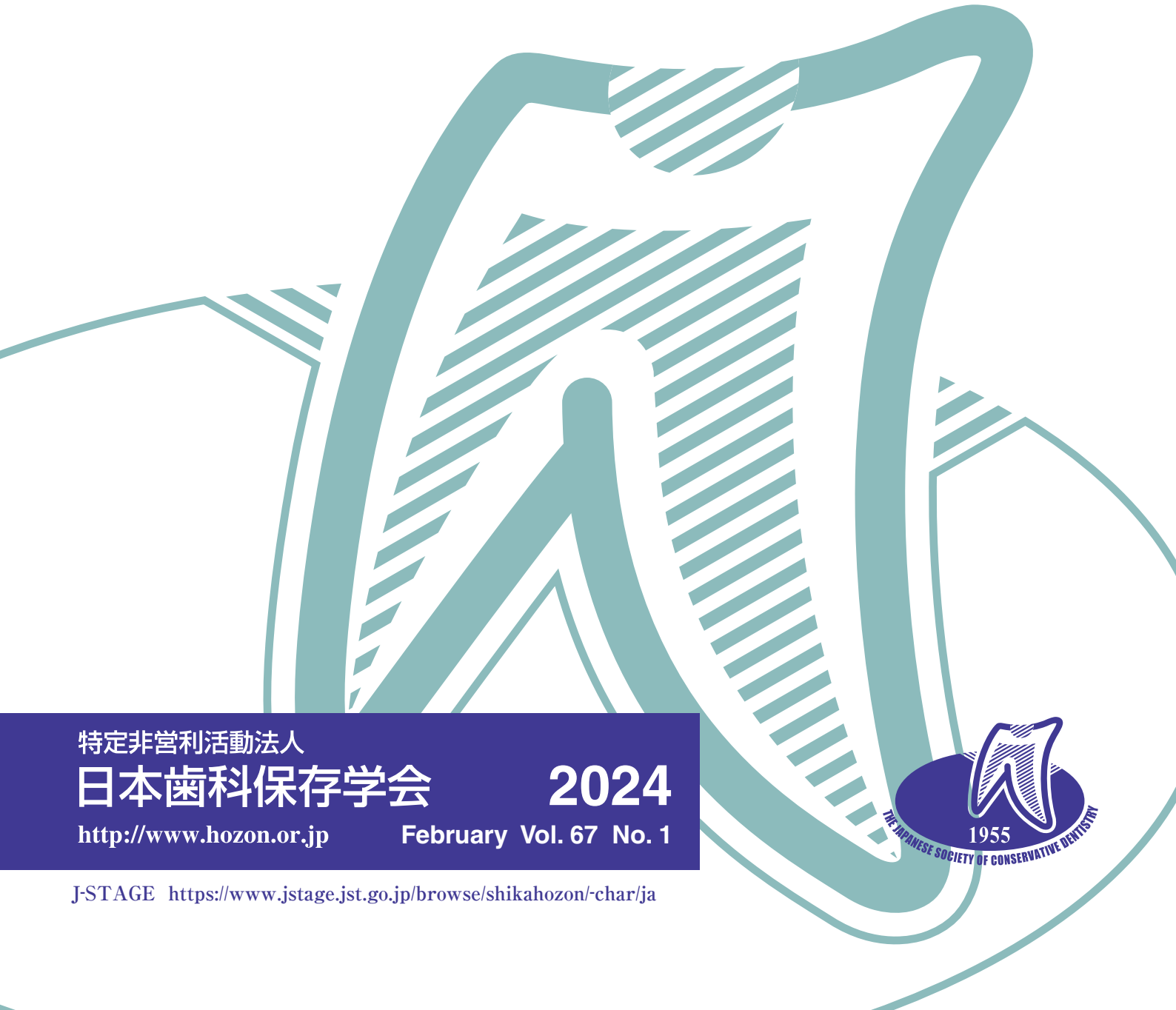
ONLINE ISSN 2188-0808

日本歯科保存学雑誌

THE JAPANESE JOURNAL OF CONSERVATIVE DENTISTRY

日歯保存誌　Jpn J Conserv Dent



特定非営利活動法人
日本歯科保存学会
http://www.hozon.or.jp

2024
February Vol. 67 No. 1

J-STAGE https://www.jstage.jst.go.jp/browse/shikahozon/-char/ja

NEO DENTAL CHEMICAL PRODUCTS CO., LTD.

カタログ PDF　添付文書 PDF

NEW
覆髄+裏層 2in1

素材の品質も 性能の一部です。

1本で覆髄から裏層まで！

DirectCapping+BaseLiner CAVIOS with MTA

- 1本で直接覆髄から裏層まで
- デンティンブリッジ形成促進
- ALP活性に最適なpH
- HAPによるマイクロシール効果
- ネオホワイトピュア® 配合

ALP：アルカリフォスファターゼ
HAP：ハイドロキシアパタイト

高い操作性を有するキャビオスがMTA系製材として生まれかわりました。スムーズで切れが良く、歯質へのなじみが高いペーストに、MTA系成分「ネオホワイトピュア®」を配合。MTAの効果発現を促す新処方により光重合裏層材としての理工学的性質に加え、直接覆髄材としての性能を獲得しました。1本で覆髄にも裏層にも使える２in１製材です。

MTA系覆髄+裏層材

D-Cavios® MTA

ネオホワイトピュア® 配合

1.5g入シリンジ　1本
先端チップ　15本
標準価格 6,500円

D-キャビオス®MTA
医療機器認証番号　304ADBZX00054000
歯科用覆髄材料（歯科裏層用高分子系材料）
管理医療機器

製造販売業者
ネオ製薬工業株式会社
〒150-0012　東京都渋谷区広尾3丁目1番3号
Tel. 03-3400-3768（代）　Fax. 03-3499-0613

「ネオホワイトピュア」は太平洋セメント株式会社の登録商標第 6125963 号です。

kuraray

Noritake

Super Low

NEW

1色※で天然歯色に親和するフロアブルCR

※臼歯部の場合

Low

High

NEW

クリアフィル® マジェスティ® ESフロー

Super Low　Low　High

Universal

なぜ色が親和するのか？ 物性は？ 操作性は？ 詳しい特長は特設サイトへ！ →

単品　クリアフィル® マジェスティ® ES フロー　Universal　管理医療機器 歯科充填用コンポジットレジン　医療機器認証番号：224ABBZX00170000

○本品は、袋包装です。

Super Low

●レジン充填材
〈Super Low〉（U、UD）各2.7g（1.5mL）
●付属品　ニードルチップ（N）(5個)
ニードルチップキャップ（5個）

Low

●レジン充填材
〈Low〉（U、UD、UOP、UW）各2.7g（1.5mL）
●付属品　ニードルチップ（N）(5個)
ニードルチップキャップ（5個）

High

●レジン充填材
〈High〉（U、UD、UOP）各2.7g（1.5mL）
●付属品　ニードルチップ（N）(5個)
ニードルチップキャップ（5個）

クラレノリタケ デンタル株式会社
〒100-0004　東京都千代田区大手町2丁目6-4 常盤橋タワー

お問い合わせ ｜ 0120-330-922　月曜～金曜 10:00～17:00
ホームページ ｜ www.kuraraynoritake.jp

●仕様及び外観は、製品改良のため予告無く変更することがありますので、予めご了承ください。
●印刷のため実際の色調と異なる場合があります。
●ご使用に際しましては添付文書を必ずお読みください。

［製造販売元］クラレノリタケデンタル株式会社　［販売元］株式会社モリタ
〒959-2653 新潟県胎内市倉敷町2-28　〒564-8650 大阪府吹田市垂水町3-33-18　お客様相談センター：0800-222-8020〈医療従事者様向窓口〉

・「クリアフィル」及び「マジェスティ」は株式会社クラレの登録商標です。

02／2023

歯が溶ける pH(臨界pH)は,5.3 とは限らない?!

歯磨き回数と 口漱ぎの方法による う蝕予防効果の違いは?

なぜ初期う蝕は, エナメル質の内部から 脱灰されるの?

pHが高いと, なぜ歯石が できやすいの?

歯周炎患者は 唾液の性状が 違うの?

エナメル質と根面で, 脱灰のされ方は どう違うの?

白斑であっても 脱灰しているとは 限らない?

お米はパンより 歯石が できやすい?!

う蝕・酸蝕・歯周疾患に関する こうした疑問に,

自信をもって説明できますか??

わかりやすく 説明してくれるのは **この本!**

ちょっと深掘り!

予防の科学

う蝕・酸蝕・歯石と歯周疾患

中嶋省志 著

- A5判／240頁／2色刷り
- 定価 5,280円（本体 4,800円＋税10%）
- ISBN978-4-263-44696-6
- 注文コード 446960

詳細は2次元コードの リンク先から!

本書は・・・

- ☑ う蝕・酸蝕・歯周疾患について, その発症のメカニズムと, 予防のための エビデンスを解説した書籍.
- ☑ 92のトピックをとおして“予防のプロ”になるための知識とスキルを養います. 口腔保健への興味と実践への原動力を引きだす患者説明・コミュニケーションのヒントやデータも満載.
- ☑ あなたが知らない“予防の科学”がここにあります.

“予防”を, あなたの強みに!

医歯薬出版株式会社
〒113-8612 東京都文京区本駒込1-7-10 TEL03-5395-7630 FAX03-5395-7633
https://www.ishiyaku.co.jp/

日本歯科保存学雑誌

第 67 巻第 1 号　　令和 6 年 2 月

目　　次

総　説

ケイ酸カルシウム系セメントの生体機能性と歯髄創傷治癒
……吉羽　邦彦（ 1 ）

歯周治療による咀嚼機能回復は血糖コントロール改善に寄与するか？
―特に食習慣・食栄養バランス改善の点からの考察―
……三辺　正人，山本　裕子，河野　寛二
中澤　正絵，山本　龍生（ 10 ）

ミニレビュー

歯肉上皮細胞の多彩な役割―防御と破壊の二面性―
……臼井　通彦（ 20 ）

Fatigue Bond Strength 試験
……辻本　暁正（ 24 ）

原　著

色調適合性を有するシングルシェードコンポジットレジンの色調安定性
……塚原　　弾，谷本　安浩，永田　俊介
平山　聡司（ 29 ）

ニッケルチタンロータリーファイルによる彎曲根管模型の根管形成
―フルレングステクニックとクラウンダウンテクニックの比較―
……新井　恭子，湊　　華絵，佐藤　友則
横須賀孝史，松田浩一郎，清水　公太
両角　俊哉，北島佳代子（ 40 ）

評議員会・総会議事録……（ 48 ）
役員名簿……（ 50 ）
定款……（ 56 ）
倫理規程……（ 64 ）
投稿規程……（ 65 ）
投稿の手引き……（ 67 ）

発　行

特定非営利活動法人 日本歯科保存学会
〒 170-0003　東京都豊島区駒込 1-43-9 （一財）口腔保健協会内

THE JAPANESE JOURNAL OF
CONSERVATIVE DENTISTRY

Vol. 67, No. 1 FEBRUARY 2024

CONTENTS

Reviews

Bioactivity of Calcium Silicate Cements and Pulpal Wound Healing in Vital Pulp Therapy
……YOSHIBA Kunihiko (1)

Does the Restoration of Masticatory Function by Periodontal Treatment Contribute to Improving Blood Sugar Control?
—Consideration from the Viewpoint of Improving Dietary Habits and Nutritional Balance—
……MINABE Masato, YAMAMOTO Yuko, KOUNO Kanji, NAKAZAWA Masae and YAMAMOTO Tatsuo (10)

Mini Reviews

The Diverse Roles of Gingival Epithelial Cells in Periodontal Tissue: Duality of Defense and Destruction
……USUI Michihiko (20)

Fatigue Bond Strength Testing
……TSUJIMOTO Akimasa (24)

Original Articles

Color Stability of Single-shade Composite Resins with Color-matching Ability
……TSUKAHARA Dan, TANIMOTO Yasuhiro, NAGATA Shunsuke and HIRAYAMA Satoshi (29)

Root Canal Preparation of a Curved Root Canal Model with Ni-Ti Files: A Comparison of the Single Length Technique and Crown Down Technique
……ARAI Kyoko, MINATO Hanae, SATOH Tomonori, YOKOSUKA Takashi, MATSUDA Koichiro, SHIMIZU Kota, MOROZUMI Toshiya and KITAJIMA Kayoko (40)

Published
by
THE JAPANESE SOCIETY OF CONSERVATIVE DENTISTRY (JSCD)
c/o Oral Health Association of Japan (Kōkūhoken kyōkai)
1-43-9, Komagome, Toshima-ku, Tokyo 170-0003
Japan

総　説

日歯保存誌 67（1）：1〜9，2024

ケイ酸カルシウム系セメントの生体機能性と歯髄創傷治癒

吉　羽　邦　彦

新潟大学大学院医歯学総合研究科 口腔生命福祉学講座 口腔保健学分野

Bioactivity of Calcium Silicate Cements and Pulpal Wound Healing in Vital Pulp Therapy

YOSHIBA Kunihiko

Division of Oral Science for Health Promotion, Department of Oral Health and Welfare,
Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

キーワード：歯髄保存療法，MTA（mineral trioxide aggregate），ケイ酸カルシウム系セメント，創傷治癒，修復象牙質形成

はじめに

Mineral trioxide aggregate（MTA）は1990年台初頭に米国で開発され，ProRoot MTA（Dentsply Tulsa Dental, USA）として製品化された歯内治療用材料[1]であり，本邦では2007年に「歯科用覆髄材料」として販売が開始された．本材は，良好な封鎖性，抗菌性，生体適合性，さらに硬組織誘導能を有することから直接覆髄・断髄，逆根管充塡，穿孔封鎖，アペキシフィケーション，さらに再生歯内療法（リバスクラリゼーション）などさまざまな用途に臨床応用されている[2-4]．

ヒト歯髄における直接覆髄後の組織学的評価では，MTAが水酸化カルシウム製剤と同等以上の修復象牙質形成を示すことが報告されている[3-5]．また，う蝕処置に伴う露髄に対する直接覆髄処置におけるMTAと水酸化カルシウム製剤との比較では，MTAの成功率が有意に高いことが多くの臨床研究で示されている[6-9]．さらに，最近のシステマティックレビューでは，MTAを用いた直接覆髄は，特に長期の臨床成績が水酸化カルシウム製剤に比較して優れていると報告されている[10]．近年，不可逆性歯髄炎と診断された深在性う蝕も必ずしも抜髄の対象とならず，MTAを応用した部分断髄[11]や全部断髄（歯頸部断髄）[12,13]など，適切な歯髄保存処置により歯髄の機能を維持することが可能であることが示されつつある．現在，MTAは水酸化カルシウム製剤に代わる覆髄材のゴールドスタンダードとみなされている．

このような歯髄保存療法はVital pulp therapy（VPT）として世界的にも注目されており，MTAの応用による臨床成績の向上がその背景の一つであることは疑いない．2019年にヨーロッパ歯内療法学会（European Society of Endodontology：ESE）[14]が，さらに2021年には米国歯内療法学会（American Association of Endodontists：AAE）[15]がそれぞれVPTに関するポジションステートメントを発表していることからも，その注目度の高さが窺える．VPTは抜髄・根管治療に比較して低侵襲（歯質保存的）であり，また治療手順が複雑ではなく処置時間が短く，さらにコスト的にも有利とされている[14,16]．また，持続的な象牙質形成，免疫機能，および感覚受容など歯髄の機能が維持される．

しかし，覆髄材としてのProRoot MTAの問題点として，その操作性，硬化時間，さらに歯質の変色などが指摘されている．その後，添加剤による稠度や硬化時間の調整，材型（プレミックスタイプ），あるいはレジン成分

DOI：10.11471/shikahozon.67.1

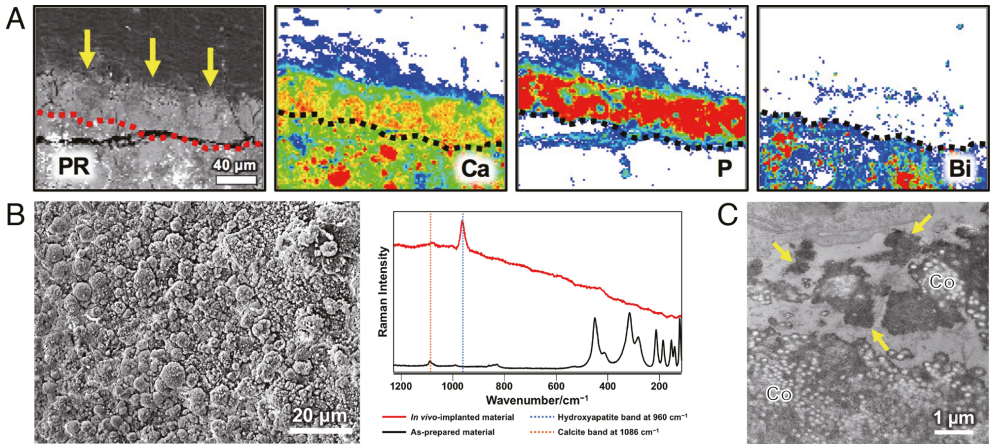


Fig. 1　Biomineralization of ProRoot MTA implanted in rat subcutaneous tissue[19)]

A: Representative SEM-elemental mapping images of the interface between the ProRoot MTA（PR）implant and subcutaneous connective tissue after 28 days of implantation. A hydroxyapatite layer-like calcium（Ca）- and phosphorus（P）-rich region（arrows）is present on the PR implant. The lines are drawn between the radiopacifier(Bi, bismuth)-present and-absent regions. B: Representative SEM image and Raman spectra of spherical precipitates formed on the PR after 28 days of implantation. A 960 cm^{-1} Raman band attributable to hydroxyapatite is detected on the PR. C: Transmission electron micrograph after 7 days of implantation of the PR. Electron-dense needle-like crystalline structures are associated with cell debris（arrows）and collagen fibrils（Co）.

の添加等により操作性や硬化時間などの改善された製品が次々に開発されている．また，変色の原因の一つとされる造影材の酸化ビスマスを酸化ジルコニウムなどに変更するなどの対策がなされた製品など，多様なケイ酸カルシウム系セメントが市販されている．

本稿では，これらケイ酸カルシウム系セメントの覆髄材としての生体機能性，特に生体内石灰化（アパタイト）誘導能に着目するとともに，直接覆髄・断髄後の創傷治癒と修復象牙質形成機構について，著者らの最近の知見を交えながら概説する．

ケイ酸カルシウム系セメントの生体機能性と硬組織誘導能

ProRoot MTA の主な構成成分は，ポルトランドセメントと同様，ケイ酸三カルシウム，ケイ酸二カルシウム，アルミン酸三カルシウムなどの無機質酸化物であり，これに石膏および造影材として酸化ビスマスが添加されている．本材の硬化反応の過程で，ケイ酸カルシウム水和物と水酸化カルシウムの結晶が生成される[3,4)]．MTA 硬化体を水中浸漬するとカルシウムイオンと水酸化物イオンが持続的に溶出し，溶液の pH が 12 程度に維持される．これらの現象は MTA 硬化体からの水酸化カルシウムの持続的溶出によるものであり，MTA の「水酸化カルシウム徐放性材料」としての特性を示す[3)]．

MTA 硬化体をリン酸緩衝液あるいは疑似体液中に浸漬すると，溶出するカルシウムイオンがリン酸イオンと反応し，その表面にアパタイト構造を含むリン酸カルシウム結晶が析出することが示されており，本材の生体親和性や硬組織誘導能との関連性が示唆されている．また，これらの析出物が象牙質との界面部に沈着することで，封鎖性の向上に寄与していると考えられている[3,4)]．

MTA を動物の皮下や骨内に埋入した場合の組織反応についても，MTA が他材に比較して良好な生体適合性を有することが示されている[17)]．著者らは MTA の生体機能性，特に生体内石灰化誘導能について検討を行った．MTA をラット皮下組織内に移植し，MTA 表面部の形態と元素分布の変化を観察するとともに，組織-材料界面部の Ca と P の分布について電子線マイクロアナライザーによるマッピング分析を行った[18,19)]．その結果，MTA 表面に Ca，P を含む結晶様構造物が観察され，顕微ラマン分光光度計による分析により骨様アパタイトであることが確認された（Fig. 1）．

また，皮下移植 1 週後の MTA 周囲結合組織を TEM にて観察すると，MTA 近傍の結合組織中に変性細胞片やコラーゲン線維に沿って針状結晶様構造物が観察され，石灰沈着が惹起されていることが明らかとなった（Fig. 1）．イヌを用いた直接覆髄実験においても，術後 1

Table 1　Apatite-Forming Ability of New-Generation Hydraulic Calcium Silicate Cements[19)]

Material	HA Detected via Micro-Raman?	Calcite Detected via Micro-Raman?	HA-Like Spherulites Detected via SEM-WDX?	Ca-P-Rich Layer Detected in Elemental Mapping?
White ProRoot MTA	**yes**	**yes**	**yes**	**yes**
Endocem Zr	no	no	no	no
Biodentine	**yes**	**yes**	**yes**	−
MTA Flow with a thin consistency	**yes**	**yes**	**yes**	−
MTA Flow with a putty consistency	**yes**	**yes**	**yes**	−
MTA REPAIR HP	no	**yes**	no	no
Endoseal MTA	no	**yes**	no	no
EndoSequence BC Sealer	**yes**	**yes**	**yes**	−
EndoSequence BC RRM Putty	**yes**	**yes**	**yes**	−
Well-Root ST	no	**yes**	no	no
Well-Root PT	no	**yes**	no	no
BioC Sealer	**yes**	**yes**	**yes**	−
BioC Repair	no	**yes**	no	no
Super MTA Paste	**yes**	**yes**	**yes**	−

HA, hydroxyapatite; SEM-WDX, scanning electron microscopy-wavelength-dispersive X-ray spectroscopy; Ca, calcium; P, phosphorus.

週の歯髄側のMTA表面にCa，Pを含む結晶様構造物が，またMTAに接する歯髄組織にも針状結晶様構造物が観察されている[20)]．このような直接覆髄後の石灰化層の形成は，水酸化カルシウムにおいても術後1日ですでに開始していることが確認されており，強アルカリ性による細胞の変性に伴う異栄養性石灰化であると考えられる[21)]．

このような組織との境界部に形成される石灰化層の厚さは，ケイ酸カルシウム系セメントの組成や材型によって差異があることが明らかになっている．ラット皮下に移植されたレジン添加型のTheraCal LC（BISCO, USA）の表面に形成される石灰化層はProRoot MTAに比較して有意に薄いことが確認された[18)]．TheraCal LCからのカルシウムイオン溶出量と材料表面のアパタイト形成能がMTAに比較して有意に低いという*in vitro*の結果[22)]と一致しており，このような組織界面部における石灰化誘導能の相違が歯髄の治癒に影響を及ぼす可能性が想定される．実際，ヒト歯髄の部分断髄後の治癒を組織学的に観察した研究では，TheraCal LCはProRoot MTAに比較してデンチンブリッジ形成が不完全になる割合が多いと報告されている[23)]．

著者らは，ラット臼歯断髄モデルを用いてTheraCal LCに対する歯髄反応と修復象牙質形成について評価した．その結果，MTAと比較して，CD68陽性マクロファージを含む炎症性細胞浸潤が持続し，修復象牙質形成の遅延も観察され[24)]，本材の低い石灰化誘導能ばかりでなく未重合レジン成分による影響も示唆された．最近のTheraCal LCに関する臨床研究では，本材を直接覆髄に応用した場合，その長期予後についてはMTAのほうが優れるものの，間接覆髄法では同等であると報告されている[25)]．

現在，多様なケイ酸カルシウム系セメントあるいはバイオセラミックス材料が利用可能となっているが，疑似体液中でアパタイトを形成する材料でも，生体内ではアパタイト形成が認められない例があることが示されている[26)]．体液中にはタンパク質などさまざまな石灰化阻害因子が存在している．疑似体液中にアルブミンを添加すると，材料表面のアパタイト形成が阻害されることが確認されている[27)]．

著者らは，これら後発製品の生体内アパタイト形成能についてラット皮下移植による評価を行った[19)]．その結果，一部の製品には材料表面および結合組織との境界部に骨様アパタイト形成が認められないことが明らかになった（Table 1）．このような生体内アパタイト形成能の相違が臨床成績に及ぼす影響は明らかではないが，これら新製品は初発のProRoot MTAに比較して基礎的・臨床的評価が十分とはいいがたく，臨床応用にあたっては，各材料の特性を十分に考慮する必要があると思われる．実際，覆髄材として応用した場合，MTAと比較して臨床成績は同程度[28,29)]であるものの，組織学的には修復象牙質形成がやや劣るとの報告[30,31)]もあることから，覆髄材の生体内アパタイト形成能と修復象牙質形成との関連性が示唆される．

直接覆髄・断髄後の創傷治癒と修復象牙質形成機構

MTAが「水酸化カルシウム徐放性材料」としての特性をもつことから，MTAと水酸化カルシウムは直接覆髄あるいは断髄処置後，同様の治癒機転を示す．水酸化カルシウムによる直接覆髄では，まず露髄部直下で壊死層の形成と炎症性細胞浸潤が生じる．その後，下層の歯髄内での細胞増殖に引き続き，露髄部に線維性基質の形成と新生象牙芽細胞様細胞の配列が生じ，最終的に象牙質様基質が形成される[3,21,32]．一方，MTAによる直接覆髄後の治癒過程においても，水酸化カルシウム応用時とほぼ同様の過程を経て象牙質様の被蓋硬組織が形成される[33,34]．

著者らは，歯の発生過程で内エナメル上皮基底膜に局在し，象牙芽細胞の分化に重要な役割を果たしているとされる糖タンパクfibronectin[35]に着目し，水酸化カルシウムによる直接覆髄後の局在性の変化を観察した．その結果，fibronectinが術後早期に壊死層直下に局在すること，またその局在性が術後早期に形成される異栄養性石灰化層と一致していることを明らかにした[21]．同様の局在性はosteopontin（OPN），dentin matrix protein 1（DMP1）など石灰化・硬組織形成に関連する非コラーゲン性タンパクにも認められており[32,33]，新生象牙芽細胞様細胞の分化過程への関与が示唆されている．すなわち，水酸化カルシウムあるいはMTA応用後に露髄部に形成された石灰化層へfibronectinやOPNが結合し，これらが歯髄幹細胞/前駆細胞の遊走，接着と象牙芽細胞様細胞への分化のための足場（スキャホールド）となることで修復象牙質形成が開始されると想定される．一方，OPNはマクロファージを含むさまざまな免疫担当細胞に発現し，免疫機構に重要な役割を果たしていることが示されている[36]．したがって，直接覆髄後早期に認められるOPNの一部は露髄部に集積するマクロファージなどにより形成されると考えられる．実際，歯の移植に伴う硬組織形成過程において，主要組織適合遺伝子複合体（MHC）クラスII分子とOPNの共発現を示す細胞の存在が観察されている[37]．

マクロファージは，創傷治癒過程において重要な役割を果たしている．マクロファージはその役割によってM1型とM2型に大別され，M1マクロファージは感染防御に働く一方，M2マクロファージは創傷治癒の初期過程で壊死組織の貪食や各種サイトカイン・成長因子の産生などにより組織修復の促進に役割を演じるとされている[38]．ラット臼歯においてMTA断髄後，早期にM2マクロファージマーカー（CD163およびCD204）を強く発現する細胞の一時的な集積が観察される[39]．実験的にマクロファージを枯渇させたマウスでは，直接覆髄後の修復象牙質形成が減少することが報告されている[40]．また，実験的糖尿病ラットモデルを用いてMTA断髄7日後の創傷治癒を観察した結果，糖尿病ラットでは正常ラットに比較してCD68陽性マクロファージの増加が認められ，特にCD68/iNOS二重陽性を示すM1マクロファージの優位な状態が持続していた．また，象牙芽細胞様細胞の分化および修復象牙質形成の遅延が観察されている[41]．これらの結果から，M2マクロファージが組織修復ばかりでなく，象牙芽細胞様細胞の分化と修復象牙質形成に重要な役割を果たしていることが示唆される．

ヒト健全歯髄では，汎マクロファージマーカーCD68陽性細胞は歯髄に散在するのに対し，CD163陽性M2マクロファージはSchwann細胞と共在するとともにbrain derived neurotrophic factor（BDNF）を発現している[42]．直接覆髄後，CD68陽性細胞は覆髄部の変性層下に集積する一方，CD163陽性細胞は常にSchwann細胞と共在して観察される（Fig. 2）．また，ヒト単球由来THP-1マクロファージをヒト健全歯髄から分離されたSchwann細胞と共培養すると，Schwann細胞と接触したTHP-1

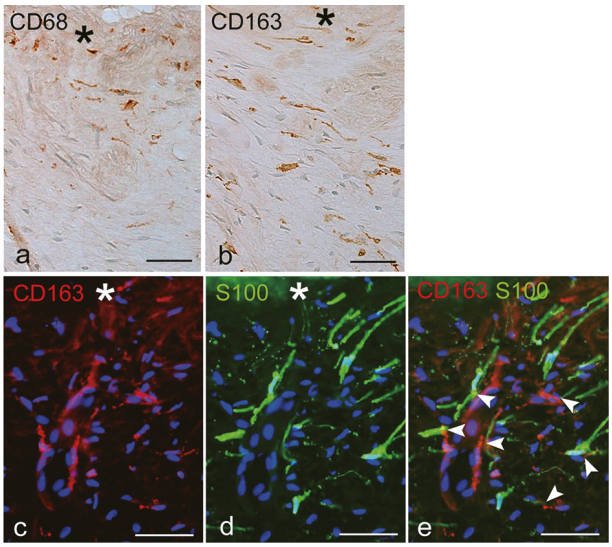


Fig. 2　M2 phenotype macrophages are found with Schwann cells in the wound-healing process of direct pulp capping with mineral trioxide aggregate（MTA）[42]

Immunohistochemical staining of CD68（a）and CD163（b）in a serial section and double immunofluorescence staining of CD163 and S100（c–e）at 14 days after pulp capping. A fibrous matrix（★）was formed under the MTA. White arrowheads in (e) highlight the close association of M2 cells（red）with Schwann cells（green）.

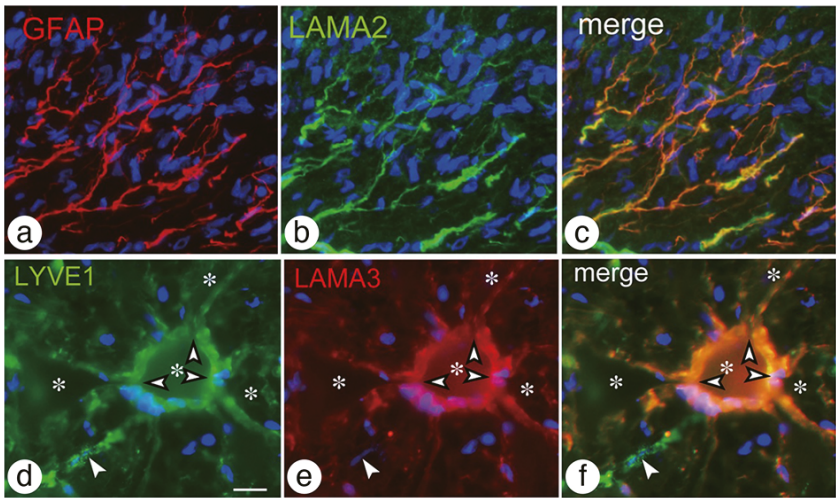


Fig. 3　Identification of laminin-α2 and α3 chains expression in human dental pulp[43]

a–c: Double immunofluorescence staining of laminin α2-chains and glial fibrillary acidic protein (GFAP), a marker of Schwann cells, in the plexus of nerves. d–f: Double immunofluorescence staining of lymphatic vessel endothelial hyaluronic acid receptor 1 (LYVE1), a marker of lymphatic vessels, and laminin α3-chains. Asterisks indicate the lymphatic lumens and outlined arrowheads indicate the junctions between the lumens detected in the middle of the dental pulp. Arrowheads indicate single-positive cells.

マクロファージはM2型の特徴である細胞伸長を示すとともにCD163を発現する[42]．さらに，Schwann細胞に関連した基底膜構成分子の一つlaminin-211（α2β1γ1）またはα2鎖E8フラグメント（E8-α2）でコーティングしたプレート上でTHP-1マクロファージを培養すると，CD163の発現が上昇することが明らかにされた[43]．

これらの結果から，歯髄創傷治癒過程においてCD163陽性M2マクロファージの誘導にSchwann細胞が関与しており，laminin-211とマクロファージの相互作用により調整されていること，さらにこれらのマクロファージは神経栄養因子BDNFを発現することから，神経系の保護機能の役割を果たしていることが示唆される．また，$CD206^+/CD163^+$マクロファージは主に健全歯髄に認められる一方，$CD206^-/CD163^+$マクロファージは活動性う蝕病変でその割合が有意に増加して観察された[43]．$CD206^+/CD163^+$マクロファージは長寿命で健全組織に優勢であるのに対して，$CD206^-/CD163^+$マクロファージは血液から移動し短期間存在することが報告されている[44]．したがって，ヒト歯髄組織に観察される$CD206^+/CD163^+$マクロファージは歯髄内の組織常在マクロファージであり，神経恒常性の維持に重要な役割を果たしていること，一方$CD206^-/CD163^+$マクロファージは炎症に伴い一過性に増加し，主として血液に由来する可能性が示唆される．

リンパ管は体液の恒常性の維持や免疫応答などに重要な役割を果たしており，炎症部位においては，組織液・細胞断片や細菌の除去，さらに抗原提示細胞の所属リンパ節への移動通路として機能している[45]．歯髄の創傷治癒過程においても，炎症の早期消退へのリンパ管の役割が想定される．最近，著者らは歯髄リンパ管がlaminin-332を発現していることを見いだした[43]（Fig. 3）．その機能については不明であるが，免疫担当細胞とのなんらかの相互作用が推察される．

歯髄組織内には歯髄幹細胞/前駆細胞が血管周囲を中心に存在しており，これらの細胞が創傷治癒過程で増殖・遊走し，象牙芽細胞様細胞に分化するとされているが，その動態については不明な点が多い．マウス切歯における象牙芽細胞の分化に関連する間葉系幹細胞として，切歯形成端の神経血管束にある動脈周囲のGli1発現細胞，NG2発現pericyte（血管周皮細胞），および末梢神経系グリア細胞（Schwann細胞）が報告されている[46–48]．また，subodontoblastic layerに局在するThy-1（CD90）陽性細胞が高い硬組織形成能を示すことから，修復象牙質形成への関与が示唆されており[49]，実際，窩洞形成後の修復象牙質形成においてCD90陽性細胞が関連することが観察されている[50]．

最近，著者らはα-平滑筋アクチン（α-smooth muscle actin：α-SMA）陽性細胞が覆髄部に集積し，その一部

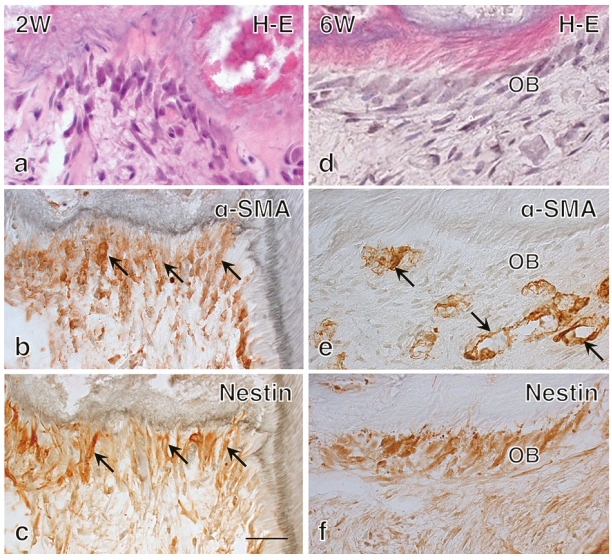


Fig. 4　Immunohistochemical staining of α-SMA and nestin after direct pulp capping in human molar teeth[34]

a–c: Two weeks after pulp capping with calcium hydroxide. Fibrous matrix formation is formed at the exposed site and lined with α-SMA (b; arrows) and nestin (c; arrows) reactive cells. d–f: Six weeks after pulp capping with MTA. Formation of a dentin-like matrix with a tubular structure is observed (d). The odontoblast-like cells (OB) are devoid of α-SMA (e) and reactive to nestin (f). Immunoreaction of α-SMA is confined along blood vessels (e; arrows).

