

近交係数増加が沖縄アグー豚の繁殖成績に及ぼす影響

當眞嗣平 親泊元治 翁長桃子
嘉数良子 野中克治

I 要 約

沖縄アグー豚（アグー）において、近交係数の増加が繁殖成績に及ぼす影響を調査するとともに近交度の上昇を抑制するための交配法を検討した。アグーの総産子数、生存産子数、離乳頭数はそれぞれ、4.8頭、4.1頭および3.3頭であった。死産頭数、黒子数および生時生存率はそれぞれ0.7頭、0.4頭および85.5%であった。近交係数は父、母および子豚がそれぞれ9.7%、7.9%、12.1%であり最大値は33.9%であった。母豚の近交係数が10%増加すると、総産子数と黒子数がそれぞれ0.6頭の減少、0.4頭の増加が認められた。子豚の近交係数が10%増加すると生時生存率が7.1%減少した。このようにアグー集団において、近交係数増加に伴い、近交退化が認められた。近交度上昇を抑制するための交配法を検討した結果、交配する雌と雄の血縁係数を最小とする最小血縁交配は、ランダム交配と比較して近交度の上昇を抑制できることが明らかとなった。アグー集団を永続的に存続させるため、近交度の上昇を抑える計画交配の実施と農場間の遺伝子交流を促進させる繁殖技術の確立が必要である。

II 緒 言

家畜において近交係数の増加は、産子数や生存率の低下などの繁殖形質に悪影響を及ぼすとされている¹⁾。アグーは過去、小集団の中で黒毛の形質を固定するため、白斑を有する個体を淘汰する選抜が行なわれた²⁾。近年は、防疫上の問題から農場間の遺伝的交流が制限され、近交度の上昇が懸念されている^{3,4)}。本研究ではアグーの繁殖成績と近交係数の関係を調査し、近交退化の現状を調査するとともに、近交度の上昇を抑制するための交配法を検討した。

III 材料および方法

1. 繁殖成績

繁殖成績は、沖縄県畜産研究センターにおける2009年1月から2015年10月までの分娩記録65腹分を用いた。調査項目は総産子数（生存産子数+死産頭数）、生存産子数、離乳頭数、死産頭数、黒子数および生時生存率（生存産子数/総産子数）とした。なお里子に出された子豚の記録はすべて分析から除いた。

2. 近交係数の算出

近交係数は、畜産研究センターの血統記録からCoeFR⁵⁾プログラムを用いて算出した。

3. 統計解析

繁殖成績に影響を与える要因として産次、分娩季節、母豚（変量効果）に加え、母、父およびその交配から生まれた子豚の近交係数をそれぞれ回帰係数として取り上げた。季節の効果は分娩月を3月～5月、6月～9月、10月～11月、12月～2月の4季節に区分した。なお、生時生存率については、出生時に生存していた子豚を1、死亡を0とする(0, 1)法により解析を行なった。

4. 近交度抑制のための交配法の検討

線形計画による最小血縁交配プログラムMinCM⁶⁾を用いて、当センターの種豚32頭（雌16、雄16、平均血縁係数30.2%、平均近交係数10.6%）においてランダム交配と最小血縁交配による次世代の近交度上昇を比較した。

IV 結果および考察

表1はアグー雌豚の繁殖成績と母、父および子豚の近交係数である。総産子数、生存産子数、離乳頭

数はそれぞれ、4.8頭、4.1頭および3.3頭であり、近交系クラウンミニブタ⁷⁾ やイノシシ⁸⁾ の報告値と同程度であった。死産頭数、黒子数および生時生存率はそれぞれ0.7頭と0.4頭、85.5%であった。近交係数は父、母および子豚がそれぞれ9.7%、7.9%、12.1%であり0~33.9%までの幅があった。単純な血縁構成の場合、親子交配や兄弟交配で得られる産子の近交係数が25%ということ を考慮すると、かなり高い近交係数の個体も存在した。

表1 アグーの繁殖成績および近交係数

	平均	平均	標準誤差
腹数		65	-
総産子数	4.8		2.0
生存産子数	4.1		2.0
離乳頭数	3.3		2.1
死産数	0.7		1.1
黒子数	1.4		1.0
生時生存率 (%)	85.5		35.3
近交係数 (%)			範囲
母	9.7	10.6	0~33.6
父	7.9	8.8	0~31.0
子	12.1	7.6	0~33.9

