

ナノバイオ応用を目指した金/酸化鉄磁性複合ナノ粒子の合成

(阪大産研) 清野 智史、楠瀬 尚文、関野 徹

(阪大院工) 木下 卓也、垣見 勇樹、河部 好信、飯田 順一、中川 貴、山本 孝夫

緒言

磁性粒子を生体分子の分離・分析・診断などのバイオ分野へ応用する研究が近年活発化している。マイクロサイズの粒子は生体分子の磁気分離用ビーズとして既に市販されているが、目的とする生体分子ごとに高分子等による粒子表面修飾が必要であり汎用性に欠ける。われわれは、数十ナノメートルサイズの磁性粒子表面に微小な金粒子が担持した複合ナノ粒子を、放射線あるいは超音波を利用して水溶液中で合成することに成功した^[1,2]。この金/酸化鉄磁性複合ナノ粒子は、金が S-Au 結合を介して生体分子と結合でき、さらに外部磁場による分離回収操作が可能であるので、様々なバイオ応用に汎用的に利用できる磁性材料として期待される。本研究では、ガンマ線及び超音波を利用した金/酸化鉄磁性複合ナノ粒子の合成プロセスの開発及びバイオ応用に向けた磁気分離特性の評価を行った。

実験

金イオン水溶液に、製造業者より購入した磁性酸化鉄ナノ粒子(平均粒径 26nm)を、若干量のアルコール・ポリマーと共に分散させ、出発原料水溶液とした。この水溶液にガンマ線(⁶⁰Co 線源、2~3 kGy/h、3 時間)もしくは超音波(200 kHz、200W、30 分)を照射することで複合ナノ粒子分散液を得た。得られた分散液に磁気分離操作を行い、磁性成分から複合ナノ粒子を得た。酸化鉄と金の複合化は、TEM、XRD、UV-vis 吸光度分析等で確認した。磁気特性評価は SQUID 磁化計で、水中での分散性評価は動的光散乱による粒度分布測定を行った。生体分子の磁気分離特性は、含硫アミノ酸及び SH 基修飾した ssDNA を用いて評価した。

結果・考察

合成した複合ナノ粒子の TEM 写真の一例を図1に示す。微小な金粒子が酸化鉄表面に分散して担持した構造であることを確認した。ガンマ線もしくは超音波照射により、水の分解で生成した還元性活性種(水和電子、H ラジカル、アルコールラジカル)によって金イオンが還元され、金ナノ粒子となり酸化鉄表面に担持する。ガンマ線もしくは超音波照射下において、水溶液中に還元種が同時多発的に均一に生成するので、極めて良好な還元反応場が得られることが特徴である。出発原料の比率、濃度等を変化させることで、金粒子の粒径及び金の担持率を制御可能である。磁気特性を評価より、本磁性複合ナノ粒子は強磁性を示し、また残留磁化がほとんど無いことを確認した。磁気分離操作を繰り返し余剰なポリマーを除去することで、複合ナノ粒子の二次粒子径は 150~200nm 程度まで低減し、水中で良好な分散性を示すことが分かった。

得られた複合ナノ粒子の生体分子吸着・分離特性を評価した。2 種の含硫アミノ酸を含めた 17 種のアミノ酸と複合粒子を水溶液中で混合し、磁気分離を行った。複合粒子中の金粒子の表面積増加に伴い、含硫アミノ酸の吸着量が増加することを確認した。また含硫アミノ酸が選択的に粒子に吸着し、他のアミノ酸がほとんど吸着しないことを確認した。また、SH 基修飾した ssDNA の吸着特性評価では、市販マイクロ磁気ビーズと比較して、4~15 倍程度の吸着特性を有することを確認した。以上の結果は、我々の粒子が硫黄を含む生体分子を選択的に磁気分離する材料として実用化できる可能性を示す。

参考文献

- [1] S. Seino, et. al., Chem. Lett. 32, 690 (2003).
 [2] Y. Mizukoshi, et. al., Ultrasonics Sonochemistry 12, 191 (2005).

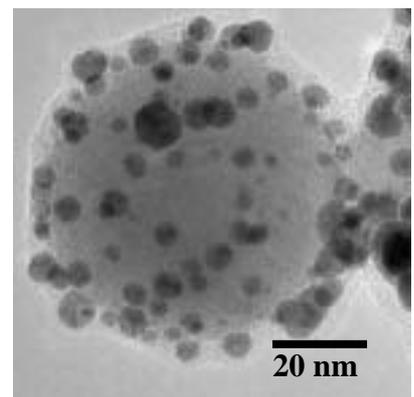


図1 ガンマ線で合成した
金/酸化鉄複合ナノ粒子

せい の さとし、くすのせ たかふみ、せきの とおる、きのした たくや、かきみ ゆうき、かわべ よしのぶ、いいだ じゅんいち、
 なかがわ たかし、やまもと たかお