

# 養豚における産歴に基づく淘汰基準の設定と繁殖成績の比較

曾我 悠加, 遊橋 裕泰

静岡大学情報学部

## Setting Selection Standards and Comparing Breeding Performance on Birth History

Haruka SOGA, Hiroyasu YUHASHI

Faculty of Informatics, Shizuoka University

**Abstract:** Selection standards based on production history have not yet been clarified, and the target farmers hope to improve based on theoretical values. Therefore, the aim of the present study was to improve on previous studies, present farm- and breed-specific culling criteria in breeding pigs, and identify the sources of inter-farm differences. In order to achieve this goal, this research constructed a mathematical model to explain the breeding records and performed multiple regression analysis. Selection criteria were considered based on the coefficient results. The selection criterion was determined from the weight at birth and at weaning. By comparing the coefficient results and the national average, and examining differences between farms, it is essential to increase the number of pigs per litter.

**Keywords:** selection standards, birth weight, weaning weight

### 1. 養豚における淘汰基準の現状と課題

科学技術政策「Society 5.0」では、農産物の生育情報、気象情報、市場情報などを組合せたビッグデータを解析することにより、超省力・高生産なスマート農業を実現しようとしている。養豚業においても、勘や慣習に基づく経営から脱却し、データ手動の経営に移行することが期待されている。

養豚においては、未だに産歴に基づく淘汰基準が明確になっていない。高産歴だと考えられる、7-8産で淘汰が推奨されている[1]が、全国的に各農場に一任されている。曾我&遊橋（2022）において、農場別における淘汰基準は示したものの[2]、フィードバックで篤農家から農場別の淘汰基準だけでは品種の優劣が考慮されていないので、農場と品種間で淘汰基準を示すことと、日本全体平均との比較をみたいという意見があった。また、前回の研究の問題点として、同品種間における比較ができなかった。そこで、本研究では、同品種間における比較を行ったうえで、農場別品種間における淘汰基準と日本全体平均との比較を示すとともに、農場間比較に基づく経営改善を検討した。

### 2. データと分析方法

新部ら（1994）は繁殖成績に対する産次と品種の影響について、純粋種豚ランドレース種(L)と大ヨークシャー種(W)と、およびその交雑種豚の計4品種に対して、繁殖記録を表すための数学モデルを立てており分散分析を行った[3]。また、分散分析の結果から産次と品種の交互作用効果が認められたため、産歴ごとに品種間の最小二乗平均値の推定を行っている。だが、新部らの問題点として、数学モデルが妥当ではない点と、分析結果の妥当性について述べていない点が挙げられる。数学モデルについては、新部らは環境効果を補正するために分娩年-季

節グループの3次の回帰式をモデルに取り込んでいるが、順次通し番号をつけると線形モデルとしては表せなくなる。よって、本研究では数学モデルの改善として、環境効果を補正するために、気温をモデルに取り込んだ。また、分析結果の妥当性を確認するために、重回帰分析を行い自由度調整済み決定係数等の確認を行った。分散分析は曾我&遊橋（2022）でも確認しているが、産次と品種の交互作用効果は認められていなかったため、本研究では産次と品種の交互作用効果を含めずに進める。また対象農家の経営改善を図るために、対象農家が静岡県浜松市と愛知県新城市で運営する2農場間の純粋種豚における差異を分析した。

本研究の分析に用いる繁殖記録は、静岡大学情報学部遊橋研究室と共同研究を行う春野コーポレーションから提供されたデータを使用した。このデータは、交配日を起算とした2016年9月から2021年8月までの5年間に繁殖用雌種豚(母豚)2,554頭から得られたもので、種付腹数の合計10,998腹の繁殖記録を用いた。内浜松市内の農場では、母豚が1,936頭、分娩腹数8,642腹であり、新城市内の農場では、母豚が618頭、分娩腹数が2,356腹である。これらの農家には、同一飼料で飼養管理が行われている。以下、浜松市内にある農場を農場A、新城市内にある農場を農場Bと表すこととする。

分析した繁殖形質は、総産子数、生存産子数、死産子豚数、生時一腹子豚体重、離乳時一腹子豚体重、増加体重の6形質である。繁殖能力の試算において21日齢一腹子豚体重が用いられているが、重回帰分析において離乳時一腹子豚体重を21日齢一腹子豚体重に変換することができなかったため、離乳時一腹子豚体重を使用した。品種は純粋種のみであり、農場A、農場BともにL種とW種の2品種である。交雑種を扱わなかったのは、種豚における交雑種の交配を近年始め、4産までしか記録がなく、

