

新生子豚における吸乳量および
吸乳行動に関する研究

宮 腰 裕

2002

新生子豚における吸乳量および
吸乳行動に関する研究

宮 腰 裕

2002

序 論	1
第1章	出生後の子豚における直腸温および血漿性状	5
第1節	出生直後の直腸温	5
	材料および方法	5
	結果および考察	6
第2節	出生直後の血漿グルコース濃度	8
	材料および方法	8
	結果および考察	10
第3節	子豚の血漿中カテコールアミン濃度	12
	材料および方法	12
	結果および考察	13
	第1章のまとめ	15
第2章	出生直後の吸乳量	17
第1節	生後24時間の吸乳量	17
	材料および方法	18
	結果および考察	19
1)	吸乳開始後24時間までの吸乳量	19
2)	吸乳量に及ぼす生時体重の影響	22
3)	吸乳量に及ぼす出生順位の影響	24
第2節	吸乳開始後2時間の吸乳量	24
	材料および方法	26
	結果および考察	26
1)	吸乳開始後2時間までの吸乳量	26

2) 吸乳量に及ぼす産子数の影響	31
3) 吸乳量に及ぼす生時体重の影響	31
4) 吸乳量に及ぼす出生順位の影響	34
第2章のまとめ	36
第3章 出生から吸乳に至る子豚および母豚の行動	38
第1節 子豚における出生後の乳頭探索行動	38
材料および方法	38
結果および考察	39
1) 出生から吸乳開始までの子豚の行動と経過時間	39
2) 子豚による母豚に対する刺激	41
a) 母豚への接触	41
b) 鼻先によるつつき行動	41
c) 口の開閉行動	44
d) もぐり込み行動	44
e) 突起物のくわえ込みと吸引	44
第2節 子豚の行動に対する母豚の反応	46
1. 子豚の接触刺激に対する母豚の後肢引き寄せ行動	46
材料および方法	48
結果および考察	51
1) 子豚のつつき行動とそれに対する母豚の特異的反応	51
2) 母豚の後肢引き寄せ反応の特異性	51
a) 雄豚や子豚における後肢引き寄せ反応	51
b) 母豚における分娩前後の後肢引き寄せ反応	52
c) 母豚における泌乳前後の後肢引き寄せ反応	52

3) 子豚が集中的に接触する母豚の部位および接触部位 による母豚の後肢引き寄せ反応の強さの相違	56
4) 母豚の後肢引き寄せ行動が子豚の乳頭探索行動に 及ぼす影響	56
a) 横臥母豚における後肢の高さ	56
b) 出生子豚が乳房到達に要する時間	60
2. 分娩中の母豚におけるその他の反応	60
1) 前後肢の乳房部への掻きこみ	60
2) 分娩中の横臥姿勢	63
3) 乳汁排出の継続	63
第3節 乳頭へ向かう子豚が辿る経路に備わった母豚側の特徴	64
材料および方法	64
結果および考察	66
1) 乳房部の皮膚温度	66
2) 乳房部の柔らかさ	70
3) 乳房部の皮毛	70
第4節 乳頭探索経路の感触に対する子豚の好み	70
材料および方法	73
結果および考察	73
第3章のまとめ	75
第4章 人工授乳装置における子豚の吸乳行動	77
材料および方法	77
結果および考察	82
1) 人工乳頭	82

2) 授乳装置 A に対する子豚の吸乳行動	82
3) 授乳装置 B に対する子豚の吸乳行動	82
4) 乳頭探索行動と吸乳行動	84
5) 吸乳位置の高さ	86
6) 代用乳の摂取量	86
第 4 章のまとめ	86
総 括	88
謝 辞	92
文 献	95
英文抄録	99

序 論

わが国の養豚は、小規模な複合経営の時代を経て、社会の変革に伴い現在の養豚専業経営へと変貌してきた。このような企業養豚が成立する条件として、必然的に高い経営技術が求められ、飼育管理の面においても多くの革新的技術が取り入れられ今日に至っている。特に技術水準の高さが必要とされる繁殖部門においては、労働力軽減を目的とした先端技術のひとつであった無看護分娩が、今ではごく一般的な技術となっている。

しかし、豚が本来有している生理的および行動的特徴が、経営技術の進歩と歩調を合わせて変わることはない。新生子豚における損耗率は種々の生理的未熟性から、離乳までにおよそ 20%に達するといわれ、現在でも大きくは変わらない⁴⁸⁾。さらに哺乳子豚の主要な損耗原因である圧死、死産、寒冷死および虚弱死のうち、豚舎施設の改善が進んでいる大規模経営では、施設改善の遅れた小規模経営に比較して圧死子豚の割合が半減している反面、寒冷死や飢餓を含む虚弱死が倍増しているとの報告⁴⁹⁾もある。このことは技術革新、規模拡大の波の中で豚本来の生理習性がなおざりにされている一面を示すものと考えられ、これらの反省として看護分娩の再認識あるいは、出生した子豚は1頭でも多く大切に育て上げる、などの提言が再び聞かれるようになった。

以上のような現状を踏まえ、豚の発育段階を通して最も劇的な生死の狭間にある新生期の子豚について、吸乳に向けた子豚の行動をあらためて詳細に知り、子豚の損耗を1頭でも少なくするための手がかりを得ようとしたことが本研究に着手した動機である。

同時に、これらの研究に対する行動学的な意義について考えた。これまで日本における家畜行動に関する研究分野は、研究者の数も少なかった。しかし今日、家畜の生産者のみならず、畜産物の消費者にとっても、家畜の置かれた環境を評価し、さらに動物福祉の問題や衛生状態を把握する手段として、家畜行動の理解は実用的にも必要かつ重要な情報となりつつある。また、家畜は野生

動物と同じ範疇にありながら、容易に多数の個体が観察できる点で、行動の研究にとって最良の対象でもある。

一方、豚は家畜の中では例外的に、分娩時の産子に対する世話行動がほとんど見られない動物であるといわれる^{16,40,42)}。産子の未熟性に加え、このように親子の絆が希薄であると評価される豚に関して、分娩時における母子の行動を詳細に把握することで、生存をかけた子豚の行動戦略を明らかにすることを本研究の行動学的な意義と位置付けた。

生後数日経過する間に、子豚は自分が吸乳する乳頭の位置を定める (teat order の確立)。これは 1937 年 Donald が子豚の吸乳位置の好みとして取り上げており⁴⁾、現象面からはすでに一般的で古い問題である^{8-10, 22, 53)}。しかし、teat order の確立過程の詳細は必ずしも明確にされていないことから、現在でも研究対象として非常に興味深い問題が多い^{5, 32, 52)}。著者もまた、個々の子豚がなぜその乳頭を専用乳頭と決めたのか、あるいは決めざるを得なかったのかを知ろうとしていた。そのために、出生直後から個体ごとの行動を追跡する必要があったことから、生まれた直後の子豚が乳頭を探索している様子を詳しく観察すると、母豚と子豚の間には、相互の吸乳に向けた行動的関連性が存在するよう見えた。すなわち、著者が新生子豚の乳頭探索行動に関わるいくつかの事象に興味を持つに至った発端は、teat order に関する研究過程にあった。

そのような動機から、子豚が乳頭の専有位置を決める前の、乳頭を探り当てる段階の行動に着目し、子豚出生時の母乳摂取に至る一連の行動パターンを詳細に観察することにした。そのことにより、一般には他の家畜と対比して分娩時の母子の関係が希薄であるとされる子豚の、生存にかける行動的な戦略を、母豚の行動との関連から明らかにしようとした。その結果、産子に対して冷淡であるとの、母豚に対するこれまでの評価を改めることができる事実が発見される可能性も考えられた。

確かに母豚は、生まれた子の世話をするようには見えないが、生理的に未熟

な状態¹¹⁾で出生した子豚が、最も危険な出生直後の段階を首尾良く経過するためには、出生後最初の吸乳行動が正常に行われ、必要量の母乳を確実に摂取することが重要である。しかし、正常な吸乳行動とはどのようなことをいうのか、その実態を知ることが必要と思われた。また、子豚の吸乳量を個別に測定することは一般には行われず、特に出生直後の吸乳量に関するデータは必ずしも豊富とはいえない。

さまざまな環境条件をまだ学習していないことから、出生直後の子豚には、母乳摂取を可能にするための本能的な行動があるものと考えられる。さらに、乳頭を探し当てるまでは、子豚は母豚に引き付けられていなければならない、行動を中止することなく活発に継続する必要もある。子豚に対して積極的に吸乳を促すような行動が見られない分娩時の母豚と、子豚との間でこれらの問題がどのように解決されているかについて知ることにも興味深いことである。

出生直後の子豚にとっては、自らの生得行動を誘発する刺激だけが吸乳成功に導く道標であるに違いない。そこで、このような刺激要因について実験的に乳頭探索行動との関連性を確認し、さらにこれらを考慮した人工授乳装置を出生直後の子豚に提示した場合、母豚とはまったく異なったこのような装置からでも吸乳できるなら、この時の子豚行動は生得的かつ定型的なものであることが証明される。また、用いた刺激とそれに対する子豚の反応が母乳摂取に向けて有効に働いていることも確認できることになる。

以上のような背景のもとに、本論文では第一に、子豚の生理的恒常性の指標として重要と考えられる体温（直腸温）および血糖値について、環境温度との関連から検討し、子豚に対する出生直後における吸乳の重要性を確認した。第二に、吸乳量を個体別に測定することにより、子豚における生後最初の吸乳の実態を知り、吸乳量に影響すると思われるいくつかの事象についても検討した。第三に、出生直後の母豚の乳頭を探り当てるまでの子豚の行動を詳細に観察して、母子間の相互関連的な行動が子豚の吸乳を促進することを、いくつか

の実験により確認した。そして第四に、これらの結果からある特定の刺激により子豚の吸乳行動が促されるという仮説をたて、人為的にそれらの刺激を与えることで、子豚の自発的吸乳を誘発できるか否かについて実験した。

第1章 出生後の子豚における直腸温および血漿性状

子豚の損耗は、体温調節機能を充分發揮できない新生期に集中している。また絶食により死亡した子豚の肝グリコーゲン枯渇していたとの報告²⁴⁾もある。子豚が出生時の直腸温を維持できる環境温度は34℃付近といわれ^{23,26)}、体脂肪が1%未満とされる出生直後の子豚²⁵⁾は、まばらな被毛など体表面の断熱性も不良であることから、体温が環境温度に左右されやすく³⁶⁾、容易に低体温症に陥る危険性がある¹²⁾。

この章では、環境温度および吸乳の有無との関連性から、出生時の子豚における直腸温の変動を知り、同時にその時の血漿グルコース濃度の変化から、環境と初乳摂取が出生時の子豚におけるエネルギー源の消長に与える影響を確認することを目的とした。また、血漿中カテコールアミン濃度を測定して、寒冷ストレスに対する子豚の生理反応の一端を把握した。

第1節 出生直後の直腸温

多胎動物として種々の未熟性を有した状態で出生する子豚にとって、体温調節機能が不完全であることも大きな特徴であり、このことは子豚が生後できるだけ早い吸乳を必要とする理由の一つである。新生子豚の主要な損耗原因のひとつに圧死や死産と並んで寒冷死があげられる³⁹⁾が、この中には種々の要因から十分な吸乳ができなかった子豚がかなり含まれるものと思われる。そこで出生直後の子豚の体温が、環境温度の相違および吸乳の有無によってどのように影響されるかについて、子豚の直腸温を測定して調査した。なお、本節の主要な内容は公表済みである²⁸⁾。

材料および方法

供試動物：供試動物として7腹のランドレース種母豚から得られた58頭の雑種新生豚（ランドレース種×ハンプシャー種）を用いた。そのうち4腹32

頭は寒冷環境で飼育し、3腹26頭は温暖環境で飼育した。

飼育環境：母豚は分娩予定日の7日前から分娩柵（セキネ スーパー分娩柵 幅0.6m×長さ2.0m）を設置した空調分娩室（3.5m×3.3m）に搬入した。感作温度は寒冷環境の場合は $8.0 \pm 1.3^{\circ}\text{C}$ 、温暖環境では $25.0 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ とし、湿度はともに60%とした。

実験区の設定：両環境ともに子豚の出生順に奇数を吸乳区、偶数を絶食区とした。温暖環境では補助保温として子豚用保温箱（ナショナル 赤外線養豚箱 RH-402 幅0.7m×長さ0.9m×高さ0.6m）を設置した（箱内温度 $29.0 \sim 34.0^{\circ}\text{C}$ ）。また寒冷環境では保温箱を設置したが点灯しなかった。期間中は子豚の積極的な保温箱利用がみられなかった。

出生子豚の処置：子豚出生後、直ちに羊水などを布でふき取り、臍帯は結紮後切除した。その後母豚の臀部に接触させて開放し、自由に行動させた。

直腸温の測定：直腸温度の測定には、サーミスター直腸用センサー（SIBAURA-PV）を用いた。出生後8時間までは各子豚固有の生後時間で測定し、12時間経過後は第1子の出生時間に統一した。吸乳区では吸乳の直前直後を避けて測定した。測定は出生直後のほかに出生後1時間以内は10分ごとに、その後は出生から2、4、6、8、12、16、20、24、36および48時間後まで10回行った。

結果および考察

新生豚の直腸温は出生と同時に下降し始め、その程度はいずれの区でも最初の10分間が最大であった。直腸温の出生直後の低下とその後の回復は、環境温度の影響を受ける^{25, 26, 37, 41}。本実験における出生直後の直腸温低下は、寒冷絶食区が $4.1 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ と最大であり、次いで寒冷吸乳区が $3.1 \pm 0.9^{\circ}\text{C}$ 、温暖絶食区が $1.8 \pm 0.7^{\circ}\text{C}$ で、温暖吸乳区が $1.4 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ と最小であった（表1）。なおこれらの値の間には、寒冷環境の両区間を除き有意差（ $p < 0.05$ ）が見られた。

表 1 直腸温の低下と回復

	温暖		寒冷	
	吸乳	絶食	吸乳	絶食
子豚数 (頭)	12	14	17	15
出生時 直腸温 (°C)	39.2 ^a ± 0.4	39.1 ^a ± 0.4	38.4 ^b ± 0.5	38.6 ^b ± 0.4
出生直後最 低直腸温 (°C)	37.8 ^{ad} ± 0.4	37.3 ^{ad} ± 1.0	35.3 ^{bd} ± 0.7	34.5 ^{cd} ± 1.4
最低直腸温 到達時間 (分)	15.0 ^a	20.0 ^{ab}	25.0 ^b	35.0 ^c
生時からの 直腸温低下 (°C)	1.4 ^a ± 0.3	1.8 ^b ± 0.7	3.1 ^c ± 0.9	4.1 ^c ± 0.2
回復後の最 高直腸温 (°C)	38.8 ^a ± 0.4	38.5 ^{ad} ± 0.5	37.9 ^{bd} ± 0.6	37.1 ^{cd} ± 0.7
最高直腸温 到達時間 (分)	70.0 ^a	130.0 ^a	250.0 ^b	280.0 ^b
最低値から の回復 (°C)	1.0	1.2	2.6	2.6
生時からの低下 に対する回復率 (%)	71.4	66.7	83.9	63.4

平均±標準偏差

a,b,c : 各項目の異文字間に有意差あり (p < 0.05)

d : 出生時の直腸温との間に有意差あり (p < 0.05)

また両環境ともに吸乳区が絶食区よりも高い直腸温を維持したが、両区間に有意差が見られ始めたのは寒冷環境がより早く、生後 30 分からであった。温暖環境では生後 4 時間まで吸乳区と絶食区の直腸温に有意差がなかった (図 1)。

出生直後の最低直腸温に達した後、上昇し始める時間は、寒冷絶食区が生後 40 分と他の 3 区に比較して有意 ($p < 0.05$) に遅かった。しかし、最低直腸温から一時的に回復した後の直腸温は、寒冷環境では絶食区も、吸乳区と有意差のない値を示し、さらにその間に回復した値は両区ともに 2.6°C と同様であったことから、寒冷で絶食状態にあっても生後 4~5 時間にわたる活発な体温回復能力を有していることが認められた (表 1)。

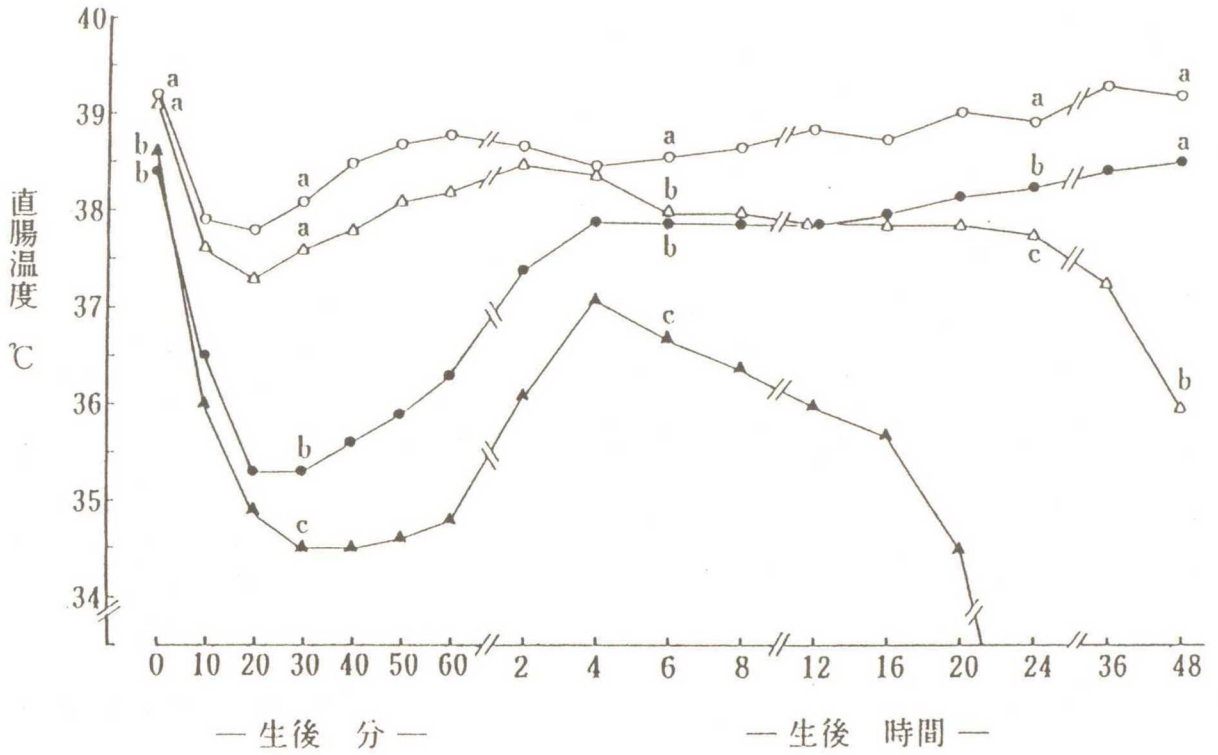
一方、生時直腸温からの低下に対するその後の回復の割合は、寒冷吸乳区が 83.9% と最大であったことから、寒冷環境における出生直後の直腸温回復に対する吸乳の重要性が確認された^{12, 20, 51)}。また、絶食子豚の直腸温は温暖環境において、より長時間高く維持されたことから、寒冷環境では絶食による貯蔵エネルギーの消耗がより大きいことが示された²⁵⁾。さらに本実験における環境温度では、生後 8 時間までは、吸乳の有無にかかわらず温暖環境に置かれた子豚の直腸温がより高く、生後 16 時間以降では、環境温度にかかわらず吸乳区の直腸温がより高かった (図 1)。

第 2 節 出生直後の血漿グルコース濃度

褐色脂肪組織をほとんど持たない新生豚は、その主要なエネルギー源を炭水化物に依存しており¹⁴⁾、絶食や寒冷暴露に対しては活発な血糖の動員が知られている⁴⁶⁾。そこで、環境温度と吸乳の有無が貯蔵エネルギーの消耗に及ぼす影響を知る目的で、子豚の血漿グルコース濃度を経時的に測定した。

材料および方法

供試動物、飼育環境、および実験区の設定：第 1 節の場合と同様である。



○ : 温暖環境(25℃)で自由哺乳、△ : 温暖環境で絶食(不哺乳)
 ● : 寒冷環境(8℃)で自由哺乳、▲ : 寒冷環境で絶食
 a,b,c : 同一時間の異文字間に有意差あり (p<0.05)

図1 新生豚の直腸温に対する寒冷と絶食の影響

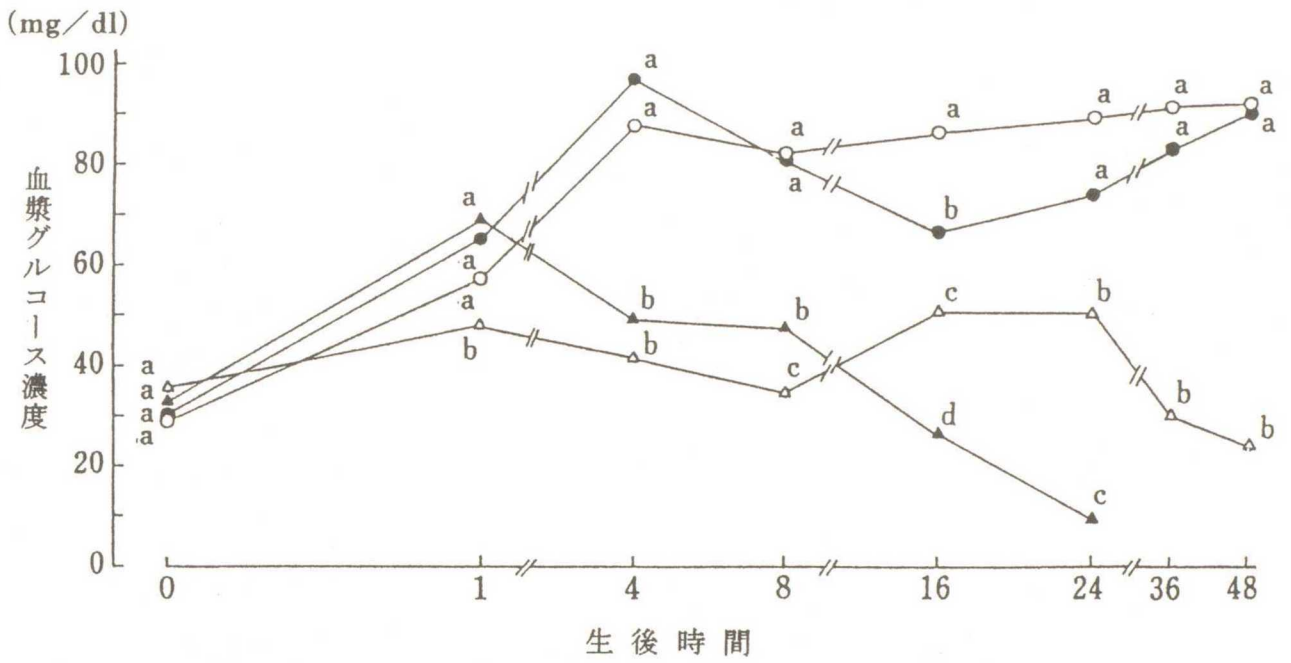
採血およびグルコースの測定：出生直後、出生後1、4、8、16、24、36 および 48 時間に子豚の前大静脈から採血し、血漿分離後 -20°C で凍結保存してグルコース濃度を適宜分析した。血漿グルコース濃度は、ブドウ糖測定用試薬キット (Glucose C-Test Wako) を用いて分光光度計 (HITACH 100-30) により測定した。

