

氏名(本籍)	宮腰 裕(青森県)
学位の種類	博士(獣医学)
学位記番号	乙第397号
学位授与の要件	学位規則第3条第3項該当
学位論文題名	新生子豚における吸乳量および吸乳行動に関する研究
論文審査委員	(主査) 押田 敏雄 (副査) 福安 嗣昭 田中 智夫

論文内容の要旨

專業養豚経営における技術革新が進展する中で、省力化の結果として、豚本来の生理生態的特徴のうち軽視される部分が出ることも考えられる。特に省力化が必要とされる繁殖部門においても、子豚の損耗率が低くならない部分のあることが指摘されている。出生時の子豚は母乳摂取が遅延すると、容易に低体温症に陥ることが懸念される。また、効率的な受動免疫獲得のためにも、できるだけ早く必要量の初乳を摂取しなければならない。そのため、出生後最初の吸乳行動は正常に行われる必要がある。一方、家畜行動に関する理解は、家畜の置かれた環境を評価し福祉の状態を把握する手段としても、今日では必要かつ重要な情報となりつつある。

これらのことから、本研究は、子豚の出生直後の吸乳量とそれに影響する要因を究明し、さらに豚の発育段階を通して最も厳しい生死の狭間にある、生後最初の吸乳に至る一連の行動システムを明らかにすることを目的とした。

I. 出生後の子豚における直腸温および血漿性状

I-1. 出生直後の直腸温

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、48時間齢までの新生豚 7腹 58頭を用いた。それぞれの環境に吸乳区と絶食区を設け、直腸温度に対する環境温度と絶食の影響を検討し、次のような結果を得た。

①新生豚の直腸温はいずれの区とも出生直後から下降し始めた。②直腸温の低下の程度は、寒冷絶食区が 4.1°C と最大であり、次いで寒冷吸乳区が 3.1°C 、温暖絶食区が 1.8°C で、温暖吸乳区が 1.4°C と最小であった。③生後8時間までの子豚の直腸温は、吸乳の有無に関わらず、寒冷環境よりも温暖環境の方が高く、生後16時間以降では環境温度に関わらず、絶食区よりも吸乳区の方が高かった。④生時直腸温に対する低下した直腸温の回復割合は、寒冷吸乳区が最大であったことから、体温維持に対する吸乳の重要性が確認された。また、絶食子豚の直腸温が、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。

I-2. 出生直後の血漿グルコース濃度

I-1.の場合と同じ処置により出生直後および生後48時間まで、子豚から採血し、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て次のような結果が得られた。①生後1時間においては寒冷絶食区が最も高いグルコース濃度(68.8mg/dl)を示したことから、内因性貯蔵エネルギーからの活発なグルコース動員が示唆された。②生後4時間以降は、環境温度に関わらず吸乳区のグルコース濃度が絶食区を上回ったことから、吸乳による外因性のエネルギー基質の利用が認められた。以上のことから、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エネルギー源の消耗枯渇を防ぐため、出生後の早期吸乳の必要性が認められた。

I-3. 子豚の血漿中カテコールアミン濃度

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ときの値と比較した。

その結果、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。一方、NE/E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。以上のことから、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。

II. 出生直後の吸乳量

II-1. 生後24時間の吸乳量

5腹43頭の子豚を用いて、1時間あたりの吸乳量を個体ごとに測定した。分娩中およびその後数時間の常時泌乳時には、子豚は多くの乳頭を自由に飲み歩くので、出生後60分ごとに測定した体重の差を吸乳量とみなした。

その結果以下のようなことが認められた。①生後最初の1時間における吸乳量が最も多く、1頭あたりおよそ35gであった。その後次第に吸乳量は減少し、生後4～5時間以降は1時間あたり10～15gで推移した。②24時間の総吸乳量は1頭あたり平均351gであったが、個別に見た範囲は115gから662gと個体差が大きく、1腹の中で最大と最小の差は24時間あたり400gであった。

