原著論文

上顎全部床義歯の動揺と関連因子の研究

第1報 各部床翼の長さが咬みしめ時の動揺に及ぼす影響

大石 旭 羽田 勝 松本 直之

Studies on the Movements of Maxillary Complete Dentures and Related Factors

Part 1. Influences of the Flange Length on Denture Movements during Clenching

Akira Ooishi, Masaru Hada and Naoyuki Matsumoto

Abstract : We measured three-dimensional movements of a maxillary complete denture during clenching at the centric relation in six totally edentulous patients with a newly developed measuring system. And we also investigated what influence a flange length concerning the denture stability would have on the movements.

1. When either a flange whole or just a buccal flange was shortened, horizontal movements and rotation of the denture increased. Lack of the flange in the region of the maxillary tuberosity decreased the resistance to horizontal shifting of the denture and denture retention by cheek muscle. These factors are considered to cause the horizontal movements of the denture during clenching, especially in lateral directions.

2. Both anteroposterior and up-and-down movements of the denture in the region of incisors increased by shortening a labial flange. These movements seem to be caused by a decrease in mechanical resistance of the labial flange to the alveolar ridge and the mucobuccal fold.

3. Anteroposterior movements of the denture were increased by shortening the palatal region. This seems to be caused by an increase in occlusal force per unit area due to the decrease in the denture-base area and by a decrease in stiffness of the mucosa due to incomplete border seal.

Key words : three-dimensional movements, flange length, buccal flange, labial flange, palatal region

I. 緒 言

徳島大学歯学部歯科補綴学第一講座
The First Department of Removable Prosthodontics,
School of Dentistry, Tokushima University
平成3年9月24日受付

義歯の維持安定を考えるうえで機能時の義歯の動態を把握することは重要であり、従来より、X線^{1~7)}、写

真⁸⁻¹⁰⁾、電気¹¹⁾、磁気¹²⁻¹⁵⁾、LED¹⁶⁾などを利用した方法で義歯動揺量が測定され、数多くの研究がなされてきた。また、動揺量の測定範囲も義歯上の1点一次元の動きの測定^{11,12)}から、計算により二次元^{3-5,9,10,13,16)}、三次元⁷⁾の動きへと広がってきた。1988年、当教室の今井は、上顎全部床義歯の動揺量が三次元的、かつ経時的に測定可能な動揺量測定装置を開発し、その精度ならびに臨床応用結果からその有用性を確認した¹⁷⁾。

一方、義歯の動揺に関連する義歯側の因子として床形態^{7,9,18,19)}、床面積^{20,21)}、人工歯の排列²²⁻²⁴⁾および咬合面形態^{10,25)}、咬合接触状態²⁶⁾などがあげられ、それらについても種々の報告がなされている。しかし、これらの報告は維持力^{18,20,23)}、咬合力発現²¹⁾、咀嚼機能^{19,25)}などを指標として各因子と義歯の維持安定に関連づけ検討したものがほとんどであり、三次元的な義歯動揺現象から直接的にこれら因子との関係を検討した研究は、わずかに河原⁷⁾などにみられるにすぎない。

そこで著者らは、今井の考案した動揺量測定装置を改良し、上顎全部床義歯の三次元的な動揺量を測定すると同時に、義歯側の関連因子として各部床翼の長さを取りあげ、その長さが義歯動揺量にどのような影響を与えるかを比較検討したところ、興味ある結果が得られたので報告する。

II. 研究方法

1. 被験者および実験義歯

被験者は、全身状態ならびに顎口腔系に特に異常の認められない上下無歯顎者男性3名と女性3名の合計6名である(表1)。

実験義歯は、通法²⁷⁾に従って製作された上顎レジン床義歯をコントロールとして、各部の床翼と口蓋部の長さをそれぞれコントロールの他にA～Eは2段階、Fは3段階に変化させたものを使用した。すなわち、被験者Aにおいては、図1に示すように唇側床翼を全周にわたって上顎歯槽頂まで削除したものと、その1/2線まで削除したものとについて義歯動揺量を測定した。被験者Bは、臼歯部床翼であるハムラーノッチから頬小帯までの上顎結節を含む頬側床翼を左右側同時に上顎歯槽頂まで削除したものと、その1/2線まで削除したものとについて、被験者Cは、臼歯部床翼を右側のみ上顎歯槽頂まで削除したものと、左側のみ削除したものとについて実験を行った。被験者Dは、前歯部床翼である左右犬歯間の唇側床翼を上顎歯槽頂まで削除したものと、その1/2線まで削除したものとについて、被験者Eは、口蓋床部を上顎歯槽頂の内側15mmの線まで削除したものと、その1/2線まで削除したものとについて、また被験者Fは、前歯部床翼を上

表1 被験者と実験条件

被験者	年齢	性別	顎堤状態	咀嚼側	実験条件
A	61	男	良	右	唇側床翼の全周を削除
B	71	男	良	右	臼歯部床翼の両側を削除
C	58	女	良	右	臼歯部床翼の片側を削除
D	59	女	良	右	前歯部床翼を削除
E	59	女	良	左	口蓋床部を削除
F	74	男	優	右	前歯部および口蓋部を削除

1/2削除部分①

全削除部分②

図1 実験義歯の削除部位

顎歯槽頂まで削除したものと、口蓋床を上顎歯槽頂内側 15 mm の線まで削除したもの、ならびに前歯部床翼と口蓋床の双方を 1/2 線まで削除したものについて検討を行った。

なお、すべての実験義歯の咬合様式はリンガライズド・オクルージョンとした。また、義歯動揺量の測定は、新義歯装着後 1 カ月以上経過し、咬合関係ならびに適合状態に異常の認められないことを確認したのちに行った。

2. 測定方法

1) 動揺量測定装置と記録方法

動揺量測定装置は、今井の用いた磁気センサ Mandibular Kinesiograph (以後 MKG と略す) K 5-R の代わりに、新しく開発された磁気センサ MKG K-6 (Myo-Tronics 社製) を 1 台と、光センサ (北陽電機社製光ファイバー式光電スイッチ、フォトマスター PA 8-H 8 C-R) 3 台を組合せたもの (図 2) で、センサ設定用ジグを介して頭部に固定した。一方、磁気センサの標点であるマグネットと光センサ用の反射板は上顎全部床義歯の切歯点部前方に固定した。

