

シロキサン含有バテライト/ポリ乳酸複合体マイクロビーズのイオン徐放挙動

(名工大院) ○中村仁, 小幡亜希子, 春日敏宏

Ions releasing behavior of siloxane-containing vaterite/poly (lactic acid) hybrid microbeads / ○ J. Nakamura, A. Obata, T. Kasuga (Nagoya I. T.) / Abstract: Siloxane-containing vaterite (SiV) / Poly (L-lactic acid) (PLLA) hybrid (SiPVH) beads of ~100 μm diameter were prepared using an electrospray method. Interconnected pores were observed inside of the beads that could allow the penetration of fluid within the whole structure. The beads were found to release 0.5 mg/L/day of ionic silicon species up to 7 days of soaking. The ²⁹Si NMR spectra showed these silicon species to have T⁰ and T¹ structures, indicating the species to be composed of monomeric or dimeric APTES molecules.

【緒言】微量なシリコンイオン種は骨芽細胞を遺伝子的に活性化し、増殖・分化を促進するとの報告がある。またカルシウムは骨再生の必須元素である。本研究では注入型骨修復材への応用をめざし、これらの無機イオンが徐放可能なビーズ状スキャホールドの作製を検討している。シロキサン含有バテライト(SiV)は当研究室で開発した直径 約 1 μm の球状粒子であり、上記イオンを溶出可能である。また SiV とポリ乳酸(PLLA)との複合体(以降 SiPVH) は、マウス骨芽細胞様細胞を播種した際、その増殖・分化を促進することを報告している。エレクトロスプレー法は高分子溶液に高電圧を印加した際、帯電により微細な液滴へと分裂する現象を応用した粒子作製法であり、粒径分布が狭い粒子の作製に有効である。本研究では、エレクトロスプレー法により SiPVH ビーズを作製し、Tris 緩衝溶液(pH7.4)中でのイオン徐放挙動を評価した。

【実験】SiV 粒子はメタノール、Ca(OH)₂、蒸留水、およびアミノプロピルトリエトキシシラン (APTES) の混合液を用い、炭酸ガス化合法により作製した。この SiV 粒子 10 g を 10 ml の蒸留水に 1 d 浸漬し、浸漬液の ²⁹Si NMR スペクトルを測定した。SiV 粒子および PLLA を 200 °C にて加熱混練し SiPVH を作製した。これをクロロホルムと混合することでスラリーとし、エレクトロスプレー法により SiPVH ビーズを作製した。このビーズ 50 mg を 10 ml の Tris 緩衝溶液中に 7 d 浸漬し、浸漬液中の Si⁴⁺及び Ca²⁺濃度を ICP-AES にて測定した。

【結果と考察】作製した SiPVH ビーズは直径約 100 μm の球形状を有していた。ビーズ内部には連通孔を持った PLLA マトリックスが形成されており、PLLA 中には SiV 粒子が均一に埋包されていた。この孔の直径はビーズの SiV 含有量の減少に伴い減少し、10 wt%では直径数 100 nm となった。この孔はエレクトロスプレーの際、ビーズからの溶媒揮発に伴い生成する。SiV 含有量の低下によりスラリー粘性が低下し、乾燥時において円滑な体積収縮が生じたため孔が縮小したと推測される。SiV 含有量が 10 wt%の SiPVH ビーズを Tris 緩衝溶液に浸漬した際、0.5 mg/L/day の Si⁴⁺イオン種ならびに 2.9 mg/L/day の Ca²⁺イオンを徐放した。SiV 含有量が 20 wt%以上のものでは浸漬 12 h までに両イオンの急激な溶出が見られた。SiV 浸漬後の蒸留水の ²⁹Si NMR スペクトルでは、-42 および -51 ppm 近傍にそれぞれ T⁰ および T¹ に帰属されるピークが見られた。このことから、SiV から溶出されるシリコンイオン種は APTES モノマー、あるいはダイマーであることが分かった。これらのシリコンイオン種の化学構造は、材料上での細胞増殖・分化挙動に影響を与えうると推測される。