原 著 論 文

インプラント治療における術前顎骨評価法に関する研究

— DIP 法による骨質診査の試み —

上田 実 沢木 佳弘 伊藤 正夫
藤内 祝 水谷 英樹 金田 敏郎

Clinical Study on Preoperative Analysing Method of Jaw Bone Quality for Dental Implant

— A Trial of Bone Quality Analysis with DIP Method —

Minoru Ueda, Yoshihiro Sawaki, Masao Ito,
Iwai Tohnai, Hideki Mizutani and Toshio Kaneda

Abstract : Seven patients were reconstructed their occlusion with osseointegrated implant (Brånemark System) in Department of Oral Surgery, Nagoya University Hospital. Three cases of patients have been analysed for their mandibular bone quality with Digital Image Processing (DIP) method preoperatively. Results obtained were as follows :

1. Seven patients who had an extreme difficulty in wearing conventional removal dentures were treated in this study. The subjects consisted of 3 males and 4 females, and their ages ranged from 46 to 66 years.

The lesion was an edentulous mandible in 3 cases, an edentulous maxilla in one case and partially edentulous in 3 cases.

2. Twenty one fixtures in maxilla and 23 fixtures in mandible, totally 44 fixtures were installed in 7 cases.

One fixture in mandible and one in maxilla failed to osseointegrate, giving the fixture survival rate of 95.2% in mandible and 95.7% in maxilla.

3. Three edentulous mandibular patients received the bone quality analysis (DIP method) using occlusal film preoperatively. Results of bone density were 2.98, 1.98, 3.10 Al mm in each case.

Case 2 who had the lowest bone density failed one fixture to osseointegrate.

4. DIP method was very useful as a bone quality measuring method. Because it could be easily carried out to analyse the jaw bone quality for dental implant without any variation of film conditions.

Key words : osseointegrated implant, bone quality analysis, digital image processing method

I. 緒 言

近年、歯科領域において各種のバイオマテリアルが開発され、その一部は人工歯根として臨床応用がさかんである¹⁻³⁾。可撤性義歯が残存歯牙あるいは歯槽堤粘膜に咬合負担を求めるのに対して、人工歯根による咬合回復では顎骨に植立されたインプラント体にすべての負荷がかかる。そのため顎骨と人工歯根の結合様式は最も重要な検討項目として、多くの研究が行われてきた⁴⁻⁶⁾。インプラント体と顎骨が直接結合する“Osseointegration”⁷⁾がよいのか、両者の界面に線維性の結合組織が存在する“Fibro-osseointegration”⁸⁾がよいのかという点が目下の議論の中心である。インプラント体の顎骨内での定着を確実にするという意味からは、前者を支持する報告が多い⁹⁻¹¹⁾。したがって現在のインプラント研究では、いかにして確実な骨結合を得るかという点に主な努力が払われている。しかしこれらの研究の大部分は、インプラント体の生体に対する親和性を可能な限り高めるための材料側からのアプローチである。人工歯根の母床となる顎骨が、骨結合に必要な条件を備えているか否かという生体側からの検討はほとんど行われていない。本来、顎骨の質的、量的評価はインプラント治療の成否に直接影響を与える最も重要な検査項目である。同療法の対象の多くが高齢者であることを考慮するならば、顎骨の術前骨質診査法を確立することはきわめて重要な課題である。

名古屋大学医学部附属病院歯科口腔外科では昭和63年より Osseointegrated implant (Brånemark system) による咬合再建治療を行っており、すでに手術々式および術後の咀嚼機能の改善につき報告した¹²⁾。本インプラ

ントシステムはきわめて完成度の高い術式であり、それゆえに今後の残された課題は適応症の厳格な選択法の確立である。われわれは術前検査の一環として顎骨の骨萎縮度を放射線学的手法 (Digital Image Processing Method : DIP 法)¹³⁾によって評価し、適応症決定の一助として利用している。本稿ではわれわれの行っているインプラント治療の概略を記述するとともに、術前診査としての顎骨診査法とその有用性について報告する。

