

失活歯の支台築造

甘利光治, 石原善和

松本歯科大学 歯科補綴学第2講座 (主任 甘利光治 教授)

Post and Core for Endodontically Treated Tooth

MITSU HARU AMARI and YOSHIKAZU ISHIHARA

Department of Prosthodontics II, Matsumoto Dental College

(Chief: Prof. M. Amari)

Summary

The results from statistical surveys indicate that approximately 80% of abutment teeth for fixed prosthetic restorations are built as a replacements for missing tooth structures (caused by dental caries, endodontic access preparation, trauma etc.) using post and core materials.

However, it has been revealed that most failures of fixed prosthetic restorations with endodontically treated teeth are caused by unsuitable post and core.

The causes of these failures are based on both wrong judgement of indication and faulty procedure for constructing post and core.

This article describes the following clinical criteria for the use of post and core; (1) retention of post and core, (2) mechanical strength of post and core, (3) retention of restoration retained by post and core, (4) tooth fracture, and (5) secondary caries and periodontal diseases.

はじめに

今日の歯科補綴臨床において、支台築造は、失活歯は勿論のこと、時には、大きな実質欠損をもつ生活歯にも適応され、不可欠の処置となっている。その頻度は、歯冠補綴物の80%に達する¹⁾。

これは、歯内療法や歯周治療の目覚ましい進歩とともに、安易な抜歯がさげられ、歯牙保存の傾向

にあることが、一因となっているのであろう²⁾。

因みに、クラウン・ブリッジに関する統計調査をみると、クラウンの支台歯総数に対する生・失活歯別装着数は、失活歯が4倍以上多い^{3,4)}。また、歯牙欠損補綴という性質上、比較的、生活歯の多いブリッジの支台歯でも、約50%は失活歯である^{5,6)}。

支台築造は、こうした実質欠損をもつ支台歯に、

金属やレンジあるいはアマルガムといった材料を用いて補ない、支台歯歯質の補強や維持力を強化し、経過の良い上部装着物を製作、装着できる適正な支台歯形態を得るところに、主たる目的がある^{7,8)}。

ところが、クラウンやブリッジについての脱落、破折などの失敗例に関する調査によると、その原因は、支台築造の不良に因るところが大きいとしている^{9,10)}。日常臨床においても、支台築造体の不適合、窩洞や合釘孔の形態不良、支台築造材料の誤使用など、術式や適応症の誤りにより、装着物の脱落や歯牙の破折を来したと考えられる症例に遭遇することは多い。

これは、支台築造体が、最終的にクラウンなどの上部装着物によって被覆されるため、その維持力、変形、破損あるいは歯牙の破折、二次う蝕、根尖疾患などに対する配慮が、ややもすると軽視されるところに一因がある¹¹⁾。

支台築造体が支台歯と上部装着物との間に存在し、両者の連結、維持に目的があり、加えて、装着物が患者や術者の目に触れることもなく、チェックも難しいとするならば、上部装着物以上に、その特徴を把握し、適応の可否についての正

しい判断が必要である。

そこで、ここでは支台築造のなかでも、とくに頻度の多い失活歯に応用される支台築造法について、その特徴および適応症の規準を述べることにする。

支台築造法の種類と特徴

支台築造法は、口腔内で直接支台築造できる直接支台築造法と、通常の鑄造修復物と同様の過程を経る間接支台築造法、および両者の中間的な方法である直接間接支台築造法とに大別できる(表1)。

1. 直接支台築造法

直接支台築造法は、主として練成材(セメント、アマルガム、コンポジットレジンなど)を単独、または既製のポストやピンと併用して、直接口腔内で支台築造する^{7,9,12)}(図1)。

この方法によれば、支台築造に要する治療回数が一度で済む利点がある¹²⁻¹⁴⁾。また、これに用いる既製ポストは、練成支台築造材の維持部分やポストの形態の異なるものが多数市販され、各々に特徴をもち症例を選んで用いられている。

ただ、各れの場合も練成支台築造材を使用する

表1：支台築造法の種類と特徴

支台築造法	直 接 法					間接法	直接間接法
	セメント コア	アマルガム コア	レジ ン コア	既製 ポスト コア	既 製 ポ ス ト+レ ジ ン コア	鑄 造 (ポスト) コア	鑄 造 (ポスト) コア
難易度・複雑度	◎	○	○	△	△	×	×
築 造 時 間	◎	○	○	△	×	◎	◎
診 療 回 数	◎	○	◎	◎	◎	×	×
経 済 性	◎	○	△	×	×	×	×
歯質の削除量	○	△	◎	×	◎	×	×
強 度	×	◎	△	◎	◎	◎	◎
接 着 性	×	×	◎	×	◎	×	×
耐 吸 水 性	◎	◎	×	◎	×	◎	◎
耐 久 性	×	○	△	◎	△	◎	◎
毒 性 ・ 親 和 性	○	×	△	◎	△	○	○
X 線 造 影 性	△	◎	×	◎	△	◎	◎
適 応 範 囲	×	△	△	×	○	◎	×
使 用 頻 度	×	×	△	×	△	◎	×

注) セメント：りん酸亜鉛セメント，レジ：接着性コンポジットレジン，鑄造：鑄造用合金+りん酸亜鉛セメント合着，直接間接法：口腔内ワックスアップ，◎：他の方法に比べて特に優れている，○：差がないかやや良い，△：やや劣る，×：特に劣る

ため、周囲が歯質で囲まれているか、マトリック
スバンドを用いて隔壁を確実に作るかしないと、
通則として支台築造できない。そのため歯頸部付
近での支台築造には適さないことが多い¹⁾。これ
を無理に行なうと、歯肉溝内に支台築造材が圧入
されたり、オーバーハングになったりして、二次
う蝕や歯周疾患の原因となる。

1) セメント支台築造法 (セメントコア)

失活歯には適応外とする意見もあり¹⁰⁾、一般に
強度的理由から用いられることは少ない。しかし
支台築造体の全周囲に十分な高径と厚さのある残
存歯質をもつ、小範囲の歯冠部に限局した症例に
ついては、力学的解析¹⁵⁾なども考慮に加えると、破
砕抗力の大きなりん酸亜鉛セメントやガラスイ
オノマーセメント、一部の接着性レジンセメント
などの応用は可能である。

2) アマルガム支台築造法 (アルマガムコア)

一昔前までは、セメントやレジンなど、他の練
成支台築造材に比べて、機械的強度や抗う蝕性な
どに優れていることから、主流をなしていたが、

- ①水銀毒性の心配がある。
- ②硬化時間が長い。
- ③既製のポストやピンを併用することができる
が歯質との接着性がない。
- ④金属腐蝕の原因となる。
- ⑤引張り強度が弱く、脆い。

ことなどが欠点として指適され^{7,8)}、コンポジット
レジンの普及とともに、最近では、余り使用さ
れていない。

3) コンポジットレジン支台築造法 (コンポジット レジンコア)

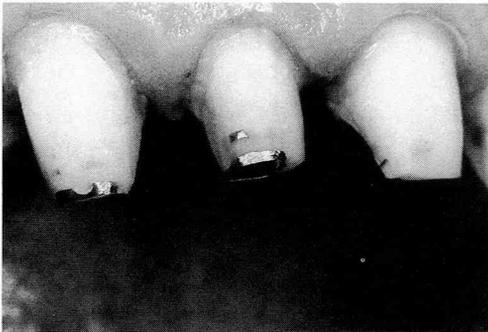


図1：既製スチールポストとコンポジットレジン
による支台築造

コンポジットレジン材料は、15~20年前から急
速に歯科保存の領域に取り入れられてきたもの
で、その後の接着性の付与^{16~19)}、光重合型やハイ
ブリット型の開発^{20~22)}にみられるごとく、その物
性、操作性の改良改善には、まさに日進月歩の進
歩がみられる。