II-2. 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、測定の間隔を短くして2時間あたりの吸乳量を求めた。これには、8腹72頭の子豚を用いた。出生した子豚ごとの固有の時間で、生後最初の吸乳開始から10分間隔で測定した体重の差をもって個体ごとの吸乳量とし、次のような結果が得られた。①吸乳開始後、最初の10分間における吸乳量が1頭あたりおよそ20gと最も多かった。②吸乳開始後2時間までの総吸乳量は、1頭あたり平均85gであった。しかし、その範囲は15gから163gと個体差が大きく、1腹内においても100g以上の差が見られるもの

があった。

II-3. 初期の吸乳量に影響する要因

(1) 産子数：9頭以下と10頭以上の腹における2時間あたりの吸乳量はいずれも80g／頭以上で有意差がなかった。

(2) 生時体重：生時体重を1.0kg未満、1.0kg～1.4kg未満および1.4kg以上に区分し、2時間あたりの吸乳量を見ると、それぞれ54.2g、75.4gおよび91.6g／頭とおよそ20gずつの差が見られた。しかし生時体重あたりの吸乳量では差のないことが認められた。

(3) 出生順位：2時間あたりの吸乳量が50gに満たない子豚は、1腹の中で出生順位の遅いものに多かった。

以上、出生後早い段階の吸乳で、単位時間あたり最も多い母乳摂取をしていることから、子豚は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。また、乳つき順位 (teat order) が確立する前は、生時体重の軽い子豚にも比較的活発な吸乳行動が見られた。しかし、遅い出生順序で軽小な子豚が生まれ、さらに吸乳開始が遅れるなどの不利な条件が重なった場合は、吸乳量が少なくなる可能性が考えられた。

III. 出生から吸乳に至る子豚および母豚の行動

子豚は未熟な状態で生まれ、そのため母乳摂取を急がなければならないが、分娩後の母子間の絆は他の家畜とは異なり希薄とされている。そこで子豚の出生時の母乳摂取に至る一連の行動を把握して、生存をかけた子豚の行動を解明するため、人手を一切かけずに自然分娩させ (分娩柵使用)、新生子豚の乳頭探索行動や吸乳開始までの所要時間、母豚への接触行動などを観察し、以下の結果を得た。

III-1. 子豚における出生後の乳頭探索行動

出生から吸乳開始までの主な行動は母豚4頭からの新生子豚27頭について試験し、次のような結果が得られた。①出生した子豚にとって最初に母豚へ接触することが重要と思われ、子豚は母豚に接触しつつ乳房部へ移動することが確認された。②母豚への接触は主に鼻によるつつき行動であることが認められた。③つつき行動に伴い、出生直後の子豚は口の周辺への接触刺激に対して大きく口を開閉して反応した。④子豚は狭いところへもぐり込むように前進することが認められた。この行動は出生直後で10頭すべてに発現し、生後6時間では13頭中8頭で見られた。⑤突起物が口に触れると積極的にそれを口の中にくわえ込むことが認められた。出生直後では、90%の子豚にくわえ込みと吸引の行動が確認された (n=21)。⑥出生から吸乳開始までの所要時間は平均 16.6 ± 9.3 分であった。

III-2. 子豚の行動に対する母豚の反応

10頭の母豚とその産子83頭を用いて、分娩中、授乳中およびそれらの前後において子豚のつつき行動に対する母豚の反応を観察し、次のような結果が得られた。①横臥した母豚は、体の特定部位に対して子豚がつつき行動をすると、上方の後肢を腹部へ強く引き寄せて反応した。②つつき行動に対するこの反応は、分娩時の母豚において特に明瞭に発現した。③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所要時間が短く、子豚の刺激は吸乳行動にとって有利な母豚の行動を誘発することが認められた。

