

大畠一成

DENTAL LABOR GROSS

東京都渋谷区宇田川町38-3-2F

Clinical Predominance of "Ceramage" the Hybrid Type Hard Resin for Crown and Bridge by New Material

Kazunari Ohata, ZTM

DENTAL LABOR GROSS

38-3-2F Udagawa-cho, Shibuya-ku, Tokyo

KEY WORDS :  
ハイブリッドタイプ歯冠用硬質レジン、  
PFS、重合システム、審美性、物性



図1 セラマージュによるインプラント上部構造(ボーンアンカード・ブリッジ)の製作。



図2 全体をセラマージュにて回復し、メタルフレームはアバットメント上と歯冠部のキャップのみ製作、メタルを最小限に抑えた。

## はじめに

世界的経済の低迷とともに、2003年度より日本でも医療保険制度改革が実施され、患者本人負担率3割という結果を招いた。これによって、患者自身の入れ歯に対する意識は、確実に変化つつある。それは、個々の身体的健康への关心と配慮の向上とともに、より良質なものを求めようとする自然な姿勢であろう。

日本では「医療はほとんど無料で受けられるもの」と解釈されている傾向が強く、医療自体の水準の低い発展途上国や税金で首の回らない北欧の社会福祉国家群を除けば、先進国では、医療保険制度上の患者個人負担は50~100%の国が全体の9割を占める。

人工的に創造される補綴物に完全なものが存在しないのであれば、患者個々の経済状況に相応する、ある程度有効なカテゴリー(レベル)の歯牙が選択される時代の到来である。言い換えれば、自費診療の可能性の拡大が自然に淘汰されうる環境につながる。

## I. ハイブリッドタイプ歯冠用硬質レジン登場の経緯

従来、硬質レジン系材料の有するオパール効果<sup>1,2</sup>(図3、4)は、セラミックスのそれよりも、より天然歯に近いことは斯界では周知のことである。それは、レジンのポリマーと充填フィラーの粒子の



図3 反射光下の硬質レジン歯切端部。

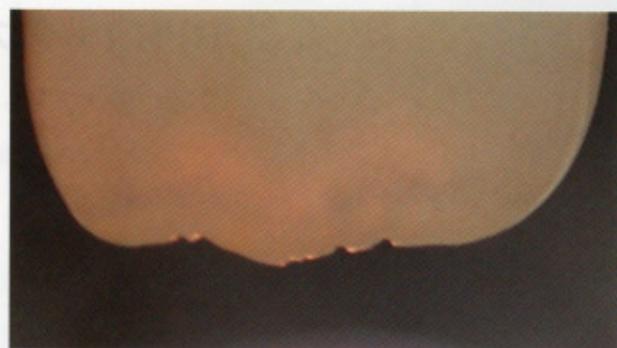


図4 透過光下の硬質レジン歯切端部。



図5 対合メタルセラミック・クラウンによる天然歯の咬耗。

関係が、天然エナメル質の構造に近似しているからにはかならない。また、セラミックスのように焼成するという操作過程が省略可能で、焼成収縮を考慮に入れる必要性がないこと、そして、レジンの築盛過程時に常時、色調を確認しながら操作できることも、レジンの優位性を示すものである。それにもかかわらず、斯界にテンポラリー的にのみ存在しえなかつた事由は、操作の煩雑さ、および強度、着色などによる予知性の低さに起因している。

そこで、近年、上記の歯科市場の微妙な需要環境の変化や、歯周治療や口腔内インプラントの目覚ましい発展とあいまって、自費診療のカテゴリーを満たす条件に沿ったマテリアル“ハイブリッドタイプ歯冠用硬質レジン”的普及が増大傾向に向かうことには必至である。

ハイブリッドタイプ歯冠用硬質レジンの優位性は従来のポーセレン材料と比較して、インプラント体や対合天然歯にダメージを与えるにくく(図5)、従来の硬質レジンのデメリットであった強度、着色などによる予知性の低さの改良に重点を置き、さらに、

表1 各ハイブリッドタイプ歯冠用硬質レジンの重合システム、および金属接着システム

製品名	メーカー	重合システム	金属接着システム
エステニア	クラレメディカル	光+熱	
ベルグラス	サイブロン/カー	光+熱+加圧(窒素ガス置換)	
タルギス	イボクラー	光+熱	
シンフォニー	3M	光+減圧	ロカティックシステム
アートグラス	ヘレウスクルツァー		シロックシステム

