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

佐藤 修斎

Studies on Mechanism of Speech

Part 2. Complete Denture Wearers

Shusai Sato

Abstract : The subjects were eight bimaxillary complete denture wearers who noted neither subjective nor objective speech disorders. The mechanism of speech and changes with days were investigated and concurrently compared with that of normal subjects when pronouncing |s| and |f| by analyzing tongue-palate contacts and speech waveforms.

The results were :

1. On pronouncing CV syllables the preceding consonant duration in denture wearers delayed greatly as compared with normal subjects, but decreased on pronouncing VCV syllables, showing nearly the same value of normal subjects.

2. The following vowel duration in denture wearers was little different from that in normal subjects when pronouncing CV syllables. Although the duration decreased greatly in both groups when pronouncing VCV syllables, the tendency to decrease was greater in denture wearers than in normal subjects.

3. As with normal subjects, the duration from the start of tongue-palate contact to the onset of preceding consonant in denture wearers was short when |a| and |o| were added as preceding vowels, whereas it was relatively long when |i|, |u|, and |e| were added, especially, the duration for |i| was the longest.

4. As is the cases for normal subjects, the duration from the onset of preceding consonant to the indication of so-called standard palatograms in denture wearers became relatively short in the group having the preceding vowel of |i|, whereas it became long in the groups having other preceding vowels.

5. There were no marked changes with days in pronunciation after setting denture at three points of time ; namely, at the time of setting denture, after a few days, and after approximately 10 days.

Key words : complete denture wearers, speech, duration, palatogram

徳島大学歯学部歯科補綴学第一講座（指導：松本直之教授）
1st Department of Prosthetic Dentistry, Tokushima University, School of Dentistry (Director : Prof. Naoyuki Matsumoto)

昭和61年12月2日受付

I. 緒 言

発音にとって調音器官としての舌の果たす役割は非常

図 1 実験用義歯の咬合面観

図 2 実験用義歯の粘膜面観

に大きく、舌全体としての移動や舌尖部における形態変化によって口腔内の形や容積を変化させ、種々の語音を作り出している。そのため、無歯顎者に初めて全部床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、人工歯の排列位置、咬合高径などが大幅に変化した場合は、修得された舌の生理的な運動が障害され、発音障害を訴えることが多くなる¹⁻⁴⁾。

これらの障害は、普通、聴覚的な検査法である語音発語明瞭度試験や⁵⁻⁸⁾、音響的な検査法であるソナグラム法や^{6,9-13)}、舌の接触範囲を記録するパラトグラム法⁷⁾などによって検査され、その結果は発音改善のための1つの指標として用いられているが、調音運動の立場から、発音障害を口腔環境の変化によって生じた調音リズムの変化としてとらえることができれば発音改善のための1つの指標となりうるはずである。

そこで著者らは、発音障害者の調音リズムを検査するうえで比較の対象となる正常有歯顎者の標準的な発音パターンを知ることが優先するとして、エレクトロパラトグラフを用い、義歯装着者の発音障害音として比較的多く現れるサ行音を単音節および連続音節として発音させ、そのときの舌の口蓋への接触と音声との時間関係から正常者の発音のメカニズムを解明した¹⁴⁾。

今回は、全部床義歯装着者を対象として、有歯顎者同様、サ行音単音節および連続音節発音時の舌接触と音声との時間関係から、義歯装着者の発音のメカニズムと経日的変化を検討し、あわせて有歯顎者との比較を行ったところ、興味ある結果が得られたので報告する。

II. 実験方法

1. 被験者

被験者は、徳島大学歯学部附属病院を新義歯作製のた

めに訪れた上下無歯顎の女性患者8名で、年齢は50~72歳、平均63歳である。口腔内状態は良好で、歯槽堤吸収も比較的少なく、全員、上下顎全部床義歯を装着していた。また、聴覚的にも自覚的、他覚的発音異常は認められなかった。

2. 実験用義歯

実験用義歯は、口蓋形態、人工歯の排列位置、咬合高径などすべて通法通り製作された新しい上下顎全部床義歯のうち、上顎義歯のみを複製し、そして、同じ口蓋形態を持つように調整された電極板(リオン社製、SP-01)を可及的に新義歯と同じ位置にくるように張りつけたものである(図1, 2)。なお、最後方部の電極の位置は、左右第2大臼歯の遠心端を結んだ線と一致するように設定した。

3. 被験音ならびに録音

被験音は表1~4に示すように、サ行音単音節5音ならびにサ行音に先行母音を加えた連続音節25音、計30音である。録音に際しては、装着した実験用義歯に慣れるまで十分発音練習させたあと、上記被験音を新義歯装着時、装着後2~3日、および約10日後の3時点においてそれぞれ3回ずつ発音させ、データレコーダー(ソニー社製、Model DFR-3915)上に、テープ速度38 cm/secで収録した。

4. パラトグラムの記録

ダイナミックパラトグラムは、実験用義歯を介してエレクトロパラトグラフ(リオン社製、DP-01、以下 EPG と略す)上に収録した。また、各被検音発音終了と同時に EPG に組み込まれたメモリースイッチを押し、音声との同期信号をデータレコーダー上に記録した。図形化

は EPG グラフィックプリンターを用いて行った(図3)。

5. 分析方法および分析項目

データレコーダーの再生速度を1/20に減速したのち、音声波形、同期信号をペン書きオシログラフ(渡辺測器社製、リニアコーダー Mark III WTR 331、ペーパー速度 500 mm/min)で再生記録した。また、S 発音時点をより正確に判定するために、記録されている音声をサウンドスペクトログラフ(リオン社製、SG-07)に導入し、周波数分析を行い照合した。

分析項目は、音声波形とパラトグラムを模式的に表現した図4からもわかるように、

① 先行子音出現時点 (V_1) から後続母音出現時点 (V_2) までの先行子音継続時間 (V_1-V_2)

② 後続母音出現時点 (V_2) から後続母音終了時点

(V_3) までの後続母音継続時間 (V_2-V_3)

③ 舌の口蓋接触開始時点 (P_0) から、先行子音出現時点 (V_1) までの時間 (P_0-V_1)

