

## 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 13 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2012

課題番号：22592111

研究課題名（和文）ボンディング材の重合特性改善によるコンポジットレジンの接着耐久性の向上

研究課題名（英文）Improvement of durability of bond strength of composite resin to dentin by reducing the oxygen inhibition Effect on Curing of Resin-Based Bond Materials.

研究代表者

遠藤 達雄 (ENDO TATSUO)

東北大学・病院・講師

研究者番号：20168826

研究成果の概要（和文）：この研究の目的は空気中もしくはアルゴンガス雰囲気中で重合されたセルフエッチングボンディングシステムの重合阻害層の厚みおよび象牙質に対する接着強さへ与える影響について調べることにある。アルゴンガス雰囲気中で重合させたボンディングシステムは有意に重合阻害層の厚みを減少させ、象牙質に対する接着強さを長期間有意に向上させることが明かとなった。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to determine effects of light curing of self-etching adhesives under ambient air or argon on inhibition depths and dentin bond strengths. Curing under ambient argon significantly reduced oxygen inhibition at the free specimen surface and increased tensile bond strengths (TBS) to dentin during long period.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
2012年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・保存治療系歯学

キーワード：コンポジットレジ、重合阻害、接着強さ、ボンディングシステム、不活性ガス、アルゴンガス、光照射器

## 1. 研究開始当初の背景

現在、歯科臨床でもっとも多く使用されている材料のひとつにコンポジットレジがある。コンポジットレジ修復の予後に大きな影響を与える因子として接着性能がある。コンポジットレジ単独では歯質に接着させることができないため、コンポジットレジは接着材すなわちボンディングシステムと併用して用いられる。従

って、コンポジットレジ修復における接着性能は併用するボンディングシステムにより左右される。この接着性能を改善させるためにボンディングシステムには種々の改良が施された。すなわちエナメル質エッチング法に始まり、ボンディング材への接着性モノマーの添加、象牙質接着プライマーの開発などを経て、現在ではセルフエッチングプライマーシステムある

いは一液性ボンディングシステムなどが主流となっている。コンポジットレジン<sup>1)</sup>の接着を左右する重要な要素の一つとして、歯質そのものの性質も挙げられる。特に象牙質はエナメル質と異なり有機質および水分に富んでいる。さらに構造的には、象牙細管が歯髄腔まで達しており、その内部は象牙芽細胞突起および象牙細管内液で満たされている。また、窩洞形成された直後の象牙質面は、削除により破壊された象牙質の硬組織と有機成分で構成されている厚さ 1~3 $\mu$ m のスマエ層で覆われている。スマエ層の一部は象牙細管内 2~5 $\mu$ m の深さまで入り込み接着阻害因子となる。その象牙質への接着は象牙質の表面処理後、象牙質表面にボンディングレジンが浸透して重合すると、レジンと象牙質のカラーゲンやヒドロキシアパタイトなどまじりあって形成される樹脂含浸層の存在がレジンと象牙質の接着に大きく関与しているものとされる。従って、この樹脂含浸層の確実な重合が接着性能に大きな影響を与え、ひいては臨床での予後に関与するものと考えられる。コンポジットレジンと象牙質間の接着強さは、長期的に劣化することをすでに報告した<sup>2)</sup>が、ボンディング材の確実な重合が得られていなければ、この劣化がより早期に進行するものと考えられる。レジン材料が大気中に存在する酸素によって重合阻害を起こすことは良く知られている事実だが、最近になってこの重合阻害が象牙質とコンポジットレジン間の接着にも影響を与えており、しかも大気中の酸素による影響ばかりでなく象牙質内に含まれる水分中に存在する酸素による影響も無視できないことを報告した<sup>2)~4)</sup>。ただし、これらの報告は重合開始から 10 分ないし 24 時間というごく短期による結果のみで、より長期的に重合阻害による影響が持続するかどうかについては未だに報告されていない。そこで今回は重合阻害の影響をできるだけ少なくした状態での長期的な接着耐久性について検討する。

