

〔原著〕 松本歯学 11: 277~286, 1985

Key words: セラミックス — 酸化アルミナ — ハイドロキシアパタイト — 組織反応 — インプラント

## セラミックインプラントに関する組織学的研究

青 久昭, 大口弘和, 佐原紀行, 鈴木和夫

松本歯科大学 口腔解剖学第2講座 (主任 鈴木和夫 教授)

### Histological Study of the Ceramics Implants

HISAAKI AO, HIROKAZU OGUCHI,  
NORIYUKI SAHARA and KAZUO SUZUKI

*Department of Oral Histology, Matsumoto Dental College  
(Chief: Prof. K. Suzuki)*

#### Summary

The purpose of the present study was to compare the histological response between aluminumoxidate ( $Al_2O_3$ ) and hydroxyapatite (HAP) ceramics implants.

Adult dogs received both  $Al_2O_3$  and HAP ceramics implants at mandibular premolars ( $P_2$  and  $P_3$ ) just after the removal of the natural premolars, and were sacrificed one or three months after implantation. The tissues surrounding the implants were studied by radiography and light microscopy.

The results of the present study were summarized as follows.

- 1) At one month after implantation, a rapid formation of new bone was observed in the surrounding tissues both of  $Al_2O_3$  and HAP ceramics implants.
- 2) At three months after implantation, all of the surfaces of HAP ceramics implants was covered with the new bone which became compact bone. In  $Al_2O_3$  ceramics implants, however, a small amount of fibrous connective tissue was detected in the bone-implant interface.
- 3) Histological examinations of the soft tissues surrounding the post of both  $Al_2O_3$  and HAP ceramics implants showed no chronic inflammatory cells.

#### 緒 言

喪失した歯を, 人工歯をもって機能を回復させるために, 歯根をも含めて顎骨に移植し維持して, 歯の機能をさせようという試みは古くからなされ

ている。

歯の移植についても, 古くから多くの研究者によって実験がなされてきた。しかし, 完成歯自家移植に於いても, 再植歯は歯根の吸収により, 4年から10年後には脱落の運命をたどる結果が報告されている。このために移植歯や再植歯を機能的に回復させ, 補綴学的に利用することは困難とさ

(1985年12月4日受理)

れている。

天然歯以外の材料を Dental Implant として、顎骨内や骨膜下に挿入し、歯根の機能に類似した条件をもたせ、これを利用し、補綴学的に咀嚼機能を回復させようとする試みは19世紀末より実験がなされた。しかし、この人工材料については生体親和性に多く問題があり、良好な結果は得られなかった。1950年代になり Co-Cr 系合金の開発進歩により、生体為害性がない Vitalium が作られ、臨床に多く利用されるようになった。そして、Dental Implant が臨床で盛んに行われた。しかし、これら金属材料は、骨組織に埋入された時、材料は厚い線維性皮膜により囲まれることがあり、組織親和性に問題が残される。

これらのことから、近年、各種インプラント材料の組織親和性についての基礎的研究が多く行われるようになった。

Dental Implant に用いられる材料として、Co-Cr 合金、Titanium、Carbon、酸化アルミナ( $Al_2O_3$ )、酸化 Zirconium ( $ZrO_2$ )、Hydroxyapatite (HAP)等の実験的研究が多くなされるようになった。この結果から、Implant 材料として機能的荷重を加えた場合には、これら大部分の材料では多少とも周囲に線維性被膜がみられる。

川原は、 $Al_2O_3$ の多結晶または単結晶よりなる Bioceram<sup>1)</sup>を開発し、生体内で安定させた。これは、生物学的に優れたものとして臨床に多く使用されている<sup>2-6)</sup>。倉地、榎本は<sup>7)</sup>、多孔質アルミナセラミックスでは、骨組織と結合組織が介することなく密接していると述べている。最近では、小木曾等<sup>8-10)</sup>は骨組織との親和性を重視し、免疫反応の原因となる有機成分を除いた骨組織と同じ材質である Hydroxyapatite を焼結した Hydroxyapatite ceramics を開発し、実験を行った。この結果、顎骨内に於いてアパタイト表面は骨組織で被われ、機能的負荷状態においても動揺や周囲骨組織の異常はみられないとしている。この結果をもとにして、アパセラムとして臨床に広く用いられている。

これらセラミックスに対して、挿入初期の時点で、周囲骨組織や上皮組織がどのような反応を示すかが長期経過に大きな影響を与えるものと考え、 $Al_2O_3$  ceramics Implant および Hydroxyapatite ceramics Implant を挿入し、初期期間に

おける周囲組織反応を観察、検討した。

### 実験材料および方法

材料：

本実験に使用した二種類のセラミックスインプラントは下記のものである。

○ハイドロキシアパタイトセラミックスインプラント (旭光学社製、直径5.0mm)

○酸化アルミナセラミックスインプラント (京セラ社製、Sタイプ 直径4.2mm)

実験方法：

実験には雑成犬 (15—20kg) を用いた。下顎臼歯部 ( $P_2$ ,  $P_3$ ) を抜去し、3—4カ月経過したのち X 線撮影を行い、抜歯創治癒を確認、実験に供した。

