

3次元励起蛍光光度法と parallel factor analysis を用いた溶存有機物の動態評価 Characterizing the dynamics of dissolved organic matter by fluorescence spectroscopy

山下 洋平^{1*}, Oliva Pisani², Rudolf Jaffe²
Youhei Yamashita^{1*}, Oliva Pisani², Rudolf Jaffe²

¹北海道大学大学院地球環境科学研究院, ²Florida International University

¹Hokkaido University, ²Florida International University

天然水中には孔径 0.2~0.7 μm の濾紙を通過する画分に含まれる溶存有機物が存在し、その大部分は非生物態有機物である。海洋における溶存有機物は全量で 680 PgC と地球表面の最大級の還元型炭素プールを構成する。一方、陸域水圏における溶存有機物の存在量は海洋と比較すると小さいものの、河川・湖沼・湿地帯において溶存有機物は生成（供給）分解し、炭素循環と深く関わっている。陸域水圏における溶存有機物の生成（供給）および分解の全球規模でのフラックスに関する知見はないものの、これらのプロセス・フラックスに関する知見は陸域炭素循環のより良い理解のために必須である事が認識されつつある。また、溶存有機物は、微量金属との錯形成能を有する、水圏における光環境をコントロールする 1 要因である、微生物への栄養源である、など生物地球化学サイクルを考える上で重要な要素である。

近年、陸域水圏において大気降下物の変化、土地利用の変化など環境変動に伴う河川・湖水中の溶存有機炭素濃度（溶存有機物の量的指標）の変動が報告されている。しかし、これらの変動メカニズムの詳細は明らかでない。有機物の挙動は有機物種によって異なる。従って、陸域水圏における溶存有機炭素濃度の変動をはじめとした溶存有機物動態の変動を明らかにするには、溶存有機物の量的評価に加え、その化学的性質を明らかにする事（質的評価）が必要である。特に、溶存有機炭素濃度と時間的・空間的に同解像度で分析可能な質的評価法が必要である。

蛍光光度法はハイスループットな手法であるため、陸域水圏・沿岸域・海洋における溶存有機物の化学的評価、動態解析に古くから用いられている。また、3次元励起蛍光光度法を用いる事により、広範囲な波長域における溶存有機物の蛍光特性を評価する事ができ、タンパク質様物質、腐植様物質と化学的性質の大きく異なる 2 種の成分を同時に評価可能である。タンパク質様蛍光は蛍光特性を示す芳香族アミノ酸に由来するとされており、また、溶存有機物中の生物学的易分解性成分の指標となる事も報告されている。一方、腐植様蛍光は主に土壌起源有機物に由来する。このように、3次元励起蛍光光度法を用いる事により、化学的性質および挙動の大きく異なる 2 種類の有機物を同時に、かつ簡便に評価する事が可能である。更に、近年、溶存有機物の 3次元励起蛍光スペクトル解析に導入された多変量解析的手法である parallel factor analysis を用いる事により、複数の蛍光成分の混合スペクトルである 3次元励起蛍光スペクトルを統計学的にいくつかの蛍光成分へと定量的に分解する事ができる。この事は、複雑な腐植様有機物を含む陸域水圏における溶存有機物の質的評価に極めて有効である。

本講演では、蛍光光度法、特に 3次元励起蛍光光度法と parallel factor analysis の組み合わせを用いた溶存有機物の動態解析について紹介する。また、本手法を用いた研究の一例として、光照射に伴う粒子状有機物から溶存有機物への移行に関して評価した研究を紹介する。本研究では、米国フロリダ州エバークレーズ湿地帯の淡水域および汽水域で採取したフロック（floculent particulate organic matter; 水柱と堆積物の境界面に存在する粒子状有機物）に人工太陽光を照射し、光照射に伴うフロックから溶存有機物への移行を評価した。光照射実験と対照実験を比較した結果、溶存有機炭素濃度は光照射実験において高く、光照射に伴い粒子状から溶存態への有機物の移行が起こる事が明らかとなった。また、3次元励起蛍光スペクトルと parallel factor analysis を用いて光照射に伴い溶存態化した有機物の化学的性質を評価した結果、タンパク質様蛍光物質及び腐植様蛍光物質がフロックから溶存態化する事、溶存態化した蛍光性有機物中、最大 70% は陸起源腐植様蛍光成分であり、タンパク質様蛍光成分は最大 16% である事が分かった。

キーワード: 溶存有機物, 蛍光特性

Keywords: Dissolved organic matter, Fluorescence characteristics