目的を考慮すると不足していたためである。

表 1. 農場 A の繁殖成績の記録数と単純平均値

項目	L 種	W 種	合計/平均
母豚数 (頭)	764	1172	1936
種付腹数 (頭)	3585	5057	8642
分娩腹数 (頭)	3072	4104	7176
産次別分娩腹数 (頭)			
1	607	749	1356
2	557	681	1238
3	501	653	1154
4	454	590	1044
5	374	514	888
6	298	470	768
7	191	329	520
8	75	100	175
9 以上	15	18	33
総産子数 (頭)	12.55	12.05	12.30
生存産子数 (頭)	11.35	10.99	11.17
死産子豚数 (頭)	1.20	1.06	1.13
生時一腹子豚体重 (kg)	17.07	16.19	16.63
離乳時一腹子豚体重 (kg)	77.66	74.54	76.10
増加体重 (kg)	60.59	58.35	59.47
離乳時平均日齢 (日)	25.68	25.65	25.66
21 日齢一腹子豚体重 (kg)	63.51	61.03	62.27
離乳頭数 (頭)	10.20	9.98	10.09

### 3. モデルの分析結果

農場別、品種別の種付腹数と分娩腹数の内訳、6 形質の単純平均値は表 1, 2 に示した通りである。また分析のために離乳子豚数と、離乳時平均日齢とそれをもとに 21 日齢一腹子豚体重の各平均値を算出している。表より、産次別分娩腹数は 2 品種とも初産から一定の割合で減少しているが、これは近年、対象農家が母豚を増やしていることが原因である。人為的な母豚増加による減少の要因を除くと、7 産を終えた 8 産次以降に大きく減少していることがわかる。これは養豚農家内での母豚の淘汰数が増加したためである。母豚の淘汰・更新については以下の三つの基準が定められているが、特に一つ目が経験則による基準であるという。一つ目は高産歴と判断する 7 産を終えた後の淘汰、二つ目は再発を二度しても受胎しなかった繁殖障害の場合である。三つめは体調不良や四肢障害・疾患の場合である。

表 3. 農場 A の繁殖成績のモデル(1)による重回帰分析結果

項目	総産子数, (頭)	生存産子数, (頭)	死産子豚数, (頭)
p 値	2. 2E-16 (***) *	2. 2E-16 (***)	2. 2E-16 (***)
決定係数	0. 0599	0. 0517	0. 0465
自由度調整済 決定係数	0. 0586	0. 0504	0. 0452
項目	生時一腹 子豚体重, kg	離乳時一腹 子豚体重, kg	増加体重, kg
p 値	2. 2E-16 (***)	2. 2E-16 (***)	2. 2E-16 (***)
決定係数	0. 1059	0. 1376	0. 0917
自由度調整済 決定係数	0. 1047	0. 1363	0. 0905

\* . は P<0. 1、\*は P<0. 05、\*\*は P<0. 01、\*\*\*は P<0. 001 である。

表 2. 農場 B の繁殖成績の記録数と単純平均値

項目	L 種	W 種	合計/平均
母豚数 (頭)	287	331	618
種付腹数 (頭)	1106	1250	2356
分娩腹数 (頭)	868	1011	1879
産次別分娩腹数 (頭)			
1	204	201	473
2	177	171	417
3	135	149	334
4	107	138	289
5	91	120	247
6	77	104	200
7	48	84	143
8	16	34	52
9 以上	13	10	24
総産子数 (頭)	12.50	12.55	12.53
生存産子数 (頭)	10.37	10.52	10.45
死産子豚数 (頭)	2.13	2.03	2.08
生時一腹子豚体重 (kg)	19.56	18.99	19.28
離乳時一腹子豚体重 (kg)	72.97	71.06	72.02
増加体重 (kg)	53.41	52.07	52.74
離乳時平均日齢 (日)	25.28	25.54	25.41
21 日齢一腹子豚体重 (kg)	60.62	58.42	59.52
離乳頭数 (頭)	9.95	9.82	9.88

