

各種ボンディングシステムの接着性評価

(1) 象牙質について

岡田 英俊 石田 喜紀 野口 博志
福井 和徳¹ 長山 克也

Evaluation of Adhesive Strength and Durability of Different Bonding Systems

(1) Dentin

Hidetoshi OKADA, Yoshinori ISHIDA, Hiroshi NOGUCHI,
Kazunori FUKUI¹ and Katsuya NAGAYAMA

The purpose of this study was to examine and evaluate a possible influence of the periods of dentist's clinical experience and individual processes in the bonding systems on the adhesive durability of resin composite to dentin. The experiments were performed by 5 dentists with varied periods of clinical experience. Bovine dentine was used as an adhesive, while 6 kinds of bonding system were used in the experiment. Adhesive specimens were prepared at $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ room temperature and $50\pm 5\%$ relative humidity. The adhered area was standardized to be 6 mm in diameter by means of masking tape. The adhesive specimens were subjected to durability test by immersing in distilled water at 37°C for 24 hours (CO) and 30000 cycles of thermal stress at $4-60^{\circ}\text{C}$ (TH). After completion of the durability test, shear bond strength test was performed by using an universal testing machine to determine the adhesive strength. The significant difference was then assessed by One way ANOVA.

The results obtained were as follows :

1. In individual bonding systems, no correlation was revealed between the trend of adhesive durability of resin composite to dentin and the period of dentist's clinical experience. However, a significant difference was observed between different dentists. In addition, according to the type of bonding system, some differences were evident in the trend of variability in individual adhesive durability.
2. CO and TH showed a similar trend of adhesive durability in individual bonding systems.
3. As manipulation items which may greatly influence on the adhesive durability in individual processes of bonding system, handling of the air gun on the primer for drying and application technique on the adhesive were suggested.

Key words : bonding system, adhesive durability, clinical experience

受付：平成17年2月22日，受理：平成17年4月6日
奥羽大学歯学部生体材料学講座
奥羽大学歯学部成長発育歯学講座歯科矯正学分野¹

Department of Biomaterials Science, Ohu University
School of Dentistry
Division of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics,
Department of Oral Growth and Development,
Ohu University School of Dentistry¹

表1 実験材料

| コード | 組 成 | | コンポジットレジン |
|-----|----------------------------|---|------------------------|
| OA | エッチング材 プライマー ボンディング材 | リン酸ゲル カルボン酸系モノマー, HEMA, 光重合触媒 Bis-GMA, HEMA, 光重合触媒 | Z100 (3M) |
| SB | エッチング材 ボンディング材 | リン酸ゲル HEMA, Bis-GMA, エタノール, 水, 触媒, カルボン酸系モノマー | Z100 (3M) |
| DL | エッチング材 ボンディング材 | クエン酸・塩化第二鉄 MMA, HEMA, EGDMA, 4-META, ポリマー, TBB | クリアフィルA P-X (クラレ) |
| LB | プライマー ボンディング材 | (A) HEMA, MDP, 触媒, 水 (B) 水, HEMA, 重合触媒 Bis-GMA, MDP, HEMA, マイクロフィラー, 光重合触媒 | クリアフィルA P-X (クラレ) |
| FB | プライマー ボンディング材 | (A) アセトン, 水, 重合触媒, その他 (B) HEMA, 4-AET, アセトン, その他 4-AET, UDMA, TEGDMA, HEMA, 重合触媒, フィラー | ライトフィルII (松風) |
| MB | プライマー ボンディング材 | (A) (B) MAC-10, リン酸系モノマー, アルコール, 水 MAC-10, HEMA, Bis-GMA, TEGDMA, 光重合触媒 | パルフィークエステライト (トクヤマ) |

結 言

ボンディングシステムはレジン修復における歯質と修復物の接着に必要不可欠のものである。歯質とコンポジットレジンの接着耐久性に関する研究は国内外を問わずいくつかの報告¹⁻³⁾があり、現在においても新しい材料の開発や改良が検討されている。ボンディングシステムの歯質に対する接着耐久性は歯面処理剤や接着性モノマーの種類、あるいはそれらの組み合わせにおいての相違が認められており⁴⁻⁶⁾、材料の開発も基本的に歯質に対する接着強さの向上を主眼に行われてきた。さらに、近年は術者側の操作性も考慮し、エッチング、プライミングおよびボンディングという基本的な過程を短縮した材料が主流となってきた。操作過程が簡便となる利点としては、水洗、防湿、乾燥および材料の塗布操作など、各ステップにおけるテクニカルエラーの生じる確率を減少させることができるためと考えられる。しかし、これは操作過程が煩雑であっても、よく熟知し、各過程を確実に技術が術者側にあれば問題になり得ないことでもある。また、従来の各ステップで行っていた操作を統合させることで、従来の接着強さが得られるのかという事も疑問点として挙げられる⁷⁾。これらのことを考慮すると、ボンディン

