調音時の下顎位に関する研究

—日本語 M 音, S 音における先行母音と後続母音の影響について—

藤井 清

A Study on Jaw Movements During Speech
of “M” and “S” Sounds

— The Influence of Initial and Final Vowels —

Kiyoshi Fujii

I. 緒 言

発音時の口腔器官は、調音体・調音点・調音法などの種々な組合わせによって特徴付けられる音声の調音に重要な役割りを果たしている¹⁾。

そこで補綴臨床と発音に関して考えてみると、S音はその調音様式から前歯部との関連が深く、発音時の下顎位は、安定性が高く^{2,3)}、上下顎前歯が最も接近する下顎位である^{2,4)}ことなどから補綴的意義^{2,5)}は非常に大きい。また、M音についても下顎安静位に近い値をとる^{6,7)}といわれていることから、無歯顎の咬合採得時にこれらの調音運動を利用する術式が主に欧米諸国で提唱されてきた。

一方、日本語においては、S 音やM音などにこれらの術式を利用した場合、子音が後続母音を伴い先行子音として調音される特殊性から、諸外国での術式をそのまま適用できない。日本語調音時の下顎運動については、兼子¹¹⁾、関根¹²⁾、三谷¹³⁾、堀家¹⁴⁾、桜井¹⁵⁾などの報告があるが、これらはいずれも CV 型の音節について検討されているもので、先行母音を付与した V₁CV₂ 型についての子音調音時の下顎位の動態についてはいまだ明らかにされていない。

いま、この子音に先行させる母音について考えてみると、母音発語時の下顎位は、受動的な要素が強^{12,16)}、音響的には舌形の補償によって構音が行われ、tongue

おみ	あむ	うま	おま	えみ	いま
おも	も	おむ	あみ	む	えめ
うみ	いめ	うむ	えも	おめ	いも
えま	うも	め	いみ	あま	えむ
いむ	あも	み	ま	あめ	うめ

図 1 語音表 (M音)

height¹⁷⁾ が決定的な役割りをになっていると考えられている。しかしながら、母音発語時の下顎の開口量が下顎位に反映¹⁸⁾して舌との協調性において調音のための機能領域を生ずることも事実である。しかも多音節語音の調音時には、EMG 記録によると¹⁹⁻²²⁾、中枢から末梢構音器官への運動指令は、個々の単音節ごとに出されるのではなく、文章を単位として出され、各音節あるいは子音や母音はそれらの組合わせによってできた句全体をとおして、他の語音の影響を受けて調音様式を修飾する^{21, 23)}としている。

そこで著者は、V₁CV₂ 型の音節について先行母音の付与が、子音調音時の下顎運動に対していかなる影響をおよぼすかを検討し、合わせて V₁CV₂ 型音節調音時の下顎位と下顎安静位との関連性について追究し、臨床での発音法による下顎位決定の可能性の検討を目的として本実験を行った。

II. 実験方法

1. 被験者ならびに被験語

被験者には、自覚的、他覚的に正常な歯列と咬合関係

大阪歯科大学大学院 歯学研究科 歯科補綴学専攻 (指導: 西浦 恂教授)
Osaka Dental University, Graduate School Major in Prosthodontics (Director: Prof. Makoto Nishiura)
昭和 58 年 10 月 31 日受付

図2 口唇の接触時間計測装置 (switch 部分)

を有し、顎口腔機能および発声器官に異常がなく、比較的方言をもたない24~33歳までの男子10名を選定した。

被験語は、マ行音 CV 型である [ま] [み] [む] [め] [も] の5音節とこれらの先頭に5母音を付与し V_1CV_2 型とした25音節、ならびにサ行音 CV 型である [さ] [し] [す] [せ] [そ] の5音節とこれらの先頭に5母音を付与し V_1CV_2 型とした25音節を選定した。子音Mあるいは子音Sを含む30音節を無作為に配列した数種類の語音表を用意した。図1に子音Mを含む30音節の語音表を示した。

2. 音声の記録

被験者を防音室内でダイナミックマイクロホン (SONY 社製 F-113 型) に約 30 cm 離れて対座させ、眼耳平面が床面と可及的に平行になるように指示し、日常会話などを行って実験装置などによる異和感の軽減をはかった後、被験語を1音節ずつ約2秒間隔で発音させた。声の強さは生理的な状態での調音時の下顎運動の測定を目的とするため、日常会話時と同程度とし、オーディオアンプ (SONY 社製 FT-3 型) の VU メータの指針が 100 % を越えないように調整して記録した。また、S 音を含む被験語の場合には、直接および 2,000 Hz で High-cut Filter (NF 社製 FV-611 型) をとおした音声を記録した。

3. 口唇の接触時間の記録

上下両口唇の接触が on-off スイッチとなるように、エナメル線を入中部とオトガイ部付近から上下両口唇が接する付近まで延長し (図2)、口唇が接すると閉鎖する回路を用いてこれを記録し、この口唇の接触時間を音声ならびに下顎運動波形と同時記録した。

図3 原波形とその計測点 (M音)

4. 下顎位および下顎運動の記録

1) 調音運動

調音時の下顎運動は、Mandibular Kinesio graph (Myo-Tronics Research INC.) (MKG) を用いて下顎切歯点の運動経路、下顎の上下動 (vertical) ならびに前後動 (a/p) について測定を行った。なお、記録中に数回咬頭嵌合位をとらせ、これを計測時の基準位とした。各被験者に被験語を4回発音させ、日をかえて3回の記録を行った。なおS音を含む被験語については、3回発音させ記録した。

以上、音声、口唇の接触時間、MKG による調音時の下顎運動波形をオシロスコープ (Tektronix 社製 Oscilloscope 5103 N) でモニターしながらデータレコーダー (TEAC 社製 R-260 型) と同時記録した。