測定は、記録前に被験者に数回のタッピングを行わせたのち軽く咬合させ、MKG ブラウン管上で輝点が一一定していることを確認したのち、その位置を測定の基準位としてそこからの義歯動揺量を求めた。

測定データは、各装置からの実験時の出力と実験終了後の較正時出力を A/D 変換器 (エヌシーシー社製 Mark-1 b) を用いて、66 Hz で標準化し、12 bit で量子化したあと、パーソナルコンピュータ (YHP 社製 HP 9000 モデル 330) に導入して分析を行った。まず、較正時出力を基にして、MKG に関しては三元四次式、光ファイバーセンサに関しては指数関数式で最小自乗法を応用した近似計算を大型コンピュータ (FACOM M-360 計算機システム) を利用して行った。次いで、較正で得られた回帰式を基にパーソナルコンピュータを使用して A/D 変換後のデータに補正を加えた。そして最終的に、補正後のデータを基に上顎全部床義歯の切歯点部 (1|1 の近心切端隅角の中点) および左右側第 1 大臼歯部 (近心舌側咬頭頂) の動揺量を幾何学的に算出した。

2) 測定装置の精度検定

磁気センサ MKG と光センサの出力に対しては補正を加える必要²⁸⁻³⁰⁾がある。そこで、磁気センサについては、左右 (X 軸)、前後 (Y 軸)、上下 (Z 軸) そ

図 2 義歯動揺量測定装置

れぞれ $-2.0 \sim 2.0$ mm の範囲内において 1 mm 間隔で計 125 点につき測定を行い、最小自乗法を応用した三元四次式による多項式近似を行った。その結果、最大誤差は X 軸 $80 \mu\text{m}$ 、Y 軸 $40 \mu\text{m}$ 、Z 軸 $40 \mu\text{m}$ であった。光ファイバーセンサについては、反射板として白色ケント紙を使用し、光ファイバー先端約 $15 \sim 30$ mm の範囲内において 1 mm 間隔で計 15 点につき測定を行い、最小自乗法を応用した指数関数近似を行った。その結果、最大誤差は $20 \mu\text{m}$ であった。次に、各センサを三次元的に組合せて装置全体の精度検定を行った結果、左右、前後、上下の各方向の最大誤差は $90 \mu\text{m}$ 以下であった。また、フレームの振動について自作の頭部固定装置を用いた状態下で測定したところ、最大 $90 \mu\text{m}$ であった。以上の検定結果から、今回の動揺量測定装置による測定は、 $100 \mu\text{m}$ 単位で行うこととした (精度については、IV-1 で後述)。

3) 測定項目

測定は、コントロール義歯と各部床翼の長さに変化を与えた義歯とについて行い、それぞれタッピングと咬みしめおよびカマボコ ($1 \times 1 \times 1 \text{ cm}$)、ピーナツ (中等度の大きさのもの 1 個) を右側あるいは左側で咀嚼させたときの義歯動揺量を記録した。各測定は 1 項目につき 3 回ずつ、1 回の測定時間は約 30 秒間とした。

III. 結 果

各部床翼の長さを段階的に変化させた場合の機能時における上顎全部床義歯の動揺量の変化を、各測定項目について、切歯点部、左右側第 1 大臼歯の左右方向、前後方向、上下方向の変位量の変化として記録した。なお、本報では機能時の義歯の動きについて、左右、

表2 床翼の長さを段階的に変化させた場合の義歯変位量の変化（咬みしめ時）

被験者	部 位	変位方向	義歯変位量			被験者	部 位	変位方向	義歯変位量		
A			C	1/2	全	D			C	1/2	全
	切歯点	左(+)～右(-)	-100	-200	-300		切歯点	左(+)～右(-)	+200	+300	+300
		後(+)～前(-)	-200	-300	-300			後(+)～前(-)	-200	-300	-400
		上(+)～下(-)	+600	+800	+900			上(+)～下(-)	+500	+700	+1000
	6] 部	左(+)～右(-)	-100	-200	-300		6] 部	左(+)～右(-)	+200	+300	+300
		後(+)～前(-)	-200	-300	-300			後(+)～前(-)	-200	-300	-300
上(+)～下(-)		+200	+300	+300	上(+)～下(-)	+300		+300	+400		
6] 部	左(+)～右(-)	-100	-200	-300	6] 部	左(+)～右(-)	+200	+300	+300		
	後(+)～前(-)	-200	-300	-300		後(+)～前(-)	-200	-300	-300		
	上(+)～下(-)	+200	+300	+300		上(+)～下(-)	+300	+300	+400		
B	切歯点	左(+)～右(-)	-100	-200	-300	E	切歯点	左(+)～右(-)	+100	+200	+200
		後(+)～前(-)	-200	-300	-300			後(+)～前(-)	-200	-300	-500
		上(+)～下(-)	+600	+800	+900			上(+)～下(-)	+600	+700	+900
	6] 部	左(+)～右(-)	-100	-200	-300		6] 部	左(+)～右(-)	+100	+200	+200
		後(+)～前(-)	-200	-300	-300			後(+)～前(-)	-200	-300	-500
		上(+)～下(-)	+300	+400	+400			上(+)～下(-)	+300	+400	+400
6] 部	左(+)～右(-)	-100	-200	-300	6] 部	左(+)～右(-)	+100	+200	+200		
	後(+)～前(-)	-200	-300	-300		後(+)～前(-)	-200	-300	-500		
	上(+)～下(-)	+300	+400	+400		上(+)～下(-)	+300	+400	+400		
C			C	右	左	unit : μm C : コントロール義歯 1/2 : 床翼 1/2 削除義歯 全 : 床翼全削除義歯 右 : 右側臼歯部床翼のみ全削除義歯 左 : 左側臼歯部床翼のみ全削除義歯					
	切歯点	左(+)～右(-)	-100	+300	-300						
		後(+)～前(-)	-200	-300	-300						
		上(+)～下(-)	+600	+800	+800						
	6] 部	左(+)～右(-)	-100	+300	-200						
		後(+)～前(-)	-200	-300	-300						
		上(+)～下(-)	+200	+300	+200						
	6] 部	左(+)～右(-)	-100	+200	-300						
		後(+)～前(-)	-200	-200	-500						
		上(+)～下(-)	+200	+200	+300						

