

ナノサイズPMMAとユージノールを基材とした 仮着材の試作

龍 方 一 朗 岡 田 英 俊 石 田 喜 紀

Test Production of Temporary Luting Agent Consisting of Nanosized PMMA and Eugenol

Ichiro RYUKATA, Hidetoshi OKADA and Yoshinori ISHIDA

This study aims to develop temporary luting agent that has moderate bond strength, is easily removable, and leaves fewer residues on the abutment. PMMA powder with the average particle size of 100 - 200 nm and eugenol plus limonene were used as substrate of the preproduction material (PM). Powder-liquid ratio of the PM was 1.0, and the mixing ratio of eugenol and limonene was 7 : 3 by weight. Commercially supplied temporary luting agents—polycarboxylate cement and glass polyalkenoate cement—were used as reference materials. The following six attributes were examined : (1) consistency, (2) film thickness, (3) setting time, (4) bond strength between the temporary adhered abutment die and the temporary restoration, (5) bond strength between the abutment material and the luting agent after removal of temporary luting agent, and (6) adherend on the abutment material after temporary restoration removal. Measurement of (attributes) from (1) to (3) was conducted according to the JIS specification. Stainless steel and autopolymerizing resin were used as experimental materials for (4) for die and temporary restoration, respectively. Adhesion test was conducted by tensile stress test using a universal testing machine. As cementing material for (5), resin-added glass polyalkenoate cement and resin cement were used. Composite resin for core, 12% gold-silver-palladium alloy, and cow tooth dentine were used as adherend. Obtained results were tested with one-way analysis of variance. The following results were obtained :

1. Consistency, film thickness, and setting time met the standard values.
2. Adhesion strength of PM between the abutment die and the temporary restoration was equivalent or higher than that of commercially supplied temporary adhesives.
3. Effect of PM on adhesion strength between gold-silver-palladium alloy and glass polyalkenoate cementing material was small as compared with commercially supplied temporary adhesives.
4. After temporary restoration removal, PM left few residues on 12% gold-silver-palladium alloy and tooth dentine as compared with commercially supplied tempo-

rary adhesives.

Based on the above-mentioned results, it was suggested that PM might be clinically useful material.

Key words : temporary luting agent, PMMA, eugenol

緒 言

仮着材は歯科臨床において、様々な用途で頻繁に使用されている。その中でも歯冠修復において支台歯形成後、補綴装置が完成するまで、暫間被覆冠と支台の仮着に使用されることが最も多い。その際に要求される性質は、一定の期間に限り暫間被覆冠を支台に保持するだけの接着耐久性を有すること、暫間被覆冠の撤去操作は容易にできること、さらに最終補綴装置の着合において、支台と合着材の接着に影響を及ぼさないことが挙げられる^{1,2)}。しかし、現在これらすべての性質を十分に満足する仮着材は市販されていない。近年、仮着材はインプラント補綴においても使用され³⁾、臨床での使用頻度が高いにもかかわらず、研究報告は少ない。そこで今回は、暫間被覆冠撤去時における仮着材自体の支台装置への残存を少なくし、最終補綴装置の接着への影響を少なくすることを目的として暫間被覆冠の主な成分である PMMA を粉末の基材に応用して、仮着材の試作を行った。実験は、硬化時間、稠度、被膜厚さ、支台金型と暫間被覆冠の接着試験、仮着材除去後の支台材料と合着材の接着試験、仮着材除去後の支台材料の観察について行い、試作仮着材と市販仮着材とで比較検討した。

材料および方法

1. 実験材料

実験に用いた材料の主成分、メーカーおよびコードを表1に示す。試作材（以後 PM と略記）の粉末には平均粒径100～200nmの PMMA、液にはユージノールとリモネンを用いた。予備実験の結果から粉液比は1.0、液部のユージノールとリモネンは重量比で7:3とした。比較対照の市販仮着材はポリカルボキシレート系1種（以後

TSと略記）、ガラスポリアルケノエート系1種（以後 IP と略記）を用いた。TS、IP はメーカー指示の標準粉液比とした。各材料の練和および操作を室温23±2℃、湿度50±5%の環境下で行った。

2. 実験方法

実験項目 1)～3) は JIS 規格⁴⁾ に準じて行った。すべての実験は1条件につき試料数を10個とし、各実験結果の値は one way ANOVA および Tukey's HSD TEST にて有意差検定を行った。

1) 稠度の測定

練和した各材料の練和泥0.5ml をガラス板上に置き、練和開始から3分後に、合計120gのガラス板とおもりを載せ練和開始から10分後に、広がった試料の平行線間の最大部及び最小部の寸法を測定し、この平均値を稠度とした。

2) 被膜厚さの測定

練和した試料を2枚のガラス板の間に挟み、練和開始3分後、定荷重試験器にて15kgの荷重を10分間かけ、デジタルマイクロメーター (MCU-151, ニコン) で厚さを測定し、セメントを挟まない時のガラス板の厚さとの差を求めた。