仮定した数学モデルは次の通りである。

$$y_{ijk} = P_i + B_j + T + e_{ijk} \cdots (1)$$

ここで、

$y_{ijk}$  : i 産次, j 品種で得られた k 番目の繁殖記録、

$P_i$  : i 産次に共通な効果 (i=1, ..., 9)、

$B_j$  : j 品種に共通な効果 (j=1, 2)、

$T$  : 平均気温の回帰係数、

$e_{ijk}$  : 残差である。

回帰係数で取り上げた平均気温は、農場別に母豚の繁殖記録が得られた分娩日をもとにしてモデルに取り込むことにより、分娩年-季節の環境効果を補正した。分析に用いた繁殖記録は、形質ごとに産次別の平均値と標準偏差 ( $\sigma$ ) を算出し、平均値の  $\pm 3\sigma$  を超える値を異常値として事前に棄却した。統計解析には Rstudio ソフトウェア Version 4.1.2 (R Core Team (2016) Vienna, Austria) を用い、重回帰分析を行った。

表 4. 農場 B の繁殖成績のモデル(1)による重回帰分析結果

項目	総産子数, (頭)	生存産子数, (頭)	死産子豚数, (頭)
p 値	2. 2E-16 (***)	3. 9E-11 (***)	2. 2E-16 (***)
決定係数	0. 0530	0. 0369	0. 0633
自由度調整済 決定係数	0. 0479	0. 0317	0. 0583
項目	生時一腹 子豚体重, kg	離乳時一腹 子豚体重, kg	増加体重, kg
p 値	2. 2E-16 (***)	2. 2E-16 (***)	8. 7E-10 (***)
決定係数	0. 1017	0. 0538	0. 0332
自由度調整済 決定係数	0. 0969	0. 0487	0. 0281

数学モデル(1)で仮定した重回帰分析の結果は表3、4に示した通りである。表にみられるように、このモデルはすべての形質に対して有意水準0.1%で有意であることがわかった。調整済み決定係数が低い場合、回帰により各形質の変動が説明できた割合は低いが、回帰で説明できることが認められた。重回帰分析の結果から、自由度調整済み決定係数はすべての形質においてよくなかったものの、生時一腹子豚体重と離乳時一腹子豚体重は他の形質よりも良かったため、重回帰分析の農場別、産次間における係数の加算結果を表5に示す。表5に見られる通り、生時一腹子豚体重を見ると両農場ともに切片(=初産)の値を下回ることにはなかった。離乳時一腹子豚体重を見ると、農場Aのみ下回り、産次が7以上で切片の値を下回るようになった。

この結果を対象農家に見せたところ、更に品種別に産次間における重回帰分析の係数の加算結果が見たいといわれたため、その結果を生時一腹子豚体重、離乳時一腹子豚体重別に表6、7に示す。表6の通り、生時一腹子豚体重において、切片の値を下回ったのは農場AのL種の9産目以降のみであったが、切片(=初産)列内の平均値を下回ったのは農場AのL種、W種ともに初産と7産以降であった。表

表 5. 重回帰分析の農場別産次間における係数加算結果

	生時一腹子豚体重		離乳時一腹子豚体重	
	農場 A	農場 B	農場 A	農場 B
切片	16.32	18.84	71.09	67.82
産次 2	19.35	21.66	82.97	79.79
産次 3	19.41	22.45	83.19	78.45
産次 4	19.04	22.76	80.91	77.55
産次 5	18.58	21.95	79.67	73.17
産次 6	18.15	21.52	76.69	72.56
産次 7	17.20	20.80	70.26	69.41
産次 8	16.85	21.05	68.59	73.25
産次 9 以上	16.87	22.50	66.35	69.10

表 6. 生時一腹子豚体重の農場・品種別における係数結果

	農場 A		農場 B		同列内平均値
	L 種	W 種	L 種	W 種	
切片	16.51	15.26	19.47	17.58	17.21
産次 2	19.19	18.57	21.98	20.67	20.10
産次 3	19.40	18.51	22.65	21.63	20.55
産次 4	19.00	18.16	22.90	21.94	20.50
産次 5	18.45	17.77	22.10	21.11	19.86
産次 6	17.71	17.53	21.11	21.14	19.37
産次 7	17.05	16.39	20.64	20.13	18.55
産次 8	16.72	16.05	21.48	20.04	18.57
産次 9 以上	15.91	16.75	24.20	19.69	19.14

