

原 著

酸反応性フッ素ガラスフィラー (S-PRG) 含有義歯用
コーティング材の開発

上 松 信 助 苦 瓜 明 彦 岩 堀 正 俊 都 尾 元 宣

Development of Denture Coating Materials Including S-PRG Filler

UEMATSU SHINSUKE, NIGAURI AKIHIKO, IWAHORI MASATOSHI and MIYAO MOTONOBU

酸反応性フッ素含有ガラスフィラー (S-PRG) は、抗プラーク性を有することが報告されている。本実験では、支台歯および義歯表面へのプラーク付着抑制を目的に抗プラーク性を有する S-PRG を含有した義歯床コーティング材 (Denture Coating Materials, DCM) を試作し、in vivo にて抗プラーク性と in vitro にて細菌付着性試験と抗菌性試験を観察し、および義歯床の物性への影響について検討した。

抗プラーク性試験において DCM 表面へのプラーク付着は、認められなかった。細菌付着性試験において S-PRG を40wt%含有する DCM (DCM1) が、最も少ない値を示した。

このことから試作した DCM は抗プラーク性を有し、高齢者歯科医療に有用であることが示唆された。

キーワード : S-PRG, 放射性同位体, *streptococcus mutans*, *streptococcus oralis*

Surface pre-reacted glass ionomer (S-PRG) filler particles contain fluorine within the components for protecting against acids and providing anti-plaque characteristics. In this experiment denture coating materials (DCM) containing S-PRG was fabricated to inhibit the adherence of to the abutment tooth and denture surfaces.

The anti-bacterial tests and a bacterial adhesion test in vitro, an anti-plaque test in vivo were performed, and the influence on the physical properties of the denture base was investigated.

No plaque adherence to the DCM surface was observed in the anti-plaque test. DCM1 presented the lowest bacterial adherence in the bacterial adhesion test.

The DCM developed in this study was showed anti-plaque characteristics, suggesting it would be useful in dental care for the elderly.

Key words: S-PRG, radioisotope, *streptococcus mutans*, *streptococcus oralis*

緒 言

近年、歯周治療の向上や8020運動の周知により、高齢者の残存歯数も増加傾向にある¹⁻³⁾。しかしながら、歯周病やう蝕により歯の喪失を余儀なくされた症例は、Minimal Intervention⁴⁻⁹⁾の概念からインプラント治療が応用されている。しかしインプラント治療は、歯槽骨の状態や治療期間および費用等から歯を喪失し

た患者の全てに应用可能ではなく、現状としては多数歯欠損治療には部分床義歯が多く用いられているのが現状である。部分床義歯の場合、装着によりデンチャープラークが形成され、支台歯の齶蝕や歯周疾患を惹起している¹⁰⁻¹⁶⁾。その結果、残存歯の予後に大きく影響を与え、食渣が滞留し易いクラスプ鉤脚部およびガイドプレーン下部等のプラーク付着好発部位のコントロールが重要な予防措置となる¹⁷⁾。

本論文の要旨は、第129回日本歯科保存学会 (平成20年11月7日、富山)、第118回日本補綴歯科学会 (平成21年6月7日、京都)、第54回日本歯科理工学会 (平成21年10月1日、鹿児島) および第98回朝日大学大学院歯学研究科発表会 (平成21年11月12日、岐阜) において発表した。

朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科補綴学分野局部床義歯学

501-0296 岐阜県瑞穂市穂積1851

Department of Prosthodontics, Division of Oral Functional Science and Rehabilitaion

Asahi University School of Dentistry

Hozumi 1851, Mizuho, Gifu 501-0296, Japan

(平成23年11月21日受理)

歯質強化や耐酸性の向上に有力なフッ化物の中には抗プラーク性を示すものがある。ビューティフィルコンポジットレジン（松風，京都）に配合されているS-PRG フィラーもその一つで，酸反応性フッ素含有ガラスフィラーであり，抗プラーク性を有することが報告されている¹⁸⁻²⁵⁾。またS-PRG フィラー配合のレジン表層には特有の表面構造物が確認され，この表面構造物表層へのプラーク形成が抑制されることが明らかにされている^{21, 22)}。

そこで本研究では，支台歯および義歯表面へのプラーク付着抑制を目的とし，S-PRG フィラー含有量が異なる義歯床コーティング材（Denture Coating Materials, DCM）を試作し，*in vivo*での抗プラーク性と*in vitro*での細菌付着性試験を行い，それに加えて義歯床の物性への影響について検討した。

材料および方法

1. 供試材料

本実験では試作したデンチャーコーティング材（以下DCMと略す）はS-PRG フィラーを40wt%（以下DCM-1と略す），45wt%（以下DCM-2と略す），50wt%（以下DCM-3と略す）含有したものを使用し，コントロールとしては，床用加熱重合レジン（松風，京都，以下contと略す）を用いた（表1）。また，デンチャー床部との接着性を得るためにアセトンベースのDCM プライマーについても試作し，実験に使用した。試料の作製はDCMを4×4×1mmの金型に填入後，ガラス板にて圧接し可視光線にて重合を行った。

2. 表面観察および表面分析

各試料を4×4×3mmの金型に填入後，表面をカバーガラスで圧接し，耐水ペーパー#1200にて研磨した後，超音波洗浄を行った。試料を自然乾燥後，オスミウムコーティング装置（HPC-1C，真空デバイス）にて導電処理を施した後，走査電子顕微鏡（S-4500，日立製作所，以下SEMと略す）にて表面の観察（二

表1 供試材料組成表

組成 (wt%)	LOT	DCM-1	DCM-2	DCM-3	cont-2
	レジン	53*	48*	43*	100
	1μm S-PRGフィラー	40	45	50	—
	微粒子フィラー	7	7	7	—
	合計	100	100	100	100

※:UDMA/TEGDMA = 50/50 その他光重合レジン含む

次電子，反射電子）およびエネルギー分散型X線分析装置（EMAX-7000，Horiba，以下EDSと略す）で分析した。

3. 抗プラーク性試験 (*in vivo*)

