原著論文

調音機能と補綴物との関係

II-2. 実験的口蓋床が発音中の舌筋筋放電活動, 舌運動および下顎運動に及ぼす経日的変化様相

有輪 芳明

Relation Between Articulatory Function and Prosthesis

II-2. Longitudinal Changing Aspect of Experimental Palatal Plate on Muscular Discharge of Tongue Muscles, Tongue Movement and Mandibular Movement before Pronunciation

Yoshiaki Ariwa

Abstract: In order to evaluate the kinematic function and the coordinated movement of articulatory organs, attention was focused on the palatal form in various factors related to pronunciation abilities with complete dentures. After an experimental palatal plate was inserted into 13 natural dentitions ranging from 21 to 24 years old, muscular discharge of tongue muscles, tongue movement and mandibular movement during pronunciation were recorded longitudinally. Data was comparatively evaluated with that before insertion of the experimental palatal plate, and the following conclusions were obtained:

This study has been established that changes in muscular discharge of tongue muscles, tongue movement and mandibular movement during pronunciation before and after insertion of an experimental palatal plate, are fast in some degree in recovering of kinematic function and the coordinated movement among articulatory organs, comparing with them of before pronunciation.

Key words: articulation, pronunciation, tongue muscles, tongue movement, mandibular movement

I. 緒 言

言語音生成過程において、ヒトの口腔は共鳴腔および

日本大学歯学部歯科補綴学教室総義歯補綴学講座（指導：森谷良彦教授）

Department of Complete Denture Prosthodontics Nihon University School of Dentistry at Tokyo (Director: Prof. Yoshihiko Moriya)

平成2年7月17日受付

言語の調音機構として、最も重要な役割を果たしており¹⁻³⁾、調音器官としての舌、下顎、口唇、歯、口蓋および口腔周囲筋などが、相互に協調している³⁾。そして、これらのいずれに異常が生じても発音障害を招くことになる³⁾。

日常歯科臨床に関係する発音障害の原因としては、不良補綴物の装着、歯の欠損および不正咬合などがあげられる³⁾。さらに、無歯顎者に初めて総義歯を装着したときや、旧義歯と比較して新義歯の口蓋形態、人工歯の配列

位置、咬合高径などが大幅に変化した場合は、後天的に習得された舌の生理的な運動が阻害され、発音障害を訴えることが多くなる⁴⁻⁶⁾。これは、義歯装着のために、発音時の調音点と共鳴腔の容積が変化し、また、義歯に接する舌、口唇、頬などの触覚も影響を受けるためと考えられる。このため、従来から義歯が発音に及ぼす影響について、聴覚的な検査法である発音明瞭度試験⁷⁻⁹⁾、音響的な検査法であるソナグラム法¹⁰⁻¹²⁾および舌と口蓋の接触範囲を記録するパラトグラム法^{5,8,13)}などを用い、発音機能の改善および回復程度の診査に用いられている。

調音機能と補綴物との関係について、浜中¹⁴⁾および萩原¹⁵⁾は、実験的口蓋床が音声継続時間と、発音前の表情筋筋放電活動、舌圧、舌筋筋放電活動、舌運動および下顎運動に及ぼす影響について検索し、各被検音の調音点および調音方法の違いにより経日的変化様相が異なると報告している。しかし、実験的口蓋床が発音中における各調音器官の機能に与える影響について、十分に解明されていないのが現状である。

そこで著者は、各調音器官の機能および器官相互の協調運動を解析する目的で、萩原の発音前の研究¹⁵⁾に引き続き、同じ被検者である健常有歯顎者に総義歯を想定した実験的口蓋床を装着させ、同じ被検音による発音中の先行子音と後続母音における舌筋筋放電活動、舌運動お

よび下顎運動の調音動作の変化様相を経日的に検討した。

II. 材料および方法

1. 被検者および被検音

被検者は浜中¹⁴⁾および萩原¹⁵⁾の研究と同一被検者であり、顎口腔系に異常を認めず、個性正常咬合を有する健常有歯顎者で、自覚的および他覚的発音障害^{16,17)}、聴覚障害^{18,19)}および舌異常^{3,20)}を認めない東京都出身の 21～24 歳成人男性 13 名である。

被検音は浜中¹⁴⁾および萩原¹⁵⁾の研究と同一被検音であり、有床義歯装着により発音障害を受けやすい^{16,17,21,22)}といわれている「ス」[su]、「シ」[ʃi]、「ヒ」[çi]、「ラ」[ʀa]、「キ」[ki]、「チ」[tʃi] および「サ」[sa] の 7 単音節を選択した。

2. 測定装置および方法

舌筋筋放電活動、舌運動および下顎運動の観察は、萩原¹⁵⁾の装置と方法に従った。

1) 音声

音声の測定¹⁴⁾は、交流増幅器 (日本光電社, AB-621 G) を用いて、パーソナルコンピュータ (PC-9801 VX) の

図 1 下顎運動および舌筋筋放電活動の分析方法

図 2 舌運動の分析方法

図 3 マグネット (■) および表面電極 (●) の設置部位 (萩原¹⁵⁾より引用)

CRT ディスプレイ上に再現された音声波形から先行子音開始時 (S₁), 後続母音 (S₂) および後続母音終了時 (S₃) を規定した (図 1, 2).

2) 舌筋放電活動測定

舌筋放電活動の測定²³⁾は, 多用途計測記録装置 RM-6000 (日本光電社) を用い, 有効直径 4.0 mm, 厚さ 1.3 mm の銀製皿電極による双極誘導にて行った.

