

系統造成育種群におけるミトコンドリアDNAハプロタイプ と産肉能力の関係

誌名	静岡県中小家畜試験場研究報告 = Bulletin of Shizuoka Swine & Poultry Experiment Station
ISSN	09146520
著者名	寺田, 圭 大津, 雪子
発行元	静岡県中小家畜試験場
巻/号	17号
掲載ページ	p. 1-5
発行年月	2007年1月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



系統造成育種群における ミトコンドリア DNA ハプロタイプと産肉能力の関係

Relation between mitochondrial DNA haplotype and performance of meat production in breeding pig strain

寺田圭、大津雪子

要約：現在進行している大ヨークシャー種系統造成の育種群には特徴的なハプロタイプのミトコンドリア DNA (mtDNA) を持つ群 (フジ1) が存在する。本系統造成では、育種と同時にすべての個体の mtDNA をフジ1に斉一化することを目標にしている。しかしながら mtDNA と産肉能力や肢蹄の強健性との関係は検証されておらず、斉一化は育種と反対の効果を持つ可能性がある。そこで改良形質である一日増体重(DG)、背脂肪厚(BF)、ロース芯面積(EM)の表型値と育種価、および肢蹄の強健性の指標となる前後管囲平均、前後つなぎスコア、前後蹄スコアと mtDNA の関係を調査し以下の結果を得た。

1. BF 表型値および EM 表型値について、フジ1と対照区の間で平均の差がそれぞれ-0.16cm、1.1cm² となり、有意な差が得られた。
2. 総合育種価、BF 育種価、EM 育種価について、フジ1と対照区の間で平均の差がそれぞれ 2.4、-2.8、1.4 となり、有意な差が得られた。
3. 前肢管囲平均、前肢蹄スコアおよび後蹄スコアについて、フジ1と対照区の間で平均の差がそれぞれ 0.229、0.115、0.197 となり、有意な差が得られた。

そのほかの形質では有意な差は得られなかった。また有意な差の生じた形質においてはフジ1を持つ群のほうが育種に有利な数値であったため斉一化と育種は両立することが出来ると考えられる。

(静岡県中小試研報 17, 1~5, 2007)

はじめに

現在、好評を得ている静岡型銘柄豚は静岡県独自の大ヨークシャー種系統豚「フジヨーク」とランドレース種を交配し生産した F1 にデュロック種系統豚「フジロック」を交配し作出されている三元交雑豚 (WL・D) である。「フジヨーク」は平成6年に完成し、12年を経て近交退化による能力の低下が懸念されている。そこで本試験場では、平成15年より新しい大ヨークシャー種系統豚を造成している。基礎豚は徳島県、岐阜県、富山県から導入した母豚を帝王切開して得られた SPF 豚、および「フジヨーク」である。改良形質は一日増体量 (DG)、背脂肪厚 (BF)、ロース芯面積 (EM)、および肢蹄の強健性である。

ところで、「フジヨーク」の mtDNA 非コード領域の配列には特徴的な配列をもつハプロタイプが存在する (井手ら 2004)。mtDNA は母系遺伝するため、mtDNA を解析することにより三元交

雑豚において雌系に用いられた系統豚の特定が可能である。この特性を利用するために、現在造成を進めている系統造成では選抜育種と同時にすべての個体の mtDNA が特徴的なハプロタイプになるように斉一化を予定している。しかしながら mtDNA と DG、BF、EM といった産肉能力および肢蹄の強健性との関係は検証されておらず、mtDNA の斉一化は育種と反対の効果をもつ可能性がある。そこで系統造成途中の G1 および G2 世代の中で、特徴的な mtDNA ハプロタイプを持つフジ1とその他のハプロタイプを持つ群 (対照区) の産肉能力および肢蹄の強健性を比較し、mtDNA 斉一化と系統造成を両立できるかを検討した。

材料および方法

1. 系統造成基本計画

大ヨークシャー種系統造成の基本計画を表1に示した。基本計画は1世代1年とし、第一次選抜

を8週齢で行い、原則として各腹から雄1頭、雌3頭を選抜した。第二次選抜は90kgでBLUP法及び独立淘汰選抜法を用いた。その他の管理は大ヨークシャー種系統造成(知久ら1994)およびデュロック種系統造成(堀内ら1996)と同様とした。

