

## 「第4系統豚」の利用・普及のための組合せ試験

前田昂亮・諏訪寛太・野崎 聡\*・大小田勉・鈴木木昭一

### 要 約

平成27年度(2015年度)に完成した「かごしま黒豚」の第4系統豚「クロサツマ2015」(B4)の最適な利用方法を検討するために、維持後18～27年経過した第3系統豚「サツマ2001」(B3)および第2系統豚「ニューサツマ」(B2)との組合せ試験を行った。各系統豚の繁殖候補豚としての発育能力調査を行ったところ、育成期間の1日増体量(DG)は雌雄ともB3が、B2、B4と比較して高い傾向にあった。体重105kg時点のロース断面積(EM)は、雌ではB4がB3と比較して大きくなる傾向にあり、雄ではB4がB2と比較して有意に大きくなった( $P < 0.05$ )。体尺測定値では、B3の雌の体長がB4の雌と比較して、有意に長くなった( $P < 0.05$ )。各系統豚の肥育豚としての能力を調べるために、産肉能力調査を実施したところ、DGはB3、B4がB2と比較して有意に高かった( $P < 0.05$ )。体重115kg時点のEMは、B4がB2、B3と比較して有意に大きかった( $P < 0.05$ )。背脂肪厚(BF)は、B4がB2と比較して薄くなる傾向にあった。各系統豚の繁殖能力を調査するために、総産子数、離乳頭数および離乳時総体重を調べたところ、系統間で有意な差は無かった。2系統間交雑豚B4B2、B4B3、B3B4の繁殖候補豚としての発育能力を調査するために、DG、EM、BFおよび体尺値を調べたところ、2系統間交雑豚間に有意な差は無く、同等の発育能力を示した。2系統間交雑豚B4B2、B4B3、B3B4の繁殖能力を調査するために、総産子数、離乳頭数および離乳時総体重を調べたところ、2系統間交雑豚間に有意な差は無く、同等の繁殖能力を示した。2系統間交雑豚B4B2、B4B3、B3B4の肥育豚としての能力を調べるために産肉能力調査を実施したところ、系統間で有意な差は無く、同等の産肉能力を示した。以上の結果から、新たに造成されたB4は、EMやBF等の産肉性に優れており、過去に造成されたB2、B3のいずれと組合せても、増体、産肉性、肉質のバランスの取れた肉豚生産が可能であると考えられた。

キーワード：組合せ検定、系統豚、パークシャー種

### 緒 言

かごしま黒豚は、毛色は黒色で、鼻梁、四肢および尾端の6カ所に六白と呼ばれる白毛をそなえている。肉質は筋繊維が細かく、肉の保水力が高く、ジューシーで、脂肪はべとつかずさっぱりしているなどの特徴があり、おいしい豚肉として高く評価されている。鹿児島県では、県内パークシャー種豚の能力と斉一性の向上を図るため、全国で唯一のパークシャー種の系統豚造成を行っている。

本県における系統造成は、基礎豚導入後に交配、分娩、1次選抜、検定、2次選抜を7世代繰り返し行う閉鎖群育種法により実施しており(図1)、1971年から1983年にかけて第1系統豚「サツマ」(B1)を造成した。さらに

1982年から1991年にかけて第2系統豚「ニューサツマ」(B2)、1991年から2001年にかけて第3系統豚「サツマ2001」(B3)を造成した。本県では系統豚完成後も外部から種豚導入はせず、集団内で世代更新して維持していることから、年々近交係数が上昇する。B1は、B3完成時に維持期間18年を経過しており、以後十数年維持していく中で、近交係数の上昇に伴う繁殖能力の低下や肥育豚の発育不良などの近交退化が懸念されたことから、2006年から後継となる第4系統豚の造成に着手し、2015年に「クロサツマ2015」(B4)を完成させた。これに伴い、B1は維持中止とした。本県の系統豚は一般社団法人鹿児島県種豚改良協会で維持され、2019年4月時点で当協会および県内5カ所の一般種豚増殖施設で系統間交雑豚(系統間クロス豚)が生産され、かごしま黒豚の基礎となる種豚として県内黒豚農家へ供給されている。生産農家は系統間クロス豚と在来種豚を交配して

(連絡先) 中小家畜部

\*大島支庁 沖永良部事務所 農業普及課

「かごしま黒豚」を産出させている(図 2)。そこで、本研究では、新たに認定された B4 の利用・普及のための情報を黒豚生産農家に提供するため B4 と既存の B2、B3 との組合せ試験を行い、系統豚及び系統間交雑豚の能力について検討した。

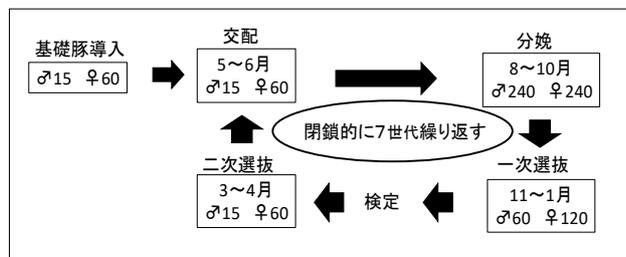


図1 閉鎖群育種法の流れ

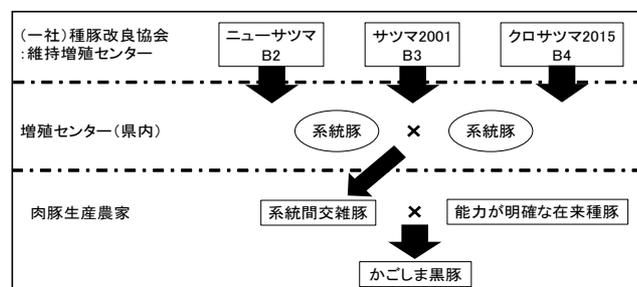


図2 系統豚の利用体系

### 試験材料および方法

#### 1 飼養方法

試験はすべて、鹿児島県農業開発総合センター畜産試験場(霧島市)で実施した。試験を実施した施設の概要を表 1 に示した。

種豚の発育能力調査のための育成豚は、種豚育成舎において単飼豚房で発育調査を実施した。飼料給与については表 2 に示した。試験期間は、体重 30kg から 105kg までとし、子豚哺乳期から体重 80kg (育成前期)にかけて不断給餌とし、体重 80kg 以降(育成後期)は種豚育成用飼料を制限給餌した。繁殖能力調査に供用する種豚は、種豚育成舎で繁殖供用適期(概ね 8 ヶ月齢, 120kg)まで育成後、同豚舎で交配し、概ね分娩 1 週間前に分娩舎へ移動した。分娩は介助分娩とし、分娩予定日(交配後 114 日)の前日に分娩誘発剤を投与した。離乳は 4 週齢で行った。

