原著論文

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

今井 守夫

A Study on the Movements of Maxillary Complete Dentures

Part 2. Analysis for Denture Movements and Related Factors during Function

Morio Imai

Abstract : The purpose of this study is to quantitate the movement three-dimensionally and consecutively as well as to evaluate the stability of the maxillary complete denture during masticatory movements. Firstly, a system for measuring the amount of the movements of maxillary complete denture was developed. The detail of this system was reported previously.

Movements of maxillary complete denture of 5 edentulous patients during function were examined with this system. Factors affecting retention and stability of complete dentures were also investigated. The results were as follows :

1. During tapping movements, the denture moved upwards and forwards on the whole. The amount of denture movements in the incisal region was larger than that in the molar region.

2. During masticatory movements, the denture moved upwards and forwards on the chewing side, but downwards and backwards on the nonchewing side in the molar region. In the incisal region the denture moved upwards and towards nonchewing side.

3. It was possible to divide the periods of mastication into two parts in accordance with the change of the amount of denture movements.

4. Hard food made the denture rotate remarkably.

5. The denture movements were affected greatly by food-hardness, the jaw closing path and the shape of alveolar ridge. But the correlation between static retentional force and denture movements was not significant.

Key words : movements of maxillary complete denture, three-dimensional measurements, masticatory movements

I. 緒 言

徳島大学大学院歯学研究科（指導：松本直之教授）
Tokushima University, Graduate School of Dentistry (Director : Prof. Naoyuki Matsumoto)
昭和63年1月25日受付

全部床義歯の在り方を義歯の維持安定面から追求していく場合、最終的に問題となるのは機能時における義歯の動態であり、義歯の動きをいかに正確に、かつ三次元

的に記録できるかが資料判定のための重要な鍵となってくる。しかし、これまでに報告された研究は測定装置の性能上の問題や対象が口腔内であることなど測定上の困難な制約があり、義歯の動きを直接、かつ定量的に測定するよりは、むしろ、定性的あるいは推論的検討が主となり、義歯の真の動態が完全に把握されているとはいえなかった。

そこで著者は、上顎全部床義歯の動揺量が三次元的、経時的に測定可能な動揺量測定装置を開発し、第1報においてその測定原理、精度検定ならびに臨床応用例を報告し、本装置の臨床応用が可能であることを確認した¹⁾。本報においては、開発した動揺量測定装置を用い、通法²⁾に従って製作された義歯の機能時における動揺量と、義歯の動揺に影響すると考えられる咀嚼運動路と顎堤形態ならびに義歯の維持力についても測定を行い、動揺量と関連づけて分析し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顎無歯顎者女性4名と、上顎は無歯顎、下顎は5+5残存の男性1名、合計5名であり、年齢、顎堤状態ならびに習慣性咀嚼側については表1に示した。

実験義歯は、通法に従って製作されたレジン床義歯で、咬合関係は両側性平衡咬合である。なお、測定は、新義歯装着後一か月以上経過し、咬合関係ならびに適合状態に特に異常の認められないことを確認したあとで行った。

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、磁気センサー（Myo-tronics社製 Mandibular Kinesiograph³⁾ K5-R、以後 MKG と略す）1台と、光センサー（北陽電機社製光ファイバー式光電スイッチ⁴⁾、フォトマスター PA 8-H 8 C-R）3台からなり、測定に際しては上顎全部床義歯の切歯部前方に各センサーの標点であるマグネットと、光センサー用の反射板を固定する。一方、測定装置である磁気センサーと光センサーは、センサー設定用ジグを介して頭部にセンサー固定装置を用いて固定する。測定は、記録前に被験者に数回のタッピングと嚥下を行わせたのち下顎安静位を

表 1 被験者の状態

被験者	年齢	顎堤状態	習慣性咀嚼側
A (♂)	71	優	右
B (♀)	57	良	右
C (♀)	71	良	右
D (♀)	68	やや劣	右
E (♀)	52	やや劣	左

とらせ、MKG ブラウン管上で輝点が一定していることを確認したのちに行った。

測定データは、カセットデータレコーダー（ソニーマグネスケール社製 KS-616）を用いて実験時の各出力のほか、実験終了後の校正時出力についても記録した。データ処理は、データレコーダーからの各出力を 10 Hz ローパスフィルター（エヌエフ回路設計ブロック社製）に通し、さらに、12 bit A/D コンバーター（エヌシーシー社製 Mark-1b）で A/D 変換後、まず、校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ー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ー（FACOM M-360 計算機システム）を利用して行った。ついで、校正で得られた回帰式を基に 16 bit パーソナルコンピューター（TEAC 社製 PS-9000 series 216）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および左右側第1大臼歯部の動揺量を幾何学的に算出した¹⁾。

2) 測定項目

測定は、タッピングと咀嚼、すなわち、カマボコ（1×1×1 cm）、ピーナッツ（中等度の大きさのもの1個）を片側咀嚼させたときの義歯動揺量について行った。各測定は2回ずつ、日を変えて3回、合計6回行い、1回の測定時間は約30秒間とした。

