

下顎片側遊離端義歯における支台歯の挙動に 対する双子鉤の効果

浅井 政一

Effect of Embresure Clasp on Abutment Tooth Movement of Lower Distal-extension Removable Partial Denture

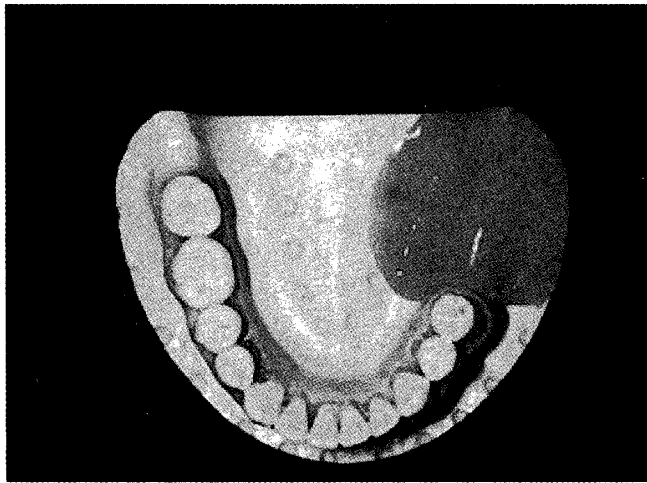
Masakazu ASAI

This study was carried out to find out whether embresure clasp has a support ability on the movement of an abutment tooth of the partial denture under the condition of alveolar bone resorption. 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' clasp or embresure 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 tooth was set in two positions, which were at no reduction and 1/4 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:

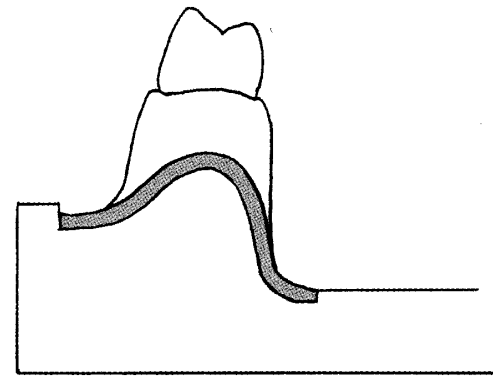
1. The direction of abutment tooth movement by the load was mesial when observed in the mesio-distal direction.
2. When observed in the bucco-lingual direction, the abutment tooth movement on both direct retainer was mesio-lingual direction under the alveolar ridge crest load and the lingual load respectively, but the one under the buccal load showed mesio-buccal movement.
3. Abutment tooth movement increased according to the reduction of the alveolar bone portion. The distance of abutment tooth movement with embresure clasp was smaller than that with Akers' clasp.

These results suggested that embresure clasp would be efficient as a direct retainer for the abutment tooth under the condition of alveolar bone resorption.

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



a



b

Fig.1 Experimental model (a) and frontal section of residual ridge (b).

緒 言

部分床義歯の設計に際しては、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ことが要求される。特に、下顎片側遊離端義歯においては、歯根膜と顎堤粘膜の被圧変位量が異なることから、残存組織の保護をはかるために、咬合力の均等配分と支台歯の負担軽減等に配慮する必要がある。この観点から、遊離端義歯における支台歯の挙動¹⁻⁶⁾、支台歯の機能圧分布⁷⁻¹⁰⁾、義歯床の変位^{11,12)}および顎堤形態の影響¹³⁾等に関する研究が行われ、遊離端義歯の支台装置に対しては、近心レストの設置やRPIクラスプの応用が有効であることが報告されてきた¹⁴⁻¹⁶⁾。しかし、これらの報告は支台歯周囲組織が健全であることを前提としており、臨床で遭遇する歯槽骨吸収に伴う支持能力の低下した条件に対しては考察されていない。

一方、義歯床の動揺を抑制するためには、支台歯を前方歯群と連結固定することが有効であるとする考え方もあり、その一次固定効果は実験的に証明されている^{17,18)}。しかし、支台歯の一次固定には歯冠修復を要することから、失活歯に対しては積極的に応用可能なものの、健全な歯冠形態を有する生活歯に対しては、支台歯形成による歯質への侵襲を最小限に抑えるという観点から適応が制限される。そこで、支台歯の支持能力が低下した症例に対しては、支台歯の二次固定効果を期待

した支台装置が選択されることになり、その1つに双子鉤がある。Osborn and Lammie¹⁹⁾は双子鉤を支台歯の固定法として、あるいは荷重を広範囲に分散する方法として記載している。また、Spiekerman and Grandler²⁰⁾や田中ら²¹⁾は両側遊離端義歯の動揺を抑制する方法として双子鉤の応用を推奨している。これらは、双子鉤の把持効果により遊離端部の水平移動を抑制しようとする考え方である。これらの報告は、双子鉤に対して二次固定効果を期待したものであるが、その効果については実験的に証明されていない。

そこで、本研究では下顎片側遊離端義歯に対する双子鉤の有効性ととともに、支持能力が低下した支台歯の動揺に対する双子鉤の抑制効果を検証することを目的とした。

材料と方法

1. 実験用模型

実験用模型は $\overline{67}$ 欠損を想定した顎模型(18-OHP-8:ニッシン)を原型として、実験用モデルを製作した。支台歯には解剖学的形態を付与したエポキシ樹脂製の既製人工歯を用いた。欠損部歯槽突起の形態は、第一大臼歯相当部を咬合平面と平行にし、臼後隆起に向かって徐々に傾斜した形態を常温重合レジンを用いて形成した。歯槽突起の高さは、支台歯の歯根長 $1/2$ とし、前頭断的には凸面になるように形成し、舌側へは小臼歯部からの移行形態に、頬側へは頬棚に向かっ