支台築造材料としても、こうした特徴に、さら
に、X線造影性、色調、硬度、強度などを改良し
た専用の製品が数種みられるようになった^{23,24)}。

これらは、アマルガムや後述の鑄造法と比べて、

- ①硬化速度が速く、即日形成が可能である。
- ②取り扱いが簡単である。

③接着性の付与されたものや接着性レジンセ
メントを併用すると、辺縁漏洩の心配が少なく、ポ
スト、歯質との一体化が期待でき歯質の保存がは
かれる。また、アンダーカットの解放を必要とし
ないため、接着性を利用して残存歯質の少ない支
台歯にも応用できる。

④ポストやピンの使用により、鑄造コアと優
劣をつけ難いほどの強度、維持力が得られる。

などの利点がある^{11,14,25~28)}ことから、急速に普
及しつつある^{11,27)}。

一方、本来、レジン材料には、熱膨脹係数、硬
度、吸水性、辺縁封鎖性など、支台築造材として
好ましくない物性がある。これを改良するため、
無機質フィラーを混入し、さらに、その量、形状
などに工夫が加えられ、一方では、接着性モノマ
ーや酸エッチング法が開発、改良されてきた。しか
し、こうしたことを行なっても最終的には、レジン
が有機成分を含む材料である以上、経時的吸水
による物性劣化や膨脹などを完全に否定すること
は難しい。

したがって、現在の段階では、上部装着物の辺
縁に接近した位置や歯頸部付近など感水、接水に
よる吸水の危険性のある部位への使用は好ましく
なく³⁰⁾、少なくとも、上部装着物より1 mm 以上
離れた位置へのコア辺縁の設定が必要である
²⁷⁾。

また、人工唾液中にコンポジットレジンコア
を施した支台歯のみを浸漬し、計測時に被覆鑄造
冠を装着し、両者間の経時的寸法変化を調べた研
究によると、浸漬後6日目まで増加し続け、その
値は、ほぼ260 μ mにもなったとしている²⁹⁾。

こうしたことから考えると、支台歯形成後には、

確実な暫間補綴物を装着することも吸水膨脹による支台歯の変形を防ぎ、上部装着物の適合をはかるうえで、この支台築造材を用いる場合は、特に大切な臨床処置といえる。

4) 既製金属ポストコアによる支台築造法

直接支台築造法に属するもう一つの方法として、ポストと一体となっている既製コアを用い、練成支台築造材を使用しない方法がある。これの最も典型的なものにキュラーアンカーの一種(図2)がある。

この種のものは適応症を選んで用いると、合釘孔の形成と合着操作だけで、最終支台歯形成が可能なため、ポストコアのなかでも最も省力的なもの1つである。

反面、残存歯質量の多少に関係なく、歯冠部歯質を削除しなければならないことや、コア部とポスト部の位置関係が決まっているうえに、コア部が真円形の一定の大きさをしたものであるため、歯根根面部外形や咬合関係に応じた十分な維持力のある支台歯形態にコア部の形態修正が行ないにくく、適応症の選択が難しい欠点がある。

2. 間接支台築造法

従来より、用いられている鑄造法による支台築造方法である。コンポジットレジンなどの練成支台築造材は、適応症に一部制限されるところがあり、とくに練成支台築造材の主流をなしている接着性コンポジットレジンによる支台築造法は、歴史が浅く、臨床的成績あるいは術式に、鑄造法にみられるほどの安定性、確実性が得られていない弱点がある。これは、この材料の改良のテンポが早いことからもうかがえるところで、未だ改善の

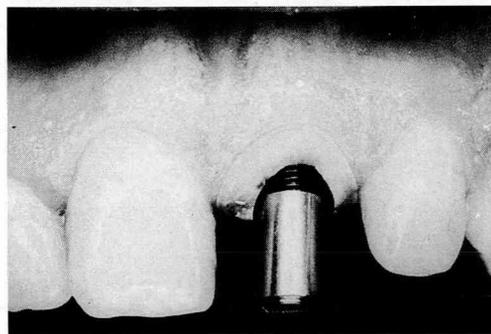


図2：キュラーアンカー，スタンダードタイプ(試適中)

余地があると解したい。反面、鑄造コアによる方法は、こうした心配は少なく、歯冠部に限局した小さなものから、残存歯質が歯根部だけの広範な実質欠損をもつものまで、ほとんどのものに単独材料で応用でき^{1,8)}、しかも口腔内における操作は、セメント合着のみで比較的簡単である。これまでの統計的調査によると、全体の大半は、鑄造法による間接支台築造法で行なわれている^{1,3,5)}が、こうした特徴を考えると容易に理解ができるところである。

反面、欠点として、製作過程が複雑で、患者の来院回数が多くなること、あるいはアンダーカットを解放しなければならないため、歯質削去量が多くなり易いことなどが挙げられる。

また、鑄造ポストコアは、通常、僅かにテーパーが付与され、表面は平坦形態をしている。この形態のものは、パラレルなタイプ、あるいは表面がネジ込み式や鋸歯状タイプのものに比べて、維持力が劣る^{32,33)}。

従って、強い維持力を要する場合には、既製のポストのなかから、ポストが平行で鋸歯状タイプのものを選んで、鑄接法により、応用することもある。最も維持力の強いネジ込み式のものは、普通使用できない。

また、最近開発された支台築造用光重合レジンを用いて、間接模型上で、既製ポストを併用して製作する方法もある。この方法によると、鑄造のステップを省くことができる利点がある。

3. 直接間接支台築造法

口腔内で、コアのワックスパターンを直接法により、インレーワックスあるいはパターン用レジンで採得し、鑄造製作する方法である。

支台歯形成から合着までのステップを、システム化された適合のよい既製ポストを用いて製作する方法なども、この一種である。

本法は、間接作業模型の製作ステップを省くことができ、口腔内の対合歯との位置関係なども把握しやすい利点がある。反面、口腔内でのワックスアップが、間接模型上で行なうよりも比較的困難で、熟練を要すること、治療時間が長くなり、患者に苦痛を与えることなどの欠点があり、その利用頻度は比較的少ない。

適応症可否の基準

支台築造が可能か不可能か、つまり適応の可否を判断する基準としては、

- 1 コアーおよびポストの維持力が十分に得られること。
- 2 コアーおよびポストの破損、変形を来たさないこと。
- 3 上部装着物が脱落、破損しないこと。
- 4 支台歯歯質が破折しないこと。
- 5 二次う蝕、根尖病巣、歯周疾患などを生じないこと。

などがある。

以下、これらについてみると、

1. コアーおよびポストの維持力が十分に得られること。

残存歯質量の多少や、支台装置の種類、咬合関係、咬合力などによって異なるが、一般に歯冠部の残存歯質が多く、周囲を1 mm以上の十分な歯質量で囲めるような症例では、保存修復学の原則に従って、欠損部のみを練成支台築造材を単独かねじピンを併用して築造すればよく、コアーが脱落したり、歯質が破折することはまずない。

しかし、一般的にみられる失活歯は、歯冠部崩壊が著しいことが多い。臨床的観察からは、歯軸壁が $\frac{1}{2}$ 以上崩壊している症例では根管に維持を求めるべきであるとしている³⁴⁾。また、残存歯質の量と維持力との関係をみた実験結果から、歯冠部残存歯質のないものは、維持力の減少が著しく、十分な長さのポストを必要とするとしている³⁵⁾。これらのことからコアー維持の大部分をポストの維

