

# 2014 *Vol.28*

## JOURNAL OF CLINICAL ACADEMY OF ORAL IMPLANTOLOGY

---

第28号 (2013. 4. 1~2014. 3. 31)



大阪口腔インプラント研究会誌

## 目次

---

巻頭言 .....	阪本 貴司 .....	1
歯科用コーンビームCTを有効に利用するために .....	四井 資隆 .....	2
Erbium Laserの水小爆発によるインプラント周囲炎治療 .....	山本 敦彦 .....	8
ベンゾジアゼピン系薬剤と口腔機能への影響 .....	阪井 丘芳 .....	15
インプラント部への骨造成を検証する .....	阪本 貴司 .....	21
3D Video Microscopeによるセルフエッチングプライマーエアドライ時の プライマーの液面の挙動に関する臨床的観察 .....	英保 裕和 .....	31
高出力コールドレーザーの歯科臨床への応用 .....	久保 茂正 .....	34
補綴前処置として矯正治療を積極的に応用し長期的安定を目指した症例 ..	長田 卓央 .....	41
私の考えるインプラント治療の位置づけ .....	小林 守 .....	45
日本口腔インプラント学会認定講習会 .....		49
大阪口腔インプラント研修セミナー 第20期受講生名簿 .....		51
会員の研究活動報告 .....		53
平成25年度行事報告 .....		57
大阪口腔インプラント研究会 会則 .....		69
大阪口腔インプラント研究会 研修施設実施規則 .....		70
大阪口腔インプラント研究会 会員名簿 .....		72

---



大阪口腔インプラント研究会

会長 阪本 貴司

2013年6月の総会にて第4代会長に就任させていただきました。諸先輩方が築き上げた歴史ある会の名に恥じないように努力して参りたいと思います。

さて当研究会の発足が1986年5月18日、私が大学を卒業し歯科医師になったのが1年後の1987年4月です。時代はまだバブル期でした。インプラント治療を行う歯科医もまだ少数の時代だったと思います。1988年に前会長の佐藤文夫先生と共にスウェーデンのイエテボリに研修に行きましたが、これがインプラント治療の勉強の始まりでした。インプラントがようやく大学にも受け入れられ、多くの歯科医がインプラントに関心を持ち始めた時代です。

当時インプラントの形態や表面処理技術は日々進歩し、新しい材料が次々と発売されました。最新の外科手技が連日雑誌に紹介され講習会は満席でした。私もいろいろな講習会に参加し知識と技術の習得に努めました。スタッフと共に試行錯誤を繰り返しながら自身の臨床に取り入れ、現在の診療スタイルを作ってきました。

知識を習得するには、いくつかの方法があります。講習会などで教えてもらうこと。しかし、これだけでは一方通行の受け身になってしまいます。講師の先生の診療スタイルを真似るだけになります。当会に入会した頃、その分野について一人前になるには“じっくりと専門書を1冊読むことだ”と恩師の先生に教えられました。完読には数ヶ月も要した事もありましたが、付箋だらけのそれらの本は、現在も各分野のバイブルとして役立っています。本から学ぶ利点は、自分のペースでゆっくりと知識を取得できる事です。本を読めば、実際の手技や手順について疑問が出てきます。もっと知りたいと思うようになります。興味と疑問を持って講習会やセミナーに参加することで、受け身の講習会から能動的な姿勢で参加できるようになりました。講師の先生からは、生意気だと叱咤されたこともありました。

今は海外の雑誌もすぐに翻訳本が出版されます。インターネットで最新の論文も簡単に検索できます。便利な時代になりました。読み切れないほどの情報量です。

今回、本研究会誌を第28号として発刊することが出来ました。本誌は専門書ではありませんが、当会で発表された先生方の講演内容を、少しでも多くの先生に知って貰うことを目的としています。全国の歯科大学図書館にも蔵書して頂いています。本は講習会のように出かけてなくても、自分の空いた時間に気軽に読むことが出来ます。また反復して閲覧もできます。本会誌を会員の先生方の気軽な読み物として活用していただければ幸いです。会員外の先生方には、私どもの活動を少しでも理解いただく一助になればと思っています。先生方の臨床に少しでも役立つ部分があれば嬉しい限りです。誤った内容が記載されていれば反面教師としてください。

より多くの先生方の講演が本誌に掲載され、さらに役立つ読み物となることを祈念して巻頭言とさせていただきます。

## 歯科用コーンビームCTを有効に利用するために

大阪歯科大学歯科放射線学講座

四井資隆

### はじめに

歯科での使用を前提とする小照射野の歯科用コーンビーム・コンピュータ断層撮影装置（以下、CBCTと略す）が発売されて約10年が経過した。驚くべきことに、実に世界で販売されたCBCTの半数以上が日本に設置されているといわれている。この10年間に、臨床家を含めた多くの歯科医師・研究者がこの装置の紹介や研究発表を行ってきた。その内容の多くは、この装置を利用したインプラント治療に関する画像診断の使用経験・有効性を述べたものである。しかし、歯科領域でこの装置の持つ可能性はインプラント埋入時の設計の簡易化といったことのみではない。むしろ、一般的な歯科治療に対して多くの情報を導き出し、治療効果の向上につながる点が徐々に認識されるようになってきている。このような現状の中で、我々は何の指針もなく野放図にCBCTを用いてもよいのかという疑問が出てくる。すなわち、乱用を避ける意味での指針が必要である。その点、現状でEuropean Academy of Dento-maxillo facial Radiologyの指し示したガイドラインが最も整備されている。このガイドラインについて本文中で解説を加える。

また、大阪歯科大学附属病院中央画像検査室にCBCT 3DX（モリタ製作所製）が研究用として設置されて以来の歯内療法に関する成果を中心に解説する。

### 歯科用コーンビームCT使用のガイドラインについて

表1にEuropean Academy of Dento-maxillo facial RadiologyのCBCT利用に関するガイドラインを示す。その内、日本国内の現状で早急に改善を要すると思われるものについて以下に示す。

#### 4 同一患者にCBCTを“ルーチン”で繰り返し撮像しないこと。撮像する際はその都度、利益とリスク評価を行うこと

根管治療や歯周病の経過観察などで安易に繰り返してCBCT撮影を行うことを禁じている。また、歯列矯正治療時の治療効果判定などに定期的に撮影することも避けるべきである。CBCT撮影によるX線被曝に見合うだけの新たな情報が得られない場合には、CBCT撮影すべきでないといえる。

#### 6 従来のパノラマX線など放射線量の少ない撮像方法では十分ではないと思われる場合においてのみ、CBCTが使用されるべきである

パノラマやデンタルエックス線撮影といった撮影手段で先に診査を行い、その画像から十分な情報を得られないと判断した場合にCBCT撮影を行うべきである。これは先の4と合わせて繰り返しの撮影を避ける目的もある。また、パノラマ画像やデンタル画像の適正な撮影技術・読影力を有さない場合の代替法としてCBCT撮影を行うことを戒めている。

## 7 CBCT 画像は撮像部位のみならず画像データ全体の臨床評価（放射線学的レポート）を行うこと

CBCT 画像には目的部位のみならず、その周囲も撮影領域に含まれている。CBCT の画像は断層像であるために、撮影された全領域を Multi-planer reconstruction という手法を用いて観察する必要がある。それをしなければ、周囲の疾患の見落としにつながる。パノラマ画像のように一目で全体を観察できるわけではない。その点、得られた CBCT 画像をすべて見る習慣をつけることが肝要であり、義務といえる。CBCT 撮影領域に含まれる疾患の見落としは法的責任の範疇に含まれると考えるべきである。

## 16 CBCT に関わる全ての者は、放射線業務や放射線防護能力に関する適切な理論および臨床訓練を受けた者であること

日本の国内法では歯科医師は、顎・口腔や顔面領域における放射線利用に関し、無制限の権限を有している。ヨーロッパでは一般の歯科医師は、デンタルの撮影・読影のみを許されており、パノラマや CBCT に関しては撮影しかできない。読影に関しては認定医や専門医のレポートが必須となっている。同じ6年間の専門教育で、ヨーロッパと日本の間にこれほどの権限の差があることを認識すべきである。このことから、放射線業務や放射線防護に関して、日本の歯科医師がヨーロッパの歯科医師に倍する努力を積みねばならないといえる。

## 17 資格取得後も継続的に学習や訓練を受けること。特に新しい CBCT 装置または技術の採用があった場合には必須である

ここでいう「資格」とは、歯科放射線に関する認定医または専門医であって、歯科医師免許ではない。さらに、「継続的な学習や訓練」とは、一般臨床に関するものではなく、エックス線撮影や読影、放射線防護に関する学習や訓練である。すなわち、いろいろな症例に接し、炎症のみならず嚢胞や腫瘍に関する十分な読影診断能力を有することを望まれている。

## 18 CBCT 施設の管理者となる歯科医師が適切な理論および臨床訓練を受けていない場合は、学術機関（大学やそれと同等の機関）が認証する理論および臨床訓練を受講し修了すること。口腔顎顔面放射線科専門医の国家資格が存在する国においては、専門医が CBCT 訓練プログラムに直接関与し

## 企画および講師を行うこと

海外、特にヨーロッパにおいては大学などで行われている症例検討会に一般の歯科医師が参加し、読影訓練を受けているのは通常である。そのうえで、彼らは認定医や専門医資格の取得を目指している。対して、日本では CBCT を購入した歯科医師が、治療法や修復材料に関する講習を受講することがあっても、診断に関する講習を受講しようとはしない。ましてや、読影は一時の講習によって安易に受け取れる技術知識ではない。その点、全国の歯科大学歯学部歯科放射線学講座では症例検討会を実施しているため、その場での修練をされることをお勧めする。また、日本歯科放射線学会が優良医や認定医、専門医の資格を賦与し、その資格を得るための講習も実施している。現在、その数が徐々に増えていることは喜ばしいが、CBCT の普及台数に見合った数ではない。是非、このような制度を利用し、歯科における放射線診療の能力を向上されることを期待する。

## 19 歯や歯を支えている組織、下顎と鼻腔底部までの上顎の歯槽骨の CBCT 画像（例 . 8cm × 8cm またはそれより狭い Field Of View）の臨床評価（放射線学的レポート）は特別な訓練を受けた口腔顎顔面放射線科専門医により作成されること。これが実行不可能である場合においては適切に訓練された一般歯科臨床医が行うこと

CBCT 撮影を行った際には、読影所見を記載することが必須となっている。それが、放射線学的レポートである。これには、たとえ自費撮影で撮影領域に異常所見がない場合でも、異常なしと記載する必要がある。それが、オフィシャルレポートとなり、カルテの一部として法的影響力を持つこととなる。このことは、パノラマやデンタルでも同様である。日本では撮影行為のみが健康保険請求において要求されると誤って捉えられているが、画像診断が撮影料とは別に設定され、料金に含まれていることを知る歯科医師は少ない。この、文章を読まれた先生方には既知の事実となったことをご認識いただきたい。

表 1

1	病歴の把握と臨床検査を行う以前での CBCT 検査は行わないこと
2	患者が受ける利益がリスクよりも上回ることが示せる場合にのみ、CBCT 検査は正当化される
3	患者の管理において補助的な情報が新たに引き出される可能性がある場合に CBCT 検査を行うこと
4	同一患者に CBCT を“ルーチン”で繰り返し撮像しないこと。撮像する際はその都度、利益とリスク評価を行うこと
5	CBCT 検査を他施設へ依頼する歯科医師は、CBCT 検査施設が検査の正当性を評価できうる十分な患者情報（病歴や診察の結果など）を提供しなければならない
6	従来のパノラマ X 線など放射線量の少ない撮像方法では十分ではないと思われる場合においてのみ、CBCT が使用されるべきである
7	CBCT 画像は撮像部位のみならず画像データ全体の臨床評価（放射線学的レポート）を行うこと
8	患者の放射線学的評価において軟組織像が必要と予測できる場合は CBCT ではなく、医科用 CT または MR 撮像が適切である
9	CBCT 装置はボリュームサイズを選択ができるものであること。検査では患者の放射線量を抑えるため、臨床症状に応じて最小のサイズを選択すること
10	解像度が選べる CBCT 装置の場合は、適切に診断が行える最低の解像度を使用すること
11	CBCT 装置を導入した各施設において、装置や技術面の品質管理手順が含まれた“質的保証プログラム”を確立し実施すること
12	正確にポジショニングするための、レーザー光ビームを必ず使用すること
13	CBCT 装置の新規導入の際は、職員や一般公衆ならびに患者の放射線防護の観点から使用前に臨界試験および詳しい製品検査を実施すること
14	診療所や施設の利用者ならびに患者の放射線防護の観点において著しい劣化がないか、CBCT 装置の検査を定期的実施すること
15	CBCT 装置における職員の防護については、欧州委員会公的刊行物“放射線防護 136- 歯科 X 線検査の放射線防護に関するヨーロッパのガイドライン：歯科診療における安全な X 線の利用のために”の第 6 章のガイドライン（Section 6 of the European Commission document ‘Radiation Protection 136. European Guidelines on Radiation Protection in Dental Radiology’）に従うものとする
16	CBCT に関わる全ての者は、放射線業務や放射線防護能力に関する適切な理論および臨床訓練を受けた者であること
17	資格取得後も継続的に学習や訓練を受けること。特に新しい CBCT 装置または技術の採用があった場合には必須である
18	CBCT 施設の管理者となる歯科医師が適切な理論および臨床訓練を受けていない場合は、学術機関（大学やそれと同等の機関）が認証する理論および臨床訓練を受講し修了すること。口腔顎顔面放射線科専門医の国家資格が存在する国においては、専門医が CBCT 訓練プログラムに直接関与し企画および講師を行うこと
19	歯や歯を支えている組織、下顎と鼻腔底部までの上顎の歯槽骨の CBCT 画像（例. 8cm × 8cm またはそれより狭い Field Of View）の臨床評価（放射線学的レポート）は特別な訓練を受けた口腔顎顔面放射線科専門医により作成されること。これが実行不可能である場合においては適切に訓練された一般歯科臨床医が行うこと
20	歯槽骨以外の狭い FOV（例. 側頭骨）や頭蓋顔面の CBCT 画像（歯や歯を支えている組織、顎関節を含む下顎と鼻腔底部までの上顎の歯槽骨を越えて広がっている FOV）の臨床評価（放射線学的レポート）は特別な訓練を受けた口腔顎顔面放射線科専門医もしくは臨床放射線科医（医科放射線科医）により作成されること

表2 断層厚による画像評価

Judge	Pixel size (mm)		
	0.125	0.250	0.500
良	0	15	5
可	7	5	8
不可	13	0	7

表3 歯根膜腔の変化に関するデンタルエックス線写真とコーンビームCTの評価の比較

		デンタルエックス線写真所見					
		正常	拡大	根尖部 消失	広範囲 消失	全体 消失	合計
コーン ビームCT 所見	正常	0	0	0	0	0	0
	拡大	7	5	1	0	0	13
	根尖部消失	2	1	6	0	0	9
	広範囲消失	0	1	0	0	0	1
	全体消失	2	8	1	0	3	14
	合計	11	15	8	0	3	37

表4 根尖と歯槽骨表面の距離

mm・歯番	7D	7M	6D	6M	5	4	3	2	1
上顎失活	4.3	5.0	2.4	1.5	2.4	1.0	0.9	1.5	1.4
上顎生活	5.3	6.0	2.9	2.8	3.3	1.4	1.1	1.8	1.6
下顎失活	5.3	5.3	4.1	3.5	3.5	1.3	2.0	2.0	1.0
下顎生活	4.7	5.0	5.3	4.1	4.1	3.2	2.6	2.0	1.9

表5 歯根露出と根尖露出の頻度

%・歯番	7D	7M	6D	6M	5	4	3	2	1
上顎失活	13	11	46	46	30	56	60	50	53
上顎生活	2	5	15	22	9	45	56	28	8
下顎失活	0	17	18	18	0	50	0	0	100
下顎生活	3	0	0	0	0	7	4	12	12

## 根尖病巣の検出

次に根尖病巣の検出に関する実験について考察する。大阪歯科大学附属病院中央画像検査室設置のCBCT内のデータベースの中から無作為に症例抽出を行い、Rawデータから症例毎にピクセルサイズの異なった画像(0.125mm, 0.250mm, 0.5000mm)を再構成した。その画像を20名の歯科医師が観察し、歯根膜腔と歯槽硬線、根尖部のエックス線透過像の大きさの評価を行った。その上で、デンタルエックス線写真の同様の評価との比較を行った。

根尖病巣の検出実験で用いた画像を図1～4に示す。その評価を表2・3に示す。その結果を箇条書きにすると、

1. 断層厚 0.125 mmでは画像の粒子粗さが目立ち、微細構造の観察が困難であった。断層厚 0.250 mmでは画像の粒子粗さが減少し、微細構造の観察が可能となった。断層厚 0.500 mmでは全体に像の輪郭がスムーズになっているが、最も微細な構造の観察にはパーシャルボリュームエフェクトによって不向きとなる。
2. 歯科医師20人の評価ではCBCTでは断層厚 0.250mmが最も診断に有効との判断であった。
3. デンタルエックス線写真では歯根に対して近心および遠心部の骨や歯根膜、歯槽硬線の変化に関して検出能が高いが、舌(口蓋)側や頬(唇)側面の骨や歯根膜、歯槽硬線の変化に関しては検出力が低かった。CBCTでは歯根に対して全周で骨や歯根膜、歯槽硬線の変化に関して検出できた。骨吸収の大きさに関して、CBCTではデンタルエックス線写真より大きく認識する傾向があった。歯根に金属コアが施行されている場合に、CBCTでは金属アーチファクトが発生し、観察が困難であった。

従来のデンタルエックス線写真では観察が困難であった頬側や口蓋側部の歯根膜や歯槽骨の状態を、CBCTを用いることによって把握することが可能となっていることが示された。ただ、このような所見も断層画像の特性で、適切な断層厚を選択しなければ観察することができない。断層厚の設定が薄すぎると信号量が少なく雑音を多く含んだ画像になる。厚すぎるとパーシャルボリューム効果によって適切な所見を得ることができなくなる。また、金属アーチファクトに関し、一部ではアーチファクトの発生

が少ないことをキャッチフレーズにしている。実際には、CBCT画像では偽像が現れるほどのコントラストも出ていないことが原因ともいえる。このようなCBCTの特徴を理解の上、活用する必要がある。実際には根充材近傍の像が欠落していることから想像できる。

## 歯槽骨からの歯根露出の観察

続いて、歯槽骨からの歯根・根尖露出の観察について考察する。大阪歯科大学附属病院中央画像検査室設置のCBCT内のデータベースの中から、全顎撮影を行い残存歯が20歯以上の症例30例を無作為に抽出した。その残存歯根965本を観察対象とした。

その結果を表の4、5に示す。試料に含まれる歯は生活歯798本、失活歯167本。根露出は上顎で多く、486歯中125根が根尖の骨からの穿孔ないしは根の露出を伴っていた。特に犬歯では最も露出頻度が高く、56%で確認できた。下顎は479歯中30根に見られた。上顎犬歯の根尖と歯槽骨表面の距離が最も近く1.0mmであった。その他の上顎側切歯や犬歯、第一小臼歯では、概ね2mm以下であった。

この結果から、歯槽骨からの歯根露出や根尖露出は部位によってはまれなものではないことが明らかとなった。元来、歯槽に対して側面からの単純像であるデンタルエックス線写真では歯根露出や根尖露出を診断することは困難であることを歯科医師は認識すべきである。歯内療法時のオーバーインストルメントや薬剤の漏出には十分注意する必要がある。

しかし、その対処としての検査法では、医科用CTの解像力(0.5mm以下)では不十分といえる。

その意味で、安全な歯科医療を実現するためにはCBCTの適正な活用を望まれる。

## まとめ

歯科放射線専門医にとってCTとは、その被曝線量を勘案すると臨床診断を得るための最後の手段である。すなわち、その撮影後には確定的な臨床診断名を示す必要がある。ましてや、骨粗鬆症の骨梁の乱れや正常上顎洞をエナメル上皮腫と誤診し、口腔外科に紹介されるような愚は避けて頂きたい。

歯科放射線に関する十分な研鑽を積まれることで、CBCTというツールをより有効に適正に使われんことを願うものです。



図1 コーンビーム CT 断層厚 0.125mm での表示



図3 コーンビーム CT 断層厚 0.500mm



図2 コーンビーム CT 断層厚 0.250mm



図4 同患者のデンタルエックス線写真 (コア除去前)

## Predictable Treatment of Peri-implantitis by using the Erbium Laser Water-Micro Explosion.

### Erbium Laser の水小爆発によるインプラント周囲炎治療

医療法人 成仁会 藤沢台 山本歯科

山本 敦彦

Atsuhiko Yamamoto (perio-implant hospital AUTIS)

#### はじめに

オッセオインテグレーションを獲得したデンタルインプラントは高いサバイバルレートがあると証明されたにも関わらず、インプラント周囲の組織に歯周病と同じような炎症を起こすことがある。その炎症にはペリインプラントミューコタイティスとペリインプラントタイティスという2つの種類がありペリインプラントミューコタイティスは、インプラント周囲骨に炎症、吸収がなく、周囲の軟組織だけに炎症が局限されており、ペリインプラントタイティスとは、軟組織の炎症と、周りの骨の炎症吸収を伴う物をいう。

