

終了課題成果報告書

研究テーマ名	PARAFAC-EEM法による水質モニタリングに関する基礎的研究						
研究担当者(共同研究者含む)	池田和弘、柿本貴志、見島伊織、渡邊圭司						
実施期間	平成28年度 ～ 平成30年度 (3か年)						
研究区分	自主研究事業						
研究費(千円)	28年度	29年度	30年度	年度	年度	研究費合計	備考
自主研究費	610	800	520			1930	
関連外部資金	0	0	1600			1600	
環境基本計画上の位置付	(目標)Ⅱ 再生したみどりや川に彩られ、生物の多様性とんだ自然共生社会づくり (施策)7 河川等の保全と再生						
背景と目的(目標設定)	<p>県内河川においては平均的な水質は大幅に改善されたが、地域や季節によっては BOD の環境基準超過もみられる。また親水空間としての水環境の保全や水道水源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、水質悪化の即時検出と対応が重要であり、リアルタイム性の高いモニタリングと汚濁原因の早期説明が必要となる。</p> <p>蛍光分析は迅速性が高いため、河川水質のリアルタイムモニタリングに適している。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、ケモメ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 法を用いることで、多成分の検出が期待される。</p> <p>そこで本研究では、PARAFAC-EEM 法により河川水質を迅速に評価し、発生源の情報を獲得するモニタリングシステムを開発することを目標とする。3年間の目標は、県内河川や排水中の蛍光成分を把握し、汚濁源に関する指標性について明らかにするなど基礎的検討を行うことである。</p>						
研究内容(緊急性・必要性、新規性・独創性)	<p>①汚濁河川に対するPARAFAC解析手法の構築</p> <p>PARAFAC-EEM法はこれまで、主に海洋や汚濁の少ない河川に適用されることが多く、生活排水の影響を受ける河川へ適用した例は少ない。そこで、県内河川の蛍光データを取得し、様々な条件で解析することで、蛍光分析条件やPARAFAC解析条件の最適化を行い、水質評価に有用な蛍光成分をより多く分離検出することを目指す。</p> <p>②水質評価モデル式の作成</p> <p>分離・定量された蛍光成分のデータベースを構築し、水質指標との比較等により成分・由来の同定を行う。さらに河川の有機汚濁指標がBODであることを考慮し、蛍光成分強度からBODを予測するモデル式を作成する。公定法ではBOD分析に5日間要するが、この方法では即日評価可能となる。</p> <p>③有機汚濁の由来を判断する手法開発</p> <p>河川の蛍光成分と負荷源データを比較し、また、排水等の蛍光分析を行い、各負荷の指標となる蛍光成分を探索する。蛍光成分の環境中での残存性も評価する。これらより、河川水の蛍光分析により汚濁の由来を判断する手法の開発を行う。未処理と処理済の生活排水の流入の分離検出を目指す点が特に新規的である。</p>						
成果の概要(目標達成度)	<p>目標①:汚濁河川に対するPARAFAC解析手法の構築</p> <p>➡最適な解析手法を構築し、8個の蛍光成分を分離することができた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・埼玉県内河川38か所から、H24からH29年で1226個の蛍光データを取得した。 ・蛍光データを正規化してから解析する手法の導入や最適な解析波長範囲の設定により、PARAFAC解析手法を県内河川向けに最適化した。 						

目標②: 水質評価モデル式の作成

⇒ 負荷源の情報を含む4つの蛍光成分を利用したBOD評価モデル式を作成した。

・文献検索、標準物質の蛍光データとの比較、主成分分析やクラスター解析、水質指標との季節的連動性の評価により、分離された成分の同定を行った。各成分は、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)、下水マーカー(F8)であることが分かった。F5およびF7は生活排水に多い成分であった。

・回帰分析により、藻類の分解産物(F1)、土壌や森林由来の腐植物質(F3とF6)および生活排水に多いチロシン様成分(F7)の4成分を利用したBOD評価モデル式を作成することができた。モデルの精度も比較的良好であった($R^2=0.65$ 、 $n=1029$)。

目標③: 有機汚濁の由来を判断する手法開発

⇒ 内部生産、未処理および処理済生活排水による負荷の指標となる成分を提案できた。

・藻類の分解産物と同定された蛍光成分(F1)と河川のクロロフィルa濃度やBODとの連動性を評価した結果、F1は内部生産による負荷の指標となることが分かった。

・河川各地点のBODを負荷源解析により、下水処理場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(F5)と後者はチロシン様成分(F7)と最も良い相関が得られた(R^2 はそれぞれ0.83と0.63)。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。

・未処理排水と比較して、下水処理水ではトリプトファン様成分(F5)の比率が上昇した。また下水処理場から河川に流入したトリプトファン様成分(F5)の残存性とBODの残存性は同程度であった。

・内部生産の負荷はF1、未処理生活排水の負荷はF7、処理済の生活排水の負荷はF5が、河川流入を検知するよい指標となることが分かった。

成果の公表(発表・投稿、講演会の開催、報道機関の活用、特許取得等)

査読論文(1件)

・土木学会論文集G(環境), Vol.74, No.7, 265-274 (2018).

学会発表(5件)

・第53回環境工学研究フォーラム (2016.12.7)

・第54回環境工学研究フォーラム (2017.11.18)

・第30回環境システム制御学会(EICA)研究発表会(2018.11.7)

・第55回環境工学研究フォーラム(2018.12.17)

・第53回日本水環境学会(2019.3.8)

成果の発展性(埼玉県(行政・地域)への貢献、技術発展・実用化、課題等)

本研究は河川水質を迅速に評価し、発生源の情報を獲得するモニタリングシステムを開発することを目標としたもので、内部生産、未処理および処理済生活排水による負荷の指標となる蛍光成分を提案することができた。BODの基準超過への対応や水質改善のためには、汚濁負荷解析が必要であり、流域内の汚濁源調査と負荷に関する原単位によって計算がなされる。この手法では、内部生産による汚濁はないものとされ、また生活排水の処理の実態が必ずしも反映されない問題がある。蛍光分析による水質評価を併用することで、この欠点が補完される。また、調査を空間的に密に行うことができるようになるため、流域内の負荷源の詳細な実態把握が可能となり、水質改善策の決定に貢献できる。一方、モニタリング手法を完成させるためには、今回提案した指標の汎用性の確認や畜舎排水や田畑からの負荷の指標の探索が必要である。また、BOD評価モデルについては実測値と乖離の大きい水域も存在したので今後改良が必要である。

将来的に測定が自動化され、安価となれば、親水空間や水源の水質監視に期待できる。すなわち排水処理施設の不全、不法投棄、雨天時の未処理排水などによる有機汚濁を早期に検知し、関係機関への連絡や発生源対策など迅速な対応を可能とする能力がある。