

## 原 著

実験的歯内骨内インプラントに関する  
病理組織学的研究

宮 澤 秋 裕

岩手医科大学歯学部口腔病理学講座 (主任: 鈴木鍾美教授)

〔受付: 1985年10月28日〕

抄録: チタン合金 (Ti), アルミナセラミックコーティングチタン合金 (TiAl) およびバイオセラムテーパーピン: 酸化アルミニウム (Bio) 製インプラントピンを用いて、ビーグル犬に実験的歯内骨内インプラントを施し、4, 12, 24週後の病理組織所見を観察した。結果は次の通りである。

1) 4 週後では、Ti ピンと Bio ピン周囲に薄くて密な線維性結合組織層が接し、その外側は肉芽組織がとり囲んでいた。また、少量の新生骨組織が、部分的に Bio ピンに接して認められた。しかしながら、TiAl ピンの周囲には大部分の例で化膿性炎症が観察された。

2) 12および24週後では、Ti ピンと Bio ピン周囲の線維性結合組織層は4 週間経過後よりも密になっており、Bio ピン周囲の骨の新生も明瞭になっていた。一方、TiAl ピン周囲には膿瘍を伴った著しい化膿性炎症が見られ、この化膿性炎症は、アルミナセラミックの接着剤によって惹起されたと考えられた。

3) Ti ピンと Bio ピンの2, 3の例では、根尖部の歯周組織に軽度のリンパ球浸潤をみたが、その原因は明らかでなかった。

4) Ti ピンおよび Bio ピンの太さと病理組織的变化の間には相関性を見出すことはできなかった。

**Key words:** Dental implant, endodontic implant, aluminous ceramics, titanium, biomaterial

## I 緒 言

喪失した歯の機能を回復させる方法として、古くより保存的および補綴的処置方法が一般的に行われてきたがこれらの方法では機能回復が十分でないため、これらと異なった方法として歯根または歯全体を非生物学的材料によって作製しこれを顎骨内に埋植し、骨組織にその維持を求めようとする方法が19世紀初期から一部の者によって試みられている。1950年代に入り組織の親和性が高く、長期にわたって組織為害性のみられないバイタリウム<sup>1)</sup>のような金属や高分子材料などが開発され、歯科インプラントと

して臨床で広範囲に応用されるに至った。

歯科インプラントはその埋植方法によって骨膜下インプラント、骨内インプラント、歯内骨内インプラント、その他に大きく分けられる。

歯科インプラント法のうち歯内骨内インプラントは1943年に STROCK<sup>2)</sup> らにより考案され、その後 ORLAY (1965)<sup>3)</sup>, FRANK (1967)<sup>4)</sup>, LEW (1972)<sup>5)</sup> らにより術式やインプラント材料の改良が加えられ今日に至っている。しかしながら歯内骨内インプラントの埋植後に生ずる生体への影響については臨床埋植例でわずかに観察されているのみであり、また、歯内骨内インプラント施術後の詳細な経時的組織所見を実

Histopathological study of experimental endodontic implants

Akihiro MIYASAWA

(Department of Oral Pathology, School of Dentistry, Iwate Medical University, Morioka 020)

岩手県盛岡市内丸19-1 (〒020)

Dent. J. Iwate Med. Univ. 11: 73-97, 1986

験的に追求した報告も森 (1972)<sup>7)</sup>, SELTZER ら (1973<sup>8)</sup>, 1976<sup>9)</sup>, 大野 (1977<sup>10)</sup>, 鈴木 (1983<sup>11)</sup>, 1984<sup>12)</sup> の報告をみるのみであり, これらの研究においてもインプラント材の埋植後にみられる経時的推移を長期にわたって組織学的立場から詳細な検討を加えたものはみられない。

そこで著者は, 3種のインプラント材料を用い, 2種の材料については, それぞれ異なった太さの材料を用いて成犬に実験的歯内骨内インプラントを施術し, 各種材料の経過に伴う埋植後にみとめられる病理組織変化, とくにインプラント材周囲組織の組織変化の動態について本法を施行後, 4週間目より24週間目にわたる変化の推移を経時的に検索した結果, 今後の歯内骨内インプラントの臨床応用に示唆を与える二, 三の興味ある知見を得たので報告する。

## II 実験方法

実験には純系のビーグル犬成犬 (体重11~17 kg) 7頭を使用し, 隣接する実験部位の組織変化が互いに混合しないように, 各犬とも下顎第2前歯ならびに第2, 第3および第4前臼歯の遠心根, 計45根を被験歯根とした。用いたインプラント材料はチタン合金ピン (バイオエイト®: Co69%, Cr13%, Ti8%, Ni8%, その他2%を含む・日本歯研社) で最大径1.0 mmならびに1.4 mmのものをそれぞれ9本ずつ, チタン合金ピンにアルミナセラミックをコーティングした最大径1.2 mmならびに1.4 mmのものをそれぞれ9本ずつおよびアルミナ単結晶ピン (バイオセラムテーパーピン®・京都セラミック社) で最大径1.7 mmのものを9本の合計45本である。これらのインプラント材料は, アセトンに浸漬して脱脂したのち, 使用時まで滅菌した容器の底にパラホルム粉末を入れ, インプラント材がパラホルム粉末に直接付着しないようにガーゼで包んで容器を密栓し, 容器内にホルムアルデヒドガスを充満させて材料の滅菌を兼ねて保存した。

実験にあたっては, まず5%ネンブタールを0.5 ml/体重 kg の割合で前肢正中皮静脈に注

射麻酔した。そも後, 頭頸部を70%アルコールにて充分清拭し, ついで4%ヨードチンキにて顔面部ならびに口腔内を充分に消毒した。消毒後, 実験歯の冠部歯質を抜髄可能な範囲にエアータービンにて削除し, 電気エンジン用ラウンドバーを用いて髓腔を開拓した。その後, 簡易防湿を施して, ピーソーリーマーにて根管口を拡大明示し, クレンザーにより抜髄, 根管長測定後, 手用リーマー, ファイルおよびエンジンリーマーを用いてインプラント材料の形に一致するように根管拡大を行った。ついで止血し, 根管を十分に洗浄後滅菌綿栓にて乾燥し, ガッターパーチャポイントと根管充填用セメント (デンタリス®) を用いて根管充填を行ない, アマルガムにて封鎖し, 歯科用X線写真にて根管充填の適合性を確認した。その後2週間目に, 前回と同様に, 5%ネンブタールの静注による全身麻酔下で, 頭頸部の清拭と顔面部および口腔内の十分な消毒を行い, 実験歯の封鎖アマルガムを除去した。ついで簡易防湿を施し, 前歯部と前臼歯遠心根部の根管充填剤を除去した。その後それぞれの解剖学的歯根尖より骨組織内へ向って約3.0~4.0 mmの深さに達するように, 根管形成と骨形成を行った。

形成後は完全に止血を行い, 根管形成部および骨形成部を生理的食塩水にて十分に洗浄し, 滅菌ブローチ綿花にて乾燥した。ついでインプラント材を試適し, 埋植した。各実験歯に用いたインプラント材料の種類は表1に示すごとくである。

インプラント材料は, 軽く槌打しながら所定の位置に埋植し, その後インプラント材料の埋植状態を歯科用X線写真にて確認し, 余剰部分をダイヤモンドディスクあるいはタービンバーにて切断, 歯冠欠損部をアマルガムにて充填し, ふたたび, X線写真を撮影して埋植を完了した。

その後, オリエンタルイヌ用固型飼料と水道水の自由給水にて一定期間飼育後屠殺した。なお, 埋植から屠殺までの各実験期間は表1に示すごとく, 4週間, 12週間, および24週間であ

表1 実験に使用したインプラント材, 埋植部位ならびに観察期間

材 料	最大径 (mm)	部 位	期間 (本)			合計 (本)
			4 週目	12週目	24週目	
チタン合金ピン	1.0	左右下顎第2 前歯	3	3	3	9
	1.4	左右下顎第3 前臼歯 および第4 前臼歯	3	3	3	9
チタン合金ピンに アルミナセラミックを コーティングしたピン	1.2	左右下顎第2 前臼歯	3	3	3	9
	1.4	左右下顎第3 前臼歯 および第4 前臼歯	3	3	3	9
バイオセラムテーパーピン	1.7	左右下顎第3 前臼歯 および第4 前臼歯	3	3	3	9
合計 (本)			15	15	15	45

る。

屠殺は5%ネブタールの経静脈過量投与により行い、屠殺後直ちに下顎骨を離断し、10%中性緩衝ホルマリンに約1ヶ月浸漬固定した。固定完了後、下顎骨の軟X線撮影(Softex®, 50 kv 50 mA, 撮影時間1分30秒, X線管との距離39.5 cm)を行った。

図1は右側下顎前臼歯の遠心根に各種インプラントピンを埋植し、4週間経過後の軟X線写真である。すなわち、第2、第4前臼歯にはチタン合金ピンにアルミナセラミックをコーテ

ィングした材料, それぞれ最大径1.2mmと1.4mmのものを, 第3前臼歯には最大径1.7mmのアルミナ単結晶ピンを埋植した例である。

材料はP<sub>LANK</sub>-R<sub>YCHRO</sub>の迅速脱灰法により脱灰した。脱灰完了後、通法のごとくセロイジン包埋を行い、近遠心方向に15~20 $\mu$ mの連続切片を作製し、ヘマトキシリン・エオジン染色、鍍銀染色、マッソントリクローム染色を施し、鏡検した。

鏡検にあたっては、インプラント材を埋植した歯根の根尖付近組織, および根尖孔外に埋植させたインプラント材周囲の組織を中心に観察した。すなわち根尖付近組織とは、健全な犬にみられる根尖歯周組織の存在する範囲とし、インプラント材周囲の組織とは、根尖部付近組織の範囲を除いた材料周辺部分である。

治癒判定基準は根尖付近組織では、線維化の程度と範囲, リンパ球, 形質細胞などの細胞浸潤の程度と範囲, 肉芽組織形成の程度と範囲, 好中球浸潤ないし膿瘍形成の程度と範囲などを, また, インプラント材周囲の組織では, 材料に直接接する部における線維性被包の程度と範囲のほか, この周縁における骨組織の増生と吸収, 被包部外縁における細胞浸潤の種類, 程度と範囲, 同部の肉芽組織の存在の程度と範囲などを検索の対象基準として行った。

本実験における組織学的総合成績の結果は, 良好, やや良好および不良の3段階に区分し,

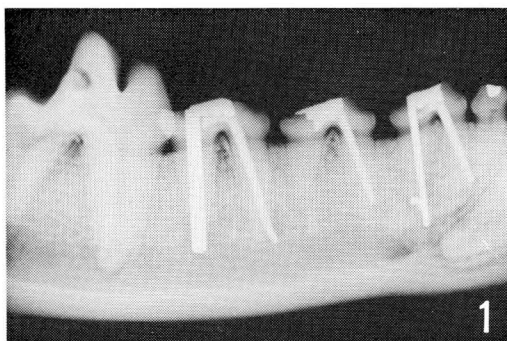


図1 インプラント材埋植後4週間目の軟X線所見

第2前臼歯遠心根はチタン合金ピンにアルミナセラミックをコーティングしたもの(最大径1.2mm)を埋植(実験例番号19)

第3前臼歯遠心根はバイオセラムテーパーピン(最大径1.7mm)を埋植(実験例番号37)

第4前臼歯遠心根はチタン合金ピンにアルミナセラミックをコーティングしたもの(最大径1.4mm)を埋植(実験例番号28)

それぞれ次のような基準に基づいて行った。

成績良好とは、インプラント材周囲は完全な線維性被包あるいは新生骨組織による被包が行われ、根尖付近組織にも強い滲出性炎症性変化が全くみられないもの、または、これらの範囲の組織内にごく軽度のリンパ球および形質細胞浸潤が残存しているが、近い将来治癒に至ると判断できる治癒進行状態が良好な場合である。

成績やや良好とは、インプラント材周囲、あるいは根尖付近組織内にリンパ球および形質細胞浸潤、あるいは肉芽組織が中等度に残遺し、治癒進行状態がやや低調な場合である。

成績不良とは、成績やや良好の場合よりもさらに広範囲に炎症が残遺するか、または部分的にでも、いまだに好中球の浸潤ないし膿瘍が残留し、治癒進行状態がきわめて低調な場合である。

### Ⅲ 結 果

#### 1. チタン合金ピン群の病理組織学的所見 (表 2, 3)

##### 1) 4週間経過後の所見

##### i) 最大径1.0mm を用いた場合の所見

根尖外に存在するインプラント材の周囲は菲薄で密な線維性結合組織が全周にわたって形成されており、その外側には比較的疎な結合組織が介在しており、この部にはごく軽度のリンパ球および形質細胞の浸潤が散見されるが好中球はみられなかった。また、材料に接する密な線維性結合組織の一部には骨小片も散見されたが、この骨片には、未だ骨の新生添加はみられなかった。

