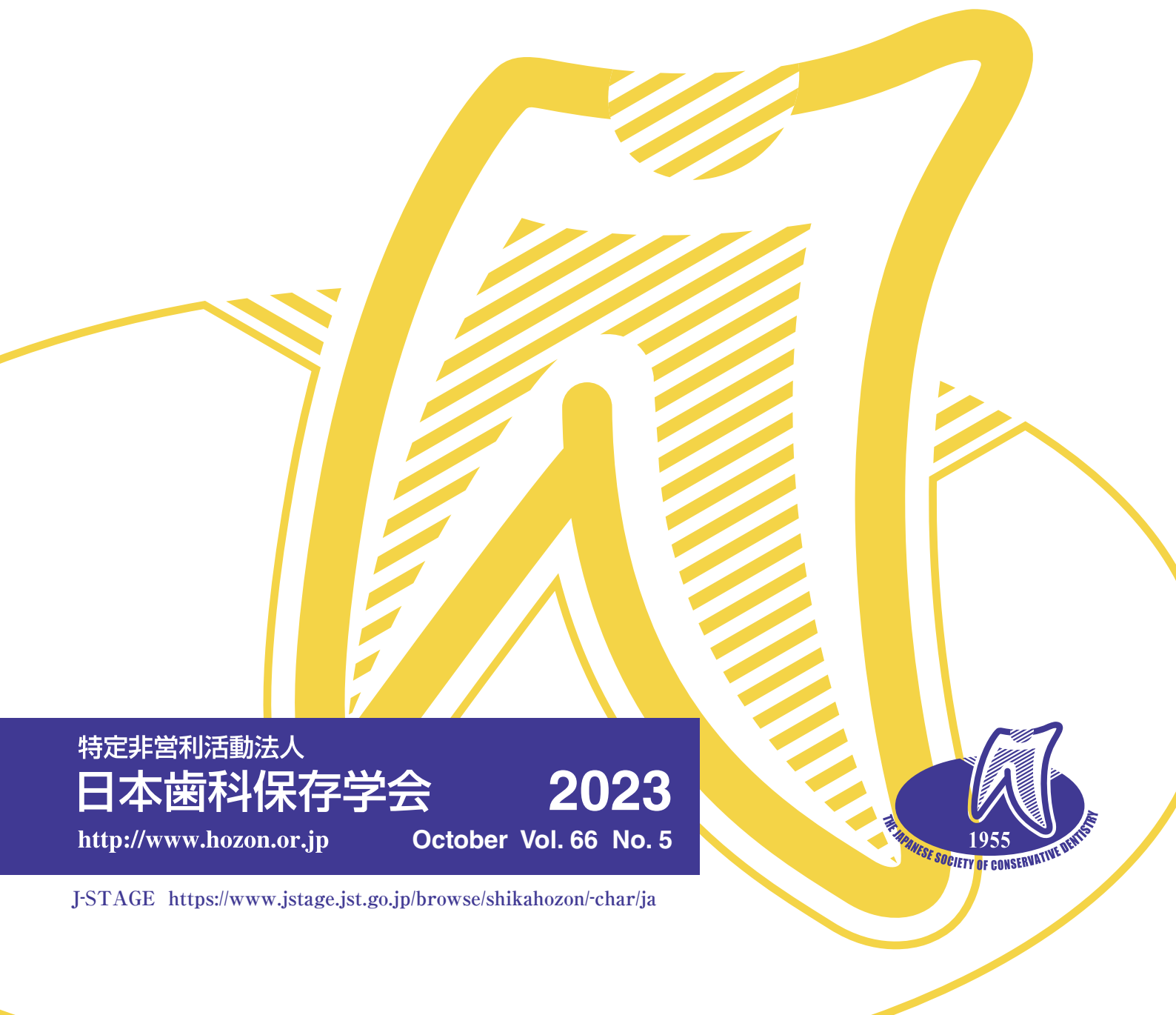


ONLINE ISSN 2188-0808

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

2023

<http://www.hozon.or.jp>

October Vol. 66 No. 5



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。

Super Low

NEW

1色^{*}で天然歯色に親和するフロアブルCR

※白歯部の場合

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。

BIO-C® SEALER

バイオ シー シーラー



水酸化カルシウム系歯科根管充填材料
バイオ シー シーラー
*0.5gシリンジ 4本 エンドチップ S 20本

一般名称：水酸化カルシウム系歯科根管充填材料
販売名：バイオ シー シーラー (Bio-C Sealer)
承認番号：30200BZX00263000(高度)

「ハイドロリックコンデンセーションテクニック」に
おすすめのバイオセラミック (MTA) シーラーです。

1 抗菌性

pH11~13の強いアルカリ性を維持するので
抗菌性が期待できます

2 プレミックスタイプ

練和の必要がないので手間もなく、
材料のロスも少ないシリンジタイプ

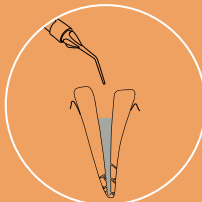
3 レジンフリー

レジンが一切含有されていません

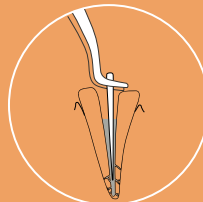


Ready to Use

ハイドロリックコンデンセーション



Step.1



Step.2



▲製品詳細はこちら

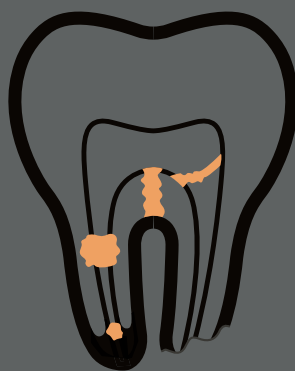
BIO-C® REPAIR

バイオ シー リペア



Ready to Use

逆根管充填、パーフォレーションリペア、覆髄処置に可能な
バイオセラミック材料



1 プレミックス

プレミックスペースト。
操作時間なし。

2 強アルカリ性

3 X線不透過性

酸化ジルコニウムを配合。充填後の予後観察はもちろんのこと、
耐変色性にも優れています。

4 硬化時に膨張

硬化時に膨張します。

5 レジンフリー



▲製品詳細はこちら

バイオセラミックス系シーラーによる シングルポイント根管充填

すぐれた封鎖性・高い生体親和性

歯科用覆髄材料・歯科用根管充填シーラ

ニシカキャナルシーラー[®] BGmulti ペスト

管理医療機器

一般の名称：歯科用覆髄材料・歯科用根管充填シーラ
医療機器認証番号：302ADBZX00055000



覆髄にも



パウダーを混ぜて
お好みの性状に

シンプルな操作で根管充填

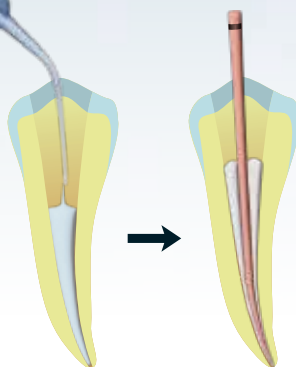
シングルポイント根管充填用ツール

BGフィル

一般医療機器

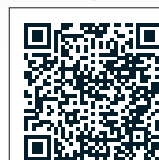
一般の名称：歯科用充填・修復材補助器具
医療機器届出番号：08B3X10011000001

臨床試用医療機器あります。



[シーラー注入] [ポイント1本]

＼ 動画でご覧いただけます ＼
シングルポイント根管充填



【包装・標準価格】

ニシカキャナルシーラー BG multi	・ペスト…1本 [A材 4.5g(2.5mL)、B材 4.5g(2.5mL)]・12,000円 ・パウダー…1個 [2g]・9,800円 ・セット…ペスト1本、パウダー1個・21,000円
BGフィル	・セット…チップ、ガスケット各20本入、シリンジ1本入・3,800円 ※別売品もございます。

CAD/CAM 活用による 歯冠修復治療

メタルフリーの歴史と展望

詳細は
2次元コードの
リンク先から！

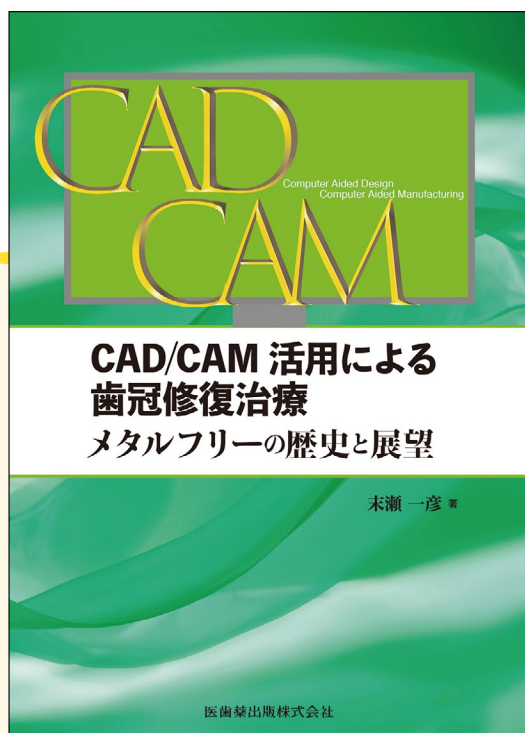


■ B5判／136頁／カラー ■ 定価 8,800円 (本体 8,000円+税10%)
■ ISBN978-4-263-44690-4 ■ 注文コード：446900

末瀬一彦 著

金属修復を脱却して、 メタルフリーの 歯冠修復治療へ

- CAD/CAM 冠の保険導入から9年. 保険導入の経緯と臨床適用の現状を紹介するとともに、CAD/CAM 冠の臨床応用上の留意点（支台歯形成、研磨、接着操作など）を網羅的に解説。
- ジルコニア修復についても、その特徴や臨床応用のポイントをわかりやすく示しています。
- その他、歯科における CAD/CAM システムの展望やデジタル化の課題、歯科技工士の将来など、永年にわたって研究・教育・臨床に携わってきた著者の思いの丈がこもった渾身の一冊です。



掲載内容(目次より)

- 01 序論
- 02 金属修復物の課題
- 03 CAD/CAM 冠の保険導入
- 04 CAD/CAM 冠の臨床応用上の留意点
- 05 ジルコニアの歯冠修復への応用
- 06 ファイバーポストの正しい使用方法

- 07 歯科用 CAD/CAM システムの開発・現状・展望
- 08 歯科技工の現状と展望
- 09 これからの歯科医療
～「9028」の実現を目指して～
- 10 おわりにあたって

保存治療から最先端治療への挑戦

日本歯科保存学会 2024 年度春季学術大会（第 160 回）大会長
東北大学大学院歯学研究科エコロジー歯学講座歯科保存学分野
齋藤 正寛



令和 6 年（2024 年）5 月 16 日（木）、17 日（金）の 2 日間にわたって、仙台国際センターにおいて日本歯科保存学会 2024 年度春季学術大会（第 160 回）を開催いたします。今大会のメインテーマである「保存治療から最先端治療への挑戦」は、日本歯科保存学会の使命である口腔健康と全身健康の関連性に焦点を当てたものです。国民皆歯科検診についての報道以来、歯科治療への注目が高まっており、この学会はその重要性に応える場として位置づけられています。今回の学術大会では、最先端治療をキーワードとして、日本歯科保存学会の取り組むべき課題を議論し、大学関係者および一般開業の会員の皆様とともに、将来の保存治療について考えていく場を提供したいと考えています。

大会プログラムは、米国歯内療法学会でバイオマテリアルで注目されている Anil Kishen 先生（トロント大学歯学部）が特別講演 1 を担当され、また特別講演 2 として後藤昌史先生（東北大学大学院医学研究科創生応用医学研究センター移植再生医学分野）にご講演いただく予定です。

シンポジウム I は全身疾患と口腔の関連性に焦点を当て、炎症性腸疾患と口腔炎症の関係について、医学と歯学の観点から議論します。このセッションには角田洋一先生（東北大学大学院医学系研究科）、北本 祥先生（大阪大学世界最先端研究機構免疫学フロンティア研究センター）、高橋直紀先生（新潟大学大学院医歯学総合研究科）、八幡祥生先生（東北大学大学院歯学研究科）が登壇します。シンポジウム 2 では再生医療の現状に焦点を当て、この分野に精通する北川 全氏（オステナト株式会社）、竹立匡秀先生（大阪大学歯学部附属病院）、庵原耕一郎先生（国立長寿医療研究センター）、鎌野優弥先生（東北大学病院）の 4 名でパネルディスカッションを行い、学会参加者との議論を促進します。学会主導型プログラムでは、保存領域における臨床研究の最前線に焦点を当て、半田慶介先生（神奈川歯科大学歯学部）、鷲尾絢子先生（九州歯科大学歯学部）、高柴正悟先生（岡山大学学術研究院医歯薬学域）、保坂啓一先生（徳島大学大学院医歯薬学研究部）が登壇します。そして若手臨床家によるセッションでは、歯内療法の専門家として田中利典先生（東京都開業）、歯周病の専門家として芝 多佳彦先生（東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科）、修復の専門家として菅井佳広先生（新潟県開業）も登壇します。またこの学術大会ではインカムを用いたプレゼンテーションの導入や、外国人研究者との交流を目的とした会も企画されており、より充実したものになっております。

認定研修会は、諸富孝彦先生（愛知学院大学）にご講演いただきます。認定歯科衛生士教育講演では口腔ケアにデジタル技術を取り入れた吉久保典子先生（小池歯科医院）の講演を企画しております。また、ランチョンセミナー、一般口演、歯科衛生士口演、ポスター発表など、各講演発表を企画、準備しています。詳細は今後、学術大会ホームページにてご案内いたしますので、ご確認いただきますようお願い申し上げます。

仙台的 5 月は新緑の季節で、天気良ければ宮城蔵王の残雪を楽しむことができます。学術大会の会場である仙台国際センターは、仙台駅から直通的地下鉄東西線、国際センター駅に直結しており、交通の便も大変よく、会場として最適です。また、足を少し延ばせば風光明媚な松島、石巻では三陸の美味しい海の幸を楽しむことができます。そして何より宮城は地酒が自慢の場所です。仙台で東北のお酒と美味しい料理を楽しみながら、ぜひ多くの先生方にご参加いただければ幸いです。

対面で学術大会が行えるようになり、現地参加ならではの実りある情報交流ができ、さらに学術大会を楽しめる新たな取組も行います。関係者一同、全力で準備に取り組んでまいりますので、全国各地から多くの皆様のご参加を心より、お待ち申し上げます。

日本歯科保存学会 2024 年度春季学術大会（第 160 回）案内

日本歯科保存学会 2024 年度春季学術大会（第 160 回）は、2024 年 5 月 16 日（木）・17 日（金）、宮城県仙台市（担当校：東北大学大学院歯学研究科エコロジー歯学講座歯科保存学分野、大会長：齋藤正寛教授）において、下記のとおり開催（現地開催＜予定＞およびオンデマンド配信）することとなりました。多数の会員の皆様方の発表とご参加をお願い申し上げます。

2023 年 10 月
特定非営利活動法人 日本歯科保存学会
理事長 林 美加子

1. 会 期 2024 年 5 月 16 日（木）・17 日（金）

本学術大会では、2024 年 5 月 30 日（木）正午～6 月 13 日（木）正午の期間、オンデマンド配信を予定しております。

2. 会 場 仙台国際センター

〒980-0856 宮城県仙台市青葉区青葉山無番地
TEL：022-265-2211

3. 発表形式選択

下記、6 つの中から選択ください。

- ・一般発表（口演）
- ・一般発表（ポスター）
- ・一般発表（ポスター）※『優秀発表賞（優秀ポスター賞）』の選考対象（事前エントリー制）
- ・専門医症例発表（ポスター）※『専門医優秀症例発表賞』の選考対象（事前エントリー制）
- ・認定医症例発表（ポスター）※『認定医優秀症例発表賞』の選考対象（事前エントリー制）
- ・歯科衛生士発表（一般/症例）（口演）
- ・歯科衛生士発表（一般/症例）（ポスター）

筆頭発表者は本学会会員に限りませんが、共同発表者に非会員を含む場合は、演題 1 件につき抄録掲載料として 1 名当たり 5,000 円を徴収します。なお、学術大会参加時には別に参加費が必要となります。発表形式の要領は以下のとおりです。臨床家の先生方の参加に應えるよう、口演およびポスター発表においても、症例報告や検査・診断・治療テクニック・新材料・新技術の紹介など、臨床に即した内容の発表も歓迎します。

また、本学術大会におけるポスター発表では、これまでの事前エントリー制の『優秀発表賞（優秀ポスター賞）』に加え、専門医および認定医による事前エントリー制のポスター症例発表演題を対象とする『専門医優秀症例発表賞』と『認定医優秀症例発表賞』の選考と表彰を行いますので、奮って登録願います。

1) 口 演

- ◆現地発表または動画発表となります。
- ◆発表時間は 8 分、質疑応答が 2 分です。円滑な会の進行と討論を実現させるため、発表時間は厳守してください。
- ◆発表は液晶プロジェクターを使用します。プロジェクターは 1 台しか使用できません。
- ◆発表に使用するスライド中の図表およびその説明・注釈は英文で表記してください。
- ◆動画ファイルは、Microsoft PowerPoint ファイルに音声を書き込んだ mp4 データをお送りいただきます。
- ◆オンデマンド配信期間中は、専用ホームページにて口演発表として公開されます。
- ◆会場発表に使用するファイルを記録した CD-R の事前送付は不要です。学会当日、ファイルを記録した USB メモリ（または CD-R）をご持参ください。当日は「PC 受付」にて、口演開始 1 時間前までに必ずファイルの確認と修正を終えてください。
- ◆詳細は、後日ホームページにてご案内いたします。

2) ポスター発表

- ◆ポスター発表は、現地発表用（印刷版）とオンデマンド配信用（PDF ファイル）を作成いただきます。
- ◆オンデマンド配信期間中は、専用ホームページにてポスター発表として公開されます。
- ◆ポスターの掲示形式の詳細は「6. ポスター発表掲示形式」をご覧ください。
- ◆詳細は、大会ホームページにてご案内いたします。

4. 発表の申込み

学術大会ホームページ (<https://shikahozon.jp/160>) による受付となります。

1) 演題申込方法

- ・一般発表における筆頭発表者には、演題登録時に COI (conflicts of interest) に関する自己申告書の提出が求められます。様式等の詳細については学術大会ホームページをご参照ください。
- ・演題発表には、本会機関誌と同等の倫理規程が適用されます。詳細については、学会ホームページ (http://www.hozon.or.jp/member/ethics_code.html#meeting_ethics) をご確認ください。

2) 演題申込期間

2023 年 11 月 13 日 (月) 正午～2024 年 2 月 13 日 (火) 14:00

学術大会ホームページよりご登録ください。

演題申込期間の延長はいたしませんので、期間内に奮ってお申し込みください。

一般演題の登録は、すべて学術大会ホームページ内の「演題登録システム」にて受付いたします。

「演題登録システム」以外の受付は一切できませんのでご注意ください。

3) 登録項目

演題登録画面にて、以下の項目を入力してください。

- ・発表形式区分: 「口演」「ポスター」「歯科衛生士ポスター」から選択ください。
 - ・筆頭発表者: ①氏名 ②ふりがな ③英文氏名 ④会員番号
 - ・所属: ①所属名 (日本語・英語) ②住所 ③電話 ④FAX ⑤E-mail アドレス
 - ・共同発表者: ①氏名 (日本語・ふりがな・英語) ②会員資格の有無 ③会員番号 ④所属
 - ・発表内容: 分野 (「修復」「歯内」「歯周」「その他」から選択ください。)
 - ・図表・写真の有無: 図表・写真を掲載する場合は、グレースケールでご作成ください。図表についての説明・注釈は英文表記となります。ご協力をお願いいたします。
 - ・『優秀発表賞 (優秀ポスター賞)』へのエントリーの有無について登録願います。
 - ・『専門医優秀症例発表賞』または『認定医優秀症例発表賞』へのエントリーの有無について登録願います。
- 備考: 患者国民が期待する質の高い治療法や機器等の活用法についての情報共有化を図るために、本学術大会では「ポスター」発表において、『専門医優秀症例発表賞』と『認定医優秀症例発表賞』を設け、それぞれ 1 演題の選考と表彰を行いますので、奮って登録願います。

4) 演題・抄録提出時の注意点

- ・2024 年 2 月 13 日 (火) 14:00 の抄録提出期限までに、ホームページ上で何度でも更新・変更が可能です。
 - ・演題・抄録の申込方法の詳細はホームページ上で公開いたしますので、ご確認ください。
 - ・ご登録いただきました際には、受信確認の E-mail が自動送信されます。
 - ・締切直前はアクセスが集中し回線の混雑が予想されますので、余裕をもってご登録ください。
 - ・以下の研究発表および国内未承認薬・未承認治療法の使用を含む症例報告の場合は、所属機関の倫理委員会・動物実験委員会、未承認新規医薬品等審査委員会等、あるいは日本歯科保存学会臨床・疫学倫理審査委員会等の適切な審査機関による承認を得ている研究であることを抄録に明記してください。
 - (1) ヒトを対象とした研究発表
 - (2) 動物を対象とした研究発表
 - (3) 臨床試料 (ヒト抜去歯など) を用いた研究発表
 - (4) 適応外使用の薬剤・機器あるいは国内未承認薬・未承認治療法の使用を含む研究発表および症例報告
 - (5) 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および症例報告
- なお、承認済の適応材料を用いた症例報告は大変貴重ですので、奮ってお申し込みください。
- ・採択の段階で、ご希望の形式以外での発表をお願いする場合があります。最終的な決定は、大会長にご一任ください。

5) その他

- ・学会開催期間中の演者による抄録訂正は認められておりません。
- ・筆頭発表者は日本歯科保存学会の会員に限ります。学会入会希望者は下記の学会事務局までお申し込みください。学術大会運営事務局ではございませんのでご注意ください。

【入会問合せ先】 〒170-0003 東京都豊島区駒込 1-43-9

(一財) 口腔保健協会内 日本歯科保存学会事務局

TEL : 03-3947-8891 FAX : 03-3947-8341

5. 第160回学術大会に関する問い合わせ先

日本歯科保存学会 2024 年度春季学術大会（第160回）運営事務局

(一財) 口腔保健協会 コンベンション事業部

TEL : 03-3947-8761 FAX : 03-3947-8341 E-mail : jsmdl60@kokuhoken.jp

ホームページ : <https://shikahozon.jp/160>

6. ポスター発表掲示形式

- 1) ポスターパネル（現地発表用）は、掲示可能なスペースが横 90 cm、縦 210 cm で、そのうち最上段の縦 20 cm は演題名等用のスペースとし、本文の示説用スペースは横 90 cm、縦 190 cm とします。
- 2) 最上段左側の横 20 cm、縦 20 cm は演題番号用スペースで、演題番号は大会事務局が用意します。
- 3) 最上段右側の横 70 cm、縦 20 cm のスペースに、演題名、所属、発表者名を表示してください。なお演題名の文字は、1 文字 4 cm 平方以上の大きさとし、また共同発表の場合、発表代表者の前に○印を付けてください。演題名を英文で併記することとなりました。ご協力をお願いいたします。
- 4) ポスター余白の見やすい位置に、発表代表者が容易にわかるように手札判（縦 105 mm、横 80 mm）程度の大きさの顔写真を掲示してください。
- 5) ポスターには図や表を多用し、見やすいように作成してください。3 m の距離からでも明瞭に読めるようにしてください。図表およびその説明・注釈は英文で表記してください。研究目的、材料および方法、成績、考察、結論などを簡潔に記載してください（※症例報告の場合は、緒言、症例、経過、予後、考察、結論）。
- 6) ポスター掲示用の押しピンは、大会事務局にて用意します。
- 7) ポスターを見やすくするために、バックに色紙を貼ることは発表者の自由です。
- 8) オンデマンド配信用の PDF ファイルは、横 45 cm、縦 105 cm に設定してください。



7. 事前登録について

本学術大会では事前登録を採用します。事前登録の詳細は学術大会ホームページ等にてご案内いたします。

8. 会員懇親会について

本学術大会における会員懇親会は、実施を予定しております。詳細は学術大会ホームページ等にてご案内いたします。

9. 抄録集について

冊子体としての抄録集発行は行いません。ホームページ上で公開いたしますので、各自必要箇所を事前に保存もしくはプリントアウトしてご用意ください。

認定医申請のお知らせ

下記の要領で2023年度第2回認定医認定審査を開催致します。認定医認定の審議を希望される先生は下記の要領で応募されますようお願いいたします。なお、研修単位管理システム（バーコードシステム）への登録が必須です。詳細は、学会HP（http://www.hozon.or.jp/member/training_unit.html）をご覧ください。

認定医試験のタイムスケジュール

- 2023年 12月1日（金）：申請受付開始
- 12月20日（水）：締め切り（消印有効）
- 2024年 1月下旬（予定）：申請書類審査会開催
- 3月上旬（予定）：筆記試験、提出症例の書類審査（東京での開催を予定）

認定医申請書類ならびに「しおり」について

学会HPよりダウンロードしてください。

※症例は、保存修復・歯内療法・歯周治療分野の中から、1症例を提出してください。

※2020年2月28日付けで、保存修復症例については様式およびしおりの「提出症例の要項」「症例報告に必要な口腔内写真・エックス線写真」に変更がありましたので、最新版をご確認ください。

※申請書類については、所定のフォーマットを使用してください（改変は不可）。

認定医申請料・受験料・登録料

認定医申請料：1万円

認定医受験料：2万円

認定医登録料：1万円

*申請時には、申請料と受験料（計3万円）をお振り込み願います。

*郵便局備え付けの郵便振替用紙（青色）にて下記の口座にお振り込み願います。

口座番号：00130-8-552710

加入者名：日本歯科保存学会認定医審議会

- ・詳細は本誌に掲載の認定医制度規則・認定医制度施行細則をご参照ください。
- ・本会認定医制度および認定試験の最新情報については、そのつどホームページおよび本機関誌でお知らせしています。

2023年10月

特定非営利活動法人 日本歯科保存学会 認定委員会

特定非営利活動法人 日本歯科保存学会 指導医・専門医申請手續に関してのお知らせ

日本歯科保存学会 2023 年度第 2 回専門医試験を、下記の要領で実施いたします。詳細につきましては、本誌に同封の「本制度規則」をご参照ください。なお、研修単位管理システム（バーコードシステム）への登録が必須です。詳細は、学会 HP（http://www.hozon.or.jp/member/training_unit.html）をご覧ください。

指導医申請

専門医更新時に下記の条件を満たせば指導医の申請が可能です。指導医申請につきましては、原則として専門医更新時に同時に受け付けております。

- ① 専門医の資格を得た後、10 年以上の日本歯科保存学会専門医歴を有し、その間に日本歯科保存学雑誌に 3 編以上の研究論文発表があり、認定委員会の推薦を経て理事会で承認を受けた者。
- ② 専門医の資格を得た後、5 年以上の日本歯科保存学会専門医歴を有し、その間に 5 編以上の研究論文の発表があり、認定委員会の推薦を経て理事会で承認を受けた者。研究論文のうち、2 編は日本歯科保存学雑誌に掲載され、そのうちの 1 編は筆頭著者もしくは責任著者であること（5 編すべて日本歯科保存学雑誌も可）。
- ③ 認定委員会の推薦を経て、理事会で承認を受けた者。

専門医申請

日本歯科保存学会会員歴、業績などにより必要とされる要件が申請者ごとに異なります。

詳細は制度規則第 2 章第 2 条をご参照ください。認定医資格登録後、3 年以上本会員である方が対象となります。（認定医番号 No.1～557 の方）

なお、申請要件である業績については、下記の専門医制度施行細則をご確認ください。

（研修施設において取得すべき業績）

第 15 条 研修施設において取得すべき業績は次の各号を満たすものであること

- (1) 研修施設において通算 5 年以上の認定研修を修了すること
- (2) 研究論文を 1 編以上日本歯科保存学雑誌に発表すること（共同著者可）

→入会から専門医申請までの業績

- (3) 本会学術大会で 1 回以上演者として発表を行うこと（共同発表可）

→認定医取得後から専門医申請までの業績

2023 年度第 2 回専門医試験実施要綱

2024 年 3 月上旬（予定）に Zoom でのオンライン試験で実施予定です。詳細は、学会ホームページに掲載されている「専門医制度のしおり」をご参照ください。

- ・ 2023 年度第 2 回指導医および専門医申請受付期間：2023 年 12 月 1～20 日（消印有効）
- ・ 研修施設名、主任指導医名は後に記載してあります。

—以下、指導医・専門医申請ともに共通です—

- ・ 申請書類ならびに「しおり」について
学会 HP よりダウンロードしてください。

※ 2020 年 2 月 28 日付けで、保存修復症例については様式および「提出症例の要項」「症例報告に必要な口腔内写真・エックス線写真」に変更がありましたので、最新版をご確認ください。

- ・申請料および審査料（計 4 万円）の振込先 ※指導医・専門医の申請・審査料はどちらも 4 万円です。郵便局備え付けの郵便振替用紙（青色）をご利用のうえ下記口座にお振込みください。

口座番号：00130-8-552710 加入者名：日本歯科保存学会認定医審議会

（注）郵便振替領収のコピーを申請用紙に必ず添付してください。

- ・申請書類送付先（本学会事務局内）

〒170-0003 東京都豊島区駒込 1-43-9（一財）口腔保健協会内 日本歯科保存学会認定委員会

- ・入会年月日および受験資格などの問い合わせ

本学会事務局へメール(gakkai5@kokuhoken.or.jp)または FAX(03-3947-8341)にてお問い合わせください。

※なお、専門医および指導医資格を取得された後は、ホームページに掲載されます。掲載を辞退される場合は、登録時に文書で申し出ていただくことになっております。

(2023 年 9 月 3 日現在)

研 修 施 設 名	主 任 指 導 医 名
北海道医療大学歯学部歯周歯内治療学分野	古 市 保 志
北海道医療大学歯学部う蝕制御治療学分野	齋 藤 隆 史
北海道医療大学病院総合歯科診療科	川 上 智 史
北海道大学大学院歯学研究院口腔健康科学分野 歯科保存学教室	
北海道大学大学院歯学研究院口腔健康科学分野 歯周・歯内療法学教室	菅 谷 勉
岩手医科大学歯学部歯科保存学講座う蝕治療学分野	野 田 守
岩手医科大学歯学部歯科保存学講座歯周療法学分野	八 重 柏 隆
東北大学大学院歯学研究科	
エコロジー歯学講座歯内歯周治療学分野	山 田 聡
東北大学大学院歯学研究科エコロジー歯学講座歯科保存学分野	齋 藤 正 寛
奥羽大学歯学部歯科保存学講座保存修復学分野	山 田 嘉 重
奥羽大学歯学部歯科保存学講座歯周病学分野	高 橋 慶 壮
奥羽大学歯学部歯科保存学講座歯内療法学分野	木 村 裕 一
明海大学歯学部機能保存回復学講座保存治療学分野	横 瀬 敏 志
明海大学歯学部口腔生物再生医工学講座歯周病学分野	申 基 喆
明海大学 PDI 浦安歯科診療所	
日本大学松戸歯学部保存修復学講座	平 山 聡 司
日本大学松戸歯学部歯周治療学講座	小 方 頼 昌
日本大学松戸歯学部歯内療法学講座	
東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 口腔機能再構築講座う蝕制御学分野	鳥 田 康 史
東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 生体硬組織再生学講座歯周病学分野	
東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 口腔機能再構築学講座歯髓生物学分野	興 地 隆 史
東京歯科大学歯内療法学講座	古 澤 成 博
東京歯科大学歯周病学講座	齋 藤 淳
東京歯科大学保存修復学講座	村 松 敬
東京歯科大学千葉歯科医療センター一般歯科系	
日本歯科大学生命歯学部歯科保存学講座	五 十 嵐 勝
日本歯科大学生命歯学部接着歯科学講座	奈 良 陽 一郎
日本歯科大学生命歯学部歯周病学講座	沼 部 幸 博
日本歯科大学附属病院総合診療科	北 村 和 夫
日本大学歯学部保存学教室修復学講座	宮 崎 真 至
日本大学歯学部保存学教室歯内療法学講座	武 市 収
日本大学歯学部保存学教室歯周病学講座	佐 藤 秀 一
昭和大学歯学部歯科保存学講座美容歯科学部門	真 鍋 厚 史
昭和大学歯学部歯科保存学講座歯内治療学部門	鈴 木 規 元
昭和大学歯学部歯科保存学講座歯周病学部門	山 本 松 男
昭和大学歯学部歯科保存学講座総合診療歯科学部門	長谷川 篤 司
神奈川歯科大学歯科保存学講座保存修復学分野	向 井 義 晴
神奈川歯科大学歯科保存学講座歯内療法学分野	石 井 信 之
神奈川歯科大学歯科保存学講座歯周病学分野	
鶴見大学歯学部保存修復学講座	山 本 雄 嗣
鶴見大学歯学部歯内療法学講座	細 矢 哲 康
鶴見大学歯学部歯周病学講座	五 味 一 博
新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔生命科学専攻 口腔健康科学講座う蝕学分野	野 杵 由 一郎
新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔生命科学専攻 摂食環境制御学講座歯周診断・再建学分野	

日本歯科大学新潟生命歯学部歯科保存学第1講座	北 島 佳代子
日本歯科大学新潟生命歯学部歯科保存学第2講座	新 海 航 一
日本歯科大学新潟生命歯学部歯周病学講座	佐 藤 聡
日本歯科大学新潟病院総合診療科	海 老 原 隆
松本歯科大学歯科保存学講座（修復）	亀 山 敦 史
（歯内）	増 田 宜 子
（歯周）	吉 成 伸 夫
朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科保存学分野歯冠修復学	二 階 堂 徹
朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科保存学分野歯内療法学	河 野 哲
朝日大学歯学部口腔感染医療学講座歯周病学分野	
愛知学院大学歯学部保存修復学講座	富士谷 盛 興
愛知学院大学歯学部歯内治療学講座	諸 富 孝 彦
愛知学院大学歯学部歯周病学講座	三 谷 章 雄
大阪歯科大学歯科保存学講座	山 本 一 世
大阪歯科大学口腔治療学講座	前 田 博 史
大阪歯科大学歯周病学講座	梅 田 誠
大阪大学大学院歯学研究科口腔分子感染制御学講座	林 美 加 子
（歯科保存学教室）	
大阪大学大学院歯学研究科口腔分子免疫制御学講座	村 上 伸 也
（口腔治療学教室）	
大阪大学歯学部附属病院口腔総合診療部	野 崎 剛 徳
岡山大学大学院医歯薬学総合研究科生体機能再生・	
再建学講座歯科保存修復学分野	
岡山大学大学院医歯薬学総合研究科病態制御科学専攻	高 柴 正 悟
病態機構学講座歯周病態学分野	河 野 隆 幸
岡山大学病院総合歯科	柴 秀 樹
広島大学大学院医系科学研究科歯髓生物学研究室	
広島大学大学院医系科学研究科歯周病態学研究室	
徳島大学大学院医歯薬学研究部再生歯科治療学分野	保 坂 啓 一
徳島大学大学院医歯薬学研究部歯周歯内治療学分野	湯 本 浩 通
九州歯科大学口腔機能学講座口腔保存治療学分野	北 村 知 昭
九州歯科大学口腔機能学講座歯周病学分野	中 島 啓 介
九州大学大学院歯学研究院口腔機能修復学講座	西 村 英 紀
歯周病学研究分野	
九州大学大学院歯学研究院口腔機能修復学講座	前 田 英 史
歯科保存学研究分野	
九州大学病院口腔総合診療科	和 田 尚 久
福岡歯科大学口腔治療学講座歯科保存学分野	松 崎 英津子
福岡歯科大学口腔治療学講座歯周病学分野	坂 上 竜 資
長崎大学病院歯科系診療部門保存・補綴歯科虫歯治療室	山 田 志津香
長崎大学大学院医歯薬学総合研究科歯周歯内治療学分野	吉 村 篤 利
長崎大学病院口腔管理センター	鵜 飼 孝
鹿児島大学大学院医歯学総合研究科先進治療科学専攻	西 谷 佳 浩
顎顔面機能再建学講座歯科保存学分野	
鹿児島大学大学院医歯学総合研究科先進治療科学専攻	野 口 和 行
顎顔面機能再建学講座歯周病学分野	
京都府立医科大学附属病院歯科	金 村 成 智

2024 年度 日本歯科保存学会「学会賞」, 「学術賞」および 「奨励賞」の募集について

本誌前号(66 巻 4 号)にてお知らせいたしました上記各賞の募集につきまして, 再度ご案内申し上げます.

特定非営利活動法人 日本歯科保存学会(以下「本会」という)の表彰制度は, 歯科保存学の領域において優れた業績をあげた本会の会員を表彰するとともに, 若手研究者の育成を図ることにより, 歯科保存学の発展と本会の活性化を期するものです. したがって, 「学会賞」は理事による推薦といたしますが, 「学術賞」および「奨励賞(40 歳未満)」は会員による個人応募としています.

つきましては, 学会ホームページに掲載しております学術賞応募申請書および奨励賞応募申請書をダウンロードのうえ, 奮ってご応募ください.

多数の方々からのご推薦・ご応募をお待ち申し上げます.