ペリインプラントタイティスのリスクファクターとしては、口腔清掃不良者、歯周病の保持者、咬合圧の不具合、喫煙者などがあり、それらの人には28%から56%の発症率でペリインプラントタイティスが起これと言われている。

それに対し、ペリインプラントタイティスを治療する方法は数多く提案されているが、それらのどれもが完璧な治療法としては不十分であり、早急に治療法の確立が望まれている。

従来から様々な波長のレーザーがペリインプラントタイティスの治療に使われて来たが、それらはインプラントの表面を殺菌することが目的であり汚染物質を除去できなかった。

効果が期待される治療法としては、細菌や汚染物質によって汚染されたインプラント表面を除染ならびに滅菌、LPSのデトックスを行なうことであるの言うもでもない。

そこで我われは新しい発想で画期的なペリインプラントタイティス治療法を開発すべく次のような予備実験を行なった。1. Er:yag レーザーを用いて TiUnite® 層を蒸散剥離するための適切な照射条件の

選定、2. Er:yag laser 照射によるインプラント体の温度上昇変化についての実験、3. Er:yag レーザーの Water-micro-explosion(水小爆発)を用いた汚染された、TiUnite® 層蒸散剥離後のインプラント表面に対するオッセオインテグレーション獲得の有無を検証のための動物実験である。

その結果、Er:yag laser は酸化チタン層を均等に剥がすことが出来、注水下で使用することにより、照射されたインプラントの温度上昇も抑制でき、かつ、処理後の新生インプラント表面にもオッセオインテグレーションが確認された。

そのような結果を元に、我われは、従来法では修復が難しいと考えられた症例に対して患者の了解を得て臨床応用を行い5年以上の良好な予後を得ることが出来た。したがってこの方法はペリインプラントタイティスの治療に効果的であると示唆された。

#### Erbium Laserを用いたインプラント周囲炎治療法の開発

我われは汚染されたインプラント表面の除染を行なう方法として Erbium Laser の水に特異的に吸収する波長吸収特性 (CO<sub>2</sub> レーザーの約 10 倍、Nd:YAG レーザーの約 6 万倍、半導体レーザーの約 60 万倍) によって (図 1) 発生する Micro Explosion (水小爆発) (図 2) を利用してインプラント表面の微小構造を変化さすことなく、汚染された酸化チタン層のみを除去する (図 3) という新しい方法の開発に着手した。そのため最も肉眼で酸化チタン層を認識しやすい TiUnite® (Nobel biocare 社) を対照とし、さらに、実験を次の3つのパートに分け、1. Er:yag レーザーを用いて TiUnite® 層を蒸散剥離するための適切な照射条件の選定、2. Er:yag laser 照射によるインプラント体の温度上昇変化についての実験、3. Er:yag レーザーの microexplosion (水小爆発) を用いた汚染さ

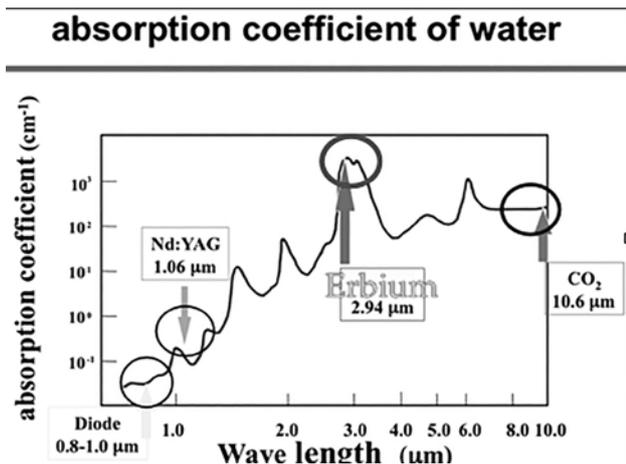


図1：Erbium Laserの波長吸収特性は他のレーザーに比べて得意的に水成分にエネルギーが吸収されることである

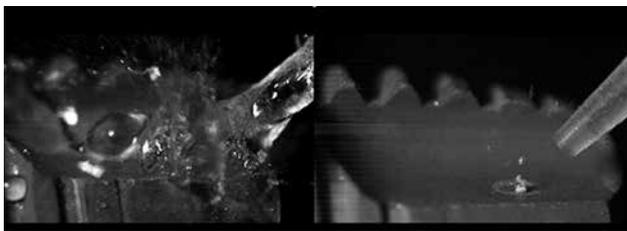


図2：Erbium Laserのエネルギーが水に吸収され、そのことによって水が気化する際の体積膨張は約1000倍に達し、その爆発的な膨張エネルギーをWater micro-explosionと呼びその物理的なエネルギーを用いる

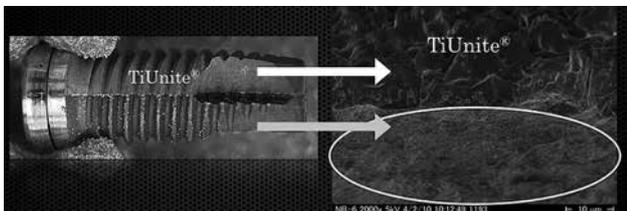


図3：Water micro-explosionによって蒸散剥離したインプラント表面、熱的な溶解などは起こっていない

れたTiUnite®層蒸散剥離後のインプラント表面に対するオッセオインテグレーション獲得の有無を検証のための動物実験を行なった。

### 蒸散剥離のための適正エネルギー

酸化チタン層であるTiUnite®表面を一層蒸散剥離させかつ熱的溶解などが起こらない適切な照射条件を解明するために我々は、単位面積あたりのエネルギーを50mj/mm<sup>2</sup>、100mj/mm<sup>2</sup>および、200mj/mm<sup>2</sup>にて蒸散実験を行った。

各照射するインプラントごとにパルスは20PPS、注水量は5cc/minで各インプラントへの照射時間は15秒に統一した。その結果照射条件50mj/mm<sup>2</sup>の

場合、TiUnite®は部分的に蒸散剥離されるものの大半は残る状態であった、照射条件100mj/mm<sup>2</sup>の場合、ほぼ均一に蒸散剥離され溶解や炭化が出来ることなしにTiUnite®層が蒸散剥離出来た。

しかし照射条件200mj/mm<sup>2</sup>の場合TiUnite®層だけではなくその下のチタン本体まで熱的な溶解をともなった。よってTiUnite®層を蒸散剥離するのに最も適した条件は100mj/mm<sup>2</sup>前後でありこれよりも低い場合は滅菌効果はあると考えられるが、しかし、10数ミクロンのTiUnite®層の蒸散剥離はできず、また、パワーが強すぎると溶解などの可能性があり実験で得た適切なパワーで用いることが効率よく蒸散剥離並びに剥離された新生インプラント表面に必要以上の形態変化を起こさせないための最適条件であると示唆された。(図4)

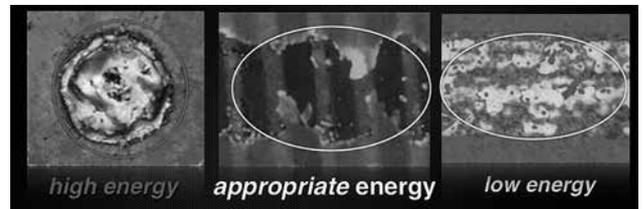


図4：いくら熱的影響の少ないErbium Laserでも高出力を用いたり、一カ所に熱を必要以上に蓄積させれば、チタン表面を溶解させてしまう

### インプラント体の温度上昇実験

照射条件としては、出力50mj/20pps(先端値)で注水あり(5cc/min)および注水無しの照射条件で各15秒照射(totalエネルギー15J)の照射を行なった。比較として同じ出力でCO<sub>2</sub>レーザー、Nd:YAGレーザー、半導体レーザーを用いサーモグラフィーによる測定を行った。

結果Erbium Laser注水下では2度ほどの温度上昇がインプラント体に起こるが、その他の波長のレーザーの場合とErbium Laser注水なしの場合は60℃~70℃の温度上昇がみられた。(図5-a,b)

Boulnoisらは、生体の温度を37℃付近とした場合、組織への熱影響について43℃~45℃で個々の細胞に形態変化や壊死が起こり、60℃でタンパクの変性、凝固が起こると報告した。

CO<sub>2</sub>laser、Nd:YAGレーザー、半導体レーザーにおいて周囲の骨組織を死滅させる恐れのある温度にインプラント体を温度上昇させる可能性が示唆された。

Erbium laserでもインプラント体表面に照射する場合非注水下においては他の波長のレーザー同様周

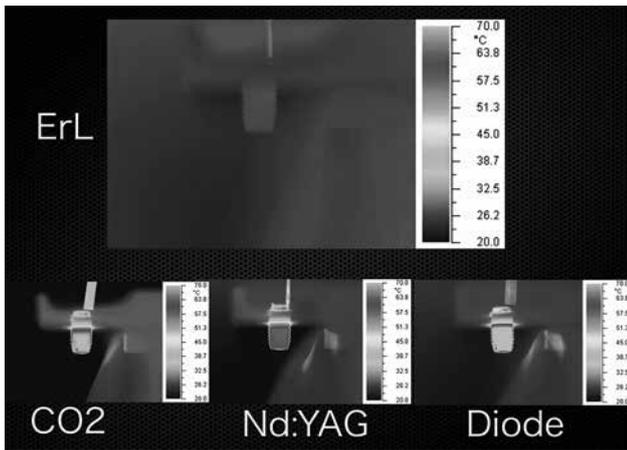


図 5-a：肉眼的にはチタンに対してリフレクションの強い CO<sub>2</sub>Laser や半導体レーザーは実は温度上昇が、激しいということを理解する必要がある

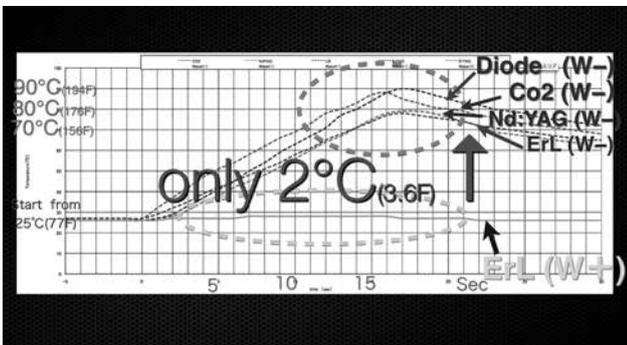


図 5-b：Erbium Laser をインプラント表面のブライドメントに用いる際の必須条件は、注水下で行なうことであり、その際の水の量は機種によって異なる

周囲の骨細胞に障害を与える可能性があるほどの温度上昇がみられるが、その反面、注水下において用いれば温度上昇は最低限（約 2℃）に押さえられ、周囲の骨組織に不可逆的な損傷を与えるような温度上昇は起こらず安全に汚染インプラント表面の蒸散と滅菌が出来ると考えられる。

### レーザー照射によって出来た新生面へのオッセointegrेशन

ビーグル犬を用いてあらかじめ抜歯を行い治療した部位に各犬ごとに 2 本ずつ Branemark system implant M III 3.75mmRP-13mm を埋入するための 13mm の深さのインプラント窩を形成し、その窩にフルングスの約 1/2 (6.5mm) を埋入する。そのことによって、口腔内に TiUnite<sup>®</sup> 表面が露出した状況を作ることが出来る。(図 6a-d)

その後、通法通りにフラップを閉じ縫合をおこない 1 週間犬を飼育する。そのことによって、口腔内

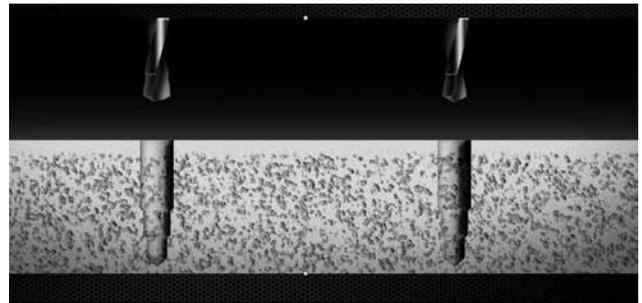


図 6-a：比較実験のため、長さ 13mm のインプラントを埋入するためのインプラント窩を 2 本形成する

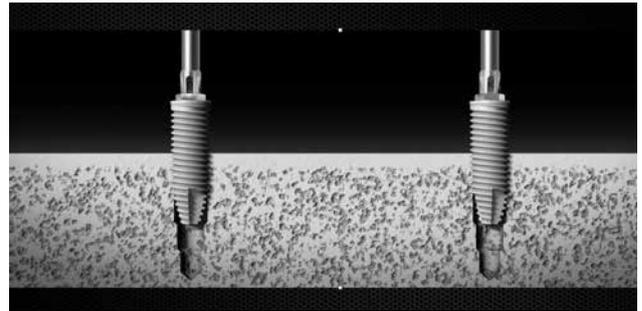


図 6-b：深さ 13mm の形成窩に、長さ 13mm のインプラントの全長の 1/2 (6.5mm) を埋入する

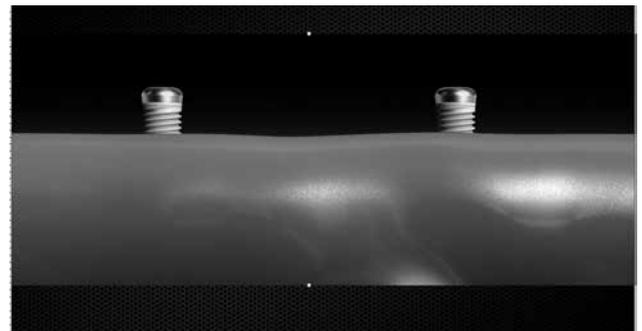


図 6-c：カバースクリューを装着し通法にしたがって、フラップを閉じ縫合を行なうと、口腔内に TiUnite<sup>®</sup> 表面が、露出した状況を作りあげることができる（即ちインプラント周囲炎で、周囲の骨が吸収されインプラント表面が口腔内に露出した状況と同じ）



図 6-d：半分埋入した状態



図 6-e：フラップを閉じた状態で、インプラント表面が口腔内に露出している

に露出したインプラント表面にプラークなどが蓄積し確実に細菌などの汚染を TiUnite® 表面に起こすことが出来る。(図 7-a.b)

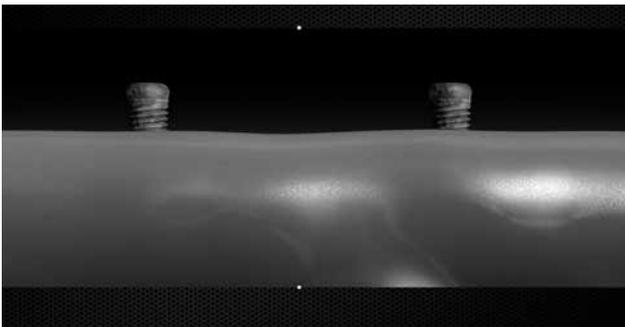


図 7-a,b：一週間飼育すると、口腔内に露出したインプラント表面には自然な汚染が獲得出来る（当然ながら細菌にも汚染している）

その後、再びフラップを開け汚染された2本の内の1本に対しては Erbium Laser の water micro explosion を用いて、汚染物質の除去および汚染酸化チタン層の除去ならびに殺菌、LPS のデトックスを行い、残るもう一本には生理食塩水による洗浄のみを行なった。(図 8-a.b)

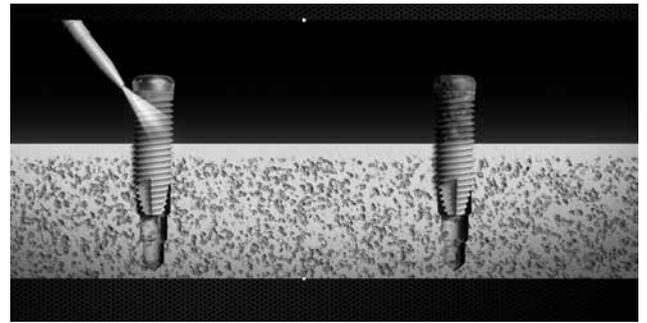


図 8-a,b：フラップを開けた後に、一本に対しては Erbium Laser を用いてインプラント表面の汚染された Tiunite 層を蒸散剥離、殺菌、デトックスを同時に行い、もう一本に対しては、生理食塩水にて洗浄のみ

処理後、直ちに露出させていた残りの部分が、全て骨内に隠れるように埋入を行い、各インプラントにヒーリングアバットメントを装着し、通法にのっとりフラップを閉じ縫合し、(図 9-a.b.c)

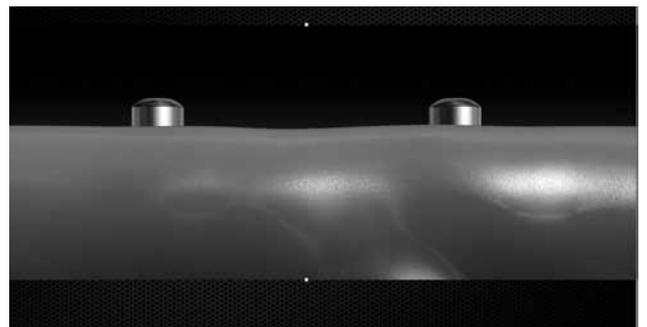
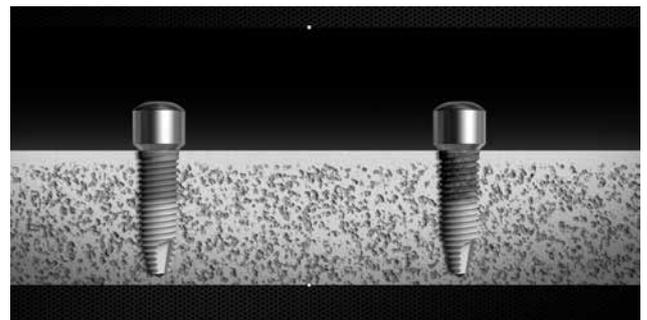




図 9-a,b,c : 表面の処理後、インプラント体を規定の位置までフルリングス埋入し、ヒーリングアパットメントを装着し、フラップを戻し、通法にしたがって縫合を行ない、その後6週間飼育する

その後、6週間飼育後屠殺し、組織切片の観察を行なった。

その結果、図 10-a.b.c に示すように Erbium Laser に

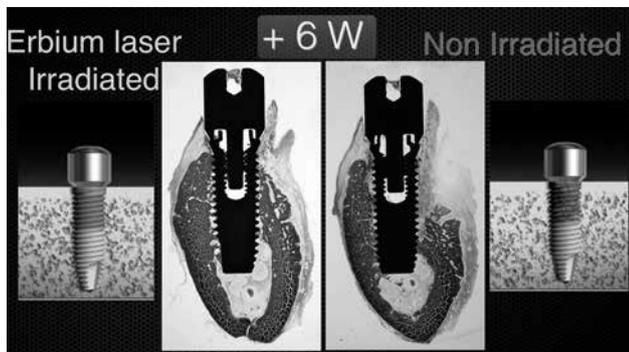


図 10-a : Erbium Laser 処理したインプラント表面には、通常のオッセオインテグレーション様の像が、観察される

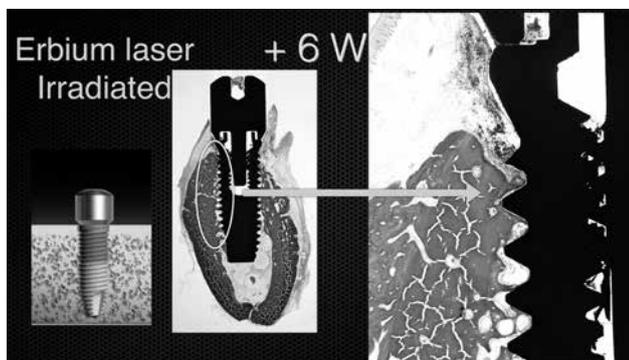


図 10-b : Erbium Laser 処理したインプラント表面の 200 倍の像であるが感染していない面と同じようなオッセオインテグレーション様の像が、観察される