2) 下顎安静位

下顎安静位は、子音Mを含む被験語の語音表で、30音節の発音終了ごとに、上下両口唇は軽く接するように指示してとらせ、1回に約20秒間、1日に4回、日をかえて3回 MKG を用いて記録し、vertical ならびに a/p について測定を行った。

5. 計測方法

1) 音声と調音時の下顎移動距離の計測

a) M音について

収録した音声波形と調音時の下顎運動波形ならびに口唇の接触時間を、データレコーダのテープ速度を 1/4 に落として電磁オシログラフ (横河電気社製 2932 型) で紙送り速度 100 cm/min にて同時再生した (図3)。

記録紙上の波形で音声と下顎運動の時間的なタイミン

グを口唇の接触時間をもとに確認し、副尺 1/20 mm のノギスを用いて vertical ならびに a/p を計測し、各 4 回の平均値をその発音時の下顎移動距離の代表値とした。

このように記録紙上の口唇の接触時間を指標としてその時点の下顎位を計測したが、これを利用するのに先立って、あらかじめ口唇の接触時間と子音 M 調音時の時間的タイミングのずれを測定した。すなわち、音声ならび

に口唇の接触時間を同時記録し、電磁オシログラフにて再生後、記録紙上で先行母音の開始時点 (vs) から接唇点 (T) まで、ならびに vs 点から離唇点 (S) までの持続時間を計測した (図 4)。また、同一音節についてサウンドスペクトログラフ (リオン社製 SG-04 A 型) で音声の分析を行い、vs 点から子音開始時点 (cs) まで、ならびに vs 点から子音終了時点 (ce) までの持続時間を計測した (図 4)。

V₁CV₂ 型音節および CV 型音節についてのこれらの計測結果を表 1 に示した。V₁CV₂ 型の cs 点は接唇点に比べて平均 4.0 msec、ce 点は離唇点に比べて平均 5.9 msec の時間的なタイミングの差がみられた。CV 型では、接唇点が cs 点より平均 70.4 msec 先行し、離唇点は ce 点より平均 63.4 msec 先行する時間的タイミングの差を示した。これらの計測結果から、子音の持続時間と口唇の接触時間との時間的なタイミングの違いは、V₁CV₂ 型ではほとんど問題にならない範囲内にあった。しかし、CV 型についても、臨床応用を一義的に考えた本実験の目的から V₁CV₂ 型と同様に記録紙上で測定を行った。

b) S 音について

収録した音声波形と下顎運動波形をデータレコーダのテープ速度を 1/4 に落とし、電磁オシログラフで再生した (図 5)。

S 音の強調点は、4,000 Hz 以上にあり 2,000 Hz の High-cut Filter をとおした音声波では子音部分が消去

図 4 子音持続時間の計測点
(上半分：記録紙 下半分：Sonagram)

表 1 子音持続時間の計測値

V ₁ CV ₂	Oscillograph		Sonagraph		T-CS	S-CE
	T	S	CS	CE		
(1)	115.6	174.6	107.9	172.2	7.6	2.3
(2)	104.1	191.4	102.0	179.5	2.1	12.0
(3)	98.1	188.0	94.3	188.1	3.9	-0.1
(4)	94.3	205.4	94.6	205.0	-0.3	0.4
(5)	114.2	211.3	111.6	204.5	2.6	6.8
(6)	131.4	224.4	126.9	224.1	4.5	0.4
(7)	115.3	203.5	110.1	203.0	5.1	0.5
(8)	130.8	236.9	122.9	232.9	8.0	4.1
(9)	98.6	191.7	98.9	166.4	-0.3	25.4
(10)	116.6	219.5	110.6	211.8	5.9	7.6
CV						
(1)	-73.4	61.0	—	84.6	mean 4.0	5.9
(2)	-81.1	40.8	—	157.2	-73.4	-23.6
(3)	-74.9	67.4	—	105.8	-81.1	-116.4
(4)	-66.3	82.0	—	148.6	-74.9	-38.4
(5)	-56.3	16.3	—	88.4	-66.3	-66.6
					-56.3	-72.1
					mean -70.4	-63.4

図 5 原波形とその計測点 (S 音)

表 2 接唇点での実験期日の差による開口距離の分散分析表〔あま〕

SV	f	S	V	F ₀
Subjects(I)	9	194.30	21.59	17.56**
Days (D)	(2)	(0.39)	(0.20)	
e	(18)	(24.20)		
e'	20	24.59	1.230	
T	29	218.89		

$$(mm)$$

表 3 各計測点での実験期日の差による開口距離と前後的運動距離の分散分析の結果のまとめ

[illegible]

* 危険率 5% ** 危険率 1% — 有意差なし

され、先行母音の終了時点ならびに後続母音の立上り時点の判定が可能である。これらの波形から発音と下顎運動の時間的なタイミング、つまり cs 点および ce 点での下顎位の計測が可能となった。

記録紙上の波形で音声と下顎運動の時間的なタイミングを確認しながら、副尺 1/20 mm のノギスを用いて vertical ならびに a/p を計測し、各 3 回の平均値をその発音時の下顎移動距離の代表値とした。なお、a/p の計測にあたっては、基準とした咬頭嵌合位より前方をマイナス、後方をプラスとした。

2) 下顎安静位の測定

MKG によって記録した下顎安静位における下顎切歯点の運動経路を電磁オシログラフにて再生し、記録紙上

で、20 秒間のうちの 3 秒ごと 7 カ所の下顎位を、咬頭嵌合位を基準として、vertical と a/p のそれぞれについて計測を行った。

III. 實驗結果

1. 調音時の下顎運動の分析

1) M音調音時の下顎位

a) 被験者間と実験期日間について

被験者と実験期日を主変動因子として、調音時の下顎移動量について分散分析を行った。

表2に示したのは〔あま〕調音時の接唇点での vertical の結果である。被験者間には危険率 1% で有意の差

表 4 接唇点での被験語の差による開口距離の分散分析表

SV	f	S	V	F ₀
Subject (I)	9	1122.10	124.68	131.96**
Syllables(S)	29	924.43	31.88	33.74**
e	261	246.59	0.945	
T	299	2293.12		

