

ファイバーポストを使用したレジン支台築造の臨床経過と接着 —ファイバーポストと築造窩洞の前処理—

吉田圭一

Clinical Progress and adhesion of resin core build-ups with glass fiber posts
— Pretreatments of glass fiber post and cavity of root canal dentin —

Keiichi Yoshida, DDS, PhD

抄 録

ファイバーポストを使用したレジン支台築造はメタルポストコアと比較し、歯根破折が起こりにくいと言われているのが正しいかを文献的に検証するとともに、ファイバーポストと築造窩洞の適切な前処理法についても検討した。

システマティックレビューやメタ解析において、ファイバーポストとメタルポストを使用した補綴装置の生存率と成功率は、ファイバーポストが有意に高い、あるいは両者に有意差がないと文献で異なっていた、また、歯根破折や二次齲蝕に関しても、ファイバーポストが有意に少ない、あるいは有意差がないと文献で異なっていた。

ファイバーポストのシラン処理は無効で、噴射圧0.15 MPaのアルミナブラスティングはレジンのファイバーポストとの接着に有効であった。また、築造窩洞はリン酸と次亜塩素酸ナトリウム、抗酸化剤のスルフィン酸塩で処理後、1ステップセルフエッチングプライマー、あるいはボンドを使用するのが望ましい。

キーワード

ファイバーポスト、レジン支台築造、臨床経過、前処理、築造窩洞

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate whether resin core build-ups with glass fiber posts were less likely to cause root fractures than metal post cores, as well as to determine appropriate pretreatment methods for fiber posts and cavities of root canal dentin.

In a systematic review and meta-analysis, the survival and success rates of prostheses using fiber or metal posts were found to differ, with fiber posts displaying higher survival rates or no significant difference between the two. Additionally, the references showed variations in root fractures and secondary caries, with fiber posts exhibiting significantly fewer occurrences or no significant differences.

Silane treatment for fiber posts was determined to be ineffective, while air-abrasion with alumina at 0.15 MPa was found to be effective in bonding resin to fiber posts. As for the pretreatment of root canal dentin cavities, it is recommended to use a combination of phosphoric acid, sodium hypochlorite, and antioxidant sulfinates, followed by a one-step self-etching primer or bonding resin.

Key words:

Glass fiber post, Resin core build-up, Clinical progress, Pretreatment, Cavity of root canal dentin

表 1 保険適用ファイバーポスト

製品名	メーカー	曲げ強さ (MPa)*	弾性率 (GPa)*
ジーシー ファイバーポスト N ジーシー MIコア ファイバーポスト	ジーシー	1,200 (Φ1.2 mm)	37
ファイバークリア ポスト 4X テーパタイプ	ペントロンジャパン	1,423 ± 78	23 ± 1
ビューティコア ファイバーポスト	松風	1,261 (Φ1.2 mm)	34.1
トクヤマFRポスト	トクヤマデンタル	1,122 (Φ1.4 mm)	32.7
リライエックス ファイバーポスト	スリーエムジャパン	—	37
クリアフィル AD ファイバーポスト II	クラレノリタケデンタル	1,200 (Φ1.04 mm)	34
i-TFCLミナスファイバー	サンメディカル	—	—
ヤマハチファイバーポスト	山八歯材工業	1,194 (Φ1.2 mm)	—

*メーカー公表値

I. はじめに

2016年1月に、ファイバーポストと支台築造用コンポジットレジンをを用いた支台築造法が保険収載された。ファイバーポストの機能定義は、ガラス繊維を70%以上含有し、曲げ強さが700 MPa以上、先端部がテーパの形状をし、光透過性とアルミニウム2 mm相当以上のエックス線造影性を有するとなっている。現在、保険適用のファイバーポストは表1に示した8製品だけでなく、10製品以上発売されている。

また、2018年4月に、全部金属冠を製作予定の失活歯にしか認められなかった支台築造が、4/5冠や3/4冠でも製作可能になった。さらに、2020年4月には、歯冠部の唇側歯質が十分に残存する前歯部の失活歯に対して充填を行うに当たり、歯冠部の破折防止を目的として、ファイバーポストと支台築造用コンポジットレジンを併用した直接法支台築造が保険適用になった。このように、ファイバーポストを使用したレジン支台築造が頻繁に行われるようになった。

ファイバーポストの曲げ強さは象牙質の5倍以上の値を示す。一方、レジン支台築造に使用するコンポジットレジンとレジンセメントの曲げ強さはメタルと比較すると象牙質に近い値である。さらに、ファイバーポストを含めた3種類の材料の弾性率は象牙質と近似した値を示す。これらの物性から、ファイバーポストを使用したレジン支台築造はメタルポストコアと比較し、歯根破折が起こりにくいと言われているのが正しいかを文献的に検証するとともに、ファイバーポストと築造窩洞の根管象牙質の適切な前処理法についても検討した。

II. ファイバーポストまたはメタルポストを用いた支台築造後に製作した補綴装置の臨床経過

1. 臨床経過に関するシステムティックレビュー、メタ解析論文

残存歯冠歯質が0, 1, 2壁とダメージが大きい歯牙を対象とした、臨床経過年数が3~7年の論文¹⁾では、生存率はファイバーポストがメタルポストより高水準で有意に高く、成功率はファイバーポストとメタルポストは中水準で有意差がなく、歯根破折はファイバーポストとメタルポストは低水準で有意差がなかった。

臨床経過年数が2年以上の論文²⁾では、生存率はファイバーポストが92.8%、メタルポストが78.1%で両者に有意差がなく、成功率はファイバーポストが83.4%、メタルポストが89.9%で両者に有意差がなく、歯根破折はメタルポストがファイバーポストより有意に多く、二次齲蝕は逆にファイバーポストがメタルポストより有意に多かった。

