

# CASE PRESENTATION

Dentist

Technician

Hygienist

## “ジーシー グラスアイオノマー30周年記念特集” グラスアイオノマーセメント 30年の臨床からの考察



東京都開業  
歯科医師  
齋藤季夫

### はじめに

私がグラスアイオノマーセメントに出会ったのは1977年である。歯冠色をしたセメントであるが、当時の各種セメントと比較すると物性が優れ、歯質と化学的に接着し、前歯の保存修復に使用可能であったことから、セメントのイメージではなく、グラスアイオノマーの名称で新素材の歯冠色修復材であることを示した。当時、歯冠色の修復材としては、コンポジットレジン修復が行われていたが激しい歯髄為害作用に悩まされ、これ以前のシリケートセメント、PMMA系レジン修復後の症状から、歯髄為害性は歯冠色修復材料の宿命とさえ思われていた。そのような中で登場したグラスアイオ

マーは生体親和性に優れ、細胞毒性がほとんどないところから全歯科医師に期待され臨床応用された。

しかし、疎水性のコンポジットレジンとは全く異なる親水性のグラスアイオノマーは、欧米ではその性質の良いところを利用し、臨床効果を上げているもののわが国では修復物表層の硬化後の白濁、物性の劣化の原因となる硬化初期の感水対策が臨床でうまくできないため、修復よりむしろ、コンポジットレジン充填時の、窩洞の裏層材として使われ、これが(米国において)サンドイッチテクニックとして現在でもコンポジットレジン修復で術後経過に不安を覚える症

例に多用されている。

私はグラスアイオノマーを臨床に使用し、その性質と臨床との関連を追跡調査した結果、グラスアイオノマーの、特に臨床に直接関係する性質の概略が把握できた。まず、その結果から推測できる性質を述べる。次いで、化学硬化型グラスアイオノマーセメントと光重合型のレジン強化型グラスアイオノマーセメント(フジII LC)との使用法の違い、さらに、最近作られた低粘度のフジII LCフローの臨床を楽にしてくれる嬉しい使用法を紹介する。

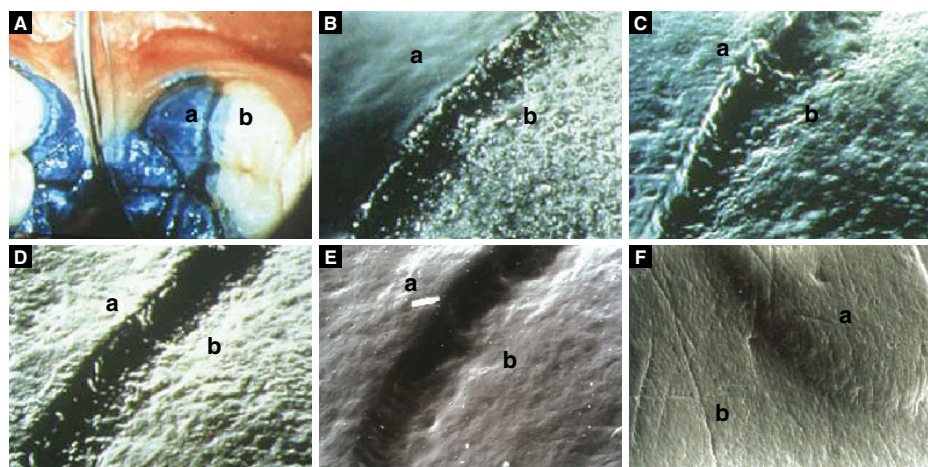
### 1. グラスアイオノマーセメントの特徴

#### ①リン酸処理による障害を起こさない

エナメル質のリン酸処理は、エナメル質表層を薄く脱灰するため、これがダメージになるか否かについて、「酸処理によるエナメル質面の脱灰のダメージは一時的なもので、酸処理終了直後から脱灰面の回復は始まり、48時間でほとんど酸処理を受けないエナメル質面と同じようになる」とされる

研究が定説となり、酸処理によるエナメル質のダメージはないとされている。しかし、私のSEMの調査では、確かに酸処理により脱灰されたエナメル質面は数日で非酸処理面と同じような外観になるが萌出して年月を経っていない未成熟歯のエナメル質では酸処理された面と非酸処理部との境界に作られた深さ10 $\mu$ mの段差は2年経過の時点で

