

コロイドの安定性に関わる分散・凝集について

鈴木正哉¹⁾

1. はじめに

小さな粒子は溶液中に散らばった分散状態であったり、または粒子同士がくっついてより大きな粒子となる凝集を起こしたりしており、その結果として粒子の大きさが異なってくる。コロイドによる核種移行を考える上で、まず第一に検討すべき問題はこのような粒子サイズである。一般的に粒子サイズの検討は、一次粒子を対象として扱われることが多いが、実際の地下水中での挙動を検討する上では一次粒子同士の凝集や分散が重要な要因となってくる。なぜなら元々は $0.1\mu\text{m}$ の粒子であってもそれが凝集し $10\mu\text{m}$ 程度の大きさの粒子となると、粒子は沈澱したりあるいは岩石の割れ目に引っ掛かるなどして、コロイドとしての移行促進効果を失うことになるからである。それゆえコロイドとして考えられる粒子(粘土などの無機コロイド・腐植等の有機コロイド・微生物・真性コロイド)同士の分散・凝集効果だけでなく、異なる種類のコロイドによる相互の効果も検討すべきである。今回は腐食物質および粘土鉱物の分散・凝集効果についてその一部を紹介する。

2. 腐植物質の研究例

腐植物質の凝集の研究例として、CuやCaを吸着元素とした腐植酸の砂質土壌カラム実験がある(Temminghoff *et al.*, 1998)。その実験によると、

- (1) 凝集効果は2価以上のイオンで観察され、 Al^{3+} で最も容易に凝集する
- (2) 凝集効果はpH依存性をもち、pHが高いほうが凝集しにくい

ということが明らかになった。

またフルボ酸は、pHの値により大きさの異なる凝

集体を形成し、pHが低くなると(pH3.2以下)フルボ酸が凝集することが明らかにされた(Balnois *et al.*, 1999)。

このような腐植物質の有機酸は弱酸であり、pHの低下によってイオン状態では存在しにくくなるために凝集するものと考えられる。

3. 粘土鉱物の研究例

粘土鉱物の分散・凝集は、粘土鉱物がもつ荷電の特性と、吸着した陽イオンの価数、さらには溶液中の塩濃度に依存する。一般に粘土の荷電特性は粘土の種類に依存し、陽イオン交換容量(CEC)が大きいほど凝集しにくい。それゆえ各種粘土の分散・凝集性は、それらのCECの値から推測できる。また、分散・凝集性を検討する上でもう一つ重要となる因子がpHであるが、粘土鉱物は変異荷電をもち、低pHでは正荷電、高pHでは負荷電を有する。静電的な粒子同士の反発による分散や、イオンの吸着などによる電気的中和などは凝集などに大きく作用していると考えられる。その意味で、荷電特性は興味深い因子である。例えば、その正味の電荷が零になるpHを総電荷零点というが、アロフェンは5.7~7.0、イモゴライトは6.0~7.2、カオリナイトで4.6、モンモリロナイトで2.5であり、アロフェン・イモゴライトは結晶性の粘土鉱物と比べて総電荷零点の値が大きい(軽部ほか, 1998)。アロフェン・イモゴライトはいずれもナノサイズの微粒子であり、これらの形態は、アロフェンは球状、イモゴライトはチューブ状である。またアロフェンは、測定法による電荷零点(イオン交換法による総電荷零点(PZNC)、電気泳動法による電荷零点(PZC)、電位差滴定法による電荷零点(PZSE)がある)の相違はほとんどないのに対し、イモゴライトは測定法により電荷

1) 産総研 深部地質環境研究センター

キーワード: コロイド, 分散, 凝集

零点の値がかなり異なることが明らかになっている (Karube *et al.*, 1992, 北原・軽部, 2002). しかし似通った構造を有するとされているアロフェン・イモゴライトにおいて, 何故このような違いが生じるかについては未だ明らかにされていない. 地下水中のpH変化などによって形成されるコロイドにおいて非晶質物質が形成される可能性が高いことを考慮すると, 今後アロフェンやイモゴライトの分散・凝集機構の解明は重要になるであろう.

4. おわりに

分散・凝集については, 土壌・粘土・顔料においてかなりの研究が行われているが, 核種移行を念頭においた研究としては, まだまだ不十分なように見受けられる. 純粋な粘土鉱物の分散・凝集機構だけでなく, 核種を吸着した粒子の分散・凝集の研究が今

後必要になるであろうし, さらには反応性の高い非晶質物質の分散・凝集機構の検討が必要になると思われる.

文 献

- Balnois, E., Wilkinson, K.J., Lead, J.R. and Buffle, J. (1999) : Atomic Force Microscopy of Humic Substances; Effects of pH and Ionic Strength. *Environ. Sci. Technol.* 33, 3911-3917.
- Karube, J., Nakaishi, K., Sugimoto, H. and Fujihara, M. (1992) : Electrophoretic behavior of Imogolite under alkaline conditions. *Clays Clay Miner.* 40, 625.
- 軽部重太郎・杉本英夫・藤平雅巳・中石克也 (1998) : アロフェンとイモゴライトの分散凝集と荷電特性. *農土論集*, 196, 103-110.
- 北原はるか・軽部重太郎 (2002) : 火山灰土の分散凝集特性に及ぼす土壌構成成分の影響. *農土論集*, 220, 43-50.
- Temminghoff, E.J.M., Van der Zee, S.E.A.T.M. and De Haarn, F.A.M. (1998) : Effects of dissolved organic matter on the mobility of copper in a contaminated sandy soil. *Euro. J. Soil. Sci.* 49, 617.

SUZUKI Masaya (2007) : Study on dispersion and coagulation of colloid.

<受付: 2006年11月30日>