別の論文³⁾では、失敗率はファイバーポストとメタルポストの両者に有意差がなく、前歯部と臼歯部いずれも両者に有意差がなく、歯根破折と脱離に関しても両者に有意差がなかった。

2. 臨床経過に関する一般論文

残存歯冠歯質が0, 1, 2壁で、2 mm以上のフェルールを確保した歯牙を対象とした87名の患者に対し、チタンポストを46本、ファイバーポストを41本装着した。チタンポストはセルフアドヒーシブ型レジンセメント (RelyX Unicem, 3M ESPE)、ファイバーポストは支台築造用コンポジットレジン (ニューボンド+クリアフィルコア, クラレノリタケデンタル) で装着した。その後、歯冠補綴装置は陶材焼付金属冠を製作し、セルフアドヒーシブ型レジンセメント (RelyX Unicem, 3M ESPE) で装着した。観察期間

平均値はチタンポストが 95 か月、ファイバーポストが 101 か月であった。その結果、チタンポストは 20 本生存、7 本失敗（再根治は 5 本）、ファイバーポストは 17 本生存、12 本失敗（歯根破折は 4 本、再根治は 2 本）であった。また、累積生存率はチタンポストが 74.2%、ファイバーポストが 58.7% であった。生存率はポストの剛性に影響されず、いずれのポストも 8 年間の観察後に生存率が急速に低下した⁴⁾。

残存歯冠歯質が 0.1 壁で、高さが 0~1 mm の歯牙を対象とした 119 名の患者に対し、キャストメタルポストを 72 本、ファイバーポストを 111 本装着した。キャストメタルポストはセルフアドヒーズ型レジンセメント (RelyX U100/200, 3M ESPE)、ファイバーポストは従来型あるいはセルフアドヒーズ型レジンセメント (RelyX ARC, U100/200, 3M ESPE) で装着した。その後、歯冠補綴装置は陶材焼付金属冠を製作し、セルフアドヒーズ型レジンセメントで装着した。観察期間中間値はメタルポストが 67.5 か月、ファイバーポストが 58 か月であった。その結果、成功率と生存率いずれもメタルポストとファイバーポストの両者に有意差がなかった。また、5 年以降の年間脱落率はメタルポストが 1.2%、ファイバーポストが 1.7% であった⁵⁾。

以上、臨床経過に関する論文でファイバーポストとメタルポストの生存率と成功率はいずれも有意差がなかった。

III. ファイバーポストの前処理

ファイバーポストの前処理が歯質との接着強さに及ぼす影響を明らかにしたシステムティックレビュー⁶⁾では、根管の根尖部より歯冠部のほうが、ファイバーポストと高い接着強さを示した。リン酸と過酸化水素水はポストの保持力を高めるため、迅速なチェアサイドテクニックであった。マイクロメカニカルとシラン処理を併用した場合、ファイバーポストとレジンセメントおよび象牙質との最適な接着強さを示した。エポキシレジンベースのファイバーポストのシラン塗布は、象牙質との接着強さが向上しなかった。フッ化水素酸はポストの表面形状を大きく損傷するため、前処理には推奨されない。臨床的に適切な情報を示し、ファイバーポストのさまざまな表面処理の効果と根管内象牙質との接着強さを理解するためには、標準化された試験方法の推奨と今後の臨床研究の報告が必要であると記されている。

化学的や機械的処理あるいはその両者で表面処理し

たファイバーポストを、窩洞形成後の根管にセルフアドヒーズ型レジンセメントで装着し、ファイバーポストの押出または引張接着強さを評価した研究を対象としたシステムティックレビューとメタ解析論文⁷⁾では、ファイバーポストの表面処理を追加しても、ポストの脱離抵抗の有意な向上にはつながらないことが示された。化学的、機械的処理あるいはその両者によるファイバーポストの追加の表面処理方法は、不利な実験方法論的な欠点があるので、結果は慎重に解釈する必要があると記されている。

ファイバーポストの表面処理方法がレジンセメントの押出接着強さに及ぼす影響に関する統合的レビュー論文⁸⁾では、ブラスティング（アルミナ、シリカ）あるいは過酸化水素水で前処理後シラン処理した場合、高い押出接着強さを示した。ファイバーポストの機械的および化学的処理はポストの表面粗さの増大と化学的結合を促進し、レジンセメントの機械的嵌合力の向上とポストの安定的な保持力が得られると記されている。

以下 3 篇の個別論文を検証した。

2 種類のファイバーポスト (Reforpost, Angelus と White Post DC, FGM) を使用した⁹⁾。ファイバーポストの前処理は、無処理、10% 過酸化水素水で 10 分間、24% 過酸化水素水で 1 分間、50 μm アルミナを使用し 0.2 MPa の噴射圧で 12 秒間ブラスティングの四つである。各前処理後、シラン処理 (Bis-Silane, Bisco) を 60 秒間行い、接着剤 (All Bond2, Bisco) を塗布後 20 秒間光照射した。次に、チューブ内にファイバーポストを植立し、コンポジットレジン (Core-Flo, Bisco) 填入後、37°C 水蒸留水に 48 時間保管し棒状に切断し、微小引張接着強さ測定した。その結果、前処理後の曲げ強さはいずれも有意差が認められず、アルミナブラスティングしたファイバーポストの弾性率とファイバーポストのコンポジットレジンとの接着強さは無処理より有意に高い値を示した。

ファイバーポスト (トクヤマ FR ポスト, トクヤマ デンタル) の前処理は、アルコール綿花で 10 秒間清拭したコントロール、その後シラン処理 (クリアフィルセラミックプライマープラス, クラレノリタケデンタル), 50 μm アルミナを使用し 0.2 MPa の噴射圧で 10 秒間ブラスティング後シラン処理, リン酸 (K-エッチャントジェル, クラレノリタケデンタル) で清掃後シラン処理の四つである。プラスチックチューブ内にファイバーポストを植立し、支台築造用コンポジットレジン (DC コアオートミックス ONE, クラレノリタケデンタル) 填入後光照射した。その後、