インプラントの挿入にあたっては、それぞれのインプラント挿入のための専用の器具を用い、生理食塩水注水で行った。

ベントバルビタール(ネプターール、0.5ml/kg)による全身麻酔下で歯牙欠損部の歯槽頂に近遠心的にメスを入れ、切開したのち骨膜剝離子で粘膜、骨膜を剝離し、二種のセラミックスインプラントを近遠心的に並列に挿入した。挿入手術後、対合歯との接触がないことを確認し、インプラントは非機能の状態とした。

観察方法：

インプラント挿入後1カ月と3カ月経過した時点で、動物を屠殺し、下顎骨を離断摘出した。試料は X 線撮影後速やかに10%中性ホルマリン液中で固定し、固定後ファインカッター(平和工業)を用い、インプラントが挿入された部位の下顎骨を頬舌的に約3cmの厚さに切断した。

切断試料はリゴラック樹脂に包埋し、Bronwill 薄切器あるいはマルトースライサー(マルトー)を用いて頬舌側縦断あるいは水平断し、150—200 $\mu$ mの未脱灰標本とし、トレイジンプルー染色後、光学顕微鏡で観察した。

また一部の未脱灰切片は30—50 $\mu$ の厚さに研磨し、軟 X 線発生装置(ソフテックス CMR)にて7KV, 3mA, 焦点—被写体間距離6 cmの条件下で45分間照射し、5分間現像した露光フィルムをバルサムで封入、光学顕微鏡で観察した。

インプラント顎部の歯肉の組織学的検索には、インプラント顎部の歯肉をメスで注意深く切り取

り、通法に従いパラフィン包埋し、8  $\mu\text{m}$  の組織切片を作製した。切片はヘマトキシリン-エオジン染色を施し検鏡した。

### 実験成績

肉眼のおよび X 線フィルム所見：

$\text{Al}_2\text{O}_3$  ceramics や Hydroxyapatite ceramics 挿入 1 カ月および 3 カ月後、いずれの実験例でもインプラントの動揺はまったくみられず、強固な植立状態を示した。そしてインプラントの頸部における歯肉は、挿入後 1 カ月で Hydroxyapatite ceramics ではインプラント表面に沿いやや肥厚し、cuff の状態でインプラントに接していた。しかし、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  ceramics では歯肉縁の肥厚はみられず、発赤がみられ、炎症症状を示すものと思われた。挿入後 3 カ月では、インプラント周囲歯肉の発赤はみられず、両 ceramics で正常な歯肉状態を示し、インプラントに接していた。挿入後 3 カ月の歯肉溝の深さは 1.5mm から 3.0mm の深さであり、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  ceramics は Hydroxyapatite ceramics に比較してやや深く、2.4mm から 3.0mm の深さであった。(図 1)

口外法軟 X 線写真像では、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  ceramics および Hydroxyapatite ceramics の挿入後 1 カ月では、インプラントと骨の境界には X 線透過像はみられず、周囲骨梁はインプラントに密接した様相を示している。また、インプラント周囲にはインプラントに沿う白線はみられない。挿入後 3 カ月の軟 X 線像では、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  ceramics が歯槽骨部に位置する上半部でインプラント周囲に沿い狭い X 線透過隙がみられ、その外側には希薄で断裂す

る白線がみられる。 $\text{Al}_2\text{O}_3$  ceramics 下半部で骨体部に位置する部位では、インプラントを囲む白線はみられず、一部では骨吸収と思われる X 線透過像がみられる例もあった。Hydroxyapatite ceramics では、インプラント周囲にはほとんど X 線透過隙はみられず、インプラントに接して断裂するやや太い白線がみられた。この白線は歯槽骨部に位置する上半部で著明にみられるが、骨体部に位置する下半部では不著明であることが多い。また、骨体部に位置する下端部では、先端に大きな骨吸収像がみられることがある。(図 2)

光学顕微鏡的観察：

インプラントが植立されている部位を頬舌的に裁断し、この裁断面を実体顕微鏡にて観察をした。インプラント挿入後 1 カ月では、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  ceramics Implant や Hydroxyapatite ceramics Implant 両者とも骨に接合はよく、骨組織はインプラント面に密接した状態となり、骨とインプラントの間にはほとんど結合組織はみられない。しかし、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  ceramics Implant では screw 溝底部に狭い隙があり、結合組織に充たされている様相がみられる。

挿入後 3 カ月では、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  ceramics Implant の screw 溝底の隙は拡がり、結合組織が充満している状態が著明にみられる。また骨体部に位置する下半部では、周囲組織はインプラントに密接することなく結合組織に囲まれている。

Hydroxyapatite ceramics Implant 挿入 3 カ月後では、下顎骨皮質骨より増生した骨組織は網状の骨梁配列をなして、インプラントに密に接して結合組織の介在をみない。下顎骨海綿骨骨梁から

