

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年 4月20日現在

機関番号：32665
 研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2011～2012
 課題番号：23792186
 研究課題名（和文）ミニマルインターベンションを確立するための根管内象牙質接着の解明

研究課題名（英文）Establishment of adhesion to root canal dentin

研究代表者

坪田 圭司（TSUBOTA KEISHI）
 日本大学・歯学部・助教
 研究者番号：20386113

研究成果の概要（和文）：光強度が象牙質に対する支台築造レジンの接着性および支台築造レジンの物性及ばす影響に関する検討を行った。また、照射器の光強度の変更が支台築造材レジンの硬化挙動に及ぼす影響について検討した。その結果、支台築造レジンの象牙質接着性、曲げ強さおよび重合挙動に影響を及ぼすことが判明した。

研究成果の概要（英文）：This study was to evaluate the effect of light intensity on dentin bond strength and mechanical properties of core build-up resins. Shear bond strength test, flexural strength test and ultrasonic measurements were done to monitor the effects of power density on the polymerization behavior of dual-cured core build-up resins. The dentin bond strength, flexural strength and polymerization behavior of the core build-up resins were affected by the power density of the curing unit.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	1,900,000	570,000	2,470,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・保存系治療学

キーワード：支台築造レジン，根管内象牙質，歯質接着性

1. 研究開始当初の背景

歯冠崩壊が著しい失活歯症例においては、印象採得後にメタルを用いた支台築造が用いられている。この支台築造は、間接修復法による製作法が通法であり、技工操作を伴う多くの制約があるために、健康歯質の犠牲的削除を余儀なくされている。また、メタルを用いた支台築造では、歯質への接着性を持たないセメントを用いることもあり、その適合性によっては応力の集中により歯根破折などが引き起こされ、抜歯に至ることもある。さらに、無髄歯における歯根破折の報告は増加する傾向にあることから、可及的に歯質を保存することによって、歯の延命を図る修復方法の確立が望まれている。そこで、金属と比較して歯に近い物性を有し、歯質の削除量が比較的少なく、さらに残存根管歯質の構造

的な強化を目指して、これまで歯冠修復材で蓄積された接着技法を応用した直接修復法のレジン支台築造に注目した。しかし、これらレジン支台築造の根管内象牙質に対する接着機構に関しては、歯冠部修復用レジンのそれを応用したものであり、有機質コラーゲンに富んだ象牙前質を含んだ髓腔内象牙質に対する接着性に関しては、ほとんど解明されていないのが現状である。そこで、このような臨床ならびに研究の背景から、最近の齶蝕治療のコンセプトに沿った歯質保存的修復治療の一環として、失活歯の残存歯質を構造的に強化することによって、口腔内におけるその機能を保持させることを目指して、歯質接着性のあるレジンを支台として用いるために、根管内象牙質に対する接着性の研究を企画

した。

2. 研究の目的

歯冠崩壊が著しい失活歯症例は、印象採得後にメタルを用いた支台築造が用いられてきた。この方法は技工操作に伴う制約から便宜的な健康歯質の削除を余儀なくされている。また、装着には合着用セメントを用いるために応力集中により、歯根破折などの危険性が指摘されている。この歯根破折の報告は増加傾向にあることから、失活歯に対してMIの概念に基づき健全残存歯質を可及的に保存し、その機能の保持を目指した直接支台築造法が臨床で応用されている。しかし、直接支台築造用レジンを用いた歯冠修復法において、高い予知性を得るためのエビデンスは、十分とは言えないのが現状であることから、本研究は支台築造歯冠修復法の確立を目的とする。

3. 研究の方法

根管内においては可視光線照射器の光線が十分に到達しない可能性があることを想定し、照射器の光強度を変更することによって、これが象牙質接着性および支台築造レジンの物性に及ぼす影響について検討した。歯質接着性に関しては、表面を調整した象牙質に対して、製造者指示条件で歯面処理を行った後、支台築造レジン接着させた。支台築造レジンの重合に際しては、照射器の光強度は0、200、400および600mW/cm²の4条件とした。これらの試片は24時間水中保管した後に、接着強さの測定を行った。接着試験はインストロン万能試験機 (Type 5505R, Instron) を用いて、剪断接着試験法にて行った。また、接着強さを測定した試片については、その破断面について実体顕微鏡 (SZH-131, olympus) を用いて観察した。

