

豚の諸形質に関する研究*

第1報 形質の総合的評価による分類

久松敬和**坂本 登** 杉沢義民**岡本三樹**

Studies on Some Characters in Swine

1. Classification by Synthetic Evaluation of Some Characters

Norikazu HISAMATSU, Noboru SAKAMOTO, Yoshitami SUGISAWA
and Miki OKAMOTO

緒 言

わが国の豚の品種は、昭和36年以降、諸外国から、ランドレース種、ハンプシャー種、そして大ヨークシャー種、最近ではデュロック種が輸入され、これまで主体をなしていたヨークシャー種、パークシャー種の純粋種は、ほとんど影を潜め、中型種から大型種へと移行してきた。⁴⁾

これまでの純粋繁殖一辺倒から雑種強勢利用の急速な発達により、肉豚用子豚の生産は、ほとんど雑種生産となり、その品質のバラッキがかなり大きくなってきている。従って、純粋種豚の確保とその産肉能力の向上および雑種豚の産肉能力の評価が、養豚経営上からも極めて重要な問題であろう。

豚の産肉能力には種々の形質が関与し、またその形質間には複雑な関係がある。しかし、一般に豚の産肉能力の評価は各々の主要形質についての評価であって、産肉能力検定基準でなされているが、いまだ総合的な評価法は見あたらない。産肉能力には、多くの形質が関与し、それらが複雑にからみあっているが、これらを何らかの方法で要約し、少数個の総合形質として表現し、これをもって分類したり、品種の傾向をつかみ、その特性を適確につかむことによつて、これを評価することが重要と思われる。

これらの問題を解決するための大きな助けとなる統計的手法に多変量解析 Multivariate Analysis がある。これは、これまで一般的に行なわれてきた1個の特性値、1変量に関する統計的解析でなく、一つの物の評価は、いくつかの特性の総合的な評価、あるいは一つの現象を多次元にとらえ、母集団を推測するためのものである。従つて、これは多くの特性のデータを要約し、

人間の直観が働きやすくする手法で、いわゆる総合判断のための情報を提供するものである。⁵⁾

そこで、著者等は、当畜産部で調査した検定豚、試験豚の産肉能力に関する諸形質について、多変量解析の中の主成分分析を実施し、その解析結果をもとに、豚の特性、分類、形質の動向、総合的評価などについて検討した。

本研究にかかる計算にあたって協力を得た三重電子計算センター 山下光博氏に感謝の意を表する。

材料および方法

1. 供試豚の構成と飼養方法

供試豚は、昭和48年度と昭和49年度上期に実施した産肉能力検定、省力給餌試験に用いた119頭である(第1表)。

給与飼料は検定飼料(TDN:70.1%, DCP:12.9%)を用い、不断給餌、自由給水とした(省力給餌試験を除く)。豚房の大きさは産肉能力検定豚については、2頭1組で $3.24(1.2 \times 2.7 \text{ m}) \text{ m}^2$ ⁶⁾ 省力給餌豚については群飼とし、1頭当り $1.5 \sim 2.0 \text{ m}^2$ であった。体重測定は1週間に1回、ボロ出しは毎朝行い、飼料の採食状況は朝、夕調べ不足のものは、その都度計量補給した。

* 第23回日本養豚研究会において発表

** 畜産部

第1表 供試豚の品種および頭数

区分	品種・交配組合せ	略号	頭数	体重	備考
産肉能力検定	ハンブシャー種	H	20頭	kg 30-90	
	大ヨークシャー種	W	12		
	ランドレース(♀)×デュロック(♂)	LD	12		
	大ヨーク(♀)×ランドレース(♂)	WL	15		
省力給餌試験	ランドレース(♀)×ハンブシャー(♂)	LH	10	35-95	2日に1日断 (1/2)
			20		1週間に2日断 (2/7)
			10		3日に1日断 (1/3)
			20		4日に1日断 (1/4)
計			119		

注：試験期間は昭和48年上期から49年上期

2. と殺・解体方法と測定要領

と殺予定前24時間絶食を行い、と殺直前体重を測定「絶食体重という」を行い、電殺、放血ののち、湯はぎ整形半丸とし、24時間冷却し、枝肉重量を測定「枝肉重量という」し、右半丸を測定、左半丸を分割計量した。

左半丸重量(カタ)は第5胸椎と第6胸椎との間で背線に直角に切断した前の部分、左半丸重量(ハム)は最後腰椎1節をももに付けて、ほぼ背線に直角に切断した後の部分、左半丸重量(ロース、バラ)は、これらの真中の部分であり、以上の3部分を大割肉片、3分体という。