前後、上下の各方向への一次元的な動きを変位量、前頭、矢状、水平の各平面における二次元的な動きを移動量、空間での三次元的な動きを動揺量と表現し区別して扱うこととした。

測定の結果、タッピングおよび咬みしめ時とカマボコおよびピーナッツ咀嚼時とは、異なった特徴的な変化を示した。そこで、今回はタッピングおよび咬みしめ時における義歯動揺量の変化を取り上げ比較検討したところ、タッピングにおける変化と咬みしめ時における変化はほぼ同様の傾向を示した。そのため、本報では床翼削除による義歯動揺量の変化について咬みしめ時のデータで代表させ、以下、結果および考察を述べることとした。なお、咀嚼時における変化については第2報において報告する。

1. 唇頬側床翼全周を削除した場合の義歯変位量の変化

被験者Aにおいて、上顎義歯床翼の唇頬側全周を段階的に削除した場合の切歯点部、左右側第1大臼歯部の最大変位量の変化を表2に示した。

咬みしめ時における切歯点部の義歯変位量は、コントロール義歯に比べて床翼全周を1/2削除した場合は、左右方向では右側への100 μm の変位が200 μm へ2倍に、前後方向では200 μm の前方変位が300 μm へ1.5倍に、上下方向では600 μm の上方変位（沈下）が800 μm へ1.3倍となった。床翼全周を全削除した場合は、左右方向では100 μm の右側変位が300 μm へ3倍、前後方向では200 μm の前方変位が300 μm に、上下方向では600 μm の沈下が900 μm へとそれぞれ1.5倍に増加した。また、左右側第1大臼歯部に

においてもほぼ同倍率の変化がみられ、義歯の水平的な移動量が増大した。

2. 臼歯部床翼を削除した場合の義歯変位量の変化

被験者Bにおいて、上顎義歯の臼歯部床翼を左右側同時に段階的に削除した場合の切歯点部、左右側第1大臼歯部の最大変位量の変化を表2に示した。

咬みしめ時における切歯点部の義歯変位量は、コントロール義歯に比べて臼歯部床翼を左右側同時に1/2削除した場合は、左右方向では100 μm の右側への変位が200 μm へ2倍、前後方向では200 μm の前方変位が300 μm へ1.5倍、上下方向では600 μm の沈下が800 μm へ1.3倍となった。左右側を同時に全削除した場合は、左右方向では100 μm の右側変位が300 μm へ3倍、前後方向では200 μm の前方変位が300 μm へ1.5倍、上下方向では600 μm の沈下が900 μm へ1.5倍に増加した。また、左右側第1大臼歯部においてもほぼ同倍率の変化がみられ、義歯の水平的な移動量が増大した。

さらに、被験者Cにおいて、上顎義歯の左右側臼歯部床翼を片側ずつ全削除した場合の切歯点部、左右側第1大臼歯部の最大変位量の変化を表2に示した。

咬みしめ時における切歯点部の義歯変位量は、コントロール義歯に比べて右側臼歯部床翼のみを全削除した場合は、左右方向では右側への100 μm の変位が左側への300 μm の変位に方向を変え、絶対量にして3倍、前後方向では200 μm の前方変位が300 μm へ1.5倍、上下方向では600 μm の沈下が800 μm へ1.3倍となった。左側臼歯部床翼のみを全削除した場合は、左右方向では右側への100 μm の変位が300 μm へ3倍、前後方向では200 μm の前方変位が300 μm へ1.5倍、上下方向では600 μm の沈下が800 μm へ1.3倍に増加した。また、左右側第1大臼歯部における変位量の変化もほぼ同倍率となり、いずれの場合も義歯の水平的な移動量が増大した。

3. 前歯部床翼を削除した場合の義歯変位量の変化

被験者Dにおいて、上顎義歯の前歯部床翼を段階的に削除した場合の切歯点部、左右側第1大臼歯部の最大変位量の変化を表2に示した。

咬みしめ時における切歯点部の義歯変位量は、コントロール義歯に比べて前歯部床翼を1/2削除した場合は、左右方向では左側への200 μm の変位が300 μm へ1.5倍に、前後方向では200 μm の前方変位が300

μm へ1.5倍に、上下方向では500 μm の沈下が700 μm へ1.4倍となった。全削除した場合は、左右方向では200 μm の左側変位が300 μm へ1.5倍、前後方向では200 μm の前方変位が400 μm へ2倍、上下方向では500 μm の沈下が1,000 μm へ2倍に増加した。一方、左右側第1大臼歯部における変位量の変化は小さく、1/2削除で3方向とも1.0~1.5倍、全削除で3方向とも1.3~1.5倍の増加であった。

4. 口蓋床部を削除した場合の義歯変位量の変化

被験者Eにおいて、上顎義歯の口蓋床部を段階的に削除した場合の切歯点部、左右側第1大臼歯部の最大変位量の変化を表2に示した。

咬みしめ時における切歯点部の義歯変位量は、コントロール義歯に比べて口蓋床部を1/2削除した場合は、左右方向では左側への100 μm の変位が200 μm へ2倍に、前後方向では200 μm の前方変位が300 μm へ1.5倍に、上下方向では600 μm の沈下が700 μm へ1.2倍となった。全削除した場合は、左右方向では100 μm の左側変位が200 μm へ2倍、前後方向では200 μm の前方変位が500 μm へ2.5倍、上下方向では600 μm の沈下が900 μm へ1.5倍に増加した。また、左右側第1大臼歯部における変位量の変化もほぼ同倍率であった。

さらに、被験者Fにおいて、上顎義歯の前歯部床翼および口蓋床部を1/2ずつ同時に削除した場合と前歯部床翼のみ全削除あるいは口蓋床部のみ全削除した場合の切歯点部、左右側第1大臼歯部の最大変位量の変化を表3に示した。

咬みしめ時における切歯点部の義歯変位量は、コントロール義歯に比べて前歯部床翼および口蓋床部を1/2ずつ削除した場合は、左右方向では左側への100 μm の変位に変化なく、前後方向では200 μm の前方変位が300 μm へ1.5倍に、上下方向では500 μm の沈下が800 μm へ1.6倍となった。