〔応募要綱〕

- * 申請締切日: 2023 年 12 月末日(必着)
- * 申請書提出先: 本会事務局
(〒170-0003 東京都豊島区駒込 1-43-9 (一財)口腔保健協会内)
- * 表彰制度規程および同細則: 本誌 66 巻 4 号巻末および本会ホームページに掲載
- * 学術賞応募申請書, 奨励賞応募申請書および共著者・共同発表者の同意書: 本会ホームページに掲載

2023 年 10 月 31 日

特定非営利活動法人 日本歯科保存学会
理事長 林 美加子

日本歯科保存学雑誌

第 66 巻第 5 号

令和 5 年 10 月

目 次

2024 年度春季学術大会大会長挨拶・案内

認定関連記事

2024 年度各賞募集

誌上シンポジウム「う蝕治療のネクストステージーう蝕治療の最前線ー」

シンポジウム概要	武市 収	(247)
エビデンスに基づく歯科保存治療ー根面う蝕・歯髄保護に関する最新の診療ガイドラインー	松崎英津子	(248)
不可逆性歯髄炎の克服を目指してー歯髄炎モデルの構築から診断, 治療までー	高橋 雄介	(252)
歯髄を視る! 診る! 観る!ー歯髄保存のためにー	村松 敬	(258)

原 著

バルクフィコンポジットレジン of 吸水性が着色に及ぼす影響

菅井琳太郎, 小林 幹宏, 新妻由衣子, 水上 裕敬, 真鍋 厚史 (263)

CAD/CAM システムを用いたデジタルデンティストリー教育の効果と今後の課題

新妻由衣子, 小林 幹宏, 菅井琳太郎, 長谷川正剛, 真鍋 厚史 (271)

ラバーダム防湿の使用器材と術式による辺縁封鎖性の変化

佐古 亮, 原田 (中里) 晴香, 石東 (鈴木) 穂, 北山 えり
丹沢 聖子, 浅井 知宏, 古澤 成博 (283)

Effects of Different Resin Matrices on the Mechanical Properties
of Flowable Resin Composites after Long-term Immersion in Water

MIZUKAMI Hiroyuki, KOBAYASHI Mikihiro, NIIZUMA Yuiko,
SUGAI Rintaro, SUGIZAKI Jumpei and MANABE Atsufumi (290)

第 66 巻総目次 (301)

投稿規程 (305)

認定医・専門医制度規則・施行細則

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. 66, No. 5

OCTOBER 2023

CONTENTS

Symposium in the Journal

- Overview of Symposium.....TAKEICHI Osamu (247)
- Evidence-based Management of Root Caries and Vital Pulp Therapy
—The Latest Clinical Practice Guidelines—.....MATSUZAKI Etsuko (248)
- Effort for Overcoming Irreversible Pulpitis
—From Establishment of Animal Pulpitis Model,
Application for Diagnosis and Treatment—.....TAKAHASHI Yusuke (252)
- Visual Inspection, Histopathological Examination and Diagnosis of Dental Pulp
—Treatment of Deep Caries and Exposed Pulp for Pulp Conservation—.....MURAMATSU Takashi (258)

Original Articles

- Effect of Water Sorption on the Discoloration of Bulk-fill Resin Composite
.....SUGAI Rintaro, KOBAYASHI Mikihiro, NIIZUMA Yuiko,
MIZUKAMI Hiroyuki and MANABE Atsufumi (263)
- Effectiveness of Digital Dentistry Education Using CAD/CAM Systems and Future Issues
.....NIIZUMA Yuiko, KOBAYASHI Mikihiro, SUGAI Rintaro,
HASEGAWA Masataka and MANABE Atsufumi (271)
- Changes in Sealing Performance with Rubber Dam Isolation Using Different Materials and Instruments
.....SAKO Ryo, HARADA (NAKAZATO) Haruka, ISHIZUKA (SUZUKI) Megumi,
KITAYAMA Eri, TANZAWA Seiko, ASAI Tomohiro and FURUSAWA Masahiro (283)
- Effects of Different Resin Matrices on the Mechanical Properties
of Flowable Resin Composites after Long-term Immersion in Water
.....MIZUKAMI Hiroyuki, KOBAYASHI Mikihiro, NIIZUMA Yuiko,
SUGAI Rintaro, SUGIZAKI Jumpei and MANABE Atsufumi (290)

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

う蝕治療のネクストステージ—う蝕治療の最前線—

シンポジウム概要

武 市 収

日本大学歯学部保存学教室歯内療法学講座

Overview of Symposium

TAKEICHI Osamu

Department of Endodontics, Nihon University School of Dentistry

キーワード：う蝕治療，深在性う蝕，可逆性・不可逆性歯髄炎，歯髄保存療法

歯髄は歯の知覚，根管象牙質の石灰化あるいは象牙質への栄養供給を司っており，歯の生理学的・物理学的特性の維持に関与している．そのため，可逆性歯髄炎の歯髄保存療法はもとより，不可逆性歯髄炎であっても部分的な炎症であれば，可能なかぎり歯髄の保存を図ることによって患者の QOL 向上に大きく寄与するであろう．

日本歯科保存学会 2022 年度秋季学術大会（第 157 回）において，「究極の歯髄保存」と題したシンポジウムが行われた．4 名の演者による講演が，非常に印象的であったことは記憶に新しい．本シンポジウムはその第 2 弾であり，歯髄保存に関する基礎的・臨床的知見に基づく新たな方向性を提言していただくこととした．そこで，歯髄保存に対して造詣の深い 3 名のシンポジストをお迎えし，これからの歯髄保存療法についてご講演いただいた．

松崎英津子先生は本学会う蝕治療ガイドライン作成小委員会委員長であり，これまで minimal intervention に基づくう蝕治療および根面う蝕治療に関するガイドライン作成に携わってきた．これらに示された概要をベースに，う蝕治療の課題と展望をお示しいただき，歯髄保存の実際と問題点に対する対処法について講演された．う蝕治療に関する非常に豊富な知識と臨床経験に裏付けさ

れた講演は，臨床に直結する大きなヒントとなった．

高橋雄介先生は臨床のかたわら，う蝕と歯髄炎に関連した基礎的研究を精力的に行っており，まさに evidence-based な考えを臨床に取り入れている．本シンポジウムでは，う蝕により誘発された歯髄炎モデルラットの研究結果をベースに講演された．特に，可逆性・不可逆性歯髄炎の術前診断への応用性，あるいは不可逆性歯髄炎の歯髄保存療法への応用性に関して講演いただき，臨床家にとって非常に有用な内容をお示しいただいた．

村松 敬先生は深在性う蝕への対応について，基礎的研究と臨床的知見を基に講演された．一般的に，深在性う蝕に対して歯髄を保存できるか除去すべきか，といった臨床的判断を下すのは難しい．村松先生は，歯髄保存の可否を判断するためのヒントを示され，vital pulp therapy (VPT) の概念を基に，深在性う蝕に対する歯髄保存の実際について紹介された．豊富な基礎的研究結果に裏打ちされた臨床的アプローチは，とても実用的であった．

本学術大会のメインテーマにマッチした本シンポジウムは，前回大会に引き続いて非常に刺激的なものであり，明日の臨床に即応用可能な内容であった．

う蝕治療のネクストステージ—う蝕治療の最前線—
エビデンスに基づく歯科保存治療

—根面う蝕・歯髄保護に関する最新の診療ガイドライン—

松 崎 英津子

福岡歯科大学口腔治療学講座歯科保存学分野
福岡歯科大学口腔医学研究センター
福岡歯科大学医科歯科総合病院健診センター

Evidence-based Management of Root Caries and Vital Pulp Therapy

—The Latest Clinical Practice Guidelines—

MATSUZAKI Etsuko

Section of Operative Dentistry and Endodontology, Department of Odontology, Fukuoka Dental College
Oral Medicine Research Center, Fukuoka Dental College
Medical Examination Center, Fukuoka Dental College Medical and Dental Hospital

キーワード：根面う蝕，歯髄保護，診療ガイドライン

はじめに

日本歯科保存学会では，Minimal Intervention Dentistry (MID) の理念を礎に，歯科医療従事者を対象とした「う蝕治療ガイドライン」^{1,2)}を発信している。永久歯（有髄歯）のう蝕については，歯冠う蝕（エナメル質内，象牙質深さ 2/3 以内，象牙質深さ 2/3 を超える）と根面う蝕とに分類して，診断から修復処置まで吟味されている。う蝕治療ガイドライン第2版（2015年）²⁾では，根面う蝕の非切削および切削での対応に関する治療指針が，初版（2009年）¹⁾に新たなエビデンスを加えた形で示されている。一方，近年の MID に関する声明では，う蝕病変の早期発見，う蝕リスク・活動性の評価，診断に基づく治療とそれに継続して実施する維持管理を含む「マネジメント」が重要視されている。そこで，2022年11月

に発信された「根面う蝕の診療ガイドライン」³⁾では，フッ化物の応用により根面う蝕を非活動性にして，その進行を抑制・停止させるという「非切削でのマネジメント」がフォーカスされている。また，歯冠う蝕については，近年，象牙質深さ 2/3 を超える深在性う蝕に対する「歯髄保存」のアプローチ法が再考されている。臨床症状からは不可逆性歯髄炎と診断されうる根完成永久歯の症例に対して，部分断髄あるいは全部断髄を施し，歯根歯髄の保存を図るものである。これは，歯髄の高い創傷治癒能力とそのメカニズムの解明に加えて，ケイ酸カルシウム系セメントに代表される封鎖性と生体親和性に優れた材料の有用性に基づくコンセプトであり，欧米の歯内療法領域においては，生活歯髄療法 (Vital pulp therapy) として一つの潮流となっている。現在，日本歯科保存学会医療合理化委員会内う蝕治療ガイドライン作成小委員会では，日本歯内療法学会ガイドライン委員会と協働し

て「歯髄保護の診療ガイドライン」の作成に取り組んでいる。

筆者は2015年から、う蝕治療ガイドライン作成小委員会の一員として、診療ガイドライン作成に携わる機会をいただいている。そこで、「う蝕治療のネクストステージ」というタイトルが銘打たれた本シンポジウムでは、日本歯科保存学会が誇る最新の診療ガイドラインである「根面う蝕の診療ガイドライン」³⁾および作成中の「歯髄保護の診療ガイドライン」に集約されているエビデンスに基づき、根面う蝕および歯髄保存療法における課題を考えることとした。

活動性根面う蝕の非切削でのマネジメント

人生 100 年時代ともいわれる超高齢社会のわが国では、65 歳以上の高齢者の総人口に占める割合が、2022 年には 29.1%と過去最多となった。日本歯科医師会と厚生省（当時）が 1989 年に開始した 8020 運動の達成者は、2016 年に 50%を超え、高齢になっても多くの歯を維持することは、健康寿命の延伸に寄与している。一方、根面う蝕の疫学データ⁴⁾では、60～78 歳の高齢者 287 人における根面う蝕の発生率は 53.3%であったとされている。根面う蝕の発生要因の一つは、歯肉退縮による歯根面の露出であるが、歯肉退縮の原因は主として歯周病である。今後、歯周病のリスク管理向上に伴い、高齢者の保有歯数はさらに増加することが予想される。よって、根面う蝕への対応は、超高齢社会の歯科医療において喫緊の課題となっている。根面う蝕の切削を伴う修復治療においては、う蝕の除去範囲が定まっておらず、また歯肉縁下や隣接面では防湿が困難であることから、非切削で

のマネジメントが急務であると考えられる（Fig. 1）。そこで、フッ化物の応用についてセルフケアとプロフェッショナルケアとに分類して臨床上の疑問（Clinical question：CQ）を設定し、う蝕の回復、すなわち進行抑制について吟味した（Table 1）。

フッ化物配合歯磨剤とフッ化物配合洗口剤の併用（CQ1）は、フッ化物配合歯磨剤のみの対照群と比較して、活動性根面う蝕の回復の上乗せ効果が 27/100（18/100～38/100）であった。洗口剤の使用はブラッシングのようなスキルが不問であるため、コンプライアンスが良好でない患者にも適用が可能である。また、歯科医師処方のもと医療用医薬品として販売されている製品のうち、顆粒タイプでは希釈する水の量を調整して濃度をコントロールすることも可能である。

一方、わが国では 2017 年にフッ化物イオン濃度上限を 1,500 ppm とするフッ化物配合歯磨剤の医薬部外品とし



Fig. 1 Palatal view of the right maxillary first premolar to first molar showing active root caries

Table 1 Recommendations and summary of evidence in the non-invasive management of root caries

CQ	CQ1	CQ2a	CQ2b	CQ3
方法	フッ化物配合歯磨剤* +250～900 ppm F フッ化物配合洗口剤	5,000 ppm F フッ化物配合歯磨剤		38% フッ化ジアンミン銀 （サホライド）
推奨の程度 （エビデンス の確実性）	推奨 （中）	提案 （中）	提案 （低）	推奨 （中）
う蝕の回復の 上乗せ効果	27/100 （18/100～38/100）	18/100 （8/100～33/100）	56/100 （32/100～94/100）	28/100 （10/100～60/100）
対象	成人	セルフケアできる成人	セルフケアできない高齢 者、医療支援必要者	成人（高齢者）
頻度	毎日（1日1～2回）	毎日（1日1～2回）	毎日2回	年に1回
実施方法	セルフケア	セルフケア	介護スタッフによる実施	プロフェッショナルケア

*：1,100～1,500 ppm F

ての市販が厚生労働省により認められたが、欧米では 5,000 ppm F の高濃度フッ化物配合歯磨剤が処方箋なしで購入できる国も増えており、ハイリスク者への利用が推奨されるようになってきている⁵⁾。CQ2 で取り上げた 5,000 ppm F 歯磨剤による活動性根面う蝕の回復の上乗せ効果は、CQ2a:セルフケア可能な場合が 18/100 (8/100~33/100), CQ2b:セルフケア困難で介護スタッフによる実施の場合は 56/100 (32/100-94/100) であった。本 CQ では、5,000 ppm F 歯磨剤が日本において薬機法で認可されていないこともあり、推奨の強さは「提案」とにとどまっているが、もし認可されていたらという仮定で、ガイドラインパネルに推奨の強さを問うと「推奨」に収束している。2023 年 1 月には、日本のう蝕予防および治療を専門とする日本口腔衛生学会、日本小児歯科学会、日本歯科保存学会、日本老年歯科医学会の 4 学会合同で、現在のわが国において推奨されるフッ化物配合歯磨剤の利用方法のまとめ⁶⁾が発出されており、5,000 ppm F 歯磨剤については、本診療ガイドラインで採用したエビデンスに基づき「認可が求められる」との言及がある。今後 5,000 ppm F 歯磨剤の認可に向けてさらなる議論、検討が加速されることを強く期待している。

一方、38%フッ化ジアンミン銀(サホライド;メーカー公称値 55,000 ppm F) 歯面塗布 (CQ3) の活動性根面う蝕の回復の上乗せ効果は、28/100 (10/100~60/100) であった。歯質の黒変があり、処置を希望しない患者もいる可能性はあるが、エビデンスからは年に 1 回の塗布で回復効果があり、セルフケアが困難な患者にも適用可能であると考えられる。

根面う蝕に対する今後の課題としては、基礎的には、歯冠う蝕と異なる根面う蝕の硬さ-深さ、う蝕検知液ならびに細菌侵入度の関係の解明を行い、根面う蝕が何者であるかを明らかにする必要がある。臨床的には、う窩形成前の検出手段の開発、同一口腔内のみならず同一根面う蝕内にも混在する活動性/非活動性う蝕の識別、切削を伴う修復治療では修復技法の確立などが挙げられる。また、マネジメントにおいては記録がポイントであるように思う。筆者はリコール時の口腔内写真撮影を積極的に実施しているが、これは根面う蝕の継続的評価に有用であり、患者モチベーション向上にも繋がっている。治療環境の面では、患者、歯科衛生士、歯科医師によるチームアプローチが必須であることはいうまでもない。

現在作成中の歯髄保護の診療ガイドラインから 「直接覆髄」および「断髄」

歯髄保護の診療ガイドラインでは、象牙質の深さ 2/3

を超える深在性う蝕の治療を対象として、裏層、暫間的間接覆髄、直接覆髄、断髄の 4 つを吟味している。本シンポジウムでは、直接覆髄、断髄にフォーカスし、ケイ酸カルシウム系セメントである Mineral trioxide aggregate (MTA) と水酸化カルシウム製剤の有効性についてのエビデンスを提示した。吟味した論文では、介入としてプロルート MTA、水酸化カルシウム製剤としては、ダイカルあるいは水酸化カルシウムパウダーが用いられていた。重大なアウトカムとして、「歯髄が残せる」および「治療後短期間での術後疼痛の発現」を設定、このうち MTA (以後本文中で用いる MTA はプロルート MTA を指す) の使用により歯髄が残せる効果 (観察期間 1 年) は、直接覆髄においては水酸化カルシウム製剤を有意に上回り、断髄では水酸化カルシウム製剤と有意差はないがやや上回っていた (効果の下限値は、水酸化カルシウム製剤よりわずかに下回る)。これらのエビデンスをベースにして、いくつかの評価項目を総合して推奨の程度を決定していくが、現在までに委員会で大きな論点となったのは、直接覆髄、断髄における「利益と害のバランス」「実行可能性」であった。利益とは、MTA の効果の大きさであり、効果の下限値も考慮したうえで臨床的に使用するかを決断する必要がある。一方、害としては、MTA の成分に造影剤として含まれる酸化ビスマスによる歯の変色が挙げられる。これについては、審美的な面から看過できないという厳しい意見が出て、酸化ビスマスの変色に関する論文を吟味した。酸化ビスマスの代わりに酸化ジルコニウムが添加されている製品では、酸化ビスマスと比較して継続的な色調変化が認められなかったことから⁷⁾、次にエビデンスとして採用したプロルート MTA と、酸化ビスマスを含有せずかつ MTA 同様に水和反応のみで硬化するケイ酸カルシウム系セメントとの臨床成績を比較したシステムティックレビューを探索した。その結果、直接覆髄あるいは部分断髄における治療成功率 (歯髄が残せる) はどちらも 90% 以上で有意差は認められなかった⁸⁾。よって、MTA の代わりに変色の少ない覆髄材料を選択することも可能であるという代替案が考えられた。現在委員会では、この代替案を考慮したうえで利益と害のバランスを検討し、ほかの検討項目と併せて、推奨の強さを結論づける段階にある。一方、実行可能性については、歯髄の診断には不確実性があり、診断名に基づいての治療方法を術前に一対一で決定することが難しいため、露髄面をマイクロSCOPEで観察することが診断に有用であるとの考えが広まっている (Table 2)。しかしながら、マイクロSCOPEを用いた断髄の術式において、健康な歯髄の色調、止血の程度など「歯髄の見極め」に客観的な指標はなく、術者の経験に頼らざるをえない部分もある。また、採用したエビデンス

Table 2 Considerations in dental pulp diagnosis for vital pulp therapy

診断の不確実性	マイクロスコープ下での 露髄面の観察
術前・術中の生検不可 (病理確定診断不可)	歯髄組織の連続性 歯髄自体の血流
診査の多くが患者の痛みに依存	出血の程度

では、マイクロスコープの使用について言及していないものもあり、使用の有無が結果に影響した可能性も否定できない。加えて、わが国におけるマイクロスコープの普及率は15%程度といわれており、これらに鑑みると、すべての臨床医がすぐに実行可能とはいえない部分がある。

歯髄保護に対する今後の課題としては、可逆性歯髄炎、不可逆性歯髄炎の診査・診断法の開発が挙げられる。断髄においては、除去すべき組織と保存する歯髄組織との境界の精確な診断法が求められている。また、直接覆髄、断髄の成功率に関するMTAの効果の大きさについては、データの絶対数に加えて長期の観察期間でのエビデンスの蓄積も必要である。加えて、MTAの成分に含まれる酸化ビスマスによる歯の変色に関しては、それを含まない材料を用いることにより克服できると考えられるが、そのエビデンスはまだ少なく、さらなる蓄積が必要である。一方、治療環境の面では、マイクロスコープなどの拡大視野環境の整備、覆髄材料のコストなどわが国の保険診療の現状もふまえて考えていく必要がある。

おわりに

人生100年時代の歯の保存を考えるうえで、根面う蝕の攻略は不可欠である。筆者は「硬さ」から攻略の糸口を見いだしたいと考えている。採用エビデンスでは、触診により活動性根面う蝕が硬くなる方向へ変化することを“reversal”“arrested”と記されており、議論の末、ガイドラインでは「う蝕の回復」と表現することにしたが、表現は定まっていない。また、フッ化物による回復の評価方法も、回復したう蝕数を用いるだけでなく、硬さを“hard to leathery”“leathery with local softening”など細分化して独自にスコア化したものもあり、さまざまである。よって当教室では、フッ化物の応用による根面う蝕の硬さの変化を客観的に評価する方法の一つとして、微小硬度計を用いた臨床研究を模索している。一方、「歯髄は最良の根充材である」といわれるように、抜髄の件数が減少すれば根管処置歯の歯根破折のリスクも少なくなり、臨床的意義は大きい。よって、歯髄保存療法に

関する臨床上の疑問を解決する支援策の一つとして「歯髄保護の診療ガイドライン」の作成は急務である。根面う蝕、歯髄保護の両診療ガイドライン作成を通じて感じたことであるが、エビデンスを集約して吟味することにより、治療に要する材料、機器ならびにコストに関する問題点もみえてくる。診療ガイドラインの発信が「う蝕治療のネクストステージ」を切り拓き、患者の未来を守る保存治療に繋がるよう引き続き尽力していきたい。

口腔内写真掲載については、患者本人より同意を得ている。

本論文に関して、開示すべき利益相反状態はない。

文 献

- 1) 日本歯科保存学会. MI (Minimal Intervention) を理念としたエビデンス (根拠) とコンセンサス (合意) に基づくう蝕治療ガイドライン. 1版. 永末書店: 京都; 2009. http://www.hozon.or.jp/member/publication/guideline/file/guideline_2009.pdf (2023 年 8 月 31 日アクセス)
- 2) 日本歯科保存学会. う蝕治療ガイドライン. 2版. 永末書店: 京都; 2015. http://www.hozon.or.jp/member/publication/guideline/file/guideline_2015.pdf (2023 年 8 月 31 日アクセス)
- 3) 日本歯科保存学会. 根面う蝕の診療ガイドライン—非切削でのマネジメント—. 永末書店: 京都; 2022. http://www.hozon.or.jp/member/publication/guideline/file/guideline_2022.pdf (2023 年 8 月 31 日アクセス)
- 4) Imazato S, Ikebe K, Nokubi T, Ebisu S, Walls AWG. Prevalence of root caries in a selected population of older adults in Japan. J Oral Rehabil 2006; 33: 137-143.
- 5) World Dental Federation. Promotion dental health through fluoride toothpaste. <https://www.fdiworlddental.org/promoting-dental-health-through-fluoride-toothpaste> (2023 年 8 月 31 日アクセス)
- 6) 日本口腔衛生学会, 日本小児歯科学会, 日本歯科保存学会, 日本老年歯科医学会. 4学会合同のフッ化物配合歯磨剤の推奨される利用方法. http://www.hozon.or.jp/member/statement/file/method_20230101.pdf (2023 年 8 月 31 日アクセス)
- 7) Kang SH, Shin YS, Lee HS, Kim SO, Shin Y, Jung IY, Song JS. Color changes of teeth after treatment with various mineral trioxide aggregate-based materials: An ex vivo study. J Endod 2015; 41: 737-741.
- 8) Sabeti M, Huang Y, Chung YJ, Azarpazhooh A. Prognosis of vital pulp therapy on permanent dentition: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. J Endod 2021; 47: 1683-1695.

—う蝕治療のネクストステージ—う蝕治療の最前線—

不可逆性歯髄炎の克服を目指して

—歯髄炎モデルの構築から診断, 治療まで—

高橋 雄介

大阪大学大学院歯学研究科 歯科保存学講座

Effort for Overcoming Irreversible Pulpitis

—From Establishment of Animal Pulpitis Model, Application for Diagnosis and Treatment—

TAKAHASHI Yusuke

Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Osaka University Graduate School of Dentistry

キーワード：歯髄保存療法, 創傷治癒, 可逆性歯髄炎, 不可逆性歯髄炎, う蝕由来歯髄炎動物実験モデル, 機能ペプチド

はじめに

歯科医師はこれまでに, 多くの歯髄を葬り去ってきた。少し前まではチェアサイドで「Pul」という臨床診断が下された場合には, 抜髄という選択肢しかほぼ存在していなかったし, 筆者もこれまでの歯科医師人生で行った抜髄の数を恥ずかしながら覚えてすらいない。

ところが近年になって, 風向きが変わり始めた。歯髄保存という概念が歯科医師のみならず患者にも徐々に普及し始め, 歯科医師から歯髄保存の重要性を患者に説くまでもなく, 患者が歯髄の保存を希望して歯科医院を受診する場合も増えてきた。この要因として, 歯髄保存療法 (Vital pulp therapy, Vital pulp treatment: VPT) の適応拡大が周知され始めたことが大きい。2019年に European Society of Endodontology (ESE) が発出した Position Statement¹⁾にて, 深在性う蝕により不可逆性歯髄炎症状を呈した永久歯の歯髄について部分的に保存を試みる生活歯髄切断法 (断髄法: Pulpotomy) の実施が推奨され, 続いて 2021 年には American Association of

Endodontists (AAE) も類似した Position Statement を発出した²⁾。ヨーロッパとアメリカでう蝕の除去については考え方が異なる点はあるものの, 歯髄に対する保存的治療法としては欧米においてある程度のコンセンサスが得られたものと考えられる。わが国でも日本歯科保存学会と日本歯内療法学会が合同で, 「歯髄保護の診療ガイドライン」を近日中に発行する予定であり, 本邦における VPT がさらに普及する可能性が高い。

抜髄することによって歯髄は痛みを感じなくなるが, 知覚を喪失することで二次う蝕への罹患を患者が自覚しにくくなり, 根尖性歯周炎発症のリスク, 歯根破折のリスクが上昇すること, ひいては歯そのものの寿命が短くなることはすでに既知の事実である。一方, 断髄についてのエビデンスも徐々に集積しつつあり, 断髄 2 年後における成功率が 95~100% であるというランダム化比較試験の報告³⁾や, 水酸化カルシウム製剤もしくは Mineral Trioxide Aggregate (MTA) にて断髄 2 年後における成功率を比較すると MTA のほうが良好であるというシステマティックレビュー⁴⁾などがあるが, 覆髄に比べると報告の数はまだまだ少ないのが現状といえる。また, 断

髄した歯の歯根破折リスクに関する報告や歯の寿命に関する報告などはいまだほとんど存在しない。

2022 年秋に開催された本会 2022 年度秋季学術大会におけるシンポジウム「究極の歯髄保存」(座長:大阪大学 林 美加子教授)では、歯内療法のエキスパートの先生方による、歯髄保存療法の最先端のエビデンスや臨床症例のご提示があった。非常に高いレベルの臨床症例を拝見し、感動するとともに、シンポジストの先生方のような臨床は誰にでも容易に達成できるものではないということを感じた。特に臨床において、露髄した歯髄組織をどこまで除去するかの判断については、チェアーサイドにおける難易度の高いデシジョンメイキングが必須となるが、もしも術前に臨床診断を下し、処置方針を確定することが可能になれば、術式としては容易になるはずである。

歯髄診断が困難であることは多くの歯科医師が感じていることであるが、これは可逆性・不可逆性歯髄炎に関する知見や情報が断片的であることに起因しており、歯髄炎に関する基礎研究が不足していることを示唆している。これまでの歯科臨床において、患者の感じる疼痛をベースにした情報から歯髄診断は実施されているが、痛みという情報は個体差が大きく、客観的な検査結果となりにくいことも歯髄診断を困難にさせている要因の一つではないかと考える。われわれの研究グループでは、客観的な検査結果に基づく可逆性・不可逆性歯髄炎の術前診断を目指した研究を実施するとともに、さらには歯髄炎に陥った歯に対する VPT が可能になるような治療法についても研究を行っているので、本シンポジウムにて紹介したい。

可逆性・不可逆性歯髄炎動物実験モデルの確立

歯髄診断を困難にさせている要因の一つとして、歯髄炎に関する基礎研究が不足していることは前述したが、基礎研究が十分に行われてこなかった要因の一つに、歯髄炎の実験モデルが欠如していることが挙げられる。細胞などを使った *in vitro* の研究で歯髄炎モデルを作成しようとした試みもこれまでに多くあるが、実際の歯髄炎の状態を反映しているモデルとしてのコンセンサスは得られていない。また、動物を使った歯髄炎モデルについてもさまざまな報告がなされており、健全歯を物理的に切削した後に細菌を感染させるモデル、細菌由来の毒素を接種するモデル、さらには炎症性サイトカインの遺伝子改変動物を用いるモデルなどもあるが⁵⁾、*in vivo* の方法についてもいまだ標準的な手法が確立されているわけではない。また、いずれの方法も基本的に健全な歯に対して、いわば強制的に歯髄炎を惹起していることには変

わりなく、実際の臨床との乖離があることは否めない。

われわれもこれまでの覆髄材の開発を目指した研究で、ラットの健全歯を用いた実験系を使用してきた⁶⁻⁸⁾。健全歯を用いたモデルであっても、覆髄材の評価として用いるには問題がないと考えられるが、臨床で健全歯を強制的に切削して覆髄を行う場面にはほとんど遭遇しない。

臨床で遭遇する歯髄炎で最も高頻度なものは、進行したう蝕に由来する歯髄炎であるが、これまでにう蝕由来歯髄炎モデルはわれわれの知るかぎりでは確立されていない。一方、ラットを用いてう蝕を誘発する実験モデルは多く報告されているが、それらはいずれもう蝕の病因論やう蝕の治療方法、う蝕予防、およびう蝕の全身に対する影響などについて検討を行ったものであり⁹⁾、う蝕の進行に伴う歯髄炎の発症やその進行・悪化およびその治療などについてはほとんど検討されていない。また、近年ではマイクロ Computed Tomography (CT) などの技術的な発展に伴って、同一個体を対象としたう蝕の進行を経時的にモニターする方法が実施可能となっているため、過去と比較してう蝕の進行を詳細に観察するような実験が遂行しやすい環境が整ってきている。そこで、われわれは従来から報告のある、ラットう蝕モデルを用いて、その後に発症する歯髄炎の動物実験モデルの確立を目指して研究を開始した。ラットう蝕の誘発は過去に Ooshima らが報告した方法に基づいて実施し(すべての動物実験は大阪大学大学院歯学研究科動物実験委員会にて実施承認済み)¹⁰⁾、*Streptococcus mutans* 菌液をラットの口腔内に接種、定着を確認後、56%スクロース含有飼料にて飼育し、う蝕誘発を試みた。その結果、個体差や歯種によってもう蝕の進行にばらつきはあるものの、細菌接種後 4~10 週程度でう蝕病巣の形成がマイクロ CT で確認され、象牙質厚さの 1/3 を超えるう蝕が形成されると、歯髄において Toll like receptor 2 の発現が観察され、免疫反応が活性化していることが確認された(図 1)¹¹⁾。また、歯髄における炎症状態を評価するために、M1 および M2 マクロファージの局在について検討したところ、Moderate レベルのう蝕(マイクロ CT にて象牙質の厚さ 1/3~2/3 程度の深さまで進行したう蝕)では M2 マクロファージが歯髄中で多く観察されるのに対して、Severe (マイクロ CT にて象牙質の厚さ 2/3 以上の深さまで進行したう蝕)や Exposure (マイクロ CT にてう蝕病巣と歯髄腔が連続しているように見えるう蝕)では、M1 マクロファージが優勢となっていく様子が観察された(図 2)¹¹⁾。M1 マクロファージは炎症反応に関与していると報告されているのに対し、M2 マクロファージは組織の修復反応に関与していると報告されており¹²⁾、中程度のう蝕では歯髄組織で修復機転を中心とした免疫反応が起

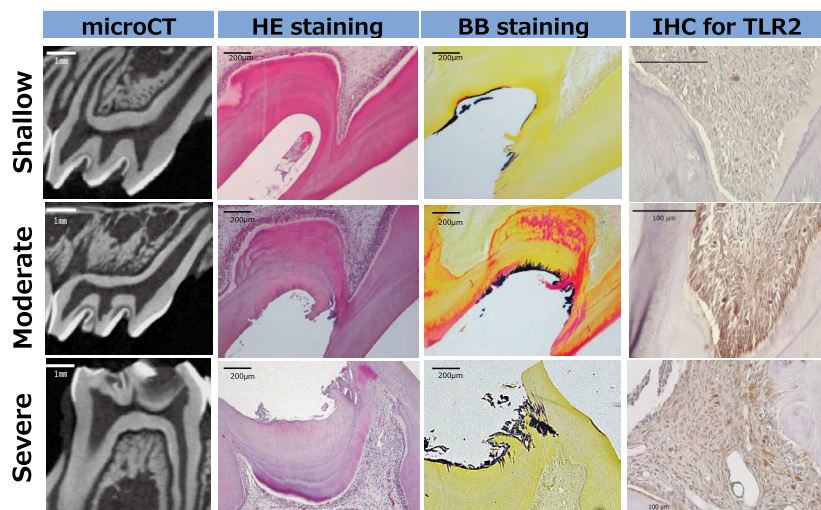


図1 ラットにう蝕を誘発し、その深さによる細菌の侵入および歯髄を観察した結果

う蝕が象牙質厚さの1/3以下の進行を“Shallow”，1/3～2/3を“Moderate”，2/3を超えるものを“Severe”と分類した。各う蝕の進行段階に対して、マイクロCT，Hematoxylin-Eosin (HE) 染色，Brown-Brenn (BB) 染色，および Toll like receptor 2 (TLR2) に対する感染免疫組織化学的染色結果を示す。Moderate (中段) および Severe (下段) において、歯髄でTLR2の発現が観察された (文献11より)。

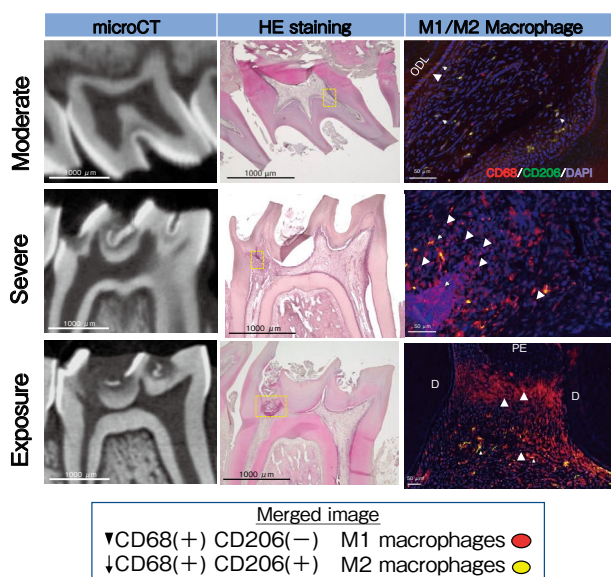


図2 う蝕の進行により歯髄で発現するM1マクロファージ (CD68 (+) CD206 (-)) およびM2マクロファージ (CD68 (+) CD206 (+)) の蛍光免疫染色結果

ModerateではM2マクロファージが優勢であるが(上段)，SevereではM1マクロファージが優勢となり(中段)，Exposure(う蝕にて露髄を呈している状態)では、露髄部付近ではほぼすべてM1マクロファージで占められている(下段)(文献11より)。

きているのに対し、深在性や露髄を呈するう蝕では歯髄において修復機転よりも急性炎症を中心とした免疫反応が起きていることが示唆された。

本研究において最も興味深い点として、可逆性歯髄炎と不可逆性歯髄炎を明瞭に区別した動物実験モデルを確立したことが挙げられる。過去にも歯髄における炎症状態を評価した報告は多くあったが、動物実験モデルとし

て、可逆性歯髄炎と不可逆性歯髄炎を明確に区別して報告したものは認められない。具体的には、ラットに誘発したさまざまな深さのう蝕を対象として直接覆髄実験を実施したところ、Moderateレベルでは露髄部を完全に封鎖するような硬組織(第三象牙質)の形成が認められ、歯髄組織においては明らかな炎症反応は認められなかったのに対し(=可逆性歯髄炎)，Severeレベルのう蝕では硬組織の形成は散在性には認められるものの、歯髄において明らかに炎症反応が残存しているのが観察された(=不可逆性歯髄炎)(図3)¹¹⁾。

以上のように、ラットを用いた動物実験系においてわれわれは可逆性および不可逆性歯髄炎の病態を再現性高く誘導することに成功した。本モデルを用いることで歯髄炎の病態の理解がさらに深まることが期待され、当初の目的である歯髄炎の術前診断へと発展する可能性が示唆された。

可逆性・不可逆性歯髄炎の非侵襲的診断法の確立

歯髄炎の診断が困難であることは前述したが、診断を困難にさせている要因の一つに、患者の疼痛情報に基づいた検査結果から臨床診断を目指していることがある。より客観的な、そして非破壊的な術前診査を実施することで、これまでよりも予知性の高い歯髄保存療法が実践できると考えられる。

昨今の歯科臨床において、CTを用いた画像診断はなくてはならない検査法として普及しており、歯内療法の領域においても正確な診断のために必須の検査法ともいえる。しかし、一般歯科で広く普及しているCone Beam CT (CBCT) が得意とするのは主に歯や骨の硬組織の三次元的な構造解析であり、歯髄等の軟組織は透過像として黒く描出されるのみで、歯髄の状態の診断に用いるに

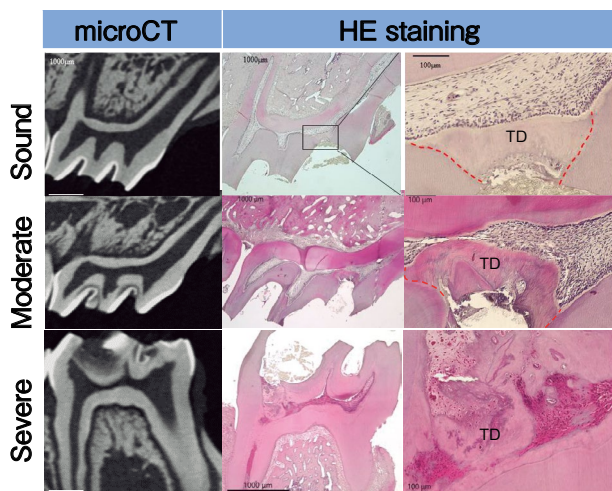


図 3 ラットの健全歯 (Sound), Moderate, Severe レベルのう蝕を対象に直接覆髄を実施した結果

Sound では直接覆髄後 4 週間において、露髄部を封鎖する硬組織 (第三象牙質: TD) が観察された (上段)。Moderate では、Sound と比較してやや不整な構造をもつ硬組織の形成が観察され、露髄部は硬組織で完全に封鎖されており、歯髄組織においても明らかな炎症反応は観察されず、可逆性歯髄炎の病態を呈していた (中段)。Severe では、露髄部周辺に散在性に硬組織形成は認められるものの露髄部が完全に封鎖されておらず、かつ歯髄組織において重篤な炎症像が観察され、不可逆性歯髄炎の病態を呈していた (下段) (文献 11 より)。