- 1) Bond Effect of Various Bonding Systems to Bovine Dentin and Enamel-Durability of Tensile Bond Strength to Bovine Dentin and Enamel for Three Years-, T. ENDO, et al, 1<sup>st</sup> IAD meeting, 2002, 19, 421
- 2) The role of oxygen inhibition of a self-etch adhesive on self-cure resin composite bonding. TATSUO ENDO,

WERNER J. FINGER, MARCUS HOFFMANN, MASAFUMI KANEHIRA, MASASHI KOMATSU, American Journal of Dentistry, 2007, 20(3), 157-160

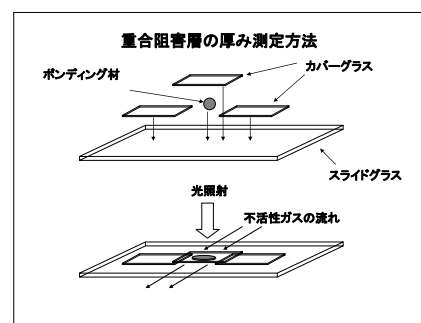
- 3) Effect of Oxygen Inhibition of Self-etching Adhesives on Enamel-Dentin Polymer Bond. Endo Tatsuo, Osada Takayuki, Finger Werner J., Hoffmann Marcus, Kanehira Masafumi, Komatsu Masashi, Journal of Adhesive Dentistry, 2007, 9(1), 33-38
- 4) Relationship between degree of polymerization and enamel bonding strength with self-etching adhesives. Kanehira Masafumi, Finger Werner J, Hoffmann Marcus, Endo Tatsuo, Komatsu Masashi, Journal of Adhesive Dentistry, 2006, 8(4), 211-216

## 2. 研究の目的

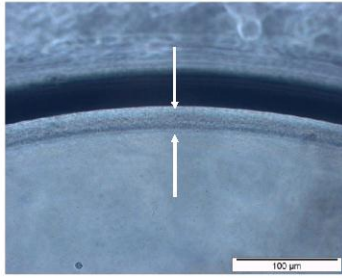
今回の研究目的はこうした酸素により重合阻害を受けているボンディングシステムによる接着強さが長期的にどのように変化するかを調べ、さらに酸素による重合阻害が起こらない条件下で接着させたボンディングシステムによる接着強さと比較することにより、重合阻害が長期的接着耐久性影響を与えているかどうかについて検討する。重合阻害が起こらない条件下で長期的な接着耐久性が向上するならば、より阻害を受けにくい重合システムの開発を目的とする。

## 3. 研究の方法

(1) 種々のボンディングシステムの酸素による重合阻害<sup>1)~3)</sup>の程度を調べるためにガラス板間に封入して円板状としたレジンモノマーを大気中およびアルゴンガスまたはチッ素ガスを用いた不活性ガス雰囲気中で重合させる。重合後の円板状レジンポリマー外周部分は外気に接しているために、酸素による重合阻害により未重合部分層が残存する。この未重合部分層の厚みを測定することにより重合阻害の程度を調べることができる<sup>2)</sup>。



ボンディング材表面に残存する重合阻害層の観察



(2) 大気中もしくは不活性ガス雰囲気中で抜去歯象牙質表面に、コンポジットレジンを重ね阻害の程度が異なる種々のボンディングシステムを介して接着させる。この試料を1%クロラミンT水溶液に投入して37°Cインキュベーター中で保管する。保管期間は24時間～5年間とするが、初年度には試料作成から24時間保管後試料に対しての引っ張り接着強さ試験を行なう<sup>4)</sup>。大気中重合群と不活性ガス雰囲気中重合群間で短期的に接着強さに差が見られるかどうかについて検討した。

