



Title	北海道和種馬の体型に関する多変量解析
Author(s)	上田, 純治; Ueda, Junji; 清水, 弘 他
Citation	北海道大学農学部牧場研究報告, 13, 91-112
Issue Date	1988-01-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/48919
Type	departmental bulletin paper
File Information	13_91-112.pdf



北海道和種馬の体型に関する多変量解析

上田 純治・清水 弘・高木 亮司*

北海道大学農学部畜産学科, *同農学部附属牧場

要 旨

上田純治・清水 弘・高木亮司(1987)北海道和種馬の体型に関する多変量解析, 北大農学部附属牧場研究報告13: 91-112.

北海道大学農学部附属牧場及び北海道立新得畜産試験場で繋養される3歳以上の北海道和種馬の牝馬37頭について44部位の体尺測定と9箇所の関節の角度を測定した。これらの測定値とこれまでの報告値とを比べると, 体高では大きな変化はないが, 体長は長くなっていることから, 本馬群は, 過去の馬より低方形馬となっている傾向がうかがえた。また, 胸部, 臀部についてもやや充実していた。管囲については太くなっているものの, 報告者により値が一定していなくその変化は明確ではなかった。これらの測定値の主成分分析の結果から, 分析に用いた個体を飼育場間で異なった体型の2群に分けることが出来た。また, 因子分析による結果では, これらの測定部位を明瞭にグループ化することが可能であり, 形質間の関連性を調べるのに相関係数行列を用いるよりも, 的確な総合判断を効率的に行なえることが判明した。さらに, 本種の体型評価には10数部位の測定が有効であることも示唆できた。

キーワード: 北海道和種馬, 体型, 多変量解析

緒 言

北海道和種馬は本道の厳しい気候風土によって培われた特質を持ち, とりわけ耐寒性, 耐久力, 粗飼料の利用性, 強靱な蹄等の優れた形質については, 以前より本種の特徴として指摘されている^{4, 5, 10})。また, それらの資質は育種的にも貴重な形質である。

本種はかつて明治末期に9万頭を数えたが, その後急激な減少をたどり, 昭和10年頃には4千頭余りとなり, さらに近年その数は数百頭にまで減少した時期もあった。北海道庁の統計によれば, ここ数年やや増加し, 1986年現在, 1500頭余りが全道で飼育されている。その飼育目的としては, その半数以上が趣味的に飼育されているものの, その他, 肉用, 試情用, 使役に至るまで少数ではあるが多様なものとなっている。このように, 日本在来馬の中では, 本種は唯一保存以外の目的で飼われているとも言えるが, その頭数は決して多くはない。現在, その特性を生かし, 遊休地や未耕地の利用によって, 肉用への用途拡大を計り, 頭数の増加へ関係者の努力が払われている。その結果, これらの飼育目的によっては今後現在の体型が変化することも考えられ, ついてはその優れた特質までも変りうる可能性がある。

今まで本種の体型の測定値は, 古くは, 松本¹⁰⁾によって, 長さの25部位と8箇所の関節の角

度について報告されている。最近では、八戸⁴⁾によって、長さの9部位についての報告がある。それらの何れもが形質そのもの、あるいは体高比の様な単純な分析でしかなく、形質間の関連性にまで及んだ詳細な分析はされていない。生物体の構造はそれぞれの部位が独立したものではなく、各々が関連性をもっていると考えられるので、それらの関係を考慮した分析が望まれる。このような多くの関連する情報を集約して、それらの関係を理解する方法として多変量解析法がある^{14,15)}。そこで本研究では、北海道和種馬の体型形質が互いにどのような関連性をもった関係にあるのかを、主成分分析によって解析した。また、それらの特性値の情報から体型により各馬の分類を試みた。さらに因子分析による各形質間の関連性の分析から、本種の体型を効率的に測定し、評価しうるということが可能か否かについても検討した。

材料並びに方法

北海道大学農学部付属牧場で繋養される4歳以上の20頭の牝馬（静内馬群）と道立新得畜産試験場で繋養される3歳以上の17頭の牝馬（新得馬群）の合計37頭を用い、長さについての44部位と9箇所の関節の角度を測定した。従来の測定方法では、馬によっては計測を嫌う部位や、馬の太り具合などにより測定部位の判定に支障をきたすこともあることから、本研究では、正確かつ迅速に行なえるように馬体の任意の各部位に照合点を定め、予めそこに標識をつけてから測定を行なった。即ち、測定馬を正姿勢に保持し、触診によってその点を探り、ラベルを付着してそれぞれの照合点の位置を明確にした。この方法は、MAGNUSSON⁹⁾により考案されたものであり、骨の先端部を基準点にしている為、比較的体型の異なる個体間でも測定部位を正確かつ簡単に識別できる利点がある。これらの標識は骨の長さの測定に用いると共に、また関節の角度の測定にも利用した。関節の角度は約20mはなれた地点より210mmの望遠レンズを用い、スライド用フィルムで撮影後、スクリーン上に実際の大きさに成るように投影し大型の分度器を用いて測定した。図1に各照合点及び測定部位を示す。それらの部位の説明は以下に示すごとくである。なお、各骨格部位名は加藤⁷⁾の用語に従った。

照合点

1. 肩甲骨の背骨軟骨の上端部
2. 肩甲棘の背縁部
3. 上腕骨大結節後部側端部
4. 上腕骨肘関節の尺骨への移行部
5. 橈骨外側茎状突起部
6. 中手骨近位端最外側部
7. 中手骨遠位端最外側部
8. 第一指骨遠位端最外側部
9. 腕結節の最外側部

北海道和種馬の体型

10. 大腿骨大転子外側端部
11. 大腿骨外側上顆部
12. 脛骨外顆突起部
13. 第三中足骨近位端最外側部
14. 第三中足骨遠位端最外側部
15. 第一趾骨遠位端最外側部

測定部位

1. 体 高：き甲の最上部から地上までの垂直距離
2. 背 高：背の最低部から地上までの垂直距離
3. 尻 高：尻の最高部から地上までの垂直距離
4. 座骨 高：座骨結節臀端より地上までの垂直距離
5. 前肢 長：肘のすぐ後部の胸の腹側から地上までの垂直距離
6. 胸 深：き甲最上部から胸骨底までの垂直距離（体高と前肢長の差）
7. 尾 高：尾根部から地上までの垂直距離
8. 尻 長：腸骨側部の最近位部端より座骨結節臀端までの距離
9. 体 長：肩の前端から臀端までの水平距離
10. 胸 長：肩の前端から最後胸骨までの距離
11. 頭 幅：前頭骨の眼窩上孔部（眼球中央上部）の両端間の幅（眼上最広部とは異なる）
12. 頬 幅：上顎骨突起部の両端間の幅
13. 胸 幅：上腕骨の最大隆起部の両端間の幅
14. 腰 幅：腸骨翼の最外側（臑結節）部の両端間の幅
15. 尻 幅：臑骨結節部の両端間の幅
16. 座骨 幅：座骨結節部臀端部の両端間の幅
17. 頭 長：後頭骨突起から唇の先端までの距離
18. 頸 長：第一頸椎の翼突起前端から頸礎の中央部までの距離
19. 肩 長：肩甲骨の背骨軟骨の上端より上腕骨大結節後部側端までの距離（肩甲骨長）
20. 上膊 長：上腕骨大結節後部側端より上腕骨肘関節部と尺骨への移行部までの距離（上腕骨長）
21. 前膊 長：上腕骨肘関節部と尺骨への移行部より外側茎状突起までの距離（橈骨長）
22. 前膝 長：外側茎状突起から小中手骨近位端までの距離（手根骨長）
23. 前管 長：小中手骨近位端から中手骨遠位端までの距離（中手骨長）
24. 前繫 長：中手骨遠位端から第一指骨遠位端までの距離（第一手骨長）
25. 胸 囲：き甲後部（き甲よりやや後）から肘の直後を取り巻く胸の周囲の長さ
26. 腹 囲：背の最寛部より垂直に下した腹の周囲

27. 腹 長：最後肋骨と腸骨翼の最内側の距離
28. 前 膝 囲：手根骨の最も太い部分の周囲
29. 前 管 囲：左前肢の管のほぼ中央、最も細い部分の周囲
30. 前蹄冠囲：左前肢の蹄縁角皮部の周囲
31. 臑 長：腸骨（臑結節）の外側部の近位端部より大腿骨下部突起（大転子）の最外側端部までの距離（臑骨長）
32. 股 長：大転子の最外側端部より大腿骨外側上顆部までの距離（大腿骨長）
33. 脛 長：大腿骨外側上顆部より脛骨外顆突起部までの距離（脛骨長）
34. 飛 節 長：脛骨外顆突起部より第三中足骨近位の外端部までの距離（足根骨長）
35. 後 管 長：第三中足骨近位の外端部より第三中足骨遠位の外側端部までの距離（第三中足骨長）
36. 後 繫 長：第三足骨遠位の外側端部より第一趾骨遠位の外側端部までの距離（第一趾骨長）
37. 後 管 囲：後管のほぼ中央部最も細い部分の周囲
38. 後蹄冠囲：左後肢蹄縁角皮部の周囲
39. 前管幅Ⅰ：左前管部中央部の左右の幅
40. 前管幅Ⅱ：左前管部中央部の前後の幅
41. 前管幅Ⅲ：左前膝直下の前後の幅
42. 後管幅Ⅰ：左後管部中央部の左右の幅
43. 後管幅Ⅱ：左後管部中央部の前後の幅
44. 後管幅Ⅲ：左飛節直下の前後の幅
45. 肩傾斜角：肩甲骨測定線と水平線との角度
46. 肩関節角：肩甲骨測定線と上膊骨測定線との角度
47. 肘関節角：上膊骨測定線と橈骨測定線との角度
48. 前 繫 角：前繫長測定線と水平線との角度
49. 尻傾斜角：臑長測定線と水平線との角度
50. 股関節角：臑長測定線と股長測定線との角度
51. 膝関節角：股長測定線と脛長測定線との角度
52. 飛 節 角：脛長測定線と後管長測定線との角度
53. 後 繫 角：第一趾骨測定線と水平線との角度