は適した検査法とはいえない。一方、MRI (核磁気共鳴画像: Magnetic Resonance Imaging) は CT と比較して軟組織の描出に優れており、これまでにう蝕罹患歯のヒト歯髄について MRI を用いて画像診断を試みた報告もある¹³⁾。しかし、ヒトを対象とした MRI ではあくまでも臨床検査の一環であり、再現性の問題や実験モデルとして用いるには難しく、またラット等の小動物を対象にした詳細な MRI 検査は従来の機器ではスペックの問題もありなかなか実現しなかった。

そこで、現在われわれは 7 テスラ (T) の超高磁場 MRI を用いて前述したラットう蝕由来歯髄炎をさまざまなステージにおいて撮影することで、客観的な画像診断手法の開発を目指した研究を行っている。その研究の詳細はまだお示しできないが、う蝕の進行に伴い、歯髄で発生する炎症のレベルによって MRI の検査結果が異なることが明らかとなっており、将来的には臨床における術前の客観的な画像診断技術として有用であることが徐々にわかりつつある。さらに、本研究では歯髄炎の新たなバイオマーカー¹⁴⁾の発見も同時に探索しており、チェアサイドにおける歯髄診断への応用も目指して現在も研究を継続している。

歯髄炎罹患歯に対する歯髄保存療法の実践

これまで、歯髄炎の動物実験モデルの確立や歯髄炎の客観的診断法について述べてきたが、最後に歯髄炎の治療についても言及したい。われわれはこれまでに歯髄の創傷治癒メカニズムの解明を目指した研究を展開しており、歯髄が本来有する自己防御作用や修復作用を賦活するような覆髄材の開発を目指してきた。う蝕に罹患した歯髄はその最外側に硬組織 (第三象牙質) を形成し、侵襲からみずからを防御しようとするが、われわれはこの防御作用が、象牙質-歯髄複合体中に含有される Matrix Metalloproteinase (MMP) 分子によって象牙質中の有機成分が分解され、分解を受けた有機成分によって歯髄の創傷治癒が促進されることに由来することを報告してきた^{6,7)}。続いて、象牙質中の有機成分について詳細に解析した結果、S100 ファミリータンパク質が歯髄の創傷治癒を促進していることを見いだした⁸⁾。

発見したタンパク質の組換え体を応用した覆髄材の開発を検討したが、組換えタンパク質を用いた薬剤は精製過程が煩雑であり高コストになることや安全性の問題等もあり、歯科臨床への応用は困難であることが想定された。そこで、タンパク質のアミノ酸配列中から機能的な配列のみを選択・抽出した機能ペプチドを用いることで、上記の問題が解決でき、臨床応用が可能になるのではないかと考えた。

S100 ファミリータンパク質のアミノ酸配列の中から機能配列を抽出することを目的に、バイオインフォマティクスの手法を用いて、機能ペプチドの検索を実施した。その結果、得られた複数の候補ペプチドを覆髄材として用い、健全ラットを対象とした直接覆髄実験にて機能を検証したところ、候補ペプチドの一つを用いた場合に、第三象牙質の形成が促進されることが示された (図 4)¹⁵⁾。さらに、このペプチドの作用メカニズムについてプロテオーム解析を実施したところ、本ペプチドは抗炎症作用を発揮する可能性が示唆された¹⁵⁾。

以上のように、歯髄創傷治癒促進作用をもつペプチド構造の決定まで完了し、さらに本ペプチドは抗炎症作用をもつ可能性もあることから、健全歯髄のみならず歯髄炎に対しても適応できるポテンシャルがあり、臨床応用を目指した取り組みを今後も展開していく予定である。本ペプチドの抗炎症作用にて不可逆性炎症に陥った歯髄組織を可逆性炎症もしくは健康状態まで回復することができれば、将来的には VPT のみが実施されるようになり、抜髄処置そのものがほぼ不要となり、遠い将来には根管治療フリーの歯科医療の実現も夢ではないと考えている。

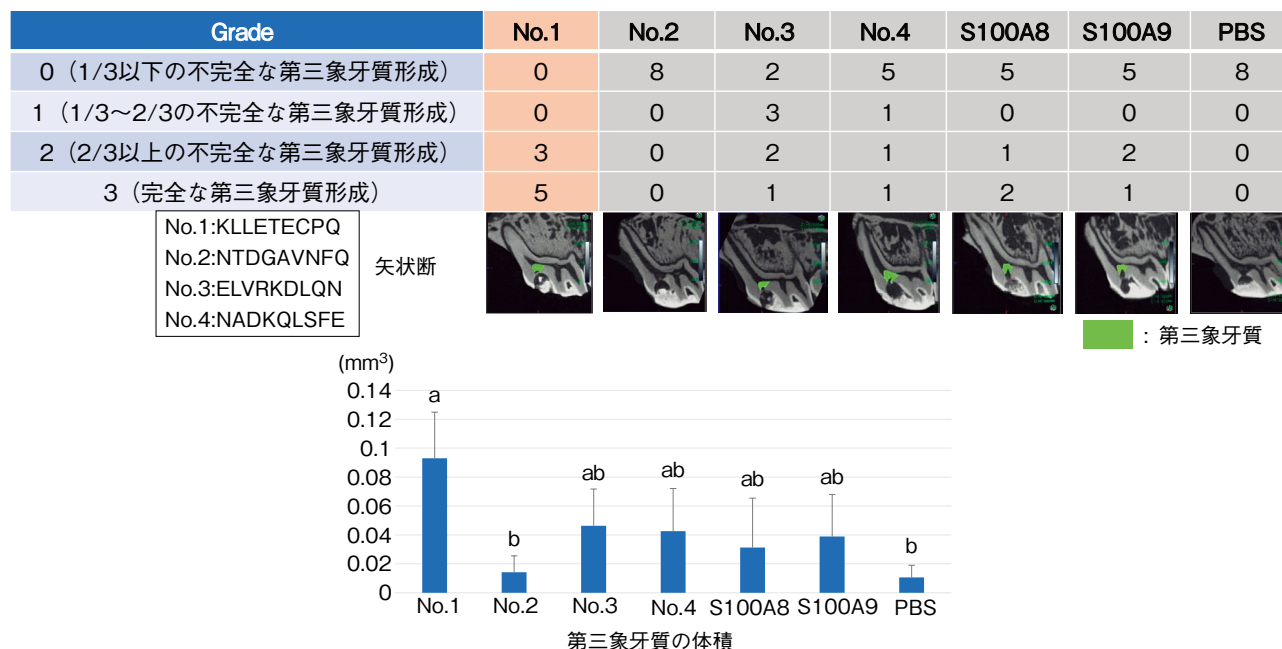


図 4 ラット健全歯を対象に機能ペプチド (No. 1～No. 4) を用いて直接覆髄実験を実施した際に形成された第三象牙質を比較した結果 (上段表) および典型的なマイクロ CT 像 (上段), 形成された第三象牙質の体積を定量した結果 (下段図)

No. 1 ペプチド (アミノ酸配列: KLETECPQ) が他のペプチドと比較して良好な第三象牙質形成能を示した (文献 15 より改変)。

おわりに

う蝕治療における Minimum Intervention の考え方が定着し、さらには高齢者の根面う蝕への対策として、いわゆる削らないう蝕治療というコンセプトへと発展したように、歯髄保存療法 (VPT) も今後の発展が期待される領域の一つである。VPT の重要性が世界的に脚光を浴びているのは素晴らしいことであるが、臨床的成果および研究成果を演出していくことにより、そのネクストステージとしては根管治療フリーという考え方が現実味を帯びようになっていくことに期待したい。われわれはラットう蝕由来可逆性・不可逆性歯髄炎動物実験モデルおよびその客観的診断法の開発、さらに抗炎症作用をもつペプチドを開発することで、今後臨床における歯髄保存療法の適応拡大を目指していきたいと考えているが、この流れが日本全体、また世界中でさらに拡大していくことをアカデミアとして支えていければ本望である。

本研究の一部は JSPS 科研費 (22H03268, 23K15999) の助成を受けたものである。

本論文に関して、開示すべき利益相反関連事項はない。

文 献

- 1) 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.
- 2) AAE Position statement on vital pulp therapy. *J Endod* 2021; 47: 1340-1344.
- 3) Özgür B, Uysal S, Güngör HC. Partial pulpotomy in immature permanent molars after carious exposures using different hemorrhage control and capping materials. *Pediatr Dent* 2017; 39: 364-370.
- 4) 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.
- 5) Aubeux D, Renard E, Pérez F, Tessier S, Geoffroy V, Gaudin A. Review of animal models to study pulp inflammation. *Front Dent Med* 2021; 2: 673552.
- 6) Yoshioka S, Takahashi Y, Abe M, Michikami I, Imazato S, Wakisaka S, Hayashi M, Ebisu S. Activation of the Wnt/ β -catenin pathway and tissue inhibitor of metalloprotease 1 during tertiary dentinogenesis. *J Biochem*

- 2013; 15: 43-50.
- 7) Okamoto M, Takahashi Y, Komichi S, Cooper P, Hayashi M. Dentinogenic effects of extracted dentin matrix components digested with matrix metalloproteinases. *Sci Rep* 2018; 8: 10690.
 - 8) 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: E1002.
 - 9) Bowen WH. Rodent model in caries research. *Odontology* 2013; 101: 9-14.
 - 10) Ooshima T, Minami T, Matsumoto M, Fujiwara T, Sobue S, Hamada S. Comparison of the cariostatic effects between regimens to administer oolong tea polyphenols in SPF rats. *Caries Res* 1998; 32: 75-80.
 - 11) 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.
 - 12) Mosser DM, Hamidzadeh K, Goncalves R. Macrophages and the maintenance of homeostasis. *Cell Mol Immunol* 2021; 18: 579-587.
 - 13) Cankar K, Vidmar J, Nemeth L, Serša I. T2 mapping as a tool for assessment of dental pulp response to caries progression: An in vivo MRI study. *Caries Res* 2020; 54: 24-35.
 - 14) Duncan HF. Present status and future directions—Vital pulp treatment and pulp preservation strategies. *Int Endod J* 2022; 55 Suppl 3: 497-511.
 - 15) 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.

誌上シンポジウム

日歯保存誌 66 (5) : 258~262, 2023

—う蝕治療のネクストステージ—う蝕治療の最前線—

歯髄を視る！診る！観る！

—歯髄保存のために—

村 松 敬

東京歯科大学保存修復学講座

Visual Inspection, Histopathological Examination and Diagnosis of Dental Pulp

—Treatment of Deep Caries and Exposed Pulp for Pulp Conservation—

MURAMATSU Takashi

Department of Operative Dentistry, Cariology and Pulp Biology, Tokyo Dental College

キーワード：歯髄保存療法，不可逆性歯髄炎，歯髄温存療法，歯髄膿瘍，Vital Pulp Therapy

はじめに

現在，超高齢社会を迎えているわが国であるが，残存歯数の多い人ほど健康寿命が長いことがわかってきている。すなわち，歯の保存が健康長寿につながるといえる。8020 達成者は令和 4 年度歯科疾患実態調査で 51.6% となっており¹⁾，喜ばしいことである。その一方で，この数字からみると残念ながら達成できなかった人も半数いるということ，平成 28 年度歯科疾患実態調査の 51.2% からは微増であったことが懸念される。8020 達成者のさらなる増加を目指し，健康寿命を延ばすためには，いかに抜歯を回避するかが鍵となると考えられる。抜歯にいたる原因としてはう蝕と歯周病が多くを占め，う蝕が原因となった抜歯は全体の約 30% を占める²⁾。また破折が原因となったものも全体の約 18% を占めているが，これは失活歯が破折したパターンが多いと推測される。そう考えると，う蝕とこれに継発する抜髄や感染根管治療となって失活した歯に生じる破折で 50% 近くになることとなる。そのため，う蝕を進行させないことと歯髄を可

及的に除去せず保存・温存することが抜歯を回避することにつながり，ひいては残存歯数の増加，健康寿命を延ばすことにつながるといえる。さらには，う蝕の発生を抑えることができればさらに延ばすことができるといえる。

本稿では深在性う蝕や歯髄の肉眼像，組織像，画像についてこれまで経験した症例を供覧するとともに文献的考察を加えることで歯髄保存についての現状と問題点を再検討し，さらには今後の展望を述べることとする。なお，症例写真については患者の同意が得られているものを使用した。

深在性う蝕への対応

う蝕への対応は大きく変化し，特に 21 世紀に入ってから，FDI から最小限の侵襲による治療（minimal intervention, MI）が提唱され，2016 年には MID（minimal intervention dentistry）として 6 項目の行動目標が掲げられた³⁾。その一方で，深在性う蝕に対する歯髄保存療法については依然として問題となっていた（図 1）。深在

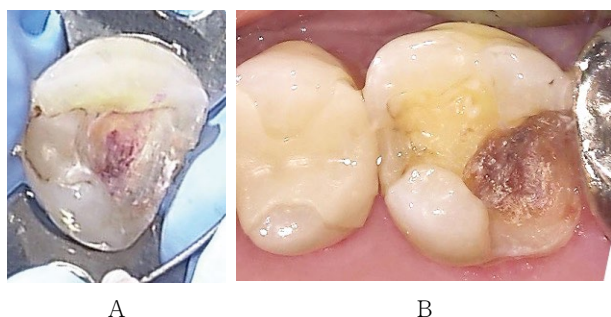


図 1 深在性う蝕

深在性う蝕の場合、感染象牙質を注意深く除去していくと、髄角相当部に第三象牙質が添加されていることはよく経験する (A)。また褐色を呈する象牙質をみるが意外と硬く、検知液がほとんど染まらなくなっていくこともあり、判断に迷う場合も多い (B)。

性う蝕の症例では、症状の有無、現病歴などの病歴聴取、画像検査や歯髄の生死を確認し、歯髄が正常なのか可逆性歯髄炎を生じているのか、あるいは不可逆性歯髄炎なのかを診断してきた。不可逆性歯髄炎の診断により抜髄という治療を選択するのは教科書にも記載されており、多くの歯科医師が迷わず抜髄を実践してきた。一方、可逆性歯髄炎を伴う深在性う蝕において、すべての感染歯質を除去すると露髄する可能性があるとは診断した場合には、感染象牙質をすべて除去するのではなく段階的除去 (ステップワイズエクスカベーション) をしていく暫間的間接覆髄法も従来から行われてきた (図 2)。象牙質が露出するだけでも身体の内外部に露出することになっているが、歯髄が露出することは血管や神経が露出することであり、生体にとっては好ましくない状況であることから可及的に露髄を回避することが好ましい。2008 年には非侵襲性歯髄覆髄 (覆髄, AIPC) が保険収載され、2010 年には歯髄温存療法と名称が変更された。日本歯科保存学会のう蝕治療ガイドライン第 2 版にも詳細な記載があり、ガイドライン的にも歯髄温存療法が推奨されるようになった (ただし「歯髄が臨床的に健康または可逆性の歯髄炎の症状を呈するう蝕」という条件はある)⁴⁾。これにより深在性う蝕でも露髄せずに修復治療を行うことが可能となり、露髄を避ける治療法の重要性が再認識された。しかしどの程度まで感染歯質を残しておけばよいのかなどについて明確な基準はない。画像的にも抜髄が適切と思われるような症例でも意外と歯髄を保存することができることがある一方で、う蝕症 2 度で歯髄保存は大丈夫だろうと思われた症例でも、最終的にう蝕除去が終わり、修復しようとした際にわずかに露髄しており、直接覆髄に準じて処置を行うことがある。直接覆髄の成功率は文献によってもばらついていることか

ら、患者への説明が難しいことや症例を長期的にみていくうちに破折することもあり、釈然としない思いを抱く歯科医師も多いと推測される。また歯髄温存療法では治療に時間・期間がかかるため抜髄を選択してきた可能性や、患者自身が来院しなくなってしまうこともあると推測される。

歯髄の高い回復力と「不可逆性歯髄炎」は実際の炎症状態を反映していない可能性

前述のように、不可逆性歯髄炎の場合には抜髄というのは教科書にも記載されているが、近年、考え方が変わってきている。現在の歯髄炎に対する用語は臨床的に評価された歯髄の実際の炎症状態を反映していない可能性があり、不可逆性歯髄炎と診断された歯髄であっても適切に処置された歯髄は高い回復力をもっていて、炎症を起こした部位や感染・壊死に陥った部位を取り除くことで、残りの歯髄は回復する可能性があることが示されるようになってきた⁵⁾。

実験的にも歯髄細胞は非常に高い回復力があることがわかっている。われわれが行った血管収縮薬添加の局所麻酔薬の使用を想定した低酸素実験では、酸素濃度を 2% にした低酸素環境において歯髄細胞を培養すると、この環境に耐えられるだけでなく、アルカリホスファターゼ活性も高くなった⁶⁾。また培養液にグルコースが入っていない低栄養環境では短時間でエネルギーの消費を抑える AMP-activated kinase (AMPK) が働き、エネルギー浪費を遮断し、反対に産生経路の効率を高める方向に作用させ全体のエネルギーバランスを調節し、一時的に低栄養状態を回避しようという働きがみられた⁷⁾。切削時の熱刺激を想定し、歯髄細胞に熱刺激を加えた実験では、歯髄細胞は短時間でストレスタンパクであるヒートショックタンパク (HSP25 や HSP70) を発現しており、切削やコンポジットレジンとの重合時に発生する熱に対して、歯髄ではダメージ回避システムが働くとともにアルカリホスファターゼ活性も高くなることが明らかとなった^{8,9)}。さらには興味深いことに細菌の菌体成分やリポ多糖での刺激でもアルカリホスファターゼ活性が上昇しており、さまざまな刺激に対して硬組織形成能が亢進することがわかった^{10,11)}。詳細については文献を参照されたい。

これだけ高い回復能力をもっているのです、適切に処置がなされれば残りの歯髄は回復する可能性があるのも納得できる。経験的にも急患の症例で「不可逆性歯髄炎」と診断し、抜髄をしようとしたが、時間の関係でう蝕除去と髄室開拓しかできなかった場合、次回来院時に歯髄を手術用顕微鏡下で視てみると意外ときれいで、「本当

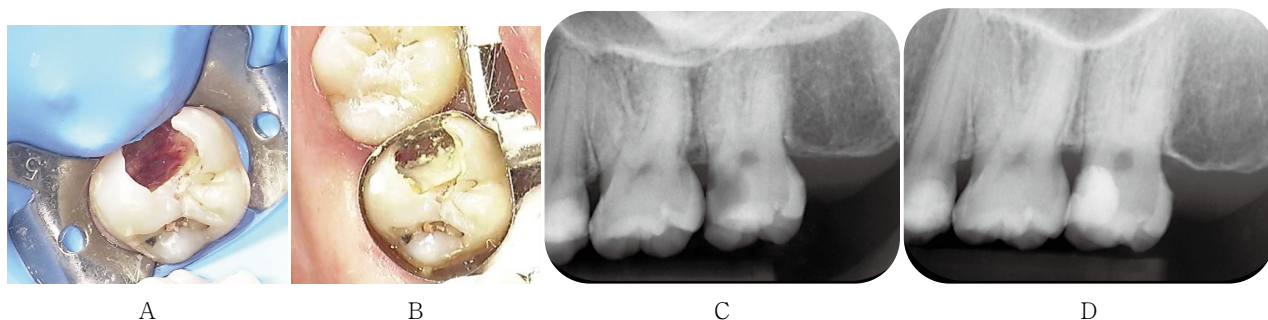


図2 暫間的間接覆髄法

深在性う蝕で感染象牙質を完全に除去すると露髄する可能性が高い場合、あえて感染象牙質を全部除去せず (A)、水酸化カルシウム製剤やタンニン・フッ化物配合ポリカルボキシレートセメントを残置感染象牙質の上に貼付し、仮封して3カ月経過をみる (B)。

エックス線画像：初診時 (C) と3カ月後 (D)。

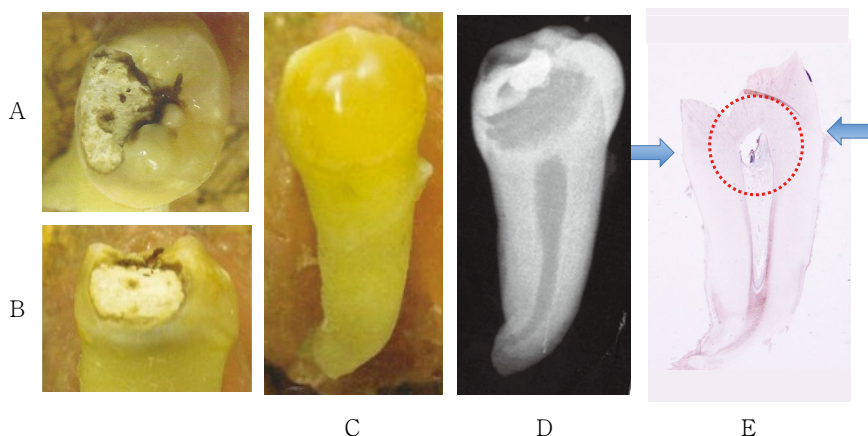


図3 抜去歯での検討

28歳男性の28歯、不可逆性歯髄炎と診断され抜去となった。

(A) 咬合面観、(B) 遠心観、(C) 頬側観、(D) エックス線画像、(E) 病理組織のルーペ像。

歯冠部にいわゆる歯髄膿瘍の形成が観られるが、セメント・エナメル境 (矢印) くらいまでにとどまっている。

に歯髄を全部除去する必要があるのか？」と思うことがある。

歯髄を観る (病理組織像から)

これまでに不可逆性歯髄炎に対するコンセンサスの得られた「組織学的基準」が存在しないことも、診断を難しくしている要因となっている。実際に歯髄炎の症状があり、う蝕症3度 不可逆性歯髄炎と診断された第三大臼歯を抜去した場合に病理組織標本作製して光学顕微鏡で観察してみることがあるが、歯冠部歯髄に膿瘍を形成していることはあっても歯髄全体が不可逆的な変化を起こしているわけではなく、膿瘍周囲組織は意外と健常に

近い状態であることは多い (図3)。血管についても膿瘍周囲は著明に拡張した血管がみえるが、少し離れると正常に近い小型血管がみえてくる (図4)。このような病理組織標本を観ていると、この病変部だけを適切に除去して、MTA や水酸化カルシウム製剤などの生体親和性が高く、硬組織形成能を有する材料を適用し、さらには再感染が起こらないような接着性修復をすれば歯髄を保存できたかもしれないと感じるときがある。文献的にも、VPT 術後の歯髄の変化については病理組織学的検討が進んできている^{12,13)}。しかしデンティンブリッジの形成は広く知られているものの、膿瘍病変除去後の部分がどのようになっていくのかは、ひとくくりに「健常」となっていることが多い。実際の症例から標本を得ることが困

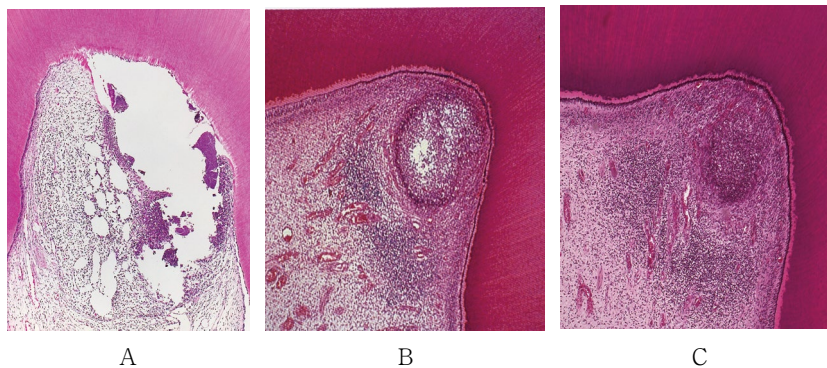


図 4 歯髄膿瘍周囲の状態

(A) 膿瘍は歯冠部に広がっているものの、歯根側歯髄には炎症はない(図3(E)の強拡大像)。歯髄膿瘍が髄角部に存在し、周囲には拡張した血管が観られるが、膿瘍から離れた場所では炎症性細胞浸潤も少なくなっている((B)からさらに薄切を進めたのが(C))。

難ではあるが、さらなる詳細な検討が必要である。

歯髄を視る(出血の制御やマイクロスコープ下での歯髄の術中視診)

上記のような背景や多くの症例が報告され、まとめられるようになってきており、その結果、近年では世界的にも「不可逆性歯髄炎という従来の術前診断は必ずしも抜髄の適応にはならない」という考えが出てくるようになった。アメリカ歯内療法学会(AAE)も position statement で「不可逆性歯髄炎という術前診断は必ずしも抜髄の適応にはならない」「炎症性歯髄の除去は出血の制御と残存歯髄の視覚的評価による」とし、手術用マイクロスコープ下での歯髄の術中視診で歯髄保存を図る vital pulp therapy (VPT) の考えを提唱している¹⁴⁾。歯髄を部分的に除去した後の出血を手術用マイクロスコープで観察し、新鮮な出血がみられて、その止血(次亜塩素酸ナトリウム溶液を用いる)が2~10分で可能ならばVPTの予後が良好としている論文もいくつか発表されている^{12,13)}。VPTのランダム化臨床試験でも「診断が不可逆性歯髄炎であってもVPTの禁忌ではない」「顕微鏡や拡大鏡は必要で、歯髄の直視と止血は重要」という結果が出てきている¹⁵⁾。しかしながら新鮮の定義は意外と明確ではなく、さらに患者の血液性状も厳密に調べたものかどうかは不明で、血管収縮薬が添加されている局所麻酔の種類でも異なることは考えなければならない。また止血後も健常部との境界が視診では明確にはわからず、細菌感染や壊死歯髄が残っている可能性も否定はできない(図5)。さらに、病理組織学的にどうなっているのか明らかとなっていない。VPTがすべての症例で当てはまるわけではなく、実施したが歯髄壊死に陥る場合もあ



図 5 止血後の歯髄面(手術用顕微鏡像)

顕微鏡下の処置で感染象牙質、感染や壊死した歯髄を除去し、次亜塩素酸ナトリウム溶液で止血した状態であるが、細菌感染や壊死歯髄が残っている可能性も否定はできない。このあたりも含めてもう少し適切な診断基準が必要と考えられる(写真は東京都開業・阿部 修先生のご厚意による)。

る。このような観点からも、VPTの適応が明確になり、術中視診をはじめとするさらなる検査が開発されることで、適切な検査と診断ができるようになれば、部分的に感染したところの除去だけで済み、多くの歯髄は温存できると考えられる。

VPTの術後での問題点

VPTに関しては、本学会2022年度秋季学術大会(第157回)においてもVPTについてのシンポジウム「究極の歯髄保存」が組まれ、演者の先生方の興味深い症例を目の当たりにしたことは学会員の記憶に新しい。2021年2月には東京歯科大学リカレント教育セミナーでもVPTが取り上げられ、さまざまな議論がなされた。セミナー

当日や後日の議論に上がったのは「術後に根管狭窄が生じることがあるので、VPT 後に感染が生じると治療の難易度が上がってしまうのではないか」「次亜塩素酸ナトリウム溶液は歯髄だけでなく象牙質面へも作用してしまうので、処理した歯面への接着は大丈夫か」などがあった。いずれも、VPT 後の修復の過程での接着が関係してくる問題ではある。後者にあるように、VPT 後の修復時には次亜塩素酸ナトリウム溶液の影響を考慮しなければならない。極力、露髄面に応用するが象牙質面にも付着することは避けられず、この部分の接着低下を生じてしまう。これを回避するために、スルフィン酸のような還元剤の使用が好ましい¹⁶⁾。

今後の課題 歯髄を診る

これまで述べてきたように歯髄保存のためにさまざまな変化が出てきたが、まだ多くの課題が残されている。一番問題となるのは術前の診断であろう。術前診断が可能となれば、治療の一助となることは間違いない。特に画像検査で歯髄膿瘍などの検出が可能となれば、術中での歯髄の視診とも併せて強力な診断ツールになると考えられる。近年では歯科用 MRI の開発へ向けた研究も進んでおり、その実用化が望まれる¹⁷⁾。また術後の治癒過程についても血管や幹細胞の動態はわかっておらず、治癒機転の解析を目指した病理学的研究も今後は必要であろう。これらと視診とを合わせた診断ができること、すなわち肉眼-病理-画像、さらには術中診断マーカーを合わせるような診断が可能となることで歯髄保存が可能になり、「人生 100 年時代の歯の保存」につながる事が期待される。

本論文に関して、開示すべき利益相反状態はない。

文 献

- 1) 厚生労働省. 令和 4 年歯科疾患実態調査の概要. 2023. <https://www.mhlw.go.jp/content/10804000/001112405.pdf> (2023 年 6 月 21 日アクセス)
- 2) 8020 推進財団. 第 2 回永久歯の抜歯原因調査報告書. 2018. https://www.8020zaidan.or.jp/images/about/pdf_list/Tooth-extraction%20investigation-report-2nd.pdf (2018 年 12 月 3 日アクセス)
- 3) FDI World Dental Federation. FDI policy statement on Minimal Intervention Dentistry (MID) for managing dental caries: Adopted by the General Assembly: September 2016, Poznan, Poland. *Int Dent J* 2017; 67: 6-7.
- 4) 日本歯科保存学会. う蝕治療ガイドライン第 2 版. 永末書店: 東京; 2015.
- 5) Wolters WJ, Duncan HF, Tomson PL, Karim IE, McKenna G, Dorri M, Stangvaltaite L, van der Slijs LWM. Minimally invasive endodontics: a new diagnostic system for assessing pulpitis and subsequent treatment needs. *Int Endod J* 2017; 50: 825-829.
- 6) Amemiya K, Kaneko Y, Muramatsu T, Shimono M, Inoue T. Pulp cell responses during hypoxia and reoxygenation in vitro. *Eur J Oral Sci* 2003; 111: 332-338.
- 7) Muramatsu T, Yuasa K, Ebihara K, Shibukawa Y, Ohta K, Furusawa M, Shimono M. Glucose-free conditions induce the expression of AMPK in dental pulp cells. *Arch Oral Biol* 2013; 58: 1603-1608.
- 8) Amano T, Muramatsu T, Amemiya K, Kubo K, Shimono M. Response of rat pulp cells to heat stress in vitro. *J Dent Res* 2006; 85: 432-435.
- 9) Lee MK, Muramatsu T, Uekusa T, Lee JH, Shimono M. Heat stress induces ALP activity and HSP25 expression in cultured dental pulp. *Int Endod J* 2008; 41: 158-162.
- 10) Abe S, Imaizumi M, Mikami Y, Wada Y, Tsuchiya S, Irie S, Suzuki S, Satomura K, Ishihara K, Honda MJ. Oral bacterial extracts facilitate early osteogenic/dentinogenic differentiation in human dental pulp-derived cells. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 109: 149-154.
- 11) Sugiuchi A, Sano Y, Furusawa M, Abe S, Muramatsu T. Human dental pulp cells express cellular markers for inflammation and hard tissue formation in response to bacterial information. *J Endod* 2018; 44: 992-996.
- 12) Ricucci D, Siqueira Jr J, Li Y, Tay FR. Vital pulp therapy: histopathology and histobacteriology-based guidelines to treat teeth with deep caries and pulp exposure. 2019; 86: 41-52.
- 13) Lin LM, Ricucci D, Saoud TM, Sigurdsson A, Kahler B. Vital pulp therapy of mature permanent teeth with irreversible pulpitis from the perspective of pulp biology. *Aust Endod J* 2020; 46: 154-166.
- 14) American Association of Endodontists. AAE position statement on vital pulp therapy. *J Endod* 2021; 47: 1340-1344.
- 15) Duncan HF. Present status and future directions—Vital pulp treatment and pulp preservation strategies. *Int Endod J* 2022; 55: 497-511.
- 16) 武本真治, 春山亜貴子, 松本倫彦, 服部雅之, 吉成正雄, 河田英司, 小田 豊. 次亜塩素酸ナトリウム処置した象牙質の接着に及ぼす還元剤の効果. *日歯理工誌* 2011; 30: 41-46.
- 17) Kocasarac HD, Geha H, Gaalaas LR, Nixdorf DR. MRI for dental applications. *Dent Clin North Am* 2018; 62: 467-480.