表1. 系統造成基本計画

世代	出生	一時選抜	二次選抜	交配	分娩
基本計画	8~11月	1月	5月	7月	11月
♂	150	30	15	10	10
♀	150	90	40	40	30
G0世代	8~11月			7月~10月	11月~12月
♂	143			15	15
♀	144			53	37
G1世代	11~2月	1月~3月	7月	7月~12月	1月~5月
♂	156	32	15	11	11
♀	152	93	45	41	31
G2世代	1~5月	1月~3月	7月	8月~9月	12月~1月
♂	143	31	15		
♀	145	86	45		

各世代ごとの頭数を示した。

2. 基礎豚の選定

基礎豚は富山県、徳島県、岐阜県から妊娠豚5頭を導入し、帝王切開によりSPF化した群から発育、肢蹄が良好な個体を選抜した。富山県由来雄4頭、雌8頭、徳島県由来雄4頭、雌9頭、岐阜県由来雄4頭、雌4頭、「フジヨーク」から雄4

雌16頭を選抜し、基礎豚とした。

3. 選抜の方法

産肉形質(DG、BF、EM)についてはBLUP法を用いて選抜した。肢蹄の選抜については独立淘汰選抜法を用いた。

1) BULP法

総合育種価を与える式、遺伝的パラメーター及び改良目標値を表2に示した。遺伝的パラメーターは大ヨークシャー種系統造成で第一世代から第七世代までプールした値(知久ら1994)を使用した。総合育種価を与える式はG1、G2世代の分散を用いてプログラム"Sinindex"(佐藤1996)を利用して作成した。多型質総合育種価BLUPを推定するためにプログラム"MBLUP3"を利用した。世代、性別を母数効果とした。

一日平均増体量(DG)は十分な値であったため改良目標を0gとした。また背脂肪厚(BF)の改良目標を-0.5cm、ロース芯面積(EM)を6cm²とした。

2) 独立淘汰水準

肢蹄はつなぎの形状および蹄の形状についてスコアをつけ、さらに管囲を測定し選抜した。つな

表2. 総合育種価を与える式と改良目標および遺伝的パラメーター

$$\text{総合育種価} = 0.014822DG - 3.842379BF + 2.580285EM$$

選抜形質	希望改良量	遺伝的パラメーター(対角線上遺伝率、右上遺伝相関、左下表型相関)		
DG (g/DAY)	±0	0.58	0.16	-0.19
BF (cm)	-0.5	0.08	0.68	-0.49
EM (cm ²)	6	-0.06	-0.24	0.49

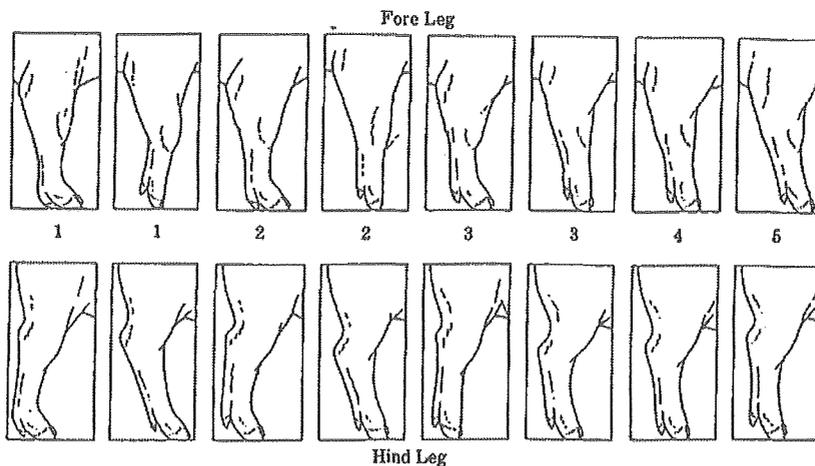


図1. つなぎの評価法

National Pork Producers Council: Genetic Evaluation Terminal Line Program Result(1995)P.75より抜粋
外見によりつなぎの形状について1~5のスコアをつけた。
5は良い、1は悪いとした。