グシステムに求められる所要性質としては接着耐久性に優れる事はもちろんのこと、操作手順が簡便で、臨床経験⁸⁾など技術的な差による接着強さの相違の少ないことなどが挙げられる。しかしながら、既存のボンディングシステムに関する研究において、材料の各操作と術者の技術の両面に焦点を当てて、検討を加えた報告は見あたらない。そこで本研究では操作環境、被着体を標準化した条件下において、操作ステップの異なる6種のボンディングシステムと臨床経験年数の異なる術者の技術が、コンポジットレジンと牛歯象牙質との接着耐久性に及ぼす影響について比較検討した。

材料と方法

1. 実験材料

実験に用いたボンディングシステムのコードと公表されている組成、組み合わせたコンポジットレジンの種類およびメーカーは表1に示す。また、接着試験における被着体は冷凍保存した牛歯を自然解凍後、樹脂包埋し自動回転研磨機にて#600まで研削した象牙質を用いた。

2. 接着試料の作製

被着体に対するボンディング操作、コンポジットレジンの充填および重合操作は室温23±2℃、湿度50±5%の恒温恒湿中で行った。今回術者と

表2 OAの操作手順

1. 水洗乾燥
2. エッチング剤を塗布し、15秒間放置
3. 15秒間水洗
4. エアードライ
5. プライマー塗布
6. 塗布後直ちに弱いエアードライで乾燥
7. アドヒーズを薄く均一に塗布
8. 塗布後10秒間光照射
9. レジン (Z100, A2) を充填
10. 60秒間光照射

表3 SBの操作手順

1. 水洗乾燥
2. エッチャント塗布し、15秒間放置
3. 10秒間水洗
4. 1秒以内の弱いエアードライで、余剰水分の除去
5. アドヒーズを2度塗布
6. マイルドエアードライで2～5秒間乾燥
7. 乾燥後10秒間光照射
8. レジン (Z100, A2) を充填
9. 60秒間光照射

表4 DLの操作手順

1. 水洗乾燥
2. 表面処理剤塗布し、45秒間放置
3. 十分に水洗乾燥
4. リキッド2滴、キャタリスト1滴で混合液の調整
5. 混合液の塗布
6. 塗布30秒後に軽くエアードライ
7. レジン (AP-X, A2) を充填
8. 60秒間光照射

表5 LBの操作手順

1. 水洗乾燥
2. プライマーA, B混和液 (等量) 塗布し、30秒間放置
3. マイルドエアードライで十分に乾燥
4. ボンディング材を塗布し、エアードライでボンド層の均一化
5. 均一化後20秒間光照射
6. レジン (AP-X, A2) を充填
7. 60秒間光照射

表6 FBの操作手順

1. 水洗乾燥
2. FBプライマーA, B混和液 (等量) 塗布し、10秒間放置
3. マイルドエアードライで十分に乾燥
4. FBボンドを均一に塗布後、10秒間光照射
5. レジン (ライトフィルII, A2) を充填
6. 60秒間光照射

表7 MBの操作手順

1. 水洗乾燥
2. プライマーA, B混和液 (等量) 塗布し、20秒間放置
3. マイルドエアードライで十分に乾燥
4. ボンディング材を薄く均一に塗布後10秒間光照射
5. レジン (エステライト, A2) を充填
6. 60秒間光照射

レジンの重合はチューブの高さである10mmの高さから、タイマーにより60秒間の光照射により行った。なお、光照射はチューブの上面1方向のみとした。試料数は各実験条件につき10個とした。

3. 接着試験

接着試料は重合操作終了後、直ちに37度蒸留水中に24時間浸漬した。接着耐久性試験は下記の2条件とした。

CO：37度蒸留水中に24時間浸漬条件

TH：4-60℃のサーマルサイクル30000回負荷した条件

以上の耐久性試験終了後、万能試験機にて圧縮剪断接着試験を行い、接着強さを測定した後、各個人およびボンディングシステムごとに総計した値についてOne way ANOVA ($p < 0.05$) を用いて有意差を検定した。なお、全ての接着試験は試料作製に携わっていない、術者が一人で行った。