III. 測定結果

下顎安静位時の上顎義歯の位置を基準として、機能時における上顎義歯の動きを切歯点部、左右側第1大臼歯部の上下方向、前後方向、左右方向の変位量として記録し、その一部を図1～4に、各測定項目ごとの最大変位量の平均値を表2に示した。

1. タッピング時の義歯の変位量（表2）

タッピング時の義歯は、安静時の位置に完全に戻らないうちに次の咬合がくり返されるといった、ほぼ一定の

表 2 タッピング時ならびに咀嚼時の上顎全部床義歯の変位量

被験者	部 位	変位方向	タッピ ング	咀 嚼							
				カマボコ				ピーナッツ			
				右 側		左 側		右 側		左 側	
				前期	後期	前期	後期	前期	後期	前期	後期
A	切歯点	左(+)～右(-)	+100	+220	+ 50	-100	- 50	+300	+150	-350	-150
		後(+)～前(-)	-300	-150	-100	-130	-100	-100	-100	-200	-200
		上(+)～下(-)	+700	+750	+750	+750	+750	+700	+700	+700	+700
	6 ₁ 部	左(+)～右(-)	+ 50	+100	+ 50	-100	- 50	+100	+100	-200	-150
		後(+)～前(-)	-300	-280	-100	+100	- 50	-350	-200	+200	- 50
		上(+)～下(-)	+250	+450	+400	+300	+350	+450	+400	-150	+250
	6 ₂ 部	左(+)～右(-)	+ 50	+100	+ 50	-100	- 50	+100	+100	-200	-150
		後(+)～前(-)	-200	+150	+ 50	-130	-100	+250	+100	-350	-250
		上(+)～下(-)	+230	+200	+300	+350	+300	-100	+300	+300	+250
B	切歯点	左(+)～右(-)	+250	-350	-150	+700	+550	+300	+150	+500	+250
		後(+)～前(-)	-450	-250	-200	-250	-250	-300	-250	-200	-150
		上(+)～下(-)	+750	+600	+600	+650	+650	+650	+650	+600	+600
	6 ₁ 部	左(+)～右(-)	+120	-150	-150	+250	+250	+100	+ 50	+250	+200
		後(+)～前(-)	-500	-350	-200	+150	- 50	-600	-300	+100	- 50
		上(+)～下(-)	+230	+250	+200	-200	+150	+300	+250	-200	+150
	6 ₂ 部	左(+)～右(-)	+120	-150	-150	+250	+250	+100	+ 50	+250	+200
		後(+)～前(-)	-300	-250	-150	-600	-500	+100	-100	-500	-200
		上(+)～下(-)	+200	-200	+150	+300	+250	-250	+200	+300	+250
C	切歯点	左(+)～右(-)	+300	+400	+250	-250	- 50	+800	+600	-650	-250
		後(+)～前(-)	-400	-250	-250	-250	-200	-500	-400	-250	-200
		上(+)～下(-)	+700	+700	+700	+700	+700	+750	+750	+750	+750
	6 ₁ 部	左(+)～右(-)	+150	+250	+200	-100	- 50	+250	+250	-200	-150
		後(+)～前(-)	-550	-450	-300	+100	- 50	-1100	-750	+400	+100
		上(+)～下(-)	+250	+300	+250	-200	+300	+500	+350	-400	+250
	6 ₂ 部	左(+)～右(-)	+150	+250	+200	-100	- 50	+250	+250	-200	-150
		後(+)～前(-)	-250	+ 50	-150	-350	-200	+250	+ 50	-650	-250
		上(+)～下(-)	+250	-100	+250	+300	+250	-250	+300	+400	+350
D	切歯点	左(+)～右(-)	+100	+250	+150	-450	-250	+350	+350	-400	-350
		後(+)～前(-)	-250	-250	-250	-250	-250	-300	-300	-200	-200
		上(+)～下(-)	+700	+700	+700	+750	+700	+700	+700	+700	+700
	6 ₁ 部	左(+)～右(-)	+ 50	+150	+150	-150	-100	-150	+100	+200	-150
		後(+)～前(-)	-250	-350	-250	+200	- 50	-650	-600	+300	+300
		上(+)～下(-)	+250	+300	+250	-200	+250	+450	+400	-300	-300
	6 ₂ 部	左(+)～右(-)	+ 50	+150	+150	-150	-100	-150	+100	+200	-150
		後(+)～前(-)	-150	+ 50	-200	-500	-250	+100	+100	-500	-500
		上(+)～下(-)	+150	-150	+150	+350	+300	-200	-200	+300	+250
E	切歯点	左(+)～右(-)	+150	+350	+250	-400	-250	+1250	+1250	-800	-700
		後(+)～前(-)	-230	-250	-200	-100	- 50	-500	-450	-300	-300
		上(+)～下(-)	+500	+400	+350	+400	+400	+250	+250	+600	+600
	6 ₁ 部	左(+)～右(-)	+100	+200	+200	-200	-150	+650	+650	-300	-250
		後(+)～前(-)	-250	-400	-250	+200	+100	-1000	-800	+300	+100
		上(+)～下(-)	+160	+200	+150	- 50	+100	+200	+150	-300	-100
	6 ₂ 部	左(+)～右(-)	+100	+200	+200	-200	-150	+650	+650	-300	-250
		後(+)～前(-)	-220	- 50	-150	-300	-200	+200	+200	-800	-600
		上(+)～下(-)	+160	-150	+100	+250	+200	-700	-450	+350	+300

