

トウキョウX豚の造成試験

I. 基礎豚の肉質

小嶋 禎夫・兵頭 勲・内田 哲二・渡辺 彬

Experiments to Produce High-quality Pig Tokyo-X (I)

Sadao KOJIMA, Isao HYODOU, Tetuji UCHIDA and Akira WATANABE

(要旨)

北京黒豚 (Pe) 種, パークシャー (B) 種, デュロック (D) 種を基礎集団とした合成豚による系統造成に着手した。

豚産肉能力検定に従い肉質分析を実施した結果, ①筋肉内脂肪 (Intra-muscular fat; IMF) は, $D > Pe > B$ の順に多くそれぞれ 3.5%, 3.2%, 2.5% だった。②官能検査では, B 種の柔らかさ, 味および香りが優れていた。Pe 種の味, テクスチャーおよび柔らかさが優れていた。③肉色は, L 値で $Pe > B > D$, a 値で $D > B > Pe$, b 値で $B > Pe > D$ の順に高く, D 種が最も濃い肉色を示した。④D 種は, IMF が最も多かったが, 官能検査の評価は最も低かった。⑤Pe 種は, 11 座位で, B 種および D 種は, 15 座位で多型がみられた。⑥遺伝子頻度を基に遺伝的距離を算出し作成した系統樹から, 鹿児島 B 種と英国 B 種が最も近く, D 種, Pe 種の順に離れた位置を示した。

まえがき

東京都の養豚は1960年代のはじめ, 三多摩地域は中ヨークシャー種が飼育され, 多摩豚として栄えた歴史をもつ都市近郊養豚地帯であった。しかし, 昭和38年をピークに減少に転換した。これまで農業地帯とされていた多摩地域の都市化が進み, 6,000戸あった養豚農家は1975年には1,219戸に減少した。その中で系統豚「エド」^{1,2)}をつくり, 一時期はしのげたが, 他県と同じランドレース種であったため, 銘柄豚の有利性が発揮できなかった。1989年には, 229戸に激減した。

農業振興課では, これ以上の養豚農家の減少をくい止め銘柄化による養豚産業振興をはかり, 中小規模でも養豚経営が確立できる, 付加価値をもつ高品質豚を早急に作出する必要があると判断した。

その中で1988年に北京市との友好都市農業交流で北京市農林科学院畜牧獣医研究所を訪れPe種を見い出した。

基礎豚には, Pe種と発育は劣るが肉質が良いB種, 筋肉内脂肪 (Intra-muscular fat; IMF) の高いD種を選定した⁶⁻¹⁰⁾。これらの良い形質を品種間交配の一つにまとめたい。すなわち, 合成による新系統の造成を計画した。肉質形質は, ほぼ両親の中間に発現することが知られているので, これら3品種間で交配を繰り返しても, 肉質は悪くならないと判断し, 肉質を取り入れた豚の育種を開始することにした。そこで, わが国の豚育種でこれまでに経験のない, 豚肉の味を重視した改良として, 3品種合成による新系統豚の造成, 新しい育種開発ソフト

(MBLUP)¹³⁾の採用による育種試験を実施することにした。まずは, 導入した基礎豚の肉質を分析し, 育種計画をつくることから開始した。最初は純粋種間で交配し, その子供を産肉能力検定方式で育成・肥育して産肉性や肉質を試験した。

Pe種は中国の在来品種とB種, コーカサス豚等との合成豚である¹⁴⁾。そこで, 血液型や蛋白質多型を調査して, 品種の概要を測定した。その結果, アジア系に属するが西洋種の発育性を持ち, 中国種の肉質を持っていることが判明した。肉質の選抜形質は, 味覚と関係があると報告されたばかりのIMF³⁾を採用した。

