依 頼 論 文

有床義歯補綴治療における顎堤形態と顎堤粘膜の診断

長岡 英一

Diagnosis of Ridge Shape and Ridge Mucosa for Treatment of Denture Patients

Nagaoka Eiichi

歯科補綴学的意義

無歯顎堤は、その形態や粘膜が義歯の安定性を左右する一方で、義歯の影響を受けて多様な病態を示し、顎堤形態と粘膜の被圧変位性は骨の吸収状態を反映している。このような無歯顎堤の診断は、現状では、必ずしも科学的根拠に基づいているとはいいがたい。本論文は、EBD を目指して著者らが行ってきた研究成果を中心に、顎堤の形態と粘膜の診断に必要な診査法、診査の必要性および診査結果に基づく治療方針について論じたものである。

抄 録

目的：有床義歯補綴治療における顎堤形態と顎堤粘膜の診断に関して、著者らの研究成果を踏まえて、診査と診査結果に基づく治療方針の重要性を論じる。

研究の選択：顎堤の形態と粘膜性状は、骨吸収の影響を受け、義歯の安定性と互いに影響を及ぼし合っている。義歯の安定性の要因として、頬舌的な顎堤形態と上下の対向関係、顎堤の前後の傾斜および粘膜性状が重要である。顎堤については咬合圧負担域と垂直圧負担域と水平圧負担域に分類することを提案したが、顎堤形態の診査法として垂直圧負担域とその頬舌的中央を人工歯の排列位置との関係で分析する方法ならびに顎堤の前後の傾斜を分析する方法が必要である。顎堤粘膜の診査法として、粘膜の硬さ（弾性率）などの性状を計測する装置や粘膜の健康状態を診断する装置が必要である。

結果：顎堤形態と粘膜性状の診査結果は、それぞれ人工歯排列法と粘膜の処置法の決定や粘膜疾患の病状把握に有用であるが、粘膜については歯の動揺度と同じ指標を用いた診査法などの開発の必要性が示された。

結論：顎堤の形態ならびに粘膜は、適切な方法による診査結果に基づいた診断（治療方針の決定）が可能であり、その結果として顎堤の保護（骨吸収と粘膜疾患の防止）と義歯の安定を得ることが可能である。

和文キーワード

顎堤形態、顎堤粘膜、診断装置、メカニカルストレス、義歯の安定性

I. 緒 言

義歯を支持する無歯顎堤は、義歯からさまざまな影響を受ける。逆に、無歯顎堤の形態と粘膜性状が機能時の義歯の安定性を左右し、その結果発現するメカニカルストレスが、無歯顎堤と支台歯歯周組織に作用する。したがって、義歯の作製にあたっては、義歯の安定と義歯支持組織の保護という対立した目的達成のために、メカニカルストレスをコントロールする必要があるが、それにはメカニカルストレスの支持構造体としての無歯顎堤と歯周組織の性状を認識しておくことが重要である^{1,2)}。

著者らは、シミュレーション実験により安定性に優れた義歯の条件ならびに無歯顎堤形態が義歯の安定性に及ぼす影響^{3~10)}について検討するとともに、動物実験により抜歯に伴う骨吸収防止法^{1,2,11,12)}ならびにメカニカルストレスが無歯顎堤と歯周組織に及ぼす影響について究明し^{13~15)}、さらに、顎堤形態と粘膜性状の客観的診断のための診査法を開発して^{16~25)}、既存のもの^{26~28)}とともに臨床例に適用し、義歯支持組織の病態と処置法について報告してきた^{29~32)}。

無歯顎堤については、著者は、primary stress bearing area や secondary stress bearing area の概念³³⁾が重要であり、義歯の安定性については、上下顎堤の対向関係に基づく人工歯の頬舌的排列位置の基準としての歯槽頂間線の法則³⁴⁾は、歯槽頂という用語には問題があるが、その概念は重要であると考えている。

これらの研究成果を踏まえて、有床義歯補綴臨床における無歯顎堤の形態と粘膜の診断に関して、診断に必要な診査法とその診査が必要な根拠、さらに診査結果に基づく治療方針について述べ、関連用語についても簡単に論じたい。

II. 無歯顎堤の診査の必要性

1. メカニカルストレスの支持構造体としての無歯顎堤

歯根が歯根膜を介して歯槽窩に釘植している歯周組織の構造は、咬合力あるいは咀嚼力を支持するための合目的性がある^{1,2,13,14,35,36)}。しかし、歯周組織は歯軸

方向の力にはよく耐えるが、側方力あるいは回転力には弱いとされている^{1,2,35)}。この点に関して著者らは、有限要素法により検討し⁷⁾、臨床例により実証した^{35,36)}。このような歯周組織では、歯槽窩壁を構成する固有歯槽骨は、外傷性咬合や廃用萎縮によりいったん吸収されても、適切な処置により回復可能である^{1,2,35,36)}。

これに対し、ウマの背のような堤状の歯槽骨を粘膜が被覆している無歯顎堤（以下、顎堤）の構造には歯周組織のような合目的性がない^{1,2,13,14,35)}。このような顎堤では、歯の喪失に伴う骨吸収は義歯を支持することによって、慢性的に進行し、いったん吸収された骨は回復不可能であり^{1,2,35,37)}、無歯顎堤は萎縮し続け、極端な場合には骨折することもある。著者らは、高度に萎縮した下顎骨が骨折した治験例を報告した³⁸⁾。

この点は、上顎無歯顎・下顎前歯残存例（アイヒナー分類 C2）における Anterior Hyperfunction Syndrome^{2,39,40)} あるいは Combination Syndrome^{2,35,40,41)} が端的に示している（図 1 a）。すなわち、これら症例の下顎については、歯が存在する前歯部顎堤（合目的性のある構造）はよく保全され、歯が存在しない臼歯部顎堤の吸収が大きく、上顎については下顎残存前歯相当部の前歯部顎堤（合目的性がない構造）は著明な骨吸収とそれに伴う線維組織の増殖を生じ、フラビーガムを形成している^{2,35,39~41)}（図 1 a）。このように、顎堤形態と粘膜性状は骨吸収の影響を受けるため、症例ごとに骨吸収の原因を考える必要がある。フラビーガムについては後述する。

