

課題番号 : F-18-KT-0178  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : アパタイト核の複合化による生体活性骨修復材料の開発  
Program Title(English) : Development of bioactive materials by combination with apatite nuclei  
利用者名(日本語) : 藪塚武史, 吉岡拓哉  
Username(English) : T. Yabutsuka, T. Yoshioka  
所属名(日本語) : 京都大学大学院エネルギー科学研究科  
Affiliation(English) : Graduate School of Energy Sci., Kyoto Univ.  
キーワード/Keyword : 生体関連セラミックス、複合材料、成膜・膜堆積、表面処理、形状・形態観察、分析

## 1. 概要(Summary)

セルロースナノファイバーは、軽量、高強度、低熱膨張性を併せ持つ植物由来材料であり、近年様々な産業分野で注目を集めている。このセルロースナノファイバーに生体活性を付与することができれば、適度な強度と弾性率、骨伝導性の3点を併せ持つ新規骨修復材料への展開が期待できる。本研究では、体液またはSBF中で高活性にアパタイト形成を誘起するアパタイト核[1]のゼータ電位を京都大学ナノテクノロジーハブ拠点所有のゼータ電位・粒径分布測定システムで評価し、アパタイト核をセルロースナノファイバー母材に導入することで、セルロースナノファイバーへのアパタイト形成能付与条件の最適化を試みた。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

ゼータ電位・粒径分布測定システム

### 【実験方法】

ヒトの血漿とほぼ等しい無機イオン濃度を有する擬似体液(SBF) [2]を調製し、アパタイト核[1]を析出させた。得られたアパタイト核のゼータ電位をゼータ電位・粒径分布測定システムを用いて評価した。

得られたアパタイト核を0 wt%、1 wt%、5 wt%、10 wt%、20 wt%の重量割合でスラリー状のセルロースナノファイバーに混合し、金型を用いて一軸加圧成型を行い、50 °Cの恒温槽にて乾燥させた。得られたアパタイト核とセルロースナノファイバーの複合体をダイヤモンドカッターにより切断して表面を研磨し、試験片とした。

得られた試験片を36.5 °C、pH 7.4のSBFに浸漬し、アパタイト形成能を評価した。試験片表面を電界放出型走査型電子顕微鏡(FE-SEM)、エネルギー分散型

X線分析装置(EDX)、薄膜X線回折測定装置(TF-XRD)を用いて観察および分析を行った。

ゼータ電位評価は京都大学ナノテクノロジーハブ拠点所有のゼータ電位・粒径分布測定システムを用いて行った。その他の実験工程は、京都大学大学院エネルギー科学研究科所有の装置を用いて行った。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

複合体に対して0 wt%、1 wt%、5 wt%のアパタイト核を混合した試験片では、SBFに7日間浸漬後、試験片表面にアパタイト薄膜の形成は観察されなかった。一方、10 wt%の試験片ではSBF浸漬4日後、20 wt%の試験片ではSBF浸漬1日後において試験片表面が骨類似アパタイトに特徴的な鱗片状の結晶で被覆され(Fig. 1)、EDXにおけるCaとPのピーク強度が大きく増加した。さらに、TF-XRDにおいて、アパタイトの回折ピークが強く検出された。

これらの結果から、10 wt%以上のアパタイト核をセルロースナノファイバーに添加することで良好なアパタイト形成能を示すことが分かった。

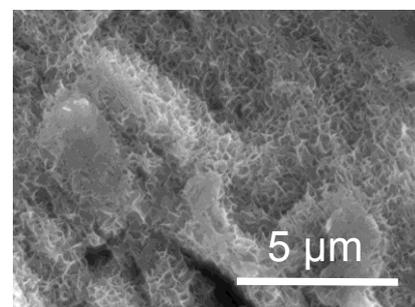


Fig. 1 SEM image of the surface of 10 wt% apatite nuclei-cellulose nanofiber composite after soaking in SBF for 1 day.

#### 4. その他・特記事項 (Others)

##### ・参考文献

[1] T. Yao et al., U.S. Patent, (2012) 8178066, Japanese Patent, (2012) 5261712.

[2] T. Kokubo et al., Biomaterials **27**, (2006) 2907.

・JSPS 科学研究費補助金挑戦的研究(萌芽)「骨組織の三次元構造に倣う生体活性セルロースナノファイバー人工骨の創成」

#### 5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) T. Yoshioka, T. Yabutsuka, S. Takai, T. Yao, Key Eng. Mater. 30, (2018) 65.

(2) T. Yoshioka, T. Yabutsuka, S. Takai, T. Yao, Key Eng. Mater., in press.

(3) 吉岡拓哉, 藪塚武史, 高井茂臣, 八尾 健, 第 39 回日本バイオマテリアル学会大会予稿集, (2017) 85.

(4) T. Yoshioka, T. Yabutsuka, S. Takai, T. Yao, Abstract Book 17th Asian Bioceramics Symposium, (2017) O-13.

(5) 吉岡拓哉, 藪塚武史, 高井茂臣, 八尾 健, セルロース学会第 25 回年次大会講演要旨集, (2018) 160.

(6) 吉岡拓哉, 藪塚武史, 高井茂臣, 第 13 回日本セラミックス協会関西支部学術講演会講演予稿集, (2018) 74.

(7) 吉岡拓哉, 藪塚武史, 高井茂臣, 日本バイオマテリアル学会第 13 回関西若手研究発表会, (2018) P-15.

(8) T. Yoshioka, T. Yabutsuka, S. Takai, T. Yao, Abstract and Programme 18th Asian Bioceramics Symposium, (2018) 36.

(9) T. Yoshioka, T. Yabutsuka, S. Takai, T. Yao, Book of Abstract Bioceramics30, (2018) 73.

(10) 吉岡拓哉, 藪塚武史, 高井茂臣, 第 40 回日本バイオマテリアル学会大会予稿集, (2018) 220.

(11) 吉岡拓哉, 藪塚武史, 高井茂臣, 第 24 回日本アパタイト研究会講演抄録集, (2018) 27.

(12) 吉岡拓哉, 藪塚武史, 高井茂臣, 第 22 回生体関連セラミックス討論会講演予稿集, (2018) 10.

(13) 吉岡拓哉, 藪塚武史, 高井茂臣, ニューセラミ

ックス懇話会第 235 回特別研究会, (2018).

(12) T. Yoshioka, T. Yabutsuka, S. Takai, 2019 Ajou-Kyoto-Zhejiang Joint Symposium on Energy Science, (2019), 23.

#### 6. 関連特許 (Patent)

(1) 八尾 健, 日比野光宏, 山口誠二, 岡田英孝, “リン酸カルシウム類微粒子を安定化させる方法, それを利用したリン酸カルシウム類微粒子の製造方法, およびその利用”, 特許第 5261712 号, 米国特許第 8178066 号, 平成 18 年 8 月 15 日出願.

(2) 八尾 健, 日比野光宏, 藪塚武史, “生体活性複合材料の製造方法”, 特許第 5252399 号, 米国特許第 8512732 号, 平成 19 年 6 月 19 日出願.