

純粋種豚における生産性向上の要因分析と農場間比較

所属／学年：静岡大学／4年

氏名：曾我 悠加

長年、農業及び養豚業において担い手の減少や労働力不足という問題があるため農林水産省はスマート農業の実現を図っている。しかしスマート農業の実現が進んでいないため、勘や経験に頼り経営を行う。対象農家でも同様の問題が見られ、運営する2農場間の差異を知りたいという意見があった。さらに日本の純粋種豚の生産性が低く落ちてしまう危険性があり、純粋種豚のみの研究事例が少ないため現状確認が必要である。そこで繁殖指標の確認と2農場間の傾向の確認を目的とし、繁殖指標を農場別に算出し分散分析と偏相関分析を行った。分析結果から繁殖指標間の相互関係、及び農場間で傾向が異なることを明らかにできた。今後、養豚業においてビックデータの分析により繁殖成績の改善の手立てを提示できることは、具体的な目標をもつ意思決定に役立てられるだろう。また同様の分析を第一次産業に適用することで第一次産業全体の成長や安定化に貢献できると考える。

1 ICTの必要性と生産性向上の課題

内閣府(2016)は科学技術政策「Society5.0」において、農業分野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クデータを解析することで、超省力・高生産なスマート農業の実現を提唱している。養豚業においても同様に推進されているが、データ分析について専門者がいないため、データの利活用は進んでいない。そのため、勘や経験によって経営を行っている。

また日本の養豚業における生産性は海外に劣っており、さらに生産性が落ちてしまう危険性がある。そこで生産性向上に焦点を当てると、純粋種豚における繁殖成績を分析したうえで、繁殖成績の代表指標である、年間交配雌豚一頭当たりの離乳子豚数(PWMFY)の向上が必要である。しかし先述の通り分析の実行が課題であり、PWMFYの相互関係の確認の分析について、雑種豚における確認は国内において山根ら(2013, 2014)やOguraら(2022)によって、海外においてPigCHAMP(2022)によって行われているものの、純粋種豚における比較は行われていない。

2 先行研究の紹介とデータと分析方法

山根ら(2014)とOguraら(2022)は、生産性ツリーに含まれるPWMFY及びそれらを構成する関連指標の相互関係について明らかにしている。山根らは生産性評価システムPigINFOを使用し一貫経営を行う国内の約70の農場が対象であり、

繁殖指標の時系列的な推移を調べている。また、対象集団を最終年度のPWMFYの優劣別及び規模別に区分し、それぞれの推移を調べ、偏相関分析を実施し考察を行っている。しかし、先述の通り母豚は交雑種を含んだ分析となっており純粋種豚のみの確認が行われていない。また、曾我と遊橋(2022)において、対象農家は離乳子豚数の改善を課題としている。そこで本研究では、対象農家の純粋種豚の繁殖指標の相互関係の確認を行い、対象農家の経営改善を図るため、2農場間の純粋種豚における差異を分析する。

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ものである。この記録は、交配日を起算とした2014年4月から2022年3月までの8年間に2農場合計で3,710頭から得られたものである。2農場では同一飼料・マニュアルで飼育管理が行われている。2農場は農場A、農場Bと表す。農場Aでは2018年ごろから農場及び母豚数規模の拡大を行っており、農場Bでは純粋種豚の改良のために他農家や他国から母豚を導入している。

分析した繁殖指標は、表1のように以下の年間生産性パラメータを定義し、年間生産性パラメータをもとに表2のような繁殖指標を山根ら(2013)によって定義された方法で算出した。また、これらの年間生産性パラメータ及び繁殖指標を今後使用する際には、英語表記内の括弧内の略称を使用する。

表 1 年間生産性パラメータ及びその英語表記と定義

年間生産性パラメータ	英語表記
生存産子数	Total Number of Pigs Born alive (TNPB)
離乳子豚数	Total Number of Pigs Weaned (TNPW)
平均母豚数	Average Female Inventory (AFI)
総分娩腹数	Total Number of Litters (TNL)
年間生産性パラメータ	定義
生存産子数	1 年間の分娩時に生存した子豚の総数
離乳子豚数	1 年間に離乳した子豚の総数
平均母豚数	月末時における母豚数の年間平均値。母豚は交配した雌豚のうち、2 産次以降の豚とし、初産を含めないとする。
総分娩腹数	1 年間に分娩した腹の総数。流産は含めない。早産の場合は生存して分娩された子豚がいた場合のみ含める。

