下顎両側性遊離端義歯の咀嚼時の移動量について

大 草 洋 志

The Mobility of Bilateral Mandibular Free Ending Saddle Type Removable Partial Denture during Mastication

Hiroshi Ohkusa

I. 緒 言

部分床義歯患者の咀嚼機能を出来るだけ長期間にわたり良好に維持するためには、残存歯と欠損部顎堤に対して調和のとれた咬合力配分を行わせ、咬合時に動揺の少ない安定した義歯を装着することが最も重要なことである。安定の悪い義歯は咀嚼の際、咬合力によって義歯の不必要な動揺を生じ、ひいては支持組織の破壊を引き起こす。そこで部分床義歯の咀嚼時の動態を明確にすることが、部分床義歯患者の咬合問題にとつて必須条件となってくる。従来より、天然歯列における咬合、咀嚼サイクル、あるいは総義歯における義歯の動揺等に関しては、X線映画法、X線規格写真法などによって多くの研究がなされてきている^{1,2)}。しかし、部分床義歯を装着した場合の咀嚼機能時における様相については、その解明の困難さも伴つてほとんど明確にされているとは言えない。中でも臨床的にきわめて多くの問題を含んでいる下顎遊離端義歯に関しては、その咀嚼時の正確な動態については全く判っていない。しかし、義歯の動態は、咬合関係はもとより鉤歯に対する機械的刺激、あるいは、軟組織に対する有害性などにきわめて高い関連性を有し、さらに設計、維持装置等の関係も合わせて考えると、臨床的に重要な問題である。咀嚼時における義歯の動態を把握する方法としては、これまでX線シネプログラムによるものがほとんどで、その詳細な精度の解析には難点

があり、また、テレメトリーによる方法もトランスデューサーの製作、解析時の精度等にも問題がある。そこで今回著者はエクステンディング・ロッド法を用いて、口外法による16mmシネ、およびボラロイドカメラを使用して、特に下顎両側性遊離端義歯の咀嚼時の動態を撮影し、モーションアナライザーを使用して解析を行い興味ある結果を得た。

II. 研究方法

今回の実験では下顎両側性臼歯遊離端義歯を対象として測定を行い、その対合歯は天然歯列とした。そのため口腔内残存歯列、上下顎切歯点より矢状面に延長軸(A, B)を設定しこれを基線として、さらに遊離端義歯の第1大臼歯人工歯歯頸部付近より咬合平面にほぼ水平に矢状面に向う延長軸(C)を設定(図1)、この3軸の矢状面投影を側方約1.5mよりクセノン系ストロボスコープをシンクロさせた16mmシネフィルムに撮影し(図2)、ダイナミックフレームフィルムアナライザーにより(図3)、A, B, C 3軸上のそれぞれ3定点間の距離を計測、実寸に換算し時間を横軸として縦軸に基線AよりB, C線上の定点までの距離を表示した。さらに、延長軸上の定点間の実測値算定の目的でボラロイドカメラ

図1 両側性遊離端義歯の動態分析のためのエクステンディング・ロッド装置の模式図

東京医科歯科大学第1歯科補綴学教室(主任指導: 中沢勇教授)

Department of Prosthodontics, School of Dentistry
Tokyo Medical and Dental University Chief and
Director: Prof. Dr. Isamu Nakazawa

昭和51年10月4日受付

図2 実験装置と撮影の状況

図3 ダイナミックフレーム・モーションアナライザー装置

による写真撮影を行い、幾何学的に作図法を用いて床の沈下量等の実寸を算出した。A, B軸の人工歯列に対する設定は、図1に示したように基底部のレジンスーネをシアノアクリレート系瞬間接着剤を使用して歯列に固定し、また義歯とC軸とは、Split pin and tube attachment, 図4を使用し、臨床で口腔内で患者が使用している状態で常時着脱可能であるよう考慮した。また測定

図4 実験義歯とエクステンディング・ロッドとは
Split pin and tube attachment で接続

に際しては、A, B, C, 3軸が常に同一矢状面に存在し、かつ可能な限りシネカメラレンズ光軸に直交するよう設定した(図2)。また各軸の機能時の振動や曲りを修正する目的で、各軸上に基点よりそれぞれ、10, 15, 20 cmの3点に定点を設定しそれぞれの点での測定を行った(図1)。ポラロイドカメラによる定点測定実測値の算定も全く同様の方法で行った。シネフィルムの撮影は1秒間24コマの通常スピードで行った。

III. 実験症例およびエクステンディング

・ロッド(軸装置)について

実験に用いた症例は 765|567 欠損、上顎対咬歯列はほぼ健全な状態の天然歯列で前歯部での被蓋が少なく、かつ中心位での咬合接触関係が存在しており、顎関節その他に異常の認められない58歳の女性であった。本症例に対して製作した実験義歯の種類は、①ワイヤークラスプ使用のレジン床義歯、②キャストクラスプ使用の金属床義歯、③歯冠外アタッチメント(ASC-52)使用の金属床義歯、の以上3種類であった。それぞれの義歯は同一患者の口腔内に装着して実験するため製作順位は、①②③の番号の順に行った。さらに、キャストクラスプ維持装置の実験義歯においては、クラスプ切除後の義歯の動態の変化の測定も行った。実験用義歯の製作にあたっては、まずストックトレーを用いアルジネート印象材により作られた研究用模型上で通法によりオストロンの個人トレーを製作、筋形成後、メルカプタンラバー系印象材を用いて機能印象を行い、超硬石膏を注入して作業模型を製作、咬合採得後通法に従って義歯を完成した(図5, 6, 7)。これら全ての義歯の第1大臼歯人工歯部左右の頬側歯頸部に、径2 mmのSplit pin and tube attachmentのチューブを埋入し、即時重合レジンにて、チューブをロッドの位置方向を考慮して床の頬側部に固定した。義歯のチューブには直線部20 cmの(径1.8 mm)白金加金線に同じく白金加金線(径1.8 mm)をU字形に曲げ中央部でろう着した軸装置と両者は正確な着脱が出来るよう製作し、C軸とした。つぎに被験者の上下顎前歯部に(径1.8 mm)長さ20 cmの軸(エクステンディング・ロッド)を矢状面に対して垂直方向へ延長した。エクステンディング・ロッドは即時重合レジンのクラッチに固定され前歯部に接着剤で固定した。さらに同先端部には、1 mm 間隔 50 mm のプラスチック定規を取りつけた。これは測定数値の換算の基準に使用した。以上これら3本のエクステンディング・ロッドは咀嚼運

