原 著

ヒトを含む霊長類の舌筋分化と筋紡錘分布

根 岸 孝 康

東京医科歯科大学歯学部顎口腔総合研究施設咬合研究部門（指導：窪田金次郎教授）

（1978年4月15日受付）

Muscle-Architectural and Muscle Spindle Differentiation in the Tongue of Primates Including Man

Takayasu Negishi

Anatomy Section, Institute of Stomatognathic Science, School of Dentistry,
Tokyo Medical and Dental University
(Director: Prof. Kinziro Kubota)

要旨：顎口腔機能と密接に関連した舌は、咀嚼は勿論のこと発音運動においても重要な役割を果たしている。そこで舌の機能的進化の実態を解明する目的で、舌運動との関連において、ヒトを含む霊長類の舌の筋構築と筋紡錘分布の変遷を比較調査した。

ツバイでは、舌筋構築は比較的単純で、舌に筋紡錘は存在しない。スローロリスでは、上縦舌筋が舌の正中部に局限した小線維束として配列し、筋紡錘が頤舌筋に1個出現した。ニホンザルでは、舌筋構築はより複雑となる。上縦舌筋の発達が悪いが、頤舌筋はよく発達している。筋紡錘は、頤舌筋に94個、茎突舌筋に8個、舌骨舌筋に6個と外舌筋に多く分布し、上縦舌筋には6個、横舌筋には8個と内舌筋にも出現し、総数61個の筋紡錘が出現した。ヒトでは舌筋構築はきわめて複雑で、上縦舌筋は舌背部から舌外側縁に広く発達し、筋紡錘は上縦舌筋に159個、横舌筋に79個、下縦舌筋に22個、垂直舌筋に8個と内舌筋に268個と多く出現した。頤舌筋には121個、茎突舌筋には75個、舌骨舌筋には37個と筋紡錘は外舌筋に233個分布し、舌全体では501個の筋紡錘が片側で存在した。

はじめに

舌筋の固有受容支配は、解剖学的にも生理学的にもまた臨床的にも、多くの研究者から興味をもたれていた課題である。

そして、舌筋が筋紡錘で支配されているかいないかの疑問を中心に議論の相異が多い。

舌筋に筋紡錘があるという意見は Langworthy¹⁾ によって行われたネコ、ブタ、オポッサム、ラ

ットなどでの知見によって支持され、Barron²⁾らはネコ、ラット、ウサギでの所見を基礎に舌筋筋紡錘の存在を主張し、Tarkhan³⁾はネコ、イヌで、Corbin et al.⁴⁾はサルで、Cooper⁵⁾はヒトとサルで、Walker et al.⁶⁾はヒトで、Bowman⁷⁾はサルで、Adatia et al.⁸⁾もヒトで、Morimoto et al.⁹⁾はネコで、いずれも舌筋の固有受容支配の存在を主張している。

これに対して Cooper⁵⁾は舌筋の筋紡錘の存在

をネコと仔ヒツジの研究で否定し、Carleton¹⁰⁾はウサギとアライグマ、カメレオンで、Corbin et al.⁴⁾はネコで Weddell et al.¹¹⁾はラットとウサギで舌筋紡錘の存在を否定している。

これらの文献でみられるような舌筋における筋紡錘分化に関する知見の不一致は、いずれの動物にせよ、それらの知見が舌筋の完全な連続切片による組織学的観察にもとづいて得られたものではないことに起因しているように思える。

そこで、舌の形態と機能との関連において、筋紡錘分化の実態を霊長類の舌の進化の面から比較組織学的に調査した。

材料と方法

ツパイ（新生仔）、スローロリス（成熟獣）、ニホンザル（新生仔）、ヒト（新生児）の舌が観察された。頭部は、正中面で切半し、充分脱灰した後、水洗-中和-水洗し、段階的に（70%, 80%, 95%, 100%, 100%アルコールで）脱水し、エーテルアルコールで透徹を行い、段階的に（2%, 4%, 8%, 14%セロイジンで）包埋した。頭部各切半部はそれぞれ水平断方向と前頭断-横断方向の2方向で30ミクロンの厚さで、連続切片に薄切され、ヘマトキシリン、エオジンで重染色された。段階的に（70%, 80%, 95%, 100%, 100%アルコールで）脱水し、カルボル・キシロール、キシロールで透徹してバルサム封入して組織標本が作成された。各染色標本から舌断面の4ツ切大の拡大写真が作成され、これを参考にしながら、各標本は舌尖部から舌根部へ向かって筋構築の推移と筋紡錘が出現し消失していく状態が、光学顕微鏡下で精査された。4ツ切大の拡大写真はトレーシングペーパー上にトレースされ、それをもとにして各断面での筋構築の実態図が作成された。

所 見

ツパイ

ツパイは以前は食虫目の動物として取り扱われ分類されていたが、現在ではツパイは霊長目に入られ、サルの祖先形として取り扱われ、分類さ

れている。

Plate 1 のA図に示したように、舌尖部を含む横断面でみると、舌背は平らであるが、舌の外側縁は軽い隆起状の高まりを示している。舌下部には発達した舌下ヒダ (Sublingua) がある。上縦舌筋は舌背の正中部に筋線維の小束として観察される。下縦舌筋は舌の腹側部を占め、外側縁から舌正中部にまで及ぶ広い範囲にわたって存在する。垂直舌筋は舌の腹側部全面から舌の背側面に上行している。横舌筋は舌の正中中隔から舌の背側面に向かって外側方に横走している。舌尖部の正中部に限局して数層の層状構造をした腱様組織からなる円柱状のリッサ (lyssa) が観察される。

Plate 1-B 図に示したように、舌小帯を含む横断面では、舌の外側縁は粘膜下組織の肥厚によって高まって見える。上縦舌筋は舌背に広く筋線維の小束として分散して観察され、下縦舌筋は舌の外側縁から舌の腹側部にかけて観察される。舌の外側縁で上・下縦舌筋は互いに連続している。垂直舌筋は舌の全体にわたって、舌の腹側部から舌背に上行している。横舌筋は正中縫線から舌背および舌の外側縁に向かって横走している。この断面から頤舌筋が舌小帯基部の両側に観察される。頤舌筋の水平部は外側に拡がりを示し、その上行部はわずかしきみえていない。このような頤舌筋の形態的位置関係で、舌は口腔底に対して低位をとるようにみえる。

舌体部を通る横断面 (Plate 1-C 図) でみると、上縦舌筋は舌背面に沿って横一列に筋線維の小束として配列している。垂直舌筋は舌の外側部を占め、舌の腹側部から舌背に上行している。横舌筋は層状の配列をとり、正中中隔から舌背および、舌の外側縁に向かって横走している。頤舌筋は舌下部正中線の両側に観察される。正中部の筋束は舌背にまで上行しているが舌下部における上行線維の経路はわずかしきみえていないので、舌は口腔底に密着しているようにみえる。この断面で舌骨舌筋が現れ、筋線維束は舌の腹側面に沿って上行している。茎突舌筋も舌骨舌筋の下面に接して現れる。