表 2 繁殖指標及びその英語表記と算出方法

繁殖指標	英語表記	算出方法
年間種付け雌豚一頭当たりの離乳子豚数	Pigs Weaned per Mated Female per Year (PWMFY)	=TNPW/AFI
一腹当たり離乳子豚数	Pigs Weaned per Litter (PWL)	=TNPW/TNL
一腹当たり生存産子数	Pigs Born Alive per litter (PBA)	=TNPB/TNL
分娩腹数	Litters per Mated Female per Year (LMFY)	=TNL/AFI
哺乳中死亡率	PRPre-Weaning Mortality risk (PRWM)	=1-TNPW/TNPB

表 3 2 指標の 2014~2021 年度の推移

指標	年度	農場 A		農場 B	
		平均値	SD	平均値	SD
PWMFY	2014	23.24 ^{ab}	2.45	22.11 ^a	1.86
	2015	21.48 ^{cd}	1.45	22.24 ^{ab}	3.60
	2016	24.97 ^{ac}	3.05	20.89 ^{cdy}	2.45
	2017	23.97 ^{ac}	2.24	19.66 ^{dy}	2.12
	2018	22.99 ^{cdx}	1.31	15.74 ^{cy}	2.26
	2019	20.12 ^{ac}	1.02	14.34 ^{cy}	3.63
	2020	20.81 ^{de}	1.36	20.11 ^b	2.53
	2021	21.88 ^{cd}	1.33	20.51 ^{ab}	3.42
PWL	2014	9.25 ^e	0.20	9.23 ^{bc}	0.56
	2015	9.03 ^f	0.33	9.64 ^{abc}	0.83
	2016	9.77 ^{bc}	0.35	9.78 ^{ab}	0.43
	2017	9.97 ^a	0.28	9.67 ^a	0.45
	2018	9.89 ^{abx}	0.24	9.03 ^{cy}	0.56
	2019	9.45 ^{df}	0.34	9.33 ^{abc}	0.92
	2020	9.87 ^{abx}	0.20	9.30 ^{cdxy}	0.69
	2021	9.67 ^{cd}	0.25	9.61 ^{abc}	0.66

abcdef:異符号間で有意差あり(年間の比較)
 xy:異符号間で有意差あり(農場間の比較)

表 4 3 指標の 2014~2021 年度の推移

指標	年度	農場 A		農場 B	
		平均値	SD	平均値	SD
PBA	2014	10.33 ^{cdx}	0.50	9.79 ^f	0.77
	2015	10.16 ^e	0.49	10.26 ^e	0.42
	2016	10.69 ^{abx}	0.39	10.12 ^e	0.39
	2017	11.12 ^{ac}	0.29	10.23 ^f	0.68
	2018	10.88 ^{ac}	0.43	10.00 ^f	0.64
	2019	10.98 ^{ac}	0.37	10.33 ^f	0.89
	2020	11.22 ^{ac}	0.67	10.23 ^f	0.70
	2021	10.18 ^{cd}	0.64	10.42 ^e	0.39
LMFY	2014	2.51 ^{ab}	0.26	2.40 ^a	0.17
	2015	2.38 ^{abc}	0.16	2.29 ^{ab}	0.19
	2016	2.55 ^{ab}	0.23	2.14 ^{cdy}	0.23
	2017	2.40 ^{cdx}	0.19	2.03 ^{cy}	0.20
	2018	2.32 ^{cdx}	0.12	1.74 ^{dy}	0.20
	2019	2.13 ^{ac}	0.10	1.52 ^{cy}	0.32
	2020	2.11 ^a	0.14	2.16 ^{cd}	0.21
	2021	2.26 ^f	0.15	2.13 ^{cd}	0.27
PRWM	2014	10.25 ^b	4.37	5.34 ^{ab}	7.50
	2015	10.81 ^{bc}	7.14	5.87 ^{ab}	8.85
	2016	8.45 ^{ab}	5.89	3.19 ^a	5.99
	2017	10.36 ^{ac}	2.95	5.18 ^{cdy}	5.64
	2018	8.98 ^{ab}	2.99	9.41 ^b	7.50
	2019	13.89 ^e	2.68	9.11 ^{ab}	11.26
	2020	11.73 ^{cd}	5.13	8.99 ^{ab}	5.72
	2021	4.72 ^a	5.52	7.55 ^{cd}	8.56

abcde:異符号間で有意差あり(年間の比較)

xy:異符号間で有意差あり(農場間の比較)