前歯部床翼のみを全削除した場合は、左右方向では100 μm の左側変位が200 μm へ2倍、前後方向では、図3に示すように加重時の前方変位量は200 μm となりコントロール義歯と同じ値であったが、除重時には基準位を越えて後方に300 μm 変位した(図3の↑印と、↓印で示す)。上下方向では500 μm の沈下が1,300 μm へ2.6倍に増加した。

口蓋床部のみを全削除した場合は、左右方向では100 μm の左側変位が200 μm へ2倍、前後方向では

荷重時に前方移動(黒)が、除重時に後方移動(白)が見受けられる

図 3 咬みしめ時の義歯変位量の時間経過 (被験者 F)

表 3 前歯部床翼および口蓋床部を削除した場合の義歯変位量の変化 (咬みしめ時)

被験者	部 位	変位方向	義歯変位量			
			C	1/2	前	口
F	切歯点	左 (+)〜右 (-)	+100	+100	+200	+200
		後 (+)〜前 (-)	-200	-300	-200〜+300	-300
		上 (+)〜下 (-)	+500	+800	+1300	+700
	6 部	左 (+)〜右 (-)	+100	+200	+200	+200
		後 (+)〜前 (-)	-200	-200	-300	-300
		上 (+)〜下 (-)	+200	+200	+300	+300
	6 部	左 (+)〜右 (-)	+100	+200	+200	+200
		後 (+)〜前 (-)	-200	-200	-300	-300
		上 (+)〜下 (-)	+200	+200	+300	+300

unit : μm

C : コントロール義歯

1/2 : 前歯部床翼および口蓋床部を 1/2 ずつ削除義歯

前 : 前歯部床翼のみ全削除義歯

口 : 口蓋床部のみ全削除義歯

200 μm の前方変位が 300 μm へ 1.5 倍, 上下方向では 500 μm の沈下が 700 μm へ 1.4 倍に増加した。

IV. 考 察

1. 測定装置および三次元的義歯動揺量測定結果について

1) 測定装置について

測定装置は、本研究における動揺量の測定原理を満たすように互いに干渉することのない磁気センサと光センサを用いて構成した。

磁気センサについては、今井の用いた MKG・K 5-R

の代わりに MKG・K 6 を新しく導入した。MKG・K 5-R では上顎義歯切歯部にマグネットを装着して測定を行う場合、被験者によってはセンサフレームが上方に位置することになり、被験者のオトガイ部がセンサフレーム下部に接触し、下顎運動が阻害され測定が困難な場合があったが、今回用いた MKG・K-6 は上下センサフレームがオトガイ下方になく側面に設置されており、オトガイ部が下顎運動時に接触することなく測定が行えた。また、センサフレームの軽量化による被験者の負担軽減やセンサ間距離が長くなり、センサ移動の自由度が大きくなったことも、より生理的な状態での測定を可能とした¹⁵⁾。MKG の精度に関しては、マグネットの減磁、地磁気の影響を考慮^{31,32)}し、実験室で較正試験を行い、データに補正を加えることにより、X 軸 80 μm 、Y 軸 40 μm 、Z 軸 40 μm の検定における最大誤差が得られた。この検定結果は、MKG・K-6 の精度に関して過去に報告されているもの^{15,33)}とほぼ同程度であった。光センサは、1 点一次元の変位量が測定可能でアナログ出力が得られるように今井の用いたものと同型のものを使用した。光センサに関しても、同様に較正試験を行ったところ、最大誤差は 20 μm であった。また、各センサを組合せての装置全体についての精度検定では、左右、前後、上下の三方向とも最大誤差は約 90 μm となり、各センサが単体で示す誤差より大きくなった。これは今井の述べたように三次元的な義歯の動揺量に含まれる角度成分による影響であると考えられた¹⁷⁾。さらにフレームの振動については、MKG・K-6 では軽量化に伴い、咬合時の衝撃を MKG・K 5-R より大きく受けることになり、自作の頭

部固定装置を使用しても最大 90 μm の振動が検出された。

以上の精度検定の結果と実際の機能時の義歯の動揺量とを考えあわせると、本装置全体の最大誤差は 100 μm 程度みておけば十分であると考えられ、今回の義歯動揺量の測定は、100 μm 単位とした。

2) 三次元的動揺量測定結果について

全被験者について、そのコントロール義歯の変位量を全測定項目を通して検討してみると、切歯点部では左右方向は 100~200 μm 、前後方向は前方変位が 200~300 μm 、上下方向は沈下が 400~800 μm の範囲内にあった。これらの結果は、羽田ら¹⁴⁾の報告である側方 100 μm 、前方 400 μm 、沈下 500~600 μm 、今井³⁴⁾の報告である側方 100~300 μm 、前方 230~450 μm 、沈下 500~750 μm 、K-6 を用いた田中¹⁵⁾の報告である側方 160 μm 、前方 460 μm 、上方 980 μm とほぼ一致する。また、臼歯部の義歯変位量についても側方 100~200 μm 、前方 100~300 μm 、沈下 200~300 μm の範囲にあり、今井³⁴⁾の報告である側方 100~300 μm 、前方 230~450 μm 、沈下 150~250 μm 、宮下³⁵⁾の報告である沈下 110~350 μm 、根岸¹⁶⁾の報告である水平的移動量 0~250 μm などの結果とほぼ一致する。

次に、コントロール義歯全体の三次元的な動きについてみると、今井の報告³⁴⁾と同様に、タッピングおよび咬みしめ時における義歯の上前方への変位あるいは矢状面での頭蓋方向への回転と、カマボコおよびピーナツ咀嚼時における非作業側への水平的な義歯の回転および上前方への変位が、さらに咀嚼運動の初期にみられる非作業側の浮き上がりが全被験者に記録された。

なお、今井の研究における実験義歯に与えた咬合様式はすべて両側性平衡咬合であったが、今回実験義歯にはすべてリンガライズド・オクルージョンを与え、咬合様式の違いによる義歯の動揺への影響をコントロール義歯において検討したところ、義歯変位量に若干の差異がみられた。すなわち、水平的な移動を表す左右方向、前後方向については、両側性平衡咬合を与えた場合の義歯変位量が大きく、上下方向（沈下）については、リンガライズド・オクルージョンを与えた場合の義歯変位量が大きかった。この差が生じたのは、臼歯部咬合面において、両側性平衡咬合では接触する咬合小面がリンガライズド・オクルージョンよりも多く、咬合平面に垂直な荷重がこれらの斜面によって、より多く水平的な分力に変換され、その結果、義歯の