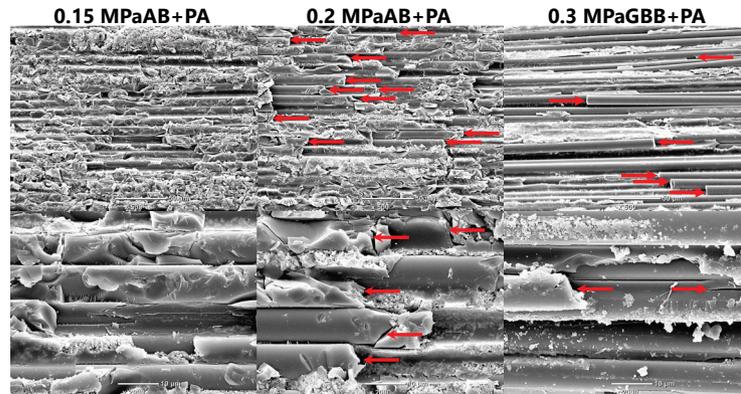


図1 ヤマハチファイバーポストの各種ブラスティング処理後のSEM像

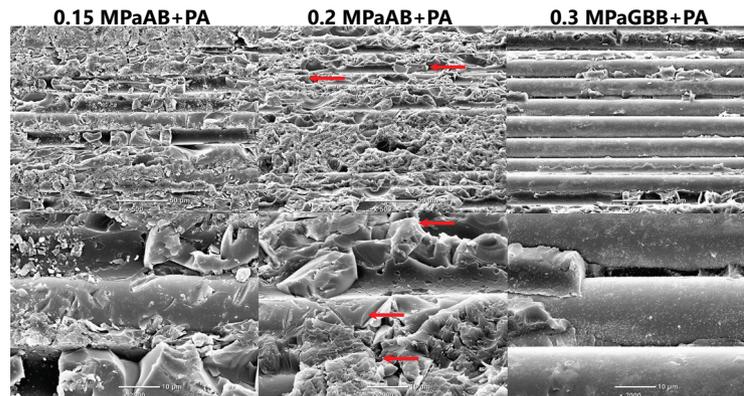


図2 ジーシーファイバーポストの各種ブラスティング処理後のSEM像

37°C水中に24時間保管し、厚さ1mmにスライスし押出接着強さ測定した。その結果、ファイバーポストのコンポジットレジンとの接着強さはシラン処理では改善されず、アルミナブラスティングではファイバーが断裂し低下した¹⁰⁾。

人抜去単根歯冠をCEJで切断し、根管拡大後2.25%NaOClで洗浄し、根充後ポスト窩洞形成し、2.25%NaOCl+MTAD溶液(3%ドキシサイクリン含有)で洗浄した。ファイバーポスト(RelyX fiber post, 3M ESPE)の前処理は、シラン(Ultradent Silane, 3M ESPE)のみ、24%過酸化水素水で処理後シラン塗布、50µmアルミナを使用し0.2MPaの噴射圧で10秒間ブラスティング後シラン塗布の三つである。ポスト窩洞にEDプライマーII(クラレノリタケデンタル)塗布し、ファイバーポストをパナビアF2.0(クラレノリタケデンタル)で接着し光照射した。その後、37°C水中に24時間保管し、歯冠、中央、根尖の1/3に切断後押出接着強さを測定した。その結果、過酸化水素水あるいはアルミナブラスティングとシランを併用するファイバーポストの前処理は、歯根の歯冠、中央、根尖のすべてで押出接着強さを改善したが、シラン処理だけでは改善しなかった¹¹⁾。

IV. ファイバーポストのブラスティング処理

各メーカーの使用説明書に記載されているファイバーポストの前処理は、表1の8製品中7製品がアルコールで清拭後シラン処理を行う。クリアフィルADファイバーポストIIのみ、シラン処理前にリン酸で清掃する。リン酸で清掃するとファイバーポスト表面に付着した不純物を除去できる。

クラウンブリッジ補綴学の教科書¹²⁾や補綴歯科学会診療ガイドラインの保険収載されたファイバーポストを用いた支台築造の診療指針¹³⁾には、ファイバーポストのサンドブラスト処理はファイバーが断裂するので行わないように記されているが、実際に検証した。

平均粒径50µmのアルミナ(ハイアルミナ、松風)を使用し、0.15MPaと0.2MPaの噴射圧で、ヤマハチファイバーポスト表面のアルミナブラスティング(AB)を行った。その後、リン酸(K-エッチャントジェル、クラレノリタケデンタル)を10秒間塗布し水洗・乾燥し清掃した(PA)。0.2MPaはファイバーの断裂(矢印)が多数認められたが、0.15MPaではファイバーは断裂せず、表面に切削痕が確認できた(図1)。



図3 ファイバーポストと支台築造用レジンの接着試験片

しかしながら、いずれもエポキシ樹脂がファイバーを広く被覆していた。また、平均粒径 $75\ \mu\text{m}$ のガラスビーズ（ガラスビーズ、松風）を使用し、 $0.3\ \text{MPa}$ の噴射圧でブラスティング（GBB）を行った。樹脂が除去されファイバーが露出しシランの有効性が発揮されると考えたが、ファイバーの断裂が認められた¹⁴⁾。