表 5 2021 年度の繁殖指標の偏相関係数

	PWMFY	PWL	PBA	LMFY	PRWM
農場 A					
PWMFY	1				
PWL	0.910**	1			
PBA	-0.184	0.571	1		
LMFY	1**	-0.904**	0.168	1	
PRWM	0.189	-0.575	0.999**	-0.173	1
農場 B					
PWMFY	1				
PWL	0.052	1			
PBA	0.229	0.952**	1		
LMFY	0.996**	-0.088	-0.192	1	
PRWM	-0.266	-0.947**	0.995**	0.228	1

* $P \leq 0.05$ ** $P \leq 0.01$

3 繁殖指標間の相互関係の分析結果

繁殖指標の 2014~2021 年度の平均値の推移を表 3 及び表 4 に示した。表 3 では PWMFY 及び PWL の 2 つの繁殖指標を示し、表 4 では PBA、LMFY 及び PRWM の 3 つの繁殖指標を表している。年間の比較、及び農場間の比較は表のとおりである。2021 年度の繁殖指標間の偏相関係数の結果は表 5 に示した。農場 A で PWMFY と PWL の間に強い正の相関が認められるのに対し、農場 B ではこれらの指標間に有意な相関が認められなかった。一方、どちらの農場においても、PWMFY と LMFY との間に有意な相関が認められた。また、どちらの農場においても、PBA と PRWM の間に有意な相関が認められた。

4 相互関係を確認の分析に対する考察

各繁殖指標の 2014~2021 年度の推移の結果は各年度の平均値及び標準偏差を算出した。標準偏差では、PWMFY 及び PRWM にて値のばらつきが大きくなったが、原因について考察をすることは、先行研究に例がなかったため難しくできなかった。

農場 A では、2021 年度の PWMFY と PWL 及び LMFY の間に有意な正の相関が認められた。今後は、期間内の 2017 年度の PWL、2014 年度の LMFY が最高値として記録されたため、それよりも低い 2021 年度の数値を改善することにより PWMFY を改善できる。農場 B では、2021 年度の PWMFY と LMFY の間に有意な正の相関

が認められたものの、PWMFY と PWL の間に有意な相関が認められなかった。即ち、PWMFY を改善するためには LMFY のみの改善が必要であるということになる。

以上のように農場別に異なった結果が出た理由は二つ考えられる。農場 A の拡大によるものと、農場の生産している子豚の違いである。生産している子豚の違いについて、農場 A は種豚生産の農場であるため子豚が交雑種豚で生まれるが、農場 B は種豚の親である原種豚生産の農場であり子豚が純粋種豚で生まれる。子豚の純粋種と交雑種の割合が農場間で異なるからではないかと予想した。これらのことを踏まえ、以下二つの考察を行う。一つ目は、農場 A の拡大前後に分けたうえで、繁殖指標の変化について考察をする。二つ目は、農場、品種及び腹品種別に分娩腹数の推移から、品種及び腹品種が繁殖指標に与えている影響について考察をする。

農場 A における分娩腹数の 2014~2021 年度の品種別と腹品種別それぞれの値の割合の推移を算出したが、腹品種については交雑種が大きな割合を占めていた。また、農場拡大前後の繁殖指標の数値の変化の確認を行うために、表 6 に 2014~2017 年度と 2018~2021 年度の期間に分けて年間平均推移を算出した。また 2017 年度における繁殖指標間の偏相関係数を表 7 に示した。

