

海水中の界面活性剤濃度の簡易分析手法の検討

(株)大林組 正会員 ○三浦 俊彦、千野 裕之、木村 志照、木村 勉、三木 慶造

1. はじめに

近年、土木分野では、地盤改良工事やシールド工事、汚染土浄化工事等の広い範囲で、界面活性剤と土壌を混合し、その特性を生かした工法が施工されている。これらの工事で使用される界面活性剤は、一般に毒性が低い陰イオン界面活性剤で、かつ生分解性に優れているため、環境への影響は小さい。しかし、雨水や地下水が土壌に浸透・接触する場合は、一時的に高濃度の界面活性剤を含む水が発生する場合があります、現場で適切に管理することが必要である。現在、水中の陰イオン界面活性剤濃度は、JIS のメチレンブルー吸光光度法により測定されている。現場管理のためには、簡易に分析する方法も必要である。現在、排水や河川等の淡水中の濃度を測定する簡易分析法は存在する¹⁾が、海水中の濃度を測定する場合は、共存する高濃度の塩のために、簡易分析の適用が難しいことが知られている。そこで、海水から界面活性剤のみを補足する特殊なカラムを用いることで、海水中の界面活性剤を現場で簡易に分析する方法を検討したので、その結果を報告する。

2. 現存の簡易分析による河川水と海水中の陰イオン界面活性剤の分析

2. 1 方法 現場から採取した河川水と海水に、一定量の陰イオン界面活性剤（AOS；アルファオレフィン sulfonate ナトリウム）を添加した溶液を分析対象とした。簡易分析には、株式会社共立理化学研究所の陰イオン界面活性剤測定セット（型式 AW-DET）を使用した。本手法は、分析対象水にメチレンブルーを加えて振り混ぜ、形成した陰イオン界面活性剤とメチレンブルーの会合体をポリプロピレンチューブの壁面に付着させ、その付着したイオン会合体をエタノールで溶解して比色測定する方法である¹⁾。本試験では、発色させた溶液を分光光度計で 661nm の吸光度を測定した。

2. 2 結果 AOS 濃度と吸光度の関係を図 1 に示す。河川水のケースは、同じ測定を 3 回繰り返して、測定値の変動を調べた。海水のケースは、海水をそのまま使用したケースと、10 倍、100 倍に希釈した海水に AOS を添加したケースを測定した。河川水の吸光度は、0.1mg/L 以下では誤差があったが、それ以上の濃度範囲では 3 回ともほぼ同じ吸光度で安定した値となった。一方海水の吸光度は、AOS 濃度が増加しても低い値のまま一定であり、簡易分析では測定が難しいと考えられた。海水を 10 倍と 100 倍に希釈したケースでは、少しばらつきがあったが、AOS 濃度と吸光度の間には正の相関が認められた。したがって、海水中の AOS 濃度も希釈をすれば分析が可能であった。しかし、希釈時に AOS 濃度も希釈されるため、定量下限値は 1～2mg/L となり、例えば水道水基準（0.2mg/L）のような低濃度で管理をする場合は、適用が難しいと考えられた。

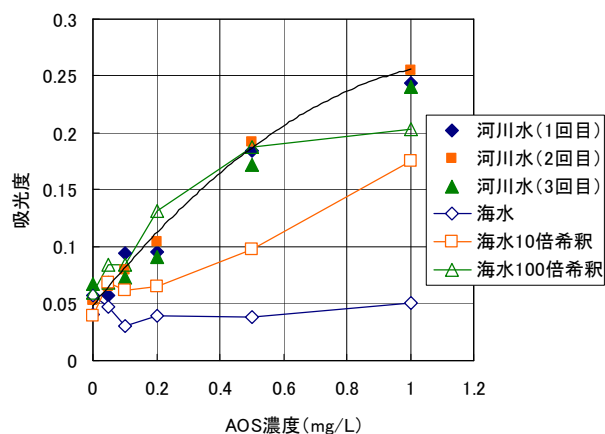


図 1 簡易分析法による AOS 濃度の測定結果

3. 海水中の陰イオン界面活性剤分析のための簡易分析の改良検討

3. 1 方法 基本的な手法は現存の簡易分析法と同じだが、海水に含まれる塩の影響を除去するため、以下の 3 つの手法を検討した。A 法：簡易分析の操作において、界面活性剤とメチレンブルーの会合体をポリプロピレンチューブの壁面に吸着させた後、リン酸水素ナトリウムで洗浄する方法。洗浄により、界面活性剤以外の成分と結合した会合体の除去を目的とする。B 法：試料水を塩化銀の入ったカートリッジに通過させ、海水中の塩化物イオンを除去する方法。C 法：試料水をポリマー系カートリッジに通過させて、界面活性剤のみを

キーワード 界面活性剤, 簡易分析, 地盤改良, シールド, 土壌汚染

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組技術研究所 環境技術研究部 TEL 042-495-1014

吸着させ、それ以外の溶液は通過させる。その後、カートリッジに吸着した界面活性剤を、少量のメタノールと水で抽出した溶液を検液とする方法である。ポリマー系カートリッジは、疎水性と親水性の有機化合物が重合された多孔性ポリマーで、界面活性剤のような極性化合物の保持効果を持つものを選定した²⁾。現場から採取した海水に一定量の陰イオン界面活性剤（AOS）を添加した溶液と、現場状況を模して、AOS 混合土壌を液固比 1 の体積割合で投入した海水を分析対象とした。

