

ジルコニア充填層におけるラテックス粒子の沈積速度 Deposition kinetics of latex particles in the packed bed of zirconia

小林幹佳*, 七海宏子*, 武藤由子*

Motoyoshi KOBAYASHI, Hiroko NANAUMI, Yoshiko MUTO

1. はじめに

粒子充填層内でのコロイド粒子の沈積過程を理解することは、水処理における濁質成分の深層ろ過や土壌中のコロイド輸送を予測し制御する上で重要となる。

これまでの理論的・実験的な研究から、沈積過程において、充填粒子とコロイド粒子間の電気二重層（以下 EDL とする）相互作用と流体力学的相互作用が重要であることが指摘されている。しかしながら、既往の研究は充填粒子とコロイド粒子が同符号に帯電している場合を扱ったものがほとんどであり、異符号に帯電した粒子間の沈積挙動を扱った研究は限られている。なかでも、粒子の荷電状態が沈積挙動に与える影響を系統的に調べた実験は見当たらない。

そこで本研究では、表面電位が pH に依存するジルコニアボールのカラム充填層においてラテックス粒子の沈積実験を行い、沈積速度の pH と塩濃度への依存性を調べた。

2. 方法

2. 1. 試料

カラム充填粒子にはジルコニアボール（東ソー製、直径 $d_c=0.326\text{mm}$ ）を、コロイド粒子には sulfate 基を持つラテックス（IDC 製、直径 $2.0\mu\text{m}$ ）を用いた。ジルコニアボールは、7%の過酸化水素水、1M の NaOH 溶液、1M の HCl 溶液、純水により洗浄し使用した。

2. 2. 荷電特性

ジルコニアとラテックスの荷電特性は電気泳動移動度（以下 EPM とする）より評価した。EPM は ZetaSizer-NANO (Malvern 製) を用いて測定した。ジルコニアの EPM 測定はジルコニア粉末（東ソー製、直径 $0.34\mu\text{m}$ ）について行った。

2. 3. 沈積実験

実験の概要を Fig.1 に示す。まず、アクリルカラム（内径 1.8cm ）に、ジルコニアボールを水中充填した。次に、充填カラムを密栓し、取り付けしたチューブを通して、ペリスタルティックポンプ（Iwaki 製、PST-050）を用いてカラムへ送液した。この際、カラムを飽和状態にするために流れは上向きとした。実験時の充填層の厚さ L は 6.7cm 、空隙率 f は 0.37 であり、送液時の流量は $0.062\text{cm}^3/\text{s}$ であった。

送液は、ラテックスを含まない所定の pH と塩濃度の溶液を流した後、所定の pH と塩濃度に調整したラテックス懸濁液（粒子濃度 $C_0=7.5\text{mg/L}$ ）を流した。カラムからの排出液は、分光光度計（日立製、U-1800）に取り付けたフローセルに流し込み、吸光

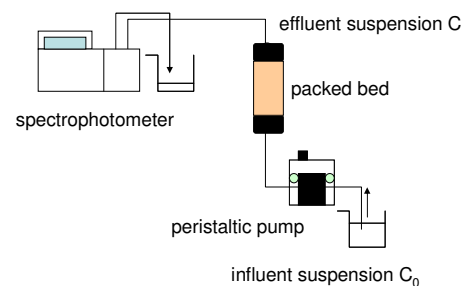


Fig.1 Schematic illustration of deposition experiment.

* 岩手大学農学部

* Faculty of Agriculture, Iwate University

キーワード：コロイド、沈積、ジルコニア、ラテックス、DLVO 理論

Key words : Colloid, Deposition, Zirconia, Latex, DLVO theory

度から排出液の粒子濃度 C を求めた。一定になったときの排出液の粒子濃度 C より式(1)に従い無次元沈積速度 η を求めた。

$$\eta = -\frac{2}{3} \frac{d_c}{(1-f)L} \ln\left(\frac{C}{C_0}\right) \quad (1)$$

