

## *In vivo*における多孔性ナノゲル架橋ハイブリッドゲルによる配向性を有する骨組織の再生

京都府立医科大学大学院医学研究科歯科口腔科学

○足立 哲也, 宮本 奈生, 足立 圭司, 山本 俊郎, 金村 成智

Oriented Bone Regeneration by nanogel-crosslinked porous gel *in vivo*  
Dental Medicine, Kyoto Prefectural University of Medicine

○Tetsuya Adachi, Nao Miyamoto, Keiji Adachi, Toshiro Yamamoto, Narisato Kanamura

### (研究目的)

超高齢社会を迎えた我が国では、歯周病による歯槽骨吸収に対して間葉系幹細胞と足場材料を用いた歯周組織再生治療が期待されている。骨再生医療を確実に行うには、硬さとしなやかさを兼ねそろえた良質の骨組織を構築し、移植する必要がある。我々は多糖プルラン由来微粒子であるナノゲルを集積し、組織化することで新規足場材料“多孔性ナノゲル架橋ハイブリッドゲル (FD-gel :freeze-dry nanogel-crosslinked-porous gel)”を開発し、FD-gel 上で培養した骨芽細胞は結晶性の高い hidroksiapatit (HAP) を形成することを見出した。しかしながら、FD-gel を臨床応用するには、*in vivo* の系において、FD-gel が再生骨の骨質に与える影響を明らかにする必要がある。本研究は、マウス骨欠損モデルを用い FD-gel が骨再生の足場材料として有効かを分光学的手法で評価した。

### (方法)

我々の研究グループは、新規足場材料として天然多糖プルラン由来の FD-gel を開発した (Horiguchi S et al. Mater. Sci. Eng. C.2019)。本研究では、マウス間葉系幹細胞株 KUSA-A1 を FD-gel 上に播種し、大腿骨欠損モデルに移植した (動物実験計画承認番号:M30-565)。4 週間後屠殺し、再生骨組織の状態や骨質を評価するため、マイクロ CT 解析、組織学的解析、さらに様々な分光学的解析 (ラマン分光解析、放射光赤外顕微分光) を行った。放射光赤外顕微分光解析は、立命館大学 SR センターのビームライン 15 (BL-15) を使用した。

### (結果)

マイクロ CT 解析により、FD-gel 移植群は未処置群と比較し顕著な骨再生を確認した。また、ラマン分光法で生体骨の構成成分 (コラーゲン,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ) に帰属する分子のラマンバンドを再構成し、ラマンイメージ像を取得した。FD-gel を移植した再生骨組織において、HAP に帰属する  $\nu_1\text{PO}_4^{3-}$  ( $965\text{cm}^{-1}$ ) の鋭いピークが確認され、成熟した骨組織が形成された。また、Villanueva Goldner 染色と比較したところ、ラマンイメージングと同様に、成熟骨を確認することができた。一方、未成熟の骨組織では、新生血管や炭酸アパタイトを確認することができた。さらに、放射光赤外顕微解析により、FD-gel 移植部の再生骨は配向性を有する生体アパタイトだけでなく、健常部と同等の成熟したコラーゲンが形成されるのを確認した。

### (考察)

FD-gel はその表面の化学的性状により、HAP 結晶の成長を強い力学機能を発揮する *c* 軸方向へ促し、コラーゲン線維は HAP の走向に沿って成長すると考えられる。また、シンクロトロン光による赤外顕微解析を応用することで、これまで解析が困難だった骨質 (HAP 結晶性や配向性やコラーゲン成熟度) を評価することが可能となった。未成熟な骨組織に分布する炭酸アパタイトは、高い骨形成能および骨置換性を有することが知られており、リモデリングにより良質な骨組織が得られると考えられる。FD-gel は、*in vitro* および *in vivo* の系において、高い剛性と弾性を併せ持つ再生骨組織の構築を誘導することから、骨質の低下した有病者や高齢者に対して、良質の骨組織を再生することが期待される。

### (参考文献)

1. **Adachi T**, Pezzotti G et al. *Materials*. 13:9.25, 2020
2. Horiguchi S, **Adachi T** et al. *Materials Science and Engineering C*. 99 :1325 – 1340. 2019
3. Fujii H, **Adachi T** et al. *Cancer Science*. 105(12) 1616 - 1625 :12. 2014

## イヌ 2 壁性骨内欠損における架橋型ヒアルロン酸ゲルとコラーゲンマトリックス 併用・非併用による歯周組織再生

鹿児島大学大学院医歯学総合研究科 歯周病学分野  
○白方良典, 中村利明, 篠原敬哉, 川上克子, 野口和行

### Periodontal regeneration of two-wall intrabony defects following reconstructive surgery with cross-linked hyaluronic acid-gel with or without a collagen matrix: A preclinical study in dogs

Department of Periodontology, Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental Sciences  
○SHIRAKATA Yoshinori, NAKAMURA Toshiaki, SHINOHARA Yukiya,  
KAWAKAMI Yoshiko, NOGUCHI Kazuyuki

#### [目的]

ヒアルロン酸 (HA) は皮膚, 関節, さらに歯周組織にも広く存在し創傷治癒過程において血餅の安定化や, 抗炎症作用に加え血管新生を強く促すことが知られている。さらに近年, 高分子架橋型 HA ゲル (cIHA) が歯肉線維芽細胞において様々な成長因子の発現を増強し, その増殖や遊走を有意に促進すること, ヒト歯周組織欠損への応用によりアタッチメントゲインや歯周ポケットの減少といった臨床パラメーターの改善をもたらすことが報告されている。しかし cIHA はゲル製剤であるため, 組織再生のスペースを確保し, 組織学的に歯周組織再生を誘導するかは不明である。そこで今回, 骨内欠損における cIHA ゲルと吸収性コラーゲンマトリックススポンジ (CM) の併用・非併用による歯周組織再生効果について実験動物を用いて検証を行った。

#### [材料と方法]

ビーグル雄成犬 6 頭を用いた。前処置として全身麻酔下にて両側下顎第 3 前臼歯の抜歯を行った。抜歯後 10 週で全層弁を形成, 剥離回転後, 両側下顎第 2 前臼歯と第 4 前臼歯の各々近心および遠心に 2 壁性骨内欠損 (5×5 mm) を外科的に作製した。これらの欠損 (計 24 部位) に 1) 歯肉剥離搔爬術 (OFD)+cIHA の応用: cIHA 群, 2) OFD+CM (生理食塩水を 10 分 CM に含浸後) 移植: CM 群, 3) OFD+CM+cIHA (cIHA を 10 分 CM に含浸後, 移植): CM/cIHA 群, および 4) OFD のみ: OFD 群による処置を無作為に行い (各群 6 部位), 歯肉弁の復位, 縫合を行った。術後 8 週で動物の安楽死を行い通法に従い脱灰薄切標本 (近遠心断) を作製し, ヘマトキシリン・エオジン染色後に組織所見の評価と組織学的パラメーターについて組織形態計測を行った (鹿児島大学動物実験承認番号: No. D18016)。

#### [結果]

術後の歯肉腫脹, 排膿, 膿瘍形成等の合併症は全ての欠損において認められず治癒は良好であった。組織所見において, いずれの部位にも炎症性細胞浸潤は認められなかった。cIHA 群と CM/cIHA 群では OFD 群, CM 群より血管を豊富に含有する歯根膜の新生が一貫して認められた。組織形態計測の結果, cIHA 群と CM/cIHA 群の新付着形成量 (2.43 ± 1.25 mm, 2.60 ± 0.99 mm) と歯根膜スコア (4.00 ± 0.89, 3.94 ± 0.82) は OFD 群 (0.55 ± 0.99 mm, 2.16 ± 1.00) より統計学的に有意に大きかった。なお cIHA 群と CM/cIHA 群間でいずれの組織学的パラメーターにも有意差は認められなかったが, CM/cIHA 群の歯周組織再生量 (新生セメント質および新生骨形成量) は全群内で最大であった。

#### [考察と結論]

本研究において cIHA は CM の併用・非併用にかかわらずイヌ 2 壁性骨内欠損において歯周組織再生を誘導した。このことから cIHA は骨内欠損で高い安定性を保ち, その多彩な生物学的機能が歯周組織の創傷治癒過程において効果的に発現したものと考えられる。以上のことから cIHA は非動物製剤で安全性が高く, 新たな生理活性物質として歯周組織再生療法に非常に有用であることが示唆された。しかしさらに残存骨壁が少ない骨縁下欠損や根分岐部病変における cIHA の歯周組織再生効果や CM の足場材/担体としての効果については今後検討が必要である。

本研究の一部は JSPS 科研費 (基盤研究 (C) No18K09620, No20K10011) および Regedent AG (Zurich, Switzerland) の助成を受け行ったものである。

## Bioactive glass を配合した新規逆根管充填用バイオマテリアルの 物理化学的特性と生体適合性の評価

<sup>1</sup>九州歯科大学口腔機能学講座口腔保存治療学分野

<sup>2</sup>九州歯科大学健康増進学講座分子情報生化学分野

○村田一将<sup>1</sup>, 鷲尾絢子<sup>1</sup>, 古株彰一郎<sup>2</sup>, 諸富孝彦<sup>1</sup>, 北村知昭<sup>1</sup>

### Evaluation of Physicochemical Properties and Biocompatibility of A Novel Retrofilling Biomaterial Containing Bioactive Glass

<sup>1</sup>Division of Endodontics and Restorative Dentistry, Department of Oral Functions,

<sup>2</sup>Division of Molecular Signaling and Biochemistry, Department of Health Improvement,  
Kyushu Dental University

○MURATA Kazumasa<sup>1</sup>, WASHIO Ayako<sup>1</sup>, KOKABU Shoichiro<sup>2</sup>, MOROTOMI Takahiko<sup>1</sup>, KITAMURA Chiaki<sup>1</sup>

【目的】 我々が企業と研究開発・商品化した根管充填用シーラーであるニシカキャナルシーラー-BG(CS-BG, 日本歯科薬品)の良好な特性を逆根管充填材へ応用することを目的に, CS-BG と混合することで充填物の粘稠性・硬化速度を変化させることのできる Bioactive glass(BG)配合粉末(開発コード: NSY-224)を開発した. 今回, CS-BG に任意の割合で NSY-224 を練和した新規 BG 配合セメント(CS-BG+NSY-224)の物理化学的特性と生体適合性を既存の逆根管充填材と比較検討した.

【材料と方法】 CS-BG の重量に対して NSY-224 を 20, 40, および 60 wt%の割合で練和し CS-BG+NSY-224 を作製した. 対照として CS-BG, White ProRoot® MTA(WMTA, Dentsply Tulsa Dental), および SuperEBA®(EBA, Bosworth)を用いた.

【物理化学的特性の評価】 表面性状, pH 変化, 耐 wash out, イオン溶出, ISO の規格に基づいて硬化時間, 稠度, 溶解率, エックス線造影性を検討した. 【生体適合性の評価】 ヒトセメント芽細胞(HCEMs, 広島大学 高田 隆 教授[現徳山大学学長]より供与)と各材料を共培養後, Trypan blue 染色, ALP 活性測定, Alizarin red S(ALZ)染色, real time PCR による細胞分化マーカー・炎症性サイトカインの mRNA 量測定, および各材料のマウス背部皮下埋入・摘出後のヘマトキシリン・エオジン(H. E.)染色により, 細胞の生存, セメント芽細胞の分化, 石灰化, および炎症反応に及ぼす影響を検討した. 動物実験は, 九州歯科大学動物実験委員会の承認(承認番号 19-024)を得て行った.

【結果】 【物理化学的特性】 CS-BG+NSY-224 群および WMTA の表面には網状結晶構造が析出しているのが観察された. pH 変化は, 浸漬後 7 日目で CS-BG+NSY-224 60 wt%(NSY-224(60))は pH11.3, WMTA は pH11.7, EBA は pH8.1 であった. カルシウムイオンの溶出量は CS-BG+NSY-224 群より WMTA が有意に高く, EBA は有意に低かった. ケイ素イオンの溶出量は CS-BG+NSY-224 群が有意に高く, WMTA と EBA は同程度であった. 硬化時間は, NSY-224(60)は 8 分, WMTA は 10 分, EBA は 1 分であった. 浸漬期間を通して CS-BG+NSY-224 および EBA の溶解率は 1 %未満であったが, WMTA の溶解率は 2.4 %であった. また, CS-BG+NSY-224 群の X 線造影性は WMTA や EBA と同程度であった. 【生体適合性】 Trypan blue 染色, ALP 染色, ALP 活性, および ALZ 染色において, CS-BG+NSY-224 群では NSY-224 の混合割合による有意な差は認められなかった. 一方, NSY-224(60)の生存細胞数は EBA と比べて有意に高く, WMTA よりも高い傾向が認められた. また, ALP 活性は, 材料間に有意差はないものの, NSY-224(60)は WMTA と比べて高い傾向を認めた. ALZ 染色は, NSY-224(60)と WMTA は同程度の染色強度を示し, EBA より高い染色強度を示した. HCEMs の分化に関与する CEMP-1 や F-spondin の mRNA 発現レベルは, 材料間に有意差はなかった. また, 炎症性サイトカイン TNF- $\alpha$  の mRNA 発現レベルは, CS-BG+NSY-224 群では NSY-224 の割合が大きいほど高い傾向にあったが, NSY-224(60)は未刺激群と同程度であった. また, NSY-224(60)の TNF- $\alpha$  の mRNA 発現レベルは既存材料より低い傾向が認められた. H. E. 染色において, NSY-224(60)および MTA による周囲組織への炎症性細胞の浸潤は少なく, 同程度であった.

【考察】 CS-BG+NSY-224 は, 既存材料と比較して硬化時間の短縮, および安定した物理化学的特性が示唆された. また, CS-BG+NSY-224 は, 既存材料と比較して HCEMs の生存と分化に対する影響が少ないことから生体親和性を有すること, さらに, 炎症反応への影響も少ないことから生体適合性を有していることが示唆された.

【結論】 新規 Bioactive glass 配合セメントは, 逆根管充填用バイオマテリアルとして有用である.

## 歯周炎による歯槽骨吸収における CTLA-4 (細胞傷害性 T リンパ球抗原 4) の役割 および破骨細胞分化調整メカニズムの解明

東京歯科大学歯周病学講座<sup>1)</sup>, 東京歯科大学口腔科学研究センター<sup>2)</sup>  
○中根 咲<sup>1),2)</sup>, 今村 健太郎<sup>1),2)</sup>, 喜田 大智<sup>1),2)</sup>, 齋藤 淳<sup>1),2)</sup>

### Elucidation of the role of CTLA-4 (cytotoxic T lymphocyte antigen 4) and the regulatory mechanism of osteoclast differentiation in alveolar bone resorption in periodontitis

Department of Periodontology, Tokyo Dental College<sup>1)</sup>, Oral Health Science Center, Tokyo Dental College<sup>2)</sup>  
○Saki Nakane<sup>1),2)</sup>, Kentaro Imamura<sup>1),2)</sup>, Daichi Kita<sup>1),2)</sup>, Atsushi Saito<sup>1),2)</sup>

【目的】 CTLA-4 は、T 細胞表層に発現する免疫チェックポイント受容体の 1 つであり、CD28 と抗原提示細胞 (APC) 上の共刺激分子 (CD80/CD86) との結合をめぐって競合することで、T 細胞と APC 間の共刺激プロセスを負に調節する。CTLA-4 は T 細胞活性化の抑制によりその効果を発揮するが、CD80/CD86 は単球やマクロファージなど様々な細胞で発現しているため、これらの細胞に対する CTLA-4 の影響も注目されている。最近の研究では、CTLA-4 がヒト単球の破骨細胞形成を抑制することや、関節リウマチ (RA) 患者の大腿骨頸部の骨密度を増加させることが示されている。歯周炎も RA と同様に骨吸収を特徴とする疾患であるが、歯槽骨吸収に対するその効果については未だ不明な点が多い。本研究では、歯周炎による歯槽骨吸収における CTLA-4 の役割とそのメカニズムを明らかにすることを目的とした。

【材料と方法】 本研究は東京歯科大学動物実験委員会の承認を得ており (No.202204), 東京歯科大学動物実験委員会規定に従って適正に実施した。C57BL/6 マウス第二臼歯への絹糸結紮 (5 日間) により歯周炎を誘発し、CTLA-4-Ig (50 mg/kg) を腹腔内投与した。μCT および H-E 染色により歯槽骨吸収量を、TRAP 染色により破骨細胞様細胞数を計測し、CTLA-4 が歯槽骨吸収と破骨細胞分化に与える影響を評価した。また in vitro では、RANKL と CTLA-4-Ig (1, 10, 100, 300 μg/ml) を RAW 264.7 細胞に投与し、CTLA-4 が破骨細胞の分化、活性化に与える影響を検討した。TRAP 染色により破骨細胞様細胞数を計測、Pit assay により Pit 面積の測定を行った。破骨細胞分化マーカー (C-fms, Carbonic anhydrase II, Cathepsin K) と、NF-κB などの重要なシグナル伝達経路に影響を与えることが報告されているプロテインホスファターゼ 2A (PP2A) の mRNA 発現量を qRT-PCR により測定した。また、CTLA-4 が NF-κB 経路に与える影響を調査するため、NF-κB 転写因子である p65 のリン酸化を ELISA により評価した。

【結果】 歯周炎モデルマウスにおいて、CTLA-4-Ig 投与群の歯槽骨吸収量 (37%,  $P < 0.05$ ) と破骨細胞様細胞数 (57%,  $P < 0.001$ ) は、非投与群と比較して有意に少なかった。CTLA-4-Ig 投与による破骨細胞様細胞数の減少は、In vitro においても確認された (74%,  $P < 0.01$ )。さらに、CTLA-4-Ig 投与群における pit 面積は、RANKL 単独群と比較して有意に小さく (67%,  $P < 0.001$ )、1-100 μg/ml の範囲ではその減少は濃度依存的な傾向を示した。CTLA-4-Ig 投与による破骨細胞分化マーカーの mRNA 発現量 (C-fms, 0.4-fold change,  $P < 0.05$ ; CaII, 0.3-fold change,  $P < 0.001$ ; Cat-k, 0.5-fold change,  $P < 0.05$ ) の有意な減少も認められた。また、PP2A の mRNA 発現量は、CTLA-4-Ig 投与により増加した (2.7-fold change,  $P < 0.001$ )。p65 のリン酸化は、CTLA-4-Ig の投与により抑制された (55%,  $P < 0.05$ )。

【考察と結論】 マウス歯周炎モデルにおいて、CTLA-4 投与は歯槽骨吸収、破骨細胞分化を抑制することが示唆された。さらに vitro の結果より、CTLA-4 は破骨細胞分化だけでなく破骨細胞の活性化に対しても抑制効果を有すると考えられた。CTLA-4 投与により、PP2A 遺伝子発現の増加、p65 リン酸化の抑制が認められた。以上より、歯周炎モデルマウスにおいて観察された歯槽骨吸収の抑制は、CTLA-4 が PP2A の発現を調整し、NF-κB 経路を介した破骨細胞分化が抑制されたことにより生じたと考えられる。(会員外共同研究者: 東京歯科大学微生物学講座 石原 和幸)

## 膵β細胞 XAF1 が膵島機能および糖尿病発症に及ぼす影響

九州大学大学院歯学研究院口腔機能修復学講座歯周病学分野  
○西村優輝, 岩下未咲, 林大翔, 新城尊徳, 瀬々起朗, 佐野朋美, 山下明子, 西村英紀

### The effects of XAF1 on pancreatic β cell function and diabetes

Department of Periodontology, Division of Oral Rehabilitation, Faculty of Dental Science,  
Kyushu University

○Yuki Nishimura, Misaki Iwashita, Masato Hayashi, Takanori Shinjo, Tatsuro Zeze,  
Tomomi Sano, Akiko Yamashita, Fusanori Nishimura

#### 【目的】

2型糖尿病患者の膵島ではマクロファージ等の炎症性細胞浸潤が観察されているものの、炎症性細胞による膵島機能や膵β細胞減少への影響は明らかではない。演者らは先行研究において、metabolic endotoxemia (代謝性内毒素血症)によって活性化したマクロファージが monocyte chemoattractant protein-1 (MCP-1) などにより膵島に遊走し interferon β (IFNβ) 分泌を経て、膵β細胞でのアポトーシス促進分子 X-linked inhibitor of apoptosis-associated factor 1 (XAF1) 発現を亢進させることで、膵β細胞のアポトーシスが誘導されることを明らかにした (Tsuruta M et al., Horm Metab Res, 2018)。

すなわち、膵島での炎症が増悪した結果、膵β細胞のインスリン分泌量が低下し、糖尿病が進行する可能性が考えられる。歯周病に代表される軽微な炎症は、短期的には脂肪組織炎症の増悪を介してインスリン感受性の低下をもたらすが、長期的視点で考えると、膵β細胞機能そのものにも影響を与える可能性が示唆された。そこで本研究では、膵β細胞における XAF1 が膵島機能および糖尿病の病態に及ぼす影響について検証した。

#### 【材料・方法】

- ①RAW264.7 マウスマクロファージ細胞株をパルミチン酸 (100 μM) で刺激し、IFNβ 発現を検証した。
- ②インスリンプロモーター下流に Xaf1 遺伝子を組み込んだベクターを構築し、膵β細胞特異的に XAF1 を過剰発現させたマウス (Xaf1 Tg マウス) を作製した。7週齢の野生型マウスおよび Xaf1 Tg マウスにそれぞれ通常食、カロリー比 40%または 60%高脂肪食を 10週間負荷した。各マウスにおいてグルコース負荷試験、インスリン負荷試験を行い、耐糖能とインスリン分泌、全身のインスリン抵抗性について比較した。また、膵臓組織における XAF1, Cleaved caspase3, マクロファージマーカー発現を免疫蛍光染色にて解析した。さらに、単離膵島を用いて、グルコース応答性のインスリン分泌、グルコースの取込みや利用、膵β細胞機能に関わる遺伝子および炎症性サイトカインの遺伝子発現、膵β細胞のアポトーシスおよびマクロファージマーカーの発現について解析し、膵β細胞 XAF1 が糖尿病発症に及ぼす影響を検証した。

\*\*本研究は九州大学動物実験委員会、遺伝子組換え実験安全委員会の承認のもと実施した (承認番号:A20-101-0, 1-7)。

#### 【結果及び考察】

RAW264.7 マクロファージ細胞株をパルミチン酸で刺激すると IFNβ 遺伝子発現および IFNβ 分泌が有意に亢進した。高脂肪食を 10週間負荷した野生型マウスでは、通常食負荷に比べ、膵臓組織におけるマクロファージ浸潤が亢進し XAF1 発現が増大したことから、in vitro, in vivo の両者の系で肥満により XAF1 発現が亢進する可能性が示された。

いずれの食餌負荷群においても、野生型マウスと Xaf1 Tg マウスの間に体重および組織重量における有意差はなかった。高脂肪食負荷 Xaf1 Tg マウスでは、野生型マウスに比べ有意な耐糖能低下を示した。また、高脂肪食負荷 Xaf1 Tg マウスの膵島では、野生型マウスに比べ Cleaved caspase3 発現の亢進をみとめた。