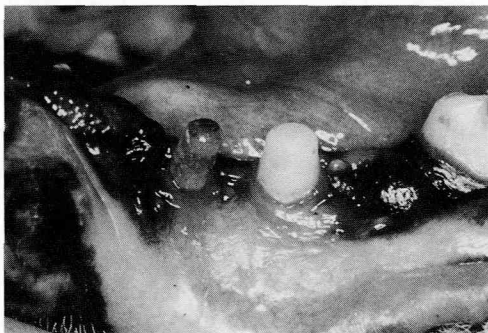


図 1 :  $\text{Al}_2\text{O}_3$ セラミックス (左側) と Hydroxyapatite セラミックス (右側) の挿入後 1 カ月の口腔内所見

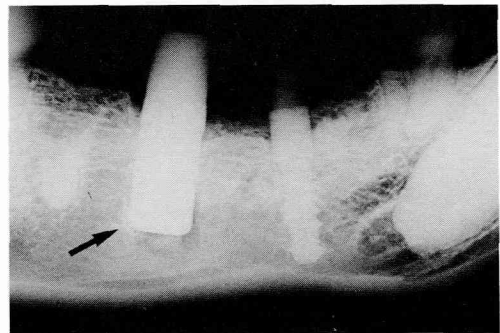


図 2 : インプラント挿入後 3 カ月の軟 X 線像 (↑白線)

増生する骨組織は、希薄な骨層がインプラントに接する。この骨層は多くの部位で断裂し、この部では結合組織がインプラントを被っている。下顎骨骨体部に位置するインプラント先端では、インプラントに接する骨組織はみられず、結合組織がインプラントを被っている。歯槽縁ではインプラントに沿う楔状の骨吸収がみられる。これは歯槽部の頬舌の中径に対してインプラント厚径が極度に大であるためと考えられる。

樹脂包埋未脱灰薄切標本のトルイジンブルー染色像を光学顕微鏡にて観察した。両試料とも挿入後1カ月では、インプラント中央部の骨組織は密にインプラントに接し、線維性結合組織の介在はみられない。またインプラント表面に接する骨組織はインプラント頸部を除き、すべて骨小胞は既存骨と骨小体と同じ状態を示し、明らかな骨新生像はみられない。インプラント先端部では、骨組織の増生はみられず、希薄な線維性結合組織で被包されている。

挿入後3カ月ではHydroxyapatite ceramics Implant 側壁には皮質部や海綿骨骨梁から増生する新生骨が多くみられるようになる。皮質骨に面する部では多量の新生骨がみられ、この新生骨はインプラントに密接し、結合組織の介在はみられない。海綿骨に面する部では、増生した海綿骨骨梁やインプラントに接し、さらにインプラント周

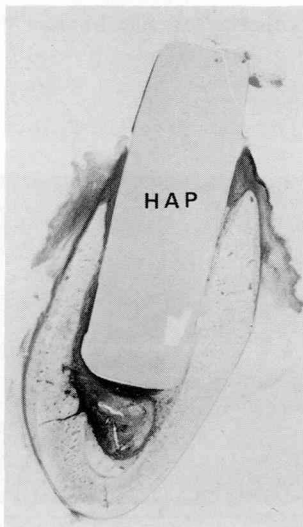


図3：Hydroxyapatite セラミックスの挿入後3カ月の断面図

囲に沿ってインプラントを取り囲むように新生骨が増生している。この増生する希薄な骨梁周囲には線維性結合組織が観察される。(図3)

$Al_2O_3$  ceramics Implant では、インプラントと骨組織の間には希薄ではあるが結合組織の介在がみられる。Hydroxyapatite ceramics Implant 側壁にみられたようなインプラントを取り囲む希薄な新生骨層はほとんどみられず、screw の溝中に塊状に新生骨が増生してゆく。この新生骨の増生は Hydroxyapatite ceramics Implant 周辺より量的に少なく、骨増生は遅いと思われる。(図4A-D)

Microradiograph による観察：

$Al_2O_3$  ceramics Implant を挿入後1カ月の microradiograph では screw 溝を満たす骨組織は既存骨と同じ X 線透過性を示すが、溝底の部には X 線透過像がみられ、この部位より骨吸収が進んでいるものと考えられる。これを未脱灰標本で観察すると、screw 溝に沿い結合組織の被膜がみられ、溝底にあたる部位ではこの結合組織層は厚くなっている。挿入後3カ月の microradiograph では、挿入後1カ月時に screw 溝中を充たした骨の像はみられず、インプラントに沿い、不規則にのびる幼若と思われる骨の X 線像が観察される。この像は既存の骨に比較して X 線透過性が高く、多くの血管を含んでいる様相がうかがわれ、既存骨より増生する新生骨がインプラント周辺を取り囲み、screw 溝中に向かって増生していると思われる。(図5B)この試料を未脱灰標本で観察すると、インプラント周辺には screw 溝に向かって増生する新生骨がみられる。この基質中には多くの血管が散在するが、骨層板は観察されない類骨組織の様相を示す。この骨組織の外周は線維性結合組織で被われ、インプラントと骨組織の間には結合組織が介在することが確認される。(図5A)

Hydroxyapatite ceramics Implant 挿入後1カ月の microradiograph では、皮質骨や海綿骨骨梁より骨組織が血管を囲み、網状に増生する新生骨像がみられる。この新生骨は、インプラントに密接している未脱灰標本で観察すると、大きな骨小体が散在し、明らかな層板を形成しない新生骨がインプラントに接している。(図5C, D)

