

# カオリナイト粒子の砂充填カラム内での沈着挙動に対するフミン酸の影響 Effect of humic acid on the deposition of kaolinite particles in sand column.

白鳥克哉 山下祐司 足立泰久

SHIRATORI Katsuya, YAMASHITA Yuji, ADACHI Yasuhisa

**1. はじめに** 粘土粒子は土壌中において、難水溶性の汚染物質の輸送担体となり、その移動を促進することが知られている。そのため、粘土粒子単体の移動特性の研究はリスク評価の観点から重要視されている。土壌中での粘土粒子の移動は、土壌マトリクス表面への沈着により律速され、この沈着は粘土粒子とマトリクスの表面荷電特性に依存する。粘土粒子の表面荷電特性は、pHやイオン強度などの溶液化学性や腐植物質などの吸着により変化することが知られている。そこで本研究では、粘土粒子の移動特性に大きく影響する因子としてフミン酸吸着に着目し、純粋なカオリナイトとフミン酸吸着カオリナイトの表面荷電特性および砂充填カラム内での沈着挙動を比較した。

## 2. 試料と実験

**2.1 カオリナイト試料の表面荷電特性** カオリナイト試料として、Shiratori et al.[1]と同様の方法で精製した純粋なカオリナイト試料(以下Pure-Kaolin)と、この試料に分子量100-300kDaのフミン酸(Aldrich社)を吸着させたカオリナイト試料(以下HA-Kaolin)を作製した。HA-Kaolinは、フミン酸溶液とカオリナイト懸濁液を、イオン強度・カオリナイト濃度がそれぞれ  $10^{-3}$  [M], 0.2 [g/L] になるように混合して作製し、吸着されていないバルク中のフミン酸は除去してある。尚、以降の実験は全て、イオン強度が  $10^{-3}$  [M] の条件下で行った。Pure-KaolinとHA-Kaolinの電気泳動移動度を、限外顕微鏡式電気泳動移動度測定装置 (Model502, 日本ルフト) により、pH の関数として測定した。

**2.2 カラム通水実験** 白鳥ら [2] と同様の方法で精製した豊浦砂を充填したカラムに、Pure-KaolinとHA-Kaolinの懸濁液を通水した (Fig.1)。尚、通水したHA-Kaolin試料は、電気泳動移動度測定の結果、飽和吸着に達したと考えられるフミン酸吸着量の条件下で作製したものをを用いた。流入液の濃度 ( $C_0$ ) と流出液の濃度 ( $C$ ) の比である比濃度 ( $C/C_0$ ) の経時変化を分光光度計により測定した。

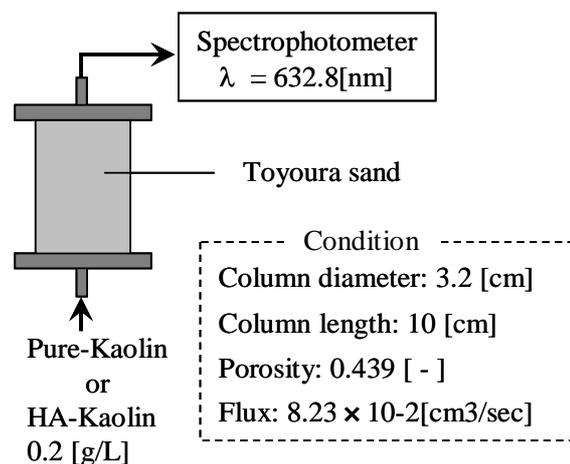


Fig.1 Set-up of column experiment

**3. 結果と考察** Fig.2 にPure-KaolinとHA-Kaolinの電気泳動移動度の測定結果をpHの

関数として示す。この図より、Pure-Kaolin は本実験で用いた pH の範囲内では常に負に帯電していること、フミン酸の吸着によりその負荷電量が增加すること、フミン酸吸着による負電荷量の増加は pH が低いほど顕著であること、が確認できる。pH が低いほど負電荷量の増加が大きくなるのは、カオリナイト粒子の端面の pH 依存荷電が、pH が低くなるほど正に帯電することにより、負に帯電したフミン酸の吸着量が増えたためと考えられる。

