

象牙質窩洞において光重合型コンポジットレジンと 組合わせたボンディング剤のGap阻止効果

—第2報、1ヵ月後の状態—

大澤 雅 博 Werner Finger^{*}

新潟大学歯学部歯科保存学第一教室（主任：岩久正明教授）

^{*}アーヘン大学歯学部歯科理工学教室（主任：シュピーカーマン教授）

（昭和61年8月25日受付）

Effect of Bonding Agents on Adaptation of Light Cured Composite
Resin Restorations to Dentin Cavities
Part 2, Adaptation after Storage in Water up to 4 Weeks

Masahiro Ohsawa and Werner Finger^{*}

*Department of Operative Dentistry and Endodontics, School of
Dentistry, Niigata University*

(Chief : Prof. M. Iwaku)

^{*}*Department of Prosthetic Dentistry and Dental Technology, Dental
School of the RWTH Aachen, West-Germany*

(Chief : Prof. Dr. Dr. H. Spiekermann)

Key Words : 光重合型コンポジットレジン / ボンディング剤 / 窩洞適合性 /
剪断接着力 / 象牙質窩洞

ABSTRACT

Adaptation of the light-cured composite resins with bonding agents to the cavity walls of human dentin were examined and shear bond strength of the same composite system to human dentin was evaluated after immersion of the specimens in water.

Sylindrical dentin cavities, 3.0 mm in diameter, 1.3 mm in depth and 90° cavosurface angle, were prepared in extracted human molar teeth. Two types of bonding-system (*Gluma / Lumifor and Scotchbond L c. / P30*) were used to restore the cavities. Specimens were stored in deionized water at room temperature for 1D, 1W, 2W and 4W, respectively. Maximum gaps along axial walls and cavity floors were measured microscopically.

Shear bond specimens prepared by means of same bonding-system mentioned above were also stored in deionized water for 1D, 1W and 4W, then shear strength was evaluated.

The following results were drawn from this study;

1. Gap width became narrower in accordance with the immersion periods of the specimens in water, this phenomena was much pronounced at side wall than at cavity floors.
2. Shear bond strength mediated with *Gluma / Lumifor* system exhibited a slight increased up to 4W. Gaps along axcial wall closed down almost completely after 2W immersion in water.

3. Scotchbond l. c. / P30 system showed a relatively low and constant shear bond strength throughout the observation period. Gap width gradually became narrower in accordance with the periods of water immersion.

緒 言

歯科用コンポジットレジンは通常歯質に対し接着性が無いので、硬化時の収縮により窩壁と修復物間に Gap を形成し、その結果辺縁漏洩に起因する種々の臨床的不快症状が引き起こされる。この Gap 形成を防ぐ為に、種々の技法が応用されており、既にエナメル質に対する接着¹⁾には、etching 法や bonding 剤の使用によりかなりの成果が得られている。一方、象牙質に対しても種々の Bonding system の応用が試みられているが、未だ十分な成果が得られていない。

第1報²⁾では、3種のボンディング剤を用いて象牙質窩洞におけるコンポジットレジン硬化直後の窩洞適合性を検討した。その結果、有効なボンディング剤と光重合型コンポジットレジンの組み合わせは、側壁部並びに窩底部のGapを数 μm 以下に押え得るものの、Bonding system の効果は完全ではなく、なお Gap の存在する事が確認された。

本報においては、2種のボンディング剤を用いて前報²⁾と同様に調整された試片を水中保管し、Gapの経時的な消長を観察し、併せて同様に保管された試片のせん断接着力を測定し、若干の知見を得たので報告する。

材 料 と 方 法

1) 象牙質窩洞断面におけるGapの計測

用いた材料及び器材は表1に示される。

1%クロラミン溶液中に保管された人抜去大白歯隣接面を削除し、露出した象牙質を#1000湿式シリコンカーバイド・ペーパーで平坦に仕上げた。その象牙質内に注水下で#31R/010burを用いて、径約3.0mm、深さ約1.3mmのシリンダー状 butt-joint 窩洞を形成した。

表1に示された2種の Bonding system を用い、被削象牙質の前処理はそれぞれのメーカー指示書に従った。すなわち、Gluma system では付属の Gluma Cleanser (EDTA 溶液) を用いて