背腰長Ⅱは、屠体の長さの代表とされるもので、最後腰椎後端から第1胸椎前縁までの直線の長さである。

と体巾は第5～第6胸椎直上部(前軀の切断部位)の巾である。

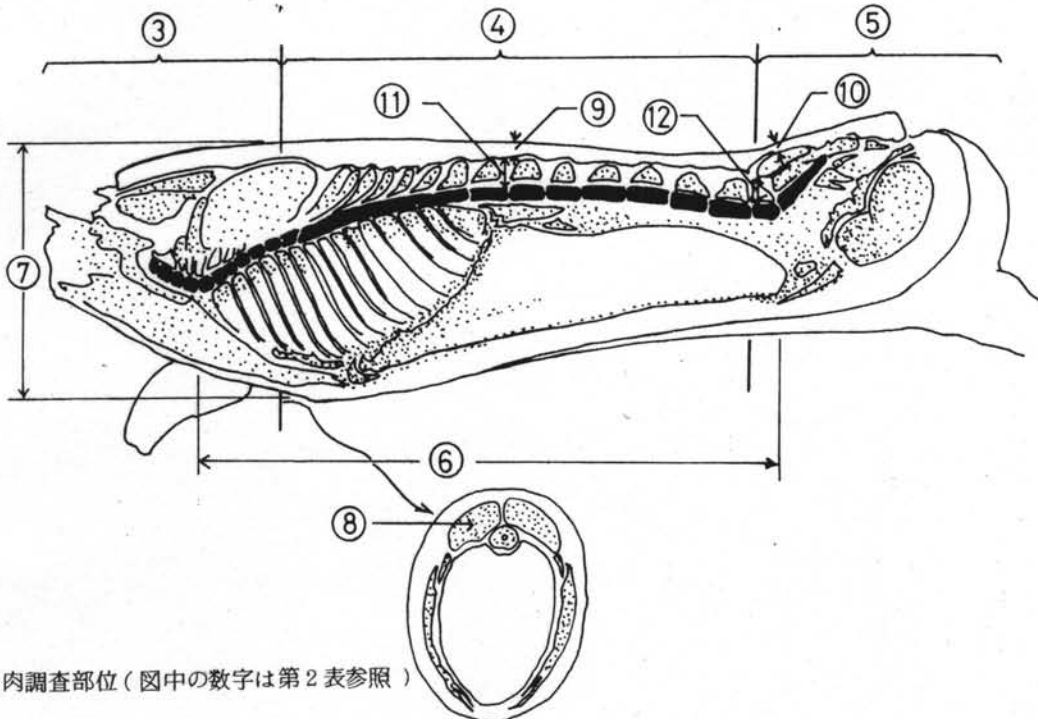
ロース断面積(背最長筋の太さ)の測定は、と体における赤肉量を推定し、さらにと体の審査を正確にするために測定し、大割肉片のカタのカット面において行う。

背脂肪の厚さは、背の最も脂肪のうすい部位の厚さで皮の厚さは含まない。ランジル脂肪の厚さは、ランジル部の中央部の脂肪層の最も厚い部位である。

赤肉の厚さ(セ)は、腎臓附着下部の棘突起部から脂肪層までとし、赤肉の厚さ(コシ)は、ランジル先端から突起部の距離とする(第1図)。

肉色は、農林省畜産試験場が考案されたポークカラースタンダード³⁾を用いて、第5～6胸椎切断部のロース断面で測定した。

主要の臓器として、肝臓の重さ、心臓の重さ、ひ臓の長さ、肺臓の重さを加味した。



第1図 枝肉調査部位(図中の数字は第2表参照)

