

学位論文題名

An *in vitro* study on attrition on the marginal
part of composite resin restorations

学位論文内容の要旨

【緒言】近年、臼歯部の歯冠修復に対する審美性の要求が高まり、セラミックスやコンポジットレジンなどの使用が増えている。一方、臼歯部咬合面の修復は咀嚼に耐える機械的強度と耐摩耗性が特に要求される。修復材料が過度に咬耗したり、反対に対合歯の高度な咬耗を引き起こすと、咬合高径の低下や二次齲蝕の発生など、臨床上多くの問題を生ずることになる。このため、臼歯用の歯冠修復材料はエナメル質と同程度の摩耗特性が求められるが、現在の臼歯用コンポジットレジンはこの条件を十分に満たしているとはいえない。したがって、コンポジットレジンとエナメル質との境界部に咬耗が生じた場合、摩耗特性の相違によってギャップなどが発生し、二次齲蝕発生の原因となることが懸念される。軟質の金合金などについては摩耗しても、展延性により辺縁部を封鎖することが報告されているが、コンポジットレジンについては明らかになっていない。

本研究の目的は臼歯部コンポジットレジン修復の辺縁部分の咬耗現象を *in vitro* の摩耗試験によって検討し、評価することである。

【材料と方法】摩耗試験機を用いて上部試料と下部試料との間に荷重を加え、下部試料を運動させることによって摩耗試験を行った。下部試料として、健全なヒト抜去前歯を樹脂包埋した後、唇側を平板状に仕上げ、約3mm×2mm、深さ1.5mmの窩洞形成をし、種々のコンポジットレジンを充填し

たものを用いた。使用したコンポジットレジン、直接修復用材料としてA：クリアフィルフォトポステリア、B：パルフィックライトポステリア、C：ライトフィルⅡインパーバボンドP、D：カリスマ、間接法用としてE：クリアフィルCRインレー、F：HCC-4（試作品）の計6種類である。各レジンにつき5個の試料を作製し、またコントロールとして未充填のエナメル質（G）を用いた。これらの試料を歯根膜を模したシリコーン印象材を介して常温重合レジン製の台座に取り付けた。上部試料としては形態と材質の均質性を得るために、松風社製エース陶歯の下顎第1小臼歯を用いた。これらを滑走摩耗試験機に取り付け、水中で4.9Nの荷重を加えて毎分40回、片道にて3mm滑走させ10万回摩耗試験を行った。滑走方向は、レジンからエナメル質、エナメル質からレジンの2方向とした。摩耗試験の後、下部試料の摩耗面は表面粗さ計によって摩耗面の最大深さを計測し、上部試料はSEMを用いて摩耗面の面積を測定した。また、すべての試料の摩耗面をSEMによって観察した。

【結果】定量的評価としては、下部試料の摩耗量が最も大きかったものはDで、AとEは小さな値を示した。この傾向は滑走方向を変えても変化せず、摩耗面の最深部はいずれもコンポジットレジンの部分であった。また、上部試料の摩耗面積が大きかったものはBとFで、Gが最も小さかった。

SEMによる観察では試料Aの境界部にはいくつかの例外を除いて、ステップの形成は認められず、境界部付近のコンポジットレジン是不規則な形状のフィラーが露出して、マトリックスレジンが選択的に摩耗し、露出した大きなフィラーの表面は平坦であり、また境界部付近にはクラックが認められた。

試料Bのコンポジットレジン表面は特にエナメル質→レジン方向で、エナメル質よりも深く摩耗し、非常に粗造であり、マトリックスレジンの過度な摩耗と、突出したフィラーが認められた。

試料Cの境界部の摩耗面はほぼ同じ深さであり、コンポジットレジンの表面はマトリックスレジンが摩耗し、不規則な

フィラーが露出していた。しかし、フィラーの表面は平坦であった。レジン→エナメル質方向ではコンポジットレジンの表面は比較的スムーズであった。

試料Dの境界部の摩耗面はほぼ同じ深さであり、どちらの表面もスムーズであった。しかし、境界部にクラックが認められ、コンポジットレジンの表面には非常に細かいフィラーが認められた。