加熱重合レジン（アクロン，GC）を用いてあらかじめ作製しておいた口腔内保持用装置へDCM プライマーを塗布し，各DCM片を30秒間の光照射にて接着した。その後，口腔内に8時間保持した後，口腔内保持用装置から各DCMを取り出し，2%グルタルアルデヒドにて2時間半固定した後，1%四酸化オスミウムで1時間2次固定を行い，50, 60, 70, 80, 90, 95, 100%のエタノールにそれぞれ10分間浸漬した後，凍結乾燥法により試料の乾燥を行った。この試料を試料台にカーボンテープおよびカーボンペーストを用いて静置し，オスミウムコーティングを施した。その後，SEMにて表面の観察を行った。

なお本実験は，朝日大学歯学部倫理委員会の承認（受付番号21072号）を得て行った

4. 抗菌性試験

供試細菌として *Streptococcus mutans* ATCC25175（以下 *S. mutans* と略す）を用いた。*S. mutans* に関しては，0.5% yeast extract を含む5mlのTrypticase Soy Broth（以下TSBYと略す）に接種し，10~12時間37℃にて嫌気培養を行い，その後reduced transport fluid（以下RTFと略す）を用いて， 1×10^6 CFU/mlに調整した。次に各調整菌液中に試料を入れ，24時間，37℃で嫌気条件下にて抗菌性を検討した。菌数の測定はRTFを用いて10倍連続希釈を行った後，各希釈液の0.1mlをTSBY平面培地上に滴下し37℃にて4日間嫌気培養を行った。培養後，100個



図1 口腔内保持装置外観
上顎両側白歯部歯肉を覆う様に作製した。

前後のコロニーの発育が認められた平板を選んで生菌数を測定した。

5. 細菌付着性試験 (*in vitro*)

供試細菌として、*S. mutans* と *Streptococcus oralis* ATCC35037 (以下 *S. oralis*) を用いた。*S. mutans* は、最終濃度74kBq/mlの $[6-^3\text{H}]$ を添加したTSBY液体培地に接種し、*S. oralis*は最終濃度37kBq/mlの $[^{14}\text{C}]$ を添加したTSBY液体培地に接種した後、各液体培地を18時間嫌気条件下でラベルした。培養後、毎分15000回転、20分間遠心沈殿を行った後、ラベルされた細菌をPBS (pH7.0)で洗浄した。これを3回繰り返した後、 1×10^6 /mlの菌液に調整した。次に流動下のラベルされた各調整菌液中に72時間ヒト唾液に浸漬した試料片および蒸留水に72時間浸漬した試料片を37°Cで2時間浸漬した。次にPBSで3回洗浄を行い、全自動試料燃焼装置 (Aloka 社) を用いて各試料表面に付着した菌体を完全燃焼させ、遊離したラジオアイソトープ (以下 RI) を $[6-^3\text{H}]$ は $^3\text{H}_2\text{O}$ として、 $[^{14}\text{C}]$ は CO_2 として回収し、液体シンチレーションカウンター (Aloka 社) で測定した。なお各試料につき5個の試験体について試験を行い、その平均値を算出し、データの検定はANOVAで行い多重比較 (Scheffé) により有意差を検定した。さらに同条件下にて作製した、各試料の表面をSEMにて観察した。

6. 歯ブラシ磨耗試験

カバーガラス上に設置したステンレス製金型 (20×15×2.5mm) 内に試料を填入し、その上にカバーガラスを置いて圧接した後、歯科技工用可視光線照射器 (ツイン重合器, 松風) を用いて3分間光照射を行った。裏面も同様に光照射を行った後、金型から試験体を取り出し、 $37 \pm 1^\circ\text{C}$ で7日間水中浸漬した。水中浸漬後、試験体を0.1mgの精度まで秤量し、歯ブラシ磨耗試験機を用いて試験体を滑走回数: 30000回、滑走速度: 126回/分、荷重: 185g、歯ブラシ: ペリオ (サンスター)、歯磨材: ホワイト (サンスター) の条件にて歯ブラシ磨耗実験を実施した。試験終了後、試験体を洗浄、乾燥した後、0.1mgの精度まで秤量し、歯ブラシの磨耗による重量減から磨耗量 (wt%) を算出した。1試料につき5個の試験体について試験を行い、その平均値を算出し、有意差検定を行った。

7. 接着性試験

床用加熱重合レジン (アーバン, 松風) を粉液比 = 10g/4.5ml で混和し、餅状の状態になった時に円盤状金型 (3mm×直径15mm) に填入し、100°Cで5分間プレス成型を行いディスク状試料を作製した。ディスク状試料を注水下にて、耐水研磨紙 #600を用い表面

研磨を行ったもの (研磨試料)、表面研磨を行わなかったもの (未研磨試料) を作製した。次にDCMプライマーを塗布、乾燥後、直径5mmの引っ張り試験用ジグを乗せ、各DCM-1, DCM-2, DCM-3を充填後、ハロゲン照射器 (松風グリップライトII) を用い接着試験体を作製した。その後、接着試験体を37°Cで7日水中浸漬後のもの、浸漬後5°C⇔60°C間で2000回サーマルサイクリングを行ったものを万能試験機 (インストロン 5567) を用い、ヘッドスピード毎秒1mmで引っ張り試験を行った。なおDCM-1, DCM-3の未研磨郡ではサーマルサイクリング中に脱落を認めたため、残った試料にて接着性を検討した。

結果

1. 表面観察および表面分析

図2にDCM-1, 図3にDCM-3のSEM像を示す。二次電子像から、研磨によるファイラーの脱落が推測される所見が認められ、また反射電子像では、ファイラーの存在を確認した。図4にDCM-3のEDS分析の結果を示す。S-PRGファイラーの主要構成元素であるF, Na, Al, Si, Srといった元素が検出された。

2. DCMの抗プラーク性 (*in vivo*)

口腔内保持装置に各DCMを接着し、口腔内に8時間保持した後にDCM表面に形成されるプラークをSEMにて観察した結果を以下に示す。

1) DCM-1 (40wt%)

