

# 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 Aggregation and dispersion of model colloidal particles in the presence of imogolite

○大内岳\*, 小林幹佳\*  
Takashi OHUCHI, Motoyoshi KOBAYASHI

## 1. はじめに

近年、化学合成物である一般的な凝集剤にかわる、環境負荷性の低い火山灰土を主原料とする凝集剤の研究開発が進められている。火山灰土を構成する粘土鉱物の一つに、イモゴライトがある。火山灰土由来の凝集剤の機能発現には、イモゴライトが関与していると考えられるが、イモゴライトが濁りの原因である他の粘土鉱物や藻類と、どのようにフロックを形成し凝集するのかについては十分に検討されていない。そこで本研究では、標準的なラテックス懸濁液を模擬濁水として採用し、イモゴライト存在下でのラテックス粒子の凝集分散挙動を調べ、その仕組みを考察した。

## 2. 実験

イモゴライトは pH4 付近では分散し、pH6 以上では凝集すると考えられる。そこで、pH4 付近または pH6 付近のイモゴライト・ラテックス混合懸濁液の凝集分散挙動を検討した。その際、イモゴライトの濃度を系統的に変化させた。

### 2. 1. 試料

イモゴライト用の土は、岩手県北上市から採取し、以下の方法によりイモゴライトを精製した。まず、軽石に付着しているゲルをとり、 $H_2O_2$  で有機物を分解した。その後、アロフェンを取り除くために酸性・アルカリ性側による沈殿を繰り返し、pH4 で遠心分離して大きな粒子を除去した。次に、2mol/L の NaCl でイモゴライト表面のイオンを Na で飽和し、その後、NaCl を除くため、懸濁液を透析した。また、この懸濁液の濃度は、懸濁液を 105°C で 24 時間乾燥させて決定した。測定結果は、 $5.8 \times 10^{-4} \text{g/g}$  であった。

ラテックス粒子は、球形で単分散の Sulfate latex (濃度 1.62g/L, 直径  $d=1.2 \mu\text{m}$ ) を使用した。この粒子は、pH によらず、ほぼ一定の負電荷を持つ。

### 2. 2. 方法

イモゴライトの濃度 ( $C_I$ ) を系統的に変化させ、NaCl  $10^{-3}\text{M}$ 、ラテックス粒子濃度  $C_L=162\text{mg/L}$  で pH4 付近または pH6 付近それぞれの混合懸濁液を 10mL 作成した。混合液を 10 分間超音波にかけた後、これらを 20°C で 20 時間置き、混合液の凝集分散挙動を目視で確認した。それから、混合液の pH を測り、さらに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。

吸光度を測定した後、混合液を超音波にかけた。次に混合液をセルに注入し、ZETA-SIZER Nano ZS (Malvern) を使って、電気泳動移動度 (EPM) を測定した。粒子表面の荷電状態を反映するゼータ電位 (ZP) は、EPM からスモルコフスキーの式により算出した。実験は 20°C に設定して行った。

---

\* 岩手大学農学部

\* Faculty of Agriculture, Iwate University

キーワード: コロイド, イモゴライト, 分散, 凝集, ゼータ電位, ラテックス, 電気泳動移動度

Key words : Colloid, Imogolite, Dispersion, Aggregation, Zeta potential, Latex, Electrophoretic mobility

### 3. 結果と考察

Fig. 1 は実際の凝集分散状態を示す。Fig. 1 において左から右に向かってイモゴライトとラテックスの濃度比 ( $C_I/C_L$ ) は低くなっている。pH4.1 の混合液は  $C_I/C_L$  が 0.001~0.1 の間で上澄みと沈殿に分離していることを目視で確認できる。同様に、pH6.5 の混合液は  $C_I/C_L$  が 0.001~1 の間で上澄みと沈殿に分離していることを目視で確認できる。沈殿の高さを比較すると、 $C_I/C_L$  が高いときに、pH4.1 より pH6.5 のほうが高かった。本実験の混合液の pH では、イモゴライトは正電荷を持つ。よって、凝集沈殿はイモゴライトの正電荷とラテックス粒子の負電荷の相互引力による荷電中和により発生した可能性がある。また、pH6.5 の混合液の沈殿に関しては、イモゴライトの自己凝集も理由として考えられる。

pH4.1 と pH6.5 の混合液の凝集分散状態を、液上部の吸光度を用いて数値化したものが Fig. 2 である。吸光度が高いほど、より濁って分散していることを意味する。吸光度の測定結果は、目視による判定と一致している。pH6.5 の混合液において、混合比 ( $C_I/C_L$ ) が 1 より大きくなると吸光度が上昇している。これは、イモゴライトの自己凝集により混合液全体がゲル化したため 20 時間では十分な沈殿が生じなかったためと考えられる。