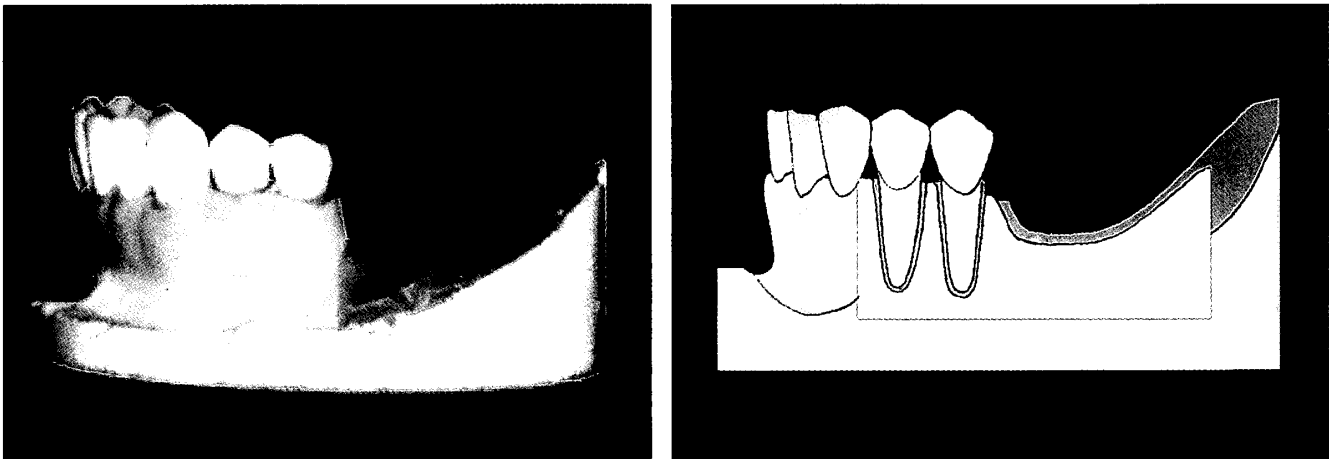


Fig.2 Design of residual ridge, imitated alveolar periodontium and residual mucous membrane.

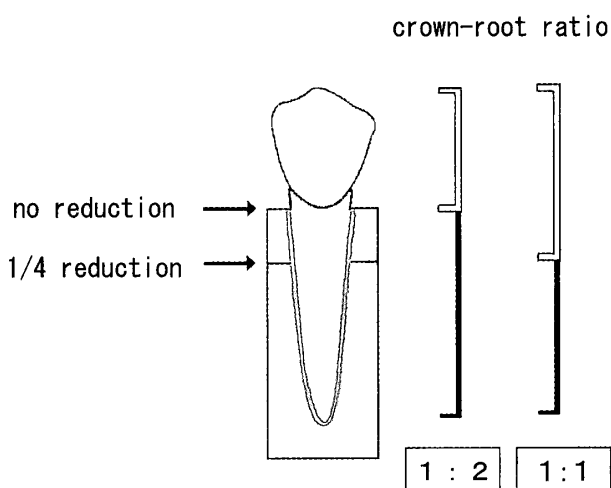


Fig.3 Sagittal section of the alveolar bone around the abutment tooth.

The height of alveolar bone was set in two conditions, which no and 1/4 reduction.

て移的に形態付与した (Fig. 1)。全ての支台歯には、厚さ0.7mmの疑似歯根膜を付与し、顎堤は厚さ3.0mmの疑似粘膜で被覆した (Fig. 2)。これらの材料には、裏層用シリコンラバー (リライエクストラソフト：ジーシー) を用いた。

咬合面のレスト座は双子鉤を設置する支台歯には $\overline{4}$ の遠心と $\overline{5}$ の近心に、間接支台装置を設置する $\overline{4}$ には近心に、 $\overline{7}$ には遠心に形成した。レスト座の形態は深さ1mmで幅2.5mm、長さ3mmのスプーン状とした。

ガイドプレーンは $\overline{5}$ と $\overline{7}$ の遠心面に上下の幅が2mmで、咬合面側からみて歯冠の彎曲に一致さ

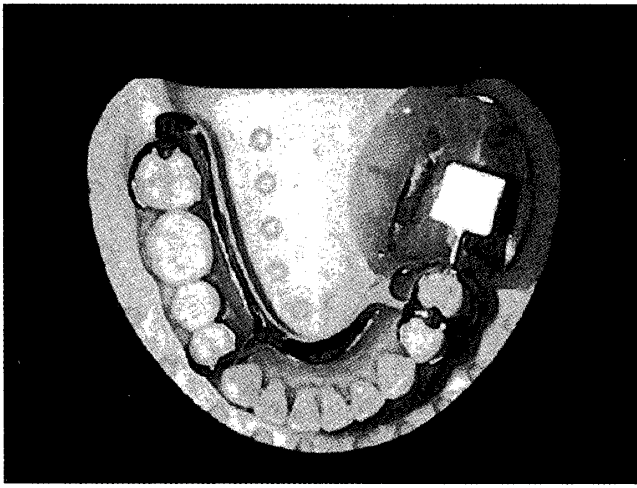
せた曲面に形成した。また、小連結子の走行する歯面には義歯の着脱方向と平行な面を形成した。