産肉能力調査のための肥育豚は、選抜調査豚舎において単飼条件下で能力調査を実施した。飼料給与については表 3 に示した。試験期間は体重 30kg から 115kg までとした。試験開始から体重 60kg までは、肥育前期用

飼料を制限給餌した。体重 60kg から 115kg までは、甘しょを 10 %含む黒豚用肥育後期飼料を制限給餌した。なお肥育豚の飼料給与量については、1 日期待増体量を基に日本飼養標準<sup>1)</sup>の下式により算出した飼料給与量(表 4)を用いた。

$$\text{飼料給与量} = \text{TDN 必要量 (kg/日)} \div \text{飼料の TDN 必要量 (kg)}$$

- TDN 必要量 = DE (kcal/日) ÷ 4.41
- DE = 135W<sup>0.75</sup> + PR/0.44 + FR/0.66
- PR = (149.2W<sup>-0.0154</sup>) \* WG \* 5.66
- FR = (30.9W<sup>0.5589</sup>) \* WG \* 9.46

※ W : 体重 (kg)

WG : 1 日増体量 (kg/日)

PR : 維持に必要なタンパク量

FR : 維持に必要な脂質量

表 1 施設の概要

施設名	豚房面積 (㎡)	豚房数	飼養形態
分娩豚舎	3.8	60	1 腹群飼
選抜調査豚舎	2.6	100	単飼房
種豚育成舎 1	3.1	92	単飼房

表 2 育成豚の給与飼料

区分	給与期間	給与飼料	TDN (%)	CP (%)	給与方法
子豚 (体重 30kg まで)	1~3 週齢	餌付用	90.0	22.5	不断給餌
	2~4 週齢	ほ乳期 1	90.0	22.5	〃
	3~6 週齢	ほ乳期 2	86.0	21.0	〃
	5~8 週齢	ほ乳期 3	85.0	20.5	〃
	7 週齢~30kg	子豚育成用	78.5	15.5	〃
種豚育成前期	30~80kg	子豚育成用	78.5	15.5	不断給餌
種豚育成後期	80kg~	種豚用	73.0	14.5	制限給餌

表 3 肥育豚の給与飼料

肥育前期	30~60kg	子豚育成用	78.5	15.5	制限給餌
肥育後期	60~115kg	黒豚用飼料	70.0	13.5	〃

表 4 肥育豚の飼料給与量

子豚育成用		黒豚用飼料	
体重	給与量	体重	給与量
30kg	1.2 kg	60kg	2.0 kg
35kg	1.3 kg	65kg	2.1 kg
40kg	1.4 kg	70kg	2.2 kg
45kg	1.5 kg	75kg	2.3 kg
50kg	1.6 kg	80kg	2.4 kg
55kg	1.7 kg	85kg	2.4 kg
		90kg	2.5 kg
		95kg	2.6 kg
		100kg	2.7 kg
		105kg	2.8 kg
		110kg	2.8 kg
		115kg	2.9 kg

#### 2 ロース断面積及び背脂肪厚の測定

育成豚のロース断面積 (EM) 及び背脂肪の厚さ (BF) は体重 30kg 時点、60kg 時点、105 時点で測定した。また、肥育豚の EM および BF は、体重 30kg 時点、60kg 時点、115kg 時点で測定した。EM、BF は体長 1/2 部位を超音波肉質測定装置本多電子株式会社製 富士平工業 (HS-2100V) で撮影し、画像メディアブラウザ G T ファインダー (TEAC 社製) を用いて長さ、面積を測定

した。

### 3 系統豚の発育能力調査(種豚育成)

B2, B3, B4 それぞれを種雄豚あるいは種雌豚として育成した場合の発育調査を実施した。調査期間は2016年5月から10月とした。調査項目として1日増体量(DG), EM, BF および体尺値として体重105kg時点での、体長、体高、胸囲、胸深、前幅、後幅および前後肢の管囲を調べた。育成豚は、一般社団法人鹿児島県種豚改良協会より、B2の雄6頭、B3の雄3頭、雌24頭、B4の雄5頭、雌26頭をそれぞれ30kg未満で購入し、発育調査に供試した。

### 4 B4を種豚として活用したときの繁殖能力調査

B4 とその他の系統豚を交配させたときの繁殖能力を調査するためにB4×B2, B4×B3, B3×B4の組合せで各区12頭ずつ交配させ、それぞれ総産子数、生存産子数、離乳頭数および離乳時総体重を調べた。交配豚には、系統豚の発育能力調査を終了した育成豚を交配適期(概ね8ヶ月齢, 120kg)まで育成したものを供試した。

なお、交配は2016年11月から12月に行った。

### 5 系統豚の産肉能力調査(肥育豚)

B2, B3, B4 それぞれの産肉能力を2016年5月から10月にかけて実施した。供試豚には、一般社団法人鹿児島県種豚改良協会よりB2, B3, B4の去勢雄をそれぞれ7頭ずつ30kg未満で購入したものを用いた。調査項目はDG, EM, BFとした。

### 6 農家での2系統間交雑豚(種豚)の利用を想定した発育能力調査

2系統間交雑豚の発育能力調査は、2017年5月から10月にかけて雌の能力調査、2018年5月～10月にかけて雄の能力調査を実施した。雌の発育能力では、B4B2区、B4B3区、B3B4区の3区を設定し、系統豚の繁殖能力調査により得られた産子から雌を各区12頭抽出し、2系統間交配豚(雌)の発育調査に供試した。

雄の発育調査では、雌と同様の3区を設定し、一般社団法人鹿児島県種豚改良協会より、各区4頭の雄を購入し、調査に供試した。調査項目は、DG, EM, BF および体重105kg時点での体尺値とした。