3) 硬化時間の測定

内径6mm、厚さ2mmの測定用リングに各材料を填塞し練和を開始してから3分後に、温度37℃、相対湿度100%の恒温槽に移し、15秒間隔でピッカー針を試験片の表面に落とした。この操作を針跡がつかなくなるまで繰り返し、その時間を練和開始から起算して硬化時間とした。

4) 支台金型と暫間被覆冠の接着強度試験

支台金型は直径8mm、高55mm、片側テーパ4°、マージン形態はシャンファータイプのステンレス鋼製金型を用いた。金型はアセトンで10分間、蒸留水で10分間超音波洗浄を行った。レジン冠（以後 TEK と略記）には常温重合型メチルメタクリレートレジン（ユニファストII, GC）

表1 実験で使用した仮着材

○試作材			
	成分	メーカー	コード
液	ユージノール リモネン	ネオ製薬工業 和光純薬	PM
粉	PMMA (平均粒径100~200nm)	綜研化学	
○対照材料1 ポリカルボキシレートセメント (ハイボンド テンポラリーセメントソフト)			
	成分	メーカー	コード
液	アクリル酸-トリカルボン酸共重 合体ナトリウム塩, 精製水	松風	TS
粉	酸化亜鉛, シリカ, 酸化マグネ シウム, 着色材, HY材		
○対照材料2 グラスポリアルケノエートセメント (IP テン プセメント)			
	成分	メーカー	コード
液	アクリル酸-トリカルボン酸共 重合体ナトリウム塩水溶液, 精製水, りん酸	松風	IP
粉	酸化亜鉛, シリカ, ガラス粉末, 酸化マグネシウム		

を用いた。TEKは支台金型を円筒状の専用金型に入れ、常温重合型メチルメタクリレートレジンを餅状期に圧接、填入した。各材料で金型とTEKを合着後、10kg定荷重試験器で5分間加圧し、温度37℃、相対湿度約100%の恒温恒湿中で24時間保管した。接着強度試験は万能試験機(1310W TM, アイコーエンジニアリング)を用い、引張荷重によりクロスヘッドスピード0.5mm/minで行った。

5) 仮着材除去後の支台材料と合着材の接着強度試験

使用した支台材料と合着材を表2に、実験方法を図1に示す。合着材にはレジンセメント(以後GMと略記)とレジン添加型グラスポリアルケノエートセメント(以後RGと略記)を用いた。支台材料にはコア用コンポジットレジン、12%金銀パラジウム合金、牛歯象牙質を用いた。樹脂包埋した各支台材料と10×10×1mmの板状の常温重合型メチルメタクリレートレジン(ユニファストII, GC)を10kg定荷重試験器で5分間加圧して仮着させ、温度37℃、相対湿度約100%の恒温恒湿中で一週間保管した。レジン撤去後、支台材料に残存している仮着材を歯科用エキスカバーターで肉眼的に残存のしない状態まで除去し、内

表2 実験で使用した合着材料と被着体材料

合着材 1 (レジン添加型グラスポリアルケノエートセメント)			
	商品名	メーカー	コード
	ハイボンド レジグラス	松風	RG
合着材 2 (レジンセメント)			
	商品名	メーカー	コード
	ジーセム	GC	GM
被着体 1 (コア用コンポジットレジ)			
	商品名	メーカー	
	ユニフィルコア	GC	
被着体 2 (12%金銀パラジウム合金)			
	商品名	メーカー	
	キャストウエル	GC	
被着体 3 牛歯 象牙質			

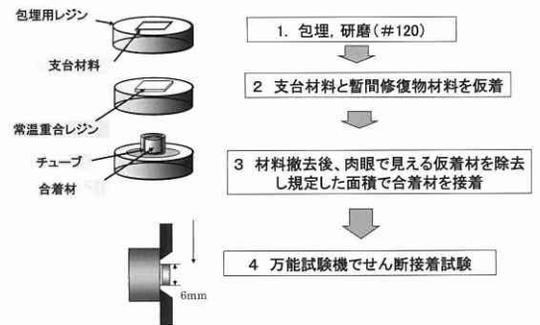


図1 仮着材除去後の支台材料と合着材の接着強度試験の模式図

径6mmのチューブに厚径2mmとした合着材を支台材料に接着させた。その後前述した条件で24時間保管し、万能試験機(1310W TM, アイコーエンジニアリング)でクロスヘッドスピード0.5mm/minで、せん断接着強度試験を行った。また、被着面に仮着材を接触させずに合着材と支台材料を接着させた条件をコントロール(以後CONと略記)とした。

6) 暫間被覆材料撤去後の支台材料被着面の観察

10×10×1mmの板状の常温重合型メチルメタクリレートレジンと被着面をマスキングテープにて直径6mmに規定した各支台材料を10kg定荷重試験器で5分間加圧して仮着させ、温度37℃の蒸留水中で一週間保管した。その後、臨的な観点から試料を支台材料から常温重合型メチルメタクリレートレジンを撤去した直後の条件と撤去後仮着材を歯科用エキスカバーターで肉眼的に残

