

〔原 著〕

結晶化ガラスインプラントの上顎洞穿孔に関する組織学的研究

渡辺 一史

北海道医療大学歯学部口腔外科学第2講座

(主任：村瀬 博文教授)

Histological Study on the Penetration of Glass Ceramics Implants into the Maxillary Sinus

Kazufumi WATANABE

The Second Department of Oral Surgery,
HEALTH SCIENCES UNIVERSITY OF HOKKAIDO

(Chief: Prof. Hirofumi MURASE)

Abstract

The purpose of this study was to investigate the possibility of applying glass ceramics implants to the maxilla and the effect on the surrounding tissue of penetration of the implants into the maxillary sinus. Thirty adult mongrel dogs were selected and implants were implanted to penetrate into the maxillary sinus.

Five maxilla were removed at 7, 14, 30, 90, 180, or 270 days after implantation and the specimens were histologically examined by light microscopy. Results: 1. Up to 30 days, the sinus mucosa showed slight inflammation with mechanical injury under the epithelium around the penetrating part, at the latest this was restored by 90 days and no particular effect was observed afterwards. 2. From 7 days, there was new bone formation in the elevated space inferior to the sinus mucosa. Eventually compact bone filled the space and covered the implants extensively. 3. In the spongy bone region around the implants, active new bone formation was observed around the original bone beam from 7 to 14 days, after that it was observed along the implants. From 90 days, bone was formed on almost the entire surface of the implants inside in the jaw bone. These results indicate that in the case of glass ceramics implants penetrating into the maxillary sinus the injury of the sinus mucosa had been restored at an early stage. No problematical situation was particularly recognized, and the bone

本論文の要旨は第38回日本口腔外科学会総会(平成5年10月22日), 第7回横浜顎顔面口腔外科学会(平成6年1月22日), 第12回東日本学園大学歯学会学術大会(平成6年2月26日)において発表した。

受付:平成7年9月21日

formation around the implants was normal. It was also confirmed that the glass ceramics implants show good bone formation and bonyankilosis in the maxilla by tight implantation.

Key words : Glass Ceramics, Implant, Maxilla, Maxillary Sinus

I. 緒 言

近年、歯牙欠損に対する咬合機能の回復手段としてインプラントに寄せられる期待は高く、その臨床的意義は大きいものとなってきている。また、それに伴って種々の材料が開発され、現在までに多くの基礎的ならびに臨床的研究が行われている。その中で、CaO-P₂O₅-MgO-SiO₂-CaF系のガラスセラミックス（以下結晶化ガラスと略す）は、強い機械的強度をもち、骨と化学的結合をする素材として本邦において開発され^{1,2)}、これまでいくつかのin vitro, in vivoの実験が行われている³⁻⁶⁾。当講座においても、イヌ下顎骨を用いた基礎的研究によって、インプラント材料として強固な骨結合能と良好な組織親和性を示すことが明らかにされてきている⁷⁻⁹⁾。

また、現在、臨床において、骨内インプラントは下顎に多く応用され、良好な結果が得られているものの、上顎への応用は解剖学的理由などにより限られる場合が多々ある。その理由として、主に以下の2点が挙げられる。第1に、上顎は一般に皮質骨が薄く海綿骨が粗である領域が多い。すなわち、インプラントに加わる咬合力を十分に支持するに足る骨組織が少ない。第2は、上顎洞の存在である。無歯顎では特にインプラントが応用される顎堤頂と上顎洞底との距離が近接している場合が多く、インプラント埋入時に上顎洞に穿孔する危険性が高い。実際、臨床において上顎にインプラントを埋入した場合、上顎洞に穿孔し上顎洞炎などの症状を引き起こした報告が多く認められる¹⁰⁻¹⁵⁾。一方、インプラント埋入時に先端が洞粘膜を穿孔

したにもかかわらず、感染などの異常を伴わずに良好な結果を示した報告もある¹⁶⁻¹⁸⁾。しかし、インプラントが上顎洞に穿孔した場合の組織学的変化についての問題を詳細に検討した研究は非常に少ないのが現状である。また、結晶化ガラスインプラントを用いた同様の研究は文献を渉猟した範囲では認められない。

そこで、今回、イヌ下顎骨において良好な組織親和性を示した結晶化ガラスインプラントの上顎への応用の可能性と上顎骨および上顎洞粘膜に及ぼす影響を検討するために、インプラントの先端を上顎洞に穿孔させ、インプラント周囲の骨ならびに上顎洞粘膜に生じる組織学的変化を経時的に検索した。

II. 実験材料および方法

1. 実験動物

今回の実験では、体重15～20kgの雑種雄成犬30頭を用いた。なお、施設に搬入後一週間の検疫期間をおき、全身に異常のないことを確認して実験に用いた。

2. 実験材料

今回の実験で使用したインプラントは、日本電気硝子社製の結晶化ガラスで、組成は、CaO(36.0%)、P₂O₅(9.2%)、MgO(11.2%)、SiO₂(43.6%)、CaF(微量)となっており、気孔率約1%の白色不透明の緻密な焼結体である。形状は、天然歯根の形態に近似させた円柱テーパ型で、長さが12mm、最大直径が4.5mm、最小直径が3.6mmで、先端は応力集中をなくすため半球形となっている。

3. 実験方法

インプラントの前処置として、左右上顎第4

前臼歯の抜歯を行った。抜歯後2か月経過した時点で同部に左右1本ずつ、インプラントの埋入を行った。埋入術式は以下の通りである。まず、抜歯部位の粘膜、骨膜を歯槽頂から頬側へU字型に切開を加え、粘膜骨膜弁を口蓋側方向に剝離翻転し、歯槽骨の稜状の部分カーバイトバーを用いて平坦にした後、歯槽頂の頬舌的ほぼ中央部分よりピーソリマーにて上顎洞への穿孔を行った。この時、洞粘膜も完全に穿孔させるようにした。洞粘膜の穿孔は、呼吸に合わせて気泡を伴った鼻腔、穿孔部からの出血、およびゾンデを用いた触診により確認した。以後、注水下、低速回転にて専用ドリル、リーマーを用い、順次、インプラント窩の拡大、形成を行った。最終リーマーはインプラントと同径のものを用いた。インプラントをインプラント窩に挿入し、槌打棒とマレットにて槌打、埋入した。このとき、インプラント基底部分が歯槽頂部と同じ高さになるように埋入した(写真1)。粘膜骨膜弁を旧位に復し、ナイロン糸にて縫合し、閉鎖創とした。術中、抗生剤の静脈内投与を行ったが、術後の抗生剤の投与は行わなかった。インプラント埋入後7日、14日、30日、90日、180日、270日目にそれぞれ5頭ずつ、インプラントを含む上顎骨の摘出を行った。摘出後、ただちに10%中性ホルマリン溶液にて7日間浸漬固定を行った。その後、エタノール上昇系列にて脱水、アセトン置換の後、樹脂真空含浸装置を用いてエポキシ樹脂(エポン812, TAAB社, England)包埋を行い、重合硬化させた。その後、マイクロカッティングマシンBS-3000(EXAKT社, Germany)にてインプラントの長軸に平行に頬舌的半連続切片を作製し、マイクログラインディングマシンMG-4000(EXAKT社, Germany)にて厚さ約50 μ mの研磨標本とした。研磨標本には、塩基性フクシン・メチレンブルー重染色を施し、光学顕微鏡にて観察を行った。観察部位は、インプラン

