



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	1 ステップ型接着システムによる臨床的スミヤー層の除去能とその接着性能 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	福澤, 尚幸
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(歯学)
Dissertation Number	甲第11937号
Issue Date	2015-06-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/59688
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Naoyuki_Fukuzawa_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（歯学） 氏 名 福 澤 尚 幸

学 位 論 文 題 名

1 ステップ型接着システムによる臨床的スミヤー層の除去能とその接着性能

現在、臨床で使用されている 1 ステップ型接着システムは、従来型の 2 ステップおよび 3 ステップ型接着システムと比較し同等の接着性能を持つという報告があるものの、従来型より劣っているという報告が多い。その要因の一つとして窩洞形成時に歯質表面に産生されるスミヤー層の存在が挙げられる。1 ステップ型接着システムの酸性機能性モノマーの歯質脱灰能は、従来のエッチング液（ゲル）として使用されているリン酸と比較して弱いものが多く、スミヤー層が十分には脱灰されず、接着性能に影響を与えることが危惧される。これまでもスミヤー層が 1 ステップ型接着システムの接着性能に及ぼす影響が報告されているが、研究者によって大きく意見が異なっており、いまだ議論の余地がある。

そこで本研究では、臨床を想定し、ダイヤモンドポイントおよび SiC ペーパーを用いて作製した、2 種の異なる厚さのスミヤー層を付与した研削象牙質面を、6 種の市販 1 ステップ型接着システムで処理した後、コンポジットレジンを接着

しないでその表面の性状を走査型顕微鏡（SEM）により観察し、各システムの
スミヤー層除去能を形態的に判別した。また、同様の 2 種の研削象牙質面を 6
種の接着システムで処理後、コンポジットレジンを築盛し、微小引張り接着強
さ（ μ TBS）を測定するとともに、接着界面の性状を透過型電子顕微鏡（TEM）
により観察し、スミヤー層除去能との関連を検討した。

以下に SEM 観察の方法を示す。36 本のヒト抜去健全大白歯の歯冠部を歯軸に
垂直に切断し、平坦な歯冠中央象牙質面を得た。その後、レギュラーダイヤモンド
ポイント（Diamond Point FG, #106RD, 松風）にて 10 回弱圧下往復研削、
または SiC ペーパー（#2000, マルトー）にて 60 秒間研削を行った（以下それ
ぞれレギュラー面, #2000 面）。それらの歯根部を切断し、歯根側から歯冠中央
部にスリットを形成した。次に 6 種の 1 ステップ型接着システム、すなわち
G-Bond Plus（ジーシー, 以下 GP）、Absolute 2（デンツプライ三金, 以下 AB）、
Bond Force（トクヤマデンタル, 以下 BF）、BeautiBond（松風, 以下 BB）、Hybrid
Coat II（サンメディカル, 以下 HC）、および Clearfil S³Bond（クラレノリタケデ
ンタル, 以下 TS）を用いてメーカーの指示通りに処理した（各群 3 本）。その際、
光照射は行わず、処理後ただちに 30 秒間アセトン洗浄した。得られた試料をエ
タノール系列脱水し、室温にて 24 時間乾燥させた後、スリットにあわせて歯冠

中央部で割断した。各接着システムで処理した面を処理面、割断して新たに得られた面を割断面とし、Pt-Pd 蒸着を行い、SEM (S-4000, 日立製作所) にて観察した。

次に μ TBS の測定の方法を示す。別の 36 本のヒト抜去健全大臼歯を用いて、前述の方法で 2 種の研削面を得た後、前述の 6 種の 1 ステップ型接着システムにより、メーカーの指示に従って処理した (各群 3 本)。次に、コンポジットレジンを築盛し、光照射を行った。それらの試料を 37°C 水中に 24 時間保存した後、精密低速切断機を用いて被着面積が 1mm^2 になるように切断し、ビーム状の試料を作製した。 μ TBS は卓上万能試験機 (EZ test, 島津製作所) を用い、クロスヘッドスピード $1\text{mm}/\text{min}$ にて測定した。統計学的検索は、一元配置分散分析および Games-Howell の検定を用いて有意水準 5% にて行った。

