

## 下顎片側遊離端義歯における支台歯の挙動

— 支持能力の違いによる影響 —

島 崎 政 人

### Influence of Support Ability on Abutment Tooth Movement of Lower Distal-extension Removable Partial Denture

Masato SHIMAZAKI

The purpose of this study was to clarify the effects of the support ability on abutment teeth of lower distal-extension removable partial dentures. Two types of chrome-cobalt removable partial denture castings were fabricated on a mandibular test model simulating a free-end saddle. The component parts of each casting were Akers' or RPI clasp on an abutment tooth, indirect retainers (Akers' clasps on teeth Nos. 44 and 47), a lingual bar and a metal base with loading platform. The height of the alveolar bone portion around the abutment teeth was set in 3 positions, which were at no, 1/4 and 1/2 reduction, respectively. The partial denture castings were seated with a 2 kgf load by a loading apparatus. The movement of the abutment tooth was measured at a higher magnification using an indicator rod attached to the occlusal surface of the tooth. The Sirognath analyzer system was used to analyze the direction and magnitude of abutment tooth movement. The results were as follows :

1. The direction of abutment tooth movement by the load was mesial when observed in the mesio-distal direction.
2. By buccal loading, the abutment tooth with Akers' clasp as a direct retainer was mesio-buccally moved, but the one with RPI clasp showed mesio-lingual movement.
3. Abutment tooth displacement increased according to the reduction of the alveolar bone portion. The increase rate of it on the abutment tooth with Akers' clasp was bigger than that with RPI clasp.

These results suggested that of RPI clasps would be efficient as a direct retainer for removable partial dentures with a free-end saddle.

Key words : distal-extension removable partial denture, abutment tooth movement, support ability  
of abutment tooth, direct retainer

#### 緒 言

部分床義歯は、残存組織を保護しながら機能と

審美性の回復をはかるとともに、口腔の健康を維持・増進することを目的に装着される。この目的を達成するためには、部分床義歯の設計に際して、

受付：平成16年2月6日，受理：平成16年4月12日  
奥羽大学歯学部歯科補綴学講座  
(指導：清野和夫教授)

Department of Prosthetic Dentistry, Ohu University  
School of Dentistry  
(Director : Prof. Kazuo SEINO)

支台歯および顎堤粘膜を保護しながら、義歯の動揺をできるだけ小さくするような配慮が必要となる。特に、遊離端義歯においては咬合力を支持する歯根膜と顎堤粘膜の被圧変位量が異なるため、義歯の設計に対しては、咬合力の均等配分、支台歯の負担軽減等に注意が払われなければならない。そのため、遊離端義歯における支台歯の挙動<sup>1-6)</sup>、支台歯の機能圧分布<sup>7-10)</sup>、義歯床の変位<sup>11,12)</sup>および顎堤形態の影響<sup>13)</sup>等に関する研究が行われてきた。特に、義歯床に咬合力が負荷された場合の支台歯の挙動に関してはクラスプ形態との関連で追究され、エーカークラスプよりもRPIクラスプの有利性が報告されてきたが<sup>14,15)</sup>、これらの報告は支台歯が健全な歯周組織を有していることが前提となっていた。しかし、臨床では欠損部顎堤に隣接する支台歯周囲の歯槽骨に吸収のみられることが多い。この支台歯周囲における歯槽骨の吸収程度は、隣在歯の抜歯時点における歯槽骨量に影響を受ける。特に、抜歯の原因が歯周疾患や外傷の場合には抜歯時点ですでに歯槽骨の吸収あるいは破折がみられ、抜歯後にはさらに吸収することになり、支台歯周囲の歯槽骨量に影響を及ぼすことになる。この歯槽骨量は支台歯の支持能力を左右することから、遊離端義歯の設計に際しては、歯槽骨の吸収程度と支台歯の挙動との関連を追及する必要がある。

そこで、本研究では下顎片側遊離端義歯において、支台歯周囲の歯槽骨量を変化させたときの支台歯の三次元的挙動を、直接支台装置がエーカークラスプとRPIクラスプの場合において比較検討した。

## 材料と方法

### 1. 実験用模型

実験用模型は「67欠損を想定した顎模型(18-OHP-8:ニッシン)」を用いた。支台歯には解剖学的形態を付与し、歯根膜は厚さ0.7mmの裏層用シリコンラバー(リラインエクストラソフト:ジーシー)を用いて疑似歯根膜を付与した。支台歯のレスト座は直接支台装置を設置する「5」では近心と遠心の咬合面に、間接支台装置を設置する「4」には近心咬合面、「7」には遠心咬合面に設け、

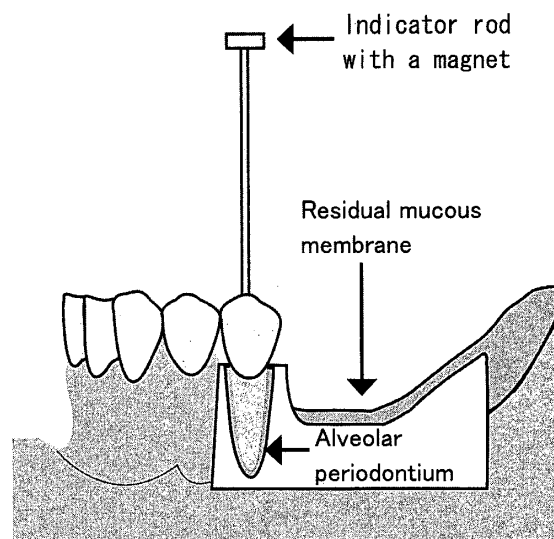


Fig. 1 Schematic illustration of an experiment model that was made from artificial teeth set in silicone rubber material. The indicator rod with a magnet was attached to the abutment tooth.

