

Ⅶ-19 オゾン処理による活性汚泥の減容化ならびに改質に関する基礎的研究

愛媛大学工学部 正会員 西村文武
愛媛大学大学院 学生員 ○赤瀬孝也
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。本研究では、活性汚泥にオゾン添加を行なったときの汚泥性状の変化特性について、①可溶化液の生物資化・分解特性、②生物活性に及ぼす影響、そして③汚泥沈降特性の観点から検討し、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) 可溶化有機物の生物分解特性把握実験

表1に示す条件で活性汚泥をオゾン処理し、それを孔径1μmのガラス繊維ろ紙でろ過したものを可溶化有機物試料として用いた。これに栄養塩添加、オゾン処理していない活性汚泥を所定量加え、曝気を行ない生物資化・分解特性を観察した。

(2) 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0~40mgO₃/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℃の条件とし、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・検討した。

(3) 沈降特性把握実験

オゾン処理汚泥と、オゾン未処理汚泥を1000mLのメスシリンダーに入れ、経時的に沈降界面の高を測定して沈降特性を把握した。ここでは各測定時間の界面高を沈降開始前の汚泥界面高で除した値を百分率で示したものを沈降率と定義し、考察に用いる

3. 実験結果および考察

(1) 可溶化有機物の生物分解特性把握実験

図1に好気条件下でのDOCの経時変化について示す。ここで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。従って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2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、すべてのオゾン処理汚泥のろ液は45時間で66~

表1 オゾン注入条件

反応槽容量	1.5L
注入オゾン濃度	24mgO ₃ /L
オゾン吸収量	0-55 mgO ₃ /gSS
ガス流量	300mL/min
MLSS濃度	6000mg/L
温度	17℃

表2 培地組成

	有機培地	無機培地
C ₆ H ₁₂ O ₆ (mgC)	100	0
NH ₄ Cl (mgN)	50	50
NaHCO ₃ (mgCaCO ₃)	350	350
KH ₂ PO ₄ (mgP)	2	2
MgSO ₄ ·7H ₂ O (mgMg)	5	5
水道水 (L)	1	1

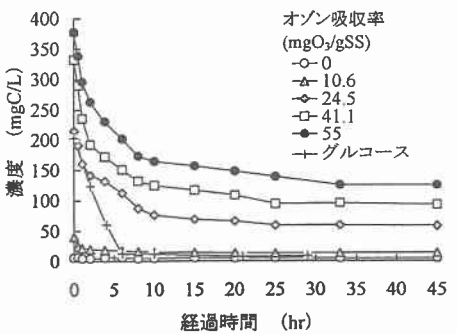


図1 好気条件下でのDOC濃度変化

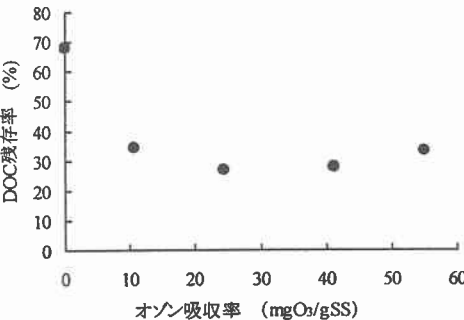


図2 オゾン吸収率とDOC残存率の関係

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。オゾン処理を行なえば汚泥の可溶化が進行、DOCが増加し生物分解性も高まるものの、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3にオゾン処理活性汚泥の単位SSあたりの酸素利用速度を示す。オゾン未処理汚泥では $54.3\text{mgO}_2/\text{gSS}\cdot\text{hr}$ であるのに対し、SSあたり10mgのオゾン吸収率で処理した汚泥は $58.1\text{mgO}_2/\text{gSS}\cdot\text{hr}$ 、同じく20mgでは $45.5\text{mgO}_2/\text{gSS}\cdot\text{hr}$ 、41mgでは $26.2\text{mgO}_2/\text{gSS}\cdot\text{hr}$ であった。オゾン添加が $20\text{mgO}_3/\text{gSS}$ までは、酸素消費速度の減少は見られず、 $40\text{mgO}_3/\text{gSS}$ の時点ではじめて初期酸素消費速度に比べて約50%の減少が見られた。また、ATU投入のケースでは投入無しに比べて酸素消費速度が50~60%減少している。このことから、硝化菌に影響が見られたと考えられる。しかし、有機物除去に関する細菌には0~ $40\text{mgO}_3/\text{gSS}$ のオゾン投入では大きな影響を与えないといえる。

