

MTAを用いた エンドの臨床

予知性の高いバイオセラミック
マテリアルの応用法

編著 牛窪敏博 神戸 良



バイオセラミック マテリアルの特徴

～ MTA セメントの優れた性質とは～



長谷川智哉 Tomoya Hasegawa 朝日大学歯学部口腔機能修復学講座

牛窪 敏博 Toshihiro Ushikubo 大阪府・U'z デンタルクリニック

近年、歯内療法分野は目まぐるしい発展を遂げ、さまざまな機器や材料が登場しただけでなく、治療方法の選択に至るまで多種多様となってきている。なかでも昨今、MTAセメントやバイオセラミックシーラーの総称であるバイオセラミックマテリアルという用語をよく聞くが、実際にはよく認知されておらず、言葉だけが先走りしているのが現状であろう。

バイオセラミックマテリアルとは

1. バイオセラミックスの定義

近藤¹⁾は、バイオセラミックスを「生体の構造・機能の代替を行い、あるいは生体情報を収集する事を目的とし、主構成物質が無機、非金属である材料と製品の製造及びその利用に関する技術と科学である」と定義している。一言でわかりやすくいうならば、バイオセラミックスとは「傷害部への修復と再建を目的として生体に用いるセラミックス」のことで、①不活性、②多孔性、③生体活性、④吸収性の4つの性質を有する²⁾。

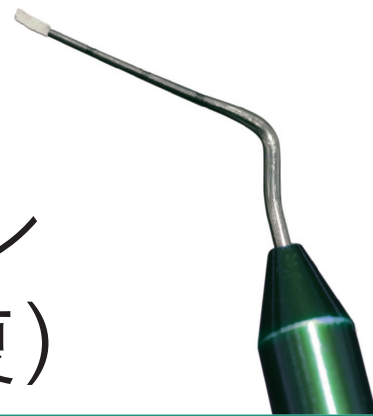
2. 歯科領域でのバイオセラミックスの変遷

1960年代頃から日本においてもバイオセラミックスに関する研究が多く報告されている。医科領域では傷害部への修復と再建を目的として人工関節や人工耳小骨、骨再建材などに用いられており、歯科領域では主に骨補填材として応用されてきた。

生体は一般的に体内に異物が混入すると、これを除去するように応答するため、傷害部への修復と再建を目的とした生体材料は異物反応がほとんどない、すなわち生体適合性が良い材料でなければならない。そのため、開発当初は組織反応による炎症や拒絶反応がないことを指標に広く素材が探求され、第一世代として用いられたのが生体不活性材料（アルミナ Al_2O_3 やジルコニア ZrO_2 など）である。これらは、生体組織と材料の界面で化学結合が起こらず、瘢痕組織の形成を最小にすることを目的としていた。



パーフォレーション リペア（穿孔修復）



牛窪敏博 Toshihiro Ushikubo 大阪府・U'z デンタルクリニック

パーフォレーション（穿孔）については、以前は予後が悪く、抜歯が妥当であるとの考え方が多かった。これは、アマルガムやユージノールセメントが主な修復材料であったため、封鎖性が不十分であったことが理由としてあげられる。しかし現在では、バイオセラミックマテリアルの登場により保存治療が可能となり、多くの歯牙を救うことができるようになった。なかでもMTAセメントは本領域での修復材として非常に適した材料といえよう。

パーフォレーションとは

1. パーフォレーションの定義

パーフォレーションは、治療中に発見しても、自分自身で起こしてしまっても嫌なものである。それでは、パーフォレーションとはそもそもどのようなものであろうか。1994年にAlhadainy¹⁾は「パーフォレーションとは、根管と歯周組織または口腔との間に人工的に形成された交通路である」と定義づけしている。

