

[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、ケモトリックス的手法を組み合わせた最新の蛍光分析手法であるPARAFAC-EEM法が開発され、成分の分離・定量性は著しく向上した。

そこで本研究では、新しい河川水質モニタリング手法を構築することを目標とし、3年間で、①県内河川を対象としたPARAFAC-EEM法の適用手法の構築、②水質評価モデルの構築、③汚濁の由来を判断する手法開発を行う。2年目の29年度は、BOD評価モデルの構築を行うとともに、検出された蛍光成分の同定を行った。

2 研究方法

平成24年度以来取得した県内常時監視地点38カ所の河川水の蛍光データ(n=1226)と水質データを利用し、BOD評価モデルを作成した。HITACHI F-2500および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 toolbox (Murphy K.R. *et al.*, 2013)を利用して行った。

3 研究成果

3.1 分離されたピークの同定

PARAFAC解析の結果、県内河川の蛍光スペクトルから8成分が分離された(図1)。文献調査(眞家 2009、高橋ら 2003等)、標準物質のスペクトルとの比較、水質データと蛍光成分データを利用した主成分分析やクラスター分析を行い、成分の同定と指標性の検討を行った。

F1は植物プランクトンの分解産物、F2は洗剤に含まれる蛍光増白剤DSBP、F3とF6は土壌や森林由来の腐植物質、F4は下水処理水に多い腐植物質、F5とF7はタンパク質で、前者がトリプトファン由来、後者がチロシン由来、F8は下水によく含まれるマーカーであることが分かった。F1は富栄養化による汚濁、F3とF6は自然由来の負荷、F2、F4、F5、F7、F8は生活排水(下水)による負荷、特にF7は未処理(あるいは処理が不

十分な)生活排水による負荷の指標となることが推察された。

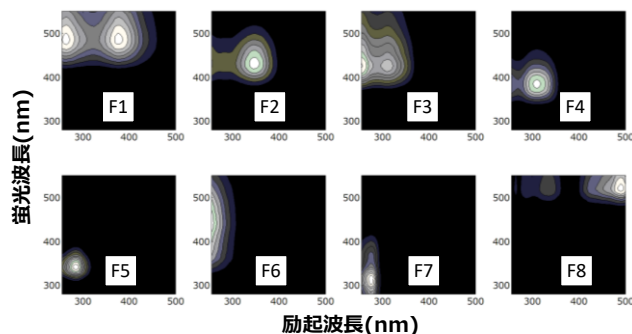


図1 PARAFAC解析により分離された8つの蛍光成分
励起波長範囲:255-500nm 蛍光波長範囲:280-550nm

3.2 BOD評価モデル

単回帰および重回帰分析の結果、地点ごとの期間平均値は、F7を利用した単回帰モデル(式1)により、精度よく推測できることが分かった($R^2=0.82$)。

$$BOD \text{ (mg/L)} = 20.8 \times F7 + 0.59 \quad (\text{式1})$$

ここで、F7は成分F7の蛍光強度(RU)を示す。

各地点の水質変動については、重回帰モデルでの評価が有効であり、BODの変動がある(標準偏差が1mg/Lを超える)12地点中10地点で決定係数が0.5を超えた。下水処理水と富栄養化による藻類繁茂の影響を受ける地点である市野川徒歩橋では、F1とF7で精度良く($R^2=0.66$)BODを推測できた(図2)。F1とクロロフィル濃度の変動はよく関連しており、F1が富栄養化による汚濁、F7が下水処理水による汚濁の良い指標となることが確認された。

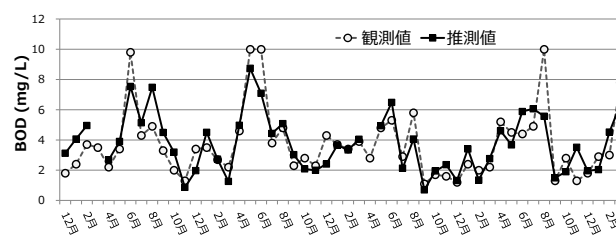


図2 市野川徒歩橋のBOD実測値とモデルによる推測値

さらに、任意の地点・時点での河川BODの推測のため、全データで重回帰分析を行い、式2に示すBOD評価モデルを作成することができた($R^2=0.65$)。

$$BOD = 6.6 \times F1 + 8.7 \times F3 + 16.7 \times F7 - 8.4 \times F6 - 0.08 \quad (\text{式2})$$