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」とした。この設定方法により、歯冠歯根比は「吸収なし」が $1:2$ 、「 $1/4$ 吸収」が $1:1$ に設定されたことになる (Fig. 3)。

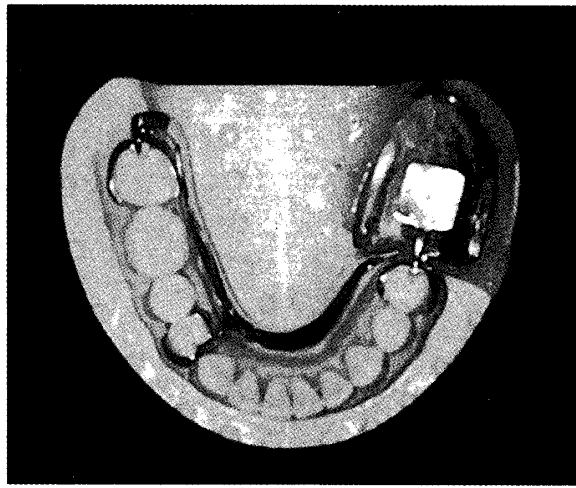
2. 実験用義歯の設計と製作

実験用義歯は直接支台装置をエーカースクラップとした場合をコントロール群とし、双子鉤を設置した場合を実験群とした。実験群の設計は、直接支台装置として双子鉤を設置し、間接支台装置として、 $\overline{4}$ に近心レストを持つエーカースクラップを、 $\overline{7}$ に遠心レストを持つエーカースクラップを設置した (Fig.4-A)。コントロール群の設計は、直接支台装置として $\overline{5}$ にエーカースクラップを設置し、間接支台装置は実験群と同様の設計とした (Fig.4-B)。大連結子は断面の寸法を幅5mm、厚さ1.9mmとし、断面が半洋梨状を呈する鑄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した。各条件の設計に従いワックスアップを行った



A



B

Fig. 4 The designs of the experimental removable partial dentures.
An embossed clasp (A) and an Akers' clasp (B) were used as the direct retainer.

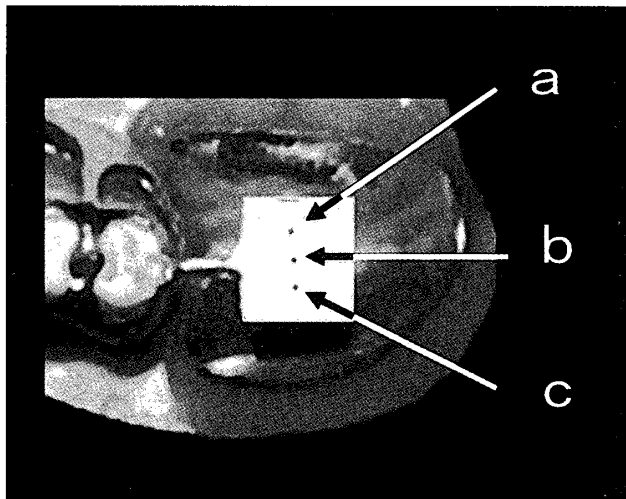


Fig. 5 Loading points on the experimental denture base simulating a free-end saddle.
a : lingual point, b : crest point, c : buccal point

後、通法に則り遠心加圧吸引鑄造機(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)にて鑄造した。鑄造体を掘り出し、粒径70 μ mの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。鑄造体のスプルー線を切断して形態修正を施し、粒径125 μ mのアルミナ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 $\sqrt{6}$ の咬合面遠心部を想定し、 $\sqrt{5}$ の遠心面から12mm遠位の荷重板上に、欠損部顎堤頂を垂直的に加重するb点(以下、歯槽頂加重点)を設定した。さらに、このb点で顎堤頂と直交する

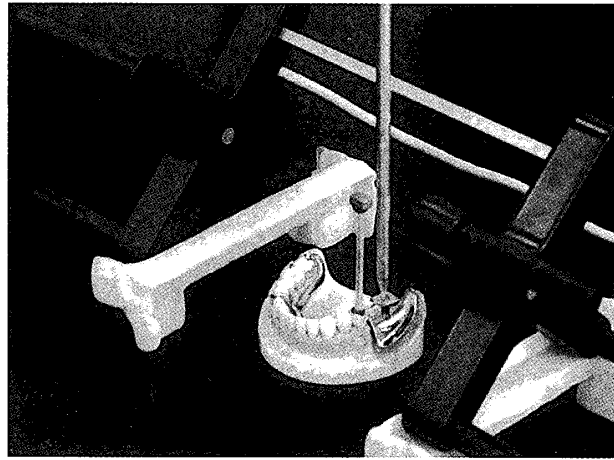


Fig. 6 The loading apparatus and measuring device using the Sirognatho Analyzing System.