ト埋入部の洞粘膜、洞底部の骨壁、顎骨内部とした。

III. 結 果

1. インプラントの埋入状態

今回行った検体は30頭60側で、実験期間を通してインプラントの口腔内、上顎洞内への自然脱落は認められなかった。インプラントと骨との界面の状態より、骨癒着界面は、7日目で7/10側、14日目で9/10側、30日目で6/10側、90日目で9/10側、180日目で10/10側、270日目で7/10側、合計48/60側(80%)であり、線維性界面は、7日目で3/10側、14日目で1/10側、30日目で4/10側、90日目で1/10側、180日目で0/10側、270日目で3/10側、合計12/60側(20%)であった。

2. 病理組織学的所見

1) 術後7日目における所見

A. 洞粘膜所見

術後7日目の標本では、インプラントが上顎洞底部の骨を穿孔し上顎洞へ突出する程度により、洞粘膜は、インプラントに種々の状態で接していた(写真2, 3)。突出の程度が大きいものでは、インプラントは洞粘膜を突き破り、洞内に露出していた(2/10側)。また、露出したインプラント表面には血餅や骨削片が種々の程度で付着していた。突出の程度が小さいものでは、洞粘膜を突き破らず、その先端は洞粘膜に被覆されていた(8/10側)。インプラントが洞粘膜を突き破っているものでは、上皮層は、インプラント側面で内翻し、断端に向かうに従って上皮細胞の配列が乱れるとともに細胞の丈が扁平となっていた(写真4)。また、同部では線毛は消失していた。固有層切断面は、薄い線維性結合組織に覆われ、一部インプラントと接していた。また、穿孔部周囲の上皮下結合組織層はやや浮腫性に肥厚し、軽度の炎症細胞浸潤を認めた。インプラント周囲以外の部分では、特に洞粘膜に異常所見は認められなかった。インプ

ラントが洞粘膜を突き破っていないものでは、被覆している洞粘膜は、穿孔部が完全に修復されて、ほぼ正常の所見を呈しているものと（写真5）、穿孔部が癒合しておらず、創面が血餅あるいは肉芽組織で覆われているものがあった（写真6）。穿孔部が修復されているものでは、同部の上皮細胞も通常の線毛円柱上皮細胞の所見を呈していた。固有層もほぼ正常の所見を呈していたが、インプラント先端部の固有層の厚みは、インプラント側面部に比べて薄かった。また、上皮下結合組織層に軽度の炎症細胞浸潤を認めるものがあった。インプラントと洞粘膜との間には、比較的厚く、すう疎な線維性結合組織が介在しており、同部には大小さまざまな骨削片が含まれていた。骨削片周囲に多核巨細胞を認めるものもあった。穿孔部が癒合していないものでは、上皮層は、断端部で上皮細胞の配列は乱れ、複雑な形態を呈していた。また、穿孔部周囲に骨削片、血餅などとともに炎症細胞浸潤を認めた。

インプラントが洞粘膜を突き破っているのかにかかわらず、洞粘膜は、種々の程度で洞底の骨表面より剝離挙上され、洞底の骨との間にスペースが生じていた。そのスペースの量は、インプラントが洞粘膜を突き破っていないものの方が比較的大きかった。スペースの中には、多量の骨削片を含んだ肉芽組織で満たされており、血腫を認めるものが多かった。洞粘膜下の骨削片は、周囲に多核巨細胞を認めるものと、骨芽細胞が配列し骨新生を認めるものがあった。

B. 洞底部の骨壁の所見

術後7日目の標本では、洞底の骨切断面とインプラントとは、一般に直接接しているか、もしくはわずかな間隙を介して接している領域が多かった。洞底の骨表面では、洞粘膜が剝離された範囲で鋸歯状の吸収窩を認めるものと、吸収を受けて粗ぞうとなった元来の洞底の骨表面

に、添加性に洞側へ向かって樹枝状に伸びる幼若な新生骨、類骨とその周囲に骨芽細胞の配列を認めるものがあった（写真7）。また、反対の海綿骨側表面にも添加性に骨新生が観察された。

C. 顎骨内部所見

インプラントは、インプラント窩を構成する骨切断面と各所で接していた。しかし、一部、インプラントとインプラント窩との間に比較的大きな間隙が認められるものもあり、その間隙には、インプラント面に平行に走行する比較的小さな疎な線維性結合組織が形成されていた。インプラント周囲の骨梁構造は、実験に用いた個体、埋入部位などにより差が認められたが、いずれの場合も、インプラント周囲の海綿骨内の骨髄には互いに細胞突起で連絡し合う細網細胞が多数認められ、脂肪組織はほとんど消失していた。一方、インプラントからかなり離れた領域における骨髄は通常の黄色髄であった。元来の骨梁はフクシン、メチレンブルーによる染色性が低いのに対し、骨梁表面には、フクシン好性の類骨が観察され、その周囲に骨芽細胞が規則正しく配列していた（写真8）。新生骨の幅が厚く発育肥厚している部分では、新生骨の中心部でメチレンブルー好性の領域も認められ、この部の石灰化がうかがえた。このような網状の骨新生とともに元来の骨梁表面に破骨細胞の出現と吸収窩も認められた。元来の骨梁表面における吸収窩はインプラントに面した側で主に認められ、その反対側で添加性骨新生が認められた。インプラント側でも添加性骨新生が認められたが、多くは一度吸収を受けた後に骨新生が生じていた。また、上顎洞の外側でインプラントに近接した眼窩下管のインプラント側壁表面にも添加性骨新生が認められた。

2) 術後14日目における所見

A. 洞粘膜所見

術後14日目の標本においても、術後7日目の

ものと同様、インプラント周囲の洞粘膜には種々な状態がみられた。インプラントが洞粘膜を突き破っているもの(2/10側)では、上皮層は、インプラント側面において内翻し、断端に向かうに従って上皮細胞は扁平化しており、線毛は消失し、口腔粘膜における内縁上皮様の形態を示していた。それら内側へ向かう上皮の長さは短かく、固有層切断面を覆う線維性結合組織に移行していた。固有層切断面は、すう疎な線維性結合組織を介してインプラントと接していたが、一部、インプラントから遊離している部分も認められた。固有層内には、インプラントから遊離している部分の断端周囲に軽度の炎症細胞浸潤を認めた。また、7日目同様、洞内に露出したインプラント表面には血餅や骨削片が種々の程度で付着していた。インプラントが洞粘膜を突き破らず被覆されているもの(8/10側)では、被覆している洞粘膜は、穿孔部が完全に修復されてほぼ正常の所見を呈しているものと、穿孔部が癒合していないものがあった。7日目同様、穿孔部が癒合していないものでは、上皮層は、断端部で上皮細胞の配列が乱れ、複雑な形態を呈していた。固有層は、インプラント先端部の厚みが、インプラント側面部に比して薄かった。また、穿孔部周囲に骨削片とともに炎症細胞浸潤を認めるものが多かった。穿孔部が修復されているものでも、洞粘膜下の線維性結合組織内に小さな骨削片を含んでいた。

また、洞粘膜は、種々の程度で洞底の骨表面より剝離挙上され、スペースの中は、依然として骨削片を含んだ肉芽組織で満たされており、血腫を認めるものもあったが、その範囲は小さかった。洞粘膜下の骨削片は、周囲に多核巨細胞を認めるものと、骨芽細胞が配列し骨新生が生じているものがあった。

B. 洞底部の骨壁の所見

洞底の骨表面における骨新生はさらに活発となり、洞粘膜の剝離挙上されたスペースを占め

る割合が増加していた。インプラントとインプラント窩との適合が良好なものでは、インプラントに沿って洞側方向へ骨新生が認められた(写真9)。一部、インプラントとの間隙が広く、洞底の骨切断面に破骨細胞を認めるものもあった。しかし、インプラント周囲にロート状骨吸収を認めるものはなかった。