結果および考察

第1節において直腸温測定に供した子豚の血漿グルコース濃度の変化を図2に示した。出生直後の値はおよそ 30mg/dl であった。寒冷に曝露した子豚の炭水化物の動員は多くの研究者により確認^{14, 21, 25, 46)}されているが、第1節で述べたものと同様の4区の中では、生後1時間において、有意差は認められないものの寒冷環境の2区が温暖環境よりも高い値を示した。特に寒冷絶食区が $68.8 \pm 25.2\text{mg/dl}$ と出生時水準の2倍以上の最も高い血漿グルコース濃度を示したことから、寒冷に対する防衛反応として、内因性の貯蔵エネルギー源からの活発なグルコース動員が示唆され、それが低下した直腸温の回復に利用されているものと考えられた。

寒冷絶食区では生後4時間 ($48.8 \pm 16.7\text{mg/dl}$) から8時間 ($47.8 \pm 17.9\text{mg/dl}$) にかけて、温暖絶食区では生後16時間 ($50.7 \pm 13.7\text{mg/dl}$) から24時間 ($50.3 \pm 8.7\text{mg/dl}$) にかけて、いずれもおよそ 50mg/dl の血漿グルコース濃度を維持したのち下降に転じた。これらの生後時間は、それぞれ回復不能な直腸温低下の開始とほぼ一致しており、特に寒冷環境では過大なグルコース動員と早期消耗が認められた。

生後4時間以降は、環境温度にかかわらず哺乳区の血漿グルコース濃度が絶食区を有意 ($p < 0.05$) に上回ったことと、寒冷哺乳区が $96.6 \pm 24.3\text{mg/dl}$ の最大値を示したことなどから、この時間帯ではすでに出生時体内に保有してきたエネルギー源以外の、吸乳による外因性のエネルギー源の利用が認められた。



○ : 温暖環境(25℃)で自由哺乳、△ : 温暖環境で絶食
 ● : 寒冷環境(8℃)で自由哺乳、▲ : 寒冷環境で絶食
 a, b, c, d : 同一時間の異文字間に有意差あり (p < 0.05)

図2 新生豚の血漿グルコース値に対する寒冷と絶食の影響

第3節 子豚の血漿中カテコールアミン濃度

新生豚のインスリン分泌は、寒冷による血糖上昇に対応した反応を示すことが知られている²⁹⁾が、特に寒冷環境における子豚の血糖動員には、寒冷ストレスに対する生理的反応としてのカテコールアミン分泌の関与もあるものと思われる。しかし、新生豚の血中カテコールアミン分泌に関する報告は少ない。また、子豚を用いた実験における取り扱いによるストレスの影響を理解するためにもカテコールアミンの血中濃度を知る意義は大きいものと考えた。

本実験では寒冷ストレスを与えた場合、および対照として寒冷ストレスを与えていない同じ取り扱いのみ行った場合（以下単に取り扱いストレス）の、新生豚における血漿カテコールアミン濃度を測定し、ストレスを負荷しない時の値と比較した。なお、本節の主な内容は公表済みである³⁰⁾。

材料および方法

供試動物：実験には1腹11頭の雑種新生豚（ランドレース種×ハンプシャー種）から選定した、活力旺盛な6頭の子豚（雄3頭、雌3頭）を用いた。これらは、出生から14日後まで母乳のみで飼育した。

飼育環境：母豚は分娩予定の7日前から空調分娩室（ $25.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$ ）に搬入し、子豚には補助暖房として赤外線保温箱（ $26.0 \sim 30.0^\circ\text{C}$ ）を用いた。

採血：採血は、1日1回として、2、3、4、7、10、11、12および14日齢時に行った。子豚の吸乳を確認し、吸乳から90分後に前大静脈から1頭あたり4~5mlを採血した。

条件の設定：体のぬれを防ぐ目的でビニール袋に入れた子豚を、鼻端を除いて全身氷水中に浸漬する方法により、3日および11日齢に寒冷負荷を行った。寒冷負荷時はサーミスター直腸用センサー（SIBAURA-PV）を子豚の直腸に挿入しておき、直腸温の下降を連続的に測定した。なおカテコールアミンはストレス負荷後短時間で血中に放出されると考えられることから、浸漬5分後あるいは

は直腸温が 0.5℃低下した時点で直ちに採血した。4 日および 12 日齢は、寒冷の場合と同様な方法で、38.0～39.0℃の温水中に 4 分間浸漬したのち採血し、取り扱いのみのストレス負荷とした。ストレスを与えなかった日齢（2、7、10 および 14 日齢）では、恒温の飼育環境下においてできるだけストレスを与えない条件で採血した。

カテコールアミンの測定：血液サンプルは採血後ただちに血漿分離し、カテコールアミン分析用の血漿は、0.4N 過塩素酸で除タンパクしたのち-20.0℃で保存して分析に供した。血漿カテコールアミンは高速液体クロマトグラフィー（使用カラム：日本分光、カテコールパック）で分離の後、THI 法を用いて高感度蛍光検出器（日本分光、EP-540D）により定量した。

結果および考察

子豚の血漿中グルコース濃度、ノルエピネフリン濃度 (NE)、エピネフリン濃度 (E) および NE/E 比を表 2 に示した。

血漿グルコース濃度は 10 日および 11 日齢において、7 日齢以前に対して有意 ($p < 0.05$) に高い値を示しているが、寒冷ストレスを負荷しない日齢では有意な上昇を示さなかった。実験 3 で与えた寒冷ストレスは、直腸温が 0.5℃低下するまでに限定し、その負荷時間も 5 分間以内と短かったため、血漿グルコース濃度の上昇が観察されなかったものと思われる。

血漿ノルエピネフリン濃度は、7 日齢以前ではストレス負荷時の値が非ストレス時の値に対して有意 ($p < 0.05$) に高い値を示したが、寒冷によるストレス (3 日齢) と取り扱いストレス (4 日齢) との間には有意な相違が見られなかった。また 10 日齢以降では、寒冷ストレス時 (11 日齢) が取り扱いストレス時 (12 日齢) よりも有意 ($p < 0.05$) に高い値を示したが、非ストレス時の値に対する有意性は見られなかった。

血漿エピネフリン濃度について変動傾向を見ると、4 日齢における値が他の

表2 子豚の血漿グルコース、ノルエピネフリン(NE)、
 エピネフリン(E)および NE/E 比

(n = 6)

日齢 ストレス負荷	グルコース (mg/dl)	NE (p mol/ml)	E (p mol/ml)	NE/E
2	118.4 ± 22.3 ^a	10.2 ± 3.9 nd	4.3 ± 2.0 nd	2.7 ± 1.3 ^a
3 寒冷	121.0 ± 14.2 ^a	37.6 ± 8.3 ^b	8.2 ± 1.8 ^b	4.8 ± 1.8 ^b
4 取り扱いのみ	133.7 ± 11.6 ^{ac}	48.2 ± 20.4 ^b	11.6 ± 2.8 ^c	4.1 ± 1.0 ^b
7	123.2 ± 9.6 ^a	18.4 ± 12.4 ^a	8.7 ± 5.6 ^{bd}	2.2 ± 0.7 ^a
10	167.1 ± 17.0 ^b	16.7 ± 6.2 ^{ac}	8.3 ± 3.1 ^b	2.4 ± 1.1 ^a
11 寒冷	154.9 ± 27.3 ^{bc}	20.9 ± 8.5 ^c	4.4 ± 1.7 ^{de}	4.9 ± 1.7 ^b
12 取り扱いのみ	140.3 ± 27.9 ^{abc}	10.9 ± 3.5 nd	2.4 ± 0.6 ^a	4.5 ± 1.2 ^b
14	141.2 ± 24.3 ^{abc}	8.4 ± 5.3 ^d	3.4 ± 1.5 ^{ac}	2.4 ± 1.0 ^a

平均±標準偏差

a,b,c,d,e : 同一カラムの異文字間に有意差あり (p < 0.05)

いずれの値よりも有意 ($p < 0.05$) に高くなった。外因性のストレスに対するカテコールアミン放出は、血中グルコース濃度の上昇に先立つと考えられるが⁵⁵⁾、それが血中濃度の変化として観察されるまでの反応時間は明確ではない。また子豚の日齢に伴う寒冷ストレス抵抗性の増加も考えられた。

ノルエピネフリン (NE) およびエピネフリン (E) 濃度から NE/E の値を求めたところ、非ストレス時において、14 日齢まで比較的一定であり、それに対するストレス負荷時の値がすべて有意 ($p < 0.05$) に高く、また有意ではなかったものの寒冷ストレス時の値が取り扱いストレス時の値よりも高かった。

第 1 章のまとめ

寒冷 ($8.0 \pm 1.3^\circ\text{C}$) および温暖 ($25.0 \pm 0.3^\circ\text{C}$) 環境で分娩させた、生後 48 時間までの子豚 7 腹 58 頭を供試し、第 1 節では直腸温、第 2 節では血漿グルコース濃度に対する環境温度と絶食の影響を検討した。

寒冷、温暖両環境ともに子豚の直腸温は出生と同時に下降し始め、回復に転ずるまでの直腸温低下は、寒冷絶食区が最大 (4.1°C) で、温暖吸乳区が最小 (1.4°C) であった。生後 8 時間までは、吸乳の有無にかかわらず、温暖環境に置かれた子豚の直腸温がより高く、生後 16 時間以降では、環境温度にかかわらず哺乳区の直腸温がより高かった。吸乳することにより、直腸温低下の程度は小さく、低下した直腸温の回復も早まった。

血漿グルコース濃度を見ると、出生 1 時間後では寒冷絶食区が最高値 ($68.8 \pm 25.2\text{mg/dl}$) を示し、出生後 4 時間以降は環境温度にかかわらず吸乳区の血漿グルコース濃度が絶食区を上回り、吸乳による外因性のエネルギー源が利用されていることが認められた。寒冷絶食区では、比較的大きい血漿中へのグルコース放出とその早期消耗が認められ、吸乳による補給が不可欠であった。また温暖絶食区では血漿グルコース水準が低く維持され、その結果、より長時間の利用が可能であった。

これらのことから、出生直後の子豚における体温維持、低下した体温の回復および出生時保有している肝グリコーゲンの消耗枯渇を防止するため、出生後できるだけ早い母乳摂取の重要性が確認された。

さらに子豚が母子免疫を初乳から得なければならないことは他の初生家畜と同様であり、初乳の摂取が不十分な場合、その後の疾病罹患率やその結果としての死亡率に悪影響を及ぼすことは一般に知られている³⁸⁾。初乳中の免疫グロブリン量は、出産 24 時間から 36 時間後ではおよそ 1/10 程度に減少することと、その頃は子豚が初乳から免疫グロブリンを吸収する能力も弱まり、最も活発に吸収されるのは生後数時間までといわれる²⁾。

以上のことから、子豚のできるだけ早い母乳摂取は、受動免疫賦与の点からも重要であることを付け加えなければならない。

第 3 節においては、1 腹 6 頭の子豚を用い、2 日齢から 14 日齢まで寒冷ストレスおよび取り扱いのストレスをそれぞれ 2 回負荷して、血漿カテコールアミン濃度を測定し、ストレスを負荷しない時の値と比較した。7 日齢以前のストレス負荷時における血漿中のノルエピネフリン (NE) およびエピネフリン (E) の値は非負荷時よりも高い傾向を示したが、10 日齢以降では、その傾向が明らかではなかった。一方、NE/E の値はストレス時において有意に高く、また寒冷ストレス負荷時の値が取り扱いストレスだけの場合よりも高かったことから、急激な寒冷暴露による直腸温低下に対する血漿 NE/E 値の特異的な上昇傾向が観察された。

このように、新生期の子豚においては、ストレスに対する血中カテコールアミン放出反応が認められ、特に寒冷ストレスに対しては、ノルエピネフリン濃度が相対的に高くなることが示された。

第2章 出生直後の吸乳量

出生後の子豚は、すべてに優先して乳頭へ辿りつくための戦略を遂行し続けているように思われる。またそれが生きるために必須の、吸乳という目的を目指していることは疑いのないことである。さらにその先には、必要なだけ乳汁が摂取されているか否かという問題がある。しかし、子豚1頭が摂取する吸乳量を個別に測定することは一般には行われず、1腹の総量から1頭当たりの吸乳量を推定することが多い。序論で触れたように、子豚には teat order が決まることや、母豚の乳腺ごとの泌乳能力が同じではないことなどから、子豚の吸乳量は1腹子豚間の摂取量に格差が生ずる問題として取り上げられてきた^{3,19)}。本実験では、分娩直後で母豚が常時泌乳している時間帯であり、さらに teat order がまだ決まっていないため、子豚は自由に複数の乳頭から吸乳できる段階における吸乳量を測定した。第1章では、出生後のできるだけ早期の吸乳の必要性について考察した。しかし、子豚の生存にとって重要であるべき、出生直後の吸乳量に関するデータは見当たらない。

そこで本章では、生後最初の吸乳から個別別に摂取量を測定して、子豚の吸乳様式の特徴を把握するとともに、吸乳量に影響する要因について解明することを目的とした。なお、最初は出生直後の吸乳量についてその概要を知るため、吸乳開始から24時間まで大まかに1時間ごとの吸乳量を測定した(第1節)。その結果をふまえて、第2節では吸乳開始から2時間までの測定とし、測定間隔も短縮してより詳細な結果を得た。

第1節 生後24時間の吸乳量

母豚の泌乳がほぼ1時間ごとの間欠になる以前は、子豚は自由に短い吸乳行動を頻繁にくり返している⁶⁾。そのため、1回あたりの吸乳量を把握することが不可能であり、乳頭に接触しても吸乳できたか否かの確認ができないことも多いことから、一定時間以内に摂取した母乳の量を個別に測定することとした。

第1節では、この時間帯における子豚の吸乳について予備的な知識を得るために、60分ごとに測定した子豚の体重差を吸乳量とみなして、大まかに生後最初の24時間における個体別吸乳量を求めた。

材料および方法

供試動物：実験には、ランドレース種3腹およびランドレース種×ハンプシャー種の雑種2腹計5腹から得られた43頭の子豚を供試した。5腹における産子数の範囲は9～12頭であったが、実験に供試したのは8～10頭であった。なお子豚にはフェルトペンで出生順に背番号を記入して個体識別をした。

飼育環境：実験は、室温を $24.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ とした空調分娩室内（分娩柵および子豚用保温箱を設置）で実施した。

出生子豚の処置：子豚出生後、ただちに羊水などを布でふき取り、臍帯は結紮後切除した。その後母豚の臀部に接触させて開放し、自由に行動させた。

生時体重の測定：子豚が乳房部へ到達した時点で体重を測定し、生時体重とした。ただし、出生後30分経過しても乳房部へ到達できない子豚は、人為的に母豚の乳房部へ移動接触させた。

吸乳量の測定：個体ごとの固有の時間で、吸乳開始から24時間後まで、60分間隔で個別に体重を測定し、前後の体重差をもって吸乳量とした³³⁾。なお母豚の泌乳が間欠になった場合は、60分間隔で1腹子豚を一斉に吸乳させ、吸乳の直前直後の体重を測定した。

測定には、最小目盛り0.1gの電子天秤（ザルトリウス 3862MP8）を用いた。吸乳前後の体重測定の間には排泄されたふんおよび尿は、あらかじめ秤量しておいたペーパータオルを用いて回収、秤量してその後の体重に加算した。また測定時間中は、高さ30cmの板による障壁を母豚の乳房側に設置し、その内側に子豚を置いて、子豚が母豚から離れないようにした。

結果および考察

1) 吸乳開始後 24 時間までの吸乳量

分娩中およびその数時間後までは、母豚が常時泌乳していることから子豚は比較的自由に複数の乳頭から吸乳できる。図 3 には子豚による吸乳量を、供試した 5 腹について個別に示した。これは吸乳開始から 1 時間ごとに測定した子豚 1 頭当たりの値を 3 時間ごとに集計したものである。5 腹それぞれの 24 時間における子豚 1 頭あたり吸乳総量には個体差が見られ、母豚番号 4 (LH 種、11 産目、供試子豚数 9 頭) では $255.0 \pm 56.4\text{g}$ と最も少なく、母豚番号 3 (L 種、4 産目、供試子豚数 8 頭) は $451.4 \pm 110.4\text{g}$ と最も多かった。また 5 腹全体の 24 時間における子豚 1 頭当たりの平均吸乳総量は $350.9 \pm 114.6\text{g}$ であった。子豚の吸乳量は母豚の品種や産次による泌乳量の相違に左右されることは言うまでもないが、ここで示した値は子豚 1 頭あたりであることから、吸乳する子豚数の相違も考慮する必要がある。

一方、24 時間の経時的な吸乳傾向を見ると、いずれの腹においても生後最初の 3 時間における吸乳量が、それ以降の値のおよそ 2 倍を示した。生後最初の吸乳量が特に多いこのような吸乳様式は、吸乳量の相違に関わりなくほぼ同様なことから、出生直後の子豚の吸乳行動として共通した事象と考えられた。また生後最初の 3 時間における吸乳量の、24 時間量に対する割合は、5 腹平均で 24.9% とほぼ $1/4$ を占めた。

図 4 には吸乳開始後 24 時間までの子豚 1 頭あたり吸乳量を 1 時間ごとの値で示した。これは全供試子豚の平均値である。1 時間値においても最初に多く吸乳する様式は変わらず、生後最初の 1 時間における吸乳量が $36.5 \pm 23.8\text{g}$ と最も多く、その後次第に減少して 4 時間齢以降は 1 時間あたり $10 \sim 15\text{g}$ で推移した。初乳からの受動免疫獲得にとって重要とされる生後数時間における吸乳量が、その後に比較してより多いことは、子豚にとって非常に合理的な吸乳行動である。しかしこのことから、この短い時間中に正常な吸乳行動がで

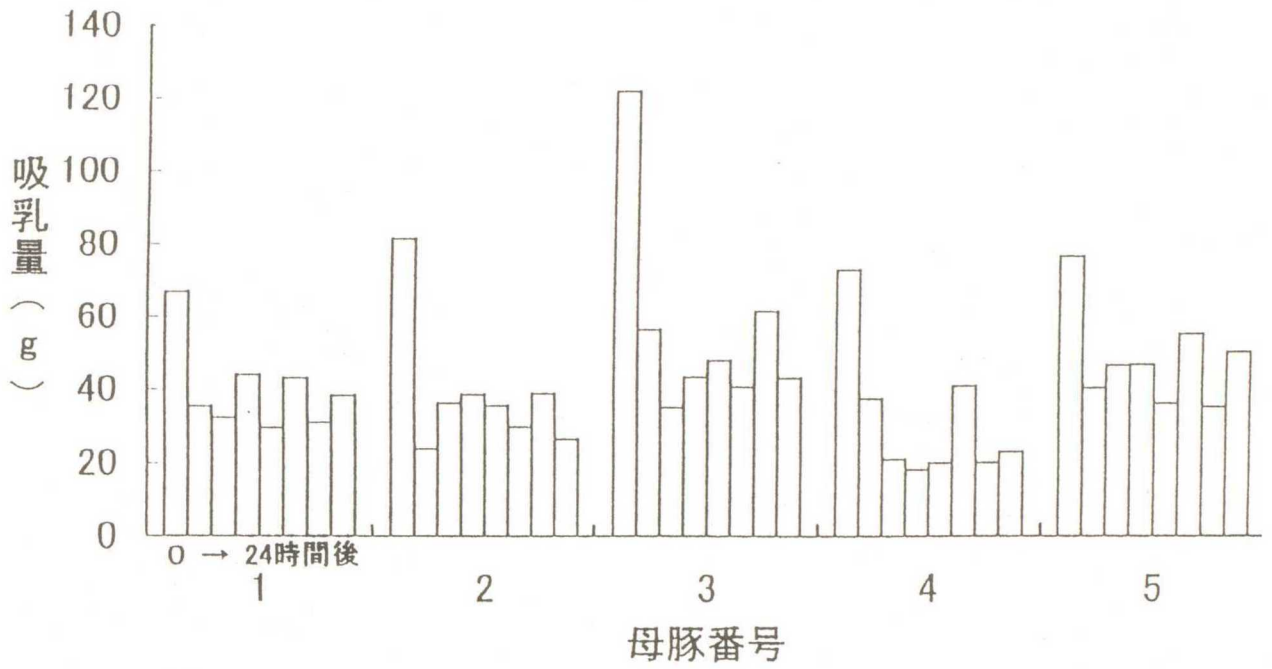


図3 吸乳開始から24時間後までの腹別吸乳量
 (各腹の3時間ごとの値を左から右へ順に示した)

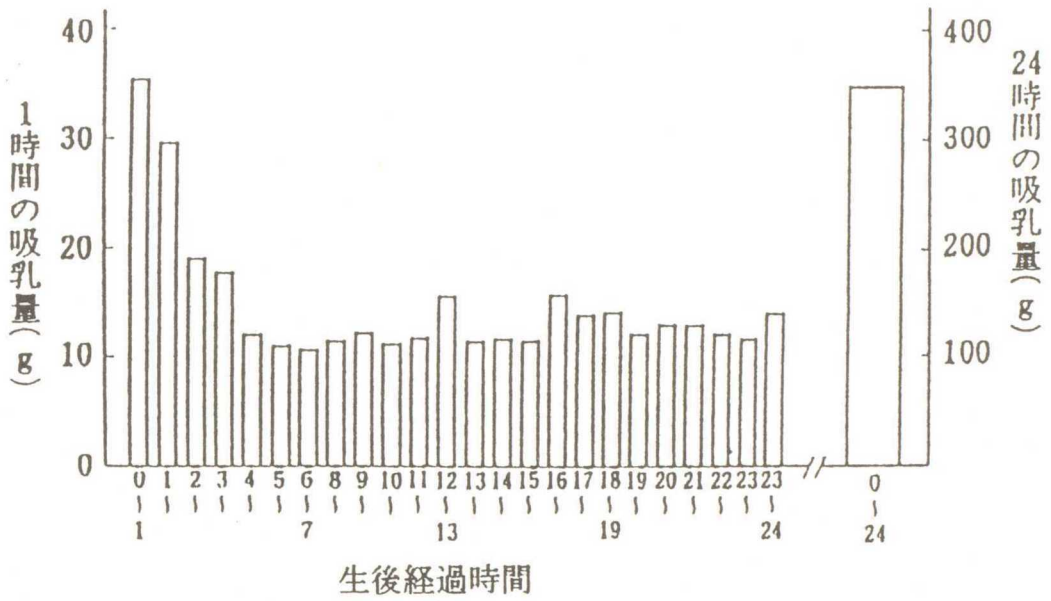


図4 吸乳開始から24時間後までの吸乳量
(n = 43, 平均/頭)

きない個体は、必要量の初乳が得られないという危険性も考えられる。

日齢が進むと、それぞれの子豚が専有して吸乳する母豚の乳頭位置も吸乳量に大きく影響するが、生後 24 時間ではほとんどの子豚はまだ自分の吸乳乳頭を決めていない段階である。子豚の吸乳量は母豚の泌乳能力に左右されるが、著者らの予備調査では 2 日齢で 1 頭あたりおよそ 300~400g/日、7 日齢では 500~600g/日であった。本調査の結果は、5 腹 43 頭の平均で 350.9 ± 114.6 g/日と、予備調査における 2 日齢の値とほぼ同様であった。ただし個体ごとに 24 時間の吸乳量を見ると、その範囲は子豚 1 頭あたり 114.8g (母豚番号 4 の子豚) から 662.0g (母豚番号 3 の子豚) と大きかった。また同じ腹内の子豚間においても、24 時間量の最大と最小の差が 391.0g という腹 (母豚番号 3) があつた。