3. 2 結果 各手法の AOS 濃度と吸光度の関係を図 2 に示す。A 法のリン酸水素ナトリウムで洗浄するケースと B 法の塩化銀カラムを用いたケースの吸光度は、AOS 濃度が増加しても低い値で一定であり、相関がなかった。これは、界面活性剤の会合体がチューブ壁面に付着するのを海水が妨げていること、そして塩化物イオンのみを除去しても、他の海水成分が同様に妨害することを示唆している。一方 C 法のポリマー系カラムを用いたケースでは、AOS 濃度と吸光度の間に正の相関があり、かつ同じ測定を 3 回実施しても同程度の値を示したことから、海水中の界面活性剤濃度を測定できた。ただし、0.1mg/L 以下の濃度範囲ではばらつきが大きいので、0.2mg/L 以上の濃度範囲で使用するべきと考えられた。

ポリマー系カラムを用いた簡易分析で、AOS 以外の陰イオン界面活性剤が測定できるか調べるため、AOS、LAS（アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム）、AS（ドデシル硫酸ナトリウム）の 3 種類の界面活性剤の濃度と吸光度の関係を調べた結果を図 3 に示す。いずれも濃度と吸光度の間には正の相関があり、本手法により測定が可能であった。LAS の吸光度は、他に比べて高い値を示したが、測定対象の界面活性剤ごとに検量線を作成すればよいと考えられる。

図 4 に AOS の混合土壌を海水に投入し、その後海水に溶出した AOS 濃度を公定法とポリマー系カラムを用いた簡易分析法で測定した結果を示す。簡易分析の AOS 濃度は、公定法の濃度と高い正の相関を示した。したがって、ポリマー系カラムを用いた簡易分析により、公定法の濃度を換算できると考えられた。簡易分析の方が高い値がでる傾向にあったが、これは補正率を設定することで対処できると考えられる。

まとめ

1) 従来の簡易分析法を用いて海水中の界面活性剤濃度を測定する際は、10～100 倍に希釈することで測定が可能であった。しかし、希釈により定量下限値が上がるため、1～2mg/L 以下の濃度を測定する場合は適当が難しいと考えられた。

2) 前処理として、ポリマー系カラムを用いて海水中の界面活性剤を吸着し、吸着した界面活性剤を溶出させた液を検液とすることで、簡易分析により 0.2～1mg/L 程度の海水中界面活性剤濃度を測定することができた。

参考文献

- 1) 釜谷美則他，陰イオン界面活性剤の簡易分析法の開発，用水と廃水，Vol.41，No.3，pp.34-38，1999
- 2) 安達美和，食器用洗剤混入事件のための界面活性剤抽出法，法科学技術，12（1），pp.45-51，2007

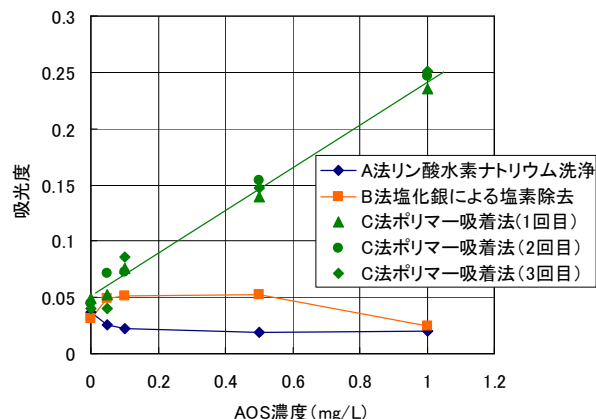


図 2 簡易分析の各手法による AOS 濃度の測定結果

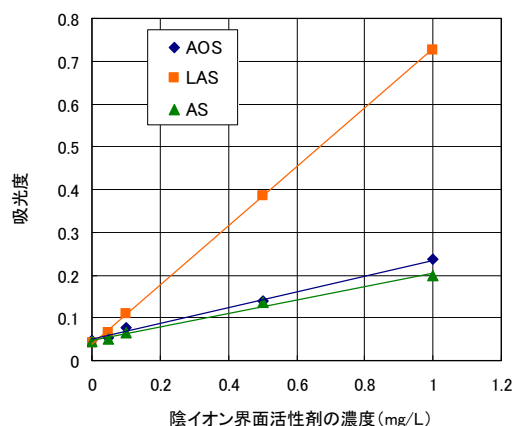


図 3 ポリマー系カートリッジを使用した簡易分析による AOS、LAS、AS 濃度の測定結果

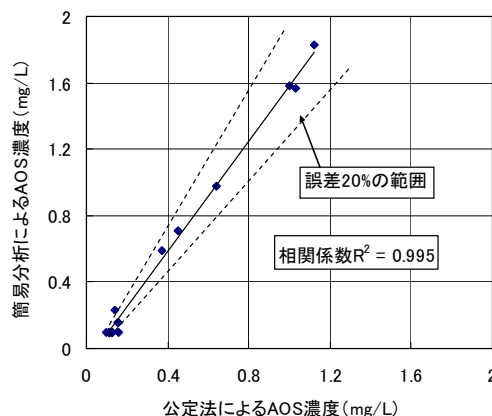


図 4 ポリマー系カートリッジを使用した簡易分析と公定法による AOS 濃度の関係