2. 顎堤形態ならびに顎堤粘膜性状と義歯の安定性との関係

顎堤形態と顎堤粘膜性状は、患者固有のものであり、図 1 に示す人工骨材による顎堤改造や前庭拡張術などの外科的手術を施さない限り、術者が変えることができない。したがって、義歯の安定は、顎堤形態や顎堤粘膜性状に対応した工夫により得る必要がある。

1) 総義歯の安定の条件

(1) 顎堤形態：咬合圧負担域ならびに歯槽頂間線

まず、歯科補綴学専門用語集に記載されている咬合圧負担域、歯槽頂および歯槽頂間線³⁴⁾について、著者の考えを述べる。

咬合圧負担域については、primary stress bearing

図 1 Improvement of the flabby gum by hydroxyapatite granules
a : A case with anterior hyperfunction syndrome (Flabby gum was stretched and disappeared), b : A case with remarkable bone resorption extended to anterior nasal spine (Flabby gum was remained and eliminated)

顆粒状 HAP 適用によるフラビーガムの改造

a : Anterior hyperfunction syndrome の症例 (フラビーガムは伸展・消失), b : 著明な骨吸収が前鼻棘まで及んだ症例 (フラビーガムは残存・切除)

area と secondary stress bearing area の概念³³⁾のもとに、咬合力を支持する水平的要素としての比較的平坦な領域 (以下, 垂直圧負担域) と推進現象に抵抗する垂直的要素の領域 (以下, 水平圧負担域) とに区別して考えることを提案したい。下顎の頬棚は垂直圧負担域に含まれる。

臼歯部人工歯は、この垂直圧負担域付近に排列されるべきであり、その排列基準として、歯槽頂間線の法則の概念³⁴⁾が重要である。しかし、歯槽頂については、解剖学的な歯槽頂ではなく、垂直圧負担域の頬舌的中央とし、歯槽頂間線については上下顎の垂直圧負担域の頬舌的中央を結んだ線 (以下, 垂直圧負担域中央線) と考えるべきである。また、歯槽頂間線のように限定された領域ではなく、上下顎の垂直圧負担域が重なり合う共通帯の概念⁴²⁾も有用であると考えられる。

以下、本論文では、ここで述べた用語を使用することにする。

(2) 片側性平衡 (テコバランス)

総義歯の安定のために必要な 3 つの平衡咬合 (両側性平衡咬合, 前方平衡咬合, テコバランス)⁴³⁾のうち、テコバランスは咀嚼時の義歯の安定ならびに顎堤保全の観点から重要である。この点に関して、著者ら

は、上顎総義歯床下の気圧の動態に関するシミュレーション実験において、力の作用点と義歯を転覆させる荷重量ならびに荷重開始から転覆までの時間との関係を検討した⁴⁾ (図 2)。その結果は、図 2 に示すように、力の作用点が垂直圧負担域中央線より外側に位置するほど、義歯の転覆に要する荷重量は小さく、時間が短かった⁴⁾。すなわち、テコバランスの観点から、人工歯の頬舌的排列位置が垂直圧負担域中央線よりも頬側に存在する上顎総義歯は、転覆しやすいことを示している。この場合、垂直圧負担域中央線よりも頬側の顎堤に荷重が集中し、顎堤保全の観点からも好ましいことではないと考えられる。

このような義歯床下の気圧の動態については、臨床例でも同様の結果を得ている^{44,45)}。

(3) 顎堤粘膜の被圧変位性

a. 義歯不安定要因としてのフラビーガムの存在

フラビーガムは被圧変位性が大きいいため、その存在が義歯の不安定要因となる。したがって、まずフラビーガム形成の予防が必要であり、すでに存在する場合は、その対策が必要である。著者らは、前者については、前述のアイヒナー分類 C2 でのオーバーデンチャー適用の有用性を指摘し、実践してい

図 2 Importance of unilateral lever balance in stability of complete denture

a : Amount of load required to break the peripheral seal, b : Time required to break the peripheral seal (vertical line : logarithm)

総義歯の安定におけるテコバランスの重要性

a : 転覆荷重, b : 転覆時間 (縦軸 : 対数)

る^{2,31,35,40}。図1aはその1例である。後者については、補綴学的処置としての印象採得法^{46~48})ならびに外科的処置としての顆粒状ハイドロキシアパタイトによる顎堤改造^{31,40,49~51})について報告してきた(図1)。いずれにしても、フラビーガムの予防ならびに再発防止のためには、その成因を理解しておくことが重要である。

b. フラビーガム形成のメカニズム

フラビーガムは上顎前歯部に好発するが、その成因について、著者は図6aに示す画像解析装置による分析結果¹⁷)により説明できると考えている。図6aは、基礎実習で用いている石膏模型により作製された総義歯の人工歯列と石膏模型の顎堤との関係を示している。臼歯部人工歯の直下には顎堤が存在するが、前歯部人工歯の直下には顎堤が存在しない。したがって、前歯部での食物切断の際、同部付近を支点とした義歯の動きが生じるとともに、支点付近には力が集中するために骨吸収が促進され、フラビーガムが形成される。

(4) テコバランスと顎堤保全

フラビーガムの成因における骨吸収に着目すると、臼歯部でも、図2に示したテコバランスの観点から、垂直圧負担域中央線に対し、人工歯の排列位置が頬側に存在する上顎総義歯は転覆しやすく、臼歯部での食物の咬断・咀嚼時に、垂直圧負担域中央線よりも頬側の顎堤に荷重が集中し、上顎前歯部と同様のメカニズムによる骨吸収とフラビーガム形成が生じうる。著者らは、図1に示した症例をはじめとして、そのような症例を経験している^{31,32,40,50~52})。

