

別紙 1

論文審査の要旨

報告番号	甲・乙 第 3058 号	氏名	周 君
論文審査担当者	主査 教授 長谷川 篤司 副査 教授 高見 正道 副査 教授 馬場 一美		
(論文審査の要旨)			
<p>学位申請論文「Quantitative/qualitative analysis of adhesive-dentin interface in the presence of 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate (10-MDP を用いた象牙質-接着界面の定量的/定性的分析)」について、上記の主査 1 名、副査 2 名が個別に審査を行った。</p> <p>論文の要旨</p> <p>接着性レジン修復の長期的維持には、象牙質-ボンディングレジン含浸層（ハイブリッド層）の力学的特性が重要と考えられる。近年、歯科臨床では、歯質の酸処理とプライミング処理を同時に行う 10-methacryloyl oxydecyl dihydrogen phosphate (10-MDP) 含有のセルフエッチングプライマーが汎用されている。しかし、MDP 含有プライマーは歯質との接着性を有する反面、重合率と接着界面の力学的特性を劣化させる可能性が危惧されている。</p> <p>本研究では、プライミング処理をしないコントロール群、MDP 含有プライマー使用群、MDP 非含有プライマー使用群の 3 群において、ハイブリッド層における重合の質的評価とともに機械的特性を量的に評価した。</p> <p>ハイブリッド層の重合率は顕微ラマン分光分析により計測した。ハイブリッド層及びその周囲の機械的性質は三角錐ダイヤモンド圧子を用い、最大応力のホールディング中に超微振動させる動的ナノインデンテーション試験によって損失係数、貯蔵弾性係数などを求めて評価した。</p> <p>ハイブリッド層の重合率は、プライマーを使用した 2 群でコントロール群より高値を示し、MDP 含有プライマー処理群でボンディングレジンが最も深部まで浸透したことを確認した。一方、MDP 含有プライマー処理群では、ボンディングレジンおよびハイブリッド層の弾性係数の低下、および損失係数の増加が確認され、線状架橋構造による粘弾性の上昇が推察された。このような機械的性能の低下は MDP の長いカルボキシル鎖に由来しており、この影響は HEMA 存在下で最も大きくなることが報告されている。今後は接着性レジン修復の長期的維持には HEMA フリーあるいは低分子量のプライマー開発の必要性が示唆された。</p> <p>本論文の審査において、副査の高見委員および馬場委員から多くの質問があり、その一部とそれらに対する回答を以下に示す。</p> <p>高見委員の質問とそれらに対する回答：</p> <p>1. ラマンおよびナノインデンテーションを含めて、接着性能を評価するための他の方法にはどんなものがあるか？</p> <p>接着力の評価として、せん断接着力 (SBS) やせん断疲労強度 (SFS) が広く採用されている。接着界面の形態観察としては TEM などが用いられている。一方、化学的な接着メカニズムの解明のためには NMR スペクトルやフーリエ変換赤外分光法 (FTIR)、ラマンスペクトルなどが用いられている。</p>			

2. ボンディング層周囲の象牙質領域の特性を分析していますが、象牙質の深さを 20 マイクロメートルより深く分析しなかったのはなぜですか。

予備実験において深層の象牙質層を観察したが、ハイブリッド層は界面直下 1~2 ミクロンに限局しており、20 マイクロメートルより深い部位ではラマン顕微分光法で接着剤のいかなるスペクトルも検出できなかった。そこで、最深部を 20 マイクロメートルとした。

馬場委員の質問とそれらに対する回答：

1. 通常、良い接着性能を示す MDP がこの研究の MDP 含有プライマー処理群で低い弾性率を示した理由を説明しなさい。

10-MDP がその化学構造として長い線状結合構造（カルボキシル鎖）を持つため、クロスリンクによる架橋構造が十分に構成されなかったことが考えられる。

2. MDP 含有プライマーで接着した後に繰り返しロードしたらどうなるか？

経時的にクリープ変形や弾性率の低下が起こり、界面でのディボンディング（剥離）が引き起こされる可能性がある。10-MDP は水分の影響を受けやすいため、このような臨床的合併症は口腔内の湿潤環境下では増幅される危険性がある。

両副査は、上記を含めた質問に対する回答が、いずれも満足のものであることを確認した。

主査 長谷川委員の質問とそれらに対する回答：

1. ナノインデンテーション試験で動的機械的性能を計測した理由は何か？

重合材料の機械的性質は加えられた周波数によって異なる場合があり、接着剤のように粘弾性を持つ重合材料では動的振動を付与するナノインデンテーション試験によって評価が最も適しているため。

2. ナノインデンテーション試験で先端形状が三角錘の Berkovich 圧子を選択した理由は何か？

ベルコビッチプローブはナノインデンテーション用の標準圧子であり、粗さが約 50 nm を超えない限りほとんどのバルクサンプルに最適と考えられる。

3. 第3アミン-カンファーキノン重合方式を採用した理由は何か？もし、tri-butyl bolane (TBB) のような他の重合方式を採用すると重合度はどう変化するか？

市販歯科用接着剤において最も汎用されている重合開始剤として第3アミン-カンファーキノン重合方式を選択した。TBB-0 重合方式の充填用接着剤はほとんど見られず、選択肢に入れなかったが、他の論文では、TBB-0 重合方式が化学重合であることから経時的に重合度が向上することが報告されている。

主査の長谷川委員は、両副査の質問に対する回答の妥当性を確認するとともに、本論文の主張をさらに確認するために上記の質問をしたところ、明確かつ適切な回答が得られた。

以上の審査結果から、本論文を博士（歯学）の学位授与に値するものと判断した。

（主査が記載）