図5 ワイヤークラasp使用のレジン床義歯

図6 キャストクラasp使用の金属床義歯

図7 ASC-52 アタッチメント使用の金属床義歯

動時にそれぞれ口腔内で接触しないよう完全に調整を行った。

●義歯沈下量の検定およびボラロイドカメラによる測定法

義歯沈下量の検定には M 社製ラウンドバーを使用し既知の径の鋼球を第1大臼歯人工歯上に、シアノアクリレート接着剤で固定し前歯部残存歯列が接触するまで咬合させ、その延長軸での計測値がほぼ完全な直線性を示

すことを確認し、さらに沈下の絶対値を確かめるためボラロイドカメラを使用して定点撮影を行い、作図法による計測を行い参考とした。また、義歯の沈下、浮上の基準としては安静位における義歯の位置を使用した。

IV. 実験に使用した食品の種類

以下の通りである。

- a) ピーナツ
- b) 帆立貝
- c) 咬合圧計の咬合さらに、
- d) 空口時の咬合運動時を対象として加えた。

さらにキャストクラasp使用の金属床義歯では $\overline{4|4}$ 舌側アーム切除後の空口時の咬合運動時（大きくゆつくりと指示）。

$\overline{4|4}$ 舌側アーム、 $\overline{3|3}$ 頬側アーム切除後の空口時の咬合時（大きくゆつくりと指示）。

$\overline{4|4}$ 舌側アーム切除後の咬合圧計を咬合させた時の義歯の運動（左側）。

$\overline{4|4}$ 舌側アーム、 $\overline{3|3}$ 頬側アーム切除後の咬合圧計を咬合させたときの義歯の運動（左側）を加えた。

V. 実験結果

シネフィルムからの測定によつて求められた1コマ、1コマの数値をもとにして、義歯の咀嚼時の動態を表わすために、顎間距離（全て矢状面投影によるもので下顎間距離、沈下、浮上量とよぶ）、義歯の沈下、浮上のそれぞれを表わす計6定点の経時変化を記入した。横軸に時間、縦軸に変位量を示した。最上の振幅の大きい曲線は、(AB 軸間距離)顎間距離を、また下の曲線はBC 軸間距離つまり義歯の変位量を示した。顎間距離に関しては、上に向うのが開口期、下に向うのが閉口期を示す。また閉口期と開口期の間にみられる平坦な部分は、Pause と呼ばれる中間期（休止期）を示している。また義歯の動態については基線を基準にして、上の部分は義歯の沈下、下の部分は義歯の浮上を示す（図8）。

1-a) ワイヤークラasp使用のレジン床義歯について、ピーナツ1コを右側第1大臼歯部に軽く咬合した状態より咀嚼を開始した。

i) 上下顎閉口時の顎間距離（図9）

最初はピーナツ片が介在している状態で粉碎する以前のため顎間距離が残っているが、咀嚼が始まると1回目の閉口で粉碎が始まるが、天然歯列と義歯人工歯とのス

咀嚼サイクルにおける義歯の動揺解析方法

図 8 各測定点での義歯の動態と顎間距離を表わす分析結果の図表

図 9 ピーナツ咀嚼時のワイヤークラスプ使用義歯の動態図

ペースはやや残る。咀嚼回数が3, 4回目以後となるとピーナツはほとんど粉碎され顎間距離は消失し、咀嚼の様相はほとんど同形となる。

ii) 義歯の沈下浮上

沈下はピーナツを対合歯と人工歯間に保持している状態で発現し、咀嚼回数1回目では小さいが、2, 3回目から沈下量は大きくなり、以後その状態が続く、またこの種の義歯では閉口直径から Pause にかけて最大沈下量がみられた。浮上は最初の開口時から現われ、浮上量は4, 5回目の開口時までほぼ同じ量で、6回目で中間期いわゆる Pause が長くなるにつれて、義歯の浮上量は最大となった。義歯の浮上は沈下に比べてかなり大きく発現し、浮上量は沈下量の約3倍に相当した。ほぼ最大開口期で浮上量は最大となる。沈下量はほぼ0.3mm、浮上量は約0.9mmであつた。

表 1 414にワイヤークラスプを設定した7651567欠損の両側性遊離端義歯のピーナツ咀嚼サイクル

閉口期	0.41±0.03 (秒)
開口期	0.20±0.02 (秒)
中間期	0.26±0.03 (秒)
咀嚼周期 (total time)	0.87±0.07 (秒)

図 10 帆立貝咀嚼時のワイヤークラスプ使用義歯の動態図

iii) 咀嚼周期

咀嚼の1サイクルにおいて、Closing time(閉口期): 0.41±0.03秒, Opening time(開口期): 0.20±0.02秒, Pause (休止期): 0.26±0.03秒, Total time (咀嚼サイクル): 0.87秒±0.07秒, であつた(表1)。

