

VII-10 オゾン添加活性汚泥法によるフェノール除去に関する研究

愛媛大学大学院 学生会員 ○岡田 由希子、上住 僚
 愛媛大学工学部 正会員 西村 文武
 高知大学農学部 正会員 藤原 拓

1.はじめに

家庭や化学工場などの排水には多種多様の化学物質が含まれており、それらのいくつかは、微量でも微生物に影響を及ぼし、生物活性を阻害する場合がある^{1,2)}。このような化学物質の急激な流入は、従来の標準活性汚泥法では対処できない可能性があり、オゾンを用いることで生物分解性を高める方策が検討されている³⁾。

標準活性汚泥法にオゾンを加えるオゾン添加活性汚泥法という手法がある。これは直接、汚泥にオゾンを追加することで、汚泥が溶解し余剰汚泥の削減が行える。また汚泥の性状が改善されることでバルキング抑制の効果にもつながることが報告されている^{4,5)}。ゆえに生物処理の機能向上と同時に、オゾンの酸化作用により生物難分解性物質の分解も行えると思われる。本研究では、オゾン添加活性汚泥法による処理安定効果の基礎的知見を得ることを目的とした。そこで生物難分解性物質の一つとされるフェノールを取り上げ、オゾン添加活性汚泥法による連続実験を行いフェノール分解特性と窒素処理特性、そして汚泥の性状について実験的検討を行った。

2.実験方法および実験条件

連続実験装置の概要を図1に示す。エアポンプ、好気槽、最終沈殿池、気液接触槽、排オゾン処理槽そして各槽をつなぐシリコンチューブ、チューブポンプからなる。気液接触槽の上部には、オゾンまたは空気の注入口と排出口を作成し、送排気用のチューブをつないだ。気液接触槽の後には、排出オゾン进行处理するために、10g/Lのよう化カリウム水溶液を入れた排オゾン処理槽を設置した。また常に汚泥が攪拌され反応しやすくするために、好気槽には攪拌機、気液接触槽にはマグネチックスターラーを設置した。そして槽内の水温は、20℃に保たれるように温度制御された水浴中に設置した。活性汚泥は都市下水処理場より採取してきた返送汚泥を希釈し2500mg/Lとし、これを好気槽に投入した。フェノール濃度は5mg/L、20mg/Lとし人工下水に添加した。実験では、オゾン曝気の対照系として空気曝気を設置した。オゾン曝気をCase 1、空気曝気をCase 2とする。また、1-71日目、フェノール濃度5mg/Lの時をRun 1、72-92日目、フェノール濃度20mg/Lの時をRun 2とした。装置の実験条件を表1に、人工下水の組成を表2に示す。