結 果

OAの接着強さ (MPa) は図1に示す。CO条

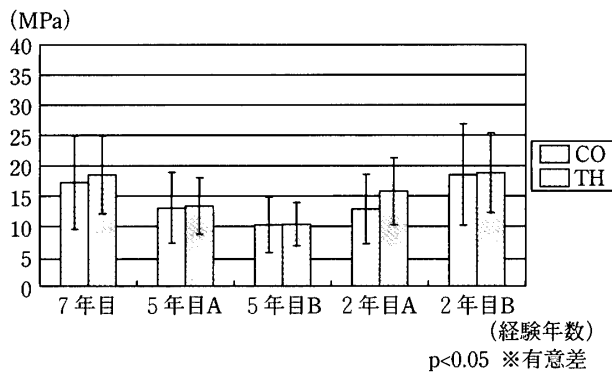


図1 OAの接着強さ

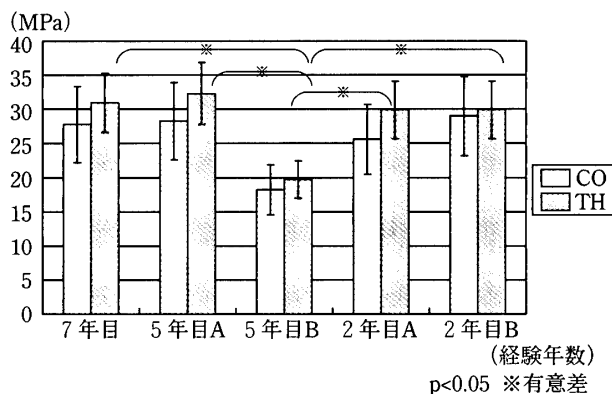


図4 LBの接着強さ

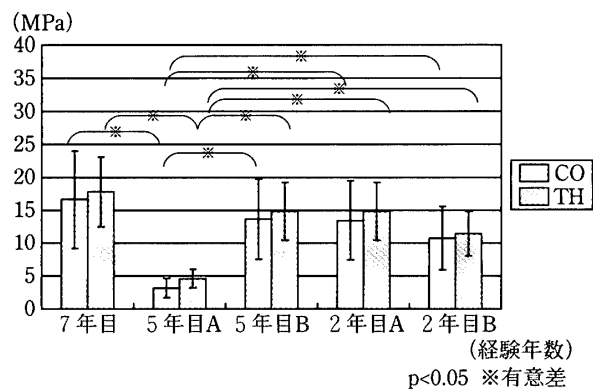


図2 SBの接着強さ

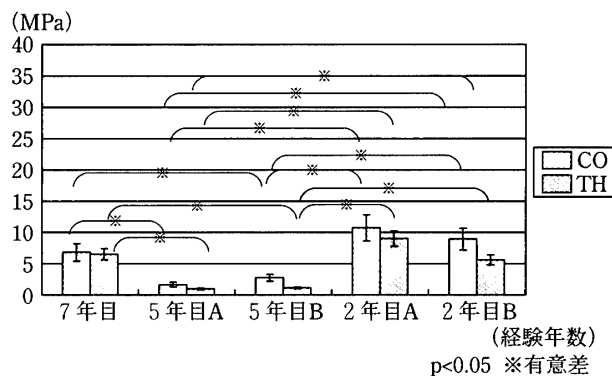


図5 FBの接着強さ

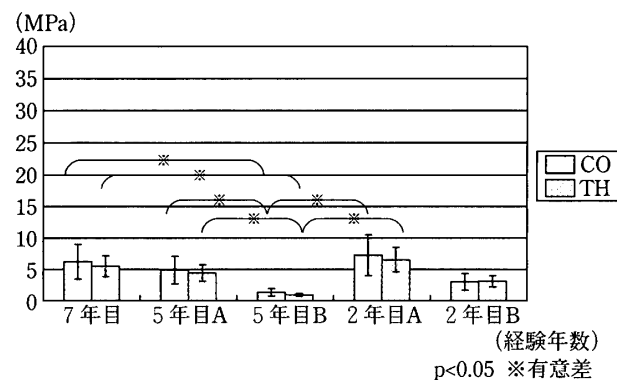


図3 DLの接着強さ

件では7年目, 5年目A, 5年目B, 2年目Aおよび2年目Bの順に17.2, 13, 10.3, 12.8および18.5となり, また, TH条件では18.5, 13.3, 10.5, 15.8および18.8となった。

SBの接着強さ (MPa) は図2に示す。CO条件では7年目, 5年目A, 5年目B, 2年目Aおよび2年目Bの順に16.6, 3.2, 13.6, 13.4および10.7となり, また, TH条件では17.8, 4.6, 14.8, 14.8および11.4となった。CO, TH条件ともに5年目Aは他の術者全てと比較し値が有意に

小さくなっていた。

DLの接着強さ (MPa) は図3に示す。CO条件では7年目, 5年目A, 5年目B, 2年目Aおよび2年目Bの順に6.2, 4.9, 1.3, 7.2および3となり, また, TH条件では5.5, 4.4, 0.9, 6.5および3.1となった。CO, TH条件ともに5年目Bは7年目, 5年目Aおよび2年目Aと比較し値が有意に小さくなっていた。

LBの接着強さ (MPa) は図4に示す。CO条件では7年目, 5年目A, 5年目B, 2年目Aおよび2年目Bの順に27.8, 28.3, 18.2, 25.6および29となり, また, TH条件では30.9, 32.3, 19.7, 29.9および29.9となった。TH条件において5年目Bは他の術者全てと比較し値が有意に小さくなっていた。