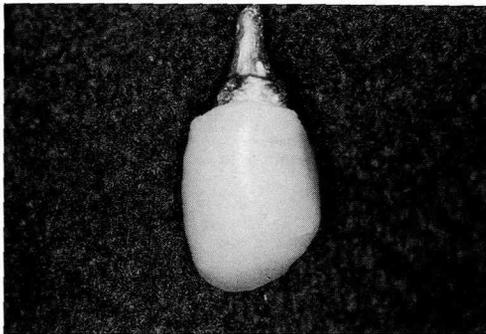


図3：ポスト長の不足、オーバーテーパーなどによる形態不良に伴う脱落例

持力に依らなければならないことがわかる(図3)。

したがって、ポストを装着する支台歯歯根の形態が、適応の可否を決める重要な基準となる。

ポストの維持力は、その長さ、太さ、表面形態およびセメントの種類などの因子により左右される。

1) 長さ

基礎実験、臨床報告からポストの長さは長ければ長いほど良好な維持が得られる^{13,32,36-38)}ことがわかっている。また、短かすぎるポストは、脱離だけでなく歯牙破折の原因となる³⁹⁻⁴²⁾。一般的に必要なとされる長さは、歯根長の $\frac{2}{3}$ ^{43,44)}あるいは歯冠長と同長以上^{45,46)}とし、その他、種々の基準がいられている⁴⁷⁻⁵⁰⁾が、歯根長の $\frac{1}{2}$ 以下を可とするものはない。

また、根尖部封鎖の点からみると、研究者により少しづつ異なるが、少なくとも3~5 mmの範囲内で根管充填材の保存を必要とすることが、合釘孔形成時に根管充填材が移動したり、漏洩を生じたり、根尖組織に炎症性変化を惹起したりする危険を防ぐために、ほぼ一致した意見となっている⁵¹⁻⁵⁴⁾(図4)。

ポスト長を規制するこの二点を解剖学的数値⁵⁵⁾をもとに計算し(表2)、歯冠部を完全に失った症例について、その可能性を冠長と同長以上、歯根長の $\frac{2}{3}$ 以上という条件に合わせて検討すると、根管充填材を3 mm残したものは適応するものがほとんどであるが、5 mmを残して、支台築造することは難しい。勿論のこと、臨床的には、種々の条件により必要とするポストの長さは異なるの



図4：根管充填材の移動例(テンポラリークラウン装着後、約3か月経過時)

で、この基準がすべてではない。どうしても、維持力の不足するときは、歯牙破折の危険性は大きい。維持力の大きな⁵⁹⁾ねじ込み式ポストの応用で、適応歯となることもある。

これらのことを考え合せると、原則的には、歯冠部残存歯質はできるだけ保存し、ポスト長を確保することが、維持力を得るうえからも歯牙破折を防ぐうえからも、まず第一であることがわかる。

2) 太さ

一般的には、ポストの直径が大きくなるほど維持力は増加するとされているが^{36,37)}、影響しないとする^{33,57)}のものもあり、ポスト長と維持力の関係ほど、一致した意見はみられない。

ただ一方で、切削すればするほど残存歯質は少なくなり、歯質破折の危険性を伴ってくる。通常、歯根の直径の約1/2の太さにするか、あるいは合釘孔周辺に1 mm以上の歯質を残すとしている⁵⁸⁻⁶⁰⁾。

また、合釘孔の拡大時は切削ドリルの性質上、真円形に形成されやすいため、回転防止が必要である。回転防止の方法には、ポストをできるだけ非真円形態にする以外に、キーウェーや補助ピンの付与などを用いるが、キーウェーや補助ピンは合釘孔の外側に付与するため、歯牙破折の危険性があり⁶¹⁾、施術するときは相応の大きさ、形態をもつ歯牙でなければならない。 $\frac{3}{5} - \frac{3}{3} + \frac{3}{3} = \frac{3}{5}$ などは比較的適応し易いが、 $\frac{7-4}{7 \cdot 6 \cdot 2} + \frac{4-7}{2 \cdot 6 \cdot 7}$ などは解剖学的形態から注意が必要である。

極端に直径の細い歯、歯根分割後の著しい偏平

根などは適応しない。

3) 合釘のテーバーと表面形態

一般にテーバーが小さいほど維持力が大きい^{32,33,62)}。

しかし現実的には、平行なものほど製作や適合が難しく、合着操作によるセメントによる浮き上がりも生じ易く、結果的に維持力の低下をみることがあるので、鑄造による通法のポストコアーは、1/20程度の僅かなテーバーやセメント溢出孔を付与している。なお、極端な円錐根は、根端に向けて著しく残存歯質量が少なくなるので歯牙の破折防止を考えると、十分なポストの長さが求めにくく、適正な維持形態が得られにくい。

また、ポスト表面の形態には、大別するとねじ込み形態、鋸歯状形態、平担形態の3種類がある(図5)。

種々の基礎的実験や、臨床実験により、同一形態に根管形成されたものでも、ポストの形態、適合状態が異なれば応力分布状態が異なること⁶³⁾、あるいは上記の3形態では、ねじ込み形態が最も維持力があり、次いで鋸歯状形態、最も弱いのが平担形態であることが分っている^{15,32,33)}。

従って、鑄造ポストコアーによる通法の維持形態が得られないような短根歯や彎曲歯、歯根端切除歯、あるいは通常以上に維持力を要求されるようなロングスパンのブリッジの支台歯などの場合にも、パラレルタイプのねじ込み形態をした既製ポスト(例、キュラーアンカー、ラディックスアンカーなど)を用いることにより適応症となるこ

表2：解剖学的数値とポスト長との関係

歯種	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
冠長	11.7	9.6	10.9	8.4	7.6	7.2	7.0	9.1	9.2	10.3	8.4	7.7	7.0	7.2
根長	12.1	12.2	14.5	12.2	13.1	12.0	11.5	10.8	12.0	13.6	12.5	13.0	11.9	11.0
根長より-3 mm	9.1	9.2	11.5	9.2	10.1	9.0	8.5	7.8	9.0	10.6	9.5	10.0	8.9	8.0
冠長に対して	×	×	○	○	○	○	○	×	×	○	○	○	○	○
根長の2/3	8.1	8.1	9.7	8.1	8.7	8.0	7.7	7.2	8.0	9.1	8.3	8.7	7.9	7.3
根長の2/3に対して	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
根長より-5 mm	7.1	7.2	9.5	7.2	8.1	7.0	6.5	5.8	7.0	8.6	7.5	8.0	6.9	6.0
冠長に対して	×	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×	○	○	×
根長の2/3	8.1	8.1	9.7	8.1	8.7	8.0	7.7	7.2	8.0	9.1	8.3	8.7	7.9	7.3
根長の2/3に対して	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

注) 冠長、根長の数値は藤田⁵⁹⁾より、単位：mm

○：適応、×：不適応

とがある。

4) セメントの種類

ポストを歯質に結合させるためには、りん酸亜鉛セメント、ポリカルボキシレートセメント、ガラスイオノマーセメント及び接着性レジンセメントがあり、主流をなしているのはりん酸亜鉛セメントである。これは過去の永年にわたる臨床的成績によるところが大きい。他の3種は比較的歴史が浅く、特に接着性レジンセメントは、これから、その位置付けがされるものであろう。

りん酸亜鉛セメントを除く、他のセメント類は、大なり小なり、象牙質に対して接着力を有してい

る⁶⁴⁾。

しかし、前3者のポストの維持力については大差のないことが分っている^{36,65)}。

接着性レジンセメントは、ポストとはサンドブラastingなどの表面処理による接着、歯質とは酸エッチングによるレジntag、あるいは樹脂含浸象牙質の形成による接着¹⁹⁾により、それぞれ結合される。その結果、ポストとセメントと歯質とが一体化し、強力な維持力が得られ、歯質の保護にもつながり、従来、抜歯の適応としていた歯根部残存歯質の菲薄な症例でも、既製ポストとコンポジットレジン支台築造材を併用することにより効果がある¹⁴⁾とし、ここ一兩年急速に応用されつつある。

したがって、従来の合着セメント類とのこうした維持力に対する優位性を示す基礎的実験²⁵⁾もみられ、将来性に対する確かな手応えは感じるが、一方において現時点では十分な系統的な実験的、臨床的成績が得られていないことを考えると、その優劣、および程度については明解には論じられない。

