

イモゴライトの存在下における標準コロイド粒子の凝集分散－その３－ Aggregation and dispersion of model colloidal particles in the presence of imogolite -part 3-

○小林幹佳*, 似内美貴**, 颯田尚哉**, 足立泰久*

Motoyoshi KOBAYASHI, Miki NITANAI, Naoya SATTA and Yasuhisa ADACHI

1. はじめに

貯水池の濁水を処理する目的で、環境負荷の低い天然の粘土鉱物に由来する凝集材料を用いることが検討されている。火山灰土を構成する粘土鉱物の１つにイモゴライトがある。イモゴライトは酸性側で分散し、pH6 以上で凝集し、pH9 以下で正電荷を持つ。このような性質から、イモゴライトの凝集材料としての活用が期待されている。しかし現時点では、イモゴライトによる濁水の凝集沈降機構は十分に明らかとはなっていない。

これまで筆者らは、イモゴライトの濁水凝集機構について検討するため、モデル濁水として性質が既知であるラテックス粒子の懸濁液を採用し、イモゴライトの添加によるラテックス粒子の凝集分散・荷電特性の変化を実験により把握してきた^{1,2)}。具体的には、負に帯電した直径 $d=1.2\mu\text{m}$ のラテックス粒子を用いた場合に、イモゴライトの添加によってラテックス粒子の凝集分散・荷電特性がどのように変化するかを検討してきた。その結果、pH4 の条件では荷電中和により凝集が生じ、pH6.5 では荷電中和に加えて、イモゴライトの凝集体にラテックス粒子が取り込まれるスウィープ凝集が起きると考えられた。また、イモゴライトが負に帯電する pH10 では、スウィープ凝集のみによる凝集沈降が起きると考えられた。

本報では、前報^{1,2)}で使用した粒子とは大きさや荷電特性の異なる 2 種類のラテックス粒子の懸濁液をモデル濁水として用い、様々な条件での凝集機構の把握を試みた。得られた実験結果をもとに、イモゴライトの濁水凝集機構について検討し、イモゴライトの凝集材料としての効果を評価した。

2. 試料

凝集材料として、岩手県北上市で採取した土から分離・精製したイモゴライトを用いた。モデル濁水として、球形で単分散のポリスチレンラテックス粒子の懸濁液を 2 種類用いた。使用したラテックス粒子は、正電荷を持つアミジンラテックス（直径 $d=1.2\mu\text{m}$ ）および pH によらずほぼ一定の負電荷を持つサルフェイトラテックス（直径 $d=0.1\mu\text{m}$ ）である。電解質溶液として NaCl 溶液を用い、pH 調整溶液として HCl、NaOH 溶液を用いた。

3. 実験

イモゴライト・ラテックス混合懸濁液の凝集分散特性を把握するために凝集沈降実験を行ない、荷電特性を把握するために電気泳動移動度（EPM）の測定を行なった。試料の作成においては、最終的に混合懸濁液の体積が 10mL、NaCl 濃度が 1mM、ラテックス濃度（ C_L ）が 0.16g/L となるように調整し、pH4, 6.5, 10 の 3 系統の試料を作成した。また、イモゴライト濃度（ C_I ）とラテックス濃度の比（ C_I/C_L ）を変えて実験を行うために、イモゴライトの濃度を系統的に変化させた。その後、攪拌速度 2 回/s で 1 分間転倒攪拌し 10 分間超音波分散させた後、20℃で 20 時間静置した。静置後、凝集分散挙動を目視で判断

*筑波大学生命環境系（Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba）

**岩手大学農学部（Faculty of Agriculture, Iwate University）

キーワード：粘土コロイド、火山灰土、凝集剤、凝集分散、電気泳動移動度

し、上澄み液の吸光度を波長 600nm にセットした分光光度計で測定した。また、混合液の pH を測定した。その後、凝集沈降実験で用いた試料を再び超音波分散させ、Zetasizer - Nano ZS (MALVERN 製) を用いて EPM を測定した。