線上において、b点から2mm舌側寄りのa点(以下、舌側加重点)と2mm頬側寄りのc点(以下、頬側加重点)の3点を設定した(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(カノーパス電子、東

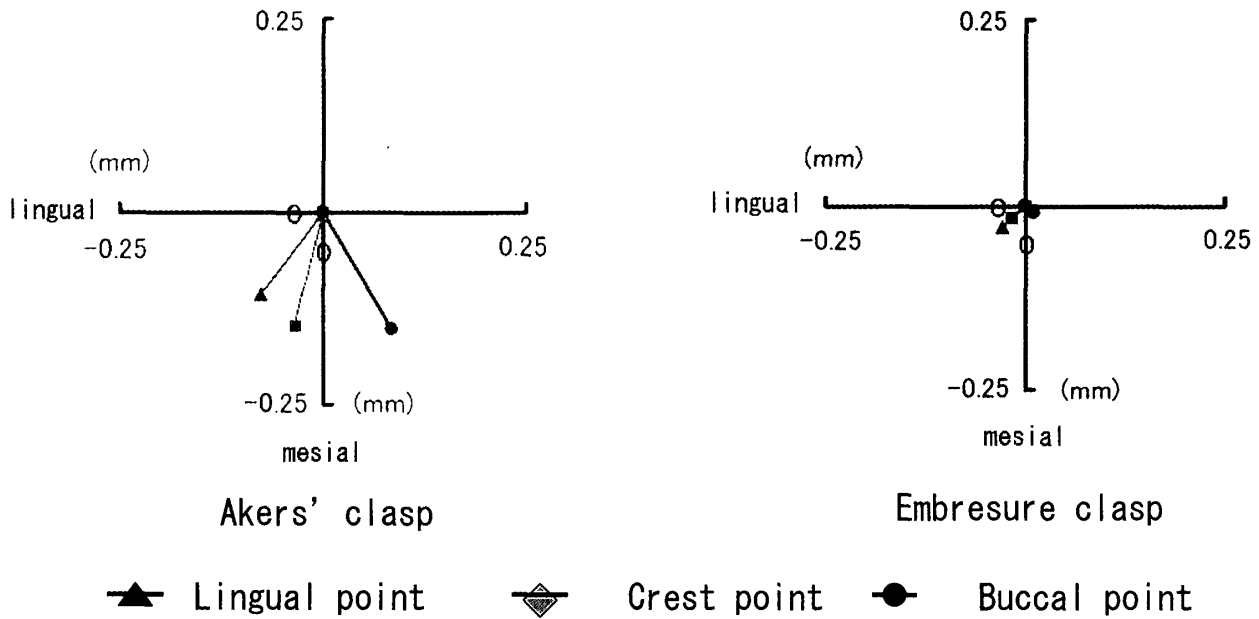


Fig.7 Direction and magnitude of abutment tooth movement on the condition of no reduction of the alveolar bone.

京歯科産業)を用いた。測定方法は、先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、2 Kgf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、三次元的変位量は各座標点の平方根より求めた値を、支台歯が変位した距離と定めて示した。測定は各条件において10回とした。

5. 統計処理

測定値の統計処理は、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Sheffeの多重比較を用いた。

結 果

1. 水平面における支台歯の変位方向

1) 歯槽骨「吸収なし」

コントロール群であるエーカースクラップを設置した支台歯の変位方向をみると、歯槽頂加重は近心方向でやや舌側寄りであった。舌側加重では近心方向を示したが歯槽頂加重に比較し舌側寄りに変位した。これに対して頬側加重では近心頬側方向を示した。

実験群である双子鉤を設置した支台歯の変位方向は、歯槽頂加重と舌側加重の場合、近心舌側方向でほぼ同一方向に変位した。コントロール群と比較すると、歯槽頂加重による変位方向はより舌側方向を示した。これに対して頬側加重では近心頬側方向に変位した (Fig. 7)。

2) 歯槽骨「1/4吸収」

エーカースクラップを設置した支台歯においては、歯槽頂加重と舌側加重で両者とも近心舌側方向に変位したが、変位方向は「吸収なし」の場合よりも舌側寄りであった。頬側加重では近心頬側方向を示したが、「吸収なし」に比較して舌側方向寄りであった。

実験群では、歯槽頂加重と舌側加重の場合は近心舌側方向でほぼ同一方向に変位したが、その方向は「吸収なし」とほぼ同一であった。頬側加重では「吸収なし」と同様に近心頬側方向に変位した (Fig. 8)。