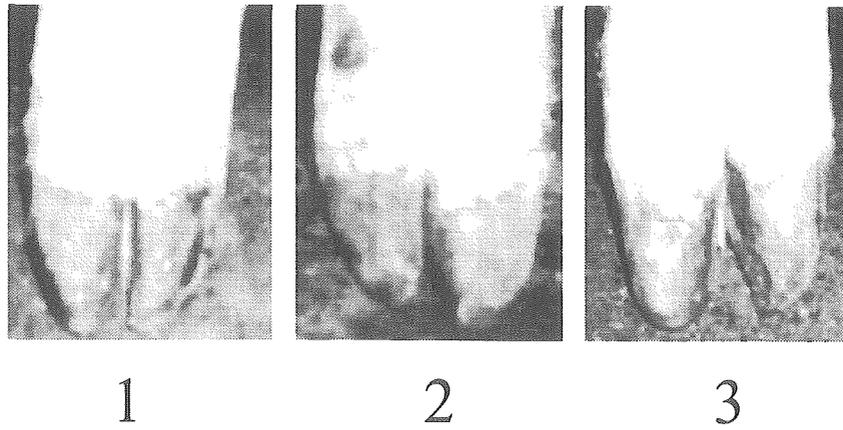


図2. 蹄の評価法

蹄の先端が両方尖っているものを1、蹄の左右が不ぞろいなものを2、蹄の先端が丸く揃っているものを3とした。3が良い、1が悪いとした。

ぎの形状評価は National Pork Producers Council(1995)で報告されている肢蹄形状の5段階評価法を用いた(つなぎスコア:図1)。蹄の形状評価は岐阜県、愛知県方式の評価法を用いた(蹄スコア:図2)。さらに管囲を測定した。つなぎスコアで1、2であるものは除外した。また蹄スコアで1であるものを除外した。管囲に関しては上位90%以内にある個体のみを選抜した。

5. 統計処理

DG、BF、EMの表型値、前肢管囲平均、後肢管囲平均、前肢つなぎスコア、後肢つなぎスコア、前肢蹄スコア、後肢蹄スコアについては世代、性別、mtDNAハプロタイプを母数効果とし、測定時体重を共変量として分散分析を行った。DG、BF、EMの育種価は世代、mtDNAハプロタイプを母数効果として分散分析を行った。

4. ミトコンドリア DNA ハプロタイプの決定

井手ら2004で示されている方法を用いて基礎豚世代のミトコンドリアDNAのハプロタイプを決定した。

結果および考察

産肉形質とmtDNAハプロタイプとの関係を表3に示し、また育種価とミトコンドリアDNA

表3. 産肉能力表型値の推移

ミトコンドリア	世代	性別	N	DG(g/day)	BF(cm)	EM(cm ²)
フジ1	1	♂	9	1085.0±90.5 A	2.69±0.45 A	29.4±3.4 A
		♀	32	963.2±89.9 B	2.70±0.43	29.8±3.1 B
	2	♂	13	1090.5±104.9 A	2.38±0.32 B	27.5±2.9 A
		♀	38	936.8±95.8 B	2.50±0.40	30.5±3.1 B
対照区	1	♂	23	1123.8±126.5 A	2.70±0.34 A	27.5±2.9 A
		♀	61	1011.1±134.2 B	2.83±0.45	28.8±3.5 B
	2	♂	18	1124.2±120.9 A	2.55±0.43 B	28.4±3.1 A
		♀	48	903.5±102.5 B	2.72±0.41	29.4±3.4 B
平均の差(フジ1-対照区)				-26.8	-0.16	1.1
平均の差(G2-G1)				-56.9	-1.8	0.6