電極の貼付部位は, 舌を最大突出させた状態で舌尖から 20 mm, 舌正中溝に対し左右対称な位置とした (図 3).

電極の設定は, 生体用シアノアクリレート系接着剤を用い, 極間距離 15 mm となるよう規定の位置に接着し, その際の極間抵抗が 10 k Ω 以下となるように行った.

3) 舌運動測定

舌運動の測定は, 磁気を応用した非接触型の下顎運動記録装置であるシロナソグラフ (シーメンス社, D 3175, 以下, SGG と略す) を用いた. また, マグネットは, 発音時に従来型マグネットでは, 舌運動および調音機能に障害を与えるので, 改良型マグネット^{15, 24)} ($\phi 2 \times 10$ mm, 0.23 g) を用いた.

マグネットの設定は, 舌を前方へ最大突出させた舌尖から 15 mm で, 舌正中溝とマグネットの長軸とが直交する位置に生体用シアノアクリレート系接着剤で貼付し行った (図 3).

SGG は, 舌安静位を基準位として^{22, 25-27)}, 舌前部に貼付したマグネットがセンサ中央部を通るようにヘッドフレームを設定した. そして, 舌安静位時のマグネットの位置を SGG 本体の X=Y=Z=0 に一致させるゼロ調整操作を行い, 舌安静位時におけるマグネットの位置を原点とし, X-Z 平面を被検者の正中矢状面に一致させ, Y-Z 平面が前頭面および X-Y 平面が水平面を標示するようにした. その結果, 舌運動の X 軸は前後方向, Y 軸は左右方向および Z 軸は上下方向を示している.

4) 下顎運動測定

下顎運動の測定にも改良型マグネット^{15, 24)} による SGG を用いた.

マグネットの設定は, 下顎前歯部の正中線上に, 生体用シアノアクリレート系接着剤にて貼付し行った.

SGG は, 下顎安静位を基準位として^{22, 25-27)}, 下顎前歯部に貼付したマグネットがセンサ中央部を通るようにヘッドフレームを設定した. そして, 下顎安静位時のマグネットの位置を SGG 本体の X=Y=Z=0 に一致させ

るゼロ調整操作を行い、下顎安静位時におけるマグネットの位置を原点とし、各基準平面は舌運動測定と同じにした。

5) 実験的口蓋床

有床義歯装着による口蓋部での調音機能への影響を検討するために、厚さ 2 mm の実験的口蓋床^{14, 28)} (以下、口蓋床と略す) を調製した。

6) 測定方法

被検者の姿勢は、防音効果が備えられたシールド室内の診療台に、SGG のサイドアームが床と平行になるよう安頭台を調整した状態で座らせた。さらに、被検者の口唇とマイクロフォンとの距離が 30 cm に保つようにした。

測定は、それぞれの基準位が原点設定時と同一であることをモニターで確認した後に、各被検音を 1 音節ずつトリガに追従して、反射的にそれぞれ 5 回発音するよう指示して行った。

また、測定時の音声の大きさおよび発音方法は、被検者に日常会話と同様に行えるよう指示した。

測定順序としては、まず、マグネットによる影響を避けるために音声、内舌筋筋放電活動および下顎運動の測定を行い、ついで音声と舌運動の測定を行った。なお、測定期日は、口蓋床装着 (以下、before と略す) を基準とし、装着直後 (以下、after と略す)、3, 7 および 14 日後について経日的測定を行った^{14, 15)}。

3. 分析項目

分析は、発音中における先行子音と後続母音について行い、それぞれ舌筋筋放電活動量、舌運動量および下顎運動量を検討した。

1) 先行子音

(1) 筋活動量

CRT ディスプレイ上に再現された舌筋筋放電活動波形を先行子音継続時間 (S_1-S_2) で積分し、筋活動量として求めた (図 1)。

(2) 舌運動量

CRT ディスプレイ上に再現された各軸の舌運動軌跡を先行子音継続時間 (S_1-S_2) で積分し、舌運動量 (図 2-■) として求めた。

(3) 下顎運動量

CRT ディスプレイ上に再現された各軸の下顎運動軌跡を先行子音継続時間 (S_1-S_2) で積分し、下顎運動量 (図 1-■) として求めた。

2) 後続母音

(1) 筋活動量

CRT ディスプレイ上に再現された舌筋筋放電活動波形を後続母音継続時間 (S_2-S_3) で積分し、筋活動量として求めた (図 1)。

(2) 舌運動量

CRT ディスプレイ上に再現された各軸の舌運動軌跡を後続母音継続時間 (S_2-S_3) で積分し、舌運動量 (図 2-■) として求めた。

(3) 下顎運動量

CRT ディスプレイ上に再現された各軸の下顎運動軌跡を後続母音継続時間 (S_2-S_3) で積分し、下顎運動量 (図 1-■) として求めた。

以上の分析項目について、A/D コンバータ (カノーブス電子, ADX-98 E) を搭載した 16 ビットパーソナルコンピュータ (日本電気社, PC-9801 VX) を用い、波形解析プログラムをサンプリング周波数 1 kHz¹⁵⁾ に設定して処理し、各被検音の測定値平均値と標準偏差を求めた。