バルクフィルコンポジットレジンの吸水性が着色に及ぼす影響

菅 井 琳太郎 小 林 幹 宏 新 妻 由衣子
水 上 裕 敬 真 鍋 厚 史

昭和大学歯学部歯科保存学講座美容歯科学部門

抄録

目的：バルクフィルコンポジットレジン（以下、バルクフィルレジンは従来の光硬化型コンポジットレジンと比較して光透過性を向上させることで、光照射の到達しにくい深い窩洞でも重合可能であることが報告されている。口腔内においてコンポジットレジンに吸水による機械的性質の低下や経時的に着色が生じることが報告されている。しかし、バルクフィルレジンの吸水性と着色に関する報告は少ない。

本研究ではバルクフィルレジンの吸水性が着色に及ぼす影響について4種類の市販の材料を用いて評価した。

材料と方法：本研究では GRACEFIL Bulk Flo（ジーシー）、Sonic Fill 2（Kerr）、Tetric N-Ceram Bulk Fill（Ivoclar Vivadent）、および BEAUTIFIL Bulk Flow（松風）の4種類のバルクフィルレジンをを用いた。実験用試験片の作製に際しては、直径 15.0 mm、厚さ 1.0 mm の円形をしたステンレス製の金型にバルクフィルレジンを充填し、両面から 90 秒ずつ光照射を行うことで重合させた。その後、耐水研磨紙の #1000 で研磨し、37°C の水中で 24 時間保管したものを実験用試験片とした。

試験片は、JIS6514：2013 に準じた吸水試験を行った。各試験片はデシケーターを用いて乾燥させた後、蒸留水に 7 日間浸漬し、質量を測定した（ $n=5$ ）。試験片を再び乾燥させて質量を測定し、吸水量を算出した。さらに、試験片を 37°C に設定した恒温器中で 7 日間、赤ワインに浸漬して保管し、赤ワインへの浸漬前後の色調を分光光度計（CM-3610d, コニカミノルタ）で測定した。着色による色差は 1976CIEL^{*}_a^{*}_b^{*}（ ΔE^*_{ab} ）と CIEDE2000（ ΔE_{00} ）を用いて数値化した（ $n=5$ ）。吸水試験で得られた値および色差はバルクフィルレジンの違いで一元配置分散分析を行った。グループ間の有意差については Tukey's multiple comparison test を用いて、有意水準 0.05 の条件で検証した。また、Pearson の積率相関係数を用いてバルクフィルレジンの吸水量と色差の相関関係を分析した。

結果：吸水試験と色差の測定の結果、GRACEFIL Bulk Flo が Sonic Fill 2、Tetric N-Ceram Bulk Fill および BEAUTIFIL Bulk Flow に比較して有意に低い吸水量と色差（ ΔE^*_{ab} , ΔE_{00} ）を認め、BEAUTIFIL Bulk Flow では吸水量と ΔE^*_{ab} において他条件より有意に高い値を認めた。色差においては、すべてのバルクフィルレジンの視覚的に変色を認識されたと考えられる値を超えていた（ $\Delta E^*_{ab} > 3.3$, $\Delta E_{00} > 2.3$ ）。さらに、吸水量と色差の間には正の相関関係が認められた（ $p < 0.001$ ）。

結論：バルクフィルレジンの吸水性と着色は材料間で有意に異なる。また、吸水量と着色後の色差 ΔE^*_{ab} および ΔE_{00} との間に強い正の相関関係が認められた。バルクフィルレジンの吸水性は着色に及ぼす重要な因子である。

キーワード：バルクフィルコンポジットレジン、吸水性、着色

責任著者連絡先：菅井琳太郎

〒145-8515 東京都大田区北千束 2-1-1 昭和大学歯学部歯科保存学講座美容歯科学部門

TEL：03-3787-1151, FAX：03-5751-4639, E-mail：rintaro@dent.showa-u.ac.jp

受付：2023 年 7 月 15 日/受理：2023 年 9 月 6 日

DOI：10.11471/shikahozon.66.263

緒 言

コンポジットレジンを用いた接着修復は簡便な操作性で天然歯に類似した色調を得ることができるため、歯科臨床で幅広く使用されている¹⁻³⁾。また、接着システムの確立と、コンポジットレジンの機械的強度向上に伴い、その適応範囲は拡大している。しかしながらコンポジットレジンでは重合時に収縮するという特徴をもつため、ホワイトマージンやコントラクションギャップといった裂隙を生じやすく、知覚過敏や辺縁の着色、辺縁性二次う蝕を引き起こす可能性がある⁴⁾。さらに、光照射による硬化深度には限界があり、一般的な光重合型コンポジットレジン（光重合型レジン）で 2 mm とされている^{5,6)}。そのため、2 mm 以上の深さを有する窩洞は分割積層充填を行うことが推奨されている^{7,8)}。分割積層充填では光照射を複数回行うため、チェアタイムの延長や唾液や血液などによる被着面のコンタミネーションが生じ、コンポジットレジンの接着性に影響を与える可能性がある⁶⁾。そこで、従来の光重合型レジンと比較して重合収縮応力を抑制し、光透過性を向上させることで、4 mm の深度まで一括充填させることができるバルクフィルコンポジットレジン（以下、バルクフィルレジン）が開発された⁹⁻¹²⁾。バルクフィルレジンを用いることで分割積層充填を回避し、治療時間の短縮や気泡の混入の防止、被着面のコンタミネーションなどの予防に期待することができる。

一方、口腔内に充填されたコンポジットレジンでは唾液や飲食物などの影響を受けるため、経年的に生じる吸水が機械的性質を低下させることや、着色により審美性を低下させることが指摘されている¹³⁻¹⁵⁾。Janda らはコンポジットレジンの吸水性について比較し、フィラー含有量が低い場合、高い吸水性を示すことを報告した¹⁶⁾。フィラーの性質と含有量やマトリックスレジンの種類による吸水性の違いが着色に影響を与えるという報告もある^{13-15,17-19)}。以上のようにコンポジットレジンの吸水性と着色については多く報告されているが、バルクフィルレジンに注目して吸水性と着色の関係を検証した報告は少ない。

本研究では、市販されているバルクフィルレジンの吸水性が着色に及ぼす影響について、蒸留水に浸漬後の吸水量と、赤ワインに浸漬前後の色調から算出された色差で色調の変化を比較しその関係性を分析した。

本研究における帰無仮説は 1. バルクフィルレジンの違いによる吸水性に差はない。2. バルクフィルレジンの違いは着色による色差に影響を与えない。3. バルクフィルレジンと着色に相関関係は認めない。とした。

材料および方法

1. 材 料

本研究で用いた各バルクフィルレジンとその組成を Table 1 に示す。

4 種類のバルクフィルレジン、GRACEFIL Bulk Flo (GBF, ジーシー), Sonic Fill 2 (SFR, Kerr, USA), Tetric N-Ceram Bulk Fill (TCB, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein), および BEAUTIFIL Bulk Flow (BFB, 松風) を用いた。

2. 方 法

1) 試験片の作製

試験片は直径 15.0 mm、厚さ 1.0 mm の円形ステンレス製の金型に各バルクフィルレジンを通し込み、スライドガラスで圧接しながら重合させた。バルクフィルレジンの重合には照射口の直径が 8.0 mm である光照射器 (G-Light Prima II Plus, ジーシー) を用いて 1,200 mW/cm² の光強度で、片面を 9 分割して 10 秒ずつ光照射した。光照射は両面行い、合計 180 秒光照射を行った。その後、耐水研磨紙 (Struers, Denmark) の #1000 で研磨し、蒸留水にて 30 分超音波洗浄を行った。さらに、37°C の蒸留水中で 24 時間保管し、重合を終了させたものを実験用試験片とした。試験片は、吸水試験用 (n=5) の 20 枚と色差測定用 (n=5) の 20 枚とし、合計 40 枚作製した。

2) 吸水試験

4 種類のバルクフィルレジンで作製した試験片に対して、JIS6514:2013 に準じた吸水試験を行った。各試験片は二酸化ケイ素と塩化コバルトを主成分とした乾燥材 (SILICA GEL, トーヤク) の入ったデシケーター内に保存し、37°C の恒温器に 1 週間保管した。24 時間の質量減少が 0.1 mg 以下であることを確認し、恒量となった試験片の質量を m とした。試験片の質量については電子天秤 (Sartorius BP210S, Germany) を用いて計測した。吸水は各試験片を 7 日間蒸留水に浸漬させて行った。吸水後の測定は試験片を蒸留水から取り出して 60 秒後に測定し、このときの質量を m1 とした。その後、試験片を乾燥させて再度質量を測定し、m2 とした。試験片の体積を V とし、吸水量 ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$) の計算式を以下に示す。

$$\text{Water Sorption} = (m1 - m2) / V (\mu\text{g}/\text{mm}^3)$$

吸水試験の条件はバルクフィルレジンの種類の違いで 4 条件とした (n=5)。

3) 色差の測定

色差の測定に際しては、着色用に赤ワイン (ボン・ルージュ, キリン) を用いた。作製した試験片の色調を分光光度計 (CM-3610d, コニカミノルタ) で測定した後に

Table 1 Bulk-fill resin composite used in this study

Materials	Code	Manufacturer	Composition		Filler contents (wt%)	Lot Number
			Matrix	Filler		
GRACEFIL Bulk Flo	GBF	GC, Tokyo, Japan	Bis-MEPP	Barium glass	70	1812112
Sonic Fill 2	SFR	Kerr, CA, USA	Bis-GMA, TEGDMA, Bis-EMA	Zirconium, silica oxide, ytterbium trifluoride	83.5	5945044
Tetric N-Ceram Bulk Fill	TCB	Ivoclar Vivadent, Schaar, Liechtenstein	Bis-GMA, UDMA	Barium glass, ytter- bium trifluoride	78	V30196
BEAUTIFIL Bulk Flow	BFB	Shofu, Kyoto, Japan	Bis-GMA, UDMA, Bis- MPEPP, TEGDMA	Glass powder (S-PRG filler)	72.5	91835

赤ワインに浸漬させて、37°Cに設定した恒温器中で7日間保管した。その後、再度色調を測定し、浸漬前後の色差を算出した。測定に際しては自然光や室内光の届かない分光光度計内で、黒背景で行った。色調は1976CIE $L^*a^*b^*$ 表色系により分析し、明度 L^* (白-黒) と、明度と彩度である a^* (赤-緑)、および b^* (黄-青) を求めた。その後、試験前の測定値と試験後の測定値の差である ΔL^* , Δa^* , Δb^* を求めて、総合的な色差である ΔE^*_{ab} を算出した。なお、 ΔE^*_{ab} を算出するための計算式を以下に示す (0 は赤ワイン浸漬前, 1 は赤ワイン浸漬後の測定値とした)。

$$\Delta L^* = L_1 - L_0$$

$$\Delta a^* = a_1 - a_0$$

$$\Delta b^* = b_1 - b_0$$

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

また、 ΔE^*_{ab} と比較して、人の色識別域に近似するように計算されている CIEDE2000 (ΔE_{00}) も算出して比較した。 ΔE_{00} の計算式を以下に示す。

$$\Delta E_{00} = \left[\left(\frac{\Delta L'}{K_L S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H} \right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C} \right) \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H} \right) \right]^{1/2}$$

S_L , S_C , S_H は重係数を示し、 R_T はローテーション係数である。また、 K_L , K_C , K_H のパラメトリック定数は1に設定している。

測色の条件はバルクフィルレジンの種類の違いで4条件とした ($n=5$)。

4) 統計解析

各バルクフィルレジンの吸水量および赤ワイン浸漬前後の色差の値は平均値±標準偏差 (SD) で算出し、一元配置分散分析を用いて分析した。グループ間の有意差については Tukey's multiple comparison test を用いて、有意水準 0.05 の条件で分析した。また Pearson の積率相関係数を用いてバルクフィルレジンの吸水量と色差の相関関係を分析した。データの解析にはソフトウェア

Table 2 Result of water sorption test ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$) which evaluated as mean±SD of specimens after 7 days of distilled water immersion ($n=5$)

Group	Water absorption
GBF	11.3±0.2 ^a
SFR	15.8±0.3 ^b
TCB	16.1±0.4 ^b
BFB	19.7±0.8 ^c

No significant difference by Tukey's test ($p>0.05$) if marked by the same letters in the same column.

(JMP Pro 16, SAS Institute, USA) を用いた。

結 果

1. 吸水量

吸水試験で得られた吸水量の一元配置分散分析の結果、バルクフィルレジンの違いによる有意な差が認められた ($p<0.001$)。したがってバルクフィルレジンの違いで Tukey's multiple comparison test により分析を行った ($p<0.05$)。

各バルクフィルレジにおける吸水量を Table 2 に示す。吸水量について比較したところ GBF が $11.3\pm 0.2 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ と、他条件に比較して有意に低い値を示した。対して BFB が $19.7\pm 0.8 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ と他条件に比較して有意に高い値を示した。SFR ($15.8\pm 0.3 \mu\text{g}/\text{mm}^3$) と TCB ($16.1\pm 0.4 \mu\text{g}/\text{mm}^3$) の間には、有意な差は認めなかった。

2. 色 差

赤ワイン浸漬前後の測色で得られた ΔE^*_{ab} と ΔE_{00} の一元配置分散分析の結果、バルクフィルレジンの違いにより有意な差が認められた ($p<0.001$)。したがってバルクフィルレジンの違いによる色差について Tukey's multiple comparison test により分析を行った ($p<0.05$)。

赤ワイン浸漬前後の試験片を Fig. 1 に示す。また、各バルクフィルレジにおける ΔE^*_{ab} および ΔE_{00} を

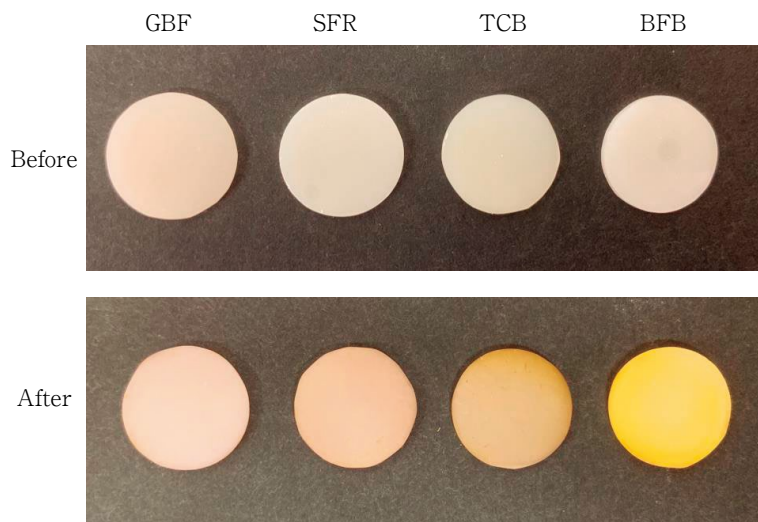


Fig. 1 Specimens before and after immersing in red wine

Table 3 Result of color change which evaluated as mean $\Delta E^*ab \pm SD$ or $\Delta E_{00} \pm SD$ of specimens after 7 days of red wine immersion (n=5)

Group	Color change				
	ΔL	Δa	Δb	ΔE^*ab	ΔE_{00}
GBF	-8.1 ± 1.7	3.8 ± 1.1	-0.2 ± 0.7	8.7 ± 2.1^a	9.2 ± 2.4^a
SFR	-14.4 ± 1.2	6.1 ± 1.2	2.3 ± 2.1	15.9 ± 2.8^b	15.7 ± 3.0^b
TCB	-12.7 ± 1.8	5.8 ± 0.7	4.2 ± 1.3	14.6 ± 2.3^b	14.1 ± 2.4^b
BFB	-9.0 ± 0.9	1.8 ± 0.7	25.1 ± 1.2	27.0 ± 1.2^c	17.9 ± 0.6^b

No significant difference by Tukey's test ($p > 0.05$) if marked by the same letters in the same column.

Table 3に示す、 ΔE^*ab について比較したところGBFが 8.7 ± 2.1 と、他条件に比較して有意に低い値を示した。対してBFBが 27.0 ± 1.2 と、他条件に比較して有意に高い値を示した。SFR (15.9 ± 2.8)とTCB (14.6 ± 2.3)の間には、有意な差は認めなかった。 ΔE_{00} で比較したところ、GBFが 9.2 ± 2.4 と、ほかの条件と比較して有意に低い値を示し、SFR (15.7 ± 3.0)、TCB (14.1 ± 2.4)、BFB (17.9 ± 0.6)の間に有意な差は認めなかった。

3. 相関関係

吸水試験と色差におけるPearsonの積率相関係数を分析した結果、バルクフィルレジンの吸水量と着色による ΔE^*ab および ΔE_{00} の間には有意な正の相関性を認めた($r=0.899$; $p<0.001$)。

考 察

口腔内で修復に用いられたコンポジットレジンは長期的に機能性かつ審美性を維持することが望まれる。しかし、口腔内の水分による影響を受けてコンポジットレジンは機械的性質や色調が低下することが報告されてお

り、バルクフィルレジンにおいても同様の傾向が認められると報告されている¹³⁻²⁰。本研究ではバルクフィルレジンの違いが吸水性と着色による色差に与える影響について、吸水量および赤ワインによる着色後の色差を用いて分析した。

ヒトの唾液は99%が水で構成される希釈液であるため、吸水試験では蒸留水を用いることで口腔内を想定して行った²⁰。その結果、GBFが他条件に比較して有意に低い吸水量を示した。コンポジットレジンの基本組成は有機質であるマトリックスレジン、無機質であるフィラーとその表面処理材であるシランカップリング剤に加えて、重合開始剤や重合促進剤などで構成されている^{1,21}。含有されるマトリックスレジンやフィラーは製造業者により異なるため、コンポジットレジンごとに多様な特徴がある。Ferracaneは、コンポジットレジンに使用されるマトリックスレジンが、吸水性との関連性が強いと報告している¹。マトリックスレジンにはbisphenol A-glycidyl methacrylate (Bis-GMA), urethane dimethacrylate (UDMA), triethylene glycol dimethacrylate (TEGDMA), bisphenole A-ethoxylate dimethac-

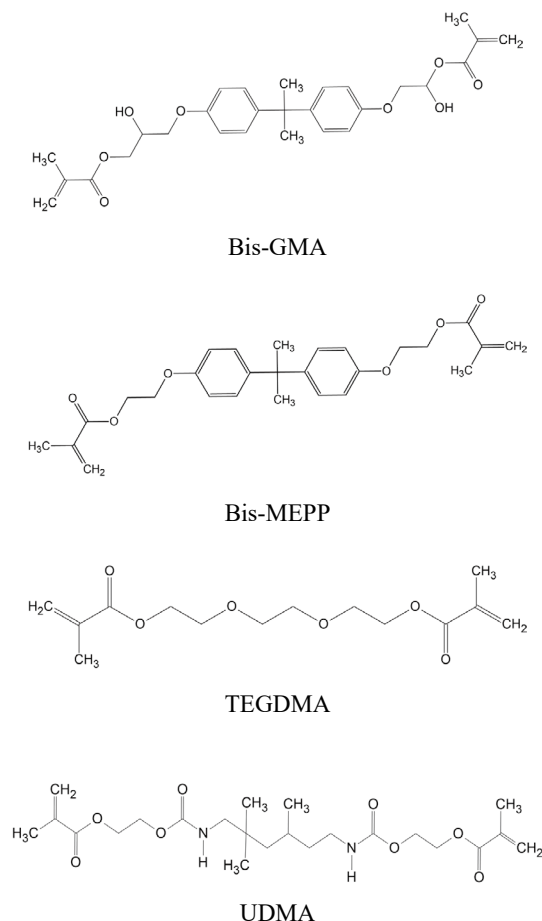


Fig. 2 Structural formula of each matrix resins

Bis-GMA ; bisphenol A-glycidyl methacrylate, Bis-MEPP ; bisphenole A-ethoxylate dimethacrylate, TEGDMA ; triethylene glycol dimethacrylate, UDMA ; urethane dimethacrylate

rylate (Bis-MEPP) などが挙げられる²¹⁻²⁷⁾。各マトリックスレジンの構造式を Fig. 2 に示す。そのなかで Bis-GMA や TEGDMA は吸水性が高いことが報告されている^{22,24,27)}。本研究で用いたバルクフィルレジンのマトリックスレジンで比較すると、Bis-GMA を含む SFR, TCB, BFB の吸水量が GBF と比較して有意に高い値を示し、過去の報告と一致する結果となった。Bis-GMA は化学式に水酸基 (OH 基) を有する親水性モノマーであり、水分子と接合することで吸水が促進されるのではないかと報告されている^{15,16)}。また、Bis-GMA は粘性が高く、フィラーを配合することが困難であるため TEGDMA を希釈材として用いることが多い。TEGDMA の化学式に含まれるエーテル結合が、非常に高い親水性をもつため、吸水性が高くなることが報告されている^{25,26)}。そのため Bis-GMA や TEGDMA をマ

トリックスレジンとして用いたコンポジットレジンは高い吸水性を有すると考えられる^{21,27)}。対して Bis-MEPP や UDMA は構造式に水酸基を含まないため、吸水性が抑制されている²⁵⁻²⁷⁾。本研究では GBF が唯一 Bis-MEPP を含んでいる。吸水試験ではこれらの報告と一致する結果となった。一方、修復物中のマトリックスレジンの割合が高いと吸水量が増加するため、フィラーの含有率の違いが吸水量に影響を与えることが報告されている²⁸⁾。本研究においては、フィラー含有率が最も低い GBF が低い吸水量を示す結果であった。以上よりバルクフィルレジンの違いが吸水性に影響を与えたため、帰無仮説 1 は棄却された。

コンポジットレジンの着色は、フィラーやマトリックスレジンの重合開始材に依存する内因性と、歯垢や顔料、染料などの付着による外因性要因に分けられる²⁹⁾。本研究では着色による色調の変化を比較するため、赤ワインに試験片を浸漬させて着色の評価を行った。赤ワインは着色に関するほかの研究においてもよく用いられており、ポリフェノールとタンニンが含まれている影響で着色性が強いとされている³⁰⁾。試験片の色調変化の評価には、1976CIE $L^*a^*b^*$ および CIEDE2000 を用いた。CIE1976 より求められる ΔE^*ab により色差の数値化が可能であり、Paravina らは人が視覚的に認識できる色の違いの閾値について報告している³¹⁾。以前の報告では、 ΔE^*ab では 3.3、 ΔE_{00} では 2.3 を超えると一般的に色の違いとして認識できるとされている^{32,33)}。本研究では、すべてのバルクフィルレジンで大きく閾値を上回っているため、赤ワインによる着色が視覚的に認識されたと考えられる。色調測定の結果から求められた色差は BFB が他条件に比較して有意に高く、GBF が有意に低かったことから、他条件に比較して GBF は着色しにくいことが認められた。以上よりバルクフィルレジンの違いが着色に影響を与えることが示唆されたため、帰無仮説 2 は棄却された。

コンポジットレジンの着色は吸水性と親水性に依存すると報告されている³⁴⁾。本研究においても GBF の吸水性と色差が他のバルクフィルレジンと比較して有意に低く、対して BFB は有意に高い値を示し、Pearson の積率相関係数では吸水性と色差の間には強い正の相関関係 ($r=0.899$) が認められた ($p<0.001$)。すなわち、吸水性の高いバルクフィルレジンは赤ワインによる着色が顕著であったことが示唆され、帰無仮説 3 は棄却された。

以上より、Bis-MEPP を含有する GBF が最も低い吸水量と着色によるわずかな色調変化が認められ、Bis-GMA を含有する SFR, TCB, BFB と有意な差が認められた。さらに、BFB のみ SFR と TCB に比較して有意に高い吸水量と色差を認めた。これはマトリックスレジ

以外にも結果に影響を与えた要因が考えられる。たとえばフィラーの脱落がコンポジットレジン着色に影響することが報告されている。これは、シランカップリング剤が加水分解されてフィラーが脱落することで表面粗さが増加して着色が促進するためと考えられている^{17,18)}。また、コンポジットレジンに残存する未反応モノマーが水中に溶出することで機械的特性を減少させ、着色を促進させることも報告されている^{14,15,19)}。本研究においてはフィラーの脱落や、その他の成分の動向については言及することができていない。これらの影響については今後さらなる検証を行い、解明する必要がある。

結 論

バルクフィルレジンにより吸水性と着色は材料間で有意に異なる。また、吸水量と着色後の色差 ΔE^*_{ab} および ΔE_{00} との間に強い正の相関関係が認められた。バルクフィルレジンの吸水性は着色に及ぼす重要な因子である。

本論文に対して開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) Ferracane JL. Resin composite—state of the art. *Dent Mater* 2011; 27: 29-38.
- 2) 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.
- 3) Chen MH. Update on dental nanocomposites. *J Dent Res* 2010; 89: 549-560.
- 4) Tantbirojn D, Pfeifer CS, Braga RR, Versluis A. Do low-shrink composites reduce polymerization shrinkage effects?. *J Dent Res* 2011; 90: 596-601.
- 5) Simon F, Stefanie H, Anne P, Jürg H, Adrian L. Depth of cure of resin composites: Is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials?. *Dent Mater* 2012; 28: 521-528.
- 6) Lempel E, Czibulya Z, Kovács B, Szalma J, Tóth Á, Kunsági-Máté S, Varga Z, Böddi K. Degree of conversion and BisGMA, TEGDMA, UDMA elution from flowable bulk fill composites. *Int J Mol Sci* 2016; 20: 732.
- 7) Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res* 1987; 66: 1636-1639.
- 8) Park J, Chang J, Ferracane JL, Lee IB. How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling?. *Dent Mater* 2008; 24: 1501-1505.
- 9) Leprince JG, Palin WM, Hadis MA, Devaux J, Leloup G. Progress in dimethacrylate-based dental composite technology and curing efficiency. *Dent Mater* 2013; 29: 139-156.
- 10) Czasch P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clin Oral Investig* 2013; 17: 227-235.
- 11) El-Damanny H, Platt J. Polymerization shrinkage stress kinetics and related properties of bulk-fill resin composites. *Oper Dent* 2014; 39: 374-382.
- 12) Walter R. Critical appraisal: bulk-fill flowable composite resins. *J Esthet Restor Dent* 2013; 25: 72-76.
- 13) Yiu CK, King NM, Pashley DH, Suh BI, Carvalho RM, Carrilho MR, Tay FR. Effect of resin hydrophilicity and water storage on resin strength. *Biomaterials* 2004; 25: 5789-5796.
- 14) 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.
- 15) Huang W, Ren L, Cheng Y, Xu M, Luo W, Zhan D, Sano H, Fu J. Evaluation of the color stability, water sorption, and solubility of current resin composites. *Materials* 2022; 15: 6710.
- 16) Janda R, Roulet JF, Latta M, Rüttermann S. Water sorption and solubility of contemporary resin-based filling materials. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2007; 82: 545-551.
- 17) 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.
- 18) Villalta P, Lu H, Okte Z, Garcia-Godoy F, Powers JM. Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. *J Prosthet Dent* 2006; 95: 137-142.
- 19) Mansouri SA, Zidan AZ. Effect of water sorption and solubility on color stability of bulk-fill resin composite. *J Contemp Dent Pract* 2018; 19: 1129-1134.
- 20) Keyf F, Yalçın F. The weight change of various light-cured restorative materials stored in water. *J Contemp Dent Pract* 2005; 6: 72-79.
- 21) Hervás-García A, Martínez-Lozano MA, Cabanes-Vila J, Barjau-Escribano A, Fos-Galve P. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2006; 11: 215-220.
- 22) de Gee AF, Feilzer AJ, Davidson CL. True linear polymerization shrinkage of unfilled resins and composites determined with a linometer. *Dent Mater* 1993; 9: 11-14.
- 23) Ilie N, Hickel R. Resin composite restorative materials. *Aust Dent J* 2011; 56: 59-66.
- 24) Stansbury JW, Trujillo-Lemon M, Lu H, Ding X, Lin Y, Ge J. Conversion-dependent shrinkage stress and strain in dental resins and composites. *Dent Mater* 2005; 21:

- 56-67.
- 25) Gonçalves F, Pfeifer CS, Ferracane JL, Braga RR. Contraction stress determinants in dimethacrylate composites. *J Dent Res* 2008; 87: 367-371.
- 26) Kawaguchi M, Fukushima T, Horibe T. Effect of monomer structure on the mechanical properties of light-cured composite resins. *Dent Mater J* 1989; 8: 40-45.
- 27) Sideridou I, Tserki V, Papanastasiou G. Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials* 2003; 24: 655-665.
- 28) Calais JG, Söderholm KJ. Influence of filler type and water exposure on flexural strength of experimental composite resins. *J Dent Res* 1988; 67: 836-840.
- 29) Bagheri R, Burrow MF, Tyas M. Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *J Dent* 2005; 33: 389-398.
- 30) Suriyasangpetch S, Sivavong P, Niyatiwatchanchai B, Osathanon T, Gorwong P, Pianmee C, Nantanapiboon D. Effect of whitening toothpaste on surface roughness and colour alteration of artificially extrinsic stained human enamel: In vitro study. *Dent J (Basel)* 2022; 10: 191.
- 31) Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, Sakai M, Takahashi H, Tashkandi E, Perez Mdel M. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent* 2015; 27: 1-9.
- 32) Shamszadeh S, Sheikh-Al-Eslamian SM, Hasani E, Abrandabadi AN, Panahandeh N. Color stability of the bulk-fill composite resins with different thickness in response to coffee/water immersion. *Int J Dent* 2016; 7186140.
- 33) Ghinea R, Pérez MM, Herrera LJ, Rivas MJ, Yebra A, Paravina RD. Color difference thresholds in dental ceramics. *J Dent* 2010; 38: 57-64.
- 34) Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci* 1997; 105: 97-116.

Effect of Water Sorption on the Discoloration of Bulk-fill Resin Composite

SUGAI Rintaro, KOBAYASHI Mikihiro, NIIZUMA Yuiko,
MIZUKAMI Hiroyuki and MANABE Atsufumi

Department of Conservative Dentistry, Division of Aesthetic Dentistry and Clinical Cariology,
Showa University School of Dentistry

Abstract

Purpose: Bulk-fill resin composite (bulk-fill resin) permits better light transmittance than conventional light-cured resin composite and can be polymerized even in deep dental cavities that are difficult to reach using light irradiation. Resin composite loses its mechanical properties due to water sorption and becomes discolored over time. However, there are few reports on the water sorption and discoloration of bulk-fill resins. In this study, the effect of water sorption on the discoloration of commercially available bulk-fill resins of different compositions was evaluated.

Methods: Four bulk-fill resins were tested: GRACEFIL Bulk Flo (GC), Sonic Fill 2 (Kerr, USA), Tetric N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein), and BEAUTIFIL Bulk Flow (Shofu). Each was filled into stainless steel molds (diameter, 15.0 mm; thickness, 1.0 mm), polymerized using light irradiation from opposite sides for 90 s each, then polished with waterproof sandpaper (#1000 grit) and kept in water at 37°C for 24 h. Water sorption of each specimen was measured following the standard JIS6514: 2013, dried using a desiccator, immersed in distilled water for 7 days, then weighed ($n=5$). The specimens were dried again, weighed, then the water sorption was calculated. The specimens were immersed in red wine for 7 days at 37°C, and their color tones before and after immersion were measured using a spectrophotometer (CM-3610d; Konica Minolta). The color changes due to discoloration of the bulk-fill resins were quantified using CIELab (ΔE^*ab) and CIEDE2000 (ΔE_{00}) values ($n=5$) and compared using one-way ANOVA. Tukey's multiple comparison test was used to determine significant differences between groups ($\alpha=0.05$). Pearson's product-moment correlation coefficient was used to analyze the correlation between water sorption and color difference of the bulk-fill resins.

Results: GRACEFIL Bulk Flo had significantly lower water sorption and color difference (ΔE^*ab , ΔE_{00}) in comparison with the other bulk-fill resins, while the corresponding values for BEAUTIFIL Bulk Flow were significantly higher than the others. All bulk-fill resins had color differences that exceeded the value considered to be visually discernable ($\Delta E^*ab > 3.3$, $\Delta E_{00} > 2.3$). Furthermore, a positive correlation was observed between water sorption and color difference ($p < 0.001$).

Conclusion: Water sorption and discoloration differ markedly among various bulk-fill resins. A strong positive correlation was measured between water sorption and discoloration. Water sorption of bulk-fill resin is an important factor affecting discoloration.

Key words: bulk-fill resin composite, water sorption, discoloration

CAD/CAM システムを用いたデジタルデンティストリー教育の 効果と今後の課題

新 妻 由衣子 小 林 幹 宏 菅 井 琳太郎
長谷川 正 剛 真 鍋 厚 史

昭和大学歯学部歯科保存学講座美容歯科学部門

抄録

目的：昭和大学歯学部第 3, 4 学年に実施している保存修復学基礎実習において「口腔内スキャナーを用いた CAD/CAM インレー修復実習」を受講した学生に対し、アンケート調査を実施し、本実習の教育効果と今後の課題を検討した。

材料と方法：2019 年度から 2022 年度の歯学部第 3, 4 学年において、実習を受講した学生を対象としたアンケート調査を収集し評価した。

アンケートは選択式と自由記述式で行った。以下にアンケートの質問内容を記す。1. デジタルデンティストリーに対する関心がありますか、2. 本実習の学習効果について、3. 口腔内スキャナーを用いた CAD/CAM インレー修復について理解が深まりましたか、4. 本実習の内容の難易度について、5. 最も興味深かったステップはどれですか、6. 最も難しかったステップはどれですか、7. 印象材を用いる従来の印象採得と比較して、口腔内スキャナーを用いる印象採得をどのように評価しますか、8. 将来、歯科医師として CAD/CAM システムを用いた診療を実践したいですか、9. 今後も CAD/CAM システムを用いた実習を受講したいですか、10. 本実習について意見・感想を自由に記入してください。

結果：アンケート調査の結果は以下のとおりであった。

1. 約 6 割の学生が「非常に関心がある」「関心がある」と回答した。2. 「十分ある」「多少ある」と回答した学生が 2019 年度と 2020 年度は約 5 割を下回り、2021 年度と 2022 年度は約 9 割であった。3. 「かなり深まった」「深まった」と回答した学生が 2020 年度は約 7 割で、それ以外の年度は 9 割を超えた。4. 「非常に難しい」「難しい」と回答した学生が 2019 年度と 2020 年度は 4 割以下で 2021 年度と 2022 年度は約 8 割前後であった。5. 年度によってばらつきがあった。6. すべての年度で窩洞形成が最も難しいという結果であった。7. 5 割以上の学生が「非常に簡単」「簡単」と回答した。8. 8 割以上の学生が「ぜひ行いたい」「多少行いたい」と回答した。9. 8 割以上の学生が「十分思う」「多少思う」と回答した。

結論：口腔内スキャナーを用いた CAD/CAM インレー修復実習において、アンケート調査を実施した結果、2022 年度では約 9 割の学生が本実習は教育効果があると回答した。一方、デジタル機器の不足やインストラクターの質と数など課題も明らかとなった。しかし、学生は将来歯科医師として CAD/CAM システムを用いた診療を実践したいと期待し、さらなる学びを希望していることも示唆された。

キーワード：歯学教育、デジタルデンティストリー、CAD/CAM

緒 言

デジタルデンティストリーの進歩は目覚ましく、日々進化しており¹⁻⁴⁾、歯学教育に携わる者は、その進歩に応じた新しい知識と技術を学生教育に積極的に取り入れることが求められる。

CAD/CAM (computer aided design/computer aided manufacturing) システムは、歯冠修復のみならず、義歯やインプラントなどの欠損補綴、矯正歯科や口腔外科など幅広く用いられている⁴⁻⁶⁾。特に保存修復学分野においては、CAD/CAM システムの普及により one visit treatment を大きく発展させた⁷⁾。One visit treatment に用いる代表的なチェアサイド型 CAD/CAM システムである CEREC (Dentsply Sirona) は、少ない来院回数で審美修復治療を患者に提供することを可能とした⁸⁾。口腔内スキャナーによる光学印象は、印象材を用いた従来の印象法と比較し、印象精度が優れていると複数の研究から報告されている^{9,10)}。口腔内スキャナーを用いた光学印象後、CAD ソフトウェアで修復物を設計し、コンピュータ数値制御 (CNC) マシンから修復物を製作する。こうしたデジタルワークフローは、今日では日常的に臨床で行われている。歯学教育の基礎課程においてこのようなデジタルデンティストリー分野を取り入れることは、今や必要不可欠かつ教育者の重大な責務となっている¹¹⁾。平成 28 年度改訂版の歯学教育モデル・コア・カリキュラムには、「CAD/CAM の特徴を説明できる」「う蝕の簡単な処置ができる」ことが学習目標に掲げられている。しかし、デジタルデンティストリー教育では、教育に用いる機器への資本投資や高度な知識と技術をもったインストラクターの確保など課題もあり、多くの大学では、印象材を用いて印象採得を行い、石膏模型を製作、ワックスアップ、埋没、鋳造の工程で修復物を製作する従来のワークフローの教育に重点をおいているのが現状である^{12,13)}。

本学の保存修復学分野の教育は、第 3 学年前期に講義、第 3 学年後期から第 4 学年前期までマネキンを使用したシミュレーション実習を実施している。デジタルデンティストリーについては、第 3 学年前期にデジタルテクノロジーの基礎から CAD/CAM システムを用いた歯冠修復の臨床について解説している。そして、2014 年度後期の保存修復学基礎実習から、口腔内スキャナーを用いた CAD/CAM インレー修復実習を開始した。開始当初は、学生を班分けし班ごとに数人で口腔内スキャナーによる光学印象やインレー体の設計を行う形式であったが、その後実習形式を模索し、2018 年度より窩洞形成から接着までの全ステップを学生おのおのが行う現在の形

式での実習を行っている。本研究では、2019 年度から 2022 年度の歯学部第 3, 4 学年において、口腔内スキャナーを用いた CAD/CAM インレー修復実習を受講した学生を対象として行った実習後アンケート調査を収集し、本実習におけるデジタルデンティストリーの教育的効果を評価し、今後の教育課題を検討した。

材料および方法

1. 対 象

2019 年度から 2022 年度の昭和大学歯学部第 3, 4 学年の「保存修復学基礎実習」において「口腔内スキャナーを用いた CAD/CAM インレー修復」の全実習を受講した学生を対象とした。実習は 1 コマ 90 分であった。「保存修復学基礎実習」総コマ数は年度により異なっていたが、28~40 コマであった。

“窩洞形成”のステップは学年全員一斉に 2 コマで実施した。“口腔内スキャナーによる光学印象”は学生 1 名ずつ、“インレー体の設計”は学生 5 名ずつ実施した。“接着”は学生全員一斉に 2 コマで実施した。

実習後学生の同意取得後、実習の一貫として記入された無記名のアンケート結果を収集し評価を行った。回収したアンケート数は 2019 年度 103 名、2020 年度 88 名、2021 年度 94 名、2022 年度 80 名であった。

2. 実習形式

顎模型と人工歯、マネキンを使用したシミュレーション実習を行った。実習前に、実習内容についての講義およびデモンストレーションを実施した。

実習のインストラクターは、臨床経験 2 年から 40 年以上の昭和大学歯学部歯科保存学講座美容歯科学部門所属の歯科医師であった。

3. 実習内容

保存修復学基礎実習において、以下の内容の CAD/CAM インレー (MO: mesio-occlusal 窩洞) 実習を実施した。

課題：下顎左側第一大臼歯近心齲蝕。

修復方法：口腔内スキャナーを用いた CAD/CAM コンポジットレジンインレー修復。

器材：Table 1 に示す。

4. 実習の流れ

1) 窩洞形成

ダイヤモンドポイント (ダイヤバー FG CE13F, MANI) を用いて窩洞形成を行った。咬合面の窩洞形成、側室の形成、窩洞の整理の各ステップでインストラクターが窩洞形成の状態をチェックし検印の後、次のステップに進むよう指導し行った。

学生 5 名から 8 名当たり 1 名のインストラクターが指

Table 1 Materials used in this practice

Materials		Manufacturer
Typodont	D16-SW.C.30	NISSIN
Cavity preparation	DIA-BUR FG CE13F	MANI
Intraoral impression	CEREC Omnicam	Dentsuply Sirona
Milling	CEREC MC XL CAD/CAM resin block CERASMART270	Dentsuply Sirona
Cementation	CERAMASTER (HP) Coarse 13S Diamond polisher	SHOFU
	PANAVIA V5 Paste (universal) Tooth primer Ceramic primer	Kuraray Noritake Dental
	Composite resin polishing bar C17ff	GC
	Gloss polisher	KaVoKerr
	Diamond polisher	KaVoKerr

導を行った。

2) 光学印象

CEREC Omnicam (Dentsply Sirona) を用いて形成歯の印象、対合歯の印象、咬合採得を行った。

学生 1 名当たり 1 名のインストラクター（臨床経験 6 年以上の歯科医師もしくは 15 年以上の歯科医師）が指導を行った。

3) インレー体の設計

口腔内スキャナーの台数に制限があるため、インレー体の設計は口腔内スキャナーではなく、同じソフトウェア (4.3.1) がインストールされているパソコン 5 台で行った。

学生 5 名当たり 1 名のインストラクター（臨床経験 6 年以上の歯科医師）が指導を行った。

4) ミリング

CAD/CAM コンポジットレジンブロック (CERASMART270, GC) を用いて、CEREC MC XL (Dentsply Sirona) でミリングを行った。

5) 接 着

スプルー線を除去後、インレー体の試適を行った。隣接面の調整はデンタルフロス、咬合紙、コンタクトゲージ、レジン形態修正研磨用バー (CERAMASTER Coarse 13S/Diamond polisher, SHOFU) を用いて行った。隣接面の調整後、適合の確認を行った。2022 年度からは、スプルー線の除去後にラバーダム防湿を行った。適合の確認後、接着性レジンセメント（パナビア V5, Kuraray Noritake Dental）を用いて、メーカーの指示どおりの手順で接着処理を行った。

6) 咬合調整・研磨

コンポジットレジン研磨用バー (Composite resin pol-

isher bar Gross polisher/Diamond polisher, ジーシー) を用いて、咬合調整と研磨を行った。

5. アンケート調査

実習後、学生全員に本実習に関するアンケートを行った。実施したアンケートを Fig. 1 に示す。第 1 問では、実習後にデジタルデンティストリーに対する関心がどれだけあるかを 5 段階評価で問うた。第 2 問と第 3 問では実習の学習効果を尋ねた。第 4 問から第 6 問では実習内容についての難易度や関心を尋ね、第 7 問では従来の印象採得と比較した口腔内スキャナーによる光学印象の難易度を問うた。保存修復学基礎実習では、本研究の対象である CAD/CAM インレー修復の課題の他にもコンポジットレジン・メタルインレー・セラミックインレー修復の課題を課しているが、下顎左側第一大臼歯の MO インレーについて口腔内スキャナーによる光学印象の他に、シリコーンゴム印象材を用いた印象採得も課題としている。ここでは実際に両印象採得を実施したうえで、両者を比較した難易度を尋ねた。第 8 問では、将来歯科医師となった際に CAD/CAM システムを用いた診療を行いたいかを 5 段階評価で尋ねた。第 9 問は、本実習の他に CAD/CAM システムを用いたどのような実習を行いたいかを尋ねた。第 5, 6, 8, 9 問では理由や具体的な内容についての自由記載欄を設けた。最後の質問は、本実習についての意見や感想を自由記載で求めた。

結 果

アンケート結果を Fig. 2~10 に示す。

2021年度D3保存修復学基礎実習 CAD/CAM実習受講後のアンケート
以下の質問に対し該当するものに✓を付けてください。

- (1) デジタルデンティストリーに対する関心がありますか？
☐非常に興味がある ☐興味がある ☐どちらでもない ☐関心がない ☐全く関心がない
- (2) 本実習の学習効果について
☐十分にある ☐多少ある ☐どちらでもない ☐あまりない ☐全くない
- (3) 口腔内スキャナーを用いたCAD/CAMインレー修復について理解が深まりましたか？
☐かなり深まった ☐深まった ☐どちらでもない ☐あまりなかった ☐全くなかった
- (4) 本実習の内容（窩洞形成～接着）の難易度について
☐非常に難しい ☐難しい ☐どちらでもない ☐簡単 ☐非常に簡単
- (5) 本実習の以下のステップにおいて最も興味深かったステップはどれですか？
☐窩洞形成 ☐口腔内スキャナーによる光学印象 ☐インレー設計・デザイン ☐ミリング ☐接着
 その理由を具体的に記載してください
 []
- (6) 本実習の以下のステップにおいて最も難しかったステップはどれですか？
☐窩洞形成 ☐口腔内スキャナーによる光学印象 ☐インレー設計・デザイン ☐ミリング ☐接着
 その理由を具体的に記載してください
 []
- (7) 印象材を用いる従来の印象採得と比較して、口腔内スキャナーを用いた印象採得をどのように評価しますか？
☐非常に簡単 ☐簡単 ☐どちらでもない ☐難しい ☐非常に難しい
- (8) 将来、歯科医師としてCAD/CAMシステムを用いた診療を実践したいですか？
☐ぜひ行いたい ☐多少行いたい ☐どちらでもない ☐あまり行いたくない ☐全く行いたくない
 その内容を具体的に記載してください
 []
- (9) 今後もCAD/CAMシステムを用いた実習を受講したいですか？
☐十分思う ☐多少思う ☐どちらでもない ☐あまり思わない ☐全く思わない
 具体的に受講したい分野や治療法、その他あれば記述してください
 []
- (10) 本実習について意見・感想などを自由に記入してください。
 []

Fig. 1 Questionnaire administered to students after practice

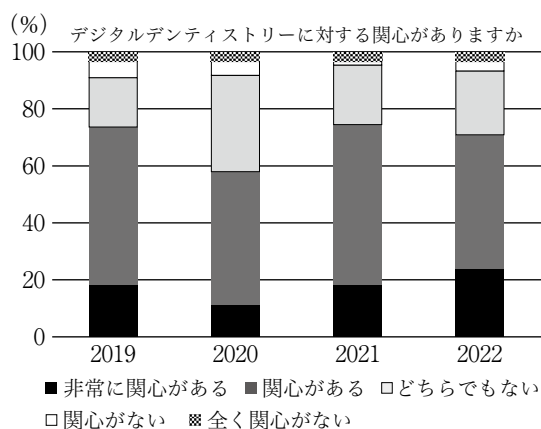


Fig. 2 Responses to Question 1 “Are you interested in digital dentistry?”

