

平成21年 6月22日現在

研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2007～2008
 課題番号： 19791394
 研究課題名（和文） 接着性 Y-TZP インレーブリッジの臨床応用の検討

研究課題名（英文）

研究代表者

風間 龍之輔（KAZAMA RYUNOSUKE）
 東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・特任助教
 研究者番号：50387429

研究成果の概要：

本研究ではヒト抜去下顎大臼歯に、Y-TZP ブロックを切削加工して得られたブリッジ修復物を接着し後、温度負荷および繰り返し荷重負荷および無負荷の3条件に供し、破折時の荷重値(N)を計測した。本研究の結果、口腔内環境を想定した繰り返し荷重および温度負荷条件下に供した Y-TZP ブリッジの破折強度が、負荷無し条件群と同等の破折強度を示したことから、本材料は口腔内環境のストレスに影響を受けにくいことが示唆された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,400,000	0	2,400,000
2008年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,200,000	240,000	3,440,000

研究分野：

科研費の分科・細目：

キーワード：(1)CAD/CAM (2)オールセラミックス(3)破折強度 (4)繰り返し荷重 (5)サーマルストレス(6)Y-TZP(7)ブリッジ

1. 研究開始当初の背景

超高齢化を迎えた我が国において、健全な咀嚼能力を長期にわたり維持することは生活の質を向上させるために必要不可欠である。特に欠損部を適切に補綴することは、健全な

咀嚼能力の維持に必要不可欠である。従来、ブリッジ、人工歯根および床義歯がこの目的に応用されてきた。しかし、いずれの方法も現状では金属材料が多用され、かつしばしば広範な歯質削除や外科的処置を要するため、

金属アレルギー、審美的要求、あるいは基礎疾患を有する高齢者などへの対応には限界がある。従って、非金属材料を使用した、生体親和性が高く侵襲の少ない欠損補綴法の開発が望まれている。

一方、セラミックス材料は高度な生体親和性と審美性を材料として主に歯冠修復に応用され、良好な臨床経過が報告されている。しかしセラミックスは脆性材料であり、咬合力に対しては物理的強度が不十分であるため、固定性ブリッジへの応用は疑問視されてきた。

しかし、近年高強度および高靱性を有するファインセラミックス材料がブリッジの基礎材として注目されている。とりわけ、イットリア安定化ジルコニウムオキシドセラミックス（以下Y-TZP）は、従来から人工関節等への応用が試みられてきた材料であり、Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing（以下CAD/CAM）システムで切削加工した、クラウン支台を有するブリッジでの基礎研究が報告されている。しかし歯科臨床経過についての報告は未だ少なく、本邦では基礎研究も欧米に比較し立ち後れている。他方、MIのコンセプトに合致した欠損補綴法として、接着性レジンセメントを使用したインレー支台接着性ブリッジによる欠損補綴法が確立され、良好な長期臨床経過が報告されている。しかし、本補綴法は金属材料の使用を前提としたものが多く、特に金属アレルギーを有する患者に対して適応は困難な状況である。

Y-TZPを基礎材としたブリッジの破折強度および口腔内環境を想定した繰り返し荷重下においてどのような影響を受けるのか検討することを目的とする。本研究は接着性Y-TZPブリッジの前臨床試験として必須であり、また

急務であると考えられる。

2. 研究の目的

本研究は、世界的に未だ長期臨床報告のない、高強度、高靱性セラミックス材であるY-TZPを、単独歯欠損を想定したブリッジの基礎材とするため、CAD/CAMシステムにより切削加工後高温焼結し、実際の臨床を想定して接着材により支台歯に固定し、静的荷重下の破折強度試験および繰返し荷重負荷試験を行う。本試験によりブリッジ自体、ブリッジを歯牙に固定するために用いた接着材および歯牙の受ける影響を破折強度、色素侵入度、適合性および性状観察により検討することで、実際の臨床に用いた場合に起こりうる、接着性Y-TZPブリッジの脱離および破折、支台歯における二次う蝕、歯髄炎および歯周炎等の従来の欠損補綴法で報告されてきた症候および未報告の新たな問題発生の予知を行う。