ポーセレン材料の大きな弱点であった破壊靭性の改善に寄与することが可能ということである。

## II. ハイブリッドタイプ歯冠用硬質レジンの問題点

しかし、既存ハイブリッドタイプ歯冠用硬質レジン材料の従来から言われてきた、操作性、審美性、そして物性のすべてをもって包括可能なものの存在が確認しえないというのも、臨床家の率直な意見である。

ここでは、新素材PFSフィラー(Progressive Fine-Structured Filler)配合のハイブリッドタイプ歯冠用レジン“セラマージュ”的有する審美性、操作性、および物性について、既存の材料と比較試験し、臨床例とともに検証する。

## III. 簡素な重合システム

従来のハイブリッドタイプ歯冠用硬質レジンには、重合における熱処理、加熱、および減圧などの必要性から、特別な作業・設備投資が必要であつ

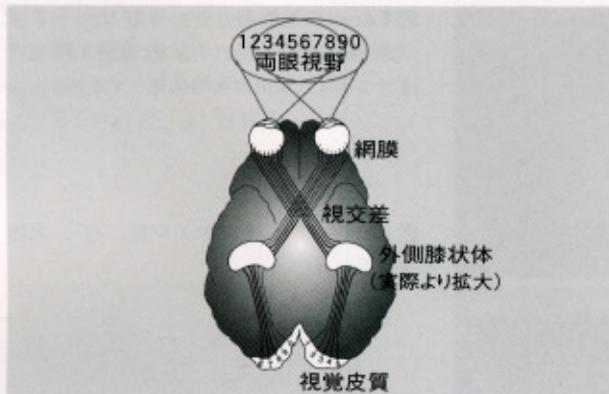


図6 左右の両眼視野の差により立体感が生まれる。  
(Lindsag and Normann, 1997, より改変・引用)

た。表1に、主要各社の重合システム、および金属接着システムを示した。セラマージュの重合システムには、従来の光重合器(サブライトによる予備重合が推奨)のみでの重合が可能である。

#### IV. 審美性

##### 1. 光拡散透過性

ヒトの立体的視覚とは、図6のように、ヒトの左右2つの目に生じる視野の差によって存在する。平面上の色ならともかく、われわれの日常見ている歯のような半透明、かつ立体的な物体の色は、やはり、立体的に視覚しているのである。実際、臨床 上、歯の色調分析する場合もさまざまな角度から観察されている。すなわち、補綴物においても、天然歯と同様の光特性(正透過性のあるエナメル質が拡散透過性のある象牙質を覆っている状態)を与えることで、二次元的な色だけでなく、立体的にも同様の色調が得られるはずである。そして、この立体的な色調視覚が“質感”としてとらえられるのである<sup>3</sup>。

次に、半透明物質である天然歯内部を光が通り抜ける場合、エナメル質部分では入射した光が直接的に通り抜け(正透過)、象牙質部分では入射した光が拡散しながら通り抜ける<sup>3,4</sup>(拡散透過)。図7は拡散透過光測定イメージを描いたものであり、図8a～eは、天然歯と日本で市販され一般的にハイブリッドタイプ歯冠用硬質レジンと総称されているものの、光拡散透過性を示したグラフである。

