

アニオン性界面活性剤の腐植質土壌中における移動と電解質濃度の影響 Anionic Surfactant Movement in Humic Soil and Influence of Electrolyte Concentration

○石黒 宗秀*・森口一輝*・中森紀幸**・杉山真也**・石岡亜希子**

ISHIGURO Munehide, MORIGUCHI Kazuteru, NAKAMORI Noriyuki, SUGIYAMA Shinya,
ISHIOKA Akiko

1. はじめに

合成界面活性剤は、生物細胞を破壊するため、環境問題・健康問題を引き起こすことが指摘されている。一方、有害有機物で汚染された土壌の浄化剤として利用が試みられている。しかし、土壌中での移動機構は明らかでない。ここでは、炭素鎖形状と電解質濃度がアニオン性界面活性剤の移動現象に及ぼす影響を実験的に明らかにすることを目的とする。

2. 実験方法

実験には、鳥取県大山放牧場の2~30cm深から採取した表層土を用いた。実験には、2mm篩通過の生土を用いた。土壌分類は多腐植質厚層非アロフェン質黒ぼく土、土壌炭素含量13.8%、砂含量43.6%、シルト含量31.8%、粘土含量24.6%、埴壤土、CEC 12.3mmol_c/kg (1mMのK溶液)、AEC 0mmol_c/kgであった。

アニオン界面活性剤として、疎水基の炭素鎖が分岐状のドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$; DBS) と、直鎖状のドデシル硫酸ナトリウム ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OSO}_3\text{Na}$; SDS) とを用いた。

DBS溶液浸透実験は、直径5cm、長さ13cmのアクリルカラムに試料土を充填し、1mM NaCl溶液を流して吸着平衡とした後、種々濃度の界面活性剤溶液を浸透させ、流出液の濃度を測定した。SDSに関しては、移動に及ぼす吸着分解の影響を小さくするため、直径2cm、長さ3cmのアクリルカラムを用いた。バッチ法により、種々濃度の界面活性剤溶液を土壌試料に添加して良く振とうし、上澄み液の濃度を測定し、DBS吸着量およびSDS除去量を求めた。SDSについては、上澄み液を捨てた後、土壌試料中のS量を測定し、その値から吸着量を求めた。実験においては、電解質濃度の影響を明らかにするため、0~100mM NaCl溶液を用いた。界面活性剤濃度の測定は界面活性剤イオン選択電極法、S量測定は熱分解-よう素酸カリウム滴定法(JISM8217)を用いた。

3. 実験結果と考察

Fig.1に、1mM NaCl溶液中でのSDS除去量の測定結果を示す。SDS除去量は、土壌への吸着量と分解量の合計量と考えられる。SDS除去量は、時間とともに増大する。Fig.2に、SDSを土壌に添加して3時間振とう後のSDS除去量を示す。SDS除去量は、SDS低濃度において1mM NaCl溶液のそれが小さく、0.5mM前後のSDS濃度において100mM NaCl溶液のそれが小さく、1~2mM SDSにおいて100mM NaCl溶液のそれが大きい傾向にある。

*岡山大学大学院環境学研究科 Graduate School of Environmental Science, Okayama Univ., **前岡山大学環境理工学部, Former position; Faculty of Environmental Science and Technology, Okayama Univ., アニオン性界面活性剤, 溶質移動, 腐植質土壌, 炭素鎖, 電解質濃度

一方、DBSの吸着量は、電解質濃度が高くなると顕著に増大した。DBS吸着量は、時間変化が認められなかった。SDS吸着量は、電解質濃度による顕著な影響は認められなかった。試料土壌は、負荷電のみを持つため、アニオン性界面活性剤との間に電気的反発力が働くが、疎水性相互作用により吸着している。DBS吸着に電解質濃度の影響が顕著に認められ、SDS吸着に電解質濃度の影響が明瞭でないのは、SDSの直鎖状炭素鎖の強い疎水性相互作用によると考えられる。