さらに、被検音の分析項目について、口蓋床装着前に対する装着直後、3, 7 および 14 日後の t-検定 ($\alpha=0.05$) を行った。

III. 成 績

1. 先行子音

1) 筋活動量の経日的変化様相とその t-検定結果は、表 1 および 2 に示す。

2) 舌運動量

舌運動量の経日的変化様相とその t-検定結果は、表 3 および 4 に示す。

3) 下顎運動量の経日的変化様相とその t-検定結果は、表 5 および 6 に示す。

2. 後続母音

1) 筋活動量の経日的変化様相とその t-検定結果は、表 7 および 8 に示す。

2) 舌運動量の経日的変化様相とその t-検定結果は、表 9 および 10 に示す。

3) 下顎運動量の経日的変化様相とその t-検定結果は、表 11 および 12 に示す。

表 1 先行子音における舌筋活動量の経日的変化様相

Sound	Before	After	3 days	7 days	14days
ス	3.6(1.1)	10.2(5.7)	7.2(4.0)	5.5(2.3)	4.0(1.6)
シ	4.9(1.5)	12.0(4.4)	8.4(3.6)	6.6(3.3)	4.8(2.5)
ヒ	6.2(1.6)	16.7(4.4)	11.1(3.6)	10.3(2.3)	8.0(2.1)
ラ	5.6(1.4)	15.1(4.3)	9.2(3.4)	7.7(2.7)	6.2(2.6)
キ	6.4(1.8)	17.3(4.6)	12.7(4.3)	10.6(2.4)	8.4(2.1)
チ	4.6(0.9)	10.9(5.7)	7.9(3.7)	6.5(2.9)	5.1(1.7)
サ	3.8(0.8)	9.2(4.4)	6.8(2.9)	5.3(1.6)	4.4(1.3)

unit : mV・ms

() : SD

N=13

表 2 口蓋床装着前に対する先行子音における舌筋活動量の t-検定結果

	After	3 days	7 days	14days
ス	+	+	+	-
シ	+	+	+	-
ヒ	+	+	+	+
ラ	+	+	+	-
キ	+	+	+	+
チ	+	+	+	-
サ	+	+	+	-

注) + : 有意差あり ($\alpha=0.05$)

- : 有意差なし

IV. 考 察

1. 筋活動量

著者の成績では、発音中における先行子音（表 1, 2）および後続母音（表 7, 8）の全被検音において、筋活動量は装着直後に著明に増加し、その後経日的に減少した。しかし、装着 7 日後まで有意な増加を示した。

これは、口蓋床装着により共鳴腔の容積が減少し、舌の運動範囲が制約されたために、装着後の舌の調音動作に若干の失調を招いた結果と推察される。そこで、これを補償するために、舌の位置および形態を調整させる必要があり、その結果、特に舌筋の筋活動量が発音中（先行子音および継続母音）で有意に増加したものと推察される。

また、発音前の筋活動量について萩原¹⁵⁾は、同一の被検者および被検音において、装着 3 日後まで有意な増加を示したと報告している。調音動作^{6, 29)}は、舌の口蓋への接触開始—先行子音発現—標準的なパルトグラムの出現—後続母音発現のすべての過程で行われている。それゆえに、発音前における調音動作の失調が、調音中にも

影響したものと推察される。

先行子音では、「ヒ」および「キ」が 14 日後でも有意な増加であった（表 1, 2）。

桐谷は³⁰⁾、子音調音時の舌位置が、後続母音の影響を大きく受けると報告している。

「ヒ」および「キ」の後続母音である小開き母音 [i] は、舌の口蓋への接触範囲が最も広く、したがって口腔内の容積も狭くなっている⁵⁾。そのため上顎総義歯などのように口蓋を覆う場合、その厚さによる影響を大きく受けやすい。また、口蓋床に対する発音の適応を発音明瞭度試験法および自覚的感覚の調査にて検討した別当²¹⁾は、後続母音が [i] のとき誤聴率が多く、発音が最も困難であると感じた語音は「ヒ」および「キ」であると報告し、著者の成績を裏づけている。

さらに「ヒ」は硬口蓋音、「キ」は軟口蓋音であるが、ともに調音点が比較的粗雑な運動を行う舌後部^{5, 19)}である。そして、同部の発音前における舌接触時間および舌圧量ともに 14 日後でも有意に増加していた¹⁴⁾ことより、先行子音の筋活動量が、14 日後でも有意に増加したものと推察される。

後続母音では、全被検音において装着 14 日後に同程度であった（表 7, 8）。

後続母音の経日的適応について別当²¹⁾は、小開き母音 [i] を除き、装着 7 日後に適応を認めたと報告している。また、総義歯装着者の自覚的発音障害について検討した松木¹⁶⁾は、後続母音の障害が装着 7 日後に装着前とほぼ同程度を示したと報告している。さらに萩原¹⁵⁾は、発音前の筋放電持続時間および筋活動量は、ほぼ 7 日後に装着前と同程度を示したと報告している。

日本語は先行子音と後続母音とが結びついた音節であり、子音を単独で発音させることは困難である^{16, 17)}。このことより、後続母音は先行子音の影響を受けると推察される。さらに、後続母音調音時における固有口腔の容

