

VII-20 オゾン添加活性汚泥法によるフェノールの除去に関する研究

愛媛大学工学部

大鉄工業株式会社

株式会社四電技術コンサルタント

高知大学農学部

正会員○ 西村 文武

吉越 真人

岡田由希子

正会員 藤原 拓

1. はじめに

フェノール類は、主に化学工場や病院等から排出される。フェノール類は塩素処理によって強い悪臭のあるクロロフェノール類を生じる。また、活性汚泥法の場合、25~50mg/Lのフェノール類が存在すると、浄化機能を阻害するといわれている¹⁾。フェノール類の処理にはこれまでオゾンの適用が有効な手法として注目されてきている²⁾。一方、近年標準活性汚泥法にオゾンを追加するオゾン添加活性汚泥法が、汚泥の減容化³⁾やバルキング対策⁴⁾として研究されてきている。そこで、本研究では、オゾン添加活性汚泥法のフェノール含有廃水処理への適用を試み、活性汚泥処理システム中に生物活性阻害物質であるフェノールが混入した場合での処理安定性について定量的に評価することを試みた。

2. 実験概要

オゾン添加の系列の対照系として空気添加の系列を設定し、2系列の実験結果から考察することとした。実験装置概要を図1に示す。装置は反応槽(φ=90mm H=260mm 有効容積1.0L)、好気槽(有効容積8.0L)、最終沈殿池(有効容積1.2L)、排オゾン処理槽からなる。好気槽、反応槽は水温が20℃に保たれるように制御された水浴に設置した。反応槽内は、汚泥が常に攪拌され反応されやすくするために、マグネチックスターラーで攪拌した。好気槽においても槽内を完全混合状態にするために攪拌機を用いた。最終沈殿池では壁面に汚泥が付着するのを防ぐために、汚泥が攪乱しない程度に攪拌機を使用した。反応槽からの排出ガスは排オゾン処理槽(20g/Lのヨウ化カリウム水溶液:有効容積3.0L)にて残存オゾン除去し、系外へ排出させた。各槽間はシリコンチューブで接続し、人工下水はチューブポンプによって好気槽に流入させた。好気槽での混合液はオーバーフローによって最終沈殿池へ移行させ、固液分離後、液は処理水として系外へ排出した。沈殿汚泥は最終沈殿池底部から汚泥返送ポンプによって引き抜き、反応槽に導入させた。反応槽でオゾンと反応後、オーバーフローによって好気槽に返送させた。各装置にM市下水処理場より採取してきた返送汚泥をMLSS濃度が2500mg/Lになるように調製して、各好気槽にそれぞれ8Lずつ投入して処理実験を開始した。運転条件を表1に示す。実験では流入オゾン濃度やフェノール濃度が異なる4つの条件(Run1~Run4)を設定した。各Runの条件を表2に示す。

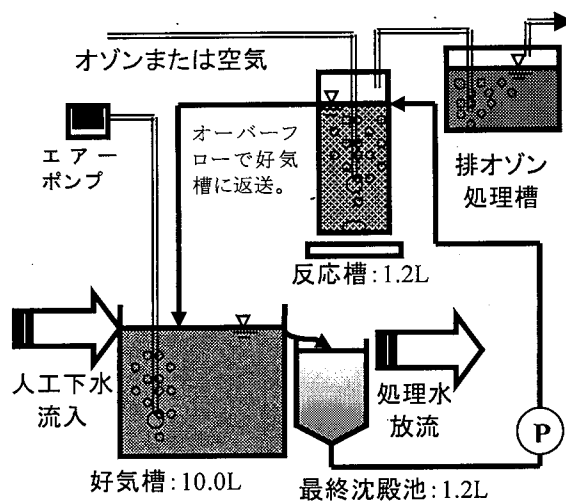


図1 実験装置概略図

表1 運転条件

項目	オゾン系	空気系
ガス流量(L/min)	0.3	0.3
人工下水流量 Q(L/hr)	無機物流量 (L/hr)	1.398
	DOC 流量(L/hr)	0.127
	合計流量(L/hr)	1.525
HRT(hr)	8.0	8.0
HRT _r (hr)	0.79	0.79
返送汚泥流量 Q _r (L/hr)	0.61	0.61
返送汚泥流量(%)	40.0	40.0

表2 各 Run のオゾン濃度とフェノール濃度

	経過日数 (日)	オゾン濃度 (mgO ₃ /L)	フェノール 濃度 (mg/L)
Run 1	1-48	1.03	40-50
Run 2	49-85	1.52	50
Run 3	86-126	4.08	50
Run 4	127-158	4.08	100

3. 結果及び考察

SVI、フェノール濃度、アンモニア性窒素濃度、硝酸性窒素濃度の経日変化を図2に示す。

SVIはRun 1からRun 2において両系列とも汚泥投入直後は良好な状態が維持されていたが、処理の経過に伴い悪化する傾向にあった。オゾン系列では沈降性改善傾向が観察されたものの空気系列と同様にバルキング状態になった。しフェノール含有廃水処理時は糸状菌が優先となりやすい状況であり、バルキングが発生する状況であった。オゾン濃度を $1.52 \text{ mgO}_3/\text{L}$ から $4.08 \text{ mgO}_3/\text{L}$ にあげたRun 3ではオゾン系列は一時的な上昇はあるが $110\sim 633 \text{ mL/g}$ でありと良好な状態を保った。一方空気系列では沈降性は改善されなかった。フェノール濃度を $50 \text{ mgC}_6\text{H}_5\text{OH}/\text{L}$ から $100 \text{ mgC}_6\text{H}_5\text{OH}/\text{L}$ に変更したRun 4では $240\sim 819 \text{ mL/g}$ となった。空気系列は 626 mL/g から 3571 mL/g と上昇した。