以上の結果より、支台装置の如何に関わりなく

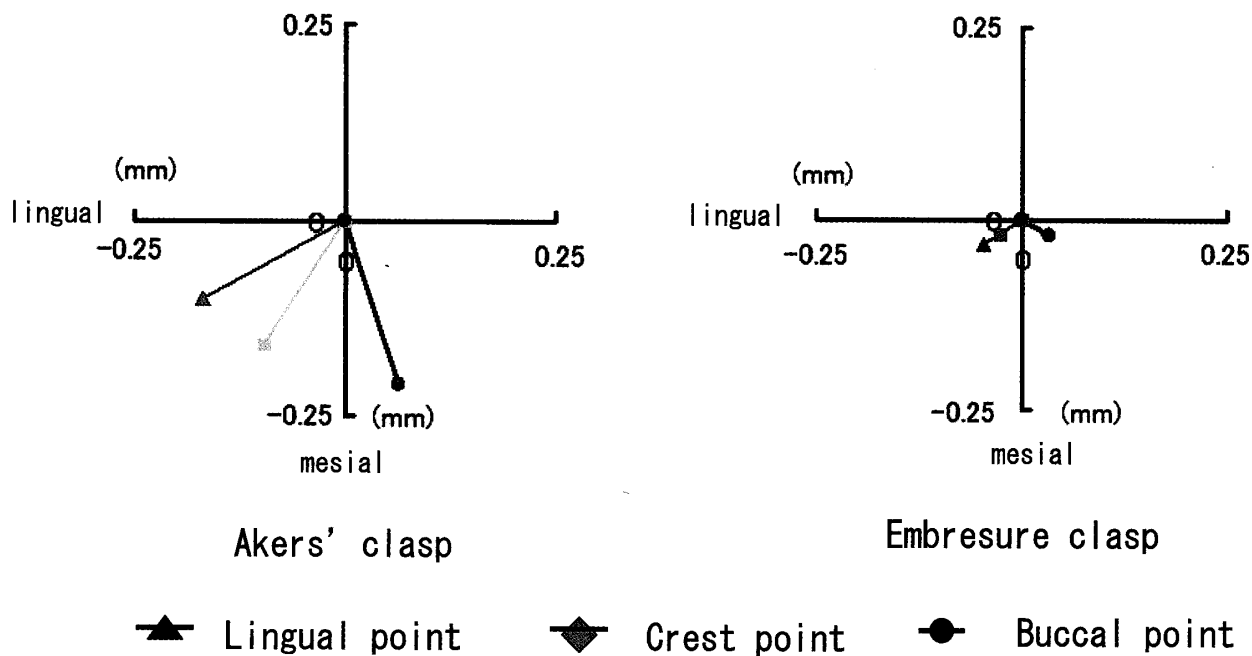


Fig.8 Direction and magnitude of abutment tooth movement on the condition of 1/4 reduction of the alveolar bone.

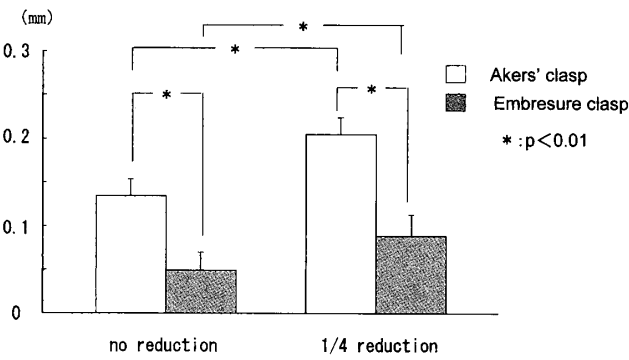


Fig.9 Comparison of the abutment tooth movement on the two types of bone reduction under the lingual loading.

エーカースクラスプの場合が $0.21 \pm 0.02\text{mm}$ 、双子鉤の場合が $0.09 \pm 0.03\text{mm}$ と双子鉤の方が有意に小さな値を示した。「吸収なし」と「1/4吸収」を比較すると、エーカースクラスプと双子鉤の両者とも「1/4吸収」の場合の方が有意に大きな値を示した (Fig. 9)。

これらのことから、舌側加重では歯槽骨の吸収に伴い支台歯の変位量が大きくなるが、双子鉤を設置した場合は変位量が少なく、支台歯の動揺を抑制する効果のあることが示された。

2) 歯槽頂加重

歯槽骨の「吸収なし」の条件において、コントロール群であるエーカースクラスプを設置した支台歯の変位量は $0.15 \pm 0.01\text{mm}$ を示した。これに対して、実験群である双子鉤を設置した支台歯の変位量は $0.06 \pm 0.02\text{mm}$ と有意に小さな値を示した。また、歯槽骨を「1/4吸収」させた条件では、エーカースクラスプの場合が $0.19 \pm 0.02\text{mm}$ 、双子鉤の場合が $0.07 \pm 0.01\text{mm}$ と双子鉤の方が有意に小さな値を示した。「吸収なし」と「1/4吸収」を比較すると、エーカースクラスプを設置した場合は、「1/4吸収」において有意に大きな変位量を示したが、双子鉤の場合は統計学的有意差が認められなかった (Fig.10)。

支台歯は近心方向に変位することが示された。また、歯槽頂加重と舌側加重では近心舌側方向を示すのに対して、頬側加重の場合は近心頬側方向を示すことが示された。

2. 支台歯の三次元的変位量

1) 舌側加重

歯槽骨の「吸収なし」の条件において、コントロール群であるエーカースクラスプを設置した支台歯の変位量は $0.13 \pm 0.02\text{mm}$ を示した。これに対して、実験群である双子鉤を設置した支台歯の変位量は $0.05 \pm 0.02\text{mm}$ と有意に小さな値を示した。また、歯槽骨を「1/4吸収」させた条件では、

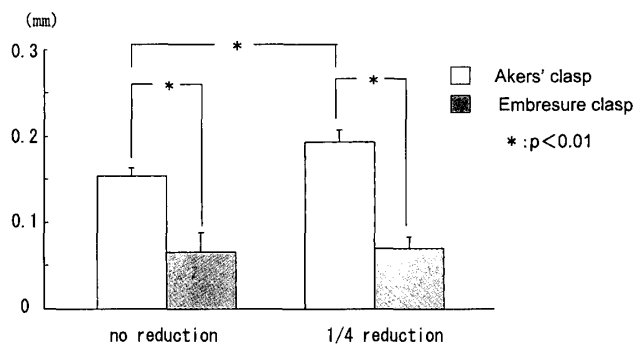


Fig.10 Comparison of the abutment tooth movement on the two types of bone reduction under the alveolar crest loading.

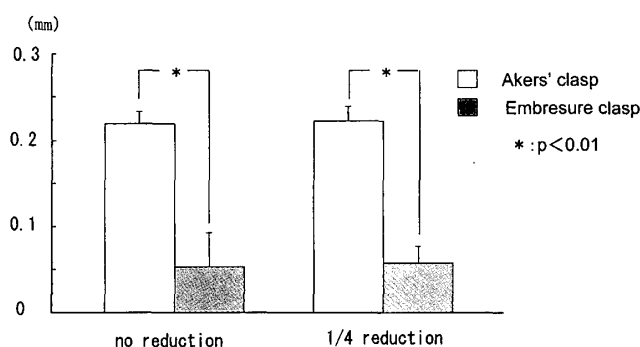


Fig.11 Comparison of the abutment tooth movement on the two types of bone reduction under the buccal loading.