ヤマハチのファイバーポストの直径は約 $10\ \mu\text{m}$ 、ジーシーは約 $30\ \mu\text{m}$ でヤマハチの約3倍の太さであった（図2）。 $0.2\ \text{MPa}$ のABでファイバーの断裂（矢印）が若干認められたが、 $0.15\ \text{MPa}$ ではファイバー表面に無数の切削痕が認められた。ヤマハチファイバーポストのバインダーレジンはエポキシ樹脂であるのに対し、ジーシーファイバーポストは Bis-GMA とメタクリル酸エステル共重合体である。ABでは樹脂が被覆されたままであったが、GBBでは樹脂が除去されファイバーが露出し断裂も認められなかった。

V. ファイバーポストの支台築造用コンポジットレジンとの接着¹⁴⁾

ファイバーポストの象牙質との接着は除外し、円柱と棒状のアクリルに穴を空け、ファイバーポストの支台築造用コンポジットレジンとの接着強さを評価する接着試験片を加工製作した（図3）。前処理はファイバーポストの先端 $5\ \text{mm}$ に行った。

ヤマハチとジーシーの直径 $1.2\ \text{mm}$ のファイバーポストを使用した。使用したセラミックプライマーと支台築造用コンポジットレジン、ヤマハチファイバーポストはクリアフィルセラミックプライマープラスとクリアフィルDCコアオートミックスワン（いずれもクラレノリタケデンタル）、ジーシーファイバーポストはG-マルチプライマーとユニフィルコアEM

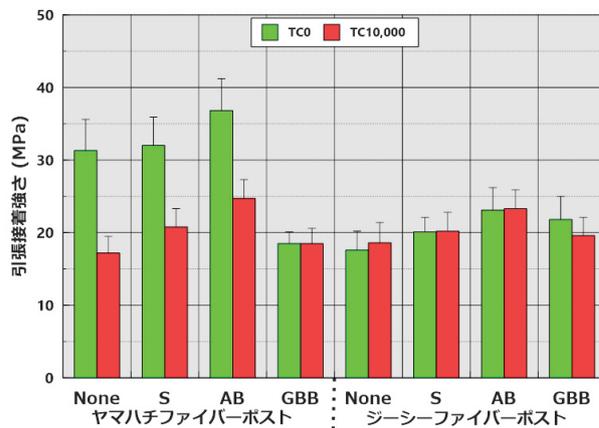


図4 各種前処理後のファイバーポストの支台築造用コンポジットレジンとの引張接着強さ

（いずれもジーシー）である。ファイバーポストの前処理は以下の四つの方法を行った。無処理（None）、アルコール綿花で清拭後各セラミックプライマーを塗布・乾燥（S）、 $0.15\ \text{MPa}$ の噴射圧で10秒間アルミナブラスティング後、リン酸（K-エッチャントジェル）を10秒間塗布後10秒間乾燥しシラン処理（AB）、 $0.3\ \text{MPa}$ の噴射圧で10秒間ガラスビーズブラスティング後、リン酸で清掃しシラン処理（GBB）である。

試験片はまず、円柱状アクリルに空けた窩洞に各支台築造用コンポジットレジン填入しファイバーポスト植立後、コンポジットレジン填入した棒状アクリルと接合し40秒間照射（ペンキュア、モリタ）して作製した。その後、 37°C 蒸留水に24時間保管し（TC0）、オートグラフ（島津製作所）にて引張接着強さを測定した。また、 4°C と 60°C の水槽に交互に1分間浸漬する熱サイクル（TC）を10,000回行った試験片（TC10,000）も作製した。

その結果（図4）、TC0では、いずれのファイバーポストもSはNoneと有意差が認められなかった。これに対し、ABはNoneと比較して有意に高い値を示した。ヤマハチファイバーポストでは、GBBはNoneと比較して有意に低い値だったのに対し、ジーシーファイバーポストでは有意に高い値を示し、ABと有意差が認められなかった。また、GBB以外の三つの処理で、ヤマハチファイバーポストがジーシーファイバーポストより有意に高い値を示した。

TC10,000では、ヤマハチファイバーポストのNoneもABも、TC0と比較して有意に低い値だったが、ABはNoneと比較して有意に高い値を示した。一方、ジーシーファイバーポストのNoneもABも、TC0と比較して有意に低下しなかったが、ABがNoneより有意に高い値を示した。2種類のファイバーポストの

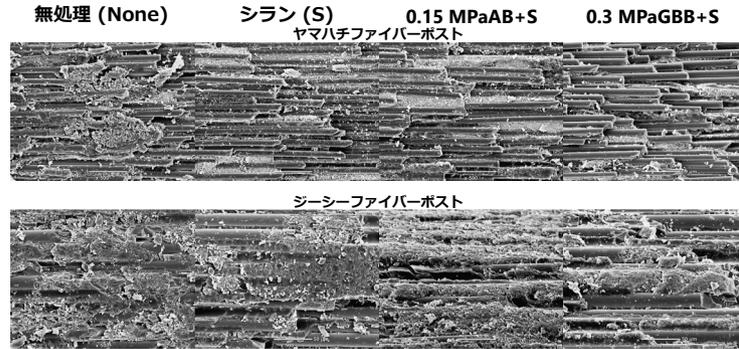


図5 引張接着試験後 (TC0) のファイバーポスト表面のSEM像

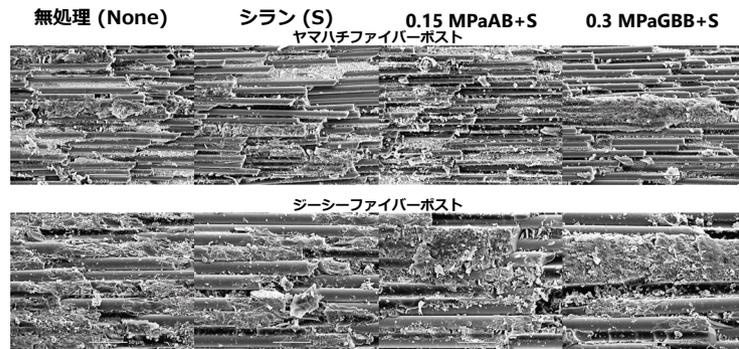


図6 引張接着試験後 (TC10,000) のファイバーポスト表面のSEM像

みの結果で一概には言えないが、ファイバーポストの支台築造用コンポジットレジンとの接着性を考慮すると、バインダーレジンはエポキシ樹脂よりメタクリル酸共重合体樹脂のファイバーポストのほうが望ましい。