(3) 接着強さの結果および重合阻害層厚み試験の結果から、重合阻害を受けていた接着層の劣化が阻害を受けていない接着層に比較してより早期に進行するかどうかについて検討した。

(4) 光照射器の長時間使用による光量低下があれば、レジンの重合程度に影響を及ぼすため、実験結果に重大な影響を与えるため、長期間の光照射器の使用により照射光量の低下の有無について調べた。

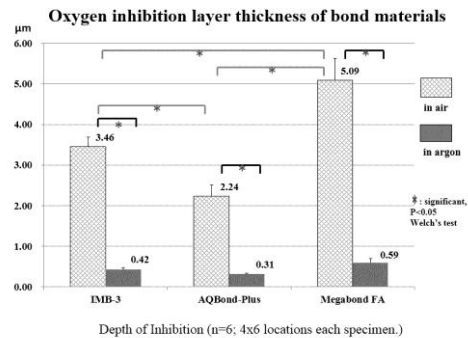
- 1) The role of oxygen inhibition of a self-etch adhesive on self-cure resin composite bonding. TATSUO ENDO, WERNER J. FINGER, MARCUS HOFFMANN, MASAFUMI KANEHIRA, MASASHI KOMATSU, American Journal of Dentistry, 2007, 20(3), 157-160
- 2) Effect of Oxygen Inhibition of Self-etching Adhesives on Enamel-Dentin Polymer Bond. Endo Tatsuo, Osada Takayuki, Finger Werner J., Hoffmann Marcus, Kanehira Masafumi, Komatsu Masashi, Journal of Adhesive Dentistry, 2007, 9(1), 33-38
- 3) Relationship between degree of polymerization and enamel bonding

strength with self-etching adhesives. Kanehira Masafumi, Finger Werner J, Hoffmann Marcus, Endo Tatsuo, Komatsu Masashi, Journal of Adhesive Dentistry, 2006, 8(4), 211-216

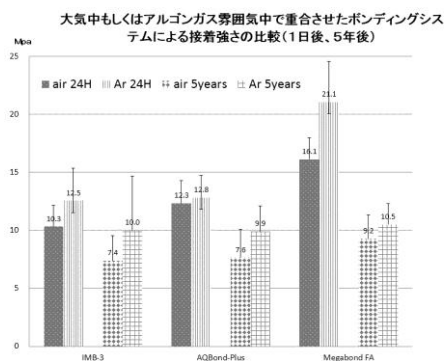
- 4) Bond Effect of Various Bonding Systems to Bovine Dentin and Enamel -Durability of Tensile Bond Strength to Bovine Dentin and Enamel for Three Years-, T. ENDO, et al, 1<sup>st</sup> IAD meeting, 2002, 19, 421

#### 4. 研究成果

(1) 大気中で重合させたボンディングシステムの酸素による重合阻害層の厚みは、アルゴンガス雰囲気中で重合させることにより、有意に減少したことにより、重合特性が改善されることが示された。

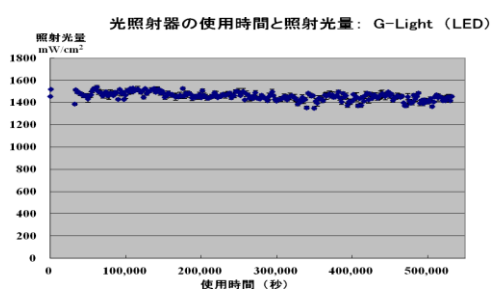
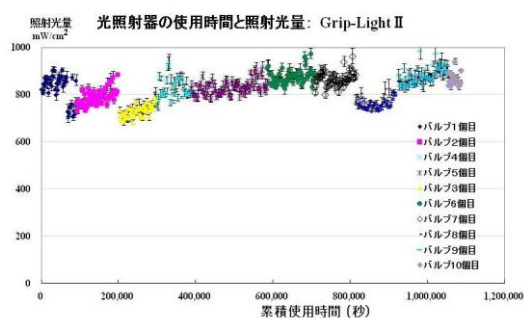


