

'94 *Vol.9*

JOURNAL OF CLINICAL ACADEMY OF ORAL IMPLANTOLOGY

第9号



大阪口腔インプラント研究会誌

●招待講演

ボーンジェクト®について

株式会社 高研・研究所部長 伊 藤 博

歯科用ハイドロキシアパタイト骨移植材ボーンジェクト（製造：(株)高研，販売：藤沢薬品工業(株)）は従来のハイドロキシアパタイト骨移植材とは全く異なり，天然骨由来のハイドロキシアパタイトであるTBC（True Bone Ceramics）と，生体由来タンパクであるアテロコラーゲン（3：2）からなり，従来品の様に事前に充填する為の調整が必要ない製品である。

まずそれぞれの成分について概略を述べることにする。

【TBC】

本製品に用いられている天然骨由来のハイドロキシアパタイト（TBC）は以下の通りに製造される。（Fig. 3）最初の焼成により有機分が完全に除かれ二次焼成によりその強度を高めている。しかしここで焼成温度が高過ぎる場合はX線回析による分析でTCPのピークが観察されるようになる。SEMによる観察では天然骨の



Fig. 3 TBC 製造法

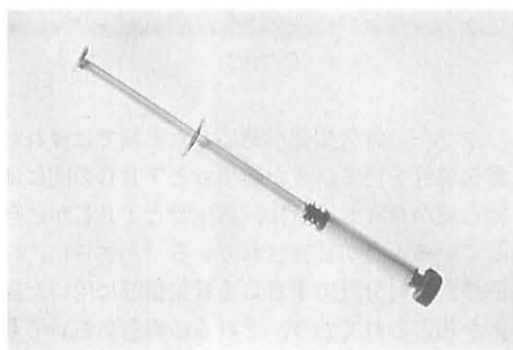


Fig. 1 ボーンジェクト外観

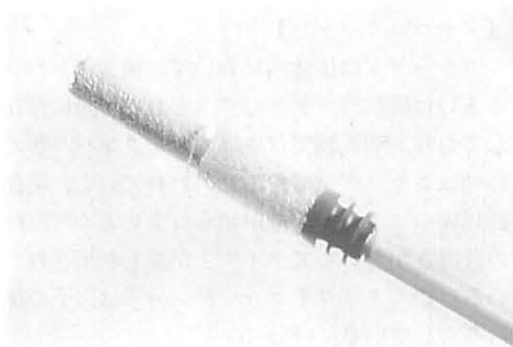


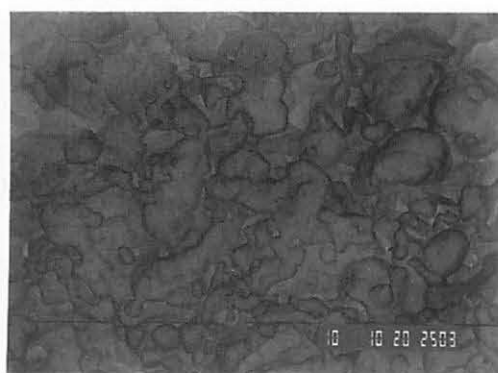
Fig. 2 カートリッジより出したところ

構造を残しており，その形態は合成ハイドロキシアパタイトと大きく異なるものである。（Fig. 4）なお，天然骨に存在する微量元素，Na, Mg等が残留していることが特徴の一つである。¹⁾

*in vitro*での骨芽様細胞を用いる実験において，TBCは合成ハイドロキシアパタイト，TCPに比べ優れた石灰化能を有するものである。またこの培養の際，その細胞の形態は進展が良いことも観察されている。^{2,3)} さらに，リン酸基転位酵素活性が高いことからTBC周囲にリン酸カルシウムが集まり易いと考えられる。⁴⁾



TBC



合成ハイドロキシアパタイト

Fig. 4 SEM像

ウサギの骨欠損部へ適応した実験では優れた骨伝導性を持ち、また新生骨とTBCの間には結合組織が存在せず直接、新生骨とTBCが結合していることが観察されている。⁵⁾ さらに、以前整形外科分野でTBCを骨欠損部に用いた症例が報告されており、それらの報告においても優れた臨床的性能が示されている。^{6,7)}

【アテロコラーゲン】

コラーゲンは生体内において、構造タンパクあるいは細胞外マトリックスとして多量に存在しており、哺乳類では生体内の全タンパク質の1/3はコラーゲンであるといわれている。現在約15種のコラーゲン種が知られているが⁸⁾原料の豊富さからいってタイプIが最も利用されている。このタイプIコラーゲン分子は以下の構造を有している。(Fig.5)

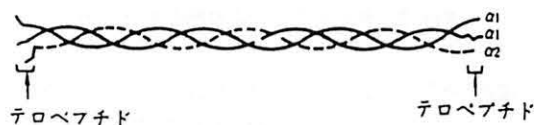


Fig. 5 タイプIコラーゲン分子

しかしコラーゲンは生体内で分子の状態で存在することはなく、高次構造を形成し各部位に存在している。(Fig.6)さらに生体内においては分子のテロペプチド部分間で結合(架橋)が生成され、さらに組織が強固になっている。このコラーゲンを組織より取り出す方法として、コラーゲナーゼ以外のタンパク分解酵素、例えばペプシン等を真皮層等の組織に作用させることで

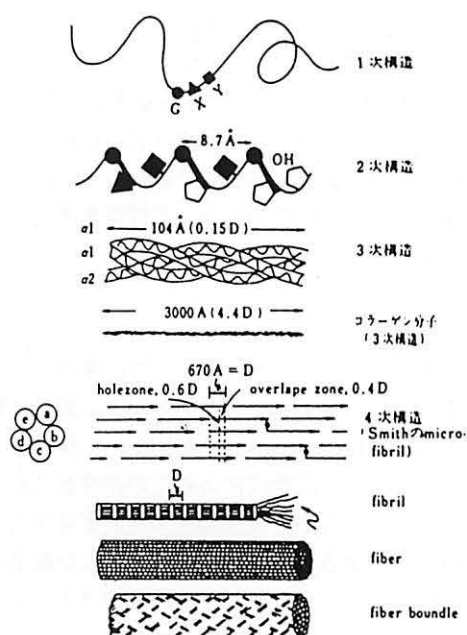


Fig.6 コラーゲン構造

コラーゲンを取り出すことが可能である。これは酵素がコラーゲン分子のテロペプチド部分にのみ作用することで生体内架橋が除かれコラーゲンを取り出すことが出来るもので、この方法により得られるコラーゲンはテロペプチドが無いことよりアテロコラーゲンと呼ばれている。このアテロコラーゲンはテロペプチドを持つネイティブなコラーゲンと物性は殆ど変わらないが、バイオマテリアルとして考えた場合、さらに優れた物性を有している。バイオマテリアルとしてコラーゲンをを用いる場合、原料の入手の

しやすさから牛等の組織を利用するため異種タンパクを使用することとなるが、コラーゲンは本来抗原性が低いタンパクであるが、さらにその抗原性は主にテロペプチドの存在しているため、アテロコラーゲンはさらに抗原性が低いもので、^{9,10)} 臨床的にも殆ど問題が見られない材料である。^{11,12)} また、組織に酵素により他のタンパク、例えばアルブミン等はほぼ分解されているため、アテロコラーゲンは非常に純粋なものである。

生体より取り出したアテロコラーゲンを用いて、生体内と同様の高次構造を再現することが可能である。低温でアテロコラーゲンを生体と同じ塩濃度の中性溶液として調整後、その溶液を体温程度に加熱する事で全体が白濁しゲル化する事を観察することが出来るが、これは分子状に分散していたコラーゲン分子が集まりミクロフィブリル構造を形成した結果である。つまり本製品に用いられたコラーゲンも患部に充填することで加熱されゲル化が起こりTBCの飛散を防ぐことが出来る。また歯周治療において、コラーゲンを使用することにより上皮の深行増殖を抑え、新生セメント質形成が大であったと報告されている。¹³⁾ なおコラーゲン分子は熱により変性を受け、3本螺旋がほどけ糸まり状となる。変性後はゼラチンと呼ばれ、これはコラーゲンとは異なり、コラゲナーゼ以外のタンパク分解酵素の作用を受けるようになる。

コラーゲンの細胞に対する機能、あるいはバイオマテリアルとしての特徴をまとめ次に示す。(Table 1)

これらの特徴を持つことからコラーゲンは、止血剤、¹⁴⁾ 創傷カバー材、¹⁵⁾ 皮膚陥凹部修復注射材、¹⁶⁾ コラーゲンコート人工血管¹⁷⁾等の製品が医用材料として利用されている。¹⁸⁾

バイオマテリアルとして生体親和性等優れた

特徴を持ち、数々の実績もあるコラーゲンと、天然骨由来のハイドロキシアパタイト (TBC) を用いていることにより、ボーンジェクトは従来の骨移植材には無い優れた操作性、組織親和性を特徴として持つものである。

【ボーンジェクト】

本製品はTBC粒子の大きさによりSタイプ (粒子径：300-600 μm 、主に歯周疾患用)、Mタイプ (粒子径：600-1000 μm 、主に顎部骨欠損用) の2種類があり、何れもガラスカートリッジに滅菌状態で入っており、ゴムキャップを取るだけで直ちに使用出来る。

ボーンジェクトは亜急性毒性試験等、8種類の動物実験等安全性試験を行い、全て問題なく高い生物学的安全性を有している。ラット頭頂骨を用いた動物実験によると、TBCとアテロコラーゲンを複合化した場合には、組織学的に局所の炎症反応も少なく移植後2週で新生骨の形成が観察され、その後各時期を通じ骨形成量が増加していた。¹⁹⁾

次に臨床的な有効性、及び安全性については、口腔外科領域では東京医科歯科大学歯学部口腔外科学第2講座、及び日本歯科大学歯学部口腔外科学第2講座で、また歯周領域については日本歯科大学歯学部歯周学講座、及び神奈川歯科大学歯学部歯科保存学第2講座にて臨床治療を実施し、下に示す通りの結果を得、高い有効性と安全性が示された。²⁰⁾

臨床的にも煩雑な操作が必要なく、充填時にTBCの散乱が少なく操作性に優れていた。口腔外科領域ではX線所見により術後2～3ヶ月で補充部辺縁のX線不透過性が進み、さらに6ヶ月を経過すると顆粒間でもX線不透過性が増すことが観察された。歯周領域ではX線によりセメント・エナメル境より骨欠損部の最深部ま

Table 1 コラーゲンのバイオマテリアルとしての特徴

1. 高い抗張力	5. 良好な細胞適合性	9. 創傷治癒に及ぼす作用
2. 水との親和性	6. 血小板凝集反応の惹起	10. 各種形状への加工成形性
3. 低抗原性	7. 細胞分化に及ぼす影響	
4. 生体吸収性	8. 物理・科学的修飾による諸性質のコントロール	

Table 2 ボーンジェクト臨床治療結果のまとめ

領 域	有効性	概括安全度評価	有用度評価
口腔外科領域 (全76症例)	著 効: 44% 有 効: 52% 無 効: 4% 悪 化: 0	安全である: 100%	極めて有用 : 44% 有 用 : 52% 有用とは思えない : 4% 好ましくない : 0
歯 周 領 域 (全80症例)	著 効: 23.0% 有 効: 70.2% 無 効: 5.4% 悪 化: 1.4%*	安全である: 100%	極めて有用 : 23.0% 有 用 : 70.2% 有用とは思えない : 5.4% 好ましくない : 1.4%

* : 術後動揺度が増加。なお移植部に炎症等は認められなかった。

での距離, およびプロービングデプス, アタッチメントレベルの改善が見られ, 何れの領域においても高い有効性が示され, さらにいずれの症例においても副作用は認められず100%安全性が示された。

以上臨床上優れた操作性, 有効性, 高い安全性が示され, 骨移植材として優れた特性が確認された。

参考文献

- 植野 裕, 別冊整形外科, No8 85-88 (1985).
- 栗原徳善 他, クインテセンス, 16, 1842-1846 (1987).
- 池田克巳 他, 歯科ジャーナル, 28, 195-200(1988).
- R.Hosakawa, "ture Bone Ceramic as new bone substance. Evaluation of transphosphorylation reaction on the crystalsurfsce" Oral Implantology and Biomaterials, edited by H.Kawhara Elaevier Science Publishers B.V.(1989).
- 植野 裕, Orthopaedic Ceramic Implants, 3, 11-16 (1983).
- 植野 裕 他, 中部整砕誌, 29, 170-173 (1986).
- 植野 裕 他, 臨整外, 21, 1259-1265 (1986).
- 林 利彦, 細胞, 24, 372-377 (1922).
- P.F.Davison et al, J. Exp. Med., 126, 331 (1967).
- B.Ponz et al, J.Biochem., 16, 50 (1970).
- C. Cooperman et al, J. Am. Acad. Dermatol., 10, 638-651 (1984).
- D. J. Hartmann, J. Am. Acad. Dermatol., 21, 1203-1208 (1989).
- 菅谷 彰 他, 日歯周誌, 31, 808-835 (1989).
- 杉立彰夫, 外科治療, 62, 483-489 (1990).
- 塩谷信幸 他, 外科治療, 33, 317-322 (1991).
- 大森清一 他, 西日本皮膚科, 47, 337 (1985).
- 石川 巧 他, 人工臓器, 23, 814-817 (1944).
- T. Miyata et al, Clinical Matertials, 9, 139-148(1992).
- 兼子光生 他, 日口歯, 37, 1294 (1988).
- 三井妹美 他, クインテセンス, 11, 1480-1495(1992).
- 仲谷 寛 他, 日歯周誌, 34, 220-231 (1992).

参考文献の中で必要な資料がございましたら, 高研・伊藤まで御連絡下さい。

IMZインプラントの臨床

大阪市開業 阪 本 貴 司

はじめに

近年インプラントの種類も多種多様にわたるようになって来たが、一回法の長所が見直されている現在においても、全体の傾向としては二回法が主流になりつつある。

しかし、二回法インプラントは、手術の回数や治療時間および材料費などの面で一回法インプラントに比べてマイナス面も兼ね備えている。

今回、わたしはIMZインプラントの症例を報告すると共に二回法インプラントの長所や欠点について述べてみたい。

症例1（単独植立症例）

患者：藤〇〇雄，S33年9月25日生

初診：H3年12月6日

主訴：76|67 義歯不適合および咀嚼障害

口腔内所見：

76|67 金属床義歯を大学病院にて作成するもリングプレートが粘膜部に過接触し、疼痛のため未装着。76|67 歯牙挺出。

治療経過：

76|67 部の暫間義歯を作成し、咀嚼障害の回復を図りつつ、76|67 挺出歯牙の処置を行った。



図1 76|67 上部補綴物装着後のパノラマレントゲン。単独植立によって隣接歯牙が保存されている。

その後、患者のインプラント処置への強い希望があり、IMZインプラントによる補綴修復を予定した。

H4年2月に 67 部、同年5月に 76| 部 IMZインプラント一次手術施行した。そして、左右とも3か月経過後に二次手術を施行。H4年7月に 67 部、10月に 76| 部上部補綴物を装着した（図1，2）。

症例2（セメント合着症例）

患者：〇本〇夫，S19年5月17日生

初診：H5年1月22日

主訴：7 部肉肉腫脹および疼痛

口腔内所見：

7 頬側肉肉腫脹，同歯は動揺著明で口腔内の清掃状態は不良であった。

治療経過：

7，57，5 は打診痛および動揺のため抜歯。その後、患者の口腔内清掃状態と意識の改善を待って、H5年2月22日 56 部 IMZインプラント一次手術を施行した（図3）。

3か月後、二次手術を行い“COC”Ti aboutment*を装着し、同年6月に

7⑥5④③②①|①2③④57/6 のブリッジを装着した（図4）。

*“COC”Ti aboutmentはアメリカのインプラントサポートシステム社製のIMZに適合するセメント合着用のアバットメントで，“COC”はCement on Crownの略である。



図2 76| 部補綴装着後の口腔内。

IMZは回転防止機構がないために連結する必要がある。



図3 56 部一次手術，術中の口腔内。
インプラント埋入後，骨誘導材料に吸収
性のヒト脳硬膜（矢印）を使用した。

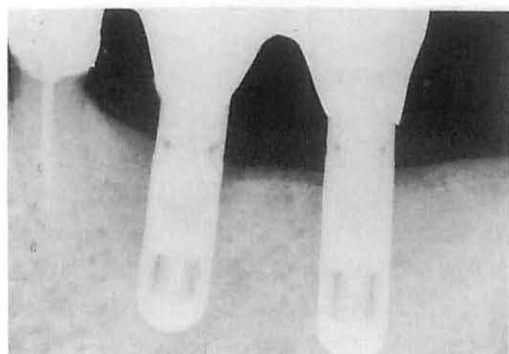


図4 56 部補綴装着後のレントゲン隣接歯と
連結しセメント合着を行った。

症例3（天然歯とアタッチメントにて連結した症例）

患者：奥〇〇子，S 7年6月4日生

初診：H 4年5月8日

主訴：3 部歯肉腫脹および咀嚼障害
口腔内所見：

レントゲンにて 3 に根尖病巣，上下顎部
分床義歯装着も不適合。

治療経過：

テンポラリーデンチャーにて咀嚼障害を回復
を行いつつ，3 の根管治療を行なった。その
後，H 4年7月 65 部 IMZ インプラント一
次手術を施行，同年10月 65 インプラント部
と 432 天然歯をアタッチメントにて連結し，
補綴物を装着した(図5, 6, 7)。



図5 65 部印象用ポスト装着時口腔内

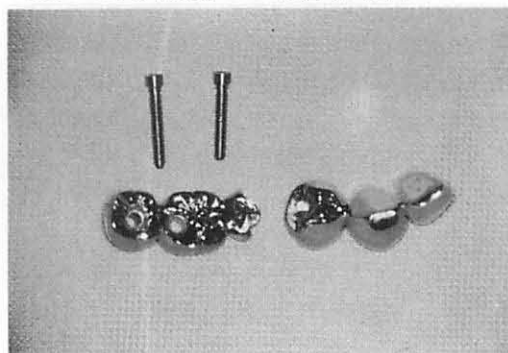


図6 天然歯の4 と65 部インプラントはアタッ
チメントにて連結した。

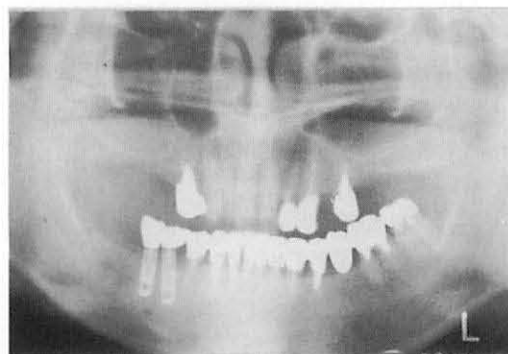


図7 65432 部補綴物装着後のパノラマレン
トゲン。

アタッチメントで天然歯の4 と連結する
ことよっての65 部は可撤式となり，
内部緩衝機構を生かすことができる。

おわりに

IMZ インプラントの特徴は，二回法である
事はもちろん，POM（ポリオキシメチレン）
による内部緩衝機構を備えている事である。こ
の内部緩衝はフィクチャーとアットメント
の間にIMEまたはIMCを介することで得ら

