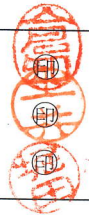


学 位 論 文 内 容 の 要 旨

論文提出者	藤枝 督史
論文審査委員	(主 査) 朝日大学歯学部 教授 倉知正和 (副 査) 朝日大学歯学部 教授 土井 豊 (副 査) 朝日大学歯学部 教授 堀田正人
論文題目 金属ナノ粒子の添加が金属焼付用陶材の物性と色調に与える影響	
論文内容の要旨 I. 目的 陶材は、ガラス質で高い透明性を有し、歯冠色調再現性に優れ、吸水性や溶解性がなく、生体親和性にも優れた材料である。しかし、陶材は金属のような展性、延性がなく、大きな力が加わった場合には、ほとんど変形を起こさずに破壊応力に達して直ちに破断してしまう。陶材を高靱化させる方法として、陶材に延性を有する金属（銀ナノ粒子）を添加する方法がある。銀ナノ粒子を添加した焼結体の物性を検討した結果、銀ナノ粒子添加の焼結体は無添加の焼結体と比較してビッカース硬さや破壊靱性が向上し、焼結体の高靱化が可能であることを報告した。これは陶材に金属ナノ粒子を添加した焼結体には、ガラス中に溶解した金属イオンのイオン交換反応、あるいはマトリックスガラスの熱膨張係数との違いに起因すると推察する、圧縮残留応力による破壊靱性の向上が期待できるものと考えた。しかし一方では、金属ナノ粒子の添加は、焼結体の色調を変化させることも危惧された。そこで本研究は、銀ナノ粒子と熱膨張係数の異なる他金属（白金、パラジウム、金）ナノ粒子の添加が、焼結体の物性および色調に及ぼす影響に加えて、臨床応用の可能性を検討した。 II. 材料および方法 陶材粉末には、金属焼付用陶材 Noritake Super Porcelain AAA（ノリタケデンタルセラプライ、以下 NS porcelain）を用いた。練和液には白金ナノ粒子（平均直径 5 nm、熱膨張係数 $\alpha : 8.8 \times 10^{-6}/K$ ）、パラジウムナノ粒子（平均直径 5 nm 以下、 $\alpha : 11.8 \times 10^{-6}/K$ ）、金ナノ粒子（平均直径約 5 nm、 $\alpha : 14.2 \times 10^{-6}/K$ ）、そして銀ナノ粒子（平均直径約 10 nm、 $\alpha : 18.9 \times 10^{-6}/K$ ）を純水中に分散させた水溶液（金属含有率：500 ppm、新光化学工業所）を用いた。また、分散剤には食品にも用いられているカルボキシルメチルセルロースを使用した。NS porcelain 粉末 2.1g を 0.75g の各金属ナノ粒子水溶液で練和したスラリーを円柱状金型（内径 20 mm）に流し込み、一軸加圧（17.7MPa、10 分間）して圧粉体を得た。圧粉体をポーセレンファーネスにてメーカー指示の条件で焼成し、金属ナノ粒子添加焼結体（以下 Pt500, Pd500, Au500, Ag500）を各 6 個製作した。また、金属ナノ粒子無添加の焼結体（以下 cont）も同様に 6 個作製した。それぞれの焼結体は SiC 耐水研磨紙 #4000 まで研磨し、実験に供した。	



各焼結体の物性は、以下の方法で求めたビッカース硬さ H_v 、亀裂長さ $2a$ 、ヤング率 E 、そしてこれらの値を代入して算出した破壊靱性 K_{IC} および残留応力 σ から比較した。

H_v は、微小硬度計 (HMV, 島津製作所) を用いてビッカース圧子を荷重 9.807 N, 保持時間 15 秒間の条件で圧入して発生した圧痕対角線長さ (d_1, d_2) から求めた。また圧痕端から進展した Median 亀裂長さの平均値を $2a$ とした。 E は、精密ブレード切断機にて $17 \times 4 \times 1$ mm に切り出し、SiC 耐水研磨紙 # 4000 まで研磨した板状試料の中央に Strain Gage を接着し、万能試験機 (EZGraph, 島津製作所) を用いて、3 点曲げ試験を行って得られた荷重 (N) とひずみ ε から求めた。

色調は、分光光度計 (UV-3600, 島津製作所) と積分球付属装置を用いて測色し、UV 制御・データ処理用ソフトウェア (UV probe, 島津製作所) にて求め、CIE $L^*a^*b^*$ 表色系で表示させた。

それぞれで得られたデータは、一元配置分散分析と Bonferroni 法を用いた多重比較法によって検定 ($p < 0.01$) した。

III. 結果と考察

1. H_v は、cont に比較して Ag500 のみが大きな値を示した。
2. Median 亀裂長さ $2a$ は、cont に比較して Ag500 のみが減少した。
3. ヤング率 E と破壊靱性 K_{IC} は、cont に比較して全ての焼結体で上昇した。
4. 残留応力 σ は、金属ナノ粒子添加試料が全てマイナスとなり、圧縮残留応力の存在が示唆された。
5. X線回折分析によるパターンの比較から、500ppm 程度の金属ナノ粒子添加では、結晶組成に大きな影響を与えないことが示唆された。
6. 4 種の金属中熱膨張係数が最大である銀ナノ粒子の添加が、陶材を最も高靱化させることが示唆された。
7. cont との色差 ΔE^*ab は、最大が Au500 の 41.8, ついで Pd500 の 37.5 そして Pt500 の 23.94 と続き、最小は Ag500 が示した 5.24 で、いずれも肉眼的に同じ色と判定される 2.69 より大きかった。

以上の結果から、本研究で用いた 4 種の金属ナノ粒子添加の焼結体は、添加した金属由来の色調に変化するが、陶材の高靱化については良好な結果を示すことから、臨床では body 陶材ではなく、ステイン材として応用できる可能性が示唆された。