表1 使用器材

	Batch No.	Manufacturer
Bonding-system		
Gluma/Lumifor		Bayer A. G.
EDTA	9116A	West Germany
Gluma	9102A	
Sealer L	9136A	
Lumifor	65216A (Universal shade)	
Scotchbond l.c./P 30		
Scotchbond l.c.	(R) 5M1	3M
	(L) 5L1	U. S. A.
P 30	4L1P	
Light source		
Trunslux		Kulzer

窩洞周囲の象牙質を含めて1分間処理し、水洗乾燥後、Glumaを塗布した。塗布1分後、余剰をエアで軽く吹き飛ばし、次いで Sealer L を塗布しエアで薄く延ばした。Scotchbond l.c. の場合にはメーカー指示書がエナメル・エッチングのみを指示しているため、本実験の象牙質窩洞では、水洗乾燥のみ行い、Scotchbond l.c. を塗布し、エアで薄く延ばし、10秒間予備重合を行った。

次いで、Gluma system に対しては Lumifor 及び Scotchbond system に対しては P30の光重合型コンポジットレジンを組合わせて、コンポジットレジンを辺縁部より若干余剰に盛り上げ、ストリップス圧接後、光線を40秒間照射した。この余剰充填部は切断・研磨の試料調整中に起こり得る修復物移動の有無を確認する指標となる為に、除去しなかった。

光線照射後、直ちに歯牙を室温脱イオン水中に保管し、1日、1週、2週および4週間経過後、硬組織切断器 (Isomat 11-1180) を用いて修復物中心部に沿って注水下で歯牙を切断、#1000ペーパー上で湿式に仕上げ、0.3 μm アルミナ泥により研磨、次いで超音波洗滌を行った。

調製された試片は読み取り接眼レンズを備えた顕微鏡下で側壁及び窩底部における Gap が計測された。計測に際しては10分以内³⁾に終了するように努めた。各群10個の試片を測定し、左右どちらかの側壁及び窩底部における夫々の最大巾 Gap をその試片の代表値とした。

2) セン断接着力の測定

セン断接着力測定用試片調製については、1% クロラミン溶液中に保管された人抜去歯をエポキシ樹脂に包埋後、充分な広さの隣接面部の象牙質を露出させ、#1000ペーパーで湿式に仕上げ、被着体とした。被着体表面を1)と同様の方法により前処理後、厚さ5mm、中央部に3.5mmの小孔を有

するテフロンモールドと共に試片作製用スタンドに固定した。

1)と同様にボンディング剤塗布後、コンポジットレジンに約2-3mmの厚さに填入し、光線を80秒間照射した。

光線照射後注意深くモールドを除去し、室温脱イオン水中に試片を1日、1週及び4週間保管した。試験時期に達した試片は万能試験器 (Zwick 1474) に装され、Cross-head speed 1mm/min の条件で各群5個のセン断接着力が測定された。