3. 研究の方法

(1) セルフアドヒーシブレジンセメントにより接着されたオールセラミッククラウンの辺縁封鎖性

40本のヒト抜去健全大白歯にオールセラミッククラウンの支台形成を行った。支台歯辺縁は全周1mm幅のRounded Shoulder形態とし、CEJより1mm上方に設定することで辺縁部最外側に健全エナメル質を確保した。常温重合レジン(Technobit 4071, Heraeus Kultzer)に歯根部を植立後、CEREC3Dシステム(SIRONA Dental Systems)付属のCCDカメラにより光学印象採得を行ったのち、CEREC3D software(Ver 3.01, SIRONA)にて咬合面小窩裂溝部および辺縁部で1mmの厚みを確保したクラウン修復物の設計を行った。次いで、

セラミックブロック (VITA Bloc Mark II, VITA) を切削加工してクラウンを製作したのち、これらを Maxcem (Kerr:以下 MC)、G-Cem (GC:以下 GC)、試作セルフアドヒーシブレジンセメント (SDI:以下 SD) およびレジン添加型ガラスイオノマーセメント Fuji Luting S (GC:以下 FL) を用いてそれぞれ 10 個の支台にメーカー指示通りに接着した。MC 群、GC 群および SD 群の光重合には LED 照射器 (L.E. Demetron II, Kerr) を用いた。また、セラミック修復物の内面処理は水洗のみ行った。すべての試料は接着後 24 時間水中保管した後、0.2% 塩基性フクシン水溶液浸漬下で 1.3kg, 毎分 98 回、24 時間の条件で、修復歯咬合面に歯軸と平行に計約 14 万回の繰り返し荷重を加えた (図 1)。次いで常温重合レジン (Technobit 4071) にて包埋後、低速試料切断機にて半切し、鏡面研磨後、近遠心辺縁部の歯質/セメント界面およびセメント/セラミック界面での色素浸入深さを図 2 に示すスコアにより評価した。得られたスコアは Kruskal Wallis の順位和検定および Mann-Whitney U 検定により統計処理を行い、両界面におけるセメントの種類の違いが色素浸入深さに与える影響を比較した ($\alpha = 0.05$)。

(2) Ultrasonic Insertion Technique により接着されたリューサイトガラスセラミックインレーの破折強度
ヒト抜去健全上顎小臼歯 30 本を即時重合レジン (Technovit 4071, Heraeus) に植立し、20 本に MO インレー窩洞形成を行った。窩洞は咬合面部から近心部まで深さ 1.5mm を確保した無段階側室形態とし、頬舌幅は咬合面部、側室とも 3 mm、近遠心幅は 5 mm とした。次いで、CEREC 3 システム (SIRONA) を用いてリューサイト強化型セラミック (Empress CAD HT A2-I12, Ivoclar) より 20 個の修復物

を製作した。修復物の設計に際して頬舌的中央部の厚みを 1.7mm に調整し、さらに咬合面の頬舌的中央部、近心隣接面より 1.5mm の部位に、修復物の厚みが 1.6mm となるようダイヤモンドポイントで近心小窩を設定した。次に修復物を 2 群にわけ (各 $n = 10$) 以下の方法で接着した。

- ED Primer (クラレメディカル) で歯面処理後、Clearfil Esthetic Cement Universal (クラレメディカル) にて手指圧下で接着 (EC 群)。

- Clearfil Megabond (クラレメディカル) で歯面処理後、窩洞内に Clearfil Majesty A2 (クラレメディカル) を填塞して修復物を静置し、コンデンセーションチップ (G22、ナカニシ) を装着した超音波スケーラー (Varios350、ナカニシ) により超音波振動下で修復物を挿入 (MJ 群)。

両群とも余剰ペースト除去後、LED 照射器 (DEMI, Kerr) により頬舌側および咬合面方向より各 20 秒光照射し、通法により形態修正および研磨を行った。

すべての試料を 24 時間水中保管後、無修復歯 ($n=10$) とともに破折試験に供した。破折試験は、近心小窩に直径 3mm のタングステンカーバイドボール (53124 3mm Tungsten-Carbide Diff Ball Set, 田宮) を配置し、万能試験機 (EZ Test EZ-L, 島津) にてクロスヘッドスピード 0.5 mm/min にて咬合面方向より加重し、破折時の荷重値 (N) を計測した。得られたデータは一元配置分散分析および Bonferroni の多重検定により統計処理を行い比較した ($\alpha = 0.05$)。

