

氏 名	チョウ 趙	ソン 晟	ベク 佰
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)		
学 位 記 番 号	工 博 第 1627 号		
学位授与の日付	平 成 9 年 3 月 24 日		
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当		
研究科・専攻	工 学 研 究 科 工 業 化 学 専 攻		
学 位 論 文 題 目	STUDIES ON BIOACTIVITY OF SILICA (シリカの生体活性に関する研究)		

論文調査委員	(主 査)			
	教 授 小 久 保 正	教 授 曾 我 直 弘	教 授 八 尾 健	

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、骨と結合する生体活性材料を設計する指針を明らかにする目的で、多くのセラミックスの基礎成分となっているシリカについて、その構造と生体活性の関係を追究した結果をまとめたものであり、8章からなっている。

第1章は序論であり、本研究の背景と目的と述べている。すなわち、人工材料が骨と結合する生体活性を示すための条件は、生体内でその表面に骨類似のアパタイト層を形成することであり、このアパタイト層の形成には材料中のシリカが重要な役割を果たすことが明らかにされているが、シリカの構造とアパタイト層形成の関係は未だ明らかでないことを指摘している。さらに、生体内での材料表面のアパタイト形成は、ヒトの体液にはほぼ等しい無機イオン濃度を有する擬似体液中でも再現できることを述べている。

第2章では、テトラエトキシシランをポリエチレングリコール存在下で加水分解、重縮合させた後、その構造を加熱処理により構造を変化させたシリカゲルについて、その表面でのアパタイト形成を擬似体液中で調べた結果を述べている。同シリカゲルは800℃以下で加熱処理された場合にはアパタイトを形成するが、900℃以上で加熱処理された場合にはアパタイトを形成しないことを明らかにし、この原因は、加熱処理によりシラノール基が失われるためであることを示している。

第3章では、テトラエトキシシランを、水、ポリアクリル酸含有水溶液、ポリエチレングリコールを含有水溶液などの異なる溶媒中で加水分解、重縮合させることにより、構造を変化させたシリカゲルについて、その表面でのアパタイト形成を擬似体液中で調べた結果を述べている。これらシリカゲルはいずれもほぼ同量のシラノール基を有するにもかかわらず、ポリエチレングリコール存在下で調製したシリカゲルだけがアパタイトを形成することを明らかにし、シラノール基の構造によりアパタイト形成能が異なることを示している。

第4章では、ポリエチレングリコール存在下で調製した後、その細孔構造を酸及びアルカリ水溶液で変化させたシリカゲルについて、その表面でのアパタイト形成を擬似体液中で調べた結果を述べている。こ

れらシリカゲルはいずれもアパタイトを形成することを明らかにし、細孔構造により、アパタイト形成能が変化しないことを示している。

第5章では、第3章の方法で調製したシラノール基の構造の異なる3種のシリカゲルについて、その表面でのアパタイト形成をカルシウムイオンを過剰に含む擬似体液中で調べた結果を述べている。このような環境下では、いずれのシラノール基もアパタイト形成能を示すことを明らかにし、CaOとSiO₂を共に含む材料は、体液環境下で容易にその表面にアパタイト層を形成することを示している。

第6章では、有機高分子基板を第3章の方法で調製した3種のシリカゲルと向かい合わせ、0.5 mmの距離をおいて擬似体液に浸漬した後、擬似体液の1.5倍のイオン濃度を有する水溶液中に浸漬し、高分子基板上でのアパタイト形成能を調べた結果を述べている。シリカゲルから溶出し、高分子基板上に吸着されたケイ酸イオンは、もとのシリカゲルの構造によらず、いずれもアパタイト形成能を示すことを明らかにしている。

第7章では、それ自体ではアパタイト形成能を示さない結晶化ガラスについて、これを酸あるいはアルカリ水溶液で処理した後、その表面でのアパタイト形成を擬似体液中で調べた結果を述べている。同結晶化ガラスも酸処理により、その表面にシラノール基を形成させれば、アパタイトを形成するようになることを明らかにしている。この方法により高強度セラミックスに生体活性を付与することが可能なことを示している。

第8章では、本研究で得られた結果を総括している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、生体内で表面にアパタイトを形成し、骨と結合する材料、すなわち生体活性材料を設計する基礎的指針を明らかにするために、多くのセラミックスの基礎成分であるシリカについて、その構造と擬似体液中におけるアパタイト形成能の関係を追究した結果をまとめたものであり、得られた主な成果は次の通りである。

1. シリカゲルはシラノール基の量が増加するにつれ、大きいアパタイト形成能を示すことを明らかにした。
2. シリカゲルのアパタイト形成能は、細孔構造によらず、シラノール基の構造により変化することを明らかにした。
3. カルシウムを過剰に含む環境下では、いずれの構造のシラノール基もかなり大きいアパタイト形成能を示すことを明らかにした。
4. シリカゲルから溶出し、高分子基板上に吸着したケイ酸イオンも大きいアパタイト形成能を示すことを明らかにした。
5. それ自体ではアパタイト形成能を示さない結晶化ガラスでも、酸処理などにより、その表面にシラノール基を形成させれば、アパタイトを形成するようになることを明らかにした。

要するに、本論文はシリカの構造と、擬似体液中におけるアパタイト形成能の関係を追究することにより、生体活性を示す材料を設計する指針を明らかにしたものであって、学術上、實際上寄与するところが

少なくない。よって本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また平成9年2月21日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。