そこで次に、この時間帯の子豚の吸乳量に影響を与えると思われる生時体重および出生の順位との関係について検討した。

2) 吸乳量に及ぼす生時体重の影響

生時体重の重い子豚は、一般に吸乳量が多い。図 5 では、子豚の出生時の体重を 1,200g 未満 (11 頭)、1,200~1,400g 未満 (11 頭) および 1,400g 以上 (21 頭) の 3 群として吸乳量を比較した。その結果、24 時間値では軽い子豚群からそれぞれ 1 頭あたり 244.8 ± 60.1 g、 308.5 ± 65.7 g および 428.7 ± 100.5 g となり、各群間には、およそ 100g ずつの有意 ($p < 0.05$) な差が見られた。また同じ群について、出生後最初の 3 時間ではそれぞれおよそ 54.1 ± 14.6 g、 81.9 ± 22.0 g および 103.5 ± 28.5 g であり、各群の間に 20~30g の有意 ($p < 0.05$) な差が見られた。

子豚の受動免疫獲得には、生後数時間で 40~80g の初乳摂取が必要といわれる⁵⁰⁾。本調査では生後 3 時間で吸乳量が 50g に満たない子豚は 43 頭中 6 頭 (14%) であつたが、これらの中で生時体重が 1,000g 未満の子豚は 2 頭だけ

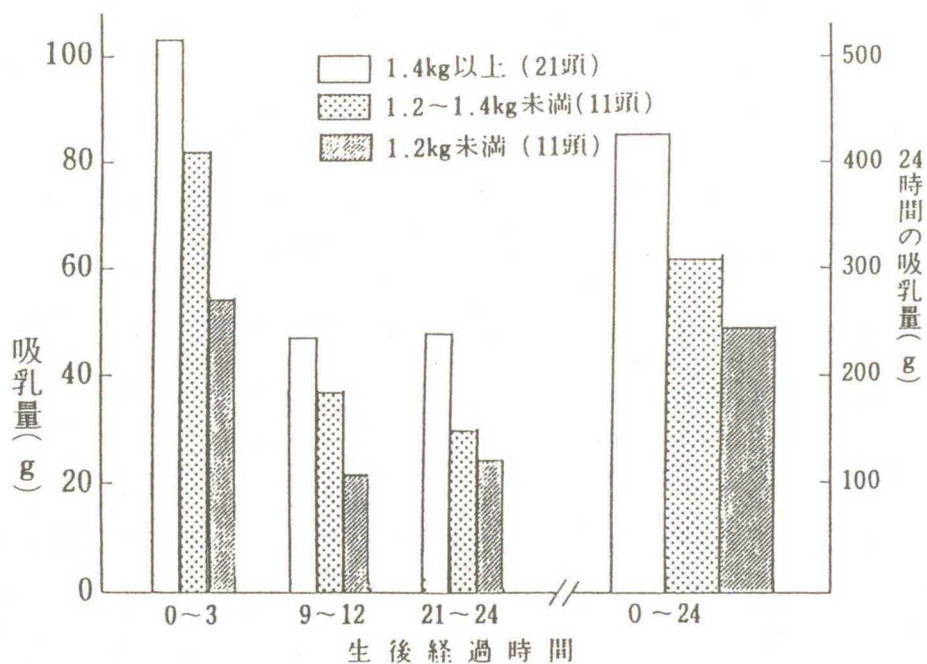


図5 生時体重別吸乳量
(平均/頭)

であった。しかし、これら 6 頭のうちの 5 頭は出生順位が 7 番目から 12 番目と分娩の後半に生まれた子豚であった。

分娩時の常時泌乳中に、母豚の乳頭から手で搾乳を続けると、少しの間その乳頭からは乳が出なくなることが観察されるので、先に生まれた子豚が活発な吸乳行動を続けた場合は、最後に近い子豚ほど吸乳量は少なくなる可能性がある^{1,45)}。

3) 吸乳量に及ぼす出生順位の影響

娩出された順位が吸乳量に影響するか否かを知るため、最初から 6 番目までに生まれた子豚 (22 頭、平均生時体重 $1,378.4\text{g} \pm 182.9\text{g}$) と、7 番目以降に出生した子豚 (17 頭、平均体重 $1,472.6\text{g} \pm 261.5\text{g}$) について吸乳量を比較した (図 6)。ただしこの場合、生時体重 $1,000\text{g}$ 未満の子豚 (4 頭) は除外した。両群の生時体重間の差は小さく、むしろ先に生まれた子豚の平均体重が軽いにもかかわらず、24 時間の総量は先に生まれた子豚群がおおよそ 24g 多かったが、有意な差ではなかった。

生後 3 時間までの総吸乳量で比較すると、先に生まれた子豚の値が有意 ($p < 0.01$) に多かった。さらに生後 3 時間までに 100g 以上吸乳した個体の割合を見ると、8 番目以降に生まれた群では 14 頭中 1 頭 (7.1%) だけであったのに対し、7 番目までの群では 25 頭中 12 頭 (48.0%) 見られたことなどから、出生順位の早い子豚は、より多くの母乳摂取が可能であった。

第 2 節 吸乳開始後 2 時間の吸乳量

24 時間の中で、単位時間あたりの吸乳量が最も多かった出生直後の吸乳量をより詳細に知るため、測定間隔を短くして、子豚が生後はじめての吸乳を開始してから 2 時間後までの吸乳量を求めた。

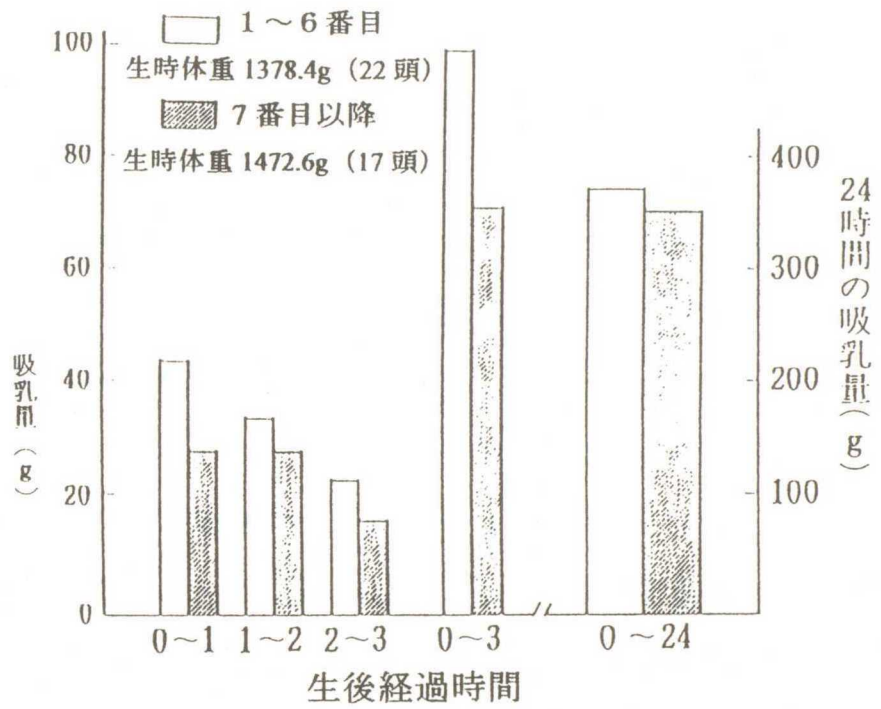


図 6 出生順位別吸乳量
 (平均 / 頭)

材料および方法

供試動物：実験には、ランドレース種 2 頭、大ヨークシャー種 2 頭およびランドレース種×大ヨークシャー種 4 頭の母豚合わせて 8 頭とそれらから生産された雑種子豚計 72 頭を用いた。8 腹の母豚における産子数の範囲は 6～16 頭であったが、実験に用いたのは 5～15 頭であった。

飼育環境：分娩柵および子豚用保温箱を設置した、第 1 節の場合と同様の空調分娩室内で実施し、室温は $25.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ とした。

出生子豚の処置：子豚は、羊水のふき取りおよび臍帯の結紮切除の後、母豚臀部に接触させて開放し、自由に行動させた。

生時体重の測定：子豚が母豚乳房部へ到達し、吸乳を開始する前に測定した値を生時体重とした。また出生後 30 分以上経過しても乳房部へ到達しない子豚は人為的に母豚乳房部へ移動した。

吸乳量の測定：ザルトリウス電子上皿天秤（3862MP8・最小目盛り 0.1g）により、各子豚固有の時間で生後最初の吸乳から 2 時間後まで 10 分ごとに体重を測定した。個体別に測定した体重の差を 10 分ごとの吸乳量とみなした³⁵⁾。排泄されたふんおよび尿はあらかじめ秤量しておいたペーパータオルでそのつど回収秤量し、加算補正した。なおこれらの子豚の中には、一般に哺育開始前に淘汰の対象とされることが多い生時体重 1,000g 未満の子豚が 6 頭含まれていたが、生時体重別に吸乳量を検討した場合以外は、データから除外した。

結果および考察

1) 吸乳開始後 2 時間までの吸乳量

吸乳開始後 2 時間までの子豚 1 頭あたりの平均吸乳量を、供試した 8 頭の母豚について個別に図示した（図 7）。子豚 1 頭あたりの 2 時間における吸乳総量には、8 腹それぞれの間には個体差が見られ、最も少ないのは母豚番号 6（W 種、14 産目、供試子豚数 11 頭）で 2 時間の吸乳量が $65.0 \pm 20.2\text{g}$ であった。

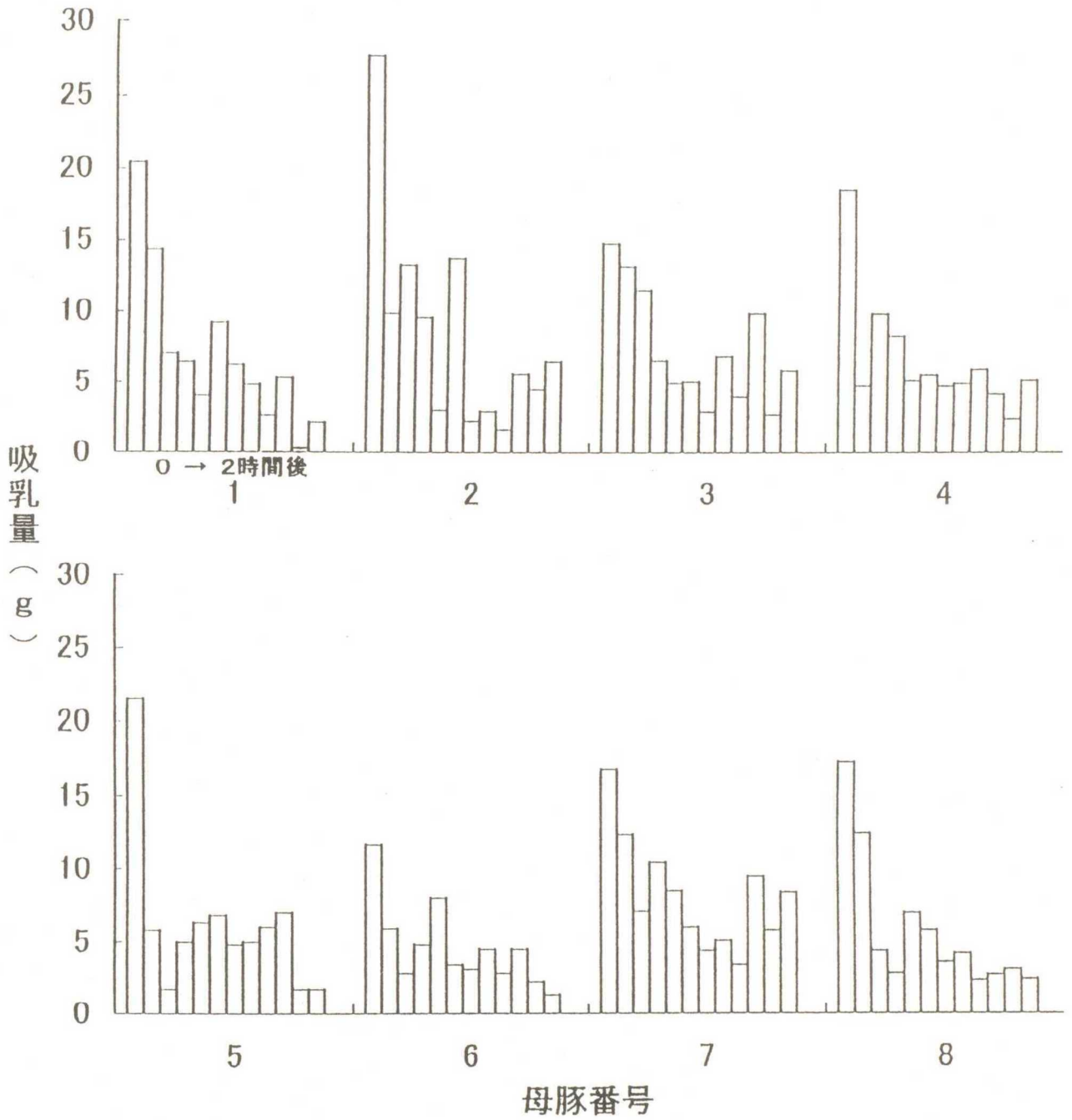


図7 吸乳開始から2時間後までの腹別吸乳量
(各腹の10分間ごとの値を左から右へ順に示した)

最も多いのは母豚番号 2 (LW 種、1 産目、供試子豚数 10 頭) の $100.7 \pm 45.0\text{g}$ であった。他の 6 腹では 80g 前後であった。

図 8 には、吸乳開始後 2 時間までにおける子豚 1 頭あたりの吸乳量を、全供試子豚について 10 分ごとの平均値で示した。測定間隔を短くした本実験においても、吸乳開始後最初の 10 分間の吸乳が 1 頭あたり $19.4 \pm 13.0\text{g}$ と、その後のいずれの 10 分値よりも有意 ($p < 0.001$) に多かった。その後 60 分までは 10 分間あたり 6.5~11.1 g、120 分後までの後半 1 時間は 3.2~5.9g と減少し、出生直後の子豚に特徴的と思われる吸乳様式を示した。

乳量の相違は産次などによる母豚の個体差によるものと思われるが、全ての腹において最初の吸乳量が明らかに多いことが示された。すなわち子豚は出生後、最初に吸乳が可能になった段階で、できるだけ多くの母乳摂取を試みるものと思われた。また、8 腹の母豚全てが同様な結果を示したことから、このような吸乳様式は出生直後の子豚の吸乳行動として共通したものと考えられた。

吸乳開始後 2 時間までの総吸乳量は、子豚 1 頭あたり $82.2 \pm 26.8\text{g}$ であったが、個別の範囲では 2 時間量が 20.0g (生時体重 1556.0g) の個体から 163.0g (生時体重 1659.0g) の個体まであり個体差が大きかった。同腹子豚内においても、最大で 143g の個体差が見られた (母豚番号 2、LW 種、生産頭数 13 頭)。この時間帯の母豚はまだ常時泌乳しているため、子豚はいつでも自由に吸乳できる環境にある。しかしこの吸乳様式から推察できることは、生後最初に吸乳が可能になった時点で、子豚はできるだけ多くの初乳を摂取し、吸乳欲求が満たされた後、落ち着いた行動になるものと思われた。実際の観察からも、およそ 20 分程度集中して吸乳した子豚は、母豚の乳房部で休息睡眠を開始する傾向が見られた。

そこで 20 分ごとの吸乳量を全頭の平均で見ると、最初の 20 分間はその後のいずれの 20 分値よりも有意 ($p < 0.001$) に吸乳量が多かった (表 3)。また生後最初の 1 時間の吸乳量は $56.8 \pm 21.1\text{g}$ で、2 時間値 ($82.2 \pm 26.8\text{g}$) の 69.1%

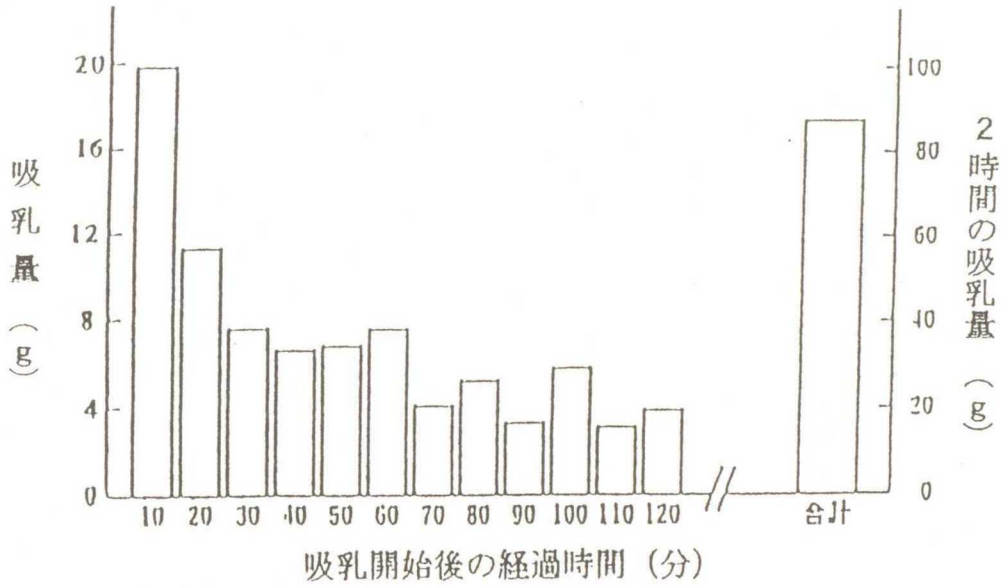


図8 生後2時間までの吸乳量
(n = 66, 平均/頭)

表3 吸乳開始から20分ごとの吸乳量

(n = 66)

吸乳開始後 時間 (分)	吸乳量 (g)
0 - 20	29.5 ± 14.6
20 - 40	13.4 ± 12.9
40 - 60	13.9 ± 8.9
60 - 80	8.9 ± 8.1
80 - 100	9.1 ± 7.3
100 - 120	7.4 ± 9.7
0 - 60	56.8 ± 21.1
60 - 120	25.4 ± 14.6

平均±標準偏差

開始後時間ごとの有意差					
0-20	***				
	***	20-40			
	***	ns	40-60		
	***	**	**	60-80	
	***	**	***	ns	80-100
	***	**	***	ns	ns
					100-120

*** : (p < 0.001)、** : (p < 0.01)、ns : 有意差なし

であった。

2) 吸乳量に及ぼす産子数の影響

1 腹あたりの産子数は、母豚の繁殖能力を示す重要な指標の一つであり、一般には、吸乳開始頭数は 10 頭以上であることが望ましい。本実験に用いた 8 腹のうち 4 腹は産子数が 9 頭以下 (6~8 頭) であり、他の 4 腹は 10 頭以上 (10~16 頭) であったことから、この 4 腹ずつの 2 群について、子豚 1 頭あたりの 30 分値で吸乳量を比較した (図 9)。

これら 2 群における 2 時間あたりの吸乳量をみると、産子数 9 頭以下の群では $87.8 \pm 21.9\text{g}$ 、10 頭以上の群では $82.7 \pm 29.1\text{g}$ といずれも 1 頭あたり 80g 以上で、産子数の少ない腹の吸乳量がわずかに多かったものの、有意な差は見られなかった。産子数の多い腹では、生後時間の経過に伴い、1 頭あたりの吸乳量が少なくなる傾向が見られた。これは次第に子豚数が多くなり、競合相手が増加するためと思われるが、いずれの開始後時間においても両者の差は有意ではなく、自由に乳頭を変えて吸乳できるこの時間帯においては、産子数による子豚 1 頭あたりの吸乳量の差は比較的小さいものと思われた。

3) 吸乳量に及ぼす生時体重の影響

生時体重が 1,000g 未満の子豚は、順調な発育が期待されないことなどから、一般に出生後淘汰される場合が多い。本実験では 6 頭の子豚が 1,000g 未満であったことから、供試全子豚を生時体重 1,000g 未満 (6 頭)、1,000~1,400g 未満 (28 頭) および 1,400g 以上 (38 頭) の 3 群に分けて吸乳開始後 30 分ごとの吸乳量を比較した (図 10)。その結果、2 時間までの総量は、体重の軽い子豚群からそれぞれ 1 頭あたり $54.2 \pm 20.3\text{g}$ 、 $75.4 \pm 25.9\text{g}$ および $91.6 \text{g} \pm 20.9\text{g}$ となり、およそ 20g ずつの有意 ($p < 0.05$) な差が見られた。また各 30 分値においては、90~120 分の生時体重 1,000~1,400g 未満と 1,400g 以上の群の間以外には、生時体重間に有意な差が見られなかった。

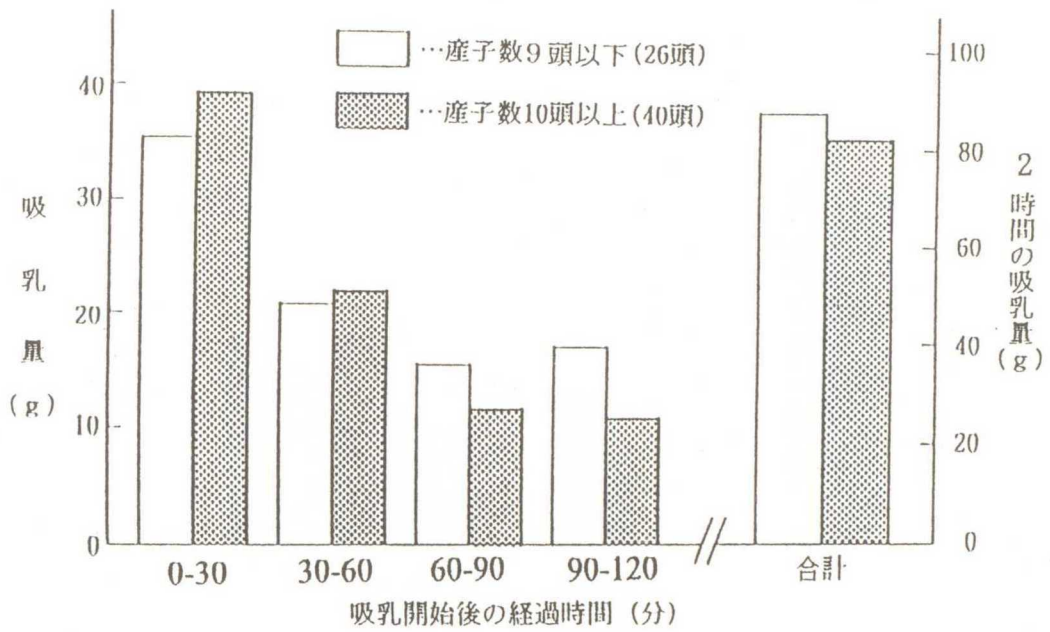


図9 産子数別吸乳量

(生時体重 1.0 kg 未満除く, n = 66)