FBの接着強さ (MPa) は図5に示す。CO条件では7年目, 5年目A, 5年目B, 2年目Aおよび2年目Bの順に6.8, 1.7, 2.8, 10.7および8.9となり, また, TH条件では6.5, 1, 1.2, 9および5.6となった。CO, TH条件ともに5年目A,

考 察

コンポジットレジン修復における歯質との接着耐久性は非常に重要な問題であり、二次カリエスの発生にも大きく関係する因子⁹⁾である。コンポジットレジン自体は歯質への接着性は無く、ボンディングシステムの使用が不可欠である。したがって、ボンディングシステムの性能や操作方法の善し悪しが接着耐久性に直接影響を及ぼすと考えられる。さらに、患者へ用いる材料という見地からすると、術者の技術の巧拙に関係なく同様な接着性能を発揮するシステムが有用な材料と考えられる。そこで、今回はボンディングシステムの各操作と実験者の臨床経験年数の差異が、象牙質とコンポジットレジンの接着強さに及ぼす影響を比較検討した。

1. ボンディング操作が接着耐久性に及ぼす影響

今回の研究ではボンディングシステムの各操作が、歯質への接着強さに影響を及ぼす因子をより明確に検討するため、ボンディング操作以外の歯質接着強さに影響する因子の標準化を図った。すなわち、被着体の接着面は#600で統一し、全ての操作は恒温恒湿中で行った。また、操作過程を簡潔な文章で掲示し、さらにストップウォッチを用意して実験を行った。以上から、各操作手順の誤りや、作用時間も規準化できていると考えられる。次にコンポジットレジンの充填、重合操作については接着面積をマスキングテープにて規定し、被着面の形態も平面とした。したがって、実際の臨床とは異なり被着面の視認性は良好であることから、コンポジットレジンの充填操作による個人差は生じにくくなっていると考えられる。また、コンポジットレジンの重合度に関する因子である光照射器とコンポジットレジンの色調は全てで同じものを用い、照射時間、照射方向、照射口からの距離、コンポジットレジンの厚さに関しては予め規定した。また、接着強さの測定は試料作製者以外の実験参加者が行った。以上のことから、実験結果で生じた差異はボンディング操作が主に影響を及ぼしているものと考えた。

実験に用いたボンディングシステムで酸処理操

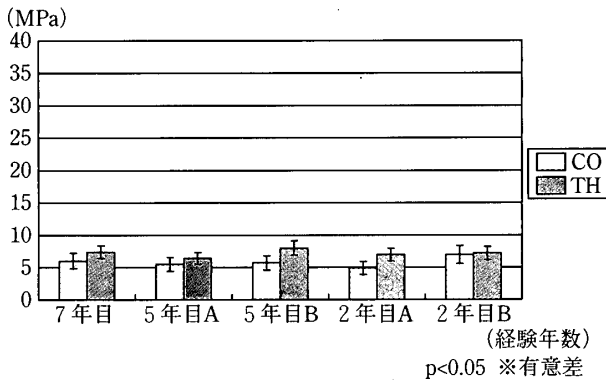


図6 MBの接着強さ

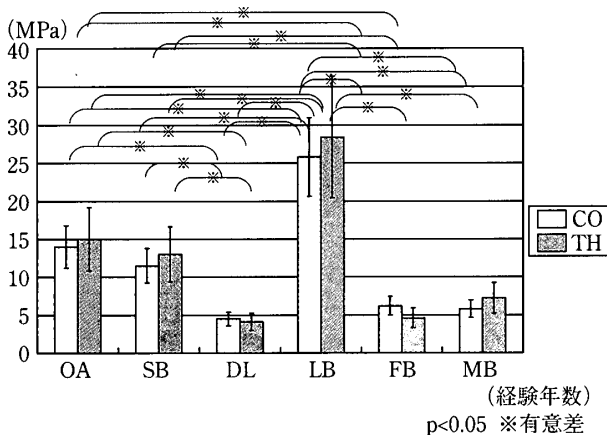


図7 各種ボンディングシステム接着強さの平均

Bは7年目、2年目A、Bと比較し値が有意に小さくなっていた。

MBの接着強さ (MPa) は図6に示す。CO条件では7年目、5年目A、5年目B、2年目Aおよび2年目Bの順に6、5.5、5.7、4.9および7となり、また、TH条件では7.4、6.4、8、7および7.2となった。

術者ごとに分類していたデータを各種ボンディングシステムごとに集計し、平均値化したグラフを図7に示す。CO条件ではOA、SB、DL、LB、FBおよびMBの順に14.2、11.5、4.5、25.8、6.2および5.8となり、また、TH条件では15.1、13.3、4.1、28.4、4.6および7.2となった。LBはCO、TH条件ともに他のボンディングシステムより有意に大きな値を示し、また、OA、SBはDL、FBおよびMBと比較し、有意に大きな値となっていた。

