

氏名	小林 麻衣子
学位の種類	博士（心理学）
学位記の番号	甲第 206 号
学位授与年月日	2017（平成 29）年 3 月 20 日
学位授与の条件	学位規則第 4 条第 1 項該当
学位論文題目	室内飼育カニクイザルの繁殖および性行動に関する心理・行動学的基礎研究
論文審査委員	主査 小山高正（心理学専攻 教授） 副査 岡本安晴（心理学専攻 教授） 副査 金沢 創（心理学専攻 教授） 副査 川崎勝義（星薬科大学 准教授） 副査 山海 直（医薬基盤研究所 霊長類医科学研究センター 主任研究員）

## 論文の内容の要旨

### 1. 第 1 章 序論〈研究の背景と目的〉

本研究は霊長類を通じて身体、心の発達に伴う性行動の発達、さらには性行動発現のメカニズムを探求することを目的としている。配偶者選択とは短期的な交尾相手や長期的な配偶相手を選択する行動である。このような配偶者選択は、昆虫から動物まで広い種で研究されており、適応的な進化をとげてきた。外見、形質的な差異を基礎とした配偶者選択行動だけではなく、精子や卵子などの配偶子時点での選択、DNA が起因となって起こる選択まで研究されている。ヒトの目に見える選択から、観察できない選択まであり、行動に影響を与えている。

霊長類の配偶者選択における基本的な概念は、メスがオスを選択し、社会的順位が強く影響を与え、高順位のオスが交尾を独占するといわれてきた。しかし実際は、群れ内に様々なオスの子が存在することが明らかになった。霊長類における配偶者選択の原理はいまだ議論の余地が残る分野である。本研究は筑波霊長類医科学研究センターで繁殖、及び飼育された、室内飼育のサルを使用した。このサルは各種ワクチン検定などの医薬研究のために、実験動物として繁殖され、画一的な管理をされている。このような飼育環境をいかし、統制した実験システムを作成することで、配偶者選択の現象とそのメカニズム解明に努めた。

### 2. 第 2 章 カニクイザルの性成熟に関する発達過程

室内飼育のカニクイザルを対象とした繁殖研究をするにあたり、その個体発達を明らかにする必要がある。特に、性成熟付近の個体の成長は著しく、彼らの心理、社会的な発達過程は明らかではない。よって、研究で使用した室内飼育のカニクイザルのメスに関して、初潮、定期的な月経の獲得、初妊娠の個体発達に関する年齢と体重の変化を対象とした解析を実施した。その結果、初潮から定期的な月経になるまでには 287 日の経過を要し、0.22kg の体重増があった、同様に定期的な月経と初妊娠のあいだには 518 日の経過、0.29kg の体重増があった。総合すると、初潮から初妊娠間は 806 日経過、0.51kg の増量が認められ、これらは 2 年以上の期間を要し、初潮体重の約 20% の体重増加が生じた。カニクイザルもヒト同様に初潮後の不定期な月経期間をもち、その後排卵を伴う月経周期を得るために、脂肪を蓄える身体の発達が必要となる。また、多くの個体が複数回雌雄同居後に初妊娠に至るため、雌雄同居という社会経験が妊娠に与える影響も大きいと考えられる。

### 3. 第 3 章 交配場面において妊娠しやすいメスとその年齢、体重、過去の妊娠回数に関する研究

本実験は交配に関する過去のデータの解析により、妊娠しやすいメスの特徴を明らかにすることを目的とした。使用したデータの交配システムは 1 頭のオスが 2 頭のメスのうちの 1 頭と交互に同居するもので、最短で 35 日間、最大 99 日間同居が続いた。メスの月経周期が  $29 \text{ 日} \pm 4.3 \text{ 日}$  であることから、月経が正常なメスは、おおよそひと月に一度排卵期を持つことになり、最短同居日数の 35 日は少なくとも 1 度の排卵を見込んでいた。この交配方法は 1 頭のオスが同時期に異なる 2 頭のメスと交替で同居することから、メスの比較に適していた。47 交配グループを研究対象とし、妊娠したメス ( $n=47$ ) と妊娠しなかったメス ( $n=47$ ) の年齢、体重、過去の妊娠回数に関して比較した。その結果、年長のメスと経産回数が多いメスはより妊娠しやすいという結果を得られた。一方で、妊娠経験のない未経産メスに関しては年少の個体が妊娠しやすいという結果を得られた。第 1 章で述べた配偶者選択の観点から考察すると、オスによるメスの選択が働いている可能性が示唆された。その適応的意味は、経産メスは子育ての経験があるため、子どもの生存が保証されやすいという利点を持ちオスに選択されたと考察できる。また、若齢で初産し、その後妊娠出産を繰り返すメスも繁殖成功度は高くなる。このような点から、オスは若齢の未経産メスを選択したということもまた、適応的意味をもつと考えられる。