1-b) ワイヤークラスプ使用のレジン床義歯において、帆立貝(乾燥させた中程度の大きさのを半分にしたもの)を、61人工歯部で軽く咬合した状態から咀嚼運動を開始させた(図10)。

i) 顎間距離

初めは帆立貝が人工歯列と天然歯列の間に介在している状態のため顎間距離が残る、2回目の咀嚼時も最初の状態とほぼ同量の顎間距離が残つた。3回目には顎間距離はなくなり、4回目には再びもとの顎間距離を示している。これは食塊である帆立貝が初回と2回目までは人工歯上に乗つていて、3回目に脱落し再び4回目で人工歯上にもどされたと考えられる。帆立貝ではピーナツのように粉碎により噛み切れず、いつまでも食塊がある厚さを保つため顎間距離がいくぶん残ると考えられた。顎間距離が消失したサイクルは食塊が人工歯上から脱落したものと考えられる。

ii) 義歯の沈下浮上

まず沈下量は帆立貝を軽くホールドしている際から発現し、咀嚼の回数が増してもその沈下量および様相はほとんど変化は認められず、ピーナツ咀嚼時よりもやや小さい。浮上量は咀嚼開始の初回と2回目まではほとんど発現せず、3回目で浮上が発現している。以後再び初めと同様にほとんど浮上は発現していない。このように顎間距離が帆立貝の介在のため多少でも存在していると、

浮上の量が著しく減少する。また義歯の沈下の最大値は中間期の半ばで発現し、浮上の最大値は開口期の終りごろで少し現われ、浮上量は沈下量の約1/2である。

iii) 咀嚼周期

咀嚼の1サイクルにおいて (表2)

Closing time : 0.67 ± 0.07 秒, Opening time : 0.17 ± 0.00 秒, Pause : 0.40 ± 0.08 秒, Total time : 1.23 ± 0.08 秒。

1-c) ワイヤークラスプ使用のレジン床義歯において咬合圧計を6) 人工歯部で咬ませて、被験者にゆつくり咬合するよう指示し測定を行った (図11)。

i) 顎間距離

咬合圧計をホールドしている状態のためその幅だけ常に残る。

ii) 義歯の沈下浮上

沈下については、開口位から閉口位に移り咬合圧計に圧が発現すると義歯の沈下が始まり、咬合圧の指示5kgで沈下量は最大値となり、その後は10kgとなつてもほとんど沈下量の変化は認められない。浮上は加圧が無くなつた後も人工歯上に咬合圧計の計測器具が介在しているため、浮上は防止され全く発現しなかつた。

iii) 咀嚼周期

この場合被験者が任意に咬合を指示するため、周期も不規則となつた。

Closing time : 0.71 ± 0.06 秒, Opening time : 0.67 ± 0.00 秒, Pause (この場合は咬合時間) : 0.92 ± 0.12 秒, Total time : 2.30 ± 0.06 秒であつた (表3)。

表2 4/4にワイヤークラスプを設定した765/567欠損の両側性遊離端義歯の帆立貝咀嚼サイクル

閉口期	0.67 ± 0.07 (秒)
開口期	0.17 ± 0.00 (秒)
中間期	0.40 ± 0.08 (秒)
咀嚼周期 (total time)	1.23 ± 0.08 (秒)

図11 咬合圧計使用時のワイヤークラスプ義歯の動態図

1-d) ワイヤークラスプ使用のレジン床義歯において、空口時の咬合運動 (タッピング) を小さく速やめにと指示し測定を行った (図12)。

i) 顎間距離

義歯人工歯と天然歯は空口時のため閉口時は義歯人工歯と咬合接触し、顎間距離は常に一定となつている。

ii) 義歯の沈下浮上

沈下は義歯人工歯部と咬合接触すると沈下を始めるが、沈下量はピーナツ咀嚼時に比べて少なく、約2/3位である。浮上量は沈下量の約2倍だつた。また沈下量も浮上量もピーナツ咀嚼時と比較して非常に規則的であり、毎回ほとんど同じ値を示す。沈下の最大値が発現するのはPauseの前期で、浮上の最大値が発現するのは開口期の終り付近である。

iii) 咀嚼周期

咀嚼の1サイクルにおいて (表4)

Closing time : 0.40 ± 0.08 秒, Opening time : 0.20

表3 4/4にワイヤークラスプを設定した765/567欠損の両側性遊離端義歯の咬合圧計を咬ませた時のサイクル

閉口期	0.71 ± 0.06 (秒)
開口期	0.67 ± 0.00 (秒)
中間期	0.92 ± 0.12 (秒)
咀嚼周期 (total time)	2.30 ± 0.06 (秒)

図12 空口での咬合運動時のワイヤークラスプ義歯の動態図

表4 4/4にワイヤークラスプを設定した765/567欠損の両側性遊離端義歯のタッピングサイクル

閉口期	0.40 ± 0.08 (秒)
開口期	0.20 ± 0.05 (秒)
中間期	0.64 ± 0.05 (秒)
咀嚼周期 (total time)	1.25 ± 0.01 (秒)

図13 ピーナツ咀嚼時のキャストクラスプ使用義歯の動態図

表 5 43|34 にキャストクラスプを設定した 765|567
欠損の両側性遊離端義歯のピーナツ咀嚼サイクル

閉 口 期	0.46±0.05 (秒)
開 口 期	0.17±0.00 (秒)
中 間 期	0.38±0.05 (秒)
咀 嚼 周 期 (total time)	1.00±0.01 (秒)

±0.05 秒, Pause : 0.64±0.05 秒, Total time : 1.25
±0.01 秒.