表 6 期間別にみた農場 A の繁殖指標の年間平均推移

	PWMFY	PWL	LMFY	PBA	PRWM
2014~2017 年度	0.18	0.18	-0.06	0.20	0.03
2018~2021 年度	-0.28	-0.05	0.03	-0.17	-1.07

表 7 2017 年度の繁殖指標の偏相関係数

	PWMFY	PWL	PBA	LMFY	PRWM
農場 A					
PWMFY	1.000				
PWL	0.604*	1.000			
PBA	-0.338	0.954**	1.000		
LMFY	1.000**	-0.610*	0.346	1.000	
PRWM	0.341	-0.955**	1.000**	-0.348	1.000

* $P \leq 0.05$ ** $P \leq 0.01$

表 6 及び表 7 より農場拡大前後で繁殖指標の傾向を考察する。拡大前の期間は、PWMFY は増加し、増加した理由は多産系母豚の能力を受け継いだ純粋種豚が農場 A に導入されたことや、人工授精技術の発展及び普及から PBA が増加したことが考えられた。拡大後の期間は、PWMFY は減少し、減少した理由は分娩腹数や平均母豚数の急増による PWL 及び PBA が減少したことが考えられた。年間平均推移の結果や 2017 年度の偏

相関分析の結果を踏まえると、PWMFY を増加させるためには、PWL 及び LMFY のどちらも増加の必要がある。PWL は農場の拡大が終了次第、平均母豚数や分娩腹数が一定値を保つようになれば、自ずと増加することが考えられる。LMFY については、山根ら(2014)や JA 全農(2022)における結果と比較すると母豚の純粋種と交雑種間で大きな差はなく、すでに全国の農場平均と同程度の数値であった。同参考文献を見ると、規模が大きければ大きいほど繁殖成績は優れ、LMFY は 2.4 前後となる。よって、PWL と同様に農場の規模の拡大が終了次第、LMFY も増加することが考えられる。農場 A における課題として、農場の規模拡大の影響が強く出たため、規模拡大の影響を取り除いた分析が必要である。また、規模拡大による影響については今後ともデータを集める必要がある。

農場 B における分娩腹数の 2014~2021 年度の品種別と腹品種別それぞれの値の割合の推移を表 8 に示した。分娩腹数の割合の推移を確認すると、大きく 2014~2018 年度、2018~2019 年度、2019~2021 年度の期間に分けられる。また、農場 B における品種及び腹品種の影響を検討するため、繁殖指標の数値の変化を確認する。品種の影響を検討するため、各繁殖指標の推移結果を、2014~2018 年度の期間と 2018~2019 年度の期間と 2019~2021 年度の期間に分けて年間平均を算出し、表 9 に示した。

表 8 品種及び腹品種別の分娩腹数の推移

年度	L 種		W 種	
	純粋種	交雑種	純粋種	交雑種
2014	53(10.27%)	112(21.71%)	175(33.91%)	176(34.11%)
2015	89(17.76%)	76(15.17%)	110(21.96%)	226(45.11%)
2016	80(17.66%)	103(22.74%)	101(22.30%)	169(37.31%)
2017	99(20.67%)	116(24.22%)	95(19.83%)	169(35.28%)
2018	92(21.55%)	123(28.81%)	99(23.19%)	113(26.46%)
2019	88(27.94%)	48(15.24%)	98(31.11%)	81(25.71%)
2020	51(14.83%)	114(33.14%)	62(18.02%)	117(34.01%)
2021	72(18.14%)	109(27.46%)	75(18.89%)	141(35.52%)

() : 同一年度内における割合を示す。

表 9 全体及び品種別の繁殖指標の年間平均推移

	PWMFY	PWL	LMFY
	2014~2018 年度		
農場 B 全体	-1.27	-0.04	-0.13
L 種	-1.11	-0.03	-0.11
W 種	-1.30	0.00	-0.14
	2018~2019 年度		
農場 B 全体	-1.40	0.30	-0.22
L 種	-3.46	0.10	-0.39
W 種	0.26	0.47	-0.07
	2019~2021 年度		
農場 B 全体	2.06	0.09	0.20
L 種	1.94	0.16	0.17
W 種	2.06	0.02	0.21