材料及び方法

1. 供試豚としての基礎豚の導入

基礎豚のB種は鹿児島県と英国から導入した。鹿児島黒豚は民間の指定種豚場から主に選定した。その基準は鹿児島B種⁵⁻¹⁰⁾の特徴を持つ, やや小型で, 品種の特徴の明瞭なものを選んだ。英国B種は産肉検定成績書と乳頭を含む体型写真から選び直輸入した。D種は宮崎県と鹿児島県の民間指定種豚場から直接選定し導入した。導入基準としたのは, 肉量の多い最新型より, むしろ骨太で肢蹄の丈夫な体に余裕のある豚を選んだ。両県を選んだ理由は, 優良な指定種豚場の多さと, 当時, 関東地方はオーエスキー病が発生しており, 九州地方が陰性であったことによる。Pe種は東京都と北京市の友好都市交流事業の中で, Pe種の肉質と味覚を直接体験する機会があり, 北京市畜牧獣医研究所から寄贈を受けて基礎豚とし

て実現した。Pe種が、わが国に入ったのも今回が最初となった。

導入頭数はB種21頭、このうち、英国直輸入豚は10頭である。D種20頭、Pe種7頭である。

2. Pe種の特徴と能力

中国豚品種誌(上海科学技術出版社)¹⁴⁾によれば、Pe種は多くの中国在来品種にB種やコーカサス豚を交配して作り上げた合成豚である。その経過は次の様である。1961年からB種、定県、深県、新金、吉林などの黒色豚と、輸入したコーカサス豚の交雑によって種豚群をつくり、毛色、体型、繁殖能力で分類して基礎豚群をつくっている。双橋農場と北郊農場の二箇所で行われ、Pe種はこの中から黒色の豚を選抜し開始した。1963年、北京農業大学、農林科学院畜牧獣医研究所、北京市農林科学院畜牧獣医研究所が指導して育種計画に従い改良が行われた。1976年からは北郊農場で、わが国の系統造成に近い閉鎖群育種法を用いて改良が行われたと記されている。1982年まで実施された。これらの結果、約20年でPe種が作られた。産肉成績として、一日平均増体重609g(体重20~90kg)、平均背脂肪の厚さ3.18cm、ハム率29.5%、飼料要求率3.7、赤肉割合は53.4%である。繁殖成績は、一腹平均産子数は11.5頭(初産)、離乳頭数10.3頭である。

一般の中国種と比較して赤肉割合が多く、ハム率が高く、背脂肪が薄い。そして、平均産子数も多い。また、他の中国合成豚と比較しても、増体が速く、背脂肪も薄く、産子数が多いなど、優れた合成豚である。

3. 試験方法

基礎豚の品種特性を知るため肉質について調査した。肉質は、農水省畜試加工2研の豚肉改善に関する研究実施要領に従い、物理化学の特性の調査を実施した。食味試験については、都立立川短大との共同研究¹⁵⁾で、焼肉による官能検査を実施した。

本試験は主に3品種の肉質について分析したが、Pe種は情報が少なく、合成豚の構成品種等も不明な点があるので、血液型及び蛋白多型による分析^{19,20)}も実施した。

肉質の分析は、と畜24時間後の肉を用いた。筋肉内脂肪(IMF)は、最後腰椎部位の背最長筋(ロース肉)をエーテル抽出による公定法で分析した。

(1)枝肉の測定

と畜後24時間冷蔵した枝肉について右半丸で、背腰長I、II、と体長、と体幅、背脂肪の厚さ(肩、背、腰)を測定した。左半丸は第5-6胸椎と最後腰椎を腿部に残した位置で切断し3分割した。ロースばら部位は第12-13胸椎間で切断し、これら切断面をガラス板の上に乗せ、複写機でコピーした。これから切断した第5-6及び体長1/2部位のロース断面積、背脂肪の厚さ、脇腹脂肪の厚さ等を測定した。なお、この時点で内層脂肪と外層脂肪および腎臓周囲脂肪を採材し、脂肪酸組成の分析に供した。