2-a) キャストクラスプ使用の金属床義歯の場合, 1-a) と同じ方法でピーナツを咬ませた (図 13).

i) 顎間距離

最初はピーナツを人工歯と対咬歯間にホルドしている状態のため, 顎間距離は残っている. 咀嚼が始まると 1 回目の閉口において粉碎が行われ, 顎間距離はほとんど消失する.

ii) 義歯の沈下浮上

ピーナツをホルドしている状態で義歯の沈下はかなり発現している (ピーナツ粉碎時の沈下とほぼ等しい量). 咀嚼運動が始まって閉口 1 回目の粉碎時, 沈下量はやや小さいが, 2, 3 回目と増加傾向を示すがさらに回数が進むにしたがつて, 沈下量は再び減少する. 義歯の浮上は最初の開口時に少し発現し, 次に第 1 回目の咀嚼後はさらに減少し, 2 回, 3 回と咀嚼回数が増すにしたがい, 浮上量はやや増加する. 沈下, 浮上の絶対値はワイヤークラスプの義歯の場合よりも小さく, またワイヤークラスプの場合, 浮上量は沈下量の約 3 倍であつたが, キャストクラスプでは, 浮上量は減少を示し沈下量の 1/2 であつた. 義歯の最大沈下量は各 Pause の終りの部分に発現し, 時間的に, 0.1~0.2 秒遅れている. 最大浮上量は開口期終りから閉口期の初めにかけて発現している.

iii) 咀嚼周期

咀嚼の 1 サイクルにおいて (表 5)

Closing time : 0.46±0.05 秒, Opening time : 0.17
±0.00 秒, Pause : 0.38±0.05 秒, Total time : 1.00
±0.01 秒.

2-c) キャストクラスプ使用の金属床義歯において, 咬合圧計を 6| 人工歯部に介在させゆつくり咬ませた (図 14).

i) 顎間距離

咬合圧計をホルドしている状態のためその幅だけ常に残る.

ii) 義歯の沈下浮上

咬合圧計を咬ませた時の咀嚼サイクル

図 14 咬合圧計使用時のキャストクラスプ義歯の動態図

1-c) の場合の状態と全く同じ様相を示し, 咬合圧計使用によるワイヤークラスプとキャストクラスプ使用義歯との差異は認められなかつた. 同義歯でピーナツを咀嚼した際と比較すると, 咬合圧計を介在して咬ませた場合の最大沈下量はピーナツ咀嚼時の最大沈下量の約 2 倍量発現していた.

iii) 咀嚼周期

この場合, 験者が任意に咬合を指示するため周期も不規則となる.

2-d) キャストクラスプ使用の金属床義歯において, 空口時の咬合運動 (タッピング) をゆつくり大きくと指示し測定を行った.

i) 顎間距離

義歯人工歯と天然歯は空口時のため閉口時, つまり咬合接触時の顎間距離は常に一定となつている.

ii) 義歯の沈下浮上

沈下は義歯人工歯部と咬合すると沈下を始めるが, 沈下量はピーナツ咀嚼時に比較して少なく約 1/2 位であり, 沈下量は毎回規則的であつた. また同じ空口時のワイヤークラスプ義歯と比較すると, 沈下はキャストクラスプの方が約 2 倍量多く発現している. 浮上は空口時のワイヤークラスプ義歯と比較してほとんど認められず, (ワイヤークラスプの場合は空口時において, 浮上は沈下の約 2 倍量発現していた) 義歯の安定が良いことを示していた.

iii) 咀嚼周期

この場合, 験者がゆつくり大きく咬むように指示しているため, 周期は長くなりかつ不規則となつている.

2-e) キャストクラスプ使用の金属床義歯の 4|4 舌側アーム切除後, 空口時の咬合運動 (タッピング) をゆつくり大きくと指示し測定を行った.

i) 顎間距離

空口時で義歯人工歯上には何にも介在しないため閉口時には天然歯列と人工歯は咬合接触し、顎間距離は常に一定となっている。

ii) 義歯の沈下浮上

沈下は義歯人工歯部と咬合すると沈下を始めたが、沈下量は $\overline{4|4}$ 舌側アーム切除前の空口時と比べ、やや増加の傾向が認められるが、著しい変化はなかった。浮上についても切除前とほとんど変わらずあまり発現しなかった。

iii) 咀嚼周期

この場合も験者が指示しているため、 $\overline{4|4}$ 舌側アーム切除以前とほとんど同じ状態で、咀嚼周期の様相も特に著変はなかった。

2-f) キャストクラスプ使用の金属床義歯の $\overline{4|4}$ 舌側アーム、 $\overline{3|3}$ 頬側アーム切除後、空口時の咬合運動をゆつくり大きくと指示し測定を行った。

i) 顎間距離

空口時のため閉口時は天然歯列と人工歯列と咬合接触し、顎間距離は常に一定となっている。

ii) 義歯の沈下浮上

沈下は義歯人工歯部と咬合すると沈下を始め、沈下量は維持装置のアーム切除前の同義歯の空口時の約2倍に増加している。浮上については切除前と比べ著変は認められない。

iii) 咀嚼周期

験者が指示しているため、アーム切除以前と比べて著変は認められない。

2-g) キャストクラスプ使用の金属床義歯の $\overline{4|4}$ 舌側アーム切除後、咬合圧計を $\overline{6|6}$ 人工歯部で咬ませて、被験者に空口時の咬合運動と同じように指示し測定を行った。

i) 顎間距離

咬合圧計を人工歯と対咬歯間にホルドしている状態のため、その幅だけ常に一定であった。

ii) 義歯の沈下浮上

2-c) の $\overline{4|4}$ キャストクラスプ切除前とほとんど同じ様相を示し著変は認められず、沈下量は同義歯でピーナツを咀嚼した時の約2倍発現していた。浮上については、咬合圧計の介在のため全く発現していなかった。 $\overline{4|4}$ 舌側アーム切除以前と比べ義歯の沈下量については、ほとんど差異は認められないが、ただし、 $\overline{4|4}$ 舌側アーム切除前はゆつくり咬ませ、切除後は普通の咀嚼のつもりで咬ませているという実験条件にやや差はある。