根尖部では、材料周囲にみられる線維性結合組織内にもびまん性にごく軽度なリンパ球および形質細胞の浸潤がみられ、その程度は他の部分に比べていくぶん高い傾向にあった。

根尖部近くの歯根膜組織は、その機能的配列がやや不明瞭となり、この中にもごく軽度のリンパ球および形質細胞の浸潤が認められた。歯質の吸収は認められなかった。また、歯質の新生添加も明瞭でなかった。

本実験群ではすべて、インプラント材と象牙質内面に多少の間隙がみられ、この部には根尖部結合組織から連続して、実験例1および2で

表2 最大径1.0mm チタン合金ピン埋植例の病理組織所見

実験例 番 号	期間	インプラント材周囲			根 尖 部 の 炎 症 性 変 化	根管充填 剤逸出と 炎症性変 化	インプラント材周囲 の既存骨組織の変化		治癒経過 の 判 定
		線維性結合組織 による被包	炎症性変化	骨の新生 添加			炎症性変化	骨吸収	
1	4w	+	ごく軽度の *小円形細胞浸潤	—	ごく軽度の *小円形細胞浸潤	—	+	+	良好
2	4w	+	ごく軽度の *小円形細胞浸潤	—	ごく軽度の *小円形細胞浸潤	—	—	—	良好
3	4w	+	ごく軽度の *小円形細胞浸潤	—	肉芽組織形成 ごく軽度の *小円形細胞浸潤	+	+	+	やや良好
4	12w	+	ごく軽度の *小円形細胞浸潤	—	中等度の *小円形細胞浸潤	+	+	—	やや良好
5	12w	+	ごく軽度の *小円形細胞浸潤	—	中等度の *小円形細胞浸潤	+	+	—	やや良好
6	12w	+	ごく軽度の *小円形細胞浸潤	—	軽度の *小円形細胞浸潤	—	+	—	良好
7	24w	+	好中球を含む 中等度の肉芽組織	—	肉芽組織形成 根尖吸収	—	+	+	不良
8	24w	+	軽度の *小円形細胞浸潤	—	軽度の *小円形細胞浸潤	—	+	—	良好
9	24w	+	軽度の *小円形細胞浸潤	—	軽度の *小円形細胞浸潤	+	+	—	良好

注: \*小円形細胞浸潤とはリンパ球および形質細胞の浸潤を意味する。



表3 最大径 1.4mm チタン合金ピン埋植例の病理組織所見

実験例 番号	期間	インプラント材周囲			根 尖 部 の 炎症性変化	根管充填 剤逸出と 炎症性変化	インプラント材周囲 の既存骨組織の変化		治療経過 の 判 定
		線維性結合組織 による被包	炎症性変化	骨の新 生添加			炎症性変化	骨吸収	
10	4 w	+	ごく軽度の *小円形細胞浸潤	+	ごく軽度の *小円形細胞浸潤	+	+	±	良好
11	4 w	+	ごく軽度の *小円形細胞浸潤	+	ごく軽度の *小円形細胞浸潤	-	+	+	良好
12	4 w	+	ごく軽度の *小円形細胞浸潤	+	軽度の *小円形細胞浸潤	-	-	-	やや良好
13	12 w	+	ごく軽度の *小円形細胞浸潤	+	ごく軽度の *小円形細胞浸潤	+	-	-	良好
14	12 w	+	好中球を伴う軽度の 肉芽組織 *小円形細胞浸潤	+	軽度の *小円形細胞浸潤 (一部に好中球)	+	+	-	不良
15	12 w	+	ごく軽度の *小円形細胞浸潤	-	ごく軽度の *小円形細胞浸潤	-	+	-	やや良好
16	24 w	+	化膿性炎 膿瘍形成	-	化膿性炎 膿瘍形成	+	+	+	不良
17	24 w	+	びまん性 *小円形細胞浸潤	+	軽度の *小円形細胞浸潤	+	+	-	良好
18	24 w	+	軽度の 肉芽組織形成	+	-	+	+	+	やや良好

注：\*小円形細胞浸潤とはリンパ球および形質細胞の浸潤を意味する。

は、比較的密な線維性結合組織が進入し、実験例3では、肉芽組織が進入し、その一部は線維化していた(図2)。

なお実験例3では、肉芽組織中に顆粒状の逸出根管充填剤がみられた。この群における治療経過は、実験例1および2が成績良好、実験例3がやや良好と判断された。

#### ii) 最大径 1.4mmを用いた場合の所見

根尖外にあるインプラント材周囲には、菲薄で比較的密な線維性結合組織が全周にわたって形成されており、その外側の疎な結合組織にはごく軽度のリンパ球および形質細胞の浸潤がみられ、その幅は 1.0mmを用いた場合よりも著しく狭小であった。なお好中球の浸潤はみられなかった。周囲骨組織には軽度の改造も認められた。

根尖部の歯根膜部には、部分的にごく軽度のリンパ球および形質細胞の浸潤がみられ、その部の機能的配列構造は認めにくい傾向を示していた。実験例10において、ごくわずかながら象牙質切削面に歯質の添加がみられたが、歯質の吸収はいずれにもみられなかった。

本実験群ではすべて、インプラント材と象牙質内面との間に多少の間隙がみられ、この部には根尖部結合組織から連続して、実験例11および12では、比較的密な線維性結合組織が進入しており(図3)、実験例10では、肉芽組織が進入し、その一部が線維化していた。また実験例10では、根尖孔より逸出した小塊状の根管充填剤がみられた。

この群の治療経過は、実験例10および11は成績良好で、実験例12は成績やや良好と判断された。

#### 2) 12週間経過後の所見

##### i) 最大径 1.0mmを用いた場合の所見

4週間経過例に比べて根尖外にあるインプラント材周囲の線維性結合組織の幅は全体的に厚く、より密になり、線維性結合組織周縁のリンパ球および形質細胞の浸潤も少なくなっていた。好中球浸潤をみたものはなかった。また、この時期になると、外周の骨組織には比較的に明瞭な新生添加像が認められた。

根尖部では、歯根膜線維の機能的配列構造が不明瞭となっていた。象牙質切削面には、ごく

わずかながら歯質の添加がみられた。一方、実験例6においては、唇側尖端部に軽度の吸収像も認められた。

本実験群ではすべて、インプラント材と象牙質内面に多少の間隙がみられ、この部には、根尖部の線維性結合組織より連続して、実験例5および6では、線維性結合組織の進入がみられ(図4)、実験例4では、肉芽組織が進入し、その一部が線維化していた。

実験例4および5では、肉芽組織中に逸出根管充填剤の介在しているのがみられた。

この群の治癒経過は、実験例4および5が成績やや良好、実験例6が成績良好であった。

#### ii) 最大径 1.4mm の場合の所見

実験例13および15では、根尖外にあるインプラント材周囲の線維性結合組織の層は菲薄ながら極めて密となっており、この密な線維性結合組織層の外側の一部には疎な線維性結合組織がみられた。またこの部にはリンパ球、形質細胞の浸潤がごく軽度となっており、好中球の浸潤をみたものはなかった。

インプラント材の外周には、軽度の骨組織の新生添加像が認められた。いずれの例にも象牙質切削面への歯質の軽度の添加像がみられた。

根尖部歯周組織では、埋植後4週間目の例に比べてリンパ球および形質細胞の浸潤はごく軽度となり、歯根膜線維の機能的配列の不明瞭な範囲も狭まり、一部は機能的配列が再び認められるようになっていた。

実験例14では、インプラント材周囲は、一部に線維性結合組織の被包と骨新生像をみるものの、その大部分は好中球の浸潤を伴う肉芽組織によって囲まれ、このような肉芽組織は周囲梁状骨間の骨髓腔、および拡大した歯根膜腔にもみられた(図5)。根尖部には歯質の吸収も著明に認められた。

本実験群ではすべて、インプラント材と象牙質内面に間隙がみられ、この部には根尖部の線維性結合組織より連続して、実験例13および15では、線維性結合組織が進入しており図(6)、実験例14では、肉芽組織が進入し、その一部は

線維化していた。

線維性結合組織内に逸出した根管充填剤は、実験例13および14では、ごく少量であった。

以上のように、この群の治癒経過は、実験例13は成績良好、実験例15は成績やや良好、実験例14は成績不良と判断された。

#### 3) 24週間経過後の所見

##### i) 最大径 1.0mm を用いた場合の所見

実験例8および9では、根尖外にあるインプラント材外周をとり囲む密な線維性結合組織は、12週間経過例に比べてより密になり、周囲骨組織の活発な増殖に伴って健康な歯根膜に相当する一定の幅と機能的配列構造が認められた(図7)。

しかしながら、根尖部には軽度のリンパ球および形質細胞の浸潤がみられた。

実験例7は、インプラント材のほぼ全周にわたって好中球の浸潤を伴う肉芽組織が広汎にみられ、また、比較的遠隔部においても、骨組織の吸収、歯根膜腔の著明な拡大および幼若な肉芽組織などがみられた(図8)。さらに、象牙質内面にも著明な歯質の吸収がみられ、インプラント材と象牙質内面との間隙は著しく拡大し、この間隙は、線維化傾向の弱い肉芽組織により満されていた。

なお、実験例8および9においても、インプラント材と象牙質内面に間隙がみられ、この部には根尖部の線維性結合組織が進入し、実験例9では、一部は線維化をみる肉芽組織が進入していた。

この群の治癒経過は実験例8および9が成績良好、実験例7が成績不良であった。

##### ii) 最大径 1.4mm を用いた場合の所見

実験例17および実験例18では、根尖外にあるインプラント材は密な線維性結合組織により全周がとり囲まれ、根尖部に比較的近接して骨組織が新生添加していた(図9A, B)。しかし、実験例18では、インプラントピン尖端側に、わずかながら肉芽組織の形成がみられ、実験例17では、びまん性のリンパ球および形質細胞の浸潤がみられたが、好中球の浸潤はみられ

なかった。

インプラント材と象牙質内面の間隙には根尖部の線維性結合組織より連続して肉芽組織が進入し、一部は線維化していた(図10)。さらに、このような部分の象牙質内面には吸収が、根尖部歯質の一部には添加がみられた。インプラント材より遠隔部に存在する骨組織には著変は認められなかった。

なお、実験例18では、根尖外に根管充填剤が比較的多く逸出され、その周囲組織の一部にはいまだに幼若な肉芽組織が存在していた。

実験例16では、根尖外側のインプラント材周囲より、これに接する歯根膜腔、遠隔部の骨組織および下顎管内へ及ぶ広汎な化膿性炎がみられ、歯槽骨は著しく吸収され、根尖部、その他の組織内に慢性膿瘍が形成されていた。また、インプラント材と象牙質内面の間隙は著しく広く、この間隙内は大部分疎な線維性結合組織で占められているが、インプラント材に接する部

では好中球を含む肉芽組織が存在していた(図11)。この群の治療成績は実験例17は成績良好、実験例18は成績やや良好、実験例16は成績不良と判定した。

2. チタン合金ピンにアルミナセラミックをコーティングしたもの群の病理組織学的所見(表4, 5)

1) 4週間経過後の所見

i) 最大径 1.2mmを用いた場合の所見

根尖外側のインプラント材と骨組織の間には肉芽組織が介在しており(図12)、この肉芽組織内には、多数のリンパ球および形質細胞と軽度の好中球浸潤がみられた。なお、インプラント尖端部ならびに根尖部においては好中球の浸潤はやや高度であった。実験例19では小膿瘍の形成をみた。