幅3mm、長さ2.5mm、深さ1mmでスプーン状の形態になるように形成した。ガイドプレーンは「5」と「7」の遠心面に上下的幅が2mmで、咬合面側からみて歯冠の彎曲に一致させた曲面に形成した。また、小連結子の走行する歯面には義歯の着脱方向と平行な面を形成した。欠損部顎堤は「6」相当部を咬合平面と平行に設定し、レトロモラーパッド前縁へ向かって徐々に傾斜させた顎堤形態とし、疑似歯根膜と同一の材料を用いて厚さ3mmの疑似粘膜を付与した。顎堤の高さは支台歯の歯根長1/2の高さに一致させ、疑似粘膜で被覆する範囲は欠損部顎堤に限定した(Fig. 1)。

支台歯周囲の歯槽骨量の設定は、歯槽骨頂を支台歯の解剖学的歯頸部と一致させた場合を「吸収なし」、解剖学的歯頸部から歯根長の1/4を水平吸収させた場合を「1/4吸収」および歯根長の1/2を水平吸収させた場合を「1/2吸収」とした(Fig. 2)。この設定方法により、歯冠歯根長比は「吸収なし」が1:2、「1/4吸収」が1:1、「1/2吸収」が2:1の3条件に設定されたことになる。この3条件における歯根膜表面積を測定するため、複製模型製作用シリコン印象材(デュープリコーン:松風)を各条件の歯根の高さに合わせて歯根表面に

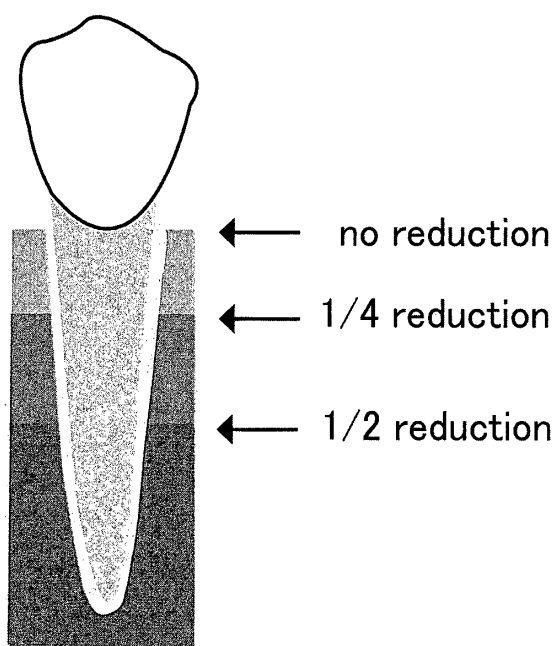


Fig. 2 Sagittal section of the alveolar bone around the abutment teeth. The height of alveolar bone was set in 3 conditions, which were no, 1/4 or 1/2 reduction.

薄く塗布した。印象材が硬化後、外科用メスを用いて切り出し、平面になるようにガラス板上に開き、Scion Image (Adobe) にて測定した。

## 2. 実験用義歯の設計と製作

実験用義歯は直接支台装置をエーカースクラスプとした場合をモデル1，RPIクラスプとした場合をモデル2とした。モデル1の設計は，直接支台装置として「5」にエーカースクラスプを，間接支台装置として「4」に近心レストを持つエーカースクラスプを，「7」に遠心レストを持つエーカースクラスプを設置した (Fig. 3)。モデル2の設計は，直接支台装置としてKrol<sup>16)</sup>が提唱したRPIクラスプを設置し，間接支台装置はモデル1と同様の設計とした (Fig. 4)。大連結子は断面の寸法を幅5 mm，厚さ1.9 mmとし，断面が半円状を呈する鋳造リングバーとした。実験用義歯には，欠損部顎堤上に咬合平面と平行な平面板を設置し，加重点を設定するための荷重板とした。

実験用義歯は，先ず顎模型に前処置を施した後，複製模型製作用シリコン印象材（デュプリコーン：松風）にて印象し，超硬質石膏（フジロック：ジーシー）を注入して作業用模型を製作

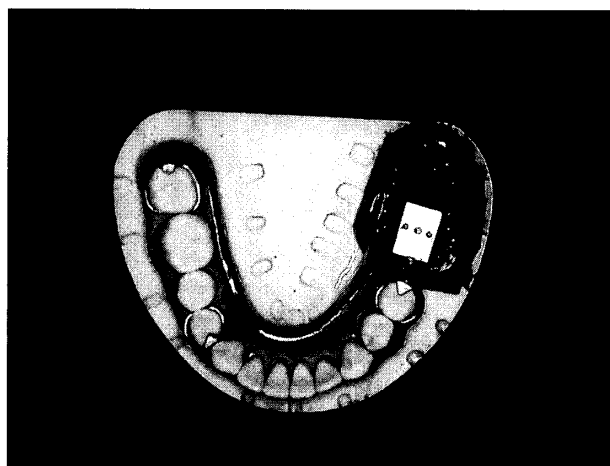


Fig. 3 The design of the experimental removable partial denture. Akers' clasp was used as a direct retainer.

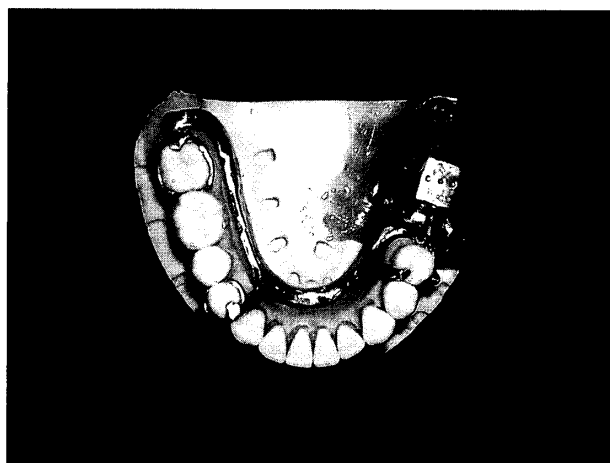


Fig. 4 The design of the experimental removable partial denture. RPI clasp was used as a direct retainer.