(2)肉の物理化学的測定

体長1/2部位にあたる第12-13胸椎の切断面から背最長筋を約15cmの厚さに取った。これを用いて伸展率、加圧保水性、クッキングロス、テンシプレッサー、シェアバリュウ、筋線維数、pH、色差値の測定を行った。筋肉内脂肪(IMF)は体長1/2及び最後腰椎部位を5cm取り実施した。

加圧保水性、伸展率の測定は中村医科理化器械製、テンシプレッサー¹⁶⁾はタケトモ電気製のTTP50BXを使用した。シェアバリュウはWaner-Bratzler硬度計を、pHは日立一堀場製F5ガラス電極メータを用いた。肉色は畜試式豚標準模型(PCS)及び色差値はミノルタ製分光測色計CM-3500dを用いた。

(3)官能検査

肉の官能検査は従来から、蒸し肉、茹で肉で実施されて来た。しかし、肉の味は口の中から鼻にぬける香り(フレーバー)が重要な役割を果たしているとする沖谷らの報告^{17,18)}があり、焼肉による検査を試みた。食塩水濃度、浸け込み時間、焼き時間と温度、肉の厚さなどの条件を整備し食味試験を確立した立川短大の唐沢ら¹⁵⁾の協力で実施した。その結果、食塩水濃度1.5%、試料の2倍量の中に生肉を60分浸けた。鉄板プレートの温度は200℃、試料の厚さは2.5mmとした。

(4)3品種の血液型及び蛋白多型による分析

本試験は大石^{19,20)}との共同研究によった。3品種の基礎豚47頭を用いた。調査した座位は赤血球抗原型8(A, E, F, G, H, K, L, O)、血清蛋白質型5(Tf, Pa, Hp, Cp, Am)、赤血球酵素型5(PHI, 6PGD, PGM, ADA, EsD)、血清アロタイプ2(PSA-I, PSA-II)の合計20座位である。

赤血球抗原型については、18種類の抗血清(A, O, Ea, Eb, Ed, Ee, Ef, Eg, Fa, Fb, Ga, Ha, Hb, Ka, Kb, Lh, Lk, Oa)を用いて凝集、溶血、クームス反応によって判定した。

血清蛋白質型と赤血球酵素型については、ADA型を除く9蛋白・酵素型は、でん粉ゲル電気泳動法で、ADA型はセルロゲル電気泳動法を用いてそれぞれ判定した。

血清アロタイプは3種類の抗血清(Ia, Ib, IIa)を用いて、寒天ゲル内二重免疫拡散法によって判定した。品種間相互の遺伝的類縁関係は遺伝的距離係数を用いて分析した。これらはそれぞれ原則として20座位の遺伝子頻度を用いて算出した。

各品種集団間の遺伝的類縁関係を示す系統樹(デンドログラム)は、Sokal and Sneathのunweighted pair group methodを用いて作成した。

結果及び考察

ロースの筋肉内脂肪(IMF)の成績を表-1に示した。IMF^{5,10-12)}について、これまであまり知られていないが、Pe種は平均3.2%で、B種と比較して有意に高く(p<

0.05), D種に近い値であった。去勢雄と雌ではすべて去勢が高い値を示した。また、品種内の個体差³⁾が大きいことも特徴的である。

肉の物理化学的特性については、表-2と表-3に示した。Pe種の肉色はやや淡く、色差値のa値(赤色度)の値以上にピンクがかって見え、豚肉の理想色とされる淡灰紅色に近い色を示した。

クッキングロス(加熱損失率)は、B種がPe種より少なく、優れていた。肉の加圧保水性と伸展率、水分含量には差がなかった。

肉の硬さはシェアバリュー(剪断力価)とテンシプレッサーによる測定の結果でも品種間の差は見られなかった。

脂肪の品質は一般に飼料の品質に影響されることが大きいと言われているが、3品種の中でPe種の脂肪はやや融点が低く、品種特有の性質と思われる滑らかさ、口の中で融ける感覚を持っている。しかも、それらが強く遺伝していることが判明した。