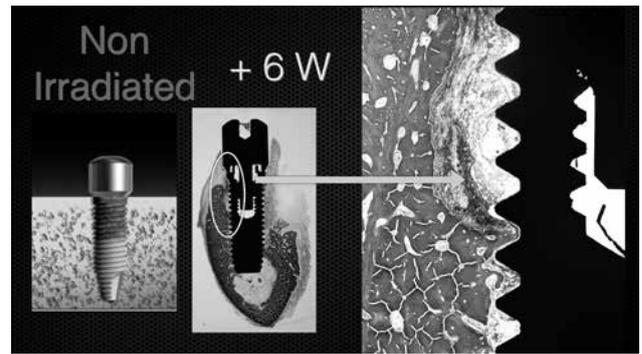


図 10-c : 未処理の面の 200 倍の像であるが、明らかに炎症様の変化がみられる

よって、処理したインプラント表面には通常のオッセオインテグレーション様の像が観察されるのに対し、洗浄だけのインプラント表面には明らかに炎症様の像が観察された。

今回行った動物実験により Er.yag レーザー照射により除染された表面にオッセオインテグレーションが獲得されると示唆された。さらに Kreisler らは Er.yag レーザー照射によるインプラント表面を殺菌できると報告もしている。さらに Er.yag laser を用いることによりスレッドやインプラント表面の微細構造などを破壊せず汚染された酸化チタン層を剥がすことができ、新しい除染されたインプラント表面を出すことができ、このフレッシュなインプラント表面はオリジナルな TiUnite® 表面と同様に骨の誘導が起こすのに効果的であると示唆された。このことは、ペリインプランタイトイス治療におけるさまざまな難問が Erbium レーザーを使用することによって解決できると我われは考えている。

### 臨床応用例

実験の結果により慎重に検討を加えたのち、従来法より本法を行うことが患者に有益と考えられる症例において患者の同意を得た後、本法によるペリインプランタイトイスの応用を行った。

患者は年齢 81 才女性、2006 年 9 月に、左下大白歯部に、リプレース、セレクト、インプラントを右下 7、6、5、左下 3、4、5、6、7 左上 3 相当部へ合計 9 本埋入、4 ヶ月後に 2 次手術を経てプロビジョナルレストレーション作成、装着 (2007 年 2 月)、その後 2007 年 6 月最終補綴物を装着 2007 年 8 月ころより同部に違和感を訴え オルソパントモグラフィーにて L2,L3 にインプラントネックより先端部におよぶ広範囲のレントゲン透過像 (図 11) を認めた。

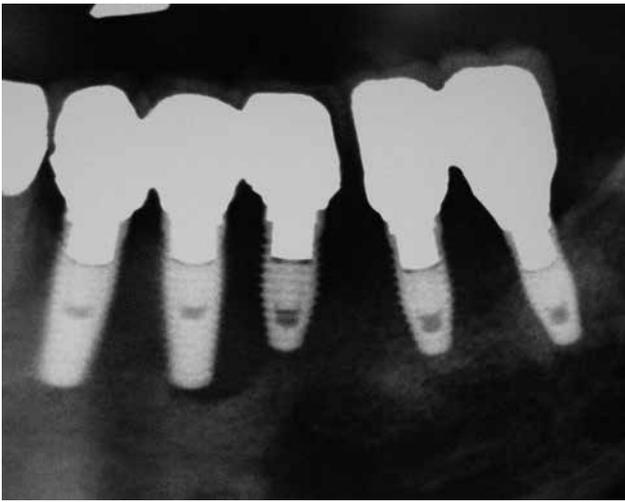


図 11：レントゲン像は下顎臼歯部に、顕著な骨の吸収像が見受けられる

まず上部構造体を外し、インプラント本体に動揺がないのを確認した。

炎症が骨まで波及しており難治性のペリインプラントイテイスと判断された。さらなる検査によりPD5mm以上、BOP+、骨吸収2mm以上でありこの症例はCISTのクラスDに相当と判断し、我々はEr:YAGレーザーを用いた本治療法を選択した。

通法に則り2パーセントキシロカインにて局所麻酔後、歯槽頂切開、剥離を行った。インプラント体には動揺は無いものの、周囲は広範囲の骨吸収と不良肉芽に覆われていた。(図 12)



図 12：フラップを開けた後、顕著な広範囲の炎症性肉芽組織が観察されそれをErbium Laserにより蒸散除去を行なった

まずインプラント周囲の不良肉芽はPS600Tのチップを用い毎分約5CCの注水下（使用水は滅菌注射用水）で50mj20ppsにてTiUnite®層の蒸散剥離を行った(図 13-a,b)、不良肉芽の除去は従来法で用いるエイビでも行える行為だがEr:YAG laserの注水下で行うことによって従来法では出血により、搔



図 13-a,b：Er.yagレーザーによって汚染された肉芽組織を蒸散切除する場合、直接肉芽組織を蒸散するのではなく、肉芽と健全な骨組織の間を接する部分を狙って蒸散切除することによって、肉芽を一塊で除去することが出来る。そのことによって、インプラント表面が目視することができるので、その後汚染されたTiUnite®層を蒸散剥離および殺菌、LPSのデトックスすることが出来る

爬面を確認しながら不良肉芽を取り除くことなど不可能であるが、Er.yag laserによる注水下の蒸散にて除去すればチップ先端から出る滅菌注射用水とそれに反応するEr:YAG laserのマイクロエクスプロージョンにより視野が確保され、明視下で確実に肉芽も除去出来た。(図 14)



図 14：Erbium Laserを注水下で使用することによってインプラントのオーバーヒートを避けることができ、かつ、マイクロエクスプロージョンにより血液が排除されるので、視野が確保される

肉芽を蒸散除去した後はインプラント表面の汚染されたTiUnite®層の除去と新生インプラント表面の

滅菌にかかる、まず PS600T (PS600T: 元部の直径 600 $\mu$ m で先端直径 400 $\mu$ m のフラットな先端形状を有している石英チップ) を用い 50mj20pps, 5cc/min にてインプラント表面を軽くなぞり Er.yag laser が水と反応しておこるマイクロエクスプロージョンにて TiUnite<sup>®</sup> 表面を一層 (数 $\mu$ m) 蒸散剥離する。

剥離した面はやや濃いグレー色のチタン面が現れるがこれは炭化しているのではない。一般的にほぼ垂直に埋入されたネジ形態のインプラントにおいてペリインプラント炎により本症例のようにほぼ真横からレーザーのチップを当てられるような場合はスレッドの隅々まで容易に照射でき確実に TiUnite<sup>®</sup> 面を蒸散滅菌できる。

その後、自家骨を充填し吸収性のメンブレンで覆い通法に則って傷の閉鎖を行った。3ヶ月後、2年後、

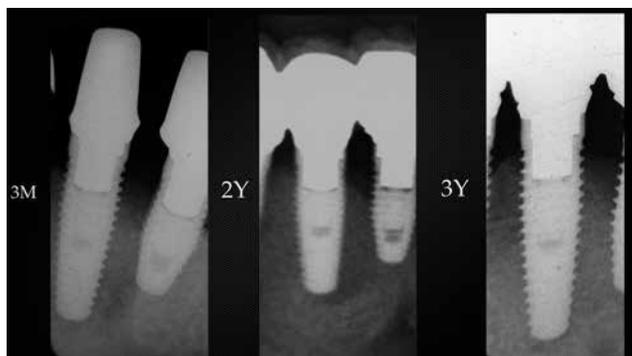


図 15-a,b,c: 治療後 3ヶ月 (a) 2年 (b) 3年 (c) に撮影されたレントゲン像を示し、安定した骨造成が観察される

と 3年後 (図 15-a,b,c) のレントゲンによると骨再生様の像が観察された。4年後に CT を撮影し (頬舌的断層) インプラント周囲に安定的に骨様像が観察された。(図 16)

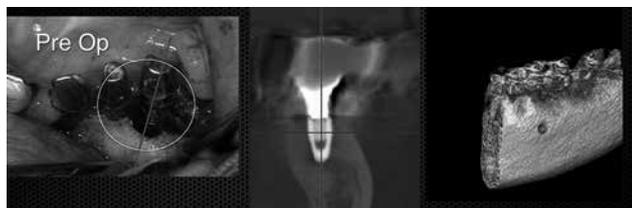


図 16: 治療後 4年に撮影された CBCT 像を示す、ペリインプラント炎は改善され、インプラント周囲に安定した骨様像が観察される

さらに図 17 は、術後 5年の CT 像およびボリュームレンダリング像であるが、ネック部に若干の骨吸収は観察されるものの深部には安定して骨様の像が観察される。

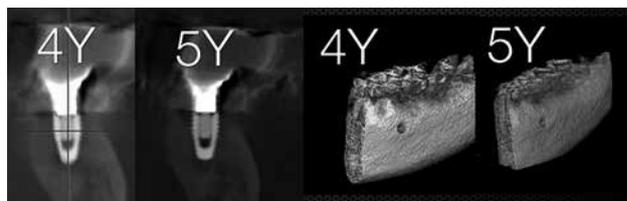


図 17: 術後 5年の CT 像及びボリュームレンダリング像であるが、ネック部に若干の骨吸収は観察されるものの深部には安定して骨様の像が観察される

### 最後に

汚染されたインプラント表面に、再インテグレーションを起こさずということは Peri-implantitis 治療において理想的な重要なポイントであると考えられており、そのためには汚染されたインプラント表面の徹底的な除染並びに殺菌 (理想的には滅菌)、LPS のデトックスが必要であるが、実際には様々な処置法によって処置した部分が完全にそのようなことが出来ているのを判断する手段は未だ開発されていない。よって、そのような点の克服する課題は残されているものの今回紹介した Erbium laser の水に吸収される際に起こる Water micro explosion を利用した方法は現在考えられる方法の中で有効な手段であると我々は考えている。

しかし、最も大切なのは治療することではなく Peri-implantitis を起こさないように、理にかなった歯周治療や力のコントロールなどの予防策を徹底的に行うことであり、「歯周病故に抜歯を行い→欠損補綴のためにインプラントを行い→Peri-implantitis になったから Peri-implantitis 治療を行う」という悪循環の中で我々の開発した治療法が知識技術を習得する (図 18) こと無しに安易に応用されることのないように願って稿を終えたいと思う。

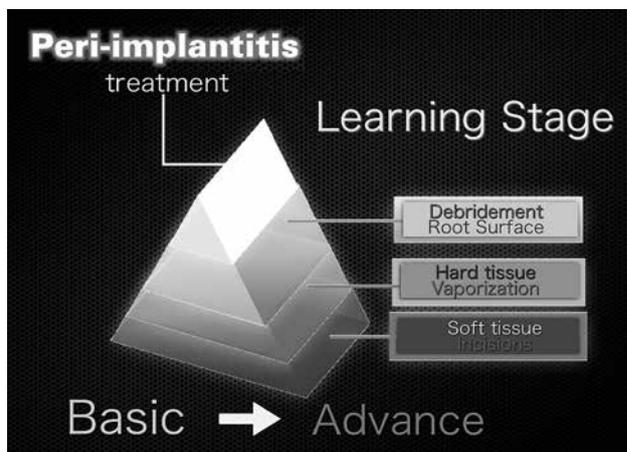


図 18: Erbium Laser を習得する際もインプラント治療や歯周治療を習得する際と同じく、ベーシックなことからアドバンスへと知識技術のステップをあげて行くことが大切である

## ベンゾジアゼピン系薬剤と口腔機能への影響

### Effect of benzodiazepines on oral function

大阪大学大学院歯学研究科 高次脳口腔機能学講座 顎口腔機能治療学教室 教授

阪井 丘芳

#### はじめに

大阪口腔インプラント研究会阪本貴司会長に機会を頂き、2013 年 9 月 1 日第 111 回例会にて、「口腔機能の回復をめざして～ドライマウス、摂食・嚥下、OSAS に対するアプローチ～」というタイトルで、我々が関わっている口腔機能障害の病態と取り組みについて講演させて頂きました。本誌では講演で詳細には触れることができなかったベンゾジアゼピン系薬剤（以下、BZ）と口腔機能への影響について述べてみたいと思います。

医療の本来の目的は、患者を社会復帰に導くことであり、医療そのものが患者に益することはあっても害することがあってはなりません。しかしながら、多くの医療行為は、益する部分とともに害する部分もあります。したがって、薬剤の有効性と副作用とを天秤にかけて有効性が副作用をはるかに上回って患者に益することを期待して投薬するのが重要です。その際に、重要なことが患者サイドへの情報の提供だと思えます。すべての薬剤投与行為にはインフォームドコンセントが必須であることは言うまでもありません。

BZ に関しては、最近メディアで取り上げられることが多くなりました。BZ の臨床用量依存の頻度も詳細は不明ですが、日本では BZ 処方件数が欧米に比較して 5-10 倍と圧倒的に多く、精神科外来の初診時に投薬を受けた患者の約 13% が 3 年以上の長期使用者であることなどからも、相当量の BZ が服用されていることとなります。歯科では馴染みの薄い話題かもしれませんが、超高齢社会になり病院や在宅診療でも処方されている場合があり取り上げました。臨床の現場では、ハルシオン、レンドルミン、デパス、などの薬剤を数十年間処方されているケースもありますが、実際のところ、海外でどのように取り扱われているのでしょうか？海外での動向についても触れておきたいと思えます。本内容は過去の経験や文

献的考察が多く、EBM には乏しいかもしれませんが、疑問に思われる箇所もあるかと思いますが、一つの意見としてご理解頂ければ幸いです。

#### 日本での BZ の取り扱いについて

抗不安薬と睡眠薬（睡眠導入剤）は、化学的分類が同一の薬剤が多く、作用と副作用も共通している部分が多いので、緩和な精神安定剤という薬効から一緒にしてマイナートランキライザーと呼ばれています。そして、マイナートランキライザーの中で、中枢神経系に作用して不安や興奮を鎮める作用に優れているものを抗不安薬、催眠作用が強く不眠症状に適した特性を有するものを睡眠薬として取り扱っています。

不安や不快な緊張、イライラなどの不安定な精神症状を改善する抗不安薬と睡眠障害で悩んでいる人を眠りに誘ってくれる睡眠薬は、不安障害やパニック障害、睡眠障害といった精神疾患だけでなく、心理的ストレスに起因した頭痛・腹痛・胃部不快感・動悸・肩こり・腰痛・手足の痛みなどの心身症的な症状に対しても有効であり、精神科だけでなく、内科、外科、整形外科等でも処方されています。

現在、マイナートランキライザーとして使用されている薬剤の大部分は、化学的に「ベンゾジアゼピン系」に分類される薬剤です。BZ が主流として使用されている最大の理由は、耐性（身体が薬剤に慣れて効果が出難くなる）や依存性が生じ難い事と、副作用が比較的少ないので安全性が高いとされています。実際のところはどうなのでしょう？詳細については後述します。抗不安・催眠効果のある精神安定剤は BZ 以外にもバルビツール酸系・非バルビツール酸系（バルビツール酸系の改良版）などがありますが、現在、抗不安・催眠作用を目的として処方される薬剤の殆どは BZ です。

昔、睡眠薬一般に対して抱かれていた「大量に飲

むと死ぬ」「1回飲み始めると、薬物依存になって止められなくなる」といったイメージは、バルビツール酸系睡眠薬に対するもので、現在のBZの精神安定剤（睡眠薬）では、相当量のOD（オーバードーズ：過量投与）をしても死に至る事は通常なく、禁断症状が出て飲まずにはいられないといった薬物依存状態にはなりません。また、BZは、REM睡眠の抑制が少ないので、寝ている間に夢を見る確率が上がり、質の良い睡眠を取り易くなっているという長所もあります。いい事づくめの薬剤のように紹介されています。

マイナートランキライザーの副作用としては、「一過性の健忘」「眠気」「倦怠感・脱力感」「筋弛緩作用によるめまい・ふらつき」「呼吸抑制」「頭痛」「不快感」等が代表的なものとされています。また、長期間高用量のマイナートランキライザーを服用していて、突然、自己判断で服用を中断すると「反跳性不眠」と言われるリバウンドとしての強い不眠や不安感を感じる副作用が出る危険性があり、服用を止める時には段階的に減薬していく必要があると説明されています。妊婦のBZの服用によって、胎児への催奇形性の影響が報告されていますので、妊婦の方には慎重な投与が必要です。また、母乳中にも移行するため、睡眠薬や抗不安薬を飲んでお母さんは授乳も控えるように言われています。安全性の高い薬ですが、アルコールとの併用は神経抑制作用（鎮静と催眠などの作用）とアルコールの酪酐作用を共に増強するので危険です。

## BZの作用機序

BZの作用は、「中枢神経系の過剰な働きを抑える事で、穏やかなリラックスした気持ちにさせて、落ち着いた心理状態を生み出す」ということで知られています。どのような過程を経て精神の安定効果をもたらすかという点、「GABA；ガンマアミノ酪酸（アミノ酸の一種）」という神経伝達物質の働きを強める事で効果を発揮します。GABAは、気持ちを高揚させるノルアドレナリンやセロトニンといった興奮性の神経伝達物質の働きを抑えて、心をリラックスさせる神経抑制作用を持っています。

BZと結合する神経の部位であるベンゾジアゼピン受容体は、GABAと結合するGABA受容体と非常に近い隣接した位置にあり、BZのマイナートランキライザーが神経細胞内に入ってくるとベンゾジアゼピン受容体にくっつく事でGABA受容体の働き

も活性化させます。結果として中枢神経系の活動が抑制されて、不安や緊張、イライラ、不眠といった精神状態を改善する作用を発揮します。

BZの代表的な作用には、以下の5つがあります。

1. 抗不安作用  
不安や緊張、焦燥、イライラなどの不安定な精神状態を和らげます。不安感や気持ちの落ち着かなさを訴えるような心身症・不安障害・うつ病・自律神経失調症など幅広い適応症を持ちます。
2. 催眠作用  
中枢神経系を抑制して、眠気を起こさせます。薬剤の種類によって、作用持続時間と強さが異なりますので、医師は個々の不眠症状に合わせて適切な薬剤を選択しています。
3. 筋弛緩作用  
筋肉の緊張を緩める作用があり、筋緊張性頭痛やストレス緩和の効果がありますが、日常生活に支障を来たすレベルの脱力感や倦怠感といった副作用として出る場合もあります。
4. 鎮静作用  
中枢神経系の過剰な働きを抑えるので、激しい興奮や気分の異常な高揚、錯乱、暴れ回っている状態などを鎮静する作用があり、静脈注射での投与であれば短時間で鎮静の効果を発現します。
5. 抗痙攣（けいれん）作用  
てんかんや小児熱性痙攣、神経症などによるけいれん発作を抑えたり、予防したりする効果があります。けいれん重積状態の場合には、ジアゼパムやクロナゼパムを静脈注射する事もあります。

## BZの作用時間

BZの特性をよく表すパラメータとしては筋弛緩作用（等価用量で示す）、作用発現時間（Tmaxが指標となる）、作用持続時間（T½が指標となる）、抗てんかん作用の強さなどがあげられます。作用時間は短時間作用型（3-8時間）、中間作用型（10-20時間）、長時間作用型（1-3日）などが知られています。

物質名	商品名	作用時間
トリアゾラム	ハルシオン	超短時間
クロチアゼパム	リーゼ	短時間
フルタゾラム	コレミナール	短時間
エチゾラム	デパス	短時間
プロチゾラム	レンドルミン	短時間
アルプラゾラム	ソラナックス	中時間
ロラゼパム	ワイパックス	中時間
ブロマゼパム	レキソタン	中時間
ニトラゼパム	ベンザリン	中時間
オキサゾラム	セレナール	長時間
メダゼパム	レスミット	長時間
クロルジアゼポキシド	バランス	長時間
ジアゼパム	セルシン	長時間
フルジアゼパム	エリスパン	長時間
クロラゼパム	メンドン	長時間
メキサゾラム	メレックス	長時間
クロキサゾラム	セパゾン	長時間
クロナゼパム	リボトリール	長時間
ロフラゼパムエチル	メイラックス	超長時間
フルトプラゼパム	レスタス	超長時間

## BZの副作用

BZは抗不安作用の他に催眠作用、鎮静作用、筋弛緩作用、抗けいれん作用などを有しており、有害事象として現れることもあるので注意が必要です。

### 1. 眠気・ふらつき

車の運転を含め危険作業には従事させないことになっています。高齢者では特に転倒・骨折に注意しなければなりません。しかしながら、実際のところは診療室まで車を運転して来られているケースも多く、主治医から副作用をていねいに説明する必要があります。

### 2. 認知機能障害、記憶障害

特に長期服用で認知機能全般の低下が起こりやすいです。これに対しては、臨床用量の服用であ

れば日常生活に影響を及ぼす程度ではないという見解もありますが、可能な限り長期服用を避けるに越したことはありません。危険因子として、短時間作用型、高齢者、併用薬物（アルコール、抗コリン薬など）が挙げられます。特にアルコールとの併用は禁止し、服用後は速やかに入床するように指導する必要があります。後述しますが、抗コリン作用を有する胃腸薬、抗不整脈薬、抗ヒスタミン薬、抗うつ薬、筋弛緩薬などの併用に伴い、強い口腔乾燥を引き起こすことがあります。

### 3. 奇異反応

BZの投与により、かえって不安、焦燥、興奮、攻撃性、抑うつ気分などが出現することがあります。

### 4. 常用量依存と離脱症状（退薬症候）

臨床用量の継続使用によって、断薬時に離脱症状が出現することで、「止めたくても止められない」状態をいいます。医師がBZの処方を開始する時には、「可及的に速やかに止める薬である」という意識をもつことが肝要です。常用量でも1カ月以上継続使用することで依存の危険が生じます。常用量依存になる危険因子としては、長期使用、高用量使用、半減期の短いBZがよく知られています。依存の発症までの期間は薬物差や個体差が大きく、使用様態によっても異なります。