この点に関しては、二次元有限要素モデルを用いた最適形状決定法により、咬合床の咬合面に対する垂直荷重時(中央、口蓋側)における顎堤の応力解析と骨吸収のシミュレーションを行った研究報告⁵³)がある。この報告によると、中央荷重では義歯が沈下とともに頬側回転し、口蓋側荷重に比べ、頬側の圧縮応力値が高く、骨吸収が大きいことを示す結果を得ている⁵³)。

このような観点から、著者は必要に応じて交叉咬合排列を採用する^{31,32,36,38,50,52,54})が、交叉咬合排列について

ては発音障害や違和感が指摘されている。この発音障害の点について、著者らが語音明瞭度検査法により検討した結果では、経時的に解消される可能性が示された⁵⁴⁾。この点と、骨吸収が経時的に解消されない点を考え合わせると、著者は、必要に応じて交叉咬合排列することは妥当であると考えている。その際、前述したように、歯槽頂間線の法則での歯槽頂と歯槽頂間線については、解剖学的な歯槽頂によるのではなく、垂直圧負担域の頬舌的中央と上下顎のこれらを結んだ線（以下、垂直圧負担域中央間線）とし、さらに、線のように限定された領域でなく、共通帯の概念⁴²⁾も適用すべきであると考えている。

いずれにしても、顎堤保全の観点からも、垂直圧負担域の広い範囲に力を分散して、単位面積当たりの負担軽減を図ることが必要であり、顎堤形態の的確な診断ならびに臼歯部人工歯の頬舌的排列位置が重要である。

2) 遊離端義歯

(1) 近心レストの有効性についての疑問

遊離端欠損症例において、近心レストが遠心レストよりも適切と考えられている根拠は、無歯顎堤への圧分布と支台歯への負担性との2点にある⁵⁵⁾。支台歯の負担性については、近心レストでは隣在歯が支台歯の近心への回転を防止することである⁵⁵⁾。しかしながら、この点については、近心に隣在歯がなければその効果が期待できない。また、著者らは近心レストの場合も、顎堤が後方傾斜している場合には義歯が後方に変位し、義歯の変位に伴って、支台歯を遠心に傾斜させる作用が働く可能性を指摘した^{40,56)}。実際に顎堤の前後傾斜が義歯の変位に伴う支台歯の動きに影響し、必ずしも近心レストが有効とは限らないことが報告されている⁵⁷⁾。そこで、著者らも下記の実験を行った。

(2) 顎堤の前後傾斜が支台歯の負担性に及ぼす影響

著者らは、シミュレーション実験により、遊離端欠損症例における顎堤の前後傾斜の条件を変えて、実験義歯（遊離端義歯、オーバーデンチャー）に荷重を負荷した場合の支台歯の変位を計測し、その結果を報告してきた^{6~10,56)}。図3は、一連の実験結果の一部をまとめたものである。支台歯の変位は、顎堤の前後傾斜（前方傾斜、水平、後方傾斜）、クラスプの種類（AkersとRPI）および義歯床による被覆範囲（レト

ロモラーパッド前方斜面部の義歯床、有：RP(+)、無：RP(-))の影響を受け、支台歯の遠心への変位傾向は後方傾斜顎堤では他の形態の顎堤の場合よりも強く、RPIクラスプはRP(-)の条件ではどの顎堤でも支台歯を遠心に変位させたことを示している。このことは、変位を指標とする支台歯の負担性が顎堤形態の影響を受け、その影響が義歯設計により変わるため、顎堤形態の診断と顎堤形態を考慮した義歯設計の重要性を示している。さらに、顎堤形態については支台歯の遠心領域だけでなく、レトロモラーパッド前方斜面部の形態も重要であり、同部を義歯床で被覆することの意義を示している。

III. 顎堤形態の診断

1. 総義歯の頬舌的人工歯排列のための顎堤診断

前述した総義歯安定の条件であるテコバランスについては、顎堤の垂直圧負担域ならびにこれに対する人工歯の頬舌的排列位置の診断が重要である。この診断にあたっては、前頭断面あるいは咬合面観における上下顎堤の形態とその対向関係を分析するために、同一座標において、人工歯列と石膏模型を別々に計測し、それらの計測結果を重ね合わせることが行われている^{16,17,19,20,22,24)}。

1) 姿どりゲージ法

姿どりゲージは、一定の太さと長さのワイヤーを一列に並べたもので、物体に垂直に当てることによって、その形状をかたどるものである¹⁶⁾。

著者らの姿どりゲージ法では、石膏模型を計測用の咬合器に装着し、姿どりゲージで人工歯列と石膏模型を同一部位においてかたどった形態をトレースして、重ね合わせる¹⁶⁾（図4）。図4は、交叉咬合排列の適応症である症例に対し、正常排列と交叉咬合排列を行った場合について、姿どりゲージ法により計測した結果であり¹⁶⁾、4本の点線は左右の義歯床外形線の距離を4等分してできた左右の外側1/4の領域を示している。

図5は、本法との比較のために同時に行った規格写真法の結果であり¹⁶⁾、点は臼歯の咬頭頂、直線は垂直圧負担域中央線を示している。

いずれも、人工歯の排列位置と顎堤の垂直圧負担域との関係は、テコバランスの点で交叉咬合排列の場合

図 3 Displacement of abutment tooth related to anteroposterior inclination of ridge and denture designs
(Effect of ridge inclination, clasp designs, extent of denture base)

無歯顎堤の前後傾斜ならびに義歯設計と支台歯の変位（顎堤の傾斜，クラスプの種類，義歯床による被覆範囲の影響）

図 4 Diagnosis of the ridges and the position of artificial teeth in the buccolingual direction using figure gage
a : Normal bite, b : Cross-bite