も回復していない(図1)。このことから、幼若歯のリン酸処理は、エナメル質の成熟を阻害することは確かであり、最もこれを利用するレジンシーラント、矯正治療への警告を私は度々行ってきた。その点、グラスアイオノマーによるシーラントは、リン酸処理を必要としないので、幼若永久歯のシーラントとして安心して行うことができる。



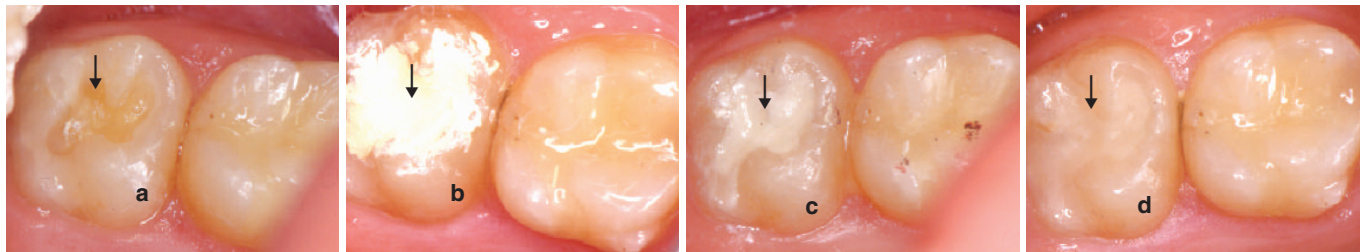
1 A: 萌出後間もない永久歯(a:酸処理液付着防止部分 b:酸処理部分)。B: 酸処理直後。aの酸処理されない部分とb酸処理された部分との境界に10 $\mu$ m程度のステップが観察される。C: 1週間後の所見。エナメル質表面(a, b)は、同じ外観となり、脱灰面の回復がなされたように見えるが、その境界の段差は、消失していない。D: 2ヶ月後になってもこの段差は消失しない。E: 2年経過しても、まだこの段差は消失しない。F: 他の部分の2年後、同じように段差はそのままである。酸処理された脱灰部分は回復するように見えるが、その境界は2年後も修復されない。レジンシーラント、矯正の既往のある歯に見られるように発生にかかわりのあることは確かである。

### ②フッ素の徐放性と、良好な辺縁封鎖性

ガラスイオノマーからのフッ素徐放による歯質の耐酸性の強化、う蝕抵抗性の向上が見出されたことは、修復材料がただ、欠損部分の補填だけでなく、材料に積極的

な生体の防御機能を高める能力を持たせる考え方を歯科界に示してくれた。その代表として発展途上国の国情を考慮してWHOとの共同開発で作られた高強度充填用フジIXは、期待された性質を發揮し、世

界各地で成果を上げるとともに、一般臨床でも、2次う蝕になる可能性の高い部位の窩洞に使われ現在も効果を上げ使用されている(図2)。



#### 2 フジIX修復の経過

上顎智歯の咬合面修復で、比較的清掃し難い。接着処理が正確にできにくい部位などの条件からもコンポジットレジンに2次う蝕発生の恐れがあるので、フジIXの性質に期待して填入した。8年経過時でも辺縁の状態を含め、予期以上の経過である。  
a:窩洞 b:填入形成前 c:填入形成後 d:8年後

### ③ガラスイオノマーと水との関係

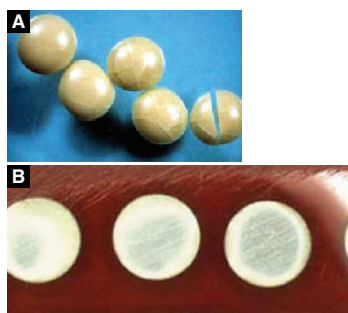
ガラスイオノマーを理解するには、これと水との関係を熟知していないと実験ではその性質の判定、臨床では良い経過を得ること、経過への推測を誤ることになる。

普通、ガラスイオノマーは水に弱い、また、乾燥すると亀裂が入るといわれているが、それは、アイオノマーの硬化過程の性質であって、本来の完成した(ここでは熟成と称する)アイオノマーは、乾燥しても亀裂はできない、もちろん、水中では安定している。なぜそれがわかったか、少し説明すると、感水の実験に使用した試験片を水