2. パーフォレーションの部位別分類

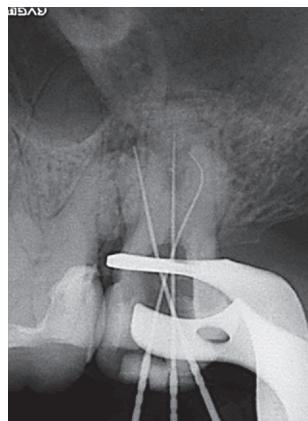
分類としては、パーフォレーション部位により歯頸部1/3、歯根中間部1/3、根尖部1/3に分けられ、さらに歯頸部1/3では歯冠部、髓床底部、根管口側方部の3種類に分類できる。また、歯冠部では歯肉縁上、歯肉縁下でなおかつ歯槽骨縁上、歯槽骨縁下に分類される。歯根中間部では、大臼歯の根管内彎側に多く発生するストリップパーフォレーションと、中間部における側方部パーフォレーションに分けられる。また根尖部では根尖孔の移動、根尖破壊、リッジに伴うパーフォレーションがあげられる（図1）。

歯頸部1/3のパーフォレーションは歯周ポケットと交通すると予後が悪くなる。また根尖部1/3は外科的治療が可能な場合は予後が良い。

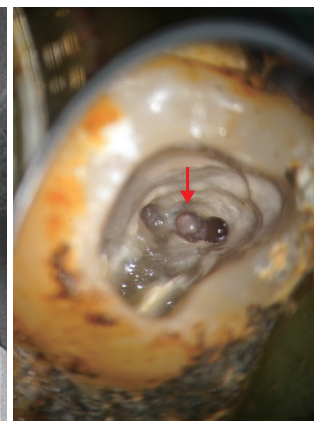
Case 3 非外科的なパーフォレーションリペア



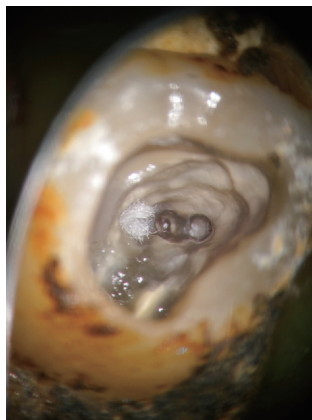
3-1 7の近心頬側にパーフォレーションが存在



3-2 まずは主根管の形成を行うために作業長を決定



3-3 7の近心頬側根と遠心根の間にパーフォレーションを確認（矢印）



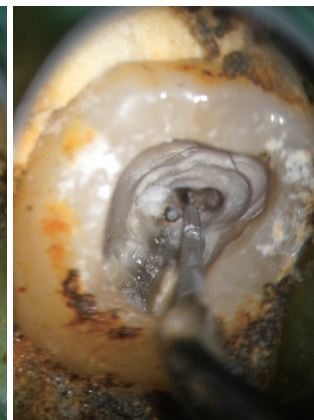
3-4 パーフォレーション部以外の根管に綿球を入れる



3-5 肉芽組織を除去する（本症例では炭酸ガスレーザーを使用）



3-6 パーフォレーションよりも上部を次亜塩素酸ナトリウム溶液にて洗浄



3-7 ボスミンにて圧迫止血

〈MTAセメントを用いたパーフォレーションリペア〉

- ① 術野の確認
- ② 根管内に侵入している肉芽組織の除去（電気メス、水酸化カルシウム製剤、または炭酸ガスレーザー）
- ③ 次亜塩素酸ナトリウム溶液（ヒポクロ）による洗浄
- ④ 止血（完全止血ができなくても良い）
- ⑤ プラガーでパーフォレーションの大きさを測定（パーフォレーションよりも一回り小さいサイズのプラガーを選択）

MTAセメント、水酸化カルシウムを用いた直接覆髄の治療結果

Mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide direct pulp capping : an analysis of the clinical treatment outcome.

Mente J, Geletneky B, Ohle M, Koch MJ, Friedrich Ding PG, Wolff D, Dreyhaupt J, Martin N, Staehle HJ, Pfefferle T.
J Endod. 2010 ; 36 : 806-813.

