

研究者：藤田 裕介

(所属：北海道医療大学歯学部 口腔構造・機能発育学系 小児歯科学分野)

研究題目：バイオアクティブ能を有する新規グラスアイオノマーセメントの開発

目的：

近年の歯科医療を取り巻く環境に目を向けてみると、超高齢社会を迎え歯根面に発生するう蝕が急増し、日常的にその治療を行う頻度がきわめて高くなっている。根面は、薄いセメント質で覆われているが脆弱であり、露出した根面にはプラークが停滞しやすい。またセメント質、象牙質はエナメル質と比較して耐酸性が低く、大きな窩を形成している場合も多い。このような状況を踏まえ、根面のう蝕に対して治療を行う際には、抗う蝕性や再石灰化機能など多くのバイオアクティブ機能を有するグラスアイオノマーセメント（GIC）を用いた修復を行うことが第一選択となりうる。

本実験は、従来型 GIC のバイオアクティブ機能の改良を目的として、これまでの GIC とは異なるイオンを徐放する GIC を試作し、その物性およびイオン徐放性について検討を行った。GIC のバイオアクティブ能を強化し、歯質への高い再石灰化作用が発現できれば、歯科治療における充填材料として、使用用途の拡大につながると考えられる。

対象および方法：

材料（表 1）として GIC は Fuji VII（Fuji VII、ジーシー、東京）を使用した。また、新規ガラスとして ZnGIC および SPP は、ジーシーから提供を受けた。GIC に SPP および ZnGIC を 75% ZnGIC・25% SPP（75% Zn）、50% ZnGIC・50% SPP（50% Zn）および 25% ZnGIC・75% SPP（25% Zn）の割合で混合させることにより、試作セメントとして下記実験を行った。

表 1 実験で使用了材料および試料

材料	メーカー	成分
Fuji VII	ジーシー	粉末：フルオロアミノシリケートガラス 液：ポリアクリル酸, 蒸留水, 多塩基性カルボン酸
SPP	ジーシー	粉末：改良型 Ca 徐放性フルオロアミノシリケートガラス 液：ポリアクリル酸, 蒸留水, 多塩基性カルボン酸
ZnGIC	ジーシー	粉末：改良型 Zn 徐放性フルオロアミノシリケートガラス 液：ポリアクリル酸, 蒸留水, 多塩基性カルボン酸
75%Zn		75%ZnGIC, 25%SPP
50%Zn		50%ZnGIC, 50%SPP
25%Zn		25%ZnGIC, 75%SPP

実験 1：圧縮強さ測定

圧縮強さは、日本工業規格 JIS T6607 に従って測定した。各 GIC の粉末と Fuji VII の液は、粉液比 1.3/1.0 で練和した。練和物を直径 6 mm×高さ 12 mm の真鍮製円柱型モールドに填入後、スライドガラスを介してクランプで固定し、余剰な練和物の除去を行った。試料はクランプで固定した状態で温度 $37 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相対湿度 95~100% の恒温器中で 60 分間保管した。モールドから取り出した試料は、 37°C の蒸留水にそれぞれ 1 日または 1 カ月間浸漬し、材料試験機（AG-IS20kN, 島津製作所, 京都）を用いて圧縮強さの測定を行った。

実験 2：イオン徐放量測定

圧縮強さの測定に用いた試料と同様な練和法で試料を作製した。練和物は直径 10.0 mm×高さ 1.5 mm の包埋板に填入後、スライドガラスを介してクランプで固定した。その後余剰な練和物の除去を行った。クランプで固定した状態の試料は、温度 $37 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相対湿度 95~100% の恒温器中で 60 分間保管した。包埋板から取り出した後、24 時間室温にて保管した試料は、10 ml の超純水（pH7.0）および乳酸水溶液（50 mM, pH5.0）にそれぞれ 1 週間浸漬した。得られた溶出液は、デイスポーザブルフィルターにて濾過後、各イオンの測定に用いた。