肉芽組織に接する骨組織には、種々の程度の窩状吸収がみられるものの、骨組織の新生添加はほとんど認められなかった。また、インプラ

表4 最大径1.2mm チタン合金ピンにアルミナセラミックをコーティングしたものの埋植例の病理組織所見

実験 例 番号	期間	インプラント材周囲			根 尖 部 の 炎症性変化	根管充 填剤逸 出と炎 症性変 化	インプラント材 周囲の既存骨組 織の変化		治療経過 の 判 定	備 考
		線維性結 合組織に よる被包	炎症性変化	骨の新 生添加			炎症性 変化	骨吸収		
19	4 w	—	中等度の肉芽組織形成 化膿性炎	—	好中球を伴う中等度の *小円形細胞浸潤 小膿瘍形成	+	++	++	不良	中隔穿孔と 化膿性炎症
20	4 w	±	軽度の好中球浸潤を 伴う少量の肉芽組織 形成	—	中等度の *小円形細胞浸潤	—	+	+	やや良好	中隔穿孔と 化膿性炎症
21	4 w	±	軽度の好中球浸潤を 伴う少量の肉芽組織 形成	+	中等度の *小円形細胞浸潤	—	+	+	やや良好	
22	12w	+	好中球を伴う中等度の 肉芽組織形成	—	好中球を伴う中等度の 肉芽組織形成	+	++	+	不良	
23	12w	++	中等度の肉芽組織形成 化膿性炎 膿瘍形成	+	化膿性炎 膿瘍形成	—	+	+	不良	
24	12w	—	中等度の肉芽組織形成 化膿性炎	—	好中球を伴う中等度の 肉芽組織形成	—	+	+	不良	
25	24w	+	少量の肉芽組織形成 化膿性炎	—	化膿性炎 膿瘍形成	—	+	++	不良	
26	24w	+	少量の肉芽組織形成 膿瘍形成	—	軽度の *小円形細胞浸潤	+	+	++	不良	中隔穿孔と 化膿性炎症
27	24w	—	中等度の肉芽組織形成 膿瘍形成	—	化膿性炎 膿瘍形成	—	+	++	不良	中隔穿孔と 化膿性炎症

注: \*小円形細胞浸潤とはリンパ球および形質細胞の浸潤を意味する。

表5 最大径1.4mm チタン合金ピンにアルミナセラミックをコーティングしたものの埋植例の病理組織所見

実験 例 番号	期間	インプラント材周囲			根 尖 部 の 炎症性変化	根管充 填剤逸 出と炎 症性変 化	インプラント材 周囲の既存骨組 織の変化		治療経過 の 判 定	備 考
		線維性結 合組織に よる被包	炎症性変化	骨の新 生添加			炎症性 変化	骨吸収		
28	4 w	—	中等度の肉芽組織形成 好中球浸潤	—	化膿性炎 膿瘍形成	+	++	++	不良	
29	4 w	±	中等度の肉芽組織形成 好中球浸潤	+	中等度の肉芽組織形成 好中球浸潤	—	+	++	不良	
30	4 w	±	中等度の肉芽組織形成 好中球浸潤	+	中等度の肉芽組織形成 好中球浸潤	—	+	++	不良	
31	12 w	++	一部限局性の *小円形細胞浸潤	+	軽度の *小円形細胞浸潤	+	+	—	良好	
32	12 w	++	高度の肉芽組織形成 好中球浸潤	+	軽度の好中球と *小円形細胞浸潤	+	+	—	不良	
33	12 w	+	高度の肉芽組織形成 好中球浸潤	—	軽度の好中球と *小円形細胞浸潤	+	+	—	不良	
34	24 w	+	中等度の肉芽組織形成 好中球浸潤	—	化膿性炎、膿瘍形成 上皮の侵入増生	+	+	++	不良	中隔穿孔と 化膿性炎症
35	24 w	++	軽度の *小円形細胞浸潤	—	軽度の *小円形細胞浸潤	+	+	—	やや良好	
36	24 w	+	中等度の肉芽組織形成	—	化膿性炎 膿瘍形成	+	+	++	不良	

注: \*小円形細胞浸潤とはリンパ球および形質細胞の浸潤を意味する。

ント部より遠隔部の骨髓腔内には、軽度のリンパ球および形質細胞の浸潤がみられた。

実験例20では、根尖部歯質に軽度の吸収をみるが、硬組織の添加はみられなかった。

なお、インプラント材周囲に根管充填剤が逸出した実験例19では、根管充填剤周囲に化膿性炎が顕著であり、同時に広汎な骨組織の破壊、吸収と肉芽組織の著しい増生が認められた(図13)。

本実験群ではすべて、インプラント材と象牙質内面に多少の間隙がみられ、根尖部の線維性結合組織より連続してこの間隙中へ、実験例19では、肉芽組織が進入増殖しており、実験例20および21では、進入した肉芽組織は大部分が線維化していた。

本実験群の治療経過は、実験例20および21が成績やや良好、実験例19が成績不良であり、成績良好な経過をとったものはなかった。

#### ii) 最大径1.4mmを用いた場合の所見

根尖外にあるインプラント材周囲に好中球の浸潤を伴った肉芽組織が形成され、周囲骨組織

には著明な吸収がみられた(図14)。さらに、この肉芽組織の外周には、リンパ球および形質細胞の浸潤を伴った疎な線維性結合組織が形成されていた。

実験例28では、インプラント材周囲と遠隔部の骨組織中に化膿性炎がみられた。さらに根尖部の歯根膜線維は機能的配列が不明瞭であった。

実験例28および29の2例のみは、インプラント材と象牙質の間に線維性結合組織の進入はみられなかった。

本実験群における治療経過は、全て成績不良であった。

#### 2) 12週間経過後の所見

##### i) 最大径1.2mmを用いた場合の所見

根尖外にあるインプラント材周囲は、好中球を伴った肉芽組織でとり囲まれており、周囲骨組織には吸収がみられた。この化膿性炎は、歯頸部歯根膜内へ波及していた(図15)。

実験例22においては根尖外に埋植されたインプラント材に直接接して、材料の1/2の範囲にわ

たって菲薄な線維性結合組織層をみ、線維性被膜の外周には強い化膿性炎がみられた(図16)。

本実験群のすべてに、インプラント材と象牙質内面に間隙がみられ、この部に根尖部の線維性結合組織と連続して、実験例23および24では肉芽組織が進入し、実験例22では、一部線維化を伴う肉芽組織が進入していた。

本実験群の治癒経過は全て成績不良であった。

#### ii) 最大径 1.4mmを用いた場合の所見

根尖外にあるインプラント材周囲には密で菲薄な線維性結合組織が密接してみられ、実験例31では、根尖部に近い部位にインプラント材にほとんど接して新生した骨組織がみられ(図17 A, B), 実験例32および33では、根尖部に近い部位に新生骨組織の添加がみられた。実験例31では、根尖部の歯質切削面の一部にわずかながら歯質の添加も認められた。実験例32および33では、根尖部以外の部において、比較的高度な肉芽組織および膿瘍の形成がみられた。なお、この膿瘍中には根尖外に逸出した根管充填剤が含まれていた(図18)。

本実験群のすべてに、インプラント材と象牙質内面に間隙があり、この部に根尖部の線維性結合組織と連続して、実験例31では、線維性結合組織が進入し、実験例32および33では、その一部に線維化した肉芽組織が進入していた。

本実験群での治癒経過は実験例31は成績良好、実験例32および33は成績不良と判定した。

### 3) 24週間経過後の所見

#### i) 最大径 1.2mmを用いた場合の所見

根尖外にあるインプラント材周囲には、肉芽組織の増生を伴う膿瘍と骨組織の吸収が広範囲にみられた(図19, 20)。この化膿性炎は、さらに、歯根膜腔を通じて歯頸部歯根膜内へ、あるいは遠隔部の骨髓組織内へと波及していた。広範囲に吸収された骨組織の一部には、わずかながら幼若骨の新生も認められた。

本実験群のすべてに、インプラント材と象牙質内面との間に間隙がみられ、この部には根尖部の線維性結合組織より連続して、実験例27で

は、肉芽組織が進入し、実験例25および26では、肉芽組織が進入し一部が線維化を示していた。

本実験群の治癒経過はすべて成績不良であった。

#### ii) 最大径 1.4mmを用いた場合の所見

実験例35では、根尖外にあるインプラント材周囲を密な線維性結合組織がとり囲み、その外側には疎な線維性結合組織が不規則に錯走していた。しかしながら、この線維性結合組織中には、リンパ球および形質細胞の浸潤が軽度のみられた。周囲骨組織の骨の新生添加はみられなかった。さらに逸出した根管充填剤の周囲は、肉芽組織でとり囲まれていたが、好中球の浸潤は認められなかった(図21)。

実験例34および36では、歯根部に慢性上皮性根尖膿瘍が形成され(図22)、インプラント材周囲には、肉芽組織の増生、骨組織の吸収が広範囲にわたってみられた。

歯根象牙質内面には、根尖方向から窩状吸収がみられたが、これは遠心側に比べ近心側により顕著であった。

本実験群のすべてに、インプラント材と象牙質内面に間隙がみられ、この部には根尖部の線維性結合組織より連続して、実験例34および36では、肉芽組織が進入し、実験例35では、一部分線維化を伴う肉芽組織が進入していた。

本実験群の治癒経過は実験例35が成績やや良好、実験例34および36が成績不良と判定した。

### 3. アルミナ単結晶(バイオセラム)テーパースピン群の病理組織学的所見(表6)

#### 1) 4週間経過後の所見

根尖外にあるインプラント材周囲に菲薄で密な線維性結合組織が全体にわたって認められ、その外側にはわずかに肉芽組織が形成されていた(図23A)が、この形成された肉芽組織はチタン合金ピンならびにチタン合金ピンにアルミナセラミックをコーティングしたものに比べて菲薄であった。また、この狭小な線維性結合組織層ならびに肉芽組織層外周の骨組織の吸収も非常に軽度であり、一部にはインプラント材

表6 最大径 1.7mm バイオセラムテーパーピン埋植例の病理組織所見

実験 例 番号	期間	線維性結合組織による被包	インプラント材周囲		根尖部の炎症性変化	根管充填剤逸出と炎症性変化	インプラント材周囲の既存組織の変化		治療経過の判定	備考
			炎症性変化	骨の新生添加			炎症性変化	骨吸収		
37	4w	+	一部限局性軽度の *小円形細胞浸潤	+ (インプラント材と接触)	軽度の *小円形細胞浸潤 少量の肉芽組織形成	-	+	-	やや良好	
38	4w	+	限局性少量の肉芽組織形成 *小円形細胞浸潤	+ (インプラント材と接触)	軽度の *小円形細胞浸潤 少量の肉芽組織形成	-	+	+	やや良好	
39	4w	+	一部限局性軽度の *小円形細胞浸潤	+ (インプラント材と接触)	中等度の *小円形細胞浸潤 肉芽組織形成	-	+	+	やや良好	
40	12w	+	中等度の肉芽組織形成 膿瘍形成	+ (インプラント材と接触)	中等度の *小円形細胞浸潤 肉芽組織形成	+	+	+	不良	
41	12w	+	中等度の肉芽組織形成 膿瘍形成	+ (インプラント材と接触)	軽度の *小円形細胞浸潤 軽度の肉芽組織形成	+	+	+	不良	
42	12w	+	少量の肉芽組織形成 軽度の *小円形細胞浸潤	-	中等度の肉芽組織形成 高度の *小円形細胞浸潤	-	+	+	やや良好	
43	24w	+	ごく軽度の *小円形細胞浸潤	+ (インプラント材と接触)	軽度の *小円形細胞浸潤	-	+	-	良好	
44	24w	+	中等度の肉芽組織形成 上皮の侵入増生	+	化膿性炎症 膿瘍形成	-	+	-	不良	中隔穿孔と化膿性炎症
45	24w	+	限局性中等度の肉芽組織形成	+	中等度の肉芽組織形成 *小円形細胞浸潤	+	+	+	やや良好	中隔穿孔

注: \*小円形細胞浸潤とはリンパ球および形質細胞の浸潤を意味する。

に近接して骨組織の新生添加像もみられた(図23B)。根尖部では、他部に比較して肉芽組織の形成がやや多く、同時に軽度のリンパ球および形質細胞の浸潤を伴っていた。この部分の肉芽組織の形成ならびにリンパ球および形質細胞の浸潤の程度を近心部と遠心部について比較すると、近心部により顕著な傾向にあった(図23A)。歯根膜線維の機能的配列の不明瞭化やリンパ球および形質細胞の浸潤は根尖部付近にはほぼ限局していた。

本実験群のすべてに、インプラント材と象牙質内面に間隙があり、その部に、根尖部の線維性結合組織から連続して一部線維化を示す肉芽組織が進入していた。

この実験群における治療経過はすべて成績や良好と判定された。

## 2) 12週間経過後の所見

実験例42では、根尖外にあるインプラント材周囲を線維性結合組織がとり囲み、その外側には軽度のリンパ球および形質細胞の浸潤を伴ったやや疎な肉芽組織がみられた(図24A, B)。

また、骨組織の吸収は軽度であったものの骨髓組織内には軽度ながらリンパ球および形質細胞の浸潤がみられた。

根尖部、とくに近心側では高度のリンパ球と形質細胞の浸潤と肉芽組織の増生がみられ、この変化は歯頸部歯根膜内および骨組織へも波及していた(図24A)。一部では、インプラント材周囲の炎症性変化がきわめて軽度であり、骨組織の吸収もごくわずかな部分にみられた(図24B)。しかしながら好中球の浸潤はいずれの部分にも認められなかった。