した。各条件の設計に従いワックスアップを行った後，通法に則り遠心加圧吸引鋳造機（ヴァルカン：松風）を用いてコバルトクロム合金（コバルタン：松風）にて鋳造した。鋳造体を掘り出し，シリコンカーバイトによるサンドブラスト処理を施した。鋳造体のスプルー線を切断して形態修正を施し，アルミニウムによるサンドブラスト処理後，最終研磨を行った。

## 3. 加重点と荷重装置

加重点は「6」遠心部を想定し，「5」の遠心面から12 mm遠位の荷重板上に，欠損部顎堤頂を想定したb点（以下，顎堤頂加重点），およびb点から2 mm舌側寄りのa点（以下，舌側加重点），2 mm頬

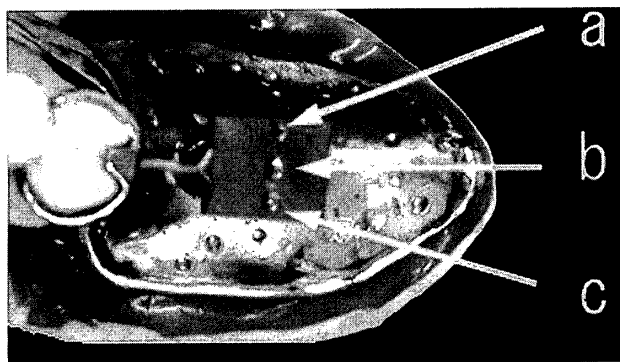


Fig. 5 Loading points on the experimental denture base simulating a free-end saddle.

a : Lingual point, b : Center point,  
c : Buccal point

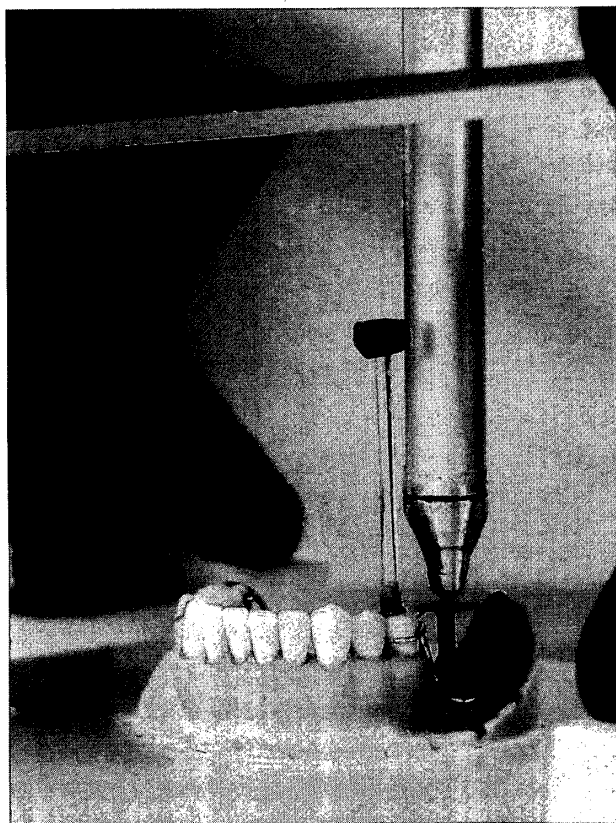


Fig. 6 The loading apparatus using the Sirognathograph.

側寄りのc点(以下、頬側加重点)の3点とした(Fig. 5)。加重点には直径1mmの半球状の窪みを形成し、加重点が一定になるよう配慮した。加重は試作の荷重装置を用い、加重竿は咬合平面に対して垂直になるよう設置し、2Kgfの荷重が加わるように製作した。なお、荷重装置の製作は、測定装置の磁場に影響を与えないようにアルミニウム製材と木材を用いた。

#### 4. 測定方法

支台歯の挙動を測定する部位は、直接支台装置を設置した支台歯とし、測定には下顎運動測定装置シロナソアナライザーⅢ(カノーブス電子、東京歯科産業)を用いた。測定方法は、まず支台歯の中央に咬頭頂から50mmの樹脂製竿を咬合平面と垂直になるように植立し、その先端に下顎運動測定装置専用のマグネットを付着した。下顎運動測定装置のアンテナが実験期間を通して同一の部位となるように固定した。加重竿を加重点に設定した後、2Kgfの荷重を加えた(Fig. 6)。シロナソアナライザーのモニター上で、無加重時におけるXY軸の交点を原点として加重後の変位点を矢状面X、水平面Y、前頭面Zの各座標点として表した。なお、測定値は支台歯から50mmにおける変位量として表し、変位方向は臨床的表現である近遠心、頬舌方向として示した。また、変位量は各座標点の平方根より距離を求めて示した。測定は各条件において各7回とした。

#### 5. 統計的处理

測定値は2群間の平均値の差の検定にはStudent t-testを、多群間の平均値の差の検定には一元配置分散分析とScheffeの多重比較を用いた。

### 結 果

#### 1. 支台歯の変位方向における支台装置間の比較

モデル1における支台歯の変位方向を水平面投影してみると、歯槽頂加重と舌側加重の場合は、歯槽骨の「吸収なし」では近心舌側方向に変位したが、頬側加重では近心頬側方向に変位した。歯槽骨の「1/4吸収」および「1/2吸収」においては、各加重とも「吸収なし」と同様の変位方向を示した(Fig. 7, 8, 9)。

モデル2における支台歯の変位方向を水平面投影してみると、歯槽骨の「吸収なし」では舌側加重、歯槽頂加重および頬側加重とも近心舌側方向への変位を示し、加重点の違いによる差はみられなかった。歯槽骨の「1/4吸収」の場合は、各加重点とも近心舌側方向への変位を示したが、頬側加重では舌側加重と歯槽頂加重の場合よりも、やや近心寄りに変位する傾向がみられた。歯槽骨の

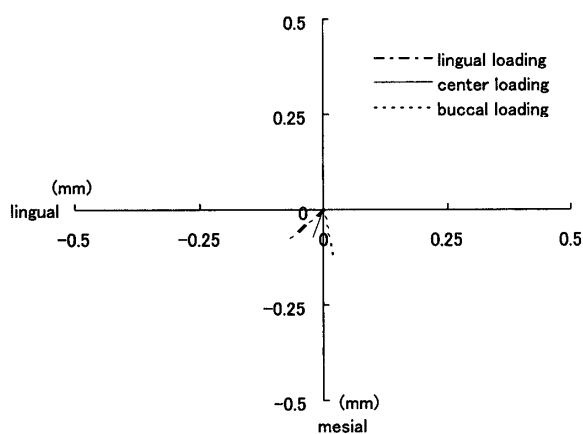


Fig. 7 Measurement results of horizontal movement on model 1 of no reduction.

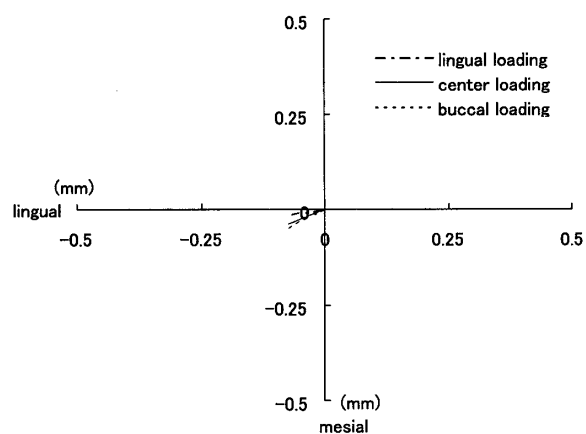


Fig. 10 Measurement results of horizontal movement on model 2 of no reduction.