この試験によって、セラマージュの光拡散透過性は天然歯ともっとも近似した結果を示した。また、

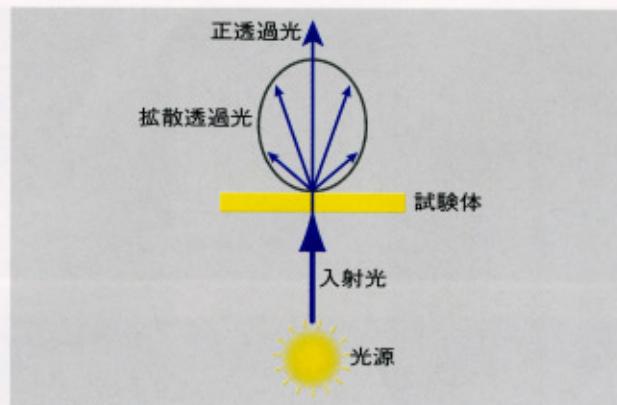


図7 拡散透過光測定イメージ図。

一般に色調再現性が良いと言われている材料Gは比較的類似しているが、材料Aや材料Eは天然歯とはまったく異なる特性を示している。

##### 2. 重合硬化前後の透明度の変化

従来のハイブリッドタイプ歯冠用硬質レジンの重合硬化前後の明度変化は、多くの臨床家の周知のとおり非常に大きい。これでは、従来の硬質レジンが有していた、「築盛過程時に常時、色調を確認しながら操作できる」という優位性を妨げる要因となる。図9および表2は各レジンの重合硬化前後の透明度、コントラスト比<sup>5</sup>の変化を示している。

この結果、材料A、E、Gいずれのレジンも硬化後に透明性が増すため、築盛作業時のイメージと違和感を生じることになる。セラマージュの重合硬化前後の明度的コントラスト変化は、そのほかの同系のレジンのどれよりも少なく、築盛作業時に完成時のイメージングが可能となる。

##### 3. 簡易な基本築盛システムと豊富なカラーバリエーション

時代の流れとその要求とともに歯科技工そのものは、えてして進化する歯科器械および材料とは相反して煩雑になる傾向が見られる。しかし、良質な材料を用いて、簡素で術者を選ばない製作システムの構築は、ひいては、より多くの国民に良質な歯科技工を提供する意味で、社会的貢献度は計り知れない。

図10は、セラマージュの基本築盛イメージであ

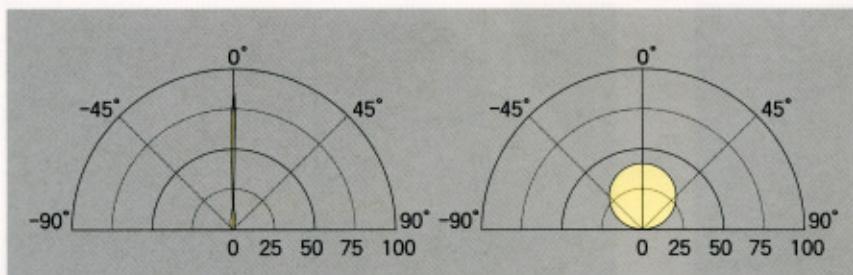


図8a～e 天然歯と各ハイブリッドタイプ歯冠用硬質レジンの拡散透過光測定イメージ図。(松風研究開発データ参照)