図5にDCM-1のSEM像を示す。平滑面へのプラーク付着は、ほとんど観察されなかった。

2) DCM-2 (45wt%)

図6にDCM-2のSEM像を示す。DCM-2と比較するとプラーク付着が、若干多く認められた。

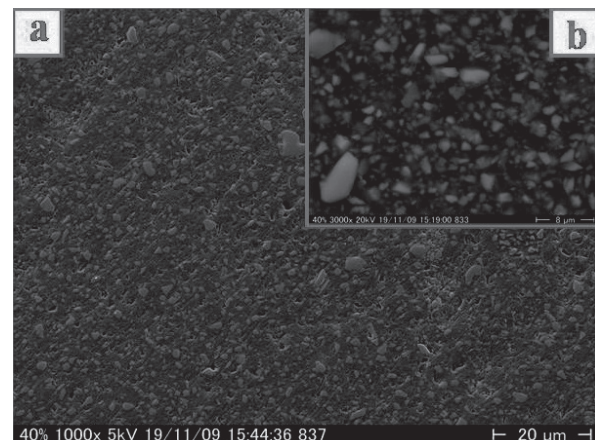


図2 DCM-1表面SEM像

a. 二次電子像 b. 反射電子像

二次電子像の表面の空隙は、ファイラーの脱落によるものと推測される。

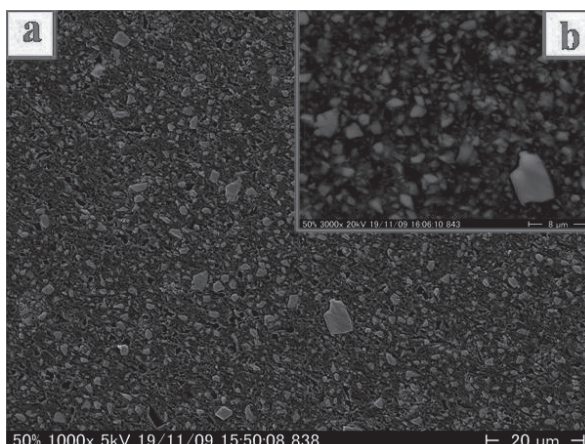


図3 DCM-3表面SEM像
a. 二次電子像 b. 反射電子像
フィラーの脱落が、多いと推測される表面像。

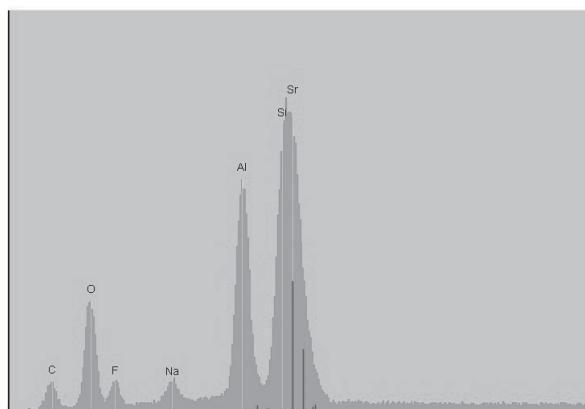


図4 DCM-3フィラー EDS分析
S-PRG フィラーの主要構成元素であるF, Na, Al, Si, Sr等の元素が検出された。

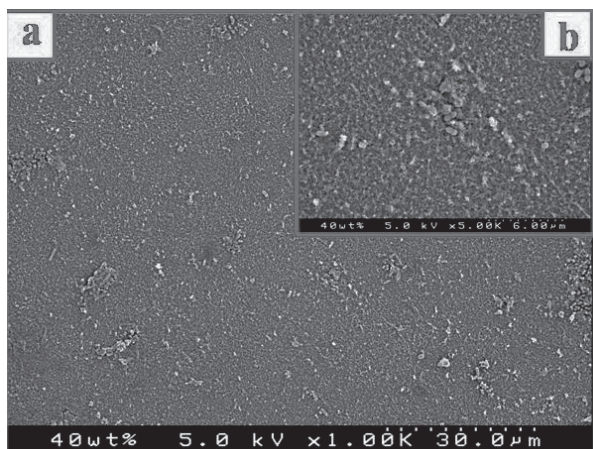


図5 抗プラーク性試験DCM-1SEM画像
a. 1000倍像 b. 5000倍像
平滑面にプラーク付着が、ほとんど観察されない。

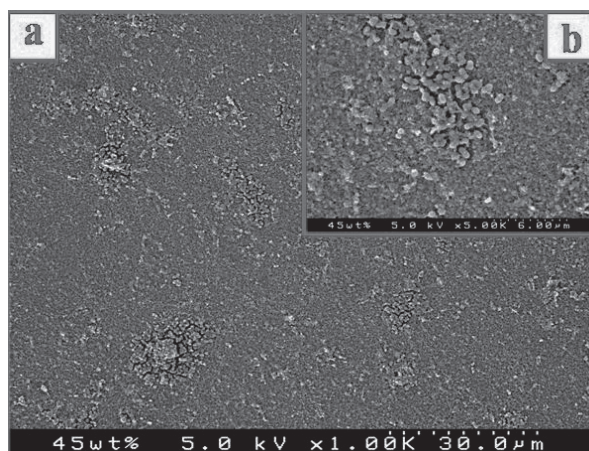


図6 抗プラーク性試験DCM-2SEM画像
a. 1000倍像 b. 5000倍像
プラーク付着が、若干多く認められる。

3) DCM-3 (50wt%)