(3) 沈降特性把握実験

初期SS濃度が 3500mg/L のケースにおいては初期30分までの範囲でオゾン注入の有無による差が見られたものの1時間後にはほとんど差異が観察されなかった。滞留時間が約3時間である水処理工程の最終沈殿池においては、オゾン処理の適用の効果があまり期待できないと考えられる。図4に初期SS濃度が 8000mg/L のケースでの沈降例を示す。沈降時間3時間の沈降率で比較するとオゾン未処理汚泥では80%であるのに対し、SSあたり5mgのオゾン吸収率では74%、同じく12mgでは72%、21mgでは70%、31mgでは74%である。汚泥処理工程の濃縮槽においては、オゾン処理適用の効果は大きくなるものと考えられる。図5に上澄み水のSS濃度とオゾン吸収率の関係を示す。オゾン吸収率が $10\text{mgO}_3/\text{gSS}$ を超えると上澄み水中のSS濃度は 111mg/L に増加した。以上の結果から、オゾン吸収率0~ $30\text{mgO}_3/\text{gSS}$ の範囲では、沈降率の差は小さいことから、オゾン処理は放流水の水質を悪化させない5~ $10\text{mgO}_3/\text{gSS}$ 程度の少量の注入率が望ましいと判断される。

4.まとめ

本研究では、下水汚泥へのオゾン処理適用に関する基礎的知見を得ることを目的として、汚泥可溶化液の生物分解性や生物活性に与える影響について実験的検討を行なった。以下に得られた結果をまとめて示す。

- ① 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。
- ② オゾン吸収率が $20\text{mgO}_3/\text{gSS}$ 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 $40\text{mgO}_3/\text{gSS}$ で影響を及ぼすことが分かった
- ③ オゾン処理は沈降性改善に効果があるものの、オゾン吸収率が $30\text{mgO}_3/\text{gSS}$ 以下の範囲では、効果はあまり期待できない。また、オゾン吸収率が $10\text{mgO}_3/\text{gSS}$ を超えると上澄み水のSSが高くなることが示された。

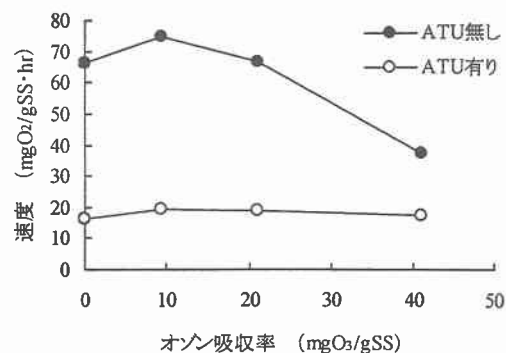


図3 生物活性への影響

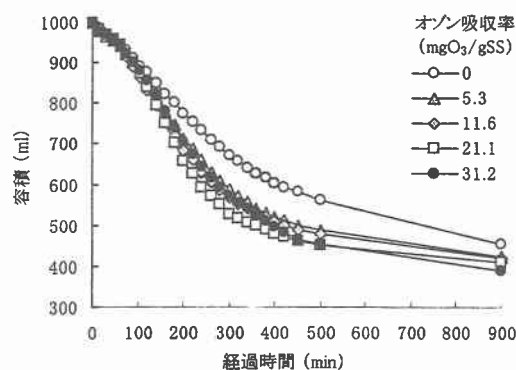


図4 沈降曲線 SS濃度 8000mg/L

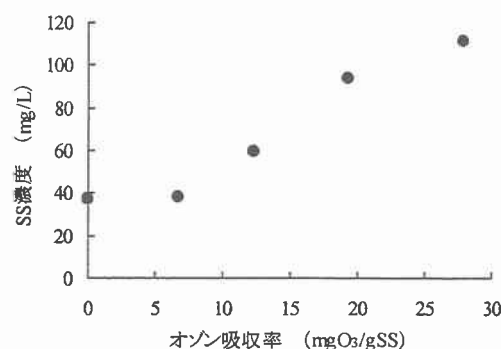


図5 上澄み水のSSとオゾン吸収率の関係