作があるものはOA, SBおよびDLである。OAでは実験者間において接着強さに有意差は認められなかった。SBでは5年目Aが, DLでは5年目Bが他の実験者に比較して接着強さが有意に低くなっていた。酸処理操作が組み込まれている材料においてはエッチング材の濃度や作用時間が接着強さに影響を及ぼす¹⁰⁾ 因子として挙げられる。しかし、実験者が全て同じ材料を用いていること、エッチングゲルには着色してあり塗布面が明確であること、エッチング時間が同じであること、そして接着面をマスキングテープで規定していることから、各システムごとの実験者間における比較で、酸処理材の塗布操作が歯質との接着耐久性に及ぼす影響は少ないと推察される。また、水洗操作においても表2~4で示されるように個人による認識差が生じにくい指示であること、そして水洗操作自体が接着強さに及ぼす影響が小さい¹¹⁾ ことから、水洗操作が接着耐久性に影響を及ぼす要因としては考えにくいといえる。SBでは5年目Aが他の実験者の値に対し、有意に低い値となった。SBは表3の操作過程からわかるようにウエットボンディング方式を採用している。したがって、水洗後の被着面の湿潤状態は接着耐久性を考慮する上で重要な因子と考えられる¹²⁾。マニュアルでは“1秒以内の弱いエアで余剰水分の除去”としてある。ここで余剰水分の除去という事象に対する各個人の認識が異なる場合には実験者間で湿潤状態の差異が生じ、結果的に接着強さにも影響を及ぼす可能性のあることが指摘できる。ウエットボンディングの場合にはオーバードライでもオーバーウエットでも接着強さが低下する¹³⁾ とされている。しかしながら、今回の実験では被着体の形態が平面であり、視認性がよく、実際の窩洞形態とは異なり隅角部に水分が停滞¹⁴⁾ することがないことで、オーバーウエットになる可能性は少ないと考えられる。さらに、弱いエアで1秒という条件を加味すると、接着面が極端に乾燥しすぎることも考えにくい。しかし、エア圧を2倍にすると接着強さが1/2になるという報告¹¹⁾ もあることから、5年目Aの接着強さの低下はエア乾燥操作が影響を及ぼしている一因ではないかと考えられる。また、5年目Aの接着強さの値は他の

実験者の値と比較しても1/3~1/5以下であり、明らかな接着強さの低さが認められる。したがって、エア乾燥以降の操作でも影響を及ぼす因子があるのではないかと推察される。DLにおいては5年目Bが他の実験者と比較して有意に接着強さが低下していた。DLにおいては水洗後の指示が“十分に乾燥”(表4)ということになっている。この指示に関し実験者としてはウエットボンディングの操作指示と異なり、個人の認識差は少ないと考えられる。したがって、DLにおいても5年目Bの接着強さの有意な低下は乾燥以降の操作が影響を及ぼしていると考えられる。

次に各システムの手順をプライミング操作以降でみると、OAではプライミングとボンディングが独立した操作になっており、SB, DLはプライミング操作は無くボンディング操作のみ、LB, FB, MBはセルフエッチングプライミング操作後にボンディング操作を行うものである。セルフエッチングプライマーはA, B液を混和してから、歯面に塗布するまでの時間が接着強さに影響を及ぼすとされている¹⁵⁾。しかし、防湿操作の無い今回の実験においては個人間で極端に塗布までの時間差が生じることは考えにくいことから、この操作が接着強さに影響を及ぼしていることは少ないと考察される。今回実験に用いた材料においては、プライマー、ボンディング材の使用法は様々であるが、プライミングがシステムとして組み込まれている材料(OA, LB, FB, MB)は、いずれにしてもエア乾燥(表2, 5~7)が行われる。プライマーにはレジン成分を象牙質の深層にまで浸潤させる目的で水、エタノールなどの成分が添加されている¹²⁾。しかし、これらはレジン成分の重合を妨げる因子¹⁶⁾ でもあることから、歯面に作用させた後はこれらを除去すべく、エアによる乾燥操作が行われる。したがって、この乾燥操作がボンディングシステムの接着耐久性に影響を及ぼしている因子の一つとして指摘できる。どのプライマーも完全に乾燥させることが基本となり、実験に用いた材料は“弱い、マイルドなエアで十分に乾燥”させるよう指示がある。ここでの問題としては実験者の“マイルドなエア”と“プライマーの乾燥”に対する認識の相

違である。このプライミング後のエア操作がどの程度歯質との接着強さに影響を及ぼすかは不明であるが、LBとFBにおいて有意差として現れた要因⁶⁾の一つとしては否定できないものと考えられる。