図7にDCM-3のSEM像を示す。試料表面の一部にプラーク付着が認められた。

4) cont

図8にcontのSEM像を示す。DCM群と比較して細菌塊が全表面に顕著に観察された。

3. 抗菌性試験

図9には各DCM試料およびcontの抗菌性試験の結果を示す。各試料間に有意な差は認められなかった。

4. DCMの細菌付着性 (in vitro)

1) *S. mutans*

図10はRIでラベルした*S. mutans*の細菌付着性試験の結果を示す。DCM群は、contと比較して細菌付着性は低く、有意な差が認められた。また、ヒト唾液

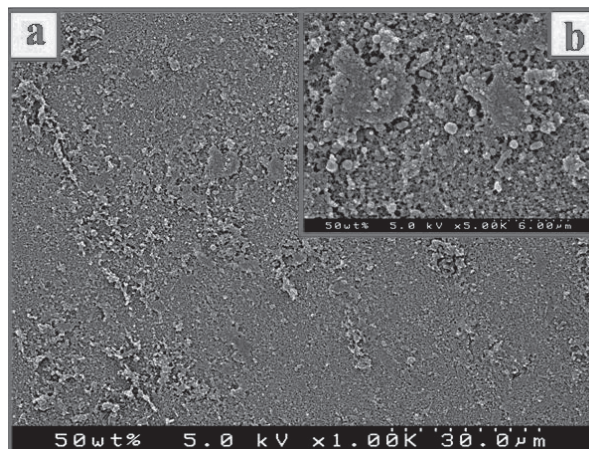


図7 抗プラーク性試験DCM-3SEM画像
a. 1000倍像 b. 5000倍像
一部にプラーク付着が認められる。

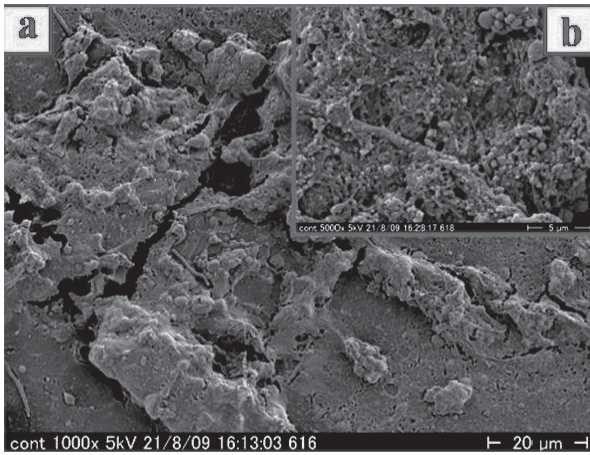


図8 抗プラーク性試験 contSEM 像
a. 1000倍像 b. 5000倍像
細菌塊が全表面に顕著に認められる。

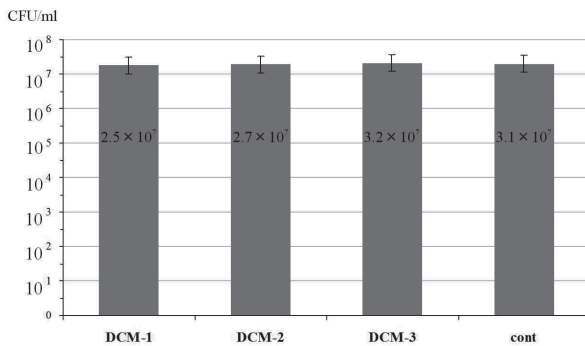


図9 抗菌性試験結果
試料間に有意な差は認められなかった。

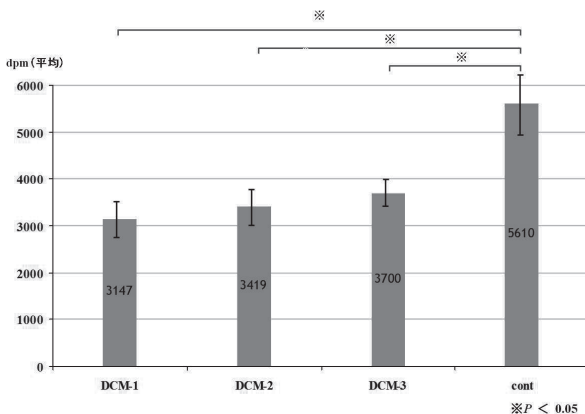


図10 *S. mutans* 細菌付着性試験結果
各 DCM は cont と有意な差が認められた。

浸漬処理の各 DCM は、蒸留水浸漬の各 DCM に比べて細菌付着性が低い傾向にあった。各 DCM の表面 SEM 像を図11に示す。各 DCM 表面への細菌付着は、cont と比較して少ない傾向にあった。また図12は、各 DCM を唾液中に72時間浸漬後、細菌付着性を検討し

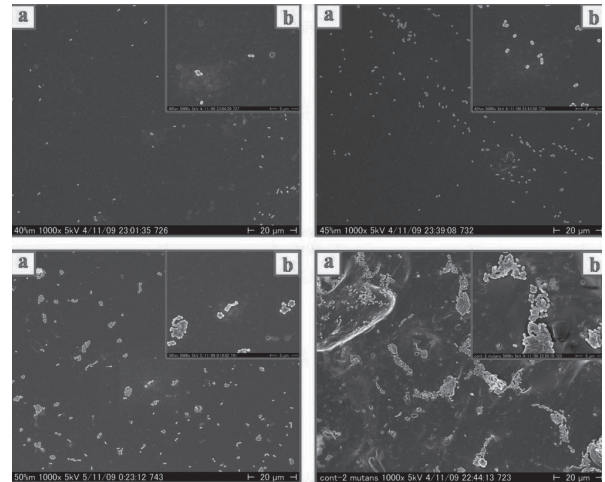


図11 *S. mutans* 細菌付着性試験各 DCM 表面 SEM 像
a. 1000倍像 b. 5000倍像
各 DCM 表面への細菌付着は、cont と比較して少ない傾向にあった。

