HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	漂白後エナメル質に対するメタリン酸ナトウムの着色抑制効果と吸着性の評価［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	牧野, 紗織
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(歯学)
Dissertation Number	甲第12158号
Issue Date	2016-03-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/62177
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Saori_Makino_abstract.pdf, 論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称　　博士（歯学）　　氏 名　牧　野　紗　織

学位論文題名

漂白後エナメル質に対するメタリン酸ナトリウムの
着色抑制効果と吸着性の評価

近年、国民の白い歯に対する関心の高まりにより、オフィスブリーチングが行われている。オフィスブリーチング処置後は、エナメル質が粗造になっており、コーヒー等の飲食物により着色することが危惧されるため、漂白後 24 時間は、着色性飲食物の摂取が禁止されている。本研究では、粗糙になったエナメル質に応用し、漂白後すぐに着色性飲食物を摂取しても着色を抑制する効果を発揮する可能性のあるものがあれば、臨床的に有用性が高いと考え、メタリン酸ナトリウムに着目した。

メタリン酸ナトリウムは医薬品、医薬部外品などに利用され、厚生労働省の食品添加物リストに登録されており、安全性も保障されている。最近は歯石の沈着防止やステイン除去を目的として歯磨剤に含有されることがある。メタリン酸ナトリウムはハイドロキシアパタイトに対する親和性が高く、歯面のステインを押しのけて歯の表面に結合する性質があるといわれているが、詳細は明

らかではない。

本研究の目的は、分光測色計によるメタリン酸ナトリウムの着色抑制効果の評価、SEM によるメタリン酸ナトリウムの形態学的検討、さらに X 線回折および FTIR 分析によるメタリン酸ナトリウムのエナメル質表面への反応性・吸着性の検討である。

以下に材料および方法を示す。健全ヒト抜去上顎切歯の唇側面を Hi-Lite®（松風）を用いて漂白し、コニカミノルタの分光測色計 CM - 2600d で、CIE $L^*a^*b^*$ 表色系により測色した。漂白後は、１)処理を行わないコントロール群（Con)、２)メルサージュ　カップ®およびメルサージュ　ファイン®（松風）を用いて低速で 10 秒研磨し、水洗したメルサージュ群（Mer)、3)バトラー　フローデンフォーム A®(SUN STAR)を 3 分間綿球にて塗布し、水洗したフローデン群(Flu)、4)メタリン酸ナトリウム（太洋化学工業）を用いて、溶媒をヒト唾液にした 1 %メタリン酸ナトリウム溶液に 35 分間浸漬した群（SMP）に分け、各群 n＝6 とした。各処理後に、Con、Mer、Flu はヒト唾液に 120 分、SMP は 85 分浸漬し、37 ℃の恒温槽で保管した。その後、すべての群を 1.4 %のインスタントコーヒー(AGF MAXIM)に浸漬し、37 ℃で 24、48、72 時間保管後に測色を行った。コーヒー浸漬前後の色差 ΔE^*、ΔL^*、Δa^*、Δb^* を次に示す計算式により求めた。

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

$\Delta L^* = L^*_t - L^*_0$ 、$\Delta a^* = a^*_t - a^*_0$ 、$\Delta b^* = b^*_t - b^*_0$ 、

（L^*_t 、a^*_t 、b^*_t は各測色時の、L^*_0、a^*_0、b^*_0 は漂白直後におけるパラメーター）

求めた値に対し、Levene test による等分散性の検定を行い、等分散では Tukey test、不等分散の場合は Games-Howell test による多重検定を有意水準 5 %で行った。

次に、健全ヒト抜去上顎切歯をダイヤモンドポイントで近遠心的に半切した後、直方体になるように削合した。中央にスリットを形成後、唇側面以外にネイルバーニッシュを塗布した。唇側面をK エッチャントGEL®（クラレノリタケデンタル）でエッチングした後、脱イオン水または1 %メタリン酸ナトリウム水溶液に35分間浸漬した。室温で24時間乾燥させた後、スリットにあわせて割断し、表面および割断面の観察をSEMにて行った。

さらに、脱イオン水を溶媒として用いた1 %メタリン酸ナトリウム水溶液10 mlに粉末のハイドロキシアパタイト2 gを加え1時間攪拌後、エタノールで3回洗浄、ろ過、遠心分離し、室温で乾燥させた後、X 線回折装置ならびにフーリエ変換赤外分光光度計にて分析した。

コーヒー浸漬前後の色変化の結果は、24 時間後は、ΔL*では、Con は-1.78±0.88、Merは-1.73±1.41、Fluは-1.78±1.11、SMPは0.42±1.39であり、SMPがCon、Mer、Fluに比較して有意に小さかった。ΔE*、Δa*、Δb*では、各群間に有意差は認められなかった。48時間後は、Δa*では、Conは-0.16±0.35、Merは0.11±0.69、Fluは-0.38±0.41、SMPは0.27±0.16であり、SMPとFluの間に有意差が認められた。Δb*では、Conは-0.19±2.29、Merは-0.22±3.24、Fluは-0.02±0.49、SMPは1.87±0.68であり、SMPとFluの間に有意差が認められた。ΔE*、ΔL*では、各群間に有意差は認められなかった。72時間後は、ΔL*では、Conは2.38±2.22、Merは-3.45±1.37、Fluは-2.93±0.64、SMPは-1.01±1.29であり、SMPとMerの間に有意差が認められた。ΔE*、Δa*、Δb*では、各群間に有意差は認められなかった。SMPではΔb*は時間が経過するにつれて大きくなる傾向がみられたことから、黄色味が増したということがいえる。また、24時間後のSMPでは、ΔE*は2より小さい値だったが、他群では2以上だった。48、72時間では、すべての群で2以上となった。ΔE*

の値と人間の視覚の閾値を関連づけたグロスの基準では、ΔE*が 2 以下であると異なる色として認識されない、とされている。よって、メタリン酸ナトリウムは 24 時間ではコーヒー浸漬に対する着色抑制効果が期待できるが、48、72 時間後では効果は低下すると考えられる。したがって、メタリン酸ナトリウムをホワイトニング後に使用する場合、繰り返し用いることで、着色抑制効果を持続することが期待できると思われる。

脱イオン水に浸漬した試料のエナメル質表面の SEM 像では、エッチングによる脱灰が認められ、割断面においても、表層から 1-2 μm 程が脱灰しているのが観察された。一方、1 %メタリン酸ナトリウム水溶液に浸漬した試料の SEM 像では、2-4 μm 程度の厚みの膜状構造物で覆われているのが観察された。膜状構造物については 2 つの仮説が可能である。ひとつは、メタリン酸ナトリウムがハイドロキシアパタイトと化学的に反応し、反応生成物として存在しているという仮説、もうひとつは、メタリン酸ナトリウムはハイドロキシアパタイトと化学的な反応をせず、エナメル質表面にメタリン酸ナトリウムそのものとして吸着している、という仮説である。これらの仮説を検証するために X 線回折および FTIR 分析を行った。

X 線回折では、1 %メタリン酸ナトリウム水溶液中に撹拌させて作製したハイドロキシアパタイトの X 線回折スペクトルでは、未反応のハイドロキシアパタイトと同じ回折ピークが観察された。このことから、メタリン酸ナトリウムとハイドロキシアパタイトの反応による新たな結晶の析出は起きていないことが示唆された。

FTIR 分析では、1 %メタリン酸ナトリウム水溶液中に 1 時間撹拌させて作製したハイドロキシアパタイトの FTIR スペクトルは、未反応のハイドロキシアパタイトと同じようなスペクトルを示したが、1279.5、 860.3、717.5 cm^{-1} 付

近に、メタリン酸ナトリウムに帰属される吸収ピークが確認された。このことから、1 %メタリン酸ナトリウム水溶液中に 1 時間撹拌させたハイドロキシアパタイト表面には、メタリン酸ナトリウムが吸着しているものと推測される。

以上より、メタリン酸ナトリウムの着色抑制効果は、24 時間までは発揮したが、48、72 時間ではその効果は低下した。また、メタリン酸ナトリウムは、エナメル質表面のハイドロキシアパタイトと化学的に結合しているのではなく、膜状構造物としてエナメル質表面に吸着していることが示唆された。

今後は、口腔内でメタリン酸ナトリウムがどのように失われていくか、また、繰り返し応用した時の効果について、さらなる研究が必要であると考えられる。