

水環境中の天然有機物組成の季節的および地理的変動 Seasonal and spatial variations of the composition of natural organic matter in aquatic environments

眞家 永光

Nagamitsu Maie

1. はじめに

水環境中の天然有機物 (NOM) には、懸濁態有機物 (POM) と溶存有機物 (DOM) が含まれる。POM と DOM は、孔径 0.2~0.7 μm のろ紙を用いたろ過により実験上分離される画分である。これら NOM は、微生物の栄養源として微生物ループを活性化したり、透過光量を減少させて湖沼の一次生産を減少させたり、熱収支に影響を与えるなど水質に大きな影響を及ぼす。そこで、COD (化学的酸素要求量) や BOD (生物化学的酸素要求量) といった水質指標と通して、水中の有機物含量が間接的に評価されてきた。しかし、BOD や COD は、水中の共存物質により影響を受ける。そこで近年は、全有機態炭素濃度 (TOC) を直接測定できる装置 (たとえば、島津 全有機体炭素計) の普及に伴い、特に研究分野で、水中の TOC 濃度を直接測定するようになってきている (BOD は易分解性 TOC 濃度と相関を示す)。

NOM の組成を見ると、POM には土壌粒子や植物遺体、動物プランクトン、植物プランクトン、細菌などが含まれ、DOM には、細菌の一部やウイルス、粘土腐植複合体、フミン酸、フルボ酸、親水性酸、脂肪酸、炭水化物、アミノ酸、炭化水素などが含まれる。これらの組成が水環境中での NOM の反応性を支配するため、NOM の水環境中への影響を評価するためには、その質 (組成) を考慮する必要がある。NOM の組成は、地理的要因や季節的要因などにより変化する。その主な理由は、NOM の (1) 起源、(2) 生成・分解過程、(3) 流出過程が、地理的、および、季節的に変化するからである。そこで、本発表では、NOM のうち、起源の異なる DOM の特徴と、DOM 組成を変化させる要因について解説する。

2. DOM の起源と特徴

DOM の起源として、水環境中で産生される自生性 DOM (Autochthonous DOM) と集水域から流入する外来性 DOM (Allochthonous DOM) があげられる。自生性 DOM は、植物プランクトン、藻類、大型植物などにより対象とする水域生態系中において産生され、タンパク質、多糖、脂質に富む。一般的に光吸収能、キレート能、光分解性、分子サイズが低く、微生物分解性が高い。外来性 DOM は、陸域で、主に植物遺体の分解過程で産生され、腐植物質に富む。土壌中に長時間滞留し、微生物分解作用にさらされ

所属：北里大学獣医学部 (Affiliation: School of Veterinary Medicine, Kitasato University)

Keywords: 水質, 環境影響評価, 物質循環

た後に流出した DOM の微生物分解性は低い。土壌から浸透流出する DOM は、鉍質土壌を通過する間に、芳香族炭素とカルボニル炭素が土壌に優先的に吸着され、脂肪族炭素の割合が増えるとともに、高分子物質は低分子物質よりも優先的に土壌に吸着される。よって、浸透流出する DOM は、表層流出する DOM に比べると、芳香族性が低く低分子になる。水環境中において、懸濁物質やセディメントの光分解や微生物分解により生成される DOM は、POM やセディメント有機物の起源や組成によりその組成は異なる。また、外来性 DOM には、下水処理水などの人為起源 DOM (Anthropogenic DOM) も含まれる。Anthropogenic DOM は糖やタンパク質、脂肪酸に富み、多種多様な化学物質を含むことが多い。

3. 水環境中でのDOMの分解

DOMは生物的分解と非生物的分解を受ける。DOMの分解性は、これまでの分解の履歴を反映して異なるが、冷帯や温帯の渓流水中のDOMには、5~30%程度の微生物分解性DOMが含まれているとの報告例がある。DOMは溪流中で、微生物分解を受けて主に炭水化物炭素やタンパク質が減少する一方、腐植物質は比較的難分解性であると考えられている¹²⁾。生物的分解過程には、温度(気候)、pH、栄養状態、酸素状態、滞留時間等の環境因子が大きく影響する。

非生物的分解の代表的なものは光分解である。陸域由来DOMは、特に湖沼や沿岸域等の開水面において光分解を受けて無機化したり、光吸収能や平均分子量が低下するとともに、カルボニル化合物、低分子カルボン酸、アルデヒド、ケトン、無機態窒素、アミノ酸やリン酸に富む有機物を生成する。また、光分解に伴い生成する低分子DOMは微生物分解性が高いことから、光分解による低分子化と微生物による無機化の複合的過程により、腐植物質も水環境中で分解除去されていくと考えられている。

4. おわりに

DOM は、水環境中の様々な過程に影響を及ぼすため、DOM の動態解明は水環境の保全にとって重要である。また、DOM の組成は、起源や生成過程、流出過程により変化するため、環境の変化を敏感に反映し、水環境における物質循環を知る有力な手掛かりとなる。近年は、水中の低濃度の DOM の質(組成)を簡易に測定する手法も登場し、DOM 組成の簡易モニタリングも可能となっている。特に、三次元蛍光分析とPARAFAC モデルを用いた統計解析の組み合わせ(EEM-PARAFAC)によるDOM 組成のモニタリングは、手軽で高感度、高頻度にDOM 組成に関する情報を得ることができ、様々な水域において適用され、数多くの成果を上げている。演者の考えでは、水環境中のDOM 組成に影響を及ぼす最も大きな要因は自生性DOM と外来性DOM の寄与の変化であることが多いようである。今後、DOM 組成の変化が水域生態系にどのような影響を与えるのか、について明らかにされていくことが期待される。