

琵琶湖水および流入下水処理水中腐植物質の光分解反応

島野 淳 小沢佳那子 丸尾雅啓 (滋賀県立大学 環境科学部)

大田啓一 (滋賀県立大学環境共生システム研究センター)

【はじめに】

化学的酸素要求量 (COD) は水の有機物汚濁状況を見積もる代表的な指標として利用されてきた。琵琶湖北湖の湖水における COD_{Mn} は 1984 年には $1.8\text{mgO} \cdot \text{L}^{-1}$ であったが 2007 年には $2.7\text{mgO} \cdot \text{L}^{-1}$ に上昇している (滋賀県環境白書, 2008)。一方で生物化学的酸素要求量 (BOD) は 1984 年には $0.7\text{mgO} \cdot \text{L}^{-1}$ であったが 2007 年には $0.4\text{mgO} \cdot \text{L}^{-1}$ に減少している。COD が上昇し、BOD が減少する現象から、湖水中に生物にとって難分解な有機物が増加しているのではないかと考えられている。

難分解性有機物のおもな構成要素は溶存腐植物質であると考えられる。溶存腐植物質は河川水中や湖水中の溶存有機物 (DOM) の主要な成分であり、DOM 濃度のおよそ 40~50% を占めている (Thurman, 1985)。

琵琶湖表層において溶存腐植物質が、光化学的に分解されている可能性があり (Sugiyama et al., 2005)、COD あるいは DOC の削減に光を利用する可能性が模索されている。しかし光分解による溶存腐植物質の濃度低下と COD の変化との量的関係は明らかでない。本研究では、琵琶湖表層の水、琵琶湖へ流入する下水処理水に光照射を行い、琵琶湖水と下水処理水の溶存腐植物質と COD を測定し、光照射が COD の減少にどのように寄与しているかを検証した。

【方法】

2008 年 7 月 31 日に採取した琵琶湖北湖 T₁ 地点 (北緯 35 度 22 分、東経 136 度 6 分) の深度 0.5m と 10m の琵琶湖水を採取し、グラスファイバーフィルター (25mm 径、Whatman 社製) で吸引ろ過した後、石英瓶に封入したものを明瓶、さらにアルミホイルで包んだものを暗瓶とした。これらを滋賀県立大学内の環濠に浮かべて一定期間太陽光を照射した。実験期間の日射量は彦根地方気象台より得た。照射終了後、溶存腐植物質濃度、DOC を高速サイズ排除液体クロマトグラフ (HPSEC)、全有機炭素計で測定した。

2008 年 10 月 29 日に彦根市の東北部浄化センターで放流直前の下水処理水を採取した。ニュークリポアフィルター (直径 47mm 孔径 $0.4 \mu\text{m}$ Whatman 社) で吸引ろ過し、石英瓶に封入したものを明瓶、さらにアルミホイルで包んだものを暗瓶とした。人工光で一定期間光照射した。COD、DOC、溶存腐植物質濃度を測定した。また照度計により光量を求めた。

【結果と考察】

光照射前の琵琶湖水と下水処理水の溶存腐植物質の HPSEC (蛍光検出; Ex 340nm, Em 435nm) のクロマトグラムには、同様の 3 つのピーク (保持時間 31 分、32 分、35 分をそれぞれ peak1、peak2、peak3 とする) が出現した。さらに下水処理水において 4 つめの大きなピーク (保持時間 39 分、peak4) が出現した。

太陽光照射実験における積算光量は 78.5MJm^{-2} であった。光照射実験の結果から、夏季における琵琶湖の表層の COD および DOC は、ほとんど減少しなかった。夏の琵琶湖表層ではすでに光分解がある程度進んでおり、あまり分解を受けなかったとも考えられる。しかし蛍光検出器における HPSEC 分析の結果から、琵琶湖水中の溶存腐植物質のクロマトグラムから読み取ったピーク面積は減少した。このことから光照射により溶存腐植物質中の化学構造のうち蛍光を発する構造が一部分解あるいは変化する可能性を示唆している。

下水処理水の光照射実験結果から、下水処理水中に含まれる溶存腐植物質は速やかに光分解することが明らかとなった。特に HPSEC のクロマトグラムから読み取った peak4 の減衰は甚だしく、照射開始から 54 時間後 (積算光量: $23.3 \text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$) にはピーク面積が約 85% 減少した。しかし光照射によって、下水処理水中の COD の分解および DOC の減少は見られなかったことから、光照射が溶存有機物の分解に殆どしないことが示唆された。

以上の結果から光照射は琵琶湖および琵琶湖に流入する下水処理水の COD の減少よりむしろ腐植物質の構造に変化を引き起こすことが明らかとなった。

【参考文献】

- 滋賀の環境白書 2008 (資料編)
<http://www.prefshiga.jp/biwako/koai/hakusyo20/index.html>
- Turman, EM. 1985. Organic geochemistry of natural waters. In: Amount of humic substance in water. Martinus Nijhoff / Dr. W, Junk Publishers, Dordrecht, pp279-287.
- Sugiyama, Y., A. Anegawa, H. Inokuchi and T. Kumagai. 2005. Distribution of dissolved organic carbon and dissolved fulvic acid in mesotrophic Lake Biwa, Japan. *Limnology*, 6, 161-168