表 3 先行子音における舌運動量の経日的変化様相

Sound		Before	After	3 days	7 days	14days
ス	X	103.7(22.4)	143.6(82.4)	124.7(56.9)	120.2(33.6)	113.8(27.2)
	Y	14.1(3.2)	20.9(9.6)	16.7(8.0)	15.1(4.1)	13.9(3.3)
	Z	129.2(25.4)	271.8(142.7)	186.0(77.0)	147.6(33.9)	134.5(29.4)
シ	X	84.8(19.4)	147.8(86.6)	116.1(53.8)	96.1(27.6)	101.2(22.0)
	Y	12.9(2.6)	20.6(10.5)	13.5(6.2)	13.2(3.3)	12.8(3.2)
	Z	112.6(21.7)	233.6(124.1)	158.6(68.6)	133.6(30.8)	118.6(27.3)
ヒ	X	82.5(18.6)	169.2(84.8)	142.1(43.9)	99.9(28.8)	87.6(22.8)
	Y	12.4(2.7)	21.6(10.9)	14.8(8.5)	13.7(4.7)	12.7(3.1)
	Z	120.1(21.5)	255.0(121.9)	176.4(67.4)	137.1(31.1)	129.9(27.2)
ラ	X	129.9(26.5)	173.9(99.1)	157.5(59.6)	136.0(37.9)	134.8(30.5)
	Y	16.3(3.3)	24.1(11.5)	20.1(8.6)	18.0(4.2)	17.2(3.7)
	Z	202.8(32.6)	385.7(161.8)	280.8(97.0)	243.6(49.3)	221.7(36.0)
キ	X	72.8(19.5)	144.7(82.8)	122.9(57.8)	94.2(28.6)	79.8(21.7)
	Y	11.7(2.7)	23.6(9.7)	14.9(6.9)	12.7(4.8)	12.0(2.9)
	Z	126.4(24.5)	263.2(129.6)	194.3(70.7)	150.2(32.0)	143.1(31.1)
チ	X	81.9(18.5)	138.8(72.9)	105.4(45.8)	100.8(30.3)	101.6(24.2)
	Y	11.7(2.4)	18.3(10.6)	13.7(6.7)	12.2(3.5)	12.4(3.0)
	Z	114.0(20.6)	246.0(120.8)	162.7(55.5)	130.4(31.5)	121.6(26.7)
サ	X	90.6(20.2)	136.9(80.3)	114.2(47.5)	109.0(31.3)	98.9(23.1)
	Y	14.1(3.2)	23.7(10.1)	16.8(8.0)	14.1(4.1)	14.6(3.8)
	Z	192.8(33.6)	326.8(149.4)	260.1(92.5)	211.1(42.3)	206.1(37.8)

unit : mm・ms
() : SD
N=13

表 4 口蓋床装着前に対する先行子音の舌運動量の t-検定結果

X 軸					Y 軸				Z 軸			
After	3 days	7 days	14days		After	3 days	7 days	14days	After	3 days	7 days	14days
ス	+	—	—	—	+	—	—	—	+	—	—	—
シ	+	+	—	—	+	—	—	—	+	—	—	—
ヒ	+	+	—	—	+	—	—	—	+	+	—	—
ラ	+	—	—	—	+	—	—	—	+	+	—	—
キ	+	+	—	—	+	—	—	—	+	+	—	—
チ	+	+	—	—	+	—	—	—	+	—	—	—
サ	+	+	—	—	+	—	—	—	+	—	—	—

注) 表 2 下注参照

積は、子音調音時のそれと比較して大きい⁷⁾ため、口蓋床装着による影響は、子音調音時より小さいことが推察される。それゆえ、「ヒ」および「キ」の先行子音の筋活動量が装着 14 日後に有意差を示したが、後続母音では、14 日後に同程度となったものと推察される。

2. 舌運動量

著者の成績では、発音中における先行子音 (表 3, 4)

および後続母音 (表 9, 10) の全被検音において、舌運動量は Z 軸で最も大きく、X 軸、Y 軸の順に小となる傾向であった。

口蓋床装着による発音前の舌運動量について 萩原¹⁵⁾は、X 軸で大きく、Z 軸、Y 軸の順に小となる傾向であり、前後方向 (X 軸) に大きく増加したと報告している。さらに、石嶋²²⁾は、総義歯装着者の舌運動範囲が前後方向に大きいと報告しており、著者の報告とは異なってい

