

## 論文の内容の要旨

氏名：神 尾 伸 吾

博士の専攻分野の名称：博士（歯学）

論文題名：フレーム形態と前装材料の違いがインプラント支持ジルコニアクラウンの破壊強度に及ぼす影響

オールセラミック修復は審美性に優れており、日常臨床において幅広く使用されている。なかでも二酸化ジルコニウム（以下ジルコニア）は、生体親和性に優れ、かつ機械的強度に優れた材料であり、咬合力の負荷が大きい臼歯部領域におけるオールセラミック修復物にも臨床応用されている。一方で、インプラント支持のジルコニア修復物は、自然歯を支台とする修復物と比較して、より高い頻度で前装陶材のチッピング（微小破折）の発生が報告されている。

前装陶材の微小破折を防止する方法として、ジルコニアフレームワークに加圧成型セラミックを焼成するオーバープレス法、前装陶材のサポーターエリアをジルコニアフレームワークに付与する方法、または前装材料として間接修復用コンポジットレジンへの応用が報告されている。

これまでの研究において、間接修復用コンポジットレジンとジルコニアフレーム間の接着強さは臨床応用可能な強度であり、さらにインプラント支持の間接修復用コンポジットレジン前装ジルコニア修復物（以下 ZIC）の破壊強度はジルコニアオールセラミック修復物（以下 ZAC）と同程度であったと報告されている。

一方、臼歯部インプラント支持の ZAC において、フレームワーク形態の相違が破壊強度に及ぼす影響について報告されている。しかし、フレームワーク形態の違いが破壊強度に与える影響についての報告は少ないのが現状である。そこで本研究では、ジルコニアフレームワーク形態および前装材料の違いがインプラント支持の臼歯部ジルコニア修復物の破壊強度に及ぼす影響を評価することを目的とした。

インプラント上部構造のジルコニアフレームワーク形態は uniform thickness（以下 UNI）、anatomic（以下 ANA）、supported anatomic（以下 SUP）の 3 条件とし、さらに前装材料の違いにより ZAC 群と ZIC 群の 2 群に分けた。下顎右側第一大臼歯欠損症例を想定し、直径 5.0 mm の歯科用インプラント体を水平面に対して垂直方向に、ポリエステル樹脂に植立した。植立後、チタン製アバットメントを、製造者指示に従いチタン製スクリューとトルクコントローラーを用いて締結圧 32 N でインプラント体に装着した。その後、技工用エアタービンを用いてアバットメント上面を削除し、シリコーンインデックスを参考にアバットメントの高径を 6.0 mm に調整した。

アバットメント調整後、歯科用 CAD/CAM システムを用いて半焼結体ジルコニアブロックからジルコニアフレームワークを製作した。ジルコニアフレームワークは、UNI、ANA および SUP の 3 形態（ $n = 22$ ）とした。UNI 形態は、ジルコニアフレームワークを均一な厚さ 0.5 mm とした。ANA 形態は解剖学的な形態を考慮し、前装材料を均一な厚さ 1.2 mm とした。SUP 形態は ANA 形態と同様に前装材料を均一な厚さ 1.2 mm にし、さらに隣接面から舌側面にかけて高さ 5.0 mm の前装材料を水平面でサポートする形態を付与した。

各フレームワークは歯科用 CAD/CAM マシンを用いてジルコニアブロックから削り出し、ジルコニア焼却炉で 1375°C、90 分間の焼結を行った。全てのジルコニアフレームワークは、メジャリングデバイスを用いて各条件で設定した厚さであることを確認後、光学顕微鏡下にてアバットメントとの適合を探針とシリコーン適合検査材を用いて確認した。

その後、ジルコニアフレームワークの前装面に対して平均粒径 50  $\mu\text{m}$  のアルミナ粒子を噴射圧力 0.2 MPa、噴射口から前装面までの距離 10 mm で 20 秒間の条件で、アルミナブラスト処理を行った。各フレームワーク形態は、さらに ZAC 群と ZIC 群の 2 群に分けた（ $n = 11$ ）。

ZAC 群は歯冠形態製作用金型を用いて製造者指示に従い前装陶材を築盛した。まず、セラビアン ZR シェードベース（SBA2）を 2 層築盛し、1 層ごとに焼成後、セラビアン ZR ボディ（A2B）、セラビアン ZR

エナメル (E2) の順に築盛、焼成した。修復物は、製造者指示の焼成スケジュールに従い、SingleMat Porcelain Furnace で焼成した。前装陶材焼成後、メジャリングデバイスとシリコンインデックスを用いて修復物の厚さを確認し、グレージングを行い、前述と同様にアバットメントとの適合を確認した。