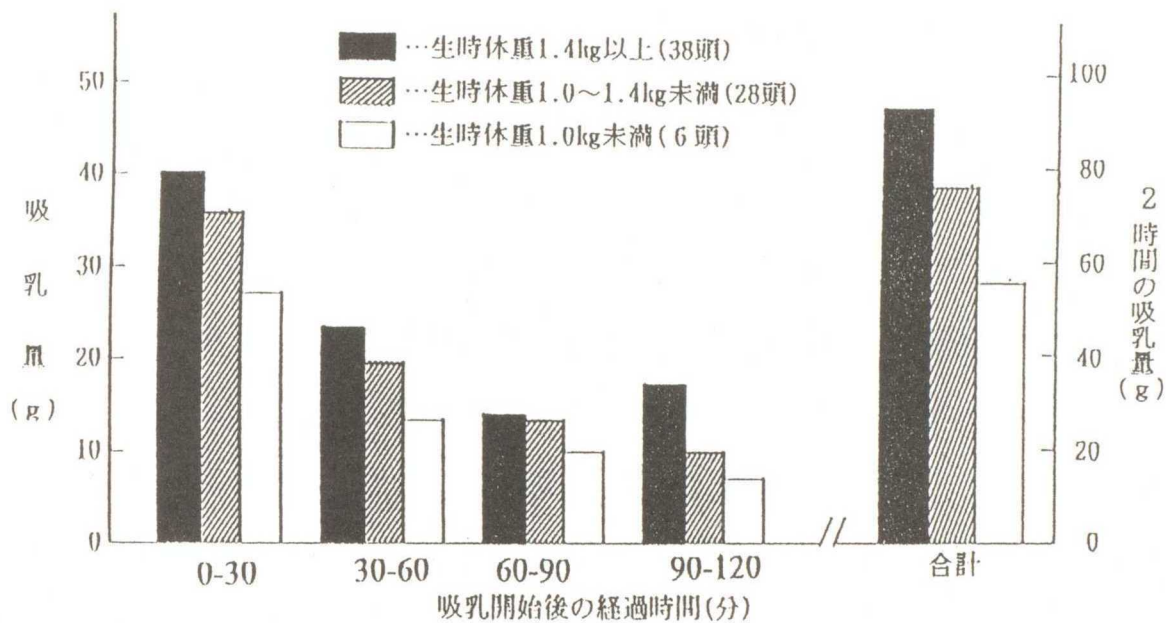


図10 生時体重別吸乳量

一般に生時体重の重い子豚は吸乳量が多いが、本実験の値から体重あたりの吸乳量を算出したところ、体重の軽い子豚と重い子豚との間に有意差が見られなかったことと、1,000g 未満の子豚も 2 時間で、受動免疫の獲得に必要と思われる 50 g 以上の吸乳⁵⁰⁾が見られたことなどから、この時間帯では生時体重の軽い子豚においても、必要量の初乳が摂取できていることが認められた。

4) 吸乳量に及ぼす出生順位の影響

本調査では、2 時間の吸乳量が 50g に満たない子豚が 8 腹 72 頭中 6 頭(8.3%)見られた。この中には生時体重が 1,000g 未満の子豚が 2 頭(874g および 957g、いずれも母豚番号 8 の子豚)含まれていたが、これら 6 頭の平均生時体重は 1,340.7g であった。1,000g 未満の個体を除いた残り 4 頭(1,264g ~1,794g)は吸乳量が比較的少なかった。理由として出生順位の遅いことが考えられた。すなわち、これら 4 頭のうち出生順位が 6 番目のものが 1 頭で、他の 3 頭はすべて 10 番目以降に生まれた個体であった。

そこで、生時体重 1,000g 未満の子豚を除いて、吸乳開始から 30 分ごとの吸乳量を比較した。生時体重を揃える目的で、出生順位の最初から 3 番目までに生まれた子豚(n=20、平均生時体重 1,427.1g)と 4 番目以降に生まれた子豚(n=36、平均生時体重 1,423.6g)の吸乳量を比較したところ、先に生まれた子豚の 2 時間量が 86.9 ± 18.8 g、遅く生まれた子豚は 74.6 ± 24.6 と、早く生まれた子豚が 10g 以上多かったものの有意な差ではなかった(図 11)。そこで 7 頭以上の産子が得られた 6 腹だけについて、出生順位が 6 番目までの子豚(n=20、平均生時体重 1,408.3g)および 7 番目以降に生まれた子豚(n=25、平均生時体重 1,412.8g)の吸乳量を比較したが、それぞれ 85.6 ± 21.4 g および 76.3 ± 23.4 g で有意差はなかった。生時体重はほぼ同様であっても、早く生まれた子豚の吸乳量がわずかに多い傾向が見られたことと、分娩後の時間経過に伴う免疫物質の減少^{1,38)}が考えられることから、競合する子豚が少ない段階

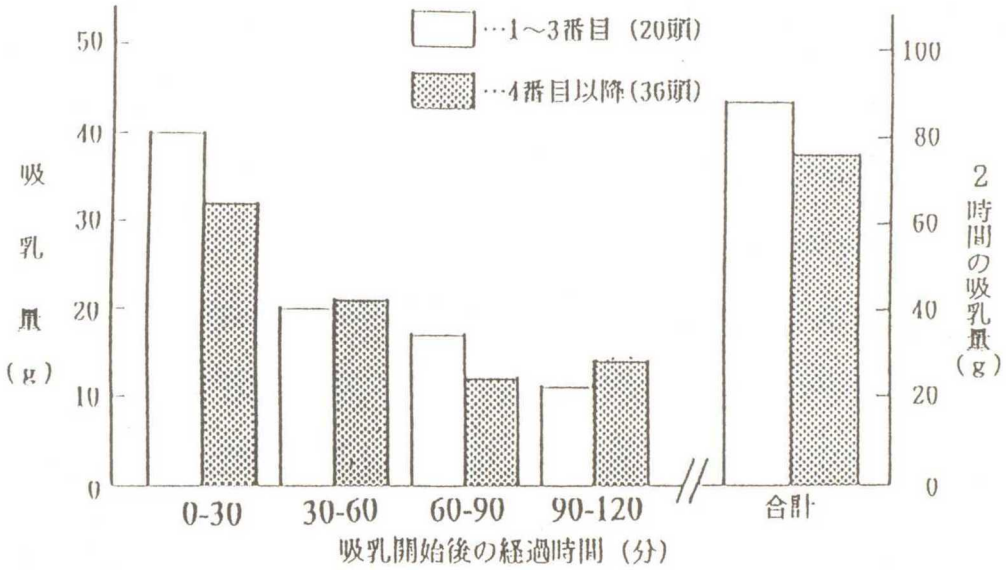


図 1 1 出生順位別吸乳量
(生時体重 1.0 k g 未満除く, n = 56)

で活発に吸乳行動をする子豚が数頭先行した場合には、それ以降に生まれる子豚の条件は不利になることも考えられた。

第2章のまとめ

第1節では、5腹43頭の子豚を供試し、個体ごとに固有の時間で吸乳開始後24時間まで、60分間隔の吸乳量を求めた。子豚の吸乳様式を見ると、最初の1時間における吸乳量が平均 36.5 ± 23.8 gと最も多く、吸乳可能になると同時に、子豚はできるだけ多くの初乳を摂取しているものと思われた。

24時間における子豚1頭あたりの総吸乳量は 350.9 ± 114.6 gであったが、母豚間および子豚間の個体別吸乳量には大きなばらつきが確認された。その要因として、生時体重の相違に加えて出生順位の関与が示唆され、生時体重が重い子豚および出生順位の早い子豚が、より多く吸乳する傾向が見られた。

生後24時間までの吸乳量では、最初の1時間の吸乳量が最も多かったことから、第2節では、さらに詳細を知るために、8腹72頭の子豚を供試し、各子豚固有の時間で吸乳開始から2時間までの吸乳量を10分間隔で測定した。その結果、吸乳開始後2時間までの吸乳量においても、開始直後10分間あたりの吸乳量が 19.4 ± 13.0 g/頭と、その後に比較して明らかに多いことが認められた。

このことから、出生後の子豚は吸乳が可能になると同時にできるだけ多くの初乳を摂取することが確認され、体温の維持および母子免疫の獲得など重要な時期に合理的な吸乳行動をしていることが認められた。

吸乳量に及ぼす影響を、産子数、生時体重および出生順位との関係から見た結果、産子数の違いによる子豚1頭あたりの差は比較的小さかった。また、生時体重は重い方がより吸乳量が多かったものの、軽い子豚も必要量の吸乳ができていたものと思われた。また生時体重は同様でも、出生順位が早い子豚の吸乳量はわずかに多くなる傾向が認められたが、母豚が間欠授乳を始める前の、

子豚の teat order がまだ決まっていないこの段階では、子豚はそれぞれの活力に応じて自由に吸乳行動が継続できるため、比較的平等な吸乳のチャンスが与えられていることが認められた。

しかし以上のような結果から、吸乳開始後 2 時間あたりの吸乳量は、多い方から①生時体重が重く、先に生まれた子豚、②生時体重が重く後から生まれた子豚、③生時体重が軽く先に生まれた子豚、④生時体重が軽く後から生まれた子豚の順になることが確認された。したがって④のように不利な条件の重なった産子に対しては、先に吸乳できた子豚を一時的に保温箱に収容するなどの配慮が必要である。吸乳開始後の子豚は、比較的短時間で必要な量の初乳を摂取するという吸乳様式が認められたことから、このような対策は効果的な実行が可能である。

第3章 出生から吸乳に至る子豚および母豚の行動

豚では、母親が出生直後の子豚をなめるなどの行動は見られず、他の家畜と比較して、分娩後の母子間の絆が希薄であるといわれる¹⁶⁾。しかし、子豚は生理的に未熟な状態で生まれることから、出生後できるだけ早く母乳を摂取する必要があることは、第1章で述べた。他の家畜にはない生理的な特徴を有している豚に関して、特に出生時の母乳摂取に至る一連の行動パターンを把握して、子豚たちの生存をかけた行動戦略を明らかにすることは興味深いことと思われる。その結果、思いがけない母子の相互関係が、豚においても認められる可能性がある。

そこで本章では、出生後吸乳に至るまでの子豚の行動観察から、吸乳の成功に対して直接に、あるいは母豚を介して間接的に作用すると思われる行動を見出し、実験的な確認も加えて各行動の吸乳行動としての意義について検討した。

第1節 子豚における出生後の乳頭探索行動

始めに、子豚が出生後必ずたどらなければならない、吸乳に至る行動の流れと、それぞれの局面で見られる、母子の行動的係わり合いについて調査した。

材料および方法

供試動物および飼育環境：供試動物として、ランドレース種×大ヨークシャー種の母豚4腹およびそれらから得られた27頭の雑種子豚を用いた。供試母豚は分娩予定の5～7日前に空調分娩室(3.5m×3.3m、分娩柵使用)に搬入し、分娩当日は、室温を $25.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ とした。敷料として約10cmの長さに切断した乾燥イナワラを使用した。

出生子豚の処置：分娩は無看護分娩とし、出生後吸乳を開始するまでの間、羊水のふき取り、臍帯処理、体重測定および犬歯の切除などは行わなかった。

行動の記録：子豚の娩出と同時に、ストップウォッチによる時間の計測を開

始し、すべて目視によって観察し行動を記録した。なお、供試豚は生時体重が 1,000 g 以上のものだけとした。

結果および考察

1) 出生から吸乳開始までの子豚の行動と経過時間

出生から吸乳開始までの主な行動と、それぞれの行動に至るまでの時間を、出生からの経過時間として表 4 に示した。娩出時から経時的に記述すると、横臥状態で娩出した子豚は腹臥姿勢になる (0.7 分)。ついで前肢だけで胸部を床から持ち上げ犬座様姿勢となり (0.9 分)、この姿勢のままに母豚への接触を開始する (1.3 分)。後肢も伴い四肢で起立 (1.9 分) すると行動は一層活発となり、娩出時におよそ 70% の子豚で見られた、母豚と接続していた臍帯が切断する (4.0 分)。その後、母豚の臀部から後肢の方向へ向かった子豚は、後肢を乗り越え、間をくぐりあるいは迂回して乳房へ到達接触した (5.1 分)。乳頭へ接触 (11.6 分) してもすぐには吸乳できず、口にくわえた乳頭を吸引したのは出生から平均 16.6 分後であった。なお、母豚の背部から頭部を迂回して乳房へ至る子豚がまれに見られることがあるが、本観察においては皆無であった。

半数以上の子豚は、出生後 20 分以内に自力で吸乳ができるといわれる⁴⁴⁾が、本調査においても、母豚からの見かけ上の助力なしに、出生から 17 分程度で吸乳することができた。出生後の直腸温の推移を見ると (第 1 章、第 1 節)、温暖環境では生後 20 分まで直腸温が下降を継続し、その後回復上昇に転じている。このような直腸温の回復傾向は、吸乳していない子豚でも同様であったことから、生後 20 分程度経過した時点から、内因性のエネルギー源の利用が活発になることを示しているものと思われ、吸乳によるエネルギーの補給が必要とされる時間でもあると考えられた。

表 4 無看護分娩子豚における出生後の主な行動
および出生から行動開始までの所要時間

n=27 (4 腹)	
行 動	出生からの所要時間 (分)
出 生	0.0
↓	
腹 臥	0.7 ± 0.5
↓	
前肢が起立	0.9 ± 0.5
↓	
母豚へ接触	1.3 ± 0.6
↓	
四肢で起立	1.9 ± 0.8
↓	
臍帯が切断	4.0 ± 2.4
↓	
乳房へ接触	5.1 ± 2.6
↓	
乳頭へ接触	11.6 ± 5.5
↓	
乳頭を吸引	16.6 ± 9.3

平均±標準偏差

2) 子豚による母豚に対する刺激

他の家畜と異なり未熟な点を有する子豚が、このように出生から 17 分程度の比較的短時間で吸乳を開始したことから、むしろ生理的な未熟性ゆえに、吸乳に向けて合理的に定型化された行動が備わっているものと考えられた。

そこで、生後吸乳するまでの子豚による、母豚乳頭の探索行動に注目して、行動の種類とそれに対する母豚の行動的反応を観察し、吸乳に向けた母子の相互関連行動を見いだそうとした。

a) 母豚への接触

鳥類において特に顕著な刷り込みの現象は、哺乳類でも認められる場合があるといわれる³¹⁾。子豚では、生後最初に母豚に接触しなければ、その後母豚への誘導が難しくなるなどの、いわゆる修正不可能な刷り込み現象は観察されない。しかし分娩看護で娩出子豚の羊水拭き取りなどをした場合、子豚が取り扱い作業者の方向へと移動することがしばしば観察される。

子豚は出生後、後肢に先立ち前肢が活発になることから、生まれ落ちた位置で、前肢を立てた犬座姿勢となり、臀部を中心に前肢だけで回転運動をすることが観察された(図 12)。このことは、出生時に臍帯が切れた場合でも、母豚から遠ざかることなく全方向を探索できることを示しており、必然的に最初に母豚に接触することを可能にする。

また、およそ 70%の、臍帯が切れずに出生した子豚は(図 13)、母豚と物理的に連結しており行動範囲が限定されることから、母豚との接触はより容易になるものと思われる。子豚の母豚乳房部への到達過程は、母豚の体表面を接触しつつ辿って行くことで行われた。

b) 鼻先によるつつき行動

母豚への接触行動をさらに観察すると連続的な接触移動ではなく、活発な鼻によるつつき行動をしながら移動していた。試みに、生まれてから吸乳に至るまでに母豚をつついた回数を数えた例では平均 433.8 回(231 回～620 回の範



図 1 2 出生直後、犬座様姿勢で母豚へ接触



図 1 3 臍帯による母豚との接続

囲、吸乳開始までの所要時間 9 分～24 分、n=4) であった。

このような数多いつき行動の継続は吸乳が開始された後には見られないことから、これは乳頭探索行動において特異的な行動であると考えられた。

c) 口の開閉行動

上記 b) のつき行動に伴い、子豚は口の周辺に対する接触刺激に対して大きく口を開けて反応した。すなわち母豚のあらゆる部位において、子豚は何かをくわえようとするような口の開閉をくり返す。具体的な動作はむしろ、何かを口の中に入れようとするように見えることから、この行動は乳頭のくわえ込みに直結する重要な行動であると思われた。しかしこの行動はヒトの手指など、乳頭部位以外に対しても行われることから、まだ学習の機会がない段階で、完了行動をうながすもの（例えば母乳が口に入るなど）に遭遇するまで繰り返される生得的行動であると考えられた。

d) もぐり込み行動

顔面が軽く挟まれた状態になると子豚は狭いところへもぐり込むように前進した。実験者が両手のひらで子豚の顔面を挟むようにして、出生直後から 172 時間後まで調べた結果を表 5 に示した。

出生直後では調査した全ての子豚にもぐりこみ行動が発現し (n=10)、その後次第にこの行動を示す個体が減少した。生後 6 時間では 54% の発現率となり (n=13)、144 時間齢以降はまったく見られなくなった。

この行動は、吸乳ができた後も比較的長く見られたことから、出生直後子豚が乳房部へ到達するまでの、母豚の両後肢の間をくぐり抜ける場合などに有効であるだけでなく、吸乳開始後は、兄弟子豚の間や横臥した母豚の下側乳房と床との間から乳頭を口にする場合にも有効な行動と考えられた。

e) 突起物のくわえ込みと吸引

乳頭吸引前の探索時に、母豚の外陰部の突起部分を吸引する子豚を頻繁に見かけるが、前記の口開け行動により、突起物が口に触れると子豚は積極的にそ

表 5 乳頭探索行動の発現頻度

時 間 齢	調査頭数	もぐり込み	くわえ込み	吸 引
出生直後	10	10 (100.0)	9 (90.0)	9 (90.0)
1	13	11 (84.6)	2 (15.4)	7 (53.8)
3	13	10 (76.9)	8 (61.5)	0 (0.0)
6	13	7 (53.8)	5 (38.5)	1 (7.7)
12	12	5 (41.7)	1 (8.3)	0 (0.0)
24	12	9 (75.0)	1 (8.3)	0 (0.0)
48	11	5 (45.5)	0 (0.0)	0 (0.0)
72	11	5 (45.5)	0 (0.0)	0 (0.0)
96	6	1 (16.7)	0 (0.0)	0 (0.0)
120	6	1 (16.7)	0 (0.0)	0 (0.0)
144	6	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
172	6	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)

頭 数 (%)

れを口の中にくわえ込む。

この行動は、実験をする者が子豚の口の周辺に手の指を触れて接触刺激を与え、それに対して自発的に指を口の中に入れるか否か、およびくわえた指を吸引するか否かで調べた。

その結果、出生直後では 10 頭中 9 頭の子豚においてくわえ込みおよび吸引の両行動が見られた。そしてこれらの行動は、それぞれ生後 12 時間および 3 時間でほぼ消失した（表 5）。実際に吸乳ができた後は、ヒトの手指を吸引する行動が急速に消失することから、吸乳に向けた、目的の明白な行動であることが認められた。

第 2 節 子豚の行動に対する母豚の反応

乳頭探索のため子豚は積極的に母豚への接触を繰り返す、これらの接触刺激に対して母豚は、明瞭な行動的反応を示す。ここでは子豚の行動的な働きかけ（子豚から与えられる刺激）に対して母豚が示す特異的な反応について、その特徴および子豚の乳頭探索行動に関連する意義について調べた。

さらに子豚の吸乳を容易にしている母豚独自の行動、姿勢およびその他の現象についても検討した。

1. 子豚の接触刺激に対する母豚の後肢引き寄せ行動

子豚の乳頭探索行動を観察している中で、子豚の接触に対して母豚が反射的に後肢を腹部へ強く引き寄せて反応することが認められた（図 14）。

母豚によるこの行動により、まだ歩行が完全とはいえない子豚にとって、乳房部へ到達する際の大きな障壁と思われる横臥した母豚の後肢が、乗り越えの比較的容易な高さになる。これらのことは、子豚の生得的な行動が母豚への刺激となり、それが母豚に特異的な行動反応を起こさせる、という母子の相互関連行動と考えられるので、その確認を試みた。

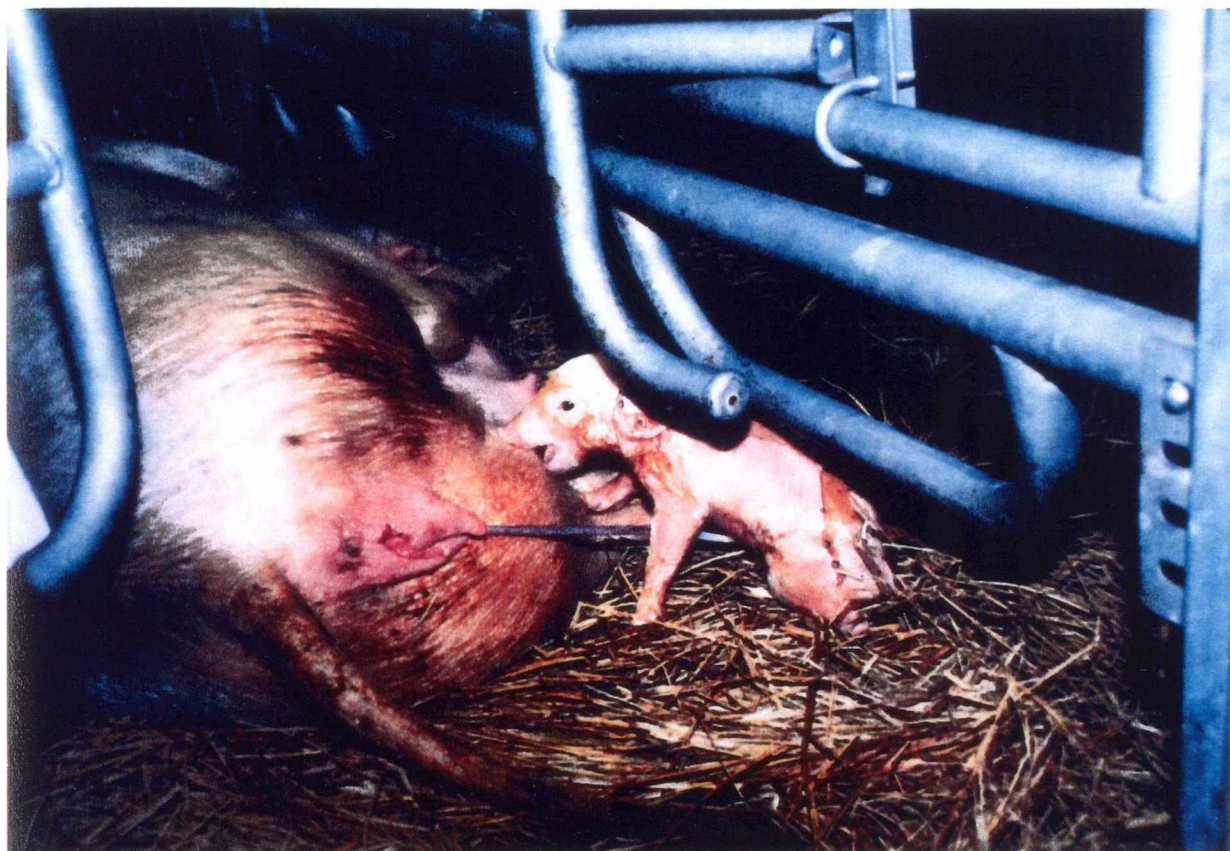


図 1 4 子豚のつつき刺激に対する母豚の後肢引き寄せ行動

材料および方法

供試動物：実験には、ランドレース種×大ヨークシャー種母豚 10 頭、およびそれらから生産された雑種子豚 83 頭、およびランドレース種成雄豚 2 頭を用いた。

飼育環境および分娩看護：分娩柵を用い、室温を $25 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ とした空調分娩室内において観察した。出生時、体膜に覆われたままの子豚および仮死状態の子豚は蘇生のための看護をして観察対象から除外し、それ以外は無看護とした。2 頭の雄豚については空調室を使用せず、通常の飼育条件下で観察した。

