

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 14 日現在

機関番号：32667

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：23792525

研究課題名(和文)新規シーラント材による初期齲蝕の再石灰化療法と持続的な齲蝕予防プロトコルの確立

研究課題名(英文) Establishment of the remineralization-promoting treatment and the caries-preventive protocol by novel fissure sealant

研究代表者

島津 貴咲 (Shimazu, Kisaki)

日本歯科大学・生命歯学部・講師

研究者番号：80582254

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円、(間接経費) 900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、S-PRG (surface reaction-type pre-reacted glass-ionomer) フィラー含有シーラントの齲蝕予防効果を検討した。その結果、S-PRG フィラー含有シーラントは、優れたフッ素リリース・リチャージ能を示し、フッ素以外にもストロンチウム、ホウ素などのイオンを徐放することが明らかとなった。また、本材料は初期齲蝕を想定したエナメル質に対しても非侵襲的に接着し、高い接着力を示した。そのため、長期間の管理でシーラント直下や周辺歯質の脱灰を抑制し、再石灰化を促進する可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：We aimed to evaluate the caries-preventive effect of a fissure sealant containing surface reaction-type pre-reacted glass ionomer (S-PRG) filler. For the sealant containing S-PRG filler, high amount of Sr and B ions was detected, and a considerable amount of fluoride was released after a recharge with a high concentration of fluoride. Moreover, the S-PRG filler-containing sealant bonded by self-etching primer maintained the enamel surface integrity and inhibited enamel demineralization. In addition, the sealant had a higher bond strength on both untreated enamel and enamel subsurface lesions than the conventional resin-based sealants bonded by acid etching. These findings suggest that sealants containing S-PRG filler enhance the enamel demineralization-inhibiting effect and the remineralization-promoting effect for long-term dental care.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・社会系歯学

キーワード：シーラント S-PRGフィラー フッ素リリース・リチャージ イオン徐放 脱灰・再石灰化

1. 研究開始当初の背景

シーラントは、萌出直後の幼若永久歯に使用され、小窩裂溝をシーラント材で填塞することにより、齲蝕予防の効果を発揮している。現在多用されているレジン系シーラントは、歯質とシーラント材との接着性を高めるためにリン酸エッチングが必要不可欠である。一方で、リン酸による歯質へのダメージも懸念される。そこで本研究では、侵襲の少ないセルフエッチングにより接着性を有するS-PRG (surface reaction-type pre-reacted glass-ionomer) フィラー含有のシーラントに注目した。

S-PRG フィラーは、歯科材料に配合することにより、口腔内に対して酸緩衝能を発揮し、フッ素、ストロンチウムなどの様々な元素の徐放能により、抗プラーク能を示すと考えられている。さらに、S-PRG フィラーは、フッ素を取り込む能力 (リチャージ能) と、取り込んだフッ素を徐放する能力 (リリース能) を有することが知られている。

2. 研究の目的

S-PRG フィラー含有シーラントのもつ齲蝕予防効果を確認するため、フッ素と各種イオンの徐放量の測定を行った。さらに、フッ素リリース能とリチャージ能を、試験管内試験により評価することとした。また、初期齲蝕 (表層下脱灰) 歯面にシーラントを応用し、脱灰抑制と歯面保持力について、従来から用いられているレジン系シーラントとの比較検討を行った。それにより、シーラント材直下や周辺の歯質を高度に再石灰化して、修復することのできる新しい齲蝕治療法を確立することを目指すこととした。

3. 研究の方法

本研究では、レジン系シーラントとして、S-PRG フィラー含有シーラント (BS群: ビューティシーラント、松風)、ティースメイト F-12.0 (TE群: クラレメディカル)、デルトン FS+ (DE群: デンツプライ) を用いた。

(1) 各種イオン徐放能とフッ素リリース・リチャージ能

フッ素および各種イオン徐放量の測定における実験過程を図1に示す。

各種シーラントについて、直径15mm、高さ1mmの試料片を作製し (n=5)、各試料片を5mlの蒸留水に29日間浸漬させ、1日に1回、蒸留水中のフッ素濃度とフッ素以外の各種イオン徐放量を測定した。測定後は新しい蒸留水と交換し、浸漬を継続した。

なお、浸漬から15日目以降は、フッ化ナトリウム溶液に5分間浸漬させ、水洗後、再び蒸留水に3日間浸漬させる操作を4回 (1,000ppmを2回、9,000ppmを2回) 行い、最後は2日間蒸留水に浸漬させた。