### 4. 第 4 章 交配場面における経産メスと未経産メスの行動特性に関する比較研究

第 3 章にて、経産メスは妊娠しやすく、未経産メスは妊娠しにくいということがわかった。本章では交配場面の行動観察および、交尾の成立を精子の存在によって

確認することで、経産メスと未経産メス間の行動特性の差を明らかにしようと試みた。雌雄同居方法は3章同様の1頭のオスが2頭のメスのうち一方と交互に同居する方式を採用した。12頭のオスと24頭のメス(経産メス12頭、未経産メス12頭)を使用した。雌雄同居の翌朝は膣内洗浄液を採取し、洗浄液中に精子が見られた場合を交尾の成立、洗浄液中に精子が見られなかった場合を交尾の不成立とした。また、雌雄同居中のビデオを撮影し、その行動を観察した。その結果、経産メスは交尾頻度が高く、加えて雌雄同居の75%で交尾の成立がみられた。一方、未経産メスは交尾頻度が低く、雌雄同居の66%で交尾が見られなかった。行動観察より、経産メスに対してはオスからのグルーミングや性器を観察する行動がみられ、オスが経産メスへ交尾を求める行動をしている可能性が示された。

## 5. 第5章 交配場面におけるフェロモン様物質の機能に関する研究

第4章の行動観察ではオスが経産メスの性器周辺を観察する、舐めるといった行動が観察されていたため、性器周辺において物質が交尾を誘引するフェロモン様物質として働いている可能性を検討した。月経後8日目から10日目の卵胞期のメス個体16頭を使用し、膣を綿棒によりぬぐうことで膣内容物を採取した。採取された膣内容物はガスクロマトグラフィー(GCMS)により解析され、そのピーク面積と年齢、過去の妊娠回数との関係を相関より明らかにした。その結果、検出された酢酸、プロピオン酸、酪酸と年齢に正の相関があり、年齢上昇とともににおいが強くなることが示された。また、酪酸と過去の妊娠回数にも相関傾向がみられた。これらにおい物質が、オスの配偶者選択、交尾行動誘因に関わる可能性が示唆された。加えて、特に酪酸は膣内のフローラに関わり、メスの健康状態や免疫を表している可能性がある。オスが、においよりメスの身体情報を予測している可能性があり、脂肪酸の機序などさらなる研究が望まれる。

## 6. 第6章 総合的考察

本研究は筑波霊長類医学科学研究センターというサル類の繁殖施設を通して、サルの性行動に関する基礎的な研究を実施した。本研究結果より、メスの性成熟過程、身体成長、初妊娠年齢や体重が明らかになった。また、性成熟においてヒトの第二性徴に相当するような不規則な月経、身体の発達過程もみられた。何度かの雌雄同居を経て初めての妊娠に至るという点からも、この間に心や社会性の発達が見込まれるため、性行動を成立させるための行動の発達過程を検討すべきであろう。

第3章、4章で彼らの性行動に関して、オスもメスを選択している可能性が示唆された。経産メスが妊娠しやすく、それは子どもの生存といった点からもオスにとって適応的な行動である。行動観察からも、妊娠しやすいだけでなく、交尾の頻度も高かった。また、オスからグルーミングをされており、これはオスが交尾をす

るためにメスにアピールしていると考察できる。

5章にて経産メスがオスを引き付ける要因として、フェロモン様物質として働く可能性を持ついくつかの低級脂肪酸に着目した。その結果、年齢や経産回数と酢酸、プロピオン酸、酪酸量が相関関係を持つことが明らかとなった。これまでの実験を総括すると、オスに選好される年長、経産メスの特徴として、酢酸、プロピオン酸および酪酸量が多い体臭を持つことが示された。もちろん、これら脂肪酸がフェロモン様物質として働きうるのか、オスがにおいそのものを選好するのか、などまだ解決すべき課題は多い。しかし、我々ヒトが知覚できない能力を以てしてオスがメスの個体情報を読み取っている可能性があり、その一端を明らかにできたのではないかと考えている。