図 15 ピーナツ咀嚼時の ASC-52 アタッチメント使用義歯の動態図

iii) 咀嚼周期

空口時の咬合運動と同様に咬合しているため咀嚼周期は規則的で、Pause の部分はかなり長くなっている(咬合圧計を咬んでいるため)。

2-h) キャストクラスプ使用の金属床義歯の $\overline{4|4}$ 舌側アーム、 $\overline{3|3}$ 頬側アーム切除後、咬合圧計を $\overline{6|6}$ 人工歯部でゆつくり咬むように指示し測定を行った。

i) 顎間距離

咬合圧計介在のため常にその幅だけ残り、一定であった。

ii) 義歯の沈下浮上

沈下については、維持装置のアーム切除以前と比べると、沈下量は約2倍に増加していた。浮上は咬合圧計介在のため全く発現していなかった。

iii) 咀嚼周期

験者がゆつくり咬むように指示しているため、咀嚼の様相は不規則となっていて、Pause (休止期) の部分は長く発現した。

3-a) 歯冠外アタッチメント ASC-52 使用の金属床義歯で、1-a) と同様の方法により、ピーナツを $\overline{6|6}$ 人工歯部で咬ませて測定を行った(図 15)。

i) 顎間距離

最初はピーナツを人工歯上で軽く咬ませた状態より粉砕を開始させたため、開始時には顎間距離は存在していた。咀嚼が始まり2回目の閉口までは粉砕が完全に行われず、顎間距離(咬頭間距離)が咀嚼開始時とほぼ同じ量残っていたが、3回目で粉砕が行われ、咬頭間距離は消失し、それ以後はそのままの状態での咀嚼の様相はほとんど同形となった。

ii) 義歯の沈下浮上

沈下は咀嚼開始時より少し発現し、咀嚼運動が始まって1, 2回目までは、沈下量はかなり発現し、4回目以後は沈下量は半減した。義歯の浮上は最初の開口時に、ピーナツをホルドした際の沈下量の約2倍発現し、1

表 6 4/4 に ASC-52 アタッチメントを設定した 765/567
欠損の両側性遊離端義歯のピーナツ咀嚼サイクル

閉 口 期	0.41±0.09 (秒)
開 口 期	0.24±0.06 (秒)
中 間 期	0.20±0.07 (秒)
咀 嚼 周 期 (total time)	0.85±0.10 (秒)

回目の咀嚼後やや増加し、2 回目もほぼ同じで 3 回目に浮上はやや減少し、4 回目の粉碎後に浮上量は最大となりそれ以後は再び少し減少を示す。浮上量と沈下量は ASC-52 アタッチメント使用義歯では、全体にわたりほぼ同じ位の値を示した。また沈下、浮上量とも、ワイヤークラスプ義歯よりやや減少が認められる。最も大きな特色は浮上の最大値が、開口の開始より約 0.2 秒おくれで発現していることであり、また閉口に際しても義歯の沈下にやや時間的なおくれが見られたことである。特に沈下、浮上の支点が、ほぼ ASC-52 アタッチメント設定部にあたることも特色である。最大沈下量発現時期は中間期の半ばで、最大浮上量の発現時期は開口期の終りである。沈下量と浮上量はほぼ等しい量であつた。

iii) 咀嚼周期

咀嚼の 1 サイクルにおいて (表 6)

Closing time : 0.41±0.09 秒, Opening time : 0.24±0.06 秒, Pause : 0.20±0.07 秒, Total time : 0.85±0.10 秒。

Pause に当たる部分が他に比べて著しく短く 0.20 秒程度であつた。

3-a') ASC-52 アタッチメント使用の金属床義歯 (装着後 1 年 5 カ月経過), アタッチメント破損時に来院した際に測定を行つた。その際維持装置の機能消失のため著しく維持不良であつた。3-a) と同様の方法によりピーナツを 16 人工歯部で咬ませて測定を行つた。

i) 顎間距離

咀嚼運動が始まると始終不定の様相を示し、粉碎がどこの周期で行われたか判定できなかつた。咀嚼の様相も全く種々様々であつた。

ii) 義歯の沈下浮上

沈下は咀嚼運動が始まり、閉口時に発現しているが、どの周期で粉碎が行われているか判明できなかつた。また沈下量もきわめて変動した。浮上は開口とともに始まるがやはり浮上量も不安定であつた。さらに 1 サイクルの開口時に浮上、沈下がくりかえされる部分も認められた。全体として観察すると、浮上量は沈下量より 2 倍量多く発現していた。これはワイヤークラスプ義歯の場合

図 16 空口での咬合運動時の ASC-52 アタッチメント
使用義歯の動態図

の、浮上量は沈下量の 3 倍にあたり、義歯の安定の悪い事を示していた。最大沈下量の発現時期は中間期の半ばで、最大浮上量の発現時期は不規則であつた。

iii) 咀嚼周期

咀嚼の様相はきわめて不規則であつて、咀嚼の各部分の判定は困難である。

3-c) ASC-52 アタッチメント使用の金属床義歯で咬合圧計を 16 人工歯部で、ゆつくり咬むように指示し測定を行つた。

i) 顎間距離

咬合圧計を上顎歯列と、下顎義歯人工歯間でホールドしている状態のため、その幅だけ常に残つた。

ii) 義歯の沈下浮上

沈下については、開口位から閉口位に移り咬合圧計に圧が発現しても直ぐに義歯の沈下は発現せず、約 0.3 秒後に沈下が表われ、圧 5 kg となると最大沈下量を示し、それ以後圧 10 kg まで加圧させても沈下量の増加は認められなかつた。そのまま減圧して圧 0 となつてもやや少し沈下が残つた。浮上は加圧がなくなつた後も、咬合圧計の器具が人工歯上にあるため浮上は押えられて発現していない。

