

[自主研究]

三次元励起蛍光スペクトル法で検出される 化学物質の同定と汚濁指標性の検討

池田和弘 竹峰秀祐

1 背景と目的

三次元励起蛍光スペクトル法は、迅速かつ簡便に水中のいくつかの有機物質群を検出し定量的な情報を得る分析手法である。H28-30年度に実施した自主研究により、河川水中でタンパク質様物質由来の蛍光成分が検出され、生活排水流入の指標となることが確認された。しかし、この成分は藻類からも供給されるため、指標として危うい面もある。一方、河川や下水中には生活関連の化学物質由来と推測される蛍光成分が検出されることがある。本研究では、三次元励起蛍光スペクトル法で検出される、いくつかの化学物質由来の蛍光成分を同定し、それらにより負荷源を追跡する手法を提案することを目的とする。本年度は、入浴剤由来の蛍光成分に着目し、下水等での検出状況の把握、同定および特性評価を実施した。

2 方法

河川および下水試料の蛍光分析は、ろ紙(GF/B)によるろ過後、分光蛍光光度計により実施した。純水分析によるブランクを差し引き、内部遮蔽効果を補正し、最終的なスペクトルを得た。化学物質の定性・定量分析はUPLCにより、ろ過試料を抽出せずに直接分析することで実施した。

3 結果および考察

3.1 入浴剤由来蛍光成分の同定

励起波長495nm蛍光波長515nm付近に検出される蛍光ピーク(ピークX)は、下水処理水に特有の成分と考えられていたが、小松は入浴剤成分と推察している⁽¹⁾。実際、河川水、下水流入水、下水処理水、単独浄化槽の多い地域の水路水で確認されたピークXと入浴剤の成分で色素黄色201号として使用されるフルオレセイン標準品のピーク位置はよく一致した。

下水処理水を疎水性カラム(BondElutePlexa)に通水した吸着実験では、pH2よりもpH10の時のほうが、ピークXは大幅に早く破過した。フルオレセインはpH2では非解離型が多いがpH10では二価の陰イオンとなり親水性が増す。ピークXの挙動はフルオレセインの物性と矛盾なかった。

下水処理水を、C18カラムを備えたUPLC/蛍光検出器により分析したが、この時蛍光波長を515nmに設定した励起スペクトルを経時的にモニターした。その結果、フルオレセイン標準の保持時間および励起スペクトルと同一のピークが検出され

た。このピークをフルオレセインとみなして定量した結果、濃度は平均で0.25 $\mu\text{g/L}$ (n=6)であることが分かった。また、この濃度から算出すると、フルオレセインはピークXの蛍光強度の48%を説明できることが分かった。以上より、ピークXの起源はフルオレセインを中心とした物質であることが強く示唆された。

3.2 入浴剤由来蛍光成分の蛍光特性

フルオレセインの蛍光のpH依存性を評価した(図1)。埼玉県の河川ではpHの平均は7.6であり範囲は6.3-9.6であった。図1よりpHが8.0以上では蛍光強度は一定だが、それ以下では徐々に強度が低下することが確認された。ピークXを生活排水の指標として利用する場合、同じフルオレセイン濃度にも関わらずpHによって強度が変化することは問題となる。そこで、pHを同時に測定し、測定したピークXの蛍光強度をpH8.0の時の蛍光強度に変換する式を作成した。

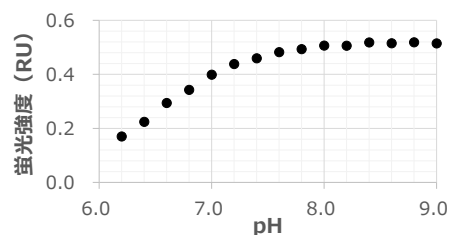


図1 フルオレセイン1 $\mu\text{g/L}$ 標準液の蛍光強度のpH依存性

3.3 下水中の入浴剤由来蛍光成分

A下水処理場で月1回の採水分析を実施した(図2)。夏季よりも冬季で流入水中のピークX強度が高く、BODの変動とおおよそ一致した。処理水でも季節変動が確認された。

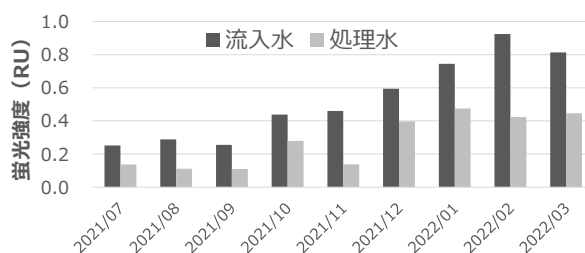


図2 下水中のピークXの蛍光強度の経月変動

参考文献

(1)小松(2020), 環境浄化技術, 19, 25-30.