

## 阿波とん豚の発育能力に関する研究 (第1報)

飯塚悟・新居雅宏・福岡まどか

## 要 約

阿波とん豚の1日平均増体量 (ADG) の改良を図るため、育種価解析に用いるモデルについて検討した結果、生年度、生月、性別、父×母の世代を母数効果としたモデルの当てはまりが最も良くなった。また、検討したモデルを用いて阿波とん豚におけるADGの遺伝率を推定した結果、遺伝率は0.38と中程度であった。加えて、年度別産子の平均育種価について調べた結果、2014年度から2016年度にかけて大きく低下していたが、2017年度以降は、育種価の高い種雄豚の子孫が増えたことにより、上昇傾向に転じていることが明らかとなった。

## 目 的

本県ブランド豚である阿波とん豚は、猪と豚の交雑家系におけるQTL解析<sup>1,2)</sup>により明らかとなった猪の肉質関連遺伝子を第6および第15染色体上に保有する系統である。その造成に際しては、県内で捕獲された日本猪に、豚を4世代以上戻し交配 (大ヨークシャー種を1世代、デュロック種を3世代以上) したうえ、DNAマーカーによるゲノム選抜を行うことで、目的遺伝子の豚への導入を図っている。その特徴として日本猪の肉質を受け継ぐ一方、一般的な豚に比べて発育が遅く生産性が低いことから、改良が望まれている。

現在の家畜改良においては、BLUP (最良線形不偏予測) 法により推定した育種価を指標とする改良手法が広く利用されており、阿波とん豚の改良においても活用が望まれる。しかしながら、阿波とん豚は、猪との血縁が近い世代ほど発育能力が低く、戻し交配種であるデュロック種との血縁が近い世代ほど高くなる傾向があり、一方では、阿波とん豚は群の規模が小さいため、近交の回避が課題となっており、自身の近交係数が高い種豚に

ついては、デュロック種との交雑世代 (DT 世代) を作出した後、DT 世代同士またはDT 世代と阿波とん豚世代の交配を行うことで、猪由来の肉質遺伝子の再固定化と群内の近交緩和を図っている。

したがって、育種価をより正確に推定するためには、このような世代背景を考慮した解析モデルが必要になると考えられる。

そこで、本研究では、BLUP法アニマルモデルにより推定した育種価を指標とし、阿波とん豚の1日平均増体量 (ADG) の改良に取り組むため、育種価解析に用いるモデルについて検討した。また、検討したモデルを用い、遺伝的パラメータの推定および年度別産子の平均育種価の推移について調べた。

## 材料および方法

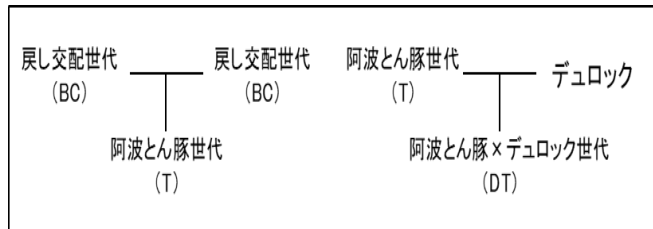
## 1) 解析データ

2011年4月から2020年7月までに生産された阿波とん豚系統 (造成世代含む) の産子1,885頭のADGおよび血縁情報を用いた。

なお、ADGは3週齢から5ヶ月齢間の1日平均

増体量 (g/日) とし、各産子の両親については、図 1 に示す阿波とん豚系統の世代関係を考慮し、それぞれ戻し交配 (BC) 世代、阿波とん豚 (T) 世代および阿波とん豚×デュロック (DT) 世代の 3 つに区分した。

図 1 阿波とん豚の世代関係



2) 解析モデルの検討

次に示す 3 つのモデルについて、決定係数 (R<sup>2</sup>)、赤池情報量規準 (AIC) およびベイズ情報量規準 (BIC) を求めた。

- Y + M + S                   ... ①
- Y + M + S + G<sub>s</sub> + G<sub>d</sub>   ... ②
- Y + M + S + G<sub>sd</sub>       ... ③

