

齶蝕除去から歯冠修復までシームレスに行えるユーザビリティの高い MTA系自己接着型裏層材

セラベース

TheraBase®

日本大学歯学部保存学教室修復学講座
准教授 高見澤 俊樹 先生



略歴

1995年 日本大学歯学部卒業
1995年 日本大学歯学部保存学教室修復学講座准教授
2002～2003年 東京都新島本村国民健康保険診療所 歯科医長
2003年 日本大学助教
2007年 日本大学助教
2012～2013年 米国 ネブラスカ州クレイトン大学歯学部 留学
2016年 日本大学 専任講師
2017年 日本大学 准教授
2024年 (7～9月) 米国 ネブラスカ州クレイトン大学歯学部 短期留学
現在に至る

資格

日本歯科保存学会 治療専門医・指導医
日本接着歯学会 専門医
日本歯科審美学会 認定医

覆髄と裏層

覆髄法には、齶蝕除去時あるいは窩洞形成時に露髄が生じた際に行う直接覆髄および深在性の齶蝕で健全象牙質が残存しているもの、歯髄まで近接している場合に行う間接覆髄がある。これまで、直接覆髄材としては水酸化カルシウム系セメントが広く用いられてきたが、現在では優れた生体親和性ととも硬組織形成誘導能を有するケイ酸カルシウム系セメントであるMineral trioxide aggregate (MTA)セメントの使用が第一選択となりつつあり、とくに、拡大視野下で感染歯髄のみを除去後、生活歯髄面を覆髄する歯髄温存療法 (Vital pulp therapy: VTP) では、MTAセメントの使用頻度が高い²⁾。しかし、MTAセメントは、完全硬化に時間を有するとともに適量のセメントを露髄部に移送することは必ずしも容易ではなく、操作性が良好とは言えない³⁾。また、硬化後のセメントの色調が問題となることもある。

一方、裏層法にはライニング、ベースおよびレジンコーティングがあり、ライニングおよびベースは齶蝕除去後に露出した象牙質面の物理的封鎖および保護を目的に温熱刺激、外来刺激から遮断する。

これまでベース材としては、カルボキシレートセメント、ガラスイオノマーセメントおよび歯髄の鎮静が可能な強化型酸化亜鉛ユージオールセメントが用いられてきた。しかし、歯冠修復材料の進歩にともなって様々な修復術式および修復材料に対応する多機能性および良好な操作性を有するベース材が求められるようになってきた。レジン系ベース材は、そのようなニーズに呼応するものとして現在様々な種類のベース材が開発されるとともにその使用頻度も増加している。例えば、4 mm までの一括充填を可能としたバルクフィルコンポジットレジンや破折抵抗性の向上を目的に直径 6 μm 、平均長さ 140 μm のガラスファイバーを含有したショートファーバーコンポジットレジンなども開発、臨床使用されている。



図 1

新しいコンセプトのレジン系ベース材

Bisco社から発売されたTheraBase Dual-cured (以後、TheraBase) は、ペーストタイプのベース材とキャタリスト材から構成されており、手練りが不要なオートミックスデュアルキュア型のレジン系ベース材である (図1)。また、チップ先端の屈曲が可能なデュアルシリンジ・ディスプレイングチップを採用することで窩洞内への充填を容易としている。

TheraBaseの成分は、硬組織形成誘導能を有するMTAセメントの基本となったポルトランドセメント、多官能性モノマーのBis-GMA、親水性モノマー、酸性機能性モノマーのMDP、歯質強化が期待できるストロンチウムガラスおよびNaFなどが含有されており、これまでのベース材と比較しても非常にユニークな特徴を有している。組成にレジン成分を含有しているため、裏層後の修復処置としてレジンセメントを必要とする間接修復処置および光重合型コンポジットレジンによる直接修復処置においてもこのベース材との強固な接着が得られる。また、重合様式にデュアルキュアを採用しているため、光照射によってオンデマンドでの重合硬化が可能であるとともに光線が届きにくい深部でも十分な重合硬化が期待できる。したがって、TheraBaseは多機能性と良好な操作性を有することで、裏層から歯冠修復処置をシームレスで行える特徴を持つユーザビリティの高いレジン系ベース材といえる。

機械的性質

ベース材には、咬合力の衝撃やストレスを吸収し、破折に抵抗する機械的性質が求められる。TheraBaseは、象牙質に近似した機械的性質を有しており、象牙質の圧縮強さ 230 ~ 320 MPa と同等な値を示す。