C. 顎骨内部所見

術後14日目では、インプラント周囲における骨形成が術後7日目の状態に比べかなり進行し、元来の骨梁周囲ならびに骨梁間に新生骨梁が多数形成されていた。それらの新生骨梁は術後7日目のものに比べかなり発育肥厚し、染色性の低下を認めたが、骨小腔は通常の骨に比べ大きく、その配列に規則性はみられなかった。また、新生骨梁表面にはフクシンに濃染する多量の類骨を認め、その周囲に骨芽細胞が配列し、活発な骨新生がうかがえた。また、インプラントに面した骨梁の吸収面にも骨添加が起こり、インプラントに接した骨梁からインプラント表面に沿って骨新生が認められた。元来の骨梁表面に破骨細胞を認める部分もあった。骨と接していない部分において、インプラント表面には骨髄が接するとともに多核巨細胞を認めるものがあった。

3) 術後30日目における所見

A. 洞粘膜所見

術後30日目の標本では、インプラントが洞粘膜を突き破っているもの(7/10側)では、洞粘膜は、術後14日目とほぼ同様の所見を呈していた。すなわち、上皮層はインプラント側面で内翻し、断端に向かうに従って上皮細胞は扁平となり、線毛の消失を認め、内縁上皮様の形態を示していた(写真10)。固有層切断面は、ほぼ全域で比較的厚い、インプラント面に平行に走行する線維性結合組織を介してインプラントと接しており、前段階でみられたようなインプラントから洞粘膜が遊離しているものは認められな

かった。一部、穿孔部断端付近の上皮下に軽度の炎症細胞浸潤を認めるものがあった。しかし、インプラント側面における洞粘膜上皮の陥入は認めなかった。また、洞内に露出したインプラント表面に骨削片、血餅などの付着物を認めるものもあった。インプラント先端が洞粘膜に覆われているもの(3/10側)では、穿孔部はすべて癒合しており、欠損した部分は認められなかった。また、癒合した部分は標本によって種々の状態を呈していた。すなわち、上皮層、固有層ともほぼ正常な所見を呈するもの、上皮細胞の配列が乱れ、上皮層が固有層内に陥凹しているもの、上皮細胞は扁平で線毛を欠き、固有層はすう疎な結合組織で占められ、腺組織を欠くものなどである(写真11)。いずれの場合も、洞粘膜とインプラントの間には、インプラント面に平行に走行する比較的厚い線維性結合組織が介在していた。また、一部、上皮内、上皮下に骨削片を含むものもみられ、その周囲には炎症細胞浸潤を認めた。

B. 洞底部の骨壁の所見

洞底の骨表面の新生骨は肥厚成熟が進み、元来の洞底の骨と区別がつきにくくなっていた(写真12)。洞粘膜下のスペースが小さいものでは、スペース全体が新生骨で占められていた。また、洞粘膜に炎症細胞浸潤があっても、インプラント周囲にロート状骨吸収は認めなかった。

C. 顎骨内部所見

術後30日目の標本では、海綿骨領域において、インプラント周囲における元来の骨梁周囲ならびにインプラント表面の新生骨は、術後14日目のものに比べ、かなり肥厚していた(写真13)。それらの新生骨は染色性が低下するとともに、骨小腔も通常の形態をなし、配列に規則性をもつ領域が増加し、元来の骨組織と区別しづらい状態となっていた。それらの骨梁表面には一層の類骨や骨芽細胞が認められる領域が多かつ

た。インプラント表面が骨髄と接する部分では、インプラント表面に多核巨細胞や吸収窩がみられることが多かった。また、種々の範囲で、骨とインプラントとの間に、インプラント面に平行に走行する比較的厚い線維性結合組織が形成されている領域も認められた。

4) 術後90日目における所見

A. 洞粘膜所見

術後90日目の標本において、インプラントが洞粘膜を突き破っているもの(6/10側)では、術後30日目のものとほぼ同様の所見を呈していた。インプラントが洞粘膜に覆われているもの(4/10側)で、穿孔部が修復された部分では、上皮細胞は扁平で、線毛を欠いており、上皮下に小さな骨削片が含まれているものも認められた。固有層はすう疎な結合組織で占められ、腺組織を欠いていた。インプラントと洞粘膜の間には厚い線維性結合組織が介在していた。また、洞粘膜内に、炎症細胞浸潤はほとんど認められなくなっていた。インプラント側面における洞粘膜上皮の陥入も認めなかった。

B. 洞底部の骨壁の所見

洞底の骨表面における骨形成はさらに進み、洞粘膜の剝離挙上されたスペースのかなりの範囲を緻密骨が占めるようになっていた。しかし、インプラント表面に沿って骨が形成されているものは少なく、厚い線維性結合組織がインプラント表面を覆っているものがあった。しかし、インプラント周囲にロート状骨吸収は認めなかった。

C. 顎骨内部所見

術後90日目の標本では、インプラント周囲における骨形成はさらに進行していた。また、インプラント表面に沿ってさらに発育肥厚した骨が形成され(写真14)、かなりの範囲でインプラントと骨は接していたが、一部、骨形成途上の部分もあり、同部のインプラント表面は、細網細胞に囲まれ、吸収窩を認める領域もあった。

また、インプラント面に平行に走行する厚い線維性結合組織が形成されている部分もあった。

5) 術後180日目における所見

A. 洞粘膜所見

術後180日目においても、洞粘膜とインプラントとの関係は、前段階のものと基本的に変化なく、洞粘膜の状態も、術後90日目のものとほぼ同様の所見を呈していた。インプラント先端が洞粘膜に覆われているもの(4/10側)では、洞粘膜内に炎症細胞浸潤は認められず、洞粘膜内、洞粘膜下に骨削片、血餅などもみられなかった(写真15)。しかし、インプラントが洞粘膜を突き破って洞内に露出しているもの(6/10側)のうち1検体において、穿孔部周囲の上皮下に軽度の炎症細胞浸潤を認めた。同部の上皮細胞は扁平で、線毛の消失を認めた。しかし、インプラント側面における洞粘膜上皮の陥入は認めなかった。また、その検体において洞内に露出したインプラント表面には、骨削片やフクシンに濃染する無構造物が付着していた。

B. 洞底部の骨壁の所見

インプラントが洞粘膜を突き破っているもの、いないものにかかわらず、頬側、口蓋側ともに洞側、歯槽側両方への骨添加により、洞底の骨の厚みが増すとともに、インプラントに沿った洞側への骨形成により、インプラントの洞穿孔した部分かなりの範囲で緻密骨に覆われるようになっていた(写真15)。しかし、穿孔したインプラントの先端全体が骨に覆われているものはなかった。また、洞底の骨とインプラントとは密に結合しており、界面に線維性結合組織が入り込んでいるものは認められなかった。洞粘膜に炎症細胞浸潤を認めたものでも、洞底の骨表面に特に吸収は認められず、インプラントと骨とは密に結合し、インプラント表面に沿って骨形成が生じていた。

C. 顎骨内部所見

海綿骨領域においてインプラントはほぼ全域

が骨に覆われていた(写真16)。しかし、その周囲の骨梁は細くなり、骨髓腔の拡大が認められ、黄色髄となっている領域が多かった。また、骨梁表面に骨芽細胞はきわめて少なくなっていた。また、骨に覆われたインプラント表面には各所に吸収窩と思われる凹みを認め、同部には骨が満たされていた。

6) 術後270日目における所見

A. 洞粘膜所見

術後270日目では、洞粘膜は基本的に術後180日目と同様の所見を呈していた。インプラントを洞粘膜が覆っているもの(6/10側)では、洞粘膜はほぼ正常所見を呈しており、炎症細胞浸潤は認められなかった(写真17)。しかし、インプラントが洞粘膜を突き破って洞内に露出しているもの(4/10側)のうち1検体において、穿孔部周囲の上皮下に軽度の炎症細胞浸潤を認めた。同部の上皮細胞は扁平となり、線毛の消失を認めた。しかし、インプラント側面における洞粘膜上皮の陥入は認めなかった。また、その検体において、洞内に露出したインプラント表面には骨削片やフクシンに濃染する無構造物が付着していた。

