

霊長類の発声と音声知覚に関する研究

村田計一・南 定雄(東医歯大)

広瀬肇・新美成二・本多清志(東大・医)

ヒトにおける音声言語の生成と、知覚の関連について、従来多くの学説が提唱されている。本研究では、その一つであるMotor theoryの妥当性を、実験的に検討することが目的の一つであった。

この為に、ヒト以外の霊長類における発声機構及びその調節と、音声知覚に関する実験を行った。

1. 音声生成について

2頭のニホンザルについて経鼻的にファイバースコープを挿入し、喉頭の動態をVTRに記録し、同時に音源駆動の為の呼吸筋と考えられる肋間筋、音源に関与する筋として甲状披裂筋、輪状甲状筋、音声の超分節的な調節を行っていると考えられる胸骨舌骨筋に、有鉤針金電極を刺入し、筋電図の導出を試みた。得られる筋電図から喉頭の調節に関与する筋の活動状態と、それに対する中枢からの神経指令を推察しようとするものである。

内視鏡的に観察された喉頭の構造は、下気道の保護の面からみるとヒトと基本的には同じであった。嚥下時には絞扼的な閉鎖運動が認められ、それに伴った甲状披裂筋の筋活動が観測された。

発声に関しては、実験条件(麻酔、体位等)に問題があった為か十分な発声が見られず、データの収集ができなかった。今後の課題である。

2. 音声知覚について

1頭のチンパンジーと1人のヒトで日本語の合成母音(男性の声に聞える)の弁別を反応時間法で検討した。知覚的に類似する母音間では弁別に要する反応時間が長くなることを利用して、チンパンジーとヒトの母音知覚の異同を検討した。その結果、ヒトと異なり、チンパンジーは〔イ〕と〔ウ〕、〔エ〕と〔オ〕の弁別に長い反応時間を必要とした。これはチンパンジーでは2~4 KHzの聴感度が悪いことによると推測された。また、チンパンジーでは〔イ〕と〔エ〕の発声がむづかしいことと関連するかも知れない。

本研究はイアホンによる音響刺激の際のチンパンジー外耳道内の音圧測定の精度を分析し、正確な聴力測定法を確立するのを目的とする。ケタラール麻酔のチンパンジーに、イアホンを装着して純音を負荷し、1/2インチコンデンサマイクロホン(Brüel & Kjaer 4134)プローブチューブ(直径4mm、長さ50mm)でイアホン前面の音圧を測定し、イアホン装着圧とプローブチューブ先端位置を変えて測定音圧を比較した。装着圧が不十分な場合0.4 KHz以下で低音の漏洩による音圧低下が見られて圧着力に依存し、0.1 KHzで20 dBを超える場合もある。圧着力が充分な場合、測定値の変動は0.1 KHz-10 KHzで±5 dB以下であった。但し、4~5 KHzの共振反共振の変化のため10 dBを超える変動の見られる場合があった。10 KHz以上では外耳道内の共振パターンがイアホン装着毎に変わり、測定値間の変動巾は20 dBを超えた。

霊長類の聴覚と音声に関する研究

熊沢忠躬・友田幸一・鈴鹿有子・石部司
・堀芳朗(関西医大・耳鼻科)

化石人類を含む霊長類の音声・聴覚器官の進化に関する系統的研究のひとつとしてサル類の中耳、耳管粘膜の交感神経分布、内耳、中耳、外耳のコラーゲンの分布について蛍光組織化学、免疫組織化学的分析を用いて検討を行なった。

ニホンザル・オトナオス2頭、メス1頭を用いて、グリオキシル酸(GA液)を鼓膜より鼓室内に注入後、側頭骨を採取した。GA液中で中耳粘膜をメスで中耳前下部、前上部、内側、外側、後部、蝸牛基底回転部、蝸牛頂回転部、さらに鼓膜に分割して採取した。各々の粘膜片をスライドガラス上に伸展しドライヤーで15分間乾燥後、100℃5分にて熱処理を加え、蛍光顕微鏡にて観察した。アドレナリン作動性神経線維(ア線維)は前下部(耳管開口部付近)の中耳粘膜下にはかなり太く、かつ典型的瘤状構造を持ったア線維が網状にきわめて豊富に走行していた。前上部(耳管開口部の上