試料Eの境界部の摩耗面はほぼ同じ深さであり、エナメル質の線条痕は、レジン→エナメル質方向で明瞭であった。コンポジットレジンの摩耗面は粗造であり、マトリックスレジンの過度の摩耗が認められ、フィラーの周囲にクラックが認められた。

試料Fはエナメル質→コンポジットレジン方向でエナメル質表面が非常に粗造であり、深い線条痕が存在し、エナメル質の摩耗面全体にこの傾向が認められた。

試料Gの摩耗面には明瞭な線条痕が認められ、所々表面の粗造な部分により中断されている。表面の粗造な部分是对合の陶歯が最初に接触する部位に多く認められた。この部分にはクラックも存在し、エナメル小柱の形態は完全に失われていた。しかし、反対側の摩耗面の一端は、表面の破壊はそれ程でもなくエナメル小柱の外形は失われていなかった。

上部試料の摩耗面のSEM所見は、試料F以外では下部試料の材料によらず、同様な像を呈していた。すなわち、陶歯の表面には滑走方向に一致して、浅い不規則な線条痕が認められ、その間には平坦な摩耗面が見られた。試料Fに対する場合にのみ深い密集した線条痕が認められた。

【考察】有歯顎の咀嚼運動の分析によると、咀嚼運動時の上下の歯の接触は主に一方向の滑走とされている。そこで本実験の下部試料の運動パターンは、咀嚼運動を模倣して片道の滑走試験とした。また、合計10万回の摩耗試験の滑走距離は、 $3\text{mm} \times 10\text{万回} = 300\text{m}$ となり、口腔内での約3～6カ月間に相当するものと考えられる。本研究では下部試料の運動は咀嚼運動を模倣しているが、荷重の大きさやサイクル、滑走距離、温度などは厳密には口腔内とは異なる。しかし、実験条件は

可及的に一定にしてあるので、被験材料間の摩耗現象の比較は可能と考える。

試料 A、E が高い耐摩耗性を示した理由は、ヌープ硬さが約 600 という石英をフィラーとし、その含有率が 85% 以上であるということによるものと思われる。また試料 D の耐摩耗性が低いことについては、石英より柔らかいヌープ硬さ 400 のバリウムガラスをフィラーとして使用していること、フィラーの含有率が最も少ないことなどが原因と考えられる。

また、コントロールのエナメル質試料 G よりも大きな摩耗量を示した試料、例えば試料 D では、コンポジットレジンからエナメル質方向の滑走において、大きなステップが形成されることが予測されたが、実際には観察されなかった。これは、境界部においてボンディング剤が有効に働き、エナメル質とコンポジットレジンの破折を防いだことによるものと考えられる。

【結論】本実験において、エナメル質と種々のレジンの境界部を、*in vitro* で滑走摩耗試験を行うことによって、以下の結論を得た。

1. 大多数の試料において、滑走摩耗試験後もエナメル質とレジンの境界部、すなわち接着はほぼ完全に保たれており、ステップの形成やエナメル質の破折は認められなかった。
2. 本実験条件においては、エナメル質とレジンの境界部の摩耗挙動は、フィラーの材質、大きさ、含有量に大きく影響されることが判明した。
3. 現在使用されている臼歯部用コンポジットレジンとは、修復物辺縁部の摩耗という観点からは、咬合面の修復材料として有用であることが示唆された。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 内 山 洋 一

副 査 教 授 下 河 辺 宏 功

副 査 教 授 亘 理 文 夫

学 位 論 文 題 名

An *in vitro* study on attrition on the marginal part of composite resin restorations