以上の操作は温度23±1℃、湿度50±5%の恒温温室でなされた。

MAX.GAP

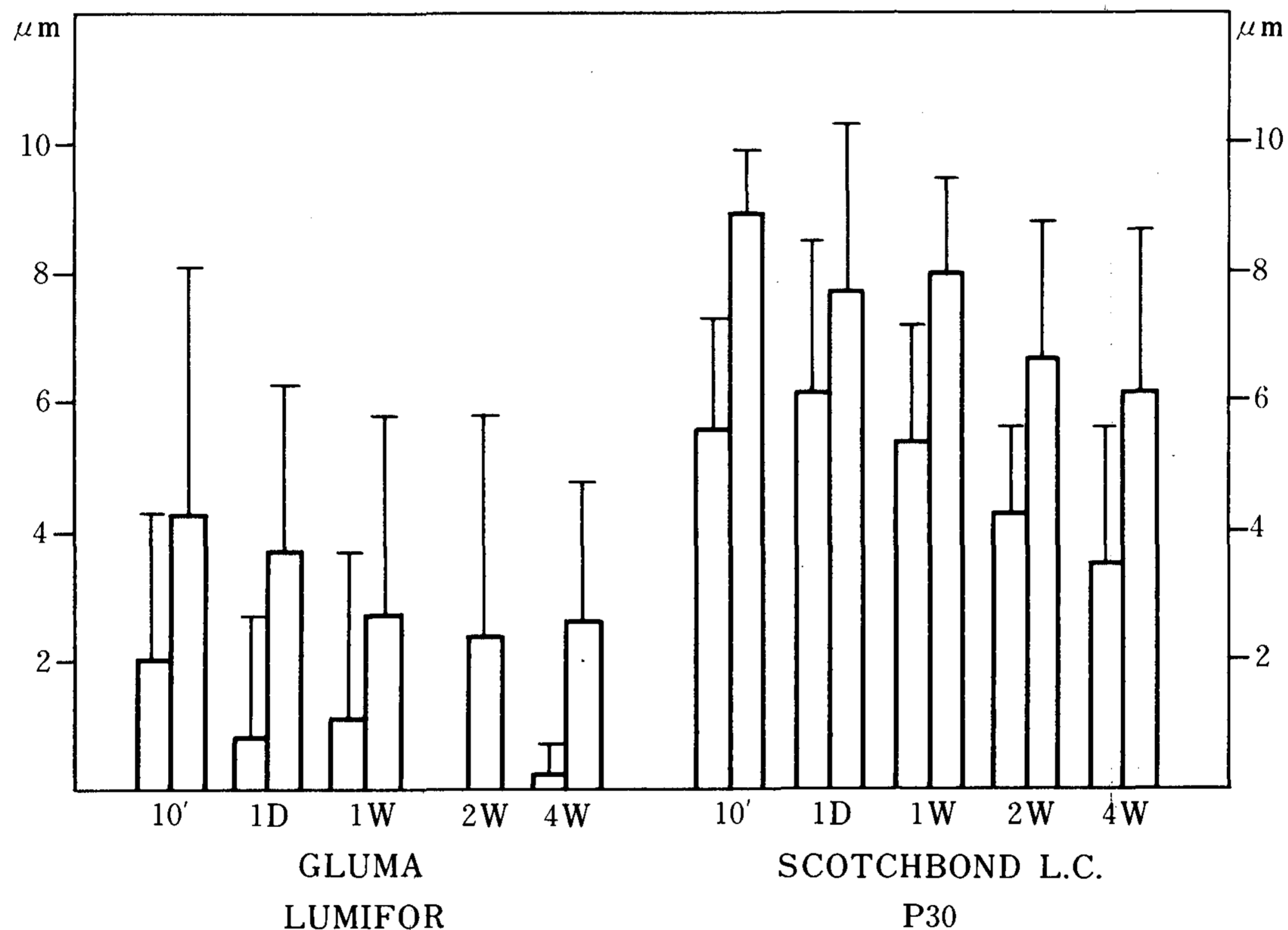


図1 Gap巾の経時的変化

左側バー：側壁部

右側バー：窩底部

X₁₀ (S.D.)

(10' のデータは第1報²⁾より引用)

表2 Gapの認められなかった例数

Bonding System	Gluma Lumifor					Scotchbond l.c. P 30				
	10'	1D	1W	2W	4W	10'	1D	1W	2W	4W
窩縁部	7	9	9	10	10	4	3	6	6	6
側壁部	5	8	8	10	9	0	0	0	0	1
窩底部	3	2	4	6	3	0	0	0	0	0
全体	3	2	4	6	3	0	0	0	0	0

10' のデータは第1報²⁾より引用

成績

1) 象牙質窩洞断面におけるGapの中

各試験時点において試片断面から測定されたGapの中は図1に、又Gapの認められなかった例数は表2に一括表示されている。

Gapの中の時移について見てみると、Gluma system/Lumifor 群では側壁部においてGapの減少傾向が観察され2週以後は9-10例においてGapが閉鎖した。一方、窩底部では、側壁部ほど著明ではないが、経時的に僅かなGap減少傾向が見られた。

Scotchbond l.c. system/P30群では側壁部で4週後に1例Gapが閉鎖したものの、なお4 μ m程度のGapが残存した。窩底部も経時的にGapの減少傾向が認められたが、なお6 μ m程度のGapが存在した。

Gapの認められなかった例数の記録から、窩縁部においては経時的に適合の向上が見られたが、窩底部においては第1報²⁾と同様に適合が劣っている事が示された。

2) セン断接着力

セン断接着力試験では(図2), Gluma system/Lumifor 群は、経時的にやや増加する傾向であった。他方、Scotchbond l.c. system/P 30群は観察期間を通してほぼ3 MPaの一定した値であった。