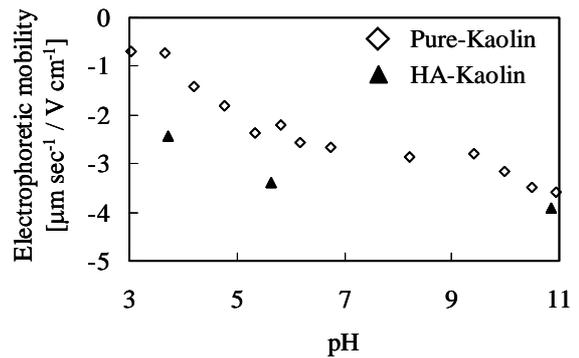


Fig.2 Electrophoretic mobility of Pure-Kaolin and HA-Kaolin

Pure-Kaolin と HA-Kaolin のカラム実験の破過曲線を、それぞれ Fig.3 の(a)と(b)に示す。両図の初期流出率を比較すると、HA-Kaolin の方が砂表面に沈着しにくいことが確認できる。これは、Pure-Kaolin に比べ、HA-Kaolin の負電荷量の方が多く、マトリクス間に働く静電反発力が大きくなるためと考えられる。両破過曲線で流出率が経時的に低下してゆく現象が確認できる。これは、粒子間の静電反発力が小さく凝集が起こるときに生じる。この現象は、電気泳動移動度の絶対値が小さい pH 条件下で起きていることが Fig.2 より確認できる。Fig.3(b)の pH10.80 の結果のみ、流出率が経時的に増加している。この現象は、粒子間の反発力が強い条件下で起こる。これは、フミン酸が吸着することによる負電荷量の増加と立体安定化効果に起因すると考えられる。

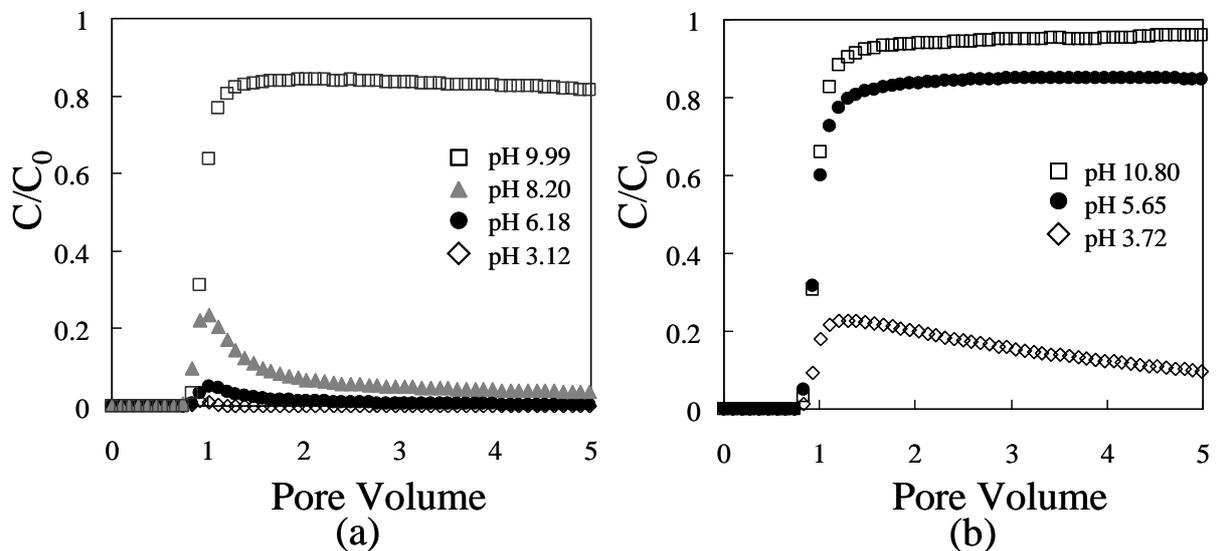


Fig.3 Breakthrough curve of (a) Pure-Kaolin and (b) HA-Kaolin

### 参考文献

- [1] K. Shiratori, Y. Yamashtia, Y. Adachi, Colloids and Surfaces A 306(2007) pp.137-141
- [2] 白鳥克哉, 山下祐司, 足立泰久, 農業農村工学会論文集, 2008 掲載予定