姿どりゲージによる頬舌的な顎堤形態と人工歯排列位置の診断

a : 正常咬合, b : 交叉咬合

のほうが正常排列の場合よりも適切であることを示している¹⁶⁾。

図 5 Diagnosis of the ridges and the position of artificial teeth in buccolingual direction using standardized photograph

a : Normal bite, b : Cross-bite

規格写真による頬舌的な顎堤形態と人工歯排列位置の診断

a : 正常咬合, b : 交叉咬合

2) 画像解析装置

著者らが開発した画像解析装置を用いたシステム¹⁷⁾は、原理的には規格写真法と同じであるが、コン

ピュータにより即時に解析できること、解析結果の保存などの点で、規格写真法よりも優れている。

本システムでは、垂直圧負担域とその中央線などの記入線を記入した石膏模型の画像と蠟義歯あるいは義歯の画像から抽出した人工歯列を重ね合わせることに

よって、人工歯排列の基準線としての垂直圧負担域とその中央線に対する臼歯部人工歯の頬舌的排列位置を診断する¹⁷⁾ (図 6 a)。図 6 a は、上下顎ともに、垂直圧負担域中央線が臼歯部人工歯の機能咬頭内斜面に位置していることを示している。側方面観では前後的な顎堤形態と人工歯排列位置の分析も可能である (図 6 b 下)。本システムは、臨床応用するだけでなく、学生の基礎実習における人工歯排列の成績評価への活用も試みている⁵⁸⁾。

3) レーザー計測解析システム

本システムは、上下顎を同一座標系で計測するために、模型固定・計測回転テーブルに石膏模型を固定し、前後的に一定 (0.25 mm) 間隔で、前頭断面形態をレーザー計測し、計測結果はコンピュータのモニター画面上に画像として再構築し、種々の解析を行うものであり (図 7)、目的に応じた種々の提示方法が可能である^{17-19,21-24)}。

著者らは、前頭断面において、垂直圧負担域を咬合平面に対して 20° 傾斜した線が頬側ならびに舌側の顎堤と接する点 (以下、頬側 20° 点、舌側 20° 点) に囲まれた領域とし、その中央を垂直圧負担域中央点として、分析を試みた¹⁹⁾。

本論文では、上下顎の頬側 20° 点、舌側 20° 点および垂直圧負担域中央点を結ぶ線が仮想咬合平面と交わ

図 6 Diagnosis of the ridges and the position of artificial teeth using image processor

a : Occlusal view, b : Frontal view and lateral view

画像解析装置 (nexus) による顎堤形態と人工歯排列位置の診断

a : 咬合面観, b : 前方面観と側方面観

B : Buccal 20° line
L : Lingual 20° line
C : Center line

PO : Plane of occlusion
AC : Alveolar crest

図 7 Diagnosis of the ridges and the position of artificial teeth by three-dimensional reconstruction method using laser measurement equipment (a diagnostic method for vertical stress bearing area)

レーザ計測画像解析システムによる顎堤形態と人工歯排列位置の診断 (垂直圧負担域の診断法)

る点を求め、これらを連ねた線を咬合平面上に再現する解析法と、咬合平面上に再現された各基準線ならびに人工歯列を重ね合わせた結果を示す¹⁹⁾ (図7)。垂直圧負担域とその中央線に対する下顎臼歯部人工歯の排列位置が明確に示されている。

しかし、この方法では、顎堤との接点を求めることができない場合があるため、現在は顎堤を微小三角形に分割して、これらの重心を通る単位法線ベクトルが咬合平面となす角度を求めて、分析する方法に改良し^{23,24)}、後述する遊離端欠損の顎堤形態分析にも活用している²³⁾ (図9, 図11)。

このレーザー計測顎堤形態分析法は、顆粒状ハイドロキシアパタイト適用によるコンニャク状顎堤改造の際に、改造顎堤の設計や評価を行う手段としても有用である³²⁾。

2. 前後的人工歯排列のための顎堤診断

教科書的に、無歯顎の側方面観について、平行型、後方離開型、前方離開型に分類され、この順番に義歯の安定が良いとされている。また、レトロモラーパッド前方斜面部は、スキーゾーンとの呼称があることから明らかなように、同部に人工歯が位置すると義歯の前方変位の要因となるため、一般的には人工歯排列しない。

このような顎堤形態ならびに顎堤と人工歯との関係についての診査は、目視でも可能である。しかし、客観的に行うためには前述の画像解析装置やレーザー計

測画像分析システムなどの方法を用いる必要があるが、この目的のためには、日常臨床で用いられるオルソパントモグラムの活用も有用である。

1) オルソパントモグラムによる分析

図8は、著者らが咬合高径や咬合平面の位置と傾斜の診断に活用しているオルソパントモグラム透写図分析法^{59,60)}を示している。咬合平面に対する顎堤の前後傾斜度ならびに前後的人工歯列と顎堤との関係が明確に示されており、咬合平面はカンペル平面とほぼ平行で、最後方の人工歯はレトロモラーパッド前方斜面部よりも前に位置していることがわかる。このオルソパントモグラム透写図分析法は、透写図の作成や計測に時間を要し、煩雑であるが、デジタルオルソパントモグラフを用いれば⁶¹⁾、これら欠点を克服することができる。

2) レーザー計測顎堤形態分析法

本システムでは、無歯部顎堤の外形を微小三角形に分割して、その重心における単位法線ベクトルを求め、顎堤の傾斜は、その法線ベクトルと仮想咬合平面とのなす角度により評価される^{23,24)} (図9)。本論文では、矢状面投影した法線ベクトルの傾斜度が、 $90 \pm 5^\circ$ の範囲を前後的な垂直圧負担域とみなし、これを基準にして $0 \sim 85^\circ$ を示す領域を後方傾斜、 $95 \sim 180^\circ$ を示す領域を前方傾斜とする。