りん酸亜鉛セメントを除く、セメントは、いずれも有機性セメントであるから、吸水性を大なり小なり有している⁶⁴⁾。したがって、象牙質が水分を含み、根管孔が歯冠部に比べて、清掃、乾燥という接着力に大きな影響を与える操作を行ない難い^{11,30)}とするならば、長期的には維持力、耐久性に疑問を残すところがある。したがって、現在の段階では、浸出液の多い歯頸部辺縁に移行部をもつ歯や比較的細くて、かつ長い合釘孔をもつ歯などは、耐吸水性という点からみれば、有機性のセメントよりも無機性のりん酸亜鉛セメントの適応歯といえる。

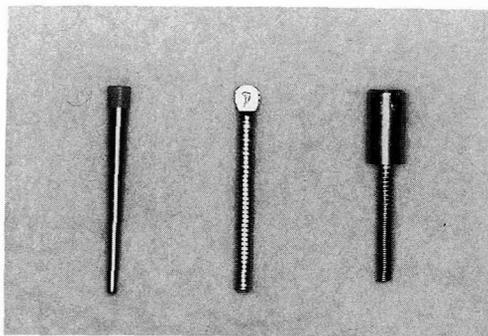
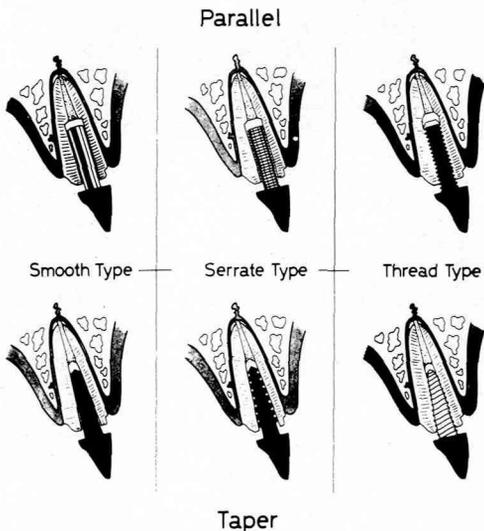


図5：A ポストの各種形態
B 既製ポストの形態例(左) Smoothed Taper Type (テーパロングポスト), Serrated Parallel Type (パラポスト), Threaded Parallel Type(キューラーアンカー)

表3：個歯咬合力(覆沢⁶⁶⁾より改)

		(Kg)		
上	顎	歯	下	
失活歯	(生活歯)	種	失活歯	
			(生活歯)	
13.9	(14.5)	1	12.4	(15.4)
13.2	(13.9)	2	11.7	(14.5)
19.8	(22.1)	3	19.6	(23.1)
33.6	(38.7)	4	36.1	(40.8)
34.9	(41.0)	5	36.1	(42.4)
46.8	(55.2)	6	48.8	(87.2)
44.1	(53.2)	7	46.3	(54.7)

表4：各種金属材料の機械的性質（金竹⁶⁷⁾より改）

材料	性質	弾性係数 kg/cm ²	引張強さ kg/cm ²	伸び（引張）%	圧縮強さ kg/cm ²	伸び（圧縮）%
鋳造用合金		9.1×10 ⁵	7000	2	7000	2
ステンレス鋼		20.4×10 ⁵	5600	50	5600	50
アマルガム		2.1×10 ⁵	560	0	3500	1

2. コアおよびポストの変形，破損を生じないこと。

コアやポストに用いる材料は硬度，弾性率，圧縮強さ，衝撃強さなどの物理的性質が良好でなければならぬ。したがって，個歯咬合力(表3)⁶⁶⁾など日常生活において加わる外力に対して，破損や変形を生じるような機械的強度の弱いコアやポストしか処置できない極端な倭小歯や奇形歯などは，支台築造の適応症ではない。

一般に弾性係数の小さい材料は変形し易く，大きい材料は変形しにくい。ステンレス鋼は鋳造用合金の約2倍，アマルガムの約10倍の弾性係数をもっている(表4)⁶⁷⁾ので，それだけ変形，破折しにくいことになる。また，コンポジットレジンパラジウム合金や白金加金に比べて，弾性係数は1/5以下と小さく，他の機械的性質も劣る²⁴⁾。しかし，既製ポストを併用することにより，この強度は著しく増し，鋳造による支台築造体に匹敵する¹¹⁾。

こうしたことから考えると，小さな幅径の歯で直径の太いポストが得られないようなときでも，材料にステンレススチールなどのような弾性係数の大きなものを用いるとポストの変形，破折がある程度は防ぐことができる。中切歯を想定し，咬合力を10 kg，ポストの長さ7 mm，太さを2 mm，白金加金の鋳造コアという条件下で同じ撓み量を生じるのに，ステンレススチールは15%減の直径でよく，低溶銀合金は20%増のものが必要であるとす実験結果⁶⁸⁾は，ポスト材料の選択および支台築造可否の一つの参考基準となる(図6)。

臨床的には単独孤立歯や，支台歯の少ない部分床義歯や長大なブリッジの支台歯，あるいは極端な傾斜歯で，咬合圧の荷重方向と，ポストの方向が著しく異なるような症例なども，通常以上に外力がポストやコアに加わるので，できるだけ弾性係数の大きい，機械的強度の大きなものを用いて，残存歯質を多量に残し，破折を防ぐことで，支台築造歯として適応できる。

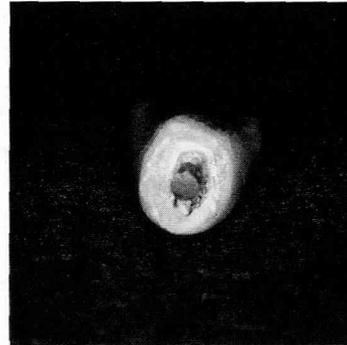


図6：ポスト径の不足によるポスト破折例（金銀パラジウム合金使用）

換言すれば，同じ形態，大きさの歯でも，支台築造材の選択によって，適応の可否が決まるとも云える。

3. 上部装着物を維持できること

支台築造の目的は，クラウンやブリッジの支台装置を装着，維持でき，かつ機能的，審美的に歯冠形態の回復をはかれる適正な支台歯形態^{69,70)}を得るところにある。

したがって，歯冠長が著しく短かく，装着するクラウンの維持を十分に得られなかったり，高径を得るため，対合歯とのクリアランスを必要以上に少なくし，後日，冠の穿孔や咬合面の形態不良による咬合性外傷などの継発疾患をおこしたりする症例，あるいは唇舌径が著しく薄く，支台築造を行なうと前装が出来ないというような前歯部などは，それぞれ支台築造は適応しない。こうしたときは，ポストと歯冠部とが一体となっている，いわゆる，ポストクラウンによらなければならない⁸⁾。

4. 支台歯歯質の破折を生じないこと

失活歯の支台歯歯質は抜髄，根管充填処置のため，大なり小なり歯質の削除が施されており，そのままの状態では健全歯に比べて脆弱になっていると考えてよい^{1,30,71)}。また，失活歯は生活歯に比べて，水分が9%前後少なく⁷²⁾，脆いともいわれて

表5：歯牙破折の原因

1. 外傷
 - 打撲, 咀嚼, 異常咬合など
2. 治療行為による外圧
 - 根管治療, 支台歯形成, 支台築造および補綴物装着操作, 支台築造体および補綴物の除去など
3. 支台歯の状態
 - 歯質量の不足, 装着後の歯根吸収, 二次う蝕, 歯槽骨との相対的位置関係の不良など

いる。従って古くより、支台築造、とくにポストを施すことにより歯質の強化がはかれるとし、ポストに歯質強化の意義を求めてきた^{27,73,74)}が、一方ではその効果はないとする少数の説もある⁷⁵⁾。しかし各れにしても、コア部を維持するためには、不可欠なものであることから、その適正な形態や歯槽骨との位置関係などが、種々、議論されてきた^{41,76~78)}。

歯根が破折する原因は種々である(表5)。

このうち、外傷や医原性のもは、不慮のアクシデント、あるいは人為的なものであるから、このことを想定した選択基準は、本来、除いても可とすべきであろう。しかし、現実にはこうしたものも含めて結果的に、歯根外形に対して、著しく偏位して形成されていたり、二次う蝕などで残存歯質が極めて少量、菲薄(通常は1 mm以上の厚さが^{38,59)}必要で厚いほどよい)になっている症例は、支台築造の適応症とはいいい難く、口腔内を総合的に判断して、抜歯の適応としてよい。

