

[自主研究]

PARAFAC-EEM 法による水質モニタリングに関する基礎的研究

池田和弘 柿本貴志 見島伊織 渡邊圭司

1 背景と目的

県内河川においては過去の甚大な水質汚濁は大幅に改善されたが、親水空間としての水環境の保全や水道水源としての水質管理など地域ごとの高度な要求に応える必要もある。このためには、急激な水質悪化の検出と対応が重要であり、また多地点での効率よい水質評価が必要となる。

蛍光分析(EEM法)は簡便で迅速性が高いため、河川水質のリアルタイムモニタリングへの適用が期待できる。検出されるいくつかの成分は起源に特徴的であるため、河川水を分析することで、汚濁負荷源と水質の推測が可能となる。さらに、最新の蛍光分析法であるPARAFAC-EEM法では成分の分離・定量性が著しく向上しており、多成分の検出が期待できる。

そこで本研究では、新しい水質モニタリング手法を構築することを目標とし、①生活排水の影響のある県内河川を対象としたPARAFAC-EEM法の適用手法の構築、②蛍光成分を利用したBOD評価モデルの構築、③汚濁の由来を判断する手法開発を行い、実用化のための基礎的検討を行うこととした。

これまでの2年間で、①蛍光データを正規化することで蛍光成分の分離個数を上昇させるなどPARAFAC解析手法の最適化を行い、②県内河川から8つの蛍光成分を分離定量し、その同定を実施した。検出されたものは、藻類の分解産物(F1)、蛍光増白剤(F2)、土壌由来の腐植物質(F3、F6)、下水処理水に多い腐植物質(F4)、トリプトファン様物質(F5)、チロシン様物質(F7)、下水マーカ(F8)であった。また、③内部生産による汚濁の指標となる成分(F1)を提案し、④F1(内部生産に関連)、F3とF6(土壌など自然負荷に関連)およびF7(生活排水に関連)を利用したBOD評価モデル式を作成した。

本年度は、各種負荷源の蛍光分析を行い、特徴的な蛍光成分を把握し、河川の有機汚濁の由来を判断するための情報を整理した。特に、生活排水について、未処理および処理後の排水の流入を分離検出できるか検討を行った。

2 研究方法

県内常時監視地点11地点の河川水、下水処理場放流水7地点、生活雑排水の流入河川および生下水の蛍光、BOD分析を行った。JASCO FP-8500により蛍光分析を、SHIMADZU UV-2550により吸光分析を行った。PARAFAC解析はMatlab2012b上でdrEEM and the N-way toolbox¹⁾を利用して行った。

3 研究成果

生下水、生活雑排水、下水処理場放流水、河川水の蛍光成分の平均値を比較すると、生下水のチロシン様成分の蛍光強度が著しく高く、それぞれのBOD値とチロシン様成分蛍光強度の間には比較的良好な相関があった。チロシン様成分強度で正規化した場合、下水処理場放流水には、下水処理水に多い腐植物質(F4)が多いことが確認され、トリプトファン様物質(F5)もやや高いことが分かった。したがって、生活排水による河川の有機汚濁に関しては、チロシン様物質でBODを推測できること、また未処理の排水が原因か、処理済みの排水が原因かについては、F4やF5成分に注目することで判断可能となることが示唆された。

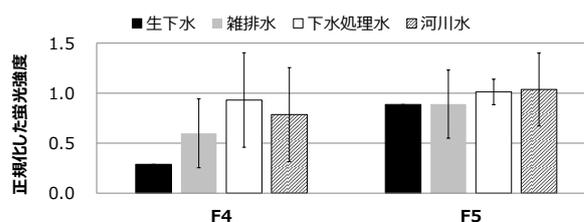


図1 各試料に含まれるF4およびF5の蛍光強度:F7の蛍光強度で正規化したもの

河川各地点のBODを負荷源解析により、下水処理場や合併処理浄化槽など処理済み排水由来と単独処理浄化槽など未処理排水由来に分け、これらと各蛍光成分の相関を調べたところ、前者はトリプトファン様成分と後者はチロシン様成分と最も良い相関が得られた(R^2 はそれぞれ0.83と0.63)。このことから、トリプトファン様成分が処理済み、チロシン様成分が未処理の排水の影響と関連することが分かった。

さらに、下水処理場放流水の放流点から下流域の蛍光データを取得し各成分の消失速度係数を評価したところ、トリプトファン様物質(F4)とチロシン様成分(F7)は比較的小さく(それぞれ0.5および0.9日⁻¹)、下水処理水に多い腐植物質(F4)やDSBP(F2)は比較的大きかった(それぞれ1.8及び2.4日⁻¹)。トリプトファン様物質は、下水処理場由来BODの消失係数の報告値²⁾である0.4日⁻¹と近く、処理済み排水由来BODの指標としてより適していると考えられた。

文献

- 1) K.R. Murphy *et al.* (2013) *Anal. Methods*, 5, 6557-6566.
- 2) 小泉明ら(1998)環境システム研究, 26, 157-163.