クラウンの保持力に関する研究

第2報 保管条件の影響

藤井 宏 古田 義博 萩原 芳幸 高野 研一*
棧 淑行* 五十嵐孝義* 西山 實** 大橋 正敬**

A Study on the Retention of Cemented Crowns

Part II. Influence of Circumstance

Kou Fujii, Yoshihiro Furuta, Yoshiyuki Hagiwara, Keniti Takano*,
Yoshiyuki Kakehashi*, Takayoshi Igarashi*, Minoru Nishiyama** and Masataka Ohhashi**

Abstract : In our laboratory, we have been study the retention of Full Cast Crown was cemented with zinc phosphate cement after temporary cementation with zinc oxide eugenol cement.

In our previous report, we obtained the result regarding the retention force of cemented crowns, it's greater on specimens after temporary cementation.

This time we study to know the influence of temporary cementation and to compare the retention force of crowns, on condition that the specimens was pickled in three different circumstance (temperature at 60°C dries, humidity at 100%, and distilled water). Further more, we weigh the specimens in three different circumstance. Also, vertical dimensional changes with cementation was measured.

From these observations, following results were obtained.

1. Regarding weight changes, the specimens was pickled in humidity at 100% and distilled water is greater than in dries.
2. Regarding the vertical dimensional changes after cementation, it's greater on specimens after temporary cementation on each circumstance.
3. Regarding the retention force of cemented crowns, it's greater on specimens after temporary cementation on each circumstance.

Key words : cementation, retention, temporary cementation

I. 緒 言

臨床において、クラウンやブリッジなどの固定性補綴

物の合着には操作性のよさ、物質の安定性、遠隔臨床成績などから主にリン酸亜鉛セメント（以下セメントと略す）が用いられている^{1,24)}。この合着されたクラウンの保持力^{2,3)}は主に、セメントの嵌合力に頼っており、硬化

日本大学大学院歯学研究科歯科補綴学専攻

* 日本大学歯学部補綴学教室 クラウンブリッジ学講座
(主任・五十嵐孝義教授)

** 日本大学歯学部歯科理工学教室(主任: 大橋正敬教授)
Nihon Univ. Graduate School of Dentistry Major in
Prosthodontics

* Nihon University School of Dentistry Department of
Crown Bridge Prosthodontics, (Chief: Prof. Takayoshi
Igarashi)

** Nihon University School of Dentistry Department of
Dental Materials (Chief: Prof: Masataka Ohhashi)
昭和62年5月7日受付

図1 精密規格加工された象牙支台歯

後のセメントの物性が、その予後を左右する大きな因子となる²³⁾。このセメントの物性を最大限に発揮させるため、従来よりセメント自体の物理的性質の改良、練和時の分割法^{6,7)}やクルトロン^{4,5)}の使用など合着操作の改良が行われている。しかし臨床では、支台歯形成後から、クラウンの最終セメント合着までに支台歯に対し種々の操作処置が加えられており、その1つとして、各種仮着材を用いての暫間被覆冠（以下、テンポラリーと略す）の仮着操作は支台歯の有髄、無髄を問わず必ず行われている操作である⁸⁻¹²⁾。したがって、このような操作により支台歯の表面性状が変化し、セメントの物性、セメントの接着性、ひいてはクラウンの保持力に影響を及ぼすものと考えられる。

著者等は規格加工した象牙支台に対しテンポラリーを作製し、これを酸化亜鉛ユージノールセメントを用い仮着操作を行った後、歯科用金銀パラジウム合金（GC社製キャストウエル）で全部鑄造冠を作製しリン酸亜鉛セメントを用い最終セメント合着を行い、クラウンの保持力を調べたところ、仮着操作を行った場合に、わずかに保持力が増大したことを認めた¹³⁾。

そこで今回、この点をより詳細に検討するために、3種の異なる環境下に保管した象牙支台について、仮着操作を行ったものと、行わなかったものについて、セメント合着後のクラウンの保持力を測定した。さらに各保管条件下の検体の重量を測定し、保管条件の違う検体に対し、仮着操作の有無がクラウンの保持力に及ぼす影響に

図2 象牙支台歯の寸法

ついて比較検討したので報告する。

II. 実験方法および材料

1. 実験方法

1) 試料

(1) 象牙支台歯

象牙支台歯（以下検体と略す）は、第1報¹³⁾で用いたものと同様に図1~2に示すように支台部と引張り試験維持部とで構成されている。すなわち、支台部の寸法はマージン部の直径を10.0mm、高径を6.0mm、マージンの形態は全周1.0mmのショルダータイプとし、片側テーパを6°となるように規格精密加工した。