実験は、pH と塩濃度を系統的に変化させて行った。塩濃度は各 pH での最低濃度を除いて KCl により調整した。また、酸性側の pH は HCl により、中性付近の pH は NaHCO₃ の添加により調整した。

3. 結果と考察

EPM の実験結果を Fig.2 に示す。この図から、ラテックス粒子が pH によらずほぼ一定の電位で負に帯電していることがわかる。一方、ジルコニアの EPM は pH に依存し、pH が 6.5 以下では正に、7.5 以上では負に帯電している。ジルコニアの等電点は 6.7 付近といわれており、本研究においても同様の結果が得られている。

Fig.3 には、pH=3.5, 3.9, 5.0, 5.8, 6.4, 6.9 での沈積速度 η が塩濃度に対してプロットされている。図から、pH が 3.5 から 6.4 の範囲では、ジルコニアの EPM が変化するにもかかわらず、 η はほぼ同じ挙動を示すことが見て取れる。すなわち、 η は、塩濃度が 10⁻⁴M 以上ではほぼ一定の値を持ち、10⁻⁴M 以下では塩濃度の低下とともに増加した。これは低塩濃度で引力的な EDL 力が長距離に強く作用し、沈積が促進されたためと考えられる。

一方、pH6.9 では η は逆の塩濃度依存性を示した。これはジルコニアが負に帯電するようになり、反発的な EDL 力が作用したためと考えられる。

4. まとめ

ジルコニア充填カラムにおけるラテックス粒子の沈積速度 η を実験により検討した。その結果、引力的 EDL 力が作用する系の η は、pH によらず、塩濃度が 10⁻⁴M 以上ではほぼ一定で、10⁻⁴M 以下では塩濃度の低下とともに増加した。

今後は軌道理論などにより沈積速度の定量的な解析を行う必要がある。

【謝辞】 本研究の実施において、岩手大学学長裁量経費および文科省科研費 (1868013) による支援を受けました。記して謝意を表します。

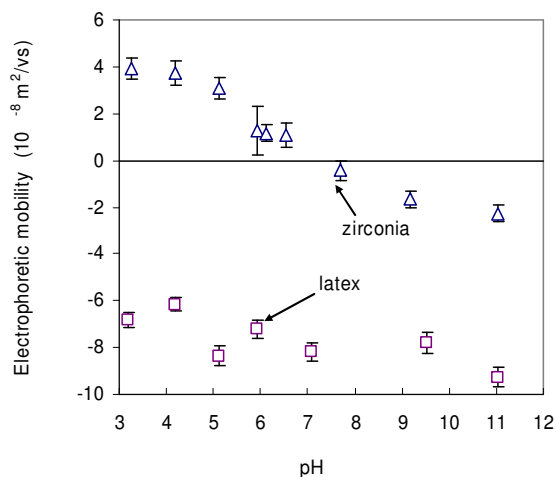


Fig.2 Electrophoretic mobility against pH in 10mM KCl.

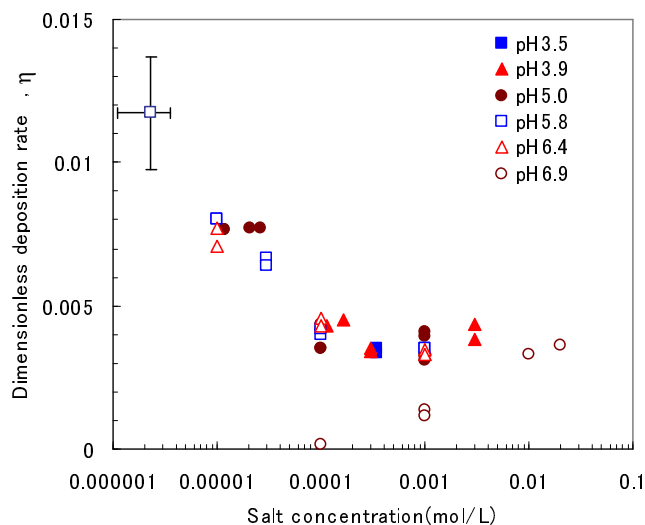


Fig.3 Deposition rate against salt concentration.