

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 10 日現在

機関番号：12602

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22592116

研究課題名（和文） 象牙質接着界面に生成したう蝕抵抗層（ABRZ）とナノリーケージとの関係

研究課題名（英文） Relationship between acid-base resistant zone and nanoleakage expression at the adhesive-dentin interface

研究代表者

二階堂 徹（NIKAIDO TORU）

東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・講師

研究者番号：00251538

研究成果の概要（和文）：歯科用接着システムと象牙質との接着界面には樹脂含浸層が形成されるが、セルフエッチングシステムの場合、その直下にもう蝕抵抗性層(acid-base resistant zone, ABRZ)が形成される。本研究では、透過電子顕微鏡を用いて樹脂含浸層および ABRZ におけるナノレベルの漏洩（ナノリーケージ）を解析した。その結果、ナノリーケージの様相はボンディング材の種類により異なっていた。

研究成果の概要（英文）：The acid-base resistant zone (ABRZ) is created at the adhesive-dentin interface under the hybrid layer (HL) after the acid-base challenge. The purpose of this study was to evaluate nanoleakage expression in HL and ABRZ using self-etch adhesives. The TEM observations revealed that the nanoleakage expressions in HL and ABRZ were formed in all the adhesives, however, those were material dependent.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2012 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：保存治療系歯学

キーワード：樹脂含浸層、象牙質の接着、ボンディングシステム

1. 研究開始当初の背景

象牙質に対する接着の信頼性を得るためには、接着界面の質的な向上が重要である。研

究代表者は、これまで接着材料と象牙質との接着界面におけるう蝕抵抗性を評価するため、実験的に人工二次う蝕を作製し、接着界面付

近の形態学的変化を観察してきた。

(1) 走査電子顕微鏡 (SEM) 観察を行い、修復物周囲にはう蝕抵抗性を示す層 (Acid-base resistant zone、ABRZ と略記) の形成が認められた。ABRZ は樹脂含浸層の直下に認められ、これとは異なる層である。

(2) 透過電子顕微鏡 (TEM) によって ABRZ を観察した結果、ABRZ はアパタイト結晶を含み、象牙質に類似した構造であることを明らかにした。

(3) ABRZ の形成には使用する接着システムの影響も大きく、ABRZ はセルフエッチングシステムにおいてのみ観察され、酸エッチングシステムではその形成が認められないことが明らかにした。

(4) 象牙質接着界面における微細な空隙や欠陥部に起こる漏洩 (ナノリーケージ) の存在が指摘されており、長期的に接着界面の劣化の原因となる。

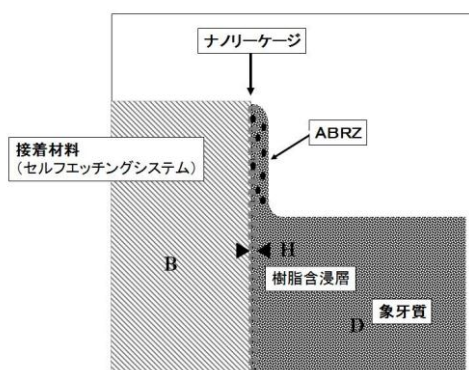


図 TEMによるABRZとナノリーケージの観察

2. 研究の目的

本研究の目的は、各種接着システムにおける ABRZ の形成とナノリーケージとの関係について透過電子顕微鏡 (TEM) 観察を行い、その形態学的な関連性について解明することである。

3. 研究の方法

1) 材料：接着材料として5種類のセルフエッチングシステム；クリアフィルメガボンド (SE)、クリアフィルトライエスボンド (TB)、クリアフィルボンド SE One (SO) (クラレノリタケデンタル)、G ボンドプラス (GBP) (ジーシー)、トクヤマボンドフォース (BF) (トクヤマデンタル) を用いた。

2) 試料の作製

ヒト抜去大臼歯の歯冠部象牙質を耐水研磨紙 #600 を用いて研削し被着面とした。業者指示に従ってボンディング操作を行った後、PMMA を接着し、接着試料を完成させた。試料は一日水中浸漬後、半折し、エポキシ樹脂包埋後、接着界面を露出させ、一方は無処理群とし、もう一方はアンモニア性硝酸銀に 1 日保管した後、蛍光灯下で現像処理を行い、さらに接着界面に対して酸一塩基処理を施した。その後、超薄切して TEM 観察 (H-7100; Hitachi) を行った (下図参照)。



無処理群の試料で接着界面に形成される樹脂含浸層の観察、処理群の試料で樹脂含浸層および ABRZ のナノリーケージの観察を行った。さらに樹脂含浸層と ABRZ におけるナノリーケージの占める割合について画像解析ソフト(ImageJ 4.5, NIH)を用いて計測し、結果を統計学的に解析した (one-way ANOVA および Tukey's HSD)。

