

コンポスト化施設における土壌脱臭槽洗浄排水の窒素除去

広島大学工学部
広島大学地域共同研究センター
広島大学大学院工学研究科

学生会員 ○葛川 徹
正会員 今岡 務
学生会員 野村典広

1. はじめに

わが国で発生する廃棄物の約6割は、汚泥や家畜ふん尿など生物系の有機性廃棄物である。近年、これらの処理・資源化法としてコンポスト化が再び注目されている。しかしながら、このコンポスト化では、発酵槽でのアンモニアを始めとする臭気の発生という問題があり、何らかの脱臭処理が施設内で必要とされる。脱臭方法の1例として土壌脱臭法があるが、主たる悪臭物質がアンモニアであることから、脱臭性能の維持のために、脱臭槽内での硝化の促進と洗浄が行われる場合がある。その結果、土壌脱臭槽から高濃度の窒素を含んだ洗浄排水が発生することになるが、下流域への影響を考慮すると、この排水の脱窒処理はコンポスト化施設の円滑な運転のためには必要不可欠であると言える。本研究では、木質チップなどを対象に入手が容易で浄化効率の良い担体を検討することにより、このような高濃度窒素含有排水中の窒素除去が簡易で安価に行えるシステムの確立に有用な知見を得ることを目的とした。

2. 実験方法

実験には、容積5Lのアクリルカラム(内径90mm、高さ1000mm)を使用し、カラム内にそれぞれ6種の担体(セルローズ担体、ゼオライト、珪殻、木炭、木質チップ(小、大))を充填し、浄化実験を行った。回分式実験装置の概要図を図1に示す。使用排水は、BOD希釈液に、窒素源としてNaNO₃、有機物源としてメタノールを添加した人工排水を用いた。

最初に、人工排水をカラムに循環供給する回分式浄化実験(Run1~4)を実施し、脱窒反応による窒素濃度の減少の安定化が確認された後に、連続浄化実験(RunA~RunC)を実施し、各担体の評価を行った。

なお、実験開始時に脱窒菌の植種を目的として嫌気性消化汚泥の上澄み液を試料に5%添加した。実験条件は表1に示すとおりである。また、期間中にTOC、T-P、T-N、NO₃-N、NH₄-N、pHおよびDOの7項目の分析を行った。

3. 実験結果および考察

回分式浄化実験における実験結果の一例を図2~4に示す。図2に示すように、Run4においては200時間経過時に全担体でT-Nが初期濃度の約10%以下にまで減少する結果

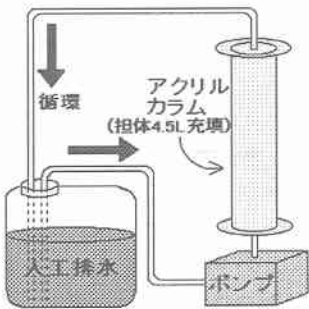


図1 回分式実験装置の概要図

表1 実験条件の一覧

	回分式実験			
	Run 1	Run 2	Run 3	Run 4
実験日数	11日	11日	12日	7日
T-N初期濃度(mg/l)	100			200
メタノール濃度(mg/l)	250	500		1000
	連続実験			
	Run A	Run B	Run C	
その他4担体			木炭 木質チップ(小)	
T-N初期濃度(mg/l)	1000			200
メタノール濃度(mg/l)	5000			1000
滞留時間(hr)	4	8	16	8

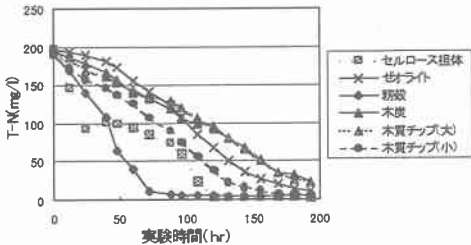


図2 Run 4におけるT-Nの経時変化

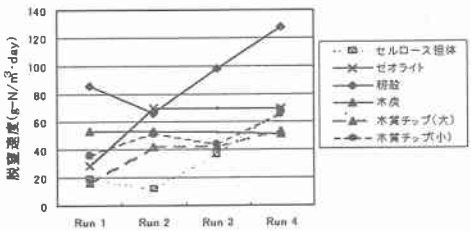


図3 回分式実験における脱窒速度

となった。また、脱窒終了に至るまでグラフの傾きがほぼ直線の傾向にあることから、カラム内では脱窒が定常的に起きていることが判断できる。

図3は回分式実験における脱窒速度をまとめたものであるが、実験が進行するに伴い、脱窒速度が全体的に上がっていく、極端に脱窒能力が劣る担体は見られなかった。これより、各担体において脱窒菌定着は確実に進行していることが推測された。回分式実験において籾殻の脱窒速度が約 130g-N/m³/day と最も大きい結果となり、逆に、当初高い脱窒能力が得られると推測されたセルロース担体のカラムでは、Run 4においても脱窒速度が 70g-N/m³/day と木質チップなどと大差がない結果に終わり、予想ほど高い値を示さなかった。

