

令和 6 年 6 月 3 日現在

機関番号：27102

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2022～2023

課題番号：22K20999

研究課題名（和文）エナメル質と同じ摩耗性をもつ新規歯冠修復用素材の開発

研究課題名（英文）Development of novel tooth restorative material with similar wear property as human enamel

研究代表者

徳永 隼平（Tokunaga, Jumpei）

九州歯科大学・歯学部・特別研修員

研究者番号：00966658

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、エナメル質と同じ摩耗性をもつ歯冠修復用CAD/CAMブロックを開発することを目的とし、新規ポリマー含浸セラミックスを開発することを目的とした。新規ポリマー含浸セラミックスは、ジルコニアスラリーから作製された多孔質ブロックに、レジンを含浸・重合させることで作製した。作製した新規ポリマー含浸セラミックスの摩耗特性は、二体衝突滑走摩耗試験にて評価した。新規ポリマー含浸セラミックスの摩耗量は、市販のポリマー含浸セラミックスより高く、ジルコニアより低かった。この結果から、新規ポリマー含浸セラミックスはエナメル質の摩耗性に比較的近い可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、新規ポリマー含浸セラミックスの摩耗性が歯質に近い可能性があることが示された。この研究で得られた知見をもとに、新規歯冠修復用材料が開発されれば、天然歯に近い修復処置が可能となると考えられる。

研究成果の概要（英文）：The aim of this study was to develop a novel polymer-infiltrated ceramic network (PICN) material for mimicking tooth wear characteristics. The PICN was fabricated by polymer-infiltration and its polymerization. The wear properties of the PICN was evaluated in a two-body wear testing machine. The wear volume of the PICN was higher than that of commercially available PICN and lower than that of zirconia ceramic. These results suggested that the PICN may be relatively similar to the wear properties of enamel.

研究分野：歯科材料

キーワード：CAD/CAM 摩耗 エナメル質

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

歯冠修復物の力学的性質（硬さ、弾性係数、摩耗性など）がエナメル質のそれと一致しないことが原因で、種々の臨床的問題を招く。例えば、材料と歯質の硬さが大きく違う場合、材料または残存歯の摩耗が大きくなり、予後不良の原因となる。生体模倣の観点からもエナメル質と同じ性質をもつ材料で修復できることが理想的と考えられる。

現在、CAD/CAM システムの進歩発展に伴って、CAD/CAM 用歯冠修復材料としてセラミックスやコンポジットレジンが注目されている¹⁾。これら CAD/CAM 材料は優れた性質を持つものの、硬さ、弾性係数、摩耗性などの力学的性質はエナメル質のそれと大きく異なる。既存の CAD/CAM 材料は、生物学的生体適合性は優れているものの、歯冠修復材料としての力学的生体適合性は理想的ではない。また、ジルコニアや二ケイ酸リチウムガラスセラミックスなどの高強度セラミックスは、優れた強度と耐久性をもつため、注目されているが、摩耗性はエナメル質を大きく上回り、対合する生活歯を大きく摩耗させる危険性がある。

ポリマー含浸セラミックスは、多孔質構造をもつセラミックスに、レジンモノマーを含浸・重合硬化して作製される²⁾。CAD/CAM 用ブロックとして、歯冠修復物に応用されている材料である。ポリマー含浸セラミックスは、硬さや弾性係数などの力学的性質が比較的エナメル質や象牙質などの歯質に近いという特徴を有する。そのため、世界的には注目されており、クラウン、インレー、エンドクラウンに用いられている。ポリマー含浸セラミックスの硬さや弾性係数は比較的にエナメル質や象牙質に近似していると考えられている。一方、ポリマー含浸セラミックスの摩耗性については不明な点が多く、摩耗性がエナメル質と一致する材料は開発されていない。

2. 研究の目的

本研究では、エナメル質と同じ摩耗性をもつ歯冠修復用 CAD/CAM ブロックを開発することを目的とし、新規ポリマー含浸セラミックスを開発することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 新規ポリマー含浸セラミックスの作製と評価