挿入後3カ月では、骨梁はさらに増生するとともに、この骨梁の先端よりインプラントに沿って

骨は増生している。新生骨はインプラントに密接して、インプラントを取り囲むようになる。この新生骨は既存骨に比較して非常にX線透過性は高いが、不著明ではあるが osteon の形成もみられるようになる。未脱灰標本でみると、インプラントと既存骨の間には、大きな骨小体が多く散在する新生骨が血管をとり囲み、粗造な骨梁網を形成している。この新生骨はインプラントに密接し

て、結合組織の介在は認められない。

この結果から挿入後3カ月では、Hydroxyapatite ceramics Implant は石灰化度の低い基質の幼若な新生骨により完全に取り囲まれることが認められる。

インプラント周囲の歯肉組織：

HE染色を施した歯肉組織について光顕的観察を行った。

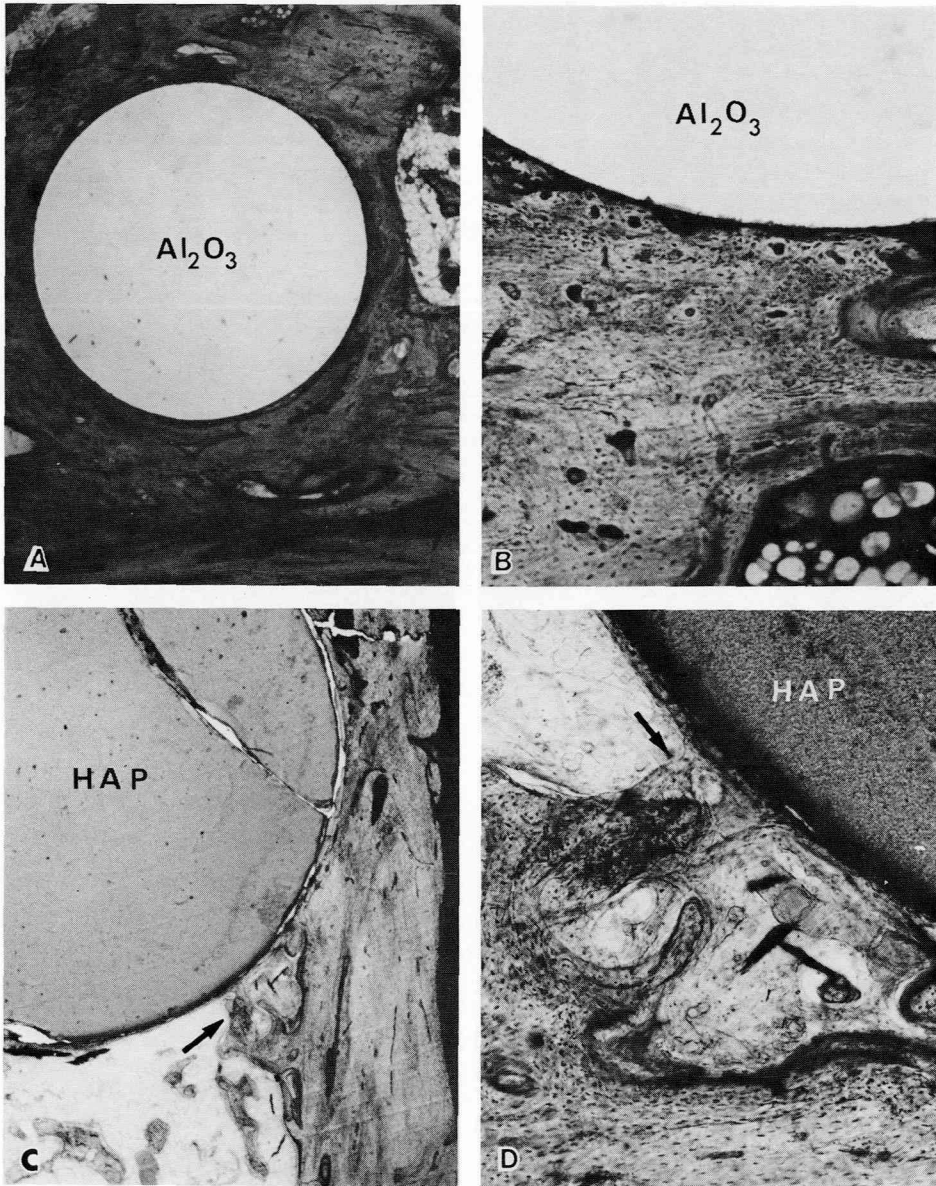


図4：酸化アルミナセラミックインプラント挿入後3カ月（A，B）およびハイドロキシアパタイトセラミックインプラント挿入後1カ月（C，D）の光顕像 トルジンプルー染色（↑新生骨）