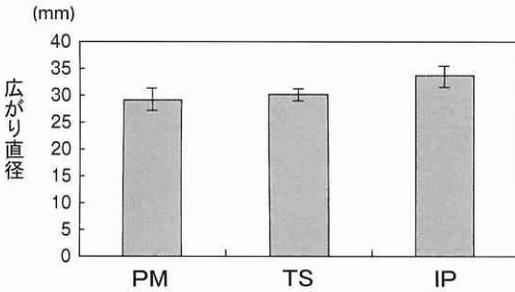


図2 稠度の実験結果

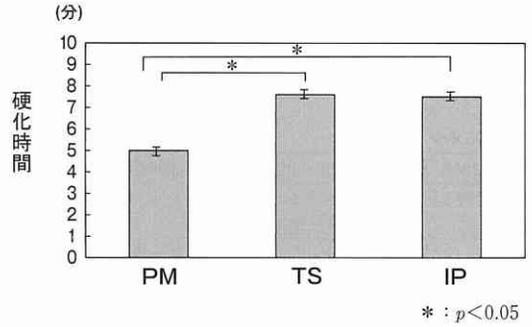


図4 硬化時間の実験結果

* : $p < 0.05$

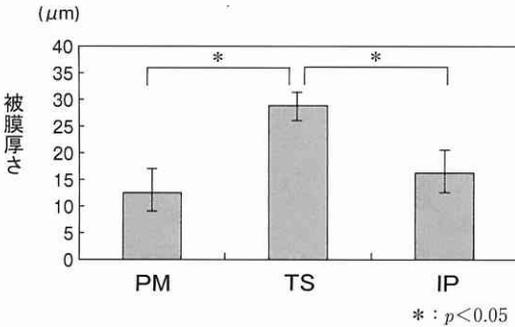


図3 被膜厚さの実験結果

* : $p < 0.05$

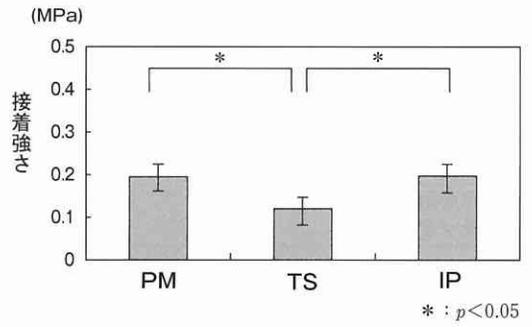


図5 支台金型と暫間被覆冠の接着強さ

* : $p < 0.05$

存しない状態に除去した条件について被着面の観察を行った。試料をPd蒸着装置 (Ion sputter E101, Hitachi) にて処理し、走査型電子顕微鏡 (S-3500, Hitachi, 以後 SEM) にて支台材料の表面観察を行った。

結果

1. 稠度

稠度の結果を図2に示す。各材料の広がり直径 (mm) はPMが 29.12 ± 2.62 , TSが 30.19 ± 0.61 , IPが 33.73 ± 2.11 となった。各試料間で有意差は認められなかった。

2. 被膜厚さ

被膜厚さの結果を図3に示す。各材料の被膜厚さ (μm) はPMが 12.53 ± 5.73 , TSが 28.86 ± 4.01 , IPが 16.35 ± 5.12 となった。PMはTSと比較すると有意に小さい値を示し、IPと比較すると有意差は認められなかった。

3. 硬化時間

硬化時間の結果を図4に示す。各材料の硬化時間 (min) はPMが 5.00 ± 0.15 , TSが 7.60 ± 0.22 ,

IPが 7.50 ± 0.35 となった。PMはTS, IPと比較すると有意に小さな値を示した。

4. 支台金型と暫間修復物の接着試験

接着強さの結果を図5に示す。各材料の接着強さ (MPa) はPMが 0.20 ± 0.04 , TSが 0.12 ± 0.02 , IPが 0.20 ± 0.03 となった。PMはTSと比較すると有意に大きな値を示し、IPと同等の値を示した。

5. 仮着材除去後の支台材料と合着材の接着試験

各支台材料と合着材との接着強さの結果は図6~11に示す。レジンコアとGMの接着強さ (MPa) (図6) はCONで 10.85 ± 1.93 , PMで 8.51 ± 2.92 , TSで 7.00 ± 1.64 , IPで 8.43 ± 2.47 となった。CONとTS間で有意差が認められたが、PM間とでは認められなかった。金銀パラジウム合金とGMの接着強さ (MPa) (図7) はCONで 3.30 ± 0.94 , PMで 2.07 ± 1.52 , TSで 2.48 ± 1.50 , IPで 1.77 ± 0.65 となった。CONとIP間で有意差が認められたが、PM間とでは認められなかった。象牙質とGMの接着強さ (MPa) (図8) はCONで 4.99 ± 1.16 , PMで 4.07 ± 1.76 , TSで 4.43 ± 1.73 , IP