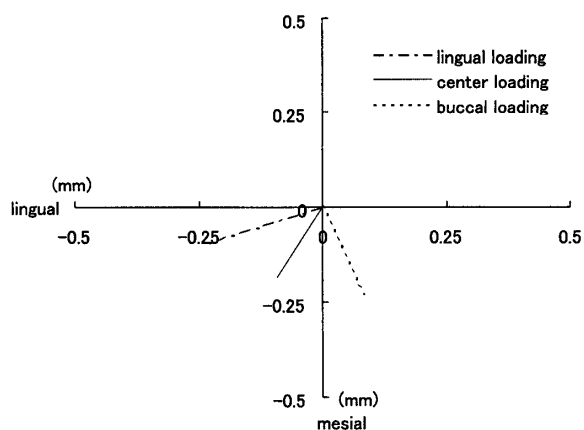


Fig. 8 Measurement results of horizontal movement on model 1 of 1/4 reduction.

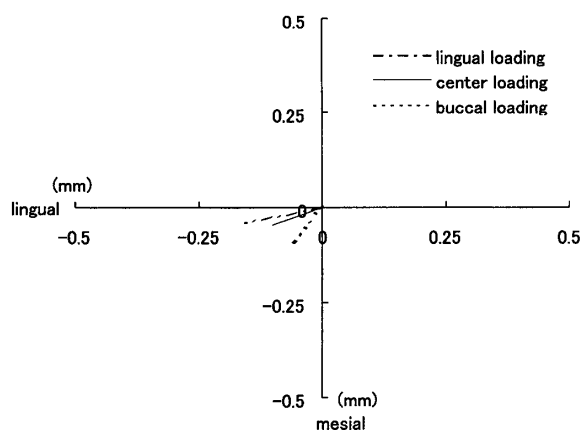


Fig. 11 Measurement results of horizontal movement on model 2 of 1/4 reduction.

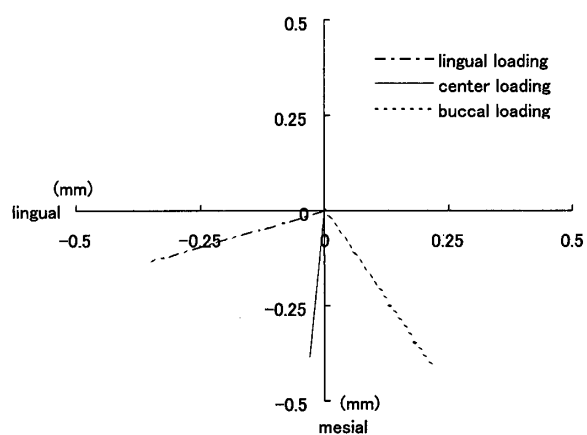


Fig. 9 Measurement results of horizontal movement on model 1 of 1/2 reduction.

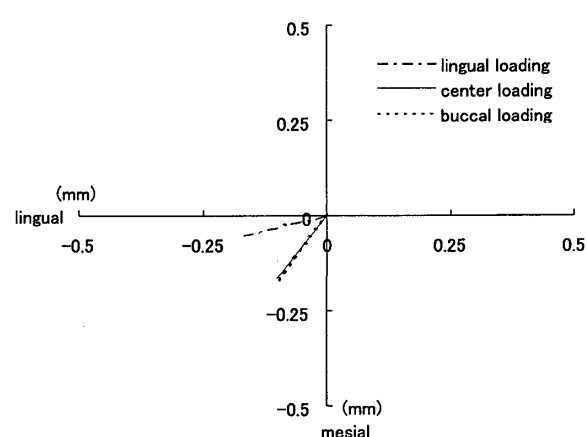


Fig. 12 Measurement results of horizontal movement on model 2 of 1/2 reduction.

Table 1 Abutment tooth movement for each prosthesis under lingual loading.

model type	height of alveolar bone portion		
	no reduction	1/4 reduction	1/2 reduction
1	0.12 (0.01)	0.25 (0.01)	0.40 (0.04)
2	0.10 (0.01)	0.18 (0.03)	0.18 (0.02)

( ) : SD

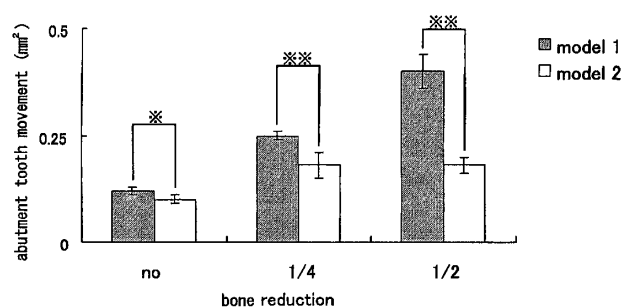


Fig. 13 Comparison of the 3-dimensional abutment tooth movement on the 3 types of bone reduction between model 1 and model 2 under lingual loading.

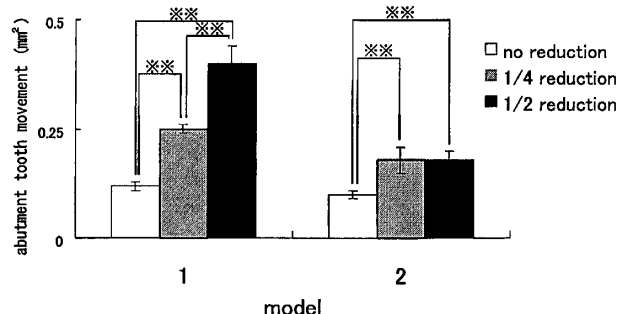


Fig. 14 Comparison of the 3-dimensional abutment tooth movement on the 2 types of partial denture design between bone reduction under lingual loading.