図10は、1名の歯科医師の目視により、遊離端欠損の無歯顎堤が前方傾斜、水平、後方傾斜と分類された石膏模型の側方面観と、これを18名の医員が目視により判定した結果を示している²³⁾。目視による判定は、レトロモラーパッド前方斜面部を除く部分の外形

図8 Diagnosis of the ridges and the position of artificial teeth using orthopantomography
a : Camper' plane, b : Plane of occlusion, c : Anteroposterior ridge shape
オルソパントモグラムによる顎堤形態と人工歯排列位置の診断
a : カンペル平面, b : 咬合平面, c : 前後の顎堤形態

図9 Examination method for the anteroposterior inclination of mandibular edentulous distal extension ridge
遊離端欠損における顎堤の前後傾斜度の分析法

図 10 Three plaster model having different anteroposterior inclination in lateral view and the results of visual examination of them

a : Lateral view of plaster models of three cases,
b : Results of visual examination by 18 dentists
模型の側方面観における目視による顎堤の前後傾斜の分析

a : 3 症例の石膏模型の側方面観, b : 18 名の歯科
医による目視による診査結果

とほぼ一致していて、前後的傾斜が支台歯に隣接する顎堤形態により判定されていることを示した²³⁾。このことは、前述したような義歯の変位に影響するレトロモラーパッド前方斜面部が顎堤形態の診断から除外される危険性を意味しており、義歯設計の点で大きな問題である。

図 11 は、これら 3 つの石膏模型について、図 9 に示す分析法により診断したものである。実際の分析結果はカラー表示される²³⁾。前述の平坦な領域、後方傾斜の領域、前方傾斜の領域について、それぞれ白色、青色、赤色で色分けされるが、カラー印刷でない本論文では、白色は白色、青色は淡黒色、赤色は濃黒色となっている。側方面観の歯槽頂部の白線とこれに相当する咬合面観の前後に走る白線は、実際には緑色である。石膏模型と本システムにおける解析結果の側方面観の外形はよく一致している²³⁾。

IV. 粘膜診断

1. 被圧変位性

1) 硬さ (弾性率)

図 12 は、粘膜の硬さ (弾性率) を計測する改良型

図 11 Analysis results of the anteroposterior inclination of mandibular edentulous distal extension ridge by three-dimensional reconstruction method using laser measurement equipment

遊離端欠損におけるレーザ計測画像解析システムによる顎堤の前後傾斜度の分析結果

硬度計である²⁸⁾。硬さは、荷重と圧子の接触面積の比 ($H = \text{荷重 (gf)} / \text{接触面積 (mm}^2\text{)}$) と定義する²⁸⁾。図 13 a は、この装置で計測した部位別の粘膜の硬さを示しており、粘膜は口蓋部では硬く、フラビー部では軟らかいことを示している。また図 13 b に示すように、粘膜の硬さと厚さは負の相関関係を示した²⁸⁾。

A : load cell; B : sensitive rod; C : outer ring; D : amplifier;
E : memory system; F : oscilloscope; G : pen recorder

(K. Inoue, et al., 1993)

図 12 Schematic representation of a hardness tester for examining viscoelastic properties of oral soft tissue

口腔粘膜の粘弾性的性状計測装置の模式図

2) 粘膜打診時の衝撃波形分析によるフラビーガムの診断

著者らは、図 1 に示すように、フラビーガムを顆粒状ハイドロキシアパタイトにより改造する方法を行っているが、手術によりフラビーガムが伸展して消失する場合 (図 1 a) と残存する場合 (図 1 b) があつた³¹⁾ことから、その診断を目的とした装置の開発を試みた (図 14)。本装置は、歯の動揺度計測装置 (ペリオテスト, シーメンス社) とレーザー計測装置と組み合わせて、粘膜打診時の衝撃波形 (最大振幅, 減衰時間) を分析する診断法である²⁵⁾。シリコン製の疑似粘膜を用いたシミュレーション実験の結果 (図 15) と臨床例の計測結果 (図 16) を示す。最大振幅, 減衰時間ともに、疑似粘膜の幅と厚さが増すに従って大きくなり、生体粘膜の厚さが厚いほど最大振幅は大きかった。

従来、歯は動揺度、粘膜は厚みあるいは前述の硬さというように、異なった尺度で評価されていた。そこで、部分無歯顎症例における支台歯 (歯根膜) と義歯 (粘膜) の動きを同じ尺度で評価することを考え、試みにシリコン製の疑似粘膜上に義歯を想定したレジン平板を置き、その動揺度をペリオテストを用いて計測した (図 17)。平板の左端を槌打した場合には疑似

図 13 Measurement results of hardness (elastic modulus) and thickness of oral soft tissue

a : Hardness, b : Relationship between hardness and thickness

口腔粘膜の硬さ (弾性率) と厚さの測定結果

a : 硬さ, b : 硬さと厚さとの関係

粘膜の厚さが厚いほど平板のペリオテスト値が大きかったのに対し、平板の中央を槌打した場合には、疑似粘膜の厚さによって、ペリオテスト値の大きさが2群に分かれ、疑似粘膜の厚みが1.0～3.0 mmでは非常に小さく、3.5～5.5 mmでは平板左端槌打の2.0 mmと2.5 mmの中間の値を示した。

ちなみに歯の動揺度のペリオテスト値は、 m_0 (−8～+9), m_1 (10～19), m_2 (20～29), m_3 (30～50)であるが、歯の動揺度は唇側面あるいは頬側面からの槌打によるため、義歯の沈下との関係からは咬合面からの槌打による計測が必要であり、その目的に適った計測装置の開発が必要であると考え。

これらの評価法は、現段階では実用化されていない

図 14 Schematic representation of examination equipment for examining flabby gum
フラビーガム診断装置の模式図

が、実用化できれば有用な方法になると考えている。

2. 健康状態 (組織活性)