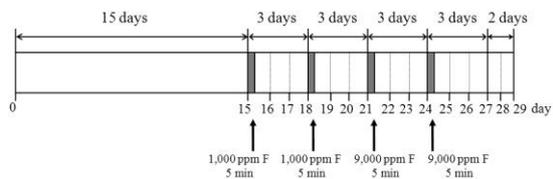


図1 各種イオン測定における実験過程

(2) 表層下脱灰エナメル質に対するシーラントの接合界面

実験過程を図2に示す。

ウシ歯エナメル質の表面に人工的表層下脱灰を形成させ、処理表面の半分を対照側としてネイルバーニッシュで被覆し、残りの半分を実験側として各材料の指示書に従い歯面接着処理を行った後、シーラントで被覆 (BS群、DE群、TE群、被覆なし: UN群) した (n=4)。その後、各試料片はpHサイクリング操作を行い、シーラント接合界面を偏光顕微鏡およびマイクロラジオグラムにより観察した。

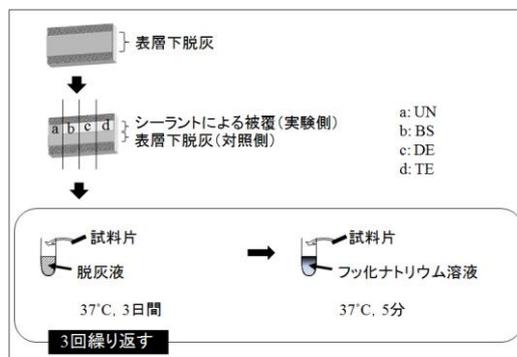


図2 脱灰と再石灰化操作を繰り返すpHサイクリング

(3) 未処理エナメル質および表層下脱灰エナメル質に対する接着強さ

ウシ歯を用いて、脱灰を行わない未処理エナメル質および人工的表層下脱灰を施したエナメル質に、指示書に従って接着処理を行った後、内径4mmのテフロンモールドを用いて各シーラントを築盛し (n=10)、剪断接着強さを測定した。

(4) シーラント脱落后の歯質側破断面

剪断接着試験終了後の歯質側破断面を、走査型電子顕微鏡 (SEM) により観察した。

4. 研究成果

(1) 各種イオン徐放能とフッ素リリース・リチャージ能

各シーラント試料片から徐放された各種イオン濃度を図3に示す。浸漬後1日目のフッ素徐放量はDE群が最も高く、次いで、BS群、TE群の順であったが、2日目では、すべてのシーラントでフッ素徐放量が急激に減少し、その後は15日目まで低い値を示した。すなわち、シーラントが本来含有するフッ素を徐放する期間は非常に短く、それによる再石灰化や歯面の強化を期待するのは難しいといえる。フッ素以外のイオンに関しては、

BS群でストロンチウム(Sr)、ナトリウム(Na)、ホウ素(B)、およびケイ素(Si)の徐放が認められた。DE群では、Naが高い値を示したが、TE群におけるイオンの徐放は認められなかった。

続いて、1,000 ppm のフッ化ナトリウム溶液に5分間浸漬させた後のフッ素リリース量は、BS群で上昇を示した。さらに、9,000 ppm のフッ化ナトリウム溶液に浸漬させた後のリリース量は、BS群で明らかな上昇が認められた。よって、BS群はフッ素のリリース・リチャージ能をもつことが示唆された。