3. 調査した形質

上記の諸形質と発育との関係を見るため、生後日令、1日平均増体重(試験期間内)、飼料の消費量との関係

を知るため、飼料要求率(試験期間内の生体1kg増体に要する飼料消費量)を加え、用いた形質は第2表のとおり、20形質である。

第2表 分析に用いた形質

形 質	略号	単位	備 考
絶 食 体 重	X ₁	kg	
枝 肉 重 量	X ₂	kg	
左半丸重量(カタ)	X ₃	kg	豚産肉能力検定基準による
左半丸重量(ロス・バラ)	X ₄	kg	"
左半丸重量(ハム)	X ₅	kg	"
背 腰 長	X ₆	cm	"
と 体 幅	X ₇	cm	"
ロ ー ス 断 面 積	X ₈	cm ²	"
背 脂 肪 の 厚 さ	X ₉	cm	"
ランジル脂肪の厚さ	X ₁₀	cm	"
赤肉の厚さ(セ)	X ₁₁	cm	突起部から脂肪層まで
赤肉の厚さ(コシ)	X ₁₂	cm	ランジル先端から棘突起部
肉 色	X ₁₃		第5-6胸椎のロス(ボークカラースタンダードで測定)
肝 臓 の 重 さ	X ₁₄	g	胆のうを含む
心 臓 の 重 さ	X ₁₅	g	
ひ 臓 の 長 さ	X ₁₆	cm	
肺 臓 の 重 さ	X ₁₇	g	気管支を除く
生 後 日 令	X ₁₈	日	
1 日 平 均 増 体 重	X ₁₉	g	
飼 料 要 求 率	X ₂₀		

4. 計算方法

これらのデータに主成分分析(Principal Component Analysis:PCA)を行って、データの一般的性質とその相関、主成分とそのスコアを求めて、種々の検討を加えた。

なお、本研究にかかる計算は、三重電子計算センター(FACOM230-25)において行なった。

結果および考察

1. 各形質の一般的性質

データの一般的性質は、第3表のとおりである。絶食体重の平均は約9.0kg、枝肉重量(冷と体重)は約6.7kgで枝肉歩留は74.6%であった。左半丸重量カタは1.0.8kg、ロス・バラ1.1.6kg、ハム1.0.9kgで、ハムの割合32.7%という値は産肉能力検定基準67)(ハンブシャー、デュロック)のCクラスであった。また、背腰長Ⅱは68.5cmで同判定基準のBクラスであった。背脂肪の厚さは1.72cm、ランジル脂肪

の厚さは1.77cmであり、良く似た値を示し、一般に薄い傾向を示した。1日平均増体重は670gで同判定基準のdクラスであり、やや発育の遅れを示したが、これは省力給餌試験の影響を受けたものと思われる。飼料要求率は3.48で、同判定基準のCクラスでありこれも同影響を受けているものと思われる。

変動係数の大きいものは、ランジル脂肪の厚さ37.9%、背脂肪の厚さ29.1%であり、これらの形質は、経済形質として重要であるにもかかわらず、各個体に、このようなバラッキが見受けられることは、今後一層の改良が必要と思われる。次に変動の大きいものは、肉色の27.3%であり、この肉色は、肉の保水性、PSE筋肉とも相関が高く、肉の品質に関係すると云われる¹⁾³⁾⁹⁾重要な形質であるが、このようにバラッキの大きいことは、この原因の追究が大切な課題であろう。

第3表 データの一般的性質とその相関

(n=119)

形質	略号	単位	平均値	変動係数	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈	X ₁₉	
絶食体重	X ₁	kg	89.5	3.9	●																			
枝肉重量	X ₂	kg	66.8	4.5	■																			
左半丸(カタ)	X ₃	kg	10.8	6.5	■																			
左半丸(ロス・バラ)	X ₄	kg	11.6	6.9	■	▲																		
左半丸(ハム)	X ₅	kg	10.9	5.5	■	▲	+																	
背腰長	X ₆	cm	68.5	3.8	NS	NS	NS	+	NS															
と身体幅	X ₇	cm	34.5	3.2	▲	NS	NS	▲	NS	NS														
ロス断面積	X ₈	cm ²	19.5	11.0	NS	NS	+	NS	+	NS	NS													
背脂肪の厚さ	X ₉	cm	1.72	29.1	NS	+	NS	▲	NS	NS	+	△												
ランジルの厚さ	X ₁₀	cm	1.77	37.9	NS	NS	NS	▲	NS	NS	+	△												
赤肉の厚さ(セ)	X ₁₁	cm	4.14	13.0	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	+	●											
赤肉の厚さ(コシ)	X ₁₂	cm	6.04	8.8	NS	NS	NS	NS	▲	NS	NS	▲	△	△	+									
肉色	X ₁₃		2.71	27.3	NS	NS	NS	-	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS								
肝臓重	X ₁₄	g	1,532.0	9.5	▲	+	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS								
心臓重	X ₁₅	g	312.0	16.3	NS	+	NS	NS	NS	NS	NS	+	-	-	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
ひ臓長	X ₁₆	cm	37.0	13.2	+	+	NS	NS	▲	NS	NS	+	△	△	+	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
肺臓重	X ₁₇	g	589.0	19.5	NS	NS	NS	NS	NS	NS	-	NS	-	△	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
生後日令	X ₁₈	日	187.0	9.7	+	+	NS	NS	NS	NS	+	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
1日平均増体重	X ₁₉	g	670.5	16.9	NS	NS	NS	NS	NS	NS	-	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	○
飼料要求率	X ₂₀		3.48	10.3	+	+	NS	+	NS	NS	+	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	●