推進現象が著しくなり、左右、前後方向の義歯の変位が大きくなるのに対して、リンガライズド・オクルージョンでは、咬合小面による水平分力への変換が少なく、推進現象が生じにくいために、結果的に垂直荷重が大きくなり、沈下量が増大したものと考えられた。ただし、この結果に関しては、異なる被験者間における義歯変位量の比較であるので、さらに同一被験者において咬合様式の違いによる変位量の比較検討を行い検証する必要がある。

2. 実験結果について

被験者 6 名について各部床翼の長さを変化させた場合の義歯変位量の変化を測定したが、先にも述べたように、測定項目のうちタッピングおよび咬みしめ時と咀嚼時とは異なった変化を示した。すなわち、タッピングや咬みしめのようないわば左右両側に咬合力荷重が均等にかかる場合と咀嚼のような主として咬合力荷重が片側にかかる場合とでは、上顎義歯の動揺に及ぼす影響は違ってくる考えられる。そこで、得られた実験結果のうち今回は咬みしめ時における義歯変位量の変化を取り上げ比較分析した。

1) 唇側側全周および臼歯部床翼を削除した場合の義歯変位量の変化について (図 4~6)

被験者 A の唇側側床翼全周を段階的に削除した場合と被験者 B の臼歯部床翼を段階的に削除した場合の咬みしめ時における義歯変位量の変化は、図 4, 5 のベクトル投影図からもわかるように左右、前後、上下方向ともほとんど同じ変化を示した。すなわち、コントロール義歯と比較して咬みしめ時の基本的な動きである上前方への変位については全削除の場合に切歯点部で 1.5 倍の増加であったが、左右方向では 1/2 削除で 2 倍、全削除で 3 倍と段階的に増大し、わずかな回転を伴う主に義歯の水平的な移動量が大きくなった。この理由として、臼歯部床翼を削除することにより、上顎結節による左右方向および前後方向の義歯の変位に対する解剖的抵抗と、頬筋からの筋圧による保持が得られなくなったため、回転を伴う水平的な義歯移動量が大きくなり、切歯点部では特に左右方向の義歯の変位が増加したものと考えられる。吉本⁴⁾は、上顎義歯の上顎結節を覆う床縁部を削除して義歯変位量の変化を検討した結果、沈下量はほとんど変化せず、主に前方変位が増大したと報告しており、われわれの結果と一致する。しかし、左右方向の義歯の変位と臼歯部床翼および頬筋を含む口腔周囲筋との関連を明確に検討した

図4 唇頬側床翼全周を削除した場合の義歯変位量の変化 (被験者A, 咬みしめ時, 切歯点部)

図6-a 左側臼歯部床翼のみを全削除した場合の義歯変位量の変化 (被験者C, 咬みしめ時, 切歯点部)

図5 臼歯部床翼を左右側同時に削除した場合の義歯変位量の変化 (被験者B, 咬みしめ時, 切歯点部)

図6-b 左側臼歯部床翼のみを全削除した場合の義歯変位量の変化 (被験者C, 咬みしめ時, 6部, 6部)

報告は過去に見当たらない。

そこで、被験者Cにおいて左右側臼歯部床翼を片側ずつ全削除して義歯変位量の変化を検討した。その結果、図6-aに示すように咬みしめ時における切歯点部の左右方向の変位量は被験者A、Bと同程度の3倍に、前後方向は1.5倍、上下方向は1.3倍に増加した。そして、図6-bに示すように左右側第1大臼歯部においては、削除側(6部)で左右方向は3倍、前後方向は1.5~2.5倍に増加し、非削除側(6部)での変化よりも大きく、回転を含む非削除側への水平的な義歯の移動が大きくなっているのがわかる。これらの結果からも、臼歯部床翼が咬みしめ時には切歯点部での左右方向、臼歯部での前後方向の水平的な義歯の移動に影響を及ぼしており、また逆に、推進現象を含む水平的な義歯の移動の抑制にとって臼歯部床翼が重要であることを示している。

以上のことより、上顎全部床義歯の臼歯部床翼は、咬みしめ時における水平方向の義歯の変位に対して影

響し、特に義歯床切歯点部での左右方向の変位に大きな影響を与えることが明らかとなった。

また、被験者A~Cにおいて削除義歯の場合に上方向(沈下)の変位も1.5倍程度増加したが、この変化は床翼の削除面積の大小よりはむしろ、床翼を削除する部位と咬合力の作用点との位置的な関係および床翼削除の影響度の伝達機序に関連していると考えられ、以下の2)で考察する。

2) 前歯部床翼を削除した場合の義歯変位量の変化について(図7)

被験者Dにおいて前歯部床翼を段階的に削除した場合には、図7に示すように、咬みしめ時のコントロール義歯と比較して変位方向は同じで、変位量が増大した。すなわち、切歯点部では左右方向が全削除で1.5倍になったのに対し、前後方向については1/2削除で1.5倍、全削除で2倍、上下方向については1/2削除で1.4倍、全削除で2倍に増大し、前歯部床翼削除の影響を特に受けたと考えられる。覚道³⁶⁾は、口唇による床義

図 7 前歯部床翼を削除した場合の義歯変位量の変化
(被験者D, 咬みしめ時, 切歯点部)

歯の維持について、床の長さと厚さが適切であれば、口角に近い口輪筋の縁部はそのまわりの部分（唇部）よりも、前歯の唇面に対して加わる圧が小さいから、義歯床縁の維持は、前歯部では口輪筋の周辺部の筋が義歯床を内側に（歯槽方向に）圧する力により維持されると述べている。今回その前歯部床翼を削除することで、口輪筋を中心とした上口唇圧による上顎義歯の前方変位への抵抗が減少したため、加重時における前方への義歯変位量が増大したと考えられる。また、上方向への増大については、前歯部床翼の床縁部と歯肉唇移行部軟組織の接触の消失が主な原因としてあげられ、臼歯部削除の場合の上方向への増大とは異なる機序が示唆され、次のように考察した。