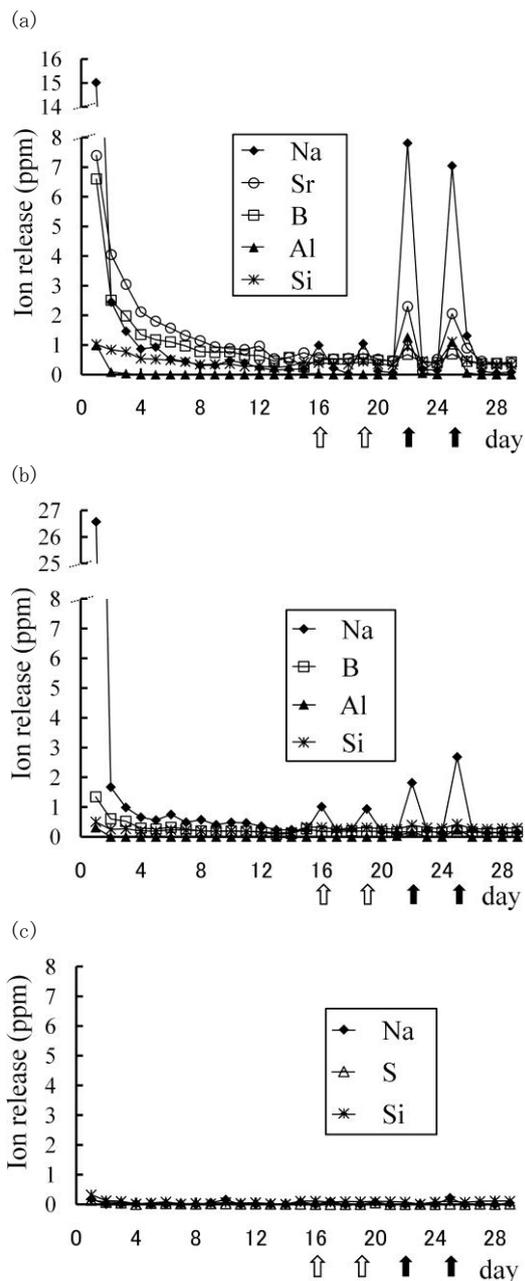


図3 各シーラント試料片から徐放された各種イオン濃度 (a: BS, b: DE, c: TE) 0.1 ppm 以上の濃度で検出されたイオンを示す。フッ素をリチャージさせたポイントを矢印で示す (白い矢印: 1,000 ppm フッ化ナトリウム溶液, 黒い矢印: 9,000 ppm フッ化ナトリウム溶液)

(2) 表層下脱灰エナメル質に対するシーラントの接合界面

シーラント接合界面を観察した結果を図4に示す。UN群では再石灰化反応が認められたが、表層下脱灰も大きく進行していた。BS群ではエナメル質表層は保たれており、脱灰が抑制されていることが確認できた。一方、DE群とTE群では、エナメル質表層に実質欠損が認められ、欠損深度の平均値はそれぞれ19.8 μ m、17.5 μ mであった。これらの結果より、リン酸エッチングは歯質の過度な脱灰を惹起させることが示唆された。一方、BS群で使用するセルフエッチングプライマーは、表層下脱灰が存在する歯質に対しても侵襲が少ないことが明らかとなった。

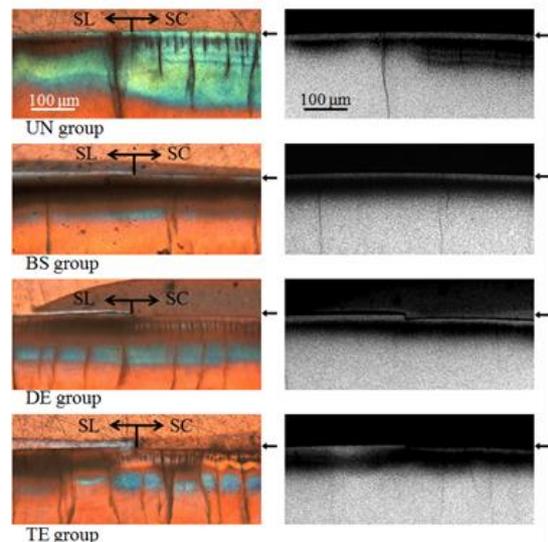


図4 偏光顕微鏡像 (左) とマイクロラジオグラム (右) 表層下脱灰のエナメル質表層部位を矢印で示す。SL: 表層下脱灰 (対照側), SC: シーラントによる被覆 (実験側)

(3) 未処理エナメル質および表層下脱灰エナメル質に対する接着強さ

各シーラントのエナメル質接着強さを表1に示す。未処理エナメル質と表層下脱灰エナメル質、両条件ともに、3群間で有意差は認められなかったが (one-way ANOVA)、BS群が最も高い接着力を示した。よって、BS群は非侵襲的な歯面処理であるうえ、接着強さは他のシーラントと同等かそれ以上であることが示された。

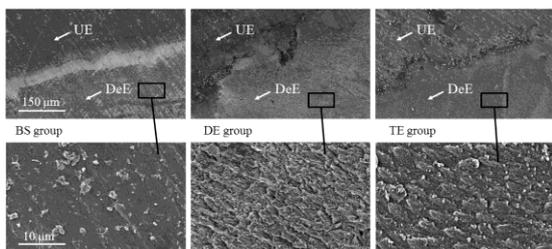
表1 各シーラントのエナメル質接着強さの平均値 (SD)

試料片	接着強さ (MPa)	
	未処理 エナメル質	表層下脱灰 エナメル質
BS	14.6 (5.6)	12.0 (4.1)
DE	14.5 (5.5)	10.9 (2.8)
TE	13.6 (5.1)	10.9 (3.7)

(4) シーラント脱落后の歯質側破断面

歯質側破断面の SEM 像を図 5 a (低倍率) と図 5 b (高倍率) に示す。未処理エナメル質の歯質側破断面は、TE 群と DE 群で表面が粗造であった。一方、BS 群では表面が滑沢であった。また、表層下脱灰エナメル質においても、BS 群では表層が保たれていたが、TE 群と DE 群は表層が著しく破壊され、空洞化した像が観察された。そのため、初期齲蝕に対してシーラントを応用したケースでは、リン酸エッチングによる歯質へのダメージが予後不良の原因となりうると思われる。

(a)



(b)