ボンディング操作と歯質との接着強さにおいては光照射前のボンディング層の厚さが問題視されている¹⁷⁻²⁰⁾。このボンディング層は、機械的性質が劣る層で凝集破壊が生じて接着強さが低下するといった接着理論^{21,22)}から、ボンディング層を厚くしない方が良好という術者の認識がある一方で、ボンディング材の層が薄いと酸素による重合障害が生じ、未重合部分が増加して、結果的に接着強さが低下するという報告^{18,20)}もある。ボンディング材の重合度が向上すると接着層の機械的強さも向上し、接着強さも大きくなる¹⁷⁾事から、ボンディング材の重合度が重要であることが推察される。したがって、今回の実験条件下で材料の組成や光照射器の性能、照射時間などの因子を排除すると、ボンディング操作では歯面塗布後のボンディング層の厚さが重要であり、薄くしすぎると接着強さは低下する¹⁷⁻²⁰⁾可能性のあることが推察される。山本ら²⁰⁾は象牙質に対するボンディング材の塗布法について、ブラシによる方法と比較してエアで行うと接着強さが低下すると報告している。実験に用いた材料でスポンジあるいはブラシのみでボンディング材を塗布するのがOA、FB、MBであり、ボンディング材塗布後にエアを用いるものがSB、DL、LBである。SB、DL、LBにおける接着試験の結果では個人間に有意差が認められ、OAとMBの実験結果においては個人間での有意差は認められなかったことから、ボンディング材塗布後のエア操作は接着強さに影響を及ぼしている可能性があると考えられる。しかしながら、一方ではエア操作のないFBでも個人間に有意差が認められたこと、さらに、SB、DL、LBおよびFBの結果において、接着強さが有意に低かったのは5年目AかBであったことから考えると、両者はボンディング層の厚さに対する認識に偏りがあり、層を薄くしすぎたことが接着強さに影響を及ぼしていることも考えられた。SBのボンディング材操作の指示は層の厚さを確保³⁾

するための2度塗布である。しかし、その後の操作は術者の感覚が関与するマイルドエアでの乾燥であることを考慮すると、ボンディング層を薄くしなければならないといった先入観があるとエアの調節が強くなっている可能性は十分に考えられ、その結果、接着強さが低下¹¹⁾したのではないかと考えられる。

また、3ステップでありテクニカルセンシビティが不良とされるOAでは、個人間における接着強さの有意差が認められなかった。これはステップ数が多くても各操作の指示が明確で组成的(表1)にシンプルであれば個人間で生じる接着強さの差異は小さくなる⁸⁾ということであり、操作数が多くなるトータルエッチテクニックの採用が、必ずしも直接接着強さに影響を及ぼす因子とはいえないことが示唆された。

以上のことから、整備された環境下でボンディングシステムの各操作のみに注目すると、歯質への接着耐久性に影響を及ぼしている操作因子は、特にウエットボンディングを採用しているシステムの場合は水洗後の被着面に対するエア操作、そしてプライミングにおけるエア操作とボンディング材の厚さに関連するエア操作も含めた塗布法である可能性の高いことが示唆された。

2. 臨床経験年数が歯質接着耐久性に及ぼす影響

今回の実験結果では経験年数の長短と歯質接着耐久性に相関が認められなかった。これはボンディングシステムの操作だけに限局すると、経験年数の長さは歯質接着強さに対しあまり大きなアドバンテージになっていないということである。この要因として考えられるのは各ボンディングシステムでの操作法が様々であること。さらに、材料開発の変遷が頻繁に行われている分野であり、術者は一つの材料に対する習熟が確立されても、すぐに新しい製品への改良、開発へ推移している現実があり、臨床経験年数と歯質接着強さの関連が明確に認められなかったのではないかと推察される。これらを踏まえると各操作ステップを明確に把握し、マニュアルに対し機械的に操作を進めること⁸⁾で、経験の差として生じる接着強さの相違は縮小できると推察される。しかしながら、個人

司では材料によって接着強さに有意差が認められ
ることから考えると、操作として術者の認識、判
断が反映されるエアーの強弱や、ウェットボンデ
ィングを採用しているシステムであれば歯面の湿
潤状態、あるいはボンディング層の厚さのコント
ロールなどについて、より簡易的で明確な指示を
メーカー側も掲示するか、操作体系自体を改良す
べきと考える。また、使用する側がその材料の特
性をよく把握していないと、性能が発揮されない
ことも理解すべきである²³⁾。実際の臨床において
は接着耐久性に影響を及ぼす因子に窩洞形成^{24,25)}
や防湿^{26,27)}など多数存在するため、臨床経験年数
の長さは有利に働く因子と推察される。しかしな
がら、ボンディングシステム上の操作に限ってい
えば、コンポジットレジン⁸⁾の歯質に対する接着耐
久性に臨床経験年数の長短が及ぼす影響は少ない
ことが示唆された。

3. ボンディングシステムの相違が接着耐久性 に及ぼす影響

図1～6に示す結果から、池田らの報告⁸⁾と同
様にボンディングシステムの種類によって個人間
で生じる接着強さの差異が認められる材料と認め
られない材料のあることが明らかとなり、さらに
OAと他の材料との比較から操作ステップ数と個
人間での接着強さのバラツキは相関するとはいえ
ないことも明らかとなった。