異符合間に有意差あり (P<0.01)。

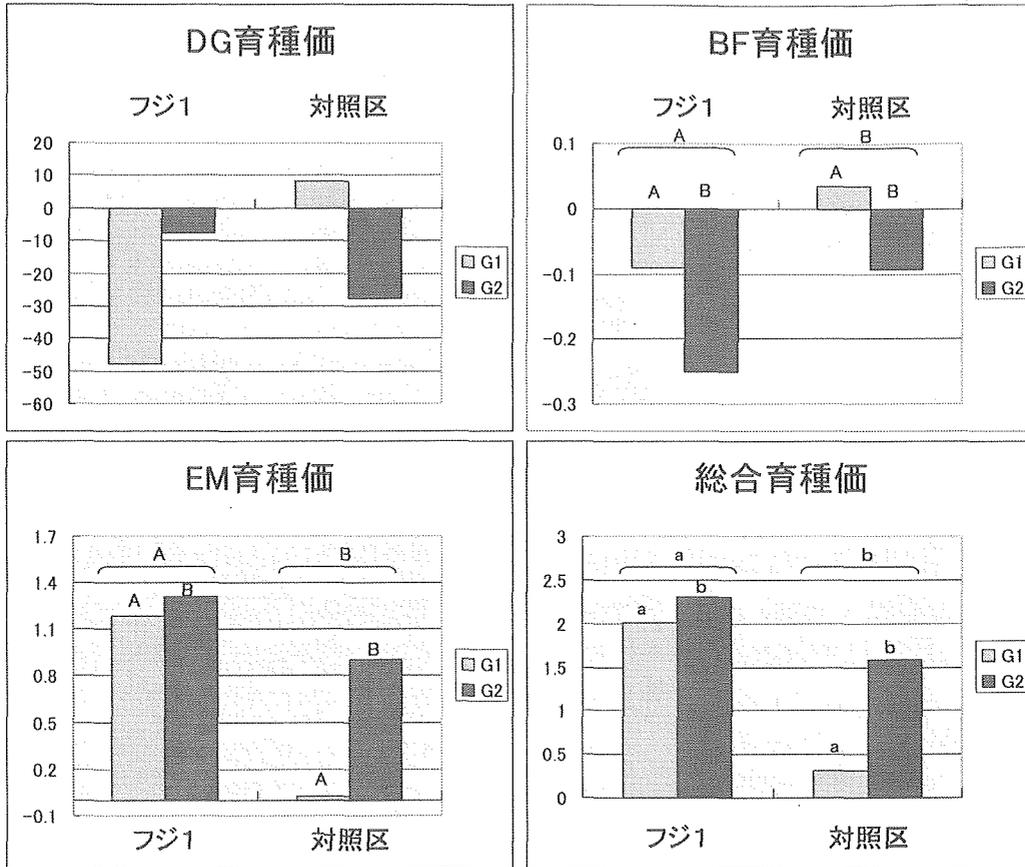


図3.産肉能力育種値の比較
異文字間に有意差あり (大文字 : $P < 0.01$ 小文字 : $P < 0.05$)。

ハプロタイプとの関係を図3に示した。BF表型値およびEM表型値についてはフジ1と対照区の間で有意な差が得られた ($P < 0.01$)。総合育種値、BF育種値、EM育種値についてフジ1と対照区の間で有意な差が得られた (BF育種値およびEM育種値 $P < 0.01$ 、総合育種値 $P < 0.05$)。DG表型値およびDG育種値に関してはフジ1と対照区の間で有意な差は得られなかった。BF表型値に関してはフジ1は対照区と比較して小さかった (平均の差 -0.16cm)。EM表型値はフジ1は対照区と比較して大きかった (平均の差 1.1cm^2)。BF育種値に関してフジ1は対照区と比較して小さかった。またEM育種値についてはフジ1は対照区よりも大きかった。総合育種値においてもフジ1は対照区と比較して大きかった。産肉形質の改良は総合育種値の高いものを選抜していくのでフジ1から多く候補豚が選抜されていくことになる。したがって産肉能力の改良に関してmtDNAの斉一化が及ぼす影響は少ないと考えられる。DG表型値および育種値に関しては有意差

は得られないものの、対照区がフジ1よりも大きい傾向があった。DGは十分大きいので改良目標を 0g/Day としているため、DGに関してのフジ1と対照区との差の影響は少ないものの、今後改良目標が変更になった場合考慮する必要がある。

