

オゾン処理による活性汚泥の可溶化物質とその生物利用性・分解性に関する研究

愛媛大学工学部 正会員 西村文武
愛媛大学大学院 学生会員 加藤 剛

1.はじめに

近年、下水道普及率の向上により下水処理における発生汚泥量が年々増加してきている¹⁾。下水処理において全処理費用における汚泥処理費用は 50%以上を占めることもあるため、処理汚泥量の低減化技術の開発は重要な課題となってきた²⁾。そのような現状において活性汚泥にオゾン添加することにより汚泥が可溶化され、それを再度活性汚泥に分解させることにより汚泥が削減されることが分かり、研究されてきている。しかし汚泥の可溶化特性や溶出物質について詳しく調べた研究例は少ない。そこで本研究では、下水汚泥にオゾン添加したとき溶出するタンパク質や炭水化物などの有機化合物の挙動を把握し、そして溶出物質の生物利用性・分解性を調べた。また溶出有機物を微生物に摂取させて、オゾン吸収率と収率の関係を求めた。

2.実験方法

標準活性汚泥法で運転されている都市下水処理場より採取した返送汚泥を表 1 に示す条件でオゾン処理し、そのろ液中の有機物濃度の変化により汚泥の可溶化特性を把握した。また測定項目を DOC、タンパク質、炭水化物、脂質とした。DOC は下水試験方法に準拠して測定した。タンパク質は Lowry 法、炭水化物はアントロン法により定量し、脂質は Bligh-Dyer 法で抽出、重量法で測定した。

溶出有機物の生物利用・分解性を好気性、無酸素条件の 2 パターンで回分実験により、その減少特性を調べることで把握した。三角フラスコ(500mL)を反応槽とし、オゾン処理混合液のろ液を 400mL 入れて、表 2 に表す栄養塩を加えた後に、オゾン処理をしていない活性汚泥を MLSS 濃度が約

表 1 溶出物質定量の測定条件

初期 MLSS 濃度 (mg/L)	4030、5300、7100
水温 ()	17.1
ガス流量 (mL/min)	300
注入オゾン濃度 (mgO ₃ /L)	23.9
処理汚泥量 (L)	1.0

3000mg/L になるように投入し、適時一定量を採取し、そのろ液中の DOC と溶出有機物濃度変化を調べ、生物利用性・分解性の指標とした。投入する活性汚泥は蒸留水で 2 回洗浄した後、用いた。好気性条件での実験ではセラミック製散気管で曝気して実験を行った。無酸素条件下の実験では汚泥が沈降し、汚泥がかたよるのを防ぐために随時、液中に酸素が溶け込まない程度にマグネチックスターラーでゆっくりと攪拌した。反応槽は水温が 25℃に保持された水浴中に設置した。また対照系としてグルコース水溶液と栄養塩を水道水 400mL に加えたケースを設定した。

表 2 添加した栄養塩量

	好気性条件	無酸素性条件
NaNO ₃ 水溶液(5000mgN/L)	0mL	30mL
KH ₂ PO ₄ 水溶液(300mgP/L)	2mL	2mL
NH ₄ Cl 水溶液(300mgN/L)	10mL	10mL

また異なるオゾン吸収率で処理された汚泥ろ液中で微生物を培養し、実験培養前後の $-\Delta$ DOC 濃度に対する $+\Delta$ POC 濃度の比で収率を求めた。

3.実験結果および考察

オゾン処理に伴う DOC、タンパク質、炭水化物の濃度変化を図 1 に示す。DOC に関しては、0.42-2.04mgC/mgO₃ の割合で溶出した。タンパク質、炭水化物は溶出 DOC 量にほぼ比例し、オゾン吸収率の違いによる変化傾向は見られなかった。またその割合は各々 1.03-1.43mg アルブミン/mgDOC、0.30-0.53mg グルコース/mgDOC であった。DOC の増

キーワード オゾン、下水汚泥、汚泥削減、生物利用性、収率
連絡先 愛媛大学工学部環境建設工学科(松山市文京町三番 Tel.& Fax 089-927-9752)

加に対するタンパク質と炭水化物の増加パターンはほぼ一致することから、両者においては汚泥の可溶化と液中における反応特性は同様なものと推察された。一方脂質については、ろ液中からは検出されなかった。固形性脂質の濃度変化を図2に示す。MLSS濃度変化とあわせて考察すると汚泥中の脂質の含有率は約75mg/gSSで一定あり、オゾン添加の大きさによる変化は小さく、汚泥の減少に伴い固形性脂質成分も減少する結果となった。溶解性成分としては残存しにくいことが示された。

