

論文要旨

学位論文題目 蛍光分析法と溶存有機物分画法を用いた水道原水中の有機物評価

氏名 神保朋子

湖水、河川水などに含まれる DOM (溶存有機物) は水源の違いや季節変動がある。水道原水としての利用を考える際には、その存在量の変動だけでなく、質的な変動についても把握することが必要となる。しかし DOM は様々な種類の有機物により構成され、複雑で不均一な混合体であり、完全に把握することは実質上難しい。本研究では、DOM の化学的性質である親水性、疎水性、酸、アルカリといった性質による分画と、少量試料で簡便に測定が可能であり、励起波長と蛍光波長の組合せで、質的特徴を把握することができる蛍光分析によりその特性を把握する方法を試みた。

上水道における水中の DOM 評価方法としては、従来より TOC (全有機炭素)、AOC (同化性有機炭素)、THMFP (トリハロメタン生成能) などがある。AOC や THMFP は、水中での生物増殖能や消毒副生成物生成能という視点での DOM 評価であり、実用的な指標であるが、測定が煩雑でかつ時間がかかることから常時行うモニタリング手法としては適していない。もし迅速にかつ簡便に測定できる代替方法があれば水質管理の現場で非常に役立つことになると考え、本研究では分画および蛍光分析を利用する方法を検討した。また強力な酸化分解処理であるオゾン注入処理を適用することによって、DOM の人工的な質的变化を促し、その変化分と AOC や THMFP との関連を検討した。水道原水試料として 2013 年 12 月～2015 年 5 月の利根川河川水 (利根大堰取水) を対象とした。

対象試料に対し、疎水性酸画分及び親水性画分への分画を実施し、オゾン酸化前後の対象試料の各画分について蛍光強度測定を行い含有 DOM を定量的測定とした。

蛍光強度測定は、既報を参照し、5 つの励起/蛍光波長の組合せに着目し、蛍光強度を測定した。これら 5 つの組合せは、フルボ酸物質の検出が可能とされる励起/蛍光波長組合せである 250/435 nm および 335/435 nm、タンパク質様物質の検出が可能とされる 230/345 nm、270/350 nm、下水排水由来が検出可能とされる 495/515 nm であった。また試料の TOC、THMFP、AOC を上水試験方法に準拠して測定した。結果として、オゾン処理を行わなかったいずれの試料においても蛍光強度と THMFP、TOC、AOC 濃度に相関は見られなかった。一方、オゾン酸化処理 (CT 値で約 0.5mg min L^{-1}) 後の試料では、未分画原水について 2 つの励起/蛍光組合せの蛍光強度減少量と THMFP の間に高い負の相関が見られた (相関係数 $r = -0.84$ および -0.74)。この時の励起/蛍光波長組合せは、タンパク質様物質、下水排水由来が検出される 230nm/345nm 及び 495 nm/515 nm であった。

このことから今回の試料である河川水の DOM では、THM 生成に関するタンパク質様物質と下水排水由来成分はオゾン酸化分解がされづらく、オゾンの酸化分解を受けやすい成分は THM 生成との関連性が薄いと考えられた。

また同様のオゾン酸化処理を行った試料の親水性画分については、2つの励起/蛍光波長組合せにおいて、蛍光強度減少量と AOC と高い相関が見られた（相関係数 $r=0.85$ および 0.74 ）。この時の励起/蛍光波長組合せは、フルボ酸、フミン酸様物質が検出される、250 nm/435 nm 及び 335 nm/435 nm での測定結果であった。更に、この相関は *Pseudomonas fluorescens* P17 株増殖量由来の AOC 濃度において高かったが、*Aquaspirillum* sp. NOX 株増殖量由来の AOC 濃度とは相関が見られなかった。これは P17 株の生物利用可能成分が、オゾン反応性が高い成分と一致したことに起因すると考えられた。

以上のことから、蛍光分析により、励起波長/ 蛍光波長で 230nm/345nm 及び 495 nm/515 nm での、オゾン酸化処理による蛍光強度の差分が少なければ、THMFP が高く、差分が多ければ、THMFP が低くなると予測できる。また AOC を予測するには、フルボ酸、フミン酸様物質が検出される励起波長/ 蛍光波長での、オゾン酸化処理による親水性画分の蛍光強度の差分が大きければ AOC の高い原水ということが言える。従って蛍光分析を画分やオゾン酸化処理と組み合わせることによって、煩雑で時間のかかる AOC 測定もしくは THMFP 測定を代替することができ、水質管理の面で迅速な判断指標にできる可能性が示された。