

VII-192

オゾン処理による活性汚泥の可溶化に関する基礎的研究

愛媛大学大学院 学生員 赤瀬孝也

愛媛大学工学部 正 員 西村文武

水資源開発公団 福岡亮平

1.はじめに

活性汚泥へのオゾン注入により、汚泥の沈降性・濃縮性の改善、スカム抑制、余剰汚泥の削減等の効果があることがわかり、それらの下水処理への適用が試みられている。しかし汚泥のオゾン処理反応機構は未だ十分にわかっておらず、定量的評価を行なう上で何を指標として整理・考察すればよいのかについても十分には明らかにされていない。そこで本研究では、オゾン処理による汚泥の性質変化を可溶化の観点から把握すると共に、オゾン添加により生成する可溶性有機物の生物による資化・分解特性及びオゾン注入による汚泥の生物活性に及ぼす影響を検討することで活性汚泥法にオゾン処理プロセスを組み込むときに必要となる基礎的な知見を得ることを目的とした。

2.実験方法

(1) オゾン注入による汚泥可溶化実験

オゾン処理による活性汚泥の可溶化特性を把握するために散気方式による半回分式オゾン処理実験を行った。実験条件を表1に示す。反応槽に所定の濃度になるように調整した活性汚泥を入れ、スターラーで攪拌しながらオゾンガスを注入した。経時的に試料を採取しそのSS、VSS、DOC、T-N、S-N、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、T-P、S-P、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 及び揮発性有機酸の濃度を測定した。また対照としてオゾンガスの代わりに空気曝気を行ったものを用意した。

(2) 可溶性有機物の生物分解特性把握実験

実験(1)と同様の処理を行って得られたろ液を孔径 $1\mu\text{m}$ のガラス繊維ろ紙でろ過したものを可溶性有機物試料としこれに栄養塩、オゾン未処理の活性汚泥を所定量加え、好気条件下で生物分解特性を観察した。

(3) オゾン処理による生物活性変化把握実験

表2に示される培地の中にオゾン処理汚泥を投入し、その時の酸素消費速度を測定し生物活性を評価した。投入汚泥は、実験(1)と同様な操作条件で $0\sim 40\text{mgO}_3/\text{gSS}$ の範囲でオゾン注入を行い遠心分離、洗浄したものを用いた。実験は 26°C の下、ATUを投入した場合の酸素消費速度も併せて測定し、硝化活性に及ぼす影響についても考察した。

3.実験結果および考察

(1) オゾン注入による汚泥可溶化実験

図1に濃度の異なる汚泥に各々オゾン処理を行った時のDOC濃度変化について示す。上の図は混合液のオゾン吸収率に対するもの、下の図は単位汚泥量当たりのオゾン吸収率に対するものである。オゾン吸収率が大きくなるほどDOC濃度が上昇する事がわかる。また各々のケースについて注入途中で図の傾きが大きくなっていることが示されている。

表1 オゾン注入条件

反応槽容量	1.5L
注入オゾン濃度	$24\text{mgO}_3/\text{L}$
オゾン吸収量	$0\sim 55\text{mgO}_3/\text{gSS}$
ガス流量	$300\text{mL}/\text{min}$
MLSS濃度	$6000\text{mg}/\text{L}$
温度	17°C

表2 培地組成

	有機培地	無機培地
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (mgC)	100	0
NH_4Cl (mgN)	50	50
NaHCO_3 (mgCaCO ₃)	350	350
KH_2PO_4 (mgP)	2	2
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (mgMg)	5	5
水道水 (L)	1	1

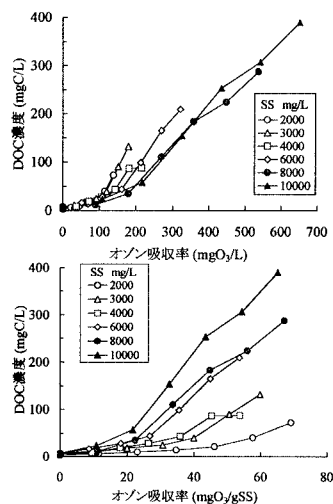


図1 DOC濃度変化

キーワード
連絡先下水汚泥、汚泥削減、生物利用性、可溶化
愛媛大学工学部環境建設工学科(松山市文京町3番 Tel.&FAX 089-927-9752)

