

論文の内容の要旨

氏名：野 尻 貴 絵

博士の専攻分野の名称：博士（歯学）

論文題名：照射器光線の光強度がシングルステップアドヒーシブの象牙質接着性に及ぼす影響

近年、光重合型コンポジットレジジン（以後、光重合型レジジン）の歯質接着システムとして、シングルステップセルフエッチングアドヒーシブ（以後、シングルステップアドヒーシブ）の臨床使用頻度が増加している。この接着システムは、歯質表層を脱灰することでその部にレジジンモノマーが浸透し、光照射によって重合硬化することによって接着性を獲得している。そのために、シングルステップアドヒーシブに対する光照射の際、照射チップとアドヒーシブ塗布面との距離が適切でないと、その重合硬化が不良となり、結果として歯質接着性も低下することが指摘されている。そこで著者は、市販のシングルステップアドヒーシブを用いて、照射光線の放射照度（以後、光強度）が象牙質接着性に及ぼす影響について、表面自由エネルギーとともに接着強さを測定することによって検討した。

供試したシングルステップアドヒーシブは、Scotchbond Universal（SU, 3M ESPE）、Clearfil tri-S Bond（SB, クラレノリタケデンタル）および G-Bond Plus（GB, ジーシー）の合計 3 製品とした。被験歯としてウシ（2 - 3 歳齢）の下顎前歯を用い、その歯冠部のみを常温重合レジジン（トレーレジジン, 松風）に包埋した。次いで、直径 6 - 8 mm 程度の象牙質平坦面が得られるようにモデルトリマー（TC 251, アロー電子）を用いて唇側中央部を研削した。この面を耐水性シリコンカーバイドペーパーの #600 まで研削し、各試験における被着歯面とした。これらの被着歯面に対し、供試したシングルステップアドヒーシブを製造者指示条件に従って塗布、光照射し、表面自由エネルギー測定用試片とした。なお、試片に対する光照射条件は、光強度を変更する条件および光強度と照射時間の積（以後、光エネルギー）を同一とする条件を設定した。接触角の測定は、全自動接触角計（Drop Master DM 500, 協和界面科学）を用い、セシルドロップ法で表面自由エネルギーが既知である液滴を 1 μ L 滴下し、装置に付属するソフトウェア（FAMAS, 協和界面科学）を用いて $\theta/2$ 法で測定を行った。表面自由エネルギーは、得られた接触角と拡張 Fowkes の理論式から求めた。接着試験には、表面自由エネルギー測定用試片と同様に調整した被着歯面を用い、レジンペーストを填塞し接着試験用試片を製作した。なお、アドヒーシブに対する光照射条件は、表面自由エネルギー測定用試片と同様とした。これらの接着試験用試片は、照射直後から 37 $^{\circ}$ C 精製水中に 24 時間保管した後、万能試験機（Type 5500R, Instron）を用いて、クロスヘッドスピード毎分 1.0 mm の条件で剪断接着強さを測定した。また、接着試験後の破断試片について、その破壊形式の判定を行った。さらに、コンポジットレジジンと象牙質との接合界面について、通法に従ってフィールドエミッション走査電子顕微鏡（ERA-8800FE, エリオニクス）を用いて、その接合状態を観察した。

その結果、シングルステップアドヒーシブへの照射光線の光強度を変更した条件において、表面自由エネルギーは光強度の上昇に伴って、いずれのアドヒーシブにおいても低下する傾向を示した。これは、光強度の上昇に伴ってアドヒーシブの重合硬化反応が進行するとともに架橋結合の形成が促進され、結果としてその表面自由エネルギーが低下したものと考えられた。

表面自由エネルギーを構成する各成分で比較すると、いずれのアドヒーシブにおいても分散成分が支配的であり、光強度の変更による影響は認められなかった。一方、双極子成分は、光強度 400 および 600 mW/cm^2 の条件で、0 および 200 mW/cm^2 の条件と比較して、いずれの製品においても有意に低い値を示した。また、水素結合成分は、光強度 400 および 600 mW/cm^2 条件で、0 および 200 mW/cm^2 条件と比較して、いずれの製品においても有意に低い値を示した。これは、光強度の上昇に伴って、アドヒーシブ内でのレジジンモノマーからのポリマー形成が進むとともに、象牙質との界面における機能性モノマーとハイドロキシアパタイトとの化学的結合が促進されたために、双極子および水素結合成分が低下したためと考えられた。シングルステップアドヒーシブの接着強さは、光強度 400 および

600 mW/cm² 条件で、0 および 200 mW/cm² 条件と比較して、いずれの製品においても有意に高い値を示した。これは、光強度の上昇に伴って、アドヒーシブおよびレジンペーストの重合硬化反応の進行によってその機械的強度が向上し、結果として有意に高い値を示したものと考えられた。一方、シングルステップアドヒーシブと象牙質との接合界面のSEM観察から、その接合状態はいずれの製品においても良好であるものの、そのアドヒーシブの厚さは光強度 0 および 200 mW/cm² 条件で、400 および 600 mW/cm² 条件と比較して薄くなった。

このように、シングルステップアドヒーシブにおいて、確実な接着性を獲得するためには光照射条件に留意することが重要であり、その光エネルギー量は 4,000 J/m² 以上が必要であることが判明した。この光エネルギーは、照射光線の光強度と照射時間の積によって得られるが、これらの組み合わせの影響については不明である。そこで、シングルステップアドヒーシブに対する光エネルギーを 4,000 J/m² とし、光強度と照射時間を変更することによって検討を加えた。

その結果、シングルステップアドヒーシブの表面自由エネルギー、双極子成分および水素結合成分は、いずれの製品においても光強度 200 および 400 mW/cm² 条件で、100 mW/cm² 条件と比較して有意に低下した。また、シングルステップアドヒーシブの接着強さは、いずれの製品においても光強度 200 および 400 mW/cm² 条件で、100 mW/cm² 条件と比較して有意に向上した。これは、200 mW/cm² という比較的低い光強度であったとしても照射時間を延長することで 4,000 J/m² の光エネルギーを供給することによって有意に高い値を示したものと考えられた。

以上のように、本研究は、光線照射条件がシングルステップアドヒーシブの表面自由エネルギーおよび象牙質接着強さに及ぼす影響について検討し、象牙質に対するシングルステップアドヒーシブの接着性について新たな知見を加えたものであり、保存修復学ならびに関連する歯科臨床の分野に寄与するところが大きいものと考えられた。