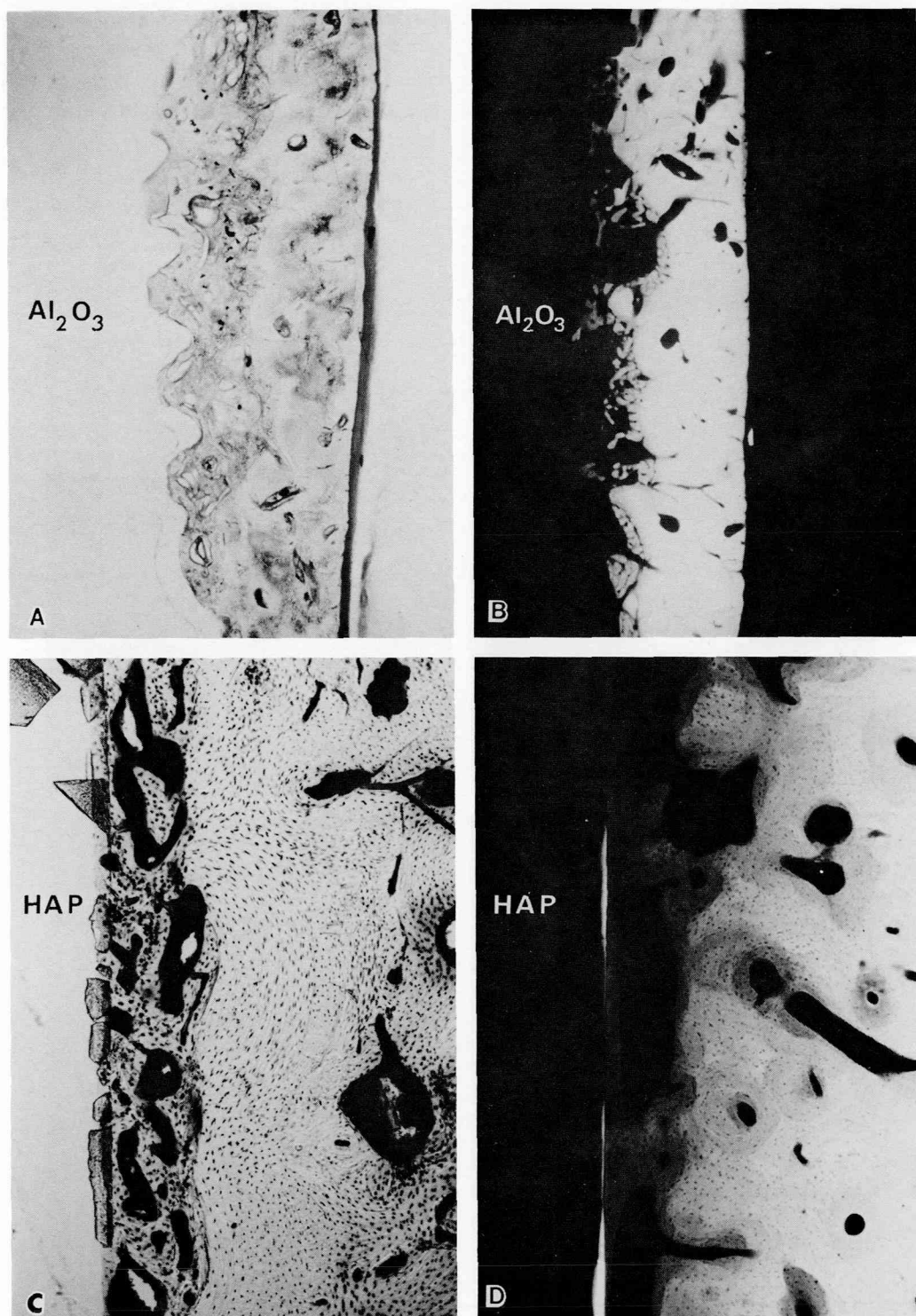


図5：酸化アルミナセラミックスインプラント挿入後3カ月（A, B）およびハイドロキシアパタイトセラミックスインプラント挿入後1カ月（C, D）の光顕像と microradiograph

挿入後1カ月では、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  ceramics Implant および Hydroxyapatite ceramics Implant 両者ともに炎症性細胞浸潤は強く、線維化が進んでいるのが観察された。歯肉粘膜上皮は、インプラントに接する付着上皮部は2～3層の層をなしてインプラントに沿い下方に伸びている。この付着上皮部には乳頭や角質層はみられない。

挿入後3カ月になると、両者とも結合組織線維がインプラント頸部を密に取り囲む線維配列がみられる。上皮直下の粘膜固有層には、軽度の炎症性細胞浸潤がみられる。付着上皮部の上皮は $\text{Al}_2\text{O}_3$  ceramics Implant では上皮層は薄く、2～3層細胞配列でインプラントに沿い深層に伸びている。この付着上皮部には上皮突起はみられない。Hydroxyapatite ceramics Implant では、インプラントに沿い深層に伸びる付着上皮はやや肥厚し層が厚いが、上皮突起はみられない。この上皮表面は、軽度の角質化がみられる。

$\text{Al}_2\text{O}_3$  ceramics Implant および Hydroxyapatite ceramics Implant 両者とも、付着上皮の深部増殖は顎骨や歯槽骨縁にまで達することはみられず、歯槽骨縁上方では、インプラント頸部は結合組織線維束でしっかりと取り巻かれた状態となっている。

