

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 8 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26462917

研究課題名(和文) 水熱劣化抑制と半透明グラデーションを有するジルコニア系ナノ複合セラミックスの開発

研究課題名(英文) Development of nano-composite gradational translucent zirconia material without low-temperature degradation

研究代表者

中村 隆志 (Nakamura, Takashi)

大阪大学・歯学研究科・准教授

研究者番号：20198211

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、アルミナをほとんど含まないジルコニアに微量のシリカを添加し試作したイットリア系ジルコニア(Y-TZP)の透光性及低温劣化を評価することである。試作シリカ添加アルミナ無添加Y-TZPブロックを異なる温度で焼結し、透光性、機械的特性、低温劣化について検討した。さらに、試作Y-TZPをCAD/CAMにより加工したクラウンの適合性及破壊加重を検討した。比較対象には市販の高透光性ジルコニアを使用した。その結果、本研究で試作した高透光性ジルコニアは、市販高透光性ジルコニアと同等の透光性をもつだけでなく、低温劣化を生じにくい性質をもち、今後の臨床応用が期待できる材料であることが示された。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to examine the translucency and low-temperature degradation of silica-doped experimental Y-TZP (Yttria-stabilized tetragonal zirconia polycrystal) containing almost no alumina.

The experimental Y-TZP samples were sintered at different temperatures. The samples of commercially available translucent Y-TZP was used as controls. In addition, the specimens were also subjected to an accelerated aging test. The results showed that the experimental Y-TZP exhibited almost the same level of translucency as commercial translucent Y-TZP. It was concluded that the silica-doped Y-TZP will develop translucency and resistance to degradation.

研究分野：補綴理工系歯学

キーワード：ジルコニア CAD/CAM シリカ アルミナ 透光性 低温劣化 クラウン

1. 研究開始当初の背景

(1)近年、審美性や金属アレルギーの問題から歯科臨床でオールセラミッククラウンやブリッジが普及するようになった。また、CAD/CAM が発達し、歯科用セラミックスとしては極めて物性に優れたジルコニアが使用できるようになったこともオールセラミック修復の普及に貢献している。中でも、透光性をもつイットリア系ジルコニア (Y-TZP) のみで作製したフルカントゥアジルコニアのクラウンブリッジは、従来のジルコニアフレームに歯冠色陶材を焼き付けたものと比較して、作製が容易で陶材の剥離や破折の心配がないため臨床で多用されるようになってきた。

(2)透光性 Y-TZP は従来型 Y-TZP とは異なり、透光性向上のため劣化の抑制に有効なアルミナをほとんど含まない。そこで、透光性ジルコニアを口腔内で長期的に使用すると低温劣化による補綴装置の破折が懸念される。一方、我々はこれまでの研究で Y-TZP に微量のシリカを添加することで、低温劣化を抑制できることを明らかにした。そこで、微量のシリカを添加すれば、アルミナを含有しなくても劣化しにくい高透光性 Y-TZP を作製可能ではないかと考えた。

2. 研究の目的

本研究では、微量のシリカを添加し、アルミナをほとんど含まない Y-TZP ブロックを試作し、その透光性や低温劣化の影響について市販のジルコニア材料と比較検討することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) イットリアを 3 mol% または 6 mol% 含有し、アルミナを含有しないジルコニア粉末に、シリカを 0.12 wt% または 0.2 wt% 添加し、異なる焼成温度 (1450 °C, 1500 °C, 1600 °C) でそれぞれ焼結しジルコニアブロックを試作した。比較試料には市販の従来型 Y-TZP (inCorisZI) と高透光型 Y-TZP (inCorisTZI) を使用した。

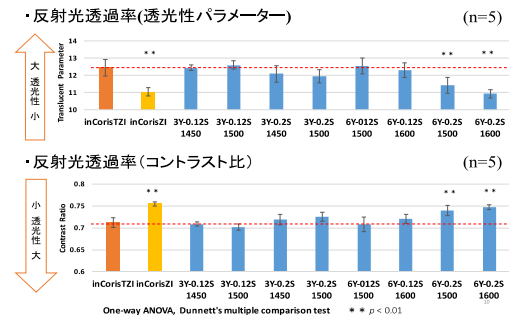
(2) 透光性は、分光測色計を用いて、試料のコントラスト比 (CR) と透光性パラメータ (TP) を評価した。また、紫外可視分光光度計を用いて波長 350 ~ 700 nm における試料の直接光透過率を測定し、555 nm における透過率を比較した。