観察および実験項目：1) 子豚の母豚に対する接触行動とそれに対する母豚の特異的行動の観察。

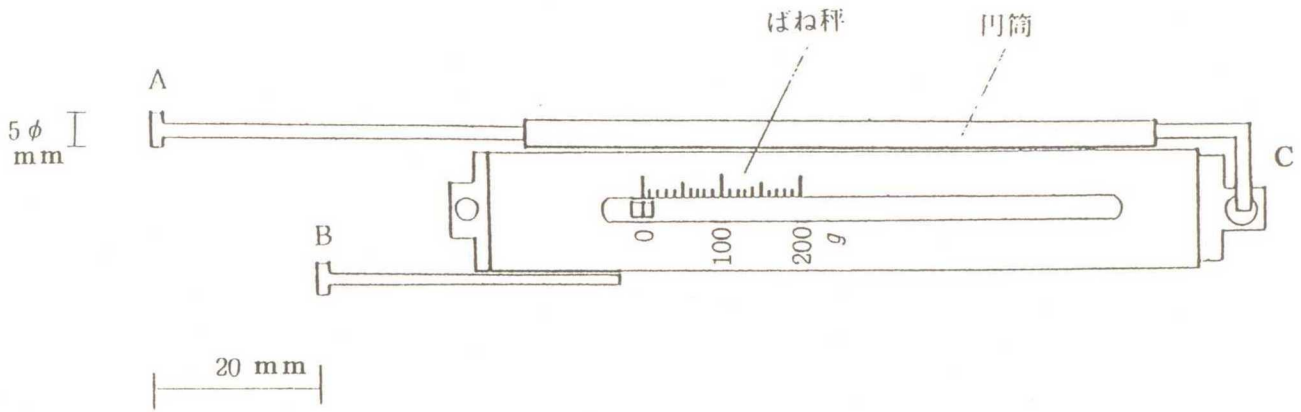
出生直後における子豚と母豚相互の行動を目視により観察記録した。また子豚の乳頭探索との関連性について検討した。

2) 分娩時とその前後および泌乳の前後における母豚の後肢引き寄せ反応の特異性に関する検討。

子豚のつつき行動に類似した接触刺激を人為的に母豚に与え、また雄や子豚に対しても同様な刺激を与えて、同じような反応が見られるか否かを観察した。なお、接触刺激を与えるに先だち、子豚の鼻先によるつつき行動の強さを測定して、母豚の後肢引き寄せ反応を起こさせるに足る強さを確認した。子豚の鼻によるつつきの強さは、母豚の皮膚の柔らかさを測定する目的で自作した、ばね秤を応用した器具（図 15）によって測定した。刺激部位への接触は、刺激の強さを一定にするため、11.8cm の長さにした外径 1.2cm、厚さ 0.3cm のゴム製チューブを、90 度に曲げて、刺激部位へ当てることによって行った。この場合、刺激部位へ当たる強さは、150～250 g となった。

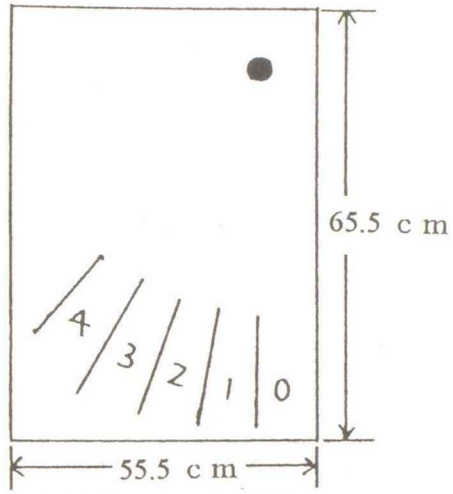
3) 刺激部位による後肢引き寄せ反応の強さの測定。

後肢を腹部へ引き寄せる程度には個体差があり、また分娩の前後で異なるため、同一条件の刺激を与えて測定した。測定は図 16-1～3 のように行った。透

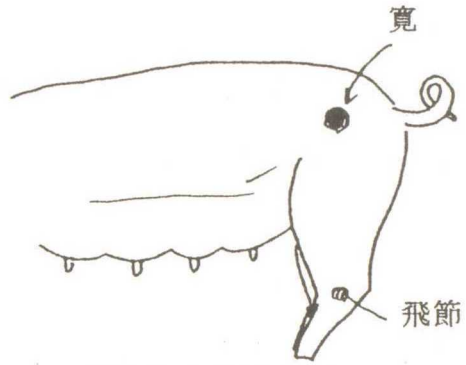


A 点を測定する皮膚の表面におしつけ、B 点が皮膚に接した時のばね秤の目盛を読んだ

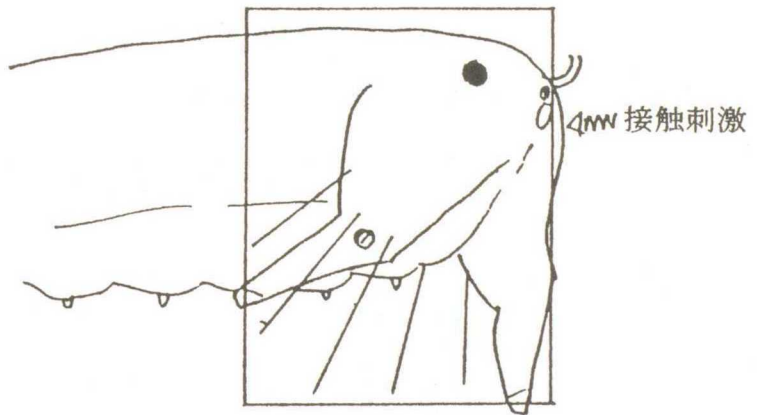
図 15 ばね秤を用いた柔らかさ測定器



16-1 後肢引き寄せ測定板
(透明アクリル板)



16-2 横臥時の母豚の
寛と飛節の位置



16-3 後肢引き寄せ行動の測定

図 1 6 後肢引き寄せ行動の測定

明なアクリル板 (65.5×55.5cm) につけた印を中心として 10 度ごとの角度で線を引いた。アクリル板の目盛りの中心を、横臥した母豚の寛部に重ねて母豚の上に置き (実際には分娩柵上部の横棒の上に置いた)、刺激を加えたときに、寛結節を中心にして引き寄せた母豚の後肢が止まった時の飛節の位置を記録した。またその位置を 10 度の角度ごとに 0 から 4 までの 5 段階に配点した。

4) 母豚の後肢引き寄せ反応の相違が、子豚の乳房到達までの所要時間におよぼす影響についての検討。

結果および考察

1) 子豚のつつき行動とそれに対する母豚の特異的反応

母豚の外陰部、臀部および内腿部分への子豚のつつき行動に対し、横臥姿勢の母豚は、上方の後肢を腹部へ強く引き寄せる (図 14)。子豚による母豚への接触方法は、前述のように、不連続に鼻先で突き上げる様につついて行れる。それらのうち、刺激となる強さのつつき行動に対して、母豚は反射的に後肢を腹部へ引き寄せる。その結果、左右の後肢に隠されていた母豚の乳房部および最後部の乳頭は、子豚が接触しやすい位置に露出する。子豚のつつきの強さは平均 200 g (50 g から 400 g の範囲、n=10) であり、母豚の後肢引き寄せ反応を起こさせるには、150 g 以上の強さが必要であった。

2) 母豚の後肢引き寄せ反応の特異性

母豚による後肢引き寄せの行動が、子豚の乳頭探索行動に及ぼす意義を考える場合、この行動が分娩時の母豚において特異的であるか否かを知る必要があると思われたことから、次のようないくつかの事柄について調べた。

a) 雄豚や子豚における後肢引き寄せ反応

ランドレース種成雄豚 2 頭、および雑種子豚 40 頭について、母豚の場合と

同様の方法で接触刺激を与えて反応を観察した。刺激は横臥時の外陰部あるいは陰囊の周辺とした。

その結果、雄豚、子豚いずれにおいても全個体で後肢引き寄せ反応が観察された。またこれらについては、引き寄せ反応の強さを測定していないものの、反応の強さには個体差が見られた。後肢引き寄せ反応は母豚だけに見られる現象ではなく、性別や年齢を問わず、豚の生得的反応であることが認められた。

b) 母豚における分娩前後の後肢引き寄せ反応

どの豚にも後肢引き寄せ反応が備わっていることから、母豚におけるそれは分娩の前後で異なるかどうかを調べた。6頭の母豚を供試し、分娩7日前から7日後まで毎日測定した。刺激を加える部位は、最も反応の強かった外陰部周辺とした。その結果、方法で述べた5段階配点により評価した後肢引き寄せ反応の強さは、分娩前7日間の平均が1.4、分娩後7日間の平均が1.2であった。それに対し、分娩中は平均2.4と分娩前後に比較し分娩時はその程度が高まった(表6)。また分娩の2日および3日前から急に反応が強まることが認められたことから、この反応の高まりは、乳汁の分泌開始など分娩や泌乳に伴う生理的变化との関連性が強く示唆された。

c) 母豚における泌乳前後の後肢引き寄せ反応

雑種母豚3頭を用い、分娩1日後から14日後まで毎日、泌乳の前後における母豚の後肢引き寄せ反応の強さを測定した。外陰部の横を刺激した結果で見ると、泌乳直前では 2.2 ± 1.0 、泌乳終了直後は 1.0 ± 0.9 であり、両者間の反応の強さには有意($p < 0.001$)な差が認められた(表7)。泌乳の起こっているときに強く引き寄せられる後肢は、授乳終了の15分後にはまったく刺激に反応しなくなり、30分後、45分後と次回の哺乳が近づくにつれ、再び反応が強くなることが認められた(図17)。このように分娩後の母豚の泌乳期において

表6 分娩時および分娩前後における
後肢引き寄せ行動の強さ

(n = 6)

分娩期	日齢	引き寄せの強さ
分娩前	7	0.3 ± 0.5
	6	0.0
	5	1.0 ± 1.7
	4	0.7 ± 1.1
	3	2.0 ± 1.6
	2	2.0 ± 1.9
	1	1.3 ± 1.5
分娩中	直前	2.3 ± 1.7
	前期	1.8 ± 1.1
	中期	1.7 ± 1.5
	後期	2.3 ± 1.2
	直後	1.5 ± 1.7
分娩後	1	1.0 ± 1.4
	2	0.4 ± 0.9
	3	1.0 ± 1.4
	4	1.2 ± 1.3
	5	1.3 ± 1.5
	6	1.2 ± 1.3
	7	1.0 ± 1.3

平均±標準偏差

強さは0から40度まで10度の角度ごとに5段階で評価

表7 泌乳前後における後肢引き寄せの強さ

(n = 3)			
部 位	泌乳前後	引き寄せの強さ	有意差
尾根	前	1.4 ± 1.3	
	後	0.4 ± 0.8	**
肛門横	前	1.4 ± 1.1	
	後	0.5 ± 1.0	***
外陰部横	前	2.2 ± 1.1	
	後	1.0 ± 0.9	***
外陰部下	前	1.0 ± 1.4	
	後	0.1 ± 0.4	ns
上腿	前	1.8 ± 1.2	
	後	0.5 ± 1.2	**
下腿	前	1.9 ± 1.2	
	後	0.2 ± 0.6	***
全部位平均	前	1.7 ± 1.2	
	後	0.6 ± 0.9	***

平均±標準偏差

強さは0から40度まで10度の角度ごとに5段階で評価

:(p < 0.01)、* : (p < 0.001)、ns : 有意差なし

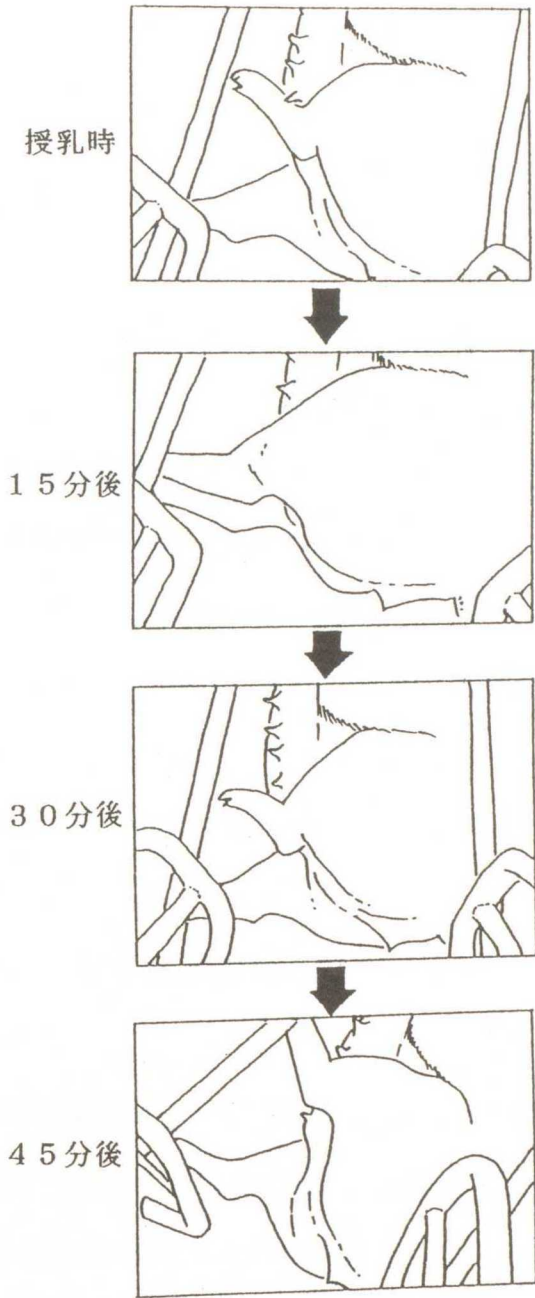


図17 授乳および授乳後の後肢引き寄せ

は、授乳の周期に同調して反応の強さが変化することが認められた。したがって横臥母豚の後肢引き寄せ反応は、分娩時だけではなくその後の子豚哺育にとっても何らかの影響を及ぼすことが考えられた。

3) 子豚が集中的に接触する母豚の部位および接触部位による母豚の後肢引き寄せ反応の強さの相違

子豚が吸乳を開始するまでに接触した母豚の部位を見ると、外陰部と腿の内側および後部乳房の 3 部位におけるつつき行動がおよそ 49% を占め、生まれ落ちた部位から内腿および乳房部に至る比較的狭い部位の経路上で、子豚は積極的に母豚に対する接触を試みていることがうかがわれた。

また、接触刺激に対する母豚の反応の強さは接触される部位により異なった。臀部から腿にかけて 29ヶ所を刺激した結果、尾根・肛門・外陰部の上の部分（母豚が右上で横臥している場合は右側）および外陰部直下（左右腿の境界部の外陰部に近い部分）（図 18）が刺激に対して最も反応が強かった。

4) 母豚の後肢引き寄せ行動が子豚の乳頭探索行動に及ぼす影響

a) 横臥母豚における後肢の高さ

出生直後の子豚が、母豚の外陰部付近から乳房部へ到達する経路には、途中に横たわる母豚の後肢がある。子豚はこれを迂回する場合もあるが、多くは重ねた左右の後肢の間にもぐり込むかあるいは乗り越えることになる。また横臥した状態で上方の後肢を、下方後肢の前方あるいは後方へ交差するように下ろしている状態（図 19 の I および II）では、子豚のもぐり込む間隙がなくなる。子豚のつつき刺激で、母豚の上方後肢が腹部へ引き寄せられることにより、子豚が乗り越えるべき母豚の後肢は下側の片方だけとなり（図 19 の IV）、その高さはより乗り越えやすいものになるはずである。

そこで、横臥した母豚の後肢数カ所について床からの高さを測定した（表 8、

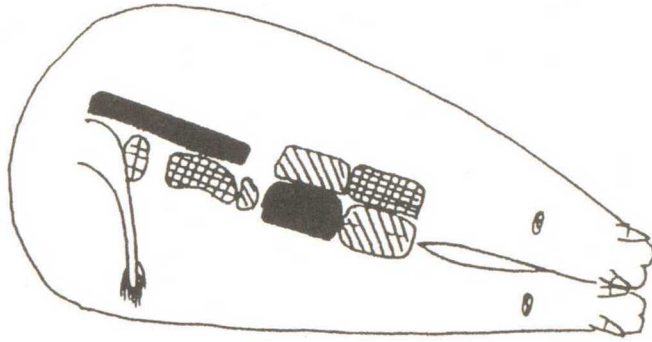


図 1 8 刺激部位による後肢引き寄せの強さの違い

- : 2.7以上
- ▨ : 2.3~2.5
- ▩ : 1.2

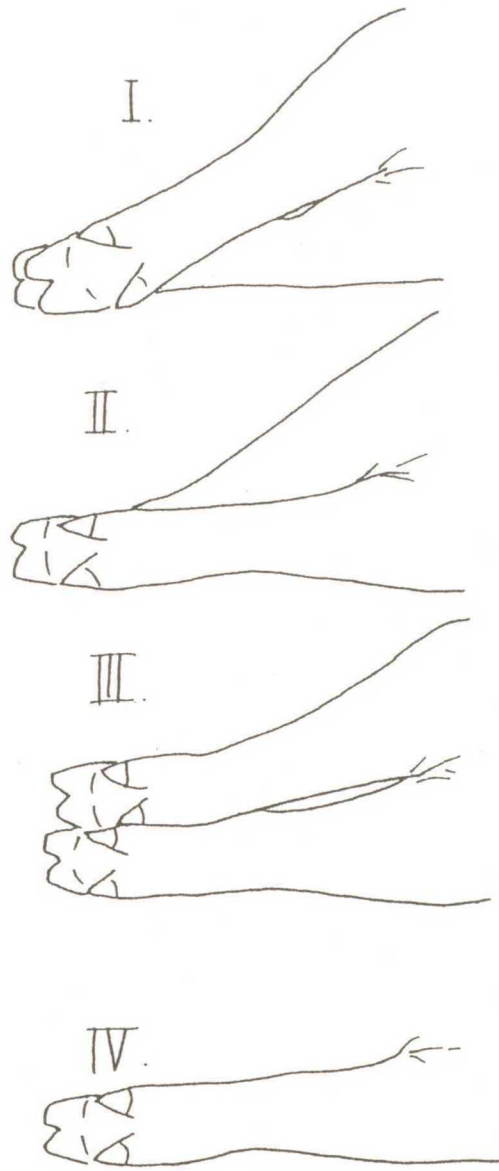


図 1 9 横臥時の母豚後肢を後方から見た様子
(IVは上方後肢を腹部へ引き寄せた場合)

表 8 後肢の測定個所による高さの違い (c m)
(母豚 1 頭について)

	測定個所					
	①	②	③	④	⑤	⑥
I	7.2	10.0	11.5	13.7	16.4	20.8
II	7.0	8.9	11.1	13.3	15.7	21.4
III	12.9	14.5	14.6	16.5	17.8	22.2
IV	6.6	7.8	7.5	8.3	8.2	9.9

(I ~ IV は図 19 に対応、 ① ~ ⑥ は図 20 に対応)

図 20)。表 8 より、両後肢が重なっている場合は平均 16.4cm に対し、片方だけでは 8.1cm とおよそ 1/2 の高さであった。また、両後肢が重なった場合は足先から腿部へと次第に高さが増すのに対して、片足の場合は位置による高さの違いが小さくなることが認められ、この点も子豚の乳頭探索に有利に作用するものと考えられた。

b) 出生子豚が乳房到達に要する時間

母豚が後肢を腹部へ引き寄せることにより、子豚が乗り越える際の高さが減ずることは、実際に子豚の乳房到達に有利に作用しているか否かを調べた。

後肢引き寄せ反応が強く 3 から 4 を示した母豚 2 腹および 0 から 1 と反応の弱い 2 腹を用いて、それぞれ出生直後の子豚が乳房部へ到達するまでの時間を測定した (表 9)。その結果、引き寄せ反応の強い 2 腹 (子豚数 12 頭) においては出生後平均 6.0 ± 4.4 分で乳房へ接触したのに対して、反応の弱い 2 腹 (子豚数 18 頭) の平均は 13.3 ± 7.9 分と、両者の乳房到達時間にはおよそ 7.3 分の差が見られ、後肢引き寄せ反応の強い腹の子豚が有意 ($p < 0.01$) に早く乳房部へ到達した。さらに、横臥状態で上側の後肢を強く腹部へ引き寄せると、母豚の下側の乳頭がわずかに床から持ち上げられることが観察されたことから、このことも子豚による乳頭のくわえ込みを容易にするものと思われた。

2. 分娩中の母豚におけるその他の反応

母豚には、子豚の刺激に対する反応とは別に、乳頭探索を助長すると考えられる母豚独自のいくつかの特徴的な行動が認められた。

1) 前後肢の乳房部への掻きこみ

分娩中の母豚は、前肢と後肢を頻繁に乳房部へと掻きこむ動作を繰り返すことが認められる。この際、肢の近くに位置する子豚は、あたかも蹴り飛ばされ

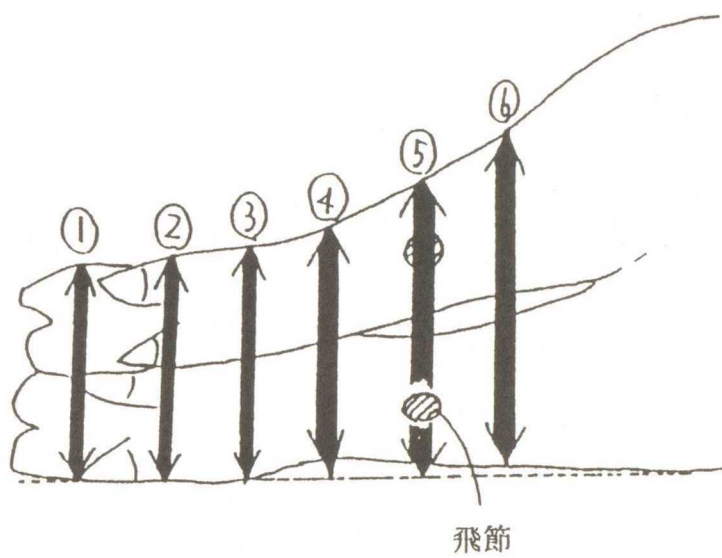


図 2 0 後肢の高さ測定個所

表9 後肢引き寄せの強さと乳房到達までの時間 (分)

(n = 4)			
反応の強い腹		反応の弱い腹	
母豚A (9)	母豚B (3)	母豚C (9)	母豚D (9)
6.3 ± 5.1	5.0 ± 1.0	15.1 ± 8.7	11.6 ± 7.0
2腹平均	6.0 ± 4.4	**	13.3 ± 7.9

平均±標準偏差

各母豚の () 内の数値は供試子豚数

** : p < 0.01

るような結果になる場合もあるが、それによって子豚が肢の付近を避けることは認められず、子豚は乳房部へ押しやられることから、乳頭探索にとってこの行動は有利に働くものと考えられた。

2) 分娩中の横臥姿勢

分娩中一時的に起立する母豚や、頻繁に寝起きを繰り返す母豚もまれに見られるが、基本的に母豚は分娩開始直前から終了後しばらくの間、横臥姿勢をとり続ける^{7, 15)}。