また、支台築造レジンの物性に関しては、練和した支台築造レジンペーストを高さ2mmのモールド内に填塞した後、照射器の光強度を0 (照射なし)、200および600mW/cm²の3条件下で光線照射を行った。これらの試片に対して超音波を用いて縦波音速を求めた。すなわち、パルスレーザ (5900PR, Panametric)、トランスデューサ (V155; V156, Panametric) およびオシロスコープ (Waverunner LT584, LeCroy) から構成される超音波測定システム (図1) を用いて、試片に対する縦波音速を経時的に測定することによって評価した。また、物性試験として支台築造レジンの曲げ強さを測定して評価した。曲げ強さ試験は、ISO 4049 に準じて行った。すなわち、25 mm × 2 mm × 2 mm のステンレス製割型にコンポジットレジンをつまみ、圧接した後、上面および下面から3分割するように照射を各40秒ずつ行った。また、照射器の光強度を0 (照射



図1 超音波測定装置

なし)、200および600mW/cm²の3条件とした。割型から撤去した試片は、37℃の水中に24時間保管した後、万能試験機 (Type 5500R, Instron) を用いて支点間距離20mm、クロスヘッドスピード1mm/minの条件で3点曲げ強さを測定した。

4. 研究成果

光強度が象牙質接着性に及ぼす影響の成績を図2に示した。供試したいずれの製品においても、光強度の上昇に伴って接着強さも向上する傾向を認めたものの、その傾向は製品によって異なるものであった。また、試験後の破壊形式は、いずれの製品においても、光強度の低いもので界面破壊例が多くなる傾向が認められた。

Influence of power density on shear bond strength

Code	Power density (mW/cm ²)			
	0	200	400	600
ND	16.2 (1.7) ^a [0/0/10]	16.0 (2.0) ^a [0/1/9]	16.3 (2.7) ^a [0/0/10]	16.7 (2.7) ^a [0/1/9]
DC	9.8 (2.3) ^b [0/0/10]	13.4 (2.2) ^c [0/1/9]	16.2 (2.6) ^d [0/2/8]	16.8 (1.9) ^d [0/2/8]

Unit: MPa, N=10

[] : Fracture mode (cohesive failure in resin / cohesive failure in dentin / adhesive failure)

Horizontal groups with the same superscript indicate no significant difference ($P > 0.05$).

図2 光強度が支台築造レジンの象牙質接着性に及ぼす影響

光強度およびプライマーの使用が支台築造コンポジットレジンの縦波音速に及ぼす影響の成績を図3-6に示した。

Changes in ultrasonic velocity transmitted through core build-up resins

Material code	Power density (mW/cm ²)					
	0 Adhesive		200 Adhesive		600 Adhesive	
	-	+	-	+	-	+
DC	2418 (56)	2601 (50)	2999 (32) [*]	2968 (50) [*]	3002 (63) [*]	2989 (57) [*]
UF	3212 (47) [*]	3143 (37) [*]	3230 (46) [*]	3200 (39) [*]	3260 (41) [*]	3255 (47) [*]

Values in parentheses indicate standard deviations

For the same material, values with asterisks indicate no significant difference ($p > 0.05$)

図3 光強度およびプライマーの使用が支台築造レジンの縦波音速に及ぼす影響
光強度0mW/cm²の条件では、製品によって縦波音速の上昇傾向に違いが認められた。また、いずれの製品においても、光強度の

低いものは、これが高いものに比較して、縦波音速が低くなる傾向を認めた。

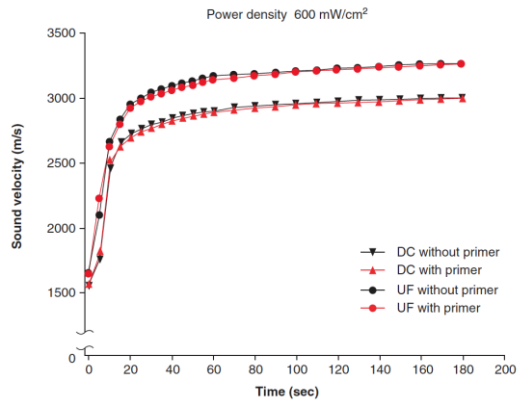


図4 光強度が支台築造レジンの縦波音速に及ぼす影響 (光強度: 600mW/cm²)