腹品種が与える影響について、PWLは純粋種よりも交雑種のほうが優れた結果となるのではないかと仮説を立てていた。しかし2018~2019年度の期間と2019~2021年度の期間を比較した際に平均増加値は2018~2019年度の期間のほうが大きく伸びたという結果から、腹品種の影響は見受けられなかった。また、品種が与える影響について、品種別の推移結果を見ると各年度によって優れている品種が異なったため、どちらが優れているか、ということについては述べられない。さらに品種別に見た分娩腹数の増減割合とPWL及びPWFYの増減推移は一致しないことが分かった。以上のことから、PWLに品種及び腹品種が影響しているとはいえず、PWFYを増加させるためにはLMFYの増加が必要であると考えられる。また、LMFYの増減には母豚の影響ではなく母豚の管理の影響が考えられた。しかし、母豚の管理の影響を分析することができなかつたため分からない。農場Bにおける課題として、今後対象農家にヒアリングを行うことや、分析を進めていく必要がある。

5 繁殖指標分析の課題と今後の展望

本研究では、純粋種豚の繁殖成績について着目し、PWFYと関連指標の相互関係の確認を行った。この結果から、「Society5.0」で提言されている、生育情報、気象情報などを組合せたビッグデータを解析することによって、実際にデータ主導の経営に一步近づくことができることを示した。また、日本の養豚農家及び純粋種豚におけるデータ分析の必要性についても示すことができ、農場間の差異を示すことができた。

また、分析における課題は考察で述べたものの以外に、Koketsu(2007)がすでに指摘しているが、生産性のみの繁殖成績の確認では、長期生存性の指標が含まれていないという欠点である。生産性のみを重視した場合、初産で生存産子数の母豚を離乳の翌日に淘汰するとPWFYは増加するが、佐々木ら(2011)によると、生涯純利益の経済性モデルで収益としてあげるためには、母豚を3産以上飼育する必要があると示唆されている。このように、長期生存性の指標を加味した、生涯成績の確認が必要である。

本研究の分析結果を用いることにより、純粋種豚における繁殖成績の改善の手立てを提示できることは、具体的な目標をもつ意思決定に役立てられるだろう。今後、生育情報、気象情報などを組合せたビッグデータの分析をさらに発展させることにより、養豚業だけでなく全ての第一次産業がデータ主導の経営を行うことが期待でき、養豚業だけでなく第一次産業全体の成長や安定化に貢献できるのではないだろうか。

参考文献

- [1] 佐々木 羊介, McTaggart, I., 瀬戸 雄三, 「国内生産農場における淘汰産次毎の母豚の生涯経済性の調査」, 『獣医学雑誌』, 第16巻, 第1号, 2011年, 37-45 ページ
- [2] JA 全農, 「年々伸び続ける母豚1頭あたりの年間離乳頭数」, <https://www.chikusan-club21.jp/article/2250>, 2022年, (2023年2月8日確認)
- [3] 曾我悠加, 遊橋裕泰, 「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」, 経営情報学会 2022年全国研究発表大会, 【11月12日AM】A会場, 1A-2/PR0070, 2022年
- [4] 内閣府, 「Society5.0」, https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/, 2016年, (2023年2月8日確認)
- [5] 山根逸郎, 石関紗代子, 山崎尚則, 「国内の養豚一貫生産農場における収益性および生産性の分析」, 『獣医学雑誌』, 第17巻, 第1号, 2013年, 44-51 ページ
- [6] 山根逸郎, 石関紗代子, 山崎尚則, 「2010~2012年の母豚の繁殖成績の推移と繁殖成績向上に関わる要因分析」, 『日本獣医師会雑誌』, 第67巻, 第3号, 2014年, 177-182 ページ
- [7] Koketsu, Y., "Longevity and efficiency associated with age structures of female pigs and herd management in commercial breeding herds", *Journal of Animal Science*, Vol. 85, Issue 4, 2007, pp. 1086-1091
- [8] Ogura, S., Yamazaki, H., Kure, K., Yamane, I., "Productivity analysis of 70 farrow-to-finish swine farms in Japan from 2013 to 2018", *Journal of Veterinary Medical Science*, Vol. 84, No. 6, 2022, pp. 824-830
- [9] PigCHAMP, "BENCHMARKING", in Deen J, (ed.), *Summary of the 2021 data*, Farms.com Media & PigCHAMP, 2022, Ames