官能検査の成績は表-4に示した。食肉の美味しさを構成する因子には、食べる前に視覚で認識できる形状、色、光沢などと、口に入れてはじめて認識できる味、香り、テクスチャー、温度があると言われている。食肉では口中でそしゃくしてはじめて知覚できる香りが特に重要であるとされる。そこで、香りを取り入れた食味試験を実施した。

B種は肉の柔らかさ、味、香りが優れていた。肉の味についてはPe種がB種と同等またはやや高い良い成績を得た。特筆すべきは、Pe種が予想をこえてIMFが多い特徴があることが明らかとなり、味が優れている根拠の一つと考えられた。D種は産肉能力が優れているほか、IMFが高いという品種特性が知られていたが官能検査では味

がB種やPe種より劣る成績であった。

肉の食味についてはIMFの量⁴⁾と質が重要な役割を果たしていることは間違いないと思われる。今後、肉質の向上をめざす育種では、IMFについて研究すべきであると思われる。

血液型および蛋白質多型の分析では、調査した20座位のうち、Pe種は11、B種とD種は15座位で多型が見られた。

血清蛋白質型Cp(セルロプラスミン)とAm(アミラーゼ)型は品種、系統に多型は見られなかったが、その他の座位では多型が見られた(表-5)。

遺伝子頻度を基に遺伝的距離を算出し系統樹を作成したところ、鹿児島と英国のB種が最も近く、D種、Pe種と順次離れた位置を示していた(図1)。導入したPe種を、主要な15品種との間で遺伝的距離を計算したところ、Pe種は短耳種と最も近く、欧米系の中ヨークシャー種、大ヨークシャー種とも近く、ハンプシャー種とは最も遠い距離を示した。短耳種や中ヨークシャー種は肉質が良いとされている品種で、それらの品種に近いことは、Pe種が良い肉質を示している理由であるかも知れない。

系統樹では、Pe種は一応アジア系群に属するが、中国大陸系とはかなり離れた位置にあり、欧米系群に含まれることが判明した(図2, 図3)。発育性は欧米系に近い能力を持ち、肉質では中国種に近い能力を持った豚であると言える。

以上の結果から、肉質が良く美味しいB種⁹⁾、筋肉内脂肪(IMF)の多いD種¹⁰⁾、肉の味・色が良く、特に脂肪の質が優れたPe種であることが判明した。品種の特性で優れた部分を交配・選抜で遺伝的に固定することを考えると、これらの3品種は高品質豚の生産の目的に合う条件を持っていると言える。

表-1 豚の筋肉内脂肪量

品 種	n	性	筋肉内脂肪 (%)	平均筋肉内脂肪 (%)
バグシー種	14	去勢 ♂	2.7 ± 1.0	2.5 ± 0.8 ^A
(B)	15	雌 ♀	2.3 ± 0.7	
フォック種	11	去勢 ♂	4.1 ± 1.6	3.5 ± 1.4 ^B
(D)	12	雌 ♀	3.0 ± 1.2	
北京黒豚	4	去勢 ♂	3.6 ± 0.2	3.2 ± 0.5 ^B
(Pe)	5	雌 ♀	2.8 ± 0.6	

平均値±標準偏差

異符号間に有意差 (P < 0.01)

表-2 豚肉の理化学測定値

品 種	n	水 分 (%)	伸展率 (%)	加熱損失率 (%)	加圧保水性 (%)	色 (L)	差 (a)	値 (b)
パークシャー種 (B)	26	73.5 ±0.8	30.1 ±4.4	28.8 ^A ±0.7	71.9 ±0.7	49.2 ±1.6	5.6 ±1.1	7.6 ^a ±1.2
デュロック種 (D)	19	72.1 ±1.4	31.3 ±5.8	29.3 ±1.7	75.3 ±2.9	46.9 ^a ±2.3	6.3 ^a ±1.1	6.0 ^{A b} ±1.1
北京黒豚 (Pe)	8	71.0 ±3.4	28.6 ±3.0	30.2 ^B ±1.3	69.4 ±2.1	49.6 ^b ±1.5	5.1 ^b ±2.0	7.4 ^B ±1.3