長期にわたり、繰り返し加わる咬合圧の影響により歯質内の僅かな亀裂が成長し、後日、歯牙の破折に結び付くと考えるならば、歯内療法歯の20%は不完全破折があるとする意見⁷⁹⁾や骨植の状態によっては応力集中が菲薄部に集中する⁸⁰⁾ことも考え合せると残存歯質量によって支台築造の可否を判断することは極めて大切である。

また、破折歯の臨床調査をみると、ポストを有した破折歯90歯中の約50%はポスト長が歯根長の1/3以下で、2/3以上の長さのあったものは、僅かに15%弱であったとしている⁴²⁾。このことは、ポストコアやポストクラウンが機能時に歯頸部付近に応力が集中し⁸¹⁾(図7)、とくに、短いポストでは破折し易い⁸²⁾ことを裏付けているともいえる。こうした破折は歯冠部歯質が、ある程度、保存されていると減じることができ⁸³⁾。すなわち、クラウン歯頸側部で1~2 mm支台歯外側全周囲の歯質を取り囲むことにより(図8)、咬合時、外側



図7：上顎第1小臼歯の歯頸部における歯牙破折例

へ歯質の破折を起させるような力を受けとめる、いわゆる帯環効果(Ferrule effect)が生じ⁸⁴⁾、歯質の破折やポストコアの脱離、変形を防ぐ。

したがって、歯冠部に帯環効果を発揮できる1~2 mmの歯質を確保できるか否かも支台築造可否の基準となる。

次に、骨植とポストとの関係についてみると、骨植の不良な歯ほど破折し易く、ポスト先端から歯槽頂に向って斜破折を起こす⁴¹⁾。こうした症例も本来、クラウンやブリッジの支台歯としては、適応しないが、床義歯に应用するルートコーピングなどのように歯冠・歯根比を改善したり、あるいは両隣在歯に維持を求めて連結することで負担軽減をはかり、臨床応用しうることもある。

歯根部実質欠損の形態から検討すると、実質欠損が大きく、合釘孔部に向って、大きくV字型に欠損し、歯質が少なくなっている症例は、勢いポストの形態はテーパ型になり易い。これは円錐根などにもみられる傾向であるが、テーパ型のポストは咬合圧を受けると根尖部方向に楔様の力が働き⁸⁵⁾、歯根破折につながる危険性がある。したがって、これを防ぐには、咬合圧を垂直に受けとめる水平歯面^{41,51)}(図8)が必要である。こうした面が得られず、極端なテーパタイプのポストに

なる場合は、接着性コンポジットレジンと既製ポストを併用し、歯質との一体化により支台築造の適応とする¹⁴⁾可能性もある。しかし、鑄造ポストをりん酸亜鉛セメントで合着する方法をとれば禁忌となることが多い。

また、近年の歯周外科の発達とともにヘミセクションやルートアンブレーションなどにより、骨植のよい歯根の一部を保存し、これを支台歯として、利用することも多い²⁾。しかし、これらの歯種は、いずれも臼歯部で、本来、強大な咬合圧が加わり、さらに、分割、保存した歯は、一般に小さく⁸⁶⁾、残存歯質量も少ないため、破折に対する注意が特に必要である。したがって、こうした場合は支台築造の経過をみて、その適応であるか否かを判断してから最終補綴の処置を施すのが望ましい。

5. 二次う蝕、根尖病巣、歯周疾患などを生じないこと。

1) 二次う蝕を生じないこと。

支台築造体の失敗例の調査をみると、原因として、二次う蝕が占める割合は多く、35%⁹⁾、49%¹⁰⁾もあったとしている。この原因として、ポストやコアの適合不良、辺縁漏洩などの他に、支台築造時における軟化象牙質の取り残しを大きな原因として挙げている^{9,10)}。

臨床の場で、ややもすると軟化象牙質を残し易いのは、一定量の歯質を保存しないと、歯質が菲薄になり、後日、歯質の破折を招く原因となるため、思い切った削除ができないことが多いためである。

とくに歯頸部付近はこの傾向が強く、またポストコアの装着時、機能時に最も応力が集中し易いのもこの部位である⁸¹⁾。

最近、接着性を付与したコンポジットレジンと既製ポストを併用すると、支台築造材と歯質との一体化がはかれる^{14,26)}とし、歯根部の実質欠損の大きな症例に応用される傾向にある。しかし、こうした症例を想定した破断実験をみると、この破折部位は歯質の薄い歯根上部に集中している²⁶⁾。また、コンポジットレジンなどの練成支台築造材は、辺縁が口腔内に露出したり、歯頸部付近にあると、吸水や辺縁漏洩から継発的に二次う蝕の心配があり、こうした位置への辺縁設定は禁忌としている^{17,27,30)}。

したがって、支台築造の可否を判断するときは、とくに軟化象牙質を完全に除去したのちに、健康象牙質の残在歯質量、範囲、位置、部位、咬合力などと支台築造法、支台築造材との関係を十分に検討して決めなければならない。具体的には、軟化象牙質の除去後、残存歯質が歯頸部付近に菲薄

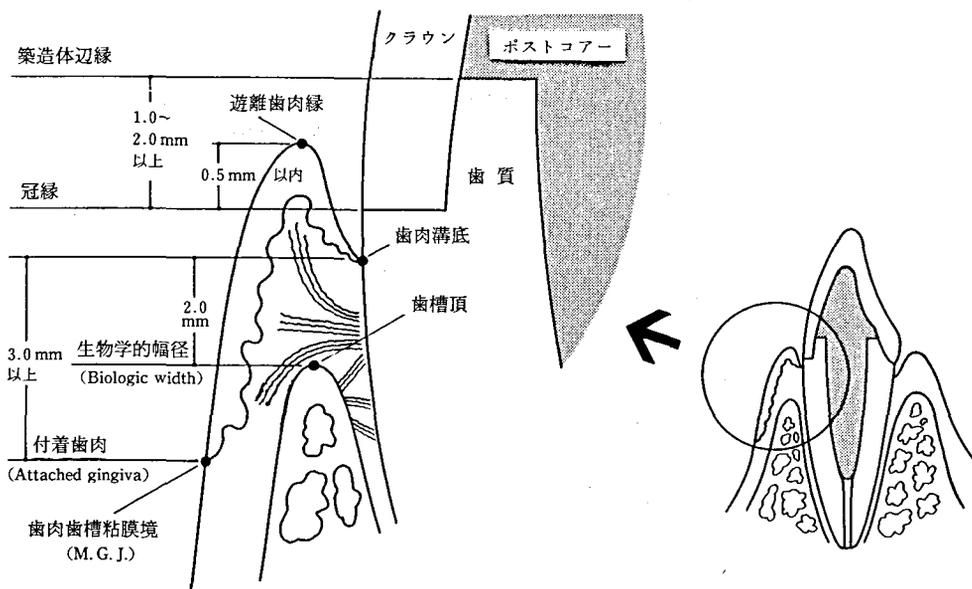


図8：歯頸部付近でのクラウン，ポストコア，支台歯および歯肉の望ましい位置関係

に残ったときには、歯肉切除などの方法により、厚さ1 mmほどの残存歯質を歯肉縁上に1~2 mm露出し得られるか否かかも支台築造可否の参考基準となる。

2) 根尖性疾患を生じないこと。

支台築造を施されている支台歯のX線診査から根尖性疾患が、24%強もあったとする報告がある⁸⁷⁾。これは、歯内療法時の、処置不良によるもの、合釘孔拡大時のアピカルシートの破壊などにより、根尖部の根管充填材の変位や緩みを生じて継発的に惹起されるものなどが主たる原因であろう。