iii) 咀嚼周期

この場合験者が咬合を指示するため、咀嚼の様相は不規則であつた。

3-d) ASC-52 アタッチメント使用の金属床義歯で、空口時の咬合運動を指示し測定を行つた (図 16)。

i) 顎間距離

空口時のため閉口時は上顎天然歯列と義歯人工歯は咬合接触し、顎間距離は閉口時常に一定となつている。

ii) 義歯の沈下浮上

沈下は閉口期となり、顎間距離が消失すると沈下を始め、沈下量はピーナツ咀嚼時の約 1/2 程度で、また沈下量は常にほぼ一定となり規則的であつた。浮上はキャストクラスプ使用義歯の場合と同様にほとんど認められなかつた。他の空口時のものと比べると、キャストクラスプ使用義歯の沈下量の 1/2, ワイヤークラスプ義歯の沈

表7 4/4にASC-52アタッチメントを設定した765/567
欠損の両側性遊離端義歯のタッピングサイクル

閉口期	0.49±0.03(秒)
開口期	0.35±0.04(秒)
中間期	0.29±0.05(秒)
咀嚼周期(total time)	1.12±0.05(秒)

下量とほぼ等しい値であつた。

iii) 咀嚼周期

Closing time : 0.49±0.03 秒, Opening time : 0.35±0.04 秒, Pause : 0.29±0.05 秒, Total time : 1.12±0.05 秒。

この場合、咀嚼サイクルは非常に規則的な様相を示した(表7)。

VI. 考 察

部分床義歯は1歯欠損の症例にはじまり、1歯残存までの補綴処置を含まねばならない。しかし、その本質は歯牙欠損によつて生じた咬合欠陥の修復であることに変わりない。ただ修復に際して残存歯列に主として機能力の負担を維持するか、欠損部顎堤に維持するか、あるいは両者に配分しなければならないかで性格が変わってくる。中でも生物物理学的性質の異なる残存歯、歯根膜と欠損部顎堤等の口腔粘膜との両者に機能力を配分する必要のある遊離端義歯では、その人工歯列と残存歯列との協調関係が咀嚼サイクルの中でどのように保たれているかは重要な問題である。一つには残存歯と欠損部顎堤に対する機能力の伝達方法とその伝達された力に対する反応の問題である。このような問題からこれまで部分床義歯について考えられてきたことは、主として義歯の沈下という問題であつた。これらに関する要素は設計、特に残存歯に対する維持装置の種類、配置。また床面積の大小、連結装置、人工歯の数、大きさ、などに関係するとされ、これまでも比較的多くの研究がなされている³⁻¹⁰⁾。また一方、残存歯の状態、欠損部の顎堤の形態によつても変化することが知られている^{11,12)}。しかし本質的には咀嚼機態時に義歯が口腔内残存諸組織とどのような関係を保っているのか、またそれがどのような要素で変化するかを解明することが必要である¹³⁻²⁰⁾。このような観点より口腔内に全く固定源の存在しない全部床義歯については、咀嚼サイクル中での動態について、X-線 Film, 映画法、あるいは Cephalogram 法等による観察がなされている。また同時に内山¹⁴⁾はアーム型顎運動分解器を

使用し、全部床義歯の咀嚼サイクルでの動態の詳細な解析を行つている。

しかし、残存歯列が存在しこれらに何らかの機能力の負担と、維持を求めねばならない部分床義歯に関してはその様相がきわめて複雑化することもあり、定量的には咬合力が加わつた時点での人工歯列の沈下量に関する検索が行われている²¹⁻²³⁾。さらに咀嚼サイクル中の動態に関しては全部床義歯の場合と同様にX線シネフログラフによる定性的な検索が行われているにとどまる²⁴⁻²⁷⁾。しかし、臨床的には前述したように部分床義歯では欠損様式、欠損部顎堤の形態、残存歯の状態、義歯の設計、さらに対咬関係によつて義歯の咀嚼サイクル中での動態は著しく変化してくる。特に遊離端義歯の場合には欠損様式が大白歯のみの欠損か、小白歯を含むか、犬歯以後の遊離端義歯であるか、特に対咬歯が天然歯列である場合には遊離端欠損側で残存歯同士に十分な Intercuspal position と Centric stop が存在するか否かで人工歯列に加わってくる機能的な負担力に変化してくる。また、人工歯列に対咬する歯列が天然歯列であるか、人工歯列、特に遊離端義歯などでは全く機能が変化する。したがつて、床下粘膜に対する荷重条件も著しく変化するため床の沈下、浮上等、義歯床の動態も当然変化してくる。しかし、これら義歯床の詳細な咀嚼サイクルにおける動態に関しては全く明らかにされてはいない。特に咀嚼サイクル中の経時的変化に関してはその条件の多様性、測定の問題等からこれまで報告がみられない。そこで今回部分床義歯の臨床にとつて最も困難な問題を含んでいる遊離端義歯について、臨床的に咀嚼サイクル中での詳細な動態を解明する目的で実際に患者が口腔内で使用している義歯について測定可能な方法を考慮した。以上結果について考察してみる。

i) 実験方法について

今回使用したエクステンディング・ロッド法は臨床的に次のような利点がある。義歯自身に何等の装置を組み込まずに使用出来るため、患者がそのまま義歯を使用出来ること、また測定に際して単にロッドを義歯に着脱するのみで測定が始められ、さらに最大の利点は患者に何等の苦痛をも与えないことである。これは臨床実験上重要なことである。測定装置としてはきわめて構造が単純であること。基点となる固定源(残存歯列)が存在する場合にはきわめて高い精度で測定が得られることである。さらに今回はクセノン型ストロボスコープを同調させた 16 mm フィルムによるシネフィルムを使用し、各コマでの画面のブレを完全に消した。また写真測定に

