

CASE PRESENTATION

Dentist

Technician

Hygienist



ジーシー社製ボンディング材の歴史とその評価

千葉県開業 中村歯科医院
歯科医師

中村光夫

はじめに

エナメル質をリン酸でエッチングしてレジン接着させる方法は、1955年にM.Buonocore¹⁾によって考案され、1970年代からはボンディング材の併用で十分な接着性が確認され臨床応用されてきた。これに対して、象牙質は酸により脱灰されると、表層のアパタイトが取り除かれ、有機質と水で構成されることから、なかなか安定した接着が得られなかった。しかし、中林²⁾による親水性基と疎水性基をバランス良く配列した機能性モノマーの開発が

きっかけとなり、水の富んだ脱灰象牙質にもレジンが拡散・浸透して接着することが確認された。そして1982年には、象牙質へのレジン接着メカニズムが解明され、この接着理論に基づいたボンディング材が数多く開発され、現在に至っている。

ボンディング材の中でもセルフエッチングシステムはわが国独自に開発されたシステムであり、その高い歯質接着性と簡便な操作性などで、臨床に広く用いられるようになった。セルフエッチングプライ

マーとボンドからなる2ステップ製品(ユニフィルボンド)は、そのプライマー自体に酸性機能性モノマーを含み、歯質への酸処理効果も併せ持たせた製品である。さらに近年、急速にシェアを伸ばしているのが、より簡便な1ステップ・オールインワンと呼ばれるボンディング材(G-ボンド)である。セルフエッチングプライマーにボンドレジンの機能を持たせ、ワンボトル1回塗布というシンプルかつスピーディな充填操作を可能にした製品である。

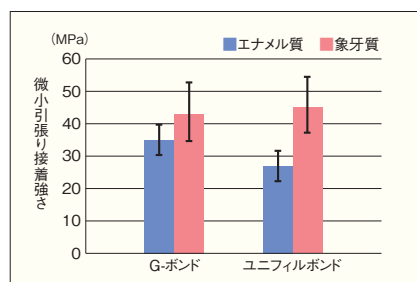
ジーシー社製ボンディング材の歴史

ジーシー社のボンディング材の歴史は、1975年に発売されたリン酸エッチングによるエナメルボンディング材「エポボンド」に始まる。その後、1994年にはエナメル質と象牙質の両者を対象とした光重合型ボンディング材「ボンドウェルLC」が発売された。ボンドウェルLCは、トータルエッチング用コンディショナーにマイルドなクエン酸/塩化第二鉄溶液を用い、HEMA含有プライマーそして光重合のボンディングを行うという3ステップのシステムであった。1998年にガラスアイオノマーの接着理論を応用し開発されたのが、セルフエッチングタイプの「ユニフィルボンド」である。このユニフィルボンドを開発するうえでのキーマテリアルとなった酸性機能性モノマーが4-MET³⁾である。この4-METは、その前駆体である4-METAとともに、中林らによって考案されたもっとも知名度の高い接着性モノマーであり、この4-METAを水で加水分解することによって、4-MET水溶

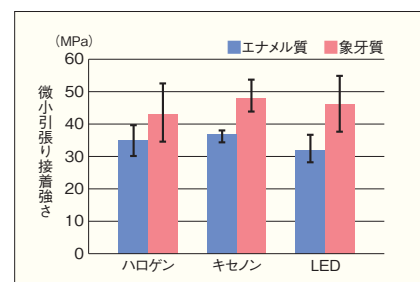
液のセルフエッチングプライマーを開発した。ユニフィルボンドのセルフエッチングプライマーには4-METのほか、水、エタノール、HEMAなどが配合されており、ボンディング材との2ステップへと発展した。

「G-ボンド」は、完全なるワンボトルワンステップによる簡便な操作性と2ステップタイプと同等の接着性能をコンセプトに2004年に開発された。その優れた操作性は、塗布1回で10秒間放置、エアブロー、10秒間光照射するというもので、

現在でも最短の操作時間となっている。2ステップタイプと同等の接着強さを得るために、接着性モノマーは4-METに加え、新たにリン酸エステルモノマーを採用している。これにより、エナメル質への接着性と耐久性が獲得でき、エナメル質、象牙質ともに2ステップタイプと同等の接着強さを実現した(図1-1)。また、光源による接着性能に変化はなく、ハロゲン、LED照射器(G-ライト)で10秒、キセノン照射器では3秒で重合する(図1-2)。



1-1 G-ボンドとユニフィルボンドとの歯質接着強さの比較⁴⁾。



1-2 各光源によるG-ボンドの歯質接着強さ⁴⁾。

G-ボンドの接着機構と臨床評価

セルフエッチングシステムの歯質に対する接着機構は、酸性機能性モノマーを用いてセルフエッチングプライミングとボンディングを行うことによって、エナメル質に対しては、マイクロレジンタグの形成により接着する。象牙質に対しては、脱灰されたコラーゲン層にモノマーが拡散・浸透し、樹脂含浸象牙質（ハイブリッド）を形成し接着すると考えられている。G-ボンドに用いられている酸性機能性モノマー