II. 対象症例および方法

1. 研究対象

名古屋大学医学部附属病院歯科口腔外科において、現在までに7例のインプラント治療が行われた。症例は男3例、女4例の計7例で年齢は最低46歳、最高66歳であった。欠損部位は下顎無歯顎3例、上顎無歯顎1例、上下顎部分欠損1例、上顎部分欠損2例であった(表1)。

これらのうち DIP 法による顎骨評価を術前に行ったのは、下顎無歯顎症例の3例である。

2. 術前診査

1) 一般診査法

術前診査は外科担当医と補綴担当医の協力のもとに行われた。口腔内診査、パノラマX線写真、およびデンタルX線写真により残存歯牙および顎骨の一般検査を行い、歯牙の齲蝕状況および歯肉炎の程度を診査した。また人工歯根の埋入に必要な骨量の有無および上顎洞、鼻腔、下顎管など周辺構造との関連を診査した。これらの口腔外科的な検査ののち手術に関連する全身の検査(心電図、胸部X線写真、一般血液検査など)を行った。

2) 顎骨診査法

人工歯根埋入に十分な骨量が存在することが一般X線診査によって確認されたのちに、一部の症例に対しては顎骨の緻密度すなわち骨全体に占める緻密骨の割合を検査した。検査の方法は骨粗鬆症の診断法として、林ら¹⁴⁾によって開発された DIP 法を顎骨の診査に応用した。われわれは本法を顎骨の萎縮度評価に応用するために、アルミスケールとともに撮影した顎骨フィルムを図1のブロックダイアグラムのごとく画像処理した。使用する顎骨フィルムとしては、下顎無歯顎の正中部オクルーザルフィルムを選択した。その理由は、本法での骨量計測対象となる骨は骨幅全域にわたって撮影可能で、かつその部に歯牙などの電子密度の異なる構造物を含まないこ

表 1 対象症例

症例	年齢(歳)	性別	欠損部位
1	66	女	$\overline{7+7}$
2	64	男	$\overline{7+7}$
3	50	女	$\overline{7+7}$
4	57	男	$\overline{7-5+4-7}$
5	62	女	$\overline{3+3}$
6	54	男	$\frac{5+5}{7-4+5-7}$
7	46	女	$\overline{7+7}$

図1 DIP法のブロックダイアグラム
(林⁹⁾の文献より引用)

図2 DIP法のための下顎オクルーザル
写真の撮影法

とが条件となるからである。また下顎オクルーザルフィルムでは、他部位骨の重複撮影が避けられることも理由としてあげられる。

下顎オクルーザルフィルムの撮影に際しては、同一フィルム内に下顎骨の正中部とアルミスケールが含まれるよう配慮した(図2)。フィルムは咬合面に並行になるように留意し、スケールは接着テープでフィルム上に固定した(図3)。使用したアルミスケールは勾配1/5の楔状の形状をなし、幅10mm、長さ50mmのもので同一フィルム上にある顎骨のX線像の輝度を、アルミスケール像のそれと比較することができる。これによって対象となる骨のX線上の輝度が、アルミスケールの厚さとして換算されこの値を骨濃度とした。この方法によりX線装置の管電圧、現象条件、フィルム特性などの諸条件のばらつきが消去された。骨のフィルム上での輝度とアルミスケールの輝度の読み取り、および比較は浜松ホイトニ

図3 オクルーザルフィルム上の固定されたアルミスケール

図4 高分解能画像処理装置

クス社製高分解能画像処理装置(輝度分布1,024×1,024画素×16ビット)を用いて行った(図4)。フィルム上の下顎骨正中部の骨幅8mmにわたって40断面について唇側骨皮質から舌側骨皮質までをスキャンし、これらの平均パターンをもって個々の症例の顎骨濃度分布とし画像表示した。また本法では骨濃度分布画像から皮質骨幅の計測や髄質の緻密度の評価も可能であるが、本研究ではあくまで顎骨の全体的緻密度を知ることを目的にしているため、パターン内の骨濃度の積分値を骨幅で除して得られた値をDIP法の測定値とした。