BZ臨床用量依存については、退薬症候の出現時期から、おおむね3-6カ月以上の連続使用により成立すると考えられています。ただし、半減期の短いBZは、より短期間の使用で依存が形成されやすく、ロラゼパム（ワイパックス他）2mgの7日間連用で離脱症状が発現した例の報告もあります。離脱症状（退薬症候）としては、イライラ感、集中力低下、発汗、動悸、知覚過敏、身体的動揺感、食欲不振、悪心、振戦、けいれん発作などがあります。離脱症状出現時に対してはいったんBZを再開し、ゆっくり時間をかけて、減量していく。このとき、半減期の長いBZに置換する場合があります。

歯科領域でいう、オラルディスクイネジア（いわゆる遅発性ディスクイネジア）もBZの副作用と考えられていて、舌の付随運動により下顎前歯や義歯を刺激し続け舌痛や摂食障害を生じることがあります。これらは不可逆的な病態になることが多

く、注意が必要です。

#### 5. 筋弛緩作用

咽喉頭周囲の筋群の弛緩により睡眠時無呼吸症候群の悪化をきたすことがあります。さらに、摂食・嚥下機能にも同様の悪影響が予測されます。

また、高齢者は夜間の尿意のためにトイレに行くことがあるため、「壁伝いに歩くように!」などと指導し転倒に注意する必要があります。

#### 6. 反跳性不眠

常用している睡眠薬を急に減量したり中止した際に、服用前よりも強い不眠症状が出現することがあります。中止する場合は、漸減法を用いるか、短時間作用型から長時間作用型に切り替える場合もあります。

#### 海外での取り扱いについて

BZ を長期処方している日本では述べにくいのですが、海外での評価について紹介させていただきます。BZ は発売当初医師の間で歓迎されたものの、1980 年代に依存性のリスクが見つかりました。製薬メーカーが薬物依存の可能性を知っていたにも関わらず、意図的に医師に対してこの情報を差し控えたという内容で、英国における 14000 人の患者と 1800 の法律事務所が史上最大の集団訴訟を引き起こしました。同時に、117 件の開業医と 50 の保健所が製薬メーカーに対して、BZ の依存症と離脱症候群といった有害な副作用についての損害賠償を起しました。この結果、西欧諸国では、医師が BZ で治療を開始する前に、依存性と離脱症候群についての危険性について患者に十分な説明をし、同意書に署名した上で処方を開始することになりました。2010 年、英国の医学研究評議会は、30 年前からすでに BZ の薬物依存と離脱症候群の存在、アルコール依存症と同様の脳の障害を引き起こす危険性、大規模臨床試験の失敗を知っていたことが明らかになりました。その内容の中には、BZ を服用すると、身体的、認知的、精神的な問題を引き起こし、断薬後も副作用は続くことも含まれていました。

BZ の有害作用についての意識が高まっているものの、結局のところ、未だに処方減っていません。西欧諸国では、不眠症の治療薬としての BZ は、非ベンゾジアゼピン系のゾルピデム、ザレプロン、エスゾピクロンなどが発売されたことにより、主流の

薬剤ではなくなっているようですが、日本ではそのような事態はあまり認識されておらず、未だに BZ の全盛期かもしれません。非ベンゾジアゼピン系は、分子的に異なるにも関わらず、同じベンゾジアゼピン受容体に作用し、似たような鎮静作用を生み出すことが知られています。

#### 日本の BZ の過剰な使用量に対する各国の反応について

2010 年の国際麻薬統制委員会のレポートにおいて、日本とイスラエルが、アジアで最も BZ の使用量が多いことを報告しています。本結果は、「日本での不適切な処方と乱用が原因である」と記されています。

#### 各国の処方規制ガイドライン

(Guidelines governing the prescription of benzodiazepines around the world)

<http://www.benzo.org.uk/bzrules.htm>

#### イギリス

医薬品安全性委員会 (Committee on Safety of Medicines) は、BZ は短期間 (2~4 週間) の処方のみ限定しています。BZ はうつを引き起こし、悪化させ自殺の危険性を高める可能性があるため注意が必要と言われており、国民保健サービス (NHS) は、2~4 週以上の処方について認可しないとしています。

#### 北アイルランド

薬物中毒治療センターの統計で、薬物中毒の中で、大麻は 35% とトップで、BZ は 31% で 2 番目に多いことが報告されており、BZ の処方は通常 1 ヶ月を超えるべきではないとされています。

#### デンマーク

国立衛生委員会: BZ の処方は、睡眠薬では最大 2 週間、抗不安薬では最大 4 週間に制限するとされています。保健省の依存性薬物の処方ガイドラインでは、全般性不安障害、パニック障害、不安障害の第一選択肢は抗うつ薬であり、依存性があるため、BZ の処方は非薬物療法など、それ以外の方法で治療できない場合のみ限定されなければならないとされています。処方期間は 4 週間を目処にして、長期間の処方は避けなければならないとされています。

## カナダ

保健省・薬物利用評価助言委員会 (DUEAC) の勧告において、BZの長期的処方にはリスクが存在するとされています。不安、不眠について適切な使用および薬物依存を避けるために、新規処方には注意深く経過観察すべきであり、処方期間は限られるべきであるとされています（不安には1～4週、不眠には14日まで）。BZ乱用は深刻な問題であり、米国とカナダで最も乱用されるBZは、アルプラゾラム、クロナゼパム、ロラゼパム、ジアゼパムと報告されています。

## ノルウェー

国立衛生委員会において、BZの通常投与は4週間を超えてはならないとされています。

## スウェーデン

医薬品局によると、薬物依存を引きこすため、不安神経症の薬物療法にBZは避けるべきであり、数週間以上の処方は推奨しないとされています。

## ニュージーランド

保健省では、依存性のリスクを考え、4週間を超えた使用は有害であるとしています。

## BZと口腔機能の関係

参考文献2では、一般的にどんな軽い精神安定剤でも「脳」に作用する薬の常用には注意が必要と書かれています。脳の中心に視床下部という自律神経の中枢があり、情動行動だけでなく、対応調節、摂食行動、飲水行動も調整しており、口渇中枢に直接関わっています。視床下部の上位には様々な神経があり、ドーパミン、ノルアドレナリン、セロトニン、ギャバ、ベーターエンドルフィンといった神経伝達物質が視床下部に送られ、自律神経を調節しています。これらの化学構造式と、睡眠薬、精神安定剤、麻薬、覚醒剤の化学構造式とは、作用する部分が驚く程似ています。逆に言えば、これら人工的薬物は、脳内に存在する天然の化学物質に「似せて」作られた物質であり、これら薬物を常用すると、脳の自然な営みを乱してしまうことになります。

### 1. ドライマウス

視床下部における神経伝達物質の働きを阻害

し、口渇中枢に関与して口腔乾燥感、口渇を引き起こすこととなります。また、BZの中には強い抗コリン作用を有する薬剤があり、他の抗コリン作用を有する胃腸薬、抗不整脈薬、抗ヒスタミン薬、抗うつ薬、筋弛緩薬などの併用に伴い、強い口腔乾燥を引き起こすこととなります。

### 2. 睡眠時無呼吸症候群

BZは咽喉頭周囲の筋群の弛緩により睡眠時無呼吸症候群を引き起こし、悪化させることがあります。また、無理に睡眠を誘導するため、さらに無呼吸状態を長引かせる危険性が高くなります。睡眠薬の処方をする前に、まず不眠の原因を診断すべきかと思われます。

### 3. 摂食・嚥下機能の低下

BZによる咽喉頭周囲、咀嚼・嚥下に関わる筋群の弛緩により、摂食嚥下機能を低下させる可能性があります。特に高齢者や脳血管障害術後患者等はリスクが高くなります。

### 4. オラルディスクネジア

オラルディスクネジア（いわゆる遅発性ディスクネジア）を誘発することがあります。舌の付随運動に伴って下顎前歯や義歯を刺激し続けるために舌痛を生じることもあります。不可逆的な病態になることが多く、注意が必要です。

## さいごに

本誌において、BZの長所、短所を中心にできるだけわかりやすく解説させて頂きました。紙面が限られているために誤解を生じる前に弁解しておきたいのですが、全面的にBZを否定しているわけではありません。精神科・心療内科の臨床にとっては大変有効で重要な薬剤です。しかしながら留意すべき点も多く、今まで述べた背景を理解した上で処方する必要があります。今後、医科、薬科と連携する上で、歯科側も共通認識しておく必要があると思います。整理させて頂きました。私見も含まれているので、ご理解しづらいところもあるかと思えます。ご不便をお許しください。本誌が超高齢社会における歯科医療を発展させるために微力ながら何らかのお役に立てれば幸いです。

## 参考文献

1. 医師・薬剤師のための医薬品副作用ハンドブック、監修：寺本民生、日本臨牀社
2. その健康でいいですか？薬剤師がそっと教える「免疫」と「治癒」、実方恒彦著、文芸社
3. 「精神医療ルネサンス」抗不安・睡眠薬依存 (8)、読売新聞、2012年8月20日
4. Special Report: Availability of Internationally Controlled Drugs: Ensuring Adequate Access for Medical and Scientific Purposes. 国際麻薬統制委員会報告書 (2010). P40.
5. Guidelines governing the prescription of benzodiazepines around the world (<http://www.benzo.org.uk/bzrules.htm>)

## インプラント部への骨造成を検証する Verify the bone augmentation for dental implants

大阪市開業  
阪本貴司  
Takashi Sakamoto

### はじめに

インプラント治療の広まりと共に、隣接歯の削が必要ブリッジからインプラント補綴を希望する患者が増加しました。図1は2000年から2009年の間に、当院で保険適用のブリッジが可能な欠損部位へのインプラント治療希望患者に埋入された部位別のインプラントの本数です。最も多かった部位は下顎6番の79本(23.4%)ですが、注目したいのは2番目に多かった部位が上顎1番部で、40本(11.8%)もあったことです。つまりブリッジの保険適用の欠損部であっても、インプラントを希望する患者は増加傾向にあり、その部位は、インプラントでの審美的修復が困難な、上顎前歯部一歯欠損部が多かったと言うことです。また図2は当院で2009年から2012年の間に行ったインプラント手術患者379人中で、サイナスリフト手術を併用した患者の割合です。25.6%(97名)と約4人に1名がサイナスリフト手術を併用した事がわかります。上顎臼歯部は、歯周病で歯を失った場合には、高度な骨吸収を生じ、サイナスリフトなどの骨造成手術を併用する必要があります。

1.8%	7.1%	8.6%	10.1%	2.4%	6.2%	11.8%	
6本	24本	29本	34本	8本	22本	40本	
7	6	5	4	3	2	1	upper
<hr/>							
7	6	5	4	3	2	1	lower
8.0%	23.4%	7.9%	3.0%	0.6%	4.7%	5.3%	n=339
24本	79本	27本	10本	2本	16本	18本	

図1  
ブリッジ保険適用部位へのインプラント施行数  
2000年～2009年

上顎審美領域や上顎臼歯部など難易度の高い部位へのインプラント希望者は、歯科医の技術に関係なく増加している。

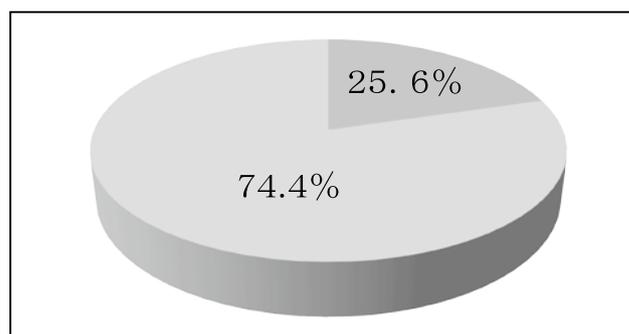


図2  
当センターで行ったインプラント手術患者でサイナスリフトを併用した患者の割合 2009年～2012年  
379人中97名(25.6%)、4人に1人がサイナスリフト手術を併用している。

私が、Guided Bone Regeneration (GBR)、いわゆる骨再生誘導手術を臨床に取り入れてから、20年以上が過ぎました。臨床では主に非吸収性メンブレンを使用していましたので、一次手術後のメンブレンを除去の際に、造成された骨を肉眼で確認する事ができました。GBRによって十分な量の骨造成を経験してきました。臨床的には、問題なく経過していることで、造成部の骨も吸収することなく良好な経過を辿っていると考えてきましたが、心の隅では、造成部の骨の予後については疑問に思っていました。最近ではCTが普及し、造成部の長期予後についても報告されるようになってきました。

今回、私の経験症例や臨床研究からGBRやサイナスリフトによって造成された骨のその後の経過について検証し、骨造成の予後についての見解をまとめたいと思います。

### GBRによる骨造成

各種骨造成の中でもGBR手術は、特別な器具や入院設備がなくても施術が可能なおことから、開業医で

も広く行われている方法で、正しい手技によって行えば十分な骨造成が獲得できる骨造成手術です。一般的にインプラントに先立って、骨造成だけを行う段階法とインプラント手術と同時に行う同時法があります。私は主に同時法で行っていますが、同時法の利点としては、①手術の回数が少なくてすむ、②患者にとっての精神的負担と肉体的負担を軽減できる、③インプラント体をメンブレンを支える支柱にできる、などがあります。一方欠点としては、①準備器材が増えて手技が煩雑になる、②手術の難易度が高い、などがあげられます(図3)。

<p><b>利点</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 手術回数が少なくてすむ</li> <li>▪ 患者にとっての精神的・肉体的に負担軽減できる</li> <li>▪ インプラント体をメンブレンの支えとして使用できる</li> </ul> <p><b>欠点</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 準備器材が増加し、手術が煩雑になる</li> <li>▪ 手術の難易度が高い</li> </ul>
--

図3 GBR同時法の利点と欠点

インプラント体をメンブレンの支柱として利用し、スペースを確保することで垂直的に骨造成が可能となります(症例1、写真1～3)。またGBRによって垂直的に骨造成を行う事で、隣接歯の骨吸収をも防ぐことが可能になります(症例2、写真4、5)。GRRによる垂直的骨造成の最大の利点と考えています。

上述したGBR法における同時法の利点・欠点につ



写真1 症例1、50歳男性、右上3,4,5,6部に垂直的に7～8mmの骨欠損が見られる。インプラントはSPIインプラントを使用した。

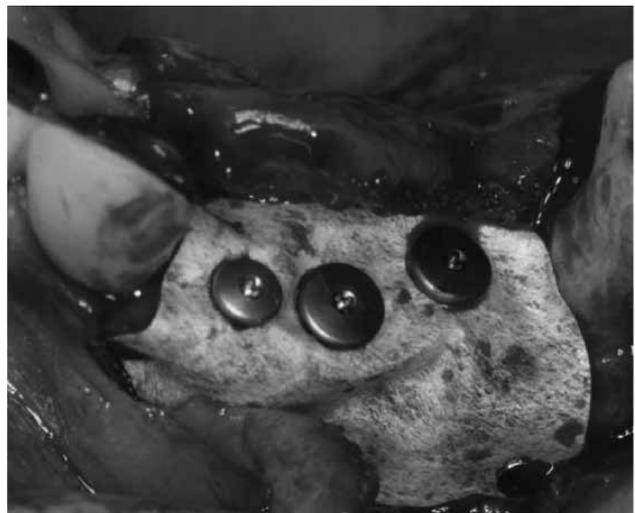


写真2 症例1、非吸収性メンブレン(Gore-Tex社)を使用し同時法にてGBRを行った。補填材にはDFDBAを使用した。メンブレンをカバースクリューにて固定している。

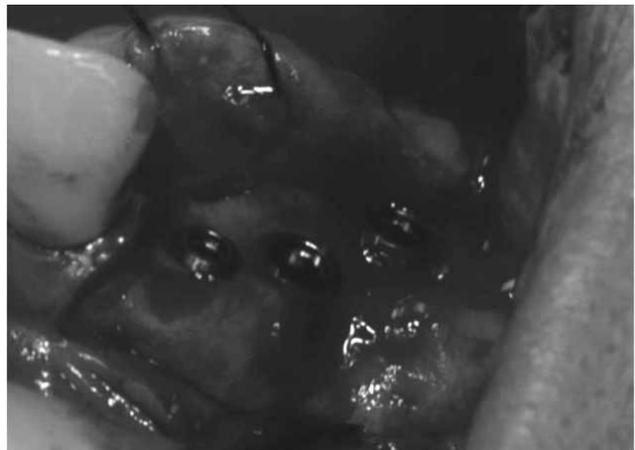


写真3 症例1、GBR一次手術から6ヶ月後、インプラント体を支柱にすることで垂直的な骨造成が行えた。

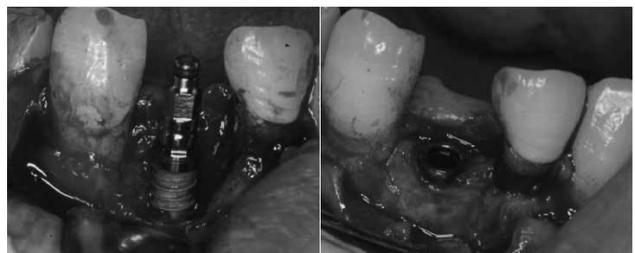


写真4 症例2、46歳男性、右上1番のSPIインプラント埋入と同時に非吸収性メンブレン(Gore-Tex社)にてGBRを行った(写真左)。補填材にはDFDBAを使用した。GBR一次手術から6ヶ月後にメンブレンを除去した(写真右)

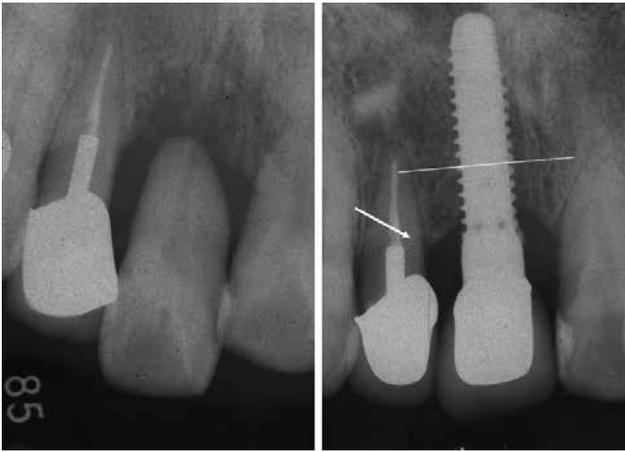


写真 5

症例 2、GBR 後 3 年経過後のデンタルエックス線写真（写真右）、右上 2 番の隣接歯の骨吸収が 1 番部の GBR による骨造成によって防がれている。（写真左、術前と比較）

いては、サイナスリフト手術時にインプラントを同時埋入する骨造成方法でも同じことが言えます。上顎洞内ではインプラント体を挙上した上顎洞粘膜を下から支える支柱として利用できます。

## 骨造成に使用する補填剤

補填剤は大きく 4 種類に分類されます（図 4）。臨床ではいろいろな補填材を使用することが可能ですが、厚生労働省（厚労省）の認可を受けた材料は限られています。認可を受けていない材料であっても、歯科医師の責任と患者への説明義務を果たせば使用できることは皆が知るところだと思います。

補填材の優等生は過去においても現在も自家骨であることに変わりはありません。しかし自家骨の問題点として採取量が限られること、また採取部位への侵襲と患者の肉体的精神的な負担の増加がありま

Bone Graft (骨補填材)	
1	Bone autograft (自家骨)
2	Bone allograft (同種骨) <ul style="list-style-type: none"> <li>DFDBA(Demineralized freeze dried bone allograft) 脱灰凍結乾燥他家骨</li> <li>FDDBA(Freeze dried bone allograft) 凍結乾燥他家骨のみ</li> </ul>
3	Bovine-derived material (異種骨) <ul style="list-style-type: none"> <li>BONEJECT (ボーンジェクト)</li> <li>Bio-Oss (バイオオス)</li> </ul>
4	Synthetic material (人工骨) <ul style="list-style-type: none"> <li>HA <ul style="list-style-type: none"> <li>Calcitite (カルシタイト)</li> <li>Osteograft (オステオグラフト)</li> <li>Bonetite (ボーンタイト)</li> <li>Apaceram (アパセラム)</li> <li>Pro Osteon (プロオステオン) など</li> </ul> </li> <li>β-TCP <ul style="list-style-type: none"> <li>Cerasorb (セラソルブ)</li> <li>OSferion (オスフェリオン) ※医科のみ</li> </ul> </li> </ul>

図 4

主な骨補填材料

す。

DFDBA (Demineralized freeze dried bone allograft) や FDDBA(Freeze dried bone allograft) はヒトから採取された骨（同種骨）ですが、過去においては、よく使用された材料であり、私も使用した経験があります。製品として出荷されるまでには、スクリーニングによって AIDS や B 型肝炎などは排除され、放射線によって抗原性の除去がなされ、その後の一連の滅菌処理から安全性は高いとされています<sup>1)</sup>。