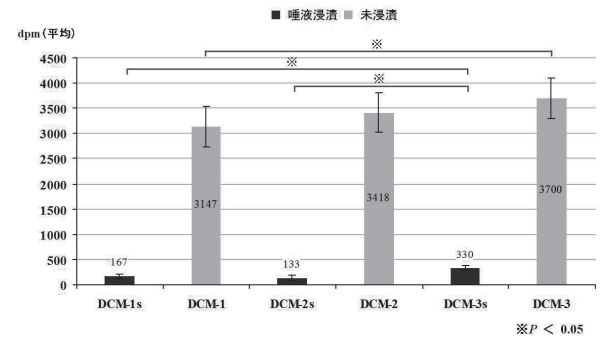


図12 *S. mutans* 細菌付着性試験唾液浸漬群結果
唾液浸漬群は蒸留水浸漬群より細菌付着が少ない傾向にあった。

た結果を示している。各 DCM 唾液浸漬群は、蒸留水浸漬群と比較して細菌付着性は低く、有意な差が認められた。

2) *S. oralis*

図13は、RI でラベルした *S. oralis* の細菌付着性試験の結果を示す。 *S. mutans* を用いた試験と類似した結果が得られた。すなわち DCM 群は cont と比較して細菌付着性が低く、有意な差が認められた。またヒト唾液中に72時間浸漬処理の各 DCM は、蒸留水浸漬の各 DCM に比べて相対的に低い傾向にあった。図14には各 DCM と cont の SEM 像を示している。各 DCM 表面への細菌付着は cont と比較して少ない傾向にあった。図15には、各 DCM を唾液中に72時間浸漬後、細菌付着性を検討した結果を示す。各 DCM 唾液浸漬群は蒸留水浸漬群と比較して細菌付着性は低く有意な差が認められた。

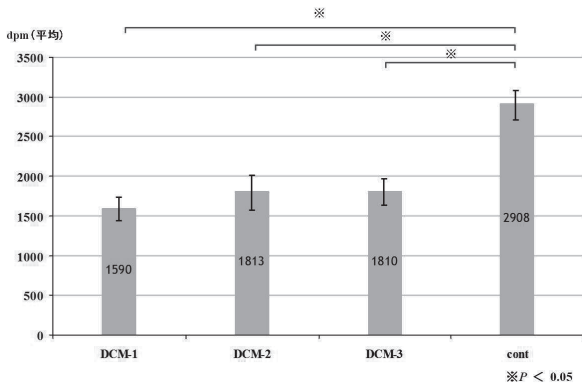


図13 *S. oralis* 細菌付着性試験結果
各DCMはcontと有意な差が認められた。

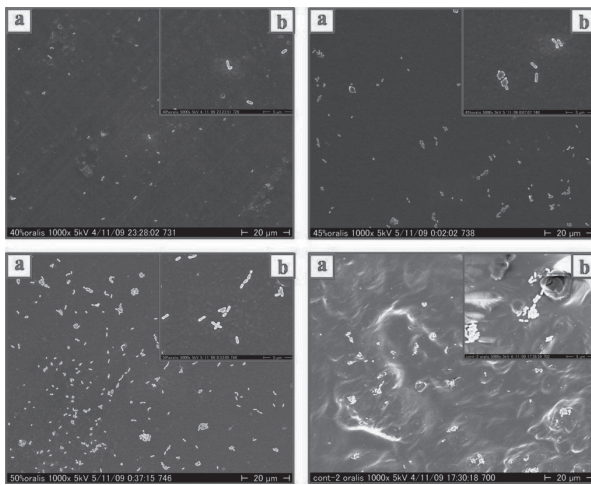


図14 *S. oralis* 細菌付着性試験各DCM表面SEM像
a. 1000倍像 b. 5000倍像
各DCMへの細菌付着はcontと比較して少ない傾向にあった。

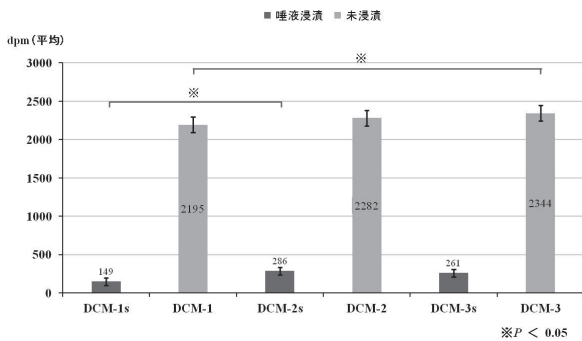


図15 *S. oralis* 細菌付着性試験唾液浸漬群結果
唾液浸漬群は蒸留水浸漬群より細菌付着が少ない傾向にあった。

5. 歯ブラシ磨耗試験

図16は歯ブラシ磨耗試験の結果を示す。各DCM間で有意な差が認められ、S-PRG フィラーを40wt%含有するDCM-1が最も磨耗量が少なく、DCM-2、DCM-3とS-PRG フィラー含有量が多くなるに従って磨耗量も多くなる傾向にあった。

6. 接着性試験

1) 初期接着性

図17の各DCMの研磨プライマー有群は、未研磨群と研磨プライマー無群と比較して高い値を示し、DCM-1の研磨プライマー有群が最も高い値を示した。

2) サーマルサイクリング後の接着性

図18において初期接着性試験と同様に各DCMの研磨プライマー有群は、未研磨群と研磨プライマー無群と比較して高い値を示し、DCM-1の研磨プライマー有群が最も高い値を示した。また、初期における接着性試験の結果と比較して高い値を示していた。