④ 先行子音出現時点 (V_1) から、いわゆる標準的なパラトグラムが出現する時点 (P_1) までの時間 (V_1-P_1) の、4項目である。

なお、標準的なパラトグラム出現時点は、正常者の S・f のパラトグラムを参考にしながら前方へのせびめが最大となった時点をもって出現時点と判定した。また、平均値、標準偏差値を求めるときは、後続母音の無声化あるいは無声化傾向が認められる被験音はすべて除外した。

III. 結 果

1. 先行子音継続時間 (V_1-V_2)

全部床義歯装着時、3日後、10日後におけるサ行音発音時の先行子音継続時間の平均値ならびに標準偏差値を表1に示した。また、比較のために正常有歯顎者の計測結果も併記した。

その結果、単音節発音時の先行子音継続時間は、正常有歯顎者の平均値が 134.4~147.6 msec であるのに対して、全部床義歯装着者は 145.0~178.8 msec となり、大幅に増加した。一方、連続音節発音時の場合は、単音節発音時にくらべ先行子音継続時間は大幅に減少し、「サ」で 101.9~119.3 msec、「シ」で 120.1~147.3 msec、「ス」で 118.8~145.8 msec、「セ」で 101.2~122.8 msec、「ソ」で 99.9~125.0 msec となった。しかし、全部床義

図3 実験方法のブロックダイアグラム

図4 音声波形とパラトグラムの分析時点

表 1 先行子音継続時間 (V_1-V_2)

	装 着 時		3 日 後		10 日 後		正常有歯顎者	
	mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.
サ	164.4	22.8	161.7	32.5	169.1	36.9	139.3	27.9
ア サ	119.3	23.9	111.4	25.2	115.1	24.4	110.9	14.4
イ サ	108.8	21.3	108.8	17.0	118.3	13.4	109.5	13.0
ウ サ	108.1	20.4	108.1	19.5	113.0	18.9	110.5	13.4
エ サ	107.2	26.7	103.8	19.8	107.4	18.5	108.3	16.7
オ サ	109.3	23.8	101.9	19.7	107.4	13.5	107.8	14.7
シ	177.9	27.7	175.7	37.8	171.7	24.0	147.6	35.4
ア シ	147.3	14.9	144.7	15.9	146.1	10.9	131.6	13.3
イ シ	131.1	22.7	124.3	23.8	133.6	18.5	129.6	18.5
ウ シ	121.9	24.1	120.6	27.9	120.1	13.9	122.8	18.8
エ シ	141.1	33.8	130.2	23.5	128.8	16.5	127.3	10.8
オ シ	126.1	24.1	124.2	20.2	121.7	11.1	129.1	14.7
ス	178.8	39.7	167.2	28.1	148.7	20.7	146.8	21.2
ア ス	145.8	17.0	133.4	17.9	135.9	11.0	135.6	10.4
イ ス	133.1	24.8	124.7	21.7	126.8	23.7	127.1	14.7
ウ ス	118.8	17.6	119.3	22.4	120.7	17.8	124.6	13.0
エ ス	134.9	27.5	130.1	18.4	133.4	24.8	133.5	15.8
オ ス	130.8	26.1	125.4	17.1	129.4	19.9	134.9	10.8
セ	157.7	20.1	157.0	38.5	165.0	34.4	134.4	25.1
ア セ	122.8	22.4	112.8	18.7	110.0	16.3	113.9	16.9
イ セ	113.1	24.2	107.0	23.7	112.6	18.5	106.1	10.6
ウ セ	109.7	26.2	111.4	25.9	108.0	19.7	109.1	15.6
エ セ	108.9	25.0	103.8	20.6	113.6	23.2	109.1	18.0
オ セ	101.2	21.8	103.2	22.9	109.2	14.0	109.4	14.7
ソ	157.9	35.2	145.0	32.1	159.9	33.3	146.5	21.1
ア ソ	119.3	22.7	112.9	20.3	125.0	23.4	114.1	11.7
イ ソ	99.9	30.6	103.0	23.1	113.4	29.4	111.9	12.9
ウ ソ	107.6	32.9	100.8	26.1	108.4	24.9	112.1	14.9
エ ソ	113.9	26.8	101.9	18.0	109.8	27.5	109.9	16.6
オ ソ	100.9	24.6	103.4	22.1	112.4	15.7	110.0	16.7

(msec)

歯装着時, 3日後, 10日後の3時点における先行子音継続時間については差は認められなかった。

2. 後続母音継続時間 (V_2-V_3)

全部床義歯装着時, 3日後, 10日後におけるサ行音発音時の後続母音継続時間の平均値ならびに標準偏差値を表2に示した。また, 比較のために正常有歯顎者の計測結果も併記した。

単音節発音時の後続母音継続時間は, 正常有歯顎者の平均値が149.4~171.4 msecであるのに対して, 全部床義歯装着時では155.9~190.5 msecとなり, 先行子音継続時間 (V_1-V_2) にくらべその増加傾向は少なかった。一方, 連続音節発音時の場合は, 単音節発音時にくらべ後続母音継続時間は大幅に減少し, 「サ」で96.0~118.4

msec, 「シ」で89.7~124.1 msec, 「ス」で92.8~127.0 msec, 「セ」で102.4~127.6 msec, 「ソ」で108.1~130.3 msec となった。しかし, 全部床義歯装着後の3時点における後続母音継続時間の変化については, 3日後, 装着時, 10日後の順で高くなり, 徐々に正常有歯顎者の計測値に近づくようであるが, 3時点での計測値間にはほとんど差は認められなかった。

3. 舌の口蓋接触開始から先行子音出現時点までの時間 (P_0-V_1)

全部床義歯装着時, 3日後, 10日後におけるサ行音発音時の舌の口蓋への接触開始時点 (P_0) から, 先行子音出現時点 (V_1) までの時間 (P_0-V_1) の平均値ならびに標準偏差値を表3に示した。同様に, 正常有歯顎者の計測値

表 2 後続母音継続時間 (V_2-V_3)