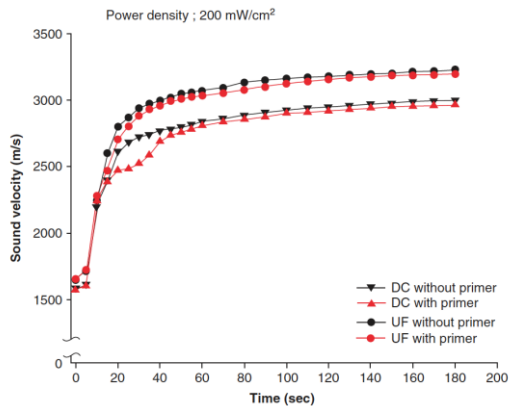


図5 光強度が支台築造レジンの縦波音速に及ぼす影響 (光強度: 200mW/cm²)

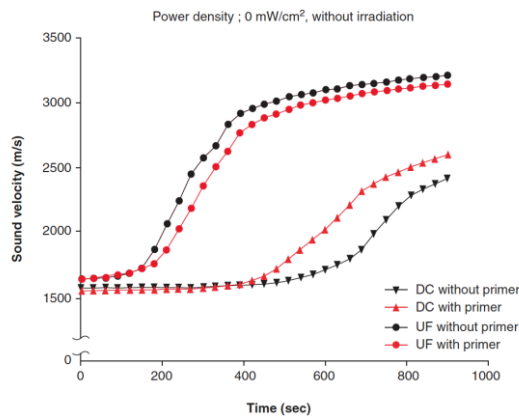


図6 光強度が支台築造レジンの縦波音速に及ぼす影響 (光強度: 200mW/cm²)

プライマーの影響については、光強度が高い条件では縦波音速に影響を及ぼさないことが判明した。しかし、光強度が低い条件ではプライマーの影響によって縦波音速の経時的変化に違いが認められ、プライマーがレジンの重合硬化反応に影響を及ぼすことが

判明した。

支台築造レジンの曲げ強さ試験の成績を図7に示した。光強度 0 mW/cm² 照射なしの条件では、他の照射条件と比較して有意に低い値を示した。

供試した支台築造レジンはデュアルキュアタイプのレジンであるものの、照射による重合反応が大きいことが示唆された。

Influence of Power Density on Flexural strength

Code	Power density (mW/cm ²)		
	0	200	600
ND	107.9 (6.5) ^a	141.5 (9.4) ^b	149.0(13.6) ^b
DC	112.9 (3.8) ^a	148.3(6.3) ^b	154.3(13.8) ^b

Unit : MPa, N=6

Horizontal groups with the same superscript indicate no significant difference ($P > 0.05$).

図7 光強度が支台築造レジンの曲げ強さに及ぼす影響 (光強度: 600mW/cm²)

以上の結果から、デュアルキュアによる重合システムを採用している支台築造レジンは、可視光線照射器の光強度の影響を受けることが判明した。また、製品による重合システムの違いによって光強度による影響に違いがあることが判明した。臨床に際しては、照射器の光強度が十分に到達しない部では、接着性の低下および支台築造レジンの物性が留意する必要性が示唆された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計10件)

- 1) Sumino N, Tsubota K, Takamizawa T, Shitatsuchi K, Miyazaki M, Latta MA (2013) Comparison of the wear and flexural characteristics of flowable resin composites for posterior lesions. Acta Odontol Scand 71, 820-827. 査読有
- 2) Sunada N, Ishii R, Shiratsuchi K, Shimizu Y, Tsubota K, Kurokawa H, Miyazaki M (2013) Ultrasonic measurement of the effects of adhesive application and power density on the polymerization behavior of core build-up resins. Acta Odontol Scand 71, 137-143. 査読有
- 3) 田久保周子, 横川未穂, 古市哲也, 野尻貴絵, 安田源沢, 山本 明, 利根川雅佳, 坪田圭司, 宮崎真至 (2012) 超音波透過法を用いたデュアルキュア型レジンセメントの重合硬化挙動の観察. 日歯保存誌 55, 340-348. 査読有
- 4) 坪田圭司, 竹中宏隆, 吉田ふみ, 野尻貴絵, 白土康司, 田村ゆきえ, 宮崎真至,

