

## トウキョウX豚の造成試験

## III. 選抜式の作製

小嶋 禎夫・兵頭 勲・渡辺 彬

## Experiments to Produce High-quality Pig Tokyo-X (III)

Sadao KOJIMA, Isao HYODO and Akira WATANABE

## (要旨)

当場では、肉質の優れた豚肉を造るために、肉質の良いと言われているパークーシャー (B) 種とデュロック (D) 種及び北京黒豚 (Pe) 種を用いて交雑を行い、肉質の良い個体を累代選抜して合成豚による系統の造成に着手した。基礎豚として導入した3品種間の合成過程として異品種間同士を生逆6通りの組み合わせで交雑し、生産子豚の成績より、選抜に必要な遺伝的パラメーターを推定した。

①分娩頭数は、PeB (♀Pe×♂B) において純粋種の成績を大きく上回った。②初期発育は、雄にPe種を交配したものに速い傾向がみられた。③DGでは、特にPe種とD種の組み合わせにおいて両親の成績を大きく上回った。BFでは、Pe種の交雑豚において厚い傾向があった。EMでは、BDにおいてのみ両親の成績を上回った。以上の3形質において、BDとDBの間ではいずれも有意にBDが優れていた。④遺伝相関 ( $r_c$ ) は、DG:BF=.34, DG:EM=-.04, DG:IMF=.64, BF:EM=-.86, BF:IMF=.63, EM:IMF=-.41であった。⑤ヘテロシスでは、Pe種の交雑豚において、その遺伝率の高さから効果の現れにくいと考えられている産肉形質に強い効果が観られた。⑥遺伝率 ( $h_{sp}^2$ ) は、DG=.600, BF=.525, EM=.506, IMF=.367であった。

## まえがき

選抜指数法による豚の系統造成は、複数形質の改良を目的とした純粋種の改良に用いられ、系統豚が作出されている<sup>7-12)</sup>。前報<sup>1-2)</sup>で述べたように、この試験では導入した3品種を交配した合成豚を系統造成試験に供している。しかし、合成豚に関するパラメーターは前例がないため、合成過程のF<sub>1</sub> (雑種第一代) の成績から求めて、G<sub>1</sub> (選抜第1世代) の選抜に必要な基礎データ<sup>3,4)</sup>とした。育成豚の体重が、90kg到達時点での第2次選抜において、育成豚自身の1日平均増体量 (DG)、背脂肪の厚さ (BF) 及びロース断面積 (EM) を測定した。さらに、各腹の育成豚の中から去勢と雌を一頭づつ屠畜して兄弟豚の枝肉から得られた筋肉内脂肪 (IMF=intra-muscular fat) の割合、4形質を主な選抜形質とした。第1次選抜は、独立淘汰水準法により、第2次選抜は、BLUP (最良線形不偏予測) 法によった。そこで今回は、3品種の合成過程とG<sub>1</sub>の選抜までを報告する。

## 合成豚の作成

導入した3品種を合成豚として、改良を開始するために、平成2年10月から平成3年1月の間に異品種間で正逆6通りの組み合わせにより交配し、平成3年2月から同4月にかけて分娩を完了した。実際に交配を実施した母豚34頭に対して33頭が受胎し、受胎豚の全てが分娩し

た。こうして得られたF<sub>1</sub>子豚合計319頭を用いて調査を実施した。各腹ごとに毎週体重測定を実施し、1群平均が20kgに達した時点で第1次選抜を行った。第1次選抜では、全頭にハロセンテストを実施し、異常肉質であるPSE肉 (ムレ肉) の遺伝的要因となるPSS (豚ストレス症候群) 豚を調査した。雄の1頭は育成して肉質検査を行うため去勢を行った。この選抜では、肢蹄の強さ、そろい、成長の速さ、一般外貌、資質や頑健さを基本的な選抜の項目とした独立淘汰水準法により、各腹から雄1頭、去勢1頭、雌3頭を選抜した。これら5頭を腹単位での群飼とし、豚産肉能力検定飼料 (TDN70.1%, DCP12.7%) を不断給餌で育成し、必要な遺伝パラメーターを得るために、これらの産肉能力を調査した。BLUP法アニマルモデルによって計算した4形質のうち増体量形質は、生時より毎週測定したもののうち、30~90kg間をDGに利用した。体重が90kgに到達した個体を順次カラースキニングスコープ (海上電気社製) にかけて背脂肪の厚さ (肩・背・腰の平均) 及びロース面積 (体長1/2部位) を測定し、BFとEMとした。またIMFは、各腹から去勢1頭と雌1頭を調査豚として肉質検査を行い、最後腰椎部位の背最長筋部位の定量をエーテル抽出による公定法で化学分析し、その値を用いた。