れるが、定期的な交換の必要があり、上部構造体は必然的に術者可撤式、すなわちネジで固定されることになる。

さらに今回提示した症例3のように、IMZ本来の特徴であるIMCまたはIMEを使用し、天然歯と連結するためには連結部にアタッチメント機構を付与せねばならない。

これらの作業の煩雑さのためか、現在では3iインプラントを始め、今回の症例でも使用したImplant Support System社などからセメント合着用のパーツが販売されている。IMZインプラントにこれらのパーツを使用してセメント合着し、補綴することはIMZの一番の特徴である緩衝機構を生かしていないことになるのだが、多くの臨床医の間で使用されているのは現実である。この理由はなぜであろう。図8にIMZインプラントの長所と短所について示した。

IMZの一番の特徴には内部緩衝機構があげられる。これは他の二回法インプラントにはないもので、これに関しては賛否両論あるが、ここでは長所とした。

図8 IMZインプラントの長所と短所

長所

- 1) POM(Polyoxymethylene)による内部緩衝機構。
- 2) 着脱により上部構造物の交換が可能。
- 3) IMEはテーパーが大きく、高さが低いので平行性を取りやすい(図9参照)。

短所

- 1) 印象操作が繁雑である。
- 2) 技工操作が複雑化する。
- 3) IMEまたはIMCの定期的な交換が必要である。
- 4) スクリューの緩みが生じる事がある。
- 5) テンポラリークラウンが装着できない。(他社では専用のパーツも販売されている)
- 6) IMEの破折の恐れがある。
- 7) 専用の器具やパーツにコストがかかる。
- 8) フィクスチャーとアバットメントの連結部が感染源になることがある。

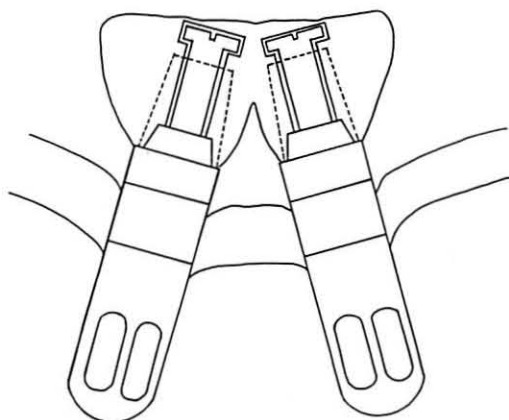


図9 セメント合着用のアバットメント(点線)では平行性のとれない症例もIMCまたはIMEでは連結した上部補綴の装着が可能である。

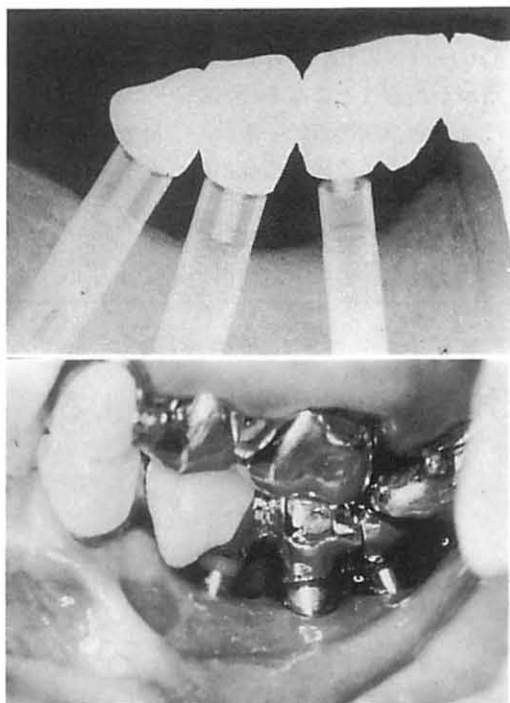


図10,11 埋入したフィクスチャー同士の平行性がない症例

IMCまたはIMEを介することで、上部構造体が装着可能である。

上部補綴物の交換可能という面については、前装部の破折などアバットメントに部に限った場合は、上部のみ修理または交換できるので長所となるが、このようなことが生じない様に設

計することが一番大切である。

また、上部補綴作製時の平行性については、IMCおよびIMEの上部補綴と接する凸面部分はテーパが大きく、高さが低いために埋入したインプラント体同士の平行性がない症例においても上部構造物は連結して装着可能である(図9, 10, 11)。

一方欠点については、補綴物作成過程の煩雑さ、ネジの緩み、また歯肉縁下のフィクスチャーとアバットメントとの連結部の感染の問題などが考えられる。さらに、臨床医にとっては、治療にかかる材料や切削器具などコスト面での負担も大きな問題点である。

IMZを例にとって上部構造体のコストを調べてみると、IMZ一本あたり23,283円かかることになり、セメント着着した場合の“COC”Ti aboutmentの約4,500円と比較するとかなり費用がかかることになる(図12)。

これらの問題点の一部は、IMZからIMCへの交換や印象操作の簡略化など工夫はされて

図12 IMZインプラント価格(平成5年度)

T I E	25,900	(6個)
I M E	31,000	(6個)
技工用ダウエルピン	12,000	(6個)
印象用ポスト	12,000	(6個)
技工用 I M E	15,000	(3個)
鋳造用スリーブ	10,800	(6個)
チタンスクリュー	18,000	(6個)

IMZ 1本あたり 23,283円

きているが、残念ながらここにあげた欠点をすべて解消するほどには至っていない。二回法インプラントが臨床医に敬遠されがちな理由は、このような点にあるのかもしれない。

今回、二回法インプラントの長所と短所についてIMZで例を示したが、今後開発、または販売されるインプラントが、これらの欠点を解消し、低価格で供給されることを望みます。

一般講演 <第32回研究会：平成5年11月28日>

外傷歯の歯内骨内法による 治療の長期経過観察

大阪厚生年金病院歯科・高松市開業

山内 広 茂

動揺歯の固定や歯冠歯根長比の低下した歯を補強する際に歯内骨内インプラントを用いる方法がある。側方歯群の交換期に入った顎骨発育期の学童に対して、永久歯の外傷歯を固定するために本法を用いることも考えられるが、その長期経過観察例はあまり報告がない。我々は、約14年前より動揺歯の固定に際してバイオセラム・テーパピン®を使用してきた。そのなかより、顎骨成長期にあたる6才から11才の男子学童で1年3か月から6年7か月と比較的長期

にわたり経過観察しえた3症例計6本を得ることができた。そのうちの代表的な1例をとりあげ、生じた問題点を検討したい。

症 例

患 者：10才4か月、男子
初 診：昭和61年7月4日
受傷日：同年7月3日
主 訴：11の動揺

現 症

口腔内所見：1は著しく挺出し、1は舌側傾斜を示し、共に動揺度M3であった。また、1の根周囲に圧痛を認め、同部に遊離歯槽骨片を触知した(図1)。

X線所見：1は歯冠中央部に破折線を認め、1には顕著な歯根膜腔の拡大を認めた(図2)。



図1. 初診時口腔内所見

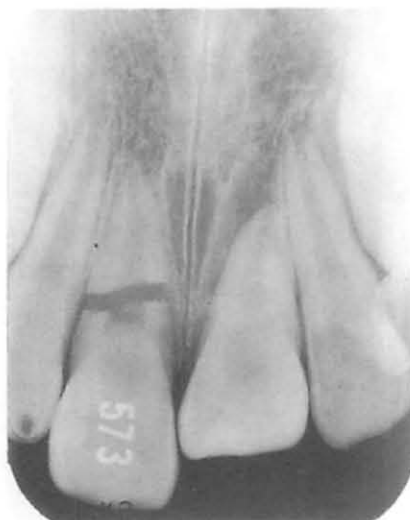


図2. 初診時デンタルX線所見

処置及び経過：側方歯群は交換期に入っており、顎内に固定源は得にくく、1 は歯槽骨骨折を併発して著しい動揺を示していることより、歯内骨内法による固定法を選択した。

初診当日、受傷翌日であったが、比較的腫脹も少なく、疼痛も軽度であったため、即日処置を行った。

局所麻酔の後、手術に先だち当該歯の抜髄根充を行った。

1 部の歯槽骨骨折の確認を目的に粘膜骨膜弁を展開した(図3)。骨片の大部分は1 根に付着しており、これを歯と一体にして整復を行った。歯を抜歯窩内で保持して通法に従いドリリングを行った。テーパーピン®はガラスアイオノマーセメントを用いて合着した。2/2 にはダメージがほとんど無く、動揺も認めなかつ

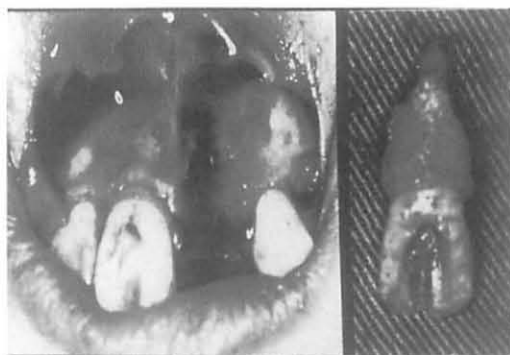


図3. 術中所見(粘膜骨膜弁を展開したところ)



図4. 術中所見(テーパーピン®にて固定を完了したところ)



図5. 術後 8か月の口腔内所見

たため、術後は光重合レンジを用いて暫間的に2/2 と固定を行った(図4)。

術後8か月では1 の歯列弓に対する位置変化は見られないが、1 に低位化傾向を認めた(図5)。術後1年1か月のデンタルX線写真で



図6. 術後 1年1か月後のデンタルX線所見



図7. 1補綴終了時の口腔内所見
(術後 3年6か月時)

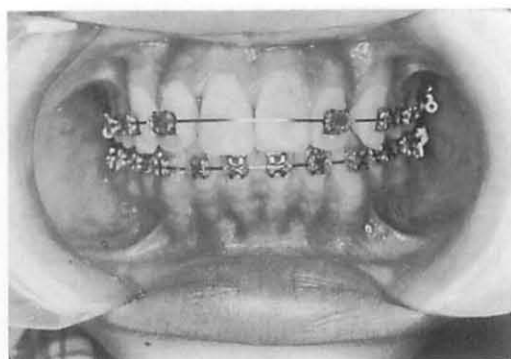


図8. 動的治療終了時の口腔内所見
(術後 5年5か月時)



図9. 術後5年5か月後のデンタルX線所見

は「1」の歯根に吸収は認めず骨植も良好であるものの、根の破折線に若干の拡大とその周囲は狭小化しており、骨性癒着を思わせる所見を呈している。「1」は根中央部に外部吸収像を認め、歯冠側と歯根側とが離開する傾向を示している(図6)。

「1」の低位化に対する考策としては、歯内骨内インプラントを施していることより矯正力をかけるには無理があるので、歯冠補綴で対応することとした。又、元来より右臼歯部に交叉咬合があったため、「1」「1」以外の歯列はマルチブラケットシステムによる矯正治療を行うこととした(図7)。術後5年5か月の時点では動的治療はほぼ終了しており、安定した咬合を示し

ている(図8)。

X線所見では、「1」の根尖部とインプラント体との接合部に肉芽腫様の透過像を認めるが、この時期には顎骨の成長も完了し、「1」の歯冠側と歯根側との離開も止まっている(図9)。

考 察

我々は、昭和59年3月より昭和61年7月の1年4か月の間に初診時年齢7才から11才までの男子学童の上顎前歯の外傷歯の症例を3例計6本を経験している。経過観察した期間は1年3か月から6年7か月と大きく異なるが、そのうち5歯の今回提示したような低位化を認めた。低位化を示した歯は、いずれもX線的には歯根

膜腔の狭小化を認め、歯根癒着を示唆ものであった。

バイオセラムテーパーピン®は単結晶アルミナセラミックスでできている。一般的にこのタイプのインプラント体ではオッセオインテグレーションは得にくいとされている。しかしながら、同素材の骨内タイプのインプラントに関して言えば、我々の臨床経験によると、上部構造装着後長期に渡りどうようを認めず、X線的にも骨とインプラント体との区別が難しく、インテグレーションしていると考えられるものも少なくない。また、テーパーピン®自体植立時の機械的な嵌合力はかなり強く、今回経験した症例でも植立直後よりかなり強固に固定され、動揺もほとんど認められなくなる。骨髄に問題の内ケースではX線的に骨内部と周囲骨との境が不明になり、インテグレーションしている可能性が強い。

歯内骨内インプラントの予後不良例では術後の歯根の外部吸収が見られることが多い。もともと外傷歯の予後には多く見受けられる現象で、原因はインプラント法だけにあるとは言い兼ねるが、本来外傷を受けない歯根端切除後のケースにもしばしば認められることより、何らかの要因があるのかも知れない。あるいは術中に歯とインプラント体をハンマーで槌打するという術式に問題があるのかも知れない。

また、テーパーピン®による固定法をおこなった場合に、根尖部とインプラント体との接合部に肉芽腫様の透過像が出現することが多い。これは、植立前の歯内療法に原因があるとも考えられるが、それ以上にインプラント体と歯をグラスアイオノマーセメントで合着する際にセメントの漏洩に問題があると考えている。

以上の性質を考えらると、歯内骨内法による固定は、顎骨成長がすでに終了した成人の動揺

歯で、他の方法では固定不能な場合に有効なことがあるものの、その強固な固定力ゆえに適応には厳重な注意が必要と警告を促したい。

本報告の要旨は、第13回 日本口腔インプラント学会 中国・四国支部総会（平成5年11月21日 岡山市）および 第5回 日本口腔科学会近畿地方部会（平成5年12月4日 吹田市）において発表した。

文 献

- 1) 中村 義, 川原春幸: 根完成歯における自家歯牙移植の臨床; 歯界展望, 82, 1099~1121, 1993.
- 2) 中村 義: 臨床例を中心とした歯内骨内インプラントの応用と所見・セラミックインプラントの実際; クインテッセンス出版, 東京, 1983, 119~125.
- 3) Vaja, T.T.: The advantages the short comings of differnt endodontic-endosteal implants. J. of Implant Dentistry, 1 Sept., 1974.
- 4) Hammarstrom, I. et al.: Iooth avulsion and reimplantaion; A review. Endodo. Dent. Traumatol., 2: 1~8, 1986.
- 5) Enlow, D.H. and Bang, S.: Growth and remodelling of the human maxilla. Amer. J. Orthodont., 51: 446~464, 1965.
- 6) 山上哲賢, 西尾洋一 他: バイオセラム®インプラント法における適応性と診査・診断; オーラル・マキシロフェイシャル・インプラント, 2, 141~148, 1988.
- 7) 永井教之, 竹下信義: 歯科骨内インプラントに関する臨床病理組織学的考察; 歯界展望別冊, デンタルインプラント, 51~48, 1987.
- 8) 永井教之: 歯科インプラントと生体組織; 補綴誌, 32, 955~960, 1988.
- 9) 山崎正子, 井上正久 他: 一回歯科骨内インプラント(バイオセラム®)における初期安静植立術式の有効性に関するX線の観察, 5, 235~239, 1992.

●一般講演

私の臨床—歯周治療ならびに 骨内インプラントに応用した GTR症例を中心に—

大阪市開業 山田屋 孝太郎

今回は歯周治療ならびに歯科インプラント療法に応用した組織再生誘導法は、Guided Tissue Regenerator (以下GTR と略す) の症例を中心に矯正学的摘出やup-righting により歯牙の保存や歯周組織の再生をはかった症例等をまじえて発表した。

GTRの考え方はA. H. Melcher の新付着を達成するための仮説(1976)¹⁾にもとずき、歯周疾患により破壊された部位に遮断膜により正常な歯周組織を誘導・再生する方法として1982年にS. Nyman, J. Linde, T. Karring²⁾によって提唱され、現在その概念は歯周病治療のみならず歯科インプラント療法や歯槽堤造成の領域にまで広く応用されている。今回利用した膜はゴアテックス膜 (GTPMならびにGTAM) であるが、その際とくに重要なことは再生を期待する場の血液供給の確保とスペースメイキングである。その意味で私はDFDBA (Demiumeralized Freeze-Dried Bone Allograft) を併用してそれのもつ骨再生能に期待するとともにスペース確保を確実なものとした。しかし、DFDBA の併用についてはcontroversial な点も多々あり、また、GTR により再生されたイ

ンプラント周囲の新生骨が上部構造物装着後の咬合力にどのように対応するかもいまだ不明な点が多い現在、我々としては注意深い観察とたゆまない勉強努力が必要であろう。なお、W. BeckerはGTR で処置するのに最適な欠損として次のように述べている。(1)深い3壁性骨欠損、(2)骨支持のない歯牙全周囲にわたる骨欠損、(3)深い2壁性または3壁性骨欠損、(4)垂直性の骨欠損を伴うクラス2根分岐部病変、(5)欠損部が狭くてトランク部が長い場合のクラス2分岐部病変。

矯正学的挺出は1973年にHeithersayが歯槽骨頂下の破折歯の保存法として³⁾、また1974年にIngberが⁴⁾1壁性・2壁性の孤立性骨欠損の骨の改善法として報告としてから今日にいたっている。その利点として、(1)付着歯肉・歯槽骨の保護・獲得、(2)生物学的幅径の回復・維持、(3)歯冠—歯根比の改善、(4)審美性の回復等があげられる。私は骨縁下深くまでカリエスのおよんだ歯牙の保存には以上の利点をふまえ、外科的挺出によりは矯正学的挺出をfirst choiceとしている。その方法は0.9mm クラスプ線でフックを作製し、ロッキーマウンテン社のelastic ligufaret-head(heavy)にて引き出す。原則的には3週間で引き出し、3週間の保定をおこなっている。

今回の発表にさいし、多大な御指導をいただいた阿保幸雄先生に心から感謝いたします。

＜症例1＞ 50才・男性 (図1～7)

主訴：「6 頬側歯肉腫張

「6 部2度分岐部病変に対し病変部のルート



図1：術前「6」部所見



図2：同デンタル所見



図3：歯肉弁（全層弁）剥離・反転



図4：Membrane placement

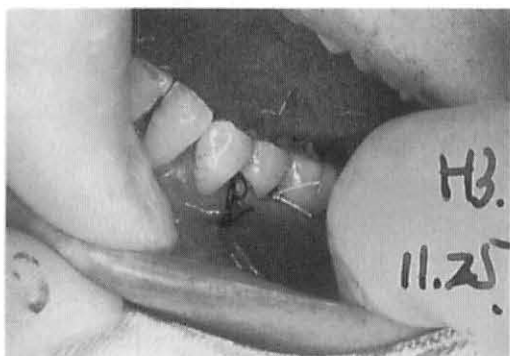


図5：縫合



図6：膜除去時、再生した組織がみられる

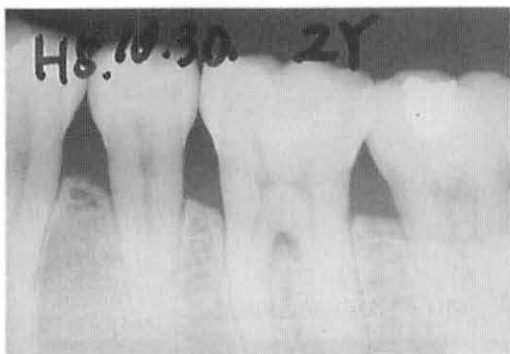


図7：一次手術より2年目デンタル

プレーニングを確実に起こったうえGTPM (Gore-Tex periodontal material)・Sougl Fook Wideを応用した。膜の除去手術は4週後におこなった。