相関係数 $r = 1.0 \sim 0.7$ ● ○
 $= 0.7 \sim 0.5$ ■ □
 $= 0.5 \sim 0.3$ ▲ △
 $= 0.3 \sim 0.2$ + -
 5%レベルで有意性なし NS

2. 各形質の相関

各形質間の相関は第3表のとおりである。これまでの研究において、絶食体重と枝肉重量、カタ、ロース・バラ、ハムの間、カタ、セ、コシの脂肪の厚さ、これらの平均値の4形質相互間に高い相関がみられ、ロース断面積について負の相関、生後日令、1日平均増体重、飼料要求率の3形質相互間に高い相関、ロース断面積と背脂肪の厚さ、ランジル脂肪の間に負の相関があると報告されている。⁴⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾ 著者らの研究においても、この傾向が認められた。

赤肉の厚さ(セ)、(コシ)は産肉能力検定実施要領になく、著者ら独自の調査項目である。これは赤肉量の推定に利用したいとの考えから発したものである。赤肉の厚さ(セ)はロース断面積(正)、セ脂肪の厚さ(負)ランジル脂肪の厚さ(負)の相関があり、赤肉の厚さ(コシ)とも同様にやや高い相関があり、ハムの重量(正)とも相関が認められた。このことは、著者らの推測が、おおむね当たっていたものと考ええる。

と体巾は、絶食体重枝肉重量、ロース・バラの重量、脂肪の厚さ(セ)、(ランジル)、生後日令、飼料要求率に正の相関が認められた。

調査形質に内臓重量を採用したのは、近年豚の疾病が多発しているため、内臓重量と特に発育等に関係しないかどうかを調査するためである。しかし、この調査では、ひ臓の長さが脂肪の厚さ(セ)、(ランジル)に負の相関、肺臓も同様な傾向があり、外に内臓重量と他の形質との特徴的関係はほとんど認められず、特に発育等にも、相関は認められなかった。

3. 主成分の導出と意味付け

相関行列から主成分分析を行って、これら20形質を数個の主成分に要約した。これらの主成分と各形質の相関すなわち、因子負荷量は第4表のとおりである。各主成分の解釈(意味付け、総合特性値)および総合評価は、次のとおりである。

第4表 各形質の因子負荷量と寄与率

形 質	第1主成分 Z ₁	第2主成分 Z ₂	第3主成分 Z ₃	第4主成分 Z ₄	第5主成分 Z ₅	第6主成分 Z ₆	6つの主成分の寄与率
絶食体重	0.88	0.09	-0.24	0.05	0.08	-0.01	84%
枝肉重量	0.90	0.13	-0.28	-0.12	0.03	0.05	93
左半丸(カタ)	0.59	-0.05	-0.39	-0.09	0.09	-0.31	62
左半丸(ロース・バラ)	0.67	0.45	-0.13	0.05	0.15	0.24	76
左半丸(ハム)	0.65	-0.31	-0.27	-0.17	-0.07	0.01	63
背腰長Ⅱ	0.20	-0.20	-0.03	0.18	0.54	0.67	85
と体幅	0.53	0.29	0.11	-0.14	0.31	-0.23	54
ロース断面積	0.14	-0.53	-0.16	-0.50	-0.13	0.01	59
背脂肪の厚さ	0.10	0.85	0.08	-0.16	0.00	0.05	77
ランジル脂肪の厚さ	0.06	0.87	0.06	-0.15	0.02	0.03	79
赤肉厚(セ)	0.14	-0.45	0.11	0.11	-0.33	0.43	55
赤肉厚(コシ)	0.08	-0.56	-0.16	-0.39	-0.14	0.18	56
肉色	-0.16	-0.29	0.22	-0.32	0.44	-0.15	48
肝臓重	0.31	-0.02	-0.22	0.65	0.18	-0.14	62
心臓重	0.22	-0.36	-0.02	-0.17	0.46	-0.37	55
ひ臓長	0.31	-0.36	-0.28	0.32	-0.49	0.00	65
肺臓重	-0.06	-0.34	-0.03	0.52	0.17	-0.29	51
生後日令	0.49	-0.13	0.79	0.01	0.10	0.08	89
1日平均増体重	-0.41	0.23	-0.80	-0.09	0.15	0.11	91
飼料要求率	0.53	-0.09	0.76	0.05	0.00	-0.06	87
累積寄与率%	22	42	52	60	67	73	73