本研究での統計計算処理は、北海道大学大型計算機センターを利用し、SAS¹⁶⁾のt-検定（TTEST）、主成分分析法（PRINCONP）、及び因子分析法（FACTOR）を使用して行なった。なお、これら53部位の測定単位は異なっているので、主成分分析及び因子分析は相関係数行列からの計算方法によった。

北海道和種馬の体型

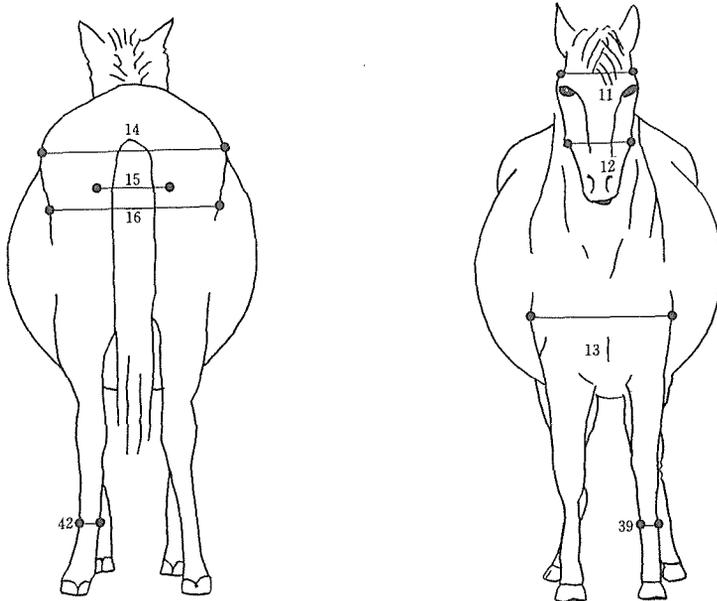
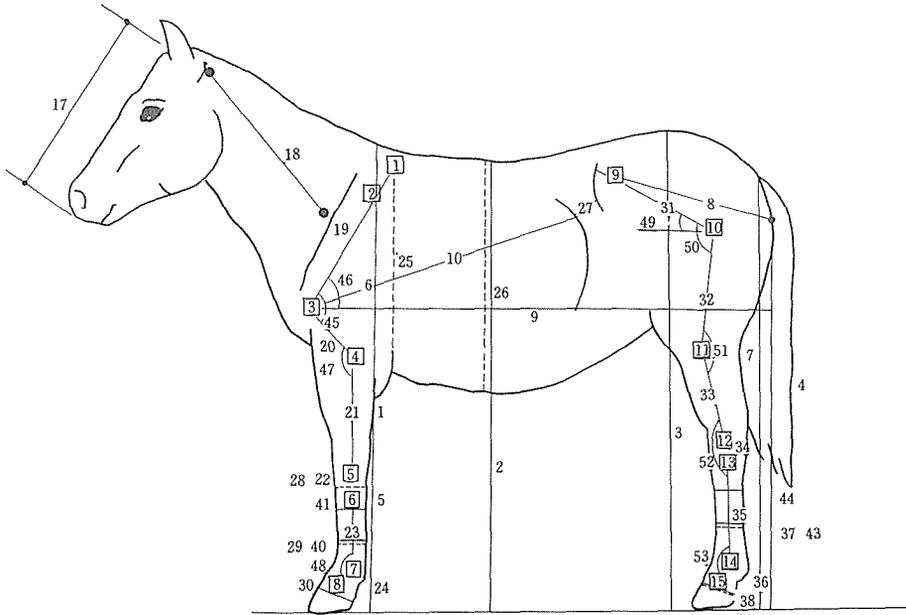


Fig. 1. Fifteen reference points (in squares) and 53 measured sites (The code numbers of traits were noted by the side of the sections)

結 果

各測定値の静内及び新得馬群と両群を合わせた全体の平均測定値について表1に示した。これらの形質のうち、26部位について両馬群間に有意な差が認められた。即ち、長さでは、体高、背高、尻高、座骨高、前肢長、胸深、尾高、尻長、体長、胸長、頭幅、頬幅、胸幅、腰幅、尻幅、肩長、上膊長、前管長、胸囲、前膝囲、股長の21部位で新得馬群の方が大きく、逆に、腹長、管幅の2部位は静内馬群が大きい。角度では、肩傾斜角、肩関節角、尻傾斜角、の3部位が何れも静内馬群の方が大きな値であった。両群間で、ほとんど差がないものは座骨幅、頭長、脛長、前膊長、臈長、脛長、および前後の蹄冠囲であった。これらの数値より、新得の馬群は静内のより大型で、関節も屈曲しているが、頭部と脛部の大きさ及び脚の太さには両群間に差がないことがうかがえた。

発現された形質は生物体にとってはそれぞれが独立したものではなく、立体的な関係にあることから、これら多くの形質についての測定値を個々に検討し全体を把握することは難しい。そこで、多くの形質を全体的に捉えることのできる多変量解析を試みた。まず、少数個の総合特性値に要約する主成分分析を試みると共に、各馬の主成分得点を求め、これにより体型についての馬の分類が可能であるか否かを試みた。各主成分に於ける各形質の固有ベクトルを表2に示す。第Ⅰ主成分から第Ⅶ主成分までの寄与率は、それぞれ27.3、10.1、7.5、6.8、5.3、4.3、4.0%を占め、それらの累積寄与率は65%になっている。第Ⅰ主成分は腹長、肩傾斜角、肩関節角と負の値であるが、体高、背高、尻高、胸深、尾高、尻長、体長、腰幅、肩長、胸囲、腹囲の主要部位は大きな正の値を持つことから、馬体の大きさを表す主成分と考えられる。第Ⅱ主成分は頭長、頸長、前膊長、前管囲、腹長、脛長、後管囲、前管幅、後管幅が正の大きな値であり、肢骨の太さや頭骨の大きさに関する馬体の形を表す主成分と思われる。第Ⅲ主成分は体高、背高などの高さに関連した形質であり、胸囲、腹囲などは負の値をとることから、体高が高く痩せているか体高が低く太っているかを表わす主成分と考えられる。第Ⅳ主成分は座骨幅、股長、管囲の部位が正の値を持ち、背高、尻高、脛長、胸深と負の値を持つことから、体高が低く臀部の大きい体型を表わす成分と考えられる。第Ⅴ成分以降は、意義のある変数の関係が明らかではなく、解釈が困難であった。

各馬の分類を試みるために、これらの総合特性値より得られる各馬の主成分得点を、表3に示した。それぞれの個体について付表に示した各個体の測定値と合わせて検討すると、第Ⅰ主成分の大きな値を示す25、26、29、36の個体は体高、及び体長などで大きな値を示し、小さな得点を持つ4、7、8、11、の個体はそれらの値が小さかった。このことから、この成分は体の大きさを表わしているものと考えられる。第Ⅱ主成分の大きな得点を持つ2、3、6、17、20、29の個体は管囲、管幅が大きく、逆に小さい得点の9、11、15、21、27、33、37の個体はそれらの値が比較的小さいことから、脚の骨の太さを表わしているものと推察できる。これら2成分につい

北海道和種馬の体型

Table 1. Average and standard deviation (SD) of the measurements in Hokkaido native horses