これらのことから、歯槽頂加重では双子鉤を設置した支台歯の変位量に及ぼす歯槽骨吸収の影響はなく、双子鉤の支台歯動揺に対する抑制効果が示された。

3) 頬側加重

歯槽骨の「吸収なし」の条件において、コントロール群であるエーカースクラスプを設置した支台歯の変位量は 0.22 ± 0.01 mmを示した。これに対して、実験群である双子鉤を設置した支台歯の変位量は 0.05 ± 0.04 mmと有意に小さな値を示した。また、歯槽骨を「1/4吸収」させた条件では、エーカースクラスプの場合が 0.22 ± 0.02 mm、双子鉤の場合が 0.06 ± 0.02 mmと双子鉤の方が有意に小さな値を示した。「吸収なし」と「1/4吸収」を比較すると、エーカースクラスプと双子鉤の両者とも統計学的有意差は認められなかった (Fig. 11)。

これらのことから、頬側加重では支台歯の変位

量に及ぼす歯槽骨吸収の影響はなく、双子鉤の支台歯動揺に対する抑制効果が示された。

以上の結果より、コントロール群のエーカースクラスプでは舌側加重と歯槽頂加重において歯槽骨吸収の影響が現れたが、頬側加重では変化が認められなかった。これに対して、実験群の双子鉤では、舌側加重のみにおいて歯槽骨吸収の影響が認められたが、支台歯の変位量はコントロール群に比較して極めて小さく、支台歯動揺に対する双子鉤の抑制効果が実証された。

考 察

1. 実験装置について

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と実験用義歯の設計が重要となる。顎模型では顎堤形態、歯根膜および顎堤粘膜の設定が対象となる。顎模型に設定する顎骨形態は顎骨の幅、高さ、顎骨の頬側面と舌側面の傾斜、および顎骨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吸収に伴う顎骨形態の変化をも考慮しなければならない。しかし、これらの要素を生体と同一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、歯槽骨の吸収が支台歯の変位に及ぼす影響が検討課題の1つになっていることから、データに及ぼす顎骨形態の因子を除くため、歯槽骨の吸収程度に係わらず顎骨形態は同一形態に設定した。

次に、支台歯の挙動を計測するためには疑似歯根膜と疑似粘膜を付与する必要がある。歯根膜の厚さについて、Carranza²²⁾は $0.13 \sim 0.21$ mm、Lindhe²³⁾は $0.25 \sim 0.35$ mmであると報告している。本研究においては、歯槽窩の影響を受けることなく支台歯が変位する環境を設定することから、疑似歯根膜は生体の歯根膜の厚さの約2倍とし、疑似歯根膜を支台歯の全周にわたり均一な厚さとなるように設定した。顎堤粘膜については、Silverman²⁴⁾によると生体における厚さが平均 3.7 mmであり、部位により厚さが異なるといわれている。しかし、顎模型に対して部位ごとに異

なる厚さの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、疑似顎堤粘膜は均一に厚さ3mmとした。

実験用義歯の設計において、コントロール群の直接支台装置にはエーカースクラップを選択した。下顎片側遊離端義歯の支台装置にはRPIスクラップの優位性が報告¹⁴⁻¹⁶⁾されているが、適応に制限があることから日常臨床で多用されているエーカースクラップを用いて、実験群の双子鉤と比較することにした。また、間接支台装置については、下顎片側遊離端義歯に特有の義歯の回転を抑制するため、クロスアーチスタビライゼーションの考え方を重視した。そのためには、鉤間線と荷重軸のなす角度が鈍角あるいは鋭角であることが要求される。そこで、間接支台装置のレストを臼歯部の最近心部と最遠心部に設置し、把持効果の大きなエーカースクラップを設計した。今回の研究では直接支台装置の違いによる支台歯の変位を測定することが目的であることから、間接支台装置はコントロール群と実験群で同一の設計とした。

支台歯変位量の測定は、支台歯から延長した測定桿に設置した専用マグネットの動きを下顎運動測定装置で捉えた。生体における支台歯の挙動は、歯軸の回転と移動を伴い複雑な動きをしているものと思われる。この複雑な挙動を本装置では専用マグネットの1点の動きとして捉えるのみであることから、生体における支台歯の挙動を正確に測定していることにはならない。しかし、疑似歯根膜の厚さの範囲で支台歯の挙動を捉えるには変位量を拡大して測定せざるを得ない。また、使用した下顎運動測定装置の測定能力に限界があることから、生体における動きを単純化して測定する必要がある。このような理由から本測定装置を構築したが、支台歯の変位方向や支台装置による差異は捉えられたものと考えている。

2. 双子鉤の効果について

双子鉤はエーカースクラップを鉤体部で背中合わせに結合して2本の支台歯に設置する形態のスクラップで、維持力の増強と支台歯の二次固定効果を期待して設置される。Henderson and Steffel²⁵⁾