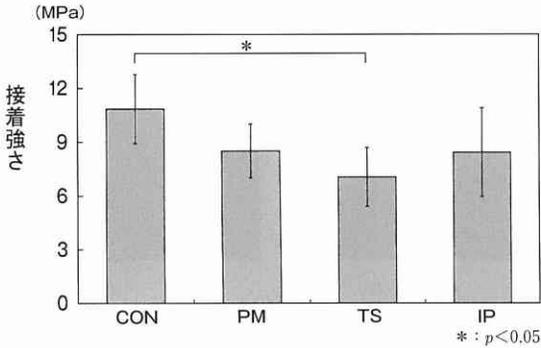


図6 仮着材除去後のレジンコアとGMの接着強度試験結果

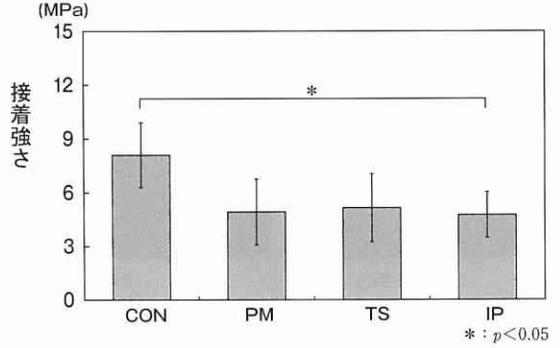


図9 仮着材除去後のレジンコアとRGの接着強度試験結果

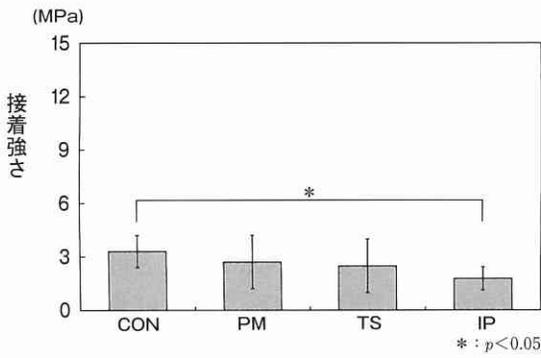


図7 仮着材除去後の12%金銀パラジウム合金とGMの接着強度試験結果

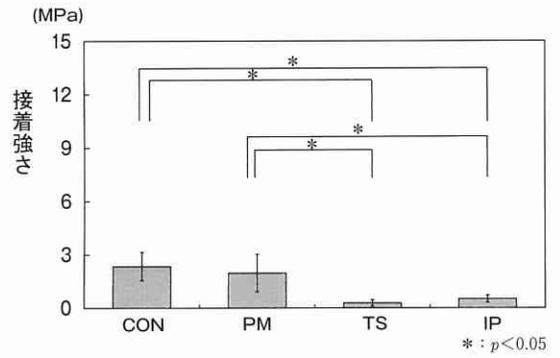


図10 仮着材除去後の12%金銀パラジウム合金とRGの接着強度試験結果

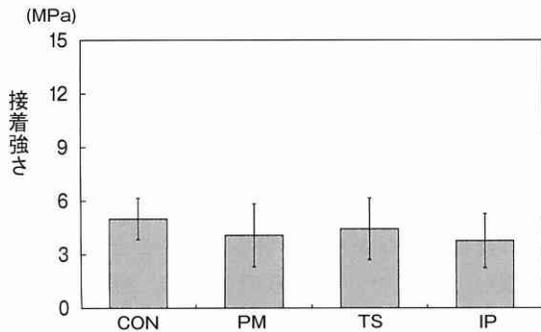


図8 仮着材除去後の象牙質とGMの接着強度試験結果

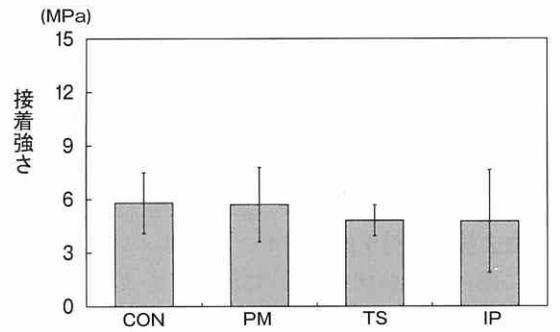


図11 仮着材除去後の象牙質とRGの接着強度試験結果

で 3.76 ± 1.51 となった。CON および各材料間で有意差は認められなかった。

レジンコアとRGの接着強さ (MPa) (図9) はCONで 8.10 ± 1.80 , PMで 4.92 ± 1.80 , TSで 5.15 ± 2.17 , IPで 4.76 ± 1.28 となった。CONとIP間で有意差が認められたが、PM間では認められなかった。金銀パラジウム合金とRGの接着

強さ (MPa) (図10) はCONで 2.35 ± 0.88 , PMで 1.97 ± 1.06 , TSで 0.28 ± 0.18 , IPで 0.51 ± 0.20 となった。PMはTS, IPと比較すると有意に大きく、またCONとは有意差は認められなかった。象牙質とRGの接着強さ (MPa) (図11) はCONで 5.80 ± 1.70 , PMで 5.70 ± 2.08 , TSで 4.81 ± 0.87 , IPで 4.76 ± 2.88 となった。CON および各材料間