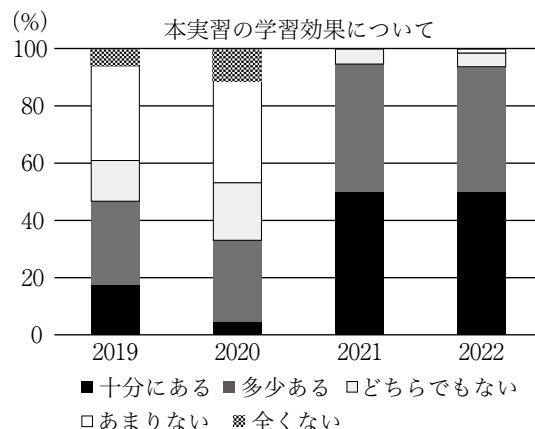


Fig. 3 Responses to Question 2 “Do you think this practice is effective for learning?”

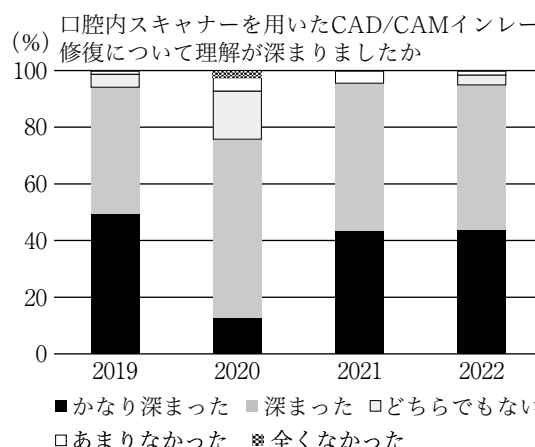


Fig. 4 Responses to Question 3 “Did you gain a better understanding of CAD/CAM inlay restoration using an intraoral scanner?”

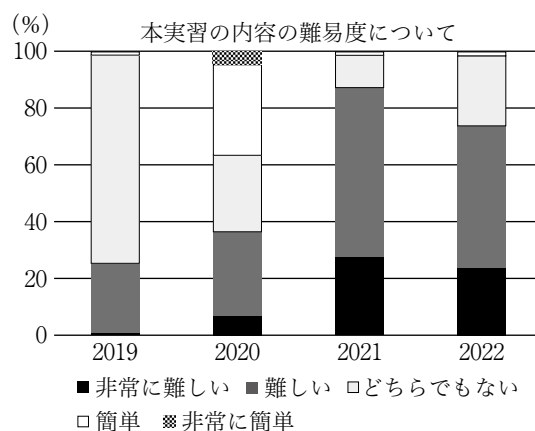


Fig. 5 Responses to Question 4 “How difficult was the content of this practice?”

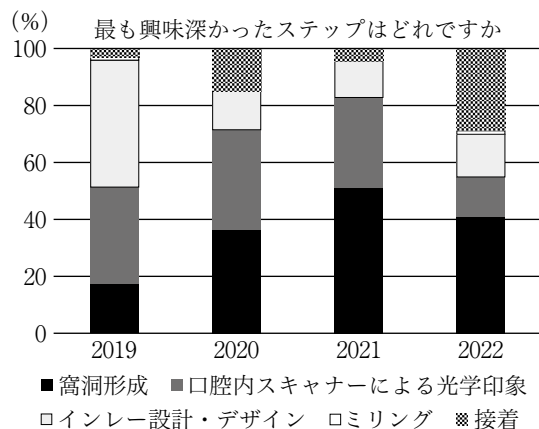


Fig. 6 Responses to Question 5 “Which step was the most interesting for you?”

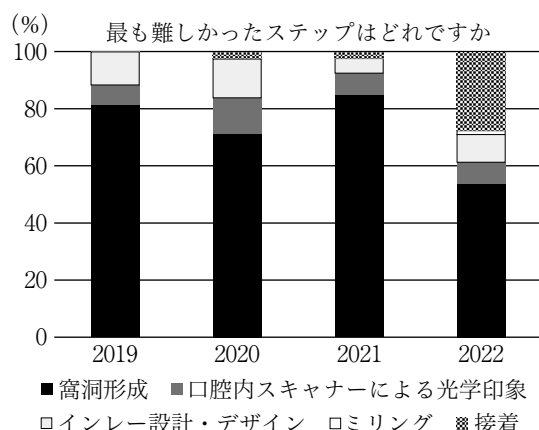


Fig. 7 Responses to Question 6 “Which step was the most difficult?”

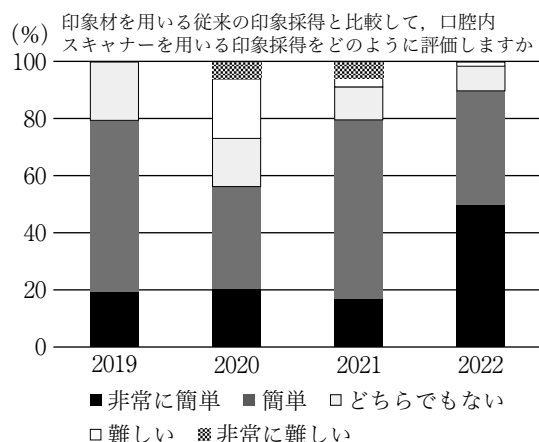


Fig. 8 Responses to Question 7 “How would you rate the use of the intraoral scanner for impression-taking compared with conventional impression-taking using impression materials?”

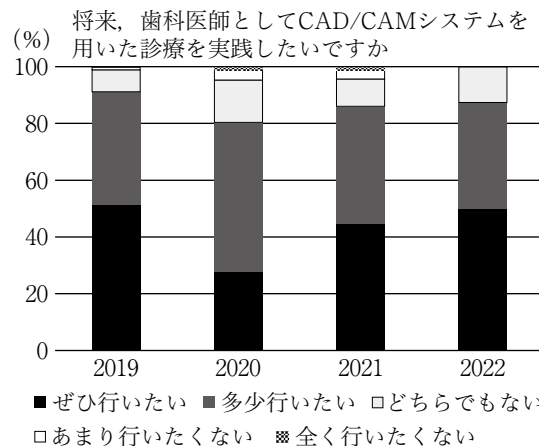


Fig. 9 Responses to Question 8 “As a dentist, do you want to practice using a CAD/CAM system in the future?”

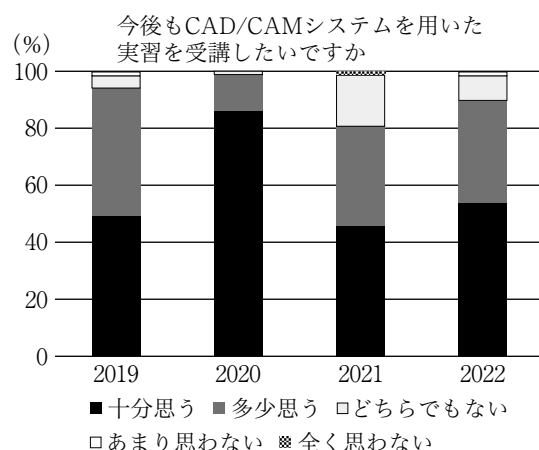


Fig. 10 Responses to Question 9 “Do you want to continue taking practical practice using the CAD/CAM system in the future?”

考 察

1. 本実習の内容について

第 4, 5 問において実習の具体的な内容について尋ねた。

全年度で窩洞形成が最も難しかったという回答となった。理由としては、学生にとって初めての窩洞形成であったため、タービンやミラーなど器具の扱いが不慣れなことが挙げられた。また、「きれいに形成できたと思ったのに光学印象で窩洞を見たらきれいじゃなかった」など、光学印象により三次元的に自身の窩洞形成の状態を確認することで自己評価を行っていた^{14,15)}。インストラクターが各学生の窩洞形成の状態をチェックしフィード

Table 2 Question 5: “Which step was the most interesting for you? Please describe in detail why.” The most common answers to the following questions

窩洞形成	・初めて歯を削ったから. ・どのような窩洞にすればよいか知れたため. ・技術の向上につながったため. ・難しさを実感できた. ・歯科医師というものを実感できた. ・レストの置き方など色々考えることが多かった. ・将来実際に行う練習になった. ・臨床で行う治療をイメージすることができた.
光学印象	・CAD/CAM の見学の機会が今までになかったから. ・最先端の技術を使用し体感できたから. ・利便性に惹かれた. ・印象材を用いずに外形を取れるところに興味が出た. ・難しかったが、やっていて楽しかった. ・患者さんの負担が減ったと思ったから. ・口腔内を三次元的にスキャンできることがすごいと思った. ・光学印象は利点が多く、将来使用してみたいから.
設計	・パソコン上で細かい設定までできるのがすごいと思った. ・スキャニングの正確性と設計・デザインの簡便さに驚いた. ・自分でデザインできるのが面白かった. ・自分で形を決めないといけないと思っていたが、ある程度自動で形を決めてくれるところに驚いた.
ミリング	・ミリングが面白かった.
接着	・どの材料をどのような流れで使用するのか理解できた. ・材料ごとの接着処理を学べた. ・材料でいろいろ考えないといけないところが面倒だけどおもしろいと思った. ・流れを理解できた.

バックを行う際も、顎模型上だけではなくスキャンデータも使用して行えたことで、学生の理解がより深まったと推察される。デジタルツールを用いた学生実習は、学生に形成状態をはっきりと視覚化することで自己評価を促し¹⁶⁻¹⁹⁾、インストラクターの即時のフィードバックを容易にし、教育の質を高めると他の研究からも報告されている²⁰⁾。

2021年度までと比較し、2022年度では接着を難しかったとする割合が増加している。これは、2022年度よりラバーダム防湿を導入したためと考えられる。ラバーダム防湿を導入した経緯は、接着時の接着阻害因子を除去することの重要性をより臨床に即した方法で学ばせるというのが目的であった。また、それまでの実習において、インレー体の試適時や隣接面の調整時にインレー体を口腔内に落下させる学生が非常に多く、落下後紛失してしまうことも少なくなかったため、インレー体の落下や紛失防止の目的もあった。本実習では、第一小白歯から第二大白歯までの多数歯ラバーダム防湿を行った。学生は

保存修復学実習で初めてラバーダム防湿の講義を受け、CAD/CAM インレーの接着実習よりも前に、下顎右側第一大臼歯の咬合面齲蝕のコンポジットレジン修復実習で単独歯ラバーダム防湿を行った。そのため、本実習が初めてのラバーダム防湿ではなかったが多数歯のラバーダム防湿であったため、難易度が高くなったと考えられる。接着修復におけるラバーダム防湿の重要性^{21,22)}を学生に教育し、訓練している教育機関は多い²³⁾。しかし、学生は、大学在学中はラバーダム防湿の実施に意欲的だが、卒業後の臨床においてラバーダム防湿の実施率が低くなる傾向があり、学生教育の強化が必要だという報告もある²⁴⁾。本実習においても今後も接着時のラバーダム防湿は実施していきたいと考える。

興味深かったステップに関しては、年度によって異なる結果となったが、光学印象とインレー設計のステップを選択した理由では、口腔内スキャナーを用いることの利点を実感した回答がみられた。第7問では、従来の印象採得と比較した口腔内スキャナーによる光学印象の難

Table 3 Question 6 : “Which step was the most difficult? Please describe in detail why.” The most common answers to the following questions

窩洞形成	・ 上手く窩洞が形成できなかったから. ・ 適度な深さ, 形態を形成できなかった. ・ 遠心などの見えないところの形成が難しかった. ・ やったことがなかった, 器具に慣れていないため. ・ 色々な窩洞の形を把握できていなかったため. ・ ミラーテクニックが難しかった. ・ 口腔内で見ると窩底や窩壁がなめらかに形成できているように見えたが, スキャンしてみると凸凹があった. ・ 持ち方や姿勢に気をつけつつ形成をすることが困難. ・ 口腔内で行うことに慣れていない. ・ 上手く窩洞形成ができていないと後の工程に支障をきたすため. ・ きれいに形成できたと思ったのに光学印象で窩洞を見たらきれいじゃなかった.
光学印象	・ 上手くできなかった. ・ 歯肉縁をなかなかスキャンできなかったから. ・ 思ったより難しい. ・ 隣在歯のところに時間がかかった.
設計	・ マージンの設定作業が難しかった. ・ マージンをうまくひけたと思ったのに適合が良くなかった.
ミリング	コメント記載なし
接着	・ 隣接面の調整が難しい. ・ インレーが小さくて持ちにくい. ・ ラバーダム防湿が難しかった. ・ 接着処理が複雑.

易度を尋ねた。保存修復学基礎実習では、シリコンゴム印象材を用いた印象を、本実習と同じ下顎左側第一大臼歯 MO インレー窩洞の印象として実施している。全年度でそれと比較し、光学印象は「非常に簡単」もしくは「簡単」という回答が半数以上で、従来の印象法よりも光学印象を容易だと捉える学生が大半を占めた。光学印象と従来の印象法のどちらを好むかを学生から臨床医までを対象に検証した研究では、臨床経験が少ないほうが光学印象を好む傾向にあると報告されている²⁵⁾。現代の学生は、日常的にデジタルデバイスを使用しているため、口腔内スキャナーといった新しいデジタル機器も抵抗なく扱うことができるのかもしれない。臨床経験の浅い学生であってもシミュレーション実習を実施することで、デジタルデバイスに必要な技術を十分習得できるという報告もある¹⁵⁾。しかし、学生に印象材を用いた印象採得と口腔内スキャナーによる光学印象の両者について、講義、デモンストレーション、シミュレーションを行った際の指導にかかった時間を比較した研究では、光学印象をカリキュラムに導入するために必要な時間は従来の印象採得よりも大幅に長くなると報告されている²⁶⁾。いずれにせよ、学生は光学印象に大変関心があり、将来歯科

医師になったときには主要な印象方法になると期待している¹⁵⁾。

2. 本実習の教育効果について

第 2, 3 問は、本実習の教育効果を測る質問であった。本実習の学習効果については、2020 年度以前・以降で大きく差が認められた。2019 年度と 2020 年度では学習効果が「十分にある」「多少ある」との回答は 5 割を下回り、2021 年度と 2022 年度では 9 割を超える結果となった。保存修復学基礎実習の総コマ数はそれぞれ、2019 年度 32, 2020 年度 28, 2021 年度 36, 2022 年度 40 コマであった。さらに、2020, 2021 年度は新型コロナウイルス感染症拡大により、学生を半数に分けて実習を行った。コマ数の多いほうが学習効果に対するポジティブな回答が多い結果であった。コマ数によって全体の実習内容は多少変更して実施したが、2020 年度はコマ数が少なく学生が 1 課題に取り組む時間が短かったことが結果に影響した可能性が考えられる。また、2020, 2021 年度は実習前のデモンストレーションを行わずオンライン動画配信で事前学習をしてくる形式とした。2020 年度で初めて実施したため、実習後にオンライン事前学習についてのアンケート調査を実施し、アンケート結果を反映させ 2021 年

Table 4 Question 8: “As a dentist, do you want to practice using a CAD/CAM system in the future? Please describe in detail.” The most common answers to the following questions

ぜひ行いたい	・インレー修復に用いたい. ・いつでも質の高い治療を提供できそう. ・即日で行え, 患者への負担が少ない. ・治療の幅が広がりそう. ・人の手で作るより精密できれいな技工物ができる. ・データとして保存でき, 印象材のコストがかからない. ・両親が実際に行っているため. ・技工士さんに依頼する手間が省ける.
多少行いたい	・最先端な感じがするため. ・即日修復を行いたい. ・機械が高額だが便利. ・患者さんのデータが保存できる. ・治療の正確性が向上する. ・短時間で診療を行える. ・患者への侵襲性がすくない. ・技術的に左右されにくいと思ったから.
どちらでもない	・効果とデメリットを見極めてから決めるべきだと思った. ・適合性が不安に思う. ・高そう. ・まだなに (治療法など) をしたいか明確に決めていないため.
あまり行いたくない	・マージンの設定作業が難しかったため. ・高価だから.

度はコンテンツをアップデートさせた. 2022年度では実習前のデモンストレーションを実施しているが, オンラインによる事前学習も継続している. オンライン動画の場合, 自分の好きな時間に何度でも視聴ができるため, 学習効果は高いと考えられる. 2020年度より開始したが2021年度より充実したコンテンツを配信できたことで, 学習効果のアンケート結果に影響を与えた可能性があると考え. 新型コロナウイルス感染症拡大により学生教育にオンライン講義を導入することの教育効果については, 複数の研究で学生は肯定的に捉えており²⁷⁾, 事前学習としての有効性は高いと報告されている²⁸⁾. また, オンライン教材を準備するための初期費用や労力は必要であるが, 長期的には, インストラクターの教育に割く時間は短縮されるとも報告されている²⁹⁾.

3. デジタルデンティストリーへの今後の期待

第1問の, デジタルデンティストリーへの関心がどの程度あるかとの問いでは, 2020年度以外は6割を超える学生が「非常に関心がある」「関心がある」と回答した. 将来, 歯科医師としてCAD/CAMシステムを用いた診療を行いたいのですか? という第8問では, 2020年度を含むすべての年度で, 8割以上の学生が「ぜひ行いたい」

「多少行いたい」と回答した. CAD/CAMシステムを用いた修復の利点欠点を実感した意見が多数認められた. 第9問の, 今後もCAD/CAMシステムを用いた実習を行いたいのか? という質問にも, 全年度で8割以上の学生が「十分思う」「多少思う」と回答した. 窩洞形成や光学印象をさらに学びたい, 繰り返しトレーニングしたいとの意見や, 本実習で使用しなかったマテリアルでの修復への興味, 最新のデジタルデンティストリーを習得したいというポジティブな意見が多くみられた. 他の研究においても, 学生は, みずからが歯科医師となる頃には, デジタルデンティストリー分野が非常に重要になると考えており, 学生教育の場でデジタルデンティストリーを学ぶことを期待し, さらにシミュレーション実習をすることによってデジタルデンティストリーに対し, よりポジティブな意見をもつようになると報告されている²⁶⁾.

4. デジタルデンティストリー教育の今後の課題

デジタルデンティストリー教育の導入にはいくつかの課題がある¹⁵⁾. まず, 歯学教育においてデジタルコンテンツを教育に取り入れるタイミング, 分野を検討する必要がある. さらに, デジタルデンティストリー教育を導入するにあたり, 既存のカリキュラムの何を削除するか

Table 5 Question 9: “Do you want to continue taking practical practice using the CAD/CAM system in the future? Please describe in detail.” The most common answers to the following questions

十分ある	・CAD/CAM についてもっと詳しく知りたい。 ・窩洞形成を学びたい，違う窩洞形態でも行ってみたい。 ・インレー以外にもどのような活用方法があるか知りたい。 ・最新の機器について学びたい。 ・効率的な光学印象の方法を教えてほしい。
多少ある	・窩洞形成 ・ラミネートベニア修復 ・インプラント ・保存修復以外の分野ではどう使っているのか。 ・デジタル技術に興味がある。 ・光学印象とデザインを繰り返し練習したい。 ・実際のクリニックでどのように行われているか。 ・セラミックインレーのことをより詳しく知りたい。 ・先生が見せてくれた他の焼く材料でも行ってみたい。 ・接着システム，歯面処理，操作手順をもっと知りたい。 ・先端技術を学びたい。
どちらでもない	コメント記載なし
あまりない	コメント記載なし
全くない	コメント記載なし

Table 6 Question 10: “Please freely write your opinions and impressions about this training.” The most common answers to the following questions

・スキャナーが簡単なのに，なぜ正確に印象採得ができるのか不思議だった。 ・スキャンして立体的にパソコン上に表現されるのが，どれくらい再現度が高いか興味深かった。 ・どのような原理でスキャンしているのかを知りたい。 ・上手な設計というのがどういうものなのかまだ分かっていないので学びたいと思った。 ・全顎でスキャンした際にどのように誤差がうまれるのかどうか知りたい。 ・どのような窩洞を形成したらよいかを理解したい。 ・インレー設計のマージンの適切な取り方。 ・窩洞の形成を付与する際にできるだけMI の考えを実行したい。 ・立体的にどのような仕組みになっていたかを知りたい。 ・上手い窩洞の作り方。 ・パソコンでどこまで設計できるのか。 ・窩洞形成のコツをさらに学びたい。 ・どのような精度で完成するか知りたい。 ・上手くできなかったのもっと練習したい。 ・たくさん失敗をしたので慣れるまで何度も実習を行いたい。窩洞形成以外にも印象採得など。

を慎重に決定しなくてはならない。そして，最大の問題は，教育に用いるデジタル機器をどう確保するかである¹⁵⁾。本講座においても，口腔内スキャナーが1台，ソフトウェアをインストールされたPCが5台と学生数に対し不足している。そのため，学生全員で一斉に窩洞形成を実施し，それ以降のステップは，他の実習課題と並行して1名もしくは5名ずつ順番に実施し，接着は全員

一斉に行う形式となっている。窩洞形成から接着までの期間に学生全員の光学印象からミリングまでを完了させる現在のスケジュールは非常にタイトであり，インストラクターの負担が大きい。また，口腔内スキャナーといったデジタル機器はしばしばバージョンアップされ機能が向上した新モデルが発売される。ソフトウェアもたびたびアップデートされる。学生のアンケート結果から

も、最先端の技術や最新の機器について学びたいという意見があった。機器もソフトウェアも新しくなれば性能は向上し、学生 1 名当たりの光学印象や設計にかかる時間は短縮され、実習の効率性は上がる。しかし、教育に用いるデバイスを常時最新の状態に備えるまでの資本投資は非常に困難であり現実的ではないだろう。そのため、限られた機器と時間のなか、いかに臨床に即した効率の良い実習を行うか、実習形式は今後も模索していく必要がある。さらに、インストラクターの質と数も重要である¹²⁾。学生一人ひとりに細やかな指導を行うために、十分なインストラクター数が必要である。また、本実習のインストラクターは、臨床経験が 2 年から 40 年以上と非常に幅広くなっている。臨床経験はインストラクターの教育レベルに関わるが、臨床経験だけではなくデジタルデンティストリーの知識や技術がどの程度あるか、臨床でどの程度実践しているかが本実習の教育の質に関わってくる。学生教育の質を高めるため、インストラクター自身も最新の技術と知識を身につけ、最先端の教育が行えるよう日々レベルアップすることが必要であろう。

結 論

口腔内スキャナーを用いた CAD/CAM インレー修復実習において、窩洞形成・光学印象・ミリング・接着までをシミュレーションし実践した本実習後に、アンケート調査を実施した結果、本実習は学生のデジタルデンティストリーの理解を深め、2022 年度では 9 割以上の学生が本実習は教育効果が「ある」と回答した。一方で、デジタル機器の不足やインストラクターの質と数など課題もある。しかし、学生は本実習を受講し、将来歯科医師として CAD/CAM システムを用いた診療を実践したいと期待し、さらなる学びを希望していることが示唆された。

文 献

- 1) Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: Current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J* 2009; 28: 44-56.
- 2) Miyazaki T, Nakamura T, Matsumura H, Ban S, Kobayashi T. Current status of zirconia restoration. *J Prosthodont Res* 2013; 57: 236-261.
- 3) Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *Br Dent J* 2008; 204: 505-511.
- 4) Van Noort R. The future of dental devices is digital. *Dent Mater* 2012; 28: 3-12.
- 5) Blackwell E, Nesbit M, Petridis H. Survey on the use of CAD-CAM technology by UK and Irish dental technicians. *Br Dent J* 2017; 222: 689-693.
- 6) Alghazzawi TF. Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. *J Prosthodont Res* 2016; 60: 72-84.
- 7) Zaruba M, Mehl A. Chairside systems: a current review. *Int J Comput Dent* 2017; 20: 123-149.
- 8) Mörmann WH. The evolution of the CEREC system. *J Am Dent Assoc* 2006; 137: 7s-13s.
- 9) Zimmermann M, Mehl A, Mörmann WH, Reich S. Intraoral scanning systems—a current overview. *Int J Comput Dent* 2015; 18: 101-129.
- 10) Ting-Shu S, Jian S. Intraoral digital impression technique: A review. *J Prosthodont* 2015; 24: 313-321.
- 11) Schlenz MA, Michel K, Wegner K, Schmidt A, Rehmann P, Wöstmann B. Undergraduate dental students' perspective on the implementation of digital dentistry in the preclinical curriculum: a questionnaire survey. *BMC Oral Health* 2020; 20: 78.
- 12) Acopino AM. The influence of “new science” on dental education: current concepts, trends, and models for the future. *J Dent Educ* 2007; 71: 450-462.
- 13) 勝田悠介, 山田正博, 石田 実, 奥山弥生, 江原 宏. 東北大学歯学部における CAD/CAM 冠模型実習システムの導入. *日補綴会誌* 2018; 10: 335-344.
- 14) Mays KA, Levine E. Dental students' self-assessment of operative preparations using CAD/CAM: a preliminary analysis. *J Dent Educ* 2014; 78: 1673-1680.
- 15) Zitzmann NU, Matthisson L, Ohla H, Joda T. Digital undergraduate education in dentistry: A systematic review. *Int J Environ Res Public Health* 2020; 17: 32-69.
- 16) Callan RS, Haywood VB, Cooper JR, Furness AR, Looney SW. The validity of using E4D compare's “% comparison” to assess crown preparations in preclinical dental education. *J Dent Educ* 2015; 79: 1445-1451.
- 17) Esser C, Kerschbaum T, Winkelmann V, Krage T, Faber FJ. A comparison of the visual and technical assessment of preparations made by dental students. *Eur J Dent Educ* 2006; 10: 157-161.
- 18) Greany TJ, Yassin A, Lewis KC. Developing an all-digital workflow for dental skills assessment: part I, visual inspection exhibits low precision and accuracy. *J Dent Educ* 2019; 83: 1304-1313.
- 19) Hamil LM, Mennito AS, Renne WG, Vuthiganon J. Dental students' opinions of preparation assessment with E4D compare software versus traditional methods. *J Dent Educ* 2014; 78: 1424-1431.
- 20) Garrett PH, Faraone KL, Patzelt SB, Keaser ML. Comparison of dental students' self-directed, faculty, and software-based assessments of dental anatomy wax-ups:

- a retrospective study. *J Dent Educ* 2015; 79: 1437-1444.
- 21) Heintze SD, Rousson V. Clinical effectiveness of direct class II restorations—a meta-analysis. *J Adhes Dent* 2012; 14: 407-431.
- 22) Zimmer S, Göhlich O, Rüttermann S, Lang H, Raab WH, Barthel CR. Long-term survival of Cerec restorations: a 10-year study. *Oper Dent* 2008; 33: 484-487
- 23) Abreu-Placeres N, Yunes Fragoso P, Cruz Aponte P, Garrido LE. Rubber Dam Isolation Survey (RDIS) for adhesive restorative treatments. *Eur J Dent Educ* 2020; 24: 724-733.
- 24) Mala S, Lynch CD, Burke FM, Dummer PM. Attitudes of final year dental students to the use of rubber dam. *Int Endod J* 2009; 42: 632-638.
- 25) Lim JH, Park JM, Kim M, Heo SJ, Myung JY. Comparison of digital intraoral scanner reproducibility and image trueness considering repetitive experience. *J Prosthet Dent* 2018; 119: 225-232.
- 26) Marti AM, Harris BT, Metz MJ. Comparison of digital scanning and polyvinyl siloxane impression techniques by dental students: instructional efficiency and attitudes towards technology. *Eur J Dent Educ* 2017; 21: 200-205.
- 27) Hansen B. Determinants of students' perceived learning outcome and satisfaction in online learning during the pandemic of COVID19. *EJEL* 2020; 7: 285-292.
- 28) Watson C, Templet T, Leigh G, Broussard L, Gillis L. Student and faculty perceptions of effectiveness of online teaching modalities. *Nurse Educ Today* 2023; 120: 105651.
- 29) Komolpis R, Johnson RA. Web-based orthodontic instruction and assessment. *J Dent Educ* 2002; 66: 650-658.

Effectiveness of Digital Dentistry Education Using CAD/CAM Systems and Future Issues

NIIZUMA Yuiko, KOBAYASHI Mikihiro, SUGAI Rintaro, HASEGAWA Masataka and MANABE Atsufumi

Department of Conservative Dentistry, Division of Aesthetic Dentistry and Clinical Cariology,
Showa University School of Dentistry

Abstract

Purpose: We conducted a questionnaire survey of students who undertook CAD/CAM inlay restoration practice using an intraoral scanner as part of basic restorative training at the Showa University School of Dentistry for third and fourth year students, and examined the educational effects of this training and future issues.

Methods: Questionnaires were collected and evaluated for students who attended the practical training from 2019 to 2022. The questions were as follows.

1. Are you interested in digital dentistry?
2. Do you think this practice is effective for learning?
3. Did you gain a better understanding of CAD/CAM inlay restoration using an intraoral scanner?
4. How difficult was the content of this practice?
5. Which step was the most interesting for you?
6. Which step was the most difficult?
7. How would you rate the use of the intraoral scanner for impression-taking compared with conventional impression-taking using impression materials?
8. As a dentist, do you want to practice using a CAD/CAM system in the future?
9. Do you want to continue taking practical practice using the CAD/CAM system in the future?
10. Please freely write your opinions and impressions about this training.

Results: The results of the survey were as follows.

1. About 60% of the students answered “very interested” or “interested.”
2. The proportion of students who answered “very interested” and “somewhat interested” was approximately 90% in 2021 and 2022.
3. Approximately 70% of the students answered “considerably deepened” or “deepened” in 2020, and more than 90% in the other years.
4. Approximately 80% answered “very difficult” or “difficult” in 2021 and 2022.
5. There was substantial variation from year to year.
6. In all years, cavity preparation was considered to be the most difficult step.
7. More than 50% of students answered “easy.”
8. More than 80% of students answered “very much” or “quite a lot.”
9. More than 80% of students answered “agree.”

Conclusion: A questionnaire survey on CAD/CAM inlay restoration practice using an intraoral scanner revealed that approximately 90% of students felt that this practice was effective for education in FY2022. However, various issues, such as the lack of digital equipment and the quality and number of instructors, were also identified. Additionally, the results suggested that students wanted to practice using the CAD/CAM system as dentists in the future, and wanted to learn more.