(mm)

表 5 接唇点での被験語の差による前後的運動距離の分散分析表

SV	f	S	V	F ₀
Subjects (I)	9	94.70	10.52	48.50**
Syllables(S)	29	171.87	5.93	27.32**
e	261	56.62	0.217	
T	299	323.19		

(mm)

表 6 M音調音時の開口距離と前後の運動距離 (平均値)

	接唇点		中央点		離唇点	
	V	a/p	V	a/p	V	a/p
あま	7.1	2.2	5.7	1.2	6.7	1.8
あみ	6.9	2.2	5.1	1.0	4.9	1.1
あむ	6.1	1.8	3.5	0.6	2.6	0.3
あめ	7.1	2.4	5.9	1.5	6.7	2.1
あも	7.4	2.4	5.9	1.5	6.8	2.0
いま	4.2	1.1	4.0	0.8	5.8	1.6
いみ	4.1	1.1	3.8	0.8	4.2	1.1
いむ	3.8	1.1	3.0	0.6	2.9	0.6
いめ	4.3	1.2	4.3	1.1	6.1	1.9
いも	4.1	1.1	3.9	0.9	5.5	1.8
うま	2.0	0.4	2.2	0.3	4.8	1.4
うみ	2.4	0.7	2.4	0.6	3.1	0.9
うむ	2.0	0.5	1.7	0.3	1.8	0.4
うめ	2.1	0.5	2.5	0.5	5.0	1.6
うも	1.9	0.4	2.0	0.3	4.3	1.4
えま	6.5	2.1	5.7	1.4	6.9	2.0
えみ	6.3	2.1	5.2	1.2	5.2	1.3
えむ	5.7	1.8	3.8	0.7	3.0	0.5
えめ	6.5	2.2	5.8	1.6	6.6	2.1
えも	6.7	2.3	5.7	1.6	6.6	2.2
おま	6.3	2.7	5.7	2.2	6.9	2.7
おみ	6.1	2.6	5.1	1.7	5.0	1.7
おむ	5.4	2.2	3.3	1.0	2.5	0.6
おめ	6.5	2.8	6.0	2.3	7.0	2.8
おも	6.5	2.8	5.6	2.0	6.6	2.8
ま	4.0	1.3	3.7	1.0	5.9	1.7
み	3.7	1.2	3.4	1.0	4.2	1.1
む	3.0	0.9	2.3	0.6	2.4	0.6
め	4.1	1.5	4.0	1.3	5.9	1.9
も	4.1	1.5	3.9	1.2	5.9	2.2

(mm)

(1) 先行母音別 group

(2) 後続母音別 group

図 6 接唇点での開口距離と前後の運動距離

が認められたものの、実験期間には有意の差はなく誤差にプールした。

同様に 30 音節の各計測点での vertical と a/p について分析した結果をまとめたのが表 3 である。vertical では、すべての被験語で被験者間に有意の差が認められた (危険率 1%)。a/p では [あも] の接唇点、[あま] の中央点と離唇点、[いめ]、[うま]、[め] の離唇点を除いたその他すべての被験語で被験者間に有意の差が認められた。また、[いむ] の接唇点と離唇点、[うも]、[えむ] の離唇点の vertical ならびに [うも] の離唇点の a/p を除いた被験語では、実験期間に有意の差は認められなかった。

b) 被験者間と被験語間について

被験者と被験語を主変動因子として、調音時の下顎移動量について分散分析を行った結果を示す。なお調音時

112

[illegible]

表 9 中央点での被験語の差による前後の運動距離の分散分析表

SV	f	S	V	F ₀
Subjects (I)	9	1272.71	141.41	201.82**
Syllables(S)	29	540.17	18.63	26.58**
e	261	182.88	0.701	
T	299	1995.76		

(mm)

SV	f	S	V	F ₀
Subjects (I)	9	93.50	10.39	63.98**
Syllables(S)	29	84.99	2.93	18.05**
e	261	42.38	0.162	
T	299	220.87		

(mm)

を示した（危険率 5%）。表 7 に標本平均の差の検定結果を示した。ただし、アミの部分は危険率 5% で有意の差があったことを示している。図 6-1 を後続母音別に配列しなおした図 6-2 をみると、同一後続母音をもつ音節のグループでも先行母音の種類によって有意に差のある値を示した。また、調音時の下顎位は開口量に伴って後方に位置した。

② 中央点での移動量

接唇点と離唇点の時間的中央における下顎の移動量を分析した結果を表 8, 9 に示した. vertical ならびに a/p の移動量に影響を与えるのは, 個人差 (factor I) と被験語 (factor S) の両因子であった (危険率 1%). 有意差が認められた被験語については図 7 に図解した. 各被験語の平均値は表 6 に示した.

