

浄水処理に伴う生物同化可能有機炭素(AOC)の挙動

大阪工業大学大学院 学生員 築山 誠
 小 杉 町 本林 勝明
 大阪工業大学 正員 笠原 伸介
 大阪工業大学 正員 石川 宗孝

1. はじめに：現在、我が国では上水道の給配水管内における細菌の二次増殖は残留塩素を保持することにより抑制されている。しかし、塩素の過剰注入は消毒副生成物による健康リスクを増大させることから、特に欧米では、浄水処理過程における生物同化可能有機炭素(AOC)に代表される細菌の二次増殖ポテンシャルを削減することが、水質管理上有効な手段とされている。そこで、本研究では、京阪神地域における代表的な水道水源である淀川表流水に着目し、AOC がどの程度含まれ、凝集処理およびオゾン処理といった各物理化学処理に伴いどのような挙動を示すかについて検討した。

2. 実験概要：本実験の対象とした淀川表流水は、大阪市旭区にある豊里大橋と菅原城北大橋の中間地点付近(大阪工業大学北側)において採水し、水質分析ならびに各実験を行った。採水した試料中の水温、E260、DOC および AOC 濃度を測定した他、Sephadex G-25(排除限界 5,000Da)を担体とするゲルろ過により、溶存有機物の分子量分画を行った。AOC の測定は、試料を孔径 0.5 μ m PTFE 製ろ紙で吸引ろ過した後、60 で 30 分間乾燥滅菌し、*P.fluorescens* P17 株と *Spirillum* sp. NOX 株を同時に接種した。15 で培養し、培養中の最大増殖コロニー数に収率係数(P17 株; 4.1×10^6 CFU/ μ g 炭素、NOX 株; 1.2×10^7 CFU/ μ g 炭素)を乗じ、酢酸当量として濃度を算出した。また、凝

表 1 淀川表流水中の AOC 濃度と有機物濃度

採水日	AOC(μ g ac-C eq/L)			E260 (1/cm)	DOC (mg/L)	DOC/E260	AOC/DOC (%)
	AOC-P17	AOC-NOX	Total				
1999.6.16	83.6	2.3	85.9	0.034	3.0	89	2.9
1999.7.27	72.3	8.6	80.9	0.04	1.6	40	5.0
1999.10.6	89.9	43.2	133.1	0.036	1.8	49	7.6
1999.11.4	237.4	5.3	242.7	0.032	1.8	55	13.8
1999.12.6	112.2	23.8	136	0.031	2.0	65	6.8
2000.1.7	208.9	12.2	221.1	0.035	2.6	75	8.5

集処理実験は、1L の原水に所定量のポリ塩化アルミニウム(PAC)を注入することにより、オゾン処理実験は、5L の原水または凝集処理水に濃度 5mg O_3 /L のオゾンガスを 5L/min の流量で接触させることによりそれぞれ行った。

表 2 淀川表流水中の見かけ分子量別有機物濃度

(40 倍濃縮・採水日；2000 年 1 月 7 日)

	画群1	画群2	画群3	画群4
Frac.No	18~22	22~30	30~37	37~44
見かけ分子量(Da)	5000以上	5000~2000	2000~1000	1000以下
E260(1/cm)	0.001	0.003	0.010	0.011
DOC(mg/L)	0.49	0.26	0.79	0.55
DOC/E260	353	80	76	48

3. 淀川表流水中の溶解性有機物と AOC

表 1 に、淀川表流水中の AOC 濃度と溶解性有機物濃度を示す。これによると、表流水中には AOC-P17 を主体として約 80~240 μ g ac-C eq/L の AOC が含有しており、DOC の約 3~14% を占めていることがわかった。また、溶解性有機物の生物分解性を示す指標である DOC/E260 と AOC/DOC の関係に注目すると、DOC/E260 が 89 と最も高かった 1999 年 6 月 16 日の AOC/DOC が最低の 2.9% を示し、DOC/AOC が 55 と平均的であった 1999 年 11 月 4 日においては AOC/DOC が最高の 13.8% を示すなど、両指標間には有意な相関が認められなかった。ここで、表 2 に示した見かけ分子量別の有機物濃度に注目すると、画群 1