「1/2吸収」の場合は、各加重点とも近心舌側方向の変位を示したが、歯槽頂加重と頬側加重では舌側加重の場合よりも、やや近心寄りに変位する傾向がみられた (Fig. 10, 11, 12)。

以上の結果より、支台装置の如何に関わりなく支台歯は近心方向に変位することが示された。また、モデル1における支台歯の変位方向が加重する部位によって近心舌側方向から近心頬側方向へと広範囲に渡るのに対して、モデル2では加重点

Table 2 Abutment tooth movement for each prosthesis under center loading.

model type	height of alveolar bone portion		
	no reduction	1/4 reduction	1/2 reduction
1	0.09 (0.01)	0.21 (0.02)	0.39 (0.01)
2	0.11 (0.01)	0.13 (0.01)	0.20 (0.01)

( ) : SD

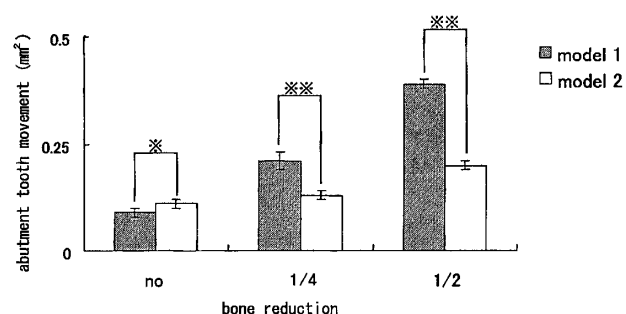


Fig. 15 Comparison of the 3-dimensional abutment tooth movement on the 3 types of bone reduction between model 1 and model 2 under center loading.

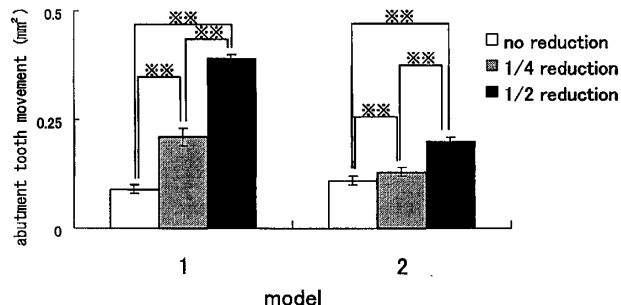


Fig. 16 Comparison of the 3-dimensional abutment tooth movement on the 2 types of partial denture design between bone reduction under center loading.

の如何に関わりなく、近心舌側方向のみの変位になることが示された。

## 2. 三次元的変位量の支台装置間の比較

### 1) 舌側加重

モデル1における舌側加重では「吸収なし」が  $0.12 \pm 0.01 \text{ mm}$ であったのに対して、「1/4吸収」では  $0.25 \pm 0.01 \text{ mm}$ 、「1/2吸収」では  $0.40 \pm 0.04 \text{ mm}$ であった。これに対して、モデル2では「吸収なし」が  $0.10 \pm 0.01 \text{ mm}$ とモデル1と同様の値を示したが、

Table 3 Abutment tooth movement for each prosthesis under buccal loading.

model type	height of alveolar bone portion (unit : mm)		
	no reduction	1/4 reduction	1/2 reduction
1	0.13 (0.04)	0.26 (0.04)	0.47 (0.02)
2	0.12 (0.03)	0.14 (0.01)	0.21 (0.02)

( ) : SD

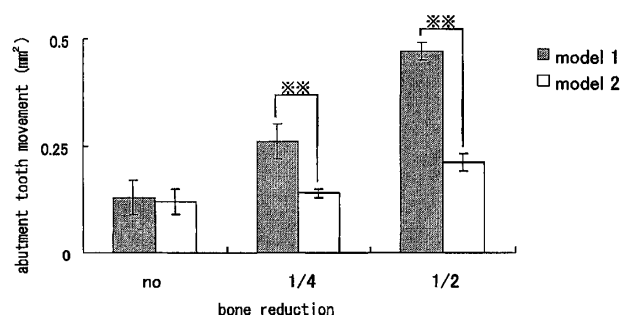


Fig. 17 Comparison of the 3-dimensional abutment tooth movement on the 3 types of bone reduction between model 1 and model 2 under buccal loading.

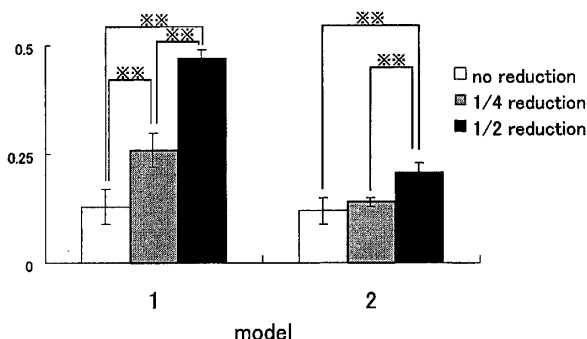


Fig. 18 Comparison of the 3-dimensional abutment tooth movement on the 2 types of partial denture design between bone reduction under buccal loading.

「1/4吸収」では $0.18 \pm 0.03$ mm, 「1/2吸収」では $0.18 \pm 0.02$ mmとモデル1よりも有意に小さな値を示した (Table 1, Fig. 13, 14)。

## 2) 歯槽頂加重

モデル1における歯槽頂加重では「吸収なし」が $0.09 \pm 0.01$ mm, 「1/4吸収」が $0.21 \pm 0.02$ mm, 「1/2吸収」が $0.39 \pm 0.01$ mmと歯槽骨の吸収量の増加に伴い, 支台歯の変位量が増加する傾向を示した。これに対してモデル2では「吸収なし」が $0.11 \pm$

Table 4 The change of the root surface area corresponding with the height of alveolar bone portion.

reduction		root surface area (unit : mm <sup>2</sup> )
no		283
1/4		187
1/2		111

0.01mmとモデル1と同様の値を示したが, 「1/4吸収」では $0.13 \pm 0.01$ mm, 「1/2吸収」が $0.20 \pm 0.01$ mmと, モデル1とは異なり, 歯槽骨の吸収量の増加に伴う支台歯の変位量の増加がみられず, 有意に小さな値を示した (Table 2, Fig. 15, 16)。

## 3) 頬側加重

モデル1における頬側加重では「吸収なし」が $0.13 \pm 0.04$ mmであったが, 「1/4吸収」では $0.26 \pm 0.04$ mm, 「1/2吸収」では $0.47 \pm 0.02$ mmと歯槽骨の吸収量が増加するほど支台歯の変位量は大きくなることが示された。これに対してモデル2では, 「吸収なし」が $0.12 \pm 0.03$ mmとモデル1と同様の値を示したが, 「1/4吸収」では $0.14 \pm 0.01$ mm, 「1/2吸収」では $0.21 \pm 0.02$ mmと, モデル1に比較して有意な値を示した (Table 3, Fig. 17, 18)。