Code			Shizunai herd	Shintoku herd	Differences	Total
No.	Trait	Abbrev.	(20) ¹	(17)	between herds ²	(37)
			cm ± SD	cm ± SD		cm ± SD
1	Withers height	HT_WIT	129.8 ± 2.6	135.1 ± 2.2	**	132.3 ± 3.6
2	Back height	HT_BAK	123.7 ± 3.1	129.3 ± 3.0	**	126.2 ± 4.1
3	Croup height	HT_CRP	131.4 ± 3.4	137.2 ± 2.0	**	134.1 ± 4.0
4	Pin bone height	HT_PIB	107.0 ± 4.8	110.0 ± 3.1	*	108.4 ± 4.3
5	Forelimb length	LE_FLB	65.6 ± 2.7	68.0 ± 2.0	**	66.7 ± 2.6
6	Chest depth	DE_CES	60.5 ± 1.3	63.4 ± 1.8	**	61.9 ± 2.1
7	Dock height	HT_DOK	120.0 ± 4.2	127.2 ± 2.4	**	123.3 ± 5.0
8	Croup length	LE_CRP	48.8 ± 1.6	53.4 ± 1.7	**	51.0 ± 2.8
9	Body length	LE_BOD	135.2 ± 3.0	141.8 ± 3.1	**	138.3 ± 4.5
10	Breast length	LE_BRS	89.6 ± 3.2	92.9 ± 3.3	**	91.1 ± 3.6
11	Head width	WD_HED	18.3 ± 0.6	19.2 ± 0.6	**	18.7 ± 0.7
12	Cheek width	WD_CEK	16.3 ± 0.4	17.1 ± 0.5	**	16.7 ± 0.6
13	Breast width	WD_BRS	32.6 ± 1.5	34.5 ± 2.0	**	33.4 ± 2.0
14	Hip width	WD_HIP	47.0 ± 1.8	49.3 ± 1.4	**	48.1 ± 2.0
15	Croup width	WD_CRP	41.8 ± 1.7	44.4 ± 2.2	**	43.0 ± 2.3
16	Pin bone width	WD_PIB	23.7 ± 2.0	23.0 ± 1.2		23.4 ± 1.7
17	Head length	LE_HED	54.3 ± 2.0	53.7 ± 1.2		54.0 ± 1.7
18	Neck length	LE_NEK	52.2 ± 2.4	52.3 ± 2.3		52.2 ± 2.3
19	Scapula length	LE_SCP	46.0 ± 3.3	51.6 ± 3.4	**	48.6 ± 4.3
20	Humerus length	LE_HUM	24.2 ± 1.5	27.2 ± 1.4	**	25.6 ± 2.1
21	Radius length	LE_RAD	30.7 ± 1.6	30.5 ± 1.7		30.6 ± 1.6
22	Carpus length	LE_CAP	6.3 ± 0.9	5.9 ± 0.7		6.1 ± 0.8
23	Front cannon length	LE_MCP	19.3 ± 1.2	21.4 ± 1.1	**	20.2 ± 1.6
24	Front first phalanx length	LE_FPX	7.5 ± 0.8	7.7 ± 0.6		7.6 ± 0.7
25	Chest girth	GR_CES	157.9 ± 4.8	168.6 ± 4.5	**	162.8 ± 7.1
26	Belly girth	GR_BLY	184.9 ± 7.3	187.7 ± 5.4		186.2 ± 6.6
27	Flank length	LE_FLK	11.2 ± 1.9	9.0 ± 1.3	**	10.2 ± 2.0
28	Carpus circumference	CR_CPS	26.0 ± 0.8	27.7 ± 1.6	**	26.8 ± 1.5
29	Front cannon circumference	CR_FCN	17.0 ± 0.5	17.4 ± 0.3		17.2 ± 0.5
30	Front coronet circumference	CR_FCR	31.5 ± 2.3	31.9 ± 1.1		31.7 ± 1.8
31	Pelvis length	LE_PLV	30.8 ± 1.2	30.6 ± 2.5		30.7 ± 1.9
32	Femur length	LE_FEM	32.3 ± 3.2	36.8 ± 2.3	**	34.4 ± 3.6
33	Tibia length	LE_TIB	28.1 ± 3.5	28.0 ± 1.7		28.1 ± 2.8
34	Tarsus length	LE_TRS	5.9 ± 0.7	6.3 ± 0.8		6.0 ± 0.8
35	Metatarsus length	LE_MTR	26.1 ± 1.3	26.7 ± 0.9		26.4 ± 1.2
36	Hind first phalanx length	LE_HPX	8.1 ± 0.9	8.0 ± 0.4		8.1 ± 0.7
37	Hind cannon circumference	CR_HCN	18.9 ± 1.0	19.0 ± 0.4		18.9 ± 0.8
38	Hind coronet circumference	CR_HCR	31.6 ± 1.0	31.6 ± 1.2		31.6 ± 1.1
39	Front cannon width I	WD1FCN	3.9 ± 0.1	3.8 ± 0.1		3.9 ± 0.1
40	Front cannon width II	WD2FCN	6.3 ± 0.2	6.3 ± 0.1		6.3 ± 0.2
41	Front cannon width III	WD3FCN	6.7 ± 0.4	6.6 ± 0.2		6.7 ± 0.3
42	Hind cannon width I	WD1HCN	3.9 ± 0.2	3.7 ± 0.1	*	3.8 ± 0.2
43	Hind cannon width II	WD2HCN	7.4 ± 0.4	7.3 ± 0.2		7.3 ± 0.3
44	Hind cannon width III	WD3HCN	7.9 ± 0.3	8.0 ± 0.2		7.9 ± 0.3
45	Scapula inclination	IC_SCP	64.2 ± 5.5	52.9 ± 4.8	**	59.0 ± 7.7
46	Shoulder angle	AG_SHD	108.8 ± 5.0	96.4 ± 4.8	**	103.1 ± 8.0
47	Elbow angle	AG_ELB	135.2 ± 5.5	133.6 ± 4.3		134.5 ± 5.0
48	Front fetlock angle	AG_FFL	147.7 ± 6.2	151.0 ± 5.6		149.2 ± 6.1
49	Pelvis inclination	IC_PLV	33.0 ± 4.4	29.5 ± 4.4	*	31.4 ± 4.7
50	Croup angle	AG_CRP	121.4 ± 6.9	117.8 ± 7.4		119.8 ± 7.3
51	Stifle angle	AG_STF	155.6 ± 8.4	157.5 ± 6.1		156.5 ± 7.4
52	Hock angle	AG_HOK	155.6 ± 5.8	157.8 ± 3.2		156.6 ± 4.9
53	Hind fetlock angle	AG_HFL	154.1 ± 4.8	153.2 ± 5.3		153.7 ± 5.0

¹ Number of mares

² **:P<0.01, *:P<0.05.

Table 2. Eigenvectors and eigenvalues of pincipal component analysis

Code No.	Trait ¹	Components						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
1	HT_WIT	0.23	-0.01	0.16	-0.02	0.02	0.05	0.05
2	HT_BAK	0.22	0.00	0.14	-0.13	0.03	0.01	0.05
3	HT_CRP	0.24	-0.01	0.11	-0.06	-0.05	-0.08	0.11
4	HT_PIB	0.14	-0.01	0.24	-0.09	-0.11	0.18	0.03
5	LE_FLB	0.15	0.02	0.29	0.04	-0.03	0.01	0.13
6	DE_CES	0.21	0.03	0.02	-0.15	0.15	0.07	-0.09
7	HT_DOK	0.22	-0.01	0.13	-0.01	-0.07	-0.02	0.03
8	LE_CRP	0.22	-0.06	-0.06	-0.07	0.03	-0.01	-0.05
9	LE_BOD	0.20	0.03	-0.03	0.05	0.14	-0.05	-0.26
10	LE_BRS	0.15	0.02	0.02	0.03	0.19	-0.03	-0.17
11	WD_HED	0.18	-0.03	-0.01	0.05	-0.20	-0.02	0.09
12	WD_CEK	0.18	-0.05	-0.05	-0.01	0.10	0.19	0.17
13	WD_BRS	0.16	0.02	-0.28	-0.07	0.08	0.04	0.05
14	WD_HIP	0.21	0.05	-0.00	0.04	0.06	0.01	0.20
15	WD_CRP	0.19	0.02	-0.15	0.07	-0.11	-0.07	0.02
16	WD_PIB	-0.04	0.03	0.00	0.37	0.07	0.16	0.06
17	LE_HED	-0.00	0.19	-0.02	-0.10	0.25	-0.04	0.02
18	LE_NEK	0.05	0.23	-0.12	-0.04	-0.07	0.16	-0.02
19	LE_SCP	0.23	0.04	-0.10	-0.06	0.07	-0.02	-0.06
20	LE_HUM	0.18	-0.14	0.02	0.14	-0.01	-0.03	-0.07
21	LE_RAD	0.05	0.21	0.11	-0.21	-0.04	-0.07	-0.12
22	LE_CAP	-0.04	0.11	0.13	-0.02	-0.13	-0.32	0.11
23	LE_MCP	0.19	-0.06	0.15	0.03	-0.01	0.20	0.03
24	LE_FPX	0.06	-0.13	-0.19	-0.13	-0.14	0.01	0.21
25	GR_CES	0.21	0.03	-0.19	-0.03	0.08	-0.03	-0.03
26	GR_BLY	0.79	0.06	-0.35	-0.05	0.09	-0.10	0.10
27	LE_FLK	-0.13	0.20	-0.18	-0.10	0.10	0.03	0.14
28	CR_CPS	0.15	-0.03	-0.11	0.19	0.17	0.01	-0.00
29	CR_FCNI	0.13	0.18	0.02	0.19	-0.06	-0.10	0.06
30	CR_FCR	0.05	-0.04	-0.18	0.24	-0.31	0.11	0.04
31	LE_PLV	-0.01	-0.03	-0.00	-0.11	0.21	0.20	0.38
32	LE_FEM	0.17	-0.09	-0.09	0.22	-0.14	-0.12	-0.11
33	LE_TIB	0.01	0.20	0.10	-0.31	0.12	0.08	-0.20
34	LE_TRS	0.09	-0.07	-0.09	-0.10	0.20	-0.16	-0.09
35	LE_MTR	0.09	-0.10	0.18	-0.10	-0.18	0.28	0.09
36	LE_HPX	0.01	0.11	-0.22	-0.14	-0.20	-0.16	-0.01
37	CR_HCN	0.09	0.33	0.02	0.13	-0.03	-0.02	-0.10
38	CR_HCR	0.05	0.16	-0.19	0.18	0.05	0.24	-0.02
39	WD1FCN	0.02	0.24	0.01	-0.10	-0.16	0.25	0.05
40	WD2FCN	0.07	0.31	0.07	0.12	-0.10	-0.04	0.15
41	WD3FCN	-0.02	0.24	0.12	0.14	0.04	-0.03	-0.29
42	WD1HCN	-0.01	0.31	0.13	-0.01	-0.19	0.09	-0.03
43	WD2HCN	0.04	0.24	-0.04	0.30	-0.12	0.01	0.01
44	WD3HCN	0.06	0.29	-0.09	-0.09	0.14	-0.03	0.14
45	IC_SCP	-0.18	0.10	-0.03	-0.03	-0.07	-0.06	0.26
46	AG_SHD	-0.21	0.04	0.05	-0.00	-0.03	0.01	0.02
47	AG_ELB	-0.04	-0.08	0.12	0.07	0.02	0.16	-0.35
48	AG_FFL	0.12	-0.00	0.01	-0.20	-0.00	0.07	-0.02
49	IC_PLV	-0.09	0.09	0.15	0.07	0.24	0.17	0.18
50	AG_CRP	-0.06	0.09	0.15	0.21	0.36	-0.07	0.10
51	AG_STF	0.06	0.04	0.20	0.04	0.05	-0.48	0.15
52	AG_HOK	0.10	-0.06	0.19	0.03	-0.02	-0.21	0.19
53	AG_HFL	0.01	0.11	-0.02	-0.25	-0.23	-0.08	-0.12
Eigenvalue		14.46	5.36	3.96	3.58	2.83	2.26	2.14
Proportion		0.2729	0.1012	0.0746	0.0676	0.0534	0.0427	0.0404
Cumulative proportion		0.2729	0.3741	0.4488	0.5164	0.5698	0.6125	0.6528

¹ Abbreviations are same as listed in Table 1.