(3) 温度および荷重負荷条件下における 3 ユニット Y-TZP ブリッジの破折強度

本研究ではレジンセメントによりヒト抜去歯に接着された Y-TZP ブリッジ修復物に対

して、口腔内環境を想定した繰り返し荷重および温度負荷を与えた後の破折強度を比較検討した。本研究ではヒト抜去下顎大白歯 24 本および下顎小白歯 24 本にオールセラミックブリッジの支台形成を行った。形成後の両支台より CEREC inLab (Sirona Dental Systems)により Y-TZP ブリッジフレームワークの設計を行った。次いで設計データに基づき、Y-TZP ブロックを切削加工し 1,530°Cにて焼結後、VM9 (VITA Zahnfabrik)により解剖学的歯冠形態を再現した。得られた修復物は Clearfil Esthetic Cement (Kuraray Medical)を用いて支台歯に接着した。接着操作の完了した修復物は 24 時間水中保管後、温度負荷および繰り返し荷重負荷の 2 条件に供した。また、8 個のブリッジ修復物を温度および繰り返し荷重負荷を与えない対照群と設定した。破折強度試験は万能試験機 (EZ Test EZ-L, 島津)によりクロスヘッドスピード 0.5mm/minにて咬合面方向よりタングステンカーバイドボールに加重し、ブリッジ修復物破折時の荷重値 (N)を計測した。得られたデータは一元配置分散分析により統計処理を行い比較した ($\alpha=0.05$)。

4. 研究成果

(1) 歯質/セメント界面 (図 1) およびセメント/セラミック界面 (図 2)とも、すべての群で色素侵入を認めた。MC 群は両界面とも色素侵入は辺縁部エナメル質に、GC 群は両界面とも辺縁部象牙質に局限していた。SD 群および FL 群では軸側壁象牙質に及ぶ色素侵入を認めた。両界面において、MC 群は他群と比較して有意に小さい色素浸入度 ($p < 0.05$)を示したが、GC 群、SD 群および FL 群間には有意差を認めなかった ($p > 0.05$)。

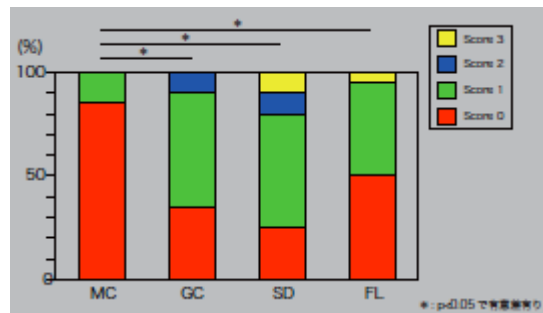


図 1 レジンセメント/歯質界面の色素浸入

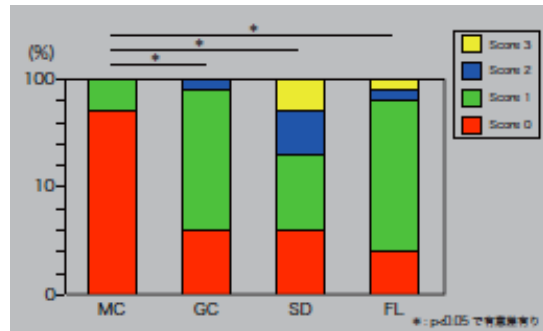
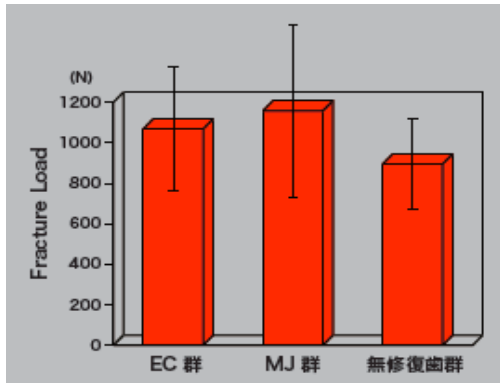