引張り試験維持部は直径20.0mm、高径10.0mmとした。さらにマージンの一部にはクラウンが定位置に合着されるようにISO規格016ラウンドバーによりノッチを形成した。

なお、検体の表面は着脱方向に対し最大高さ $R_{\max}30\mu\text{m}$ の表面粗さを付与した。

2) クラウン

クラウンの調製は間接法により行った。すなわち、検体に対し1mmのスペースを与えた各個トレーを即時重合レジン（GC社製ユニファースト）にて作製し、シリコーン印象材（バイエル社製プロビールL）にて印象採得後、超硬石膏（GC社製フジロック）を注入し歯型を作製した。この歯型にたいし図3に示す割型を用いて、熔融圧接法によりワックスパターンを調製し、通法により埋没、鑄造を行った。ただし、鑄造する金属は歯科用

図 3 ワックスパターン作製用金型

金銀パラジウム合金 (GC 社製キャストウェル) を使用した。なおこのクラウンには上方に引張り試験のための取手を付与した。またこの上部は、検体の底面と平行とし、試適、セメント合着時の圧接面とした。また中央部には ISO 規格 010 ラウンドバーにより深さ 0.5 mm の計測基準点を形成し、セメント合着によるクラウンの浮き上り量の計測点とした。

3) テンポラリー

テンポラリーは即時重合レジン (GC 社製ユニファースト) を用いクラウン調製後、石膏模型上 (歯型) で調製した。なおこの上部は検体底面と平行とし、テンポラリー仮着時の圧接面とした。

以上のように調製された試料を用い、以下の 3 項目についての実験を行った。

実験 1 検体重量変化の計測

まず、検体の保管条件として、

- ① デシケーター中にシリカゲルと共に 1 月間保管。
- ② 温度 37°C の蒸留水中に 1 週間保管。
- ③ 蒸留水中に 1 週間保管した後 37°C 相対湿度 100

% の恒温槽に 1 週間保管の 3 種を設定した (以下それぞれ乾燥、水中保管、湿度 100% と略す)。

そして検体を各条件下に移した場合の重量をイナバ製作所製オートリングを用い測定し、検体重量変化、すなわち水分の増減を計測した。なお、検体は計 7 個、乾燥、水中保管、湿度 100% へと移したものについて行った。

実験 2 クラウン浮き上り量の計測

実験 1 で設定した各保管条件下においた各検体に対し、さらに仮着操作を行ったもの (仮着操作有り) と、行わなかったもの (仮着操作無し) とを設定した。なお、今回行ったテンポラリーの仮着操作は第 1 報と同様に仮着材として酸化亜鉛ユージノールセメント (GC 社製プロパック) を用い、清掃には探針と湿綿球を用いて行っ

図 4 引張り試験用アタッチメント

た。この検体の試適操作は、クラウンをノッチが一致するように手圧にて試適し、定荷重器で 20 kg、10 分間圧接後、クラウン上部の計測点に対し、東京精密社製 XYZAX-M 400 b のボールプローブで、Z 座標値を読み取りセメント合着によるクラウンの浮き上り量計測のための基準値とした。

その後リン酸亜鉛セメント (GC 社製エリートセメント 100) をメーカー指示に従い、デントロニクス社製クールトロンデラックスを用い粉液比 1.4 g/0.5 ml の標準調度に練和したセメント泥を満したクラウンを手指にて圧接した後、上方より定荷重器で 20 kg、10 分間圧接し、試適時と同様に計測し、基準値との差を浮き上り量とした。なおセメント合着した検体は、それぞれ各環境下にもどし、1 週間保管した後、引張り試験の試料とした。さらに、コントロールとして、エポキシレジンにより象牙支台と同形態の支台歯を作製し同様にセメント合着を行い乾燥下に保管したものを実験に供した。

実験 3 引張り試験による保持力の測定

室温 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ 、相対湿度 $50 \pm 10\%$ の環境下でミネベア