北海道和種馬の体型

Table 3. Principal component scores of each horse

Ind. No.	Herd ¹	Component scores			
		I	II	III	IV
1	H	-0.57	-0.41	-0.49	0.49
2	H	-0.79	1.40	-1.71	-2.22
3	H	-0.49	2.34	0.68	-1.78
4	H	-1.74	0.21	-1.61	-0.25
5	H	-0.85	0.66	0.57	-2.35
6	H	-0.24	2.83	1.83	0.88
7	H	-2.14	-0.56	0.34	0.04
8	H	-1.35	0.32	0.18	1.50
9	H	-0.86	-1.17	-0.14	0.29
10	H	-0.33	0.06	0.95	0.95
11	H	-1.42	-1.38	-1.32	-1.10
12	H	-0.98	-0.94	-0.51	0.34
13	H	-0.70	-0.15	1.02	0.38
14	H	-0.32	-0.45	1.13	0.01
15	H	-0.91	-1.10	1.11	-1.31
16	H	-0.29	0.23	0.27	0.05
17	H	0.04	1.48	0.74	0.60
18	H	-0.24	0.38	-0.86	-0.47
19	H	-0.88	-0.08	-0.00	0.68
20	H	-0.57	1.63	-1.43	2.27
21	S	0.75	-1.11	0.15	-0.29
22	S	0.97	0.24	-0.66	0.05
23	S	1.02	-0.56	-0.16	0.08
24	S	0.93	-0.79	-0.25	0.35
25	S	1.35	0.73	-1.61	0.96
26	S	1.47	0.66	-0.98	-0.48
27	S	0.44	-1.08	-1.57	0.76
28	S	0.08	-0.32	1.61	0.95
29	S	2.20	0.91	0.31	-1.16
30	S	0.79	-0.67	-0.72	-0.70
31	S	0.97	-0.31	1.06	-0.22
32	S	0.69	-0.87	0.64	0.68
33	S	0.84	-0.01	-0.20	-0.48
34	S	0.73	-1.04	0.95	-0.39
35	S	0.65	0.20	-0.64	0.93
36	S	1.36	-0.27	-0.47	-0.04
37	S	0.41	-1.01	1.80	-0.69

¹ H: Shizunai herd, S: Shintoku herd.

での主成分得点の散布図を図2に示す。第Ⅰ主成分では17の個体を除いて静内群の馬は全て負であり、明らかに新得の馬群とは異なる主成分得点を持つことが判明した。第Ⅱ主成分では静内群の馬は20頭中13頭が正であり、新得群の馬は17頭中12頭が負の値となった。その結果、この2成分を総合することにより、これらの2地域で飼われている馬を明らかに異なる体型を持つ2群に分類することができた。

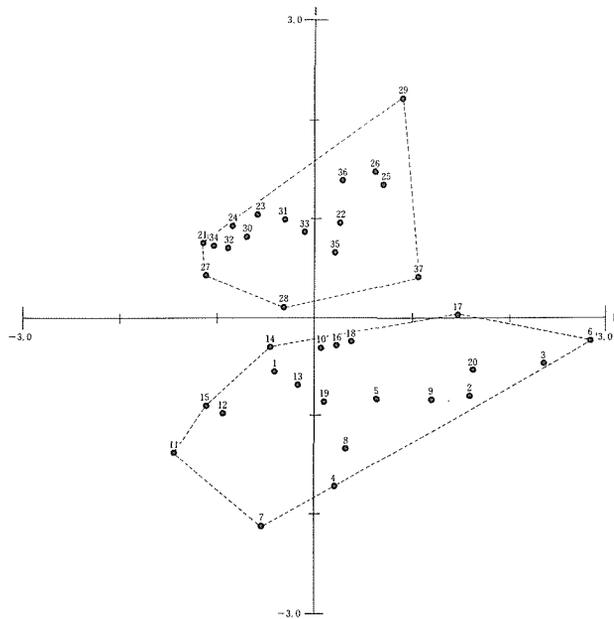


Fig. 2. Distribution of horses on the first and second principal component scores (Numbers on the figure refer to individual No. of horse listed in Table 3)

次に、各形質間の関連性の共通要因を把握するために、主因子分析並びにそれらの因子軸の回転によるバリマックス分析の結果得られた因子負荷量についての情報を解析した。なお、因子分析では観察数は変数より多くなければならないという制約により¹⁶⁾、変数をその相互の関連性や測定の難易性から36項目に限定し分析した。表4に主因子分析法とその因子軸の回転によるバリマックス法によって得られる各成分の因子負荷量を示した。これらの値はまた図3～図8に図示した。図中の数字は表1に示した形質のコードを示す。主因子分析法では、固有ベクトルと固有値の平方根の積によって得られる因子負荷量は各主成分と各変数との相関係数を表わしているので、因子負荷量が1に近い程、即ち、プロットした時、原点から離れるほど重要となる。また、

北海道和種馬の体型

Table 4. Factor loads of initial factor method (principal) and rotational method (varimax)

Code No.	Factor Trait ¹	Initial method				Varimax method			
		I	II	III	IV	I'	II'	III'	IV'
1	HT_WIT	0.87	-0.00	0.27	0.18	0.91	0.10	0.03	0.13
2	HT_BAK	0.83	0.01	0.42	0.10	0.88	0.01	-0.03	0.32
3	HT_CRP	0.87	-0.02	0.22	0.17	0.87	0.08	0.11	0.18
6	DE_CES	0.79	0.02	0.37	-0.13	0.84	0.05	-0.22	0.17
7	HT_DOK	0.83	-0.00	0.11	0.17	0.81	0.18	0.06	0.00
8	LE_CRP	0.84	-0.17	0.10	-0.03	0.85	-0.08	0.08	0.05
9	LE_BOD	0.79	0.03	-0.00	-0.01	0.76	0.10	-0.10	-0.01
11	WD_HED	0.70	-0.16	0.11	-0.25	0.72	0.02	0.03	-0.12
13	WD_BRS	0.64	-0.05	-0.13	-0.47	0.50	0.14	0.07	-0.07
14	WD_HIP	0.80	0.13	0.01	0.10	0.75	0.30	0.12	-0.05
15	WD_CRP	0.72	0.01	-0.35	-0.03	0.59	0.15	0.47	0.03
17	LE_HED	0.01	0.43	0.28	-0.18	0.02	0.34	-0.64	0.02
18	LE_NEK	0.22	0.54	-0.15	-0.42	0.06	0.68	-0.18	-0.04
19	LE_SCP	0.80	0.01	-0.01	-0.22	0.71	0.14	0.01	0.03
20	LE_HUM	0.69	-0.32	-0.17	0.25	0.71	0.02	0.08	-0.51
21	LE_RAD	0.15	0.49	0.43	-0.02	0.13	0.18	-0.08	0.83
23	LE_MCP	0.72	-0.08	0.17	0.24	0.77	0.13	0.03	-0.15
25	GR_CES	0.83	-0.02	-0.07	-0.24	0.75	0.09	0.08	0.03
28	CR_CPS	0.59	-0.11	-0.28	-0.05	0.56	-0.00	0.12	-0.25
29	CR_FCN	0.52	0.42	-0.27	0.31	0.36	0.69	0.01	-0.26
30	CR_FCR	0.20	-0.09	-0.69	-0.15	0.07	0.11	0.82	-0.14
31	LE_PEV	-0.07	-0.11	0.33	-0.15	0.03	-0.13	-0.11	-0.01
32	LE_FEM	0.67	-0.23	-0.46	0.12	0.56	0.07	0.40	-0.32
33	LE_TIB	0.05	0.42	0.68	-0.30	0.15	0.10	-0.59	0.63
35	LE_TRS	0.32	-0.17	0.26	0.13	0.42	-0.03	0.15	-0.00
37	CR_HCN	0.37	0.74	-0.18	0.06	0.21	0.72	0.05	0.23
38	CR_HCR	0.23	0.38	-0.35	-0.28	0.17	0.28	0.41	0.21
39	WD1FCN	0.09	0.61	0.05	-0.25	0.01	0.72	-0.12	0.11
40	WD2FCN	0.28	0.74	-0.15	0.23	0.11	0.81	0.09	0.15
42	WD1HCN	-0.05	0.76	0.08	-0.03	-0.11	0.58	0.06	0.55
43	WD2HCN	0.20	0.60	-0.53	0.20	0.04	0.59	0.51	0.13
45	IC_SCP	-0.71	0.25	-0.02	-0.01	-0.73	0.06	0.03	0.22
46	AG_SHD	-0.81	0.16	0.01	0.06	-0.77	-0.08	-0.04	0.17
49	IC_PLV	-0.34	0.24	0.16	0.28	-0.22	0.06	-0.06	0.03
50	AG_CRP	-0.21	0.26	-0.02	0.54	-0.14	0.07	-0.12	-0.11
51	AG_STF	0.19	0.09	0.15	0.76	0.20	0.04	-0.08	0.08
Variance		12.1808	4.1410	2.9638	2.2913	11.1912	3.8642	2.4945	2.3833
Total		21.5769				19.9332			

¹ Abbreviations are same as listed in Table 1.

バリマックス法では因子を直交変換してそれぞれの変量間の相関が零になるような単純構造として表わしたものであるため、主因子分析の各成分に含まれていた比較的大きい因子負荷量のはより大きくなり、それ以外の比較的小さい因子負荷量はより小さくなる傾向がある。したがって、共通要因の解釈が容易になることが予想される。図3は主因子分析の第Ⅰ因子と第Ⅱ因子をプロットしたものである。この図から、体高(1)、背高(2)、尻高(3)、尻長(6)、胸深(7)、体長(9)、腰角幅(4)、尻幅(15)、肩長(19)は互いに近い関係にあるといえる。また、前管囲(29)、後管囲(37)、前管幅Ⅰ(39)、前管幅Ⅱ(40)、後管幅Ⅰ(42)、後管幅Ⅱ(43)、なども同一のグループに属し近い関係にあることがうかがえる。肩傾斜角(45)、肩関節角(46)は体高とは逆の関係にあるグループを形成している。後駆の尻傾斜角(49)、股関節角(50)、膝関節角(51)なども別の近い関係を形成し、長さの形質とは異なるグループに分けられる。一方、前蹄冠囲(30)、臈長(31)はこれら2因子との関係が小さい。図4にはバリマックス回転後の第Ⅰ'因子と第Ⅱ'因子のプロットを示す。この結果ではほぼ主因子分析と同様の結果が得られ、体の大きさ、脚の太さ、関節の角度を表わす3グループに一層明瞭に分けられている。図5は主因子分析の第Ⅱ、Ⅲ因子についてプロットしたものである。後管囲(37)、前管幅Ⅰ(39)、前管幅Ⅱ(40)、後管幅Ⅰ(42)などが近い関係にあり、頭長(17)、前膊長(21)、脛長(33)、後管幅Ⅱ(43)も1グループを形成している。図6にバリマックス回転後の第Ⅱ'、第Ⅲ'因子についてプロットした。その結果、図5で中程度の因子負荷量をもつ形質の多くが原点近くに位置し、形質間の関連性が単純化されている。特に、頭長(17)、脛長(33)の関係が高まり、脛長(18)、前管囲(29)、後管囲(37)、前管幅Ⅰ(39)、前管幅Ⅱ(40)、後管幅Ⅰ(42)が同一グループを形成し、前蹄冠囲(30)、後蹄冠囲(38)の関係も示されている。図7に主因子分析の第Ⅲ、第Ⅳ因子についてプロットした。股関節角(50)、膝関節角(51)が同一のグループに表わされている他、前蹄冠囲(30)、後蹄冠囲(38)が同一グループに、脛長(33)は特異な形質に位置付けられている。図8にそれらのバリマックス回転後の因子についてプロットした。この図では尻幅(15)、前蹄冠囲(30)、後蹄冠囲(38)、後管幅Ⅱ(43)は同一のグループであり、頭長(17)、脛長(33)はそれぞれ独立した形質のようである。この主因子分析法とバリマックス法によって得られる結果を比較すると、全体的にみて後者の方法の方が、各因子の分散の割合が小さくなるほど、より単純な関係として形質間の関連を表わすことができ、各因子の意味づけも容易となる傾向がうかがわれた。

