



■ 図 6-19 ■ 象牙質との接着界面(透過電子顕微鏡像)

プライマーにより表面改質された象牙質のコラーゲン層にボンディング材が浸透・拡散し、プライマーおよびボンディング材に含まれるモノマー成分が重合して、樹脂含浸層を形成する。

(大阪大学 峯 篤史先生ご提供)

能性モノマーを配合したプライマーが開発された。HEMAの作用で、プライマーは脱灰された象牙質表面のコラーゲン層に浸透し、萎縮したコラーゲン線維を膨潤させ、隙間を回復させる。プライマー内に存在する機能性モノマーが脱灰象牙質内部に浸透・拡散し、表面に結合すると、象牙質表面はレジンに結合できる状態になる。

引きつづき、ボンディング材を塗布すると、ボンディング材は、プライマーにより表面改質された象牙質のコラーゲン層に浸透・拡散して、プライマーおよびボンディング材に含まれるモノマー成分の重合により、樹脂含浸層をつくることが可能になった(図 6-19-a)。この方法を採用したシステムを、3ステップ(エッチング、プライミング、ボンディング)エッチ&リンスシステムという(図 6-17-b)。

その後、欧米では、酸処理後に水洗して完全に乾燥させるのではなく、湿潤状態を保ち、プライマーを配合したボンディング材を塗布する方法が提唱された。この方法は、ステップが一つ減るため、2ステップ(エッチング、プライミング・ボンディング)エッチ&リンスシステム(図 6-17-c)とよばれるが、水洗後に乾燥させないので、ウェットボンディングシステムともよばれる。ただし、ウェットボンディングはテクニックセンシティブなこともあり、日本では次に示すセルフエッチングシステムが普及している。

## 7 セルフエッチングプライマー

リン酸水溶液を利用した酸処理の際に、象牙質の脱灰量が多い場合は、脱灰象牙質部分をボンディング材で完全に封鎖するのはむずかしく、樹脂含浸層底部に欠陥を生じることがある。さらに、質の高い樹脂含浸層を形成するには、酸処理後のアパタイトとの関係も重要である。

1990年代初頭に、酸処理(スマイヤ層除去)と同時に、表面改質(プライミング)をする水洗不要のセルフエッチングシステムが登場した。このシステムでは、機能性モノマーと水溶性モノマーを配合したセルフエッチングプライマーを使用する。リン酸基やカルボキシ基を有する機能性モノマー(図 6-15)が酸性で脱灰能を有することから、これらの機能性モノマーを配合したプライ

■ 表 6-11 ■ セルフエッチングシステムの利点

- ・テクニックセンシティブ性が低い：水洗が不要、脱灰コラーゲンの収縮が生じない。
- ・脱灰とレジンの浸透が同時に進行するので、樹脂含浸層内に欠陥が少ない。
- ・ハイドロキシアパタイトと機能性モノマーの化学結合が期待できる。

マーで歯質表面を改質すれば、水洗が不要で、乾燥するだけでボンディング材を塗布できる。しかも、酸性モノマーによる脱灰は、リン酸水溶液などとは異なってマイルドであるため、脱灰象牙質へのボンディング材の十分な浸透が可能で、薄く(1 μm 程度)、欠陥が少ない樹脂含浸層を形成できる(図 6-19-b)。さらに、浸透した機能性モノマーが接着性モノマーとしてアパタイトと化学結合することも期待できる。日本では、このような、エッチング・プライミングとボンディングという2段階の処理からなる2ステップセルフエッチングシステム(図 6-17-d)の臨床評価が高い。

表 6-11 にセルフエッチングシステムの利点をまとめた。

## 8 1ステップセルフエッチングシステム

セルフエッチングプライマーが成功を取めたので、さらに操作を簡略化するために、従来のセルフエッチングプライマーの役割をボンディング材と一緒にした、1ステップ(エッチング・プライミング・ボンディング)セルフエッチングシステムが登場した。成分としては、水、溶媒、機能性モノマー、多官能性モノマーなどが含まれる。

水に溶解した水溶性モノマーと酸性モノマーの作用で、歯質への浸透と脱灰が生じ、表面をレジンになじむように改質するのは、2ステップシステムのセルフエッチングプライマーの役割と一緒にある。その後、水を排除しつつ、溶媒に溶けたボンディング材成分(機能性モノマーと多官能性モノマー)が内部に浸透する。エアブローで水と溶媒を除去し、機能性モノマーと多官能性モノマーを光重合させて接着を得る(図 6-17-e)。

1ステップセルフエッチングシステムでは、機能性モノマーの親水性の役割と疎水性の役割を、水と溶媒を共存させて利用しているので、それぞれの役割が適正に達成されるか、少ない水分で脱灰ができるか、また、水と溶媒を完全に除去して重合で強固な薄膜を形成できるかなどの課題がある。

すべての臨床術式は、操作性を向上させる方向で進化してきたので、歯質接着においても1ステップ化への流れは止められない。しかし、このシステムの有効性については、長期臨床経過の観察が必要である。また、より浸透性の高いモノマーや、水分や溶媒の存在下で高い重合性を示すモノマーの開発などが重要である。

## 9 歯質接着システムの分類

現在の歯質接着システムを、臨床操作法(歯質前処理・表面改質)と接着機構で分類したものを図 6-20 に示す。

これまで解説したように、歯質接着技術は、歯質の前処理(酸処理)、機能性モノマーや表面改質法(プライマーの適用)の導入など、多くの変遷を経て今日に至っている。そして、現在は、象牙質に対しては、機能性モノマー(酸性モノマー)を利用したセルフエッチングシステムが有効であると認識されている。しかし、エナメル質に関しては、より強固な接着を期待する場合には、