本研究結果から、XAF1 発現の増大が膵β細胞のアポトーシスを誘導し耐糖能異常を引き起こすことによって、膵島機能低下および糖尿病発症誘導に関与する可能性が示唆された。また、長期的視点に立つと歯周病のような軽微な慢性炎症は、膵島機能にも影響を及ぼす可能性が示唆された。

### 高脂肪食誘発型糖尿病マウスにおける歯肉創傷治癒に対するメトホルミン投与の効果

○小湊広美<sup>1</sup>, 水谷幸嗣<sup>1</sup>, 武田浩平<sup>1</sup>, 城戸大輔<sup>2</sup>, 三上理沙子<sup>1</sup>,  
齋藤夏実<sup>1</sup>, 竹村修<sup>1</sup>, 中川佳太<sup>1</sup>, 岩田隆紀<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 歯周病学分野、<sup>2</sup>総合診療歯科学分野

#### Effect of metformin on gingival wound healing in high-fat diet-induced diabetic mice

○Hiromi Kominato<sup>1</sup>, Koji Mizutani<sup>1</sup>, Kohei Takeda<sup>1</sup>, Daisuke Kido<sup>2</sup>, Risako Mikami<sup>1</sup>,  
Natsumi Saito<sup>1</sup>, Shu Takemura<sup>1</sup>, Keita Nakagawa<sup>1</sup>, Takanori Iwata<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Periodontology, <sup>2</sup>Department of General Dentistry,  
Graduate School of Medical and Dental Science, Tokyo Medical and Dental University (TMDU)

【目的】糖尿病は歯周炎のリスクファクターであり、糖尿病患者では歯周組織の創傷治癒が遅延することが知られている。ビッグアナイド系糖尿病治療薬であるメトホルミンは血糖値のコントロールだけでなく、近年は創傷治癒の促進などの作用が報告されているが、歯周組織に対するその影響は不明である。本研究の目的は、メトホルミンが歯肉の創傷治癒に及ぼす影響とメカニズムを検証することである。

【材料および方法】本研究は東京医科歯科大学歯学部倫理審査委員会(承認番号 D2014-092-04)および東京医科歯科大学動物実験委員会(A2020-096A)の承認のうえ行なった。*in vivo*実験として5週齢のC57BL / 6J雄性マウスに高脂肪食を8週間与えて高脂肪食誘導型糖尿病を誘発する群と通常餌を与えるコントロール群に分けた。高血糖、耐糖能異常、インスリン抵抗性などを確認後、糖尿病群はメトホルミン経口投与群(DM + Met群)または、生理食塩水投与の非投与群(DM群)に分けて2週間の高脂肪食給餌を継続した。コントロール群は生理食塩水を投与した。その後、両側の上顎大白歯に隣接する歯肉0.5 mm×1.5 mmを切除して口蓋に創傷を作製した。術後7日目まで創傷治癒の経過を口腔内写真の規格撮影を行い、欠損部の上皮化面積をイメージングソフトにて評価した。術後0、1、3、7日に安楽殺し、創傷部は通常法に従い連続切片を作製し組織学的評価をおこなった。また欠損部の組織からmRNAを抽出し、炎症性マーカー、および酸化ストレスマーカーの発現をリアルタイムPCR法によって分析した。また*in vitro*実験としてヒト歯肉線維芽細胞(HGF)を健常患者の結合組織移植術の術中に採取した歯肉結合組織から単離して用いた。HGFを高血糖培地およびコントロール培地にて培養し、wound healing assay、cell titer assayにより細胞遊走能および細胞増殖におけるメトホルミンの影響を分析した。また、インスリン抵抗性の評価のために、Phosphoinositide 3-kinases (PI3K)/Akt伝達経路をWestern blot法にて評価した。

【結果】10週後、コントロール群と比較しDM群、DM+MET群において有意な体重増加を示した。空腹時血糖値は8週時で糖尿病群は有意な上昇を認めたが、その後の2週間のメトホルミン投与によりDM+MET群はDM群と比較して空腹時血糖が有意に低下した。DM群では耐糖能異常、インスリン抵抗性を示したが、メトホルミン投与により改善した。口蓋の創傷は、術後7日目でコントロール群では多くの個体で上皮化を完了した。一方、DM群では術後7日目で上皮化の有意な遅延が観察されたが、DM+MET群では上皮化の改善を認めた。創傷部のmRNAの発現は、コントロール群と比較してDM群において炎症性マーカーであるTNF $\alpha$ や酸化ストレスマーカーの発現上昇が認められ、DM+MET群ではTNF- $\alpha$ とp47の発現が低下していた。また、HGFの細胞増殖および遊走能は、コントロールと比較して高血糖培養において有意に低下したものの、メトホルミン添加によって比較して有意な改善を示した。高血糖培地で培養したHGFではインスリン刺激後のAktリン酸化が有意に低下したが、メトホルミン添加によりAktリン酸化が改善した。

【考察】高脂肪食誘導型糖尿病モデルマウスにおいて、歯肉の局所の炎症性マーカーや酸化ストレスが上昇し、歯肉の創傷治癒の遅延が観察された。*in vitro*実験において高血糖状態の培養によりHGFの増殖能および遊走能が低下したが、メトホルミンの添加により改善が認められた。その背景として、細胞増殖に関わるAkt活性化において、高血糖による障害をメトホルミンが部分的に回復させる所見が得られた。以上より、*in vivo*実験において観察されたメトホルミン投与による歯肉の創傷治癒遅延の改善の因子として、血糖コントロールの改善による間接的な細胞機能への影響だけでなく、メトホルミンが歯肉の創傷治癒過程に直接影響を与える可能性が考察された。

【結論】本研究では高血糖状態において観察された歯肉の創傷治癒遅延に対して、メトホルミン投与が血糖コントロールの改善による治癒促進だけでなく、歯肉線維芽細胞のインスリンシグナル伝達経路の活性化を介して増殖能や遊走能が改善し、創傷治癒の促進をする可能性が示唆された。

## トモシンセシス法を用いたパノラマ X 線画像における 歯周組織所見の主観的および物理学的画質評価

神奈川歯科大学 歯科保存学講座 歯周病学分野

○杉原俊太郎, 両角俊哉, 三邊正人

### Subjective and physical image-quality evaluation of periodontal tissue findings with panoramic X-radiography using tomosynthesis

Division of Periodontology, Kanagawa Dental University

○Shuntaro Sugihara, Toshiya Morozumi, Masato Minabe<sup>1)</sup>

#### 【緒言】

口内法 X 線撮影は鮮明な画像を得られる一方で、全顎撮影では検査時間が長く、患者の不快感および唾液による交叉感染のリスクもある。本研究では、パノラマ X 線撮影の断層域の形状や位置を変化させて画像を再構成できるトモシンセシス法に着目し、歯科診断における同手法の有用性を検討した。

#### 【材料と方法】

歯科用頭部ファントム (PH-47 41301-200, 京都科学) を用いてパノラマおよび全顎口内法 X 線撮影を行った。パノラマ X 線撮影は標準位置と前後 ( $\pm 10$  mm,  $\pm 20$  mm) に変位させた計 5 つの位置づけて撮影し、それぞれをトモシンセシス法で補正した。標準位置で撮影したパノラマ X 線画像を基準として、変位させたパノラマ X 線画像、トモシンセシス法で補正した画像および口内法 X 線画像の各 3 種類の画像における主観評価を 20 名の歯科医師が行った。評価対象は上顎前歯部、上顎左側臼歯部とし、各々の歯槽頂線の連続性、セメントーエナメル境の視認性、歯根膜腔の判別、根尖部付近の歯髓腔形態、歯槽硬線の判別とした。画像評価 0~4 点で評価した (4: かなり鮮明, 3: 鮮明, 2: 視認可, 1: 一部不可, 0: 全く視認不可)。また、客観評価として各位置づけ画像と補正画像に対し Modulation Transfer Function (MTF) を解析した。

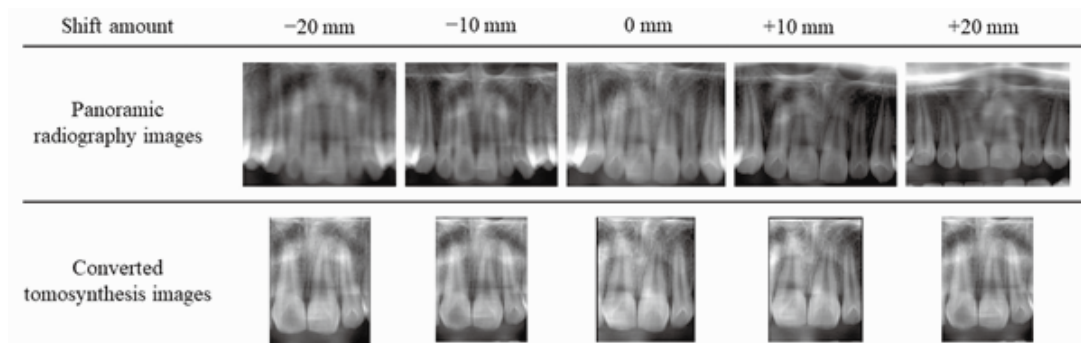


Fig. A typical images of panoramic radiography and converted by tomosynthesis

#### 【結果】

前方 10 mm 変位撮影した画像では前歯部において、前方 20 mm 変位撮影では前歯部と臼歯部において補正画像の主観評価が有意に高かった ( $p < 0.001$ )。補正画像と口内法画像の間に有意な差はなかった。一方、後方 10 mm 変位では前歯部において、後方 20 mm 変位では前歯部と臼歯の一部項目において補正画像の主観評価が有意に高かった ( $p < 0.001$ )。補正画像と口内法 X 線画像の比較では後方 10 mm, 20 mm 変位とも根尖部付近の歯髓腔形態を除いた全ての項目において口内法 X 線画像の方が有意に高評価であった ( $p < 0.001$ )。MTF 解析では後方 10 mm 前歯部において補正により有意な鮮鋭度の改善を示した ( $p < 0.0001$ )。

#### 【結論】

前後に変位した位置で撮影し半影が大きな画像でも、トモシンセシス法補正により前歯部は有意に主観的診断レベルが改善した。とりわけ、前方に大きく変位して撮影した場合は前歯部・臼歯部ともに顕著であり、口内法 X 線画像に劣らない良質な画像が得られることが示唆された。

## 歯根尖の異形成を伴う根未完成歯の歯内治療症例

神奈川歯科大学大学院歯学研究科 口腔総合医療学講座 歯髄生物学分野<sup>1)</sup>、小児歯科学分野<sup>2)</sup>

神奈川歯科大学大学院歯学研究科 口腔科学講座<sup>3)</sup>

○室町 幸一郎<sup>1)</sup>、鈴木 二郎<sup>1)</sup>、中村 州臣<sup>2)</sup>、窪田 展久<sup>3)</sup>、石井 信之<sup>1)</sup>

Endodontic management of an immature permanent tooth with anomalous formed root apex : a case report

1) Division of Pulp Biology and Endodontics, 2) Division of Pediatric Dentistry, Department of Oral Interdisciplinary Medicine, Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental University

3) Department of Oral Science, Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental University

○MUROMACHI Koichiro<sup>1)</sup>, SUZUKI Jiro<sup>1)</sup>, NAKAMURA Kuniomi<sup>2)</sup>, KUBOTA Nobuhisa<sup>3)</sup>,  
TANI-ISHII Nobuyuki<sup>1)</sup>

### 【緒言】

歯根の発生には、歯胚のエナメル器において歯頸部のサービカルループから伸長した内エナメル上皮および外エナメル上皮からなるヘルトヴィッヒ上皮鞘がその形態の決定に深く関与する。今回、歯根尖の異形成を伴う根未完成歯において生じた根尖性歯周炎に対して、感染根管治療および外科的歯内治療を行い良好な経過を得ることができた症例を報告する。

### 【症例】

患者：14歳女子

部位：下顎右側第二小臼歯

主訴：歯肉腫脹

現病歴：2017年に同部歯肉の腫脹と疼痛を主訴に近歯科医院を受診。2019年7月に某大学附属病院歯科・口腔外科へ紹介。同年8月に当院の小児歯科へ紹介。同年9月に当院マイクロスコープ診療科へ転科。

既往歴、家族歴：特記事項なし

現症：下顎右側第二小臼歯に打診時の違和感を認めた。頬側歯肉に瘻孔を認め、根尖部歯肉圧痛や歯の動揺は認めなかった。冷温刺激による疼痛は認めなかったが、Analytic Pulp Testerによる歯髄電気診で生活反応を認めた。対照歯である下顎左側第二小臼歯と比較して閾値に大きな変化は認めなかった。プロービングポケットデプスは全周2mm以下であった。口内法X線写真および歯科用コーンビームCT (CBCT) 像において歯根尖から約5mm上方で歯根は断裂しており周囲にびまん性の透過像を認めた。

診断：Pulpal diagnosis: Partial pulp necrosis, Apical diagnosis: Chronic apical abscess

### 【治療経過】

浸潤麻酔下で下顎右側第二小臼歯にラバーダム防湿を行いマイクロスコープ下で髓腔開拡を行ったところ、根管内に変性・融解した歯髄組織を認めたため摘出し感染根管治療を行った。症状の改善が得られなかったため外科的歯内治療の適応と判断し、浸潤麻酔下で歯肉全層弁を剥離翻転し、マイクロスコープ下で歯根尖切除と Mineral Trioxide Aggregate (MTA)による逆根管充填、断裂した歯根尖の摘出を行った。術後1か月の経過が良好であることを確認し、加えてマイクロスコープ下で根管内を確認したところ逆根管充填材による良好な封鎖を確認したため、根管内をガッタパーチャにてバックフィリングし、アクセス窩洞はCRにて修復を行った。

### 【予後】

術後11か月で自覚症状や歯肉腫脹はなく、X線検査で根尖周囲の透過像の改善が認められ、良好な術後経過を得た。

### 【考察】

隣在歯や反対側同名歯に中心結節を認めることから、患歯においても歯根形成期に中心結節を介して感染が及び根尖性歯周炎を生じ、その際にヘルトヴィッヒ上皮鞘が断裂するも独立して歯根尖の形成が進展することで本症例の特異な形態を呈したのではないかと推察された。

なお本症例におけるMTAの適応外使用に際しては、神奈川歯科大学倫理委員会の承認の下、患者および保護者からの同意を得て行った。(承認番号：398)



## 上顎第一大臼歯口蓋根にサージカルテンプレートを用いて外科的歯内治療 (TEMS) を行った一症例

<sup>1</sup>東北大学大学院歯学研究科エコロジー歯学講座歯科保存学分野

<sup>2</sup>医療法人社団 KHI 川勝歯科医院

○田中 利典<sup>1,2</sup>, 八幡 祥生<sup>1</sup>, 齋藤 正寛<sup>1</sup>

### Targeted Endodontic Microsurgery (TEMS) in the Palatal Root of a Maxillary First Molar: A Case Report

<sup>1</sup>Division of Operative Dentistry, Department of Ecological Dentistry, Tohoku University Graduate School of Dentistry

<sup>2</sup>Kawakatsu Oral Health Clinic, Kawakatsu Healthcare Institute

○TANAKA Toshinori<sup>1,2</sup>, YAHATA Yoshio<sup>1</sup>, SAITO Masahiro<sup>1</sup>

【緒言】外科的再治療の一つである根尖切除術には、到達性の観点から適応部位に限界が存在する。例えば上顎第一大臼歯口蓋根に起因する慢性根尖膿瘍が通法の根管治療で治癒に至らない場合、口蓋粘膜の剥離や根尖切除が難しいため、保存処置でなく抜歯適応とされる場合が多い。この問題を解決するため、DICOM、STL データ、および 3D プリンターを活用した Targeted Endodontic Microsurgery (以下 TEMS) が根尖切除術の手法として提唱されている<sup>1)</sup>。今回、再根管治療で治癒に至らなかった上顎第一大臼歯口蓋根に起因する慢性根尖膿瘍に対して、TEMS を行ったところ良好な治癒経過が得られたため報告する。

【症例】患者は 45 歳女性。4 ヶ月前にかかりつけ歯科医院にて上顎左側第一大臼歯の初回根管治療を受けたが、口蓋側の歯肉腫脹が再発したとのことで当院受診に至った。患歯に打診痛、圧痛は認めなかったが、口蓋側の歯頸部から 6mm ほど離れた根尖側に腫脹を認めた。歯周ポケットは全周 3mm 以内であった。口内法エックス線写真から、近心頰側根および口蓋根の根尖周囲に透過像を確認した。既根管治療歯、慢性根尖膿瘍と診断し、根尖切除術の可能性を説明した上で感染根管治療を開始した。

【治療】初回治療時にレジン充填および既存根管充填材の除去を開始した。治療二回目に作業長を確認し、根管形成を行った。治療三回目で口蓋側の腫脹が消失していなかったため、該当部位に対して根尖切除術が必要であることを説明し、歯科用コーンビーム CT (Veraviewepocs 3Df, モリタ製作所) (以下 CBCT) の追加検査を行った。その結果、口蓋根の根尖周囲に 8x6x6mm 程度のエックス線透過像、近接する上顎洞底の挙上および上顎洞粘膜の肥厚を確認した。また、サージカルテンプレートを作製するために上顎歯列の印象採得を同日に行った。治療四回目においても口蓋側の腫脹は消失していなかった。根尖切除術を行うことを再度説明した上で、口蓋根管のみ MTA (BioMTA, モリタ) で、他の根管はガッターパーチャとシーラー (ニシカキャナルシーラー-BG, 日本歯科薬品) で根管充填を行った。根尖切除術に先立ち、取得した CBCT の DICOM および上顎模型の STL データをインプラント治療プランニングソフトウェア Blue Sky Plan® (BlueSkyBio, USA) に取り込み、外径 4.0mm のトレフィンバー (トレフィンバー-J, Jota AG) をカスタムインプラントのサイズで設定し、口蓋根の根尖約 1/3 が摘出できるようにサージカルテンプレートを設計した。この設計をもとに、3D プリンティングを歯科技工所に発注した。根尖切除術では、事前に設計した位置からトレフィンバーを挿入し、設定した深さまでドリリングすることで口蓋根根尖を摘出した。その後窩洞内の肉芽を搔爬し、生理食塩液で洗浄したのち縫合した。摘出した根尖周囲には緑色調を呈した付着物が認められ、病理組織診断からカンジダの感染が確認された。また、摘出した組織には断片状となった硬組織や異物に対する化膿性炎症も確認された。

【経過】術後 1 ヶ月、3 ヶ月、6 ヶ月と経過観察を行った。軟組織の所見では、患歯の口蓋側歯頸部付近の歯槽骨がすでに失われていたため歯肉退縮が認められたが、アクセスした口蓋側歯肉の陥凹は次第に平坦になった。口内法エックス線写真では、経過とともに口蓋根周囲エックス線透過像の消失が確認された。また、再根管治療のみで対応した近心頰側根の根尖周囲エックス線透過像も経過は良好だった。

【考察・まとめ】非外科的再根管治療に反応を示さなかった上顎第一大臼歯口蓋根に対して、TEMS による根尖切除術を行ったところ、良好な治療結果が得られた。CBCT の DICOM および顎模型から読み込んだ STL データを統合し、インプラント治療プランニングソフトウェアでトレフィンバーを設定することで、標的とする根尖に限定したサージカルテンプレートの作製が可能だった。TEMS は、侵襲が少なくかつ正確な外科処置を短時間に行うことができ、さらには従来では抜歯適応となる部位に対しても処置が可能で、根尖切除術の適応範囲を拡大することができる。

1) Giacomino CM, Ray JJ, Wealleans JA. *J Endod.* 2018 Apr;44(4):671-677

本症例報告発表にあたり、MTA の適応外使用は「東北大学病院臨床研究倫理委員会」の承認 (受付-21277) を得ている。

#### 4-META/MMA-TBB 系レジンセメント接着阻害因子長期処理に対するアクセルの効果

北海道大学 歯学研究院 口腔健康科学分野 歯科保存学教室  
○鈴木 一矢 袁 媛 星加 修平  
田中 享 モニカ ヤマウチ 佐野 英彦

##### The effect of Accel on adhesion inhibitor using 4-META/MMA-TBB resin

Department of Restorative Dentistry, Division of Oral Health Science,  
Hokkaido University Graduate School of Dental Medicine  
○Kazuya SUZUKI Yuan YUAN Shuhei HOSHIKA  
Toru TANAKA Monica YAMAUTI and Hidehiko SANŌ

目的：当研究室の最近の研究において、4META/MMA-TBB系レジンセメントは、15秒間のNaOCl処理をした象牙質に対してアクセル(サンメディカル)処理やCPN処理を行う事で、接着強さがNaOCl未処理象牙質と同等またはやや増強される可能性がある事が示唆されている。一般的な根管洗浄における、NaOClの理想的な使用方法には根管内でNaOClの温度を上げる方法や超音波チップを利用して象牙質へのNaOClの浸透を促進させる方法などがあるが、いずれの方法においても数分から数十分の処理時間が推奨されている。そこで本研究では実際の臨床において推奨されるNaOCl処理時間に、より近い条件で象牙質を処理し接着強さにどのような影響を及ぼすか研究した。また、実際の臨床において推奨される長時間のNaOCl処理に対してもアクセルは接着強さを回復または増強し得るのか検討した。本研究では、化学重合型で最も有名な接着性レジンセメントの1つであるスーパーボンドC&B(サンメディカル)(以下SBと表記する)と10%NaOCl(ネオクリーナー『セキネ』(ネオ製薬工業))を用い象牙質への接着強さへの影響を検討し、アクセルを用い、NaOCl長時間処理に対する影響を検討した。アクセルによる処理をした際の、象牙質とSBとの接着強さを微小引張り試験( $\mu$ -TBS)により比較し、理想とされるNaOCl処理時間使用後の根管充填後に当日直接法にて支台築造を行う場合などの臨床的な背景を鑑みて比較した。

材料と方法：抜歯後2週間以内のヒト抜去臼歯(n=12)象牙質を接着するにあたり、咬合面からトリマーを用いて注水下にてエナメル質を削除し#600のシリコンカーバイドペーパーで研磨後、歯質を表面処理剤グリーン(サンメディカル)で10秒エッチング後に水洗・エア乾燥し混合法にてSBで接着するControl群、10%NaOClで20分処理の上、Control群と同様の方法にて接着する群(NaOCl群)、10%NaOClで20分処理の上、アクセルで10秒間処理しその後Control群と同様の方法で接着する群(Accel群)の3群とし、ダイヤモンドカッターを使用し上下の2面が1mm四方となるようそれぞれ抜去歯の大きさに応じて4本のビーム型試料を切り出した。その後、それぞれ微小引張り試験を行いその接着強さを比較し、拡大鏡にて破断面の確認・分類を行い、破断面・接着界面を走査型電子顕微鏡(SEM)で観察した。なお、本研究は北海道大学大学院歯学研究院臨床・疫学研究倫理審査委員会の承認(2018第9号)のもとに行なわれた。