新規ポリマー含浸セラミックスは次の方法で作製した。まず、ジルコニア粒子を蒸留水に添加し、混合・攪拌することでジルコニアスラリーを調製した。ジルコニアスラリーを型枠に流し込み、30 の温度で十分に乾燥させることで成形体を得た。ジルコニア成形体を室温から 1200 まで徐々に昇温し、その温度で焼成した。得られた多孔質ジルコニアブロックに、ウレタンジアクリレートを主成分とするアクリル系ベースレジンモノマー液に浸漬し、多孔質ジルコニアの内部まで十分にレジンを含浸するまで室温で静置した。レジンを含浸したブロックを 80 の密閉乾燥器に入れ、1 日間の加熱重合を行うことで、新規ポリマー含浸セラミックスを得た。

また、比較試料として、作製した円柱状の新規ポリマー含浸セラミックスを板状にスライスし、表面を耐水研磨紙を用いて #2000 まで研磨した。これを摩耗性の評価試料とした。比較試料としてジルコニア (e.max ZirCAD) と市販のポリマー含浸セラミックス (Vita Enamic) を用いた。比較試料も同様の方法で摩耗性の評価試料を作製した。

(2) 摩耗性の評価

試料の摩耗性の評価は、二体衝突滑走摩耗試験を用いた。ディスク状の各試料を即時重合レジンを用いて固定用アクリルリングに包埋した。これを、二体衝突滑走摩耗試験 (ボールオンディスク滑り摩耗装置, TOKYO GIKEN, Tokyo, Japan) に設置した。アンタゴニストとして、ヒトエナメル質またはステンレス (SUS304) を用いた。エナメル質は、摩耗試験に規格化させるため、特殊工具を用いて円柱状に切り出して使用した。ステンレスは、半径 1mm の半球状のロッドを用いた。試料を 37 の水中に浸漬させ、垂直加圧を 0.5MPa、水平変位を 2 mm (2 Hz) に設定して摩耗させた。摩耗させた試料表面は所定のサイクルで停止させ、摩耗面をシリコン印象材 (JM SILICONE, NISSIN, Kyoto, Japan) を用いて印象採得した。この印象体の形状をデジタルマイクロスコープ (VHX-5000, KEYENCE CORPORATION, Osaka, Japan) にて 3 次元計測し、画像解析することで摩耗体積を算出した。

4. 研究成果

アンタゴニストにエナメル質を用いた場合、摩耗回数が増えるに従って、エナメル質の破損や破壊が見られた。また、試料間の誤差が大きく、実験が困難であった。そのため、本実験ではステンレスアンタゴニストにて実験を行うことにした。ステンレスアンタゴニストにて摩耗させた場合、新規ポリマー含浸セラミックスの摩耗量は、摩耗回数とともに線形的に増加した。摩耗回数が 5 万回以上になると摩耗量が僅かしか変化しなくなった。そのため、摩耗回数を 5 万回に固定して、比較試料と摩耗量を比べた。各試料の摩耗量は、新規ポリマー含浸セラミックスが約 0.4mm³、市販のポリマー含浸セラミックスが 0.3mm³、ジルコニアは摩耗量が少なく、計測下限値を下回った。先行研究³⁾によると、ポリマー含浸セラミックスの摩耗性は、比較的にエナメル質に

近いことが示されている。この知見に当てはめて実験結果を解釈すると、新規ポリマー含浸セラミックスの摩耗性は、エナメル質と同等または少し低いことが推測される。ただし、今回の実験ではアンタゴニストにエナメル質を用いていないことや比較試料にエナメル質がないため、詳細は不明である。今後、新規ポリマー含浸セラミックスの硬さなどの力学的性質とあわせて評価することで、摩耗性を明らかにする必要があると考えられる。

参考文献

- 1) Aswal, G. S., Rawat, R., Dwivedi, D., Prabhakar, N., Kumar, V.: Clinical outcomes of CAD/CAM (lithium disilicate and zirconia) based and conventional full crowns and fixed partial dentures: A systematic review and meta-analysis, *Cureus*, 15: e37888, 2023.
- 2) 池田 弘, 清水 博史: CAD/CAM 用ポリマー含浸セラミックスの現状と将来展望, *日本歯科理工学会誌*, 42: 111-117, 2023.
- 3) Tokunaga, J., Ikeda, H., Nagamatsu, Y., Awano, S., Shimizu, H.: Wear of polymer-infiltrated ceramic network materials against enamel, *Materials*, 15: 2435, 2022.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------