表 1 使用材料

	商品名	製造会社	製造番号	混和比
印象材	プロビール L	バイエル日本	Base 8045 V Cyatalyst 5054 V	1 : 1
模型材	フジロック	而至歯科工業	021061	100g/20ml
ワックス	メービスインレー ワックス	メービス社	146	
埋没材	クリストバライト	而至歯科工業	170961	100g/33ml
金属	キャストウエル	〃	010561	
暫間被覆冠	ユニファースト	〃	050831	1.0g/0.5ml
仮着材	プロバック	〃	Base 130351 Accerator 〃	2.0g/1.0g
合着材	エリート セメント 100	〃	粉 110551 液 091251	1.4g/0.5ml

表 2 各セメントの練和方法

商品名	エリートセメント100	プロバック
練和方法	JIS 規格に示され ているリン酸亜鉛セ メントの練和方法（6 分割法）に従った	一括練和方法で30秒 間練和した

表 3 検体の重量変化

保管条件	乾 燥	蒸留水中	湿度 100 %
重 量	6.761 (0.08)	7.480 (0.09)	7.463 (0.08)

単位：g (SD)

社製オートグラフ TCM 5000 A に図 4 に示す引張り試験用アタッチメントを取り付け、それにセメント合着された検体を取り付け、クロスヘッドスピード 1 mm/min で引張り試験を行い最大荷加重量を保持力とした。なお測定は仮着操作を行ったものと、そうでないもの、およびコントロールであるエポキシ支台歯をそれぞれ 7 検体計 49 検体について行った。

2. 材 料

本実験に使用した材料の種類、商品名、製造会社、製造番号および粉液比、あるいは混和比を表 1 に示す。また、支台歯の材料としては可及的に硬度、密度が均一な天然ゾウ牙を使用した。なお各セメントの練和方法は表 2 に示した。

III. 結 果

実験 1 検体重量変化

各環境下での検体重量の測定結果を、表 3 に示す。ま

表 4 クラウンの浮き上り量

支台歯材料	エポキシ	ゾウ牙		
保管条件	乾 燥	乾 燥	湿度 100 %	蒸留水中
仮着無し	50.5 (26.1)	40.7 (7.4)	57.8 (23.4)	127.2 (34.1)
仮着有り	—	45.2 (14.2)	135.1 (7.3)	204.8 (50.8)

単位：μm (SD)

図 5 検体の重量変化

た図 5 は平均値および ±1 SD の範囲を示したグラフである。

実験 2 クラウンの浮き上り量

各検体のセメント合着後におけるクラウン浮き上り量を表 4 に示す。また図 6 は平均値および ±1 SD の範囲

表 5 各浮き上り量間の T 検定

乾 燥	エポキシ：E 仮着無し：A1 仮着有り：B1						
湿度 100%	仮着無し：A2 仮着有り：B2	☆	☆	☆	☆		
水中保管	仮着無し：A3 仮着有り：B3	☆	☆	☆	☆	☆	☆
		E	A 1	B 1	A 2	B 2	A 3 B 3

☆：P≤0.01
：有意差無し

表 6 ク라운の保持力

支台歯材料	エポキシ	ゾウ牙			
保管条件	乾 燥	乾 燥	湿度100%	蒸留水	
仮着無し	42.4 (7.7)	17.6 (8.5)	40.4 (10.1)	48.8 (15.2)	
仮着有り	—	40.5 (9.4)	57.8 (10.1)	63.0 (7.5)	

単位：kg (SD)

図 6 ク라운の浮き上り量

を示したグラフである。また、各浮き上り量における有意差検定表を表 5 に示す。

実験 3 ク라운の保持力

各検体のセメント合着 1 週間後におけるク라운の保持力の結果を表 6 に示す。また図 7 は平均値および ± 1

図 7 ク라운の保持力

SD の範囲を示したグラフである。また、各保持力における有意差検定表を表 7 に示す。

IV. 考 察

ク라운の保持力については、従来より支台歯に関する因子^{3,14-18})や、ク라운に関する因子^{12,18})、およびセメントに関する因子¹⁹⁻²⁴)等の観点から研究がなされてきた。特に、合着材であるセメントによるク라운または支台歯との嵌合力はク라운の保持力に最も直接影響する因子となる²³)。この嵌合力は、セメントの圧縮強さ、引張り強さ、剪断強さ、寸法変化など、硬化したセメントの諸物性と、セメントのぬれという言葉で表され