以上の結果より, 歯槽骨の吸収が増加するに伴い, 支台歯の変位量は増加することが示された。また, その変位量は「吸収なし」ではモデル1とモデル2は同等であるのに対して, 歯槽骨の吸収が「1/4吸収」, 「1/2吸収」ではモデル2の方が小さな変位量になることが示された。

## 3. 歯根膜表面積と支台歯変位量

測定した支台歯の歯根膜表面積は, 「吸収なし」が $283\text{mm}^2$ , 「1/4吸収」が $187\text{mm}^2$ で「吸収なし」の66%, 「1/2吸収」は $111\text{mm}^2$ と「吸収なし」の39%の値であった (Table 4)。

歯槽骨の「吸収なし」における支台歯の変位量を1とした場合の, 「1/4吸収」と「1/2吸収」における変位量の比率を算定すると, モデル1の場合は, 舌側加重では1 : 2 : 3, 歯槽頂加重および頬側加重では1 : 2 : 4を示した。これに対して, モデル2の場合は, 舌側加重では1 : 1.8 : 1.8, 歯槽頂加重と頬側加重ではおよそ1 : 1.2 : 1.8を示した。

## 考 察

### 1. 実験用模型について

下顎遊離端義歯における支台歯の挙動を追究するためには、実験に用いる顎模型の顎堤形態、歯根膜および顎堤粘膜を如何に設定するかが課題となる。顎堤の形態については多くの報告<sup>17-19)</sup>がみられるが、顎模型に表現する場合には、顎堤の幅、高さ、顎堤の頬側面と舌側面の傾斜、および顎堤の近遠心的傾斜の各要素を設定することが必要となる。さらに、今回の実験では歯槽骨の吸収に伴う顎堤形態の変化をも考慮しなければならない。しかし、これらの顎堤形態を決定する要素を生体と同様にシミュレートすることは不可能であり、研究の目的に相応した要素を選択して設定することにより、目的に則した明確な結果が導かれるものと考えた。本研究では、歯槽骨の吸収程度が支台歯の変位に及ぼす影響を検討することに主眼を置いているので、結果に及ぼす顎堤形態の因子を除くため、歯槽骨の吸収程度に係わらず顎堤形態は同一形態に設定した。

次に、顎模型に与える軟組織についてであるが、生体をシミュレートするには疑似歯根膜と疑似粘膜を付与する必要がある。生体における歯根膜の厚さは部位によって異なるが、Carranza<sup>20)</sup>は0.13~0.21mm、Lindhe<sup>21)</sup>は0.25~0.35mmであると述べている。また、顎粘膜の厚さは部位による違いがみられ、Silverman<sup>22)</sup>によると平均3.7mmである。しかし、本研究に用いた顎模型に対して、部位ごとに異なる厚さの疑似歯根膜や疑似粘膜を付与することは困難である。そこで、疑似粘膜については、顎堤粘膜の被圧変位量は部位に係わらず一定であると仮定して、義歯床の変位に伴う支台歯の挙動を測定することにし、顎堤粘膜は均一に厚さ3mmとした。また、支台装置の違いによる支台歯の挙動を捉えるためには、支台歯が歯槽窩の影響を受けることなく変位する環境を設定することが有効であると考えた。そこで、疑似歯根膜は生体の厚さの約2倍の0.7mmとし、歯根の全周を均一な厚さの疑似歯根膜で被覆した。

### 2. 歯槽骨吸収による影響について

支台歯の支持能力は、歯冠歯根比、歯根形態、

歯根膜表面積により評価され、歯冠歯根比に関しては1:2の関係であることが理想とされている<sup>23)</sup>。しかし、日本人の歯を測定した藤田<sup>24)</sup>によると、犬歯および小臼歯の歯冠歯根比が1:2になることはなく、おおよそ2:3の比率であることが示されている。したがって、現実的な歯冠歯根比は2:3ということになるが、この比率はあくまで健全な歯槽骨を有する歯列においての関係であり、大臼歯が欠損すると、欠損に隣接する残存歯の欠損側歯槽骨が吸収するため、この関係は必ずしも成立しない。歯槽骨の吸収程度に対する歯根膜表面積を計測した長田ら<sup>25)</sup>は、歯槽骨が1/4吸収すると、小臼歯部の歯根膜表面積は約70%に減少し、1/2吸収では約40%にまで減少することを報告している。小臼歯部の歯槽骨が1/4吸収したときの歯根膜表面積は、前歯部の値に匹敵することから、支持能力は極端に低下することが考えられる。そこで、本研究では吸収程度と歯根膜表面積の割合を長田ら<sup>25)</sup>の報告と同程度に設定して、吸収程度と支台歯の変位量の比較を行った。その結果、直接支台装置をエーカークラスプにした場合は、「吸収なし」の支台歯変位量を1としたときの「1/4吸収」における支台歯の変位量は2倍になることが示された。また、「1/2吸収」では舌側加重で約3倍、頬側加重と歯槽頂加重では約4倍の変位量になることが示された。このように、歯根膜表面積が減少する割合に比較し、支台歯変位量の増加する割合が大きくなることは、支台歯の保護を重視した設計が必要であることを示唆している。一方、RPIクラスプの場合は、舌側加重では1:1.8:1.8、歯槽頂加重と頬側加重ではおおよそ1:1.2:1.8と、エーカークラスプの場合に比較して、歯槽骨の吸収程度の影響が少ないことが示された。これは、RPIクラスプは加重により義歯床が沈下するとIバーの鉤尖が歯面から離れて側方力が働きにくい設計であること、今回の結果からも明らかなように支台歯の変位方向が近心舌側方向に限定されること、などが関与したものと考えられる。

### 3. 支台歯の変位方向について

支台歯の近遠心的変位方向について、Osborneら<sup>26)</sup>、Miller<sup>27)</sup>、Hendersonら<sup>28)</sup>は、直接支台装