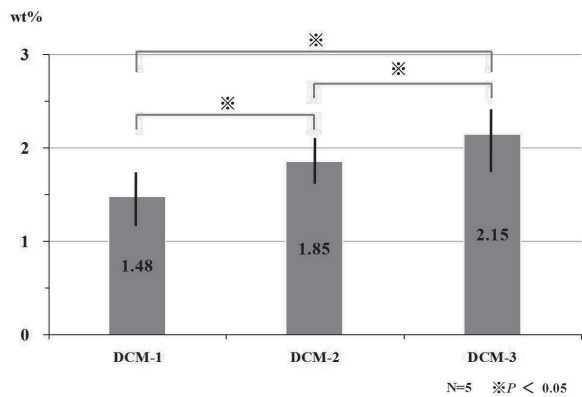


図16 歯ブラシ磨耗試験結果
フィラー含有量が多い程、磨耗量が多くなった。

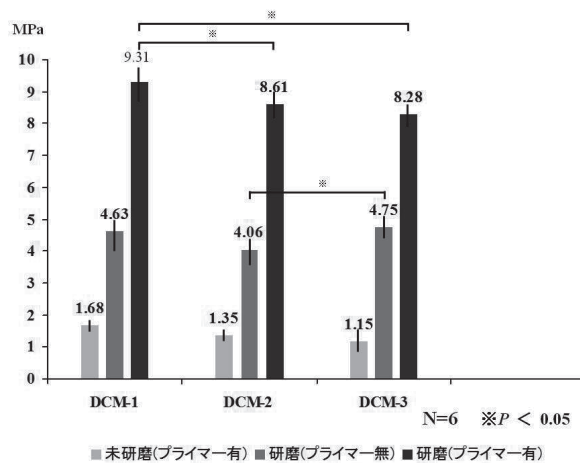


図17 初期接着性試験結果
フィラー含有量が少ない程、接着性が良好だった。

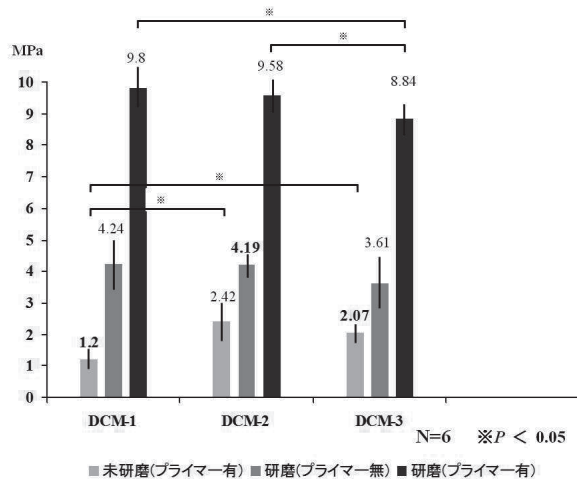


図18 サーマルサイクリング後の接着性試験結果
フィラー含有量が少ない程、接着性が良好であり、初期接着性と同様の結果となった。

考 察

我が国における急速な高齢化社会の進行により、部分床義歯を装着する患者は増加している。その結果、残存歯のう蝕や歯周疾患などデンチャープラークが原因となる疾患の対応²⁶⁾の重要性が増してくる。また、誤嚥性肺炎などの全身的疾患を引き起こす可能性も少なくない^{27,28)}。McGhie ら²⁹⁾は、口腔レンサ球菌が細菌性心内膜炎の発症に深く関与していると報告しており、局部床義歯を装着する患者、なかでも高齢者の全身管理との関係等から、デンチャープラークを取り除くことは重要であると思われる。

また、残存歯の増加から歯科臨床では根面う蝕が大きな問題となっており、根面う蝕への修復材料が多く、研究者によって開発されている。Yamamoto^{18,19)}らは、コンポジットレジン表面に *S. oralis* をはじめとする non mutans streptococci が初期付着細菌として有意に分離し、初期付着細菌の *S. oralis* の付着性には菌体外膜様構造物が関与し、付着部位はフィラーに限局することを明らかにしている。この事実から菌付着を阻害するフィラーをコンポジットレジンに使用することは有用であると考えられる。西尾ら³⁰⁾は、フッ素のリリース&リチャージ機能を有した S-PRG フィラー配合のコンポジットレジンに抗プラーク性を確認し、また本田ら²¹⁾は、その抗プラーク性は S-PRG フィラーを含有するコンポジットレジン表面に形成される特有の表面構造物が大きく関与していると報告している。このことから本研究では、S-PRG フィラーを含有した DCM を試作し、抗菌性試験、抗プラーク性試験、細菌付着性試験および物性を検討した。

まず初めに DCM の SEM での表面観察と分析を

行った。その結果、二次電子像でフィラーの脱落を推測させるような所見が認められ、また反射電子像では、フィラーの存在が明確に確認された。また S-PRG の構成元素である F, Na, Al, Si, Sr が検出された。フッ素はエナメル質アパタイトの OH 基と置換してフルオロアパタイトを生成することにより歯質の結晶性ならびに耐酸性を向上する³⁰⁻³⁴⁾と共に細菌の糖代謝を抑えることからプラーク形成を抑制すると言われている^{35,36)}。一方、Ten Cate ら³⁷⁾は修復材料への抗菌性付与にフッ素を応用するのは有用であるが、高濃度のフッ素が常時必要であると報告している。本研究では DCM に抗菌性を認めず、フッ素をはじめとする他元素イオンが殺菌する濃度に達していないことが推察された。

次に *in vivo* での抗プラーク性試験を行ったところ、DCM 群にプラークの形成は少ない傾向にあり、これまでの S-PRG 含有レジンの報告²⁰⁻²⁵⁾と同様であった。

口腔内細菌のペリクルへの付着様式として非特異的結合(疎水性相互作用、静電的相互作用、*van der Waals* 力、水素結合)や細菌表層のタンパク質あるいは糖タンパク質とペリクル中の糖残基との間に特異的な結合を有する³⁸⁾との報告もある。本研究では、まず唾液を作用させることなく DCM の細菌付着性試験を行った。その結果、DCM 群は cont と比較して有意に低い値を示した。このことから次に唾液に浸漬した DCM と蒸留水に浸漬した DCM との比較検討を行い、唾液に浸漬した DCM 群は、蒸留水に浸漬した DCM 群と比較して有意に低い値を示した。この結果は、Busscher ら³⁹⁾が報告しているガラス表面を唾液に浸漬した際に *Streptococci* の付着が抑制されることと一致しており、唾液タンパクが細菌付着性に深く関与しているものと考えられる。また細菌付着の状態を SEM にて観察したところ、DCM への *S. mutans* および *S. oralis* の付着は、cont と比較して少ない傾向にあり、前記の RI を用いて定量した結果(図10, 13)と一致した。