ゼータ電位の測定結果を Fig. 3 に示す。Fig. 3 から、 $C_I/C_L$  が 0.01 より小さいと ZP は負の値をとるが、 $C_I/C_L$  が 0.01 より大きいと ZP は正の値をとる。これはラテックスに吸着したイモゴライトが持っている正電荷の量がラテックス粒子の負電荷の量を上まわったためと考えられる。 $C_I/C_L \approx 0.01$  ではゼータ電位がほぼ 0 になる。これはちょうどこの濃度比で、イモゴライトとラテックス粒子の間に荷電中和が起きているためと考えられる。Fig. 2 より、pH4.1 では  $C_I/C_L \approx 0.01$  で凝集沈殿していることから、荷電中和により凝集が起きることがわかる。また、pH6.5 では濃度比  $C_I/C_L$  が 0.01 より高くなっても凝集沈殿していることから、イモゴライトの自己凝集が、ラテックス粒子を取り込んで凝集沈殿させたと考えられる。

### 4. まとめ

イモゴライトがラテックス粒子を凝集させる仕組みについて検討した。その結果、pH4.1 の混合液では荷電中和が、また pH6.5 の混合液では荷電中和に加え自己凝集による物理的なラテックス粒子の取り込みが凝集の仕組みとして考えられた。

#### 参考文献

- 馬 玉露、軽部重太郎 (2007) : イモゴライトの混合がモンモリロナイトおよびカオリナイトの分散凝集特性に及ぼす影響
- 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

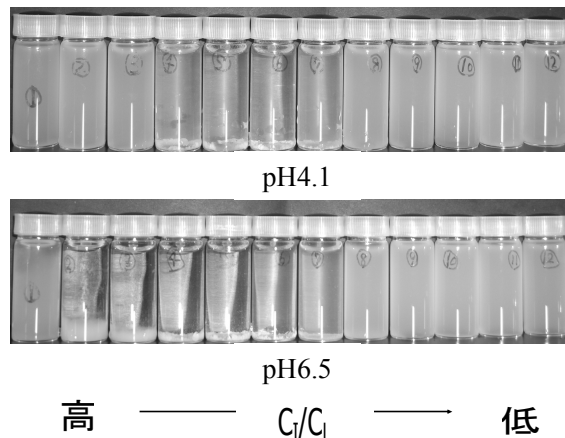


Fig. 1 混合液の分散凝集状態

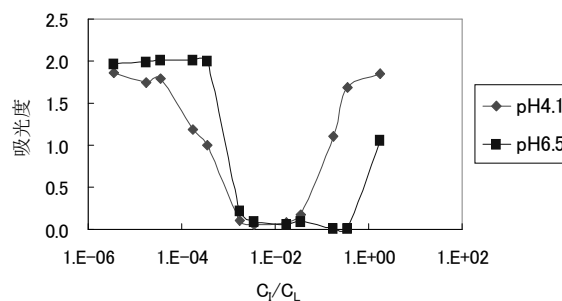


Fig. 2  $C_I/C_L$  と吸光度の関係

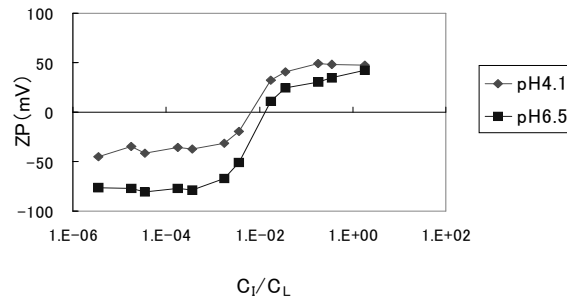


Fig. 3  $C_I/C_L$  とゼータ電位の関係