平均値±標準偏差 異符号間に有意差 (大文字間P<0.01, 小文字間P<0.05)

表-3 豚肉の物理化学測定値

品 種	n	肉の硬さ (W.B)	テンシプレッサー値		標準肉色 模 型	
			(H)	(P)		(H/P)
パークシャー種 (B)	26	3.2 ±0.5	0.9 ±0.9	5.6 ±0.6	0.2 ±0.1	2.9 ±0.4
デュロック種 (D)	19	3.4 ±0.5	1.2 ±0.7	6.6 ±0.7	0.2 ±0.1	3.3 ±0.5
北京黒豚 (Pe)	8	3.3 ±0.6	1.4 ±0.6	5.1 ±0.3	0.3 ±0.1	3.3 ±0.6
		n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

n : 頭数, 平均値±標準偏差, n. s. : not significant

W. B : Warner-Bratzler shear force : kg/cm (剪断力価)

表-4 品種の違いによる官能検査成績

肉質特性\品種	パークシャー種	デュロック種	北京黒豚
テクスチャー	3.26	2.98 ^a	3.46 ^b
軟らかさ	3.54 ^{A a}	2.50 ^B	3.06 ^{A b}
多汁性	2.90	2.56 ^a	3.02 ^b
香り	3.28	3.10	3.26
味	3.38	3.12 ^a	3.64 ^b
総合評価	3.46 ^A	2.98 ^B	3.48 ^A

異符号間に有意差 (大文字間P<0.01, 小文字間P<0.05)