北海道和種馬の体型

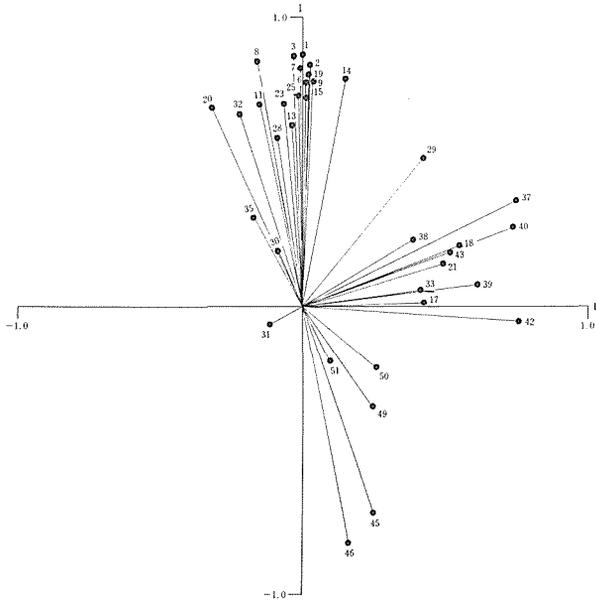


Fig. 3. Diagram of the vectors by the initial factor method (factor I and II) (Numbers on the vectors refer to code No. of traits listed in Table 4)

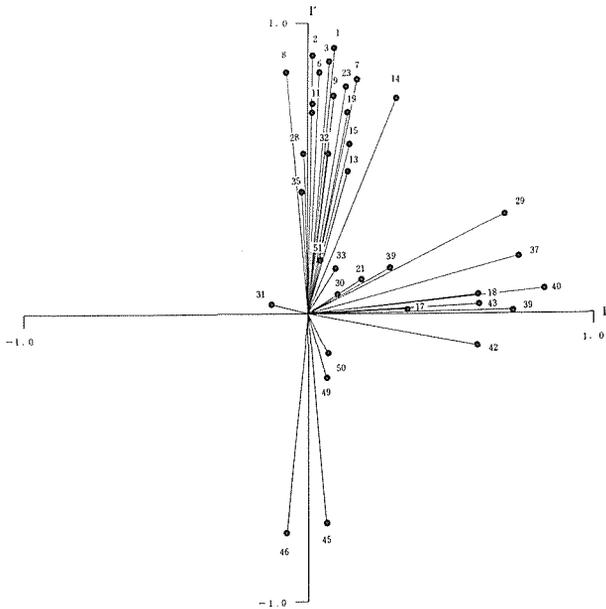


Fig. 4. Diagram of the vectors by the varimax method (factor I' and II') (Numbers on the vectors refer to code No. of traits listed in Table 4)

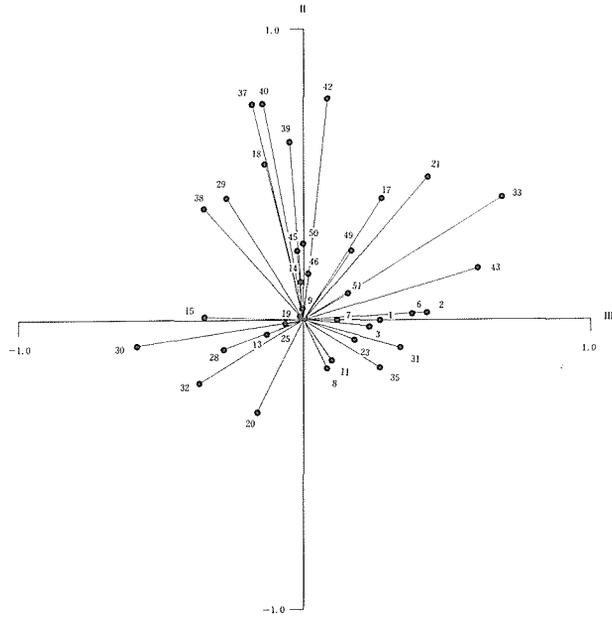


Fig. 5. Diagram of the vectors by the initial factor method (factor II and III) (Numbers on the vectors refer to code No. of traits listed in Table 4)

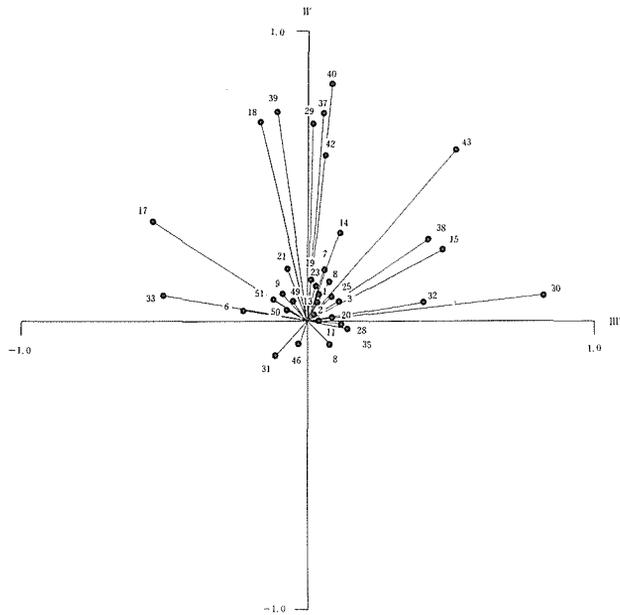


Fig. 6. Diagram of the vectors by the varimax method (factor II' and III') (Numbers on the vectors refer to code No. of traits listed in Table 4)

北海道和種馬の体型

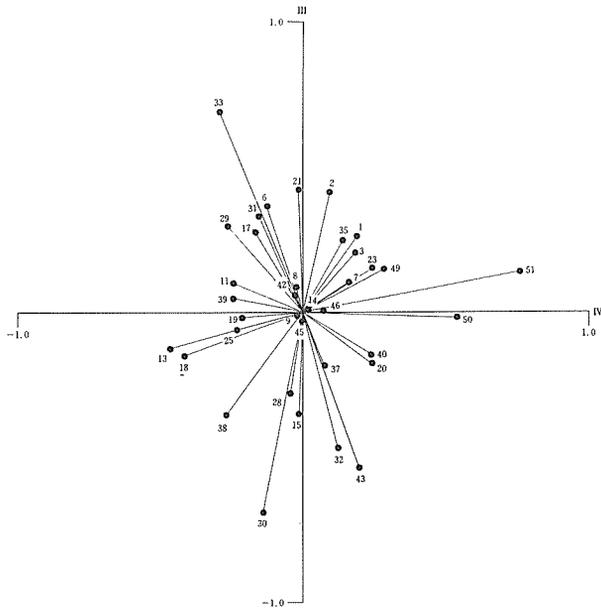


Fig. 7. Diagram of the vectors by the initial factor method (factor III and IV) (Numbers on the vectors refer to code No. of traits listed in Table 4)

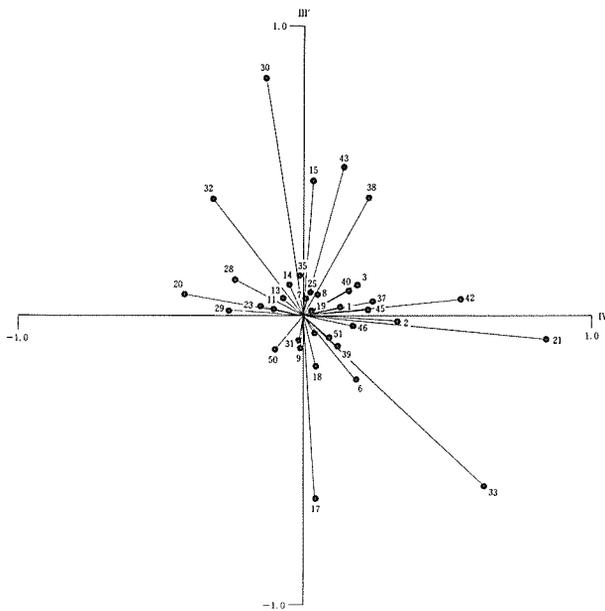


Fig. 8. Diagram of the vectors by the varimax method (factor III' and IV') (Numbers on the vectors refer to code No. of traits listed in Table 4)

考 察

本分析で用いた北海道和種馬は静内と新得の限定した2地域で繁養されている馬群であるが、静内の種牡馬は、新得より導入し繁殖に供用しているため、血縁的には、両群は近い集団と考えられる。しかし、この両馬群の飼育の環境は異なり、新得馬群は冬場に乾草の給与と舎飼がされ、比較的飼養条件が恵まれているが、静内馬群は年中放牧の形態で飼われ、特に摂取飼料の制限がされていると思われる。今回、観察されたこの地域間の体型の明らかな差異はこの環境の影響によって生じている可能性もある。それ故、前者は大型馬になり、後者は体高が低く、太く丈夫な脚を持つようになったものと思われる。実際に全道で飼われる北海道和種馬は一層大きく異なる種々の環境条件下で飼われているため、より大きな変動がそこには存在するものと考えられる。このような環境が体型に与える影響を明らかにすることは、その正しい評価をするのに重要である。しかし、今のところ、馬の体型がどのような要因によってどの程度影響を受けているのかが明らかでない為、これらの影響を取り除いて分析することは不可能である。本研究で用いた材料は環境が異なるが1つの集団と考えて、まとめて分析した。これらの体型に及ぼす環境の影響については、今後、体型の変化の推移を捕らえていく際に、明らかにしておかなければならないことと思われる。