B. 洞底部の骨壁の所見

洞底の骨の状態は、術後180日目にみられたものと基本的に同様であった。洞粘膜に炎症細胞浸潤を認めたものでも、インプラント周囲にロート状骨吸収は認められず、インプラントと骨とは密に結合し、インプラント表面に沿って骨形成が生じていた(写真17)。

C. 顎骨内部所見

術後270日目では、海綿骨領域は術後180日目よりもさらに骨梁が減少するとともに、細くなっていた。インプラントは海綿骨領域でほぼ全域が骨に覆われているが、その骨の幅は減少していた。また、骨梁表面に骨芽細胞はほとんど認められず、破骨細胞が各所に認められた。また、一部、顎骨内部全域においてインプラン

トとインプラント窩との間隙にインプラント面に平行に走行する厚い線維性結合組織が形成されているものも認められた。

IV. 考 察

1. インプラント埋入状態

今回の実験の結果、インプラントと骨との界面の状態は、骨癒着界面が80% (48/60側)、線維性界面が20% (12/60側)であった。

今回の実験に用いたイヌは個体により上顎洞の形態、大きさ、位置、および顎堤頂から洞底までの距離などによりかなり相違があった。したがって、インプラントの洞内における突出状態はさまざまで、それによって洞粘膜とインプラントとの関係も種々の状態で観察された。その状態を大別すると、インプラントの先端が洞粘膜を突き破って洞内に露出しているもの(27/60側)と、インプラント先端が洞粘膜に覆われているもの(33/60側)とがみられた。

また、線維性界面を認めたものでは、インプラント側面のほぼ全周にわたり、線維性結合組織で覆われていた。線維性界面は、長期間を経ると周囲骨の吸収をもたらす、インプラントの動揺、沈下を生じ、プラーク、細菌に起因する炎症や骨吸収を惹起し、付着上皮の深部増殖をもたらすことが多くの基礎的ならびに臨床的研究によって確認されており¹⁹⁻²¹⁾、現段階では、インプラントが長期にわたって植立するためには、骨癒着界面の成立が必須と思われる。骨癒着界面となるか、線維性界面となるかは、主にインプラント窩の拡大形成時の熱による骨損傷の程度、および治癒期間中のインプラントの固定状態の良否によるといわれている²²⁻²⁵⁾。Erikssonら²⁶⁾は、チタンインプラントを用いた実験で、インプラント窩形成時に骨面から0.5mm離れた部分での温度上昇を測定し、47°Cが1分間持続した場合には、骨形成が著しく障害を受けることを報告している。今回の実験において、イ

ンプラント窩の拡大形成時の冷却は、外側からの注水のみで行ったため、場合によっては、冷却水が骨の切断面に十分に到達しなかった可能性も考えられ、今後詳細に検討する必要があると思われた。また、骨癒着界面の成立には、治癒期間におけるインプラントの固定が重要であり、そのためには、インプラントとインプラント窩との緊密な適合が必要である。この適合が悪く、インプラントが動揺する場合、インプラントは異物反応として線維性結合組織により被包される。今回、インプラント窩の拡大形成は、電気エンジンのみを用い、特に固定せずに行ったが、上顎は皮質骨が薄く、海綿骨が粗であるため、わずかな軸ブレにより大きな不適合が生じやすい。したがって、インプラント窩の拡大形成にあたっては、形成用ガイドや手用切削器具を応用するなど、かなり精密な操作が必要であることが示唆された。

2. インプラントと上顎骨

上顎骨は、一般に下顎骨に比べ緻密骨の幅が薄く、顎骨内部における海綿骨構造が粗な領域が多い。また、歯牙喪失後は、萎縮性の吸収により経時的に骨量が著しく減少する。

骨内インプラントの植立安定は、インプラント周囲の顎骨組織によって行われる。したがって、顎骨の吸収が高度に進行し、内部の海綿骨構造が粗な領域では、基本的にインプラントは非適応とされている。特に、骨組織と直接結合せず、その維持を主に機械的嵌合に頼る素材を用いたインプラントでは、骨質の良否が長期成績を左右する大きな因子となる。スクリュウ型チタンインプラントについてのいくつかの臨床統計的研究²⁷⁻³²⁾でも、上顎におけるインプラントの成功率(残存率)は、下顎に比べ明らかに低いことが報告されている。しかし、結晶化ガラスインプラントの場合、組織親和性が非常に高いという材料¹⁾のもつ特性から、骨質に左右されず、上顎においても下顎同様高い成功率が

得られる可能性が期待できる。

3. インプラントと上顎洞

上顎骨はその内部に上顎洞という含気洞を含んでいる。上顎洞の広がり、一般に前端が犬歯から第1小臼歯で、後端が第3大臼歯の遠心である。上顎洞は年齢とともに拡大し、成人になると鼻腔よりも低位となる。無歯顎では顎堤の吸収により洞底はさらに低位となり、歯槽骨縁に接するくらいになることもある。一般的には、高齢であるほど、また抜歯からの経過時間が長いほどその部分の骨量は少なくなる傾向にある。このような領域において骨内インプラントを応用する場合、上顎や鼻腔壁の立体構造をX線写真にて十分に把握することは困難であり、インプラント手術時に切削器具が上顎洞に穿孔することや、インプラントの先端が洞内に突出する危険性は十分にある。洞内に突出したインプラントは感染の原因となり上顎洞炎を起こす恐れがある。実際に、臨床において上顎にインプラントを埋入した場合、術前の診査、手術操作、および術後のフォローの不備などから上顎洞炎を引き起こし、インプラントの失敗を招くケースは多い¹⁰⁻¹⁵⁾。

一方、Branemarkら¹⁶⁾は、チタンを用いたOsseointegrated implant法において、臨床でインプラントが上顎洞に突出したものについて経時的に調べた結果、洞底部の骨あるいは洞粘膜も穿孔し、長期間経過したものにおいても上顎洞に炎症は認められず、また失敗したものにおいてもインプラントの機能を負担する骨組織側に問題があり、特に洞内に炎症はなかったと述べている。また、突出部のインプラント周囲に骨形成を認めている。さらに、イヌを用い、鼻腔の骨壁を穿孔し、鼻腔内にインプラントを突出させた実験を行い、その結果、インプラントの突出部周囲の粘膜は正常所見を呈し、インプラントは骨と直接接しており、線維性組織の介在は認められなかったと述べている。また、武

井³³⁾はハイドロキシアパタイトインプラントを用いて、サルの上顎洞に穿孔させた実験的研究から、洞粘膜を突き破りインプラントを洞内に突出させたとしても、このように骨と直接結合するインプラントでは組織学的に問題が生じなかったと報告している。また、西原ら¹⁷⁾は、合成ハイドロキシアパタイト焼結体を用いた結合組織癒着様式のインプラントをイヌの鼻腔に穿孔させた実験を行った結果、インプラント先端が骨膜に覆われ、周囲には骨の形成が認められ、良好なる成績を得たと述べ、このインプラントを臨床応用し、上顎洞への穿孔症例において、穿孔が歯槽骨のみで洞粘膜への穿孔はない場合、洞粘膜も穿孔している場合、いずれにおいてもX線でlamina dura様の像が認められ、感染もなく良好な結果が得られたと述べている。