調音時における下顎の運動範囲は、vertical で 1.7 mm から 6.0 mm (95% 信頼区間は ± 0.5 mm), a/p で 0.3 mm から 2.3 mm (95% 信頼区間は ± 0.3 mm) であった。

先行母音別に被験語を配列した図 7-1 をみると、先行

(1) 先行母音別 group

(1) 先行母音別 group

(2) 後続母音別 group

図 7 中央点での開口距離と前後的運動距離

(2) 後続母音別 group

図 8 離唇点での開口距離と前後的運動距離

表 10 離唇点での被験語の差による開口距離の分散分析表

SV	f	S	V	F ₀
Subjects (I)	9	1365.87	151.76	236.08**
Syllables (S)	29	752.35	25.94	40.36**
e	261	167.78	0.643	
T	299	2286.00		

(mm)

表 11 離唇点での被験語の差による前後的運動距離の分散分析表

SV	f	S	V	F ₀
Subjects (I)	9	107.81	11.98	68.39**
Syllables (S)	29	136.73	4.71	26.92**
e	261	45.71	0.175	
T	299	290.25		

(mm)

母音が小開き母音のグループ内で後続母音に〔u〕がくる場合に有意(危険率 5%)に低い値を示した。この図を後続母音別に配列しなおした図 7-2 をみると、そのグループ内でも先行母音の種類によって開口量が異なっていた。

③ 離唇点での移動量

口唇が離開した時点の移動量を分析した結果を表 10, 11 に示した。vertical ならびに a/p の移動量に影響を与える因子は、個人差 (factor I) と被験語 (factor S) であった (危険率 1%)。有意差が認められた被験語間についてこれを図解し (図 8)、各被験語の平均値は表 6 に示した。

発音時の下顎運動範囲は、vertical で 1.8 mm から 7.0 mm (95% 信頼区間は ±0.5 mm)、a/p で 0.3 mm から 2.8 mm (95% 信頼区間は ±0.3 mm) であった。

先行母音別に被験語を配列した図 8-1 をみると、同一先行母音をもつグループ内において後続母音の種類によって開口量が異なっており、後続母音別に配列しなおし

表 12 離唇点での各被験語ごとの開口距離の差の検定（後続母音別配列）

[illegible]

表 13 cs 点での被験語の差による
開口距離の分散分析表

SV	<i>f</i>	<i>S</i>	<i>V</i>	<i>F₀</i>
Subjects (I)	9	221.57	24.62	258.88**
Syllables (S)	29	55.02	1.90	19.95**
e	261	24.82	0.095	
T	299	301.41		

(mm)

表 14 cs 点での被験語の差による前後的运动距離の分散分析表

SV	f	S	V	F ₀
Subjects (I)	9	40.80	4.53	44.97**
Syllables(S)	29	13.81	0.48	4.73**
e	261	26.31	0.101	
T	299	80.92		

(mm)

表 15 S 音調音時の開口距離と前後
的運動距離 (平均値)

	CS点		CE点	
	V	a/p	V	a/p
あさ	1.7	0.4	2.4	0.5
あし	1.7	0.8	0.9	0.1
あす	1.4	0.6	0.8	0.0
あせ	2.0	0.5	2.3	0.4
あそ	1.7	0.4	1.8	0.5
いさ	1.2	0.2	2.5	0.6
いし	1.2	0.2	1.1	0.2
いす	1.1	0.2	0.9	0.1
いせ	1.2	0.2	2.5	0.4
いそ	1.1	0.3	1.9	0.6
うさ	0.7	0.3	2.3	0.7
うし	0.8	0.3	1.0	0.2
うす	0.7	0.2	0.8	0.2
うせ	0.7	0.3	2.3	0.7
うそ	0.6	0.2	1.7	0.6
えさ	1.7	0.3	2.5	0.4
えし	1.9	0.6	1.0	0.1
えす	1.7	0.6	0.8	0.0
えせ	1.9	0.7	2.4	0.6
えそ	1.9	0.6	2.1	0.6
おさ	1.2	0.4	2.4	0.7
おし	1.2	0.7	0.9	0.3
おす	1.1	0.5	0.7	0.2
おせ	1.2	0.5	2.4	0.6
おそ	1.3	0.6	1.8	0.7
さ	0.9	0.0	3.2	0.7
し	0.7	0.0	1.1	0.2
す	0.7	0.1	0.9	0.2
せ	0.9	0.1	2.7	0.8
そ	0.8	0.0	2.1	0.7

た図8-2では、そのグループ内でも先行母音の種類によって開口量が異なっていた。表12に標本平均の差の検定結果を示した。アミの部分は危険率5%で有意の差があったことを示している。また先行母音のないCV型は、後続母音の種類によって有意（危険率5%）にちがった値を示し、後続母音が大開きと中開き母音の場合に差はなかった。そして、下顎は開口量の増加に伴って後方に位置した。

(mm)

表 17 ce 点での被験語の差による
開口距離の分散分析表

SV	f	S	V	F ₀
Subjects (I)	9	242.00	26.89	229.21**
Syllables(S)	29	159.92	5.51	47.01**
e	261	30.62	0.117	
T	299	432.54		

(mm)

表 18 ce 点での被験語の差による前
後的運動距離の分散分析表

SV	f	S	V	F ₀
Subjects (I)	9	56.41	6.27	73.04**
Syllables(S)	29	16.77	0.58	6.74**
e	261	22.40	0.086	
T	299	95.58		

(mm)

3.2 mm (95% 信頼区間は ± 0.2 mm), a/p で 0.0 mm から 0.8 mm (95% 信頼区間は ± 0.2 mm) であった。

先行母音別に被験語を配列すると (図 10-1), 先行母音別のグループ内で, 後続母音の種類によって有意に差のある値を示すが, 後続母音別に配列しなおすと (図 10-2), 後続母音の種類によってグループをつくり, そのグループ内では有意の差はほとんどみられなかった。表 19 に標本平均の差の検定結果を示した。ただしアミの部分は危険率 5% で有意差があったことを示している。CV 型は後続母音の種類によって有意にちがった値をとった。

2. 下顎安静位の測定結果

全被験者の測定値を図 11 に示した。横軸は a/p, 縦軸は vertical を示している。全被験者をとおして最大値は vertical で 5.9 mm, a/p で 3.8 mm, 最小値は vertical で 0.0 mm, a/p で 0.0 mm であった。各被験者の変動範囲を表 20 に示した。

