

論 文 要 旨

In-air micro PIXE/PIGE 解析法を用いた
2価金属イオンによる象牙質再石灰化の分析に係わる研究

令和四年度
北海道医療大学大学院歯学研究科

櫻井雅彦

[要旨]

平成28年歯科疾患実態調査によると、高齢者の残存歯数と齲蝕罹患率の増加が報告され、歯肉退縮し露出した根面に好発することが高齢者の齲蝕の特徴である。フッ素による脱灰抑制効果は既に広く知られているが、その他にもストロンチウムなどの微量元素による脱灰抑制効果が報告されている。

微量元素による象牙質脱灰抑制効果を評価するには、歯質内の元素分析が必須である。特に軽元素のフッ素を含めた複数の元素を同時に高感度で分析できる方法が必要である。In-air micro proton-induced X-ray and Gamma ray emission (In-air micro PIXE/PIGE) 解析法を用いてこれまで歯質内でのフッ素やカルシウムの分析を行ってきたが、それ以外の微量元素の分析を同時に行うことはできなかった。

本研究では、これまでの手法を改良し微量元素を同時に分析する方法の確立を行った。また、絶対的定量を行うために複数の微量元素の構成比率の物を用いて作製し、効率的に検量の出来る標準試料の作製とその検証を行った。

塩化亜鉛には蛋白凝固による抗炎症・収斂作用があり、抗菌性の他にも(MMP)Matrix metalloproteinasesの活性抑制効果があり、再石灰化の核を保護する可能性が報告されている。銅や銀もその抗菌性からガラスイオノマーセメントやリン酸亜鉛セメントに含まれている材料もある。マグネシウムは歯磨剤にも応用されており、う蝕の初期段階において脱灰抑制効果があることが臨床研究において報告されているこのように2種の微量元素は広く歯科材料に用いられている。

そこで我々は口腔内pH変化をシミュレーション可能な自動pHサイクル装置と、新しく開発したIn-air micro proton-induced X-ray and Gamma ray emission (In-air micro PIXE/PIGE) 解析法と標準試料を用いて、亜鉛、銅、マグネシウムによる脱灰抑制効果と再石灰化促進の検討を行った。牛歯の根面を研磨露出させ、脱灰した後に2%塩化亜鉛、2%硫酸銅、2%硫酸亜鉛、2%塩化マグネシウムに浸漬した。24時間後に薄切、研磨し象牙質試料を作製し、自動pHサイクル装置による負荷前と2週間与負荷を行った。再石灰化促進効果の検討では牛歯の歯根をスライスし、脱灰した後に1%塩化亜鉛、1%硫酸銅、1%硫酸亜鉛、1%塩化マグネシウム、1%フッ化ナトリウムに72時間後浸漬した。その後再石灰化溶液に1週間浸漬し再石灰化試料を作製した。得られた試料はIn-air micro PIXE/PIGE測定を行い、カルシウムおよび亜鉛、銅、マグネシウムの分布を測定した。In-air micro

PIXE/PIGE 分析により、pH サイクル負荷前の亜鉛、銅、マグネシウムの取り込みが表層で認められた。またカルシウム喪失量、脱灰深度共に塩化亜鉛、硫酸銅、硫酸亜鉛、塩化マグネシウムを塗布した象牙質群の方がコントロールと比較して有意に低かった。それらにフッ素を添加したものは、更に低いカルシウム喪失量と脱灰深度を示した。脱灰象牙質へのカルシウム量の分析ではコントロール群と比較して塩化亜鉛、硫酸銅、硫酸亜鉛、塩化マグネシウムで優位にカルシウム量の増加を認めた。

この結果から、塩化亜鉛、硫酸銅、硫酸亜鉛、塩化マグネシウムが歯質に吸収された際に二価のカチオンとして作用し、脱灰抑制とカルシウムの喪失抑止、再石灰化促進に働いたものと考えられた。製作した標準試料は数値的には概ね良好な相関を示し、今後の研究への応用が可能と思われた。