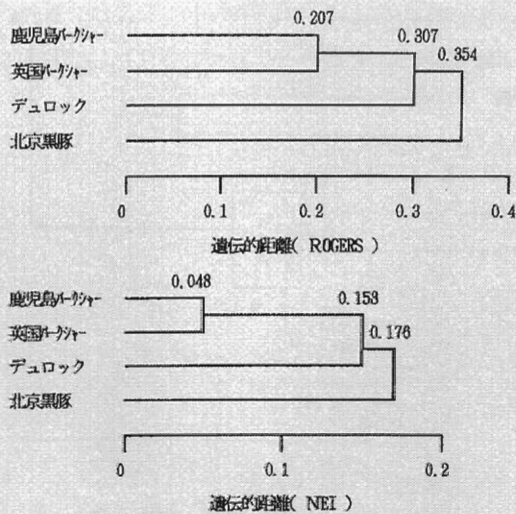
1 (悪い) ~ 5 (良い) の5段階表示

表一五 東京合成系統基礎豚の血液型および蛋白多型遺伝子頻度

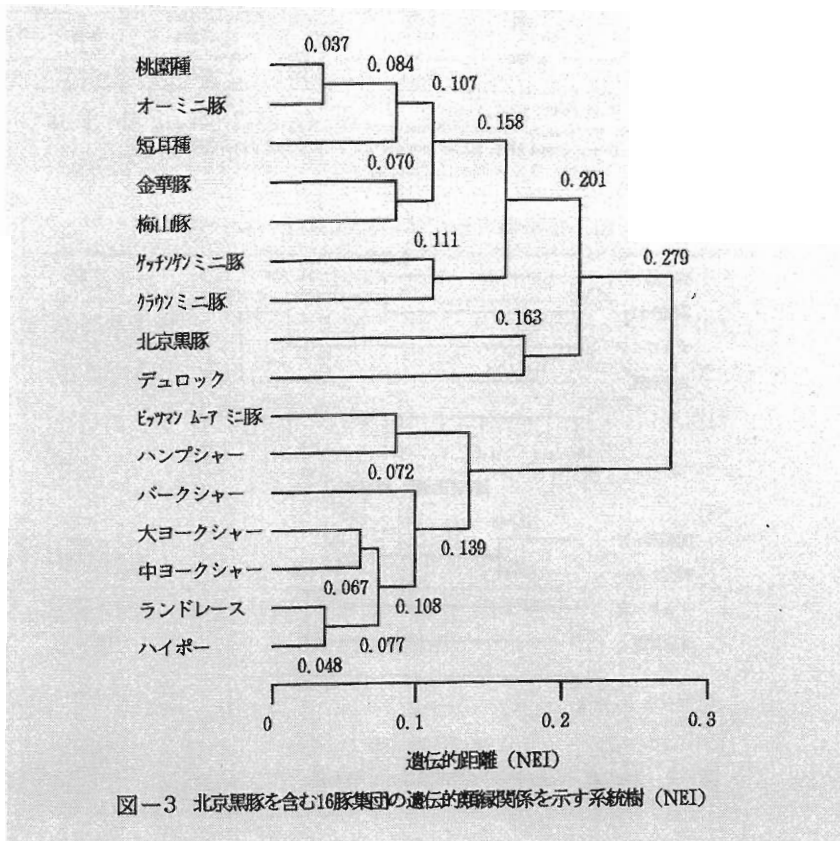
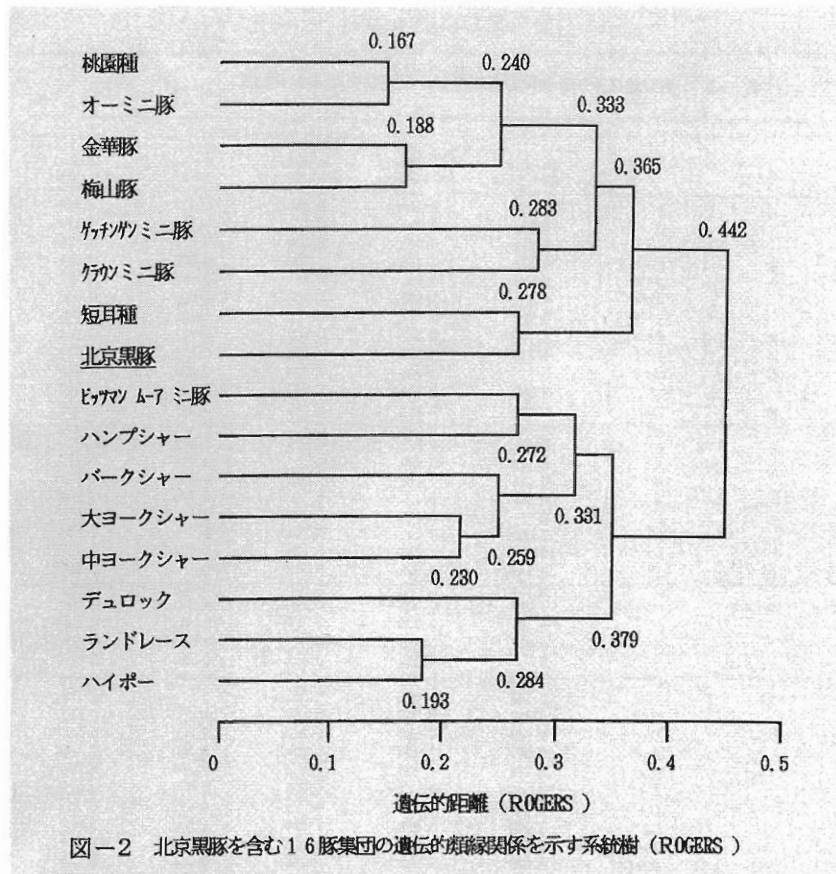
Locus	Allele	Gene frequency				
		Beijing Black pigs	Kagoshima Berkshire	British Berkshire	Duroc breed	Mixed population
A	A ^a	0	0.364	0.200	0.737	0.426
	O	0.286	0.091	0.100	0.210	0.170
	—	0.714	0.545	0.700	0.053	0.404
E	E ^{o+e}	0.358	0.455	0.300	0.079	0.255
	E ^{h+g}	0.214	0.045	0	0.289	0.160
	E ^{r+g}	0.214	0.500	0.700	0.500	0.500
	E ^{r+d}	0.214	0	0	0.132	0.085
F	F ^a	0	0.227	0.100	0.132	0.128
	F ^b	1.000	0.773	0.900	0.868	0.872
G	G ^a	0	0.426	0.707	0.324	0.438
	G ^b	1.000	0.574	0.293	0.676	0.562
H	H ^a	0.345	0.111	0.106	0.541	0.296
	H ^b	0	0.058	0	0	0.016
	H ^c	0.655	0.831	0.894	0.459	0.688
K	K ^a	0.172	0.227	0	0.472	0.286
	K ^b	0.414	0.773	1.000	0.056	0.395
	K ^c	0.414	0	0	0.472	0.319
L	L ^{h+h}	0	0.046	0	0	0.011
	L ^h	1.000	0	0.225	0	0.126
	L ^c	0	0.954	0.775	1.000	0.863
O	O ^a	0.244	0.095	0	0	0.055
