125頁