本研究で得た測定値と松本¹⁰⁾の報告した測定値とを比較検討してみると、体高では大きな差は見られないが、体長（松本の報告ではより大きな値となる斜体長で測定している）や尻高、脚部の測定値、特に管囲などで、今回の方が著しく大きな値となっている。全体的にみると、本研究の対象馬は、後高の低方形馬で胸幅、尻幅もあり、胸囲、胸深も大きくなり、肢の太い、がっしりとした輓馬型の馬となっている。この傾向は、最近の八戸⁴⁾の報告にもみられる。しかし、松本¹⁰⁾の分析は全道の集団について行ったものであり、道南と道東では体型にかなりの差があることも指摘している。また標準偏差の値が今回よりかなり大きいことから測定値に大きなばらつきがあったと思われる。一方、MULLERとMARUYAMA¹²⁾の道東地域の限られた集団についての測定値は、今回の静内馬群のものと比べて、体長が短い以外は、ほぼ同一の数値であったことは興味深い。

本研究で行なった主成分分析による体型の分類は、すでに系統発生的な研究に広く利用され品種の分化などに役に立つ情報を提供している^{6,8,13)}。多変量解析の目的にはこのような標本の分類と、要約化による測定値の類型化^{1,2,3)}とがあり、本研究では、主成分分析により各馬の分類をおこなった結果、用いた馬の集団を明らかに静内馬群と新得馬群に類別することができた。このことは、同様の解析を北海道全体の集団にあてはめた時、もし地域によって体型の違いが存在するならば、それを明らかにすることができるかもしれない可能性を示すものである。

一方、本種は優れた特性を持ち、遺伝資源として貴重であり、これらの資質を損なわずに有効に活用し保存する方策の確立が強く要望されている。体型の測定値は本種の特性の重要な指標の

一つと考えられ、それらの有効な測定部位の選択が必要となる。本研究の因子分析による形質の類型化の結果、その抽出された共通要因(因子)に基づいて、測定値を数グループに分類できた。各因子について4～6測定部位の選択からつぎの19部位の計測が適当と考えられた。即ち、体高、尻高、尻長、腰幅、肩傾斜角、肩関節角(第Ⅰ因子)、頸長、臈長、後管囲、前管幅Ⅰ(第Ⅱ因子)、頭長、前蹄冠囲、脛長、後管幅Ⅱ(第Ⅲ因子)、上膊長、前膊長、前管囲、股長(第Ⅳ因子)の部位が上げられた。

しかし、日頃、人なれしていない馬について、これらの部位を直接計測することは困難と考えられることから、体型の評価の実用化のためには、迅速かつ正確な評価方法が要求される。それには、現在、乳牛の線形評価で実施されているような、各部位の変異を得点化した観察に基づく方法が簡便である。今後、これらの方法をも含めて、実用的な馬の体型の評価方法を検討する必要がある。

また、このように多くの形質について多変量解析を施し調べることは、体型の特徴や相互の関連性を明らかにする上で役に立つと共に、品種間の体型の比較にも応用できることが、豚で判明している¹¹⁾、さらに、各日本在来馬の体型値の比較を多変量解析によって行うことにより、その集団間の体型の特性差を明らかにできる可能性も示唆されている¹⁷⁾。それ故、北海道和種馬について、現在の集団の各形質間の関係を明らかにしておくことは、本品種の体型の特徴とその変化をとらえていくうえで重要であり、今後多変量解析による分析が望まれる。

今回、分析に用いた多変量解析法は、その性質からして直ちに得られた結果より結論を下すことは誤った判定をしてしまうこともあり、その分析に用いる形質によっても異なった結果を導く危険性が伴っている^{14,15)}。今後、それらの一部の形質での分析や、他の集団との比較検討を行うことも不可欠である。然るに、付表として、各馬の測定値を載せておく。

謝 辞

本研究を始めるにあたり、本学名誉教授 八戸芳夫 博士には、北海道和種馬について興味深い知識を御教授いただいた。また、日本馬事協会の方々には貴重な御助言をいただいた。馬体の測定にあたっては、北海道大学農学部付属牧場の職員の方々、及び北海道立新得畜産試験場の肉牛科長 裏 悦次 氏を初め、試験場職員の方々のご協力をいただいた。ここに記して感謝の意とする。

引用文献

- 1) BROWN, J. E., C. J. BROWN, W. T. BUTTS (1973 a) Evaluating relationships among immature measures of size, shape and performance of beef bulls.
I. Principal components as measures of size and shape in young hereford and angus bulls. J. Anim. Sci., 36: 1010-1020.
- 2) BROWN, J. E., C. J. BROWN, W. T. BUTTS (1973 b) Evaluating relationships among immature measures of size, shape and performance of beef bulls.

- II. The relationships between immatures of size, shape and beeflot traits in young beef bulls. *J. Anim. Sci.*, 36: 1021-1031.
- 3) CARPENTER, J. A. Jr., H. A. FITSHUGH, T. C. CARTWRIGHT, R. C. THOMAS, A. A. MELTON (1978) Principal components for cow size and shape. *J. Anim. Sci.*, 46: 370-375.
 - 4) 八戸芳夫 (1977) 北海道和種馬編. 日本在来馬の保存活用に関する調査成績, p. 1-53. 日本馬事協会. 東京
 - 5) 八戸芳夫 (1984) 日本の在来馬—その保存と活用—, p. 27-49. 日本馬事協会. 東京.
 - 6) HAYASHI, Y., T. NISHIDA, T. FUJIOKA, I. TSUJIYAMA, K. MOCHIZUKI, M. TANIMOTO (1982) Measurement of the skull of jungle and domestic fowls. *Jpn. J. Vet. Sci.*, 44: 1003-1006.
 - 7) 加藤嘉太郎 (1979) 二次増訂改版 家畜比較解剖図説上巻. 養賢堂. 東京
 - 8) KIDD, K. K., W. H. STONE, C. CRIMELLA, C. CARENZI, M. CASATI, G. ROGONONI (1980) Immunogenetic and population genetic analysis of Iberian cattle. *Anim. Blood Grps. Biochem. Genet.* 11: 21-38.
 - 9) MAGNUSSON, L. -E. (1985) An objective method for measuring the equine conformation. In: *Studies on the conformation and related traits of standard bred trotters in Sweden*. Uppsala, Sweden; Swedish University of Agricultural Science (1985) I: 1-28.
 - 10) 松本久喜 (1936) 北海道和種 (土産馬) に就いて. 札幌農林学会報27: 310-344.
 - 11) 光本孝次 (1973) 家畜の量的形質に対する多変量解析 I. 豚の経済的形質における相関群について. 日豚研誌10: 12-20.
 - 12) MULLER, M., I. MARUYAMA (1921) *Jahrbuch f. wirtsch. und prakt. Tierzucht*. Bd. 14 (松本久喜, 1936より引用)
 - 13) NISHIDA, T., C. LEE, Y. HAYASHI, T. HASHIGUCHI, K. MOCHIZUKI (1983) Body measurement of native fowls in Korea. *Jpn. J. Vet. Sci.*, 45: 179-186.
 - 14) 奥野忠一 (1980) 応用統計ハンドブック. 養賢堂, 東京
 - 15) 奥野忠一・久米均・芳賀敏郎・吉沢正 (1971) 多変量解析法, 日科技連. 東京
 - 16) SAS (1982) *SAS User's Guide*. Sas Institute, Inc., Cary, NC. New York
 - 17) 笹沼清孝・新城明久 (1986) 主成分分析による沖縄在来馬と宮古改良馬の体型に関する解析. 日畜会報57: 705-711.

Multivariate analysis for body size and shape in Hokkaido native horse

Junji UEDA, Hiroshi SHIMIZU and Ryoji TAKAGI *

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.

** Livestock Farm, Faculty of Agriculture, Hokkaido University*

Summary

Forty-four dimensions of body and 9 angles of joint were measured for 37 Hokkaido native horse mares. It is found that the present mares are longer and wider body size than the previously reported animals. Twenty-six traits were significant differences between two herds, which were maintained in Livestock Farm of Hokkaido University and Hokkaido Prefectural Animal Husbandry Experimental Station. Principal component analysis also revealed that these herds were completely separated into two groups by the component scores which were useful indicators of size and shape for the objective characterization. Most of traits were classified into some groups, according to common factors which were extracted from the correlation matrix by factor analysis. It was proposed that ten and several traits were useful to appraise the body size and shape. *Key words*: Hokkaido native horse, Body size and shape, Multivariate analysis

付 表

APPENDIX. Measurements of the body size and joint angle for each horse

Scale : cm (Code No. 1-44), degree (Code No. 45-53)