(2) 接着強さはアルゴンガス雰囲気中で重合させることにより24時間後および5年後のいずれでも有意に向上していた。



(3) (1)および(2)の結果から、アルゴンガス雰囲気中で重合させることにより、ボンディングシステムの重合特性が改善し、さらに接着の質と耐久性の向上に有効であることが示された。

(4)ハロゲンタイプで438時間まで、LEDタイプで315時間まで照射光量の変化について測定し、光照射器の長時間使用による光量の低下は認められなかった。



## 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 1 件)

① H. TAKAHASHI, W. J. FINGER, T. ENDO, M. KANERHIRA, N. KOOTTATHAPE, M. BALKENHOL, M. KOMATSU, Comparative evaluation of mechanical characteristics of nanofiller containing resin composites, American Journal of Dentistry, 2011, 264-270, Vol. 24, No. 5, 査読有り  
<http://www.amjdent.com/Archive/Abstracts/2011/October%202011%20Abstracts.html#Takahashi>

[学会発表] (計 5 件)

① 遠藤達雄、笹崎弘己、小松正志、光照射器の長時間使用による照射光量の変化、第137回日本歯科保存学会、2012年11月21日～2012年11月22日、広島、広島国際センター

② 遠藤達雄、星野圭美、笹崎弘己、小松正志、東北大学病院で使用されている光照射器の照射光量の3年後の変化、2011年10月20、

～21日、第135回日本歯科保存学会、大阪市大阪国際センター

③ H. Sasazaki, H. Sato, T. Endo, and M. Komatsu, Long-term Clinical Evaluation of Cervical Composite Resin Restorations Treated with Self-etch Adhesive System. The 4<sup>th</sup> International Symposium for Interface Oral Health Science in Sendai, 2011年 3月7日～8日 仙台市 仙台プラザホテル

④ T. Endo, T. Hoshino, H. Sasazaki and M. Komatsu, Improvement of Dentin Bond System by Reducing Oxygen Inhibition Effect on Curing of Resin Based Bond Materials, The 4<sup>th</sup> International Symposium for Interface Oral Health Science in Sendai

2011年 3月7日～8日、 仙台市、 仙台プラザホテル

⑤ 遠藤達雄、兼平正史、FINGER Werner J、小松正志、ナノフィラー含有コンポジットレジンの破壊靱性値の比較評価、Comparative Evaluation of Fracture Toughness ( $K_{IC}$ ) of Nanofiller Containing Resin Composites. 、第133回日本歯科保存学会秋季学術大会 2010年10月28日～10月29日、岐阜市 長良川国際会議場

[図書] (計 2 件)

① Tatsuo Endo, Tamami Hoshino, Hiromi Sasazaki, Etsuko Miura, and Masashi Komatsu, Improvement of the Dentin Bond System by Reducing the Oxygen Inhibition Effect on Curing of Resin-Based Bond Materials. , Interface Oral Health Science 2011, Springer, 2012, 257-259 DOI : 10.1007/978-4-431-54070-0\_74

② Hiromi Sasazaki , H. Sato, T. Endo, and M. Komatsu, Long-term Clinical Evaluation of Cervical Composite Resin Restorations Treated with Self-etch Adhesive System. , Interface Oral Health Science 2011, Springer, 2012, 271-272, DOI : 10.1007/978-4-431-54070-0\_79

6. 研究組織

(1) 研究代表者

遠藤 達雄 (ENDO TATSUO)

東北大学・病院・講師

研究者番号：20168826

(2) 研究分担者

小松 正志 (KOMATSU MASASHI)

東北大学・歯学研究科・非常勤講師

研究者番号：10005069

笹崎 弘己 (SASAZAKI HIROMI)

東北大学・病院・講師

研究者番号：90133991

(3) 連携研究者