図8a 左：天然エナメル質、右：天然象牙質。

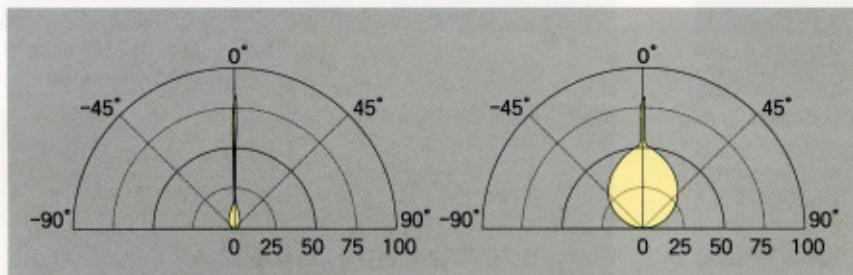


図8b 左：セラマージュ・インサイザル、右：セラマージュ・ボディ。光拡散透過性は天然歯に近い特徴を示している。

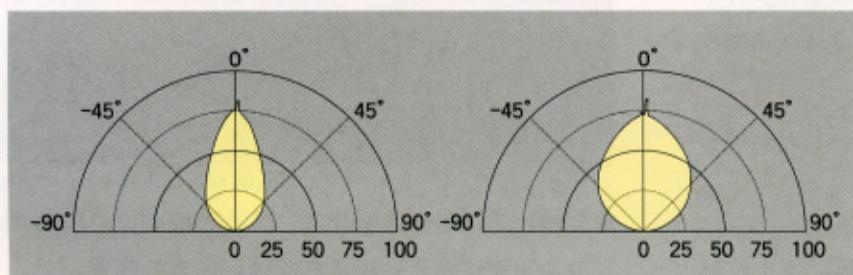


図8c 左：材料Aのエナメル、右：材料Aのデンティン。エナメル、デンティンとともに拡散透過しているため、不透明になる可能性が考えられる。

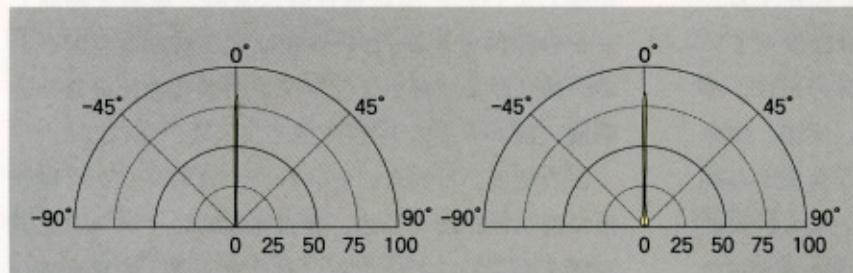


図8d 左：材料Eのエナメル、右：材料Eのデンティン。エナメル、デンティンとともに正透過しているため、明度が低くなる可能性が高い。

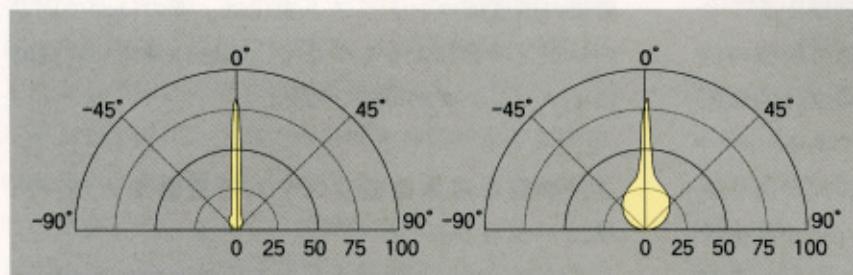


図8e 左：材料Gのエナメル、右：材料Gのデンティン。比較的、天然歯に近い特徴をもっているが、エナメルとデンティンの拡散度合いの差がない。

る。まず前処置的にオペークによる金属色の遮蔽、および基本色を設定した後は、オペークデンティンを用い歯頸部をややインテンシブに仕上げる。次に、残りの歯冠部をボディとインサイザルによって築盛するという、基本的に“2層盛り”と呼ばれる簡易な基本築盛システムを応用可能であることから、

術者を選ばない材料である<sup>6</sup>。

またカラーバリエーションは、オペークやフローラブルコンポジットなども含め105色と豊富であり、さらにレベルの高い審美補綴物の製作を可能とする(図11)。

図9a~d 重合硬化前後のトランス系材料の透明度の変化(それぞれ左が硬化前、右が硬化後)。a:セラマージュ、b:材料A、c:材料E、d:材料G。

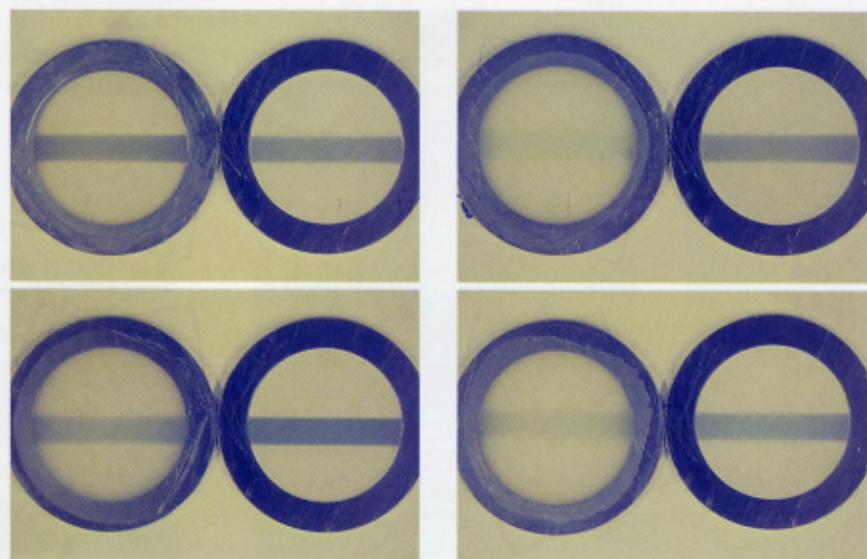


表2 各ハイブリッドタイプ歯冠用硬質レジン／トランス系の硬化前後のコントラスト比<sup>\*1</sup>変化(松風研究開発データ参照)