3. 手術術式¹²⁾

Osseointegrated implant は大別して3つの部分から

図 5 症例 3; 術前パノラマX線写真

ここではオトガイ孔の位置、骨幅など顎骨の一般的X線検査を行う (矢印はオトガイ孔)

なる。顎骨内に埋入されるスクリー状のフィクスチャー、粘膜を貫通してフィクスチャーと外部を連結するアバットメント、上部構造のメタルフレームに鑄接されるゴールドシリンダーである。

手術はフィクスチャーを顎骨に埋入するための第1次手術と、フィクスチャーとアバットメントを連結する第2次手術の2回に行われる。第1次、および第2次の手術の間隔は顎骨とフィクスチャーが結合するための治癒期間で、上顎では6カ月以上、下顎では3カ月以上が必要であった。

4. 補綴術式¹⁵⁾

第2次手術後1週目の抜糸終了後に補綴処置を開始した。その基本術式は、(1) 予備印象、(2) 最終印象、(3) 咬合採得、(4) 人工歯排列試適、(5) メタルフレームワーク試適、(6) 上部構造装着の順である。

予備印象の採得は第2次手術後の抜糸に引き続き、アルジネート印象材と既製印象用トレーを用いて行った。予備印象では、インプラント埋入部位以外の解剖学的形態、すなわち残存歯槽堤の形態、歯肉頬移行部の位置、臼後三角の位置等をおおむね記録することに留意した。これに基づいて作製した個人トレーを用いて最終印象を行うことにより、咬合平面の設定や審美的配慮の点で適切な人工歯排列が可能であった。

第2次手術終了後3~6週を経た時点で最終印象採得を行った。印象採得の時期は、軟組織の治癒状態に基づき、術者の臨床的判断により決定した。各アバットメントに印象用コーピングを連結し、次に各印象用コーピングをデンタルフロスで結紮した。デンタルフロスの周囲

に即時重合レジンを筆積み法により築盛し、印象用コーピングを連結固定した。

個人トレーの上部は開窓した状態で作製した。上縁はガイドピンの頭部の高さとはほぼ一致した位置に設定した。

最終印象はポリエーテルラバー系印象材を用いて行った。印象材の硬化が完了したら、ガイドピンを補綴用マイナスイナドライバーを用いて緩め、印象用トレーを口腔内から撤去した。次に、技工用のプラスアバットメントレプリカを印象用コーピングに連結した後、ボクシングを施して石膏を注入し、作業用模型を作製した。

最終印象の完了後、咬合採得を行った。無歯顎症例の場合、両側の最遠心のアバットメントと正中部のアバットメント1本、合計3本のアバットメントを用いて咬合堤を固定した。このため、これらのアバットメントに対応するゴールドシリンダーを組み込んだ咬合堤を作製した。

咬合採得を通法に従って完了した後、人工歯排列と試適を行った。Brånemark System のインプラントでは咬合衝撃を緩衝する目的で硬質レジン歯を使用する。人工歯の大きさ、形態、シェードに関する選択および歯肉形成は通法に従って行った。

人工歯排列試適が完了した後、メタルフレームワークの作製、試適を行った。最終的に口腔内で人工歯が適切な位置に排列され、歯肉形成が適正に行われたことを確認した後、口腔外でシリコン系印象材が石膏を用いてコアを作製し、流鑄した後、これをガイドにしてメタルフレームワークのパターンを築盛した。完成したメタルフレームワークは口腔内で試適し、ロッキングが認められ

図 6 アルミスケールとともに撮影された下顎オクルーザルフィルム

わくで囲まれた部位を DIP 法により骨質検査を行った

表 2 治療成績 (I)