### 7 農家での2系統間交雑豚の利用を想定した繁殖能力調査

2系統間交雑豚の繁殖能力調査は、雌雄それぞれ実施した。供試豚には、雌雄とも発育調査を終了した育成豚

を交配適期(概ね8ヶ月齢, 120kg)まで育成したものを供試した。

雌の繁殖能力調査は2017年11月から12月に交配を行い実施した。B4B2区、B4B3区、B3B4区の3区を設定し、各区12頭の雌を配置した。交配雄にはB4を12頭を用いて各試験区の雌に均等に交配した。

雄の繁殖能力調査は2018年11月から12月に交配を行い実施した。雌と同様の3区を設定し、各区4頭の雄を配置した。交配雌にはB4を36頭を用いて雄1頭あたり3頭の雌に交配を行った。繁殖能力調査の調査項目は、それぞれ総産子数、生存産子数、離乳頭数および離乳時総体重とした。

### 8 農家で利用される2系統間交雑豚を肥育した場合の産肉能力調査

各系統間交雑豚の産肉能力調査を2017年5月から11月に実施した。B4B2区、B4B3区およびB3B4区の3区を設定し、DG, EM, BFをそれぞれ調べた。供試豚には、系統豚の繁殖能力調査により得られた産子から去勢雄を各区10頭抽出したものをを用いた。

### 9 農家の肥育豚を想定した2系統間交雑豚の産子の産肉能力調査

各系統間交雑豚の産肉能力調査を2018年5月から11月にかけて実施した。B4B2B4区、B4B3B4区及びB3B4B4区の3区を設定し、DG, EM, BFをそれぞれ調べた。供試豚には、系統間交雑豚の雌の繁殖能力調査により得られた産子から、去勢雄を各区10頭抽出したものをを用いた。

### 10 2系統間交雑豚の産子の肉質分析

系統間交雑豚の肉質特性を調べるために、2系統間交雑豚の産子の筋肉中代謝物質について、ガスクロマトグラフ(GC)と液化クロマトグラフ(LC)によるメタボローム解析を実施し、網羅的に調べた。メタボローム解析は、鹿児島県経済農業協同組合連合会食品総合研究所(鹿児島市)に委託して行った。供試豚には、2系統間交雑豚の産子の産肉能力調査に供試した肥育豚から各区3頭を抽出したものをを用いた。産肉能力調査終了後に出荷した肥育豚からそれぞれロースブロックを採材し、分析サンプルとして使用した。豚肉の熟成時間を合わせるため、出荷、と殺、解体(0日目)した後、枝肉を0℃で冷蔵保管して3日目に枝肉よりロースブロックの切り出しを行い、5日目に分析用の肉検体の採材を行った。採材後は真空パックを行い、分析まで-20℃で冷凍保存

した。

## 11 統計解析

データの解析は、フリーソフト R ver.2.4.1 を用いて、系統を要因とした 1 元配置分散分析を行った。

## 結 果

### 1 系統豚の発育能力調査（種豚育成）

#### (1) 雌の発育能力調査

雌の発育能力を調査した結果、育成前期の DG は B3, B4 がそれぞれ 746.8g/d, 669.0g/d であり、育成後期の DG はそれぞれ 556.5g/d, 539.4g/d となった。また、育成全期間を通しての DG はそれぞれ 666.3g/d, 618.2g/d となり、B3 は B4 よりも DG が高くなる傾向にあった(表 5)。

体重 105kg 時点での EM は、B3, B4 がそれぞれ 30.4 cm<sup>2</sup>, 33.7 cm<sup>2</sup> であり、B4 が B3 より大きくなる傾向にあった。BF はそれぞれ 2.1cm, 2.0cm であり、B3 と B4 で差は無かった(表 6)。体尺測定値では、B3 の体長が長くなる傾向にあり、胸囲や腹囲は B4 が大きくなる傾向にあった。また、管囲は B3 が他の 2 系統より大きくなる傾向にあった(表 7)。

#### (2) 雄の繁殖能力調査

雄の発育能力を調査した結果、育成前期の DG は B2, B3, B4 がそれぞれ 752.8g/d, 792.7g/d, 746.8g/d であり、育成後期の DG は、それぞれ 533.9g/d, 682.8g/d, 619.6g/d であった。育成後期の DG は B3 が B2, B4 と比較して有意に大きかった (P < 0.05)。また、育成全期間を通しての DG はそれぞれ 656.5g/d, 751.4g/d, 700.7g/d であり、育成後期同様 B3 が有意に高かった (P < 0.05) (表 5)。

体重 105kg 時点の EM は B2, B3, B4 がそれぞれ 28.7 cm<sup>2</sup>, 27.3 cm<sup>2</sup>, 32.6 cm<sup>2</sup> であり、B4 は他の 2 系統と比較して大きく、B2 より有意に大きかった (P < 0.05)。BF はそれぞれ 2.2cm, 2.2cm, 1.9cm であり、B4 は B2, B3 と比較して薄くなる傾向にあった(表 6)。体尺測定値では、B3 が他の 2 系統より体長は長く、体高は高くなる傾向にあった。また管囲は雌同様 B3 が他の 2 系統より太くなる傾向にあった(表 7)。

### 2 B4 を種豚として活用したときの繁殖能力調査

B4 × B2, B4 × B3, B3 × B4 の組合せで交配を行った結果、総産子数はそれぞれ 7.5 頭, 7.2 頭, 7.7 頭、離乳頭数はそれぞれ 6.9 頭, 6.6 頭, 7.5 頭であり、組合せ間で有意な差は無かった。また、離乳時総体重はそれぞれ 52.1kg, 54.7kg, 55.8kg であり、組合せで差は無かつ

た(表 8)。

### 3 系統豚の産肉能力調査（肥育豚）

肥育前期の DG は B2, B3, B4 がそれぞれ 493.8g/d, 565.0g/d, 500.1g/d であり、肥育後期の DG はそれぞれ 539.4g/d, 610.2g/d, 597.2g/d であった。肥育期間を通しての DG は、B2, B3, B4 がそれぞれ 520.4g/d, 591.9g/d, 556.2g/d となり、B3 は他の 2 系統と比較して高い傾向にあった(表 9)。体重 115kg 時点の EM は B2, B3, B4 がそれぞれ 28.0 cm<sup>2</sup>, 30.4 cm<sup>2</sup>, 34.3 cm<sup>2</sup> であり、B4 は B2, B3 と比較して有意に大きかった (P < 0.05)。体重 115kg 時点の BF はそれぞれ 2.7cm, 2.4cm, 2.2cm であり、B2 は他の 2 系統と比較して厚くなる傾向にあった(表 10)。

