

論文の内容の要旨

氏名：大塚 詠一朗

博士の専攻分野の名称：博士（歯学）

論文題名：ガラスアイオノマーセメントの表面処理が表面自由エネルギーとコンポジットレジンとの接着性に及ぼす影響

ガラスアイオノマーセメント（以後、GIC）は、歯質接着性とともにフッ化物イオンを徐放するところから多方面にわたって臨床使用されている。その一つとして本セメントをコンポジットレジン充填におけるライニングとして用いるサンドイッチテクニックが行われている。この修復法に用いられるGICは、当初は従来型が主流であったが、最近ではレジン成分を配合したレジン添加型GIC（以後、RMGIC）が用いられる頻度が高くなった。また、コンポジットレジン修復に用いられる歯質接着システムは、接着操作を簡略化することを目的としてシングルステップセルフエッチアドヒーシブ（以後、セルフエッチアドヒーシブ）の臨床使用頻度が増加している。このように、コンポジットレジン修復におけるサンドイッチテクニックに用いられるGICの種類や接着システムに改良が加えられているものの、GICとコンポジットレジンとの接着性に関しては新たな知見が不足しているのが現状である。

そこで著者は、GICの表面処理がコンポジットレジンとの接着性に及ぼす影響について、表面自由エネルギーおよび接着強さを測定することによって検討するとともに、レーザー顕微鏡（以後、LSM）および走査電子顕微鏡（以後、SEM）観察を行い考察資料とした。

実験に供試したGICは、Fuji IX GP（ジーシー、以後GP）、Fuji II LC EM（ジーシー、以後EM）およびFuji Fill LC Flow（ジーシー、以後FL）の3製品とした。セルフエッチアドヒーシブとしてはG-Bond Plus（ジーシー）を、表面処理材としてはGel Etchant（sds Kerr）およびコンポジットレジンとしては光重合型のClearfil AP-X（クラレノリタケデンタル）を使用した。

常温重合レジン（トレーレジン、松風）に規格窩洞を形成し、製造者指示に従って練和したGICを填塞し、透明マトリックスを介して硬化させた。なお、RMGICについては、圧接後に製造者指示時間照射することによって硬化させた。表面処理として、シリコンカーバイドペーパーの#600で研削したもの、研削面を35%リン酸水溶液で10秒間処理したもの、および研削面を10秒間サンドブラスト処理（50 μm アルミナ、噴射角45°、噴射圧0.3 MPa）を行ったものの3条件とし、被着面に対し表面処理を行わない試片をControlとした。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各液滴を1 μL 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 $\theta/2$ 法で接触角の測定を行った。表面自由エネルギーは、得られた接触角と理論式とから求めた。

接着試験に際しては、表面自由エネルギー測定用試片と同様に調整したGICを被着面とし、コンポジットレジンで充填して接着試験用試片を製作した。これらの試片を37°C精製水中に24時間保管後、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、接着強さ測定後の破断試片については、その破壊形式を分類、評価した。さらに、各表面処理後のGIC表面について、通法に従ってレーザー走査顕微鏡（VK-9710, キーエンス、以後LSM）および走査電子顕微鏡（ERA-8800 FE, エリオニクス、以後SEM）を用いて観察した。

その結果、従来型GICであるGPの表面自由エネルギーは、各表面処理によってControlと比較して有意に高い値を示した。また、Lewis酸性成分は表面処理による影響は認められなかったものの、Lewis塩基性成分は表面処理によってControlと比較して有意に高い値を示した。ここで、Lewis酸性成分は固体表面の電子受容性を、Lewis塩基性成分は固体表面の電子供与性を示すものである。GPにおけるLewis塩基性成分は、各表面処理により電子供与性を示すフルオロアルミノシリケートガラスの水酸基が表面に配向することで、有意に高い値を示した可能性が考えられた。

一方、RMGICであるEMおよびFLの表面自由エネルギーは、表面処理によってControlと比較

して有意に低い値を示した。また、Lewis 酸性成分は、表面処理によって Control と比較して有意に低い値を示したものの、Lewis 塩基性成分は各表面処理によって Control と比較して有意に高い値を示した。RMGIC である EM および FL は、レジン成分として HEMA が含有されており、これは硬化体内部に水分を含有した状態で重合硬化することが知られている。したがって、EM および FL に対する表面処理は、レジン成分が除去されたことによって、電子受容成分が相対的に減少したため、電子供与成分が有意に高い値を示したものと考えられた。

GIC に対する表面処理がコンポジットレジンとの接着強さに及ぼす影響の成績からは、GP の接着強さは表面処理によって Control と比較して有意に高い値を示した。また、LSM および SEM 観察からも、表面処理によって Control と比較して粗な表面性状を呈していた。これらのことから従来型ガラスイオノマーセメントに対する各表面処理によって、接着界面において機械的な嵌合力を得られるとともに表面自由エネルギーが向上したために、その接着強さも高くなったと考えられた。一方、EM および FL の接着強さは、Control と比較して表面処理によって有意に低い値を示した。この理由としては、RMGIC の Control では、表層に未反応のレジン成分が存在し、これがコンポジットレジンとの良好な接着性につながっているものの、表面処理によってこの層が除去されたために接着強さが低下したものと考えられた。

以上のように、本実験の結果から、従来型 GIC に対する表面処理は、表面自由エネルギーおよびコンポジットレジンとの接着強さを向上させるものの、RMGIC では逆にこれらを低下させることが明らかとなった。したがって、臨床においてセルフエッチアドヒーズを用いたサンドイッチテクニックを行う際には、使用する GIC の種類に留意して、その表面処理法を選択する必要があることが示唆された。