	装 着 時		3 日 後		10 日 後		正常有歯顎者	
	mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.
サ	167.2	50.1	155.9	38.7	175.2	41.0	160.5	24.6
ア サ	109.1	22.8	96.0	13.3	108.0	26.5	129.6	21.6
イ サ	112.2	18.0	107.2	22.3	116.3	25.6	137.4	21.3
ウ サ	110.8	15.5	103.6	18.2	109.4	25.1	144.8	18.2
エ サ	110.5	21.5	101.9	19.1	118.4	24.4	142.5	21.1
オ サ	107.3	15.0	103.9	16.2	115.3	25.5	150.0	25.3
シ	173.9	49.2	166.9	47.1	184.2	43.1	149.4	30.3
ア シ	101.5	20.6	89.7	19.8	103.7	23.7	122.4	25.1
イ シ	111.1	19.2	110.9	17.5	118.3	20.2	127.0	22.4
ウ シ	124.1	21.6	110.2	21.3	123.8	31.8	132.0	22.3
エ シ	104.3	26.9	95.3	21.0	108.7	22.5	123.6	19.1
オ シ	110.9	20.9	100.1	21.6	117.5	17.8	129.4	30.5
ス	185.2	46.5	175.5	42.6	190.5	50.0	171.4	40.8
ア ス	103.4	21.4	93.2	19.7	104.8	29.3	115.5	21.2
イ ス	117.7	14.3	105.9	20.1	127.0	28.3	130.5	29.5
ウ ス	114.3	17.9	101.9	11.5	118.9	20.8	139.5	25.7
エ ス	101.7	20.9	93.3	14.8	109.3	20.0	124.4	25.4
オ ス	102.8	14.8	92.8	16.1	104.3	28.3	127.5	22.3
セ	179.1	47.7	171.7	41.8	190.1	45.7	165.0	25.0
ア セ	115.5	20.6	102.4	22.7	124.8	21.5	135.0	19.5
イ セ	124.4	15.0	115.2	15.5	127.3	29.5	136.6	20.5
ウ セ	126.0	15.0	115.0	18.5	127.6	17.8	142.9	21.1
エ セ	122.3	12.8	109.2	13.9	124.8	29.2	144.8	25.5
オ セ	122.8	12.5	112.8	14.1	125.2	34.3	142.5	22.6
ソ	168.9	41.5	159.8	38.2	178.6	40.4	162.5	28.6
ア ソ	115.2	16.3	108.1	19.1	114.8	24.5	135.0	23.2
イ ソ	127.8	19.1	117.1	13.8	130.3	30.3	139.0	24.1
ウ ソ	124.7	16.6	112.1	16.1	123.9	19.2	137.4	19.6
エ ソ	111.9	17.8	107.7	18.4	122.3	28.3	142.8	26.7
オ ソ	116.0	8.4	109.9	15.3	121.3	25.1	130.9	22.8

(msec)

も併記した。

その結果、(P_0-V_1) 値は先行母音によって影響を受け、先行母音として「ア」「オ」を加えた連続音節では、10日後の場合、「ア」が 39.5~67.5 msec、「オ」が 23.6~54.5 msec と短くなるのに対して、先行母音として「イ」「ウ」「エ」を加えた場合は相対的に長く、中でも、10日後の場合、有歯顎者同様、「イ」が 235.0~287.2 msec と最も長く、ついで「エ」「ウ」の順であった。

4. 先行子音出現時点から、いわゆる標準的パトグラム出現時点までの時間 (V_1-P_1)

全部床義歯装着時、3日後、10日後におけるサ行音発音時の先行子音出現時点 (V_1) から、いわゆる標準的パトグラム出現時点 (P_1) までの時間 (V_1-P_1) の平均値な

らびに標準偏差値を表4に示した。なお、表中の負号は、一般とは逆の、標準的なパトグラムが出現したあとに先行子音の音声波形が現れたものである。また、前項同様、正常有歯顎者の計測値も併記した。

その結果、義歯装着時、3日後、10日後の3時点とも、単音節発音時の (V_1-P_1) と連続音節発音時の (V_1-P_1) との間には前記3項目ほどの大きな差は認められなかった。また、連続音節発音時の先行母音による変化も、先行母音「イ」において減少傾向が認められた以外、ほとんど影響を受けることはなかった。そのほか、義歯装着時の「サ」と「イソ」発音時の2例においてマイナス値を記録したが、3日後、10日後には認められなかった。

表 3 舌接触開始時点 (P₀) から先行子音出現時点 (V₁) までの時間

	装 着 時		3 日 後		10 日 後		正常有歯顎者	
	mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.
サ	220.6	159.1	85.6	42.1	125.7	115.2	67.2	60.5
ア サ	37.0	19.4	41.8	16.9	39.5	14.4	11.0	10.5
イ サ	282.8	61.1	249.8	54.1	287.2	68.4	264.0	61.8
ウ サ	265.0	116.0	170.9	79.0	191.9	88.4	174.8	74.7
エ サ	290.5	75.3	272.0	75.0	269.2	83.8	199.4	81.9
オ サ	39.8	17.2	61.4	38.7	54.5	25.8	8.7	8.1
シ	95.0	92.2	110.8	50.4	103.9	72.5	84.2	73.6
ア シ	44.3	13.4	41.8	10.7	63.0	63.1	20.6	8.1
イ シ	275.8	95.2	230.8	53.7	266.7	75.3	247.4	39.2
ウ シ	140.3	66.9	133.5	72.8	119.9	72.5	192.0	67.9
エ シ	274.5	83.6	233.8	73.2	212.1	59.7	230.1	75.7
オ シ	29.6	40.2	36.3	44.6	45.3	16.0	21.1	8.7
ス	130.4	108.1	77.5	56.7	86.5	57.4	44.0	40.6
ア ス	45.4	19.5	52.5	62.3	67.5	79.9	11.9	15.4
イ ス	270.7	92.9	265.7	73.9	235.0	51.3	233.6	42.2
ウ ス	138.2	35.6	136.4	58.5	143.4	46.9	178.9	68.7
エ ス	240.5	32.1	225.9	59.5	250.1	64.4	196.4	98.5
オ ス	26.4	23.9	34.1	25.2	23.6	47.2	10.7	10.1
セ	99.9	57.9	92.0	43.0	102.5	37.7	83.4	66.0
ア セ	42.7	25.0	37.4	15.5	66.6	58.2	11.3	12.0
イ セ	225.4	55.1	189.0	58.4	270.7	78.3	240.6	41.0
ウ セ	118.0	28.6	107.7	105.4	148.0	47.5	157.1	62.7
エ セ	249.0	64.4	224.5	88.5	201.5	34.4	223.6	50.6
オ セ	41.1	35.4	48.1	52.2	39.1	34.9	12.7	11.6
ソ	103.3	114.0	81.8	53.4	98.3	42.4	57.3	50.8
ア ソ	37.5	23.1	53.3	55.7	50.6	44.9	8.0	11.8
イ ソ	243.4	72.5	231.5	90.1	260.3	98.1	236.7	48.9
ウ ソ	142.6	53.3	94.6	105.7	140.8	45.4	193.3	82.0
エ ソ	253.0	50.8	231.0	68.7	230.3	25.6	221.2	86.0
オ ソ	37.2	22.6	40.1	30.4	27.6	47.5	8.0	11.8