図7で示すようにLBの接着耐久性が有意に大
きくなっていった。この結果についてはコンポジ
ットレジンが異なるため、単純に各材料の比較は
できないものの、セルフエッチングプライマーを
用いている、他のシステム(FB, MB)より、プ
ライマーの作用時間が長い²⁸⁾ことや、用いられて
いる接着性モノマーなど組成の違いによるもので
はないかと考えられる。しかし、LBにおいて口
腔内での操作を考えた場合、他のシステムより長
いセルフエッチングプライマーの作用時間は、唾
液などによる汚染が生じる確率も増加することが
考えられ、図7に示す結果ほどは他のシステムと
接着耐久性に差は生じない²⁷⁾ことも考えられる。
また、LB以外のシステム間の比較で、象牙質接
着には不利という報告¹⁰⁾もあるリン酸処理(OA,
SB)を取り入れているボンディングシステムが

必ずしも接着耐久性に劣っているとはいえないこ
とが明らかとなった。さらに、OAで認められた
接着耐久性の結果と、エナメル質と象牙質が混在
する実際の窩洞への修復を考慮すると、歯面処理
操作としてリン酸処理は有効⁹⁾なのではないかと
考えられた。

また、全ての実験条件においてCO, THの接着
耐久性の傾向は同様であり、接着性に不利な因子
が働いていた場合には、耐久性試験を行う以前の
段階、すなわち接着初期でその傾向が明確に現れ
る事が示唆された。

以上、今回の研究からボンディングシステム上
の操作に限局して検討した結果、水洗後の被着面
およびプライミング時のエアー操作とボンディ
ング材の塗布操作がコンポジットレジンと象牙質
の接着耐久性に影響を及ぼしている可能性が高く、
また、臨床経験年数の長さ²⁹⁾と接着強さの大き
さには相関が認められない事が示唆された。

今後はボンディング操作と接着耐久性の関連を
より明確にするため、1ボトルおよび2ボトルの
ワンステップタイプのボンディングシステムも含
めた研究も行う必要があると考えられた。

結 論

操作環境と操作条件を可及的に標準化した、牛
歯象牙質とコンポジットレジン⁸⁾の接着耐久性に
及ぼす影響を、6種類のボンディングシステムの操
作ステップと臨床経験年数の異なる実験者によ
って比較検討した結果、以下の結論が得られた。

1. ボンディングシステムにおける各操作で接
着耐久性に影響を及ぼしている可能性が高いのは、
水洗後の被着面、プライマーおよびボンディ
ング材に対するエアー操作とボンディング材の塗
布操作であることが示唆された。