引張接着強さ測定後のファイバーポスト表面を電子顕微鏡で観察し、そのSEM像を図5 (TC0) と図6 (TC10,000) にそれぞれ示した。TC0のNoneとS、GBBは、支台築造用コンポジットレジンがあまり残存していなかったが、ABは多く残存し支台築造用コンポジットレジンが凝集破壊していた。ヤマハチのGBBはファイバーが断裂したため、コンポジットレジンがファイバーと接着することができず、他の処理より接着強さが低下したと考えられる。

TC10,000はTC0と同様、Noneは支台築造用コンポジットレジンがあまり認められなかったのに対し、ABは多く認められた。

以上のことから、いずれのファイバーポストでも、シラン処理は支台築造用コンポジットレジンとの接着強さの向上には無効で、0.15 MPa 噴射圧のアルミナブラスティングは接着耐久性も認められ有効性が示された。

VI. 根管洗浄剤 (次亜塩素酸ナトリウム) のレジンの接着性に及ぼす影響

ポスト形成前の根管象牙質は根管治療がなされ、根管洗浄剤の次亜塩素酸ナトリウム水溶液を必ず使用するのでその影響に関する論文を検証した。一般的な歯内療法用洗浄剤塗布後の象牙質接着強さに及ぼす抗酸化剤の影響に関するシステマティックレビュー¹⁵⁾である。

歯内療法後の歯質に対し、抗酸化処理がその後に使用する接着剤の接着強さいかに影響するかを評価したもので、2001年から2022年に発表された合計18の論文を選択し解析した。その結果、バイアスのリスクが低いとされた論文が2篇しかなかったことを考慮すると (研究間の異質性が大きい)、歯内療法で使用される次亜塩素酸ナトリウムによる脱タンパク質は、接着システムの即時接着強さと長期接着強さ両者に影響を及ぼす。象牙質における接着強度の低下は抗酸化剤を使用することで回復する。10%アスコルビン酸ナトリウムのような抗酸化剤は、歯内療法後の接着強さを向上させる適切な薬剤である。脱タンパク質化の悪影響は接着剤に依存し、主にセルフアドヒーブシステムに影響するが、どのタイプの接着剤が最適かを決定す

るにはさらなる研究が必要であることが示された。

アスコルビン酸ナトリウムを抗酸化剤として使用した論文¹⁶⁾である。人抜去単根を根管拡大後 0.9% NaOCl で洗浄したものをコントロールとした。根管象牙質の清掃は以下の五つの方法を行った。5.25% NaOCl に 10 分間浸漬し水洗・乾燥、5.25% NaOCl に 10 分間浸漬し水洗・乾燥後 10% アスコルビン酸ナトリウムで 10 分間浸漬し水洗・乾燥、同様な方法で 10% アスコルビン酸ナトリウムに 1 または 3 分間浸漬、20% アスコルビン酸ナトリウムに 1 分間浸漬である。

拡大した根管に 10-3 象牙質処理材 (サンメディカル) を 10 秒間塗布後水洗・乾燥し、スーパーボンド C&B (サンメディカル) を填入した。その後 25°C 水中に 24 時間保管し、CEJ から根尖方向に 1 mm 間隔でスライスし 6 サンプルを作製後押出接着強さを測定した。

その結果、次亜塩素酸ナトリウムで清掃した場合、接着強さが大きく低下したが、抗酸化剤のアスコルビン酸ナトリウムで洗浄すると、接着強さがコントロールと同等まで回復した。次亜塩素酸ナトリウムは歯質マトリックス中の成分を酸化させ、レジンと象牙質界面でのフリーラジカルの進行を阻害し、接着強度を低下させると考えられる。一方、アスコルビン酸ナトリウムによる処理は、酸化基質を還元基質に変化させ象牙質の酸化還元電位を回復することで MMA/PMMA 樹脂の重合を助長すると考えられる。すなわち、根管治療後の根管象牙質に対し、抗酸化剤を使用しなければ、レジン接着剤の象牙質との接着強さは大きく低下する。

VII. 築造窩洞の根管象牙質前処理

1990 年に、藤田ら¹⁷⁾や柏田ら¹⁸⁾が、リン酸でスメア層を除去し、次亜塩素酸ナトリウム水溶液で象牙質の有機質を溶解すると、象牙質のアパタイト結晶が露出することで微細な凹凸構造を呈し、ボンディング材の太いレジントグが形成されると発表した。しかしながら、前述したように、次亜塩素酸ナトリウムは薬剤の酸化作用が残り、レジンの接着強さが低下するため、象牙質面に抗酸化剤を使用する必要があると、1993 年¹⁹⁾と 1999 年²⁰⁾に相次いで発表された。

PMMA 系レジセメントの根管象牙質との接着に関する論文²¹⁾である。牛の前歯歯根を使用し、露出した歯根に各前処理を行い、アクリルロッドと接着剤で接着した。コントロールは、スーパーボンド