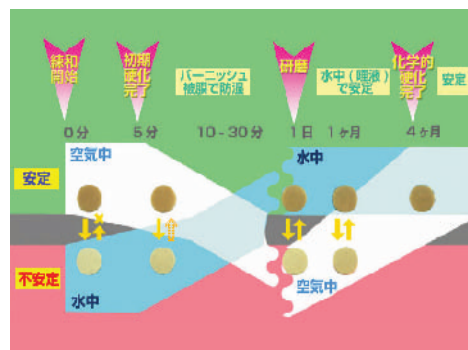
中保管し、2年間経ったものを調べた際、これを室内に1ヶ月間放置した試験片をエアースリンジで強く乾燥したが亀裂は入らなかった(図3)。

このようなことから、アイオノマーと水との関係は、図4に示すように、硬化反応の初期は水との接触を嫌い、水に触れることで、感水といわれる硬化反応の阻害を起し、修復失敗の最大の原因となっている。この感水する期間は硬化と共に急速に減少するばかりでなく、水の存在下で良好な硬化反応を継続し続ける(これを私は硬化の熟成と称している)。この期間は長く、

数ヶ月は続く。その理由は、経時的物性の向上であり(図5)また、空気中で硬化させたものは、感水せず長期間経過しても亀裂が入ることから、水中での硬化がガラスイオノマーセメントには必要と考えた。これらのことから、臨床で填入されたアイオノマーは、常に唾液により湿潤しているので、日時の経過と共に強い性質を獲得する。それゆえ、アイオノマーに関する実験、物性調査は感水させずに初期硬化させたアイオノマーを水中で硬化を成熟させ、乾燥しても亀裂が入らなくなったからの数値で論じられるべきである。

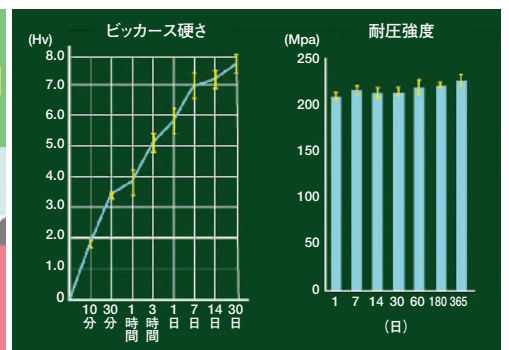


3 A:空気中で硬化させたもの。日数の経過で、自然に亀裂ができる。  
B:2年間水中保管したもの。乾燥しても亀裂はできない。



#### 4 アイオノマーの硬化反応と水との関係

(図は左から右に時間経過を示す。濃い褐色の→は正常なアイオノマーの色調。→は非正常な(感水または脱色した)アイオノマーの色調を示す。)  
下段は不安定、その上に安定ゾーンを示す濃い褐色は正常な硬化反応を表している。練和直後は水中で感水するが、硬化後は水中で安定した硬化反応を続け、乾燥で亀裂が入る時期を過ぎると大気中でも安定する。



#### 5 グラスイオノマーの経時的物性の上昇

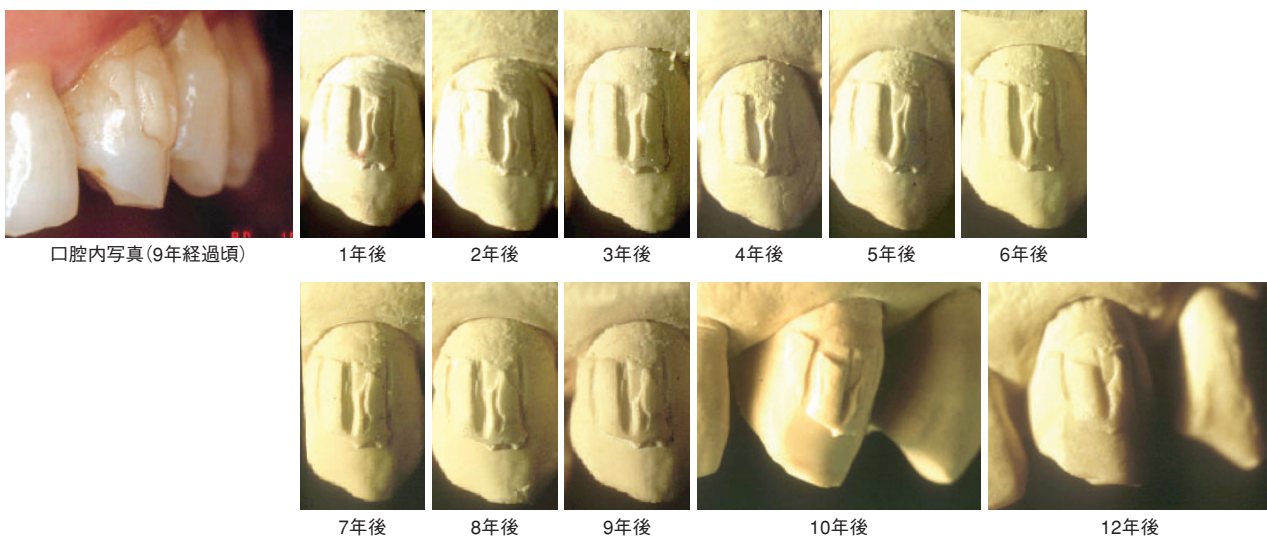
液成分であるポリアクリル酸水溶液が、粉末成分のフルオロアルミノシリケートガラスの表層に反応し、シリカゲル層を形成しながら硬化する。この硬化物は、だ液中のミネラルを取り込みながらマチュレーション(熟成)することにより、その工学的な性質を向上させる(ジーシー研究所)。