ZIC 群は製造者指示に従い、ジルコニア前装面に対してエステニアオペークプライマーを用いてプライマー処理を行った。プライマー処理後、エステニア C&B ボディオペーク (OA2) を 2 層塗布し、1 層ごとに光重合器にて 90 秒間、光重合を行った。その後、ZAC 群と同様に歯冠形態製作用金型を使用し、エステニア C&B デンチン (DA2) とエステニア C&B エナメル (E1) を築盛し、光重合器にて 5 分間、光重合を行い、さらに加熱重合器にて 110 °C、15 分間の加熱重合を行った。前装終了後、試料は ZAC 群と同様の方法で前装厚さ、および適合の確認を行った。

製作した修復物の内面に、平均粒径 50  $\mu\text{m}$  のアルミナ粒子を噴射圧力 0.2 MPa で 10 秒間の条件でアルミナブラスト処理を行った。全ての試料は、ガラスアイオノマーセメントを用いて咬合面から 30 N の垂直荷重を 7 分間付与しアバットメントに装着された。セメント硬化後、試料は 37 °C 精製水中に 24 時間保管後、破壊強度試験を行った。

破壊強度試験は万能試験機を用いて、クロスヘッドスピード毎分 0.5 mm の条件下で行い、直径 6.0 mm のステンレススチールボールを用いて、咬合面に対して垂直方向に静的圧縮荷重を試料の破壊に至るまで負荷した。その際、咬合力を均等に分散するために、厚さ 1.0 mm の鉛箔をステンレススチールボールと試料の間に介在させた。破壊強度値は最大荷重値から 10% が減少した時点における圧縮荷重値 (N) とした。

統計学的検討は、Levene 検定を行ったところ等分散性が得られなかったため、同一前装材料におけるフレームワーク形態間の違いを評価するために Kruskal-Wallis 検定を行い、その結果を基に、同一前装材料における 3 条件間の違いを比較するために Bonferroni の多重比較を用いた。また、同一フレームワーク形態における ZAC 群と ZIC 群間の比較には Mann-Whitney U 検定を用いた。全ての検定は有意水準 0.05 の条件で行った。

試験後の破壊様式は光学顕微鏡を用い、前装材料内の破壊とフレームワークに及ぶ破壊に分類した。さらに、試料表面に対して 30 秒間オスミウム蒸着を行い、加速電圧 15 kV の条件で走査電子顕微鏡 (以下 SEM) を用いて試料表面の観察を行った。

UNI, ANA および SUP 形態の破壊強度の平均値はそれぞれ ZAC 群で 3.78, 6.01, 6.50 kN, ZIC 群で 3.15, 5.65, 5.83 kN であった。ZAC 群および ZIC 群ともに、UNI 形態が他の 2 つのフレームワーク形態と比較して有意に低い破壊強度を示した。また、各フレームワーク形態について ZAC 群と ZIC 群の間に統計学的有意差は認められなかった。

試験後の破壊様式は、ZAC 群はフレームワーク形態にかかわらず、フレームワークに及ぶ破壊を多数認めたが、ZIC 群は約半数で前装材料内の破壊を認めた。また、前装材料内の破壊において、ZAC 群および ZIC 群ともに、UNI 形態では咬合面からクラウンマージンにかけて前装材料の破壊が観察された。一方、ANA 形態と SUP 形態では試料の辺縁隆線と咬頭に前装材料の破壊が観察された。

SEM 観察像において、ZAC 群および ZIC 群の前装材料内の破壊と判定された試料では、いずれの群においてもジルコニア前装面には陶材、もしくは間接修復用コンポジットレジンと考えられる残留物が観察された。また、フレームワークに及ぶ破壊と判定された試料では、いずれの群においても、ジルコニアフレームワークと前装材料は緊密に接触しており、界面における前装材料の剥離は認められなかった。

フレームワーク形態と前装材料の違いが、インプラント支持の臼歯部ジルコニア修復物の破壊強度に及ぼす影響を検討した結果、本研究の範囲内において以下の結論を得た。

1. 前装材料の厚さを均一にすることとジルコニアフレームワークに適切なサポート形態を付与することは、ジルコニアオールセラミック修復物とインプラント支持の臼歯部間接修復用コンポジットレジン前装ジルコニア修復物の破壊強度を向上させた。
2. インプラント支持の臼歯部間接修復用コンポジットレジン前装ジルコニア修復物は、ジルコニアオールセラミック修復物と同程度の破壊強度を示した。