舌根部を通る断面(Plate 1-D 図) でみると, 上, 下縦舌筋と垂直舌筋はすでに消失しているが, 横舌筋はいぜんとして正中中隔から外側方に向かって大きい筋線維束として横走している。頤舌筋は舌下部および舌の正中, 舌背に認められ, 舌下部では多数の筋線維の小束として観察される。舌骨舌筋は舌骨の下縁から起始し, 舌の外側縁に沿って上行している。茎突舌筋は舌の最外側部を占

めている。小角舌筋は舌骨小角から起始し, 舌内を上行しているのがみえる。口蓋舌筋は本来口蓋筋に属するものであるが, 軟口蓋の外側部から小さい筋線維束として舌外側縁に入り, 茎突舌筋と交錯している。

舌の口峽部を通る横断面 (Plate 1-E 図) でみると, 舌骨舌筋の一部は, 舌骨大角から起始し, 舌内を上行しているのがみえる。茎突舌筋は茎状突起の外側に観察される。

舌背面から舌を視察(図 1) すると, その外形は舌尖部で最も幅が広く, 最大幅径を示し, 舌根部まで舌の幅径は増減することなく, つづいている。有郭乳頭は舌体と舌後部とを境する分界溝に沿ってその前面正中部に 1 個とその外側に左右各 1 個ずつ計 3 個が三角形に配列しているのが観察された。舌背面の投影図から見積ると舌の最大幅径は 3.5mm, 前後径は 16mm であった。

舌の横断面で観察された舌筋の各筋束の出現してくる順序は次のようである。舌尖部からまず垂直舌筋と横舌筋が同じ位置に, ついで下縦舌筋, 上縦舌筋, 頤舌筋, 舌骨舌筋と茎突舌筋が同じ位置に, つづいて口蓋舌筋, 小角舌筋の順序で現れてくる。断面から消失する順序は, まず下縦舌筋, 垂直舌筋, 上縦舌筋, 頤舌筋と小角舌筋が同じ位置で, ついで横舌筋, 口蓋舌筋, 舌骨舌筋, 茎突舌筋がつづいて消える。上縦舌筋は 1 度は消失するが再び横断面に出現してくる(表 1)。

筋紡錘はツバイの舌筋には存在しなかった。

スローロリス

このサルは, 原始的猿類の仲間

図 1 ツバイの舌の筋紡錘分布を示す舌背投影図

表1 ツパイの舌における舌筋各層の出現

標本 番号	内 舌 筋				外 舌 筋				
	縦舌筋		垂直 舌筋	横舌 筋	頤舌 筋	舌骨 舌筋	茎突 舌筋	小角 舌筋	口蓋 舌筋
	上縦 舌筋	下縦 舌筋							
129			0	0					
141		0	0	0					
157	0	0	0	0					
231	0	0	0	0	0				
367	0	0	0	0	0				
369	0		0	0	0	0	0		
413	0		0	0	0	0	0		
495			0	0	0	0	0		
533	0		0	0	0	0	0		
579	0		0	0	0	0	0		0
613	0		0	0	0	0	0		0
617	0			0	0	0	0	0	0
625	0			0	0	0	0	0	0
645				0	0	0	0	0	0
647				0		0	0		0
653				0		0	0		0
671						0	0		0
717						0	0		
815							0		

である。

Plate 2 の A 図（切片番号 297）に示したように、舌尖部を通る横断面でみると、舌背は平らで舌下部には舌下小帯と舌下ヒダ(Sublingua)が観察される。舌下ヒダは軟骨を主体とする結合組織から構成されている。舌背・粘膜は厚く、舌乳頭形成が発達している。舌尖部の舌中央部には細い筋線維と脂肪体とからなる結合組織の被膜で包まれたいわゆるリッサ(lyssa)が存在する。

上縦舌筋は舌背の正中部に筋線維小束として観察され、下縦舌筋は舌縁部から舌の腹側部にかけて存在する。垂直舌筋は舌腹側部から舌背に向かって上行し、横舌筋は舌の正中部から舌背、舌縁部、舌腹側面に向かって横走している。

この断面での内舌筋には筋紡錘はまだ観察されない(表2)。

舌小帯を通る横断面(Plate 2 の B 図)では、上縦舌筋は舌背面に沿って、明瞭な筋線維の小束

表2 スローロリスの舌筋各層の出現と筋紡錘分布

標本 番号	内 舌 筋				外 舌 筋				
	縦舌筋		垂直 舌筋	横舌 筋	頤舌 筋	舌骨 舌筋	茎突 舌筋	小角 舌筋	口蓋 舌筋
	上縦 舌筋	下縦 舌筋							
137			0	0					
145		0	0	0					
241	0	0	0	0					
385	0	0	0	0	0				
545	0	0	0	0	0	0	0		
597	0	0	0	0	1	0	0		
717	0	0	0	0	0	0	0		0
813	0	0	0	0	0	0	0		0
837	0		0	0	0	0	0	0	0
845	0		0	0	0	0	0	0	0
861	0			0	0	0	0	0	0
873	0			0	0	0	0	0	
885				0	0	0	0	0	
905				0		0	0	0	
917				0		0	0		
989						0	0		
1189							0		

として配列し、下縦舌筋は舌の外側縁で上縦舌筋と連続して、舌の腹側部に大きな筋線維束として配列している。垂直舌筋は、舌の外側縁に偏在し、舌の腹側部から舌背にやや斜めに上行し、横舌筋は正中部から舌背と舌縁部に向かって横走している。

頤舌筋は舌下部から舌の正中側を上行している。このレベルでは内舌筋にも外舌筋にも筋紡錘は観察されない(表2)。

舌体部の前部を通る横断面(Plate 2 の C 図)でみると、上縦舌筋は舌背に局限した筋線維束として配列し、下縦舌筋は、舌の腹側部に大きな筋束として観察される。垂直舌筋は舌の外側部において舌の腹側部から舌背に向かって上行し、横舌筋は正中部から舌背と舌縁に向かって横走している。

頤舌筋は舌の正中部にあって舌下部から舌背に上行している。舌骨舌筋は舌の外側縁に沿って上行し、茎突舌筋は舌の腹側部の最外側に位置している。

この断面（切片番号 597）において筋紡錘ははじめて頤舌筋に 1 個だけ観察された（表 2）。

図 2 と 3 に示されたように、筋紡錘の横断像は多角形を呈し、結合組織性の外包とその内部に錘内腔を有し、この筋紡錘では 3 本の錘内筋線維が観察された。頤舌筋のみに筋紡錘が出現するが、筋紡錘の直径は $35\sim 40\mu\text{m}$ もあり、錘内筋線維の直径は $8\mu\text{m}$ 位で、その長さは $90\mu\text{m}$ から $150\mu\text{m}$ 位と見積られた（図 2, 3）。