Li ら⁴⁰⁾は、修復用コンポジットレジンを対象にフィラーの粒径および含有量と歯ブラシ磨耗性の関係を検討し、フィラー粒形が大きく、その含有量が多いほど磨耗量は減少すると報告している。一方、湯浅⁴¹⁾はコンポジットレジンの歯ブラシ磨耗は、まず選択的にマトリックス部の磨耗が進んで行き、その結果マトリックス部の支持が減少した部分のフィラーが脱落することを明らかにしている。本実験では S-PRG フィラー含有量が増加するに従って磨耗量が増加する傾向にあった。コンポジットレジンでは、含有されている無

機質フィラーと有機物質であるマトリックス部の結合強化にフィラーのシラン処理が不可欠である⁴²⁾。このことから、本実験で試作したDCMに使用されるS-PRGフィラー表面のシラン処理状態も大きく関与しているのではないかと推測される。

DCMと有床義歯の材料である加熱重合レジンとの初期接着性を検討するためにアセトンをベースとしたプライマーを試作し、実験したところ、研磨プライマー有群は、他の群と比較して高い値を示したことから、臨床での使用には表面研磨後にプライマー処理することが有用であると示唆された。また、サーマルサイクリング後に接着性を検討した結果、初期接着性の結果より高い値が得られた。今回、各DCMの試料作製では、多方向からの長時間ハロゲン照射や加熱処理を行わなかった。このためDCM内部には未反応モノマーが残留し^{43,44)}、サーマルサイクリング時の熱によって未重合部の反応が進んだ結果であると推測され⁴⁵⁾、さらにサーマルサイクリングを長期に行うと接着性の低下が予測されることから、さらなる検討が必要であると示唆する。

結 論

1. DCM表面の二次電子像から研磨によるフィラーの脱落が推測され、反射電子像からフィラーの存在が確認された。またS-PRGフィラーの主要構成元素であるF, Na, Al, Si, Srが検出された。
 2. DCM表面へのプラーク付着はcontと比較して少ない傾向にあり、抗プラーク性を有していた。
 3. 抗菌性試験では、DCMとcontに有意な差は認められなかった。
 4. DCMへの細菌付着性はcontと比較して低く、また唾液浸漬群は蒸留水浸漬群と比較して低い結果を得た。
 5. 歯ブラシ摩耗試験では、DCM間で有意な差が認められS-PRGフィラー含有量が多くなるに従って、摩耗量も多くなる傾向にあった。
 6. 接着性試験では、初期およびサーマルサイクリング後共に研磨プライマー有群が最も高い値を示した。またサーマルサイクリング後の接着性試験の値は、初期と比較して高い値を示した。
- 以上のことからS-PRGフィラー含有DCMは、抗プラーク性を有することから高齢者歯科医療に大きな役割を果たす材料であることが示唆された。

文 献

- 1) 田浦勝彦, 坂本征三郎, 坂本昌子, Douglss DW. 歯科疾患実態調査成績から予測する日本人の8020の到達

時期. 口腔衛生会誌. 1995; 45: 28-34.

- 2) 渡邊英明, 阿部 智, 金山 晶, 杉浦 剛, 品田佳代子, 下山和弘, 野村義明, 安藤雄一, 川口陽子. 各国の歯科疾患実態調査による高齢者の歯科保健状況に関する国際比較. 口腔衛生会誌. 2002; 52: 434-435.
- 3) 厚生労働省医政局歯科保健課. 平成17年歯科疾患実態調査結果の概要について. 厚生指標. 2006; 53: 52-53.
- 4) Mount GJ. Minimal treatment of the carious lesion. *Int Dent J.* 1991; 41: 55-59.
- 5) Wilson HF. Minimal intervention: Future management of early caries. 接着歯学. 2002; 19: 246.
- 6) 今里 聡. ミニマムインターベンション 抗菌性モノマーMDPBセルフエッチングプライマーの効能と生体親和性. 接着歯学. 2002; 19: 253.
- 7) 眞木吉信. Minimal Intervention Dentistryとは必要最小限の侵襲に基づく新しい歯科医療の形. 歯科衛生士. 2002; 26: 38-40.
- 8) Mount GJ. Minimal intervention dentistry rationale of cavity design. *Oper Dent.* 2003; 28: 92-99.
- 9) Zanata RL, Navarro MF, Barbosa SH, Lauris JR and Franco EB. Clinical evaluation of three restorative materials applied in a minimal intervention caries treatment approach. *J Public Health Dent.* 2003; 63: 221-226.
- 10) 清水隆夫. クラスプの形態と鉤歯のプラーク付着について. 補綴誌. 1983; 27: 356-373.
- 11) 関根 弘, 岸 正孝, 矢崎秀昭. 上顎可撤性局部義歯症例における床隣接歯の歯齦の状態に関する臨床調査. 歯科学報. 1983; 83: 1455-1461.
- 12) 浜田泰三, 二川浩樹. デンチャープラークとオーラルヘルスケア. 補綴誌. 2001; 45: 561-581.
- 13) Tanaka J, Nishikawa M, Tatsuta M, Tanaka M and Kawazoe T. Differences in the oral environment of the elderly wearing fixed prostheses and those with removable prostheses. *J Osaka Dent Univ.* 2003; 37: 109-114.
- 14) Kashiwabara T, Yoshijima Y, Hongama S, Nagao K, Hirota K and Ichikawa T. Denture plaque microflora in geriatric inpatients and maxillary defect patients. *Prosthodont Res Prac.* 2007; 6: 153-158.
- 15) 亀水忠宗, 柿本和俊, 小正 裕. アクリルレジン義歯上のバイオフィルム形成細菌. 歯科医学. 2008; 71: 49-58.
- 16) 佐藤文彦, 小山重人, 千葉貴大, 門脇研司, 川田哲男, 佐々木啓一. 可撤性部分床義歯装着が残存歯周組織状態に及ぼす影響. 補綴誌. 2009; 1: 130-138.
- 17) Davenport JC, 浜田泰三. 義歯性口内炎文献的考察および症例報告. *Hiroshima J Med Sci.* 1979; 28: 209-220.
- 18) Yamamoto K, Noda H and Kimura K. Adherence of oral streptococci to composite resin restorative mate-

