

論文の要約

氏名：窪 地 慶

博士の専攻分野の名称：博士（歯学）

論文題名：ジルコニアと義歯床用レジン，歯肉色コンポジットレジンおよび陶材との接着強さ

歯槽骨あるいは歯肉の欠損がある症例に対して，インプラント治療を行う際には，インプラント体埋入前に骨移植や軟組織移植などの外科的な再建治療が行われ，良好な臨床結果が得られている。しかし，これらの治療法は，侵襲性が高く，不可逆的であり，術者の技術に左右され，高価であるなどの欠点があり，すべての患者に適応可能ではない。さらに，歯槽骨頂の唇側部に重度な骨欠損がある症例に対して，インプラント支持の固定性補綴装置を適用すると，歯冠長が非常に長くなり，審美性に欠ける。そこで，このような欠損を再建する代替手段として，歯肉色材料を前装した補綴装置を用いることが挙げられ，歯肉色材料として義歯床用レジン，長石系陶材，あるいは間接修復用コンポジットレジンが使用されている。これまでの臨床研究において，欠損した歯肉部に歯肉色陶材を応用することで，審美的に良好な結果を得られたと報告されている。また，酸化ジルコニウム（以下ジルコニア）セラミックスは，優れた機械的性質，高い生体適合性および審美性を有し，インプラント上部構造のフレームワークとして有効な材料の一つである。鋳造やCAD/CAM システムで製作された金合金，チタンおよびコバルトクロム合金は，インプラント上部構造や可撤性補綴装置のフレームワーク材料として使用されている。しかし，ジルコニアフレームワークに対する表面処理方法の違いが，義歯床用レジンとの接着強さに及ぼす影響を評価している報告は少ない。本研究の目的は，ジルコニアに対する2種類の歯肉色材料（間接修復用コンポジットレジン，義歯床用レジン）のせん断接着強さを評価し，さらにジルコニア表面に対するプライマーの効果を究明することとした。また，ジルコニアと歯肉色陶材のせん断接着強さをあわせて評価した。

本研究では，インプラント上部構造のフレームワーク材料としてジルコニアを想定し，被着体としてジルコニアの円形平板（直径 11.0 mm，厚さ 2.5 mm）を製作した。ジルコニア円形平板試料を 120 番から 600 番までの耐水研磨紙を順番に使用し，注水研削した。試料に対して，平均粒径 50 μm のアルミナ粒子を噴出圧 0.2 MPa，噴出口から被着面の距離 10 mm で 10 秒間アルミナブラスト処理を行った。その後，試料は 8 種類の表面処理群ごとに，各群 44 個に分けた。試料の表面処理方法は，プライマー塗布なし（以下 UP），7 種類の表面処理材（Alloy Primer, Kuraray Noritake Dental, 以下 ALP; Clearfil Photo Bond, Kuraray Noritake Dental, 以下 CPB; Metal Link, Shofu Inc., 以下 MEL; Meta Fast Bonding Liner, Sun Medical Co., LTD., 以下 MFB; MR. bond, Tokuyama Dental Corp., 以下 MRB; V-Primer, Sun Medical Co., LTD., 以下 VPR）および（Clearfil Photo Bond と Clearfil Porcelain Bond Activator, Kuraray Noritake Dental（以下 Act）の等量混和液（以下 CPB+Act））の 8 条件とした。また，前装材料として，間接修復用コンポジットレジン（Ceramage, 以下 CER）と義歯床用レジン（Palapress Varrio, 以下 PAL）の 2 種類の歯肉色材料を使用した。各種表面処理群の試料を，歯肉色材料ごとに無作為に 2 条件に分けた。アルミナブラスト処理後，直径 5.0 mm の穴を開けた両面テープにて接着面積を規定し，製造者指示に従い表面処理を行った。CER 試料では，オペーク材（Ceramage Pre-0paque）を一層塗布し，技工用光重合器で 60 秒間重合後，さらに歯肉色のオペーク材（Ceramage GUM-0）を一層塗布し，3 分間の光重合を行った。その後，直径 6.0 mm，高さ 2.0 mm のステンレス鋼製リングを被着体に固定し，間接修復用コンポジットレジンのボディ（Ceramage GUM-D）をリング内に荷重圧 5 N で充填後，5 分間の光重合を行った。PAL 試料では，被着体にステンレス鋼製リングを装着後，モノマーとポリマーを 10 秒間混和した混和泥を 1 分間放置し，その混和泥をリング内に 5 N の荷重圧で填入し，レジン加圧重合器で 55°C，0.2 MPa の条件下で 30 分間の重合を行った。また，長石系陶材（Cerabien ZR, 以下 CZR）の試料を使用した。まず，直径 5.0 mm の穴を開けた片面テープで試料の接着面積を規定した。その後，オペーク陶材（SBA2）を一層築盛し，乾燥した。その後，片面テープを被着体から除去し，真空焼成器にて，930°C で 1 分間の 1 次焼成を行った。焼成後，内径 6.0

mm, 高さ 2.0 mm のプラスチックリングを装着し, 歯肉色のボディ陶材 (Tissue 1) を築盛し, 陶材築盛用コンデンサーにてコンデンスを行った。コンデンス後, 940°C で 1 分間の 2 次焼成を行った。