実験例40および41では、根尖外にあるインプラント材周囲あるいはインプラント材尖端部

に、逸出した根管充填剤をとり囲んで著明な肉芽組織の増生、あるいは膿瘍形成がみられ、その周囲の骨組織には吸収がみられた(図25A)。しかしながら、このような例においても、インプラント材周囲には菲薄で密な線維性結合組織がとり囲み一部では密接して骨組織が明瞭に新生添加していた(図25B)。

本実験群のすべてに、インプラント材と象牙質内面に間隙がみられ、その部に、根尖部の線維性結合組織から連続して、実験例40および41では、線維性結合組織が進入し、実験例42では、一部分線維化を伴った肉芽組織が進入していた。

本実験群で治癒経過は実験例42は成績やや良好、実験例40および41は成績不良と判定した。

### 3) 24週間経過後の所見

実験例43では、根尖部外側のインプラント材は、その全周にわたって密な線維性結合組織でとり囲まれ、この外側の骨組織内にごく軽度のリンパ球および形質細胞の浸潤がみられた(図26A)。また、部分的には、インプラント材周囲の線維性結合組織に密接して新生骨組織の添加が認められた。

この例では、歯根遠心側のインプラント材と象牙質内面には比較的大きな間隙がみられたが、このような部分でも、切削歯質内面には骨様セメント質の新生添加とほぼ線維化した肉芽組織の根管内への進入増殖が認められた(図26B)。

実験例45では、前例と同様に、根尖外にあるインプラント材周囲には、ほぼ全周にわたって密な線維性結合組織がみられたが、線維性結合組織の外側の一部には、限局性のリンパ球および形質細胞の浸潤を伴った肉芽組織の増生と骨組織の吸収が認められた。しかしながら、いずれの部位にも好中球の浸潤は認められなかった(図27)。

実験例44では、実験例34にみられたと同様慢性上皮性根尖膿瘍がみられた。しかしながら、この膿瘍に接する部以外のインプラント材周囲は密な線維性結合組織でとり囲まれ、炎症性変

化も軽度であった(図28)。

実験例44および45においても、インプラント材と象牙質内面に間隙がみられ、その部に根尖部の線維性結合組織から連続して一部分線維化を伴う肉芽組織が進入していた。

本実験群の治癒経過は実験例43は成績良好、実験例45は成績やや良好、実験例44は成績不良と判定した。

## IV 考 察

歯内骨内インプラント法は1943年に STROCK ら<sup>2)</sup>により初めて提唱され、ORLAY (1960<sup>13)</sup>, 1964<sup>14)</sup>, 1965<sup>3)</sup>) は金属製スームスピンを本法に採用し、また、LEW ら(1972<sup>6)</sup>) はピンの形状に改良を加え、いわゆるネジ山を形成し、歯槽骨に密着させることのできるスレッドピンを開発した。さらに、FRANK (1967<sup>14)</sup>) は歯周疾患罹患歯の安定維持を目的として Co-Cr あるいはステンレス製のスームスピンを用いて、これを根尖孔を通じて歯槽骨中に埋植する根尖法(apical endodontic implant)の他にピンを根管側壁を穿通させて歯槽骨中に埋植する根側法(lateral endodontic implant)を考案した。一方、本邦においても、歯科インプラントの一方法として、歯内骨内インプラント法は馬場ら(1972<sup>15)</sup>)、関谷ら(1972<sup>16)</sup>)、柳沢ら(1974<sup>17)</sup>)、中村(1974<sup>18)</sup>)、浅井ら(1979<sup>19)</sup>、1980<sup>20)</sup>)、黒田ら(1978<sup>21)</sup>、1984<sup>22)</sup>) が本インプラント法の応用価値を検討している。

この歯内骨内インプラント法は他の歯科インプラント法と大きく異なり、既存の歯根をそのままの状態を利用するためにインプラント材は歯肉上皮と直接接することがなく、臨床的に骨内インプラントあるいは骨膜下インプラントに比べ予後が良いといわれている。すなわち、CRANIN ら(1977<sup>23)</sup>) は5年間の臨床的予後調査をX線的な歯槽骨頂の吸収程度で判定し、歯内骨内インプラントの成功率は91%であったのに対して骨内インプラントでは60%であったと報告している。また、DIETZ (1975<sup>24)</sup>) も歯内骨内インプラントの成功率は80%と報告してい

る。しかし、歯内骨内インプラント法に関する基礎的研究はつぎの報告をみるにすぎない。

SELTZER (1973<sup>8)</sup>) はイヌの歯牙に対して 146～340日にわたる期間にバイタリウム製スームスピンを用い歯内骨内インプラント法を実施し、また、チタン製ピン (1976<sup>9)</sup>) についても実験を行っている。

森 (1972<sup>7)</sup>) はイヌの歯牙に対して不銹鋼 316, 白金加金合金ならびに Co-Cr 合金を用いて歯内骨内インプラントを施し、1週間から5ヶ月の期間にわたって病理組織学的に観察した。

大野 (1977<sup>10)</sup>) もやはりイヌの歯牙に対してバイタリウムピンを用いて歯内骨内インプラントを施し、1, 3, 6ヶ月後に組織所見を観察している。

さらに鈴木 (1983<sup>11)</sup>) は、イヌを用いて Co-Cr 合金による歯内骨内インプラントの実験を行い、インプラント直後より3ヶ月に至る経過の病理組織学的所見を記載している。鈴木 (1984<sup>12)</sup>) はまた、埋植後3ヶ月例にみられるインプラント材周囲の骨吸収について観察している。

以上のように、歯内骨内インプラントの基礎実験に関する報告はきわめて乏しく、Co-Cr 合金以外の材料を用いて歯内骨内インプラントを施行しこの長期にわたる治療経過について系統的に詳細な病理組織学的検討を行ったものはみられない。

そこで著者は、イヌの歯牙に対して、チタン合金ピン、チタン合金ピンにアルミナスセラミックをコーティングしたものならびにバイオセラムテーパースピンの3種類を用いて、4週間、12週間、24週間後におけるそれぞれのインプラント材周囲組織を中心とした部位の病理組織学的検索を行うとともに、治療経過の状態を判定した。

金属材料としては titanium のように金属元素そのものが用いられる場合と、不銹鋼 (316, 316L), Vitalium (Co-Cr-Mo 合金), チタン合金のように合金として用いられる場合とが

ある<sup>25, 26, 27, 28, 29, 30)</sup>。

その他歯科インプラント材料としては現在のところ bioinert ceramics と bioactive ceramics がチタンまたはチタン合金とともに臨床上で広く用いられている<sup>31, 32)</sup>。

しかしながら、ceramics はその材料学的性状より機械的強度に劣るために、インプラントピンとして用いる場合には、その加工、太さに限界が生じてくる。そこで当然のことながら、組織親和性の高い ceramics と機械的強度の高い金属とを複合材料として利用する可能性が考えられる。すなわち、細い金属ピン外周に ceramics をコーティングすることである。

今回の歯内骨内インプラントの実験にあたっては、以上のような観点より金属材料としてのチタン合金ピン、bioinert ceramics の1つであるバイオセラムサファイアテーパースピン、およびチタン合金ピンに bioinert ceramics の1つである aluminous ceramics をコーティングしたものをを用いた。

本実験の成績から、チタン合金ピンにアルミナスセラミックをコーティングしたものをを用いて歯内骨内インプラントを行った場合には、他の2種の材料を用いた場合に比べ、インプラント材周囲の化膿性炎の発現が顕著であった。アルミナスセラミックそのものは、bioinert なものとして生体内で安定した材料であることは多くの者により認められている<sup>33)</sup>。また、コアに用いた金属もチタン合金であるために、アルミナスセラミックと金属とは生体に対する起炎性はないと考えられる。しかしながら、金属にアルミナスセラミックをコーティングする際に接着材 (bonding agent) が用いられており、この接着材に組織親和性を欠くある種の物質が含まれていたとした場合には、埋植後、コーティングされたセラミックに亀裂が生じ、生体に悪影響のある物質が組織に作用した場合には、生体組織に炎症の惹起などの悪影響を生じさせることは十分に考えられる。

板垣ら (1985<sup>34)</sup>) は、チタン合金に bonding agent を接着させたものを犬の顎骨内に埋植さ



せ 156日目の組織的变化を発表している。これでは材料の周囲は全層にわたって多数の組織球を含む肉芽組織によって囲まれていたと報告している。

つぎに、チタン合金ピンとバイオセラムテーパーピン応用例について比較する。まず、治癒成績良好と判定されたものについてはチタン合金ピン例では、インプラント材と骨組織の間には線維性結合組織が常に介在していたがバイオセラムテーパーピンを用いたものでは、ところどころ新生骨組織がインプラント材と直接接していた。しかしながら、咬合機能面よりみて、歯内骨内法をはじめとして骨内に存在するインプラント材が骨組織と密着した方がよいのか、あるいは、インプラント材と骨組織との間に狭小な線維性結合組織が介在した方がよいのかについては、今後さらに多数の基礎的ならびに臨床的データの積み重ねを要する。

また、一度生体内で安定したインプラント材が、その後不適当な咬合などの機械的作用によって動揺し、骨組織の吸収をみるに至ることも考えられる。このような所見とその起因については、鈴木(1983<sup>11)</sup>、1984<sup>12)</sup>も同様な意見をのべている。このような実験結果から、歯内骨内インプラント施術後の歯は、長期にわたる固定が必要ではないかと考えられた。

歯内骨内インプラント施行にあたっては、根管形成、骨形成時のより慎重な操作が望まれる。このことは埋植施行例においては、根尖部に炎症の惹起しているものが多く、インプラント施行にあたっては、組織障害を生じさせないように注意することが大切であるとした鈴木(1983<sup>11)</sup>の記載を支持したい。

なお、今回の実験例の多くには、歯根部歯周組織への根管充填剤の逸出がみられ、逸出した根管充填剤周囲には、炎症性細胞浸潤ならびに肉芽組織の形成が他部に比較してより顕著にみられた。

根管充填剤が根尖孔から根尖部歯周組織に逸出した場合には、根管充填剤の化学的刺激およびそれに随伴する物理的刺激が問題となってく

る。ガッタパーチャポイントの場合には、治癒経過が良好に進めば早期に線維性被包がおこり、その後徐々にポイントは融解し周囲結合組織中の組織球により貪食され、周囲組織は瘢痕治癒をきたすといわれている(Boulger 1933<sup>34)</sup> Barker ら1972<sup>35)</sup>、曾我1975<sup>36)</sup>)。

本成績では逸出した根管充填剤周囲には、肉芽組織の形成や膿瘍がみられた。根管充填剤の逸出については歯内骨内インプラントのための根管形成ならびに骨形成が根管充填後に行われることから、多少なりとも技術的に避け難いことともいえる。

一方、糊剤が根尖部歯周組織に逸出した場合には、程度の差はあれ糊剤周辺ならびに根尖部直下に種々の程度の炎症性変化がみられ、とくに、酸化亜鉛ユージノールセメントを用いた場合にはこの変化が著しいと報告されている(Erasquin ら1967<sup>37)</sup>、水野 1970<sup>38)</sup>、Barker ら1972<sup>39)</sup>)。

今回の実験においては、根管充填はガッタパーチャポイントと糊剤(デンタリス®: ユージノールセメントと水酸化カルシウムの混合剤にヨードホルムを加えたもの)を併用して行った。その結果、根尖部歯周組織に逸出した糊剤周囲のみならず、ガッタパーチャ小片周囲にも炎症性変化がみられた。このことは、根管充填剤の選択に慎重な配慮が必要であることを示唆するものであろう。

慢性上皮性根尖膿瘍とインプラント施行時穿孔された根分岐部に存在する上皮を伴う肉芽組織とは、連続切片を観察した結果明らかに連続していた。この所見から、慢性根尖膿瘍にみられた増殖上皮は、インプラント施行時、根分岐部を穿孔したために炎症がおこり、この部の炎症が歯頸部の上皮を伴いながら根尖部へ波及したためと考えられた。

## V 結 論

実験的歯内骨内インプラント施行後の治癒経過に伴う病理組織学的変化を検討した。実験にはビーグル犬成犬の下顎前歯および前臼歯を用

い、通法のごとく抜髄根管充填後2週間目に根管形成および骨形成を行い歯内骨内インプラントを施行した。

用いたインプラント材はチタン合金ピン（最大径 1.0mm および 1.4mm）、チタン合金ピンにアルミナセラミックをコーティングしたもの（最大径 1.2mm および 1.4mm）、ならびにバイオセラムテーパーピン（最大径 1.7mm）である。インプラント埋植後4週間、12週間、24週間目に動物を屠殺し、インプラント材周囲を中心にその病理組織学的所見を観察した。