(msec)

IV. 考 察

S・f 発音時の舌の調音運動と音声との関係は、時間系列でみた場合、舌の口蓋への接触開始-先行子音発現-標準的なパラトグラム出現-後続母音発現といった現象でもって区分することが可能である。しかも、これらは、正常有歯顎者ならば正常有歯顎者としての時間関係が、全部床義歯装着者ならば義歯装着者としての時間関係が存在し、必ずしも一定ではないと考えられる。たとえば、人工歯排列によって新義歯の口蓋形態が変化したり、咬合高径の増減によって口腔環境が大幅に変化したりした場合、当然のことながら、舌の口蓋への接触像のほかに、調音運動にも変化が現れ、上記の時間関係が乱

れることが予想される。

そのため、発音障害が認められない全部床義歯装着者の S・f 発音時の舌の調音運動と音声との時間関係を測定し、標準的な指標を作成することは、新義歯に対する発音機能の順応性の問題や、発音異常に対する客観的評価等を行ううえで重要な意義を持つことになる。

そこで著者は、正常有歯顎者を対象とした発音のメカニズムの研究に引き続き全部床義歯装着者の発音のメカニズムを検索し、標準的な指標を作るとともに、有歯顎者との比較から義歯装着者の発音時の特徴を見い出すことを目的として以下のような考察を行った。

表 4 先行子音出現時点 (V_i) からいわゆる標準的パラトグラム出現時点 (P_i) までの時間

	装 着 後		3 日 後		10 日 後		正常有歯顎者	
	mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.
サ	-18.7	131.8	57.0	29.5	87.5	71.0	46.0	20.3
ア サ	39.2	18.7	42.2	13.1	47.1	18.1	41.0	14.1
イ サ	32.0	38.4	32.8	26.5	24.3	26.9	24.3	6.4
ウ サ	37.4	22.5	40.0	16.9	41.5	20.0	29.2	22.7
エ サ	39.6	22.9	54.8	35.9	42.3	24.1	37.0	14.9
オ サ	39.9	11.8	37.9	17.6	44.8	11.9	41.0	9.4
シ	48.2	36.8	40.2	33.3	43.6	38.7	39.0	34.3
ア シ	41.0	10.5	37.6	10.1	40.1	14.8	42.0	17.0
イ シ	19.2	86.1	8.5	57.6	7.1	42.4	17.0	15.3
ウ シ	30.3	20.6	42.6	20.5	61.4	45.1	30.0	9.8
エ シ	60.7	46.5	58.2	62.4	45.7	46.2	39.0	17.0
オ シ	49.2	27.2	48.0	22.6	32.5	12.6	46.0	22.3
ス	36.3	53.9	58.0	26.0	46.6	37.6	62.0	45.9
ア ス	45.4	22.1	49.1	15.7	49.4	12.5	50.0	15.0
イ ス	49.6	41.0	43.2	37.1	15.9	73.1	30.0	17.8
ウ ス	42.1	34.3	49.8	34.6	50.3	27.4	37.0	20.0
エ ス	53.1	41.8	56.0	35.4	48.0	22.1	36.3	14.7
オ ス	55.7	25.4	46.7	24.2	59.4	33.5	52.0	23.3
セ	64.2	23.5	53.2	25.3	56.7	27.0	43.3	24.6
ア セ	49.1	16.7	47.9	10.4	42.7	9.2	44.0	11.6
イ セ	25.2	52.1	35.6	57.6	28.7	44.7	31.0	17.5
ウ セ	42.1	28.2	80.4	91.9	45.0	30.6	36.0	16.0
エ セ	58.9	35.8	47.0	30.6	63.5	40.7	38.0	12.2
オ セ	39.0	33.5	43.0	26.4	44.6	24.4	41.0	10.0
ソ	75.1	49.3	48.5	42.3	54.7	42.2	46.4	36.4
ア ソ	49.1	15.0	48.9	13.7	49.1	23.1	42.0	8.0
イ ソ	- 1.8	48.9	25.7	33.5	16.7	72.8	19.2	11.4
ウ ソ	39.7	23.3	75.3	105.8	53.2	35.0	28.8	11.8
エ ソ	44.6	40.0	33.3	41.8	46.1	34.4	31.1	13.0
オ ソ	44.8	28.0	47.1	32.4	51.5	36.3	45.4	12.8

(msec)

1. 実験方法について

1) 被験者について

今回、被験者として全部床義歯装着者すなわち上下無歯顎者の女性 8 名を選び、S・J を発音させたが、義歯装着者の正常発音を検討する際には、義歯に起因する発音障害の有無のほかには発音機能の順応性についての確認が必要となる。