## 2. 口腔内での物性——物性耐久性10年間の臨床テスト——

### ①臨床的な接着耐久性と歯ブラシ磨耗試験

図6のように上顎左側犬歯唇面にフジIIを付着させ、これにバーで切痕を付け、この切痕がアイオノマーの磨耗で消失するまでの経過を観察することで、臨床的歯ブラシ磨耗の程度を知る試みを行い12年

間観察した。その結果、12年経過の時点では明らかな磨耗が認められるが、9年の時点までは予想したほどの磨耗は起こらなかった。また、エナメル質への接着は12年経過時でも離脱していない。



口腔内写真(9年経過頃)

1年後

2年後

3年後

4年後

5年後

6年後

7年後

8年後

9年後

10年後

12年後

6

### アイオノマーの口腔内接着と磨耗試験

口腔内写真(9年経過頃)では試験面が明瞭にあらわれにくいので、石膏模型で1~12年の経年的な変化を示す。上顎左側で、歯ブラシ磨耗が最もおきやすい部位である。予想では1年程度でほとんど喪失すると考えていたが、図に見るように予想ほどの磨耗は起こらなかった。また、エナメル質接着は極めて良好であることも、確認できた。

### ②正常硬化と感水症例の10年経過比較

感水したアイオノマーは物性が低下することは想像できるが、臨床でどの程度の影響を受けるかが図7で明らかになった。

すなわち、5[4]にアイオノマーを充填し、硬化後、4[表面には感水防止のためにバーニッシュを塗布、5[は塗布しない。この条

件がどのような術後経過に違いを起こすかを観察した。その結果、図7のようにバーニッシュを塗布しなかった5[は、表層を除去しても感水層がある。3年経過時で5[のアイオノマーの周辺はまるく磨耗し、6年、9年、12年経過の時点で徐々に強く磨耗してくる。しかし、バーニッシュ塗布により防

湿した、つまり感水しなかったアイオノマーは12年経過してもきれいな充填を維持している。さらに、辺縁の褐線もなく、接着も良好である。この4[の経過がガラスアイオノマーセメント本来の性質の口腔内挙動である。



a

b

7

a: 4[には、バーニッシュを塗布、5[には塗布しない状態、5[は既に感水のため、白濁している。

b: 形態を作る。乾燥により5[は白濁し、感水層があることがわかる。4[は白濁しない。3年後には周縁が丸く溶解し、6年では再修復が必要となっている。しかし、バーニッシュ塗布を行なった4[は12年経過時点でも良好である。



3年後

6年後

9年後

11年後

### 3. 光硬化型(レジン強化型)、フジⅡLCの開発とフジフィルLCフロー

ガラスアイオノマーセメントの欠点とされている感水性は、レジン強化型とすることで、物性の強化と、感水する期間を光照射した時点でほとんどゼロにすることに成功した。

これらのガラスアイオノマーは、初期の頃の、粉、液の手練りタイプから、カプセルタイプの自動練和、粉末計量不用の練和しやすいペーストペーストタイプになり、さらに、練和不要のオートミキシング器具からの直接填入が可能な製品の開発が進められている。

その修復用としての応用は、歯質の表面は物性にすぐれたコンポジットレジンにまかせ、主として、歯の内部に使用される。しかし、最近開発されたフジⅡLCフローは、流動性に優れ、歯頸部楔状欠損、知覚過敏の症例には疼痛を与えることなく容易に、審美的な処置ができる。しかし、この臨床応用も(良好な結果を得るためには)臨床使用上知らなければならない性質がある。