はダイナミックフレーム・スクリーン上で等倍に拡大しトレースを行い、これを基線（上顎切歯点延長軸）に重ね合わせて下顎義歯の運動の支点を作図上より求めた。

ii) 食品の差による義歯の動態について

まず設計の異なる3種類の義歯についてそれぞれピーナツを咀嚼させて、その際の義歯沈下量、浮上量を比較してみると、ワイヤークラスプ使用の場合もキャストクラスプ使用の場合も、また、ASC-52 アタッチメント使用の義歯の場合も、義歯の沈下量はほとんど同じで差は認められなかった。さらに、ASC-52 アタッチメント使用義歯（装着後1年5カ月経過、維持装置部破損の症例）においても、沈下量は他のものとほとんど同じであった。このことは両側性遊離端義歯の咀嚼時の沈下に関しては、義歯の設計の差異による影響はほとんど無いと思われた。次にピーナツを咀嚼させた際の義歯の浮上量については、義歯の設計の違いによつて種々の異なつた浮上量を示していた。浮上の大きい順にならべると、(1) ASC-52 アタッチメント義歯（装着後1年5カ月経過、維持装置部破損）、(2) ワイヤークラスプ使用のレジン床義歯、(3) ASC-52 アタッチメント義歯（装着当時）、(4) キャストクラスプ使用の金属床義歯。すなわち、最も浮上量の大きいものはアタッチメントの破損した義歯で、次はワイヤークラスプ使用のレジン床義歯であつた。次に最も浮上の小さいのはキャストクラスプ使用の金属床義歯であつた。これらのことより、両側性遊離端義歯の咀嚼時の浮上に関しては義歯設計の違いによる影響がきわめて大きいことを示している。最も沈下、浮上の差のある義歯は、(1) ASC-52 アタッチメント破損義歯と、(2) ワイヤークラスプ使用のレジン床義歯で、沈下と浮上の比は、1:2、と浮上量の方が沈下量より大きい。次に、(3) ASC-52 アタッチメント義歯で、沈下量:浮上量は、1:1、であつた。また、(4) キャストクラスプ使用の金属床義歯では、沈下量:浮上量は、1: $\frac{1}{2}$ と逆に沈下の方が浮上より大きくなつていた。これらのことは、(1)、(2)の義歯は咀嚼の動きが大きく不安定な義歯で、(4)の義歯は咀嚼時の動きが少なく安定した義歯であることになると考えられる。さらに食品を帆立貝にしてみると、ワイヤークラスプ使用の義歯では、沈下についてはピーナツと帆立貝との食品の違いによる沈下量の差は全く認められなかった。次に浮上に関しては、ピーナツ咀嚼の場合、浮上量は沈下量の約2倍発現したが、帆立貝咀嚼の場合、浮上量は沈下量の約1/2程度で、浮上量がきわめて減少を示した。このことは、粉碎性食品のピーナツは咀嚼により咬み砕かれ、そのため顎間距離

が直ちに消失するが、線維性食品である帆立貝は咀嚼が行われても、ピーナツの様に咬み砕かれ糊状にならずいつまでも食塊が義歯人工歯上に残り、そのため顎間距離が多少残りそのための義歯の浮上が押えられ、浮上量が著しく減少すると考えられる。また、咀嚼周期についてもピーナツの場合に比較し、帆立貝の咀嚼の場合は、Pauseが1.5倍長く発現し、食品の違いによつて咀嚼周期が変化することを示している。

iii) 空口状態における咬合運動時の義歯の動態について

食品咀嚼時と空口時を比べてみると、義歯の沈下は食品咀嚼時の約1/2～2/3程度発現した。一方浮上はワイヤークラスプ使用義歯において、沈下量の約2倍の浮上が認められたが、キャストクラスプ使用の義歯と、ASC-52 アタッチメント使用の義歯では、浮上はほとんど発現しなかった。このことは、空口時の咬合運動による義歯の動きは、咀嚼時に比べてかなり減少していることを示している。

iv) 咬合圧計を介在させて咬合させた際の義歯の動きについて

咬合させると、咬合圧計で5 kgまでの加重では義歯の沈下量は増加するが、しかし、加重が5 kg以上となりさらに10 kgまで加圧されても、義歯の沈下量の増加はほとんど認められなかった。また、この時の最大沈下量は、空口時の沈下量の約2倍であつた。これらのことから、沈下量は加圧の程度により限界があると考えられる。

VII. 結 論

下顎両側性遊離端義歯の咀嚼時における動態を解明する目的で、義歯と、上下顎切歯部に、エクステンディンググロッドを装着し口外法により16 mm シネフィルムダイナミックフレーム・フィルムアナライザー装置を用いて解析を行い以下の結論を得た。

1) 下顎両側性遊離端義歯は、食品咀嚼時にその設計にかかわらず、かなりの量、沈下(約0.3 mm)、浮上(約0.3～0.9 mm)を示す。しかし、その絶対値と義歯の運動の支点の位置は、義歯の設計、維持装置の種類によつて変化する。

2) 義歯の浮上量は、顎間距離に大きく左右され、食塊のため、閉口期で多少でも顎間距離が存在していると、義歯の浮上が著しく減少する。

3) 咀嚼サイクル中で、義歯の最大沈下、浮上の値が

発現する時期は、維持装置の種類と咀嚼の食品の種類によつて異なる。

4) 天然歯列での咀嚼サイクルの周期性を比較すると、同じピーナツでも時間的に長く、特に、Pause(中間期、休止期)、にあたる部分が義歯ではかなり長い。

5) 下顎両側性遊離端義歯は、空口時の咬合運動時も沈下を示し、その沈下量は食品咀嚼時の約半分位である。また、浮上はほとんど発現しない。

6) 下顎両側性遊離端義歯は、咬合圧計を用いての測定では、5 kg の咬合圧で最大沈下量を示し、その後、10 kg 以上加圧しても沈下量の増加はほとんど認められない。