### 4 農家ででの 2 系統間交雑豚（種豚）の利用を想定した発育能力調査

#### (1) 雌の繁殖能力調査

雌の発育調査を行った結果、育成前期の DG は、B4B2, B4B3, B3B4 がそれぞれ 663.7g/d, 671.5g/d, 692.7g/d であり、育成後期の DG はそれぞれ 589.1g/d, 601.1g/d, 647.8g/d であった。育成全期間を通しての DG はそれぞれ 597.8g/d, 606.5g/d, 644.8g/d であり、雌の育成豚の DG には、いずれの組合せにおいても差はなかった(表 11)。

体重 105kg 時点での EM は、B4B2, B4B3, B3B4 がそれぞれ 34.7 cm<sup>2</sup>, 33.9 cm<sup>2</sup>, 34.4 cm<sup>2</sup> となり、BF はそれぞれ 2.1 cm, 2.0 cm, 2.1 cm であり育成豚の雌の EM と BF には、組合せによる差はなかった(表 12)。体尺測定値について、胸深は B4B2 が 37.3 cm, B4B3 が 35.9 cm であり、B4B2 が B4B3 と比較して有意に大きかった (P < 0.05)。管囲(前)は、B3B4 が 17.2 cm, B4B2 が 15.8 cm であり、B3B4 が B4B2 より太い傾向にあった(表 13)。

#### (2) 雄の発育能力調査

雄の発育調査を行った結果、育成前期の DG は、B4B2, B4B3, B3B4 がそれぞれ 831.0g/d, 850.0g/d, 816.0g/d であり、育成後期の DG は 646.5g/d, 630.5g/d, 667.6g/d であった。育成全期間を通しての DG はそれぞれ 745.4g/d, 746.6g/d, 749.5g/d であり、組合せで有意な差はなかった(表 11)。

体重 105kg 時点の EM はそれぞれ 34.0 cm<sup>2</sup>, 31.3 cm<sup>2</sup>, 30.4 cm<sup>2</sup> であり、BF は、それぞれ 1.7 cm, 1.5 cm, 1.6 cm であり、EM と BF には組合せで有意な差はなかった(表 12)。体尺測定値について胸幅は B4B2 が 28.1cm, B4B3 が 26.6cm であった。また、後幅は B4B2 が 29.3cm, B4B3

が 27.6cm であり、B4B2 の胸幅と後幅は、B4B3 と比較して有意に大きかった ( $P < 0.05$ ) (表 13)。

#### 5 農家で 2 系統間交雑豚の利用を想定した繁殖能力調査

##### (1) 雌の繁殖能力調査

B4B2 × B4, B4B3 × B4, B3B4 × B4 の組合せで交配を行った結果、総産子数はそれぞれ 7.1 頭, 7.3 頭, 8.2 頭であり、離乳頭数はそれぞれ 6.1 頭, 6.4 頭, 7.3 頭となり組合せで有意な差は無かった。離乳時総体重はそれぞれ 43.8kg, 55.7kg, 51.2kg となり、B4B2 × B4 の組合せが他の 2 つの組合せと比較して低かったが有意な差では無かった(表 14)。

##### (2) 雄の繁殖能力調査

B4 × B4B2, B4 × B4B3, B4 × B3B4 の組合せで交配を行った結果、総産子数はそれぞれ 7.6 頭, 7.5 頭, 7.6 頭であり、離乳頭数はそれぞれ 6.7 頭, 6.1 頭, 6.8 頭であり、組合せで有意な差は無かった。離乳時総体重はそれぞれ 50.1kg, 52.2kg, 52.4kg となり組合せ間で有意な差はなく、同等の繁殖能力を示した(表 14)。

#### 6 農家で利用される 2 系統間交雑豚を肥育した場合の産肉能力調査

肥育前期の DG は B4B2, B4B3, B3B4 がそれぞれ 508.6g/d, 521.6g/d, 512.4g/d であり、肥育後期の DG はそれぞれ 600.8g/d, 620.7g/d, 613.0g/d となった。また、肥育全期間を通しての DG はそれぞれ 562.8g/d, 583.4g/d, 572.0g/d であり、肥育期間中の DG は、いずれの組合せでも同等の増体を示した (表 15)。出荷時の EM はそれぞれ 32.9 cm<sup>2</sup>, 32.5 cm<sup>2</sup>, 33.7 cm<sup>2</sup> であり、BF はそれぞれ 2.3 cm, 2.5 cm, 2.2 cm となり、EM と BF にも組合せで有意な差はなく、同等の産肉能力を示した (表 16)。

#### 7 農家の肥育豚を想定した 2 系統間交雑豚の産子の産肉能力調査

2 系統間交雑豚の産子の肥育期間の DG は B4B2B4, B4B3B4, B3B4B4 がそれぞれ 495.8g/d, 497.9g/d, 498.4g/d であり、組合せで有意な差はなかった (表 17)。出荷時の EM はそれぞれ 33.8 cm<sup>2</sup>, 33.3 cm<sup>2</sup>, 34.6 cm<sup>2</sup> であり、BF はそれぞれ 1.7 cm, 1.6 cm, 1.6 cm であり、EM と BF についても組合せで有意な差はなかった(表 18)。

#### 8 2 系統間交雑豚の産子の肉質分析

LC によるメタボローム解析の結果について、同定可

能で相対定量が可能となった物質は 72 種類あり、そのうち、有意差が認められたものは 2 種類のみであった。シチジンリン酸塩は B4B2B4 が B4B3B4 と比較して有意に低く、オルニチンは、B4B2B4 が B4B3B4 と比較して有意に高かった ( $P < 0.05$ ) (表 19)。

GC によるメタボローム解析の結果について同定可能で相対定量が可能となった物質は 211 種類あり、そのうち有意差が認められたものは 6 種類あった。ジメチルグリシン、グリセロールおよびリン酸は B3B4B4 と比較して B4B2B4 が有意に高く、セリンおよび 2-アミノエタノールは、B4B2B3 が B3B4B4 および B4B3B4 と比較して有意に高くなった ( $P < 0.05$ )。また、イノシン酸は B4B2B4 が B3B4B4 と比較して有意に低くなった ( $P < 0.05$ ) (表 20)。