<症例2> 50才・女性(図8～19)

主訴：Ⅰ1 頬側歯肉腫脹

Ⅰ1 部の隣接面が3口蓋部にかけての骨縁下欠損に対しinterproximal anteriorとDFDBAを併用した。DFDBAは塩酸テトラサイクリン50mg/ml溶液にひたして使用した。

膜の除去は6週後におこなった。

<症例3> 41才・男性(図20～26)

主訴：カリエス処置希望

Ⅴ次損部へIMZ インプラント(3i)を植立し頬側の骨の裂開部へDFDBAとGTAM(Gore-Tex Augumentalier material) Oval-4を応用して骨の再生をはかり6ヶ月後に2次手術をおこなった症例です。上部構造物はインプラントフィックスチャに3iのTitanium insertを利用してHex Topにして作製した。

<症例4> 43才・男性(図27～30)

主訴：Ⅶ部頬側歯肉腫脹

初診時Ⅶ頬側歯肉に歯肉膿瘍がみとめられ、かなりの動揺を呈していた。局麻下で切開排膿をおこない消炎をはかり、初期治療後にup-rightingを開始し約3ヶ月で終了した。口腔内スライドはないが、レ線所見にて明確な歯周組織の改善がみとめられる。



図8：術前 1|1 部所見



図9：術前 1|1 部デンタル



図10：1次手術時唇側所見



図11：1次手術時舌側所見



図12：膜除去時直前唇側所見



図13：膜除去時直前舌側所見

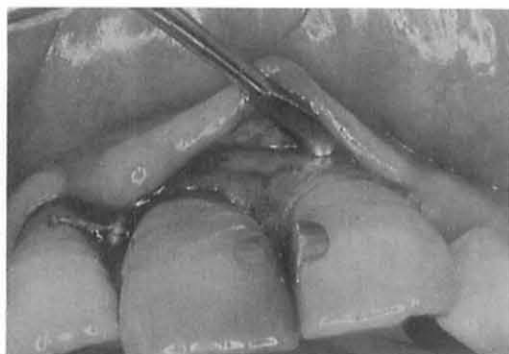


図14：膜除去時唇側の再生組織



図15：膜除去時舌側の再生組織



図16：1 | 1 2 歯冠形成・印象時唇側所見



図17：同舌側所見



図18：最終補綴物装着

＜症例5＞ 58才・女性（図31～38）

＜症例6＞ 46才・男性（図39～45）

症例5・6ともに骨縁下深くまでおよんだカリエスがみとめられた歯牙を保存するために矯正学的挺出をおこなった症例である。保定後歯肉・歯槽骨形態を修正するための歯周外科処置として、症例5にはpartial thickness apically positioned flapを、症例6にはpapolla preservation technic⁵⁾(P.P.T)をそれぞれ応用した。P.P.Tは術後の審美的な面ではすぐれた術式

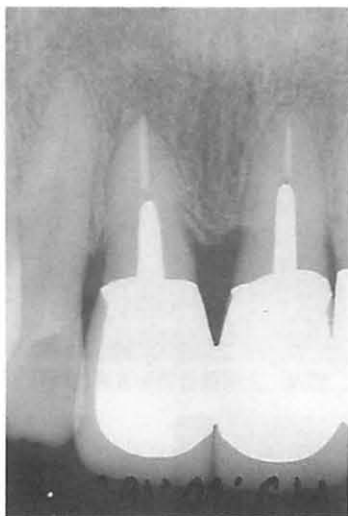


図19：2次手術より6ヶ月後デンタル所見

であるが隣接面部に十分な歯肉組織の存在が必要であり、可能な症例はかぎられてくる。



図20：5次損部歯肉弁剥離時所見



図21：フィクスチャ植立のうえ頬側骨裂開部へのFDBAを補填しOval-4被覆



図22：2次手術直前所見(1次手術より7ヶ月)



図23：GTAM除去時新生骨をみとめる



図24：上部構造物装着唇側所見



図25：同舌側所見



図26：同デンタル(1次手術より8ヶ月)

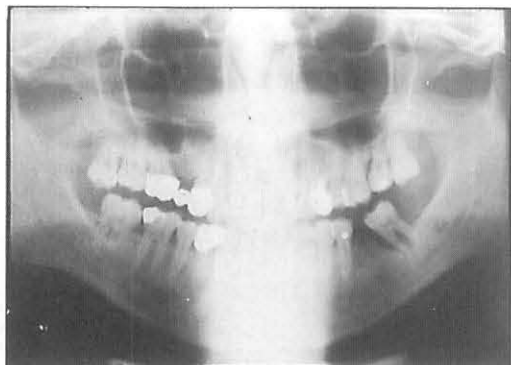


図27：初診時パノラマ所見



図28：同デンタル所見



図29：up-righting 開始より2ヶ月目デンタル所見

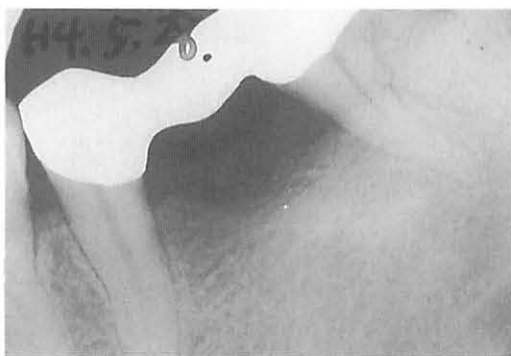


図30：up-righting 開始より9ヶ月目、metal provisional 装着時所見



図31：21保定3週目・術前所見



図32：同デンタル



図33：部分局弁の剥離・反転、歯冠延長術終了所見



図34：術後10日目・抜糸時



図35：術後7週目所見



図36：最終補綴物装着所見

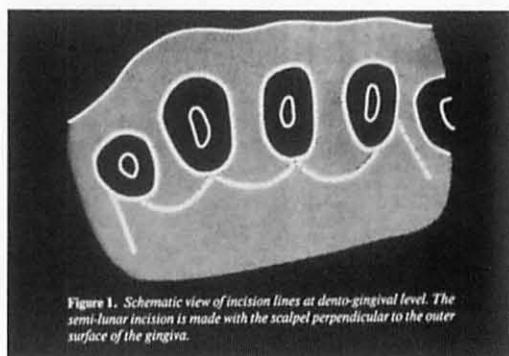


図40：P.P.t 切開線



図37：同21|デンタル所見



図38：同21|デンタル所見



図39：1|矯正学的挺出術前デンタル



図41 : 歯間乳頭すべてをFlap に含み唇側へ押し出し剥離



図42 : 縫合時唇側所見



図43 : 同舌側所見



図44 : 最終補綴物装着

参考文献

- 1) Melcher, A.H.: On the repair potential of periodontal tissues. J.Periodontal, 47 : 256, 1976.
- 2) Nyman, S., Linde, J., Karring, T., Rylander, H.: New attachment following surgical treatment of human periodontal disease. J.Clin Periodontal, 9 : 290, 1982.
- 3) Heithersay, G.S.: Combined endodontic-orthodontic treatment of Transverse root fractures in the region of the alveolar crest. OS.OM.OP., 36 : 404, 1973
- 4) Ingler, J.S.: Forcel eruption : Part 1. A method of treating isolated one and two wall infrabony osseous defects - rationale and case report. J.Periodontal, 45 (45) : 199, 1974.
- 5) Takei, H.H., et al : Flap technique for periodontal bone implants. the papilla presentation technique. J. Periodontal, 56 : 204, 1985.

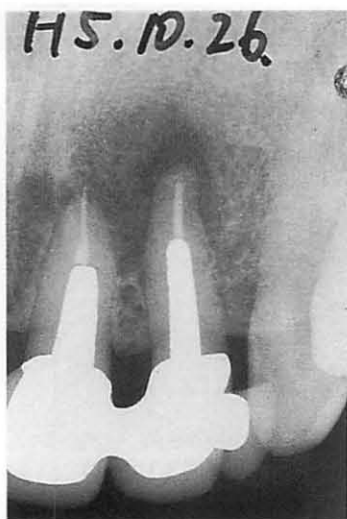


図45 : 同デンタル所見

初めてのインプラント —カルチテックを使って—

吹田市開業 滝 本 公 平

平成5年8月、私の臨床に初めてインプラントを使用した症例について報告します。補綴を終えた直後で、これからどのような経過をたどるのか、また、これから起こってくるであろう種々の症状に対し、どのような対策をとっていけば良いのか、予後を見守っていききたいと思います。

症 例 報 告

患 者：昭和10年生 男性

初診日：平成5年2月23日（図1）

主 訴：右側咀嚼不全

既往歴：特になし

現 症：76 欠損

5 頬側歯肉のアブセス

8 FCKダッツ（小臼歯ほどの矮小歯）

7 6 5 軽度挺出

処置方針：5 根管治療後 8 7 6 5 4 B r
にて補綴予定

経 過：

治療開始に際し 8 7 6 5 Tekを装着したが、5 根管治療中に（図2）頬般に脱離、更に破折を繰り返し、咬合力の強さ実感した。5 の根管治療は、根管が石灰化しており根尖病巣に到達できなかった為、やむなく、歯根端切除手術を施す。（図3）

歯根端切除後、アブセスは消失したのですが、B rの支台歯としては条件が悪くなり、この時点で、患者さんの同意も得られてので、76部にインプラントを使用することにしました。（図4）

歯根端切除3か月後に、通法どおりにCALCITEKのkitを使用し、1次手術を終え、7部に直径3.25mm、長さ10mm、6部に13mm



図1



図2



図3

を埋入した。（図5）3か月後に2次手術をする（図6）さらに2か月後に7 6 5 削合し、咬合平面を整えた後、8 7 6 5 連結し補綴処置をおこなう。（図7～10）



図 4



図 5



図 6



図 7



図 8



図 9



図10

反省・考察

第一に、 $\overline{5}$ 根尖遠心より $\overline{6}$ 下部に広がる石灰部分にインプラントを植立してしまったこと。たまたま、症状も起こらなかったのが良かったが、大きな間違いであった。第二に $\overline{8}$ $\overline{5}$ とインプラントを連結したこと。インプラントの単独植立もしくはインプラント同志の連結にすべきであり、天然歯との連結は好ましくないというのが現在の通説であり、 $\overline{8}$ $\overline{5}$ は単冠にすべきであった。更に、細かなところでは、

Temporary gingival cuffの歯肉貫通部3mmのものを使用した、歯肉が厚かった為、一部cuffの上に歯肉が被ってしまった等々、

以上、いろいろと苦労して、初めてのインプラントを一応、終了しました。私の臨床におい

て、インプラントが応用できる様になれば、補綴の巾が広がり、また患者さんにも満足していただける事が多くなれば良いと思いますので、より一層インプラントの研習が必要だろうと考えています。

特別講演 <第34回研究会：平成6年5月29日>

広島大学におけるインプラントの研究と臨床の現状

広島大学歯学部歯科補綴学第一講座教授 赤川 安正

近年、歯牙欠損部位の機能回復を図るため、固定性ならびに可撤性補綴治療とは機能圧負担様式が全く異なるオッセオインテグレイテッドインプラント治療が注目を集めている。このインプラントでは、インプラント周囲の骨組織に直接機能圧を負担させることで、可撤性義歯でしか修復できなかった欠損歯列においても、固定性義歯による修復が可能となるなど、その有用性はきわめて大きい。

スウェーデンのBrånemarkによって提唱された予知性の高いオッセオインテグレイションは、OS(オス、骨)とIntegration(インテグレイション、統合、一体化)との合成語であり、彼は、インプラントが生活を営んでいる骨と少しの結合組織の介在もなく接触し、この状態が持続している結合状態であると定義した(1977年)。しかし、現在では、きちんと配列した生活を営んでいる骨と、荷重を受けているインプラント表面との構造的、機能的結合状態である(1985年)と、オッセオインテグレイションの定義は変わりつつある。

オッセオインテグレイションの成立には、次の6つの要件が満たされていなくてはならない。

- 1) インプラントの材料
- 2) インプラントのデザイン
- 3) インプラントの表面性状
- 4) 埋入部位の骨質

5) 外科的術式

6) 荷重状態

1)のインプラントの材料としては、金属とセラミックが主として用いられ、なかでも純チタンやチタン合金(90%チタン、6%アルミニウム、4%バナジウム)が頻用されている。また、ハイドロキシアパタイトや生体活性ガラスなどの生体活性セラミックスや、単結晶アルミナやジルコニアなどの生体不活性セラミックスも、骨結合やオッセオインテグレイションを起こすとされている。また、最近では両者の長所を兼ね備えた複合材料(例えば、アパタイトコーティングチタンとか、チタンプラズマコーティングチタンとか)も臨床応用され始めた。しかしながら、現在用いられているインプラントの大部分は、チタンあるいはチタン合金を素材としていることは間違いない。

2)のインプラントのデザインに関しては、ブレード型、スクリュー型、シリンダー型(充実型と中空型)などに分けられる。しかしながら、歴史的な流れをよくみると、スイスで開発されたITIインプラントも当初はおおきなバスケットタイプであったし、ドイツで作られたIMZインプラントも最初は近遠心的に大きなウイングのついたものであった。これらは、幾多の大きな失敗(ひどい骨吸収を引き起こした)を経て、シリンダー型やスクリューをもつシリンダー

型などに変わって来ている。実際、1988年にアメリカ合衆国のBethesdaで行われたN I Hコンセンサス会議においても、パネルは、「線維性界面が骨内インプラントの長期の成功を低下させることは確かではないが、現在報告されている最も長期の歯根型骨内インプラントの生存率は、界面の骨をもつインプラントシステムにより達成されている」との声明を出し、歯根型(すなわち、シリンダー型やスクリュー型を指すと思われる)の優位性が明らかにされている。

3)のインプラントの表面性状では、machinedと呼ばれる削り出しと、わざと表面を粗造にすることで骨細胞の接着を強固にしようとする意図したサンドブラスター処理やコーティング処理がなされていない。

4)の埋入部の骨質においては、術前の骨質の診断が鍵を握ることになり、ここではCTがきわめて有益な骨塩量(C T値)の情報を与えてくれる。しかしながら、必ずしもCT情報がいつも我々臨床医の手に入るわけではないので、ここでは、我々が考察したパノラマX線像による5つのグレードとCT値との相関を説明し、設定したパノラマ像のグレードから骨質のスクリーニングができる可能性を示した。また、骨質の疎な症例では、オッセオインテグレイションのより強固な骨結合(バイオインテグレイション)を目指す必要性も説明した。

5)の外科的術式では、1回法と2回法の優劣について考えなくてはならないことを強調した。2回法では①骨の治癒期に口腔との連絡を断ち切っていることから、様々な外来刺激を遮断できる②骨の治癒期にインプラントに荷重がかからない③テンポラリー装着が可能となるなどの利点を有しているが、反面、①2回の手術侵襲があること②埋入期間の長さ③歯根部と支台部の連結が存在し、ここが口腔常在歯の貯蔵庫になることなどの問題点がある。

Brånemarkは2回法により初めてオッセオインテグレイションが成立することを明かにしたが、これには組織に優しい手術術式が大きく貢献していることを忘れてはならない。私たちは、いくつかの動物実験において、1回法とい

えども、組織に優しい手術術式にてインプラントを埋入し、一定の治癒期間(下顎で約3か月間)臨床的に安静な状態を維持させた場合、チタン合金やジルコニアインプラントにおいてオッセオインテグレイションが得られることを証明した(The Journal of Prosthetic Dentistry, 69: 59-604, 1993)。この研究結果は6)の荷重状態とも関わって治癒期の非荷重状態の確保がキープポイントであることを説明している。

このように、多くの科学的な研究データに裏付けられているオッセオインテグレイテッドインプラントではあるが、まだまだ明かではない点もたくさん存在している。例えば、先に1回法と2回法の優劣に関しては述べたが、インプラントは単独植立すべきなのか、インプラントはインプラント同志連結すべきなのか、あるいは、天然歯と連結すべきなのか、この問いに科学的な解答があるだろうか。私たちは、ジルコニアインプラントをサルに植立し、①インプラント単独群②インプラント連結群③天然歯連結群に分け、機能圧を負荷して2年間観察したところ、植立後初期のオッセオインテグレイションを確立できたインプラントにおいては、上部構造物を単独装着、相互に連結、あるいは天然歯と連結したいずれの場合にも、そのオッセオインテグレイションは長期間維持されることが明かとなった。また、インプラントを天然歯と連結することにより、植立早期により確実なオッセオインテグレイションの状態が得られることも示唆できた。上部構造物の設計の次のポイントは緩圧機構の必要の有無である。これに関しても、私たちはサルを用いた動物実験を行い、緩圧をしてもなくてもオッセオインテグレイションが得られること、しかし、より多くのインプラント底部での骨接触を望むのならば緩圧機構を付与することが望ましいことを明かにした(The International Journal of Oral Maxillofacial Implants, 印刷中)。

インプラントの骨支持能力はどれくらいなのだろうとの疑問はいまだに解決されていない。私たちはこの疑問を解く突破口として、世界で初めてインプラント周囲の骨の三次元構造を解

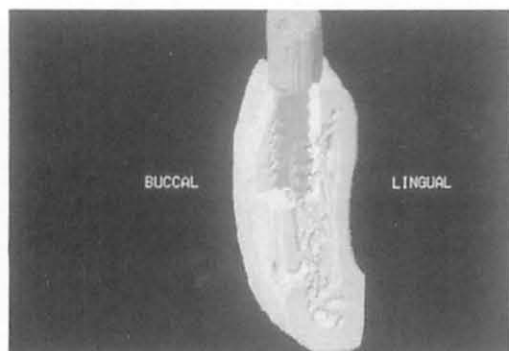


図1：アパタイトコーティングインプラント周囲の骨構造を示すコンピュータグラフィック

明しようとした。従来の発想を転換し、標本を重ね合わせるのではなく、75 μ m毎の研磨面をコンピュータで重ね合わせて三次元グラフィックスを完成させた（図1）（The Journal of Prosthetic Dentistry, 68 : 813-816, 1992）。これにより、インプラントをどの方向からも観察できるようになり（図2, 3, 4）、術者の思いのままの方向で切断、解析が可能となった。このようなデータを積み重ねることで、コンピュータ解析から生体をよく再現するモデルが創成できるようになる。私たちは、現在、これらのデータをもとにまったく新しい有限要素解析モデルを完成しつつあり、この完成がなされると、様々な上部構造物と骨界面での応分分布が次々と解明され、各種インプラントの骨支持能力（過重負担能力）が明確になるものと考えている。

私たちは新しいインプラントの開発にも着手してきた。その1つが京セラ株式会社と共同で基礎的研究から行ったハイドロキシアパタイト被覆歯科用インプラントである。サルや犬を使った動物実験や急性毒性試験などをすべてクリアした後、昭和63年より広島大学と東京歯科大学で初めて臨床試験が開始された。このインプラントは、①顎骨内埋入部分であるフィクスチャー②フィクスチャー埋入後、周囲骨組織の治癒期間中フィクスチャー内部への組織の侵入を防ぐためのカバースクリューとポストを連結する2種のロックスクリューなどから構成されている。これらのコンポーネントは基礎的にチタン合金（Ti-6Al-4V）からなり、フィクスチャーの表面

