

VII-34

光触媒を用いたダム湖の水質浄化に関する基礎的研究

岩手大学工学部 学生員 ○長内 輔

正 員 伊藤 歩 相澤治郎 海田輝之

1. はじめに

近年、閉鎖性水域における富栄養化が深刻な問題となっている。富栄養化はアオコなどの問題を引き起こし利水障害や景観を損ねるなどの要因となる。そこで、本研究は自然エネルギーである太陽光と、人体に無害で化学的に極めて安定した物質である二酸化チタンを光触媒として、湖水の溶解性有機物質の分解を検討し、ここに報告する。

2. 実験材料および方法

本実験に用いた光触媒は、化学的な安定性に優れ、無害の粉末状二酸化チタン（TiO₂、ドイツのMERCK社製、アナターゼ型）である。実験試料は岩手県田瀬湖のダムサイト前の湖水とし、2000年7月12日、9月6日に採水を行い、試料を冷蔵保存した。その試料の水質データを表-1に示す。実験は、図-1に示すように屋外においてTiO₂と湖水をプラスチック製の反応槽内でマグネチックスターラーを用いて混合する回分式で行い、雨天時と夜間は開口部を遮蔽した。また、試料の蒸発分は蒸留水を加えることにより補充した。

表-1 実験試料の水質データ

採水日	pH	SS (mg/l)	TOC (mg/l)	Chl-a (μg/l)	PO ₄ -P (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	NO ₂ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)
7月12日	9.6	1.5	2.1	1.65	0.010	0.039	0.0093	0.139
9月6日	9.6	3.8	3.1	16.0	0.024	0.020	0.0099	0.048

ツのMERCK社製、アナターゼ型）である。実験試料は岩手県田瀬湖のダムサイト前の湖水とし、2000年7月12日、9月6日に採水を行い、試料を冷蔵保存した。その試料の水質データを表-1に示す。実験は、図-1に示すように屋外においてTiO₂と湖水をプラスチック製の反応槽内でマグネチックスターラーを用いて混合する回分式で行い、雨天時と夜間は開口部を遮蔽した。また、試料の蒸発分は蒸留水を加えることにより補充した。

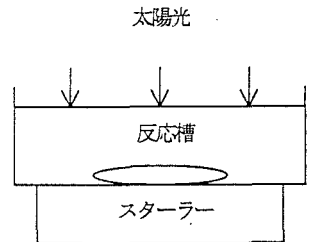


図-1 実験装置

2.1 グルコース添加湖水中の有機物質の分解

太陽光照射下における有機物質の分解に及ぼすTiO₂の効果を明らかにするために、有機物質としてグルコース（C₆H₁₂O₆）を添加した湖水について実験を行った。表-2に実験条件を示す。湖水試料の初期の容量を6lとし、TiO₂を50、100、および500mg/lとなるようにそれぞれ添加し、TiO₂を添加しない条件も検討した。グルコースは全ての条件で、10mg/lとなるように添加した。なお、TiO₂による有機物質の吸着を考慮するために、太陽光を照射しない条件についても同様に検討した。測定項目は水温、pH および溶解性有機炭素（以下、DOCとする）とし、DOCの分析試料はTiO₂の粒径より小さい0.1μmのメンブレンフィルターでろ過したろ液とし、水質の分析は河川水質試験方法¹⁾に従って行った。採水時間はA.M.10:00とし、実験期間は2000年7月28日～8月4日までの8日間とした。

表-2 実験条件

容量 (l)	TiO ₂ 濃度 (mg/l)	グルコース 添加量 (mg/l)	太陽光照射
6	0	10	有り
	50		
	100		
	500		無し
	0		
	100		
	500		

2.2 湖水中の有機物質の分解

表-3に実験条件を示す。2.1同様、湖水試料の初期の容量を6lとし、TiO₂を50および100mg/lとなるようにそれぞれ添加し、TiO₂を添加しない条件も検討した。グルコースは全ての条件で添加せず、以下、2.1と同様に実験および分析を行った。実験期間は2000年9月26日～10月12日までの15日間とした。