表 5 先行子音における下顎運動量の経日的変化様相

Sound		Before	After	3 days	7 days	14days
ス	X	42.6(8.7)	74.6(31.4)	51.1(15.6)	47.8(11.9)	45.4(11.4)
	Y	5.4(1.5)	10.1(4.0)	6.8(2.8)	6.9(2.2)	6.6(1.7)
	Z	59.0(13.0)	107.5(46.1)	77.9(24.1)	70.6(19.8)	68.0(17.8)
シ	X	41.4(8.8)	82.3(30.5)	53.6(18.0)	54.8(13.6)	47.9(12.9)
	Y	6.2(2.1)	9.5(4.2)	7.4(3.6)	7.9(2.7)	6.8(2.4)
	Z	61.4(14.5)	94.7(39.8)	77.0(29.6)	72.1(20.4)	63.7(18.8)
ヒ	X	43.5(9.8)	87.1(31.7)	64.5(21.2)	53.7(19.4)	50.4(15.4)
	Y	6.9(1.8)	10.2(4.1)	8.1(2.9)	7.0(2.5)	7.3(2.5)
	Z	63.4(15.9)	129.6(58.4)	104.4(36.5)	74.6(22.1)	77.4(20.5)
ラ	X	62.1(13.0)	109.8(53.0)	80.1(35.4)	62.7(18.9)	64.8(14.4)
	Y	11.1(2.1)	16.6(7.2)	13.2(3.4)	13.0(3.5)	12.0(3.2)
	Z	130.4(21.3)	195.4(66.0)	176.5(49.4)	136.1(35.4)	138.2(33.3)
キ	X	45.9(10.3)	90.4(40.7)	73.1(23.6)	54.7(15.7)	48.1(13.9)
	Y	7.2(2.1)	13.9(4.9)	8.6(3.8)	8.0(2.7)	7.6(2.5)
	Z	66.3(14.6)	118.8(46.1)	86.4(21.2)	72.2(17.5)	74.8(18.5)
チ	X	39.2(8.7)	74.3(30.3)	51.4(16.9)	51.6(11.7)	43.4(10.4)
	Y	6.4(2.0)	10.4(4.3)	7.9(3.4)	6.6(2.5)	6.9(2.2)
	Z	61.9(14.5)	87.1(34.5)	73.0(20.7)	64.1(17.0)	66.5(16.3)
サ	X	55.2(12.2)	103.3(46.9)	77.1(29.6)	52.5(15.8)	54.6(15.9)
	Y	9.9(2.3)	14.4(6.6)	11.9(3.2)	10.6(2.7)	10.1(2.7)
	Z	134.1(29.7)	217.1(62.0)	178.0(41.7)	153.0(35.0)	137.2(32.8)

unit : mm・ms

() : SD

N=13

表 6 口蓋床装着前に対する先行子音の下顎運動量の t-検定結果

X 軸					Y 軸				Z 軸			
	After	3 days	7 days	14days	After	3 days	7 days	14days	After	3 days	7 days	14days
ス	+	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
シ	+	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
ヒ	+	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
ラ	+	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
キ	+	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
チ	+	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
サ	+	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—

注) 表 2 下注参照

た。

口蓋床装着による舌運動量は、発音前で前後方向¹⁵⁾に、発音中で上下方向にきわめて大きく増加したことは、発音前では、口蓋床装着によって、口蓋と舌との間の間隙が狭まり、舌が口蓋に広く接触する⁵⁾。これを補償するために調音点の前方あるいは後方移動^{21, 22)}が行われ、的確な発音を行うためのパトグラムが形成されたものと推察される。そして、発音中では、発音前に形成された

狭窄を通して呼吸を放出する間隙を確保する必要があり^{6, 29, 31)}、その結果、舌の上下方向の運動量が最も増加する傾向であったものと推察される。

先行子音について、舌運動量は装着直後に各軸で有意な増加を示したが、14日後には同程度であった(表 3, 4)。

発音前の舌運動量について萩原¹⁵⁾は、口蓋床装着による調音障害を舌運動時間の有意な延長と、X 軸および Z

表 7 後続母音における舌筋筋活動量の経日的変化様相

Sound	Before	After	3 days	7 days	14days
ス	9.7(2.0)	22.3(7.7)	17.1(6.1)	13.2(4.7)	11.4(3.2)
シ	9.1(2.1)	16.5(5.4)	13.6(4.3)	11.5(4.3)	10.0(3.2)
ヒ	20.1(4.0)	35.7(8.9)	28.1(7.1)	25.0(5.4)	21.9(4.6)
ラ	19.0(4.0)	37.1(11.0)	29.5(8.5)	26.3(7.8)	22.6(7.2)
キ	18.8(3.2)	38.7(10.9)	33.3(11.2)	26.6(6.3)	22.8(5.9)
チ	9.1(2.3)	23.2(12.4)	15.7(6.3)	12.8(5.0)	10.4(3.9)
サ	7.9(1.4)	15.1(8.4)	12.2(3.6)	9.9(3.1)	9.4(2.9)

unit : mV・ms
() : SD
N=13

軸における舌運動量の有意な増加により補償し、ほぼ 7 日後には同程度を示すと報告している。

著者の成績 (表 3, 4) は、X 軸および Z 軸については、この報告とほぼ同じ経日的変化様相を示したが、Y 軸は、3 日後に同程度を示し、異なっていた。

後続母音について、舌運動量は装着直後に X 軸および Z 軸で有意な増加を示したが、7 日後には同程度であった。しかし、Y 軸は、装着直後で同程度であった (表 9, 10)。

これは、舌筋筋放電活動量で考察したごとく、後続母音は、先行子音の影響を受けると推察される。そのため、後続母音の舌運動量は、先行子音のそれと同じような経日的変化様相を示したものと推察される。しかし、先行子音の舌運動量は、全被検音が 14 日後に同程度であったが、後続母音において、X 軸および Z 軸は、7 日後に同程度であった。これは、後続母音調音時における固有口腔の容積が、子音調音時のそれと比較して大きい⁷⁾ため、先行子音に比較し、舌運動範囲の制約が少ない。その結果、舌運動量は、後続母音で早く同程度になったものと推察される。

また、後続母音の Y 軸は、装着直後でも同程度であった (表 9, 10)。

舌の調音と口蓋形態に関して、森田⁵⁾は、正常者のパトグラムに有意な左右差は認められないと報告している。さらに、後続母音調音時における固有口腔は、先行子音調音時のそれと比較して大きい⁷⁾。これらのことから、後続母音において Y 軸の舌運動量は、装着直後でも同程度であったものと推察される。