	硬化前	硬化後	差
セラマージュ:T	0.38	0.38	0
材料A:ET1	0.66	0.35	0.31
材料E:T	0.49	0.30	0.19
材料G:T1	0.57	0.37	0.20

\*1 = コントラスト比(ANSI/ADA 規格を参考)：コントラスト比は透明度の指標。0～1の数値で表され、数値が0に近づくほど透明で、数値が1に近づくほど不透明になる。

## V. 物性

### 1. 曲げ特性

歯冠用硬質レジンのISO規格やJIS規格では、強度試験として曲げ強度の試験が採用され、図12のように3点曲げ試験を行うと、試験体の上部には圧縮応力がかかり、下部には引張応力が生じる。したがって、圧縮強度と引張強度を複合的に評価していることを意味している。実際、臨床上の補綴物においても複合的に応力が掛かることから、曲げ強度による物性評価が合理的な評価方法である<sup>7,8</sup>。

次に図13および表3は、各市販レジンの曲げ強度および曲げ弾性率の比較試験の模式図である。

表3から、一般陶材の曲げ強度はもっとも低く、また曲げ弾性率が高く脆い材料であることが認識できる。次に材料Eは、曲げ強度は高いが曲げ弾性率

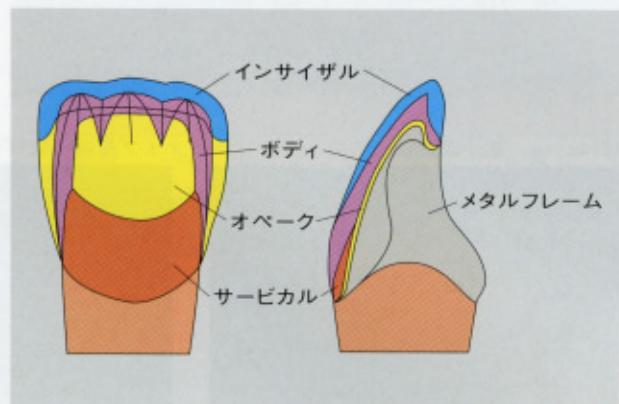


図10 セラマージュの基本構造図(前歯前装冠)。



図11 多層構造により製作したセラマージュ・クラウン。メタルセラミック・クラウンと比較しても引けをとらない(上:セラマージュ・クラウン、下:メタルセラミック・クラウン・サンプル)。

が陶材と同程度に高いことから、わずかな変形で破壊されてしまう脆い性質があり、また材料Gは、応力に対しては変形はするが、曲げ強度そのものが低い材料特性を有することが推察できる。

一方セラマージュは、従来の硬質レジン“ソリ

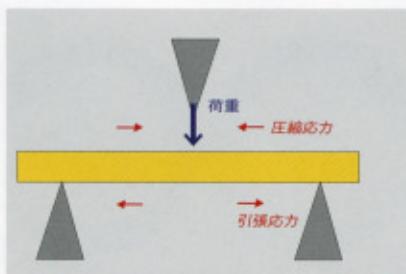


図12 3点曲げ試験モデル図。

図13 各ハイブリッドタイプ歯冠用硬質レジン材料および陶材の曲げ特性(グラフの横軸は曲げ試験体の変形量、縦軸はそのときの応力を示す)。

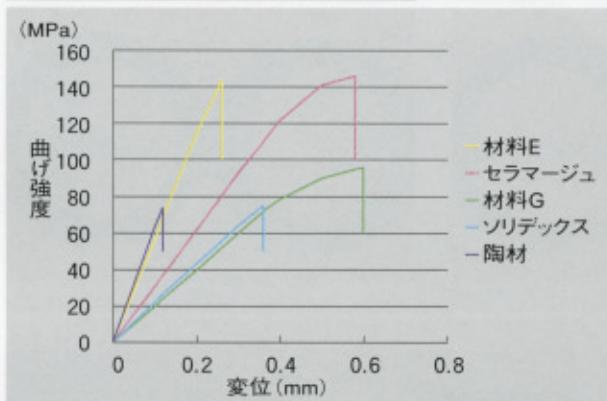
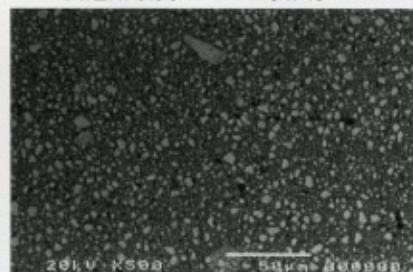
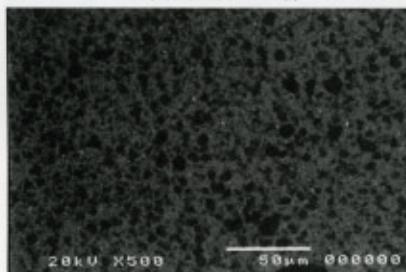