豚の授乳は他の家畜と異なり、横臥姿勢で行われるため、このことは歩行が確実とは言えない出生直後の子豚にとっては非常に重要である。子豚の損耗の多くは生後ごく早い時期に集中するが、この中には分娩から分娩後にかけて横臥姿勢を中断する母豚による子豚の圧死も含まれるものと思われる。

3) 乳汁排出の継続

乳頭探索中の子豚は、突起物があればそれをくわえ込み吸引する。吸乳の前に乳頭を口に入れるためには、乳房部に突起物としての乳頭の存在が必須である。分娩時およびその後数時間における母豚は、いつでも乳が出る状態にあるため、たとえ偶然であっても乳頭を口にした場合、吸引すると直ちに乳が出る。また乳汁を口にすることにより、子豚は母豚の乳頭を明確に認識し、乳頭探索の行動は完了することが認められた。数度の吸引を試みても吸乳ができない場合は、さらに探索行動が長引くことになり、その程度によっては体力の消耗あるいは行動継続の動機付けが弱まることから、吸乳行動の活力低下さらには行動の中止を招く恐れがある。したがってその後、およそ1時間間隔の間欠泌乳に切り替わる母豚が、分娩開始から数時間は常時泌乳していることも、子豚の生後できるだけ早期の吸乳にとって重要な要素であると考えられた。

第3節 乳頭へ向かう子豚がたどる経路に備わった母豚側の特徴

子豚による出生直後の行動は、吸乳することに向けた行動だけに限られているようにも思える。また、吸乳を実現するには母豚から離れないことが条件となり、その上、出生後の移動の方向も母豚の背側ではなく、乳房部へ向かわなければならない。横臥した母豚の背の方を回って乳房へ到達するものはごく少数であり、また背に向かった場合は途中から引き返す子豚が多い（図 21）。

さらに吸乳に成功するまで、これらの行動を活発に継続することも必要不可欠である。これらのことから、母豚には子豚を乳房の方へと引きつけ、さらに乳頭探索の行動を活発化する、なんらかの特性が備わっているものと考えられた。すなわち、母豚側に備わっている鍵刺激⁴⁷⁾が子豚に与えられなければ、子豚の乳頭探索行動が引き出されないことになるものと考えられる。

そこで子豚の行動に与える母豚側の要因として、1) 母豚乳房部の皮膚温度、2) 乳房部の柔らかさ、および 3) 皮毛の状態を調べた。

材料および方法

供試動物：実験には、ランドレース種 3 頭およびランドレース種×ハンプシャー種 1 頭の計 4 頭の母豚を用いた。

飼育環境：室温を $25 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ に設定した空調分娩室で、分娩中の母豚について測定した。皮膚温の測定時には、分娩柵の測定する側の柵を取り外した。

1) 皮膚温度の測定：サーミスター皮膚温用センサー (SHIBAURA DP) を用いて行った。同時にサーモグラフにより、乳房部および子豚が生後たどる部位における皮膚温度の分布を確認した。用いたサーモグラフィ（放射型温度計）は、カメラ部（サーモビューア、日本電子 JTG-3200）、表示カラーモニター (TG-CMD)、記録データレコーダー (TG-DRA)、処理ソフトウェア (TG-SWA・TG-SWB)、コンピューター (NEC PC9800) から構成されていた。



図 2 1 母豚の背部から引き返す子豚

2) 柔らかさの測定：分娩中の母豚4頭について皮膚の柔らかさを測定した。測定器具は、前述の図15のようにバネ秤を応用して製作した³⁴⁾。図の秤量部C点に連結した可動のA点を、測定する皮膚の表面に押し付け、本体に固定されたB点が皮膚に接したときのバネ秤の目盛りを読み、母豚の背部における値を100とした時の各部位における相対値で表した。

3) 皮毛の状態：出生後子豚が乳房部へ移動する経路を中心に、4頭の母豚について皮毛の密度と長さを測定した。1cm間隔で糸を張った5×5cmのコドラートによりその区域内にある毛の本数を数え、1cm²あたりに換算した。なお、同一部位につき位置を変えて1個体あたり10回測定し、平均値をその個体の値とした。

結果および考察

1) 乳房部の皮膚温度

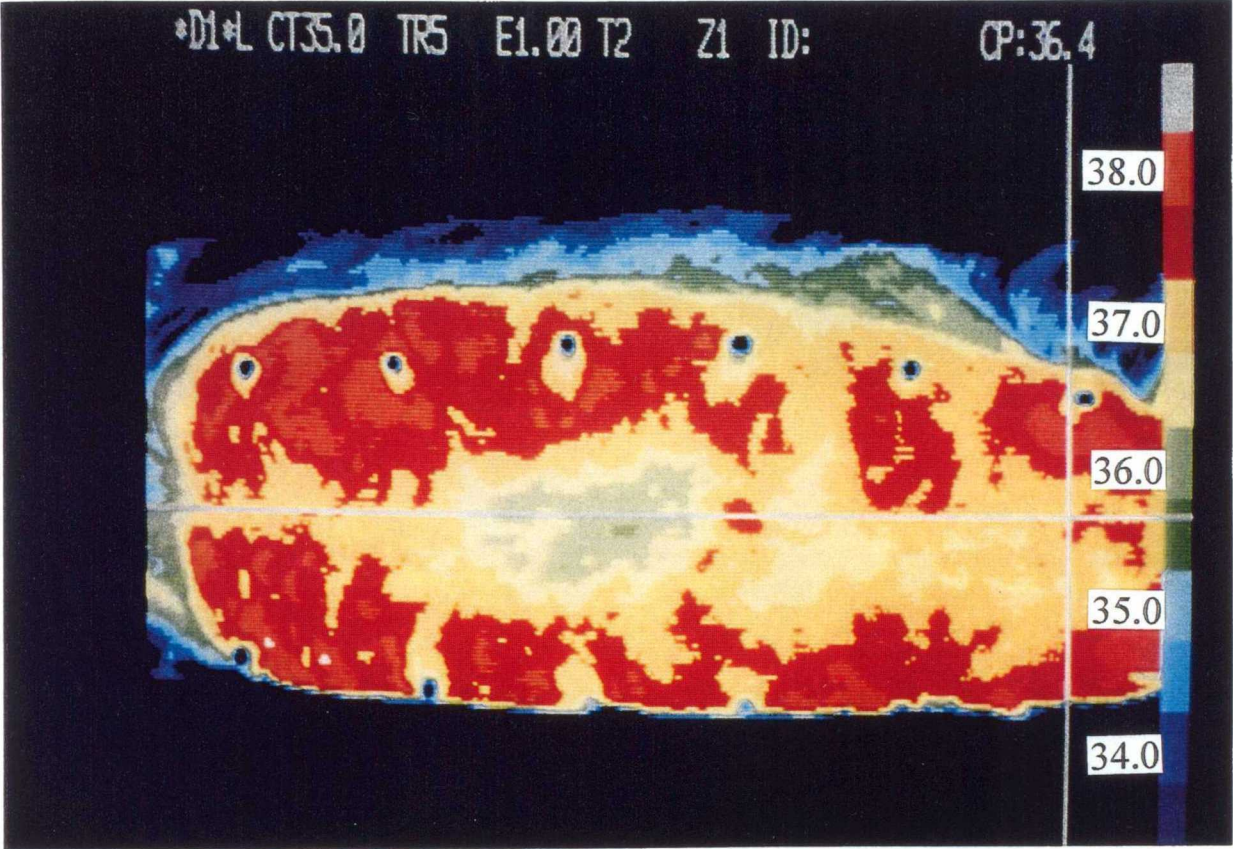
母豚の乳頭周辺は、すでに吸乳を開始した子豚が、吸乳時の鼻によるマッサージ(nosing)を最も多く行う部位である。この部位の皮膚温度は37.0～38.5℃と他の部位に比較して明らかに高く、特に背部の32℃と比較して5℃以上の差が見られた(表10)。この温度差だけが単独で子豚の乳頭探索行動に影響を与える程度については不明であるが、子豚がより高い温度を求めて接触移動することについては第4節で述べる。

乳房部における皮膚温度の分布(図22)は、非常に複雑に見えるが、他の部位に比較して明らかに高い部位であること、乳腺に高温部が集中していること、さらに前方乳腺部における高温部分の面積が比較的広く分布していることなどが知られた。また、皮膚温度を臀部の方向から見ると(図23)、乳房部における高温の部分が乳房部の後端から内腿のさらに後方まで広がっており、出生した子豚がたどる経路の皮膚温は、母豚のその他の体表面部位とは異なる様子が認められた。

表 10 分娩母豚における皮膚の温度および柔らかさ

(n = 4)

部 位	皮膚温度 (°C)	柔らかさ (背部を 100 とした時の相対値)
背 部	3 2.0	1 0 0
外 陰 部	3 5.0 ~ 3 6.0	2 0 ~ 3 3
乳頭基部	3 7.0 ~ 3 8.5	4 7 ~ 5 3
乳腺基部	3 6.0 ~ 3 6.5	6 7 ~ 8 0



前（胸部） ← → 後（鼠蹊部）

図 2 2 母豚乳房部のサーモグラフ

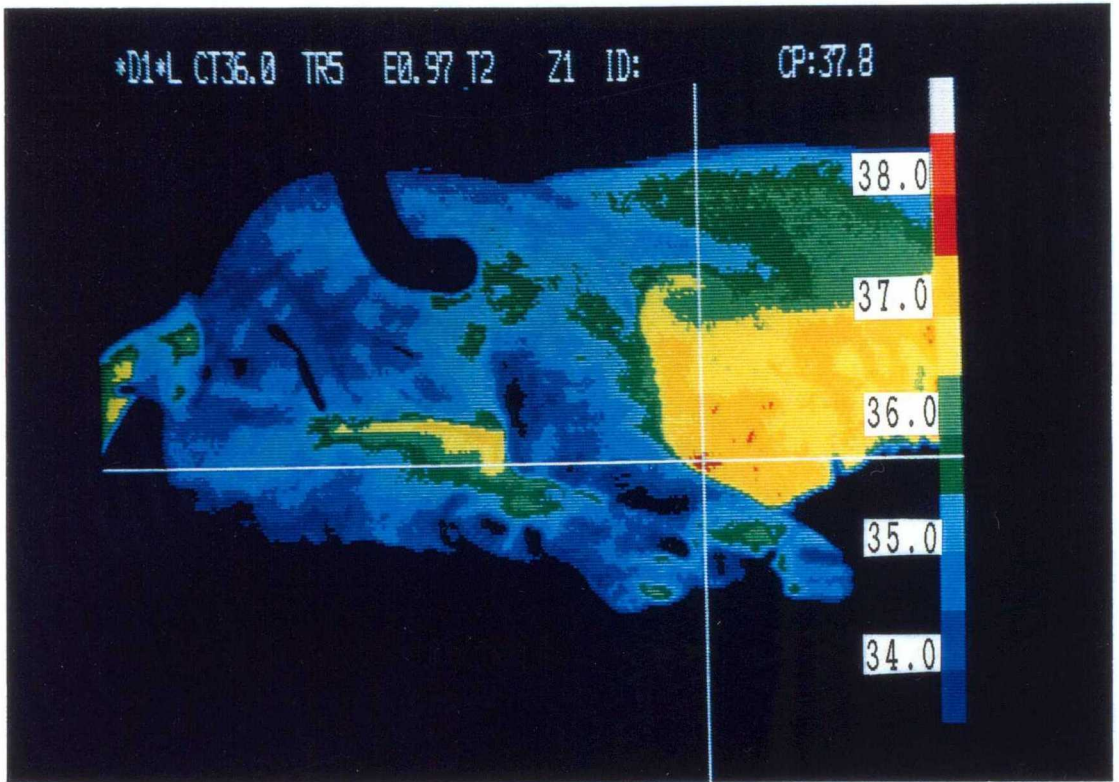


図 2 3 横臥母豚を後方から見たサーモグラフ

2) 乳房部の柔らかさ

背部における値を 100 とした時の、他の部位における相対的な柔らかさの値は、外陰部がもっとも柔らかく、20~33 であった (表 10)。乳頭探索中の子豚が、母豚の外陰部に対する接触にかなりの時間を費やすことがしばしば観察されることから、柔らかい部位に対する子豚の好みを示唆されたが、このことに関しては第 4 節で述べる。また柔らかい部分は、子豚の鼻によるつつき刺激に対して揺れるなど弾力的に反応する。

乳房部の値は、皮膚温度で言及したように、子豚の吸乳時に最も多く鼻によるつつき行動が行われる乳頭基部において 47~53 ともっとも柔らかく、子豚が好んで接する部位は、表面温度が高く、より柔らかい部位であることが認められた。

3) 乳房部の皮毛

McBride は母豚の毛並みは全て乳房の方向に向いていると報告²²⁾した (図 24)。被毛の流れる方向に従うと乳房にたどり着くことになるが、その中でも乳房部は他の部位に比較して被毛が非常に少ない状態である。本実験では母豚の体表面のいくつかの部位について、皮毛密度を測定した (表 11)。

外腿における皮毛の密度が 12.0 ± 2.2 本/cm² と最も多く、次いで背の 9.6 ± 3.1 本/cm² であった。しかし背部の皮毛は長さが 6.4 ± 1 cm と他の部位の 2 倍以上であった。一方乳房部は特に後乳房部が 1.5 ± 0.9 本/cm² と最も少ないことが認められた。前方乳房部においても 1 平方センチあたり 3 本以下であった。以上のことから、乳房部は表面温度が高いことと柔らかいことに加え、毛が少なく短いことが認められた。

第 4 節 乳頭探索経路の感触に対する子豚の好み

第 2 節において、出生子豚が乳頭探索行動中にたどる母豚の表面は、他の部位に比較していくつかの明瞭な特徴があることが認められた。しかしこれらの

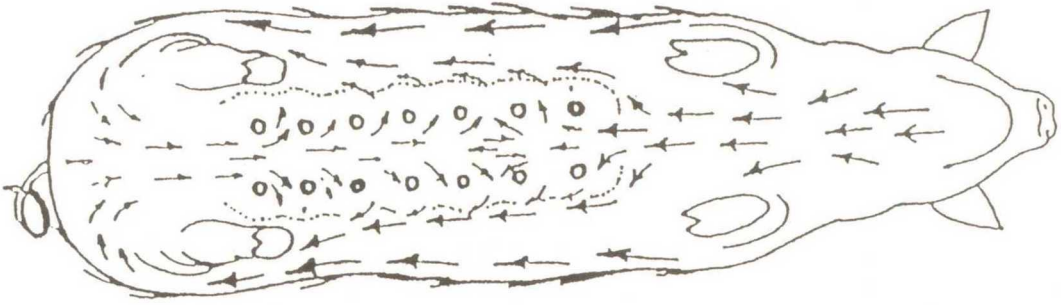


図 2 4 母豚における皮毛の流れる方向
(McBRIDE G. 1963 より)

表 1 1 母豚における皮毛の密度と長さ

	(n = 4)	
	毛の密度(本数/cm ²)	毛の長さ (cm)
背	9.6 ± 3.1	6.4 ± 1.0
臀	6.8 ± 1.5	2.1 ± 0.9
外 腿	12.0 ± 2.2	3.7 ± 0.4
内 腿	8.5 ± 2.0	0.7 ± 0.5
外陰部	6.7 ± 1.9	0.9 ± 0.2
後乳房	1.5 ± 0.9	2.4 ± 0.9
前乳房	2.8 ± 1.2	2.8 ± 1.6

平均 ± 標準偏差

特徴が、子豚にとって好ましいものでなければ、乳頭探索の手がかりとはならず、一方子豚が好んで求める感触であれば、これらの皮膚感触は積極的に子豚を乳房部へと導く手がかりとなる。

そこで、温かい、柔らかいおよび被毛が少ないという性状に関して、子豚の好みを確認する実験をした。

材料および方法

供試動物：実験には、ランドレース種×ハンプシャー種の母豚1頭から得られた雑種子豚8頭を用いた。

飼育環境：実験は、室温を $25 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ とした空調分娩室内において実施した。

実験方法： 15°C 、 25°C 、 40°C および 50°C の温度の温湯を入れたビニール袋および 50°C の袋に母豚の皮毛を貼り付けた ($20 \text{ 本}/\text{cm}^2$) 5種類の袋を1列に並べ、出生直後 ($n=3$) および出生から10分後 ($n=5$) の子豚を、個別に 15°C の袋へ接触させて開始した。その後つつき行動の対象として自由選択をさせ、子豚の反応および温度の異なった袋ごとの接触時間を記録した。

結果および考察

子豚はそれぞれの袋に対して、鼻先による突き上げおよび口を大きく開ける行動を活発に行った。生後10分間経過した後の子豚は、出生直後の子豚と比較して歩行能力が高く、より早く高い温度の袋へと移動した (図 25)。一時的に低い温度の袋へ戻ることがあってもすぐに温度の高い袋へ移動し、最も温度の高いビニール袋に到達した後は他の温度へは移動せず、そこでつつき行動を継続した (図 25)。また母豚の皮毛を貼り付けた袋では、温度が高くても子豚がつつき行動を継続することはなく、接触しても直ちに離れた。温度に対する子豚の好みに関する実験は、柔らかさに対する好みと合わせて Welch と

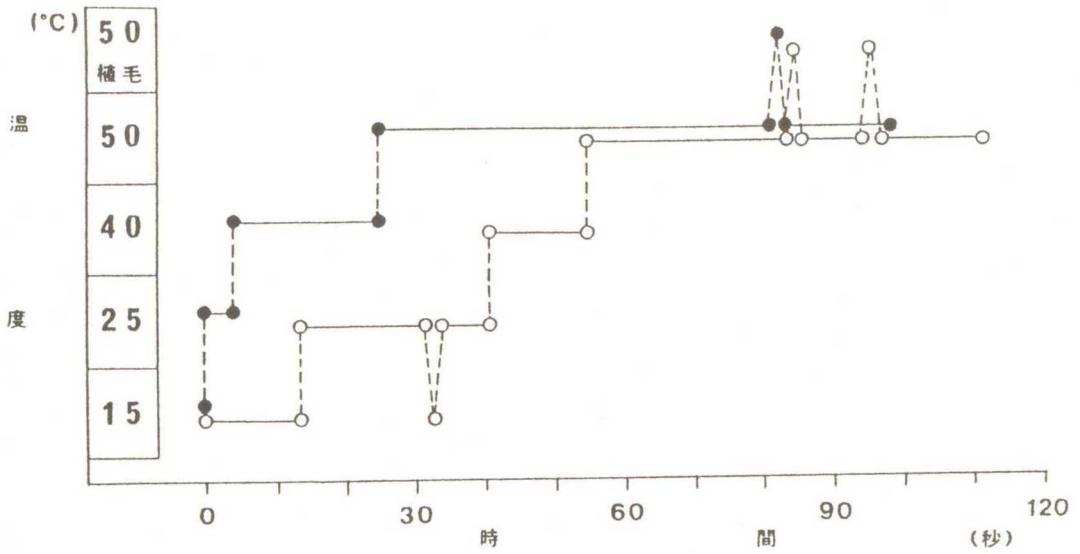


図 25 異なる温度に対する接触時間

1. 温度と触感の異なるビニール製湯袋を並べ15℃を出発点として、その後自由選択させた。
2. ○—○ 出生直後 (3例中の1例)
●—● 10分齡 (5例中の1例)

Baxter によっても行われており⁵⁴⁾、柔らかくかつ温かい部分を子豚は最も好むと述べている。以上のことから子豚は温かい、柔らかいそして皮毛が少ない性状を好みとすることが確認された。

第3章のまとめ

出生直後の子豚による一連の行動は、そのほとんどが吸乳に向けた乳頭探索の行動といえる。子豚は母豚の体表面に対してつくように不連続な接触をしながら、これらの行動を繰り返すことが観察された。口の開閉のように対象物が特定されなくとも行われる行動や、ヒトの指など乳頭以外のものでもくわえ込み吸引する行動は、学習の結果獲得される行動とは考えられず、さらにこれらの行動は、出生後の限られた時間帯でのみ観察され、吸乳の目的が達成されると消失することから、目的を達成する方向だけに作用する、定型的な生得行動であると考えられた。

また、横臥した母豚の、外陰部から臀部および内腿にかけて行われる子豚のつつき行動に対して、母豚は上方の後肢を腹部へ強く引き寄せて反応した。これらの行動は雄豚や子豚でも観察されるが、分娩時の母豚において特に明瞭に発現し、引き寄せ反応がより強い腹では、子豚が乳房へ到達するまでの時間が有意に短かった。すなわち子豚は、自らの生得的な探索行動で母豚を刺激し、吸乳行動にとって有利に作用する母豚の反射的反應を引き出していた。

さらに、母豚が後肢を強く腹部へ引き寄せることにより、母豚の下側乳頭が床から持ち上げられることも認められた。これらのことは乳頭探索において、子豚による母豚後肢の乗り越えが容易になることに加え、その後の子豚の吸乳行動にとっても有利に作用することが示唆された。また、分娩中の母豚は横臥姿勢を維持していることや、分娩中は常時泌乳していることも、子豚の吸乳行動にとって重要であると考えられた。

一方、首尾よく吸乳するためには、子豚は母豚の乳房部へ到達し、さらにそ

こにとどまって成功するまで行動を継続することが必要である。すなわち、子豚の活発な一連の行動を誘発する何らかの刺激が母豚から発せられるか、あるいはその刺激が本来母豚に備わっていることが考えられる。子豚が乳頭探索のためにたどる母豚体部位の皮膚温度は乳房部でより高く、さらに吸乳時の子豚がより多く接触する乳頭基部においては、皮膚表面がより柔らかかった。また母豚乳房部は皮毛密度も低いことが認められた。このように、子豚が乳頭を求めてたどる母豚の特定部位の感触は、多くの点で母豚の他の部位とは異なっていたことと、さらにこの感触は、子豚にとって好ましいものであることが実験的に確認されたことから、これらは子豚を乳房部へ誘引し、さらに乳頭探索行動を継続させる刺激要因になっているものと考えられた。

このように、子豚には活発な本能的乳頭探索の行動があり、母豚にはそれを継続させる子豚誘引の刺激となる感触が備わっていると同時に、子豚の行動に対して積極的に吸乳に有利な反応をもって応える、という母子相互の連携が認められた。

第4章 人工授乳装置における子豚の吸乳行動

第3章において、子豚の吸乳行動を観察した結果、乳頭探索中の子豚がたどる母豚体表面の感触は他の部位とは異なり、それらが子豚に生得的乳頭探索行動を継続させる刺激となっていることが認められた。吸乳に向けた乳頭探索の行動の中で、子豚が好むと思われる母豚に備わったこれらの特徴が、子豚を乳房部へと導き、さらに吸乳行動を活発化すると考えられた。すなわち子豚が好むこれらの特徴を考慮した刺激を子豚に与えることで、人工的な授乳装置からでも、子豚に自発的な吸乳をさせられるのではないかと考えた。

子豚に対する人為的な代用乳の給与は、実用的な人工授乳装置²⁷⁾や実験用の装置^{17,18)}などで行われているが、自発的に吸乳させることは比較的困難を伴うものである。特に出生直後の子豚には、これまで述べたようにある時間継続する生得的で定型化された行動様式があり、そのため定まった行動様式に合致しなければ、正常な行動過程をたどることがいっそう困難になることも考えられる。

そこで、この実験では出生直後の子豚が有している乳頭探索から吸乳に至る行動様式とその行動を刺激と思われる感触を利用することで、自発的吸乳を誘発できるか否か確かめた。なお、本章の主要な内容は公表済みである³⁸⁾。