カルシウムイオンの測定は、原子吸光分析装置を用いて測定した。測定には標準溶液および 10 倍希釈した溶出液を使用した。

フッ化物イオン徐放量の測定は、溶出液 10 ml に対して全イオン強度調整剤である TISAB III を 1 ml 加え攪拌した後、イオンメーターを用いて測定した。

リン酸イオンの測定は、血液検査用リン／無機リンキットを使用した。各溶出液は、吸光分析プレートリーダーを用いて発色試薬の呈色により 750 nm の吸光度を測定した。

結果および考察：

蒸留水中に 1 日浸漬後の圧縮強さについて、各試料間で有意差は認めなかった（ $P > 0.05$ ）（図 1）。1 か月間浸漬後の圧縮強さについても、各試料間で有意差は認めなかった（ $P > 0.05$ ）（図 2）。同じ試料間の圧縮強さにおいて、1 日または 1 か月間浸漬後の結果についても全ての試料間で有意差を認めなかった（ $P > 0.05$ ）。

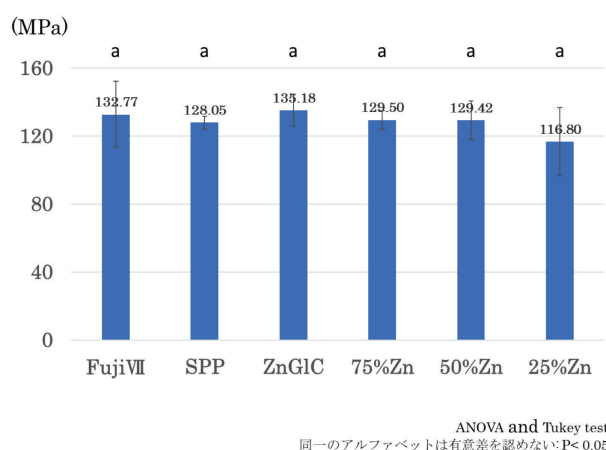


図 1 1 日浸漬後の圧縮強さ

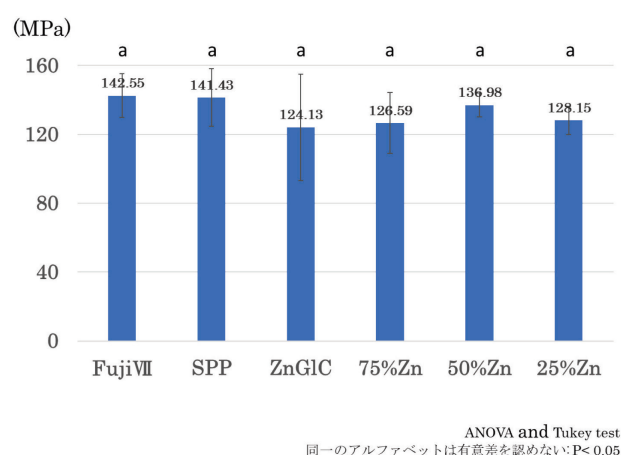


図 2 1 か月浸漬後の圧縮強さ

各試料を超純水中に浸漬し、得られた溶出液中のカルシウムイオンおよびリン酸イオン量の測定では、いずれの試料においてもイオンの徐放は認められなかった。フッ化物イオンの測定では（図3）、SPPおよび25% Znが他の試料と比較して有意に高い値を示した（ $P < 0.05$ ）。SPPとZnGICを混合した試料においては、25% Znが有意に高い値を示し、SPPの配合量に比例して増加していた（ $P < 0.05$ ）。

乳酸水溶液中のイオン測定においては（図4, 5, 6）、カルシウムイオン、リン酸イオンおよびフッ化物イオンいずれもSPPが有意に高い値を示した（ $P < 0.05$ ）。SPPとZnGICを混合した試料では、25% Znが最も高い値を示した（ $P < 0.05$ ）。