が中間径フィラメント nestin（象牙芽細胞マーカー）陽性を示すことを明らかにした[34]（Fig. 4）．覆髄部に線維性基質が形成されると，α-SMA 陽性細胞は象牙芽細胞様の形態を示すとともに nestin 強陽性を示す．その後，細管構造を有する象牙質様基質が形成されると直下の象牙芽細胞様細胞は nestin 陽性を示すが，α-SMA の発現は認められない．α-SMA は間葉系幹細胞マーカーの一つとされており，正常歯髄では血管周囲の pericyte や血管平滑筋細胞に限局して発現し，象牙芽細胞には発現が認められない．

さらに，ラット臼歯断髄後の α-SMA 陽性細胞の動態について詳細に観察した結果，α-SMA 陽性細胞が歯髄中心部で増殖後，覆髄部に集積し，その後その発現は象牙芽細胞様細胞の分化とともに消失した[51]．これら α-SMA 陽性細胞は，その特徴から myofibroblast（筋線維芽細胞）と考えられる．前述のように免疫組織化学的観察では象牙芽細胞様細胞は α-SMA 陽性を示さないが，遺伝子改変マウスを用いた細胞系譜追跡実験により，α-SMA 発現細胞が修復象牙質形成に関与することが明らかにされている[52]．前述の実験的糖尿病ラットモデルを用いた MTA 断髄 7 日後において，α-SMA/nestin 二重陽性細胞が多数観察されており[41]，象牙芽細胞様細胞への最終分化途中の細胞と考えられる．

このような筋線維芽細胞の起源は多様であり，加えて，循環血液中に存在する骨髄由来間葉系前駆細胞 fibrocyte も筋線維芽細胞に分化し創傷治癒に関与する[53]．著者らはヒト歯髄組織における CD45/pro-collagen I 共陽性を示す fibrocyte の動態について解析し，健全歯髄ではほとんど観察されない一方，直接覆髄処置後早期に出現することを確認している[54]．さらにこれらの細胞が VEGF を発現することから，歯髄創傷治癒，特に血管新生に関与していることが示唆される．最近，GFP（＋）遺伝子改変マウスから採取された骨髄由来細胞の移植実験により，直接覆髄処置後の治癒過程にこれらの細胞が関与することが示された[55]が，新生象牙芽細胞様細胞との関連性は不明である．

象牙質基質には TGF-β や BMP 等のさまざまな細胞増殖・分化因子が含まれており，水酸化カルシウムや MTA の応用により可溶化され，放出されたこれらの生理活性物質が修復象牙質形成過程に関連することが示唆されている[56]．しかし，直接覆髄あるいは断髄処置後にこれら象牙質由来の活性物質が象牙芽細胞様細胞の分化にどのように関与するのか，さらなる検討が必要である．最近，MMP20 により分解された象牙質基質由来タンパク（S100A7 および S100A8）を直接覆髄に応用すると，修復象牙質形成を誘導することが示された[57]．さらに，S100A8 由来の機能性ペプチドが歯髄創傷治癒を促進することが確認されており[58]，歯髄保存療法への応用が期待される．

以上，直接覆髄・断髄後の創傷治癒と修復象牙質形成機構について最近の知見を中心に概説したが，この過程に関連する細胞とその由来，細胞分化の分子メカニズムなど，不明な点が多く残されている．この領域の解明が，より有効かつ生物学的な覆髄材や歯髄保存療法，さらには歯髄再生療法の開発へと繋がると期待される．

おわりに

歯髄保存療法への MTA の応用により良好な臨床成績が得られるとの報告が次々となされ，さらにこれまで抜髄の対象となっていた不可逆性歯髄炎と診断された深在性う蝕においても，部分断髄あるいは全部断髄により高い成功率が得られることが示されている．しかし，実際の臨床の現場では歯髄を保存するか，あるいは除去（抜髄）するかの判断に迷うケースに遭遇することが多々あり，歯髄の炎症状態を正確かつ客観的に診断する方法の確立が望まれている．近年，象牙細管内液や，露髄時の

血液や滲出液中の炎症性サイトカイン，MMP-9などのバイオマーカーを用いた歯髄診断の開発に向けた研究が開始されており[16,59]，今後の展開を期待したい．

また，これまで覆髄材に対する歯髄反応の組織学的評価は主として健全歯髄により行われてきた．臨床では多くの場合，深在性う蝕除去後の露髄に対して応用されるため，覆髄材の炎症歯髄に対する作用に関しては不明のままである．今後，動物に実験的にう蝕を誘発させた歯髄炎発症モデル[60]などを用いた研究により，より臨床に近い解析が可能になることが期待される．

本論文に関して，開示すべき利益相反状態はない．

文　献

1) Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. J Endod 1993; 19: 541–544.
2) Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. J Endod 1999; 25: 197–205.
3) Okiji T, Yoshiba K. Reparative dentinogenesis induced by mineral trioxide aggregate: a review from the biological and physicochemical points of view. Int J Dent 2009: 464280. doi: 10.1155/2009/464280
4) 興地隆史，韓　臨麟，重谷佳見，吉羽邦彦．MTAの理化学的・生物学的特性と臨床．日歯内療誌 2012；33：3–13.
5) Nair PNR, Duncan HF, Pitt Ford TR, Luder HU. Histological, ultrastructural and quantitative investigations on the response of healthy human pulps to experimental capping with mineral trioxide aggregate: a randomized controlled trial. Int Endod J 2008; 41: 128–150.
6) Aguilar P, Linsuwanont P. Vital pulp therapy in vital permanent teeth with cariously exposed pulp: a systematic review. J Endod 2011; 37: 581–587.
7) Mente J, Hufnagel S, Leo M, Michel A, Gehrig H, Panagidis D, Saure D, Pfefferle T. Treatment outcome of mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide direct pulp capping: long-term results. J Endod 2014; 40: 1746–1751.
8) Kundzina R, Stangvaltaite L, Eriksen HM, Kerosuo E. Capping carious exposures in adults: a randomized controlled trial investigating mineral trioxide aggregate versus calcium hydroxide. Int Endod J 2017; 50: 924–932.
9) Suhag K, Duhan J, Tewari S, Sangwan P. Success of direct pulp capping using mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide in mature permanent molars with pulps exposed during carious tissue removal: 1-year follow-up. J Endod 2019; 45: 840–847.
10) Cushley S, Duncan HF, Lappin MJ, Chua P, Elamin AD, Clarke M, El-Karim IA. Efficacy of direct pulp capping for management of cariously exposed pulps in permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. Int Endod J 2021; 54: 556–571.
11) Taha NA, Khazali MA. Partial pulpotomy in mature permanent teeth with clinical signs indicative of irreversible pulpitis: a randomized clinical trial. J Endod 2017; 43: 1417–1421.
12) Li Y, Sui B, Dahl C, Bergeron B, Shipman P, Niu L, Chen J, Tay FR. Pulpotomy for carious pulp exposures in permanent teeth: A systematic review and meta-analysis. J Dent 2019; 84: 1–8.
13) Cushley S, Duncan HF, Lappin MJ, Tomson PL, Lundy FT, Cooper P, Clarke M, El-Karim IA. Pulpotomy for mature carious teeth with symptoms of irreversible pulpitis: a systematic review. J Dent 2019; 88: 103158. doi: 10.1016/j.jdent.2019.06.005
14) Duncan HF, Galler KM, Tomson PL, Simon S, El-Karim I, Kundzina R, Krastl G, Dammaschke T, Fransson H, Markvart M, Zehnder M, Bjørndal L. European Society of Endodontology position statement: Management of deep caries and the exposed pulp. Int Endod J 2019; 52: 923–934.
15) Hirschberg CS, Bogen G, Galicia JC, Lemon RR, Peters OA, Ruparel NB, Tay FR, Witherspoon DE. AAE position statement on vital pulp therapy. J Endod 2021; 47: 1340–1344.
16) Duncan HF, El-Karim I, Dummer PMH, Whitworth J, Nagendrababu V. Factors that influence the outcome of pulpotomy in permanent teeth. Int Endod J 2023; 56: 62–81.
17) Torabinejad M, Parirokh M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review—part Ⅱ: leakage and biocompatibility investigations. J Endod 2010; 36: 190–202.
18) Hinata G, Yoshiba K, Han L, Edanami N, Yoshiba N, Okiji T. Bioactivity and biomineralization ability of calcium silicate-based pulp-capping materials after subcutaneous implantation. Int Endod J 2017; 50: e40–e51.
19) Edanami N, Takenaka S, Ibn Belal RS, Yoshiba K, Takahara S, Yoshiba N, Ohkura N, Noiri Y. In vivo assessment of the apatite-forming ability of new-generation hydraulic calcium silicate cements using a rat subcutaneous implantation model. J Funct Biomater 2023; 14: 213. doi: 10.3390/jfb14040213
20) Tziafas D, Pantelidou O, Alvanou A, Belibasakis G, Papadimitriou S. The dentinogenic effect of mineral trioxide aggregate（MTA）in short-term capping experiments. Int Endod J 2002; 35: 245–254.
21) Yoshiba K, Yoshiba N, Nakamura H, Iwaku M, Ozawa H. Immunolocalization of fibronectin during reparative dentinogenesis in human teeth after pulp capping with

calcium hydroxide. J Dent Res 1996; 75: 1590–1597.
22) Yamamoto S, Han L, Noiri Y, Okiji T. Evaluation of the Ca ion release, pH and surface apatite formation of a prototype tricalcium silicate cement. Int Endod J 2017; 50: e73–e82.
23) Bakhtiar H, Nekoofar MH, Aminishakib P, Abedi F, Moosavi FN, Esnaashari E, Azizi A, Esmailian S, Ellini MR, Mesgarzadeh V, Sezavar M, About I. Human pulp responses to partial pulpotomy treatment with TheraCal as compared with Biodentine and ProRoot MTA: A clinical trial. J Endod 2017; 43: 1786–1791.
24) Edanami N, Ibn Belal RS, Yoshiba K, Yoshiba N, Ohkura N, Takenaka S, Noiri Y. Effect of a resin-modified calcium silicate cement on inflammatory cell infiltration and reparative dentin formation after pulpotomy in rat molars. Aust Endod J 2022; 48: 297–304.
25) Garciía-Mota LF, Hardan L, Bourgi R, Zamarripa-Calderón JE, Rivera-Gonzaga JA, Hernández-Cabanillas JC, Cuevas-Suárez CE. Light-cured calcium silicate based-cements as pulp therapeutic agents: a meta-analysis of clinical studies. J Evid Based Dent Pract 2022; 22: 101776. doi: 10.1016/j.jebdp.2022.101776
26) Belal RS, Edanami N, Yoshiba K, Yoshiba N, Ohkura N, Takenaka S, Noiri Y. Comparison of calcium and hydroxyl ion release ability and in vivo apatite-forming ability of three bioceramic-containing root canal sealers. Clin Oral Investig 2022; 26: 1443–1451.
27) Edanami N, Ibn Belal RS, Takenaka S, Yoshiba K, Yoshiba N, Ohkura N, Takahara S, Noiri Y. Apatite-forming ability of flowable vs. putty formulations of newly developed bioactive glass-containing endodontic cement. Appl Sci 2021; 11: 8969. doi: 10.3390/app11198969
28) Kang CM, Sun Y, Song JS, Pang NS, Roh BD, Lee CY, Shin Y. A randomized controlled trial of various MTA materials for partial pulpotomy in permanent teeth. J Dent 2017; 60: 8–13.
29) Alnassar I, Altinawi MK, Rekab MS, Alzoubi H, Katbeh I. Evaluation of bioceramic putty in pulpotomy of immature permanent molars with symptoms of irreversible pulpitis. Cureus 2022; 14: e31806. doi: 10.7759/cureus.31806
30) Lee M, Kang CM, Song JS, Shin Y, Kim S, Kim SO, Choi HJ. Biological efficacy of two mineral trioxide aggregate (MTA)-based materials in a canine model of pulpotomy. Dent Mater J 2017; 36: 41–47.
31) Bakhtiar H, Aminishakib P, Ellini MR, Mosavi F, Abedi F, Esmailian S, Esnaashari E, Nekoofar MH, Sezavar M, Mesgarzadeh V, About I. Dental pulp response to RetroMTA after partial pulpotomy in permanent human teeth. J Endod 2018; 44: 1692–1696.
32) Shigetani Y, Yoshiba K, Kuratate M, Takei E, Yoshiba N, Yamanaka Y, Ohshima H, Okiji T. Temporospatial localization of dentine matrix protein 1 following direct pulp capping with calcium hydroxide in rat molars. Int Endod J 2015; 48: 573–581.
33) Kuratate M, Yoshiba K, Shigetani Y, Yoshiba N, Ohshima H, Okiji T. Immunohistochemical analysis of nestin, osteopontin, and proliferating cells in the reparative process of exposed dental pulp capped with mineral trioxide aggregate. J Endod 2008; 34: 970–974.
34) Yoshiba N, Yoshiba K, Ohkura N, Shigetani Y, Takei E, Hosoya A, Nakamura H, Okiji T. Immunohistochemical analysis of two stem cell markers of α-smooth muscle actin and STRO-1 during wound healing of human dental pulp. Histochem Cell Biol 2012; 138: 583–592.
35) Ruch JV. Odontoblast differentiation and the formation of the odontoblast layer. J Dent Res 1985; 64 Spec: 489–498.
36) Wang KX, Denhardt DT. Osteopontin: role in immune regulation and stress responses. Cytokine Growth Factor Rev 2008; 19: 333–345.
37) Saito K, Nakatomi M, Ida-Yonemochi H, Kenmotsu S, Ohshima H. The expression of GM-CSF and osteopontin in immunocompetent cells precedes the odontoblast differentiation following allogenic tooth transplantation in mice. J Histochem Cytochem 2011; 59: 518–529.
38) Murray PJ, Wynn TA. Protective and pathogenic functions of macrophage subsets. Nat Rev Immunol 2011; 11: 723–737.
39) Takei E, Shigetani Y, Yoshiba K, Hinata G, Yoshiba N, Okiji T. Initial transient accumulation of M2 macrophage-associated molecule-expressing cells after pulpotomy with mineral trioxide aggregate in rat molars. J Endod 2014; 40: 1983–1988.
40) Neves VCM, Yianni V, Sharpe PT. Macrophage modulation of dental pulp stem cell activity during tertiary dentinogenesis. Sci Rep 2020; 10: 20216. doi: 10.1038/s41598-020-77161-4
41) Baldeon-Gutierrez R, Ohkura N, Yoshiba K, Yoshiba N, Tohma A, Takeuchi R, Belal RS, Edanami N, Takahara S, Gomez-Kasimoto S, Ida T, Noiri Y. Wound-healing processes after pulpotomy in the pulp tissue of type 1 diabetes mellitus model rats. J Endod 2024; 50: 196–204.
42) Yoshiba N, Edanami N, Ohkura N, Maekawa T, Takahashi N, Tohma A, Izumi K, Maeda T, Hosoya A, Nakamura H, Tabeta K, Noiri Y, Yoshiba K. M2 phenotype macrophages colocalize with Schwann cells in human dental pulp. J Dent Res 2020; 99: 329–338.
43) Yoshiba N, Edanami N, Ohkura N, Maekawa T, Takahashi N, Tsuzuno T, Maeda T, Tabeta K, Izumi K, Noiri Y, Yoshiba K. Laminin isoforms in human dental pulp: Lymphatic vessels express laminin-332, and Schwann cell-associated laminin-211 modulates CD163 expression

of M2-like macrophages. Immunohorizons 2021; 5: 1008–1020.
44) Takahashi N, Sugimoto C, Allers C, Alvarez X, Kim WK, Didier ES, Kuroda MJ. Shifting dynamics of intestinal macrophages during simian immunodeficiency virus infection in adult rhesus macaques. J Immunol 2019; 202: 2682–2689.
45) Steele MM, Lund AW. Afferent lymphatic transport and peripheral tissue immunity. J Immunol 2021; 206: 264–272.
46) Feng J, Mantesso A, De Bari C, Nishiyama A, Sharpe PT. Dual origin of mesenchymal stem cells contributing to organ growth and repair. Proc Natl Acad Sci USA 2011; 108: 6503–6508.
47) Zhao H, Feng J, Seidel K, Shi S, Klein O, Sharpe P, Chai Y. Secretion of Shh by a neurovascular bundle niche supports mesenchymal stem cell homeostasis in the adult mouse incisor. Cell Stem Cell 2014; 14: 160–173.
48) Kaukua N, Shahidi MK, Konstantinidou C, Dyachuk V, Kaucka M, Furlan A, An Z, Wang L, Hultman I, Ahrlund-Richter L, Blom H, Brismar H, Lopes NA, Pachnis V, Suter U, Clevers H, Thesleff I, Sharpe P, Ernfors P, Fried K, Adameyko I. Glial origin of mesenchymal stem cells in a tooth model system. Nature 2014; 513: 551–554.
49) Hosoya A, Hiraga T, Ninomiya T, Yukita A, Yoshiba K, Yoshiba N, Takahashi M, Ito S, Nakamura H. Thy-1-positive cells in the subodontoblastic layer possess high potential to differentiate into hard tissue-forming cells. Histochem Cell Biol 2012; 137: 733–742.
50) Sano Y, Sugiuchi A, Mitomo K, Yanagisawa A, Kambe R, Furusawa M, Muramatsu T. Changes of CD90 expression and immunoreactive cell localisation in rat dental pulp after cavity preparation. Aust Endod J 2019; 45: 189–195.
51) Edanami N, Yoshiba N, Ohkura N, Takeuchi R, Tohma A, Noiri Y, Yoshiba K. Characterization of dental pulp myofibroblasts in rat molars after pulpotomy. J Endod 2017; 43: 1116–1121.
52) Vidovic I, Banerjee A, Fatahi R, Matthews BG, Dyment NA, Kalajzic I, Mina M. αSMA-expressing perivascular cells represent dental pulp progenitors in vivo. J Dent Res 2017; 96: 323–330.
53) Herzog EL, Bucala R. Fibrocytes in health and disease. Exp Hematol 2010; 38: 548–556.
54) Yoshiba N, Edanami N, Tohma A, Takeuchi R, Ohkura N, Hosoya A, Noiri Y, Nakamura H, Yoshiba K. Detection of bone marrow-derived fibrocytes in human dental pulp repair. Int Endod J 2018; 51: 1187–1195.
55) Frozoni M, Marques MR, Hamasaki SK, Mohara NT, de Jesus Soares A, Zaia AA. Contribution of bone marrow-derived cells to reparative dentinogenesis using bone marrow transplantation model. J Endod 2020; 46: 404–412.
56) Tomson PL, Grover LM, Lumley PJ, Sloan AJ, Smith AJ, Cooper PR. Dissolution of bio-active dentine matrix components by mineral trioxide aggregate. J Dent 2007; 35: 636–642.
57) Komichi S, Takahashi Y, Okamoto M, Ali M, Watanabe M, Huang H, Nakai T, Cooper P, Hayashi M. Protein S100-A7 derived from digested dentin is a critical molecule for dentin pulp regeneration. Cells 2019; 8: 1002. doi: 10.3390/cells8091002
58) Watanabe M, Okamoto M, Komichi S, Huang H, Matsumoto S, Moriyama K, Ohshima J, Abe S, Morita M, Ali M, Takebe K, Kozaki I, Fujimoto A, Kanie K, Kato R, Uto K, Ebara M, Yamawaki-Ogata A, Narita Y, Takahashi Y, Hayashi M. Novel functional peptide for next-generation vital pulp therapy. J Dent Res 2023; 102: 322–330.
59) 松尾敬志，中西　正．深在性う蝕への対応と歯髄の免疫応答．日歯保存誌 2019；62：1–7.
60) Huang H, Okamoto M, Watanabe M, Matsumoto S, Moriyama K, Komichi S, Ali M, Matayoshi S, Nomura R, Nakano K, Takahashi Y, Hayashi M. Development of rat caries-induced pulpitis model for vital pulp therapy. J Dent Res 2023; 102: 574–582.

総　説

日歯保存誌 67（1）：10〜19，2024

歯周治療による咀嚼機能回復は血糖コントロール改善に寄与するか？

―特に食習慣・食栄養バランス改善の点からの考察―

三辺正人[1,2]　山本裕子[3]　河野寛二[4]
中澤正絵[5]　山本龍生[6]

[1]文教通り歯科クリニック
[2]神奈川歯科大学歯学部基礎歯科学系病理・組織形態学講座環境病理学分野
[3]神奈川歯科大学短期大学部歯科衛生学科
[4]こうの歯科クリニック
[5]医療法人盟陽会富谷中央病院歯科
[6]神奈川歯科大学歯学部社会歯科学系社会歯科学講座口腔衛生学分野

抄録

歯周病が全身の健康に影響を及ぼす経路については，局所歯周病巣由来の細菌，炎症性サイトカインやメディエーターが全身循環や消化管を経由して遠隔組織に影響を与える経路とともに，歯周病由来の歯の動揺や喪失，咬合痛による咀嚼能の低下を伴う不良な食習慣・食栄養状態の２つの経路が考えられる．本総説では，歯周治療による咀嚼機能回復が血糖コントロールをはじめ全身の健康に寄与するかという観点から，特に食習慣・食栄養改善という点に注目して文献的考察を行った．歯周病患者の咀嚼能と血糖コントロールおよび全身的健康の改善に関するエビデンスは，現状では少ないもののその重要性は十分に認識されていると考えられる．食習慣・食栄養については，咀嚼機能の低下と関連する食習慣や食栄養バランスの悪化は，歯肉炎症や口腔フローラの Dysbiosis を助長することから歯周病の修飾リスク因子であることが示唆される．一方，抗炎症食品の摂取は，プラークの付着量や口腔清掃の有無と無関係に歯周組織の炎症を軽減することが明らかにされており，抗炎症性の健康食パターンは，標準的な口腔清掃や歯周治療の効果を増強すると考えられる．生活食習慣改善と歯周病ケアを医科歯科連携して組み合わせて行うプログラムを実践することにより，歯周病臨床症状とともに血糖コントロールの有意な改善効果が示されている．以上のことから，生活習慣病という視点から歯周病を捉えた場合，歯周病発症進行リスク因子への対応として食習慣および食栄養指導が必要であると考えられる．また，歯周病と糖尿病は双方向性の関係があり，双方の視点に立った咀嚼機能改善に関連した食習慣・食栄養指導は，疾病負荷の観点からも合理的と考えられる．

キーワード：歯周治療，糖尿病，血糖コントロール，咀嚼機能回復，食習慣・食栄養

責任著者連絡先：三辺正人
〒263-0024　千葉市稲毛区穴川 2-4-1　文教通り歯科クリニック
TEL：043-285-2560，E-mail：minabe-m@wk9.so-net.ne.jp
受付：2023 年 10 月 2 日/受理：2023 年 12 月 28 日
DOI：10.11471/shikahozon.67.10

はじめに

歯周病が全身の健康に影響を及ぼす経路については，局所歯周病巣由来の細菌，炎症性サイトカインやメディエーターが全身循環や消化管を経由して遠隔組織に影響を与える経路とともに，歯周病由来の歯の動揺や喪失，咬合痛による咀嚼能の低下を伴う不良な食習慣・食栄養状態の2つの経路が考えられる[1]．前者の経路については，歯周病細菌など口腔細菌が全身に拡散し，炎症性の疾患を引き起こすリスクとなる経路として直接的経路（口腔→血行性経路）と間接的経路（口腔→消化管経路および誤嚥性肺炎を引き起こす口腔→咽頭経路）の存在が明らかにされている[2]．

口腔の健康と非感染性疾患（Non-communicable disease：以下，NCDs）に関する293のシステマティックレビューおよびメタ解析を評価したアンブレラレビューにおいて，糖尿病を含む28のNCDsが歯周病を含む口腔疾患と強く関連していることが示された．糖尿病を含む代謝性疾患に対する歯周治療の効果に関しては，検索対象となった74論文中35論文（47%）でリスクの減少が認められている[3]（Table 1）．歯周治療が血糖コントロール改善に及ぼす影響に関するエビデンスのほとんどが，歯周基本治療における歯肉縁下インスツルメンテーションによる歯周組織の炎症改善とHemoglobin A1c（以下，HbA1c）の関連性を示したもので，その病態機序はインスリン抵抗性を基盤とした血糖コントロールの改善によって説明されるものである[4]．非外科あるいは外科的な歯周ポケットの全顎的なデブライドメントが血糖コントロール（HbA1c）に及ぼす影響を評価した研究では，歯周治療に伴う全身性炎症の減少によるインスリン分泌やインスリン感受性の直接的改善効果は明確には示されていない[5,6]．歯周病に関連した咀嚼機能低下が血糖コントロールに及ぼす影響に関するエビデンスは，「歯周病；Periodontal disease，Periodontitis」「咀嚼機能；Masticatory function」「血糖コントロール；Glycemic control」をキーワードにPubMedで検索したところ2文献が抽出されたが，いずれも直接的な臨床的エビデンスを示すものではなかった[7,8]．そこで，歯周治療による咀嚼機能回復が血糖コントロールをはじめ全身の健康に寄与するかという観点から，特に食習慣・食栄養改善という点に注目して「歯周治療」「糖尿病」「血糖コントロール」「咀嚼機能回復」「食習慣食栄養」をキーワードに文献的考察を行った．

歯周病患者の咀嚼能と血糖コントロールの関連性

歯周病や歯の喪失は血糖コントロール不良の2型糖尿病との関連性が顕著であり[9]，歯周メインテナンス期における歯周病の進行と血糖コントロールの関連性を評価した5年間の前向き研究では，血糖コントロール不良の糖尿病患者では，血糖コントロール良好な糖尿病患者や非糖尿病患者に比べて，歯周炎の進行や歯の喪失リスクが高まることが示されている[10]．2型糖尿病教育入院患者や歯科外来患者を対象とした国内の臨床研究報告においては，咀嚼機能値が低いほど，また重度歯周炎であるほど，HbA1c値が高いことが明らかにされている[11,12]．最近，重度歯周炎（歯周炎の新分類基準：ステージIV）の臨床実地ガイドラインが示された[13]．それによると，NCDs併存症例に対する歯周治療の全身炎症および心血管代謝リスク（代替マーカーとしての評価：高感度C反応タンパク，インターロイキン6，空腹時血糖，血流依存性血管拡張反応，拡張期血圧）の改善効果[14]（Table 2）に関するエビデンスの質，推奨度，コンセンサスはおのおの中程度の評価となっている．一方，ステージIVの歯周炎を含む部分欠損症例あるいは全部欠損症例に対するリハビリテーションによる咀嚼機能回復の全身的健康状態（栄養状態，フレイル，認知機能など）の改善効果に関するエビデンスの質は低いものの，強い推奨と全会一致のコンセンサスが得られている[13-15]（Table 3）．歯列の喪失リスクや咀嚼機能障害を伴うステージIVの歯周炎症例は，特に血糖コントロールとの関連性が大きいことが推測されることから，歯周病の進行過程と咀嚼能の関連性の評価には咀嚼能の主観的および客観的検査の導入の必要性が示唆されている[16]．以上のことより，歯周治療による咀嚼機能改善の血糖コントロールを含めた全身的健康改善に関するエビデンスは，現状では少ないもののその重要性は十分に認識されていることが理解される．

歯周病のリスク因子としての食習慣・食栄養について

歯周治療が奏功しやすい歯周病および糖尿病の病態は明確にされていないが，歯周病においては歯周ポケット内炎症面積値（PISA）や歯周病の広汎化および重症化が，また，糖尿病においては，HbA1cや高感度C反応性タンパク高値，軽度肥満（Body Mass Index：以下，BMIが25以上30未満）などと歯周治療による血糖コントロールとの関連性が推測されている[17-19]．肥満に関しては，全身の慢性炎症や酸化ストレスを増強して歯周病の病態を悪化させることが報告されている[20]．一方，過

Table 1 Grading of the evidence from the impact of periodontal treatment on NCDs (Adapted from reference No. 3)

NCDs	Evidence# (N)	Decreased risk		Non-significant	Increased risk
		Weakly suggestive*	Highly suggestive†		
Adverse pregnancy outcomes	42	8 (26%)	3 (10%)	31 (64%)	0
Cardiovascular disease	10	3 (30%)	1 (10%)	6 (60%)	0
Gastrointestinal disease	6	6 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0
Metabolic disorders	74	32 (43%)	3 (4%)	39 (53%)	0
Rhumatic disease	11	10 (91%)	0 (0%)	1 (9%)	0
Systemic inflammation	25	10 (40%)	4 (16%)	11 (44%)	0

#：Umbrella review of meta-analysis and systematic review
＊：Weak＋suggestive
†：Strong＋highly suggestive

Table 2 Impact of the periodontal treatment on cardiometabolic risk in pateints with severe periodontits (stage III or IV, participants with and without NCDs) (Adapted from reference No. 14)

Cardiometabolic marker	Randomized Controlled Trial study (N)	SMD*	p-value
High sensitive C-reactive protein	16	−0.55	＜0.001
Interleukin-6	9	−0.48	0.02
Fasting plasma glucose	7	−1.09	0.02
Flow-mediated dilation	3	0.39	0.002
Diastolic blood pressures	4	0.29	0.003

＊：standardized mean difference

Table 3 Impact of periodontal treatment on systemic health (Adapted from clinical guideline to the management of stage IV periodontitis：reference No. 14)

	Quality of evidence	Recommendation	Consensus
1：Periodontitis patients with presumed systemically healthy	Low level	Open recommendation	Strong consensus
2：Periodontitis patients with a co-morbid NCDs	Middle level	Recommendation	Consensus
3：Periodontitis patients with partial/full edentulism	Low level	Strong recommendation	Unanimous consensus

1, 2：Impact of periodontal treatment on systemic inflammation, metabolic control and cardiovascular risk.
3：Impact of rehabilitation of partial/full edentulism on systemic health (improvement of nutritional status, fraily, cognitive function or other systemic health benefits. Teeth lost for anyreason, including stage IV periodontitis).

度の肥満（BMI 30以上）や血糖コントロールが過度に不良な場合は，歯周治療による全身炎症の改善効果がマスクされる可能性がある．これは，過度の肥満患者の減量により，全身性の炎症反応が低下して，歯周治療に対する反応性が向上するという研究からも理解される[21]．このような症例においては，咀嚼機能の向上に伴う食習慣・食栄養改善による間接的な効果が期待される[22]．咀嚼機能の低下した歯周病患者では，肥満を助長する軟らかい高脂肪・高炭水化物食を選択しやすくなることが示されている[23]．一方，歯周病の予防と病態改善に効果があるとされる食品あるいは成分としては，低脂肪食，高繊維食，オメガ3系脂肪酸，ビタミンC，ビタミンD，フラボノイド，カロテノイド，オレイン酸などが挙げられている[24]．ポリフェノールは，全身および歯周局所のインスリン抵抗性の軽減効果が報告されている[25]．

約1,000人の若年の健常者（非歯周炎で非糖尿病）を対象とした横断研究において，歯肉縁下細菌叢のDysbiosisと全身炎症やインスリン抵抗性との関連性が示唆さ

Table 4　Association between inflammatory potential of diet and periodontitis risks (Adapted from reference No. 31)

Study 1：Periodontitis risk					
	Energy-adjusted dietary inflammatory index				p-value
	Q1	Q2	Q3	Q4	
Cross-sectionl data：Odds ratio (N＝168,378)	1.00	1.24	1.30	1.17	0.01
Prospective data：Hazard ratio (N＝160,397)	1.00	1.30	1.37	1.29	＜0.0001
Study 2：Moderate/severe periodontitis risk					
	Energy-adjusted dietary inflammatory index				
	T1	T2	T3		
Discovery dataset：Odds ratio (N＝7,081)	1.00	0.92	1.53		
Validation dataset：Hazard ratio (N＝5,098)	1.00	1.02	2.66		

Q：Quartile, Q1：−8.2〜−1.2, Q2：−1.2〜0.2, Q3：0.2〜1.6, Q4：1.6〜6.4, T：Tertile, T1：−5.45〜−0.85, T2：−0.85〜2.81, T3：2.81〜4.74, Q1→Q4, T1→T3：Anti-inflammatory→Pro-inflammatory

れているが，食物摂取頻度調査票（教育ソフトウェア）を用いた食事の質評価では，一般的な食事パターンと歯周組織の状態に有意な関連性は認められていない．しかしながら，食品群別評価では，不飽和脂肪酸は抗炎症的に，トランス脂肪酸は炎症誘発性に作用することなどが示唆されている[26,27]．一方，食事摂取パターンと歯周病リスクに関する約35,000人を対象とした24年間の大規模なアンケートを用いた前向きコホート研究において，咀嚼機能の低下と関連する不適切な食事摂取，すなわち，食栄養バランスや食習慣の悪化（よく噛めない，速食い，過食，不規則な食事）は，歯肉炎症や口腔フローラのDysbiosisを助長することから，歯周病の修飾リスク因子であることが示されている[28]．さらには，糖尿病をはじめとする生活習慣病や認知症などとの関連性が報告されている食事性炎症指数（Dietary Inflammatory Index：DII）で評価される炎症を起こしやすい食事に関して，歯数や歯周炎との関連性も明らかになってきている[29]．炎症誘発性の食事は歯周病の発症や歯周炎の進行リスクを約40〜50％増加させることが，横断および縦断研究で明らかにされている[27,30]．最近では，大規模なコホート研究によりエネルギーで調整した食事性炎症指数と歯周炎のリスクの関連性について検討した結果，数値が高くなる（炎症誘発性）ほど歯周炎のリスクが高くなることが示唆されている[31]（Table 4）．この16,000人を対象とした7年間の前向き研究において食事性の炎症と歯周炎のリスクの相関性は，非肥満（BMI 25未満），身体活動不良，非糖尿病，非高齢層（65歳未満）でより明確になる傾向が示されたことから，生活習慣病予防の一環としての歯周病の重症化予防における食栄養指導の重要性が示唆される．特に抗炎症食品（緑黄色野菜，果実，全粒穀物，魚など地中海食に代表される健康食パターン）の摂取は，炎症誘発性食品（赤身肉，加工肉，乳製品，精製穀物など西洋食に代表される食パターン）の摂取と比較して，プラークの付着量と無関係に歯肉や歯周ポケット内の炎症を軽減することが明らかにされてきている[32,33]（Table 5）．すなわち健康食パターンを推奨する食事指導は，標準的な口腔清掃や歯周治療の効果を増強することにより，歯周病の疾病負荷を軽減する可能性が示されている[33]．また，一連の研究により歯肉炎症の短期的（4週間）改善効果に影響を及ぼす食事要因としては，脂肪酸よりも炭水化物や微量栄養素の可能性が推測されている[32,34]．国内においてもPISAと食栄養因子との関連性が報告されており，歯周病と糖尿病関連疾患の両疾患に対する共通の食事指導としての有用性が示唆されている[35,36]．Table 6に，歯周病と食習慣・食栄養に関する研究報告結果をまとめた[37]．咀嚼機能の改善に加えて，断続的な断食や日本食や地中海食などの健康食（野菜，果実，大豆，海藻，魚などの豊富な食事）は，歯周組織の炎症を低減させることが示唆されている[28,37]．生活習慣病のなかで食習慣との関連が明らかになっている疾患として，2型糖尿病，脂質異常症，肥満とともに歯周病が明記されている[38]．2型糖尿病においては遺伝的

Table 5 Impact of healthy dietary patterns (anti-inflammatory properties : Mediterranean diet) compared to the western diet (pro-inflammatory properties) on periodontal indicies in adults (Adapted from reference No. 33)

Periodontal clinical status	Clinical parameter	RCT study (N)	Evaluation period (Week)	ORE* (95% CI)	p-value	Evidence level
Periodontal inflammation	Bleeding on Probing (%)	4	4-6	−22% (−49%-5%)	<0.05	Medium level
	Gingival Index	4	4-6	−0.37 (−0.77-0.03)	>0.05	Medium level
	PISA** (mm^2)	4	6	−155 mm^2 (−375 mm^2-65 mm^2)	<0.05	Low level
Plaque accumulation	Plaque Index	4	4-6	−0.02 (−0.08-0.04)	>0.05	Medium level

＊：Overall effect with a healthy dietary pattern, ＊＊：Periodontal inflamed surface area

Table 6 Impact of dietary habit, eating behavior, foods and nutrition on periodontal inflammation (Adapted from reference No. 37)

	Dietary habit, Eating behavior	Foods and Nutrition
Anti- inflammatory	Japanease food, Mediterranean diet, Fasting (Snack restrictions), Improvement of mastification	Vegetables and fruits, Beans, Whole grains, Fish, Nuts, Legumes, Plant-based whole-foods, Green/Black tea, Omega-3 fatty acids, Oleic acid, Dietary fibre, Vitamin C, Micronutrients
Pro- inflammatory	Western diet, Eating between meals, Matiscatory dysfunction	Red meat, Processed meat, Saturated fats, Simple carbohydrates, Refined grains, Trans unsaturated fatty acid, Dairy products

リスクの程度にかかわらず，健康的な食習慣は糖尿病発症リスクを約30%低下させることや，複合的な生活習慣改善（良好な食習慣，体重コントロール，禁煙，適切な運動習慣，過度のアルコール制限など）の取り組みによって微小血管合併症のリスクの低減効果が報告されている[39,40]．生活食習慣改善（体重管理＋食習慣，食栄養改善＋適度な運動療法＋禁煙）と歯周病ケア（毎食後のブラッシングと1日1回の補助的口腔清掃）を医科歯科連携して組み合わせて行うプログラムであるCommon risk factor approachとしてのLifestyle change plus dental care programにより，歯周病臨床症状とともに血糖コントロールの有意な改善効果が示されている[36,41-43]．

歯周病に対する食習慣・食栄養指導の必要性

生活習慣病という視点から歯周病を捉えた場合，歯周病発症進行リスク因子のうち，環境因子である食習慣への対応として食栄養指導が必要であるが，現在まで，標準治療（治療指針に基づいた治療）として認識されていない[44]．歯周病は，歯の支持組織の進行性の破壊を伴うバイオフィルムを介した慢性炎症性のNCDs（Highly common chronic inflammatory NCDs）として認識されつつある[45]．したがって，歯周治療による血糖コントロール改善効果は従来のバイオフィルムコントロールによる歯周局所の炎症抑制だけでなく，禁煙はもちろん，咀嚼改善とそれに関連する食習慣および食栄養や身体活動支援も含む必要があると考えられる．

歯周病罹患率の約10%を占めるとされる重症歯周炎患者（ステージⅢ，Ⅳ）における生活食習慣との関連性については，地中海食や身体活動に対するアドヒアランスが有意に低下していることが報告されている[45,46]．このような場合は，軽微な炎症反応に加えて脂質レベル，酸化ストレスの悪化とインスリン感受性の低下を伴うことが示されている．糖尿病関連疾患においては，血糖コントロールの不良に伴う，①酸化ストレス，②糖化ストレス，③慢性炎症，などの病的老化促進因子をコントロールすることが重要となる．これに関する歯周治療の意義として，①については，咀嚼機能の改善による抗酸化食品（食物繊維の豊富な生野菜など）の摂取効率の向上，②については，咀嚼機能の改善に伴う唾液分泌促進やうま味など味覚の正常化を図ることで，高グリセミック・インデックス（Glycemic Index：以下，GI）食品，高カロリー食品の摂取を抑制すること，③については，内臓脂肪性炎症の抑制を目的とした歯周組織の炎症のコ