3. 下顎運動

著者の成績では、発音中における先行子音 (表 5, 6) および後続母音 (表 11, 12) の全被検音において、下顎

表 8 口蓋床装着前に対する後続母音における舌筋筋活動量の t-検定結果

	After	3 days	7 days	14days
ス	+	+	+	—
シ	+	+	+	—
ヒ	+	+	+	—
ラ	+	+	+	—
キ	+	+	+	—
チ	+	+	+	—
サ	+	+	+	—

注) 表 2 下注参照

運動量は Z 軸で最も大きく、X 軸、Y 軸の順に小となる傾向であった。

口蓋床装着による発音前の下顎運動について 萩原¹⁵⁾は、Z 軸で最も大きく、X 軸、Y 軸の順に小となる傾向であったと報告しており、著者の成績と同じであった。

下顎の調音動作は、主に下顎運動の上下運動によって舌や口唇の動作を助け³¹⁾、前後および左右運動による影響をほとんど受けていない³²⁾といわれている。また、桜井³³⁾は、全口蓋床装着により、先行子音開始時および後続母音開始時の開口距離が有意に増加すると報告している。さらに、三谷²⁾は、調音にさいして下顎切歯点が、音声波に先行して運動曲線を表し、特に上下運動は、量的、質的および時間的に、前後運動よりはるかに優勢であると報告している。これらのことから、先行子音および後続母音において、下顎の上下方向の運動量が最も大となる傾向であったものと推察される。

先行子音について、下顎運動量は装着直後に各軸で有意に増加したが、Y 軸は 3 日後、X 軸および Z 軸は 7 日後に同程度であった (表 5, 6)。後続母音について、装着直後は、X 軸および Z 軸で有意に増加したが、3 日後には同程度であった。また、Y 軸は、装着直後でも同程度

表 9 後続母音における舌運動量の経日的変化様相

Sound		Before	After	3 days	7 days	14days
ス	X	232.7(39.1)	267.8(112.9)	238.0(87.6)	232.9(52.2)	234.6(44.4)
	Y	33.2(5.6)	35.5(17.2)	33.4(12.3)	31.1(8.0)	34.5(5.3)
	Z	259.5(44.1)	399.6(195.4)	316.8(118.5)	290.9(52.5)	284.8(48.0)
シ	X	191.8(27.3)	253.9(104.2)	220.6(70.1)	207.8(36.8)	210.4(28.6)
	Y	22.5(3.7)	26.0(12.6)	21.6(8.0)	21.6(4.5)	20.5(4.2)
	Z	233.4(38.7)	386.6(179.3)	283.1(99.5)	255.8(47.0)	234.7(48.5)
ヒ	X	275.4(45.4)	402.6(191.7)	341.6(126.7)	295.9(65.7)	273.6(49.0)
	Y	30.4(5.1)	34.4(16.7)	29.7(11.0)	28.8(6.1)	29.5(6.1)
	Z	309.3(52.6)	491.4(241.6)	385.6(140.4)	342.3(70.7)	328.4(58.0)
ラ	X	464.7(77.2)	524.4(254.9)	475.0(176.2)	472.5(107.7)	478.1(86.2)
	Y	56.0(9.4)	61.8(29.6)	58.7(21.7)	59.7(11.9)	57.1(11.2)
	Z	560.2(94.7)	840.6(416.1)	659.1(245.8)	600.8(140.5)	583.4(101.8)
キ	X	311.6(52.9)	449.1(212.9)	399.1(177.0)	362.8(83.4)	346.3(62.8)
	Y	30.4(5.0)	41.8(19.8)	34.6(12.7)	33.3(7.7)	34.3(6.6)
	Z	345.8(57.1)	529.7(255.3)	450.7(164.0)	380.9(83.1)	372.7(65.8)
チ	X	204.4(33.7)	266.3(129.4)	224.7(84.2)	212.0(47.5)	219.0(48.2)
	Y	26.0(4.4)	33.1(16.0)	23.3(8.7)	24.5(5.1)	25.9(5.7)
	Z	231.1(38.8)	399.9(196.3)	273.8(107.3)	271.3(50.3)	259.7(65.8)
サ	X	268.3(45.1)	308.6(148.4)	270.3(98.4)	267.4(60.1)	273.9(49.0)
	Y	42.4(7.2)	46.0(22.4)	40.9(14.9)	42.6(8.0)	42.2(8.0)
	Z	451.4(74.9)	713.3(350.2)	526.2(192.1)	468.6(81.5)	471.1(80.3)

unit : mm・ms
() : SD
N=13

表 10 口蓋床装着前に対する後続母音の舌運動量の t-検定結果

X 軸					Y 軸				Z 軸			
	After	3 days	7 days	14days	After	3 days	7 days	14days	After	3 days	7 days	14days
ス	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
シ	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
ヒ	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
ラ	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
キ	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
チ	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
サ	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-

注) 表 2 下注参照

であった(表 11, 12)。

先行子音(表 3, 4)および後続母音(表 9, 10)の舌運動量の成績に示したごとく、装着直後は、先行子音においては、各軸で有意に増加し後続母音においては、X 軸および Z 軸で有意に増加しており、下顎運動量の経日的変化様相と同様であった。しかし、装着前と同程度になる期日は異なり、先行子音および後続母音ともに、下顎運動量のほうが早期に同程度になっていた。