IV. 考 察

1. 実験方法について

1) 被験語

M音調音時の下顎位は, 下顎安静位に近い値をとるといわれ^{6,7)}, 臨床応用のための術式が提唱されている^{6*}

(1) 先行母音別 group

(2) 後続母音別 group

図 10 ce 点での開口距離と前後的運動距離

10). 両唇音であるM音調音時には, 口唇の接触を伴い, 下顎安静位の採得に際しても上下両口唇を軽く接触させる^{24,25)}. これは Donder's の陰圧²⁶⁾を得るほかに, 口唇の接触感覚と下顎の位置感覚とは何らかの関連性をもつ可能性も考えられることから, 事実, 口輪筋の活動は開口筋と協調的に働き, 閉口筋とは相反的に働く傾向²⁷⁾をもつことから, M音の選択は妥当であると考えられる。

S音は, その調音様式から上顎前歯とのかかわりが深く³⁾, 欠損や被蓋度によって影響を受ける^{3,28)}ことや, S音調音時の下顎位は, 各個人で一定の値をとり, 上下顎間が最も接近する²⁾といわれることから, 無歯顎の咬合高径の決定^{2,3)}や, 前歯部人工歯排列の目安として利用されている^{9,10)}. そこで, 接唇を伴うM音との対比を考え, S音もあわせて被験語とした。

日本語調音時の下顎運動についての報告¹¹⁻¹⁵⁾は多いが, これらはいずれも CV 型の音節について検討されており, 先行母音を付与した V₁CV₂ 型での下顎位の動態

表 19 ce 点での各被験語ごとの開口距離の差の検定 (後続母音別配列)

あさ ー
いさ 0.1 ー
うさ 0.1 0.3 ー
えさ 0.1 0.0 0.3 ー
おさ 0.0 0.1 0.1 0.1 ー
あし 1.5 1.7 1.4 1.7 1.5 ー
いし 1.3 1.5 1.2 1.5 1.3 0.2 ー
うし 1.4 1.5 1.3 1.5 1.4 0.1 0.1 ー
えし 1.4 1.5 1.3 1.5 1.4 0.2 0.1 0.0 ー
おし 1.5 1.6 1.4 1.6 1.5 0.1 0.2 0.1 0.1 ー
あず 1.6 1.7 1.5 1.7 1.6 0.1 0.3 0.2 0.2 0.1 ー
いず 1.5 1.6 1.4 1.6 1.5 0.0 0.2 0.1 0.1 0.0 0.1 ー
うず 1.6 1.7 1.4 1.7 1.6 0.0 0.2 0.2 0.2 0.1 0.0 0.1 ー
えず 1.5 1.7 1.4 1.7 1.6 0.0 0.2 0.2 0.2 0.1 0.0 0.1 0.0 ー
あず 1.6 1.8 1.5 1.8 1.7 0.1 0.3 0.3 0.3 0.2 0.0 0.1 0.1 0.1 ー
おず 0.1 0.2 0.0 0.2 0.1 1.4 1.2 1.3 1.3 1.4 1.5 1.4 1.5 1.4 1.5 ー
いせ 0.1 0.0 0.2 0.1 0.1 1.6 1.4 1.5 1.5 1.6 1.7 1.6 1.7 1.6 1.7 0.2 ー
うせ 0.1 0.2 0.1 0.2 0.1 1.5 1.3 1.3 1.3 1.4 1.5 1.4 1.5 1.5 1.6 0.0 0.2 ー
えせ 0.0 0.1 0.2 0.1 0.0 1.6 1.3 1.4 1.4 1.5 1.6 1.5 1.6 1.6 1.7 0.1 0.1 0.1 ー
あせ 0.0 0.1 0.2 0.1 0.0 1.6 1.4 1.4 1.4 1.5 1.6 1.5 1.6 1.6 1.7 0.1 0.1 0.1 0.0 ー
いそ 0.6 0.7 0.5 0.7 0.6 0.9 0.7 0.8 0.8 0.9 1.0 0.9 1.0 0.9 1.0 0.5 0.7 0.5 0.6 0.6 ー
うそ 0.5 0.6 0.4 0.6 0.5 1.0 0.8 0.9 0.9 1.0 1.1 1.0 1.1 0.4 0.6 0.4 0.5 0.5 0.1 ー
あそ 0.7 0.8 0.6 0.8 0.7 0.9 0.6 0.7 0.7 0.8 0.9 0.8 0.9 0.9 1.0 0.6 0.8 0.6 0.7 0.7 0.2 ー
えそ 0.3 0.5 0.2 0.5 0.3 1.2 1.0 1.1 1.0 1.2 1.3 1.2 1.2 1.2 1.3 0.2 0.4 0.3 0.4 0.3 0.2 0.4 ー
おそ 0.6 0.7 0.5 0.7 0.6 0.9 0.7 0.8 0.8 0.9 1.0 0.9 1.0 1.0 1.1 0.5 0.7 0.5 0.6 0.6 0.0 0.1 0.1 0.3 ー
さ 0.8 0.6 0.9 0.6 0.8 2.3 2.1 2.2 2.1 2.2 2.4 2.3 2.3 2.3 2.4 0.9 0.7 0.8 0.7 0.7 1.4 1.3 1.4 1.1 1.4 ー
し 1.2 1.4 1.1 1.4 1.3 0.3 0.1 0.1 0.1 0.2 0.3 0.2 0.3 0.3 0.4 1.1 1.3 1.2 1.3 1.3 0.7 0.8 0.6 0.9 0.7 2.0 ー
す 1.5 1.6 1.4 1.6 1.5 0.2 0.2 0.1 0.1 0.0 0.1 0.1 0.1 0.1 0.2 1.4 1.6 1.4 1.5 1.5 0.9 1.0 0.8 1.2 0.9 2.2 0.2 ー
せ 0.3 0.2 0.4 0.2 0.3 1.9 1.6 1.7 1.7 1.8 1.9 1.8 1.9 1.9 2.0 0.4 0.2 0.4 0.3 0.3 0.9 0.8 1.0 0.6 0.9 0.4 1.6 1.6 ー
そ 0.3 0.4 0.2 0.4 0.3 1.2 1.0 1.1 1.1 1.2 1.3 1.2 1.3 1.3 1.4 0.2 0.4 0.2 0.3 0.3 0.3 0.2 0.4 0.0 0.3 1.1 1.0 1.2 0.6 ー
あいうえおさあしあしうしうすえおあせおせおせおせおせおせおせおせおせさしすせ