はKennedy II級またはIII級症例の間接支台装置として応用することにより義歯の安定に寄与すると述べ、Miller²⁶⁾はKennedy III級が最も典型的な適応症であると述べている。また、Osborne and Lmmie¹⁹⁾は支台歯を連結固定する固定装置としての応用を記述している。支持能力が低下した支台歯に支台装置を設置する場合は、支台歯を歯冠補綴装置で連結固定する一次固定が行われる。この一次固定効果について、緒方¹⁸⁾は支台歯を連結することにより近遠心的動揺が抑制され、支台歯の骨植が不良な場合には義歯による固定効果が認められたと報告している。また、水流¹⁷⁾は、遊離端義歯において、支台歯を隣在歯と連結することにより支台歯の変位量が小さくなったことを報告している。これらの結果は、遊離端義歯の支台歯は、単独で用いるよりも隣在歯と連結固定した方が支台歯周囲組織に与える影響の少ないことを意味している。しかし、支台歯が健全歯の場合、あえて健全歯質を削合して歯冠修復を施すことには歯質保護の考え方に立脚すると疑問が残る。三浦²⁷⁾は、双子鉤を設置した支台歯の負担圧を測定し、支台歯根尖部の負担圧はエーカースクラップの場合よりも小さいこと、支台歯遠心部の負担がみられないこと、粘膜負担傾向のあることを報告している。これらの報告から、双子鉤の二次固定効果を伺い知ることはできるが、実験的に証明した報告はみあたらず、科学的根拠に乏しい。そこで、本研究では、双子鉤の二次固定効果を証明することを目的とした。

今回の結果では、双子鉤を設置した支台歯の変位量はエーカースクラップの場合よりも有意に小さな値であることが示された。この傾向は歯槽骨の吸収を想定した場合においても認められ、双子鉤が支持能力の低下した支台歯に対して二次固定効果を有することの根拠が明らかとなった。

支台歯の変位方向をみると、エーカースクラップと双子鉤の両者とも、すべての条件で支台歯は近心方向に変位した。一般に、遊離端義歯の直接支台装置として遠心レストを持つ環状鉤を設置した場合、咬合力を受けると義歯床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側方力を受けることが記述されてきた^{19, 25, 26)}。この側

方力により、歯槽窩の歯頸側では近心に、根尖部では遠心に張力が生じ、その反対側には圧縮力が働く。この側方力が生体の許容範囲を超えると歯根膜は破壊され、支台歯には病的動揺が生じるといわれてきた。しかし、今回の実験ではこれまでの理論とは異なり、エーカースクラスプと双子鉤の両者とも、支台歯は近心方向に変位することが示された。このような支台歯の挙動は顎堤の近遠心的傾斜と関連があるといわれており²⁸⁻³⁰⁾、島崎¹⁶⁾、水流ら¹⁷⁾が実験的に証明している。また、傾斜程度との関連について、Feingoldら³¹⁾は顎堤の傾斜度が 10° を超えると近心方向に変位すると報告している。本研究では、加重点直下の顎堤は咬合平面と平行に形成しているものの、顎骨の高さを歯根長の $1/2$ と低位に設定し、これより後方はレトロモラーパッドの前縁に向かって傾斜を与えている。そのため、義歯床に荷重が加わると、この傾斜に沿って近心方向への推進力が働くことから、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。

また、双子鉤を設置した支台歯の変位方向はエーカースクラスプの場合よりも、歯槽頂と舌側加重では舌側方向寄りに、頬側加重では頬側方向寄りに変位した。これは、支台歯に加わった力が前方に位置する第一小臼歯に伝達・分散され、支台歯を近心方向へ移動する力が減衰されるとともに、顎堤形態の影響を受け頬舌方向への力に転換されたためと考えられる。

支台歯の歯槽骨内における歯根表面積は歯槽骨の吸収により減少し、下顎小臼歯では歯槽骨頂から歯根長の $1/4$ 吸収しただけで、下顎前歯部の歯根表面積以下になる³²⁾。このことは、今回設定した歯槽骨「 $1/4$ 吸収」の条件では支台歯の支持能力が極端に低下していることを意味している。コントロール群のエーカースクラスプを設置した支台歯はこの影響を直接受け、「 $1/4$ 吸収」では頬側加重を除き支台歯の変位量が有意に増加した。しかし、双子鉤の場合は、歯槽骨「 $1/4$ 吸収」においても、舌側加重を除き支台歯の変位量に有意差が認められず、その値はコントロール群に比較して有意に小さなものであった。この双子鉤の変位量は、RPIクラスプを応用して同様の実

験を行った島崎¹⁶⁾の結果と比較してみても約 $1/2$ の小さな値であり、支持能力の低下した支台歯に対する二次固定効果が高いものと思われた。また、RPIクラスプは歯槽粘膜にアンダーカットがある支台歯への適応が制限されるのに対して、双子鉤は歯槽形態の影響を受けない。さらに、健全な天然歯列や歯冠修復歯にも応用が可能なことから双子鉤の適応範囲は広く、臨床的には有利なクラスプといえる。

双子鉤を設置した支台歯の変位量が小さくなった理由として、支台歯に加わる外力が前方に位置する第一小臼歯に分散されたこと、および双子鉤の鉤腕が把持効果を発揮して支台歯に加わる外力に抵抗したことなどが考えられる。各種支台装置の荷重時変位を追究した五十嵐ら³³⁾は、支台装置の変位量は把持作用の程度に影響を受けることを報告しており、支台歯の動揺を抑制するためには支持とともに把持作用が大きく関与していることが伺える。この観点から、舌側に2本の拮抗腕をもつ双子鉤は、支台歯の支持能力が減退した支台歯においても、その動揺抑制に対し効果的に作用したものと考えられる。