症例	植立部位	フィクスチャー		アバットメント		骨濃度 (Almm)
		長さ(mm)	数	長さ(mm)	数	
1	4+4	10×6		8.5×6		2.98
2	4+4	13×5 7×1		8.5×5		1.98
3	4+4	13×6		5.5×5 4.0×1		3.10
4	7-5+4-7	13×3 7×2		5.5×1 4.0×4		
5	3+3	13×4		5.5×4		
6	4+4 6-4+4-6	7×1 10×2 13×1 15×5 18×2		5.5×8 4.0×3		
7	4+4	15×3 13×3		5.5×4 4.0×2

図 7 上部構造装着後のパノラマX線写真
良好な osseointegration が得られている

ない安定した適合状態であることを確認した。

メタルフレームワークの口腔内試適終了後、以前に作製したコアを用いて人工歯排列と歯肉形成をメタルフレームワーク上で再度行い、口腔内で再試適する。試適終了後、加熱重合レジンを用いて上部構造を完成させた。

上部構造完成後、患者の口腔内にゴールドスクリーを用いて上部構造を装着した。装着後3~6カ月間は、アクセスホールに仮封を行って定期的にゴールドスクリーの締め具合を診査するとともに、患者が新しい義

歯に順調に適應しているかを観察した。総合的に判断して経過が順調であると認められた時点で、開口部を硬質レジンまたは即時重合レジンを用いて封鎖し、以後は定められた間隔で定期診査を行った。

III. 症 例

50歳、女性：20歳代より高度の歯周炎に罹患し、40歳で無歯顎となった。その間、可撤性義歯を装着してい

症例 1

症例 2

症例 3

図 8 下顎無歯顎 3 症例の骨濃度パターン

症例 3 は皮質骨幅が広く全体に高い骨濃度を示しているが、症例 2 では骨の緻密度は低いことがわかる

表 3 治療成績 (Ⅱ)

症例	フィクスチャー		術後経過期間
	上 顎 (定着数/埋入数)	下 顎 (定着数/埋入数)	
1		6 / 6	2 年 10 カ月
2		6 / 6	2 年 8 カ月
3		5 / 6	2 年 8 カ月
4	5 / 5		2 年 9 カ月
5	4 / 4		2 年 9 カ月
6	5 / 6	5 / 5	10 カ月
7	6 / 6		10 カ月
(定着率)	20 / 21 (95.2%)	22 / 23 (95.7%)	平 均 2 年 2 カ月
計	42 / 44 (95.4%)		

たが適合が悪く、ほとんど使用していなかった。

診断：下顎骨萎縮症，上下顎無歯顎

処置および経過：昭和 63 年 1 月初診。口腔内所見では下顎歯槽堤に高度の骨吸収が認められ下顎義歯の安定は不良であった。術前 X 線検査ではオトガイ孔間の距離は 65 mm，下顎骨正中中部での高径は 28 mm であった (図 5)。術前骨質検査では DIP 値 3.10 Almm を示した (図 6)。昭和 63 年 3 月第 1 次手術施行，両側オトガイ孔の間に 6 本のフィクスチャーを埋入した。フィクスチャーの長さはすべて 13 mm であった。

昭和 63 年 8 月，第 2 次手術施行。すべてのフィクスチャーの定着が確認された。接続したアバットメントの長さは 5.5 mm が 5 本，4.0 mm が 1 本であった。

昭和 63 年 9 月より補綴処置を開始した。予備印象に始まり，最終印象，咬合採得，人工歯排列試適，メタルフレーム試適，ブリッジ完成装着後 20 日間の仮着期間を経て問題のないことを確認の後，同 11 月アクセスホールにガッタパーチャを充填後光重合レジンで開口部を最終封鎖した (図 7)。

IV. 結 果

表 2 に各症例ごとの埋入フィクスチャーおよびアバットメントの数，長さを示す。さらに術前骨質診査を行った 3 例については，それぞれの DIP 値および骨濃度パターンを示した (図 8)。下顎無歯顎症例 (症例 1-3) ではいずれもフィクスチャーは 6 本を埋入した。上顎無歯顎症例 (症例 7) にも同様に 6 本のフィクスチャーを埋入した。上下顎部分欠損例 (症例 6) では上顎前歯部に

