

# 学 位 審 査 報 告 書

|                                                                                                                                                                        |                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| ( ふ り が な )<br>氏 名                                                                                                                                                     | やの わたる<br>矢野 航                                                                      |
| 学位 (専攻分野)                                                                                                                                                              | 博 士 ( 理 学 )                                                                         |
| 学 位 記 番 号                                                                                                                                                              | 理 博 第 号                                                                             |
| 学位授与の日付                                                                                                                                                                | 平成 年 月 日                                                                            |
| 学位授与の要件                                                                                                                                                                | 学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当                                                             |
| 研 究 科 ・ 専 攻                                                                                                                                                            | 理学研究科 生物科学 専攻                                                                       |
| (学位論文題目)<br><br>Development of Cranial Morphology in Two Subspecies of Japanese<br>Macaque ( <i>Macaca fuscata</i> )<br>(ニホンザル( <i>Macaca fuscata</i> )2亜種における頭蓋形態の発達) |                                                                                     |
| 論 文 調 査 委 員                                                                                                                                                            | (主査) 中務真人 教授 (准教授・講師)<br>山極壽一 教授 (        "        )<br>曾田貞滋 教授 (        "        ) |

理 学 研 究 科

( 続紙 1 )

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                        |    |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------|
| 京都大学                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 博士 ( 理 学 )                                                                                                                                             | 氏名 | 矢野 航 |
| 論文題目                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Development of Cranial Morphology in Two Subspecies of Japanese Macaque ( <i>Macaca fuscata</i> )<br>(ニホンザル ( <i>Macaca fuscata</i> ) 2 亜種における頭蓋形態の発達) |    |      |
| (論文内容の要旨)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                        |    |      |
| <p>化石霊長類の系統関係の推定などにおいて、頭骨の形態は歯牙形態と並び重要な情報源となる。頭骨は、多くの骨から構成される上、脳、感覚器の形態や咀嚼器官の機能等と関係して複雑な形態変異を示すためである。種間に認められる頭骨の形態変異を生み出す機序として、近年、個体発生様式の分析が注目を集めている。本申請論文では、ニホンザル (<i>Macaca fuscata</i>) の 2 亜種であるヤクシマザル (<i>Macaca fuscata yakui</i>) とホンドザル (<i>Macaca fuscata fuscata</i>) に着目し、系統的に近縁なグループの間で成体に認められる頭蓋顔面の特徴の違いが、いつ、どのように発生するかについて三次元数量形態学的手法を用いて調べた。</p> <p>主論文 1 ではヤクシマザルとホンドザルの成体を対象に、頭蓋顔面のサイズと形状の定量比較分析を亜種と性の異なる 4 群間で行った。ヤクシマザルオス 14 体、メス 14 体、ホンドザルオス 14 体、メス 13 体、計 55 体の頭骨標本を CT スキャナで撮影し、再構成した頭骨 3 次元モデル上に 57 の標点をとった。これらの点によって表された形態情報を Geometric Morphometrics (GM) 法を用いて、サイズ変異と形状変異に分解し、4 群間での差の有無を検定した。その結果、サイズ、形状の双方で、亜種間差および性差が存在することが示された。ホンドザルに比べヤクシマザル頭骨は全体的に小さく、狭い眼窩、長い吻部、発達した側頭窩などの特徴を示した。両亜種に共通して、メスはオスに比べ、サイズが小さく、相対的に大きな眼窩、小さく短い吻部、小さな側頭窩を持つことが示された。この結果は、古典的計測法によって、従来示唆されていた亜種間差と性差をより明確に機能単位ごとに示すもので、近縁 2 亜種の形態差を数量化することに成功している。</p> <p>主論文 2 では、頭蓋顔面形態の違いがこれら 2 亜種間に形成される時期とその過程を解明することを目的として、胎児期における成長様式の比較を行った。受精後 8 週以降のヤクシマザル 14 体、ホンドザル 18 体、計 32 体の胎児液浸標本を、CT スキャナで撮影し、頭骨の再構成モデル上に 68 の標点をとった。GM 法を用いてこれらの示す位置的変異を主成分として定量化し、サイズに対して回帰させることで、2 亜種の成長軌跡を計算した。成長軌跡の傾き係数の有意差検定を行った結果、当該期間においては 2 亜種間に有意な違いがなかった。一方、切片係数に関して 2 亜種間に当該期間を通じ一貫した有意な差が見られ、ホンドザルに比べヤクシマザルは狭い眼窩、高いイニオン、長い吻部という特徴を持つことが分かった。これらの成長軌跡の比較解析から、ニホンザルそれぞれにおける頭骨形態の特徴は、胎児期のごく初期に形成され、それ以降保持されたまま成体における頭骨形態の亜種間差を作っていることが示唆された。</p> |                                                                                                                                                        |    |      |
| (論文審査の結果の要旨)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                        |    |      |
| <p>頭骨の形態は化石霊長類の系統関係を明らかにする上で、最も重視されてきた情報源の一つである。頭骨は脳や特殊感覚器の保護、咀嚼、発声等、複数の機能に関わる複合体であり、その形態特徴は、系統進化を強く反映すると考えられてきたためである。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                        |    |      |