置がエーカースクラスプの場合は、義歯に咬合力が加わると義歯はレストを支点として回転し、支台歯は遠心方向に傾斜すると述べている。その結果、歯槽窩の歯頸側では近心に、根尖部では遠心に張力が働き、その反対側には圧縮力が働くことになる。この力が生体の許容範囲を超えると、歯根膜には破壊的影響が生じ、支台歯は病的動揺を来すことを報告している。今回の結果は、これらの報告とは異なり、加重点に関わりなく近心方向に変位することが示された。このような義歯の挙動は顎堤の傾斜と関連があり、Christidouら<sup>29)</sup>は顎堤の遠心部が後上方に傾斜している場合は、義歯床が近心に推進することを報告し、木場ら<sup>30)</sup>は、支台歯より遠方部に荷重を加えると、義歯床は近心に移動することを報告している。また、顎堤の傾斜程度との関連について、Feingoldら<sup>31)</sup>は、顎堤の傾斜度が $10^{\circ}$ 以下の場合は支台歯が遠心方向に変位するが、それを越えた場合は近心方向に変位すると報告している。本研究では、第2小臼歯遠心隣接面から12mm遠位に設定した加重点の直下の顎堤は咬合平面と平行に形成したが、これより後方はレトロモローパッドの前縁に向かって傾斜を与えている。この顎堤の傾斜の影響で、加重により義歯床が近心方向へ推進する力が発生することから、全ての加重点で支台歯が近心方向に変位したものと考えられる。

一方、RPIクラスプはIバーの設計が支台歯に側方力を働きにくくしていること、近心レストが咬合力のベクトルが支台歯の近心方向にあることによるものと考えられる。

また、支台歯の頬舌的方向への変位をみると、エーカースクラスプの場合は、舌側加重と歯槽頂加重では舌側方向に変位し、頬側加重では頬側方向への変位がみられた。これに対してRPIクラスプの場合は、舌側加重では吸収程度に関わりなく舌側方向へ変位し、歯槽頂加重と頬側加重では「1/4吸収」の場合よりも「1/2吸収」の場合の方がより正中に向かった変位が示されたが、エーカースクラスプの場合と異なり、頬側方向への変位は認められなかった。RPIクラスプの場合、舌側加重により義歯床が舌側に向かって回転する力を受け、近心舌側に設けられた咬合面レストを通

して、支台歯を舌側に傾ける力が働いたことは容易に理解できる。また、歯槽頂加重では、義歯床を咬合面に対して垂直方向に沈下させる力が働く。しかし、咬合面レストが近心舌側に設置されているため、支台歯に伝わる力の方向は、やや舌側に傾いた方向になる。このことが、支台歯を舌側に変位させた理由といえる。

これらに対して、頬側加重の場合は、義歯床を頬側方向に回転する力が働くにも関わらず、支台歯は舌側方向寄りに変位した。これは、「吸収なし」の場合は、義歯床に頬側方向の回転力が加わったとしても、咬合面レストが舌側寄りに設置されていること、支台歯の歯軸が舌側にやや傾斜していること、および支台歯に加わる側方力に対して頬側歯槽骨が抵抗することなどにより、支台歯を頬側寄りに変位させる力とはなり得なかったものと考えられる。しかし、歯槽骨の吸収を「1/4吸収」、「1/2吸収」と増加させると、支台歯は舌側方向への変位が小さくなり、近心方向への変位が大きくなった。「吸収なし」の場合は、義歯床を頬側に回転させようとする力が支台歯に伝達されていたとしても、頬側の歯槽骨によって力の働きが抑制される。しかし、側方力に抵抗していた歯槽骨が失われたため、支台歯は頬側寄りに変位することが可能になったことに起因していると考えられる。歯槽骨の吸収程度が「1/2吸収」の場合には、義歯床を頬側に回転させようとする力と、近心舌側に設置された咬合面レストを通じて舌側に傾斜させようとする力が均衡したことにより、頬舌側への偏りの少ない変位を示したものと考えられる。

#### 4. 支台歯の変位量について

各加重点における支台歯の変位量をみてみると、エーカースクラスプの場合は、「吸収なし」と「1/4吸収」における歯槽頂加重の変位量が、頬側加重と舌側加重に比較し小さな値を示した。これは、舌側加重と頬側加重の場合は、加重により義歯床は顎堤の頬舌的形態に沿ったスベリが生じ易いのに対して、歯槽頂を加重した場合は義歯床の垂直方向への変位が中心となり、顎堤とのスベリが起きにくいことが要因であると考えられた。頬側加重の場合は、舌側加重と歯槽頂加重に比較して支

台歯の変位量が大きな値を示した。これは、舌側加重の場合は間接支台装置や大連結子により義歯床の動きが抑制されるのに対して、頬側加重の場合はクラスプの鉤腕のもつ弾性のため、義歯床が顎堤の斜面に沿って変位しやすいことが考えられる。これに対してRPIクラスプの場合は、歯槽骨吸収の増加に伴う変位量の増加はみられるものの、その割合はエーカースクラスプの場合よりも少ないことが示された。これは、前述したようにRPIクラスプは義歯床の沈下に伴い、Iバーが歯面から離れるため側方力が働きにくい設計であること、近心レストにより咬合力は近心方向へのベクトルになることの理由によるものと考えられた。

### 結 論

下顎片側遊離端義歯の支台歯が直接支台装置の違いと周囲歯槽骨の吸収によりどのような挙動を示すかを検討し、次の結論を得た。

1. 近遠心的変位方向は、直接支台装置がエーカースクラスプの場合とRPIクラスプの場合の両者とも、加重点に関わりなく近心方向であった。

2. 頬舌的変位方向は、エーカースクラスプの場合は頬側加重により頬側方向への変位を示したが、RPIクラスプの場合は頬側加重であっても舌側方向であった。

3. 支台歯の変位量は歯槽骨の吸収に伴い増加する傾向を示したが、RPIクラスプの場合にはエーカースクラスプの場合よりも変位量の増加する割合が少なかった。

以上のことから、下顎片側遊離端義歯の設計では、直接支台装置としてRPIクラスプを選択することの優位性を示す根拠が明らかとなった。

### 謝 辞

稿を終えるに臨み、終始ご懇篤なるご指導とご高閲をいただきました奥羽大学歯科補綴学講座清野和夫教授に深甚なる感謝の意を表します。また、本研究の遂行に当たりご協力いただきました歯科補綴学講座教室員各員の皆様に感謝いたします。