### 考 察

本研究では、鹿児島県で現在維持されている B2, B3, B4 の 3 つの系統豚の最適な組合せについて検討を行った。今回の組合せ試験では豚舎の都合上、6 パターンある組合せのうち 3 パターンについて試験を行った。

交雑を行う前に維持年数の経過した B2, B3 の能力を確認することを目的として、系統の能力調査実施したところ、B3 は増体に優れ、B4 は EM が大きく、背脂肪が適度である等産肉性に優れていた。また 2 系統間交雑豚の産子の肉質分析の結果から、B4B2B4 については 2 種類のメタボローム解析を通して、B4B3B4 または B3B4B4 と有意に異なる代謝物質が合計で 8 種類検出された。しかし、B4B3B4 と B3B4B4 間で有意に異なる代謝物質は検出されなかった。B3 と B4 の基礎豚が鹿児島県内のみから集められたのに対し<sup>2) 3)</sup>、B2 の基礎豚には英国産パークシャー種も取り入れられている<sup>4)</sup>。この基礎豚の違いが、今回の肉質分析の結果にも反映されている可能性が考えられた。これらのことから、鹿児島県で維持されている系統豚は、B2 は肉質に、B3 は発育・増体に、B4 は産肉性にそれぞれ特徴を持っていると考えられた。2 系統間交雑豚の能力調査の結果、有意差は無かったものの、肥育豚の DG は B4B3 > B3B4 > B4B2 の順で大きかったのに対し、育成豚では雌雄とも B3B4 > B4B3 > B4B2 の順に大きくなった。肥育豚と育成豚での順位の入替わりは、飼料の給与形態や飼養した豚舎の違いによる環境の効果の影響だと考えられた。育成豚の DG では、雄のすべての組合せおよび雌の B3B4 と B4B2 の組合せにおいてヘテロシス効果が確認された。肥育豚と雄の育成豚のロース断面積は B4B2 > B4B3 > B3B4 の順で大きく、育成豚の雌のみ B4B2

> B3B4 > B4B3 の順で大きくなった。すべての組合せで両親の平均値を上回っており、ヘテロシス効果が確認された。雌のみ順位が異なったが、EM の大きさはいずれの組合せであっても同等の値を示したことから、組合せによる差はないと考えられた。しかし、EM においては、最も大きい値を示した B4 と最も小さい値を示した B2 の組合せで、肥育豚・育成豚ともに最も大きい値を示した。B3 及び B4 は、基礎豚として鹿児島県内の在来パークシャーのみを用いて造成を行った。これに対し B2 は基礎豚として在来パークシャーに加えて英国産パークシャーを用いて造成を実施した。このため、B3 よりも B2 の方が B4 と遺伝的にかげ離れていると推察される。よって、EM については B4 と B2 の組合せが、B4 と B3 の組合せより高いヘテロシス効果を得られると考えられた。肥育豚の BF は B4B3 > B4B2 > B3B4 の順で厚く、育成豚の BF は雌雄とも B4B2 > B3B4 > B4B3 の順で厚くなった。EM 同様 B4 と B2 の組合せでヘテロシス効果により厚くなるが、飼料給与量を調整することで、BF の厚さはコントロールが可能であると考えられる。2 系統間交雑豚の発育・産肉能力調査から、DG, EM, BF それぞれにヘテロシス効果が期待できる組合せがあることが推察された。しかし、いずれの組合せ間にも統計的な有意な差はなく、同等で良好な発育・産肉能力を示した。また、2 系統間交雑豚の産子の産肉能力調査の結果においても DG, EM, BF いずれにも統計的な有意差はなく、同等で良好な産肉能力を示した。よって、2 系統間交雑豚はいずれの組合せであっても、良好で斉一性の高い肉豚生産が可能であると言える。系統豚の繁殖能力調査では、B3 と B4 の能力を調査した。その結果、いずれも同等で良好な繁殖成績を示した。B4 については、雌雄両方で供試したが、どちらの場合も繁殖成績は良好であったことから、B4 は系統間交雑豚の作出に問題無く供用出来ることが確認された。2 系統間交雑豚の雌の繁殖能力調査では、有意差はなかったものの、B3B4 の系統でヘテロシス効果により、産子数が最も多かった。このことから、繁殖性については B3 の雌と B4 の雄を組合せることで高いヘテロシス効果を得られる可能性が示唆された。雄の繁殖能力調査では、いずれの系統も、各調査項目において同等の値を示したことから、2 系統間交雑豚を雄として供用する際は、いずれの組合せであっても同等の繁殖成績が得られると考えられる。

以上のことから、現在鹿児島県で維持している B2, B3, B4 は肉質、増体・産肉にそれぞれ特徴を持っている可能性が示された。今回新に造成された B4 は、

過去に造成された B2, B3 と交配を行っても良好な繁殖成績が得られたことから、系統間交雑豚の作出に問題無く供用出来ることが確認された。さらに、既存の系統豚のいずれと組合せても、増体、産肉性、肉質のバランスの取れた肉豚生産が可能であることも確認された。

## 謝 辞

本研究の遂行にあたり、御協力を頂いた一般社団法人種豚改良協会の職員の皆様方、及び鹿児島県経済農協共同組合連合会食品総合研究所の職員の皆様方に心から謝意を示します。

## 引用文献

- 1) 独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構編 2005 日本飼養標準 豚(2005年版) 中央畜産会
- 2) 小村喜久男・千歳健一・山口幸一・福永智明 2002 第3系統豚造成試験(第2報) 鹿児島県畜産試験場研究報告 第35号 103-116
- 3) 小村喜久男・大平徳雄・大小田勉・福永智明 2017 完成した新たな黒豚系統豚「クロサツマ 2015」 鹿児島県農業開発総合センター研究報告 第11号 87-100号
- 4) 町田克郎・杉山昇・千歳健一・井上清視 1992 豚の第2系統造成試験-7世代までの繁殖成績並びに産肉成績 鹿児島県畜産試験場研究報告 第24号 96-107号