図 18 は、組織活性を計測する組織反射スペクトル解析装置 TS-200 を示している²⁶⁾。TS-200 は、可視光線を吸収する性質をもつ生体内色素のうちのヘモグロ빈を指標にして、局所粘膜の血流量、酸素供給量および酸素消費量が無侵襲かつ瞬時に計測する装置である。

著者らは、これまで本装置を用いて、種々の義歯性口腔粘膜疾患の治療例において、乳頭状過形成、線維

図 16 Measurement results of ridge mucosa using examination equipment for examining flabby gum

フラビーガム診断装置による顎堤粘膜の計測結果

図 15 Measurement results of silicone simulation mucosa using examination equipment for examining flabby gum
フラビーガム診断装置によるシリコン製疑似粘膜の計測結果

図 17 Measurement results of experimental denture mobility using Periotest

ペリオテストによる実験義歯の動揺度の計測結果

図 18 Schematic representation of tissue reflectance spectrophotometry (TS-200)

組織反射スペクトル解析装置 (TS-200) の模式図

図 19 Treatment of a patient with denture fibroma and pathological finding of fibroma

義歯性線維症の処置と病理所見

図 20 Measurement results of oral soft tissue using tissue reflectance spectrophotometry

組織反射スペクトル解析装置による口腔粘膜の計測結果

症 (図 19: 肉芽型, 中間型, 線維型), フラビーガムなどの治癒経過を報告してきた²⁹⁻³²⁾。線維症については, 肉芽型は義歯の改造により縮小ないし消失するが, 線維型は必要に応じて外科的に切除する必要がある。TS-200 は, 肉芽型と線維型の鑑別診断が可能であり^{29,30)} (図 20), 外科的処置の時期決定や外科的侵襲軽減のためにも有用である。

V. まとめ

診査した結果は, 科学的根拠の下に診断 (処置方針) に反映されるべきである。本論文のテーマである顎堤形態と顎堤粘膜については, 教科書的に診査項目としてあげられてはいるが, 診査の意義が必ずしも科学的根拠の下に明解にされていない。実際の臨床においても, 診査結果が科学的根拠の下に治療方針としての義歯設計に反映されているとはいえない。

本論文では, 顎堤形態と顎堤粘膜の診断について, 義歯の安定と義歯支持組織の保護の観点から, 著者らの研究成果をもとにして論じてみた。現段階では, 研究成果もまだ不十分ではあるが, あえて顎堤形態と顎堤粘膜の診査の必要性ならびに診査結果に基づく治療方針を整理してみた。

有床義歯補綴治療において, これまで経験と勘に頼

ることの多かった診断の領域に, 科学的根拠に基づく診断法が一つでも多く, 1 日でも早く導入されることを願っており, 本論文がその踏み台になれば幸いである。

本論文の一部は第 101 回日本補綴歯科学会学術大会シンポジウム 2「日常臨床における検査・診断方法に関する検討一歯・歯周組織・顎堤の診断」(1999 年 5 月 21 日, 福岡) で発表した。

発表の機会を与えて下さった学術委員をはじめ関係各位, 座長の労をお取り下さった細井紀雄教授に深謝するとともに, 本論文に関連した研究に携わった教室員の努力を多としたい。

文 献

- 1) 長岡英一. 天然歯と人工歯. 鹿歯紀 4: 12-26, 1984.
- 2) 長岡英一. 少数歯残存例における残存歯に対する考え方と処置法. 歯科ジャーナル 23: 35-48, 1986.
- 3) 竹迫 清, 布井隆行, 是枝美行ほか. 上顎総義歯の床下における気圧の動態 第 1 報 維持力との関係. 補綴誌 33: 251-263, 1989.
- 4) 竹迫 清, 布井隆行, 小島博文ほか. 上顎総義歯の床下の気圧の動態に関する研究 第 2 報 人工歯排列と辺縁封鎖との関係. 補綴誌 35: 944-957, 1991.
- 5) 竹迫 清, 布井隆行, 小島博文ほか. 上顎総義歯の床下の気圧の動態に関する研究 第 3 報 前庭部と後縁部での辺縁封鎖. 補綴誌 36: 1346-1356, 1992.
- 6) 斎藤福一郎, 原田 修, 川本真一郎ほか. 下顎無歯顎堤