Fig.3に、SDSとDBSの流出濃度曲線を示す。DBS流出濃度曲線は、単調増加を示し、電解質濃度の増大に伴い吸着量が増大するため、流出が遅れている。一方、SDS流出濃度曲線は、DBSのそれとは異なる結果を示した。1 mM NaCl溶液では、一度濃度上昇した後濃度が低下し、その後流出が抑制された。これは、初期の低濃度では土壌・SDS間の電気的反発力により吸着が抑制されて流出し、その後の濃度上昇に伴い吸着が進行し、かつ分解反応も生じて、濃度低下と流出抑制に転じたと考えられる。100 mM NaCl溶液では、SDS流出濃度曲線は、緩やかな濃度上昇を示した後、相対濃度0.2を推移した。この場合は、電解質濃度が高いため、初期から吸着分解が進行したと考えられる。1 mM NaCl溶液のそれと異なり、流出水量が増加しても濃度が0にならないのは、高電解質濃度で土壌構造が分散せず、透水性が良いために、完全に分解する前にSDSが流出したためと考えられる。

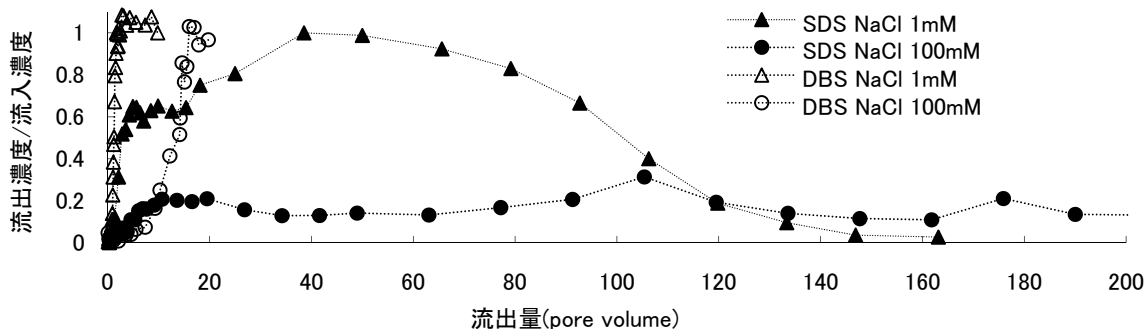


Fig.3 電解質濃度と疎水基形状がアニオン性界面活性剤の流出濃度曲線に及ぼす影響。Influence of electrolyte concentration and hydrophobic chain shape on anionic surfactant breakthrough curve.

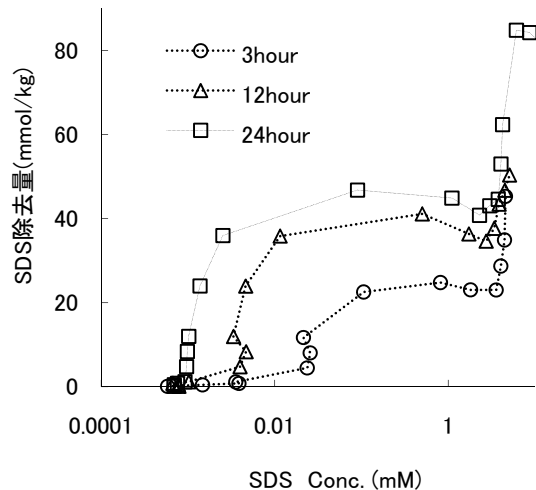


Fig.1 1 mM NaCl溶液中におけるSDS除去量の時間変化。Changes of SDS removal with time.

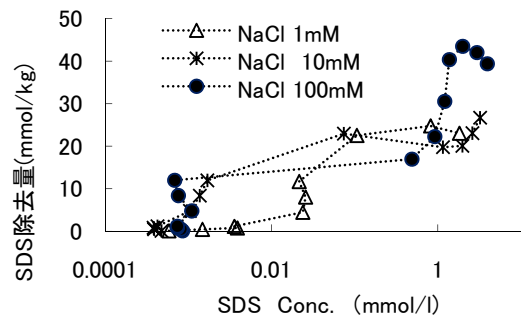


Fig.2 3時間経過後のSDS除去量に及ぼす電解質濃度の影響。Influence of electrolyte concentration on SDS removal at 3 hour.