ントロールや多価不飽和脂肪酸（ドコサヘキサエン酸，エイコサペンタエン酸）の摂取などが挙げられる[25,45,47,48]．これに関して，歯周病の重症化による食物摂取困難により，食栄養バランスが低下する（ビタミンC，葉酸，マグネシウム，食物繊維などの摂取量の低下）ことや，咀嚼機能が低く重度歯周炎であるとHbA1c値が高くなることが示されている[22]．咀嚼機能が低下すると，いわゆる速食い（よく噛まない）傾向となり，咀嚼時間や咀嚼回数の減少が生じた結果，野菜などの食物繊維の摂取量が減り，糖質の摂取量が増えることにより，血糖コントロールが不良となると考えられている[10]．日本の中高年2型糖尿病患者に対する食べる速度と発症率の関連についての2,050人を対象とした前向き7年間のコホート研究によれば，食べる速度が速い人は，高GI食品摂取頻度が高く，食後高血糖，肥満，インスリン抵抗性および食欲増進ホルモンであるグレリン分泌の増加と関連し，食べる速度が速い者は，遅い者と比べて糖尿病の発症リスクが2倍となることが報告されている[49]．また，非肥満の正常耐糖能者では，よく噛むことで，インスリン分泌の向上（インクレチン効果）と食後血糖抑制が図られることや，ゆっくり食べることは，主として小腸から分泌され血糖依存的にインスリンの合成や分泌を促進する腸管ホルモンであるglucagon-like peptide-1（以下，GLP-1）分泌増加につながることが報告されている[50,51]．すなわち，ゆっくりよく噛んで食べることは食後高血糖抑制効果やGLP-1応答性を高めることが知られているαグルコシダーゼ阻害薬と同様な効果が期待できると考えられる[52]．一方，よく噛むことは肥満抑制に有効であり，そのメカニズムも明らかにされている．健常者においては，血中グルコース濃度やインスリン分泌と関係なく，血漿中へのGLP-1濃度を増加させることが明らかとなっている．咀嚼回数の増加は適切なグルコース吸収促進効果があり，インスリン分泌が促進されるとともにグレリンの分泌を抑制することが示されている（速食い抑制や咀嚼時間の延長効果）[53]．歯周病患者では，健常者に比較してグレリンが多く分泌されることから，より空腹感を刺激されやすいと考えられている．また，歯数の減少だけでなく，補綴物によるリハビリテーションの程度など咀嚼機能が糖尿病の血糖コントロールや肥満と関連する一因と考えられる[11,21]．食物の経口摂取による栄養吸収が始まる前の早期インスリン分泌は，味覚や咀嚼嚥下作用により誘導されることを示唆する報告もなされており，今後のメカニズムのさらなる解明が望まれる[54]．

おわりに

特定保健指導では，「歯科からのメタボ対策」として咀嚼機能低下や速食いなどについての咀嚼支援や間食制限の実施が推奨されている[55]．特に「ゆっくりよく噛んでおいしく味わって食べる」ことは，全身の健康に鑑みて歯科が主導して対応すべき命題であることから，栄養素，食品摂取バランスの改善，過食による肥満予防，食後高血糖や血糖変動の抑制，さらには，口腔フローラの改善の点からその効用が認識されるべきである[56]．歯科で咀嚼咬合回復処置を行うだけでは，栄養バランスなどの改善効果はほとんど期待できないことが示されている[57]．特に，歯周病と糖尿病は双方向性の関係があり，双方の視点に立った咀嚼機能改善に関連した食習慣・食栄養指導は疾病負荷の観点からも合理的と考えられるようになってきている[38,45]．

本総説に関して，開示すべき利益相反はない．

文　献

1）岩崎正則．3-3．職域歯科健診データから明らかとなった口腔（咀嚼能力，歯周病）と栄養（食事摂取状況，食行動）の関連．公益財団法人8020推進財団理事長 堀　憲郎．職域等で活用するための歯科口腔保健推進の手引き［公益財団法人8020推進財団2020（令和2）年度調査研究事業］．公益財団法人8020推進財団：東京：2021．70-75.
2）Hajishengallis G, Chavakis T. Local and systemic mechanisms linking periodontal disease and inflammatory comorbidities. Nat Rev Immunol 2021; 21: 426-440.
3）Botelho J, Mascarenhas P, Viana J, Proenca L, Orlandi M, Leira Y, Chambrone L, Mendes JJ, Machado V. An umbrella review of the evidence linking oral health and systemic noncommunicable diseases. Nat Commun 2022; 13: 7614.
4）Simpson TC, Clarkson JE, Worthington HV, MacDonald L, Weldon JC, Needleman I, Iheozor-Ejiofor Z, Wild SH, Qureshi A, Walker A, Patel VA, Boyers D, Twigg J. Treatment of periodontitis for glycaemic control in people with diabetes mellitus. Cochrane Database Syst Rev 2022; 14: CD004714.
5）D'Aiuto F, Gkranias N, Bhowruth D, Khan T, Orlandi M, Suvan J, Masi S, Tsakos G, Hurel S, Hingorani AD, Donos N, Deanfield JE; TASTE Group. Systemic effects of periodontitis treatment in patients with type 2 diabetes: a 12 month, single-centre, investigator-masked, randomized trial. Lancet Diabetes Endocrinol 2018; 6: 954-

965.
6) Falcao A, Bullón P. A review of the influence of periodontal treatment in systemic diseases. Periodontol 2000 2019; 79: 117–128.
7) Mauri-Obradors E, Merlos A, Estrugo-Devesa A, Jané-Salas E, López-López J, Viñas M. Benefits of non-surgical periodontal treatment in patients with type 2 diabetes mellitus and chronic periodontitis: A randomized controlled trial. J Clin Periodontol 2018; 45: 345–353.
8) Preferansow E, Sawczuk B, Gołębiewska M, Górska M. Pathologies of the oral cavity in patients with non-controlled diabetes type 1 and type 2—analysis of periodontal status and periodontal treatment needs. Endokrynol Pol 2015; 66: 428–433.
9) Kowall B, Holtfreter B, Völzke H, Schipf S, Mundt T, Rathmann W, Kocher T. Pre-diabetes and well-controlled diabetes are not associated with periodontal disease: the SHIP Trend Study. J Clin Periodontol 2015; 42: 422–430.
10) Costa FO, Miranda Cota LO, Pereira Lages EJ, Soares Dutra Oliveira AM, Dutra Oliveira PA, Cyrino RM, Medeiros Lorentz TC, Cortelli SC, Cortelli JR. Progression of periodontitis and tooth loss associated with glycemic control in individuals undergoing periodontal maintenance therapy: a 5-year follow-up study. J Periodontol 2013; 84: 595–605.
11) 中澤正絵，山本龍生，武藤恵美子，清野浩昭，佐々木修一，角川智子，白井勇太，持田悠貴，渕田慎也，三辺正人．2型糖尿病患者の教育入院時におけるヘモグロビンA1cと咀嚼機能および歯周炎との関係：横断研究．日歯周誌 2020；62：74–81.
12) Aoyama N, Fujii T, Kida S, Nozawa I, Taniguchi K, Fujikawa M, Iwase T, Tamaki K, Minabe M. Association of periodontal status, number of teeth and obesity.: A cross sectional study in Japan. J Clin Med 2021; 10: 208.
13) Herrera D, Sanz M, Kebschull M, Jepsen S, Sculean A, Berglundh T, Papapanou PN, Chapple I, Tonetti MS; EFP Workshop Participants and Methodological Consultant. Treatment of stage IV periodontitis: The EFP S3 level clinical practice guideline. J Clin Periodontol 2022; 49: 4–71.
14) Orlandi M, Munos Aguliera E, Marletta D, Petrie A, Suvan J, D'Aiuto F. Impact of the treatment of periodontitis on systemic health and quality of life: A systematic review. J Clin Periodontol 2022; 49: 314–327.
15) Gennal S, Izzetti R, Pioli MC, Music L, Graziani F. Impact of rehabilitation versus edentulism on systemic health and quality of life in patients affected by periodontitis: A systematic review and meta-analysis. J Clin Periodontol 2022; 49: 328–358.
16) Uy SNMR, Deng K, Fok CTC, Fok MR, Pelekos G, Tonetti MS. Food intake, masticatory function, tooth mobility, loss of posterior support, and diminishued quality of life are associated with more advanced periodontitis stage diagnosis. J Clin Periodontol 2022; 49: 240–250.
17) Chen YF, Zhan Q, Wu C-Z, Yuan YH, Chen W, Yu FY, Li LJ. Baseline HbA1c level influences the effect of periodontal therapy on glycemic control in people with type 2 diabetes and periodontitis: A systematic review on randomized controlled trials. Diabetes Ther 2021; 12: 1249–1278.
18) Romano F, Perotto S, Mohamed SEO, Bernardi S, Giraudi M, Caropreso P, Mengozzi G, Baima G, Citterio F, Berta GN, Durazzo M, Gruden G, Aimetti M. Bidirectional association between metabolic control in type 2 diabetes mellitus and periodontitis inflammatory burden: A cross-sectional study in an Italian population. J Clin Med 2021; 10: 1787.
19) Machado V, Botelho J, Escalde C, Hussgin SB, Lethra S, Mascarenhas P, Orland M, Mendos JJ, D'Aiuto F. Serum C-reactive protein and periodontitis: A systematic review and meta-analysis. Front Immunol 2021; 12: 706432.
20) Martinez-Herrera M, Silvestre-Rangil J, Silvestre FJ. Association between obesity and periodontal disease. A systematic review of epidemiological studies and controlled clinical trials. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2017; 22: e708–e715.
21) Herrera MM, Lopez-Domenech S, Silvestre FJ, Silvestre-Rangil J, Banuls C, Hernandez-Mijares A, Rocha M. Dietary therapy and non-surgical periodontal treatment in obese patients with chronic periodontitis. J Clin Periodontol 2018; 45: 1448–1457.
22) Jepsen S, Survan J, Deschner J. The association of periodontal diseases with metabolic syndrome and obesity. Periodontol 2000 2020; 83: 125–153.
23) Staudte H, Kranz S, Völpel A, Schütze J, Sigusch BW. Comparison of nutrient intake between patients with periodontitis and healthy subjects. Quintessence Int 2012; 43: 907–916.
24) Dommisch H, Kuzmanova D, Jönsson D, Grant M, Chapple I. Effect of micronutrient malnutrition on periodontal disease and periodontal therapy. Periodontol 2000 2018; 78: 129–153.
25) Thouvenot K, Turpin T, Taïlé J, Clément K, Meilhac O, Gonthier MP. Links between insulin resistance and periodontal bacteria: Insights on molecular players and therapeutic potential of polyphenols. Biomolecules 2022; 12: 378.
26) Demmer RT, Breskin A, Rosenbaum M, Zuk A, LeDuc C, Leibel R, Paster B, Desvarieux M, Jacobs DR Jr, Papapanou PN. The subgingival microbiome, systemic

inflammation and insulin resistance: The Oral Infections, Glucose Intolerance and Insulin Resistance Study. J Clin Periodontol 2017; 44: 255–265.
27) DeMayo F, Molinsky R, Tahir MJ, Roy S, Genkinger JM, Papapanou PN, Jacobs DR Jr, Demmer RT. Diet quality and periodontal disease: Results from the oral infections, glucose intolerance and insulin resistance study (ORIGINS). J Clin Periodontol 2021; 48: 638–647.
28) Alhassani AA, Hu FB, Li Y, Rosner BA, Willett WC, Joshipura KJ. The associations between major dietary patterns and risk of periodontitis. J Clin Periodontol 2021; 48: 2–13.
29) Li A, Chen Y, Schuller AA, van der Sluis LWM, Tjakkes GE. Dietary inflammatory potential is associated with poor periodontal health: A population-based study. J Clin Periodontol 2021; 48: 907–918.
30) Alhassani AA, Hu FB, Rosner BA, Tabung FK, Willett WC, Joshipura KJ. The relationship between inflammatory dietary pattern and incidence of periodontitis. Br J Nutr 2021; 126: 1698–1708.
31) Choi SW, Sreeja SR, Le TD, Shivappa N, Hebert JR, Kim MK. Association between inflammatory potential of diet and periodontitis disease risks: Results from a Korean population-based cohort study. J Clin Periodontol 2023; 50: 952–963.
32) Woelber JP, Gärtner M, Breuninger L, Anderson A, König D, Hellwig E, Al-Ahmad A, Vach K, Dötsch A, Ratka-Krüger P, Tennert C. The influence of an anti-inflammatory diet on gingivitis. A randomized controlled trial. J Clin Periodontol 2019; 46: 481–490.
33) Saenz-Ravello G, Matamala L, dos Santos NC, Cisternas P, Gamonal J, Fernandez A, Bello-Escamilla N, Hernandez M, Baeza M. Healthy dietary patterns on clinical periodontal parameters: A GRADE compliant systematic review and meta-analysis. Current Oral Health Reports 2022; doi.org/10.1007/s40496-022-00307-y
34) Kruse AB, Gartner M, Vach K, Grueninger D, Peikert SA, Ratka-Kruger P, Tennert C, Woelber JP. An exploratory study on the role of serum fatty acids in the short-term dietary therapy of gingivitis. Sci Rep 2022; 12: 4022.
35) Tabe S, Nakayama Y, Kobayashi R, Oyama K, Kitano D, Ogihara J, Senpuku H, Ogata Y. Association between dietary habit and clinical parameters in patients with chronic periodontitis undergoing supportive periodontal therapy. Nutrients 2022; 14: 4993.
36) Sheiman A, Watt RG. The common risk factor approach: a rational basis for promoting oral health. Community Dent Oral Epidemiol 2000; 28: 399–406.
37) 三辺正人．歯周病対策としての生活習慣改善―特に食習慣，食栄養改善について―．診断と治療 2022；110：1207–1211.
38) 厚生労働省．生活習慣に着目した疾病対策の基本的方向性について（意見具申）．https://www.mhlw.go.jp/www1/houdou/0812/1217-4html（2023年4月13日アクセス）
39) Merino J, Guasch-Ferré M, Li J, Chung W, Hu Y, Ma B, Li Y, Kang JH, Kraft P, Liang L, Sun Q, Franks PW, Manson JE, Willet WC, Florez JC, Hu FB. Polygenic scores, diet quality, and type 2 diabetes risk: An observational study among 35,759 adults from 3 US cohorts. PLoS Med 2022; 19: e1003972.
40) Geng T, Zhu K, Lu Q, Wan Z, Chen X, Liu L, Pan A, Liu G. Heathy lifestyle behavious, mediating biomarkers and risk of microvascular complications among individuals with type 2 diabetes: A cohort study. PLoS Med 2023; 20: e1004135.
41) Saengtipbovorn S. Efficacy of brief lifestyle change in conjuction with dental care (Brief-LCDC) programs on glycemic and periodontal status among DM patients. J Health Res 2019; 33: 247–259.
42) Saengtipbovorn S, Taneepanichskul S. Effectiveness of lifestyle chang plus dental care program in improving glycemic and periodontal status in aging patients with diabetes: A cluster, randomized, controlled trial. J Periodontol 2015; 86: 507–515.
43) Saengtipbovorn S, Taneepanichskul S. Effectiveness of lifestyle change plus dental care (LCDC) program on improving glycemic and periodontal status in the elderly with type 2 diabetes. BMC Oral Health 2014; 14: 72.
44) 三辺正人，両角俊哉，山本裕子．生活習慣病としての歯周病食栄養指導対策．日歯保存誌 2019；62：135–142.
45) Marruganti C, Traversi J, Gaeta C, Ferrari Cagidiaco E, Parrini S, Discepoli N, Grandini S. Adherence to Mediterranean diet, physical activity level, and severity of periodontitis: Results from a university-based cross-sectional study. J Periodontol 2022; 93: 1218–1232.
46) Eke PI, Thornton-Evans GO, Wei L, Borgnakke WS, Dye BA, Genco RJ. Periodontitis in US adults: National Health and Nutrition Examination Survey 2009–2014. J Am Dent Assoc 2018; 149: 576–588. e6.
47) Varela-López A, Giampieri F, Bullón P, Battino M, Quiles JL. Role of lipids in the onset, progression and treatment of periodontal disease. A systematic review of studies in humans. Int J Mol Sci 2016; 17: 1202.
48) Merchant AT, Pitiphat W, Franz M, Joshipura KJ. Whole-grain and fiber intakes and periodontitis risk in men. Am J Clin Nutr 2006; 83: 1395–1400.
49) Sakurai M, Nakamura K, Miura K, Takamura T, Yoshita K, Nagasawa S, Morikawa Y, Ishizaki M, Kido T, Naruse Y, Suwazono Y, Sasaki S, Nakagawa H. Self-reported speed of eating and 7-year risk of type 2 diabetes mellitus in middle-aged Japanese men. Metabolism

2012; 61: 1566–1571.
50) Sonoki K, Iwase M, Tanaka Y, Nakamoto T, Masaki C, Hosokawa R, Murakami S, Chiwata K, Inoue H. Effects of thirty-times chewing per bite on secretion of glucagon-like peptide-1 in healty volunteers and type 2 diabetic patients. Endocr J 2013; 60: 311–319.
51) Kokkinos A, le Roux CW, Alexiadou K, Tentolouris N, Vincent RP, Kyriaki D, Perrea D, Ghatei MA, Bloom SR, Katsilambros N. Eating slowly increases the postprandial response of the anorexigenic gut hormones, peptide YY and glucagon-like peptide-1. J Clin Endocrinol Metab 2010; 95: 333–337.
52) Aoki K, Matsuda K, Miyazaki T, Togashi Y, Terauchi Y. Effects of miglitol, sitagliptin or their combination on plasma glucose, insulin and incretin levels in non-diabetic men. Endocr J 2010; 57: 667–672.
53) Zhu Y, Hsu WH, Hollis JH. Increasing the number of masticatory cycles is associated with reduced appetite and altered postprandial plasma concentrations of gut hormones, insulin and glucose. Br J Nutr 2013; 110: 384–390.
54) Wiedemann SJ, Rachid L, Illigens B, Böni-Schnetzler M, Donath MY. Evidence for cephalic phase insulin release in humans: A systematic review and meta-analysis. Appetite 2020; 155: 104792.
55) 歯科からのメタボ対策．日本歯科医師会．https://www.jda.or.jp/metabolic/（2023年4月13日アクセス）
56) Graves DT, Corrêa JD, Silva TA. The oral microbiota is modified by systemic diseases. J Dent Res 2019; 98: 148–156.
57) 宮崎秀夫，岩崎正則，葭原明弘，安藤雄一．6．栄養―歯・口腔の健康と栄養―．日本歯科医師会．健康長寿社会に寄与する歯科医療・口腔保健のエビデンス．日本歯科医師会：東京；2015．191–203.

Does the Restoration of Masticatory Function by Periodontal Treatment Contribute to Improving Glycemic Control?

—Consideration from the Viewpoint of Improving Dietary Habits and Nutritional Balance—

MINABE Masato[1,2], YAMAMOTO Yuko[3], KOUNO Kanji[4], NAKAZAWA Masae[5] and YAMAMOTO Tatsuo[6]

[1]Bunkyo-dori Dental Clinic
[2]Department of Environmental Pathology, Kanagawa Dental University
[3]Department of Dental Hygiene, Kanagawa Dental University, Junior College
[4]Kouno Dental Clinic
[5]Tomiya Central Hospital Dentistry
[6]Department of Preventive Dentistry and Dental Public Health, Kanagawa Dental University

Abstract

There are two pathways by which periodontal disease affects systemic health: local periodontal lesion-derived bacteria, inflammatory cytokines and mediators that affect distant tissues via systemic circulation and the gastrointestinal tract; and periodontal disease-derived tooth upset and loss, poor eating habits with reduced chewing ability due to occlusal pain, and nutritional status. This review examines whether the restoration of chewing function by periodontal treatment contributes to glycemic control and other whole-body health. We conducted a philological study with a particular focus on dietary habits and nutritional improvement. Regarding the relationship between chewing ability and glycemic control in patients with periodontal disease, it is considered that periodontal disease improvement is important for systemic health, including glycemic control by improving chewing function by periodontal treatment, although there is currently little evidence. Regarding eating habits and nutrition as risk factors for periodontal disease, inappropriate dietary intake associated with deterioration of chewing function, i. e., deterioration of dietary balance and eating habits, promotes gingival inflammation and dysbiosis of oral flora, suggesting that periodontal disease is a risk factor. On the other hand, intake of anti-inflammatory foods has been shown to reduce periodontal tissue inflammation regardless of plaque adhesion or the presence or absence of oral cleaning, and anti-inflammatory healthy eating patterns may enhance the effectiveness of standard oral cleaning and periodontal treatment. In fact, a program that combines improving lifestyle eating habit and periodontal disease care in collaboration with medical and dental departments has been shown to significantly improve glycemic control along with clinical symptoms of periodontal disease. From the above, when periodontal disease is viewed from the perspective of lifestyle-related diseases, it is necessary to give guidance on dietary habits and dietary nutrition in response to the risk factors for the progression of periodontal disease. In addition, periodontal disease and diabetes have a bidirectional relationship, and dietary guidance related to improving masticatory function from both perspectives is considered reasonable from the viewpoint of disease burden.

Key words: periodontal treatment, diabetes, glycemic control, masticatory function recovery, eating habits and nutrition

Corresponding author: Dr. MINABE, Bunkyo-dori Dental Clinic, 2-4-1, Anagawa, Inage-ku, Chiba 263-0024, Japan
TEL: +81-43-285-2560, E-mail: minabe-m@wk9.so-net.ne.jp
Received for Publication: October 2, 2023/Accepted for Publication: December 28, 2023

ミニレビュー

日歯保存誌 67（1）：20〜23，2024

歯肉上皮細胞の多彩な役割

―防御と破壊の二面性―

臼井通彦

九州歯科大学口腔機能学講座歯周病学分野

The Diverse Roles of Gingival Epithelial Cells in Periodontal Tissue

―Duality of Defense and Destruction―

Usui Michihiko

Division of Periodontology, Department of Oral Function, Kyushu Dental University

キーワード：歯周病，歯肉上皮，抗菌ペプチド，RANKL

はじめに

日々の歯科臨床において，歯肉を見ない日はないと思われる．歯肉組織は，腫脹，発赤，フィステルの形成など，多様な臨床症状を呈し，臨床家にさまざまな情報を提供してくれる．とりわけ，歯肉上皮はその最上層に位置する組織であるが，その生理的な役割についてはあまり知られていない．本稿では，歯肉上皮に焦点をしぼり，その多彩な役割や生物学的特性について概説する．

付着上皮の特異性

歯肉上皮は，厚み数百μmほどの大変薄い組織である．歯肉上皮も他の上皮組織と同様に外部環境から内部環境を保護する物理的バリアとして働き，結合組織や歯槽骨といった組織を食物や細菌などの機械的ストレスや化学刺激などから防御している．歯肉上皮は口腔上皮，歯肉溝上皮，付着（接合）上皮から構成される．特に，歯肉溝内において，歯肉溝上皮から付着上皮へと移行し，歯面という硬組織への「上皮性の付着」という様式をとる．この解剖学的形態は，人体において唯一の上皮の連続性が失われている場所であり，かなり特殊な様式である．つまり，人体において「付着上皮」は外部環境と内部環境を上皮性付着というある程度の曖昧さをもった様式で，両者をつなぐゲートのように存在しているのである[1]．このような理由から，付着上皮は他の歯肉上皮とは異なる特性をもつ可能性があると考えられてきた．

付着上皮における抗菌ペプチドの発現

付着上皮の特異性を明らかにするために，われわれはレーザーマイクロダイセクション法とマイクロアレイ法により，付着上皮特異的な因子を検索した．レーザーマイクロダイセクション法は，顕微鏡にレーザー照射装置が接続され，顕微鏡下で切片を観察しながら，切片上の標的とする細胞塊をレーザーによって切り出し，採取・回収することのできるツールである．付着上皮は他の歯肉上皮と連続性があり，区別して採取することが困難であったが，この手法を用いることで，明確に区別して細胞・RNAを回収することができる（Fig. 1）．4週齢マウス（C57/BL6）から口腔上皮と付着上皮のRNAを得て，

本ミニレビューは，2023年度学術賞受賞者へ依頼したものである．
DOI：10.11471/shikahozon.67.20

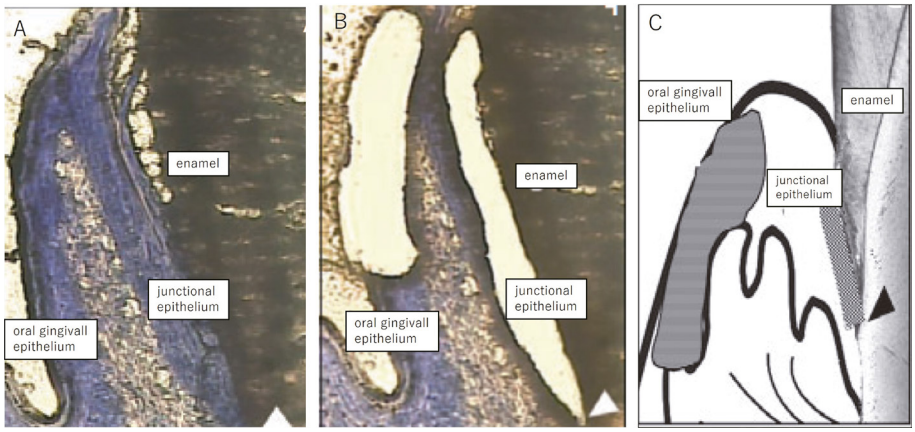


Fig. 1　Cell collection by laser microdissection method

Before（A）and after（B）collecting samples from section by laser microdissection.（C）Schematic of gingival epithelial tissue. Laser microdissection allows for the collection of samples with a clear separation between junctional and oral gingival epithelium.

マイクロアレイ法にて網羅的解析を行った．その結果，Secretory leukocyte protease inhibitor（slpi）という遺伝子が付着上皮で強く発現していた．slpiタンパクは好中球の分泌する抗菌ペプチドとして知られている．また，プロテアーゼを阻害することによって，組織損傷に対して保護作用を示す低分子量タンパク質である．このslpiのタンパク質としての発現を確認するために免疫染色を行ったところ，付着上皮のみでその発現が認められた（Fig. 2A）．これらの結果より，slpiは付着上皮特異的に発現し，侵入する細菌に対して抗菌ペプチドとして働いている可能性が示唆された[2]．これまでの研究で，歯肉上皮にいくつかの抗菌ペプチドとして機能するタンパク質が発現していることが明らかになっている．LL37はカテリシジン型抗菌タンパク質であるが，口腔内細菌の感染により，好中球や歯肉上皮細胞から産生される．また，歯肉上皮，特に口腔上皮にはβ-ディフェンシンが，付着上皮や好中球ではα-ディフェンシンが発現し，口腔感染に対する自己防御機構に関わっている[3]．

前述のLL37やディフェンシンは歯周炎患者の歯肉溝滲出液（GCF）に含まれているが，同じ抗菌ペプチドであるカルプロテクチンは歯周炎患者のGCFにおいて上昇する[4]．しかし，カルプロテクチンの歯肉上皮における局在については不明であった．カルプロテクチンはS100タンパク質ファミリーに属するS100A8とS100A9のヘテロ二量体のタンパク質で，好中球やマクロファージが産生し，炎症が生じた際には上皮細胞にも発現する．一方で，このような抗菌ペプチドの発現は，口腔内細菌の存在によって影響を受ける可能性がある．そこで，細菌が存在しないgerm freeマウス（無菌マウス）と細菌の存在する環境で飼育したC57/BL6マウスから，レーザーマイクロダイセクション法によりRNAを抽出し，S100A8とS100A9の歯肉上皮における発現を解析した．その結果，細菌の有無にかかわらず，S100A8，S100A9は付着上皮に強く発現していることが明らかになった．また，S100A8とS100A9の発現部位は一致しており，カルプロテクチンとして存在している可能性が示唆された（Fig. 2C）．また，歯肉上皮に存在する好中球もS100A8，S100A9，ならびにカルプロテクチンを発現していた．さらに，これらの発現は，無菌のマウスより細菌の存在するマウス（conventionalマウス）で上昇していた[5]．また，付着上皮には，無菌マウスにおいてもconventionalマウスにおいてもGr-1をマーカーとする好中球が存在していた[6]（Fig. 2B）．以上の結果より，歯肉上皮組織はこのような抗菌ペプチドの産生や好中球により，自然免疫の一端を担っていることが示唆された．

歯肉上皮におけるRANKL発現

歯周病の病態において，歯周病細菌の産生する酵素や自身の産生する炎症性サイトカインの影響によって，歯槽骨が破壊される．この歯槽骨の破壊を担うのが，造血幹細胞に由来する単球・マクロファージ系の前駆細胞から分化する破骨細胞である．RANKL（Receptor of activator of NF-κB ligand）は破骨細胞の形成に必須な因子で，増殖や活性化にも関わっている．RANKLは骨芽細胞，骨細胞，軟骨細胞，滑膜細胞などに発現し，骨代謝において重要な役割を果たしている．歯周組織では，歯槽骨の骨芽細胞だけではなく，歯根膜細胞やセメント芽細胞にもRANKLは発現しており，歯槽骨の破壊に関与していると考えられる．歯周病細菌の侵襲により，歯肉

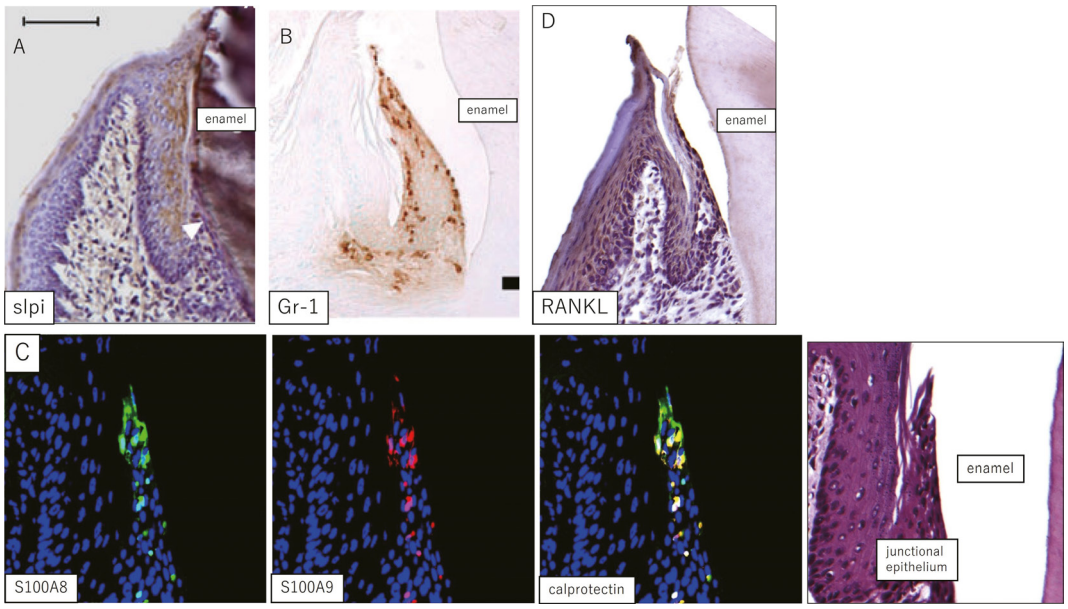


Fig. 2　Expressions of antimicrobial peptides, RANKL and neutrophils in gingival epithelial tissue
（A）slpi,（B）Gr-1, neutrophil marker,（C）S100A8, S100A9 and calprotectin, and（D）RANKL.

（歯肉上皮・歯肉結合組織）と歯の付着が破壊され，歯肉上皮はダウングロースしていき，歯周ポケットを形成する[7]．この際に，歯肉上皮細胞は歯槽骨の方向，すなわち，歯根尖方向へ増殖・遊走していく．われわれはPDLIM5（PDZ and LIM domain protein 5）という仮足形成因子に着目し，歯肉上皮細胞における影響を検討したところ，*Porphyromonas gingivalis* 由来のリポポリサッカライドの刺激でPDLIM5の発現が上昇した．また，PDLIM5の欠損した歯肉上皮細胞では，増殖能と遊走能が抑制されたので，歯肉上皮のダウングロースにこの仮足形成因子が関与している可能性が示唆された[8]．歯肉上皮細胞は歯周組織破壊とともに，ダウングロースし歯槽骨に近づいていくわけだが，歯根膜細胞やセメント芽細胞と同様にRANKLを発現し，歯槽骨破壊に関与していないだろうかという疑問が生じた．歯肉上皮細胞の細胞株であるCa9-22細胞やHO1-μ-1細胞において，RANKL mRNAやタンパク質発現が認められ，その発現は，Tumor necrosis factor（TNF）-αなどの炎症性サイトカインで処理することによって上昇した．C57/BL6マウスの歯周組織にRANKL抗体を用いて免疫組織化学染色法を行った結果，歯根膜細胞と同様に歯肉上皮にもRANKL発現が認められた（Fig. 2D）．さらに，炎症性サイトカインであるTNF-αも同様に，歯肉上皮に発現していることも明らかとなった．歯肉上皮細胞のRANKL発現は，このTNF-αの刺激によって上昇し，Ⅰ型TNF-α受容体を介して，細胞内ではプロテインキナーゼA（PKA）シグナリングを活性化していることが明らかとなった[9]．歯肉上皮細胞は確かにRANKLを発現していることがわかったが，その発現量は他の細胞に比較して少なく，実際に機能するかは不明であった．そこで，破骨細胞前駆細胞である骨髄由来マクロファージと歯肉上皮細胞を共培養したところ，少ない数ではあったが，破骨細胞が形成された．この形成された破骨細胞はpit formation assayにて，実際に骨を吸収することが示された．また，この破骨細胞形成はTNF-αによって増強され，さらにはPKAシグナリングの促進剤によっても増強された[10]．以上より，歯肉上皮細胞はRANKLを産生することにより，歯槽骨破壊に関わっている可能性が示唆された．

おわりに

上述したとおり，歯肉上皮組織は物理的防御機構として働くだけではなく，付着上皮では抗菌ペプチドの産生や組織内に存在する好中球によって，歯周病細菌の侵入に対して歯周組織防御の最前線を担っている．一方で，歯周病細菌の侵襲により付着が喪失した際には，歯肉上皮はダウングロースして歯周ポケットを形成し，歯周病細菌の繁殖しやすい環境を提供する．さらにはRANKLを産生することにより，破骨細胞形成を介して，歯周組織破壊に関与する可能性も示唆されている．この歯肉上皮の防御と破壊に関わる二面性は，歯周病の病態研究において大変興味深い事象である．歯肉上皮は歯周組織のなかで侵襲なくアクセスすることのできる唯一の組織で

あり，肉眼的な観察のみならず，サンプルの採取も容易である．今後，歯周病の病態を反映するサンプルを提供する新たな部位として期待される．

文　献

1) Nakamura M. Histological and immunological characteristics of the junctional epithelium. Jpn Dent Sci Rev 2018; 54: 59–65.
2) Hayashi Y, Matsunaga T, Yamamoto G, Nishii K, Usui M, Yamamoto M, Tachikawa T. Comprehensive analysis of gene expression in the junctional epithelium by laser microdissection and microarray analysis. J Periodontal Res 2010; 45: 618–625.
3) Dale BA, Kimball JR, Krisanaprakornkit S, Roberts F, Robinovitch M, O'Neal R, Valore EV, Ganz T, Anderson GM, Weinberg A. Localized antimicrobial peptide expression in human gingiva. J Periodontal Res 2001; 36: 285–294.
4) Kido J, Nakamura T, Kido R, Ohishi K, Yamauchi N, Kataoka M, Nagata T. Calprotectin in gingival crevicular fluid correlates with clinical and biochemical markers of periodontal disease. J Clin Periodontol 1999; 26: 653–657.
5) Nishii K, Usui M, Yamamoto G, Yajima S, Tsukamoto Y, Tanaka J, Tachikawa T, Yamamoto M. The distribution and expression of S100A8 and S100A9 in gingival epithelium of mice. J Periodontal Res 2013; 48: 235–242.
6) Tsukamoto Y, Usui M, Yamamoto G, Takagi Y, Tachikawa T, Yamamoto M, Nakamura M. Role of the junctional epithelium in periodontal innate defense and homeostasis. J Periodontal Res 2012; 47: 750–757.
7) Usui M, Onizuka S, Sato T, Kokabu S, Ariyoshi W, Nakashima K. Mechanism of alveolar bone destruction in periodontitis—Periodontal bacteria and inflammation. Jpn Dent Sci Rev 2021; 57: 201–208.
8) 臼井通彦，菅　毅典，佐野孝太朗，中島啓介．PDLIM5は歯肉上皮細胞の増殖と遊走に促進的に作用する．日歯保存誌 2022；65：154–163.
9) Fujihara R, Usui M, Yamamoto G, Nishii K, Tsukamoto Y, Okamatsu Y, Sato T, Asou Y, Nakashima K, Yamamoto M. Tumor necrosis factor-α enhances RANKL expression in gingival epithelial cells via protein kinase A signaling. J Periodontal Res 2014; 49: 508–517.
10) Usui M, Sato T, Yamamoto G, Okamatsu Y, Hanatani T, Moritani Y, Sano K, Yamamoto M, Nakashima K. Gingival epithelial cells support osteoclastogenesis by producing receptor activator of nuclear factor kappa B ligand via protein kinase A signaling. J Periodontal Res 2016; 51: 462–470.