結果：Control群は23.2MPa、NaOCl群で平均値が最も小さく10.3MPa、Accel群は平均値が最も大きく25.2MPaであった。分散分析(one-way ANOVA)後に行なった多重比較検定(Tukey HSD test)において、NaOCl群はControl群、Accel群のいずれの群とも有意差が認められた( $P < 0.05$ )。対して、Control群とAccel群の間には有意差は認められなかった( $P > 0.05$ )。また、SEMによる観察においては、Control群ではSBが象牙細管内に50 $\mu$ mから800 $\mu$ m以上入り込んでおり800 $\mu$ m以上侵入しているものが最も多い。NaOCl群では50 $\mu$ mから500 $\mu$ m程度入り込んでいるものの、ほとんどが50 $\mu$ m程度であった。また、象牙細管内に侵入しているSBはいずれの群より細いものであった。Accel群では500 $\mu$ m程度入り込んでいるものが多く短いものは認められなかった。

考察：今回の結果から、NaOCl処理長時間に対してアクセル処理した群においては、接着強さがControl群と有意差の認められない程度まで回復することが示された。この結果は、SBの添付文書において許容されている範囲の限界内、つまりNaOCl処理の時間が15秒間を超えても、アクセルを使用することで回復することが示唆された。ただし、SEMによる観察においてはControl群とAccel群において、レジntagの長さ及び長さの異なるレジntagの分布に差異が認められたため、臨床的な接着に関して求められる中長期的な安定性に関しては別途確認が必要であると考えられる。

結論：ヒト象牙質に対して、20分間の10%NaOCl処理を行う事で接着強さは有意に低下し、20分間の10%NaOCl処理後にアクセルを使用する事で接着強さはControl群と有意差の認められない程度まで回復する事が示唆された。

### 3次元造形ジルコニアに対するレジンセメントの接着強さの検討

<sup>1</sup>産業技術総合研究所健康医工学研究部門, <sup>2</sup>岡山大学大学院医歯薬学総合研究科免疫病理, <sup>3</sup>大阪大学接合科学研究所, <sup>4</sup>岡山大学歯学部先端領域研究センター, <sup>5</sup>北海道大学歯学研究科生体材料工学教室

○吉原久美子<sup>1, 2</sup>, 清水那弥<sup>3</sup>, 長岡紀幸<sup>4</sup>, 吉田靖弘<sup>5</sup>

#### Examination of bond strength of resin cement to additive manufacturing zirconia

<sup>1</sup>National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Health and Medical Research Institute, <sup>2</sup>Okayama University, Department of Pathology & Experimental Medicine, <sup>3</sup>Osaka University Joining and Welding Research Institute, <sup>4</sup>Okayama University, Advanced Research Center for Oral and Craniofacial Sciences, <sup>5</sup>Hokkaido University Graduate School of Dental Medicine, Department of Biomaterials and Bioengineering,

○Kumiko YOSHIHARA<sup>1,2</sup>, Tomoya SHIMIZU<sup>3</sup>, Noriyuki NAGAOKA<sup>4</sup>, Yasuhiro YOSHIDA<sup>5</sup>

#### 【研究目的】

審美性の高い治療のニーズや金属アレルギーへの対応から歯冠セラミックの臨床での使用がますます増加している。とくにジルコニアは強度も高いことから、単冠のみならずブリッジへの応用ができるなど、幅広く使用が可能な材料である。現在、ジルコニアなど歯科用セラミックはCAD/CAMで加工がなされている。しかしジルコニアの焼結体はきわめて硬く強靱であるため、加工が困難である。そのため、切削加工時はジルコニアブロックの半焼結体を用い、焼成収縮を考慮した大きいサイズに切削加工した後最終焼成し、歯科補綴物を完成させている。このCAD/CAM法を用いた製作では、切削屑が多いこと、また、パーによる切削加工のため、完全に自由な設計は難しいという欠点がある。近年、アディティブマニュファクチャリング(Additive Manufacturing)、3次元造形技術が向上し、レジン、金属などの加工に用いられており、ジルコニアなどセラミックへの応用も進められている。3次元造形技術は形態設計の自由度が増し、CAD/CAMで不可能な形態でも作製できることが利点としてあげられる。ジルコニア補綴物の装着時には、機械的嵌合を付与するためサンドブラスト処理が推奨されている。一方、3次元造形ジルコニアでは、造形時に任意の機械的嵌合形態を付与することができる。本研究では、3次元造形で形成したジルコニア表面形態の性状がそのレジンセメントとの接着に与える影響を検討した。

#### 【材料および方法】

3次元造形で成型したジルコニアは、3mol%Y-TZPを用いた。セラミック用光造形3Dプリンター(SZ-1000, SK FINE)を用い2種類の表面性状のものを作製し凸凹を付与しないものと、凸凹を付与したものを準備した。比較としてノリタケカタナジルコニアHT(クラレノリタケデンタル)を用い、表面を15 $\mu$ mのダイヤモンドラッピングフィルム(3M)で研磨したもの、サンドブラスト処理したものを用いた。サンドブラスト処理は、アルミナサンドブラスト(松風)を用いジルコニア表面から1cmの距離で13 s/100 mm<sup>2</sup> 0.4 MPaの圧力で処理を行った。

それぞれのジルコニア表面を洗浄、乾燥後に、PanaviaV5を塗布し、サンドブラスト処理を行いさらにセラミックプライマープラス(クラレノリタケデンタル)で処理した直径3.4mm、高さ3mmの3Y-TZPジルコニアせん断棒を接着させ、光照射器(G-Light Prima Plus, ジーシー)を用い、硬化させ、試験片は水中に入れ、37°Cの24時間保管し、その後万能試験機を用い、クロスヘッドスピード0.5 mm/minにて、接着強さを測定した。破断面は、光学顕微鏡、走査電子顕微鏡(JSM6701F, JEOL)にて観察した。

また、それぞれの試験片の表面性状についても光学顕微鏡、走査電子顕微鏡にて観察した。

#### 【結果】

CAD/CAMジルコニアは、15 $\mu$ mダイヤモンドラッピングフィルムでの研磨面のものに比べ、サンドブラスト処理したものは有意に接着強さが高かった。3次元造形で成型したジルコニアは凸凹の有無にかかわらずサンドブラスト処理よりも接着強さが高く、凸凹のないものよりは、凸凹のあるもののほうがより接着強さが高かった。

破断面の観察から、CAD/CAMジルコニアを15 $\mu$ mダイヤモンドラッピングフィルムで研磨したものは、試験片のジルコニアセメント界面での破断が多かった。サンドブラスト処理、3次元造形ジルコニアは、セメント内部での破壊が多く認められた。

試験片の表面性状の観察から3次元造形ジルコニアは凸凹を付与していないものも、積層造形の凸凹が認められた。

#### 【考察および結論】

3次元造形ジルコニアは、任意の微細構造を付与することができる。凸凹を付与することで、CAD/CAMジルコニアに対しサンドブラスト処理を行う以上の接着強さが得られることがわかった。

## Nano hydroxyapatite 含有 4-META/MMA-TBB レジンは、Calcium-sensing receptor-MEK/ERK 経路を介してヒト歯髄幹細胞の象牙芽細胞様分化を促進する

<sup>1</sup>九州大学病院 歯内治療科、<sup>2</sup>九州大学大学院歯学研究院 歯科保存学研究分野、<sup>3</sup>九州大学大学院歯学研究院 OBT 研究センター

○吉田晋一郎<sup>1</sup>、杉井英樹<sup>2</sup>、糸山知宏<sup>1</sup>、門脇正敬<sup>2</sup>、一法師啓太<sup>2</sup>、山下梢<sup>2</sup>、友清淳<sup>1</sup>、濱野さゆり<sup>2,3</sup>、長谷川大学<sup>2</sup>、前田英史<sup>1,2</sup>

### 4-META/MMA-TBB resin including nano hydroxyapatite induces odontoblastic differentiation of human dental pulp stem cells through calcium-sensing receptor-MEK/ERK signaling pathway.

<sup>1</sup>Department of Endodontology, Kyushu University Hospital, <sup>2</sup>Department of Endodontology and Operative Dentistry, Faculty of Dental Science, Kyushu University, <sup>3</sup>OBT Research Center, Faculty of Dental Science, Kyushu University,

○Shinichiro Yoshida<sup>1</sup>, Hideki Sugii<sup>2</sup>, Tomohiro Itoyama<sup>1</sup>, Masataka Kadowaki<sup>2</sup>, Ipposhi Keita<sup>2</sup>, Kozue Yamashita<sup>2</sup>, Atsushi Tomokiyo<sup>1</sup>, Sayuri Hamano<sup>2,3</sup>, Daigaku Hasegawa<sup>2</sup>, Hidefumi Maeda<sup>1,2</sup>

【背景】我々はこれまでに、30%の Nano hydroxyapatite を含有する 4-META/MMA-TBB レジン (Super-Bond: SB、以下 30% naHAp/SB) が、ヒト歯髄幹細胞の象牙芽細胞様分化ならびに直接覆髄後の修復象牙質形成を促進することを明らかにしている(第 147 回日本歯科保存学会)。しかしながら、その詳細な細胞内シグナル経路については十分な解明がされていない。また我々は、ヒト歯髄細胞の象牙芽細胞様分化を促進する細胞内シグナル経路として Calcium-sensing receptor (CaSR)/ERK 経路を報告しており (Mizumachi et al., 2017)、本研究ではこの経路に着目して、30% naHAp/SB がヒト歯髄幹細胞の象牙芽細胞様分化を誘導する細胞内シグナル経路を明らかにすることを目的とした。

【材料と方法】本実験では、多分化能を有し幹細胞マーカーを発現するヒト歯髄幹細胞 (Yoshida et al., 2016) を、SB および 30% naHAp/SB から作製したディスク (径 8mm、厚さ 1mm) 上で 10% FBS 含有  $\alpha$ -MEM (CM) を用いて培養した。(1) 30% naHAp/SB が ERK1/2 のリン酸化に及ぼす影響について、western blotting 法を用いて解析した。また、MEK/ERK 経路の阻害剤である U0126 がヒト歯髄幹細胞の象牙芽細胞様分化に及ぼす影響について、定量的 RT-PCR 法および western blotting 法を用いて解析した。加えて、Alizarin Red S および von Kossa 染色法を用いてヒト歯髄幹細胞の石灰化について解析した。(2) SB および 30% naHAp/SB ディスクを CM に浸漬させて、CM 中のカルシウムイオン濃度について Calcium Assay Kit (BioAssay Systems 社) を用いて解析した。また、ヒト歯髄幹細胞における CaSR の発現について定量的 RT-PCR 法および western blotting 法を用いて解析した。(3) CaSR の拮抗剤である NPS2143 が、ヒト歯髄幹細胞の象牙芽細胞様分化に及ぼす影響について、(1)と同様の解析を行った。(4) CaSR の siRNA を導入したヒト歯髄幹細胞を 30% naHAp/SB ディスク上で培養して、ERK1/2 のリン酸化に及ぼす影響について western blotting 法を用いて解析した。いずれの実験においても SB 単味を対照群とした。尚、すべての実験は、九州大学大学院歯学研究院生命倫理委員会の承認の下 (承認番号 20A-3) で行った。

【結果】(1) 30% naHAp/SB は、ヒト歯髄幹細胞における ERK1/2 のリン酸化を促進した。また、U0126 は 30% naHAp/SB ディスク上で培養したヒト歯髄幹細胞における象牙芽細胞関連因子 (DSPP および DMP1) の発現ならびに石灰化を有意に抑制した。(2) ディスクを浸漬させた CM 中のカルシウムイオン濃度を測定した結果、30% naHAp/SB は、SB と同様にカルシウムイオンを放出しないことが明らかとなった。しかしながら 30% naHAp/SB は、ヒト歯髄幹細胞における CaSR の発現を有意に上昇した。(3) NPS2143 は、30% naHAp/SB ディスク上で培養したヒト歯髄幹細胞における DSPP および DMP1 の発現ならびに石灰化を有意に抑制した。(4) CaSR の siRNA を導入したヒト歯髄幹細胞を 30% naHAp/SB ディスク上で培養した結果、ERK1/2 のリン酸化を有意に抑制した。

【考察】本研究結果から、30% naHAp/SB は MEK/ERK 経路および CaSR 経路を介してヒト歯髄幹細胞の象牙芽細胞様分化を促進することが明らかとなった。また 30% naHAp/SB ディスクは、浸漬した培地中にカルシウムイオンを放出せず、ヒト歯髄幹細胞における CaSR の発現を上昇したことから、ディスク表面に露出した naHAp 粒子がヒト歯髄幹細胞の CaSR に作用することが示唆された。加えて、CaSR の siRNA を導入したヒト歯髄幹細胞において ERK1/2 のリン酸化が抑制されたことから、ERK1/2 は CaSR の下流で作用することが示唆された。

【結論】30% naHAp/SB は、CaSR-MEK/ERK 経路を介してヒト歯髄幹細胞の象牙芽細胞様分化を促進する。

【謝辞】本研究に試料を提供していただきましたサンメディカル株式会社 (滋賀県) の三浦善広様、久保田順子様、宮森沙耶香様に心より感謝申し上げます。

## レジンセメントの最近の歯科用セラミックスに対する接着強さの長期耐久性

<sup>1)</sup> 岡山大学大学院 医歯薬学総合研究科 生体材料学分野

<sup>2)</sup> 岡山大学大学院 医歯薬学総合研究科 総合歯科学分野

○入江正郎<sup>1)</sup>, 岡田正弘<sup>1)</sup>, 武田宏明<sup>2)</sup>, 鳥井康弘<sup>2)</sup>, 松本卓也<sup>1)</sup>

### Shear bond strength to modern ceramics for restoration

<sup>1)</sup>Department of Biomaterials, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences.

<sup>2)</sup>Department of General Dentistry, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences.

○Masao IRIE<sup>1)</sup>, Masahiro OKADA<sup>1)</sup>, Hiroaki TAKETA<sup>2)</sup>, Yasuhiro TORII<sup>2)</sup>, Takuya MATSUMOTO<sup>1)</sup>

#### 【 緒言 】

近年、審美修復材料は従来の陶材に代わるべく、CAD/CAM の導入に伴い種々のセラミックス修復材料が登場してきた。そこで、最近のセラミックスの臨床応用への基礎的な情報を得るため、今回は各種レジンセメントの最近のセラミックスに対する接着強さを、1日後とサーマルサイクル20,000回負荷(TC 20k)から検討した。

#### 【 材料と方法 】

Tableに、使用した5種のSelf-adhesive resin cement (SAC)とAdhesive resin cement (AC)4種を使用、被着体として最近のセラミックス(IPS e.max CAD: Ivoclar Vivadent)を使用した。方法は、ISOの接着強さの測定指針(ISO/TR 11405)を参考にして行った。セラミックスをトリミングして被着面(直径約5mm, 厚さ約2mm)を確保した。被着面を、320番の耐水研磨紙で最終研磨後、4.5%のフッ化水素酸水溶液(IPS Ceramic Etching gel, 20 sec., Ivoclar Vivadent)で処理し、蒸留水で水洗, エアで十分に乾燥させた。その後、テフロンモールド(内径3.6mm, 深さ2.0mm)を固定し、このモールド内に各セメントを用いてステンレスロッド(Alloy Primer, Kuraray Noritake Dentalで被着面を処理)を接着させた。光照射(20×2秒間)して硬化させた場合(Dual-cure)と、37°C恒温室に8分間保存して硬化させた場合(Self-cure)の条件で、1日間37°C蒸留水中浸漬後およびTC 20k後のせん断接着強さを比較した。

#### 【 結果と考察 】

下記のTableに結果のせん断接着強さを示す。各セメントそれぞれIPS e.maxに対しては30-40MPaの値を示した。いずれのセメントもdual-cureとself-cureを比較すると有意差が見られなかった(p>0.05)。破断面を観察すると、多くで凝集破壊や混合破壊を示し、セメント自体の機械的強さの影響が大いに考えられた<sup>1)</sup>。また、今回は統計的に比較しなかったが、1日後とTC 20kでは、TC 20kの方が低い値を示し、吸水、加水分解によるセメント自体の機械的強さの低下が大きく考えられる<sup>1)</sup>。

演題発表に関しまして、開示すべきCOI関係にある企業はありません。

**Table Shear bond strength to modern ceramic (IPS e.max CAD) of luting materials (MPa)**

Cement / Pretreating agent (Manufacturer)	After one-day storage		Mean (S.D., N=10) <i>t</i> -Test <sup>a</sup>	After TC 20k		<i>t</i> -Test <sup>a</sup>
	Dual-cured vs.	Self-cured		Dual-cured vs.	Self-cured	
<b>Self-adhesive resin cement</b>						
Rely Unicem 2 Automix / RelyX Ceramic Primer (3M)	33.0 (4.9)	36.0 (5.8)	NS	28.6 (2.8)	33.4 (5.5)	NS
SA Luting Multi / No pretreating (Kuraray Noritake Dental)	38.3 (3.7)	40.8 (5.7)	NS	33.7 (6.6)	29.2 (5.2)	NS
G-Cem ONE EM / G-Multi Primer (GC)	31.2 (4.6)	30.8 (3.7)	NS	26.2 (3.4)	28.2 (4.9)	NS
SpeedCEM Plus / Monobond Plus (Ivoclar Vivadent)	35.4 (5.2)	35.5 (4.0)	NS	33.8 (3.1)	31.2 (3.4)	NS
<b>Adhesive resin cement</b>						
RelyX Universal Resin Cement / Scotchbond Universal Plus Adhesive (3M)	43.4 (5.1)	42.5 (4.3)	NS	29.3 (3.3)	27.1 (4.2)	NS
RelyX Ultimate / Scotchbond Universal Adhesive (3M)	35.5 (6.2)	33.2 (4.0)	NS	22.3 (3.6)	24.4 (4.4)	NS
ESTECER II / BONDMER Lightless (Tokuyama Dental)	32.8 (5.2)	33.9 (4.9)	NS	33.5 (4.8)	32.5 (3.7)	NS
Panavia V5 / Clearfil Ceramic Primer Plus ((Kuraray Noritake Dental)	30.9 (4.0)	33.4 (5.8)	NS	30.8 (3.7)	32.4 (4.0)	NS
Variolink Esthetic DC / + Monobond Plus (Ivoclar Vivadent)	41.6 (3.7)	39.1 (5.8)	NS	35.8 (5.5)	35.3 (4.4)	NS

<sup>a)</sup> Significantly different by *t*-Test between the two results. NS: Not significant difference (p>0.05)

#### 【 文献 】

1) Irie M *et al.*, *Polymers* **2020**, 12, 2947; doi:10.3390/polym12122947

## 牛乳由来オステオポンチンの局所応用が フッ化物共存下におけるエナメル質再石灰化に及ぼす影響

東京歯科大学 保存修復学講座  
○石塚久子, 半場秀典, 中村圭喜, 宮吉美仁, 村松 敬

### Effect of bovine milk osteopontin on in vitro enamel remineralization as topical application prior to immersion in remineralizing solutions with/without fluoride

Department of Operative Dentistry, Cariology and Pulp Biology, Tokyo Dental College  
○ISHIZUKA Hisako, HAMBA Hidenori, NAKAMURA Keiki, MIYAYOSHI Yoshihito, MURAMATSU Takashi

#### 【目的】

初期エナメル質蝕蝕では表層下脱灰が起こるが、その後ブラークや唾液由来のカルシウムやリンイオンが供給され、ミネラルが回復し再石灰化が起こることが報告されている。近年、牛乳由来オステオポンチン (以下 OPN) が口腔内細菌の歯面への付着阻害やバイオフィルム形成を抑制することが報告され、その応用が注目されている。しかし、口腔内への応用を考えた場合、タンパクが歯面に付着することで、再石灰化を阻害してしまう可能性が考えられる。そこで、本研究では OPN の作用が脱灰エナメル質の再石灰化に及ぼす影響を検討した。さらに再石灰化液中のフッ化物イオン (以下 F) の有無による影響についても検討した。

#### 【材料および方法】

牛歯を精密低速切断機 (Isomet, Buehler) にて 3×3×2 mm のエナメル-象牙質ブロックに切り出し、エポキシ樹脂にて包埋した。エナメル質表面を耐水研磨紙#2000 まで研削後、辺縁をネイルバーニッシュで被覆し、2×2 mm の処理面を規定し試料とした。試料は脱灰液 (17.8 mM Ca, 8.8 mM P and 100 mM lactic acid, pH 4.3) に 6-8 日間浸漬し、マイクロ CT (SMX-100CT, 島津製作所) にて脱灰ミネラル量を測定後、Cont 群 (DW), OPN2.7μM 群, OPN5.4μM 群に分け、各濃度に調整した OPN 液 10 μL を処理面に滴下した (37°C, 30 分)。さらに各群を F 非添加再石灰化液 (F(-)) と F 添加再石灰化液 (F(+)) に分け、最終的に (1)F(-)Cont 群, (2)F(+)-Cont 群, (3)F(-)OPN2.7μM 群, (4)F(+)-OPN2.7μM 群, (5)F(-)OPN5.4μM 群, (6)F(+)-OPN5.4μM 群の 6 群とした。滴下後、再石灰化液 (1.5 mM Ca, 0.9 mM P, 130 mM KCl, and 20 mM HEPES, pH 7.0, 0 ppm or 1 ppm) に浸漬し、再石灰化 7 日および 14 日経過後、マイクロ CT 撮影を行った。撮影した 3 次元データは骨密度解析ソフト (TRI/3DBON, RATOC) にて解析を行い、ミネラル変化量を算出、平均ミネラル増加率を求め、平均ミネラル増加率について統計学的処理を行った。また再石灰化 14 日後の試料について走査型電子顕微鏡 (SEM) (SU-6600, 日立) にて表面および縦断面の観察を行った。

#### 【結果および考察】

マイクロ CT 解析の結果、全ての群でミネラル増加が確認され、OPN 存在下でも再石灰化が起こることが確認された。ミネラル増加率は、7 日と 14 日では 14 日の方が有意に高い再石灰化率を示した ( $p < 0.05$ )。F(-) 群 7 日目では各群間に有意差は認められなかったが、14 日目では F(-)Cont 群と F(-)OPN2.7μM 群, F(-)OPN5.4μM 群の間に有意差が認められた ( $p < 0.05$ )。一方、F(+)-群は 7 日で F(+)-Cont 群と F(+)-OPN2.7μM 群間、14 日で F(+)-Cont 群と F(+)-OPN2.7μM 群間、F(+)-OPN2.7μM 群と F(+)-OPN5.4μM 群間で有意差を示したが ( $p < 0.05$ )、F(+)-Cont 群と F(+)-OPN5.4μM 群間には有意差は認められなかった。F(-) 群と F(+)-群を比較すると、いずれの群間でも F(+)-群が有意に高い増加率を示した ( $p < 0.05$ )。表面 SEM 観察では F(-), OPN 群で OPN と思われる結晶状の沈着が認められ、F(+)-群では針状の沈着物が認められた。これより、OPN がエナメル質表面に付着することで表層下へのミネラル取り込み量が減少したが、F(+)-では、F を含んだ結晶物が表層下へのミネラル取り込み量の増加に影響を与えた、と示唆された。