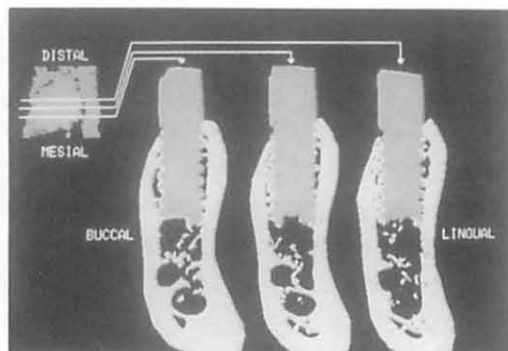


図2：頬舌側方向からの任意の観察断面

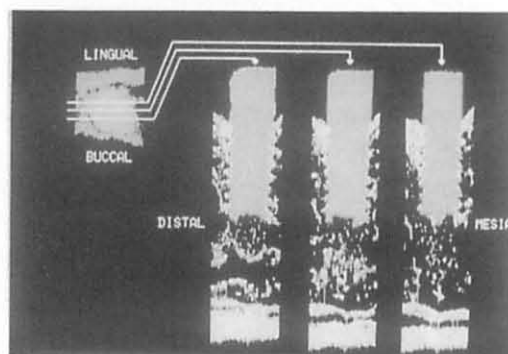


図3：近遠心方向からの任意の観察断面

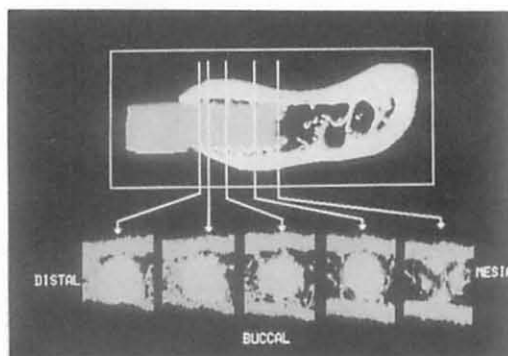


図4：水平方向の観察断面

にはハイドロキシアパタイトが、またポストには酸化チタン膜(TiO₂)がそれぞれ人工的にコーティングされている。このインプラントシステムを広島大学で42名（男性17名、女性25名、平均年齢50.6歳）に適用した。これらの症例の総合判定の最終リコール時は、原則として、上部構造物装着後3ヶ月以上とし、実際はフィクスチャー埋入後240日から822日の時点であった。1名がリコールに応じなかったため除外し、最終的に41名を評価した。インプラントの適用顎

は上顎10顎(23.8%), 下顎32顎(76.2%)であり、これらの顎に110本のフィクスチャーが埋入された。適用部位は、下顎臼歯部が69.1%と最も多く、フィクスチャーのタイプでは、直径3.6mm長さ8.0mmの8-Sが75.5%であった(表1)。上部構造物の種類ではブリッジが39例(72.2%)と最も多く(表2)、このうち、インプラント同士を連結したもの34例、インプラントと天然歯を連結したものは5例であった。最終リコールの時点で、110本のインプラントのうち、100本(90.9%)が生存していた(表3)。のこり10本は、ポスト装着の際にフィクスチャーが脱落したもの6本、ポスト装着後の上部構造物制作中に患者が誤ってインプラントに過剰な咬合力をかけたため骨との接触界面が破壊され脱落したもの2本、上部構造物装着9ヶ月後に自然脱落したもの2本、患者がリコールに応じなかったため確認できなかったもの1本であった。最終リコール時のインプラント周囲組織の評価基準とその結果は表4と表5に示した。患者の満足度については、脱落例を除くほとんどの症例で

良好な結果を得、とりわけインプラント治療前で可撤性義歯を装着していた患者では、インプラントにより義歯の動揺や違和感が減少し、満足度は大幅に向上していた。これらの臨床結果をふまえて、現在5年間の経過観察中であるが、近くFinatite®として市販される予定となっている。

私たちの夢は、失われた天然歯と同じ歯根膜

表4 インプラント周囲組織を評価する各項目における判定基準

Ginigival Index	
4	正常歯肉
3	軽度の炎症、歯肉のわずかな発赤と腫脹が認められる
2	中等度の炎症、発赤、腫脹があり、探針で触れると出血する
1	高度の炎症、顕著な発赤と腫脹があり、自然出血しやすい

表1 インプラントの適用部位

インプラントの適用部位(総数110本)		
上顎 25 (22.7%)	前歯部	14 (12.7%)
	臼歯部	11 (10.0%)
下顎 85 (77.3%)	前歯部	9 (8.2%)
	臼歯部	76 (69.1%)

表2 上部構造物の種類

上部構造物の種類(総数54)		
クラウン 7 (13.0%)	上顎	1 (1.9%)
	下顎	6 (11.1%)
ブリッジ 39 (72.2%)	上顎	4 (7.4%)
	下顎	35 (64.8%)
デンチャー 8 (14.8%)	上顎	5 (9.3%)
	下顎	3 (5.6%)

表3 生存しているインプラント

生存してインプラント100/110(本)(90.9%)	
上 顎	15/25 (60.0%)
下 顎	85/85 (100.0%)

インプラント周囲の骨吸収

X線学的にインプラント周囲に骨吸収(骨透過像)が認められるか?	4: 認められない 3: やや認められる 2: 認められる 1: かなり認められる
---------------------------------	--

インプラントの動揺度

臨床的に診査されたとき、連結されていない個々のインプラントは動揺するか?	4: 動揺しない 3: やや動揺する 2: 動揺する 1: かなり動揺する
--------------------------------------	--

Probing Depth

探針を用いて25gのブロービングを行い、測定されるポケットの最深長は?	4: 2mm未満 3: 2mm以上3mm未満 2: 3mm以上4mm未満 1: 4mm以上
-------------------------------------	--

インプラントの打診痛

インプラントを打診したとき痛みを訴えるか?	4: 訴えない 3: 軽度の痛みを訴える 2: 中等度の痛みを訴える 1: 高度の痛みを訴える
-----------------------	--

表5 インプラント周囲組織の評価結果

	4	3	2	1	その他
Gingival Index	40 (36.4%)	55 (50.0%)	5 (4.5%)	0 (0%)	脱落並びに リコールに 応じず不明 10(9.1%)
骨 吸 収	3 (2.7%)	87 (79.1%)	9 (8.2%)	1 (0.9%)	
動 揺 度	100 (90.9%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	
Probing Depth	10 (9.1%)	64 (58.2%)	15 (13.6%)	11 (10.0%)	
打 診 痛	100 (90.9%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	

注：判定スコアは高い程，良好であることに注意

をもつインプラントの開発である。オッセオインテグレイションはいわば妥協であるともいえよう。そこで、いかなる素材が歯根膜支持インプラントのポテンシャルをもつかについて、2つの研究を行った。まず、GTR法の考え方を利用し、ハイドロキシアパタイトの表面に天然歯周囲の歯周靱帯細胞を誘導したところ、アパタイト表面にセメント質の添加がみられ、さらに新生歯槽骨との内に機能的配列をもった歯根膜構造を作ることができた(Clinical Oral Implants Research, 4 : 130-136, 1993)。次いで、ハイドロキシアパタイト、生体活性ガラス、チタン合金、ジルコニアの4種の材料で歯周靱帯誘導能を比較検討した。ここでは、生体活性セラミックスである生体活性ガラスとハイドロキシアパタイトがよく歯周靱帯を誘導でき、反面、

不活性セラミックスのチタン合金やジルコニアでは必ずしも予期した組織反応はみられなかった(The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 9 : 77-84, 1994)。このような研究成果を積み重ねることにより、次世代インプラントである歯根膜支持インプラントも夢ではなくなると考えている。

以上、オッセオインテグレイションの現状と新しいインプラントの臨床成績ならびに将来の歯根膜支持インプラントの可能性などについて広島大学歯学部歯科補綴学第一講座の研究を実績をもとに説明させていただいた。

稿を終わるにあたり、これらの研究のご指導をいただいた恩師広島大学名誉教授津留宏道先生に深く感謝する。

一般講演・新製品紹介 <第24回研究会：平成4年3月15日>

●一般講演

下顎無歯顎に単独植立症例

八尾市開業 大野 正 光

大阪厚生年金病院口腔外科部長

西 村 敏 治

はじめに

大阪厚生年金病院，口腔外科在籍中（昭和61年より平成2年まで）に，いろいろなインプラント症例に遭遇し，又，経験した。その中で，

症 例

下顎無歯顎に，TPSとBone Fitを利用して単独植立を行ったので，若干の考察を加え報告する。

患 者：山○信○ 62才 男性（大阪市内）

主 訴：インプラントしてほしい

現病歴：数十年前に上顎数本の歯牙にて，海面金冠によるブリッジを施行されていたが，最近，咬んだ時，両側とも時々痛みを覚えるようになり，インプラントを知人より聞き，来院される。



図1

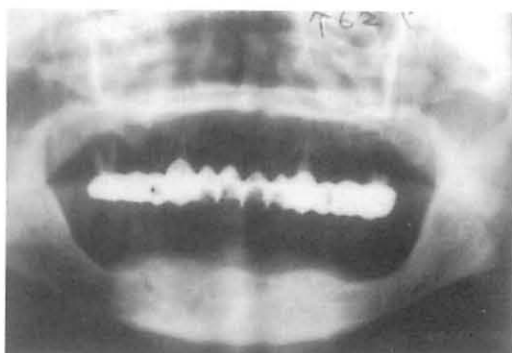


図2

現症：63|36 部歯牙のみが残存しており，その4本を支台歯として，海面金冠（四国ブリッジ）が7-|7 部補綴されている．又，下顎は7年程使用していた人工歯が摩耗し，不適合な総義歯が，装着されている．36 部温痛，冷痛を認め，63|36 部とも冠不適で，咬合痛を認めた．（図1）

随伴症状：肩がはり，肩凝りがあり，つらいと訴える．

既往歴：特記事項なし

検査所見：パノラマX-Pで63|36 部歯根周囲に不透過像を認められるが，その他，残根，膿疱等認められない．（図2）

骨質をMicrorodensitometer（MD法）による方法（第11回当研究会で発表）の結果，M C I. 0.386，Σ G S / D 2.85，PATTEN B である．

治療計画：

1. 43|36 部を抜歯，上下顎仮義歯を作製する．

2. 上顎は金属床で，嘔吐反射が強ければ，無口蓋義歯か，ボタンデンチャーに変更する．（なお，下顎補綴作製後に上顎義歯を装着する．）下顎は，可能なかぎり義歯を装着したくないため，4-|4 部にTPSインプラントを4本挿入し，その間（3ヶ所）にBone Fit（ツーパート）挿入し，TPSデンチャーを約3～4ヶ月ほど入れてもらい，その後，6-|6 部の術者仮撤式加工義歯補綴を考える．

治療，経過：平成元年8月2日，印象，咬合を取り，15日，上顎フルブリッジ切断，63|36



図3 a



図3 b

部を抜歯，仮義歯を装着した．元年9月25日入院，9月26日西村部長手術施行．4-|4 歯槽頂部に切開を入れ，左右オトガイ孔を確認しながら鈍的に骨膜剥離子にて剥離し，TPSインプラントを左右オトガイ孔付近

くに1本ずつ挿入し、その間に等分に2本挿入した。TPSインプラント4本の間3ヶ所にBone Fitを挿入した。(図3)又、手術中は、心と身体がやすらぎ、脳波にアルファ波が増してくると脳神経は不要な緊張が解かれ、不安やこだわりが消えていき家庭不安、病氣やインプラント治療などのストレスによって現が抑えられていた脳の機能が働き出て、脳全体の機能効率が高まる。このことを期待してクラシック(モーツァルトのクラリネット五重奏イ長調、チャイコフスキーのくるみ割り人形花のワルツなど)、幻想のシンセサイザーやバイオミュージックなどをCDプレイヤーにより聞かせた。術直後TPS部印象を取り、翌日ドルダーバーを装着TPS Dentureにて食事をしてもらった。術後、上下顎咬合を確認し経過良好にて10月7日退院した。12月初めより、Bone Fit部歯肉形成術を行い、平成2年1月8日、下顎補綴のための印象し、2月8日装着した(術後136日目)(図4)。上顎は、現在、口蓋部アクリルレンジ床が厚くやや嚥下困難、舌不快感があるため、同日印象し3月9日金属床を装着した。また、歯間ブラシ(PROSPEC-Middle)指導を行った。その後、私が退職し黒住先生に引き継いでもらった。5月無断キャンセルにて来院せず、6月28日[34]部歯肉腫脹により突然来院ヒノボロンを渡し自己洗浄を指導、1ヶ月ごとに来院してもらっていたが、10月、11月来院せず、12月7日来院4部人口歯根部(042, 235)周囲より排膿が認められ、無麻酔下にて撤去した(1年3ヶ月後)(図5a,b)。

その後、M部の追加インプラントを希望せず放置した。平成4年3月2日、現在ピーナツ程度のものなら何でも咬める。インプラント体に動揺は認めないが、ブラークにより[23]部歯肉発赤を認め、ブリッジ下部にはブラークがいっぱい付いているので、自己清掃を指導した。(図6a,b,c)。

考 察

ある先生の経験の中でも無歯顎の単独植立症

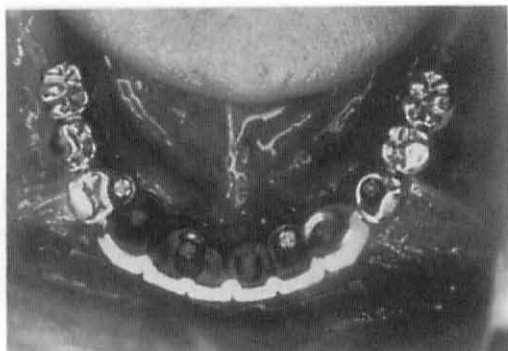


図 4



図 5 a

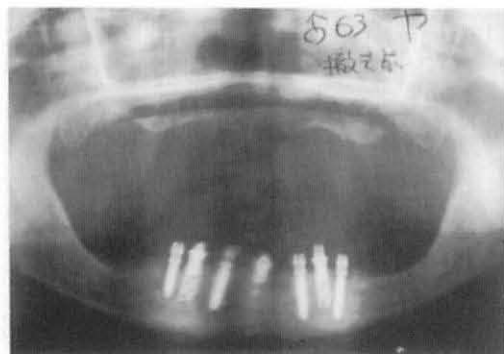


図 5 b



図 6 a



図 6 b



図 6 c

例で端部インプラント体（今回では「4」部インプラント体）に今回の様なトラブルが多く原因は、術中の感染、補綴の問題や清掃不足などが上げられるが、それ以外にも何かあるのではと

お話があった。またある先生が清掃不足による歯周症が原因と言われた。私は、これから今回までの経験をもとに原因を考えてインプラント術の昇上を考えて行きたいと思う。

●一般講演

臨床写真とスライド作製

大阪市開業 石 見 隆 夫

昭和60年に開業して以来、口腔内写真を撮ったことのない日がない私が日常臨床において撮り続け、いくつかの失敗し、それを整理したのでここに報告する。

基礎知識

カメラはラテン語で部屋、オブキュラは暗いという意味であるところのカメラ・オブキュラが語源と言われている。16世紀の初めには、鉄板に孔（ピンホール）を開け、すりガラスを後ろに置くと物体が逆に写る。これを見ながら絵を書いていた。それから50年後、ピンホールの代わりに凸レンズが使われるようになり現在の一眼レフカメラが出来てきたと言われている。（図1・2）

カメラの選択

●デート機構

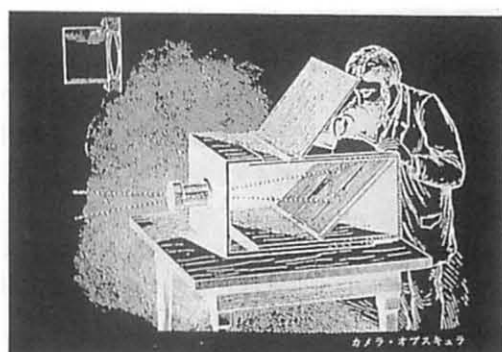


図 1

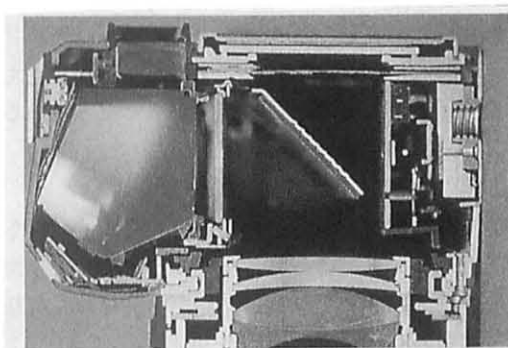


図 2

日付けなどを写し込む機構であるが、出来れば年月日の順番は変えられる方がいい。（国際



図3

学会等では日月年もしくは月日年となる

●フォーカシング（ピント合わせ）

口腔内写真は撮影倍率を決定して、撮影者自身が前後に移動してピントを合わせるために、オートフォーカスの必要はない。（図3）

●露出補正

ミラーを使って撮影するために、ボタンひとつでカメラを持ちかえずに出来る方がいい。

●TTL自動調光ストロボ

口腔内写真で一番むづかしいのは光量調整である。それをTTL機構で解決出来る。この機構は必須である。（図4）

●レンズ

100mmマクロレンズを用いるとワーキングスタンス（撮影レンズと被写体との撮影距離）が適当となる。

カメラの持つ特徴

●ファインダーパララックス（視差）

一般的にはカメラは、ファインダーから見える範囲より、実際に写る範囲が広がったいたので考慮が必要である。

●焦点深度

被写体にピントを合わせると、その前後にも実用上ピントが合う許容範囲のことで、絞り値を絞る（F8→F22）ほど焦点深度は深くなり有効である。（図5～8）

●撮影倍率

フィルム画面サイズに体して実際撮影されるサイズの比率を言う。0.4倍が基準となる。（図9）

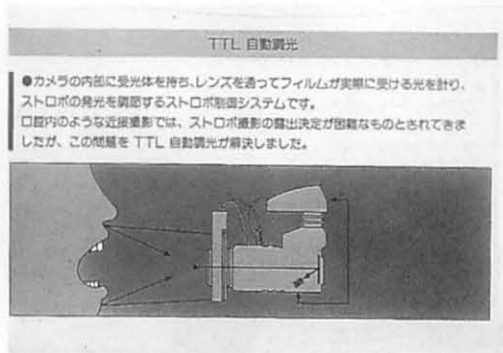


図4



図5

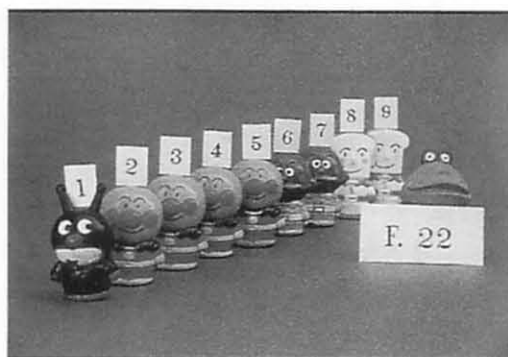


図6

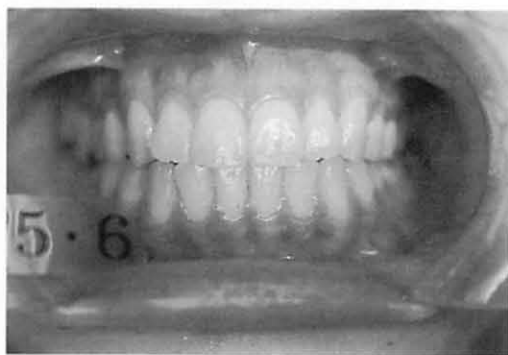


図7

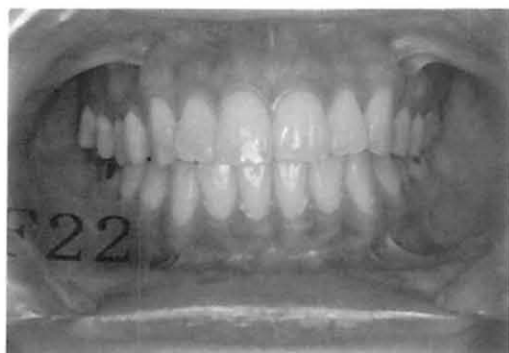


図 8



図10

撮影倍率	画界(35mm画面)
0.1×	240×360mm
0.2×	120×180mm
0.3×	80×120mm
0.4×	60×90mm
0.5×	48×72mm
0.6×	40×60mm
0.7×	34.3×51.4mm
0.8×	30×45mm
0.9×	26.7×40mm
1×	24×36mm
1.5×	16×24mm
5×	4.8×7.2mm
10×	2.4×3.6mm
15×	1.6×2.4mm
20×	1.2×1.8mm