(単位：μm)

図1 左側ピーナツ咀嚼時の義歯の変位量 (被験者 A)

図2 左側ピーナツ咀嚼前期の義歯の変位 (矢状面図, 被験者 A)

変位をくり返した。変位量のうち、上下方向については、各点とも上方、すなわち沈下を示し、前歯部で $500 \sim 750 \mu\text{m}$ 、右側臼歯部で $160 \sim 250 \mu\text{m}$ 、左側臼歯部で $150 \sim 250 \mu\text{m}$ であった。前後方向の変位量は、各点とも前方変位を示し、前歯部で $230 \sim 450 \mu\text{m}$ 、右側臼歯部で $250 \sim 550 \mu\text{m}$ 、左側臼歯部で $150 \sim 300 \mu\text{m}$ であった。左右方向の変位量は、各点とも左側への変位を示し、前歯部で $100 \sim 300 \mu\text{m}$ 、右側臼歯部で $50 \sim 150 \mu\text{m}$ 、左側臼歯部で $50 \sim 150 \mu\text{m}$ であった。

2. 咀嚼時の義歯の変位量

咀嚼時の義歯の変位量は、咬合面間に食品が存在する咀嚼前期と、食品がほとんど存在しないと考えられる咀嚼後期に分けて分析を行った。

1) カマボコ咀嚼 (表2)

咀嚼前期は、上下方向の場合、前歯部では $400 \sim 750 \mu\text{m}$ 、臼歯部咀嚼側では $200 \sim 450 \mu\text{m}$ の沈下量を示し、平衡側では浮き上がりを示したものが8例 ($50 \sim 200$

図3 左側ピーナツ咀嚼前期の義歯の変位 (水平面図, 被験者 A)

図4 左側ピーナツ咀嚼前期の義歯の変位 (前頭面図, 被験者 A)

μm)、沈下を示したものが2例 ($200, 300 \mu\text{m}$) であった。前後方向の変位量は、前歯部で $100 \sim 250 \mu\text{m}$ 、臼歯部咀嚼側で $130 \sim 600 \mu\text{m}$ の前方変位を示したのに対して、平衡側では後方変位を示すものが8例 ($50 \sim 200 \mu\text{m}$)、前方変位を示すものが2例 ($50, 250 \mu\text{m}$) 認められた。左右方向の変位量は、前歯部では、平衡側方向に変位を示すものが8例 ($100 \sim 450 \mu\text{m}$)、咀嚼側方向に変位を示すものが2例 ($350, 700 \mu\text{m}$) であり、臼歯部では、平衡側方向に変位を示すものが8例 ($100 \sim 250 \mu\text{m}$)、咀嚼側方向に変位を示すものが2例 ($150, 250 \mu\text{m}$) であった。

咀嚼後期は、上下方向の場合、前歯部では $350 \sim 750 \mu\text{m}$ 、臼歯部咀嚼側では $150 \sim 400 \mu\text{m}$ 、平衡側では $100 \sim 350 \mu\text{m}$ の上方変位、すなわちすべての部位で沈下を示した。前後方向の変位量は、前歯部で $50 \sim 250 \mu\text{m}$ 、臼歯部咀嚼側で $100 \sim 500 \mu\text{m}$ の前方変位を示したのに対して、平衡側では、前方変位を示すものが8例 ($50 \sim 200 \mu\text{m}$)、後方変位を示すものが2例 ($50, 100 \mu\text{m}$) 認めら

図 5 タッピング時の変位量の平均値と標準偏差

れた。左右方向の変位量は、前歯部では、平衡側方向に変位を示すものが 8 例 (50~250 μm)、咀嚼側方向に変位を示すものが 2 例 (150, 550 μm) であり、臼歯部では、平衡側方向に変位を示すものが 8 例 (50~200 μm)、咀嚼側方向に変位を示すものが 2 例 (150, 250 μm) であった。

2) ピーナッツ咀嚼 (表 2, 図 1~4)

咀嚼前期は、上下方向の場合、前歯部では 250~750 μm 、臼歯部咀嚼側では 200~500 μm の沈下量を示したのに対して、平衡側では 100~700 μm の浮き上がりを示した。前後方向の変位量は、前歯部で 100~500 μm 、臼歯部咀嚼側で 350~1,100 μm の前方変位を示したのに対して、平衡側では後方変位 (100~400 μm) を示した。左右方向の変位量は、前歯部では、平衡側方向に変位を示すものが 9 例 (300~1,250 μm)、咀嚼側方向に変位を示すものが 1 例 (500 μm) であり、臼歯部では、平衡側方向に変位を示すものが 7 例 (100~650 μm)、咀嚼側方向に変位を示すものが 3 例 (150~250 μm) であった。