#### 4. 産歴が及ぼす淘汰基準への影響

以上、純粋種豚の産歴による淘汰基準と、対象農家の経営改善を図るために分析を行ってきた。農場別に6つの形質すべてに重回帰分析を行った結果は、有意水準0.1%で有意であったが、自由度調整

7の通り、離乳時一腹子豚体重において、切片の値を下回ったのは農場AのL種においては8産目以降、W種においては7産目以降であり、農場BのL種においては7産目のみ、W種においては9産目以降であった。切片列内の平均値を下回ったのは農場AのL種においては8産目以降、W種においては7産目以降であり、農場BのL種においては初産と6-7産目、W種においては初産と9産目以降であった。

日本全国平均との比較については、農林水産省が家畜改良増殖目標において現在値として発表しているものを使用した[4]。繁殖能力に関わる数値は、分娩後3週齢時の母豚1頭当たりのものであったため、それに合わせて単純平均値で算出した離乳子豚数と21日齢一腹子豚体重をそれぞれ1腹当たり育成頭数と1腹当たり子豚総体重とした。その比較結果を表8に示す。表8をみると1腹当たり育成頭数は全国平均と比較すると、農場AはL種は同値、W種は0.2頭多い。農場BはL種は0.2頭少なく、W種は同値となっている。1腹当たり子豚総体重は全国平均と比較すると、農場AはL種は5kg多く、W種は3kg多い。農場BはL種は2kg多く、W種は同値となっている。

表 7. 離乳時一腹子豚体重の農場・品種別における係数結果

	農場 A		農場 B		同列内平均値
	L 種	W 種	L 種	W 種	
切片	70.04	68.90	66.84	66.46	68.06
産次 2	81.68	81.02	78.36	79.19	80.06
産次 3	82.16	81.01	75.94	78.49	79.40
産次 4	80.12	78.51	74.51	78.23	77.84
産次 5	79.47	76.89	70.21	73.90	75.12
産次 6	76.73	73.77	66.98	74.83	73.08
産次 7	70.09	67.50	66.08	70.09	68.44
産次 8	67.55	66.49	75.76	71.25	70.27
産次 9 以上	64.71	64.56	69.81	65.48	66.14

表 8. 純粋種豚の繁殖能力に関わる全国平均と対象農家の数値比較

	品種	L 種	W 種
1 腹当たり	全国平均	10.2	9.8
育成頭数	農場 A	10.2	10.0
(頭)	農場 B	10.0	9.8
1 腹当たり	全国平均	59	58
子豚総体重	農場 A	64	61
(kg)	農場 B	61	58

「家畜改良増殖目標」(農林水産省)  
([https://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/lin/l\\_katiku/attach/pdf/index-26.pdf](https://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/lin/l_katiku/attach/pdf/index-26.pdf))を加工して作成

済み決定係数は10%前後であった。繁殖成績を説明するためには、他の要因が考えられる。淘汰基準を生時一腹子豚体重と離乳時一腹子豚体重の2形質において農場別の重回帰分析の係数の結果から検討する。切片の値を下回る時を淘汰基準とすると、生時一腹子豚体重よりも離乳時一腹子豚体重のほうが早

く下回ったため離乳時一腹子豚体重の結果を用いる。農場 A では 7 産を終えた後、農場 B では切片の値を下回ることがなかったため、この結果より判断することはできなかった。農場・品種別の重回帰分析の係数の結果から切片列内平均値を下回る時を淘汰基準として検討すると、こちらも離乳時一腹子豚体重のほうが早く下回った。平均値を下回るのが初産という例も見られたが、初産の性質を考慮すると淘汰基準には高産歴のものを据える。農場 A の L 種は 7 産を終えた後、W 種は 6 産を終えた後であり産次はまとまった結果となったが、農場 B の L 種は 5 産を終えた後、W 種は 8 産を終えた後とばらつきの出た結果となった。