◎ 目的

MTAセメントもしくは非硬化型水酸化カルシウムを用いた直接覆髄における治療結果を長期的に評価すること。

◎ 方法

直接覆髄を受けた149人(167歯)を対象とし、治療はラバーダム防湿下で行われ、齲蝕の除去には低速回転のバーを用いた。5分未満で歯髄の止血ができた場合は可逆的な炎症と考え、MTAセメントまたは非硬化型水酸化カルシウムにて直接覆髄を行った。覆髄後は、レジン添加ガラスイオノマーセメントで封鎖を行い、最終修復はコンポジットレジンもしくは全部被覆冠にて行われた。経過観察は治療後12～80カ月の異なる間隔で実施され、臨床検査およびX線検査の所見をもとに評価した。

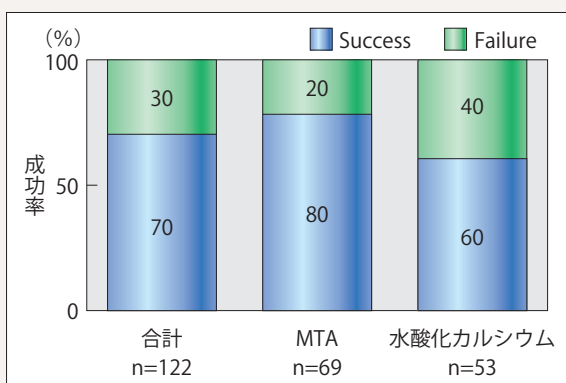
◎ 結果

リコールに応じたのは108人(122歯)で、リコール

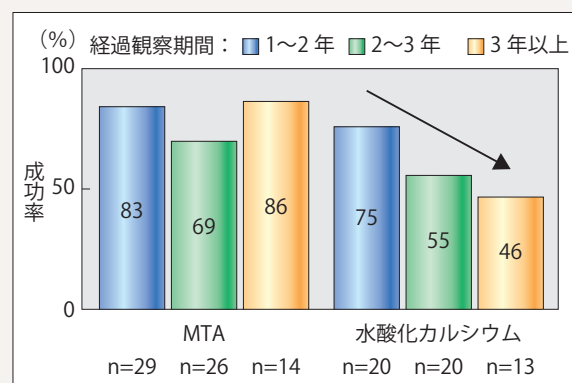
率は72.5%であった。122歯のうち、86歯(70%)が成功、36歯(30%)が失敗と判断された(図A)。失敗の内訳は、根管治療が22歯(MTAセメント;10歯、水酸化カルシウム;12歯)、抜歯が5歯(すべて水酸化カルシウム)、歯髄壊死が5歯(MTAセメント;2歯、水酸化カルシウム;3歯)、根尖部透過像が4歯(MTAセメント;2歯、水酸化カルシウム;2歯)であった。また、水酸化カルシウム群では経時的に成功率が減少していた(図B)。予後に影響を及ぼす因子としては、水酸化カルシウム群においては最終修復物装着までの時間であったが、MTAセメント群では認められなかった。

◎ 結論

直接覆髄において、MTAセメントは水酸化カルシウムよりも長期的に歯髄の生活力を維持するのに効果的である。



図A 全体的な成功率



図B 成功率の経時的な推移

Case 2 Apexification

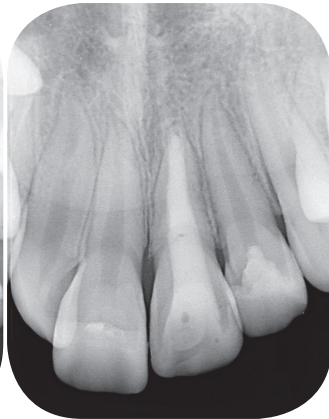
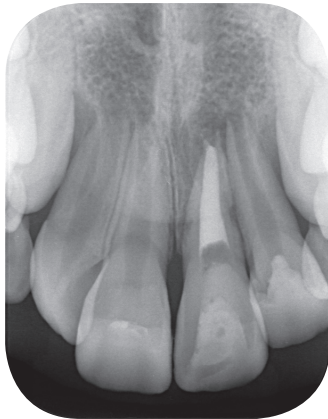