表 7 各保持力間の T 検定

乾 燥	エポキシ：E 仮着無し：A1 仮着有り：B1	☆	☆					
湿度 100 %	仮着無し：A2 仮着有り：B2	☆	☆	☆	☆			
水中保管	仮着無し：A3 仮着有り：B3	☆	☆	☆	☆	☆		
		E	A 1	B 1	A 2	B 2	A 3	B 3

☆：P≤0.01

：有意差無し

るようにセメントがクラウン内面、支台歯表面の嵌凹部にいかにくいこんでいるかが、いいかえれば気泡や、間隙ができていないかどうかに関与している。すなわち、練和されたセメント泥の性状と、硬化後のセメントの物性に左右される。したがって効果後のセメント物性とセメント泥の性状を向上するためにセメント自体の改良とともに、合着時の操作についても数多くの考察がなされている^{1,4,5,24-30)}。

セメントの改良としては、カルボキシレートセメントをはじめ、EBA セメント、各種レジン系セメントなど、多くのセメントが開発されているが、長期的な臨床データも少なく、吸水性、崩壊性、溶解性等の問題が指摘され、物質の安定性、恒久性について、大きな問題が残されている^{24,31-33)}。一般臨床では、このような背景から、依然として、リン酸亜鉛セメントが多く用いられているのが現状であり、このセメントの管理や混和比練和方法等、操作を考慮することが重要とされている。

リン酸亜鉛セメントは、一般に粉液比が大になるほど硬化セメントの物性は向上するといわれている。しかし、極度に粉液比を大きくしたセメントでは粘度が高く、操作時間も短くなり、合着されたクラウンは極端に浮き上り、臨床的に許容できなくなるばかりでなく、保持力も低下するといわれている。すなわち保持力が最大となる粉液比が存在するとしている²⁹⁾。

クラウンの浮き上りの観点から塩沢らは、セメントの粘度が、いわゆる標準調度では強すぎ、粉が、その3分の1である 1.0×10^4 poise のものが咬合高径に対する変位の許容限界としている。この場合セメントの圧縮強さはほぼ半減する³⁹⁾。また、先の粘度を維持し、さらに粉液比を多くするために練和方法やクールトロン等を使用し適合、保持とも満足できる条件をさぐっている^{5,20)}。

一方、リン酸亜鉛セメントは練和されると粉末粒子の表面がリン酸と反応して非結晶質のリン酸亜鉛となって未

反応粒子をとりかこみ、間質を形成するといわれており、この凝結過程すなわち臨床的には初期硬化時間(冠水期)において過剰な水分が存在すると、その後にその表面に、強度の乏しい中性リン酸亜鉛 (hopite $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) の結晶が析出するといわれている。また、この時期に象牙質などからの脱水がおこるとセメント材質の低下がおこり、リン酸亜鉛セメントの合着性能を低下させるともいわれている^{23,33-35)}。このことは合着時にセメントが存在するクラウンと支台歯にかこまれた部位、すなわちセメントスペースにおいても十分考えられる現象である。すなわち、セメントの改良が行われ、操作等を十分慎重に行い防湿を行った場合でも支台歯表面の乾湿状態いかによってはセメントの物性が低下することも起こり得る。そこで臨床で行われている種々の操作により、その表面性状が変化しクラウンの保持力に影響を及ぼすのではないかと考えられる。著者らは、クラウンの保持力をより臨床に即した条件で検討するために、特にテンポラリーの仮着という操作を取りあげ、この操作がクラウンの保持力におよぼす影響について検討を行ってきた。第1報では、仮着操作を行った場合に保持力が増大したことを報告したが、その理由として、仮着操作を行うことにより仮着材中の油脂成分により支台歯に浸透あるいは表面をコーティングし、その表面が疎水性を示し、セメント支台歯間での水分の授受を減少できたためと推察した。

そこで今回、この点を確認するための一助として、支台歯の保管条件を3種設定し、象牙の水分含有量の異なった支台歯に対して仮着操作を行った時、クラウンの保持力におよぼす影響についてクラウンの浮き上り量、支台歯の重量変化とともに検討を行った。

