

アニオン界面活性剤の多腐植質黒ぼく土中における吸着・移動現象
 Adsorption and transport of an anionic surfactant
 in highly humic non-allophanic andisol

○大月 遥 石黒 宗秀

○Haruka Otsuki Munehide Ishiguro

1.背景と目的

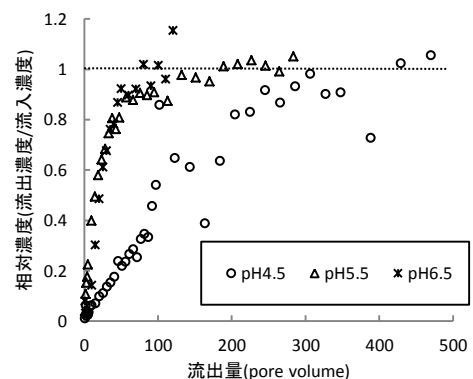
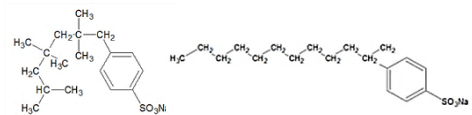
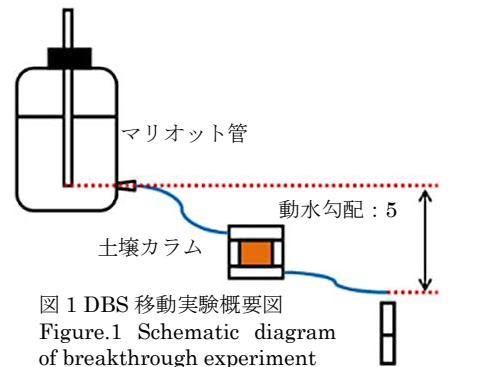
合成界面活性剤は細胞膜を破壊する性質を持ち、自然環境中に放出されると環境問題の要因になり、下水処理が十分でない地域では放出された界面活性剤による水環境汚染が危惧される。一方、土壌の汚染物質の浄化への界面活性剤の利用が試みられている。しかし、土壌中における界面活性剤の挙動は十分に明らかではない。界面活性剤の移動実験を行い、土壌中における界面剤の吸着・移動現象を明らかにすることが、本研究の目的である。

2.実験

土壌試料は鳥取県大山放牧場の火山灰土表層土(2~30cm、2mm 篩通過分)、土壌分類は厚層多腐植質非アロフェン質黒ぼく土。界面活性剤はアニオン界面活性剤の直鎖状ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム(LDBS)と分枝状ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム(BDBS)を用いた(図 2)。移動実験には直径 2cm、高さ 3cm のカラムを用い、動水勾配は 5 に設定した。所定 pH(4.5・5.5・6.5)に平衡させた土壌試料に 100mMNaCl 溶液を飽和浸透させ、その後(100mMNaCl+DBS)溶液を流入させ DBS を土壌へ吸着させた。その流出液を分画採取し、pH、DBS 濃度、溶存腐植濃度等の分析を行った。DBS 相対濃度(流出濃度/流入濃度)が 1 に達した後、流入液を 100mMNaCl 溶液に切り替え、土壌に吸着した DBS の脱着を行った。その結果から流出濃度曲線を作成した。流入 DBS 濃度は CMC (臨界ミセル濃度: BDBS0.33mM, LDBS0.09mM)を考慮し 0.5mM(CMC 以上), 0.05mM (CMC 以下)の 2 種類とした。流出濃度曲線から吸着量・脱着量・固液分配比 R(単位体積土壌当たりの土壌に吸着された溶質量/単位体積土壌中の溶液に含まれる溶質量)を算出した。

