

溶存有機物を活用した地下水評価手法の検討

朝倉広子・上野広行・石井裕一・田部一憲・増田龍彦

【要約】東京の地下は複雑な地質構造をしており、地下水流動系をより詳細に理解するには、既存の手法に加えて、他の手法の検討も必要と考えられる。また東京には、溶存有機物を含む着色水が分布しており、このことに着目した東京の地下水流動調査は行われていない。そこで、東京広域で地下水の溶存有機物の現状を調査し、地下水流動の指標として有用であるか評価した。東京では溶存有機物が地域により異なる傾向が示され、地下水流動解析の一つの指標として有用である可能性が示唆された。

【目的】

一般に、地下水流動の評価には、主要元素、同位体比、クロロフルオロカーボン類、六フッ化硫黄等が用いられる¹⁾。しかしながら、東京の地下は複雑な地質構造をしており、地下水流動系をより詳細に理解するには、他の補完的な手法の検討も必要と考えられる。

日本には、腐植物質を主とする溶存有機物(以下、「DOM」という。)を含む、着色された地下水(着色水)が存在し、東京にも大田区の黒湯²⁾に代表されるように、着色水が存在することが知られている。このため、有機物の特性から起源や生成環境を推定し、地下水流動評価ができる可能性がある。

近年、環境水中のDOMの3次元励起蛍光スペクトル(以下、「3D-EEM」という。)を蛍光分光光度法で測定し、平行因子分析(以下、Parallel Factor Analysis ; 「PARAFAC解析」という。)で、各蛍光ピークを定性的かつ定量的に評価することが可能となった。この手法を用いた湖水や河川での溶存有機物の調査は数多くあるが、地下水については、北海道の事例³⁾はあるものの、あまり調査は行われていない。

本報では、東京広域で地下水のDOMの現状を調査し、地下水流動の指標として有用であるか評価した。

【方法】

調査は、2019年から2020年にかけて、東京都土木技術支援・人材育成センターの観測井30地点57井(深度4m~263m)で行った(図1)。3D-EEMの測定には、蛍光分光光度計(日立F-7100)を用い、励起、蛍光波長は250~600nmで測定した。得られた3D-EEMをPARAFAC解析し、その結果を海外論文の3D-EEMデータベース(Openfluor⁴⁾)を用いて同定した。

【結果の概要】

3D-EEMは、PARAFAC解析により3成分に分離できた(図2)。この3成分はデータベースから、C1, C2:腐植物質、C3:トリプトファン様と同定できた。C1, C2はともに腐植物質と同定されたが、これは、腐食物質が単一の化学構造を持つ物質ではなく、腐植化の過程や原料によって分子構造が異なり蛍光特性も異なるためである。

図1に示した着色水と非着色水(地域別)のC1の平均強度を図3に示す。着色水は非着色水に比べ強度が顕著に高く、C2, C3も同様の傾向を示した。このことにより、着色水には、DOMが多く含まれていることが確認できた。また、非着色水でも、区部低地部から多摩地域へと順次強度が下がっており、東京ではDOMが地域により異なる傾向が示された。

以上のことから、地下水中のDOM分析結果が東京の地域差を示すことができるため、地下水流動解析の一つの指標として有用である可能性が示唆された。今後は、東京の複雑な地質構造や他の溶存成分等もあわせて、より詳細に東京の地下水流動を調査していく。



図1 地下水の調査地点と1994年の着色水の分布⁵⁾

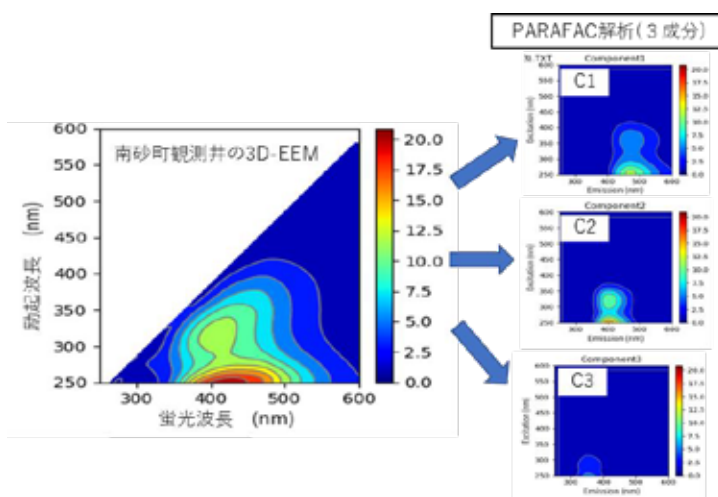


図2 3D-EEMのPARAFAC解析の概略図

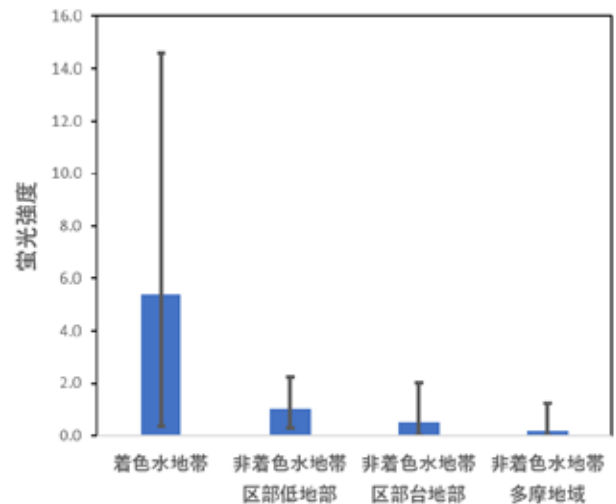


図3 地域別地下水中C1の平均強度 (エラーバーは最大最小を示す)

【参考文献】

- 1) 榎原厚一ら：六フッ化硫黄(SF₆)を用いた地下水の滞留時間推定における課題と展望, 地下水学会誌, 第59巻第2号 87-103, (2017)
- 2) 大田区HP https://www.city.ota.tokyo.jp/sangyo/sento/about_sento/index.html
- 3) 伊藤由紀、宮川公雄：堆積岩地域の溶存有機物を用いた地下水の流動履歴評価, 電力中央研究所, 研究報告:N08016, (2009)
- 4) Openfluor HP <https://openfluor.lablicate.com>
- 5) 東京都(区部)大深度地下地盤図-東京都地質図集6-東京都(区部)大深度地下の地盤, 東京都土木技術研究所, p53, (1996)