本研究では、心理・行動学的立場から霊長類の配偶者選択にアプローチしてきた。性の発達研究を経て、性行動の動因、すなわち Tinbergen (1975)の述べた4つの行動研究の目的のうちの1つ、行動メカニズムの一端に迫れたと考えられる。

## 論文審査結果の要旨

### I 論文の概要

本論文は6章からなる。第1章は序論、研究の目的、動物全般の配偶者選択、霊長類の配偶者選択に関する総括、第2章はカニクイザルの性成熟に関する発達過程、第3章は交配場面において妊娠しやすいメスとその年齢、体重、過去の妊娠回数に関する研究、第4章は交配場面における経産メスと未経産メスの行動特性に関する比較研究、第5章は交配場面におけるフェロモン様物質の機能に関する研究、第6章は総括を含めた総合的考察である。

第1章において、本論文の目的は、霊長類を通じて身体、心の発達に伴う性行動の発達、さらには性行動発現のメカニズムを探求することであると述べた。霊長類の配偶者選択における基本的な概念は、メスがオスを選択し、社会的順位が強く影響を与え、高順位のアスが交尾を独占するというものであったが、その議論には余地が残る。本研究は国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所霊長類医科学研究センター (Tsukuba Primate Research Center, National Institutes of Biomedical Innovation, Health and Nutrition: 以下、TPRC) で繁殖及び飼育された室内飼育のカニクイザルを使用した。このサルは各種ワクチン検定などの医薬研究のために実験動物として繁殖され、画一的な管理をされている。このような飼育環境をいかし、統制された実験システムを作成することで、配偶者選択の現象とそのメカニズム解明に努めた。

第2章では、カニクイザルメスの性成熟に関する発達過程を調べるため、初潮、定期的な月経の獲得、初妊娠の個体発達に関する年齢と体重の変化を対象とした解析を実施した。その結果、初潮から初妊娠の間には806日の経過、0.51kgの体重増が認められ、初妊娠までには初潮から2年以上の期間を要し、初潮体重の約20%の体重増加を要することになる。カニクイザルもヒト同様に初潮後の不規則な月経期間をもち、その後排卵を伴う月経周期を経て妊娠するために、脂肪を蓄える身体的発達が必要となることがわかった。また、初潮から妊娠するまでの期間は、心理学的成長のためにも重要な時期であることが予測された。

第3章では、交配場面において妊娠しやすいメスとその年齢、体重、過去の妊娠回数に関する研究を行った。使用したデータの交配システムは1頭のオスが2頭のメスのうちの1頭と交互に同居するものである。47交配グループを研究対象とし、妊娠したメス(n=47)と妊娠しなかったメス(n=47)の年齢、体重、過去の妊娠回数に関して比較した。その結果、年長のメスと経産回数が多いメスはより妊娠しやすく、妊娠経験のない未経産メスに関しては年少の個体が妊娠しやすいという結果を得られた。その適応的意味から、経産メスは妊娠、分娩、あるいは子育ての経験があるため、子どもの生存が保証されやすいという利点をもちオスに選択された。また、若齢で初産し、その後妊娠出産を繰り返すメスも繁殖成功度は高くなる。

第4章では、交配場面における経産メスと未経産メスの行動特性に関する比較研究を行った。12頭のオスと24頭のメス(経産メス12頭、未経産メス12頭)を観察した。雌雄同居の翌朝に膣内を洗浄した液を採取し、洗浄液中に精子が見られた場合を交尾の成立、洗浄液中に精子が見られなかった場合を交尾の不成立とした。また、雌雄同居の様子をビデオ撮影し、その行動を観察した。その結果、経産メスは交尾頻度が高く、雌雄同居の75%で交尾の成立がみられた。一方、未経産メスは交尾頻度が低く、雌雄同居で交尾が認められたのは33%に過ぎなかった。行動観察より、経産メスに対してはオスからのグルーミングや性器を観察する行動がみられ、オスが経産メスへ交尾を求める行動をしている可能性が示された。