また、後続母音の Y 軸は、先行子音より早く同程度になった(表 11, 12)。後続母音の舌運動量の成績(表 9, 10)で考察したごとく、舌の調音動作が、舌全体の前後、上下方向への移動および舌尖の挙上により行われ^{3, 31)}、調音時の下顎運動と舌運動とは、強い関連性があり³³⁾、下顎の調音動作は、開閉運動によって舌や口唇の調音動作を補助する³¹⁾といわれることを、本研究からも明らかにした。

表 11 後続母音における下顎運動量の経日的変化様相

Sound		Before	After	3 days	7 days	14days
ス	X	72.0(15.3)	113.9(41.4)	82.5(27.7)	84.9(21.2)	84.8(21.1)
	Y	12.9(2.6)	16.6(9.9)	15.0(4.4)	13.9(4.2)	14.0(4.5)
	Z	132.7(32.6)	247.3(93.1)	219.9(77.0)	169.5(46.8)	140.9(37.2)
シ	X	77.9(17.1)	124.3(68.5)	100.5(34.7)	83.1(21.1)	84.0(20.7)
	Y	13.2(2.7)	17.3(9.2)	15.5(5.8)	14.2(3.6)	13.1(3.7)
	Z	154.8(31.6)	280.0(84.0)	223.4(63.5)	172.7(41.2)	161.8(37.6)
ヒ	X	112.3(25.3)	182.7(82.4)	145.1(52.8)	124.5(31.3)	124.5(29.9)
	Y	15.3(3.1)	21.9(9.2)	17.0(5.5)	18.7(5.4)	16.0(4.6)
	Z	175.2(38.8)	302.2(88.1)	247.3(72.4)	200.0(50.5)	195.9(43.9)
ラ	X	180.3(37.9)	261.9(84.8)	213.0(64.2)	192.6(53.8)	183.5(40.8)
	Y	28.8(6.0)	35.7(10.4)	30.3(6.5)	32.4(6.7)	30.7(6.4)
	Z	379.1(61.7)	502.4(139.8)	447.2(95.0)	387.2(70.9)	391.0(64.4)
キ	X	132.1(29.7)	223.8(76.9)	168.2(44.9)	156.9(36.2)	145.9(36.0)
	Y	17.9(3.8)	26.2(8.8)	21.3(5.1)	20.5(4.7)	19.5(4.8)
	Z	181.0(44.2)	305.4(88.4)	235.6(65.5)	199.4(51.2)	193.6(51.3)
チ	X	76.4(16.7)	122.7(66.9)	99.2(36.9)	81.5(20.9)	80.9(20.1)
	Y	15.5(3.1)	23.1(10.0)	17.3(5.6)	18.4(5.7)	17.0(4.2)
	Z	154.6(36.2)	293.1(84.3)	221.8(58.9)	179.5(39.7)	158.9(38.9)
サ	X	87.2(18.1)	137.4(56.0)	114.9(24.2)	99.4(20.5)	90.1(22.0)
	Y	24.7(5.2)	30.6(7.8)	26.5(6.5)	25.1(6.7)	2566(6.0)
	Z	298.6(56.0)	401.3(114.5)	333.5(78.2)	294.4(57.3)	294.7(59.8)

unit : mm・ms
() : SD
N=13

表 12 口蓋床装着前に対する後続母音の下顎運動量の t-検定結果

X 軸					Y 軸				Z 軸			
After	3 days	7 days	14days		After	3 days	7 days	14days	After	3 days	7 days	14days
ス	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-
シ	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-
ヒ	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-
ラ	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-
キ	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-
チ	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-
サ	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-

注) 表 2 下注参照

V. 結 論

有床補綴物装着が、各調音器官の機能および器官相互の協調運動を解析する目的で、総義歯の発音機能に関連する要素の中から、口蓋部形態に注目し、21~24 歳の健康有歯顎者 13 名に実験的口蓋床を装着して、各被検音の発音中における内舌筋筋放電活動、舌運動および下顎

運動を経日的に記録し、装着前との比較・検討を行い、以下の結論に達した。

1. 先行子音

1) 筋活動量は、装着 7 日後まで有意に増加したが、「ヒ」および「キ」を除き、14 日後に同程度であった。

2) 舌運動量および下顎運動量は、Z 軸で最も大きく、X 軸、Y 軸の順に小となる傾向であった。装着直後には、各軸で有意に増加し、舌運動量は 14 日後、下顎運動量は

7日後に同程度であった。

2. 後続母音

1) 筋活動量は、装着7日後まで有意に増加したが、14日後に同程度であった。

2) 舌運動量および下顎運動量は、Z軸で最も大きく、X軸、Y軸の順に小となる傾向であった。装着直後は、X軸およびZ軸で有意に増加し、舌運動量は7日後、下顎運動量は3日後に同程度であった。Y軸は、装着直後でも同程度であった。

3. 本研究より、実験的口蓋床装着に対する発音中の舌筋筋放電活動、舌運動および下顎運動は、発音前に比較して、各被検音に対する各器官の機能および器官相互の協調運動の回復がやや早いことが判明した。

本研究の要旨は、昭和62年度日本補綴歯科学会関東支部学術大会(昭和63年2月)、第40回日本大学歯学会総会(昭和63年5月)、第80回日本補綴歯科学会学術大会(昭和63年10月)において発表し、会誌に抄録を掲載した。

稿を終るにあたり、本研究に際し、終始ご懇篤なるご指導およびご校閲を賜りました日本大学歯学部森谷良彦教授、またご専攻の立場からご指導を賜りました日本大学歯学部北川正教授、大木一三教授、五十嵐孝義教授および角野隆二教授に深く感謝の意を表します。