こうした可能性のある症例は、いずれも、本来支台築造の適応ではない。また、根管充填後の合釘孔の形成時期については、一定した説はない⁸⁸⁻⁹⁰⁾が、可能なら1週間以上、経過したのち行なう方がたしかな予後をはかれる。したがって時間的余裕のない患者への治療は注意がいる。

いずれにしても、予後の不安があるときは、暫間的な支台築造を施し、その結果をみて適応の可否を決める⁹¹⁾。

また、通法では、根尖部に十分な根管充填材を確保し難いような短根歯や歯根端切除歯などは、鑄造ポストに比べて、2~3倍の維持力のあるねじ込み式の既製ポスト⁵⁶⁾を用いたり、隣在歯に維持を求めることにより、短いポストでも使用でき、根尖部の根管充填材も十分に保存が可能となり、適応症となる。

3) 歯周疾患を継発しないこと。

クラウンやブリッジの冠縁の歯質に対する適合

度、辺縁の位置は、歯頸部付近の歯周組織の健康を維持するうえで最も関係の深いものであり、これまでも多くの議論を呼んでいる⁹²⁻⁹⁷⁾。

一般に辺縁の位置は歯肉縁上か、もしくは歯肉縁下0.5 mm以内⁹⁸⁾でないと、清掃性⁹⁹⁾などの関係から歯肉組織には好ましくないとされている。また、最近、修復物辺縁の位置決めの一つの基準として注目されている、いわゆる生物学的幅径(Biologic Width)は約2あるいは3 mm^{98,100-103)}必要としており、これ以下に短くなり、冠縁に接近すると、この部を含め付近組織に悪影響を与え、歯肉の退縮、歯槽骨の吸収をきたす因になる¹⁰⁴⁾。

また付着歯肉は、歯種により異なるが、3 mm位の十分な巾¹⁰⁵⁾をもって歯槽骨あるいはセメント質と結合繊維線束により不動性に結合付着していることが必要である。

一方、冠縁の適合状態は、臨床的には80~100 μm 程度までは比較的歯肉組織は健康に推移するが、それ以上になると歯肉溝での浸出液の増化など、炎症性変化がみられる⁹⁵⁾。

冠の装着時、支台歯歯頸部全周にわたって、均等な適合度で装着することは難しく、変位して装着される^{106,107)}のが普通である。実験的に冠辺縁の適合度は30~40 μm は可能¹⁰⁸⁾とされているが、これまでに冠の適合度に関する調査^{94,106,109-111)}をみると歯頸部において100 μm 以上の測定値を報告しているものが多い。こうしたことから考えると辺縁部を歯頸部付近に設定する場合には、少なくとも支台築造体と冠縁を一致させたいいわゆるダブルマージン(図9)は好ましくなく、支台築造体辺縁は、必ずクラウンマージンで被覆しなければならない。

歯質の破折防止、帯環効果⁸⁴⁾による支台築造体の脱離防止も併せて考えてみると、少なくとも1~2 mm以上の距離が必要である(図8)。

従って、これらのことを纏めると、実質欠損がう蝕や歯牙破折によって、歯肉縁部付近や歯槽頂付近にまで及んでいるときは、歯肉切除、骨除去、歯牙の矯正的挺出などによって、冠縁と支台築造体と歯肉組織の位置的關係を図8のように設計できるか否かが、歯周組織の健康を考慮した予後を判定する因子となり、支台築造の可否を決める最も重要な基準となる。

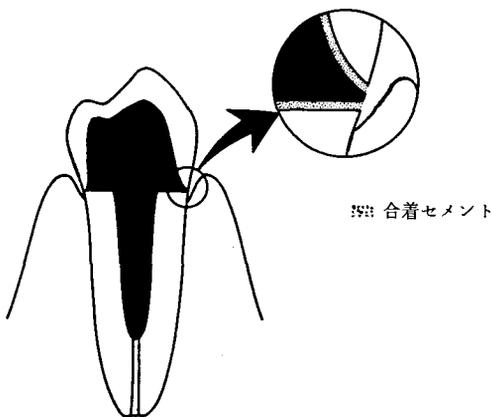


図9:ダブルマージン

おわりに

支台築造に限らず、歯科治療の成否を決める主たる因子は、適応症を誤らず、使用材料や応用術式の特徴を正しく、把握、選択し、確実にこなすことにある。

然るに支台築造処置は、はじめに述べたごとく、往々にして、こうしたことが看過されやすい最たるもので、後日、装着物の脱落や支台歯の破折という結果になって現われることが多い。

加えて、矢活歯の補綴処置は根管に維持力の大半を求めていることが通例で、そのため歯根部の歯質削去量も多く、失敗による撤去後は再度にわたっての予後良好な支台築造は期待し難い。

文中では、こうしたことを念頭に、支台築造、なかでも、とくに頻度の高い、失活歯の支台築造について、その方法および適応の基準を最近の動向をも含めて述べた。

支台築造処置は、失活歯補綴の基礎であり、そのうえに装着するクラウンやブリッジの死命を制する鍵であることを今一度、述べて本稿のおわりとする。

文 献

- 山口明弥, 入江 洋, 坂口 潮(1980)クラウン・ブリッジでわかったことわからないこと一症例を通して考える—VI. 支台築造について. 日本歯科評論, 458: 33~42.
- 甘利光治(1979)根分岐部病変の処置—歯冠補綴の立場から—臨床歯科, 295: 22~29.
- 大野 稔, 岩井啓三, 石原善和, 乙黒明彦, 片岡滋, 岩根健二, 戸祭正英, 甘利光治, 中根卓, 太田紀雄(1986)昭和59年における冠・架工義歯補綴に関する統計的観察その1単独冠について. 松本歯学, 12: 355~365.
- 小森富夫, 甘利光治, 阪本義典, 久保一慶, 里見雅輝, 藤多文雄, 澤村直明, 小沢 寛, 田中昌博, 斉藤高子(1980)昭和53年における冠・架工義歯補綴に関する統計的観察その1単独冠について. 歯科医学, 43: 268~276.
- 石原善和, 大野 稔, 小山 敏, 高橋喜博, 大溝隆史, 岩井啓三, 長田 淳, 甘利光治, 中根卓(1987)昭和59年における冠・架工義歯補綴に関する統計的観察その2架工義歯について. 松本歯学, 13: 90~102.
- 小森富夫, 甘利光治, 福田 滋, 里見雅輝, 福住峯行, 吉田 温, 藤多文雄, 村井則明, 大塚 潔, 阮 興明(1980)昭和53年における冠・架工義歯補綴に関する統計的観察その2架工義歯支台装置について. 歯科医学, 43: 418~425.
- 甘利光治(1978)歯冠補綴からみた無髄歯の取扱い特に支台築造について. 臨床歯科, 288: 10~16.
- 甘利光治(1981)クラウン・ブリッジにおける失活歯の補綴的処置. 大阪府歯科医師会雑誌, 371: 2~20.
- 末瀬一彦, 澤村直明, 土佐淳一, 田中昌博, 佐古好正, 川口多津子, 上村宏之, 南 正高, 井上 宏(1981)歯冠修復物の破損および脱離に関する調査その1歯冠継続架工義歯について. 歯科医学, 44: 801~807.
- 戸代原孝義, 渡辺律子, 丹下幸信, 池島久美子, 竹下 忠, 福島俊士, 花村典之(1984)支台築造に関する臨床的観察(2)—脱落歯冠修復物における支台築造—補綴誌, 28: 271~283.
- 内山洋一, 大畑 昇, 平井政人(1983)接着性レジンを用いた支台築造. 歯界展望別冊, 歯科臨床と接着, 238~248.
- 甘利光治(1980)ラディックスアンカーを用いた前歯部の支台築造. デンタルダイヤモンド, 5(9): 40~41.
- 末瀬一彦, 前野郁尚, 甘利光治, 阪本義典, 久保一慶, 大塚 潔, 森本信夫, 林 明輝(1981)支台築造用 Para post system についての考察. 歯科医学, 44: 808~814.
- 大竹博明(1987)接着性レジンによるレジンコアの維持力増強法. 歯科ジャーナル, 25: 62~72.
- 高橋典章, 北上徹也, 甘利光治, 阪本義典, 村井則明, 小森忠幸(1979)無髄歯支台における補綴歯冠形態の差が残存歯質に及ぼす力学的影響. 歯科医学, 42: 72~80.
- Dogon, I. L. and Silverstone, L. M. (1975) Acid etch technique. Brit. Dent. J. 188: 261~264.
- 増原英一(1982)歯科接着性レジン基礎と臨床(上巻)5~134, クインテッセンス出版, 東京.
- 谷 嘉明(1977), 歯と接着. 日本接着協会誌, 13(4): 140~146.
- 平沢 忠, 原嶋郁郎(1985), 歯科用接着性レジン接着機構. DE, 73: 32~39.
- 小野瀬英雄(1985)光重合レジン重合特性とその臨床的問題点. 日本歯科医師会雑誌, 38: 15~22.
- 増原英一(1986)光重合レジンとはどんなものか. ザ. クインテッセンス, 別冊11~18.
- 平沢 忠, 平林 成(1986)光重合型レジン理工学的性質. ザ. クインテッセンス, 別冊, 19~40.
- 増原英一(1981)充填用ならびに支台築造用コンポジットレジン理工学的性質の検査報告. 日本歯科医師会雑誌, 34: 410~417.
- 高橋重雄, 宮沢てる子, 石井和生, 永沢 栄, 伊藤充雄(1979)支台築造用コンポジットレジン