表-3 実験条件

容量 (l)	TiO ₂ 濃度 (mg/l)	太陽光照射
6	0	有り
	50	
	100	
	0	無し
	50	
	100	

3. 実験結果及び考察

3.1 グルコース添加湖水中の有機物質の分解

実験期間中の採水時における水温は、26～32℃であった。試料のpHは初期において約9であり、その後、7～8程度まで低下したが、 TiO_2 添加の顕著な影響は見られなかった。図-2にDOC濃度の経時変化を示す。なお、横軸は太陽光を照射した積算時間を示す。初期のDOC濃度は約12mg/lであった。 TiO_2 無添加の二つの条件では、DOC濃度が時間の経過とともに緩やかに低下し、照射時間63時間目において9mg/l前後に達した。これは、容器への有機物質の吸着、あるいは微生物による有機物質の分解等が原因と考えられる。太陽光無照射で TiO_2 濃度が100mg/lと500mg/lの条件では、DOC濃度が0次反応的に減少し、63時間目において3.5～5.5mg/lとなり、 TiO_2 無添加の条件に比べてDOC濃度の減少速度は速かった。これは、有機物質が TiO_2 に吸着したためと考えられる。一方、太陽光を照射し、 TiO_2 濃度が50mg/l、100mg/l、500mg/lの条件では、63時間目にDOC濃度が約2mg/lまで減少し、グルコースの分解が効果的に起こることが分かった。また、 TiO_2 の濃度が高い程、分解速度が速まることが図より読み取られる。

3.2 湖水中の有機物質の分解

実験期間中の採水時における水温は、12～26℃であった。試料のpHは初期において約9であり、その後、7.5～8程度まで低下した。図-3にDOC濃度の経時変化を示す。初期DOC濃度は約3mg/lであった。 TiO_2 無添加と太陽光無照射の条件では、24時間目以降においてDOC濃度の増減が見られた。この原因としては、微生物による有機物質の代謝と分解や TiO_2 による有機物質の吸着等と考えられるが、詳細については今後更に検討する必要がある。太陽光を照射し、 TiO_2 濃度が50mg/lと100mg/lの条件では、DOC濃度が緩やかに減少し、 TiO_2 濃度50mg/lでは98時間目、 TiO_2 濃度100mg/lでは54時間目において約1mg/lに達し、湖水中の溶解性有機物質が TiO_2 によって効率良く分解できることが分かった。

4. まとめ

以上の結果から、太陽光を照射し、 TiO_2 を添加することによって湖水中の溶解性有機物質を効率良く分解できることが分かった。今後は、紫外線照射下での TiO_2 による藻類の不活化や、 TiO_2 をコーティングした加工材を用いた水質浄化について検討する予定である。

<参考文献>

1)建設省河川局監修：河川水質試験方法—試験方法編—，技報堂出版，1997

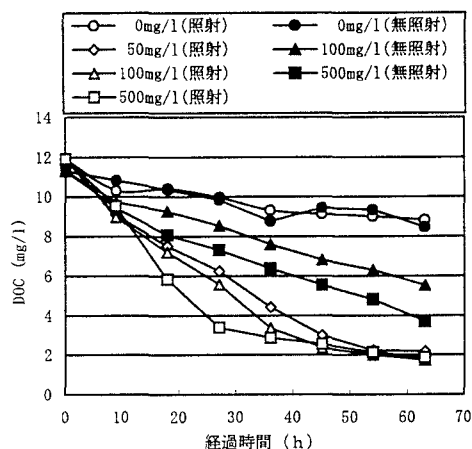


図-2 DOC濃度の経時変化（グルコース添加）

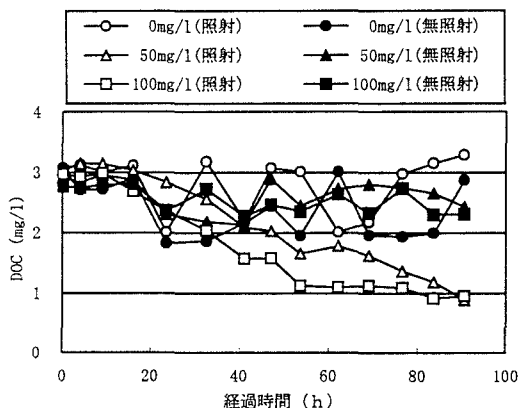


図-3 DOC濃度の経時変化（グルコース無添加）