その地点は上の図では汚泥の濃度が大きくなるにつれて後半に移行しているが、下の図では汚泥濃度が 3000mgSS/L までの低いケースを除くと 20-30mgO₃/gSS の範囲で各ケースあまり差は見られない。しかしその傾きは上の図で 0.69-1.54mgC/mgO₃ の範囲であるのに対し下の図では 0.075-0.56(mgC/L)/(mgO₃/gSS)とその開きは大きい。しかも下の図の傾きは汚泥濃度が大きくなるほど大きくなっている。これより活性汚泥のオゾン処理では初期に汚泥の可溶化よりも速く反応する過程が存在し、汚泥 1g あたり 20-30mgO₃ のオゾン添加で酸化できることが示唆された。しかし可溶化反応ではオゾン律速の状態にあり、反応槽へのオゾン負荷量に応じて可溶化量が規定されることが示された。

(1) 可溶化有機物の生物分解特性把握実験

図2に好気条件下でのDOCの経時変化について示す。予備実験の結果から実験初期ではDOCの汚泥への吸着が生じることが明らかとなったため、吸着の影響が無くなったと考えられる開始2時間以降の実験結果を用いて考察する。オゾン吸収率が大きいほど初期DOC濃度は高くなるが、DOC減少速度も速くなるという結果となった。これはオゾン処理を長く行なうことによる活性汚泥の可溶化進行、易分解性物質生成によるものと思われる。次に、図3にオゾン吸収率とDOC残存率の関係を示す。比較に用いたグルコース溶液は6時間で初期DOCの96%が分解されたが、オゾン処理汚泥のろ液はいずれのケースも45時間を経過しても66~73%しか分解されず、難生物分解性物質が約3分の1残った。これによりオゾン処理による可溶化有機物の生成量はオゾン吸収率が高くなるにつれ増加するもの、一定の割合で難生物分解物質も生成することが示された。

(2) オゾン処理による生物活性変化把握実験

図4にオゾン処理活性汚泥の酸素利用速度を示す。オゾン未処理汚泥では 54.3mgO₂/gSS・hr であるのに対し、SSあたり 10mg 及び 20mg のオゾン吸収率で処理した汚泥はそれぞれ 58.1mgO₂/gSS・hr、45.5mgO₂/gSS・hr とオゾン未処理のものに比べあまり差はなかった。しかし 41 mg では 26.2mgO₂/gSS・hr とオゾン未処理のものに比べ酸素利用速度は約 50%減少した。また、ATU を投入したケースではオゾン吸収率の増加に伴う酸素消費速度の変化が見られないことから、オゾン添加は吸収率 40 mgO₃/gSS で硝化菌に影響を及ぼすと考えられる。同時に、有機物除去に関する細菌には 0-40 mgO₃/gSS のオゾン投入では大きな影響を与えないことが示された。

4.まとめ

- (1) オゾン吸収率に対する可溶化の割合はオゾン吸収率が 20-30mgO₃/gSS の範囲を超えると大きくなる結果となった。汚泥量に比例する初期反応物質の存在が示唆された。またその可溶化量は、反応槽での吸収オゾン量に規定されることがわかった。これは反応がオゾン律速であるためと考えられる。
- (2) 可溶化有機物は、好気条件下で生物分解されることが示された。そしてオゾン吸収率が大きいほど分解速度が大きくなるが、一方で難生物分解性物質の生成量も増加することが分かった。
- (3) オゾン吸収率が 40mgO₃/gSS 以下では、微生物は活性を失わず、有機物除去に影響を及ぼさないことがわかった。また、硝化菌にはオゾン吸収率が 40mgO₃/gSS で影響を及ぼすことが分かった。

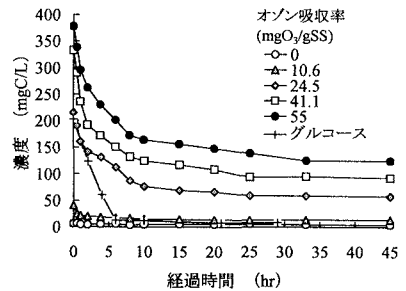


図2 好気条件下でのDOC濃度変化

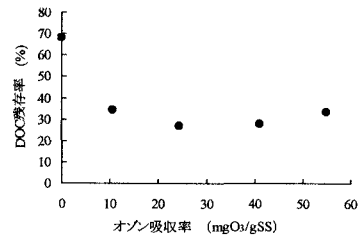


図3 オゾン吸収率とDOC残存率の関係

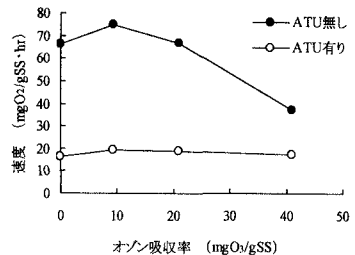


図4 生物活性への影響