#### 考 察

近年、歯科領域においてもセラミックスが注目され、臨床に数多く利用されている。

歯科インプラントとして顎骨内に植立し、上部構造物を装着して咀嚼機能を回復させることを目的とするために、他の分野における使用条件と異なることが多くある。この歯科インプラントが骨組織に親和性を持ち、インプラント周囲にこれを支える骨組織の新生が必要となる。またインプラントの一部は、歯肉を通過して口腔内に露出した状態となるために、歯肉との付着、とくに歯肉粘

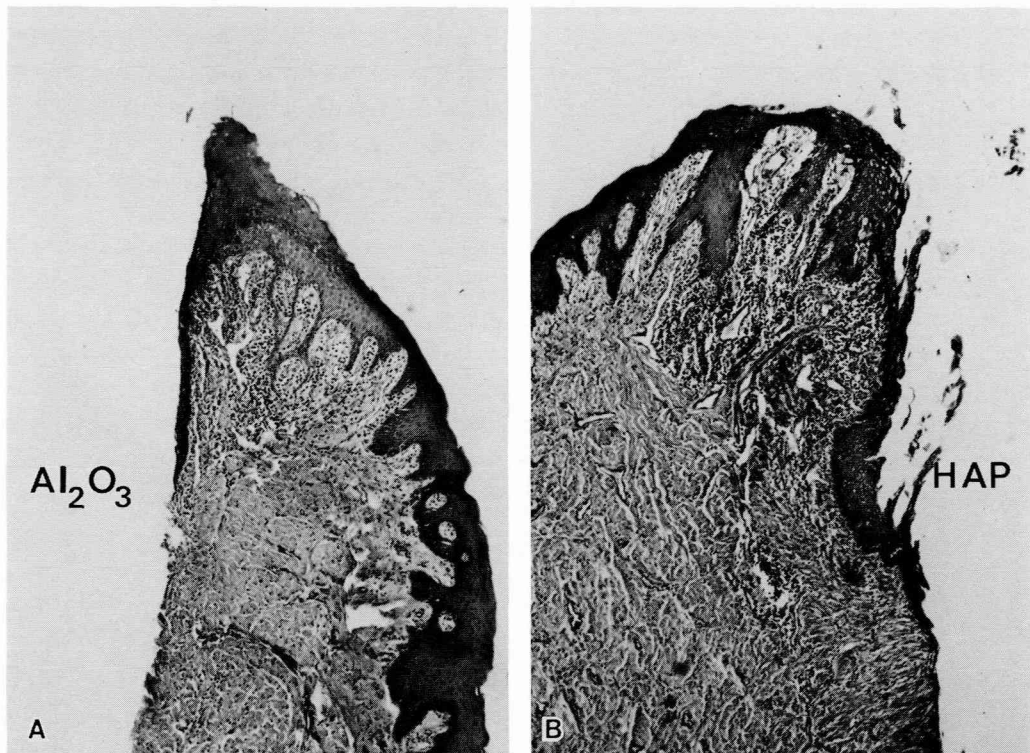


図6：インプラント周囲歯肉光顕像 (H・E染色)

A) 酸化アルミナセラミックインプラント挿入後3カ月

B) ハイドロキシアパタイトセラミックインプラント挿入後3カ月

膜上皮の付着および上皮増殖状態が問題となる。 $Al_2O_3$  ceramics Implant や Hydroxyapatite ceramics Implant は組織親和性とくに骨組織に対し親和性がよいとされ、臨床で多く使用されている。

今回、臨床で多く使用されている single crystal  $Al_2O_3$  ceramics Implant および Hydroxyapatite ceramics Implant を同時に単一部位に植立し、周囲組織の状態を組織学的に検索を行ったので、従来の報告を参照しつつ、考察を行いたい。

Co-Cr 合金や Titanium を素材とするインプラントの周囲には、peri-implant membrane といわれる線維性結合組織被膜がみられるといわれている。市川(1977)<sup>11)</sup>は、blade-Implant と骨の間に結合組織層があり、6週から2カ月になるとインプラント面と平行に走る緻密な線維層となると述べている。Brunski(1979)<sup>12)</sup>は機能下の Titanium blade-implant では著明な結合組織被膜がみられるとしている。村松(1982)<sup>13)</sup>は peri-implant membrane は咀嚼圧に機能するのみでなく、周囲骨組織の機能的改造に関与すると考察している。この結合組織中の線維は骨梁側では骨基質中に侵入し、インプラント側ではインプラントに沿って平行に走向している。

McKinneyら(1982, 1983)<sup>4), 14)</sup>は、Sタイプバイオセラミックスを挿入した場合には検体の70%に希薄な線維性結合組織被膜がみられたが、検体の30%では骨が直接に接していたと報告している。