4-METは、水溶液中で水素イオンとカルボン酸イオンに解離する。この解離による歯面への酸処理機能と、4-MET本来の持つ歯質への高い拡散機能により、象牙質へ脱灰しながら浸透し、さらにカルボン酸イオンがアパタイトやコラーゲンと結合し、重合することによって、強固な樹脂含浸層を形成し接着するものと考えられる。また、エナメル質に対しても、4-METに加えリン酸エステルモノマーの酸処理効果による

レジンタグの形成と、アパタイトとイオン結合するマイクロレジンタグが接着の安定性に寄与しているものと考察される⁵⁾。

以下に示す臨床経過においても、象牙質では4-METのカルボン酸イオンとカルシウムイオンとが結合し、樹脂成分の多い強固なハイブリッド接着により、術後疼痛などの不快症状を抑制し、エナメル質では褐線の発生など、術後の審美性に与える影響を極力低減することにつながっている。

症例1



2-1 機械的摩耗に由来すると思われる浅い歯頸部の楔状欠損。



2-2 G-ボンドの容器を軽く振り（フィラー含有のため）、ボンドをマイクロチップアプリケーターで歯面に塗布し、乾かないように10秒間保持する。



2-3 水や溶媒を確実に飛ばすため、強圧エアで十分に乾燥する。



2-4 ボンドの光重合硬化。ハロゲン、LED（G-ライト）では10秒間、キセノンでは3秒間光照射を行う。



2-5 ユニフィルローフロープラスを窩洞に流し込む。適度な流動性と垂れにくさを兼ね備え、操作性は良好である。



2-6 ユニフィルローフロープラスのみでも充分な物性を得られるが、表層にソラーレを積層すると成形しやすい。



2-7 仕上げ研磨。ダイヤモンドなどのシリコンポイント、注水下で研磨を行う。



2-8 G-ボンドとユニフィルローフロープラスを用いることで重合収縮が緩衝され、予後の安定性が期待できる。術後。



2-9 3年半経過後。

症例2



3-1 前歯隣接面う蝕。



3-2 MIに基づく窩洞形成後、G-ボンドを歯面に塗布する。揮発成分を含むため、塗布する直前に採取する



3-3 水や溶媒を確実に飛ばすため、強圧エアで十分に乾燥する。



3-4 ソラーレの充填。硬化したG-ボンドやユニフィルローフロープラスは、後からのコンポジットレジンとのノリがよく、滑ることはない。



3-5 ボンディング材層が薄いため、隣接面にエピテックスなどの研磨ストリップスが容易に挿入でき、研磨時間の短縮につながる。



3-6 ボンディング材層が薄いため、ボンディング材が露出せず審美的に優れる。術後。

症例3



4-1 正中離開のコンポジットレジンでの形態修正。術前。



4-2 ユニフィルボンド、ユニフィルフロー、ソラーレ(試作)を用いて修復。術後。



4-3 2年経過後。正中部は色調、形態とも審美性が維持されている。隣在歯にう蝕発生。



4-4 MIに基づく窩洞形成をMIコンセプトバーを用いて行う。



4-5 G-ボンドが歯肉に触れないように窩洞面に塗布する。



4-6 G-ボンドが歯肉に流れないように注意しながら、強圧エアで乾燥する。



4-7 ユニフィルローフロープラスの充填。小さい隣接面窩洞でも、ねらった部位にしっかりと留まり、タレにくいいため容易に充填することができる。



4-8 耐摩耗性に優れるためユニフィルローフロープラスのみの充填でも安心。色調適合性も高く、審美的に優れる。術後。



4-9 正中離開修復から5年半、隣接面修復から3年半経過後。

症例4



5-1 入口は狭いが、中へは深くコンタクトにまでう蝕が進行している。MIコンセプターを用いると最小範囲での形成が容易となる。



5-2 コンタクトマトリックスを装着し、G-ボンドを塗布する。



5-3 中に広い窩洞では溜まりやすいので、強圧エアで十分に乾燥する。



5-4 ユニフィルローフロープラスを入口から窩洞の隅々まで隙間なく流し込む。フロアブルレジンでなければ充填操作は難しい。



5-5 耐摩耗性に優れたユニフィルローフロープラスのみの充填でも充分であるが、過度の応力が想定される場合は、ソラーレPを併用する。



5-6 隣接面辺縁隆線を傷つけることなく修復が可能。辺縁にボンディング層が現れずに審美的に優れる。術後。

●参考文献

- 1) Buonocore, M.G. : A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surface. J.Dent.Res., 34 : 849-853, 1955.
- 2) 中林宣男：接着界面の象牙質側に生成した樹脂含浸象牙質について。歯材器, 1(1) : 78-81, 1982.
- 3) 中村光夫：即硬性レジンと歯質との接着—4-META系ボンディング材の組成と接着性の関係—。歯材器, 4(6) : 672-691, 1985.
- 4) 中村光夫：ワンステップ薄膜ボンディング材 ジーシー G-ボンドの臨床。歯界展望, 104(1) : 165-172, 2004.
- 5) 有田明史：ジーシーの誇る接着技術。接着歯学, 22(1) : 31-38, 2004.