第5章では、第4章の交配場面で見られた、オスによる経産メス性器周辺の観察や舐めるといった行動から予測される、性器周辺のおい物質、すなわち交尾を誘引するフェロモン様物質の存在を検討した。月経後8日目から10日目の卵胞期のメス個体16頭を使用し、膣を綿棒によりぬぐうことで膣内容物を採取し、ガスクロマトグラフィーにより解析され、そのピーク面積と年齢、過去の妊娠回数との関係を相関より明らかにした。その結果、検出された酢酸、プロピオン酸、酪酸と年齢に正の相関があり、年齢上昇とともににおいが強くなることが示された。また、酪酸と過去の妊娠回数にも相関傾向がみられた。これらにおい物質が、オスの配偶者選択、交尾行動誘因に関わる可能性が示唆された。ウシなどの家畜では、特に酪酸は膣内のフローラに関わり、メスの健康状態や免疫を表していることから、オス

がにおいによりメスの身体情報を予測している可能性が示唆された。

終章では総合的考察を行った。本研究においては、性の発達研究を経て、性行動の動因、すなわち Tinbergen (1975) の述べた 4 つの行動研究の目的のうちの 1 つ、行動メカニズム解析の一端に迫れたと考えられる。

## II 審査結果報告

### 1. 総合所見

本研究は、TPRC という医学実験用カニクイザルの繁殖施設において、その配偶者選択に心理・行動学的立場からアプローチをしたものである。はじめに、生後の時間経過や体重変化と性成熟に関する各指標との関係を明らかにした研究は貴重である。つぎに、交配場面において妊娠しやすいメスの特徴を分析したものについては、当該研究施設が長い歴史の中で蓄積したノウハウとデータを用いて、特に、メスの年齢、体重と過去における妊娠回数との関係を解析したことの意味は大きい。その結果、出産経験が妊娠のしやすさにおける重要な要因になっていることや、出産経験がなければむしろ若いメスが妊娠しやすいことなどを明らかにしたことは新しい知見となった。さらに、行動観察から経産メスをオスが意図的に選択している可能性があることを示すことができたことも重要だ。そして、その物理的要因としてメス生殖器のにおいが関わっている可能性についてもガスクロマトグラフィーを用いた分析から示せた。本研究は多くのデータから室内飼育されたカニクイザルの繁殖と性行動に関わる基礎データを提出できたことは評価できる。

### 2. 評価すべき点

すべての実験と観察において、それぞれに重要な知見を提供した。それらはまた、人間の心理学研究への基礎的データとしても注目されうる内容となっている。たとえば、人間の思春期で月経のもつ意味は大きいですが、今回の性成熟に関するデータはそれに対する基礎データとなり得るし、アメリカでは若い女性がシングルマザーとなることが社会問題化されていて、シングルマザーになる女性とならない女性の社会的関わり方の違いが研究されている。本研究のオスとメスの関わり方のデータは、そのような研究にも示唆を与えることになるだろう。今後への期待が大きい研究であったといえよう。

### 3. 課題とされる点

今回の研究が、人間の心理学的研究に基礎的データを提供しうることが期待されるだけに、今後の研究課題も多いことは事実である。初潮から妊娠までの間に身体的な成長があることは示せたが、そこには心理的成長があるはずである。それをどうやって捉えられるのかを示してほしい。それによって人間の思春期の研究も進む

であろう。また、引用されているトリバース以降の行動生態学の研究の進歩は著しいものがある。性選択における騙しの問題、一夫多妻社会の進化的な成立条件などについても取り組みができるのではないか。今後、社会心理学など異分野に多要因を処理するモデルを求めることも必要であろう。

今後投稿論文にする際には、使用語句、例えばフェロモンの代わりになぜフェロモン様が使われているのかなど、明確化が必要なものがある。当該研究施設が実施している動物福祉上の配慮、例えば飼育方法、交配要件などが見えるようにしっかり書き込んで欲しい。設備を示す写真についても同様である。さらに、オスがメスを選んでいるのか、メスがオスを受け入れているのかについて、どのように論理的に示せるのか、より確実な議論が必要である。全体的にデータはしっかりしているし、質が高く内容も豊富であるので論文数をさらに増やす努力が望まれる。

#### 4. 結論

以上見てきたように、本論文は霊長類の繁殖と性行動に関して大変貴重な知見を含有しており、今後人間への応用も期待できる点から、論文審査委員会は全員一致で、本論文が博士（心理学）を授与するに相応しいとの結論に達した。