ミニレビュー

日歯保存誌 67（1）：24〜28，2024

Fatigue Bond Strength 試験

辻 本 暁 正

愛知学院大学歯学部保存修復学講座/アイオワ大学歯学部保存修復学講座/クレイトン大学歯学部総合歯科学講座

Fatigue Bond Strength Testing

Tsujimoto Akimasa

Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Aichi Gakuin University
Department of Operative Dentistry, College of Dentistry, University of Iowa
Department of General Dentistry, School of Dentistry, Creighton University

キーワード：疲労，接着強さ，エナメル質，象牙質

はじめに

現在，接着歯学研究は黎明期から全盛期を経て成熟期を迎えており，これは歯質接着性材料を用いた基礎研究の成果が臨床の場に活かされることによって発展してきました．その黎明期には，1955年のBuonocoreによってリン酸エッチングが開発され[1]，1970年代にはSilverstoneらによってエナメルエッチングパターンが整理され[2]，1980年代には象牙質接着に関する基本的な考え方が確立されてきました．その後，接着歯学研究は全盛期を迎えるわけですが，その皮切りとして1991年に当時クレイトン大学歯学部のAssociate Dean for Researchであったwayne W. Barkmeier先生をオーガナイザーとして米国・ネブラスカ州オマハの地でThe International Symposium on Adhesives in Dentistryが開催されました[3]．このシンポジウムには世界中から接着歯学に関する著名な研究者が一堂に会し，本邦からもその研究と製品開発の両面で世界をリードしていた多くの研究者が参加したと聞いています．また，この国際シンポジウム以降のセルフエッチ，シングルステップからユニバーサルアドヒーシブへと繋がる歯質接着性材料開発の変遷には，常に“Made in Japan”の多くの機能性モノマーが必須の成分となってきたことから，接着歯学研究の全盛期においては日本人研究者が世界を席巻してきたことも周知の事実となっています．

一方，これらの接着歯学研究の黎明期から全盛期にかけて開発された歯質接着性材料の臨床応用には，世界各国で実施された新規材料を用いた歯質に対する接着強さを指標とした評価があり，これらの結果に基づいてさまざまな接着システムの臨床使用が拡大されてきました．実際に，“エナメル質”と“接着強さ”あるいは“象牙質”と“接着強さ”を組み合わせたキーワードを用いて論文検索エンジンで文献渉猟を行うと，2023年12月現在エナメル質に対するもので3,125編[4]，象牙質に対するもので6,519編[5]，合計すると約1万編の学術論文が国際学術雑誌に掲載されており，接着強さを指標とした検討が歯質接着性材料の性能を評価するうえでいかに重要視されてきたかがわかります．

Fatigue Bond Strength 試験開発の変遷

接着歯学研究の黎明期から全盛期に実施された歯質接着性材料の接着強さに関する検討の多くは，剪断あるいは引張試験に代表される静的荷重負荷を応用した接着強さ試験が使用されてきました．しかし，これらの静的荷

本ミニレビューは，2023年度学術賞受賞者へ依頼したものである．
DOI：10.11471/shikahozon.67.24

重負荷を応用した接着強さの検討は，実際の口腔内で修復物に負荷される繰り返し荷重を加味したものではなく，より臨床に則した歯質接着性材料の性能評価法の確立も重要であると考えられてきました[6]．そのため，1990年代の接着歯学研究の全盛期において動的荷重負荷を応用した接着強さ試験の確立への機運は高まってはいたものの，1994年に本邦の研究者らを中心にMicrotensile Bond Strength Testing（μTBS試験）に関する論文が発表されて以来[7]，この試験を用いた検討が接着歯学研究のメインストリームとなっていきました．実際に，筆者が准教授として勤務したアイオワ大学歯学部保存修復学講座においても，μTBS試験を歯質接着性材料の性能評価におけるゴールデンスタンダードとして位置付け，2011〜2019年に講座のチェアパーソンであったSteve R. Armstrong先生は，この試験に関する総説を発表するとともに[8]，工学部と連携することで接着試片製作用のCAD/CAMシステム（Computer Numerical Control Specimen Former, University of Iowa, USA）も開発してきました[9]．このように，米国大学歯学部において60年に以上にわたる保存修復学に関する大学院教育の歴史を有する講座でさえも，一定の期間μTBS試験を用いた検討を中心にさまざまな研究が実施されてきたということに関しては，日本人として非常に誇らしく思えるものでした．このことは，Armstrong先生が米国空軍在籍中に横田基地に3年間配属された経験とともに，トヨタのプリウス（現在はテスラですが）をこよなく愛する“Made in Japan”製品のファンで親日家でもあったため，日本発の接着強さ試験の素晴らしさを多くの留学生に伝えていたのでないかと推察しています．

一方，アイオワ大学歯学部のあるアイオワ州とミズーリ川を挟んで西隣に位置するネブラスカ州のクレイトン大学歯学部においては，前述したBarkmeier先生が，1991年のオーガナイザーとしてのThe International Symposium on Adhesives in Dentistry開催から2011年までの学部長という重責のなかにおいても，自身のライフワークである接着歯学研究への飽くなき探究心を継続させていました．Barkmeier先生の接着強さ試験の改良へのアプローチは，アイオワ大学歯学部のArmstrong先生とは異なり，μTBS試験用の接着試片製作工程をいかに改良していくかというものではなく，自身が開催した国際シンポジウムにおいても議題となった動的荷重を応用した接着強さ試験の確立へと向いており，一歩ずつその歩を進めていました．すなわち，クレイトン大学歯学部では世界初のチューイングシミュレーターを開発し，歯や修復物に対する咬合力などによる疲労に関する研究で当時世界をリードしていたミネソタ大学歯学部のMinnesota Dental Research Center for Biomaterials and Biomechanics（MDRCBB）との連携を深めるとともに，2003年に3M歯科部門の研究開発部長であったRobert L. Erickson先生を客員教授として迎え入れることで，動的荷重を応用した新たな接着強さ試験の開発を模索していました．Erickson先生は，ミネソタ大学で物理学の学位とともに歯学士を取得したClinician Scientistであり，3M在籍時から工業界において材料の疲労限度を実験的に求める手法の一つであるステアケース法を応用した新たな接着強さ試験の開発を着想し，3M退社後にオランダ・Academic Centre for Dentistry Amsterdam（ACTA）に留学し，Configuration Factor（C-factor）の研究[10]で高名なAlbert Feilzer先生の下で本格的にその研究を開始されました．その検討は，かの有名な“ACTA Fatigue Tester”（図1）を用いて接着界面に段階的な動的荷重を負荷するというものであり，ステアケース法を応用することで疲労限度の平均を求めるだけでなく，標準偏差を含めた疲労限度の分布特性値を求めることを実現しました[11,12]．

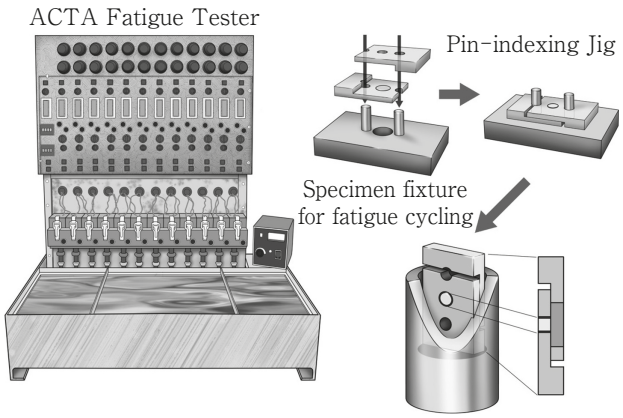


図1　ACTA Fatigue Testerと疲労接着試験用治具の模式図（文献17より一部改変）

Fatigue Bond Strength試験法の開発

Erickson先生はオランダから帰国後，自身が開発した接着強さ試験を“ACTA Fatigue Tester”のような特殊な疲労試験機を用いたものではなく，一般に市販されている機器を用いて再現したいという大望の下，これらの検討をクレイトン大学歯学部でBarkmeier先生とともにさまざまな疲労試験機を用いて検討していきました．しかし，この動的荷重を応用した接着強さ試験は，開発当初から多くの課題を抱えていたことも事実であり，その改良初期には動的荷重を負荷するために使用した疲労試験機の動作に多く問題が生じたため，あらゆる機器を

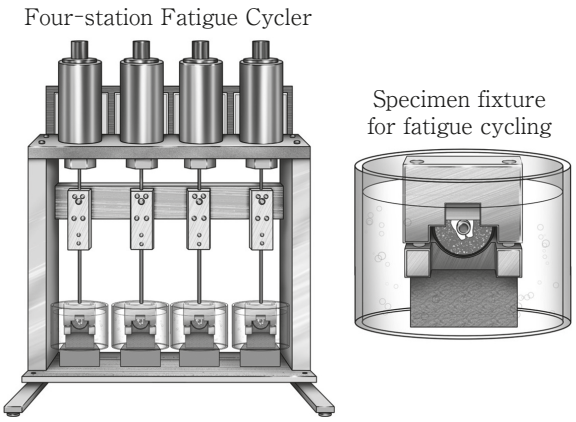


図 2　Four-station Fatigue Cycler と疲労接着試験用治具の模式図（文献 17 より一部改変）

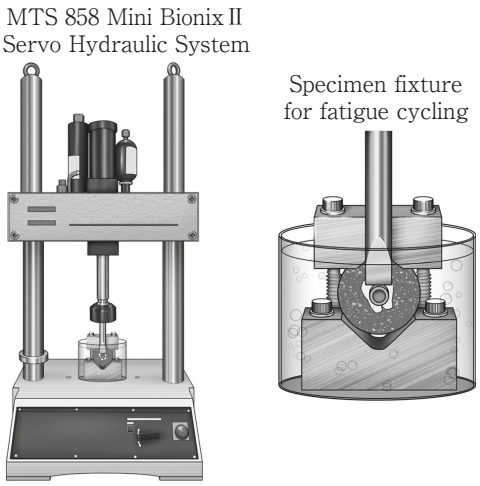


図 3　MTS 858 Mini Bionix II Servo Hydraulic System と疲労接着試験用治具の模式図（文献 17 より一部改変）

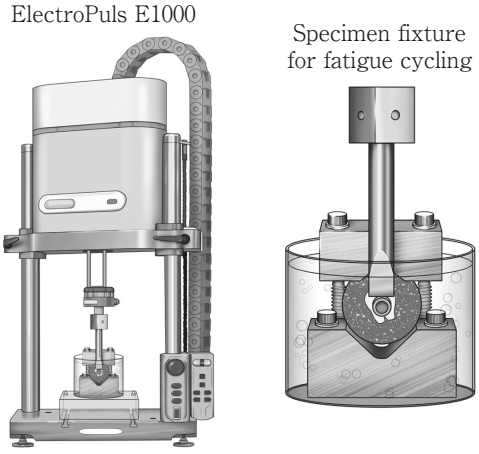


図 4　ElectroPuls E1000 と疲労接着試験用治具の模式図（文献 17 より一部改変）

購入し使用することで，安定した試験実施のため試行錯誤が繰り返されました．例を挙げると，Four-station Fatigue Cycler（Prototech, USA，図 2）を用いた検討では[13]，接着試片に負荷できる動的荷重は最大で 3 Hz と限定的であり，高サイクル疲労試験で用いられる 1 万から 1000 万回の荷重を負荷するためには 1 試片につき途方もない時間が必要となるとともに，試験中に機械が停止してしまうことも頻発しました．また，MTS 858 Mini Bionix II Servo Hydraulic System（MTS System, USA，図 3）を用いた際には[14]，動的荷重を最大で 1,000 Hz と高い頻度で接着試片に負荷できるものの，試験中のけたたましい騒音とともに機器からのオイル漏れに悩まされる日々であったと語り継がれています．このようにクレイトン大学歯学部において，口腔内で修復物に負荷される咬合力などの動的な繰り返し荷重をシミュレートした接着強さ試験が改良されてきたものの，Barkmeier 先生に言わせれば，その疲労試験機に関する問題はどこのメーカーの試験機を使用するかではなく，結局は機器の改良によって時間が解決してくれ，自分たちのアイディアに時代がついてきていなかったとよく冗談を飛ばし，Erickson 先生が笑みを浮かべているという微笑ましい光景を思い出します．実際，私が留学した 2015 年には，ElectroPuls E1000 (Instron, USA, 図 4) が研究室に 2 台セットアップされ，疲労試験機そのものに問題はなく，多くの歯質接着性材料を用いて Fatigue Bond Strength（疲労接着強さ）の各接着システムにおける基準値を集積していくという段階に至っていました．

Fatigue Bond Strength 試験の最適化

私がクレイトン大学歯学部への留学中に所属していた日本大学には，“光重合型コンポジットレジンの歯質接着システムにおける接着疲労耐久性に関する研究”を出張目的としていたことから，留学中はさまざまな歯質接着性材料を用いて疲労接着強さの値を集積することに傾注しました．一方，さまざまな接着システムの疲労接着強さの値を国際学術雑誌に投稿するなかで，負荷する動的荷重の速度あるいは回数，フィクスチャーの形態，試験によって得られるさまざまな値の解釈，統計処理方法の最適化などの試験法に関する多くの指摘を受けることとなりました．これらに関しては，私の前任である（株）松風・藤原　聡氏の右腕としてクレイトン大学歯学部に雇用されていたラボテクニシャンの Jason M. Moody 氏とともに一つずつ課題に着手し，2015～2016 年の留学期

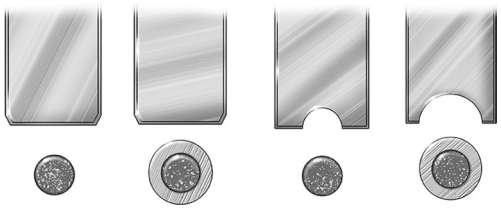


図 5　動的荷重を負荷する際に使用するフィクスチャー形状とメタルモールドの使用の有用性を比較するための検討に使用した実験条件の模式図(文献16より一部改変)

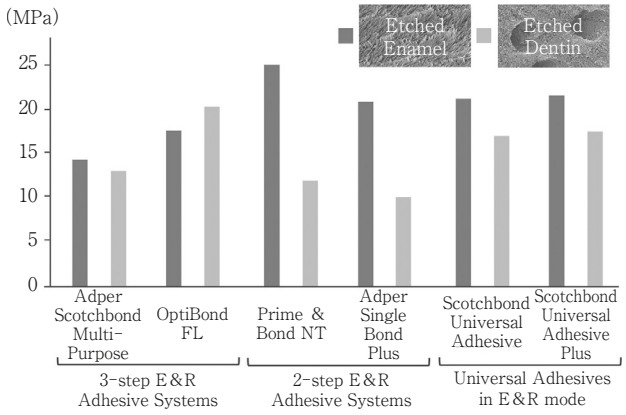


図 6　歯質接着性材料のうち代表的なエッチアンドリンスシステムを用いた際の疲労接着強さの基準値（文献17より一部改変）

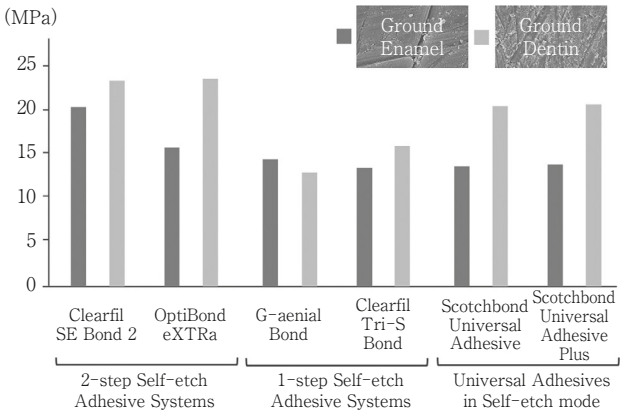


図 7　歯質接着性材料のうち代表的なセルフエッチシステムを用いた際の疲労接着強さの基準値（文献17より一部改変）

間のみならず2017年の留学後も3カ月ごとのオマハ詣を2022年まで続けることで解決していきました．たとえば，動的荷重の速度と回数に関しては[15,16]，荷重の速度を2〜10 Hz，回数を5〜100万回に設定し，“生理的咀嚼速度”と疲労試験のベンチマークとなる“ミリオンサイクル”を組み合わせた条件と超加速疲労試験条件との比較を行い，超加速疲労試験条件においても疲労接着強さを算出できることを明らかとしました．この検討においては，生理的咀嚼速度とミリオンサイクルを組み合わせた条件を用いたところから，そのグループの検討には1個の接着試片につき2 Hz×100万回の動的荷重を負荷し，これにステアケース法を応用するために1試験グループにつき20個の接着試片を検討するところから，読者にも想像に難くないと思われる途轍もない労力が必要となりました．また，動的荷重を負荷するフィクスチャーの形態に関しては[17]，さまざまな形態のフィクスチャーを試作するとともに，接着試片を構成する部材となるコンポジットレジンを保護する金属モールドの必要性に関して検討し（図5），現在のナイフエッジのフィクスチャーと金属モールドを使用したFatigue Bond Strength試験の有用性を明らかとしました．最終的にはBarkmeier先生が納得できるFatigue Bond Strength試験における条件あるいは統計手法を確立することで，2015年当時からの悲願であったこの試験法を用いたさまざまな接着システムの疲労接着強さの基準値を集積し（図6，7），疲労接着強さ試験に関する総説をまとめられたことは[18]，自身の研究人生におけるマイルストーンとなりました．また，これらの集積された疲労接着強さの値は，歯質接着性材料の長期臨床耐久性の結果と近似していることから，現在はテキサス大学歯学部サンアントニオ校で開発され，米国内の大学歯学部11校の協調によって大きく飛躍を遂げた医療ビッグデータベース“BigMouth Dental Data Repository”を用いたコンポジットレジン修復の臨床長期耐久性と疲労接着強さの関連性について検討を継続しています．

おわりに

Fatigue Bond Strength試験は構想から30年あまり，前述のとおり紆余曲折を経てその開発と発展を遂げることができました．一方，その背景にはクレイトン大学歯学部における基幹研究としての推進とともに，日本大学歯学部保存学教室修復学講座の宮崎真至先生のご高配，学内外の共同研究者ならびに産学連携研究にご協力いただいてきた企業の方々の多くのご支援がありました．この場をお借りして心より感謝申し上げますとともに，今後も接着歯学の無限の可能性に期待し，行学一体の精神で挑戦し続ける我々の活動へのご支援とご協力を賜りますよう，何卒お願い申し上げます．

文　献

1) Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res 1955; 34: 849–853.
2) Silverstone LM, Saxton CA, Dogon IL, Fejerskov O. Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. Caries Res 1975; 9: 373–387.
3) International Symposium on Adhesives in Dentistry. Omaha, Nebraska, 11–13 July 1991. Oper Dent 1992; Suppl 5: 1–198.
4) PubMed. (enamel) AND (bond strength). https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=%28enamel%29+AND+%28bond+strength%29&sort= (cited 2023. 12.21)
5) PubMed. (dentin) AND (bond strength). https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=%28dentin%29+AND+%28bond+strength%29&sort= (cited 2023. 12.21)
6) Kelly JR, Benetti P, Rungruanganunt P, Bona AD. The slippery slope: clinical perspectives on in vitro research methodologies. Dent Mater 2012; 28: 41–51.
7) Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, Pashley DH. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength—evaluation of a micro tensile bond test. Dent Mater 1994; 10: 236–240.
8) Armstrong S, Geraldeli S, Maia R, Raposo LH, Soares CJ, Yamagawa J. Adhesion to tooth structure: a critical review of "micro" bond strength test methods. Dent Mater 2010; 26: e50–e62.
9) Armstrong S, Breschi L, Özcan M, Pfefferkorn F, Ferrari M, Van Meerbeek B. Academy of Dental Materials guidance on in vitro testing of dental composite bonding effectiveness to dentin/enamel using micro-tensile bond strength (μTBS) approach. Dent Mater 2017; 33: 133–143.
10) Feilzer A. The interpretation and significance of the configuration factor. Dent Mater 2023; S0109-5641(23)00484-0.
11) Erickson RL, De Gee AJ, Feilzer AJ. Fatigue testing of enamel bonds with self-etch and total-etch adhesive systems. Dent Mater 2006; 22: 981–987.
12) Erickson RL, De Gee AJ, Feilzer AJ. Effect of pre-etching enamel on fatigue of self-etch adhesive bonds. Dent Mater 2008; 24: 117–123.
13) Barkmeier WW, Erickson RL, Latta MA. Fatigue limits of enamel bonds with moist and dry techniques. Dent Mater 2009; 25: 1527–1531.
14) Latta MA, Barkmeier WW. Fatigue limits on enamel bonds using single and multi-step adhesives. J Dent Res 2010; 89.
15) Tsujimoto A, Barkmeier WW, Erickson RL, Takamizawa T, Latta MA, Miyazaki M. Influence of the number of cycles on shear fatigue strength of resin composite bonded to enamel and dentin using dental adhesives in self-etching mode. Dent Mater J 2018; 37: 113–121.
16) Tsujimoto A, Barkmeier WW, Erickson RL, Fischer NG, Markham MD, Takamizawa T, Latta MA, Miyazaki M. Shear fatigue strength of resin composite bonded to dentin at physiological frequency. Eur J Oral Sci 2018; 126: 316–325.
17) Barkmeier WW, Tsujimoto A, Latta MA, Takamizawa T, Radniecki SM, Garcia-Godoy F. Effect of mold enclosure and chisel design on fatigue bond strength of dental adhesive systems. Eur J Oral Sci 2022; 130: e12864.
18) Tsujimoto A, Barkmeier WW, Teixeira EC, Takamizawa T, Miyazaki M, Latta MA. Fatigue bond strength of dental adhesive systems: Historical background of test methodology, clinical considerations and future perspectives. Jpn Dent Sci Rev 2022; 58: 193–207.

原　著

日歯保存誌 67（1）：29〜39，2024

色調適合性を有するシングルシェードコンポジットレジンの色調安定性

塚原　弾　谷本安浩[1]　永田俊介[1]　平山聡司[2]

日本大学大学院松戸歯学研究科 歯学専攻
[1]日本大学松戸歯学部歯科生体材料学講座
[2]日本大学松戸歯学部保存修復学講座

抄録

目的：近年，シェードテイキングの簡略化を目的として，シングルシェードで広い範囲の色調に適合可能なコンポジットレジン（CR）が開発された．CRの問題点の一つとして，着色性の飲食物や唾液などに由来する変色が挙げられるが，色調適合性を有するシングルシェードCRの色調安定性に関する報告は少ない．本研究では，色調適合性を有するシングルシェードCRについて歯ブラシ摩耗試験および浸漬試験を行い，その色調安定性に関して従来のCRとの比較・検討を行った．

材料と方法：シングルシェードCRとして，Omnichroma（トクヤマデンタル，OMC），Omnichroma Flow（トクヤマデンタル，OMF），Beautifil Unishade（松風，BUN），Clearfil Majesty ES Flow Universal U（クラレノリタケデンタル，CLM），Clearfil Majesty ES Flow Universal UD（クラレノリタケデンタル，CLD）およびClearfil Majesty ES Flow Universal UW（クラレノリタケデンタル，CLW）の計6種類と，対照群として従来のCRである，Estelite Σ Quick（トクヤマデンタル，EST），Estelite Universal Flow（トクヤマデンタル，ESF），Beautifil II（松風，BF II），Beatifil Flow Plus X（松風，BFF），Clearfil Majesty ES-2（クラレノリタケデンタル，CMP）およびClearfil Majesty ES Flow（クラレノリタケデンタル，CMF）の計6種類を実験材料とした．これら計12種類のCRについて，摩耗群と未摩耗群をそれぞれ作製し，コーヒー液および蒸留水に28日間浸漬を行うことで色差ΔE^*abを算出した．加えて，別規格の試料を作製し，蒸留水に28日間浸漬を行うことで吸水率および溶解率を算出した．

成績：コーヒー液浸漬群のなかで，S-PRGフィラー含有のBUNは28日間の浸漬で未摩耗群および摩耗群ともに他のCRと比較して有意に高いΔE^*abの値を示した（$p<0.05$）．また，コーヒー液浸漬群における各CRの未摩耗群と摩耗群のΔE^*abを比較した場合，浸漬28日目ではCLM，CLW，EST，ESF，BFFおよびCMPの未摩耗群が摩耗群と比較して有意に高い値を示した（$p<0.05$）．一方で，蒸留水浸漬群は，すべてのCR間および各CRの未摩耗群と摩耗群間において，ΔE^*abの値は有意な差を示さなかった（$p>0.05$）．吸水率は，BFFが他のCRと比較して有意に高い値を示し（$p<0.05$），無機質フィラー含有量との間に負の相関を認めた．溶解率は，CMPが最も高い値を示し，CLM，CLD，CLWおよびCMFに対して有意な差を認めたが（$p<0.05$），無機質フィラー含有量との間に相関を示さなかった．

結論：S-PRGフィラーを含有するBUNは，コーヒー液浸漬によってΔE^*abが顕著に高い値を示したことから，シングルシェードCRの色調安定性はレジン成分のみならず，フィラーの特性による影響を受けることが示唆された．

キーワード：コンポジットレジン，色調安定性，浸漬試験

責任著者連絡先：塚原　弾
〒271-8587　千葉県松戸市栄町西2-870-1　日本大学松戸歯学部保存修復学講座
TEL：047-360-9360，FAX：047-360-9358，E-mail：mada20014@g.nihon-u.ac.jp
受付：2023年10月27日/受理：2023年11月21日
DOI：10.11471/shikahozon.67.29

緒　言

齲蝕治療におけるコンポジットレジン（CR）修復は，Minimal Intervention（MI）の概念[1]の普及に伴い，適応範囲が拡大している[2]．その理由として，歯質接着材料の発展やCR自体の機械的性質の向上[2-4]に加えて，隔壁法を用いることで隣接面を含む広範囲の窩洞などに対し，短時間でのCR修復が可能[2]であることが挙げられる．また，間接修復や歯冠補綴に用いる貴金属の価格高騰に加え，審美的な欲求や金属アレルギー患者の増加から，近年においてメタルフリー修復の需要は高まっている[5]．そのなかでCRは優れた審美性を有し，歯質の切削量を低減できることから，修復処置を行う際に第一選択として用いられることが多い[6]．一方で，CRは半透明性の材料であるため，変色歯や歯質の裏打ちがない窩洞などに充塡を行う際には，周囲の歯質や口腔内の背景色の影響を受けて色調が変化することがある[7-9]．また，天然歯は個人によって色調が異なり，切端部，中央部および歯頸部などの歯の部位においても色調は異なっていることから[10-12]，シェードテイキングによりCRと歯質の色調を一致させるのは容易ではない．

近年，シェードテイキングの簡略化による治療時間の短縮を目的として，各社よりシングルシェードで広い範囲の歯の色調に適合するCRが開発され，臨床において用いられている[13-15]．たとえば，その初期に開発されたトクヤマデンタルのオムニクロマは，均一な粒径のフィラーの微細構造による構造色を発現し，歯質の色調の再現を可能にしている[13,16,17]．これらシングルシェードタイプのCRは，高い光透過性と光拡散性を有しており，窩洞周囲の歯質の色調を反映することで優れた色調適合性を発揮している[18,19]．

これまでに，筆者らはシングルシェードCRの機械的性質について，従来使用されているCRとの比較を行い，両者の機械的性質について顕著な差がないことを明らかにした[20]．一方，CR充塡の問題点の一つとして，口腔内において唾液や飲食物に常に曝されることにより[21]，亀裂や間隙，フィラーの脱落が生じ，CR表面の粗糙化や変色を引き起こすことが挙げられる[22]．また，歯ブラシを用いたブラッシングによるCRの摩耗は，変色の原因になるとの報告がある[23]．そこで本研究では，各種シングルシェードCRに対し歯ブラシ摩耗試験および浸漬試験を行い，その色調安定性について評価するとともに，従来のCRとの比較・検討を行った．

材料および方法

1．使用材料

本研究に使用した材料および組成をTable 1に示す．本研究では色調適合性を有するシングルシェードCRとして，Omnichroma（トクヤマデンタル，OMC），Omnichroma Flow（トクヤマデンタル，OMF），Beautifil Unishade（松風，BUN），Clearfil Majesty ES Flow Universal U（クラレノリタケデンタル，CLM），Clearfil Majesty ES Flow Universal UD（クラレノリタケデンタル，CLD）およびClearfil Majesty ES Flow Universal UW（クラレノリタケデンタル，CLW）の計6種類を用いた．また，対照群として従来のCRである，Estelite Σ Quick（トクヤマデンタル，EST），Estelite Universal Flow（トクヤマデンタル，ESF），Beautifil II（松風，BF II），Beatifil Flow Plus X（松風，BFF），Clearfil Majesty ES-2（クラレノリタケデンタル，CMP）およびClearfil Majesty ES Flow（クラレノリタケデンタル，CMF）の計6種類を用いた．対照群のシェードはいずれもA2とした．これら計12種類のCRに対して，以下の実験を行った．

2．歯ブラシ摩耗試験

各種CRを長さ20 mm×幅7 mm×厚さ2 mmのステンレス鋼製割型に塡塞し，ポリエチレンテレフタレートフィルムを介してガラス板で圧接した後，光照射器（アルファライトV，モリタ）にて上面および下面にそれぞれ90秒間光照射を行った．試料を割型から撤去し，余剰部分を除去するとともに耐水研磨紙#1,000を用いて試料の側面の研磨を行った．試料を蒸留水に浸漬した状態で超音波洗浄機（US-2，エスエヌディ）を用いて10分間洗浄後，37℃の水中に24時間保管した．なお，フィルムを介して圧接を行った面を試料の歯ブラシ摩耗面とした．4連摩耗試験機（K921，東京技研）に各試料を設置し，歯ブラシ摩耗試験を行った．試料数はそれぞれ10個とした．試験条件はKoizumiらの方法[24]およびISO 14569-1：2007に準じ，スラリー（歯磨剤：蒸留水＝120 g：120 mL）中にて，試験時間120分，ストローク回数20,000回，ストローク幅30 mm，荷重2.5 Nとした．歯ブラシはBee KING HARD（ビーブランドメディコーデンタル），歯磨剤はホワイトアンドホワイト（ライオン）をそれぞれ使用した．

3．走査電子顕微鏡による観察

走査電子顕微鏡（S-3400 N，日立：SEM）を用いて，各試料の摩耗面の表面性状について観察を行った．カーボンテープを用いて各試料を試料台に固定し，イオンコーター（IB-5，エイコー）にてAu-Pd合金蒸着処理

Table 1　Composite resins used in this study

Code	CRs	Viscosity	Matrix	Fillers（size）	Lot No.	Manufacturer
Single shade composite resins with color-matching ability（Single shade CRs）						
OMC **OMF**	Omnichorma Omnichroma Flow	Universal Flowable	UDMA, TEGDMA UDMA, Nonamethylene glycol dimethacrylate	Silica-zirconium filler（260 nm）	105B1 0151	Tokuyama Dental, Tokyo, Japan
BUN	Beautifil Unishade	Universal	Bis-GMA, Bis-MPEPP, TEGDMA, UDMA	S-PRG filler based on fluoroboroalumino-silicate glass	042152	Shofu, Kyoto, Japan
CLM	Clearfil Majesty ES Flow Universal U	Flowable	TEGDMA, Hydrophobic aromatic dimethacrylate	Surface treatment silica filler	3N0005	Kuraray Noritake Dental, Tokyo, Japan
CLD	Clearfil Majesty ES Flow Universal UD				5B0020	
CLW	Clearfil Majesty ES Flow Universal UW				5B0020	
Conventional composite resins（Conventional CRs）						
EST **ESF**	Estelite Σ Quick Estelite Universal Flow	Universal Flowable	Bis-GMA, TEGDMA Bis-GMA, Bis-MPEPP, TEGDMA, UDMA	Silica-zirconium filler（100–300 nm）	J0693 0771	Tokuyama Dental, Tokyo, Japan
BFⅡ **BFF**	Beautifil Ⅱ Beautifil Flow Plus X	Universal Flowable	Bis-GMA, TEGDMA Bis-GMA, Bis-MPEPP, TEGDMA	S-PRG filler based on fluoroboroalumino-silicate glass（0.01–4 μm）	032105 032125	Shofu, Kyoto, Japan
CMP	Clearfil Majesty ES-2	Universal	Bis-GMA, Hydrophobic aromatic dimethacrylate	Surface treatment silica filler（0.18–3.5 μm）	BG0115	Kuraray Noritake Dental, Tokyo, Japan
CMF	Clearfil Majesty ES Flow	Flowable	TEGDMA, Hydrophobic aromatic dimethacrylate		C80328	

を120秒間行った後に，加速電圧15.0 kVの条件で撮影を行った．

4．浸漬前後の色差ΔE^*abの測定

歯ブラシ摩耗試験を行った試料について，20 mLのコーヒー液（Nescafe Gold Blend無糖，Nescafe）および蒸留水に浸漬し，37℃の恒温槽（IC-150MA，アズワン）の中で28日間保管を行った．試料数は各浸漬液につき5個とし，7日ごとに浸漬液の交換を行った．分光測色計（CM-700d，コニカミノルタ）を用いて，浸漬前と浸漬後7，14，21日および28日目において測色を行った．測色に際しては，試料を蒸留水にて10分間洗浄し，ペーパータオルで試料表面の水分を十分に除去した後，$L^*a^*b^*$表色系により白色背景にて任意の3点で測色を行い，その平均値を試料の測定値とした．得られた値から，色差$\Delta E^*ab=(\Delta a^2+\Delta b^2+\Delta L^2)^{1/2}$を算出した．また，歯ブラシ摩耗試験に使用した試料と同じ規格の未摩耗群を作製し，同様の手順で浸漬を行い，色差ΔE^*abを算出した．

5．吸水率および溶解率の測定

歯ブラシ摩耗試験と同様の手順で長さ10 mm×幅7 mm×厚さ2 mmの試料を作製し，分析精密電子天秤（AG285，メトラー・トレド）を用いて各試料の浸漬前の質量（m_1）を秤量した．次に，各試料を20 mLの蒸留水中に浸漬し，37℃の恒温槽の中で28日間保管を行った．試料数はそれぞれ4個とした．浸漬終了後，ペーパータオルで試料表面の水分を除去した状態の質量（m_2）を秤量した．次に，シリカゲルを入れた40℃の真空検体乾燥器（HD-15H，石井理化）に試料を保管し，各試料の水

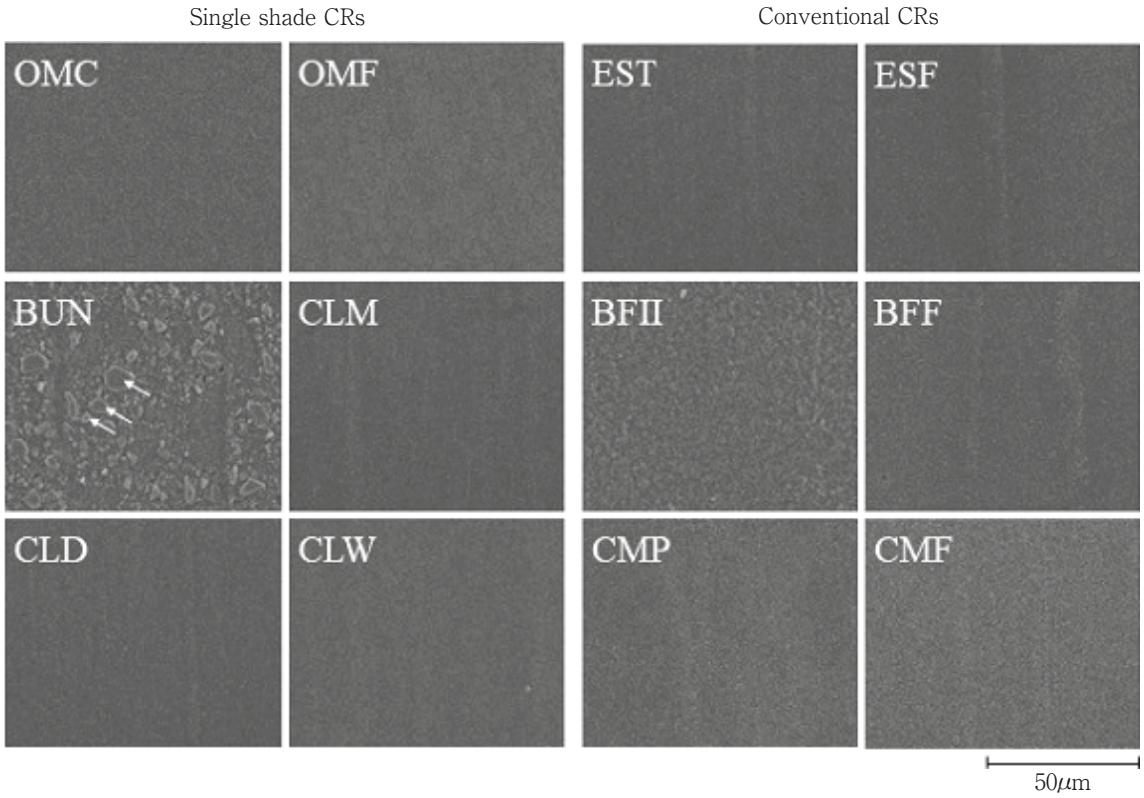


Fig. 1　SEM observations of CRs after abrasion（original magnification×1,000）

分が蒸発し乾燥した状態の質量（m_3）を秤量した．得られたこれらの質量から，Alshali らの方法[25]に準じた以下の式を用いて吸水率（%）および溶解率（%）を算出した．