図 9



図11



図12

撮影方法

●正面観 (図10)

- 口角鉤を横前方へ引き、口腔前庭を広げなおかつ咬筋の緊張をほぐす。(臼歯頬側面が頬粘膜の触れないようにする。)
- 咬合平面のラインが水平かつ中央に来るようにする。
- 正中線が写真中央に来るようにする。

●上顎咬合面観 (図11)

- 上口唇にデンタルミラー 2 本か、小さな口角鉤をかけ 2+2 の口腔前庭を広げる。
- ミラーを上顎咬合面と角度をつける。
- ミラー最後臼歯と接しないよう出来るだけ離す。

●下顎咬合面観 (図12)

- 舌尖を口蓋に触れさせる。

- 下口唇にデンタルミラー 2 本か、小さな口角鉤をかけ 2+2 の口腔前庭を広げる。
- ミラーを下顎咬合面と角度をつける。
- ミラー最後臼歯と接しないよう出来るだけ離す。

●頬側面観 (図13,14)

- 撮影側にデンタルミラー 2 本か、大きな口角鉤を入れる。この時あまり強く引かない。
- 最後臼歯と接しないよう出来るだけ離す。
- 咬合平面のラインが水平かつ中央に来るようにする。



図13



図14

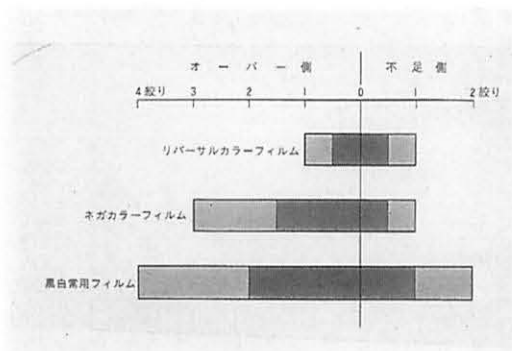


図15

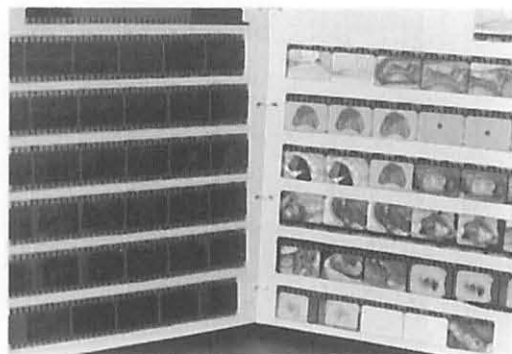


図16

フィルムの保管

撮影するたびに増え続けるフィルムの保管の為にもネガカラーフィルムを用いる。これはリバーサルカラーフィルム（カラスライドフィルム）より露出許容値も広く（図15）スライド作製も容易に出来るからである。

撮影するたびにノートとカルテに記録を残し、それをもとにコンタクトプリントとネガフィルムをネガファイルブックに保管していく。そして必要に応じてネガフィルムからスライドを作製して用いる。（図16～18）

スライド作製

ネガカラーフィルムを用いれば、その内必要な写真のみを1枚約150円で作製することが出来る。（色を多少犠牲にするならばラッシュすればもっと安くなる。）

また、学会等でスライドの枚数が限定されている場合には、プリントした写真を数枚合わせ



図17



図18

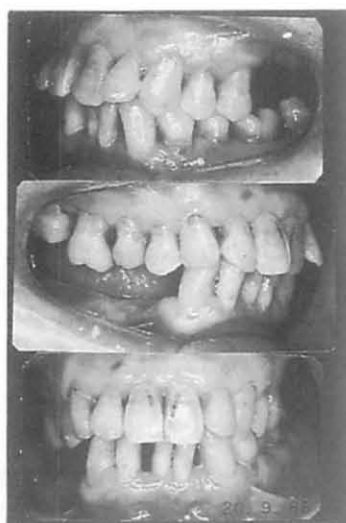


図19



図20



図21

ることにより、複数の情報を1枚のスライドにもすることも容易である。(図19)

X線フィルムをスライドにする場合には、テプラプロ等の透明なネームテープを用いることにより整理しやすくなる。(図20, 21)また、シャー

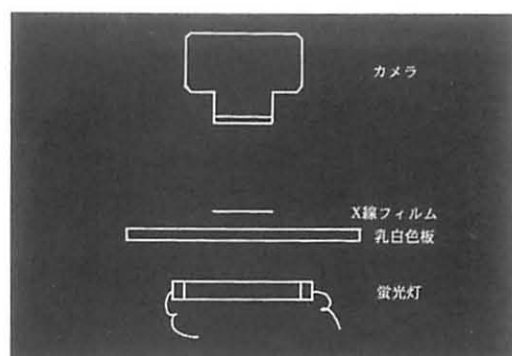


図22

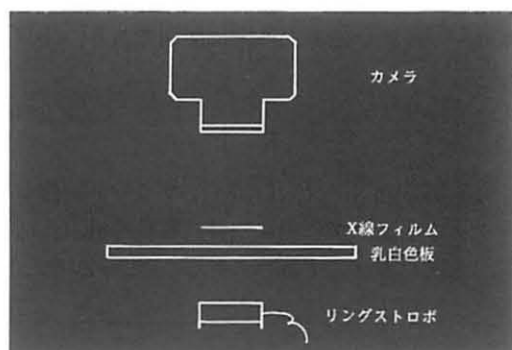


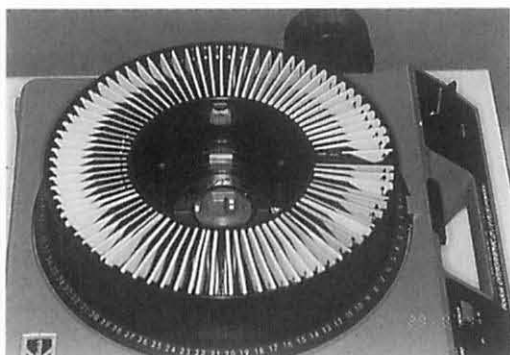
図23



図24

カステンを用いるのではなく(図22)、乳白色板の下からリングストロボを用いると青みがかった色が消える。(図23)

スライドの整理には正面左下にマークを入れることにより、最近よく用いられるコダックの



カセットを用いるのに非常に便利である。(図24, 25)

最 後 に

今回第1回目の大阪口腔インプラント研修センターの受講生が自由に口腔内写真を撮った結果、臨床写真として認められたのは136枚中たっ

た7枚であった。それもほとんどが正面観であった。臨床正面観はチャンスが1回だけで再度撮りなおすことが出来ないことが多く、数年経過して初めて価値が出てくるものである。自分なりの規格された写真が残っていくようにカメラと親しんでいただきたい。

稿を終わるにあたり、ご指導を賜った大阪厚生年金病院歯科口腔外科西村敏治部長に心から謝意を表します。また、資料を提供して下さいた旭光学工業(株)ならびに京セラ(株)に深謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 熊谷 崇, 熊谷ふじ子: 口腔内写真の撮り方, 医歯薬出版, 1992.
- 2) 阿由葉しげる: 一眼レフのうつし方これでOK, 金園社, 1985.
- 3) 所村嘉夫, 小野新平, 荒井宏子: スライドのテクニック, 共立出版, 1983.

●新製品紹介

Spectra-System® (Screw-Vent®インプラント)について

(株)インプラテックス
学術営業部長 北 山 良 計

Spectra-System® とは?

現在我が国において、多種多様なオッセオインテグレイテッドインプラントが輸入販売されている。特に現時点においては、ブローネマルク・システム, ITI, IMZ, といったインプラントが主流をしめ、とりわけITIが最も普及している。ブローネマルク・システムは世界的に最も普及しているシステムであるが、我が国においてはそのコスト高より幅広い普及には至っていない。ITIが我が国においてこれ程までに普及したのは完全埋入型ではなく1回法2ピースという術式の簡便さが最大の要因であったと考えられる。しかしながら、米国、ヨー

ロッパ等における1回法2ピースの評価は非常に低く、特に米国でのITIのシェアは非常に小さい。1988年の調査では、米国において最も数多く売れているインプラントシステムがSpectra-System®であり、また1992年12月のCRA Newsletter(Clinical Research Associates, Utah, USA)が行った米国の歯科医師に対するアンケート調査(有効回答数7,232人)によると、「外科的立場から見て最も優れたインプラントシステムは何か?」という問いに対し、このSpectra-System®は、ブローネマルク・システムに次いで二番目の高支持率を得ている。しかし、我が国においてSpectra-System®は無名に近い。実はこのシステムは、Core-Vent®インプラントシステムから発展し、Core-Vent®を含む4種類のインプラントフィクスチャーから構成されたマルチフィクスチャーのインプラントシステムのことを指している。Core-Vent®インプラントはDr.Gerald Niznickが考案し、1982年から米国において販売され、日本にも過去において少量輸入された時期があり、ご存じの先生方も多いかと思われる。この

Core-Vent® インプラントに加え、1986年にScrew-Vent® インプラント、翌87年のHAコートもMicro-Vent® インプラント、そして1989年に、やはりHAコートのBio-Vent® インプラントが開発され、現在のSpectra-System® が完成した。そして1991年に、世界的な歯科材料メーカーであるDentsply社（USA）が同システムの販売権を獲得し、現在デンツプライインプラントとして世界中に販売されている。日本においてはDentsply社の日本法人、Dentsply Japanが輸入し(株)インプラテックスが総販売元として販売されることとなった。

Spectra-System® の概要と特徴

前述のようにSpectra-System® は、4種類のフィクスチャーから構成されている。（図1）すなわち、充実タイプのScrew-Vent®, バスケットタイプのCore-Vent®, HAコーティングスクリューのMicro-Vent® 及びHAコーティングシリンダーのBio-Vent® である。

Screw-Vent® のネジ部直径は3.75mm、インプラントカラー（アバットメント連結部）の直径は3.5mmの1種類で、それ以外のタイプはさらにインプラントカラーが4.5mm径のものがあ

る。

以上のようなバラエティーにとんだものが用意されているが、これらを適応部位により上下顎を4つのZONE（図2）に分け、使い分けるようになっている。すなわちZONE 1は下顎オトガイ孔前方部で、Screw-Vent® かBio-Vent® を適応、ZONE 2は下顎臼歯部で、Core-Vent® かBio-Vent®, ZONE 3は上顎前歯科部で、Micro-Vent® かScrew-Vent®, ZONE 4は上顎臼歯部で、Micro-Vent® を適応というようなガイドラインがある。しかし、ブローネマルクインプラントの臼歯部に対する臨床経過の報告もみても、必ずしも臼歯部にMicro-Vent® やCore-Vent® 適応でなければならないというわけではなく、HAコートに関しても術者により意見が異なると思われる。したがってScrew-Vent® は、そのみでかなりの症例に適応可能であり、最も汎用性の高いタイプである。

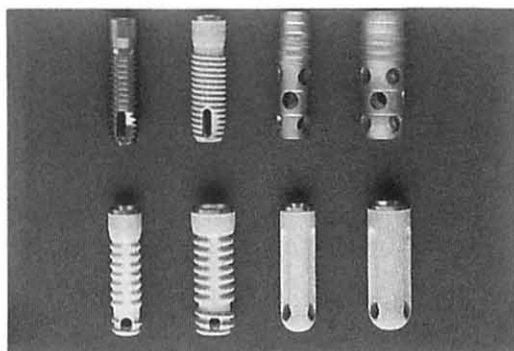


図1 Spectra-System® の4種類のインプラントフィクスチャー。

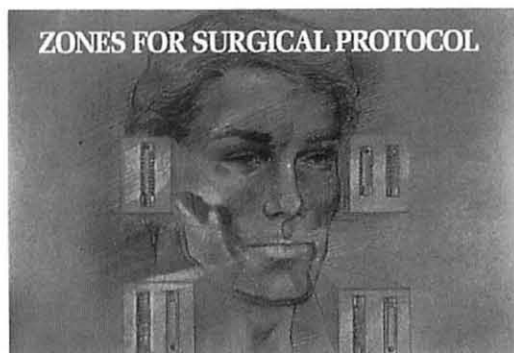


図2 Spectra-System® の4つのZONE。

Screw-Vent® インプラント

Screw-Vent® インプラントはブローネマルクインプラントと比較して、かなりの改良が加えられており、実によく考えられている。材料は純チタンを使用している。

以下にScrew-Vent® インプラントの特徴を述べる。

- インターナルHex-Thread® コネクション
フィクスチャー上部内面には深さ1.7mmのHex（六角部）とThread（ネジ部）を有し、アバットメントとHex-Thread® で連結する。
この連結によりフィクスチャーとアバットメントの安定性を確保するとともに、アバットメントの回転と側方圧に対する抵抗性を最大限に発揮する。
(U.S.Patent No.4960381)
- ダブルテーパー嵌合 (pat.pend.)
フィクスチャー上部内面のLead-in-Bevel

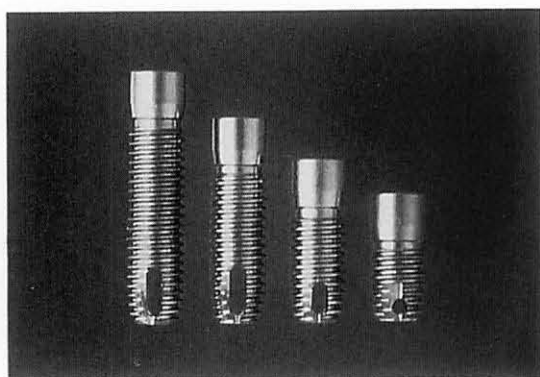
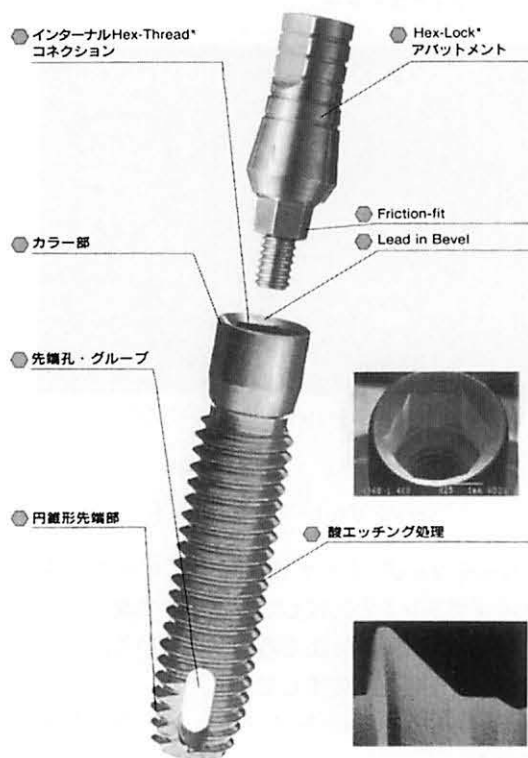


図3 Screw-Vent® インプラント。



による嵌合と、フィクスチャーとアバットメントHex部とのFriction-fitによるダブルテーパー嵌合により、非常に高い適合性と強い側方抵抗力を得ることができ、咬合によるアバットメントスクリューのルーズニングを防止する。

●カラー部

フィクスチャーカラー部は外径3.5mmとネジ部よりやや細いため、カウンターシンクが不要であり、かつアバットメントとの移行部がスムーズなのでブランクコントロールが容

易である。

●先端孔・グループ

垂直かつ水平な先端孔、及びグループにより、埋入時には骨折断片の収納部となり、骨が治癒した段階には、維持力の増加、及び回転防止の効果がある。

●円錐形先端部

セルフタップが可能で更に骨孔の形成された方向にフィクスチャーを誘導できるようにデザインされている。

●酸エッチング処理

フィクスチャー表面は高度な洗浄と酸エッチング処理により、強固なオッセオインテグレーションを獲得し易いようにマイクロピッチ状を呈している。

(Licenced Under U.S. Patent No.4330891)

Screw-Vent®

Screw-Vent® インプラントは、前述したように基本的にはセルフタッピング方式で植立し、かつカウンターシンク不要なため、その術式はきわめて簡便である。専用切削器具はすべて窒化チタンコートされ、すぐれた切削性と対摩耗性により精密な骨孔形成が可能である。また、専用ドリルはカラーコードされ識別し易くなっている。さらに緻密骨質への対応のためのタップも用意されている。

またフィクスチャーは、二重バイアル滅菌包装(γ線滅菌)により安全性が確保され、内バイアルにはフィクスチャーにフィクスチャーマウントがすでに連結されているので、接続の複雑な手間がかからず、術中フィクスチャーに触れることなく埋入することが可能である。さらにカバースクリューも内包されている。(図5)

次に、Screw-Vent® インプラントの術式を示す。(図6)

補綴コンポーネント

Spectra-System® の4種類のインプラントフィクスチャーはすべて、同一規格のHex-Thread® コネクションと呼ばれるアバットメント連結部を有している。(図7) したがって4種

類のフィクスチャーの細補綴コンポーネントはすべて共通使用が可能である。このHex-Thread® コネクションと呼ばれるアバットメントコネクションは、Spectra-System®

独自のもので、米国特許を得ており、日本においても特許出願されている。

このコネクションの特徴は、アバットメントの回転防止のためにHex（六角）がフィクスチャー内部に切り込んであり、さらにその上部にはテーパ（Lead-in Bevel）が付与されているのでアバットメントとフィクスチャーは非常に精度の高い適合を得ることが出来る。また内部六角は、



図5 2重バイアル滅菌包装.