Code No.	Ind. No. Horse name Age (years)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		丘桜 8	海草 10	丘葵 8	楽桜 21	海桜 10	音雪 6	母桜 9	山葵 21	丘里 8	音柳 6	雪桜 12	大桜 13	坂吹 11
1	HT_WIT	129.6	127.0	131.6	126.2	130.4	132.0	127.9	127.3	127.5	133.4	124.2	130.4	131.5
2	HT_BAK	124.8	121.8	127.4	119.2	126.4	127.9	121.0	116.4	123.5	124.5	120.0	125.2	124.4
3	HT_CRP	134.4	130.4	132.0	124.0	134.2	134.8	127.0	126.6	130.3	130.5	128.0	131.0	132.4
4	HT_PIB	102.5	102.0	108.0	100.0	109.5	109.5	97.8	105.8	105.9	107.0	105.8	104.0	110.3
5	LE_FLB	64.4	65.5	64.4	61.6	63.4	70.5	66.8	66.0	64.0	67.8	61.2	66.0	68.0
6	DE_CES	58.8	60.9	63.5	60.9	61.7	61.3	59.4	59.8	62.2	61.7	59.6	60.0	60.4
7	HT_DOK	120.6	119.0	119.9	111.7	121.0	123.6	113.2	120.6	117.2	120.0	120.0	112.0	123.2
8	LE_CRP	50.8	50.2	50.2	48.6	49.6	48.0	45.7	45.8	49.2	49.5	50.0	48.3	47.6
9	LE_BOD	135.8	133.6	138.7	134.2	137.0	140.5	133.0	140.1	133.8	139.8	131.8	130.2	133.5
10	LE_BRS	87.8	90.4	92.1	83.2	89.3	91.8	89.6	89.6	84.1	98.0	89.5	88.8	94.6
11	WD_HED	19.0	18.0	17.8	18.4	19.0	18.5	17.0	18.0	17.5	18.5	17.8	18.8	18.0
12	WD_CEK	15.9	15.6	16.4	16.4	16.2	16.5	16.2	16.5	16.5	15.5	16.0	17.0	16.6
13	WD_BRS	34.0	35.0	33.8	33.4	29.0	32.0	30.0	32.0	32.0	32.0	34.0	33.0	32.2
14	WD_HIP	47.0	46.5	48.8	44.2	45.0	47.1	45.0	44.0	49.5	44.6	44.6	47.0	47.0
15	WD_CRP	42.2	42.6	39.5	39.5	40.8	42.2	38.5	39.0	42.0	43.0	41.8	41.5	42.5
16	WD_PIB	24.0	19.0	22.5	22.5	20.4	25.5	24.0	27.0	24.5	24.5	24.0	25.0	25.0
17	LE_HED	55.0	55.0	60.0	53.0	54.0	55.0	53.0	55.0	57.0	50.0	52.0	53.0	55.0
18	LE_NEK	52.0	55.0	53.0	52.0	53.0	55.0	48.0	54.0	49.0	48.0	52.0	48.0	55.0
19	LE_SCP	51.5	47.3	49.0	41.0	45.0	48.0	43.0	43.5	44.5	47.0	48.0	42.0	44.5
20	LE_HUM	25.0	24.0	22.0	23.5	24.0	23.5	21.5	26.0	27.0	25.0	22.0	25.0	24.0
21	LE_RAD	30.0	32.0	33.5	29.0	34.0	32.0	31.0	28.0	28.0	31.0	29.0	30.0	31.0
22	LE_CAP	7.0	7.0	6.0	5.0	6.0	8.0	6.5	6.0	6.5	5.0	6.5	6.0	5.5
23	LE_MCP	18.0	17.5	20.5	19.0	18.0	19.5	17.5	18.0	18.5	20.0	18.0	20.0	21.0
24	LE_FPX	7.5	8.5	6.5	7.0	8.0	6.5	7.0	6.0	7.5	7.0	8.5	8.0	7.5
25	GR_CES	160.0	165.0	160.0	160.0	160.0	160.0	152.0	151.0	162.0	158.0	157.0	155.0	162.0
26	GR_BLY	184.0	195.0	190.0	183.0	186.0	180.0	181.0	173.0	195.0	179.0	185.0	193.0	175.0
27	LE_FLK	11.0	14.0	14.0	16.0	12.0	10.0	10.0	12.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
28	CR_CPS	26.0	25.0	26.5	25.5	25.0	26.0	25.0	27.5	26.0	27.0	26.0	25.5	26.5
29	CR_FCN	17.0	17.5	17.5	17.0	16.5	17.0	16.5	17.5	16.5	17.5	16.0	16.5	17.0
30	CR_FCR	32.0	31.5	22.5	32.5	31.0	32.5	31.0	31.5	31.5	32.0	31.5	32.0	31.0
31	LE_PLV	29.0	30.0	32.5	31.0	31.0	30.5	31.0	29.0	32.0	30.5	33.5	32.0	30.0
32	LE_FEM	38.5	31.5	27.5	29.5	28.5	29.0	28.0	35.0	33.0	35.0	30.5	33.0	32.5
33	LE_TIB	26.0	30.0	36.0	31.5	35.0	33.0	29.0	27.0	27.5	26.0	26.0	24.0	27.0
34	LE_TRS	6.5	6.5	6.5	5.0	6.5	4.5	5.5	6.0	7.5	5.0	6.0	5.5	5.0
35	LE_MTR	24.5	25.5	25.0	26.5	26.0	27.0	23.5	24.0	27.0	26.5	26.0	27.0	27.5
36	LE_HPX	8.5	11.0	8.0	7.7	8.5	7.0	7.5	8.0	7.5	8.0	7.0	8.0	7.5
37	CR_HCN	19.0	19.0	20.0	19.0	18.0	21.5	18.0	19.0	17.5	19.0	18.0	18.5	17.5
38	CR_HCR	31.8	30.0	32.5	32.5	31.0	32.5	30.5	31.0	31.0	32.0	31.0	33.0	32.0
39	WD1FCN	3.7	4.1	3.9	3.9	3.9	4.0	3.8	3.9	3.8	3.8	3.8	3.7	3.8
40	WD2FCN	6.1	6.5	6.5	6.3	6.1	6.7	6.1	6.3	6.1	6.6	6.0	5.9	6.3
41	WD3FCN	7.0	6.7	6.8	6.4	6.9	7.8	6.8	7.4	6.8	7.2	6.3	6.7	6.6
42	WD1HCN	3.8	3.8	3.9	3.7	4.4	4.4	3.6	3.8	3.6	3.8	3.7	3.9	3.8
43	WD2HCN	7.3	7.1	7.3	7.2	7.1	8.0	7.0	7.1	7.1	7.5	7.1	7.3	7.2
44	WD3HCN	7.5	8.3	8.6	7.9	8.3	8.3	7.6	7.8	7.6	7.9	7.6	7.9	7.9
45	IC_SCP	60	70	67	66	62	55	71	62	55	62	63	65	69
46	AG_SHD	107	107	111	103	114	101	111	111	103	110	110	111	116
47	AG_FLB	138	127	134	127	141	138	130	138	134	140	139	136	137
48	AG_FFB	146	155	151	141	150	145	132	143	143	152	158	144	152
49	IC_PLV	27	29	34	37	32	41	36	28	39	37	26	30	40
50	AG_CRP	118	114	133	117	113	124	125	123	130	133	110	115	132
51	AG_STF	164	159	167	136	154	155	153	152	155	160	141	154	155
52	AG_HOK	160	151	156	140	161	155	153	155	161	156	145	155	155
53	AG_HFL	154	161	154	150	161	158	153	154	145	145	160	153	150

¹ Abbreviations are same as listed in Table 1.

北海道和種馬の体型

Scale : cm (Code No. 1-44), degree (Code No. 45-53)

Code No.	Trait ¹	Ind. No. Horse name Age (years)	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
			坂柳 11	母鶴 9	音桜 6	橋草 5	丘雪 8	大鶴 13	大極 13	泉信 4	吹風 8	立山 11	泉登 5	松寛 6	柳録 8
1	HT_WIT		133.5	131.3	133.7	132.0	130.0	129.5	127.5	135.8	135.8	136.2	135.8	134.8	136.8
2	HT_BAK		127.3	124.0	127.9	124.0	125.0	122.0	120.8	129.9	129.5	130.4	129.0	128.0	131.7
3	HT_CRP		137.0	130.4	135.2	134.6	134.6	129.0	131.8	138.4	137.0	139.2	137.0	136.9	139.5
4	HT_PIB		111.3	119.2	108.2	112.7	110.5	105.0	105.7	110.8	102.8	107.6	109.8	108.6	109.5
5	LE_FLB		68.2	64.2	66.5	69.5	66.0	67.2	60.5	68.7	67.7	67.6	67.8	67.8	68.4
6	DE_CES		60.0	60.3	62.1	60.3	59.6	57.8	60.0	62.5	62.9	63.9	63.7	63.2	64.4
7	HT_DOK		129.8	120.2	124.0	122.0	120.5	119.0	121.7	129.8	125.2	125.4	126.5	125.9	130.2
8	LE_CRP		52.0	49.0	48.4	47.0	47.0	48.8	49.5	50.5	54.6	53.2	53.6	56.8	55.7
9	LE_BOD		133.8	131.8	137.0	132.5	135.0	135.0	137.5	139.2	142.8	139.0	144.8	141.0	143.2
10	LE_BRS		88.0	86.5	91.3	89.5	89.0	89.0	90.2	90.2	93.1	89.2	96.8	93.0	91.2
11	WD_HED		18.5	18.2	19.2	19.0	19.0	18.5	18.2	19.5	18.0	20.0	19.0	19.5	19.8
12	WD_CEK		16.0	16.0	16.5	17.0	17.0	16.0	16.1	17.8	16.8	17.5	17.4	17.5	17.5
13	WD_BRS		31.0	31.5	32.6	33.6	35.2	32.0	32.8	35.0	36.5	34.0	35.0	35.0	36.8
14	WD_HIP		46.5	47.0	49.5	49.0	49.5	48.0	47.0	49.0	49.8	49.5	49.5	51.0	51.7
15	WD_CRP		42.0	42.0	43.5	43.5	45.0	41.0	43.5	38.5	44.8	46.0	43.5	47.0	47.3
16	WD_PIB		24.6	21.0	23.0	22.8	25.0	23.5	27.0	25.0	23.0	23.4	24.0	25.0	23.0
17	LE_HED		55.0	53.0	53.0	55.0	54.0	54.0	54.0	54.0	53.0	52.0	54.0	55.0	53.0
18	LE_NEK		50.0	52.0	53.0	53.0	53.0	56.0	52.0	52.0	53.0	51.0	53.0	57.0	53.0
19	LE_SCP		44.0	46.0	42.0	51.0	53.0	44.0	46.0	50.0	53.0	50.0	48.5	59.0	52.5
20	LE_HUM		25.5	24.0	24.0	26.0	22.5	25.0	25.0	28.0	27.0	27.0	27.5	26.5	26.0
21	LE_RAD		30.5	30.5	30.0	30.0	31.0	30.0	32.5	29.5	31.0	30.0	31.0	30.5	31.0
22	LE_CAP		6.0	6.0	8.0	7.0	6.0	5.0	6.0	5.5	5.5	5.0	5.0	6.0	6.0
23	LE_MCP		20.5	21.0	18.0	21.0	19.0	20.0	20.0	21.5	21.0	21.5	23.0	20.0	22.0
24	LE_FPX		8.5	7.0	8.0	7.0	8.0	8.5	7.0	8.5	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
25	GR_CES		155.0	150.0	155.0	158.0	166.0	149.0	162.0	164.0	175.0	170.0	167.0	175.0	172.0
26	GR_BLY		183.0	174.0	183.0	181.0	194.0	185.0	198.0	184.0	196.0	191.0	191.0	192.0	190.0
27	LE_FLK		13.0	8.0	10.0	12.0	12.0	10.0	10.0	9.0	9.0	8.0	8.0	12.0	10.0
28	CR_CPS		26.0	24.5	27.0	25.5	25.5	26.0	27.0	28.0	26.5	27.5	27.5	32.5	27.0
29	CR_FCN		17.0	16.5	17.0	18.0	17.0	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.0	17.5	17.5
30	CR_FCR		33.5	31.0	32.5	32.0	32.0	31.5	35.0	32.0	32.5	31.5	32.5	34.0	34.0
31	LE_PLV		31.0	29.5	31.0	32.0	30.0	30.0	29.5	36.0	31.0	29.0	32.5	31.5	32.0
32	LE_FEM		35.5	31.0	33.0	35.0	29.5	32.0	38.5	37.0	35.0	39.0	38.0	37.5	35.0
33	LE_TIB		28.0	30.0	27.5	25.5	25.5	23.0	25.0	27.0	27.5	28.5	26.5	27.0	30.0
34	LE_TRS		5.5	6.0	7.0	5.5	6.0	5.5	5.5	6.0	7.0	5.5	6.5	6.0	6.0
35	LE_MTR		27.5	29.0	25.0	27.0	25.5	26.5	25.0	26.5	26.5	28.5	26.0	26.0	27.0
36	LE_HPX		7.5	9.0	8.0	8.0	8.0	8.0	9.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.5	9.0
37	CR_HCN		18.5	18.0	19.0	20.0	19.0	19.0	20.0	18.0	19.5	19.0	19.0	19.5	19.0
38	CR_HCR		32.0	31.0	31.5	31.5	31.0	31.0	34.0	31.0	32.0	31.5	32.0	33.0	34.0
39	WD1_FCN		3.9	4.0	3.9	4.1	3.8	4.0	3.9	3.8	3.9	3.9	3.9	3.9	4.0
40	WD2_FCN		6.3	6.1	6.4	6.7	6.5	6.4	6.6	6.4	6.4	6.4	6.1	6.4	6.5
41	WD3_FCN		6.4	6.2	6.4	6.5	6.2	6.5	7.0	6.5	6.7	6.6	6.3	6.6	6.6
42	WD1_HCN		3.9	3.7	3.8	4.2	3.8	3.8	4.0	3.7	3.8	3.8	3.6	3.8	3.9
43	WD2_HCN		7.3	7.2	7.5	7.8	7.3	7.4	8.7	7.1	7.5	7.3	7.3	7.7	7.3
44	WD3_HCN		7.5	7.4	7.9	8.3	8.2	7.8	8.0	7.8	8.0	7.7	8.0	8.2	8.4
45	IC_SCP		66	59	76	58	65	61	71	56	44	56	54	56	61
46	AG_SHD		111	114	110	97	105	111	115	98	90	94	103	94	96
47	AG_FLB		138	146	125	129	130	140	136	134	135	130	139	130	124
48	AG_FFB		153	149	153	140	152	151	143	148	147	145	150	160	149
49	IC_PLV		32	32	32	35	32	33	27	27	39	29	33	32	26
50	AG_CRP		121	113	124	120	119	123	121	101	120	113	124	128	111
51	AG_STF		168	143	167	158	156	154	161	155	163	155	154	146	154
52	AG_HOK		165	156	160	162	159	155	152	163	156	156	158	157	159
53	AG_HFL		156	155	150	158	160	149	155	155	160	158	147	147	153

