

氏名	にしむら たけし 西村 剛
学位(専攻分野)	博士(理学)
学位記番号	理博第2688号
学位授与の日付	平成15年3月24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	Studies on the ontogenetic changes in the shape of the vocal tract in chimpanzees. (チンパンジーにおける声道形状の成長変化に関する研究)
論文調査委員	(主査) 助教授 濱田 穰 教授 片山 一道 教授 森 明雄

### 論文内容の要旨

ヒトでは、他の哺乳類とは異なり、生後、喉頭が下降し、声道の二共鳴管構造が完成する。この構造により、一息の中で多様な音素を連続的に発することができる。この喉頭下降現象は、ヒト科系統で一度に起源し進化したと考えられてきた。

第一章では、ヒトを含む真猿類の液浸固定標本を用いて、舌骨・喉頭器官の比較解剖を行った。ヒトを含むヒト上科の霊長類では、喉頭器官が舌骨と離れ、相互の運動に独立性がある。これに対して、その他の真猿類では、喉頭器官と舌骨が近接し、靭帯などで固く結びつけられている。これらの形態差異は、嚥下機能の差異と関連すると示唆される。

第二章では、磁気共鳴画像法(MRI)を用いて、チンパンジー乳幼児を対象に、声道形状の成長変化を追跡した。チンパンジーでも、乳児期初期には、ヒトと同様に喉頭が下降した。その喉頭下降は、主として喉頭器官の舌骨に対する下降によって起こっている。この下降により、第一章でみられたヒト上科型の舌骨・喉頭器官形態が発達すると考えられる。

第三章では、MRIを用いて、周産期胎児から成体に至るまでのチンパンジー液浸固定標本の声道形状を観察した。乳幼児期では、第二章と同様に喉頭の下降がみられた。しかし、コドモ期では、口腔の成長は加速するのに対し、咽頭腔の成長は鈍化した。これは、チンパンジーでは、ヒトと異なり、コドモ期には喉頭下降がみられないことを示している。その差異には、舌骨の下顎骨や頭蓋底に対する下降の有無が大きく影響していると考えられる。

これらの結果を総合すると、喉頭下降現象は二段階の過程を経て進化したと示唆される。第一は、ヒト上科の共通祖先で、喉頭器官の舌骨に対する下降が起源し、つぎにヒト科系統で舌骨の下顎骨・頭蓋底に対する下降が進化した。この2段階進化モデルは、発話の形態学的、生理学的、神経科学的基盤の新たな進化観を提供するとともに、今後の研究に新たな視点をもたらすであろう。

### 論文審査の結果の要旨

有節音言語はヒトだけがもつ特徴のひとつである。しかし、その進化過程については喉頭の下降が主たる要因であるという事実以外は、ほとんど解明されていない。音声器官を構成するものが軟骨、筋、靭帯等の軟部組織が主体であり、化石として残存し難いこと、必要とされる三次元的な解析が困難であること等がその理由である。また従来、ヒトとそれ以外の霊長類という二分法的認識が音声器官系形態の比較研究において、研究者にバイアスを与えてきた。そのため当該形態の変異に関して、ヒトの形態が隔絶していることのみが注目されてきた。さらに音声器官系形態には系統的に著しい変異があるのみならず、個体発生的変化も著しく、それらの整合的研究が必要とされていた。

本研究は三つの章で構成され、上記研究上の問題点の解決をはかっている。まず第一章では、18属、32種、50標本もの真猿類標本を解剖し、音声器官系の主体である舌骨と喉頭の形態の比較を行った。その結果、オナガザル上科とオマキザル上科では両者が緊密に結びつけられ、両者の間での運動は事実上不可能であるのに対し、ヒトを含むヒト上科では舌骨と喉頭が分離され、両者の間に相当の運動が可能な形態と配置を示す。この違いは、舌骨と甲状軟骨の形状、この両者の距離、両

者の間の関節部分に見られる解剖学的特徴にまでわたる。ヒト上科における舌骨と喉頭との分離は、ヒトにおける喉頭下降の一部であり、ヒト上科の共通祖先の段階でヒト化へ向けた進化が起こっていたことが示唆される。これらの結果に基づいて、ヒトにおける喉頭下降は、2つのステップで進化したという仮説を提出している。その第1ステップは、発声機能とは直接結びつけられず、むしろ当該器官系の嚥下機能の変化と関連すると示唆している。この仮説は研究結果によって十分に支持されていると評価される。

第二章では前章の研究結果をうけ、ヒト上科チンパンジー幼児における個体発生学的変化に関する研究を行っている。ヒトの喉頭は系統発生学的に下降したと考えられるのみならず、出生後に著しく下降しオトナ型の形態配置になる。ヒト新生児の喉頭配置は哺乳類一般と同等である。MRI（磁気共鳴画像法）装置を用いて、音声器官系を含む頭頸部形態の変化を観察し、ヒト幼児と同様にチンパンジー幼児にも舌骨と喉頭との分離ならびに喉頭の下降を見出している。

第三章ではさまざまな成長段階にある多数のチンパンジー液浸標本を対象として音声器官系のみならず、頭頸部の成長変化をMRIによって明かにし、声道形状の喉頭下降に伴う成長変化をヒトとの間で比較した。ヒトでは声道垂直（咽頭）成分は水平（口腔）成分とともに幼児期とコドモ期に伸長するが、チンパンジーでは垂直成分の伸長は幼児期に限られ、コドモ期以降は水平成分が卓越する。ヒトのコドモ期には、頭蓋底や下顎骨に対する舌骨の下降が垂直成分の伸長に関与している。液浸標本の作成・保管方法による変形に充分留意して研究を進めたことも評価すべき点である。

以上、三つの研究によってヒトの有節音言語の起源に「二段階進化仮説」を呈示し、脳神経系を含む頭蓋と頸部のヒト化における再編成を議論した点は高く評価される。以上により、本論文は博士（理学）の学位を授与するに値するものと認定した。なお、本人に対して論文内容とそれに関連した口頭試問を行った結果、合格に値すると判定した。