2次選抜では、雄10頭、雌30頭を次世代の候補豚として選抜した。この時点では、3品種の合成豚を目的としているため、各1腹内から雌を少なくとも1頭残す腹内

選抜とした。雄の選抜は、基本的に総合育種価の推定値に基づいたが、品種の偏りに注意を払って実施した。

また、 $F_1$ の成績を純粋種と比較するために、ヘテロシスの大きさを表した<sup>3)</sup>。正逆6通りの組み合わせによる交雑豚( $F_1$ )のヘテロシスの計算には、以下の式を用いた。

$$H = [(C_m - P_m) / P_m] \times 100$$

但し、 $H$ はヘテロシスの大きさ(%),  $C_m$ は交雑種的能力,  $P_m$ は両親に用いた系統の能力の加重平均である。

$F_1$ 同士の交配は、 $F_1$ 生産の考え方と同様に、30通りの組み合わせから3品種が混ざり合う交配を選び、平成3年11月の1ヵ月の間に交配を終了し、平成4年3月までに35腹の分娩を完了した。本世代も2次選抜では、基礎豚(G0)と $F_1$ の成績を基にして求めた選抜に必要な遺伝的パラメーターより、多形質のBLUP法アニマルモデルを用いて育種価を計算した。基本的には総合育種価の高い個体を選抜した。遺伝的パラメーターの推定は、W. R. Harveyの最小自乗法による分散分析用プログラムLSMLMWを用いた。BLUP値は、アニマルモデルによる多形質の育種価最良線形不偏予測のために開発されたソフトMBLUP<sup>6)</sup>〔農水省畜産試験場育種部育種第2研究室(以下育種2研)佐藤正寛(1990)]によった。

## 結 果

$F_1$ (G0×G0)では、自然交配を実施した雌豚34頭に対して33頭が受胎し、その全てが分娩した。繁殖成績と子豚の体重は表1のとおりである。雄としてPe種を交配し

たものの繁殖成績が良く、特にBP(♀B×♂Pe)の生時体重から5週令までの初期発育が優れていた(表1)。産肉能力検定の成績(表2)では、IMFにおいてパラツキが大きく(変動係数で23.8~58.8%)、改良の余地を示した。DGでは特にPe種とD種の組み合わせにおいて両親の成績を大きく上回った。これはヘテロシスによるものと考えられ、その値を表3に示した。それによるとBDでは、4形質のほか乳頭数及び産子数にいても優位な効果が現れた。PDでは、IMFに38.5%のヘテロシスが現れた。

異常肉質であるPSE肉の遺伝的要因となるPSS豚の調査は、275頭の子豚について体重20kg到達時にハロセン麻酔により行った。その際、合成豚であることを考慮して、この形質に関しては強い選抜を行わなかった。その結果、全体の陽性率は2.18%を示し、純粋種の平均値1.93%に比べて0.25ポイント高かった。純粋種のPe種では陽性豚は全く観察されなかったが、今回BP(♀B×♂Pe)において4.54%の陽性豚がみられたことにより、Pe種にもPSS形質の存在が示唆された(表4)。

屠体成績と肉質の関係を表5と6に示した。B種とPe種の $F_1$ の成績は、ハム率においてB種とD種の $F_1$ 及びD種とPe種の $F_1$ を下回ったが統計上有意な差ではなく、他の成績においても交配品種による差は認められなかった。肉の伸展率、加熱損失率、色差値においても、 $F_1$ の6通りの組み合わせ間に有意差は認められなかった。IMFは、品種間交雑により平均化する傾向を示した。遺伝相関と表型相関を表7に示した。IMFとDGの間には0.64、BF間には0.63、EM間には-0.41の遺伝相関が認められた。