結果は以下のごとくである。

1. チタン合金ピンは、埋植後4週間目に周囲に線維性被包がみられ、その外周には肉芽組織および疎な線維性結合組織がみられた。12週間および24週間目にはさらに線維化が進行しつつあったが、周囲骨組織の新生添加は著明ではなかった。
2. チタン合金ピンの太さによる周囲組織の病理組織所見には、とくに差異は見い出せなかった。
3. チタン合金ピンにアルミナセラミックをコーティングしたものの周囲には4週間目ですでに膿瘍形成を伴う化膿性炎がみられ、経過とともに化膿性炎は進行しそのほとんどの例が成績不良であった。
4. バイオセラムテーパーピン埋植例は、4週間目で菲薄な線維性結合組織が周囲にみられ、さらに新生骨組織が部分的に接してみられた。

12週間、24週間目ではさらに、インプラント材に接する新生骨組織は高度となっていた。また、インプラント材と骨組織の間

に線維性結合組織が介在していたものでもその幅はチタン合金ピンのものに比べ著しく狭小であった。

5. チタン合金ピン、バイオセラムテーパーピンを埋植した例では施術後12週間目では安定すると思われたが、24週間目でインプラント材先端部あるいは根尖部に骨吸収をみるものがあった。このことは、歯内骨内インプラント施術後の長期にわたる固定の必要性を示唆しているものと考えた。
6. 歯内骨内インプラントの施術後、根尖部に大部分の例で炎症がみられた。
7. 歯内骨内インプラント施術時の合併症として、根分岐部の穿孔に因る化膿性炎の惹起とこの部に連続する根尖部への炎症の波及がみられた。
8. 根尖部歯周組織に根管充填剤が逸出していた例では、その周囲に種々の程度の炎症性変化がみられた。したがって、歯内骨内インプラントの前処置としての根管充填剤の選択には細心の注意を要するものと考えられた。

## 謝 辞

稿を終えるにあたり、本研究の機会を与えられ、貴重な実験動物を提供してくださり、かつ種々の御助言を賜った岩手医科大学歯学部口腔病理学講座鈴木鍾美教授、ならびに御助言と御校閲を賜った母校日本大学歯学部病理学教室梅村慎一郎教授に謝意を表します。また、本研究にあたり終始御援助と御指導を載いた岩手医科大学歯学部口腔病理学講座武田泰典講師、動物実験の補助に献身的御協力を載いた金子良司大学院生、動物実験の補助ならびに標本作製に献身的御協力を載いた佐藤香穂子補手に感謝致します。

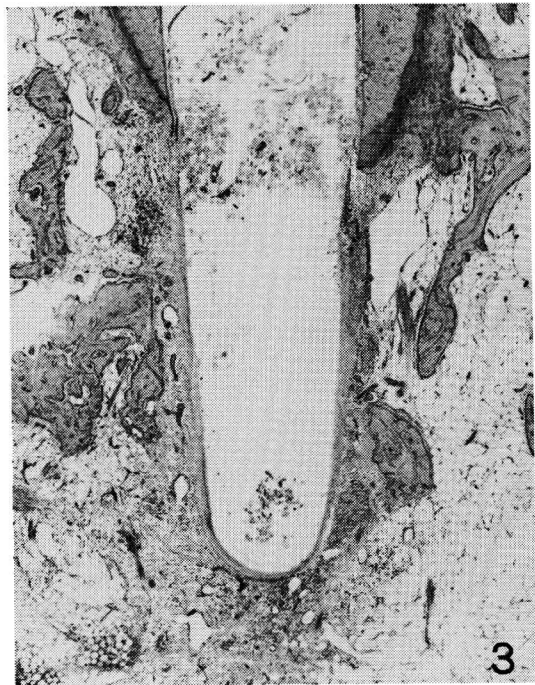
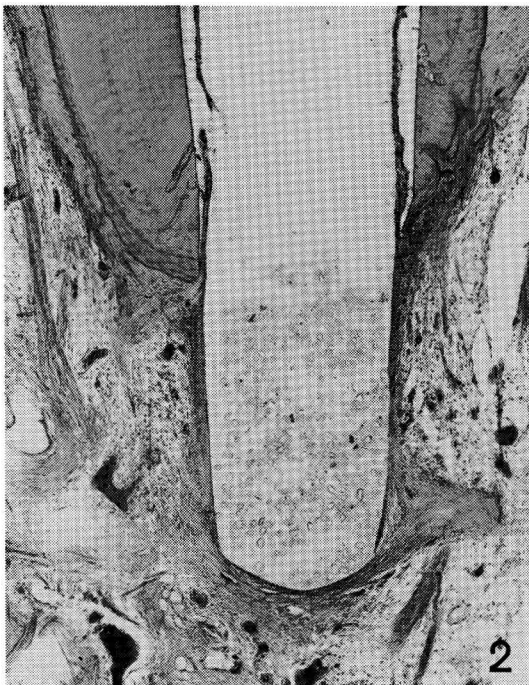
**Abstract:** After a root canal filling with gutta-percha points, endodontic implant-pins made of titanium (Ti), titanium coated with aluminous ceramics (TiAl) and bioceram taper-pins  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (Bio) were inserted into the root canals of incisors and premolars of Beagle-dogs for 4, 12 and 24 weeks, and the histopathological changes were examined with particular attention to the periodontal tissue of the root apex and peri-implant area. The results were as follows:

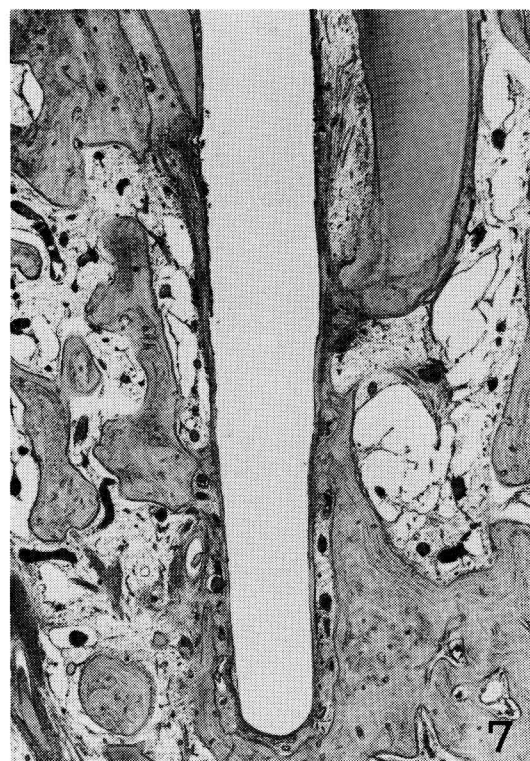
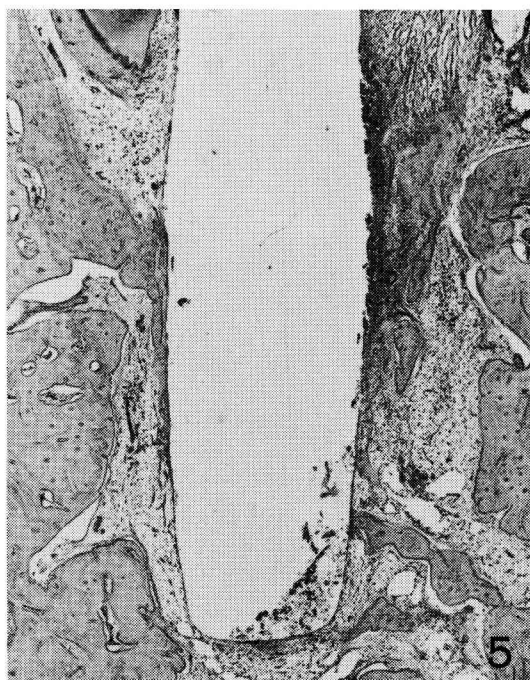
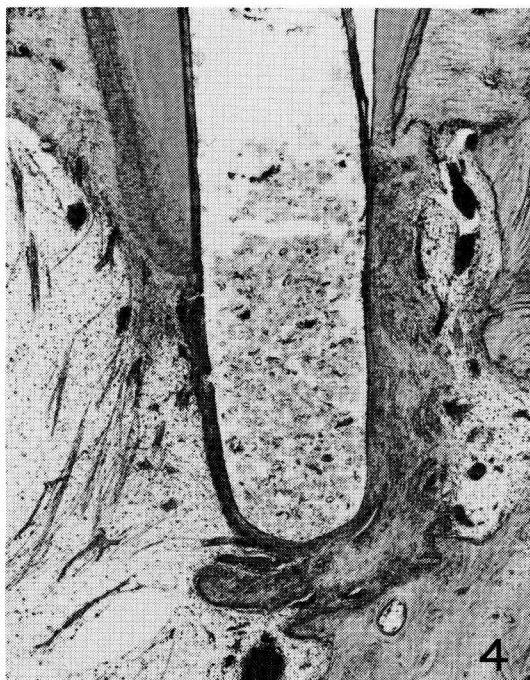
1. After 4 weeks, an inner layer of thin and dense fibrous connective tissue and an outer layer of granulation tissue surrounded the Ti-pins and Bio-pins with slight to moderate infiltration of lymphoid cells and a small amount of newly formed bone was in close contact with some Bio-pins. However, purulent inflammation was observed around the TiAl-pins.
2. After 12 to 24 weeks, the fibrous connective layer around both the Ti-pins and Bio-pins was denser than that of the previous stage, and formation of new bone around the Bio-pins was evident. On the other hand, marked purulent inflammation with abscess formation was seen around the TiAl-pins, and it was thought that such purulent inflammation was induced by the bonding agent of aluminous ceramics.
3. There was slight infiltration of lymphoid cells in the periodontal tissue of the root apex in some cases of both the Ti-pins and Bio-pins, but its exact cause was not understood.
4. There were no significant histopathological differences in the various diameters of the Ti-pins and Bio-pins.