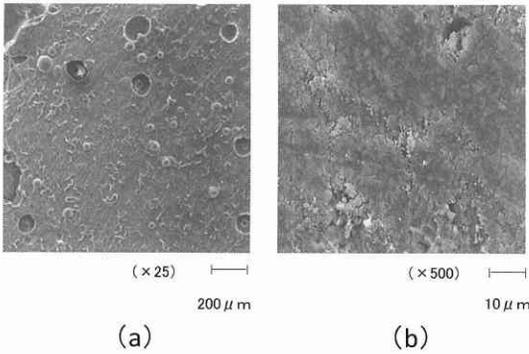


図12 レジンコアに対するPMの被着面のSEM像

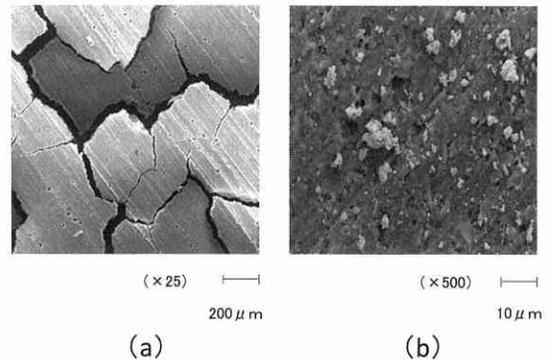


図14 レジンコアに対するIPの被着面のSEM像

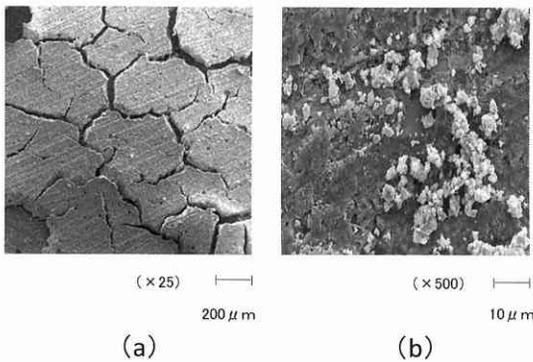


図13 レジンコアに対するTSの被着面のSEM像

で有意差は認められなかった。

6. 暫間被覆材料撤去後の支台材料被着面の観察

図12～20に常温重合型メチルメタクリレートレジン硬化体を撤去直後 (a) の支台材料被着面と撤去後仮着材を歯科用インスツルメントで肉眼的に残存しない状態 (b) に除去した支台材料被着面について代表的なものを示す。

1) レジンコア表面

PMの(a)条件ではPMの薄膜が一層、被着体表面を覆っているのが確認された。(b)条件では残存したPMが疎らに確認された(図12)。TSの(a)条件ではほぼ全面に付着した厚い層のTSが確認できた。(b)条件では残存したTSが確認された(図13)。IPの(a)条件ではTSと同様の残存が確認された。(b)条件では残存したIPが比較的多く確認された(図14)。

2) 金銀パラジウム表面

PMの(a),(b)条件ともに少量の残存したPMが確認された(図15)。TSの(a)条件ではほぼ全面に付着が確認された。(b)条件では残存したTSが確認された(図16)。IPの(a),(b)条件ともにTSと同様の残存が確認された(図17)。

3) 象牙質表面

PMの(a),(b)条件ともにほとんど付着が確認されなかった(図18)。TS, IPの(a)条件ではほぼ全面に付着が確認された。(b)条件でもTS, IPともに無数の残留した塊が確認された(図19, 20)。

考 察

仮着材の最大の特徴は撤去を前提としながらも被着体を一定期間保持させる性質を持ち合わせることである。特に暫間被覆冠の撤去直後は支台に仮着材が残存することがあり、また、最終補綴装置の合着に少なからず影響を及ぼすことが明らかとなっている⁵⁻⁹⁾。これらのことは、患者にとってはもちろん術者にとってもデメリットとなる。そこで今回、撤去時における支台への残存を少なくし、最終補綴装置の合着に及ぼす影響も少ない仮着材を開発することを目的に、暫間被覆冠に用いられる常温重合型メチルメタクリレートレジンの粉末主成分であるPMMAを成分とする仮着材を試作し市販仮着材と比較検討した。

1. PMの歯科理工学的性質について

今回の実験項目である稠度、被膜厚さ、硬化時間は仮着材料にとって重要な因子である。稠度は、仮着の操作性に大きな影響を及ぼし、被膜厚さは

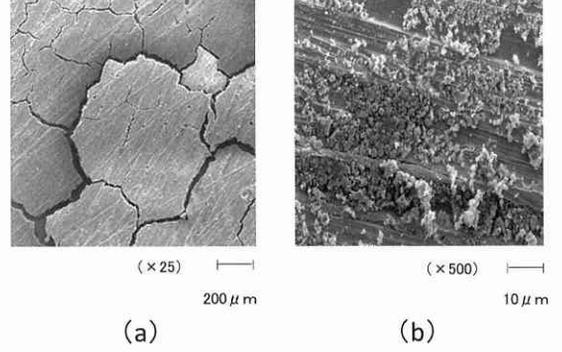
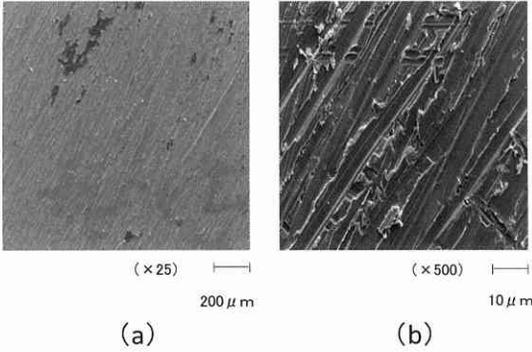