一般に、義歯装着後の発音明瞭度の回復については、年齢との間に有意な相関関係は認められないが¹⁵⁾、新義歯に対する発音機能の順応性は若い人ほど早く現れ¹⁶⁾、かつ、義歯経験者の方が未経験者よりも高い回復度を示すといわれている¹⁷⁾。そのため、被験者として以下のような条件、すなわち義歯の維持、安定が得られるような顎堤であること、問診等により肉体的にも精神的にも異

常の認められない無歯顎者であること、自覚的、他覚的発音障害が認められない全部床義歯装着者であることを条件として、それに合致する被験者を選択することとした。

その結果、被験者 8 名の年齢は 50～72 歳、平均 63 歳となったが、平均的な無歯顎年齢と比較した場合でも約 10 歳若く¹⁸⁾、被験者として十分評価できるものと考えられる。

2) 実験用義歯について

近年、発音時の舌の動態、特に口蓋への接触状態を観察する目的で、舌の動的な接触像が記録できるエレクトロパラトグラフが数多く用いられるようになってきた^{19～23)}。しかし、これらは有歯顎者を対象とした実験的口蓋床での研究、すなわち義歯装着時を想定した発音障害に関する研究や発音機能の順応性に関する研究がほとん

どであり、無歯顎者に応用したという報告は、義歯形態とは異なる無歯顎用記録装置にエレクトロパトグラフを用いたという学会報告²⁴⁾が一例あるのみで、装着用の全部床義歯にエレクトロパトグラフを応用したという研究は全く見当らない。

今回のように装着用の全部床義歯を使って舌の口蓋への接触状態を経時的に観察しようという場合、毎回、装着用義歯にエレクトロパトグラフ対応の電極板を貼り付け実験用義歯とすることは不可能であり、そのためには装着用義歯と同一形態になるように作られた複製の上顎義歯上にエレクトロパトグラフ用電極板を貼り付け、それを実験用義歯とすることがある。

そこで、実験用義歯製作にあたっては、完成義歯の口蓋形態と一致する人工口蓋²⁵⁾の作製ならびに複製義歯²⁶⁾の精度向上に心掛け、図1のような実験用義歯を作製した。また、図2のように、受信電極の粘膜への完全な接触をはかるために直接口腔内でリライニングして貼り付けたほか、発音時、左右のリード線が気にならないように上顎側歯肉部に埋入する方法を採用した。しかし、どのような方法をとるにせよ、装着用義歯と実験用義歯とではリード線等の関係で多少とも口蓋形態が異なることになる。そこで実験に際しては、装着した実験用義歯に慣れるまで十分発音練習させ、そのあと記録することとした。

2. 先行子音継続時間 (V_1-V_2) について

全部床義歯装着者の単音節発音時の先行子音継続時間は、表1の結果からもわかるように 145.0 msec (「ソ」, 3日後)~178.8 msec (「ス」, 装着時) となり、正常有歯顎者の 134.4 msec (「セ」)~147.6 msec (「シ」) と比較して大幅に増加した。

この増加傾向は、ソナグラフを使用して同様の比較を行った山縣の報告⁹⁾ともほぼ一致しているが、実測値は有歯顎者、義歯装着者とも著者の実測値より平均 20 msec 低い値を示していた。これは、山縣の実験が、ソナグラフによる分析の都合により 1 回の記録時間 2,400 msec の範囲内でサ行音 5 音を、しかも各単音間を区切って発音させたという、発音時間の制約による影響が現れたものと考えられる。

一方、連続音節の場合は、単音節発音時にくらべ先行子音継続時間は大幅に減少し、その差は、「サ」で 45~62 msec, 「シ」で 26~56 msec, 「ス」で 13~60 msec, 「セ」で 35~57 msec, 「ソ」で 32~58 msec となったが、実測値は正常有歯顎者のそれとほとんど差が認められなかつ

た。

これは、発音時、舌が最初から口蓋に接触するのを避け、ある程度開口した不自然な状態から発音させたために単音節の場合は、有歯顎者、義歯装着者とも舌の調音運動にとまどいが生じ、先行子音継続時間が長くなったものと思われる。加えて、義歯装着者の場合は高齢であり、新しい義歯形態に対する舌の順応性ならびに反射機構の低下がさらに発音時間を延長させたのであろう³⁾。それに対して連続音節の場合は、より自然に近い連続した調音運動下での発音であり^{27,28)}、それがために有歯顎者と義歯装着者との間に差が現れなかったものと考えられる。

3. 後続母音継続時間 (V_2-V_3) について

全部床義歯装着者の単音節発音時の後続母音継続時間(表2)は、155.9 msec (「サ」, 3日後)~190.5 msec (「ス」, 10日後) となり、正常有歯顎者の 149.4 msec (「シ」)~171.4 msec (「ス」) と比較した場合、それほどの増加傾向は認められなかった。

一方、連続音節の場合は、単音節発音時にくらべ後続母音継続時間は大幅に減少し、その差は、「サ」で 49~67 msec, 「シ」で 50~81 msec, 「ス」で 64~86 msec, 「セ」で 53~69 msec, 「ソ」で 41~64 msec となった。また、その減少傾向は有歯顎者の 10~56 msec よりも大きかった。

このような後続母音継続時間の減少は、単独音節と文章中音節での子音ならびに母音の継続時間を調べた研究報告、すなわち、文章中音節発音時の継続時間の短くなる割合は子音よりも母音の方が著明であるという結果とも一致しており²⁹⁾、より自然に近い調音運動を検索するうえでは連続音節が適していると考えられる。

しかしながら後続母音継続時間は、先行子音継続時間にくらべて個々の発音習慣による影響が大きく、そのほかの要素によっても変動することが予想されるため、後続母音継続時間の解明は非常に困難で、現在、英語発音時の母音継続時間についての報告が数例あるのみで³⁰⁻³²⁾、日本語発音時の報告はきわめて少ない³³⁾。その意味からも今後は、被験者数を増やし、発音習慣を含めたより詳細な検討を加える必要がある。

4. 全発音時間に占める先行子音継続時間の比率

(V_1-V_2)/(V_1-V_3)×100 について

正常有歯顎者の場合、先行子音継続時間と後続母音継続時間を加えた全発音時間に対して占める先行子音継続

時間の割合は、被験者によって 2 つのグループ、すなわち比率が 40～50% と比較的低いグループ(図 5-A)と、それより約 10% 比率の高いグループ(図 5-B)の 2 つに大別することができることを報告した¹⁴⁾。