(3) 134°C、2 気圧の水中環境下にて加速劣化試験を行った後、各試料の X 線回折を行い、劣化の指標となる単斜晶割合を測定した。また、劣化試験後の試料の 3 点曲げ強度 (ISO 6872) とピッカース硬度の計測を行った。

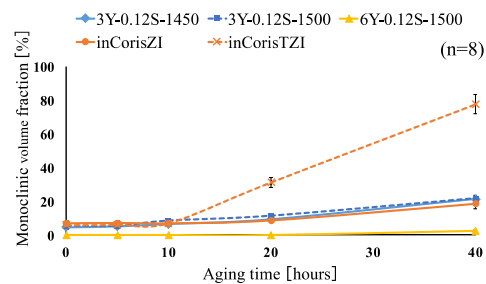
(4) 上記の実験で透光性と強度に優れた試作 Y-TZP (3Y-0.12S-1450) を完全焼結させたジルコニアブロックを歯科用 CAD/CAM にて加工してクラウンを製作し、支台歯との適合性を評価した後、万能試験機 (Instron5872) にて、破壊試験を行った。

4. 研究成果

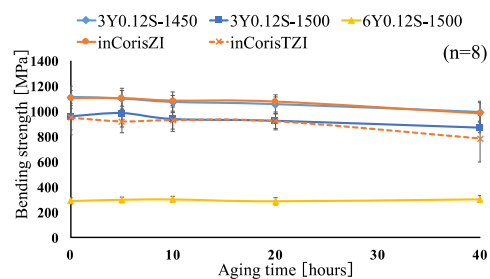
(1) 透光性は、シリカの添加量、イットリア含有量、焼結温度により変化した。イットリアを 3mol%, シリカを 0.12wt% 含む 1450 あるいは 1500 で焼結した試作 Y-TZP は、市販の高透光性ジルコニアと同等の透過性を示した。



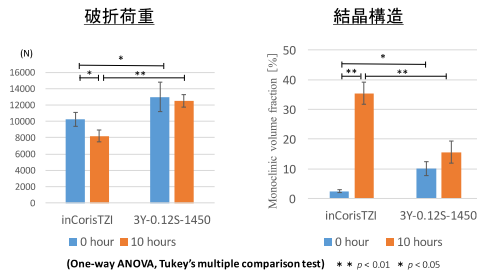
(2) X 線回折の結果から、劣化試験 20 時間後、40 時間後では市販高透光 Y-TZP の単斜晶割合がそれぞれ 31%, 77% と大きく増加したが、試作 Y-TZP 試料は 25% 以下であり、劣化前と大きな変化はなかった。



(3) 曲げ強度はイットリアを 6 mol% 添加した Y-TZP (300 MPa) が他の試料の 1/3 程度であった。イットリアを 3 mol% 添加し 1450 で焼結した Y-TZP は、市販のフレーム用ジルコニアとほぼ同じ曲げ強度を示した。ピッカース硬度は各試料で大きな差を認めなかった。



(4) 透光性、機械的強度に優れた試作 Y-TZP ブロックにより製作したクラウンの適合性は市販高透光 Y-TZP クラウンと同等であった。破壊荷重は、市販高透光 Y-TZP クラウンが劣化試験後に約 20% 低下したのに対し、試作 Y-TZP クラウンは劣化試験後も高い破壊荷重を有した。



(5)本研究で試作した高透光性ジルコニアは、市販の高透光性ジルコニアと同等の透光性を有するだけでなく、低温劣化を生じにくい性質をもち、今後の臨床応用が期待できる材料であることが示唆された。

<引用文献>

Miyazaki T, Nakamura T, Matsumura H, Ban S, Kobayashi T. Current status of zirconia restoration. J Prosthodont Res 2013; 57:235-261.

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)

[雑誌論文](計4件)

Nakamura T, Nakano Y, Usami H, Wakabayashi K, Ohnishi H, Sekino T and Yatani H. (2016): Translucency and low-temperature degradation of silica-doped zirconia: a pilot study. Dent. Mater. J. 35, 571-577. 査読有

Luo H, Tang X, Dong Z, Nakamura T, and Yatani H. (2016): The influence of accelerated aging on mechanical properties of veneering ceramics used for zirconia restorations. Dent. Mater. J. 35, 187-193. 査読有

Nakamura T, Sugano T, Usami H, Wakabayashi K, Ohnishi H, Sekino T and Yatani H. (2015): Fitting accuracy and fracture resistance of crowns using a hybrid zirconia frame made of both porous and dense zirconia. Dent. Mater. J. 34:257-262. 査読有

Tang X, Luo H, Bai Y, Tang H, Nakamura T, and Yatani H. (2015): Influence of multiple firings and aging on surface roughness, strength and hardness of veneering ceramics for zirconia frameworks. J. Dent. 43, 1148-1153. 査読有

[学会発表](計12件)

Nishida H, Nakamura T, Cho S.H., and Sekino T: Preparation of dental

zirconia material with fluorescent color of natural teeth. The 18th International Symposium on Eco-material Processing and Design. February 17-20, 2017, Okinawa, Japan.