Key words: dental education, digital dentistry, CAD/CAM

ラバーダム防湿の使用器材と術式による辺縁封鎖性の変化

佐 古 亮¹ 原田 (中里) 晴香¹ 石束 (鈴木) 穂¹
北 山 え り¹ 丹 沢 聖 子¹ 浅 井 知 宏^{2,3}
古 澤 成 博¹

¹東京歯科大学歯内療法学講座

²丸紅健康保険組合丸紅東京歯科診療所

³東京歯科大学水道橋病院保存科

抄録

目的：ラバーダム防湿は、制腐的な処置を行うために患歯を口腔内から隔離する方法として広く用いられている。その隔離性能が高いと考えられている一方、ラバーダムシートと患歯歯面の適合不良部から漏洩するリスクも指摘されている。近年、さまざまなラバーダムシートが登場しているが、シートごとの特性による術野隔離性能を比較した研究は少ない。本研究では、ラバーダム防湿時に用いるシートの種類による術野からの漏洩量の違いと、漏洩を生じた場合にその影響を減少させる方法の検討を行うことを目的とした。

材料と方法：ラバーダムシートの適合不良部からの漏洩量を検出するために、人工歯を装着した顎模型に対して、素材や厚みの異なる4種類のラバーダムシートを用いてラバーダム防湿を行った。ラバーダム防湿を装着した歯に向けてエアタービンで注水した後、クランプ下に固定していたロールワッテの重量を精密はかりにて測定し、実験操作前後の重さを比較した。また、漏洩の改善法を検討するために、ラバーダム防湿後に患歯歯頸部全周に辺縁封鎖材（コーキング材）を応用し、前述の方法と同様にロールワッテの重量変化を測定した。

結果：ラバーダムシートの種類で漏洩量を比較した結果、NLB群（薄いノンラテックスシート群）のみ漏洩によるコットンロール重量の有意な増加を認めた。また、実験後のLB群、LG群（ラテックスシート群）では、穿孔部辺縁を起始点とする偶発的裂開を認めた。ラバーダム防湿に辺縁封鎖材を加えた実験では、いずれの群においても有意な重量の増加は認めなかった。

結論：ラバーダム防湿を行う際の漏洩は、ラバーダムシートの穿孔部辺縁の裂開にかかわらず生じ、辺縁封鎖材の使用によって改善できる可能性が示唆された。

キーワード：ラバーダム、漏洩、封鎖材

緒 言

口腔内は絶えず唾液が分泌され、口唇や頬粘膜および舌といった軟組織が動き、強い注意力を要する狭小な空間である。特にう蝕とその继发疾患の治療を行う保存修復処置や歯内療法処置では、回転切削器具や手用切削器具を口腔内で複数回、長時間にわたって使用するため、偶発的な事故が生じるリスクの管理が必要となる。一般に安全かつ円滑に治療を行うために、対象歯を周囲組織から隔離・明示することが重要であり、その一手法としてラバーシートを用いたラバーダム防湿法の実施が有効であると報告されている¹⁾。

防湿法の一つであるラバーダム防湿法は、周囲軟組織や唾液の排除、治療用小器具の誤飲を防止することができ²⁾、現在、臨床の場で多く用いられている。ラバーダム防湿の使用状況についての調査は、従来地域や年代を超えて広く行われており、唾液による治療中の根管内の感染防止が歯内療法処置の成功率向上に大きな役目を担うことが報告されている³⁾。別の研究では、ラバーダム防湿を使用した場合の根管治療の成功率が90%を超えたとする報告もある⁴⁾。また、根管治療後に残存する疼痛の原因を調査した研究においては、治療終了時の仮封の不備や治療器具の不適切な使用よりも、ラバーダム防湿を実施していなかったことが多く挙げられており⁵⁾、歯内療法時のラバーダム防湿の重要性が指摘されている。

ところで、制腐的術野の確保において、歯頸部の歯冠形態とラバーダムクランプやシートの適合性は重要である。その密着度が悪いと、治療の際に使用している薬剤の口腔内への漏洩や、間隙から侵入した唾液による術野の汚染といった不完全な隔離環境となってしまうことが考えられる。Ahmetらはラバーダム防湿下で薬剤が漏洩し、患者の皮膚に化学火傷を生じた症例を報告している⁶⁾。また、ラバーダム防湿と歯面との隙間によって生じる唾液の漏洩を調査した研究では、創傷被覆材やシリコーン印象材によって術野の細菌汚染が減少することが報告されている⁷⁾。一方、ラバーダムクランプのかからない歯に対して、シアノアクリレートセメントを用いてラバーダム防湿を行う方法が提案されており⁸⁾、初期に流動性が高く、適応後に硬化する素材による隔離状況の向上は以前から考慮されている。このように、ラバーダムシートと患歯との間の密着性については、従来種々の検討がなされ、近年では漏洩のもとになる患歯とラバーダムクランプとの隙間を埋める辺縁封鎖材（コーキング材）を応用することが推奨されている。しかしながら、ラバーダムシートの材質や辺縁封鎖材の有無がラバーダム防湿の漏洩防止効果に与える影響についての報告は少

ない現状にある。

そこで本研究では、ラバーダムシートと歯頸部歯面との適合性による漏洩や、治療操作によって生じる間隙から漏洩する可能性について検討することを目的とした。

材料および方法

ラバーダム防湿環境の再現には、Oral Cavity Cover SPM III（日進デンタルプロダクツ）とP6FE-OP4モデル顎（日進デンタルプロダクツ）を装着したシンプルマネキンIII（日進デンタルプロダクツ）を使用した。ラバーダム防湿の対象歯は下顎右側第一大臼歯とし、近遠心の隣在歯は除去せずに実験操作を行った。ラバーダムシートは、厚みの異なるラテックス製シート2種類（NicTone ラバーダム ラテックスシート 6×6 インチ シン（LB群、モリムラ）、NicTone ラバーダム ラテックスシート 6×6 インチ シック（LG群、モリムラ））、ノンラテックス製シート2種類（ダーマダムノンラテックス 6×6 インチ（NLB群、ウルトラデントジャパン）、Flexi Dam Non-Latex ROEKO 152×152 mm（SP群、COLTENE））の計4種類を使用した（Table 1）。穿孔の位置によってフレーム装着時に生じるラバーダムシートの緊張度が変化し、歯面への適合性に影響を与えることを防ぐため、標準テンプレートを用いて均一に穿孔位置を印記し、直径2.0 mmの孔をラバーダムパンチ（スプリングクロー、歯愛メディカル）で穿孔した。漏洩した液の回収には、Φ10×30 mmのコットンロール（歯愛メディカル）を使用した。コットンロールは、顎模型への設置前に精密ばかり（MS-50, CUSTOM）で重量を測定した。その後、コットンロールを対象歯の頬舌側歯頸部直下に密着させて設置し、ラバーダムクランプのウィングのアンダーカットにはめ込むことで固定した。ラバーダムクランプは、アイボリー有翼型 No. 56（デンテック）を通法どおりに使用した。実験操作の繰り返に伴うラバーダムクランプの変形による間隙の発生を防ぐために、歪みがなく線対称の形状を呈していることを患歯への装着前に確認した。さらに、ラバーダムクランプの装着時には、ピークが顎模型の歯肉を挟み込まないように歯頸部へ適合させ、ラバーダムクランプのウィングからラバーダムシートを除去する際には、その操作による破れや穿孔を防ぐために練成充填器を使用し、慎重に圧排した。その後、ウィングからの除去操作に伴う偶発的な破損が実験対象歯の歯頸部から離れたところに生じていないことを確認した。

ラバーダム防湿完了後、下顎右側第一小臼歯側咬頭に固定点を取り、エアタービン（ジーシー）のタービンヘッド背面を下顎咬合平面と平行になるよう下顎第一大

Table 1 Features of sheets used in the present study

Group	Material	Color	Thickness
Latex Blue (LB)	Latex	Blue	0.22-0.33 mm
Latex Green (LG)	Latex	Green	0.34-0.4 mm
Non-Latex Blue (NLB)	Polyisoprene	Blue	0.2 mm
Silicone Purple (SP)	Silicone	Purple	0.5 mm

Each group's name is written as a combination of the initial letter of the material and the initial letter of the sheet color. (n=10)

Table 2 Combinations of rubber sheets and caulking materials with abbreviations

	Dentto-dam (D)	Todent Caulking Dam (T)
LB	LB+D	LB+T
LG	LG+D	LG+T
NLB	NLB+D	NLB+T
SP	SP+D	SP+T

(n=10)

臼歯の咬合面の直上 3 cm から 3 分間回転させた。注水操作は同一人物が担当し、タービンヘッドと注水対象歯のずれを防ぐために実験補助者による確認と早期の修正指示を行った。

設定時間が経過した後、隔離術野内に残った水分をバキュームによる吸引やペーパータオルによる拭掃で徹底的に除去し、ラバーダム上に水滴の残りがいないことを確認後にラバーダムクランプ、シートおよびフレームを一塊にして顎模型から撤去した。その後、コットンロールを絞るような力がかからないようにピンセットですぐに回収し、その重さを精密はかりで測定した (n=10)。

また、実験の前後にラバーダムシートを撮影し、実験操作後に認められる「穿孔部を起点とした偶発的裂開」の状況について画像を用いて比較、評価した (n=10)。

続いて、ラバーダムシートの穿孔部付近に辺縁封鎖材を使用することで、歯頸部の封鎖性が変化するかについて実験を行った。辺縁封鎖材は、2 種類の歯科用ラバーダム防湿キット ((デントダム, MEDICLUS, Korea), (トーデントコーキングダム, S & C Polymer GmbH, Germany)) を使用した。各シートとそれぞれの辺縁封鎖材を組み合わせた結果、8 つのグループを設定した (Table 2)。ラバーダム防湿後、頬舌側の歯頸部に辺縁封鎖材を応用し、光照射器 (G-ライトプリマ II プラス, ジーシー) を用いて 10 秒間の光重合を行った。辺縁封鎖材の不足部位が生じないように、全周にわたり入念に確認した。その後、前述の方法で隔離術野内へ注水し、各群でコットンロールの重量変化を評価した (n=10)。

ラバーダムシートのみで漏洩を測定した実験群と辺縁封鎖材を併用した実験群の両者で、結果を平均値±標準偏差 (SD) として表した。統計学的分析には paired *t* 検定を用い、 $p < 0.05$ で有意とした。

結 果

初めに、厚みや素材の異なる 4 種のラバーダムシートと歯頸部歯面の境界からの漏洩量を、エアータービンによる注水操作の前後のコットンロールの重量変化で比較し

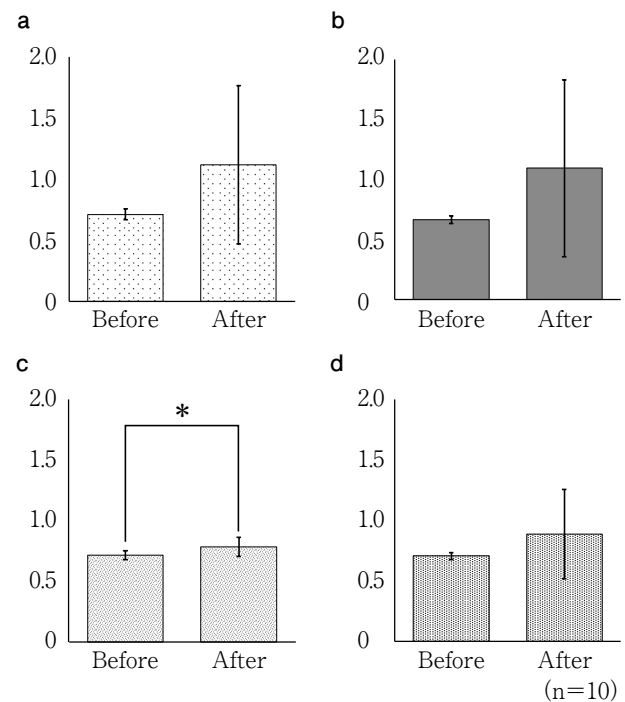


Fig. 1 Percentage of leakage through the gap between the model tooth surface and the hole in the rubber sheet (a : Group LB, b : Group LG, c : Group NLB, d : Group SP)

'Before' shows the weight of the cotton roll before the start of experiment, and 'After' shows the weight of the cotton roll after rubber dam setting and water injection. * : $p < 0.05$

た (Fig. 1)。

LB 群 (薄いラテックスシート)、LG 群 (厚いラテックスシート) および SP 群 (厚いシリコンシート) では、明らかな有意差は認められなかったが実験後のコットンロール重量の平均が増加する傾向を認めた。一方、NLB 群 (薄いノンラテックスシート) では、平均して約 0.07 g とわずかな増加ではあるが、重量の有意な増加を認めた。

また、同実験に用いたラバーダムシートを実験操作後に確認したところ、穿孔部辺縁を起始点とする偶発的裂

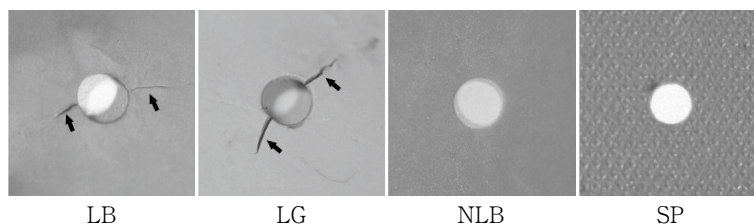


Fig. 2 Accidental dehiscence after removal from dental models
Groups LB and LG show dehiscence starting from the hole (arrows).

Table 3 Percentage of accidental dehiscence after removal from the dental models

Group	LB	LG	NLB	SP
Percentage of dehiscence (%)	80	100	0	0

Only groups LB and LG showed tearing from the margin of the hole (n=10).

開を LB 群と LG 群で認めた (Fig. 2). SP 群と NLB 群では前述したラバーダムシートの裂開は認められなかった. 生じた裂開の割合は LB 群では 80%, LG 群で 100% であった (Table 3).

これらの結果を受け, ラバーダム防湿時に併用するデントダムとトーデントコーキングダムの 2 種の辺縁封鎖材について, 漏洩の改善への影響を調査した. その結果, 重量は注水操作の前後において, いずれの群においても有意な変化を認めなかった (Fig. 3).

考 察

根管治療にラバーダム防湿を用いることは, 処置に必要となる時間とコスト以上の有益性を患歯にもたらすと考えられており^{9,10)}, 近年使用頻度が向上している. Lin らは, 台湾で初回根管治療時のラバーダム防湿の使用率を調査した結果, 全国的に 15% 程度であることを報告している¹¹⁾. 日本歯内療法学会に所属する歯科医師を対象とした研究において「根管治療時にラバーダム防湿を必ず使用する」と回答した者の割合が, 2003 年の報告では「会員は 25.4%, 非会員は 5.4%」であったのに対し, 2021 年の報告では「会員は 51.5%, 非会員は 14.1%」と大幅に上昇していた¹²⁾. また, 治療時の使用状況を調査した報告では, 術者が想像するほど患者は不快ではなく, ラバーダム防湿を患者自身が希望するといった報告もある¹³⁻¹⁵⁾.

本実験では, ラバーダムシートと歯頸部歯面との適合性による漏洩や治療操作によって生じる間隙から漏洩する可能性について検討することとした. 特に, 唾液が口

腔内から隔離術野内へ漏洩する量ではなく, エアタービンや超音波スケーラーなどによる注水や根管洗浄時に窩洞からあふれた洗浄液が隔離術野内から口腔内へ漏洩する量に着目した.

今回, LB 群, LG 群, SP 群では術野からの明らかな漏洩は認められなかったが, NLB 群ではコットンロールのわずかな重量増を認めた. これは, 実験環境下の湿度変化による注水操作前からの重量変化や精密ばかりの誤差範囲による増加が疑われる. しかしながら, いずれの群においてもわずかではあるが漏洩を認めている. ラバーダムシートの材質にかかわらず, シートの単体の使用では, 完全な口腔内との隔離状態ができていない可能性が考えられた. 一方, 高い頻度で偶発的裂開を生じた LB 群や LG 群では漏洩を認めず, 裂開を生じなかった NLB 群で微量の漏洩を認めた. これは, 前述したラバーダムシートの種類や厚みの違いだけでなく, 穿孔部の状態に鑑みても, ラバーダムクランプ下におけるラバーダムシートの歯面への適合性が重要であると考えられた.

また, 辺縁封鎖材を使用した実験では, いずれの群においてもコットンロールの重量に変化を認めなかった. すなわち, ラバーダムクランプ上部から歯面周囲を被覆する辺縁封鎖材はラバーダムシートの穿孔部辺縁封鎖を補助し, さらなる密閉性の向上に関与していると思われる. この結果は, 隔離術野内への唾液の漏洩による術野の汚染リスクはラバーシートと歯面の不適合な部分から生じるが, 弾性接着材の併用でそのリスクが低減できるとの報告⁷⁾と同様のものとなった.

Ahmet らは, ラバーダム防湿下において根管洗浄液である次亜塩素酸ナトリウム溶液が漏洩し, 患者の皮膚に化学火傷を生じた症例を報告している⁶⁾. ラバーダム防湿が根管洗浄時の洗浄液の漏洩を防止するとされているが, 医療安全面についての効果の程度を明確に報告したものは多くない. 本研究の結果は, ラバーダム防湿を行う際に辺縁封鎖材を併用することによって術野からの洗浄液の漏洩防止が可能となり, 治療中の安全性が向上することが示唆された.

ラバーダム防湿下でも根管洗浄剤の漏洩は予期せず生

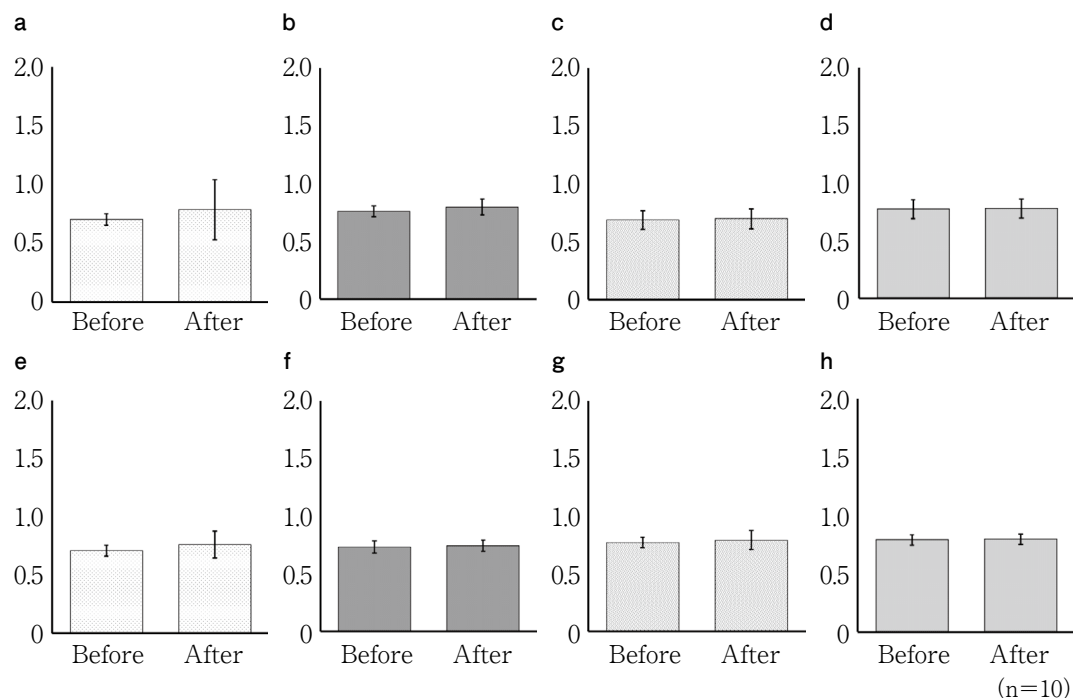


Fig. 3 Percentage of liquid leakage after filling the gap with caulking materials
(a : LB+D, b : LG+D, c : NLB+D, d : SP+D, e : LB+T, f : LG+T, g : NLB+T, h : SP+T)
The weight change of the cotton roll is compared in all group.

じることがあるが、それ以外の偶発症としてラバーダムシートに対するアレルギー反応が挙げられる。近年、ラバーダム防湿の使用率が上昇している一方、ラバーダムシートの主成分であるラテックスは、即時型アレルギー反応を誘発する物質として知られており、ラバーダム防湿後に発症した例も報告されている¹⁶⁾。そのため、ラテックスアレルギーの既往や天然ゴムとの交差反応性を示す食品にアレルギーを有する患者に応用する際は注意を要するとされている¹⁷⁾。多くの食物や薬剤にアレルギーを有する患者へのラバーダム防湿時に生じたアレルギー発症報告のなかには、原因となるラテックスを避けるためにノンラテックスのラバーダムシートを使用したにもかかわらず、皮膚や口腔粘膜などに症状を生じたものがある¹⁸⁾。本研究の結果は、治療期間中に継続して使用しているラバーダムシートに術者と患者が予測しえないアレルギー反応を生じた場合も、辺縁封鎖材を用いて漏洩リスクを補償することで、ラバーダムシートの素材に起因した歯面への適合性にとらわれずに、根管治療の効果を最大限に発揮させ続けられる可能性を示しているものと考えられた。なお、臨床の実際での治療環境においても本実験と同様の結果を再現できるかを検討する必要があるものと思われた。

結 論

ラバーダム防湿を行う際の術野からの漏洩は、ラバーダムシートの種類や穿孔部辺縁の破損状況の有無にかかわらず、辺縁封鎖材の使用によって改善できる可能性が示唆された。

なお、本研究において開示すべき利益相反関係はない。

文 献

- 1) Barnums SC. Rubber, or coffer dam. *Am J Dent Sci* 1867; 1: 49-50.
- 2) Grossman LI. Prevention in endodontic practice. *J Am Dent Assoc* 1971; 82: 395-396.
- 3) Van Nieuwenhuysen JP, Aouar M, D'Hoore W. Retreatment or radiographic monitoring in endodontics. *Int Endod J* 1994; 27: 75-81.
- 4) Goldfein J, Speirs C, Finkelman M, Amato R. Rubber dam use during post placement influences the success of root canal-treated teeth. *J Endod* 2013; 39: 1481-1484.
- 5) Abbot PV. Factors associated with continuing pain in endodontics. *Aust Dent J* 1994; 39: 157-161.
- 6) Ahmet S, Murat O, Semra C. Accidental sodium hypo-

- chlorite-induced skin injury during endodontic treatment. *J Endod* 2004; 30: 180-181.
- 7) Fors UG, Berg JO, Sandberg H. Microbiological investigation of saliva leakage between the rubber dam and tooth during endodontic treatment. *J Endod* 1986; 12: 396-399.
- 8) Roahen JO, Lento CA. Using cyanoacrylate to facilitate rubber dam isolation of teeth. *J Endod* 1992; 18: 517-519.
- 9) Kakudate N, Morita M, Sugai M, Nagayama M, Fukushima S, Kawanami M, Chiba I. Comparison of dental practice income and expenses according to treatment types in the Japanese insurance system. *Jpn Dent Sci Rev* 2010; 46: 4-10.
- 10) 河野雅臣, 福田治久, 藤久保美紀, 佐伯康弘, 菅原えりさ, 木村 哲. 無菌的処置による歯内療法のコスト対効果分析—歯内療法にはどれほどの価値があるのか—. *日歯内療誌* 2020; 41: 91-102.
- 11) Lin PY, Huang SH, Chang HJ, Chi LY. The effect of rubber dam usage on the survival rate of teeth receiving initial root canal treatment: a nationwide population-based study. *J Endod* 2014; 40: 1733-1737.
- 12) 浅井知宏, 三橋 晃, 林 誠, 坂東 信, 古澤成博, 前田英史. 歯内療法におけるラバーダム防湿に関する調査—2019-2020—. *日歯内療誌* 2021; 42: 166-173.
- 13) 三好敏郎, 板垣 彰, 遠藤育郎, 宮里 毅, 北島佳代子, 横須賀孝史, 江口美智子, 大平玄久, 江面 晃, 五十嵐勝, 田久昌次郎, 北野芳枝, 大石繁康, 五十嵐 悟, 大平重子, 大森 明, 上田 重, 荒井 桂, 川崎孝一. 歯内治療時のラバーダム防湿に関する現状と意識調査. *日歯保存誌* 1996; 39: 315-323.
- 14) 佐々木るみ子, 吉川剛正, 吉岡隆知, 須田英明. 歯内療法時のラバーダムは不快か?—歯科医師と患者の意識調査—. *日歯内療誌* 2006; 27: 2-5.
- 15) Stewardson DA, McHugh ES. Patients' attitudes to rubber dam. *Int Endod J* 2002; 35: 812-819.
- 16) Andrade ED, Ranali J, Volpato MC, Oliveira MMM. Allergic reaction after rubber dam placement. *J Endod* 2000; 26: 182-183.
- 17) 山田志津香, 鈴木規元. 症例選択, 治療計画. 興地隆史, 石井信之, 北村知昭, 林 美加子. エンドドンティクス. 6版. 永末書店: 京都; 2022. 87.
- 18) Sunay H, Tanalp J, Guler N, Bayirli G. Delayed type allergic reaction following the use of nonlatex rubber dam during endodontic treatment. *Int Endod J* 2006; 39: 576-580.

Changes in Sealing Performance with Rubber Dam Isolation Using Different Materials and Instruments

SAKO Ryo¹, HARADA (NAKAZATO) Haruka¹, ISHIZUKA (SUZUKI) Megumi¹, KITAYAMA Eri¹,
TANZAWA Seiko¹, ASAI Tomohiro^{2,3} and FURUSAWA Masahiro¹

¹Department of Endodontics, Tokyo Dental College

²Marubeni Tokyo Dental Clinic, Health Insurance Association of Marubeni Corporation

³Division of Conservative Dentistry, Suidobashi Hospital, Tokyo Dental College

Abstract

Purpose: Rubber dams are widely used to isolate diseased teeth from the oral cavity to perform antiseptic procedures. Though rubber dams are thought to be good at isolating diseased teeth, there is a risk of leakage from areas of poor fit between the rubber dam sheet and the surface of the affected tooth. Various rubber dam sheets have appeared in recent years, but few studies have compared their performance in isolating the treatment field based on the characteristics of each type of sheet. In this study, differences in the amount of leakage from the treatment field with each type of sheet used in rubber dams and methods to decrease the impact when leakage does occur were investigated.

Methods: To detect the amount of leakage from areas of poor fit in the rubber dam sheet, a rubber dam was used on a jaw model with artificial teeth using four types of rubber dam sheets of different materials and thicknesses. After injecting water with an air turbine toward the tooth to which the rubber dam sheet was attached, the weight of cotton rolls fixed under the clamp was measured with a precision scale, and the weights before and after the experimental manipulation were compared. To investigate methods of reducing leakage, edge caulking was applied around the entire periphery of the affected tooth cervix after the rubber dam was affixed, and, as in the abovementioned method, the change in weight of the cotton rolls was measured.

Results: The results of the comparison of the amount of leakage with the different types of rubber dam sheet revealed a significant increase in the weights of the cotton rolls from leakage only in the thin non-latex sheet group as the NLB group, whereas the LB and LG groups, which were latex sheet groups, showed dehiscence from the hole. In an experiment with edge caulking added to the rubber dam, no significant increases in weight were seen in any group.

Conclusion: Leakage when using a rubber dam occurred regardless of the state of dehiscence of the hole in the rubber dam sheet, suggesting that this leakage could be decreased by using edge caulking.

Key words: rubber dam, leakage, caulking

Effects of Different Resin Matrices on the Mechanical Properties of Flowable Resin Composites after Long-term Immersion in Water

MIZUKAMI Hiroyuki^{1,2}, KOBAYASHI Mikihiro¹, NIIZUMA Yuiko¹,
SUGAI Rintaro¹, SUGIZAKI Jumpei^{1,2} and MANABE Atsufumi¹

¹Department of Conservative Dentistry, Division of Aesthetic Dentistry and Clinical Cariology,
Showa University, School of Dentistry

²Department of Dentistry, Toranomon Hospital

Abstract

Purpose: Light-cured flowable resin composites (FRCs) have a wide range of clinical applications owing to their superior mechanical strength while resin composites have inferior mechanical strength owing to water absorption. Therefore, deterioration of the physical properties of resin matrices can cause significant degradation of FRCs. Few studies have examined the effects of long-term water immersion on FRCs. In this study, we evaluated the flexural strength and flexural modulus of six commercially available FRCs that had different resin matrix compositions after immersion in distilled water for one day or one year.

Methods: Specimens of Filtek Supreme Ultra Flow (FSU), ESTELITE UNIVERSAL FLOW Super Low (EUF), Clearfil Majesty ES Flow Super Low (CME), Beautifil Flow Plus X F00 (BFP), mainly comprising the resin matrices Bis-GMA, Bis-MEPP GRACEFIL ZeroFlo (GZF), and UDMA MI FIL (MIF), were subjected to the three-point bending test after being immersed in water for one day or one year, to determine their flexural strength and flexural modulus values. The results were analyzed using the two-way analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test. The surfaces of the specimens were observed using scanning electron microscopy (SEM).

Results: GZF and MIF had significantly higher values of flexural strength than the other FRCs after one day of water immersion ($p < 0.05$). By contrast, BFP had a significantly lower flexural strength ($p < 0.05$). Compared with the other FRCs, after one year of water immersion, GZF exhibited a significantly higher flexural strength and BFP exhibited a significantly lower flexural strength ($p < 0.05$). The deterioration rates of GZF and BFP after one day or one year of water immersion were -5.0% and $+28.4\%$, respectively. MIF, EUF, and BFP demonstrated a significant difference in their deterioration levels after water immersion in contrast to the other FRCs ($p > 0.05$). The analysis revealed no significant differences in flexural modulus for the FRC and water immersion conditions and no significant interactions between the two factors ($p > 0.05$). SEM conducted on specimens immersed in water for one day or one year revealed no significant change in the surface of GZF before and after its immersion in water.

Conclusion: Among the FRCs tested, the FRC that had Bis-MEPP as its primary component had the highest flexural strength after one year of water immersion. The resin matrix composition of FRCs may be one of the factors which influence their mechanical strength after one year of water immersion.

Key words: flowable resin composite, resin matrix, fracture strength

Corresponding author: Dr. KOBAYASHI, Department of Conservative Dentistry, Division of Aesthetic Dentistry and Clinical Cariology, Showa University, School of Dentistry, 2-1-1, Kitasenzoku, Ota-ku, Tokyo 145-8515, Japan

TEL: +81-3-3787-1151, FAX: +81-3-5751-4639, E-mail: mkobayashi@dent.showa-u.ac.jp

Received for Publication: July 15, 2023/Accepted for Publication: October 6, 2023

DOI : 10.11471/shikahozon.66.290

Introduction

In recent years, dental restorations using light-cured flowable resin composites (FRCs) have improved the adhesion of tooth structures and their mechanical properties. As a result, the range of FRC applications has expanded to cavities, including those on the occlusal and proximal surfaces of molars, where mechanical strength is required, enabling the restoration of most parts of the oral cavity¹⁻⁵. Furthermore, unlike universal-type composite resins, FRCs, exhibiting low viscosity and fluidity, are often directly applied using a syringe, enabling easy filling of cavities. The FRCs also have excellent cavity wall compatibility and marginal sealing properties⁶. Therefore, FRCs can be used for direct tooth restoration and for shaping cavities after their formation, dentin sealing, and enhancing the predictability of subsequent adhesive restorations⁶⁻¹¹. However, direct resin composite (RC) restorations may also require retreatment in clinical practice¹². Therefore, FRCs can be used for direct restorations and for shaping cavities after their formation, covering exposed dentin, and enhancing the predictability of subsequent adhesive restorations¹³. FRCs comprise materials such as resin matrices (organic), fillers (inorganic), filler surface treatment agents, polymerization initiators, and polymerization accelerators^{1,6}. Fillers are known to enhance the mechanical strength and wear resistance of RCs and reduce their polymerization shrinkage. The content, type, particle size, and shape of the filler incorporated into a resin matrix, and the surface treatment method of the filler have an effect on the RCs¹⁴⁻¹⁷. Several studies have found that the type of monomer or resin matrix used in a FRC significantly affects its mechanical properties^{1-3,6,16-18}. Bisphenol A-glycidyl methacrylate (Bis-GMA)¹⁹⁻²² and urethane dimethacrylate (UDMA)¹⁹⁻²², which contain hydrophilic functional groups and absorb water (Fig. 1), are typical resin matrices used in FRCs. However, Bis-GMA and UDMA have high viscosities, and thus they are combined with diluents, such as triethylene glycol dimethacrylate (TEGDMA)¹⁹⁻²², to reduce their viscosities. Moreover, the ethylene glycol chains in TEGDMA exhibit hydrophilicity (Fig. 1). Ferracane et al.²³ reported that resin matrices used in RCs are susceptible to both hygroscopicity and hydrolyzability, indicating the possibility

of ester bond hydrolysis occurring in them in the presence of water. They reported that the number and type of polar substituents (including OP (=O) (CH)₂, OH, CO, and H) and the degree and rate of water uptake by the restorative material are related to hydrolysis. However, bisphenol A ethoxylate dimethacrylate (Bis-MEPP)²⁰ has no hydrophilic functional groups in its structural formula and is hydrophobic (Fig. 1). In previous studies, it has been reported that Bis-MEPP is a rigid monomer that is not easily affected by hydrolysis and that it does not easily lose its mechanical strength²⁴. The mechanical strength of RCs decreases owing to water absorption²⁵⁻²⁸. The deterioration of the physical properties of a resin matrix significantly affects the deterioration of the physical properties of a FRC^{29,30}. However, there have been few studies on the effects of long-term water immersion on FRCs. Therefore, this study aimed to evaluate the mechanical characteristics of six types of FRCs that had different of resin matrix compositions via a three-point bending test conducted on the FRCs after prolonged immersion in water. Scanning electron microscopy (SEM) was used to monitor the surface changes in the FRCs and observe the test pieces before and after immersion in water. The null hypothesis of the study was that there was no difference among the flexural strength and modulus of FRCs with different resin matrix compositions after long-term immersion in water.

Materials and Methods

1. Materials

Table 1 lists the six commercial FRCs and their compositions used in the study. For the experiments, we used Filtek Supreme Ultra Flow (FSU, 3M Co., MN, USA), ESTELITE UNIVERSAL FLOW Super Low (EUF, Tokuyama Dental, Tokyo, Japan), Clearfil Majesty ES Flow Super Low (CME, Kuraray Noritake Dental, Tokyo, Japan), Beautifil Flow Plus X F00 (BFP, SHOFU Inc., Kyoto, Japan) and Bis-GMA as the main components of the base resin. We used GRACEFIL ZeroFlo (GZF, GC, Tokyo, Japan) and MI FIL (MIF, GC, Tokyo, Japan) with respectively Bis-MEPP and UDMA as the main components of the base resin.

2. Specimen preparation

A stainless-steel mold 25 mm long, 2 mm wide, and 2 mm thick was used. The mold was filled with resin and

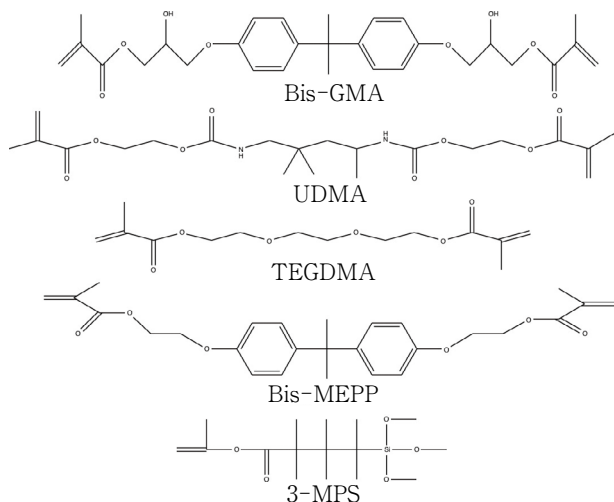


Fig. 1 Structural formulas of various matrix resins and silane coupling

pressure was applied using a cover glass placed on the upper and lower sides. Using a moving light irradiator with 8 mm diameter (G-Light Prima II Plus, GC), both surfaces were exposed to light for 10 s nine times (a total of 90 s) at a light intensity of 1,200 mW/cm², polymerized and cured, and thereafter stored in distilled water (pH 6.7–7.3 when initially prepared) at 37°C for 24 h. Thereafter, the sample surfaces were manually polished for 60 s using water-resistant abrasive paper (#1000, Struers Copenhagen, Denmark), followed by washing in distilled water for 10 min with an ultrasonic cleaner (KS-606N, KYOWA, Kanagawa, Japan). For storage, the specimen and 10 mL of distilled water were placed in a reclosable polyethylene bag (length 85 mm × width 60 mm). Two groups of specimen were used: one group was kept in distilled water at 37°C for 24 h (one day), and the other group was kept in distilled water at 37°C for 365 days (one year). The polyethylene bag and distilled water were replaced with new ones every week.

A total of 72 specimens were prepared: 12 for SEM observation and 60 for the three-point bending tests. In SEM, the total number of samples was 12: 6 for one-day storage ($n=1$) and 6 for one-year storage ($n=1$). The three-point bending test was performed, and bending strength and flexural modulus were measured twice for each sample. The total number of samples was 60, with 30 samples for one-day storage ($n=5$) and 30 samples for one-year storage ($n=5$).

3. Three-point bending test

A precision universal testing machine (AG-IS, Shimadzu, Kyoto, Japan) with crosshead speed set to 1 mm/min was used to test the specimens that had been immersed in water either for one day or one year. A load (N) was applied to each specimen until it reached the yield point or fractured before reaching the yield point. The load applied at the yield or fracture point was recorded, and the flexural strength and modulus were measured. The bending strength (σ) of each specimen was obtained in MPa using the formula:

$$\sigma = 3Fl/2bh^2$$

where, σ is the bending strength (MPa), F is the maximum load applied to the specimen (N), l is the distance between the fulcrum centers (mm), b is the width of the specimen measured immediately before testing (mm), and h is the thickness of the specimen measured immediately before testing (mm). The flexural modulus was calculated from the initial slope of the load-displacement curve. The following formula was used to compute the flexural modulus (E) in GPa:

$$E = l^3 \Delta F / 4bh^3 d$$

where, ΔF is the load at the proportional limit (N), and d is the deflection under load F (mm).

4. SEM observation

Au-Pd vapor deposition was performed on the specimens immersed in distilled water for one day or one year. SEM (SU-70, Hitachi Ltd., Tokyo, Japan) was conducted at an accelerating voltage of 10 kV to observe the properties of the polished surface at a magnification of 10,000 $\times$.

5. Statistical analysis

The average and standard deviations (SD) of the flexural strength and modulus of the FRCs were calculated. The flexural strength and modulus of the FRCs with different storage periods (one day or one year) were analyzed using the two-way analysis of variance (ANOVA) and Tukey's multiple comparison test ($\alpha = 0.05$). All analyses were performed using statistical analysis software (JMP 16, SAS Institute, NC, USA).

Results

1. Flexural strength

Table 2 lists the flexural strength of each FRC after one day or one year of water immersion. The flexural strength values of the GZF, MIF, CME, EUF, FSU, and

Table 1 Flowable resin composition of commercial composites

Code	FRC	Lot Number	Manufacturer	Composition	
				Matrix resin	Others
GZF	GRACEFIL ZeroFlo	1904241	GC, Tokyo, Japan	Bis-MEPP	Barium glass (150 nm) (69 wt%)
MIF	MI FIL	1904231	GC, Tokyo, Japan	UDMA	Barium glass (200 nm) (69 wt%)
CME	Clearfil Majesty ES Flow Super Low	C90027	Kuraray Noritake Dental, Tokyo, Japan	Bis-GMA, Hydrophobic aromatic dimethacrylate TEGDMA, Hydrophobic aromatic dimethacrylate	Silanated barium glass filler Silanated silica nanocluster filler (0.18–3.5 μm) (78 wt%)
EUF	ESTELITE UNI-VERSAL FLOW Super Low	004	Tokuyama Dental, Tokyo, Japan	Bis-GMA, Bis-MPEPP, TEGDMA, UDMA	SiO ₂ -ZrO ₂ filler (100–300 nm) (71 wt%)
FSU	Filtek Supreme Ultra Flow	N839816	3M, Minnesota, USA	Bis-GMA UDMA	Silane Treated Ceramic, Silane Treated Silica, (20 nm), Silane Treated Zirconia (4–11 nm) (65 wt%)
BFP	Beautifil Flow Plus X F00	041918	SHOFU, Kyoto, Japan	Bis-GMA, Bis-MPEPP, TEGDMA	Multifunctional glass filler and S-PRG filler based on fluoroboro aluminosilicate glass (0.01–4 μm) (67 wt%)

Table 2 Bending strength (MPa) after one day or one year

FRC	One day (mean $\pm$ SD)	One year (mean $\pm$ SD)	Deterioration rates (%) (mean $\pm$ SD)
GZF	171.8 (± 4.5) ^{a,b}	180.4 (± 6.3) ^a	−5.0 (± 6.7)
MIF	168.2 (± 4.8) ^{a,b,c}	142.6 (± 17.1) ^{d,e}	+15.2 (± 11.8)
CME	146.1 (± 6.5) ^{c,d,e}	133.5 (± 24.2) ^{d,e}	+8.6 (± 16.9)
EUF	152.3 (± 10.1) ^{b,c,d}	124.4 (± 17.8) ^e	+18.3 (± 11.3)
FSU	139.8 (± 9.2) ^{d,e}	129.0 (± 3.8) ^{d,e}	+7.7 (± 5.0)
BFP	124.9 (± 5.9) ^e	89.4 (± 6.0) ^f	+28.4 (± 5.0)

Values with the same superscript letter are not significantly different ($p > 0.05$). $n = 5$.

BFP specimens after one day of water immersion were 171.8 ± 4.5 , 168.2 ± 4.8 , 146.1 ± 6.5 , 152.3 ± 10.1 , 139.8 ± 9.2 Mpa, and 124.9 ± 5.9 MPa, respectively. The flexural strength values of the GZF, MIF, EUF, CME, FSU, and BFP specimens after one year of water immersion were 180.4 ± 6.3 , 142.6 ± 17.1 , 133.5 ± 24.2 , 124.4 ± 17.8 , 129.0 ± 3.8 MPa, and 89.4 ± 6.0 MPa, respectively. The rate of deterioration of the GZF, MIF, CME, EUF, FSU, and BFP specimens from after one day of water immersion to one year of water immersion was -5.0 ± 6.7 , $+15.2 \pm 11.8$, $+8.6 \pm 16.9$, $+18.3 \pm 11.3$, $+7.7 \pm 5.0\%$, and $+28.4 \pm 5.0\%$, respectively. The two-way ANOVA and Tukey's test, which were performed using the flexural strength values, the analysis revealed significant

differences in the FRC group and immersion period in the water group ($p < 0.001$), nor significant interactions between the two factors ($p = 0.0014$). After one day of immersion in water, the flexural strength values of the GZF and MIF specimens were significantly higher than that of any other FRC specimen ($p < 0.05$). Compared with the other FRC specimens, the GZF specimen had a significantly higher flexural strength after one year of water immersion, whereas the BFP specimen had a significantly lower flexural strength ($p < 0.05$). The MIF, EUF, and BFP specimens showed significant differences in their flexural strength values after one day and after one year of water immersion ($p < 0.05$); the other FRC specimens did not show significant differences in

Table 3 Flexural modulus (GPa) after one day or one year

FRC	One day (mean±SD)	One year (mean±SD)	Deterioration rates (%) (mean±SD)
GZF	7.9 (±0.2) ^a	8.2 (±0.6) ^a	-4.6 (±7.2)
MIF	7.8 (±0.5) ^a	8.5 (±0.3) ^a	-9.1 (±6.2)
CME	7.7 (±0.9) ^a	7.4 (±0.4) ^a	+4.0 (±14.2)
EUF	8.2 (±1.4) ^a	7.7 (±0.4) ^a	+6.1 (±15.6)
FSU	7.4 (±0.3) ^a	8.1 (±0.2) ^a	-10.1 (±3.9)
BFP	7.8 (±0.3) ^a	8.0 (±0.6) ^a	-3.2 (±9.0)

Values with the same superscript letter are not significantly different ($p>0.05$). $n=5$

their corresponding flexural strength values.