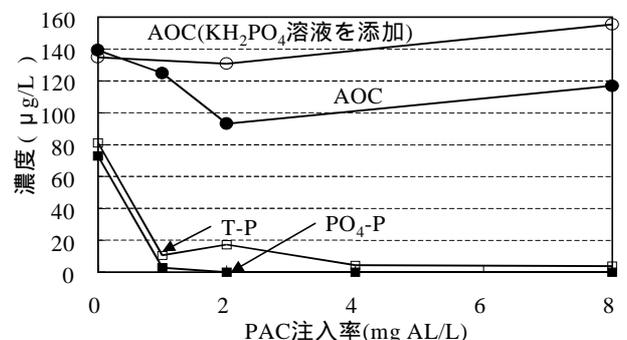


図 1 PAC 注入率と AOC 濃度及びリン濃度の関係

キーワード：溶解性有機物、生物同化可能有機炭素 (AOC)、分子量分布、凝集処理、オゾン処理

連絡先：〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1 大阪工業大学工学部土木工学科 Tel 06-6954-4109 Fax 06-6957-2131

の DOC/E260 が他の画群に比べ特異的に高く、表流水中の E260 非発現性有機物の大部分は見かけ分子量 5000Da 以上の高分子成分であることがわかった。以上より、生物分解速度が遅い画群 1 の E260 非発現性有機物は、水中の AOC 成分には関与しないと考えられる。

4. **凝集処理**：図 1 に、凝集処理に伴う AOC 濃度の変化を示す。これによると、凝集処理によって見かけの AOC 濃度が減少し、PAC 注入率 2mg Al/L 以上において AOC は約 100 $\mu\text{g ac-C eq/L}$ となった。しかし、 KH_2PO_4 溶液を添加した後に測定した AOC 濃度は、PAC 注入率に関わらずほぼ同じ値となり、凝集処理を行っても AOC 成分は除去されないことが明らかになった。また、凝集処理に伴うリン濃度の低下は、AOC 濃度の低下を引き起こすことも同時に示唆された。

5. **オゾン処理**：図 2 に、オゾン処理に伴う AOC 濃度の変化を示す。これによると、いずれの試料においてもオゾン処理に伴い AOC-NOX の濃度が著しく増加し、オゾン処理水中の AOC 濃度は、1 分後には 1.2~1.3 倍、10 分後には 1.5~1.6 倍に増加した。ここで、図 3 及び図 4 に示したオゾン処理前後（接触時間 10 分）のゲルクロマトグラムに注目すると、画群 1 の DOC/E260 は約 40~50% 減少したのに対し、画群 3 および画群 4 では約 2.0~2.3 倍に増加し、特に低分子有機物の生物分解性が著しく向上していることがわかった。このことから、オゾン処理によって増加した AOC は、有機成分の構造変化や高分子成分の低分子化に伴って増加した低分子 E260 非発現性有機物と考えられ、接触時間が長いほど、その増加量は多くなることが明らかになった。

また、原水と凝集処理水のオゾン処理に伴う AOC 生成量を比較すると原水に比べオゾン処理に伴う生成量が 30~40% 少なく、凝集処理に伴う高分子有機物の除去がオゾン処理水中の AOC の削減に関与することが示された。

6. **おわりに**：本研究により、淀川表流水には約 80~240 $\mu\text{g ac-C eq/L}$ の AOC が含まれ、DOC の 3~14% を占めていることが明らかになった。また、AOC は低分子有機物であるため、凝集処理による除去が不可能であること、オゾン処理を長時間行うほど増加量は増すこと、凝集処理によってその増加量は抑制されることなど、物理化学プロセスに伴う AOC の基礎的な挙動が明確になった。