- の前後の形態が支台歯に及ぼす影響。補綴誌 37・89 回特別号：36, 1993.
- 7) 長岡英一, 西 恭宏. 残根の診査・診断と補綴設計への応用。補綴臨床 32 : 135-142, 2000.
- 8) 水流和徳, 西 恭宏, 木下智恵ほか. 顎堤の前後の傾斜が支台歯の挙動におよぼす影響—レストシート形態と支台歯連結—. 補綴誌, 2002, (印刷中).
- 9) 西 恭宏, 水流和徳, 木下智恵ほか. 無歯部顎堤形態の違いによる鉤歯の挙動—レトロモラーパッド前方斜面とレストシート形態の影響—. 補綴誌 41・97 回特別号 : 119, 1997.
- 10) 木下智恵, 木場秀隆, 水流和徳ほか. 無歯部顎堤形態の違いによる鉤歯の挙動—クラスプデザインと義歯床被覆範囲の影響—. 補綴誌 43・102 回特別号 : 117, 1999.
- 11) 平井 直. 抜歯窩挿入型ハイドロキシアパタイト・セラミックス・インプラントによる顎堤の保全効果—インプラント体の形状の影響—. 補綴誌 32 : 920-935, 1988.
- 12) 長岡英一, 平井 直, 河野 弘ほか. 顎堤保全を目的とする抜歯窩挿入型ハイドロキシアパタイト・セラミックス・インプラントの臨床応用。日口腔インプラント誌 3 : 52-64, 1990.
- 13) 長岡英一. オーバーデンチャーの支持組織の変化に関する実験的研究—咬合力の負担条件の影響—. 補綴誌 25 : 611-628, 1981.
- 14) 河野 弘. 犬の部分無歯顎堤における義歯装着における骨の動態—咬合力支持方法の違いによる影響—. 補綴誌 37 : 1197-1211, 1993.
- 15) Kawamoto S, Nagaoka E. The effect of oestrogen deficiency on the alveolar bone resorption caused by traumatic occlusion. J Oral Rehabil 27 : 587-594, 2000.
- 16) 山本孝文, 清水克悦, 瀧田直光ほか. 無歯顎堤に対する臼歯部人工歯の排列位置の確認方法について。補綴誌 27 : 599-607, 1984.
- 17) 川畑直嗣, 綾部夏樹, 鎌下祐次ほか. 画像処理装置による人工歯排列位置の診断方法について。補綴誌 34 : 909-920, 1990.
- 18) 川畑直嗣, 小野秀樹, 大塚昭彦ほか. 無歯顎堤の対向関係の診査・診断法—3次元再構築法の利用—. 補綴誌 39 : 995-1003, 1995.
- 19) 川畑直嗣, 鎌田ユミコ, 大塚昭彦ほか. 顎堤の対向関係に基づく臼歯部人工歯排列位置の評価方法。補綴誌 40・95 回特別号 : 128, 1996.
- 20) Kawahata N, Ono H, Kamashita Y et al. Application of a three-dimensional reconstruction method to analysis of the residual ridge. J Oral Rehabil 24 : 936-941, 1997.
- 21) Kawahata N, Kamashita Y, Nishi Y et al. Analysis of residual ridges and ridge relationship by three-dimensional reconstruction method. J Oral Rehabil 25 : 110-116, 1998.
- 22) Kawahata N, Kamada Y, Ohtsuka A et al. A visual method for analyzing buccolingual position of artificial posterior teeth, Part 1. Use of the ridge crest. J Oral Rehabil 25 : 914-920, 1998.
- 23) 村上 格, 大塚昭彦, 梶井正文ほか. 下顎遊離端欠損症例における無歯部顎堤の形態分析システム—前後の傾斜の診断法の検討—. 補綴誌 43 : 821-829, 1999.
- 24) 村上 格, 川畑直嗣, 佐藤隆太郎ほか. 無歯部顎堤形態分析システムの検討—顎堤傾斜ならびに臼歯部人工歯排列位置の評価方法—. 補綴誌 44・103 回特別号 : 116, 2000.
- 25) 瀧野 徹. 口腔粘膜における浮動性粘膜診断装置の開発, 平成9年度~平成10年度科学研究費補助金(課題番号09671999) 報告書, 1998.
- 26) 長岡英一, 鎌下祐次, 松崎福治ほか. 組織反射スペクトル解析法による組織診断 第1報 義歯床下粘膜への応用の可能性。補綴誌 35 : 958-967, 1991.
- 27) Inoue K, Arikawa H, Fujii K et al. Viscoelastic properties of oral soft tissue, 1. A method of determining elastic modulus of oral soft tissue. Dent Mater J 4 : 47-53, 1985.
- 28) Inoue K, Itonaga A, Tsuruda H et al. Comparison of the hardness of tissue conditioners and soft tissue measured by a modified hardness tester. Dentistry in Japan 30 : 110-114, 1993.
- 29) 長岡英一, 鎌下祐次, 迫田 敏ほか. 無歯顎義歯性口腔粘膜疾患の治験例。老年歯学 5 : 60-72, 1991.
- 30) Sakoda S, Kamashita Y, Nagaoka E et al. Clinical application of tissue reflectance spectrophotometry to examination of mucosa of denture supporting tissue. Advanced Prostodontics Worldwide : 472-473, 1991.
- 31) 瀧野 徹, 竹迫 清, 長岡英一ほか. 上顎無歯顎堤フラビーティシユの改善—全部床義歯患者における顆粒状アパタイト適用の評価—. 日口腔インプラント誌 6 : 295-308, 1993.
- 32) 大塚昭彦, 木下智恵, 瀧野 徹ほか. 顆粒状ハイドロキシアパタイト適用によるコンニャク状顎堤改造—レーザー計測を利用した顎堤分析法による改造顎堤の設計と評価の試み—. 日口腔インプラント誌 12 : 220-230, 1999.
- 33) Judson CH, George AZ. BOUCHER'S Prosthodontic treatment for edentulous patients, 8th ed. 117-143, 170-200, St. Louis : The C.V. Mosby, 1980.
- 34) 日本歯科補綴学会編. 歯科補綴専門用語集 20, 32-33, 東京 : 医歯薬出版, 2001.
- 35) 長岡英一. オーバーデンチャー 2-5, 48-49, 京都 : 永末書店, 1984.
- 36) 長岡英一, 河野 弘, 川畑直嗣ほか. 小歯残存例における歯の保存および抜歯についての一考察。補綴誌 34 : 245-256, 1990.
- 37) Atwood DA. Reduction of residual ridges, A major oral disease entity. J Prosthet Dent 26 : 266-279, 1971.
- 38) 長岡英一, 西 恭宏, 鎌下祐次ほか. Face Scale によ