あわせて、日頃ご助言ご鞭撻を頂きました萩原正明助手、総義歯補綴学講座医局員各位、大学院生各位ならびに本研究にご協力を頂きました被検者各位に対し感謝の意を表します。

文 献

- 吉川 弥：全口蓋床が破裂音構成に及ぼす影響，歯科医学，28：167～207，1965。
- 三谷 卓：両唇音と歯音ならびに母音発音時の下顎切歯点矢状面運動について，歯科医学，30：1081～1116，1967。
- 河村洋二郎：口腔生理学，76～88，338～367，永末書店，東京，1979。
- Silverman, M.M. : Determination of vertical dimension by phonetics, J Prosthet Dent, 6 : 465～471, 1956.
- 森田啓一：正常者のパラトグラム，口病誌，34：279～309，1967。
- 佐藤修斎：発音のメカニズムに関する研究，第2報 全部床義歯装着者，補綴誌，31：389～402，1987。
- 関根 弘，阿部 勤，江崎梅太郎ほか：義歯の音声学的研究，第1報 口蓋床による調音障害について，補綴誌，5：175～182，1961。
- 園田秀明：発音明瞭度とパラトグラム，補綴誌，20：633～650，1976。
- 虫本和彦，桜井克守，古波蔵健一ほか：総義歯装着者の発音の適応性に関する臨床的研究，第1報 語音発音明瞭度検査，歯科医学，40：923～934，1977。
- 弘田仁哉：ソナグラフによる発音の研究，第1報 正常音声の生理学的観察に就いて，歯科学報，56：180～189，1956。
- 櫻井和人，荒井賢一，吉沢典男ほか：口蓋床の発音に及ぼす影響について，歯科学報，58：417～423，1958。
- 山縣健佑：発音試験用標準日本語彙に関する研究，補綴誌，8：173～217，1964。
- 伊藤秀美，根本一男：電気的パラトグラフによる舌の調音と口蓋形態に関する基礎的研究—単音節について—，補綴誌，22：580～598，1978。
- 浜中一将：調音機能と補綴物との関係，I-1. 実験的口蓋床が音声継続時間と、発音前の表情筋筋電活動および舌圧とに及ぼす経目的変化様相，補綴誌，34：453～466，1990。
- 萩原正明：調音機能と補綴物との関係，II-1. 実験的口蓋床が発音前の内舌筋筋放電活動、舌運動および下顎運動に及ぼす経目的変化様相，補綴誌，34：467～479，1990。
- 松木教夫：全部床義歯患者の発音の研究(その1) 自覚的障害について，口病誌，38：252～265，1971。
- 松木教夫：全部床義歯患者の発音の研究(その2) 他覚的障害について，口病誌，38：333～362，1971。
- 山縣健佑，積田正和，園田秀明ほか：発音機能と補綴処置(その2)，補綴臨床，9：313～327，1977。
- ジェンキンス：口腔の生理・生化学，431～441，医歯薬出版，東京，1981。
- 小野 積：舌の運動能に関する研究，補綴誌，24：672～688，1980。
- 別当 敏：全口蓋床に対する発音の適応に関する実験的研究，歯科医学，37：557～591，1974。
- 石嶋誠司：磁気センサを用いた舌運動計測法ならびに舌の運動特性に関する研究(第2報) 正常天然歯列者と総義歯装着者の発音時の舌の動態について，広大歯誌，17：128～137，1985。
- 吉田健美：骨格性下顎前突の外科的矯正治療に伴う舌の機能的変化—頭部X線計測学的ならびに筋電図学的研究—，阪大歯学誌，31：351～385，1986。
- 萩原正明，浜中一将，飯沼利光ほか：調音機能と補綴物との関係—調音時における舌運動測定方法と信頼性について—，日大歯学，63：856～867，1989。
- Thompson, J.R. : The roentgenographic study of tongue position, Angle Orthodont, 8 : 100～125, 1938.
- Mckee, T.L. : A cephalometric radiographic study of tongue position in individuals with cleft palate deformity, Angle Orthodont, 26 : 99～109, 1956.
- Fishman, L.S. : Postural and dimensional changes in the tongue from rest position to occlusion, Angle Orthodont,

- 39 : 109~113, 1969.
- 28) 浜中一将, 萩原正明, 飯沼利光ほか: 調音機能と補綴物との関係—音声, 表情筋筋放電活動および舌圧の同時記録解析システムについて—, 日大歯学, 64 : 96~114, 1990.
- 29) 松本直之, 多田芳雄, 佐藤修斎ほか: 発音のメカニズムに関する研究, 第 1 報 正常有歯顎者, 補綴誌, 28 : 748~759, 1984.
- 30) 桐谷 滋: 日本語母音, 子音調音の隣接音の影響による変動, 日本音響学会誌, 34 : 132~139, 1978.
- 31) 問田直幹, 内蘭耕二, 伊藤正男ほか: 新生理学上巻, 1056~1068, 医学書院, 東京, 1982.
- 32) 関根 弘: 調音時の下顎運動に関する研究 第 2 報 日本語調音時の下顎運動について, 歯科学報, 59 : 1265~1274, 1959.
- 33) 桜井克守: サ行調音時の下顎運動の実験的研究—全口蓋床の影響について—, 補綴誌, 24 : 486~496, 1980.
- 34) 前田完治: 音聲學大辞典, 251, 三修社, 東京, 1976.