図 2 セラミック/レジンセメント界面の色素浸入

歯質/セメント界面における微少漏洩は辺縁着色、2次う蝕や歯髄症状の誘因と考えられている。本実験の結果、MC 群および GC 群の色素浸入は支台歯辺縁部に局限していたが、この範囲内の漏洩については、Rounded Shoulder 形態の場合は辺縁部象牙質では軸側壁象牙質と比較して開口象牙細管数が少ないため、臨床的に許容できると推察される。また、セメント/セラミック界面における微少漏洩は修復物の脱離や破折に関連する可能性がある。本実験の結果から同界面での微少漏洩は MC 群が最小であった。これには Maxcem のセラミックおよび歯質の表面処理能が関与した可能性が想定される。しかし、本実験ではすべてのセメントで両界面において微少漏洩を認めたことから、追加的な歯面処理およびセラミック修復物内面へのシランカップリング処理の必要性が示唆された。

(2) 破折時の荷重値は EC 群で 1069±310

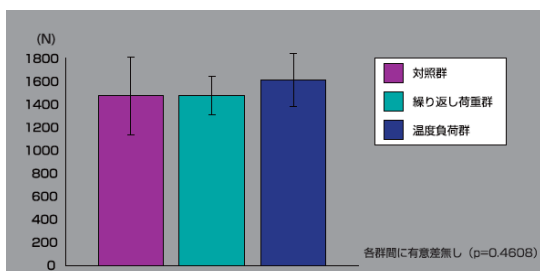
N、MJ 群で 1159 ± 426 N であり、2 群間に有意差を認めなかった ($p > 0.05$)。また、無修復歯の破折強度は 896 ± 226 N であり、EC 群および MC 群とも有意差を認めなかった ($p > 0.05$)。



本実験条件では、破折強度は二種の接着法とも無修復歯と同等であった。しかし光重合単独での接着では、修復時の各種条件により窩洞深部の重合不足が懸念される。今後修復物の厚み、残存歯質量、レジペーストの色調など、各種条件を検討する必要がある。

UIT を用いて光重合型充填用コンポジットレジンにより接着されたリューサイトガラスセラミックインレーの破折強度は、デュアルキュア型レジンをセメントを用いた場合と同等であり、いずれの接着法においても無修復歯と同程度の破折強度を示すことが示唆された。

(3) 各群の破折時の荷重値は対照群で $1,474 \pm 336$ N、繰り返し荷重群で $1,476 \pm 170$ N および温度負荷群で $1,616 \pm 232$ N であり、3 群間に有意差を認めなかった ($p = 0.4608$)。



本研究の結果、口腔内環境を想定した繰り返し

し荷重および温度負荷条件下に供した Y-TZP ブリッジの破折強度が、負荷無し条件群と同等の破折強度を示したことから、本材料は口腔内環境のストレスに影響を受けにくいことが示唆された。

本研究は試料の製作のための人的労力、ハードおよびソフトの準備環境が容易に得難く、そのため世界的にも類似の報告が稀少である。国内外を通じて本研究成果は非金属欠損修復、補綴法の安全性の確立において重要な意義を持つものと考えられる。

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)

[学会発表] (計 4 件)

(1) 風間龍之輔、浅井哲也、興地隆史、福島正義

セルフアドヒーシブレジンセメントにより接着されたオールセラミッククラウンの辺縁封鎖性

日本歯科保存学会 2007 年秋季学術大会
2008 年 11 月 8、9 日、岡山

(2) 風間龍之輔、浅井哲也、興地隆史、福島正義

Ultrasonic Insertion Technique により接着されたリューサイトガラスセラミックインレーの破折強度

日本歯科保存学会 2008 年秋季学術大会
2008 年 11 月 6、7 日、富山

(3) Ryunosuke KAZAMA, Tetsuya ASAI, Takashi OKIJI, Masayoshi FUKUSHIMA, Yoshimasa Igarashi

Fracture strength of ultrasonically inserted CAD/CAM ceramic inlays

87th General Session & Exhibition of the
IADR/AADR/CADR

2009年6月11日、Miami

(4) 風間龍之輔、浅井哲也、興地隆史、福島正義、渡邊清志、飛田滋、岡田直人、五十嵐順正

温度および荷重負荷条件下における3ユニットY-TZPブリッジの破折強度

日本歯科保存学会 2009年春季学術大会

2009年6月11、12日、札幌

〔図書〕(計1件)

風間龍之輔ほか、医歯薬出版株式会社、最新CAD/CAM レストレーション__クラウン・ブリッジ&インプラントの臨床

2008、54-55頁

6. 研究組織

(1) 研究代表者

風間 龍之輔 (KAZAMA RYUNOSUKE)

研究者番号：50387429