咀嚼後期は、上下方向の場合、前歯部では 250~750 μm 、臼歯部咀嚼側では 150~400 μm の沈下量を示し、平衡側では、沈下を示すものが 6 例 (150~300 μm)、浮き上りを示すものが 4 例 (100~450 μm) であった。前後方向の変位量は、前歯部で 100~450 μm 、臼歯部咀嚼側で 200~800 μm の前方変位を示したのに対して、平衡側では、前方変位を示すものが 3 例 (50~100 μm)、後方変位を示すものが 7 例 (50~300 μm) 認められた。左右方向の変位量は、前歯部では、平衡側方向に変位を示すものが 9 例 (150~1,250 μm)、咀嚼側方向に変位を示すものが 1 例 (250 μm) であり、臼歯部では、平衡側方向に変位を示すものが 9 例 (50~650 μm)、咀嚼側方

向に変位を示すものが 1 例 (200 μm) であった。

IV. 考 察

従来、全部床義歯の維持安定の良否の判定は、患者の主観や術者の勘に頼る部分が多かったが、より科学的で客観性のある判定を下すには機能時の義歯の動態を明らかにする必要がある。そこで本研究では、第 1 報で報告した上顎全部床義歯の動揺量の測定装置を用いて、機能時における義歯の動揺量を三次元的、経時的に測定するとともに、義歯の動揺に影響を及ぼすと考えられる種々の因子についても検討を加えることとした。

1. タッピング時における上顎全部床義歯の変位について (図 5)

1) 上下方向の変位

タッピング時の上顎全部床義歯は、前歯部、臼歯部ともに沈下を示し、その大きさは前歯部の方が臼歯部よりも大きい値を示した。すなわち、前歯部の沈下量は 500~750 μm (平均 670 μm) の範囲内にあるのに対して、臼歯部の沈下量は、被験者により若干の差はあるものの変動の範囲は狭く、150~250 μm (平均 210 μm) の範囲内にあった。この値は前歯部の沈下量が 500~600 μm の範囲内にあるとする羽田ら⁵⁾の報告、ならびに臼歯部の沈下量が 110~350 μm の範囲内にあるとする宮下⁶⁾の報告とも一致する。

このように、上顎全部床義歯では、臼歯部より前歯部の沈下量が必ず大きくなる。これは、閉口路の回転中心である顎頭からの距離が臼歯部より前歯部までの方が大きく、結果的に、前歯部の変位量が大きくなることと、口蓋粘膜の厚み²⁸⁾、顎堤粘膜の軟らかさ²⁹⁾や被圧変位量⁶⁾が臼歯部より前歯部において大きいことの相乗的な結果と考えられる。

2) 水平方向の変位

前歯部の前方変位量は 230~450 μm (平均 330 μm) の範囲内、側方変位量は 100~300 μm (平均 180 μm) の範囲内にあり、羽田ら⁵⁾の報告、前方 400 μm 、側方 100 μm の変位量とほぼ一致するものであった。

臼歯部の前方および側方変位量については、左右両側の変位量の平均値をその被験者の変位量とすると、前方変位量は 150~550 μm (平均 290 μm) の範囲内、側方変位量は 50~150 μm (平均 90 μm) の範囲内にあった。これは、根岸⁷⁾の報告した下顎義歯の第 1 大臼歯部における水平的変位量 0~250 μm (平均約 150 μm) とほぼ

図6 食品咀嚼時における咀嚼後期の変位量の平均値と標準偏差(被験者 A, B, C)

図7 カマボコ咀嚼(前期)時の変位量の平均値と標準偏差

一致する。

このように、前方変位量は臼歯部と前歯部とでほぼ同等の値を示し、側方変位量は臼歯部より前歯部の方がわずかに大きな値を示すが、他の変位量と比べると小さなものであった。これは、タッピングの場合、咬合平面に対して前上方の荷重が左右両側臼歯部にほぼ均等に作用するため、義歯全体として前上方には変位しやすいが側方には変位しにくいことを示すものと考えられる。

そのほか義歯の変位に影響を及ぼす要因として咀嚼側の違いが考えられ、事実、本実験においても非習慣性咀嚼側よりも習慣性咀嚼側で義歯が前方へ大きく変位する例は5例中4例に認められた。これは、咬合力負担率が非習慣性咀嚼側よりも習慣性咀嚼側で大きいと考えられる⁸⁾ことから、義歯の前方への推進現象も習慣性咀嚼側で大きくなるためと予想される。しかし、その変位量は食品の片側咀嚼時に比べれば小さなものであった。

2. 食品咀嚼時における上顎全部床義歯の変位について(図6~10)