肢蹄の評価とミトコンドリアDNAハプロタイプとの関係を表4に示した。前肢管囲平均および前後肢蹄スコアについて、フジ1と対照区の間で有意な差が得られた (前肢管囲、後肢蹄スコア $P < 0.01$ 、前肢蹄スコア $P < 0.05$)。後肢管囲平均、前肢つなぎスコア、後肢つなぎスコアに関しては有意な差は得られなかった。前肢管囲平均および前後肢蹄スコアにおいてはフジ1と対照区の差はそれぞれ、 0.229cm 、 0.115 、 0.197 でありフジ1が大きかった。後肢管囲平均、前肢つなぎスコアに関して、有意差は得られないもののフジ1は対照区と比較して高い傾向にあった。後肢つなぎスコアに関して対照区が高い傾向にあった。平均の差は 0.047 と小さいものの後肢つなぎの形状は前肢と比較して小さく改良が望まれる形質である。今

表 4. 肢蹄の評価

ミトコンドリア	世代	性別	N	前肢管囲(cm)	後肢管囲(cm)	前つなぎスコア	後つなぎスコア	前蹄スコア	後蹄スコア
フジ1	1	♂	9	16.7±0.6	17.4±0.9	3.6±0.5	3.2±1.0	2.8±0.4	2.3±0.5
		♀	32	16.2±0.6	16.7±0.6	3.9±0.8	3.0±0.9	2.8±0.3	2.2±0.6
	2	♂	13	16.9±0.4	17.5±0.5	3.7±0.8	3.0±1.0	2.8±0.4	2.2±0.4
		♀	38	16.1±0.4	16.6±0.4	3.9±0.5	3.2±0.7	2.9±0.3	2.4±0.5
対照区	1	♂	23	16.9±0.7	17.6±0.8	3.6±0.9	3.2±1.0	2.7±0.5	2.0±0.5
		♀	61	15.8±0.5	16.6±0.6	4.0±0.7	3.1±0.8	2.6±0.5	1.9±0.5
	2	♂	18	16.6±0.6	17.3±0.6	3.7±0.6	3.1±0.8	2.9±0.2	2.3±0.5
		♀	48	15.8±0.5	16.4±0.8	3.7±0.6	3.2±0.6	2.9±0.4	2.4±0.5
平均の差(フジ1-対照区)				0.229	0.63	0.81	-0.047	0.115	0.197
平均の差(G2-G1)				-0.025	-0.115	-0.128	0.073	0.184	0.26

前つなぎスコアおよび後つなぎスコアは5段階評価。
前蹄スコアおよび後蹄スコアは3段階評価。
異符合間に有意差あり(大文字:P<0.01 小文字:P<0.05)

後、雄について後つなぎスコアの高い個体選抜することにより育種への影響を緩和していきたい。全体的には肢蹄の強健性に関する改良においても産肉形質と同様に mtDNA の斉一化が及ぼす影響は少ないと考えられる。

G1 世代のフジ1は DG および BF が小さく EM が大きい傾向にあり、対照区は DG、BF が大きく EM が小さい傾向にある。したがって G1 世代では総合育種価に大きな差があるが、G2 世代においてはその差が小さくなっている。今後交配が進むに従ってフジ1と対照区の産肉能力が平均化され差が小さくなっていくことが推測される。したがって世代が早い段階で雌について特徴的な mtDNA ハプロタイプをもつ個体を多く集め、雄については能力の高い個体を選抜することにより mtDNA の斉一化と育種を両立させることができると考えられる。

参考文献

- 井手華子、堀内篤、知久幹夫、寺田圭、奥村直彦。
2004. ミトコンドリア DNA 非コード領域の多型による系統豚の母系解析とトレーサビリティへの応用. 静岡県中小家畜試験場報告第15号 7~12.
- 知久幹夫・堀内篤. 1994. SPF における大ヨークシャー種の系統造成(6)最終世代までの成績. 静岡県中小家畜試験場報告第7号 9~15.
- 堀内篤・知久幹夫・河原崎達雄・室伏淳一・鈴木

滋・曾根勝・榎崎眞澄・野口博道. 1996. SPF 環境下におけるデュロック種系統豚の造成(2). 静岡県中小家畜試験場報告第9号 1~7.

佐藤正寛. 1997. 選抜指数のための一般化プログラム農林水産研究計算センター報告 A32 号 1~61.

National Pork Producers Council: Genetic Evaluation・Terminal Line Program Result. 72. 95.1995