部付近)も前下部とほぼ同等の分布を示した。内側の中耳粘膜下のア線維は細く、かつその分布も豊富でなかった。外側のそれはさらに少なく、網状構造をなさず、単独走行をしていた。後部においてもその分布は少なかった。蝸牛をとりまく粘膜は基底回転部、頂回転部ともにごくわずかの線維を認めるのみであった。このように交感神経の分布が耳管及び中耳腔の耳管開口部付近に多いという事実は中耳の線毛上皮の分布と近似しており、中耳の経耳管的異物排泄機構としてのmyociliary system に交感神経が密に関与しているものと考えられた。

ニホンザルメス2頭を用いて、アルコール固定、EDTA脱灰、パラフィン切片を作成し、Ⅱ型コラーゲンのモノクローナル抗体を用いた免疫酵素抗体法により、Ⅰ型コラーゲンの分布を検討した。サルにおいてⅠ型コラーゲンはヒトとまったく同一の分布を示し、耳介軟骨、鼓膜論、鼓膜、耳管軟骨、耳小骨軟骨、骨包の一部、ラセン靭帯、骨ラセン板、ラセン稜、Rosenthal管、球形囊斑、卵形囊斑、膜半規管、膨大部稜、内リンパ管で認められた。このように耳における重要な構成蛋白であるⅠ型コラーゲンがヒトとニホンザルで同一の分布様式を示した事は、聴覚器官の生化学的進化を考えるうえで興味深い知見と考えられた。

ニホンザル音声の周波数特性(Ⅰ. コンタクトコールについて)

吉田敦也(阪大・人間科学)

ニホンザル音声の周波数特性を明らかにすることが本研究の目的である。昨年度の警戒音に続き今年度はコンタクトコールについて調べた。コンタクトコールとはいわゆる呼び鳴きのことで本研究では特に遊動時の遠距離間の呼びかわしを中心とした。

箕面A集団を対象に発声個体が遊動する集団から(1)100m以上離れている、(2)50-100m離れている、(3)集団内部にいる、の3事態でカセットデンスケ(TCD5M)とマイク(F115)を用いて録音した。分析はソナグラフ(KAY7800)とFFTアナライザー(リオンSA72)を用いて、持続時間(D)、基本周波数(F)、周波数帯域(R)、

エネルギーの高い周波数帯域(C)等について行なった。

(1)では5歳雄の笛の音のような音声で録音された。Dは1.07秒、倍音数は8であった。Fは発声後0.18秒で0.5KHzから4KHzへシフトし一定であった。Rは0.5-11.6KHzであったがエネルギーはFに集中していた。

(2)では5歳雄2頭からヒャーッ、ホイーッ等の音声を録音した。Dは平均0.46秒(N=32)、倍音数は4、Fは0.4-2KHz、Rは0.4-14KHz、Cは0.4-6KHzであった。周波数変化や倍音とノイズの結合状態から4タイプが確認された。

(3)では3-12歳の雄雌4頭から周波数変化の激しい音声(倍音数3-4、F0.5-4KHz、R0.5-12.3KHz、C0.5-7KHz)と周波数の一定した音声(倍音数5-6、F0.4-1KHz、R0.4-11.8KHz、C0.4-6KHz)の2タイプを録音した。Dは平均で0.48秒(N=14)であった。

上記からコンタクトコールは①持続時間が比較的長く倍音構造を示すものが多い、②距離によってパタンが異なる、③周波数帯域は広い、④6KHz以下の帯域のエネルギーが高い、等の特徴を持つことが明らかとなった。

特記事項として、(3)で録音された後者の音声の中に8KHz付近(7-9KHz)の音が抜けたものが幾つか確認された。この事実が何を意味するのかわからないが、聴覚特性あるいは発声器官の形態特性との関連において今後の解明が注目される点だと思われる。

本報告の音声は従来の報告には見られないものが多く含まれていた。今後の研究でさらに多くの音声パターンを明らかにする必要があるだろう。

ニホンザル大脳皮質聴覚野ニューロンの純音、ノイズおよびサルの音声に対する反応

亀田和夫・鎌田 勉(北大・歯)

ニホンザル大脳皮質聴覚野の音情報認識に対する機能を明らかにするために、純音、ホワイトノイズおよびサルの音声に対する聴覚皮質ニューロンの反応を調べた。麻酔下で必要な手術を行ったのち、