1. 検体の重量変化

本研究で使用している天然象牙は乾燥状態において図

1 のように精密に規格加工してあるが冠水、あるいは保管状態によりかなりの寸法変化を示す。第 1 報では、乾燥状態に対する温度 37°C の精製水中、温度 37°C 相対湿度 100% の恒温槽に保管した場合の検体の寸法変化を計測したが、今回各保管条件での支台歯の水分の含有量を把握するために、3 種保管条件における検体の重量を測定した。この結果、乾燥状態のものを精製水中に 1 週間保管すると、平均 0.72 g 重量が増し重量%で約 9% の水分を吸収したことになる。また、これは直径 10 mm の円柱形のマージン部で、原寸に対し約 $43\text{ }\mu\text{m}$ の膨張量となる。さらに、この検体を相対湿度 100% の恒温槽にうつした場合では精製水中と比較して、わずかに、 0.017 g 減少しただけで、ほとんど変化がないといえる。しかしこの場合にもマージン部では原寸に対し $32\text{ }\mu\text{m}$ の膨張量があった。以上のことから、精製水中、あるいは湿度 100% の恒温槽に保管した検体は、約 9% もの授受可能な水分を含んでいると考えられ、天然歯の支台歯においてもこれと類似した状態にあると思われる。

2. ク라운の浮き上り量

仮着操作を行うと、いずれの保管条件でもセメント合着後のクラウンの浮き上り量は増大した。これは仮着操作を行うと支台歯の表面粗さが最大高さ R_{max} で $30\text{ }\mu\text{m}$ から $23\text{ }\mu\text{m}$ に減少し、また湿綿球等で十分に清掃しても表面には依然として微細な仮着材が残留しているため、合着時にセメントの流出を阻害したことが影響したものと考えられる。

保管条件間では、乾燥、湿度 100%、水中保管の順で仮着操作有り、無し、いずれも浮き上り量が増大している。本研究ではクラウンの調整を間接法により行った。すなわち検体に対しては、印象採得と暫間被覆冠の除去清掃、最終セメント合着の時に各保管環境から取り出し温度 23°C 相対湿度 100% の恒温恒湿下で操作を行った。しかし各保管条件下での検体は取り出し後の経時的寸法変化量がそれぞれ異なっており、マージン部の直径で、乾燥状態ではほとんど変化がなく、水中保管では取り出し直後から 20 分で約 $20\text{ }\mu\text{m}$ 、湿度 100% では $10\text{ }\mu\text{m}$ の収縮が起こっている。この現象が合着時の適合度に影響を与え、保管条件間でのクラウンの浮き上り量に差が生じたものと推察される。

しかし軸面部でのセメント被膜厚さは理論的には咬合面部のセメント被膜厚さに $\sin 6=0.1045$ を乗じた値^{13,36)}であり、浮き上り量が増大しても軸面部での変化量は少ないと考えられる。さらに黒須ら³⁷⁾によるとクラ

ウンの試適時にあらかじめ $5\sim 30\text{ }\mu\text{m}$ の間隙が用意された場合のセメント被膜厚さは $30\sim 40\text{ }\mu\text{m}$ 付近におさえられると述べており、保持力を発揮する軸面部のセメント層はほぼ均一であると考えられる。

3. ク라운の保持力

仮着操作を行うことにより、いずれの保管条件においてもクラウンの保持力は有意に増大した。

また、引張り試験後の破断面は主にセメントとクラウンの間に認められ、クラウンの保持力は主にセメント自体の機械的性質によるものと思われる。これは支台歯表面とクラウン内面の表面粗さが、最大高さ R_{max} で、前者は $30\text{ }\mu\text{m}$ 、後者が $15\text{ }\mu\text{m}$ と異なっていることと、リン酸亜鉛セメントにも、わずかながら支台歯に対し接着力(保持力全体の約 13%)³⁸⁾があるためと思われる。ここで乾燥状態のものについてみると、コントロールとしたエポキシ支台歯は象牙に比較し、水分の吸収、放出がほとんどないものと考えられ、支台歯とクラウンとの間のセメントスペースは安定しており、従来の金型による実験での成績のように、練和されたセメントは、理想的な硬化反応が行われセメント本来の物性が得られていると考えられる。しかし、仮着操作を行った象牙支台歯における保持力は、乾燥状態の仮着操作無しに対し有意に高くコントロールと同程度の値を示している。このことは、仮着操作有りでは、合着時のセメントスペースにおいてコントロールに近い環境が得られたのではないかとと思われる。すなわち仮着操作を行なうと酸化亜鉛ユージノールセメント中の成分により支台歯表面がコーティング、あるいは浸透し支台歯とセメント泥との浸透圧の差からおこる水分の授受が遮断され硬化過程のセメントにとって、好ましい状態が得られたのではないかと推察される。したがって湿度 100%、水中保管でも同様に仮着操作を行うと支台歯セメント泥間の水分の授受が遮断され、保持力がより増大したものと思われる。セメントは硬化中に種々の汚染、特に冠水、あるいは脱水により物性が低下するといわれている。今回、仮着操作無しの場合に乾燥状態では、主にセメントからの脱水が、湿度 100%、水中保管では、セメントへの冠水あるいは水分授受が起こっているのではないかと推察される。