### 4. フジⅡ(化学硬化型)とフジⅡLC(光重合型)の臨床操作上の違い

#### ①感水の期間を理解すること

使用上の大きな間違いは、光重合型になって、感水性がなくなった、感水しなくなったと思うことである。結論をいえば、感水性はある。しかし、光重合させることで、感水する期間を短くすることができるようになったのである。つまり、光を照射する前のフジⅡLCは、高度に感水する。フジⅡLCの修復で良い臨床経過が得られないとすると、この落とし穴にはまったと思う。

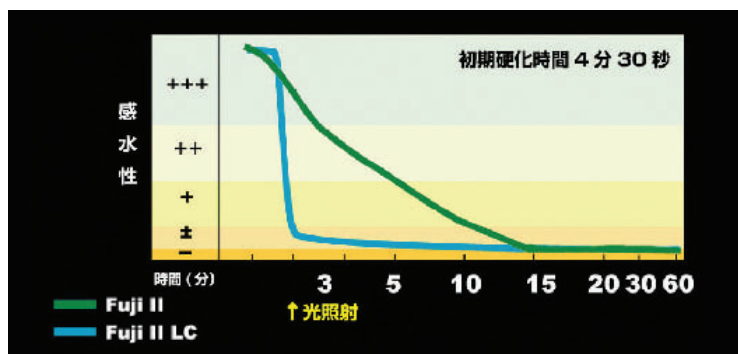
#### ②フジⅡLCの感水(化学硬化型との比較)

●図8で示すように、化学硬化型アイオノ

マーは感水する。その感水の有様は練和直後の1~2分が最も著しく、時間経過とともに少なくなり、15~20分で感水しなくなる。つまり練和開始から、20分が化学硬化型の感水期間である。

●光照射で硬化するフジⅡLCは、光照射を受けた時点で感水の程度は90%程度なくなる(図8)。しかし、光照射を受ける前は、強く感水する。それも、化学硬化型のフジⅡより敏感で、呼気でも感水する。この感水は防ぐことはできない。時間が経過しても同じである。しかし、感水は深部に伝わ

らないので、表層で感水を止めれば深い部分は感水しない。それゆえ、臨床操作でこの感水から、修復物を守るには、可能な限り早く光照射して感水の期間から脱出させることである。臨床操作では表面をモタモタ形成していると呼気でどんどん深部まで感水してしまう。それゆえ、填入時には表面の形態を作る作業はしたくても、しない。



8 アイオノマータイプⅡ(化学硬化)とフジⅡLC(光重合)の感水期間の違い  
化学効果型のフジⅡは、練和完了の時点が最も強く感水し、その後時間経過と共に感水しなくなり、15分程度で感水しなくなる。この感水しなくなるまでの15分が感水期間である。ⅡLCは光照射した時点で感水しなくなるので、感水期間は光を照射するまでの時間である。この期間内は時間経過による感水性の減少はないので、感水の程度は強い。

#### ③フジⅡフローの臨床術式

前述のように光照射前のフジⅡLCは口腔内の湿気のため、表面から強く感水する。それゆえ、填入後、どんなに早く形態を作っても、光照射しない限り感水する。それゆえ、細いシリンジを用い、基底部から気泡が入らないようにゆっくり、しっかり

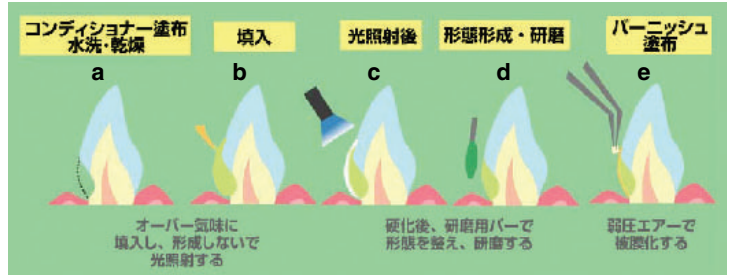
填塞しながら、全体を少し厚めに充填し、形成などはせずに直ちに光を照射し、硬化させる。表層が感水していることは、水洗乾燥すると、表層が白濁することで知ることができる。この感水層を硬化後削除することで、感水していないアイオノマーの層が得られる(図9)。また、はじめの光照射

は、材料が厚いことが多いので、概形形成後、さらに、その上からもう一回光照射をしておく。コンポジットレジンのように、形態を作ってから、光照射をすると、深く強く感水した層が表層になるので、すぐに磨耗するなど極めて悪い臨床経過になる。