材料および方法

供試動物：実験には、ランドレース種、大ヨークシャー種およびランドレース種×大ヨークシャー種の母豚9腹から得られた69頭の雑種子豚を供試した。

飼育環境：母豚は分娩予定日の5～7日前に空調分娩室(3.5m×3.3m、分娩柵使用)に搬入した。分娩時は室内温度を 25.0 ± 1.0 に設定し、この環境下で全ての実験を行った。人工授乳装置は子豚用保温箱(28.0～30.0℃)内に設置した。

人工乳頭：人工乳頭は、ゴム製の事務用指サックの先端に小穴を開けたもの

を用いて自作し、中にスポンジを入れて弾力性を与えた。サックの基部には逆流防止弁を取り付け、子豚が人工乳頭をくわえると直ちに代用乳が射出するように調節した（図 26）。

人工乳房：人工乳房 A は、スポンジシート（40×40cm、厚さ 10cm）に循環恒温槽の温水を通じたゴムホース（外径 9mm）を螺旋状に取り付け、全体をセーム皮で覆った。これに 10、15 および 20cm の高さで人工乳頭を取り付け、授乳装置 A とした（図 27）。人工乳房 B は、温水を入れたゴム製の袋（直径 20cm、高さ 40cm）2 個を用いた。2 個の袋の間に挟むように人工乳頭を、10、15 および 20cm の高さに取り付け、授乳装置 B とした（図 28）。なお、人工乳房の表面温度をサーミスター皮膚温用センサー（SIBAURA DP）で、柔らかさをばね秤による測定器（前述、図 15）で測定した。

代用乳：用いた代用乳（SPIFLAC・BORDEN 社 U. S. A.）の組成は、粗タンパク 4.0%、粗脂肪 5.0%、水分 85.0% および灰分 1.0% で、液状である。これを注射筒（100ml）からチューブにより人工乳頭へ導き、注射筒の目盛りを利用して摂取量を測定した（図 26）。

行動観察：子豚は出生後直ちに、母豚に接触させずに必要最低限の羊水のふき取りと臍帯の処理をした後、1 頭ずつ授乳装置を取り付けた保温箱に入れた。なお、間を置かずに連続で生まれた子豚のうち、先行する実験の終了前に起立歩行をはじめたものは除外した。観察は保温箱の上蓋の一部を開けて行った。

実験装置に入れた後、子豚の行動を 30 分間連続観察した。30 分以内に吸乳できない個体であっても、人工乳房に対するつつき行動を活発に継続していた場合は、観察時間を延長した。

実験開始後 30 分以内に人工乳頭を吸引し、20ml 以上の代用乳摂取が確認できたときは、吸乳が成功したものとみなし、30 分以上人工乳房に対する nosing をしない場合は、吸乳不成功としていずれも観察を終了した。なお、終了後の子豚は直ちに母豚と同居させ、初乳を飲ませた。

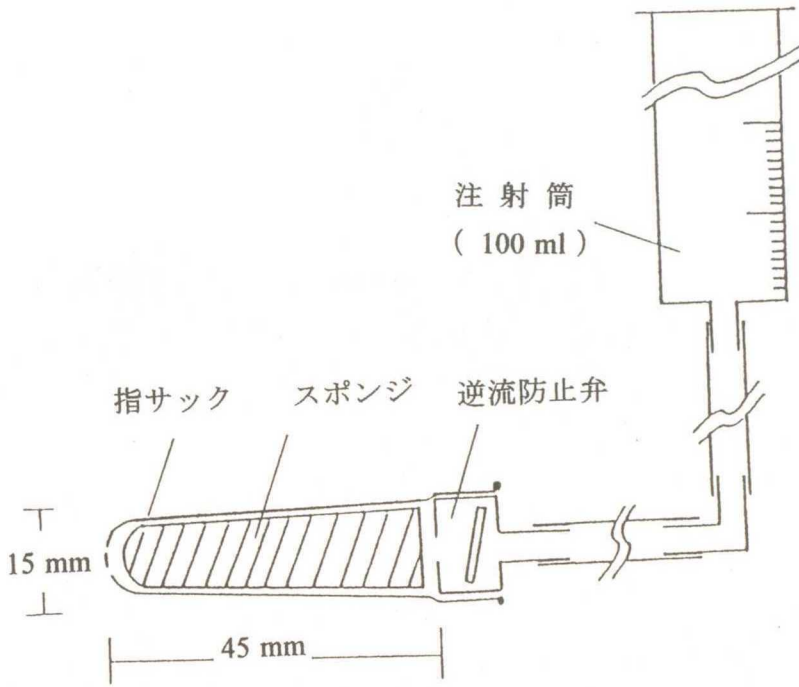


図26 人工乳頭

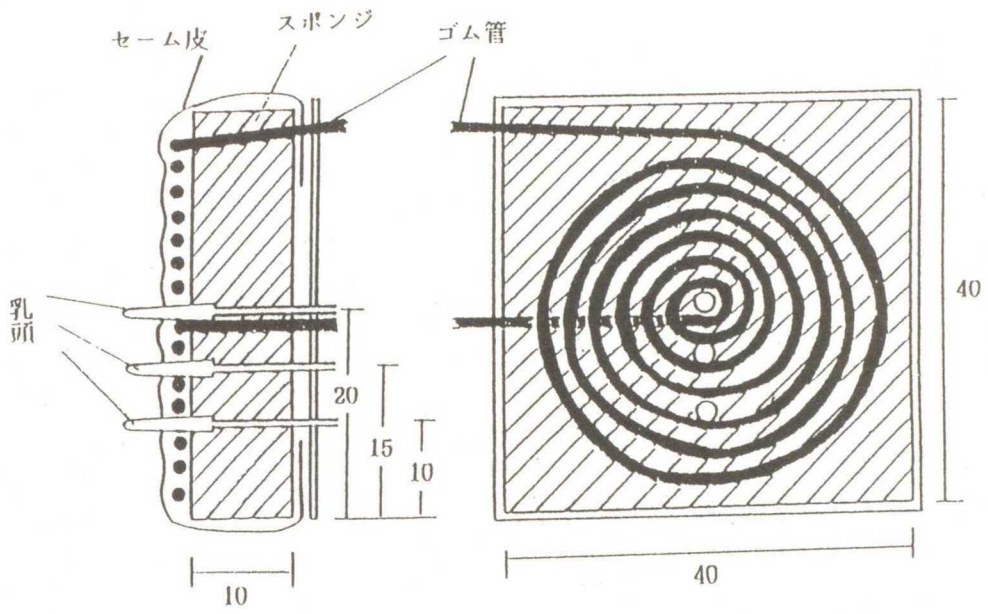


図 2 7 授乳装置 A (数値は cm)

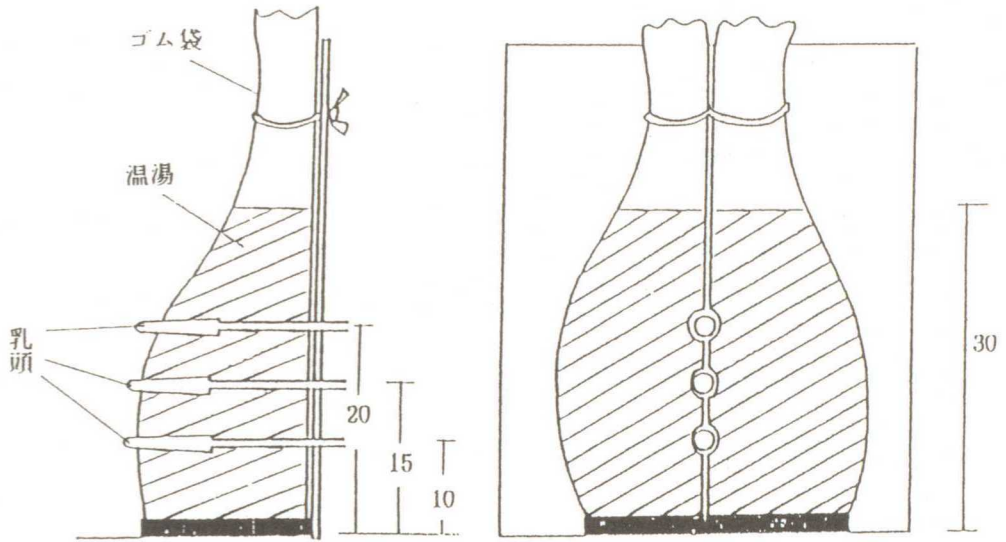


図 2 8 授乳装置 B (数値は cm)

結果および考察

1) 人工乳頭

生後の数時間、子豚は口の中に入れたものを吸引するが、まもなく乳が出る乳頭以外は吸引しなくなる。したがって、出生直後の子豚の行動特性を利用して、人工装置から自発的な代用乳の摂取を促すためには、子豚に対して活発な nosing を起こさせ、さらにそれを継続させる工夫に加えて、くわえ込み反射を引き起こさせる乳頭の存在が必要と思われた。またその乳頭は、たとえ子豚が偶然にでも口に入れると、直ちに乳汁が口に入る構造であることが望ましいと考えた。

本実験に用いた乳頭は柔らかい素材で子豚が口に含みやすく¹³⁾、逆流防止弁を利用したことにより、子豚がくわえると吸引行動を待たずに代用乳が射出した。このことから、子豚は一度乳頭を口にしたら後は、きわめて容易に吸乳行動を継続できた。また、吸乳に成功すると行動がいつそう活発になることが認められた。

2) 授乳装置Aに対する子豚の吸乳行動

授乳装置Aの表面温度は 37.0~38.0℃であった。また、母豚の背を 100 とした相対的な柔らかさは 60~80 であった。

生後 30 分までに吸乳を開始した子豚数は、供試子豚 4 腹 23 頭中 13 頭 (56.5%) であった (表 12)。その他の子豚は、乳頭を取り付けた部分以外のスポンジの角や、セーム皮の末端部などでつつき行動を行う傾向が多く見られ、その後行動を中止してうづくまるなど、乳頭探索の行動意欲が減衰した様子を示した。

吸乳に成功した 13 頭の吸乳開始までの平均所要時間は、17.8 分であった。子豚は 10cm、15cm および 20cm すべての高さの乳頭から吸乳したが、なかでも高さ 20cm の乳頭が最も多く利用され、延べ 20 回の吸乳中 12 回 (60%) であった。

3) 授乳装置Bに対する子豚の吸乳行動

表 1 2 授乳装置 A に対する吸乳行動

供試頭数	吸乳頭数 (供試頭数に 対する割合)	吸乳開始まで の所要時間 (範囲)	吸乳回数が最多の 乳頭の高さ (全吸乳回数に占める割合)
23 頭	13 頭 (56.5%)	17.8 分 (3.1~31.5 分)	20 cm (60.0%)

授乳装置Bの表面温度は 35.0~38.0℃、母豚の背を 100 とした相対的柔らかさは 60~83 であった。実験に供した 5 腹 46 頭の子豚のうち、38 頭が人工装置から代用乳を摂取し、その割合は 82.6%であった (表 13)。

子豚はこの装置に対しては比較的活発なつつき行動を発現し、温湯を入れた 2 つのゴム袋の間隙に対して積極的にもぐり込み行動をした。またゴム袋の揺れ動きにより、子豚の行動はいつそう刺激されるように思われた。

子豚を実験装置に入れてから、最初に人工乳頭を吸引し代用乳を摂取するまでの平均所要時間は、 10.3 ± 9.5 分であった。

吸乳位置は 10cm、15cm および 20cm いずれの高さの乳頭からもほぼ均等に吸乳したが、最も吸乳回数が多かったのは 20cm の高さで、全吸乳回数に占める割合は 35.4%であった。また生後時間の経過に伴い、次第により高い位置からの吸乳が増加する傾向が見られた。観察終了後、母豚乳房部へ戻された子豚は、すべて直ちに母豚から吸乳した。

4) 乳頭探索行動と吸乳行動

Rohde と Gonyou は、子豚には一般に生後 2~4 時間で nosing-behaviour の量的変化が現れると述べ⁴³⁾、生後時間の経過に伴う子豚の活力低下とそれに伴う乳頭探索行動の衰えを示唆している。したがって、できるだけ短時間で吸乳させるためには、子豚に対して nosing を中断させない工夫が必要となる。

試作した二つの授乳装置のうち、Aに対する吸乳行動を見ると、吸乳するまでの平均所要時間は 17.8 分であり、自然哺育の 16.6 分に近似していた。しかし、30 分以内に吸乳できた個体は 56.5%と、自然哺育の場合の 90.5%に比較して低かった。また設定時間内に吸乳できなかった個体の多くは、この人工乳房に対するつつき行動が次第に不活発になることが認められ、むしろ装置の末端部など動いて反応するものに対して活発に行動を継続することが観察された。

このように、暖かさおよび柔らかさといった静的な性状に加えて、つつき行動に対して揺れるなどの対象物の反応が、子豚の活動をさらに誘発するものと

表 1 3 授乳装置 B に対する吸乳行動

供試頭数	吸乳頭数 (供試頭数に 対する割合)	吸乳開始まで の所要時間 (範囲)	吸乳回数が多いの 乳頭の高さ (全吸乳回数に占める割合)
46 頭	38 頭 (82.6%)	10.3 分 (1.5~44.8 分)	20 cm (35.4%)

考えられた。

授乳装置Bは、子豚がつつく強さに応じて、弾力的に揺れ動く反応をした。また子豚はこの装置の人工乳頭をはさんだ2つの袋の隙間に対して、活発なもぐり込み行動を示した。その結果、行動を中止する個体は見られず、吸乳した子豚の割合も高かったことから、子豚の乳頭探索行動発現の動機を強化することにより、早期人工授乳の確率が高められることを示唆するものと考えられた。また、子豚が人工乳頭を吸引するまでの所要時間についても、授乳装置Bでは10.3分と短く、これは自然哺乳の場合の乳房接触から吸乳までの時間とほぼ同値であった⁴²⁾。

5) 吸乳位置の高さ

子豚が吸引した人工乳頭の高さを見ると、授乳装置Bでは10cm、15cmおよび20cmの3段階すべての高さから吸乳し、最も多く吸乳した20cmの高さにおいてもその割合は35.4%であり、この範囲内では子豚が特定の高さを好む傾向は認められなかった。RohdeとGonyuは子豚がnosing-behaviourを起こした高さは0~20cmとし、全体的には10~20cmの高さでより活発であったと述べている⁴³⁾。本実験において2回以上吸乳した個体についてみると、時間が経過するほど、より高い乳頭から吸乳する傾向が見られた。

6) 代用乳の摂取量

授乳装置Bにおいて実験中に子豚が摂取した代用乳の量は、 37.6 ± 12.5 ml (n=38)であった。また、代用乳30mlの摂取に要した時間は、 28.2 ± 16.1 秒 (n=6)であった。Hafezは、間欠泌乳開始後のいくつかの品種の平均値として、自然哺育における1回あたりの吸乳時間は13~37秒で、子豚はその間に24~28g吸乳すると述べており¹⁵⁾、それとほぼ同様の数値であった。

第4章のまとめ

前章で認められた、子豚の吸乳行動を活発化する母豚体表面の感触や、子豚

の生得的行動を刺激する要因を考慮することにより、人工的な授乳装置からの子豚による自発的吸乳の誘発を試みた。

ゴム製の事務用指サックを応用した人工乳頭を、異なった素材を用いた2つの人工乳房（A：温湯を循環させたゴム管で保温したスポンジを、セーム皮で被覆したもの、B：温湯を入れたゴム製の袋を2つ合わせたもの）に装着し、A、B 2種の授乳装置を試作した。

9腹の母豚から得られた69頭の子豚を用い、出生直後母豚に接触する前の子豚を1頭ずつ授乳装置に入れて行動を30分間観察した。

装置Aでは、吸乳を開始した子豚の割合が56.5%（23頭中13頭）であり、その他の子豚は乳頭探索行動が不活発になる傾向を示した。装置Bにおいては吸乳に成功した子豚の割合が82.6%（46頭中38頭）と高く、特に温湯を入れたゴム袋による乳房部分へのもぐり込みの誘発や、子豚の反応に与える揺れ動きの重要性が示唆された。

このように、吸乳行動の刺激要因を考慮することにより、人工的な授乳装置に対する、出生直後の子豚の自発的吸乳行動誘発が可能であることが認められた。

総括

大規模な專業養豚経営における技術革新の進展の中では、省力の必然的結果として豚が本来有している生態的特徴のうち、軽視されがちな部分が出てくることは容易に考えられる。元来、管理者による親身な看護が必要とされた繁殖部門では、特に省力が必要とされる部門でもあった。また、新生期の子豚はとくに損耗率が大きいが、施設改善の進んだ経営でも必ずしも損耗が低くない部分もある。生理的に未熟で出生する子豚と、家畜の中では例外的に、分娩時の産子に対する世話行動が見られないといわれる母豚の間には、首尾よく吸乳を成立させるための行動的戦略が認められた。この生得的かつ定型的な行動様式に従うことで、一見おぼつかない足取りの子豚が、出生後平均 16.6 分で吸乳を開始した。このことは、25℃の環境温度でも、子豚の直腸温度が生後およそ 20 分まで下降を続けたことを勘案すれば、子豚の体温維持およびその他の生理的未熟性を補う観点から、意味のあることであった。すなわち、さらに吸乳開始が遅延する場合や環境温度が低い場合には、内因性のエネルギー源枯渇が早まることから、それを回避するためにも、できるだけ早い吸乳開始の必要性が確認できた。

この段階における子豚行動の目的の全ては、必要量の母乳の摂取であることも疑いのないことである。出生後の吸乳量を個体ごとに計測した結果からは、生後最初の吸乳で単位時間当たり最も多い吸乳量が観察された。出生直後の、動作が不安定な子豚の様子からは、本調査で確認されたような集中的な初期の吸乳量は予想できなかったが、子豚は重要な時期に合理的な吸乳をしていることが認められた。

出生直後の teat order がまだ確立していない時間帯では、1 腹の子豚全てにとって比較的自由的な吸乳の機会があるものの、個々の子豚間における吸乳量のばらつきは大きかった。この時間帯におけるこのような吸乳量の個体差は産子数による影響は比較的少なく、生時体重の軽い子豚および、出生順位の遅い

子豚の不利益改善が望まれた。

また、子豚の行動を出生直後から詳細に観察した結果、母乳の摂取に至る出生子豚の諸行動には、乳房部への到達と乳頭の吸引という目的だけの一連の反射や反応が認められ、さらに、母豚の側にも子豚のそれらの行動を活発化する鍵刺激となる条件が備わっていることが認められた。また、これらの乳頭探索行動の過程において見られた、子豚の行動的刺激に対して後肢を乳房側へ引き寄せる母豚の反応も、子豚の早期の吸乳に対して有利に働いていた事から、母子相互間の連鎖的な行動系により、比較的容易に吸乳が達成されていることが認められた。

さらに、子豚の吸乳行動を活発化する母豚体表面の感触や、子豚の生得的行動を刺激する要因を考慮して作製した人工授乳装置を用いて、自発的吸乳の誘発を試みた。その結果、ゴム袋の人工乳房では揺れ動きに対する活発な子豚の反応や、もぐり込み行動が見られ、人工乳頭からの比較的高い吸乳割合が得られたが、吸乳行動を引き起こす刺激が不足する装置の場合は、乳頭を探索する行動を中止する子豚が見うけられた。このようなことから、出生子豚の正常な吸乳行動は何を手がかりとして発現し、どのような過程をたどるのかを知るとも、子豚の損耗をもう1頭減らすことにつながるものと思われる。

出生時における子豚の低血糖状態は、生理的恒常性の回復維持の必要性から、吸乳行動の非常に強力な推進力になっているものと考えられるが、このことは何らかの要因で吸乳開始が遅れると、生命の危険に直結することを意味する。さらに、出生直後の乳頭探索行動において見られる定型的な行動様式は、回り道をせず最短距離で乳房部に移動し、最短時間で吸乳するという目的達成のために有意義であると思われるが、反面その様式に合致しない条件の場合は、正常な行動の遂行が不可能になる危険性も考えられる。これらの両面を認識することは、養豚の現場における日常の飼育管理上重要なことである。

その他、子豚と母豚の吸乳行動の間には、本研究では言及しなかった音に対する反応や、臭いの手がかりなどの関与も考えられる。しかし、子豚における一連の乳頭探索行動を刺激する感触や反応を取り入れることにより、出生直後の子豚に対して、人工的な乳頭からでも自発的吸乳を誘発できたことから、強制給与ではない子豚自らの自発的行動を用いた、省力的な人工授乳装置の考え方が提言できたと確信する。

以上の結果から得られたことおよび、それらの意義について以下のようにまとめた。

1) 早期吸乳の重要性：25℃の環境温度においても、子豚の直腸温は生後 20 分間は下降を続けること、また出生時の血漿グルコース濃度がおよそ 30mg/dl と低血糖状態にあることなどから、子豚における早期吸乳開始の重要性が明瞭に示された。このように、出生直後の子豚における生理的未熟性の実態を具体的に把握した上で分娩管理を実行することは、子豚の損耗防止のみならず生存している子豚の福祉の面からも重要なことである。

2) 出生直後の吸乳量：ひとたび吸乳を開始した子豚は、短時間で集中的に比較的多量の初乳を摂取することが認められた。子豚にとって重要な時期の合理的な吸乳様式の存在がはじめて明らかにされ、このことは出生順位が遅く、さらに軽小であるなど条件が不利な子豚に対する、初乳摂取量の改善対策が効果的に実施可能であることを示唆するものである。さらに、分娩直後のこのような吸乳行動の様式は、どの腹においても共通して見られたことから、実験的に吸乳量を測定する場合など、測定結果の正誤を判断する基準としての利用が可能である。

3) 吸乳に至る行動：出生後、子豚が吸乳のためにたどる母豚の特定部位の感触は、多くの点で母豚の他の部位とは異なっていることと、子豚はこの感触を誘引刺激として生得的な乳頭探索の定型行動を発現していることが、実験的にも裏付けられた。また、子豚の行動に対する母豚の反応も、子豚の早期初乳

摂取にとって効果的な役割を担っていることが認められた。これらのことは、これまで認められていなかった分娩母豚と出生子豚における、母子間の行動的相互関係の存在をはじめて明らかにした点で、産子には薄情かつ冷淡であるといわれる母豚に対する一般的印象を覆すことができると確信する。また母豚の行動も子豚の吸乳行動にとって重要な役割を担っていることは、省力的で面積集約的な拘束型分娩豚房による母豚の行動制限を、家畜福祉の観点からだけではなく、子豚の正常な吸乳行動を促す母子間の円滑な連携行動を促す面からも見なおす理論的根拠となり得る。

4) 人工授乳装置：行動観察の結果得られた、子豚の生得的乳頭探索行動を誘発するいくつかの刺激要因を人為的に与えることにより、出生直後の子豚に対して、人工的な授乳装置からの自発的吸乳行動を発現させることができた。このことにより、子豚の乳頭探索から吸乳に至る一連の行動を支配しているいくつかの要因の存在が裏付けられた。またこのことは、省力的人工授乳装置に関する概念の一つとして、現在の養豚産業の現場においても十分に活用できるものと確信する。

謝 辞

本論文を作成するにあたり、終始懇切丁寧なご指導をいただいた麻布大学獣医学部教授、押田敏雄博士に心からの感謝を申し上げます。また、細部にわたり論文のありかたをご教示いただいた麻布大学獣医学部教授、福安嗣昭博士、そして厳しいご指摘の中に行動研究に対するご理解を示してくださった同学部教授、田中智夫博士に深く感謝致します。