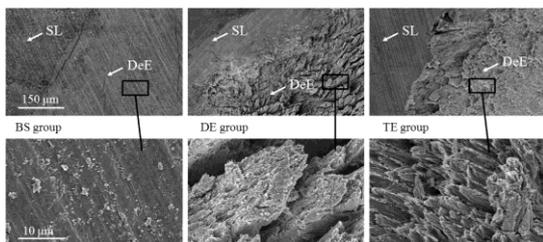


図 5 歯質側破断面の SEM 像 (a: 未処理エナメル質, b: 表層下脱灰エナメル質)

UE: 未処理エナメル質 (対照側), DeE: 破断面,

SL: 表層下脱灰エナメル質 (対照側)

それぞれ上段は低倍率 (×200), 下段は高倍率 (×3000) の像を示す。

本研究では、S-PRG フィラー含有シーラントに着目して、その齲蝕予防効果について検討した。その結果、S-PRG フィラー含有シーラントは、非侵襲的に歯面に接着しながらも、他のシーラントよりも高い接着力を示した。また、本材料はフッ素塗布を行うことにより優れたフッ素リリース・リチャージ能を示すことが明らかとなった。そのため、長期間の管理で、本材料から徐放されるフッ素および各種イオンにより、シーラント直下や周辺歯質の脱灰を抑制し、再石灰化を促進する可能性が示唆された。

今後は、S-PRG フィラーから徐放されるイオンによる抗プラーク能を検討していく予定である。また、S-PRG フィラーを歯科材料に配合させたときの唾液の酸緩衝能に及ぼす影響についても評価していきたい。これにより、乳歯や幼若永久歯への新しい効果的な齲蝕予防法を確立することができ、国民の口腔健康増進、ひいては全身の健康増進に多大な貢献が可能になるものと確信している。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 3 件)

- ① 島津貴咲: S-PRG フィラー含有シーラントの齲蝕予防効果の検討, 小児歯誌, 査読無, 2013; 51(3): 347-352, http://www.jspd.or.jp/contents/gakkai/journal/j_journal.html.
- ② Shimazu K, Ogata K, Karibe H. Evaluation of the caries-preventive effect of three orthodontic band cements in terms of fluoride release, retentiveness, and microleakage. Dent Mater J., 査読有, 2013; 32(3): 376-380, doi: 10.4012/dmj.2012-283.
- ③ Shimazu K, Ogata K, Karibe H. Caries-preventive effect of fissure sealant containing surface reaction-type pre-reacted glass ionomer filler and bonded by self-etching primer. J Clin Pediatr Dent, 査読有, 2012; 36(4): 343-347, <http://pediatricdentistry.metapress.com/home/main.mpx>.

[学会発表] (計 6 件)

- ① 島津貴咲, 高橋幸裕, 小口莉代, 古西清司, 荻部洋行: S-PRG 溶出液の口腔微生物に対する抗菌効果, 第 52 回 日本小児歯科学会, 2014 年 5 月 16-17 日, 東京, 品川区立総合区民会館.
- ② 横山美世子, 朝倉美希, 大野智, 角掛愛, 中村元一, 巻祐太, 水沼詩葉, 加藤雄一, 島津貴咲: 歯磨きによる唾液酸緩衝能の変化, 第 28 回 日本小児歯科学会関東地方会大会・総会, 2013 年 10 月 27 日, 神奈川, 神奈川歯科大学.
- ③ Shimazu K, Ogata K, Karibe H: Evaluation of the caries-preventive effect of three orthodontic band cements. 92th International Association for Dental Research, 2013 年 3 月 20-23, Washington State Convention Center 800, Seattle, Washington, USA.
- ④ Karibe H, Shimazu K, Ogata K: Caries-preventive effect of novel resin-based fissure sealant, 65th annual session of American Academy of Pediatric Dentistry, 2012 年 5 月 24-27 日, San Diego Convention Center, San Diego, California, USA.
- ⑤ 島津貴咲: S-PRG フィラー含有シーラントの齲蝕予防効果の検討, 第 50 回 日本小児歯科学会, 学術賞・奨励賞受賞講演, 2012 年 5 月 13 日, 東京, 東京国際フォーラム.
- ⑥ 島津貴咲, 小方清和, 荻部洋行: 新規 S-PRG フィラー含有シーラントの有用性 フッ素リリース能とリチャージ能の評価, 第 50 回 日本小児歯科学会, 2012 年 5 月 12-13 日, 東京, 東京国際フ

オーラム.

[その他]

日本歯科大学生命歯学部小児歯科学講座
ホームページ

<http://www.ndu.ac.jp/~pedo/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

島津 貴咲 (SHIMAZU Kisaki)

日本歯科大学・生命歯学部・講師

研究者番号：80582254