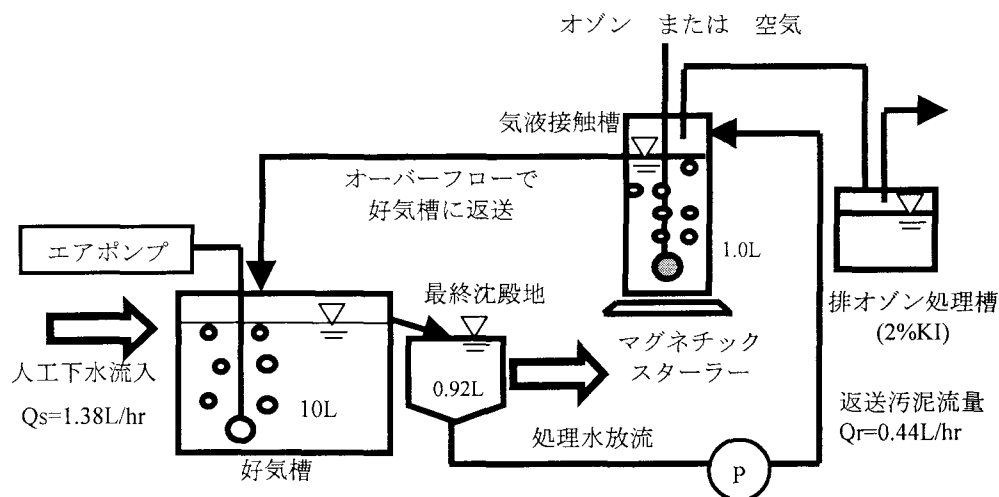


図1 連続実験装置の概要

表1 装置の実験条件

	Case 1	Case 2
ガス流量 (L/min)	0.30	0.30
注入 O ₃ 濃度 (O ₃ mg/L)	1.03	-
体積 (L)	11.92	11.92
人工下水流量 (L/hr)	1.38	1.38
HRT (hr)	8.60	8.60
HRTr (hr)	0.67	0.67
返送汚泥流量 (L/hr)	0.44	0.44
返送汚泥率 (%)	32.00	32.00

表2 人工下水の組成

項目	組成式	濃度
DOC	C ₆ H ₁₂ O ₆	80mgC/L
pepton	-	20mg/L
NH ₄ ⁺ -N	NH ₄ Cl	30mgN/L
PO ₄ ³⁻ -P	KH ₂ PO ₄	3.0mgP/L
Mg ²⁺	MgSO ₄ · 7H ₂ O	1.0mgMg/L
アルカリ度	NaHCO ₃	214.0mgCaCO ₃ /L

3. 実験結果および考察

DO濃度は両系列とも4~6mg/Lで、硝化反応に与える影響はほとんどないものと考えられる。水温は20℃にほぼ保たれており、両系列とも硝化反応を発生させるための適切な条件が維持されていた。図2にSVIの経日変化を示す。両系列とも活性汚泥の沈降性は徐々に失われた。そこで人工下水にペプトンを加えた。MLSSは両系列とも1020mgSS/Lから1550mgSS/Lまでの間で保たれていた。58日目ではCase 1において774.2ml/gであったがRun 2の時、45.2ml/gまで下がった。一方、Case 2では70日目において272.7ml/gとなり、Run 2の時、

それ以上下がる事はなかった。オゾン添加活性汚泥法には汚泥の性状改善効果があると言われており⁴⁾、図2よりCase 1において同様の現象が起こっていることが示された。

次に、各槽のNH₄-N濃度経日変化、NO₃-N濃度経日変化、フェノール濃度経日変化を図3に示す。NH₄-N濃度はRun 1の時、Case 1では8.07mgN/Lまで減少、Case 2では4.64mgN/Lまで減少し、Run 2の時、両系列ともほぼ0mgN/Lとなった。NO₃-N濃度はRun 1の時、両系列とも変動するが、Run 2の時Case 1では22.48mgN/L、Case 2では18.94mgN/Lまで達した。また、NO₂-N濃度は両系列ともほとんど確認されなかった。これらの結果よりオゾンを追加しても生物の活性は阻害されることなくCase 1においても、Case 2と同様に硝化反応が起こっていたことが示された。

各槽のフェノール濃度について考察する。Run 1の時、Case 1では0.44mg/Lから0.31mg/Lまで減少、Case 2ではフェノール濃度は0.66mg/Lから0.43mg/Lまで減少した。そしてRun 2の時、フェノール濃度は、Case 1では0.096mg/Lまで減少、Case 2では0.238mg/Lまで減少した。両系列ともフェノールの減少がみられた。これはフェノールが汚泥に吸着することで、フェノールが減少した可能性もあるが、Case 1の方がフェノール濃度の減少が0.142mg/L大きかった。この差は、オゾンの酸化反応によってフェノールが分解されたためであると思われる。

4. まとめ

本研究より、以下のことが示された。

- (1) オゾンを追加することで汚泥の性状が改善され、生物の活性は阻害されることなく硝化反応が行われた。これらの結果は、オゾン添加活性汚泥法の特徴であるバルキング抑制などの効果であり、今回の連続実験においてもこの現象は観察された。
 - (2) オゾンを追加することで、オゾンの酸化作用によりフェノールが除去された。これはフェノールのような生物難分解性物質が含まれている排水を対象とする時、安定した生物処理が行える可能性が示唆された。
- よって、この手法は従来の効果に加え、処理の安定性の観点からも効果があることが示唆された。