吸水率：W_{sp}（%）$=(m_2-m_3)/m_1\times100$

溶解率：W_{sl}（%）$=(m_1-m_3)/m_1\times100$

6．統計分析

今回の実験から得られた値は，それぞれ平均値と標準偏差を求め，統計解析ソフト（エクセル統計，社会情報サービス）を用いて正規性および等分散性の検定を行った後に一元配置分散分析を行った．有意差が認められた場合，多重比較検定（Scheffé の方法）を行った．未摩耗群および摩耗群の色差ΔE^*abに関しては，t検定を用いて比較を行った．いずれも有意水準は5%とした．また，Pearson の積率相関係数を用いて，各 CR の無機質フィラー含有量[20]に対する吸水率および溶解率との相関関係（r）と，各 CR の吸水率と溶解率間での相関関係（r）をそれぞれ分析した．

結　果

1．走査電子顕微鏡による試料の観察

歯ブラシ摩耗試験後の試料表面の SEM 像を Fig. 1 に示す．BUN においては，サイズが大きく不均一な不定形フィラー（白矢印）を認めたが，その他の CR は，歯ブラシ摩耗により平坦な面を呈しており，フィラーとマトリックスレジンの境界や摩耗痕はいずれも不明瞭であった．

2．浸漬前後の色差（ΔE^*ab）

各 CR のコーヒー液浸漬群のΔE^*abの結果を Fig. 2 に，蒸留水浸漬群のΔE^*abの結果を Fig. 3 にそれぞれ示す．コーヒー液浸漬群のなかで，BUN は，未摩耗群および摩耗群のどちらも 28 日間で他の CR と比較して有意に高いΔE^*abの値を示し（$p<0.05$），臨床的には許容できないとされる，3.3 以上の値[21,26,27]を示した．その他のコーヒー液浸漬後の CR において，未摩耗群では OMC，BF II および BFF，摩耗群では OMC，OMF および BF II のΔE^*abが最終的に 3.3 以上の値を示した．また，コーヒー液浸漬群における各 CR の未摩耗群と摩耗群のΔE^*abを比較した場合，浸漬から 28 日目では，CLM，CLW，EST，ESF，BFF および CMP の未摩耗群が摩耗群に比べて有意に高い値を示した（$p<0.05$）．一方で，蒸留水浸漬群のなかでは，未摩耗群および摩耗群ともにΔE^*abが 3.3 以上の値を示した CR はなく，すべての CR 間および各 CR の未摩耗群と摩耗群間において，ΔE^*abの値は有意な差を示さなかった（$p>0.05$）．

3．吸水率および溶解率

各 CR の吸水率の結果を Fig. 4 に示す．BFF は他の CR

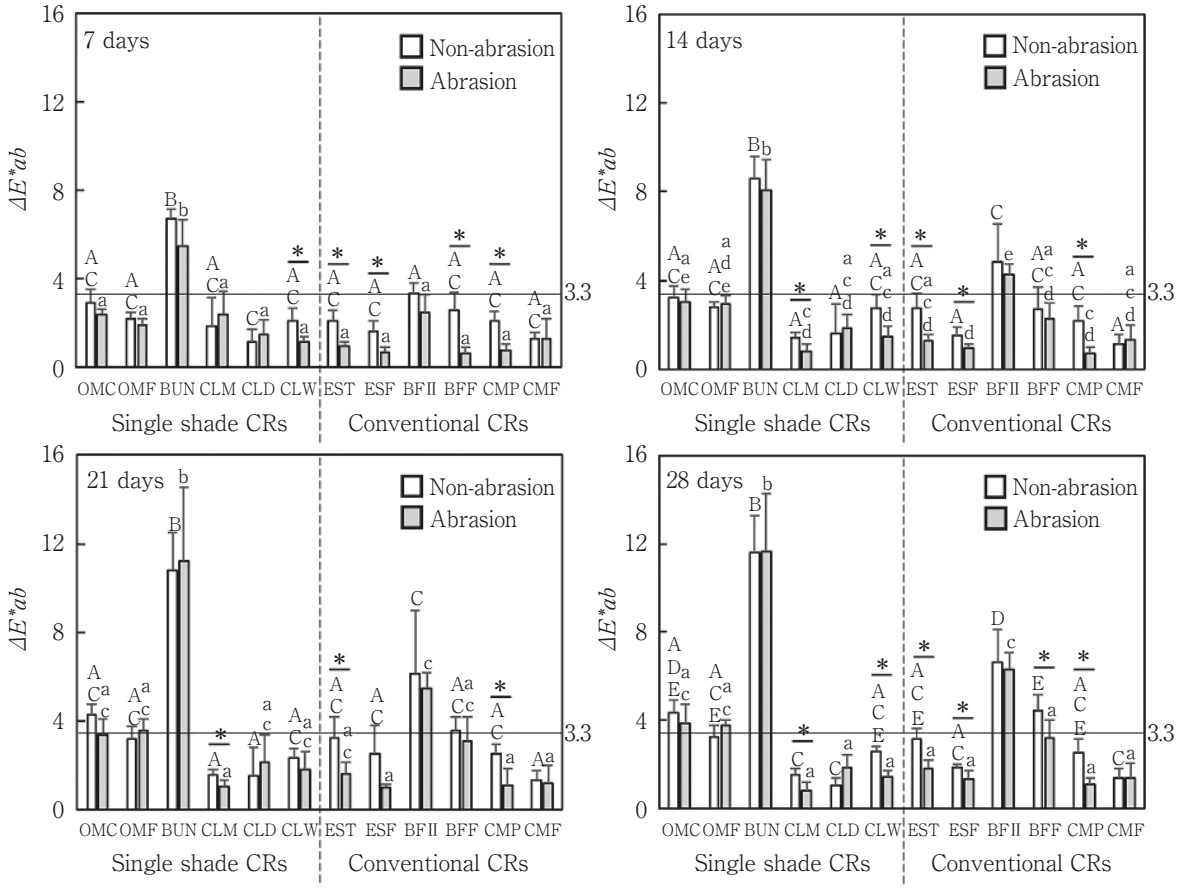


Fig. 2　Comparison color differences（ΔE^*ab）of non-abrasion and abrasion CRs after immersion in coffee
Same upper-case letters indicate no significant difference among non-abrasion samples（p＞0.05）. Same lower-case letters indicate no significant difference among abrasion samples（p＞0.05）. Asterisks indicate significant difference among non-abrasion and abrasion samples（p＜0.05）.

と比較して最も高い値を示した（Fig. 4A，p＜0.05）．一方で，CLW が最も低い値を示し，OMC，OMF，EST，ESF，BFF および CMP に対して有意な差を示した（p＜0.05）．また，無機質フィラー含有量と吸水率は負の相関を示した（Fig. 4B，r＝－0.47）．

各 CR の溶解率の結果を Fig. 5 に示す．CMP は最も高い値を示し，CLM，CLD，CLW および CMF に対して有意な差を示した（Fig. 5A，p＜0.05）．一方で，CMF が最も低い値を示し，EST，CMP に対して有意な差を示した（p＜0.05）．また，無機質フィラー含有量と溶解率は相関性を認めなかった（Fig. 5B，r＝－0.07）．

各 CR の吸水率と溶解率の相関関係（r）の結果を Fig. 6 に示す．吸水率と溶解率は，正の相関を示した（r＝0.58）．

考　察

一般に，CR は経年劣化により変色が生じるという問題点を有しており，CR における構造やフィラーの特性は，CR の外因的な変色にも影響を与える[27]．CR の変色の原因として，プラークの蓄積や，コーヒー，赤ワインやコーラなどの着色性の飲食物の摂取による色素の吸着が挙げられる[27,28]．加えて，歯ブラシによるブラッシングや歯磨剤の介在によって引き起こされる摩耗は，さらなる CR 表面の光沢性の低下や変色，粗糙な面へのプラークの蓄積を招く[29]．また，CR の吸水は変色だけでなく，加水分解によりマトリックスレジン/フィラー界面の結合の劣化を引き起こし，ひいては機械的性質の低下を招くとの報告がある[25]．現在，臨床において使用されているシングルシェードで色調適合性を有する CR に関して，歯ブラシ摩耗が変色に与える影響についてはあ

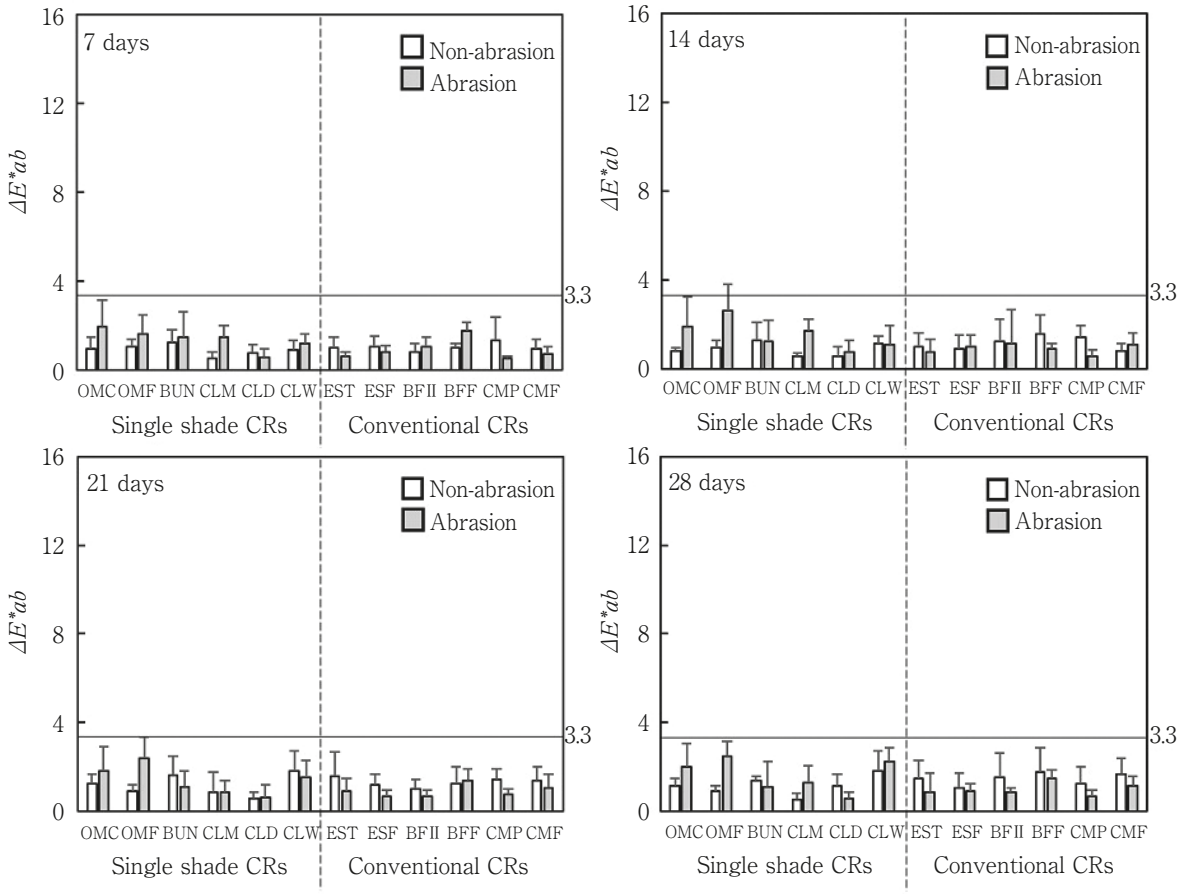


Fig. 3 Comparison color differences (ΔE^*ab) of non-abrasion and abrasion CRs after immersion in distilled water

There is no significant difference among samples ($p>0.05$). There is no significant difference among non-abrasion and abrasion samples ($p>0.05$).

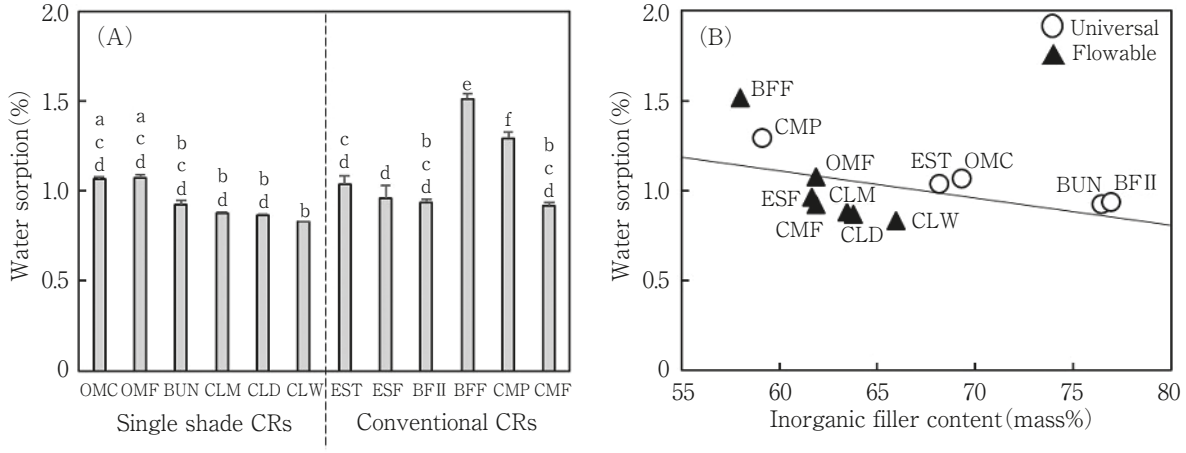


Fig. 4 Water sorption of CRs

(A) Comparison of water sorption. Same letters indicate no significant difference among samples ($p>0.05$).
(B) Pearson correlation coefficient between water sorption and inorganic filler content ($r=-0.47$, $p=0.12$).

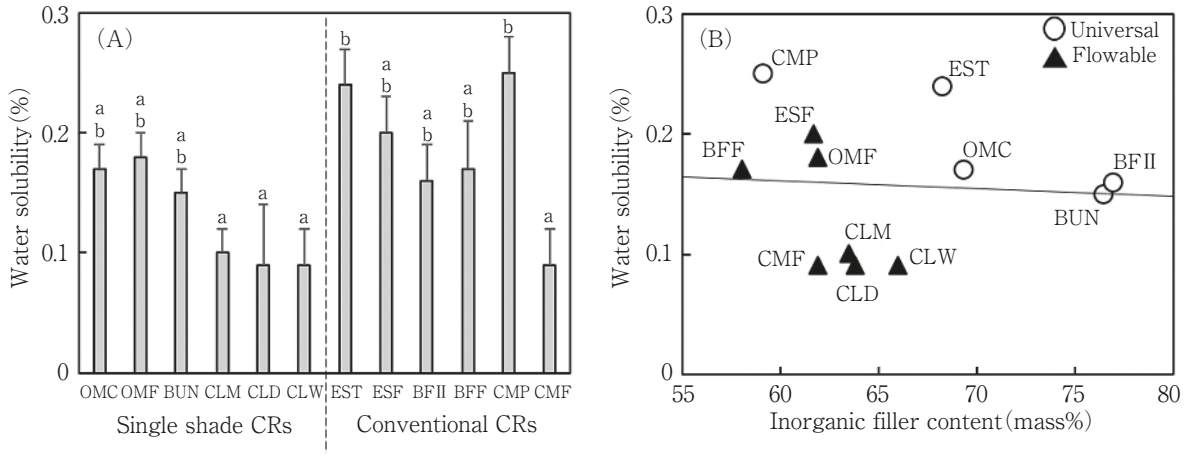


Fig. 5　Water solubility of CRs
(A) Comparison of water solubility. Same letters indicate no significant difference among samples ($p>0.05$).
(B) Pearson correlation coefficient between water solubility and inorganic filler content ($r=-0.07$, $p=0.83$).

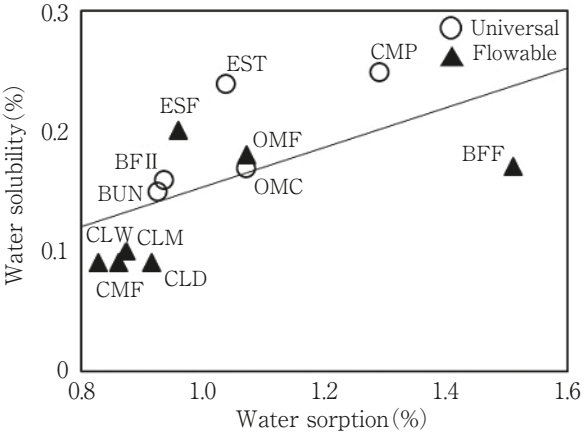


Fig. 6　Pearson correlation coefficient between water solubility and water sorption ($r=0.58$, $p<0.05$).

まり明らかになっていない．そこで本研究では，各種シングルシェードCRについて歯ブラシ摩耗試験および浸漬試験を行い，従来のCRとの比較・検討を行った．

今回行った歯ブラシ摩耗試験後のSEM観察の結果から，BUNは不定形フィラー（白矢印）が確認できた（Fig. 1）．BUNはサイズの大きい不定形フィラーを含有していることから[20]，歯ブラシ摩耗により弾性係数の低いマトリックスレジンが優先的に摩耗したものと思われる．

本研究で浸漬液として使用したコーヒー液は，浸漬試験では多く用いられている[30]．また，浸漬期間に関しては，*in vitro* での24時間の浸漬は *in vivo* での1カ月を模倣し，28日間の浸漬は2.5年の口腔内での経時変化に相当するとの報告[21,31,32]があることから，本研究における浸漬期間は28日間とした．浸漬試験の結果より，コーヒー液浸漬群のBUNとBF IIは，浸漬28日目において，顕著に高いΔE^*abの値を示したが，BFFはBUN，BF IIと比較すると有意に低いΔE^*abの値を示した（Fig. 2）．これらのCRは，フッ素を徐放することで抗菌作用などの特性を発揮するS-PRG（表面改質酸反応性機能ガラス）フィラー[33]を含有している．S-PRGフィラーを含有する修復材料は，高い着色性および吸水性を示し[34,35]，フィラーがフッ素を徐放した際に微小な孔が生じ[34]，水分を吸収することにより着色を引き起こすと考えられる．加えて，表層のマトリックスレジンが溶解すると，不規則に配置されたフィラーが露出する[35,36]．その結果，CRの表面は粗糙となり，着色が生じやすくなる[35,37,38]と考えられている．BUNとBF IIは，今回使用したCRのなかでは無機質フィラー含有量が有意に高く[20]，高密度なフィラー含有量は表面が粗糙となり，色素の沈着を促進するとの報告もあることから[39]，機械的な着色が主体となってBFFより有意に高いΔE^*abの値を示したと考えられる．一般に，フィラーの粒径が小さいとCRの表面は滑沢になり，変色も少なくなる[38,40]．しかし，シングルシェードCRであるOMCとOMFは，フィラーの粒径が小さいにもかかわらず，摩耗群では28日間のコーヒー液浸漬によってΔE^*abの値が3.3以上を示した（Fig. 2）．また，OMCとOMFのΔE^*abは，同じトクヤマデンタル開発の従来のCRであるESTとESFのΔE^*abと比較して高い値を示しており（Fig. 2），先行研究においても類似した傾向が認められた[41]．OMCとOMFは，260 nmの球状フィラーを均一に配列することで構造色を発現させ，歯質の色調を再現しており，従来のCRとは異なり顔料を含有していない[13,17,41]．コーヒー液浸漬群の結果から，フィラーの特性や顔料の有無がOMCと

OMF の変色に影響を与えている可能性が考えられる．

今回の研究では，歯ブラシ摩耗試験を行った群に加えて，比較対照群として未摩耗の群を作製し，同様に浸漬試験を行った．CR の表面は仕上げ研磨を行うことで亀裂やかすり傷が生じ，表面性状が変化する[42]．そのため，未摩耗群は研磨を行わずにポリエチレンテレフタレートフィルムを介してガラス板で圧接することで表面を滑沢にし，試料表面を規格化した．しかし，コーヒー液浸漬群において，未摩耗群と摩耗群のΔE^*abを比較した場合，未摩耗群が有意に高いΔE^*abを示す CR が認められた（Fig. 2）．フィルムを介して CR を光硬化させることで，マトリックスレジンに富んだ樹脂リッチで滑沢な表面が形成される[34,43]．また本研究と同様，フィルムで圧接後に研磨を行わなかった CR と研磨を行った CR のΔE^*abを比較した場合，研磨を行わなかった CR のほうが高いΔE^*abを示したとの報告もあることから[43]，CR 表面の樹脂リッチ層の有無によって，未摩耗群と摩耗群との間でΔE^*abに差が生じたものと考えられる．このように，コーヒー液浸漬群はΔE^*abの値が 3.3 以上を示す試料があった一方で，蒸留水浸漬群は 3.3 以上のΔE^*abを示す試料はなく，すべての CR 間，各 CR の未摩耗群と摩耗群間，どちらも有意な差は認めなかった（Fig. 3）．コーヒーは極性の低い黄色色素を含有しており，CR の表面に吸着するだけでなくマトリックスレジンに浸透することで変色を引き起こす[21,32,35,38]．一方で，蒸留水には着色成分がないため[37]，CR の化学的性質，すなわち色調変化に与える影響は少ないことが確認できた．

前述のとおり，S-PRG フィラーを含有する CR は高い着色性および吸水性を示すとされている．しかし，本研究では BFF が他の CR と比較して有意に高い吸水率を示した一方で，BUN と BF II の吸水率は BFF と比較して有意に低かった（Fig. 4A）．CR の無機質フィラー含有量が高いほどマトリックスレジンの割合は減少するため，水分の吸収量は減少する[25,39]．吸水率の結果において，各 CR の無機質フィラー含有量と吸水率の間には負の相関を確認できた（Fig. 4B）．このことから，S-PRG フィラーを含有する CR についても，BUN や BF II のように無機質フィラー含有率が高い場合，吸水率は低下することが示唆された．CR の溶解率は，主に未反応モノマーや添加剤の溶出に起因しており，重合度が高いほど未反応モノマーの量は少なくなり，溶解率は低くなる[25]．本研究において，無機質フィラー含有量と溶解率は相関を示さなかったが，吸水率と溶解率は正の相関を示した（Fig. 5B，6）．よって，吸水率は無機質フィラー含有量すなわちモノマー含有量，溶解率は未反応モノマーが主体となって，それぞれの結果に影響を及ぼしたと考えられる．以上のことから，シングルシェード CR の吸水性・溶解性は，従来の CR と同様に，フィラーやマトリックスレジンなどの組成に影響を受けることが示唆された．

結　論

本研究では，シングルシェード CR 材料の色調安定性について評価，検討を行った結果，以下の結論を得た．

1．S-PRG フィラーを含有する BUN と BF II は，コーヒー液浸漬後のΔE^*abが他の CR と比較して有意に高く，臨床的には許容できない 3.3 以上の値を示した．

2．各種 CR のコーヒー液浸漬後の未摩耗群と摩耗群のΔE^*abを比較した場合，浸漬 28 日間において，CLM，CLW，EST，ESF，BFF および CMP は未摩耗群が摩耗群と比べて有意に高いΔE^*abを示した．

3．各種 CR 材料の無機質フィラー含有量について，吸水率に対して負の相関が認められた一方，溶解率に対しては相関を認めなかった．

4．シングルシェード CR のなかで，S-PRG フィラーが高密度に充塡されている BUN は，28 日間のコーヒー液浸漬によって，そのΔE^*abが顕著に高い値を示した．このことから，シングルシェード CR の色調安定性はレジン成分のみならず，フィラーの特性による影響を受けることが示唆された．

本論文に関して，開示すべき利益相反状態はありません．

文　献

1）Tyas MJ, Anusavice KJ, Frencken JE, Mount GJ. Minimal intervention dentistry—a review. FDI Commission Project 1-97. Int Dent J 2000; 50: 1-12.
2）二階堂　徹．充塡用コンポジットレジン系材料の現状と将来．日歯理工誌 2022；41：142-146.
3）Jandt KD, Sigusch BW. Future perspectives of resin-based dental materials. Dent Mater 2009; 25: 1001-1006.
4）Chen MH. Update on dental nanocomposites. J Dent Res 2010; 89: 549-560.
5）新谷明一, 三浦賞子，小泉寛恭，疋田一洋，峯　篤史．CAD/CAM 冠の現状と将来展望．日補綴会誌 2017；9：1-15.
6）Demarco FF, Collares K, Coelho-de-Souza FH, Correa MB, Cenci MS, Moraes RR, Opdam NJ. Anterior composite restorations: A systematic review on long-term survival and reasons for failure. Dent Mater 2015; 31: 1214-1224.
7）神島奈穂子，池田考績，中沖靖子，佐野英彦．コンポジットレジンの厚みと透明度の関係．接着歯学 2006；24：125-129.

8) Kim SJ, Son HH, Cho BH, Lee IB, Um CM. Translucency and masking ability of various opaque-shade composite resins. J Dent 2009; 37: 102–107.
9) 寺沼　浩，村井宏隆．コンポジットレジンの色調に背景の有彩色が与える影響について．日歯保存誌 2009；52：81–93.
10) 中川喜晴．歯冠色分析に関する研究．補綴誌 1975；19：109–130.
11) 石岡真理絵，坂本勝啓．天然歯切縁部とシェードタブの光学特性の分析．補綴誌 2007；51：49–57.
12) O'Brien WJ, Hemmendinger H, Boenke KM. Color distribution of three regions of extracted human teeth. Dent Mater 1997; 13: 179–185.
13) Pereira Sanchez N, Powers JM, Paravina RD. Instrumental and visual evaluation of the color adjustment potential of resin composites. J Esthet Restor Dent 2019; 31: 465–470.
14) 新海航一，大野　寛，高橋天佑，山口耀平，鈴木雅也．コンポジットレジン・ユニバーサルシェードのカメレオン効果に関する色彩学的評価．歯科の色彩 2022；28：31–38.
15) 堀田正人，古澤なつき，間下文菜，石榑大嗣，小川雅之，大森俊和．各種ユニバーサルシェードタイプコンポジットレジンの透過光強度分布．歯科の色彩 2023；29：11–15.
16) 吉岡伸也．生物がもつ多層膜構造と構造色．色材協会誌 2016；89：54–58.
17) 小野瀬里奈，大原直子，松崎久美子，澁谷和彦，横山章人，高橋　圭，神農泰生，山路公造，島田康史，吉山昌宏．Visual Analog Scale（VAS）を用いたコンポジットレジンの色調適合評価．日歯保存誌 2020；63：30–37.
18) Abdelraouf RM, Habib NA. Color-matching and blending-effect of Universal Shade Bulk-Fill-Resin-Composite in resin-composite-models and natural teeth. BioMed Res Int 2016; 2016: 4183432.
19) Foxton RM. Current perspectives on dental adhesion: (2) Concepts for operatively managing carious lesions extending into dentine using bioactive and adhesive direct restorative materials. Jpn Dent Sci Rev 2020; 56: 208–215.
20) 永田俊介，岩崎太郎，塚原　弾，平山聡司，谷本安浩．色調適合性を有するシングルシェードコンポジットレジンの機械的性質．日歯理工誌 2022；41：243–252.
21) Arocha MA, Mayoral JR, Lefever D, Mercade M, Basilio J, Roig M. Color stability of siloranes versus methacrylate-based composites after immersion in staining solutions. Clin Oral Invest 2013; 17: 1481–1487.
22) 岸本崇史．鏡面研磨された各種コンポジットレジンの表面性状の評価とアルカリ環境下における変化．日歯保存誌 2015；58：482–495.
23) Lai G, Zhao L, Wang J, Kunzelmann KH. Surface properties and color stability of dental flowable composites influenced by simulated toothbrushing. Dent Mater J 2018; 37: 717–724.
24) Koizumi H, Saiki O, Nogawa H, Hiraba H, Okazaki T, Matsumura H. Surface roughness and gloss of current CAD/CAM resin composites before and after toothbrush abrasion. Dent Mater J 2015; 34: 881–887.
25) Alshali RZ, Salim NA, Satterthwaite JD, Silikas N. Long-term sorption and solubility of bulk-fill and conventional resin-composites in water and artificial saliva. J Dent 2015; 43: 1511–1518.
26) Nasim I, Neelakantan P, Sujeer R, Subbarao CV. Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins—An in vitro study. J Dent 2010; 38: 137–142.
27) Mundim FM, Garcia LFR, Pires-de-Souza FCP. Effect of staining solutions and repolishing on color stability of direct composites. J Appl Oral Sci 2010; 18: 249–254.
28) Al Kheraif AAA, Qasim SSB, Ramakrishnaiah R, Rehman IU. Effect of different beverages on the color stability and degree of conversion of nano and microhybrid composites. Dent Mater J 2013; 32: 326–331.
29) Tanoue N, Matsumura H, Atsuta M. Analysis of composite type and different sources of polymerization light on in vitro toothbrush/dentifrice abrasion resistance. J Dent 2010; 28: 355–359.
30) Paolone G, Formiga S, Palma FD, Abbruzzese L, Chirico L, Scolavino S. Color stability of resin-based composites: Staining procedures with liquids—A narrative review. J Esthet Restor Dent 2022; 34: 865–887.
31) Ardu S, Duc O, Bella ED, Krejci I, Daher R. Color stability of different composite resins after polishing. Odontology 2018; 106: 328–333.
32) Ertas E, Güler AU, Yücel AC, Köprül H, Güler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. Dent Mater J 2006; 25: 371–376.
33) 岡　正信，堀田正人，堀田康明，小竹宏朋，作　誠太郎，山本宏治．S-PRGフィラー含有試作コンポジットレジンの微細構造と元素分析．日歯保存誌 2007；50：321–324.
34) Huang W, Ren L, Cheng Y, Xu M, Luo W, Zhan D, Sano H. Evaluation of the color stability, water sorption, and solubility of current resin composites. Materials 2022; 15: 1–14.
35) Tian F, Yap AUJ, Wang X, Gao X. Effect of staining solutions on color of pre-reacted glass-ionomer containing composites. Dent Mater J 2012; 31: 384–388.
36) Ruivo MA, Pacheco RR, Sebold M, Giannini M. Surface roughness and filler particles characterization of resin-based composites. Microsc Res Tech 2019; 82: 1756–1767.
37) Barutcigil C, Yildiz M. Intrinsic and extrinsic discoloration of dimethacrylate and silorane based composites. J Dent 2012; 40: 57–63.
38) Rohym S, Tawfeek HEM, Kamh R. Effect of coffee on

color stability and surface roughness of newly introduced single shade resin composite materials. BMC Oral Health 2023; 23: 236.
39) Islam MS, Nassar M, Elsayed MA, Jameel DB, Ahmad TT, Rahman MM. In vitro optical and physical stability of resin composite materials with different filler characteristics. Materials 2023; 15: 1–10.
40) Beltrami R, Ceci M, Pani GD, Vialba L, Federico R, Poggio C, Colombo M. Effect of different surface finishing/polishing procedures on color stability of esthetic restorative materials: A spectrophotometric evaluation. Eur J Dent 2018; 11: 192–195.
41) Akgül S, Gündoğdu C. Color change evaluation of three universal resin composites after storage in water: An in vitro study. J Adv Oral Res 2022; 13: 176–182.
42) El-Rashidy AA, Abdelraouf RM, Habib NA. Effect of two artificial aging protocols on color and gloss of single shade versus multi shade resin composites. BMC Oral Health 2022; 22: 321.
43) Patel SB, Gordan VV, Barrett AA, Shen C. The effect of surface finishing and storage solutions on the color stability of resin-based composites. J Am Dent Assoc 2004; 135: 587–594.

Color Stability of Single-shade Composite Resins with Color-matching Ability

TSUKAHARA Dan, TANIMOTO Yasuhiro[1], NAGATA Shunsuke[1] and HIRAYAMA Satoshi[2]

Nihon University Graduate School of Dentistry at Matsudo
[1]Department of Dental Biomaterials, Nihon University School of Dentistry at Matsudo
[2]Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry at Matsudo

Abstract

Purpose: Recently, single-shade composite resins (CRs) with color-matching ability have been developed to simplify the shade-taking for direct composite restoration. One of the problems with CR is discoloration caused by pigmented foods, drinks, and saliva, but there are few reports on the evaluation of color stability of single-shade CRs with color-matching ability. In this study, the color stability of single-shade CRs with color-matching ability and conventional CRs were evaluated by toothbrush abrasion test and immersion test.

Method: As six single-shade CRs, Omnichroma (Tokuyama Dental, OMC), Omnichroma Flow (Tokuyama Dental, OMF), Beautifil Unishade (Shofu, BUN), Clearfil Majesty ES Flow Universal U (Kuraray Noritake Dental, CLM), Clearfil Majesty ES Flow Universal UD (Kuraray Noritake Dental, CLD), and Clearfil Majesty ES Flow Universal UW (Kuraray Noritake Dental, CLW), six conventional CRs as the control group, Estelite Σ Quick (Tokuyama Dental, EST), Estelite Universal Flow (Tokuyama Dental, ESF), Beautifil II (Shofu, BF II), Beautifil Flow Plus X (Shofu, BFF), Clearfil Majesty ES-2 (Kuraray Noritake Dental, CMP) and Clearfil Majesty ES Flow (Kuraray Noritake Dental, CMF) were used in this study. For these 12 types of CRs, samples for the abrasion group and the non-abrasion group were prepared, and the color difference ΔE^*ab was calculated by immersing the samples in coffee and distilled water for 28 days. In addition, other samples were prepared, and water sorption and water solubility were calculated by immersing the samples in distilled water for 28 days.

Results: In the coffee immersion experiment, BUN containing S-PRG filler showed significantly higher ΔE^*ab values in both the non-abrasion and abrasion groups after 28 days of immersion compared to the other CRs ($p<0.05$). Also, when comparing ΔE^*ab values between the non-abrasion and abrasion groups for each CR in the coffee immersion experiment, CLM, CLW, EST, ESF, BFF, and CMP in the non-abrasion group showed significantly higher values than the abrasion group after 28 days of immersion ($p<0.05$). On the other hand, the distilled water immersion experiment showed no significant difference in ΔE^*ab values between all CRs and between the non-abrasion and abrasion groups for each CR ($p>0.05$). Water sorption was significantly higher in BFF than in the other CRs ($p<0.05$) and was negatively correlated with inorganic filler content. Water solubility was highest for CMP with a significant difference ($p<0.05$) compared to CLM, CLD, CLW, and CMF, but there was no correlation with inorganic filler content.

Conclusion: BUN containing S-PRG filler showed noticeable higher ΔE^*ab values in the coffee immersion experiment, suggesting that the color stability of single-shade CRs is affected not only by the resin component but also by the filler properties.