舌体の後部を通る横断面（Plate 2 の D 図、切片番号 797）でみると、上縦舌筋は舌背に小さい筋束として観察され、下縦舌筋は舌の外側縁の下面にあって小さい筋線維束として配列している。垂直舌筋は舌の外側縁を斜めに舌背に上行し、横舌筋は正中部から舌背は舌の外側縁に向かって層状に横行している。

頤舌筋の筋束は舌内に広く上行してみえるが、舌下部、正中部、外側部に配置され、正中部の筋束は舌背に達している。舌骨舌筋は舌の外側部によって舌下部から舌の外側縁と舌背に達している。茎突舌筋は舌の最も外側に配列されている。口蓋舌筋は軟口蓋から斜め下方に向かっていく。舌の外側部では、垂直舌筋、横舌筋、頤舌筋の三層が交錯して観察される。筋紡錘はこのレベルでは観察されない。

舌根を通る横断面の（Plate 2-E 図）でみると、舌背の外側縁にひだ状の高まりがみられる。このレベルでは上・下縦舌筋および垂直舌筋はすでに消失していて、観察されないが、横舌筋のみは舌の外側部にあり、さらに外側方に向かって横走している。

頤舌筋の筋束は、舌の正中部、舌背、外側部にある。舌骨舌筋は舌背の下縁部から起始し、舌の外側部と舌背に向かって上行している。茎突舌筋は舌の最外側部にある。小角舌筋は舌骨の外側部から起始し、斜めに舌背に上行している。

この横断面には筋紡錘は観察されない（表 2）。

舌の口峽部を通る断面（Plate 2-F 図）では、舌骨舌筋と茎突舌筋のみが観察されるにすぎない。舌骨舌筋は舌骨大角から起始し、茎状突起の下に

まで達している。茎突舌筋は茎状突起の外側に位置してみえる。

この断面には筋紡錘は観察されない（表 2）。

舌を舌背から視察（図 4）すると、舌の外形は、舌尖から舌のほぼ前 2 分の 1 の部位に向かって次第に幅を増し、この地点から分界溝の部位までは舌の幅は変化していない。しかし、分界溝から後方に向かっては舌根の幅は減少している。3 個の有郭乳頭が八字形に分界溝の前に三角形に配列されている。舌背からの投影図での見積りでは、舌の最大幅径は 6 mm、前後径は 25 mm である。スローロリスの頤舌筋に分布した筋紡錘は、舌背面からみると舌の前後の 2 分の 1 境界領域の正中寄りの部分に 1 個観察された（表 2）。

舌の横断面において各舌筋束の出現してくる順序は、舌尖部から後方に向かって、まず垂直舌筋と横舌筋が同じレベルに現れ、ついで下縦舌筋、上縦舌筋、頤舌筋、舌骨舌筋と茎突舌筋が同じレベルに現れ、一番後方に口蓋舌筋、小角舌筋が現れてくる。舌から消えていく筋束の順序は、まず下縦舌筋、垂直舌筋、口蓋舌筋、上縦舌筋、頤舌筋、小角舌筋、横舌筋、舌骨舌筋、茎突舌筋の順序で消えている。

頤舌筋の筋紡錘の局在する位置は舌下部で舌の前後 2 分の 1 の境界部にあった。筋紡錘の局在位置は舌の動きを正確に把握するのに一番適した位置であると考えられる（表 2）。

ニホンザル

ニホンザルは日本に棲息する狭鼻猿である。

舌尖部を通る横断面（Plate 3-A 図）でみると、上、下縦舌筋は、それぞれ舌背部と舌腹側部に、筋線維の小束として配列している。垂直舌筋は舌の腹側部から舌背に上行し、横舌筋は正中部から舌背と舌の外側縁に向かって横走している。この断面では筋紡錘は観察されない（表 3）。

舌小帯を通る横断面（Plate 3-B 図）でみると、舌背面は正中部で隆起状の高まりを形成し、舌の外側縁に向かって直線的にさがっている。上縦舌筋は舌背に小さい筋線維束として配列し、下縦舌筋は舌の腹側部に沿って筋線維の小束の形で並ん

表3 ニホンザルの舌筋各層の出現と筋紡錘分布

標本 番号	内 舌 筋				外 舌 筋				
	縦舌筋		垂直 舌筋	横舌 筋	頤舌 筋	舌骨 舌筋	茎突 舌筋	小角 舌筋	口蓋 舌筋
	上縦 舌筋	下縦 舌筋							
217				0					
229			0	0					
238		0	0	0					
278	0	0	0	0					
542	0	0	0	0	0				
585	0	0	0	0	0	0	0		
614	1	0	0	0	0	0	0		
664	1	0	0	0	0	0	0		
670	1	0	0	0	0	0	0		
863	0	0	0	0	1	0	0		
755	0	0	0	0	0	0	1		
827	0	0	0	0	0	0	0		
829	0	0		0	0	1	0		
833	0			0	0	1	0		
853	0			0	0	0	0		0
865	0			0	0	0	0	0	0
886	0			0	0	1	0	0	0
918	0			0	0	0	0	0	0
926				0	0	0	0	0	0
930				0	0	0	0		
956				0		0	0		
1046						0	1		
1086						0	0		
1094							1		
1138							1		
1265							0		

でいる。垂直舌筋は舌の腹側部から舌背に向かって上行し、横舌筋は正中部から舌背、舌の外側縁と腹側部に向かって横走している。この断面においても筋紡錘は観察されない(表3)。

舌体部の前半部を通る横断面(Plate 3-C 図)でみると、上縦舌筋は舌背から舌の外側縁にかけて小さい筋線維束として配列している。下縦舌筋は、舌の下面の外側部に大きな筋線維束として観察される。垂直舌筋は舌の腹側部から舌背に斜めに上行し、横舌筋は舌の正中部から舌背を舌の外側縁に向かって横走している。

頤舌筋の舌外部の筋束部は舌下部に小さな筋線

維束として存在し、舌内に侵入してさらに舌の正中側を舌背に向かって上行している。舌骨舌筋は、舌の腹側部に少量の筋線維束として観察される。茎突舌筋は細長い筋束として舌の最外側部に位置している。

このレベルで筋紡錘がはじめて上縦舌筋内に1個だけ観察された(表3)。

舌体部の中央部を通る横断面(Plate 3-D 図)でみると、上縦舌筋は舌背の正中側に限局した小さな筋線維束として観察されるにすぎない。下縦舌筋は舌の下面の外側にある。垂直舌筋は舌の外側部を上行し、横舌筋は正中部から舌背と舌の外側縁に向かって横走している。

頤舌筋は正中部を舌背に上行し、舌骨舌筋は舌の腹側部から舌の外側縁と舌背に向かって上行している。茎突舌筋は舌の腹側部の最外側部に位置する細長い筋束として観察される。

このレベルでは筋紡錘が茎突舌筋内に1個存在するのが観察された(表3)。

舌体部の後部を通る横断面(Plate 3-E 図)でみると、上縦舌筋は舌背に小さな筋線維束として配列しているのが観察される。下縦舌筋はこのレベルではすでに消失し、垂直舌筋も観察されない。横舌筋は正中部から舌背と舌の外側縁に向かって層状に横走している。