## 文 献

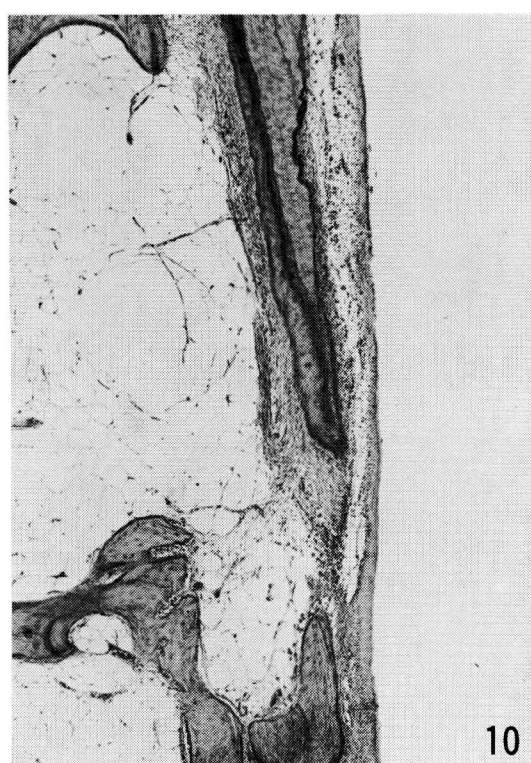
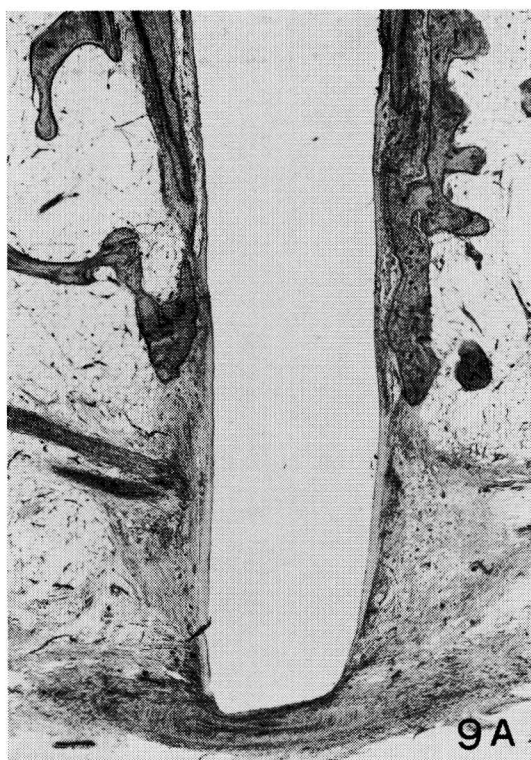
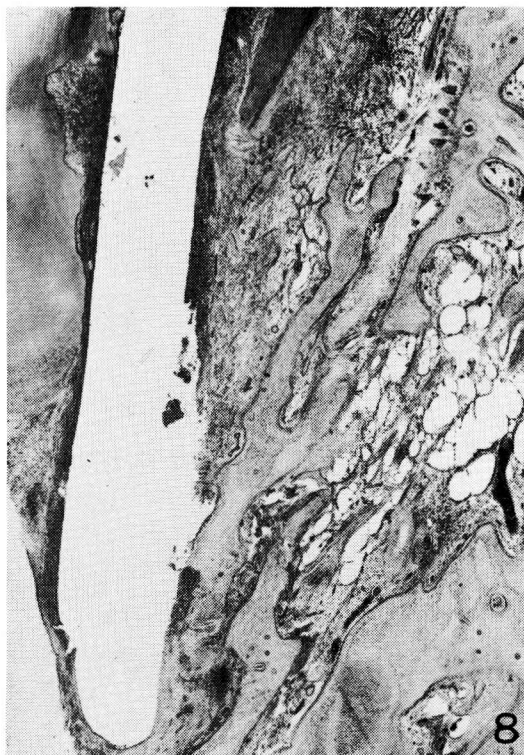
- 1) 川原春幸: 生物理工学について, 歯理工誌, 3: 105-115, 1962.
- 2) Strock, A. E. & Strock, M. S.: Method of reinforcing pulpless anterior teeth-preliminary report. *J. Oral Surg.* 1: 252-255, 1943.
- 3) Orlay, H. G.: Stabilizer with endodontic implants. *J. Oral Implant Transplant Surg.* 11: 44-53, 1965.
- 4) Frank, A. L.: Improvement of the crown-root ratio by endodontic endosseous implants. *J. A. D. A.* 74: 451-462, 1967.
- 5) Frank, A. L.: Endodontic endosseous implants and treatment of the wideopen apex. *Dent. Clin. N. Am.* 675-700, 1967.
- 6) Lew, I., Greene, D. & Judy, K.: The endodontic implant. *J. Acad. Gen. Dent.* 20: 36-40, 1972.
- 7) 森 喜郎: Dental implant の実験的研究, 口科誌, 26: 34-50, 1972.
- 8) Seltzer, S., Green, D. B., de la Guardia, R., Maggio, J. & Barmett, A. B.: Vitallium endodontic implants: A scanning electron microscope, electron microprobe, and histologic study. *Oral Surg.* 35: 828-860, 1973.
- 9) Seltzer, S., Maggio, J., Wollard, R. & Green, D.: Titanium endodontic implants: a scanning electron microscope, electron microprobe, and histologic investigation. *J. Endod.* 2: 267-276, 1976.
- 10) 大野吉輝: Endodontic Implant と過剰根管充填に関する実験病理学的研究, 日歯保誌, 20: 393-405, 1977.
- 11) 鈴木鍾美: 「特集: 歯科インプラント法」 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, 1983.
- 12) 鈴木鍾美: インプラントにおける骨吸収, 歯科ジャーナル, 20: 657-666, 1984.
- 13) Orlay, H. G.: Endodontic splinting treatment in periodontal disease. *Br. Dent. J.* 108: 118-121, 1960.
- 14) Orlay, H. G.: Splinting with endodontic implant stabilizer. *The Dental Practitioner* 14: 481, 1964.
- 15) 馬場英一, 旗手 敏, 森田修巳: 歯内インプラントを支台歯としたバーアタッチメントの症例, 日歯評論, 362: 21-29, 1972.
- 16) 関谷昭雄, 野村寿男: Dental Implant. 歯界展望, 40: 522-528, 1972.
- 17) 柳沢定勝, 斉藤 毅: 歯内骨内インプラントについて, 日歯評論, 384: 57-70, 1974.
- 18) 中村治郎: Endodontic Endosseous Implant の応用, 歯界展望, 44: 865-871, 1974.
- 19) 浅井康宏, 黒田政俊: 歯内・骨内インプラントの予後と将来の展望—その術式, 症例および問題点を中心に—, 歯科ジャーナル, 9: 73-87, 1979.
- 20) 浅井康宏, 黒田政俊: 歯内・骨内インプラントについて, 日歯医師会誌, 33: 591-601, 1980.
- 21) 黒田政俊, 麻生 博, 浅井康宏: バイオセラム・サファイア・ピン応用による歯内・骨内インプラント—特に臨床応用例について—, 歯界展望, 52: 731-736, 1978.
- 22) 黒田政俊: 歯内・骨内インプラントの適応症, 別冊ザ・クインテッセンス, 東京, 105-117, 1984.
- 23) Cranin, A. N., Rabkin, M. F. & Garfinkel, L.: A statistical evaluation of 952 endosteal implants in humans. *J. A. D. A.* 94:

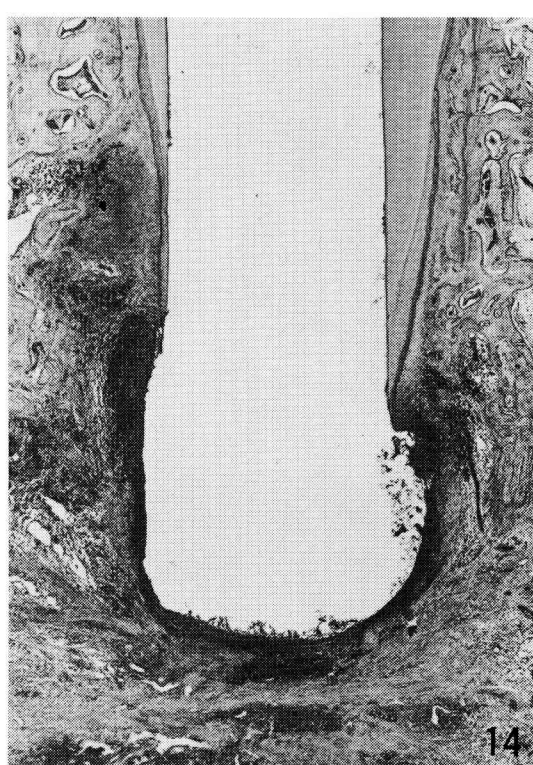
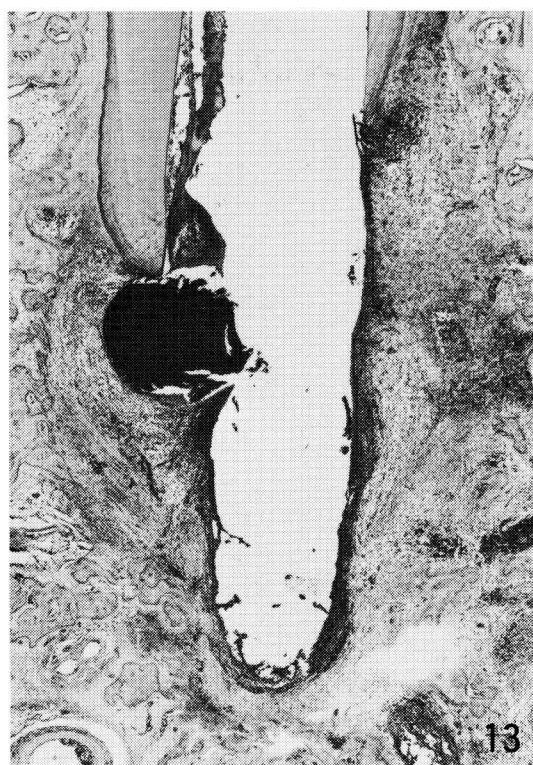
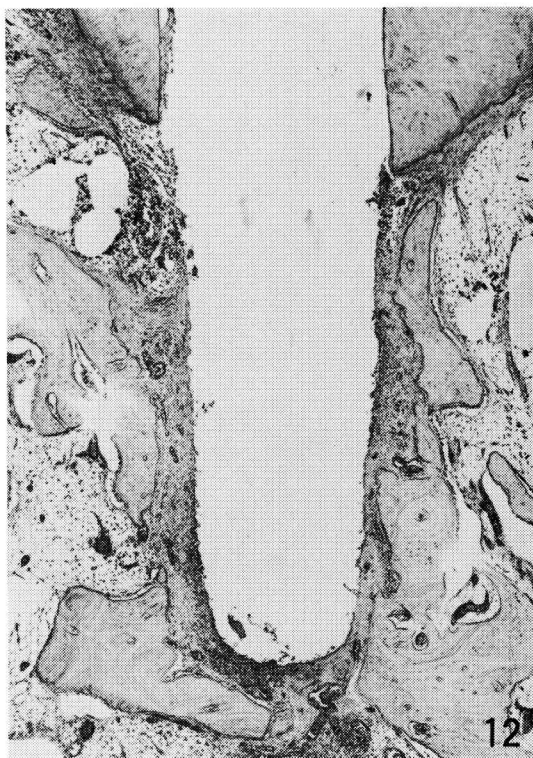
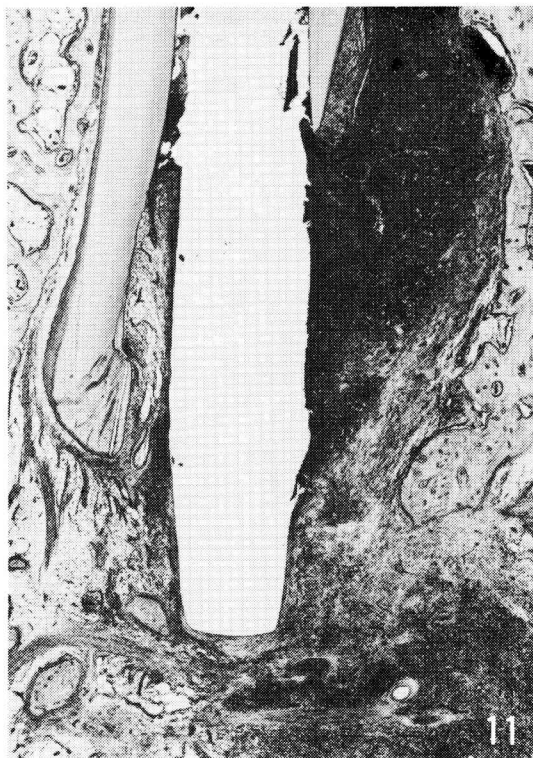
- 315-320, 1977.
- 24) Diez, G. : Apex und periapikales Parodont endodontisch enossal stiftfixierter Zähne. *D. Z. Z.* 30 : 481-482, 1975.
  - 25) 川原春幸 : インプラントと生物工学, インプラントの臨床, 歯界展望別刷, 122-147, 1975.
  - 26) Ferguson, A. B. : The ionization of metal implant in living tissues. *J. Bone Joint Surg.* 42 : 77-90, 1960.
  - 27) 寺内嘉孝 : チタンの生物学的研究, 京都府立医科大学位論文集 (第16号), 1959.
  - 28) 川原春幸 : 金属と組織培養, 第4 族金属について, 通信医学, 9 : 738, 1957.
  - 29) Kawahara, H., Yamagami, A., & Nakamura, M. : Biological test of dental materials by means of tissue culture. *Internat. Dent. J.* 18 : 443, 1968.
  - 30) 川原春幸 : インプラント材料に対する生体組織のなじみ, 表面, 12 : 253, 1974.
  - 31) 川原春幸 : 特集・インプラントの現在, より確かなセラミック・インプラント, 補綴臨床, 16 : 3-19, 1983.
  - 32) 山室隆夫 : 人工生体材料と結合組織との界面における諸問題, 結合組織, 17 : 21-28, 1985.
  - 33) 板垣光信, 梅原正年, 鈴木鍾美, 他 : セラミック, ボンディングインプラント材による組織変化の実験的研究 (その1), 日本歯科インプラント学会第5 回東北・北海道支部総会抄録, 4 : 1985.
  - 34) Boulger, E. P. : The foreign body reaction of ratti ssue and human tissue to guttapercha. *J. A. D. A.* 20 : 1473-1481, 1933.
  - 35) Barker, B. C. W. & Lockett, B. C. : Reaction of dog tissue to immediate root filling with zinc oxide cement and guttapercha. *Aust. Dent. J.* 17 : 1-8, 1972.
  - 36) 曾我直夫 : 根管充填に関する研究, とくに過剰根管充填が歯周組織にあたえる影響に関する実験的研究, 歯科医学, 38 : 615-632, 1975.
  - 37) Erasquin, J. & Muruzabal, M. : Root canal fillings with zinc oxide-eugenol cement in the rat molar. *Oral Surg.* 24 : 547-558, 1967.
  - 38) 水野正敏 : 各種根管充填剤の創傷治癒におよぼす影響について (根管模型実験), 日保歯誌, 12 : 212-231, 1970.