図7 Spectra-System® 独自のHex-Thread® コネクション

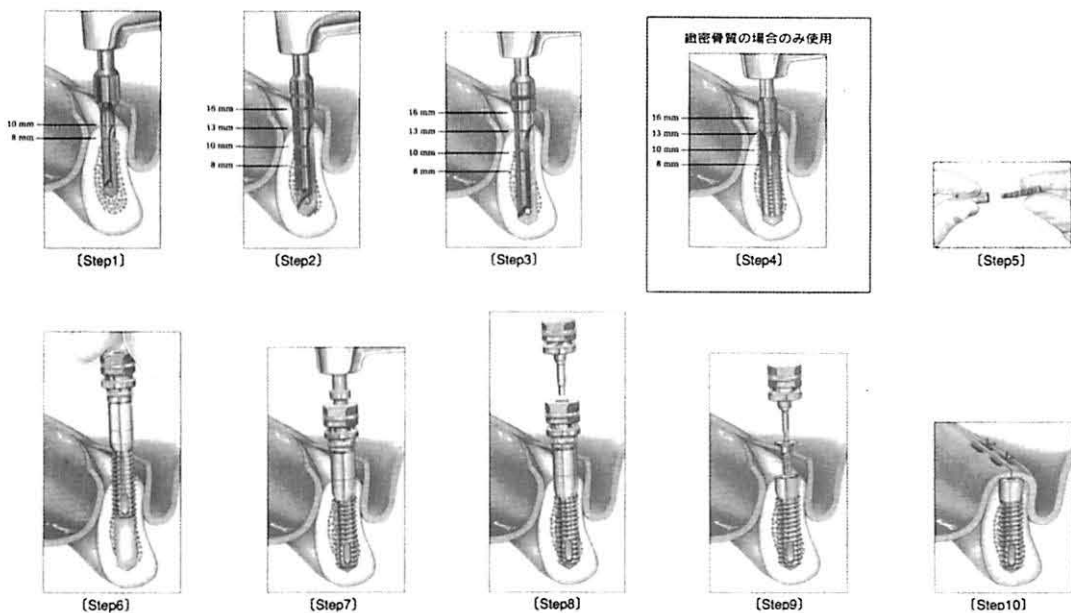


図6 Screw-Vent® サージカルステップ.

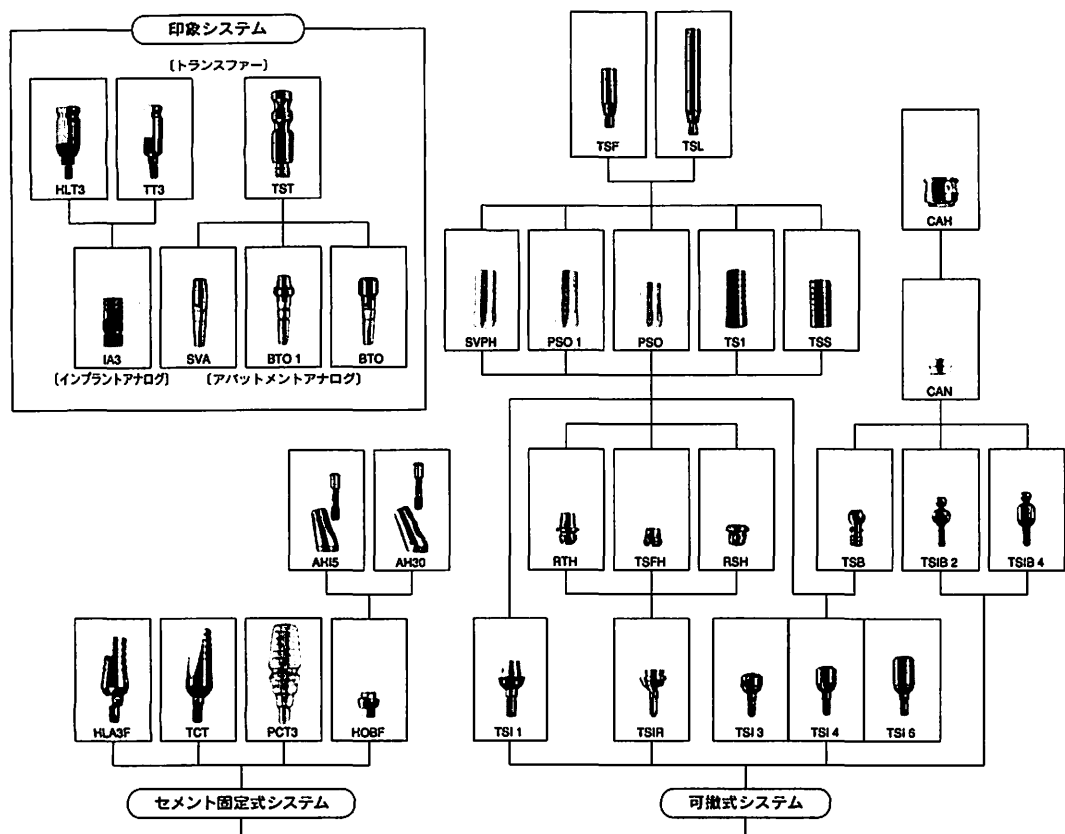


図8 各種補綴コンポーネント。

ブローネマルクインプラントの外部六角（長さ0.7mm）と比較して1.7mmと長く、側方圧に対してより強い構造となっている。

アバットメントには、単独歯修復用のHex（六角）をもった回転防止タイプと、Hex（六角）のないブリッジ用とがある。この単独歯修復用アバットメント（Hex-Lockアバットメント）の六角部には1°のテーパが付与されており、一旦このアバットメントがフィクスチャーに連結されればたとえアバットメントスクリューが緩んだとしても、アバットメントとフィクスチャーはHex（六角）部でテーパ嵌合しているため、まったく動くことはない。但し、アバットメン

トをフィクスチャーから取り外す必要が生じた場合は、専用のリトリバルスクリューを使用すれば簡単に取り外すことも可能である。

また、アバットメントには上部構造をセメント合着するセメント固定システム、およびネジ止めのための可撤式システムの両方が使い分けられるように完備されている。（図8）

このように補綴コンポーネントは、各種用意されており、各種臨床に幅広く対応できるのもこのシステムの魅力の一つである。

（クインテックス インプラントロジーVOL I No. 3 '94より一部引用）

●新製品紹介

完全埋入型

インプラントシステム

(FINATITE/FINAFIX)の 開発について

京セラ(株)バイオセラム事業部

西 尾 洋 一

緒 言

歯科インプラント学は生体材料的、生物学的な基礎研究と臨床的な視野からの研究による両面のアプローチがなされてきた背景があり、基礎学問としては非常に先進的でありながら臨床的な経験と実績が大きな意味を持つ真の意味で学際的な研究分野として特異的なものであると云える。特に国内では川原、山上らによって開発されたバイオセラムサファイヤ、ポーラスアルミナインプラント、POIインプラントが現在まで広く臨床使用され、特に部分欠損症例においては、非常に優れた臨床成績を挙げている。これら1回法1ピース型のインプラントシステムの臨床的な成功は長期間にわたる統計的な評価でも明らかであるが、反面多数歯欠損部位における適応では免荷の設定がやや困難な場合があり、臨床家の要望を完全に満たすことができないケースもあることは歪めない。京セラ(株)ではこれらの1回法インプラントの適応を更に拡大し、骨内インプラントを用いた総合的な口腔治療を可能にするためのシステムとして、POI 2ピースタイプインプラント開発し、長期間にわたって諸先生のご協力によるモニタリングを経て完成度を高め、爾来1回法インプラントと2回法インプラントの長所を兼ね備えた新しいインプラントシステムとして広く用いられてきた。

しかし、2ピース型インプラントでも、症例によっては免荷が完全に確保できなければ初期

固定が得られないなどの理由から失敗につながるケースがあるなどの問題があり、多数歯欠損、無歯顎症例の治療をさらに予見性高く行うために、POI 2ピースタイプの完全埋入型インプラントシステムの開発が急務であった。京セラ(株)では1980年代より既にアパタイトコートなどの新しい材料開発とともに、完全埋入型インプラントの開発を進めており、広島大学、東京歯科大学による臨床治験を経て、このような要望に応えられるようなインプラントシステムの研究開発を進めてきた。今回『FINATITE』及び『FINAFIX』インプラントシステムとして商品開発が進み、本研究会でご紹介できることとなった。

本システムは以下のような特徴を備えています。

- フィクスチャーその他の生体に長期間接触するパーツはチタン合金または約1,300 Åの厚さに酸化層を形成した陽極酸化膜形成チタン合金が用いられており、生体内での劣化、腐食が無く安定性、安全性が優れている(図1)。
- フィクスチャーのスクリュー表面部は『FINATITE』ではハイドロキシアパタイトコート、『FINAFIX』は特殊な粗造化処理のうえ陽極酸化処理されており、どちらも埋入直後から迅速な骨との固着が得られる(図2)。
- 手術器具は従来のPOI 2ピースタイプイン

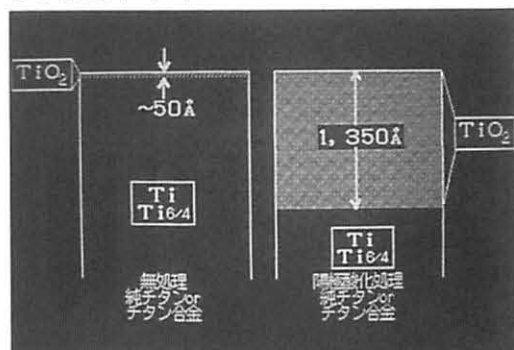


図1：陽極酸化表面の概念図(図提供：京都インプラント研究所)



図2 ; 埋入後3ヶ月でのハイドロキシアパタイトインプラント表面の組織反応。非常に広い面積がオッセオインテグレーションしていることが明らかである（トルイジンブルー染色）。

プラントシステムと互換性を保っており、フィクスチャーの初期固定に最適かつ正確なインプラント窩を容易に形成する事ができる。また従来のクローバードリルに加え、内部注水可能なキャノンドリルも選択できる。

- インプラントはフィクスチャー部とアバットメント部、ポスト・コネクター部に分かれているため、完全埋入術式が可能になり、埋入直後からより安全な安静期間の確保が可能である（図3）。
- フィクスチャー（フィクスチャーキャップを含む）・アバットメント（アバットメントスクリューを含む）は予め γ 線滅菌、二重包装されているため、滅菌の必要がなくより安全な手術が可能。
- フィクスチャー／アバットメントの接合部は不整な骨形態の場合も皮質骨縁下に設定でき

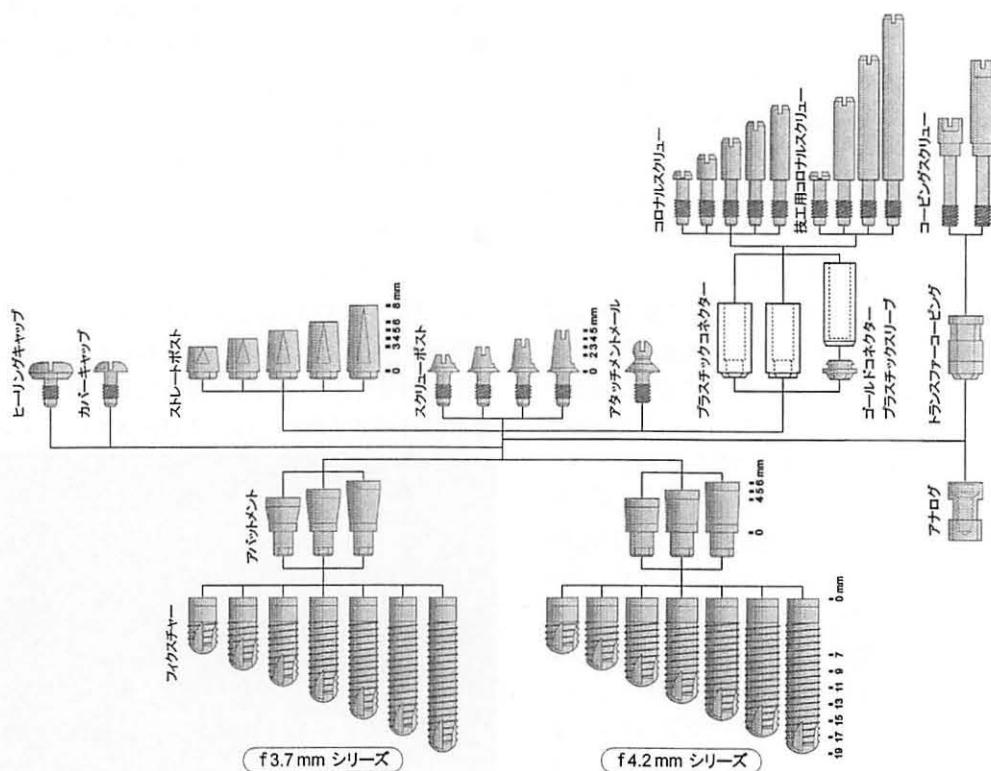


図3 ; フィクスチャーの構成

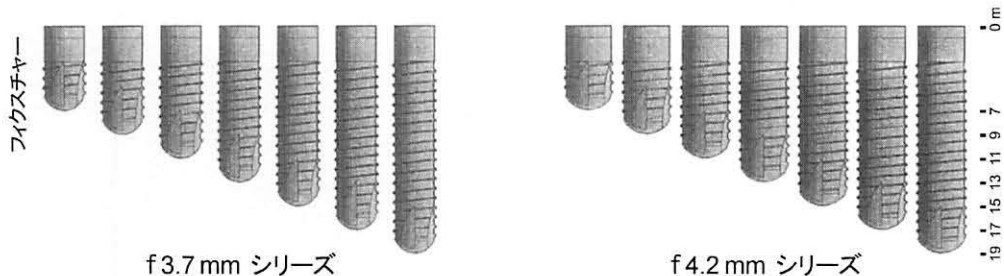


図4 ; FINATITE, FINAFIXのフィクスチャーのサイズバリエーションを示す。

るため、フィクスチャー埋入後の感染、骨吸収、およびアバットメント接合後の初期の骨吸収による影響が最小限にとどまるように設計されている。

- フィクスチャーは骨内スクリュー部直径が3.7mm, 4.2mmそして骨内埋入長が8mmから20mmまでの2mm刻みのバリエーションが揃えられ、また全てのサイズでアバットメントを介してPOI 2ピースタイプインプラントと同一の印象・技工・補綴部品が使用できる(図4)。
- フィクスチャーとアバットメント、ポスト・コネクターの接合部は回転防止機構を持つ独特の形態により、緩みが無く長期間安全に使用できる(図5)。
- システムチックな印象・技工・補綴部品の採用により、単冠の修復から、骨吸収の進んだ多数歯欠損症例、無歯顎症例の修復まで可能になった。

本システムは1994年4月より限定施設で臨床モニターリングを実施しており、現在の所良好な臨床成績を収めつつあります。実際の臨床現場で長期間患者さんに使っていただく中で厳しいご批判を頂戴しながら、より完成度の高いインプラントシステムとするべく努力しております。

文 献

1. 高原俊之, その他, POI 2ピースタイプインプラントシステムの開発—その4 ; 臨床の評価, 多数歯欠損に対する応用, The 3rd World Congress of Oral Implantology, 1994, 横浜
2. 西尾洋一, "Coated Dental Implant, インプ

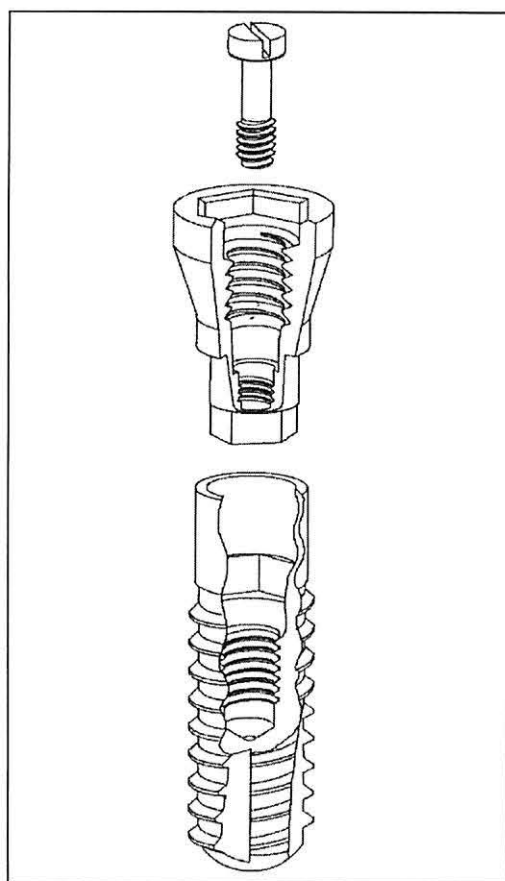


図5 ; フィクスチャーとアバットメントの透視図。
フィクスチャー内部の六角とアバットメント下部の六角構造により、正確な適合が実現できた。

ラントの表面構造と周囲組織の関係について", 第14回日本口腔インプラント学会近畿北陸支部総会シンポジウム, 1994, 京都

感染しにくい, 3. 加工が自由, 4. 安価, などの特徴を持っていますが, 3種類の素材には臨床的な観察でも若干の差異があり, これらを比較検討した結果を発表いたします。

図4はチタン1種, 2種, 3種, を利用し, 牛の大腿骨にインプラントされた非臨床実験で, 左は摘出切断直後, 右は脂肪, 蛋白脱後研磨された標本であります。鏡拡大したものよりわかりやすいとおもわれます。真ん中のものがチタン2種のインプラントで左右のチタン1種, 3種ものと比較検討しても, 明らかにオステオインテグレーションが認められます。

図5はチタン2種インプラントを4mmドリルにて穿孔, 図6の3.3mmタイプのを成犬下顎骨に埋入後3か月経過の組織切片を鏡拡大したもので, インプラントと層板骨の間に骨芽細胞が板体に陥入しているのが認められます。尚このインプラントは図6の右側のものに表面処理後ローレットを施しました。

次に臨床応用した症例チタン1種のものから発表します。

図7は, 29才男性で他の歯科医院にてスクリーユニットのBridgeをすすめられ健全歯を削ることを恐れ, インプラントを希望して来院したもので, チタン1種インプラントを右上2に植立後, 左は6か月経過, 右は約7年経過したレントゲン写真です。ブリム以下は骨とのオステオインテグレーションを認める事ができます。多少ネック部の吸収はありますが, ペリオテストの結果動揺もなく全く異常は認められません。又, 図8は同部の口腔内写真であります。

図9は45才の男性で, 右下67欠損部の補綴を希望され, 同部に4mm1種インプラントを2本Free Standing術後のレントゲン写真と, 図10はCK装着後2年経過したレントゲン写真であります。

多少ネック部の吸収はありますが, インプラント体と骨との優れた密着が認められます。尚右下67欠損部の補綴を回復したことにより, 左上5付近の骨の改善が見られます。