- 金丸壽良, 若松英輝(2012)被着面積の違いが2ステップセルフエッチングプライマーシステムの接着性に及ぼす影響. 日歯保存誌 55, 285-292. 査読有
- 5) 陸田明智, 小倉由佳理, 古宅眞由美, 飯野正義, 石井 亮, 市野 翔, 坪田圭司, 安藤 進, 宮崎真至, 日野浦 光(2012)フッ化物含有ペーストの塗布がシングルステップセルフエッチアドヒーシブのエナメル質接着性に及ぼす影響. 日歯保存誌 55, 211-218. 査読有
 - 6) 坪田圭司, 石井 亮, 清水裕亮, 古宅眞由美, 市野 翔, 高見澤俊樹, 陸田明智, 宮崎真至, 植原俊雄, 長谷川 賢(2012)異なる被着体に対する多目的接着システムの接着性について. 日歯保存誌 55(2), 134-140. 査読有
 - 7) Shimizu Y, Shiratsuchi K, Tsubota K, Takamizawa T, Miyazaki M (2012) Influence of oxygen inhibition on the surface free energy and enamel bond strength of self-etch adhesives. Dent Mater J 31, 26-31. 査読有
 - 8) 坪田圭司, 色川敦士, 高見澤俊樹, 黒川弘康, 陸田明智, 安藤 進, 宮崎真至, 日野浦 光(2011)接着強さの測定値に影響を及ぼす因子. 接着歯学 29(3)135-142. 査読有
 - 9) Koga K, Tsujimoto a, Ishii R, Iino M, Kotaku M, Takamizawa T, Tsubota K, Miyazaki M (2011) Influence of oxygen inhibition on the surface free energy and dentin bond strength of self-etch adhesives, Eur J Oral Sci 119(5) 395-400. 査読有
 - 10) 黒川弘康, 利根川雅佳, 飯野正義, 古宅眞由美, 白土康司, 山路 歩, 坪田圭司, 安藤 進, 宮崎真至, Latta Mark A (2011) 試作接着システム(LLB-2)の基本的接着性能, 接着歯学 29 (2)77-83. 査読有
- [学会発表] (計33件)
- 1) Tsubota K : Bonding area affects to bond strength of 2-step self-etch systems. 91st IADR/AADR/CADR General Session & Exhibition, Seattle, USA. 2013年3月23日
 - 2) Takamizawa T : Hardness and elasticity of bonded dentin with single-step adhesives. 91st IADR/AADR/ CADR General Session & Exhibition, Seattle, USA. 2013年3月23日
 - 3) Sumino N : The bonding performance of universal self-etch adhesive system. 91st IADR/ AADR/CADR General Session & Exhibition, Seattle, USA. 2013年3月21日
 - 4) Ando S : Interaction of erosion and attrition on enamel wear *in vitro*. 91st IADR/AADR/ CADR General Session & Exhibition, Seattle, USA. 2013年3月21日
 - 5) 白土康司 : 新規光重合型プライマーの基本的接着性について. 第31回日本接着歯学会学術大会, 東京. 2012年12月8日
 - 6) 色川敦士 : 生活歯ホームホワイトニングにおける知覚過敏抑制材の効果. 日本歯科保存学会2012年度秋季学会(第137回), 広島. 2012年11月23日
 - 7) 遠藤 肇 : ナノシールを用いた象牙細管封鎖性に関する研究-超音波透過法を用いた検討. 日本歯科保存学会2012年度秋季学会(第137回), 広島. 2012年11月23日
 - 8) 坪田圭司 : ユニバーサルボンディングシステムの基本的接着性能. 日本歯科保存学会2012年度秋季学会(第137回), 広島. 2012年11月22日
 - 9) 坪田圭司 : シングルステップシステムのエナメル質接着性. 第22回日本歯科医学会総会, 大阪. 2012年11月10日
 - 10) 横川 未穂 : 環境因子がシングルステップアドヒーシブの歯質接着性に及ぼす影響. 第60回日本歯科理工学会学術講演会, 福岡. 2012年10月14日
 - 11) 安藤 進 : サーマルストレスがレジャーレジン色彩におよぼす影響. 第60回日本歯科理工学会学術講演会, 福岡. 2012年10月14日
 - 12) Takamizawa T : SEM Observation of Desensitizer Applied Dentin. PER/IADR Congress, Helsinki, Finland. 2012年9月15日
 - 13) Miyazaki M : In vitro localized wear of self-adhesive resin cement GAM-200. PER/IADR Congress, Helsinki, Finland. 2012年9月13日
 - 14) Rikuta A : Influence of fluoride paste on enamel bond strength of single-step self-etch adhesives. 12th AAAD/23rd JAED, 12th Biennial meeting of Asian Academy of Aesthetic Dentistry, Hokkaido. 2012年7月20日
 - 15) Tsubota K : In vitro localized wear of injectable resin composites. 12th AAAD/23rd JAED, 12th Biennial meeting of Asian Academy of Aesthetic Dentistry, Hokkaido. 2012年7月20日
 - 16) 石井 亮 : セラミックスの唾液汚染が