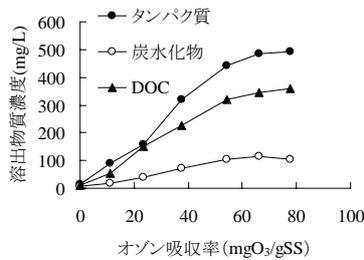


図1 溶出物質濃度変化

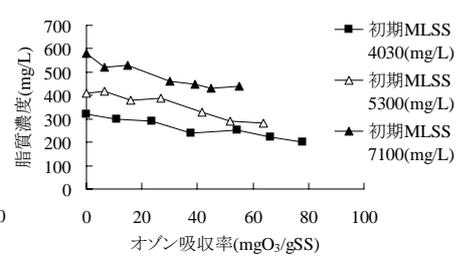


図2 脂質の濃度変化

生物分解性実験の結果を図3から図6に示す。好気性条件ではグルコースは実験開始から約10時間でほとんど消費されたが、オゾン処理汚泥のろ液中のDOCは約30%が分解されずに残存した。また、タンパク質は約99.4%除去されたのに対して、炭水化物の除去率は約19.7%にとどまった。このことから有機炭素中の難分解性物質は炭水化物が主であることがわかった。無酸素条件でも、ろ液中のDOCは約30%が分解されず、その残存物質の主は炭水化物であった。また硝酸性窒素が減少していたことから、このDOC濃度の変化は脱窒反応によるものであり、可溶化有機物は脱窒時の水素供与体を利用できることがわかった。オゾンによる汚泥可溶化プロセスを下水処理過程に組み込む際にはこの炭水化物成分の除去について考慮する必要がある。

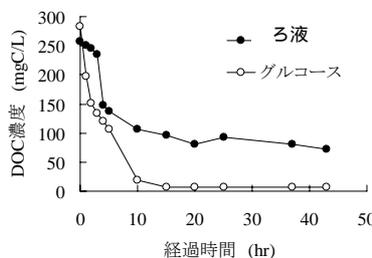


図3 生物分解によるDOC濃度変化

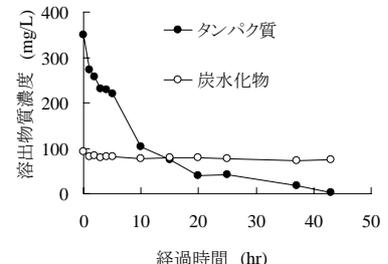


図4 生物分解による溶出物質濃度変化

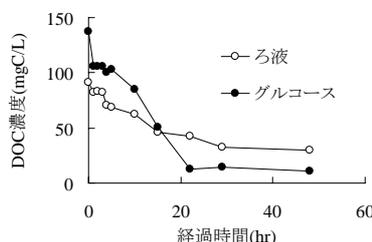


図5 無酸素条件でのDOC濃度変化

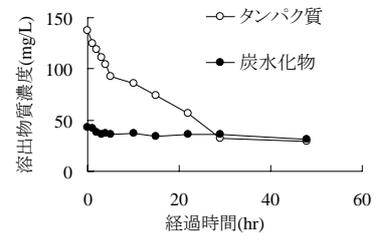


図6 無酸素条件での溶出物質濃度変化

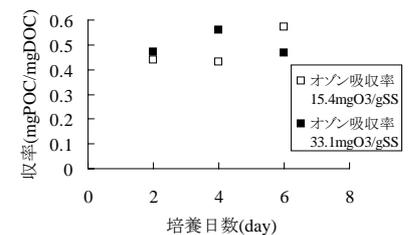


図7 収率の変化

収率把握実験の結果を図7に示す。両ケースでの収率に明確な違いは認められず、収率はオゾン吸収率の大小によって影響を受けないことが分かった。

4.まとめ

- (1) タンパク質、炭水化物は溶出DOC量にほぼ比例した。またDOCの増加に対するタンパク質と炭水化物の増加パターンはほぼ一致することから、両者においては汚泥の可溶化と液中における反応特性は同様なものと推察された。
- (2) 脂質はろ液中からは検出されなかったものの、固形性脂質成分は減少したことから、溶解性成分としては残存しにくいものであると考えられた。
- (3) オゾン処理された汚泥のろ液を好氣的条件下で生物分解させると、DOCの約3割は除去されずに残った。タンパク質は99.4%除去されたのに対して、炭水化物の除去率は19.7%であった。有機炭素中の難分解性物質は炭水化物が主であることがわかった。
- (4) 収率はオゾン吸収率の大小によって影響を受けないことが分かった。

参考文献

- 1) 吉野徳正他:オゾンによる汚泥濃縮効果について,第34回下水道研究発表会講演集,pp.788-790,(1997).
- 2) 柴田雅秀,安井英斉:余剰汚泥を発生させない活性汚泥法の概要,PPM,1996/6,pp.17-23.