倉地、榎本(1983)<sup>7)</sup>は抜歯3カ月後の単結晶体のネジ山に沿って骨組織が形成され、一部には線維性結合組織が介在していたが、多孔質部では骨組織が直接接していたと述べている。Ralph(1982)<sup>15)</sup>はアルミナセラミックを顎骨内に36例挿入し、70%に結合組織の介在を認めている。大口(1983)<sup>16)</sup>は、Co-Cr 合金骨膜下インプラントと酸化アルミナ溶射 Co-Cr 合金骨膜下インプラントの組織学的観察で、Co-Cr 合金骨膜下インプラントでは金属を被包する線維性結合組織は非常に厚いが、酸化アルミナ溶射 Co-Cr 合金骨膜下インプラントではこの結合組織被膜は希薄で、骨組織が増生すると述べている。組織為害性が少ない場合には線維性結合組織被膜は薄いと考えられる。川原(1975)<sup>1)</sup>は単結晶酸化アルミナセラミックや多結晶酸化アルミナセラミックは組織培

養による実験により組織適合性にすぐれたものとしている。Klawitterら(1977)<sup>17)</sup>や Kawaharaら(1980)<sup>18)</sup>は single crystal alumina ceramics Implant は直接骨組織が接することを報告している。

著者の観察ではバイオセラミックス挿入後3カ月では screw 内に侵入する骨組織の増生がみられ、インプラントと骨の間に結合組織の介在がみられた。この結合組織被膜は希薄であり、組織為害性は少なくないと考えられる。

小木曾(1978)<sup>8)</sup>はインプラントが顎骨組織に強固に把持されるには、インプラント体が骨組織に対して親和性がよく、骨組織と直接結合することが必要であると考えた。そして生体硬組織が Hydroxyapatite を主成分としていること、Hydroxyapatite を主成分とする移植歯が骨性癒着することから、Hydroxyapatite ceramics Implant を考察した。

この Hydroxyapatite ceramics の基礎実験では、アパタイトセラミック周囲では埋入後5日で骨形成が開始され、埋入後15日で新生骨はアパタイトセラミック表面を被う状態となる。埋入後60日になると表面および周囲の骨形成は高密度になると述べている。

著者の実験では、Hydroxyapatite ceramics Implant を顎骨内に挿入し、1カ月でインプラント表面に骨の形成が開始され、挿入後3カ月でインプラントは幼若な骨で包まれる。インプラント周囲既存の皮質骨や海綿骨骨梁よりインプラントに向かって増生する新生骨より、さらにインプラントに沿って希薄な新生骨板がのび、インプラントを取り囲む。インプラントと新生骨の間には結合組織の介在はみられず、新生骨はインプラントに密接していた。これは  $Al_2O_3$  ceramics Implant に比べて、骨の増生は強く、インプラントと骨の間の結合は強いと考えられた。

Dental Implant はインプラントの一部が歯肉を介して口腔内に露出した状態となる。このことにより、上皮付着の状態によって口腔内よりの細菌の侵入による感染を考えなければならない。

Meffert(1982)<sup>19)</sup>は Vitreous carbon Implant, 酸化アルミナセラミックインプラントの歯肉組織の観察で、上皮はインプラントに密着し、Hemi-desmosome も観察されるとしている。倉地・榎



本(1983)<sup>7)</sup>は歯肉上皮に炎症所見はみられず、歯肉の深行増殖もなく、人工歯根と歯肉上皮との関係は良好に保たれていたと報告している。小木曾ら(1982)<sup>20)</sup>は電顕的観察により、上皮細胞膜はアパタイトセラミックスとアモルファスな800から1000Åの中の一層を介して接しており、hemi-desmosomeも観察されたとしている。

著者の実験では、インプラントにむかう2から3層の上皮細胞層からなる付着上皮がみられたが、この付着上皮部には上皮突起はみられなかった。この付着上皮は骨縁にまで達することなく、骨縁部ではインプラントは線維束でしっかりと取り囲まれていた。このことから、インプラントと歯肉は強固に密着しているものと考えられた。しかし、3カ月経過したものでは1.4 mmから2.0 mm程度の歯肉溝が出来る。これは歯肉縁の増殖肥厚により歯肉溝が形成されたものと考えられ、この歯肉溝の深さはこの状態で接続するものと思われる。このことから挿入後の機能と術後管理は重要なこととなると考えられる。

### 結 論

雑成犬下顎小白歯部に $Al_2O_3$  ceramics ImplantおよびHydroxyapatite ceramics Implantを挿入し、挿入後1カ月および3カ月のインプラント周囲骨組織と歯肉組織について光学顕微鏡およびmicroradiographにより観察を行った結果、次のような成績を得た。

1. 軟X線写真像では、インプラント挿入後1カ月では両者ともインプラント周囲にはX線透過隙や白線はみられず、骨梁はインプラントに密接している。

挿入後3カ月では、 $Al_2O_3$  ceramics Implant周囲には狭いX線透過隙がみられ、その外側には不著明な白線がみられる。Hydroxyapatite ceramics Implant周囲にはX線透過隙はみられず、骨梁が密接している。またインプラントに沿う、やや太い白線がみられる。

2. 未脱灰薄切標本にトルイジンブルー染色を施し、光顕的観察を行った。

挿入後1カ月では、両者とも骨組織はインプラントに接し、殆どインプラントと骨の間に結合組織の介在はみられない。

挿入後3カ月では、 $Al_2O_3$  ceramics Implantの

周囲には線維性結合組織がみられ、とくにscrew溝底には厚い結合組織の層がみられる。Hydroxyapatite ceramics Implantの周囲は結合組織の介在はなく、既存の皮質骨や海綿骨骨梁から増生する新生骨が密接している。さらにこれら新生骨から増生する希薄な骨板は、インプラント周囲を取り囲むようになる。