9

フジII LCの填入と形成

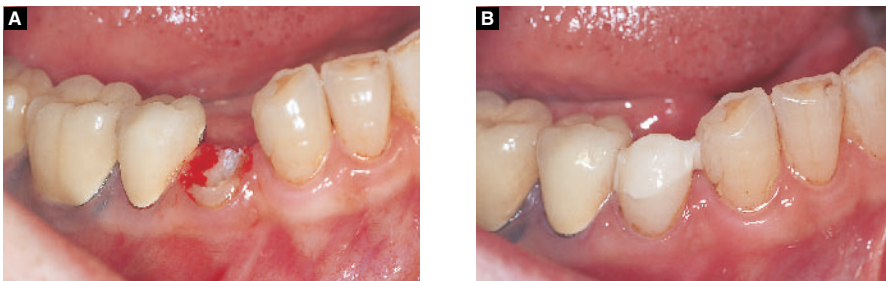
文中で説明したように、呼吸などによる感水は避けられないので、表層を形成せず、填入を厚くして、硬化後に形成する。aのように修復したい場合は、bのように修復予定より厚く注入し、形態を作らず、直ちに光照射をおこなう(c)ことで、内部の感水を防ぐ。その後、形態を作り(d)、研磨する。これで表層の感水層は削除される。再度光照射をして、バーニッシュを塗布する(e)。



5. 最近の製品(フジII LCのフロータイプ)の別の意外な効果的使用法

フジII LCのフロータイプは、歯頸部知覚過敏症の処置には最適である。これを、前歯、小臼歯部など外観に触れる部位の仮封に使用し、外観をきれいに作りながら完全な仮封ができる。これは継続歯作製時

の仮の人工歯、いわゆるTekの役割を果たすこともできる。しかも長期間破損しないので、外観の保全と仮封の機能を果たすことができるので是非試用されることをお勧めする。図10に臨床例を示す。



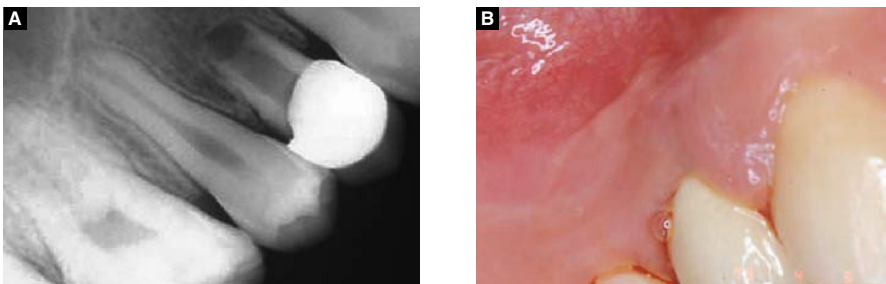
10 A: 4の根管処置中。B: 仮封に使用しながら、4の外観を作る。細いシリンジを用いて填塞後、バーなどで形成する。数分で完成する。前歯はもちろん、大臼歯でも可能である。

6. 将来の新規用途

現在は合着、裏層からフジ区による修復、仮封など幅広く応用されているアイオノマーであるが、アイオノマーの基本的物性の生体親和性、接着性、フッ素徐放性、硬化時の体積変化が少ないなどの4つの利点を有効に活用できる対象はまだある、

根管充填材である。図11はアイオノマーが作られた極めて初期のころの症例であるが、大きな根管に根充したものである。この症例ではX線で歯槽硬線が2週間ほどで出現した。抜随時の根充ではその生体親和性。感染根管では、加えて、象牙質接

着により根管感染歯細管の閉鎖が容易にできる利点、また、その硬化時間と硬さから、根充、即、ポストの合着支台築造も可能であるので、早期実現を期待する。



11 A: 使用したアイオノマーは初期のもので線不透過性がなく根充後の根管は透過しているが、ここにアイオノマーが根充されている。歯根硬線が明瞭に観察できる。 B: 外観。歯肉も良好である。

まとめ

材料の選択は、その材料のもつ利点を必要とする対象に適応させることで、効果が発揮できる。酸処理をしない予防填塞。2次う蝕抑制に期待できるフジ区。歯頸部

の処置、歯の内部填塞が極めて容易にすばやくできる、さらに外観と完全な仮封が同時に可能なフジフィルLCフロー。これらは良い経過とともに臨床を楽にしてくれて

いる。使い慣れると手放せない信頼性の高い処置がえられる材用である。今後の応用の拡大を期待している。