危険率5%で有意差あり

図 11 下顎安静位 (全被験者)

は明らかにされていない。そこで、被験音節は、CV 型とこれに先行母音を付与して V_1CV_2 型とした音節を用いた。

2) 下顎安静位の計測

下顎安静位は咬合高径設定の基準として重要であり、総義歯臨床では Niswonger 法²⁹⁾が利用される例が多い³⁰⁾。また、下顎安静位とM音調音時の下顎位との関連性も報告されていることから^{6,7)}、調音時の下顎位と下顎位を対比して検討するために下顎安静位の計測を行った。下顎安静位の計測は、臨床の場では顔面皮膚上の特定な2点間の距離を測定する方法²⁹⁾やEMG³¹⁾、MKG³²⁾などで計測されている。本実験では、計測に際して情緒的な緊張を与えず、また、臨床の場でも比較の利用しやすいMKGを用いて計測した。本装置の使用に際して、

装着による異和感をできるだけとり除くために、実験開始までに日常会話や発音練習を行い、極力緊張を緩和し、負担の軽減を計るよう努めた。

2. 実験結果について

1) 調音時の下顎運動

a) M音調音時の下顎位

M音を含む音節の被験語について、被験語と実験期日についての結果をまとめた表3をみると、被験者間についてはほとんどの語音で有意の差があったものの、実験期日間にはほとんどの語音で有意の差は認めなかった。すなわち岩下²¹⁾や江口³³⁾のいうように各個人でさまざまな調音形態をとり、同一個人による同一語音の調音時にはほぼ同じ下顎位をとるものと考えられ、これらの報告からも個人内においては調音運動の安定性が十分にうかがえる。

そこで、M音調音時の下顎位について、被験語間の関係を知るために、3日間の平均値をその被験語の値として、被験者と被験語を変動因子として分散分析を行った。その結果接唇点(表4, 5)、中央点(表8, 9)、離唇点(表10, 11)ともに被験者間、被験語間ともに危険率1%で有意の差を認めた。この有意差を認めた被験語間について接唇点での平均値をみると(図6)、V₁CV₂型はverticalで1.9 mmから7.4 mmの幅広い範囲をとるものの先行母音の種類によっているのがわかった(危険率5%)。これは両唇音の調音に際して口唇はactiveな運動²⁰⁾をするが、先行あるいは後続する母音によりpassiveな形態変化が可能¹²⁾なためとも考えられる。すな

表 20 各被験者の下顎安静位

Subjects	I.Z.	U.E.	O.H.	O.K.	S.A.	H.I.	M.A.	M.O.	Y.G.	Y.M.
max.	1.8	1.6	2.4	1.7	4.5	1.9	4.3	3.9	5.9	1.7
V.										
min.	0.5	0.1	0.2	0.0	1.3	0.0	0.7	1.4	0.4	0.0
difference	1.3	1.5	2.2	1.7	3.2	1.9	3.6	2.5	5.5	1.7
max.	1.1	0.8	1.0	1.0	2.3	0.3	1.5	0.7	3.8	0.9
a/p										
min.	0.3	0.1	0.0	-0.4	0.0	-0.3	0.1	-0.3	0.1	0.1
difference	0.8	0.7	1.0	1.4	2.3	0.6	1.4	1.0	3.7	0.8

(mm)

わち、図 6-2 をみると、同一後続母音のグループ内で先行母音の種類によって開口量が異なることから先行母音の影響がうかがえる。そこで図 6-1 をみると、同一先行母音のグループ内でも後続母音に〔U〕がくる場合には、先行母音が小開き母音の場合を除いてそのグループ内で有意に差のある位置をとった（危険率 5%）。これは、母音〔U〕の構音には口輪筋の活動を伴い²⁰⁾、また、語音相互の関係から生じる調音結合³³⁾の結果がこの調音時の下顎位に反映したのかもしれない。また、先行母音が小開き母音の場合、そのグループ内で有意の差は認められなかった（危険率 5%）。すなわち、M 音調音時の下顎位は、接唇点では先行母音に小開き母音がくる場合、後続母音に関係なく一定の値をとる可能性が示唆された。また、CV 型については、三谷¹³⁾の報告では、a/p で移動がなく平均では中心位に近づくというのに対し、本実験では後続母音が〔U〕の場合、他の母音の場合とちがって有意（危険率 5%）に前方へ位置していた。この相違は、三谷の実験が 1 回だけの発音による下顎位の計測であることに起因するのかもしれない。そして、vertical の増加に伴い a/p は咬頭嵌合位よりも後方に位置する可能性は十分考えられる。

中央点では、口唇の接触持続時間の中間点であることから、臨牀的にこの時点を確認するのは困難である。しかもこの位置では、先行母音の影響も後続母音の影響もそして子音の影響も分離して考えるのは非常にむずかしい。

離唇点では、図 8-2 から CV 型の場合に後続母音の種類により有意（危険率 5%）に開口量が異なり、母音の開口量の差が子音の調音位置に影響を与えた。また、a/p はその開口量に伴って後方に位置しており三谷¹³⁾、桜井¹⁵⁾らの報告とほぼ一致している。V₁CV₂ 型は、後続母音のグループ内で先行母音の種類により開口量が有意