以上の結果から、脱灰エナメル質に OPN を作用させるとコントロールよりも低い再石灰化効果を示したが、F(+)-OPN5.4μM 群ではコントロール群と同等に再石灰化が起きることが明らかとなり、再石灰化液中に F を添加することで、OPN の濃度を増加させても再石灰化抑制への影響を少なくできると考えられた。

カプセル練和型マルチイオン徐放性歯科用充填材ケアデザイン® ZIF-C による根面齲蝕修復の予後評価  
 1)岩手医科大学 歯学部 歯科保存学講座 う蝕治療学分野 2)鹿児島大学 大学院医歯学総合研究科 歯科保存学分野  
 ○浅野明子<sup>1)</sup>、志賀華絵<sup>1)</sup>、伊藤誠之<sup>2)</sup>、工藤義之<sup>1)</sup>、長谷部智之<sup>1)</sup>、菅徹也<sup>1)</sup>、千田弥栄子<sup>1)</sup>、西谷登美子<sup>2)</sup>、  
 高裕子<sup>2)</sup>、宮下桂子<sup>2)</sup>、西谷佳浩<sup>2)</sup>、野田守<sup>1)</sup>

Prognostic evaluation of root caries restorations using Caredyne® ZIF-C,  
 a capsule-mixed multi-ion release filling material

○Akiko Asano<sup>1)</sup>, Hanae Shiga<sup>1)</sup>, Masayuki Ito<sup>2)</sup>, Yoshiyuki Kudo<sup>1)</sup>, Tomoyuki Hasebe<sup>1)</sup>, Kan Tetsuya<sup>1)</sup>,  
 Yaeko Chida<sup>1)</sup>, Tomiko Nishitani<sup>2)</sup>, Yuko Takashi<sup>2)</sup>, Keiko Miyashita<sup>2)</sup>, Yoshihiro Nishitani<sup>2)</sup>, Mamoru Noda<sup>1)</sup>

1)Division for Operative Dentistry and endodontics Department of Conservative Dentistry,

2)School of Dentistry,Iwate Medical University

3)Department of Restorative Dentistry and Endodontology,

4)Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental Sciences

### 【目的】

近年、高齢者の残存歯数増加に伴い、露出根面での根面齲蝕も増加傾向にある。最近では、フッ素イオンに加えて亜鉛イオンの放出により修復物周囲への抗菌作用も期待できるケアデザインレストアが市販され、根面齲蝕修復の選択肢の一つとなっている。そこで本研究では、カプセル練和型のケアデザインレストア® ZIF-C を用いた根面齲蝕修復の保持率、辺縁適合性、材料表面へのプラーク付着状況などについて、6 か月経過までの臨床的予後評価を行い材料の有効性を検討した。

### 【材料と方法】

対象者：申請施設受診者で研究に同意を得られた方で下記に示す治療が必要な根面齲蝕を有した方

15名 (男性8名、女性7名、平均年齢72.4歳)

なお本研究は岩手医科大学倫理委員会の承認 (承認番号：01330) と鹿児島大学病院臨床研究倫理委員会の承認 (承認番号：200040 疫) を得ている。

対象歯：上下顎前歯および小白歯の露出根面に生じた象牙質内に限局する根面齲蝕歯

処置法：齲蝕処置及び窩洞形態：日本歯科保存学会う蝕処置ガイドラインに沿って齲蝕処置、窩洞形成を行い、続いて業者指示に従って、充填、形態修正、研磨を行った。

記録項目：以下の7項目について、処置時、1か月、3か月、6か月経過時に2名の歯科医師により評価し記録を行った。なお、評価項目は United States Health Service に準じている。

- i) 維持 (脱落の有無)、ii) 着色、iii) 辺縁の変色、iv) 辺縁適合性、v) 表面の粗造感、vi) 送気痛、vii) プラークの付着状況

集積されたデータは IBM SPSS Statistics Ver.22 を用いて統計解析を行い、処置時と 1, 3, 6 か月経過後の 7 項目の評価結果をそれぞれ比較した。

### 【結果】

対象歯：29 症例 (歯種内訳：上顎前歯 5 例、上顎小白歯 6 例、下顎前歯 11 例、下顎小白歯 7 例)

p-value at 1, 3 or 6 month							
	i	ii	iii	iv	v	vi	vii
1M(17 cases)	0.157	0.083	1.000	0.317	0.011 *	0.157	0.002 *
3M( 9 cases)	0.368	1.000	1.000	1.000	0.714	0.368	0.000 *
6M( 3 cases)	0.194	1.000	1.000	0.392	0.112	0.145	0.072

1M :Willcoxon rank sumtest, 3and6M:Friedman's test \* : p < 0.05

### 【まとめ】

1 か月経過後では表面の粗造感、プラークの付着状況で、3 か月経過後ではプラークの付着状況で有意差 (p < 0.05) を認めた。6 か月経過後ではすべての項目で有意差を認めなかった。プラークの付着はプラーク染色液を塗布し評価を行ったが、触診による評価でプラークがほとんど付着していないと判断できたにも関わらず染色液がケアデザインを着色している状態であり、今後 *in vitro* での原因解明が必要と思われる。3 か月経過後では 6 項目で、6 か月経過後ではすべての項目で有意差を認めなかったことからケアデザイン® ZIF-C は根面齲蝕の充填には有効であると考えられる。

## S-PRG フィラー含有新規デュアルキュア型レジンセメントの酸中和能

株式会社松風 研究開発部  
○山本健蔵、西野靖弘、信野和也

Acid neutralization ability of novel dual cure resin cement containing S-PRG Filler  
Shofu, inc Research and Development Department  
○KENZO Yamamoto, YASUHIRO Nishino, KAZUYA Shinno

### 【研究目的】

近年、補綴装置の材質および症例が多様化したことで合着した際の高い接着強さや優れた審美性が求められていることから、デュアルキュア型レジンセメントが多用されている。しかし、従来のデュアルキュア型レジンセメントは周辺環境を酸性から中性へシフトさせることのできる酸中和能に改善の余地があった。そこで、弊社ではマルチイオンリリース能を有する S-PRG フィラーを含む新規デュアルキュア型レジンセメント (レジセム EX) を開発した。S-PRG フィラーは塩基性かつマルチイオンリリース能を有するガラスフィラーであることから、これを含むレジンセメントは周辺環境を酸性から中性に中和させる酸中和能を発現することが期待できる。本研究では新規デュアルキュア型レジンセメントの酸中和能を評価した。

### 【材料および方法】

本試験は S-PRG フィラーを含む新規デュアルキュア型レジンセメントであるレジセム EX (松風) と従来品であるレジセムを用いて評価を行った。評価にはレジンセメントの硬化物 (厚み 1mm, 直径 15mm) を用いた。硬化物の作製は各レジンセメントを練和し、気泡が入らないようにステンレス金型 (厚み 1mm, 直径 15mm) に填入後、カバーガラスを用いて圧接し、速やかにソリディライト LED (松風) を用いて光照射を両面に各 90 秒間行うことで作製した。金型から各レジンセメントが硬化した丸板を取り出し、耐水研磨紙 (#600) を用いて丸板の全面が均一に塑像になるように非注水研磨を行い、丸板に付着した研磨くずをエアブローにて取り除いた。PP 製 10mL 容器に乳酸水溶液 (pH=4.0) 5mL を分注し、各丸板を一枚ずつ浸漬した。同時にコントロールとして乳酸水溶液 (pH=4.0) のみを含むものを用意した。丸板を浸漬後、速やかに 37°C に設定した恒温器に保管し、各時間の pH を pH メーター (電極: 9618S-10D, 本体: D-74, 堀場製作所) にて測定し、pH の経時変化を観察した。

### 【結果】

S-PRG フィラーを含む新規デュアルキュア型レジンセメントであるレジセム EX は乳酸水溶液 (pH=4.0) に浸漬 1 時間経過後には高い pH の上昇が確認され、浸漬 4 時間経過後には pH 5.0 を超え、24 時間経過後には 5.7 まで上昇することが確認された。

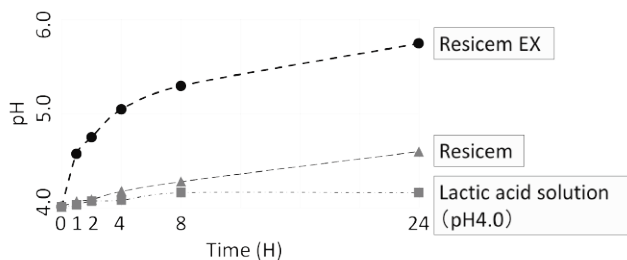


Figure1. Acid neutralization ability of ResicemEX and Resicem

### 【結論】

マルチイオンリリース能を有する S-PRG フィラーを含む新規デュアルキュア型レジンセメントであるレジセム EX が高い酸中和能を有することを示唆することができた。



## 新規ユニバーサルアドヒーズブを透過する S-PRG フィラー放出マルチイオンの透過性

株式会社 松風  
○西野靖弘、山本健蔵、信野和也

### Permeability of novel universal adhesive for multi-ion released from S-PRG filler

SHOFU INC.

○Y.Nishino, K.Yamamoto, K.Shinno

#### [目的]

当社はガラスフィラー中に安定なガラスアイオノマー相が形成された新素材 (S-PRG フィラー) を開発し、これらを配合した歯科材料を製品化している。S-PRG フィラーからは 6 種類のイオンが放出し、マルチイオンに起因するバイオアクティブな効果が様々な研究機関から報告されている。S-PRG フィラー配合 CR の場合、マルチイオンはボンド層を通過し、歯質に到達することによりバイオアクティブ効果を十分に発揮することが期待できる。そこで、S-PRG フィラー配合 CR を新規ユニバーサルアドヒーズブ (ビューティボンド Xtreme, BBX) で被覆し、通過するマルチイオンの評価を行った。

#### [材料と方法]

S-PRG フィラー配合 CR としてビューティフィルフロー Plus X(BFFX、松風)を用いた。厚さ 1 mm、直径 10 mm の BFFX の硬化体を作成し、表面を #600 の研磨紙で研磨した。その後、硬化体の周囲に BBX を塗布、硬化させた。BBX で処理していない硬化体を Control として使用した。処理後の硬化体を 5 mL の蒸留水に 24 時間浸漬し、イオン抽出液を作製した。フッ素イオン電極法 (F-) 及び ICP 発光分光分析法 (Na<sup>+</sup>, Al<sup>3+</sup>, BO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Sr<sup>2+</sup>, SiO<sub>2</sub><sup>-</sup>) を用いてイオン抽出液のイオン濃度を測定した。

#### [結果と考察]

BBX で被覆した硬化体の Sr<sup>2+</sup>の放出量は Control よりも有意に減少し (p<0.05)。一方で、Al<sup>3+</sup>, BO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SiO<sub>2</sub><sup>-</sup>の放出量は Control と比較して有意に増加した (p<0.05)。また、Na<sup>+</sup>と F-の放出量は Control と比較して有意な差を示さなかった (p>0.05)。Sr<sup>2+</sup>の放出量は BBX の被覆により減少したが、S-PRG フィラー配合 CR から放出される 6 種類すべてのイオンが BBX のボンド層を通過した。

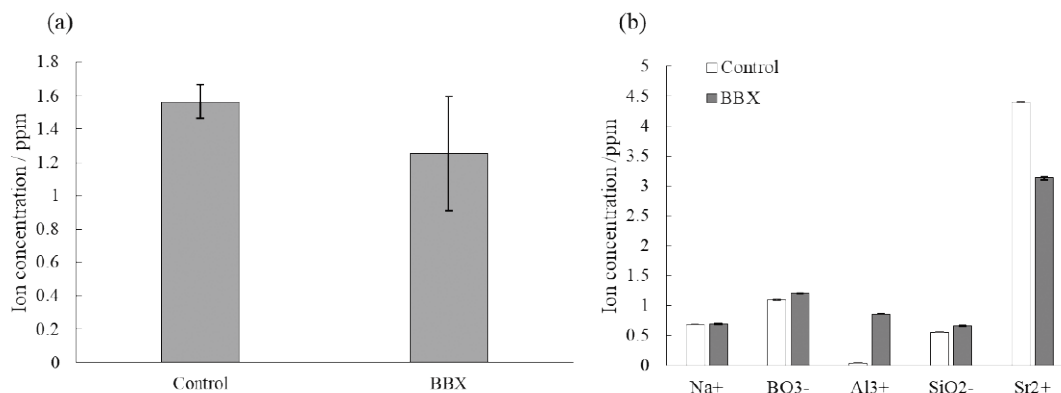


Fig.1: Concentrations of each ion released from the specimen. (a) The F- concentration measured by the fluoride ion-selective electrode method. (b) The Na<sup>+</sup>, BO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Al<sup>3+</sup>, SiO<sub>2</sub><sup>-</sup> and Sr<sup>2+</sup> concentrations measured by the ICP-OES method.

#### [結論]

BBX と S-PRG フィラー配合 CR を併用した場合、S-PRG フィラーから放出したマルチイオンがボンド層を通過し、バイオアクティブ効果を発揮し得る可能性が示唆された。

## 新規 2 ステップボンディング材の象牙質への接着耐久性

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 歯科保存修復学分野

○大原直子, 小野瀬里奈, 澁谷和彦, 横山章人, 松崎久美子, 山路公造, 吉山昌宏

### Bond durability of a novel two-step bonding agent to dentin

Department of Operative Dentistry, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Science

○OHARA Naoko, ONO Serina, SHIBUYA Kazuhiko, YOKOYAMA Akihito, MATSUZAKI Kumiko, YAMAJI Kozo, YOSHIYAMA Masahiro

#### 【目的】

近年, 簡便な 1 ステップボンディング材が各社より多数市販されているが, 長期にわたりより高い接着性能を発揮するため, HEMA フリーのプライマーに疎水性の高いボンドを組み合わせた新規 2 ステップボンディング材が開発された. 本研究では, この接着システムの象牙質接着強さと接着耐久性を評価することを目的とし, サーマルサイクル負荷前後に微小引張接着試験を行った.

#### 【材料と方法】

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科の倫理委員会の許可(承認番号 189 号)を得て, 本研究を実施した. ヒト健全抜去大白歯の歯冠部象牙質平坦面を耐水研磨紙#600 にて研削し被着面とした. 新規 2 ステップボンディングシステムとして G2-ボンドユニバーサル (G2B, ジーシー) にて歯面処理を行い, クリアフィル AP-X (クラレノリタケデンタル) を築盛し, 37°C 水中に 24 時間保管した. 対照の 2 ステップボンドシステムとして, 従来から世界的に信頼されているクリアフィルメガボンド 2 (MB2, クラレノリタケデンタル) を使用し歯面処理を行い, 同様に接着試料を作製した. 24 時間 37°C 水中保管後, 被着面が 1mm<sup>2</sup> の短冊状になるように切り出し, 24 時間群とサーマルサイクル群 (5°C と 55°C の水槽に各 30 秒間浸漬するサーマルストレスを 10,000 回負荷する群) に分けた. 試料数は, 各群 n=100 (5 歯) とした. 24 時間群は直ちに, サーマルサイクル群はサーマルサイクル負荷後に, クロスヘッドスピード 1min/min で微小引張試験を行い, 実体顕微鏡による破断面観察を行った. 接着強さの比較は, 一元配置分散分析および Tukey HSD 法を用い有意水準 5%で行った.

#### 【結果と考察】

G2B と MB2 の微小引張接着強さは, 24 時間群とサーマルサイクル群ともに高い値を示した. 24 時間群の値は, G2B は 54.6±21.0 MPa, MB2 は 45.9±16.6 MPa であり, G2B は MB2 と比較し有意に高い値を示した (p<0.05). サーマルサイクル群の値は, G2B は 50.5±16.6 MPa, MB2 は 44.1±16.5 MPa であり, 両者とも 24 時間群の値と比較し有意差は認められなかった. また, サーマルサイクル群の G2B と MB2 の微小引張接着強さには有意差は認められなかった. 破断面様式の解析では, どの群もコンポジットレジン凝集破壊が多く認められた. 24 時間群の G2B では, MB2 と比較してコンポジットレジン内部での破壊がコンポジットレジンとボンド層間の破壊よりも顕著に認められたが, サーマルサイクル群では, 両者ともレジン内部での破壊が減少するとともに界面破壊の様相を呈する割合が増加し, 結果としてコンポジットレジンと界面の混合破壊が増加した.

#### 【結論】

G2B は, 疎水性の高いボンディング層を形成することで象牙質に対し高い接着性と接着耐久性を示すボンディング材であることが示唆された.

本研究において, 開示すべき利益相反関係にある企業などはありません.

## Zinc-F ナノフィラーおよび Ag 錯体含有抗菌性ボンディング材の開発

<sup>1</sup>北海道医療大学歯学部口腔機能修復・再建学系歯周歯内治療学分野,  
<sup>2</sup>北海道大学大学院歯学研究科歯周・歯内療法学教室, <sup>3</sup>関西大学化学生命工学部化学・物質工学科  
 ○部 佳奈子<sup>1</sup>, 宮治裕史<sup>2</sup>, 堀池康太<sup>3</sup>, 川崎英也<sup>3</sup>, 古市保志<sup>1</sup>

### Creation of antibacterial bonding agents containing Zinc-F nanofiller and Ag complex

<sup>1</sup>Division of Periodontology and Endodontology, Department of Oral Rehabilitation School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido, <sup>2</sup>Department of Periodontology and Endodontology, Faculty of Dental Medicine, Hokkaido University, <sup>3</sup>Department of Chemistry and Materials Engineering, Faculty of Chemistry, Materials and Bioengineering, Kansai University  
 ○SHITOMI Kanako<sup>1</sup>, MIYAJI Hirofumi<sup>2</sup>, HORIIKE Kota<sup>3</sup>, KAWASAKI Hideya<sup>3</sup>, FURUICHI Yasushi<sup>1</sup>

#### 【研究目的】

コンポジットレジン修復後の 2 次齲蝕の予防のために、ボンディング材に抗菌性を付与する試みが行われている。Zinc-F ナノフィラー (BioUnion フィラー) は亜鉛やフッ素イオンの放出による抗菌や歯質保護作用が報告されている。本研究では更なる抗菌能向上のため、抗菌剤として知られるアニオン性銀錯体 (STS) とボンディング材へ分散するための第 4 級ホスホニウムカチオン (TOP) とを複合化した TOP-STC 錯体を合成した。そして Zinc-F ナノフィラーおよび TOP-STC 錯体を含有したボンディング材を試作し、抗菌性と細胞親和性を評価した。

#### 【材料と方法】

・TOP-STC 錯体の創製：硝酸銀水溶液にチオ硫酸ナトリウム水溶液を加え、30 分攪拌してチオ硫酸銀 (STS) 錯体水溶液を調製した。続いてトルエンに溶解させた Tetra-n-octylphosphonium Bromide (TOPB) を STS 錯体水溶液に加え、TOP-STC 錯体を生成しトルエン相に抽出した。トルエンを留去しアセトニトリルで精製した後、減圧乾燥により TOP-STC 錯体を得た。FT-IR 解析より、TOP-STC 錯体からはチオ硫酸ナトリウムの S-O 及び TOP の -CH<sub>2</sub>、-CH<sub>3</sub> のピークが見られたため、錯体の形成が示された。

・被験試料の作製：ボンディング材基材へ Zinc-F ナノフィラーを配合したボンディング材 (BZF, ジーシー)<sup>1)</sup>、Zinc-F ナノフィラーおよび 0.1wt% TOP-STC 錯体を配合したボンディング材 (AgBZF)、およびコントロールとしてシリカフィラーを配合したボンディング材 (FU, ジーシー) を作製した。試料を 6×1.5 mm のモールドへ填入して表裏面を各 10 秒間光照射し、耐水研磨紙 #1200 および #4000 により順次表面を研磨して被験試料とした。

・抗菌試験：試料上に *S. mutans* (ATCC 35668) 懸濁液を播種、Film 密着法で 12 時間嫌気培養後、BHI 培地 1 mL 中に菌を回収、寒天培地に塗抹して 24 時間培養後 CFU を測定した。また、試料上で同様に培養した *S. mutans* を LIVE/DEAD 染色して蛍光顕微鏡にて観察し、ImageJ にて死菌を定量分析した。

・細胞培養試験：線維芽細胞 (NIH 3T3) 懸濁液を培養ディッシュに播種し 48 時間培養後、試料をディッシュに静置した。2, 4, 6 日間培養後の WST-8 量を測定した。

#### 【結果と考察】

CFU 測定の結果、BZF, AgBZF は FU よりも有意に低い値を示した。また、AgBZF は BZF に比較してより低い CFU を示した。LIVE/DEAD 染色において AgBZF は死菌量が有意に多かった。ボンディング材に添加した Zinc-F ナノフィラーと TOP-STC 錯体は *S. mutans* の増殖を抑制したものと考えられ、TOP-STC 錯体は殺菌性を向上する可能性が示唆された。一方、細胞増殖試験の結果、BZF と AgBZF, FU は同等の細胞増殖を示したことから、生体細胞毒性は低いと考えられた (Fig)。

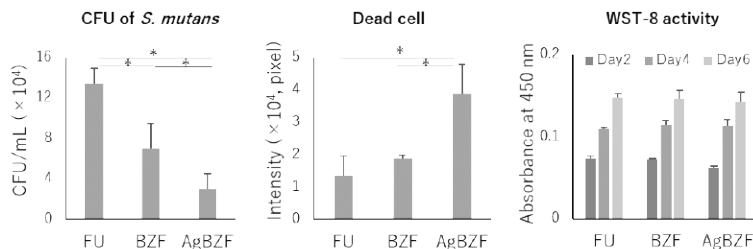


Fig. Antibacterial and cytocompatible assessments of bonding agents

#### 【結論】

・Zinc-F ナノフィラーおよび TOP-STC 錯体を含有したボンディング材は *S. mutans* に対する抗菌性を示した。

(1) A Tichy et al. Dent Mater, 2019.