(サンメディカル) の象牙質用表面処理材グリーン (10-3) を使用した。スルフィン酸ナトリウム塩のアクセル (サンメディカル) を塗布し 10-3 で前処理、10% NaOCl を 1 分間洗浄 (NaOCl) 後 10-3 で前処理、NaOCl 後アクセル塗布し 10-3 で前処理、NaOCl と 3% H₂O₂ で 1 分間洗浄後 NaOCl 塗布し 10-3 で前処理、NaOCl, H₂O₂, NaOCl と各 1 分間交互に洗浄しアクセル塗布後 10-3 で前処理の五つである。その後、スーパーボンド C&B またはスーパーボンドシーラー (いずれもサンメディカル) で接着し、37°C 水中に 24 時間保管後、0.8 mm 間隔でスライスし微小引張接着強さを測定した。以前の根管清掃は、次亜塩素酸ナトリウムと過酸化水素水を交互に使用し発泡させて清掃していたが、次亜塩素酸ナトリウムの抗菌作用を過酸化水素水が減弱させるため、現在は EDTA 水溶液を使用する。

その結果、スーパーボンドを使用した場合、次亜塩素酸ナトリウムで洗浄後に象牙質前処理材を使用すると、コントロールと比較して接着強さが著明に低下した。次亜塩素酸ナトリウムで洗浄後アクセルを使用すると、コントロールと同等の接着強さを示し、象牙質前処理材の有効性に影響を及ぼさなかった。

支台築造用コンポジットレジンの根管象牙質との接着に関する論文²²⁾である。人抜去小白歯を使用し、根管拡大後根充しポストを形成した。コントロールは、メーカー指示通りのクリアフィルユニバーサルボンド Quick (クラレノリタケデンタル) だけを使用し、クリアフィル DC コアオートミックス ONE (クラレノリタケデンタル) を填入した。その後リン酸の K-エッチャントジェルと AD Gel (クラレノリタケデンタル) で処理 (NC) と NC 処理後抗酸化剤アクセルの塗布 (NC+AC) を行い、微小引張接着強さを測定した。

その結果、マイルドなワンステップ接着システムを使用する場合、リン酸と次亜塩素酸ナトリウムの前処理後スルフィン酸ナトリウム塩を適用することで、根管象牙質への初期接着強さが向上した。また、次亜塩素酸ナトリウム処理後の象牙質表面には、水洗後も Na と Cl の両方が残存していた。さらに、次亜塩素酸ナトリウムにより接着剤の重合性が阻害されるが、スルフィン酸ナトリウム塩の塗布で回復した。

接着試験後の SEM 像では、コントロールは象牙細管にレジントグは認められなかったのに対し、NC の歯冠部は 50 μm 以上、中央と根尖部は 10 μm 以上のレジントグが認められた。また、NC+AC の中央部も 50 μm レジントグが認められた。

VIII. ファイバーポストを使用した直接法レジン
台築造法の臨床手順 (図7)

築造窩洞形成した右上4番 (a) にファイバーポスト
(ジーシーファイバーポスト)を使用しレジン支台築造

を行った. まず, アイデントブラシで仮封材や仮着材
を入念に除去し (b), 水洗・乾燥した. ファイバーポ
ストを窩洞に試適後 (c), チェアサイド用ブラスター
(アドプレップ, モリタ)を使用し, 平均粒径 50 μm
のアルミナ (モリタ)を 0.15 MPaの噴射圧 (d)で,

