

Title	高強度生体活性セラミックスの合成に関する研究
Author(s)	春日, 敏宏
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3067974
DOI	10.11501/3067974
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏 名 かつ 春 が 日 とし 敏 ひろ 宏

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 0 8 3 8 号

学 位 授 与 年 月 日 平 成 5 年 5 月 27 日

学 位 授 与 の 要 件 学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当

学 位 論 文 名 高強度生体活性セラミックスの合成に関する研究

論文審査委員 (主査)
教 授 新 原 皓 一

教 授 城 田 靖 彦 教 授 横 山 正 明 教 授 柳 田 祥 三

教 授 足 立 吟 也 教 授 高 椋 節 夫

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、生体骨と化学結合する機能（生体活性）を有し、かつ機械的強度に優れた新しい複合セラミックスの合成に関する一連の研究をまとめたもので、以下の5章から構成されている。

第1章では、生体硬組織置換材料としての生体活性セラミックスの有用性と、機械的強度が極めて低いという問題点を説明し、本研究の目的と意義、ならびに各章の概要について述べている。

第2章では、機能を持たせるためのベースとするセラミックスとして結晶化ガラスに着目し、生体活性機能の発現に必要な成分とその含量を in-vitro 法により調べ、高い生体活性の達成には $\text{CaO-SiO}_2\text{-P}_2\text{O}_5$ を中心とする系の結晶化ガラスが好適であることを明らかにしている。

第3章では、第2章の結果をもとに決定した生体活性の高い結晶化ガラス粉末と、生体親和性に優れかつ高靱性な正方晶ジルコニア粉末の混合粉末をホットプレス焼結することにより、アルミナセラミックスと同等、あるいはそれ以上の強度を持つ生体活性セラミックスが合成可能であることを明らかにしている。この複合セラミックスは、結晶化ガラスとジルコニアが絡みあったマイクロ複合組織からなっており、その高強度性（曲げ；500～800MPa）と高靱性（破壊靱性 K_{IC} ；2.5～4 MPa $\cdot\text{m}^{0.5}$ ）は、主として、クラックがジルコニア粒子を伝播する際に生じる大きなエネルギー消費に起因していることを見出している。さらに、任意形状の高強度バイオセラミックスの合成を可能にするため、熱間等方加圧成形法を用いて完全な緻密体を得るための諸条件（とくに原料粉末の焼結性の制御法）を明らかにしている。

第4章では、犬を用いた埋入実験により、本複合セラミックスの生体内での機能、強度の変化について検討し、ジルコニアを30%含む複合セラミックスの生体活性が、ジルコニアを含まない結晶化ガラスと同等であること、実験範囲内で強度の低下が全く見られなかったことを確認している。

第5章では、本研究の主要な成果についてまとめている。

論文審査の結果の要旨

最近、セラミックスを人工骨や人工歯根用の材料として実用化することが強く望まれている。その為には生体骨と化学結合する機能（生体活性）を有するセラミックスの強度と長期安定性を、生体活性を損なうことなく飛躍的に改善することが必要である。本論文は、この問題をマイクロ複合組織の構築により克服することを目的に行った、新しい複合セラミックスの合成に関する一連の研究をまとめたもので、主な成果は以下の通りである。

- (1) 複合セラミックスの合成にあたり、まず、機能を持たせるための基本となる素材として結晶化ガラスに着目し、生体活性の高い結晶化ガラスがCaO-SiO₂-P₂O₅を中心とする系で得られることを明らかにした上で、これを最終的に動物実験によって確認している。
- (2) この生体活性の高い結晶化ガラスと、生体親和性に優れかつ高靱性な正方晶ジルコニアの混合粉末をホットプレス焼結することにより、Al₂O₃セラミックスと同等、あるいはそれ以上の強度と靱性（強度；500～800MPa、靱性；2.5～4.0MPam^{0.5}）を持つ複合セラミックスの合成に成功している。
- (3) 詳細な微構造観察から、本複合セラミックスは結晶化ガラスとジルコニアが複雑に絡みあったマイクロ複合組織からなっており、その高強度および高靱性は、主として、クラックがジルコニア粒子を伝播する際に生じる大きなエネルギー消費に起因することを明らかにしている。
- (4) さらに、熱間等方加圧成形法を用いて完全な緻密体を得るための諸条件を明らかにし、人工骨や人工歯根に適用する時に必要となる、任意形状の高強度複合セラミックスの製造プロセスの開発に成功している。
- (5) 犬の大腿骨頭部に埋入する方法により、本複合セラミックスの生体活性機能を評価し、ジルコニアを30%含む複合セラミックスの生体活性が、ジルコニアを含まない結晶化ガラスと同等であることを確認している。
- (6) また、本複合セラミックスを犬の背部真皮下に長期に埋入した後の強度変化について調べ、生体内でも強度の低下が見られないことを明らかにしている。

以上のように、本論文は、生体活性と高強度性を両立させたバイオ複合セラミックスの材料設計・開発に関し多くの有用な知見を見いだしており、セラミックス工学、バイオ材料工学、プロセス工学の今後の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。