表2には、近交係数10%上昇に対する総産子数、生存産子数および離乳頭数の変化量を示した。総産子数において母豚の近交係数が有意であり、母豚の近交係数が10%増加すると総産子数が0.59頭減少することが明らかとなった。産子数に対して、母の近交係数増加の影響は大きいと報告されている。Bereskinら⁹⁾は、母の近交係数が10%上昇すると総産子数が0.24頭減少することを報告している。今回推定された減少量は0.59頭と報告値よりも大きかった。

表2 近交係数10%上昇に対する総産子数、生存産子数および離乳頭数の変化量

形質	変化量	有意確率
総産子数		
母近交係数	-0.59頭 *	0.04
父近交係数	-0.55頭 ns	0.09
子近交係数	0.50頭 ns	0.18
生存産子数		
母近交係数	-0.54頭 ns	0.05
父近交係数	-0.25頭 ns	0.40
子近交係数	0.63頭 ns	0.06
離乳頭数		
母近交係数	-0.46頭 ns	0.13
父近交係数	-0.22頭 ns	0.49
子近交係数	0.20頭 ns	0.58

* P<0.05

表3に近交係数10%上昇に対する死産数、黒子数および生時生存率の変化量を示した。黒子数において母の近交係数の影響が有意で、黒子数が0.4頭増加する変化量が推定された。生時生存率では、父親と子の近交係数に有意性が認められた。しかしながら、近交係数増加が与える影響は父と子では逆であり、子の近交係数増加は7.1%の生存率減少であったのに対し、父親では6.8%の増加が推定された。本報では、データ数も少なく、その原因は明らかではない。近交度の上昇は、致死遺伝子など生存に不利な遺伝子が蓄積され、悪影響を及ぼすとされている¹⁾。逆に、生存に有利な遺伝子や異なる遺伝子間の相互作用(エピスタシス効果)が原因と考えられるポジティブな報告もある^{10~13)}。Köckら¹⁰⁾は大ヨー

クシャー種において、父親の近交係数が 10%増加すると総産子数および生存産子数がそれぞれ 0.43 頭、0.45 頭増加することを報告している。さらにマウス¹⁾ やヨーロッパバイソン¹²⁾ においても、母親の近交係数増加が子の生存率上昇をもたらすことが報告されている。

表3 近交係数10%上昇に対する死産数, ミイラ数および生時生存率の変化量

形質	変化量	有意確率
死産数		
母近交係数	0.06頭 ns	0.68
父近交係数	-0.29頭 ns	0.11
子近交係数	-0.09頭 ns	0.65
黒子数		
母近交係数	0.40頭 *	0.02
父近交係数	0.02頭 ns	0.89
子近交係数	0.05頭 ns	0.78
生時生存率		
母近交係数	-4.3% ns	0.33
父近交係数	6.8% *	0.02
子近交係数	-7.1% *	0.05

* P<0.05

図1にランダム交配した場合と最小血縁交配を行った場合について、生まれてくる子の平均近交係数を比較した。最小血縁交配の近交係数は22.1%と、ランダム交配の30.3%に比べ近交度の上昇が抑制された。