2. Flexural modulus

Table 3 lists the flexural modulus of each FRC after one day and after one year of water immersion. The flexural moduli of the GZF, MIF, CME, EUF, FSU, and BFP specimens after one day of water immersion were 7.9 ± 0.2 , 7.8 ± 0.5 , 7.7 ± 0.9 , 8.2 ± 1.4 , 7.4 ± 0.3 GPa, and 7.8 ± 0.3 GPa, respectively. The flexural moduli of the GZF, MIF, CME, EUF, FSU, and BFP specimens after one year of water immersion were 8.2 ± 0.6 , 8.5 ± 0.3 , 7.4 ± 0.4 , 7.7 ± 0.4 , 8.1 ± 0.2 GPa, and 8.0 ± 0.6 GPa, respectively. The rates of deterioration of the GZF, MIF, CME, EUF, FSU, and BFP specimens from after one day to one year of water immersion were -4.6 ± 7.2 , -9.1 ± 6.2 , $+4.0\pm14.2$, $+6.1\pm15.6$, -10.1 ± 3.9 , and -3.2 ± 9.0 , respectively. The flexural modulus, analyzed using two-way ANOVA, showed no significant differences between the factors for the FRC and water immersion period, nor significant interactions between the two factors ($p>0.05$).

3. SEM observation

Figure 2 shows SEM images of the specimens observed under different conditions. The observations of the GZF, MIF, and EUF specimens immersed in water for one day revealed the presence of spherical fillers almost uniform in size. In the CME specimen, filler aggregates were observed in addition to irregularly shaped fillers of almost uniform size. In the BFP, some fillers exceeding the size shown in Table 1 were observed, and in the FSU specimen, aggregates of fillers were observed in addition to irregularly sized fillers. Almost no surface changes were observed in the GZF specimens before and after water immersion for one day or one year. In the MIF specimen, the fillers separated and fell out from the resin matrix. The EUF specimen exhibited minimal surface changes; however,

certain fillers in it peeled away from the resin matrix. The filler aggregates in the CME and FSU specimens separated and fell out from the resin matrix. In the BFP specimen, the spherical fillers peeled away from the resin matrix.

Discussion

In general, oral cavity restorations using FRC will be functional and esthetically pleasing for long periods. However, FRC deterioration is an important factor influencing the durability of resin composite restorations, and it has been reported that RC deterioration due to water particularly affects the mechanical strength of the RC²⁵⁻³⁰. Therefore, this study focused on the resin matrix used in the direct restoration method. To assess the impact of long-term water immersion on FRC properties, we conducted a three-point bending test on six commercially available FRCs with different compositions. The FRCs used in this study demonstrated exceptional fluidity, enabling their effective use in cavity filling, excellent compatibility with cavity walls, and marginal sealing properties⁶. Because of the brittleness of the FRCs, we considered tensile testing to be the most sensitive method for evaluating the mechanical properties of the FRCs. However, some studies have indicated that the bending test is more sensitive to brittle materials than to other materials^{31,32}. Additionally, because shear stress is present along the entire length of a test specimen in the three-point bending test, a four-point bending test with an effective cross-sectional area was considered more desirable³². The ISO standard for dental ceramics specifies three-point and biaxial bending tests. In the biaxial bending test, specimen preparation is simple. However, only the bending strength can be obtained, and thus the

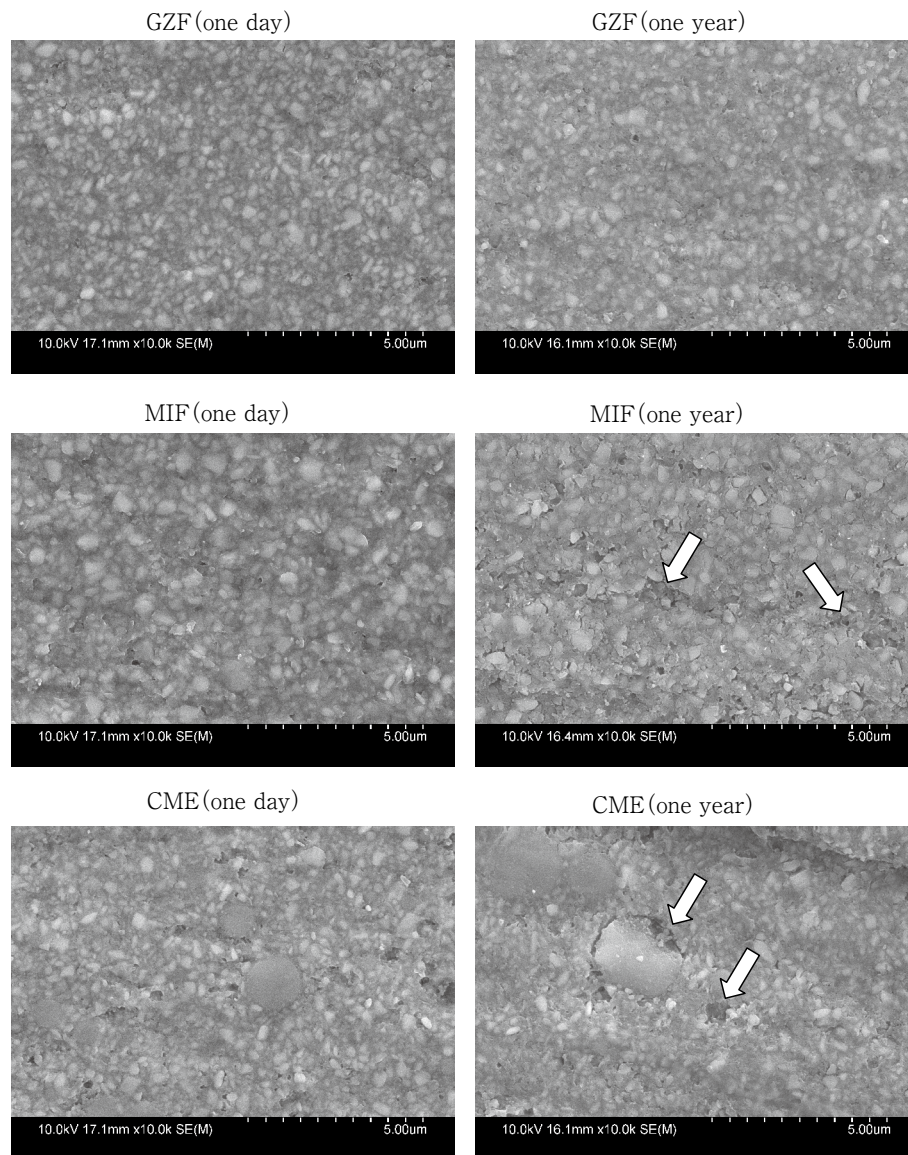


Fig. 2 SEM images of the surface of each composite resin after water immersion for one day or one year ($\times 10,000$)

Before and after water immersion for one day or one year, filler separated and fell out from the resin matrix in the area indicated by the white arrow.

In the MIF specimen, the fillers separated and fell out from the resin matrix.

In the BFP specimen, especially the spherical fillers peeled away from the resin matrix.

test is unsuitable for FRCs because they undergo plastic deformation. Therefore, the three-point bending test was used in the present study. The flexural modulus can be computed from the initial slope of the load-displacement curve. Furthermore, the effect of water immersion on the mechanical properties of each type of FRC specimen was investigated by immersing the specimen in water for one day or one year. The bend-

ing test performed on the specimens after they had been immersed in water for one day revealed that the GZF (171.8 ± 4.5 MPa) and MIF (168.2 ± 4.8 MPa) specimens had greater flexural strength than the CME, EUF, FSU, or BFP specimen. Furthermore, compared with any of the other FRC specimens, the BFP specimen exhibited a significantly lower flexural strength (124.9 ± 5.9 MPa). Previous studies have reported that

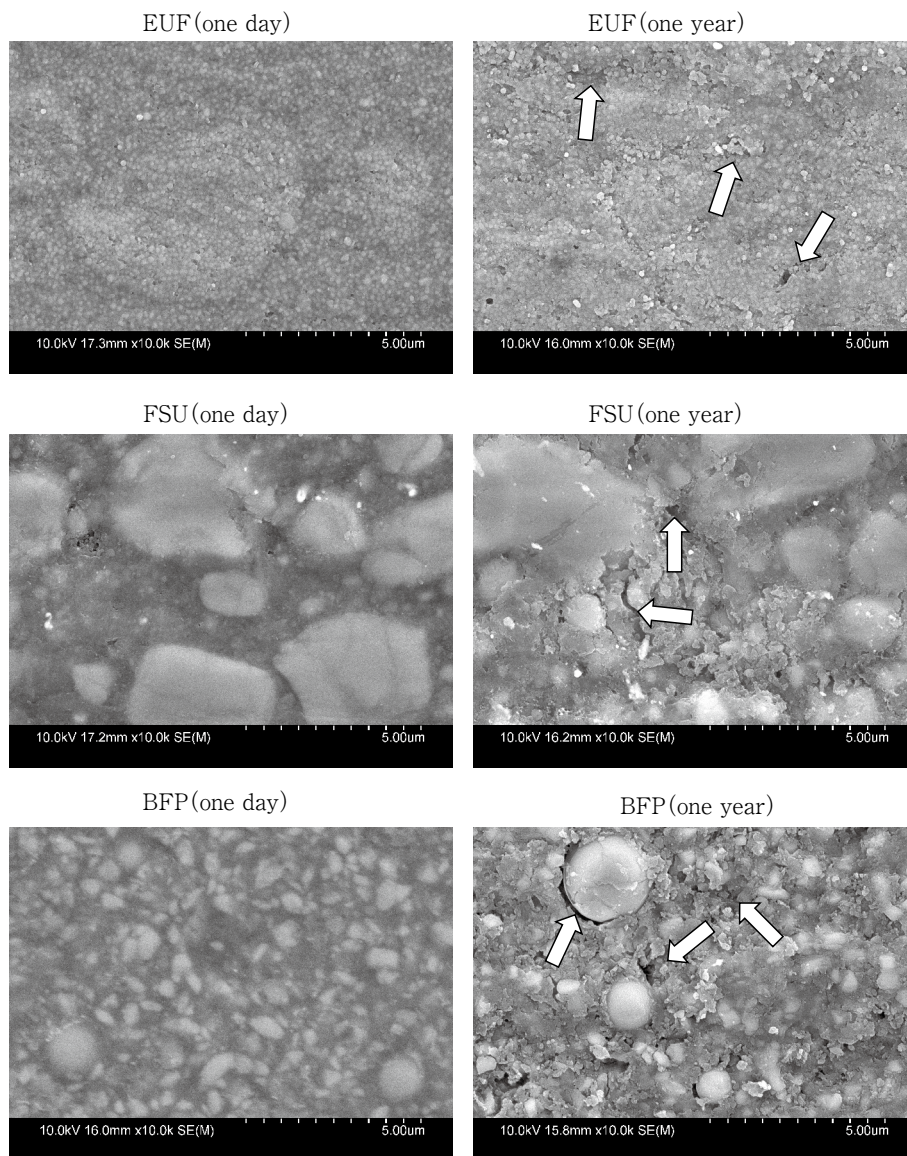


Fig. 2 Continued

the flexural strength of RC is affected by its filler content, particle size, and shape; monomer type and blending; and filler surface treatment^{16,17,33}. One study reported that the flexural strength increased as the filler particle size decreased¹⁶. The GZF specimen, which had a significantly higher flexural strength, had a filler particle size of 150 nm, whereas the MIF specimen had a filler particle size of 200 nm with spherical fillers that were almost uniform in size (Fig. 2). Furthermore, the BFP specimen, which had a significantly lower flexural strength, contained irregularly shaped fillers with particle sizes of 10–4,000 nm (Fig. 2). Specifically, the results showed that the diameter of the acid-reactive fluoroaluminosilicate glass filler (S-PRG

filler) in the BFP specimen was larger than that of the filler in any of the other FRC specimens except the CME specimen^{34,35}. The FRCs used in the study did not have the same filler content, filler shape, or particle size; therefore, it was difficult to compare the effects of filler parameters on the bending strength of the specimens after one day of water immersion. The bending tests performed on the specimens after they had been immersed in water for one year revealed that the GZF specimen had a significantly higher flexural strength (180.4 ± 6.3 MPa) and that the BFP specimen had a significantly lower flexural strength (89.4 ± 6.0 MPa) than the other specimens. The minimum rate of decrease in the flexural strength (-5.0%) after one year of water

immersion occurred in the GZF specimen and the corresponding maximum rate of decrease in the flexural strength (+28.4%) occurred in the BFP specimen. These results disproved the null hypothesis that the composition of the resin matrix does not affect the flexural strength of FRCs during long-term water immersion. The disintegration of composite resins when immersed in water can be attributed to two types of deterioration: deterioration of the resin matrix itself and deterioration of the interface between the resin matrix and inorganic filler due to hydrolysis²⁹. The deterioration of the interface between the resin matrix and inorganic filler due to hydrolysis could be affected by silane coupling. At present, 3-methacryloyloxy propyltrimethoxysilane (3-MPS, Fig. 1)²⁰, a typical silane coupling agent used in dentistry, hydrolyzes the siloxane bonds in the silane coupling treatment layer by absorbing water. Previous studies have reported that the mechanical properties of RCs deteriorate owing to the degradation of the interface between the resin matrix and filler^{29,36,37}. Several previous studies have also reported that water molecules can enter the polymer chain because the resin matrix absorbs water^{38,39}, which degrades the resin and adversely affects its mechanical properties⁴⁰⁻⁴². According to Sideridou et al.⁴³, the equilibrium water absorptions of Bis-MEPP, Bis-GMA, UDMA, and TEGDMA were 1.8, 2.6, 2.9, and 6.3 wt%, respectively. Composites based on dimethacrylates that do not contain hydroxyl groups (Bis-MEPP) exhibit higher flexural strength under wet conditions than those containing hydroxyl groups (Bis-GMA)³⁰, suggesting that Bis-MEPP is a rigid monomer²⁴. In this study, Bis-GMA was the main component of the resin matrix BFP which exhibited the highest deterioration in flexural strength. Furthermore, Bis-MEPP that had the lowest rate of flexural strength deterioration was the main component of the GZF resin matrix. Because the resin matrix of GZF is Bis-MEPP, which lacks OH groups, GZF is less prone to water absorption after immersion in water for one year. Consequently, the deterioration of the interface between the resin matrix and inorganic filler due to hydrolysis and the deterioration of the resin matrix itself are reduced. Therefore, we conclude that water immersion significantly affects the mechanical properties of FRCs. FRC, which mainly consists of a resin matrix with OH groups, undergoes hydrolysis owing to silane coupling due to water

absorption, and the deterioration of the resin matrix itself occurs owing to the permeation of water molecules into the polymer chain. We believe that these phenomena contributed to the deterioration of the mechanical properties of the FRCs. The SEM analyses of the polished surfaces of each FRC after being submerged in water for one day or one year revealed that the GZF specimen had less peeling and dropping off of the filler than the other FRC specimens. The aggregated fillers in the CME, FSU, and BFP specimens were clustered together. This phenomenon can be attributed to water absorption at the interface between the clustered filler and resin matrix, and the deterioration of the interface between the resin matrix and filler due to silane coupling hydrolysis. In a previous study, it was reported that the filler detached from the resin matrix owing to the hydrolysis of the silane coupling^{29,36,37}. The images obtained in these previous studies are similar to those obtained in this study. The flexural modulus of a material indicates the level of difficulty involved in deforming the material, and high values of the flexural modulus indicate that the resistance to deformation is high. Therefore, an improved flexural modulus will reduce the degree of deformation of the material in its plastic deformation region, and we believed that the stress level required for FRC failure could be increased^{44,45}. In this study, no statistically significant differences were observed among the flexural moduli of the different FRC specimens obtained under different water immersion periods. Dimethacrylate monomers, including Bis-GMA, UDMA, and TEGDMA, which form resin matrices, generally exhibit variations in viscosity and molecular weight. A high TEGDMA content has been found to influence the viscoelastic properties of composite resin polymers^{44,45}. According to previous studies, the flexural modulus of a resin matrix increases with the increase in its inorganic filler content; that is, there is a positive correlation between the filler content and hardness and flexural modulus of RC materials^{46,47}. However, in this study, no such relationship was found because immersion in water, whether for one day or one year, had no effect on the flexural modulus of any of the tested FRC specimens. In this study, we focused on commercial available FRC resin matrices; thus, we did not consider the effects of hydrolysis resulting from variations in the filler content, particle size, or composition of the silane coupling

agent. Therefore, further investigation is required to determine the impact of moisture on FRCs, considering these influencing factors. In future research, it will be necessary to fabricate FRCs under the same conditions except for the resin matrix and to compare and examine the effects of the matrix resin during long-term immersion in water.

Conclusion

This study aimed to assess the impact of long-term water immersion of six different types of FRC resin matrices used in direct dental restorations, on the material properties. Based on the findings, the following conclusions could be drawn:

1. Even after one year of water immersion, the FRC specimen that had Bis-MEPP as the primary component had the highest flexural strength among the FRC specimens tested.
2. The flexural modulus of the FRC specimens remained unaffected after one year of water immersion.
3. The resin matrix composition of FRCs may be one of the factors which influence their mechanical strength after one year of water immersion.

Conflict of interest statement

The authors declare that they have no competing interests.

References

- 1) Ferracane JL. Resin composite-state of the art. *Dent Mater* 2011; 27: 29-38.
- 2) Shinkai K, Taira Y, Suzuki S, Kawashima S, Suzuki M. Effect of filler size and filler loading on wear of experimental flowable resin composites. *J Appl Oral Sci* 2018; 26: 1-7.
- 3) Ilie N, Hickel R. Investigations on mechanical behaviour of dental composites. *Clin Oral Investig* 2009; 13: 427-438.
- 4) 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.
- 5) Chen MH. Update on dental nanocomposites. *J Dent Res* 2010; 89: 549-560.
- 6) Hervás-García A, Martínez-Lozano MA, Cabanes-Vila J, Barjau-Escribano A, Fos-Galve P. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2006; 11: 215-220.
- 7) Haak R, Wicht MJ, Noak MJ. Marginal and internal adaptation of extended class I restorations lined with flowable composites. *J Dent* 2003; 31: 231-239.
- 8) Peris AR, Durate S, De Andrade MF. Evaluation of marginal microleakage in class II cavities: Effect of microhybrid, flowable resins, and compatible resins. *Quintessence Int* 2003; 34: 93-98.
- 9) Tredwin CJ, Stokes A, Moles DR. Influence of flowable liner and margin location on microleakage of conventional and packable class II resin composites. *Oper Dent* 2005; 30: 32-38.
- 10) Yonca K, Emre O, Nuray A. Effect of flowable composite lining on microleakage and internal voids in class II restorations. *J Adhes Dent* 2007; 9: 189-194.
- 11) Senawongse P, Pongprueksa P, Tagami J. The effect of the elastic modulus of low-viscosity resins on the microleakage of class V resin restorations under occlusal loading. *Dent Mater* 2010; 29: 324-329.
- 12) Mjör IA, Moorhead JE, Dahl JE. Reasons for replacement of restorations in permanent teeth in general dental practice. *Int Dent* 2000; 50: 361-366.
- 13) Rizzante FAP, Mondel RFL, Furuse AY, Borges AFS, Mendonça G, Ishikiriyama SK. Shrinkage stress and elastic modulus assessment of bulk-fill composites. *J Appl Oral Sci* 2019; 27: 1-9.
- 14) Kim KH, Ong JL, Okuno O. The effect of filler loading and morphology on the mechanical properties of contemporary composites. *J Prosthet Dent* 2002; 87: 642-649.
- 15) Wille S, Hölken I, Haidarschin G, Adelung R, Kern M. Biaxial flexural strength of new Bis-GMA/TEGDMA based composites with different fillers for dental applications. *Dent Mater* 2016; 32: 1073-1078.
- 16) Tanimoto Y, Kitagawa T, Aida M, Nishiyama N. Experimental and computational approach for evaluating the mechanical characteristics of dental composite resins with various filler sizes. *Acta Biomater* 2006; 2: 633-639.
- 17) Miyasaka T. Effect of shape and size of silanated fillers on mechanical properties of experimental photo cure composite resins. *Dent Mater J* 1996; 15: 98-110.
- 18) Elliott JE, Lovell LG, Bowman CN. Primary cyclization in the polymerization of bis-GMA and TEGDMA: a modeling approach to understanding the cure of dental resins. *Dent Mater* 2001; 17: 221-229.
- 19) Gee AF de, Feilzer AJ, Davidson CL. True linear polymerization shrinkage of unfilled resins and composites determined with a linometer. *Dent Mater* 1993; 9: 11-14.
- 20) Ilie N, Hickel R. Resin composite restorative materials. *Aust Dent* 2011; 56: 59-66.
- 21) Stansbury JW, Trujillo-Lemon M, Lu H, Ding X, Lin Y,

- Ge J. Conversion dependent shrinkage stress and strain in dental resins and composites. *Dent Mater* 2005; 21: 56-67.
- 22) Gonçalves F, Pfeifer CS, Ferracane JL, Braga RR. Contraction stress determinants in dimethacrylate composites. *J Dent Res* 2008; 87: 367-371.
- 23) Ferracane JL, Marker VA. Solvent degradation and reduced fracture toughness in aged composites. *J Dent Res* 1992; 71: 13-19.
- 24) Murata T, Kimura T, Ueno T, Kumagai T. Mechanical properties of novel injectable composite resin, G-aenial universal injectable. 96th General Session of International Association of Dental Research 2018; Abstr. No. 2000.
- 25) Pilliar RM, Smith DC, Maric B. Fracture toughness of dental composites determined using the short-rod fracture toughness test. *J Dent Res* 1986; 65: 1308-1314.
- 26) Kildal KK, Ruyter IE. How different curing methods affect mechanical properties of composites for inlays when tested in dry and wet conditions. *Eur J Oral Sci* 1997; 105: 353-361.
- 27) Debnatha S, Wundera SL, McCoolb JL, Baranc GR. Silane treatment effects on glass/resin interfacial shear strengths. *Dent Mater* 2003; 19: 441-448.
- 28) McKinney JE. Environmental damage and wear of dental composite restoratives. Posterior composite resin dental restorative materials. 3M Co. 1985. 331-334.
- 29) Söderholm KJ. Degradation of glass filler in experimental composites. *J Dent Res* 1981; 60: 1867-1875.
- 30) Kawaguchi M, Fukushima T, Horibe T. Effect of monomer structure on the mechanical properties of light-cured composite resin. *Dent Mater* 1989; 8: 40-45.
- 31) Anusavise KJ. Phillips' science of dental materials. 10th ed. WB Saunders: Philadelphia; 1996. 49-74.
- 32) Jones DW. Strength and strengthening mechanisms of dental ceramics. Dental ceramics, Proceedings of the first international symposium on ceramics. Quintessence 1983; 83-102.
- 33) Asmussen E, Peutzfeldt A. Influence of UEDMA Bis-GMA and TEGDMA on selected mechanical properties of experimental resin composites. *Dent Mater* 1998; 14: 51-56.
- 34) Han L, Edward CV, Li M, Niwano K, Neamat A, Okamoto A, Honda N, Iwaku M. Effect of fluoride mouth rinse on fluoride releasing and recharging from aesthetic dental materials. *Dent Mater J* 2002; 21: 285-295.
- 35) Han L, Okamoto A, Fukushima M, Takashi O. Evaluation of a new fluoride-releasing one step adhesive. *Dent Mater J* 2006; 25: 509-515.
- 36) Chen JH, Matsumura H, Atsuta M. Effect of etchant, etching period, and silane priming on bond strength to porcelain of composite resin. *Oper Dent* 1998; 23: 250-257.
- 37) Ozcan M, Matinlinna JP, Vallittu PK, Huysmans MC. Effect of drying time of 3-methacryloxypropyltrimethoxysilane on the shear bond strength of a composite resin to silica-coated base/noble alloys. *Dent Mater* 2004; 20: 586-590.
- 38) Soles CL, Chang FT, Bolan BA, Hristov HA, Gidley DW, Yee AF. Contribution of the nanovoid structure to the moisture absorption properties of epoxy resins. *J Polym Sci B: Polym Phys* 1998; 36: 3035-3048.
- 39) Soles CL, Yee AF. A discussion of the molecular mechanisms of moisture transport in epoxy resins. *J Polym Sci B: Polym Phys* 2000; 38: 792-802.
- 40) Marom G. The role of water transport in composite materials. Chapter 9. Comyn J. Polymer Permeability. Elsevier Applied Science: Leicester; 1985. 341-374.
- 41) Wolff EG. Moisture effects on polymer matrix composites. *SAMPE* 1993; 29: 11-19.
- 42) Musto P, Ragosta G, Scarinza G, Mascia L. Probing the molecular interactions in the diffusion of water through epoxy and epoxy bismaleimide networks. *J Polym Sci Part B: Polym Phys* 2002; 40: 922-938.
- 43) Sideridou I, Achikias DS, Spyroudi C, Karabela M. Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials* 2003; 24: 655-665.
- 44) Ellakw A, Cho N, Lee IB. The effect of resin matrix composition on the polymerization shrinkage and rheological properties of experimental dental composites. *Dent Mater* 2007; 23: 1229-1235.
- 45) Kalachandra S, Sankarapandian M, Shobha HK, Taylor DF, Mcgrath JE. Influence of hydrogen bonding on properties of BIS-GMA analogues. *J Mater Sci Mater Med* 1997; 8: 283-286.
- 46) Iwasaki T, Kamiya N, Hirayama S, Tanimoto Y. Evaluation of the mechanical behavior of bulk-fill and conventional flowable resin composites using dynamic micro-indentation. *Dent Mater* 2022; 41: 87-94.
- 47) Fujii K, Ginya K, Arikawa H, Kanie T, Jyoshin K, Inoue K, Kuroki K, Uchiyama C. Composite restorative resins. Part 2. Physical and mechanical properties of UV and visible light-activated composite resins. *Dent Mater* 1986; 5: 252-259.

異なるマトリックスレジンを組成とする フロアブルコンポジットレジンの長期水中浸漬後の機械的特性

水上 裕 敬^{1,2} 小林 幹 宏¹ 新 妻 由衣子¹
菅 井 琳太朗¹ 杉 崎 順 平^{1,2} 真 鍋 厚 史¹

¹昭和大学歯学部歯科保存学講座美容歯科学部門

²国家公務員共済組合連合会虎の門病院歯科

抄録

目的：光重合型フロアブルコンポジットレジン（以下，FRC）は機械的強度の向上，流動性の多様化に伴い広く臨床で使用されている。一方，コンポジットレジン（RC）は吸水により機械的強度が低下し，マトリックスレジン（MR）の物性の低下が RC の物性の低下に大きく影響することは明らかにされているが，FRC の長期水中浸漬の影響に関する報告はほとんどない。そこで，本研究はマトリックスレジン（MR）の組成が異なる 6 種類の市販されている FRC を用いて，蒸留水に 1 日と 1 年水中浸漬後の曲げ強さと曲げ弾性率を比較，検討した。また，長期水中浸漬前後の試験片の表面を観察し，FRC 表層の変化について走査電子顕微鏡（以下，SEM）で観察した。

材料と方法：実験材料には，マトリックスレジン（MR）の主要組成が Bis-GMA の Filtek Supreme Ultra Flow (FSU)，ESTELITE UNIVERSAL FLOW Super Low (EUF)，Clearfil Majesty ES Flow Super Low (CME)，Beautifil Flow Plus X F00 (BFP) と，Bis-MEPP の GRACEFIL ZeroFlo (GZF)，また，UDMA の MI FIL (MIF) を金型（25×2×2 mm）とカバーガラスを用いて光重合後，耐水研磨紙 #1000 にて研磨し各試験片（n=5）を作製した。37°C の蒸留水中で保管し，1 日と 1 年間浸漬後，クロスヘッドスピード 1 mm/min で 3 点曲げ試験を行い，曲げ強さと曲げ弾性率を測定した。得られた値は二元配置分散分析および Tukey test を用いて有意水準 5% にて統計処理を行った。また，すべての条件の試験片について SEM で表面性状を観察した。

結果：二元配置分散分析および Tukey test の統計処理の結果，1 日水中保管後の曲げ強さは GZF，MIF が他の FRC に比較して有意に高い値を示した（ $p<0.05$ ）。一方，BFP が有意に低い曲げ強さを示した（ $p<0.05$ ）。1 年水中保管後の曲げ強さは GZF で他の FRC に比較して有意に高い値を示し，BFP が有意に低い曲げ強さを示した（ $p<0.05$ ）。1 日と 1 年水中浸漬後での低下率は GZF が -5.0%，BFP が +28.4% であった。各 FRC の 1 日と 1 年水中浸漬後では MIF，EUF および BFP に有意差を認めたが（ $p<0.05$ ），その他の FRC では有意な差は認められなかった。曲げ弾性率について二元配置分散分析の結果，FRC の条件および水中保管の条件，また，2 つの因子間の相互作用において有意な差を認めなかった（ $p>0.05$ ）。SEM 画像より，GZF の 1 日と 1 年水中浸漬後の試験片を比較すると，表面の変化はほとんど認めなかった。他の FRC ではレジンマトリックスから剥離し，脱落した像を認めた。

結論：本研究で用いた FRC のなかで Bis-MEPP を主成分とする GZF は，1 年水中浸漬後の曲げ強さが最も高い値を示した。FRC のマトリックスレジン（MR）の組成は，長期水中浸漬後の機械的強度に影響を与える要因の一つである可能性がある。

キーワード：フロアブルコンポジットレジン，マトリックスレジン，曲げ強さ

責任著者連絡先：小林幹宏

〒145-8515 東京都大田区北千束 2-1-1 昭和大学歯学部歯科保存学講座美容歯科学部門

TEL：03-3787-1151，FAX：03-5751-4639，E-mail：mkobayashi@dent.showa-u.ac.jp

受付：2023 年 7 月 15 日/受理：2023 年 10 月 6 日

日本歯科保存学雑誌 第 66 巻総目次
(2023 年)

**THE JAPANESE JOURNAL
OF CONSERVATIVE DENTISTRY
VOLUME 66, 2023**

第1号 (令和5年2月28日発行)

総 説

う蝕象牙質へのレジジン接着性とシールドレストレーションの可能性

.....吉山 昌宏, 大原 直子, 松崎久美子 (1)

上顎大白歯近心頬側根第二根管, 下顎大白歯遠心舌側根管・近心中央根管の概要と探索・治療のポイント

.....石崎 秀隆, 松裏 貴史, 山田志津香
吉村 篤利 (6)

ミニレビュー

歯周病が循環器疾患を導く経路の科学的探索.....青山 典生 (23)

原 著

歯周基本治療手技の動画教材を用いた教授法がもたらす教育効果

.....杉原俊太郎, 両角 俊哉, 淵田 慎也
清水 統太, 井上 允, 琢磨 遼
門田 大地, 櫻井 孝, 小牧 基浩 (26)

歯科保健指導における口腔内スキャナーの応用

—指導効果の検証—

.....谷 亜希奈, 大森あかね, 梶 貢三子
樋口 鎮央, 柿本 和俊 (35)

メトホルミン局所投与による高齢者歯周炎予防効果の検討

.....伊神 裕高, 金山 圭一, 清水 雄太
佐藤 匠, 森永 啓嗣, 安田 忠司
辰巳 順一 (47)

症例報告

上顎右側切歯部欠損に対し結合組織移植および片側性接着ブリッジ修復により

審美性を改善した1症例.....松尾 一樹, 荒井 昌海, 石渡 弘道
鵜飼 孝 (59)

第2号 (令和5年4月30日発行)

誌上シンポジウム「レーザー光が拓く歯科保存治療」

日本歯科保存学会・日本レーザー歯学会合同シンポジウム開催のご挨拶.....石井 信之 (93)

シンポジウム概要.....吉成 伸夫 (94)

歯の硬組織疾患への歯科用レーザーの応用.....山本 一世 (95)

レーザーの歯内療法領域への応用.....木村 裕一, 山田 嘉重, 佐藤 穂子 (100)

スケーラーとEr:YAGレーザーを併用した包括的歯周ポケット治療法について.....青木 章 (105)

原 著

酸化亜鉛ユージノール系ペーストタイプ根管充填シーラーの

材料特性ならびに生体親和性評価

.....加藤 昭人, 宮治 裕史, 金本佑生実
部 佳奈子, 岡本 一絵, 吉野 友都
浜本 朝子, 西田絵利香, 菅谷 勉
田中 佐織 (114)

幅広植毛歯ブラシによる人工プラーク除去時の、
効率的な歯ブラシヘッドスピードおよびブラッシング幅の検討

滝口 尚, 黒川 雅樹, 山田 純輝
宮本 恭介, 中島 太一, 山本 松男 (124)

症例報告

骨形成不全症患者の慢性根尖性歯周炎罹患歯に対応した 1 症例

前歯 葉月, 川西 雄三, 島岡 毅
高橋 雄介, 林 美加子 (131)

真性ポケットを伴う薬物性歯肉増殖症に対し審美的な配慮をした 1 症例

山本 陸矢, 磯 亮輔
前田 祐貴, 小川 智久 (138)

歯肉のメラニン沈着の審美治療として

Er: YAG レーザーをマイクロサージェリーで応用した長期経過

井上 剛, 水谷 幸嗣, 三上理沙子
島田 康史, 青木 章 (147)

第 3 号 (令和 5 年 6 月 30 日発行)

総 説

根面う蝕に関する基本的知識

富士谷盛興 (159)

「削らないう蝕治療」をいかに実現するか—臨床う蝕学教育と研究の視点から—

林 美加子 (167)

原 著

施設入居高齢者の訪問歯科診療における歯科衛生士業務の実態調査

渡邊 友美, 野村 玲奈, 土藏 明奈, 堀 十月
高橋 明里, 日下部修介, 高垣 智博, 横矢 隆二
服部 景太, 岩尾 慧, 藤原 周, 池田 正臣
二階堂 徹 (173)

クロマチンアクセシビリティ解析による歯髄幹細胞分化における

機能的転写因子/転写制御因子の探索

鈴木 茂樹, 長谷川 龍, 佐藤 瞭子, 大道寺美乃
長崎 果林, 根本 英二, 山田 聡 (179)

症例報告

上顎第一大臼歯口蓋根にサージカルテンプレートを用いた

歯根尖切除術 (TEMS) を行った 1 症例.....田中 利典, 八幡 祥生, 齋藤 正寛 (192)

第 4 号 (令和 5 年 8 月 31 日発行)

総 説

掌蹠膿疱症の症状改善に有効な歯周治療

八重柏 隆, 村井 治, 千葉 学
鈴木 啓太, 佐々木大輔 (207)

原 著

歯根膜細胞の骨芽細胞分化におけるカテプシン A の影響

.....北垣次郎太, 松本 昌大, 藤原 千春, 阪下 裕美
平井 麻絵, 山下 元三, 北村 正博, 村上 伸也 (214)

症例報告

上顎前歯部の審美・機能障害に対してデジタルワークフローを活用した

直接法コンポジットレジン修復を行った 1 症例.....高橋 基, 高橋 礼奈, 島田 康史 (224)

第 5 号 (令和 5 年 10 月 31 日発行)

誌上シンポジウム「う蝕治療のネクストステージーう蝕治療の最前線ー」

シンポジウム概要.....武市 収 (247)
 エビデンスに基づく歯科保存治療ー根面う蝕・歯髄保護に関する最新の診療ガイドラインー.....松崎英津子 (248)
 不可逆性歯髄炎の克服を目指してー歯髄炎モデルの構築から診断, 治療までー.....高橋 雄介 (252)
 歯髄を視る! 診る! 観る!ー歯髄保存のためにー.....村松 敬 (258)

原 著

バルクフィルコンポジットレジンの吸水性が着色に及ぼす影響

.....菅井琳太郎, 小林 幹宏, 新妻由衣子, 水上 裕敬, 真鍋 厚史 (263)

CAD/CAM システムを用いたデジタルデンティストリー教育の効果と今後の課題

.....新妻由衣子, 小林 幹宏, 菅井琳太郎, 長谷川正剛, 真鍋 厚史 (271)

ラバーダム防湿の使用器材と術式による辺縁封鎖性の変化

.....佐古 亮, 原田 (中里) 晴香, 石束 (鈴木) 穂, 北山 えり
丹沢 聖子, 浅井 知宏, 古澤 成博 (283)

Effects of Different Resin Matrices on the Mechanical Properties

of Flowable Resin Composites after Long-term Immersion in Water

.....MIZUKAMI Hiroyuki, KOBAYASHI Mikihiro, NIIZUMA Yuiko,
SUGAI Rintaro, SUGIZAKI Jumpei and MANABE Atsufumi (290)

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.