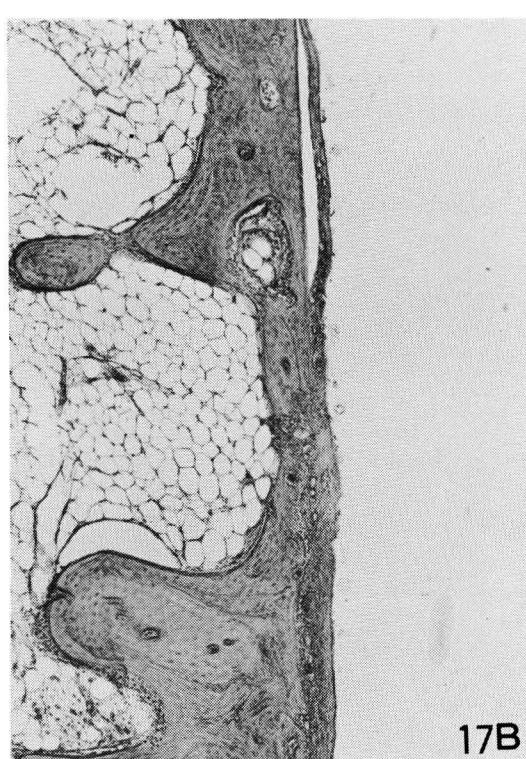
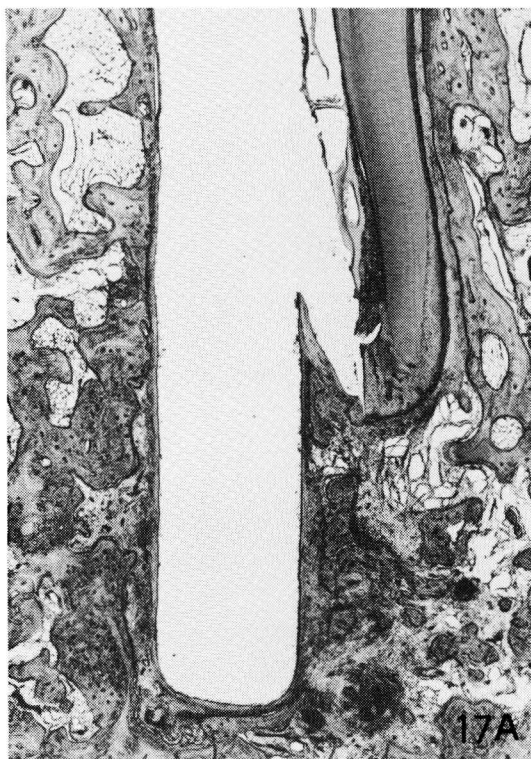
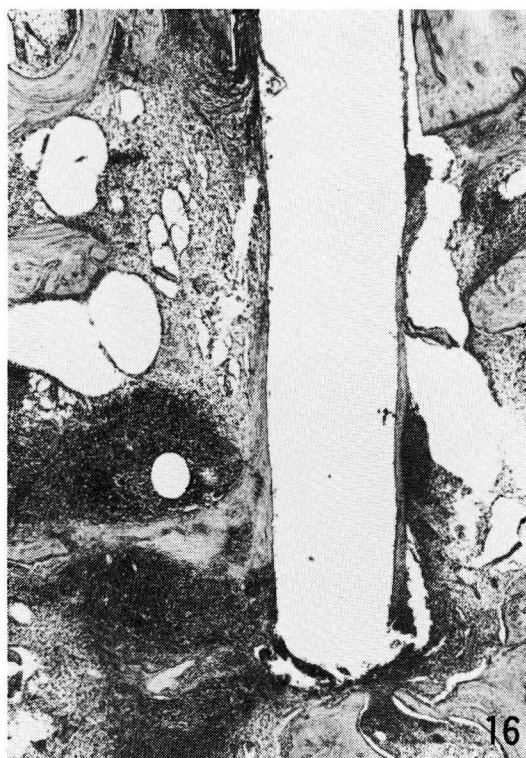
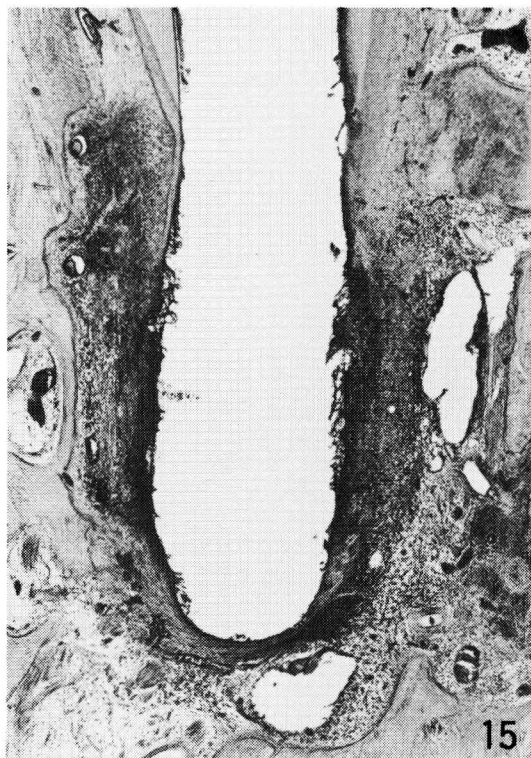




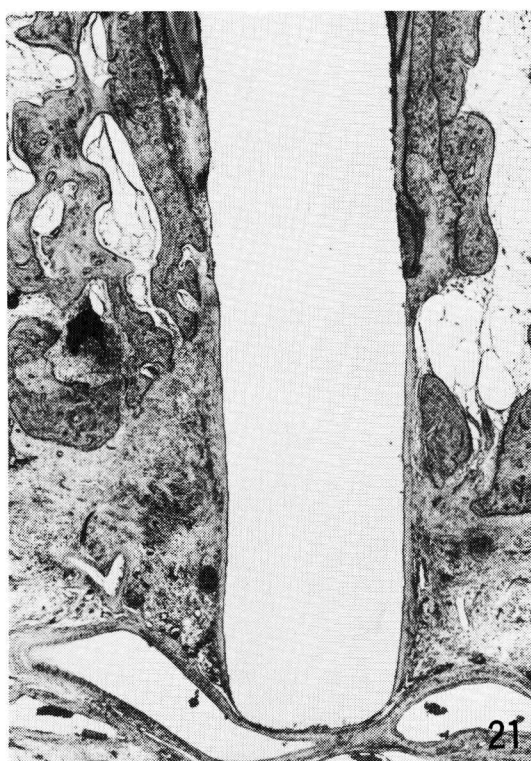
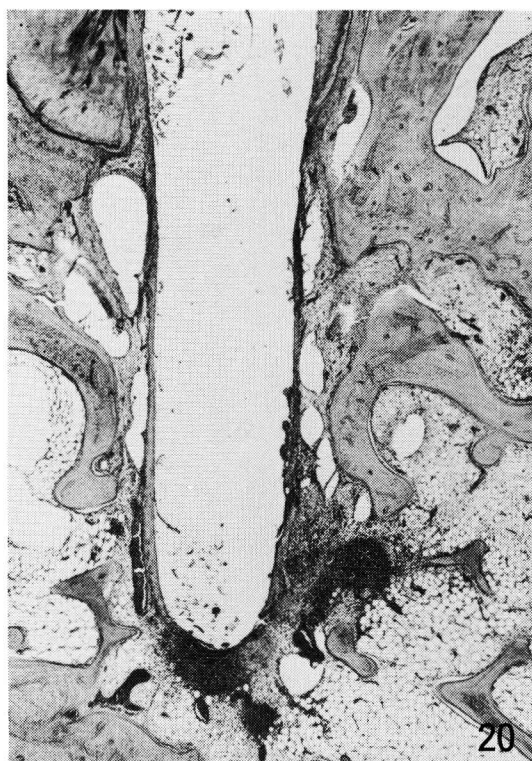
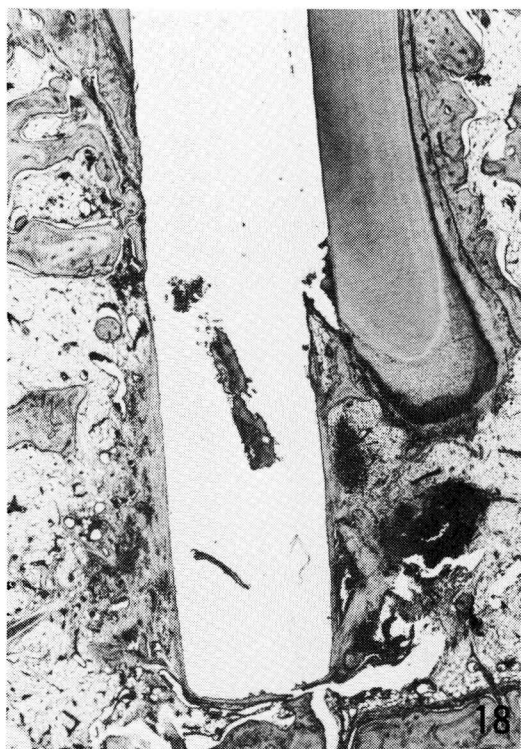


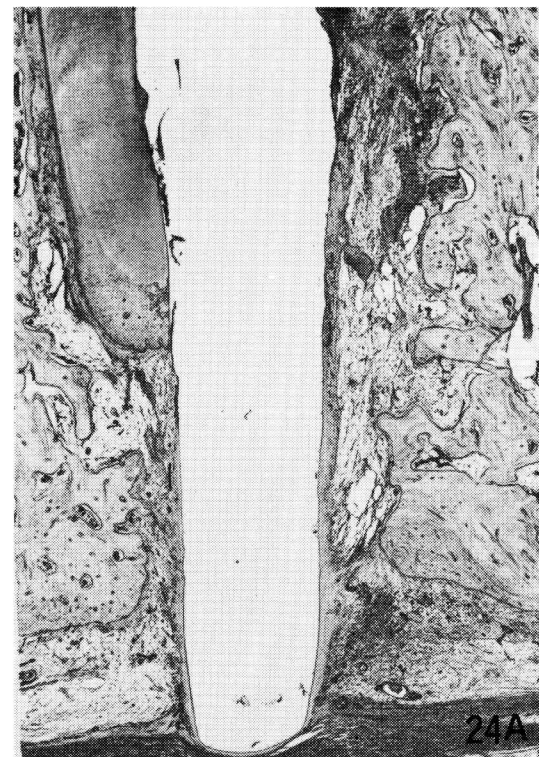
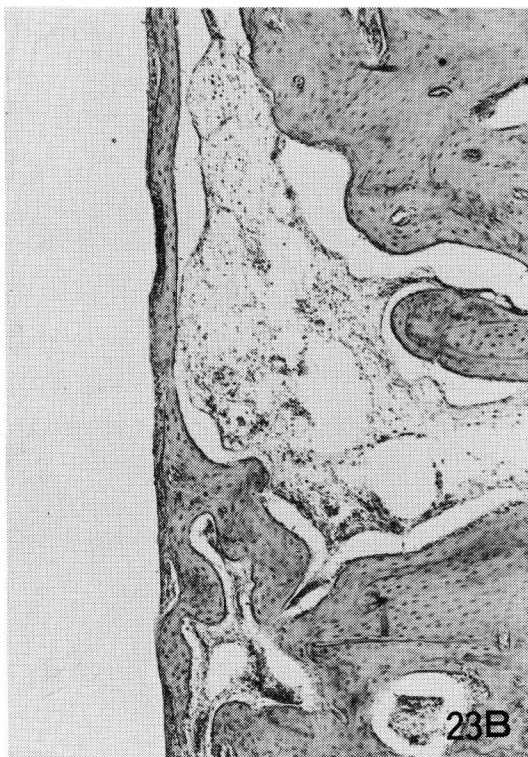
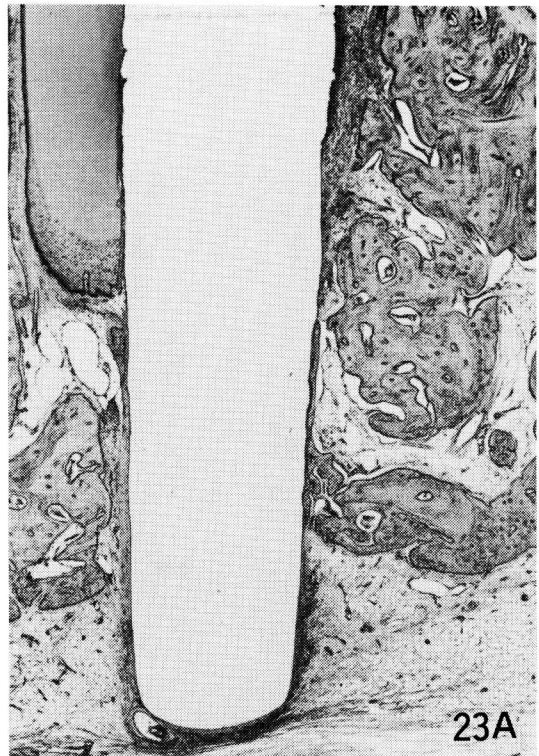
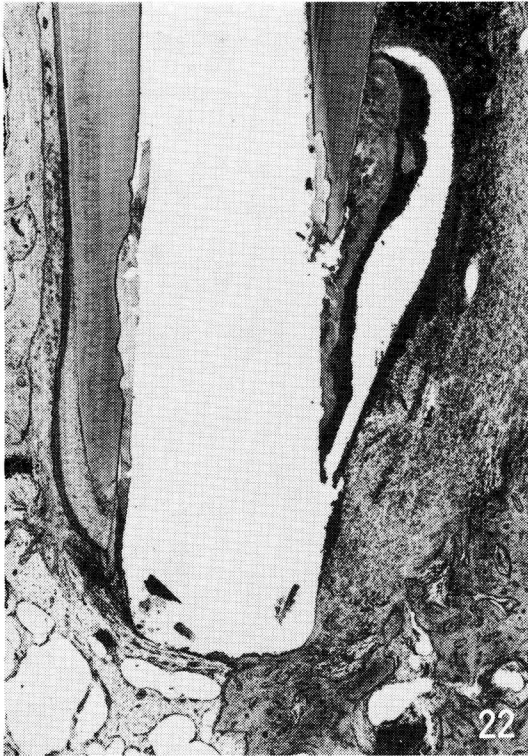