コンポジットレジンと窩壁間の接着を弱めGapを拡大させる因子としては、口腔内では温度変化や咬合圧などが考えられるが、本実験の状況下で

SHEARBOND STRENGTH

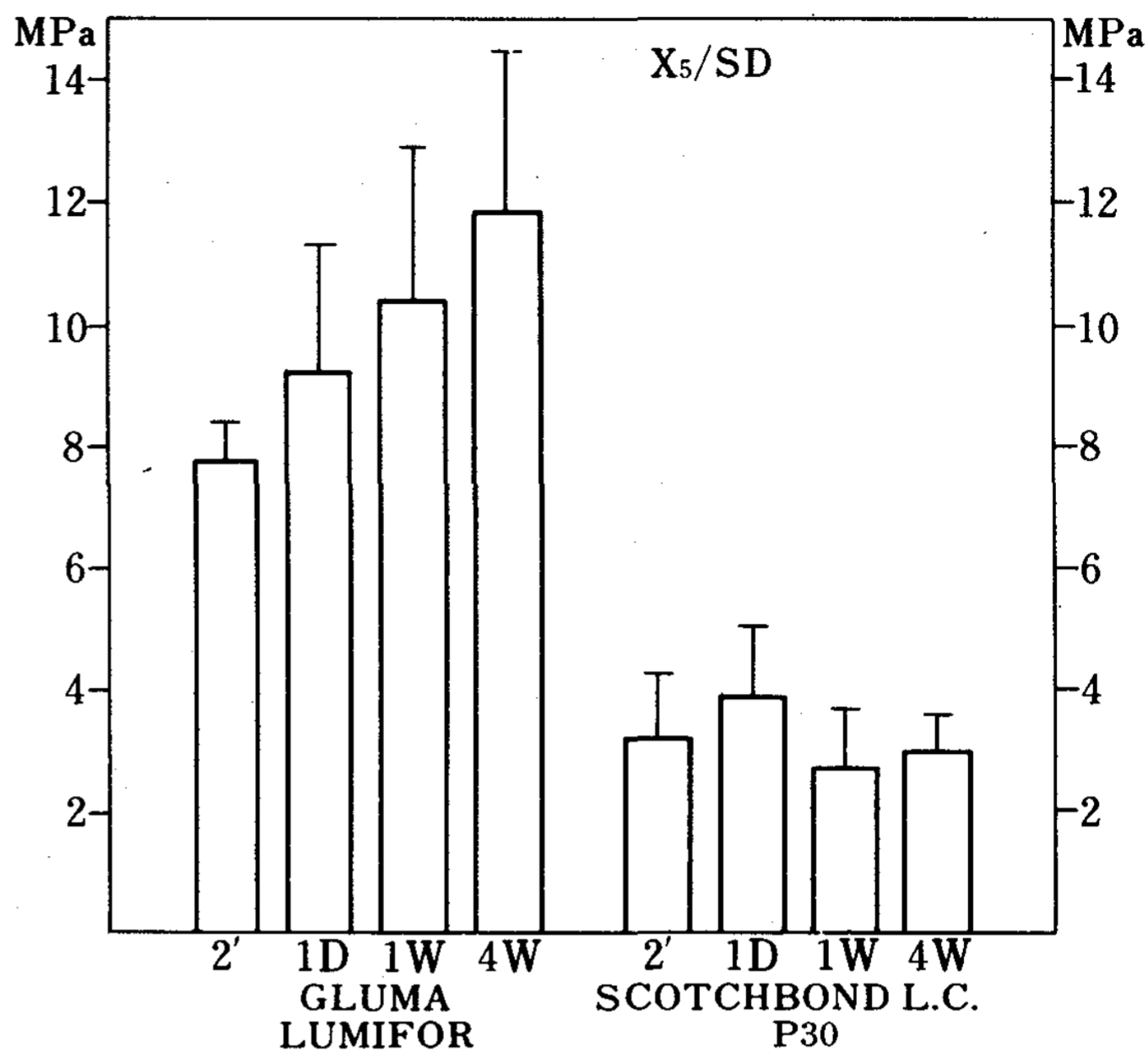


図2 セン断接着力の経時的変化 (2'のデータは第1報²⁾より引用)