図15 12%金銀パラジウム合金に対するPMの被着面のSEM像

図17 12%金銀パラジウム合金に対するIPの被着面のSEM像

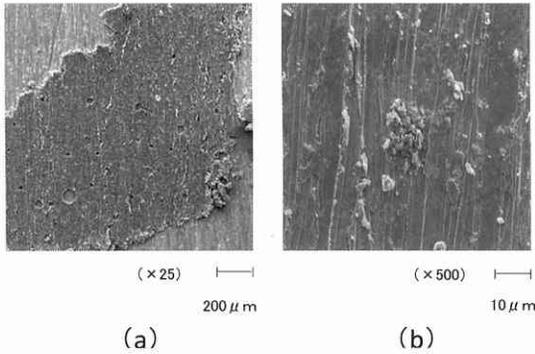


図16 12%金銀パラジウム合金に対するTSの被着面のSEM像

修復物の適合や維持力に関係し、硬化時間は修復物の適合精度や治療時間に大きな影響を及ぼすものである¹⁰⁻¹¹⁾。また、稠度と硬化時間は被膜厚さに影響を及ぼす因子である。稠度の規格値⁹⁾は広がり直径 $30 \pm 1 \text{mm}$ となっておりPMの値は、TS、IPと比較しても操作性に及ぼす影響が少ないと考えられた。

被膜厚さにおいてPMはTS、IPと比較すると値が小さくTSとは有意差が認められた。歯科においてPMMAは様々な材料に応用されているが、その用途により粒径は異なる。今回試作材の粉末の基材にはナノサイズPMMAを用いた。被膜厚さは粉末の粒径に影響を受ける¹²⁾。したがってナノサイズのPMMAを用いているPMは被膜厚さの値が小さかったと考えられた。このことは、最近の修復物の適合精度が $5 \sim 30 \mu\text{m}$ ¹³⁻¹⁵⁾であることを考えると有利な点と考えられた。

硬化時間はPMをTS、IPと比較すると有意に小さい値であった。PMは粉末の粒径が小さいため、液の浸潤が早く、また溶解しやすいためと考えられた。しかし、硬化時間は、規格値範囲内であることから仮着操作に及ぼす影響は少ないと考えられた。

以上のことから、試作仮着材の歯科理工学的性質は市販仮着材と比較しても同等か、それ以上と考えられ、仮着材として十分な性質を有していることが示唆された。

2. 支台金型と暫間被覆冠の接着強さ

PMの値はTSと比較すると有意に大きな値を示し、IPとは同等の値を示した。また、引張試験後において支台金型表面と暫間被覆冠内面を肉眼的に観察したところ、PMは暫間被覆冠側に、TS、IPは支台金型側に多く付着していた。PMは粉末の主成分であるPMMAをユージノールによって溶解し、凝集結合することで硬化体になると考えられる¹⁶⁾。したがって、常温重合型メタクリレートレジンにより作製された暫間被覆冠をPMにより仮着する場合、練和直後のPMが被覆冠内面も一部溶解し、さらに結合することが考えられることから、暫間被覆冠に対する接着性はTS、IPよりも高いと推察された。一方、支台金型はステンレス製である。液成分にカルボン酸共重合体を用いているTSはカルボキシレート系、IPはガラスアイオノマー系であるため、非貴金属であるステンレスに対する接着性はPMより高いと考えられた¹⁷⁾。臨床的にはステンレス

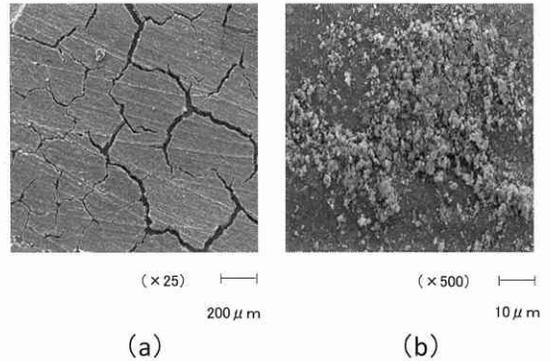
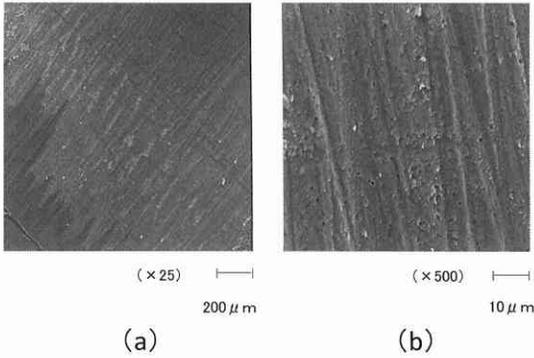