表3 各ハイブリッドタイプ歯冠用硬質レジン材料、および陶材の曲げ特性表(松風研究開発データ参照)

	曲げ強度 (MPa)	曲げ弾性率 (GPa)
セラマージュ:T	146	10.7
材料E	144	17.7
材料G	96	5.0
ソリデックス	75	5.7
一般陶材	74	19.0

図14a～e 電子顕微鏡での各ハイブリッドタイプ歯冠用硬質レジンの表面。セラミックフィラーの充填状況が観察できる。



a | b

図14a 材料A(尖形の複合タイプ)。

図14b 材料E(尖形タイプのフィラー)。

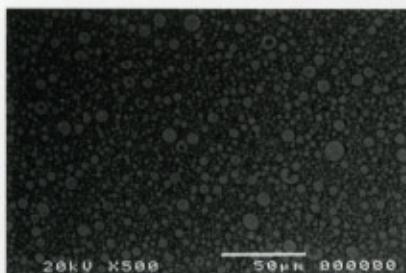


図14c セラマージュ(球形タイプ)。

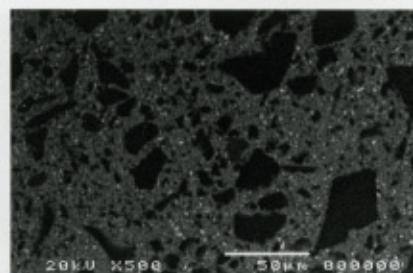


図14d 材料G(尖形の複合タイプ)。

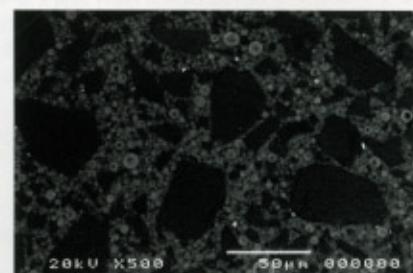


図14e ソリデックス(球形の複合タイプ)。

デックス”<sup>9</sup>にさらに改良を加え、PFS フィラーを配合することでソリデックスの約 2 倍の曲げ強度を有し、硬化体に高い韌性(粘り強さ)を發揮させることが可能であると言える。

## 2. 対エナメル質摩耗性

図14は電子顕微鏡下で観察したものであり、セラマージュは球形の PFS フィラーを配合しているた

め、対合歯へのダメージを最小限に抑えることができるが、比較的曲げ強度の高い材料Eは鋭利なセラミックフィラーが充填されていることから、天然歯へのダメージが予測される。また、材料Gでは鋭利なセラミックフィラーを含有(図中、黒いフィラーは有機質複合フィラー：ポリマー成分)しており、フィラー充填率の点で硬質レジンに比較的近似した様相を示すことから、上記の曲げ強度の結果とあい

図15 衝突回転摩耗試験の模式図。

図16 衝突回転摩耗試験(10,000回後の対合エナメル質摩耗量)。

15|16

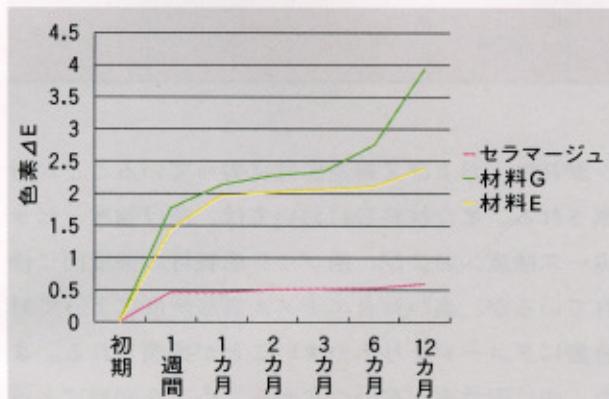


図17 長期水中保存試験での色調変化。

まって、材料自体の強度的問題が推測される。

ただし、臨床上、補綴材料の強度が上がり、含有フィラーの形状が尖形に近くなり、補綴物の表面性状が粗くなることによって、天然歯エナメル質にダメージを与えることは周知である<sup>10</sup>。