また、農場 A と農場 B を比較すると、生時一腹子豚体重については農場 A よりも農場 B のほうが全体的に値が大きくなったが、逆に離乳時一腹子豚体重については農場 B よりも農場 A のほうが全体的に値が大きくなった。離乳時に子豚を出荷することもあるため、農場間で差があることはその分収益にも影響を与える。一腹子豚体重は、一頭当たり体重と頭数を掛け合わせたものである。宮嶋ら(1984)によると生時体重が大きいものほど、その後の発育が優れているという[5]。対象農家によると、農場 A と農場 B の育成環境は気候や育成者、飼料を含めてほぼ変わらないという。単純平均値を用いて、一頭当たり体重を算出し表 9 に示した。これらを踏まえると、生時一腹子豚体重が大きかった農場 B は一頭当たり生時体重も大きくなった。また一頭当たりの離乳時体重は農場 B のほうが小さくなった。一頭当たりの生時体重の平均が 1.5kg といわれているなかで、農場 B はそれよりもさらに大きい、影響を与えるのは母豚が生むときに難産になりやすいということがほとんどである。育成環境は変わらず、離乳時体重が農場 A と比較した際に小さい伸びになる原因はわからなかった。この点は、対象農家と共に今後も検討する必要がある。

表 9. 農場・品種別の一頭当たりの生時体重と離乳時体重

一頭当たり	農場 A		農場 B	
	L 種	W 種	L 種	W 種
生時体重(kg)	1.50	1.47	1.89	1.81
離乳時体重(kg)	7.61	7.47	7.33	7.24

また、全国平均との比較結果も踏まえて農場 A と農場 B の違いを述べていく。1 腹当たり育成頭数をみると農場 A は全国平均よりも同値以上となったが農場 B は同値以下となった。1 腹当たり子豚総体重をみると農場 A は全国平均よりも大きな値を取り、農場 B も農場 A より差は小さいが同値以上となった。ここでも農場 A のほうが優れた結果となったが、全体として、対象農家は 1 腹当たり育成頭数を伸ばすことが課題である。

## 5. 淘汰基準と経営改善の課題と展望

繁殖形質を説明するためには他の要因が必要であることが、重回帰分析の自由度調整済み決定係数から分かった。自由度調整済み決定係数が比較的他の形質よりも良かった、生時一腹子豚体重と離乳時一腹子豚体重の係数より産歴に基づく淘汰基準を検討した。農場別の結果は農場 A では 7 産を終えた後、農場 B は判断することができなかった。農場・品種別の結果は、農場 A の L 種は 7 産を終えた後、W 種は 6 産を終えた後、農場 B の L 種は 5 産を終えた後、W 種は 8 産を終えた後といえる。

農場 A よりも農場 B のほうが生時一腹子豚体重が大きく、一頭当たり生時体重も大きかった。だが、従業員にヒアリングをおこなっても育成環境はほぼ変わらないとの回答であり原因はわからなかった。全国平均と比較すると、農場 A は全体的に平均を上回り、農場 B は平均とほぼ同値かそれ以下になった。平均との差から、1 腹当たり育成頭数を伸ばすことが農場 B の課題である。

今回の結果から、対象農家の声を聴くことで、一つの形質が養豚経営に及ぼす影響を知ることができた。本研究は、養豚業の勘や習慣に対して、データ分析に基づく経営の可能性を示唆することに成功したといえる。今後は、より経営改善に貢献できるモデルの作成を検討する。

## 謝辞

本研究は、静岡大学情報学部遊橋研究室と春野コーポレーションの共同研究「養豚業における安定的な生産と経営パフォーマンスの向上を目指したデータアナリティクス」の一環でデータ提供を受けた。同社代表取締役・鳥居英剛氏および総務部情報システム係長・鈴木栄司氏に厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- [1] 山形畜産協会：種豚の管理，p.11, <http://yamagata.lin.gr.jp/gasanlm/gasanlm.pdf>, (2022 年 9 月 5 日確認)
- [2] 曾我悠加, 遊橋裕泰: 養豚における産歴に基づく繁殖成績の改善, スマートライフ学会 2022 年大会, セッション C, SL2022\_11, (2022)
- [3] 新部昭夫, 杉本隆重, 高橋弘, 小野里幹夫: フィールド・データによる母豚の繁殖能力に対する産次および品種の影響について, 日本養豚学会誌, 32 巻, 1 号, pp.8-14, (1995)
- [4] 農林水産省: 家畜改良増殖目標, pp.26(2020), [https://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/lin/l\\_katiku/attach/pdf/index-26.pdf](https://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/lin/l_katiku/attach/pdf/index-26.pdf), (2022 年 9 月 5 日確認)
- [5] 宮嶋松一, 河野建夫: 子豚の発育に及ぼす、生時体重、産次及び季節の影響, 愛知県農場総合試験場研究報告, 16 号, p.352-358, (1984)