頤舌筋の筋束は舌の正中部と舌の外側縁ならびに舌背に広く分布している。舌骨舌筋は舌下部から舌の外側縁を舌背に向かって上行し、茎突舌筋は舌の最外側部あり、薄い筋層として観察される。

このレベルで筋紡錘は、舌骨舌筋に1個観察された(表3)。

舌根部を通る横断面(Plate 3-F 図)でみると、上縦舌筋はまだ舌背に少量の筋線維束として観察されるほか、横舌筋も正中部から舌の外側縁に向かって層状に横走している。

このレベルでは頤舌筋は消失している。舌骨舌筋は舌背の下縁から起始して、舌の外側部を舌背に向かって上行している。茎突舌筋は舌の最外側に観察される。小角舌筋は舌骨の上縁から起始し舌に進入している。口蓋舌筋は軟口蓋から舌に進

入して横舌筋と交錯している。

このレベルで筋紡錘は舌骨舌筋に 1 個観察された (表 3)。

舌の口峡部を通る横断面 (Plate 3-G 図) でみると、内舌筋群はすでに消えていて、その筋束はみられない。外舌筋では頤舌筋は姿を消して、ただ舌骨舌筋が舌骨の大角から起始して、大角の外側にあり、また茎突舌筋が、茎状突起の外側に位置しているのが観察される。

このレベルで筋紡錘は茎突舌筋に 1 個観察された (表 3)。

図 5 において連続前頭断切片から舌背面を復構して、舌全体を舌背から視ると、舌の外形は舌尖部から後方に向かって次第に幅径を増し、舌小帯のレベルで最大幅径となり、ここから後方の分界溝のレベルに至るまで舌の幅径は変わらずに一定している。舌は舌根部で次第にその幅径を減じて狭くなっている。八字形の分界溝の前面には、4 個 (左右 2 個 ずつ) の有郭乳頭が逆 V 字形状に配列している。復構図で見積ると、舌の最大幅径は 4 mm で、前後径は 25 mm である。

舌背面から各筋束における筋紡錘の配置状態を投影的にみると、上縦舌筋の 3 個の筋紡錘は舌体部に分布していることがわかる。また、頤舌筋では 1 個の筋紡錘が舌体正中部に分布し、舌骨舌筋の 3 個の筋紡錘は、舌根部に分布していることが示される。茎突舌筋の筋紡錘は舌体の外側部に 1 個と舌の外側の筋腹内に 3 個分布していることが示されている (表 3, 図 5)。

舌の横断面において、舌尖部から現われてくる舌筋の各筋束の順序はつぎのようである。まず横舌筋が現われ、ついで垂直舌筋、下縦舌筋、上縦舌筋、頤舌筋の順序で現われてくる。舌骨舌筋と茎突舌筋とは同じレベルで現われ、口蓋舌筋と小角舌筋とが最後に現われてくる。また断面から筋束が消失していく順序は、垂直舌筋、下縦舌筋、上縦舌筋の順序であって、小角舌筋と口蓋舌筋とは同時に消え、つづいて頤舌筋、横舌筋、舌骨舌筋、茎突舌筋の順序で消えてくる (表 3)。つまり、横舌筋が一番広い分布域を占めていることに

なる。

表 3 に示されるように、筋紡錘は上縦舌筋、横舌筋、頤舌筋、舌骨舌筋、茎突舌筋に観察された。

図 6, 7 には茎突舌筋に発見された筋紡錘が示されている。筋紡錘は多角形の外包に囲まれ、その内部に 5 本の錘内筋線維と血管が観察される。筋紡錘の外径はこのレベルでは $25\mu\text{m}$ と見積られる。内舌筋および外舌筋内にみられる筋紡錘の長さは $60\mu\text{m}$ ~ $120\mu\text{m}$ であった。舌筋における筋紡錘の分布状態をみると、内舌筋には上縦舌筋に 3 個がみられたほかは他の内舌筋 (下縦舌筋、垂直舌筋、横舌筋) には筋紡錘はみられなかった。外舌筋には頤舌筋に 1 個、舌骨舌筋に 3 個、茎突舌筋に 4 個、計 8 個の筋紡錘が分布した。小角舌筋と口蓋舌筋には筋紡錘は観察されなかった。

ヒト

舌尖部を通る横断面 (Plate 4-A 図) でみると、上縦舌筋は舌背に広く分散し、下縦舌筋は舌の腹側部に配列している。垂直舌筋は舌の腹側部から舌背に上行し、横舌筋は正中部から舌の外側縁に向かって横走している。

このレベルでは筋紡錘は観察されない。

舌小帯を通る横断面 (Plate 4-B 図) でみると、舌背表面は正中部で隆起し、舌の外側縁に向かって傾斜している。上縦舌筋は舌の正中部から舌の外側縁にかけて広く舌背に配列し、舌縁で下縦舌筋と連続している。下縦舌筋は舌外側縁から舌の腹側部に広く分散している。垂直舌筋は舌の腹側部から舌背に向かって上行し、横舌筋は正中部から舌の外側縁に向かって横走している。

このレベルで、上縦舌筋内に 1 個の筋紡錘が観察される (表 4)。

舌体部の前方部分を通る横断面 (Plate 4-C 図) でみると、上縦舌筋は舌背から舌の外側縁にわたって分布していて、そこで下縦舌筋と連続している。下縦舌筋は舌の外側縁から舌の腹側部にかけて配列している。垂直舌筋は舌の外側部を舌の腹側部から舌背に向かって上行し、横舌筋は正中部から舌の外側縁に向かって横走している。

表4 ヒトの舌筋各層の出現と筋紡錘分布

標本 番号	内 舌 筋				外 舌 筋				
	縦舌筋		垂直 舌筋	横舌 筋	頤舌 筋	舌骨 舌筋	茎突 舌筋	小角 舌筋	口蓋 舌筋
	上縦 舌筋	下縦 舌筋							
201			0	0					
225	0		0	0					
229	0	0	0	0					
289	2	0	0	0					
305	0	0	0	0	0				
357	1	0	0	0	0				
381	0	0	1	0	0				
405	1	0	0	0	0				
413	4	0	0	0	0	0	0		
453	1	0	0	0	2	0	0		
489	3	0	0	0	0	0	1		
553	6	0	0	0	4	0	1		
601	5	0	0	0	6	1	6		
653	9	2	1	3	6	5	3		
701	2	4	1	4	4	0	1		0
713	4	3	0	6	1	1	1	0	0
741	3	0	0	9	2	0	0	0	0
801	0			0	1	0	0	0	0
817	0			0	0	0	0	0	
837				0	0	1	0		
849				0	0	0	0		
853						0	0		
901						1	0		
953						1	0		
1009						0	0		
1237							0		