注) □内は各主成分に対する主要な形質である。

1) 第1主成分 Z_1 は、因子負荷量で見ると、枝肉重量 (0.9)、絶食体重 (0.88)、左半丸ロース・バラ (0.67)、ハム (0.65)、カタ (0.59) など高い相関をもっており、これらは、いずれも重量に関する形質であり、生物学では、通常大きさの因子 (Size Factor) と呼ばれるものである。⁵⁾ なお、ここでは背腰長 II は含まれていない。

2) 第2主成分はランジル脂肪の厚さ (0.87)、背脂肪の厚さ (0.85) と高い正の相関、赤肉の厚さ (コシ) (0.56)、ロースの断面積 (0.53)、赤肉の厚さ (コシ) (-0.56) と負の相関をもっており、これは脂肪の厚さと赤肉量のバランスに関係する因子 (脂肪の因子) である。

3) 第3主成分は生後日令 (0.79)、(0.76) と正の相関、1日平均増体重 (0.8) と負の相関があり、飼料の利用性と発育に関係する因子 (発育の因子) であ

った。

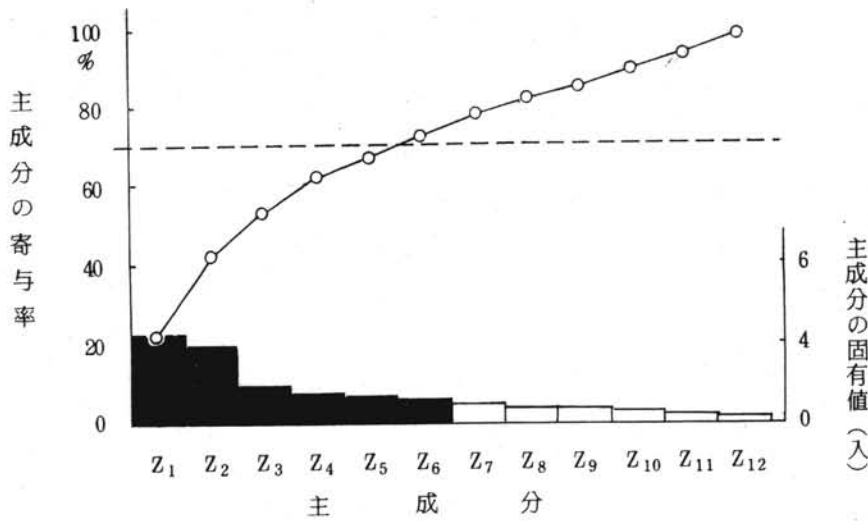
以上の3主成分はかなり明確な意味づけが出来た。鹿熊等²⁾の行った豚産肉能力検定の測定形質の分析結果は第1要因として発育要因、第2要因として脂肪量要因、第3要因として体長要因、第4要因として屠体重要因、第5要因として初期発育要因であることを報告していることから、著者等は豚の総合評価の重要なポイントは第1に枝肉重量 (絶食体重)、第2に脂肪の厚さ、第3に発育と考えられる。

4) 第4主成分以降は現実的な意味づけが難しくなっている。以上主成分の意味づけは第5表のとおりである。

なおPCAをほどこした結果を主成分・固有値のパレート図に示すと第2図のようになり、全情報の73%が説明される。

第5表 主成分の意味づけ

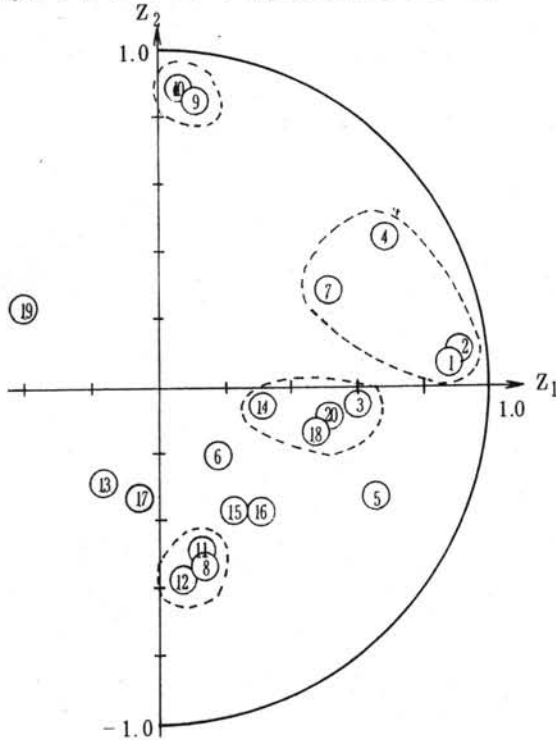
主成分	主成分に対する形質の影響	意味
第1主成分	{ 正 枝肉重量、絶食体重、ロース・バラ ハム、カタ、と体幅、要求率 負	重さの因子
第2主成分	{ 正 ランジル脂肪の厚さ (中)、背脂肪の厚さ 負 赤肉厚 (コシ)、ロース面積 赤肉厚 (セ)	脂肪の因子
第3主成分	{ 正 生後日令、飼料要求率 負 1日平均増体重	発育の因子
第4主成分	{ 正 肝臓重量、肺臓重量、(ひ臓長) 負 ロース面積、(赤肉厚 (コシ))	
第5主成分	{ 正 背腰長 II、(心臓重量) 負 ひ臓長	
第6主成分	{ 正 背腰長 II、赤肉厚 (セ) 負 (心臓重量)、(肺臓重量)	