次に TEM 観察の方法を示す。別の 12 本のヒト抜去健全大臼歯を用いて、前述と同様の方法で 2 種の研削面を得た後、前述の 6 種の 1 ステップ型接着システムにより、メーカーの指示に従って処理した (各群 1 本)。続いてコンポジットレジンを築盛し、光照射を行った。それらの試料を 37°C 水中に 24 時間保存した後、精密低速切断機を用いて接着界面を含む面が $0.8\text{mm} \times 2.0\text{mm}$ となるように切断した。得られた試料を Van MeerBeek らの方法で固定、脱水、包埋した。その後、ダイヤモンドナイフとウルトラミクロトームを用いて厚さ約 80nm の超

薄切片を作製し、TEM（JEM-1400、日本電子）にて観察を行った。

以下結果について示す。

SEM 観察の結果、AB のレギュラー面および#2000 面はいずれの処理面においても、スミヤー層は除去され、象牙細管の開口が観察された。また、割断面においては、象牙細管開口部が漏斗状に広がっており、管周象牙質が脱灰されていた。また細管内にはスミヤープラグは認められなかった。

GP, BF, BB, HC, TS のレギュラー面の処理面においてスミヤー層が観察された。また割断面ではスミヤープラグが認められた。一方、#2000 面の処理面においてスミヤー層は除去され象牙細管の開口が認められた。しかし、割断面では一部の細管内にスミヤープラグが認められた。

μ TBS 測定の結果、GP はレギュラー面が#2000 面に比べ有意に高い値を示した。AB および TS ではレギュラー面が#2000 面に比べ有意に低い値を示した。一方、BF, BB, HC のレギュラー面と#2000 面には有意差は認められなかった。

TEM 観察の結果、AB はレギュラー面、#2000 面ともに $1.0\mu\text{m}$ 以上の厚さの樹脂含浸層が観察された。また、レギュラー面の一部の樹脂含浸層内にハイドロキシアパタイトの針状結晶が認められた。GP, BF, BB, HC, および TS では#2000 面において約 $0.3\mu\text{m}$ の厚さの樹脂含浸層が観察されたが、レギュラー面におい

ては 1.0 μm 以上の厚さの樹脂含浸層が観察された。また、レギュラー面および #2000 面ともに樹脂含浸層内にハイドロキシアパタイトの針状結晶が認められた。

以上の結果から以下の考察を行った。

本実験の SEM, TEM の結果より AB はレギュラー面および #2000 面の両研削面ともにスミヤー層を除去した。GP, BF, BB, HC, および TS はレギュラー面においてスミヤー層の残留が認められ、樹脂含浸層内にスミヤー層を取り込むことが認められた。しかし、スミヤー層が μTBS に与える影響は一様ではなく、各接着システムにより異なった。

GP はスミヤー層の存在により μTBS の増加が認められた。TEM 観察においてはボンディングレジン内にバブル様構造物が認められた。GP は HEMA 非含有のため親水性成分と疎水性成分の相分離を起こす可能性があり、またアセトンを溶媒として含むためその蒸散により相分離が進みやすい。その結果ボンディングレジン内に水分が分離した可能性が考えられる。このことが μTBS の結果に影響した可能性は否定できない。

AB は 2 種の研削面のスミヤー層を除去したにも関わらず、 μ TBS に差が生じた。これはスミヤー層の厚さの違いにより、スミヤー層下の象牙質の脱灰の程度に差が生じたためと考えられる。

BF, BB, HC はスミヤー層の厚さに関わらず、スミヤー層内を酸性機能性モノマーが浸透し、スミヤー層下の象牙質を脱灰し、樹脂含浸層を形成したと考えられる。

一方、TS は厚いスミヤー層内への酸性機能性モノマーの浸透が十分でなく、スミヤー層下の象牙質の脱灰が阻害された可能性が高い。TS の酸性機能性モノマーである MDP はハイドロキシアパタイト由来の Ca^{2+} と塩を形成しやすいことが報告されている。また、MDP は分子量が大きく、スミヤー層内への浸透が妨げられた可能性が考えられる。そのため、スミヤー層内での挙動が制限されたと考えられる。

以上より、1) 使用する 1 ステップ型接着システムおよび被着象牙質面により、スミヤー層の除去能が異なること、2) スミヤー層の除去能と短期的な接着強さの関係は、使用する 1 ステップ型接着システムにより異なること、が示唆された。