図18 象牙質に対するPMの被着面のSEM像

図20 象牙質に対するIPの被着面のSEM像

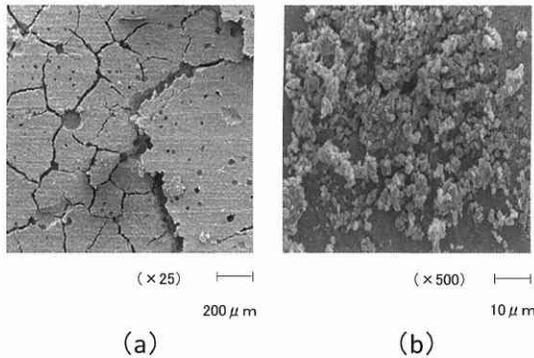


図19 象牙質に対するTSの被着面のSEM像

3. 仮着材除去後の支台材料と合着材の接着強さ

歯冠修復において、暫間被覆冠を撤去後、最終補綴装置を合着することとなる。よって仮着材が支台と合着材の接着に影響を及ぼさないことは仮着材の最も重要な性質の1つである^{1,2)}。またPMの液部であるユージノールはレジン系材料の接着強さに影響を及ぼすとする報告がある^{19,20)}。そこで支台材料と合着材の接着強さにPMが及ぼす影響を検討した。結果として、金銀パラジウム合金とRGの接着強さに及ぼす影響についてPMはTS、IPと比較すると小さいことが推察された。また、PMの値はCONの値と比較しても有意差は認められなかった。試作材の液部であるユージノールは芳香族性水酸基をもつため、金属とイオン結合が生じ²¹⁾、金銀パラジウム合金に対し材料の残存が生じ、合着材の接着力に影響を及ぼす可能性があった。しかしながら、図15の(a)ではPMの残存がほとんど認められず、(b)においてもTS、IPと比較すると残存した材料は明らかに少ないことが観察された。PEMAとユージノールを基材とした仮封材を試作した菅島は、ユージノールがPEMA表層を溶解し、PEMA粒子相互が凝集結合して弾性を有する硬化体になり、そのため一塊で窩洞から除去できるものとしている¹⁹⁾。このことから同じメタクリレート系の粉末であるPMMAを基材としたPMにおいても同様に硬化体は弾性体であることが考えられ、そして粉末のPMMAが同じ成分である常温重合型メチルメタ

が支台材料となることはない。しかし、図12～20(a)における常温重合レジン硬化体撤去後の被着面の観察においても、PMに比較しTSとIPは主に支台材料側に付着していた。また、サンドイッチ構造の試料は被着体両者に対する接着性が結合強さに影響を及ぼすとされる¹⁸⁾。したがって、被着体がステンレス金型から支台材料に変わったとしても、仮着材の常温重合型メチルメタクリレートレジンあるいは支台材料に対する接着性の傾向が変わらなければ、近似した結果となることが推察され、これらのことを考慮すると、この実験は仮着材の実験シミュレートとして妥当であると考えられた。

以上のことから、支台形態における試作仮着材の接着強さは市販仮着材と同等かそれ以上の値を示したことから、臨床に应用できることが示唆された。

クリレートレジンがユージノールによって溶解されPMと結合したことも支台材料側に残存が少ない要因として考えられた。また、他の条件(図6, 7, 9)でCONと比較してTS, IP間では有意に小さい値があったのに対し, PMではすべての条件でCONと比較して有意に小さい値は認められなかった。このことから, ユージノールの溶出による支台材料と合着材の接着に影響は少ないと考えられた。そして図13, 14の(a), 図16, 17の(a), 図19, 20の(a)から観察されるように, PMはTS, IPよりも撤去直後における支台材料に対する付着が明らかに少ないことが確認された。これは除去作業時間, 支台歯への刺激を考えるとPMはTS, IPと比較して患者と術者の双方にとって大きな利点になると推察された。

以上のことから, PMは市販仮着材よりも支台材料と合着材の接着強さに及ぼす影響が少なく, また支台材料上における残存も少ないことから, 歯科臨床的に有用であることが示唆された。

結 論

適度な接着強さを有し, 支台への残存が少ない仮着材を開発する目的でPMMAとユージノールを基材とした材料を試作し, 市販仮着材と比較検討を行った結果, 以下の結論が得られた。

1. 試作仮着材は稠度, 被膜厚さ, 硬化時間についての規格値を満たしていた。

2. 試作仮着材の支台金型と暫間被覆冠の接着強さは市販仮着材と比較して同等かそれ以上の値を示した。

3. 12%金銀パラジウム合金とガラスポリアルケノエート系合着材の接着強さに試作仮着材が及ぼす影響は市販仮着材と比較すると小さかった。

4. 暫間被覆材料撤去後において試作仮着材は市販仮着材よりも12%金銀パラジウム合金と象牙質に対する残存が少なかった。

以上のことから試作仮着材は臨床的に有用な材料であることが示唆された。

文 献

1) 岡田英俊, 石田喜紀, 野口博志, 長山克也: PEMAとユージノールを基材とした新しい仮着

材の開発. 歯材器 24; 431-438 2005.