2001 年に発表された狂牛病事件以来、補填材料への患者の関心も高まり、マスコミでも話題になりました。その頃から厚労省の認可を受けた異種骨、ウシ由来のボーンジェクト<sup>2)</sup> や人工骨 Hydroxylapatite(HA) などに注目が集まり、使用する先生も増加しました。最近話題の Bio-oss は、最近認可を受けたウシ由来の異種骨で、10 年以上も前にすでに認可を受けているボーンジェクトと同じ仲間です。これらの材料は比較的吸収速度が遅いため、歯周組織再生治療目的よりもサイナスリフトや GBR に使用されることが多いのですが、あくまで歯周病材料として厚労省の認可を受けています。本材料の詳細については次の項目で詳しく記載します。人工骨は科学的に合成された材料です。ハイドロキシアパタイトのアパセラムやボーンタイトなどは 30 年以上も前から使用されている古い材料です。私も過去に使用したことがありますが、最近では使用することはほとんどありません。改良された人工材料を天然骨と同じ性質があるように宣伝する風潮がありますが、これも 30 年前とあまり変わっていないように感じます。

我々は、どのような材料でも歯科医師の責任と患者への説明義務を果たせば使用出来ることを重く受け止めて材料を選択する必要があります。

## ウシ由来の異種骨材料

ボーンジェクトは、ウシ由来の異種骨ですが、国内においても厚労省の認可を得ている数少ない材料です（写真 6）。True Bone Ceramic と称される牛骨由来の天然のヒドロキシアパタイトで、臨床では焼成した牛骨由来顆粒（True Bone Ceramic）とアテロコラーゲンを 3：2 の割合で混合し、カーリッジに充填した複合体として使用されています。この混合されているアテロコラーゲン溶液が体温でゲル化する



写真6

ボーンジェクトは厚労省の認可を受けた牛骨由来の異種骨補填材料である。

牛骨由来顆粒 (True Bone Ceramic) とアテロコラーゲンを3:2の割合で混合し、カートリッジに充填した複合体として使用されている。

性質をもっているため、填入部で顆粒が流れ出る事がなく、填入後の漏出も少なく操作しやすくなっています。顆粒は天然の牛骨を300~1000 $\mu$ の大きさに細かく粉碎してあるために天然の気孔は消失しています。BSE(牛海綿状脳症)については、有機物を完全に除去し無機成分を1100 $^{\circ}$ Cの高温で焼成してあるので心配ないと考えられています。本材料については1990年代から動物実験を経て臨床に使用されるようになりましたが、開発段階の研究を紹介します。

日本猿の顎骨骨内に填入したボーンジェクトの엑스線像は、既存の骨と比べてもやや不透過像が強い程度で容易には判別は難しく、6ヶ月後に採取したボーンジェクト填入部の組織は、メスで容易に切断できるほど柔らかいものでした(写真7)。

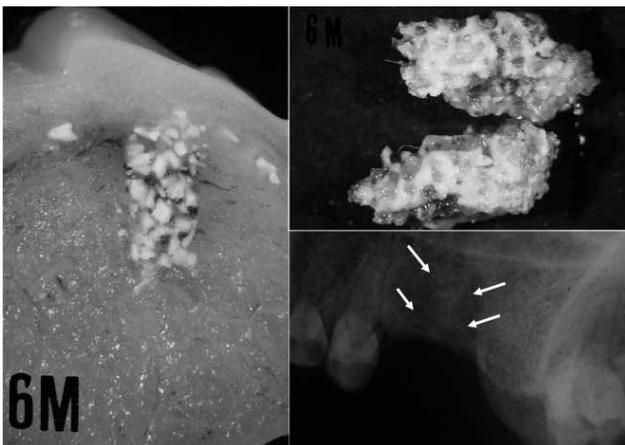


写真7

歯槽骨に填入した6ヶ月後のボーンジェクトの実態像(写真左、右上)、6ヶ月後の엑스線像では既存骨との判別が難しい(写真右下、矢印部にボーンジェクトが填入されている)。日本猿 4歳メス。

病理組織像で観察してみると、新生骨は顆粒表面に沿って顆粒を取り囲むように顆粒の内側から顆粒の外側に向かって形成されています。最表層には骨芽細胞も見られます。ボーンジェクトの顆粒が核となってその周囲に骨の形成が何層にも重なり、外側に向かって骨の形成が進んでいったことがわかります(写真8)。6ヶ月後の病理像では顆粒を取り囲む新生骨はまだ幼弱ですが、ボーンジェクト顆粒と新生骨は結合組織などの介在なく直接接しているように見えます(写真8)。

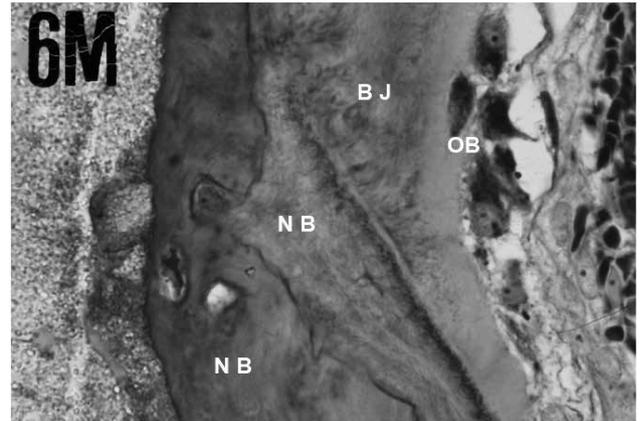


写真8

ボーンジェクトの填入部6ヶ月後の病理組織像(TB染色 $\times$ 100)日本猿 4歳メス。

ボーンジェクト(BJ)を取り巻くように何層にも新生骨(NB)が形成されている。表層には骨芽細胞(OB)も見られる。

1年後の病理像では、ほとんどのボーンジェクト顆粒が新生骨で取り囲まれています。幼弱であった新生骨も成熟した骨に置換され、すべての標本で多核巨細胞を伴うなどの異物反応も認めず、ボーンジェクト顆粒の吸収像もまったく見られませんでした(写真9)。

1997年の研究ですが、臨床に使用した本材料でも同じような、病理組織像が観察されています(写真10~12)。詳細はページの都合で本誌では割愛しますが文献を参照して頂きたいと思います<sup>3)</sup>。

これらの病理組織結果からボーンジェクト顆粒は骨内で吸収されず、新生骨はその周囲に顆粒を取り囲むように形成される事が明らかとなりました。実際には長期間に渡って少しずつ吸収される可能性があるのですが、30年~50年という緩やかなサイクルですので臨床で、臨床上では吸収しない状態と考えて良いと考えています。これを踏まえて本誌ではあえて数年で吸収する材料と対比して非吸収性と記載することをご理解下さい。

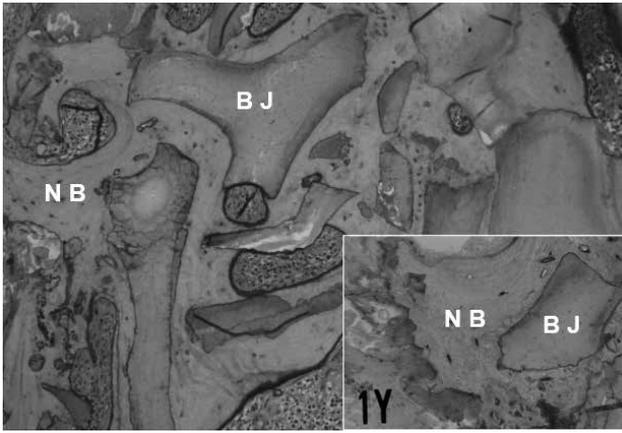


写真 9

ボーンジェットの填入部 1 年後の病理組織像 (TB 染色×10) 日本猿 4 歳メス。

幼弱であった新生骨 (NB) も成熟した骨に置換され、すべての標本で多核巨細胞を伴うなどの異物反応も認めず、ボーンジェット顆粒 (BJ) の吸収像もまったく見られない

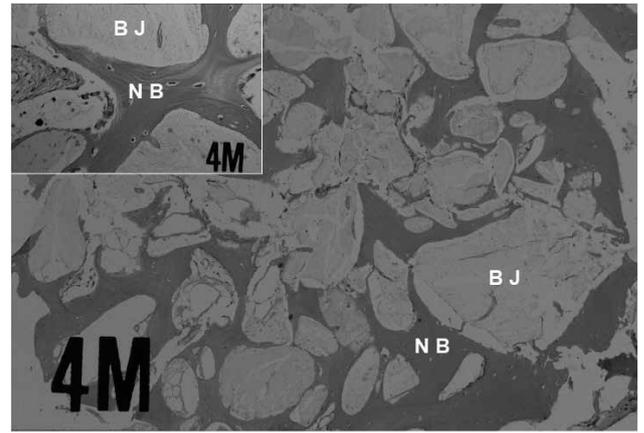


写真 12

ボーンジェットにて GBR を行った部位の 4 ヶ月後の骨組織の病理組織像 (HE 染色×10、高倍像×100)。

新生骨 (NB) はボーンジェット (BJ) を核として周囲に形成されている。

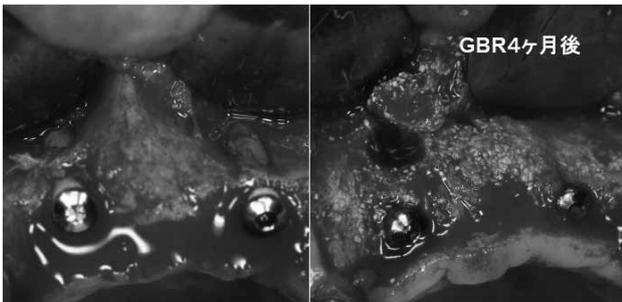


写真 10

ボーンジェットで GBR を行った部位の 4 ヶ月後の組織を採取した。インプラントはステリオス社製。

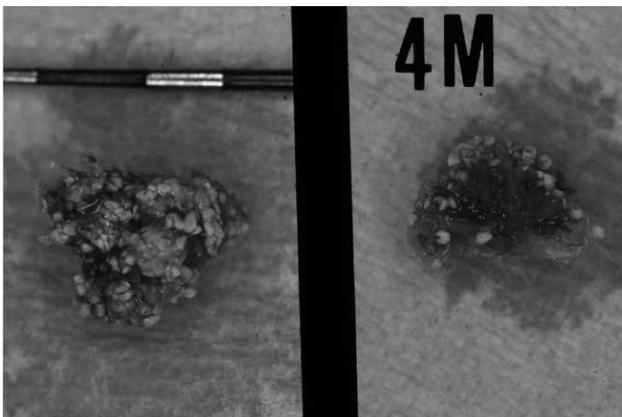


写真 11

ボーンジェットにて GBR を行った部位の 4 ヶ月後の骨組織の実態顕微鏡像。

肉眼的には骨様硬であるが、メスで容易に切断できる硬さである。

## 非吸収性メンブレンと吸収性メンブレン

GBR において補填材料と並んで重要なものがバリアメンブレンです。素材や形状は各種ありますが、大きく非吸収性と吸収性に分けられます。現在の見解では、メンブレンを使用した方が使用しない場合と比較して骨増生量が多くなる可能性が示唆されており、吸収性メンブレン、もしくは非吸収性メンブレンのどちらかで被覆しても差はないとされています<sup>4)</sup> (図 5、6)。

裂開状・開創状骨欠損	非吸収性メンブレン	吸収性メンブレン	メンブレンなし
欠損の回復率	75.7%	87.0%	75.5%
欠損が完全に骨で満たされた症例の割合	75.5%	75.4%	56.4%
メンブレンもしくは移植材料が露出した割合	26.3%	14.5%	15.4%
インプラントの生存率	92.9%~100% 中央値96.5%	94%~100% 中央値95.4%	

図 5

第 4 回 ITI コンセンサス会議 2008 議事録より。メンブレンを使用した方が、使用しない場合と比較して骨増生量が多くなる可能性が示唆されており、吸収性メンブレン、もしくは非吸収性メンブレンのどちらかで被覆しても差はないとされている。

## 現在言えること

- 1) 吸収性もしくは非吸収性メンブレンのどちらで欠損部を被覆しても差はない。
- 2) しかしメンブレンを使用した場合は、メンブレンを使用しない場合と比較して増生量が多くなる可能性が示されている。

図6  
第4回 ITI コンセンサス会議 2008 議事録より

メンブレン使用に際して知って欲しいことですが、吸収性メンブレンは突然消失するのではなく徐々に吸収すると言うことです(図7)。多くの吸収性材料は、歯周病治療用として厚生労働省の認可を受けています。そのため吸収性メンブレンの多くは、Guided Tissue Regeneration(GTR)用に約8~12週で吸収するように作られています。またGBR用に吸収が遅く作られていたとしても、徐々に吸収が始まり十分な期間のバリア効果が得られないこともあります。一方、非吸収性メンブレンは術者が除去しない限りバリア効果はずっと続きます。

吸収性メンブレンでは、非吸収性のように除去時に術部を確認することが出来ないため、非吸収性のようなはっきりとした造成結果が確認できないこと

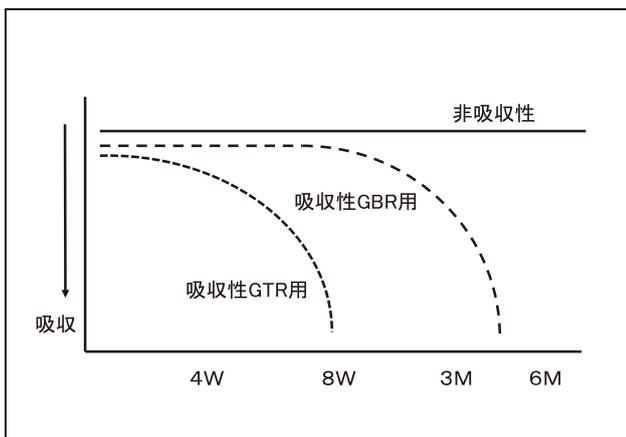


図7  
吸収性メンブレンは歯周病治療用として厚生労働省の認可を受けているため、多くはGTR用に約8~12週で吸収するように作られている。GBR用に吸収が遅くなっていたとしても、設置後から吸収が始まり、十分な期間のバリア効果が得られないことがある。非吸収性メンブレンは術者が除去しない限りバリア効果はずっと続く。

もフラストレーションになるかもしれません。また吸収性メンブレンは、一旦感染を生じた場合に除去しにくいという欠点があります。感染によって炎症を生じた場合には、メンブレン周囲の環境は酸性に傾くため、さらに吸収が進みます。部分的に吸収が始まったメンブレンの除去は非吸収性に比べて困難です。私が非吸収性メンブレンを好んで使用する理由でもあります。

今述べてきたことは全ての吸収性材料に生じる問題ではなく、始めに述べたように吸収性メンブレンと非吸収性メンブレンの骨増生量には差がないというのが現在の見解です(図5, 6)。なお国内での非吸収性メンブレンについてはGore-Tex社が製造を中止し、2012年に販売は終了しています。ドイツで販売されているCytoplastは輸入購入が可能な非吸収性材料です。

## 造成骨の経年的変化

“GBRで造成した骨は経年的に吸収するのでしょうか。先に私の見解を述べると「吸収する場合もあれば吸収しない事もある」という答えになります。これから4例の造成部の臨床像と臨床研究からの検証結果を報告したいと思います。

### 1) 検証I、上顎前歯部造成部の14年後のCT像

上顎前歯部へDFDBAを使用し非吸収性メンブレンで骨造成を行った症例です。右上2, 3番部にHAコーティングインプラント(ステリオス社)を埋入し、同時にGBRを行いました。6ヶ月後には2, 3部共に十分な骨造成を確認しました。8年後と14年後にCT検査を行う機会があり、造成部の8年後と14年後の造成部を観察することが出来ました<sup>5)</sup>。

同じように造成したはずの3番部の骨は残存していますが、2番部は吸収しています(写真13, 14)。なぜ同時に同じ方法で同じ補填材を使用したのに違いが出たのでしょうか。

CTの咬合面像をみればその答えがわかりました。吸収した右上2番は、同時に骨造成を行った右上3番、左上2番と違って、既存骨よりもさらに唇側へ造成されていることが分かります。写真14の右上のボリュームレンダリング像を見ても、右上2番のみ既存の歯槽骨(歯槽突起)から突出して骨造成されていた事が分かります。一方右上

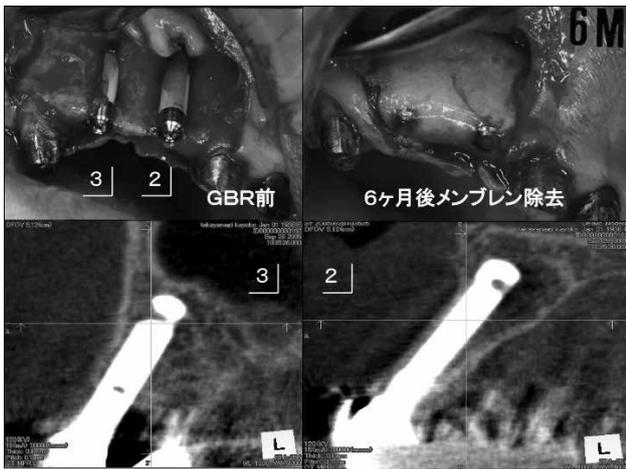


写真 13

上顎前歯部造成部 14 年後の CT 像 (DFDBA, 非吸収性メンブレン使用)。

同時に骨造成し行ったはずの 2 カ所の部位が 14 年後には、右上 2 番造成部だけが吸収を生じていた。

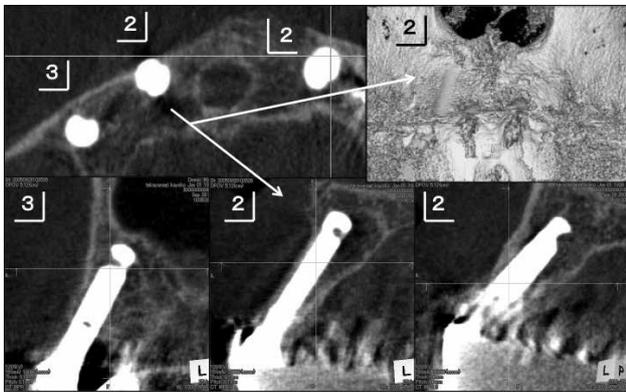


写真 14

右上 2 番は、同時に骨造成を行った右上 3 番、左上 2 番と違って、既存骨よりもさらに唇側へ造成されている。写真右上のボリュームレンダリング像でも右上 2 番のみ既存の歯槽骨(歯槽突起)から突出して骨造成されていた。既存骨を超えて造成された骨は経年的に吸収する可能性が高い。

3 番と左上 2 番は既存の歯槽骨 (突起) 内にインプラントが収まっています (写真 14)。つまり既存骨を超えて造成された骨は経年的に吸収する可能性が高い事が考えられました。

## 2) 検証Ⅱ、サイナスリフト手術による造成骨部の 3 年後の肉眼像

左側 7 番部にサイナスリフト手術を行った症例の隣接 6 番部へ、3 年後にサイナスリフト手術を施行する機会がありました。3 年前にボーンジェクトにて骨造成を行った部位を肉眼で観察することができました。ラテラルウインドウ開窓部は補填剤と造成骨で満たされていました。造成骨は硬く、器具で穿針しても“カツカツ”と骨様硬を呈していました。ラテラルウインドウ開窓部はすべ

て骨組織で満たされ、開窓部がどこか判別できない状態でした (写真 15)。非吸収性のボーンジェクトを核として、新生骨が造成し、それらが成熟した骨に置換していることが推察されます。

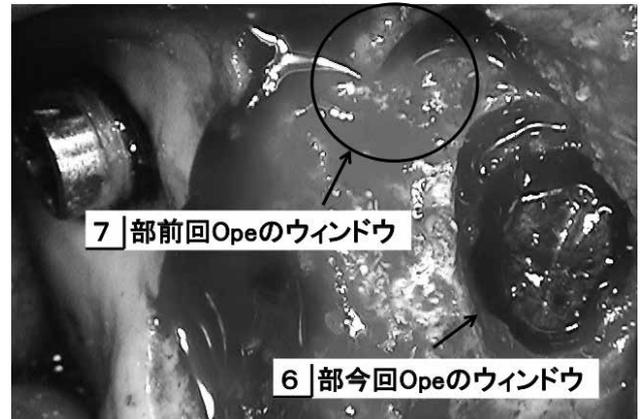


写真 15

サイナスリフト手術による造成骨部の 3 年後の肉眼像。

ラテラルウインドウ開窓部は補填剤 (ボーンジェクト) と造成骨で満たされていた。造成骨は硬く、器具で穿針しても“カツカツ”と骨様硬を呈し、開窓部がどこか判別できない状態であった。

## 3) 検証Ⅲ、サイナスリフト手術造成骨部の 1 年後の病理組織像

上顎洞内へ填入したボーンジェクト顆粒の病理組織像について、填入部後 6 ヶ月後と 1 年後の状態を観察しました<sup>6)</sup>。ボーンジェクト顆粒単体の TBC (True Bone Ceramic) ですが、6 ヶ月後ではまだ幼若な新生骨が 1 年後には成熟した骨に置換されていました (写真 16)。

