

土壌・水環境におけるコロイド界面現象

筑波大学 大学院生命環境科学研究科 教授
足立泰久



研究の背景

水の濁り、土壌、大気中の粉塵、私たちの周りにはおびただしい数のコロイド粒子があります。これらコロイド粒子の大半は互いに凝集しあってできるフロックと呼ばれる集合体を作ります。コロイド粒子の表面は疎水的であり、溶けにくい物質を吸着し濃縮します。さらに、フロックは脆い壊れやすい性質を持っているため、コロイド粒子のフロック化は難溶性の物質の流れによる移動の引き金となります(図1)。わたしたちはこのフロックに注目し、環境中におけるマイクロな化学的条件とマクロな系の動態を結びつける方法論を開発しました。

研究の成果

朝の味噌汁もフロックのよい例ですが、フロックは形成の初期に壊れやすい性質を示します。河口干潟のようにフロックが長い時間をかけ積った底泥層は扱いにくい粘着性の性質を示し、決して侮れません。フロックの離散化しやすい性質を、連続体の力学の計算モデルに組み込むことは工学的に重要です。わたしたちの研究室では、有限の体積の中に無限の表面積を包含できるフラクタル構造と乱流の局所等方性理論からヒントを得て、フロックの構造と力学的強度を関連付けた理論式を導きました。この理論は、固体とも液体とも言い切れないコロイド分散系のレオロジーモデルにも適用され、厄介な性質を持つ流れの問題が見通しがよいものになりました。

今後の展望

フロックのふわふわした性質は代掻き後の田んぼの漏水を防ぐ上で不可欠です。また、ヨーグルトなど食品の製造工程から舌触りまでフロックの物理性が関ります。フロックの性質は高分子の吸着で大きく変化しますが、吸着途上の高分子がどのようにして表面に広がっていくか、そのダイナミクスは全く解っていません。最近、フロックの形成過程の詳細な解析が、この機構の解明に役立つことが解ってきました(図2)。先日、開催したセミナーで、微生物の生存戦略にコロイド粒子の凝集が大きく関わることも指摘されました。今後は、このように異分野を融合する形でコロイド界面の動力学の基礎研究を進めていくことが重要と考えられます。来年の5月に、我々が中心となって第10回国際界面動電現象シンポジウム(ELKIN2012)を開催しますが、国際会議の開催を機にフロックのように荷電を持つソフトな多孔質体の動電的性質の理解が総合的に大きく進展するものと期待されます。

関連する科研費

平成16-19年度 基盤研究(A) 「農業環境におけるコロイド界面現象と流体運動が協同する物質動態とその予測制御」

平成22-26年度 基盤研究(A) 「農業および水環境におけるコロイド界面現象の工学的体系化」

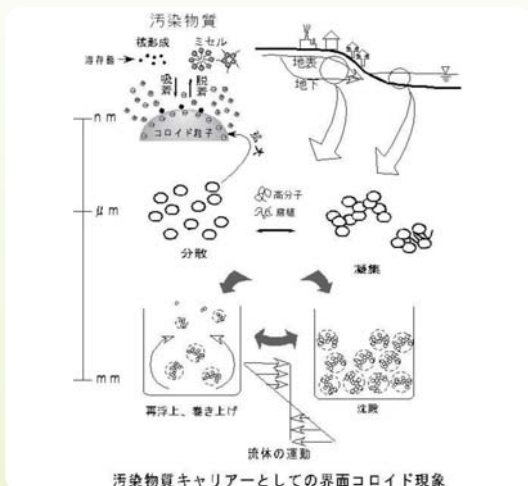


図1 土壌や水環境の化学物質の移動現象には、コロイド界面における様々な素過程がコロイド粒子のフロック化を介してマクロな輸送過程に影響する。

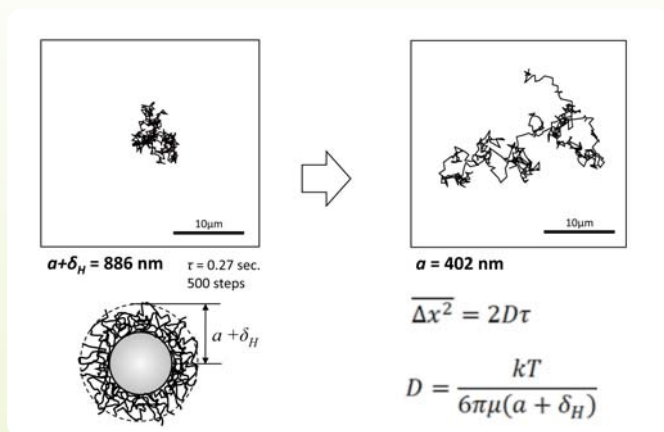


図2 コロイド粒子に粒子表面と反対符号の高分子電解質を添加すると、高分子電解質はコロイド粒子に吸着しブラウン運動が抑制される(左)ものの、抑制は1時間ほどで緩和する(右)。しかし、この緩和は電気泳動ではほとんど検出されない。このようなコロイド界面の動的な情報がコロイド粒子のフロック化を解くヒントになる。

(記事制作協力:日本科学未来館科学コミュニケーター 水野壮)