全部床義歯装着者においても、正常有歯顎者同様、各

計測値間のばらつきは大きく、被験者によってある種の傾向があることが予想されたため、同様の方法で比率を求め発音傾向を分析することとした。

その結果、各音の比率のばらつきが著しく一定傾向が認められない2症例を除けば、2つのグループ、すなわ

ち先行子音継続時間の占める割合が「サ」「セ」「ソ」より「シ」「ス」の方が高いグループ（症例 a など 4 例）と、「サ」「シ」「ス」「セ」「ソ」の順に徐々に比率が低くなっていくグループ（症例 b など 2 例）に大別することが可能であった（図 5, a・b 参照）。

しかし、症例 a のグループは、有歯顎者のときのグループ分けのように、先行子音継続時間の占める割合が 40~50% と比較的低いグループ（図 5-A）と、それより高い 50~60% のグループ（図 5-B）とに分けることは不可能で、ほとんどの場合、40~60% の範囲内に分散していた。これは、義歯装着者の後続母音継続時間が有歯顎者のそれよりも短いこと、また、義歯装着者特有のばらつきの大きさに起因しているものと考えられる。

症例 b のグループは、発音順に次第に比率が低下するという、有歯顎者では見受けられない全く異質のグループであるが、これは、先行子音継続時間が短くなったためではなく、後続母音継続時間が「サ」から「ソ」へと順次長くなったためである。

長くなった理由は、今回採用した被験音の配列が松木¹⁷⁾のいう Order 法に相当する配列法であり、次の音を予測して無意識のうちに発音がなされるため、「アサ」「アシ」……「アソ」と後になるにつれて発音に対する緊張感と発音努力が減退し、順次、後続母音継続時間が長くなったものと考えられる。その意味においては、発音法の規制もある程度必要であり、今後の研究課題としたい。

5. 舌の口蓋接触開始から先行子音出現時点までの時間 (P_0-V_1) について

義歯装着者の (P_0-V_1) は、先行母音として「ア」「オ」を加えた場合と「イ」「ウ」「エ」を加えた場合では、正常有歯顎者同様、計測値間に大きな差が生じた。

これは、先行母音としての「ア」が大開き母音、「オ」が半開き母音であり、発音時、舌の口蓋への接触が認められないことから、後続の子音発音時、舌の口蓋への接触が多少ともおこれて発現すること³⁴⁻³⁶⁾、一方、「イ」「エ」は、「イ」が小開き母音、「エ」が半開き母音であるが、両音とも発音時、舌が口蓋に接触することから³⁾、後続の S 音を発音する時、舌はその接触位置から調音運動を開始することになり、舌の接触時間が増大するものと考えられる。「ウ」は、小開き母音であるが、発音時、口蓋への舌接触が認められないため^{3, 22)}、舌接触のある「イ」「エ」よりは多少おくれるが、「ア」「オ」よりは数段早くなったものと思われる。

正常有歯顎者との比較では、「ア」「オ」を加えた連続音節の場合、有歯顎者は 8.0~21.1 msec、義歯装着者は 23.6~67.5 msec となり、すべて義歯装着者の方が長くなった。これは、舌の調音運動の速度が加齢ともなって徐々に遅延する傾向にあること³⁷⁾、義歯口蓋形態が天然歯植立時とは異なり多少狭くなっていること³⁸⁾、新義歯に対して不慣れであることなどが、舌のスムーズな動きを制限しているものと考えられる。

先行母音として「イ」「ウ」「エ」を加えた場合は、義歯装着者のそれは、有歯顎者より増加するものもあれば減少するものもあり、また、測定日によって増減するなど一定傾向は認められなかった。これは、先行子音継続時間や後続母音継続時間などにくらべ、発音条件によって大きく変化する先行母音発音時間によって (P_0-V_1) が増減したためであり、特に義歯装着者においてその傾向が強く現れたものと思われる。

一方、(P_0-V_1) を被験者別にみた場合、全体としての発音時間から有歯顎者同様¹⁴⁾ 2 つのタイプ、すなわち図 6-A のように、「ウ」が低く、「イ」「エ」で 2 つの山形ができるものと、図 6-D のように、「ウ」にばらつきが認められ、「イ」「ウ」「エ」で 1 つの山形ができるものに大別することが可能であった。ただし、全部床義歯装着者は、ほとんどの場合、A 型に近似したタイプであり、D 型は被験者 b 1 例のみであった（図 6, a・b 参照）。これらの図形からもわかるように「ウ」以外の (P_0-V_1) は比較的まとまる傾向にあるのに対して、「ウ」のばらつきは著しく、口腔環境の変化や発音習慣によって影響を受けやすいことが判明した。

6. 先行子音出現時点から、いわゆる標準的パラトグラム出現時点までの時間 (V_1-P_1) について

全部床義歯装着者の (V_1-P_1) について調音結合別に、被験者別に比較検討を行ったが、有歯顎者同様、先行母音「イ」のグループが他の先行母音グループより比較的小さい値を示す以外、顕著な差は認められなかった（表 4 参照）。正常有歯顎者との比較では、先行母音別に表示した図 7 からわかるように、先行母音として「ア」「オ」を加えた連続音節の場合、3 測定時点とも被験者間に差はなく、ほとんど同じ値を示した。しかし、舌の口蓋への接触開始時点から先行子音出現時点までの時間 (P_0-V_1) は、義歯装着者の場合、「ア」が 37.0~67.5 msec、「オ」が 23.6~61.4 msec となり、有歯顎者の「ア」の 8.0~20.6 msec、「オ」の 8.0~21.1 msec にくらべて相対的に長くなるようであった。このことは、サ行音発音

