

# 象牙質再石灰化促進作用を有する接着性モノマーの開発

伊藤 修一 [北海道医療大学歯学部口腔機能修復・再建学系う蝕制御治療分野／講師]

## 背景・目的

近年、歯の硬組織欠損を歯科修復材料で再建を行い、保存しようとする歯科保存修復学の分野において歯の象牙質に対する接着性材料が著しく進歩し、歯科臨床において、より頻繁に使用されている。しかしながら、接着修復物の脱落、修復物周囲の2次カリエスなど長期的な耐久性には、まだまだ改善すべき点が多い。そこで、象牙質再石灰化誘導活性を有する接着性モノマーを開発し、接着界面に存在する修復物の耐久性を短くする原因である、ナノサイズのスペースを石灰化により封鎖できれば、歯科修復材料の耐久性を向上させることができる。

## 内容・方法

### 1. 新規開発モノマーの象牙質石灰化に対する影響

接着性モノマーとして4META、4MET、さらに新規開発モノマーである AK-100 および TSM-47 を実験に用いた。これらの石灰化誘導能について、HAP に対する飽和度 7.59 を有するカルシウムリン酸準安定溶液中でインキュベートし、石灰化誘導能の比較検討を行った。得られた試料に関して、走査型電子顕微鏡で形態学的観察を行ない、微小領域 X 線回折装置で結晶の分析を行った。

### 2. 新規開発モノマーの象牙質接着強さに対する影響

新規開発モノマーである AK-100 および TSM-47 をそれぞれ 5、10、30、50、70% 配合した 4-META レジンを試作し、これらを用いて象牙質に対する微小引っ張り接着強さの測定を行った。また、同時に試料を水中に保管し、長期耐久性の試験を行った。

## 結果・成果

脱灰象牙質基質群および AK-100 群では 24 時間後

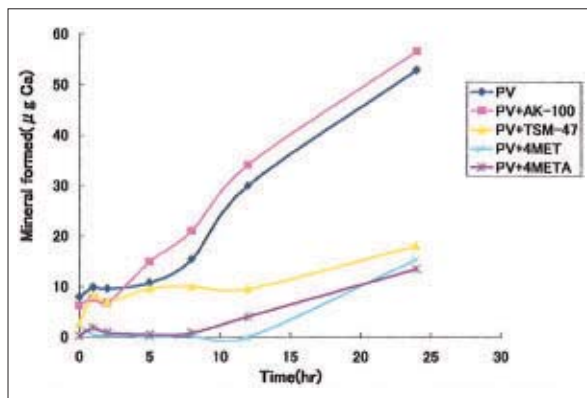


Fig.2 接着性モノマーの象牙質再石灰化に対する影響

にカルシウム量の増加が認められたが、TSM-47、4MET、4META 群では認められなかった。経時的なカルシウム量の測定結果から石灰化誘導時間を計算したところ、脱灰象牙質基質群および AK-100 群では、それぞれ 5.00、1.52 時間であり、AK-100 群がより早く石灰化を誘導した (Fig.1)。SEM 観察において、モデル脱灰象牙質基質および AK-100 群では 24 時間後に板状の HAP 様結晶が確認されたが、TSM-47、4MET、4META 群では認められなかった。モデル脱灰象牙質基質群および AK-100 群が 24 時間後に誘導した石灰化物の X 線回折パターンは HAP に特徴的なピークを示していた。一方、TSM-47、4MET、4META 群では HAP に特徴的なピークは認められなかった。

また、接着性モノマーとモデル脱灰象牙質基質を同時にインキュベートし、象牙質石灰化に対する接着性モノマーの影響を測定した結果、AK-100+モデル脱灰象牙質基質群が、モデル脱灰象牙質基質単体より早期に石灰化を誘導することがわかった (Fig.2)。

一方、象牙質に対する微小引っ張り試験の結果、試料作製後、24 時間後の試料においては、AK-100、TSM-47 とともに接着性モノマーの配合量が 5%、10% においてはコントロールと同程度の接着強さを示したが、30%、50%、70% と配合量を増すにつれて、接着強さは低下した。また、試料作製後、3 ヶ月水中保管した試料においても同様な結果を得たが、どの試料とも 24 時間後の試料と比較して、接着強さの低下は認められなかった (Fig.3)。

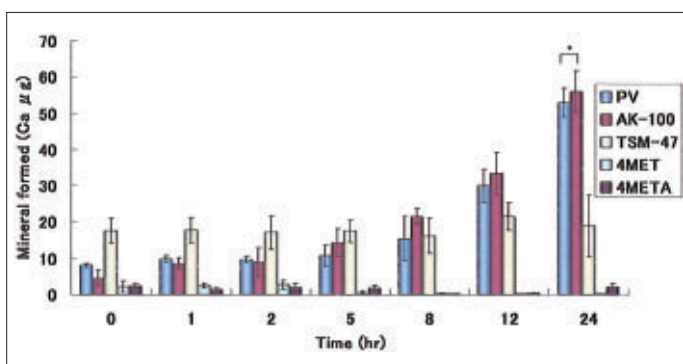


Fig.1 接着性モノマーによる石灰化誘導量

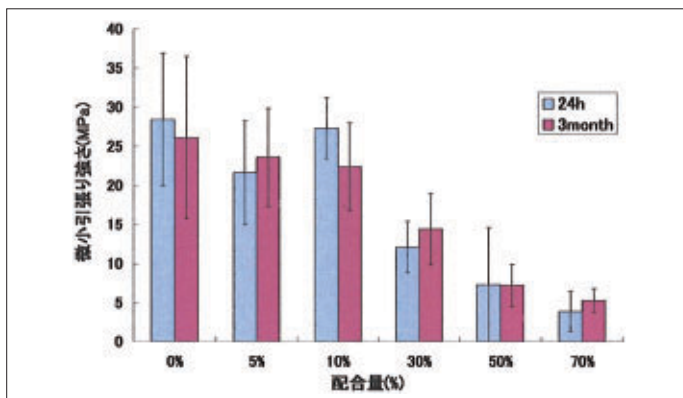


Fig.3 AK-100 配合レジンによる象牙質に対する接着強さ

これらの事から、AK-100がモデル脱灰象牙質基質群よりも早期に HAP を誘導し、接着強さの低下が認められなかったことから、象牙質接着界面において AK-100 が脱灰象牙質再石灰化を促進し、修復材の長期耐久性の向上に寄与する可能性が示唆された。

#### 今後の展望

近年、歯科の分野においても再生療法が注目され、研究が進んでいる。しかしながら再生学と材料学が融合した研究はまだまだ、進んでいないのが現状である。本研究をさらに進め、長期耐久性の評価、in vivo による実験などを行う。これらを明かにすることにより、象牙質再石灰化促進作用を有する、新たな象牙質接着システムの開発に大きく貢献するものと思われる。これらが開発されることにより歯科修復材の耐久性、接着性を高めることができれば象牙質接着システムのみならず、歯髄除去後の根管充填材や乳歯などに用いる予防充填材、う蝕予防を目的とした歯面コート材などに応用可能である。本研究を進めることにより、特許の出願、論文投稿を行う予定である。