はボンディング剤の加水分解並びに接着界面における応力の開放などが主として挙げられる。他方、Gapを縮小させる因子としては、コンポジットレジンの吸水膨張が関与している。従って、セン断接着力試験からは、当試片の接着界面での応力集中はかなり低く応力開放の影響は少ないので²⁾、ボンディング剤の耐水性の優劣が観察できると考えられる。一方、窩洞適合性試験からは、コンポジットレジンの吸水膨張と歯質とコンポジットレジン界面での応力の開放とが絡みあった現象が観察される。例えば、1日後の試片でレジン硬化直後の試片よりも広いGapが観察されれば、コンポジットレジンの吸水膨張に逆らう力、すなわち接着界面での応力の解放が示唆される。

Gluma system/Lumifor 群についてみると、セン断接着力は水中浸漬の経時的な影響を受けなかった事から、ボンディング剤の耐水性はグルタルアルデヒドのコラーゲン架橋効果⁴⁾によるのであろう。また、コンポジットレジン単味では大きな収縮を示す Lumifor²⁾ は、Gluma と共に用いられた際には優れた窩洞適合性を示すことから、硬化時に接着界面に大きな応力を内存させていることは容易に想像される。しかし、水中浸漬により経時的に Gap が狭まった事から、この応力は自

然に開放されながら, Lumifor の低い Filler 配合率による比較的高い吸水膨張により 2 次的に Gap が狭まったものと推定される。

Scotchbond l.c. system/P30群では, 硬化直後において他群に比し, 大きな Gap を示した²⁾ことから, 硬化時にコンポジットレジンが窩壁から離れることにより, 重合収縮による応力の大部分を開放してしまうのではないかと推定される。次いで, 経時的にコンポジットレジンの吸水膨張により Gap の減少がもたらされたと考えられる。さらに本 system では, 被削象牙質面の前処理がなされていないので, 多量の Smear 層が存在し, これが接着を弱める因子となっている可能性も有る。他方, セン断接着試験の値は 4 週経過の間ほとんど変化なかったので, ボンディング剤の耐水性には問題がないものと思われる。

以上のように, コンポジットレジンの窩壁適合性は, 試片の水中保管により改善する事が示されたが, この適合様式は修復物と窩壁間に接着性の無い状態で, 吸水膨潤によりコンポジットレジンが窩壁に寄り添っているだけであろう。従って, 種々のストレスを受ける口腔内では, 容易に辺縁漏洩を起こすことが危惧される。そこで, コンポジットレジンの硬化直後から, 優れた窩洞適合性を与え得る Bonding system の改良が望まれる。

結 論

2 種の Bonding system (Gluma/Lumifor 及び Scotchbond l.c./P30) を用いて象牙質窩洞を塞填し, 一定期間 (1 日, 1 週, 2 週, 及び 4 週) 水中保管後, 試片を切断し, 側壁並びに窩底部における Gap を観察した。

併せて, 上記 Bonding system の対象象牙質接着性を水中保管後 (1 日, 2 週及び 4 週), セン断試験により測定し, 両者の成績を対比させ, 次の知

見を得た。

1) 修復物と窩壁間の Gap の幅は, 水中保管により減少する傾向を示し, 窩底部よりも側壁において著明に観察された。

2) Gluma/Lumifor system では, 4 週間の水中保管によっても接着力は影響を受けず, 高い値を持続した。Gap に関しては, 水中保管により減少傾向を示し, 側室部では 2 週以降に大多数の例において閉鎖した。

3) Scotchbond l.c./P30 system では, 接着力は水中保管の影響は見られないものの, 低い値に終始した。当初は比較的広い Gap 幅も水中保管により減少傾向を示した。

最後に御校閲を賜りました当教室主任岩久正明教授に謝意を表します。

文 献

- 1) Buonocore, M.G. : A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surface ; J. Dent. Res., **34** : 849-853, 1955.
- 2) 大澤雅博, Werner Finger : 象牙質窩洞において光重合型コンポジットレジンと組合わせたボンディング剤の Gap 阻止効果 ; 新潟歯学会誌, **16**(2) : 125-131, 1986.
- 3) Hansen E.K. : Visible light-cured composite resins ; Polymerization contraction, contraction pattern and hygroscopic expansion ; Scand J Dent Res, **90** : 329-335, 1982.
- 4) Munksgaard E.C. and Asmussen E. : Bond Strength Between Dentin and Restorative Resins Mediated by Mixtures of HEMA and Glutaraldehyde ; J Dent Res, **63**(8) : 1087-1089, 1984.