- レジンセメントの接着性に及ぼす影響. 日本歯科保存学会 2012 年度春季学会 (第 136 回), 沖縄. 2012 年 6 月 28 日
- 17) 坪田圭司: 新規 2 ステップセルフエッチシステムの基本的接着性能. 日本歯科保存学会 2012 年度春季学会 (第 136 回), 沖縄. 2012 年 6 月 27 日
- 18) 大塚詠一朗: グラスアイオノマーセメントの表面処理条件が表面自由エネルギーとコンポジットとの接着に及ぼす影響. 第 64 回日本大学歯学会総会・学術大会, 東京. 2012 年 5 月 20 日
- 19) Hinoura K: Wear and Flexural Characteristics of Injectable Resin Composites. 28th Annual AACD Scientific Session. Washington DC, USA. 2012 年 5 月 4 日
- 20) 白土康司: 機能性モノマーがエナメル質接着性に及ぼす影響. 第 59 回日本歯科理工学会学術講演会, 徳島. 2012 年 4 月 15 日
- 21) Tamura Y: Influence of bonded surface area and crosshead-speed on bond strength. 41st Annual Meeting & Exhibition of the AADR. Tampa, Florida, USA. 2012 年 3 月 24 日
- 22) Kurokawa H: Long-term clinical evaluation of one-step self-etch adhesive systems. 41st Annual Meeting & Exhibition of the AADR. Tampa, Florida, USA. 2012 年 3 月 24 日
- 23) Tsubota K: Effect of Previous Acid Etching on Bonding of Self-etch Adhesives. 41st Annual Meeting & Exhibition of the AADR. Tampa, Florida, USA. 2012 年 3 月 24 日
- 24) 田村ゆきえ: 試験条件が象牙質接着性に及ぼす影響. 第 30 回日本接着歯学会, 函館. 2012 年 1 月 21 日
- 25) 古宅眞由美: シーラントのエナメル質および象牙質接着性. 第 30 回日本接着歯学会, 函館. 2012 年 1 月 21 日. 2012 年 1 月 21 日
- 26) 大藤竜樹: 光強度が試作コア用レジンの象牙質接着性に及ぼす影響. 日本歯科保存学会 2011 年度秋季学会 (第 135 回), 大阪. 2011 年 10 月 21 日
- 27) 坪田圭司: シングルステップアドヒーシブの表面処理がエナメル質接着性に及ぼす影響. 日本歯科保存学会 2011 年度秋季学会 (第 135 回), 大阪. 2011 年 10 月 20 日
- 28) 安藤 進: フロアブルコンポジットレジンの色彩変化について. 第 22 回日本歯科審美学会, 奈良. 2011 年 10 月 8 日
- 29) 坪田圭司: コンポジットレジンのブラシ摩耗に関する研究-負荷荷重が表面粗さに及ぼす影響. 第 22 回日本歯科審美学会,

- 奈良. 2011 年 10 月 8 日
- 30) 陸田明智: フッ化物含有ペーストの塗布がシングルステップシステムのエナメル質接着性に及ぼす影響. 日本歯科保存学会 2011 年度春季学会 (第 134 回), 千葉. 2011 年 6 月 28 日
- 31) 村山良介: PRG フィラー含有コーティング材の歯質石灰化効果に関する研究. 第 62 回日本大学歯学会総会・学術大会, 東京. 2011 年 5 月 20 日
- 32) Rikuta A: Bonding performance of the adhesive systems of the same manufacture The 4th International Congress on Adhesive Dentistry, Seoul, Korea. 2011 年 4 月 16 日
- 33) 井上直樹: セラミクス修復の接着に用いるレジンセメントの接着性と耐摩耗性. 第 2 回日本歯科 CAD/CAM 学術大会, 東京. 2011 年 4 月 2 日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

坪田 圭司 (TSUBOTA KEISHI)
日本大学・歯学部・助教
研究者番号: 20386113

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号: