

研究者：奥野 瑛（所属：岩手医科大学 口腔保健育成学講座 小児歯科学分野）

研究題目：循環型のフッ素塗布装置による歯質強化

目 的：

フッ化物は世界的な齲蝕減少の重要な要因とされており、米国歯科医師会のガイドラインでも定期的なフッ化物歯面塗布が推奨され、特に齲蝕リスクが高めの小児に効果が高いことが認められている。このフッ化物歯面塗布法は、小児歯科臨床において齲蝕予防の観点から重要な処置として位置づけられており、世界中で広く用いられている方法である。しかしながら臨床における問題点として、唾液の侵入によって希釈されてしまい、塗布した薬液の濃度の低下し、その結果、in vitro で得られるようなフッ化物塗布液の性能が十分に発揮されていない可能性があるものと思われる。そこで、我々の教室ではフッ化物塗布に際して、シーネにチューブを連結して塗布液を還流させる方法を開発しその可能性を検討しているが、この方法を用いることによって塗布液の温度を上げて反応性を高めうることが期待される。近年フッ化物塗布の効果は、歯質へのフッ素の取り込みによる耐酸性の向上と、歯質表面に生成されるフッ化カルシウム様フッ化物による脱灰抑制あるいは再石灰化促進効果の2つの観点から論議されており、後者の有効性が重要視されるようになって来ているが、実際には両者の効果が相加的に働いているものと思われる。

本研究では、小児歯科臨床で広く用いられているフッ化物歯面塗布法をより効果的なものにすることを目的に、フッ化物塗布液の温度を上げることによって、歯質表面へのフッ化カルシウム様フッ化物（KOH可溶性フッ化物）量の増加ならびにフッ化物の歯質への取り込み量（KOH不溶性フッ化物量）がどの程度期待できるかをヒトの抜去歯を用いて検討した。（岩手医科大学歯学部倫理委員会承認番号 01180）

対象および方法：

歯根を除去したヒト小白歯を即時重合レジンに埋入し、エナメル質表層を耐水研磨紙（＃1000）を用いて研磨し、歯質表層約 100 μ m 削除したものを試料とした。試料を 25℃、37℃、50℃、60℃ の 0.2% NaF、2% NaF、APF 溶液にそれぞれ 5 分間浸漬後、1M KOH 溶液に 24 時間浸漬した。エナメル質表面に生成された KOH 可溶性フッ化物量とエナメル質表層に取り込まれた KOH 不溶性フッ化物量をフッ素イオン複合電極（9609BNWP, Thermo Scientific, Waltham Ma USA）とカルシウムイオン複合電極（6583-10C, Horiba, Kyoto, Japan）を用いて測定した。酸性である APF 溶液に対する歯質の溶解量を検討するために、試料浸漬後の APF 溶液のカルシウム濃度をカルシウムイオン複合電極で測定した。また、加温したフッ化物局所塗布による歯髄への影響を検討するために、歯根を除去した抜去歯の歯髄に熱電対（No. 900-23, Yokogawa Company, Tokyo, Japan）を挿入し、5 分間の加温溶液浸漬時の歯髄腔の温度を測定した。

結果および考察：

塗布液の温度の上昇に従って、KOH 可溶性フッ化物量、KOH 不溶性フッ化物量はともに増加した (Fig.1,2)。60℃の 0.2% NaF, 2% NaF, APF の KOH 可溶性フッ化物量は、25℃と比較してそれぞれ 1.7, 2.6, 2.7 倍であった (Fig.1)。60℃の 0.2% NaF, 2% NaF, APF の KOH 不溶性フッ化物量は、25℃と比較してそれぞれ 4.9, 7.5, 2.8 倍であった (Fig.2)。特に加温した APF 溶液の歯質への効果は著明であり、フッ化物塗布の効果を高めることが期待できるものと考えられた。25℃, 37℃, 50℃, 60℃の各温度における APF 中のカルシウム溶出量はそれぞれ 0.007, 0.042, 0.045, 0.050 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ であり、これは 0.007, 0.042, 0.045, および 0.050 μm のエナメル質の深さに相当した (Table 1)。APF 溶液の加温によりカルシウム溶出量はやや増加するが、37℃以上の温度ではカルシウム溶出量に有意差はなく、また、コンポジットレジンやシーラントの前処置としてのリン酸エッチングによって生じるエナメル質表層の溶解深さ 5~10 μm と比較すれば、ほぼ問題にならない溶出量といえる。歯髄腔の温度変化は 50℃と 60℃ではそれぞれ 3℃と 8℃の増加であった (Fig.3)。温度上昇の歯髄への影響についてはいくつかの報告があり、多くは 10℃程度の歯髄温度上昇でも組織学的な変化が認められなかった報告されているが、5.5℃の温度上昇で不可逆的影響があるとする報告もあり、こうした研究データから、5.5℃