なお、解析には統計ソフト R を用い、各モデルにおける X は形質の観測値、Y, M, S, G<sub>s</sub>, G<sub>d</sub>, G<sub>sd</sub> は、生年度 (10 水準)、生月 (12 水準)、性別 (3 水準)、父親の世代 (3 水準)、母親の世代 (3

水準)、父親×母親の世代 (5 水準) とし、各標本数は表 1 に示すとおりとなった。

3) 遺伝的パラメーターの推定

次に示すアニマルモデルを用いて、遺伝率、各母数効果の推定量および生産年度別の平均育種価をもとめた。

$$X_{ijklmn} = Y_i + M_j + S_k + Gsd_l + a_m + \epsilon_{ijklmn}$$

なお、解析には BLUPF90 系プログラムを用い、モデルにおける X<sub>ijklmn</sub> は形質の観測値、Y<sub>i</sub>, M<sub>j</sub>, S<sub>k</sub>, Gsd<sub>l</sub> は、生年度 i、生月 j、性別 k、父×母の世代 l の母数効果、a<sub>m</sub> は個体 m の変量効果、ε<sub>ijklmn</sub> は残差とした。

結果および考察

各モデルの R<sup>2</sup>, AIC および BIC を表 2 に示した。結果はモデル 3 において R<sup>2</sup> が最大となり、AIC と BIC は最小となった。

そのため、生年度、生月、性別および父×母の世代を母数効果に含めた解析モデルを用い、遺伝的パラメーターを推定した。結果は表 3 に示すとおりとなり、推定された阿波とん豚における ADG の遺伝率

表 1 生年度、生月、性別、両親の世代別標本数

生年度		生月		性別		父の世代		母の世代		父×母の世代	
2011	239	1	119	雌	921	BC	258	BC	218	BC×BC	162
2012	266	2	155	去勢	909	T	1529	T	1486	BC×T	152
2013	221	3	169	雄	55	DT	98	DT	181	T×T	1300
2014	247	4	118							T×DT	263
2015	268	5	213							DT×DT	8
2016	147	6	148								
2017	134	7	173								
2018	111	8	180								
2019	196	9	182								
2020	56	10	147								
		11	176								
		12	105								

は0.38であった。戻し交配に用いたデュロック種におけるADGの遺伝率は0.35~0.50程度<sup>3,4)</sup>と報告されていることから、阿波とん豚においても同程度の改良が見込まれると考えられた。

各母数効果の推定量は表4に示した。両親の世代がBC世代同士(BC×BC)の場合が最も高く、阿波とん豚同士(T×T)の場合が最も低くなった。BC世代は、デュロック種と血縁が近い世代であるため、推定値が高い値になったと推察された。

2011年度産子の平均育種価を0とした年度別産子の平均育種価を図2に、2011年度以降に生まれた種雄豚の育種価と後代記録数を表5に示した。平均育種価は、2011年度から2013年度までは変動は見られなかったが、2014年度から2016年度にかけて大きく低下し、2017年度からは上昇に転じていた。要因としては、2014年度から2016年度にかけて育種価の低い個体(雄豚ID:2013\_②, 2014\_①など)の産子が増え、2017年度以降は、育種価の高い個体(雄豚ID:2015\_③)の産子やその子孫が多くなったため、平均育種価が高くなったものと推察された。

今後、推定した育種価を指標とした選抜に取り組みとともに、発育能力に関わる遺伝子の探索を進め、阿波とん豚の発育能力の改良を図る。

表2 各モデルの決定係数(R<sup>2</sup>),AICおよびBIC

モデル	自由度	R <sup>2</sup>	AIC	BIC
Y+M+S	24	0.2132	22045.5	22178.5
Y+M+S+Gs+Gd	28	0.2276	22018.7	22173.9
Y+M+S+Gsd	28	0.2283	22016.9	22172.1