7) 食品咀嚼時の両側性遊離端義歯の沈下量は、義歯の設計の違いにより、ほとんど影響を受けないが、浮上量に関しては、設計の差が浮上に極めて関係していると考えられる。

稿を終わるに当り、終始、御懇篤な御指導と御校閲を賜った恩師中沢勇教授に深甚の感謝を捧げます。また、懇切な御指導、御疑難を戴いた松元誠助教授に謝意を表しますとともに、本研究を行うにあたり種々の御協力を頂いた教室員各位に感謝いたします。

文 献

- 1) 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，9：1，40～63，1965。
- 2) 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，電気的記録装置による研究，補綴誌，9：1，64～82，昭和40(1965)。
- 3) Matsumoto, M. : An experimental investigation for analyzing the influence of impression procedures in clinical technique. Bull. Tokyo Med. Dent. Univ., Vol. 17, 345～356, 1970.
- 4) Matsumoto, M. : Evaluation of the occlusal table pattern in removable partial denture with unilateral distal Extension saddle. Bull. Tokyo Med. Dent. Univ., Vol. 18, 339～351, 1971.
- 5) Matsumoto, M. et al. : Evaluation of the residual ridge and denture design in relation to the lateral force distribution to the abutment teeth. In the case of the unilateral extension saddle type removable partial denture prosthesis. Bull. Tokyo Med. Dent. Univ., Vol. 19, 211～235, 1972.
- 6) Holmes, J.B. : Influence of impression procedures and occlusal loading on partial denture movement. J. Pros. Den. Vol. 15, 474～481, 1965.
- 7) Hindels, G.W. : Stress analysis in distal extension partial denture. J. Pros. Den. Vol. 7, 197～205, 1957.
- 8) Hinders, G.H. : Load distribution in extension saddle partial denture. J. Pros. Dent. Vol. 2, 92～100, 1952.
- 9) Sheppard, I.M. : Denture base dislodgement during mastication. J. Pros. Dent. Vol. 13, 462～468, 1963.
- 10) Stromberg, W.R. : A method of measuring forces of denture bases against supporting tissues. J. Pros. Dent. Vol. 5, 268～288, 1955.
- 11) Steffel, V.L. : Relining removable partial dentures for fit and function. : J. Pros. Dent. Vol. 4, 496～509, 1954.
- 12) Kydd, W.L., Daly, C. H. and Nansen, D. : Variation in the response to mechanical stress of human soft tissues as related to age. J. Pros. Dent. Vol. 32, 493～500, 1974.
- 13) Atkinson, H.F. : Reserch into mastication. Austral. D.J. Vol. 21, 23～29, 1976.
- 14) Gillings, B.R.D., Graham, C.H. and Duckmanton, N.A. : Jaw movements in young adult men during chewing. J. Pros. Dent. Vol. 29, 616～627, 1973.
- 15) Hickey, J. C. et al. : Mandibular movement in three dimensions. J. Pros. Dent. Vol. 13, 72～92, 1963.
- 16) 覚道幸男：床義歯の生理学，学研書院，東京 119～137，1976。
- 17) Koivumaa, K.K. : Prosthetic treatment of incomplete dentition and removable dentures. Int. Dent. J. Vol. 13, 267～286, 1963.
- 18) Koivumaa, K.K. : Changes in the periodontal tissues and supporting structures conected with partial dentures, Suom. Hammaslääk. Toim. Suppl 1 Vol. 52, 3～26, 1956.
- 19) Koivumaa, K.K., Hedegard, B., and Carlsson, G.E. : Studies in partial dental prosthesis. I An investigation of dentogingivally supported partial denture. Suom. Hammaslääk. Toim. Vol. 56, 248～306, 1960.
- 20) Löfberg, P.G. : Follow-up examinations of patients with alveolar-bar dentures in the lower jaw. Svensk. Tandlak. Vol. 59, 81～97, 1966.
- 21) Smith, D.E. et al. : The mobility of artificial dentures during comminution. J. Pros. Dent. Vol. 13, 839～856, 1963.

- 22) Woelfel, J.B., Hickey, J.C., and Allison, M.L. :
Effect of posterior tooth form on jaw and denture movement. J. Pros. Dent. Vol. 12, 922~939, 1962.
- 23) Hedegard, B., Lundberg, M. and Wictorin, L. :
Denture mobility during chewing. Svensk. Tand-
lak. Vol. 59, 403~415, 1966.
- 24) Hedegard, B., Lundberg, M., and Wictorin, L. :
Masticatory function-A cineradiographic investi-
gation. I. Position of the bolus in full upper and
partial lower denture cases. Acta. Odont. Scand.
Vol. 25, 331~353, 1967.
- 25) Lundberg, M., Wictorin, L. and Hedegard, B. :
Masticatory function-A cineradiographic inves-
tigation. Position of the bolus in full denture
wearers. Acta. Odont. Scand, Vol. 25, 383~395,
1967.
- 26) Wictorin, L., Hedegard, B., and Lundberg, M. :
Masticatory function-A cineradiographic study.
Position of the bolus in individuals with full
complement of natural teeth. Acta. Odont. Scand.
Vol. 26, 213~222, 1968.
- 27) Koivumaa, K.K. : Cineflographic analysis of the
masticatory movements of the mandible. Suom.
Hammaslääk. Toim. Vol. 57, 306~336, 1961.