表1 繁殖成績と子豚体重

| 品種<br>(n) | 分娩<br>腹数<br>(頭) | 平均<br>産子数 | 哺乳開<br>始頭数 | 離乳<br>頭数 | 初期<br>育成率<br>(%) | 生時<br>体重<br>(kg)  | 3週令<br>体重<br>(kg) | 5週令<br>体重<br>(kg) |
|-----------|-----------------|-----------|------------|----------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| DB        | 8               | 9.8±2.0   | 76         | 72       | 94.7             | 1.39±0.26<br>(76) | 5.0±1.2<br>(72)   | 8.1±1.9<br>(72)   |
| DPe       | 5               | 10.4±2.4  | 51         | 47       | 92.1             | 1.36±0.21<br>(51) | 5.1±0.7<br>(47)   | 8.7±1.3<br>(47)   |
| BD        | 10              | 9.6±1.1   | 94         | 92       | 97.8             | 1.29±0.27<br>(94) | 5.1±0.8<br>(92)   | 7.6±1.3<br>(92)   |
| BPe       | 5               | 9.0±1.8   | 45         | 45       | 100.0            | 1.23±0.18<br>(45) | 5.3±0.8<br>(45)   | 8.3±1.4<br>(45)   |
| PeD       | 2               | 8.5±2.1   | 16         | 16       | 100.0            | 1.24±0.10<br>(16) | 5.2±0.5<br>(16)   | 8.0±1.1<br>(16)   |
| PeB       | 3               | 13.0±2.6  | 37         | 33       | 89.1             | 1.19±0.26<br>(37) | 5.0±1.2<br>(33)   | 8.2±1.8<br>(33)   |

D:デュロック種, B:パークシャー種, Pe:北京黒豚種

表2 産肉能力検定成績（正逆交配の比較）

| 品種  | n  | DG (g)       | BF (cm)   | EM (cm <sup>2</sup> ) | IMF (%)       |
|-----|----|--------------|-----------|-----------------------|---------------|
| DB  | 42 | 771.8±80.0)* | 2.8±0.4)* | 27.4±3.4)**           | 3.92±1.97[18] |
| BD  | 46 | 810.4±89.9)  | 2.6±0.4)  | 30.7±4.3)             | 3.83±1.44[19] |
| DPe | 23 | 846.2±111.8  | 2.9±0.2   | 24.9±4.3)*            | 3.25±1.91[12] |
| PeD | 8  | 842.1±72.4   | 2.7±0.1   | 28.6±2.6)             | 4.68±1.11 [3] |
| PeB | 14 | 768.8±80.8   | 2.8±0.3   | 25.0±2.7              | 2.77±0.74 [5] |
| BPe | 23 | 786.4±84.4   | 2.9±0.4   | 24.6±4.6              | 3.14±1.20 [6] |

\* ; p &lt; 0.05, \*\* p &lt; 0.01, IMFは調査豚の成績のため例数[n]による

表3 ヘテローシス

(単位：%)

| 品種  | DG   | BF   | EM    | IMF  | 乳頭数 | 産子数   |
|-----|------|------|-------|------|-----|-------|
| DB  | 1.7  | 7.6  | -5.1  | 28.1 | 2.7 | 4.2   |
| BD  | 6.8  | 0.0  | 6.2   | 25.2 | 0.4 | 1.5   |
| DPe | 16.3 | 3.5  | -15.3 | -3.8 | 2.3 | -3.7  |
| PeD | 16.0 | -3.5 | -2.7  | 38.5 | 1.4 | -21.2 |
| PeB | 11.4 | -6.6 | -10.0 | -1.8 | 2.7 | 20.0  |
| BPe | 13.9 | -3.3 | -11.5 | 11.7 | 0.9 | -17.0 |

BFは符号を逆に表示している

表4 PSSの出現率 (%)

| 品 種 | DB     | BD     | BPe    | DPe    | PeD    | PeB    | F <sub>1</sub> 全体 | 純粋種     |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------|---------|
| 陽性率 | 4.22   | 2.81   | 4.54   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 2.18              | 1.93    |
| (n) | (2/71) | (2/71) | (2/43) | (0/46) | (0/16) | (0/28) | (6/275)           | (5/259) |

※ ( ) 内は陽性頭数/供試頭数を示す

表5 屠体の成績（調査豚成績）

| 品 種      | n  | ハム率 (%)  | 屠体長 (cm) | 屠体幅 (cm) | 背腰長II (cm) | 平均背脂肪 (cm) | 腹脂肪 (cm) |
|----------|----|----------|----------|----------|------------|------------|----------|
| DB, BD   | 31 | 31.3±1.2 | 90.6±3.1 | 32.4±0.9 | 66.2±3.6   | 2.6±0.5    | 1.0±0.3  |
| DPe, PeD | 12 | 31.0±1.3 | 89.4±1.2 | 32.5±1.3 | 64.9±1.5   | 2.8±0.4    | 1.1±0.3  |
| BPe, PeB | 18 | 29.7±1.4 | 90.1±2.2 | 32.4±1.4 | 66.2±1.9   | 2.8±0.4    | 1.2±0.4  |