咀嚼時の上顎全部床義歯は、タッピング時と同様に臼歯部咀嚼側と前歯部で沈下を示したが、臼歯部平衡側では浮上するが多かった。これは、食品の存在による片側咀嚼の結果、臼歯部咀嚼側の顎堤頂付近を支点とするテコ作用により生じた現象と考えられる。水平的には、義歯は、臼歯部咀嚼側で前方変位、前歯部で平衡側方向の側方変位、臼歯部平衡側で後方変位を示す場合が多かった。これは、後述のように食品の存在による咀嚼運動路の変化と、臼歯部咀嚼側での義歯の推進現象とにより義歯が回転(Rotation)した結果である。

1) 咀嚼時期と変位量の関係について

被験食品として硬さの異なるカマボコとピーナッツを

図8 ピーナッツ咀嚼(前期)時の変位量の平均値と標準偏差

選び、咀嚼時の変位量を測定したところ、顎堤の良好な3被験者(A, B, C)の12例については、カマボコ咀嚼、ピーナッツ咀嚼ともに片側咀嚼による義歯の推進現象とテコ作用⁹⁾の結果、著しい動揺を示す咀嚼前期と、食品がほとんど介在せず、変動も少なくリズムカルな変位をくり返す咀嚼後期に分けることが可能であった(図1)。

咀嚼後期の、食品がほとんど介在しないと思われる口腔内の状況は、タッピング時の状況と類似しており、これらの変位量は近似するものと考えられる。事実、咀嚼後期の変位量(図6)は、変動範囲に若干の差は認められるもののタッピング時の変位量(図5)とはほぼ同等の値であった。したがって、咀嚼後期の変位量は、食品の性状に左右されない被験者固有のものであり、被験者の咀嚼時における義歯の生理的動揺量とみなすことが可能である。また、同様に機能時の義歯の維持安定を客観的に評価する際の指標ともなりうるものと考えられる。

一方、咀嚼前期の食品が咬合面間に介在する時期の義

図 9 ゴム片咬みしめ時の変位量の平均値と標準偏差

図 10 木片咬みしめ時の変位量の平均値と標準偏差

歯の動揺量は、食品の存在に左右されない被験者固有の生理的動揺量に、食品の影響による動揺量が加わったものと考えられる。そこで、咀嚼前期の変位量 (図 7, 8) から咀嚼後期の変位量 (図 6) を減算し、食品の咀嚼に起因する義歯の変位量を算定したところ、臼歯部咀嚼側においては前方変位量、前歯部においては平衡側方向の側方変位量、臼歯部平衡側においては下方変位量すなわち浮上量と後方変位量の増加が認められた。これは、義歯の回転と臼歯部平衡側の離脱現象の促進を意味するものであり、咀嚼前期の片側咀嚼としての特徴的な動揺は食品の影響によるものであることが明らかとなった。

なお、顎堤不良の被験者 D, E では、後述のように特にピーナッツ咀嚼において、咀嚼後期と思われる時期になっても変位は一定せず、変位量は咀嚼前期とほとんど変わらないままであった。これは、顎堤不良の被験者では咀嚼力が劣るために、硬性食品であるピーナッツの咀嚼が十分にできないままに経過するためと考えられる。しかし、軟性食品であるカマボコ咀嚼の場合は、咀嚼の進行に伴う変位量の推移が明瞭であり、咀嚼前期と後期の区別が可能であった。

以上のように、被験者が容易に咀嚼できる食品では、咀嚼前期は義歯に片側咀嚼としての特徴的な動揺を与え、咀嚼後期は両側性咀嚼としてほぼタッピング時に近い変位を示すことが明らかとなった。

2) 食品の硬さと変位量の関係について

義歯の動揺量は食品の硬さによって変化すると考えられる。そこで、食品の影響が最も顕著と考えられる咀嚼前期について、カマボコ咀嚼時とピーナッツ咀嚼時の各部位における変位量を比較検討することにした。その結果、食品の違いによる変位量の増減は各部位によって一定しており、ピーナッツ咀嚼の方がカマボコ咀嚼よりも

臼歯部咀嚼側では前方変位量が、前歯部では平衡側方向の側方変位量が、臼歯部平衡側では後方変位量と下方変位量が増加し、他の成分は若干の増減は認められるものの、ほぼ一定の値を示した (図 7, 8)。これは、硬さの大きいピーナッツ咀嚼において、義歯の回転と臼歯部平衡側の離脱現象が著しいことを示すものである。