- テストする, DE, 50: 22~27.
- 25) 清水忠明 (1985) 支台築造用複合レジンの保持力に関する研究. 補綴誌, 29: 1162~1182.
- 26) 中川 昭, 大竹博明, 横塚繁雄 (1984) 複合レジンを用いた支台築造歯の破断強度に関する研究. 歯学, 72: 1~10.
- 27) 花村典之, 清水忠明 (1986) 支台築造について, 一特にレジンについて—日本歯科医師会雑誌, 39: 579~586.
- 28) 真坂信夫 (1985) 接着支台築造法—歯根破折の予防と破折歯根の保存—. 歯界展望, 66: 101~112.
- 29) Oliva R. A. and Lowe J. A. (1986) Dimensional stability of composite used as a core material. J. prosthet. Dent. 56: 554~561.
- 30) 井上昌幸, 河野正司, 花村典之, 小林俊三, (1986) 寿命の長いクラウンを作るにはどうするか. デンタルダイヤモンド, 11(4), 33~39.
- 31) 星野 哲, 佐野好孝, 花村典之, (1979) 支台築造の比較統計的観察. 鶴見歯学, 5: 5~9
- 32) Colley, I. T., Hampson, E. L. and Lehman, M. L., (1968) Retention of post crowns: An assessment of the relative efficiency of posts of difficult shapes and sizes. Brit. Dent. J. 124: 63~69.
- 33) Standlee, J. P., Caputo, A. A. and Hanson, E. C., (1978) Retention of endodontic dowels; Effects of cement, dowel length, diameter and design. J. prosthet. Dent. 39: 401~405.
- 34) 河野正司, 加藤 均 (1980) 脱落鑄造冠の観察例. 補綴誌, 24: 451~456.
- 35) 野口幸彦 (1985) 鑄造支台築造の保持力に関する研究. 補綴誌, 29: 771~788.
- 36) Krupp, J. D., Caputo, A. A., Trabert, K. C. and Standlee, J. P., (1979) Dowel retention with glass ionomer cement. J. Prosthet. Dent. 41: 163~166.
- 37) Johnson, J. K. and Sakurama, J. S., (1978). Dowel form and tensile force. J. Prosthet. Dent. 40: 645~649.
- 38) Turner, C. H., (1982) The utilization of roots to carry post-retained crown. J. Oral Rehabilitation, 9: 193~202.
- 39) Ward, N. L., (1962) Current ideas on post-crown treatment. Int. Dent. J. 12: 374~381.
- 40) Welsh, S. L. and Priddy, W. L., (1978) Direct fabrication of interlocking endodontic posts. J. Prosthet. Dent. 39: 115~117.
- 41) Hirschfeld, Z. and Stern, N., (1972) Post and core—the biomechanical aspect. Aust. Dent. J. 17: 467~468.
- 42) Ross I. F. (1980) Fracture susceptibility of endodontically treated teeth. J. Endodont. 6: 560~565.
- 43) Miller, A. W., (1978) Direct pattern technique for posts and cores. J. Prosthet. Dent. 40: 392~397.
- 44) Bartlett, S. O., (1968) Construction of detached core crowns for pulpless teeth in only two sittings. J. A. D. A. 77: 843~845.
- 45) Rosen, H., (1961) Operative procedures on multiluted endodontically treated teeth. J. Prosthet. Dent. 11: 973~986.
- 46) Healey, H. J. (1954) Restoration of the effectively treated pulpless tooth. J. Prosthet. Dent. 4: 842~849.
- 47) Stahl, G. J. and O' Neal, R. B. (1975) The composite resin dowel and core. J. Prosthet. Dent. 33: 642~648.
- 48) Burnell, S. C. (1964), Improved cast dowel and base for restoring endodontically treated teeth. J. A. D. A. 68: 39~45.
- 49) Dooley, B. S., (1967) Preparation and construction of post-retention crowns for anterior teeth. Aust. Dent. J. 12: 544~550.
- 50) Weine, F. S., Kahn, H., Wax, A. H. and Taylor, G. N., (1973) The use of standardized tapered plastic pins in post and core fabrication. J. Prosthet. Dent. 29: 542~548.
- 51) Gutmann, J. L. (1977) Preparation of endodontically treated teeth to receive a post-core restoration. J. Prosthet. Dent. 38: 413~419.
- 52) Kahn, H., Fishman, I. and Malon, W. F., (1977) A simplified method for constructing a core following endodontic treatment. J. Prosthet. Dent. 37: 32~36.
- 53) Metrick, L., (1975) A direct technique for post-core casting, J. Canad. Dent. Assoc. 43: 329.
- 54) Waliszewski, K. J. and Sabala, C. L. (1978) Combined endodontic and restorative treatment considerations. J. Prosthet. Dent. 40: 152~156.
- 55) 藤田恒太郎 (1948) 歯の解剖学, 第2版, 22~69. 永末書店, 東京, 京都.
- 56) 花村典之 (1980) 支台築造の最近の進歩. 日本歯科医師会会報, 6: 3~6.
- 57) Kurer, H. G., Combe, E. C. and Grant. A. A., (1977) Factors influencing the retention of dowels. J. Prosthet. Dent. 38: 515~525.
- 58) Caputo, A. A. and Standlee J. P., (1976) Pin and posts—Why, When and How, Dent. Clin. North Amer. 20: 299~311.
- 59) Stern, N. and Hirschfeld, Z. (1973) Principles of preparing endodontically treated teeth for dowel and core restorations. J. Prosthet. Dent.