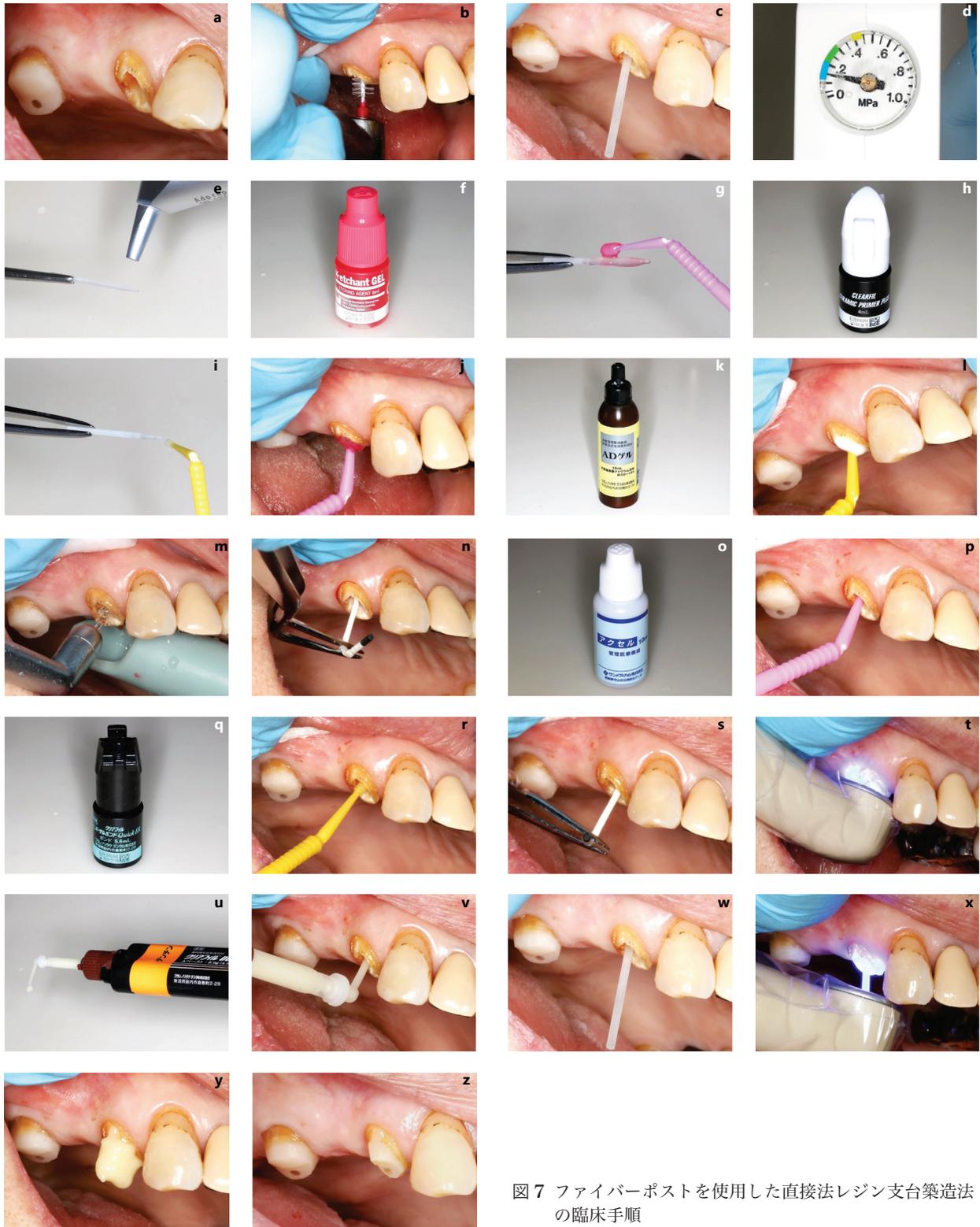


図7 ファイバーポストを使用した直接法レジン支台築造法の臨床手順

5~10 秒間ブラスティングした (e). 続いて, K-ETCHANT ジェル (f, クラレノリタケデンタル) を 10 秒間塗布し (g), 十分に水洗・乾燥した. 引き続き, シランと MDP 含有のクリアフィルセラミックプライマープラス (h, クラレノリタケデンタル) を塗布し (i) 乾燥した.

一方, 築造窩洞の前処理は次亜塩素酸ナトリウムゲル法で行った. まず, ディスポーザブルアプリケーション器を用い, K-ETCHANT ジェルを窩洞内に 20 秒間塗布し (j), 十分に水洗・乾燥した. 次に, AD ゲル (k, クラレノリタケデンタル) をディスポーザブルアプリケーション器を用いて窩洞内に 60 秒間塗布し (l), 15 秒間十分に水洗・乾燥した (m). ポスト底部の水分をペーパーポイントで確実に吸い取った (n).

抗酸化剤のアクセル (o, サンメディカル) を窩洞に 10 秒間塗布し (p) 乾燥した. 続いて, クリアフィルユニバーサルボンド Quick ER (q, クラレノリタケデンタル) を窩洞に十分に塗布後 (r) 5 秒間乾燥した. ポスト底部の液溜まりをペーパーポイントで確実に吸い取った (s). ボンドが残存すると, 支台築造用コンポジットレジンとの重合が阻害される. その後, LED 光照射器 (ペンキュア, モリタ) で 10 秒間光照射した (t). 次に, 支台築造用コンポジットレジンのクリアフィル DC コアオートミックス ONE (u, クラレノリタケデンタル) を窩洞内に直接填入した (v). 引き続き, 表面処理を行ったファイバーポストを窩洞中心部に挿入し (w), LED 光照射器で 20 秒間光照射した (x). 歯冠部に数回に分け築盛し (y), その度に光照射し支台築造後形成完了した (z).

欧米では, 直接法によるファイバーポストの装着でも, 支台築造用コンポジットレジンではなく, レジンセメントを使用する. 一方, 間接法で製作したファイバーポストレジンの装着は, 一般的にはデュアルキュア型レジンセメントを使用する. 間接法の場合の築造窩洞の前処理は, リン酸と次亜塩素酸ナトリウム, 抗酸化剤の使用は同じで, その後クリアフィルユニバーサルボンド Quick ER, ジーセム ONE 接着強化プライマー (ジーシー), あるいはトゥースプライマー (クラレノリタケデンタル) で処理し, それぞれ, SA ルーティング Multi (クラレノリタケデンタル), ジーセム ONE neo (ジーシー), パナビア V5 (クラレノリタケデンタル) で装着する. なお, 上記臨床例の右上 6 番は間接法で製作したファイバーポストレジンをコアをジーセム ONE neo で装着した.

IX. おわりに

2016 年にファイバーポストが保険収載され 8 年以上が経過した. 保険導入前からファイバーポストの弾性係数がメタルポストと比較し象牙質に近似していることから, 歯根破折が少ないと言われてきた. しかしながら, 最近発表されたシステマティックレビューやメタ解析, 個々の論文において, ファイバーポストとメタルポストを使用した補綴装置の生存率と成功率は, ファイバーポストが有意に高い, あるいは両者に有意差がないと文献で異なっていた, また, 歯根破折や二次齶蝕に関しても, ファイバーポストが有意に少ない, あるいは両者に有意差がないと文献で異なっていた. これら文献による見解の違いは, ファイバーポストと根管象牙質の最適な前処理で行われていないケースが多いからだと考えられる.

ファイバーポストの前処理に必要な不可欠とされるシランは無効であった. また, 禁忌とされるアルミナブラスティング処理は, 0.15 MPa の噴射圧であればファイバーは断裂せず, 切削痕が認められレジンのファイバーポストとの接着に有効であった. また, 築造窩洞の前処理は 30 年以上前に報告された次亜塩素酸ナトリウムゲル法(リン酸と次亜塩素酸ナトリウム)を行った後, 抗酸化剤のスルフィン酸塩を使用し, 1 ステップセルフエッチングプライマー, あるいはボンドで処理するのが望ましいことが明らかになった.