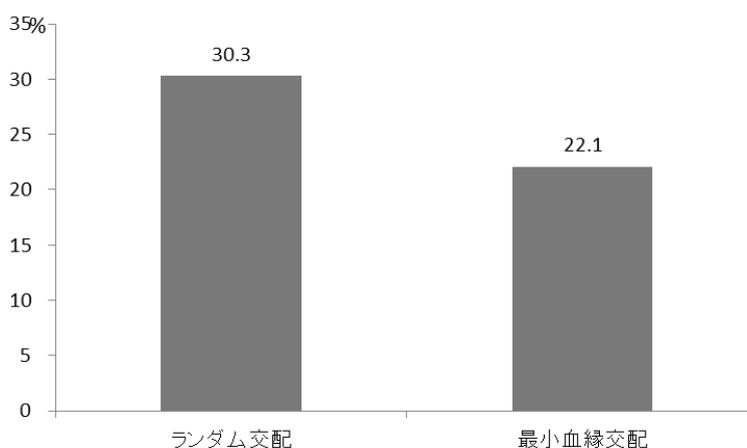


図1 ランダム交配と最小血縁交配による次世代の平均近交係数の比較

アグーは過去、小集団の中で黒毛の形質を固定するため、白斑を有する個体を淘汰する選抜が行なわれた²⁾。さらに近年は、防疫上の問題から閉鎖的状況で維持されており、近交度の上昇が懸念されている。近交度上昇により繁殖力などの種の存続に関わる適応力(fitness)が低下するといわれている¹⁾。今回、アグーにおいて、近交係数増加に伴う近交退化が認められたものの、交配する種豚の平均血縁係数を最小とすることで、近交度の上昇をある程度抑制できることが明らかとなった。しかし、アグーは登録体制が整備されて日が浅いため、血統情報が十分ではない。そのため、系図上の近交度が低い個体でも実際は近交度が高い場合も多いと考えられる。血統情報がない場合、DNA マーカーによる近交度の評価が検討されている¹⁴⁾。Sauraら¹⁵⁾は、血統情報の代わりに SNP 情報から個体の近交度を推定し計画交配を行うことで近交度を抑制することが可能であると報告している。また、近交退化に影響する染色体領域が明らかとなれば、DNA マーカーにより、近交退化を回避するような交配計画も可能である。

Saura ら¹⁶⁾ は、イベリコ豚において、胚の着床に関与し、近交退化の原因の1つと考えられる遺伝子領域を第13番染色体上に検出している。

アグーは本県にしか存在しないため、その遺伝資源を他に求めることができない。アグー集団を永続的に存続させるため、近交度の上昇を抑える計画交配はもちろんのこと凍結精液、胚および卵子など農場間の遺伝子交流を促進させる技術の確立が必要である。

VI 引用文献

- 1) ファルコナーDS(1993)量的遺伝学入門(原書第3版), 312, 蒼樹書房
- 2) 新城明久(2010)沖縄の在来家畜 その伝来と生活史, 55, ボーダーインク
- 3) 大城まどか・稲嶺修・仲村敏・佐藤正寛・石井和雄・蝦名真澄(2006)琉球在来豚(アグー)の近交退化を緩和するための育種技術の確立(1)23個のマイクロサテライトマーカーを用いたアグーのDNA多型解析, 沖縄畜研セ研報, **44**, 39-42
- 4) 島袋宏俊・稲嶺修・仲村敏・大城まどか・美川智・佐藤正寛・石井和雄・与古田稔(2008)琉球在来豚(アグー)の近交退化を緩和するための育種技術の確立(3)ミトコンドリアDNA d-loop領域における母系解析, 沖縄畜研セ研報, **46**, 43-50
- 5) 佐藤正寛(2000)大規模血統情報から近交係数を算出するプログラムの開発, 日豚会誌, **37**, 122-126
- 6) 佐藤正寛(2011)線形計画による最小血縁交配プログラムの開発, 日豚会誌, **36**, 130-135
- 7) 中西喜彦, 小川清彦, 柳田宏一, 山内忠平, 1991, 近交系クラウンミニブタの体尺測定値と特徴について, 日豚会誌, **28**, 211-218.
- 8) 江口祐輔, 田中智夫, 吉本正, 2001, 飼育下におけるニホンイノシシの分娩成績および分娩行動, 日畜会報, **72**, 49-54
- 9) Bereskin B, Shelby CE, Rowe KE, Urban Jr WE, Blunn, CT, Chapman AB, Garwood VA, Hazel LN, Lasley JF, Magee WT, Mccarty JW, Whatley Jr A(1968), Inbreeding and swine productivity traits, *Journal of Animal Science* **27**, 339-350
- 10) Köck A, Fürst-Waltl B, Baumung R(2009) Effects of inbreeding on number of piglets born total, born alive and weaned in Austrian Large White and Landrace pigs, *Archiv Tierzucht* **52**, 51-64
- 11) Lacy RC, Alaks G, Walsh A (1996) Hierarchical analysis of inbreeding depression in *Peromyscus Polionotus*, *Evolution* **50**, 2187-200
- 12) Margulis SW (1998) Relationship among parental inbreeding parental behaviour and offspring viability in oldfield mice, *Anim Behav* **55**, 427-38
- 13) Ballou JD (1997) Ancestral inbreeding only minimally affects inbreeding depression in mammalian populations, *J Hered* **88**, 169-78
- 14) Keller MC, Visscher PM, Goddard ME(2011) Quantification of Inbreeding Due to Distant Ancestors and Its Detection Using Dense Single Nucleotide Polymorphism Data, *Genetics* **189**, 237-249
- 15) Saura M, Fernández A, Rodríguez MC, Toro MA, Barragán C, Fernández AI, Villanueva B: (2013) Genome-Wide Estimates of Coancestry and Inbreeding in a Closed Herd of Ancient Iberian Pigs, *PLoS ONE* **8**, e78314
- 16) Saura M, Fernandez A, Varona L, Fernandez AI(2015) Detecting inbreeding depression for reproductive traits in Iberian pigs using genome-wide data, *Gen Sel Evol* **47**, 1