（危険率 5%）に異なり、先行母音の付与による下顎位への影響がうかがえる。先行母音が子音の調音位置に与える影響が少ないとすれば、図 6-1 と図 8-2 では同様の傾向を示すはずであるが、図 8-2 では同一後続母音のグループ内で、先行母音のちがいによって開口量が異なっていた。これは、鼻音に続く母音は鼻咽腔の閉鎖が不完全になること³⁵⁾や、母音連鎖から切り出した母音は他の母音に同定されやすい³⁵⁾ことなどから、後続母音が構音時に不完全な姿勢で発音されているからとも考えられる。

b) S 音調音時の下顎位

S 音調音時の下顎位に関して、CV 型についての報告¹⁵⁾では、経日的に有意差のないことが示されており、本実験では経日的な観察はしなかった。

cs 点について図 9-1 をみると、M 音の場合と同様に先行母音の影響を受けた位置をとり、vertical で 0.6 mm から 2.0 mm、a/p で 0.0 mm から 0.8 mm と狭い範囲にあり、先行母音別にグループを作り、先行母音が大開き母音の場合を除いて、そのグループ内では有意の差（危険率 5%）は認められなかった。

ce 点の場合（図 10-2）では、先行母音の影響はほとんど考えられず、M 音の場合（図 6-1 と図 8-2）とは様相がちがっていた。

2) 下顎安静位について

下顎安静位は、1 カ所に定まった位置をとるのではなく、resting range と考えられる。本実験での各被験者の計測結果（表 20）から、vertical で 1.3 mm から 5.5 mm の変動幅をもっているのがわかる。また、全体をとおして vertical は、0.0 mm から 5.9 mm、a/p は、-0.4 mm から 3.8 mm の範囲にあった。なお、vertical の最小値は 0.0 mm と示されているが、これはいずれも咬頭嵌合位からわずかに開口しているにもかかわらず 0.05 mm 未満であったためである。

図 12-1 各被験者の下顎安静位と「うむ」調音時の下顎位

図 12-2 各被験者の下顎安静位と「うむ」調音時の下顎位

3) 臨床応用について

M音調音時の下顎位は、口唇の形態的可変性¹²⁾から、連結した母音によってその調音位置は変動するが、各被験語についてはその調音位置に個人差を認めるものの、個人内では有意に差を認めない位置をとることから、母音の選択によっては下顎安静位に近い位置をとる可能性が考えられる。CV型ではどの計測点でも後続母音のちがによって異なった下顎位をとるが、これに先行母音を付与すると、小開き母音であれば、接唇点では後続母音に何がきてもその調音位置は有意に差のない位置をとる。たとえば「うむ」と「む」を選定して、各被験者ごとに下顎安静位を示した図12に記入し、Tで示した接唇点と対比させてみると、被験者U.E.とM.O.を除いた8名が下顎安静位に近い値をとった。

S音の場合では、調音点が硬口蓋と前歯であり、舌の狭窄により調音されるためか、M音とちがって大きな変動幅はない。CV型をみるとcs点では後続母音に関係なく一定の値をとるが、先行母音を付与してV₁CV₂型にすると、先行母音の種類によってcs点の開口量に差はあるものの、後続母音の種類による変動はほとんどなく、また、ce点ではcs点とは逆に先行母音の種類による変動は示さなかった。

以上のことから、M音ならびにS音の臨床応用を考えた場合、M音では、先行母音を小開き母音にした音節を用いて接唇点を基準として下顎位を採得すれば、個人内では後続母音に関係なく一定の顎位が得られる可能性が示唆され、S音では、同一先行母音をもつ音節ではcs点で、同一後続母音をもつ音節ではce点で下顎位を採得すると、個人内では一定の下顎位を得る可能性のあることが判明した。

これらのことは、先行母音を付与した実験条件の意義と相まって、高齢者でも容易に発音できる日本語として、たとえばM音では“有無”“意味”“海”“馬”“梅”“今”“芋”などの発音時の口唇の接触時点、S音では“石”“臼”“牛”“椅子”“寿司”³⁶⁾発音時のcs点あるいはce点を指標することにより臨床応用の可能性をみいだせたものとする。

V. 結 論

先行母音の付与が、M音、S音調音時の下顎位にどのような影響を及ぼすかを知り、調音運動を実際の臨床に応用するための基礎的な資料を得る目的で、発音器官および顎口腔系に異常のない成人男子10名を被験者とし

て、調音時の下顎運動動態についてMKGを用いて分析し、同時に下顎安静位の計測を行って次の結果を得た。

1. 下顎運動について

1) M音調音時の下顎位は、被験者間に有意差（危険率1%）を認めたが、ほとんどの被験語で実験期間に有意差は認められなかった。

2) S音調音時の下顎位においても被験者間に有意差（危険率1%）が認められた。

3) M音調音時の下顎の運動範囲は、上下的には1.7mmから7.4mm、前後的には0.3mmから2.8mmの幅広い範囲にあった。

4) S音調音時の下顎の運動範囲は、上下的には0.6mmから3.2mm、前後的には0.0mmから0.8mmであった。

5) M音調音時の下顎位は、接唇点で先行母音の影響を強く受けており、離唇点でも先行母音の影響がみられた。

6) S音調音時の下顎位は、子音の開始点で先行母音の影響を強く受け、子音の終了点では後続母音の影響がみられた。

2. 下顎安静位について

全被験者をととして下顎の移動範囲は、上下的には0.05mm未満から5.9mm、前後的には-0.4mmから3.8mmであった。

稿を終るにあたり、ご指導、ご校閲をいただきました西浦 恂教授に深甚の謝意を表します。また本研究に際し、ご助言いただきました権田悦通助教授、井上 宏講師に厚くお礼申し上げます。