3.結果と考察

LDBS の流入 DBS 濃度 0.5mM 時における流出濃度曲線



(吸着段階)を図3に示す。横軸は流出量 pore volume(カラム内土壌中の水分量に対するカラムから排出された溶液総量の割合)で示す。土壌 pH が小さいほど流出が遅くなり相対濃度 1 に達するまでの流出量が多くなった。この傾向は 100mM NaCl 溶液を流入させ、脱着させた場合も同様であった。LDBS の流入 DBS 濃度 0.5mM 時における pH4.5 と pH6.5 の吸着量・脱着量(外挿)の結果を図4に示す。土壌 pH が小さいほど吸着量は増加した。土粒子表面とアニオン界面活性剤は共に負に帯電し、電気的反発力によって吸着しにくいことから、アニオン界面活性剤分子は疎水性相互作用によって土粒子表面に吸着していると考えられる。pH が高いと土壌溶液中の負荷電量が增大し電気的反発力が強まるため、吸着量が減少する。またこの結果は Ahmed et al.(2012)によるバッチ法の吸着実験の結果とほぼ同量であった。実験結果から、土壌 pH が低いほど、流入 DBS 濃度が高いほど、LDBS と BDBS とでは LDBS のほうが、吸着量が多くなることが明らかとなった。脱着量は LDBS・BDBS 共に吸着量とほぼ同量となった。このことから今回の実験においては、土壌中における DBS の生分解は起こらなかったと考えられる。また LDBS と BDBS の吸着量を比較したところ、LDBS の吸着量が多くなった(図5)。これは、直鎖状炭素鎖が分枝状炭素鎖に比べて柔軟な構造であり、土壌の疎水基と反応しやすく、吸着界面活性剤相互の疎水性相互作用も起こりやすいためと考えられる。これは、LDBS の CMC が BDBS の CMC より低いことから類推される。更に、それぞれの吸着量の結果から、固液分配比 R を算出した。その結果、土壌 pH や DBS の構造の相違による流出濃度曲線の変化は、固液分配比で説明できることを確認した。

4.参考文献

- 1) AHMED Farook, ISHIGURO Munehide, MORIGUCHI Kazuki : Adsorption of Dodecylbenzene Sulfonate on Highly Humic Non-allophanic Andosol at High-Electrolyte Concentration J.Jpn.Soc.Phys.,March 2012,Vol.120,p45-54

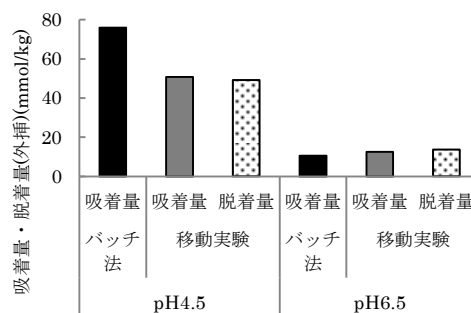


図4 LDBS の pH4.5, 6.5 における吸着量・脱着量の比較。左から、バッチ法による吸着量 (■), DBS 移動実験による吸着量 (■) および脱着量(外挿) (□)を示す

Figure.4 Adsorption amounts by breakthrough experiment at adsorption process (■), the desorbed extrapolation amounts (■), and those at desorption process (□)

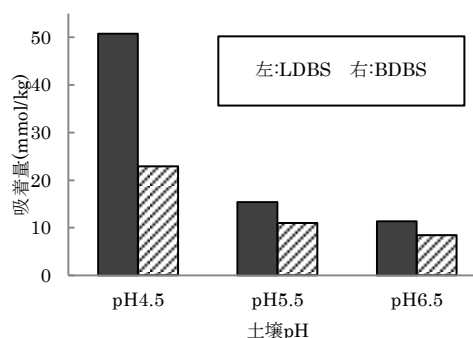


図5 各 pH における LDBS の吸着量(■)と BDBS の吸着量(□)の比較

Figure.5 Comparison of the adsorbed amounts of LDBS (■) and BDBS (□) at each soil pH

表 1 図 3 の流出濃度曲線の結果から算出した LDBS の固液分配比の結果 (DBS 濃度 0.5mM)
Table.1 Comparison of the Solid-liquid ratio of LDBS at the same DBS concentration of 0.5mM, calculated by the result of Figure.3.

土壌pH	pH4.5	pH5.5	pH6.5
固液分配比R	93.0	25.0	24.0