- る下顎骨高度萎縮無歯顎患者の気分評価. 老年歯学 16, 2002 (印刷中).
- 39) Renner RP. Complete dentures, A guide for patient treatment 12, New York : Masson Publishing, 1981.
- 40) 長岡英一, 濱野 徹, 竹迫 清. オーバーデンチャーとコンベンショナルパーシャルデンチャーをどう使い分けるか. 特集・パーシャルデンチャーの利点をいかに生かすか. 歯科医療 6 : 62-71, 1992.
- 41) Kelly E. Changes caused by a mandibular removable partial denture opposing a maxillary complete denture. J Prosthet Dent 27 : 140-150, 1972.
- 42) 柳川 浩. 有床義歯における臼歯部人工歯の排列基準に関する歯槽堤の状態について. 歯科学報 68 : 767-797, 1968.
- 43) 川添堯彬, 中村文美, 川野襄二. 総義歯の咬合診断と再構成. 補綴臨床別冊/咬合の診断と再構成 205-220, 東京 : 医歯薬出版, 1981.
- 44) 竹迫 清. 上顎無歯顎患者における総義歯床下の気圧の動態. 補綴誌 37 : 261-272, 1993.
- 45) 竹迫 清, 田中秀明, 村上 格ほか. 上顎総義歯床下における気圧の動態に関する研究一計測方法の改良ならびに咀嚼機能との関連一. 補綴誌 36 : 88 回特別号 : 145, 1993.
- 46) 濱野 徹, 西 恭宏, 川畑直嗣ほか. Flabby tissue の印象採得法に関する研究. 補綴誌 36 : 1312-1323, 1992.
- 47) 濱野 徹, 川畑直嗣, 西 恭宏ほか. Flabby tissue の印象採得のためのトレーの設計一遁出孔の数とスペーサー量一. 補綴誌 37 : 273-283, 1993.
- 48) 濱野 徹. フラビーティシューの印象採得のための各種印象材の硬化特性について. 歯材器 12 : 424-434, 1993.
- 49) 長岡英一, 河野 弘, 濱野 徹ほか. 老年無歯顎関節症患者の 1 治験例一顆粒状ハイドロキシアパタイト適用による上顎フラビーティシュー部顎堤の改善効果一. 老年歯学 4 : 73-83, 1990.
- 50) 濱野 徹, 長岡英一, 田中秀明ほか. 上顎無歯顎堤フラビーティシューの改善一顆粒状アパタイト適用部顎堤の初期固定方法について. 日口腔インプラント誌 6 : 309-317, 1993.
- 51) 濱野 徹, 水流和徳, 木下智恵ほか. 上顎前歯部顎堤の骨吸収が著明な無歯顎患者の容貌の改善一顆粒状ハイドロキシアパタイトを適用した 1 治験例一. 歯科審美 9 : 309-316, 1997.
- 52) 長岡英一, 齊藤福一郎, 西 恭宏ほか. 老年無歯顎者の食生活と義歯の在り方. 老年歯学 2 : 40-54, 1988.
- 53) 前田芳信, 堤 定美, 岡田政俊ほか. 有床義歯装着者の骨吸収のシミュレーションー第 1 報 最適形状決定法の応用一. 補綴誌 33 : 450-456, 1989.
- 54) 是枝美行, 湯本光一郎, 岩田浩志ほか. 義歯の構成条件が発音におよぼす影響 第 1 報 語音明瞭度による分析. 補綴誌 34 : 83 回特別号 : 186, 1990.
- 55) Kratochvil FJ, Vig RG. Syllabus, Principles of removable partial dentures 40-43 : UCLA.
- 56) 長岡英一, 濱野 徹. パーシャルデンチャーを見る目多数歯欠損 (少数歯残存) 症例への対応. 歯科評論別冊 181-186, 東京 : 日本歯科評論社, 1995.
- 57) Maxfield JB, Nicholls JI, Smith DE. The measurement of forces transmitted to abutment teeth of removable partial dentures. J Prosthet Dent 41 : 134-142, 1979.
- 58) 川畑直嗣, 弘野福子, 鎌田ユミ子ほか. 補綴学実習における画像処理装置の活用一全部床義歯人工歯排列位置の確認法一. 日本歯科医学教育学会第 14 回学術大会抄録集 : 51, 1995.
- 59) 長岡英一, 濱野 徹, 竹迫 清ほか. 有床義歯補綴臨床におけるオルソパントモグラムによる診断法. 補綴誌 38 : 325-334, 1994.
- 60) 長岡英一. 咬合平面と咬合高径の設定. 補綴誌 38 : 247-250, 1994.
- 61) 丸山浩美, 大西千晶, 鎌田ユミ子ほか. 有床義歯補綴臨床における画像診断ーデジタルオルソパントモグラム活用の検討一. 補綴誌 44 : 462, 2000.

著者連絡先 : 長岡 英一

〒890-8544 鹿児島県鹿児島市桜ヶ丘
8-35-1

TEL : 099-275-6222

FAX : 099-275-6228

E-mail : enagaoka@dentb.hal.kagoshima-u.ac.jp

Diagnosis of Ridge Shape and Ridge Mucosa for Treatment of Denture Patients

Nagaoka Eiichi

The 2nd Department of Prosthetic Dentistry, Kagoshima University Dental School

J Jpn Prosthodont Soc 46 : 12-27, 2002

ABSTRACT

Purpose : We investigated diagnosis of the ridge contour and ridge mucosa for treatment of the denture patient, to discuss the need for examination, examination methods, and diagnosis (treatment planning) based on examination results.

Selection of study : Necessity of examination was discussed by presenting that buccolingual ridge contour and interridge relationship between maxilla and mandible, anteroposterior inclination of edentulous ridge, and tissue displacement influence on the stability or movement of denture, and furthermore the ridge contour and the property of ridge mucosa are affected by the bone resorption. As the examination method of the ridge contour, proposing to classify stress bearing area to vertical stress bearing area and horizontal stress bearing area, a method for analyzing the vertical stress bearing area and the buccolingual center of them related to artificial tooth arrangement, and anteroposterior inclination of ridge were shown. As examination method of ridge mucosa, measuring device for hardness (elastic modulus), vibration, and tissue activity were shown.

Results : It was shown that the above-mentioned examination methods were useful in diagnosing the ridge contour and mucosa property, and the lesion of mucosal disease induced by denture. It is possible to make a diagnosis (treatment planning) for the ridge contour and properties and lesion of mucosa based on objective examination results.

Key words

ridge shape, ridge mucosa, diagnostic device, mechanical stress, stability of denture