ここでは、ベース材およびライニング材として使用されている4製品のフィラー性状を走査型電子顕微鏡によって観察するとともに練和後のヌーブ硬さから機械的性質を評価した。

その結果、TheraBaseは、5 μm 以下のフィラーが高密度に充填されており、他の製品とは異なる粒度分布を示した (図2)。また、ヌーブ硬さ試験の結果では、TheraBaseは光硬化型ガラスイオノマーセメント系ベース材の製品Aおよび製品Bと比較して有意に高い値を示した (図3)。さらに、他の材料と比較して10分後のヌーブ硬さと24時間後のヌーブ硬さとの差も小さいところから、シャープに硬化することで間接法においても速やかに窩洞形成に移行できる。

象牙質接着性

TheraBaseの特徴のひとつに自己接着性能がある。TheraBaseは、優れた化学的接着能を有する機能性モノマーのMDP⁴⁾を含有するとともに親水性モノマーを含有している。裏層材4製品について象牙質に対する接着性を剪断接着試験から評価したところ、TheraBaseは製品Bと同等の接着強さを示すと同時に、他の裏層材と比較して有意に高い接着強さを示した (図4)。光重合型コンポジットレジン修復における象牙質接着と比較するとその値は低いものであるが、ベース材として窩洞内での機能を考えれば十分な接着性を有しているものと考えられる。

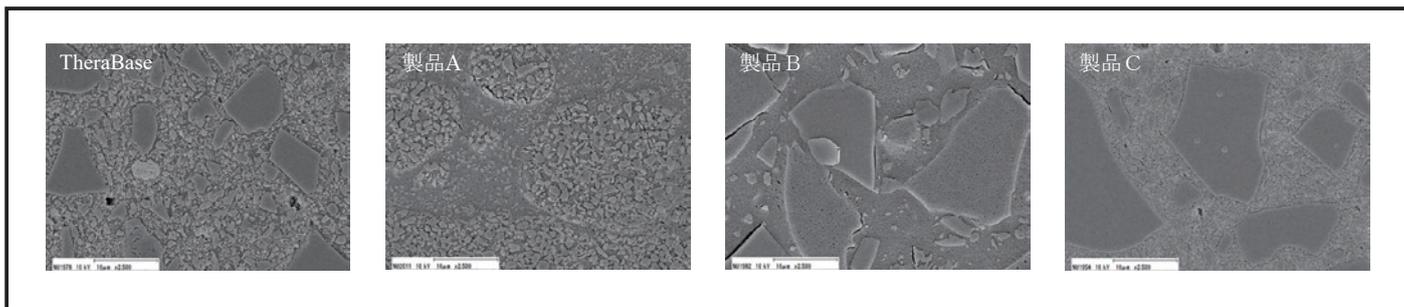


図2

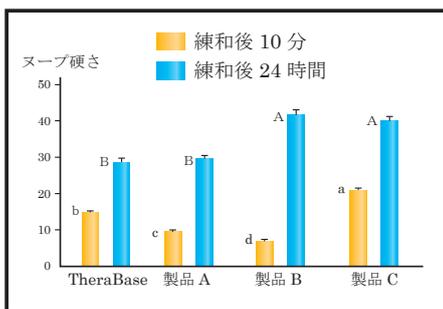


図3

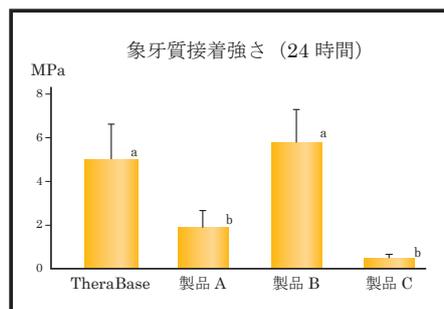


図4

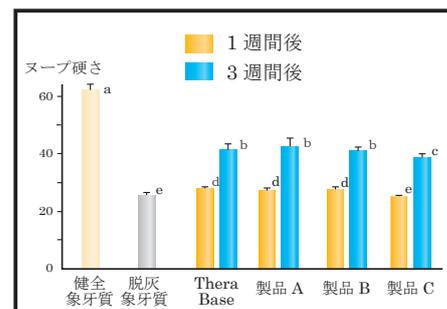


図5

歯質強化

軟化が生じている象牙質であっても細菌侵入が無ければ再石灰化が可能と考えられている。したがって、裏層材の機能性には齲蝕内層の再石灰化促進能も求められる。TheraBaseは、フッ化物イオン、ストロンチウムイオンおよびポルトランドセメント由来のカルシウムイオンを徐放することによって歯質の再石灰化が期待される。