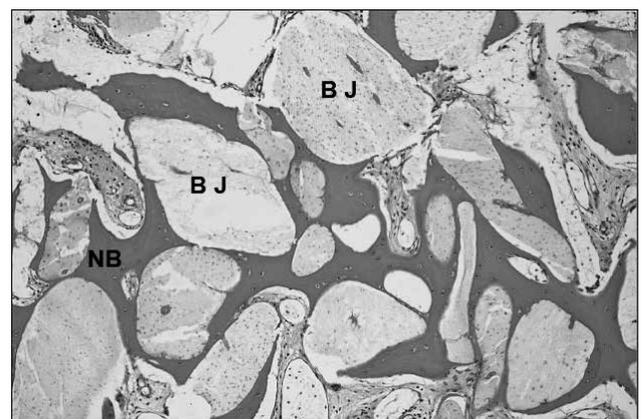


写真 16

上顎洞内にボーンジェクト顆粒単体の TBC (True Bone Ceramic) にて造成した新生骨の 1 年後の病理組織像 HE 染色 × 20、Takashi Sakamoto 1995。

新生骨が顆粒を取り囲み徐々に骨様硬まで変化している。上顎洞内で TBC を取り囲んで新生骨の造成が起こり、成熟した骨へ置換した後も補填材が核となり吸収を防いでいると考えられる。

非吸収性補填材による骨造成部が吸収されず、新生骨が顆粒を取り囲み徐々に骨様硬まで変化しています。上顎洞内でボーンジェクトを取り囲んで新生骨の造成が起こり、成熟した骨へ置換した後もボーンジェクトが核となり吸収を防いでいると考えられました。

#### 4) 検証Ⅳ、上顎前歯部造成部の10年後の肉眼像

上顎右側1番部へDFDBAにてGBRを行った症例で、10年後に同部を開創して肉眼的に観察する機会を得ました。患者は、2002年2月に当院を受診、2003年3月の治療終了後、10年間も未来院となっていました。メンテナンスの重要性をよく説明しているつもりですが、このように長期に渡る経過未観察に至った事は、赤面の極みです。10年後の2013年6月に臼歯咬合が崩壊し、上顎右側1番インプラントの上部補綴が破折したために当院を再受診されました。他医院で治療を重ね、インプラント以外の天然歯が次々と抜歯となり、義歯への増歯を繰り返したとの事でした。メンテナンスまで責任を持てなかったことの腹立たしさと、現状の口腔内を見て胸が痛みました。現在はメンテナンスで来院してもらっていますが、右上1番上部補綴が破折したインプラントは、診査のため同部を開創することになりました。同部のCT像では唇側に骨が存在するようにも見えますが、肉眼所見では造成骨はほとんどが吸収していました(症例3, 写真17~20)。

上部構造破折によるインプラント体への影響はないと考え、同部のインプラントは保存し、非吸収性のボーンジェクトにて再度GBRを施行し、現在経過観察を行っています。



写真 17

症例3、35歳女性 2002年2月初診時のパノラマエックス線写真。

11, 47は抜歯、11, 24, 47, 43部にインプラント治療を行った。



写真 18

症例3、2003年3月治療終了時のパノラマエックス線写真。治療終了後から10年間未来院となった。



写真 19

症例3、2013年6月 再来院時のパノラマエックス線写真。治療終了後から10年間未来院となった。他医院で治療を重ね、インプラント以外の天然歯が次々と抜歯となり、義歯への増歯を繰り返していた。長期に渡る未来院に至った事は、赤面の極みである。

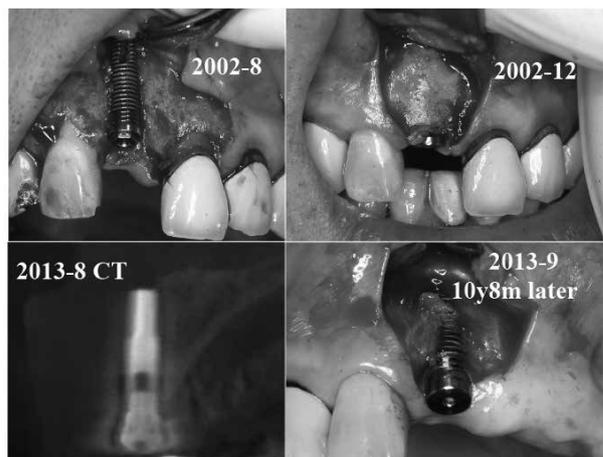


写真 20

左上は2002年8月の左上1番部インプラント(ライフコア社)GBR前の口腔内写真。

右上はGBR(DFDBA使用)後4ヶ月後の口腔内写真。

左下はGBR後約10年後のCT像。唇側に骨が残存しているようにも見える。

右下はGBR後10年8ヶ月後の口腔内写真。造成骨のほとんどが吸収している。

## 検証結果のまとめ

臨床例および研究結果から、現在考えられる GBR 造成部の経過をまとめました (図 8)。

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1) 元々骨があった場所に造成した骨は残存する可能性が高い(抜歯窩・歯槽骨内)</li><li>2) 骨組織のなかった場所への骨造成は経年的に吸収する可能性が高い(上顎洞内・歯槽堤外)</li><li>3) 骨に経年的に置換して欲しい場所には吸収性の補填材を使用し、吸収して欲しくない部位には非吸収性の補填材が望ましい</li></ol> |
|---|

図 8

GBR による造成骨の経過の検証結果

- 1) 元々骨があった場所に造成した骨は残存する可能性が高い(抜歯窩・歯槽骨内)
- 2) 骨組織のなかった場所への造成骨は経年的に吸収する可能性が高い(上顎洞内・歯槽堤外)
- 3) 経年的に天然骨に置換して欲しい場所には吸収性の補填材を使用し、吸収して欲しくない部位には非吸収性の補填材を使用することが望ましい。

先にも述べましたが、非吸収性の補填材でも緩やかに吸収は生じているようです。しかし、30～50年という緩やかなサイクルですので、臨床的に吸収していないと考えてよいと思います。

使用する補填材の材質、つまり吸収性か否か、そして骨造成する場所の2つがポイントです。

上顎前歯部などの審美的領域には、非吸収性の材料を使用の方が予後は安心です。抜歯窩など骨に置換して欲しい部位には吸収性を使用の方が望ましく、術前の慎重な計画が重要です。

## 終わりに

埋入部への骨造成術は古くから用いられ、現在でも広く行われている外科手技です。

私もいわゆる GBR (Guided Bone Regeneration)、骨再生誘導手術を臨床に取り入れてから、約 20 年以上が過ぎました。私は主に非吸収性メンブレンを使用していましたので、一次手術後にメンブレンを除去する必要があり、その際に造成された骨を肉眼で確認する事ができました。驚くような骨造成を経験してきました。自身の造成手技や使用材料などにつ

いて、多くの場所で紹介や講演もさせて頂きました。

それら造成した骨はその後どうなっているのか、誰もが思う疑問です。最近では CT が普及したため、画像上で造成骨の経過が観察できるようになりました。臨床経過は最低でも 10 年観察する必要があり、10 年後の状態にも我々は、責任を持たねばなりません。しかし長く臨床に携わってれば、様々な患者さんと出会います。こちらの意図と違う方向に治療が進んでしまう事もあります。

インプラント埋入部への骨造成は長期経過を考えれば、やはり難易度が高く、審美領域への骨造成はできれば避けたい治療と考えています。

学会や講演会に参加すれば、次々に新しい骨補填材が販売され、それを使った良好な経過が報告されています。嘘ではなく本当に良い結果を提示しているのだと思います。しかし、10 年後はどうなっているのだろうと考えてしまいます。これだけ広まったサイナスリフト手術でさえ 10 年以上の臨床例を経験している歯科医はどれだけいるのでしょうか。自身の治療結果を真摯に見つめ直し、正せる部分は明日にでも修正する謙虚さと、日々の研鑽が大切だと思います。

本発表の私の拙い経験や研究が少しでも皆さんの役に立てば幸いです。ありがとうございます。

## 文献

- 1) Mellonig, J.T., Prewett, A.B., and Moyer, M.P., HIV inactivation in a Bone Allograft, J Periodontol. 63(12), 979-983 1992.
- 2) 阪本貴司  
インプラント治療における非吸収性骨補填材  
ボーンジェクトの有効性  
Dental Magazine vol.134 P54-58 Autumn 2010
- 3) Takashi Sakamoto  
Clinical and Histopathological Study of Boneject at the Sites of Implant Placement in 15 Patients.  
Journal of Japanese Society of Oral Implantology Vol.10, No3 253-260 1997
- 4) 第 4 回 ITI コンセンサス会議議事録 Stephen T. Chen, Dieter Weingart 著、クインテッセンスデンタルインプラントロジー別冊 2010 年発刊

5) 阪本貴司

GBRによる骨造成部の8年経過後のCTによる  
観察

第58回近畿北陸地区歯科医学大会 紙上研究発  
表 P89 ~ 93 2006

6) SAKAMOTO T., SAKAMOTO Y.,  
YOSHIZAWA H., SUZUKI K.

Changes in osseous tissue of the maxillary  
sinus floor associated with implantation of bone  
augmentation.

-Long-term histological observations.

Proceedings of 3th World Congress for Oral  
Implantology. 340-341 1995.

## 3D Video Microscope によるセルフエッチングプライマーエアドライ時の プライマーの液面の挙動に関する臨床的観察

兵庫県三田市開業  
英保裕和  
Hirokazu Abo

### 【緒言】

セルフエッチングシステムによる接着操作においてはプライマーに添加された水分の残留による接着阻害を避けるため、セルフエッチング反応が完了した後のエアドライは注意深く、かつ完全に行われる必要がある。しかしながらセルフエッチングプライマーのエアドライ時の歯面の詳細に関する報告は少ない。

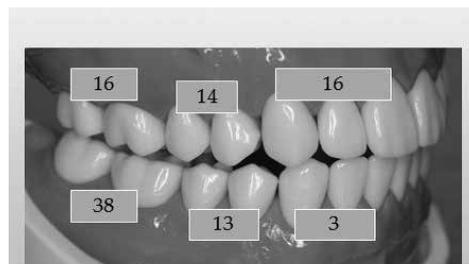
今回、Mora Interface の開発者で知られる Dr. Assad F. Mora によって開発された最新型 3D Video Microscope (Mora vision 2) を用いて市販のセルフエッチングシステムのプライマーのエアドライ時の歯面を観察し、プライマー液面の挙動とエアドライに要する時間に関して若干の知見を得たので報告する。

### 【目的】

本研究の目的は実際の臨床におけるプライマーのエアドライ操作時の歯面の詳細を顕微鏡による高拡大の観察で明らかにすることである。

### 【材料と方法】

2013 年 5 月から 9 月に英保歯科においてコンポジットレジン充填修復をおこなった 100 歯を対象とした。対象となった 100 本の歯の部位別内訳は上顎大白歯 16 本、下顎大白歯 38 本、上顎小白歯 14 本、下顎小白歯 13 本、上顎前歯 16 本、下顎前歯 3 本であった (図 1)。なお被験者には研究の意義と内容を十分説明し同意を得た上で観察をおこなった。対象歯の窩洞形成終了後 ZOO(APT) にて防湿を施しメガボンド FA (クラレノリタケデンタル) (図 2) のプライマーを塗布した。20 秒経過後、プライマーエアドライ操作時の歯面とプライマーの状況を Mora Vision 2(Mora Micro Instruments, USA) (図 3) による鏡視下にて観察するとともに、エアドライに要した時間を記録した。



上下顎の大白歯・小白歯・前歯の観察歯数の内訳

図 1



図 2



図 3

### 【結果】

顕微鏡による強拡大観察の結果から以下の傾向が認められた。

①注意深くエアブローしても、歯面に塗布されたプ

ライマーを同時に均一に飛散させることは困難で、窩洞内の切削されたエナメル質よりむしろ窩洞外の非切削エナメル質と窩洞深部に残留する傾向が認められた。

②窩洞外の非切削エナメル質面からのプライマーの“さざ波”がマージン付近に繰り返し押し寄せる現

象が観察された。

③この“さざ波”を消すために、しばしばエアドライの時間の約半分程度を費やす必要があった。

④鏡視下にてプライマーを完全にエアドライするために要した時間の平均は約 41 秒であった (図 4)。

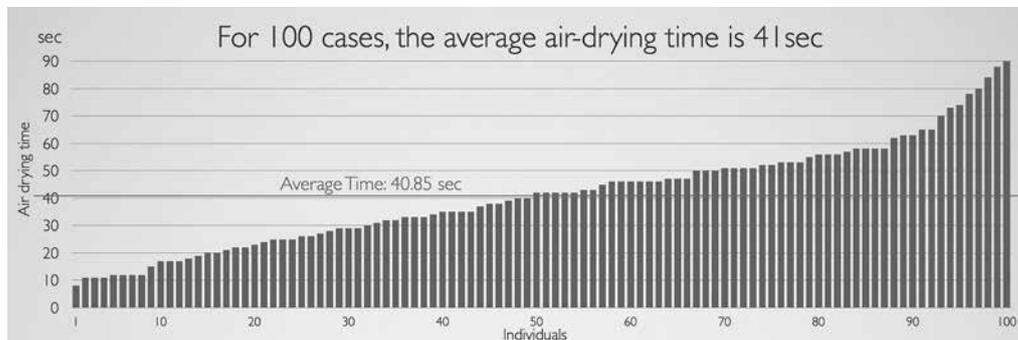


図 4

### 【考察】

セルフエッチングプライマーにはエッチング機能を与えるために必ず少量の水が添加されている。セルフエッチング反応が完了した後は、この水は接着阻害因子として働くのでエアドライによって注意深く、かつ完全に飛散させなければならない。しかしながら実際の臨床において、エアドライが完了するまでに要する時間に対する報告は少なく、セルフエッチングシステムのゴールドスタンダードと評価されているメガボンド FA においても時間に関して明確な指示はなく、英文の説明書にはオイルの含まれていないマイルドエアで揮発成分を蒸発させよとだけ書かれており、プライマーの主要成分が記載されているに過ぎない。日本のクラレノリタケデンタルに質問したところ回答は、エアブローの推奨時間は「少なくとも 5 秒以上」という事で、これは直径 3mm、深さ 0.15mm の歯面に対して必要な時間ということであった。また、実際の窩洞形態はより複雑で面積も大きくなるので時間は長くなるが一律に何秒とは言えず、窩洞形態や面積による適正なエアブローの時間のデータもないとの事であった。そして「肉眼で液面が動かなくなるまで」乾燥させるようにとの指示であった。

このように不明な点が多いことから、プライマーエアドライ操作時の歯面の状況を顕微鏡を使って観察することは有意義であると考えた。なお、今回の

報告では概要を把握する事を主な目的としたため、窩洞のクラスや窩洞のサイズはパラメーターから除外した。

本研究で使用した 3D Video 顕微鏡 Mora Vision 2 の構成を簡単に説明する。3D カメラを搭載したヘッドユニット Mora Scope で被写体をとらえ、術者は 3D メガネをかけて 3D モニターを見ながら治療を行う (図 5)。この顕微鏡は多くのユニークな特徴を持っている。



図 5

その一つは、一般的な顕微鏡と違い比較的暗い部屋、比較的弱い光で鮮明な映像が得られるという点である。フィルターなしに観察ができて環境光による光重合反応が起こりにくいので接着の観察に適していると判断し今回の研究で採用した。

今回観察した 100 症例のエアブロー時間は最短 8 秒、最長 90 秒で、平均値は約 41 秒であった。エアブロー時間が最長側からの 5 症例はすべて臼歯部で 75 秒以上を要した。

今回、顕微鏡による高拡大で観察した結果、エナメルマージン付近のプライマーのエアドライが容易ではなく、かつ短時間では完了しない事が示唆された。

この原因は非切削エナメル質表面のエアドライの困難さによるところが大きかったが、その理由としてぬれ性状の違いや窩洞からのエアブローの気流の方向などが考えられるが詳細は不明である。

この結果を臨床に当てはめると、もしもエアドライの時間が短く不完全であった時には、エナメルマージン付近にプライマーの液だまりが残っている可能性が考えられる。これはエナメル質に対する接着不良の原因となり、褐線や辺縁破折などの経過不良の誘因となる可能性があると考えられる。今回の研究では 1 種類の市販プライマーに関する概要を把握したに過ぎないが、今後、様々な接着歯科材料に対し歯科用顕微鏡を使った臨床研究をすれば歯科医師が質の高い接着を安定して提供するための一助になるのではないかと考えられる。

## 【結論】

本研究の範囲内においてエナメルマージン付近のプライマーのエアドライが容易ではなく、かつ短時間では完了しない事が示唆された。

## 高出力コールドレーザーの歯科臨床への応用

大阪府開業  
久保茂正

Shigemasa Kubo

### はじめに

歯科治療用レーザーは活性物質（Active medium 光子エネルギーを誘導放出する物質）から分類すると He-Ne (632nm)、CO<sub>2</sub> (10600nm)、Nd : YAG (1064nm)、Er:YAG (2940nm)、半導体 (810 ~ 980nm) レーザーなどに分類することができる(図1)。

Hard Laser	Soft Laser
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Co2 (10600nm) 10W Bel-Luxer, Opelaser Pro, Panalase Co2, GCナノレーザー</li> <li>• Nd:YAG (1064nm) 4W ネオキュアハイパー、インパルスデンタルレーザー</li> <li>• 半導体 (810~980nm) 3~20W P-laser, オサダライトサージ, Softlaser Pro</li> <li>• Er:YAG (2940nm) 4W アーウィンアドベール、オサダエルファイブ400</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• He-Ne (632nm) 6mW タカラBelbeam, パナヘラウスソフトレーザー632</li> <li>• 半導体 (700~905nm) 0.095~60mW セミレーザーナノックス LX-800, ダイオトロン60M, Compact Laser, Trinpl D</li> <li>Lumix2 (665/910nm) 40W</li> </ul>

図1

出力による分類は、従来、高出力レーザーと低出力レーザー、ハードレーザーとソフトレーザーまたはハードレーザーとコールドレーザーに分類されてきた。ところが最近、外科処置や歯の治療に使う出力(約1~10W)程度のもの中出力レーザーと分類され、金属加工の高出力レーザーとは区別されるようになってきている。<sup>1)</sup>ここで紹介するのはこれまでの概念を破った、高出力(最大40W)なのにソフトレーザー(コールドレーザー)の性質を持つレーザー Lumix2<sup>®</sup>(図2)である。



図2

### 高出力コールドレーザー Lumix2<sup>®</sup>

切開や、蒸散、歯牙削合、止血など外科用処置に用いる CO<sub>2</sub>、Nd:YAG、Er:YAG や半導体のハードレーザーに対し、疼痛抑制、治癒促進、消炎などが目的の、He-Ne や半導体による非外科用ソフトレーザーは、1980年代に登場した。今でもこれらソフトレーザーには根強いファンがいるが、出力が数mWと低いいため、ダイナミックな治療効果を得ることは難しい(図3)。

### 低出力 Soft Laser

- 光化学的作用、電磁的作用によって創傷治癒促進、鎮痛、殺菌、止血、石灰化・骨組織形成促進などの効果
- 低出力で熱発生なく、安全性高い

図3

現在、動物医療ではよく使われているようであるが、歯科臨床では話題にされることは少なくなっていた。その半導体ソフトレーザーにネルソンマルキナが注目し、試行錯誤の上、910nmの波長を主にした、外科用レーザーをもはるかに凌ぐ40Wの高出力を持つ、非外科的、生体組織刺激を目的とするレーザー Lumix2<sup>®</sup>を開発し、10年前からアメリカで販売、5年前からは国内でも販売されている。Lumix2<sup>®</sup>はその特徴より「生体刺激レーザー」、「治療用レーザー」、または熱が出ないので高出力「コールドレーザー」と呼ばれている。具体的には組織再生および鎮痛用の910nmおよび665nmの波長で、組織損傷のない深い組織浸透を目的に80,000パルス/秒の高いパルス周波数、40Wの高いピーク出力で照射を行う。その結果、従来のレーザーに比べ、深さ5cmまで到達

が可能になり、幅広い範囲での疼痛緩和、組織再生、治癒力向上が可能になった。

### LLLT(low-level reactive laser treatment) と HILT (High Intensity Light Treatment)

低出力の He-Ne (632nm) レーザーや半導体 (850nm 程度が多い) レーザーによる生体の変化は LLLT(low-level reactive laser treatment) と言われ、これまで数多くの実験からその作用機序が解明されてきた。すなわち低出力レーザーは熱作用とそれに付随する圧的な作用を組織間で生じることなく、深部に到達し、最終的には電磁波として組織に吸収され、生物学的あるいは生化学的な変化をもたらす。千田らの研究<sup>2)</sup>では1細胞の増殖、2細胞の ALP 活性 (アルカリフォスファターゼ活性：生体硬組織形成能を示す尺度)、3細胞のコラゲナーゼ分泌抑制 (コラゲナーゼ：コラーゲンを分解し、コラーゲンの創製を抑制する酵素)、4細胞の起炎物質 (PGE2) 分泌抑制などが確認されている (図4)。

