

[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で検出されるタンパク質様蛍光成分は生活排水混入の指標として有用である。しかし、この成分は藻類や畜舎排水からも供給されるため、指標として使用できる水域に制限がある。また、蛍光強度を定量するにはPARAFAC解析が必要であり、流入の迅速検知には不向きである。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。そこで本研究では、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した。本年度は、入浴剤由来の色素フルオレセイン、洗剤由来のLAS、洗濯用洗剤由来の蛍光増白剤DSBPの蛍光成分に着目し、河川への生活排水混入の指標性を比較・評価した。

2 方法

調査対象は埼玉県内河川とし、2022年4月から2023年12月まで月1回採水した。ろ紙(GF/B)によるろ液を分析対象とした。各化学物質の蛍光分光光度計による定量波長(Ex/Em)は、フルオレセイン(495/515nm)、LAS(224/285nm)、DSBP(345/430nm)とした。DSBPの蛍光ピークに重なる腐植物質の影響は計算により除去した。フルオレセインの有機物への収着は回分式収着平衡実験により、活性汚泥による除去性はフラスコ内でのばっ気実験により評価した。光分解実験は冬季の晴天時に屋上で、石英蛍光セルを利用して実施した。

3 結果および考察

3.1 生活排水混入の指標性の比較・評価

河川20地点の調査期間中平均蛍光強度を算出し、生活排水混入率との関係を調査した。各蛍光成分の強度は生活排水混入率が高いと高くなる傾向が確認された。相関性はDSBP($R^2=0.80$)、フルオレセイン(図1)($R^2=0.73$)、LAS($R^2=0.59$)の順となった。DSBPとフルオレセインの蛍光強度の相関性は高く($R^2=0.94$)、両者の由来と環境中動態が類似していることが推察された。測定の容易さの観点からは、励起蛍光波長1点の計測でよいフルオレセインが、3点必要なDSBPや測定前の希釈が必要なことがあるLASより優れており、より実用的であると考えられた。またDSBPの検出濃度は平成14年度の調査と比べ低下しており、使用量の減少の影響と推察された。

計測したフルオレセイン蛍光強度と流量データから河川における蛍光成分のフラックスを算出し、河川38地点の平均値

の季節変動を調査した(図2)。フラックスは冬季に増大し、入浴剤の使用量に関連していると考えられた。フルオレセインの蛍光から河川への生活排水混入量を算出する際は、季節毎に異なる原単位を使用する必要があることが分かった。

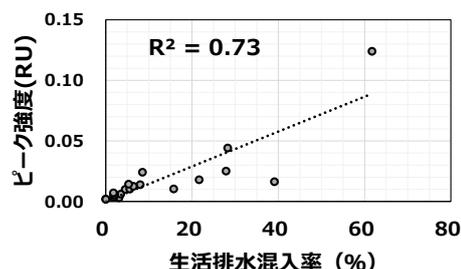


図1 フルオレセイン蛍光強度と生活排水混入率の関係

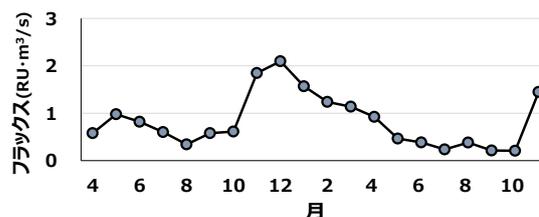


図2 河川におけるフルオレセイン由来蛍光成分フラックスの経月変動(2022年4月~2023年11月)

3.2 フルオレセイン蛍光の実環境中での残存性

下水処理水以外の流入がほとんどない浅い河川におけるフルオレセイン蛍光の消長を調査した結果、その半減期は3時間であった。溶存有機物への収着定数を、スワンー川NOMやアルドリッチ社フミン酸など5種類の溶存有機物で調査したが、収着は確認されなかった。また活性汚泥と混和しても、33時間で約10%の減少にとどまった。一方、光分解実験では1時間で95%以上減少した。これはDSBPも同様であった。これらより、実環境中でフルオレセイン蛍光は光分解により比較的早く消失することが予想された。フルオレセイン蛍光は比較的近い負荷源からの生活排水の流入検知に有効と考えられた。

4 まとめ

フルオレセイン由来の蛍光ピークは、河川への生活排水混入に検知に有効であるが、光分解による消失や季節による使用量変化を考慮して使用する必要がある。雨天時の河川への生下水流入の迅速検知、小流域での生活排水混入率調査、地下水への生下水の漏洩調査等に特に有効と考えられる。