- rials. *J Dent.* 1989; 17: 225-229.
- 19) Yamamoto K, Ohashi S, Taki E and Hirata K. Relationship between composite resin surface roughness and bacterial adhesion. *Dent Mater J.* 1996; 15: 201-204.
 - 20) 西尾政文, 山本宏治. フッ化アルミノシリケートガラス配合コンポジットレジン of 抗プラーク性. 日歯保存誌. 2002; 45: 459-468.
 - 21) 本多忠之, 作 誠太郎, 山本宏治. S-PRG フィラー配合レジン界面に形成されるフィルム様構造物. 日歯保存誌. 2004; 47: 391-402.
 - 22) 廣瀬雅之, 作 誠太郎, 山本宏治. S-PRG レジン表面に形成されるフィルム様構造物の分析. 日歯保存誌. 2006; 49: 309-319.
 - 23) 田本晃生, 作 誠太郎, 山本宏治. 改良型 S-PRG フィラー配合低粘度コンポジットレジン of 抗プラーク性と窩壁適合性に関する研究. 日歯保存誌. 2006; 49: 658-668.
 - 24) 岡 正信, 堀田正人, 堀田康明, 小竹宏朋, 作 誠太郎, 山本宏治. S-PRG フィラー含有試作コンポジットレジン of 微細構造と元素分析. 日歯保存誌. 2007; 50: 321-324.
 - 25) 井殿泰造, 作 誠太郎, 山本宏治. 酸反応性フッ素含有ガラスフィラー of 歯面コート材への応用. 日歯保存誌. 2009; 52: 237-247.
 - 26) 山賀 保, 薦田安伸, 糸坂直志, 野首孝祠. 根面齲蝕とデンタルプラーク of 齲蝕活動性について. 補綴誌. 1995; 39: 1069-1073.
 - 27) 大村直幹, 弘田克彦, 蟹谷容子, 永尾 寛, 柏原稔也, 市川哲雄. デンチャープラークと咽頭の微生物叢との関連性. 補綴誌. 2002; 46: 530-538.
 - 28) 角 保徳, 譽田英喜, 道脇幸博, 砂川光宏, 佐々木俊明. 要介護高齢者のプラーク内の肺炎起炎菌. 老年歯科医学. 2003; 17: 337-341.
 - 29) McGhie D, Hutchison J G, Nye F and Ball A P. Infective endocarditis caused by *Streptococcus mutans*. *Br Heart J.* 1977; 39: 456-458.
 - 30) 小松久憲. グラスアイオノマーセメント of 含有フッ素によるエナメル質耐酸性について. 日歯保存誌. 1981; 24: 814-827.
 - 31) Thornton JB, Retief DH and Bradley EL. Fluoride release from and tensile bond strength of Ketac-Fil and Ketac-Silver to enamel and dentin. *Dent Mater.* 1986; 2: 241-245.
 - 32) 川口政廣, 柚木崎秀樹, 林 善彦. グラスアイオノマーセメントに接する象牙質表面 of 耐酸性獲得. 日歯保存誌. 1997; 40: 862-865.
 - 33) Gilmour AS, Edmunds DH and Newcombe RG. Prevalence and depth of artificial caries-like lesions adjacent to cavities prepared in roots and restored with a glass ionomer or a dentin-bonded composite material. *J Dent Res.* 1997; 76: 1854-1861.
 - 34) 亀山敦史, 塚本 良, 春山親弘, 中澤祐一, 平井義人, 古賀 寛, 友利隆俊, 石原博人, 松久保隆, 高江洲義矩. 各種修復材料からのフッ化物イオン溶出及び歯質への取り込みについて in vitro における検討. 歯科学報. 1999; 99: 383-392.
 - 35) Svanberg M, Krasse B and Ornerfeldt HO. Mutans streptococci in interproximal plaque from amalgam and glass ionomer restorations. *Caries Res.* 1990; 24: 133-136.
 - 36) Forss H, Jokinen J, Spets-Happonen S, Seppa L and Luoma H. Fluoride and mutans streptococci in plaque grown on glass ionomer and composite. *Caries Res.* 1991; 25: 454-458.
 - 37) Ten Cate JM. Consensus statements on fluoride usage and associated research questions. *Caries Res.* 2001; 35: 71-73.
 - 38) 榭 鉄也. 齲蝕 1—病因論とメカニズム. 第 1 版. 東京: 学建書院; 1987: 114-119.
 - 39) Busscher HJ, Doornbusch GI and Van Der Mei HC. Adhesion of mutans streptococci to glass with and without a salivary coating as studied in a parallel-plate flow chamber. *J Dent Res.* 1992; 71: 491-500.
 - 40) Li Y, Swartz ML, Phillips RW, Moore BK and Roberts TA. Effect of filler content and size on properties of composites. *J Dent Res.* 1985; 64: 1396-1401.
 - 41) 湯浅清一. コンポジットレジン of 歯ブラシ磨耗に及ぼす組成の影響特にフィラー of 粒度と含有量の影響. 歯材器. 1990; 9: 659-678.
 - 42) 中林宣男, 友田浩三. 歯冠用硬質レジンにおけるフィラーと理工学的性質 of 関係. 歯材器. 1987; 6: 713-718.
 - 43) 稲用隆史, 宮崎 隆, 大峰由美子, 鈴木 瑛, 宮治俊幸. サーマルサイクルが白歯用コンポジットレジン of 表面性状に及ぼす影響. 歯材器. 1986; 5: 644-652.
 - 44) 野口八九重, 中村かおり, 赤間ゆかり, 山本 秀. 歯質接着性セメント of 接着強さの経時的变化 (第 2 報) 被着材と接着材 of 熱膨張係数差が及ぼす接着強さへの影響. 歯材器. 1987; 6: 196-204.
 - 45) 宮地秀彦. コンポジットレジン of 補修修復に関する研究. 日歯保存誌. 2006; 49: 108-119.