3. Microradiographにて観察すると、 $Al_2O_3$  ceramics Implant挿入1カ月後ではscrew溝底より骨の吸収像がみられるが、Hydroxyapatite ceramics Implant挿入1カ月後では骨の吸収は少なくない。挿入後3カ月になるとHydroxyapatite ceramic Implant外側にはX線透過性の高い骨梁がみられ、さらにこれより、インプラントに沿い伸びる希薄な新生骨像がみられる。インプラント外側の新生骨部には、不著明なosteonの像がみられる。

4. インプラント周囲の歯肉組織の光顕的観察では、インプラントに沿い、深部に伸びる付着上皮がみられる。この付着上皮は、骨内や歯槽骨縁にまで達することはない。インプラント頸部は、粘膜固有層の結合組織線維束でしっかりと取り巻かれている。

5. 光学顕微鏡およびMicroradiographによる観察から、Hydroxyapatite ceramics Implantは $Al_2O_3$  ceramics Implantに比較して骨組織の増生はよく、骨組織はインプラントに密接するものと考えられる。

### 文 献

- 1) 川原春幸(1975)インプラント材料とセラミックス。セラミックス, 10: 30-48.
- 2) 山根稔夫(1977)バイオセラム・サファイア・インプラントの動物実験による臨床的考察。歯界展望, 50: 1179-1184.
- 3) Ehrl, P. A., Reuther, J., and Frenkel, G. (1981)  $Al_2O_3$ -Ceramic as material for dental implant. Experimental and chemical study for the development of screw-and extension-implants. Int. J. Oral. Surg. 10: 93-98.
- 4) McKinney, R. V., and Koth, D. L. (1982) The single-crystal sapphire endosteal dental implant: Material characteristics and 18-month experimental animal trials. J. Proth. Dent. 47: 69-84.
- 5) 鈴木鍾美(1983)歯科インプラントに関する病理組織学的知見。歯科ジャーナル, 18: 281-291.

- 6) 杉本忠雄 (1984) バイオセララムインプラントに関する実験的研究. 九州歯会誌, 38: 1-25.
- 7) 倉地洋一, 榎本昭二 (1983) アルミナセラミック人工歯根に関する実験的研究. セラミックインプラントの実際, 19-31, クインテッセンス出版, 東京.
- 8) 小木曾 誠 (1978) Apatite 焼結体埋入による顎骨組織の経時的推移変化. 口病誌, 45: 170-221.
- 9) 小木曾 誠, 石田光輔, 田端恒雄 (1983) ハイドロキシアパタイト・セラミックインプラントの基礎と臨床. セラミックインプラントの実際, 47-62, クインテッセンス出版, 東京.
- 10) 青木秀希 (1983). インプラント用セラミックの材料学. セラミックインプラントの実際, 63-70, クインテッセンス出版, 東京.
- 11) 市川邦弘 (1977) ブレードインプラント挿入にともなう組織変化に関する実験的研究. 歯科医学, 40: 196-218.
- 12) Brunski, J. B., Moccia, A. F. Jr., Pollack, S. R., Korostoff, E., and Trachtenberg, D. I. (1979) The influence of functional use of endosseous dental implants on the tissue-implant interface. I. Histological aspects. J. Dent. Res. 58: 1953-1969.
- 13) 村松 力 (1982) 骨内インプラント周囲結合組織の組織学的研究—Peri-implant membrane の構造について—. 松本歯学, 8: 197-209.
- 14) McKinney, R. V., Steflik, D. E., and Koth, D. L. (1983) Evidence for a biological seal at the implant-tissue interface. The dental implant clinical and biological response of oral tissues, 25-56. ed. by McKinney, R. V., and Lemons, J. E., PSG Publishing Company, Massachusetts.
- 15) Ralph, M. V., Darid, L. K. (1982) The single crystal endosteal dental implant: Material characteristics and 18 months experimental trials. J. Pros. Dent. 47: 69-84.
- 16) 大口弘和 (1983) 骨膜下インプラントの組織学的およびX線マイクロアナライザーによる研究 酸化アルミナ溶射インプラントとメタルインプラントの周囲組織の比較. 愛院大歯誌, 21: 18-37.
- 17) Klawitter, J. J., Weinstein, A. M., Cooke, F. W., Peterson, L. T., Pennel, B. M., and McKinney, R. V. (1977) An evaluation of porous alumina ceramics dental implants. J. Dental. Res. 56: 768-772.
- 18) Kawahara, H., Hirabayashi, M., and Shikita, T. (1980) Single crystal alumina for dental implants and bone screws. J. Biomed. Mat. Res. 14: 597-605.
- 19) Meffert, R. M. (1983) The soft tissue-implant interface. The dental implant. clinical and biological response of oral tissues, 95-113. ed. by McKinney, R. V., and Lemons, J. E., PSG Publishing Company, Massachusetts.
- 20) 小木曾 誠 (1983) アパタイト表面における骨組織形成ならびにその石灰化について. 口病誌, 50: 1-22.