

DPDS 界面活性剤ミセル中における炭化水素化合物の溶解特性について

熊本大学大学院 (学生会員) ○森田 隆
 熊本大学工学部 (ASCE 会員) Rouse, J.D.
 熊本大学工学部 (正会員) 古川 憲治

1. はじめに

近年、石油系炭化水素化合物により汚染された水域、土壌の修復に界面活性剤を活用する技術が注目されている。この修復技術は、界面活性剤が水中で作るミセルと呼ばれる集合体の中における炭化水素のエマルジョン化(乳化)に伴う溶解率向上を利用したものである。本研究では多環の石油系炭化水素化合物 Phenanthrene (C₁₄H₁₀), Pyrene (C₁₆H₁₀), Fluorene (C₁₃H₁₀), Fluoranthene (C₁₆H₁₀) の界面活性剤中における挙動を調査し、それぞれの組み合わせによるミセルの競合等を検討した。

2. 実験材料ならびに方法

本研究では、供試陰イオン界面活性剤として、土壌への付着が少なく、毒性が低く実際に現場でも使用されている Fig.1 に示す twin-head で炭素鎖 16 の C16-diphenyl oxide disulfonate(DOW Chemical Co.) (以下 C16-DPDS と略す) を使用した。Table 1 には使用した炭化水素化合物の水への溶解に関するデータを示す。これらの炭化水素化合物は現在その難分解性から環境問題で注目されている PAH (多環芳香族炭化水素) であり、いずれも HPLC による定量も可能で、またミセルにおける挙動を調査するためにもより適していることから使用した。

Table 1 炭化水素化合物の諸特性¹⁾

炭化水素化合物 (分子量)	水溶解率(mg/L)	Log Kow
Phenanthrene(178)	1.06	4.46
Pyrene(202)	0.15	5.12
Fluorene(166)	1.78	4.23
Fluoranthene(202)	0.26	5.22

*Kow : octanol - water partition coefficient

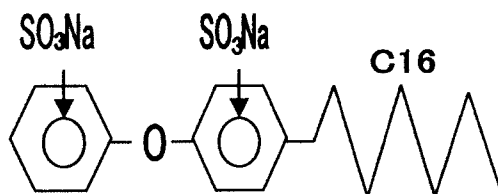


Fig.1 陰イオン界面活性剤 C16-DPDS

2-1. HPLC を用いた C16-DPDS 溶液中における多成分の炭化水素化合物の可溶化率測定

個々の炭化水素化合物の界面活性剤溶液中における挙動を測定するため、HPLC を使用し、特に難水溶性の炭化水素化合物を除いた組み合わせで実験した。HPLC は測定精度・測定時間においては、RI 法には劣るものの、溶液に含まれるすべての物質の検出が可能である。C16-DPDS 15mM 溶液中に炭化水素化合物 Phenanthrene, Pyrene, Fluorene, Fluoranthene それぞれを単独および複数混合で加えることにより、炭化水素化合物の可溶化の影響を調べた。

3. 結果および考察

3-1. HPLC を用いた C16-DPDS 溶液中における炭化水素化合物の可溶化率測定

疎水性の高い 4 種類の炭化水素 (Phenanthrene(ph), Pyrene(py), Fluorene(fl), Fluoranthene(ft)) の組み合わせで、HPLC を用いてそれぞれの炭化水素化合物間でのどのような相互作用が見られるか調べた。C16-DPDS 溶液中における炭化水素化合物の可溶化の影響を Fig.2~5 に示した。