## フッ化物含有象牙質知覚過敏治療材による根面脱灰病巣の進行停止効果

神奈川歯科大学大学院災害医療・社会歯科学講座<sup>1</sup>、口腔統合医療学講座保存修復学分野<sup>2</sup>

○中野貴文<sup>1</sup>、川村和章<sup>1</sup>、椎谷 亨<sup>2</sup>、向井義晴<sup>2</sup>

### Effect of fluoride-containing dentin desensitizer to arrest the root demineralized lesions *in vitro*

1 Department of Disaster Medicine and Dental Sociology, Graduate School of Dentistry

2 Division of Restorative Dentistry, Department of Oral Interdisciplinary Medicine, Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental University

○NAKANO Takafumi<sup>1</sup>, KAWAMURA Kazuaki<sup>1</sup>, SHIYA Toru<sup>2</sup>, MUKAI Yoshiharu<sup>2</sup>

#### 【目的】

高齢者の残存歯数の増加にともなって根面齲蝕の増加が認められている。本研究では、活動性根面齲蝕に類似した表層の再石灰化が乏しい病巣を作製し、ジェルタイプのフッ化物含有知覚過敏治療材を塗布することによる病巣内の変化と進行停止効果について、TMR (Transverse microradiography) を用いて検討を行った。

#### 【材料と方法】

フッ化物含有象牙質知覚過敏治療材として、MS コート Hys ブロックジェル (サンメディカル株式会社) を使用した。24 本のウシ歯根部象牙質から切り出したドーナツ状の歯根部象牙質を 2 分割した 48 個の試料に対して耐酸性パーニッシュを塗布し、2×3 mm の被験面を作製した。各プラスチック容器にスティッキーワックスで無作為に 6 個の試料を固定した。実験は基準病巣群、脱イオン水 (DW) 処理群、Hys ブロックジェル 30 秒処理群 (30 秒処理群)、Hys ブロックジェル 5 分処理群 (5 分処理群) の 4 群 (各群 n=12、1 群 2 容器) で実施した。4 群とも 1 容器あたり 60ml の脱灰溶液 (1.5mM Ca, 0.9mM PO<sub>4</sub>, 50mM 酢酸, 0.2ppmF, pH5.0) を注いで 24 時間 37°C で静置保管して基準病巣を作製した後、DW で水洗した。基準病巣群は、この直後に TMR 分析を行った。基準病巣作製後、他の 3 群は各処理を行い DW で洗浄・乾燥後に基準病巣作製に用いた同様の方法で 96 時間脱灰を行った後、TMR 分析を行った。各群の被験面処理方法は、DW 処理群では DW を 30 秒間、30 秒処理群では Hys ブロックジェルを 30 秒間、5 分処理群では Hys ブロックジェルを 5 分間、いずれも 37°C で静置した。すべての群の試料からワイヤー式切断機を用いて 300 μm の薄切片を作製した。その後、TMR 分析してミネラルプロファイルから脱灰深度とミネラル喪失量とを比較した。統計分析は Kruskal-Wallis 検定ならびに Steel-Dwass の多重比較検定により、有意水準 5% として実施した。

#### 【結果】

5 分処理群のミネラルプロファイルは DW 処理群に比較し顕著なミネラル密度の上昇を示し、特に表層部は基準病巣に近い値で留まっていた。各群の病巣深度 (μm) は、基準病巣群が 71.5、DW 処理群が 165.8、30 秒処理群が 155.7、5 分処理群が 100.1 であった。多重比較では、基準病巣群に比較し DW 処理群および 30 秒処理群は有意に大きな値を示したが 5 分処理群との間には有意差は認められなかった。また、5 分処理群は、DW 処理群と 30 秒処理群に比較し有意に小さな値を示した。ミネラル喪失量 (vol%×μm) は、基準病巣群が 2020.0、DW 処理群が 4727.5、30 秒処理群が 3592.5、5 分処理群が 2102.5 であった。多重比較では、基準病巣群に比較し DW 処理群、30 秒処理群は有意に大きな値を示したが、5 分処理群との間に有意差は認められなかった。また、5 分処理群は DW 処理群および 30 秒処理群に比較し有意に小さな値を示し、30 秒処理群も DW 処理群に比較して有意に小さな値を示した。

#### 【考察】

表層の再石灰化が乏しい根面脱灰病巣にフッ化物含有知覚過敏治療材である MS コート Hys ブロックジェルを適用し脱灰病巣の変化を確認したところ、規定の塗布時間を超えて 5 分間処理することにより効果的な病巣進行停止効果を確認することができた。これらの結果から、本材を塗布することで水洗後もフッ化物を含有した MS ポリマー被膜が歯根面に残存し、塗布時間を延長することにより脱灰抑制作用が増強する可能性が示唆された。

### 過飽和液中レーザー照射法によりフッ素担持リン酸カルシウム成膜されたセメント質の表面硬度

<sup>1</sup>北海道大学病院 口腔総合治療部, <sup>2</sup>北海道大学大学院歯学研究院 歯周・歯内療法学教室, <sup>3</sup>北海道大学大学院歯学研究院 歯科保存学教室, <sup>4</sup>北海道大学大学院歯学研究院 臨床教育部, <sup>5</sup>産業技術総合研究所 ナノ材料研究部門

○田中 佐織<sup>1,2</sup>, 宮治 裕史<sup>2</sup>, 田中 享<sup>3</sup>, 井上 哲<sup>4</sup>, 大矢根 綾子<sup>5</sup>

### The hardness of human tooth cementum coated with fluoride-incorporated calcium phosphate by laser irradiation in supersaturated solution

<sup>1</sup>Division of General Dentistry Center for Dental Clinics, Hokkaido University Hospital, <sup>2</sup>Department of Periodontology and Endodontology, <sup>3</sup>Department of Restorative Dentistry, <sup>4</sup>Division of Clinical Education, Hokkaido University Faculty of Dental Medicine, <sup>5</sup>Nanomaterials Research Institute, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology  
○TANAKA Saori<sup>1,2</sup>, MIYAJI Hirofumi<sup>2</sup>, TANAKA Toru<sup>3</sup>, INOUE Satoshi<sup>4</sup>, OYANE Ayako<sup>5</sup>

#### 【研究目的】

歯肉退縮に伴う露出根面のう蝕が多発し, その予防・進行抑制, さらに治療は歯科臨床において大きな課題となっている. 過飽和液中レーザー照射法は, 材料のレーザー照射部位に迅速かつ簡便にリン酸カルシウム (CaP) 膜を形成する技術である. 本法を用いることでセメント質の表面に機能性物質を担持させた CaP 膜を構築できれば, セメント質の表面改質や根面う蝕予防, 治療に役立つと考えられる. 我々は第 153 回日本歯科保存学会において, 過飽和液中レーザー照射法によりヒト歯根セメント質上にフッ素担持 CaP を成膜できることを報告した. 本研究では過飽和液中レーザー照射法によりフッ素担持 CaP 成膜されたセメント質表面の硬度を測定し, 未照射のセメント質表面の硬度と比較した.

#### 【材料と方法】

患者の同意を得て提供された抜去歯牙の歯冠を切断, 歯根膜を除去した. 近遠心面を歯軸と並行に切断し 2 ブロックに切り出し, 歯根セメント質基材を得た. セメント質表面にジアゲノグリーンを塗布乾燥後, フッ化ナトリウム (1 mM) を添加した CaP 過飽和溶液 (Ca: 3.75 mM, P: 1.50 mM) 12 mL 中にセメント質基材を設置した. 同基材表面の一部 (直径約 5 mm) に歯科用半導体レーザー (S レーザー, 昭和薬品化工製, 波長 808 nm) のビーム (出力: 3 W, 照射距離: 10 mm, 照射面のパワー密度: 0.16 W/mm<sup>2</sup>) を 3 分間照射した後, 超純水にて洗浄, 風乾した. 未照射の基材, および照射後の基材の表面のヌープ硬度 (KHN) をカリオテスター SUK-971 (三栄エムイー製) を用いて測定した. 測定部位は 3 歯根から 36 部位を無作為に抽出した. 統計処理は t-検定により有意水準 5% で行った. なお, 本実験は北海道大学病院自主臨床研究審査委員会 (登録番号: 自 16-72), および産業技術総合研究所生命倫理委員会の承認 (整理番号: ヒ 2016-217) を受けて実施された.

#### 【結果】

レーザー未照射とレーザー照射後のセメント質表面の KHN を図に示す. KHN 試験の結果, 未照射面では 21.9 ± 5.0 HK, 照射面では 27.0 ± 5.4 HK の値を得た. 照射後のセメント質表面にはフッ素担持 CaP が成膜されたことで, 未照射セメント質表面と比較して, KHN の有意な増加が認められた (p < 0.01).

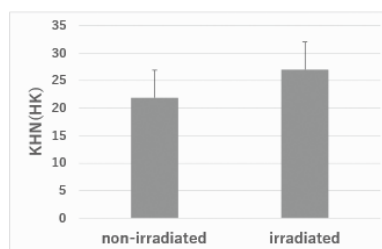


Fig. Result of Knoop hardness test

#### 【結論】

過飽和液中レーザー照射法によりフッ素担持リン酸カルシウム成膜されたセメント質表面の KHN は, 未照射セメント質表面よりも有意に高い値を示した.

#### 【謝辞】

産業技術総合研究所 坂巻育子氏にご協力を頂いた.

歯科用半導体レーザーは, 昭和薬品化工より無償貸与された.

本研究は KAKENHI (19K10103, 20H04541) の助成を受けて実施された.

## 新規 HEMA フリー-2 ステップボンディング材の象牙質に対する接着強さ

昭和大学歯学部歯科保存学講座 美容歯科学部門

○染次優子, 小林幹宏, 新妻由衣子, 菅井琳太郎, 長谷川正剛, 真鍋厚史

### Bond strength to dentin of novel HEMA-free two-step bonding agent

Department of Conservative Dentistry, Division of Aesthetic Dentistry and Clinical Cariology  
 ○SOMEJI Yuko, KOBAYASHI Mikihiro, NIIZUMA Yuiko, SUGAI Rintaro, HASEGAWA Masataka, MANABE Atsufumi

#### 【目的】

セルフエッチングプライマーを用いたエッチング・プライミング処理と、ボンディング処理から構成される 2 ステップセルフエッチングシステム(2-SEA)は、現在最も信頼性の高い接着システムである。多くの接着システムが市販されている中で、樹脂含浸層の形成を確実にする 2-SEA は多くの支持を得ている。

今回、新たに 2-ヒドロキシエチルメタクリレート(HEMA)フリーの 2 ステップボンディング材が開発された。本研究では、それと同様の接着システムである 3 種類の 2-SEA と比較して、象牙質に対する接着強さを剪断接着試験とボンディング材の曲げ試験を用いて評価した。

#### 【材料および方法】

##### 〈剪断接着試験〉

ヒト抜去大白歯の歯根を切断し、歯冠部から象牙質を露出させ、耐水研磨紙(#600)を用いて注水研磨し被着面とした(昭和大学歯科病院臨床試験審査委員会, 承認番号: SUDH003)。2-SEA として、G2-ボンドユニバーサル(ジーシー, G2B)、クリアフィルメガボンド2(クラレノリタケデンタル, MB2)、クリアフィルメガボンドFA(クラレノリタケデンタル, MBF)、オブチボンド eXTRa (Kerr, OBE)を各社の指示通りに使用し歯面処理を行った。テフロンモールド(内径 3.0 mm, 深さ 2.0 mm)を象牙質被着歯面に固定し、モールド内にコンポジットレジン(Filtek Z250, 3M ESPE)を接着させ、試験体を作製した。試験体にサーマルサイクル(5°C-55°C, 各 30 秒)を 5,000 回実施した後、万能試験機(Type5500, INSTRON)を用いてクロスヘッドスピード 1 mm/min で剪断接着試験を行った(n=15)。剪断後の破壊様式を実体顕微鏡にて観察し、界面破壊、混合破壊および凝集破壊の 3 つに分類して評価した。

##### 〈曲げ試験〉

ステンレス型に各社のボンディング材を充填し光照射を行ったのち、試験体を 37°C 水中に 24 時間保管した。水中保管後にサーマルサイクル(5°C-55°C, 各 30 秒)5,000 回を実施した。その後、万能試験機を用いてクロスヘッドスピード 1 mm/min で 3 点曲げ試験を行った。得られた荷重と、寸法から 3 点曲げ強さを算出した(n=10)。

両試験とも、得られた結果は、One-way ANOVA、Tukey test にて有意差 5%にて分析した。

#### 【結果および考察】

剪断接着試験の結果を Fig. 1 に示す。

剪断接着試験の結果、G2B 群は MB2、MBF および OBE 群と比較して、有意に高い接着強さを得られた。破壊様式からも、G2B 群は凝集破壊が MB2、MBF および OBE 群と比較して多く認められた。3 点曲げ

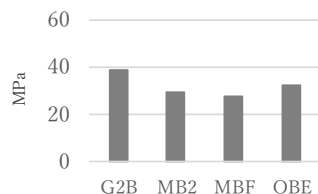


Fig.1 Shear bond strength

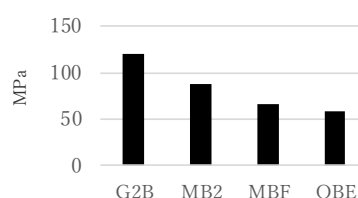


Fig.2 Three-points bending strength

試験の結果を Fig. 2 に示す。3 点曲げ試験も同様に、G2B 群は MB2、MBF および

OBE 群と比較して有意に高い曲げ強さが認められた。

G2B の象牙質に対する接着強さは、ボンディング材の高い曲げ強さが寄与したと考えられる。

#### 【結論】

G2B は他の 2-SEA のボンディング材と比べて象牙質に対して高い接着強さが得られた。

本研究において、開示すべき COI 関係にある企業はありません。

## アロマインジェクションを使用した連合印象における精密性評価

株式会社ジーシー

○新関 尚史, 立野 敦史, 伏島 歩登志

### Evaluation of the accuracy of combined impressions using Aroma Injection

GC Corporation

○Naofumi Niizeki, Atsushi Tachino, Futoshi Fusejima

#### 【研究目的】

補綴物作製において精密印象採得が必須であり、精密印象材として寒天印象材とシリコーンゴム印象材がある。寒天印象材は、操作時間の短さや患者への熱刺激、使用準備の煩雑さなどのデメリットがある。また、シリコーンゴム印象材は高コストであることや印象採得前の防湿を怠ると再印象となることがデメリットとして挙げられる。連合印象用アルジネート印象材である「アロマインジェクション」(ARI, GC)は2020年11月に発売され、寒天印象材やシリコーンゴム印象材と同様に精密印象採得が可能である。前回の第153回学術大会にて、ARIの細線再現性について報告しており、本研究では、ARIを用いた連合印象の精密性について歯牙模型を用いて評価した結果を報告する。

#### 【材料および方法】

連合印象の材料には、ボディーマテリアルにアロマファインプラス(アルジネート印象材, AFP, GC)およびフュージョンIIヘビーボディー(シリコーンゴム印象材, FU IIH, GC)、ウォッシュマテリアルにはARI, フュージョンIIウォッシュ(シリコーンゴム印象材, FU IIW, GC)を使用した。石こうには超硬石こう(ニューフジロック, NF, GC)および硬石こう(ニュープラストーンII, NP II, GC)を使用した。支台歯形成された歯牙模型(ニッシン)に対し連合印象を行い、恒温水槽(35℃)にARIは120s, FU IIは180s静置した。静置後、恒温水槽から取り出し、所定の時間が経過後印象体に石こうを注入した。石こう注入までの時間は、ARIでは0, 30, 60, 180minとし、石こう注入までの間は印象面が濡れたまま湿箱に保管した。またFU IIに対しては連合印象後60min室温保管した後、石こうを注入した。歯牙模型および作製した石こう模型を非接触光学式3Dスキャナ(ATOS Capsule, GOM GmbH)を用いて測定した後、画像データをSTLデータに変換し、3D測定データ評価ソフトウェア(GOM Inspect, GOM GmbH)を用いて、作製した石こう模型と歯牙模型のデータを重ね合わせてずれを計測し、支台歯全体に対する印象精度の評価を行った。

#### 【結果および考察】

表に石こう模型と支台歯模型のデータを重ね合わせた際に計測されたずれの値を示す。支台歯形態の印象精度において、シリコーンゴム印象材では84 $\mu$ mのずれがあるという報告がある<sup>1)</sup>。一方、今回の評価結果におけるARIで作製した模型のずれは、湿箱に180min保管した場合でも最大で20 $\pm$ 30 $\mu$ mであることから、シリコーンゴム印象材と同等の印象精度であることを確認した。

Table Impression accuracy for tooth model

Body material + Wash material	Misalignment with the Model( $\mu$ m)	
	NF	NP II
Products		
AFP + ARI (0 min)	0 $\pm$ 20	10 $\pm$ 20
AFP + ARI (10 min)	10 $\pm$ 20	10 $\pm$ 20
AFP + ARI (60 min)	10 $\pm$ 30	20 $\pm$ 20
AFP + ARI (180 min)	10 $\pm$ 40	20 $\pm$ 30
FU IIH + FU IIW (60 min)	0 $\pm$ 20	10 $\pm$ 20

#### 【結論】

連合印象用アルジネート印象材であるARIはシリコーンゴム印象材と同等の精密性を有しており、精密印象用材料として有用であることが示唆された。

【文献】1) 齋藤季夫. 補綴装置の精度と臨床—補綴物が入らない, 何故?—. 日本歯科医師会 2011; 64 (6) : 637-650

## 新規フロアブルコンポジットレジン「OCF-001」の機械的性質

株式会社トクヤマデンタル  
 ○松尾 拓馬、大矢 直之、森崎 宏、秋積 宏伸

**Mechanical properties of a new Flowable Resin Composite “OCF-001”**  
 Tokuyama Dental Corporation  
 ○Takuma Matsuo, Naoyuki Oya, Hiroshi Morisaki, Hironobu Akizumi

### 【緒言】

近年、コンポジットレジン（以下「CR」と略す）は、前歯部だけではなく臼歯部のように咬合圧の高い部位の修復にも用いられるような材料となっている。一方で、天然歯の色調は部位差や個人差により様々であるため、従来では複数の色調のCRが必要となり、歯牙の色調にあったCRを選択する手間がかかっていた。トクヤマデンタルでは構造発色性の技術を活かした色調適合幅の極めて高いCR「OMNICHROMA」を開発した。本研究では、「OMNICHROMA」のフロアブルタイプである新規フロアブルCR「OCF-001」を開発し、その機械的性質についての検討を行った。

### 【材料および方法】

材料：「OCF-001」（株式会社トクヤマデンタル）、対照としてOMNICHROMA（以下「OC」と略す。株式会社トクヤマデンタル）および2種の市販フロアブルCRとしてA（シェード：A3）、B（シェード：A3）を用いた。

#### 1. 曲げ強さの測定

JIS T6514:2015 に従い、万能試験機（島津製作所製：AG-1）を用いて3点曲げ試験を行い、曲げ強さと弾性率の測定を行った。試験は5個の試験片について行い、得られた結果は、SPSS Statistics 21 (IBM社)による一元配置分散分析およびTukeyのHSD検定（危険率5%）を用いて統計解析を行った。

#### 2. 圧縮強さの測定

各コンポジットレジンを直径4mm、高さ3mmの孔を有するSUS製割型に充填し、ポリプロピレンフィルムで覆った後、上下各面に対して光照射器（Kerr社製、照射強度：800mW/cm<sup>2</sup>）で推奨時間の光照射を行い、硬化体を作製した。得られた硬化体は37°C水中に24時間保存し、万能試験機（島津製作所製：AG-1）を用いて圧縮強さの測定を行った。クロスヘッドスピードは10mm/minとし、次式を用いて圧縮強さを算出した。

$$\text{圧縮強さ (MPa)} = 4P / \pi D^2 \quad (P: \text{圧縮破壊したときの最大荷重(N)}, D: \text{直径(mm)})$$

試験は5個の試験片について行い、得られた結果は、SPSS Statistics 21 (IBM社)による一元配置分散分析およびTukeyのHSD検定（危険率5%）を用いて統計解析を行った。

### 【結果】

結果をTable 1に示した。「OCF-001」の機械的性質を評価した結果、曲げ強さに関しては、いずれも有意差はなく、弾性率に関してはOCおよび市販品Bと比較し有意に低い値であったが、市販品Aと比較して有意に高い値であった（ $p > 0.05$ ）。圧縮強さに関しては、OCと同等であり、市販品A、Bと比較し有意に高い（ $p < 0.05$ ）ことが確認された。

	OCF-001	OMNICHROMA	A	B
Shade	-	-	A3	A3
Curing time [sec]	10	20	20	20
Flexural Strength [MPa]	129(3) <sup>a</sup>	128(3) <sup>a</sup>	120(15) <sup>a</sup>	118(14) <sup>a</sup>
Flexural Modulus [GPa]	6.4(0.1) <sup>b</sup>	8.0(0.5) <sup>a</sup>	5.8(0.1) <sup>c</sup>	7.8(0.3) <sup>a</sup>
Compressive Strength [MPa]	432(1) <sup>a</sup>	431(11) <sup>ab</sup>	399(12) <sup>bc</sup>	380(32) <sup>c</sup>

Means with the same symbol letter are not significantly different ( $p > 0.05$ )

### 【結論】

開発品である「OCF-001」の機械的性質を評価し、ユニバーサルタイプのOC及び市販のフロアブルCRと同等の機械強さを有することが示された。



## シングルセクション法とポリマイクロバイアルバイオフィルムモデルを用いた 象牙質齲蝕モデルの確立

神奈川県立歯科大学大学院歯学研究科 口腔統合医療学講座 保存修復学分野

○ 石澤将人, 富山 潔, 小浦裕菜, 向井義晴

### Establishment of dentin caries model using single section method and polymicrobial biofilm model

Dep. of Oral Interdisciplinary Medicine, Div. of Restorative dentistry,  
Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental University

○ ISHIZAWA Masato<sup>1</sup>, TOMIYAMA Kiyoshi<sup>1</sup>, KOURA Yuna<sup>1</sup>, MUKAI Yoshiharu<sup>1</sup>

【目的】根面齲蝕研究モデルの多くは酸による脱灰モデルであるが、我々はバイオフィルム環境下において作製された根面齲蝕モデルについて研究を重ねている。本研究では口腔内環境に近似した経時的に観察しうるモデルを開発することを目的として、脱灰から再石灰化まで同一試片で経時的な変化を観察できるシングルセクション法と口腔内多種細菌からなるポリマイクロバイアルバイオフィルムモデル (PM バイオフィルムモデル) を使用することにより、象牙質脱灰病巣を再現できるかを検討した。

【材料および方法】象牙質シングルセクションの作製：シングルセクションの作製は Mukai らの方法 (Caries Res 2001;35:317-324) に準じて行った。すなわち、ウシ下顎中切歯の歯根部を、厚さ 5mm の円筒となるように、歯頸部直下およびそれより 5 mm 根尖側を低速切断機 (Isomet, Buehler, USA) にて水平断した後、歯軸と平行な方向に厚さ 300  $\mu$ m の試片を 1 歯根からワイヤー式精密切断機 (Well<sup>®</sup>3242, Walter Ebner, Germany) にて 4 枚切り出した。試片をボンディングシステム (Scotchbond Multi-purpose, 3M ESPE, USA) 付属の 35%リン酸エッチング剤で 10 秒間エッチング後、30 秒水洗、乾燥後、プライマー処理した。次に、実験用フィルム (Parafilm<sup>®</sup> M American National Can Company, USA) を密着して巻いた厚さ 1 mm のガラス板上に滴下した付属の光重合型ボンディング剤中に試片を静置し、同様のガラス板によりサンドイッチ状に挟み込んだ。上下面から 20 秒間ずつ光照射を行った後、根表面側を #2,000 の耐水研磨紙を用い、平滑な象牙質試験面を露出させた。実験群は培養時間により、48 時間 (48 h)、96 時間 (96 h)、192 時間 (192 h) の 3 群とした。

PM バイオフィルムの形成：標準培養溶液として、0.2%スクロース含有 unbuffered McBain 2005 (脱イオン水, mucin, Bacto peptone, Trypticase peptone, yeast extract, NaCl, KCl, CaCl<sub>2</sub>, hemin, vitamin K<sub>1</sub>, pH 7.0) を用いた。作製したシングルセクション試片を 24 well culture plate に適合する Lid に取り付けられたクランプに固定後、オートクレーブで滅菌し、バイオフィルム形成用試料とした。シングルセクション試片表面へのバイオフィルム形成は、Exterkate らの方法に従い行なった。すなわち、健全な被験者 1 名から採取した刺激唾液を滅菌ガラスウールで濾過し、滅菌グリセリンで 2 倍希釈後、-80°C で保存した。50 倍希釈となるよう unbuffered McBain (0.2% スクロース含有) 培養液に加えて 24 well 中に分注した後、培養液中にシングルセクション試片を懸架し、嫌気条件下 (37°C, CO<sub>2</sub>: 10%, H<sub>2</sub>: 10%, N<sub>2</sub>: 80%) で 10 時間培養を行った。なお本研究で使用するヒト唾液由来のバイオフィルム作製については、神奈川県立歯科大学研究倫理審査委員会の審査、承認を得ている (承認番号：第 496 号；申請課題名：根面齲蝕モデルの確立を目的とした活動性および非活動性齲蝕の研究)。その後、14 時間、10 時間のタイムスケジュールで培養液 (唾液非含有) を交換し、継続して各実験群まで嫌気培養を行なった。バイオフィルム培養後、シングルセクション試片の TMR 分析により得たミネラル喪失量 (IML) および病巣深度 (LD) を測定した。

【結果および考察】TMR 分析により、96 h 及び 192 h では明瞭な象牙質脱灰病巣を確認することができた。IML 及び LD では、培養時間と比例して増加が認められた。本研究では二つのモデルを組み合わせることにより、口腔内環境と近似した状況で象牙質脱灰病巣を作製できることが確認された。この手法を用いて活動性・非活動性齲蝕モデルの作製や効果的な再石灰化療法の検討、あるいは薬物の応用の検討などが可能であることが示唆された。

(本研究内容及び発表に際しての開示すべき利益相反関係にある企業などはございません。)

## 2 ステップボンディング材の初期接着強さの経時的变化

<sup>1)</sup>岡山大学病院 総合歯科, <sup>2)</sup>岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 生体材料学分野  
○矢部 淳 <sup>1,2)</sup>, 入江正郎 <sup>2)</sup>, 岡田正弘 <sup>2)</sup>, 武田宏明 <sup>1)</sup>, 鳥井康弘 <sup>1)</sup>, 松本卓也 <sup>2)</sup>

### Changes in Initial Bond Strength of Two-step Bonding System Over Time

<sup>1)</sup> Comprehensive Dental Clinic, Okayama University Hospital,

<sup>2)</sup> Department of Biomaterials, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences.