4. 結果と考察

正に帯電した直径 $d=1.2\mu\text{m}$ のラテックスについて、20 時間静置後の混合懸濁液の様子を Fig.1 に、電気泳動移動度 (EPM) とイモゴライトとラテックスの濃度比 (C_I/C_L) との関係を Fig.2 に示す。Fig.1 の通り、pH4、pH6.5 では凝集沈降が生じなかった。一方、pH10 では等電点以上の C_I/C_L で凝集沈降が見られた。pH4 では共に正に帯電しているイモゴライトとラテックスとの間に静電斥力が働き、凝集が生じなかったと考えられる。pH6.5 では、予想されたイモゴライトの凝集体によるスウィープ凝集は起きなかった。これは、イモゴライトの凝集体によるラテックス粒子の取り込みが、イモゴライトとラテックスの間に働く静電斥力により妨害されたためと考えられる。pH10 では、荷電中和とスウィープ凝集の 2 種類の凝集作用が働いたと考えられる。

負に帯電した $d=0.1\mu\text{m}$ のラテックスの凝集分散挙動は、前報^{1,2)}で報告した $d=1.2\mu\text{m}$ の場合と同じ傾向であった。しかし、荷電中和により凝集する C_I/C_L の値は、粒径が小さいほど大きくなった。大小のラテックスで比表面積や荷電量が異なることを考慮し、横軸の濃度比 (C_I/C_L) をラテックスの表面積あたり、あるいは荷電量あたりのイモゴライト添加量にかえて結果をプロットした。その結果、ラテックスの表面積あたりのイモゴライト添加量で表現したときに、粒径の大小によらず、EPM が 0 となる等電点が一致した (Fig.3)。したがって荷電中和は、ラテックスの表面積あたりに添加したイモゴライト量によって決まることが示唆された。

5. 結論

凝集材料と懸濁粒子が異符号に帯電している場合には、荷電中和とスウィープ凝集の 2 つの凝集作用が期待できる。一方、同符号に帯電している場合には荷電中和は期待できず、スウィープ凝集においては、凝集材料の荷電量が影響する可能性がある。

【参考文献】

- 1)大内・小林, 平成 22 年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集
- 2)似内ら, 平成 23 年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集

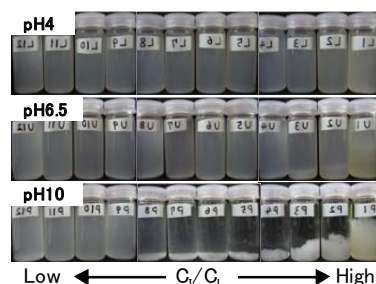


Fig.1 混合懸濁液の凝集分散の様子。
(ラテックス: $d=1.2\mu\text{m}$, 正に帯電)

Coagulation and dispersion of mixed suspensions.
(Latex: $d=1.2\mu\text{m}$, positively charged)

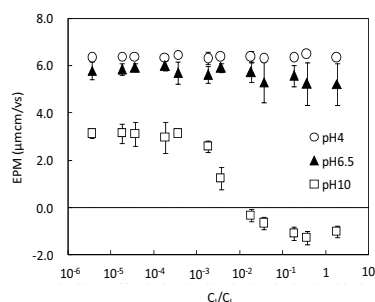


Fig.2 混合懸濁液の C_I/C_L と EPM の関係。
(ラテックス: $d=1.2\mu\text{m}$, 正に帯電)

Concentration ratio of imogolite to latex vs. EPM.
(Latex: $d=1.2\mu\text{m}$, positively charged)

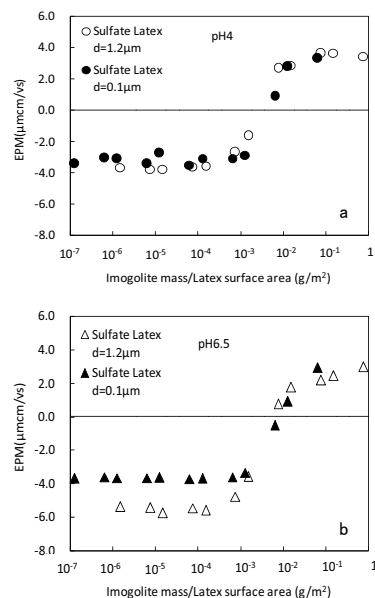


Fig.3 混合懸濁液の、ラテックスの表面積あたりのイモゴライト添加量と EPM との関係: a)pH4, b)pH6.5 である。

Imogolite mass per latex surface area vs. EPM. a) pH4, b) pH6.5.