本論文の要旨は第34回奥羽大学歯学会（平成14年11月9日 郡山市）において発表した。

### 文 献

- 1) Tebrock, O. C., Rohen, R. M., Fenster, R. K. and Pelleu, G. B. : The effect of various clasping system on the mobility of abutment teeth for distal-extension removable partial dentures. *J Prosthet Dent* **41** ; 511-516 1979.
- 2) Browning, J. D., Meadors, L. W. and Eick, J. D. : Movement of three removable partial denture clasp assemblies under occlusal loading. *J Prosthet Dent* **55** ; 69-74 1986.
- 3) Browning, J. D., Jameson, W. E., Stewart, C. D., McGarrah, H. E. *et al* : Effect of positional loading of three removable partial denture clasp assemblies on movement of abutment teeth. *J Prosthet Dent* **55** ; 347-351 1986.
- 4) Eick, J. D., Browning, J. D., Stewart, C. D. and McGarrah, H. E. : Abutment tooth movement related to fit of a removable partial denture. *J Prosthet Dent* **57** ; 66-72 1987.
- 5) Browning, J. D., Eick, J. D. and McGarrah, H. E. : Abutment tooth movement measured in vivo by using stereophotogrammetry. *J Prosthet Dent* **57** ; 323-328 1987.
- 6) Chou, T. M., Eick, J. D., Moore, D. J. and Tira D. E. : Stereophotogrammetric analysis of abutment tooth movement in distal-extension removable partial dentures with intracoronal attachments and clasps. *J Prosthet Dent* **66** ; 343-349 1991.
- 7) 野川哲義：有限要素法による遊離端義歯の力学的研究 第2報 レストの設定位置と顎堤粘膜の被圧変位性の違いによる応力分布への影響。補綴誌 **33** ; 1313-1327 1989.
- 8) 野村賢介：片側性遊離端義歯の直接維持装置が荷重時に鉤歯および歯槽骨に与える影響—三次元光弾性実験による応力解析—。補綴誌 **37** ; 1212-1222 1993.
- 9) 鈴木恭典, 大久保力廣, 栗原大介, 中山 昇ほか：義歯の構造が負担圧配分に及ぼす影響に関する実験的研究—支台装置が異なる場合—。補綴誌 **40** ; 512-523 1996.
- 10) 山内一郎, 神永美穂子：両側遊離端義歯の設計差が支台歯と床下組織の咬合圧配分に及ぼす影響。神奈川歯学 **31** ; 350-362 1997.
- 11) 斉藤正恭, 三浦美文, 野谷健治, 相澤 隆ほか：クラスプ形態が支台歯と顎堤の荷重分散および義歯床の変位に与える影響。補綴誌 **42** ; 641-648 1998.
- 12) 西田 圭, 小野高裕, 野首孝祠：下顎片側遊離端欠損症例における垂直荷重時の義歯床の回転。補綴誌 **43** ; 830-838 1999.
- 13) 長岡英一：有床義歯補綴治療における顎堤形態と顎堤粘膜の診断。補綴誌 **46** ; 12-27 2002.
- 14) 金澤 毅：部分床義歯の床荷重時における維持

- 歯の挙動について — 鉤形態の影響 —. 愛院大歯誌 **30**; 195-212 1992.
- 15) 古関 望：片側遊離端義歯においてクラスプのデザインが支台歯の挙動に及ぼす影響. 九州歯会誌 **50**; 532-548 1996.
- 16) Krol, A. J. : RPI (rest, proximal plate, I-bar) clasp retainer and its modifications. Dent Clin N Am **17**; 631-649 1973.
- 17) 前田睦夫, 宮崎忠之, 佐藤元昭, 李 英祥ほか：抜歯後の顎堤の形態変化について. 歯科医学 **33**; 563-572, 1970.
- 18) 三輪悦子, 高橋宏嘉, 椎名順朗, 森戸光彦ほか：下顎顎堤の大臼歯部断面形態の計測について. 補綴誌 **25**; 605-610 1981.
- 19) 影山勝保, 伊藤一三：顎堤の形態学的研究—特に下顎骨臼歯部について—. 奥羽大歯学誌 **28**; 325-335 2001.
- 20) Carranza, F. A. : Glickman's clinical periodontology. Chapter 2 41, W. B. Saunders Co. Philadelphia 1979.
- 21) Lindhe, J. (岡本 浩監訳) : 1・2 歯根膜 Textbook of clinical periodontology (Lindhe臨床歯周病学). 25-31 医歯薬 東京 1986.
- 22) Sillverman, S. I. : Dimensions and displacement patterns of posterior palate seal. J Prosthet Dent **25**; 470-488 1971.
- 23) 保母須弥也, Shillingburg H. T. Whitsett L. D. : 歯冠補綴学. 15-21 クインテッセンス出版 東京 1978.
- 24) 藤田恒太郎, 桐野忠大：歯の解剖学 第21版. 47-87 金原出版 東京 1976.
- 25) 長田 豊, 小田 茂, 飯田美智子, 田口章太ほか：歯根表面積に関する研究 第2報 歯周組織の減少とそれに対応した歯根表面積の変化. 日歯周誌 **24**; 293-298 1982.
- 26) Osborne, J. and Lammie, G. A. : Partial dentures 3rd ed. 229-235 Blackwell Scientific Publications LTD Oxford 1968.
- 27) Miller, E. L. : Removable partial prosthodontics. 143-146 Williams & Wilkins Co. Baltimore 1972.
- 28) Henderson, D. and Steffel, V. L. : McCracken's removable partial prosthodontics 5th ed. 117-121 Mosby Saint Louis 1977.
- 29) Christido, L., Osborne, J. and Chamberlain, J. B. : The effects of partial denture design on the mobility of abutment teeth. Brit dent J; 9-16 1973.
- 30) 木場秀隆, 佐竹宣哲, 水流和徳, 木下智恵ほか：無歯部顎堤の違いによる鉤歯の挙動—クラスプデザインの影響—. 補綴誌 **43**・**101**特別号; 148 1999.
- 31) Feingold, G. M., Grant, A. A. and Johnson, W. : The effect of variation of residual ridge angle on partial denture abutment tooth movement. J Oral Rehabil **15**; 379-384 1988.
- 著者への連絡先：島崎政人, (〒963-8611) 郡山市富田町字三角堂31-1 奥羽大学歯学部歯科補綴学講座  
Reprint requests : Masato SHIMAZAKI, Department of Prosthetic Dentistry, Ohu University School of Dentistry  
31-1 Misumido, Tomita, Koriyama, 963-8611, Japan