頤舌筋の筋束は舌の正中部を舌背に上行しているのがみられる。

このレベルで、上縦舌筋に1個の筋紡錘が観察された(表4)。

舌体部の中央部分を通る横断面(Plate 4-D 図)でみると、上縦舌筋は広く分布し、下縦舌筋は舌の腹側部に発達した筋束として局在している。垂直舌筋は舌の外側部を舌背に向かって上行し、横舌筋は舌の正中部から舌の外側縁に向かって横走している。

頤舌筋の筋束は舌下部から正中部を舌背に向かって上行している。舌骨舌筋は起始の一部筋束が舌下部に観察され、舌の腹側部に配列している。

茎突舌筋は舌の外側縁と舌の腹側部にわたって局在している。

このレベルで上縦舌筋に3個、茎突舌筋に1個の筋紡錘が観察された(表4)。

舌体部の後方部分を通る横断面(Plate 4-E 図)でみると、上縦舌筋は舌背に配列し、下縦舌筋は舌と下面外側部に局在した細長い筋束として観察される。垂直舌筋は舌の外側部を斜め上方に走行し、横舌筋は舌の正中部から外側部に向かって横走している。

頤舌筋の筋束は正中部を舌背に向かって上行している。舌骨舌筋の一部筋束は、舌下部に観察され、その筋束は舌の外側部を舌背に向かって上行している。茎突舌筋は舌の最外側部にある細長い筋束として認められる。

このレベルで、上縦舌筋に9個、下縦舌筋に2個、垂直舌筋に1個、横舌筋に3個と計15個の筋紡錘が内舌筋に、また、頤舌筋に6個、舌骨舌筋に5個、茎突舌筋に3個と計14個の筋紡錘が外舌筋に観察された(表4)。

舌根部の前方部分を通る横断面(Plate 4-F 図)でみると、上縦舌筋は依然として舌背に分布し、下縦舌筋は舌の下面の外側部に局在している。垂直舌筋は舌の外側部を斜めに上方に向かって舌背に達している。横舌筋は正中部分から舌の外側部に向かって横走している。

頤舌筋の筋束は正中部を舌背に上行している。舌骨舌筋は舌骨の下縁から起始し、舌の外側部を舌背に向かって上行し、茎突舌筋は舌の最外側部に局在している。

このレベルで、上縦舌筋に4個、下縦舌筋に3個、横舌筋に6個と計13個の筋紡錘が内舌筋に観察された。外舌筋には、頤舌筋に1個、舌骨舌筋に1個、茎突舌筋に1個計3個の筋紡錘が観察された。

舌根部の中央部分を通る横断面(Plate 4-G 図)でみると、上縦舌筋はまだ舌背に局在し、下縦舌筋は舌の下面の外側部に配列する小さな筋線維束として観察される。垂直舌筋は舌の外側部にあって、小さな筋線維束として舌背に向かって上行し

ている。横舌筋は舌の正中部から外側縁に向かって横走している。

頤舌筋は舌の正中部と外側部と舌背にわたって広くみられる。舌骨舌筋は舌骨の下縁から起始し、舌の外側部を舌背に上行している。茎突舌筋は舌の最外側縁に局在し、口蓋舌筋は軟口蓋から舌内に進入し、横舌筋と交錯している。

このレベルで筋紡錘は上縦舌筋に 3 個、横舌筋に 9 個数えられ、計 12 個が内舌筋に分布し、外舌筋では頤舌筋に 2 個が観察された (表 4)。

舌根部の後方部分を通る横断面 (Plate 4-H 図) でみると、上縦舌筋は舌骨に認められるが、下縦舌筋と垂直舌筋はすでに消失してみられない。横舌筋は小さい筋線維束として舌の正中部から外側縁に向かって横走している。

このレベルで頤舌筋はすでに消失してみえないが、舌骨舌筋は舌骨の大角から起始し、舌の外側部に向かって上行している。茎突舌筋は舌の最外側に局在している。小角舌筋は舌骨の小角から起始し、舌の正中部を舌背に向かって上行している。

このレベルで筋紡錘が横舌筋に 1 個だけ観察された。

舌の最後方部分を通る横断面 (Plate 4-I 図) でみると、上・下縦舌筋と垂直舌筋はすでに消失していて、横舌筋は小さな筋束としてわずかに舌の正中部から外側縁に向かって横走している。ヒトの舌でも横舌筋の拡がりは大きい。

頤舌筋は舌の正中部を舌背に向かって上行している。舌骨舌筋は舌の外側部に局在し、茎突舌筋は舌の最外側部に位置している。

このレベルで、筋紡錘は外舌筋の舌骨舌筋に 1 個だけ観察された。

図 8 に示されるように舌連続横断切片からの復構図で舌背面から舌全体をながめると、舌の外形は舌尖から後方に向かって次第に幅径を増し、舌小帯のレベルで最大幅径を示しているが、このレベルから舌根部に向かって舌は次第に幅径を減じている。八字形をした分界溝の前面には 2 個の有郭乳頭 (舌の半側で) が、正中部に大きな 1 個と、その外側方にやや小さな輪郭の乳頭が観察され

た。復構図での見積りによると舌の最大幅径は 9 mm、前後径は 30 mm であった。

横断面において舌筋の出現する順序をみると、舌尖からまず最初に垂直舌筋と横舌筋が同じレベルで現われ、ついで上縦舌筋、下縦舌筋、頤舌筋の順序に現われて、つづいて舌骨舌筋と茎突舌筋とが同じレベルで一番最後に口蓋舌筋と小角舌筋が現われる。また横断面から消失していく筋束の順序は下縦舌筋と垂直舌筋がまず消失し、ついで口蓋舌筋、上縦舌筋、小角舌筋の順序に消失し、さらに横舌筋と頤舌筋とは同じレベルで消失し、舌骨舌筋と茎突舌筋が最後に消える (表 4)。

ヒトの舌筋の筋紡錘は結合組織の外包と広い鍾内腔と数本の鍾内筋線維とから構成されている。図 9 には上縦舌筋内にみられた筋紡錘の断面像が示されている。外包の直径は 80 μ m であった。頤舌筋内にみられた筋紡錘の長さはいろいろであったが、長いものでは 1,680 μ m もあった。タンデム筋紡錘と呼ばれる筋紡錘も存在する (図 10)。

舌筋の筋紡錘数は横断面での計測によると 501 個で (表 5)、内舌筋では、上縦舌筋に 159 個、下縦舌筋に 22 個、垂直舌筋に 8 個、横舌筋に 79 個、計 268 個の筋紡錘が分布した。外舌筋では頤舌筋に 121 個、舌骨舌筋に 37 個、茎突舌筋に 75 個と計 198 個の筋紡錘が分布した。小角舌筋と口蓋舌筋には筋紡錘が存在しなかった。

表 5 霊長類の舌筋の筋紡錘分布

		ヒト	ニホンザル	スローロリス	ツバイ
外 舌 筋	頤 舌 筋	121	47	1	0
	茎 突 舌 筋	75	4	0	0
	舌 骨 舌 筋	37	3	0	0
	小 角 舌 筋	0	0	0	0
	口 蓋 舌 筋	0	0	0	0
内 舌 筋	上 縦 舌 筋	159	3	0	0
	横 舌 筋	79	4	0	0
	下 縦 舌 筋	22	0	0	0
	垂 直 舌 筋	8	0	0	0
計		501	61	1	0