以下に、本論文を作成するに至った経緯を記して、私を支えてくださった多くの方々に感謝の意を表します。

私が、30年近く豚に関する研究発表を続けてこられたのは、日本養豚研究会（現、日本養豚学会）初代会長、現在名誉会長である丹羽太左衛門博士の、温厚なお人柄によって方向付けられた、学会の雰囲気魅せられてきたからです。この点から、豚という本論文の基礎部分において、丹羽太左衛門先生に対して最初に御礼を申し上げなければなりません。お会いするたび、毎回決まって励ましのお言葉をいただいたことも忘れがたく、ここに心から感謝致します。有難うございました。

そんな中、ある雑誌に収録された私の試験結果に注目し、活用してくださったのは明治製菓動薬飼料部の橋本昌義次長と黒川知部長でした。お二人によるお引き立て無しには、私は自分の仕事に対していささかの自信も持てずにいたに違いありません。さらに、本論文に着手する直接のきっかけはまさに橋本昌義先生の厳しくも愛情のこもった一鞭であり、気配りにコーティングされた黒川知部長からの尻たたきでありました。私にとって幸運な出会いに、心から感謝せずにはられません。本当に有難うございました。そればかりではなく、お二人の人脈の広さは、私にとって運命的な出会いへと導いてくれました。

それは、本論文の主査をつとめてくださった、押田敏雄教授との出会いでした。橋本先生と黒川部長の紹介で、押田先生の仕事の一部を手伝わせていただ

いたのです。押田先生の積極性と行動力は、私が最も見習わなくてはならないところですが、押田先生はまた、非常に気さくなお人柄でもありました。その後私はそのお人柄に甘えて、日本養豚学会賞の推薦の労をお願いしました。先生には、快くお引き受けいただきましたが、そのとき以来本論文の完成まで、押田先生は力不足の私に論文を書かせるという無謀な試みを引き受けられたのです。そして私は学会賞をいただくことができ、この度は本論文を書き終えることになりました。押田先生のお力に頼り、一方的に恩恵を受けた私にとって、不可能を可能にしてくださった先生に対して畏敬の念を持って感謝致します。そしてこのことは、メールやお電話でのご指示に留まらず、参考書類の送付までいただくなど、押田先生にとって忍耐のいる大変な作業であったに違いないと思うとき、適当な感謝の言葉が見つからない歯がゆさが私にいつまでも残りそうです。有難うございました。

本論文の作製にあたり、副査として福安嗣昭教授と田中智夫教授をお願いしてくださったのも、押田先生の気配りでありました。この上ない指導者にめぐり合えたことで、私の未熟な論文に光と重さを加えることができました。福安嗣昭教授、田中智夫教授お二人の、的確で厳密でありながら非常に心のこもったご指摘は、一言一言が私の心に「教えていただいている」、「力づけてくださっている先生がいらっしゃる」との思いを抱かせてくださいました。こんな感情を持たたのは初めての体験です。指摘されながら心が温かくなり、胸が熱くなりさえしました。このことがどんなにか励みになり、どんなにか論文書き上げの推進力になったことでしょうか。教師とは、教育とはということを私なりに体感させていただいた貴重な時間でありました。審査いただいた主査の押田敏雄教授、副査の福安嗣昭教授、田中智夫教授にあらためて心の底から感謝致します。有難うございました。

本論文の内容の多くは、私の所属する北里大学獣医畜産学部、動物資源科学科（前、畜産学科）の、卒論研究ではじめて豚に触れた学生諸君との合作です。

試行錯誤しながら行きつ戻りつの道中から生まれたものです。時には母豚が股の間に突っ込み、豚の背中に乗せられて走った男子学生。寒いからと子豚の保温箱から顔だけ出していた女子学生。中には、自分の乳首を隠れてそっと子豚に与え、「吸引行動を確かめたかった」といった女子学生もいました。彼ら彼女らが、豚は初めて故に既成概念にとらわれず、常に新鮮な感動を持って豚に接したことと、500g ほどの超未熟子豚を自分の懐に入れるようにして離乳まで育て上げた、学生諸君の生き物好きな心が無ければ、私の掛け声だけでは研究が少しも進まなかったに違いありません。一人一人の氏名を挙げる余裕はありませんが、声を大きくして伝えたく思います。豚班の学生だった諸君、本当に有難う。

それにしても、ずいぶん多くの人々から支えられて自分がいることに、あらためて驚かざるを得ません。無心に(?)遊ぶ子豚を見ている母豚の落ち着いたまなざしと、丸々と堅太りの子豚たちの番号が記入された背中は、私の記憶から消えることはないでしょう。痛い思いをさせた子豚や、犠牲になってくれた子豚がいたことも忘れてはいけないと自らに言い聞かせつつ、多くの豚達よありがとう。

文 献

- 1) Bourne F. J. (1969): Studies on colostrum and milk whey proteins in the sow 1. The transition of mammary secretion from colostrum to milk with natural suckling. *Anim. Prod.*, 11, 337-343.
- 2) Bourne F. J. (1969): Studies on colostrum and milk whey proteins in the sow 2. The effect of delayed suckling on colostrum and milk whey proteins. *Anim. Prod.*, 11, 345-349.
- 3) Donald H. P. (1937a): The milk consumption and growth of suckling pigs. *Emp. J. Exp. Agric.*, 5, 349-360.
- 4) Donald H. P. (1937b): Suckling and suckling preference in pigs. *Empire J. Expt. Agric.*, 5, 361-368.
- 5) De Passile A. M. B., J. Rushen and T. G. Hartsock (1988): Ontogeny of teat fidelity in pigs and its relation to competition at suckling. *Can. J. Anim. Sci.*, 68, 325-338.
- 6) De Passile A. M. B. and J. Rushen (1989): Suckling and teat disputes by neonatal piglets. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 22, 23-38.
- 7) Edwards S. A. (1987): The effect of straw bedding on the behaviour of sows and their newborn piglets. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 17, 365-383.
- 8) Fraser D. and R. Morley Jones (1975): The teat order of suckling pigs I. Relation to birth weight and subsequent growth. *J. Agric. Sci. Camb.*, 84, 387-391.
- 9) Fraser D. (1975): The teat order of suckling pigs II. Fighting during suckling and the effects of clipping the eye teeth. *J. Agric. Sci. Camb.*, 84, 393-399.
- 10) Fraser D. and B. K. Thompson (1979): The teat order of suckling pigs 3. Relation to competition within litters. *J. Agric. Sci. Camb.*, 92, 257-261.
- 11) 古郡 浩 (1980) : 子豚の哺育—その生理と栄養(1). 畜研 34(5), 43-47.
- 12) 古郡 浩 (1980) : 子豚の哺育—その生理と栄養(2). 畜研 34(6), 54-58.
- 13) Fraser D. (1987): Suckling behaviour of artificially-reared lambs: What kind of teat Elicit Spontaneous sucking? *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 19, 99-109.

- 14) Goodwin R. F. W. (1957a): The relationship between the concentration of blood sugar and some vital body functions in the new-born pig. *J. Physiol. Lond.*, 136, 208-217.
- 15) Hafez E. S. E. and J. P. Signoret (1969): The behaviour of domestic animals; 2nd edn. 349-390. Bailliere Tindall, LONDON.
- 16) Jones J. E. T. (1966): Observations on parturition in the sows: part II. The parturient and postparturient phases. *Br. Vet. J.*, 122, 471-478.
- 17) Jeppesen L. E. (1981): An artificial sow to investigate the behaviour of suckling piglets. *Appl. Anim. Ethol.*, 7, 359-367.
- 18) Jeppesen L. E. (1982): Teat order in groups of piglets reared on an artificial sow. I. Formation of teat-order and influence of milk yield on teat preference. *Appl. Anim. Ethol.*, 8, 335-345.
- 19) Kilgour R. and C. Dalton (1984): Piglets behaviour after birth. in *Livestock Behaviour*. First ed. 154-155. Granada, LONDON.
- 20) Lewis-Jones C. A. (1989): Strategies at weaning. *Pig international*, 19(6), 16-21.
- 21) Morrill C. C. (1952): Studys on baby pig mortality. *Am. J. Vet. Res.* July, 322-324.
- 22) McBride G. (1963): The "teat order" and communication in young pigs. *J. Anim. Behav.*, 11, 53-56.
- 23) McCance R. A. and Windowson E. M. (1959): The effect of lowering the ambient temperature on the metabolism of the new-born pig. *J. Physiol.*, 147, 124-134.
- 24) Morrill C. C. (1952c): Studies on baby pig mortality. X. Influence of environmental temperature on fasting new-born pigs. *Am. J. Vet. Res.* 13, 322-324.
- 25) Mount L. E. (1968): The climatic physiology of the pig; First ed. 31-35. Edward Arnold. LONDON.
- 26) Mount L. E. (1968): The climatic physiology of the pig; First ed. 60-70. Edward Arnold. LONDON.
- 27) 美齊津康民 (1975) : 子豚の全自動哺育装置の開発, 農林省畜試報告 13, 121-132.
- 28) 宮腰 裕・堀城光雄・浅井豊太郎 (1985) : 新生豚の直腸温および血漿グルコース濃度に対する寒冷と絶食の影響 *日豚研誌* 22(1), 34-38.

- 29) 宮腰 裕・松延 康・川部五十六・小山利之・中山信吾・新井典子・石川博章・西口政仁・菱木良久 (1985) : 新生子豚のインスリン分泌に対する寒冷の影響. 日豚研誌 22(1), 60.
- 30) 宮腰 裕・太田達郎・咲山久美子 (1986) : 新生豚の血漿カテコールアミン濃度に対する寒冷の影響 日豚研誌 23(4), 192-195.
- 31) 三村 耕 (1988) : 家畜行動学 ; 第1版, 1-29. 養賢堂. 東京.
- 32) 宮腰 裕・集治善博・南雲忠雄・黒田由佳・近藤由美・近藤弘司・多田健二 (1989) : 子豚の吸乳行動に関する研究 I. 乳頭順位の形成および吸乳量に対する生時体重の影響 日豚会誌 2(3), 203-210.
- 33) 宮腰 裕 (1990) : 子ブタの損耗を防ぐ (新生子豚の母乳摂取量と成長) 日本の養豚 40(2), 18-21.
- 34) 宮腰 裕・柴田 輝・押村達哉・白井清治・四辻英己 (1991) : 子豚の吸乳行動に関する研究 III. 新生子豚の人工授乳装置に対する自発的吸乳行動 日豚会誌 28(3), 197-204.
- 35) 宮腰 裕・神澤恵織・澁木直子 (1992) : 生まれてすぐの子ブタの吸乳量 養豚の友 284(11), 31-34.
- 36) 榎崎 昇・安宅一夫・泉沢光生・森島倫生・奥土盛久 (1974) : 繁殖豚の野外における自然分娩ならびに哺育行動の調査. 日豚研誌 11(3), 274.
- 37) Newland H. W., W. N. Mcmillen and E. P. Reineke (1952) : Temperature adaptation in the baby pig. J. Anim. Sci. 11, 118-133.
- 38) 押田敏雄 (2002) : 初乳の給与と子豚の免疫. 養豚界 37(8), 32-35.
- 39) Parker R. O., P. E. V. Williams, F. X. Aherne and B. A. Young (1980) : Serum concentration changes in protein, glucose, urea, thyroxine and triiodothyronine and thermostability of neonatal pigs farrowed at 25 and 10°C. Can. J. Anim. Sci., 60, 503-509.
- 40) Petersen V., B. Resen, and K. Vestergaard (1990) : Behaviour of sow and piglets during farrowing under free-range conditions. Appl. anim. Bhav. Sci., 26, 169-179.
- 41) Pomeroy R. W. (1953) : Studies on piglet mortality. I. Effect of low temperature and low plane of nutrition on the rectal temperature of the young pig. J. Agric. Sci., Camb., 43, 182-191.
- 42) Randall G. C. B. (1972) : Observations on parturition in the sow. I. Factors associated with the delivery of the piglets and their subsequent behaviour. Vet. Rec., 90, 178-182.
- 43) Rohde K. A. and H. W. Gonyou (1987) : Strategies of teat-seeking behavior in neonatal pigs. Appl. Anim. Bhav. Sci., 19, 57-72.

- 44) Rohde Parfet K. A. and H. W. Gonyou (1988): Effect of creep partitions on teat seeking behavior of newborn piglets. *J. Anim. Sci.*, 66, 2165-2173.
- 45) Smith P. (1989): Baby pig management. *Pig international*, 19(6), 12-15.
- 46) Stanton H. C. and R. L. Mueller (1973): Catecholamines as a function of age in swine. *Comp. Biochem. Physiol.*, 45A, 215-225.
- 47) 佐藤衆介・近藤誠司・田中智夫・楠瀬 良 (1995) : 家畜行動図説 ; 第1版, 1-17. 朝倉書店. 東京.
- 48) 諏訪部 勲 (1988) : 新しい人工哺育法. *養豚界* 33 (10) 臨時増刊号, 117-112.
- 49) 関 哲生 (1988) : 無看護分娩. *養豚界*. 33 (10) 臨時増刊号, 70.
- 50) 高橋 明・阿部恒夫・森地敏樹・吉野正純・姫野健太郎・中野正吾 (1979) : 子豚の代用初乳に関する研究. *日豚研誌* 16(3), 279.
- 51) 高橋 明 (1980) : 初生子豚の管理と衛生(1). *畜研* 34(1), 195-202.
- 52) Tanaka T., M. Kawarazaki and T. Yoshimoto (2000): Are litter mates needed for each piglets to keep its exclusive teat after the establishment of a teat order? *Anim. Sci. J.*, 71, 609-613.
- 53) Wyeth G. S. F. and G. McBride (1964): Social behaviour of domestic animals V. A note on sucking behaviour in young pigs. *Anim. Prod.*, 6, 245-247.
- 54) Welch A. R. and M. R. Baxter (1986): Responses of newborn piglets to thermal and tactile properties of their environment. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 15, 203-215.
- 55) 山本 清 (1979) : ホルモンと糖質の代謝 ; 246-263. 共立全書. 東京.

A STUDY ON THE MILK INTAKE AND SUCKLING
BEHAVIOUR OF NEONATAL PIGLETS

Yutaka MIYAKOSHI

For the piglets after birth, an environmental temperature at 34~35°C is necessary to maintain their body temperature. Also with the late intake of milk it is easy for them to fall into hypothermia. Even newborn piglets must intake the necessary quantity of colostrum as soon as possible to obtain a passive immunity. Thus it is particularly essential that piglets start suckling behaviour immediately after birth. However during child birth sows do not lick their own piglets to establish a mother young bond. In general when compared to other kinds of domestic animals the pigs bonds are weak.

On the other hand several days after birth, piglets will have their own exclusive teat this phenomenon is known as teat order. There has been plenty of research and reports related to this phenomenon. In 1988 De Passille et al. reported on teat fidelity and in 2000 Tanaka report concerning keeping exclusive teat. However, about the formation mechanism of teat order still has many points to be clarified. The objectives of this studies were ① to measure the milk intake of piglets from birth till 24 hours, and ② to observe the behaviour patterns of suckling in piglets before teat order is established.

I . The rectum temperature and plasma glucose concentration
 in newborn piglets

I - 1. The rectum temperature immediately after birth

A total of 58 newborn piglets(7 litters)were observed in a prepared cold($8.0 \pm 1.3^{\circ}\text{C}$)and warm($25.0 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$)environment, from birth to 48 hours old. To observe the following results they were divided into fed and fast in each thermal environment, the results are as follows. ①Immediately after birth there is rectum temperature drop

of all control groups. ②The degree of temperature drop in the cold and fast environment shows the largest decline at 4.1°C, followed by the cold and fed environment at 3.1°C next the warm and fast environment with a decline of 1.8°C and finally the smallest decline is with the warm and fed environment at only 1.4°C. ③The results suggest that from birth until 8 hours piglets rectum temperature decline rate do not depend on suckling, only environmental temperature. With the smallest decline of rectum temperature in the warm environment, 16 hours after birth the environmental temperature has less of an effect, with the difference in temperature separated by the fed and fast controls. The control groups being fed showed the least amount of rectum temperature decline. ④The decline of rectum temperature effects the recovery rate, but for the piglets in the cold fed environment the rectum temperature recovery rate was highest, confirming the importance of suckling. Also in the warm fast environment the piglets rectum temperature was maintained for many hours. But it was shown that the piglets in the cold fast environment indicated the largest consumption of stored energy.

I - 2. Plasma glucose concentration immediately after birth

In the same environment as the case of I - 1., plasma glucose concentration of piglets from birth to 48 hours were examined, and the following results were obtained.

①At 1 hour after birth piglets from the cold fast environment indicated the highest glucose concentration at 68.8mg/dl this indicates active use of internal stored energy.

②At 4 hours after birth environmental temperature plays less of a role and glucose concentration is effected more by suckling, and this indicate the utilization of an external energy source.

Considering the circumstances mentioned above it was confirmed that the rectum temperature of piglets immediately after birth will decline yet early suckling is a necessity to prevent the consumption of stored energy.

II. The milk intake

II - 1. Milk intake until 24 hours after birth

A total of 43 piglets (5 litters) were used to measure milk intake per hour of each one. For several hours after birth piglets were allowed to suckle at their own pace, measuring each ones difference in weight every 60 minutes to consider if milk intake can be determined. The results obtained were as follows. ①The initial hour after birth each piglets milk intake was approximately 35g. After the initial hour there was a gradual decrease in milk intake. By 4 to 5 hours after birth milk intake per hour has undergone a change to become 10~15g. ②At the completion of 24 hours the milk intake of each piglet was an average of 351g. But the difference of individual range is from 115g to 662g. Each individual piglet within a litter range of size is different the largest difference within a litter was 400g.

II - 2. Milk intake after start suckling to 2 hours

The first 2 hours of suckling showed the largest quantity intake in a 24 hour period. Because of this milk intake within the first 2 hours were measured to know more details.

A total of 72 piglets (8 litters) were used and measured the weight difference at ten minute intervals from first suckling after birth until 2 hours. The results are as follows. ①After start suckling for the first 10 minutes the per head milk intake of the majority of piglets was 20g. ② After start suckling until 2 hours the total milk intake per head was average at 85g. But the difference of individual range is from 15g to 163g. Even one litter has a difference over 100g between piglets.

II - 3. The factors that influence early stages of milk intake

(1) Litter size : Under 10 or over 10 piglets litters at birth per 2 hour milk intake is over 80g per head making litter size not significant.

(2) Birth weight : Piglets were divided into groups of piglets with birth weight under 1kg, 1~1.4kg and over 1.4kg. We observed that per 2 hours of milk intake each group gains 54.2g, 75.4g and 91.6g respectively. Almost 20g difference between groups was seen. But considering this, there was no significant difference among different birth weights.

(3) Birth order : Piglets born later in the litter were observed to have a milk intake of less than 50g per 2 hours. With these circumstances it was seen that from birth to the early stages of suckling piglets would have the largest milk intake per unit time. Rational behaviour of suckling will be done by piglets in effect they suckle when needed. The experiment showed that before teat order could be established birth weight in light piglets was comparatively lively in the behaviour of suckling. But late birth order and light birth weight piglets are born or suckling beginning late are disadvantageous of a possibility or a case of little milk intake condition.

III. Suckling behaviour of newborn piglets

Piglets born in an immature state must hurry with milk intake, but after child birth mother young bonds in pigs are weak compared to other domestic animals. Therefore after childbirth to understand teat seeking behaviour patterns piglets were not handled prior to suckling. A total of 30 piglets and 4 sows were used to observe teat seeking behaviour, latencies from birth to first suckle and behaviour of first contact with sow.

III - 1. Teat seeking behaviour

III - 1 - 1. Main behaviour and latency from birth to start suckle

To observe from birth to first suckle behaviour, 27 piglets (4 litters) were used. The main behaviour from birth to first suckle are contact with sow, contact with mammary area of the sow, gaping and sucking teat or protuberance that feel like teats. Piglets averaged 16.6 ± 9.3 minutes from birth to first suckle.

III - 1 - 2. Contact with sow

①Initially making contact with mother is important for the piglets after birth, and piglets are searching for mammary area with keep contact. ②The piglets contact with sow mainly by nuzzling. ③Accompany with nuzzling piglets response open and shut their mouth to the stimulation to mouth area. ④Immediately after birth piglets move forward into narrow places, this effect was observed in all 10 piglets after birth , and 6 hours later 8 piglets out of 13 piglets were still doing this. ⑤Immediately after birth any projectile that touches the mouth has a positive effect and the piglets try to bring it into the mouth. This mouthing and sucking could be seen in 90% of piglets after birth (n= 21).

III - 2. Piglets preference in tactile properties

Using sacs of warm water at different temperature levels giving piglets free choice to nosing the objects as a result in highest temperature sacs the piglets continued to nuzzle there. When attached sows hair to the sac, piglets had discontinued nosing behaviour and move away from the sac.

In these innate behaviours piglets already have preference with sows surface feel. The tactile properties of mothers surface is a key stimuli for the innate behaviour of piglets. And also could see the sows response to the piglets stimulus. This appears to indicate that the mutual relationship behaviour between mother and young advances the suckling behaviour of piglets.

IV. Elicit the spontaneous suckling to artificial equipment

Artificial suckling equipment was made with considered stimulation to behaviour of piglets. Immediately after birth piglets on their own initiative teat seeking behaviour, they examined about spontaneous suckling behavior expression as seen in the following.

IV-1. Trail of manufactured artificial suckling equipment

Artificial teats were made using office stationary rubber fingers. Creating a structure that prevention of counter current and substitute milk into the piglet mouth at the same time piglets taking teats in their mouth. Using the rubber fingers as the teats and a worm sponge installed into a chamois leather cover creating artificial udder and labeled it equipment A. Also using two soft elastic sacs placing warm water installed the artificial teat labeling this equipment B.

IV-2. Suckling behaviour on artificial udder

Immediately after birth before contact with sow the piglets were separated from sow and given two types of artificial suckling equipment to compare own initiative suckling behaviour of piglets. ①The piglets were given equipment A within 30 minutes 13 of 23 piglets (57%) independently had begun suckling, but the remaining 10 piglets (43%) had discontinued teat seeking behaviour. ②Another 43 piglets were given equipment B on average of 10.3 ± 9.5 minutes 38 piglets (83%) had independently began sucking. In these circumstances from teat seeking and suckling behaviour motivation, the effect is easy to bring about independent suckling behaviour. Also individuals that could not suckle were put back to mother, all immediately could suckle these indicated that within nursing behaviour between sow and piglets there are many unknown parts to still understand.

Newborn piglets in effect have peculiar physiological immaturity will compensate for rational suckling. Also before teat order was established, we thought that every piglet was given the equal opportunity to suckle comparatively. But the milk intake deference of each individual in one litter this effect is large. Therefore after birth the intake of enough quantity of colostrum for each individual is important so isolating and artificially distributing equally per litter would be a need to consider. After birth until a piglet has started suckling, there is a stubborn series of teat seeking behaviour,

and the piglets active appeal to teat arrival has effect on the response of sows.

It is understood that in general between mother and young exists a mutual indispensable chain of connection behaviour systems. Thus it is comparatively easy to achieve ones objective of suckling. These results in new born piglets are that equal colostrum suckling will decrease the large unevenness, it is to be hoped that this one technique will have practical application to the pig industry.