図6 被験者別にみた舌の口蓋接触開始時点から先行子音出現時点までの時間 (P_0-V_1) の代表的なパターン

時の舌の口蓋への接触開始は義歯装着者の方が有歯顎者よりも早く起こるかわりに、「せばめ」を形成するタイミングは両者とも等しくなることを意味している³⁹⁾。

それに対して、先行母音として「イ」「ウ」「エ」、特に「ウ」を加えた連続音節の場合に義歯装着者と正常有歯顎者との間に大きな差が現れたが、この差は義歯装着者における舌の口蓋への接触開始から先行子音出現時点ま

での時間 (P_0-V_1) の大きさにも関係があり、(P_0-V_1) が短くなった場合に (V_1-P_1) が長くなるなど舌の動きを互いにコントロールしながら調音運動を行っているものと考えられる。このことは先行母音として「イ」「ウ」「エ」を加えたときが「ア」「オ」を加えたときよりも (P_0-V_1) が非常に長くなることから理解できることである。

図 7 正常有歯顎者と義歯装着者の (V₁-P₁) 差
正常有歯顎者の (V₁-P₁) を基準としてその差を表示した

7. 義歯装着期間による影響について

全部床義歯装着後の発音の適応に関しては、有歯顎者における実験的口蓋床を用いた研究も含めて、これまでにいろいろな分析方法を用いた研究が数多く報告されている^{17,40-49)}。本研究の場合、エレクトロプラトグラフを応用し、全部床義歯装着者の発音時の舌の口蓋への接触と音声から時間関係を比較検討するという、これまでと異なった方法でもって義歯装着期間、すなわち、義歯装着直後、装着後 2～3 日、約 10 日後の 3 時点における発音機能への影響を調べた。

その結果、先行子音継続時間 (V₁-V₂) は、平均値でみた場合、3 時点での差はほとんど認められないが、標準偏差値は多少とも減少し、経的に安定していくことがうかがえた。しかし、後続母音継続時間 (V₂-V₃) の場合は、逆に、平均値は経的に正常有歯顎者の値に近づくが、標準偏差値は増加し、ばらつきが大きくなるようであった。同様に、(P₀-V₁)、(V₁-P₁) のように舌との関係で比較する場合は、被験音によってばらつきが大きく、特に先行母音として「イ」「ウ」「エ」を加えた場合は大きくなるため、義歯装着後よりも義歯装着時の方が有歯顎者の値に近くなるなど発音機能と義歯装着期間との関係を検討するうえで問題が多いように思われた。

いずれにせよ、義歯装着者の場合は、加齢、口腔環境変化、義歯の慣れ等、正常有歯顎者とは異なる種々の影響を受けるため、今後、被験者数を増やし、長期にわたる計測が必要であると思われる。

V. 結 論

自覚的、他覚的発音障害の認められない上下顎全部床義歯装着者 8 名を被験者として、S・f 発音時における舌の口蓋への接触状態と音声波形から、全部床義歯装着者の発音のメカニズムを検討し、以下のような結論を得た。

1) 義歯装着者の先行子音継続時間 (V₁-V₂) は、単音節発音時、正常有歯顎者と比較した場合に大幅な時間の延長がみられたが、連続音節発音時には減少し、正常有歯顎者とほぼ同じ値、すなわち、「サ」で 101.9～119.3 msec、「シ」で 120.1～147.3 msec、「ス」で 118.8～145.8 msec、「セ」で 101.2～122.8 msec、「ソ」で 99.9～125.0 msec を示した。これは、単音節発音時より連続音節発音時の方がより自然に近い状態で発音ができることを意味し、特に義歯装着者には有効であった。

2) 単音節発音時の後続母音継続時間 (V₁-V₂) は、正常有歯顎者と義歯装着者の間にほとんど差はなかった。連続音節発音時の後続母音継続時間は両グループとも大幅に減少したが、その減少傾向は義歯装着者の方が大きく、全般的に有歯顎者より 10～40 msec 短くなった。これは義歯装着者に共通した発音習慣であると考えられる。

3) 先行子音継続時間と後続母音継続時間を合せた全発音時間に対する先行子音継続時間の比率 (V₁-V₂)/(V₁-V₃)×100 は、後続母音別にみた場合、連続音節発

音時, 被験者によって比率の異なる2つのグループ, すなわち, 有歯顎者と同じような比率をもつグループと, 発音とともに順次比率が下向する義歯装着者特有のグループに分類することができた。これらの差は, 後続母音継続時間 (V_2-V_3) の長短によって生じるものである。

4) 舌の口蓋への接触開始から先行子音出現時点までの時間 (P_0-V_1) は, 正常有歯顎者同様, 先行母音として「ア」「オ」を加えた場合は, 「ア」が 39.5~67.5 msec, 「オ」が 23.6~54.5 msec と短くなるのに対して, 「イ」「ウ」「エ」を加えた場合は相対的に長く, 中でも「イ」が 235.0~287.2 msec と最も長かった (10日後)。また, 義歯装着者を被験者別にみた場合, 計測値のばらつき傾向から, 有歯顎者同様, 2つのタイプ, すなわち, 「ウ」が低く, 「イ」「エ」で2つの山形ができるものと, 「ウ」にばらつきが認められ, 「イ」「ウ」「エ」で1つの山形ができるものに大別することが可能であった。

5) 先行子音出現時点から, いわゆる標準的パラトグラム出現時点までの時間 (V_1-P_1) は, 有歯顎者同様, 先行母音「イ」のグループが 7.1~28.7 msec (10日後) と比較的短くなるのに対して, 他の先行母音グループが 32.5~63.5 msec (10日後) と長くなった以外, 顕著な差は認められなかった。

6) 義歯装着後の発音に対する経日的変化は, 義歯装着時, 2~3日後, 約10日後の3時点では著明な変化は認められなかった。

本論文の要旨は, 第70回日本補綴歯科学会 (昭和58年10月15日, 千葉) ならびに第350回大阪歯科学会 (昭和61年7月5日, 大阪) で発表した。

稿を終えるにあたり, 終始ご懇篤なるご指導, ご校閲を賜りました松本直之教授に深甚の謝意を表します。あわせて, 日頃ご助言, ご協力を頂きました羽田 勝助教授ならびに第一講座教室員各位に感謝の意を表します。