以上のことから天然支台歯の水分含有量、いいかえればセメントに対する浸透圧がどのような状態であっても、仮着操作を行うことにより、硬化中のセメントに対し、比較的安定した環境(水分授受の状態)が提供できると考えられる。

保管条件下では仮着操作有り、無し、いずれも乾燥状態のものは湿度 100%、水中保管に比較してやや低い値を示しているが、これは保管条件の違いによる影響が主に、初期硬化終了後のセメントに対し現れたものと思われる。しかし実際の口腔内では本実験の象牙支台のような完全乾燥という状態は考えられず、また象牙は天然歯に対し密度が多少異り、天然歯の場合は浸透圧、寸法変化がより小さいと思われ、この2点から保管条件としては湿度 100% のものが臨床に近いものと思われる。

本実験では、支台歯の保管条件を変えることにより、テンポラリーを仮着する操作による影響をより明確にした。しかし、仮着材として酸化亜鉛ユージノールセメントを用いた場合での結果であり、現在臨床に用いられている非ユージノール系のセメント、カルボキシレート系のセメントを使用した場合、また清掃方法においても各種除去材を用いた場合について検討する必要がある。さらに支台歯の表面処理法として、コーパライト、サホライド等の塗布によるクラウンの保持力に対する影響についても今後、検討する所存である。

V. 結 論

象牙製支台歯の保管環境として温度 37°C の乾燥状態、湿度 100%、水中保管を設定し、各検体に対し酸化亜鉛ユージノールセメントを用いたテンポラリーの仮着操作を行った場合と、そうでない場合について、最終補綴物であるクラウンをリン酸亜鉛セメントでセメント合着を行った時のクラウンの保持力と、合わせてセメントによる浮き上り量を計測した。さらに検体の水分含有量の差についても計測を行い、比較検討したところ、以下の知見を得た。

1. 乾燥保管に対し水中保管、湿度 100% のものは重量 % で約 9% の水分を含んでいた。また水中保管、湿度 100% ではほとんど差はなかった。

2. いずれの保管条件においても、仮着操作を行った支台歯に、クラウンをセメント合着すると仮着操作を行わなかったものに比較しセメントによる浮き上りは増大した。

3. いずれの保管条件においても、仮着操作を行った支台歯にセメント合着したクラウンの保持力は仮着操作を行わなかったものに比較し有意に増大した。特に乾燥状態では仮着操作を行うと、コントロールであるエポキシ支台歯とほぼ同程度の保持力を示した。

4. 保管条件について、乾燥状態のものは水中保管、

湿度 100% に比較してクラウンの保持力は低い傾向にあった。

本研究の要旨は昭和 61 年度日本補綴歯科学会関東支部学術大会において発表し、会誌に抄録を掲載した。

文 献

- 1) 安井哲男：セメント合着時のポイント，歯界展望，66 (2)：375～381，1981。
- 2) 井田一夫，森脇 豊，山賀礼一，平田棟一：セメントによる保持力について，歯材器誌，32：32～40，1975。
- 3) H.T. Shillingburg：キャストゴールドプレパレーション，医歯薬出版，東京，1973。
- 4) 橋本弘一，倉賀野勲：歯科用セメントと注意事項，日本歯科評論，422：79～89，1977。
- 5) 塩沢育己，他：従来のセメントによる効果的な合着法，歯界展望別冊/歯科臨床と接着，249～257，1983。
- 6) JIS，T 6602，歯科用リン酸亜鉛セメント，日本工業規格協会，1979。
- 7) American Dental Association：Guide to dental materials and devices，151～155，1970～1971。
- 8) Horn，H.R.：Practical considerations for successful crown and bridge therapy，16～53，200～224，W.B. Saunders Co. Philadelphia，1976。
- 9) 吉田恵夫：合成樹脂による既製暫間被覆冠の臨床応用，歯科時報，20：36，1966。
- 10) 吉田恵夫：アルミキャップについて，歯界展望，27：870～871，1966。
- 11) 五十嵐孝義：暫間被覆冠（クラウンを含む）の仮着材の種類と使い分け，デンタルダイヤモンド増刊号，10：80～89，1985。
- 12) 土川博子：テンポラリークラウンの保持力に関する研究，補綴誌，29：418～439，1985。
- 13) 藤井 宏，他：クラウンの保持力に関する研究，第1報，仮着材の影響，補綴誌，30：959～964，1986。
- 14) Jørgensen，K.D.：The Relationship between retention and convergence angle in cemented veneer crowns，Acta Odont Scand，13：35～40，1955。
- 15) Kaufman，E.G.，Coeho，D.H. and L. Colin：Factors influencing the retention of cemented gold castings，J Prosthet Dent，11：487～502，1961。
- 16) 照井保之：インレー保持に関する研究 第4報 窩洞形態と保持力との関係，日歯保誌，16：15～24，1973。
- 17) 末瀬一彦：全部鑄造冠の維持力に関する合着セメント層の力学的研究，歯材器誌，37：53～84，1980。
- 18) 照井保之：インレー保持に関する研究 第2報 嵌合模型