Key words: composite resin, color stability, immersion test

TEL: +81-47-360-9360, FAX: +81-47-360-9358, E-mail: mada20014@g.nihon-u.ac.jp
Received for Publication: October 27, 2023/Accepted for Publication: November 21, 2023

Corresponding author: Dr. TSUKAHARA, Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry at Matsudo, 870-1 Sakaecho, Nishi-2, Matsudo, Chiba 271-8587, Japan

原　著

日歯保存誌 67（1）：40〜47，2024

ニッケルチタンロータリーファイルによる彎曲根管模型の根管形成

―フルレングステクニックとクラウンダウンテクニックの比較―

新井恭子　湊　華絵　佐藤友則
横須賀孝史　松田浩一郎　清水公太*
両角俊哉　北島佳代子

日本歯科大学新潟生命歯学部歯科保存学第1講座
*日本歯科大学新潟生命歯学部歯科保存学第2講座

抄録

目的：ニッケルチタン製ロータリーファイル（Ni-Tiファイル）のNEX NiTiファイルMs（NEX）は，フルレングステクニックとクラウンダウンテクニックの2通りの方法で使用できるファイルとして開発されている．しかし，根管形成の相違などの詳細についての報告は少ない．本研究の目的は，NEXを用いたフルレングステクニック（NF）とクラウンダウンテクニック（NC）により透明彎曲根管模型に根管形成を行い，総拡大形成時間，形成時の荷重，形成後の根管偏位量について評価することである．

材料と方法：30度彎曲透明根管模型END-TRAINING-BLOCを，NF，NCおよびステンレススチール製Kファイル（SSK）で根管形成した（各群n＝9）．総拡大形成時間と形成時の荷重を測定し，根管形成前後の重ね合わせ画像を用いて根尖孔から0，1，2，3，4，5，6，7，8 mmの位置における根管偏位量を求めた．結果は一元配置分散分析の後，BonferroniまたはGames-Howellで多重比較検定を行った（$p<0.05$）．

結果：NF群とNC群の総拡大形成時間はSSK群に比べて有意に短かったが，NF群とNC群の間に有意差はなかった．押し込み荷重と引き抜き荷重は，NF群とNC群のいずれもSSK群に比べて有意に小さかったが，NF群とNC群の間には有意差がみられなかった．NF群とSSK群の間では，0，1，2，4，5，7，8 mmの位置で根管偏位量に有意な差があった．NC群とSSK群の間では，0，1，2，7，8 mmの位置で有意差が認められた．NF群とNC群の間ではすべての位置で有意な違いは存在しなかった．

結論：NEXを使用したフルレングステクニックとクラウンダウンテクニックによる根管形成法は，いずれもSSKと比較して彎曲根管を適切に，良好に拡大形成することができた．また，NEXを用いたフルレングステクニックによる根管形成は，既存のSSKを使用した規格形成法から新たにNi-Tiファイルによる根管形成法を行う場合の導入としても有効であることが示された．

キーワード：Ni-Tiロータリーファイル，フルレングステクニック，クラウンダウンテクニック，根管偏位，根管形成時荷重

責任著者連絡先：新井恭子
〒951-8580　新潟市中央区浜浦町1-8　日本歯科大学新潟生命歯学部歯科保存学第1講座
TEL：025-211-8171，FAX：025-267-1795，E-mail：araik@ngt.ndu.ac.jp
受付：2023年10月23日/受理：2024年1月22日
DOI：10.11471/shikahozon.67.40

緒　言

根管形成とは，汚染された根管壁の切削と根管内容物の除去を物理的に行い，効果的な根管治療を実施するための形態を根管に付与する操作である[1-3]．解剖学的形態に応じた適切な根管形態の付与により，十分な根管洗浄と根管消毒および緊密な根管充塡を可能にする．根管治療を成功に導くために，根管形成の成否は非常に重要である．根管形成には，手用切削器具もしくはニッケルチタン製ロータリーファイル（Ni-Tiファイル）が使用される．Ni-Tiファイルは，ステンレススチール（SS）製ファイルと比べて永久変形が生じにくく，彎曲根管での追従性に優れているため，彎曲根管の根管形成に有用である[4-10]．われわれはこれまでに，さまざまな種類のNi-TiファイルやSS製ファイルを用いて透明樹脂製彎曲根管模型に根管形成を行った際の総拡大形成時間，拡大形成時の荷重および根管偏位量を比較し，Ni-Tiファイルの有用性を報告してきた[11-14]．

NEX NiTiファイルMs（NEX，ジーシー）は，熱処理により柔軟性やねじれ疲労破壊抵抗性，周期疲労抵抗性が向上したControlled Memory Wire（CM-Wire）[15-18]を使用している．このファイルは，28℃以下ではマルテンサイト相，28～35℃ではマルテンサイト変態となるため，根管内における破折の危険性を軽減することができる[19,20]．さらに，NEXはファイルのテーパーと先端サイズの種類が豊富で，ファイルの規格を細分化している．それにより，Ni-Tiファイルの標準的な術式であるクラウンダウンテクニックに加え，手用切削器具での規格形成法に近いフルレングステクニック（single length technique）[21]によっても根管形成を行うことができる．フルレングステクニックは，使用するファイルをすべて作業長まで到達させて行う根管拡大形成法である．これまでに，ファイルの違いによるフルレングステクニックの根管形成能や根管清掃能を評価した報告は多くある[21-24]．一方，同一種類のNi-Tiファイルで複数の術式の効果を調べた研究は，根管形態に関連する報告[25,26]が主であり，形成時の荷重に対する研究はほとんどない．

これらのことからわれわれは，NEXを用いたフルレングステクニックは従来のクラウンダウンテクニックと同様に過度な荷重がかかることなく適正な根管形成が可能であるという仮説を立てた．本研究の目的は，NEXを用いたフルレングステクニックとクラウンダウンテクニックおよびSS製Kファイル（SSK）を用いた規格形成法により透明彎曲根管模型に根管形成を行い，総拡大形成時間，形成時の荷重，形成後の根管偏位量について比較検討を行うことである．

材料および方法

1．使用するファイルの種類

NEXを使用してフルレングステクニックにより根管形成を行う群（NF群）とNEXを使用してクラウンダウンテクニックにより根管形成を行う群（NC群）を実験群として設定した．一方，SSK（MMC Kファイル，ヨシダ）を用いて規格形成法により根管形成を行う群（SSK群）を対照群とした．すべての群で長さが21 mmのファイルを使用し，作業長まで#25で拡大するように統一した．使用するファイルの種類は以下のとおりとした．

NF群：NEX#15/.04，#25/.04の2本
NC群：NEX#35/.06，#35/.04，#30/.04，#25/.04の4本
SSK群：SSKファイル#15，#20，#25の3本

2．透明彎曲根管模型の根管形成

#15相当の根尖孔と.02テーパーを有する30度彎曲透明根管模型END-TRAINING-BLOC（BDDBLC0A30015, Dentsply Sirona, Switzerland）を根管形成に使用した（各群n＝9）．実験に先立ち，プレカーブを付与したSSK#10で根管の穿通を行い，作業長を15.0 mmとした．荷重簡易試験スタンド（FGS-50X-L，日本電産シンポ）のデジタルフォースゲージ（FGP-5，日本電産シンポ）に連結されている模型固定装置に模型を取り付け，実験に供した．

術者はNi-Tiファイルの使用経験がある歯科医師9名とし，使用ファイルと術者の順番は無作為に決定した．根管形成には未使用のファイルを用い，形成中は常に根管内に蒸留水を満たした状態となるようにした．

NF群とNC群はトルクコントロールエンジンとしてX-smart plus（Dentsply Maillefer, Switzerland）を使用し，メーカーが推奨する回転速度300 rpm，トルク値0.7 Ncmで形成を行った．NF群では強圧での操作を避けるため，各ファイルとも500 g未満の軽圧で3回挿入した後，蒸留水で洗浄し，作業長に到達するまでこれを繰り返して形成を行った．NC群では，NF群と同様に各ファイルとも500 g未満の軽圧で3回挿入した後，蒸留水で洗浄し，最後に使用する#25/.04が作業長に到達するように形成した．SSK群はファイルにプレカーブを付与し，適宜蒸留水で根管洗浄を行いながらウォッチワインディング法と上下運動での形成を併用して行った．

3．根管形成時の作業時間と荷重測定

根管形成中の根管洗浄や器具交換などに要した時間を除いた，各ファイルの作業時間の合計を総拡大形成時間とした．根管形成中は，根管口から彎曲開始部までの根管中心軸方向での荷重測定を，経時的に0.1秒間隔で

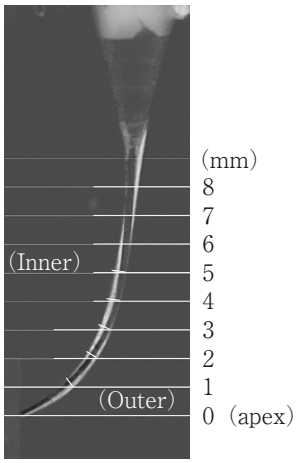


Fig. 1　Measuring points on superimposed image
The pre- and post-instrumentation images were superimposed, and the amounts of resin removed were measured at 18 points (9 inner points and 9 outer points).

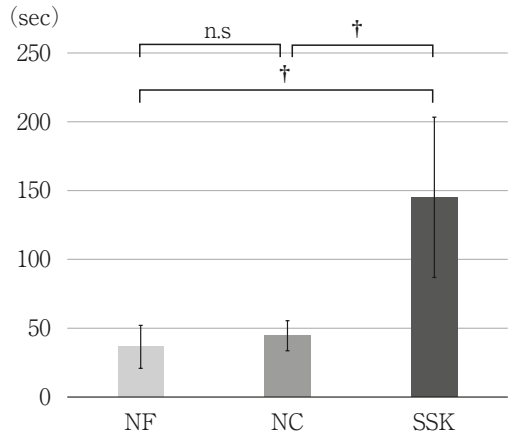


Fig. 2　Total preparation time
Significant differences were observed between NF and SSK, and between NC and SSK (†：$p<0.01$).

行った．測定可能範囲が±5,000 gf のデジタルフォースゲージを用いて形成時の荷重を測定し，切削圧ソフト(トリえもん USB Ver. 1.02, 日本海測定特機)で記録し，押し込み時と引き抜き時の最大荷重の平均値を求めた．作業時間と荷重の記録は，術者以外の測定者が行った．

4．根管偏位量の算出

根管形成前後の透明模型の根管内に 0.1％メチレンブルー水溶液を注入し，自作の規格撮影装置[12-14]を使用して，彎曲根管の側方からデジタル画像撮影を行った．画像処理ソフト（Adobe Photoshop Elements 7.0, Adobe, USA）で根管形成前後の重ね合わせ画像を作成し，根管幅径増加量の計測に使用した．計測法は Yun ら[27]の方法に準じて行った[12-14,28-30]．すなわち，画像上で根尖孔から 0，1，2，3，4，5，6，7，8 mm の位置で根管長軸方向に対して垂線を引き，内彎側と外彎側における根管形成前の根管壁から根管形成後の根管壁までの距離を測定して根管幅径増加量とした（Fig. 1）．距離の測定には WinROOF（三谷商事）を使用した．そのあと外彎側増加量と内彎側増加量の差を求め，根管偏位量とした．根管偏位量が正の値で大きくなるほど外彎が多く切削され，負の値で大きくなるほど内彎が多く切削されることとなり，根管の偏位と中心軸のずれの指標とした．

5．統計解析

それぞれのデータにおいて，記述的分析（平均値±標準偏差）を行った．すべての結果に一元配置分散分析を行った後，Bonferroni または Games-Howell で多重比較検定を行った．統計処理には PASW Statistics 18 (SPSS Japan) を使用し，有意水準は 0.05 とした．

結　果

1．総拡大形成時間

総拡大形成時間 (Fig. 2) の平均は，NF 群が 36.5±15.6 秒，NC 群が 44.6±10.9 秒，SSK 群が 145.1±58.2 秒であった．NF 群 ($p=0.001$) と NC 群 ($p=0.001$) は SSK 群に比べて有意に形成時間が短かった．NF 群と NC 群の間に有意差はなかった．

2．根管形成時の荷重

各群の拡大形成時における押し込み荷重 (Fig. 3) の平均は，174±103 gf (NF 群)，207±75 gf と (NC 群)，1,242±531 gf (SSK 群) であった．NF 群と NC 群における押し込み荷重は，いずれも SSK 群に比べて有意に小さかった (NF 群：$p<0.001$，NC 群：$p<0.001$)．一方，NF 群と NC 群間には有意差がみられなかった．

各群の拡大形成時における引き抜き荷重 (Fig. 4) の平均は，それぞれ−188±87 gf (NF 群)，−173±70 gf (NC 群)，−688±214 gf (SSK 群) であった．NF 群と NC 群における引き抜き荷重は，いずれも SSK 群に比べて有意に小さかった (NF 群：$p=0.002$，NC 群：$p=0.003$)．一方，NF 群と NC 群間には有意差がみられなかった．

3．根管偏位量

根管形成前後の重ね合わせ画像 (Fig. 5) から算出した各群の根管偏位量の平均値を，Fig. 6 に示す．

NF 群ではすべての位置で正の値を示した．すなわち，すべての位置で外彎側が多く切削されており，偏位量が最も大きかったのは 8 mm の位置で 0.02±0.04 mm であった．

NC 群では 1，2 mm の位置で正の値，他の位置では負

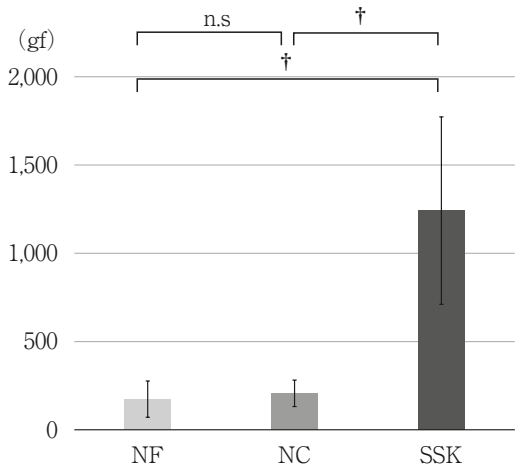


Fig. 3　Average of pushing forces during preparation（†：p＜0.01）

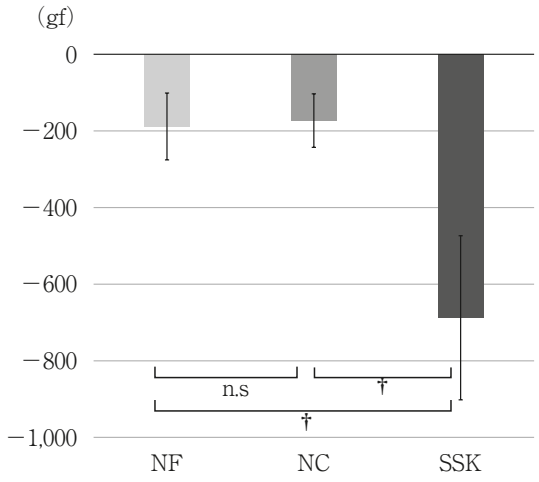


Fig. 4　Average of pulling forces during preparation（†：p＜0.01）

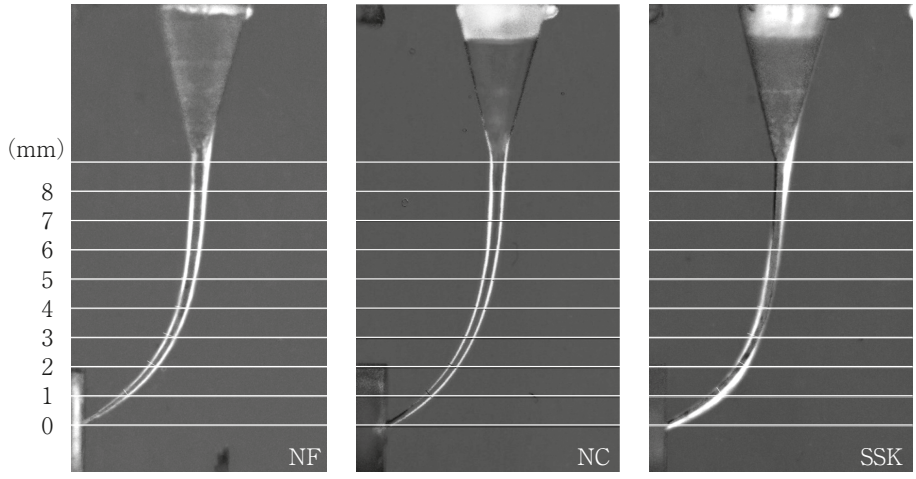


Fig. 5　Representative example of superimposed images about pre- and post-instrumentation

の値を示した．すなわち，1，2 mmの位置では外彎側が多く，他の位置では内彎側が多く切削され，偏位量が最も大きかったのは7 mmの位置で−0.03±0.03 mmであった．

SSK群では0，1，2，7，8 mmの位置で正の値を，他の位置で負の値を示した．すなわち，0，1，2，7，8 mmの位置では外湾側が多く，他の位置では内湾側が多く切削され，偏位量が最も大きかったのは1 mmの位置で0.14±0.04 mmであった．

NF群とSSK群を比較すると，0 mm（p＜0.001），1 mm（p＜0.001），2 mm（p＝0.017），4 mm（p＝0.032），5 mm（p＝0.007），7 mm（p＝0.049），8 mm（p＜0.001）の位置で有意な差があった．NC群とSSK群の間においては，0 mm（p＜0.001），1 mm（p＜0.001），2 mm（p＝0.010），7 mm（p＜0.001），および8 mm（p＜0.001）の位置で有意差が認められた．NF群とNC群間ではすべての位置で有意な違いは存在しなかった．

考　察

Ni-Tiファイルは超弾性と形状記憶性を有しているため根管の追従性に優れ，彎曲根管の形成に有効である．一方で，従来のNi-Tiファイルでは根管内で突然破折が起きる可能性があり[31-36]，プレカーブの付与ができないためレッジ形成等のある根管の拡大は困難である[37]などの欠点がみられた．近年，Ni-Ti合金に熱処理を行うことで柔軟性や耐疲労性が向上し[17,18,38-41]，より安全に根管形成を行うことができるようになった．本研究に供したNEXも，熱処理が施されたCM-Wireを使用している．このファイルは，根管内の温度ではマルテンサイト

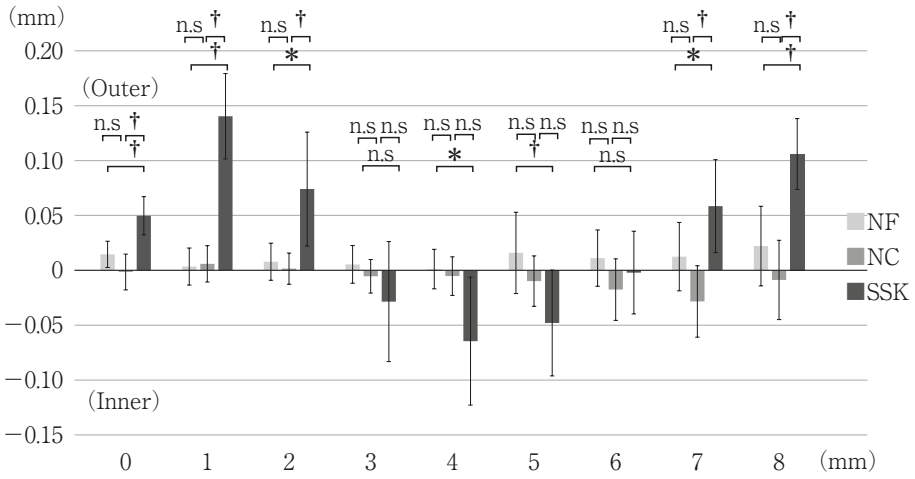


Fig. 6　The direction and amount of canal transportation (mm) at the different measurement points

Values were calculated by subtracting the amount of resin removed at the inner side (concavity of the apical curvature) of the simulated canal from the amount of resin removed at the outer side. The larger the positive value means more outer area is prepared. The larger the negative value means more inner area is prepared. (*：$p<0.05$, †：$p<0.01$)

相からマルテンサイト変態の状態となり柔軟性が高く，プレカーブの付与が可能で，根管に沿った形態付与を行うことが可能である．また，NEX は先端のサイズ #10〜60，テーパー.02〜.08 と数多くの種類があり，術者はそのなかから使用するファイルを選択し，フルレングステクニックとクラウンダウンテクニックのいずれでも根管形成ができる．

総拡大形成時間は，SSK 群と比較して NF 群と NC 群は有意に短かった．これまでの研究報告と同様に，手用ファイルを使用するよりも Ni-Ti ファイルを使用するほうが短時間で形成が終了したため，患者の負担が軽減される可能性がある．本研究において，NF 群と NC 群にかかった時間は同程度であったが，Hasheminia らはフルレングステクニックよりもクラウンダウンテクニックのほうが有意に短い時間で根管形成を行うことができたと報告している[25]．この異なる結果の要因として，使用したファイルの本数が影響していると考えられる．本研究ではテーパー.04 のファイルのみを使用し，NF 群は計2本，NC 群は計4本で根管形成を行ったが，Hasheminia らはテーパー.04，.06，.08 の3種類を使用し，フルレングステクニックとクラウンダウンテクニックとも計5本で根管形成を行った．一方，どちらの研究でも，フルレングステクニックのほうが1本当たりの使用時間が長くなることが示された．これは，フルレングステクニックではすべてのファイルを作業長まで到達させるため，クラウンダウンテクニックよりも根管壁に接触するファイルの面積が大きくなり，1本当たりの使用時間が長くなったことが原因だと考えられる．また，本研究では総拡大形成時間から器具交換に要した時間は除いているが，実際の臨床で NEX を用いる場合，NF のほうが使用するファイルの本数が少ないためファイル交換に要する時間が少なくなり，治療時間を短縮できる可能性がある．今後は，実際に診療で使用した場合の比較検討が必要であると考えられる．

根管形成時の荷重は，押し込み時と引き抜き時の両方において NF 群と NC 群は SSK 群よりも有意に小さかった．Ni-Ti ファイルを使用するほうが SSK を使用するよりも荷重が小さくなるのは，以前のわれわれの報告と同様であった[12,13]．NF 群と NC 群の間に差がみられなかったのは，強圧を避ける操作や，根尖部の形成に使用するファイルの形態が同じであることが影響していると考えられる．

根管偏位量の結果から，NF 群と NC 群は両群とも SSK 群と比較して根管の内側と外側が均等に拡大されていることが示された．また，NEX 使用群のほうが SSK 群よりも根管偏位量が有意に小さく，根管が直線化せず，根尖部の偏位が少ないことから，本来の根管形態を維持した根管形成が可能であるといえる．これは，根管形成時の押し込み荷重と引き抜き荷重の両方で，SSK 群と比較して NF 群と NC 群は有意に小さいことが影響していると考えられる．SSK 群と比較して NEX 使用群の根管偏位量が少ないという結果は，以前の研究報告[12,13]

と同様であり，Ni-Tiファイルを使用した根管形成はストリップパーフォレーションや根尖部の偏位などが少ない，良好な根管形成ができることが改めて示唆された．同一種類のNi-Tiファイルを使用したフルレングステクニックとクラウンダウンテクニックの根管偏位量の比較検討は以前の研究でも行われているが[25,26]，その効果の差にはいまだ統一見解がなく，今後もさらなる検討が必要である．本研究では，NF群とNC群はすべての測定位置で根管偏位量に有意差がみられなかったが，有意差がみられた報告と比較してファイルのテーパーが小さいことが影響しているのではないかと考えられる．

本研究で選択したファイルを用いた場合，いずれの評価項目においても，NF群とNC群は同様の成績であり，両群で同様の根管形成が可能となることが明らかとなった．Ni-Tiファイルの使用法としてはクラウンダウンテクニックが一般的であるが，フルレングステクニックは，テーパーと先端サイズの小さいファイルから順に使用し，根管形成に使用するファイルはすべて作業長まで到達させる方法であり，手用のSS製ファイルを使用した規格形成法に類似している．そのため，NEXを使用してフルレングステクニックにより根管形成を行う方法は，現在SSKで根管形成を行っている臨床医に対するNi-Tiファイルを用いた根管形成を行う場合の導入としても有用であると考えられる．

結　論

NEXを使用したフルレングステクニックとクラウンダウンテクニックによる根管形成法は，いずれもSSKと比較して彎曲根管を適切に，良好に拡大形成することができた．また，NEXを用いたフルレングステクニックによる根管形成は，既存のSSKを使用した方法から新たにNi-Tiファイルによる根管形成法を行う場合の導入としても有効であることが示された．

本研究において開示すべき利益相反はない．

文　献

1) Walton RE. Current concepts of canal preparation. Dent Clin North Am 1992; 36: 309–326.
2) Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: A review. J Endod 2004; 30: 559–567.
3) 日本歯科保存学会，日本歯内療法学会．歯内療法学用語集．2版．医歯薬出版：東京；2023．26.
4) Luiten DJ, Morgan LA, Baumgartner JC, Marshall JG. A comparison of four instrumentation techniques on apical canal transportation. J Endod 1995; 21: 26–32.
5) Glosson CR, Haller RH, Dove SB, del Rio CE. A comparison of root canal preparations using NiTi hand, NiTi engine-driven, and K-flex endodontic instruments. J Endod 1995; 21: 146–151.
6) Esposito PT, Cunningham CJ. A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. J Endod 1995; 21: 173–176.
7) Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. J Endod 1988; 14: 346–351.
8) Davis RD, Marshall JD, Baumgartner JC. Effect of early coronal flaring on working length change in curved canals using rotary nickel-titanium versus stainless steel instruments. J Endod 2002; 28: 438–442.
9) Tan BT, Messer HH. The quality of apical canal preparation using hand and rotary instruments with specific criteria for enlargement based on initial apical file size. J Endod 2002; 28: 658–664.
10) Gergi R, Rjeily JA, Sader J, Naaman A. Comparison of canal transportation and centering ability of twisted files, Pathfile-ProTaper system, and stainless steel hand K-files by using computed tomography. J Endod 2010; 36: 904–907.
11) 五十嵐　勝，北島佳代子，新井恭子，川崎孝一．NiTiファイルと手用ファイルでの拡大後にみられる根管の側方と外方偏位に関する観察．日歯保存誌 1998；29：2-8.
12) 松田浩一郎，新井恭子，北島佳代子，五十嵐　勝．シングルファイル法とマルチファイル法における湾曲根管に対する拡大形成の切削特性に関する研究．日歯保存誌 2013；56：526-536.
13) 新井恭子，松田浩一郎，山田理絵，北島佳代子，北野芳枝，朝比奈壮郎，五十嵐　勝．Ni-Tiロータリーファイルの切削能に関するマルチファイル法とシングルファイル法の比較．日歯保存誌 2018；61：40-47.
14) 新井恭子，湊　華絵，清水公太，北島佳代子，横須賀孝史，佐藤友則，松田浩一郎，五十嵐　勝．ソフトレシプロック（RECIPROCR® blue）を使用した根管拡大の切削能に関する研究．日歯内療誌 2020；41：103-109.
15) Shen Y, Qian W, Abtin H, Gao Y, Haapasalo M. Fatigue testing of controlled memory wire nickel-titanium rotary instruments. J Endod 2011; 37: 997–1001.
16) Shen Y, Qian W, Abtin H, Gao Y, Haapasalo M. Effect of environment on fatigue failure of controlled memory wire nickel-titanium rotary instruments. J Endod 2012; 38: 376–380.
17) Goo HJ, Kwak SW, Ha JH, Pedullà E, Kim HC. Mechanical properties of various heat-treated nickel-titanium rotary instruments. J Endod 2017; 43: 1872–1877.
18) Zupanc J, Vahdat-Pajouh N, Schäfer E. New thermomechanically treated NiTi alloys—a review. Int Endod J

2018; 51: 1088-1103.
19) 尾上正治，濱田泰子．Nex NiTi ファイルの周期疲労破折耐性に対する熱処理の影響．日歯内療誌 2019；40：92-97.
20) 下山智義，中谷豪介，牛窪敏博．4種類ニッケルチタンファイルの周期疲労破折の比較研究．日歯内療誌 2021；42：108-116.
21) Schäfer E, Erler M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. Int Endod J 2006; 39: 196-202.
22) Schäfer E, Erler M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. Int Endod J 2006; 39: 203-212.
23) Bürklein S, Hiller C, Huda M, Schäfer E. Shaping ability and cleaning effectiveness of Mtwo versus coated and uncoated EasyShape instruments in severely curved root canals of extracted teeth. Int Endod J 2011; 44: 447-457.
24) Nakatsukasa T, Ebihara A, Kimura S, Maki K, Nishijo M, Tokita D, Okiji T. Comparative evaluation of mechanical properties and shaping performance of heat-treated nickel titanium rotary instruments used in the single-length technique. Dent Mater J 2021; 40: 743-749.
25) Hasheminia SM, Nohekhan A, Khazaei S, Farhad A. Apical transportation with different root canal preparation techniques using EdgeEvolve rotary instruments. Dent Res J（Isfahan）2022; 19: 76.
26) Hamze F, Honardar K, Nazarimoghadam K. Comparison of two canal preparation techniques using mtwo rotary instruments. Iran Endod J 2011; 6: 150-154.
27) Yun H, Kim SK. A comparison of the shaping abilities of 4 nickel-titanium rotary instruments in simulated root canals. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2003; 95: 228-233.
28) 富田文仁，早川達也，齋藤　健，興地隆史．ニッケルチタンファイル Mtwo® の湾曲根管に対する切削特性．日歯保存誌 2008；51：550-556.
29) 日向　剛，重谷佳見，吉羽邦彦，興地隆史．ニッケルチタンファイル Reciproc の湾曲根管切削特性．日歯保存誌 2012；55：381-388.
30) 秋山勝彦，下島かおり，佐藤生野，渡辺亮一郎，武藤徳子，石井信之．ProGlider のグライドパスが Ni-Ti ファイルによる根管形成に及ぼす影響に関する研究．日歯保存誌 2015；58：265-272.
31) Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JE, Messer HH. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. J Endod 2000; 26: 161-165.
32) Parashos P, Messer HH. Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. J Endod 2006; 32: 1031-1043.
33) Kitchens GG Jr, Liewehr FR, Moon PC. The effect of operational speed on the fracture of nickel-titanium rotary instruments. J Endod 2007; 33: 52-54.
34) Di Fiore PM. A dozen ways to prevent nickel-titanium rotary instrument fracture. J Am Dent Assoc 2007; 138: 196-201.
35) Setzer FC, Böhme CP. Influence of combined cyclic fatigue and torsional stress on the fracture point of nickel-titanium rotary instruments. J Endod 2013; 39: 133-137.
36) Shen SM, Deng M, Wang PP, Chen XM, Zheng LW, Li HL. Deformation and fracture of K3 rotary nickel-titanium endodontic instruments after clinical use. Int Endod J 2016; 49: 1088-1094.
37) Jafarzadeh H, Abbott PV. Ledge formation: Review of a great challenge in endodontics. J Endod 2007; 33: 1155-1162.
38) Yahata Y, Yoneyama T, Hayashi Y, Ebihara A, Doi H, Hanawa T, Suda H. Effect of heat treatment on transformation temperatures and bending properties of nickel-titanium endodontic instruments. Int Endod J 2009; 42: 621-626.
39) Ebihara A, Yahata Y, Miyara K, Nakano K, Hayashi Y, Suda H. Heat treatment of nickel-titanium rotary endodontic instruments: effects on bending properties and shaping abilities. Int Endod J 2011; 44: 843-849.
40) 五十嵐　勝，北島佳代子，新井恭子．シングルファイル法に到達した NiTi ロータリーファイルの潮流．日歯内療誌 2014；35：3-15.
41) 林　洋介．ニッケルチタンファイルによる根管形成の現在と未来．日歯内療誌 2023；44：86-92.

Root Canal Preparation of a Curved Root Canal Model with Ni-Ti Files: A Comparison of the Single Length Technique and Crown Down Technique

Arai Kyoko, Minato Hanae, Satoh Tomonori,
Yokosuka Takashi, Matsuda Koichiro, Shimizu Kota*,
Morozumi Toshiya and Kitajima Kayoko

Department of Endodontics, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata
*Department of Operative Dentistry, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to evaluate the total preparation time, the pushing and pulling forces, and the amount of canal transportation after preparing curved root canal resin models using the full length technique (single length technique: NF) or crown down technique (NC) with nickel titanium (Ni-Ti) rotary instrumentation (NEX NiTi FILE Ms: NEX).

Methods: Transparent resin models which had curved root canals of 30 degrees were used for root canal preparation with NF, NC and stainless-steel K-files (SSK) (n=9 per group). The total preparation time and the pushing and pulling forces during preparation were measured. Photographs taken before and after preparation of the root canal were superimposed. The amount of root canal transportation was measured at 1-mm intervals from the apical foramen to the 8-mm level. The data were subjected to one-way analysis of variance followed by Bonferroni or Games-Howell multiple comparison tests ($p<0.05$).

Results: The average total preparation time was significantly shorter in NF and NC than in SSK, but there was no significant difference between NF and NC. The average pushing and pulling forces were significantly lower in both NF and NC than in SSK, but there was no significant difference between NF and NC. There were significant differences in the amount of canal transportation between NF and SSK at positions 0, 1, 2, 4, 5, 7 and 8 mm; between NC and SSK at 0, 1, 2, 7 and 8 mm; but no significant differences between NF and NC at any position.

Conclusion: Both the single length technique using NEX and the crown down technique of root canal preparation were able to properly enlarge and form the curved root canal better than SSK. The results also showed that the single length technique using NEX was effective in introducing a new root canal formation method using Ni-Ti files from the existing method using SSK.

Key words: Ni-Ti rotary file, single length technique, crown down technique, canal transportation, preparation force

Corresponding author: Dr. Arai, Department of Endodontics, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata, 1-8, Hamaura-cho, Chuo-ku, Niigata 951-8580, Japan
TEL: +81-25-211-8171, FAX: +81-25-267-1795, E-mail: araik@ngt.ndu.ac.jp
Received for Publication: October 23, 2023/Accepted for Publication: January 22, 2024

✣会 務 報 告

特定非営利活動法人日本歯科保存学会2023年度評議員会・総会議事録

日　時：2023年6月21日（水）13：30〜14：15
会　場：くにびきメッセA会場

1．開会の辞　（山本一世副理事長）
2．理事長挨拶　（林　美加子理事長）
3．大会長挨拶　（古澤成博大会長）
4．黙禱　村井正大先生に対し，黙禱をささげた．
5．議長・副議長選出
委任状を含め4分の1以上の出席が得られたことから，定款第27条に従い本会議が成立することが確認された．
議長に佐古　亮先生（東京歯科大学），副議長に淺井知宏先生（東京都勤務）がそれぞれ選出された．
6．議事録署名人指名
古澤成博理事（大会長：東京歯科大学）と二階堂　徹理事（次期大会長：朝日大学）がそれぞれ議事録署名人として指名された．
7．報告事項
1）会務報告
(1) 総務関係（菅谷　勉常任理事）
・資料に基づき，会員数，会員動向，会費納入率，日本歯科医師会・日本歯科医学会・日本歯科医学会連合・日本歯科専門医機構・日本学術会議・日本歯学系学会協議会・歯学系学会社会保険委員会連合・文部科学省・厚生労働省関連，役員会・委員会等の開催，その他について報告がなされた．
(2) 財務関係（村松　敬常任理事，石塚久子幹事）
・資料に基づき，2023年度月次決算書（5月分），認定委員会2023年度月次決算書（5月分）の財務報告がなされた．
(3) 機関誌関係（柴　秀樹常任理事，武田克浩幹事）
・資料に基づき，学会誌発行および編集状況について報告がなされた．
2）各種委員会報告（林　美加子理事長）
・資料に基づき，編集委員会，医療合理化委員会，教育問題委員会，学術委員会，学会のあり方委員会，学術用語委員会，渉外委員会，国際交流委員会，認定委員会，認定歯科衛生士審査委員会，広報委員会，表彰委員会，倫理/COI委員会，選挙管理委員会についての報告がなされた．
3）その他の報告
(1) 2022年度秋季学術大会（第157回）開催報告
・資料に基づき，林　美加子理事長より，第157回秋季学術大会決算等について報告がなされた．
(2) 2023年度秋季学術大会（第159回）準備状況報告
・資料に基づき，二階堂　徹大会長より，第159回秋季学術大会準備状況について報告がなされた．
(3) 今後の学術大会開催予定
・資料に基づき，林　美加子理事長より，報告がなされた．
(4) 日本歯科医学会報告
・資料に基づき，林　美加子理事長より，報告がなされた．
(5) 日本歯科医学会連合報告
・資料に基づき，林　美加子理事長より，報告がなされた．
(6) 日本歯科専門医機構報告
・資料に基づき，林　美加子理事長より，報告がなされた．
・本学術大会認定研修会前に，歯科保存専門医説明会（北村認定委員会委員長）を行うことについて，林　美加子理事長より，報告がなされた．
(7) 日本学術会議報告
・報告事項なし．
(8) 日本歯学系学会協議会報告

・資料に基づき，林　美加子理事長より，報告がなされた．

(9) 歯学系学会社会保険委員会連合会報告

・報告事項なし．

(10)その他

・資料に基づき，林　美加子理事長より，報告がなされた．

8．協議事項

1）1号理事承認の件（林　美加子理事長）

・資料に基づき，3名が1号理事（3名）として承認された．

2）名誉会員承認の件（林　美加子理事長）

・資料に基づき，4名が名誉会員として承認された．

3）2022年度事業報告の件（林　美加子理事長，石井信之前理事長）

・資料に基づき，2022年度事業報告について，説明があり，承認された．

4）2022年度決算承認の件（監査報告）（村松　敬常任理事，槙石武美監事）

・資料に基づき，2022年度決算報告について，村松常任理事より説明があり，承認された．

・資料に基づき，2022年度決算の監査について，槙石監事から報告がなされた．

5）2023年度事業計画（案）の件（林　美加子理事長）

・資料に基づき，2023年度事業計画（案）について，説明があり，承認された．

6）2023年度予算（案）の件（村松　敬常任理事）

・資料に基づき，2023年度予算（案）について，説明があり，承認された．

7）その他（林　美加子理事長）

・協議事項なし．

9．閉会の辞　前田英史副理事長

特定非営利活動法人　日本歯科保存学会名誉会員・役員（2023年度）

名誉会員

細田裕康	向山嘉幸	土谷裕彦	岡本　莫	川越昌宜	下河辺宏功	
末田　武	堀内　博	斎藤　毅	井上　清	中村治郎	加藤　熙	
岡田　宏	上野和之	河野　篤	村山洋二	岩久正明	高津寿夫	
新谷英章	鴨井久一	石川　烈	戸田忠夫	太田紀雄	川崎孝一	
天野義和	岡本　浩	滝内春雄	平井義人	松本光吉	山本宏治	
清水明彦	久保田　稔	新井　髙	加藤喜郎	山田　了	横田　誠	
上田雅俊	小松正志	久光　久	黒﨑紀正	伊藤公一	寺中敏夫	
寺下正道	前田勝正	須田英明	出口眞二	笠原悦男	中村　洋	
野口俊英	林　宏行	赤峰昭文	鳥居光男	恵比須繁之	川浪雅光	
笹野高嗣	片山　直	勝海一郎	吉田隆一	竹重文雄	林　善彦	
和泉雄一	永田俊彦	原　宜興	桃井保子	吉江弘正	千田　彰	
福島正義	堀田正人	小木曽文内	栗原英見	松尾敬志	荒木孝二	
田上順次	廣藤卓雄	阿南　壽	鳥井康弘	松島　潔	井上　哲	
川上智史	佐野英彦	吉山昌宏				

理事長　林　美加子（大阪大学大学院歯学研究科）
副理事長　山本一世（大阪歯科大学）
副理事長　前田英史（九州大学大学院歯学研究院）
前理事長　石井信之（神奈川歯科大学）

常任理事

（総務担当）	菅谷　勉（北海道大学大学院歯学研究院）
（財務担当）	村松　敬（東京歯科大学）
（編集担当）	柴　秀樹（広島大学大学院医系科学研究科）
（修復担当）	山本一世（大阪歯科大学）
（歯内担当）	前田英史（九州大学大学院歯学研究院）
（歯周担当）	沼部幸博（日本歯科大学生命歯学部）
（医療合理化委員長）	二階堂　徹（朝日大学歯学部）
（教育問題委員長）	山田嘉重（奥羽大学歯学部）
（学術委員長）	斎藤隆史（北海道医療大学歯学部）
（学会のあり方委員長）	横瀬敏志（明海大学歯学部）
（学術用語委員長）	増田宜子（松本歯科大学）
（渉外委員長）	吉村篤利（長崎大学大学院医歯薬学総合研究科）
（国際交流委員長）	宮崎真至（日本大学歯学部）
（認定委員長）	北村知昭（九州歯科大学）
（認定歯科衛生士審査委員長）	湯本浩通（徳島大学大学院医歯薬学研究部）
（定款委員長）	前田英史（九州大学大学院歯学研究院）
（広報委員長）	菅谷　勉（北海道大学大学院歯学研究院）
（選挙管理委員長）	佐藤　聡（日本歯科大学新潟生命歯学部）
（表彰委員長）	前田英史（九州大学大学院歯学研究院）
（倫理/COI委員長）	山本一世（大阪歯科大学）