ストロンチウムは、骨に集積性を示す向骨性元素であるとともに、フッ化物とともに作用して歯質の再石灰化を促進する微量元素である⁵⁾。一方、ベース材内部から徐放されるこれらのイオンが残存歯質に取り込まれるためには、イオンの移動が必要とされる。TheraBaseは、親水性のレジンマトリックスを採用することで周囲の水分とイオンの相互移動を促進する。

脱灰象牙質試片を人工的に製作し、人工唾液とともに異なる種類の裏層材試片を浸漬することで、象牙質の硬さ変化について評価した。その結果、TheraBaseは、1週間の浸漬期間で脱灰象牙質に比較して有意に硬さが向上し、3週間後においては脱灰象牙質の1.5倍まで硬さが向上した。また、他のグラスイオノマー系ベース材と比較しても同等の値を示した(図5)。したがって、TheraBaseは脱灰が生じた

象牙質に対しても歯質強化を促進するバイオアクティブな材料でもある。

TheraBase の臨床

左側下顎第一小臼歯の冷痛を主訴に来院、遠心部のアマルガム修復の破折を認めた(図6-1)。軟化象牙質の除去を行った際に露髄を認めた(図6-2)。周囲の軟化象牙質を注意深く除去、ケミカルサージェリーを行い、止血を確認した。次いで、レジン強化型ケイ酸カルシウム覆髄材のセラカルPTを用いて直接覆髄を行った(図6-3,4,5)。次いで、TheraBaseを用いてベース処置を行い、光重合型コンポジットレジン修復を行った(図6-6)。TheraBaseとともにセラカルPT(図7)においてもデュアルシリンジ・ディスペンシングチップを採用しているため、露髄部位のみに覆髄材の移送が可能であるとともに、デュアルキュアであるためオンデマンドの硬化が可能である。露髄症例では、セラカルPTとTheraBaseの組み合わせによって、シームレスな修復処置が可能である。

また、深在性の齲蝕であっても罹患歯質の範囲が狭ければ、光重合型コンポジットレジンによる即日処置も可能である(図8-1~8-6)。



図7

TheraBase の臨床的優位性

歯科臨床において歯髄を温存するかどうかの判断は、時として困難な場合もある。歯髄の温存を試みた結果、術後に根管治療に至る症例も実際には生じている。このような経緯をたどる理由には、歯髄の反応以外にも様々な要因が含まれている。その中でも、使用材料の選択は重要な項目であろう。TheraBaseは、理工学的および生物学的な性能にも優れるとともに操作性の観点からもユーザビリティの高い材料である。そのため、深在性の齲蝕であっても齲蝕除去から歯冠修復処置をシームレスに行うことで、治療を成功に導くことが出来るバランスの取れた材料といえる。



図 6-1



図 6-2



図 6-3



図 6-4



図 6-5



図 6-6



図 8-1



図 8-2



図 8-3



図 8-4



図 8-5



図 8-6

文献

- 1) Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *J Endod* 36:16-27, 2010.
- 2) Parirokh M, Torabinejad M, Dummer PMH. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an

- updated overview - part I: vital pulp therapy. *Int Endod J* 51:177-205,2018.
- 3) Bernardi A, Bortoluzzi EA, Felipe WT, Felipe MC, Wan WS, Teixeira CS. Effects of the addition of nanoparticulate calcium carbonate on setting time, dimensional change, compressive strength, solubility and pH of MTA. *Int Endod J* 50: 97-105, 2017.
- 4) Hidari T, Takamizawa T, Imai A,

- Hirokane E, Ishii R, Tsujimoto A, Suzuki T, Miyazaki M. Role of the functional monomer MDP in dentin bond durability of universal adhesives in etch-&-rinse mode. *Dent Mater J* 39, 616-623, 2020.
- 5) Alvira F, Ramirez Rozzi F, Torchia G, Roso L, Bilmes G: A new method for relative Sr determination in human teeth enamel. *J Anthropol Sci* 89: 153-160, 2011.