¹ Abbreviations are same as listed in Table 1.

Scale : cm (Code No. 1-44), degree (Code No. 45-53)

Code No.	Trait ¹	Ind. No. Horse name Age (years)	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
			鈴木 12	養根 3	恵寛 6	恵場 5	立登 5	柳根 3	立城 9	養桜 7	柳陽 14	雪養 10	鈴信 4
1	HT_WIT		132.4	133.8	140.9	133.5	137.4	133.0	134.8	133.0	132.0	135.3	135.5
2	HT_BAK		125.0	126.5	138.5	126.5	129.7	127.2	127.7	129.0	127.3	130.0	131.8
3	HT_CRP		134.5	134.5	141.2	135.8	137.8	136.6	135.8	136.2	134.4	137.8	140.0
4	HT_PIB		105.8	110.2	115.4	108.4	113.2	109.8	114.4	108.8	111.4	110.5	112.8
5	LE_FLB		64.0	69.2	71.0	64.3	69.2	67.0	67.8	70.0	65.4	69.8	70.2
6	DE_CES		61.4	61.2	68.4	64.5	65.0	61.6	65.5	63.5	63.0	62.1	62.2
7	HT_DOK		123.5	126.8	131.4	123.2	129.5	125.5	129.2	126.6	126.4	128.5	128.3
8	LE_CRP		52.0	52.0	55.9	51.8	52.3	53.0	53.6	53.4	52.0	53.0	54.5
9	LE_BOD		145.0	137.0	148.5	144.4	138.8	144.0	142.1	143.2	140.5	140.4	137.2
10	LE_BRS		95.5	84.0	96.4	96.0	94.0	94.8	91.8	96.1	91.8	94.0	90.7
11	WD_HED		19.0	19.5	19.0	19.0	18.4	19.5	18.2	18.5	19.5	19.5	19.3
12	WD_CEK		17.0	16.0	17.5	16.4	17.0	17.0	17.5	16.5	16.5	17.5	17.2
13	WD_BRS		35.6	29.3	36.1	36.0	34.0	32.0	35.0	32.0	33.5	36.5	33.5
14	WD_HIP		47.0	48.2	51.3	47.0	49.7	49.2	49.4	48.0	49.5	50.5	47.0
15	WD_CRP		45.0	43.6	44.4	45.0	42.0	43.0	45.5	44.0	46.0	47.0	42.3
16	WD_PIB		23.4	23.5	23.7	21.0	23.3	23.0	23.0	21.0	22.0	21.5	22.0
17	LE_HED		55.0	53.0	56.0	54.0	54.0	54.0	55.0	52.0	54.0	53.0	52.0
18	LE_NEK		51.0	52.0	55.0	53.0	52.0	51.0	55.0	48.0	54.0	51.0	48.0
19	LE_SCP		52.0	43.5	56.0	52.0	53.5	48.5	51.0	53.0	50.0	54.5	49.5
20	LE_HUM		26.5	26.0	27.0	28.0	28.0	31.5	26.0	28.0	27.5	27.0	25.0
21	LE_RAD		28.0	31.0	34.0	31.0	30.0	28.5	29.0	30.0	28.0	33.5	32.5
22	LE_CAP		6.0	8.0	5.5	6.0	6.0	5.0	6.5	6.0	6.0	6.0	7.0
23	LE_MCP		19.0	21.0	22.0	21.0	22.5	23.0	22.0	22.0	20.0	21.0	20.5
24	LE_FPX		8.0	7.0	8.0	7.0	6.5	8.0	8.0	8.0	8.0	7.0	7.0
25	GR_CES		172.0	164.0	174.0	170.0	166.0	163.0	170.0	163.0	171.0	169.0	161.0
26	GR_BLY		191.0	177.0	188.0	194.0	185.0	184.0	191.0	179.0	191.0	187.0	180.0
27	LE_FLK		10.0	7.0	8.0	10.0	10.0	8.0	10.0	8.0	10.0	8.0	8.0
28	CR_CPS		31.0	27.0	28.0	26.0	27.0	27.5	27.0	27.0	27.0	27.5	27.5
29	CR_FCN		17.0	18.0	17.5	17.0	17.5	17.5	17.0	17.0	18.0	17.5	17.0
30	CR_FCR		32.0	31.0	32.0	31.0	31.0	31.0	31.5	31.0	32.5	33.0	30.0
31	LE_PLV		30.0	27.0	29.0	28.5	32.0	29.0	31.0	28.0	31.0	28.0	35.0
32	LE_FEM		36.5	39.0	38.0	39.0	35.0	32.0	38.0	36.0	38.0	40.0	32.0
33	LE_TIB		28.0	28.0	33.0	27.0	30.0	27.0	28.0	28.0	26.0	28.0	26.5
34	LE_TRS		6.0	5.0	7.0	6.5	6.0	5.5	6.0	5.5	7.5	8.0	6.5
35	LE_MTR		25.0	27.0	26.5	28.0	28.0	26.0	27.0	27.0	26.0	26.0	27.5
36	LE_HPX		8.5	8.0	8.0	8.0	8.0	7.5	8.5	8.0	7.5	8.0	7.0
37	CR_HCN		18.5	19.0	20.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.5	19.0	18.5
38	CR_HCR		32.5	30.0	32.0	30.5	31.0	31.0	31.0	31.0	32.0	33.0	29.0
39	WD1FCN		3.6	3.7	4.0	3.7	4.0	3.9	3.9	3.8	3.8	3.9	3.6
40	WD2FCN		6.1	6.5	6.5	6.3	6.2	6.3	6.3	6.1	6.4	6.3	6.4
41	WD3FCN		6.1	6.6	7.1	6.4	6.6	6.4	6.7	6.5	6.8	6.8	6.5
42	WD1HCN		3.6	3.9	4.0	3.6	3.8	3.7	3.7	3.6	3.8	3.7	3.6
43	WD2HCN		7.4	7.4	7.4	7.3	7.3	7.3	7.4	7.2	7.6	7.2	7.2
44	WD3HCN		7.9	7.6	7.8	8.0	7.7	7.8	8.1	8.0	8.4	7.8	8.0
45	IC_SCP		50	57	47	53	53	52	59	48	49	47	58
46	AG_SHD		100	102	94	93	91	98	105	92	98	89	101
47	AG_FLB		140	133	137	130	130	135	136	133	141	132	133
48	AG_FFB		147	147	163	150	160	147	152	156	144	150	152
49	IC_PLV		28	26	23	23	32	27	29	33	35	26	34
50	AG_CRP		120	118	111	108	120	125	118	120	125	113	128
51	AG_STF		154	161	150	160	155	166	160	167	154	155	168
52	AG_HOK		160	159	154	160	162	161	158	160	153	153	153
53	AG_HFL		148	148	161	155	142	154	156	160	152	154	155

¹ Abbreviations are same as listed in Table 1.