2. 各ボンディングシステムにおいて、臨床経
験年数の長さ²⁹⁾と接着耐久性の傾向に相関性は
認められなかったが、個人間では有意差が認め
られた。

3. 個人間で生じる接着耐久性のバラツキ傾
向はボンディングシステムの種類により相違が
みられた。

4. 各ボンディングシステムにおいてCOとTH
条件における接着耐久性の傾向は同様であ
った。

本論文の要旨は、第34回日本歯科理工学会学術講演会（1999年10月 札幌）および第22回日本接着歯学会学術大会（2004年1月 鹿児島）において発表した。

文 献

- 1) 山本一世, 松岡昌憲, 藤原秀樹, 東野信男ほか：エナメル質-象牙質接着性コンポジットレジンシステムに関する研究-第3報 象牙質に対する接着耐久性の検討. 日歯保存誌 **45**; 159-166 2002.
- 2) 檜垣 潤：光重合レジンに関する研究-とくにセルフエッチングプライマーの処理時間が象牙質接着性およびレジンモノマー浸透性に及ぼす影響について. 日歯保存誌 **45**; 992-1002 2002.
- 3) Pimenta, L., Amaral, C., Bedran, A. and Ritter, A. : Stability of dentin bond strengths using different bonding techniques after 12 months : Total-etch, deproteinization and self-etching. Operative Dentistry **29**; 592-598 2004.
- 4) 早川 徹, 菊竹一代, 根本君也：セルフエッチングプライマー中の酸性モノマーが歯質接着性に与える影響について. 接着歯学 **17**; 91-99 1999.
- 5) 早川 徹, 菊竹一代, 横田一郎, 根本君也：セルフエッチングプライマーシステムの歯質接着性に関する研究-セルフエッチングプライマーとボンディング剤の組み合わせについて. 接着歯学 **18**; 22-29 2000.
- 6) 本浄 学, 宮崎真至, 山田満徳, 渡邊珠代ほか：光重合型レジンに関する研究-とくにエッチングされた象牙質に対するNaOCl処理が象牙質接着性に及ぼす影響について-. 日歯保存誌 **44**; 481-491 2001.
- 7) Ibarra, G., Vargas, M. A., Armstrong, S. R. and Cobbb, D. S. : Microtensile bond strength of self-etching adhesives to ground and unground enamel. Journal of Adhesive Dentistry **4**; 115-124 2002.
- 8) 池田正臣, 二階堂徹, 田上順次：術者の経験が象牙質接着システムの接着強さに及ぼす影響. 接着歯学 **21**; 68-73 2003.
- 9) 笹崎弘巳, 小松正志：セルフエッチング処理レジン修復例の短期臨床成績. 日歯保存誌 **45**; 310-321 2002.
- 10) 鈴江義彦：表面処理剤の種類が、長期水中浸漬によるコンポジットレジンと象牙質との接着強度に及ぼす影響について. 日歯保存誌 **39**; 601-613 1996.
- 11) 羽田勝美, 橋本正則, 遠藤一彦, 大野弘機：象牙質接着システムにおけるTechnical Sensitivityの解析-Wet Bonding Systemの場合. 東日本歯学雑誌 **18**; 140 2000.
- 12) 山本一世, 岩田有弘, 三木 尚, 成田公一：象牙質の湿潤状態がウェットボンディングシステムの接着性に及ぼす影響について. 接着歯学 **18**; 207-215 2000.
- 13) Tay, F., Gwinnett, A., Pang, K. and Way, S. : Resin permeation into acid-conditioned, moist, and dry dentin-A paradigm using water-free adhesive primers. J of Dent Res **75**; 1034-1044 1996.
- 14) Tay, F., Gwinnett, A., Pang, K. and Way, S. : Ultrastructure of the resin-dentin interface following reversible and irreversible rewetting. American Journal of Dentistry **10**; 77-82 1997.
- 15) 川村俊行：光重合型レジンに関する研究-とくにワンステップ接着システム用アドヒーズの混和後の放置時間が象牙質接着強さにおよぼす影響について-. 日歯保存誌 **44**; 473-480 2001.
- 16) 中林宣男：レジンを「歯にくっつける」接着からレジんで「歯を守る」接着へ：う触症追放への挑戦. 接着歯学 **19**; 26-37 2001.
- 17) 齊藤英生：光重合型レジンに関する研究-とくにボンディング材の厚さが象牙質に対する接着強さに及ぼす影響について. 日歯保存誌 **34**; 1366-1375 1991.
- 18) 清村正弥, 安田 登：市販ボンディング材の接着性能-メーカー指示条件下および薄いボンディング層形成時における挙動. 接着歯学 **21**; 296-297 2003.
- 19) 檜垣 潤, 坪田圭司, 佐藤智美, 安藤 進ほか：光重合型レジンに関する研究-特にアドヒーズの厚さおよび作用時間が接着性に及ぼす影響について. 接着歯学 **21**; 300-301 2003.
- 20) 山本一世, 岩田有弘, 三木秀治, 井上正義ほか：ボンディング剤へのエアプローチがセルフエッチングプライマーシステムの接着性に及ぼす影響について. 接着歯学 **22**; 110-119 2004.
- 21) 黄 慶雲：接着の科学と実際；第1版, 高分子刊行会, 京都, 49-53 1962.
- 22) 芝崎一郎：接着百科(上)；第1版, 高分子刊行会, 京都, 51-52 1975.
- 23) 中林宣男：セルフエッチングプライマーとウェットボンディングの長所と問題点. 接着歯学 **18**; 278 2000.
- 24) 新海航一, 加藤喜郎：白歯用コンポジットレジンの長期予後成績に及ぼす諸因子の影響に関する臨床的検討. 日歯保存誌 **43**; 121-133 2000.
- 25) 介田 圭, 田頭澄人, 松永常典, 林 善彦ほか：窩洞形成時の僧帽筋緊張と経験年数との関連性. 日歯保存誌 **45** (春期特別); 150 2002.
- 26) 白石 充, 岩本圭司, 藤戸啓彰, 井上正義ほか：血液により汚染された象牙質へのコンポジットレジンの接着-象牙質前処理法の違いによる汚染の影響. 日歯保存誌 **46**; 604-612 2003.

- 27) 横田春日, 川口政広, 横田広彰, 林 善彦ほか:
セルフエッチングプライマーシステムの象牙質
接着に及ぼす唾液汚染の影響. 日歯保存誌
46; 916-924 2003.
- 28) 山本一世, 福井敏和, 成川公一, 井上正義ほか:
エナメル質-象牙質接着性コンポジットレジン
システムに関する研究-第2報 エナメル質に
対する接着耐久性の検討. 日歯保存誌 **42**; 623-

633 1999.

著者への連絡先: 岡田英俊 (〒963-8611) 郡山市富田町字
三角堂31-1 奥羽大学歯学部生体材料学講座
Reprint requests: Hidetoshi OKADA, Department of
Biomaterials Science, Ohu University School of Dentistry.
31-1 Misumido, Tomita, Koriyama, 963-8611, Japan