考 察

舌は系統発生的には、両側の舌骨弓が結合して、膠様の結合組織と粘膜とで造られ、特別な腺も筋もない口腔底の隆起物にすぎないので、厳密な意味では、舌とはいえない。ただ、こういった原始的な舌は、口蓋の歯に対して食物を押し込めたり、一時、食物をそこに保持する役目をしているにすぎないのである。

ところが脊椎動物が進化するにしたがって、舌骨弓系が新しい2次舌の役目をもつようになると、体節の腹側筋系の最前方群が舌下筋群に分化して、舌にかなりの可動性をもたせるようになる。この結果2次舌は、その粘膜や結合組織が増殖して、口腔底からもり上がり、広い口腔底に付着して、その舌下筋群に支えられるようになる。このような原始舌は、口腔底の舌骨弓とそのうしろの鰓弓の上のっている。甲状腺原基の起始点が原始舌のすぐ前方にあるわけで、この起始点は哺乳動物では盲孔と呼ばれる浅い凹みとして示されている。二次舌の発育はこの盲孔のまえとうしろで行われ、舌骨弓や舌下筋群の進入などによって、口腔底は顕著に隆起してくるのである。二次舌は生き餌を捕えたり、それを処理したり、のみ込んだり、音声調節などいろいろな用途に用いられるように適応する。

二次舌は硬い舌と軟い舌とに区別されうる。硬い舌は鳥などにみられるもので、舌骨弓系の骨格だけで出来ていて、内舌筋系は退化しているか、あるいはかけていて、舌の運動はもっぱら舌骨弓系の骨格の下についている外舌筋系で行われる。軟かい舌はヘビや哺乳動物、とくに蜂密や蟻を食う動物で最もよく発達している。舌の骨格は口腔底にあって、その内舌筋系は舌の結合組織や中隔から起始して、それに停止しながら、おたがいに精巧に交錯している。

一本、一本の舌筋線維の活動は、それ自身を短縮するだけのことであるが、いろいろの方向に走る線維で舌は構成されているので、その動きは、きわめて複雑な運動をすることが出来るのであ

る。

このように、脊椎動物の舌は原始舌から二次舌への進化の過程で、その舌下筋群の分化は、まず原始舌において外舌筋として現われ、ついで二次舌において内舌筋として現われてくる。

この舌筋分化の変遷を霊長類の舌筋で見ると、下等な霊長類の舌ほど、その舌筋構築が単純であることがわかる (Plate 1)。ツパいの舌筋構築は、ロリスやニホンザルにくらべて非常にすっきりしている。ところが、ヒトの舌筋構築はきわめて複雑で、舌筋各線維束の同定はそれほど容易ではない (Plate 4)。よりの確な同定のためには同一標本の反復的観察をくりかえしながら、筋束同定を行うしか方法がないといえる。この舌筋構築の複雑な交織状態は、動物の feeding behavior と vocal communication の発達と非常に深いかわり合いをもっているようにみえる。

とくに動物個体群における仲間相互間の情報伝達方法としての vocal communication の進化は、動物社会において、とりわけサル社会において行動学的に注目されている。

この意味において、霊長類の舌の筋構築を比較すると同時にこれらが外舌筋と内舌筋によって生ずる舌運動の制御機構の発達を、筋紡錘分布の面から比較することは、舌の多様目的に対する適応形の実態を把握するうえにきわめて意義あるものと考えられる。ウサギの舌には筋紡錘はないという報告^{10~13)}が多く (Boyd, 1937¹²⁾; Carleton, 1938¹⁰⁾; Weddell, Harpman, Lambley and Young, 1940¹¹⁾; Boyd, 1941¹³⁾), またネコの舌にも筋紡錘はないと報告¹⁴⁾されている (Blom, 1960¹⁴⁾), Law (1954¹⁵⁾) はブタ、イヌ、ネコの舌の固有受容器をしらべたが、筋紡錘は確認出来ていない。

これらの研究で明らかにされたように、一般に食虫類や霊長類以外の哺乳類の舌には筋紡錘はないか、あってもわずかと思われる (窪田, 未発表)。霊長類の祖先形であるといわれるツパいの舌は外舌筋にも内舌筋にも筋紡錘をもたないことがこの研究で明らかにされえた。それが原猿である

スローロリスの舌は外舌筋に筋紡錘（1個）をもった。この筋紡錘はとくに頤舌筋に存在したもので、この頤舌筋が系統発生的に舌の運動に対する原動力的役割を果たしていることを考えれば、舌筋における筋紡錘が、頤舌筋に最初に出現したことには大きな意味がある。Bowman (1968⁷⁾) は rhesus monkey (*Macaca Mulatta*) の舌の内・外舌筋に筋紡錘を示し、その分布数を見積っているが、これを確かめることはしていない。彼は垂直舌筋と横舌筋に最も多く舌の中心領域に分布しているらしいと述べている。FitzGerald and Sachithanandan (1977¹⁶⁾) の観察によると、下等な霊長類では舌の固有受容器は数が少ないが、カニクイザルとヒトでは内舌筋と外舌筋にあるという。霊長類においてニホンザルのレベルの舌では筋紡錘の数も61個と増え、その分布する筋束も頤舌筋(47個)、茎突舌筋(4個)、舌骨舌筋(3個)、上縦舌筋(3個)、横舌筋(4個)と多くなっていることが注目される。特に注目すべきことは、筋紡錘の大部分に当たる54個が外舌筋とくに頤舌筋に出現している点であると同時に、内舌筋にも筋紡錘が出現したことである。ニホンザルの生態学者達は、サルは30語位の言葉を用いながら仲間相互の情報伝達をしていると考えている。これらの事象を考えると、ニホンザルの舌筋とくに内舌筋への筋紡錘の出現は、言語構成上きわめて必要なことと思われる。

ニホンザルにおける舌筋の筋紡錘分布の機能的意味づけに対するこの推論はヒトの観察所見 Kubota, Negishi and Masegi (1975¹⁷⁾) によって、さらに信憑性が強まって来たように思われる。Walker, Jr. and Rajagopal (1959⁶⁾) はヒトの頤舌筋、舌骨舌筋、茎突舌筋と内舌筋に筋紡錘を示し、頤舌筋に多数の筋紡錘が存在すると述べている。ヒトの舌筋は舌の片側で501個の筋紡錘をもった。この筋紡錘数はヒトの顎筋の筋紡錘数(521個)とほぼ同数である(Kubota and Masegi, 1977¹⁸⁾)。このことはいうにおよばず、ヒトの舌運動が非常に強い固有受容性の制御をうけながら功妙に行われていることを強く示唆している。