このように、いくつかの研究ではインプラントが上顎洞に穿孔した場合でも特に問題は生じず、良好に機能することが報告されており、インプラントの適応範囲が広がる可能性が期待される。しかしながら、このような問題に関しては、いまだ十分に検討されておらず、インプラントが上顎洞に突出した場合の、インプラント周囲における骨形成ならびに上顎洞に及ぼす影響について、さらに多くの基礎的研究が必要と思われる。そこで今回、イヌ下顎骨において良好な骨結合能と組織親和性を示した結晶化ガラスを用いて、イヌ上顎洞に穿孔させ、インプラント周囲の骨ならびに上顎洞粘膜に生じる組織学的変化を経時的に検索した。

4. 病理組織学的所見

1) 洞粘膜

インプラントが洞粘膜を突き破って洞内に露出しているものでは、洞粘膜切断面とインプラントとの関係は、インプラントが口腔内に突出する部分における口腔粘膜との関係に類似していた。一般に、臨床的に健全なインプラント周囲の口腔粘膜は、歯槽骨上でインプラント面に

平行に走行するコラーゲン線維が密にインプラントと接し、接合上皮がヘミデスモゾームを介してインプラントに付着しているといわれ³⁴⁾、結晶化ガラスインプラントにおいても同様の所見が得られたとの報告がみられる³⁵⁾。今回は、光顕レベルでの観察のため、ヘミデスモゾーム様構造は確認していないが、インプラント周囲の洞粘膜は、線維性結合組織を介してインプラントに密接しており、生物学的封鎖が成立し、感染の防御に役立っているものと思われた。一部の検体において、長期にわたって洞粘膜に軽度の炎症細胞浸潤がみられたが、この場合、インプラントに付着して洞内に残留している骨削片などが、感染あるいは刺激の原因となっている可能性が高い。しかし、このような場合においてもインプラント側面における洞粘膜の陥入は認められず、武井³³⁾も同様の報告をしている。今回の実験では、骨削片を排除するための上顎洞の洗浄は行わなかった。しかし、インプラントが洞内に突出した場合、このような骨削片を洞内に押込む危険性が高い。したがって、上顎洞に穿孔した際には、内部を十分に洗浄することが必要であると思われた。

インプラント先端を洞粘膜が覆っているものでは、洞粘膜の損傷は経時的に修復され、特に問題は残らないことがわかった。

2) 洞底部の骨壁

インプラントが顎骨内から上顎洞内に突出する部分では、インプラントは比較的厚い緻密骨で形成された洞底の骨と接していた。しかし、一部、間隙が広く、そこに線維性結合組織が形成されているものも認められた。これらに関して、インプラントが洞粘膜を突き破っているか、いないかによる差は認められず、また、洞粘膜の炎症の有無にも関係なかった。したがってこの原因は、インプラント窩の拡大形成時の熱の影響やインプラントの不適合などの手技的なものであると考えられた。また、洞粘膜に炎症が

長期停滞した状態においても、インプラント周囲の洞底部のロート状骨吸収および洞粘膜の陥入は認められず、武井³³⁾も同様の報告をしている。

洞底の骨表面における骨形成範囲および形成量は、インプラントが洞粘膜を突き破っているものに比べ、インプラント先端が洞粘膜に覆われているものの方が多いう傾向がみられた。これは、後者の方が洞粘膜の剝離挙上により生じたスペースが大きかったためであると思われる。

最近、インプラント植立のために、洞粘膜を剝離挙上し、種々の骨補填材を利用するなどして、そのスペースに骨新生を促すsinus liftについて多くの報告がなされている³⁶⁻⁵⁷⁾。sinus liftは、Tatum³⁷⁾が1975年から1976年にかけて15例の上顎洞内の骨移植術を行ったのが最初といわれ、上顎洞側壁に穴をあけて洞内にアプローチするこの方法をはじめ、インプラント窩からアプローチする方法など、現在まで種々の手術手技が行われているが、臨床研究が先行し、基礎的研究は少ない。今回の結果は、sinus liftが従来報告にあるように、インプラントの支持骨量の増大に有用な方法であるとともに、結晶化ガラスがsinus liftの骨補填材としても有用であることを示唆するものであった。

3) 顎骨内部

今回の結果より、粗な海綿骨領域である上顎骨においても、結晶化ガラスインプラント埋入により、下顎骨同様良好な骨形成と骨結合が得られ、上顎洞に穿孔した場合でも、顎骨内に埋入されたインプラント表面および周囲の骨形成に特に異常はみられないことがわかった。一部、インプラントとインプラント窩との間隙が広く、そこに線維性結合組織が形成されているものが認められたが、その原因は、インプラント窩の拡大形成時の熱の影響、あるいはインプラントの不適合によるものと思われた。

長期経過に伴って、骨梁が細くなったのは、

本実験が非機能下における観察であるため、廃用性萎縮によるものと考えられる。北村⁷⁾は、本素材をイヌ下顎骨に埋入した場合、非機能下では120日目以降、経時的に周囲骨梁の萎縮を認めたと述べている。また、麻生⁸⁾は、同様に埋入したインプラントに90日目より機能負荷を与えることにより、インプラント周囲に形成された太い骨梁が機能負荷後300日目にいたっても維持されていたと述べている。

5. 結晶化ガラスインプラントの上顎への応用の可能性および上顎洞穿孔の可否

今回の実験結果より、結晶化ガラスインプラントを上顎洞に穿孔させた場合、インプラントが洞粘膜を突き破っているのかにかかわらず、洞粘膜の損傷は比較的早期に修復され、高度な炎症も生じず、インプラント周囲の骨形成にもなんら影響を及ぼさないことがわかった。

但し、インプラント先端が洞粘膜に覆われているものでは、洞粘膜内あるいは洞粘膜下に多量に認められた骨削片が、経時的に減少し、遅くとも180日目以前にはすべて消失していたのに対し、インプラントが洞粘膜を突き破り、洞内に露出しているものでは、露出したインプラント表面に付着した骨削片や血餅が、270日目にいたっても残存している場合があり、それらの周囲洞粘膜に軽度ではあるが炎症細胞浸潤を認めた。このような付着物が認められないものでは、インプラント先端が洞粘膜に覆われているもの同様、周囲の洞粘膜に炎症細胞浸潤は認められず、結晶化ガラスインプラント自体は洞穿孔しても為害性はなく、生体親和性に優れていることを裏付けた。井田⁵⁸⁾は、洞内に迷入した異物によって炎症が生じるか否かは、異物が汚染されているか無菌かによると述べている。インプラントとともに洞内に押込まれた骨削片が汚染されている可能性は十分考えられ、そのような場合、それらが吸収、あるいは排出などの処理を受けずに、長期にわたって洞内に残存して

いれば、洞粘膜に炎症が生じる原因となる可能性が推察される。

また、インプラントが洞粘膜を突き破っているものでは、30日目以降、洞粘膜は線維性結合組織を介してインプラントに密に接しており、インプラント側面における洞粘膜上皮の陥入は認めなかった。しかし、健全なインプラント周囲の口腔粘膜において認められるような上皮性の付着は明らかではなく、線維性結合組織も口腔粘膜におけるそれと同様インプラント面に平行に走行するもので、天然歯にみられるような線維性の結合が得られている訳ではないため、感染が生じた場合には洞粘膜上皮の陥入が容易に起こることが推測される。良好な骨結合が得られた場合は、洞内は、プラークの存在する口腔内に比べ、感染は生じにくい環境ではあるが、いったん、感染が生じた場合、上皮の陥入、骨吸収を阻止するのは困難であり、インプラントの脱落は免れないであろう。

これらのことから、インプラントが洞粘膜を突き破ることは避けるべきである。

一方、インプラントが洞粘膜を突き破らない場合は特に問題はなく、むしろ洞粘膜を剝離挙上した結果、インプラントの支持骨量の増大が得られたことは、sinus lift の併用により、結晶化ガラスインプラントの上顎での適応範囲が広がる可能性を示唆した。