また本研究に際し, ご校閲, ご助言を賜りました大阪歯科大学歯科補綴学第一講座 西浦 恂教授に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) Silverman, M.M.: Determination of vertical dimension by phonetics, J Prosthet Dent, 6: 465~471, 1956.
- 2) Allen, L.R.: Improved phonetics in denture construction, J Prosthet Dent, 8: 753~763, 1958.
- 3) 森田啓一: 正常者のパラトグラム, 口病誌, 34: 279~309, 1967.
- 4) Pound, E.: Controlling anomalies of vertical dimension and speech, J Prosthet Dent, 36: 124~135, 1976.
- 5) 吉川 弥: 全口蓋床が破裂音構成におよぼす影響, 歯科医学, 28: 167~207, 1965.
- 6) 清水健吾: 日本語子音の発音明瞭度とソナグラム, 口病誌, 38: 496~518, 1971.
- 7) 園田秀明: 発音明瞭度とパラトグラム, 補綴誌, 20: 633~650, 1977.
- 8) 牟田悟朗, 他: 義歯装着者の発音時下顎運動に関する研究, 補綴誌, 26: 697~709, 1982.
- 9) 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.
- 10) 桑原 勉: 義歯口蓋形態が音声に及ぼす影響についての基礎的研究, 岐阜学誌, 9: 231~247, 1981.
- 11) 倉知正和: 日本語5母音の補綴学的分析, 岐阜学誌, 9: 322~348, 1981.
- 12) 小塩博司: 全口蓋床を基準とした床設計への適応性に関する音響学的考察, 補綴誌, 29: 560~575, 1985.
- 13) 市川哲雄, 佐藤修斎, 他: 舌半側切除症例の補綴処置が音声の音響的性質に及ぼす影響, 補綴誌, 30: 189~198, 1986.
- 14) 松本直之, 佐藤修斎, 他: 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.
- 15) Tanaka, H.: Speech patterns of edentulous patients and morphology of the palate in relation to phonetics, J Prosthet Dent, 29: 16~28, 1973.
- 16) Martone, A.L., et al.: The phenomenon of function in complete denture prosthodontics. An approach to prosthodontics through speech science. Part V. Speech science research of prosthodontic significance, J Prosthet Dent, 12: 629~636, 1962.
- 17) 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.
- 18) 林都志夫: 成人患者の歯科生涯治療の必要性, デンタルダイヤモンド, 57: 7~10, 1980.
- 19) Kydd, W.L., et al.: Continuous palatography, Journal of Speech and Hearing Disorders, 29: 489~491, 1964.
- 20) Harley, W.T.: Dynamic palatography-A study of linguopalatal contacts during the production of selected consonant sounds, J Prosthet Dent, 27: 364~376, 1972.
- 21) 奥田貫之, 他: 日本語単音のダイナミックパラトグラフィーについて, 補綴誌, 18: 143~151, 1974.
- 22) 伊藤秀美, 他: 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.
- 23) 伊藤秀美: 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—「桜の花が, 咲きました。」—, 補綴誌, 27: 593~607, 1983.
- 24) 松田 豊, 他: 無歯顎者の調音の研究 (第1報) |s|・|t|・|tʃ|・|k|・|n|・|r| の日本語単音節, 補綴誌, 23: 174, 1979.

- 25) 柴田貞雄, 他: エレクトロパラトグラフによる構音訓練法, (株) リオン, 東京, 1979.
- 26) 麻生隆則, 他: 複製用フラスコによる複製義歯の作り方, 講座歯科技工アトラス, 4: 267~278, 1983.
- 27) 田中 収: 日本語 S 発音時の下顎運動に関する研究, 補綴誌, 24: 628~646, 1980.
- 28) 坂東永一: 下顎位のテレメータリングによる経時的観察, 補綴誌, 14: 183~203, 1970.
- 29) 電子通信学会編: 聴覚と音声, 電子通信学会, 東京, 1976.
- 30) Umeda, N.: Vowel duration in American English, J Acoust Soc Am, 58: 434~445, 1975.
- 31) Allen, G.D.: Vowel duration measurement: A reliability study, J Acoust Soc Am, 63: 1176~1185, 1978.
- 32) Port, R.F.: Relation between voice-onset time and vowel duration, J Acoust Soc Am, 66: 654~662, 1979.
- 33) 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て, 歯科学報, 56: 180~189, 1956.
- 34) 園田頼信: 磁界による舌の運動の動的観測, 信学全大, 1247, 1973.
- 35) 園田頼信: 日本語音の発話時における舌および下顎の運動特性, 電子通信学会論文集 (A), 555~562, 1979.
- 36) 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.
- 37) 松本直之, 他: 加齢による形態の変化, 歯科ジャーナル, 23 (1): 7~16, 1986.
- 38) 佐藤修斎, 他: 全部床義歯における人工歯の排列位置が発音に及ぼす影響について (第 1 報) 人工歯の頬舌的排列位置について, 補綴誌, 27: 454, 1983.
- 39) 市場裕康, 他: 無歯顎者における S 発音時の舌の動態に関する研究, 補綴誌, 30: 483~484, 1986.
- 40) Kobes, L.: Experimentelle Untersuchungen zum Problem der phonetischen Adaptation von herasnehmbavem Zahnersatz, Dtsch Zahnärztl Z, 13: 825~832, 1958.
- 41) 友松英美: 義歯の発音に及ぼす影響に就いて, 歯科月報, 33: 295~330, 1959.
- 42) 関根 弘, 他: 義歯の音声学的研究 (第 2 報) 口蓋床に対する調査器官の Adaptability について, 補綴誌, 4: 215~216, 1960.
- 43) 関根 弘, 他: 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.
- 44) 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.
- 45) 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.
- 46) 虫本和彦, 他: 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) 語音発語明瞭度検査, 歯科医学, 40: 923~934, 1977.
- 47) 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.
- 48) 山田昭治: 調音時の舌圧変動に関する実験的研究, 歯科医学, 47: 68~87, 1984.
- 49) 山縣健佑, 他: 発音法による義歯咬合高径の設定に関する研究, 補綴誌, 28: 622~629, 1984.