支台歯の支持能力が低下した「 $1/4$ 吸収」の場合は、「吸収なし」に比較して、より舌側方向へ変位する現象がコントロール群において観察された。これは、支持能力の低下に伴い支台歯の動揺度が増加することにより、義歯床に加わる荷重方向の影響を受けやすくなったことに起因しているものと思われる。すなわち、舌側加重では義歯全体が加重方向に変位しようとし、支台歯は舌側に傾斜する力を受ける。支台歯の支持能力が働いているうちは、その力に抵抗できるものの、歯頸部付近の支持骨が喪失すると、その力に抵抗できなくなり舌側に向かって変位する。また、舌側の顎堤形態は口腔底に向かって急傾斜していることから、義歯床の変位を容認することになる。これらのことが、支持能力の低下した支台歯を、より舌側方向に変位させたものと考えられる。

結 論

下顎片側遊離端義歯において、支持能力が低下した支台歯に双子鉤を設置した場合の、支台歯の

動揺を抑制する効果を検証することを目的に、実験用モデルを用いて支台歯の挙動を測定した結果、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クラスプの場合と双子鉤の場合の両者とも、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、双子鉤の場合は、エーカークラスプの場合に比較し、歯槽頂加重と舌側加重ではより舌側方向へ、頬側加重ではより頬側方向への変位を示した。

3. 支台歯の変位量は、双子鉤を設置した支台歯の方が有意に小さな値を示した。また、歯槽骨の吸収に伴い、エーカークラスプの場合は歯槽頂加重と舌側加重で増加したが、双子鉤の場合は舌側加重時のみに増加が認められ、その変位量は有意に小さいことが示された。

以上のことから、双子鉤を設置した支台歯は、歯槽骨吸収の有無に関わらず同一の変位方向を示し、その変位量が小さいことから、支持能力の低下した下顎片側遊離端欠損症例の支台装置として二次固定効果の高いことが実験的に証明された。

謝 辞

稿を終えるに臨み、懇切なるご指導をいただきました奥羽大学歯学部歯科補綴学講座清野和夫教授に深甚なる感謝を申し上げます。また、実験にご協力いただきました歯科補綴学講座の教室員の皆様に感謝申し上げます。

本論文の要旨は、第38回奥羽大学歯学会（平成16年11月13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。九州歯学会誌 **50**; 532-548 1996.
- 16) 島崎政人：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—。奥羽大歯学誌 **31**; 91-101 2004.
- 17) 水流和徳, 西 恭宏, 木下智恵, 濱野 徹ほか：顎堤の前後傾斜が支台歯の挙動に及ぼす影響—レストシート形態と支台歯連結—。補綴誌 **46**; 165-174 2002.
- 18) 緒方 彰, 五十嵐順正, 芝野 潤, 北村俊介ほか：遊離端義歯における咬合力の配分 第1報

- 同一の有床部と種々な支台装置を有する実験義歯における観察. 補綴誌 **41**; 423-428, 1997.
- 19) Osborne, J. and Lammie, G.A. : Partial dentures 3rd ed. ; 225-268 Blackwell Scientific Publications Ltd Oxford 1968.
- 20) Spiekerman, H. and Grandler, H. (三谷春保, 虫本栄子訳) : Die Modellguß Prothese ein Leitfanden für Zahnarzt und Zahntechniker (ワンピースキャストパーシャルーその臨床と技工) ; 108-110 クインテッセンス 東京 1978.
- 21) 田中伸一, 野谷健二, 三木敬一 : クラスプ義歯をよりrigidな設計にするためにー双子鉤の有効性とそのマウスプレパレーション. 歯科評論 **493** ; 45-57 1983.
- 22) Carranza, F.A. : Glickman's clinical periodontology. Chapter 2 ; 41, W.B.Saunders Co. Philadelphia 1979.
- 23) Lindhe, J. (岡本 浩監訳) : 1・2 歯根膜 Textbook of clinical periodontology (Lindhe臨床歯周病学) ; 25-44 医歯薬出版 東京 1986.
- 24) Sillverman, S.I. : Dimensions and displacement patterns of posterior palate seal. J Prosthet Dent **25** ; 470-488 1971.
- 25) Henderson, D. and Steffel, V.L. : Mcracken's removable partial prosthodontics 5th ed. ; 117-121 Mosby Saint Louis 1977.
- 26) Miller, E.L. : Removable partial prosthodontics ; 143-146 Williams & Wilkins Co. Baltimore 1972.
- 27) 三浦美文, 斎藤正恭, 野谷健治, 相澤 隆ほか : クラスプ義歯における支台歯と顎堤の荷重分散に関する実験的研究ーコーヌステレスコープ義歯の比較ー. 補綴誌 **42** ; 597-604 1998.
- 28) Christido, L., Osborne, J. and Chamberlain, J.B. : The effects of partial denture design on the mobility of abutment teeth. Brit dent J **135** ; 9-16 1973.
- 29) 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ークラスプデザインの影響ー. 補綴誌 **43**・101特別号 148 1999.
- 30) 池田祐一 : 顎堤形態の違いが下顎遊離端義歯の支台歯挙動に及ぼす影響. 奥羽大歯学誌 **30** ; 46-55 2003.
- 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.
- 32) 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.
- 33) 五十嵐順正, 河田守弘, 朝見光宏, 芝 燁彦 : 維持歯と維持装置の連結強度 第1報 各種クラスプの連結強度について. 補綴誌 **34** ; 1162-1169 1990.

著者への連絡先：浅井政一, (〒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 : Masakazu ASAI, Department of Prosthetic Dentistry, Ohu University School of Dentistry 31-1 Misumido, Tomita, Koriyama 963-8611, Japan