なお、臼歯部平衡側の変位については、カマボコのような軟性食品の咀嚼時には、容易に食品が切断され、臼歯部平衡側での下顎義歯との接触が起こりやすくなる結果、上顎義歯の変位が下顎義歯によって抑制されるのに対して、ピーナッツのような硬性食品では、カマボコ咀嚼でみられるような現象がほとんど起こらず、臼歯部平衡側は後方への回転とともに離脱現象を起こし、下方成分が増加するものと考えられる。そこで、食品の硬さの違いが咀嚼時の義歯の動揺にどのような影響を及ぼすかを比較検討するために、咀嚼によっても性状が変化しにくい硬さの異なる模擬食品としてゴム片と木片を選び、咬みしめ時の義歯の変位量を測定した。その結果、ゴム片咬みしめ時の義歯は、カマボコ咀嚼の場合とほぼ同様の、また、木片咬みしめ時の義歯は、ピーナッツ咀嚼の場合とほぼ同様の変位傾向を示した (図 9, 10)。また、義歯の変位は臼歯部平衡側に比較的差异が現れやすく、その変位量はゴム片よりも木片の方が大きかった。これは、口腔内において 1.3~1.6 mm の食塊が存在するとき平衡側接触が認められるという小林¹⁰⁾、田島¹¹⁾らの報告にもあるように、ゴム片の場合は被圧縮性が大きいために咬みしめ時に薄くなり、臼歯部平衡側での上下顎人工歯の接触が起こり、義歯の回転が抑制されたものと考えられる。一方、木片は咬みしめても厚みの変化がないために、臼歯部平衡側での上下顎人工歯の接触が起こらず、上顎義歯の回転が増大したものと考えられる。

図 11 閉口ベクトルの側方成分と臼歯部咀嚼側の側方変位量の関係

以上のことより、食品の硬さの違いは義歯の回転と臼歯部平衡側の離脱現象に大きな影響を及ぼし、硬い食品の咀嚼時にはこれらの現象が著しいことが判明した。

3. 咀嚼運動路と上顎全部床義歯の変位について (図 11, 12)

咀嚼経路は食品により各個人で安定した一定の運動経路を示すといわれており¹²⁻¹⁸⁾、義歯の変位方向とも密接な関係をもっている。そこで、上顎義歯の動揺量の測定とは別に、下顎義歯の切歯部に MKG のマグネットを固定し、咀嚼運動路の測定を行った。ただし、測定は義歯の動揺に強い影響を及ぼし、かつ、食品の性状差 (特に硬さ) を反映するといわれる咬合接触直前の閉口路、つまり、中心咬合位より垂直的開口量 4, 3, 2 mm 時点の側方変位量ならびに 4 mm から 3 mm, 3 mm から 2 mm の閉口ベクトルとし^{19,20)}、各々の平均値を比較検討の対象とした。

その結果、臼歯部咀嚼側、前歯部の側方変位量と閉口ベクトルの側方成分の間には、それぞれ相関係数 0.83, 0.81 で有意な正の相関が認められ、義歯の変位と咀嚼運動路との間には強い関連性のあることが判明した (図 11, 12)。つまり、臼歯部咀嚼側と前歯部はともに閉口ベクトルの方向に、すなわち義歯は全体として平衡側方向に変位しやすいことがわかった。また、ピーナッツ咀嚼とカマボコ咀嚼を比べると、ピーナッツ咀嚼時の閉口ベクトルの側方成分が大きかった。これは、軟性食品であ

図 12 閉口ベクトルの側方成分と前歯部の側方変位量の関係

るカマボコに比べて硬性食品であるピーナッツでは咀嚼に大きな力を要することから、作業側に大きく変位した閉口路をとるためである^{19,20)}。

以上のことより、咀嚼運動路と義歯の変位との間には強い関連性のあることが判明した。また、義歯の変位は、食品の硬さの違いによる閉口路の変化に影響されることがわかった。

4. 顎堤形態と上顎全部床義歯の変位について (図 13~15)

片側咀嚼時には荷重が臼歯部咀嚼側に集中するため、義歯は咀嚼ごとに荷重方向に従った移動と回転をくり返すことになる。そこで、義歯床のおおよその動きを知るために、木片を片側で咬みしめた時の義歯床の粘膜圧迫部位を義歯床適合試験材 (而至社製フィットチェッカー)^{21,22)}を用いて調べた結果、被験者により若干の差は認められるものの、圧迫部位は主として咀嚼側の臼歯歯槽頂部、口蓋皺襞部、上顎結節部に、平衡側では犬歯小臼歯

図 13 木片を右側に咬みしめた時の顎堤粘膜の圧迫部位

図 14 顎堤形態と上顎全部床義歯の変位について

唇側部に認められた (図 13)。

この圧迫部位は義歯の動揺に対して抵抗を示す最も重要な部分と考えられるため、上顎義歯の咬合平面を基準として口蓋の深さ、前歯部顎堤の高さ、ならびに上顎結節部の豊隆度、すなわち上顎結節後方の翼突下顎ヒダ (縫線) から正中線に平行な線を描き、その線と上顎結節の最大豊隆部との幅を測定し、義歯の変位量 (木片咬みしめ時の臼歯部平衡側の浮上量で代表) との関係を検討した (図 14)。