Ⅲ-3. 乳頭へ向かう子豚が辿る経路に備わった母豚側の特徴

分娩中の母豚4頭について、子豚が乳頭探索のために辿る体部位の感触を調査した。その結果、①子豚が辿る母豚体部位の皮膚温度は乳房部でより高いことが認められた。②子豚の接触が多い乳頭基部は、皮膚表面がより柔らかかった。③母豚乳房部の皮毛密度はより低いことが認められた。

Ⅲ-4. 乳頭探索経路の感触に対する子豚の好み

1腹8頭の出生直後の子豚に対し、段階的に温度を変えた温湯を入れた袋を用い、つつき行動の対象として自由選択をさせた。その結果、最も高温の部分に到達した後は他の温度へは移動せず、つつき行動をそこで継続した。また、袋に母豚の毛を貼り付けた場合は、接触後離れた。

以上のことから、出生後の子豚には、乳頭の探索と吸乳に向けた、生得的行動が見られ、乳頭探索経路に備わった子豚が好む母豚表面の感触などは、これらの生得的行動に対する鍵刺激となるものと思われた。また、子豚の刺激（働きかけ）に対する母豚の反応も見られ、母子間には吸乳を早めると思われる相互の関連行動が認められた。

Ⅳ. 人工授乳装置における子豚の吸乳行動

乳頭探索の行動と子豚の行動を刺激する感触を考慮し、出生直後の子豚に対して試作した人工授乳装置を用いて、子豚の自発的な吸乳行動の発現について検討した結果、以下のような結果を得た。

Ⅳ-1. 人工授乳装置の試作

ゴム製の事務用指サックを用いて、人工乳頭を試作した。逆流防止により、子豚がくわえると同時に代用乳が口に入る構造とした。さらにこの乳頭を、保温したスポンジをセーム皮で被覆した人工乳房（装置A）および、温湯を入れたゴム袋の人工乳房（装置B）に装着した。

Ⅳ-2. 人工授乳装置に対する吸乳行動

母豚に接触する前に分離した出生直後の子豚に2つのタイプの人工授乳装置を導入し、子豚の自発的な吸乳行動の発現について比較した。

① 装置A：保温したスポンジをセーム皮で被覆して人工乳頭を装着した人工乳房では、子豚導入30分後までに、供試した23頭中13頭（57%）の子豚が自主的に吸乳したものの、残り10頭（43%）の子豚は乳頭探索の行動を中止した。② 装置B：温湯を入れた、柔らかく弾力性のある2つのゴム袋の間に人工乳頭を装着して別な46頭の子豚に与えると、38頭（83%）の子豚が平均 10.3 ± 9.5 分後に自発的に吸乳した。

以上のことから、出生直後の子豚に対する自発的な吸乳行動は、乳頭探索および吸乳行動の動機づけを強化することにより、より容易に誘発できることが認められた。

以上の結果について次のようにまとめた。①子豚の直腸温は、生後およそ20分まで下降を続け、吸

乳開始が遅延すると出生時保有していたエネルギー源が枯渇するなど、生後早期の吸乳の必要性が認められた。②吸乳量について検討した結果から、これまでに未解明であった出生直後の子豚特有の生理的未熟性を補う合理的吸乳様式が認められた。また、個体ごとの吸乳量の格差は1腹内においても大きく、先に出生し、充分量の初乳を摂取した個体を一時的に隔離するなど、人為的に腹内の吸乳量配分の条件を平等にすることも必要であると考えられた。③出生直後の乳頭探索行動においては、生得的と思われる定型的行動様式が認められ、このことは合理的な吸乳行動を可能にしている反面、その行動様式に合致しない状況では、正常な吸乳行動が不可能になる危険性も考えられた。④子豚の行動的刺激に対する母豚の反応や、乳頭探索経路に備わった子豚の行動を刺激する母豚表面の感触など、母子間には吸乳を早めるとされる相互の行動的関連性が認められた。⑤子豚の生得的行動を活発にする感触などを考慮し、乳頭探索および吸乳行動の動機付けを強化することにより、出生直後の子豚に対する自発的な吸乳行動の誘発が可能であった。