表6 豚肉の理化学的測定値 (調査豚成績)

| 品種  | n  | 伸展率 (%)  | 加熱損失率 (%) | 色 L*     | 差 a*    | 値 b*    |
|-----|----|----------|-----------|----------|---------|---------|
| DB  | 14 | 24.0±2.7 | 30.6±3.2  | 46.5±3.7 | 6.8±1.2 | 7.2±1.3 |
| BD  | 15 | 24.2±3.4 | 31.1±1.6  | 48.1±3.0 | 5.9±1.3 | 7.3±1.1 |
| DPe | 9  | 23.7±2.7 | 31.2±1.4  | 48.0±3.0 | 6.2±1.1 | 7.3±1.2 |
| PeD | 3  | 22.3±3.2 | 31.4±2.2  | 48.6±2.5 | 5.4±0.8 | 6.5±0.8 |
| PeB | 4  | 24.9±2.6 | 30.9±1.3  | 47.0±3.2 | 6.7±1.2 | 7.4±1.4 |
| BPe | 4  | 24.9±2.6 | 30.9±1.3  | 48.5±2.1 | 5.6±1.2 | 7.2±1.0 |

L\*: 明度, a\*: 赤色度, b\*: 黄色度

表7 表型・遺伝相関 (F<sub>1</sub>)

| r <sub>p</sub> \ r <sub>g</sub> | DG    | BF    | EM    | IMF   |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| DG                              |       | 0.26  | -0.18 | 0.25  |
| BF                              | 0.34  |       | -0.45 | 0.36  |
| EM                              | -0.04 | -0.86 |       | -0.28 |
| IMF                             | 0.64  | 0.63  | -0.41 |       |

r<sub>p</sub>; 表型相関 r<sub>g</sub>; 遺伝相関 n = 61

表8 F<sub>1</sub>の成績と遺伝率

| 選抜形質                  | F <sub>1</sub> 成績 | 改良目標  | 改良量   | 遺伝率 (h <sub>SD</sub> <sup>2</sup> ) |
|-----------------------|-------------------|-------|-------|-------------------------------------|
| DG (g)                | 794.0             | 800.0 | 6.0   | 0.600                               |
| BF (cm)               | 2.85              | 2.6   | -0.25 | 0.525                               |
| EM (cm <sup>2</sup> ) | 26.6              | 27.0  | 0.4   | 0.506                               |
| IMF (%)               | 3.66              | 3.7   | 0.04  | 0.367                               |

選抜の経過

1. 経済重要度<sup>7)</sup>

1日平均増体量, 背脂肪の厚さ, ロース断面積及び背ロース部位 (最後腰椎) における筋肉内脂肪の割合を選抜形質とした。前3形質に関しては選抜対象である各育成豚自身の測定値 (1日平均増体量は体重30kgから90kgまでの間, 背脂肪の厚さは90kg時の超音波測定による3部位の平均, ロース断面積は90kg時の超音波測定による体長1/2部位の値), また筋肉内脂肪については産肉能力検定法で測定した同腹調査豚群 (調査豚は去勢1頭, 雌1頭を原則とする) を情報 (単位: g, cm, cm<sup>2</sup>, %) とする選抜を試み, 各情報に対する重み付け係数 **b<sub>i</sub>** を次の様に求めた。

(1) 遺伝特性値など

合成豚に関する遺伝特性値についての信頼すべき推定値が無い場合, 今回の選抜には暫定的にF<sub>1</sub>のデータを使用した。

(2) 改良目標

F<sub>1</sub>のデータを基にして, 以下のとおり設定した。

(3) 血縁係数行列 R

1日平均増体量, 背脂肪の厚さ及びロース断面積の情報は, 選抜対象である育成豚自身からのものであり, 筋肉内脂肪の割合は, 全きょうだい豚からの情報であるので, 以下のとおり4形質目の対角行列は1/2として計算した。

$$R = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1/2 \end{pmatrix}$$

(4) 遺伝分散共分散行列 G 及び表型分散共分散行列 P を F<sub>1</sub> のデータより計算した結果は, 以下のとおりである。

$$G = \begin{pmatrix} 4584.874 & 6.143633 & -10.0384 & 44.11479 \\ 6.143633 & 0.073564 & -0.77924 & 0.172924 \\ -10.0384 & -0.77924 & 11.22924 & -1.0393 \\ 44.11479 & 0.172924 & -1.0393 & 1.026272 \end{pmatrix}$$

$$P = \begin{pmatrix} 7642.9 & 8.5447 & -73.0005 & 36.5997 \\ 8.5447 & 0.1400 & -0.7880 & 0.2220 \\ -73.0005 & -0.7880 & 22.18206 & -1.85712 \\ 36.5997 & 0.2220 & -1.85712 & 2.796161 \end{pmatrix}$$