第2図 主成分固有値のパレート図

4. 各形質の分類

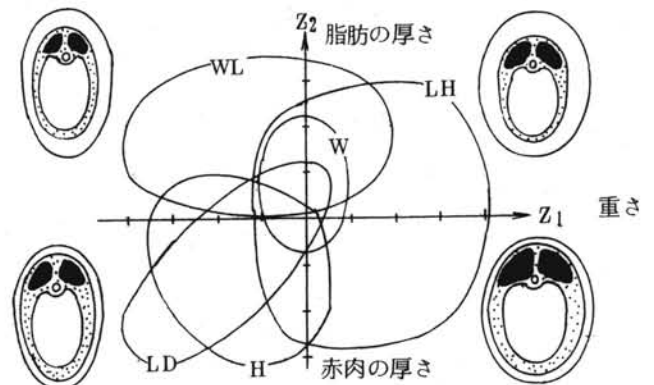
第1主成分 Z_1 と第2主成分 Z_2 に対する各形質の因子負荷量は第3図のとおりであるが、円周に近い位置に占める形質ほど情報が良く説明され、かつ、各形質の近いグループが良く似た性質をもっていることを表わしている。①②④⑦は、絶食体重、枝肉重量、ロース・バラ重量、と体巾等の重量の因子、⑨⑩は背・ランジル脂肪の厚さで、脂肪量の因子、⑧⑪⑫はロース断面積、赤肉厚さ(セ)、(コシ)で赤肉量の因子であった。



第3図 各形質の Z_1 、 Z_2 に対する因子負荷量による分類 (図中の数字は第2表参照)

5. スコアの散布図による分類

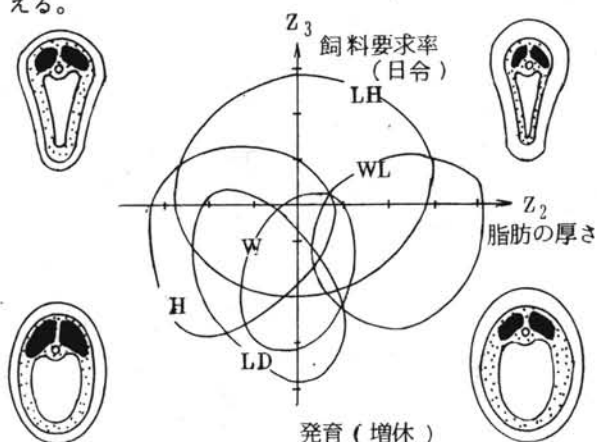
1) 総合特性値、第1主成分 Z_1 、第2主成分 Z_2 を用いて示した個体の散布図は、第4図のとおりであり、図中の模識図は、第5~6胸椎間の断面図である。第1象限の図は、と殺時体重が大きく、脂肪は厚く、赤肉量の少ない、ロース面積の小さい不良タイプである。第2象限は、と殺時体重は小さく、脂肪の多い、赤肉の少ない不良タイプである。第3象限はと殺時体重は小さいが、その割合に脂肪は少なく、ロースの太い、赤肉量の多い理想タイプである。第4象限はと殺時体重は大きいにもかかわらず、脂肪は薄く、ロースの太い、赤肉量の多い理想タイプの豚である。LHは、と殺時生体重を9.5kg目標としたので、体重は重く、飼養管理方法も試験区等が異なつたこともあつて、理想タイプと不良タイプが混在している。H種は、と殺時の生体重を9.0kg目標としたので、体重は小さい方に傾き、理想タイプであつた。W種は図の中心にあり、中間的なタイプである。LD種は体重が増加するに従つて脂肪が厚くなる傾向にあり、WL種は今回は不良タイプの豚であつた。