中野芳郎, 岡村真弥, 西田尚敬, 中村隆志, 若林一道, 矢谷博文, 関野 徹: 低温劣化を抑制した半透明ジルコニア系ナノ複合セラミックブロックの開発. 附置研究所間アライアンス平成28年度若手研究交流会, 2016年11月9-10日, 札幌市, 北海道.

Nakamura T: Current concepts of CAD/CAM metal-free crowns. 2nd Annual Meeting of International Academy for Digital Medicine. September 3-4, 2016, Busan, Korea.

Nishida H, Sekino T, Okamura S, Wakabayashi K, and Nakamura T: Influence on phase constitution and fluorescence characteristics of zirconia by rare earth-activation. 2nd Annual Meeting of International Academy for Digital Medicine. September 3-4, 2016, Busan, Korea.

Okamura S, Nishida H, Wakabayashi K, Nakamura T, Sekino T, and Yatani H: Evaluation of fluorescent characteristics of dental zirconia. 2nd Annual Meeting of International Academy for Digital Medicine. September 3-4, 2016, Busan, Korea.

西田尚敬, 関野 徹, 岡村真弥, 中村隆志, 矢谷博文, 山本一世: 希土類賦活によるジルコニアの蛍光特性および構成相への影響. 第27回日本歯科審美学会学術大会, 2016年8月27,28日, 札幌.

中野芳郎, 中村隆志, 岡 雄造, 宇佐美博文, 西田尚敬, 若林一道, 関野 徹, 矢谷博文: 低温劣化がシリカ添加高透光性ジルコニアの機械的性質に及ぼす影響. 第67回日本歯科理工学会学術講演会, 2016年4月16-17日, 福岡市, 福岡県.

岡村真弥, 西田尚敬, 中野芳郎, 若林一道, 中村隆志, 関野 徹, 矢谷博文: ツリウム添加イットリア系ジルコニアの発光特性. 第67回日本歯科理工学会学術講演会, 2016年4月16-17日, 福岡市, 福岡県.

岡村真弥, 西田尚敬, 中野芳郎, 宇佐美博文, 若林一道, 中村隆志, 矢谷博文: ミストCVD法によるジルコニア表面へのシリカ成膜. 平成27年度日本補綴歯科学会関西支部学術大会. 2015年11月7-8日, 神戸市, 兵庫県.

Wakabayashi K, Hino T, Yamada K, Nakagawa K, Carbajal J, Nakamura T, Yatani H: The study of esthetic restoration using high translucent multi-layered zirconia 9th World Congress of International Federation of Esthetic Dentistry, November 5-7, 2015,

Cape Town, South Africa.

Nakano, Y., Nakamura, T.,
Wakabayashi, K., Yatani H.:
Translucency and aging resistance of
silica-doped dental zirconia. 16th
Biennial meeting of International
College of Prosthodontics, September
17-20, 2015, Seoul, Korea.

中野芳郎, 中村隆志, 菅野 剛, 宇佐美
博文, 若林一道, 矢谷博文: シリカ添加
ジルコニアの透光性. 第25回日本歯科審
美学会学術大会, 2014年11月22-23日,
高松市, 香川県.

〔図書〕(計 1 件)

中村隆志 (2016): CAD/CAM システムを
応用するクラウンの形成と技工. 歯科医
療 2016 年夏号, 22-28.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中村 隆志 (NAKAMURA Takashi)
大阪大学・大学院・歯学研究科・准教授
研究者番号: 20198211

(2) 研究分担者

関野 徹 (SEKINO Toru)
大阪大学・産業科学研究所・教授
研究者番号: 20226658

若林 一道 (WAKABAYASHI Kazumichi)
大阪大学・歯学部附属病院・助教
研究者番号: 50432547

矢谷 博文 (YATANI Hirofumi)
大阪大学・大学院歯学研究科・教授
研究者番号: 80175430