顎骨内においては、下顎骨同様、インプラント周囲の骨形成は良好で、埋入部のほぼ全域が緻密な骨に覆われていた。しかし、洞内に穿孔した部分においてインプラントの先端は骨に覆われてはおらず、側面のみ支持となっていた。このような状況で、実際に、咬合力に耐えうるかどうかは、今後、機能負荷試験、打抜き試験などにより検索する必要がある。また、一部、骨結合が得られず、線維性結合組織による被包を受けたものもみられたが、これらは手術手技の改善により解決されるものと思われた。

V. 結 論

結晶化ガラスインプラントの上顎への応用の可能性を探る目的で、インプラントの先端を上顎洞へ穿孔させ、周囲組織の経時的变化を観察し、以下の結果を得た。

1. 洞 粘 膜

- 1) 洞粘膜は、各時期を通じてインプラントの先端を覆っているものと、インプラントが突き破っているものとが認められた。
- 2) インプラントが洞粘膜を突き破っているもの、いないものにかかわらず、術後30日目までは機械的損傷に伴った軽度の炎症細胞浸潤が穿孔部周囲の上皮下に限局して認められたが、遅くとも90日目以前には修復され、それ以降、著明な炎症細胞浸潤は認められなかった。
- 3) インプラントが洞粘膜を突き破って洞内に露出しているものの一部において、洞内に押込んだ骨削片などの付着物が術後270日目にいたってもインプラント表面に残存しているものがあり、それらでは、上皮下に軽度の炎症細胞浸潤が認められた。
- 4) インプラント側面において洞粘膜上皮の陥入は認めなかった。

2. 洞底部の骨壁

- 1) インプラント埋入時、洞粘膜が上顎洞底骨面より剝離挙上されて、スペースが生じていた。そのスペースに術後7日目より骨新生が認められ、最終的には、スペース全体が緻密骨で満たされ、洞内に突出したインプラントを広く覆っていた。洞粘膜の剝離挙上量は、インプラントが洞粘膜を突き破っていないものの方が、突き破っているものに比してやや多く、それに伴って骨形成範囲、および形成量も多かった。
- 2) インプラントとインプラント窩との適合が良好なものでは、術後14日目より洞内に突出

したインプラント表面に沿った骨新生が認められた。

- 3) インプラント周囲の洞粘膜に炎症が停滞した状態においても、インプラント周囲の洞底の骨の吸収は認められなかった。

3. 顎骨内部

- 1) インプラント周囲の海綿骨領域における変化としては、術後7日目より14日目まで元来の骨梁周囲に活発な骨新生が認められ、以後経時的に、インプラントに沿った骨新生が認められた。90日目以降では、インプラントは埋入部のほぼ全域が骨に覆われていた。
- 2) これらの所見は、インプラントの突出の程度、洞粘膜の被覆の有無に関係なくほぼ同程度だった。
- 3) 一部、インプラントとインプラント窩との間隙が大きい標本では、そこに線維性結合組織が形成され、270日目にいたってもインプラントと骨との結合が得られないものも認められた。

以上の結果より、結晶化ガラスインプラントを上顎洞に穿孔させた場合、インプラントが洞粘膜を突き破っているいないにかかわらず、洞粘膜の損傷は比較的早期に修復され、高度な炎症も生じず、インプラント周囲の骨形成にもなんら影響を及ぼさないことがわかった。また、粗な海綿骨領域である上顎骨においても、結晶化ガラスインプラントは緊密な埋入操作を行うことにより、下顎骨同様、良好な骨形成と骨結合が得られることが確認された。さらに、洞粘膜を剝離挙上した結果、インプラントの支持骨量の増大が得られたことから、sinus lift の併用により、結晶化ガラスインプラントの上顎での適応範囲が広がる可能性が示唆された。

謝 辞

稿を終えるにあたり、本研究の機会を与えてくださり、終始ご懇篤なるご指導ならびにご校

閱を賜りました村瀬博文教授に深甚なる謝意を表しますとともに、ご教示、ご校閲を賜りました本学口腔病理学講座賀来亨教授、本学補綴学第2講座坂口邦彦教授に深謝致します。また、本研究を進めるにあたり種々のご協力をいただいた口腔外科学第2講座および口腔外科学第1講座の諸先生に心よりお礼申し上げます。さらに、本研究の材料を提供して下さった日本電気硝子株式会社結晶化ガラス開発室の皆様へ深謝致します。

なお、本研究の一部は平成6年度北海道科学研究費補助金で行われたものである。

VI. 文 献

- 1) 松井 昌：Bioramicsの場における生体機能ガラスセラミックスの開発研究，I．特に歯学的応用への展開．*Quintessence* 7：421-436，1988.
- 2) 松井 昌，澁谷武宏：Bioramicsの場における生体機能ガラスセラミックスの開発研究，IV．特に顎骨内応用を目的とした生体活性ガラスセラミックス（CaO-P₂O₅-MgO-SiO₂-CaF系結晶化ガラス）の創成と応用に関する研究．*Quintessence* 7：1122-1138，1988.
- 3) 安井良一，藤本明秀，下里常弘：Bioramicsの場における生体機能ガラスセラミックスの研究開発，組織培養法による人工歯根用結晶化ガラスの生体適合性について．*Quintessence* 8：137-144，1989.
- 4) 本郷興人，向中野 浩，浅野元広，川浪雅光，加藤 熙：結晶化ガラス（CaO-P₂O₅-MgO-SiO₂-CaF系）人工歯根のサル歯槽骨内インプラント後の臨床的，病理組織学観察．*日歯周誌* 34：1119-1129，1989.
- 5) 吉本由紀子，原 興宜，安部達也，宮武祥子，赤峰昭文，前田勝正，青野正男：結晶化ガラス（CaO-P₂O₅-MgO-SiO₂-CaF系）に関する基礎研究，3．in vitroにおける骨系細胞の初期石灰化に与える影響．*日歯周誌* 32：164-174，1990.
- 6) 中野雅昭：結晶化ガラスのラット大腿骨埋植実験—歯科用インプラント材としての検討—．*口病誌* 58：198-233，1991.
- 7) 北村完二：結晶化ガラス人工歯根埋入による顎骨組織の経時的変化に関する実験的研究．*日口外誌* 36：915-933，1990.
- 8) 麻生智義：結晶化ガラス（CaO-P₂O₅-MgO-SiO₂-CaF系）人工歯根機能負荷による顎骨組織の組織学的変化に関する実験的研究．*日口外誌* 38：1387-1404，1992.
- 9) 富永恭弘，村瀬博文，増崎雅一，麻生智義，平 博彦，柴田敏之：結晶化ガラス人工歯根の骨組織による保持力および保持に関する組織学的研究（抄）．*日口外誌* 37：2236，1991.
- 10) 中野喜右人，山川 治，坂根清文，相浦洲吉，佐藤甫幸：上顎洞内に穿孔をきたした全顎骨内インプラントの撤去症例（抄）．*日口外誌* 36：3148，1990.
- 11) 森川雅之，西嶋克巳，鶴田敬司，西嶋 寛，湯原幹夫，湯原良通：インプラントにより知覚異常ならびに上顎洞炎を生じた1例．*日口腔インプラント誌* 3：235-240，1990.
- 12) 田辺晴康，杉崎正志，鮎瀬公彦，中沢正博：上顎洞炎を併発したインプラント施行患者（抄）．*日口腔インプラント誌* 3：285，1990.
- 13) 山田耕治，梶 隆一，篠田 豊，大竹智子，東野陽一，島津 薫：インプラントによって上顎洞炎を併発したと思われる1症例．*日口腔インプラント誌* 5：135-136，1992.
- 14) 岩田雅裕，西嶋克巳，高木 慎，茅野晃弘，高岸隆郎：インプラントにより上顎洞炎を併発した1例．*日口腔インプラント誌* 5：274-278，1992.
- 15) 加藤仁夫，武田 讓，中野裕理，石井達朗，山口福光，泉 廣次：仮性三叉神経痛と上顎洞炎を惹起した骨内インプラント．*日口腔インプラント誌* 6：136-141，1993.
- 16) Branemark PI, Adell R, Albrektsson T, Lekholm U, Lindström J and Rockler B: An experimental and clinical study of osseointegrated implants penetrating the nasal cavity and maxillary sinus. *J Oral Maxillofac Surg* 42: 497-505, 1984.
- 17) 西原克成，赤川徹弥：上顎大白歯部の人工歯根療法について（抄）．*日口外誌* 35：3058，1989.
- 18) 小宮山彌太郎：骨内インプラントと上顎洞．*日歯医師会誌* 42：1385-1390，1990.
- 19) 永井教之：インプラントに必要な病理学．川原春幸 監修：口腔インプラント学，上巻．医歯薬出版，東京，1991，pp. 91-119.
- 20) Donath K, Laaß M and Günzl H-J: The histopathology of different foreign-body reactions in oral soft tissue and bone tissue. *Virchows Archiv A Pathol Anat* 420: 131-137, 1992.