次の症例はチタン2種インプラント応用したものであります。

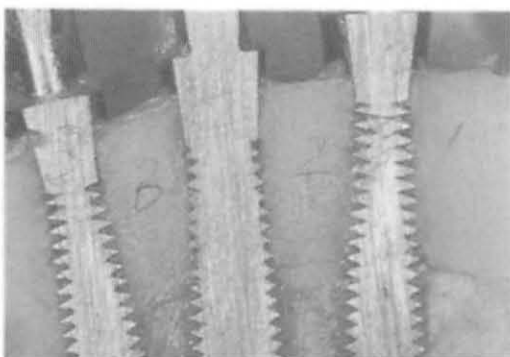


図4

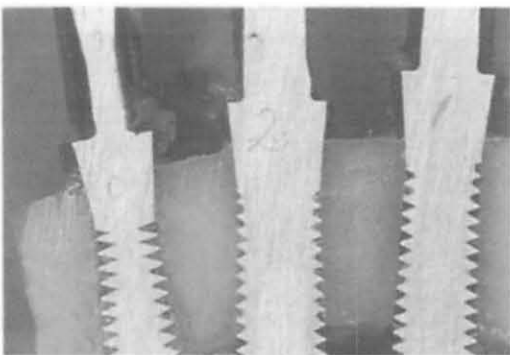


図5



図6

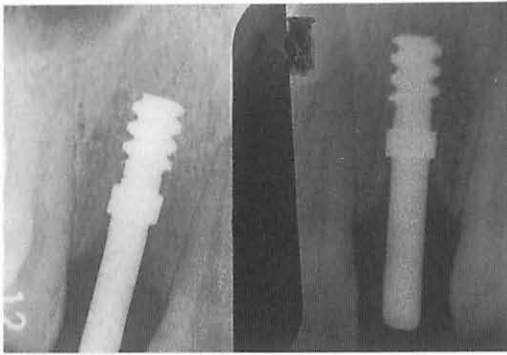


図7



図8

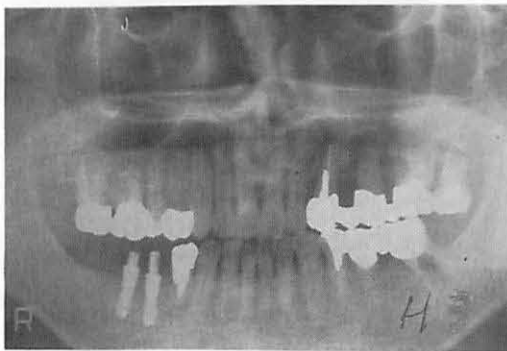


図9

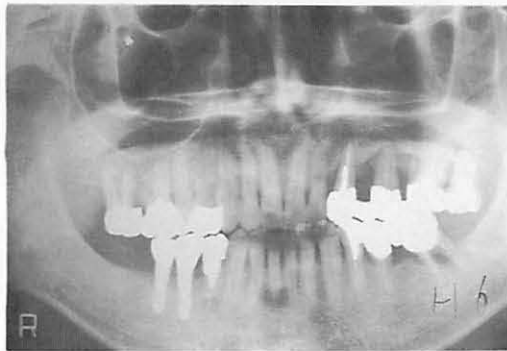


図10

図11は44才の女性で左下5の補綴を希望され来院，同部にチタン2種インプラントをFree Standingしたもので，下は術直後，上はインプラント後約5年経過したものでありますが，インプラント周囲の骨にはブリム上にも全く吸収異常がなく，レントゲン透過像も認められず，インプラント体と骨との優れた密着が認められ，歯頸部の歯槽硬線がはっきり認められます．図12は，28才女性で右上2欠損部に，インプラントを希望して来院，インプラント後6か月経過したものと動揺の無い事を確認して，MBを装着し2種インプラントをFree Standingし約5年経過したレントゲン写真です．ネック部の吸収は全く無く，歯頸部の歯槽硬線がはっきり認められます見られます．これもチタンインプラ

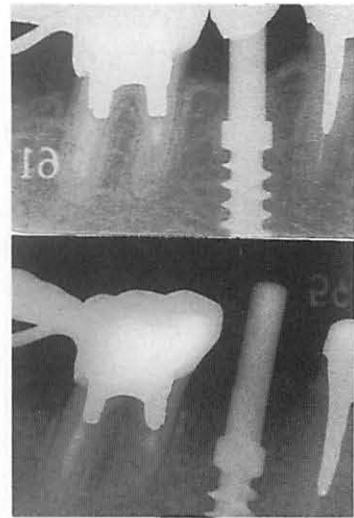


図11

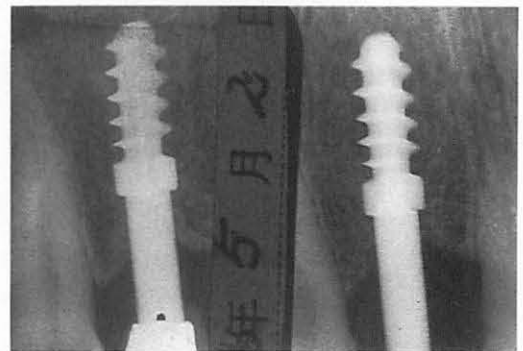


図12

ント体と骨とが歯頸部よりオステオインテグレーションしているものと思われます。

次の症例は59才女性で左下56の補綴を希望され来院、先ほどの2種インプラントを2ステージ用ピッチ0、先端部をポーラス状に加工したもので、左下56欠損部に2本Free Standingし図13は術後2か月、図14は術後2年経過したレントゲン写真です。インプラント周囲の骨には全く異常がなく、レントゲン透過像も認められません。

次の症例はチタン3種インプラント体のものです。

図15は45才の女性で右下67欠損部の補綴、インプラントを希望して来院され、同部に3種インプラントを2本Free Standingした術後6カ月の、レントゲン写真と上は4年経過したレントゲン写真で術後6か月と比較してネック部の吸収は全く無く、すなわちチタンインプラント体と骨とがオステオインテグレーションしているものと思われます。図16は装着後4年経過し

た口腔内写真です。歯冠形態、咬合関係、歯頸部歯肉等、良好に伺えます。

図17は54才男性で左下67欠損部の補綴、インプラントを希望して来院され、同部に埋入型3種インプラントを2本Free Standingした術直後のレントゲン写真と、下は4年経過したレントゲン写真ですが、上下のレントゲン写真には全くその差異がなく、また、なんら異常も認められません。術後と比較してネック部の吸収は全く無く、歯頸部の歯槽硬線が認められます。

図18は54才の男性で右下、4567欠損部に埋入型3種インプラントを3本Free Standingした。術後6カ月のレントゲン写真と、上は4年経過したレントゲン写真ですが、上下のレントゲン写真には術後と比較してネック部の吸収は全く

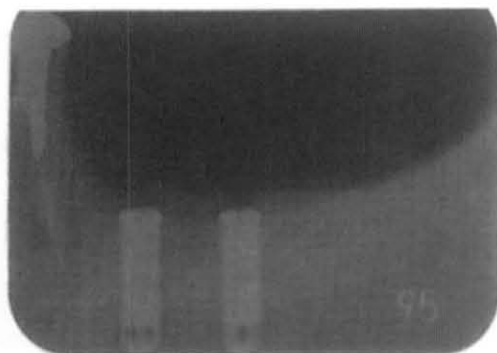


図13

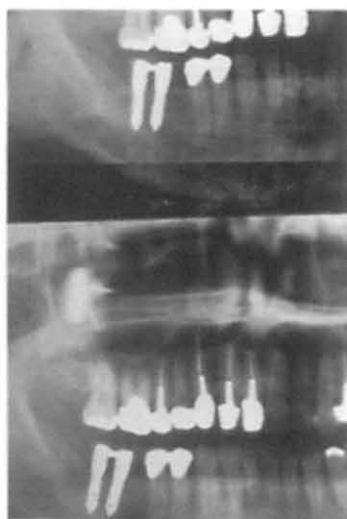


図15

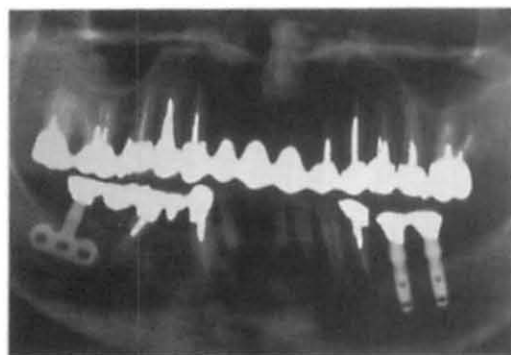


図14



図16

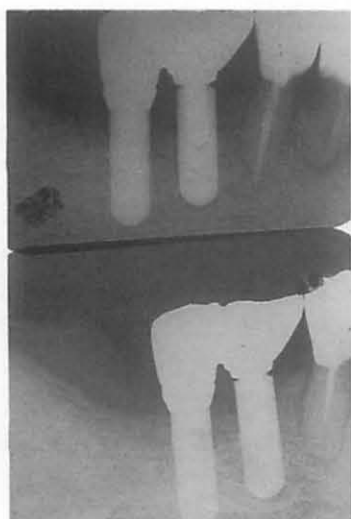


図17

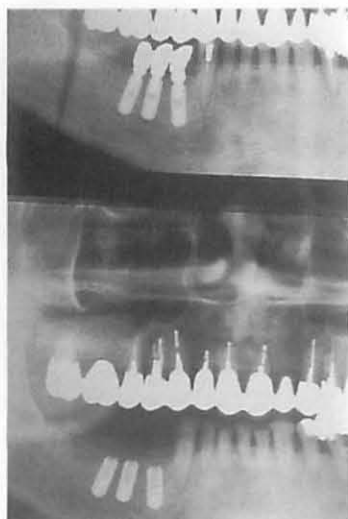


図18

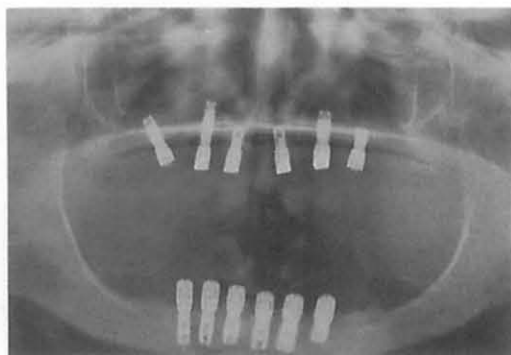


図19

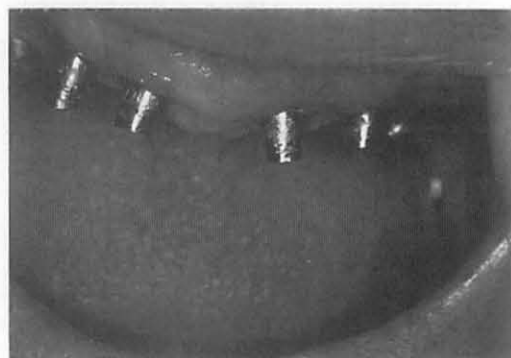


図20

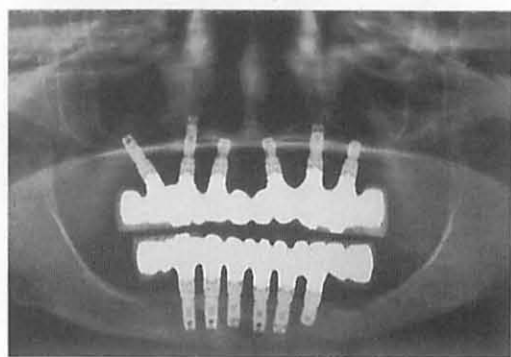


図21

認められません。

図19は64才の女性で上下FULL MOUTHの補綴、インプラントを希望して来院され、同部に3種インプラントを12本Free Standingしたレントゲン写真です。図20は術後6カ月経過上顎にフィクスチャーを装着した口腔内写真。

図21はインプラント後、MBを装着した正面観で、装着後2年経過した口腔内写真とレントゲン写真です。インプラント周囲の骨には全く異常がなく、レントゲン透過像も認められません。歯冠形態、咬合関係、歯頸部歯肉等、良好

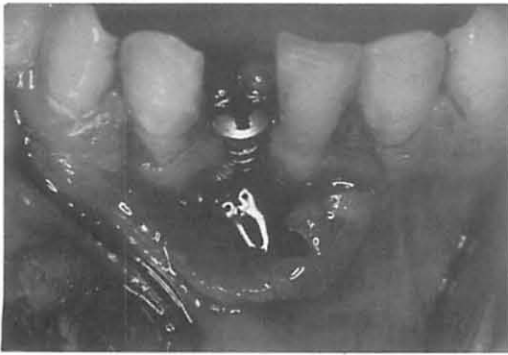


図22

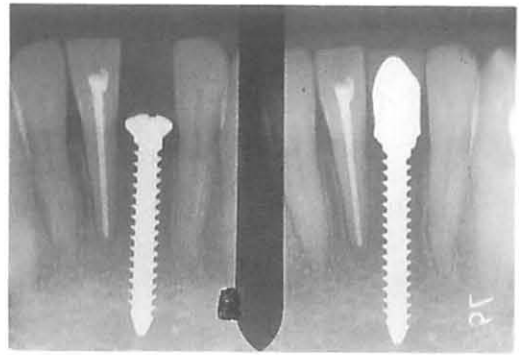


図23



図24

に伺えます。

図22は32才の女性で右下1欠損部に埋入型3種インプラントを1本Free Standingし、同時にGTRを施し6カ月後FOPにて骨の確認を行った口腔内写真です。インプラントは完全にGTRにより包埋されています。

図23は先程のレントゲン写真で、左は術直後、右は4年経過したレントゲン写真ですが、左右のレントゲン写真には全くその差異がなく、また、なんら異常も認められません。術後と比較してネック部の吸収は全く無く、図24は同部の口腔内写真で、歯冠形態、咬合関係、歯頸部歯肉等、良好に伺えます。

考 察

単独に植立した自家製純チタンインプラント3種類を比較検討して、簡単な説明をおこなってきましたが、1種はネック部の吸収が多少認められ、2種はネック部の吸収は全く無く又入手が簡単で、3種は硬度の点で細く薄く加工できますので埋入型などに適しています。2種同様ネック部の吸収は無くありませんが、入手、加工が困難です。今後、追跡調査を進めると共に動物実験を含めたマクロレベルのテストを行い、次の機会に発表する予定であります。

●特別講演

サイナスリフトについて

—種々の材料を用いての臨床成績を鑑みて—

京都大学医学部口腔外科学教室 別 所 和 久

緒 言

近年、インプラント学は急速な進歩を遂げ、インプラント治療の適応もかなり広がっている。しかし、本来最もインプラント治療を必要とし、望んでいる骨吸収の高度に進んだ患者がすべてに適応出来得るまでには未だ至っていない。特に上顎においては、骨質が粗糙なことに加え、歯槽骨の吸収が進んだ症例では鼻腔底、上顎洞底と歯槽頂が近接しているため、どのようなタイプのインプラントを使用しようとも長期安定は望めないのが、現状である。

そこで最近、インプラント埋入のための骨量を確保する種々の手術法が試みられている。今回は、その中の一つとして比較的患者に対する侵襲が少なく、手技が容易であり、かつ効果的な一般にサイナスリフト（サイナスエレベーション、上顎洞底挙上術など）と言われている手術法について論じるとともに、まだ臨床では症例数も経過観察期間も十分とは言いが、動物実験等から得た結果を加え、以下のごとくまとめてみた。

適 応

上顎の骨量不足に対する骨移植方法には、歯槽骨上に自家骨などを置き固定するオンレーグラフト、歯槽骨の部分だけを水平に骨切りしその間に自家骨などを挟むように固定するインターポジショナルコンポジットグラフト、上顎洞内の骨片などを填入し骨を形成させるサイナスリフト等がある。各々の骨移植方法には利点欠点があり、患者の要求とも合わせ選択する必要がある。

オンレーグラフトは侵襲の程度が比較的少な

く手技は容易であるが、周囲軟組織に緊張が生じ移植骨等を圧迫するため、母床骨または移植骨にかなり長期間持続し吸収が進む。インターポジショナルコンポジットグラフトは最も確実な方法であるが、与える侵襲が大きく全身麻酔を必要とし、ある程度以上の歯槽骨がなければ移植骨を挟み固定することが不可能である。サイナスリフトは与える侵襲が比較的少なく手術も局所麻酔下で可能であるが、上顎洞内に形成される骨量・骨質に症例差が大きく予測しづらい。サイナスリフトは、この形成される骨質・骨量が安定して得られるような新材料が開発されれば、ほとんどの上顎骨高度吸収症例に有効な方法となり得る。しかし、現段階ではそのような優れた材料は見いだされておらず、上顎臼歯部欠損でオンレーグラフトの適応のない症例または上顎無歯顎でオンレーグラフト、インターポジショナルコンポジットグラフトの適応のない症例を中心に、侵襲の比較的少ないことから患者の要求により多少の症例を追加し、適応とすべきである。

なお、上顎洞の形態・状態については、一般的なX線診査等に加え、歯槽堤に直交した断面でのCT（出来ればインプラント用に作成されたプログラムで—図1）または断層X線撮影（スキャノラ®、ペラビュースコープ®、モリタ株式会社）による精査を十分術前に行い、適応を決める上での参考にするべきである。

術 式

サイナスリフトには、種々の術式が多数の臨床家により考えられ施行されているが、最も安全かつ確実な術式は、すべての手術手技が明視下に行える上顎洞頬側壁を上顎洞粘膜を付着さ

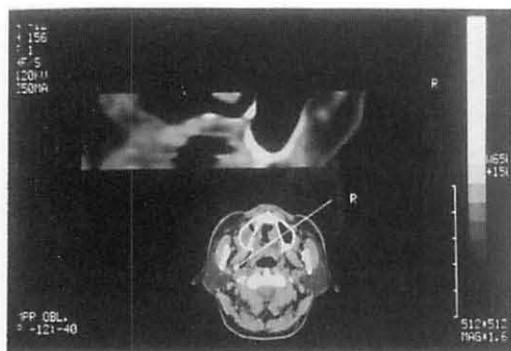


図1 インプラント用プログラムで撮影した歯槽堤に直交する断面のCT像

そのまま内上方に回転させ押し上げる、いわゆるトラップドアと言われる方法(図2)である。この方法は他の方法と比較すると口腔外科的な手技を多少必要とするため、上顎洞に親しみのない術者にとっては当初取付きにくい術式なのかも知れないが、上顎洞の解剖学的構造をよく理解し慣れれば、両側で30分以内で行える程