第4図 品種別スコア散布図

2) 第2主成分 Z_2 と第3主成分 Z_3 を用いて示したスコア散布図は第5図のとおりである。H種は最も赤肉量が多く、おおむね発育も良いグループであり、W種は、発育良好で、肉量は中間的であつた。LDは発育良好で、赤肉量も多いグループであつた。LH種は試験の性質上、発育はやや遅く、赤肉、脂肪の割合は中間的であつた。また、WL種は発育は良好であつた。

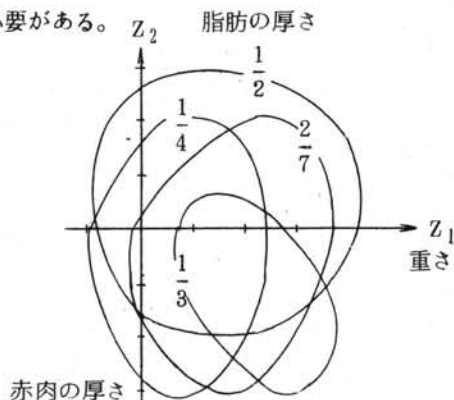
これらの品種、交配組合せ分類において、一応の特性を多次的に分類することができたが、今後は、品種や系統、交配組合せ、それぞれの集団の特性を明確にし、欠点を補完、改良する手段にすることができるものと考ええる。



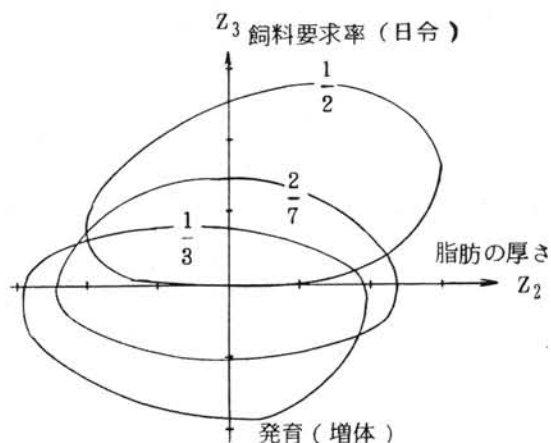
第5図 品種別スコア散布図

3) 省力給餌試験豚を第1主成分 Z_1 と第2主成分 Z_2 を用いて示したスコア散布図は第6図のとおりである。これらの豚は生時体重9.5kgを目標にと殺したためスコアの散布は第1象限と第4象限に位置する。2日給飼1日断餌 ($1/2$) は脂肪が厚く、 $1/4$ と $2/7$ は脂肪の厚さは同程度であり、 $1/3$ のみが赤肉割合が高かつた。

第2主成分 Z_2 と第3主成分 Z_3 を用いた省力給餌のスコア散布図は第7図のとおりである。発育は $1/2$ 、 $2/7$ 、 $1/3$ の順で早くなる傾向が見られた。省力給餌試験の分類については、そのデータを集積し、再度検討する必要がある。



第6図 省力給餌別スコア散布図



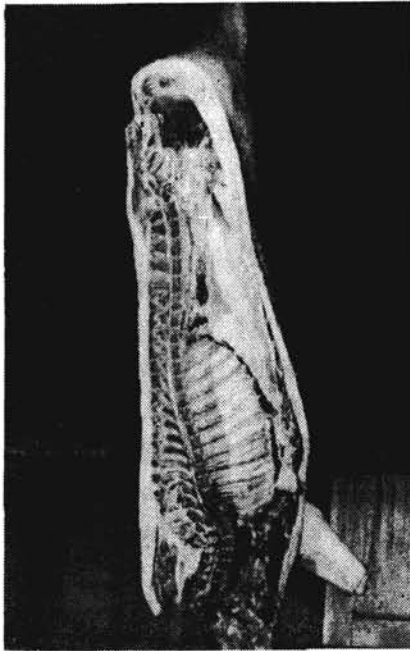
第7図 省力給餌別スコア散布図

以上、産肉能力に関する形質の関連性、動向、これらによる個体分類などについて検討したが、今後、更に調査豚および形質の選び方に検討を加え、各々の特性の総合的な評価が必要と思われる。