- 21) 永井教之, 今村高行, 黒田勝博: インプラント療法の基礎, インプラント-骨界面の病理組織学的課題. 歯ジャーナル 35: 409-416, 1992.
- 22) 桐ヶ久保光弘, 小林 優, 志村介三: インプラント療法の基礎, インプラントの経過不良について. 歯ジャーナル 35: 431-436, 1992.
- 23) 高森 等, 野村 篤, 代居 敬: 外科処置に関連して. 歯ジャーナル 40: 459-471, 1994.
- 24) 大野雄平: 外科処置に関連して. 歯ジャーナル 40: 473-482, 1994.
- 25) 小宮山彌太郎: 外科処置に関連して. 歯ジャーナル 40: 497-509, 1994.
- 26) Eriksson RA and Albrektsson T: The effect of heat on bone regeneration An experimental study in the rabbit using the bone growth chamber. J Oral Maxillofac Surg 42: 705-711, 1984.
- 27) Adell R, Lekholm U, Rockler B and Branemark PI: A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Int J Oral Surg 10: 387-416, 1981
- 28) Albrektsson T, Dahl E, Enbom L, Engevall S, Engquist B, Eriksson AR, Feldmann G, Freiberg N, Glantz P-O, Kjellman O, Kristersson L, Kvint S, Köndell P-Å, Palmquist J, Werndahl L and Åstrand P. Osseointegrated oral implants-A Swedish multicenter study of 8139 consecutively inserted Nobelpharma implants J Periodontol 59: 287-296, 1988.
- 29) Adell R, Eriksson B, Lekholm U, Branemark PI and Jemt T: A long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws Int J Oral Maxillofac Implants 5: 347-359, 1990.
- 30) Jaffin RA and Berman CL: The excessive loss of Branemark fixtures in type IV bone . A 5-year analysis. J Periodontol 62: 2-4, 1991
- 31) Friberg B, Jemt T and Lekholm U: Early failures in 4, 641 consecutively placed Branemark dental implants. A study from stage 1 surgery to the connection of completed prostheses Int J Oral Maxillofac Implants 6: 142-146, 1991.
- 32) DaSilva JD, Schnitman PA, Wöhrle PS, Wang HN and Koch GG, : Influence of site on implant survival 6 year results (Abst) J Dent Res 71: 256, 1992
- 33) 武井信作: アパタイト・インプラントの上顎洞穿孔に関する組織学的観察. 口病誌 53: 453-499, 1986.
- 34) Meffert RM: The soft tissue interface in dental implantology J Dent Educ 52: 810-811, 1988
- 35) 南部理恵: 人工歯根用結晶化ガラスに関する研究-動物実験における病理組織学的反応について-. 補綴誌 33: 543-557, 1989.
- 36) Boyne PJ and James RA: Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. J Oral Surg 38: 613-616, 1980
- 37) Tatum HJ: Maxillary and sinus implant reconstructions Dent Clin North Am 30: 207-229, 1986.
- 38) Smiler DG and Holmes RE: Sinus lift procedure using porous hydroxyapatite. A preliminary clinical report J Oral Implantol 13: 239-253, 1987.
- 39) Misch CE: Maxillary sinus augmentation for endosteal implants Organized alternative treatment plans. Int J Oral Implantol 4: 49-58, 1987.
- 40) Whittaker JM, James RA, Lozada J, Cordova C and GaRey DJ: Histological response and clinical evaluation of heterograft and allograft materials in the elevation of the maxillary sinus for the preparation of endosteal dental implant sites Simultaneous sinus elevation and root form implantation. An eight-month autopsy report J Oral Implantol 15: 141-144, 1989
- 41) Feigel A and Makek M: The significance of sinus elevation for blade implantology-Report of an autopsy case. J Oral Implantol 15: 237-248, 1989
- 42) Sailer HF. A new method of inserting endosseous implants in totally atrophic maxillae J Craniomaxillofac Surg 17: 299-305, 1989.
- 43) Kent JN and Block MS: Simultaneous maxillary sinus floor bone grafting and placement of hydroxylapatite-coated implants J Oral Maxillofac Surg 47: 238-242, 1989.
- 44) Jensen J, Simonsen EK and Sindet-Pedersen S: Reconstruction of the severely resorbed maxilla with bone grafting and osseointegrated implants. A preliminary report J Oral Maxillofac Surg 48: 27-32, 1990.
- 45) Chanavaz M: Maxillary sinus Anatomy, physiology, surgery, and bone grafting related to

- implantology-Eleven years of surgical experience (1979-1990) J Oral Implantol 16 : 199-209, 1990.
- 46) Hirsch JM and Ericsson I : Maxillary sinus augmentation using mandibular bone grafts and simultaneous installation of implants A surgical technique. Clin Oral Impl Res 2 : 91-96, 1991.
- 47) Jensen J and Sindet-Pedersen S : Autogenous mandibular bone grafts and osseointegrated implants for reconstruction of the severely atrophied maxilla. A preliminary report. J Oral Maxillofac Surg 49 : 1277-1287, 1991.
- 48) Wagner JR : A 3 ½-year clinical evaluation of resorbable hydroxylapatite OsteoGen® (HA Resorb)™ used for sinus lift augmentations in conjunction with the insertion of endosseous implants. J Oral Implantol 17 : 152-164, 1991.
- 49) 定永健男 : 上顎洞底挙上術とOsseointegration Implant (sinus lift procedure). デンタルアスペクト 5 : 61-67, 1991.
- 50) Jensen OT, Perkins S and Van de Water FW : Nasal fossa and maxillary sinus grafting of implants from a palatal approach. Report of a case. J Oral Maxillofac Surg 50 : 415-418, 1992.
- 51) Smiler DG, Johnson PW, Lozada JL, Misch C, Rosenlicht JL, Tatum OH and Wagner JR : Sinus lift grafts and endosseous implants. Treatment of the atrophic posterior maxilla. Dent Clin North Am 36 : 151-186, 1992.
- 52) Raghoobar GM, Brouwer THJ, Reintsema H and Van Oort RP : Augmentation of the maxillary sinus floor with autogenous bone for the placement of endosseous implants. A preliminary report. J Oral Maxillofac Surg 51 : 1198-1203, 1993.
- 53) Block MS and Kent JN : Maxillary sinus grafting for totally and partially edentulous patients. J Am Dent Assoc 124 : 139-143, 1993.
- 54) 定永健男, 渡辺孝夫 : 上顎洞底挙上と同時にインプラントを行った症例, 第1報 OsteoGen™とDembone™混用症例の組織像. 日口腔インプラント誌 6 : 231-236, 1993.
- 55) 清水治彦, 日高豊彦, 渡辺孝夫, 岩野清史, 中尾泉, 瀬戸皖一 : 骨補填材なしに上顎洞底骨造成術を行った1例. 日口腔インプラント誌 7 : 32-38, 1994.
- 56) Momtaheni DM, Schweitzer K and Muenchinger F : Technique for stabilization of autogenous cancellous bone grafts in sinus lift procedures. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 78 : 14-16, 1994.
- 57) Keller EE, Eckert SE and Tolman DE : Maxillary antral and nasal one-stage inlay composite bone graft. Preliminary report on 30 recipient sites. J Oral Maxillofac Surg 52 : 438-447, 1994
- 58) 井田智子 : 異物性上顎洞炎. 耳鼻臨床 50 : 961-965, 1957.