図15に、実際に補綴材料の表面性状が天然歯エナメル質にどれだけダメージを与えるかを計測する衝突回転摩耗試験の模式図を示す。これによって、図16に示すように、材料Eの対エナメル質摩耗量はセラマージュの約9倍に近く、相当な天然歯へのダメージが予測される結果となった。

### 3. 対変色性

セラミックフィラーを充填し、強度は高いとはいえ、ハイブリッドタイプ歯冠用硬質レジンは有機成分を含有しており、臨床上、口腔内での色調の変化は免れない。そこで図17に、各レジンの長期にわたっての水中での色調変化を試験結果を示す。

これによって材料E、Gとも、装着直後1週間後

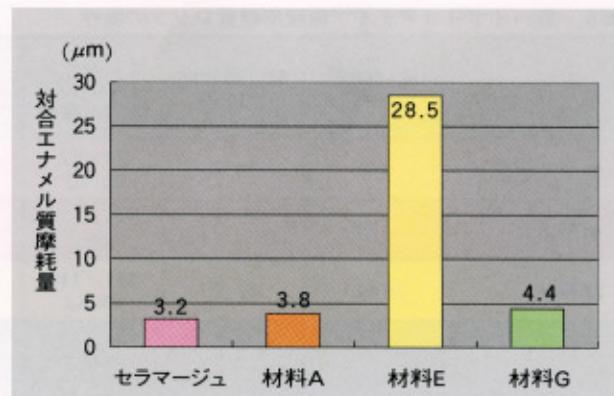


表4 各ハイブリッドタイプ歯冠用硬質レジンの圧縮強度と間接引張強度(松風研究開発データ参照)

	圧縮強度 (MPa)	間接引張強度 (MPa)
セラマージュ	354	62
Material A	337	55
Material E	572	44
Material G	382	51

から変色を示し、材料Gにおいては、12ヶ月後の色差がかなり大きくなる結果が観察された。

### 4. 圧縮強度と引張強度

近年、臼歯部補綴材料の強度試験のうち、とくに咬合面形態の違いによる裂溝部の応力分布については、コンピュータを応用した三次元有限要素法<sup>11</sup>により解析されている。それによれば、臨床上、臼歯咬合面には咬合圧による圧縮応力が生じるにもかかわらず、臼歯部補綴物の咬合面裂溝底部には大きな引張応力が生じると報告されている。これは臼歯部補綴材料の強度試験において、引張強度の重要性を示唆するものである。

表4は、各ハイブリッドタイプ歯冠用硬質レジンの圧縮強度<sup>12</sup>と間接引張強度を示した。その結果、セラマージュは引張強度においてもっとも高い数値を示した。次に、Material Eの圧縮強度は非常に高い値を示すが、引張強度は低い。また、どの材料でも圧縮強度は引張強度より十分に高い値を示している。

表5 各ハイブリッドタイプ歯冠用硬質レジンの物性

	曲げ強度 (MPa)	曲げ弾性率 (GPa)	ピッカース 硬度(Hv0.2) 表面/裏面	重合収縮 (vol%)	歯ブラシ摩耗 (vol%)	X線造影性 (AI等量)	蛍光性 <sup>13</sup>	対合 エナメル質 摩耗 (μm)
セラマージュ	146	10.7	74/67 (91%)	2.5	0.43	1.25	○	3.2
材料A	79	5.7	45/17 (38%)	3.3	1.52	1.25	○	3.8
材料E	144	17.7	131/116 (89%)	1.7	0.25	2.25	○	28.5
材料G	96	5.0	34/32 (94%)	2.9	1.33	0.25	○	4.4
ソリデックス (松風)	75	5.7	43/41 (95%)	2.5	0.39	0.5	○	4.6
セラマージュ フローアブル CR(松風)	132	6.0	40/37 (93%)	3.3	0.74	1.0	○	2.5