しかしながら、近年、霊長類、特にヒト上科の頭蓋骨には、収斂による類似性が数多く進化しているという意見が増え、成体における頭骨の特徴だけに注目するのではなく、そうした特徴を発生させる成長過程の研究にも関心が集まりつつある。ただ、こうした成長研究においては、未成熟個体から成体までの成長段階にある連続的な頭骨資料が必要であり、資料の制約が研究の発展の妨げとなっている。殊に、霊長類における胎児期の頭骨成長研究はきわめて数が少なく、3次元的な頭骨の成長過程を追った研究はヒトで行われた例を除けば、これまで行われていなかった。

本申請論文は、ニホンザル(*Macaca fuscata*)の2亜種であるヤクシマザルとホンドザルを材料として、成体に認められる頭骨形態の特徴の違いが、いつ、どのような過程を経て発生するかを3次元数量形態学的手法によって調べた。ヤクシマザルは屋久島固有のニホンザル亜種であるが、九州以北のホンドザルとは、体の大きさ、頭骨形態に違いがあるという指摘がなされていた。主論文1では、これまで指摘されていた頭骨特徴の違いを3次元的に厳密に定量化する目的で、ヤクシマザルとホンドザルの成体頭骨標本、計55個を対象に、連続CT撮影とGeometric Morphometrics(GM)法を用いた数量形態学的分析を行った。その結果、従来指摘されていたように、ホンドザルに比べヤクシマザル頭骨は全体的にサイズが小さい事が示された。しかしながら、サイズを基準化すると、幅の狭い眼窩、長い吻部、発達した側頭窩をもつなど、一般的に強い咀嚼力と関連すると解釈されている特徴が、ヤクシマザルでより強く表れているという興味深い結果を示した。一般には、サイズの大きな種の方がより発達した咀嚼器官を持つ傾向があり、これは新しい発見である。一方、それぞれの亜種内で、サイズの性差から期待されるように、オスはメスに比べ、相対的に小さな眼窩、大きく長い吻部、大きな側頭窩をもつなど、やはり咀嚼力の発達に関連する特徴が強く表れている事を示した。従来、古典的計測法によって指摘されていた亜種間差が咀嚼に関する一つの機能単位としてまとめられる事を明確に示した点、これらの亜種間の頭骨の形の違いは、ほぼ咀嚼能力の違いとして理解できる点、近縁2亜種の形態差を亜種内の性差の程度と量的に比較した点は高く評価できる。

主論文2は、胎児期における頭骨の成長様式をヤクシマザルとホンドザルで比較し、その違いについて論じている。発達段階の異なる霊長類胎児資料を横断的比較研究ができる数にまで集めることは著しく困難であり、計32体もの胎児液浸標本を分析に用いた点は、高い評価に値する。成体の場合と同様、連続CT撮影とGM法による解析によって、ヤクシマザルは、ホンドザルに比べ、幅の狭い眼窩、発達した項平面、長い吻部といった、咀嚼力の発達と関連すると考えられる特徴を、胎児期23週のうちの第8週までに獲得していることを明らかにした。より早期の成長段階の資料が得られなかったため、この違いがどの段階で発生するのかまで特定できなかった点は惜しまれるが、亜種の成体間で認められる頭骨の形態特徴の違いが、胎児期の早い時期に形成され始めることを明らかにした点は、霊長類の頭骨形成の一般的なパターンを明らかにしていく上で、有意義な知見である。また、咀嚼機能との関連で理解できる頭骨形態の違いが、胎児期前期で発生している点は、それが後天的な要因ではなく、遺伝的影響が強い可能性があることを示しており、ヤクシマザルとホンドザルを亜種として区別する根拠となると考えられる。

このように、本申請論文は、霊長類の頭骨形成について、先駆的な研究方法をとり、多くの興味深い知見を明らかにしている。よって、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成22年4月9日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。