6本, 下顎右側臼歯部に2本, 左側臼歯部に3本のフィクスチャーを埋入した。上顎臼歯部欠損例(症例4)には右側臼歯部に3本, 左側臼歯部に2本, また上顎前歯部欠損例(症例5)には前歯部に4本のフィクスチャーをそれぞれ埋入した。上下顎別にみると上顎21本, 下顎23本, 総数44本であった。

次に下顎無歯顎症例3例のDIP値および骨濃度パターンをみるとそれぞれのDIP値は2.98, 1.98, 3.10 Almmとなり症例3が最も高い値を示した。また骨濃度パターンをみるとDIP値の高い症例3では髄質での骨濃度が高く, 皮質部の幅が広いことが特徴的であった。それに反してDIP値の低い症例2では, 骨皮質の幅が薄く髄質の緻密度も低いことが明らかになった。

フィクスチャーの定着状態は, 表3のごとく下顎無歯顎例(症例2)の小臼歯部の1本と上下顎部分欠損例(症例6)の上顎前歯部の1本が脱落したのを除きすべて定着した。したがってフィクスチャーの定着率は上顎95.2%, 下顎95.7%であった。

V. 考 察

1. インプラント治療のための顎骨診査法について

歯の喪失に対する咬合回復法として歯科インプラント治療を行う場合, その予後に影響を与えるものとしてインプラントの材質面からいくつかの要因が考えられるが, 生体側の因子としては顎骨の性状が最も大きな影響因子であろう。したがって, 顎骨の術前診査はインプラント手術の予後を予想し, 適応症の選択を行うためには不可欠の資料といえる。

通常顎骨の骨質診査はパノラマX線写真やデンタルフィルムによって行われる。インプラント治療を前提としたX線顎骨診査法としては, Lekholmら¹⁶⁾の顎骨分類法が有名である。この方法では顎骨の正中断面を顎骨側貌あるいは断層写真から読影し, 骨形態とともに骨質を4段階に分類しそれぞれにつき術式上の注意点を述べている。この方法は簡便で顎骨の外形や骨質の概略を把握するには適しているが, X線写真の撮影条件, 現像条件がX線像に影響を与えたり, パノラマX線写真の障害陰影や像のゆがみという問題が残る, 正確な骨質診断を行うには不十分と考えられる。

これに対してインプラント植立部位に直接ドリル¹⁷⁾で穿孔し, その内壁を注射針などで触診する骨内試験穿刺法がある。この方法では顎骨内部から直接情報が得られるという長所があるが, 術者の主観にたよるという点が

短所である。この点を克服し試験穿刺法に客観性を与えるために菅谷¹⁸⁾は, 顎骨穿孔時の切削トルクと切削荷重を計測しこの値が骨塩量と相関することを実験的に示した。このことは従来の主観的方法に比べて切削抵抗を定量化したことで大きな進歩といえるが, 顎骨診査のために顎骨穿孔という侵襲を与えることが問題点として残る。またトルク計測などに特殊な計測機器を必要とするのも日常臨床上大きな支障となる。以上のごとく現在までに報告されている骨質診査法には一長一短があり, 適切な方法はいまだ確立されていない。特殊な計測装置を必要とせず, 客観性のある非侵襲的な骨診査法を開発することはインプラント治療を成功に導く最重要課題といって過言ではない。

2. DIP法による顎骨診査法について

非侵襲的な骨質診査として最も簡便で一般的な方法は, X線写真検査である。先に述べたようにこの方法の最大の欠点は撮影条件が規格化しにくく, 読影に主観が入りやすいことである。またX線フィルム上の濃淡や骨梁形態が, 骨内部の緻密度を反映していないという報告もある。古本ら¹⁹⁾は骨塩量の30%の減少は, X線フィルム上では画像上の変化を生じないことを明らかにした。