このことは実臨床上において、圧縮応力が掛かる部位よりも引張応力の掛かる部位で先に破損してしまう可能性が高いことを表している。つまり材料の強度を評価する場合は、圧縮強度より引張強度を重視する必要性が大きいことを意味する。言い換えれば、一般的に材料Eは強度的に優れた材料であるという認識がされやすいが、必ずしもそうではないということが考察される。

## 5. 物性から

この結果セラマージュは、ほぼ総合的にバランスのとれた材料であることが示された(表5)。次に、材料Aは物性的にX線造影性は優れているが、曲げ強度、ピッカース硬度<sup>12</sup>、歯ブラシ摩耗性<sup>12</sup>に劣り、材料Gは曲げ強度、ピッカース硬度、歯ブラ

シ摩耗性、およびX線造影性に劣っていることが考察される。また材料Eにおいては、曲げ強度、ピッカース硬度、および、歯ブラシ摩耗性の強度面に優れているが、高い対合エナメル質摩耗度によって対合歯にダメージを与えやすいうことが推測される。また、曲げ弾性率が高いことから、小さな変形によって破壊されやすく脆い特性を有している。

## おわりに

以上、本論文ではハイブリッドタイプ歯冠用硬質レジン“セラマージュ”的審美性および物性に焦点を当て、各既存レジンとの比較を行ったが、次々号ではその操作性と実際の製作工程および臨床例を紹介する。

## 参考文献

1. 山本 真：カラーアトラス ザ・メタルセラミックス、221～229、クインテッセンス出版、東京、1982.
2. 宮崎 愛、岸本吉則、星川 武、安藤照男、山本裕久：ゾル・ゲル法によるフィラーを用いた歯冠用硬質レジンの開発Ⅱ オパール特性について、日歯技工誌、23、93～97、2002
3. 大畠一成：自然感を追及した審美補綴—セラモメタルクラウンにおける“光”と“形態”第1回 イントロダクション—臨床ライブラリー、第2回 光と視覚のメカニズムと天然歯色調の把握、第3回 解剖学・発生学の要素が教える歯冠形態再現上の象牙質形態再現の重要性、第4回・完 成状態を左右する表面性状の表現要素とその表現法、歯科技工、23(5)、545～559、23(6)、677～700、23(7)、831～849、23(8)、937～952、1995。
4. 猪越重久、片海正明、山田敏元、高津寿夫：歯冠色充？材料の光学的特性について 第三報：人歯エナメル質と象牙質の拡散透過光分布との比較、歯材器、14、Special Issue 25、128～129、1995。
5. Miyagawa, Y., Powers, J.M. and O'Brien, W.J.:Optical Properties of Direct Restorative Materials. J Dent Res, May, 890～894, 1981.
6. 山本 真：オパール陶材の出現と相対屈折率を考えた新築盛法の創出—オパール効果をもつ新ボーセレンとの効果的応用法、QDT、14(1), 31～63, 1989.
7. 小田 豊：ハイブリッド型硬質レジンとは、DE, 136, 1～2, 2001.
8. 石橋 実、依田正信、稻垣亮一、笠原 紳、豊田丈爾、細谷 誠、泉田 昭男、菖蒲正宏、木村幸平：各種硬質レジンの物理特性について、歯科審美、13(2), 256～263, 2001.
9. 沖本祐真：光重合型歯冠用硬質レジンを用いたより自然感のある色調再現のために～ソリデックスの使用法とQ & A～、デンタルエコー、97(9), 2～24, 1994.
10. 鈴木司郎：臼歯部コンポジットレジンによる対合歯エナメル質磨耗、歯科審美、13(4), 2001.
11. 山本司将、村上 弘、小島之夫、伊藤 裕：三次元有限要素法を用いた大臼歯オールセラミッククラウンの応用法、補綴誌、45, 622～631, 2001.
12. 石橋 実、依田正信、稻垣亮一、笠原 紳、豊田丈爾、細谷 誠、泉田 昭男、菖蒲正宏、木村幸平：各種硬質レジンの物理特性について、歯科審美、13(2), 256～263, 2001.
13. 岸本吉則、馬場信行、星川 武、安藤照男、山本裕久：歯冠用硬質レジンの開発—蛍光特性について、日歯技工誌、24、72～78, 2003.