図 15 閉口ベクトルの前方成分と臼歯部咀嚼側の前方変位量の関係

その結果、口蓋の深さ、前歯部顎堤の高さ、上顎結節の幅については被験者 A, B, C と D, E とでは明らかな差が認められ、変位量の結果とも一致するものであった。すなわち、顎堤形態が良好な被験者 A, B, C では、義歯装着者にとって比較的困難とされるピーナッツ咀嚼でも義歯は安定した一定の変位傾向を示し、特に咀嚼後期になると、タッピング時と近似した変位量を示すようになり、臼歯部平衡側での義歯床の浮き上がりは沈下に逆転するようになった。一方、顎堤形態がやや劣る被験者 D, E の場合は、特にピーナッツ咀嚼において変位量が大きく、しかも咀嚼の進行に伴う変位量の推移が一定せず、咀嚼後期に該当する時期になってもタッピング時と近似した変位量を示さず、義歯の安定不良が示唆された。図 15 は前述の咀嚼運動路の閉口ベクトルの前方成分と臼歯部咀嚼側の前方変位の関係を見たものであり、閉口ベクトルの大きさには被験者間で著しい差はないが、前方変位量は特にピーナッツ咀嚼において著しい差のあることがわかる。つまり、前方変位量は被験者 C でややバラつきがみられるものの、顎堤不良な被験者 D, E では大きく、顎堤の良好な被験者 A, B では小さい。この結果は、臼歯部咀嚼側における前方への推進現象が閉口ベクトルの前方成分の大きさの差ではなく、主として顎堤の形態や吸収程度の違いによって影響されることを示すものである (図 15)。すなわち、義歯の推進現象

図 16 静的維持力と上顎全部床義歯の変位について

は、主として咬合平面に垂直な荷重が人工歯咬合面の咬頭傾斜によって水平方向の分力に変換されるために発生するものであり、したがってこれに抵抗する主な因子は、義歯の水平方向の動揺に対して抵抗する顎堤形態であることを意味している。

以上のことより、顎堤の不良な被験者の義歯は、咀嚼時には動揺が著しく、安定が不良であることがわかった。

5. 静的維持力と上顎全部床義歯の変位について (図 16)

義歯の維持力とは義歯の離脱に対して逆の方向に働く力のことであり²³⁾、義歯の動揺と密接な関係がある。そこで、上顎全部床義歯の維持力をバネばかりを応用した自作の静的維持力測定装置を用いて測定した²⁴⁻²⁷⁾。測定部位は、左右の第1大臼歯の近遠心的中央部を結んだ中点とし、測定結果は5回の平均値として図16に示した。

その結果、上顎全部床義歯の維持力は被験者間で差が大きく、また、被験者ごとの変位量(臼歯部平衡側の浮上量)と維持力を単純に比較した場合でも、両者間には関連性が認められなかった(図16)。咀嚼時の臼歯部平衡側での義歯床の離脱現象は、咀嚼時の義歯が回転を伴った変位を示すため、義歯の水平方向の変位に対して抵抗する上顎結節部の豊隆度と、前歯部顎堤の高さによって大きく影響を受けるが、静的維持力に主として影響する因子は、牽引方向に垂直な顎堤の面積、適合度、唾液の粘度等であり、水平方向の要因とは直接的な関係を持たない。その結果、咀嚼時の義歯の変位量は咬合平面と垂直に牽引したときの静的維持力とは直接的な関連性が少なかったものと考えられる。つまり、義歯の動揺は維持力の大小よりも、むしろ顎堤の形態や吸収程度の差異によって大きく影響を受けることがわかった。

V. 結 論

第1報で報告した上顎全部床義歯の動揺量の測定装置を用い、上顎全部床義歯装着者5名を対象に、機能時における義歯の動揺量を三次元的、経時的に記録した。また、機能時における義歯の動揺と関連が深いと考えられる要因のうち、咀嚼運動路と顎堤形態、ならびに義歯の維持力についても測定を行い、これらの要因との関係を比較検討したところ以下のような結論が得られた。

1. タッピング時の上顎全部床義歯の変位について

上顎全部床義歯は全体的に沈下し、その沈下量は臼歯部よりも前歯部で大きかった。水平的には、前歯部、臼歯部ともわずかに非習慣性咀嚼側に変位しながら前方へ変位した。しかし、その変位量は食品咀嚼時の変位量と比べると小さなものであった。

2. 食品咀嚼時の上顎全部床義歯の変位について

1) 咀嚼時の上顎全部床義歯は、臼歯部咀嚼側と前歯部で沈下を示したが、臼歯部平衡側では浮上する場合が多かった。水平的には、義歯は、臼歯部咀嚼側で前方変位、前歯部で平衡側方向の側方変位、臼歯部平衡側で後方変位を示す場合が多かった。

2) 被験者が容易に咀嚼できる食品の咀嚼においては、義歯の変位量の推移から咀嚼前期と咀嚼後期に分けることが可能であった。咀嚼前期の著しい動揺は、片側咀嚼による義歯の推進現象とテコ作用の結果であり、一方、変動が少なくリズムカルな動揺を示す咀嚼後期の変位は、タッピング時の変位と近似していた。