**LLLT**  
**(low-level reactive laser treatment)**

- 細胞増殖
- 細胞のALP活性(生体硬組織生成能の尺度)
- コラゲナーゼ(コラーゲン分解酵素)分泌抑制
- PGE2分泌抑制
- 神経細胞内Ca<sup>2+</sup>上昇→顆粒球放出→シナプス伝達抑制(即効性)  
神経伝達遮断 (持続性)→疼痛緩和

図4

疼痛緩和に関しては齊藤らの研究<sup>3)</sup>で、レーザーの光化学作用 (Photo-chemical-reaction) により、細胞膜および小胞体の Ca<sup>2+</sup> チャンネルが開き、細胞外から多量の Ca<sup>2+</sup> が流入して、神経伝達物質の放出を促す。さらに流入するイオンにより終末部は著しく腫大し、刺激に対する反応性が低下する。このためシナプス伝達は抑制され、その後しばらくは機能が回復するまで疼痛が緩和される。細胞内 Ca<sup>2+</sup> 濃度がさらに高くなると、神経突起の変性および退縮を引き起こし、神経伝達が遮断され鎮痛効果が長期間持続する。つまりレーザーによる疼痛緩和作用はレーザーが神経細胞に直接働いて、神経興奮と伝導

を抑制し、痛刺激の伝達を抑制することで得られると報告されている。

LLLTはシトクロムC (ミトコンドリア膜電子伝達系酵素最後の酵素。これにより膜間電位差からATP合成酵素によりATP合成、アポトーシスでシグナル仲介)の活性を高め、これにより代謝が活性化し、組織再生のためのエネルギーを効率的に生み出すことが出来ているのではないかと考えられている。

Lumix2<sup>®</sup>の効果についてもこれまで in vitro, in vivo で検証されている。そのキーワードは Biostimulation (生体刺激) と Photo-mechanical effect である。数分間のコールドレーザー照射は、細胞内でゆるい振動あるいは圧力波を発生させる。この振動が細胞内のタンパクやミトコンドリアを生体刺激し、細胞修復タンパクを生産する。これをフォトメカニカル効果と呼ぶ。レーザー照射は同時に、ミトコンドリアから、すべての細胞に普遍的なエネルギー源であるATPを増産させる。ATP増産は抗炎症に働く。フォトメカニカル効果+ATP増産で損傷を受けた組織の自然治癒を早め、血管、神経、組織の活性・再生を向上させる。この高強度レーザー生物刺激が治癒促進に使われる治療はHILT (High Intensity Light Treatment) と呼ばれている (図5)。<sup>4)</sup>

**HILT (High Intensity Light Treatment)**

**フォトメカニカル効果**

- 細胞内で振動や圧力波が生体刺激となり、細胞修復タンパクを生産

**ATP生産(細胞内ミトコンドリア)**

- ATP増産は抗炎症の役割を果たす

**結果：鎮痛、消炎、治癒促進に働く**

図5

筆者は Lumix2<sup>®</sup> を実際の歯科臨床で2009年3月から2011年6月までの2年3ヶ月にわたり1160例に使用してきて、その効果に一定の評価を得た (図6,7)。レーザーのいろいろな使い方が紹介されており、試行錯誤しながら使ってきたが、その中からインプラント治療への応用をはじめ特出すべき使い方について解説する。



ところで、CO<sub>2</sub>レーザーで出力を弱く照射すると LLLT の効果を得ることができる。お灸にはヨモギを用いるが、ヨモギを燃焼させると CO<sub>2</sub> と同じ波長を得ることができる。ヨモギ以外の植物ではダメである。古代人がなぜそのようなことを知っていたのか謎である (図 11)。



図 11

### 骨造成

レーザー照射と骨細胞の反応については CO<sub>2</sub> レーザーを中心に基礎研究がされている。<sup>6-8)</sup> Lumix2<sup>®</sup> については in vitro で ALP、オステオカルシン、TGF-β 2、Type I コラーゲン、BMP4、BMP7 の有意な上昇が認められている (図 12))。<sup>9)</sup>

### Bone Regeneration

The Lumix laser accelerates bone remodeling through:

1. Increasing the mitotic rate of stem cells
2. Accelerating the stem cell transformation rate into other cell types
3. Increase of osteoblastic and osteoclastic activity
4. Increased release PDGF and TGF-β from platelets
5. Increased BMP release by osteoclasts

図 12

実際の臨床ではサイナスリフト、ベニアグラフト、骨移植などで造骨、化骨が速くなるとされている。埋入時初期固定を得ることができなかったインプラントに対し、術直後から Lumix2<sup>®</sup> を照射し事なきを得た症例を数症例経験した。骨の反応に関しては術直後からでも効果はあるが、術前から骨に照射することで更に化骨を促すようである。現在はインプラ

ント埋入後は数日間毎日照射している。また抜歯後も骨造成を目的に抜歯翌日より数日間照射している。

症例は 73 才女性。左側上顎 5, 6, 7 の欠損。6 部は骨量が少なく、サイナスリフトやソケットリフトの処置を希望しないため、7 部に傾斜埋入して、上部構造を 3Unit のインプラントブリッジとする計画を立てた。7 部は上顎結節部の骨を使って埋入したが、初期固定を得ることができず、フィクスチャーは手用ドライバーで簡単に回転した。術直後から Lumix2<sup>®</sup> を 10min. × 2W 照射して経過観察を行った。埋入 3 ヶ月後に上部構造の作製上部構造装着後 4 年経過した現在も安定し、良好な状態 (図 13 ~ 15)。



図 13



図 14

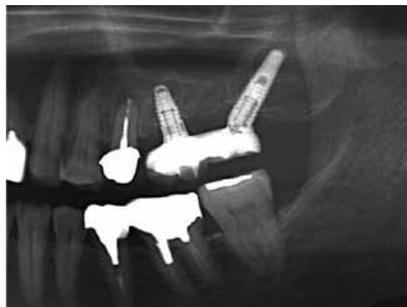


図 15

### 神経賦活作用

神経損傷の分類は Neurapraxia (一過性の局所伝導傷害、傷害部位に局限した脱髄変化、完全回復可能)、Axonotmesis (軸索の断裂、神経上膜、周

膜、内膜、シュワン鞘の連続性は保たれている)、Neurotmesis (神経幹を構成するすべての構造の断裂)に分類される (図 16,17)

### 神経損傷の分類と予後

- **Neurapraxia**  
一過性の局所伝導障害、傷害部位に局限した脱髄変化、完全回復可能
- **Axonotmesis**  
軸索の断裂、神経上膜、周膜、内膜、シュワン鞘の連続性は保たれている
- **Neurotmesis**  
神経幹を構成するすべての構造の断裂

図 16

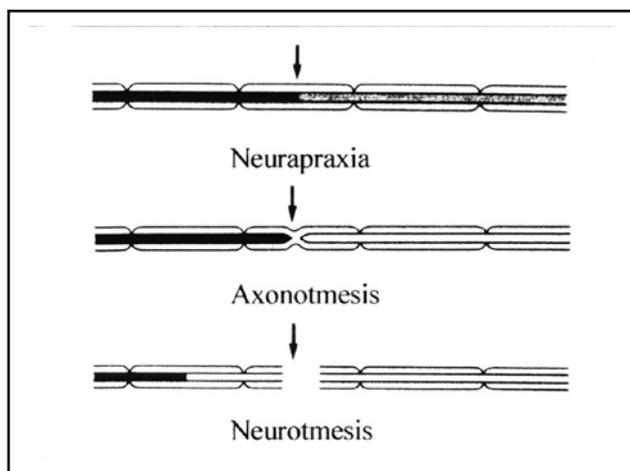


図 17

このうちインプラント埋入時のドリリングなどで一番起こりやすいのは Axonotmesis である。しかしこの範疇の障害は、程度の軽いものから重いものまでバリエーションが大きく、判断と対応処置が難しい。

神経損傷の治療方法は薬物療法としてはビタミン製剤 (B12、B1)、神経代謝賦活剤 (ATP) 末梢血管拡張剤 (塩酸ニカルジピン、塩酸リドカイン、カリジノゲナーゼ、PGE1) 副腎皮質ホルモン剤などが上げられている。それぞれ投薬するタイミングと投薬期間、効果の判定などが重要になってくる。次に EBM にて効果が確立している治療として、交感神経節遮断法 (星状神経節ブロック SGB) がある。可能な限り早い時期での SGB を勧める。それ以外に理学

療法 (Laser、遠赤外線など)、東洋医学などがある。切断してしまった神経には早期の手術療法 (神経縫合、神経移植) が適応になる (図 18)。

### 神経損傷の治療方法

- **薬物療法**  
ビタミン製剤 (B12、B1)  
神経代謝賦活剤 (ATP)  
末梢血管拡張剤 (塩酸ニカルジピン、塩酸リドカイン、カリジノゲナーゼ、PGE1)  
副腎皮質ホルモン剤
- **交感神経節遮断法** (星状神経節ブロック)
- **理学療法** (Laser、遠赤外線など)
- **東洋医学**
- **手術療法** (神経縫合、神経移植)

図 18

Laser の神経損傷への治療効果の EBM は乏しいが、ラットの坐骨神経損傷における知覚異常に対する Lumix2<sup>®</sup> の効果は菊井らによって報告<sup>10)</sup>されている。筆者はインプラント治療や下顎埋伏歯抜歯、下顎嚢胞摘出手術時などの下顎管損傷による偶発症としてのオトガイ神経知覚異常 (麻痺) 治療を多数手がけている。これまで FM 変調低周波鍼通電により、治療効果を上げてきたが<sup>11~12)</sup>、Lumix2<sup>®</sup> を併用することでさらなる効果があるようだ。現在検証中であるが、患者の反応は上々で全症例において知覚異常の回復が良い (図 19~21)。



図 19

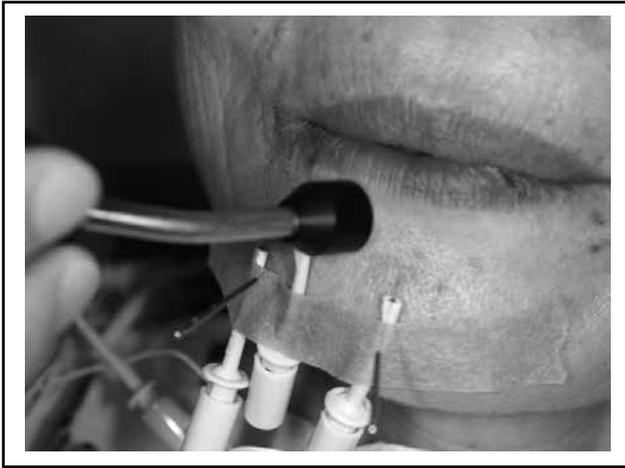


図 20

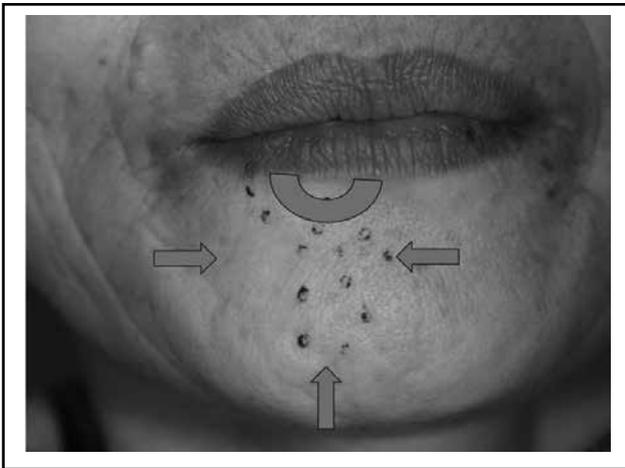


図 21

ンプラント周囲炎の改善に効果をもたらすと期待されている。FotoSan<sup>®</sup> は LED で深部到達性があるレーザーとは異なり、同じだけの高エネルギーを出すには、4000mW の出力が必要となっている。このため熱エネルギーとして組織に影響を与える可能性がある。ペリオウエーブ<sup>®</sup> はレーザー光で連続波の 250mW であるが、Lumix2<sup>®</sup> は平均出力が 250mW に制御されたスーパーパルスレーザーで組織に熱作用を与えない。しかも照射パワーは 40W と強力なためより高い治療効果が予想される (665nm に関しては 100mW となる)。純粹に 665nm 波長の効果だけを比較するならばペリオウエーブ<sup>®</sup> より長い時間の照射が必要になる。現在、歯周病、ならびにインプラント周囲炎治療専用レーザー先端に装着でき、ポケット内にレーザーを効率よく届けることができるチップを開発中である (図 22)。今後に期待したい。

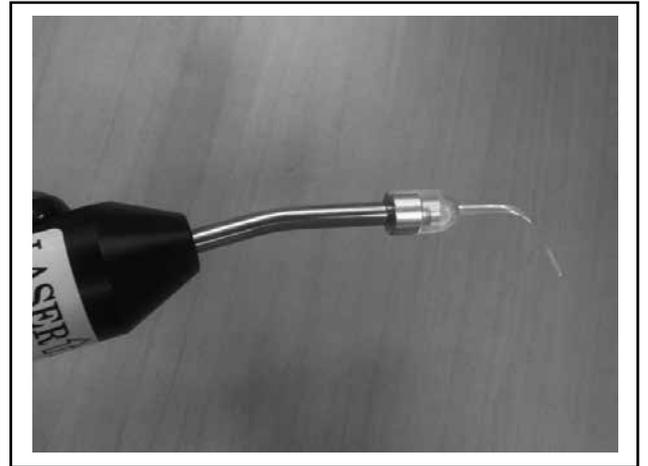


図 22

### 歯周病に、インプラント周囲炎に

「抗菌光線力学的療法」による PhotoDisinfection (光殺菌)、Antimicrobial Photodynamic Therapy (aPDT) の治療器機として現在、非熱レーザー光のペリオウエーブ<sup>®</sup> (670nm で 250mW) と LED の FotoSan<sup>®</sup> (630nm で 4000mW) が注目されている。光殺菌治療とは、歯周ポケット内などの細菌感染部分に、メチレンブルーやトルイジンブルーなどの光感受性物質を流し込む。それを細菌が取り込んだところに特定波長の光やレーザーを照射。光感受性物質はエネルギーを受け取り大量の活性酸素を発生させ、細菌の細胞壁や細胞膜を破壊し、細菌を死滅させるという方法。Lumix2<sup>®</sup> には 910nm と 665nm の 2 波長が混合されている。910nm の波長は消炎、鎮痛、治癒促進に 665nm の波長は光殺菌に应用することができ、ペリオウエーブ<sup>®</sup> や FotoSan<sup>®</sup> 以上に歯周疾患やイ

### ビスホスホネート系薬剤関連顎骨壊死

#### (Bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaw; BRONJ) の症状改善に

BRONJ 関連の最近のトピックスとして、イタリアでそれぞれ進行度の異なる BRONJ の患者 20 名に Lumix2<sup>®</sup> を 20 日間で 10 回照射 (1 処置は 15 分間) し、28 日後に臨床症状の変化を確認。結果は痛み、骨露出のサイズ、浮腫、排膿、瘻孔、口臭全ての項目において有意に改善していることが確認された。

BRONJ は完全治癒とはならないが、症状が大きく改善し、治療に有効であることが報告<sup>11)</sup> されている。

このことはレーザーの骨代謝への影響や組織治癒と関係していると報告されている。

## その他の使用方法

これまで口腔扁平苔癬症、アフタ性口内炎などの粘膜疾患、非定型顔面痛、舌痛症、ドライソケット、知覚過敏症などのペインコントロール、歯根膜炎、歯髓炎、歯周炎、歯肉炎、智歯周囲炎、上顎洞炎などの消炎に用いてきてそれなりの効果を上げている。

## まとめ

高出力コールドレーザー Lumix2<sup>®</sup> は日常歯科臨床のあらゆるシーンで応用できる。特にインプラント治療をはじめとする外科的な手術侵襲の緩和、骨細胞への刺激と骨造成、顎関節症をはじめとするペインコントロールに効果を発揮する。消炎、鎮痛、治癒促進がキーワードの新しい概念のレーザーである。

## 文献

- 1) 松本光吉: レーザーはどのように分類されるか?: 歯科用レーザーに強くなる本、クインテッセンス出版: 28-32、2003
- 2) 千田彰: 低出力レーザーと生体との相互作用 LLLT: 歯科用レーザーの有効活用、日本歯科評論増刊、192-195、2008
- 3) 齊藤勇: レーザーによる疼痛緩和のメカニズム: 歯科用レーザーの有効活用、日本歯科評論増刊、196-199、2008
- 4) 中島京樹: 歯科用レーザーを応用した臨床症例 - High intensityかつLow Average Power Laserの Photobiomodulation効果 - : 日本レーザー治療学会誌、Vo.9 No.2、41-50、2010
- 5) 久保茂正 久保陽子: 高出力コールドレーザーの顎関節症への応用: 日本歯科東洋医学会誌、Vol.31 No.1・2、38、2012
- 6) 中貴弘, 横瀬敏志: インプラント治療におけるレーザー誘導骨形成法の確立にむけて: 日本骨代謝学会雑誌、28(suppl)、223-223、2010.
- 7) 横瀬敏志, 門倉弘志, 中貴弘: レーザー照射後にみられるOsteocyteでの遺伝子発現: 日本レーザー歯学会誌、23(1)、46-46、2012.
- 8) 横瀬敏志: なぜレーザー照射によって骨が増えるか? -レーザー照射と骨細胞, 基礎と臨床-: 日本顎咬合学会誌、咬み合わせの科学、32(suppl)、117-117、2012.
- 9) Silvia Saracino, Marco Mozzati, Germana Martinasso, Renato Pol, Rosa A. Canuto and Giuliana Muzio: Superpulsed Laser Irradiation Increases Osteoblast Activity Via Modulation of Bone Morphogenetic Factors:: Lasers in Surgery and Medicine、41、298-304、2009
- 10) 菊井徹哉, 横瀬敏志: ラット坐骨神経損傷における知覚異常に対する近赤外線レーザーの効果: 日本歯科東洋医学会誌、Vol.30 No.1・2、47、2011
- 11) KUBO S., KUBO Y., NAMBA H., UCHIDA Y., NISHIMURA T.: Effect of Low Frequency AM Electroacupuncture Stimulation on Neurosensory Disturbance after Implant Operation, Proceeding of 5th World Congress for Oral Implantology, 590-593.2001
- 12) 久保茂正: 東洋医学のインプラント治療への応用、大阪口腔インプラント研究会誌、Vol.19、2-17、2004
- 13) Matteo Scoletta, Paolo G. Arduino, Lucia Reggio, Paola Dalmaso, and Marco Mozzati: Effect of Low-Level Laser Irradiation on Bisphosphonate-Induced Osteonecrosis of the Jaws: Preliminary Results of a Prospective Study:: Photomedicine and Laser Surgery Volume 00, Number 00, 1-6, 2009

## 補綴前処置として矯正治療を積極的に応用し長期的安定を目指した症例 The effectiveness of interdisciplinary therapy applying orthodontic approach.

神戸市開業  
長田卓央  
Takuo Nagata

補綴治療を行うにあたって前処置としての矯正治療は術後の審美性や予知性を高め永続性の向上に寄与する事が多数報告されている。私も日々行っている臨床での症例を通して補綴前処置としての矯正治療の有効性を報告する。

### 症例 1

37 才女性前歯部補綴による歯列改善希望して来院された。早期の審美改善を希望して矯正治療には同意されなかった。そのため左上 1 番の便宜抜髄を行い補綴治療を行った。患者は補綴物の審美性には十分満足したが術者から見て歯肉のスキヤロップ形態については疑問が残った。



術前



術後切端部



術後

症例 1

### 症例 2

20 才女性 前歯部補綴治療を希望して来院した。この症例はメタルコア等を用いて歯軸の改善を行っても被蓋関係の問題は解消出来ず補綴治療のみでは審美障害の改善は不可能であった。また図 1 のように歯頸部歯肉のスキヤロップ形態にも問題が残ることが予想された。そのため矯正治療で歯軸方向と被蓋関係の改善を行いその後補綴治療を行った。術後審美的にはほぼ問題のない補綴物と歯肉形態を獲得する事が出来た。