舌筋中、外舌筋に233個の筋紡錘が出現したのに対して、内舌筋にはそれにまさる数の268個の筋紡錘が出現したのである。このことは下等なサルでは筋紡錘が外舌筋に集中しているのと対照的である。なぜヒトの舌では内舌筋がこんなに多量の筋紡錘で支配されるのか、その説明はなかなかむずかしいが、系統発生的に古い外舌筋は主として舌の位置を変えるのに役立っているのに対して、系統発生的に新しい内舌筋は、舌の外形を変えることに役立っていることなどを考えれば、内舌筋の精巧な運動は勿論、外舌筋の運動とともに言語構成に深い関連があるとみなすべきであろう。この意味から内舌筋の高度の固有受容性支配は霊長類のヒトにおいて最高の発達をとげた vocal communication と切り離して考えることは出来ない。

これまでに舌筋の固有受容性神経支配に関して、解剖学的には多くの研究者(ヒトを Adatia and Gehring, 1971⁸⁾, 1972¹⁹⁾, サルとヒトを FitzGerald and Sachithanandan, 1977 a¹⁶⁾, b²⁰⁾; Law, 1954¹⁵⁾, オポッサムを Beg and Qayyum, 1976²¹⁾, ウサギを Boyd, 1941¹³⁾, ネコを Blom, 1960¹⁴⁾, アカゲザルを Bowman, 1968⁷⁾, ラットとウサギを Weddell, Harpman, Lambley and Young, 1940¹¹⁾, ウサギを Boyd, 1937¹³⁾, イヌとネコを Tarkhan, 1936³⁾, ウサギ, アリクイを Carleton, 1938¹⁰⁾, ヒトを Walker, Jr. and Rajagopal, 1959⁶⁾, ネコ, ブタ, オポッサム, ラットを Langworthy, 1924a¹⁾, b²²⁾, ネコを Zapata and Torrealba, 1971²³⁾; Richmond and Abrahams, 1975²⁴⁾) が研究し、生理学的には Bowman and Combs (アカゲザル), 1969²⁵⁾, Barron (ネコ, ウサギとネズミ), 1936²⁾, Cooper (ヒト), 1953⁵⁾, Morimoto and Kawamura (ネコ), 1971⁹⁾, Yokota, Suzuki and Nakano (ネコ), 1974²⁶⁾, Schoen (ネコ), 1931²⁷⁾, Corbin and Harrison (アカゲザル), 1939⁴⁾, らによって研究された。Langworthy (1924)¹⁾ はネコ, ブタ, オポッサム, ラットの外舌筋に筋紡錘があると述べているが、その実体は図示されていない。

Cooper (1953)⁵⁾ はヒトやサルの内舌筋には筋紡錘が存在するが、ネコや仔ヒツジにはみられないと述べている。このように、文献的にも舌筋における筋紡錘分布の実態は明らかにされていない。ある研究者達 (Corbin et al.⁴⁾, Tarkhan³⁾) は、サルやネコの第1あるいは第2頸部脊髄神経節を切除して、その変性神経線維を舌下神経中でしらべ、これら変性線維は舌からの固有受容感覚線維でみると間接的な証明をしているにすぎない。ある研究者 (Langworthy, 1924²²⁾; Cooper, 1953⁵⁾; Adatia et al., 1971⁸⁾) らは舌筋の筋紡錘からのインパルスは舌下神経を通して伝達されるとも述べているが実際に舌筋内で筋紡錘をしらべたわけではない。またある研究者 (Bowman and Combs, 1969²⁵⁾) は舌筋の筋紡錘からのインパルスは舌神経を経由しているとも述べ、森本、河村らはネコの舌下神経には、求心性線維の放電パターンから少なくとも3種の求心性線維があって、舌の伸展に反応していると述べているが、ネコの舌には筋紡錘が存在しないことと矛盾しているようにみえる。

こういった研究の現状では、この霊長類の舌筋の固有受容性支配に関する比較組織学的研究の結果は舌筋の固有受容支配に関する将来の生理学実験の基礎として重要視されなければならない。さらにヒトの舌筋の筋紡錘分布は舌体部に集中しているという事実は口腔外科臨床の立場からみると、舌癌などにおける舌組織の切除術に際して、この筋紡錘分布は舌運動機構の保持という視点からも考慮されなければならないだろう。

ここに記述したように、ニホンザルとヒトの舌筋には多数の筋紡錘が分布することが実証されたので、これらの筋紡錘を支配する第1次の固有知覚ニューロンがどこに局在するのか、またそれへの経路は現在まだ充分にわかっていないので、これらの問題の解明がこの研究の次の段階として考えられている。

結 論

原始的な霊長類ほど舌筋の構築は単純で各層の

繊維も明確で、各筋束も同定が容易である。筋紡錘分布は、ツバイにはみられず、下等な霊長類ほど、筋紡錘の数は少なく、ニホンザルではかなりその数を増している。舌筋における筋紡錘の出現は下等な霊長類では系統発生的に古い外舌筋に限られるが、サルの進化にともなってその数を増し、系統発生的に新しい内舌筋にも出現してくる。ヒトにおいては外舌筋の方よりも内舌筋に多くの筋紡錘が出現する。この事実をその咀嚼発音運動における機能進化という観点から考えれば、下等な霊長類の舌は食物を摂取したり、これを処理し燕下したりする運動に主として関与しているといえる。これに対してヒトの方は咀嚼運動のほかに、高度に発達した発音運動機構に関与していることが考えられ、舌筋構築の複雑化と筋紡錘分布の稠密化は、ともに舌運動の高度の機能進化と深い相関関係があるといえる。

謝 辞

稿を終えるにあたり、御懇篤なるご指導とご校閲を賜った窪田金次郎教授に深甚なる感謝の意を表します。本研究の遂行に際しいろいろご協力いただいた咬合研究部門の山本利光文部技官をはじめ諸先生方に深く感謝いたします。本研究の材料を提供くださった高宕山自然動物園ならびに共同利用研究によりご協力賜った京都大学霊長類研究所の先生方に心から御礼申し上げます。また写真作成に際して本学写真室の諸氏の御援助に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) Langworthy, O. R.: A study of the innervation of the tongue musculature with particular reference to the proprioceptive mechanism. *J. Comp. Neurol.*, 36: 273-297, 1923 and 1924.
- 2) Barron, D. H.: A note on the course of the proprioceptor fibres from the tongue. *Anat. Rec.*, 66: 11-15, 1936.
- 3) Tarkhan, A. A.: Ueber das Vorhandensein afferenter Fasern im Nervus hypoglossus. *Archiv Psychiat. Nervenkrankh.*, 105: 475-483, 1936.
- 4) Corbin, K. B. and Harrison, F.: The sensory innervation of the spinal accessory and tongue musculature in the rhesus monkey. *Brain. J. Neurol.*, 62: 191-197, 1939.