(5)相対的経済重要度のベクトル $a_i$

以上のパラメーターから、改良目標に即した選抜指数式  $I$  により簡便的に求めた重みづけ係数 $b_i$ を用いて  $Pb=RGa^0$  という演算を行い、相対的経済重要度のベクトル  $a$  を算出した。選抜指数式の計算は、育種支援プログラム PPPHI (育種 2 研古川力) 中の“改良目標に基づく指数”によった。

$$I = 0.0238 * DG - 18.0748 * BF - 0.8280 * EM + 3.3823 * IMF$$

$$b = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.0238 \\ -18.0748 \\ -0.828 \\ 3.3823 \end{bmatrix}$$

$$a = \begin{bmatrix} -0.617 \\ -273.4 \\ -9.64 \\ 98.93 \end{bmatrix}$$

(6)総合育種価の推定値

これらの結果から、前述のプログラム MBLUP を用いて総合育種価の推定値を算出した。選抜は、候補集団の育種価を基に、基本的には推定値の高い個体から順に次世代の繁殖種豚とした。

選抜前の各形質の育種価を以下に示したが、G1 集団を選抜にかけるまでの間は、3 品種の血液を混ぜることを優先したため、横ばいで推移している。

表 9 育種価の推移

| 世代\形質          | DG    | BF    | EM    | IMF   |
|----------------|-------|-------|-------|-------|
| G0             | -1.40 | -0.01 | 0.05  | -0.04 |
| F <sub>1</sub> | -2.02 | 0.02  | -0.43 | 0.01  |
| G1             | -2.86 | -0.03 | -0.13 | -1.94 |

## 謝 辞

本試験を実施するに当たり、ご助言をして頂いた農林水産省畜産試験場育種第 2 研究室の西田朗室長、古川力氏ならびに佐藤正寛氏に深謝します。

## 参考文献

- 1) 小嶋禎夫・兵頭勲・渡辺彬：トウキョウX豚の造成試験，(I)．基礎豚の肉質．東京畜試研報，2004．
- 2) 小嶋禎夫・兵頭勲・内田哲二：トウキョウX豚の造成試験，(II)．基礎豚の成績．東京畜試研報，2004．
- 3) 小嶋禎夫・兵頭勲：高品質系統豚の造成，1，基礎豚の成績．日本養豚学会講演要旨，55，1991．
- 4) 小嶋禎夫・兵頭勲・渡辺彬・内田哲二・斉藤季彦：高品質系統豚の造成，3，第 1 世代の成績．日本養豚学会講演要旨，57，5，1992．
- 5) R. M. McKay, W. E. REMpel, C. J. McGrath, P. B. Addis and W. J. Boylan: Performance characteristics of crossbred pigs with graded percentages of pietrain. J. Anim. Sci., Vol.55, No.2, 274-279, 1982.
- 6) 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型不偏予測．農林水産研究計算センター報告．26. 61-127, 1990.
- 7) 阿部猛夫・西田朗・伊藤菁・神部昌行・佐藤勲・三上仁志：豚の地域環境別選抜試験，II．選抜指数式の作製，日豚研誌19(2)，98-105，1982.
- 8) 横内囃生・山田行雄：選抜指数作成における R マトリックスの導入．家禽会誌，10，151，1973.
- 9) 農林水産省畜試：豚の地域環境別選抜試験（指定試験）総合報告書，1-48，1989.
- 10) 神部昌行・伊藤菁：種豚の地域環境別選抜試験，岩手県試験成績報告書，岩手県畜試養豚部，1-35，1969.
- 11) 伊藤菁・神部昌行・西田朗・仁昌寺博・阿部猛夫・山田行雄・田中弘敬・三上仁志：豚の地域環境別選抜試験，IV．岩手県における選抜結果，日豚研誌22，2，82-87，1985.
- 12) 佐藤勲・高坂宗夫・三上仁志・甲斐勝利・黒木政博・阿部猛夫・山田行雄・田中弘敬・西田朗：豚の地域環境別選抜試験，V．宮崎県における選抜結果，日豚研誌22，2，88-93，1985.