3) 食品の硬さの違いは、臼歯部咀嚼側の前方変位、前歯部の平衡側方向の側方変位、臼歯部平衡側の後下方への変位に大きな影響を及ぼし、ことに、硬性食品であるピーナッツ咀嚼では、義歯床の回転と離脱現象が著しかった。

3. 上顎全部床義歯の動揺に影響を及ぼす要因について

1) 咀嚼運動路の閉口ベクトルと義歯の変位方向は一致し、両者間に強い関連性のあることが判明した。

2) 顎堤の形態や吸収程度の差異は、義歯の動揺に大きな影響を与え、顎堤が不良なほど咀嚼時の義歯の変位が著しく、安定不良であった。

3) 静的維持力と咀嚼時の義歯の変位量とは、直接的な関連性が少なかった。

4. 以上のことから、機能時における上顎全部床義歯の動態が明らかとなり、義歯の動揺は食品の硬さと咀嚼

運動路, および顎堤形態によって大きく影響されることがわかった。

稿を終えるに臨み, 終始ご懇篤なご指導とご校閲を賜りました松本直之教授に深甚なる謝意を表します。また日頃より, 種ご教示を頂いた羽田 勝助教授に厚くお礼申し上げます。あわせて, 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 75 回 (昭和 61 年 6 月) および第 78 回 (昭和 62 年 10 月) 日本補綴歯科学会学術大会において発表した。

文 献

- 1) 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.
- 2) 津留宏道, 他: 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.
- 3) Jankelson, B., Swain, C.W., Crane, P.F. and Radke, J.C.: Kinesiometric instrumentation, a new technology, J Amer Dent Ass, 90: 834~840, 1975.
- 4) 田中昌博, 他: 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.
- 5) 羽田 勝, 他: 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.
- 6) 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.
- 7) 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実験的研究, 歯科学報, 84: 589~620, 1984.
- 8) Uhlig, H.: Über die Kaukraft, Dtsch zahnärztl Z, 8: 30~45, 1953.
- 9) Roucoules, L. (飯塚哲夫訳): 歯科医のための力学入門, 37~60, 書林, 東京, 1980.
- 10) 小林賢一: 全部床義歯の咀嚼時における咬合接触の動態—特に非咀嚼側において—, 補綴誌, 27: 150~167, 1983.
- 11) 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.
- 12) Ahlgren, J.: Mechanism of mastication, Acta Odont Scand, 24, Suppl, 44: 1~109, 1966.
- 13) Jemt, T. and Hedegard, B.: Reproducibility of chewing rhythm and of mandibular displacements during chewing, J Oral Rehab, 9: 531~537, 1982.
- 14) Jemt, T. and Olsson, K.: Computer-based analysis of the single chewing cycle during mastication in repeated resigtration, J Prosthet Dent, 52: 437~443, 1984.
- 15) 森 隆司: 咀嚼運動経路の研究—空口側方滑走運動路および食品の影響—, 補綴誌, 26: 274~297, 1982.
- 16) 瑞森崇弘, 他: 咀嚼運動の恒常性に関する臨床的研究—同一食品における運動経路について—, 補綴誌, 29: 647~656, 1985.
- 17) 伊崎克弥: ヒトの咀嚼運動経路の分析—正常有歯顎者および総義歯装着者について—, 補綴誌, 29: 657~674, 1985.
- 18) 井上 宏, 他: 正常有歯顎者の咀嚼運動の再現性について, 歯科医学, 49: 241~246, 1986.
- 19) 瑞森崇弘, 他: 咀嚼運動に関する臨床的研究—食品の大きさ・固さの影響について—, 補綴誌, 29: 1062~1069, 1985.
- 20) 桑原隆男, 他: 各種食品が咀嚼運動に及ぼす影響に関する臨床的研究, 補綴誌, 31: 661~674, 1987.
- 21) 尾花甚一, 他: 床義歯の適合診査—基礎編—, 補綴臨床, 15: 17~31, 1982.
- 22) 尾花甚一, 他: 義歯床の適合診査法—ホワイトシリコーン法を中心に—, 補綴臨床, 19: 144~158, 1986.
- 23) 竹井正章: 有床義歯の設計および人工歯排列に関する維持力発現機構の研究, 歯科学報, 69: 721~751, 1969.
- 24) 関根 弘, 他: 有床義歯の維持力について (第 1 報), 補綴誌, 8: 67~71, 1963.
- 25) 関根 弘, 他: 有床義歯の維持力について (第 2 報), 補綴誌, 8: 260~265, 1963.
- 26) 関根 弘, 他: 有床義歯の維持力について (第 3 報), 補綴誌, 9: 237~241, 1965.
- 27) 万代倫嗣, 他: 義歯床の維持と唾液の粘性 第 2 報 義歯床の維持力と介在液の粘度の関係, 補綴誌, 31: 837~843, 1987.
- 28) 田中資郎: 口蓋粘膜のクリープに関する研究, 補綴誌, 16: 358~379, 1973.
- 29) 大島健嗣: 総義歯床座粘膜の被圧縮時における荷重量および圧縮量に関する研究, 補綴誌, 12: 245~291, 1968.