- ①術前正面観
- ②左側面観
- ③右側面観
- ④上顎咬合面観

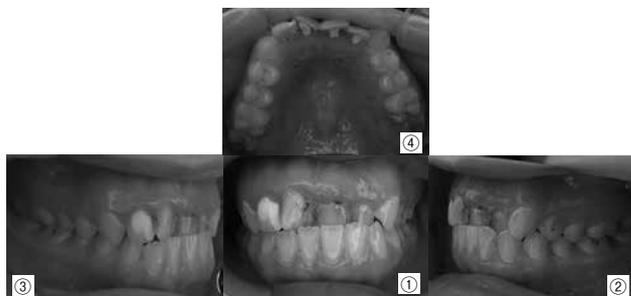


図 1



矯正治療後正面観

術後正面観

症例 2

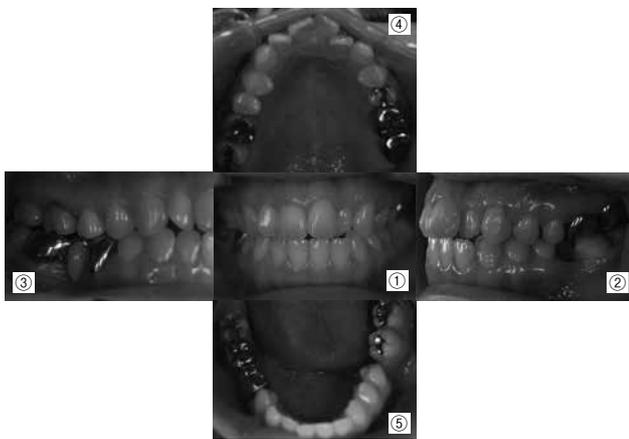
### 症例 3

24才女性左下6番部インプラント治療希望して来院した。左下6番の抜歯後約3年が経過し後方臼歯の7番と8番が近心傾斜していたため5番とのスペースは約4mmしかなかった。

そのためこの状態のままインプラント埋入は不可能であるため小矯正を行って左下7番をアップライトして埋入のためのスペースを確保した後インプラント治療を行うことにした。

左下8番は小矯正を始める前に抜歯した。

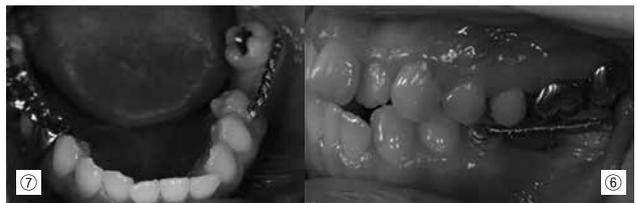
- ①術前正面観
- ②術前左側方面観
- ③術前右側方面観
- ④術前上顎咬合面観
- ⑤術前下顎咬合面観



術前パノラマ写真

### P1 矯正終了時パノラマ写真

- ⑥矯正中左側方面観
- ⑦矯正中下顎咬合面観



### P2 上部構造物セット時パノラマ写真

- ⑧上部構造物セット時左側方面観
- ⑨上部構造物セット時下顎咬合面観



症例 3



簡易歯牙移動装置  
(スペースメーカー)

#### 症例 4

28才女性前歯部補綴希望で来院した。右上の1番欠損で審美障害を訴えた。10年ほど前に外傷で歯を失ってそのままの状態に放置していた為、隣接歯の近心移動によりスペースはかなり失われ約4mmほどしかなく、ブリッジによる補綴だけでは左右対称な形態の右上1番ポンティックを得られる事は困難であった。そのため上顎のスペース確保と下顎前歯部の叢生の改善も合わせて全顎的矯正治療を行う事にした。

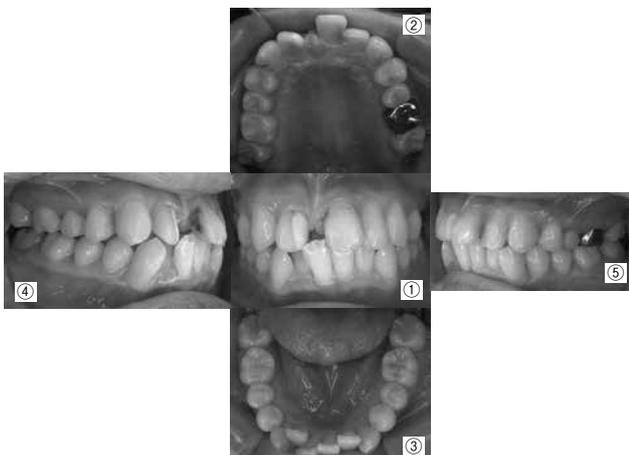


術前パノラマ写真

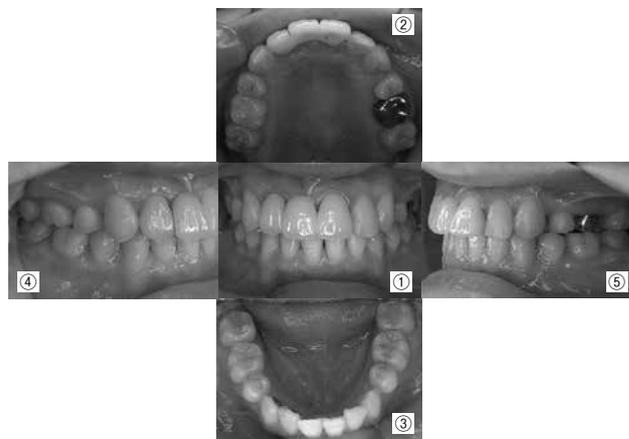


術後パノラマ写真

- ①術前正面観
- ②術前上顎咬合面観
- ③術前下顎咬合面観
- ④術前右側方面観
- ⑤術前左側方面観



- ①術後正面観
- ②術後上顎咬合面観
- ③術後下顎咬合面観
- ④術後右側方面観
- ⑤術後左側方面観



症例 4

#### 症例 5

46才女性前歯部審美障害の改善を希望して来院。上顎前歯部左右1・2番の非対称の改善が主訴であった。左上1・2番は被蓋関係から補綴によっては満足な審美性が得られないことが診査により分かった。そこで全顎的矯正治療を行ったあと補綴治療をして行く事にした。

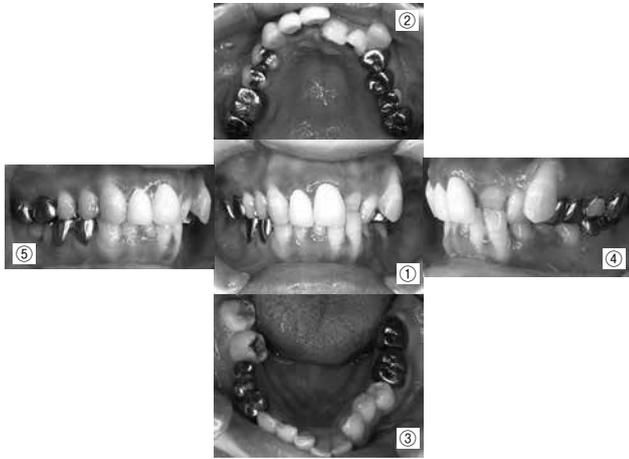


術前パノラマ写真

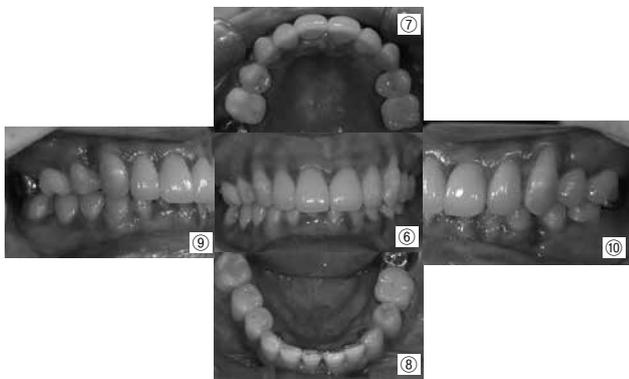


術後パノラマ写真

- ①術前正面観
- ②術前上顎咬合面観
- ③術前下顎咬合面観
- ④術前左側方面観
- ⑤術前右側方面観



- ⑥術後正面観
- ⑦術後上顎咬合面観
- ⑧術後下顎咬合面観
- ⑨術後右側方面観
- ⑩術後左側方面観



症例 5

### 結論

1. 審美性の重視される前歯部補綴に際しての補綴前処置として矯正治療は有効である。
2. 臼歯部においても歯軸を咬合圧のかかる方向に対してそろえることで歯周病や歯牙破折などの危険性を減らすことができる。
3. インプラントを正しい位置と方向に埋入することが可能になる。

## 私の考えるインプラント治療の位置づけ

大阪市平野区開業

小林 守

Mamoru Kobayashi

### 緒言

欠損歯列に対する治療としてインプラントが活用  
それは単に欠損を補うものだけでなく、残存歯の保  
存に大変有効である。

口腔内を総合的に診断し欠損に陥った原因を診断  
し、原因の除去そして機能回復をおこなう。また、  
欠損補綴治療がインプラントであっても天然歯の場  
合と変わらず、炎症のコントロールと力のコントロール  
は基本原則である。今回は私自身の臨床における  
インプラントの位置付けについて提示させていただく。

### 症例

#### 初診

2003年2月1日

55歳女性

主訴 左下に歯がないので咬めない

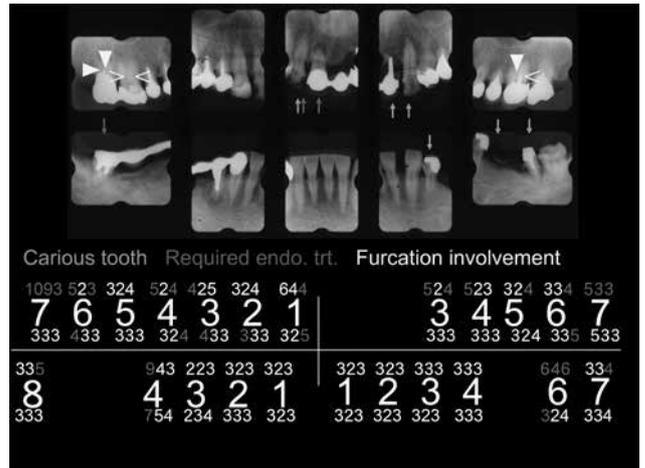
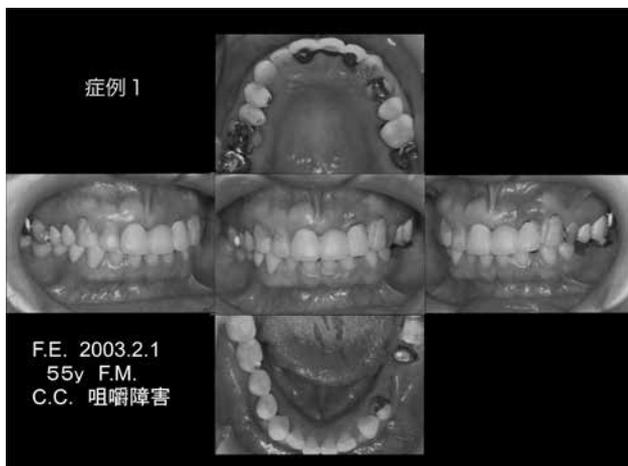
既往歴 特記事項なし

家族歴 特記事項なし

歯科的既往歴 齲蝕治療の繰り返しで現在に至る

左下欠損部は放置したまま

現症 全顎的に不良修復物が入っており、特に上  
顎前歯部、下顎両臼歯部に複数歯に及ぶ欠損が認め  
られる。歯周病的には中程度である。33、下顎前  
歯部に咬耗が認められる。



### 診断

全顎にわたる不良修復物が認められ、33、下顎前  
歯部の咬耗状態から咬合力が強いと考えられた。そ  
れに伴い2次カリエス、歯牙の破折を繰り返し、咬  
合崩壊を呈していると考えられる。

### 治療計画

歯周基本治療に則り、保存不可能歯を抜歯（17、11、  
22、26、35、36、44）プロビジョナルレストレーショ  
ンにて炎症の抑制と咬合の安定を図る。

左上臼歯部 34、35、37の歯冠長増大術を行う。

右下臼歯部 インプラント1次オペ

インプラント2次オペ

### 再評価

補綴治療

再評価

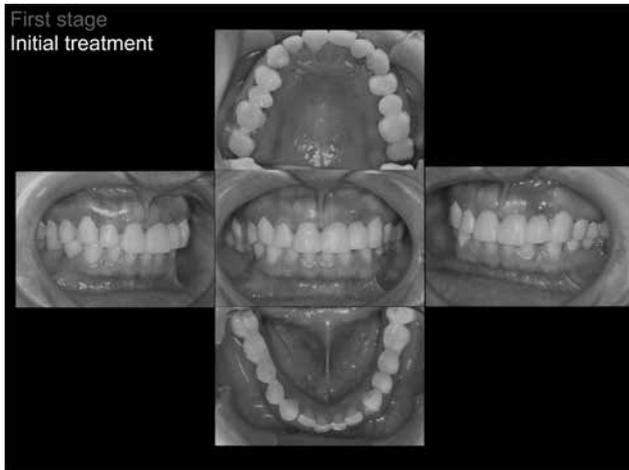
メンテナンス

## Prosthetic Design



## 治療経過

全顎的に不良補綴物を除去しプロビジョナルを装着し、初期治療の中で歯周基本治療に則り炎症の抑制を行う。



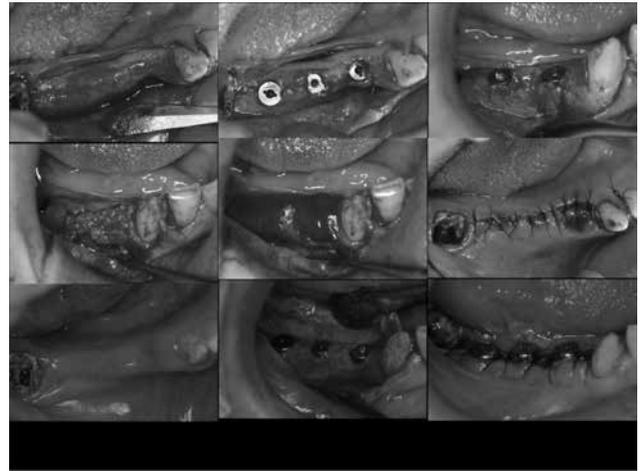
36の抜歯と同時に34、35、37の歯冠長増大術を行う。



右下 インプラント一次オペ 術前診査でGBRの必要性を確認し、埋入と同時にマイナーGBRを行う。  
48部から採取した自家骨とリン酸カルシウムと吸

収性メンブレンを用いる。

8ヶ月後2次オペ時 インプラント頬側部の骨の骨の裂開は改善されている。



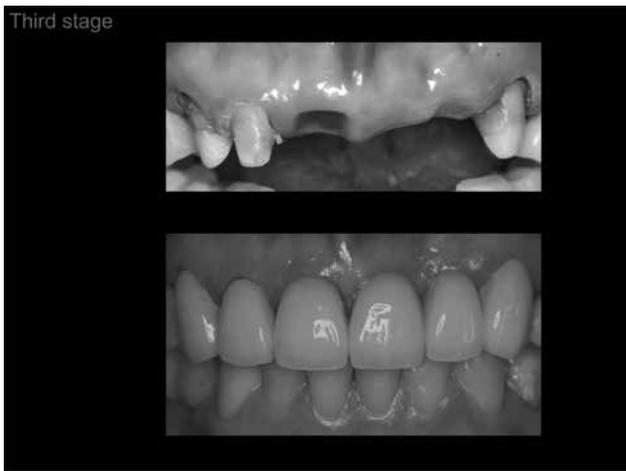
## 再評価時の口腔内写真

上顎小白歯部は臨床的歯根歯冠比が良好ではないがプロビジョナルレストレーションでの安定を確認出来たので保存している。

48は術後インプラントが安定する迄抜歯せずに保存する。

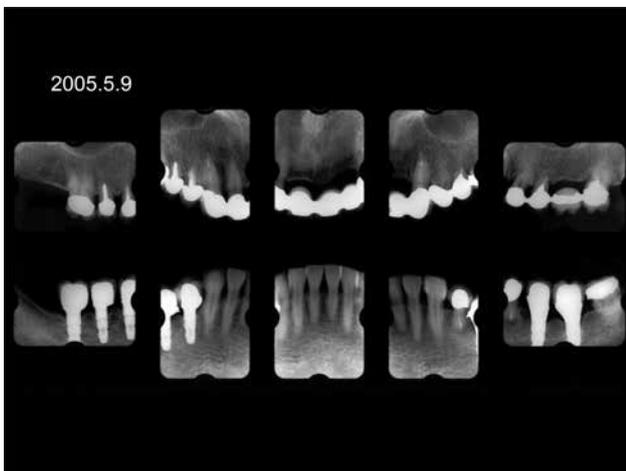


上顎前歯部の再評価 11部22抜歯後、歯槽堤の吸収部位に対して結合組織移植にて改善する。

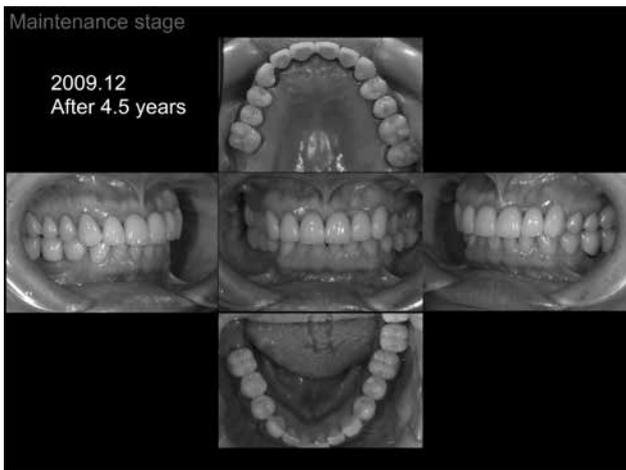


**治療終了時 口腔内写真とレントゲン写真**

夜間の異常機能に対応すべくプロテクションスプリントを装着しメンテナンスに移行する。

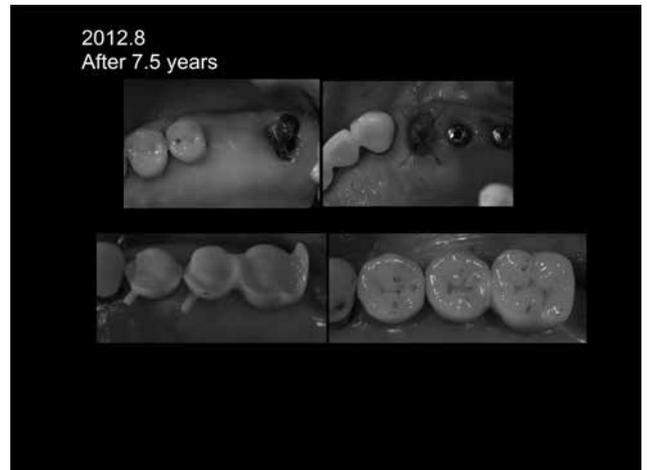


術後4年半後  
レントゲン写真  
状態は安定している。



**術後7年半後**

アレルギー性鼻炎に対する薬物の副作用で唾液量が減少しカリエスにより、15、24、25が保存不可能となり抜歯。インプラントにて咬合回復する。



**術後8年半後レントゲン写真**

カリエスの為に15を抜歯、インプラントにて修復。カリエスリスクが高い状態が続いているので要注意である。



## 考察

最初の診断において下顎臼歯部欠損部にはインプラントを計画したが、上顎の欠損部の治療方法は再評価から判断しブリッジを選択した。特に残存歯や欠損部の再評価はプロビジョナルレストレーションから判断した。治療終了時では安定していたが定期検診をしていたにもかかわらず7年後にカリエスにより抜歯に至ったがインプラントを選択出来た事は咬合安定が維持できたと思われる。

## まとめ

このように長期にわたる歯科疾患により咬合崩壊に陥ったケースに置いては、原因を究明し、残存歯の診査を丁寧に行い欠損に対する治療を行うべきである。まず天然歯を保存する上で利点欠点を確認し、もしインプラントを欠損部に選択するならば長期にわたる健康維持（炎症抑制と咬合安定）を考えた上で選択すべきである。そしてメンテナンスにおいてもインプラントも天然歯と同様、力のコントロールと炎症のコントロールに重点を置き観察すべきである。

大阪口腔インプラント研究会  
平成25年度 役員

会 長	阪 本 貴 司
副 会 長	山 野 総一郎
専務理事	奥 田 謙 一
理 事	総 務 長 田 卓 央
	〃 英 保 裕 和
	〃 樋 口 春 彦
学 術	藤 本 佳 之
	〃 濱 田 傑
	〃 勝 喜 久
	〃 中 島 康
広 報	白 井 敏 彦
	〃 西 川 和 章
会 計	木 村 正
	〃 小 室 暁
	〃 石 見 隆 夫 (研修施設)
監 事	阿 保 幸 雄
〃	吉 田 春 陽
相 談 役	佐 藤 文 夫
〃	高 田 勝 彦
施 設 長	阪 本 貴 司
副施設長	石 見 隆 夫
運営委員	久 保 茂 正
	英 保 裕 和
	西 川 和 章
	木 村 正
	小 室 暁
	國 本 武

---

JOURNAL OF CLINICAL ACADEMY OF ORAL IMPLANTOLOGY VOL.28

—— 非売品 ——

発 行 / 平成26年5月29日

発 行 所 / 大阪口腔インプラント研究会

530-0001 大阪府大阪市北区梅田1-9-20

阪本歯科内

TEL(06)6346-0301

発 行 者 / 阪 本 貴 司

編 集 委 員 / 勝 喜 久

中 島 康

白 井 敏 彦

濱 田 傑

印 刷 / 有限会社 デザインスタジオプレアート

TEL(078)221-8136

FAX(078)261-3782

---