脱窒菌は有機物を栄養源として脱窒反応を行うが、図2に示すような T-N の減少量と、図4の TOC 減少量から換算すると、メタノールは NO₃-N の約4倍量消費されていることが明らかになった。しかしながら、従来の理論値では2.5倍とされ、これと一致しない理由としてはメタノールの揮発、もしくはメタノールを摂取する脱窒菌以外の微生物の存在が考えられた。

連続浄化実験 (Run A~Run C) では、滞留時間を4, 8, 16時間と変化させて行い、図5, 6および表2に示されるような結果を得た。なお、流出濃度が安定したと判断された後に実験を終了した。図6より、滞留時間別の脱窒速度は、セルロース担体以外の担体において類似した傾向を示し、滞留時間16時間において大きい値を示した。表2より、1000mg/l という高濃度の窒素でも、木質チップでは25%、ゼオライトでは35%の除去が可能であった。とくに籾殻を用いたカラムでは、500g-N/m³/day 近い脱窒速度が得られ、NO₃-N 除去率が70%という高い値であった。

セルロース担体は、回分式実験と同様に、脱窒速度が他の担体と比較すると劣っており、また、木質チップ(小)および(大)の分析結果も考慮すると、脱窒菌定着量は比表面積のみでは判断できないといえる。

図6, 表2より、籾殻の脱窒速度は、木質チップおよび木炭の脱窒速度と比較して約2倍ほど大きく、その面では有利であるが、流出しやすいなど維持管理の点からは問題がある。一方、木質チップ・木炭は、コンポスト化施設が多く存在する山間部で容易に入手可能なもので、これらを担体として使用する場合、浄化槽の容積を籾殻の浄化槽の2倍に設定することで浄化能力を補うことは可能であろう。

4. 結論

6種類の担体のうち、脱窒性能が最も優れていたのは籾殻であった。また、6種類の担体の中で、脱窒性能が著しく劣るものはなく、木炭、木質チップなどの入手が容易なものを適量準備し、反応槽の容積を大きくすることで浄化能力を補うことができ、実際の浄化槽として運転が可能であると判断された。したがって、コンポスト化施設付近で入手できる資材でも、脱窒用の担体として利用して、窒素除去を行うシステムを構築することが可能であると判断された。

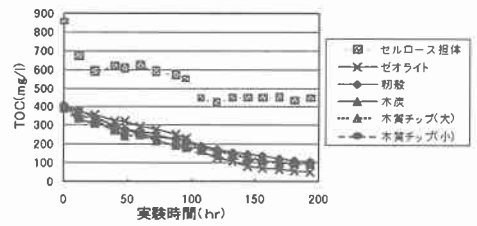


図4 Run 4におけるTOCの経時変化

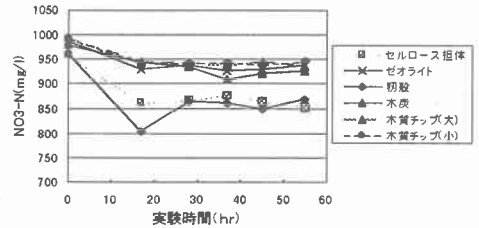


図5 Run BにおけるNO₃-Nの経時変化

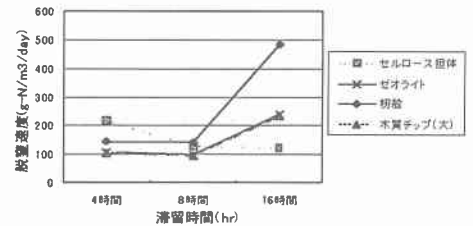


図6 連続実験における脱窒速度の変化

表2 滞留時間別のNO₃-N除去率

担体名	4時間	8時間	16時間
セルロース担体	8.0	9.8	17.8
ゼオライト	3.9	5.5	34.5
籾殻	5.0	10.5	68.0
木炭	2.5	5.9	
木質チップ(大)	2.8	5.4	25.3
木質チップ(小)	2.4	5.0	