これに対してX線写真を客観的に評価する方法として, 微小なX線フィルム上の濃淡を計測することのできるmicrodensitometerを用いかつアルミニウムのような均質な対照体を用いて, X線フィルム上のばらつきを補正した方法(MD法)が報告されている²⁰⁾。

さらに, より確実な骨質診断法として直接骨塩量を測定しようとする方法もある。ラジオアイソトープ(¹²⁵I, ¹⁵³Gd)から出るガンマ線の吸収度によって, 骨塩量を測定するSingle photon²¹⁾, Dual photon法²²⁾や定量的CT写真²³⁾のCT値から骨塩定量を行う方法などである。これらに共通する長所は非破壊的に骨塩量を計測できることであるが, 被曝の問題と, シングルフォトン法のように均一な軟組織に包まれた長管骨でなければ計測できないという問題がある。これらはいずれも骨粗鬆症の診断法として進歩してきたものであるが, 顎骨の診断法として応用するには技術的に困難がある上, 大がかりな装置を必要とするなどインプラント手術の術前顎骨診査法としては不適当と考えられた。

そこでわれわれはMD法より進歩した方法として, microdensitometerの代わりに高分解能画像解析装置を用いてX線フィルムの濃淡を読み取るDIP法を応用した。この方法も本来は骨粗鬆症の診断法として開発され

たものであり、MD 法や骨塩測定法との相関性も高く²⁴⁾、その簡便さと正確さで現在もっとも普及している方法の 1 つである。通常は中手骨を代表骨として選び、その骨濃度の変化で全身的骨質の変化を把握する。われわれは DIP 法での対象骨として中手骨のかわりに下顎骨を選択した。その理由は他の顎骨部に比べて比較的単純な形態であり、骨の全幅にわたって撮影可能で他部位の骨の障害像が入りにくいことである。また、下顎正中部はインプラント手術の植立部位として最も頻度の高い場所であるため、植立母床そのものの骨質を検討する意味でも同部の検査が有効と考えた。本法では対照体であるアルミスケールとともにオクルーザルフィルムを撮影するのみで、規格化された顎骨 X 線像を得ることができる。またフィルムの画像解析を行えば骨濃度の定量も可能である。MD 法と比較した場合、MD 法が X 線フィルム上の約 2 mm 幅について横断的に microdensitometer を用いて計測するのに対し、DIP 法では約 8 mm にわたって画像解析装置を用いて計測する。したがって読み取り精度が高い²⁵⁾と同時に、より広い幅の骨濃度の平均値を計測するため値が正確になると考えられる。一方、問題点としては下顎骨正中部が顎骨全体の代表値になりうるかという点である。上顎骨と下顎骨の骨質の違い、抜歯後の期間、歯肉炎の状態などによっても骨質に変化が生じることが考えられ、今後 DIP 値と顎骨骨質の相関についてのより精細な検討の必要があると考える。

3. 顎骨評価値の臨床応用について

今日の歯科インプラントでは、顎骨とインプラント体の osseointegration を確実にするために 2 回手術法をとるものが多い。治癒期間中はインプラント体を安静に保つことが求められるが、インプラント体の初期固定には顎骨の緻密度が大きく影響する。また長期的にみても osseointegration を安定に維持するためには、皮質骨の量が多いほど有利であることは石田ら²⁶⁾によって報告されている。これらのことをみても、顎骨の骨質はインプラント治療の予後に直接影響を与える重要な要素であることがわかる。また術前検査で骨質が把握できれば、手術法や補綴処置にも対処が可能となる。すなわち患者の顎骨骨質が脆弱であれば、治癒期間を延長したり、骨治癒を促進させるために高気圧酸素治療²⁷⁾の併用やビタミン D₃ 製剤の投与²⁸⁾などの対処も必要である。さらに骨質の有利な部位にフィクスチャーを選択的に植立することや植立方向を変えることもできる。一方、補綴処置に関しても骨質が脆弱であれば、インプラントの負荷を軽