すなわち、唇頬側全周削除、臼歯部床翼削除、前歯部床翼削除の3実験条件をあわせて考えてみると、図1に示すように唇頬側床翼全周には当然臼歯部床翼も前歯部床翼も含まれるわけであるが、それらを3条件のように削除した場合、唇頬側全周削除における義歯変位量の変化は、前歯部床翼削除における変化とは異なり、臼歯部床翼削除における変化とほとんど同じであった（図4, 5, 7）。

これらの結果から、咬みしめ時には前歯部床翼よりも臼歯部床翼の方が、義歯変位量に及ぼす影響が大きいことがわかる。これは、咬みしめ時における咬合力の作用点が臼歯部に中心を持ち臼歯部床翼削除の場合にはその影響を直接的に受けることになるのに対して、前歯部の場合は咬合力作用点から離れているために床翼削除によって受ける影響は間接的になり、その影響度の違いが今回の変位量の変化の差（すなわち、床翼全周を削除してもまず臼歯部床翼部分が影響を受け臼歯部削除と同様の変化を示した）となって現

れたものと考えられる。

この影響度の違いは、さらに臼歯部削除と前歯部削除の場合の切歯点部における上方向への変位量の変化の機序的な違いにも関係している。岡根²¹⁾が全部床義歯の床面積が咬合力の発現に及ぼす影響について述べているように、上顎義歯では床の削除に従って単位面積当たりの咬合力は上昇するのが普通であるが、今回床翼を全周削除しても臼歯部床翼を両側あるいは片側のみ全削除しても、咬合力に関係する上方向への変位量（沈下）はどの場合でも約1.5倍に増加し、また前歯部を削除した場合にはそれ以上の2倍に増加した。すなわち、全周削除、両側臼歯部削除あるいは片側臼歯部削除の3条件の場合に、床翼削除面積はそれぞれの条件で異なったが、上方向への変位の増大はほとんど同倍率であった。これは、片側の臼歯部床翼を削除しただけでも、先に述べたように咬合力の作用点に近いために、床翼削除の影響を直接的に受けることになり、臼歯部において上方向への変位が上限まで増大し、両側臼歯部あるいは唇頬側全周のそれ以上の床翼面積を削除しても変化はほぼ同倍率にとどまったものと考えられる。宮下³⁵⁾は、荷重に伴う粘膜の被圧変位量の増加はある荷重以上で停止し一定となると述べており、本実験においても片側の臼歯部床翼を削除することで、臼歯部床縁部と歯肉唇移行部との接触が消失し、削除義歯は床下粘膜の被圧変位によりコントロール義歯よりさらに沈下し、そしてある被圧変位量すなわち上方向への増大の上限で変化が停止したもので、それ以上に両側あるいは全周を削除して義歯床単位面積当たりの咬合力が上昇しても、上方向への変化は同倍率のままであったものと考えられる。この変化の上限は、被験者A～Cにおいて100 μm 程度と考えられ、表2より被験者A, Bでは臼歯部で削除義歯がコントロール義歯より上方向に100 μm 増加し、被験者Cでは削除側臼歯部が非削除側臼歯部より100 μm 増加していることからわかる。また、前歯部床翼の方向は咬合力の作用方向とほぼ平行であり、床翼を削除しても義歯床単位面積当たりの咬合力が上昇することはほとんどない。したがって、前歯部削除の場合の上方向への変位の増大は主に前歯部床縁部と粘膜移行部との接触の消失とさらに咬合力の伝達機序の影響によるものであると考えられる。すなわち、前歯部の削除部位が咬合力の作用点から離れているために、その前後的な距離で臼歯部にかかる上前方への咬合力がテコの作用に似た機序で拡大され、さらに前歯部床翼を削除するこ

図8 口蓋床部を削除した場合の義歯変位量の変化 (被験者E, 咬みしめ時, 切歯点部)

とで歯肉唇移行部による上方向への義歯移動に対する機械的抵抗が減少することあわせり、もともと被圧変位量が臼歯部より大きい切歯点部での上方向への変位(沈下)の大幅な増大につながったものと考えられる。しかし、前歯部床翼と義歯動揺の関連についての報告は過去になく、今後さらに検討する必要がある。

以上のことから、上顎全部床義歯の前歯部床翼は、咬みしめ時における特に義歯床切歯点部の前後方向、上下方向の義歯の変位に対して影響を与えることが明らかとなった。

3) 口蓋床部を削除した場合の義歯変位量の変化について (図8, 9)

被験者Eについて口蓋床部を段階的に削除した場合には、図8に示すように、コントロール義歯と比較して、咬みしめ時の基本的な義歯の移動方向である上前方への移動について、切歯点部では前後方向の変位量の変化が特に大きく1/2削除で1.5倍、全削除で2.5倍と段階的に増大し、また上方向は1/2削除で1.1倍、全削除で1.5倍に増大した。この変位量の変化は、X線映画法を用いて無口蓋義歯の動揺を測定した結果、脱離を伴う前方変位を示したとする吉本⁴⁾の報告と一致する。口蓋床部を削除した場合の上顎義歯の前方変位には、先に述べた床面積の減少によって義歯床単位面積当たりの咬合力が増大する²¹⁾ことと、口蓋部の削除により義歯床による封鎖系の状態が破れることによって、床下組織の流動性が上昇することとが関連していると考えられる。羽田ら³⁷⁾は、上顎は全部床義歯によって近似的に封鎖系が成立し床下組織の流動性が拘束された状況下と、局所的な被圧変位試験のような封鎖系が成立しない状態とでは口蓋粘膜の粘弾性的特性に著しい差があると報告している。今回の実験結果も

図9 前歯部床翼および口蓋床部を両方あるいは片方削除した場合の義歯変位量の変化 (被験者F, 咬みしめ時, 切歯点部)

同様に義歯床の受ける咬合力の相対的な増大と封鎖性の減退による床下粘膜の被圧変位性の上昇があわさって、上方向への変位が増大すると同時に特に義歯の前方への推進現象が増大されたと考えられる。