豚は生理的に未熟な状態で生まれ、さらに他の家畜と比較して、一般に母子の絆が希薄とされているものの、母子間には相互に不可欠な、一連の連鎖的行動システムが存在し、それにより比較的容易に吸乳の目的が達成されていることが理解できた。

これらの結果から、以下のような意義を見出すことができた。①出生直後における早期吸乳の重要性を具体的に示したことから、子豚の損耗防止および生存子豚の福祉を考慮した飼育管理の面で大きく貢献できる。②出生直後の合理的吸乳様式が認められたことから、子豚間における初乳摂取量の均等配分について、有効な手がかりを与えられる。③初期の吸乳および哺育行動において、母子間に相互の連鎖的行動が認められたことから、子豚の吸乳行動を支配する要因の一部を母豚側が担っていることが確認され、このことは分娩時における母豚の行動制限を、家畜福祉以外の面からも見なおす理論的根拠となりうる。④出生直後の子豚における吸乳行動は、生得的定型行動が主体であったことから、それらを効果的に応用することにより、省力的人工授乳装置開発に関する可能性を裏付けることができる。

以上は、家畜行動学上のみならず、養豚産業においても活用が期待されるものと考えられた。

論文審査の結果の要旨

専業養豚経営における技術革新が進展する中で、省力化の結果として、豚本来の生理生態的特徴のうち軽視される部分が問題となっている。特に繁殖部門において、新生子豚の損耗率の低下を目指した省力化が進んでいる。子豚は母乳摂取が遅延すると、容易に低体温症に陥ることが懸念される。また、効率的な受動免疫獲得のためにも、できるだけ早く必要量の初乳を摂取しなければならない。そのため、出生後最初の吸乳行動は正常に行われる必要がある。一方、家畜行動に関する理解は、家畜の置かれた環境を評価し福祉の状態を把握する手段として、今日では必要かつ重要な情報となりつつある。

著者は、本論文において、子豚の出生直後の吸乳量とそれに影響する要因を究明し、さらに豚の発

育段階を通して最も厳しい生死の狭間にある、生後最初の吸乳に至る一連の行動システムを明らかにすることを目的とし、研究を展開した。

I. 出生後の子豚における直腸温および血漿性状

妊娠豚を寒冷および温暖環境下で分娩させ、出生直後の子豚のそれぞれに吸乳区と絶食区を設け、直腸温度に対する環境温度と絶食の影響を検討し、以下のような結果を得た。①新生豚の直腸温はいずれの区とも出生直後から下降し始めた。②直腸温の低下程度は、寒冷絶食区>寒冷吸乳区>温暖絶食区>温暖吸乳区の順となった。③生後8時間までの子豚は、吸乳の有無に関わらず、寒冷よりも温暖環境の方が直腸温は高く、生後16時間以降では環境温度に関わらず、絶食よりも吸乳区の方が高かった。④低下した直腸温の回復割合は、寒冷吸乳区が最大であった。これらのことから、体温維持に対する吸乳の重要性が確認され、また、寒冷環境では貯蔵エネルギーの消耗がより大きいことを明らかにした。

血糖濃度は、①生後1時間においては寒冷絶食区が最も高い濃度を示したことから、内因性貯蔵エネルギーからの活発な血糖動員が示唆された。②生後4時間以降は、環境温度に関わらず吸乳区の血糖濃度が絶食区を上回ったことから、吸乳による外因性のエネルギー基質の利用が認められた。これらのことから、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エネルギー源の消耗枯渇を防ぐため、出生後の早期吸乳の必要性を認めた。

2日齢から14日齢まで寒冷および取扱ストレスをそれぞれ2回負荷して、カテコールアミン濃度を測定し、ストレスを負荷しないときの値と比較した。①7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。②NE/E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。これらのことから、新生期子豚においては、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を明らかにした。