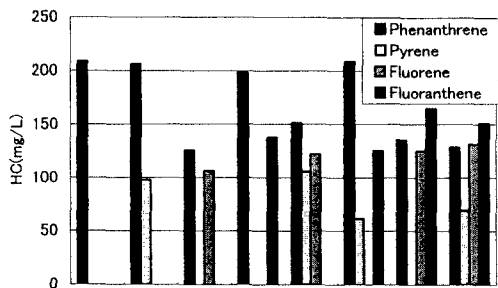


Fig.2 C16-DPDS 中における Phenanthrene 溶解能

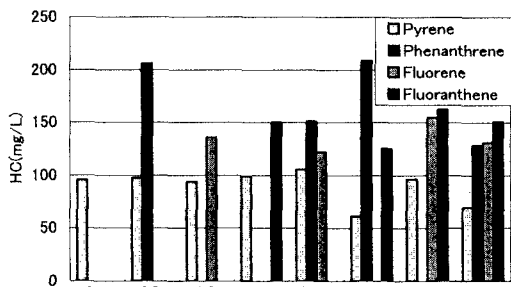


Fig.3 C16-DPDS 中における Pyrene 溶解能

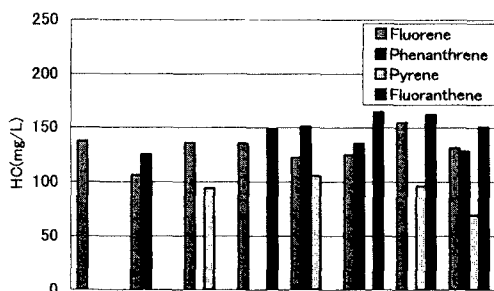


Fig.4 C16-DPDS 中における Fluorene 溶解能

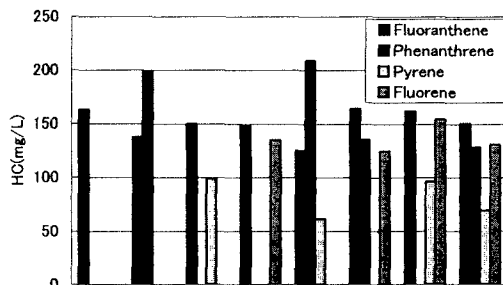


Fig.5 C16-DPDS 中における Fluoranthene 溶解能

ph 単独では 210mg/L ほど溶けるが、fl を含む 4 つのものではその溶解性が 30~40%低下している。py については、ph, fl, ft それぞれを含むものではほとんど溶解性が影響を受けていない。しかし ph と ft を同時に含むものでは 30~40%の溶解性低下が起こっている。fl については、ph を含む 4 つのもので 5~20%の溶解性低下が見られる。ft については、他の 3 種類の炭化水素をそれぞれ含むとき溶解性の低下が見られたが、ph と py を同時に含むとき最も大きな溶解性低下が起こった。以上のことより、fl と ph は互いに競合作用により、溶解に与える阻害効果の大きな影響を受けたことがわかった。この結果は fl と ph がミセル中の同様な場所で競合することを示している。しかしながら ft と py はミセルの競合による影響をいずれもほとんど受けず、また両者は類似した特性を有しているにもかかわらず互いに競合しなかった。また、実験で得られたデータから X_m (mole fraction : ミセル内部における炭化水素のモル比)、 X_a (水中における炭化水素のモル比) を求めることにより、Fig.6 の関係が得られた。このことは炭化水素化合物の種類が増加すると、ミセルにおける炭化水素の溶解度が増加することを示している。

4. まとめ

今回の実験により、界面活性剤のミセル内部に複数の炭化水素化合物が存在することで、それぞれがミセルの競合を引き起こし、可溶性に変化が現れることがわかった。今後は炭化水素の様々な特性からミセルの形や大きさについての考察を行い、その上で実際の土壌浄化に適用可能な可溶化モデルを構築する予定である。

(参考文献) 1) J.D.Rouse et al. Environmental Science & Technology / vol.29, No.10, pp.2484~2488, 1995

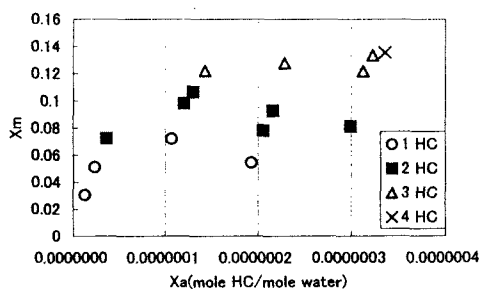


Fig.6 C16-DPDS 中における X_a - X_m の関係