

放射性核種移行挙動に対する微生物影響因子の分子科学的研究

(2) 有機分子の吸着によるナノ粒子の凝集機構への影響評価

Molecular Science for the role of microorganisms governing migration of radionuclides

(2) Effects of Organic Molecules on the Aggregation of CeO₂ Nanoparticles

*中野 友里子¹, 宇都宮 聡¹

¹九州大学大学院理学研究員化学部門

本研究では糖、アミノ酸及びリン酸の吸着によるコロイド凝集挙動への影響を実験的に評価し、糖の吸着はリン酸の吸着を促進し、アミノ酸の吸着は ζ 電位のみを変化させる効果があった。細胞外放出物の吸着による凝集抑制効果は主にリン酸の静電反発によることが分かった。

キーワード: 凝集挙動, 有機物質, 吸着, ζ 電位

1. 緒言

地下水において放射性核種などの有害元素はナノ粒子のコロイドに吸着することで移行が促進される。^[1]コロイドの移行速度はその粒径に依存し、粒径は凝集によって変化するため地下水の組成に依存する。凝集挙動に関与する因子の一つとして地下水中に多量に存在している微生物が放出する細胞外高分子物質 (EPS) の影響は大きいと考えられる。EPS にはさまざまな成分が含まれているが、そのうちリン酸と多糖、タンパク質などが CeO₂ ナノ粒子 (CeNPs) に吸着し、またこれにより凝集抑制されることが確認されている。^[2]しかし吸着した EPS 成分がどのように凝集挙動に関与しているかは未解明である。そこで本研究では EPS の吸着による凝集抑制効果のメカニズムの理解につなげるために糖とリン酸の吸着による凝集挙動への影響を実験的に明らかにすることを目的とした。

2. 実験

本研究では、四種類の糖 D-glucose、D-maltose、stachyose、 α -cyclodextrin、及び二種類のアミノ酸 L-glutamic acid、L-histidine を用いた吸着、凝集実験を室温、pH 6.0、イオン強度 1-1000 mM NaCl の条件で行った。有機物もリン酸も含まない系 (control)、糖のみの系 (type S)、アミノ酸のみの系 (type A)、リン酸と糖の混合系 (type S+P)、リン酸とアミノ酸の混合系 (type A+P)、リン酸のみの系 (type P) に CeNPs を加えて反応させた。各系に関して UV-Vis を用いた濁度の経時変化及び凝集速度の解析、溶液組成分析に基づくリン酸及び有機物の CeNPs への吸着量の定量、粒子の ζ 電位測定を行った。

3. 結果と考察

濁度の経時変化及び凝集速度測定からリン酸を含む系では凝集が抑制され、リン酸吸着による静電斥力の効果を示唆した。glucose とリン酸の混合系では凝集速度が他の系より小さくなっていった。液相分析から有機物とリン酸の混合系におけるリン酸の吸着量はリン酸のみの系の吸着量の 1-1.5 倍になることが分かった。 ζ 電位測定からリン酸の吸着量が増加しているにもかかわらず type S+P は type P と同じ結果となった。これは糖の吸着により粒子のすべり面の面積が大きくなりすべり面における電荷密度がリン酸のみが吸着した場合の電荷密度と同程度になったためと考えられる。また pH 3-6 で type A+P は type P よりも ζ 電位の絶対値が小さくなっていった。これはアミノ酸が両性イオンであるため電気二重層の厚みが小さくなったためと考えられる。以上のことから糖の吸着はリン酸の吸着を促進し、アミノ酸の吸着は ζ 電位のみを変化させる効果があった。ESP の吸着による凝集抑制効果は主にリン酸の静電反発によることが分かった。

参考文献

[1] A.P. Novikov *et al.*, 2006, *Science* 314 (5799) 638-641

[2] S. Masaki *et al.*, submitted

*Yuriko Nakano¹ and Satoshi Utsunomiya¹

¹ Kyushu University Department of Chemistry