2-1 初診時. 10歳, 女子. 患歯は①. 3カ月前に外傷で完全脱臼していたが, かかりつけ医で整復を行い, 歯内療法を介入するも歯肉の腫脹が改善しないとのことで紹介受診. X線写真にて根尖透過像と歯根の炎症性吸収を認める. 打診痛 (+), 根尖部圧痛 (+), EPT (-), Hot (-), Cold (-)

歯髓の診断: 歯髓壊死, 根尖周囲組織の診断: 症状のある根尖性歯周炎

治療方針: Apexification

治療の実際: 歯冠側からの漏洩を防止し, 術中の防湿を確実にするという観点からコンボジットレジン充填をやり直した後, 歯内療法を介入. 超音波による洗浄 (NaOCl, EDTA) を行った. 水酸化カルシウムを1週間貼薬後, 歯肉腫脹と打診痛の消失を確認し, MTAセメントを根管内に充填した. MTAセメントの上には湿綿球を設置し, 水硬性セメントを用いて仮封を行った. 後日, MTAセメントの硬化を確認した後, コンボジットレジンを用いてアクセス窩洞の充填を行った (なお, ②はMTAセメントを用いた部分断髄によるApexogenesisを行った)



2-2 治療終了時

2-3 術後2年. 症状はなく, 根尖透過像の消失と歯根膜腔の連続性および根尖の閉鎖を認める. 炎症性吸収も停止している. ①と比較すると, ①の歯根長は若干短く, 歯根長と歯根の厚みの増大は認められない. 歯根膜由来の細胞による治癒形態であるApexificationが起きたと考えられる (②はApexogenesisが起き, 歯根の成長を認める)

成長と発育が期待できるため, 歯根の長さや厚みを獲得することができるが, Apexificationは治療時点以上の歯根の発育は望めず, 硬組織による根尖の閉鎖しか望めないということである.

Revascularization

1. Revascularization とは

MTAセメントを用いたApexificationの登場により, 治癒期間が短縮し, また歯根象牙質の機械的強度を減弱させずに根尖部を閉鎖することに成功した. しかし, MTAセメントを用いてApexificationを行ったとしても歯根の長さや厚みが増すことはないため, 依然として薄い歯根象牙質であることから, 歯根破折のリスクが懸念される. このような背景を踏まえ, 近年, 失活した根未完成歯に対して歯根の長さや厚みを増すことができる可能性のある治療法としてRevascularizationが注目を集めている.

MTAセメントに関する 臨床上の疑問に答える

ここでは、MTAセメントを用いるうえでよく寄せられる
臨床上の疑問についてQ&A形式で解説する。

Q1 MTAセメントの適応症は？

A アメリカ歯内療法学会（AAE）の用語集（第9版，2015）には、「MTAは逆根管充填，パーフォレーションリペア，覆髄，根尖開放歯の根尖バリアとして用いられるセメント様材料である」と記されている。しかし，日本では薬事承認が得られているのは覆髄材として用いる場合のみであるため，それ以外の用途で使用する場合は，その使用について患者への説明と同意を得る必要がある。（神戸 良）

文献

1) American association of endodontists. Glossary of endodontic terms. 9th ed. 2015.

Q2 MTAセメントを充填後，窩洞内に湿綿球を用いて 仮封する必要があるのか？

A MTAセメントは水和反応によって硬化し，それに必要な水分は練和時に加えることが前提である。MTAセメントの硬化にだけ注目して考察すると，湿綿球は必要ないと考えられる。しかし，ProRoot MTAを例にとってみると，臨床的には数分で流動性が失われるが，この状態は硬化完了を意味するわけではない。すなわち，硬化時間は5時間以内とされているが，それ以降も硬化反応は緩徐に継続する。そして，MTAセメント練和物は水分を与えることで，物性が向上することも知られている。このようなことから，MTAセメントの充填時は，水分を含んだ綿球をMTAセメントの凝結体に接触させ，水分を保持した状態で仮封を行い，後日にMTAセメントの硬化を確認してから修復処置を行うという方法が行われることもある。MTA充填後に湿綿球を用い，後日にリエントリーする方法を採用した場合，硬化したMTAセメントの表面には綿球の繊維が付着しているため，それらを超音