編 集 後 記

- 今年度から編集委員会委員に任命されました。会員の皆様、本学会誌への論文投稿をよろしくお願いします。
- 最近では、オープン・アクセス・ジャーナルが急増し、知らないジャーナルから査読依頼のメールが届きます。昨年は J. Personalized Medicine 特別号「Precision Medicine for Oral Diseases」の guest editor に誘われ、興味があったので協力したのですが、自分の限られた知識に照らしてコメントするのは大変でした。
- 「知識は力なり」は英国の哲学者、フランシス・ベーコンの名言です。ベーコンの後にフランスの哲学者・数学者パスカルが「人間は、考える葦である」という言葉を残しました。「知識」よりも「考える力」が大事という話で、後世に、とりわけ科学の世界に大きな影響を与えたと思います。
- 日本の高等教育では明治以来、西洋の「知識」を教え込むことが中心でした。現在の歯学教育もその延長ですが、歯科医療では「考える力」が不可欠です。令和 4 年度のコアカリキュラムに「臨床推論」が加わりました。いわゆる「考える臨床」です。これまでの「知識」と「技術」伝授型の歯学教育では、「考える力」が育成できていないと評価されたのでしょうか。知識を詰め込んだ後に思考力を育てるという旧来の教育モデルを見直す、良い機会です。臨床では、試験にある「正解」はなく、患者ごとの「最適解」を探る「個別化医療」が現在のパラダイムです。
- 知識は「他人が苦勞して考えた結果」であり、それを過剰に蓄えた「知識メタボ」状態では、自分で考えることができません。逆に、知識がない人は自分の頭と体を使って行動します。「学生の時に勉強しなかった奴のほうが社会に出てから成功する」という仮説が消えないのは、実例が沢山あるからでしょう。
- 研究における実験では失敗がつきものですが、経験上、実験を繰り返す過程で「考える力」が養われます。臨床にも通じるところがありそうです。結局、研究や臨床では、ある程度知識を得たら、試行錯誤しながら行動し、省察を繰り返してレベルアップを図ることが肝要なのでしょう。陽明学を起こした王陽明の「知行合一」は良いお手本です。
- 本学会誌が会員の皆様の知識を豊かにし、思考力を養う媒体であることを期待します。

(高橋慶壮 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所)
	諸 富 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 5 年 10 月 31 日 発行

編集兼発行者

制 作 者

印 刷 所

発 行 所

特定非営利活動法人 日本歯科保存学会理事長

林 美 加 子

一般財団法人 口腔保健協会

<http://www.kokuhoken.or.jp/>

三 報 社 印 刷 株 式 会 社

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

F A X 03 (3947) 8341

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
エンピ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 1-1-3 大手センタービル	(03)6701-1730
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
ビヤス株式会社	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
Y A M A K I N 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)

(第 卷 号掲載希望)

- [illegible]

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 _____

日本歯科保存学会 殿

年 月 日

・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

(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。	☐ ☐

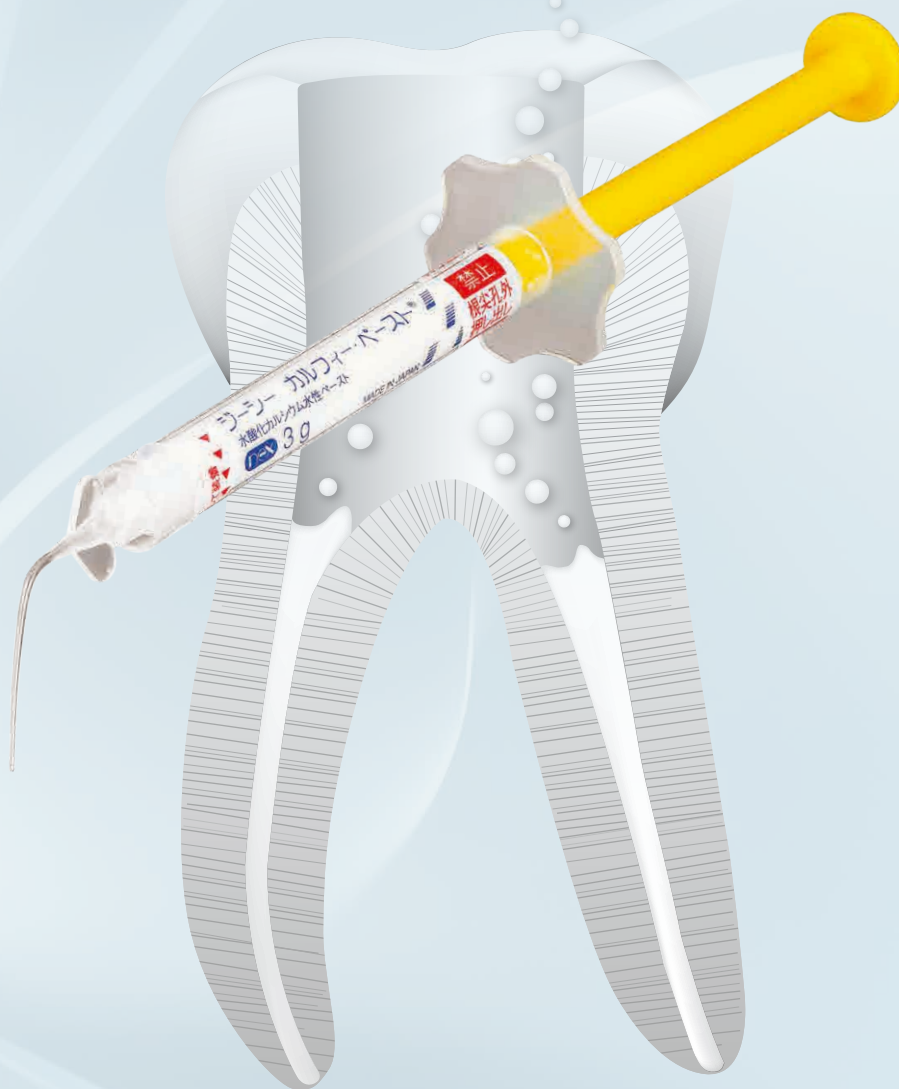
編集連絡委員名 _____ ㊟

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。

GC



除去性に優れた 根管貼薬材



水酸化カルシウム濃度

36%

Tooth Pad.

製品動画はコチラ



GC



ジーシー 昭和薬品

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

※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。

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

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

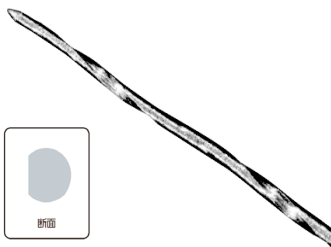
I・II・III の3本で終了
簡単な手順、使用方法を採用



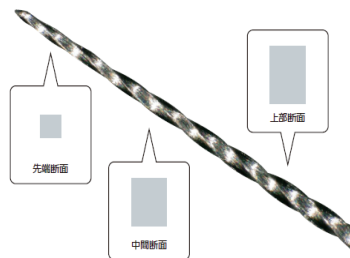
ホームページより
動画をご覧ください



D ファインダー



グライドファインダー



- 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。

穿通性 + 切削性

- 先端部テーパ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 一般名称：歯科用ファイル 販売名 マニー®K ファイル

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)

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



バルクタイプが
新登場!

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

Thinking ahead. Focused on life.



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あった中、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。



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



補綴装置



金属



陶材

CAD/CAM用
レジン材料ニッケイ酸
リチウム

ジルコニア

すべて 1 本で...



対応可能!

前処理材
不要!※詳しくは
こちらの動画を
ご覧ください

窩洞・支台歯



歯質



金属



レジン材料

※ CAD/CAM冠等、より高い
接着を求める場合は、窩洞
または支台歯に対してビュー
ティリンク Xtremeによる
前処理を行う事を推奨します。

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、オベーク)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10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 京都市東山区福福上高松町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

特定非営利活動法人日本歯科保存学会認定医制度規則

第1章 総則

(趣旨)

第1条 特定非営利活動法人日本歯科保存学会(以下「本会」という)の制定する認定医制度は、歯科保存学の専門的知識と歯科保存治療の基本的技能を有する認定医の養成と、その生涯にわたる研修を図ることにより、医療水準の向上と普及を図り、もって保健福祉の増進に寄与することを目的とする。

第2章 認定医の認定

(認定医認定の申請資格)

第2条 認定医の資格を申請する者は、以下の各号をすべて満たしていなければならない。ただし、認定委員会(以下「委員会」という)の推薦を経て、理事会で承認を受けた者はこの限りでない。

- (1) 日本国歯科医師の免許を有する者
- (2) 認定医申請時に2年以上継続して本会会員であること
- (3) 臨床研修医修了後、2年以上本会が認める研修施設において研修を満たした者、あるいは、社団法人日本歯科医師会の正会員又は準会員(専門医規則に準ずる)である者
- (4) 本会認定医制度施行細則(以下「細則」という)第9条に定める所定の研修単位を満たした者
- (5) 現在、歯科保存治療に携わっている者

(認定医認定の申請手続き)

第3条 認定医の資格を申請する者は、申請料及び受験料を添え、細則第5条に定める申請書類を委員会に提出しなければならない。

(認定医認定の書類審査と試験)

第4条 委員会は、認定医認定の申請書類を審査し、基準を満たしていると認めた者に対して、認定試験(以下「試験」という)を実施する。

- 2 試験は筆記試験及び提出症例の書類審査により行う。
- 3 試験の実施方法については別途定める。

(認定医の認定及び登録)

第5条 本会は、試験の合格者を、常任理事会及び理事会の議を経て認定医と認定する。

- 2 認定医と認定された者は、所定の登録料を添えて本会に登録申請を行わなければならない。
- 3 本会は、申請に基づき認定医登録を行い、認定証及び更新記録カードを交付し、日本歯科保存学雑誌(以下「学会誌」という)等に認定医氏名を掲載し、常任理事会、理事会及び総会で報告しなければならない。

第3章 研修目的及び研修施設の指定

(研修目的)

第6条 認定研修は、認定医資格申請及び同更新希望者に対し、歯科医学の基幹をなす歯科保存学領域における診断と治療のための最新で基本的な医療技能・知識を習得させることを目的とする。

(研修施設の申請資格)

第7条 研修施設は、専門医の研修施設を兼ね、指導医が常勤している次の各号のいずれかに該当するものでなければならない。

- (1) 大学の歯科保存学に関連する講座又は分野
- (2) 大学病院・大学附(付)属病院の歯科保存治療に関連する講座又は診療科
- (3) 本会の示す研修目的を達し、かつ委員会の指定する所定の課程に基づく5年以上の研修や教育が行われている施設

第4章 認定医の資格更新

(認定医資格の認定期間)

第8条 認定医資格の認定期間は5年間とし、引き続き認定を希望する者は、5年毎に更新しなければならない。

(認定医資格更新の申請)

第9条 認定医資格更新の申請者は、資格取得後の5年間に細則第12条に定める所定の単位を修得しなければならない。

第10条 認定医資格の更新申請者は、申請料及び審査料を添え、細則第6条に定める申請書類を委員会に提出しなければならない。

(終身認定医)

第11条 更新時に満63歳以上に達した認定医は、申請により終身認定医の資格を取得することができ、以後の更新手続きを免除する。

第5章 認定医の資格喪失

(資格喪失)

第12条 認定医が次の各号のいずれかに該当するときは、委員会、常任理事会及び理事会の議を経て、その資格を失う。

- (1) 本人が資格の辞退を申し出たとき
- (2) 日本国歯科医師免許を喪失したとき
- (3) 学会会員の資格を喪失したとき
- (4) 認定医の更新手続きを行わなかったとき
- (5) 認定医として不適格と認められたとき
- (6) 申請書類に重大な誤りが認められたとき

2 前項第5号又は第6号に該当するときは、議決前に本人の弁明の機会を与えなければならない。

3 本条第1項第4号の認定医は、次に該当するときは、委員会、常任理事会、理事会の議を経て、その資格を復活することができる。

- (1) 資格喪失から1年以内であれば更新遅滞理由書を付して更新の請求をすることができる。

4 委員会が認めたときは、認定医の資格復活のための試験を受けることができる。

- (1) 試験の実施方法については委員会が別途定める。
- (2) 試験の合格者は、常任理事会、理事会の議を経て、その資格を復活することができる。

(復活が認められた認定医の登録)

第13条 本会は、前条第3項及び第4項により認定医資格の復活が認められた者を、認定医と認定する。

2 認定医と認定された者は、所定の登録料を添えて本会に登録申請を行わなければならない。

3 本会は、申請に基づき認定医登録を行い、認定証及び更新記録カードを交付し、学会誌等に認定医氏名を掲載し、常任理事会、理事会及び総会で報告しなければならない。

第6章 その他

(運営)

第14条 委員会の運営に関しては、細則に定める。

(審査料等)

第15条 審査および登録に要する費用は、細則に定める。

(規程の改廃)

第16条 この規則の改廃は、委員会、常任理事会及び理事会の議を経て、総会の承認を得なければならない。

附 則

この規則は、平成 24 年 6 月 28 日に制定し、この日をもって施行する。

なお、認定医制度施行時に専門医資格を有している者と暫定期間中(平成 27 年 6 月 28 日まで)に専門医資格を有する者は、認定医資格を有している者とみなす。

この規則は、平成 26 年 6 月 19 日に一部改正し、施行する。

特定非営利活動法人日本歯科保存学会認定医制度施行細則

第1章 総則

(運営)

第1条 特定非営利活動法人日本歯科保存学会認定医制度規則(以下「規則」という.)の施行にあたって、規則に定めた事項以外は、日本歯科保存学会認定医制度施行細則(以下「細則」という.)に従って運営する。

(認定医の名称)

第2条 特定非営利活動法人日本歯科保存学会(以下「本会」という.)の制定する認定医を歯科保存治療認定医と呼称する。

(研修会)

第3条 認定委員会(以下「委員会」という.)は、認定医の学識向上のため認定研修会(以下「研修会」という.)を開催する。

2 研修会の開催は、年2回以上とする。

3 研修会の実施に関しては、委員会において立案し、常任理事会及び理事会に報告する。

4 すべての本会会員は、研修会に参加し、所定の単位を取得することができる。

第2章 申請書類

(申請書類等)

第4条 委員会に提出する申請書等の書類は、本会の定めた様式によるものを使用する。

(認定医認定の申請書類)

第5条 認定医の資格を申請する者は、以下の本会の定める申請書類を委員会に提出しなければならない。

(1) 認定医申請書

(2) 履歴書

(3) 本会会員歴証明書

(4) 研修単位カード

(5) 提出症例(1症例)

(6) 規則第7条第1号、第2号に該当する研修施設において認定研修を修了した者は、指導医の発行する研修証明書

(7) 規則第7条第3号に該当する研修施設で規則第7条第1号及び第2号の研修施設と同等以上の研修を行ったと委員会が認めた者は、研修記録簿

(8) 日本国歯科医師免許証(複写)

(認定医資格更新の申請資格)

第6条 認定医の資格更新申請をする者は、申請料(審査料を含む.)を添え、次の各号に定める申請書類を委員会に提出しなければならない。

(1) 認定医更新申請書

(2) 更新記録カード

(3) 臨床実績報告書(過去5年分)

第3章 研修単位及び業績の認定

(本会の認める他の学会、他の研修会及び学術刊行物)

第7条 本会の認める他の学会、他の研修会及び学術刊行物とは、以下のように定める。

(1) 本会の認める他の学会とは、日本学術会議に登録している専門学会又は本会の認める国際学会をいい、他の研修会とは、日本歯科医師会生涯研修事業で認められている研修会・講演会をいう。

(2) 本会の認める学術刊行物とは、大学または日本学術会議に登録している専門学会の発行する雑誌又は本会の認

める国際学会の学術雑誌をいう。

- (3) 理事会の認めた共催学会は、本会と読み替える。
(研修単位)

第8条 研修単位を次のとおり定める。

- (1) 特定非営利活動法人日本歯科保存学会の学会活動
- | | | |
|---------------------|------|------|
| 本会学術大会参加 | 1 開催 | 5 単位 |
| 本会認定研修会参加 | 1 開催 | 5 単位 |
| 委員会が認めた本会学術大会プログラム | 1 開催 | 2 単位 |
| 本会での発表 (筆頭演者) | 1 回 | 5 単位 |
| (共同演者) | 1 回 | 2 単位 |
| 日本歯科保存学雑誌発表論文(筆頭著者) | 1 編 | 5 単位 |
| (共同著者) | 1 編 | 2 単位 |
- (2) 他の学会における活動
- | | | |
|-------------------------|------|------|
| 日本歯科医学会総会参加 | 1 開催 | 2 単位 |
| 他の学会又は他の学会の研修会参加 | 1 開催 | 1 単位 |
| 他の研修会参加 | 1 開催 | 1 単位 |
| 他の学会における保存学関連事項の報告、論文発表 | 1 編 | 1 単位 |
- (3) 教育
- | | | |
|----------|-----|------|
| 教育施設での講義 | 1 年 | 4 単位 |
|----------|-----|------|
- (1 施設において1年4単位とし、年間8単位を限度とする。)
- (4) 歯科医師会等での学術講演
- | | | |
|--|-----|------|
| | 1 回 | 4 単位 |
|--|-----|------|
- (1 回4単位とし、年間8単位を限度とする。)

(認定医新規申請に定める研修単位)

第9条 認定医の認定を申請する者は、認定医認定の申請時まで細則第8条に定める研修単位を20単位以上取得していなければならない。又、細則第8条第1号にかかわる研修単位は15単位以上取得していなければならない。

(研修施設における認定研修)

第10条 研修施設において通算2年以上の認定研修を修了すること

(認定研修と同等以上の研修を行ったと委員会が認める要件)

第11条 認定研修と同等以上の研修を行ったと委員会が認める要件は、次の各号を満たすものであること

- (1) 本会会員歴が通算6年以上であること
(2) 社団法人日本歯科医師会会員であること
(3) 社団法人日本歯科医師会主催の生涯研修事業等に参加していること

(認定医更新申請に定める研修単位)

第12条 認定医の更新申請をする者は、認定医更新申請までの5年間に細則第8条に定める研修単位を50単位以上取得していなければならない。又、細則第8条第1号にかかわる研修単位は30単位以上取得していなければならない。

(研修単位の変更)

第13条 認定医有効期間中に取得単位数に変更があったときは、資格取得時または更新時に定められていた単位を資格の有効期間中適用する。

第4章 申請料等

(申請料等)

第14条 申請料等は、以下のよう定める。

- (1) 認定医の新規申請料(書類審査料を含む。)は1万円
(2) 認定医の受験料は2万円
(3) 認定医の認定登録料は1万円

(4) 認定医の更新申請料(審査料を含む.)は1万円

(5) 規則第5章第12条第3項における喪失資格の復活にかかわる審査料(登録料を含む.)は1万円, 第4項における受験料は2万円及び審査料(登録料を含む.)は1万円

第5章 その他

(財務)

第15条 委員会の運営にかかわる財務は、本会の会計業務に含む。

(認定医の資格喪失に伴う処分)

第16条 認定医が不正行為等により認定医制度の信用を傷つける行為をしたときは、委員会、常任理事会及び理事会の議を経て処分を行う。

2 前項の事態が起きたときは、速やかに認定委員会の中に調査委員会を設け、事実が確認されたら処分内容を審議し、倫理委員会、常任理事会、理事会に報告する。

3 処分内容は、以下に定める。

(1) 認定医の資格剥奪(再受験不可)

(2) 認定医の資格停止(1～5年)、資格停止中は更新申請不可

4 不正が組織的に行われたときは、研修施設の資格取り消しまたは停止(1～5年)

(細則の改廃)

第17条 この細則の改廃は、委員会の議を経て、常任理事会及び理事会の承認を得なければならない。

附 則

この細則は、平成24年6月28日に制定し、施行する。

この細則は、平成24年11月21日に一部改正し、施行する。

この細則は、平成27年6月24日に一部改正し、施行する。

この細則は、平成28年10月26日に一部改正し、施行する。

特定非営利活動法人日本歯科保存学会専門医制度規則

第1章 総則

(趣旨)

第1条 特定非営利活動法人日本歯科保存学会(以下「本会」という.)の制定する専門医制度は、歯科保存学の専門的知識と臨床技能を有する専門医の養成と、その生涯にわたる研修を図ることにより、医療水準の向上と普及を図り、もって保健福祉の増進に寄与することを目的とする。

第2章 専門医の認定

(専門医認定の申請資格)

第2条 専門医の資格を申請する者は、以下の各号をすべて満たしていなければならない。ただし、認定委員会(以下「委員会」という.)の推薦を経て、理事会で承認を受けた者はこの限りでない。

- (1) 日本国歯科医師の免許を有する者
- (2) 専門医の申請時に、認定医に登録後通算3年以上本会会員であること
- (3) 本会専門医制度施行細則(以下「細則」という.)第14条に定める所定の研修単位を満たした者
- (4) 細則第15条又は第16条に定める業績を満たした者
- (5) 現在、歯科保存治療に携わっている者
- (6) 社団法人日本歯科医師会の正会員又は準会員であることを原則とする。

(専門医認定の申請手続き)

第3条 専門医の資格を申請する者は、申請料及び受験料を添え、細則第5条に定める申請書類を委員会に提出しなければならない。

(専門医認定の書類審査と試験)

第4条 委員会は、専門医認定の申請書類を審査し、基準を満たしていると認めた者に対して、認定試験(以下「試験」という.)を実施する。

- 2 試験は、面接試験、症例試験により行う。
- 3 試験の実施方法については別途定める。

(専門医の認定及び登録)

第5条 本会は、試験の合格者を、常任理事会、理事会の議を経て専門医と認定する。

- 2 専門医と認定された者は、所定の登録料を添えて本会に登録申請を行わなければならない。
- 3 本会は、申請に基づき専門医登録を行い、認定証及び更新記録カードを交付し、日本歯科保存学雑誌(以下「学会誌」という.)等に専門医氏名を掲載し、常任理事会、理事会及び総会で報告しなければならない。

第3章 研修目的及び研修施設の指定

(研修目的)

第6条 認定研修は、専門医資格申請者及び同更新希望者に対し、歯科医学の基幹をなす歯科保存学領域における診断と治療のための最新で高度な医療技能・知識を修得させることを目的とする。

(研修施設の申請資格)

第7条 研修施設は、指導医が常勤している次の各号のいずれかに該当するものでなければならない。

- (1) 大学の歯科保存学に関連する講座又は分野
- (2) 大学病院・大学附(付)属病院の歯科保存治療に関連する講座又は診療科
- (3) 本会の示す研修目的を達し、かつ委員会の指定する所定の課程に基づく5年以上の研修や教育が行われている施設

(研修施設の申請手続き)

第8条 前条第3号に該当する研修施設は、施設に所属する指導医が別に定める申請書類を提出しなければならない。

(研修施設の指定、更新及び登録)

第9条 本会は、基準を満たしていると認めた施設を研修施設と認定する。

- 2 研修施設と認定された施設の主任指導医又は指導医は、所定の登録料を添えて本会に登録申請を行わなければならない。
- 3 本会専門医制度規則(以下「規則」という。)第7条第3号の研修施設は、10年毎に指定の更新を受けなければならない。
- 4 本会は、申請に基づき研修施設の登録を行い、認定証を交付し、学会誌等に研修施設名を掲載し、常任理事会、理事会及び総会で報告しなければならない。

第4章 指導医の認定

(指導医認定の申請資格)

第10条 指導医の資格を申請する者は、次の各号のいずれかを満たす専門医でなければならない。

- (1) 10年以上の専門医歴を有し、その間に学会誌に3編以上の研究論文発表があり、委員会の推薦を経て理事会で承認を受けた者
 - (2) 5年以上の専門医歴を有し、その間に5編以上の研究論文の発表があり、委員会の推薦を経て理事会で承認を受けた者。研究論文のうち2編は学会誌に掲載され、そのうちの1編は、筆頭著者もしくは責任著者であること(5編すべて学会誌も可)
 - (3) 委員会の推薦を経て、常任理事会、理事会で承認を受けた者
- (指導医認定の申請手続き)

第11条 指導医の資格を申請する者は、申請料及び審査料を添え、細則第7条に定める申請書類を委員会に提出しなければならない。

(指導医の認定及び登録)

第12条 本会は、指導医資格審査の合格者を常任理事会、理事会の議を経て指導医と認定する。

- 2 指導医と認定された者は、所定の登録料を添えて本会に登録申請を行わなければならない。
 - 3 本会は、申請に基づき指導医登録を行い、認定証を交付し、学会誌に指導医氏名を掲載し、常任理事会、理事会及び総会で報告しなければならない。
- (業務)

第13条 指導医は、以下の業務を行う。

なお、同一研修施設に複数の指導医が所属し、指導医の業務を代表者が行うときは、主任指導医として選出し、委員会に届け出ることとする。

- (1) 認定研修施設における課程作成への参画
- (2) 認定医、専門医並びに専門医資格取得希望者への指導
- (3) 研修施設の指定申請及び指定更新の申請
- (4) 研修単位の認定
- (5) その他、認定研修に必要な事項
- (6) 主任指導医の選出

第5章 専門医及び指導医の資格更新

(専門医及び指導医資格の認定期間)

第14条 専門医及び指導医資格の認定期間は5年間とし、引き続き認定を希望する者は、5年毎に更新しなければならない。原則として、指導医の認定期限は専門医認定期限と一致するものとする。同じく認定医の認定期限も原則として専門医認定期限と一致するものとする。

(専門医資格更新の申請)

第15条 専門医資格更新の申請者は、資格取得後の5年間に細則第17条に定める所定の単位を修得しなければならない。

第 16 条 専門医資格の更新申請者は、申請料及び審査料を添え、細則第 8 条に定める申請書類を委員会に提出しなければならない。

2 認定医資格を同時更新する際の認定医更新料は免除される。

3 更新時に満 63 歳以上の者は認定医制度規則第 11 条にある終身認定医の申請資格を有する。但し、終身認定医を取得すると専門医資格と共に指導医資格も喪失する。

(指導医資格更新の申請)

第 17 条 指導医資格の更新申請者は、申請料及び審査料を添え、細則第 9 条に定める申請書類を委員会に提出しなければならない。

第 6 章 専門医、指導医及び研修施設の資格喪失・復活

(専門医及び指導医の資格喪失及び復活)

第 18 条 専門医及び指導医は、次の各号のいずれかに該当するときは、委員会、常任理事会、理事会及び総会の議を経て、その資格を失う。

- (1) 本人が資格の辞退を申し出たとき
- (2) 日本国歯科医師免許を喪失したとき
- (3) 本会会員の資格を喪失したとき
- (4) 専門医の更新手続きを行わなかったとき
- (5) 専門医若しくは指導医として不適格と認められたとき
- (6) 申請書類に重大な誤りが認められたとき

2 前項第 5 号又は第 6 号に該当するときは、議決前に本人の弁明の機会を与えなければならない。

3 本条第 1 項第 4 号の専門医及び指導医は、次に該当するときは、委員会、常任理事会、理事会の議を経て、その資格を復活することができる。

(1) 資格喪失から 1 年以内であれば更新遅滞理由書を付して更新の請求をすることができる。

4 委員会が認めたときは、専門医及び指導医の資格復活のための試験を受けることができる。

(1) 試験は筆記試験、症例試験などにより行い、実施方法については委員会が別途定める。

(2) 試験の合格者は、常任理事会、理事会の議を経て、その資格を復活することができる。

(復活が認められた専門医の登録)

第 19 条 本会は、前条第 3 項及び第 4 項により専門医資格の復活が認められた者を、専門医と認定する。

2 専門医と認定された者は、所定の登録料を添えて本会に登録申請を行わなければならない。

3 本会は、申請に基づき専門医登録を行い、認定証及び更新記録カードを交付し、学会誌等に専門医氏名を掲載し、常任理事会、理事会及び総会で報告しなければならない。

(専門医資格辞退後の認定医継続)

第 20 条 専門医の資格を辞退する者は、所定の手続きを経て認定医を継続することができる。

(研修施設の資格喪失及び復活)

第 21 条 研修施設は、次の各号のいずれかに該当するときは、委員会、常任理事会、理事会及び総会の議を経て、その資格を失う。

- (1) 指定の必要条件を欠いたとき
- (2) 指定の更新を行わなかったとき
- (3) 研修施設として不適格と認めたとき

2 研修施設は、喪失の事由が消滅したときは、再び資格の申請をすることができ、委員会、常任理事会及び理事会の議を経て、その資格の復活ができる。

(復活が認められた研修施設の指定及び登録)

第 22 条 本会は、前条第 2 項により研修施設資格の復活が認められた施設を、研修施設と認定する。

2 研修施設の復活が認定された施設の主任指導医又は指導医は、所定の登録料を添えて本会に登録申請を行わなければならない。

3 本会は、申請に基づき復活が認められた研修施設の登録を行い、認定証を交付し、学会誌等に研修施設名を掲載

し、常任理事会、理事会及び総会で報告しなければならない。

第7章 その他

(運営)

第23条 委員会の運営に関しては、細則に定める。

(審査料等)

第24条 審査および登録に要する費用は、細則に定める。

(規程の改正廃止)

第25条 この規則の改廃は、常任理事会、理事会の議を経て、評議員会及び総会の承認を得なければならない。

附 則

この規則は、平成17年11月24日に制定し、施行する。

この規則は、平成18年11月9日に一部改正し、施行する。

この規則は、平成20年6月5日に一部改正し、施行する。

この規則は、平成22年6月4日に一部改正し、施行する。

この規則は、平成24年6月28日に一部改正し、施行する。

但し、本規則第2条(2)に関しては経過措置として3年間の暫定期間を設け平成27年6月28日から施行する。

この規則は、平成26年6月19日に一部改正し、施行する。

この規則は、令和4年6月16日に一部改正し、施行する。

特定非営利活動法人日本歯科保存学会専門医制度施行細則

第1章 総則

(運営)

第1条 特定非営利活動法人日本歯科保存学会専門医制度規則(以下「規則」という.)の施行にあたって、規則に定めた事項以外は、日本歯科保存学会専門医制度施行細則(以下「細則」という.)に従って運営する。

(専門医の名称)

第2条 特定非営利活動法人日本歯科保存学会(以下「本会」という.)の制定する専門医を歯科保存治療専門医と呼称する。

(研修会)

第3条 認定委員会(以下「委員会」という.)は、専門医の学識向上のため認定研修会(以下「研修会」という.)を開催する。

2 研修会の開催は、年2回以上とする。

3 研修会の実施に関しては、委員会において立案し、常任理事会、理事会に報告する。

4 すべての本会会員は、研修会に参加し、所定の単位を取得することができる。

第2章 申請書類

(申請書類等)

第4条 委員会に提出する申請書等の書類は、本会の定めた様式によるものを使用する。

(専門医認定の申請書類)

第5条 専門医の資格を申請する者は、以下の本会の定める申請書類を委員会に提出しなければならない。

(1) 専門医申請書

(2) 本学会認定医認定証(複写)

(3) 履歴書

(4) 本会会員歴証明書

(5) 研修単位カード

(6) 業績目録

(7) 規則第7条に該当する研修施設において認定研修を修了した者は、指導医の発行する研修証明書

(8) 規則第7条第3号に該当する研修施設で規則第7条第1号及び第2号の研修施設と同等以上の研修を行ったと委員会が認めた者は、研修記録簿

(9) 日本国歯科医師免許証(複写)

(10) 症例(各分野3症例:計9症例)

(研修施設の指定申請及び更新申請)

第6条 研修施設の指定申請及び更新申請をする者は、申請料(審査料を含む.)を添え、本会の定める申請書類を委員会に提出しなければならない。

(指導医認定の申請書類)

第7条 指導医の資格を申請する者は、申請料(審査料を含む.)を添え、次の各号に定める申請書類を委員会に提出しなければならない。

(1) 指導医申請書

(2) 履歴書

(3) 本会会員歴証明書

(4) 本会専門医歴証明書

(5) 業績目録

(専門医資格更新の申請資格)

第8条 専門医の資格更新申請をする者は、申請料(審査料を含む.)を添え、次の各号に定める申請書類を委員会に

(1) 專門医更新申請書

(3) 臨床実績報告書(過去5年分)

第9条 指導医の資格更新を申請する者は、申請料(審査料を含む。)を添え、次の各号に定める申請書類を委員会に提出しなければならない。

(2) 更新記録カード

(3) 臨床実績報告書(過去5年分)

3 指導医の認定期間は、規則第 14 条にかかわらず、認定委員会の議を経て延長できる。但し、その期間は 5 年を超えない範囲とする。

(研修施設の資格更新)

(専門医、指導医又は研修施設の喪失資格の復活)

第 11 条 専門医、指導医又は研修施設の喪失資格の復活申請する者は、申請料(審査料を含む.)を添え、本会の定める申請書類を委員会に提出しなければならない。

(本会の認める他の学会、他の研修会及び学術刊行物)

(1) 本会の認める他の学会とは、日本学術会議に登録している専門学会又は本会の認める国際学会をいい、他の研修会とは、日本歯科医師会生涯研修事業で認められている研修会・講演会をいう。

(2) 本会の認める学術刊行物とは、大学または日本学術会議に登録している専門学会の発行する雑誌又は本会の認める国際学会の学術雑誌をいう。

(3) 理事会の認めた共催学会は、本会と読み替える。

(研修単位)

(1) 特定非営利活動法人日本歯科保存学会の学会活動

本会学術大会参加	1 開催	5 単位
本会認定研修会参加	1 開催	5 単位
委員会が認めた本会学術大会プログラム	1 開催	2 単位
本会での発表 (筆頭演者)	1 回	5 単位
(共同演者)	1 回	2 単位
日本歯科保存学雑誌発表論文(筆頭著者)	1 編	5 単位
(共同著者)	1 編	2 単位

(2) 他の学会における活動

日本歯科医学会総会参加	1 開催	2 単位
他の学会又は他の学会の研修会参加	1 開催	1 単位
他の研修会参加	1 開催	1 単位
他の学会における保存学関連事項の報告、論文発表	1 編	1 単位

(3) 教育

教育施設での講義 1年 4単位
(1施設において1年4単位とし、年間8単位を限度とする。)

(4) 歯科医師会等での学術講演 1回 4単位

(1回4単位とし、年間8単位を限度とする。)

(専門医新規申請に定める研修単位)

第14条 専門医の認定を申請する者は、専門医認定の申請時まで細則第13条に定める研修単位を40単位以上取得していなければならない。又、細則第13条第1号にかかわる研修単位は15単位以上取得していなければならない。ただし、認定医申請時まで取得した研修単位は含まない。

(研修施設において取得すべき業績)

第15条 研修施設において取得すべき業績は次の各号を満たすものであること

- (1) 研修施設において通算5年以上の認定研修を修了すること
- (2) 研究論文を1編以上日本歯科保存学雑誌に発表すること(共同著者可)
- (3) 本会学術大会で1回以上演者として発表を行うこと(共同発表可)

(認定研修と同等以上の研修を行ったと委員会が認める業績)

第16条 認定研修と同等以上の研修を行ったと委員会が認める業績は、次の各号を満たすものであること

- (1) 本会会員歴が通算10年以上であること
- (2) 社団法人日本歯科医師会会員であること
- (3) 社団法人日本歯科医師会主催の生涯研修事業等に参加していること

(専門医更新申請に定める研修単位)

第17条 専門医の更新申請をする者は、専門医更新申請までの5年間に細則第13条に定める研修単位を60単位以上取得していなければならない。又、細則第13条第1号にかかわる研修単位は30単位以上取得していなければならない。

(研修単位の変更)

第18条 専門医有効期間中に取得単位数に変更があったときは、資格取得時または更新時に定められていた単位を資格の有効期間中適用する。

第4章 申請料等

(申請料等)

第19条 申請料等は、以下のよう定める。

- (1) 専門医、指導医及び研修施設(規則第3章第7条第1号及び第2号を除く。)の新規申請料(書類審査料を含む。)は1万円
- (2) 専門医及び指導医の受験料は3万円
- (3) 専門医及び指導医の認定登録料は1万円
- (4) 専門医・指導医・研修施設(規則第3章第7条第1号及び第2号を除く。)の更新申請料(審査料を含む。)は1万円
- (5) 規則第5章第14条に該当する専門医・指導医の更新申請料(書類審査料を含む。)及び規則第3章第9条第3項に該当する研修施設(規則第3章第7条第1号及び第2号を除く。)の更新申請料(審査料を含む。)は2万円
- (6) 規則第6章第18条第3項における喪失資格の復活にかかわる審査料(登録料を含む。)は1万円、第4項における受験料は3万円及び審査料(登録料を含む。)は2万円
- (7) 規則第3章第7条第1号及び第2号に該当する研修施設の新規申請料・更新申請料(書類審査料を含む。)及び登録料は無料とする。
- (8) 細則第9条第3項に基づく指導医認定期間の延長については、これに伴う更新料を免除する。

第5章 その他

(財務)

第20条 委員会の運営にかかわる財務は、本会の会計業務に含む。

(専門医、指導医及び研修施設の不正に伴う処分)

第21条 専門医が不正行為等により専門医制度の信用を傷つける行為をしたときは、処分を行う。

2 前項の事態が起きたときは、速やかに認定委員会の中に調査委員会を設け、事実が確認されたら処分内容を審議し、倫理委員会、常任理事会、理事会に報告する。

3 処分内容は、以下に定める。

(1) 専門医の資格剥奪(再受験不可)

(2) 専門医の資格停止(1～5年)、資格停止中は更新申請不可

4 不正が組織的に行われたときは、研修施設の資格取り消しまたは停止(1～5年)

(細則の改廃)

第22条 この細則の改廃は、委員会の議を経て、常任理事会及び理事会の承認を得なければならない。

附 則

この細則は、平成17年11月24日に制定し、施行する。

この細則は、平成18年11月8日に一部改正し、施行する。

この細則は、平成19年11月7日に一部改正し、施行する。

この細則は、平成20年6月4日に一部改正し、施行する。

この細則は、平成20年11月5日に一部改正し、施行する。

この細則は、平成22年6月4日に一部改正し、施行する。

この細則は、平成24年6月28日に一部改正し、施行する。

この細則は、平成27年6月24日に一部改正し、施行する。

この細則は、平成28年10月26日に一部改正し、施行する。

但し、本細則第5条第2号に関しては、平成27年6月28日より施行する。