さらに種々ご協力をいただいた桜井克守助手、上村宏之助手 安形和晃助手はじめ教職員各位ならびに被験者諸氏に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 河村洋二郎：口腔生理学，338～367，永末書店，京都，1982。
- 2) Silverman, M.M.: Accurate measurement of vertical dimension by phonetics and the speaking centric space, Dent. Digest., 57: 261～265, 308～311, 1951.
- 3) 立岩達治：前歯部被蓋度と発音との関係，補綴誌，22

- (1) : 113~134, 1978.
- 4) 末次恒夫 : マルチフラッシュ装置による無歯顎の前後、開閉運動並びに下顎位の研究, 補綴誌, 5 (2) : 131~169, 1961.
 - 5) Silverman, M.M. : Determination of vertical dimension by phonetics, J. Pros. Dent., 6 : 465~471, 1956.
 - 6) Kurth, L.E. : Methods of obtaining vertical dimension and centric relation : a practical evaluation of various methods, J. Amer. Dent. Ass., 59 : 669~673, 1959.
 - 7) Mehringer, E.J. : The use of speech patterns as an aid in prosthodontic reconstruction, J. Pros. Dent., 13 : 825~836, 1963.
 - 8) Morrison, M.L. : Phonetics as a method of determining vertical dimension and centric relation, J. Amer. Dent. Ass., 59 : 690~695, 1959.
 - 9) Murrell, G.A. : Phonetics, function, and anterior occlusion, J. Pros. Dent., 32 : 23~31, 1974.
 - 10) Pound, E. : Utilizing speech to simplify a personalized denture service, J. Pros. Dent., 24 : 586~600, 1970.
 - 11) 兼子尚道 : 発音における下顎, 唇及び舌運動の研究 (母音の部), 音声の研究, 8 : 1~18, 1957.
 - 12) 関根 弘 : 調音時の下顎運動に関する研究, 第 1 報, 第 2 報, 歯科学報, 59 : 1249~1274, 1959.
 - 13) 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 : 1081~1161, 1967.
 - 14) 堀家吉夫 : 歯茎音, 硬口蓋音, 軟口蓋音および声門音発音に伴う下顎運動について, 歯科医学, 38 : 1~18, 1975.
 - 15) 桜井克守, サ行調音時の下顎運動の実験的研究, 一全口蓋床の影響について, 補綴誌, 24 (3) : 98~108, 1980.
 - 16) 高橋宏明, 苦瓜安彦 : 口の構えと舌の形が日本語母音明瞭度に及ぼす影響について, 音声科学研究, II : 71~82, 1962.
 - 17) Lindblom, B. and Sundberg, J. : Acoustical consequences of lip, tongue, jaw and larynx movement, J. Acoust. Soc. Amer., 50 : 1166~1179, 1971.
 - 18) 大矢信夫 : レ線写真分析による母音発音時の舌運動の推計学的研究, 京大口科紀要, 7 (1) : 1~30, 1967.
 - 19) 虫本和彦 : 語音発声時の顔面筋活動に関する研究, 第 1 報, 第 2 報, 第 3 報, 補綴誌, 21 (3), 22 (1) : 495~510, 96~112, 1977, 1978.
 - 20) 江崎梅太郎 : 口唇の調音機能について, 歯科学報, 60 (7) : 854~863, 1960.
 - 21) 岩下明弘 : 語音発声機構に関する筋電図学的研究, 耳鼻臨床, 58 (10) : 42~64, 1965.
 - 22) Leanderson, R., Persson, A. and Öhman, S. : Electromyographic studies of facial muscle activity in speech, Acta. Otolaryng., 72 : 361~369, 1971.
 - 23) 平野 実, 岩下明弘 : 言葉の中における語音相互の影響, 一口輪筋電図による研究一, 音声言語医学, 8(1) : 49~52, 1967.
 - 24) 河邊清治 : 臨床総義歯学, 137~143, 永末書店, 京都, 1972.
 - 25) Årstad, T. : The influence of the lips on mandibular rest position in edentulous patients, J. Pros. Dent., 15 : 27~34, 1965.
 - 26) Brill, N. and Tryde, G. : Physiology of mandibular positions, Front. Oral. Physiol, 1 : 199~237, 1974.
 - 27) 尾崎雅征 : 口輪筋と顎筋の間に存在する機能的相関に関する研究, I, II, 歯基礎誌, 19 : 264~287, 1977.
 - 28) Gillings, R.D. : Jaw movement in young adult men during speech, J. Pros. Dent., 29 : 567~576, 1973.
 - 29) Niswonger, M.E. : The rest position of the mandible and the centric relation, J. Amer. Dent. Ass., 25 : 566~570, 1938.
 - 30) 藤井 清, 他 : 総義歯患者の統計的観察 第 3 報 治療内容について, 歯科医学, 44 : 815~821, 1981.
 - 31) 藤本順三 : 顎運動機構の神経生理学的研究, 下顎の安静位について, 口科誌, 7 : 1~7, 1958.
 - 32) George, P. and Boone E. : A clinical study of rest position using the Kinesiograph and Myomonitor, J. Pros. Dent., 41 : 456~462, 1979.
 - 33) 江口実美 : 構音運動とその変動性について, 一Neuro-Muscular Level での研究一, 日耳鼻, 81 : 58~63, 1978.
 - 34) 白岩俊雄 : 日本語ノ語音構成ニ関スル実験的研究, 第 2 編 鼻音ニ関スル知見, 日耳鼻, 48 : 451~463, 1942.
 - 35) 梅野正義 : 高圧レ線映画による語音発声時の軟口蓋並びに舌根部運動に関する研究, 耳鼻臨床, 55 : 305~340, 1962.
 - 36) 桑原尚夫, 境 久雄 : 連続音声の中の母音連鎖における調音結合効果の正規化, 日本音響誌, 29, 91~99, 1973.
 - 37) 虫本和彦, 他 : 機能と形態を考慮した前歯補綴の 2 症例, 歯科医学, 43 : 555~560, 1980.