以上のことから、上顎全部床義歯の口蓋床部は咬みしめ時における前後方向の義歯の変位に対して影響を及ぼすことが明らかとなった。

さらに、前後、上下方向の義歯の変位に及ぼす前歯部床翼と口蓋床部の影響度を検証するために同一被験者Fにおいて、前歯部床翼と口蓋床部を1/2ずつ同時に削除した場合と、前歯部床翼のみ全削除あるいは口蓋床部のみ全削除した場合の咬みしめ時の切歯点部の義歯変位量の変化を検討した。図9に示すように、1/2ずつ削除した場合には、前後方向、上下方向とも約1.5倍となり、前歯部床翼のみを全削除した場合には、3方向とも変位量は増大したが、変化は被験者Dとは異なり、前後方向は加重時に前方へ200 μm 、除重時に後方へ300 μm 変位し絶対量にして2.5倍、上下方向は被験者E以上の2.6倍となった。図3に示すように除重時に義歯床が後方へ変位するという前後的に不安定な動揺がみられたのは、前歯部床翼が削除されたために、義歯の後方変位に対する前歯部顎堤の解剖的抵抗が減少したことと、加えて、上顎前歯列唇面に加わる上口唇圧には変化がないことから、相対的に義歯を後方へ変位させる力が増大したことによるためであり、これらの結果と2-2)で述べた加重時に前方への変位が増大することあわせると、前歯部床翼と前後方向の義歯の変位との関連性が立証されたことになる。上下方向については、被験者Dの2倍に比べて、被験者Fではそれ以上の2.6倍の増加と差異があったが、被験者DとFでは前歯部顎堤形態および前歯部床翼の

長さ、幅に差があり、それが削除による歯肉唇移行部の解剖的抵抗の低下に影響し、変位量の変化に差が生じたものと考えられる。

次に、口蓋床部のみを全削除した場合には、最も影響を受けると考えられる前後方向の変化については増加はみられたものの、被験者Eより小さく1.5倍にとどまった。この変化の違いには、床面積の減少による相対的な咬合力の増加とそれに続く上方向への義歯の変位の増大に抵抗する生体側の因子の関与が予想される。すなわち、今井³⁴⁾の述べているように義歯動揺には義歯側の因子ばかりでなく、生体側の因子である口蓋の深さや前歯部顎堤の高さ、上顎結節の豊隆度などが強く影響し、今回の被験者EとFの結果の差異も、義歯の推進現象に主に抵抗している上顎結節や前歯部顎堤の高さ、口蓋の深さの違いに依存するところが大いと考えられた。これらについては、第3報で報告する予定である。

3. 各部床翼と生体側因子との関連について

今回は上顎全部床義歯の動揺に関連する因子のうち、義歯製作時の床外形線の設定に関係する各部床翼をとりあげ、義歯変位量に及ぼす影響を検討した。しかし、機能時の義歯の動揺は、義歯側の因子ばかりでなく、生体側の多くの因子とも深く関連しており、これら両側の関連因子の複雑な相互作用によって影響を受けている。

すなわち、咬みしめ時において臼歯部床翼は左右方向の義歯の変位に影響を与えると述べたが、左右方向の変位にはそのほか生体側の因子として、上顎結節の高さ³⁴⁾あるいは左右での高さの違い(表2:被験者Cにおいて臼歯部床翼を片側のみ削除した場合、変位量の変化すなわちその影響度が左右側で若干異なったことにみられる)、左右側頬筋の筋圧の大きさ³⁸⁾やバランス、習慣性咀嚼側³⁴⁾や咬合力の左右のバランスなどが複雑に関連していると考えられる。また、前歯部床翼や口蓋床部は咬みしめ時における主に前後、上下方向の義歯の変位に影響を与えると述べたが、前後方向の義歯の変位にはそのほか生体側因子として、口蓋形態、前歯部顎堤形態³⁴⁾、上唇唇圧の影響度³⁶⁾(被験者DとFにおいて前後方向の変化が異なったことにみられる)、咬合力の大きさや方向などが、また上下方向の義歯の変位にはそのほか生体側因子として、顎堤の面積³⁴⁾、口腔粘膜の性状^{35,37)}などが複雑に関連していると考えられる。

これらの義歯の動揺からみた各部床翼と過去に検討報告されていない生体側の種々の因子との相互関係については第3報で報告する予定である。

V. 結 論

上顎全部床義歯の動揺量測定装置を用いて上顎全部床義歯装着者6名を対象に、機能時における義歯の動揺量を三次元的、経時的に測定した。また、同時に義歯の動揺と関連が深い各部床翼の長さを段階的に変化させた場合に、特に咬みしめ時において義歯動揺量がどのような影響を受けるかを比較検討したところ、以下のような結論を得た。

1. 上顎全部床義歯の唇頬側床翼全周および臼歯部床翼を段階的に削除した場合、咬みしめ時において水平的な義歯の移動あるいは回転が増大した。これは、上顎結節部の被覆による水平的な義歯の変位に対する抵抗および頬筋の筋圧による保持の低下に起因する。すなわち、臼歯部床翼は咬みしめ時における水平方向の義歯の変位、特に切歯点部の左右方向の義歯の変位と強い関連性をもつことがわかった。

2. 上顎全部床義歯の前歯部床翼を段階的に削除した場合、咬みしめ時において切歯点部の前後方向、上下方向の義歯の変位が増加した。これは、前後方向の変位に対する前歯部顎堤の解剖的抵抗が減少すること、上下方向の変位に対する歯肉唇移行部の抵抗が減少することによる。すなわち、前歯部床翼は咬みしめ時における特に切歯点部の前後方向、上下方向の義歯の変位と強い関連性をもつことがわかった。

3. 上顎全部床義歯の口蓋床部を段階的に削除した場合、咬みしめ時において前後方向の義歯の変位が増加した。これは、口蓋部削除による義歯床面積の減少によって単位面積当たりの咬合力が増大すること、義歯床による封鎖性の減退によって床下粘膜の被圧変位性が上昇することによる。すなわち、口蓋床部は咬みしめ時における前後方向の義歯の変位と強い関連性をもつことがわかった。