- 2) Okada, H., Ishida, Y., Noguchi, H., Ryukata, I. and Nagayama, K.: Development of a new temporary luting agent consisting of PEMA and eugenol—Residue ratio and bond strength of luting cements for abutment materials. Dent. Mater. J. 28; 261-266 2009.
- 3) 村松 透, 萩原芳幸, 檜山礼秀, 小泉政幸, 五十嵐孝義: 歯科インプラントに関するアンケート調査. 日口腔インプラント誌 12; 262-280 1999.
- 4) 日本歯科材料工業協同組合: 日本工業規格歯科用リン酸亜鉛セメント. JDMA GUIDEBOOK; 352-359 日本歯科材料工業協同組合 東京 1997.
- 5) 渡辺和美エリセッテ, 鈴木一臣, 山下 敦, 繁田真人, 今井 誠, 矢谷博文, 中井宏之: 象牙質と接着性レジンセメントの接着における仮着材の影響. 歯材器 15; 187-191 1996.
- 6) 吉田 剛, 小泉寛恭, 根本美佳, 小峰 太, 棧淑行, 五十嵐孝義: 接着性レジンセメントの接着強度に関する研究—金属支台歯に仮着材ならびに清掃条件が及ぼす影響—. 接着歯学 17; 81-90 1999.
- 7) 阿部菜穂: 仮着材使用後のポスト孔における各種清掃方法による仮着材除去硬化の評価. 補綴誌 47; 28-37 2003.
- 8) 金栗勝仁, 川本善和, 長井太郎, 島田和基, 斉藤仁弘, 西山 實, 五十嵐孝義, 棧 淑行, 松村英雄: レジン系装着材料の仮着後の象牙質に対する接着強さ. 補綴誌 48; 39-48 2004.
- 9) 高見澤俊樹, 渡邊孝行, 森健太郎, 辻本暁正, 色川敦士, 前田 徹, 長谷川 賢, 宮崎真至: 仮着用セメントの除去法が合着用セメントの歯質接着性に及ぼす影響. 日歯保存誌 51; 210-217 2008.
- 10) 中嶋 裕: 合着用材料. 臨床歯科理工学(宮崎隆, 中嶋 裕, 河合達志, 小田 豊編); 224-240 医歯薬出版 東京 2006.
- 11) 鈴木一臣, 吉田靖弘: 合着・接着用材料. スタンダード歯科理工学—生体材料と歯科材料—(鈴木一臣, 榎本貢三, 岡崎正之, 中嶋 裕, 西山典宏編) 第4版; 227-245 学建書院 東京 2011.
- 12) 小菅佳久: MMA-TBBレジンセメントの特性に及ぼすPMMA粉末の影響. 歯材器 19; 92-101 2000.
- 13) 莊村泰治: CAD/CAM. 最新歯科材料および技術・機器; 263-269 シーエムシー 東京 2000.
- 14) 山崎長郎: デンタ CAD システム 山崎長郎監修 CAD/CAM・オールセラミック修復. QOT別冊; 98-105 クインテッセンス出版 東京 2005.
- 15) 千葉豊和: CAD/CAMを臨床に活かす—Lava システム— 補綴臨床 40; 140-153 2007.

- 16) 菅島正栄：膨張性仮封材の開発. 奥羽大歯学誌 **35** ; 143-155 2004.
- 17) Hibino, Y., Kuramochi, K., Hoshino, T., Moriyama, A., Watanabe, Y. and Nakajima, H. : Relationship between the strength of glass ionomers and their adhesive strength to metal. *Dent. Mater.* **18** ; 552-557 2002.
- 18) 岡田英俊：ガラスアイオノマーセメントの接着耐久性に関する研究. 奥羽大歯学誌 **28** ; 226-238 2001.
- 19) Ikemoto, T., Yoneta, T., Hagi, T. and Murakami, A. : Essensial oils phenyl propanoids useful as OH scavengers? *Free Radic. Res. Commun.* **16** ; 197-204 1992.
- 20) Wazzan, A., Harbi, A. and Hammad, I. : The effect of eugenol-containing temporary cement on the bond strength of two resin composite core materials to dentin. *J. Prosthodont.* **6** ; 37-42 1997.
- 21) Yap, A., Shah, K., Lot, E. and Tan, C. : Influence of eugenol-containing temporary restorations on bond strength of composite to dentin. *Oper. Dent.* **26** ; 556-561 2001.

著者への連絡先：龍方一朗, (〒963-8611)郡山市富田町字三角堂31-1 奥羽大学歯学部生体材料学講座
 Reprint requests : Ichiro RYUKATA, Department of Biomaterials Science, Ohu UniverSity School of Dentistry
 31-1 Misumido, Tomita, Koriyama, 963-8611, Japan