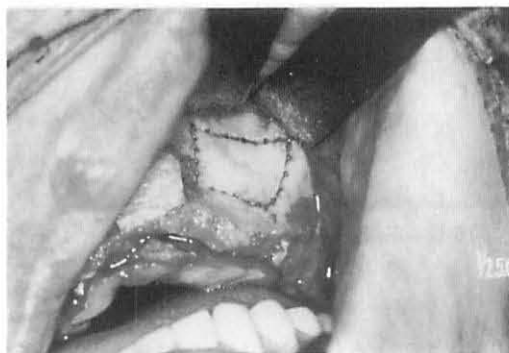


図2 A 術中所見：上顎洞側壁をラウンドバーにて切削したところ



図2 B 術中所見：上顎洞頬側壁を上顎洞粘膜を付着させた状態で内上方に回転させ押し上げているところ

度の比較的容易な手術である。

なお、上顎洞粘膜を剥離挙上する際に上顎洞の形態・粘膜の性状などにより、細心の注意を払い手術を進めていても粘膜の破綻を来すことがある。海外では発表を見ると、洞粘膜の破綻に対してはコラーゲン膜などを粘膜と縫合し対処しているが、その縫合は容易とは言い難い。又、コラーゲン膜は硬固であり操作性が悪く、抗原性の残存や入手の困難さなどからも、現在国内でも発売されている吸収性膜のバイクリルメッシュ® ニット(ジョンソン・エンド・ジョンソン メディカル株式会社)がより優れている。また、縫い合せずに生体組織接着剤のボルフィール®(化学及血清療法研究所財団法人)などのフィブリン糊を使用すると、容易に洞粘膜とバイクリルメッシュ®の接着が得られる(図3)。これらの材料については、ウサギを用いた実験(図4)により骨形成を阻害しないことを確認している。

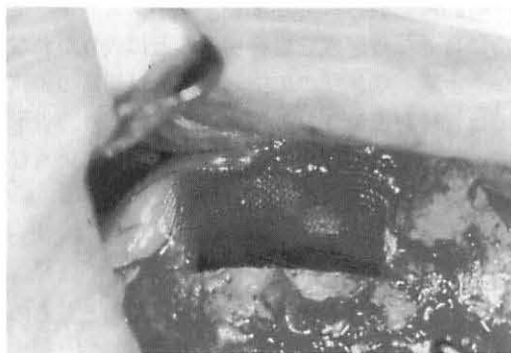


図3 術中所見：破綻した上顎洞粘膜にバイクリルメッシュ®をボルフィール®で接着したところ

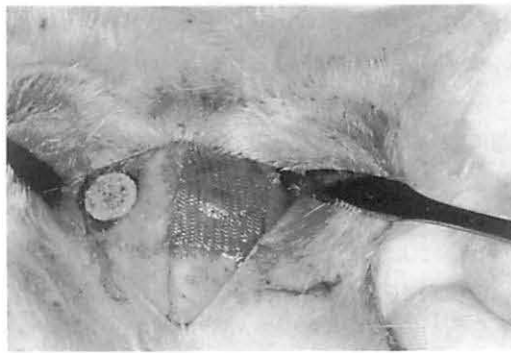


図4 ウサギ頭蓋骨を用いたバイクリルメッシュ®, ボルフィール®による骨形成阻害の確認実験



図5 術中所見：サイナスリフト部に銀行骨を填入したところ

サイナスリフト部に骨片等を填入した(図5)後、上顎洞頬側壁の欠損した部分にポリ四フッ化エチレン膜等を軟組織侵入を防ぐ目的(GTRに準じて)で使用方法も一部の臨床家により行われているようであるが、これはかえってサイナスリフト部の血流を阻害するばかりで使用した膜付近には低酸素状態が生じ、軟骨が一時的に形成されてしまい、フィクスチャー支持に有効な骨形成を阻害することに成りかねない。上顎洞頬側壁の欠損した部分は通常の術式では骨膜が復位され被覆することになり、骨形成にとって最も理想的な状態を破壊するような処置は禁忌と言っても過言ではない。

時 期

サイナスリフトの時期について問題となるのは、骨を上顎内に形成させた後に形成した新生骨内にフィクスチャーを埋入するか、フィクスチャーを埋入し周囲に骨を形成させるかのいずれかである。つまり、サイナスリフトをフィクスチャー埋入手術前に単独で行うか、フィクスチャー埋入手術と同時に行うかである。この問題については多くの先駆者たちは症例を選ばず、フィクスチャー埋入手術と同時にっており、これがサイナスリフトの成功率下げの一因を成していたように思われる。サイナスリフト部の容積に対するフィクスチャー容積はかなりの比率を占め、サイナスリフト部の中心に一本のフィクスチャーを埋入する程度の症例において問題とならないが、数本のフィクスチャーを近接し

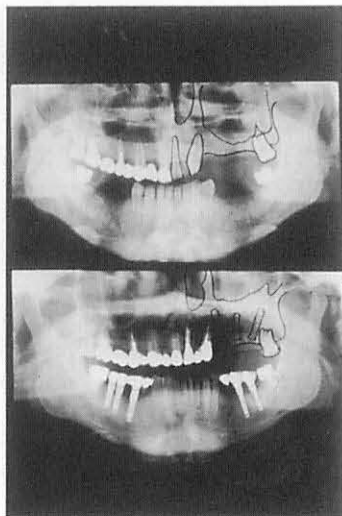


図6A 左側上顎洞サイナスリフト前(上)後(下)のパノラマX線像

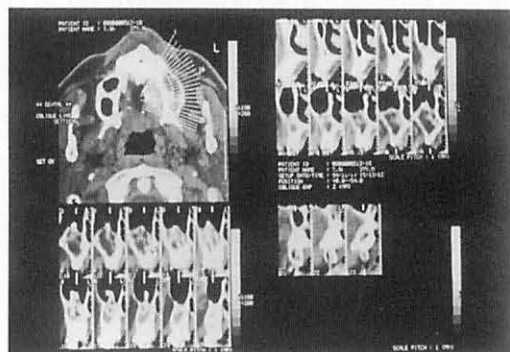


図6B 左側上顎洞サイナスリフト施行6か月後のCT像

て埋入するような場合には互いに周囲問題からの血流を阻害することになり、しいてはフィクスチャー周囲の骨形成を阻害することになる。

また、フィクスチャーの初期固定の問題についても考慮する必要がある。つまり、フィクスチャー埋入予定部の歯槽骨の量と質を種々の診査により検討し、十分な初期固定が得られるのであれば同時埋入は可能であるが、初期固定が得られそうもないと判断されたなら、まずサイナスリフトのみを単独で先行させ施行し、十分な骨形成が得られるのを待った後にフィクスチャー埋入を施行するべきである。

以上より、サイナスリフト部の血流阻害、フィクスチャーの初期固定のいずれにも問題がない

ようであれば、サイナスリフトをフィクスチャー埋入と同時に行って良いが、いずれかに少しでも不安があるような症例にはサイナスリフトをフィクスチャー埋入手術前に単独で行う(図6)べきである。

填 入 材 料

サイナスリフト部に填入する材料としては、自家骨、銀行骨、ハイドロキシアパタイト(HAP)、 β -第三リン酸カルシウム(β -TCP)などがある。我々も初期段階では緒家の報告を参考に種々の材料を単独または併用して使用していたが、現在では一応独自の基準を持ち、選択している。

最も効果的なのは自家骨であるが、量的な問題から頤部の骨(図7)などではサイナスリフトに十分な量が得られず、腸骨を採取(図8)せざるを得ないことが多いため、二次的な侵襲を加えなければならないことに加え、全身麻酔を必要とするという欠点がある。銀行骨(図9)は自家骨に次ぎ効果的であり、二次的侵襲も加えなくてもすむが日本国内では入手しづらいという問題が残されている。HAPは二次的侵襲を加えず入手の容易であるが、どのような材質のフィクスチャーとも直接化学的に結合することがないため、HAPとフィクスチャーの接している部分でのみの結合となり、結果的にはフィクスチャーとの結合力を減弱させることになる。 β -TCPはいずれ吸収され骨に置き換わるが、効果が他の材料に比べ十分とはいえないという根本的な問題が存在する。さらに、腸骨とHAPとの併用については吸収の進行を抑制し得るとの報告もあるが、両者の欠点は解消されず、腸骨のみでは量的に不足するなど何らかの問題が生じない限りは行うべきではないと考えている。以上の利点、欠点を考慮し、患者の希望を加味した上で填入材料を決定すべきであり、当科においては腸骨または銀行骨を選択する症例が現在大部分(26症例/30症例=86.7%)を占めている。

当科で現在までに行ったサイナスリフト症例であり、その内訳は上部構造完成前が13症例、



図7 自家骨採取時所見：頤部の骨を採取しているところ



図8 自家骨採取時所見：腸骨を採取しているところ



図9 銀行骨使用時所見：サイナスリフト部に填入する前に抗生剤含有生理食塩水で浸潤させているところ

上部構造完成後が12症例、上部構造完成後1年以上2年未満が5症例であり、サイナスリフト部に埋入したフィクスチャーの脱落は未だ1本もない。しかし、填入材料別に上記のような欠点はやはり存在するため、当科ではより良い材料の開発に対し、臨床ばかりではなく、動物実験を中心とした基礎研究においても力を注いで

いる。

新 填 入 材 料

前述のように、各填入材料により種々の欠点が存在するため、当科ではサイナスリフトに適した填入材料の開発を手掛けている。現在、この材料はさらに改良を重ねている段階であり、詳細に後日の報告に譲り、ここでは概略を記すに止める。

本材料は、骨伝導能を有する骨セメントであり、従来整形外科領域で使用されているポリメチルメタクリレート（PMMA）レジン系の骨セメントとはことなり、有機成分として2,2-ビス[4-(3-メタクリロキシ-2-ヒドロキシプロポキシ)-フェニル]プロパン（Bis-GMA）とトリエチレングリコールジメタクリレート（TEGDMA）を使用し、無機成分としてはアパタイト・ウォラストナイト（AM）結晶化ガラスを主成分とする生体活性セメントである。使用法はペーストとペーストを混和して粘土状になった本セメントをサイナスリフト部に填入または注入し、上顎洞内に突出させて埋入したフィクスチャーをセメントが硬化することにより機械的に固定する（図10）。数か月後にセメント周囲に伝導形成され、十分な強度を持つ化学的結合が得られる。硬化時の発熱も表面温度で37℃までにしか至らず、最も心配される残留モノマー等による細胞、組織、生体為害作用の *in vitro*, *in vivo* の実験において認められていない。

本セメントが、インプラントの受ける荷重に生体内で長期間十分に耐えられるならば、さらにサイナスリフト手術を行うことが出来るばかりか、強い骨伝導能を有するための治療期間を大幅に短縮することが可能となる。この生体活性セメントは現在使用されているすべての填入材料の欠点を補い得る新材料であり、今後さらに詳細な検索を進め、臨床においてひろく使用し得るよう改良を加える予定です。

将 来 的 展 望

前項目までに記したことは近未来的に実現可

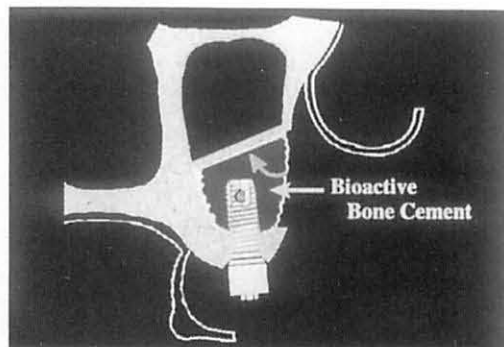


図10A サイナスリフト部に生体活性セメントを使用した際の歯槽堤に直交する断面での模式図

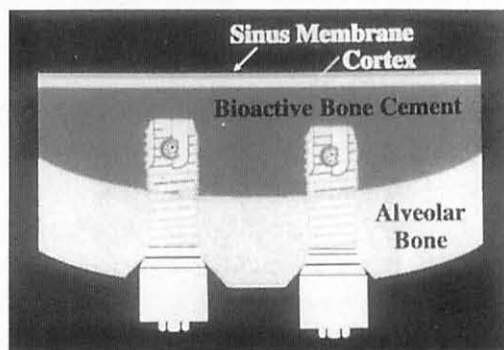


図10B サイナスリフト部に生体活性セメントを使用した際の歯槽堤に平行な断面での模式図

能な範囲内のことであるが、生体活性セメントにも欠点とまでは言い切れないものの吸収されずに生体内に残存するため、いつまでも感染などに対し注意を払う必要があるという問題や、フィクスチャー付近での微小なセメント破折が生じた場合、骨組織が即座に伝導形成され修復され得るのであるかという懸念が存在する。出来得ればいずれは吸収され、自分自身の骨組織に置き換わることが理想である。

そこで我々は以前より基礎研究を進めている骨形成因子（BMP）のサイナスリフトへの応用を考えている。BMPは、周囲に骨組織がなくても筋肉内や皮下などの間葉系細胞さえ存在する場であれば、3週間程度で骨を誘導することが出来る（図11）ほど強い生理活性を持つサイトカインであり、現在整形外科、口腔外科領域を中心に徐々に臨床応用されつつある。特に研究の進んでいるリコンビナントBMP-2については、国内でも臨床治験に入りつつある段



図11A ウィスター系ラットの腓腹筋内へのBMP注入による骨形成実験

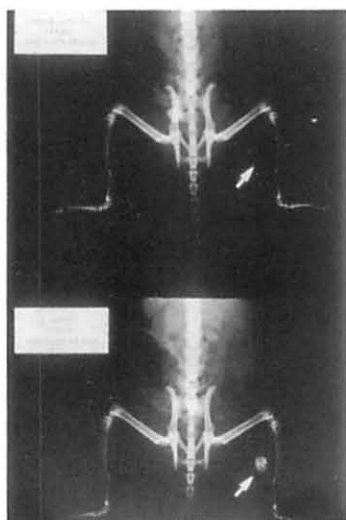


図11B BMP注入直後(上)3週間後(下)の軟X線像：BMP注入3週間後には注入した腓腹筋内に不透過像(下図内矢印)が認められる

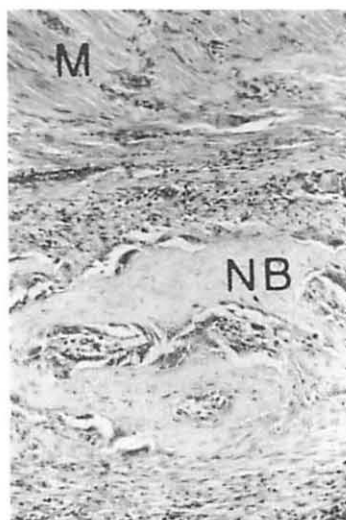


図11C BMP注入3週間後の組織所見：筋肉(M)内に新生骨(NB)が認められる。

階まで来ている。サイナスリフト部においては、術後すぐに荷重がかからない条件下にあるため強い賦形材を必要とせず、BMPに対し除放性を持つ生体内吸収性の担体とBMPを混合し使用すれば、担体の形態に一致し新生骨は填入後3週間程度で形成される。ただし、BMPの骨誘導活性は血流に大きく影響されるため、サイナスリフトの時期は前述の項目の内容に従い考慮する必要がある。しかし、骨の形成される時期は早く、結果的に治療期間はかなり短縮できる。また、BMPの強い骨誘導能により上顎洞周囲の骨が高度に吸収されたような症例に対して、特に現在使用されているどの填入材料より

も優れている。BMPが重篤な副作用を生じることなく、サイナスリフトに応用できるようになれば、絶対的適応外となる症例は存在しなくなるであろう。

結 語

サイナスリフトの適応、術式、時期、填入材料について、現在までの臨床経験、動物実験の結果、文献的考察をもとに総論的に論じた。さらに、新材料の開発を含め、サイナスリフトの将来的な展望について簡単にではあるが述べた。

参考文献

1. Bessho K, et al.: Purification of bone morphogenetic protein derived from bovine bone matrix. *Biochem Biophys Res Commun* 165 : 595, 1989.
2. Bessho K, et al.: Purification of rabbit bone morphogenetic protein derived from bone, dentin and wound tissue after tooth extraction. *J Oral Maxillofac Surg* 48 : 162, 1990.
3. Bessho K : Purification and characterization of bone morphogenetic protein. *Mie Med J* 40 : 61, 1990.
4. Bessho K, et al.: Human dentin-matrix-derived bone morphogenetic protein. *J Dent Res* 70 : 171, 1991.
5. Bessho K, et al.: Analysis of bone morphogenetic protein (BMP) derived from human and bovine bone matrix. *Clin Orthop* 268 : 226, 1991.
6. Bessho K, et al. : Comparison of bone matrix-derived bone morphogenetic proteins from various animals. *J Oral Maxillofac Surg* 50 : 496, 1992.
7. Bessho K, et al.: Changes in bone inducing activity of bone morphogenetic protein with aging. *Ann Chir Gyn* 82 : 49, 1993.
8. Kawanabe K, et al.: A new bioactive bone cement containing of bis-GMA resin and bioactive glass powder. *J Appl Biomater* 4 : 135, 1993.
9. Kohler G, et al.: Continuous cultures of fused cells secreting antibody of predefined specificity. *Nature* 256 : 495, 1975.
10. Lindholm TS : *New Trend in Bone Grafting*. University of Tampere, Tampere, 1992.
11. Nakamura T, et al.: A new glass-ceramic for bone replacement : Evaluation of its bonding to bone tissue. *J Biomed Mater Res* 19 : 685, 1985.
12. Robey PG, et al.: Osteoblasts synthesize and respond and respond to transforming growth factor-type β (TGF- β) in vitro. *J Cell Biol* 105 : 457, 1987.
13. Sennerby L.: *On the Bone Tissue Responses to Titanium Implants*. University of Gothenburg, Gothenburg, 1991.
14. Tamura J, et al. : Comparative study of two types of bioactive cements containing MgO-CaO-SiO₂-P₂O₅-CaF₂ glass and glass-ceramic powder. *Bioceramics* 7 : 279, 1994.
15. Urist MR : Bone : Formation by autoinduction. *Science* 150 : 893, 1965.
16. Wozney LM, et al.: Growth factors influencing bone development. *J Cell Sci Suppl* 13 : 149, 1990.
17. 筏 義人 : バイオマテリアル. 日刊工業新聞社, 東京, 1998.
18. 筏 義人 : バイオマテリアル入門. 学会出版センター, 東京, 1993.
19. 須田立雄 他 : 骨の科学. 医歯薬出版, 東京, 1985.
20. 須田立雄 他 : BMP (THE BONE). メディカルレビュー社, 大阪, 1993.
21. Strub JR, et al. : 口腔インプラントの考察. クインテッセンス出版, 東京, 1986.
22. 関根 弘 他 : インプラントの基礎と臨床. デンタルダイヤモンド社, 1988.
23. 鎮目和夫 他 : 骨代謝調節因子. 羊土社, 東京, 1987.
24. 中村敏一 : 細胞形成と成長因子. 秀潤社, 東京, 1990.
25. 野間弘康 他 : 骨移植および人口骨の移植 (歯科ジャーナル). 国際医書出版, 東京, 1987.
26. 藤田拓男 他 : 骨代謝調節因子—最近の進歩. 羊土社, 東京, 1991.
27. 山下英俊 他 : TGF- β スーパーファミリーの分子生物学. 羊土社, 東京, 1994.
28. 真角昭吾 : 骨・軟骨移植の基礎と臨床. 南江堂, 東京, 1985.
29. 松本俊夫 : 骨・カルシウム代謝の調節系と骨粗鬆症. 羊土社, 俊夫, 1994.
30. 宮園浩平 他 : TGF- β スーパーファミリー (実験医学). 羊土社, 俊夫, 1992.
31. Urist MR, et al. : BMP の基礎と臨床応用への可能性 (歯科ジャーナル). 国際医書出版, 東京, 1993.
32. 米沢貞次郎 他 : 医用材料の化学. 学会出版センター, 東京, 1987.