稿を終えるに臨み、本研究にご協力下さいました被験者ならびに種々ご援助下さいました教職員各位に謹んで感謝の意を表します。

本論文の要旨の一部は、第84回(平成2年10月、大阪)日本補綴歯科学会学術大会において発表した。

文 献

- 1) Sheppard, I.M. : Denture base dislodgement during mastication, *J Prosth Dent*, 13 : 462~468, 1963.
- 2) Smith, D.E., Kydd, W.L., Wykhuis, W.A. et al : The mobility of artificial dentures during comminution, *J Prosth Dent*, 13 : 839~856, 1963.
- 3) 内山洋一 : 下顎運動時における全部床義歯の動揺について 第1報 頭部X線規格写真による研究, 補綴誌, 9 : 40~63, 1965.
- 4) 吉本博昭 : 全部床義歯の動揺に及ぼす床外形の影響に関する研究, 阪大歯誌, 11 : 55~70, 1966.
- 5) 藤原 顕 : 下顎総義歯の歯肉部形態とその安定性との相互関係に関する研究, 補綴誌, 14 : 135~157, 1970.
- 6) Culver, P.A.J. and Watt, I. : Denture movements and control A preliminary study, *Br Dent J*, 135 : 111~116, 1973.
- 7) 河原研二 : エックス線映画法による全部床義歯動揺の三次元解析, 齒放, 25 : 53~79, 1985.
- 8) Woelfel, J.B., Hickey, J.C. and Allison, M.L. : Effect of posterior tooth form on jaw and denture movement, *J Prosth Dent*, 12 : 922~939, 1962.
- 9) 大草洋志 : 下顎両側性遊離端義歯の咀嚼時の移動量, 補綴誌, 20 : 551~562, 1976.
- 10) 細見洋泰 : 下顎両側性遊離端義歯の人工歯形態が咀嚼時の義歯動態におよぼす影響, 補綴誌, 24 : 284~300, 1980.
- 11) 内山洋一 : 下顎運動時における全部床義歯の動揺について 第2報 電気記録装置による研究, 補綴誌, 9 : 64~82, 1965.
- 12) Jankelson, B. : Neuromuscular Aspects of Occlusion—Effects of Occlusal Position on the Physiology and Dysfunction of the Mandibular Musculature, *Dent Clin North Am*, 23 : 157~168, 1979.
- 13) Chew, C.L. : Movement of Maxillary complete dentures—a kinegiographic study, *J Dent*, 11 : 257~263, 1983.
- 14) 羽田 勝, 高津佳彦, 河野文昭ほか : 全部床義歯の動揺について 第1報 MKGを用いた測定分析方法の検討, 補綴誌, 29 : 1019~1027, 1985.
- 15) 田中球生 : 上顎総義歯の機能時動揺に関する研究—前歯部の動揺量について—, 補綴誌, 32 : 654~667, 1988.
- 16) 根岸康雄 : 下顎粘膜負担義歯の水平移動に対する咬合条件の影響に関する研究, 歯科学報, 84 : 589~620, 1984.
- 17) 今井守夫 : 上顎全部床義歯の動揺に関する研究 第1報 三次元的動揺量測定装置の開発, 補綴誌, 32 : 577~587, 1988.
- 18) Skinner, E.W. : A clinical study of the forces required to dislodge maxillary denture bases of various designs, *J Am Dent Assoc*, 47 : 671~680, 1953.
- 19) 佐々木元 : 総義歯の床形態が咀嚼機能に及ぼす影響に関する研究, 補綴誌, 22 : 844~864, 1978.
- 20) 中野香津雄 : 総義歯の維持安定に関する振動ならびに筋電図学的研究, 歯学, 64 : 1141~1177, 1976.
- 21) 岡根秀明 : 総義歯の床面積が咬合力の発現に及ぼす影響に関する実験的研究, 補綴誌, 23 : 428~436, 1979.
- 22) 田島篤治 : 有床義歯の均衡と人工歯の排列および割合との関係について, 歯科学報, 66 : 715~764, 1966.
- 23) 安達 康 : 遊離端義歯における咬合と設計の条件が義歯床の安定性に及ぼす影響に関する実験的研究, 歯科学報, 82 : 1109~1158, 1982.
- 24) 小林賢一 : 全部床義歯の咀嚼時における咬合接触の動態—特に, 非咀嚼側について—, 補綴誌, 27 : 150~167, 1983.
- 25) 田嶋繁男 : 咬合面の条件が咀嚼力の側方ベクトルの発現状態におよぼす影響に関する研究, 歯科学報, 69 : 440~469, 1969.
- 26) 小出 馨 : 総義歯の咬合接触様式に関する研究, 歯学, 72 : 231~265, 1984.
- 27) 津留宏道, 西浦 恂, 根本一男ほか : コンプリートデンチャーテクニック, 9~153, 医歯薬出版, 東京, 1974.
- 28) 右近晋一 : 咀嚼時における下顎運動と筋電図の同時記録の分析の自動化について, 九州歯会誌, 36 : 1059~1085, 1982.
- 29) 田中昌博, 甘利光治, 阪本義典ほか : 光ファイバーセンサーによる変位量測定原理の歯科領域への導入, 補綴誌, 25 : 805~809, 1981.
- 30) Hannam, A.G., DeCow, R.E., Scott, J.D. et al : The Kinegiographic measurement of jaw displacement, *J Prosth Dent*, 44 : 88~93, 1980.
- 31) 三谷春保, 山下 敦, 井上 宏 : Mandibular Kinegiographの原理とその忠実性について, 補綴誌, 21 : 254~264, 1977.
- 32) 斉藤文明, 塩崎泰雄, 幡 茂樹ほか : Mandibular Kinegiographの特性について, 補綴誌, 21 : 312~322, 1977.
- 33) 会田栄一, 小野俊明, 今村基遵 : K6ダイアグノスティックシステムにおける基礎的検討 第1報 記録精度, 愛院大歯誌, 26 : 195~202, 1988.
- 34) 今井守夫 : 上顎全部床義歯の動揺に関する研究 第2報 機能時の義歯の動揺と関連する因子の分析, 補綴誌, 32 : 936~946, 1988.
- 35) 宮下恒太 : 顎粘膜の局所被圧変位量と咬合力による義歯床の沈下度とに関する研究, 歯科学報, 70 : 38~68, 1970.
- 36) 覚道幸男 : 床義歯の生理学, 155~158, 学建書院, 東京, 1976.

- 37) 羽田 勝, 今井守夫, 大石 旭ほか: 上顎全部床義歯の
動揺経過からみた口蓋粘膜の粘弾性的特性について, 補
綴誌, 34: 408~414, 1990.
- 38) 豊田静夫, 坪根政治: 総義歯臨床形態学, 388~390, 医
歯薬出版, 東京, 1981.