○Atsushi Yabe<sup>1,2)</sup>, Masao Irie<sup>2)</sup>, Masahiro Okada<sup>2)</sup>, Nozaki Takayoshi<sup>1)</sup>, Hiroaki Taketa<sup>1)</sup>, Yasuhiro Torii<sup>1)</sup>, Takuya Matsumoto<sup>2)</sup>

【緒言】 コンポジットレジン修復に用いられるボンディング操作は現在の歯科臨床において欠かせないものである。ボンディング材としては操作の簡便さや管理のしやすさから 1 ステップの製品が増えつつあるが、2 ステップのボンディング材も依然として大きい需要がある。2 ステップのボンディング材の利点としてあげられる接着力の優位性については、その用途からも比較的接着後初期おける接着強さの検討が重要となる。今回、各種 2 ステップボンディング材で初期接着強さを検討したため報告する。

【材料と方法】 5 種の 2 ステップボンディング材 (BZF-29 (G2-BOND Universal) : GC ; Clearfil MegaBond 2 : Kuraray Noritake Dental ; Clearfil MegaBond FA : Kuraray Noritake Dental ; OptiBond eXTRa Universal : KaVo Kerr Group ; Fluoro-Bond II : Shofu) , 2 種の 1 ステップボンディング材 (BONDMER Lightless : Tokuyama Dental ; Scotchbond Universal Plus Adhesive : 3M) および修復用コンポジットレジン (Clearfil AP-X . A3 : Kuraray Noritake Dental) を使用, ヒトエナメル質あるいはヒト象牙質とのせん断接着強さの経時的变化を比較した。方法は, ISO の接着強さの測定指針 (ISO/TR 11405) を参考として行なった。ヒトエナメル質およびヒト象牙質は, # 320 の耐水研磨紙で最終研磨後, 蒸留水で水洗し, 十分に乾燥させた。テフロンモールド (内径 3.6 mm, 深さ 2.0 mm) をサンプル表面に固定し, その後各種ボンディング材をメーカー指定の手技にて使用し被着面を処理した。モールド内にコンポジットレジンを充填し, 20 秒間光照射して硬化させ, 37 °C 蒸留水中に浸漬した。光照射直後, 1 時間および 24 時間水中浸漬後のせん断接着強さをそれぞれ測定した。結果の統計学的分析は Tukey test を用いた。

【結果と考察】 多くのボンディング材において, ヒトエナメル質に対してもヒト象牙質に対しても, 光照射直後と比較して 1 時間および 24 時間経過時点の接着強さは有意に増強されていることが認められた。一方, 1 時間後と 24 時間後を比較して有意に接着強さが変化したボンディング材はほとんどなかった。このことから, 多くのボンディング材では 1 時間経過時点で接着強さが安定していることが示唆された。

本演題内容は, 本学倫理審査委員会 (研 1901-036) で承認を受けている。発表に関連しまして, 開示すべき COI 関係にある企業などはありません。

Table Shear bond strengths [Mean (S.D.), MPa] of bonding agent with resin composite to enamel or dentin substrates.

		To Enamel			To Dentin		
		0 min	1 h	24 h	0 min	1 h	24 h
2-step Bonding system	BZF-29(G2-BOND Universal)	23.9(5.9) a*	28.8(3.6) a b	34.2(6.9) b	21.7(5.4) c	27.3(3.1) d	31.6(4.4) d
	Clearfil MegaBond 2	26.4(4.2) e	28.5(5.9) e	31.1(6.3) e	18.1(4.f)	25.6(4.2) g	25.8(5.8) g
	Clearfil MegaBond FA	20.0(3.9) h	22.8(4.3) h	28.7(5.5) i	16.2(4.6) j	22.6(5.9) k	24.2(3.9) k
	Fluoro-Bond II	19.8(4.5) l	20.5(4.1) l	20.4(5.2) l	18.5(4.3) m	18.5(4.5) m	20.2(4.6) m
	OptiBond eXTRa Universal	12.9(3.6) n	25.7(4.9) o	28.3(3.4) o	17.8(2.5) p	23.4(4.3) q	25.0(4.8) q
1-step Bonding system	BONDMER Lightless	17.7(3.9) r	19.8(3.9) r s	22.7(4.1) s	13.4(2.7) t	14.7(3.1) t u	17.1(3.9) u
	Scotchbond Universal Plus Adhesive	13.6(4.2) v	14.7(3.5) v	23.7(3.7) w	15.3(3.8) x	15.0(4.3) x	20.9(3.3) y

\*: Means with the same letters were not significantly different (Tukey Test,  $p > 0.01$ ,  $n=10$ )

## ポリマイクロバイアルバイオフィーム初期形成過程への S-PRG 溶出液の抗菌効果

神奈川県立歯科大学大学院歯学研究科 口腔統合医療学講座 保存修復学分野<sup>1</sup>, ACTA<sup>2</sup>

○富山 潔<sup>1</sup>, 石澤将人<sup>1</sup>, Exterkate R.A.M<sup>2</sup>, 向井義晴<sup>1</sup>

### Antibacterial effects of S-PRG eluate on initial growth of polymicrobial biofilms

<sup>1</sup>Dep. of Oral Interdisciplinary Medicine, Div. of Restorative dentistry,

Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental University,

<sup>2</sup>Dep. of Preventive Dentistry, Academic Centre for Dentistry Amsterdam (ACTA)

○ TOMIYAMA Kiyoshi<sup>1</sup>, ISHIZAWA Masato<sup>1</sup>, EXTERKATE R.A.M<sup>2</sup>, MUKAI Yoshiharu<sup>1</sup>

#### 【研究目的】

ポリマイクロバイアル (PM) バイオフィームモデルは、口腔内の細菌叢を口腔外で再現し、抗菌剤や抗菌材料などの効果を迅速に分析するために有用である。本研究の目的はバイオフィームの形成初期である12時間および24時間培養のPMバイオフィームに対してS-PRG溶出液による5分間の処理がどのような影響を及ぼすのかについて検討することである。

#### 【実験材料および方法】

[PM バイオフィームの形成]: PM バイオフィーム形成用材料には直径 12 mm 厚さ 150 μm のガラス円板 (Menzel, Braunschweig, Germany) を用いた。PM バイオフィームの培養には1被験者から採取した刺激唾液を50倍希釈となるようにbuffered McBain 2005 (0.2%スクロース, 50 mM PIPES 含有) 培養液に混入後、培養液の交換を10時間の時点で1回行ない、24時間嫌気培養 (CO<sub>2</sub>: 10%, H<sub>2</sub>: 10%, N<sub>2</sub>: 80%, 37°C) によりバイオフィームを形成した。実験群は①脱イオン水処理群 (cont), ②0.2%グルコン酸クロルヘキシジン群 (0.2C), ③S-PRG 溶出液処理群 (SPRG) の3群とした。

ガラス円板上に形成された12時間培養後のPMバイオフィームに対し5分間の各処理を行なった後、12時間培養を継続し、再び5分間の各処理を行なった。12時間培養後のPMバイオフィームに対し5分間の各処理を行なった時点および、その後12時間培養を継続した時点で、総細菌数 (CFU/ml) の分析を行なうことにより、1回あるいは2回処理がPMバイオフィームの増殖を持続的に抑制できるか否かを分析した (n=10)。培養液のpHおよび総細菌数は、One-way ANOVAおよびTukeyの検定により有意水準5%にて統計学的分析を行ない、各処理剤がポリマイクロバイアルバイオフィームの増殖に与える影響を比較検討した。

#### 【結果及び考察】

[実験1]: 使用済み培養液のpHは、培養12時間および24時間の処理直後において、contに比較し0.2CおよびSPRGは有意に高く、0.2CおよびSPRGの培養12時間での処理後のpHは培養24時間での処理後のpHより有意に高かった (cont 12h: 4.3, cont 24h: 4.2, 0.2C 12h: 5.4, 0.2C 24h: 4.9, SPRG 12h: 5.5, SPRG 24h: 4.9)。

[実験2]: 処理後の細菌数 (CFU/ml) は、培養12時間および24時間の処理直後ともにcontに比較し0.2CおよびSPRGは有意に低く (cont 12h:  $1.47 \times 10^7$ , cont 24h:  $8.50 \times 10^7$ , 0.2C 12h:  $2.20 \times 10^6$ , 0.2C 24h:  $2.90 \times 10^6$ , SPRG 12h:  $2.13 \times 10^6$ , SPRG 24h:  $2.80 \times 10^6$ ), 0.2CおよびSPRGの培養12時間での処理後の細菌数と培養24時間での処理後の細菌数との間に有意差は認められなかった。

S-PRG 溶液処理は、形成初期のPMバイオフィームのpHの下降を抑制していることが細菌数の抑制効果の一因となっていると考えられた。S-PRG 溶液処理による細菌数の抑制は口腔内プラークの抑制のみならず口臭抑制にも寄与する可能性があると考えられる。

#### 【結 論】

S-PRG 溶出液で5分間処理することによりバイオフィームの初期形成に対して顕著な抑制効果が発揮されることが示された。

本研究は、神奈川県立歯科大学 倫理委員会の承認を得て遂行された【研究倫理 審査番号 445】。

本研究内容及び発表に際しての開示すべき利益相反関係にある企業などはない。

## フッ化物配合バーニッシュ処理した根面象牙質の着色性に関する検証

スリーエム ジャパン イノベーション株式会社 歯科用製品技術部  
 ○田島健一, 宮本康司, 吳佳燕

**The Anti-Staining Effects of Fluoride Varnish on Root Dentin**  
 Oral Care Solutions Division R&D Department, 3M Japan Innovation Limited  
 ○Kenichi Tajima, Koji Miyamoto, Joan Wu

### 【緒言】

近年, 成人の残存歯数が増加している一方, 歯肉退縮に伴う根面う蝕が多く認められるようになった。象牙質は有機物が多く多孔質であることから, エナメル質に比べて細菌や酸, 異物の影響を受けやすいといえる。特に根面象牙質はごく薄いセメント質のみで覆われており, 脱灰により表面のミネラルが失われる前に対策を講じる必要がある。露出根面に対しフッ化物を適切に使用し耐酸性を高めることが, 根面う蝕の予防において重要である。前回示したように, 22,600ppm のフッ化物を配合するクリンプロ™ ホワイト バーニッシュ F (以下バーニッシュ) と歯磨剤 (クリンプロ™ 歯みがきペースト F1450) を併用することで, 根面象牙質の脱灰を抑制することができる (第 153 回本学会)。根面象牙質表面には耐酸性のフッ化カルシウム結晶層が形成されたと考えている。この形成された結晶層によって, 根面象牙質の着色性という課題を解決できるのではないかと仮説に基づき, 本研究では, 紅茶による根面象牙質の着色に対しバーニッシュが及ぼす効果を検証したので紹介する。

### 【材料および方法】

ウシ下顎前歯をダイヤモンドカッターにて切り出し, 歯根面が露出するように樹脂で包埋後, 象牙質表面を耐水研磨紙#600 まで研削した。試験体は 4 群 (各群 3 試料) に分類した。即ち, 1) バーニッシュ塗布・脱灰 1 日間 (+/1day), 2) バーニッシュ塗布・脱灰 3 日間 (+/3day), 3) バーニッシュ未塗布・脱灰 1 日間 (-/1day), 4) バーニッシュ未塗布・脱灰 3 日間 (-/3day) とした。1 及び 2 群は象牙質表面にバーニッシュを塗布, 3 及び 4 群は未処理の状態で, それぞれ再石灰化溶液 (1.5 mM Ca, 0.9 mM P, 20 mM HEPES buffer, pH7.0) に 24 時間浸漬した。その後, ヘキサンでバーニッシュを除去し, 脱灰液 (0.1M Lactic acid, 0.2 wt% Carbopol ULTREZ30, 50 % saturated hydroxyapatite, pH 5.0) に 1 日間又は 3 日間浸漬した。これらを, 蒸留水 75mL に紅茶ティーバッグ 1 袋 (1.8g) の割合で 5 分間煮出し 37°C に調製した紅茶溶液に 1, 3, 7 日間浸漬した。浸漬前後の象牙質表面の色調を, 分光色彩計 (SD6000, 日本電色工業) を用いて測色し色差 ( $\Delta E^*ab$ ) を算出し, 分散分析と Tukey の多重比較で有意水準 5% にて統計処理を行った。

### 【結果と考察】

各群の  $\Delta E^*ab$  を左下に, また (+/1day) 群と (-/1day) 群の着色 3 日後の試料を撮影した画像を右下に示す。バーニッシュ塗布群は未塗布群に比べ紅茶による着色が小さい傾向にあることがわかった。バーニッシュ塗布群において, 脱灰時間を長くしても着色度合いが有意に上がることはなかった。象牙質表面に生成される耐酸性のフッ化カルシウム結晶層は, 根面象牙質の着色を抑制する可能性があることを示唆している。

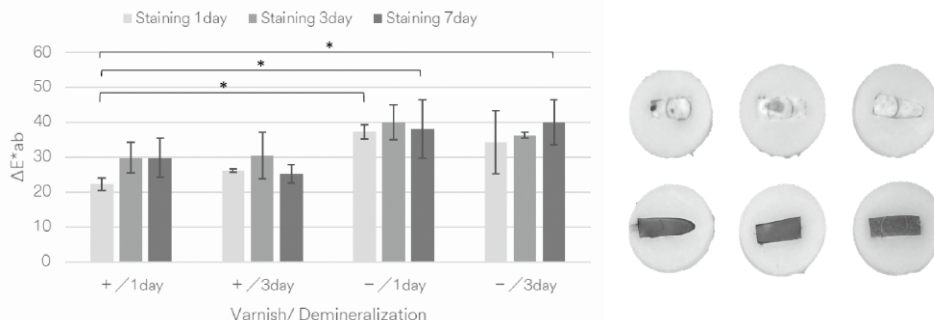


Fig. Bar chart on the left side shows  $\Delta E^*ab$  of root dentin after tea staining (\*:  $p < 0.05$ ). Images of three specimen on the top shows “+/1day” group and images at the bottom shows “-/1day” group. Varnish-treated dentin is not stained compared to control group.

### 臨床実習におけるデンタルレコーダーの活用法

○谷本啓彰<sup>1</sup>, 奥村瑛恵子<sup>2</sup>, 堀川鉄平<sup>3</sup>, 堀江弘恵<sup>4</sup>, 保尾謙三<sup>1</sup>, 小正玲子<sup>1</sup>,  
森川裕仁<sup>1</sup>, 竹内 撰<sup>1</sup>, 横田啓太<sup>1</sup>, 岩田有弘<sup>1</sup>, 吉川一志<sup>1</sup>, 山本 一世<sup>1</sup>

1 大阪歯科大学 歯科保存学講座 2 大阪歯科大学 大学院歯学研究科 歯科保存学専攻  
3 (株) アイキャスト 4 (株) ニッシン

Trial usage of dental recorder 'ReadyCam' on clinical dental training.

1 Osaka Dental University Department of Operative Dentistry

2 Osaka Dental University Graduate School of Dentistry Department of Operative Dentistry

3 i-CAST Co.,Ltd 4 Nissin Dental Products INC.

○Tanimoto Hiroaki<sup>1</sup>, Okumura Saeko<sup>2</sup>, Horikawa Teppei<sup>3</sup>, Horie Hiroa<sup>4</sup>, Yasuo Kenzo<sup>1</sup>, Komasa Reiko<sup>1</sup>,  
Morikawa Yuto<sup>1</sup>, Takeuchi Osamu<sup>1</sup>, Yokota Keita<sup>1</sup>, Iwata Naohiro<sup>1</sup>, Yoshikawa Kazushi<sup>1</sup>,  
Yamamoto Kazuyo<sup>1</sup>

#### 【目的】

歯学部学生教育と歯科衛生士学生教育において臨床実習は、臨床技能だけでなく患者の安全性など医療安全等も習得する現場である。知識能力に加えて、臨床実践能力を養う場でもある。本学附属病院では、本学歯学部第5学年と衛生士実習生を受け入れている。昨年は、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の影響で、通常の臨床実習ができない年となった。感染経路は、飛沫感染と接触感染やエアロゾルによると言われており、歯科診療では切削器具の使用が不可欠であり、使用することによりエアロゾルが発生しやすいために、例年通りの臨床実習が不可（感染症対策の観点より診療ブース内の立ち入り制限）となった。しかし、履修期間は限られており、この期間内に臨床を見る必要がある。そこで、エアロゾル対策も可能であり、学生により多くの症例を見せる方法としてデンタルレコーダー『Ready Cam』（i-CAST社）を用いた実習を導入したので報告する。

#### 【方法】

本学附属病院での歯学部学生ならびに衛生士学生の臨床実習において、保存修復治療時に、デンタルレコーダー『Ready Cam』（i-CAST社）を用いて治療中の動画を撮影した。なお、保存修復治療患者には担当医から撮影の趣旨を説明し、同意を得た上で行った。

#### 【結果および考察】

保存修復治療（コンポジットレジン修復、メタルインレー修復等）の撮影を数症例行った。ビデオケーブルをつなげることで、リアルタイムで映像を映し出すことも可能となり、歯学部学生ならびに衛生士学生の臨床実習生には、リアルタイムでチェアーサイドにおいて、モニター越しに術式を確認することが可能となった。さらに、映像を別室へ飛ばすことで、複数名の学生が同時に動画を視聴することも可能となった。しかしながらその場合は、別の教員が別室で指導する必要が望ましかった。また後日、撮影した動画を学生に見せながら診療内容について説明もすることができた。

今回使用したデンタルレコーダー『Ready Cam』は、撮影時にはモニターやケーブルが不用であり、映像と音声鮮明に記録されることが可能である。この映像は診療補助時の目線ではなく、より診療に近い術者目線で記録されることで、歯科医師としての視線に近い映像が可能である。より臨場感のある映像を、リアルタイムで複数名の学生に指導することも可能となり、指導ツールとして有効であると考えられる。

感染症対策の観点より診療ブース内の立ち入りに制限の時期では、離れた場所で術者目線での診療を見られることは臨床実践能力を養うには有効な方法であると考えられる。今後は、録画映像を有効に活用できる臨床実習になるように検討していきたい。

## インレー窩洞の形態が Intra Oral Scanner の精度に与える影響について

1) 北海道医療大学歯学部口腔機能修復・再建学系 歯蝕制御治療学分野

2) 北海道医療大学 歯学部総合教育学系歯学教育開発学分野

○油井知雄<sup>1)</sup>, 泉川昌宣<sup>1)</sup>, 伊藤修一<sup>2)</sup>, 斎藤隆史<sup>1)</sup>

### Investigation of the accuracy of Intra-Oral Scanner for inlay cavity

<sup>1)</sup>Division of Clinical Cariology and Endodontology, Department of Oral Rehabilitation, School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido

<sup>2)</sup>Division of Dental Education Development, Department of Integrated Dental Education

○Yui T<sup>1)</sup>, Izumikawa M<sup>1)</sup>, Itho S<sup>2)</sup>, Saito T<sup>1)</sup>

#### I. 目的(Purpose)

近年のデジタル技術の発展に伴い、Intra Oral Scanner (以下 IOS)を用いた光学印象法の実用化は修復、補綴装置の製作方法や手技の簡略化が進んでいる。一般的に IOS は従来のロストワックス法における多くの過程を排除しているため精度は高いと考えられているが、撮影画像の重ね合わせ時に誤差を生じる可能性がある。そこで本研究では、CAD/CAM inlay restoration に準ずる窩洞形成を行い、各 IOS から得られた Standard Triangulated Language (以下 STL) data の偏位量を比較した。