減するために上部構造の設計に対して特別な配慮をすることもできる。現在 Brånemark System による人工歯根を用いた咬合再建では人工歯としてレジン歯、硬質レジン歯、メタルボンド歯冠などが用いられている。顎骨が脆弱であることを事前に知ることができれば、軟性のレジン歯を選択し緩衝効果を高めることができる。

われわれの行った 3 例の術前骨質診査においても DIP 値の最も低かった症例 2 でフィクスチャーの脱落がみられた。この症例は抜歯後の治癒期間が 6 カ月と短かく、骨改造が完了しておらず、顎骨が脆弱であったことが脱落の原因と考えられた。反対に、骨質が緻密で硬い場合にはフィクスチャー埋入手術の骨切削時に生じる発熱に注意しなければならない。切削時の注水冷却法にも改良が必要である。

以上のようにインプラント治療における骨質診査は適応症の決定、手術術式の選択、上部構造の設計といった治療体系全般に大きな影響を与える重要検査項目である。今後は DIP 法に限らず、他の顎骨診査法を含めたインプラント治療のための顎骨評価基準を確立することが重要と考えられた。

VI. 結 語

名古屋大学医学部附属病院 歯科口腔外科で 7 例の osseointegrated implant (Brånemark System) を用いた咬合回復治療を行った。対象症例および治療経過を調査するとともに術前顎骨診査法として DIP 法を応用し、以下の結論を得た。

1. 対象症例は男 3 例、女 4 例の計 7 例で、年齢は 46~66 歳にわたった。欠損部位は下顎無歯顎 3 例、上顎無歯顎 1 例、上下顎部分欠損 1 例、上顎部分欠損 2 例であった。

2. 7 症例に対して、上顎 21 本、下顎 23 本、総計 44 本のフィクスチャーを埋入した。フィクスチャーの脱落は上顎で 1 本、下顎で 1 本みられ、それぞれの定着率は 95.2, 95.7% であった。

3. 下顎無歯顎症例 3 例に対しオクルーザルフィルムを用いて術前顎骨診査 (DIP 法) を行い、それぞれ 2.98, 1.98, 3.10 Almm の骨濃度が得られた。骨濃度の最低値を示した症例 2 ではフィクスチャー 1 本の脱落がみられた。