本研究において製作した新規GICは、蒸留水中に1か月間浸漬後も従来のGICと同等の圧縮強さを維持した。イオン徐放量に関して、酸性環境下に浸漬した混合GICはカルシウムイオンおよびリン酸イオンの徐放量が従来のGCよりも高い値を示した。さらに混合GIC同士の比較では、25% Znが最も優れたイオン徐放量を示したことから、新規GICは根面う蝕用修復材として応用できる可能性が示唆された。

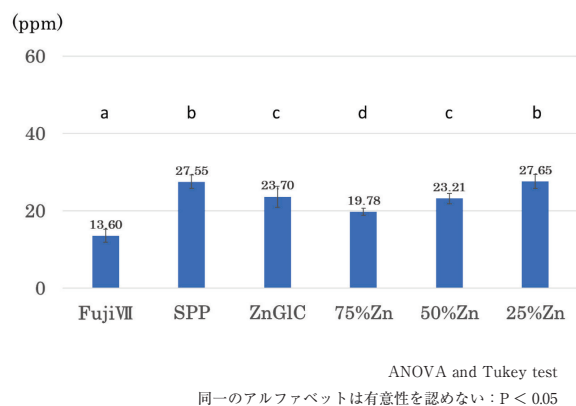


図3 超純水中のフッ素イオン徐放量

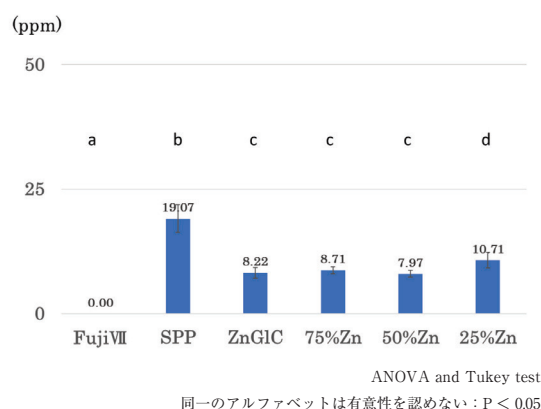


図4 乳酸中のカルシウムイオン徐放量

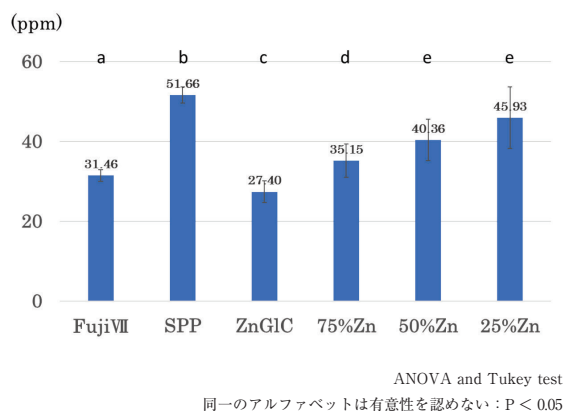


図5 乳酸中のフッ素イオン徐放量

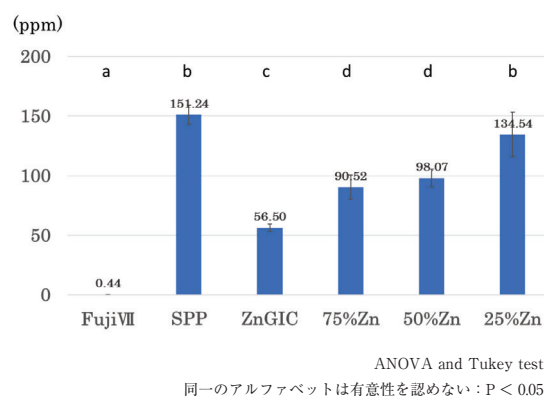


図6 乳酸中のリン酸イオン徐放量

成果発表：（予定を含めて口頭発表、学術雑誌など）

藤田裕介、佐藤幸平、伊藤修一、齊藤正人。バイオアクティブ能を有する新規ガラスアイオノマーセメントの開発。接着歯学 39 巻 2 号：59-66、2021。