Y:生年度, M:生月, S:性別, Gs:父親の世代

Gd:母親の世代, Gsd:父親×母親の世代

文 献

1)Nii, M., T.Hayashi, S.Mikawa, F. Tani, A. Niki, N.Mori and T. Awata, J. Anim. Sci. 83:308-315. 2005  
 2)Nii, M., T. Hayashi, F. Tani, A. Niki, N. Mori, T. Awata and S. Mikawa, Animal Genetics. 37:342-347. 2006  
 3)鈴木啓一・門脇宏・柴旧知也・西田朗 豚の産肉,肉質及び生理的形質間の遺伝的関連 J. Anim. Genet. 32(1):29-42. 2004  
 4)家畜改良センター改良部情報分析課 国産純粋種豚改良協議会遺伝的能力評価結果 2017.12.22

表3 遺伝的パラメーター

遺伝分散	2888
残差分散	4627
遺伝率	0.38

表4 各母数効果の推定量

生年度		生月		性別		父×母の世代	
2011	159.0	1	146.8	雌	128.0	BC×BC	175.8
2012	151.6	2	120.7	去勢	162.6	BC×T	165.4
2013	151.4	3	122.6	雄	190.1	T×T	136.1
2014	198.5	4	142.0			T×DT	168.8
2015	166.2	5	121.9			DT×DT	147.9
2016	132.7	6	140.1				
2017	167.9	7	148.5				
2018	97.3	8	163.1				
2019	64.2	9	153.1				
2020	96.6	10	162.6				
		11	177.7				
		12	168.5				

図2 年度別産子の平均育種価 (ADG)

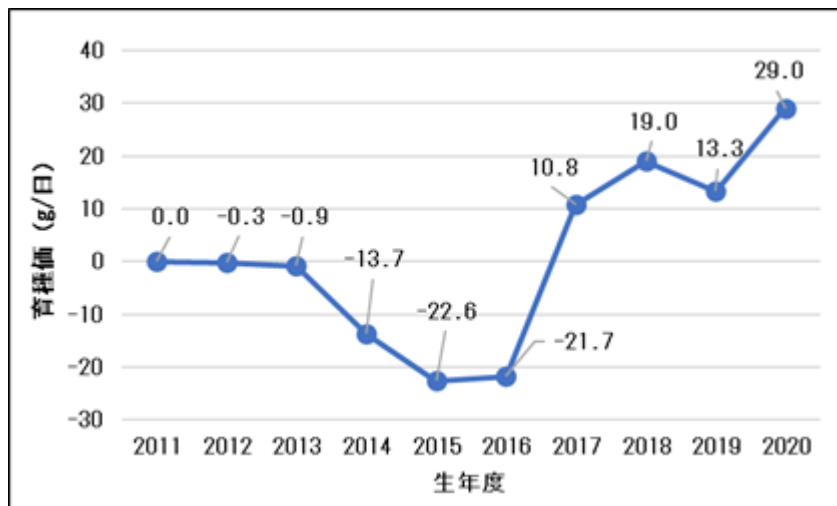


表5 種雄豚の育種価および後代記録数

雄豚ID	育種価	後代記録数	雄豚ID	育種価	後代記録数
2011_①	5.6	83	2014_①	-97.3	67
2011_②	-55.5	63	2014_②	35.6	40
2011_③	-21.6	45	2015_①	-82.1	21
2011_④	-22.5	193	2015_②	-62.8	18
2012_①	7.1	73	2015_③	77.0	266
2012_②	33.5	17	2015_④	-23.2	1
2013_①	25.9	2	2016_①	-49.7	58
2013_②	-54.6	112	2017_①	20.8	2
2013_③	-55.2	44	2017_②	-81.0	8
2013_④	-24.7	9	2017_③	-16.8	23
2013_⑤	19.1	29	2018_①	-39.2	23
2013_⑥	35.3	2	2018_②	-1.7	91
2013_⑦	-49.5	39	2018_③	88.9	46