- 5) Cooper, S.: Muscle spindles in the intrinsic muscles of the human tongue. *J. Physiol.*, 122: 193-202, 1953.
- 6) Walker, Jr. L. B. and Rajagopal, M. D.: Neuromuscular spindles in the human tongue. *Anat. Rec.*, 133: 438, 1959.
- 7) Bowman, J. P.: Muscle spindles in the intrinsic and extrinsic muscles of the rhesus monkey's (*Macaca mulatta*) tongue. *Anat. Rec.*, 161: 483-487, 1968.
- 8) Adatia, A. K. and Gehring, E. N.: Proprioceptive innervation of the tongue. *J. Anat.*, 110: 215-220, 1971.
- 9) Morimoto, T. and Kawamura, Y.: Discharge patterns of hypoglossal afferents in a cat. *Brain Res.*, 35: 539-542, 1971.
- 10) Carleton, A.: Observation on the problem of the proprioceptive innervation of the tongue. *J. Anat.*, 72: 502-507, 1938.
- 11) Weddell, G., Harpman, J. A., Lambley, D. G. and Young, L.: The innervation of the tongue. *J. Anat.*, 74: 255-267, 1940.
- 12) Boyd, J. D.: Proprioceptive innervation of mammalian tongue. *J. Anat.*, 72: 147-148, 1937.
- 13) Boyd, J. D.: The sensory component of the hypoglossal nerve in the rabbit. *J. Anat.*, 75: 330-345, 1941.
- 14) Blom, S.: Afferent influences on tongue muscle activity, a morphological and physiological study in the cat. *Acta Physiol. Scandinavica*, 49: 15-51, 1960.
- 15) Law, M. E.: Lingual proprioception in pig, dog and cat. *Nature*, 174: 1107-1108, 1954.
- 16) FitzGerald, M. J. T. and Sachithanandan, S. R.: Proprioceptive nerve endings in the primate tongue. *J. Anat.*, 124: 500-501, 1977.
- 17) Kubota, K., Negishi, T. and Masegi, T.: Topological distribution of muscle spindles in the human tongue and its significance in proprioception. *The Bull. Tokyo Med. Dent. Univ.*, 22: 235-242, 1975.
- 18) Kubota, K. and Masegi, T.: Muscle spindle supply to the human jaw muscle. *J. Dent. Res.*, 56: 901-909, 1977.
- 19) Adatia, A. K. and Gehring, E. N.: Bilateral inferior alveolar and lingual nerve block. *British Dent. J.*, 133: 377-383, 1972.
- 20) FitzGerald, M. J. T. and Sachithanandan, S. R.: The source of proprioceptive innervation of the primate tongue. *J. Anat.*, 124: 502-503, 1977.
- 21) Beg, M. A. and Qayyum, M. A.: Anatomical and neurohistological observations on the tongue of 60 mm embryo of opossum, *Didelphis marsupialis*. *Anat. Anz.*, 190: 74-83, 1976.
- 22) Langworthy, O. R.: Problems of tongue innervation: Course of proprioceptive nerve fibers, autonomic innervation of skeletal musculature. *Johns Hopkins Hospit. Bull.* 35: 239-246, 1924.
- 23) Zapata, P. and Torrealba, G.: Mechanosensory units in the hypoglossal nerve of the cat. *Brain Res.*, 32: 349-367, 1971.
- 24) Richmond, F. J. R. and Abrahams, V. C.: Morphology and distribution of muscle spindles in dorsal muscles of the cat neck. *J. Neurophysiol.*, 38: 1322-1339, 1975.
- 25) Bowman, J. P. and Combs, C. M.: Cerebellar responsiveness to stimulation of the lingual spindle afferent fibers in the hypoglossal nerve of the rhesus monkey. *Exper. Neurol.*, 23: 537-543, 1969.
- 26) Yokota, T., Suzuki, K. and Nakano, K.: Reflex control of extrinsic tongue muscle activities by lingual mechanoreceptors. *Jap. J. Physiol.*, 24: 73-91, 1974.
- 27) Schoen, R.: Untersuchungen ueber Zungen- und Kieferreflexe. I. Mitteilung: Der Kieferzungen reflex und andere propriozeptive Reflexe der Zunge und der Kiefermuskulatur. *Archiv Exper. Path. Pharmacol.*, 160: 29-48, 1931.

Plate 1-A

1-B

1-C

1-D

1-E

Plate 2-A

2-B

2-C

2-D

2-E

2-F

Plate 3-A

3-B

3-C

3-D

3-E

3-F

3-G

Plate 4-A

4-B

4-C

4-D

4-E

4-F

4-G

4-H

4-I

図 2

図 3

図 4

図 5

図 6

図 7

図 8

図 9

図 10

付 図 説 明

Plate 1—A ツバイの舌の横断面図（舌尖部）
 1—B ツバイの舌の横断面図（舌体前部）
 1—C ツバイの舌の横断面図（舌体後方部）
 1—D ツバイの舌の横断面図（舌根部）
 1—E ツバイの舌の横断面図（口峽部）

Plate 2—A スローロリスの舌の横断面図（舌尖部）
 2—B スローロリスの舌の横断面図（舌小帯の部位）
 2—C スローロリスの舌の横断面図（舌体中央部）
 2—D スローロリスの舌の横断面図（舌体後部）
 2—E スローロリスの舌の横断面図（舌根部）
 2—F スローロリスの舌の横断面図（口峽部）

Plate 3—A ニホンザルの舌の横断面図（舌尖部）
 3—B ニホンザルの舌の横断面図（舌小帯の部位）
 3—C ニホンザルの舌の横断面図（舌体前半部）
 3—D ニホンザルの舌の横断面図（舌体中央部）
 3—E ニホンザルの舌の横断面図（舌体後部）
 3—F ニホンザルの舌の横断面図（舌根部）
 3—G ニホンザルの舌の横断面図（後部器外部）

Plate 4—A ヒトの舌の横断面図（舌尖部）
 4—B ヒトの舌の横断面図（舌小帯の部位）
 4—C ヒトの舌の横断面図（舌体前半部）
 4—D ヒトの舌の横断面図（舌体中央部）
 4—E ヒトの舌の横断面図（舌体後方部）
 4—F ヒトの舌の横断面図（舌根前部）
 4—G ヒトの舌の横断面図（舌根中央部）
 4—H ヒトの舌の横断面図（舌根後方部）
 4—I ヒトの舌の横断面図（舌の最後部）

図2 スローロリスの舌筋（頤舌筋）の筋紡錘（ $\times 120$ ）
 H $\times$ E

図3 図2に示した筋紡錘の強拡大（ $\times 500$ ）

図4 スローロリスの舌の筋紡錘分布を示す舌背投影図

図5 ニホンザルの舌の筋紡錘分布を示す舌背投影図

図6 ニホンザルの舌筋（茎突舌筋）の筋紡錘（ $\times 50$ ）
 H $\times$ E

図7 図6に示された筋紡錘の強拡大像（ $\times 500$ ）

図8 ヒトの舌の筋紡錘分布平面図

図9 ヒトの舌筋（上縦舌筋）の筋紡錘（ $\times 300$ ）
 H $\times$ E

図10 ヒトの舌筋（頤舌筋）の筋紡錘（ $\times 50$ ）H $\times$ E