本研究は臼歯部コンポジットレジン修復の辺縁部分の咬耗現象を *in vitro* の摩耗試験によって検討し、評価することを目的としたものである。

研究方法は摩耗試験機を用いて上部試料に人工歯（陶歯）を用い、下部試料との間に荷重を加え、下部試料を運動させることによって摩耗試験を行った。下部試料としては、健全なヒト抜去前歯を樹脂包埋した後、唇側を平板状に仕上げ、約3mm×2mm、深さ1.5mmの窩洞を形成し、種々のコンポジットレジンを充填したものを用いた。使用したコンポジットレジンには、直接修復用材料としてA：クリアフィルフォトポステリア、B：パルフィークライトポステリア、C：ライトフィルⅡインパーバボンドP、D：カリスマ、間接法用としてE：クリアフィルCRインレー、F：HCC-4（試作品）の計6種類である。各レジンにつき5個の試料を作製し、またコントロール（G）として未充填のエナメル質を試料として用いた。これらを滑走摩耗試験機に取り付け、水中で4.9Nの荷重を加えて毎分40回、片道にて3mm滑走させ10万回摩耗試験を行った。滑走方向は、レジンからエナメル質、エナメル質からレジンの2方向とした。摩耗試験の後、下部試料の摩耗面は表面粗さ計によって摩耗面の最大深さを計測し、上部試料はSEMを用いて摩耗面の面積を測定した。また、すべ

ての試料の摩耗面をSEMによって観察した。

結果としては、下部試料の摩耗量が最も大きかったものはDで、AとEは小さな値を示した。この傾向は滑走方向を変えても変化せず、摩耗面の最深部はいずれもコンポジットレジンの部分であった。また、上部試料の摩耗面積が大きかったものはBとFで、Gが最も小さかった。

SEMによる観察では試料Aの境界部にはステップの形成は認められず、境界部付近のコンポジットレジン是不規則な形状のフィラーが露出して、マトリックスレジンが選択的に摩耗し、露出した大きなフィラーの表面は平坦であった。

試料Bのコンポジットレジン表面は特にエナメル質→レジン方向で、エナメル質よりも深く摩耗し、非常に粗造であり、マトリックスレジンの過度な摩耗と、突出したフィラーが認められた。

試料Cの境界部の摩耗面はほぼ同じ深さであり、コンポジットレジンの表面はマトリックスレジンが摩耗し、不規則なフィラーが露出していた。しかし、フィラーの表面は平坦であった。

試料Dの境界部の摩耗面はほぼ同じ深さであり、エナメル質、コンポジットレジンのどちらの表面もスムーズであった。しかし、境界部にクラックが認められ、コンポジットレジンの表面には非常に細かいフィラーが認められた。

試料Eの境界部の摩耗面はほぼ同じ深さであり、エナメル質の線条痕は、レジン→エナメル質方向で明瞭であった。コンポジットレジンの摩耗面は粗造であり、マトリックスレジンの過度の摩耗が認められ、フィラーの周囲にクラックが認められた。

試料Fはエナメル質→コンポジットレジン方向でエナメル質表面が非常に粗造であり、深い線条痕が存在し、エナメル質の摩耗面全体にこの傾向が認められた。

試料Gの摩耗面には明瞭な線条痕が認められ、所々表面の粗造な部分により中断されている。表面の粗造な部分是对合の陶歯が最初に接触する部位に多く認められた。この部分に

はクラックも存在し、エナメル小柱の形態は完全に失われていた。しかし、反対側の摩耗面の一端は、表面の破壊はそれ程でもなくエナメル小柱の外形は失われていなかった。

上部試料の摩耗面のSEM所見は、試料F以外では下部試料の材料によらず、同様な像を呈していた。すなわち、陶歯の表面には滑走方向に一致して、浅い不規則な線条痕が認められ、その間には平坦な摩耗面が見られた。試料Fに対する場合にのみ深い密集した線条痕が認められた。

これらの結果から以下の結論を得ている。

1. 大多数の試料において、滑走摩耗試験後もエナメル質とレジンの境界部、すなわち接着はほぼ完全に保たれており、ステップの形成やエナメル質の破折は認められなかった。
2. 本実験条件においては、エナメル質とレジンの境界部の摩耗挙動は、フィラーの材質、大きさ、含有量に大きく影響されることが判明した。
3. 現在使用されている臼歯部用コンポジットレジンとは、修復物辺縁部の摩耗という観点からは、咬合面の修復材料として有用であることが示唆された。

本研究について主査、副査が一堂に会し、口頭により審査を行った結果、なされた質問に対し、いずれも適切にして十分なる回答がなされ、本研究が予備知識も含めて、十分なる準備の上で行われたものであると判定された。結果については歯冠修復材料である一般市販のコンポジットレジンが耐久性から見て、咬合面の修復材料として有用であることが示唆できた点は新知見として価値があり、歯学博士の学位の授与に値するものと判断した。