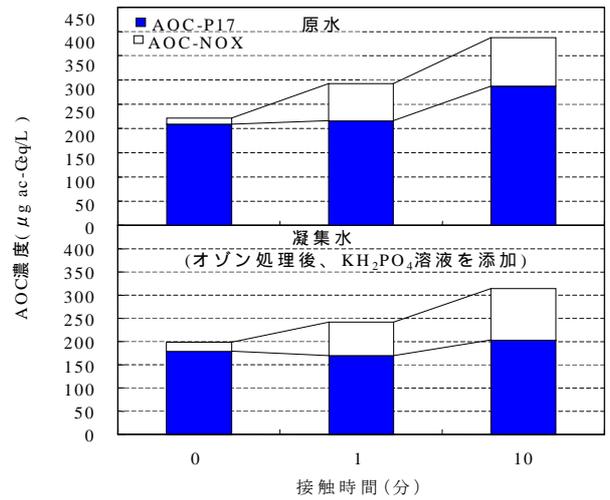


図 2 オゾン処理に伴う AOC 濃度変化

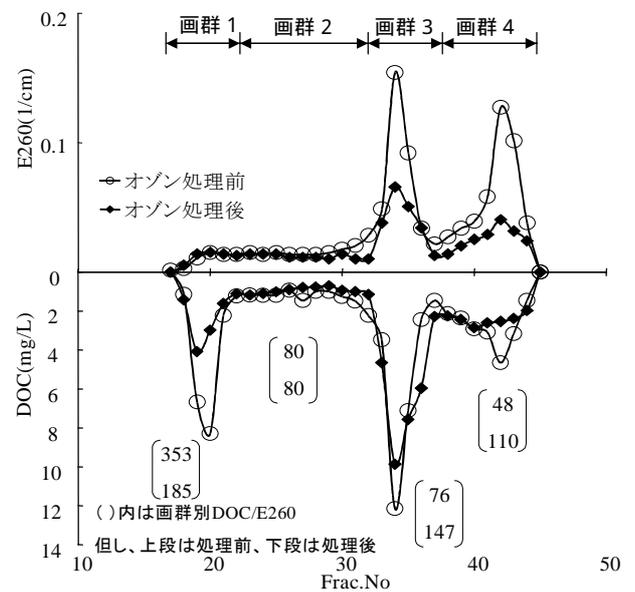


図 3 オゾン処理前後のゲルクロマトグラム(原水)
(40倍濃縮・採水日; 2000年1月7日)

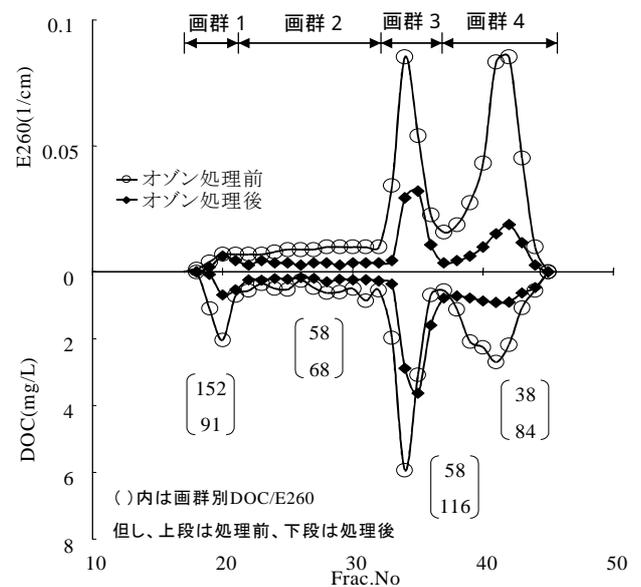


図 4 オゾン処理前後のゲルクロマトグラム(凝集水)
(40倍濃縮・採水日; 2000年1月7日)