表5 系統豚の育成豚の発育成績

単位：日、g/d

系統	性別	n	検定期間		105kg		検定期間		DG	
			30-80kg	DG	到達時日齢	80-105kg	DG	30-105kg	DG	
B2	雄	6	67.7 ± 6.0	752.8 ± 51.6	197.2 ± 13.0	47.2 ± 11.3	533.9 ± 95.0	114.8 ± 10.1	656.5 ± 45.0	
B3		3	63.3 ± 0.6	792.7 ± 7.2	177.7 ± 7.4	37.7 ± 3.8	682.8 <sup>a</sup> ± 34.6	101.0 ± 4.4	751.4 <sup>a</sup> ± 20.0	
B4		5	65.0 ± 5.3	746.8 ± 50.2	176.6 ± 3.6	38.0 ± 3.7	619.6 ± 31.5	103.0 ± 6.9	700.7 ± 33.9	
B3	雌	24	65.8 ± 5.3	746.8 ± 34.3	194.5 ± 8.8	45.9 ± 6.7	556.5 ± 77.2	111.6 ± 8.2	666.3 ± 40.3	
B4		25	76.1 ± 5.2	669.0 ± 53.1	201.8 ± 13.4	47.1 ± 7.5	539.4 ± 69.6	123.2 ± 10.0	618.2 ± 52.0	

異符号間に有意差有り (P<0.05)

表6 育成豚の超音波肉質測定器測定結果

単位：cm, cm<sup>2</sup>

系統	性別	n	30kg時		60kg時		105kg時	
			EM	BF	EM	BF	EM	BF
B2	雄	6	11.89 ± 0.97	0.87 ± 0.12	19.50 ± 0.87	1.43 ± 0.18	28.66 ± 2.09	2.20 ± 0.31
B3	雄	3	11.18 ± 0.76	0.83 ± 0.09	18.36 ± 1.81	1.33 ± 0.13	27.26 ± 1.61	2.21 ± 0.42
B4	雄	5	14.69 ± 1.34	0.79 ± 0.19	21.87 ± 1.68	1.27 ± 0.09	32.56 <sup>a</sup> ± 1.68	1.94 ± 0.07
B3	雌	24	12.14 ± 1.41	0.88 ± 0.16	20.70 ± 1.71	1.41 ± 0.19	30.39 ± 1.59	2.12 ± 0.27
B4	雌	26	13.64 ± 1.31	0.81 ± 0.14	23.28 ± 1.99	1.30 ± 0.16	33.70 ± 2.81	2.02 ± 0.27

表7 育成豚の体尺測定結果

単位：cm

系統	性別	n	体長	体高	胸囲	胸深	腹囲	前幅	胸幅	後幅
B2	雄	6	112.8 ± 3.1	65.1 ± 2.2	110.5 ± 1.8	37.5 ± 0.7	118.3 ± 2.9	30.6 ± 1.7	27.9 ± 1.2	28.6 ± 0.8
B3	雄	3	114.1 ± 4.5	67.3 ± 1.4	107.6 ± 1.5	36.4 ± 0.9	115.0 ± 2.6	29.9 ± 1.0	27.2 ± 0.7	27.5 ± 0.5
B4	雄	5	111.1 ± 2.9	64.2 ± 2.1	111.5 ± 2.1	37.2 ± 0.7	117.3 ± 3.8	32.4 ± 0.6	28.8 ± 0.6	28.8 ± 0.9
B3	雌	24	116.8 ± 2.3	63.8 ± 2.2	109.7 ± 2.6	36.5 ± 1.2	118.9 ± 2.9	30.0 ± 1.2	28.0 ± 1.0	28.6 ± 0.8
B4	雌	25	113.3 ± 3.6	63.0 ± 2.9	111.2 ± 2.6	36.8 ± 1.1	121.6 ± 3.0	30.7 ± 1.0	28.3 ± 0.9	28.6 ± 0.9

表8 系統豚の繁殖成績

単位：頭、kg

組合せ(母×父)	n	総産子数	生存産子数	離乳頭数	離乳時総体重
B4×B2	12	7.5 ± 2.3	7.0 ± 2.9	6.9 ± 2.5	52.1 ± 13.9
B4×B3	11	7.2 ± 2.4	6.6 ± 2.9	6.6 ± 1.8	54.7 ± 15.4
B3×B4	10	7.7 ± 2.3	7.5 ± 2.2	7.5 ± 2.2	55.8 ± 13.7

表9 系統豚の肥育豚の発育成績

単位：日、kg、g/d

系統	n	検定期間		115kg		検定期間		DG	
		30-60kg	DG	到達時日齢	60-115kg	DG	30-115kg	DG	
B2	7	65.6 ± 3.7	493.8 ± 24.8	253.3 ± 13.5	98.7 ± 10.3	539.4 ± 52.5	164.3 ± 12.1	520.4 ± 34.6	
B3	7	55.4 ± 4.5	565.0 ± 42.0	224.7 ± 10.0	88.3 ± 6.8	610.2 ± 39.6	143.7 ± 8.9	591.9 ± 32.3	
B4	7	65.0 ± 2.4	500.1 ± 23.0	229.9 ± 5.6	90.0 ± 4.6	597.2 ± 26.6	155.0 ± 4.7	556.2 ± 17.8	

表10 系統豚の肥育豚の超音波肉質測定器測定結果

単位：cm, cm<sup>2</sup>

系統	n	30kg時		60kg時		115kg時	
		EM	BF	EM	BF	EM	BF
B2	7	11.04 ± 1.12	0.92 ± 0.07	19.20 ± 0.77	1.74 ± 0.24	28.01 <sup>b</sup> ± 1.03	2.71 ± 0.53
B3	7	10.61 ± 1.15	0.91 ± 0.14	20.18 ± 0.92	1.45 ± 0.30	30.43 <sup>b</sup> ± 1.16	2.36 ± 0.43
B4	7	13.05 ± 0.91	0.71 ± 0.09	22.73 ± 1.05	1.31 ± 0.21	34.33 <sup>a</sup> ± 2.36	2.16 ± 0.27

異符号間に有意差有り (P<0.05)