	O ^b	0.756	0.905	1.000	1.000	0.945
PSA-I	I ^{ab}	0.244	0.262	0.293	0.239	0.256
	I ^a	0.101	0.312	0.707	0.199	0.260
	I ^b	0.655	0.426	0	0.562	0.484
PSA-II	II ^a	0	0.326	0.452	0.383	0.316
	II ^b	1.000	0.674	0.548	0.607	0.684
Tf	Tf ^A	0.143	0.091	0.300	0	0.106
	Tf ^B	0.857	0.909	0.700	1.000	0.894
Pa	Pa ^A	0.643	0.500	0.450	0.500	0.511
	Pa ^B	0.357	0.500	0.550	0.500	0.489
Hp	H _p ¹	0.714	0.955	0.950	0.184	0.607
	H _p ²	0	0	0.050	0.237	0.106
	H _p ³	0.286	0.045	0	0.579	0.287
Cp	Cp ^B	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Am	Am ^B	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
PHI	PHI ^A	0.286	0.182	0.350	0.184	0.234
	PHI ^B	0.714	0.818	0.650	0.816	0.766
6PGD	6PGD ^A	0.643	0.318	0.700	0.263	0.425
	6PGD ^B	0.357	0.682	0.300	0.737	0.575
PGM	PGM ^A	0	0	0.100	0.026	0.032
	PGM ^B	1.000	1.000	0.900	0.974	0.968
ADA	ADA ^A	1.000	1.000	1.000	0.947	0.979
	ADA ^B	0	0	0	0.053	0.021
EsD	EsD ^A	1.000	1.000	0.900	0.816	0.904
	EsD ^B	0	0	0.100	0.184	0.096