4. 研究成果

処理群における代表的な TEM 写真を下図に示す。接着界面にナノリーケージを示す銀の沈着が認められた (左図)。さらに ABRZ の形成が確認され、ABRZ 中央部の強拡大の TEM 写真 (右図) において ABRZ 中にも銀の沈着が認められた。

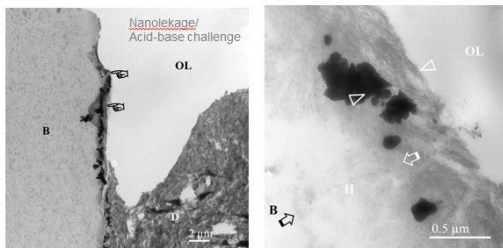


図 レジン-象牙質接着界面のTEM像 (クリアフィルメガボンド) 樹脂含浸層とABRZに銀の沈着によるナノリーケージが認められる (Nikaido et al., IADR, 2012)

表 1 に各ボンディングシステムにおける樹脂含浸層 (HL) と ABRZ における沈着した銀の割合をまとめた。樹脂含浸層と ABRZ におけるナノリーケージパターンに共通性は見いだせず、また 2 ステップと 1 ステップでのシステムによる傾向の違いもなかった。

表 1 樹脂含浸層と ABRZ におけるナノリーケージ (%)

Adhesive	HL	ABRZ
SE	23.08±1.29 ^A	4.83±1.14 ^{A, B, C, E}
TB	38.37±2.13 ^B	10.63±1.98 ^B
SO	5.10±1.23 ^{C, E}	2.35±0.55 ^{C, E}
GB	49.26±3.89 ^D	36.02±2.63 ^D
BF	7.53±1.06 ^E	2.68±0.65 ^E

同じアルファベットは、有意差がないことを示す。(one-way ANOVA and Tukey's HSD, p<0.05)

以上より、実験に供したすべてのセルフエッチング接着システムにおいて ABRZ の存在が確認されたが、ナノリーケージの存在部位は、システムによって異なっていた。本研究から得られた知見は、ABRZ の構造とメカニズムを解明するために貴重な情報であり、う蝕抵抗性の高い接着材料の開発にも大いに貢献するものである。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

- ① 二階堂徹、田上順次. レジンコーティング法で歯を守る・強化する、Super Tooth という新しい考え方. 日本歯科医師会雑誌、64(11):35-43, 2012. (査読なし)
- ② Nikaido T, Takahashi R, Ariyoshi M, Sadr A, Tagami J. Protection and reinforcement of tooth structures by dental coating materials. Coatings 2012, 2, 210-220. (査読あり)
- ③ Nurrohman H, Nikaido T, Takagaki T, Sadr A, Ichinose S, Tagami J. Hydroxyapatite crystal protection against acid-attack beneath resin-dentin interface with four adhesives: TEM and crystallography evidence. Dent Mater 2012 Jul; 28(7): e89-e98. 8-MAY-2012. (査読あり)
- ④ Inoue G, Nikaido T, Sadr A, Tagami J. Morphological categorization of acid-base resistant zones with self-etching primer adhesive systems. Dent Mater J. 2012; 31(2):232-238. (査読あり)
- ⑤ Ichikawa C, Nikaido T, Inoue G, Sadr A, Tagami J. Ultra-morphologies of the

dentin acid-base resistant zone of two-step self-etching systems after long-term storage in water. J Adhes Dent 2012 Jun;14(3):207-213. (査読あり)

〔学会発表〕(計6件)

- ① 二階堂徹, 高垣智博, ヌロマン ハミド, 田上順次. 酸-塩基処理後の接着界面におけるナノリーケージのTEM観察、第30回日本接着歯学会学術大会、函館、平成24年1月21, 22日.
- ② Nikaido T, Nurrohman H, Waidyasekera K, Takagaki T, Sadr A, Tagami J. Nanoleakage expression in hybrid layer and acid-base resistant zone. IADR2012, Iguacu falls, Brazil, June 20-23, 2012.
- ③ Nurrohman H, Nikaido T, Takagaki T, Sadr A, Ichinose S, Tagami J. TEM Study on acid-base resistance of the dentin-adhesive interface. AADR, Tampa, FL, March 21-24, 2012.
- ④ Kirihara M, Inoue G, Nikaido T, Ikeda M, Sadr A, Tagami J. Relationship between F-release and morphology of acid-base resistant zones. IADR2012, Iguacu falls, Brazil, June 20-23, 2012.

〔図書〕(計1件)

- ① 二階堂徹、高垣智博、田上順次. 削るう蝕、削らないう蝕、今里聡監修、林美加子、伊藤中編集、クインテッセンス出版、東京、2013年1月10日、第1版第1刷。pp156-165.

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

二階堂 徹 (NIKAIDO TORU)

東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科・講師

研究者番号：00251538