表11 2系統間交雑豚の育成豚の発育成績

単位：日、g/d

系統	性別	n	検定期間		105kg		検定期間		DG	
			30-80kg	DG	到達時日齢	80-105kg	DG	30-105kg	DG	
B4B2	雄	4	63.0 ± 0.0	831.0 ± 20.0	180.0 ± 6.0	35.5 ± 0.5	646.5 ± 30.0	98.5 ± 0.5	764.5 ± 60.0	
B4B3		4	50.8 ± 10.4	850.0 ± 10.0	185.5 ± 5.4	42.3 ± 7.3	592.0 ± 79.2	93.0 ± 11.9	731.8 ± 39.0	
B3B4		4	57.8 ± 3.0	816.0 ± 50.0	183.5 ± 8.9	37.0 ± 6.0	701.6 ± 15.0	94.8 ± 8.2	766.1 ± 64.3	
B4B2	雌	12	73.8 ± 6.2	663.7 ± 29.8	205.1 ± 9.3	47.3 ± 7.2	589.1 ± 46.3	121.0 ± 9.1	597.8 ± 32.2	
B4B3		12	67.3 ± 6.2	671.5 ± 55.7	200.6 ± 8.9	48.8 ± 7.4	601.1 ± 46.9	116.0 ± 6.3	606.5 ± 50.0	
B3B4		12	71.4 ± 6.3	692.7 ± 43.5	196.5 ± 10.7	41.8 ± 6.6	647.8 ± 54.4	112.5 ± 8.7	644.8 ± 42.4	

表12 2系統間交雑豚の育成豚の超音波肉質測定器測定結果

単位：cm, cm<sup>2</sup>

系統	性別	n	30kg時		60kg時		105kg時	
			EM	BF	EM	BF	EM	BF
B4B2	雄	4	12.38 ± 0.64	0.71 ± 0.12	21.15 ± 1.30	1.05 ± 0.13	34.04 ± 2.92	1.66 ± 0.16
B4B3		4	15.50 ± 2.72	0.78 ± 0.10	21.08 ± 0.18	1.08 ± 0.18	31.29 ± 1.56	1.47 ± 0.20
B3B4		4	13.88 ± 1.56	0.76 ± 0.11	21.94 ± 2.68	1.09 ± 0.04	30.38 ± 1.69	1.56 ± 0.10
B4B2	雌	12	13.95 ± 1.67	0.95 ± 0.12	24.22 ± 1.68	1.31 ± 0.10	34.66 ± 2.30	2.11 ± 0.25
B4B3		12	14.00 ± 1.27	0.98 ± 0.12	23.64 ± 1.52	1.26 ± 0.12	33.86 ± 2.39	1.96 ± 0.15
B3B4		12	13.93 ± 1.06	0.95 ± 0.08	23.95 ± 2.20	1.35 ± 0.15	34.43 ± 2.98	2.08 ± 0.31

表13 2系統間交雑豚の育成豚の体尺測定値

系統	性別	n	体長	体高	胸囲	胸深	腹囲	前幅	胸幅	後幅
B4B2	雄	4	112.5 ± 0.9	64.7 ± 2.5	105.4 ± 2.5	36.7 ± 0.9	117.0 ± 2.7	31.0 ± 1.2	28.1 <sup>a</sup> ± 0.6	29.3 <sup>a</sup> ± 0.4
B4B3	雄	4	115.0 ± 2.1	65.6 ± 1.4	104.9 ± 3.1	36.7 ± 1.6	113.6 ± 3.2	30.4 ± 0.8	26.6 <sup>b</sup> ± 0.5	27.6 <sup>b</sup> ± 0.8
B3B4	雄	4	114.5 ± 3.0	64.6 ± 1.4	106.6 ± 1.8	36.0 ± 0.3	115.8 ± 1.1	31.1 ± 0.7	27.6 <sup>ab</sup> ± 0.6	28.6 <sup>ab</sup> ± 0.6
B4B2	雌	12	113.6 ± 4.5	62.2 ± 3.2	109.9 ± 2.8	37.3 <sup>a</sup> ± 1.1	109.8 ± 2.3	30.0 ± 1.1	27.8 ± 0.9	28.6 ± 1.1
B4B3	雌	12	114.8 ± 3.5	63.4 ± 3.5	107.9 ± 2.2	35.9 <sup>b</sup> ± 1.0	116.2 ± 3.2	29.6 ± 1.3	27.2 ± 1.2	27.7 ± 1.5
B3B4	雌	12	114.1 ± 3.6	62.2 ± 2.0	109.2 ± 1.1	36.7 <sup>ab</sup> ± 0.6	116.2 ± 2.9	30.2 ± 0.7	27.6 ± 1.0	28.1 ± 1.2

表14 2系統間交雑豚の繁殖成績

単位：頭, kg

組合せ(母×父)	n	総産子数	生存産子数	離乳頭数	離乳時総体重
B4B2×B4	9	7.1 ± 3.2	6.7 ± 3.0	6.1 ± 3.2	43.8 ± 22.8
B4B3×B4	12	7.3 ± 3.2	6.5 ± 3.3	6.4 ± 2.8	55.7 ± 13.3
B3B4×B4	7	8.2 ± 2.5	8.1 ± 2.5	6.1 ± 3.1	51.2 ± 17.0
B4×B4B2	10	7.6 ± 2.1	7.4 ± 2.4	6.7 ± 2.2	50.1 ± 18.6
B4×B4B3	11	7.5 ± 2.9	6.4 ± 2.3	6.1 ± 2.2	52.2 ± 20.4
B4×B3B4	10	7.6 ± 2.4	7.1 ± 2.3	6.8 ± 2.3	52.4 ± 16.3

表15 2系統間交雑豚の肥育豚の発育成績

単位：日, kg, g/d

系統	n	検定期間		115kg		検定期間		DG	
		30-60kg	DG	到達日時齢	60-115kg	DG	30-115kg	DG	
B4B2	10	57.4 ± 6.9	508.6 ± 70.7	226.1 ± 18.2	88.3 ± 11.7	600.8 ± 61.5	145.7 ± 17.3	562.8 ± 52.9	
B4B3	10	53.6 ± 7.4	521.6 ± 25.2	220.4 ± 8.5	86.0 ± 4.7	620.7 ± 30.5	139.6 ± 9.8	583.4 ± 25.6	
B3B4	10	55.5 ± 7.1	512.4 ± 48.0	220.0 ± 10.2	85.3 ± 6.8	613.0 ± 43.9	140.8 ± 9.0	572.0 ± 30.6	