*: Frequencies of the three phenotypes.

Note: No. of animals investigated—Beijing Black pigs (7), Kagoshima Berkshire (11), British Berkshire (10), Duroc breed (19), Mixed population in total of them (47).



図一四 4豚品種・系統の遺伝的距離関係を示す系統樹



謝 辞

本研究にあたり多くの方々には指導や助言を頂いた。ここに謝意を表したい。

研究の開始にあたり、農林水産省畜産試験場育種部・西田朗博士、古川力博士、佐藤正寛博士、共同研究で、大石孝雄博士、立川短大・唐沢恵子先生さらに、肉質について、日獣大・沖谷明紘博士、鹿児島県・川井田博士、基礎豚の選定においては、北京市農林科学院畜牧兽医研究所、宮崎県畜産会、鹿児島県養豚協会、県農協の方々、日本種豚登録協会の皆様に重ねて深謝します。

参 考 文 献

- 1) 兵頭勲：ランドレース種の系統造成（閉鎖群育種）試験、一選抜第1世代から第四世代までの中間報告一。東畜試資料，57-9，1983.
- 2) 兵頭勲：ランドレース種の系統造成（閉鎖群育種）試験、一選抜第5世代から第7世代までの成績一。東畜試資料，6-1，1994.
- 3) Barton-Gade, Patricia A., Danish: Experience In Meat Quality Improvement., Proc. 35. I. C. S. T., 511-520, 1989.
- 4) Lundström, K: Genetic of Meat Quality. 35th. I. C. M. S. T., 507-510, 1989.
- 5) Sather, A. P., Bailey, D. R. C., and Jones, S. D. M: Real-time Ultrasound Image Analysis for the Estimation of Carcass Yield and Pork Quality., Can. J. Anim. Sci., 76, 55-62, 1996.
- 6) 川合田博・平田斎・宮内泰千代・上松瀬昇・加香芳孝・小島正秋：鹿児島パークシャーの肉質特性と評価技術に関する研究。日豚研誌，15(1)，22-27，1978.
- 7) 川合田博・原田満弘・福元守衛・宮内泰千代・楠本薩男・加香芳孝・小島正秋：鹿児島パークシャーの肉質特性と評価技術に関する研究。日豚研誌，15(2)，96-101，1978.
- 8) 高橋明：パークシャー種交雑による豚肉の品質改善(1)。畜産の研究，35(11)，1319-1322，1981.
- 9) 川井田博・奥藪義美・福本守衛・楠本薩男・宮内泰千代・加香芳孝・小島正秋：鹿児島パークシャーの肉質特性と評価技術に関する研究，V，背部皮下内層脂肪と腎周囲脂肪の一般化学組成および理化学的特性について。日豚研誌，16(3)，240-247，1979.
- 10) 山野裕・松岡昭善・古川徳・高橋勉・山中良忠：大ヨークシャー種，パークシャー種およびデュロック種筋肉脂質の脂肪酸組成。日豚研誌，33(2)，30-40，1996.
- 11) 岡章生：黒毛和種肥育牛の肉質・増体に対するビタミンAの影響。J. Anim. Genet., 24(2)，31-36，1996.
- 12) 入江正和：豚肉生産における脂肪と肉質の制御。畜産の研究，50(9)，996-1000，1996.
- 13) 佐藤正寛：アニマルモデルによる多形質の育種価の最良線形不偏予測。農林水産研究計算センター報告，26，61-127，1990.
- 14) 中国豚品種誌：上海科学技術出版，196-199，1986.
- 15) 唐沢恵子・高崎禎子・渋谷立人・青木圭・伊藤米人・内田哲二・北村雅彦・條々和実：豚肉の保存，調理法が官能検査に及ぼす影響。日豚研誌，31(4)，121-126，1994.
- 16) 小堤恭平・小沢忍・千国幸一・小石川常吉・加藤貞雄・中井博康・池田敏雄・安藤四郎・吉武充：牛筋肉中のテンシプレッサーによる硬さの測定。日畜会報，59(7)，590-595，1988.
- 17) 沖谷明紘：肉の科学，朝倉書店，東京，1996.
- 18) 加藤博通・沖谷明紘ら：熟成肉の呈味成分とその生成機構の解明。食肉に関する助成研究調査報告書，vol4，249-256，1985.
- 19) 大石孝雄・兵頭勲・小嶋禎夫・田中一栄：血液型および蛋白多型による東京合成系統基礎豚の遺伝的分析。日豚研誌，29(1)，7-15，1992.
- 20) 大石孝雄・阿部恒夫：豚の赤血球酵素PHI，6PGD，PGMおよびADAの遺伝的変異の検出。畜試研報，35，918，1979.