文 献

- 1) Wang X, Shu X, Zhang Y, Yang B, Jian Y, Zhao K. Evaluation of fiber posts vs metal posts for restoring severely damaged endodontically treated teeth: A systematic review and meta-analysis. *Quintessence Int* 2019; 50: 8-20.
- 2) Tsintsadze N, Margvelashvili-Malament M, Natto ZS, Ferrari M. Comparing survival rates of endodontically treated teeth restored either with glass-fiber-reinforced or metal posts: A systematic review and meta-analyses. *J Prosthet Dent* 2022; online ahead of print.
- 3) Martins MD, Junqueira RB, de Carvalho RF, Lacerda MFLS, Faé DS, Lemos CAA. Is a fiber post better than a metal post for the restoration of endodontically treated teeth? A systematic review and meta-analysis. *J Dent* 2021; 112: 103750.
- 4) Naumann N, Sterzenbach T, Dietrich T, Bitter K, Frankenberger, von Stein-Launsitz M. Dentin-like versus rigid endodontic post: 11-year randomized controlled pilot trial on no-wall to 2-wall defects. *J Endod* 2017; 43: 1770-5.

- 5) Sarkis-Onofre R, Pinheiro HA, Poletto-Neto V, Bergoli CD, Cenci MS, Pereira-Cenci T. Randomized controlled trial comparing glass fiber posts and cast metal posts. *J Dent* 2020; 96: 103334.
- 6) Nishra L, Khan AS, Velo MMAC, Panda S, Zavattini A, Rizzante FAP et al. Effects of surface treatments of glass-reinforced post on bond strength to root dentine: A systematic review. *Materials* 2020; 13: 1967.
- 7) Jacob SE, Zubair SM, Thomas MS, Jathanna V, Shenoy R. Effect of surface treatment on the dislocation resistance of prefabricated esthetic fiber posts bonded with self-adhesive resin cement: A systematic review and meta-analysis. *J Conserv Dent* 2021; 24: 113-23.
- 8) Souza JCM, Fernandes V, Correia A, Miller P, Carvalho O, Silva F et al. Surface modification of glass fiber-reinforced composite posts to enhance their bond strength to resin-matrix cements: an integrative review. *Clin Oral Invest* 2022; 26: 95-107.
- 9) Braga NMA, Souza-Gabriel AE, Messias DCF, Rached-Jynior FJA, Oliveira CF, Silva RG et al. Flexural properties, morphology and bond strength of fiber-reinforced posts: Influence of post pretreatment. *Braz Dent J* 2012; 23: 679-85.
- 10) Imai D, Mine A, Ezaki R, Nakatani H, Matsumoto M, Hagino R et al. Does the bonding effectiveness of a fiber post/resin composite benefit from mechanical or chemical treatments? Seven methods for saliva-contaminated surfaces. *J Prosthodont Res* 2022; 66: 288-95.
- 11) Qamar Z, Abdul NS, Ali S, AISheikh R, Alqarawi FK, Niazi FH. Assessment of push-out bond strength of post-surface pretreatment before salinization using hydrogen peroxide, aluminum trioxide, and natural photosensitizers to radicular dentin. *Photodiagnosis Photodyn Ther* 2022; 39: 102859.
- 12) 中村善治, 小川 匠. IV 支台築造. 矢谷博文, 三浦宏之, 細川隆司, 小川 匠, 木本克彦, 松香芳三ほか編, クラウンブリッジ補綴学. 東京: 医歯薬出版; 2021, 126-33.
- 13) 公益社団法人日本補綴歯科学会 医療問題検討委員会. 保険収載されたファイバーポストを用いた支台築造の診療指針 <http://www.hotetsu.com/files/files_204.pdf>; 2017 [accessed 24.03.03]
- 14) 吉田圭一, 澤瀬 隆. ファイバーポストのブラスティング処理が支台築造用レジンとの接着強さに及ぼす影響. *日補綴会誌* 2024; 16 133 回特別号: 印刷中.
- 15) Gascón R, Forner L, Llena C. The effect of antioxidants on dentin bond strength after application of common endodontic irrigants: A systematic review. *Materials* 2023; 16: 2260.
- 16) Weston CH, Ito S, Wadgaonkar B, Pashley D. Effects of time and concentration of sodium ascorbate on reversal NaOCl-induced reduction in bond strengths. *J Endod* 2007; 33: 879-81.
- 17) 藤田栄伸, 高田由紀, 加藤丈晴, 近藤康弘, 鈴木一臣, 山下 敦. 象牙質の被着面処理が接着性レジンとの接着強さに及ぼす影響—特に有機質溶解剤の効果について—. *接着歯学* 1990; 8: 227-35.
- 18) 柏田聡明, 今井洋子, 安保祐子, 比嘉隆生, 神田明美. 次亜塩素酸ナトリウムの象牙質に対する接着効果と知覚過敏の抑制について. *接着歯学* 1990; 8: 135.
- 19) Rose RC, Bode AM. Biology of free radical scavengers: an evaluation of ascorbate. *FASEB J* 1993; 7:1135-42.
- 20) Nikaido T, Takano Y, Sasafuchi Y, Burrow MF, Tagami J. Bond strengths to endodontically-treated teeth. *Am J Dent* 1999; 12: 177-80.
- 21) Li W, Na W, Chen X, Zhao J, Nakata T, Tanaka K et al. Bonding to NaOCl-treated dentin: effect of pretreatment with sodium toluene sulfinic acid. *J Adhes Dent* 2012; 14: 129-36.
- 22) Nakatani H, Mine A, Matsumoto M, Tajiri Y, Hagino R, Yumitate M et al. Effectiveness of pretreatment with phosphoric acid, sodium hypochlorite and sulfinic acid sodium salt on root canal dentin resin bonding. *J Prosthodont Res* 2020; 64: 272-80.
- 23) 吉田圭一. 文献と歯科材料学に基づいた補綴装置と歯面の正しい前処理&接着. *補綴臨床別冊* 2022.

著者連絡先: 吉田 圭一
 〒 852-8588 長崎市坂本 1-7-1
 長崎大学病院保存・補綴歯科冠補綴治療室
 Tel: 095-819-7686
 Fax: 095-819-7689
 E-mail: keiichi@nagasaki-u.ac.jp