表16 2系統間交雑豚の肥育豚の超音波肉質測定器測定結果

単位：cm, cm<sup>2</sup>

系統	n	30kg時		60kg時		115kg時	
		EM	BF	EM	BF	EM	BF
B4B2	10	14.08 ± 1.43	0.90 ± 0.09	22.44 ± 1.80	1.48 ± 1.80	32.93 ± 2.27	2.27 ± 0.18
B4B3	10	14.31 ± 1.36	1.00 ± 0.15	21.55 ± 1.79	1.55 ± 1.79	32.47 ± 2.40	2.47 ± 0.26
B3B4	10	14.38 ± 1.10	0.96 ± 0.14	23.81 ± 1.15	1.41 ± 0.18	33.71 ± 2.34	2.19 ± 0.14

表17 2系統間交雑豚産子の肥育豚の発育成績

系統	n	検定期間		115kg		検定期間		DG	
		30-60kg	DG	到達日時齢	60-115kg	DG	30-115kg	DG	
B4B2B4	10	54.9 ± 11.8	495.8 ± 54.5	233.9 ± 8.1	95.5 ± 6.3	569.3 ± 37.0	149.2 ± 7.5	544.0 ± 22.9	
B4B3B4	10	49.1 ± 11.1	498.4 ± 45.1	233.0 ± 14.1	100.3 ± 9.2	550.5 ± 40.0	149.5 ± 15.5	531.8 ± 32.9	
B3B4B4	10	60.9 ± 4.7	497.9 ± 22.2	233.1 ± 10.2	90.8 ± 6.7	585.3 ± 34.6	151.7 ± 9.5	549.9 ± 26.8	

表18 2系統間交雑豚産子の肥育豚の超音波肉質測定器測定結果

単位：cm, cm<sup>2</sup>

系統	n	30kg時		60kg時		115kg時	
		EM	BF	EM	BF	EM	BF
B4B2B4	10	14.79 ± 1.53	0.80 ± 0.09	21.88 ± 1.50	1.07 ± 0.21	33.80 ± 2.34	1.68 ± 0.28
B4B3B4	10	14.00 ± 1.09	0.82 ± 0.06	21.79 ± 1.37	1.07 ± 0.06	33.33 ± 2.07	1.57 ± 0.17
B3B4B4	10	14.59 ± 0.98	0.81 ± 0.12	22.55 ± 1.74	1.06 ± 0.11	34.56 ± 2.67	1.60 ± 0.22

表19 LCによるメタボローム解析結果

系統	n	シチジン塩酸塩	オルニチン
B4B2B4	3	0.572 <sup>a</sup> ± 0.046	1.401 <sup>a</sup> ± 0.243
B4B3B4	3	1.033 <sup>b</sup> ± 0.114	0.757 <sup>b</sup> ± 0.019
B3B4B4	3	0.839 ± 0.147	0.913 ± 0.023

異符号間に有意差有り (P<0.05)

表20 GCによるメタボローム解析結果

系統	n	ジメチルグリシン	セリン	3-アミノエタノール	グリセロール	リン酸	イノシン酸
B4B2B4	3	0.112 <sup>a</sup> ± 0.018	65.608 <sup>a</sup> ± 7.073	86.417 <sup>a</sup> ± 8.362	1957.081 <sup>a</sup> ± 295.358	1900.563 <sup>a</sup> ± 304.540	0.461 <sup>a</sup> ± 0.455
B3B4B4	3	0.046 <sup>b</sup> ± 0.017	44.052 <sup>b</sup> ± 0.748	58.381 <sup>b</sup> ± 0.858	1237.947 <sup>b</sup> ± 28.631	1228.074 <sup>b</sup> ± 59.047	2.629 <sup>b</sup> ± 0.595
B4B2B4	3	0.062 ± 0.024	51.712 <sup>b</sup> ± 2.604	67.818 <sup>b</sup> ± 5.209	1453.435 ± 75.210	1412.930 ± 60.469	2.025 ± 0.915

異符号間に有意差有り (P<0.05)

## Combination test of fourth Berkshire swine strain for use and spread

Kosuke Maeda, Hiroto Suwa, Satosi Nosaki, Tsutomu Ohokoda and Shouichi Suzuki

### Summary

We carried out combination test to considered optimal usage of fourth Berkshire swine strain "Kurosatsuma2015" (B4) completed in 2015,second Berkshire swine strain "Newsatsuma"(B2) which had been maintance for twenty-seven years and third Berkshire swine strain "Satsuma2001" (B3) which had been maintance for eighteen years.We investigated three Berkshire swine strain's growth capacity as a candidate pig for breeding,dairy gain(DG) of growth period, both sexes DG during the growth period tended to be higher than in B2 and B4. Male loin eye muscle area (EM) at 105kg were significantly larger in B4 compared to B3,and tended to be larger in B4 compared to B2. Female EM at 105kg were tended to be larger in B4 compared to B3. Female body measurement at 105kg, the length of B3 was significantly longer than B4( $P < 0.05$ ) .We investigated three Berkshire swine strain's meat production capacity as a fattening pig for breeding,DG of fattening period was significantly higher for B3 compared to B2 and B4( $P < 0.05$ ) .EM at 115kg was significantly larger for B4 compared to B2 and B3.Back fat (BF) at 115kg tended to be thinner than B2 for B4.As breeding ability,the total number of piglets produced, the number of weaning heads and the total body weight at weaning were examined about three Berkshire swine strain, but there were no significant difference.This indicated that three Berkshire swine strain have equal breeding ability.As growth capacity, DG, EM,BF and body measurement were examined about B4B2,B4B3 and B3B4 as crossbred pig between 2 strains , but there were no significant difference.This indicated that three crossbred pig between 2 strains have equal growth capacity. As breeding ability, the total number of piglets produced, the number of weaning heads and the total body weight at weaning were examined about B4B2,B4B3 and B3B4 as crossbred pig between 2 strains,but there were no significant difference.This indicated that three crossbred pig between 2 strains have equal breeding ability. As meat production capacity, DG, EM,BF were examined about B4B2,B4B3 and B3B4 as afattening pigs of crossbred pig between 2 strains,but there were no significant difference.This indicated that three crossbred pig between 2 strains have equal meat production capacity.Conclusion, we thought that B4 has better EM and BF as meat production capacity,and B4 can be used in combination with either B2 or B3 bred in the past to produce meat with a good balance of growth capacity and meat production capacity.

Keywords :Berkshire, Combination test, Swine strain