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16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) 橋本ら：中小規模の下水処理場におけるエストロゲン様物質の挙動, 下水道協会誌, **40**, pp172-186, (2003).
- 2) 藤田ら：フェノール濃分解菌に関する研究, 環境微生物工学研究法, pp263-266, (1993).
- 3) Wang, F., Gamal, E. M. and Smith, D.W. : Oxidation of Aged Raw Landfill Leachate with O₃ Only and O₃/H₂O₂: Treatment Efficiency and Molecular Size Distribution Analysis. *Ozone. Sci. Eng.*, **26**(3), pp287-298. (2004).
- 4) 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基礎的研究, 環境工学研究論文集, **37**, pp107-118, (2000).
- 5) Holman, J.B. and Wareham, D.G. : Oxidation-Reduction Potential as a Monitoring Tool in a Low Dissolved Oxygen Wastewater Treatment Process. *Environ. Eng.*, **129**(1), pp52-58, (2003).

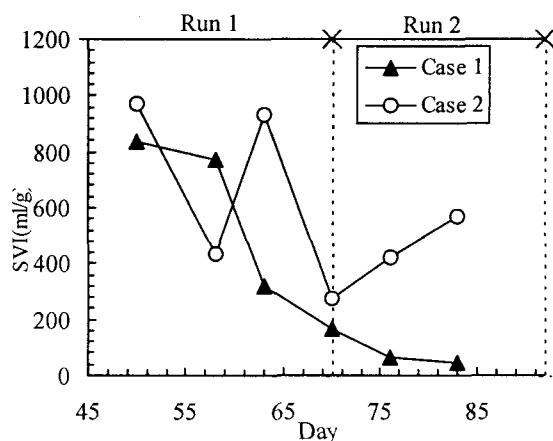


図2 SVIの経日変化

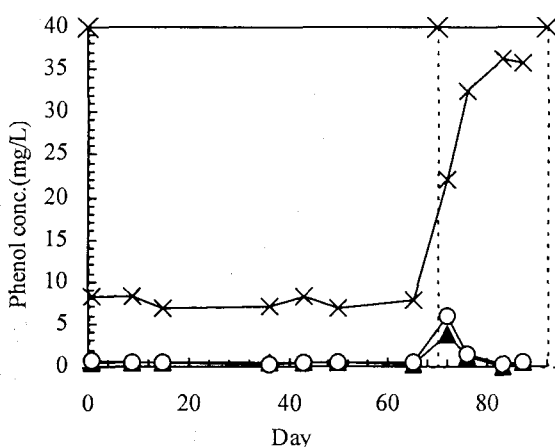
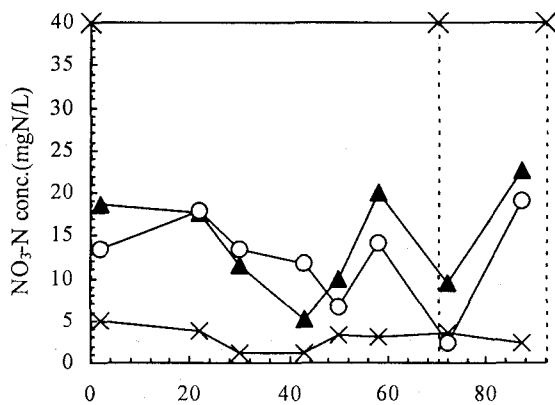
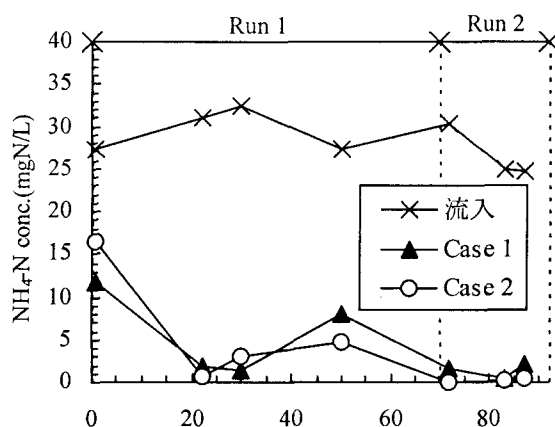


図3 NH₄-N濃度・NO₃-N濃度・フェノール濃度経日変化