監　　事　槇　石　武　美（東京歯科大学名誉教授）
　　中　村　勝　文（埼玉県開業）

幹　　事
（理事長幹事）　高　橋　雄　介（大阪大学大学院歯学研究科）
（総務担当幹事）　加　藤　昭　人（北海道大学大学院歯学研究院）
（財務担当幹事）　石　塚　久　子（東京歯科大学）
（編集担当幹事）　武　田　克　浩（広島大学大学院医系科学研究科）
（認定幹事）　鷲　尾　絢　子（九州歯科大学）

理　　事
北海道医療大学歯学部　〒061-0293　北海道石狩郡当別町字金沢1757
　古　市　保　志　　斎　藤　隆　史
北海道大学大学院歯学研究院　〒060-8586　札幌市北区北13条西7丁目
　菅　谷　　勉　　友　清　　淳
岩手医科大学歯学部　〒020-8505　盛岡市中央通1-3-27
　野　田　　守　　八重柏　　隆
東北大学大学院歯学研究科　〒980-8575　仙台市青葉区星陵町4-1
　齋　藤　正　寛　　山　田　　聡
奥羽大学歯学部　〒963-8611　郡山市富田町字三角堂31-1
　高　橋　慶　壮　　木　村　裕　一　　山　田　嘉　重
新潟大学大学院医歯学総合研究科　〒951-8514　新潟市中央区学校町通二番町5274
　野　杁　由一郎　　吉　羽　邦　彦　　多部田　康　一
日本歯科大学新潟生命歯学部　〒951-8580　新潟市中央区浜浦町1-8
　新　海　航　一　　佐　藤　　聡　　両　角　俊　哉
松本歯科大学　〒399-0781　塩尻市広丘郷原1780
　吉　成　伸　夫　　音　琴　淳　一　　亀　山　敦　史　　増　田　宜　子
明海大学歯学部　〒350-0283　坂戸市けやき台1-1
　申　　基　喆　　横　瀬　敏　志
日本大学松戸歯学部　〒271-8587　松戸市栄町西2-870-1
　小　方　頼　昌　　平　山　聡　司
東京歯科大学　〒101-0061　千代田区神田三崎町2-9-18
　齋　藤　　淳　　古　澤　成　博　　村　松　　敬
日本歯科大学生命歯学部　〒102-8159　千代田区富士見1-9-20
　沼　部　幸　博　　北　村　和　夫
日本大学歯学部　〒101-8310　千代田区神田駿河台1-8-13
　宮　崎　真　至　　佐　藤　秀　一　　武　市　　収
東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科　〒113-8549　文京区湯島1-5-45
　輿　地　隆　史　　岩　田　隆　紀　　島　田　康　史
昭和大学歯学部　〒145-8515　大田区北千束2-1-1
　山　本　松　男　　真　鍋　厚　史　　長谷川　篤　司　　鈴　木　規　元
神奈川歯科大学　〒238-8580　横須賀市稲岡町82
　石　井　信　之　　向　井　義　晴　　小　牧　基　浩
鶴見大学歯学部　〒230-8501　横浜市鶴見区鶴見2-1-3
　細　矢　哲　康　　五　味　一　博　　山　本　雄　嗣
愛知学院大学歯学部　〒464-8651　名古屋市千種区末盛通2-11
　三　谷　章　雄　　冨士谷　盛　興　　諸　冨　孝　彦　　辻　本　暁　正

朝日大学歯学部 〒501-0296 岐阜県瑞穂市穂積1851
河野 哲 二階堂 徹 辰巳順一
大阪大学大学院歯学研究科 〒565-0871 吹田市山田丘1-8
村上伸也 林 美加子
大阪歯科大学 〒573-1121 枚方市楠葉花園町8-1
山本一世 梅田 誠 前田博史
広島大学大学院医系科学研究科 〒734-8553 広島市南区霞1-2-3
柴 秀樹 水野智仁
岡山大学学術研究院医歯薬学域 〒700-8525 岡山市北区鹿田町2-5-1
高柴正悟
徳島大学大学院医歯薬学研究部 〒770-8504 徳島市蔵本町3-18-15
湯本浩通 保坂啓一
九州歯科大学 〒803-8580 北九州市小倉北区真鶴2-6-1
北村知昭 中島啓介
九州大学大学院歯学研究院 〒812-8582 福岡市東区馬出3-1-1
西村英紀 前田英史 和田尚久
福岡歯科大学 〒814-0193 福岡市早良区田村2-15-1
坂上竜資 米田雅裕 松﨑英津子
長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 〒852-8588 長崎市坂本1-7-1
吉村篤利
鹿児島大学大学院医歯学総合研究科 〒890-8544 鹿児島市桜ケ丘8-35-1
野口和行 西谷佳浩

立澤敦子（日本歯科衛生士会）
秋本尚武 稲井紀通（臨床医）

訃報

名誉会員 角田正健先生

日本歯科保存学会各種委員会委員リスト（2023年4月1日～2025年3月31日）

＊委員長，☆副委員長，○外部委員，（ ）内幹事役，五十音順

編集委員会
＊柴　秀樹　☆西谷　佳浩　亀山　敦史　小牧　基浩　高橋　慶壮　武市　収　野田　守
古市　保志　保坂　啓一　諸冨　孝彦　吉羽　邦彦　吉村　篤利　米田　雅裕　（武田　克浩）

医療合理化委員会
＊二階堂　徹　☆細矢　哲康　☆松﨑英津子　岩田　隆紀　鈴木　規元　野田　守　半場　秀典
前田　博史　柵木　寿男　吉川　一志　（鶴田はねみ）

〔社会保険対策小委員会〕
＊細矢　哲康　岩田　有弘　代田あづさ　瀧川　智義　松見　秀之　山田　嘉重　吉川　一志
陸田　明智

〔う蝕治療ガイドライン作成小委員会〕
＊松﨑英津子　小幡　純子　北迫　勇一　久保　至誠　清水　明彦　菅井　健一　高橋　礼奈
中嶋　省志　二階堂　徹　掘江　卓　前薗　葉月　林　美加子　武藤　徳子　桃井　保子

教育問題委員会
＊山田　嘉重　☆小方　頼昌　北村　和夫　佐藤　聡　西村　英紀　長谷川篤司　保坂　啓一
前田　博史　八重柏　隆　吉羽　邦彦　（大木　英俊）

学術委員会
＊斎藤　隆史　☆坂上　竜資　西谷　佳浩　野杁由一郎　増田　宜子　村上　伸也　山田　聡
山本　雄嗣　和田　尚久　（松田　康裕）

学会のあり方委員会
＊横瀬　敏志　☆斎藤　隆史　五味　一博　木村　裕一　新海　航一　齋藤　淳　興地　隆史
小牧　基浩　辰巳　順一　立澤　敦子　（土屋　隆子）

学術用語委員会
＊増田　宜子　☆武市　収　石原　裕一　須田　玲子　田口洋一郎　中島　啓介　根本　英二
半場　秀典　古澤　成博　柵木　寿男　鷲尾　絢子

渉外委員会
＊吉村　篤利　☆吉成　伸夫　小方　頼昌　柴　秀樹　菅谷　勉　立澤　敦子　二瓶智太郎
沼部　幸博　山本　一世　（柳口嘉治郎）

国際交流委員会
＊宮崎　真至　☆保坂　啓一　石井　信之　興地　隆史　北村　和夫　齋藤　淳　齋藤　正寛
二階堂　徹　冨士谷盛興　山本　雄嗣　（髙見澤俊樹）

認定委員会
＊北村　知昭　☆齋藤　正寛　臼井　通彦　門倉　弘志　河野　哲　黒川　弘康　佐藤　秀一
島田　康史　高橋　慶壮　田口洋一郎　武市　収　長谷川篤司　冨士谷盛興　前田　宗宏
三谷　章雄　宮治　裕史　向井　義晴　村松　敬　諸冨　孝彦　山本　松男　吉成　伸夫
（鷲尾　絢子）

認定歯科衛生士審査委員会
＊湯本　浩通　☆和田　尚久　梅田　誠　片岡あい子　亀山　敦史　斎藤　隆史　立澤　敦子
野杁由一郎　藤原奈津美　村松　敬　山口由美子　吉村　篤利　（稲垣　裕司）

広報委員会
＊菅谷　勉　☆多部田康一　秋本　尚武　小林　宏明　高柴　正悟　高橋　雄介　竹中　彰治
増田　宜子　松﨑英津子　山田　嘉重　米田　雅裕　（加藤　昭人）

表彰委員会

＊前田 英史　☆北村 知昭　岩田 隆紀　河野 哲　島田 康史　多部田康一　松崎英津子
水野 智仁　宮崎 真至　向井 義晴　(杉井 英樹)

定款委員会

＊前田 英史　☆山本 雄嗣　音琴 淳一　高柴 正悟　野杁由一郎　野口 和行　平山 聡司
向井 義晴　湯本 浩通　(杉井 英樹)

倫理委員会

＊山本 一世　☆菅谷 勉　稲井 紀通　北村 知昭　柴 秀樹　前田 英史　山本 松男
横瀬 敏志　○井上 順之　○樫 則章　(吉川 一志)

COI 委員会

＊山本 一世　☆島田 康史　西谷 佳浩　古市 保志　真鍋 厚史　山田 聡　○井上 順之
○樫 則章　(吉川 一志)

選挙管理委員会

＊佐藤 聡　☆鈴木 規元　黒川 弘康　鈴木 茂樹　水野 智仁

積立金管理運用委員会 【役職指定】

＊【理事長】 林 美加子　【副理事長】 前田 英史　山本 一世
【前理事長】 石井 信之※任期終了後1年間　【次期理事長】 ※総会承認後
【総務担当常任理事】 菅谷 勉　【財務担当常任理事】 村松 敬

日本歯科保存学会編集連絡委員

大学	連絡委員
北医大	
歯周歯内	加藤幸紀
う蝕制御	松田康裕
北大	
修復・歯内	星加修平
歯周・歯内	下地伸司
岩医大	
う蝕治療	工藤義之
歯周療法	佐々木大輔
東北大	
歯内歯周	鈴木茂樹
保存	八幡祥生
奥羽大	
修復	菊井徹哉
歯周	高橋慶壮
歯内	佐藤穏子
新潟大	
う蝕	吉羽永子
歯周	高橋直紀
日歯大新潟	
保存Ⅰ	新井恭子
保存Ⅱ	鈴木雅也
歯周病	両角祐子
総合診療	海老原隆
松歯大	
保存（修復）	中村圭吾
保存（歯周）	吉成伸夫
健康増進	音琴淳一
明海大	
保存治療	門倉弘志
歯周病	林丈一朗
日大松戸	
保存修復	内山敏一
歯周治療学	小方頼昌
歯内	川島正

大学	連絡委員
東歯大	
修復	春山亜貴子
歯内	佐古亮
歯周	勢島典
総診	杉山利子
日歯大	
保存	前田宗宏
接着	柵木寿男
歯周病	五十嵐寛子
総合診療	新田俊彦
日大	
保存修復	黒川弘康
歯内療法	勝呂尚
歯周病	菅野直之
医科歯科大	
う蝕制御	平石典子
歯周病	水谷幸嗣
歯髄生物	渡辺聡
総合診療	新田浩
昭大	
保存・美容歯科	小林幹宏
歯周病	小出容子
神歯大	
保存修復	小倉真奈
歯周	杉原俊太郎
歯内	鈴木二郎
鶴大	
保存修復	岡田彩子
歯内療法	中野雅子
歯周病	長野孝俊
愛院大	
保存修復	友田篤臣
歯内治療	樋口直也
歯周病	林潤一郎
朝日大	
修復	日下部修介
歯内	瀧谷佳晃
歯周病	

大学	連絡委員
阪大	
保存	伊藤祥作
治療	島袋善夫
大歯大	
保存	谷本啓彰
口腔治療	辻則正
歯周病	田口洋一郎
広大	
歯髄生物	土屋志津
歯周病態	松田真司
岡大	
保存修復	大原直子
歯周病態	畑中加珠
徳大	
再生歯科	中西正
歯周歯内	稲垣裕司
九歯大	
保存	鷲尾絢子
歯周病	臼井通彦
九大	
口腔機能（歯周）	讃井彰一
口腔機能（歯科保存）	長谷川大学
福歯大	
保存	松本典祥
歯周	吉永泰周
総合歯科	山田和彦
長大	
歯周歯内	柳口嘉治郎
鹿大	
修復歯内	星加知宏
歯周病	野口和行

特定非営利活動法人日本歯科保存学会定款

平成19年6月18日　認証(東京都知事)

第1章　総則

(名称)

第1条　この法人は、特定非営利活動法人日本歯科保存学会と称し、その英文名をThe Japanese Society of Conservative Dentistry(JSCD)という。

(事務所)

第2条　この法人は、主たる事務所を東京都豊島区に置く。

(目的)

第3条　この法人は、歯科保存学(ムシ歯に代表される歯の崩壊に対して機能・形態の回復を行う保存修復治療、歯のなかにある神経やこの部の炎症が歯を支える骨等に広がった病気に対する歯内治療、従来から歯槽膿漏と言われている歯を支える歯肉や骨等歯の周囲組織の病気に対する歯周治療)に関する幅広い分野で、学術研究、教育普及活動、国際活動、医療活動及び予防活動を行うとともに、不特定多数の市民・団体を対象に助言・支援・協力を行い、歯科医学の医療水準の高揚、次世代人材の育成・国際化の推進、日本における歯科保存学の研究、教育、医療及び予防を発展普及させ、もって国民の健康の増進並びに公益に寄与することを目的とする。

(特定非営利活動の種類)

第4条　この法人は、前条の目的を達成するため、次の種類の特定非営利活動を行う。

(1) 保健、医療及び福祉の増進を図る活動
(2) 社会教育の推進を図る活動
(3) 国際協力の活動

(事業の種類)

第5条　この法人は、第3条の目的を達成するため特定非営利活動に係る事業として、次の事業を行う。

(1) 歯科保存学に関する学術大会の開催
(2) 市民公開講座等による市民を対象とした歯科保存学に関する社会教育活動
(3) 歯科保存学に関する機関誌及び刊行物の発行
(4) 歯科保存学に関する教育講演会の開催
(5) ホームページ等による歯科保存学に関する普及啓発
(6) 国内外における歯科保存学に関する諸学術学会及び関係団体との協力、連携
(7) 歯科保存治療に関する各種資格の認定
(8) その他この法人の目的達成に必要な事業

2　この法人は、次のその他の事業を行う。

(1) 機関誌への広告掲載
(2) 著作権・複写権の提供

3　前項に掲げる事業は、第1項に掲げる事業に支障がない限り行うものとし、その収益は、第1項に掲げる事業に充てるものとする。

第2章　会員

(種別)

第6条　この法人の会員は、正会員、名誉会員及び賛助会員とし、正会員をもって特定非営利活動促進法上の社員とする。

(1) 正会員　　この法人の目的に賛同して入会した個人及び団体
(2) 名誉会員　この法人に功労のあった者で、理事会並びに評議員会の推薦に基づき総会の承認を得た個人

（3）賛助会員　この法人の目的に賛同し、支援する団体で、理事会の承認を得たもの

（入会）

第 7 条　正会員の入会について、特に条件は定めない。

2　会員になろうとする者は、入会申込書を添えて理事長に申し込むものとする。

3　理事長は、前号の申し込みがあったとき、正当な理由がない限り、入会を認めなければならない。

4　理事長は、第 2 項の者の入会を認めないときは、速やかに、理由を付した書面をもって本人にその旨を通知しなければならない。

（会費）

第 8 条　会員は、総会で定める入会金および年会費を納入しなければならない。

（会員資格の喪失）

第 9 条　会員は、次の各号の一に該当する場合には、その資格を喪失する。

（1）退会届の提出をしたとき。

（2）本人が死亡、若しくは失そう宣告を受けたとき、及び会員である団体が消滅したとき。

（3）継続して 3 年間会費を滞納したとき。

（4）除名されたとき。

（退会）

第 10 条　会員で退会しようとする者は、その旨理事長へ届け出て、任意に退会することができる。

（除名その他の処分）

第 11 条　会員が次の各号の一に該当する場合には、総会の議決を経て、これを除名・会員資格停止の処分をすることができる。

（1）この定款に違反したとき。

（2）この法人の名誉を傷つけ、又は目的に違反する行為をしたとき。

2　処分内容や期間などに関しては本会行動規範にてらし、倫理委員会の議を経て理事会で決定する。

3　前項の規定により会員の処分を行う場合は、議決の前に当該会員に弁明の機会を与えなければならない。

（拠出金品の不返還）

第 12 条　既に納入した入会金・年会費その他の拠出金品は、返還しない。

第 3 章　役員および評議員

（種別及び定数）

第 13 条　この法人に次の役員を置く。

（1）理事 60 名以上 100 名以内

（2）監事 1 名以上 2 名以内

2　理事のうち 1 名を理事長、2 名を副理事長とし、常任理事を若干名置くことができる。

（選任等）

第 14 条　理事及び監事は、理事会において推薦を受けたものから総会において選任する。

2　理事長は、評議員会において選挙によって選出する。

3　副理事長、常任理事は理事会の承認を得て、理事長がこれを委嘱する。

4　役員のうちそれぞれの役員について、その配偶者若しくは三親等以内の親族が 1 人を超えて含まれ、又は当該役員並びにその配偶者及び三親等以内の親族が役員の総数の 3 分の 1 を超えて含まれることになってはならない。

5　法第 20 条各号のいずれかに該当する者は、この法人の役員になることができない。

6　監事は理事又は、法人の職員を兼ねてはならない。

（職務）

第 15 条　理事長は、この法人を代表し、その業務を総理する。

2　副理事長は、理事長を補佐し、会務の総括補佐の任に当たり、理事長に事故があるとき又は理事長が欠けたときは、理事長があらかじめ指名した順序によって、その職務を代行する。

3　常任理事は、本定款の定め及び総会又は理事会の決議に基づき、業務を執行する。

4 理事は、理事会を組織し、この定款の定め及び総会又は理事会の議決に基づき、この法人の業務を執行する。
5 監事は、次に掲げる職務を行う。
(1) 理事の業務執行の状況を監査すること。
(2) この法人の財産の状況を監査すること。
(3) 前2号の規定による監査の結果、この法人の業務又は財産に関し不正の行為または法令若しくは定款に違反する重大な事実があることを発見した場合には、これを総会又は所轄庁に報告すること。
(4) 前号の報告をするために必要がある場合には、総会を招集すること。
(5) 理事の業務執行の状況又はこの法人の財産の状況について、理事に意見を述べること。

(任期等)
第16条 役員の任期は2年とし、理事長を除く理事、監事の再任は妨げない。
2 会務の継続性から常任理事の半数は留任することを原則とする。ただし、副理事長および常任理事は連続2期を限度とする。
3 補欠のために、又は増員により就任した役員の任期は、それぞれの前任者又は現任者の任期の残存期間とする。
4 役員は、辞任又は任期満了後においても、後任者が就任するまでは、その職務を行わなければならない。

(欠員補充)
第17条 理事又は監事のうちその定数の3分の1を超える者が欠けたときは、遅滞なくこれを補充しなければならない。

(解任)
第18条 役員が次の各号の一に該当する場合には、総会の議決によりこれを解任することができる。
(1) 心身の故障のため、職務の遂行に堪えないと認められるとき。
(2) 職務上の義務違反その他役員としてふさわしくない行為のあったとき。
2 前項の規定により役員を解任しようとする場合は、議決の前に当該役員に弁明の機会を与えなければならない。

(報酬等)
第19条 役員は、その総数の3分の1以下の範囲内で報酬を受けることができる。
2 役員にはその職務を執行するために要した費用を弁償することができる。
3 前2項に関し必要な事項は、総会の議決を経て、理事長が別に定める。

(評議員及び評議員会)
第20条 この法人に評議員会を置く。
2 評議員は、理事会において会員の中から選出し、理事長がこれを委嘱する。
3 評議員は、500名以内とする。
4 評議員の任期は2年とし、再任を妨げない。
5 評議員の解任は、第18条第1項及び第2項の規定を準用する。

第4章 会議

(種別)
第21条 この法人の会議は、総会、理事会、評議員会及び委員会とする。
2 総会は、通常総会および臨時総会とする。

(総会の構成)
第22条 総会は、正会員をもって組織する。

(総会の権能)
第23条 総会は、以下の事項について議決する。
(1) 定款の変更
(2) 解散及び合併
(3) 事業計画及び収支予算並びにその変更
(4) 事業報告及び収支決算
(5) 役員の選任及び解任、職務及び報酬

(6) 入会金及び年会費の額
(7) 借入金(その事業年度内の収支をもって償還する短期借入金を除く。第53条において同じ。)その他新たな義務の負担及び権利の放棄
(8) その他運営に関する重要事項

(総会の開催)

第24条 通常総会は、毎年1回以上開催する。

2 臨時総会は、次に掲げる場合に開催する。
(1) 理事会が必要と認め、招集の請求をしたとき。
(2) 正会員総数の5分の1以上から会議の目的を記載した書面により招集の請求があったとき。
(3) 監事が第15条第5項第4号の規定に基づいて招集するとき。

(総会の招集)

第25条 総会は前条第2項第3号の場合を除いて、理事長が招集する。

2 理事長は、前条第2項第1号及び第2号の規定による請求があったときは、その日から90日以内に臨時総会を招集しなければならない。

3 総会を招集する場合には、会議の日時、場所、目的及び審議事項を記載した書面により、開催の日の少なくとも7日前までに通知しなければならない。

(総会の議長)

第26条 総会の議長は、その総会に出席した正会員の互選で定める。

(総会の定足数)

第27条 総会は、正会員総数の4分の1以上の出席がなければ、開会することはできない。

(総会の議決)

第28条 総会における議決事項は、第25条第3項の規定によってあらかじめ通知した事項とする。ただし、議事が緊急を要するもので、出席した正会員の2分の1以上の同意があった場合はこの限りではない。

2 総会の議事は、この定款に規定するもののほか、出席した正会員の過半数をもって決し、可否同数のときは、議長の決するところによる。

(総会での表決権等)

第29条 正会員の表決権は、平等なものとする。

2 やむを得ない理由により総会に出席できない正会員は、あらかじめ通知された事項について、書面をもって表決し、又は他の正会員を代理人として表決を委任することができる。

3 前項の規定により表決した正会員は、前2条の規定の適用については出席したものとみなす。

4 総会の議決について特別の利害関係を有する正会員は、その議事の議決に加わることができない。

(総会の議事録)

第30条 総会の議事については、次の事項を記載した議事録を作成しなければならない。
(1) 日時及び場所
(2) 正会員総数及び出席者数(書面表決者又は表決委任者がある場合にあっては、その数を付記すること。)
(3) 審議事項
(4) 議事の経過の概要及び議決の結果
(5) 議事録署名人の選任に関する事項

2 議事録には議長及び総会において選任された議事録署名人2名が、記名押印又は署名しなければならない。

(理事会の構成)

第31条 理事会は、理事をもって構成する。

(理事会の権能)

第32条 理事会は、この定款に別に定める事項のほか、次の事項を議決する。
(1) 総会に付議すべき事項
(2) 総会の議決した事項の執行に関する事項
(3) その他総会の議決を要しない業務の執行に関する事項

(理事会の開催)

第33条 理事会は、次に掲げる場合に開催する。
(1) 理事長が必要と認めたとき。
(2) 理事総数の2分の1以上から理事会の目的である事項を記載した書面により招集の請求があったとき。
(理事会の招集)
第34条 理事会は、理事長が招集する。
2 理事長は、前条第2号の場合にはその日から60日以内に理事会を招集しなければならない。
3 理事会を招集するときは、会議の日時、場所、目的及び審議事項を記載した書面により、開催の日の少なくとも7日前までに通知しなければならない。
(理事会の議長)
第35条 理事会の議長は、理事長がこれにあたる。
(理事会の定足数)
第36条 理事会は、理事総数の3分の2以上の出席がなければ、開会し議事を決議することはできない。
(理事会の議決)
第37条 理事会における議決事項は、第34条第3項の規定によってあらかじめ通知した事項とする。
2 理事会の議事は、出席理事の過半数をもって決し、可否同数の時は、議長の決するところによる。
(理事会の表決権等)
第38条 各理事の表決権は、平等なるものとする。
2 やむを得ない理由のため理事会に出席できない理事は、あらかじめ通知された事項について書面をもって表決し、他の理事を代理人として表決を委任することができる。
3 前項の規定により表決した理事は、前2条の規定の適用については出席したものとみなす。
4 理事会の議決について特別の利害関係を有する理事は、その議事の議決に加わることができない。
(理事会の議事録)
第39条 理事会の議事録は、次の事項を記載した議事録を議長が作成しなければならない。
(1) 日時及び場所
(2) 理事総数、出席者数及び出席者氏名(書面表決者又は表決委任者がある場合にあっては、その旨を付記すること。)
(3) 審議事項
(4) 議事の経過の概要及び議決の結果
(5) 議事録署名人の選任に関する事項
2 議事録には、議長及び理事会において選任された議事録署名人2名が、記名押印又は署名しなければならない。
(評議員会の構成)
第40条 評議員会は、評議員をもって構成する。
(評議員会の機能)
第41条 評議員及び評議員会は、理事長の諮問に応じて必要な事項を協議し、意見を述べる。
2 評議員会は、次の事項について議決する。
(1) 理事長の選任
(評議員会の開催)
第42条 評議員会は、毎年1回以上理事長が招集し、通常総会と併催する。
(評議員会の招集及び議長)
第43条 理事長は、評議員会を招集し、その議長は出席者から選出する。
(評議員会の議事録)
第44条 評議員会の議事については、次の事項を記載した議事録を議長が作成しなければならない。
(1) 日時及び場所
(2) 評議員総数、出席者数
(3) 協議事項
(4) 議事の経過の概要
(委員会)

第45条　この法人は、必要に応じて理事会の決議を経て委員会を置くことができる。
2　委員会の組織、権限、運営等に関する事項は、理事会において定める。

第5章　資産

(構成)
第46条　この法人の資産は、次の各号に掲げるものをもって構成する。
(1) 設立当初の財産目録に記載された資産
(2) 入会金及び会費
(3) 寄付金品
(4) 財産から生じる収入
(5) 事業に伴う収入
(6) その他の収入
(区分)
第47条　この法人の資産は、これを分けて特定非営利活動に係る事業に関する資産、その他の事業に関する資産の2種とする。
(管理)
第48条　この法人の資産は、理事長が管理し、その方法は総会の議決を経て、理事長が別に定める。

第6章　会計

(会計の原則)
第49条　この法人の会計は、法第27条各号に掲げる原則に従って行わなければならない。
(会計区分)
第50条　この法人の会計は、次のとおり区分する。
(1) 特定非営利活動に係る事業会計
(2) その他の事業会計
(事業年度)
第51条　この法人の事業年度は、毎年4月1日に始まり翌年3月31日に終わる。
(事業計画及び予算)
第52条　この法人の事業計画及びこれに伴う収支予算は、毎事業年度ごとに理事長が編成し、総会の議決を経なければならない。
(暫定予算)
第53条　前条の規定にかかわらず、やむを得ない理由により予算が成立しないときは、理事長は、理事会の議決を経て、予算成立の日まで前事業年度の予算に準じ収入支出することができる。
2　前項の収入支出は、新たに成立した予算の収入支出とみなす。
(予備費)
第54条　予算超過又は予算外の支出に充てるため、予算中に予備費を設けることができる。
2　予備費を使用するときは、理事会の議決を経なければならない。
(予算の追加及び更正)
第55条　予算成立後にやむを得ない事由が生じたときは、総会の議決を経て、既定予算の追加又は更正をすることができる。
(事業報告及び決算)
第56条　この法人の事業報告書、財産目録、貸借対照表及び収支計算書等決算に関する書類は、毎事業年度終了後3か月以内に理事長が作成し、監事の監査を受け、総会の議決を得なければならない。
2　決算上剰余金を生じたときは、次事業年度に繰り越すものとする。
(臨機の措置)

第57条 予算をもって定めるもののほか、借入金の借入れその他新たな義務の負担をし、又は権利の放棄をしようとするときは、総会の議決を経なければならない。

第7章 定款の変更、解散及び合併

(定款の変更)
第58条 この法人が定款を変更しようとするときは、総会に出席した正会員の4分の3以上の多数による議決を経、かつ、法第25条3項に規定する軽微な事項を除いて所轄庁の認承を得なければならない。
(解散)
第59条 この法人は、次に掲げる事由により解散する。
(1) 総会の決議
(2) 目的とする特定非営利活動に係わる事業の成功の不能
(3) 会員の欠亡
(4) 合併
(5) 破産
(6) 所轄庁による認証の取消し
2 前項第1号の事由によりこの法人が解散するときは、正会員総数の4分の3以上の承諾を得なければならない。
3 第1項第2号の事由により解散するときは、所轄庁の認定を得なければならない。
(残余財産の帰属)
第60条 この法人が解散(合併又は破産による解散を除く。)したときに残存する財産は、法第11条第3項に掲げるもののうち、解散時の総会で議決したものに譲渡するものとする。
(合併)
第61条 この法人が合併しようとするときは、総会において正会員総数の4分の3以上の議決を経、かつ所轄庁の認証を得なければならない。

第8章 公告の方法

(公告の方法)
第62条 この法人の公告は、この法人の掲示場に掲示するとともに、官報に掲載して行う。ただし法第28条の2第1項に規定する貸借対照表の公告については，この法人のホームページにおいて行う。

第9章 事務局

(事務局の設置)
第63条 この法人に、この法人の事務を処理するため、事務局を設置する。
2 事務局には、事務局長及び職員若干名を置くことができる。
(職員の任免)
第64条 事務局長及び職員の任免は、理事長が行う。
(組織及び運営)
第65条 事務局の組織及び運営に関し必要な事項は、理事会の議決を経て、別に定める。

第10章 雑則

(細則)
第66条 この定款の施行に必要な細則は、理事会の議決を経て理事長が別に定める。

附　則

1．この定款は、この法人の成立の日から施行する。
2．この法人の設立当初の役員は、別表のとおりとする。
3．この法人の設立当初の役員の任期は、第16条第1項の規定にかかわらず、この法人成立の日から平成17年6月30日までとする。
4．この法人の設立当初の事業年度は、第50条の規定にかかわらず、この法人の成立の日から平成16年3月31日までとする。
5．この法人の設立当初の事業計画及び収支予算は、第51条の規定にかかわらず、設立総会の定めるところによる。
6．この法人の設立当初の会費は、第8条の規定にかかわらず、次に掲げる額とする。

（入会金）　正会員　1,000円
（年会費）　(1) 正会員　　年額　　9,000円（個人・団体）
　　(2) 賛助会員　年額　1口50,000円（1口以上）
　　(3) 名誉会員　年額　　0円

附　則

この定款は、平成16年6月9日から施行する。

附　則

この定款は、平成19年6月18日に一部改正し、この日をもって施行する。

附　則

この定款は、令和4年6月16日に一部改正し、この日をもって施行する。

特定非営利活動法人日本歯科保存学会会員倫理規程

(趣旨)
第1条 日本歯科保存学会（以下「本会」という.）は，会員の守るべき倫理等必要な事項等について定める会員倫理規程を設ける.
2 本会会員は本会の名誉を傷つけ，又は目的に違反する行為を行ってはならない.
(実施方法)
第2条 倫理委員会における審査は以下の手順に従う.
(1) 倫理審査を希望する委員会の委員長は書面をもって，理事長及び倫理委員会委員長（以下「委員長」という.）に審査願いを提出する.
(2) 委員長は，直ちに審査を依頼した当該委員会委員長と検討し，委員会での審査が必要と判断した場合は，委員会を招集する.
(3) 委員会には，理事長の許可を得て外部委員2名を加えなければならない.
(4) 委員長の判断により，理事長の許可を得て必要に応じて関連する委員会の委員長等を委員として委嘱することができる.
(5) 委員長の判断により，専門的な情報や判断が必要とされた場合は，理事長の許可を得て弁護士等に依頼することができる.
(審査に拘わる費用)
第3条 委員会の審査に付随して発生する費用は本会が負担する.
2 外部委員には相応の交通費及び1日につき1万円の審査料を支払う.
(処分)
第4条 処分は除名，会員資格停止，専門・認定医資格喪失，専門・認定医試験受験停止，戒告，厳重注意等とする.
(結果の報告)
第5条 委員会は，審査結果を常任理事会に報告して承認を得なければならない.
2 学会は，理事会・評議員会・総会において処分の概要を報告しなければならない.
(異議申し立て)
第6条 処分内容に異議のある者は，処分を受けた日から2週間以内に文書をもって理事長に異議申し立てができる.
2 異議申し立てを受けた場合は，1ヶ月以内に倫理委員会を招集し，処分の再審議をしなければならない.
3 再度の異議申し立ては受け付けない.
(規程の改廃)
第7条 この規程の改廃は，委員会及び常任理事会の議を経て，理事会の承認を得なければならない.

附 則
この規程は，平成18年11月8日から施行する.
この規程は，平成24年4月1日に一部改正し，施行する.

日本歯科保存学雑誌投稿規程

1. この学術雑誌は，研究成果の論文発表による発信を通して，歯科保存学（保存修復学，歯内療法学，歯周病学）の発展に寄与することを目的としている．そのため，歯科保存学の基礎，臨床，教育ならびに歯科保存学を基盤とした歯科医学全般に関する論文を掲載する．
2. 論文の種類は，原著論文（独創性がある研究の成果に関するもの），総説（歯科保存学に関する争点を整理して今後の方向性を示唆しようとするもの，あるいは既発表論文の内容をまとめて新たな概念を提唱しようとするもの），ミニレビュー（歯科保存学に関する最近のトピックを総説形式で簡潔にまとめたもので，各賞の受賞論文を含む），症例・臨床報告（歯科保存学領域から広く歯科医療の実践と発展に有用となる臨床の記録）などの4種に分類する．なお，総説とミニレビューは，編集委員会からの依頼によるものと投稿によるものとに分ける．
3. 原著論文および症例・臨床報告の内容は，過去に他誌に掲載されたり，現在投稿中あるいは掲載予定でないものに限る．
4. 論文の採否は，査読を経て決定する（編集委員会からの依頼によるものを除く）．
5. 投稿原稿は，日本語または英語で簡潔に記述されたものとする．
6. 原著論文の形式は，原則として和文（英文）抄録，緒言，材料および方法，結果あるいは成績，考察，結論，文献，英文（和文）抄録の順に記載する．原著論文以外の論文も，原則としてこれに準ずる．
7. 本誌の発行は，原則として2月，4月，6月，8月，10月および12月に行う．12月には英文誌“Operative Dentistry, Endodontology and Periodontology”として発行する．また，必要があれば増刊する．
8. 筆頭著者が会員の場合のみ，一定額の掲載料補助を行う．また，筆頭著者が会員であるが共著者に非会員が含まれる場合については，掲載料補助は行われるが非会員の人数に応じて別途負担金を求める．なお，図表・写真などの実費，発送および別刷にかかわる費用，J-STAGE登載用データ作成代は，著者負担とする．ただし，編集委員会からの依頼によるものは除くものとする．
9. 論文投稿票は，最新のものを用い，投稿原稿に必ず添付する．
10. 受付日は，投稿原稿が学会事務局へ到着した日付とする．また，受理日は，査読担当者から採択可と判定された日付とする．
11. 掲載順序は，受理順とする．なお，採択論文の掲載証明は希望がある場合に発行する．
12. 論文投稿はE-mail投稿または学会ホームページ等からのWeb投稿とする．投稿原稿の送付先は，学会事務局とする．
13. 著者による校正は，原則として2校までとする．その際には，字句の著しい変更，追加，削除などは認めない．校正刷は所定の日までに必ず返却する．校正不要の場合には，その旨表紙左側に明記する．
14. 本誌掲載の著作物の著作権は，本学会に帰属するものとする．
15. この規程にない事項は，別に編集委員会で決定する．

附則

1. 本規程は平成6年11月10日から施行する（第38巻第1号より適用）．
2. 本規程は平成7年10月26日から一部改正し施行する．
3. 本規程は平成9年6月5日から一部改正し施行する．
4. 本規程は平成11年11月17日から一部改正し施行する．
5. 本規程は平成16年6月9日から一部改正し施行する．
6. 本規程は平成18年11月9日から一部改正し施行する．
7. 本規程は平成20年6月5日から一部改正し施行する．
8. 本規程は平成21年10月28日から一部改正し施行する．
9. 本規程は平成22年6月3日から一部改正し施行する．
10. 本規程は平成24年6月28日から一部改正し施行する．
11. 本規程は平成25年6月27日から一部改正し施行する．
12. 本規程は令和2年6月25日から一部改正し施行する．
13. 本規程は令和3年6月9日から一部改正し施行する．

投稿にあたっては「投稿規程」のほか，必ず各巻の1号に掲載されている「投稿の手引き」に準拠すること．

複写をご希望の方へ

本学会は，本誌掲載著作物の複写複製に関する権利を学術著作権協会に委託しております．

本誌に掲載された著作物の複写複製をご希望の方は，学術著作権協会（https://www.jaacc.org/）が提供している複製利用許諾システムを通じて申請ください．

複写以外の許諾（著作物の引用，転載，翻訳等）に関しては，直接本学会へお問い合わせください．

Reprographic Reproduction outside Japan

The Japanese Society of Conservative Dentistry authorized Japan Academic Association For Copyright Clearance（JAC）to license our reproduction rights of copyrighted works. If you wish to obtain permissions of these rights in the countries or regions outside Japan, please refer to the homepage of JAC（http://www.jaacc.org/en/）and confirm appropriate organizations to request permission.