II. 出生直後の吸乳量

生後24時間の吸乳量は、①最初の1時間における吸乳量が最も多く、35g/頭であった。その後次第に吸乳量は減少し、生後4～5時間以降は10～15g/時間で推移した。②24時間の総吸乳量は平均351g/頭であったが、個体別では115～662gと差が大きく、同腹での最大と最小の差は24時間あたり400gであった。

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、測定の間隔を短くして2時間あたりの吸乳量を求めた。その結果、①最初の10分間における吸乳量が20g/頭と最も多かった。②吸乳開始後2時間までの総吸乳量は、85g/頭であった。しかし、その範囲は15～163gと個体差が大きく、同腹内でも100g以上の差が見られるものがあった。

初期の吸乳量に影響する要因について検討した。①産子数は9頭以下と10頭以上の腹での2時間あたりの吸乳量はいずれも80g/頭以上で有意差はなかった。②生時体重による吸乳量の差は認められなかった。

③出生順位の遅い子豚は2時間あたりの吸乳量が50gに満たない例が多く見られた。

出生後早い段階の吸乳で、単位時間あたり最も多く母乳の摂取をしていることから、子豚は重要な時期に合理的な吸乳行動をしていることを認めた。また、teat orderの確立以前は、生時体重が軽い子豚にも比較的活発な吸乳行動が見られた。しかし、遅い出生順序で軽小な子豚では、さらに吸乳開始の遅延などの不利な条件が重なった場合は、吸乳量減少の可能性を示唆した。

Ⅲ. 出生から吸乳に至る子豚および母豚の行動

子豚は未熟な状態で生まれ、そのため母乳摂取を急がなければならないが、分娩後の母子間の絆は他の家畜とは異なり希薄とされている。そこで子豚の出生時の母乳摂取に至る一連の行動を把握して、生存をかけた子豚の行動を解明するため、無看護分娩させ、新生子豚の乳頭探索行動や吸乳開始までの所要時間、母豚への接触行動などを観察し、以下の結果を得た。

子豚における乳頭探索行動は、①出生した子豚にとって最初に母豚へ接触することが重要で、子豚は母豚に接触しつつ乳房部へ移動することが確認された。②母豚への接触は主に鼻によるつつき行動であることが確認された。③つつき行動に伴い、出生直後の子豚は口の周辺への接触刺激に対して大きく口を閉鎖して反応した。④子豚は狭い所へ潜り込むように前進することが確認された。⑤突起物が口に触れると積極的にそれを口の中にくわえ込むことが確認された。⑥出生から吸乳開始までの所要時間は平均 16.6 ± 9.3 分であった。

子豚の行動に対する母豚の反応は、①横臥した母豚は、体の特定部位に対して子豚がつつき行動をすると、上方の後肢を腹部へ強く引き寄せて反応した。②つつき行動に対するこの反応は、分娩時の母豚において特に明瞭に発現した。③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所要時間が短く、子豚の刺激は吸乳行動にとって有利な母豚の行動を誘発することが確認された。

乳頭へ向かう子豚が辿る経路に備わった母豚側の特徴は、①子豚が辿る母豚体部位の皮膚温度は乳房部でより高いことが認められた。②子豚の接触が多い乳頭基部は、皮膚表面がより柔らかかった。③母豚乳房部の皮毛密度はより低いことが確認された。

乳頭探索経路の感触に対する子豚の好みは、①最も高温の部分に到達した後は他の温度へは移動せず、つつき行動をそこで継続した。②袋に母豚の毛を貼り付けた場合は、接触後離れた。

これらのことから、出生後の子豚には、乳頭の探索と吸乳に向けた、生得的行動が見られ、乳頭探索経路に備わった子豚が好む母豚表面の感触などは、これらの生得的行動に対する鍵刺激と考察した。また、子豚の刺激（働きかけ）に対する母豚の反応も見られ、母子間に吸乳を早めるとされる相互の関連行動を認めた。