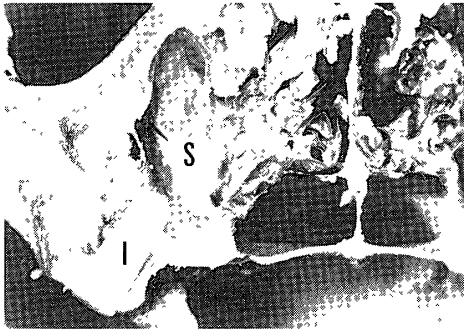


写真1 インプラント埋入のモデル
I：インプラント，S：上顎洞

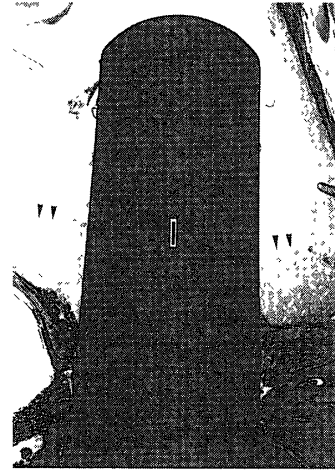


写真2 術後7日目の上顎洞穿孔部全体像
インプラント(I)は洞粘膜を突き破り(矢印)，洞内に露出している(×12.5)

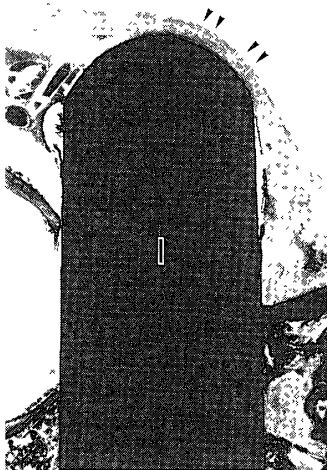


写真3 術後7日目の上顎洞穿孔部全体像
インプラント(I)先端は洞粘膜に覆われている(矢印)
(×12.5)



写真4 術後7日目の洞粘膜
インプラント(I)が洞粘膜を突き破り，洞粘膜はインプラントから遊離している(矢印)(×100)

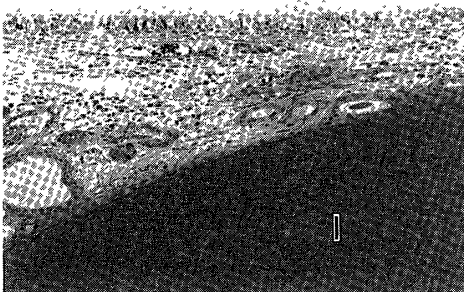


写真5 術後7日目の洞粘膜
インプラント(I)先端を覆う洞粘膜はほぼ正常の所見を呈している(×200)



写真6 術後7日目の洞粘膜
インプラント(I)先端を覆う洞粘膜に欠損部を認め，同部に多量の骨削片(矢印)と肉芽組織を認める(×50)



写真7 術後7日目の洞底の骨
洞底の骨表面に骨新生(矢印)を認める
I：インプラント(×100)



写真8 術後7日目の顎骨内部
元来の骨梁表面および周囲に網状の骨新生を認める,
I：インプラント(×100)



写真9 術後14日目の洞底の骨
洞底の骨表面からインプラント(I)に沿って骨新生
(矢印)が認められる(×200)

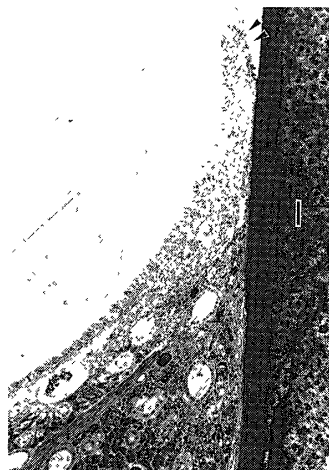


写真10 術後30日目の洞粘膜
インプラント(I)が洞粘膜を突き破り、洞粘膜は内縁
上皮様の形態(矢印)を示している(×100)

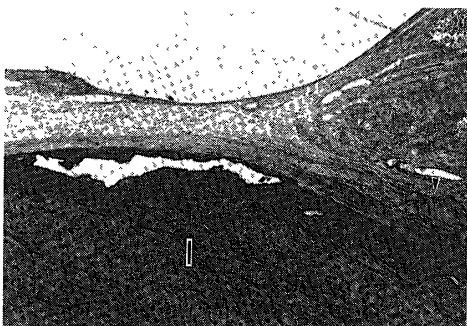


写真11 術後30日目の洞粘膜
インプラント(I)先端を覆う洞粘膜は上皮細胞が扁平
で固有層に腺組織の消失を認める、矢印：骨削片(×
100)



写真12 術後30日目の洞底の骨
洞底の骨表面における新生骨は肥厚成熟が進んでいる
(矢印)、I：インプラント(×50)



写真13 術後30日目の顎骨内部
インプラント(I)周囲における新生骨は肥厚成熟が進んでいる(×100)



写真14 術後90日目の顎骨内部
インプラント(I)は広範囲で成熟した骨と接している(×100)

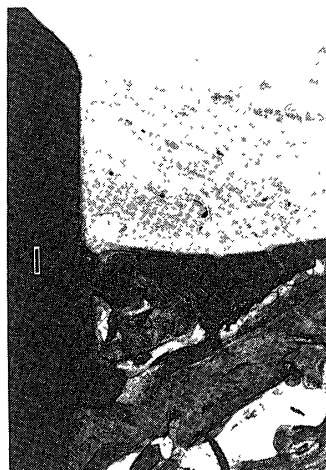


写真15 術後180日目の洞粘膜および洞底の骨
洞粘膜はほぼ正常な所見を呈し、洞底の骨表面に形成された厚い緻密な骨がインプラント(I)と接している(×50)



写真16 術後180日目の顎骨内部
インプラント(I)は全域で骨と接しているが、周囲の骨梁は細くなっている(×100)

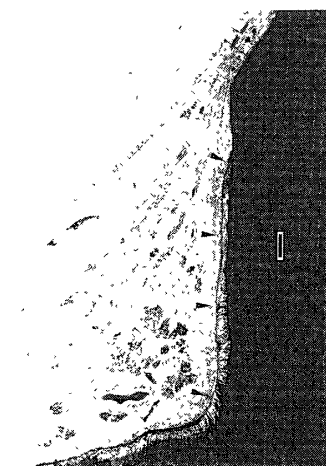


写真17 術後270日目の洞粘膜および洞底の骨
洞粘膜はほぼ正常な所見を呈し、洞内に突出したインプラント(I)が広範囲で骨に覆われている(矢印)(×100)