4. 顎骨診査法としての DIP 法は簡便で、X 線写真の撮影条件のばらつきの少ない規格化された方法であり、インプラント治療のための骨質診査法として有用と

考えられた。

文 献

- 1) 川原春幸：バイオマテリアル学への提言—歯科領域から—，生体材料，7：15～18，1987.
- 2) 山口徹也：感染根管処置後に応用した酸化被膜形成チタニウム合金による歯内骨内インプラントに関する実験病理学的研究，日歯保誌，30：575～614，1987.
- 3) 吉田浩一：Osseointegrated implant 周囲組織の圧感覚閾値に関する研究，歯科学報，88：1603～1642，1988.
- 4) Albrektsson, T., Zarb, G., Worthington, P. et al : The long-term efficacy of currently used dental implants : A review and proposed criteria of success, Int J Oral Maxillofac Implants, 1 : 11～25, 1986.
- 5) Rizzo, A.A. : Conference proceedings dental implants—National Institutes of Health consensus development conference—, J Dent Educ, 52 : 677～827, 1988.
- 6) 井上 孝：インプラント，移植材と歯周組織，治癒の病理—ペリオ・エンドの臨床のために—，105～120，医歯薬出版，東京，1988.
- 7) Brånemark, P.I. and Lindstrom, J. : Intraosseous anchorage of dental prostheses. I. experimental studies, Scand J Plast Reconstr Surg, 3 : 81～93, 1969.
- 8) 山下 哲：Al₂O₃ 単結晶体 (Bioceram) インプラントの臨床7年経過例について—特にX線像による観察—，Quintessence, 1 : 55～66, 1982.
- 9) Adell, R., Lekholm, U., Rodder, B. et al : A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw, Int J Oral Surg, 10 : 387～416, 1981.
- 10) Hansson, H.-A., Albrektsson, T. and Brånemark, P.-I. : Structural aspects of the interface between tissue and titanium implants, J Prosthet Dent, 50 : 108～113, 1983.
- 11) Schroeder, A., Stich, H. and Sutter, F. : The reactions of bone, connective tissue, and epithelium to endosteal implants with titanium-sprayed surfaces, J Max-Fac Surg, 9 : 15～25, 1981.
- 12) 上田 実，沢木佳弘，江幡晃治ほか：Osseointegrated implant (Brånemark System) を用いて咬合再建を行った5例—咀嚼能の変化を中心に—，日口外誌，36：704～711，1990.
- 13) 林 泰史，山下吉蔵，石橋利信ほか：骨ミネラル測定と骨粗鬆症，第5章 DIP 法，1版，43～48，メディカルレビュー社，東京，1989.
- 14) 林 泰史，山下吉蔵，石橋利信ほか：手部X線写真の画像解析による新しい骨量測定法 (DIP 法：Digital Image Processing Method) の開発，日本骨代謝学会雑誌，6：214，1988.
- 15) Brånemark, P.I., Zarb, G.A., Albrektsson, T. et al : Tissue integrated prostheses : Osseointegration in clinical dentistry, 11～343, Special edition for Norbelpharma, Quintessence Pub. Co., Ltd, Chicago, 1987.
- 16) Lekholm, U. and Zarb, G.A. : Patient selection and preoperation, In Tissue-integrated prostheses, Osseointegration in clinical dentistry, (Editor; Brånemark, P.-I., Zarb, G.A., Albrektsson, T.), 199～209, Quintessence Pub. Co., Chicago, 1985.
- 17) 山内壽夫，山根稔夫：インプラント臨床における診断の重要性，補綴臨床，7：135～142，1974.
- 18) 菅谷公一：歯科インプラント治療のための骨質診査法に関する研究—特に切削抵抗と骨塩量との関係について—，歯科学報，90：607～633，1990.
- 19) 古本啓一：歯科インプラントのための放射線診査と基礎研究，セラミックインプラントの実際，33～46，クインテッセンス出版，東京，1983.
- 20) 井上哲郎：X線像による骨萎縮度判定の試み，骨代謝，13：187，1980.
- 21) 山本吉蔵，岸本英彰：Bone mineral analyzer による骨塩定量，整形外科 Mook, 34：36～46，1984.
- 22) 白木正孝，折茂 肇：Bone mineral analyzer，骨代謝，14：105～116，1981.
- 23) Genant, H.K., Block, J.E., Steiger, P. et al : Appropriate use of bone densitometry, Radiology, 170 : 817～822, 1989.
- 24) 支光達志，福永仁夫，大塚信昭ほか：Digital Image Processing による骨塩指標の検討；他の骨塩定量法との比較，日本骨代謝学会雑誌，8：151，1990.
- 25) 小池達也，佐藤哲也，油谷安孝ほか：慢性関節リウマチに伴う骨粗鬆症は手のレントゲン写真で追跡可能か，日本骨代謝学会雑誌，8：155，1990.
- 26) 石田光輔：アパタイト・セラミックス・インプラントの骨組織による保持に関する組織学的研究，口病誌，51：333～371，1984.
- 27) Nilsson, P., Granström, G. and Röckert, H.O. : The effect of hyperbaric oxygen treatment on bone regeneration : an experimental study using the bone harvest chamber in the rabbit, Int J Oral Maxillofac Imp, 3 : 43～48, 1988.
- 28) 井上秀人：成長期顎骨の実験的骨粗鬆症に対する活性型ビタミン D₃ の影響に関する研究—とくに歯槽骨の変化—，九州歯会誌，42：918～948，1988.