処理水中のフェノールはRun 1からRun 3を通じて良好に処理された。フェノール濃度を $100 \text{ mgC}_6\text{H}_5\text{OH}/\text{L}$ に変更したRun 4開始時では、流入水のフェノールの急激な変化で空気系列の処理水中のフェノール濃度は一時的に $63.9 \text{ mgC}_6\text{H}_5\text{OH}/\text{L}$ まで上昇したがオゾン系列はそこまでの濃度上昇は見られず適切に処理された。

フェノールは硝化活性を阻害する物質であることから、硝化は抑制されることが予測されたが、Run 1においてフェノール負荷が小さいときには、オゾン系列のみで硝化が発現した。オゾンによるフェノール除去の結果、硝化の安定性が向上する結果となった。しかし、フェノール濃度を上げたケースでは、沈降性改善はなされるものの、硝化発現を維持するまでには至らなかった。

4. まとめ

1)高フェノール濃度では硝化は低下したが、オゾン吸収率が $28\sim 40 \text{ mgO}_3/\text{gSS}$ の時に SVI は改善された。オゾン吸収率が $34.30 \text{ mgO}_3/\text{gSS}$ の時では、汚泥はバルキング状態から改善され SVI は 110.1 mL/g まで改善された。

2)オゾン吸収率が $15.35 \text{ mgO}_3/\text{gSS}$ (流入フェノール濃度 $37\sim 48 \text{ mg/L}$) の時では、汚泥の硝化活性は阻害されなかった。オゾン添加活性汚泥法は、沈降性改善や硝化活性の維持の面から、従来法よりも優れていることが分かった。発生汚泥量削減の観点から開発されたオゾン添加活性汚泥法であるが、処理の安定性向上の観点からも利点があることが実験的に明らかとなった。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費(若手研究B 課題番号 16760444)ならびに平成 17 年度愛媛大学研究開発支援経費(萌芽的研究)の補助を得て実施されました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 社団法人日本下水道協会:下水試験方法, 上巻, p.259, (1997).
- 2) 宗宮功: オゾン利用水処理技術, 公害対策技術同友会, p.58, (1989).
- 3) 荒川ら:オゾンを用いた活性汚泥法における汚泥減容化の研究, 環境衛生工学研究, 第14巻, 第3号, pp.164-169, (2000).
- 4) 金咲蘭, 宗宮功: オゾン処理による活性汚泥の糸状バルキング制御効果の定量化, 環境技術, Vol.27, No.8, pp.590-597, (1998).

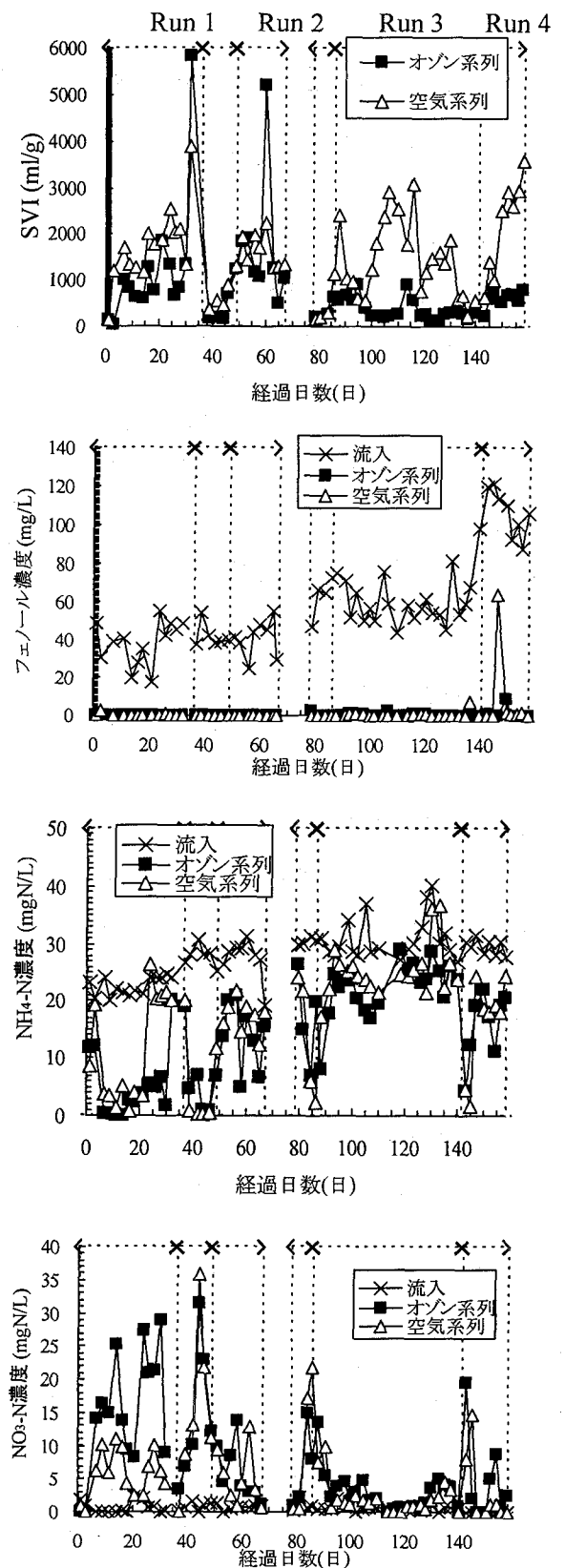


図2 SVI、フェノール濃度、アンモニア性窒素濃度、硝酸性窒素濃度の経日変化