投稿の手引き（67 巻 3 号から適用）

論文の形式

1. 原著論文は原則として和文（英文）表紙，和文（英文）抄録，本文（緒言，材料および方法，結果あるいは成績，考察，結論），文献，英文（和文）表紙，英文（和文）抄録，付図説明の順に綴じ，表紙から通しページ番号をつける．原著論文以外の総説論文，症例報告なども，原則としてこれに準ずる．
2. 論文の構成
   1） 表題：簡潔に内容を表したものであること．副表題は数字のみでなく内容を表したものとする．
   2） 緒言：研究の背景や新規性，目的および研究の意義が明確に理解できるように記述する．
   3） 材料および方法：使用した材料や装置，あるいは方法を明確に記載し，同一の方法で追試が行えるように，わかりやすく記述する．また，実験条件の設定，試料の数や抽出法，統計処理等が，研究目的に合致していること．
   4） 結果あるいは成績：客観的事実のみを記述し，著者の主観を交えたような表現を避ける．計測結果は，平均値と標準偏差などの特性値を併記する．
   5） 考察：方法，結果などについて，従来の文献を参考に十分推敲を重ね，独断的にならないように，また論旨が飛躍しすぎないように注意する．さらに，研究目的に対する考察に的を絞り，総論的な考察は避ける．
   6） 結論：得られた結論のみを正確かつ簡潔に記述する．その際，緒言で提示した研究目的や仮説との整合性に注意する．
3. 原稿は A4 判用紙を用い，1 頁当たり 40 字×20 行，12 ポイントの文字で印字することが望ましい．余白は天地左右 25 ミリ程度とする．数字，欧文はすべて半角で入力し，英文における単語間は半角とする．外国人名および地名はなるべく原語とする．
4. 論文の形式は最新号の雑誌を参照すること．
5. 論文の内容に関する利益相反（COI）状態をすべて申告すること．
6. 英文による論文には，英文校正者（歯科医学の専門知識を有することが望ましい）によるネイティブチェックを受けたことを示す英文校閲証明書を添付する（書式は問わない）．

倫理規程

1. 臨床研究（臨床試験・観察研究）に関する研究発表および人体から取得された試料を用いた研究発表を行う場合には，ヘルシンキ宣言および厚生労働省の医学研究に関する以下のものを含む各指針あるいは法を遵守して実施された研究であることを示すために，所属機関の長もしくは長の委託する研究倫理審査委員会の承認を得ていることを明記すること．
   1） 人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針
   2） 遺伝子治療等臨床研究に関する指針
   3） 臨床研究法
2. 再生医療等安全性確保法に定められている再生医療等技術を含む研究発表あるいは症例発表については，その法に従い患者に提供された技術であることを明記すること．
3. 適応外使用の薬剤・機器あるいは国内未承認の医薬品，医療機器，再生医療等製品を用いた治療法を含む症例発表については，所属施設に設置されている関連委員会（倫理審査委員会，未承認新規医薬品等審査委員会等）においてその使用の承認を得ていること，あるいは本学会臨床・疫学倫理審査委員会によって発表が認められた症例報告であることを明記すること．
4. 論文発表に際しては，研究対象者（患者）個人が特定できないよう，個人情報の保護を徹底すること．
5. 患者の臨床写真およびエックス線写真を論文に掲載する場合には，患者（患者本人からの同意が困難な場合は（未成年など），保護者あるいは代諾者）から同意を得ていることを明記すること．
6. 動物を対象とした研究発表を行う場合には，「所属施設の動物実験委員会等の承認を得ていること」等を明記すること．

表 紙

1. 和文表紙には，中央上段から和文による表題，著者氏名，所属機関名，責任著者連絡先，40字以内の略表題（ランニングタイトル）を記載する．
2. 英文表紙には，中央上段から英文による表題，著者氏名，所属機関名，責任著者連絡先を記載する．
3. 所属機関名と住所は和文・英文とも編集委員会に登録されているものを使用する．
4. 英文表題は冠詞，前置詞，接続詞などの付属語ならびに慣用の特殊語を除き，単語の先頭文字を大文字，以下を小文字で記す．また，ハイフンでつながる複合語の場合，ハイフンの後は小文字で記す．
5. 責任著者連絡先は，和文・英文とも著者1名の氏名・所属機関・住所・TEL・FAX・e-mailを記載する．

抄 録

1. 和文抄録は1,000字以内とし，目的，材料と方法，成績および重要な結論に分け，各見出しを付ける．最後に和文キーワード3語程度を記載する．
2. Abstractは400語以内とし，Purpose，Methods，Results，Conclusionに分け，各見出しを付ける．最後にKey words 3語程度を記載する．
3. Abstractは投稿者が十分に吟味し，必要に応じて英文校正者（歯科医学の専門知識を有することが望ましい）によるネイティブチェックを受けてから投稿すること．

本 文

1. 緒言，材料および方法，結果あるいは成績，考察，結論は，見出しの語で示し，それらには数字をつけない．
2. 文中の項目を細分する場合は1.・2.・3.……，1)・2)・3)……，(1)・(2)・(3)……，①・②・③……，a.・b.・c.……，の順によるものとする．
3. 文中の外国語（欧文）は下記の通りとする．
   1) 人名は，通常姓のみを記す．
   2) 製品名，製造者名を原語で示す必要があれば，単語の先頭文字を大文字，以下を小文字とする．
      原則として，和文による論文では「一般名（製品名，会社名，海外製品は国名)」，英文による論文では「一般名（製品名，会社名，都市名，(米国は州名,）国名)」のように記載する．なお，®や^{TM}などの商標登録表示は不要．
   3) 普通名詞は，ドイツ語およびラテン語の場合では単語の先頭文字を大文字，以下を小文字とする．英語およびフランス語の場合ではすべて小文字で記す．
   4) 学名二名法のものは，属名の単語の先頭文字を大文字，以下を小文字とし，イタリックで記す．たびたび使用する場合は，2回目以後では属名を省略し，単語の先頭文字で表してさしつかえない．
      例）*Streptococcus mutans* → *S. mutans*
   5) その他の原語で示す必要があれば，慣用の特殊語を除き，すべて小文字で記す．
4. 文中の数字の取り扱いは下記の通りとする．
   1) アラビア数字(算用数字)　数量を示す場合
   2) 日本数字(漢字)　数字を含む名詞，形容詞，副詞など
      例）第一大臼歯，一部分，二次齲蝕，二，三の，再三，四方，十二指腸，十数回
5. 単位は原則としてSI単位系を使用する．
6. 研究補助金についての記載，謝辞，その他の特記事項は結論の末尾に付記する．
7. COIのある場合，その旨を文献の前に記載すること．COIがない場合も「本論文に関して，開示すべき利益相反状態はない」などと記載すること．

文 献

1. 文献は，本文末尾に一括して引用順に記載する．
2. 本文中の文献呼び出しは，片括弧で，文の右肩に付す．2つ引用する場合は「,」で，3つ以上の場合は「-」でつなぐ．同一箇所で複数引用する場合は，古いものから年代順とする．

例：「著者ら[3)]は」「～ことが報告されている[7,8)]」「過去の研究[10-15)]では」

3. 記載例

a．雑誌論文

番号）著者（全員とする．共著の間は「,」で区切る）．論文題目．掲載誌名 発行西暦年；掲載巻：通巻ページの始-終．

例：

1）山田太郎，鈴木京子，田中一郎．アマルガム充塡に関する研究．日歯保存誌 1994；37：2017-2022.

2）Clark AB, Erickson D, Hamilton FG. Tensile bond strength and modulus of elasticity of several composite resins. J Dent Res 1992; 37: 618-621.

英文による論文中で日本語文献を引用する場合は末尾に（in Japanese）を付す．

3）Maruyama K, Han L, Okiji T, Iwaku M. A study on vital tooth bleaching. Jpn J Conserv Dent 2007; 50: 256-265.(in Japanese)

b．単行本

番号）著者（共著者）．書名．上・下巻．版数．出版社名：出版社所在都市名；発行西暦年．引用ページ．

例：

4）Phillips RW. Skinner's science of dental materials. 9th ed. WB Saunders: Philadelphia; 1991. 219-221.

c．分担執筆による単行本

番号）分担者名．分担表題名．編集者名（監修者名）．単行本名．上・下巻．版数．出版社名：出版社所在都市名；発行西暦年．引用ページ．

例：

5）原　学郎．保存修復学の歴史と目的．勝山　茂，石川達也，小野瀬英雄．保存修復学．3版．医歯薬出版：東京；1993．3-5.

6）Torneck CD. Dentin-pulp complex. Ten Cate AR. Oral histology. 5th ed. Mosby: St. Louis; 1998. 150-196.

ただし，各分担者の執筆部分の記載が無い場合には，分担者名および分担表題名は記載しない．

番号）編集者名（監修者名）．単行本名．上・下巻．版数．出版社名：出版社所在都市名；発行西暦年．引用ページ．

例：

7）岩久正明，河野　篤，千田　彰，田上順次．保存修復学 21．1版．永末書店：京都；1998．85-89.

d．翻訳書

番号）原著者名(原語)．翻訳者名(訳または監訳)．翻訳書名．翻訳書上・下巻．原著版数．翻訳書出版社名：翻訳書出版社所在都市名；翻訳書発行西暦年．翻訳書の引用ページ．

例：

8）Martin DW, Mayers PA, Rodwell VW．上代淑人．ハーパー・生化学．24版．丸善：東京；1997．402-405.

e．その他の記述形式

・学会抄録

番号）演者（全員とする．共同演者の間は「,」で区切る）．抄録題目．掲載誌名 発行西暦年；掲載巻：通巻ページの始-終，演題番号．

例：

9）Marais JT. Cleaning efficacy of a new root canal irrigation material. J Dent Res 1998; 77: 669, Abst. No. 300.

・印刷中の雑誌論文

原則として通常の雑誌論文と同様とするが，通巻ページが不明な場合は記載しなくてもよい．末尾に印刷中と記す．

例：

10）Sato K. Effect of toothbrushes on gingival abrasion. J Periodont Res 1994; 29: in press.

・電子ジャーナル

原則として通常の雑誌論文と同様とするが，通巻ページが不明な場合は，DOIなどを明記する．印刷される前に電子ジャーナルで公開されているものは，出版年・月のあとに［Epub ahead of print］と記す．

例：

11）Sunada N, Ishii R, Shiratsuchi K, Shimizu Y, Tsubota K, Kurokawa H, Miyazaki M. Ultrasonic measurement of the effects of adhesive application and power density on the polymerization behavior of core build-up resins. Acta Odontol Scand; doi: 10.3109/00016357.2011.654252

・インターネットウェブサイト

発行元．記事名．ウェブサイトアドレス．（アクセス日）

例：

12）厚生労働省．平成23年歯科疾患実態調査　現在歯数および1人平均値，歯種・年齢別（5歳以上・永久歯）．http://www.mhlw.go.jp/toukei/list/dl/62-17c23-1.pdf（2012年12月20日アクセス）

13）World Health Organization. Continuous improvement of oral health in the 21st century. http://www.who.int/oral_health/en/(cited 2005. 10. 1)

4. 掲載誌名の省略法は，原則として当該雑誌で規定されているものとする．

図・表

1. 図，写真，表などは図と表に分類して番号をつける．用紙設定はA4判を用い，図・表1つずつ別頁にする．図表中に当該図表の番号を入れること．
2. トレースを希望する図は「要トレース」と余白に記載する．
3. 図・表は原則として英語表記とする．
4. 図・表にはそれのみで理解できるような説明をつける．図・表の説明は，付図説明としてまとめる．
5. 図をカラー印刷希望の場合には，カラーデータを，モノクロ印刷希望の場合には，モノクロデータを添付する．

〈画像データ作成上の注意点〉

・データ形式は，可能な限りjpgとする．

・画像サイズはレイアウトに対応する大きさとし，画面解像度については写真の場合300 dpi以上，線画の場合1,200 dpi以上にすること．

6. 図・表を他書誌から転載する場合，著者が責任をもって転載元の許諾の要否について確認し，必要な時は転載許諾を取得した後に投稿すること．また，各図・表の説明文に出典を明記すること．

投稿原稿の送付

1. 原稿（和文（英文）表紙，和文（英文）抄録，本文，文献，英文（和文）表紙，英文（和文）抄録，付図説明で1ファイルにする）は，Microsoft Office Word（以下Word）形式とする．
2. 図は，jpgまたはpdfとする．
3. 表はMicrosoft Office Excel，jpg，pdfまたはWord形式とする．
4. 投稿票・著作権承諾書，チェックリスト，投稿論文に関わる利益相反（COI）自己申告書，英文校閲証明書（英文論文の場合）はスキャンし，画像ファイルで送付する．
5. ファイル名は，和文で「筆頭著者名」_「大学名（学部以下不要）」_「原稿・図・表・投稿票」_そしてファイル種類を表す「.拡張子」とする．

   例）日本太郎_日本大学_原稿.docx；日本太郎_日本大学_図.jpg；日本太郎_日本大学_表.xlsx；日本太郎_日本大学_投稿票.pdf

   なお，すべてを一括して，フォントを埋め込んだpdfでも投稿可能とする．その際のファイル名は，日本太郎_日本大学_一括原稿.pdfとする．
6. e-mailの件名（Subject）は，「日本歯科保存学雑誌投稿論文」とする．
7. 投稿原稿は，（一財）口腔保健協会編集部（のe-mailアドレス）：hensyu6@kokuhoken.or.jpに送付する．念のためCC（Carbon Copy）に，hensyu5@kokuhoken.or.jpを加えること．
8. ファイルサイズが大きすぎる等の問題のためe-mail投稿が困難な場合は，FTPサーバ等を用いた投稿も可能とする．この際であっても，まずはe-mailで投稿の旨を連絡し，その際にファイルをダウンロードするサイト等を指示すること．
9. 日本歯科保存学会ホームページに設置してある日本歯科保存学雑誌投稿フォーム（http://www.kokuhoken.or.jp/exterior/jscd/fileform/）からの投稿も可能とする．

投稿票の記載について

1. 投稿票は本誌最新号に綴じ込みのもの，または学会ホームページに掲載のものを使用する．
2. 論文タイトルは副表題があれば副表題まで記載する．
3. ランニングタイトル欄には論文内容を的確に表す略表題を 40 文字以内で記載する．英文は 2 文字が和文 1 文字に相当する．
4. 著者名が複数の場合も全員記載する．
5. 所属は省略せず，正式名称を記載する．
6. 別刷希望部数を記載する．
7. 連絡先は，責任著者とする．
8. 大学院生の学位論文の場合，責任著者は研究指導教員あるいは所属研究室の長などを記載するのが望ましい．
9. 裏面のチェックリストにより，著者自身で投稿原稿内容の確認を行い，著者チェック欄にチェックする．その後，編集連絡委員のチェックを受け署名および捺印をうける．
10. 本誌に掲載された著作物の著作権の譲渡にあたり，著作権帰属承諾書に著者全員の署名，捺印（外国人については捺印は不要）を行い，投稿原稿とともに提出する．

英文誌“Operative Dentistry, Endodontology and Periodontology”への投稿について

1. 論文の形式は原則として和文誌に倣うものとするが，和文表紙および和文抄録は不要とする．
2. 投稿方法も原則として和文誌に倣う．英文誌への掲載希望であることを投稿時に申し出ること．

「投稿規程」「投稿の手引き」英文版を学会ホームページおよび J-stage で公開しています．
https://www.jstage.jst.go.jp/browse/shikahozon/_pubinfo/-char/en

編　集　後　記

●本年1月1日，石川県能登地方でマグニチュード7.3，最大震度7の揺れを観測する地震が発生しました．関東でも震度3の揺れを感じ，その範囲の広さに驚きを隠せませんでした．ただちに，金沢市で開業している私の医局のOBに連絡を取ったところ，本人やご家族は無事とのことでしたが，歯科医院の壁にひびが入ったり，ガラスが割れたり，また棚から色々なものが落ちるなど，悲惨な状況だとのことでした．犠牲になられた方々に深く哀悼の意を表するとともに，被災された方々に衷心よりお見舞い申し上げます．いまだに余震が頻発しており，沢山の方々が不安な毎日を送られています．被災された方々の平穏と一刻も早い復興を祈念申し上げます．

●令和5年度から日本歯科保存学雑誌編集委員会委員となりました．本雑誌や英文誌Operative Dentistry, Endodontology and Periodontology（ODEP）へ投稿いただいており，心から感謝申し上げます．先生方から投稿いただいた論文を，丁寧に査読させていただきたいと思います．ODEPは2021年に発刊されました．著者の希望があればJ-STAGEに早期公開もされますので，いち早く最新の情報を発信することが可能です．多くの先生方からの投稿をお待ち申し上げます．

●今年度後半から，歯科保存専門医の認証申請を行うため，日本歯科保存学会と日本歯内療法学会による合同委員会が発足し，同委員会委員を委嘱されました．委員会では具体的な作業がスタートし，急ピッチで申請のための詳細を決定しつつ，本会学術大会において歯科保存専門医への移行申請について情報を発信しております．すでに，学会指導医の移行申請を受け付け，提出症例や書類の精査を行っており，今後筆記試験を実施いたします．順次，学会専門医の先生方の移行手続きを受け付ける予定ですので，移行を希望される先生は日本専門医機構主催の共通研修を忘れずに受講するようお願い申し上げます．

●今年は暖冬との予報が出ておりましたが，ふたを開けてみれば例年どおりで，毎日寒さが厳しいですね．インフルエンザや新型コロナウイルス感染が増えており，高熱とのどの痛みを訴える患者様が多くなっているようです．ご自愛くださいますようお願い申し上げます．

（武市　収　記）

日本歯科保存学雑誌編集委員会

委員長　柴　　秀樹（広島大学大学院医系科学研究科）
副委員長　西谷佳浩（鹿児島大学大学院医歯学総合研究科）
亀山敦史（松本歯科大学）
小牧基浩（神奈川歯科大学）
高橋慶壮（奥羽大学歯学部）
武市　収（日本大学歯学部）
野田　守（岩手医科大学歯学部）
古市保志（北海道医療大学歯学部）
保坂啓一（徳島大学大学院医歯薬学研究部）
諸冨孝彦（愛知学院大学歯学部）
吉羽邦彦（新潟大学大学院医歯学総合研究科）
吉村篤利（長崎大学大学院医歯薬学総合研究科）
米田雅裕（福岡歯科大学）
幹　事　武田克浩（広島大学大学院医系科学研究科）

（50音順）

編集・発行予定

号	投稿締切日	発行日
1	前年11月15日	2月末日
2	1月15日	4月末日
3	3月15日	6月末日
4	5月15日	8月末日
5	7月15日	10月末日
英文誌	9月15日	12月末日

令和6年2月29日　発行

編集兼発行者　特定非営利活動法人　日本歯科保存学会理事長　林　美加子
制作者　一般財団法人　口腔保健協会　http：//www.kokuhoken.or.jp/
印刷所　三報社印刷株式会社
発行所　特定非営利活動法人　日本歯科保存学会
日本歯科保存学雑誌編集委員会
〒170-0003　東京都豊島区駒込1-43-9
（一財）口腔保健協会内
電話　03（3947）8891
FAX　03（3947）8341

© The Japanese Society of Conservative Dentistry

特定非営利活動法人 日本歯科保存学会賛助会員名簿

賛助会員名	郵便番号	所在地	電話番号
アグサジャパン株式会社	540-0004	大阪市中央区玉造1―2―34	(06)6762―8022
医歯薬出版株式会社	113-8612	東京都文京区本駒込1―7―10	(03)5395―7638
イボクラールビバデント株式会社	113-0033	東京都文京区本郷1―28―24　4F	(03)6801―1303
長田電機工業株式会社	141-8517	東京都品川区西五反田5―17―5	(03)3492―7651
エンビスタジャパン株式会社	140-0001	東京都品川区北品川4―7―35　御殿山トラストタワー13F	(0800)111―8600
カボプランメカジャパン株式会社	140-0001	東京都品川区北品川4―7―35　御殿山トラストタワー15F	(0800)100―6505
クラレノリタケデンタル株式会社	100-0004	東京都千代田区大手町2―6―4　常盤橋タワー	(03)6701―1700
クルツァー ジャパン株式会社	113-0033	東京都文京区本郷4―8―13　TSKビル2F	(03)5803―2151
小林製薬株式会社	567-0057	大阪府茨木市豊川1―30―3	(072)640―0117
コルテンジャパン合同会社	190-0012	東京都立川市曙町2―25―1　2F	(042)595―6945
サンメディカル株式会社	524-0044	滋賀県守山市古高町571―2	(077)582―9981
株式会社ジーシー	113-0033	東京都文京区本郷3―2―14	(03)3815―1511
株式会社ジーシー昭和薬品	113-0033	東京都文京区本郷1―28―34	(03)5689―1580
株式会社松風	605-0983	京都市東山区福稲上高松町11	(075)561―1112
スリーエムジャパン株式会社	141-8684	東京都品川区北品川6―7―29	(03)6409―3800
タカラベルモント株式会社	542-0083	大阪市中央区東心斎橋2―1―1	(06)6212―3619
デンツプライシロナ株式会社	106-0041	東京都港区麻布台1―8―10	(03)5114―1005
株式会社東洋化学研究所	173-0004	東京都板橋区板橋4―25―12	(03)3962―8811
株式会社トクヤマデンタル	110-0016	東京都台東区台東1―38―9　イトーピア清洲橋通ビル7F	(03)3835―2261
株式会社ナカニシ	322-8666	栃木県鹿沼市下日向700	(0289)64―3380
株式会社ニッシン	601-8469	京都市南区唐橋平垣町8	(075)681―5346
日本歯科薬品株式会社	750-0015	山口県下関市西入江町2番5号	(0832)22―2221
ネオ製薬工業株式会社	150-0012	東京都渋谷区広尾3―1―3	(03)3400―3768
白水貿易株式会社	532-0033	大阪市淀川区新高1―1―15	(06)6396―4455
ピヤス株式会社	132-0035	東京都江戸川区平井6―73―9	(03)3619―1441
マニー株式会社	321-3231	宇都宮市清原工業団地8―3	(028)667―1811
株式会社茂久田商会	650-0047	神戸市中央区港島南町4―7―5	(078)303―8246
株式会社モリタ	564-8650	大阪府吹田市垂水町3―33―18	(06)6388―8103
株式会社モリムラ	110-0005	東京都台東区上野3―17―10	(03)3836―1871
YAMAKIN株式会社	543-0015	大阪市天王寺区真田山町3―7	(06)6761―4739
株式会社ヨシダ	110-0005	東京都台東区上野7―6―9	(03)3845―2931

（五十音順）

日本歯科保存学雑誌・ODEP論文投稿票

（第　　巻　　号掲載希望）

1. 論文の分類（チェックして下さい）　□修復　□歯内　□歯周　□その他
2. 論文種別（チェックして下さい）　□原著　□総説　□ミニレビュー　□症例・臨床報告
3. 論文タイトル
4. ランニングタイトル（サブタイトルでなく，論文内容を的確に示す略表題.
   40字以内とし，英文は2文字が和文1文字に相当する）
5. 著者名（全員）
6. 筆頭著者の
   所属機関名
7. 原稿の構成
   ・本文（和文・英文表紙，和文・英文抄録，本文，文献，付図説明を含む）　枚
   ・図　枚（うちカラー掲載希望の図番号　），表　枚
8. 別刷希望部数　部（□カラー印刷　□モノクロ印刷）
9. 連絡先（投稿・校正責任者）
   ・氏名
   ・住所　〒
   ・電話　　内線　　Fax
   ・E-mail
10. 備考，連絡事項

日本歯科保存学雑誌著作権帰属承諾書

日本歯科保存学会　殿

年　月　日

下記に署名・捺印した著者は，下記の表題の投稿原稿が「日本歯科保存学雑誌」に掲載された際には，同誌の投稿規程により，著作権を貴学会に帰属することを承諾いたします。

・論文タイトル

・著者（全員）

印	印	印
印	印	印
印	印	印
印	印	印
印	印	印

著者全員の署名・捺印が投稿締切までに揃わない場合は，事務局までご相談ください.

（次頁にチェックリストがあります）

貴稿が日本歯科保存学雑誌の投稿規程に沿ったものであるかを確認し，1〜12 の項目については，必ず著者チェック欄にチェック（✓印）して下さい．さらに，その項目について，所属機関の編集連絡委員のチェックを受けてから投稿して下さい．（編集連絡委員名簿は各巻 1・4 号に掲載しています）

なお，13〜20 の項目については該当する場合にチェックして下さい．

チェック 著者		編集連絡委員	チェック 編集委員会
□ □	1.	保存学会 HP 掲載の最新の投稿票を用いていますか．	□ □
□ □	2.	原稿（図，表を含む）は A4 サイズで作成していますか．	□ □
□ □	3.	原稿は和文（英文）表紙，和文（英文）抄録，本文，文献，英文（和文）表紙，英文（和文）抄録の順になっていますか．	□ □
□ □	4.	和文抄録，英文抄録には，見出しが付いていますか．	□ □
□ □	5.	和文・英文各表紙の末尾に責任著者連絡先が記入してありますか．	□ □
□ □	6.	和文・英文各キーワード（索引用語）を 3 語程度，和文抄録・英文抄録の末尾に記入してありますか．	□ □
□ □	7.	表紙には，ランニングタイトルが記入してありますか．	□ □
□ □	8.	原稿には通しページ番号（表紙から文献まで）が記載されていますか．	□ □
□ □	9.	文献は所定の書き方で，引用順になっていますか．	□ □
□ □	10.	図表にはそれぞれ番号が記入してありますか．	□ □
□ □	11.	図表とその説明は英語で表記していますか．	□ □
□ □	12.	投稿論文に関わる利益相反（COI）自己申告書を添付していますか．	□ □
□ □	13.	トレースの必要な図は，余白にその旨記載してありますか．	□ □
□ □	14.	カラー掲載希望の場合にはカラーデータを，モノクロ掲載希望の場合にはモノクロデータを添付していますか．	□ □
□ □	15.	英文論文の場合は，ネイティブスピーカー等による英文校閲証明書を添付していますか．	□ □
□ □	16.	ヒトを対象とする研究について，所属機関の長もしくはその長が委託する倫理委員会等の承認を得ていますか．	□ □
□ □	17.	再生医療等安全性確保法に定められている再生医療等技術を含む症例発表については，その法に従い患者に提供された技術であることを明記していますか．	□ □
□ □	18.	適応外使用の薬剤・機器あるいは国内未承認の医薬品，医療機器，再生医療等製品を用いた治療法を含む症例発表については，所属機関の長もしくはその長が委託する倫理審査委員会，未承認新規医薬品等審査委員会等の承認を得ていますか．	□ □
□ □	19.	患者資料（臨床写真，エックス線写真など）を症例報告論文に掲載するにあたり，患者（保護者・代諾者）から同意を得ていることを明記していますか．	□ □
□ □	20.	論文発表に際して，研究対象者（患者）個人が特定できないよう，個人情報を保護していますか．	□ □

編集連絡委員名 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿ ㊞

編集委員会からのお願い：所属機関に編集連絡委員がおられない場合には，その旨明記の上，締切日に余裕をもって事務局までお送り下さい．

Tokuyama

シェードのない世界へようこそ

オムニクロマ

歯科充填用コンポジットレジン　保険適用

OMNICHROMA
オムニクロマ

形態付与したい症例にはペーストタイプ

OMNICHROMA Flow
オムニクロマフロー

汎用性の高いフロー性で、
前歯から臼歯までの幅広い症例に使用可能

OMNICHROMA Flow BULK
オムニクロマフローバルク

バルクタイプだから深い窩洞にも一括充填が可能
（硬化深さ3.5mm以上）

バルクタイプが
新登場！

1本でVITA16色に同化！

構造色を応用した オムニクロマシリーズの色調適合範囲

B1 A1 B2 D2 A2 C1 C2 D3 A3 D4 B3 A3.5 B4 C3 A4 C4

色付けはイメージ

オムニクロマ
特設ページはこちら ▸▸

https://www.tokuyama-dental.co.jp/omnichroma/

オムニクロマ	標準医院価格¥4,000/1本4g(2.2mL)	(管理医療機器)認証番号:230AFBZX00049000
オムニクロマフロー	標準医院価格¥4,900/1本3g(1.8mL)	(管理医療機器)認証番号:302AFBZX00087000
オムニクロマフローバルク	標準医院価格¥4,900/1本3g(1.8mL)	(管理医療機器)認証番号:305AFBZX00058000

株式会社トクヤマデンタル
本　社　〒110-0016 東京都台東区台東1-38-9

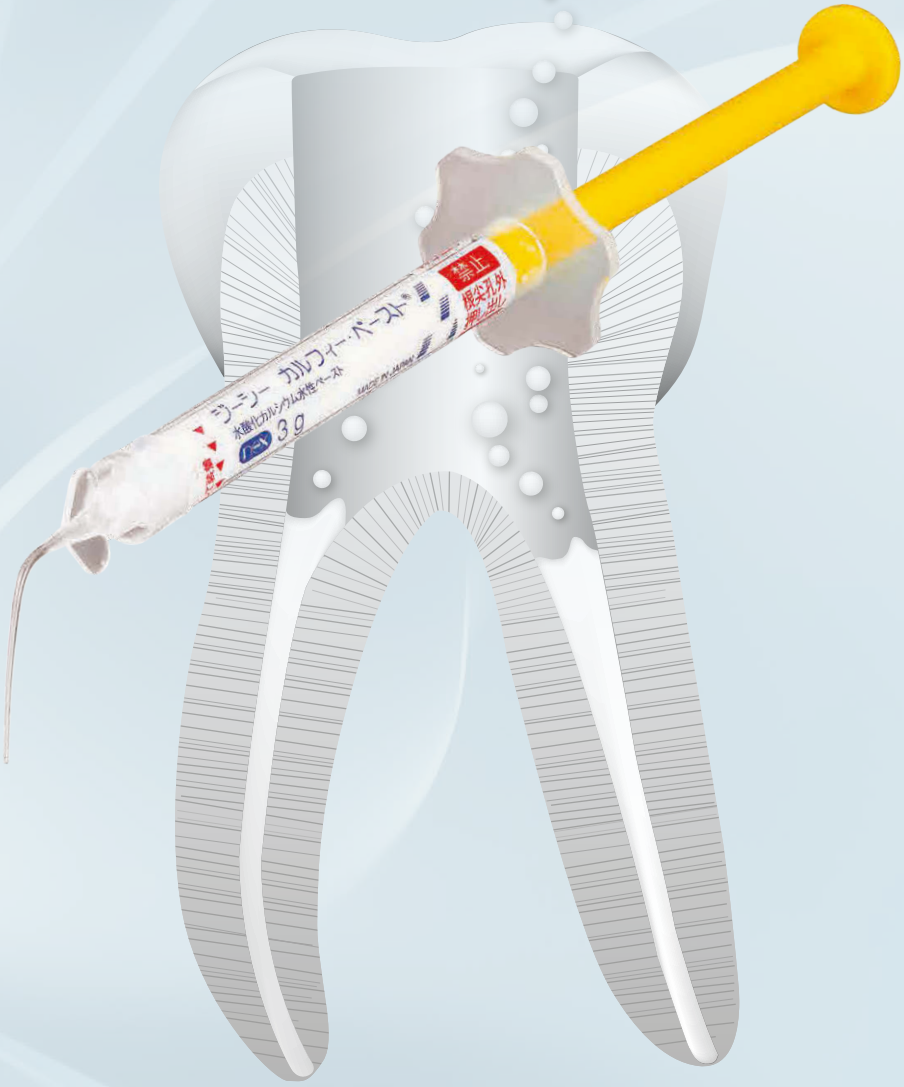
お問い合わせ・資料請求
インフォメーションサービス
0120-54-1182
受付時間
9:00～12:00/13:00～17:00(土日祝日は除く)

Webにもいろいろ情報載っています!!
トクヤマデンタル　検索

●札　幌 TEL011-812-5690　●仙　台 TEL022-717-6444　●東　京 TEL03-3835-7201　●名古屋 TEL052-932-6851　●大　阪 TEL06-6386-0700　●福　岡TEL092-412-3240

除去性に優れた
根管貼薬材

Smile for the World
Since 1921
100 years of Quality in Dental



水酸化カルシウム濃度
36%

GC × ジーシー昭和薬品

Tooth Pad
製品動画はコチラ

水酸化カルシウム水性ペースト NEW

カルフィー・ペースト

水酸化カルシウム系歯科根管充填材料　ジーシー　カルフィー・ペースト
高度管理医療機器　21500BZZ00134000

発売元 株式会社 ジーシー ／ 製造販売元 株式会社 ジーシー昭和薬品
東京都文京区本郷3丁目2番14号　東京都板橋区蓮沼町76番1号

※掲載情報は2023年6月現在のものです。 ※色調は印刷のため現品と若干異なることがあります。

JIZAI

NiTi ロータリーファイル

— 自 在 —

a master of endo.

MANI

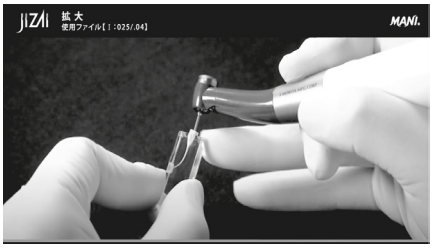
医療機器認証番号：301ABBZX00035000
管理医療機器　一般的名称：電動式歯科用ファイル
販売名　マニー®NiTi ファイル

Concept

SMOOTH 急な引き込まれを大幅軽減

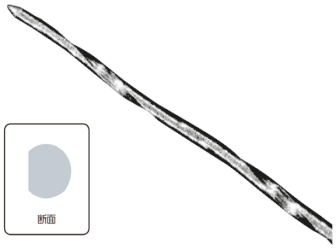
FLEXIBLE 本来の根管から逸脱しづらい
刃部構造と柔軟性

SIMPLE Ⅰ・Ⅱ・Ⅲの３本で終了
簡単な手順、使用方法を採用



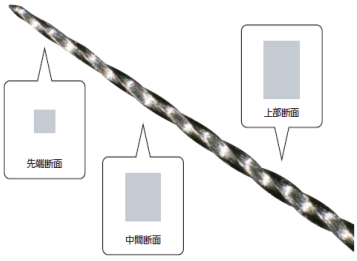
ホームページより
動画をご覧頂けます

D ファインダー



- 過剰な切削・食い込みを軽減できる。
- 刃部強度を高め、穿通力を UP。
- 石灰化、狭窄した根管にも折れにくく有効。

グライドファインダー



穿通性 + 切削性

- 先端部テーパーを強化し力が伝わりやすい。
- 断面形状の変化による優れた切削性と柔軟性。
- 穿通のみならずグライドパス形成も可能。

医療機器届出番号　09B1X00006011050　一般医療機器　一般的名称：歯科用ファイル　販売名　マニー ®D ファインダー
医療機器届出番号　09B1X00006011010　一般医療機器　一般的名称：歯科用ファイル　販売名　マニー ®K ファイル

製造販売　マニー株式会社　〒321-3231　栃木県宇都宮市清原工業団地8番3
【国内営業課】 Tel:028-667-8591 / Fax:028-667-8593
Exp.Sec./Phone:028-667-8592　Telefax:028-667-8596　URL:http://www.mani.co.jp

発売　株式会社モリタ
大阪本社　■〒564-8650　大阪府吹田市垂水町3丁目33番18号　Tel:06-6380-2525
東京本社　■〒110-8513　東京都台東区上野2丁目11番15号　Tel:03-3834-6161

自己接着性レジンセメント

ビューティリンク SA

無駄なく使える
ハンドミキシングタイプ

販売名・一般的名称

販売名	一般的名称	承認・認証・届出番号
ビューティリンク SA	歯科接着用レジンセメント	管理医療機器 医療機器認証番号 304AKBZX00032000

包装・価格

9mL … ¥12,000

【内容】ペースト 9mL、スパチュラ 1、紙練板 1
【色調】3色(クリア、アイボリー、オペーク)

1~25℃の
常温保管可能

製品の詳細はこちらまで…

松風 検索 www.shofu.co.jp

価格は2023年12月現在の標準医院価格（消費税抜き）です。

世界の歯科医療に貢献する
株式会社 松風
●本社:〒605-0983京都市東山区福稲上高松町11 お客様サポート窓口(075)778-5482 受付時間8:30~12:00 12:45~17:00(土日祝除く) www.shofu.co.jp
●支社:東京(03)3832-4366●営業所:札幌(011)232-1114/仙台(022)713-9301/名古屋(052)709-7688/京都(075)757-6968/大阪(06)6330-4182/福岡(092)472-7595

Thinking ahead. Focused on life.

MORITA

Spaceline EX

スペースライン EXが iFデザイン賞の金賞を受賞

ドイツのiFデザイン賞は、50年以上の歴史を有し、各国から選ばれた審査員によって厳正に選考される世界的に権威のあるデザイン賞です。世界中から6,400以上のエントリーが有った中、最優秀デザインとして75件に授与される金賞（ iF GOLD AWARD ）をスペースライン EXが受賞しました。人間工学に基づき緻密に計算されたデザインは、患者さんだけでなく術者にも理想的で洗練されたデザインであると評価されました。

iF GOLD AWARD 2018

発売

株式会社 モリタ

大阪本社　大阪府吹田市垂水町3-33-18
〒564-8650 T 06. 6380 2525
東京本社　東京都台東区上野2-11-15
〒110-8513 T 03. 3834 6161
お問合せ　お客様相談センター 歯科医療従事者様専用
T 0800. 222 8020（フリーコール）

製造販売・製造

株式会社 モリタ製作所

本社工場　京都府京都市伏見区東浜南町680
〒612-8533 TEL 075-611-2141
久御山工場　京都府久世郡久御山町市田新珠城190
〒613-0022 TEL 0774-43-7594

販売名：スペースライン
一般的名称：歯科用ユニット
機器の分類：管理医療機器（クラスⅡ）
特定保守管理医療機器
医療機器認証番号：228ACBZX00018000

www.dental-plaza.com