#### II. 方法(Method)

下顎第一大臼歯の模型歯 (I21D-400C, Nissin) を用いて、3つの窩洞の深さ (G1:1.5mm、G2:2.0mm、G3:2.5mm) で Class II の MO インレー窩洞を形成した。窩洞は CEREC Omnicam (以下 OMNI)、Trios 3 (以下 TRIOS)を用いて光学印象し、各 STL data を抽出した (n=5)。また Reference Scanner として Aadv Scan E3 (以下 ADVA) を用いて Reference STL data (以下 REF) を得た。各 IOS から得た STL data は三次元データ解析ソフト (GOM-Inspect) のベストフィットアルゴリズム法を用いて窩洞内に基準軸平面を設定し、インレーの適合に重要とされる Marginal、Internal fit に関する計 75 の計測点から REF と各 IOS の STL data 間における偏位量の平均値、標準偏差を求めた。得られた結果は有意水準を 5%として二元配置分散分析にて統計処理した。

#### III. 結果と考察(Results and Consideration)

計測結果から ADVA と各 IOS 間における偏位量の平均値は約 20  $\mu$ m 程度を示し、臨床的に許容範囲内であった。Marginal fit においては OMNI と TRIOS の偏位量は窩洞深さに影響を受けないことが示唆された。一方、Internal fit では窩洞深さに比例して偏位量は増加し、有意差を認めた。

IOS を CAD/CAM inlay に用いる際は G1 ~ G2 (1.5~2.0mm) 程度の窩洞深さが光学印象の精度安定に繋がると考えられた。

#### IV. 結論(Conclusion)

本研究の結果から CAD/CAM インレー窩洞に対する IOS の精度は臨床的に問題のない範囲である。しかしながら、窩洞の深さの増加は IOS の空間分解能および検出精度の低下に繋がるため、IOS に適応した CAD/CAM inlay cavity の深さは G2 (2.0mm) 以下が適切と考えられた。

### 積層した低粘性コンポジットレジンの色彩

<sup>1</sup>朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科保存学分野歯冠修復学、<sup>2</sup>朝日大学、

<sup>3</sup>さくデンタルクリニック、<sup>4</sup>中川歯科医院

○<sup>1</sup>村瀬由起、<sup>2</sup>堀田正人、<sup>3</sup>作 誠太郎、<sup>4</sup>中川豪晴、<sup>1</sup>鶴田はなみ、<sup>1</sup>清水翔二郎、<sup>1</sup>片山幹大、<sup>1</sup>日下部修介、<sup>1</sup>高垣智博、

<sup>1</sup>二階堂 徹

#### Color of layering flowable resin composite

<sup>1</sup>Department of Operative Dentistry, Division of Oral Functional Science and Rehabilitation, Asahi University School of Dentistry, <sup>2</sup>Asahi University, <sup>3</sup>Saku Dental Clinic,

<sup>4</sup>Nakagawa Dental Office

○<sup>1</sup>MURASE Yuki, HOTTA Masato, SAKU Seitaro, NAKAGAWA Takeharu, <sup>1</sup>TSURUTA Hanemi, <sup>1</sup>SHIMIZU Shojiro, <sup>1</sup>KATAYAMA Mikihiro, <sup>1</sup>KUSAKABE Shusuke, <sup>1</sup>TAKAGAKI Tomohiro, <sup>1</sup>NIKAIDO Toru

#### 【緒言】

患歯の色彩に適合すると思われたコンポジットレジンのシェード (1種類) を選択して充填したがうまく残存歯の色と適合しないことがある。1色の半透明性を有するレジンの修復処置では患者の審美的要求に対して満足を得ることは難しく、より自然観を再現するためには明度の異なる複数のコンポジットレジンを使用するレイヤリングテクニックが推奨されている。しかし、各種シェードの組み合わせによって色彩はどのように変化するかを詳細に検討した報告は少ない。そこで、A1、A2、A3の3種類のシェードを用いて積層し、黒、灰色、白の3種類の異なる基準板を背景色として測色することでどのように色彩が変化するか検討した。

#### 【材料および方法】

使用したA1、A2、A3の3種類のシェードのコンポジットレジンクリアフィルムジェスティ ES フロー (Low、クラレノリタケ) である。測色試料の作製はスライドガラス上に静置した内径10mm、高さ2mmの白色テフロン型に高さ1mmと2mmのレジンを填入し、ポリストリップスを介して照射器 (パンキユア、モリタ) を用いて20秒間照射した。測定用試片は実験期間を通じて37°Cの精製水中に保管した。測色には微小面分光色差計 (Micro Spectrophotometer VSS 400、日本電色工業) を用い、C光源、45度双方向照明・垂直受光、測定面積:直径0.7mmで、白色、灰色、黒色基準板上に静置した測色試片の中央付近を3回ずつ測色し、その平均値を求めた (n=5)。測定値はCIE L\* a\* b\* 表色系を用い、A1の2mmの試料に対する1mmの厚さのA2、A3に1mmの厚さのA1をグリセリンを介して重ねた試料と2mmの厚さのA2、A3に対する $\Delta L^*$ 、 $\Delta a^*$ 、 $\Delta b^*$ 、 $\Delta E_{ab}^*$ を求めた。

#### 【結果および考察】

Table 1  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  and  $\Delta E_{ab}^*$  value of each shade specimen on white, gray and black backing compared A1 shade at 2 mm thickness (mean, n=5)

	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta E_{ab}^*$
A1/A2	-0.86 ~ -0.72	-0.07 ~ 0.05	-1.22 ~ -1.08	1.32 ~ 1.48
A1/A3	-1.31 ~ -0.19	0.25 ~ 0.50	-1.26 ~ -1.10	1.41 ~ 1.85
A2	-1.71 ~ -1.65	0.34 ~ 0.56	0.22 ~ 0.38	1.76 ~ 1.82
A3	-4.26 ~ -4.16	0.92 ~ 1.67	2.78 ~ 2.98	5.17 ~ 5.35

A1(2mm)に対して1mmの厚さに積層したA1/A2、A1/A3、A2(2mm)は色差がすべて2以下で肉眼的にも色彩の違いは認められなかったが、A3(2mm)は5以上の色差を示し、明らかにA1(2mm)との色の差が認知できた。A1(2mm)と比較すると積層したA1/A2、A1/A3、A2(2mm)、A3(2mm)はすべて明度が低下し、赤味が上昇した。黄色味はA2(2mm)、A3(2mm)が上昇したが、積層したA1/A2、A1/A3は減少しており、A1をグリセリンを介してA2、A3に重ねたことが原因の可能性もあり、グリセリンを介せず、そのまま積層した2mmの試料を作製し、比較する予定である。

## 酸化チタンの触媒作用を応用したフリーラジカル発生方法の確立

明海大学歯学部機能保存回復学講座保存治療学分野

\*明海大学歯学部総合臨床医学講座内科学

○市村 葉、小林健二、長谷川彰彦\*、横瀬敏志

### Establishment of the method of free radical generation applying the catalytic action of titanium oxide

Division of Endodontic and Operative Dentistry, Department of Restorative and Biomaterials Sciences, School of Dentistry, Meikai University

\* Division of Internal Medicine, Department of Comprehensive Medical Sciences, School of Dentistry, Meikai University

○ICHIMURA Yoh, KOBAYASHI Kenji, HASEGAWA Akihiko\*, YOKOSE Satoshi

**目的:** 酸化チタンの光触媒作用は 380nm 以下の紫外線領域の波長照射により、触媒作用によって水や空気からフリーラジカルを発生させることが知られている。これまでに建築物の屋根や壁など太陽光が当たる部位に応用され、フリーラジカルによる自浄作用や、手術室の壁や床にも応用され、フリーラジカルによる殺菌作用効果を発揮している。歯科領域では主に歯の漂白への応用が期待されているが、紫外線の照射が必要であることから安全性が懸念されている。近年、紫外線照射以外の色々な物理学的なエネルギーを酸化チタンに加えることでフリーラジカルを発生させる方法が報告されるようになった。その物理学的なエネルギーとして挙げられるのが電気による通電と超音波刺激である。これにより、生体に有害である紫外線照射以外で、口腔内に酸化チタンを用いてフリーラジカルを発生させることができ、漂白や殺菌効果が口腔内で安全に行える可能性が得られた。そこで本研究では根管内の殺菌消毒に、この酸化チタンを応用することに着眼した。本研究の目的は酸化チタンのコーティング法と通電によるフリーラジカル発生法について実験的に検討し、今後の臨床応用への基礎的な知見を得ることである。

**材料と方法:** 使用した酸化チタン水溶液は石原産業株式会社から販売されている ST-K211 を用い、奥田らの方法を参考に、陶材、タイル、ガラス、銅、ステンレスに対しディップコーティング法にてコーティングした。即ち酸化チタン溶液に材料を浸漬させ、室温にて乾燥させた後、電気炉を用い 600°C で 10 分間加熱処理を行い、室温にて冷却する工程を 2 回繰り返した。これらを酸化チタン材料とした。一方、酸化チタン溶液に浸漬させない材料を同様に加熱処理したものを対照材料とした。酸化チタンコーティング材料のフリーラジカルを発生を確認するために 10ppm のトルイジンブルー溶液(TB 溶液)を用いてその色素の濃度を目視ならびに分光光度計にて測定した。フリーラジカルを発生には殺菌用紫外線の照射を 1、3、6、12、24 時間行った。また、通電法として歯科用イオン導入装置を用いて、100  $\mu$ A の条件で 30 分、1、3、6 時間通電した。さらに殺菌作用を調べるために *Escherichia coli* を含んだ細菌溶液に酸化チタン材料と対照材料を浸漬させ同様に通電した。その後 B H 培地に細菌を播種して 37 度 24 時間培養し、コロニー数をカウントした。

**結果:** 紫外線によるフリーラジカルを発生はすべての材料で確認された。10ppm の TB 溶液の色素は経時的に薄くなり、6 時間ではほぼ透明になった。また、対象材料では TB 溶液の色には変化がなかった。通電法によるフリーラジカルを発生は陶材以外の金属材料で確認された。紫外線と同様に経時的に TB 溶液の色素は減弱し、対照材料では色素に変化はなかった。分光光度計の結果からは、紫外線に比較して通電の色素減弱作用は 10~20%弱かった。さらに通電した細菌溶液を培養した結果、30 分と 1 時間の通電ではチタン材料と対照材料では差がなかったが、3、6 時間の通電では酸化チタン材料のコロニー数が対照材料のコロニー数に比較して有意に減少した。

**考察:** チタン材料は紫外線と同様に通電でもフリーラジカルが発生することが確認できた。さらに紫外線と同様に通電によって発生したフリーラジカルが殺菌作用を示すことが明らかになった。さらに紫外線、通電ともにチタン材料の表面積に比例してフリーラジカルが多く発生することが確認できた。これらの結果は今後根管内の殺菌消毒にチタンコーティング材料と通電法が有効であることが示唆された。

**結論:** チタンコーティング材料に通電することで、紫外線照射と同様にフリーラジカルを発生させることができた。



三次元形状計測システムを用いた窩洞形成技能評価  
 -臨床実習時・臨床研修開始時と修了時の経時的評価-

- 1 神奈川県立歯科大学大学院歯学研究科 口腔統合医療学講座 保存修復学分野
  - 2 神奈川県立歯科大学大学院歯学研究科 歯学教育学講座
- 武村 幸彦<sup>1</sup>, 花岡 孝治<sup>2</sup>, 向井 義晴<sup>1</sup>

Evaluation of cavity preparation skills using 3D shape measurement system

- 1 Division of Restorative Dentistry, Department of Interdisciplinary Medicine, Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental University  
 2 Department of Dental Education, Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental University  
 Yukihiro TAKEMURA<sup>1</sup>, Koji HANAOKA<sup>2</sup>, Yoshiharu MUKAI<sup>1</sup>

【目的】

窩洞形成は、歯科治療において必ず習得すべき基本的手技の1つである。基礎実習から繰り返し行われ、臨床研修を経て習熟度を増していく。経時的な評価を行うにあたり、長期間評価者を統一し測定を行うことはしばしば困難である。評価者の変更、また同一評価者であっても時間経過による評価のばらつきは公平性が保たれず、一貫性に欠けている。本研究の目的は、臨床実習時、臨床研修開始時と臨床研修修了時の窩洞形成を非接触・高速三次元形状計測装置を用いて、経時的な技術評価を行うことである。

【方法】

窩洞形成は ①2016年度神奈川県立歯科大学5年生(臨床実習時)(22名)、②2018年度神奈川県立歯科大学附属病院歯科医師臨床研修歯科医(研修開始時)(31名)、③同臨床研修歯科医(研修修了時)(31名)を対象に実施した。

臨床実習時、研修開始時、研修修了時に専用人工歯を用い、鑄造修復の窩洞形成(Black1級:26,2級(スライス型):16)を行い、非接触型窩洞形成技能評価システム(VMS-10XR型:株式会社ユニソン)によって、形状測定、点数化をした。事前に登録してある手本窩洞と比較し、削り過ぎと削り不足から外形点数と深さ点数を求め、総合点数を算出した。

【結果および考察】

1級窩洞では、総合点数、外形点数、深さ点数全てにおいて3群間に有意な差は認めなかった。2級窩洞では、臨床実習時と比べて、研修開始時は点数の減少が見られたものの、研修修了時には有意な点数の上昇が見られた。2級窩洞では、有意な差が認められたことは、複雑窩洞のスライス形態は難易度が高く、また、スライス量が評価に大きな影響を及ぼすことが考えられた。

1,2級窩洞ともに深さ点数において、点数自体には大きな変動は認められないものの、減点の評価に大きな変化が見られた。削り過ぎ減点が減少し、削り不足減点の上昇傾向が認められたことは臨床経験を積むことで歯髄までの距離を意識し、露髄を避けようとする心理が働いたことが原因の1つであると推察された。

総合点数では研修修了時には研修開始時と比べて有意に点数の上昇がみられ、これは臨床研修プログラムによって経験値を得ることで熟達度が上がった結果であると考えられた。

Class 1						Class 2									
	Total score	External score	Excessive milling (Deduction)	Insufficient milling (Deduction)	Depth score	Excessive milling (Deduction)	Insufficient milling (Deduction)		Total score	External score	Excessive milling (Deduction)	Insufficient milling (Deduction)	Depth score	Excessive milling (Deduction)	Insufficient milling (Deduction)
Clinical Practice (n=22)	62.5	57	35	48.8	69.1	27.9	27.5	Clinical Practice (n=22)	65.2	59.8	30.1	46.9	71.8	28.8	21.6
Resident start (n=31)	62.1	57.5	35.8	46.6	67.5	19.7	36.8	Resident start (n=31)	62.5	55.2	40.4	45.7	71.8	22.1	28
Resident completion (n=31)	63.5	60.5	35.8	39.6	67.4	12.2	45.7	Resident completion (n=31)	66.1	60.1	37.8	37.4	73.8	13.9	33

【結論】

窩洞形成技能評価システムは、データの保存が可能であり経時的な技術の変化の確認やデータベース化することで情報活用が容易となる。このことは長期に渡っての技能習熟度を評価する1つの指標になることが示唆された。

窩洞形成技能評価システムは窩洞形成を定量評価することが可能であり、そこから技術の熟達度を評価するツールとして有用であることが示された。

## オーラルクロマによる VSC 気体量と官能試験結果の関連性について

神奈川歯科大学大学院歯学研究科口腔統合医療学講座保存修復学分野<sup>1)</sup> 歯周病学分野<sup>2)</sup>

○椎谷 亨<sup>1)</sup>, 青山典生<sup>2)</sup>, 三辺正人<sup>2)</sup>, 向井義晴<sup>1)</sup>

### The relation between amounts of volatile sulfur compounds (VSCs) using OralChroma and organoleptic test

Div. of Restorative Dentistry<sup>1)</sup>, Div. of Periodontology<sup>2)</sup>, Dept. of Oral Interdisciplinary Medicine,  
Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental University, Yokosuka, Japan  
○SHIYA Toru<sup>1)</sup>, AOYAMA Norio<sup>2)</sup>, MINABE Masato<sup>2)</sup>, MUKAI Yoshiharu<sup>1)</sup>

#### 【研究目的】

口臭の元とされている悪臭成分はアンモニア、アミン類、硫化水素、メチルメルカプタン、インドールなどである。オーラルクロマ (NISSHA エフアイエス) は、主要口臭成分とされる揮発性硫黄化合物 (VSC) を3要素ガス (硫化水素、メチルメルカプタン、ジメチルサルファイド) に分離し、その濃度を測定する口臭測定器である。ランニングコストや測定機器設置スペースの面から広く利用されており、本附属病院では新病院設立時に医科歯科連携センターとオーラルケアセンターの共同機器として導入された。これまでに本学会において口臭症例についての報告を行ったが、2019年7月19日からは官能試験も加え診察を行っており、2021年2月13日現在18症例に達した。今回の研究の目的は、官能試験結果と検出された硫化水素、メチルメルカプタン、ジメチルサルファイドの各気体量との関連を検討することである。

#### 【研究方法】

研究対象は、2019年7月19日から2021年2月13日までの期間に口臭症の疑いにて来院され、官能試験およびオーラルクロマによる測定を行った18名の患者である (神奈川歯科大学研究倫理審査委員会承認番号: 第573番)。来院患者にはあらかじめ以下の注意事項を遵守していただいた。注意事項は、I. 前日: 飲酒およびニンニクなどの臭いの強い食品の摂取は控える。また、歯磨きは食後のみで、就寝前の歯磨きを行わない。II. 当日: 起床後の水以外の飲食は控え、歯磨きや洗口剤の使用はせず来院する。の2項目である。オーラルクロマの使用法に準じ、患者様から採取した呼気中における硫化水素、メチルメルカプタン、ジメチルサルファイドの量を測定した。官能試験は臭いを感じる (陽性) または感じない (陰性) の2群に分類した。官能試験の2群間と3種類の気体量との関連性は Mann-Whitney の U 検定を用いて統計分析した。

#### 【成績】

患者18名のうち、男性は5名、女性が13名であり、男性は20代:1名、30代:1名、60代:1名、70代:1名、80代:1名、女性は10代:2名、40代:8名、60代:1名、70代:2名であった。官能試験の結果により2群に分け (陰性9名、陽性9名)、それぞれの群における硫化水素、メチルメルカプタン、ジメチルサルファイドの各気体平均量を求めたところ、それぞれ、陰性群で126 ppb, 69 ppb, 18 ppb, 陽性群で492 ppb, 153 ppb, 19 ppbであった。そこで、2群における各気体量をそれぞれ統計学的に比較検討したところ、硫化水素およびメチルメルカプタンについては有意差が認められた ( $p < 0.05$ ) のに対し、ジメチルサルファイドについては有意差が認められなかった ( $p > 0.05$ )。

#### 【考察】

本結果から硫化水素とメチルメルカプタンの値と官能試験の結果が強く関連することが示されたが、ジメチルサルファイドについては有意な関連がない可能性が示唆された。オーラルクロマにおける嗅覚認知閾値は、ジメチルサルファイド:8 ppb, メチルメルカプタン:26 ppb, 硫化水素:112 ppb と設定されているが、陰性群に比較し陽性群では硫化水素の検出量が閾値の約4倍、メチルメルカプタンが約6倍と極めて多いこと、一方ジメチルサルファイドは陰性群とほぼ変わらないことが、本結果において硫化水素とメチルメルカプタンが官能試験と強く関連性を示した一因であると考えられた。一方、症例数がいまだ十分でないことから、本学附属病院消化器内科などの医科部門とも連携して引き続き症例数を増やし分析を続けていきたいと考えている。

## 新規 2 ステップボンディング材「G2-ボンド ユニバーサル」における ボンドの耐久性評価

株式会社ジーシー  
○藤森健輔, 平野恭佑, 伏島歩登志

Evaluation of durability of bond layer with new 2-step bonding agent "G2-Bond Universal"  
GC Corporation  
○Kensuke Fujimori, Kyousuke Hirano, Futoshi Fusejima

### 【目的】

セルフエッチングタイプの 2 ステップボンディング材は、エッチング、プライミングの役割を果たすセルフエッチングプライマーと、ボンディング層を形成するボンドから構成される。2 ステップボンディング材では、ボンドが厚いボンディング層を形成し、さらに高い機械的強度を有することで、接着強度を発現する。

従来の 2 ステップボンディング材は、歯質への親和性、接着性の向上を目的として、親水性モノマーである HEMA や、接着性モノマーである MDP がボンドに配合されているが、一方でボンディング層が吸水劣化することが懸念された。

弊社では、ボンドを HEMA, MDP フリーとすることで高い疎水性を示す新規 2 ステップボンディング材「G2-ボンド ユニバーサル」を開発した (以下 G2B)。本研究では、G2B におけるボンディング層の耐久性を評価した。

### 【材料および方法】

評価には G2B のほか、HEMA を含む既存 2 ステップボンディング材 (Product A, Product B) を用い、2 ステップボンディング材においてボンディング層を形成するボンドを使用して試験を実施した。

G2B, Product A 並びに Product B について、ISO 4049:2019 の 7.12 Water sorption and solubility を参考に、ボンドの硬化体を作製した。光照射 1 回当たりの照射時間は 10 秒とし、ボンドの硬化には LED 光照射機 (G-ライトプライマー II, ジーシー) を用いた。得られた硬化体を 37°C の恒温槽にて水中浸漬させ、浸漬 1 日後、7 日後の重量と寸法を測定し、吸水量を求めた (n=5)。吸水量試験と同様の手順で硬化体を作成したのち、試験面を SiC 耐水研磨紙を用いて #1500→#2400→#4000 の順に注水研磨した。研磨直後および、研磨後の硬化体を 37°C の恒温槽にて 1 日および 7 日間水中浸漬させた後のビッカース硬度を、硬さ試験機 (マイクロビッカース硬度計 HMV-G21D1, SHIMADZU) を用いて測定した (1.961 N, 保持時間 20 秒) (n=3, 各試験体につき 5 点測定)。各試験において、7 日目における試験結果を Tukey 検定にて統計処理を行った (p<0.05)。

### 【結果及び考察】

吸水試験の結果を Table 1 に示した。G2B は 1 日後および、7 日後でも有意に吸水量が少なかった。ビッカース硬さ試験の結果を Fig. 1 に示した。G2B は光照射直後から 1 日後にかけて硬度が向上したのち、水中浸漬 7 日後においても低下が見られなかった。一方、Product A 並びに Product B は水中浸漬 1 日後にかけて大幅に硬度の低下が見られ、その後はゆるやかに低下する傾向であった。Product A, Product B はボンド中に HEMA, MDP が配合されているため吸水量が高く、吸水によりレジンマトリックスが劣化し、硬度が顕著に低下したと考えられる。一方で G2B のボンドは、HEMA, MDP 無配合であるため吸水の影響を受けにくく、7 日後においても高い硬度を維持したものと考えられる。

### 【結論】

G2B は吸水によるボンディング層の劣化が小さく、臨床場においても優れた耐久性が期待される。

Table.1 Water sorption after 1 day and 7 days

Products	G2B	Product A	Product B
1 day	20.5 (0.9)	48.1 (1.1)	61.0 (1.6)
7 days	44.0 (12.1) <sup>A</sup>	70.6 (1.2) <sup>B</sup>	84.1 (0.9) <sup>C</sup>

( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ )

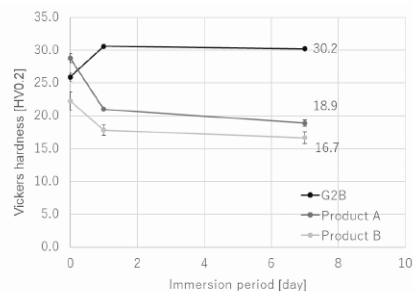


Fig.1 Vickers hardness during each immersion period

## 2種類のコンポジットレジンブロックと4-META/MMA-TBB レジンの 接着強さに対する2液性プライマーの効果比較

長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 歯科補綴学分野 保存修復学部門

○介田 圭, 江越貴文, 平 曜輔

### Comparison of the effects of a two-bottle primer on the bond strength between two different resin-composite blocks and 4-META/MMA-TBB resin

Div. of Cariology and Restorative Dentistry, Dept. of Prosthetic Dentistry, Graduate School of Biomedical Sciences, Nagasaki University

○Kaida K, Egoshi T, Taira Y

#### 【目的】

CAD/CAMシステムで加工したコンポジットレジンクラウンやインレーが臨床で多く用いられている。無機フィラーが高密度に配合され、且つレジン成分の重合度が高められたコンポジットレジンブロックは、従来のコンポジットレジンよりも機械的強度が改善されている反面、レジンセメントとの接着力不足が原因で修復物が支台歯から脱離することがある。したがって修復物を口腔内で長く機能させるためには、適切な材料の選択と表面処理が必要と考えられる。特定のコンポジットレジンブロックを被着体とした研究では、リン酸エステル系モノマー (MDP) とシランカップリング材 ( $\gamma$ -MPTS) を共に含有するプライマーによって化学重合型レジンセメント (4-META/MMA-TBBレジン) との接着強さが改善されることが報告されている<sup>1,2)</sup>。しかし、多くの製品ではMDPと $\gamma$ -MPTSがどの程度寄与しているのか不明であった。そこで本研究では、2種類のコンポジットレジンブロックと4-META/MMA-TBBレジンとの接着強さに対するMDPや $\gamma$ -MPTSによるプライマー処理の効果を比較することを目的とした。

#### 【材料および方法】

コンポジットレジンブロック Shofu Block HC (SH, 松風) およびKZR-CAD HR2 (KZ, ヤマキン) を被着体とした。プライマーとしては2液性のSuper-Bond PZ Primer (サンメディカル) のMDP含有液 (Liquid A),  $\gamma$ -MPTS含有液 (Liquid B) およびその両者を混合した液 (Liquid A+B) を使用した。各ブロックから厚さ3 mmの板状試料を切り出し、表面を#600の耐水研磨紙で研削し、水中で超音波洗浄を行い、乾燥した。被着面をテープで直径2 mmに規定し、各プライマーを塗布し、4-META/MMA-TBBレジン (Super-Bond C&B, サンメディカル) を用いてステンレス棒と接着した。また、プライマーを塗布しなかった試料 (No primer) をコントロールとして用いた<sup>3)</sup>。接着した試料を37°C水中に24時間浸漬し、万能試験機を用いてクロスヘッドスピード1.0 mm/minで引張り試験を行い、接着強さを求めた。試料数は各条件8個とし、有意水準5%で分散分析と平均値の多重比較 (Tukey-Kramer HSD) 検定を行った。

#### 【結果と考察】

SH/Liquid A と SH/Liquid B の接着強さに有意差はなく、いずれも SH/No primer より高く、SH/Liquid A+B より低い傾向が認められた (Fig. 1)。MDP が直接フィラーに結合するだけではなく、MDP が $\gamma$ -MPTS を活性化して $\gamma$ -MPTS とシリカフィラーの結合を促進したのではないかと考えられる。一方 KZ の場合は、プライマーの有無に関わらず SH よりも比較的高い接着強さを示し、KZ/No primer, KZ/Liquid A, KZ/Liquid B, KZ/Liquid A+B の間に有意差は認められなかったことから、上記以外の接着機構が大きく関与していると推察される。結論として、4-META/MMA-TBB レジンを用いた場合、MDP あるいは $\gamma$ -MPTS 単独の接着改善効果に著しい差はなく、SH を被着体とした場合には MDP と $\gamma$ -MPTS の相乗効果が示唆された。今後接着耐久性の評価も必要と考えられる。

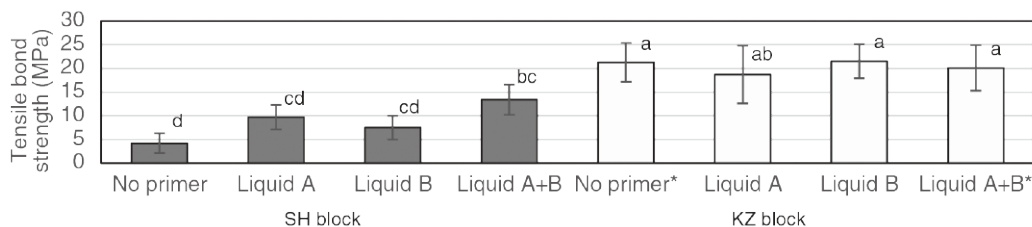


Fig. 1 Tensile bond strengths between resin-composite blocks and 4-META/MMA-TBB resin.

Identical small letters indicate values that are not statistically different ( $p > 0.05$ ).

\*Kaida *et al.*<sup>3)</sup>

#### 【文献】

- 1) Shinagawa J, Inoue G, Nikaido T, Ikeda M, Burrow MF, Tagami J. Early bond strengths of 4-META/MMA-TBB resin cements to CAD/CAM resin composite. *Dent Mater J* 2019; 38: 28-32.
- 2) Shinohara A, Taira Y, Sakihara M, Sawase T. Effects of three silane primers and five adhesive agents on the bond strength of composite material for a computer-aided design and manufacturing system. *J Appl Oral Sci* 2018; doi: 10.1590/1678-7757-2017-0342.
- 3) 介田 圭, 平 曜輔, 江越貴文, 久保至誠. CAD/CAM 用コンポジットレジンブロックと 4-META/MMA-TBB レジンの接着強さに対するシラン含有プライマーの効果. 日本歯科保存学会 2020 年度春季学術大会 (第 152 回) プログラムおよび講演抄録集 2020; 82, P39.

## 新規ポリマー粉末を用いた 4-META/MMA-TBB レジンの特性

サンメディカル株式会社 第二研究開発部  
○山本裕也、山元明里、小里達也

### Performance of 4-META/MMA-TBB resin combined with a newly developed powder.

Sunmedical Co.,Ltd. Research & Development Region.2

○Yamamoto Yuya, Yamamoto Akari, Ori Tatsuya

【目的】4-META/MMA-TBB レジン(スーパーボンド)はトリブチルボランを主成分とする重合開始剤(キャタリスト V)、4-META および MMA からなる液材(クイックモノマー液など)、ポリメチルメタクリレート (PMMA) を主成分とするポリマー粉末からなり、高い接着強さと優れた生体適合性から矯正治療、歯周保存、補綴治療など様々な分野で使用されている。スーパーボンドの適用方法は重合開始剤と液材を混合した活性化液を浸した筆でポリマー玉を調製して塗布する筆積法と、これらを一度に混合して塗布する混和法がある。従来のポリマー粉末クリア(以下、クリア)などは筆積法と混和法で使用できるものの混和法での室温下の操作時間が短く、一方でポリマー粉末混和クリア(以下、混和クリア)などは操作時間が長い反面、セメント泥の流動性が高いため垂れやすく、また筆積での適用が難しい。今回、我々は PMMA の分子量や粒子径等を調節することで筆積性および混和性に優れた新規ポリマー粉末を開発し、種々の特性について従来のポリマー粉末との比較検討を行った。

【材料および方法】新規ポリマー粉末(平均分子量 10~30 万/中位径 20~60  $\mu\text{m}$  の不定形および球形ポリマー)、従来のクリア、混和クリアおよび、クイックモノマー液、キャタリスト V を使い、筆積性の評価として筆積時のポリマー玉の大きさを目視で比較した。また、混和法で使用した場合のセメント泥の垂れ性を評価するべく、室温にて混和開始から 10、20、40、60、80、100 秒後にそれぞれ 0.05g のセメント泥をガラス板に乗せ、ガラス板を垂直に 5 秒間立てた際にセメント泥が垂れた長さをノギスにより計測した。加えて、混和法での操作時間の評価として、室温で混和した際のセメント泥がサラサラなスラリー状時間及び緩いペースト様のゾル状時間をそれぞれ測定した。一方で、ISO4049 に従いセメント泥がスラリー状およびゾル状でを使用した場合の被膜厚さを測定した。また、接着性の評価として、牛歯象牙質を#180 の耐水研磨紙で切削し、両面テープで面積規定した表面をティースプライマー(サンメディカル)で前処理した後に混和法にてアクリル棒を植立し、37°C に一晩水中浸漬した後にオートグラフにて C. H. S. 1mm/min で引張試験を行って象牙質接着強さを測定した。

【結果および考察】筆積性の評価の結果、新規ポリマー粉末の筆積性は従来のクリアと同等程度であった。セメント泥の垂れ性と操作時間はクリアの場合で混和開始から 10~20 秒で垂れ性が低減し、スラリー状時間が約 20 秒、ゾル状時間が約 20 秒となった。混和クリアの場合は 70~80 秒で垂れ性が低減し、スラリー状時間が約 80 秒、ゾル状時間が約 20 秒となった。一方で新規ポリマー粉末の場合は 20 秒~30 秒で垂れ性が低減し、スラリー状時間が約 30 秒、ゾル状時間が約 60 秒と従来のものと比較してゾル状時間が長い結果となった。新規ポリマー粉末の被膜厚さはスラリー状およびゾル状でを使用した場合で共に約 30  $\mu\text{m}$  となり、クリアおよび混和クリアの被膜厚さと同等程度の結果となった。また、新規ポリマー粉末の象牙質接着強さはスラリー状で 9.1 $\pm$ 1.0MPa、ゾル状で 11.2 $\pm$ 2.7MPa であり、クリアおよび混和クリアと比較して同等程度の結果となった。これらの要因として、新規ポリマー粉末に含まれる PMMA の粒子形状と粒子径および分子量を最適化することで、クイックモノマー液の主成分である MMA への溶解性を制御できた結果、従来のポリマー粉末と同等の被膜厚さと接着性能を維持し、操作性の改善が可能になったと考えられる。

【結論】新規ポリマー粉末の筆積性は従来のクリアと同等程度であり、混和性についてはクリアや混和クリアよりゾル状時間が長い結果となった。また、新規ポリマー粉末をスラリー状、ゾル状でを使用した際の被膜厚さおよび象牙質接着強さは従来のポリマー粉末と同等であった。

## 従来型ガラスアイオノマーセメントと象牙質接着界面の長期症例における観察

北海道大学大学院歯学研究院 口腔健康科学講座 歯科保存学教室  
○星加修平、小城賢一、田中享、佐野英彦

### Interfacial characterization between conventional glass-ionomer cement and dentin for 1-year in vivo

Hokkaido University Faculty of Dental Medicine Division of Dental Medicine  
Department of Health Science

○Shuhei Hoshika, Kenichi Koshiro, Toru Tanaka, Hidehiko Sano

目的：ガラスアイオノマーセメントは、ポリアクリル酸中のカルボキシル基と歯質のハイドロキシアパタイト中のカルシウムとがイオン結合によって化学的に反応することで、歯質と接着する。また、ガラスアイオノマーセメントから溶出するフッ化物イオンが、セメントと接触している歯質の再石灰化を起こすことが出来る。本研究では従来型ガラスアイオノマーセメントと象牙質との接着界面とその接着界面の変化の形態学的観察を *in vivo*、*in vitro* の条件で比較して検討することを目的とした。

材料と方法：*In vivo* の条件として、2 匹のカニクイザルの歯を使用した。本研究は北海道大学歯学部動物実験室の規則に則って行った。(平成19年時点で本学において動物実験承認番号制度がなかった。) う蝕のない14 歯に対して頬側象牙質内にダイヤモンドバーにて 5 級窩洞を形成した。バーは 1 歯形成ごとに交換した。窩洞を Cavity Conditioner (GC)にて処理し、Fuji IX GP (GC)を用いて充填した (1-y 群)。その1年経過後に、同じカニクイザルの新たな4 歯に対して同様な方法でガラスアイオノマーセメントを充填した (1-d 群)。1-d 群を充填した翌日に屠殺し、全ての歯を速やかに抜去後、透過型電子顕微鏡 (TEM) による接着界面観察用の試料作成、観察をおこなった。加えて、*In vivo* と *in vitro* の条件を比較するために、2 本のヒト健全抜去大臼歯を用いて *in vivo* と同様に頬側象牙質内に 5 級窩洞を形成、Cavity Conditioner にて処理し、Fuji IX GP を充填、1 日後に TEM による接着界面観察用の試料作成、観察をおこなった (*vitro* 群)。

結果：TEM 観察から、1-d 群、*vitro* 群においてはガラスアイオノマーセメントと象牙質は、コンポジットレジンとの接着界面で見られるハイブリッドレイヤーの様な脱灰層を形成して接着しているのが観察された。*vitro* 群の脱灰層は 1-d 群の脱灰層に比べて厚く形成されていた。これらの脱灰層の上部には、数百ナノメートルの厚さの matrix-rich layer が認められ、この matrix-rich layer の上部には数百ナノメートルの厚さの intermediate layer が認められた。これらと対照的に 1-y 群では、1-d 群、*vitro* 群において観察されたハイブリッドレイヤーの様な脱灰層は認められず、再石灰化層と考えられる 500-700 ナノメートルの厚さの層が観察された。強拡大像では、接着界面付近にハイドロキシアパタイト結晶が認められた。ガラスアイオノマーセメントの TEM 像における電子密度は健全象牙質の電子密度とほぼ同等となっていた。

考察：口腔内で1年間経過したことにより、脱灰層が再石灰化様の変化をしたと考えられる。ハイドロキシアパタイトから溶出した金属イオンや象牙質細管、口腔内環境に存在する金属イオンがポリ酸塩の生成に寄与しており、再石灰化に必要な結晶の形成を経年的に助長することが考えられる。

結論：1) 従来型ガラスアイオノマーセメントは、象牙質とコンポジットレジンとの接着界面で見られるハイブリッドレイヤーの様な脱灰層を形成して接着する。2) 従来型ガラスアイオノマーセメントと象牙質の接着界面は経年的に変化する。3) 従来型ガラスアイオノマーセメントと象牙質の接着界面の経年的な再結晶化、再石灰化の可能性が形態学的に示唆された。

## フッ素含有知覚過敏抑制材による抗菌効果の検討

<sup>1</sup>北海道医療大学歯学部 口腔機能修復・再建学系 歯制御治療学分野

<sup>2</sup>朝日大学歯学部 口腔機能修復学講座 歯科理工学分野

<sup>3</sup>北海道大学大学院歯学研究科 歯科保存学教室

○松田康裕<sup>1</sup>, 櫻井雅彦<sup>1</sup>, 泉川昌宣<sup>1</sup>, 油井知雄<sup>1</sup>, 奥山克史<sup>2</sup>, 佐野英彦<sup>3</sup>, 齋藤隆史<sup>1</sup>,

### The Antibacterial effect of Fluoride varnish

<sup>1</sup>Division of Clinical Cariology and Endodontology, Department of Oral Rehabilitation, School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido

<sup>2</sup>Department of Dental Materials Science, Asahi University School of Dentistry

<sup>3</sup>Department of Restorative Dentistry, Graduate School of Dental Medicine Hokkaido University.

○MATSUDA Yasuhiro<sup>1</sup>, SAKURAI Masahiko<sup>1</sup>, IZUMIKAW Masanobu<sup>1</sup>,

YUI Tomoo<sup>1</sup>, OKUYAMA Katsushi<sup>2</sup>, SANO Hidehiko<sup>3</sup>, SAITO Takashi<sup>1</sup>

#### 【緒言】

歯面にフッ素を塗布・供給する材料としてフッ化物バーニッシュが知られている。フッ化物バーニッシュは 22,600ppmF という高濃度のフッ化物を含有する材料であり、象牙質知覚過敏の治療だけでなく齲蝕や酸蝕症の予防に用いられている。我々はこれまでにフッ素バーニッシュによる脱灰抑制効果[1]やフッ素の供給について発表を行ってきた。フッ素は塩素やヨウ素と同じハロゲン属元素であり酸化作用を持っており、塩素やヨウ素の殺菌、抗菌効果は広く知られているがフッ素による抗菌効果の検討はあまり行われていない。そこで本研究ではフッ素バーニッシュによる抗菌効果について検討を行った。

#### 【材料と方法】

フッ素含有バーニッシュとしてホワイトバーニッシュ (3M) を使用した。1.5ml エッペンチューブ内面にバーニッシュを 0.02g 塗布し 24 時間 UV 下で乾燥し材料群とした、コントロール群は無処理のチューブを用いた。その後、*S. mutans* 菌 (ATCC 25175) を BHI 培地を用いて 24 時間嫌気培養後、 $1 \times 10^5$  cells/mL となるように調製した。材料群、コントロール群の処理を行ったチューブそれぞれに細菌培養し調整した BHI 培地 1ml ずつを分注し 12 時間培養を行った。培養後、10 倍希釈し *Streptococcus* 属の選択培地 (MS 寒天培地) に播種し培養を行った後、CFU を測定し抗菌性を評価した。コントロール群と材料群の菌数は t-test ( $p < 0.05$ ) を用いて統計分析を行った。

#### 【結果及び考察】

フッ化物バーニッシュを塗布したチューブの細菌数はコントロールと比較して有意に少ない値であった。今回の結果から、フッ化物バーニッシュは脱灰抑制効果のみならず抗菌性を示すことが明らかとなった。フッ化物バーニッシュは根面齲蝕の予防や再石灰化促進にも推奨されており、抗菌性も明らかになったことから根面齲蝕だけでなく歯周病の予防に使用できる可能性が示唆された。今後はバーニッシュの基剤への菌の付着や、より強い抗菌作用を添加した新しいバーニッシュ材の開発、検討を行う予定である。

[1] 大木ら, フッ化物徐放性材料の象牙質表面への塗布による脱灰抑制効果. 日歯保存誌 59 (1), 359-369, 2016.

[2] 松田ら, フッ素含有知覚過敏抑制材を塗布した歯質中のフッ素分布測定 日本歯科保存学会 2020 年度秋季学術大会

## フッ化物含有金属複合ナノ粒子による抗菌性の検討

<sup>1</sup>北海道医療大学歯学部 口腔機能修復・再建学系 う蝕制御治療学分野

<sup>2</sup>朝日大学歯学部 口腔機能修復学講座 歯科理工学分野

<sup>3</sup>北海道大学大学院歯学研究科 歯科保存学教室

○松田康裕<sup>1</sup>, Bayarchimeg Altankhishig<sup>1</sup>, 泉川昌宣<sup>1</sup>, 油井知雄<sup>1</sup>, 奥山克史<sup>2</sup>, 佐野英彦<sup>3</sup>, 斎藤隆史<sup>1</sup>

### The Antibacterial effect of a fluoride-containing ZnO/CuO nanocomposites

<sup>1</sup>Division of Clinical Cariology and Endodontology, Department of Oral Rehabilitation,  
School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido

<sup>2</sup>Department of Dental Materials Science, Asahi University School of Dentistry

<sup>3</sup>Department of Restorative Dentistry, Graduate School of Dental Medicine Hokkaido University

○MATSUDA Yasuhiro<sup>1</sup>, ALTANKHISHIG Bayarchimeg<sup>1</sup>, IZUMIKAW Masanobu<sup>1</sup>,

YUI Tomoo<sup>1</sup>, OKUYAMA Katsushi<sup>2</sup>, SANO Hidehiko<sup>3</sup>, SAITO Takashi<sup>1</sup>

#### 【緒言】

亜鉛は象牙質コラーゲンを分解する MMP を阻害してコラーゲン繊維を保護することが報告されており、象牙質の劣化の抑制と再石灰化の促進が期待される。一方、銅はコラーゲンの架橋構造に必要なリシンオキシダーゼやモノアミンオキシダーゼの必須元素であり、クロスリンク抑制剤のいくつかは銅キレート剤であることから銅はコラーゲン構造の維持に重要であると考えられる。フッ化物は歯質の脱灰抑制効果が広く知られていることから、我々はフッ素、亜鉛、銅を用いたナノ粒子を開発し<sup>[1]</sup>、その抗菌性や接着システムに与える影響について報告を行った<sup>[2]</sup>。しかしながら、このナノ粒子を含有するレジンの抗菌性については不明であることから、本研究ではフッ化物含有 ZnO/CuO ナノコンポジット (ZCF) 配合レジンの抗菌性について検討を行った。

#### 【材料と方法】

材料群として亜鉛、銅、フッ化物水溶液を用いて以前に報告した方法に準じてナノ粒子を作製した。得られたナノ粒子を重量比 1.25%と 2.5%でレジン (ユニファスト、ジーシー) に添加し直径 10 mmのレジンドディスクを作製した。

BHI 培地を用いて *S. mutans* 菌 (ATCC 25175) を 24 時間嫌気培養後、 $1 \times 10^9$  cells/mL となるように調製した BHI 培地 50  $\mu$ L を作製した。ナノ粒子を添加したレジンドディスクと、コントロールとしてナノ粒子を添加しないレジンドディスクを 12 ウェルプレート上に静置した後、得られた 50  $\mu$ L と BHI 1459  $\mu$ L を加え 24 時間 37°C で培養を行った。培養後、セルスクレパーを用いてレジンドディスク表面に存在する細菌を除去し、寒天培地を用いて CFU を測定し抗菌性を評価した。コントロール群と材料群の菌数は One-way ANOVA followed by Scheffe's test ( $p < 0.05$ ) を用いて統計分析を行った。

#### 【結果及び考察】

1.25%と 2.5%ナノコンポジット含有レジンの表面の細菌数はコントロールと比較して有意に少ない値であった。しかしそれぞれのナノコンポジットを含有している材料群間では有意差は認められなかった。

今回の結果から、ナノコンポジットはレジン内であってもその表層で抗菌性を示すことが明らかとなった。ナノコンポジットの MMP 抑制効果も報告されており、またボンディング材に添加しても接着強さに影響を与えないことも報告されていることから、ナノコンポジット含有ボンディング材が抗菌性を有し象牙質劣化も抑制する新規材料となる可能性が示唆された。

[1] Matsuda *et al.* Antibacterial effect of a fluoride-containing ZnO/CuO nanocomposite. NUCL INSTRUM METHODS PHYS RES B 456(1), 184-188, 2019.

[2] Altankhishig *et al.* フッ化物含有金属複合ナノ粒子が象牙質接着能に及ぼす影響. 日本歯科保存学会 2019 年度春季学術大会 (第 150 回) .