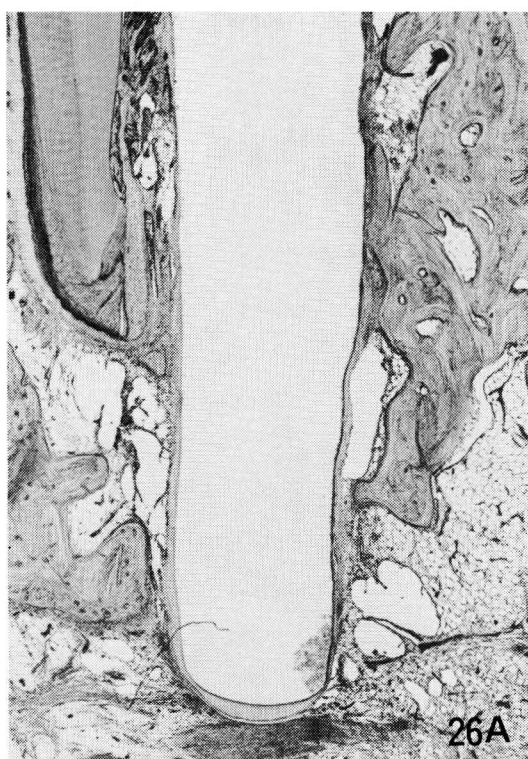
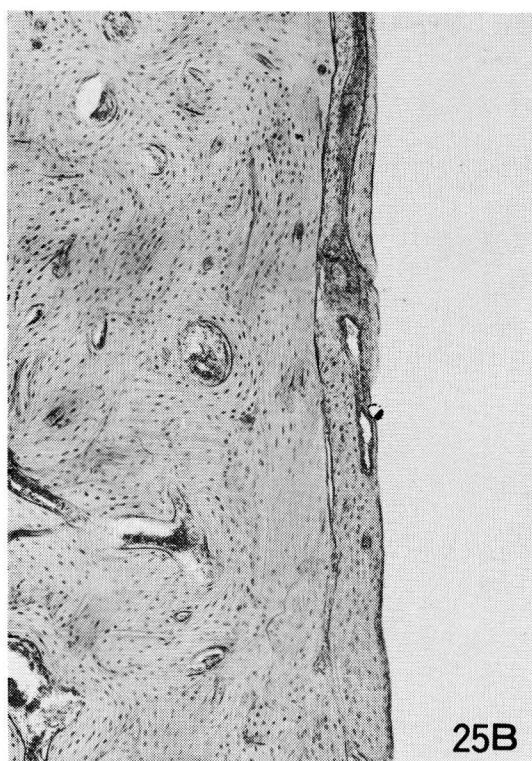


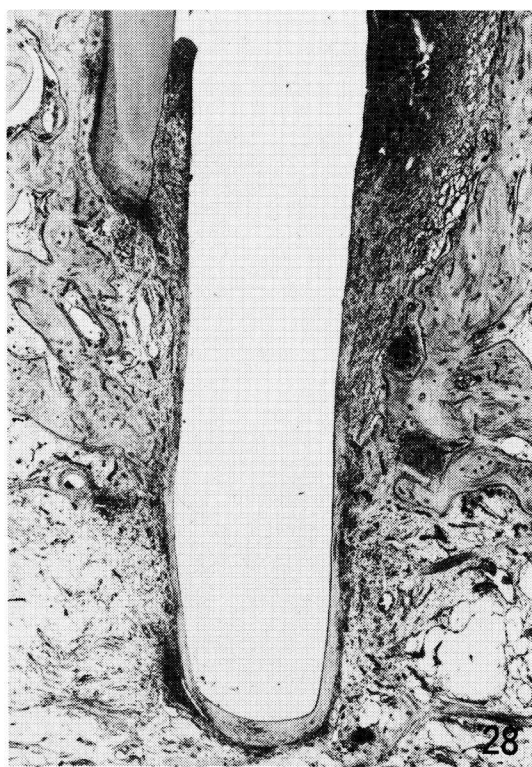
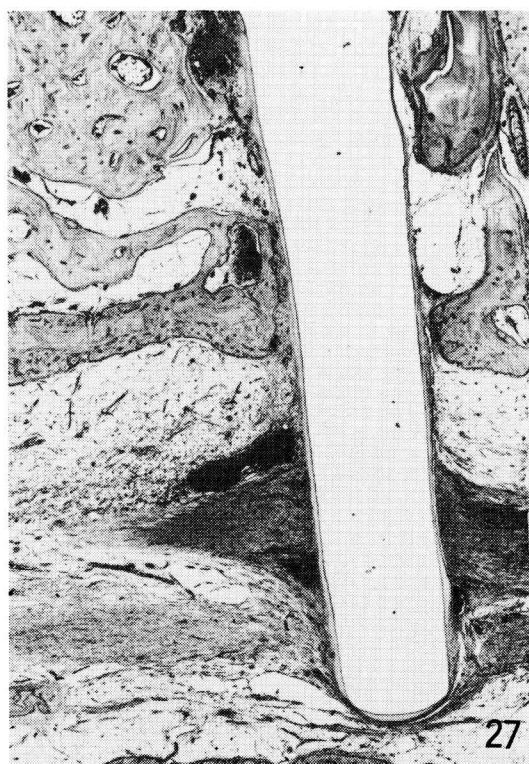
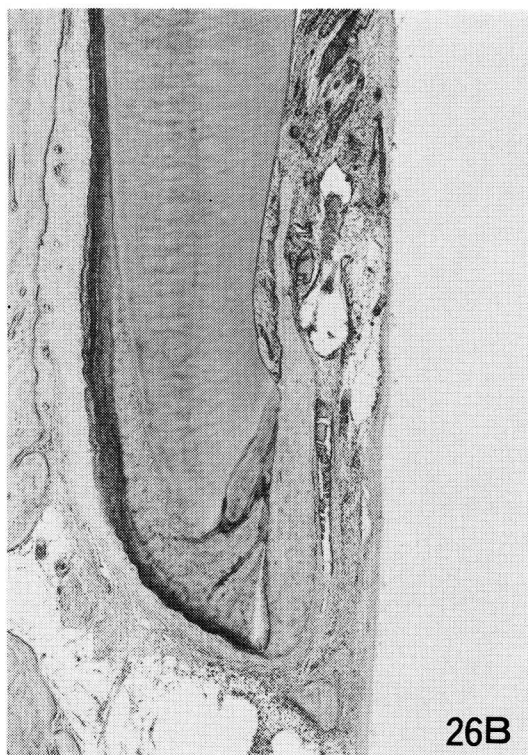












- 図2 チタン合金ピン (最大径1.0mm) を埋植後4週間目の所見 (実験例番号1)
- 図3 チタン合金ピン (最大径1.4mm) を埋植後4週間目の所見 (実験例番号11)
- 図4 チタン合金ピン (最大径1.0mm) を埋植後12週間目の所見 (実験例番号6)
- 図5 チタン合金ピン (最大径1.4mm) を埋植後12週間目の所見 (実験例番号14)
- 図6 チタン合金ピン (最大径1.4mm) を埋植後12週間目の所見 (実験例番号13)
- 図7 チタン合金ピン (最大径1.0mm) を埋植後24週間目の所見 (実験例番号9)
- 図8 チタン合金ピン (最大径1.0mm) を埋植後24週間目の所見 (実験例番号7)
- 図9A チタン合金ピン (最大径1.4mm) を埋植後24週間目の所見 (実験例番号17)
- 図9B チタン合金ピン (最大径1.4mm) を埋植後24週間目の所見 (実験例番号18)
- 図10 チタン合金ピン (最大径1.4mm) を埋植後24週間目の所見 (図9Aの一部拡大所見)
- 図11 チタン合金ピン (最大径1.4mm) を埋植後24週間目の所見 (実験例番号16)
- 図12 チタン合金ピンにアルミナセラミックをコーティングしたもの (最大径1.2mm) を埋植後4週間目の所見 (実験例番号21)
- 図13 チタン合金ピンにアルミナセラミックをコーティングしたもの (最大径1.2mm) を埋植後4週間目の所見 (実験例番号19)
- 図14 チタン合金ピンにアルミナセラミックをコーティングしたもの (最大径1.4mm) を埋植後4週間目の所見 (実験例番号28)
- 図15 チタン合金ピンにアルミナセラミックをコーティングしたもの (最大径1.2mm) を埋植後12週間目の所見 (実験例番号24)
- 図16 チタン合金ピンにアルミナセラミックをコーティングしたもの (最大径1.2mm) を埋植後12週間目の所見 (実験例番号22)
- 図17A チタン合金ピンにアルミナセラミックをコーティングしたもの (最大径1.4mm) を埋植後12週間目の所見 (実験例番号31)
- 図17B チタン合金ピンにアルミナセラミックをコーティングしたもの (最大径1.4mm) を埋植後12週間目の所見 (図17Aの一部拡大所見)
- 図18 チタン合金ピンにアルミナセラミックをコーティングしたもの (最大径1.4mm) を埋植後12週間目の所見 (実験例番号32)
- 図19 チタン合金ピンにアルミナセラミックをコーティングしたもの (最大径1.2mm) を埋植後24週間目の所見 (実験例番号25)
- 図20 チタン合金ピンにアルミナセラミックをコーティングしたもの (最大径1.2mm) を埋植後24週間目の所見 (実験例番号26)
- 図21 チタン合金ピンにアルミナセラミックをコーティングしたもの (最大径1.4mm) を埋植後24週間目の所見 (実験例番号35)
- 図22 チタン合金ピンにアルミナセラミックをコーティングしたもの (最大径1.4mm) を埋植後24週間目の所見 (実験例番号34)
- 図23A バイオセラムテーパーピン (最大径1.7mm) を埋植後4週間目の所見 (実験例番号38)
- 図23B バイオセラムテーパーピン (最大径1.7mm) を埋植後4週間目の所見 (図23Aの一部拡大所見)
- 図24A バイオセラムテーパーピン (最大径1.7mm) を埋植後12週間目の所見 (実験例番号42)
- 図24B バイオセラムテーパーピン (最大径1.7mm) を埋植後12週間目の所見 (図24Aの一部拡大所見)
- 図25A バイオセラムテーパーピン (最大径1.7mm) を埋植後12週間目の所見 (実験例番号40)
- 図25B バイオセラムテーパーピン (最大径1.7mm) を埋植後12週間目の所見 (図25Aの一部拡大所見)
- 図26A バイオセラムテーパーピン (最大径1.7mm) を埋植後24週間目の所見 (実験例番号43)
- 図26B バイオセラムテーパーピン (最大径1.7mm) を埋植後24週間目の所見 (図26Aの一部拡大所見)
- 図27 バイオセラムテーパーピン (最大径1.7mm) を埋植後24週間目の所見 (実験例番号45)
- 図28 バイオセラムテーパーピン (最大径1.7mm) を埋植後24週間目の所見 (実験例番号44)