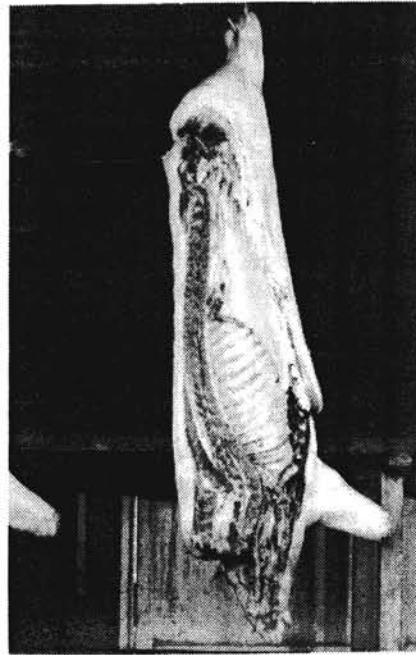
摘要

豚の産肉能力に関与する諸形質に主成分分析をほどこして、少数個の総合形質であらわし、当部で調査した試験豚を分類、評価した。その結果を要約すると次のようである。

1. ランジル脂肪の厚さ、背脂肪の厚さ、肉色などのバラッキがとくに大きかつた ($C, V_s = 30 \sim 40\%$)。
2. 各形質間の高い相関は、各重量間 (正)、脂肪の厚さと赤肉の厚さ (負)、生後日令、飼料要求率と1日平均増体重 (負) において見られた。
3. 20形質を6個の総合特性値に要約した結果、情報のロス率は30%であつた。
4. 絶食体重と枝肉重量と左半丸重量 (ロース、バラ) と屠体幅、背脂肪の厚さとランジル脂肪の厚さ、ロース断面積と赤肉の厚さ (セ、コシ)、生後日令と1日平均増体重と飼料要求率などは同じ動きをする形質であつた。
5. 第1主成分は重さの因子、第2主成分は脂肪と赤肉のバランスの因子、第3主成分は発育の因子であつた。
6. これらの主成分を用いて、各豚の分類、動向を見ると、H種は重さに関係なく脂肪がうすく、赤肉が多い傾向にあり、W種は発育は良い傾向を示した。LD種は体重の重いほど脂肪が厚くなる傾向があり、発育はよかつた。LH種は試験区の関係から、脂肪の割合、発育にバラッキが見られた。



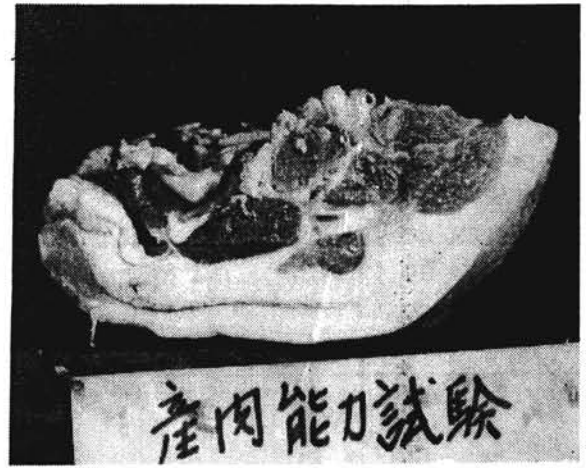
右半丸枝肉



第五、六胸椎間断面図
左半丸(カタ)カット面



左半丸(ハム)カット面



理想タイプの枝肉

不良タイプの枝肉

参考文献

1. 深沢利行(1975): PSE豚筋肉に関する最近の研究動向、日畜会報、(9)、501-509。
2. 鹿熊俊明・矢口重雄・鈴木重義(1974): 豚産肉能力検定形質について、日豚研誌、(1) 36。
3. 中井博康・藤不二男・池田敏雄・安藤四郎(1974): 豚標準肉色模型の作製について、日豚研誌、(1)、43。
4. 丹羽太左衛門監修(1974): 養豚全書、第2片、東京日本種豚登録協会。
5. 奥野忠一・久米均・芳賀敏郎・吉沢正(1974): 多変量解析法、第2版、東京日科技連。
6. 社団法人日本種豚登録協会(1973): 登録関係諸規程。
7. 社団法人日本種豚登録協会(1975): 豚産肉能力検定実務書、第3版。
8. 椎葉純一・安藤康紀・宮嶋松一・稲垣二郎・田中広(1974): ウルトラソニック法による豚の背脂肪層とロース断面積の測定結果について、日豚研誌、(1)、38。
9. 武田 男・丹羽太左衛門・伊藤 神部昌行・仁昌寺博(1975): ランドレースの肉質に関する研究、日豚研誌、(2)、94-98。
10. 坪坂隆・永作義一・新井忠夫(1975): ランドレース閉鎖群種の選抜形質と枝肉格付との関係、日豚研誌、(1)、23。