IV.人工授乳装置における子豚の吸乳行動

乳頭探索の行動と子豚の行動を刺激する感触を考慮し、出生直後の子豚に対して試作した人工授乳装置を用いて、子豚の自発的な吸乳行動の発現について検討し、以下のような結果を得た。

人工授乳装置はゴム製の事務用指サックで人工乳頭を試作、逆流防止により、子豚がくわえると同時に代用乳が口に入る構造とした。さらにこの乳頭を保温したスポンジをセーム皮で被覆した人工乳房（装置A）および温湯を入れたゴム袋の人工乳房（装置B）に装着した。

人工授乳装置に対する吸乳行動は、①装置Aでは子豚導入30分後までに、57%の子豚が自主的に吸乳したものの、残り43%の子豚は乳頭探索の行動を中止した。②装置Bでは83%の子豚が平均10.3分後に自発的に吸乳した。

以上のことから、出生直後の子豚に対する自発的吸乳行動は、乳頭探索および吸乳行動の動機づけを強化することにより、より容易に誘発できることを確認した。

以上の結果を総括すると、①子豚の直腸温は、生後およそ20分まで下降を続け、吸乳開始が遅延すると出生時保有していたエネルギー源が枯渇するなど、生後早期の吸乳の必要性が認められた。②吸乳量について検討した結果から、これまでに未解明であった出生直後の子豚特有の生理的未熟性を補う合理的吸乳様式が認められた。また、個体ごとの吸乳量の格差は同腹内でも大きく、先に出生し、充分量の初乳を摂取した個体を一時的に隔離するなど、人為的に腹内の吸乳量配分の条件を平等にすることも必要であると考えられた。③出生直後の乳頭探索行動においては、生得的と思われる定型的行動様式が認められ、このことは合理的な吸乳行動を可能にしている反面、その行動様式に合致しない状況では、正常な吸乳行動が不可能になる危険性も考えられた。④子豚の行動的刺激に対する母豚の反応や、乳頭探索経路に備わった子豚の行動を刺激する母豚表面の感触など、母子間には吸乳を早められると思われる相互の行動的関連性が認められた。⑤子豚の生得的行動を活発にする感触などを考慮し、乳頭探索および吸乳行動の動機づけを強化することにより、出生直後の子豚に対する自発的な吸乳行動の誘発が可能であった。

豚は生理的に未熟な状態で生まれ、さらに他の家畜と比較して、一般に母子の絆が希薄とされているものの、母子間には相互に不可欠な、一連の連鎖的行動システムが存在し、それにより比較的容易に吸乳の目的が達成されていることが理解できた。

これらの結果から、以下のような意義を見出すことができた。①出生直後における早期吸乳の重要性を具体的に示したことから、子豚の損耗防止および生存子豚の福祉を考慮した飼育管理の面で大きく貢献できる。②出生直後の合理的吸乳様式が認められたことから、子豚間における初乳摂取量の均等配分について、有効な手がかりを与えられる。③初期の吸乳および哺育行動において、母子間に相互の連鎖的行動が認められたことから、子豚の吸乳行動を支配する要因の一部を母豚側が担っていることが確認され、このことは分娩時における母豚の行動制限を、家畜福祉以外の面からも見なおす理論的根拠となりうる。④出生直後の子豚における吸乳行動は、生得的定型行動が主体であったことが

ら、それらを効果的に応用することにより、省力的人工授乳装置開発に関する可能性を裏付けることができる。

以上、著者が行った一連の研究成果は、子豚の損耗防止や福祉を考慮した飼養管理技術の向上といった養豚産業面に貢献し、これまで解明が不十分であった子豚の吸乳量、吸乳に関する子豚および母豚、さらには母子の関係を解明したことは家畜行動学分野にも貢献することが大きいものと思われ。

よって、本学位申請論文は養豚科学、家畜行動学のみならず、養豚産業においても研究内容の活用が期待されるものと考え、博士（獣医学）の学位を授与するのに相応しいものと判定する。