製作した全試料の半数は, 37°C 精製水中にて 24 時間水中浸漬した。この状態を水中熱サイクル負荷 0 回とし, 残りの半数の試料 ($n = 11$) に対しては, サーマルショックテスターを用いて水中熱サイクル負荷 (5°C と 55°C に各 60 秒間浸漬) を 5,000 回行った。それら試料に対して, せん断接着試験を実施した。せん断接着試験は, 接着試験体を治具に装着し, 万能試験機を使用して, 5 kN の荷重下でクロスヘッドスピード毎分 0.5 mm の条件下で行った。

統計学的検討については, 得られたデータに対して Kolmogorov-Smirnov 検定を行った結果, 少なくとも 1 つの群で正規分布を得られず, Levene 検定を行った結果, 等分散性を得られなかった。Kolmogorov-Smirnov 検定と Levene 検定の結果をもとに, 8 条件の表面処理群のせん断接着強さの違いを比較するために, Kruskal-Wallis 検定と Steel-Dwass 検定を行った。さらに, 同一表面処理群の水中熱サイクル負荷前後のせん断接着強さの比較には, Mann-Whitney U 検定を用いた。なお, すべての検定は有意水準 0.05 の条件で行った。

せん断接着試験後に, 32 倍の実体顕微鏡で試料破断面の観察を行い, 破壊様式を歯肉色材料とジルコニアの界面破壊, 界面破壊と凝集破壊の混在する混合破壊, 歯肉色材料内での凝集破壊に分類した。また, 各破壊形式の代表的な試料は試料被着面にオスミウム蒸着処理を行い, 加速電圧 15 kV の電圧下で走査電子顕微鏡 (以下 SEM) にて試料表面の観察を行った。さらに, $\text{CuK}\alpha$ を使った X 線回折装置 (以下 XRD) を用いて, 各破壊形式の代表的な試料と間接修復用コンポジットレジンの表面分析を行った。測定条件は, 走査角度を 3~90° の範囲とした。

CER 試料のせん断接着強さは, 水中熱サイクル負荷の有無にかかわらず ALP, CPB, および CPB+Act 群が他の群に比較し有意に高いせん断接着強さを示した。PAL 試料において, 水中熱サイクル負荷 0 回では, MFB, CPB および CPB+Act 群が他の群に比較し有意に高い接着強さを示し, 水中熱サイクル負荷 5,000 回では, CPB と CPB+Act 群が他の群と比較し有意に高い接着強さを示した。水中熱サイクル負荷前では, MRB, MEL, MFB, CPB および CPB+Act 群において, PAL 試料が CER 試料に比較し有意に高いせん断接着強さを示した。水中熱サイクル負荷後の接着強さでは, UP, VPR, CPB および CPB+Act 群において, PAL 試料と CER 試料間に有意差は認められなかった。CZR 試料のせん断接着強さは, 水中熱サイクル負荷 0 回および 5,000 回で水中熱サイクル負荷の前後で有意差は認められなかった。

CER 試料は MRB, MEL, ALP, CPB および CPB+Act 群において, 水中熱サイクル負荷前後のせん断接着強さに有意差は認められなかった。PAL 試料においては, 水中熱サイクル負荷後, すべての群においてせん断接着強さが有意に低下した。

CER 試料のほとんどの試料でジルコニアと間接修復用コンポジットレジンの界面での破壊を認めたが, ALP, MFB, CPB, CPB+Act 群では水中熱サイクル 0 回と 5,000 回ともに一部の試料で混合破壊を示した。PAL 試料では, すべての群でジルコニアと義歯床用レジンの界面破壊を示した。また, CZR 試料では水中熱サイクル負荷 0 回と 5,000 回ともに半数近くの試料で混合破壊を認めた。

SEM 観察の結果, PAL 試料において水中熱サイクル負荷 0 回の CPB 群で界面破壊と判定された試料表面には, 付着物は認められず, アルミナブラスト処理による粗造な表面構造が観察された。CER 試料において, 水中熱サイクル負荷前の CPB 群で混合破壊と判定された試料には, 粗造なジルコニア表面と間接修復用コンポジットレジと思われる残留物が観察された。

CER 群の混合破壊を示した試料の XRD パターンでは, ジルコニアと一致したピークと間接修復用コンポジットレジンと一致したピークの両方が観察された。

ジルコニアと歯肉色材料との接着強さについて検討した結果, 以下の結論を得た。

1. 水中熱サイクル負荷前において, ジルコニアと義歯床用レジンのせん断接着強さは, 歯肉色の間接修復用コンポジットレジンと比較して高い値を示した。
2. 水中熱サイクル負荷後, ジルコニアと義歯床用レジンのせん断接着強さは, すべての試料で有意に低下した。
3. 機能性モノマーである MDP による表面処理は, ジルコニアと歯肉色間接修復用コンポジットレジンおよび義歯床用レジンの接着強さの向上に有効であった。
4. ジルコニアと歯肉色陶材のせん断接着強さは, 水中熱サイクル負荷の前後で有意差は認められなかった。