- 30: 162~165.
- 60) Johnson, J. K., Schwartz, N. L. and Blackwell, R. T. (1976) Evaluation and restoration of endodontically treated posterior teeth. *J. A. D. A.* 93: 597~605.
- 61) Rosenstiel, E. (1967) Impression technique for cast core preparations. *Brit. Dent. J.* 123: 599~600.
- 62) 花村典之 (1964) 継続歯合釘に関する研究, 第2報, 合釘のテーバー, 長さの保持力に及ぼす影響について. 補綴誌, 8: 162~172.
- 63) 青木保之 (1980) 合釘の形態による保持力の差について. 鶴見歯学, 6: 181~197.
- 64) 長谷川二郎 (1987) 合着材・接着材——その選択の鍵と取り扱いの要点. *デンタルダイヤモンド*, 12(2): 14~29.
- 65) Hanson, E. C. and Caputo, A. A. (1974) Cementing mediums and retentive characteristics. *J. Prosthet. Dent.* 32: 551~557.
- 66) 榎沢健司 (1966) 抜髄歯の個歯咬合力に関する研究. 補綴誌, 10: 133~153.
- 67) 金竹哲也 (1980). 歯科理工学通論, 第2版, 47~54, 永末書店, 京都.
- 68) 花村典之 (1964) 継続歯に関する研究 第2報 合釘のテーバー, 長さの保持力に及ぼす影響について. 補綴誌, 8: 145~161.
- 69) 甘利光治 (1977) 全部铸造冠の支台歯形成. *Color Atlas No. 1*, 36~47, 松風陶歯, 京都.
- 70) 甘利光治, 末瀬一彦 (1981) 支台歯形態. *歯科ジャーナル*, 13: 283~292.
- 71) 加藤一男 (1962) 歯質の物理化学的性質. *口病誌*, 29: 56~69.
- 72) Helfer, A. R., Melnick, S. and Schilder, H. (1972) Determination of the moisture content of vital and pulpless teeth. *Oral Surg.* 34: 661~670.
- 73) Sapone, J. and Lorencki, S. F. (1981) An endodontic-prosthetic approach to internal tooth reinforcement., *J. Prosthet. Dent.* 45: 164~174.
- 74) Henry, P. J. and Bower, R. C. (1977) Post core systems in crown and bridgework. 22: 46~52.
- 75) Guzy, G. E. and Nichols, J. I. (1979) In vitro comparison of intact endodontically treated teeth with and without endo-post reinforcement, *J. Prosthet. Dent.* 42: 39~44.
- 76) Tjan, A. H. L. and Whang, S. B. (1985) Resistance to root fracture of dowel channels with various thickness of buccal dentin walls, *J. Prosthet. Dent.* 53: 496~500.
- 77) Mattison, G. D. (1982) Photoelastic stress analysis of cast-gold endodontic posts. *J. Prosthet. Dent.* 48: 407~411.
- 78) 花村典之, 青山 繁 (1984) 支台築造の力学. 補綴臨床, 17: 3~11.
- 79) Braly, B. V. and Maxwell, E. H. (1981) Potential for tooth fracture in restorative dentistry. *J. Prosthet. Dent.* 45: 411~414.
- 80) Reinhardt, R. A., Krejci, R. F., Pao, Y. C. and Stannard, J. G. (1983) Dentin stresses in post-reconstructed teeth with diminishing bone support. *J. Dent. Res.* 62: 1002~1008.
- 81) 大塚 潔, 末瀬一彦, 甘利光治, 阪本義典, 川上健, 坪田雅雄, 古森輝彦 (1982), 合釘の長さ, 太さの変化にともなう合釘および支台歯の力学的挙動について. *歯科医学*, 45: 99~107.
- 82) Goerig, A. C., (1983) Management of the endodontically treated tooth, Part I. —Concept for restorative designs. *J. Prosthet. Dent.* 49: 340~345.
- 83) 横山健介 (1978) 前歯部に応用されるキャストコアの形態に関する力学的研究. 補綴誌, 21: 43~54.
- 84) Desort K. D. (1983) The prosthodontic use of endodontically treated teeth—theory and biomechanics of post preparation. *J. Prosthet. Dent.* 49: 203~206.
- 85) Charlton, G., (1965) A prefabricated post and core for porcelain jacket crowns. *Brit. Dent. J.* 119: 452~456.
- 86) Langer, B., Stein, S. D. and Wagenberg, B., (1981) An evaluation of root resections a ten-year study. *J. Periodontol.* 52: 719~722.
- 87) 丹下幸信, 池地久美子, 渡辺律子, 戸代原孝義, 竹下 忠, 花村典之 (1983) 支台築造に関する臨床的観察 (1). 補綴誌, 27: 1~10.
- 88) Bourgeois, R. S. and Lemon, R. R. (1981) Dowel space preparation and apical leakage. *J. Endodont.* 7: 66~69.
- 89) Kwan, E. H. and Harrington, G. W., (1981) The effect of immediate post preparation on apical seal. *J. Endodont.* 7: 325~329.
- 90) Dickey, D. J., Harris, G. Z., Lemon, R. R. and Luebke, R. G. (1982) Effect of post space preparation on apical seal using solvent techniques and peeso reamers. *J. Endodont.* 8: 351~354.
- 91) 五十嵐考義 (1979) 支台築造における諸問題. *歯界展望*, 53: 573~580.
- 92) Lang N. P., Kiel, R. A. and Anderhalden. (1983) Clinical and microbiological effect of subgingival restorations with overhanging or clinically perfect margins. *J. Clin. Periodontol.* 10: 563~578.
- 93) Loe, H. (1968) Reactions of marginal per-

- iodontal tissues to restorative procedures. *Int. Dent. J.* 18: 759-778.
- 94) 石橋寛二, 木村英敏 (1987) クラウンの適合を考える——クラウン辺縁と歯肉をめぐる今日的課題から——(その1) 歯界展望, 69: 853-860.
- 95) 石橋寛二, 木村英敏, 塩山司 (1987), クラウンの適合を考える——歯肉からみたクラウン辺縁の設定条件について——(その2) 歯界展望, 69: 1097-1104.
- 96) 井上昌幸 (1977) 辺縁性歯周疾患における歯冠補綴物の原因性に関する研究 第2報 特に歯頸側辺縁部に関する検討. 補綴誌, 21: 10-20.
- 97) 佐藤尚弘 (1983) 歯冠補綴物の適合状態が辺縁歯肉に及ぼす影響. 口病誌, 50: 30-63.
- 98) Block, P. L. (1987) Restorative margins and periodontal health-A new look at an old perspective. *J. Prosthet. Dent.* 57: 683-689.
- 99) Waerhaug, J. (1978), Healing of the dento-epithelial junction following subgingival plaque control. I. As observed in human biopsy material. *J. Periodontol.* 49: 1-8.
- 100) Fugazzotto, P. A. (1985) Periodontal restorative interrelationships-the isolated restoration. *J. A. D. A.*, 110: 915-917.
- 101) Sivers, J. and Johnson G. K. (1985) Periodontal and restorative considerations for crown lengthening. *Quintessence Int.* 16: 833-836.
- 102) Nevins M. and Skurrow, H. M. (1984), The intracrevicular restorative margin, the biologic width, and the maintenance of the gingival margin. *Int. J. Periodontol. Rest. Dent.* 4: 30-49.
- 103) Gargiulo, A. W. Wentz, F. M. and Orban, B. (1961) Dimensions and relations of the dentogingival junction in humans. *J. Periodontol.* 32: 261-267.
- 104) 下地 勲 (1987) Biologic width の確保. 歯科ジャーナル, 25: 921-926.
- 105) Schluger, S. Yuodelis, R. A. and Page, R. C. (青野正男 監訳) (1981) 最新歯周治療学, 629-646. 医歯薬出版, 東京.
- 106) 大塚 潔, 甘利光治, 福田 滋, 末瀬一彦, 小森忠幸, 橋高公子 (1980) 臨床例における全部鑄造冠の適合度. 歯科医学, 43: 855-861.
- 107) 塩沢育己 (1979) セメント合着による全部鑄造冠の三次元的変位に関する研究. 補綴誌, 23: 86-102.
- 108) 吉田恵夫 (1958) 歯科鑄造法の実用的精度について. 補綴誌, 2: 55-82.
- 109) 小山 敏, 岩井啓三, 石原善和, 岩崎精彦, 伊藤晴久, 宮崎晴朗, 甘利光治, 太田紀雄 (1986) 基礎(模型) 実習における全部鑄造冠の適合度に関する検討. 松本歯学, 12: 174-180.
- 110) 村上繁樹, 内田康也, 浦郷篤史 (1978) 歯冠補綴物が歯牙・歯周組織に及ぼす影響について, 一剖検顎骨の病理組織的研究—補綴誌, 22: 650-663.
- 111) 高橋 博, 清野和夫, 塩山 司, 菊田隆三, 羽田野明, 石橋寛二, 橋義歯の臨床的適合精度に関する一考察. 岩医大歯誌, 7: 34-43.