- による実験, 日歯保誌, 12: 147~160, 1971.
- 19) 照井保之: インレー保持に関する研究 第3報 セメントの膜厚と保持力との関係, 日歯保誌, 16: 1~14, 1973.
- 20) 後藤隆泰, 足立正徳, 大谷 宏: 3種類の合着用セメントの保持力について, 歯理工誌, 22: 168~178, 1981.
- 21) 岩本次男: 磷酸亜鉛セメントの被膜厚さと合着力, 歯材器誌, 4: 98~106, 1959.
- 22) Jørgensen, K.D.: The Relationship between the Film Thickness of Zinc Phosphate cement and the Retention of Veneer Crowns, Acta Odont Scand, 26: 169~175, 1968.
- 23) 岩本次男: インレーの保持に関する諸問題, 特にリン酸亜鉛セメントの合着力について, 歯界展望, 29: 469~474, 1977.
- 24) 山根通裕: セメント合着時の配慮, 歯界展望, 64: 291~306, 1984.
- 25) 塩沢育己: 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: 86~106, 1979.
- 26) 塩沢育己, 他: 合着用セメントと全部鑄造冠の浮き上り, デンタルダイヤモンド (増刊号): 160~169, 1986.
- 27) 千葉陽信, 他: セメント合着の方法と修復物の装着状態, その1, リン酸亜鉛セメント, 日歯保誌, 28: 141~151, 1985.
- 28) 遠藤達雄: 鑄造修復物合着用セメントに関する研究, 3, 合着用セメントの作業時間と硬化時間, 日歯保誌, 26 (2): 427~436, 1983.
- 29) 倉賀野勲: カルボキシレート, コンボジットタイプ, およびリン酸亜鉛セメントの操作条件が合着性能におよぼす影響, 歯材器誌, 32 (4): 231~261, 1976.
- 30) 山根通裕: 印象およびセメンティングのポイント, 歯界展望 別冊 動揺歯の処置: 231~261, 1976.
- 31) 細田裕康: 近代歯科用セメントの変遷とその性状, 歯界展望, 56 (2): 189~199, 1980.
- 32) 橋本弘一: 最近の歯科用セメント, 歯科ジャーナル, 12: 111~117, 1980.
- 33) 岩本次男: 歯科用セメントの現状, とくに合着用セメントの性能について, 日本歯科医師会雑誌, 33 (10): 1067~1077, 1981.
- 34) 野口八九重: 歯科接着材セメントについて, 東北歯大誌, 8 (2): 43~57, 1981.
- 35) 岩本次男: 磷酸亜鉛セメントの被膜厚さと合着力, 歯材器誌, 4: 98~106, 1959.
- 36) 山本鉄雄: 全部鑄造冠支台歯軸面の表面あらさと保持力に関する実験的研究, 鶴見歯学, 9: 29~47, 1983.
- 37) 黒須アイ子, 井手喜美子: インレーおよびクラウンの合着前後の適合度について, 口病会誌, 27: 423, 1960.
- 38) 総山孝雄, 石橋真澄, 北崎孝雄: 即時重合レジンとリン酸亜鉛セメントの合着力に関する研究, 23 (2): 101~107, 1956.
- 39) Skinner and Phillips: スキンナー歯科材料学, 医歯薬出版, 1973.