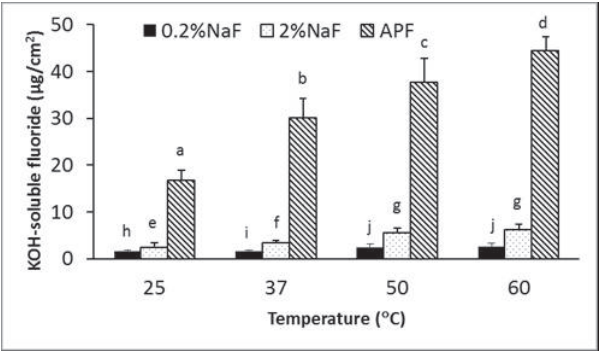


Fig.1. KOH-soluble fluoride formation on enamel after a 5-min application of 0.2% NaF, 2% NaF, and APF at 25, 37, 50, and 60 C. Each column represents the mean $\pm$ standard deviation of 10 tooth samples. A significant difference was observed between columns with different letters ($p < 0.05$).

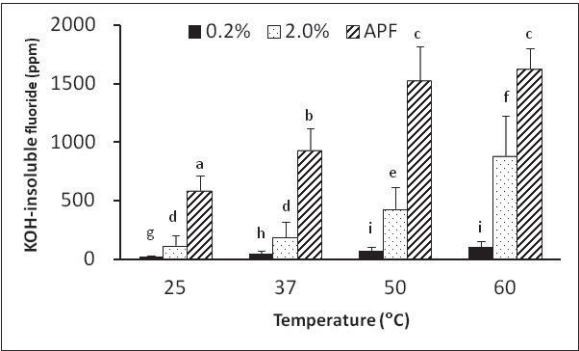


Fig.2. Fluoride concentrations 10 μm from the enamel surface after a 5-min application of 0.2% NaF, 2% NaF, and APF at 25, 37, 50, and 60aC, respectively. Each column represents the concentration minus that of the control, expressed as the mean and standard deviation of 10 tooth samples. A significant difference was observed between columns with different letters ($p < 0.05$).

Table 1. Amounts of calcium dissolved from the enamel surface and the estimated enamel layer thicknesses removed by APF application at 25, 37, 50, and 60 C. Each value represents the mean and standard deviation of five tooth samples. The symbol* indicates a significant difference.

	Dissolved calcium ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)			Estimated enamel layer removed (μm)	
	Mean (n = 5)	SD		Mean (n = 5)	SD
25℃	0.008	0.007	}	0.007	0.006
37℃	0.045	0.025		0.042	0.023
50℃	0.049	0.010		0.045	0.009
60℃	0.054	0.014		0.050	0.013

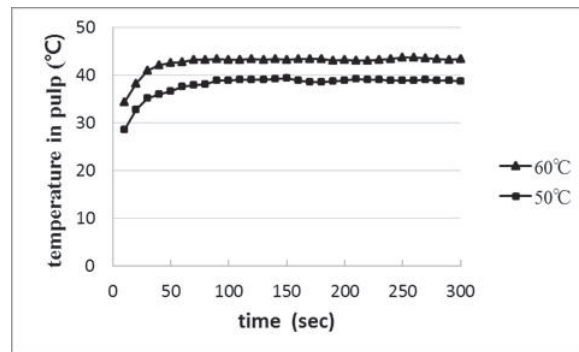


Fig.3. Mean changes in pulp temperature over time after the tooth was dipped in water at 50 or 60°C. Five teeth per temperature were used.

が一つの目安と考えられ、加温の温度は 50℃以下が適切であると示唆される。

以上より環型のフッ素塗布装置による歯面塗布では APF 溶液温度 50℃以下が安全で効果的であるといえる。

成果発表：（予定を含めて口頭発表，学術雑誌など）

平成 25 年 5 月 第 51 回日本小児歯科学会（岐阜）にて口頭発表

平成 26 年 1 月 Pediatric Dental Journal にアクセプト